

耐熱・難燃性マグネシウム合金により パートレイン耐熱部材を軽量化

プロジェクト名 耐熱・難燃性マグネシウム合金鋳造によるパートレイン耐熱部材の開発

対象となる川下産業 自動車

研究開発体制 (財)福岡県産業・科学技術振興財団、(株)戸畑製作所、(株)ダイハツメタル、九州大学、(独)産業技術総合研究所、福岡県工業技術センター

耐熱鋳造部材（自動車エンジン）



【従来】

○自動車の燃費向上に向け、軽量化が効果的である。パートレイン部材においても現行のアルミニウム合金からマグネシウム合金への材料置換は有効であるが、耐熱性が低く適用範囲が限られている

【研究開発のポイント】

○安価で耐熱性・耐摩耗性・振動減衰性に優れたマグネシウム合金開発を行い、耐熱鋳造部材の製造技術およびリサイクル技術を確立

【成果】

- 希土類を用いることなく安価で耐熱性に優れたマグネシウム合金を開発：高温（250℃）での引張強度130MPa、疲労強度63MPa、室温硬さ118HV3（112HB相当）
- リサイクル技術を確立：リターン材使用率60%
- 開発合金による試作品を製造し、実機評価により軽量化および振動・騒音の低減を実証

【事業化への取組】

○H27年度の実用化に向け、補完研究を継続

研究開発のきっかけ

パートレイン耐熱部材の軽量化に向け、マグネシウム合金が期待されるが耐熱性に課題

- 自動車の燃費向上に向け、軽量化が求められている
- パートレイン部材においても現行のアルミニウム合金からマグネシウム合金への材料置換は有効であるが、耐熱性が低く適用範囲が限られている

研究開発の目標

マグネシウム合金による耐熱鋳造部材の製造技術およびリサイクル技術を確立

- 耐熱合金の開発 ➡ 硬さ：110HB、高温引張強度：130MPa（250℃）
- 介在物制御方法の確立 ➡ 高温疲労強度：63MPa（250℃）、応力集中部欠陥なし
- 形状最適設計
- リサイクル技術の確立 ➡ リターン材使用率60%

【従来技術】

【新技術】

<アルミニウム合金による部材>

（課題）

- ・ほとんどのピストンがアルミニウム合金製であり、すでに形状は最適化されている（軽量化の余地がない）
- ・摩擦、焼付きの問題について、部位や熱負荷の状況に応じてSn（スズ）めっきやアルマイト処理を実施

<耐熱性マグネシウム合金による部材>

（特徴）

- ・部材が軽量、振動減衰性が高く摩擦係数が低い
- ・従来の鋳造合金（AZ91）よりも高い耐熱性を持つ
- ・希土類を使わず、リサイクル可能のため、低コストかつ安定供給が可能

研究開発の成果／目標を達成

耐熱合金を開発

- 耐熱合金を開発、硬さ118HV3（112HB相当）が得られた
- 引張強さの目標値130MPa（250℃）を満たすために許容される欠陥寸法が $\sqrt{\text{area}}=600\mu\text{m}$ であることを示した
- 実機を想定したモデル磨耗試験手法を確立、さらに、開発合金の摩耗特性改善に最適な表面処理皮膜を選定

欠陥制御方法を確立

- 開発合金を対象に、応力集中部位において疲労強度の目標値63MPa（250℃）を満足するために許容される欠陥寸法が $\sqrt{\text{area}}=137\mu\text{m}$ であることを示した
- 組織観察や機器分析による凝固組織評価、シミュレーションの解析結果と試作品製造・評価を検証すること鋳造方案を確立

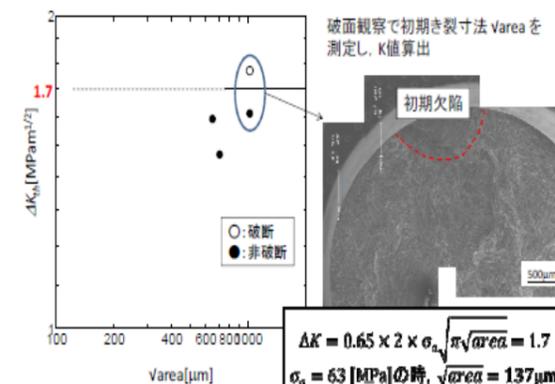
形状最適設計、リサイクル技術（リターン材使用率60%）を確立

- 実機評価により、開発合金の高温領域で優れた強度を示すことを実証

- 軽量化および振動・騒音の低減において、理論通りの効果を実証
- 酸素分析値から酸化物介在物の存在確率を推定し管理する品質管理基準、リターン材使用時の金属不純物の品質管理基準を策定、リターン材使用率60%を達成

目標を達成するための欠陥寸法測定試験結果

～欠陥制御がなされていない開発合金鋳造材の250℃における疲労強度は50MPa程度であるので、目標の高温疲労強度を満足するためには、応力集中部位に存在する欠陥寸法を $\sqrt{\text{area}}=137\mu\text{m}$ 程度に低減すればよい～



事業化への取組／実用化に時間がかかる（補完研究中等）

事業化状況等

- H27年度の実用化に向け、補完研究を継続
- エンジン部材試作品、インゴット・ビレット等鋳造素材のサンプルあり
- 特許：「耐熱性および難燃性を有するマグネシウム合金およびその製造方法」（特願2011-154088）

効果

- 省エネルギー化 ➡ 開発部材により軽量化および振動・騒音の低減において理論通り効果を実証
- 新素材の実現 ➡ 耐熱・難燃性マグネシウム合金は高温（250℃）で引張強度130MPa、疲労強度63MPa、室温で硬さ110HBを達成し、Al合金

（AC8A）同等を実現

- 環境負荷削減 ➡ リサイクル材の使用率60%（Al合金鋳造材と同等）を達成

今後の見通し

補完研究を継続しつつ、販路開拓を実施

- 本事業の課題として残った量産体制の構築「量産技術の確立」「品質保証技術の確立」を行うため、補完研究を継続中
- 補完研究においては数kgから数10kgレベルの鋳造素材製造技術の確立を目指し、研究開発を実施
- 早期の実用化・用途拡大を目指し、自動車エンジン部材と並行して汎用エンジン部材として、あるいは塑性加工材向けの鋳造素材として販路開拓を行っている

企業情報 株式会社戸畑製作所

事業内容 非鉄金属の鋳造・加工・溶接メーカー

住所 福岡県北九州市小倉南区新曾根8-21

URL <http://www.tobata-s.com>

主要取引先 新日鐵住金(株)、JFEスチール(株)、(株)神戸製鋼所、日新製鋼(株)、新日鐵住金エンジニアリング(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 取締役 技術センター長
松本敏治

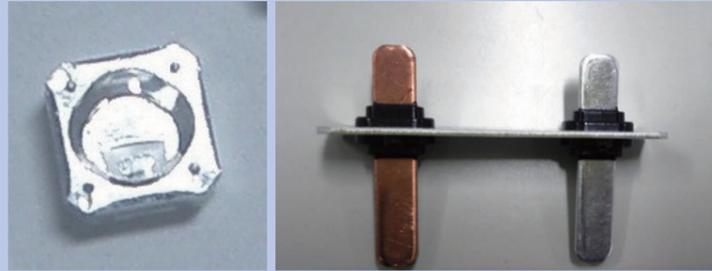
TEL 093-471-7789

e-mail t-matsumoto@tobata-s.com

金属と樹脂の密着性を向上する三次元マイクロ構造加工技術によりデバイス等の信頼性、安全性の向上に貢献

- プロジェクト名** 三次元マイクロ構造加工用金型およびプレス技術の開発
対象となる川下産業 情報通信・情報家電・事務機器、電子機器・光学機器、自動車
研究開発体制 (財)日立地区産業支援センター、(株)大貫工業所、茨城プレイング工業(株)、茨城大学、茨城県工業技術センター

照明用LEDパッケージ（左）とリチウムイオン電池キャップ樹脂成型モジュール（右）



【従来】
 ○半導体パッケージの小型化に伴い、デバイス等を封止する樹脂と基盤の接着面積が減少し、接着強度の低下により、半導体パッケージの信頼性（耐湿性、耐熱性等）が低下していた

【研究開発のポイント】
 ○三次元マイクロ構造（3DM）加工精密微細金型と高速プレス加工により、基盤となる金属表面と樹脂との接着強度を高める新たな技術を開発した

【成果】
 ○金属材料と樹脂との密着性向上を実証
 ○情報家電、電子機器、自動車用IGBT向け半導体パッケージ製品の小型化と信頼性向上、電気自動車向けリチウムイオン電池キャップの高機密性と安全性向上を実現

【事業化への取組】
 ○実用化に成功。H25年度の事業化を目指し、補完研究を実施中

研究開発のきっかけ

- 半導体パッケージの小型化に伴い、金属表面への加工技術の精密微細化が必要に**
 ○半導体パッケージの小型化に伴い、デバイス等を封止する樹脂と基盤の接着面積が減少し、耐湿性や耐熱性が低下している
 ○環境負荷増大や工程追加の懸念がある従来の金属微細構造加工以外の方法で、金属と樹脂との接着強度を高める技術へのニーズが高まる

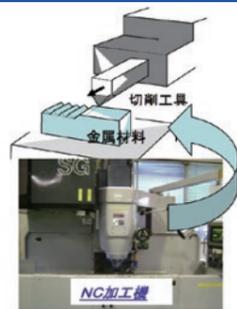
研究開発の目標

- 3DM加工精密微細金型と高速プレス加工により、金属表面へ精密加工を施す革新的技術を開発する**
 ○3DM加工用プレス金型の開発 ➡ 精密微細加工溝幅:MIN.10μm、3DM加工:3μm以下
 ○3DM加工用金属材料の選定 ➡ 上記溝幅、加工精度を得られる銅及びアルミニウム
 ○3DM加工品へのPR (Periodic Reverse/ 正逆極性反転)電気銀めっき技術の確立 ➡ 3DM加工転写溝幅変動:±10%以下
 ○3DM加工品の試作と評価

【従来技術】

NC切削加工機、エンドミル、マシニングセンター等による微細加工

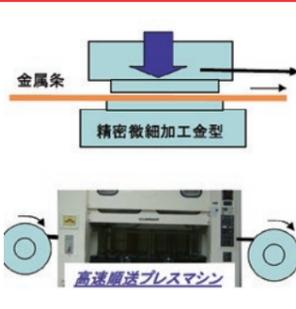
- (課題)
 ・生産性が悪く製品が非常に高価
 ・エネルギー消費が高い
 ・高価なNCマシンが数多く必要
 ・製品試作のみ、量産は不可能



【新技術】

精密微細順送金型及びリールツールリール高速プレスによる微細加工

- (特徴)
 ・高速プレスによる高い生産性
 ・低コスト化
 ・低消費エネルギー
 ・生産性が高く、設備台数が少なくて済む
 ・少量産及び大量産の両方に対応



研究開発の成果／目標を概ね達成

3DM加工用プレス金型の開発

- 3DM加工用の金型材料(高炭素工具鋼SKD11)の選定と、主にマシニングセンターによる精密微細溝加工法の開発を行い、高精度の精密微細加工金型を製作
- 主にショットブラストによる3DM加工法を開発。DLCコーティングパンチによる3DM加工が可能に

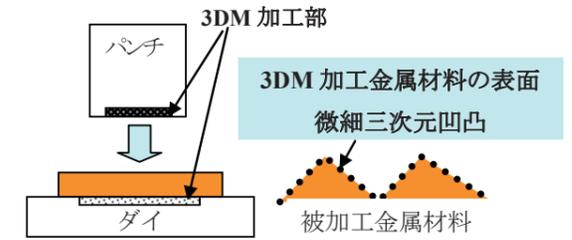
3DM加工用プレス加工技術、PR電気銀めっき技術の確立

- 銅(C1100)、アルミニウム(A1050)の3DM加工が可能なることを確認
- 通常のクランクプレスでプレス速度50SPM(ショット/分)、サーボプレスで最高プレス速度151SPMでの3DM加工が可能に
- PR電気銀めっきは3DM加工金属表面の微細な凹凸の再現性に優れていることを実証

3DM加工品の試作と評価

- LED用リードフレーム等の試作を行い、銅、アルミニウムともに、3DM加工の金属表面は3DM加工なしと比較して、樹脂との密着性に優れることを検証
- 量産性評価用金型を試作

三次元マイクロ構造加工技術の概要



3DM加工用パンチ表面SEM像



3DM加工及び3DM加工製品のスペック

項目	スペック
溝加工部	溝幅: 100~500μm 溝深さ: 50~100μm
表面粗さ	1~3μm (平均粗さ Ra)
樹脂密着性 (PPS樹脂)	耐ガスリーク臨界 圧力: 0.6MPa (Air)
めっき性	電気ニッケル 電気銀めっき他

事業化への取組／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- 実用化に成功。H25年度の事業化を目指す
- LED実装パッケージ、リチウムイオン電池キャップ(電極、キャップの接合)の無償サンプルあり
- 特許:「樹脂封止金属部品、それに用いるリードフレーム、及び金属部品の製造方法」(特願2010-209730)、「金属・樹脂一体成形品の製造方法」(特願2012-216289)

効果

- 信頼性・安全性向上 ➡ 基板と樹脂の密着強度向上による信頼性、安全性の向上と半導体パッケージの小型高密度化への対応
- 量産化、安定供給化 ➡ 高速微細加工プレス工法による量産化により、安価な安定供給が可能に

今後の見通し

補完研究を進めつつ、サンプル提供、引き合いへの対応を展開

- 量産対応には、パンチ、ダイの耐久性向上に関する表面コーティングやプレスオイルの改良等の技術追求による評価が必要なため、補完研究を実施予定
- リチウムイオン電池用3DM加工キャップのさらなる密着度向上のため、エラストマーとの併用等を研究中
- 3DM加工金属LEDパッケージは、高出力対応として国内外からの引き合いも多く、評価用サンプルを提供中。リチウムイオン電池用3DM加工キャップは、川下メーカーに積極的に営業活動を行い、早期の事業化を計画している

企業情報 株式会社大貫工業所

事業内容 超精密金型、樹脂成型金型の開発、設計、製造及び高精度金属プレス加工品製作
住所 茨城県日立市森山町5-10-8
URL <http://www.ohnuki.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役社長 大貫啓人
TEL 0294-53-3821
e-mail ohnuki@ohnuki.co.jp

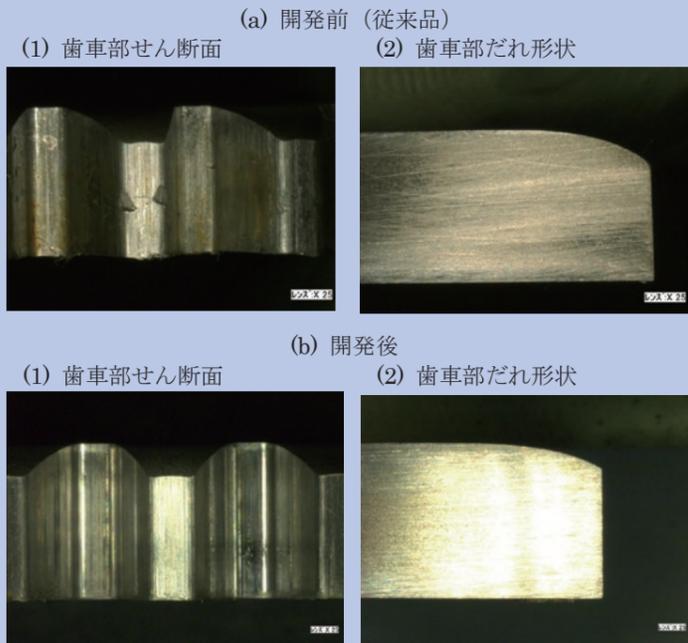
汎用プレス機械による精密厚板プレス加工技術の確立及び厚板成形予測のための成形シミュレーション技術の開発

プロジェクト名 革新的デジタルプレス加工技術による精密厚鋼板成形システムの開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械・自動車

研究開発体制 (一社)日本金属プレス工業協会、(株)昭芝製作所、(株)トライアルパーク、日本大学生産工学部生産工学研究所

歯車形状部品（自動車用シート部品想定）におけるせん断加工実験結果



【従来】

- 精密厚板プレス加工は、加工コストの大幅な削減、高精度化が実現でき、地球環境にやさしい製造法としても注目されている
- 新工法となる精密厚板プレス加工法の研究例は未だ少なく、熟練技術者の経験知識に頼った造り込みにより、失敗と手直しの繰返し作業が発生している

【研究開発のポイント】

- 実際の成形過程時に発生している成形不具合要因の定量的把握と、計算機を活用した材料の成形限界予測技術の確立により、精密厚板プレス加工に対応できる成形シミュレーション技術を開発する

【成果】

- 自動車用の精密厚板部品をプレス成形で成形可能に
- 歯車形状等の複雑形状を有する厚板部品においてせん断面率90%以上を確保。機能部品としての性能を向上することが可能に

【事業化への取組】

- H24年度に実用化に成功
- 量産化等に向け開発継続中。川下企業から引き合いがみられる

研究開発のきっかけ

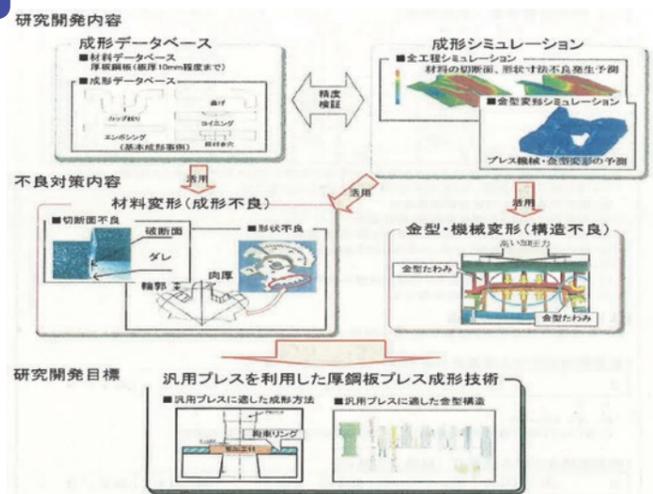
新工法、精密厚板プレス加工の研究深化が必要とされている

- プレス加工と冷間鍛造を複合した精密厚板プレス加工は、加工コストの大幅な削減、高精度化が実現でき、地球環境にやさしい製造法としても注目されている
- 新工法となる精密厚板プレス加工法の研究は未だ少ない
- 熟練技術者の経験知識に頼った造り込みにより、失敗と手直しの繰返し作業が発生しているのが現状である

研究開発の目標

精密厚板プレス加工に対応できる成形シミュレーション技術の開発

- 実際の成形過程時に発生している治工具変形等重要な成形不具合要因の定量的把握
- 計算機を活用した材料の成形限界予測技術の確立



研究開発の成果／目標を達成

汎用プレスの利用技術の構築

- 歯車形状を有する3鋼種 (SPHC、SAPH440、SCM415) の仮想実部品 (板厚6mm) に対して汎用プレス機械による抜き実験を行った
- 歯車形状部位ではせん断面の保有率90%以上、だれ占有率は15%未満、外周部では同95%以上、10%未満を達成

プレス機械・金型変形量の計測方法の確立と、最適金型形状・加工条件の設定

- 精密厚鋼板プレス加工における、せん断面の保有とだれの占有に寄与する要因が得られ、プレス機械・金型変形量の定量的な計測方法を確立。金型の構造面からみた適正な金型形状と加工条件を設定する技術を構築
- 実際の部品において要求される、せん断面の保有とだれの占有に対し、本研究成果で対応できる適用範囲を得た

せん断加工シミュレーション技術の構築

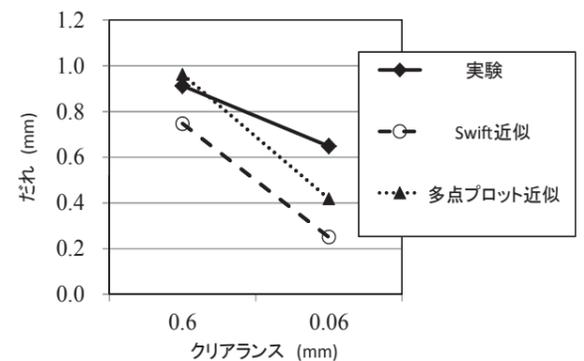
- 鋼板せん断時の破断面及びせん断面形成に関

するシミュレーション技術の構築では、CockcroftとLathamによる延性破壊条件式を用いて破壊の発生を予測し、破壊要素を消滅させることで破壊の進展を表現可能な弾塑性FEMプログラムを開発

○さらに、単純せん断加工での解析と実験の比較により、だれ発生等が定量的に予測できることを確認

だれとクリアランスの関係

～だれ量については定性的傾向が実験と解析で一致し、かつ定量的には多点プロット近似による解析結果がより実験結果に近いことがわかる～



事業化への取組／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- H24年度に実用化に成功
- 成形用金型、成形部品 (中間工程含む)、金型変形計測用治具の試作機・無償サンプル及びせん断変形解析結果あり
- 雑誌:「板鍛造における金型変形計測とせん断加工シミュレーション」(プレス技術、50-2、(2012)、23-27)

効果

- 精度向上1 ➡ 厚板精密プレス成形部品のせん断面率は90%以上、だれ占有率は16.5%
- 精度向上2 ➡ せん断過程を予測可能な精密厚板プレス加工用成形シミュレーション技術を開発
- 精度向上3 ➡ 高負荷を受ける金型の成形中の

変形を計測可能な金型変形計測システムを開発

今後の見通し

量産化等に向け開発継続中、川下企業からの引き合いあり

- 事業終了後も厚板精密プレス加工技術の開発を継続。現在は量産化に向けての加工法を研究開発中である。川下企業からの引き合いあり
- 成形中の部品のわれの予測として材料の破壊のパラメータの同定技術を活用し、圧延及び深絞り等の部品の成形性評価に活用する予定
- 本技術に関係したプレス部品成形への引き合いもあり。成形シミュレーション技術に関しては、解析プログラムをパッケージ化し、販売体制を整備

企業情報 一般社団法人日本金属プレス工業協会

事業内容 金属プレス工業の高度化、金属プレス製品の品質向上に関する施策を推進し、機械器具、生活用品等の性能、品質の維持向上等総合的な発展を図る

住 所 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館212

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 業務部業務課長 中川朝彦
Tel 03-3433-3730
e-mail nakagawa@nikkin.or.jp

板金プレス加工技術の高度化により、 ショックアブソーバーのシール用金属部品の材料歩留まりを大幅に改善

プロジェクト名 シール用金属部品の省資源化・低コスト化を実現する板金プレス加工技術の研究開発

対象となる川下産業 自動車、産業機械・工作機械・建設機械、電気機器・家電

研究開発体制 (株)井口一世、(有)池場製作所、東京農工大学

大口径部品（外側2部品）と中口径部品（内側4部品）



【従来】

○自動車用ショックアブソーバーのシール用金属部品は、大口径は切削、中小口径はプレスによる絞り及び打抜きで製造されているが、非常に低い材料歩留まりが課題であった

【研究開発のポイント】

○大口径部品ではレーザー加工による切削レス化、中小口径部品では帯状材料からリング状に成形し結合部に塑性結合を用いる技術によって、材料歩留まりの大幅改善を目指す研究開発を実施

【成果】

- ショックアブソーバーのシール用金属部品に用いられ、従来約7～41%だった歩留まりを41～100%に高める
- 大口径:切削レス化で歩留まりを7%から40%以上に(加工コスト半減)
- 中小口径:帯状ブランク形成で歩留まりほぼ100%に

【事業化への取組】

○実用化に成功。川下企業による性能・耐久性等の評価を受けている

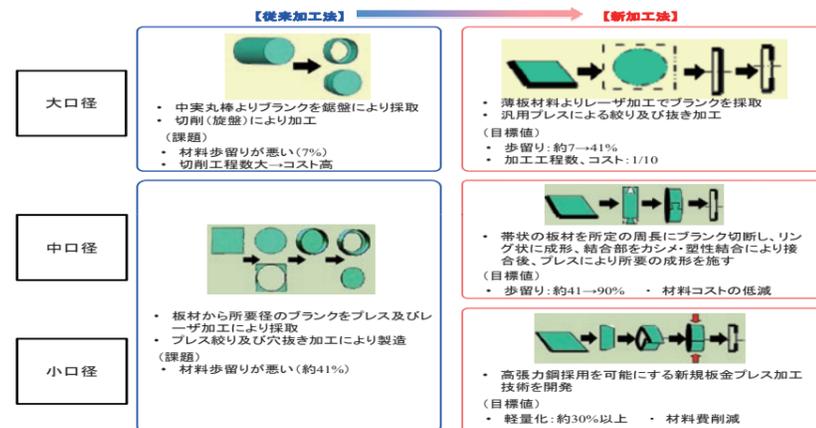
研究開発のきっかけ

自動車に搭載されるショックアブソーバーで使用するシール用金属部品の歩留まりの低さが課題視されていた

- シール用金属部品は自動車用ショックアブソーバーの構成部品の一つである
- 従来は、大口径部品で切削、中小口径部品でプレス絞り及び打抜きで製造され、材料歩留まり大口径部品で7%、中小口径部品で41%となっていた
- 従来と同様の構造・品質で材料歩留まりを向上させる新技術が必要とされていた

研究開発の目標

レーザー加工による切削レス化や帯状材料からリング形状に成形し、結合部に塑性結合を用いる新技術を導入し、材料歩留まりの大幅改善を目指す



研究開発の成果／目標を概ね達成

大口径シール用金属部品の板金プレス加工技術の確立

- 中実丸棒を切削する従来方法から、板材をレーザーカットし絞り加工で製作する方法を開発。材料歩留まりを従来の3～6%から19～30%に改善、加工コストは半減
- 円板ブランクをドーナツ形ブランクの複数取りの採用で目標の40%を達成
- 中口径で開発した帯状板材からの加工法を活用することで100%に近い歩留まりを達成する見通しを得た

中口径シール用金属部品の板金プレス加工技術の確立

- 帯状材料からの作製に成功し、材料歩留まりをほぼ100%にできた
- 川下企業からのアドバイスを受け、本工法を大口径部品や他産業分野の部品加工に適用する検討を実施

小口径シール用金属部品の板金プレス加工技術の確立

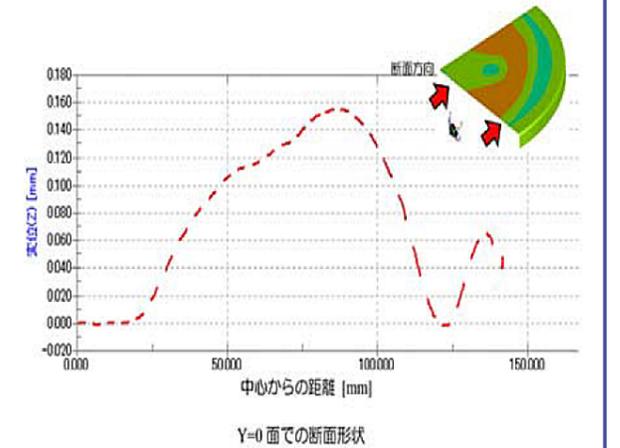
- 中口径部材と同じ成形方法に成功したが、新工法による経済効果は小さかった

数値シミュレーションを用いた弾塑性解析による新工法の検討

- 実際の試作品と解析結果との比較検証を行い、絞り圧力、製品各部で発生する応力やひずみ、板厚の分布、製品形状の変化等を把握

数値シミュレーション結果(スプリングバック時Z方向変位コンタ及びY=0面での断面形状)

～絞り圧力、製品各部で発生する応力やひずみ、板厚の分布、製品形状に与える影響等を把握～



事業化への取組／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- シール用金属部品(大口径・中口径・小口径)の有償サンプルあり
- 特許:「金属部品の締結構造」(特開2011-185344)、「中空筒型リング部材の製造方法及び中空筒型リング部材」(特願2012-42905)
- 受賞:東京都「東京都経営革新優秀賞」最優秀賞(H24)
- 出展:2012産業交流展(H24.12)

効果

- 低コスト化 → 開発したシール用金属部品は、大口径で1,600円/個、中口径で400円/個、小口径で1円/個のコストダウンが可能になる
- 歩留まり向上 → 開発したシール用金属部品は、大口径で7%→41%、中口径・小口径で41%

- ほぼ100%の歩留まり向上を可能にする
- 省エネルギー化 → 材料歩留まりを大きく向上させることにより、省資材・省エネルギー化を実現する

今後の見通し

川下企業からの引き合いを受け、性能・耐久性等の評価を受けている

- 川下企業から数件の引き合いを受けている。性能や耐久性について川下企業の評価コメント待ちの状況
- シール用金属部品としての製品化を目指し、川下企業と製品化の範囲や数量、スケジュール等について協議を進めていく
- 現在自動車産業以外にも同技術を水平展開しており、さらなる拡大が見込まれる

企業情報 株式会社井口一世

事業内容 金属加工用金型の設計・製作、金属プレス加工、板金加工、各種表面処理、各種熱処理、各種アッセンブリー

住所 埼玉県所沢市所沢新町 2553-3

URL <http://www.iguchi.ne.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 管理グループ主任 齊藤聡子

Tel 04-2990-5400

e-mail saito@iguchi.ne.jp

塑性変形を利用した、高精度・高強度結合技術の開発

プロジェクト名 アルミダイカスト品の高強度・高精度塑性結合の研究開発

対象となる川下産業 自動車、産業機械・工作機械・建設機械

研究開発体制 (財)理工学振興会、京浜精密工業(株)、東京工業大学

現状の製品と塑性流動結合の量産モデルの比較



【従来】

○運輸機、産業機器の低コスト化、軽量化、一体成形化のニーズの高まりを受け、異材質の複雑形状部品を高精度、コンパクトかつ高効率に結合する技術が求められている

【研究開発のポイント】

○アルミニウムダイカスト構成部品と鉄系機能部品を高精度・高密度で結合するため、塑性変形を利用した塑性結合技術の確立を目指す

【成果】

○自動車向けエンジン機器等のアルミダイカスト部品と鉄系部品を結合する技術を確立した
○耐摩耗性、強度の必要な部位のみを高強度材として、アルミダイカスト製の部品に塑性結合することで、大幅な低コスト化と軽量化を図る

【事業化への取組】

○実用化に成功。量産工法における最終確認中であり、H25年初頭の事業化を目指す

研究開発のきっかけ

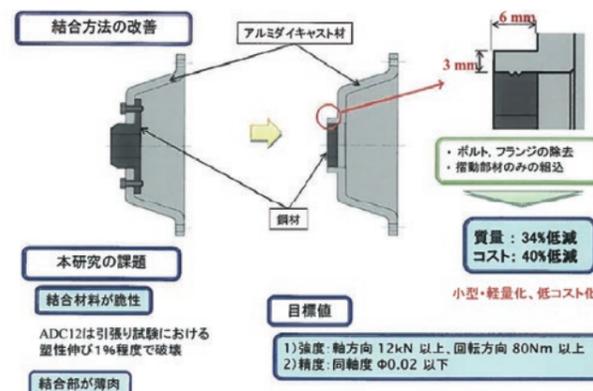
異材質の複雑形状部品を高精度・コンパクトに結合する技術が求められる

- 運輸機、産業機器の低コスト化、軽量化及び一体成形化へのニーズが高まっている
- これを受け、異材質の複雑形状部品を高精度、コンパクトかつ高効率に結合する技術が求められている

研究開発の目標

塑性変形を利用して高精度・高強度に結合する技術を、アルミニウムダイカスト構成部品と鉄系機能部品の塑性結合に利用する

- 塑性結合の基本条件の確立 ➡ 軸方向強度 12,000N 以上、回転方向強度 80Nm 以上、同軸度 ϕ 0.02 以下
- 結合部品の最適形状の決定 ➡ 質量 34% 減、コスト 40% 減
- 量産加工性検証用設備、金型の開発 ➡ 目標加工タクト 30 秒の見極め
- 品質保証のための技術確立



研究開発の成果／目標を達成

アルミダイカストと鉄系部品の塑性流動結合技術の開発

- 軸に設ける円周溝の形状、ピッチ、パンチ先端角度が軸方向強度に及ぼす影響、歯溝の形状、歯数がトルク強度に及ぼす影響を把握
- 同軸度については、結合による変化は少なく、各部品の同軸度に依ることがわかった

軽量化、高精度化のためのアルミダイカスト、鉄系部品の製品設計技術の開発

- 軽量化、高精度化、高生産性、安定した強度の部品を設計するための基礎データを蓄積

高精度・高効率加工設備の開発・導入

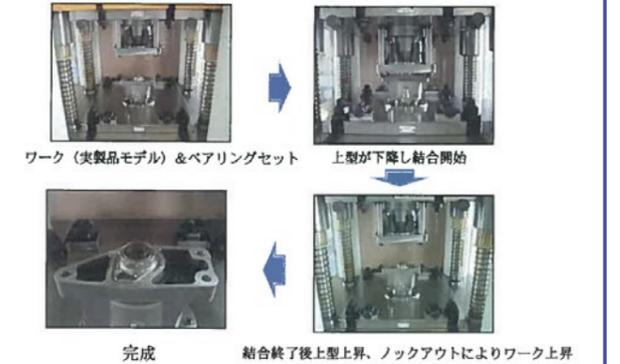
- 量産に向けた金型機構とその金型を搭載するプレス加工設備を検討するため、試作機を製作し、設備の機能を確認
- 接合荷重・ストローク線図等を採用して、量産時には目標タクト30秒を確保できる見通しを得た

塑性流動結合品の強度・信頼性保証技術の開発

- 接合荷重・ストローク線図、円周溝の材料流動状態のX線によるモニタリング法を開発
- 静的強度試験、耐久強度試験により、強度等の目標をクリアできる加工条件を把握

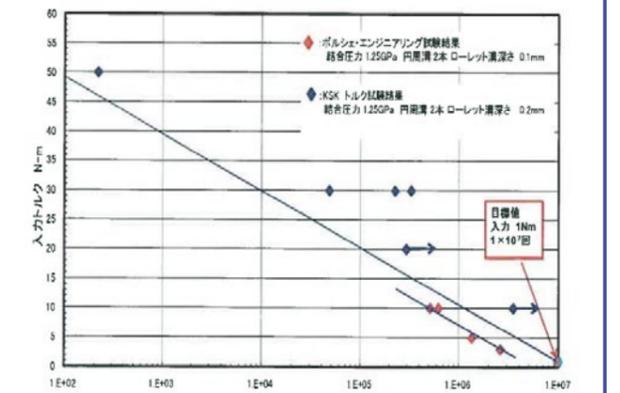
プレスの加工工程

～開発した金型構造と加工プロセスにて、塑性流動結合が機械的に可能であることが明らかに～



温間ねじり繰返し負荷試験結果

～温間ねじり繰返し負荷試験装置を用いて、入力トルク30Nm、20Nm、10Nmで試験を行い、目標寿命を満足することができた～



事業化への取組／実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功。H25年度の事業化を目指す
- エンジンバルブをコントロールするアクチュエーター用ハウジングの有償サンプルあり
- 特許:「金属部材結合構造及び装置」(特願2010-071476)
- 雑誌:日経Automotive Technology(H23年9月号)

効果

- 低コスト化 ➡ 締結部品削減、部品コンパクト化により、30%のコスト低減を図る

今後の見通し

量産工法における最終確認中、H25年初頭の事業化を予定

- サポイン事業にて製品化した仕様に対して、量産工法における最終確認を実施している
- 量産工法における問題点に対する改良を実施し、H25年1月に量産立ち上げの予定
- H25年2月に事業化予定

企業情報 京浜精密工業株式会社

事業内容 自動車部品の製造
住所 栃木県鹿沼市さつき町 10-1
URL <http://ksk-japan.jp>
主要取引先 トヨタ自動車(株)、いすゞ自動車(株)、(株)ダイナックス、日野自動車(株)、ダイハツ工業(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発部長 川目信幸
Tel 0289-76-2141
e-mail nobuyuki-kawame@ksk-inc.co.jp

超高集積燃料電池スタックにより、 低コスト、軽量、小型の燃料電池システム実現への貢献を目指す

プロジェクト名 高出力産業用燃料電池スタック実現のための金型技術、金属プレス技術、実装技術及びめっき技術の高度化研究開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械・建設機械、燃料電池・太陽電池、環境・エネルギー

研究開発体制 (公助)長野県テクノ財団、(株)サイベックコーポレーション、サン工業(株)、(株)IHIシバウラ、長野県工業技術総合センター

1kW級産業用燃料電池システム実証機



【従来】

- 産業用燃料電池の実現には低コスト・高温運転・超高集積スタック化が不可欠である
- チタン部分めっきセパレータは高い適用可能性を持つが、超高集積スタック成立性と運転信頼性に課題があった

【研究開発のポイント】

- 流路形状等構造の最適化とともに金型・金属プレス加工技術の大幅な高度化、低コスト・高温防食薄膜導電性ロジウムめっき技術の高度化、さらに実装技術を展開し、超高集積燃料電池スタックを実現する

【成果】

- 開発した金属セパレータを用いた小型・軽量の産業用燃料電池システムを完成させた
- 低コストで軽量、小型な移動体用、産業用に有効な高出力燃料電池モジュール及び産業用燃料電池システムの普及拡大を目指す

【事業化への取組】

- 高出力燃料電池高密度集積モジュール構築に向け、ユニット化技術を補完研究中
- H27年度をめどに、移動体用の燃料電池システムの事業化を目指す

研究開発のきっかけ

産業用燃料電池の実現に向け、チタン部分めっきセパレータによる超高集積スタックの成立と運転信頼性の向上が求められる

- 産業用燃料電池の実現には低コスト・高温運転・超高集積スタック化が不可欠である
- チタン部分めっきセパレータは高い適用可能性を持つが、超高集積スタック成立性と運転信頼性に課題があった

研究開発の目標

金型・金属プレス加工技術、電子部品実装技術、めっき技術等の大幅な高度化により、超高集積燃料電池スタックを実現する

- 高集積スタックに対応できるセパレータの平坦度向上に向けた金属プレス技術の高度化 ➡ 平坦度0.05mm以下
- 燃料電池超高集積100セルスタックへのセパレータ集積実装技術の確立
- 燃料電池の低コスト化・長寿命化の両立
- 高出力産業用燃料電池スタック、100℃以上、発電出力8kw程度、耐久8,000時間、耐振動性低コストの実現

【従来技術①】

(課題)
・カーボンセパレータは高価。高温水蒸気で燃焼、振動に弱い

(H18-20プロジェクト成果)
チタンプレス部分めっきセパレータ
・80℃・小規模スタック運転実証
・低コスト、耐振動、耐久40,000時間、産業用燃料電池への可能性大

【従来技術②】

(課題)
・従来の金属セパレータは、スタックでの弾性変形、塑性変形でガス流路閉塞により発電不安定
・金属専用の高集積用シール技術の未確立によりスタックの信頼度が低い

(H21補正プロジェクト成果)
・金属技術高度化による変形防止技術確立
・実装技術展開によるシール技術確立

【新技術】

(本計画要素技術)
・プレス技術の高度化でセパレータ平坦度0.05mm以下
・超高集積スタック積層技術
・長期信頼性の実証
・薄膜耐久めっき技術と下地処理による初析析出核の微小化・分散、微細粒子の細密充填析出
・高温型燃料電池スタックの実証

研究開発の成果／目標を達成

金型技術・金属プレス加工技術の高度化

- 超高集積スタックでの信頼性確保に向け、セパレータプレス成形精度や平坦度0.05mm以下の目標を、金型技術・プレス加工技術の抜本的高度化によりほぼ達成。安定した50セルスタックを実現

電子部品実装技術の展開によるシール技術・積層技術の高度化

- シール及び均一に実装する技術の抜本的高度化に向け、電子部品の超多層積層技術を燃料電池スタックへ展開
- ディスペンサー装置、XYZθ4軸ロボットステージ、シールプレート方式等を応用・発展させ、ガス・冷却水間のリークをほぼ解決
- 100セルスタックを実現するシール実装技術の高度化に成功。水漏れ・ガス漏れ等の課題を完全に解決

高機能めっき技術の開発

- めっきの厚さを従来の1/3以下に低減しながら、親水性の問題を解決。部分めっきの適用によりめっき単価200円/枚程度の低コスト化を可能に

超高集積燃料電池スタックの実証評価

- 高出力産業用燃料電池スタック、100℃以上、発電出力8kw程度、耐久8,000時間、耐振動性、低コスト燃料電池の十分な実現可能性を実証

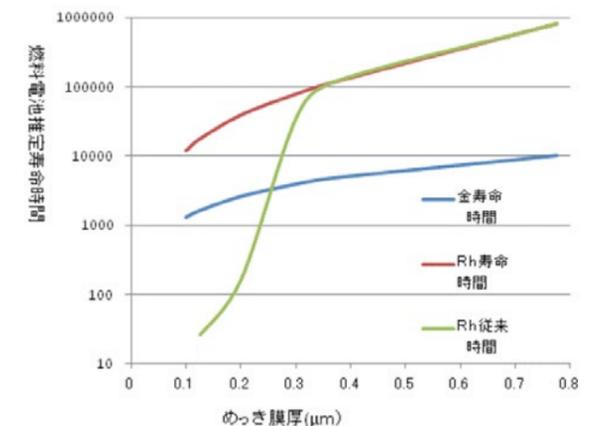
平坦度測定結果(カソード極)(mm)

～目標値である平坦度0.05mmに対し、成形品はカソード極0.052mm、アノード極0.092mmとなった～

	サンプル1	サンプル2	サンプル3	平均
1回目	0.045	0.053	0.053	—
2回目	0.060	0.049	0.048	—
3回目	0.052	0.052	0.052	—
平均	0.052	0.051	0.051	0.052

めっき厚さと推定寿命時間

～めっき同様、ロジウム薄膜めっきにおいても、大きな変曲点もなく片対数グラフ上で直線状に並び、膜の緻密化に成功したと言える～



事業化への取組／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況等

- H27年度の実用化に向け、補完研究中
- 産業用燃料電池システムの実証試験用試作機はあるが、多くの川下企業が十分活用できる状態には至っていない
- 薄物高精度プレス技術及び金属への直付け貴金属めっき技術については、環境エネルギー用機器や電子情報機器等の分野で既に事業化されている
- 特許:「燃料電池用セパレータユニット」(特願2012-115071)
- 受賞:(一財)素形材センター「連携経営賞」(H24)、信州イノベーション大賞2010グランプリ(H23)

効果

- 低コスト化 ➡ 開発した特殊薄膜めっき仕上げの高精度チタンプレスセパレータは、従来の黒鉛系セパレータ比1/30の低コスト化を実現

- 耐久性向上 ➡ 家庭用燃料電池等に要求される使用耐久80,000時間を、金属系セパレータで唯一達成可能。2,400時間以上の実証試験で性能劣化が全くないことを確認
- 小型化・軽量化 ➡ 従来燃料電池スタック比で、重量・体積が1/2以下に

今後の見通し

補完研究を行いつつ、用途開拓と事業化に向けた取組を進める

- 高出力燃料電池高密度集積モジュール構築に向け、現在、そのユニット化技術を補完研究中。関連ユニットの本年度中完成を目指す
- 今後、各種の水素転換材料等も用いた、高出力高密度集積モジュール60Kw級の移動体や各種電源での利用、産業用システムとしての利用を進める
- H27年度には、移動体用の燃料電池システムの構築、事業化を目指している

企業情報 株式会社サイベックコーポレーション

事業内容 厚物の順送冷間鍛造成形技術による高精度立体部品の提供、自動車用部品等

住所 長野県塩尻市広丘郷南原1000-15

URL <http://www.syvec.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 バリュートクノロジー研究所主任 藤沢健

Tel 0263-51-1800

電子制御用部品等の高精度・低コスト生産に向け、 複雑形状金型の製造、プレス成形、品質管理技術を確立

プロジェクト名 エコカー用電子部品（リードフレーム）における順送プレス加工の工程短縮及び金型のコンパクト化に関する研究開発

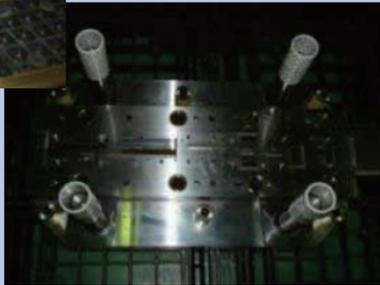
対象となる川下産業 自動車、環境・エネルギー

研究開発体制 (公)名古屋産業科学研究所、(株)ニシムラ、(株)山田ドビー

完成試作品金型



上下金型全体



下型全体

【従来】

○エコカーの電子制御用部品を、国内で、高精度・低コストで生産するに際し、従来の順送プレス成形では、工程数が多く、順送速度との兼ね合いから加工速度を速くできない等の課題があった

【研究開発のポイント】

○加工工程削減、加工速度向上に向け、複合化した成形工程に対応した複雑形状金型の製造技術、プレス成形技術、品質管理方法の確立を目指す

【成果】

○加工工程25%短縮、プレス生産性50%向上、製品コスト28%低減を実現
○HV車の部品（リードフレーム）において、低コスト化と高品質化、省エネ生産を実現する

【事業化への取組】

○実用化に成功、H25年度の事業化を目指す
○川下企業との連携し、本研究開発成果を活用した新製品を検討中

研究開発のきっかけ

電子制御用部品を高精度・低コストで生産する金型製作技術が必要に

- エコカーの電子制御用の部品（リードフレーム）を、国内で、高精度・低コストで生産することが望まれている
- 従来の順送プレス成形では、工程数が多く、順送速度と運動させるため、加工速度を速くできない等の問題点があった
- 複雑形状で高精度の金型製作技術を確立し、加工工程削減、加工速度向上等を実現することが必要

研究開発の目標

複雑形状高精度金型の製作技術を確立する

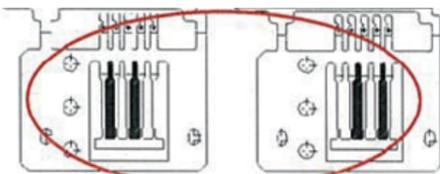
- 2工程の成形を1工程で ➡ 成型工程数:25%削減
- 高精度で加工速度の速い技術の確立 ➡ プレス生産性:30%向上

【従来技術】

<順送プレス成形>

- ・ 微細な溝をプレスで抜く際、工程を分けてプレスする
(問題点)
- ・ 工程数が多い
- ・ 加工速度の低下
- ・ 金型が大型化
- ・ 金型重量が増加
- ・ 製品単価の上昇

- (利点)
- ・ 金型部品形状が単純化できる
- ・ 高精度な金型づくりができる



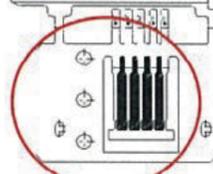
【新技術】

<複雑形状で高精度の金型製作技術>

- ・ 同時に微細な溝をプレス加工する

(特徴)

- ・ 工程数を削減
- ・ 金型の小型化
- ・ 金型コストの削減
- ・ 加工速度の上昇
- ・ 製品単価の低減



研究開発の成果／目標を概ね達成

プレス工程の解析と現状調査

○成形工程の現状分析を基に、25%の工程削減が可能な金型設計、加工工程検討を行い、試作用の金型を製作

微細な複雑形状プレス加工への対応

- 製品精度と加工速度を満足する要件を機械仕様とした、プレス機械を製作。プレス成形トライを実施
- その結果、輪郭制度は製品交差(20μm以下)に対し100%合格、せん断面85%、バリ高さ垂直方向8μm、水平方向20μmと良好な結果を得た
- 連続生産においては、300spmがコスト面で最適な加工速度であると決定
- 200spmでの連続運転で、50万ショットまで安定した品質の製品を得た

製品サンプルの製作と評価

- サンプルを製作し、川下企業でその評価を行った
- 寸法合格率100%、外観品質合格となり、事業化の検討に移行した

今回導入設備と従来設備(60トプレス機)との比較結果
～せん断面、バリ高さについては従来プレス機械に比べ、製品品質の向上が確認できた～

評価項目	従来設備	新規設備	設備有効性
せん断面 80%以上	60%	85%	○
バリ高さ(垂直方向) 15μ	20μ	10μ	○
バリ高さ(水平方向) 40μ	40μ	20μ	○

従来手法と新技術との比較

～製品コスト28%低減、プレス生産性50%向上を実現。寸法検査合格率は100%を達成する見込み～

項目	従来	新技術	比較	備考
成形工程数(1年目)	35	26	-9	25%短縮
プレス生産性(2年目)	200 spm	300 spm	+100 spm	50%向上

事業化への取組／実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功、H25年度の事業化を目指す
- 実際に生産中の製品を品質確認サンプルとして提供可能

効果

- 低コスト化 ➡ プレス加工スピード向上によるコスト低減
- 精度向上 ➡ 金型のコンパクト化、高精度化による製品精度向上
- 省スペース化、省エネルギー化 ➡ 金型、設備のコンパクト化による省スペース、省エネ生産の実現

今後の見通し

川下企業との連携し、本研究開発成果を活用した新製品を検討中

- サポイン事業で得た成果・技術を新製品に活用するべく、川下企業と適用可能な製品を選定中
- 金型の寿命調査を継続し、品質安定化、コスト低減に向けての研究開発を進めていく
- 川下企業との連携の下、次期新製品で本研究開発成果を織り込んだ生産を行う予定

企業情報 株式会社ニシムラ

事業内容 精密金型設計製作及び、各種製品の工法開発
住所 愛知県豊田市広美町北繁91
URL <http://www.nishimura-net.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 専務取締役 木下学
Tel 0565-21-1583(代)
e-mail manabu-kinoshita@nishimura-net.co.jp

非劣化、高放熱性の反射鏡を金属プレス加工のみで製造する 新規高度プレス加工技術の開発

プロジェクト名 精密三次元鏡面に資する金属プレス加工技術の開発

対象となる川下産業 自動車、医療・福祉機器、電子機器・光学機器

研究開発体制 (公) 滋賀県産業支援プラザ、高橋金属(株)、滋賀県東北部工業技術センター

プレス成形鏡面



表面粗さ Ra 0.02μm

【従来】

○高輝度LED照明用反射鏡は、プラスチック射出成型品の表面にアルミ蒸着処理を施した製品であるが、プラスチックの劣化、低放熱性、低反射率等が課題

【研究開発のポイント】

○非劣化、高放熱性のアルミニウム材を用いたLED照明用自己冷却反射鏡を、金属プレス加工と電解イオン水洗浄の組み合わせで製造する技術を開発

【成果】

○高精度、高品位、長寿命、短納期、環境配慮等を実現する高輝度LED照明用アルミ反射鏡を開発

【事業化への取組】

○実用化に成功。近年中の事業化を目指す

研究開発のきっかけ

高輝度LED照明用反射鏡のため金属表面を鏡面仕上げする塑性加工技術が必要に

- 高輝度LED照明用反射鏡は、プラスチック射出成型品の表面にアルミ蒸着処理を施した製品であるが、プラスチックの劣化、低放熱性、低反射率等が課題
- 非劣化、高放熱性、高反射率のLED照明用反射鏡が必要とされている

研究開発の目標

非劣化、高放熱性の反射鏡を実現する、新規高度プレス加工技術の開発

非劣化、高放熱性のアルミニウム材を用いたLED照明用自己冷却反射鏡を、サーボプレス機の特長を有効活用し、金属プレス加工と電解イオン水洗浄とで製造する技術を開発する

- 高輝度化 ➡ 輝度40%増
- 高精度化・高品位化 ➡ 平均表面粗さRa0.02μm以下で反射率80%以上
- 短納期化 ➡ 生産リードタイムを1/5に

【従来技術】

<樹脂部品加工>

- (課題)
- ・放熱性が低い
 - ・光学反射率が低い
 - ・樹脂製品は耐熱性が低い
 - ・生産リードタイムが長い(5日)
 - ・複合材のためリサイクルが困難

【新技術】

<アルミ部品加工>

- (特徴)
- ・自己冷却による高輝度化
 - ・特殊冷間鍛造加工による鏡面化
 - ・80%の高反射率
 - ・プレス工法への転換による短納期化(1日)
 - ・アルミ化により耐熱性、耐紫外線が高寿命
 - ・単一素材化によりリサイクル容易

研究開発の成果/目標を達成

複合プレス加工金型の開発

- 金型の成形・抜型条件を検討し、フィン形状の長さ/厚み比3以上(同時複数フィン成形)を達成するヒートシンク成形技術を開発
- リフレクタ鏡面部の表面粗さRa0.015μm以下で、反射特性が切削品と同等以上のリフレクタを安定的に加工できる、鍛造工法による鏡面成形技術を開発
- ヒートシンクと鏡面部を同期で成形できる複合鍛造技術を開発
- アルミニウム材料の選定、表面処理・洗浄方法の調整により、高温高湿試験(温度50℃、相対湿度95%、試験時間400時間)後の鏡面状態維持に成功

マルチ反射鏡のプレス加工成形技術の開発

- リフレクタ間距離がリフレクタ直径の1/3以下のマルチ反射鏡を成形加工できる金型を作製、Ra0.03μm以下のマルチリフレクタ成形を実現
- 複数のプレス工程間を位置精度0.1mm以下で搬送できるワーク送り装置を開発

- 押し込み荷重とバニシング回数の最適化により、プレス成形鏡面のRa向上効果(Ra0.1μm→Ra0.03μm)を確認
- スポットライト照明機器、ポラード照明機器のサンプルモデルを製作

マルチリフレクタ成形品



事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功。H25年度の事業化を目指す
- 客先の製品形状に合った金型サンプルを有償で製作
- 特許:「LED照明装置及びこれに用いられる放熱反射部材の加工方法」(特願2012-41015)
- 受賞:日本鍛圧機械工業会「MF技術大賞」(H24)

効果

- 精度向上 ➡ 鏡面部の表面粗さRa0.02μmを達成(超精密切削加工品と同等)
- 製作時間短縮 ➡ 従来の射出成型+表面前処理+蒸着めっきがプレス成形加工のみとなりリードタイムが1/5に短縮

- 環境負荷軽減 ➡ 蒸着めっきが不要。材料がアルミだけのため再溶解リサイクルも可能

今後の見通し

LED照明装置、鏡面プレス加工品につき、引き合いに対応しつつ、近年中の事業化を目指す

- 異形状鏡面成形と信頼性・耐久性について繰り返し実験を行う補完研究を継続中。川下企業に試作品を提供し、評価を行っていただいている
- サポイン事業成果を活用したLED照明装置を(株)YEVと共同開発し、サンプル出荷を進めている
- 鏡面プレス成形加工品に引き合いがきており、試作等の対応を進めている。部品加工の事業化時期はH25年度を予定

企業情報 高橋金属株式会社

事業内容 精密金属プレス部品製造、プレス金型の設計・製作、精密鋳金部品製造、金属パイプ加工、電気機器・産業機械組立、環境関連機器の開発・製造・販売

住所 滋賀県長浜市細江町864-4

URL <http://www.takahasi-k.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 執行役員・商品開発部長 西村清司

Tel 0749-72-8224

e-mail k-nisimura@takahasi-k.co.jp

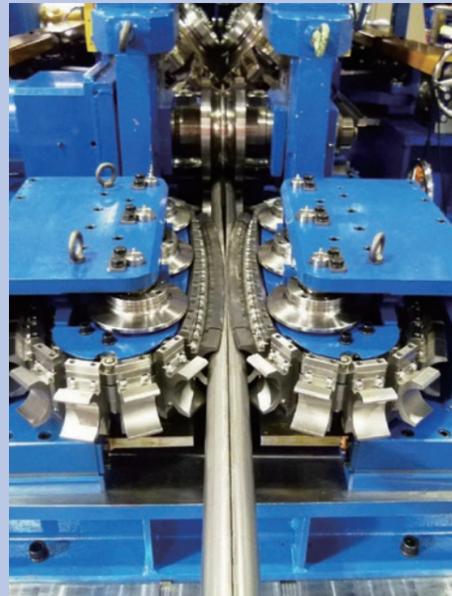
回転式連続プレス加工法を確立し 高品質、高生産性の金属溶接管成形を実現

プロジェクト名 鋼管製造における回転式連続プレス加工法の開発

対象となる川下産業 自動車、建物・プラント・橋梁、環境・エネルギー

研究開発体制 (一財)大阪科学技術センター、(株)中田製作所、京都工芸繊維大学

試作試験機



【従来】

- 金属溶接管の製造方法は、生産性の高いロール成形法が主流だが、製品品質に問題がある。製品品質の高いプレス成形法は理想だが、生産性が著しく低い
- ロール成形法に代わる新たな高生産性・高品質な成形法の開発が望まれる

【研究開発のポイント】

- 巨大な成形ロールと同等の孔型を持つ金型を多数連結し周回移動させ、連続プレス成形を可能とする工法を開発した

【成果】

- 回転式連続プレス加工法により、生産性向上と高品質な成形が可能に
- 高機能溶接管として、自動車の部材に用いられ、薄肉の高張力鋼板・アルミニウム合金板使用による軽量化や、複雑なハイドロフォーミング加工・曲げ加工による複合部品の一体化を実現

【事業化への取組】

- H23年度に実用化に成功。性能評価、補完研究を継続中

研究開発のきっかけ

金属溶接管の製造において新たな成形法が望まれる

- 金属の溶接管の製造方法としては2次元的に成形するプレス成形が理想だが、生産性が著しく低い
- 生産性の観点から、製品品質は悪いが、ロール成形法が一般的である
- ロール成形法に代わる高生産性・高品質な成形法の開発が望まれる

研究開発の目標

生産性に優れ、理想的な成形が可能な回転式連続プレス加工法を開発する

- 巨大な成形ロールと同等の孔型を持つ金型を多数連結し周回移動させることで、連続プレス成形を可能とする
- プレス成形と同等の低歪鋼管生産 ➡ 成形歪をt/Dの1.5倍以下に、t/D = 1%鋼管を安定
- ロール成形と同等の高生産性 ➡ ライン測度100m/分での造管
- 金型の長寿命化 ➡ SK11材(685円/kg)をSCM材(172円/kg)に置き換え、従来と同等の寿命

【従来方法】

<ロール成形>

(課題)

- ・成形ロールへの巻き付きを代表とする三次元変形の特徴が強く、残留応力の形態も複雑で、製品の寸法精度の向上、加工硬化や残留応力の低減に限界がある
- ・成形ロールと被成形材の接触領域が小さいので接触応力が高く、また周速差による相対滑りが発生するため、焼き付きや、成形ロールの摩耗が激しく寿命が短い

【解決方法】

<巨大直径の成形ロールを使用する>

(特徴)

- ・被成形材が成形ロールに巻きつく現象が大きく緩和され、プレス加工のような断面内の二次元変形に近づく
- ・被成形材と成形ロールの接触面積が増え、接触応力が下がり、さらに周速差が小さくなるため、焼き付きが発生せず、また成形ロールの寿命が大幅に伸びる
- ・ただし、巨大直径を有する成形ロールの製作は、物理的な制約、製造コストの制約から実現が極めて困難である

【ブレークスルー】

多数の金型を無限軌道で巡回移動させる金型列を用い、成形直下でのみ巨大成形ロールと同等の孔型を形成するよう構成した加工法/装置を開発する

研究開発の成果/目標を達成

装置の具現化

- FEM解析で、ロール半径を製品外径の約50倍(R5000)まで大きくしたところでピーク線圧はほぼ一定となることが判明
- これにより、ピーク線圧とトータル荷重のバランスを考慮し、試作試験で採用する工具半径はR2000が最適と判断。金型の材質には安価なSCMを採用。ライン速度範囲を0.5~60m/分とした

金型の連結

- 金型連結部の間隙・段差が、製品表面上の凸凹に及ぼす影響を弾塑性FEMにより解析し、プレス成形試験で検証
- 金型の形状と剛性を管理することで、良好な管外面品質を確保
- 官能検査も良好。隣接金型間の相対的な凸凹嵌合を適用し、美しい外表面を得た

成形機能の向上

- 試作した低歪鋼管製造試験機に対しFEM解析を行い、高延性のステンレス鋼管(成形歪がt/Dの1.5倍以下)が製造可能なことを確認
- 回転式連続プレス加工法は従来のロール成形法と比較し、エッジ部の安定性が大幅に向上

主な試成形結果

~試作試験機で以下の試成形を行い、いずれも良好な結果を得た~

製品寸法	素材の種類	試成形の結果
φ45×4.5t	炭素鋼	蛇行することなく安定して成形できた
φ114.3×0.5	SUS304	バックリングなく安定して成形できた
φ45×0.4t	銅	無潤滑でも焼き付きなく成形できた
φ63.5×1.6t	アルミニウム	無潤滑でも焼き付きなく成形できた
φ63.5×1.0t	チタン	無潤滑でも焼き付きなく成形できた

事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- H23年度に実用化に成功
- 無償サンプル(試作機によって造管した溶接管)あり。試作機を使用した造管試験も可能
- 特許:「成形装置とそのシュー及び成形方法」(特許5057467)、「成形方法及び成形装置」PCT/JP2011/054176(WO2012/060116A)
- 雑誌:「NAKATA developed a revolutionary pipe forming method」(ITAN, H23.9月号)

効果

- 低コスト化 ➡ 部品の薄肉化が実現され、製造コスト抑制につながる
- 複雑形状化 ➡ 成形歪が従来比50%以下となり、複雑な二次加工が可能となる

- 小型化 ➡ 従来部品を、軽量・難加工材であるアルミニウム合金等に置き換えることで、部品重量を50%以上削減できる

今後の見通し

性能評価、補完研究を継続中

多数のメーカーから引き合いを受けている

- 複数の川下企業との共同により、試作機による溶接管試作試験と性能評価を実施中
- 試作機の構造の見直し(高強度化、低コスト化)、部品形状の検討、性能評価等の課題に対し、研究を継続中
- 鋼管メーカー、部品メーカーから多数の引き合いを受け、現在詳細仕様を打合せ中

企業情報 株式会社中田製作所

事業内容 冷間ロール成形機及び関連装置の製作(金属板を常温で電縫鋼管や形鋼に成形する機械装置の製作)

住所 大阪府大阪市淀川区田川3-7-5

URL <http://www.nakata-mfg.co.jp>

主要取引先 新日鐵住金(株)、住友鋼管(株)、JFE 鋼管(株)、丸一鋼管(株)他、国内外鋼管メーカー、部品メーカー

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 成形機事業部技術部
T&Dセンター係長 中野智康

Tel 06-6303-1901

e-mail t-nakano@nakata-mfg.co.jp

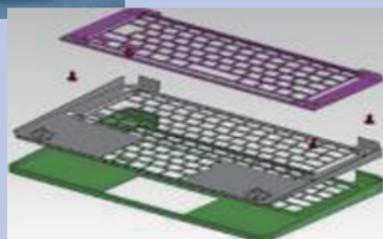
切削加工でしか実現できなかった複雑性の高い筐体部品をプレス加工のみで実現する

プロジェクト名 プレス多層筐体成形技術の開発

対象となる川下産業 情報通信・情報家電・事務機器、自動車、電子機器・光学機器

研究開発体制 (公財)鳥取県産業振興機構、(株)田中製作所、ニッシンエイピーエム(株)、(地独)鳥取県産業技術センター

貼り合わせ金型(左上)と貼り合わせイメージ図(右下)



【従来】

- 高性能PC、スマートフォン等向けの薄型かつ高強度の筐体部品の製造には、切削加工が必要であり、低生産性、高コストとなっていた
- 高強度薄型筐体を低コストで製造することが求められていた

【研究開発のポイント】

- 従来、切削加工でしか実現できなかった複雑な筐体部品をプレス加工に置き換え、生産コストを劇的に低下させることを目指す

【成果】

- 複雑性の高い筐体部品をプレス加工により生産可能に
- 板金部材として、情報通信機器の筐体部分に用いられ、異種材を用いた高付加価値を実現

【事業化への取組】

- 実用化に成功。実用研究、試作品作製を同時並行で進め、H25年度中の事業化を目指す

研究開発のきっかけ

高性能PC等の高強度薄型筐体を低コストで実現することが必要

- 高性能PCやスマートフォン等の高付加価値化には、薄型でかつ高強度の筐体部品が必要
- 従来は切削加工が必要で、低生産性、高コストとなっていた
- 高強度薄型筐体を低コストで製造することが求められていた

研究開発の目標

切削加工でしか実現できなかった複雑性の高い筐体部品をプレス加工に置き換え、生産コストを劇的に下げる

- 絞り度: 取付用ボス部のプレス深絞り成形加工にて5mm以上の立ち上げを持つボス形状を形成する
- 強度: MacBook Airと同等以上
- 耐熱性: 環境試験における85℃以上をクリア
- 精度: 平面度0.2mm以下

【従来技術】

<アルミ切削加工>

- ・高コストの設備を長時間占有する
- ・単一の素材で、単一特性

(課題)

- ・部品コストが高い
- ・生産性が極めて低い
- ・既存の技術で実現可能

【新技術】

<多層貼り合わせ+アルミプレス加工>

- ・基本はプレス工法で短サイクル
- ・異種素材の組み合わせを生かした物理特性

(特徴)

- ・部品コストが安い
- ・素材の組み合わせで特性を現出
- ・部品加工、一体化ともに困難

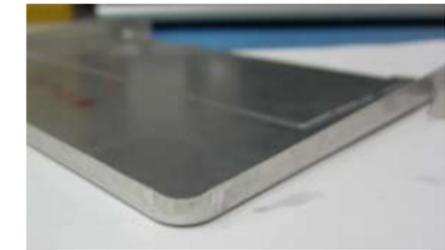
研究開発の成果/目標を達成

深絞りベースプレートのプレス加工

- 増肉加工とバーリング加工の試作金型を製作。条件検証の結果、ボス成形高さ5mm以上を達成
- 外観意匠面実現のため金型跡を残さない加工法を検討。携帯電話部品の高品質化を目指し、5.6mmの絞り高さの条件で目標の品質を達成

絞り高さ5.6mm

～搾り高さ5.6mm(製品手前側)は、外観意匠面として問題ないレベルを達成～

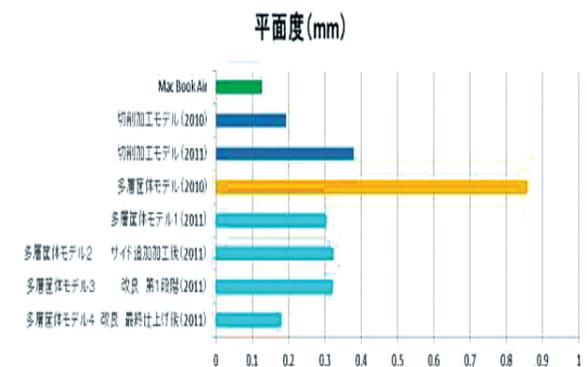


プレスによる3ピース貼合せ工法

- 接着剤が塗布してある高機能材料を貼り合わせるための試作金型を製作。試作した3ピース貼り合わせプレートは、平面度0.2mm以下、耐熱性85℃以上と目標を達成

平面度測定結果

～H22年度に製作した切削加工モデルや、筐体平面の表面を平らにする修正作業を追加した多層筐体モデル4において、目標値0.2mm以下を達成～



1ピース化後の後工程処理

- 貼り合わせプレートの穴抜き時のバリを抑制する金型を製作し、バリ高さ30μm以下を達成
- 穴抜き後の断面に接着樹脂被膜漏れがないことを確認

多工程プロセス設計

- 3次元工程設計技術による各工程からアッセンブリ工程・検査までのラインバランスの設計を行い、全工程を5分20秒のサイクルタイムを達成

事業化への取組/実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- 実用化に成功。H25年度中の事業化を目指す
- パソコンキーボード多層筐体の無料サンプルあり
- 特許:「部品の製造方法及び部品」(特開WO 2011/099543)

効果

- 低コスト化 ➡ 従来の切削品比50%以上のコストダウンが可能
- 強度・剛性向上 ➡ 切削品と同等以上の性能
- 軽量化 ➡ 内部にアルミ、外観にステンレスを使用でき、軽量化を実現できる

今後の見通し

実用研究、試作品作製を同時並行で進め、H25年度中の事業化を目指す

- サポイン事業で積み残した課題である異種材多層筐体の実用研究を継続。タブレットの多層筐体サンプルを製作し、問題解決に向け研究中
- アルミとステンレスの貼付筐体の試作品を作製。貼り付けに使用する樹脂被膜材料の開発も同時に実施
- H25年度中の事業化を目指す。サンプル作製後、国内外の大手情報通信機器メーカーへの販売促進活動を行う予定

企業情報 株式会社田中製作所

事業内容 金属プレス金型の設計製作による情報通信機器用金属プレス部品の製造、情報通信用コネクタの製造

住 所 鳥取県鳥取市気高町宝木 1562-132

U R L <http://www.heart-tanaka.co.jp>

主要取引先 (株)日立メタルプレジジョン、日庄スーパーテクノロジーズ(株)、セイコーインスツル(株)、豊田合成(株)、(株)島津製作所

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業本部部長 林良平

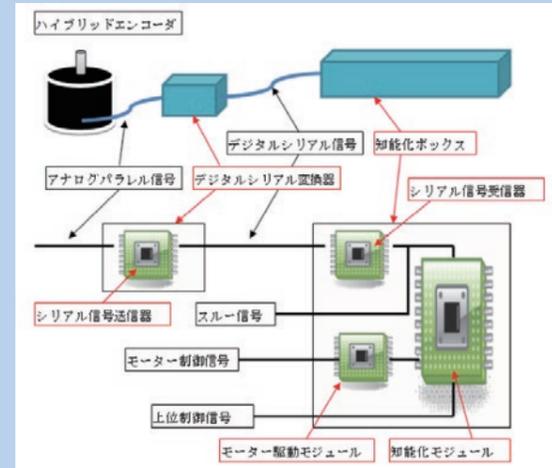
Tel 03-6402-7272

e-mail hayashi@heart-tanaka.co.jp

システムの小型化・高速化・高精度化を実現するロータリーエンコーダのインテリジェント機能を開発

- プロジェクト名** インテリジェント・ロータリーエンコーダの製品化に関する研究開発
- 対象となる川下産業** 産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械、ロボット、医療・福祉機器
- 研究開発体制** (株)キャンパスクリエイト、マイクロテック・ラボラトリー(株)、電気通信大学

インテリジェント・ロータリーエンコーダを用いた制御系



【従来】

○多数の高分解能を持ったロータリーエンコーダ(位置検出センサ)には高価な上位制御システムが必要。システム全体の小型化やコストダウンの阻害要因となっている

【研究開発のポイント】

○ロータリーエンコーダにインテリジェント機能(分析・判断・制御)を付加し、安価な上位制御機器を用いても、小型・高速・高精度な制御が可能となる

【成果】

- ロータリーエンコーダの知能化に、高速・低レイテンシーのシリアル伝送システム、またFPGA及び高機能マイコンによる知能化処理を実装
- ロータリーエンコーダを組み込んだロボットアーム・ロボットフィンガを作成し、知能化機能の有効性を検証
- 各種メカトロニクス機器の衝突現象の回避・被害軽減等リアルタイムな反応を要求される部位や機構停止を事前に検知する必要のある機器等に利用

【事業化への取組】

○H24年度中の実用化に向けて補完研究中

研究開発のきっかけ

ロータリーエンコーダの高分解能化には高価な制御システムが必要なため、システム全体のコストダウンの阻害要因となっている

- デジタル制御の位置検出センサであるロータリーエンコーダは、産業用ロボット等の産業機器分野で利用
- 従来、位置決めや運動制御の高精度化の要求に対しては、ロータリーエンコーダの高分解能化で対応
- 高分解能化には高価な上位制御システムが必要なため、システム全体の小型化やコストダウンの阻害要因となっている

研究開発の目標

ロータリーエンコーダに知能化機能を付与し、小型・高速・高精度化実現

- ロータリーエンコーダの知能化 ➡ 上位制御システムに頼らない安全性・信頼性向上
- 知能化要素 ➡ 「高精度で高度な回転運動の測定機能」、「安全確認・危険予知機能」、「角位置補正機能」
- 知能化要素の実装形態は「FPGA+RAM」、「FPGA+DSP+RAM」、「高速高機能マイコン」から最適なものを選択・試作

【従来技術】

<従来のロータリーエンコーダを用いた制御系>

(課題)

- ・市場の要求によりエンコーダの高分解能化、高速応答化が進んだ
- ・高性能エンコーダを使用するには、高価な高性能制御装置が必要
- ・振動や衝突などが発生すると制御不能になる

【新技術】

<インテリジェント・ロータリーエンコーダを用いた制御系>

(特徴)

- ・高分解能、高速応答エンコーダの情報を有効に利用するには高速情報処理機能
- ・下位の制御を担当し、上位の制御の付加を軽減する高速高精度制御機能
- ・振動や衝突の検知機能による高度な判断機能と制御機能

研究開発の成果/目標を概ね達成

知能化システム機能設計を実施

- 制御の高度化、知能化を実現するうえで重要となる角位置、角速度などの諸データを高速・高精度に算出
- 高分解能/高応答のインクリメンタル/アブソリュート複合型のエンコーダを回転角センサとして使用し、知能化システムを設計

知能化システム実装技術開発を実施

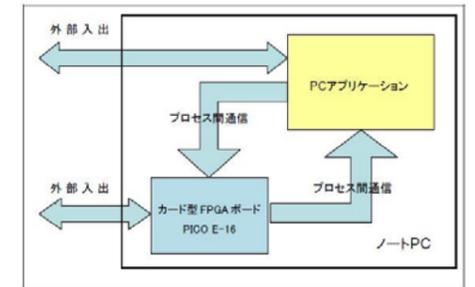
- 知能化システムの実装形態には様々な方法が考えられる。本開発では、「FPGAのみによる実装」、「CPU+FPGAによる実装」、「CPUによる実装」の3通りの実装形態を評価した結果、いずれの方法でも機能実装上には問題ないことを確認

ロボットアーム、ロボットフィンガが必要な動作を行えることを実証

- 実証実験では、2関節2自由度のロボットアームと3関節2自由度のロボットフィンガを設計・製作・改良
- 衝突探知やすべり検知など制御に不可欠な機能モジュールをインテリジェント・ロータリーエンコーダに実装
- ロボットアームを用いて実証実験を行い、一定間隔打撃などの一連の動作が可能であることを実証

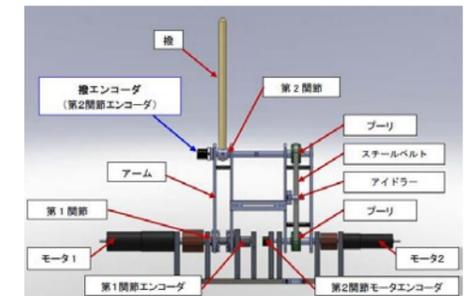
CPU+FPGAによる実装

～従来のフローチャートに基づいたサブルーチン、ポインタ、メモリを使用したアルゴリズムをプロセスとプロセス間通信、レジスタ、ローカル変数を使用したCSPに書き換えた～



2関節2自由度ロボットアームの構成

～第1関節エンコーダによりモータ及びアームの回転角度を、第2関節エンコーダによりモータ2の回転角度を、撥エンコーダにより撥の回転角度を測定する～



事業化への取組/実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- H24年度中の実用化に向けて補完研究を継続
- 試作機・サンプルなし

効果

- 精度向上 ➡ 回転状態(角度、角速度、角加速度、角振動)の検出・応答速度の高速化、局所制御機能の高度化により、メインの制御アプリケーションの負荷を軽減
- 小型化、省スペース化 ➡ ハイブリッドエンコーダ、高速シリアル通信、知能化処理チップの開発等により、同等機能をより省スペースで提供

今後の見通し

高機能化・小型化の研究を継続するとともに、拡張製品の研究にも着手

- 製品利用方法のアナウンス、高機能化、小型化、別形態の製品への組み込み等、商品化への取り組みを続けている
- 機能モジュール化の更なる進展・小型化研究を進めている。さらに複合センサを利用したさらなる拡張製品の研究を開始する予定
- 今後は利用方法に関する啓蒙活動などに取り組みと共に、弊社別製品に同知能化技術を組み込んだ製品等を提案していく予定

企業情報 マイクロテック・ラボラトリー株式会社

- 事業内容** ロータリーエンコーダの製造・販売
- 住所** 神奈川県相模原市南区上鶴間本町7-12-33
- URL** <http://www.mtl.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 管理部 部長 二関智司
- Tel** 042-748-9012
- e-mail** ninoseki@mtl.co.jp

多種多様な対象物の把持を可能とする“手のひら機構”を確立し、低コスト・自由度の高いエンドエフェクタを開発

プロジェクト名 不特定形状のワークを把持可能なフレキシブル構造を有する低コストなエンドエフェクタの開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械、ロボット、自動車

研究開発体制 ダブル技研㈱、都立産業技術高等専門学校

ロボットハンド（エンドエフェクタ）：ワンモータでシュークリームと液体入りビニール袋を把持



【従来】

○多種多様な対象物の把持を可能とする人体構造に近いロボットハンドには大規模な制御装置などが必要のためコスト高

【研究開発のポイント】

○“手のひら”機構を追加したエンドエフェクタ（ロボットハンド）を開発。手のひらで包み込むことで、様々な物を把持することが可能

【成果】

○“手のひら”機構を追加したエンドエフェクタを開発
○FA仕様及び生活支援ロボット仕様のエンドエフェクタに特化した開発を推進し、実用化に至った
○産業用ロボットや搬送専用機などの把持用ツール

【事業化への取組】

○H24年度に事業化に成功

研究開発のきっかけ

人体構造に近いロボットハンドは、大規模な制御システムなどによりコストが高い

- 対象物仕分けの自動化には、対象物が変わる度に専用装置の設備投資が不可欠
- 多種多様な形状物の把持を可能とする人体構造に近いロボットハンドの研究・開発が盛んであるが、人間の手の自由度を小型・軽量で再現することは容易ではない
- 現在、研究開発されている5本指ロボットハンドの多くは複雑な機構、大規模な制御システムなどによりコスト高

研究開発の目標

把持後の安定性を向上させ、未知形状を把持できるロボットハンドを開発

- ロボットハンドに「手のひら機構（5指21関節、2自由度）「拇指のみ3関節」「協調リンク機構）」を追加
- ヒューマノイド型ロボットハンドの容姿を維持 ➡ 横：140mm 縦：220mm 厚さ：45mm 以内

【従来技術】

<代表的な従来のロボットハンド>

（課題）

- ・指先のみでの把持動作なので、対象物に接触する各指の力の分散が難しい
- ・把持した対象物との設置面積が少ないために把持後の安定性に欠ける
- ・アクチュエーターの数が増加し、制御が複雑になる

【新技術】

<手のひら動作が出来るロボットハンド>

（特徴）

- ・“手のひら”が変形、小指がより深く屈曲するので、握れるサイズが限定されない
- ・球体を包むように小指の側壁や“手のひら”が接触するため、対象物との設置面積が増加。把持後の安定性が増す
- ・1個のアクチュエーターで把持動作の実現が可能

研究開発の成果／目標を達成

ロボットハンドに“手のひら”機構を追加、2件の特許出願に至る

- エンドエフェクタの基礎となる協調リンク機構を用いたロボットハンドに、「手のひら」の役割を担う機構を追加
- 本機構については、異なる3タイプのエンドエフェクタを同時並行で開発。各々のエンドエフェクタで機構を確立し、2件の特許出願に至った

FA仕様及び生活支援ロボット仕様に特化したエンドエフェクタを開発

- 事業化時の具体的な仕様と市場ニーズを鑑み、FA仕様及び生活支援ロボット仕様のエンドエフェクタに絞って開発を推進
- FA仕様のエンドエフェクタは、当初の把持力の目標値以上の性能を得た
- 生活支援ロボット仕様のエンドエフェクタについては、把持力、軽量・コンパクト化に加え、義手用途時における容姿を維持。一般的な日常生活における多種多様な把持形態を可能とした

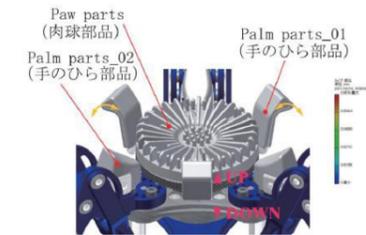
コスメティックグローブによる義手モデルの開発

- 生活支援ロボット仕様のエンドエフェクタ（義手）については、人の手に近い外観を再現する要望があ

る。このため、コスメティックグローブ着用実験を実施
○一部の構造がグローブと強く接触する状態となった。これは、機構に起因する問題ではなく、各部の形状の問題であるため、対象部位の見直しによる対処が可能であるという結果を得た

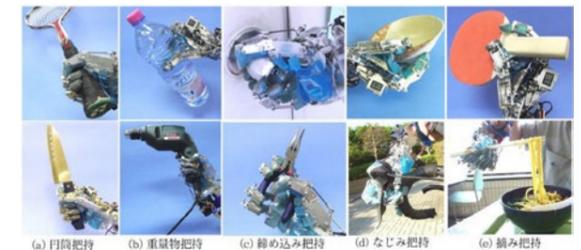
手のひら機構

～把持対象物に“握る”把持動作を行った場合において、指の側壁が対象物体と接触し結果的に接触面積が増加～



日常生活の把持動作結果

～拇指付け根の指間腔を再現したことによって、指での把持のみならずこの指間腔が対象物に接触することにより把持が安定される～



事業化への取組／事業化に成功

事業化状況等

- H24年度に事業化に成功
- エンドエフェクタの試作機あり（1週間程度の無料貸し出し）
- 特許：簡潔構造の人間型ハンド（特許番号4462742）、グリップ（特願2011-074100）

効果

- 標準化、汎用性向上 ➡ ワーク種類の変更による段取り替えが減少
- 小型化、軽量化 ➡ ワンモータ駆動により小型軽量化が可能
- 多品種少量生産 ➡ 各々のワーク形状に馴染

むように把持出来る為、本製品一つで複数の品種に対応可能

今後の見通し

自動車メーカー等への販売実績を創出
製品標準化のため引き続き研究開発を実施

- サポイン事業終了後は、展示会・マスコミ媒体などで積極的に製品PRを実施。H24.11に神奈川県工業技術開発大賞を受賞
- 今後は製造コストの削減が課題。また、小物品等を掴むための手のひら機能を引き続き開発
- 自動車・食品メーカー等への販売実績がある。本実績に基づき、製品の標準化を図る

企業情報 ダブル技研株式会社

事業内容 FA化機器、福祉機器、実験実証機器の開発製造販売

住所 神奈川県座間市栗原920-7

URL http://j-d.co.jp

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 和田博

Tel 046-206-5611

e-mail pwada@j-d.co.jp

プラスチックベアリングの加工精度を向上させる軌道溝・リテーナーを開発

プロジェクト名 位置決め装置用低発塵プロセッシングプラスチック軸受の開発

対象となる川下産業 半導体・液晶製造装置、電子機器・光学機器、医療・福祉機器

研究開発体制 鹿島化学金属㈱、九州大学

PTFE軸受（製品例）



【従来】

○松葉スピン処理洗浄装置（半導体製造装置）の位置決め保持用ベアリングには、腐食耐性の強いプラスチックを用いることが望ましいが、プラスチックベアリングは加工精度向上が困難

【研究開発のポイント】

○軌道溝形状及びリテーナーの開発によって、従来は難しいとされてきたプラスチックベアリングの加工精度を向上

【成果】

- プラスチックベアリングの軌道溝の開発により、耐荷重を増加
- リテーナーの開発により、回転揺れ・振動・各材質の摩擦抵抗を低減
- 金属ベアリングでは使用が困難な特殊環境（グリス・油の嫌う環境、水中、薬液中、絶縁、非磁性環境）での機械装置等

【事業化への取組】

- H22年度に事業化に成功
- 継続研究における成果を基に、更なる商品開発を実施

研究開発のきっかけ

半導体製造装置の位置決め保持用ベアリングには高精度・低粉塵・静音・低振動が求められている

- 松葉スピン処理洗浄装置の位置決め保持に用いられるベアリングは腐食・特殊環境にさらされるため、耐腐食性等に優れたプラスチックベアリングの適用が望ましい
- プラスチックのベアリングは、加工精度向上が困難であり、位置決め用途では使用できない

研究開発の目標

軌道溝形状及びリテーナーの開発により、高精度・低発塵のプラスチックベアリングを実現

- 軌道溝形状の開発 ➡ 耐荷重は従来比30%増加
- ベアリングの精度維持 ➡ リテーナー回転振10μm以下、各材質の摩擦抵抗10%以下、振動10%以上低減
- 疲労試験目標値 ➡ 精度要求10μmレベル達成、音・振動3%以上低減、発塵30%以上低減

【従来技術】

【新技術】

<射出成型素材を用いたベアリング>

（課題）

- ・ 金属を用いたベアリングでは腐食が発生
- ・ 射出成型リテーナーは100μmオーダーであり、位置決め精度が出ない

<高精度・低発塵のプラスチックベアリング>

（特徴）

- ・ プラスチックベアリング専用の軌道溝及びリテーナーを開発
- ・ 全機械加工
- ・ 高耐食性（メンテナンスフリー）
- ・ 高精度（10μmオーダー）
- ・ 低発塵（クラス1,000オーダー）

研究開発の成果／目標を概ね達成

プラスチックベアリングの軌道溝の形状開発

- 耐荷重を従来から30%増加することに成功
- 軌道溝の形状を開発し、プラスチック材料の耐荷重を最大限活かすことに成功
- ボールの摩耗・変形・面粗度を検証、また材料の加工条件と荷重が寿命に及ぼす影響などを確認

リテーナーの形状設計

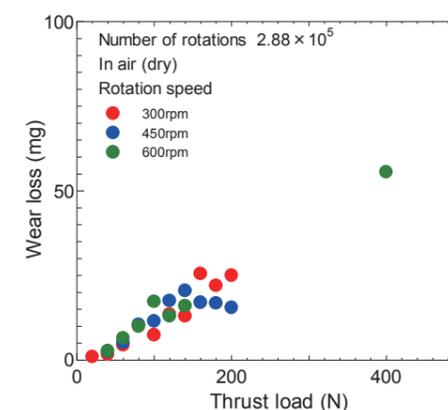
- 実機試験の実施によりリテーナー形状と疲労強度との関係を実証。結果、振動荷重の変動はΔ0.01Nであり、摩擦抵抗と振動は約10%以下を達成
- 音圧測定は、良好な測定因子となることを発見。音圧測定の結果をもとに、音圧と関係する自己発熱が起きない条件をもとめ、最終的に摩擦抵抗と振動を30%減少させることに成功

軌道論・リテーナーの疲労測定

- 軌道論・リテーナー形状設計による音・振動の測定結果を踏まえ、10μmの精度で加工した軸受を用いて、精度と疲労の関係性を確認
- 樹脂転がり軸受の実用化の検討、寿命向上の検討のため、水中転がり疲労試験におけるスラストPEEKベアリングの表面起点き裂の開口効果を確認
- 下軌道論の転動輪上に微小穴を加工して試験を実施した結果、はく離は摩耗ではなくき裂の発生・進展が原因で発生することなどが判明

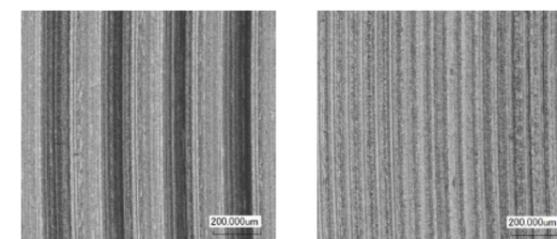
ポリエーテルエーテルケトン樹脂(PEEK)における疲労試験の回転数と荷重と摩耗量の関係

～転がり疲労試験機による摩耗量を3種類の速度条件で、荷重を変えた場合で測定した(縦軸:摩耗量 横軸:荷重)～



研究開発前後のベアリング溝の表面

～研究成果を用いて新しく溝加工することにより、40μm(写真左)⇒20μm(写真右)の加工精度向上に成功した～



事業化への取組／実用化に成功

事業化状況等

- H22年度に実用化に成功
- プラスチックボールベアリングのサンプルあり(有償)
- 出展: 高機能プラスチック展(H24.4)、機械要素技術展(H23.6)

効果

- 耐久性・耐摩耗性向上 ➡ 特殊環境では金属ベアリングより2倍以上の長寿命
- 精度向上 ➡ 切削加工での製造により、精度10μmオーダーが可能

今後の見通し

継続的な研究によりデータを蓄積し、更なる商品開発を実施

- 形状・摩耗特性等、引き続き実験を継続しており、各種データの蓄積を行っている
- 条件を変えた摩耗実験を継続して行い、ユーザーの要望に応えられるデータを蓄積
- 既に事業化に移行しているが、継続的な研究で得た成果を基に商品開発を行っていく

企業情報 鹿島化学金属株式会社

事業内容 プラスチックベアリング、プラスチックギヤーなどプラスチックを用いた機械部品の製造販売

住所 大阪府大阪市西淀川区姫里2-9-21

URL <http://www.kashima-kagaku.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 鹿島祐二

Tel 06-6472-0556

e-mail mail@kashima-kagaku.com

人工関節の摺動部の摩耗発生を排除する技術の確立により再置換手術の必要がない、長寿命の人工股関節の実現を目指す

プロジェクト名 PE摩耗ゼロを目指すTi-13Nb-13Zr (F1713) 製人工股関節骨頭コンポーネントの開発

対象となる川下産業 医療・福祉機器

研究開発体制 (公助)さいたま市産業創造財団、(株)東京チタニウム、埼玉大学、(株)ティー・アンド・アイ、ナノテック(株)

試作品 (人工股関節骨頭コンポーネント)



【従来】

○従来のCo-Cr合金製の人工股関節は、その摺動部PE (ポリエチレン) 臼蓋の摩耗により、15～20年ごとに再置換手術が必要だった

【研究開発のポイント】

○低剛性かつ生体適合性に優れたTi-13Nb-13Zr製人工骨頭の高精度な加工法を確立し、Ti-13Nb-13Zr製人工骨頭とPE臼蓋との摺動面に流体潤滑膜を形成し、PE臼蓋の摩耗ゼロを目指す

【成果】

○生体適合性に富み、優れた耐食性、低い弾性率を持つTi-13Nb-13Zr製骨頭球と骨頭コンポーネントを開発
○人工関節の摺動部コンポーネントとして、従来の人工関節の主要課題であるPE摩耗の発生を排除し、長期間使用に耐える人工関節を実現する

【事業化への取組】

○真球度、耐摩耗性、コストダウン等に向けた研究を継続し、H26年度の事業化を目指す

研究開発のきっかけ

人工股関節はPE臼蓋の摩耗により、15～20年ごとに再置換手術が必要

- 人工股関節摺動部PE臼蓋の摩耗は、骨吸収を誘発しルースニングの原因になる
- 人工股関節の平均寿命は15～20年で、それ以降はルースニング等の不具合が急増
- PE臼蓋摩耗問題を解決し、再置換手術を不要にすることが望まれていた

研究開発の目標

摩耗による再置換手術の必要がない、長寿命の人工股関節を開発する

- 潤滑膜の維持 → 低剛性Ti-13Nb-13Zr骨頭球を使用し、流体膜を維持
- 骨頭球の高真球度達成 → 表面粗さ:0.1μm、真球度0.5μm以下
- 放電加工時間の短縮 → 放電加工量を減らし、加工時間・コストを短縮
- 高い生体適合性 → Ti-13Nb-13Zrを骨頭に用いて摩耗粉の発生を従来比1/10に

【従来技術】

【新技術】

(素材の問題)

- 骨頭の素材であるSUS316等は高剛性のため、臼蓋に大きな力がかかる(低剛性の素材は加工が難しい)

(加工方法の問題)

- 骨頭球の真球精度が低いため、骨頭と臼蓋が摩耗し、毒性の強い摩耗粉が発生、炎症を起こす

↓
15～20年ごとに、臼蓋の摩耗により再置換手術が必要になる

臼蓋の摩耗を防ぐためには？

(素材の改善)

- 低剛性であるTi13Nb-13Zrを採用

(加工方法の改善)

- 難削材であるTi13Nb-13Zrを、真球精度の高い骨頭球に加工する

(潤滑膜の維持)

- 骨頭球と臼蓋が直接触れないための成膜技術開発

↓
摩耗による再置換手術の必要がない長寿命の人工股関節を開発

研究開発の成果 / 目標を達成

Ti-13Nb-13Zr製人工骨頭球の加工

○Ti-13Nb-13Zrロッド材の旋盤による荒切削加工方法の改善、型彫放電加工による骨頭原型の作成、ELID研削での仕上げ等により、骨頭球の表面粗さ0.02μm、真球度φ28に対して0.35μm以下を達成

Ti-13Nb-13Zr製人工骨頭表面のICF被膜

○ICF(真正カーボン膜)成膜条件を検討し、Ti合金試験片にICFを被覆。摩擦環境におけるTi合金の耐食性とPE焼き付き防止効果を確認

○FEM(有限要素法)解析・引き抜き試験により、潤滑膜維持には、骨頭球とPE臼蓋の半径隙間20μm以下が必要であることが判明。これに基づき最適形状のPE臼蓋を作製

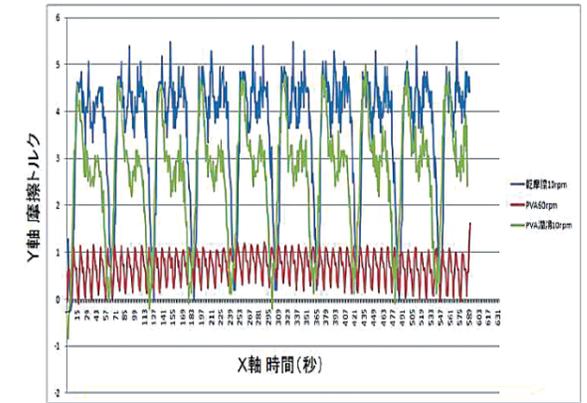
○PVPを用いたPE表面の親水化処理技術を開発

人工股関節シミュレータ作成とPE摩耗低減効果の評価

○人工股関節シミュレータにより、通常歩行速度で摩擦トルクが顕著に減少し、潤滑膜が維持可能な条件があることを確認

○親水化処理及びICF被覆により、PE摩耗粉の発生を防止できることを確認

ガスリーク試験結果(アルミニウム、試験時間1h)
～通常歩行速度(60rpm)では、摩擦トルクは1/5に低下。結果、潤滑膜が維持されることを確認した～



事業化への取組 / 実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況等

- H26年度の事業化に向け、補完研究を継続中
- 特許:「非晶質炭素膜への機能性材料の固定方法」(特願2012-075162)
- 受賞:さいたま市「さいたま市テクニカルブランド認証企業」(H23)、コラボ産学官埼玉支部「優秀賞」(H24.5)

効果

- 精度向上 → 摺動面に絶えず潤滑膜が維持できるように、骨頭球の真球度と表面粗さ、PE臼蓋と骨頭球間の半径隙間を20μm以下に抑える
- 耐摩耗性の向上 → 骨頭球とPE臼蓋の直接接触を避けPE摩耗を抑制。金属表面にDLC薄膜被覆、PEの親水化処理を施しPE移着摩耗を回避

○複雑形状化 → 骨頭球の真球度を高めるために、非接触で加工が可能な型彫り放電加工を採用

今後の見通し

真球度、耐摩耗性、コストダウン等に向けた研究を継続し、H26年度の事業化を目指す

- 真球度の精度・安定性を追求。精度安定に向けた機器改良・副資材の検討試験中
- 製造機器、工程、治具副資材の最適条件を追求し、将来のコストダウンにつなげる
- 高精度、高耐久であり市況コストに見合った人工股関節コンポーネントを、H26年4月に完成させることを目指す
- 既に欧米医療機器メーカーと販売交渉を実施中。他社との交渉も継続していく

企業情報 株式会社東京チタニウム

事業内容 金属チタンの材料、加工、製品販売。医療機器、理科学及び海洋プラント機器設計製造販売

住所 埼玉県さいたま市岩槻区古ヶ場2-3-10

URL <http://www.tokyo-titanium.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 総務部長 永井太三

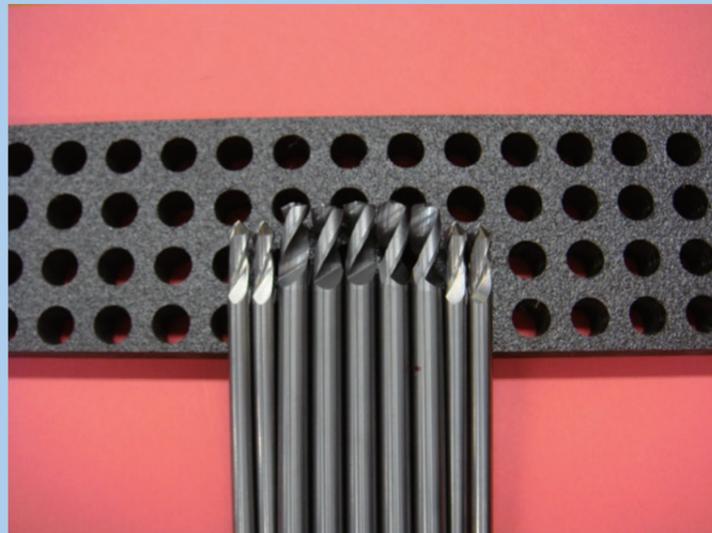
Tel 048-795-0470

e-mail taizou.nagai@tokyo-titanium.co.jp

超音波切削加工技術によりCFRPへの穴あけ加工を低コストで実現 航空機機体等の軽量化に貢献する

- プロジェクト名** 超音波切削加工技術を用いた航空機機体用複合材穴あけ加工技術の開発
- 対象となる川下産業** 航空・宇宙、自動車、産業機械・工作機械・建設機械
- 研究開発体制** 平和産業(株)、東京農工大学

超音波ねじり振動を付加したドリルとCFRPIに対する加工穴



【従来】

○航空機産業では機体軽量化が最重要課題となっており、CFRP（炭素繊維強化プラスチック）の需要が拡大しているが、CFRPは繊維素材特有の難削性のため、穴あけ加工が複雑でコスト高となっていた

【研究開発のポイント】

- 超音波切削加工技術により、工具の刃先が切削・離脱を繰り返しながら切削する技術を確立。切削抵抗を大幅に削減させた
- 2段式サイクロン集塵機構を開発し、CFRPの粉塵問題を解決

【成果】

- 超音波ねじり振動を付加したドリルによる切削加工により、低コスト、低環境負荷のCFRPへの穴あけ加工法を確立
- 強度と軽量を求められる構造部位（航空機主翼・胴体部品、自動車等燃費向上を競う製品）に利用され、従来重量比半減を目指す

【事業化への取組】

- 実用化に成功、H25年度の事業化を目指す

研究開発のきっかけ

機体軽量化に向けたCFRPへの穴あけ加工を、低コストで実現する技術が必要

- 航空機産業では機体軽量化が最重要課題となっており、CFRPの需要が拡大している
- CFRPは繊維素材特有の難削性のため、穴あけ加工に大量の特殊工具が必要でコスト高となっていた

研究開発の目標

超音波切削加工技術により、低コスト、低環境負荷の加工方法を確立する

- トルクが高く複合材を切削できる飛行機機体専用の振動切削の開発 ➡ 穴加工径φ6～10mmのドリルを安定して振動させる
- 振動加工機に合致する切削工具の開発・試作機の製作 ➡ 従来工法比3倍以上の工具寿命
- 振動加工機の実利用のための機構（防塵・防爆構造等）を備えた試作機の開発

【従来技術】

<通常のドリルによる穴加工>

- ・工具の刃先が常に被削物と接触し、抵抗を受けながら切削する

（課題）

- ・工具及び被削物に負荷がかかる
- ・難削材のCFRP材では、工具寿命が短くなる
- ・高価な工具を大量に使用するためコスト高

【新技術】

<超音波ねじり振動を付加したドリルによる穴加工>

- ・工具の刃先が超音波ねじり振動により切削・離脱を繰り返しながら切削し、切削抵抗が減少

（特徴）

- ・複合材の剥離等が抑えられ、加工精度が向上
- ・加工熱が減少し、複合材の樹脂部分の変質が抑えられる
- ・工具寿命が向上し、工具費が大幅に低減

研究開発の成果／目標を一部達成

CFRP板材に対する穴あけ加工用工具の開発

- 超音波回転振動装置を用いたCFRPの穴あけ加工手法は、直径8ミリ以内の加工では、デラミネーション発生を著しく低下できることを確認
- 数十種類の異なる先端形状のドリルを製作し、各種実験条件でその有効性を検証し、超音波回転振動装置を効果的に活用できるノウハウを習得

CFRP+Ti重ね板に対する穴あけ加工用工具の開発

- 実用に近い、CFRPとチタン板同時穴あけ加工に最適な手法の研究（ドリル形状、加工条件の追及等）を実施
- 結果、一般的な超硬素材で製作された特殊ドリルと超音波回転振動付加で異材の同時加工が問題なく行えることを確認・証明

集塵装置の試作機開発

- CFRPの粉塵問題の解決のため、加工箇所から直接集塵・分別するサイクロン式分別を重ねた機構を開発
- 混在する異種材料の分別回収の達成が必須であるため、もう一段の研究を継続

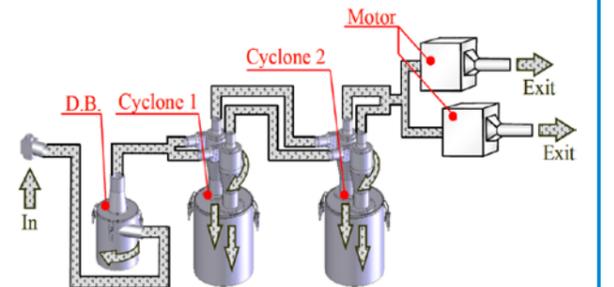
超音波回転振動装置

～27kHzの超音波回転振動によって、穴あけ加工時には切削と離脱を繰り返すことにより断続切削を行う～



2段式サイクロン集塵装置（概略図）

～集塵効率を向上させるため、サイクロンを直列に接続した2段式サイクロン集塵装置を構成し、効率よく集塵できる組合せを明らかにした～



事業化への取組／実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功、H25年度の事業化を目指す
- 開発ドリルの有償サンプル提供可能（川下企業要求により素材が異なるため、個別に機密契約が必要）

効果

- 歩留まり向上 ➡ 積層物の加工でありながら、穴加工後のバリ、めくれを7割以上削減。合格率の向上
- 低コスト化 ➡ ダイヤモンドコーティングドリルと同等の寿命を一般的な超硬工具で実現。工具費7割削減
- 汎用性向上 ➡ 特殊技術が不要で、集塵の問題解決により一般に有している設備で加工が可能に

今後の見通し

川下企業からの要請を受け、継続研究中

- 川下企業3社程度から開発中の素材を預かり、サポート成果同様のドリル開発と加工賃加工の要請に応えながら、社内研究として取り組んでいる
- 繊維メーカーの研究所からの依頼品を継続研究中。また、MHI、KHIの航空機機体部品の受注活動を継続
- 継続して、川下企業からの要求を研究的サービスとして売り込んでいく

企業情報 平和産業株式会社

事業内容 ジグ、金型製造、航空機機体部品、航空機エンジン部品、発電用タービン部品の製造・開発支援

住所 千葉県船橋市海神町南1-1544-10

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 総務企画部営業課係長 子安玲

Tel 047-435-2430

e-mail koyasu@heiwasangyo.co.jp

新規光アイソレータ材料の大型均質化、高耐性コーティングの適正化により、高性能光アイソレータを実現

- プロジェクト名** 高出力ファイバーレーザー加工実現を目指した高性能光部品の製品開発
- 対象となる川下産業** 産業機械・工作機械・建設機械、半導体・液晶製造装置、電子機器・光学機器
- 研究開発体制** (公助)やまなし産業支援機構、(株)オキサイド、(株)大田光学研究所

開発した単結晶を使った偏光依存型光アイソレータ (手前側、奥はTGGを使った試作品)



【従来】

- スマートフォンの普及等に伴い、低誘電率材等の脆性材料に対する新しい高精度微細加工技術が求められ、ファイバーレーザーを用いた加工技術が注目されている
- ファイバーレーザー加工は、被加工物からの反射戻り光があると動作が不安定になるため、レーザー先端に反射光を遮断する光アイソレータを取り付けることが必須

【研究開発のポイント】

- 超微細加工を実現するため、高スループットと高精度を両立させたファイバーレーザー加工機用高性能光アイソレータを開発

【成果】

- 新規光アイソレータ材料の大型化・均質化、高耐性コーティングの適正化を通して、高性能光アイソレータを実現
- ファイバーレーザー用光アイソレータに組み込み、従来の光アイソレータ比1/2以下の小型化と低吸収化を実現

【事業化への取組】

- H23年度実用化に成功。H25年度からの販売開始を目指す

研究開発のきっかけ

ファイバーレーザー加工技術の高精度化が望まれる

- スマートフォンの普及等に伴い、低誘電率材等の脆性材料に対する新しい高精度微細加工技術が求められている
- ファイバーレーザーを用いた加工技術が注目されているが、被加工物からの反射戻り光があると動作が不安定になる
- レーザー先端に、反射光を遮断する光アイソレータを取り付けることが必須であるが、従来技術では光アイソレータの小型化・高耐性化が困難

研究開発の目標

ファイバーレーザー出射端に取り付ける光アイソレータの小型軽量化と高レーザー耐性化

- 新ファラデー回転材料の大型化・均質化 ➡ TGG (テルビウム・ガリウム・ガーネット) 比で1.5倍のベルデ定数、同等の生産性
- 小型光アイソレータの性能評価 ➡ 従来比1/2以下の重量・容積、高出力ファイバーレーザー装置での動作実証
- 高性能TGG単結晶の大型化・均質化 ➡ レーザー耐性 > 2MW/cm²、損失 < 0.1dB、消光比 > 35dB
- 高精度加工・高耐性コーティングの開発 ➡ レーザー耐性 > 2MW/cm²、反射ロス < 0.5%

【従来技術】

光源：炭酸ガスレーザー、固定レーザー (重厚長大、振動に弱い共振器型) 大型アイソレータ (アーム先端重く、高速動作に難)

- (課題)
- ・ 高出力時に発熱大で水冷機構要
 - ・ 高出力時にレーザー損傷発生

光アイソレータの小型化・高レーザー耐性化を目指した研究開発により、高い動作安定性と高スループット性を有するファイバーレーザー加工を実現

【新技術】

光源：ファイバーレーザー (小型軽量、動作安定、可搬、高ロバスト) 小型軽量アイソレータ (アーム先端軽く、高速・高加減速・高再現性)

- (特徴)
- ・ 高効率発振、及び低ロスにより発熱小
 - ・ 高いレーザー耐性

研究開発の成果 / 目標を達成

新ファラデー回転材料の大型化・均質化

- ベルデ定数がTGG比1.25倍の結晶Aと結晶B、1.5倍の結晶Cと結晶Dの4種類の新材料を発見し、その単結晶化に成功
- 結晶Bではφ50×80mmの完全クラックフリーが得られ、TGGと同等以上の生産性を実証

小型光アイソレータの性能評価

- ファラデー回転材料に開発新材料(結晶B)を用い、偏光依存型光アイソレータを試作
- 長さ15mmの結晶Bを2本使うタイプでφ22×71mm(27cc)のサイズを実現(従来比1/20以下)

高性能TGG単結晶の大型化・均質化

- TGGの育成条件を適正化し、結晶欠陥や内部応力を低減
- 評価試料はすべて損失0.1dB以下、消光比35dB以上であり、当初目標をクリア
- 高出力ファイバーレーザーを用いた試験により、2MW/cm²以上のレーザー耐性を確認

高精度加工・高耐性コーティングの開発

- 切断・研磨工程の最適化により、目標とする研磨精度(<λ/10)、面粗さ(<20nm)を達成
- 密着性・摩擦性に優れた反射防止膜の成膜技術を確立し、基盤加熱温度90~100℃の条件で反射率<0.2%を達成

ファラデー回転材料を2個使ったタイプ(φ26)のアイソレータ特性

~プレート型偏光子を2枚使うDoubleタイプは逆方向損失(アイソレーション)が高いが挿入損失も大きくなる。PBSタイプやプレート型偏光子を1枚使うSingleタイプは挿入損失0.2dB以下、アイソレーション40dB以上と実用上十分な性能を示す~

偏光子	損失	アイソレーション	有効エリア
PBS	0.1 dB	40 dB	1.5 mm
プレート型(Single)	0.2 dB	40 dB	1.5 mm
プレート型(Double)	0.6 dB	≥40 dB	1.5 mm

事業化への取組 / 実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- H23年度に実用化に成功。サンプル作成のための試作を進めている
- 特許：「磁気光学素子用ガーネット結晶」(特願2010-83813)、「磁気光学素子用の単結晶および当該結晶を用いたデバイス」(特願2010-97316)

効果

- 小型化 ➡ 開発したファラデー回転材料は、従来材(TGG)の1.25~1.5倍のベルデ定数を有し、光アイソレータを従来サイズの1/2以下に小型化できる
- 精度向上 ➡ 光アイソレータの小型・軽量化により、工作機械(レーザー加工機)の位置決め分解能や再現性が向上し、加工精度の向上をもたらす

- 納期・製作時間短縮 ➡ 光アイソレータの低吸収化によりレーザー加工機の高出力化が可能になり、主軸回転・送りの高速化等、高効率加工に結びつく

今後の見通し

サンプル作製のための試作、新たな加工法開発等への取組を継続。H25年度からの販売開始を目指す

- 光アイソレータメーカーにファラデー回転材料の評価用サンプルを提出すべく、試作を進めている
- 素子加工のコスト低減のため、新しい加工法を開発中
- 今後も新材料の特性向上を目指した研究開発を継続実施する予定
- 当面ファラデー回転材料の事業化を先行させ、H25年度からの販売開始を目指す

企業情報 株式会社オキサイド

事業内容 高機能単結晶、各種光学素子、光学モジュール、UVレーザーの開発及び製造販売

住 所 山梨県北杜市武川町牧原 1747-1

U R L <http://www.opt-oxide.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 コアテクノロジー事業部長 二反田文雄

T e l 0551-26-0022

e-mail nitanda@opt-oxide.com

エンジン部品の無人化加工技術を確立し、加工品質の信頼性向上、コスト低減、増産化に貢献する

プロジェクト名 航空機エンジン等難削材大径薄肉部品の無人化加工技術の開発

対象となる川下産業 半導体・液晶製造装置、航空・宇宙、重電機器

研究開発体制 (公助)長野県テクノ財団、(株)タジマ、(株)ナサダ、長野県工業技術総合センター

【従来】

○航空機産業では、難削材の大径薄肉エンジン部品の複雑形状加工、品質安定化、コスト低減、増産化のすべてを満たす切削加工技術が求められている

【研究開発のポイント】

○加工品質の信頼性向上、コスト低減、増産化に対応した、エンジン部品の無人化加工技術の確立を目指す

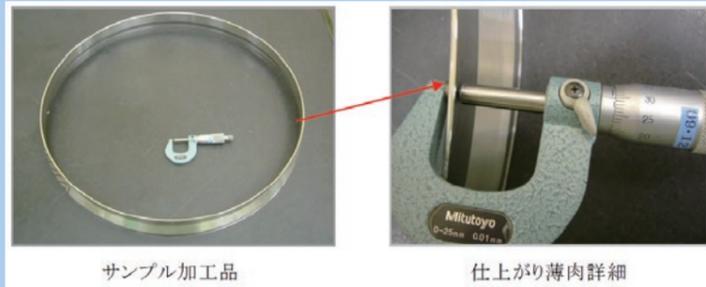
【成果】

○従来の熟練者による人的作業に頼った加工を脱却し、コスト低減、安定品質の確保等を実現する無人化加工技術を確立
○航空機用ターボジェットエンジンの大型化に伴う燃焼器ケース・リング類の耐熱合金材部品(インコネル材)に用いられる

【事業化への取組】

○H23年度に実用化に成功

サンプル品薄肉形状詳細



サンプル加工品

仕上がり薄肉詳細

研究開発のきっかけ

航空機エンジン用難削材大径薄肉部品の加工技術の高度化が求められている

○航空機産業では、需要増が見込まれるエンジン用大径薄肉部品において、難削材の複雑形状加工、加工品質の安定確保、コスト低減、増産化のすべてを満たす切削加工技術が求められている
○航空機エンジン用難削材大径薄肉部品の加工においては加工歪、クランプ方法、素材形状に合わせた加工法、監視システム等の技術分野が確立されていない

研究開発の目標

加工品質の信頼性向上、コスト低減、増産化に対応した、エンジン部品の無人化加工技術の確立を目指す

- 加工歪対策 ➡ 工程短縮により加工時間を50%削減
- クランプ歪対策 ➡ 内径外径空間部を樹脂等で固め、全周無負荷状態でクランプ
- 黒皮素材や楕円形状の断続加工対策 ➡ 非断続切削加工を可能とし工具の寿命を倍増
- 加工監視・加工適性条件 ➡ 工具寿命管理システムにより20%の工具寿命延長

【従来技術】

	【従来技術】	【新技術】
加工歪の発生課題への対応	(課題) ・ 加工工程数:7工程 ・ 人的調整作業が必要 ・ 品物取付時の芯出しが必要	(特徴) ・ 加工工程数:2工程 ・ 自動化・無人化(人的調整作業不要) ・ 自動化(品物取付時の芯出し不要)
クランプ歪の発生課題への対応	(課題) ・ クランプ圧、加工圧は熟練者の経験 ・ 加工品質不安定	(特徴) ・ 熟練者でなくともよい ・ 品質が安定化

研究開発の成果/目標を達成

加工歪の発生課題への対応

- 加工歪に対応したクランプの自動化を図るため、歪自動調整クランプ装置を開発
- 加工精度は平行度0.05mm以下で、加工工程を従来の7工程から2工程に短縮
- 加工前、加工途中の人的作業がなくなり、無人化自動運転へ目途

クランプ歪の発生課題への対応

- ワークの内径及び外径部の樹脂によるクランプ、アングランプ方法を確立し、全周無負荷状態でクランプ歪のない安定した加工法を実現
- 熟練者に頼らない安定した製品精度が得られる見込み

素材の楕円形状による黒皮断続加工課題への対応

- 品物が回転中心から芯ふれした値を自動計測し、刃先がワーク表面に追従する揺動加工法を開発
- 黒皮状態の素材・楕円形状部品に対する非断続切削加工を実現。工具寿命を2倍程度延長

加工監視・加工適正条件についての対応

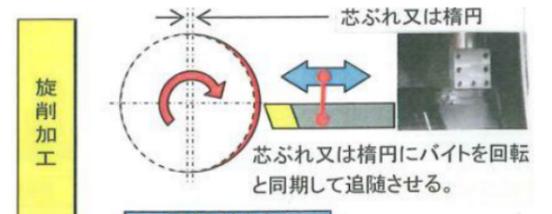
- 加工状態監視システム、工具寿命管理システム、

加工情報収集システムを開発

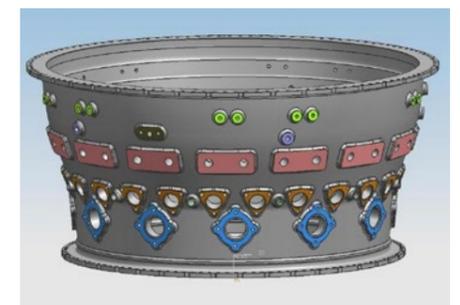
- 実機でのデータ蓄積により、20%の工具寿命延長を目指す

揺動加工法制御装置

～サンプル加工では素材形状の測定、機械テーブル回転と揺動加工ユニットを同期させ、楕円形状から真円形状へ旋削による非断続切削加工を実現。荒加工工程への適用に目途～



サンプル加工品



事業化への取組/実用化に成功、事業化は停滞中

事業化状況等

- H23年度に実用化に成功
- 専用複合機、歪自動調整クランプ装置、無負荷クランプ装置、揺動加工装置、監視システムの試作機あり

効果

- 複雑形状化 ➡ エンジン部品の径薄肉化と部品の一体化により、製品精度は従来と同等なまま複雑形状化に対応
- 標準化 ➡ 熟練者に頼らない、メカトロ技術を用いた装置の開発により、加工の一部自動化と製品精度の安定化を実現
- 低コスト化 ➡ 難削材の加工リスク低減装置の

開発による加工時間短縮、適正な工具交換等による製造コスト削減を実現

今後の見通し

研究を継続し、データ収集と改良と自動化装置の開発を進める

- サポイン事業で得られた生産設備を用いて試作加工を継続し、改良を重ねている。加工監視・加工適正条件等のデータを収集中
- エンジン部品の新規受注に備え、製造設備(歪自動クランプ装置、無負荷クランプ装置等)の自動化装置を開発
- 開発技術を応用し、半導体製造装置、タービン用部品への受注活動の拡大を図る

企業情報 株式会社タジマ

事業内容 航空宇宙精密部品及び電子機器装置部品の機械加工及び組み立て
住 所 長野県上田市藤原田67-19 箱量工場
U R L <http://www.tajimas.co.jp>
主要取引先 東京エレクトロン宮城(株)、東京エレクトロン山梨(株)、三菱重工業(株)名古屋誘導推進システム製作所、(株)デンソーウェーブ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 取締役品質保証部長 青木睦夫
Tel 0268-43-2200
e-mail mutuo@tajimas.co.jp

CFRPの加工時間短縮、加工コスト低減を図る CFRP切削加工技術の確立

プロジェクト名 航空機主翼等CFRPIに対応した切削加工技術の開発

対象となる川下産業 航空・宇宙

研究開発体制 (公)助浜松地域イノベーション推進機構、(株)オリオン工具製作所、庄田鉄工(株)、(株)山之内製作所、(株)ナサダ、東京農工大学、静岡県工業技術研究所浜松工業技術支援センター

CFRP切削加工機



【従来】

- 航空機の主翼等のCFRP成形品のトリミング工程にはエンドミルやウォータージェットによる加工が用いられているが、いずれも課題が多い
- 主翼等CFRP製品の高精度・高効率・低コストの新切削加工技術が望まれている

【研究開発のポイント】

- 丸鋸による曲線切削加工、2軸のタンデムエンドミルによる端面切削を組み合わせた新たなCFRP切削加工技術を確立し、加工時間の短縮と加工コストの低減を図る

【成果】

- 10mm厚の航空機用CFRPにおいて、丸鋸曲線切削加工では5mR、送り速度3m/分にて耐久力100m、タンデムエンドミル曲線切削加工では5mR、送り速度1m/分にて耐久力70mを達成
- 航空機に使用されるCFRPを、能率よく、低コストで加工する。中小企業による加工も少額投資で可能になる

【事業化への取組】

- 実用化に成功。事業化に向けテスト加工を受け付けている

研究開発のきっかけ

主翼等CFRP製品向けの切削加工技術へのニーズが高まる

- 航空機の主翼等のCFRP成形品のトリミング工程にはエンドミルやウォータージェットによる加工が用いられているが、エンドミル加工は加工品質の劣化等、ウォータージェット加工は設備が高価等の課題がある
- 主翼等CFRP製品の高精度・高効率・低コストの切削加工技術が望まれている

研究開発の目標

CFRPの加工時間短縮、加工コスト低減を図る、CFRP切削加工技術の確立

- 丸鋸による曲線切削加工技術、タンデムエンドミルによる端面切削技術の確立
- 加工速度 ➡ 丸鋸曲線切削: 現行の6倍、タンデムエンドミル曲線切削: 現行の2倍
- 加工コスト ➡ 丸鋸曲線切削: 現行の20%、タンデムエンドミル曲線切削: 現行の60%
- 加工精度向上 ➡ CFRPの端面仕上げ精度改善

【従来技術】 ➡ 【新技術】

<手作業>

- ・熟練作業員により電動工具にて加工
- ・加工精度のばらつき、粉塵問題等の課題あり

<エンドミル加工>

- ・ランニングコストが高い、炭素繊維が難削材で加工熱による劣化が生じる、剥離が発生する等の課題あり

<ウォータージェット加工>

- ・ランニングコストが高い、設備が高額等の課題あり

<丸鋸曲線切削+タンデムエンドミル曲線切削>

- ・第1工程: 丸鋸を採用した粗切断。曲線に沿った切断を可能に
- ・第2工程: タンデムエンドミルによる加工。丸鋸切断端面をエンドミルにより仕上げ

(特徴)

- ・CFRPの加工速度の高速化と加工時間の短縮
- ・加工精度・加工能率の改善
- ・加工コストの低減化

研究開発の成果/目標を達成

工具の開発

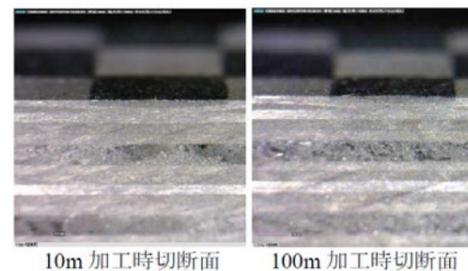
- 曲線切削を可能とし、かつ高耐久性を有する丸鋸を開発
- 粗・仕上げ加工を2軸で分担し、高速かつ高耐久性エンドミルを開発

加工装置の開発

- 丸鋸湾曲制御装置、丸鋸旋回装置及び制御プログラムの開発
- 2軸タンデムエンドミル装置の開発及び制御プログラムの開発

CFRP切断面比較

～合金にR状にスリットを入れたタイプの鋸を用いた5mRの耐久試験により、当初目標の80mを上回る100mまでの切削が可能となった。また、両端支持エンドミルの耐久試験でもCFRPの積層構造が確認できるほど良好な切削面が得られた～

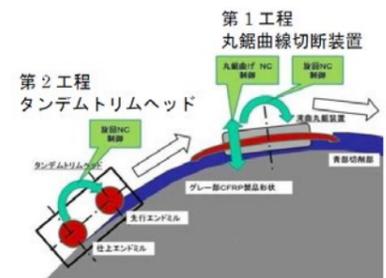


新切削加工技術の確立

- 10mm厚の航空機用CFRPにおいて、丸鋸による曲線切削加工では、5mR、送り速度3m/分にて耐久力100mを達成。再研磨使用回数は7回程度
- 同じく2軸タンデムエンドミルによる曲線切削加工では、5mR、送り速度1m/分にて耐久力70mを達成。再研磨使用回数は4回程度

新加工技術の工程

～丸鋸曲線切断装置及びタンデムトリムヘッドはNC装置により6軸制御される。新加工方法では第1工程で丸鋸曲線切断装置にて粗加工を行い、第2工程はタンデムトリムヘッドで仕上げ加工を行う～



事業化への取組/実用化に成功、事業化は停滞中

事業化状況等

- 研究成果の一部を、現在の加工方法の改善に適用すべくテストを実施中
- 特許: 「曲線切削加工装置及び該装置用丸鋸」(特願2010-008629)
- 受賞: 静岡県「産業技術振興功績者」表彰(H23.11)
- 出展: 2012国際航空宇宙展(H24.10)、東京国際航空宇宙産業展(H23.10)、パリ航空ショー(H23.6)

効果

- 低コスト化 ➡ 従来のウォータージェット比でコストを40%削減
- 製作時間短縮 ➡ 従来のウォータージェット比で加工速度は6倍に

- 新製法の実現 ➡ 新素材の加工方法として新しい道を拓いた

今後の見通し

試作品を提供し性能評価を実施中。航空機以外用途も視野に入れる

- 川下企業へ試作品を提供し、性能評価・耐久試験、コスト検討を実施してもらっている
- メーカーの承認が必要なこともあり、短期間での事業化実現は難しいが、航空機以外にもCFRP等の難削材加工の需要は高まっており、それらの用途も視野に入れ、試作評価を受け入れ、継続してPRを行っていく

企業情報 株式会社オリオン工具製作所

事業内容 超硬刃物(チップソー、カッター、ルーター)、ダイヤモンド刃物(チップソー、カッター、ルーター)、工具の製造販売

住 所 静岡県浜松市浜北区染地台5-1-1

U R L <http://orion-tool.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 大澄信行

Tel 053-401-5511

e-mail n-osumi@orion-tool.co.jp

サブミリオード部品のハンドリングを可能にする マイクロ・パーツ・ハンドリングシステムの開発

プロジェクト名 微細部品の搬送・組立のための実用的なマイクロ・パーツ・ハンドリングシステムの試作開発

対象となる川下産業 医療・福祉機器

研究開発体制 (株)森精機製作所、(株)入曾精密、東京大学、(株)微細工房

マイクロ・パーツ・ハンドリングシステム外観 (2次試作機)



【従来】

- サブミリオード部品の3次元的に自由度高く設置・脱着する作業は手作業であり、作業効率化には限界があった
- サブミリオード部品のハンドリング力向上による生産性の飛躍的向上が必要であった

【研究開発のポイント】

- 工具、工具を並進・回転させるマニピュレータを一体化した「マイクロハンド」を中核に、サブミリオード部品のハンドリングするマイクロ・パーツ・ハンドリングシステムを開発

【成果】

- 中小製造業の製造現場で導入可能な動作性、生産性、価格でマイクロ・パーツ・ハンドリングシステムを実現

【事業化への取組】

- 市場開拓に向け、微細加工トータル支援システムへと高めていく

研究開発のきっかけ

サブミリオード部品のハンドリングは手作業であり、効率化が必要

- サブミリオード部品の3次元的に自由度高く組み上げる手法は、一部領域を除き、確立されていない
- 部品の設置・脱着等は手作業であり、作業効率化には限界がある
- サブミリオード部品のハンドリング力向上による生産性の飛躍的向上が必要である

研究開発の目標

サブミリオード部品のハンドリング(マイクロ・パーツ・ハンドリング)技術を目指す

工具、工具を並進・回転させるマニピュレータを一体化した「マイクロハンド」を核に、中小製造業が導入可能なマイクロ・パーツ・ハンドリングシステムを開発する

目標①:1mm以内に収まるサブミリオードサイズの部品2個を、挿入・勘合・スライド挿入する動作が行えるシステム

目標②:段取り替えが容易に短時間で行えるシステム

目標③:中小製造業でも手軽に導入できる操作性と価格

【従来技術】

<マイクロピンセットでの手作業によるハンドリング>

(課題)

- ・肉眼による作業が困難
- ・適正な治具がない
- ・熟練工しか作業ができない
- ・機械的な作業に比べて単位時間当たりの生産性が低く作業コストが高くなる
- ・機械的な作業に比べて時間がかかる
- ・作業の再現性が低く、品質一定化が図れない

【新技術】

<マイクロ・パーツ・ハンドリングシステム>

(特徴)

- ・熟練工でなくても作業が可能
- ・手作業に比べて単位時間当たり生産性が高く作業コスト低減ができる
- ・手作業に比べて時間が短縮できる
- ・作業の再現性が高く、品質一定化を図ることができる

研究開発の成果

マイクロ・パーツ・ハンドリングシステムの仕様決定、構想設計

- サブミリオードの微細部品の搬送・組立作業に必要な機能を分析し、システムの仕様を決定
- 第1次試作機を製作し、その評価を行った

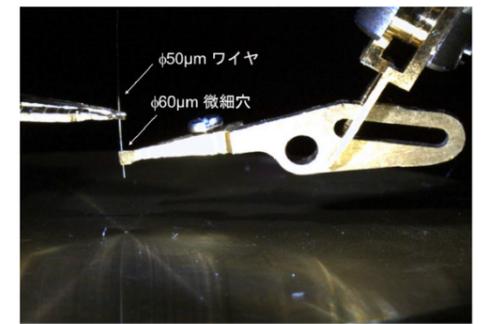
第2次試作

- 第1次試作機の評価により抽出された課題を克服した、第2次試作機を製作した
- 第2次試作機は2台製作して評価を行い、量産化への課題をさらに明確にした
- 段取り替えを容易にするために、照明の適切化、カメラの改良、テーブル構造の改良等の工夫を実施。目標②を達成

量産化に向けて

- 市場にインパクトを与える使用方法を考案し、PR用のデモンストレーションシステムを構築
- 製品化に向けて工業デザインを取り入れた設計を行い、商品価値の向上を図った
- 中小製造業でも導入可能な販売価格に見通しをつけ、目標③をほぼ達成

φ60μmの微細穴にφ50μmの微細ワイヤを通す作業の様子～片方のグリップにφ60μmの微細穴が開いている部品を掴み、もう一方のグリップにはφ50μmの微小径ワイヤを保持して、挿入の作業を行っている様子。目標①を達成～



デザイン案の一つ

～商品価値を高めるために、工業デザインを導入～



事業化への取組

今後の見通し

市場開拓に向け、微細加工トータル支援システムへと高めていく

- さらに微細加工、組立の汎用性を拡大し、市場を切り開くためには微細加工を行うためのトータルな支援システムが必要
- 微細部品加工用のCAMシステムや治具システムの開発を行い、微細部品製造システムの完成へとつなげて行く計画

開発された製品・技術のスペック

グリップ総移動量	水平左右移動軸	40mm
	前後移動軸	40mm
	上下移動軸	14mm
	水平旋回軸	90度
	垂直旋回軸	60度
	前後出退軸	15mm
	旋回軸	360度
カメラ	300万画素CMOSカラー、CCTVレンズ	
標準視野範囲	8.3×6.2mm	
拡大・縮小倍率	モニター倍率69倍(100%) キャプチャー倍率10%～1,600%	
パソコン	Windows7、23インチモニター	
本体の重さ	14kg	
本体の大きさ	巾536mm奥行き425mm高さ545mm	

企業情報 株式会社森精機製作所

事業内容 工作機械(マシニングセンタ、数値制御装置付旋盤及びその他の製品)の製造及び販売

住所 愛知県名古屋市中村区名駅2-35-16

URL <http://www.moriseiki.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 ユニット統合実行部 GM 中南成光

Tel 0743-53-2572

e-mail nakamina@moriseiki.co.jp

難削材 CFRP に対する新たな切削加工技術の開発と専用加工機械の製造

プロジェクト名 CFRP部材（難切削材料）の切削加工を低コストで可能とする専用加工機械の開発

対象となる川下産業 航空・宇宙、自動車、建物・プラント・橋梁

研究開発体制 (公助)岐阜県研究開発財団、宮川工業(株)、大同大学、岐阜県工業技術研究所

試作開発機



【従来】

- 航空機等で導入が進む炭素繊維強化型プラスチック (CFRP) は難削材であり、切削工具の寿命が短く、加工精度にも問題が多い
- より経済的で高精度な穴あけ、トリミング等の切削加工技術の確立が望まれる

【研究開発のポイント】

- CFRP 部材向けの穴あけ加工、トリミング加工を低コストで実施できる専用加工機械を開発

【成果】

- 航空機用 CFRP 部材を加工するドリル等の刃物寿命を延ばすことができる切削加工技術を開発し、その技術を搭載した低価格の CFRP 専用加工機械を開発した
- 当該技術を応用し、将来需要が見込まれる自動車等の輸送機産業や洋上風力発電のプラントの加工に向け、派生展開を目指す

【事業化への取組】

- CFRP 加工用刃物の長寿命化に関する補完研究を実施中。H26 年度の実用化を目指す

研究開発のきっかけ

難削材 CFRP に対する経済的・高精度な切削加工技術が必要

- 航空機等で、新素材の炭素繊維強化型プラスチック (CFRP) の導入が広がる
- CFRP は難削材であり、切削工具の寿命が短く、加工精度にも問題が多い
- より経済的で高精度な穴あけ、トリミング等の切削加工技術の確立が望まれる

研究開発の目標

CFRP 切削加工向けの穴あけ加工、トリミング加工を低コストで実施できる専用加工機械を開発する

- 穴あけ加工機価格 ➡ 従来の半額以下へ
- 工具寿命 ➡ 穴あけ加工: 500mm/本、トリミング加工: 4m/本
- ランニングコスト低減 ➡ 穴あけ加工: 40%減、トリミング加工: 50%減 (切削長 100mm 当たり)

【従来技術】

(課題)

- CFRP 専用機械がなく、高価な 5 軸制御の超大型汎用工作機械が必要
- 工具寿命を延ばすために高価な工具が必要
- 制御技術 (ソフト) が複雑で難しい

【新技術】

(特徴)

- CFRP 加工に特化した専用機械の開発
- 通常の市販工具で対応
- 砥石を使用した研削仕上げ加工
- 制御技術 (運用ソフト・システム) を専用にして簡素化

研究開発の成果 / 目標を概ね達成

切削加工・研削試験と評価

- CFRP 部材加工工具の寿命延長に向け、5 軸マシニングセンター、高速度カメラ等で評価した結果、穴あけ加工では不等速加工が最適であり、表面粗さが改善すること、トリミング加工では揺動加工が最適であり、切削抵抗力和ランニングコストが半減することがわかった
- 砥石を用いた仕上げ研削加工につき、5 軸マシニングセンターによるジャイロヘリカル研削加工評価により、開発機 (ハンディタイプのジャイロ穴あけ機) は、大径穴あけにおいて加工時間、表面粗さともに良好なことを確認

専用機械の設計製作と簡易機械運用システムの開発

- 確立した切削加工・研削加工の技術を搭載した機械を設計製作。その機械を効率的に運用できる機械動作ソフトを開発し、実用化を図る

加工面の品質目標値と実績値

項目	既存工具 (超硬) の一般的な場合	目標値	実績値	
欠損・剥離	最大高さ A	0.3mm	0.2mm	0.25mm
	最大幅 B	1.0mm	0.8mm	0.5mm
表面粗さ	Ra=10μm	Ra=3.2μm	Ra=3.2μm	
穴径	-0/+0.10mm	-0/+0.076mm	-0/+0.10mm	

事業化への取組 / 実用化に時間がかかる (補完研究中等)

事業化状況等

- H26 年度の実用化に向け、補完研究中
- ロボットを組み込んだ 7 軸制御の加工機は完成し、試作加工を実施済 (機械装置が大型なため、川下企業での試作加工は条件が厳しい状況)
- 特許: 「穴加工方法」 (特願 2009-135648)、「回転砥石装置」 (特願 2010-192006)
- 新聞: 日本経済新聞「新素材加工、安く精密に」 (H23.12.16)

効果

- 低コスト化 ➡ 開発機は現在使用されている 5 軸制御加工機と比して 50% 以上の低コスト化を実現
- 長寿命化 ➡ CFRP 加工用刃物の長寿命化につき、不等速穴加工で 20%、揺動加工で 40% の

効果を確認。CFRP 以外の難削材加工でも長寿命化効果の可能性があると判明

今後の見通し

刃物の長寿命化に関する補完研究を実施中であり、H26 年度の実用化を目指す

- CFRP 加工用刃物の長寿命化に関し、CFRP 材の不等速穴加工、揺動トリミング加工と CFRP と金属等を重ね合わせて穴開け加工する試験を実施中
- 刃物メーカーからの依頼で専用の加工ユニット開発を行い、試作機を完成させ、現在刃物の実証実験を行っている
- H26 年 6 月の実用化を目指す。実用化後は、航空機産業への導入を足がかりに自動車、洋上風力発電プラント関連産業をターゲットに販路開拓を狙う

企業情報 宮川工業株式会社

事業内容 金属工作機械・機器の製造・販売

住 所 岐阜県関市宮河町 1-1-1

U R L <http://www.miyakawa.com>

主要取引先 川崎重工(株)、三菱重工(株)、日本車輛製造(株)、JFE エンジニアリング(株)、トピー工業(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 工場長 上田和哉

Tel 0575-22-1411

e-mail ueda@miyakawa.com

工程設計を自動化し、加工時間が最短となる加工法を導出する5軸加工向け工程設計自動化ツールの開発

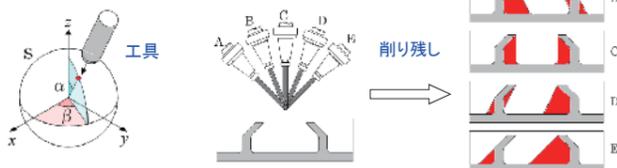
プロジェクト名 短時間5軸加工法を導出するための切削形状解析と自動工程設計の研究開発

対象となる川下産業 自動車、航空・宇宙、医療・福祉機器

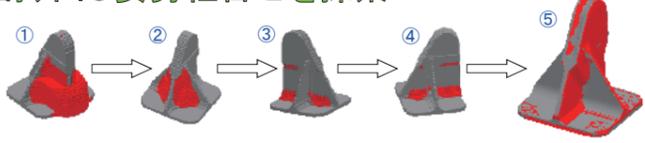
研究開発体制 神戸大学支援(同)、ソフトキューブ(株)、(株)草川精機、クボタシステム開発(株)、神戸大学

5軸加工向け自動工程設計システム

工具姿勢探索シミュレーション



割り出し姿勢組合せを探索



5軸加工における工具種類、工具径、工具姿勢、突出し量を自動的に決定。

【従来】

- 5軸加工ではCAMシステムの高度な機能を使いこなす必要がある。また、その入力情報となる加工工程の設計は、未だ人の技能に依存している
- 熟練技能者が決定した加工法案が最適かどうかの検証もできない

【研究開発のポイント】

- 工程設計を自動化し、加工時間が最短となる加工法を導出する5軸加工向け工程設計自動化ツールを開発する
- 工程設計における人の作業工数を従来比で半減させることを目指す

【成果】

- 素材と加工形状の3次元CADデータからシミュレーション技術を駆使して加工に使用する工具の選定と工具姿勢の決定を支援する自動工程設計システムを開発した

【事業化への取組】

- パイロットユーザーを探索中。受注開発でのベースとなる中間製品としての販路開拓を進める

研究開発のきっかけ

5軸加工の工程設計は、熟練者の技能に依存している

- 5軸加工ではCAMシステムの高度な機能を使いこなす必要がある
- その入力情報となる加工工程の設計は、未だ人の技能に依存している。また、熟練者が決定した加工法案が最適かどうかの検証もできない

研究開発の目標

工程設計を自動化し、加工時間が最短となる加工法を導出する5軸加工向け工程設計自動化ツールの開発

- 一体化部品・複雑形状の工程設計における人の作業工数を従来と比較して50%以上削減する

【従来技術】

<現行の5軸加工>

- (課題)
- ・加工工程の設計は未だシステム化されておらず、人の技能に依存
 - ・最適な加工法案を検証できない
 - ・工程設計を熟練技能者に依存していることが、CAM活用の技術的ハードルとなり、普及を阻んでいる

神戸大学技術等の適用

- ・体積速度による加工時間近似計算に基づく工具の自動選定プログラムの開発
- ・除去領域算出及び工具経路生成による加工時間予測に基づく工具姿勢の自動決定プログラムの開発

【新技術】

<5軸加工向け工程設計自動化ツール>

- (特徴)
- ・非熟練技能者でも工程設計が可能、教育支援にも有効
 - ・低コスト化・短納期化による国際競争力アップ
 - ・余剰時間で一体化部品・複雑形状等高付加価値製品の生産力アップ

研究開発の成果／目標を達成

体積速度による加工時間近似計算に基づく工具の自動選定プログラムの開発

- 体積速度による加工時間近似計算に基づく工具選定支援ソフトウェアを開発
- 使用工具や工具突出し量等、技能者が考案する時間が不要となり、CAM作業時間が短縮

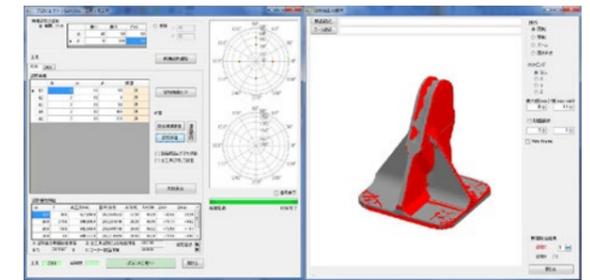
除去領域算出及び工具経路生成による加工時間予測に基づく工具姿勢の自動決定プログラムの開発

- 加工除去体積の計算にボクセルモデルを用いた工具姿勢決定支援ソフトウェアを開発
- 計算時間の短縮、計算精度の改善を目的に、加工除去体積の計算にZマップを用いた工具姿勢決定支援ソフトウェアを開発
- ソフトウェアが決定した工具と工具姿勢により満足する加工結果が得られ、CAM作業における試行錯誤がなくなった

実証システムの開発と評価

- 工具選定支援ソフトウェア及び工具姿勢決定支援ソフトウェアの検証と改良を繰り返し、実証システムを開発した
- 検証用モデルを対象に、実証システムを用いた工程設計と技能者による工程設計の所要時間を比較し、作業時間が50%以上短縮できることを確認した

Zマップ方式のソフトウェア
(左：工程コントロール画面、右：ビューワー)



作業時間の計測結果

～実証システムを利用しなかった場合の作業時間5.75時間に対し、利用した場合に作業時間は2.5時間で、約56%の時間短縮がなされた～

実証 状況	加工考案	実用的な工具選定	CAD/CAM作業	修正	実加工
なし	1h	1.5h	2.5h	0.75h	1.5h
あり	0.5h	0.5h	1.5h	1.5h	1.5h
人による作業: 5.75h			機械による作業		
人による作業: 2.5h			機械による作業		

事業化への取組／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- H24年度の実用化に成功
- ユーザが試用可能なシステムあり(有償)
- 出展：近畿情報システム産業協議会「ビジネスカンファレンス」(H24.6)等

効果

- 複雑形状化 ➡ 一体化部品・複雑形状の切削加工で利用される5軸加工及びCAMシステムの自動化を実現
- 工数削減 ➡ 一体化部品・複雑形状の加工工程設計における人の作業工数を従来比50%以上削減

- 低コスト化 ➡ 上記工数削減により、加工にかかる労務費を削減

今後の見通し

パイロットユーザーを探索中、中間製品としての販路開拓を進める

- 機械メーカー、CAM事業者等をターゲットに、パイロットユーザーを探索中
- 最終製品段階では、個別ユーザ毎に仕様すり合わせが必要であるため、受注開発でのベースとなる中間製品としての販路開拓を進める
- 当面は現行仕様にて市場の反応を確認し、改善の方向性を見極める予定

企業情報 ソフトキューブ株式会社

事業内容 受託開発ソフトウェア業
住所 大阪府守口市京阪本通2-3-5
URL <http://www.softcube.co.jp>
主要取引先 パナソニック(株)、三菱重工業(株)、クボタシステム開発(株)、(株)京セラソーラーコーポレーション、(株)大塚商会

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業部営業グループマネージャ 早川裕治
TEL 06-6991-6881
e-mail hayakawa@softcube.co.jp

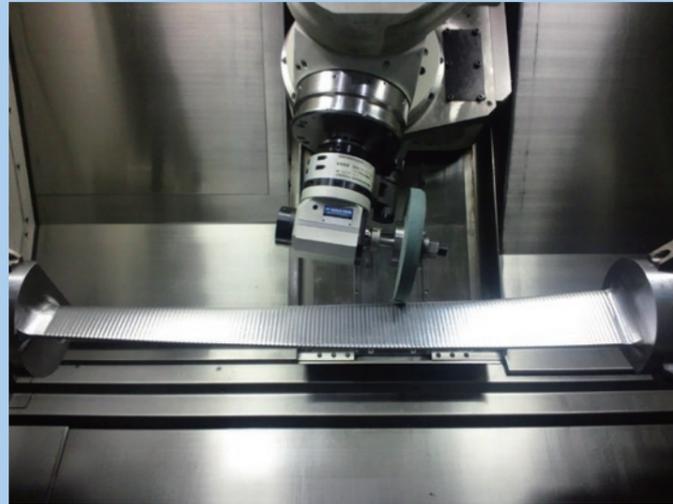
次世代工法、新保持具、新工具、新設備等の開発により無人化の連続加工を実現し、コスト半減を目指す

プロジェクト名 ガスタービンエンジンの難削材複雑形状部品の加工技術の高度化の研究

対象となる川下産業 航空・宇宙・環境・エネルギー

研究開発体制 (公)新産業創造研究機構、(株)ナサダ、(株)ニートレックス本社、東京農工大学

ガスタービンの加工状況



【従来】

○航空機及び発電用ガスタービンのタービンブレードは、重要部品であるために従来工法からの変更が難しく、コスト低減が困難だった

【研究開発のポイント】

○タービンブレードに関する次世代工法、新保持具、新工具、新設備等を開発し、無人化の連続加工を実現し、コスト半減を目指す

【成果】

○発電用ガスタービンエンジン用タービンブレード加工精度を向上させ、エンジンの効率の向上につなげる。またジェットエンジン用タービンブレードの高効率加工でコスト低減を図る

【事業化への取組】

○実用化に成功。量産化に向けたテスト加工、設備仕様検討を実施しており、H25年度の事業化を目指す

研究開発のきっかけ

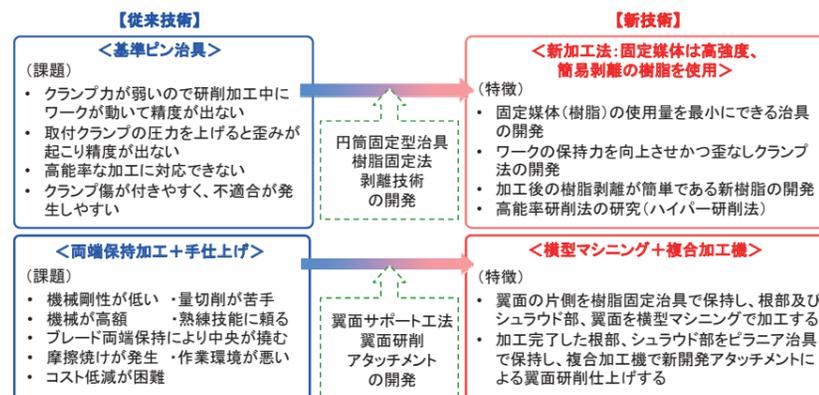
航空機用タービンブレードの加工では、コスト低減が困難

- 航空機及び発電用ガスタービンのタービンブレードは、重要部品であるために従来工法からの変更が難しく、コスト低減が困難
- 安定品質確保、コスト削減等により、今後大幅な増加が見込まれる航空機エンジン市場において、国際競争力を強化する必要がある

研究開発の目標

次世代工法、新保持具、新工具、新設備等の開発により無人化の連続加工を実現し、コスト半減を目指す

- 航空機用タービンブレードはクランプ歪みなしの新保持具を開発して研削を高効率化(加工時間を30%短縮)し、品質向上とコスト低減を実現する
- 発電用タービンブレードは高効率切削工法と翼面の磨き加工を機械化して、品質を安定させつつ無人化を図り、コスト低減を実現する



研究開発の成果/目標を概ね達成

タービンブレード用の円筒治具固定法の開発

- 水崩壊樹脂によるブレード固定技術を開発し、加工応力に対し十分な保持力を確保
- 航空機用ブレードの翼面を歪みなく樹脂で固定して研削できる治具を開発。高精度保持が可能に
- 高効率ハイパー研削技術により、大型タービンブレード翼面研削加工法を確立
- 従来の切削加工法を研削加工で行うことを実現。翼面粗度向上、手仕上げ廃止が可能に

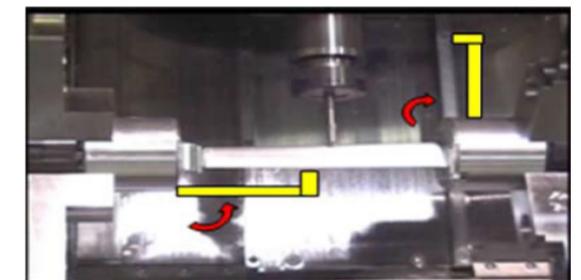
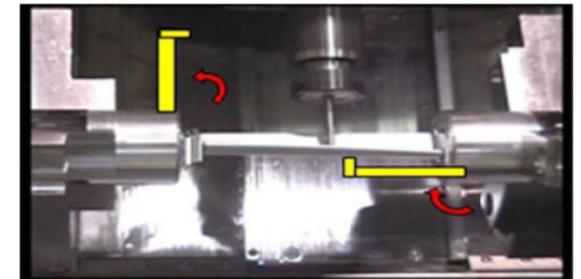
ブレード両端固定とサポート工法の研究開発

- 翼面サポート平面治具の開発を行い、歪みなく保持し、加工応力に十分耐えられる治具構造を確立
- ブレード翼面を水崩壊性樹脂で治具に固定し、両端部(ルート部、シュラウド部)を切削・研削する治具構造を確立
- 平面治具に基準ピンを設け、その周りに樹脂を流し込む構造により、ブレード固定で歪みが起きない治具を開発
- 翼面加工中のブレードの撓み及び加工中のビビリ防止のためのサポート工法を開発。歪み削減の効果を確認
- 研削アタッチメントにハイパー研削を可能にす

る、内部クーラント供給構造を開発。重研削加工を実現し、高能率研削技術を確立

翼面サポート工法のイメージ

～翼面サポート工法により、翼面切削加工から研削加工までを連続して行い、翼面磨き工程の機械化を実現～



事業化への取組/実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- 実用化に成功。H25年度の事業化を目指す
- 特許:「ブレードの樹脂充填保持装置、ブレードの樹脂充填固化方法、長尺ブレードの樹脂充填固化加工装置、長尺ブレードの樹脂充填固化加工方法」(特願2009-257496)
- 新聞:日刊工業新聞『「基盤技術で勝ち抜く」新タービンブレード加工技術』(H24.9.3)

効果

- 精度向上 → 現状の加工精度公差の半分以下の精度、表面粗度公差の1/2以下の粗度の製品を実現

○新製法の実現 → 機械化により精度のバラツキをなくし、機械加工工程への統合による工程削減を実現

今後の見通し

量産化に向けたテスト加工、設備仕様検討を実施

- 川下企業と守秘義務契約を結び、図面等のデータを用いて、新技術によるサンプル品を製作して、評価をもらった
- サンプル品に対し、さらなる表面粗度の向上への要望があり、量産化を目指したテスト加工と設備仕様の検討を実施中
- H25年3月頃までに量産に向けた試作品を製作。H26年4月からの量産品販売を目指す

企業情報 株式会社ナサダ

事業内容 航空機エンジン部品、航空機機体部品、ガスタービンエンジン部品、油圧機器部品等の製造及び付帯サービス

住所 兵庫県姫路市阿保甲 1-1

URL <http://www.nasada.co.jp>

主要取引先 川崎重工業(株)、三菱重工業(株)、(株)クボタ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 常務取締役工場長 進藤茂實

Tel 079-223-1765

e-mail nasada@nasada.co.jp

難削材を高精度・低コストで加工する技術を確立し 医療、航空分野での製品化を目指す

プロジェクト名 難削材の高精度加工技術の開発

対象となる川下産業 医療・福祉機器、航空・宇宙

研究開発体制 (財)奈良県中小企業支援センター、奈良精工(株)、北里大学、セルテスコメディカルエンジニアリング(株)

新加工法により得られた試作品
(左、中：人工股関節（骨頭、臼蓋）、右：スフェリカルベアリング）



【従来】

- 医療機器製品（人工股関節等）及び航空機部品（スフェリカルベアリング等）では、難削材の加工方法の確立が、高精度化につながる
- 川下企業からは常に、加工品の高精度化、低コスト化、軽量化が求められている

【研究開発のポイント】

- 難削材コバルト・クロム・モリブデン（Co-Cr-Mo）合金、チタン合金（Ti-6Al-4V）を用いて、ミクロンオーダーの真球度、良好な表面粗さが求められる人工股関節、スフェリカルベアリング等を精密切削加工する技術の確立を目指す

【成果】

- Co-Cr-Mo合金等難削材の切削加工精度、研磨加工精度の向上を実現
- 医療機器としてはCo-Cr-Mo合金による流体潤滑をする人工股関節、航空機部品としては軽量化を目指したチタン合金によるスフェリカルベアリングの製品化を目指す

【事業化への取組】

- 切削・研磨加工の精度向上に向けた補完研究を継続中

研究開発のきっかけ

難削材の加工技術の高精度化、低コスト化、軽量化が求められている

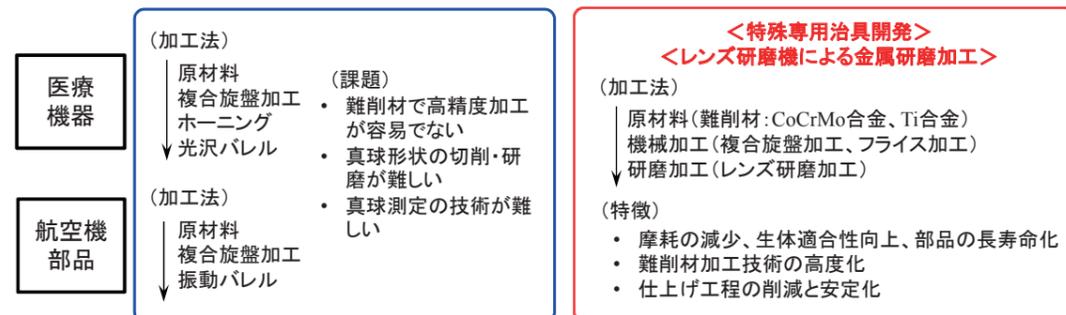
- 医療機器製品（人工股関節等）及び航空機部品（スフェリカルベアリング等）では、難削材の加工方法の確立が、高精度化につながる
- 川下企業からは常に、製品の高精度化、低コスト化、軽量化が求められている

研究開発の目標

難削材 Co-Cr-Mo、Ti-6Al-4V を用いて人工骨頭、スフェリカルベアリング等を精密切削加工する技術を開発

- Co-Cr-Mo合金製品の切削加工 ➡ 潤滑面 Ra = 0.25μm、真球度 10μm
- Co-Cr-Mo合金製品の研磨加工 ➡ 潤滑面 Ra = 0.005μm、真球度 0.5μm
- Ti-6Al-4V製品の切削加工 ➡ Ra = 0.5μm、真球度 5μm
- Ti-6Al-4V製品の研磨加工 ➡ Ra = 0.01μm、真球度 1μm

【従来加工法】 ➡ 【新加工法】



研究開発の成果／目標を一部達成

精密切削加工に向けた加工技術の開発

- Co-Cr-Mo合金の骨頭形状及びTi合金スフェリカルベアリング形状等の切削加工技術の確立を目指した
- 結果、前者で真球度4μm、表面粗さ0.05μm、後者で同1μm、0.07μmと目標を達成した

精密研磨加工に向けた研磨技術の開発

- Co-Cr-Mo合金の骨頭形状及びTi合金スフェリカルベアリング形状等の研磨加工技術の確立を目指した
- 結果、前者で真球度0.4μm、表面粗さ0.003μmと目標を達成。後者は同1.6μm、0.009μmと目標を一部達成した

生体適合性向上の流体潤滑条件の確立

- 振子法を用いた生体内関節環境を模擬したシステムを構築し、Co-Cr-Mo製人工骨頭と人工臼蓋を用いて摩擦係数の計測を行い、流体潤滑条件を見直した

- 結果、半径隙間が33μmで摩擦係数最良値0.0486と流体潤滑を示す値を得た

金属(Metal on Metal)人工股関節3種類の形状実測値/ASTM規格値/本研究目標値一覧

～本研究の目標値は、現在国内で市販中の3種の米国製金属人工股関節形状の実測数値、及び米国規格協会ASTMの規格値より厳しい。本高精度加工技術で金属人工股関節の潤滑面の製品化を図ることは、十分妥当であると言える～

社名	部品	呼び径 mm	隙間 μm	真球度 μm	粗さ Ra μm	粗さ Rz μm
Z社	骨頭	28	47.7	6.3	0.0018	0.0138
	臼蓋	28		3.7	0.0007	0.0043
J社	骨頭	36	41.8	12	0.0024	0.0145
	臼蓋	36		5.1	0.0007	0.0046
B社	骨頭	32	47.5	3	0.011	0.073
	臼蓋	32		10.4	0.0051	0.0172
ASTM規格 ¹⁾	骨頭/臼蓋			5	0.05	
研究の目標値	骨頭	32	10-30	0.5	0.005	0.15
	臼蓋	32		0.5	0.005	0.15

事業化への取組／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況等

- H30年度頃の実用化を目指す
- 受賞：「KANSAIモノ作り元気企業100社」、「なら発もの作りオンリーワン企業」(H22)
- 論文：「金属同士を摩擦面とした人工股関節の潤滑特性に及ぼす形状パラメーターの影響」([J0204-2]バイオトライボロジー(2))、「硬い材料同士の摩擦面を有する人工股関節の加工精度と流体潤滑性能」(OS-2(1)人工関節のバイオエンジニアリング(2))

効果

- 精度向上 ➡ Co-Cr-Mo合金の切削加工精度(最良値として、真球度4μm、表面粗さRa0.05μm)、研磨加工精度(真球度0.4μm、表面粗さRa0.003μm)、流体潤滑(半径隙間33μmで摩

擦係数0.0486μm)を確保

今後の見通し

切削・研磨加工の精度向上に向けた補完研究を継続中

- 精密切削・研磨加工の安定した精度確保のため、実用研究を継続。人工股関節では流体潤滑を目指した商品化の研究、スフェリカルベアリングではチタン合金による軽量化を目指した製品化の補完研究を継続中
- 切削加工精度向上に向け、丸駒チップのR精度が確保されているチップを開発中。新たな研磨設備を現在検討中
- スフェリカルベアリングはH32年4月の実用化を目指す。実用化後は、ベアリングメーカーへの販路開拓を狙う

企業情報 奈良精工株式会社

事業内容 光学機器、OA機器、医療機器、輸送関係の部品加工及びその他精密部品加工、医療機器では、歯科用インプラント材、整形外科用インプラント等がある

住 所 奈良県桜井市小夫3681

U R L <http://www.nara-seiko.co.jp>

主要取引先 ニスカ(株)、ソニー(株)、シスメックス(株)、コニカミノルタセンシング(株)、(株)サノハツ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 中川博央
Tel 0744-48-8511
e-mail hiroo.nakagawa@nara-seiko.co.jp

ELID研削を用いて人工関節摺動部の摩耗を軽減し 耐久性に優れ、人体にやさしい人工関節をつくる

プロジェクト名 ELID研削を用いた高能率・高精度表面処理による人工関節摺動面加工プロセスの構築

対象となる川下産業 医療・福祉機器

研究開発体制 (公助)岡山県産業振興財団、ナカシマメディカル(株)、(独)理化学研究所、岡山理科大学、上智大学、福岡大学、岡山大学

人工股関節シミュレータ及び試験に供した試作人工股関節



【従来】

○人工関節置換術が普及しつつある一方で、人工関節摺動面の摩耗によるインプラントの弛緩や金属イオン溶出による人体への悪影響が懸念されていた

【研究開発のポイント】

○電解インプロセスドレッシング (ELID) 研削を用いて、高能率・高精度表面処理による人工関節摺動面加工プロセスの構築を目指す

○ELID研削とは、電解現象の利用により研削加工中に砥石のドレッシング (目立て) が可能となり、常に最適な状態で連続的に長時間研削加工ができる研削法である。ナノレベルの表面加工が可能な、高能率・高品位加工法である

【成果】

○ELID研削を用いて、人工関節摺動部の複雑曲面や凹凸面への応用を図ると同時に、加工時の表面硬度の上昇や不動態皮膜の形成により、人工関節摺動面の摩耗によるインプラントの弛緩や金属イオン溶出を防止

【事業化への取組】

○実用化に成功。さらなる性能向上に向けた補完研究を実施中

研究開発のきっかけ

耐久性に優れ、人体にやさしい人工関節が望まれる

- 国内では、年間約15万人を超える重度な関節疾患の患者に対し、除痛と関節機能の回復を目的に人工関節置換術が行われている
- 一方、人工関節摺動面の摩耗によるインプラントの弛緩や金属イオン溶出による人体への悪影響が懸念されている

研究開発の目標

ELID研削を用いて高能率・高精度表面処理による人工関節摺動面加工プロセスの構築を目指す

- 複雑局面形状及び表面改質材への応用 → ELID加工品にて表面粗さRa < 0.02μm、形状精度 < 0.01mm
- ELID研削表面における摺動特性評価 → 多面的なデータを総合的に評価、加工ノウハウの蓄積
- 金属イオン溶出、生体安全性の検証 → 金属イオン溶出量抑制、アレルギー反応抑制

【従来技術】

【新技術】

<研削機+手仕上げ研磨>

(課題)

- ・最終の手仕上げで表面粗度が向上する反面、形状精度が低下し、個体差が生じる
- ・砥石の目潰れや目詰まりが生じる

<電解インプロセスドレッシング研削>

(Electrolytic In-process Dressing)

(特徴)

- ・高い形状精度と同時に表面粗度の向上が実現可能である
- ・加工時と同時に表面改質(酸化被膜)効果が期待される
- ・研削と研磨を1工程で行うことが可能であり、加工工程の短縮が見込めるため、低コスト化が期待される
- ・砥石の目詰まりが抑制されるため、加工表面の表面性状が安定する

研究開発の成果/目標を概ね達成

複雑曲面形状及び表面改質材への応用

○人工関節の凸面(骨頭)・凹面(臼蓋側カップ)・複雑(大腿骨コンポーネント)形状に対しELID研削加工を試み、表面粗さRa < 0.02μm、形状精度 < 0.01mmを達成

ELID研削表面における摺動特性評価

- シミュレータ試験により、摩耗は摺動初期に発生し、なじみの進行により潤滑状態が改善する例を確認
- HIPシミュレータ試験を行ったCo-Cr合金の骨頭は、ELID処理を施すことで、変質層が減少することを確認
- カップ自身にELID処理を行わなくても、組合せる骨頭にELID処理を施すことで、結晶相転移が防止されることを確認
- Co-Cr合金にELID研削を施したところ、材料特性評価ではLow-C材よりHi-C材の方が悪い耐食性・耐摩耗性向上につながる等が明らかに

金属イオン溶出、生体安全性の検証

- 擬似体液中で溶出される金属イオン濃度を評価
- Co-Cr合金単体の評価では、酸化被膜の膜圧化が金属イオン溶出量低減に結び付くことを確認
- 動物試験(in vitro及びin vivo)による生体安全性検証の結果、病理標本ではELID処理により線維細胞様の被膜が生じ、金属の溶出を抑制

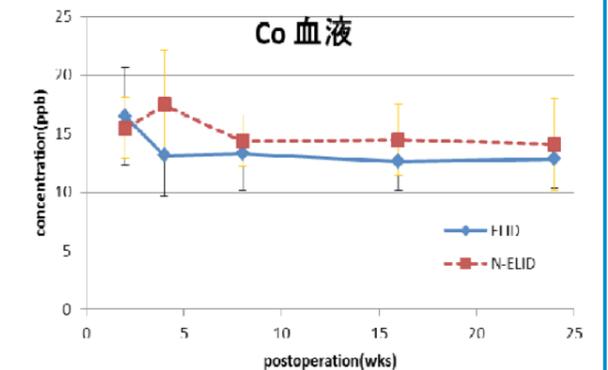
ELID研削骨頭表面粗さ(上)・形状精度(下)測定結果
～表面粗さ、形状精度のいずれの項目でも目標値を実現することに成功～

	(目標値: Ra<0.02μm) 単位(μm)		
	0度	45度	90度
骨頭①	0.005	0.006	0.008
骨頭②	0.007	0.006	0.007
骨頭③	0.008	0.007	0.008

	(目標値: R18.95-0.01=φ37.9-0.02) 単位(mm)		
	1st	2nd	3rd
骨頭①	37.884	37.884	37.884
骨頭②	37.889	37.887	37.887
骨頭③	37.886	37.886	37.886

血中の金属イオン濃度(Co)

～金属イオンの溶出が生体に及ぼす影響について、他元素分析分光光度計を用いてMo、Cr、Coを観察したが、ELID処理の有無により有意差は認められなかった～



事業化への取組/実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- 実用化に成功。H29年度の事業化を目指す
- 人工股関節のサンプルあり
- 論文: Mizutani et al, Surface generating process of hyper-hemispherical shape for artificial hip joints with high smoothness and biocompatibility

効果

○精度向上 → 表面精度 表面粗さRa < 0.02μm、形状精度 < 0.01mm

今後の見通し

さらなる性能向上に向けた補完研究を実施中

- 製品の一応の完成はみたが、さらに性能を上げるための検討を進めている
- 部品の耐摩耗性向上と精度向上を目指し、研究を継続
- 特殊な症例(例: 高い運動性を持つ患者)に対しての製品化を検討中

企業情報 ナカシマメディカル株式会社

事業内容 人工関節、骨接合部材の製造販売
住所 岡山県岡山市東区上道北方688-1
URL <http://www.medical.nakashima.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

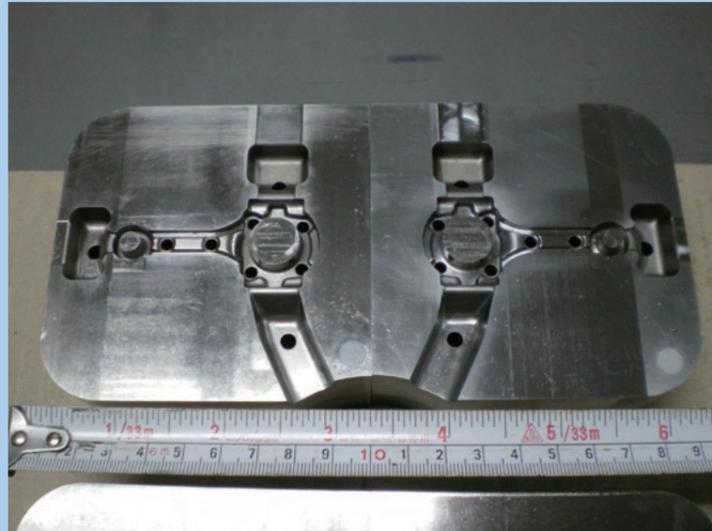
連絡先 開発部開発グループ課長 西村直之
TEL 086-286-9200
e-mail n-nishimura@nakashima.co.jp

難削材を安全かつ経済的に切削する技術を確立し、 耐摩耗性の高いダイキャスト金型を開発する

プロジェクト名 高靱性・耐摩耗性鋳鉄材を金型材料に適用するための切削加工技術の開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械・建設機械、自動車、食品製造

研究開発体制 (財)東予産業創造センター、(株)テラマチ、室蘭工業大学、愛媛県産業技術研究所
製作したダイキャスト金型の外観（耐久確認用）



【従来】

- 自動車産業では鋳造部品の高強度化に伴い、それを製作するダイキャスト金型にも耐摩耗性が求められている
- この要求に応えるため靱性・耐摩耗性に優れた新規鋳鉄材の適用を試みるが、熱処理後の鋳鉄材は難削材であり、切削加工が困難であった

【研究開発のポイント】

- 切削加工と放電加工を最適に組合せ、低コスト(1/3以下)な難削材加工技術を確立する
- 従来金型比3倍以上の耐久性を持つダイキャスト金型を開発する

【成果】

- 新加工法を提案・採用することで安全に、経済的に切削可能な施工法を開発
- 難削材である耐摩耗性機械部品においても切削加工を取り入れた部品製作が可能に
- 耐摩耗性の高いアルミダイキャスト金型、プラント等の補強部品等としての製品化を目指す

【事業化への取組】

- 材料開発や切削加工技術向上に向けた補完研究を実施。H25年度中の実用化を目指す

研究開発のきっかけ

金型の耐摩耗性に向け、難削材である新規鋳鉄材の適用が必要

- 自動車産業では鋳造部品の高強度化に伴い、それを製作するダイキャスト金型にも耐摩耗性が求められている
- この要求に応えるため靱性・耐摩耗性に優れた新規鋳鉄材の適用を試みるが、熱処理後の鋳鉄材は難削材であり、切削加工が困難である

研究開発の目標

低コストな難削材加工技術を確立し、従来金型比3倍以上の耐久性のあるダイキャスト金型を開発する

- 切削加工と放電加工の最適な組合せを確立 ➡ 従来工具鋼並みの加工精度(公差0.003mm以内)、加工時間短縮(1/5)
- 熱処理技術の向上 ➡ 耐摩耗性、熱処理後切削加工性の最適バランス
- 靱性・耐摩耗性に優れた鋳鉄材(特許3737803号)をダイキャスト金型材料に適用 ➡ 金型耐久性向上(3倍)、コスト低減(1/3)

【従来技術】

- ・ダイキャスト金型の素材として工具鋼(ダイス鋼やプリハードン鋼)を用いているが、高度な耐久性(耐摩耗性)を必要とするニーズには応えられていない
- ・金型を無垢材から切削加工しているため切削量が多く、難削材を放電加工のみで加工すると時間がかかりコスト高となる

(課題)

- ・金型の耐摩耗性が劣る
- ・切削量が多く、加工時間がかかり、コスト高

【新技術】

- ・ダイキャスト金型素材として、工具鋼にかえて、高靱性・耐摩耗性鋳鉄材を使用し、切削量を削減するため鋳造により粗金型を製作した後、組織の変態によるさらなる耐久性の向上のための最適な熱処理条件を見出す
- ・次に、この材料に適した切削加工技術の開発や切削加工と放電加工との最適な組合せ方法を確立することで、高靱性・耐摩耗材仕様のダイキャスト金型を開発する

(期待効果)

- ・金型の耐摩耗性向上(従来比3倍以上の耐久性)
- ・加工時間短縮(1/5以下)→コスト低減(1/3以下)

発明の名称:球状バナジウム炭化物含有高マンガン鋳鉄材料及びその製造方法(特許3737803号)

研究開発の成果/目標を一部達成

鋳鉄材に最適な熱処理技術の確立

- 熱処理条件を決定し、テストした結果、結晶の微細化、硬度の低下を確認する一方で、結晶粒界上に炭化物は析出せず
- 水靱処理を施すことで、微細炭化物の増加等の効果を確認

難削材加工技術の確立

- 刃先の加工部全域で切削速度がゼロとならない傾斜切削を採用。かつ、刃物に発生する背分力を切削機械にフィードバックして加工諸元を制御する加工法を採用
- これにより安全、経済的な切削施工法を開発でき、難削材である耐摩耗性機械部品においても切削加工による部品製作が可能に

耐摩耗性金型製造技術の構築

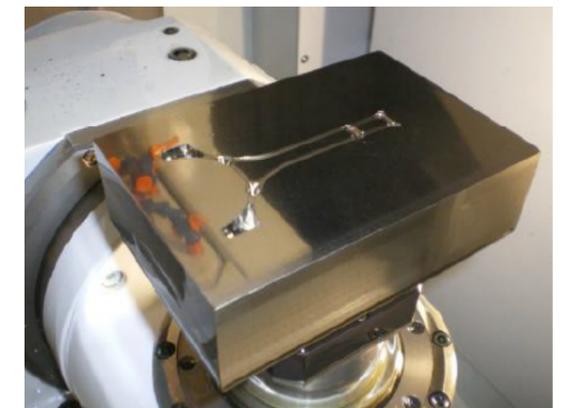
- 自動車向けアルミ鋳造用金型への特殊耐摩耗性鋳鉄材料の適用に向けた金型製作技術を確立
- 切削加工法と放電加工の組合せにより小型金型を製作。アルミダイキャストをテスト生産
- 結果、切削除去量の激減、放電加工の最小化により、小型金型の加工時間が従来比1/3(中型以上だと従来比1/5)に

コンロッド加工時間実績

～金型製作において、約1/3の加工時間短縮をほぼ達成。スケールアップを実施することで1/5の加工時間短縮も可能であることが分かった～

	SKD61		球状バナジウム炭化物鋳鉄	
	32.5H	超硬	5.5H	CBN
MC 荒加工	32.5H	超硬		
MC 仕上加工	4.5H	超硬	5.5H	CBN
放電加工	4.42H		5.25H	
磨き加工	8H		8H	
トータル時間	48.42H		18.75H	
加工時間比率	100%		37.94%	
削減率	-		62.06%	

コンロッド金型



事業化への取組/実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況等

- H25年度の実用化に向け、補完研究中
- 試作機・サンプルなし

効果

- 耐摩耗性向上 ➡ 開発中の金型は、従来材料より耐摩耗性が向上している
- 低コスト化 ➡ 傾斜切削及びフィードバック制御を活用した加工時間短縮(従来比1/3)

今後の見通し

材料開発や切削加工技術向上に向けた補完研究を実施

H25年度中の実用化を目指す

- サポイン事業で残った課題を引き続き研究中。現在、材料の成分の見直しを実施し、材料開発も取り組み中である。また、本耐摩耗性材料の切削加工技術向上の補完研究も実施する予定
- 本研究成果である切削技術を利用して金型以外の用途への展開も対応中。H25年度中の実用化を目指す

企業情報 株式会社テラマチ

事業内容 精密機械部品製造・組み立て並びに金属熱処理

住 所 愛媛県西条市丹原町池田1261

U R L <http://www.teramachi.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 専務取締役 寺町英樹

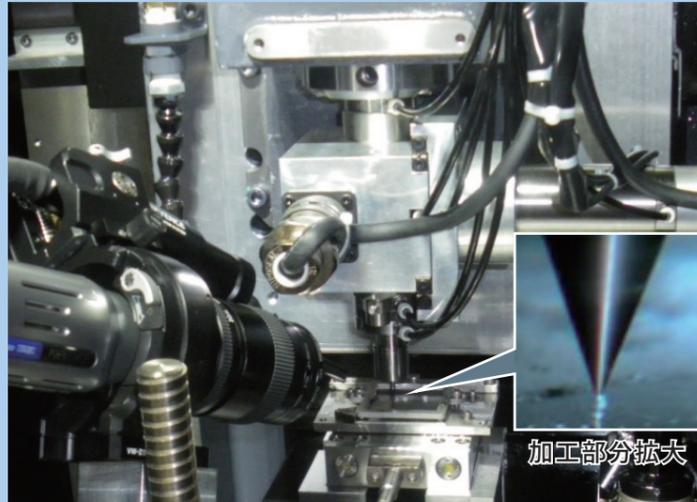
Tel 0898-68-7016

e-mail h_teramachi@teramachi.co.jp

ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル穴等に要求される微細穴加工において高精度・リアルタイムで工具の折損を検知する機能を持った微細穴加工機を開発

- プロジェクト名** 工具折損検知手法によるノズル穴の高精度微細加工技術の開発
対象となる川下産業 自動車、不織布産業、医療機器、半導体産業、通信機器、流体用ノズル等
研究開発体制 (公)北九州産業学術推進機構、(株)タック技研工業、福岡県工業技術センター

微細穴加工のテスト状況



【従来】

○従来の放電加工は穴の真円度や内面粗さ等加工精度が悪いため二・三次の仕上げ加工が必要とされている

【研究開発のポイント】

○高精度のスピンドルを開発し、工具による切削力を高精度で検出する

【成果】

○要求される加工精度を確保し、かつ、リアルタイムで工具折損を検知することによって連続加工を実現し歩留まり・品質向上を可能とした

【事業化への取組】

○各種燃料噴射ノズル穴の加工用として活用できるほか、各種の微細穴加工に適用できる

研究開発のきっかけ

加工精度が悪く高設備投資の放電加工に代わる高精度かつ低コストの工法が求められている

- 燃料噴射ノズル穴は、従来放電加工によって加工されてきたが、加工精度が悪い上に、高額な設備費も必要となっている
- これに代わる工法としてドリル加工が要望されているが、加工ノウハウが多く存在し一般的に適用できない
- 熟練した技術を要せずに高精度な加工及び低コスト化が求められている

研究開発の目標

高精度かつリアルタイムで工具の折損を検知できる微細穴加工機を開発する

- 高精度のスピンドルを開発 → 微細穴加工するために必要な高速回転での回転振れの抑制
- 切削力検出の高度化 → 検出器である磁性体の着磁精度向上と検出素子による微細加工力の検出を実現
- 穴加工システムの高度化 → ・微細穴加工機を試作し、加工実験を行い要求される精度を確保
・微細な切削力を検出してリアルタイムで工具の折損を検知

【従来技術】

<従来の微細穴加工>

【放電加工】

- ・高精度化に限界がある
- ・二次・三次の仕上げ加工が必要
- ・設備が高価

【新技術】

<開発する微細穴加工法>

- ・高精度のスピンドルを開発する
- ・微細な工具の加工力を検出する
- ・リアルタイムで工具の折損を検知する
- ・微細穴加工機を開発する

研究開発の成果／目標を達成

高精度な穴加工を実現するためのスピンドルを開発

- 軸変形が直接加工精度に影響を与えるため三次元CADによる変形解析等で設計値を確保した
- さらに、軸組上げ後の質量アンバランスも専用のフィールドバランス器を利用して許容値内とした
- 各部品すべては加工精度に影響を及ぼすため、振れ・同心度・直角度等すべて管理して精度確保
- 駆動部のブラシレスモータ及び軸受の発熱による影響を最小に抑えるため、適正な空気軸受の選定を行った
- その結果、動的回転振れ精度は目標値2.5μm以下を実現

微小な切削力を検出するための検出器を開発

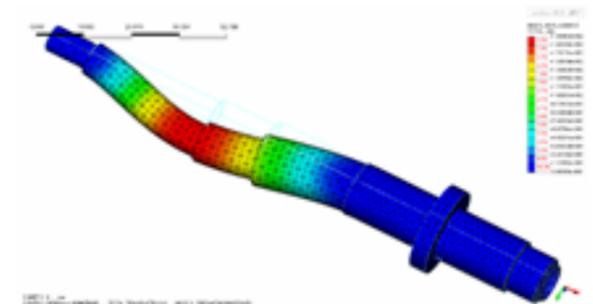
- スピンドルに組込み型の検出器とし、マグネットの正確なゼロクロス位置及び正確な検出が可能を検出器を実現・・・微小な切削力を検出した

微細穴加工機の試作機を開発

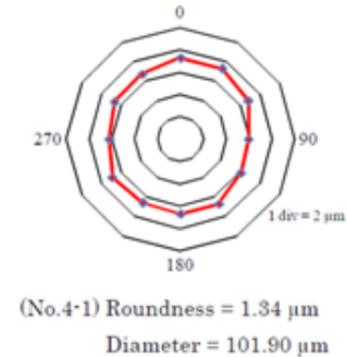
- 市販の工作機械よりも安価で川下企業の要望の床専有面積及び高さを抑えた
- 動特性は微細ドリルのため、機械の動きの影響を直接受けるため受入テストを実施し好評価
- 加工テストにおいてすべての評価テストに供する試作機であることが検証できた
・・・加工機の実用化の目途が立った

- 微細穴の加工精度は要求精度を満たした
- 微細穴加工時のリアルタイムでの切削力も検出でき、折損検出も可能となった

固有振動解析



穴0.1mm 真円度



事業化への取組／実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- H25年度にスピンドルユニット実用化、H27年度に微細穴加工機として実用化見込み
- 試作機(微細穴加工専用機)あり
- 特許:研究開発メンバーの福岡県工業技術センター(福岡県所有)特許の使用許諾契約締結
- 出展:JIMTOF2012(H24.11)にパネル展示

効果

- 高精度でリアルタイム工具折損検知機能付きスピンドルユニットを提供
- 生産性向上 → 歩留まりを向上した高品質加工及び多数穴の連続加工を実現

- 大規模設備投資不要 → 既存工作機に取付可能としたスピンドルユニットを提供
- 誰にも・容易に・確実に加工可能な微細穴加工機を提供

今後の見通し

実用化・製品化に向けて補完研究を推進する

- 低コスト化を図る実用化のための開発
- 各種用途に応じた折損検出システムの開発
- 実用化に向けた各種ソフト機能開発や製品化のための開発
- 同時に本格的に市場調査の活動も行う

企業情報 株式会社タック技研工業

- 事業内容** 穴加工やタップ加工機械、スピンドルモータ等の製造・販売
住所 福岡県北九州市八幡西区陣山2-7-36
URL <http://www.tacgiken.co.jp>
主要取引先 トヨタ自動車工業(株)、本田技研工業(株)、日産自動車(株) 他

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 動田良博
Tel 093-661-1777
e-mail yurita@tacgiken.co.jp

精細なデザインを実現する次世代ニードルパンチ技術を 開発し、布製品の付加価値を向上

プロジェクト名 次世代ニードルパンチ技術の開発

対象となる川下産業 衣料・生活資材

研究開発体制 富士吉田商工会議所、山崎織物(株)、(株)昭栄技研、山梨県織物整理(株)、(有)富士ウィーブ、山梨県富士工業技術センター

ニードルパンチ加工装置と、試作したニードルユニット



【従来】

○日本の繊維産業は、国内人口減少、原料の逼迫、人材不足という環境に加えて、輸入品の増加もあり出荷額が落ち込んでいる。海外が真似できない、新しい加工技術を開発し、日本の独自分野を確立する必要がある

【研究開発のポイント】

○高密度のニードルパンチ加工を実現し、精細な絵柄を表現する

【成果】

○ジャガードニードルパンチ装置により、写真やグラデーションを元にした忠実な加工・精細な表現を実現
○衣料品、雑貨品（ブランドバック、帽子、ショール、マフラー）他のデザイン等付加価値の向上

【事業化への取組】

○実用化に成功、事業化間近

研究開発のきっかけ

国内繊維産業は輸入品に押されて出荷額等が落ち込んでいる。日本ならではの加工技術が必要

- 国内の繊維市場は、人口減少や原料の逼迫、人材不足等で厳しい環境に置かれている
- 近年は海外からの輸入品の台頭により、出荷額等が大きく減少している
- 国内繊維産業の振興には、海外が真似できない高付加価値の製品の生産技術が必要

研究開発の目標

無地・ストライプだけでなく任意の絵柄を表現可能な新しいニードルパンチ技術を確立

- 絵柄を表現するための工夫 ➡ 特殊針を個々に上下させる機構を導入
- 絵柄の精度の確保 ➡ 1,000mm幅の布帛に対し、0.5mmピッチで2,000本の針をセット可能に
- メンテナンスのしやすさ維持 ➡ 従来のニードルパンチ加工装置と同様、特殊針の交換作業が容易

【従来技術】

<ニードルパンチ加工>

・従来のニードルパンチ加工製品は、原則として無地柄しか生産できない。ストライプの表現は可能ではあるが、針の頻繁な入れ替えが必要で、時間がかかるため生産コストが高くなってしまふ

<ニードルマシン加工>

・作業者が手作業で絵柄を表現することは可能であるが、再現性のある正確な絵柄の表現はできない。また、幾何学模形状は表現することができない

【新技術】

<高密度で針が独立駆動するニードルパンチ加工機構>

- ・1,000mm幅の布地に対して0.5mmピッチで2,000本以上のニードルを配置。針が個々に駆動する機構を持ち、絵柄や写真の表現を行うことが可能
- ・針交換が容易で、保守性が高い
- ・さまざまな布地に適した加工条件を確立

研究開発の成果／目標は概ね達成

高密度にニードルを配したパンチ加工機構を開発

- 電子ジャガード方式を応用して、ダイレクト駆動方式（耐久性が充分な糸を使用する前提で、構造を単純化）を採用
- アルミ製のニードルパンチカセットで軽量化を図り、1,000mm幅に対して合計2,048本のニードルを配置
- 需要等に応じて更に640本の針を配置する拡張エリアを確保

ニードルの交換を容易にする機構の導入

- 摩耗や折損の発生したユニットを特定して取り替えることを前提に、横16列×縦16列×8ユニットで2,048本のニードルを配することを設定
- ニードルとブッシュが離れてしまうことが無いように、ブッシュ形状を改造
- 特定のユニットのみを取り外して、ニードルを交換後位置合わせピンにより取り付け、位置のずれがなく継続して加工ができることを確認

適切な加工条件の探索

- ニードル加工深さ、上下回転速度、布送り量、加

工密度、加工する布の種類、リピート柄の加工といった様々な条件を試験し、最適な加工条件を検討

写真を元にしたニードルパンチ加工結果

（写真をスキャナでデジタル画像化した元データから制御データを作成し、加工を行った結果）



様々な直線・曲線の加工

～各形状が明瞭に加工でき、加工ムラのない加工を実現～



事業化への取組／実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 平成25年に実用化に成功、事業化間近
- サンプルは、依頼者との個別交渉の上で開示
- 特許：「装飾的なニードルパンチ加工装置」（特願2011-283032）

効果

- 新製法の実現 ➡ ファッション界は常に新素材、新加工技術を求めている。開発したデザインニードルパンチ技術は、織物加工において世界唯一の技術である
- 複雑形状化 ➡ 開発したデザインニードルパンチ技術を用いることにより、従来は難しかった、高感性の絵柄を表現することができる

今後の見通し

実用機の開発に向けて耐久テストを実施、課題を抽出しており、解決に向けてテストを継続中

- サポイン事業終了後は、定期的に会議を行い事業化に向けて補完研究を行っている。現在は、試作テストを終え、実用機開発に向け耐久テストを実施する他、川下企業にサンプルを提供し製品開発を行っている
- 耐久テストで課題が確認されており、これを解決するためにテストを重ねているところである
- コレクションに使いたいと言うトップブランドもあるが、装置の誤動作がみられるため、現段階では量産は不可能であり保留にしている。事業化においては、耐久性、誤作動の解消ができれば、すぐにも可能である

企業情報 山崎織物株式会社

事業内容 服地・ネクタイ・ストール・雑貨地の製造販売

住 所 山梨県南都留郡西桂町小沼1697

U R L <http://yamazaki-fabric.com>

主要取引先 (株)ホビー、永島通商(株)、(有)ドゥウィルキューデザイン、(株)フジチガラ、(株)笹倉商事

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 山崎泰洋

Tel 0555-25-2010

e-mail ym-tex@peach.ocn.ne.jp

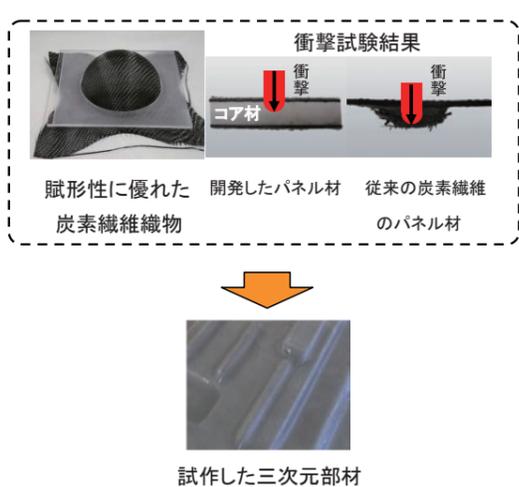
軽量性と耐衝撃性を兼ね備え、自動車等の軽量化に貢献する繊維強化コンポジットを開発

プロジェクト名 耐衝撃性の高い軽量繊維強化コンポジットの製造技術の開発

対象となる川下産業 自動車、医療・福祉機器、電機機器・家電

研究開発体制 (財)石川県産業創出支援機構、丸井織物(株)、クボタリサーチジャパン(株)、ワイエムポリマックス(有)、平松産業(株)、優水化成工業(株)、一村産業(株)、石川県工業試験場、東京大学

3次元コア材を使ったサンドイッチ構造複合材（最終成形品）



【従来】

○自動車用の炭素繊維強化複合材成形において複雑形状化、高速成形への対応や原材料コストの低減が求められている

【研究開発のポイント】

○繊維素材に対する織染表面処理によって、耐剪断性を大幅に向上

【成果】

○自動車の部材として必要な剛性や、高賦形性を兼ね備えた軽量繊維を実現
○自動車のボンネット、フェンダー、リアトランク等外板部分、床材、天井材等軽量化と耐衝撃性を同時に要求される部材に使用

【事業化への取組】

○実用化に成功、H26年度に事業化見込み

研究開発のきっかけ

自動車の車輻軽量化のため、炭素繊維強化複合材が導入されつつあるが、安全性とコストに課題

- 航空宇宙産業で実用化済みの炭素繊維強化複合材を、軽量化のために自動車へ導入し始めている
- 軽量で高剛性の航空機用複合材は高価であり、衝撃による破損が生じるおそれもある
- 高い剛性を持ち衝撃エネルギーを吸収できる、低価格の部材を開発することが必要

研究開発の目標

高剛性・高衝撃吸収力かつ加工時間・生産コスト低減の実現

- ポリアリレート液晶繊維の剛性向上 ➡ 耐剪断性を2倍に向上
- 賦形に伴う加工時間短縮 ➡ 深絞系上部の賦形に伴う加工時間を従来比から80%以上短縮
- 生産コストの削減 ➡ 構造用超軽量コア材を開発し、炭素繊維使用量を50%以下に削減

【従来技術】

- ・炭素繊維強化複合材が自動車部材に導入され、重量は約6割、燃費は約4割改善できる
- ・しかし、軽量で高剛性の航空機構造用複合材は高価である
- ・また、衝撃によって容易に破損し、飛び石や落石によって容易に貫通してしまうおそれがある

【新技術】

- ・炭素繊維強化複合材を主材とし、靱性補強のために有機系高張力繊維を同時に複合
- ・高剛性で衝撃吸収力にも富んだ素材特性を実現
- ・高い賦形性で、様々な形状の製品に適用可能
- ・作業時間、使用原料を削減し、低価格化に寄与

研究開発の成果／目標は概ね達成

剛性及び衝撃吸収力を大幅に向上

- ポリアリレート液晶繊維に対して表面処理を行い、耐剪断性を2.5倍（製錬品比）向上させることに成功
- 表面処理方法を吟味し、耐剪断性を2.5倍に向上させながら、賦形性を維持
- サンドイッチ構造の複合部品を試作し、炭素繊維単体比3倍以上の耐衝撃性を実現

加工時間を削減し、加工作業を効率化

- 2層ずつのブレードと織物を4層構造として賦形する際、4層をまとめて賦形し、加工時間を90%以上削減
- 仮止め効果が高いPTIR (Pseudo Transmission Infrared) 強化繊維をコミングルした生布を開発することで、裁断からプリフォーム成形までに要する時間を30分から1/3程度に削減
- コミングル加工した生布の効果として、繊維の角度ズレを防止することができることを確認

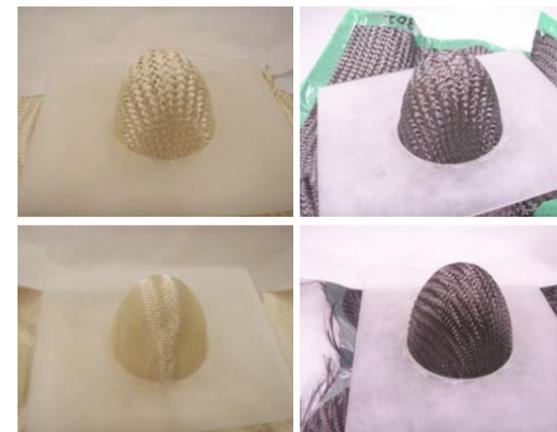
開発した繊維をサンドイッチ構造とし、高機能繊維の特性を低コストで発揮

- 炭素繊維、ポリアリレート液晶繊維の織物を軽量コア材にサンドイッチして成形。軽くて耐衝撃性

の高い成形品を低コスト化

- 型の製作費を要する生産型の利用を避け、コア材をそのまま心材型として流用し、成形コストを低く抑えることを可能に
- コア材の形状に合わせて基材パターンを変更し、ムラのない成形品を製作することを実現

賦形性の高いブレードと織物の試作



左上、ポリアリレート液晶繊維ブレード 右上、炭素繊維ブレード
左下、ポリアリレート液晶繊維織物 右下、炭素繊維織物

事業化への取組／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- 実用化に成功、H26年度に事業化見込み
- 有償サンプルあり(床材サンプル、易賦形織布サンプル、三次元発泡コアサンプル、コミングル織布サンプル)
- 新聞：北國新聞(H24.9.11)
- 雑誌：石川県工業試験場技術ニュースVol37(H24.4)
- 出展：JEC展(H24.3)
- 出展：NPLUS展(炭素繊維技術展)(H24)

効果

- 新方式の実現 ➡ 炭素繊維複合材はそのコストと耐衝撃性に問題があった。発泡コアとの組み合わせで軽量化を図りコストを従来材料に近づけ、なおかつ衝突時の安全性を高めた
- 低コスト化 ➡ 従来の炭素繊維複合材の問題点であった製造コストを、安価な発泡コアとの組み合わせで、強度を犠牲にせずに従来材料に近づけることに成功した

- 強度向上 ➡ 炭素繊維複合材では衝突時に樹脂で固められた繊維が破断、飛散し、二次災害が予想されるが、ポリアリレート液晶繊維を外周に配置することによりこの危険性を排除した

今後の見通し

新素材の開発は、より進んでいる。市場ニーズを把握し、様々な産業への展開を図る

- 省エネの機運が高まっている現在、事業化のための働きかけを強化する
- 本事業がサポインの採択を受けた時に比して、新素材の開発はより進んでいる。コストなどを再検討し、市場ニーズに即した開発を行っていく
- 不況が予測される自動車産業における事業化はより厳しくなっている。主目的とする自動車産業への働きかけを強化するとともに、他の産業界（ヘルメットなど防災産業、福祉産業など）への展開も図っていく

企業情報 丸井織物株式会社

事業内容 織物製造販売業
住 所 石川県鹿島郡中能登町久乃木井部 15
U R L <http://www.maruig.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 新事業推進室 室長 永井章裕
T e l 0767-76-2060
e-mail a.nagai@maruig.co.jp

リサイクルPETを用いた環境に優しい 多彩な難燃繊維の開発と実用化

プロジェクト名 高弾性と多彩な色彩を有する高機能性着色難燃繊維製造技術の確立

対象となる川下産業 繊維加工、自動車部品

研究開発体制 (株)高木化学研究所、豊橋技術科学大学、
あいち産業科学技術総合センター三河繊維技術センター

難燃性の燃焼試験および着色繊維の使用部位



【従来】

○自動車の内装用繊維として、着色難燃繊維に対する高機能化や軽量化の要求が高まっている。従来の難燃繊維は、大量生産・単色製品であり、少量多品種生産へ対応できないという課題がある。また、環境への貢献も求められている

【研究開発のポイント】

○着色難燃繊維の性能を高める紡糸技術を開発するとともに、リサイクルPETボトル原料を高効率で活用するシステムを構築

【成果】

○繊維製品として、自動車の内装材(天井用、リアシールド用、トランク用、ドア用)に用いられ、難燃バックキンの代わりに、繊維自身を難燃化することにより、約23%の軽量化を実現する
○リサイクルPETを原料として活用した高付加価値繊維製品を開発

【事業化への取組】

○H23年度に実用化に成功

研究開発のきっかけ

自動車の内装用着色難燃繊維を低コストで生産するとともに、国内で多数排出されるPETボトル由来原料の有効利用が求められる

○従来の着色難燃繊維は、大量生産方式や後加工での染色加工・難燃加工が必要なため小回りが利かない
○コストをかけて回収したPETボトルが海外へ流出している。資源の乏しいわが国では、PETボトルを再生ポリエステル原料として有効活用する必要がある

研究開発の目標

PETボトル由来の原料および環境に優しい着色繊維の高難燃化

- 高付加価値化 ➡ 繊維の多彩な着色(5グレード)と、高難燃化(3グレード)を可能にする
- 高弾性率化 ➡ 捲縮率を60%アップ
- 細物化 ➡ 単糸繊度を従来から33%細くする

【従来技術】

<現在の着色難燃繊維>

・従来の着色難燃繊維の生産方式は、大規模な生産向きであったり、後工程で着色または難燃加工が必要となってしまう。そのため、少量多品種の生産に向いていない

<現在のPET由来原料の使用>

・PET由来の原料は過剰品質であり、生産コストが高くなってしまふ

【新技術】

<着色顔料・難燃材のハイブリッド紡糸技術>

・新規の難燃剤を導入し、多様な色彩の発現と高い難燃性能を兼ね備えた着色難燃繊維素材を実現
・少量多品種生産に対応する、小回りが利く工程によって行う

<リサイクルPETボトルの高効率活用>

・粉碎後の比重分離・洗浄過程の研究により、使用目的にあった不純物除去精製を可能とし、低コストで高品位な原料を確保

研究開発の成果 / 目標は概ね達成

多彩な着色難燃繊維をラインナップ

- 繊維の着色に影響しない難燃剤を見出し、高度な難燃性と多彩な着色性を両立
- 難燃レベルや繊度、色彩の様々な組み合わせを試作し、25品番のラインナップを達成
- 使用部位、用途及びコストに合わせて、最適な製品設計が可能になった

捲縮性の簡便な評価方法を開発し、この方法によって試作繊維の性能を評価

- 従来の捲縮性能評価方法であるJIS法は高コストで熟練も必要のため、一般的な引張試験機を活用する方法を開発
- 新しい評価方法は、JIS法に準拠した捲縮特性値を、高い信頼性で得ることが可能
- 新評価技術により、特に細物繊維を高捲縮率化、混綿における作業性向上を達成し、不織布の風合いに対する捲縮性能の寄与を把握できた

リサイクルPET原料を効率的に活用可能なシステムを構築

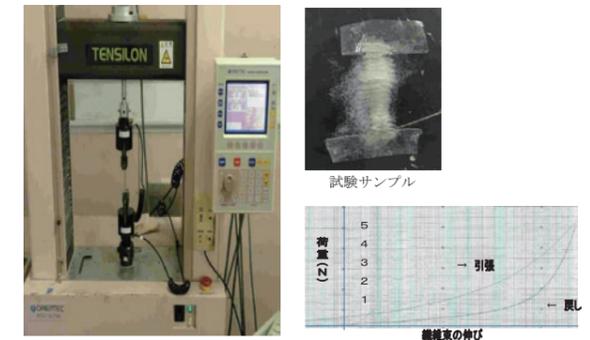
- リサイクルPETボトルの粉碎品の分離・洗浄及び、脱水～乾燥後のフレーク品の粘度特性を検討
- 新たに導入した比重分離・洗浄設備で精製したフレーク品を用いることで、良好な紡糸が可能

○比重分離・洗浄設備の排水は、処理を行うことで再度洗浄水に利用可能であり、環境負荷のないクローズドシステムとなる

従来品との比較及び開発品のラインナップ

高度化の目標項目	評価項目	機能	開発品	
			非難燃	高・中・低難燃
接炎回数	回	難燃性	×	高:◎、中:○、低:△
色彩	色	意匠性	◎	◎
強度	cN/dtex	機械物性	◎	高:○、中:○、低:◎
伸度	%	機械物性	◎	高:△、中:○、低:◎
単糸繊度	dtex	微細加工	3.3~17	◎
捲縮数	山/inch	弾性	◎	◎
捲縮率	%	弾性	未測定	高:○、中:◎、低:◎
残留捲縮率	%	弾性	未測定	高:○、中:◎、低:◎
耐光(候)性(ΔE*ab)		耐久性	顧客評価	◎

従来よりも簡便な捲縮測定方法を開発



事業化への取組 / 実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- 平成23年度に実用化に成功
- サンプル提供可能(有償/無償の別についてはケースにより異なる)特許:難燃性ポリエステル樹脂組成物、難燃性ポリエステル繊維、難燃材および難燃性ポリエステル繊維の製造方法(特願2010-118604、特開2011-246526)
- 受賞:あいち資源循環推進センター「愛知環境賞」(H23)
- 雑誌:ペットボトルから再生(kixクラブ大垣共立銀行誌、96号)
- 論文:着色難燃繊維不織布の性能評価(H24、三河繊維技術センター)

効果

- 軽量化 ➡ PET樹脂に、着色顔料と共に難燃剤を混練し紡糸することにより、難燃バックキ(裏打ち)をしなくても、自動車内装材の難燃自主規制と軽量化を達成
- 強度向上 ➡ 廃棄PETの高効率活用化、ハイブリッド紡糸および微細加工の融合技術により、難燃剤を含むにもかかわらず

らず、従来品同等以上の高強度・高弾性率・高捲縮を達成
○省エネルギー化・環境負荷削減 ➡ プロム系難燃剤の代わりに、無機リン系難燃剤を使用することで環境負荷削減、難燃バックキ工程の削減によって省エネルギー化達成

今後の見通し

川下企業の性能評価・耐久試験等を受け、更なる性能や生産性の向上、コスト低減のための研究を実施中

- サポイン事業終了後、川下企業へ試作品を提供し、性能評価・耐久試験を実施している
- 試験の結果や、客先の要望する性能アップ等のニーズ、生産性やコストを両立させる為の研究を継続中である
- 開発品の拡販・広告等の営業活動は、従来の顧客を中心に進めている。また、展示会等への出展による新規販売先確保に向けて、誠意活動中である

企業情報 株式会社高木化学研究所 片寄工場

事業内容 高木化学研究所片寄工場では、PET等のリサイクルにより、グリーンケミストリー、サステナブルケミストリーを目指した取り組みを実施しております。また地域社会と連携を図り、低炭素社会実現のためリサイクル事業を推進しております。その取り組みは創業当初より塩化ビニール、ナイロン、ポリエステルのリサイクル事業から脈々と受け継がれております

住 所 愛知県岡崎市片寄町字片寄6番地

【本製品・サービスに関する問合せ先】

U R L <http://takagi-kagaku.jp>
連絡先 片寄工場技術開発課
サブマネージャー 三島寛之
Tel 0564-82-2030
e-mail hiroyuki.mishima@takagi-kagaku.co.jp

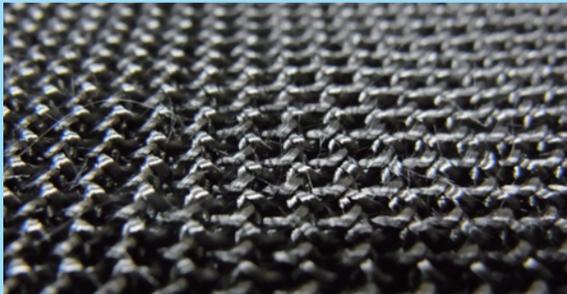
編物技術を用いることで、軽量でありながら十分な強度・耐熱性を持つ耐熱材を実現

プロジェクト名 編物技術を用いた環境対応型耐熱材・断熱材の開発

対象となる川下産業 自動車、航空・宇宙

研究開発体制 関西ティー・エル・オー(株)、北陸ファイバーグラス(株)、ヒロベ産業(有)、(株)リベックス、京都工芸繊維大学

無機繊維編み物



3次元中空編物複合材料 発泡成形品



【従来】

○自動車や航空宇宙分野における軽量化の要請から、三次元中空編物技術を各メーカーが開発しているが、適用対象が有機繊維のモノフィラメントを用いた内装材等に限られ、高耐熱性・高断熱性への対応が必要である

【研究開発のポイント】

○炭素繊維やアルミナ繊維などの高機能特殊繊維を三次元中空編物技術によって製編する技術を確立

【成果】

○自動車や航空宇宙分野で求められている、軽量かつ高性能な耐熱材・断熱材を開発

【事業化への取組】

○H26年度の実用化を目指し、補完研究中

研究開発のきっかけ

断熱材等の軽量化が必要であり、軽量の素材を耐熱材・断熱材として活用することが求められる

- 環境負荷低減等の観点から、自動車や航空宇宙分野における耐熱材・断熱材の軽量化が必要
- 三次元中空編物技術の活用による軽量素材が有望であるが、従来技術では、モノフィラメント以外の製編が困難
- 断熱性・耐熱性に優れた繊維を、三次元中空編物として製編することが必要

研究開発の目標

PBII&D法(低温プラズマ窒素イオン注入法)を用いた窒化処理を実現

- 特殊繊維の特性維持 ➡ 製編時の繊維強度低下を5%以下
- 耐久性の向上: 従来、800℃環境下で繰返し使用100回(SUS紡績糸編物) ➡ 同条件で繰返し使用300回
- 断熱特性の向上: ガラス中空編物複合材料で熱伝導率0.96W/m・k (JIS A 9511) ➡ 0.05 W/m・k (JIS A 9511)に

【従来技術】

<従来の三次元中空編物>

- ・モノフィラメント以外の製編は困難であり、近年の研究でガラス繊維についても対応可能となった。いずれの繊維も、自動車や航空宇宙分野で活用する際に多くの部材で求められる、十分な力学的特性や耐熱特性を満たさず使用用途が限られる
- ・炭素繊維やアルミナ繊維等、耐熱・断熱特性に優れた繊維を用いた編物は製編できない

【新技術】

<三次元中空発泡複合材料による耐熱・断熱材>

- ・耐熱材や断熱材に適した特殊繊維による製編が可能に
- ・力学的特性と断熱特性の両方を向上
- ・耐熱性を有するため、自動車分野や航空宇宙分野など、様々な分野における活用・応用が可能
- ・部材の軽量化を実現するものであるため、省エネルギー効果があり、環境に優しい

研究開発の成果/目標は達成

特殊繊維の三次元中空編物の製編を可能に

- 製編時の損傷を減少させるため、特殊繊維にシリコン樹脂・テフロン樹脂を表面処理し、特殊繊維の強度を維持
- 改良を行った編物機械により、特殊繊維を製編し、強度低下率5.0%の目標を達成。特殊繊維の三次元中空編物を可能に

三次元中空編物と発泡成形技術の組み合わせにより、軽量性と高断熱性を兼備

- 三次元中空編物の中空部分の充填に発泡樹脂成形を採用し、発泡条件を最適化
- 樹脂は基材に十分に含浸し、中空部分には発泡

樹脂が充填できたことを確認

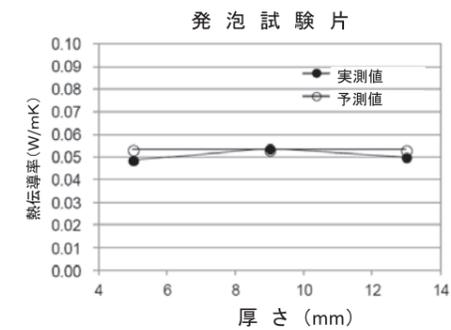
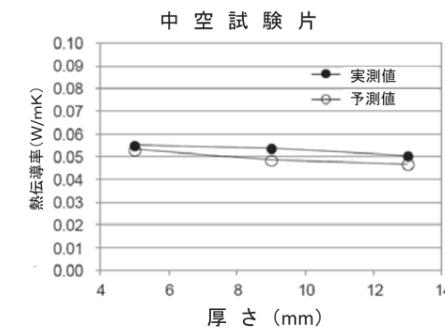
- 密度は0.5g/cm³以下であり、超低密度の断熱材の成形技術を確立した

耐久性・熱伝導率が充分であることを確認

- ステンレス繊維とシリカ繊維の混紡糸から作成した編物により、800℃の環境下において繰返し使用300回に耐える編物構造(従来のSUS紡績糸編物では100回)を得ることに成功
- 中空試験片、発泡試験片ともに目標としていた熱伝導率0.05W/mKを達成し、三次元中空編物複合材料が発泡スチロール並みの断熱特性(0.04W/mK)を有することを確認

熱伝導率試験の結果

～目標としていた熱伝導率0.05W/mKを達成～



事業化への取組/実用化には時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- H26年度の実用化を目指し、補完研究中
- 無償サンプルあり(ガラス繊維、アルミナ繊維などの無機繊維を用いた編み物基材)

効果

- 強度向上 ➡ 無機繊維の編製において、強度低下率5%以下また、三次元中空編物複合材料において、弾性率:3.22GPa、強度:37.4MPa以上
- 環境負荷削減 ➡ 三次元中空編物複合材料において、熱伝導率0.05W/mK

今後の見通し

自動車部品分野・船舶部品分野に対しては、H26年よりサンプル出荷予定。また土木建築分野に対しては既にサンプルを出荷しており、並行して編物機械の改良等に取り組んでいる

- サポイン事業終了後は、川下企業へ試作品を提供し、性能評価を実施してもらっている
- サポイン事業において、設定した各目標値は達成することができた。現在は実機において使用可能な編み組織の研究・編み物機械の改良・繊維の選定を実施している
- 土木建築分野からの引き合いがあり、既にサンプルを出荷し、施工試験を実施中である。また、自動車部品分野・船舶部品分野に対しては、平成26年よりサンプル出荷開始予定である

企業情報 北陸ファイバーグラス株式会社

事業内容 ガラス繊維等各種繊維の織物、編物加工製造
住所 石川県小松市那谷町も72
主要取引先 日東紡績(株)、富士ファイバーグラス(株)、サーモス(株)、エフ・アール・ピー・サービス(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 北村雅之
Tel 0761-65-1665
e-mail mkitamur@eos.ocn.ne.jp

新しい整経システムの開発により、小ロットに対応し、作業時間の大幅な削減を実現

プロジェクト名 高生産性・短納期対応・廃棄物削減を目指した整経システムの開発

対象となる川下産業 衣料・生活資材、自動車

研究開発体制 (公財)新産業創造研究機構、(株)片山商店、(株)丸萬、兵庫県立工業技術センター

フィラメント糸と一般の糸を繋ぐ実験



【従来】

○近年の繊維製品はトレンド変化の早さなどから、少量多品種生産が求められている。現方式では新デザインごとにたて糸を整経する必要があり、小ロットに対応しにくく、またコスト高の要因となっている

【研究開発のポイント】

○多種の織柄を1回の工程で行うことを可能とする

【成果】

○作業時間や排出される廃棄物を大幅に削減可能な整経システムを実現
 ○整経準備工程と整経工程を連動させたシステムとし、従来比で整経工程の作業時間1/10・納期1/3・廃棄物90%以上削減を実現する

【事業化への取組】

○H27年度の実用化を目指し補完研究中

研究開発のきっかけ

消費者ニーズの多様化により、生産現場での多品種小ロット生産への対応が求められている

- トレンドの変化が速い衣料分野において、特に強い要求がある
- 現在の製織前の整経工程は、デザインが変わる度に巻糸を交換するため、コスト増や長納期化につながっている
- 自動車の座席シートや内装生地は、消費者の嗜好多様化や特別仕様車の設定により、少量多品種生産で低コスト化・短納期化が求められる

研究開発の目標

整経工程の作業時間を大幅に削減するとともに、小規模生産時に大量に生じる廃棄物を削減

- 縞割工程の作業指示書から巻糸用のデータを作成する工程を自動化:
従来は熟練オペレーター2名で16時間の作業 ➡ 1名で1.6時間の作業に短時間化
- 整経クリールへの糸装着を自動化 ➡ 作業を効率化し、取り違えミスを排除

【従来技術】

<従来の工程>

- ・ 縦割り工程: デザイン図はパソコンで設計し、現場指図書は手書き
- ・ 小割工程: 数百個の巻糸を手で作成
- ・ クリールへの巻糸供給:
数百個の巻糸を手で供給
- ・ 糸繋ぎ工程: 前の糸端と数百個の巻糸を手で繋ぐ
- ・ 整経: 常時オペレーターの操作が必要

【新技術】

<自動化された整経工程>

- ・ 縦割り工程: デザインから現場指図書並びに小割工程、整経工程へもデータ送信
- ・ 自動小割工程: 糸を経糸パターンに合わせて繋ぎ数十個の巻糸を自動作成。バンド間に通常繊維とフィラメント加工糸とを繋ぎセンサーの役割
- ・ クリールへの巻糸供給: 従来の1/10の供給で可能とし、ICタグ管理によりミスを防止。残す糸数を減らすことにより廃棄物を減少
- ・ 糸繋ぎ工程: 従来の1/10の手間で可能
- ・ 整経: 無人運転が可能

研究開発の成果 / 目標は概ね達成

巻糸を個別に管理する技術を開発

- 多くの部分が手作業であった整経加工を自動化するために、様々なソフトウェアを開発
- 色糸数が給紙数の限界(18個)を超える場合に、クリールへの配置や供給する糸数等を自動計算できるようにソフトウェアを開発
- 従来熟練者が16~24時間かけて行っていた作業を、10分で行うことに成功

クリールへの巻糸装着の自動化による、装着ミスの防止

- コーン(クリールにセットする巻糸、またはその糸を巻くユニット)をクリールに装着する際のミスを防止するため、巻糸にICタグを装着し、個別の番号を付与
- クリール側の巻糸装着にセンサーを取り付け、ICタグと連携し、誤装着を防止
- 巻取りコーンにICタグを装着し、クリール装着時のミスをゼロに削減

糸長を管理し、安定した整経を実現

- 各種繊維の強伸度特性等を確認し、データベース化により、異なる番手、異なる染色された糸を繋いで整経する場合にも、糸の特性のばらつきや張力のばらつきの影響を低下させ、整経ロスの減少が可能

- 糸長誤差をデータベース化し、均一張力で糸を巻き取る装置を開発したため、糸長誤差を通常の1/4に(誤差0.5%)

経データ作成用ソフト シミュレーション例と製織実験結果



事業化への取組 / 実用化には時間がかかる

事業化状況等

- H27年度の実用化に向けて補完研究中
- 論文: 高生産性・短納期対応・廃棄物削減を目指した全自動部分整経システムの開発(日本繊維機械学会誌 第65巻第9号:H24.9)
- 出展: 日本繊維機械学会春季大会(口頭発表、パネル展示:H24.6)

効果

- 多品種少量生産に対応 ➡ 開発システムは、市場の少量・低コスト生産の要求に応えることを前提にしている
- ロス削減 ➡ 少量多品種生産対応した上で残糸量を減らし、廃棄物90%削減できる

- 納期・製作時間短縮 ➡ 開発システムは、従来システム比で、作業時間1/10、納期1/3

今後の見通し

サポイン事業における積み残しを解決するとともに、更なる改善をめざして補完研究を実施。今後の事業化に向け、活用方法の検討・提案を実施

- サポイン事業において積み残した(あるいは改善の余地のある)実用適用に向けての最適化検討、高精度・ミス低減・適用範囲向上、ソフトウェアの適用性向上、装置間の連携確認、マニュアルの整備、事業化に向けた検証・評価のための補完研究を継続中である
- 今後、事業化に向け、産地での活用方法を検討・提案を行っている

企業情報 株式会社片山商店

事業内容 繊維機械の開発、販売、メンテナンス
 住 所 兵庫県西脇市西脇1130-6
 U R L http://www.katayama-s.co.jp

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 片山象三
 T e l 0795-22-2613
 e-mail katayama@katayama-s.co.jp

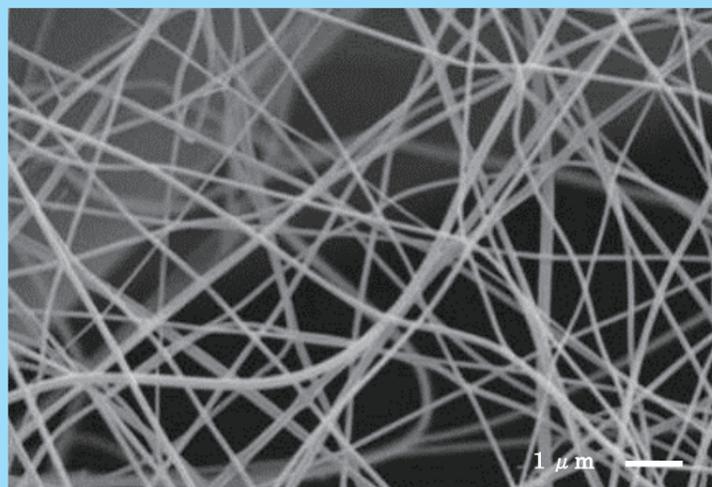
創傷被覆材や美容用フェイスマスク、化粧品等様々な用途での活用が見込まれる微細繊維複合不織布を開発

プロジェクト名 天然高分子原料を使用した微細繊維複合不織布の開発

対象となる川下産業 医療・福祉機器、衣料・生活資材、環境・エネルギー

研究開発体制 (公) 財えひめ産業振興財団、シンワ(株)、愛媛県産業技術研究所、(独) 国立高等専門学校機構新居浜工業高等専門学校

キトサン原料を溶解した高分子溶液から紡糸したナノファイバー



【従来】

○近年、医療分野において創傷被覆材を用いた湿潤療法(傷口から出る滲出液の成分を利用して傷の治りを促進する治療法)への関心が高まっている。柔軟性や皮膚への刺激がない製品が求められ、不織布の高度化が求められている

【研究開発のポイント】

○天然原料で生体親和性の高いキトサン等を利用し、肌へのフィット性が高いナノファイバー化して、付加価値を向上

【成果】

○ナノファイバー複合不織布を美容用フェイスマスク、創傷被覆材、エアフィルターの資材として用い、美容用フェイスマスクでは、従来品より肌へのフィット性や密着性、肌触り感を向上させた高機能商品を実現する

【事業化への取組】

○H25年に実用化に成功、事業化間近

研究開発のきっかけ

人体に密着する製品の観点から、安全性や柔軟性の高い不織布が必要となる

- 近年、キズや床ずれ治療に湿潤療法が採用されることが多く、より柔軟で安全かつ早く傷を治すことのできる創傷被覆材が求められている
- 美容分野において、美容用フェイスマスクの需要が高まっており、マスク形状やマスクに使用する不織布の高度化が求められている

研究開発の目標

安全かつ高性能な医療用品・美容用品に資する不織布を開発

- 天然高分子ポリマーの作製 → キトサン原料から高分子溶液を調整し、紡糸の原料とする
- 創傷被覆材として十分な吸水性の確保
- 創傷被覆材やフェイスマスクとして適切な肌触り感、密着性を発揮

【従来技術】

<従来品に対する要望>

- ・ 創傷被覆材
→ 傷をより早く治すこと、体の動きに合わせて柔軟であること、感染を防止すること、取り換え時に傷口や患部周辺への刺激がないこと
- ・ 美容用フェイスマスク
→ 保湿効果が高いこと、肌触りがよく使用感が良いこと

【新技術】

<天然高分子ナノファイバー複合不織布製品>

- ・ 生体親和性の高い天然高分子を用いることで、傷の治癒効果や、肌荒れ・ニキビ等の改善効果が期待できる
- ・ ナノファイバーは比表面積増大効果をもち、肌へのフィット感を向上させることが可能
- ・ 空気抵抗が少なく、空隙率が高い構造とできるため、様々な分野への展開が期待できる

研究開発の成果/目標は達成

ナノファイバー不織布製品としての適切な生産技術を開発

- 創傷被覆材用基材として高い吸水・保水性を持つ基材を開発
- キトサン溶液から紡糸を行う際の印加電圧、電極間距離等の条件を調整し、当初目標の3倍の生産速度を達成
- 作製されたナノファイバーは、時間が経過しても平均繊維径がほぼ変化せず、ナノファイバーの水準を維持

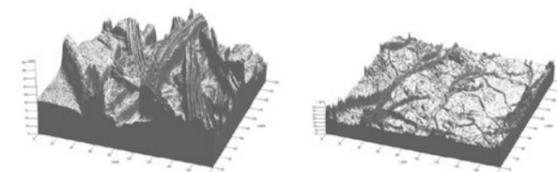
製品化に向けた検証テストを実施

- パイロット機によって作製したナノファイバー複合不織布は、基材不織布に比べて密着性・平滑性が高いことを確認
- 美容用フェイスマスクについては、キトサンナノファイバーと基材不織布を加工することにより、従来品と同様の加工が可能
- 皮膚刺激性試験を行い、肌に密着させる製品として十分な安全性を有していることを確認

○モニターテストでは、試作品の肌への密着性が高く、フィット性が向上したとの評価が得られた

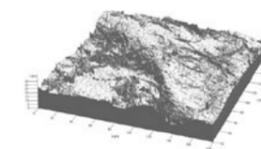
レーザー顕微鏡における表面拡大画像

～ナノファイバー面は基材に比べて平滑性が大きく向上～



(a) 基材面 (加工無し)

(b) ナノファイバー面 (加工無し)



(c) ナノファイバー面 (加工有り)

事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功、H25年度中に事業化見込み
- 雑誌:「関西バイオビジネスマッチング2012にてシンワが天然物由来のナノファイバー不織布を紹介」(不織布情報、H24.3月号)
- 出展: 関西バイオビジネスマッチング2012 (H24.2)
- 出展: ANEX2012 (H24.6)

効果

- 微細化 → キトサンナノファイバーは平均繊維径148nm、従来の不織布の約100倍の比表面積を有しており、肌へのフィット性、密着性が高い
- 低コスト化 → 紡糸条件によって生産性を向上させることと連続生産時の課題を解決することで、生産速度が目標値の3倍の結果が得られる
- その他 → ナノファイバーを複合することで高機能化、高付加価値化した製品が得られる

今後の見通し

化粧品用途については、H25年度中に販売を開始する予定。美容用フェイスマスクや創傷被覆材についても事業化に向け、研究開発を継続

- 複数社の川下企業へ試作品を提供し、性能評価・耐久試験を実施してもらっている。展示会へ出展し、積極的なPR活動を行って新規川下企業との取り組みを開始している。さらなる高機能化を目指した補完研究を継続して実施している
- 現在、美容用フェイスマスクは試作品の評価結果から高機能化を求められており、改良のための紡糸条件や製品設計の研究開発を継続している。創傷被覆材は性能試験と効果の検証について研究開発を継続している
- H25年度に化粧品用途での販売開始予定。研究開発を進めている高機能化した美容用フェイスマスクはH25年度上期に化粧品メーカーへ試作品の提供を進める

企業情報 シンワ株式会社

事業内容 不織布製品の開発・製造・販売
住 所 愛媛県四国中央市妻鳥町249-2
U R L <http://www.shinwacorp.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 商品開発室 リーダー 飛鷹良寿
T e l 0896-58-1103
e-mail yohidaka@shinwacorp.co.jp

カラフルで形状の自由度が高く、インテリア製品等にも利用可能な太陽電池用色素

プロジェクト名 色素増感太陽電池用色素の化学合成プロセスの開発

対象となる川下産業 燃料電池・太陽電池、電子機器・光学機器、化学工業

研究開発体制 綜研化学(株)、(独)産業技術総合研究所

有機増感色素MK-2の写真



【従来】

- 太陽電池セルに用いられる有機増感色素の合成方法は、従来、バッチ合成を何度も繰り返すため合成ステップ数が多く、合成過程で不純物が蓄積しやすい
- 一連の合成プロセスで発生する廃棄物(精製溶媒)が非常に多い

【研究開発のポイント】

- 目的生成物を高選択率・高収率かつ迅速に得られる高温高圧水マイクロリアクターの実用化
- 高純度の有機増感色素を合成する、ハロゲン化と鈴木カップリング反応に適用した化学合成プロセスの開発

【成果】

- 高温高圧水マイクロリアクター装置を用いた最適合成手法を確立
- 連続合成によるボロン酸エステルの合成手法を確立
- 変換効率と耐久性に関わる有機増感色素の純度を99.0%以上とするプロセスを完成
- マイクロリアクターによる連続合成および一貫した連続精製プロセスの開発により、精製工程で発生する廃棄溶剂量を大幅に低減
- 当技術による色素を用いカラフルで形状の自由度が高い太陽電池として活用可能

【事業化への取組】

- H24年度色素事業化開始、H27年度当技術実用化進める

研究開発のきっかけ

太陽電池セル用の有機増感色素合成方法は不純物が生じやすく、変換効率などが不十分

- バッチ合成を何度も繰り返す従来方法を用いる場合、合成ステップ数が多い
- 合成過程で不純物が蓄積し、最終製品中の不純物が多くなってしまふ
- 一連の合成プロセスで発生する廃棄物(精製溶媒)が非常に多い

研究開発の目標

高温高圧水マイクロリアクターの実用化と高純度有機増感色素の化学合成プロセスの開発

- 中間体の合成・精製時間を、従来のバッチ式リアクターに比べ6分の1に短縮
- 原料の収率を改善するリアクターを開発。現状50%を90%以上とする
- 精製工程でのE-ファクターを80以下とする
- 有機増感色素の純度を99.0%以上(従来は96%)とし、高変換効率と高耐久性を発揮

【従来技術】

<バッチ合成>

- ・バッチ合成を何度も繰り返すことから、合成ステップ数が多い

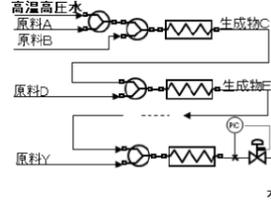
(課題)

- ・選択率が低いので製品中の不純物が多い
- ・変換効率と耐久性が低い
- ・収率が低いので高コストで量産化できない
- ・反応時間が長いので生産日数と労力が多い
- ・有機溶媒の排出量が極めて多い

【新技術】

<高温高圧水マイクロリアクターの実用化および多段連続合成>

(特徴)



- ・選択率が高いので製品中の純度が高く、変換効率と耐久性が高い
- ・収率が高いので低コストで量産化できる
- ・反応時間が迅速かつ連続であり、生産日数が短く労力も少ない
- ・水を反応溶媒としているので有機溶媒の排出量が極めて少ない

研究開発の成果/目標を達成

高温高圧水マイクロリアクター装置の最適合成手法を確立

- 高温高圧水マイクロリアクター装置の運転条件の最適化を図り、カップリング反応の2~4段階目までの最適合成手法を確立

ボロン酸エステル合成装置を開発し、収率90%以上を実現

- 連続合成によるボロン酸エステルの合成手法を確立
- ボロン酸エステルの収率を改善するプロセスを開発し、ボロン酸エステルの収率を現状の50%から90%以上とすることができた

連続精製装置を開発し、精製工程でのE-ファクター80以下を達成

- 連続抽出装置の設計と製作を実施し、抽出から濃縮・原料回収までの操作を連続自動化するシステムを完成
- 精製工程でのE-ファクターを80以下とすることができた

化学合成プラントの最適化を図り、有機増感色素純度99.0%以上を実現

- 太陽電池セルの高変換効率と高耐久性を発揮する有機増感色素の純度を99.0%以上とするプロセスを完成
- 製造コストに影響を及ぼすボロン酸エステルをベースとした全体収率を73%とすることができた(現状のバッチ式合成法では全体収率は14%)
- 色素増感太陽電池用有機色素を1kg/月以上製造可能なプロセスを確立
- 全体の合成工程でE-ファクターを100以下とすることができた

有機増感色素MK-2の性能

~合成した有機増感色素MK-2は、モル吸光度が高い、分子設計の自由度が高い、染色が速い(トルエンに可溶)などの特徴を有し、変換効率はルテニウム系色素(N719)と同等~

色素 dye	TiO ₂ [μm]	Jsc [mA/cm ²]	Voc [V]	FF	Eff [%]
MK-2	6	12.4	0.72	0.71	6.3
N719(参考)	6	10.3	0.79	0.77	6.3

Jsc: 短絡電流密度, Voc: 開放電流, FF: 形状因子, Eff: 変換効率

事業化への取組/実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- H24年度色素事業化開始、確立した当工業化プロセスをH27年度から適用予定
- 販売実績あり(色素増感太陽電池の複数のモジュールメーカーに色素を販売)
- 特許:「高温高圧クロスカップリング」(特願2011-180854)
- 学会発表: 杉村理恵「高温高圧水-マイクロリアクターを用いた鈴木カップリング反応」(H23.3)、橋爪隆「高温高圧水-マイクロリアクターを用いた化学合成プロセスの開発」(H24.9)

効果

- 低コスト化 → 製造期間が大幅に短縮され、量産化した色素増感太陽電池用色素の生産コストは従来バッチ生産方式に対し1/3以下が達成できる

- 安定供給 → 開発した化学合成プロセスでは色素増感太陽電池用色素を1kg/月以上の安定供給ができる

今後の見通し

モジュールメーカー各社に試作品を販売しながら販路の拡大を目指す

- 川下企業へ色素増感太陽電池用色素を販売して、性能評価と耐久試験を実施してもらっている
- 化学合成プロセス全体の目標である色素の純度向上、全体収率向上、合成プロセス改善による時間短縮、生産量増加、E-ファクター低減の検討を行い、色素の低コスト化を更に進める予定

- 色素増感太陽電池については、実用化研究が進められている段階で、市場はまだ小さいのが現状である。各社のモジュールメーカーに試作品を販売しながら販路の拡大を目指す

企業情報 綜研化学株式会社

事業内容 粘着剤、微粉体、特殊機能材、加工製品の製造・販売

住所 埼玉県狭山市広瀬東1-13-1

URL <http://www.soken-ce.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 執行役員・プロセス開発室長 山本一己

TEL 04-2954-3476

e-mail yamamoto@soken-ce.co.jp

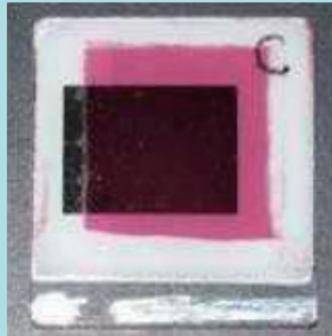
過酷な環境に耐え得る太陽電池モジュール用裏面保護フィルムの開発

プロジェクト名 薄膜系太陽電池モジュールの長寿命化を可能とする高水蒸気バリア性・高耐久性バックシート用素材及びバックシート多層成形技術の開発

対象となる川下産業 燃料電池・太陽電池、環境・エネルギー

研究開発体制 恵和(株)、和歌山県工業技術センター

封止した有機薄膜太陽電池



○太陽電池モジュール用裏面保護フィルムの耐久性の向上として、85℃×85%環境下3,000hの促進試験にて、物性維持を実現

【事業化への取組】

○耐加水分解PETタイプのバックシートを実用化。結晶系太陽電池モジュール向けにH25年度に販売開始予定

【従来】

○薄膜系太陽電池の軽量・薄型化のためガラスレス化が求められており、金属箔を積層した樹脂シートからなるバックシートが従来、用いられている
○金属箔バックシートの場合、絶縁処理の工程が必要となるなど、生産性が著しく低下する問題がある

【研究開発のポイント】

○軽量化・薄膜化及びフレキシブル化が可能で、高い水蒸気バリア性を持ち、かつ高耐久性を有する薄膜系太陽電池モジュール用バックシート素材の開発
○水蒸気バリア性及び耐久性を高めるため、開発した素材シートへの多層積層フィルム化技術を開発し、薄膜系太陽電池モジュール用バックシートを製造

【成果】

○高いバリア性を有するバックシート素材の開発に成功
○耐加水分解PETの開発に目途がつくとともに、耐久接着剤に関する検討が進展
○小型有機薄膜太陽電池を用い新規開発したバリアシートの耐久性を検証

研究開発のきっかけ

薄膜系太陽電池のガラスレス化に用いられている金属箔バックシートは生産性が低い

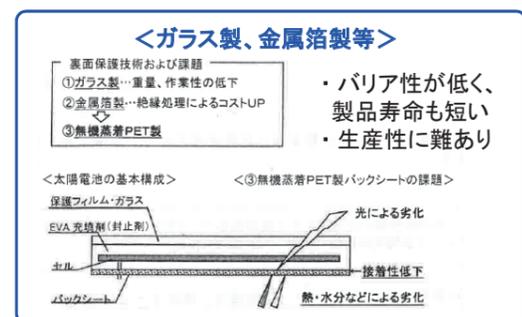
- 金属箔を積層した樹脂シートからなるバックシートを用いた場合、絶縁処理工程が必要となるため生産性が著しく低下してしまう
- 薄膜系太陽電池では、透過性のある、シースルー・採光タイプなどの太陽電池も開発されており、この点でも、金属箔を使用しない透明バックシートが必要

研究開発の目標

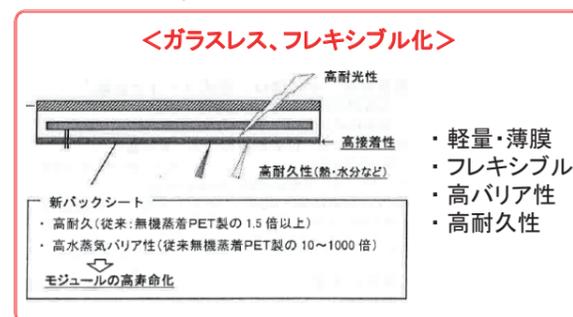
軽量・薄膜で、バリア性と耐久性に優れた素材からなる薄膜系太陽電池モジュール用バックシートの製造

- 高水蒸気バリア性 ➡ 水蒸気透過度0.01～0.001g/m²・day (従来無機蒸着PETの10～1,000倍)
- 高耐久性 ➡ 現状(2,000時間以上で劣化)の1.5倍以上の長寿命化
- 封止剤との易接着性 ➡ 各種封止剤との熱密着性40N/cm以上

【従来技術】



【新技術】



研究開発の成果／目標を概ね達成

高いバリア性を有するシート素材(フィルム)の開発に成功

○目標としていた、耐久性評価試験(85℃×85%、2,000時間)にて、水蒸気透過度0.1～0.01g/m²・dayの素材開発を実現

耐加水分解性PETの開発に目途

○PCT評価で、一般PETの場合は50時間で強度・伸びの低下がみられるのに対し、耐加水分解性PETでは、75時間まで強度・伸びを保持し、目標値をクリア
○耐候性に関しては、1,000時間を経ても引張り特性の劣化が低位にとどまる結果を得た。黄変についても変化が少なくないことを確認

耐久接着剤に関する検討が進展

○4種類の接着剤試料について耐加水分解性・耐UV性及び耐熱性の確認を実施し、耐加水分解性についてはポリカーボネート系とゴム系が良好との結果を得た
○耐候性、耐熱性試験においては、ゴム系は変化が相対的に大きく、総合的にはポリカーボネート系が良好との結果を得た

新規開発のハイバリアシートを用いた有機薄膜太陽電池が高耐久性を持つことを検証

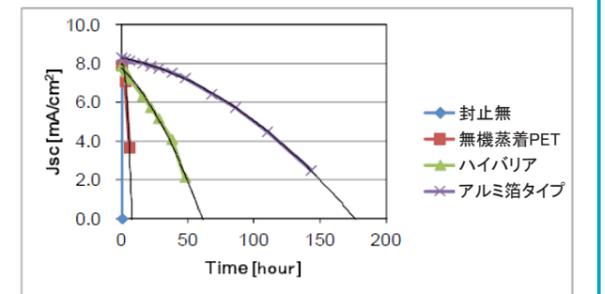
○既存の封止方法では、たとえ高ガスバリア性を持

つバックシートを用いても、有機薄膜太陽電池の耐久性はほとんど改善できないことが判明

○各種実験を通じて得た最適条件下で、新規開発したバックシート(水蒸気透過度0.001g/m²・day)で封止した有機薄膜太陽電池の耐湿熱性試験を実施
○新規開発したハイガスバリアバックシートは、既存のアルミ箔タイプには及ばないものの、従来の無機蒸着PETタイプに比べ約8倍の耐久性を持つことを検証

新規開発したバックシートを用いて封止した有機薄膜太陽電池の耐湿性試験結果

～新規開発したハイガスバリアバックシートは、同じアルミレスのシートに比べ約8倍の耐久性を持つ～



事業化への取組／実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 耐加水分解PETタイプのバックシートを実用化。結晶系太陽電池モジュール向けにH25年度に販売開始予定
- 実用化に成功、H25年度に事業化予定
- 無償サンプルあり(耐加水分解PETバックシート、透明バックシート、ハイバリアフロントシート)
- 出展: SOLAR POWER INTERNATIONAL 2010、Pollutec Lyon 2010(ポリュテック・リオン環境総合展)

効果

- 耐久性 ➡ 耐久性PET基材・耐久性接着剤を使用し、85℃×85%環境促進試験の耐久性を約3倍に向上したバックシートを開発
- 低コスト化 ➡ フッ素タイプのバックシートと比較し、約30%のコストダウンを実現

○その他 ➡ 透明モジュール、フレキシブルモジュールなどに使用する、透明バックシートやフロントシートを開発

今後の見通し

試作品の最終評価段階まで進んでおり、H25年4月より販売開始予定

○開発した耐加水分解PET・耐久性接着剤を使用したバックシートの試作品を川下企業に提供し、評価を実施中。耐久・耐UV性接着剤を使用した透明バックシートについても、試作品を川下企業に提供し、評価を実施中

○サポイン事業で習得した評価技術を利用し、低コストで高耐久の素材開発を継続して実施

○試作品を提供した一部の川下企業にて最終評価段階まで進んでおり、H25年4月より販売開始予定

企業情報 恵和株式会社

事業内容 光学フィルム・特殊フィルム、防湿紙などの加工紙、太陽電池バックシートの製造販売

住 所 大阪府大阪市東淀川区上新庄1-2-5

U R L <http://www.keiwa.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 テクノラボ Core Committee 川島康司

Tel 0748-48-3260

e-mail Koji.Kawashima@nts.keiwa.co.jp

新規発光材料と塗布プロセスの開発により 白色光源の生産コストを削減

プロジェクト名 薄膜白色光源用電界発光型インクの開発

対象となる川下産業 情報通信・情報家電、電子機器・家電

研究開発体制 山田化学工業(株)、大阪府立大学、(株)ヒラノテクシード、大阪府立産業技術総合研究所

グローブボックス式塗布装置



紫外光照射による発光



【従来】

- 現在、薄型テレビ等の大面積化を目指し、高生産性・低コストの有機EL方式の薄膜照明光源の生産技術を確立することが求められている
- 現状の有機電界発光(EL)方式を用いた白色自発光の薄膜光源では、作製方式に真空プロセスを用いることから、画面サイズの大型化が困難

【研究開発のポイント】

- 白色発光型有機ELデバイスの大面積化と低コスト化を、従来の真空プロセス方式ではなく、塗布方式を用いることによって可能とする
- 種々の有機発光材料の少量迅速合成と材料の特性評価を一体化し、発光材料を塗布用の安定的インクにするための高機能化学合成基盤技術を確立する

【成果】

- 染料系蛍光材料及び有機金属錯体系りん光材料の開発で顕著な成果
- 白色有機EL用高分子半導体材料の作製で見るべき進展
- 薄膜白色光源用電界発光型インクの物性値最適化と塗布膜厚均一化技術開発で成果
- フラットパネルディスプレイの構成部品である冷陰極蛍光灯の代替や薄型白色照明に用いられる面発光型光源用に、新規白色発光材料及び塗布プロセスを開発することにより、有機電界発光(EL)型薄膜白色光源の生産コスト削減を達成

【事業化への取組】

- 実用化に時間がかかる(補完研究中)、H26年度に実用化見込み

研究開発のきっかけ

既存の白色自発光の薄膜光源では、作製方式に真空プロセスを用いることから、画面サイズの大型化は困難

- 現状の有機電界発光(EL)方式を用いた白色自発光の薄膜光源では、作製方式に真空プロセスを用いることから、画面サイズの大型化は困難
- 大面積化を目指し、高生産性、低コストの有機EL方式の薄膜照明光源のための生産技術を確立することが求められる

研究開発の目標

薄膜白色光源用蛍光・りん光材料分散高分子電界発光型インクとデバイス作製技術の開発

- 染料系蛍光材料 ➡ 毛細管塗布サイズ、発光輝度 15,000cd/m²、平均演色性評価数 90、等
- 有機金属錯体系りん光材料 ➡ 発光輝度 15,000cd/m²、電流効率 10cd/A、等
- 高分子半導体材料 ➡ バンドギャップ 3.0eV 以上、均質な薄膜形成(膜厚 100nm 以下)
- 塗布膜厚均一化技術 ➡ 170mm 角の基板上に膜厚 100nm 以下の発光層を均質に形成

【従来技術】

<プロセス>

- 原料
- ⇒ ■ 人による単一合成
- ⇒ ■ 発光性有機化合物
- ⇒ ■ スピンコートによる塗布
- ⇒ ■ 電界発光型薄膜白色光源

<課題>

- ・ 多数の類似誘導体の合成が必要
- ・ 合成プロセスの簡便化が必要
- ・ 合成と機能材料の一体化が必要
- ・ 塗布技術の改善が必要 など

【新技術】

<プロセス>

- 原料
- ⇒ ■ マシンによる平行合成
- ⇒ ■ インク化
- ⇒ ■ キャピラリーコート
- ⇒ ■ 大面積電界発光型薄膜白色光源

<メリット>

- ・ 同時に多数の合成が可能
- ・ 合成プロセスの大部分が自動化
- ・ 迅速な評価が可能
- ・ 大面積に対応した塗布が要因 など

研究開発の成果 / 目標を一部達成

染料系蛍光材料の開発で成果

- ケトン系溶媒をインク溶媒とした結果、溶媒への溶解度は実用可能レベルに達し、高分子薄膜中での発光量子収率も70%を超えるものを数多く開発
- 平均演色性評価数は目標値90以上を達成し、発光輝度では目標値15,000cd/m²超の素子を得ることに成功

有機金属錯体系りん光材料の開発で成果

- PLEDのホスト高分子として用いるPVCzが可溶性溶媒系として、ケトン系インク溶剤を開発
- ケトン系インク溶剤を用いて、青色りん光材料及び赤色りん光材料を発光材料とする二色発光型白色PLED用電界発光型インクの調製に成功

白色有機EL用高分子半導体材料の作製が進展

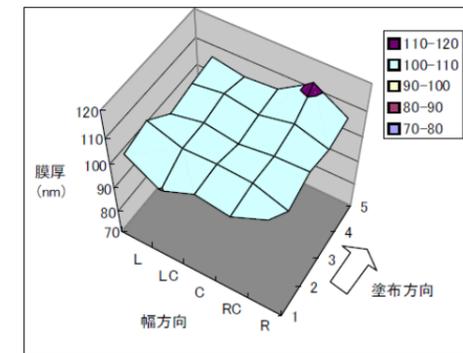
- PVCzより性能面で優れた高分子半導体の開発を目的に、ビナフタレンビスカルバゾール(BNPCz)を付与した新規高分子半導体を開発
- 開発した高分子半導体の基礎物性を評価したところ、いずれの高分子半導体もPVCzに近いHOMO・LUMO値と三重項準位を有することを確認

薄膜白色光源用電界発光型インクの物性値の最適化と塗布膜厚均一化技術の開発で成果

- 有機層の大面積塗布が可能な毛細管塗布方式による塗布を開発し、170mm角基板上に膜厚100nmでσ5%以下の均一で均質な薄膜発光層を形成することに成功
- 170mm角基板で均一な発光を得るには補助電極の使用が有効であることを確認の上、全面発光させることに成功

膜厚測定の結果

~170mm角の基板に対する膜厚測定結果。幅方向に5点、塗布方向に5点の計25点を測定。170mm角基板上でも膜厚100nmでσ5%以下の均一・均質な薄膜発光層を形成することに成功~



事業化への取組 / 実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- 実用化に時間がかかる(補完研究中)、H26年度に実用化見込み
- サンプルあり(キャピラリー塗布装置単品としては、試作テストと装置販売が可能な状況。本事業で開発した発光材料の提供が可能)
- 出展:国際二次電池展(H24.2)

効果

- 歩留まり向上 ➡ 従来の湿式塗布方法として多用されていたスピンコート法に比べ、キャピラリー塗布方式では高価な塗布液の有効使用効率が5~7倍に向上
- 大型化 ➡ 開発した電界発光型インクをキャピラリー塗布プロセスにより大型基板(170mm角)に40nm~100nmの任意の厚さにσ5%以下の精度で塗布した有機EL素子を作製することが可能に
- 環境負荷軽減 ➡ 環境負荷の低いケトン系溶媒に対しても高い溶解度を有する開発品は、従来開発品と比較し高い溶解性を有する

今後の見通し

発光材料・装置・プロセスをセットで拡販することを具体化していく

- 発光輝度向上、発光斑低減に影響を及ぼす塗布プロセスの見直しと各プロセスの最適条件を見出すための補完研究を継続実施中。材料については川下企業へサンプルを提供し、性能評価及び最適化をしてもらっている。新規川下企業の探索活動を実施中
- 試作デバイスの性能評価・分析、プロセスの最適化に関する補完研究を今後も継続。材料については川下企業への販売活動に使用するサンプルの作成と評価を進める
- キャピラリー塗布装置単品としては、国内外のユーザーより引合いがあり販売実績も計上している。今後、材料面と塗布プロセスが実用化レベルになれば発光材料及び装置とプロセスをセットで拡販することを具体化していく予定。材料については用途を広げ、事業化可能な川下企業の探索に注力

企業情報 山田化学工業株式会社

事業内容 染料、機能性色素、有機中間体、機能性樹脂中間体、受託製造など

住所 京都府京都市南区上鳥羽上調子町1-1

URL <http://www.ymdchem.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発部開発課 グループリーダー 長谷知行

Tel 075-691-4111

e-mail hasetomo@ymdchem.co.jp

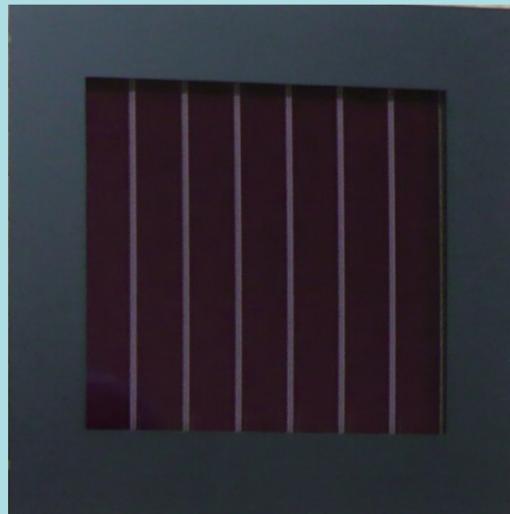
種々の波長で光電変換でき、太陽電池の効率性を高める機能性材料

プロジェクト名 高効率な有機太陽電池用機能性材料の開発

対象となる川下産業 燃料電池・太陽電池、情報通信・情報家電

研究開発体制 (株)ナード研究所、大阪府立大学、恵和(株)

試作した近赤外吸収スクアリウム色素を含むサブモジュール 変換効率6.7%
(写真提供：シャープ株式会社)



【従来】

- 地球温暖化に伴う二酸化炭素排出削減や化石燃料の枯渇という観点から、太陽光エネルギーを直接変換する太陽電池への要請が高まっている
- 従来型のシリコン系太陽電池は製造コストが高いため、生産性やコスト面に優れた有機太陽電池の生産技術の確立が求められている

【研究開発のポイント】

- 太陽電池分野における有機太陽電池の高性能化、集積化、薄膜化の課題に対応する新規高機能化学合成技術の確立
- 高性能の機能性色素や有機導電材料の迅速合成技術、革新的太陽電池セルの実現を通じ、有機太陽電池のセル部分の生産技術の確立を目指す

【成果】

- 可視光領域及び近赤外光領域で、増感効果を示す機能性色素を開発
- 溶解性に優れた近赤外結晶性導電材料の合成技術開発に成功し、高変換効率化を実現
- セル用の機能性フィルムを開発し、最大33%程度の変換効率改善を実現
- 種々の光の波長領域で光電変換が可能となるスクアリウム系機能性色素を開発し、従来の色素増感太陽電池やバルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池に応用した

【事業化への取組】

- 実用化に時間がかかる(補完研究中)、H26に実用化見込み

研究開発のきっかけ

現状の有機太陽電池生産技術では十分な光電変換の実現は困難

- 開発が進められている有機太陽電池の生産技術は概して十分な光電変換を実現しておらず、用いられるルテニウム系色素やp型有機半導体材料の多くは海外製である
- 高変換効率を達成するため、これまでほとんど活用されていない近赤外領域の光を効率よく変換する機能性色素や結晶性導電材料の開発が必要

研究開発の目標

機能性色素の開発

- 色素増感太陽電池用の可視光領域のセル特性 ➡ 開放電圧0.6V以上、短絡電流密度12mA/cm²以上、または変換効率10%
- 色素増感太陽電池用の近赤外光領域のセル特性 ➡ 変換効率5%

結晶性導電材料の開発

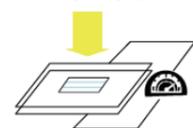
- 有機薄膜太陽電池用の近赤外光領域のセル特性 ➡ 変換効率2%

機能性フィルムの開発

- 有機太陽電池用のセル特性 ➡ 既存の変換効率の50%改善

【従来技術】

<長波長領域の分光感度が低い>



- ・ 現行色素増感有機太陽電池のセル変換効率: ~10%
- ・ 現行薄膜有機太陽電池のセル変換効率: ~5%

【課題】

- ・ 長波長領域の増感色素の開発が必要
- ・ 増感色素や導電物質の合成プロセスの簡便化が必要
- ・ 合成と太陽電池セル特性評価の一体化が必要
- ・ 有機太陽電池の性能の革新的改善手法が必要

【新技術】

<近赤外光領域の分光感度を付与し高変換効率化>



- ・ 開発目標の色素増感有機太陽電池のセル変換効率: ~15%
- ・ 開発目標の薄膜有機太陽電池のセル変換効率: ~8%

【特徴】

- ・ 多種類の近赤外領域の増感色素が存在
- ・ 合成プロセスが半自動化
- ・ 大学と異分野企業とのコンソーシアム形成で対応
- ・ タンデム型セルに対応する部材開発により革新的改善手法を確立

研究開発の成果 / 目標を一部達成

可視光領域で増感効果を示す機能性色素を開発

- スクアリウム系増感色素で示されていた低開放電圧を、アンカー基や電解液組成の最適化により開放電圧0.6V以上の増感色素を見出した
- カルボン酸を有するスクアリウム系増感色素において非共役連結基で電子アクセプター部位として、テトラシアノアントラキノンを導入することで、開放電圧0.66Vを示すことを見出した

近赤外領域で増感効果を示す機能性色素を開発

- ジシアノメチレン基を持つ色素で、アンカー基を複数導入することで短絡電流密度が著しく改善され、近赤外光域での変換効率3.6%を達成
- さらに、既存のルテニウム系増感色素とスクアリウム系増感色素を共存させることが、セル変換効率の改善に有効で、サブモジュールでも6.7%の変換効率を確保

溶解性に優れた近赤外結晶性導電性材料の開発に成功

- 近赤外領域の波長域に吸収帯を有する結晶性導電材料を作製し、これを光活性層とした有機薄膜太陽電池を開発したところ、近赤外光領域で

3.2%の光電変換効率を得た

- スクアリウム系色素コンポーネントに換えてモノアゾ系色素を有する新規π共役系高分子を設計し、合成に成功

機能性フィルムを開発

- PETフィルム上にレジストを用いて山型形状に表面加工したものを色素増感太陽電池セル用反射フィルムに用いると、セルの量子効率や変換効率が13~18%程度改善
- 反射防止フィルムでもセルの量子効率が15%改善されたことから、最大33%程度の変換効率改善が可能であることを確認

色素増感太陽電池光電変換特性

~電解液の最適化を行った結果として、表にある通り、TSQを用いた変換効率が2.36%を示している。~

Entry	CDCA/mM	Li / M	J _{SC} / mA cm ⁻²	V _{OC} / V	ff	η / %
5	6	0.1	3.91	0.39	0.65	0.99
6	24	0.1	8.05	0.45	0.59	2.13
7	24	0.2	9.52	0.45	0.55	2.36

Conditions: Measured under AM 1.5G full sunlight (100 mW cm⁻²). Electrolyte solvent: CH₃CN/CHCl₃(1/1).

事業化への取組 / 実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- 実用化に時間がかかる(補完研究中)、H26に実用化見込み
- 有償サンプルあり(スクアリウム系近赤外増感色素、近赤外p型半導体、表面加工した反射フィルム)
- 特許:「スクアリウム化合物、それを含む薄膜および有機薄膜太陽電池」(特許出願番号2012-67512)
- 論文:T. Meda, H. Nakao, H. Kito, H. Ichinose, S. Yagi, H. Nakazumi, "Far-red Absorbing Squarilium Dyes with Terminally Connected Electron-accepting Units for Organic Dyes-sensitized Solar Cells" (Dyes and Pigments, 90, 275-283, 2011.9), H. Nakao, T. Maeda, H. Nakazumi, "Near-infrared-absorbing π-Extended Squarilium-based Dyes with Dicyanovinylene Substitution for Dye-sensitized Solar Cell Applications" (Chemistry Letters, 42,25-27, 2013.1)
- 出展:PV Japan 2010 (H22.10), PV Japan 2011 (H23.12)

効果

- 効率改善 ➡ 開発した近赤外増感色素は色素増感太陽電池で2.4~3.6%のセル変換効率を示す。近赤外p型半導体はバルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池で3.2%の

セル変換効率を示す

- 効率改善 ➡ 開発した反射フィルムは色素増感太陽電池セルの量子効率や変換効率を従来比で13~18%程度改善
- 低価格 ➡ 開発した機能性物質を用いて低価格な有機太陽電池の実用化が促進される

今後の見通し

販路開拓に向け、展示会出展、学会発表、論文発表を進めていく

- サポイン事業で開発した有機太陽電池用色素の販路開拓として、展示会出展、学会発表、論文発表を進めていく
- 本研究で開発した特に近赤外増感色素や近赤外p型半導体は、これまで皆無であった領域の光電変換を可能にするものであるが、サブモジュールでの評価とこれまでの研究結果と異なることから、更なる高効率化のためのセル作製条件の最適化や増感色素の改良等を実施する予定。また、機能性フィルムの改良とコストの両立、表面加工技術等の課題に対して補完研究を実施する
- 開発した増感色素は、学会発表などを通じて情報提供を行いつつ、太陽電池素子製造各社に紹介、提供する予定。サンプル提供の依頼企業での評価結果を参考に、少量生産規模を決定し、セル製造企業である情報家電企業で高効率な有機太陽電池の実用化を目指す

企業情報 株式会社ナード研究所

事業内容 受託合成、受託研究、受託製造

住所 兵庫県神戸市中央区港島南町5-4-1

URL <http://www.nard.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 コーポレート研究部 主幹研究員 中尾英和

Tel 078-962-7320

e-mail nakao@nard.co.jp

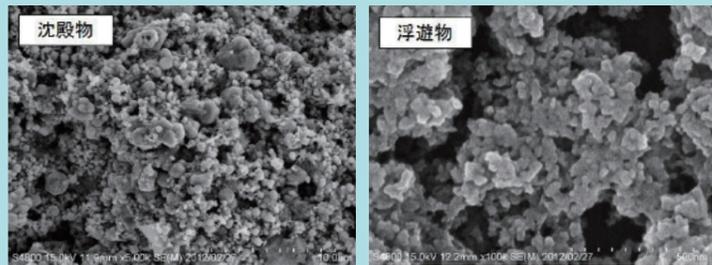
ディスプレイの高機能化や端末機器の小型薄型化を実現する超臨界水ナノ粒子合成

プロジェクト名 超臨界水を用いたナノニッケル微粒子の研究開発

対象となる川下産業 燃料電池・太陽電池、半導体・液晶製造装置

研究開発体制 (株)アイテック、大阪府立大学、関西触媒化学(株)

ニッケル粒子の外観(上)と顕微鏡写真(下)



【従来】

- 情報家電製造業者やモバイル端末製造業者は、ディスプレイの高機能化や端末機器の高機能・小型薄型化への強いニーズを持っている
- ディスプレイ用透明導電性フィルムに用いられている無機系金属微粒子粉には、均一分散の難しさや、有色になるといった技術的問題がある

【研究開発のポイント】

- ディスプレイ用透明導電性フィルムの機能性材料となるナノニッケル微粒子の前処理、ナノ粒子合成条件、及び超臨界水ナノ粒子の合成条件の課題解決を目指す
- 超臨界水ナノ粒子合成という新方式で、樹脂、バインダーになじむ有機修飾材を有し、かつ薄膜化、高容量化を実現する高機能ナノニッケル微粒子を開発する

【成果】

- 金属ニッケルの合成量が1kg/日を超え、かつ生成ニッケルは単相で粒径50nm
- 50kg/日の合成条件についても、スケールアップが可能となるまで到達
- ユーザーより「特に分散性が良好」との評価獲得
- ディスプレイ用透明導電性フィルムの導電性材料、モバイル端末機器のプリント基板用導電性接着剤の導電性フィラー、ニッケル水素電池用正極活物質

【事業化への取組】

- 実用化に時間がかかる(補完研究中)、H25年度に実用化の見込み

研究開発のきっかけ

ディスプレイ用光学フィルムの高機能化に向けた材料技術の革新が必要

- 情報家電等のディスプレイ用光学フィルムの高機能化が求められているが、従来の主流材料の無機系金属微粒子粉には、均一分散の難しさといった技術的問題がある
- 機能性材料としてナノニッケル微粒子が有望であり、有機修飾材を有し、かつ薄膜化、高容量化を実現する機能性ナノニッケル微粒子の研究開発が求められる

研究開発の目標

ナノ金属ニッケル微粒子の表面修飾材及び処理条件の研究開発

- Ag(銀)並みの高い導電性を有し、導電性接着剤の薄膜化につながるナノ酸化ニッケル微粒子の合成材料の選定、処理条件の検証・実証
- 実証機で1kg/日(100g/時)のニッケルナノ粒子の生産量実現(50kg/日の製造量の事業化)を目指す

【従来技術】

<有機系・無機系導電材料>

- ・透明性を確保するため、導電性の低い有機系導電材を使用
- ・ニッケル等無機系導電材は導電性は高いが、以下の技術的問題あり(課題)
 - ・有色⇒フィルムの透明性低下
 - ・薄膜化に不向き
 - ・粉末粒度分布のバラツキ など

【新技術】

<ニッケルナノ微粒子導電材>

- ・分子レベルでナノ粒子を合成し、その表面に有機修飾を施したニッケルナノ微粒子を導電材に使用
- (特徴)
 - ・高い導電性を持ち、かつ透明なフィルムの製造が可能
 - ・フィルムの薄膜化が可能
 - ・粒度分布の均一化が可能 など

研究開発の成果/目標を概ね達成

ナノ金属ニッケル微粒子の実用化に向けた成果

- 合成対象となる金属ニッケルについて、合成量が1kg/日を超え、かつ生成ニッケルは単相で、粒径は50nm、分散性も良好という複数の目標を同時達成
- 今後予定している50kg/日の合成条件においても、スケールアップが可能となるまで到達

水酸化ニッケルスラリーの投入による合成に成功

- 合成過程での重要なブレイクスルーとして、従来の原料である酢酸ニッケルに代え、水酸化ニッケルスラリーの投入によって合成を行うことに成功。これにより、配管が閉塞しやすいという問題が解決

分散性の改善など

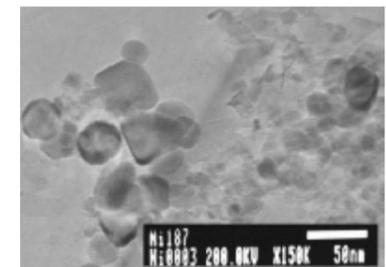
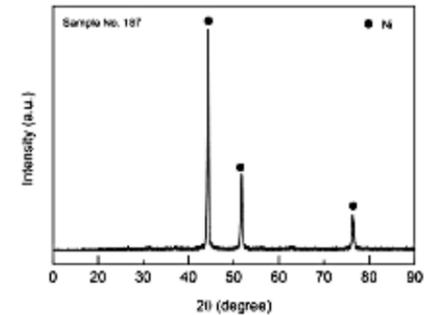
- ユーザーテストで、「特に分散性が良好」との評価をいただいた
- 水酸化ニッケルの合成については、キャパシタを電極として用いた場合の性能試験を通じ、良好な性能を確認

事業化に向けた装置開発で進展

- 充填排水の循環利用、混合器の改良、ダイアフラムバルブの開発を行い、特に充填排水の利用が良好に動作し、操作性が向上

- ダイアフラムバルブについては目標としていた耐久試験をパスし、実際の使用についても問題なく動作することを確認

ニッケル原料における生成物のXRD(上)とTEM画像(下)～XRDの3本のピークは全て金属ニッケルによるもの。良好に金属ニッケルが生成され、粒径も50nm程度であることが判った～



事業化への取組/実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- 実用化に時間がかかる(補完研究中)、H25年度に実用化の見込み
- 無償サンプルあり(ナノ粒子分散液サンプル[評価依頼用])
- 有償サンプルあり(ナノ粒子分散液サンプル[その他用])
- 特許:ニッケルの製造方法(国際出願番号 PCT/JP2012/073638)
- 出展:テクノフロンティア2012(H24.7)、中小企業総会展(H24.10)、大阪勧業展(H24.10)、粉体工業展(H24.11)

効果

- 精度向上 ➡ ナノ金属ニッケル微粒子が有機系と同等の透明性を有し、かつ高い導電性を有するフィルムの薄膜化を図るための合成材料

- 精度向上 ➡ ナノ酸化ニッケル微粒子がAgに匹敵する高い導電性を有し、導電性接着剤の薄膜化を図るための合成材料
- 小型化 ➡ ナノ水酸化ニッケル微粒子が高い比表面積を有し、かつ電池の小型化を図るための合成材料

今後の見通し

継続的に研究開発を進めつつ川下企業へ試作品を提供し、評価を実施

- 微粒子化に成功しつつも、微粒子の性状が異なるため、継続的に研究開発を進めつつ川下企業へ試作品を提供し、評価を実施してもらっている
- 試作品による川下企業での評価が先決課題であるが、その他にも、展示会、ウェブサイト、学会などの専門誌掲載などを通じて販促中

企業情報 株式会社アイテック

事業内容 有機・無機ハイブリッドナノ粒子合成装置の販売、超臨界二酸化炭素抽出・洗浄装置の販売、高温熔融無害化装置の販売

住所 大阪府堺市堺区神南辺町4-132-1

URL <http://www.itec-es.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 製造グループ 技術部長 松下馨

Tel 072-226-8853

e-mail mac@itec-es.co.jp

液晶ディスプレイの色再現性と省電力性を大きく高めるナノ蛍光体

プロジェクト名 量子ドットによる高輝度LED用ナノ蛍光体の開発

対象となる川下産業 電気・電子機器、情報家電

研究開発体制 NSマテリアルズ(株)、(財)福岡県産業・科学技術振興財団、(独)産業技術総合研究所

開発した各色ナノ蛍光体を用いて作製したLEDデバイス

～上段から、550nmナノ蛍光体封止、580nmナノ蛍光体封止、620nmナノ蛍光体封止、650nmナノ蛍光体封止、青色のままの未封止、各色混合ナノ蛍光体封止～



【従来】

- LEDバックライトは、液晶パネルディスプレイ用バックライトとして、高い発光効率、低消費電力、長寿命という優位性から広く採用され始めている
- 従来、照明用LEDの蛍光体の多くには、酸化物を主成分とした数～数十μmのドーブ型発光粒子が利用されてきたが、粗粒子であることなどに起因する問題がある

【研究開発のポイント】

- ディスプレイの高効率化、高精細化、高機能化に向け、バックライトLED用ナノ蛍光体を開発することを目標とする
- 独自のマイクロリアクター技術により最適物性を有する量子ドットを得て、高輝度、自在な蛍光色調、光透過性などの光学特性を有するLED用ナノ蛍光体を開発する

【成果】

- 絶対量子収率85%以上のナノ蛍光体の開発を達成
- 表面改質条件の探索で、複数種の樹脂へ安定分散を達成
- 液晶ディスプレイにナノ蛍光体を用いることで、色再現性と省電力性が実現できる基礎データが得られた

【事業化への取組】

- 実用化に成功、事業化間近

研究開発のきっかけ

量子ドットの最適化技術の確立を通じ、高輝度LED用ナノ蛍光体を作る

- LEDバックライト等の照明用LEDの蛍光体は、多くの場合、光学的に見れば粗粒子であることや、その材料由来の特性から、光学的特性において問題があった
- 量子ドットは、従来の蛍光体の課題を解決する様々な特性を持ち合わせているので、この量子ドットをLED用に最適化し、高輝度LED用ナノ蛍光体を開発すべき

研究開発の目標

各色ナノ蛍光体の構造最適化

- 480～700nmの波長域における4波長のナノ蛍光体候補を合成
- 高輝度・・・絶対量子収率>85% ○200℃で4時間の熱処理への耐性
- 150℃で2時間の熱処理への耐性

各色ナノ蛍光体の構造最適化

- 製造コスト低減及び10g/dayを実現

【従来技術】

<ドーブ型発光粒子利用の蛍光体>

- ・照明用白色LEDのほとんどは演色性が低い
- ・従来技術の組合せによる高演色性実現はとて困難(高コスト等)
- ・蛍光体の材料的物性により粒径は数～数十μm
- ・光透過性が低い

独自のマイクロリアクター技術による超精密化学合成技術を用いて、量子ドットをLED蛍光体に適する結晶性、複合構造、表面修飾などの物性に最適化

【新技術】

<量子ドット高輝度LED用ナノ蛍光体>

- ・自在な色調と演色性を実現可能(ナノ蛍光体薄膜を長波長側から積層するだけ、どの波長でもほぼ同様な温度依存減光率)
- ・薄膜プロセスの適用でLEDデバイス構造に高い自由度を実現(原理的に数μmの薄膜が可能、カラーレジストの代わりに使用できる可能性→発光型液晶ディスプレイ)
- ・高い光透過性(ほぼ100%)
- ・使用量は従来品に比べ数百分の一程度

研究開発の成果/目標を達成

過去の成果をベースに、各色ナノ蛍光体の構造最適化技術を確立

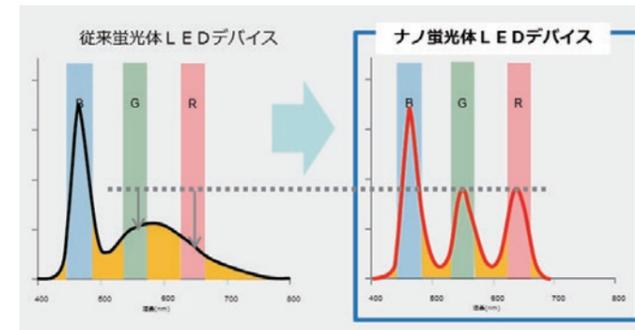
- 過去の研究から得られた3波長のナノ蛍光体候補の最適化を進め、4波長のナノ蛍光体の複合構造最適化を実施し、目標値である絶対量子収率85%以上、耐熱性150℃2hrのナノ蛍光体の開発を達成
- 表面改質条件の探索において、従来よりも迅速な表面改質条件の探索を行い、目標値であるエポキシ系をはじめ、シリコン系樹脂などへ1wt%の安定分散を達成

量産プロセスの検討において目標をクリア

- 目標値である10g/dayの生産量と製造コスト低減

従来蛍光体とナノ蛍光体でのバックライトLEDの発光スペクトル

～ナノ蛍光体を用いることで必要な波長を効率的に発光させることが可能。従来蛍光体では不要な波長は無駄な熱になっている～



を達成するため、基礎実験による検証を行い、目標値を達成するとともに、今後の量産設備導入のためのアウトライン設計に必要なデータを取得

実用化プロセスによる評価で進展

- 実用化プロセスによる評価では、国内有力川下企業3社へ評価サンプルを提供し、ナノ蛍光体をデバイスに適用した基本的光学特性等の評価が終了。その結果、目標値であるデバイス化プロセスによるブレ評価を達成
- 薄膜化プロセスによる評価についても、国内有力川下企業と薄膜化による評価に着手

事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功、事業化間近
- 有償サンプルあり(ナノ蛍光体を分散した白色LED用封止材)
- 新聞:日本経済新聞(H24.5.17)、日経産業新聞(H24.5.22)

効果

- 機能向上 ➡ 開発したナノ蛍光体を用いたバックライトLEDを用いることで、ディスプレイの色再現性が30%程度向上
- 歩留まり向上 ➡ 開発したナノ蛍光体を用いることで、バックライト用LEDの品質バラツキを抑え、歩留まりが大幅に向上
- 省エネ ➡ 開発したナノ蛍光体を用いたバック

ライトLEDは必要な発光色だけを効率よく作り出すことが可能なため、ディスプレイの消費電力を30%程度抑制

今後の見通し

販路開拓の進展を受け、H25年9月の量産開始を目指す

- 川下企業へ試作品を提供して性能評価・耐久試験の共同評価を実施し、結果のフィードバックから補完研究としてナノ蛍光体の改良を実施中
- すでに販路開拓はできており、川下企業との共同評価も採用に向けた本格評価の段階に近づいていることから、H25年9月の量産開始を目指している

企業情報 NSマテリアルズ株式会社

事業内容 無機、有機、金属、生体分子等、各種材料の研究開発、製造、販売、コンサルティング

住 所 福岡県筑紫野市上古賀3-2-16 クリエイションコア福岡101

U R L <http://www.ns-materials.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

ホームページからお問い合わせ下さい

後工程における変寸率 0.005%以下の高精度熱処理を実現

プロジェクト名 熱処理後の後工程における変寸のばらつきを低減する熱処理技術の開発

対象となる川下産業 自動車、鉄鋼・材料、産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械

研究開発体制 (財)室蘭テクノセンター、室蘭ヒート(株)、(株)ダイナックス、(地独)北海道立総合研究機構

試作品写真



【従来】

○自動車産業分野では、地球環境への配慮から部品の軽量化が進められている。その一環としてハイテンション鋼の利用が多くなっており、金型刃物の寿命対策(表面処理)が行われている。しかし、処理による変寸が生じやすく、コストダウンにならない

【研究開発のポイント】

○熱処理技術の向上により、後工程で発生する変寸を変寸量/基準寸法比を現状(0~0.080%)から、0~0.005%へと低減させる

【成果】

○後工程における変寸を最大0.005%以下にするという目標は概ね達成、実用化に向けて検討している
○プレス金型として、主に自動車用クラッチ板を打ち抜く刃物として使われ、高精度化と寿命向上を実現する

【事業化への取組】

○事業化に成功

研究開発のきっかけ

ハイテンション鋼に対応するための表面処理が変寸に繋がり、不良品となってしまう

- 自動車部品軽量化の一環として、ハイテンション鋼が多用される
- 高硬度なハイテンション鋼に対応するため、表面処理によって金型刃物を長寿命化
- 熱処理後の表面処理工程で、変寸が発生し、不良品となる場合がある

研究開発の目標

変寸量を抑え、金型刃物の長寿命化と歩留まりの向上を両立

- 経年変化の低減 ➡ 残留オーステナイト量の分析等によりサブゼロ処理及び安定化処理の最適条件を探索
- 仕上げ加工方法の改善 ➡ 仕上げ方法の違いによる残留応力を分析
- 変寸量の低減 ➡ 上記の対応によって、熱処理後後の変寸量を0.080%(最大)→0.005%以下に

【従来技術】

- ・ 自動車の軽量化に対応するため、部品製造にあたって、ハイテンション鋼を使用
- (課題)
- ・ ハイテンション鋼は高硬度で、プレス金型の刃物寿命が短くなってしまふ
- ・ 金型寿命向上のため、表面処理を施すが、後工程で変寸が発生してしまう

【新技術】

- ・ サブゼロ処理により残留オーステナイト量が低減させ、後工程による寸法変化量を低減
- ・ 安定化処理の適切な温度条件の探索によって、寸法変化量を低減
- ・ 熱処理(焼き入れ、焼き戻し)～サブゼロ処理～安定化処理の実験データから、最適な熱処理条件を設定

研究開発の成果/目標は達成

サブゼロ処理方法の最適な条件を探索

○サブゼロ処理方法、熱処理条件を様々に設定し、後工程の変寸を抑制する条件設定を探索

適切な安定化処理の条件を探索

- 一定の焼き戻し温度において、70日後のテストピース(Φ320mm×Φ80mm×25mm)の経年変化をみると、安定化処理しない場合に外径は約70μm、内径は約20μm
- 同条件で安定化処理した場合、経年変化は外径、内径ともに5μmであり、焼き戻し温度条件によっては、安定化処理が有効であることを確認

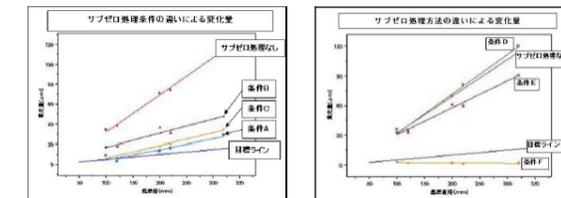
各種の最適な条件を明らかにし、後工程における変寸を0.005%以下に

- サブゼロ処理条件、安定化処理及び熱処理の最適な条件を設定することで、研究目標である変寸0.005%以下を概ね達成
- 仕上げ方法によって、加工残留応力に違いがあ

ることを確認するとともに、熱処置の後工程であるPVD処理における変寸に影響しないことを確認

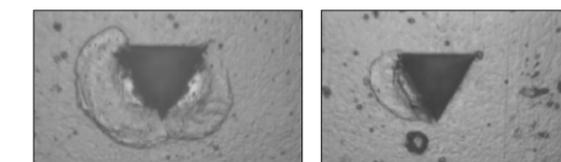
サブゼロ処理条件の違いによる変化量

～サブゼロ処理条件2、熱処理条件Fの場合に、目標とする変寸ライン以下を達成～



TiCNコーティングにおける押し込み深さ試験後のくぼみ(左:従来熱処理、右:開発熱処理)

～開発熱処理の方が盛り上がり小さく、密着性で優位～



事業化への取組/事業化に成功

事業化状況等

- H24年度に事業化に成功
- サンプルなし

効果

- 精度向上 ➡ 発生した変寸を抑える熱処理技術は、従来熱処理方法よりも、変寸率0.005%以内に抑えることができた
- 安定供給化 ➡ 従来熱処理方法では、金型の変寸のばらつきが大きく、後工程に苦勞し金型製作時点でのNGも出ていたが、開発熱処理技術により、安定した金型供給になりNG品0個になった
- 複雑形状化 ➡ 熱処理には質量効果が影響し、大きさ、形状違いによる変寸が大きいが、開発熱処理技術によって、抑えることができた

今後の見通し

既に事業化に成功している。引き続き、コストの改善の可能性について研究を継続中

- サポイン事業において、熱処理費のコストアップになった為、品質を落とさずに、開発熱処理条件等を変えコストダウンを目指すため、補完研究を継続中
 - 現在、川下企業にて開発熱処理条件にて作成した金型を使用し、性能及び耐久等のデータを取って頂いており、都度打ち合わせをしている。同時に熱処理条件を変えた処理にてコスト改善が出来るか研究を継続中
- 今後の事業化については、共同研究者でもある川下企業から100%受注頂くことになっている

企業情報 室蘭ヒート株式会社

事業内容 各種熱処理
住 所 北海道室蘭市香川町37-23
主要取引先 武藤工業(株)、(株)ダイナックス

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 佐藤晃正
Tel 0143-55-3020
e-mail heat@basil.ocn.ne.jp

油圧延システムのデジタル化で油使用量大幅削減

プロジェクト名 難圧延自動車鋼板等高級鋼材用生産技術に係る熱間圧延油の混合状態高機能制御技術の開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械、鉄鋼・材料、電機機器・家電

研究開発体制 (公財) 千葉県産業振興センター、豊産マシナリー(株)

成果品 (ダイレクトセンサー)



【従来】

○自動車の燃費向上のため、鋼材の高強度化により軽量化が図られており、そのために油圧延が行われている。油圧延は水と油の比率のみで管理され、熟練者の経験と勘がなければ、品質を安定させることが難しい

【研究開発のポイント】

○水と油の比率、混ざり具合(混合度)を数値化し、圧延ロールへの付着量を定量化させることで、油圧延の品質を安定化させる

【成果】

○光技術を活用したセンサーや混合度の可変ミキサーを開発し、混合度を自動調整して操作するシステムを構築
○熱間圧延機に用いられる油圧延システムに対して、水と油の混合度を光技術を用いて画像化し、油の使用量を30%以上削減する

【事業化への取組】

○H25年度中の実用化に向け補完研究中

研究開発のきっかけ

油圧延の技術は、現場の熟練者の経験と勘によるところが大きく、安定化が難しい

- 鋼板の薄板化や省資源化の要請から、油圧延が行われる
- 油圧延は、従来水と油の比率のみで管理されるが、高級鋼材では品質が安定しない
- 板の噛み込み不良や製品の傷が発見されて初めて、油圧延の問題の有無が調査されるため、大量の等級落ち製品やラインストップが発生することがある

研究開発の目標

水と油の適切な混合度を測定し、油圧延の自動化を実現させる

- スプレーする水と油の状態の確認 → センサーを用いて混合度を可視化し、ロールへの付着量を定量化するとともに、1か月以上のノーメンテナンスを実現
- 混合度の制御 → 無段階可変オリフィスの開発により微調整を可能に
- 油圧延の自動化 → 適正混合度での油圧延データを収集・システム化し、熟練者の経験や勘に頼らず安定的な操作が可能に

【従来技術】

- ・自動車の軽量化に対応するため、鋼材の高強度化・軽量化が求められる(課題)
- ・鋼材の油圧延による対応がなされているが、水と油のバランス(濃度)調整が難しい
- ・油圧延の失敗が発覚しづらく、発覚してからさかのぼって不良品を削るため、ロスが生じ得る
- ・油圧延を実現するには、熟練者の経験と勘が必要である

【新技術】

- ・水と油の混合度を測定するセンサーの開発により、適切な分量を明らかに
- ・混合度の微調整が可能なオリフィス(可変ミキサー)を開発
- ・油圧延における水と油の混合等を自動制御し、安定的な操作を可能にし油使用量を大幅削減

研究開発の成果/目標は達成

水と油の混合度が油圧延に影響することを明確化

- テストを重ねることにより、濃度・混合度を変えることで圧延ロールの摩擦係数変化を実証
- 摩擦係数が下がりすぎるとスリップが生じることから、混合度の調整が重要であることを確認

センサーおよびミキサーを開発

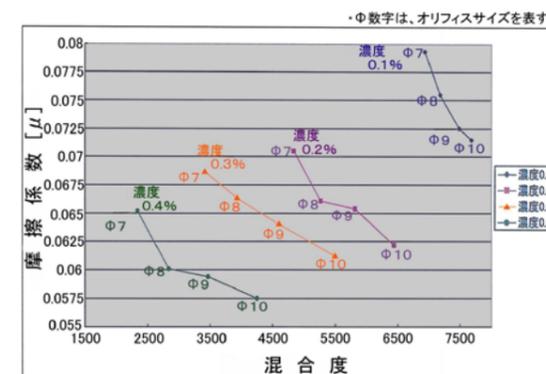
- 混合部を検知するセンサーは耐久テストで、約10万回以上のピストン運動に対応。実ラインの場合に3~4か月間、ノーメンテナンスで使用できることを確認
- 混合度2,000~7,000(濃度条件による)の間で無段階調整が可能な可変オリフィスを開発

混合度の自動調整機能を盛り込んだシステムを開発

- 設定した適正混合度値に向けて、操業中に自動でミキサーを制御
- センサー信号や、適正混合度値からの逸脱からシステム異常を検知し、早期の異常発見を実現

水と油の混合度と摩擦係数の関係

~混合度の調整によって、適切な摩擦係数を導き出すことが可能に~



事業化への取組/実用化に事業がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- H25年度の実用化に向け、補完研究中
- 無償試作機あり(ダイレクトセンサーをエンドユーザーに提供中)
- 特許:油圧延の画像誘導評価可視表示システム及び方法(特願2009-140463)
- 受賞:公益財団法人ひまわりベンチャー育成基金(H21)
- 出展:AISTech2012(H24.5)
- 出展:中国(北京)国際冶金工業展覧会(H24.9)

効果

- 精度向上 → 鋼板の板厚や形状精度を向上
- 耐久性向上 → 圧延ロールの寿命を1.5~3.0倍伸ばすことが可能

- 省エネルギー化 → 油使用量が30~50%削減される。また、電力原単位が7%以上削減される

今後の見通し

耐久性の改善のために研究を継続中。国内だけでなく将来的には東南アジア、北米市場への進出も視野に入れている

- 川下企業に試作品を無償提供しテストしてもらっているが、耐久性に課題があることが判明
- 耐久性テスト中であるが所定の目標性能に達しておらず改善を継続中である。実用化には半年程度要する見込み
- 事業化は1年以上先と考えている。現在、国内大手をターゲットとしているが、東南アジアでの普及、その後は北米市場への進出を目指している

企業情報 豊産マシナリー株式会社

事業内容 流体の制御に関する各種システムの設計・開発、機器の制作を実施。主に鉄鋼、非鉄金属の圧延機制御での実績あり

住所 千葉県市原市松ヶ島西1-1-19

URL <http://www.toyo-sun.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 豊永正一

Tel 0436-25-6411

e-mail toyosun@mb.infoweb.ne.jp

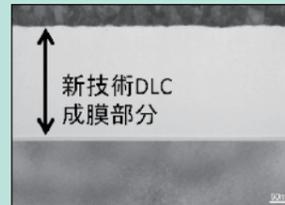
DLC 低温高速成膜技術により、部材の強度向上や、耐久性の向上を実現

プロジェクト名 軽金属材料及びプラスチックへの水素フリーDLC低温成膜技術の開発

対象となる川下産業 産業機械、自動車、鉄鋼・材料

研究開発体制 JFEテクノリサーチ(株)、ナノテック(株)、トーカロ(株)

TEMによるDLC断面撮像結果



高速成膜可能なRoll to Roll 水素フリーDLC成膜装置を開発



【従来】

○様々な機械製品の高度化要求に伴い、強度や耐久性の向上、高精度化が求められている。また低コスト化や環境配慮への対応のため、非熱処理材を、高機能化する技術が求められている

【研究開発のポイント】

○機能性の付与が可能、高硬度で表面粗さも滑らかなDLC(ダイヤモンド・ライク・カーボン)成膜を、低温で行う

【成果】

○フィルム巻取り式の導電性水素フリーDLC低温成膜装置により、従来DLCでは対応困難であったプラスチックフィルムのような熱に弱い素材に導電性を付与することで高機能化を実現する

【事業化への取組】

○H24年に実用化に成功

研究開発のきっかけ

非熱処理部材の耐久性や強度を向上させる表面処理技術が求められる

- 機械・部品の軽量化のため、軽金属やプラスチックの利用が進む
- 軽金属やプラスチックに対し、硬度や強度、耐久性が求められる
- これらの高機能化にはプラズマCVD法による低温成膜が行われているが、水素を含有する低硬度のDLCしか生成できない

研究開発の目標

新規のDLC成膜技術を開発し、非熱処理部材にも高硬度のDLC成膜を可能に

- 高硬度のDLC成膜 ➡ 硬さ400～3000HVの間で制御可能な成膜
- スクラッチ荷重の向上 ➡ 従来DLCと比べ、耐スクラッチ荷重1.5倍以上に
- 耐高温性 ➡ 1,000℃の高温加熱試験でも変色、膜抜け剥離なし

【従来技術】

- ・ 機械・製品の軽量化のため、軽金属やプラスチックの利用が進む
- (課題)
- ・ 従来、金属製品の高硬度化のために行われている、アーク法での成膜による高機能化は高温状態となるため軽金属などへの活用が困難
- ・ 低温状態でも可能なプラズマCVD法による成膜は、水素を含むDLCとなり、硬度化の効果が低い

【新技術】

<超高密度パルススパッタリング法>

- ・ 低温(~80℃)でのDLC成膜
- ・ 水素フリーのDLCであり、高硬度のDLCコーティングを軽金属やプラスチック等に施すことが可能に
- ・ 材料の変形も少なく表面粗さも滑らかであり、ドーピング効率が高い(機能性の付与が可能)

研究開発の成果/目標は達成

高密度プラズマ生成技術を開発

- 高密度プラズマを用いたパルススパッタリング技術を基にし、ポリエステル上のDLC成膜を実現
- 水素フリーで耐久性能の高いDLCを、80℃以下の低温で形成
- DLCを変形させない調整機構を取り付けた、フィルム巻取り機を設計し、幅100mmのフィルムに対し膜厚分布25%以内の様な成膜が可能に

成膜時の制御により、硬度の調整が可能

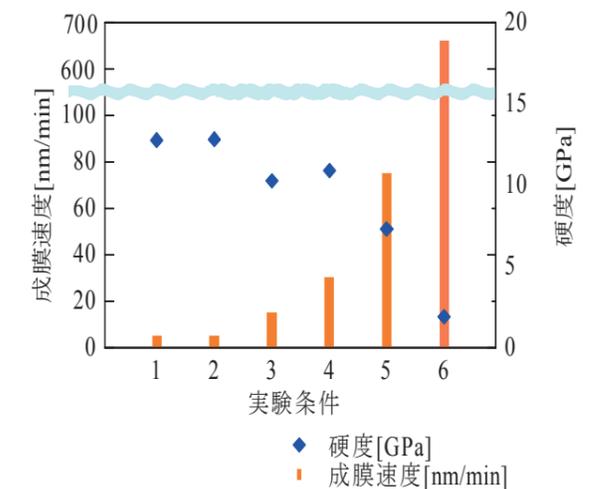
- ナノインデンテーション法により、薄膜の硬度を測定
- 放電条件の適切な制御により、成膜される水素フリーDLCは硬度・成膜速度を調整することが可能

耐高温性を持ち、酸素透過度の低いコーティング

- PETフィルム素材に対する水素フリーDLCコーティングによって、従来技術によるDLCコーティングと比べ酸素透過度を1/5程度まで低減

水素フリーDLCの硬度制御

～放電条件の制御によって、硬度の調整が可能～



事業化への取組/実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- H24年度に実用化に成功、事業化に時間がかかる
- 有償サンプルあり(成膜装置を使用した受託加工サンプルの提供が可能)
- 特許:炭素膜成膜装置(国際特許:PCT/JP2012/72116、国内特許:特願2011-194954)、炭素膜の形成方法および装置(特開2011-214150)
- 論文:平塚傑工「Extraordinary deposition rate of diamond-like carbon film using HIPIMS technology」(H24.6)
- 出展:ASTEC 国際先端表面技術展・会議(H24.2)、高機能フィルム展(H24.5)

効果

- 強度向上 ➡ 開発した水素フリーDLC低温成膜技術はDLCのピッカース換算硬度(HV)を1000～3000の間で制御可能であり、部材の強度向上に効果がある
- 耐久性向上 ➡ 開発した水素フリーDLC低温成膜技術により成膜されたDLCはオレイン酸中での摩擦係数が従来品0.09に対し0.06まで低下し、耐久性の向上に効果がある

- 低コスト化 ➡ 開発した水素フリーDLC低温成膜技術の成膜速度は最大で660nm/minと従来のDLC成膜技術に比べて6倍以上速く、処理時間の低減が望める

今後の見通し

川下企業に試作品を提供し、性能評価を受けるとともに、半導体メーカーや各種機械メーカーを対象とした販路開拓を実施している

- 開発した水素フリーDLC低温成膜技術をフィルム巻取り式成膜装置へ応用するための研究を引き続き行った。また、川下企業へ実製品を使用した試作品を提供し、性能評価を行っている最中である
- 現在、試作品を川下企業へ提供し性能評価を行っている。成膜速度と品質を両立させる必要があり、改善のための研究を継続している段階である
- 現在、いくつかの製品については耐久性の向上等について良好な結果が出ており、半導体メーカーや各種機械メーカーへの販路開拓を行っている

企業情報 ナノテック株式会社

事業内容 表面改質(コーティング)装置の製造、受託加工、表面分析

住 所 千葉県柏市十余二572-61

U R L <http://www.nanotec-jp.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 R&Pセクター マネージャー
平塚傑工

Tel 04-7135-6111

e-mail hiratsuka@nanotec-jp.com

動力伝達部品の伝達効率向上による機械の省エネルギー化を実現

プロジェクト名 低温プラズマ窒素イオン注入法による低摩擦高耐摩耗駆動系部材表面の開発

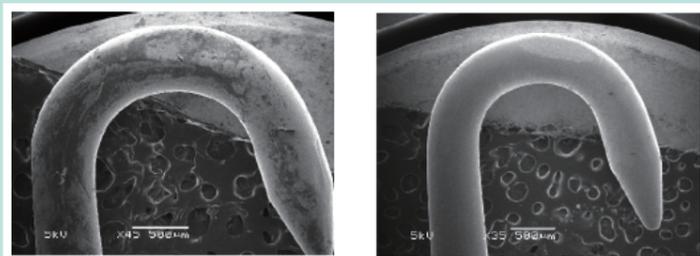
対象となる川下産業 自動車、産業機械・工作機械・建設機械、鉄鋼・材料

研究開発体制 (地独)東京都立産業技術研究センター、パーカー熱処理工業(株)、仙台高等専門学校

金属繊維編成用の編針：編成後

(左、未処理編針 右、イオン注入のDLC成膜による網針)

～新技術により製作・編成した編針に摩耗はほとんどみられない～



【従来】

○機械部品の低摩擦化の表面皮膜処理として、PVDやCVD等が用いられるが、浸炭・窒化・高周波処理はあまり選択されない。浸炭および窒化の処理温度が異なる点が障害となっている

【研究開発のポイント】

○低温での窒化を可能とすることで、短工程・環境負荷がなく、焼き戻し抵抗が下がらない処理が可能に

【成果】

○PBII&D法により、金属部品の性能を向上させることに成功
○自動車、建設・産業機械などの動力伝達部品の表面処理技術として用いられ、伝達効率向上による機械の省エネルギー化を実現する

【事業化への取組】

○H25～27年度の実用化に向けて補完研究中

研究開発のきっかけ

表面改質処理の環境負荷低減や短工程化が求められる

- 浸炭処理後の部材表面に対して、化成処理、固体潤滑剤の塗布、PVD、CVDなどの複合表面改質処理が用いられる
- 現在の表面改質処理は、環境負荷物質の排出や複雑工程化など問題点が多い
- 浸炭と窒化の複合熱処理加工技術は、それぞれの処理温度が異なるため、導入が進んでいない

研究開発の目標

PBII&D法(低温プラズマ窒素イオン注入法)を用いた窒化処理を実現

- 工程の短縮 ➡ 処理部材表面に直接窒化イオンを打ち込むことにより、処理部材の前処理等を不要に
- 環境負荷の低減 ➡ 従来の熱処理に比べ省エネルギーかつ、環境負荷物質の排出をゼロに
- 焼き戻し抵抗の維持 ➡ 150℃以下の低温処理を行うことで、処理部材の焼き戻し抵抗低下を防ぐ

【従来技術】

- ・ 機械部品の低フリクション化のため、表面皮膜処理が必要(課題)
- ・ 従来のPVDやCVDによる皮膜処理は、多工程であり、環境負荷も大きい
- ・ 浸炭と窒化による複合熱処理加工を行うことが望ましいが、それぞれの処理温度が異なるため導入しづらい

【新技術:PBII&D法(低温プラズマ窒素イオン注入法)】

- ・ 処理部材に直接窒化イオンを打ち込み、処理部材の前処理を不要に(工程を短縮)
- ・ 排出するガスが窒素ガスのみであり、環境負荷を低減
- ・ 低温処理によって、処理部材の焼き戻し抵抗の低下を回避するなど、性質を向上

研究開発の成果／目標を概ね達成

PBII&D法により、必要な硬度を維持した窒化を実現

- 印加電圧、処理圧力、処理時間を調整することによって、硬度の低下を低減できることを確認
- 処理条件を調整することによって、浸炭焼入れ焼戻しの場合に匹敵する硬さを達成

摩擦特性やピッチング寿命を向上

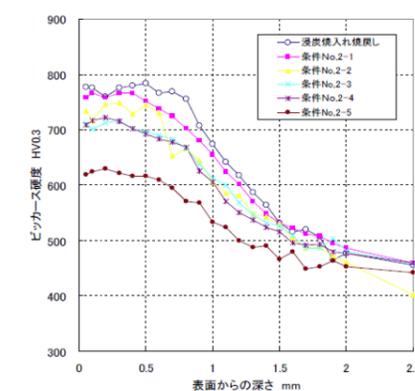
- 処理条件により、10%以上の摩擦係数の向上が確認でき、また比摩耗量も向上
- ローラーピッチング試験により、高面圧時において剥離損傷に至るまでの繰り返し数向上を確認。特に駆動系部材において、必要な特性の向上効果が認められた

PBII&D法を用いたDLCの作膜によって、金属部品の性能を向上

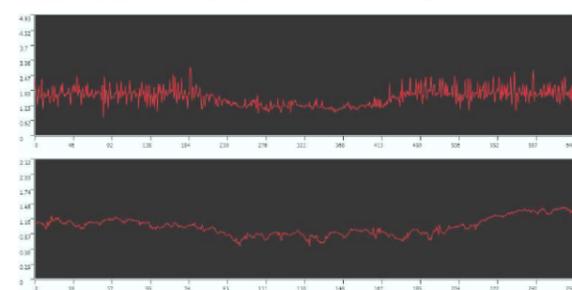
- 需要の高まっている金属繊維編成用編針表面に、PBII&D法を用いたDLCを作膜。成膜圧力を低くすることにより、DLC膜中の水素濃度を低下させるとともに、むらのないDLC成膜を確認
- イオン注入を行った成膜のため、編針とDLC膜の界面にイオン注入層が存在し、DLC膜の密着性の向上を促す
- DLC膜は編成試験後も編針に追従し、表面保護効果を確保

窒化処理後の試作品(歯車)の硬さプロファイル

～条件設定により、窒化処理のない場合に匹敵する硬度を確保～



摩耗痕の断面観察結果(上:窒化処理なし、下:窒化処理あり)～窒化処理を行うことにより、耐摩耗性が向上～



事業化への取組／実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- H25～27年の実用化に向けて補完研究中
- サンプルあり(部品を提供頂ければ、開発技術処理を施すことができる。有償/無償の別については、内容による)
- 雑誌:「プラズマイオン注入法による高強度歯車用鋼のピッチング強度の改善」(隔月刊誌メカニカルサーフェス・テック、H24.8月号)
- 論文:濱本浩行「真空浸炭窒化後プラズマイオン注入成膜法により表面改質した高強度歯車用鋼の疲労特性」(H24.11)

効果

- 耐摩耗性向上 ➡ 開発した技術を用いると、部品表面の耐摩耗性を30%以上向上できる
- 省エネルギー化・環境負荷削減 ➡ 伝達効率向上による省エネルギー化、環境負荷低減を達成できる
- その他(摩擦係数低減) ➡ 動力伝達部品表面

の摩擦特性は、伝達効率と密接なかわりを持つ。開発した技術を用いると最大で30%程度の摩擦係数低減を達成できる

今後の見通し

不十分であった低摩擦・高耐摩耗のメカニズム解明を進め、実用化・事業化に向けた取り組みを積極的に行う

- 引き合いのある川下企業に対して開発技術処理を施した試作品を提供し、技術適用分野の新規創出を図っている
- 低摩擦、高耐摩耗の発現メカニズムの解明が不十分だったため、継続してメカニズム解明を行っている
- 当初想定していた部品に拘らず、できるだけ早い段階での実用化を目指す。引き続き引き合いのある川下企業に対して試作品を提供し、実用化・事業化に向けた取り組みを積極的に行う

企業情報 パーカー熱処理工業株式会社

事業内容 熱処理設備製造・販売、熱処理薬品製造・販売、熱処理加工

住所 神奈川県川崎市川崎区田町3-13-10

URL <http://www.pnk.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術本部 技術研究所 濱本浩行

Tel 044-276-1583

e-mail h.hamamoto@pnk.co.jp

アルミの高強度化と生産性向上を両立させる 高密度プラズマ窒化技術を開発

プロジェクト名 アルミ合金自動車部品耐久性向上のための高密度プラズマ窒化技術開発

対象となる川下産業 自動車、LED照明、燃料電池、太陽電池、鉄鋼・材料

研究開発体制 (公財)やまなし産業支援機構、ワイエス電子工業(株)、芝浦工業大学、山梨県工業技術センター

プラズマ窒化処理を行ったA2014材のヒートシンク部品サンプル



【従来】

○自動車の軽量化による省エネやCO₂排出量削減に、アルミ合金が大きく貢献している。しかしながら鉄鋼材料と比較すると、アルミ合金の強度や耐久性不足が課題である。これに対し、窒化アルミ(AIN)層形成が有効とされ研究されているが、従来のプラズマ窒化法では時間がかかり生産効率が悪いという課題がある

【研究開発のポイント】

○低温かつ短時間での窒化処理を行う、新しいプラズマ窒化処理技術を開発

【成果】

○世界に先駆けて、市販のアルミ合金種に対してプラズマ窒化を行い、特にA2000級の高強度アルミ合金へのプラズマ窒化に成功
○自動車のアルミ下回り部品の表面処理として、ほぼ100%、コピー機械などのSUS回転軸の代替材料として、ほぼ100%使用される可能性がある

【事業化への取組】

○実用化に成功、H26年度に事業化見込み

研究開発のきっかけ

アルミ合金の耐久性向上策が求められる

- 自動車や輸送機器の軽量化のため、アルミ合金が活用されているが、鉄鋼材料部品に比べて強度や耐久性が劣る点の問題となっている
- アルミ合金の強度や耐久性向上策として、プラズマによるALN層の形成が有効とされ、1990年頃から研究が進められている
- 既存のプラズマ窒化は、AIN層の形成に時間がかかり、非効率的である

研究開発の目標

プラズマ窒化プロセスを高度化し、工程の短縮や高機能化を可能とする高度熱処理技術を開発

- 低温でのプラズマ窒化 ➡ 従来500～600℃以上の高温処理で行っているものを500℃以下で実施
- 工程の短縮 ➡ 従来0.008μm/ks程度の処理時間を5μm/ks以上に
- 高強度・高耐久性 ➡ 相対摩耗体積:2～2.5×10⁻⁵ mm³・N⁻¹・m⁻¹以下、摩擦係数:0.2以下の実現

【従来技術】

- ・自動車の軽量化に対応するため、アルミ合金の活用が進む
(課題)
- ・耐久性面で、従来材料に劣るため、プラズマ窒化処理による耐久性向上策がある
- ・従来のプラズマ窒化処理は、高温で多大な時間を要するため、効率的でない
- ・製品用途に応じた膜質、膜厚などの制御ができない

【新技術】

- ・プラズマ窒化処理が短時間で可能
- ・プロセス温度を500℃以下まで低下させることが可能
- ・プラズマ発生制御と窒化制御が分離できるため、窒化条件の最適化が容易
- ・電気的な整合(自己整合特性)が可能のため、高速かつ最適な制御が可能。

研究開発の成果／目標は概ね達成

新しい原理に基づくプラズマ窒化装置を開発

- 従来のDCプラズマ窒化装置では、表面の酸化膜や処理雰囲気内の酸素や水分のため、AIN相の核生成が遅く長時間の処理を要する
- アルミ合金表面の清浄化、AIN核生成促進・AIN層成長促進に適したラディカル核種をプラズマシースから供給する一連の技術が必要
- 双極子をプラズマ発生電極に用いると共に、別途バイアス用の電源を用意し、プラズマ密度とイオン加速を個別に調節可能な、新機構のプラズマ処理装置を開発(特許申請済み)

各種のアルミ合金に対する、プラズマ窒化処理の実証

- A2011材では、明瞭なAIN相が生成され、表面が窒化層に被覆されることを確認
- 他方、A2017材やA2024材ではMgの表面濃化によって、内部窒化プロセスが阻害されることが明らかになった
- A2014材では低温プラズマ窒化によって、A2014材の標準硬さの3倍以上の硬化が可能

Mgを含まない素材へのプラズマ窒化により高硬化等の高性能化を実現

- A2011材では、プラズマ時間4時間、保持温度450℃で、水素-窒素比率を低減させるプラズマ窒化プロセスを設定
- 水素-窒素比率を低減させ、プラズマ窒化プロ

セス形成能を向上

- 荷重10gでのマイクロビッガース硬さは約800Hvであり、A2011材の標準硬さ(120Hv)に比して極めて高い硬度となる

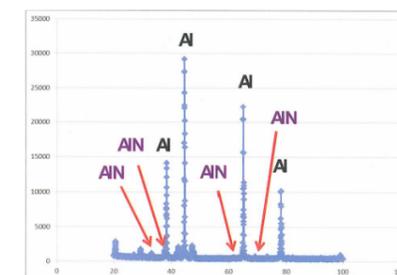
A2011材のプラズマ窒化サンプル

～左-サンプル概観:ほぼ均一に黒色の窒化層を形成～
～右-窒化部位SEM像:元のアルミ粒界はみられず、全面に窒化層を形成～



プラズマ窒化(400℃保持、4時間保持、窒素-水素ガス比1:3)処理を行ったA2011材のXRD図

～明瞭なAIN相生成を示し、表面が窒化層に被覆されている～



事業化への取組／実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功、H26年度に事業化の見込み
- 無償サンプルあり(プラズマ窒化したディスク状試験片、丸棒)
- 雑誌:「高密度プラズマ窒化技術におけるアルミ合金自動車部品の耐久性向上」(隔月誌メカニカルサーフェス・テック、H24.8月号)

効果

- 耐久性向上 ➡ プラズマ窒化したジュラルミン材で、母材硬度(Hv120)をHv800以上に向上させた
- 強度向上 ➡ アルミ製ヒートシンクの強度をほぼ5倍にすることができた
- 軽量化 ➡ コピー機の転写ドラム用回転軸(SUS製)をアルミ製にすることで、軽量化と高強度化を

同時に実現した

今後の見通し

パイプ形状など様々な部品への適用を研究。並行して成果を国内外でアピールし、海外ユーザーの発掘を目指している

- 低温プラズマ窒化できるアルミ合金種を検討するとともに、パイプ形状など多様な部品へのプラズマ窒化実験を補完研究として実施している
- プラズマ窒化した丸棒などサンプルを川下メーカーに提供し、事業化展開を進めるとともに、表面処理関係の欧米誌・国際学会で成果を公表し、海外ユーザーの発掘も行う
- H26年9月の実用化をめざし、H25年よりサンプル出荷を開始予定

企業情報 ワイエス電子工業株式会社

- 事業内容** ①高周波発振器に係わる機器の開発
②誘導加熱装置の製造販売
③プラズマ装置の製造販売

住 所 山梨県甲府市国母5-19-18

U R L <http://www.yssel.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 杉田良雄

Tel 055-237-0600

e-mail y_sugita@ysel.jp

ボルト点数の削減・締結代廃止によって、工程削減および軽量化を可能とする脱炭熱処理技術の開発

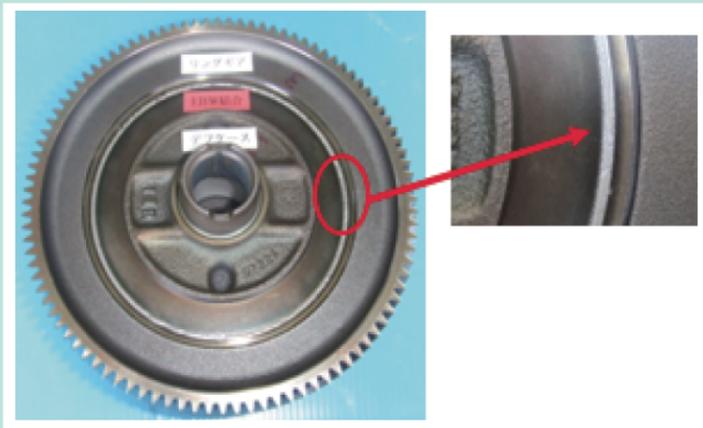
プロジェクト名 EBWによる自動車部品の軽量化を実現する鋳鉄高度熱処理技術の開発

対象となる川下産業 自動車、電機機器・家電、産業機械・工作機械・農業機械

研究開発体制 (一) 助素形材センター、(株) 浅田可鍛鋳鉄所、大正電気工業(株)、甲南大学

試作品外観及び溶接ビード拡大写真

～ビードの外観に問題なく、スパッタもなし～



【従来】

○自動車の軽量化が進む中でも、高強度な部品（例えばディファレンシャルケース）はアルミへ代替できない。また、低コスト化も求められており、ボルト等部品点数の削減による鋳鉄部品の軽量化・工程削減が必要である

【研究開発のポイント】

○鋳鉄の溶接割れ対策である脱炭熱処理を、スケールレスで行うことにより、機械加工後のEBW (electron beam welding、電子ビーム溶接) を可能にする

【成果】

○最適熱処理品の試作に成功し、十分な強度を達成
○ボルト締結されている自動車向けディファレンシャルケースを電子ビーム溶接による接合に変更し、軽量化を実現する

【事業化への取組】

○H28年度の実用化を目指し補完研究中

研究開発のきっかけ

高断熱性の熱処理炉により、熱処理のコストを削減するとともにスケールレスの処理を可能に

- 自動車部品の軽量化のため、鋳鉄からアルミへの置き換えが進む
- 他方で高強度が求められる部品はアルミへの置き換えが困難であり、素材を変えずに軽量化・低コスト化を図る必要がある
- 鋳鉄素材の溶接には、カーボンの酸化除去のため脱炭熱処理が必要だが、スケールが発生するために溶接割れが防止できない

研究開発の目標

新規のDLC成膜技術を開発し、非熱処理部材にも高硬度のDLC成膜を可能に

- 高密封性、高断熱性熱処理炉の開発 → 密封性: 0.0012MPaの内圧を30分保持、断熱性: 炉外壁温度が室温+10℃以下(現状+30℃)
- 低コスト化 → 脱炭保温時電力が現状比30%減
- 熱処理条件 → スケール厚み: 現状0.3mm程度 → 0.1mm以下、脱炭層厚み2mm以上

【従来技術】

- ・自動車部品の軽量化・低コスト化に対応するため、溶接によりボルト等部品点数を削減する必要がある
- (課題)
- ・鋳鉄材の溶接には、カーボン酸化除去のため脱炭熱処理が必要
- ・しかし、脱炭時に鋳鉄表面が酸化し、スケールが発生してしまう
- ・スケールレス脱炭熱処理を行う熱処理条件はシビアなコントロールが必要

【新技術】

- ・最適な熱処理条件を選定・自動計測し、スケールレスの脱炭熱処理を安定的に行う
- ・鋳鉄の溶接を実現し、鋳鉄部品の結合方法を多様化する
- ・部品コストの低減や鋳鉄製品の軽量化に繋がる

研究開発の成果／目標は達成

高密封性・高断熱性熱処理炉を開発

- ワークの出し入れが容易な、前面上下スライド扉タイプの熱処理炉に対し、断熱材や水冷ジャケット、シリコンゴム製リングを活用し、開口部のシール性を確保
- 新開発断熱材を従来の断熱材と組み合わせて適正に配置することで断熱性を確保。炉温900℃×6時間保温後の条件下で、炉外壁温度は室温+10℃以内を達成
- 従来の脱炭炉に比べ、単位表面積当たりの消費電力を31%削減

スケールレス脱炭のための熱処理データの収集・分析

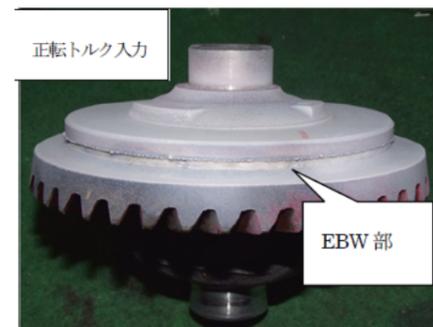
- 変成炉及びガス分析・制御装置を開発し、脱炭時の温度、脱炭雰囲気ガス比率等を測定
- データマイニング手法により、脱炭厚及びスケール厚の目標を達成する条件を計算

最適化した条件下で試作を行い、設定目標を達成

- スケール厚さ大のため、スケール剥離部のグライнда手入れが必要であった部品について試作を行い、脱炭厚2mm以上でありながら、スケール厚を従来の0.3mmから0.06mmに削減し、グライнда手直しも不要
- 脱炭処理、機械加工後のEBW試作を実施し、溶接割れやブローホール、スパッタの発生がないこ

とを確認

EBWを施したリングギヤ試作品の強度評価テスト結果(正転トルク負荷)
～試作品が破断するまで正転負荷をかけ、EBW部には破損なし～



亀裂・フレック問題なし

FCD450素材に対して最適脱炭熱処理を行ったサンプルの組織

～健全な脱炭組織であり、脱炭による材質劣化なし～
※引張り試験結果は耐力310N/mm²、引張り強度485N/mm²、伸び14%であり、処理前のFCD450材と同等



事業化への取組／事業化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- H28年度の実用化に向けて補完研究中
- 無償サンプルあり(鋳鉄デフケースとリングギアの電子ビーム溶接サンプル。提示のみ)
- ※川下企業から要望があれば、有償でのサンプル試作も可能
- 出展: メッセナゴヤ2012(H24.11)、TECH BIZ EXPO2012(H24.11)

効果

- 軽量化 → ボルト締結から電子ビーム溶接に変更する事により、部品点数削減、ボルト締結のための締結代廃止等による軽量化が可能
- 低コスト化 → 軽量化、部品点数削減、ボルト穴加工不要等の効果として、製造・加工コストを低減

今後の見通し

ユーザーニーズと自社シーズのマッチングを図り、事業化を推進していく

- 弊社のお客様である大手自動車部品メーカーに鋳鉄部品の電子ビーム溶接化の共同開発を提案中である。また、メッセナゴヤ2012等の展示会に出展し、技術PRとユーザーニーズ吸い上げを実施している
- 事業化の課題は低コスト化・高品質化であり、今後ユーザーニーズを吸い上げながら、この課題を解消すべく研究開発を継続する
- 弊社シーズとユーザーニーズのマッチングを図るべく、ユーザーニーズの吸い上げ、研究開発を実施し、早期事業化に結び付ける

企業情報 株式会社浅田可鍛鋳鉄所

事業内容 自動車・建設機械・産業機械用の球状黒鉛鋳鉄(ダクタイル)鋳造素材及び機械加工

住所 京都府福知山市長田野町1-29

URL <http://www.asada-katan.co.jp>

主要取引先 ダイハツ工業(株)、コベルコ建機(株)、ダイキン工業(株)、東海ゴム工業(株)、井関農機(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 管理部生産技術課 課長 須原直宏

Tel 0773-27-2058

e-mail hinsyou@asada-katan.co.jp

加熱後の冷却工程に対してミスト冷却による新技術を開発

プロジェクト名 ミストコントロール冷却による低歪み熱処理技術の開発

対象となる川下産業 自動車、産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械

研究開発体制 関西大学、八田工業(株)、(株)IH機械システム

実証炉内部の、ミスト冷却装置設置状況



【従来】

○特性・機能向上のため、熱処理や表面処理、あるいは複合処理した自動車部品が製造されているが、多くは制御が難しい油冷却工程を伴う焼入れ・焼き戻しが施されている。環境に優しい水や不活性液による処理で、製品の高品質化、短納期化を実現することが求められている

【研究開発のポイント】

○鉄鋼分野で使用されている大気解放中のミスト冷却を、真空内で行うことができるよう、ミストコントロール冷却室と真空機能を有する加熱室の二室を備える冷却炉を開発

【成果】

○工作機械、精密機器、自動車、特にトランスミッション部の歯車、プーリ、車軸、軸受け等の熱処理部品に用いられ、従来の熱処理方法よりも低歪化を目指す

【事業化への取組】

○実用化は停滞中

研究開発のきっかけ

自動車等に用いる熱処理製品の、歪低減や短納期化の要求に対応する必要がある

- 提案者らは、従前から熱処理による低歪化を追求していて、従来比で歪を約20%低減することに成功している
- 多様なユーザーの要求に応えるためには、更なる歪の低減が必要である
- 自動車のトランスミッション部の歯車、プーリ、車軸、軸受け等の熱処理製品でその要求が高まっており、歪の低減だけでなく、短納期化についても対応しなければならない

研究開発の目標

ミストコントロール冷却室と真空機能を有する加熱室・二室型真空ミスト冷却炉を開発

- 研磨時間の削減 ➡ 水以外の不活性液による無酸化処理で研磨時間を不要に
- ミストによる冷却 ➡ 従来の熱処理に比べ、処理時間を25～40%削減
- 歪の低減 ➡ 従来方式との間で歪のバラツキを比較し、標準偏差1/2以下に

【従来技術】

<熱処理後の油冷却>

- ・ 被処理品は加熱終了後に油槽に入れることで冷却。油焼き入れ専用場への運搬作業を伴う
- ・ 焼き入れ後の変形バラツキが大きい
- ・ 焼き入れ後に洗浄工程が必要である
- ・ 作業環境が悪い
- ・ 廃油が生じ、環境負荷が大きい

【新技術】

<新開発する冷却法(ミスト冷却)>

- ・ 炉内の加熱室とミスト冷却室を移動させるため、運搬作業が不要
- ・ 焼き入れ後の変形バラツキは小さい
- ・ 投入後に洗浄工程が不要である
- ・ 油を使わないため作業環境はクリーンであり、廃油の問題も生じない

研究開発の成果／目標は未達成

ミスト冷却に対する基礎技術を確立

- 焼き入れ時に使用する冷却水の噴水形態と、それぞれの効果等(焼き入れ後の外観、組織観察及び硬さ試験)を研究
- ジョミニー試験において焼入れ端部近傍の噴水形態の違いによる硬さのばらつきは、基礎研究に使用したいずれの鋼材においてもミスト状の噴水形態を採用した場合において低減
- ミストによる冷却は、従来の冷却方法に比べてより少ない水量で、焼きムラを少なくすることが可能と判明

最適なミスト冷却条件を探索

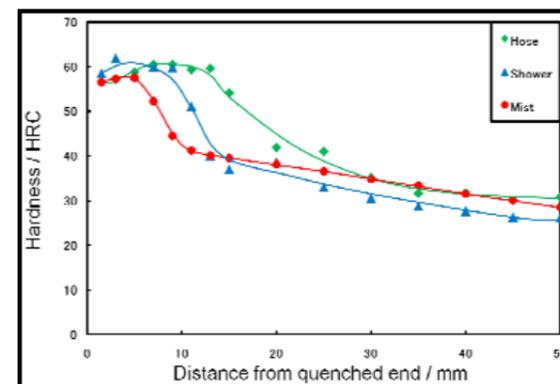
- ミストによる急冷に適する粒度は、750～1,000 μ m。冷却のコントロール性を重視する場合は500 μ mであることが実験により判明
- 噴霧角は狭角ノズルに比して、広角ノズルの方がコントロール性に優れており、炉内圧力については安全面から50～70kPaが妥当
- 運転サイクルについては、一般的な噴霧法(冷却条件を変更しない無段階ステップ)に対して、中間停止法(多段階ステップ)、パルス冷却の有効性を確認するとともに、運転方法を確立

ミスト冷却装置を試作し、実際の焼き入れを実施

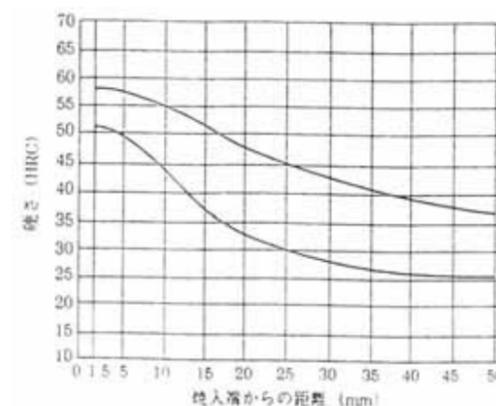
- ミスト冷却装置は、現状、熱処理が多く求められる部材を考慮し490×400×800(mm)として試作を実施
- ミスト冷却装置を用いてSCM435材の ϕ 20×200(mm)試料を吊り下げ方式で焼入れした場合、HRC50以上の硬さが全面にわたり得られた。歪量も汎用無酸化雰囲気炉とはほぼ同じであり、試作装置の冷却能により、焼入れが可能であることを確認

焼入れ水の噴霧状態を、ホース、シャワーおよびミスト状態に変化させた時の硬さ分布

～ミストによる噴霧時に硬さの差が少ない～



ジョミニー試験におけるJISによる焼入れ性の指定(SCM435材)～焼入れ端の硬さはHRC51～58に入ればよいが、この基準を満足している～



事業化への取組／実用化は停滞中

事業化状況等

- 実用化は停滞中

効果

- 精度向上 ➡ 従来の油焼き入れなどよりも低歪化を目指す
- 環境負荷削減 ➡ 油焼き入れ等による廃油、洗浄後の廃液等の削減により環境負荷を下げるとともにコスト低減を目指す
- 短納期化 ➡ 油焼き入れの後洗浄工程等の省略による短納期化を目指す

今後の見通し

今後の技術課題について、装置作成メーカーとの間で対策を検討中

- 補完研究を鋭意継続しているが、達成すべき目標に対し、解決しなければならない技術的課題があり、解決策を模索している
- 装置作製メーカーと今後の技術課題について対策を検討しているところである
- 現在の事業化の目処は未定である

企業情報 八田工業株式会社

事業内容 金属熱処理加工(真空焼入、真空熱圧着、真空ろう付等)
金属加工(ワイヤカット放電加工、放電細穴加工、研摩加工等)
金属材料販売・管理(ZDP189、ZDP189 + ATS34 三層鋼等)

住 所 大阪府堺市中区八田西町2-18-40

U R L <http://www.hatta.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 隅谷賢三

Tel 072-277-7227

e-mail kenzo@hatta.co.jp

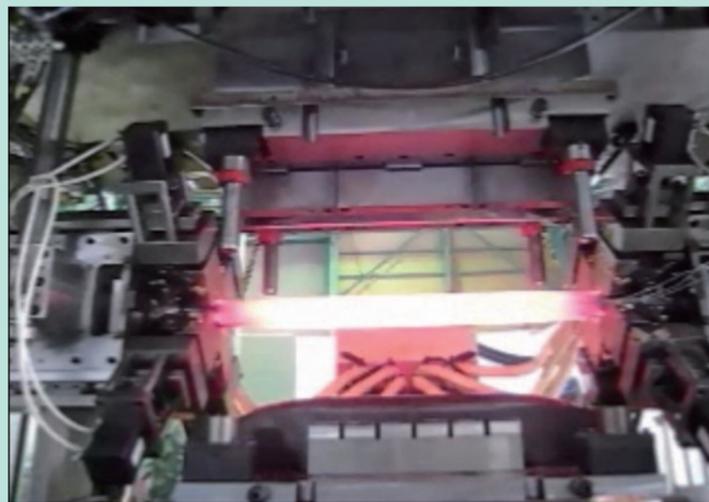
自動車のトーションビーム等の薄肉中空部品の軽量化・低コスト化を実現し、高強度性を保つ複合加工技術を開発

プロジェクト名 軽量薄肉高強度中空断面部品の革新的複合加工技術の開発

対象となる川下産業 自動車

研究開発体制 (公財)ひろしま産業振興機構、(株)ワイテック、(株)富士技研、(株)山本水圧工業所

高周波直接通電加熱と水蒸気圧成形・冷却の複合加工



【従来】

○超高強度の薄肉中空断面構造を製造する場合、従来はパイプ材をプレスもしくは液封にて成形後、加熱急冷の熱処理を行うことで実現しているが、更なる高強度化・軽量化・製造エネルギーの削減を目指す、それぞれに課題がある

【研究開発のポイント】

○従来プレスまたは液封による成形工程、加熱工程、冷却工程の3工程で行っていた加工を、1工程内で完結させ、より低コスト・より高効率な複合加工を実現する

【成果】

○自動車のリアサスペンション部品であるトーションビームのセンタービームに用いられ、現状レベルの剛性・強度を保ちつつ、従来部品の24%軽量化と90%以上の製品1個当たり総加工時間の削減を実現

【事業化への取組】

○H30年度の実用化に向け補完研究中

研究開発のきっかけ

従来の「高強度」「軽量」「低コスト」を実現する技術を更に上回る低コスト化、軽量化が求められる

- 自動車部品の高強度化、軽量化を液封成形、熱処理等の製造技術によって量産している
- 更なる軽量化や低コスト化が求められており、成形工程、加熱工程、冷却工程いずれについても解決すべき課題が存在する
- 液封成形は、内面に金型を挿入出来ないパイプ材の成形時の形状凍結に寄与する技術であるが、サイクルタイムが長いため設備の償却負担が重く、低コスト化を阻害している

研究開発の目標

成形～加熱～冷却のプロセスを一工程で実施し、製品の性能を維持・向上させコストを低減

- 製品の性能を向上: 強度20%向上(1,500MPa) ➡ 平均硬度450Hv(1,500MPa相当)を達成
- 軽量化: 製品の重量を10%削減 ➡ 24%削減を達成
- 低コスト化: 製造設備費用30%削減、1個当たり総加工時間1/10以下 ➡ 製造設備費用32%削減、1個当たり総加工時間1/10以下を達成

【従来技術】

＜従来の自動車部品(プレス成型品)製造工程＞

- (課題)
- ・＜成形＞液封成形はサイクルタイムが長い、設備費用の償却負担が重い
 - ・＜加熱＞通電加熱は短時間での加熱に有効ではあるが、複雑な断面形状には適用できない
 - ・＜冷却＞高温のワークを冷却工程に運ぶ際に温度が下がるため、余分に加熱する必要がある

【新技術】

＜成形～冷却までの全てのプロセスを一工程で実現する新技術＞

- ・金型内で、中空一様断面素材(パイプ材等)を通電により瞬時に加熱
- ・素材内部に水蒸気圧力を発生させ、素材を内圧で保持、金型形状に沿わせやすい状態を保つ
- ・AC3変態点以上の高温下でプレス成形を行う
- ・型締直後に素材内部へ注水して直接急冷を行う

研究開発の成果/目標は達成

通電加熱による加熱技術を確立

- 高周波通電加熱において、給電部を4分割部分接触式とし、給電の安定化を実現
- 金型とワークのクリアランス確保等を施すことで、周辺設備への誘導加熱ロスを削減し、目標の900°C/85秒(量産想定設備換算で900°C/8秒に相当)に対し、900°C/82秒を達成
- 高周波通電加熱が、中空一様断面を急速加熱させるのに最適な加熱方法であることを実証

水蒸気圧発生装置技術を確立

- 適切な水蒸気圧力をシミュレーション及び実験により抽出、内圧2MPaでワークが金型に密着することを確認
- プレシールパッキン構造(予圧拡張型パッキン)を採用し、シール性と量産性を両立

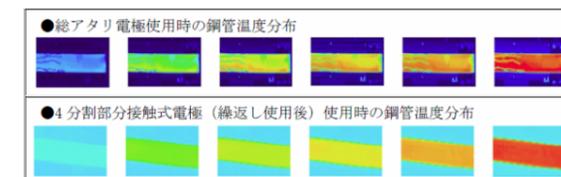
冷却条件を最適化、試作品によって性能を確認

- 最適な冷却条件を探索し、焼入れ必要部位の平均硬度450Hv(1,500MPa相当)以上を達成
- トーションビームアスクルを試作し、ハイサイクル振り耐久試験、ローサイクル振り耐久試験いずれ

についても設定した目標を達成。高い耐久性能が確認された

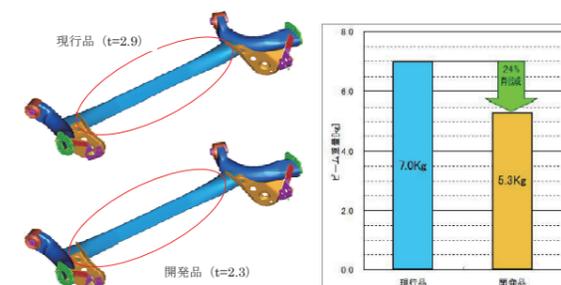
通電加熱に用いる最適な電極を明らかに

～4分割部分接触式電極の採用で、均熱を確保～



新技術の活用により軽量化を実現

～板厚は2.9mmから2.3mmに、重量は7.0kgから5.3kgに削減～



事業化への取組/実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- H30年度の実用化に向けて補完研究中
- 有償サンプルあり(弊社想定のリアトーションビーム試作部品)
- 特許: 筒状体の成形方法及び成形装置(特開2011-31261)

効果

- 軽量化 ➡ 開発したクラッシュドチューブタイプのトーションビームは高剛性・高強度を保ちつつ中空薄肉化を実現し24%の軽量化を実現
- 低コスト化 ➡ 開発した複合加工は従来比で工程数1/3、個当り加工時間1/10、設置面積1/2となり製造設備費用の32%削減を実現出来る見込みである
- 省エネルギー化 ➡ 熱処理時の加熱工程を電気炉から直接通電加熱に変更し、加熱エネルギー53%削減を実現

今後の見通し

事業化を視野に、技術開発を実施中。自動車メーカーのニーズと事業で得られた技術をマッチングさせた部品設計を、自動車メーカーと共同で行うことを目指す

- 現在自動車メーカーとの共同開発を目指して、トーションビームの設計スタディ中である
- 事業化に向けた実用化技術開発、更なる効率化を目指し、IH表皮効果による部分加熱、焼入れ工法の実験研究を今後補完研究にて実施する予定
- 自動車メーカーのグローバル戦略(価格は競合で決まる、海外どこでも作れることが必要)のため、独自技術はその採用が難しい面もあるようだ。多様で複雑な自動車メーカーのニーズと当技術をうまくマッチングさせた部品提案をしたい

企業情報 株式会社ワイテック

事業内容 自動車部品製造

住所 広島県安芸郡海田町曾田3-74

URL <http://www.ytec-gr.co.jp>

主要取引先 マツダ(株)、ダイハツ工業(株)、三菱自動車工業(株)、(株)ペントラー・オートモーティブ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 商品開発部 技術開発グループ 主幹 上野幸

TEL 082-823-4454

e-mail ueno-t@ytec-gr.co.jp

溶接の良否を判定し、溶接不良低減を可能とする インライン判定システムの開発

プロジェクト名 レーザ溶接数値化アルゴリズムでのインライン判定システムの開発

対象となる川下産業 燃料電池・太陽電池、医療・福祉機器、めがね産業

研究開発体制 (公助)千葉県産業振興センター、(有)西原電子、大阪大学、(株)シャルマン

インライン判定システムの適応制御モニター画面



【従来】

○レーザ溶接製品に対する従来の目視検査や抜取り破壊検査は時間とコストがかかる上、不良品を良品化することはできない

【研究開発のポイント】

○レーザ溶接の良否を正確に判定するアルゴリズムの開発
○欠陥部を修復させる適応制御技術により、溶接不良を低減するシステムの開発

【成果】

○溶接不具合品判定:0.1mmの隙間検出
○適応制御機能:溶け込み深さ安定、アンダーフィル抑制
○本事業により開発した装置をレーザ溶接の製造ラインに組み込むことにより、溶接時に発生する穴あき、隙間、スパッタ等の溶接不具合を検知、抑制、修復が可能となり、溶接製品の品質向上や生産コストの削減を実現

【事業化への取組】

○H23年度に事業化に成功

研究開発のきっかけ

レーザ溶接製品の欠陥検出は時間とコストがかかる上、不良品を修復することはできない

- レーザ溶接の対象分野は拡大を続けており、近年では小型製品にも適用されている
- 適用分野拡大とともに、溶接するワーク内部・外部を精密に検査し、不良品率を低くする方法が求められている
- 現在でも欠陥検出は目視検査や抜取り破壊検査により行っており、時間とコストが掛かる上、溶接時に不良品を修復することはできない

研究開発の目標

溶接不具合品の高精度な検出アルゴリズムと、不良品を良品へと修復させる適応制御機能の開発

- 溶接不具合品判定 → ステンレスの薄板重ね溶接時の隙間検出
- 適応制御機能 → 溶け込み深さ安定、アンダーフィル抑制

【従来技術】

＜後工程の検査を行う品質管理＞
(課題)

- ・ 抜取検査であるため、信頼性は低い
- ・ 欠陥把握のために後工程の破壊検査等複数の作業が必要
- ・ 溶接不具合の原因究明にはオフライン検査が必要。ライン復旧までの時間がかかる

【新技術】

＜数値化アルゴリズムによるインライン判定システム
+適応制御機能＞
(特徴)

- ・ 全数検査が可能で、信頼性が高い
- ・ 溶接中に欠陥を検出、また溶接時に不良品を良品に修復し、欠陥品の生産を防ぐことが可能
- ・ インライン検査で、不具合を瞬時に解明。速やかに条件再設定などを実施可能

研究開発の成果／目標を達成

判定システムにより、溶接時に微小な隙間を検出可能に

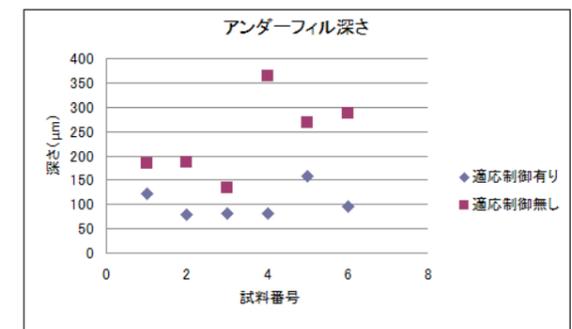
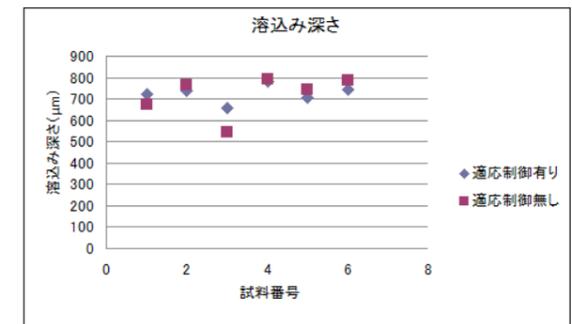
- 開発したインライン判定システムで、ステンレス薄板重ね溶接時の隙間検出の可否を試験
- 重ね溶接に隙間がある場合、赤外光は上板の厚みまでレーザが到達したとき、0.1mm程度の隙間の有無で顕著に波形強度に差がでるため、微小な隙間の検出が可能であることを確認
- 重ね溶接時の隙間は、波形の時間的傾向を調べることで、隙間が大きくなるほど波形積算値が増加していく傾向であることを確認し、隙間の大きさを定量的に測定可能に

波形処理装置に適応機能を搭載し、不良品を修復するシステムを開発

- 適応制御機能を波形処理装置内に追加。実験動加工ラインに近い環境での動作を確認
- メガネフレーム製造用チタン材突合せ溶接時に100 μ mの隙間があるとき、適応制御により安定した溶込み深さを得ることが可能に
- アンダーフィル深さは、適応制御により半分程度の深さに低減できることを確認
- 他社製品との適応制御機能比較実験の結果、他社製品と同等の機能を有しながらも、専門知識が

不要で使い勝手の良いシステムであることを実証

適応制御による、溶け込み深さとアンダーフィル深さへの影響～適応制御がある場合、溶け込み深さは安定しアンダーフィル深さが半分程度になり、溶接時に不良品を修復する機能を実証～



事業化への取組／事業化に成功

事業化状況等

- H23年度に事業化に成功
- 実用の可否を評価するためのデモ機あり
- 新聞:日刊工業新聞(H24.9.24)、西日本新聞(H24.9.30)など
- 受賞:千葉県庁「千葉ものづくり認定製品」(H24)
- 特許:「欠陥電極検出装置」(特開2012-6036)

効果

- 精度向上 → 本装置の適応制御機能により、レーザ溶接時の溶込み深さのばらつきが従来の1/2程度に低減
- 強度:剛性向上 → 溶接部の熱放射光から接合強度を推測でき、一定強度以下の接合強度不良品の市場流出を防止
- 納期・製作時間短縮 → 溶接不具合を全点自

動検知するため、従来の事後検査が不要になり、生産時間を短縮

今後の見通し

すでに製品出荷を実施している一方、機能追加のための継続研究を実施中

- 可視光での溶接不具合検出について、現在ユーザと共同で実用の可否を見極めるための継続研究を実施中
- 溶接欠陥のモニタリング技術を蓄積し、また近赤外線2波長での測定を利用した温度換算機能の追加も検討し、より定量的に溶接現象を解明できる装置開発を目指す
- 数社に本事業で開発した製品の出荷が完了し、実用化達成。ユーザ社内でのデモ等によるさらなる事業化が進行中

企業情報 有限会社西原電子

事業内容 電子回路基板設計
住所 千葉県柏市西原6-8-30
URL <http://www.nishi-den.co.jp>
主要取引先 ミヤチテクノス(株)、富士フィルム(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 中山孝良
Tel 04-7192-7827
e-mail nakayama-taka@msv.nishi-den.co.jp

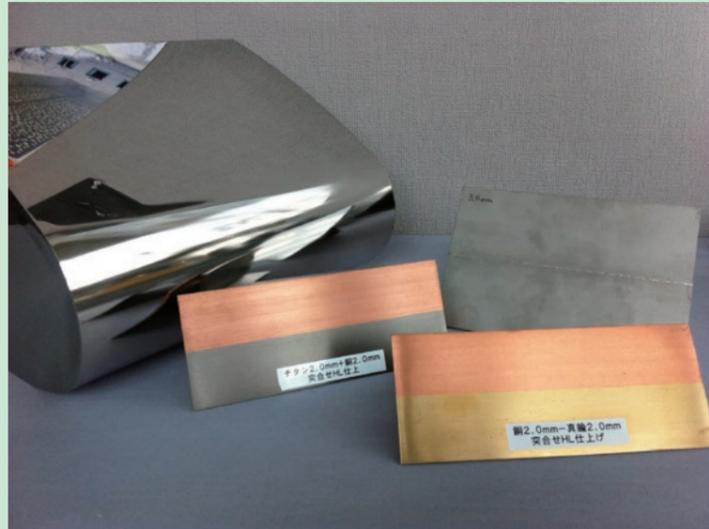
温度場制御技術によって、溶接時の歪み・変形を低減するレーザー溶接方法の開発

プロジェクト名 温度場制御技術による薄板構造物の極低歪レーザー溶接方法の開発

対象となる川下産業 航空・宇宙、自動車、建物・プラント・橋梁

研究開発体制 (公助)千葉県産業振興センター、菊川工業(株)、愛知製鋼(株)、日本大学、(株)最新レーザー技術研究センター、大阪大学、千葉県産業支援技術研究所

新技術による溶接試作品



【従来】

○従来のアーク溶接では入熱により歪みが発生するため、後工程による修正が必要であり、これがコスト押し上げ要因となっている

【研究開発のポイント】

○加熱・吸熱複数熱源を用いた温度場制御技術を適用し、後工程を不要・簡単にする極低歪溶接技術を確立する

【成果】

○縦曲り変形量:0.02rad
○Ni基耐熱合金製円筒変形歪:0.4mm
○主に建築用部材であるステンレス製ビルドH形鋼や内外装パネルの溶接部の低歪化に適用され、較溶接変形量を90%低減

【事業化への取組】

○H24年度に事業化に成功

研究開発のきっかけ

アーク溶接による変形修正のための後工程が、コスト上昇の原因となっている

- 従来のアーク溶接では、入熱量の大きさから溶接変形が発生する
- 特に薄い部材では歪みが過大となり、後工程での修正が不可欠である
- 溶接後の歪み取り工程がコスト上昇の原因となっている

研究開発の目標

加熱・吸熱複数熱源による温度場制御技術を用いて、極低歪溶接技術を確立

- 縦曲り変形 ➡ 3.0mm/5.0M以下
- 角変形 ➡ 0.05rad以下
- Ni基耐熱合金製円筒変形歪 ➡ 1.0mm以下

【従来技術】

<従来のアーク溶接>

(課題)

- ・入熱量が大きく、溶接部分に変形が起こる。特に薄い部材の加工は困難
- ・歪みを修正する後工程が必要であり、コスト押し上げの原因となっている

【新技術】

<温度場制御技術を用いた極低歪溶接技術>

(特徴)

- ・溶接変形量が極小となり、薄肉化可能
- ・歪み取り工程が不要・簡単となるため、コスト低減

研究開発の成果／目標を達成

少ない熱量での板厚貫通溶接により、ひずみが低減することを確認

- レーザーを用いた溶接法および温度場制御技術を用いた溶接法による低ひずみ化の効果について検討
- 従来のアーク溶接と比較して1/20倍の熱量で板厚貫通溶接が可能となり、また低入熱化に伴ってひずみも1/10程度低減することを確認

効率的な被溶接材固定方法の導入により、溶接歪と角変形量の目標を達成

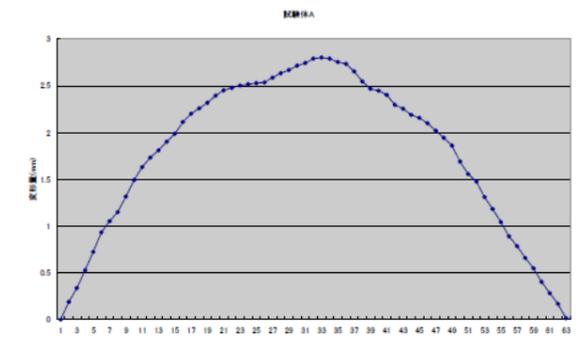
- シングルモードファイバーレーザー溶接機にて、ビルドH型鋼を実験的に作成し、縦曲り変形と角変形を測定
- 溶接時の被溶接材固定方法として両端固定方法を採用することにより、目標値である溶接歪3mm以下/5M、角変形量0.05rad以下の数値目標を達成

シングルモードファイバーレーザー溶接実験で、溶接歪の小さい円筒形部材を作成

- Ni基耐熱合金としてインコネル625材を用い、直径φ348mmの円筒形部材を作成してその性能を確認した結果、突合せ部の溶接変形量は0.4mmとなり、1.0mm以下の目標値を達成
- 溶接部の引張試験を行い、引張強さが規格値を満足していることを確認

縦曲り変形量測定結果

～最大縦曲り変形量は2.8mmであった。この時の角変形量θは1.38°となり、これをラジアンに変換すると0.02radとなり、変形量が目標値以下となることを確認～



円筒形部材における溶接部変形量及び円筒形変形量の測定結果

～突合せ部の溶接変形量は0.4mmとなり、数値目標を達成～



事業化への取組／事業化に成功

事業化状況等

- H24年度に事業化に成功
- 従来溶接方法と本案件方法との、変形量比較溶接サンプルあり(無償)
- 非鉄金属溶接サンプル、製品モックアップあり(有償)
- 出展:接合技術研究会(H24.6)
- 特許:「レーザー溶接方法」特願2012-114959、「レーザー溶接装置」特願2012-114958

効果

- 精度向上 ➡ シングルモードファイバーレーザー溶接技術により、従来の溶接法と比較して溶接変形量を90%低減
- 低コスト化 ➡ 溶接変形量の低減により、溶接変

形の矯正にかかるコストを30%低減

今後の見通し

ステンレス鋼・アルミニウム合金製の建築用製品の事業化が進展中

- 本事業の研究対象であったステンレス鋼・Ni基耐熱合金鋼以外の金属に対する本溶接技術の研究を行っており、アルミニウム合金に関しては同溶接技術を確立済
- ステンレス鋼・アルミニウム合金製の建築用製品の事業化を進めており、H24年11月時点で6物件の施工実績あり
- H25年度からの異分野連携新事業分野開拓計画の認定を得ており、複雑な形状の薄板溶接製品の事業化に向けて活動を継続中

企業情報 菊川工業株式会社

事業内容 建築物の金属製内外装工事の設計、製造、施工
取扱金属:鉄、ステンレス、アルミニウム合金、銅合金、チタン等

住 所 千葉県白井市中98-15

U R L <http://www.kikukawa.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 プロジェクト統括事業部
高松良平

Tel 047-492-1331

e-mail r.takamatsu@kikukawa.com

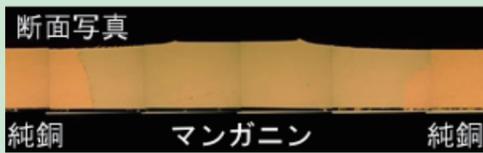
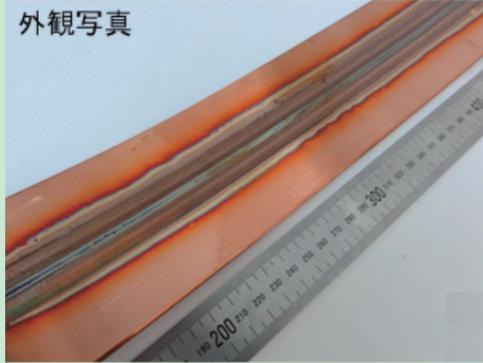
固定抵抗器の抵抗体と電極の接合信頼性を高める、異種材接合テーラードストリップ製造技術の開発

プロジェクト名 車載固定抵抗器の高性能・高生産性化に資するテーラードストリップ製造技術の開発

対象となる川下産業 燃料電池・太陽電池、電子機器・光学機器、自動車

研究開発体制 (株)特殊金属エクセル、大阪府立産業技術総合研究所、大阪府立大学

接合試験における断面図



【従来】

○電装モジュールは、内部の固定抵抗器の構成要素である抵抗体と電極の間の接合信頼性が重要だが、電子ビーム溶接は接合信頼性が低い

【研究開発のポイント】

○摩擦攪拌接合法を導入し、固定抵抗器用に異種材接合テーラードストリップを製造する技術の開発

【成果】

- 摩擦攪拌接合装置の計装化：加圧力、推進力を常時観測
- 摩擦攪拌ツール強度：20m長距離接合でも変形、摩耗軽微
- 接合材品質：継手効率75%以上、内部欠陥なし
- 大型の低抵抗固定抵抗器として、自動車エンジン部のシャント抵抗に導入

【事業化への取組】

○実用化は停滞中

研究開発のきっかけ

電装モジュール内の固定抵抗器構成要素である抵抗体と電極の間で、接合信頼性が課題に

- ハイブリッドカーや電気自動車、燃料電池自動車などに搭載される電装モジュールは、その内部の固定抵抗器の抵抗体と電極の接合信頼性が重要
- 従来の電子ビーム溶接は、材料の組み合わせによっては接合品質の信頼性が低く、また生産性も悪い

研究開発の目標

固定抵抗器用のCu-Mn-Ni合金とCuとの異種材接合テーラードストリップを製造

- 摩擦攪拌接合装置の計装化 ➡ 加圧力、推進力を常時観測
- 摩擦攪拌ツール強度 ➡ 20m長距離接合でも変形、摩耗軽微
- 接合材品質 ➡ 継手効率75%以上、内部欠陥なし

【従来技術】

<電子ビーム溶接>

(課題)

- ・高真空を要するため生産性が悪く、接合の連続化が困難
- ・溶接による接合であることから、異種金属の接合信頼性に問題がある
- ・連続帯板形状の接合材料を得るための設備コストは大きい

【新技術】

<連続摩擦攪拌接合>

(特徴)

- ・大気雰囲気化のプロセスで接合を行うことができ、連続化が容易で生産性が高い
- ・異種金属接合でも高い信頼性を得ることが可能

研究開発の成果／目標を一部達成

摩擦攪拌接合装置の計装化を実施

- 既存の摩擦攪拌接合装置に、ツール加圧力、ツール推進力の計測機能を搭載
- ツール加圧力、ツール回転トルク等の動力をリアルタイムに計測できる機器となり、接合品質の安定化が可能に

テーラードストリップ材を作製するために適切な摩擦攪拌ツール材質を開発

- 摩擦攪拌ツール材料として、ニッケル基2重複相金属間化合物を取り上げ、真空誘導溶解(VIM)法によってNi基超々合金(NAV-5Ta)を作製
- 検査の結果、NAV-5Taは熱処理後の鑄塊に割れや欠陥が認められないことを確認
- 基礎特性調査の結果、NAV-5Ta合金の引張強度1,188MPaを確認

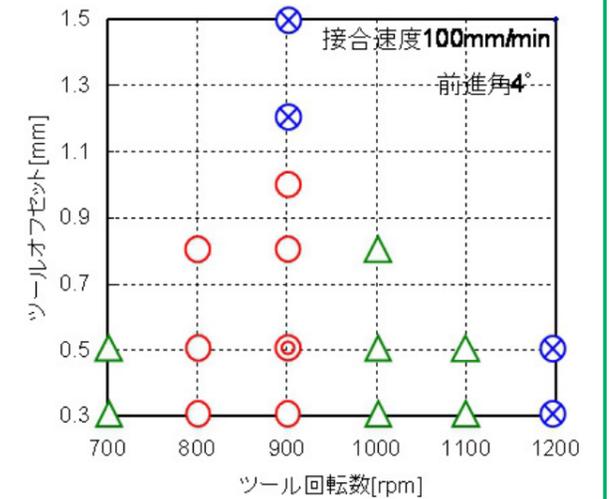
NAV-5Taツールを使用した接合試験を実施し、当該ツールの優位性を確認

- 開発したNAV-5Taツールにより接合試験を実施
- 接合距離20mでもツール形状に大きな変化は無く、摩耗も軽微であることを確認

- 回転数や接合速度等の接合条件を適切に設定することで、光学顕微鏡レベルでの欠陥がなく、健全(継手効率75%以上、内部欠陥なし)な接合材を得た

NAV-5Ta ツールにおける接合状況所見

～ツール回転数やツールオフセットを変えながら試験を行い、健全な接合材を獲得～



事業化への取組／実用化は停滞中

事業化状況等

- 実用化は停滞中
- 接合サンプルあり(無償)

効果

- 低コスト化 ➡ 開発した設備は、従来よりも投資コストが1/5に抑えられ、また運用コストにおいても利点あり
- 環境負荷削減 ➡ 開発した設備はシールドガス等を使用しないため、環境負荷の削減に繋がる
- 汎用性向上 ➡ 従来手法では適用困難であった材料に本設備を用いることで、安定した製造が可能

今後の見通し

性能評価を実施する一方、製造条件を確立と川下企業との連携により事業化を進める

- 川下企業へ試作品を提供し、性能評価を実施してもらっている一方、引き続き試作品の最適製造条件を検討中
- 安定した製造条件確立のための、制作設備の改造を実施する予定
- 最適製造条件を更に追及しつつ、川下企業と連携し、事業化を進める

企業情報 株式会社特殊金属エクセル

事業内容 鉄・非鉄金属のリロール
住 所 埼玉県比企郡ときがわ町玉川56
U R L <http://www.tokkin.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 新機能材料研究開発本部
蛭田修平
T e l 0493-65-4030
e-mail s-hiruta@tokkin.co.jp

拡散接合技術を用いた接合による、高耐圧性能マイクロ熱交換器の製造開発

プロジェクト名 拡散接合技術による微細構造物の接合技術と信頼性の確立
対象となる川下産業 産業機械・工作機械、半導体・液晶製造装置、電気機器・家電
研究開発体制 (財)にいがた産業創造機構、(株)WELCON、筑波大学、富山大学

対向流熱交換器カットモデル



【従来】

- CO₂ヒートポンプ給湯器は、CO₂排出量の削減に貢献するが、現状は貯湯槽が大きく、設置場所に制約がある
- 小型化する際には、貯湯槽が不要なオンデマンド給湯器が有効であるが、そのためには高性能な熱交換器が必要となる

【研究開発のポイント】

- 拡散接合を用い、高い熱交換性能、耐圧性能を持ちながら、従来よりも大幅に小型化したマイクロ熱交換器を開発

【成果】

- 熱交換量:最大12kW
- 経年変化による詰まり無し(圧力損失上昇なし)
- 経年変化によるリーク無し(ヘリウムリークで 1×10^{-10} Pa・m³/sec以下)
- 小型で熱容量が小さいため、温度応答性が高く、温度コントロールを瞬時に可能

【事業化への取組】

- 実用化に成功、H25年度の事業化見込み

研究開発のきっかけ

CO₂ヒートポンプ給湯器は容積が大きく、設置場所の確保が困難

- CO₂排出減など環境面にメリットがあるヒートポンプに注目が集まっている
- CO₂冷媒ヒートポンプ給湯機は容積が大きく、小規模住宅への取り付けが難しい
- ヒートポンプ内部の熱交換器を小型化するには、小型で高性能な熱交換器が必要となる

研究開発の目標

小型で高性能な熱交換器を開発し、ヒートポンプ小型化に貢献する

- 伝熱流動特性 → 微細管の特性をマイクロチャンネル熱交換器に適合
- 耐圧性能 → 構造を小型化しつつ、熱交換量10kW、耐圧性能20MPaを確保
- 経年変化による詰まり、腐食の影響無し

【従来技術】

<ヒートポンプ用熱交換器>

- (課題)
- ・ 広い設置スペースが必要
 - ・ 耐圧性能が低い

【新技術】

<拡散接合技術によるマイクロ熱交換器>

- (特徴)
- ・ 小型で設置スペースを取らない
 - ・ 高耐圧性能

研究開発の成果/目標を概ね達成

微細管内における熱移動現象を明らかにし、マイクロチャンネル熱交換器システムに適用

- 微細管と熱交換器の熱交換量を比較し、微細管の伝熱流動特性がマイクロチャンネル積層型熱交換器の伝熱流動特性に適合できるかを分析
- 両者の熱交換量がオーダーでほぼ一致しており、微細管技術の適用可能性を確認

低圧力損失マイクロチャンネル熱交換器を製作し、性能を評価

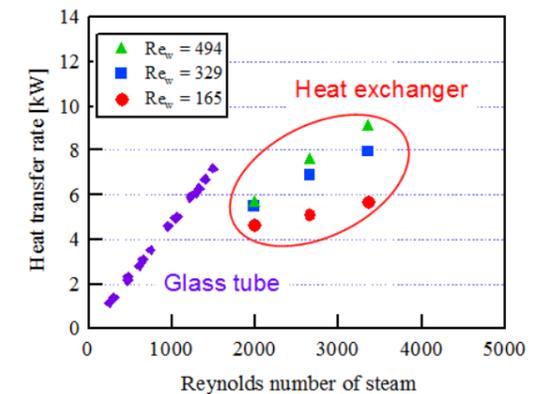
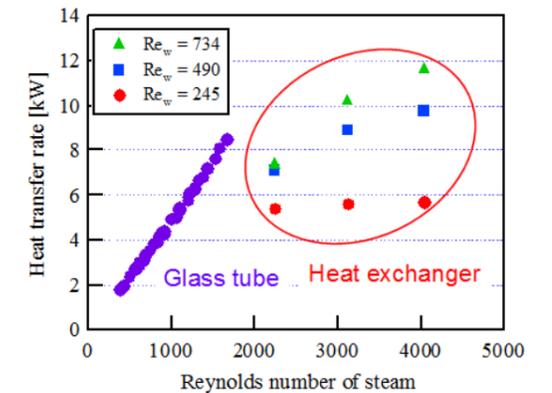
- 構造や形状ならびに寸法を系統的に小型化させた熱交換器を試作し、性能評価を実施
- 伝熱流動特性を明らかにした結果、熱交換量が最大12kWに達することを確認
- 本熱交換器が既存の熱交換器の100分の1程度の大きさでありながら、圧力損失が約1/9となることを確認

熱交換器の経時変化によっても性能への影響がないことを確認

- 熱交換器に水道水を加熱して通水し、マイクロチャンネル内での析出物の影響を分析
- 通水による析出で熱通過率は低下するが、容易に除去できることを確認
- 2,833時間通水後にヘリウムによるリークテストを実施。リーク量 5.0×10^{-10} Pa・m³/sec以下を達成

微細管と熱交換器の熱交換量の比較

～微細管の熱通過率は、熱交換器の熱通過率とオーダーでほぼ一致。微細管を熱交換器に適用できることを示唆～



事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功、H25年度の事業化見込み
- マイクロチャンネル熱交換器、マイクロチャンネルヒートシンクのサンプルあり(有償)
- 出展: セミコンJAPAN (H23.12.7~9) など
- 雑誌: 塑性と加工「拡散接合によるマイクロチャンネル熱交換器の開発」(第52巻 第603号 (2011.4)) など
- 受賞: 日本塑性加工学会 三井精密賞(H23年)

効果

- 新方式・新製法の実現 → 温度応答性が従来の10倍
- 小型化・省スペース化 → 同等の性能を持つ熱交換器と比較して、サイズが1/100

- 環境負荷削減 → 冷媒の使用量の大幅な削減

今後の見通し

特種用途での事業化が成功しつつあり、H25年に特殊用途量産開始を目指す

- 製造工程のブラッシュアップによる低価格化と、さらなる市場拡大を目指し、ユニット化、システムの構築を実施し、川下企業との打合せを通じて製品化を目指す
- 特種用途での事業化は成功しつつあるが、より広い用途での採用を目指し、システム化を継続中
- 既に一定の性能を達成している製品について、H25年に特種用途量産の開始を、H29年に汎用製品への搭載を目指す

企業情報 株式会社WELCON

事業内容 拡散接合に関する技術開発、拡散接合受託加工、マイクロ三次元構造・マイクロチャンネル熱交換器・ヒートシンクの開発・製造

住所 新潟県新潟市秋葉区矢代田15-1

URL <http://www.welcon.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役社長 鈴木 裕
Tel 0250-38-1900
e-mail yutaka_suzuki@welcon.co.jp

太陽電池セルの変形や割れを防止！ 安定的な溶着を可能とするセル配線技術の開発

プロジェクト名 次世代太陽電池パネルに対応したセル配線技術の研究開発

対象となる川下産業 燃料電池・太陽電池

研究開発体制 (財)長野県テクノ財団、野村ユニソン(株)、東洋大学、信州大学、長野県工業技術総合センター

開発した製造装置



【従来】

○従来の太陽電池セル配線技術では、セルに反り、割れ、欠け、ポイドが発生し、安定的な溶着が難しい

【研究開発のポイント】

○局所加熱可能な溶着方法と配線精度向上により、セルの変形や割れ、ポイドを防いで安定的にセルを溶着する技術を開発

【成果】

- 溶着反り:0.3mm (割れ、カケなし)
- 溶着時間:1セルあたり3秒台
- 結晶型太陽電池の製造工程における太陽電池セルとインターコネクタの溶着技術であり、太陽電池セルの薄型化による変形・割れ・カケ・ポイドの発生を防止

【事業化への取組】

○実用化に成功、H26年度に事業化見込み

研究開発のきっかけ

太陽電池セルの変形や割れなどを防ぎ、安定的に溶着できる太陽電池のセル配線技術が求められている

- 太陽電池の生産において、セル同士を組み合わせる正確な配線技術は不可欠である
- セルとタブリード溶接時の全面加熱により反り、割れ、カケ等が発生する
- 溶接時の部材の密着において、力加減によって溶着が安定しないなどの問題がある

研究開発の目標

局所加熱可能な溶着方法と配線精度向上により、セルを安定的に溶着する技術を開発

- 溶着反り ➡ 0.5mm 以内
- 配線装置の精度 ➡ 長さ方向寸法公差: ±0.5mm
軸方向平行度: < 0.1mm
軸方向平面度: < 0.05mm
- 溶着時間 ➡ 1セルあたり5秒台

【従来技術】

<従来のセル配線技術>

(課題)

- ・溶着時に反り・割れ・カケ・ポイドが発生
- ・部材密着時、接触が不安定だと溶着が安定しない(押さえ方によっては割れ、カケが発生)

【新技術】

<次世代太陽電池に対応したセル配線技術>

(特徴)

- ・溶接したセルの変形、割れ、カケ、ポイドの低減
- ・均一な加圧による割れ、カケの防止

研究開発の成果 / 目標を達成

局所加熱ができる溶着技術を検証し、反りを抑える方法を確認

- 太陽電池セルとタブリードを効果的に溶着させる局所加熱方法を開発し、評価
- 洗浄機能付きプレート方式、誘導加熱方式において、反りは最大で0.3mm以内に抑えられ、目標を達成。また割れ、カケについても問題なかった

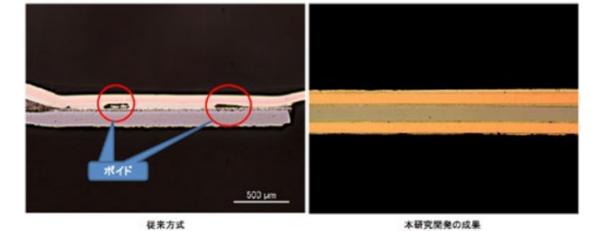
配線精度において、長さ方向寸法公差±0.5mm、軸方向平行度<0.1mm、軸方向平面度<0.05mmを達成

- タブリードの供給において、ポビンの送出し機構とタブリード引出し機構を連動させ供給する配線装置を開発
- ポビンに巻かれたタブリード巻癖をローラーと押え溝により矯正するなどの改良を実施し、配線装置の精度目標(長さ方向寸法公差±0.5mm、軸方向平行度<0.1mm、軸方向平面度<0.05mm)を達成

加熱時間を短縮し、タクトタイム3秒台を実現

- 電気制御ユニット、タブリード送り出し機構などを組み合わせたセル配線部複合装置を開発
- 加熱条件の変更で、品質を保ったまま加熱時間を短縮し、タクトタイム3秒台を達成
- 100枚レベルの連続運転では99%の歩留まりを達成

誘導加熱方式溶着ユニットによる溶着結果
～局所的に短時間で加熱を行うことにより、反りを防ぐとともに割れ、カケ、ポイドの発生なしの目標を達成～



事業化への取組 / 実用化に成功、事業化は停滞中

事業化状況等

- 実用化に成功、H26年度に事業化見込み
- サンプルあり(ユーザーの仕様に合わせて治具や調整に費用が発生)
- 出展: 諏訪圏工業メッセ(H23.10)

効果

- 品質管理能力向上 ➡ 薄型化によるセルの変形・割れ・カケ・ポイドの発生を防止、品質を向上
- 温度管理能力向上 ➡ 加熱によるセルの変形・割れ・カケ・ポイドの発生を防止、品質を向上
- 歩留まり向上 ➡ 加熱方法、加熱プロファイル、密着条件を適切に設定することにより、歩留まりが向上

今後の見通し

試作品の耐久性試験を実施するとともに、今後増大が予測される太陽電池の需要を見込んでPRを継続

- 更なる品質向上に向けた実験を検討するとともに、川下企業への技術紹介を実施中
- 従来技術との比較試験を行うとともに、試作品の耐久性試験を実施
- 太陽電池関連企業の情報では現状設備投資が滞っている模様であるが、今後太陽電池の需要は増える見込みのため、国内、海外を問わずPRを継続

企業情報 野村ユニソン株式会社

事業内容 FA関連装置設計・製造(液晶/半導体/太陽電池/車関連等)、産業用/生活関連ロボット開発・製造、各種金型設計・製作、精密熱間中空鍛造、各種ダイカスト、各種板金・溶接、自社開発製品設計・製造、輸入洋酒販売

住所 長野県茅野市ちの650

URL <http://www.nomura-g.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 生産革新本部商品開発部 課長 神澤広樹

Tel 0266-72-7187

e-mail hiroki_kanzawa@nomura-g.co.jp

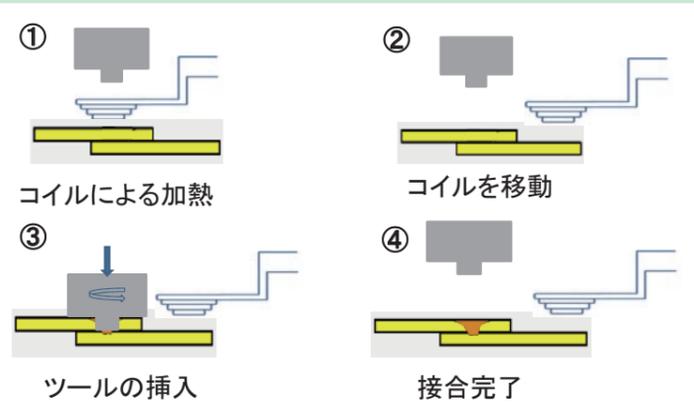
高周波加熱技術の導入により、鋼材の摩擦攪拌接合を実現する技術・装置の開発

プロジェクト名 鋼材の摩擦攪拌接合を実現する革新的高安定・高効率装置の開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械、自動車、建物・プラント・橋梁

研究開発体制 大阪大学、日新技研(株)

高周波加熱コイルを用いたスポット摩擦攪拌接合フロー



【従来】

○摩擦攪拌接合は、高精度な接合を実施できる技術だが、適用できる材料がアルミニウム(AL)に限定されている

【研究開発のポイント】

○従来の摩擦攪拌接合に高周波加熱技術を組み合わせることで、鉄鋼材料の接合を可能に

【成果】

- 2mmのSS400鋼材を1.89秒で赤熱
- 高周波誘導加熱による摩擦攪拌接合により、接合速度を1.5倍に
- 15mmの鋼板の摩擦攪拌接合に成功
- AL合金で実用化が進んでいる摩擦攪拌接合を、多くの構造物を構成する鉄系材料に適用し、その優れた機械特性により製造コスト・溶接部の信頼性の向上を実現

【事業化への取組】

○H25年度の実用化をめざし、補完研究を継続中

研究開発のきっかけ

摩擦攪拌接合は、優れた特長を持つ一方、鉄鋼材料など高融点材料への適用は困難

- 摩擦攪拌接合は、残留ひずみが小さく平らな接合表面が得られるなど、優れた特長を持ち、近年ではAI合金への適用、実用化が急速に進んでいる
- 接合の適用範囲がAI合金に限られており、鉄鋼材料など高融点材料への適用は困難

研究開発の目標

加熱コイルを用いた高周波加熱技術を摩擦攪拌接合と組み合わせ、鋼材の接合を可能に

- 加熱効率上昇 ➡ 2mmのSS400鋼材を2秒程度で約800℃に赤熱
- 高周波誘導加熱の適用 ➡ 接合高速化
- 15mm鋼板の摩擦攪拌接合

【従来技術】

<従来の摩擦攪拌接合>

- (特徴)
- ・素材中に大きなひずみを導入することが可能で、結晶粒が大幅に微細化され、高強度の接合体が得られる。
 - ・残留ひずみも小さく、平らな接合表面が得られる
- (課題)
- ・適用範囲がAI合金に限られている

【新技術】

<コイルを用いた高周波加熱技術と摩擦攪拌接合を組み合わせた新接合技術>

- (特徴)
- ・鉄鋼材料などの高融点材料に関しても、接合が可能
 - ・さらに接合ツールの耐久性、寿命を改善する効果あり

研究開発の成果／目標を達成

摩擦攪拌接合に必要な高効率整合器を開発し、5mm鋼板を1.89秒で赤熱可能に

- 一台で様々な厚さの鋼材を加熱可能な高効率整合器を製作
- 整合器と加熱コイルを用いて行った加熱実験の結果、2秒程度(5mmの鋼板を1.89秒)で赤熱可能に

高周波誘導加熱を用いた摩擦攪拌接合により、鋼材の高速接合を実現

- 低炭素鋼を用いて、高周波誘導加熱方式の摩擦攪拌接合(高周波FSW)実験を実施し、ノーマルFSW結果と比較
- 高周波誘導加熱方式を用いることでノーマルFSWと比較して接合速度を1.5倍に上げることが可能に

継手の引張強度と継手伸びの優位性を確認し、無欠陥での鋼材接合を実証

- FSW継手部の硬さ試験および室温での引張試験を実施し、引張強度は母材よりも高くなった

- 高周波の条件を変化させることで最高到達温度を低下させることで、継手の伸びが増大することを確認
- 15mmの低炭素鋼材を無欠陥で接合することに成功

各接合条件における断面の様子

～高周波FSWの場合には、接合速度が200～300mm/minの条件において良好な継手を得られた。結果的に高周波誘導加熱方式を用いることで、ノーマルFSWと比較して接合速度を1.5倍に増加することが可能になった～

Rotation rate: 600rpm

mm/min	Normal FSW	High Frequency FSW
100		
150		
200		
250		
300		

事業化への取組／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況等

- H25年度の実用化をめざし、補完研究を継続中
- 100kWFSW用高周波加熱装置の試作機あり(有償)
- 特許:「鉄系材料の接合方法」(特願2010-182652)

効果

- 強度向上 ➡ 母材より強度低下することが常識化している接合継手において、母材を超える強度を実現
- 汎用性向上 ➡ 従来AL材料のみ実用化していた摩擦攪拌接合が鉄鋼材料にも適用可能になり、幅広い製品の製作が可能に

今後の見通し

川下企業の問い合わせに対し適切な溶接条件を検討中、仕様が固まり次第試作品の溶接試験を実施

- 川下企業(大手製鉄会社)よりシステムの問い合わせがあり、ラボ機の有る研究機関と共に、材料を含む溶接条件等の詳細を検討中
- 川下企業(大手製鉄会社)の溶接条件等が決まり、仕様が確定し次第、試作品の溶接試験を実施する予定
- 本案件が具体化した後、その他の鉄鋼・自動車・鉄道メーカーへの販路開拓を進める意向

企業情報 日新技研株式会社

事業内容 新素材研究開発・製造装置製作及び各種結晶作製装置製造及び電子ビーム装置製造

住 所 埼玉県入間市狭山ヶ原碑の前384

U R L <http://www.nissin-giken.co.jp>

主要取引先 大学及び官公庁の研究所、トヨタ自動車(株)、住友金属鉱山(株)、田中貴金属工業(株)、(株)昭和真空

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 EB営業部 部長 田崎潤

Tel 04-2935-1411

e-mail tasaki@nissin-giken.co.jp

超短パルスレーザーと高出力ファイバーレーザーによるCFRP複合材料を加工する技術の開発

プロジェクト名 CFRP複合材料部材の新レーザー溶接技術の開発

対象となる川下産業 航空・宇宙、自動車、産業機械・工作機械

研究開発体制 (公)名古屋産業科学研究所、(株)最新レーザー技術研究センター、(株)齋藤工業、(株)童夢カーボンマジック、今井航空機器工業(株)、名古屋大学、大同大学、あいち産業科学技術総合センター

超軽量ジェットエンジン用消音パネル (CFRP製)



【従来】

○炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の加工には高価な切断機が必要だが、そのような器具であっても刃の摩耗が激しく、コストが高い

【研究開発のポイント】

○超短パルスレーザーと高出力ファイバーレーザーを利用した新レーザー加工法を適用することにより、CFRPの加工コスト低下に寄与

【成果】

○複雑形状の開先加工に係る切断幅 ➡ 0.06mm
○レーザー切断速度 ➡ 2m/min (板厚:1.0mm のとき)
○切断加工精度 ➡ ± 0.01mm
○航空機の機体部材やエンジン部品、自動車のモノコックなどの部材、大型風車のブレード材などにCFRP複合材料を用いることにより、軽量化を実現

【事業化への取組】

○実用化に成功、H25年度の事業化見込み

研究開発のきっかけ

CFRPは硬度が高く、加工に高価な器具を用いても摩耗が激しいため、加工コストが高い

- 航空機産業などでは、燃費向上やCO₂排出抑制に寄与する軽量材料として、CFRPに注目が集まっている
- CFRPは軽量であるが硬度も高いため、加工に高価なダイヤモンドカッターやウォータージェット切断機等が必要になる
- 高価な器具でも頻りに摩耗が発生するため、加工コストが高い

研究開発の目標

超短パルスレーザーと高出力ファイバーレーザーを利用したCFRP加工法の確立

- 複雑形状の開先加工に係る切断幅 ➡ 0.1mm 以下
- レーザー切断速度 ➡ 2m/min 以上 (板厚:1.0mm に対して)
- 切断加工精度 ➡ ± 0.01mm 以内

【従来技術】

<ダイヤモンド工具等による
切削加工法>

- (課題)
- ・ 工具が摩耗しやすい
 - ・ 直線切りが主で、複雑な形状のものの切断や穴あけは困難
 - ・ 加工速度が遅く、コストが高い

【新技術】

<超短パルスレーザーと高出力ファイバー
レーザーを活用した新レーザー加工法>

- (特徴)
- ・ 光学系の摩耗がなく、高精度を保持
 - ・ フレキシブルな加工が可能
 - ・ 突合せ溶接が可能
 - ・ 加工速度高速化によりコスト低減

研究開発の成果 / 目標を達成

CFRP部材の開先加工において、切断幅0.06mm、レーザー切断速度2m/min、切断加工精度±0.01mmを達成

- 3次元駆動治具により、10mm以上の厚板の開先加工、微細切断(トリミング)及び穴あけ技術を開発
- 加工速度向上のため、レーザーアブレーション加工を研究し、さらにレーザー加工時に発生するプラズマの除去について検討
- 複雑形状の開先加工に係る切断幅は0.06mmに、レーザー切断速度は2m/minに、切断加工精度は±0.01mmとなり、目標を達成

CFRP部材を溶接し、溶接継手の強度向上を実現

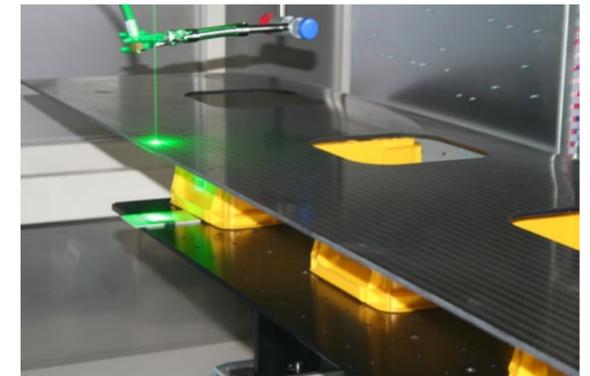
- CFRP材料同士のレーザー溶接としてモザイク状突合せ継手を開発した
- CFRP平板モザイク溶接継手の引張試験を行い、モザイク継手形状との関係を調べた。その結果、モザイク継手形状の改良により最大荷重が上昇することを確認
- 選定された形状を持つCFRPモザイク継手+合わせ板試験片の引張強度を測定。母材強度比80%を達成

CFRP部材のレーザー加工法による製品製作を実施

- ホットプレス装置を使用し、リチウム電池ケースを製作
- レーザーを用いて切断、穴あけ加工することにより、所定の形状に加工できた

航空機スキンパネルの窓のレーザートリミング加工

～航空機用大型パネルの穴加工を実施。加工面粗度、精度、欠陥等を機械加工と比較し、精密加工にはレーザー加工が優位であることを確認～



事業化への取組 / 実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功、H25年度の事業化見込み
- サンプル材料を提供することで、レーザー加工受託可能(有償)
- 新聞:中日新聞(H23.10.19)、中部経済新聞(H23.7.21、H24.10.24)など
- 受賞:東海地区信用金庫金庫協会 ビジネスフェア 最優秀賞
- 特許:「繊維強化複合材料のレーザー加工方法」(特許第4734437)、「繊維強化複合材料のレーザー溶接方法」(特願2010-210422)など

効果

- 軽量化 ➡ 従来の金属製のものに比べ、その重量を2分の1～4分の1に軽量化可能
- 精度向上 ➡ 従来のダイヤモンド工具による加工やウォータージェット切断に比べ、高い加工精度を実現

- 歩留まり向上 ➡ レーザのスポット径は約30～45ミクロンと微細であり、かつ加工溝幅が約50ミクロンと狭いため、歩留まりの向上に寄与

今後の見通し

高速加工を実現するための改良・詳細検討を実施、H25年度にCFRP加工用レーザー装置の第1号機を市販する予定

- CFRPのレーザー加工(レーザートリミング、レーザー穴あけ、モザイク継手のレーザー開先加工など)に成功したが、厚板部材についての加工速度をさらに実用的にするため、改良を検討中
- 現在、試作品の一部の性能試験を実施するとともに、高速加工を実現するための解決策としてレーザー装置の高出力化、加工光学系の詳細検討を実施中
- CFRPのレーザー加工に対する多くの要望に応えるため、CFRP加工用レーザー装置の試作を進めており、H25年度に第1号機を市販する予定

企業情報 株式会社最新レーザー技術研究センター

事業内容 最新のレーザー加工技術および溶接技術の研究・開発、委託研究の実施、人材育成事業、国際活動(JICA, ISO)

住所 〒446-0026 愛知県安城市安城町広美40-7

URL <http://homepage3.nifty.com/altrec>

主要取引先 トヨタ自動車(株)、豊田通商(株)、アイシン精機(株)、アイシン・エイ・ダブリュ(株)、中央精機(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 杵名宗春

Tel 0566-91-2281

e-mail altrec-kutsuna@nifty.com

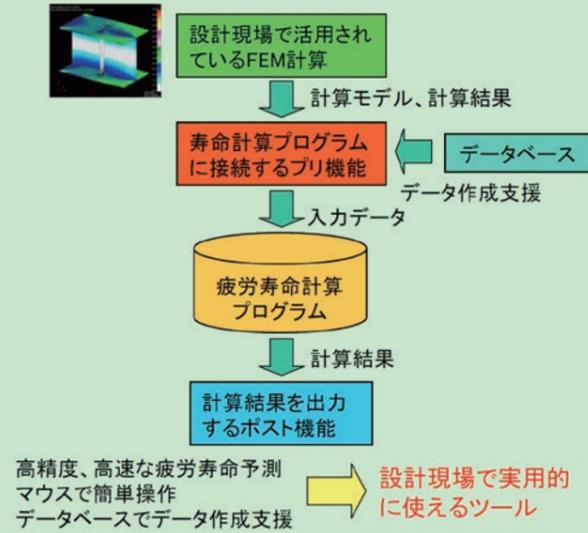
溶接構造物の疲労損傷を高精度に検証可能な 高精度寿命予測法の開発

プロジェクト名 溶接構造物の高精度寿命予測法開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械、航空・宇宙、自動車、建物・プラント・橋梁

研究開発体制 (株)パル構造、九州大学、長崎大学

高精度疲労寿命予測システムの概要



【従来】

○従来のS-N曲線による疲労寿命推定法は、溶接構造物への荷重変動による伝播挙動、多様な力学的環境、き裂の大きさを評価できず、疲労損傷の検証・発見が難しい

【研究開発のポイント】

○変動荷重下における疲労き裂成長曲線推定アルゴリズムを用いて、設計現場で活用可能な溶接構造物の高精度寿命予測法を開発

【成果】

○ランダム変動荷重下のき裂の取り扱いが可能なシステムの開発
○試験片、模型試験体ともに、実用的な精度での寿命計算結果を確認
○開発した高精度寿命予測システムを用いた計算サービス等を用い、自動車車体など溶接構造物の「製造プロセスにおける品質保証検査技術の高度化」を支援

【事業化への取組】

○H25年度の実用化をめざし、補完研究を実施中

研究開発のきっかけ

溶接構造物の疲労損傷リスクを発見する技術が求められるが、従来のS-N曲線では高精度な寿命予測が困難

- 溶接構造物の疲労設計には、応力振幅と破断繰返し回数（S-N曲線）を用いた疲労寿命推定法が普及しているが、疲労損傷の発生は後を絶たない
- S-N曲線には、荷重変動による伝播挙動、多様な力学的環境、き裂の大きさを評価できないなどの問題点が残されている

研究開発の目標

疲労き裂成長曲線を推定するアルゴリズムを用いて、溶接構造物の高精度疲労寿命予測システムを開発

- アルゴリズムの改良 ➡ ランダム変動荷重下のき裂の取り扱いを可能に
- き裂発生・成長の検証 ➡ 試験片による疲労試験結果を再現
➡ 模型試験体による疲労試験結果を再現

【従来技術】

<S-N曲線による疲労寿命推定法>

(課題)

- ・疲労き裂の大きさが評価されない
- ・荷重変動による疲労き裂伝播の加速、減速、停留が評価されない
- ・溶接構造物の場合、十分な精度を得ることは困難
- ・実績のない新構造様式や新材料等に対する疲労設計は困難

【新技術】

<疲労き裂成長曲線を推定アルゴリズムを用いた高精度疲労寿命予測法>

(特徴)

- ・疲労き裂の発生、伝播寿命の高精度予測
- ・疲労損傷発生後の余寿命の高精度予測
- ・鋼材種、溶接継手形式、溶接止端形状、溶接残留応力等、多様な条件が取り扱い可能
- ・実働ランダム変動荷重下の寿命予測を実現

研究開発の成果／目標を達成

疲労寿命計算プログラムの高機能化を実施

- 疲労寿命計算プログラムの高機能化に係る数値モデル、アルゴリズム、定式化を検討
- 実際の荷重履歴を、き裂の発生・成長に寄与する最大荷重・最小荷重の荷重対のみからなる実効荷重履歴に置き換え
- ランダム変動荷重下における疲労き裂の発生・成長を取扱い可能に

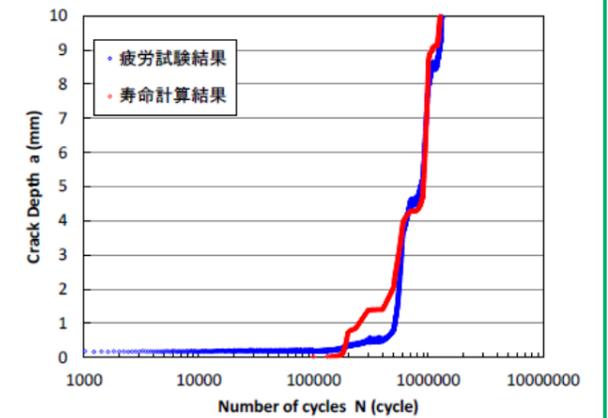
疲労寿命計算プログラムの計算精度が妥当であることを確認

- 3つの変動荷重パターンを基に、試験片の疲労き裂発生段階におけるき裂成長の様子を確認し、疲労寿命計算プログラムで算出した計算結果と比較した結果、試験結果とプログラムの計算結果が良好に一致することを確認
- 試験片の疲労き裂成長段階においても試験結果とプログラムの計算結果を比較した結果、一定振幅荷重のケースで、計算結果と試験結果が良好に一致することを確認

溶接構造物への実働荷重を加えた場合でも、き裂の発生・成長の挙動を高い精度で予測

- 溶接構造物の実機構造体部分を模擬する模型試験体を用いて、試験を実施
- 一定振幅荷重とブロック変動荷重の2種類の荷重条件を試験し、き裂の発生・成長挙動を実用的な精度で推定できることを確認

疲労試験結果と寿命計算結果の比較(ブロック変動荷重)
～疲労試験結果と寿命計算結果が良好に一致。特に溶接構造物の損傷等につながる比較的大きなき裂(1.5mm以上)に対する寿命推定は、精度が非常に高い～



事業化への取組／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況等

- H25年度の実用化をめざし、補完研究を実施中
- 高精度寿命予測システムの試作版あり(有償)

効果

- 耐久性向上 ➡ 疲労き裂の発生・伝播寿命の高精度予測により、疲労耐久性、信頼性、安全性に優れた製品の開発を支援
- 品質管理能力向上 ➡ 溶接品質のバラツキ等の寿命影響評価を可能とすることで、品質保証検査技術の高度化を支援
- 軽量化 ➡ 軽量化や鋼材コスト低減等の製品ブラッシュアップを支援

今後の見通し

H25年10月の高精度疲労寿命予測システム販売を目標に、顧客ニーズの開拓を図る

- 高精度疲労寿命予測システムを用いた計算サービスの受託業務を本格化させ、顧客ニーズを把握するとともに、潜在的ニーズを開拓するよう提案していくことで、開発技術の普及を図るとともに、高精度疲労寿命予測システムの販売(H25年10月開始目標)に繋げる
- 設計現場で活用できる高精度疲労寿命予測システムを目標とし、さらなる計算高速化のため、最適コード化や並列計算システム化などの改良を補完研究にて実施中
- 自動車分野の製造メーカーを対象に疲労寿命予測の計算サービスを展開する一方で、船舶、機械、航空機、原子力プラントなどの中堅メーカーを市場対象に含めた事業展開を推進

企業情報 株式会社パル構造

事業内容 建築・土木・プラント・船舶・海洋構造物・各種機械などの構造設計、構造技術の研究・開発およびコンサルティング、各種情報システムの開発販売、環境およびエネルギー関連製品の開発販売など

住所 長崎県長崎市旭町8-20

URL <http://www.pal.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 構造解析技術部 部長 楠葉貞治

Tel 095-834-2793

e-mail kusuba@pal.co.jp

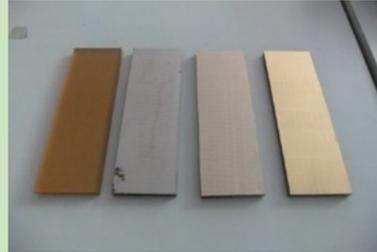
樹脂素材に対してエッチングなしでめっき可能！ 高密着かつ電磁波シールド性を付与するめっき技術の開発

プロジェクト名 難めっき樹脂素材へのエッチングレスめっき技術及びその量産技術の開発

対象となる川下産業 情報通信・情報家電・事務機器、電気機器・家電、医療・福祉機器

研究開発体制 (株)インテリジェント・コスモス研究機構、(株)ケディカ、(独)産業技術総合研究所、(地)宮城県産業技術総合センター

樹脂材料へのニッケル・金めっき処理品(左上)、銅めっき処理品(右下)



【従来】

○めっき前処理のエッチングでは、部品の表面粗化による影響が懸念される上、樹脂等の難めっき素材には高精度のパターニングが難しい

【研究開発のポイント】

○ポリイミドなどの樹脂素材に対し、エッチングなしで高密着性を実現し、電磁波シールド性を付与する技術を開発

【成果】

- めっき密着強度: 450kg/cm²以上
- めっき膜厚: 0.1~1.0μm
- 電磁波シールド特性: 銅膜厚0.5μm、周波数100~500MHzで-20dB以下
- 樹脂モールドタイプ電子部品のモールド部に、めっき処理を行うことで、電磁波シールド特性を確保するとともに電子部品の低背化を実現

【事業化への取組】

○実用化に成功、H25年度の実用化見込み

研究開発のきっかけ

めっき前処理のエッチングは、部品の表面粗化による影響が懸念される上、難めっき素材には高精度のパターニングが困難

- 従来技術では、めっきと実装部品の間に十分な密着性を得るために、部品にエッチングなどの表面処理が必要
- エッチング処理によって部品表面が粗化するため、部品内部へのダメージが危惧される
- ポリイミド樹脂など難めっき素材に対する微細回路形成には限界がある

研究開発の目標

ポリイミドなどの樹脂素材に対し、エッチングなしで高密着性を実現し、電磁波シールド性を付与

- めっき密着強度 ➡ 300~600kg/cm²
- めっき膜厚 ➡ 最小0.1~2.0μm
- 電磁波シールド特性 ➡ 銅膜厚1.0μm、周波数100~500MHzで-20dB以下

【従来技術】

<エッチングを行うめっき技術>

(課題)

- めっき膜と部品の密着性を得るため樹脂表面を粗化すると、基板の誘電損失特性が低下
- めっき膜表面が粗く、ワイヤボンディング性、光反射性が劣化
- 高精度の微細パターニングが困難

【新技術】

<エッチングレスプロセスによるめっき技術>

(特徴)

- 樹脂表面を粗化せず、熱処理のみで高い密着性が得られるため、めっき膜が滑らか
- ワイヤボンディング性が向上し実装性が良好
- 光反射性が高く、高品質デバイスの作製が可能
- 熱処理のみの処理であるため、部品へのダメージが無い

研究開発の成果／目標を達成

コロイド触媒によるめっき法を開発し、450kg/cm²以上の膜厚強度を獲得

- 高分子安定化パラジウムコロイドを用い、ポリイミドフィルム(カプトン)やポリエチレンテレフタレート(PET)へのエッチングレス無電解めっきを実施
- めっきの薄膜密着強度を測定した結果、カプトンは平均521kg/cm²を達成
- さらにPETはコロイド吸着後に処理プロセスを一段加えることにより、約450kg/cm²の密着強度となり、目標を達成

めっきの密着性や構造変化を高レベルで解析・確認

- めっき初期過程でのカチオン系界面活性剤作用、コロイドの吸着状態を液中で解析する装置を立ち上げ、めっき初期過程での表面状態を分子レベルで解析する事に成功
- 高分子安定化パラジウムコロイドにおける化学構造の解析を行い、高分子の構造変化を確認

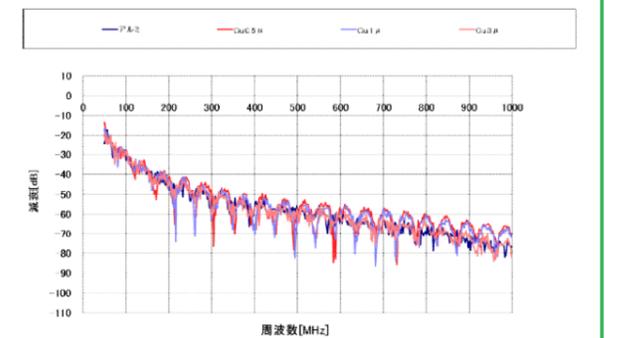
目的のシールド特性を十分クリアする電磁波シールド

- めっき被膜の蛍光X線による膜厚測定・X線解析装置及び電磁波特性評価を実施

- ABS樹脂板上のCuめっきについて、膜厚0.5μm以上、周波数100~500MHzで、シールド特性-20dBとなり、良好なシールド特性を確認
- ABS樹脂板上のNiめっきについては、膜厚1μmで最低限のシールド特性を確認
- ABS樹脂板上のNi+Auめっきについては、膜厚0.1μm程度でも良好なシールド特性が現れる事を実証

Cuめっきのシールド特性

~ABS樹脂基材についてはシールド特性がなく、一方、Cuめっきにおいては、いずれの膜厚においてもアルミ板とほぼ同等のシールド特性がある事が確認された。特に膜厚0.5μm電波程度においても十分なシールド特性がある~



事業化への取組／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- 実用化に成功、H25年度の実用化見込み
- 評価用サンプルを支給することにより、めっき処理可能(有償)
- 出展: セミコンジャパン2010(H22.12)、MEMSビジネスフェア(H24.11)、ASTEC2013(H25.1)

効果

- 新方式・新製法の実現 ➡ 薄いめっき膜厚でも高い密着強度があり、かつ優れた電磁波シールド特性をもつめっき方法を実現
- 小型化・軽量化 ➡ 樹脂成型電子部品への電磁波シールドめっきをダイレクトに施すことにより、

表面実装の低背化が可能に

今後の見通し

川下企業での性能評価・耐久試験および量産化に向けた工程改善を実施中

- 川下企業へ試作品を提供し、性能評価・耐久試験を実施中
- 並行して、さらに量産化に向けためっき用治具と工程の改善を実施
- 新規開発アイテムの開拓として、各種展示会出展を行い、来場者へのアプローチで新規アイテム・川下企業での開発アイテムへの参入を狙う

企業情報 株式会社ケディカ

事業内容 カチオン電着塗装・アルマイト・無電解処理・化成処理・各種研磨等によるの表面処理、金・銀・銅・3価亜鉛・各種黒色・複合めっき処理及びセラミックス・ガラス・樹脂・磁性材料等の難素材へのめっき処理

住 所 宮城県仙台市泉区明通 3-20

U R L <http://www.kedc.co.jp>

主要取引先 (株)ジェイデバイス、トヨタ自動車東日本(株)、筑波ダイカスト(株)、アルプス電気(株)、NECトーキン(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術部 技術開発室
ユニットリーダー 宇佐美 應信

Tel 022-777-1351

e-mail m-usami@kedc.co.jp

アモルファス合金めっき電極の搭載により、水素製造コストを低減可能な水電解装置の開発

プロジェクト名 アモルファス合金めっきによる燃料電池供給用水電解装置の開発

対象となる川下産業 燃料電池、太陽光発電、自動車、環境・エネルギー

研究開発体制 (公)栃木県産業振興センター、(株)バンテック、宇都宮大学、日本プレーテック(株)

開発した実用化試験用水電解装置とスペック



スペック表		
項目	仕様	備考
製品型式	HC10	
定格水素発生容量	10 Nm ³ /h	
水素発生純度	99.5%	99.999% (オプション)
水素露点	5℃以下	-70℃ (オプション)
水素供給圧力	0.4 MPa以下	
電源	3相 AC200V	50Hz/60Hz 兼用

【従来】

○水電解装置中の電気分解機能を有する電解セルは頻繁な交換が必要であり、水素製造コストが高まる要因となっている

【研究開発のポイント】

○アモルファス合金めっきを用いた電極を開発し、水素製造コストを削減

【成果】

○めっき電極の耐久性:5.2年
○電気消費量:5.0kWh/Nm³
○水素製造コスト:123.7円/Nm³
○開発した水電解装置は、燃料電池自動車用酸素スタンドへの設置や工場の水素ポンベの代替としての使用が可能

【事業化への取組】

○実用化に成功、H26年度に事業化見込み

研究開発のきっかけ

水電解装置電解セルに使用する電極材料において、高い耐食性が求められている

- 近年、発電効率が高く環境負荷の少ない燃料電池への注目が集まっている
- 同時に燃料電池用の水素を生産するための水電解装置の開発へのニーズが高まっている
- 水電解装置中の電気分解機能を有する電解セルは、頻りに交換する必要があるため、水素製造単価を押し上げる要因となっている

研究開発の目標

水素製造コストを低減するアモルファス合金めっき電極の開発

- めっき電極の耐久性 ➡ 10年
- 電気消費量 ➡ 4.8kWh/Nm³
- 水素製造コスト ➡ 従来の3分の1以下

【従来技術】

<従来の水電解用電極>

(課題)

- ・表面が粗く、電流が一点に集中しやすい構造のため、腐食しやすい
- ・酸化被膜の生成速度が遅いため、腐食の進行速度が速い

【新技術】

<アモルファス合金電極>

(特徴)

- ・なめらかな表面を得ることができるため、電流が一点に集中しにくく、構造的に腐食しにくい
- ・酸化被膜の生成速度が速く、いったん破壊されても即座に形成される

研究開発の成果／目標を概ね達成

アモルファス合金めっきに最適な材料を選定

- 水電解用電極として最適な条件を選定する為に、主金属(ニッケル、コバルト、鉄)、第二金属(タングステン)、非金属(リン、ホウ素、硫黄)の組み合わせによりアモルファス合金材料を検討
- 各アモルファス合金材料について品質工学に基づく評価を行い、ハルセルテストの結果を用いて、効率的にめっき条件の選定を実施
- 実験プロセスの結果、めっき材料としてNi-W-Sを選定

アモルファス合金で作製した電極を搭載した水素発生装置試験機を開発

- 商用機レベル(水素発生量10Nm³/h)の装置にNi-W-S合金で作製した電極を採用して長期試験を実施
- 電流値を計測して市販品電極の電流値と比較したところ、従来品とほぼ同等の性能を持つことを確認

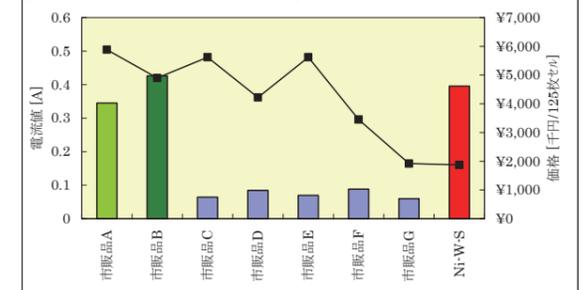
水素製造コストを従来の半分まで低減できることを実証

- 水素発生性能及び電極の劣化度合いを確認したところ、本システムは5.0kWhで1Nm³の水素を製造する能力があることを確認し、目標をほぼ達成。また、寿命は約5.2年と推計
- 水素製造コストは従来の半分以下の123.7円/Nm³にまで低減することを実証

Ni-W-S電極の性能と効果

～素材材料、特殊加工、めっき加工を含めたNi-W-S合金電極は、同じサイズの貴金属系電極(白金、イリジウム使用)と比較すると、ほぼ同程度の性能を有する一方、価格は1/3程度～

【電解電流値比較(2V定電圧電解)と価格比較】



事業化への取組／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- 実用化に成功、H26年度に事業化見込み
- サンプルなし
- 出展:とちぎ技術展示商談会(H24.9)、TECH Biz EXPO2012(H24.11)
- 特許:「アルカリ水電解用電極、その製造方法及び水素発生装置」(特願2011-015820)、「アルカリ水電解用電極の製造方法」(特願2011-189670)

効果

- 低コスト化 ➡ アモルファス合金めっきの最適化を行ったことで、水素単価¥123.7/Nm³を実現
- 耐久性・耐腐食性 ➡ アモルファス合金めっき

の最適化により、電極の寿命を5.2年に延伸
○小型化 ➡ 電極表面の粗面化により、電流密度約2倍、投影面積約1/2を実現

今後の見通し

H26年度に水電解装置の販売開始を予定

- 事業で確認した電極の耐久性について、H23年度に製作した「実用化試験用試作機」を用い、さらなる信頼性向上のための長期耐久試験を実施中
- 本長期耐久試験を今後1～2年継続し、より正確に「電極寿命」を見極める予定
- 長期耐久試験終了後、燃料電池関連・水素ポンベ使用工場などをターゲットに本格的営業を開始し、H26年度には販売開始予定

企業情報 株式会社バンテック

事業内容 水素発生装置製造販売、配電盤製造販売

住所 栃木県那須塩原市二区町321

URL <http://www.vantec-jp.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 常務取締役 鈴木友也

Tel 0287-36-3398

e-mail tomoya-s@vantec-jp.com

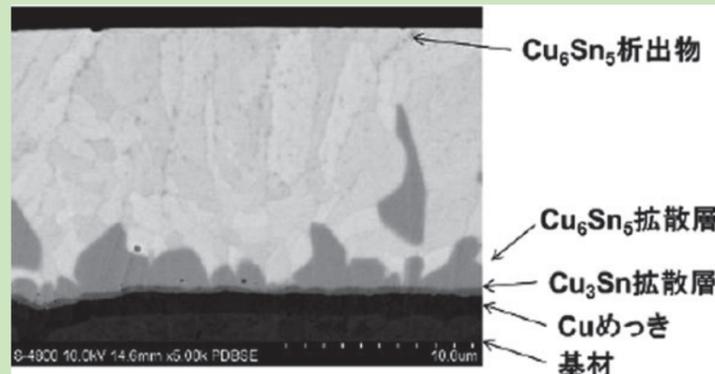
回路短絡事故を防止！高周波誘導加熱による錫めっきの ウイスキー発生抑制技術の開発

プロジェクト名 高周波誘導加熱技術を応用し、錫めっきウイスキーの発生を抑制するめっき技術の開発

対象となる川下産業 電気機器・家電、電子機器・光学機器、自動車

研究開発体制 (公助)名古屋産業振興公社、豊橋鍍金工業(株)、オーエム産業(株)、名古屋市工業研究所

大気中リフロー後の錫めっきの構造



○電気接点部品への錫めっきウイスキー発生を防止し、その処理の低コスト化を実現

【事業化への取組】

○実用化に成功、H25年度の事業化を目指す

【従来】

○鉛含有ハンダめっきに替わって普及している従来の熱風式錫リフローめっきは、はんだ付け性が大きく劣化する上に、ウイスキー（結晶表面から外側に成長する結晶）抑制効果が不安定

【研究開発のポイント】

○高周波誘導加熱技術を応用することにより、はんだ付け性が良く、ウイスキー発生抑制効果が大きな錫めっき技術を開発

【成果】

- はんだ付け性劣化抑制
 - ・めっき直後とほぼ同等な濡れ性
 - ・PCT（プレッシャークック試験）8時間後でも濡れ性の大きな劣化は無い
- 高周波処理後のウイスキー発生抑制
 - ・自然放置：1,000時間で発生なし
 - ・ボール荷重試験：240時間 50μm以下
 - ・アクリル加圧試験：240時間 発生なし

研究開発のきっかけ

錫めっきの熱風によるリフロー処理は、はんだ付け性を劣化させ、ウイスキー抑制効果も不安定に

- 従来の鉛を使用したはんだめっきは、鉛の影響により環境負荷が大きい
- 環境負荷低減のため、錫めっきが普及しているが、ウイスキーが発生しやすく、回路短絡事故発生の原因に
- リフロー処理で熱風を使用すると、表面の酸化ではんだ付け性が劣化しやすい上、処理が均等でなければウイスキーが発生

研究開発の目標

高周波誘導加熱リフロー処理によって、錫めっき被膜のはんだ付け性を保ちつつウイスキーを抑制する技術の開発

- はんだ付け性劣化抑制
 - ・PCT処理後のはんだ漏れ時間：2秒以内
 - ・前処理状態からの劣化：50%以下
- 高周波処理後のウイスキー発生抑制
 - ・ボール荷重試験、アクリル加圧試験：240時間で50μm以下
 - ・自然放置：1,000時間で発生なし

【従来加工法】

<熱風式錫リフローめっき>

- (課題)
- ・ウイスキーを完全に抑制できない
 - ・はんだ漏れ性の劣化

ウイスキー抑制

<リフロー・乾燥>

- (課題)
- ・熱風が外部に逃げるため、エネルギーロスが多い
 - ・はんだ漏れ性の劣化

工程短縮
省エネ

【新加工法】

<高周波誘導加熱による錫めっき被膜改質>

- (特徴)
- ・錫めっきウイスキーの抑制がより確実になる

<高周波誘導加熱>

- (特徴)
- ・エネルギーロスが少ない
 - ・工程短縮

研究開発の成果／目標を一部達成

高周波誘導加熱処理により、はんだ付け性劣化の抑制効果を確認

- 大気中で高周波リフローを施したフープ材を用いてはんだ付け性試験を実施し、はんだ濡れ性時間0.39秒を達成するとともに、皮膜に劣化がないことを確認
- 水中での高周波誘導加熱では、PCT処理後のはんだ漏れ時間はフープ材が0.42秒、バレル材は1.8秒と目標を達成し、またフープ材、バレル材ともに前処理前後の劣化は50%以下であった

高周波誘導加熱処理適用により、ウイスキー発生抑制を実現

- 大気中高周波リフローフープ材のウイスキーでは、ボール荷重試験で240時間後45μm、アクリル板加圧試験で240時間後発生なしと、目標を達成
- 水中高周波誘導加熱においては、ボール荷重試験240時間後のウイスキーはそれぞれ27μm（フープ材）、42μm（バレル材）であった。またアクリル板加圧試験240時間後のウイスキーはそれぞれ26μm（フープめっき品）、25μm（バレルめっき品）となり、目標を達成

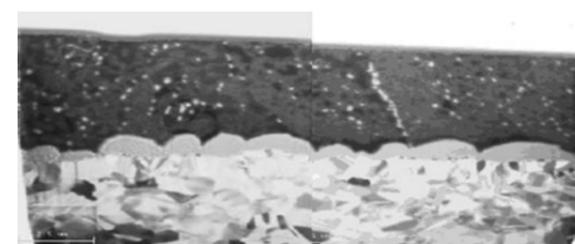
○自然放置後1,000時間後、ウイスキーは発生しなかった

ウイスキー抑制効果を得ながら、工程短縮、省エネに効果のあるリフロー条件を確認

- 大気中リフローを処理時間2秒、電力200Wで行い、電子顕微鏡にて錫めっき製品の表面を観察
- 界面における均質な合金層の形成、皮膜に微分散した析出物により、ウイスキー抑制効果が得られたことを確認し、工程の短縮と省エネに効果があることを証明

大気中高周波リフロー処理後のめっき製品断面画像

～大気中高周波リフローを実施することにより、拡散層が均一に形成され、錫めっき皮膜は十分に溶融。はんだ濡れ時間0.39秒、240時間のボール荷重試験後のウイスキー45μm、240時間のアクリル板加圧試験後のウイスキーの発生なし～



事業化への取組／実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功、H25年度の事業化を目指す
- 川下産業から提供されるフープ部品に対し、高周波リフローを行っためっき試作を無償で提供出来る準備済
- 出展：機械要素技術展（H24.6）カーエレクトロニクス技術展（H25.1）

効果

- 低コスト化 ➡ 従来の錫めっきのリフロー価格をリフロー無錫めっきと同等まで減少させることが可能
- 省スペース化 ➡ 熱風式リフローと比較し、装置の全長を1/2程度に小型化でき、処理時間も1/2にまで短縮
- 省エネルギー化 ➡ 熱風リフローと比較し、使用

電力量を最大1/40まで減少でき、省エネ化に貢献

今後の見通し

高周波リフローについてH25年度の量産化を目指す一方で、水中高周波処理の研究を継続

- 事業において未達成であった水中高周波処理について研究を継続する一方、高周波リフローについては川下産業に評価用試作品を提供する予定
- 高周波リフローについてはさらなるコスト削減を、水中高周波処理については効果の安定性を目指し、今後補完研究を実施予定
- 高周波リフローについて、H25年1月初旬に顧客1社に対し評価用試作品を無償提供しており、これをきっかけにH25年に量産化を目指す

企業情報 豊橋鍍金工業株式会社

事業内容 高周波誘導加熱による錫めっきウイスキーの抑制技術と加熱処理の工程短縮、省エネルギー技術の開発

住所 愛知県豊橋市菰町3丁目17

URL <http://www.toyohashiplating.co.jp>

主要取引先 日本圧着端子製造(株)、矢崎部品(株)、(株)デンソー

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役社長 高木幹晴

Tel 0532-31-6217

e-mail m.takagi@toyohashiplating.co.jp

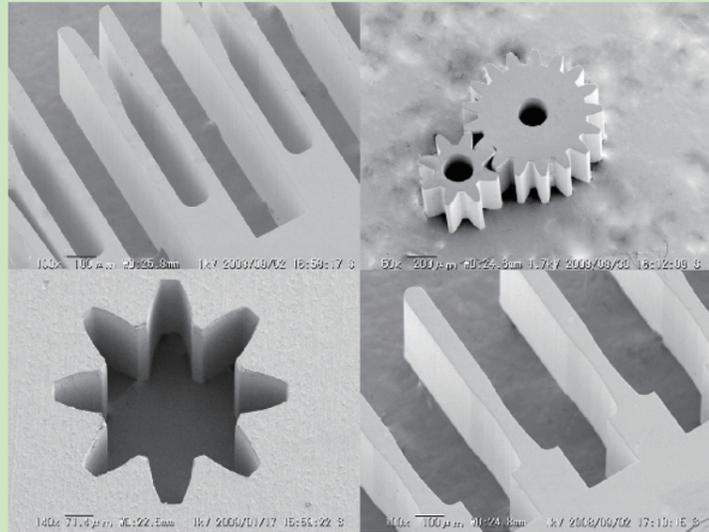
マイクロ・ナノサイズの三次元構造体を生成可能！高精度めっき部品・金型製造技術の開発

プロジェクト名 シンクロトロン光を利用する、ナノテクノロジー・MEMS関連の部品・金型製造におけるめっき技術の研究開発

対象となる川下産業 半導体・液晶製造装置、自動車、医療・福祉機器、IT機器、航空宇宙関連

研究開発体制 佐賀県商工会連合会、田口電機工業(株)、九州大学

製作したマイクロパーツ



【従来】

○めっき技術から極小部品を作る場合、めっきの膜厚を厚くできないことから、単純な形状、平面的な部品の製造にとどまっている

【研究開発のポイント】

○マイクロ・ナノサイズの三次元構造体を生成する高精度、高強度、高厚膜めっき加工技術により、高精度めっき部品・金型製造技術を開発

【成果】

- めっき精度: ±1μm
- マイクロピッカース硬度: マイクロギア: 510Hv、フィラメント: 500Hv
- マイクロ部品の時効変化なし
- 医療用マイクロマシン、手術器具、医療装置などに組み込まれるメカニカル部品の超小型軽量化・高精度化や、半導体の回路形成用高耐久性マイクロパーツとして活用

【事業化への取組】

○H25年度の実用化を目指し、補完研究中

研究開発のきっかけ

めっきから極小部品を作る場合、従来技術では単純な形状、平面的な部品の製造にとどまっている

- 製品の小型化、高密度化などに伴い、単なる防蝕・防錆目的の二次元的なめっきではなく、マイクロ部品作成金型用など、高機能を付与する微細めっき被膜形成技術が求められる。
- 現状の極小部品への加工技術は、単純な形状、平面的な部品のみに限られており、また用途も微少接点やセンサー、MEMSなどの利用に限定されている

研究開発の目標

マイクロ・ナノサイズの三次元構造体を生成する高精度、高強度、高厚膜めっき加工技術により、マイクロ部品・金型としての使用を可能に

- めっき精度: 細孔金属板 → ±0.5μm、フィラメント: ±0.7μm
- マイクロピッカース硬度 → 400Hv以上
- 内部応力0

【従来技術】

<UV紫外光による微細加工技術>

(課題)

- ・レジスト部の高さも低く、十分な膜厚を得ることができない
- ・膜厚の薄さから、このめっきによる金型からは平面的な部品の製作にしか適用できない

【新技術】

<高エネルギーUV紫外光や、シンクロトロン放射光を用いた微細加工技術>

(特徴)

- ・厚く、硬度の高いめっきを形成することができ、これを利用したマイクロ金型が製造可能
- ・マイクロ金型を用いて、複雑な三次元立体的な製品が低コストで量産製造可能

研究開発の成果／目標を概ね達成

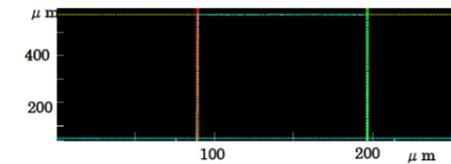
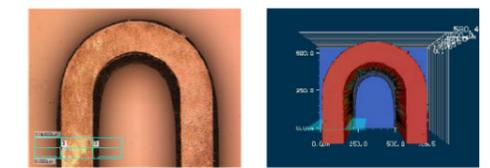
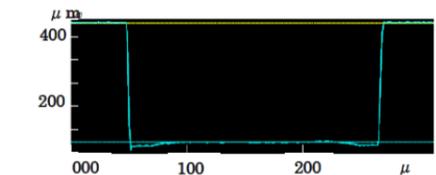
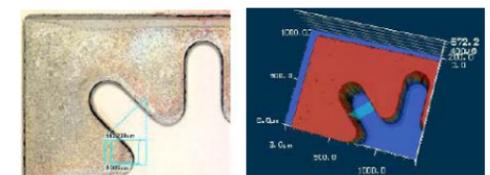
高精度めっきが可能な装置を開発

- 高速・高精度な電気めっき処理を可能とする、電気めっき装置の開発・製作を検討
- 電圧・組成・条件などの各種の計測モニターの装備、陽極板および陰極・試料台の定期的な振動・揺動攪拌を行う仕様の搭載により、マイクロパーツ製造に必要な数時間～数日間におよぶめっき処理工程の時間短縮や強度に耐えうる装置となった
- 制御機器類の操作パネルや機器の電気系統をわかりやすく格納することにより、種々の電気トラブルのチェック、修理、メンテナンスが容易に行えるようにした

完成品のめっき精度計測から、十分な機能を確認

- 開発しためっき装置を用いて電気めっき製品を製作したところ、マイクロ金型は表面平滑精度±0.5μm(厚さ509μm)、フィラメントなどのセンサー部品は表面平滑精度±0.7μm(厚さ520μm)となり、それぞれ目標を達成した
- 上記電気めっき製品から作られたマイクロパーツの硬度を測定した結果、マイクロギアの硬度は510Hv、フィラメントなどのセンサー部品は500Hvを記録し、目標を達成
- 製作されたマイクロパーツを半年および1年後にレーザー顕微鏡で計測したところ、時効変化が発生せず、内部応力にも問題がないことを確認

電気めっき製品のレーザー撮像(上:マイクロ金型、下:マイクロセンサー)
～電気めっき製品をレーザー顕微鏡にて測定。どちらも500μm以上の厚さと、±1μm以内の平滑精度を保持している～



事業化への取組／実用化には時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況等

- H25年度の実用化を目指し、補完研究中
- 直径0.1mmマイクロギア、マイクロコネクタ、マイクロメッシュなどのサンプルあり(無償)
- 出展: 国際ナノテクノロジー総合展2013(H25.1.30～2.1)など
- 新聞: 日刊工業新聞(H23.7.28)など

効果

- 小型化・微細化 → マイクロギアなどのサイズは、直径0.2mm、高さ500μmを満足し、硬度もHv400以上と強靱
- 精度向上 → シンクロトロン光X線を用いた3次元構造の非常に微細な加工により、ナノオーダーレベルの精度を保持

○多品種少量生産 → 電鍍めっき技術の応用のため、一度に複数のマイクロパーツを高精度に多品種量産することが可能

今後の見通し

事業化を目指し、試作品製造装置や医療用機器のマイクロセンサー開発を実施中

- 事業で積み残した内部応力測定や、その他の数値目標を達成すべく、計測器の開発から計測技術まで広い分野での改善を実施中
- H25年度には事業化のための大型の試作品製造装置が完成、川下ニーズの製品試作に移行予定
- 医療用機器のマイクロセンサーの開発も同時に行っており、新たな医療機器メーカーへ販路開拓を実施中

企業情報 田口電機工業株式会社

事業内容 めっき加工やその他の表面処理全般
めっき技術を応用したナノテクノロジー関連のLIGA微細加工技術開発

住所 佐賀県三養基郡基山町小倉399

URL <http://www.taguchi-dk.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 田口英信

Tel 0942-92-2811

e-mail hidenubu-t@taguchi-dk.co.jp

食品廃棄物を、機能性食品・飼料・堆肥・燃料として再生処理しゼロ・エミッション(全量使い切り)を実現する

プロジェクト名 固体発酵による食品廃棄物の高度再生利用に関する研究開発

対象となる川下産業 食品製造、農畜産業

研究開発体制 (株)新聞協同運輸、(株)丸蔵、(独)産業技術総合研究所、北海道大学

密閉型固体発酵装置(左上)と大型固体発酵装置(右下)



【従来】

- 処理コストが高い食品廃棄物を再生利用したいというニーズは非常に強い
- 食品廃棄物の再生利用には多額の費用を要し、実施率は高くない

【研究開発のポイント】

- 食品廃棄物を、機能性の高い食品・飼料・堆肥・燃料として再生処理し、全量を使い切るための研究開発を実施する

【成果】

- 発酵熱を利用した固体発酵乾燥法と、この方法を用いた安価な発酵乾燥装置を開発
- 食品廃棄物腐敗防止技術(非滅菌静菌技術)、微生物モニタリング技術を開発
- オカラ等の食品廃棄物を機能性食品・飼料・堆肥、固形燃料等に付加価値を上げて全量活用する

【事業化への取組】

- 実用化第一弾としてオカラ等の食品廃棄物と有孢子性乳酸菌等を用いた健康食品、飼料の販売を始める。また、燃料分野等で事業化に向けた研究を進める

研究開発のきっかけ

コスト面、環境面等から、食品廃棄物の再生利用へのニーズは強い

- 知り合いの豆腐メーカーの社長から、オカラの処理にトン1万円(当時)の処理コストがかかっており、オカラを再生利用したいという切実なニーズがあった
- 当時、植物の乾燥や発酵の研究を行っており、腐敗しやすい特徴を持つオカラ等の食品廃棄物は、適切な発酵処理により微生物の繁殖を促進し、様々な機能を付与することが可能な材料であることがわかっていた

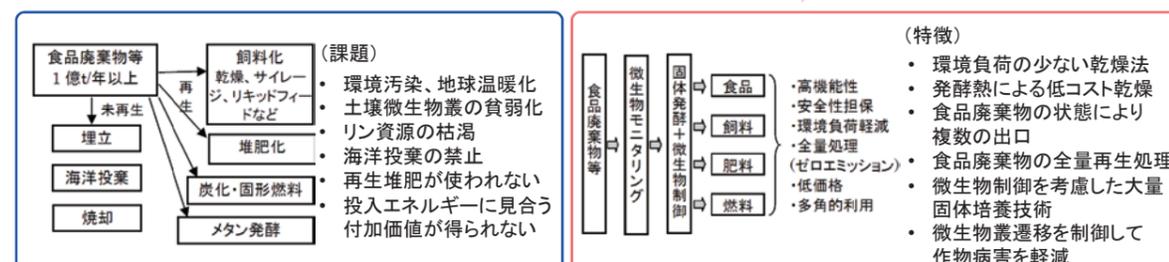
研究開発の目標

食品廃棄物に食品・飼料・堆肥・燃料としての様々な機能を付加して再生処理し、全量を使い切る(ゼロ・エミッション)のための下記研究開発を実施する

- 発酵熱を利用した固体発酵乾燥法
- 食品廃棄物腐敗防止技術(非滅菌静菌技術)
- 微生物モニタリング技術
- 安価な発酵乾燥装置の開発
- 食品・飼料としての機能性(プロバイオティクス)、堆肥としての機能性(耐病性の付与)、燃料の機能性(臭気の制御等)の向上技術を確認

【従来技術】

【新技術】



研究開発の成果/目標を達成

バイオ・プロセスの開発

- 微生物の発酵熱を利用して含水バイオマス(オカラ等)を安価に乾燥する基本的技術を開発した
- オカラ等の食品廃棄物に独自に単離した有孢子性乳酸菌(特許登録済)やクモノスカビを増殖させて機能性食品や飼料として再生利用する基本技術を開発した。また様々な植物病原菌に対して耐病性を示す有用菌を増殖させた機能性堆肥の基本的製造プロセスを開発した。また下水汚泥等を安価に低温発酵乾燥する新規微生物を単離し基本技術を開発した
- 乳酸菌が生産する抗菌ペプチドを利用した安価な非滅菌静菌技術を開発した
- バイオマス資源の品質に応じた再生方法の選択や再生後の微生物叢のチェックに向けた微生物モニタリング技術を開発した

発酵乾燥装置の試作開発

- 上記乾燥技術を用いた固体発酵乾燥装置(密閉型300kg/day、大型1t/day)を開発し、ランニングコストを試算した結果、目標のランニングコスト6円/kg以下を達成した

再生品利用製品の開発と効果の検証

- 機能性食品(クモノスカビを用いてオカラを発酵乾

燥した粉末と有孢子性乳酸菌で発酵した豆乳を用いたパン・菓子を開発し、ヒト介入試験により評価

- 機能性飼料(有孢子性乳酸菌入りオカラを添加した飼料等)を開発し、豚飼育試験で評価
- 特定の病害菌を防除する機能性堆肥4種を作製し、その効果を検証

ヒト介入試験被験食(パン・菓子)の栄養分析結果
 ~ヒト介入試験の結果、有孢子性乳酸菌摂取群のLDL値が有意に改善(P<0.05)し、HDL及び総コレステロール値には改善傾向がみられた~

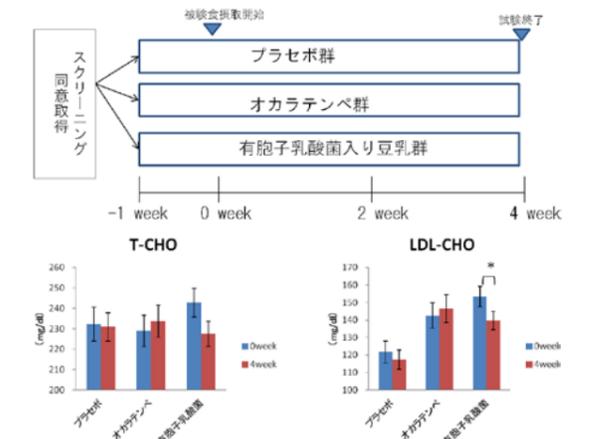


図2. T-CHO値とLDL値の変化(群内比較) (*P<0.05)

事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- H24年度に実用化成功
- 有孢子性乳酸菌サプリメント「ソイティス(錠剤タイプ及び粉末タイプ)」の無料サンプル、有孢子性乳酸菌入り再生飼料とこれを用いて飼育した豚の肉質評価(試食用)サンプルあり
- 特許:「芽胞形成能を有する新規菌株Bacillus coagulans lilac-01」(特許第5006986号)

効果

- ロス削減 ➡ 食品製造残渣等の廃棄物をゼロにすることができる
- 環境負荷削減 ➡ 食品製造残渣の処理に係る収集運搬・焼却・埋立等をゼロにできる
- 付加価値創出 ➡ 肉質改善による畜産業の付加価値向上、健康効果によるオカラ等の食品廃棄物の価値向上等

今後の見通し

食品、飼料、燃料分野で事業化に向けた研究を進める

- 食品分野では、H24年度中に有孢子性乳酸菌サプリメント2種を発売予定。また、果実野菜等の余剰物ペーストを用いた乳酸菌入り豆乳飲料を開発して販売チャネルを開拓する予定である
- 残渣成分+乳酸菌による整腸効果に加えて、生活習慣病やアレルギー予防効果等を持つ機能性食品の開発を進行中で、これらのエビデンス取得を予定している
- 飼料分野では、混合飼料向け乳酸菌製剤の発売、食品残渣を用いた再生飼料化の取組を計画している。また、低コスト化のために静菌剤を用いた再生ウエット飼料を開発中である
- 固形燃料分野では、下水汚泥の固形燃料化(NEDO委託事業)を継続し、脱臭・脱硫技術を開発中。今後は大型化・低コスト化の研究に進展する予定

企業情報 株式会社新聞協同運輸

事業内容 新聞、食料品等の運送事業(バイオ関連事業を新会社「アテリオ・バイオ株」として分社化)

住 所 北海道上川郡鷹栖町8線西2号2番地

U R L <http://www.arterio.co.jp>

主要取引先 (株)朝日新聞社、(株)日刊スポーツ新聞社、全日本食品(株)、(株)北海道新聞社、(株)毎日新聞社

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役社長 三輪一典

Tel 0166-59-3100

e-mail miwa@arterio.co.jp

次世代型堆肥化システムを開発し 家畜排せつ物の再資源化・高度利用を進める

プロジェクト名 熱風利用による有機物高度堆肥化技術及び二次生産物の高度活用技術の開発

対象となる川下産業 環境・エネルギー

研究開発体制 (公)福島県産業振興センター、福萬産業(株)、日本大学工学部

熱風利用による有機物高度堆肥化システム



【事業化への取組】

○実用化に成功し、H25年度の事業化を目指す

【従来】

- 近年、家畜排せつ物法、持続農業法、肥料取締法等が改正され、畜産廃棄物の再資源化と農業の持続性・安全性の向上が求められるようになっている
- 従来の畜産廃棄物の堆肥化は、通年処理が困難、品質低下、コスト、環境問題(悪臭・地下水汚濁)等の課題に直面している

【研究開発のポイント】

- 家畜排せつ物の再資源化・高度利用に向け、密封型の発酵槽内で堆肥化する次世代型堆肥化システムを開発するとともに、生産する高機能堆肥の利用法を開発する

【成果】

- 有機物の堆肥化による再資源化や、有機物の無害化・低害化を目的とした高効率有機物処理システムを構築した
- 熱風利用による生産活動の拡大・低コスト化、二次的に生産される微生物・酵素資材を用いた農作物の高品質化等、広い分野での利用・産業化の可能性あり

研究開発のきっかけ

畜産廃棄物の再資源化が求められているが、そのための課題も山積している

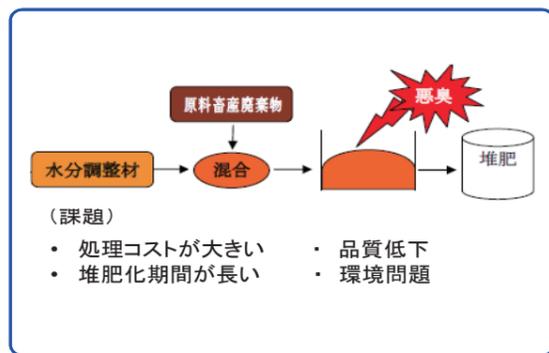
- 近年、家畜排せつ物法、持続農業法、肥料取締法等が改正され、畜産廃棄物の再資源化や農業の持続性、農作物の高品質化や安全性の向上が求められるようになっている
- 従来の畜産廃棄物の堆肥化は、通年処理が困難、品質低下、コスト、環境問題(悪臭・地下水汚濁)等の課題に直面しており、これらの解決策が求められている

研究開発の目標

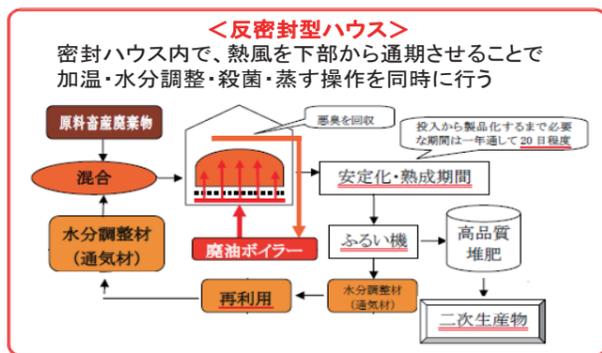
家畜排せつ物の再資源化・高度利用に向け、次世代型堆肥化システム及び高機能堆肥の利用法を開発する

- 密封型の発酵槽内で堆肥化するシステムにおいて最適条件を確立
➡ 成分の偏りなし、EC(電気伝導度):2mS/cm以下、処理期間:20日程度、分解率:通年で60%程度

【従来技術】



【新技術】



研究開発の成果／目標を概ね達成

堆肥化システムにおける処理条件の検討

- 様々な条件下で生産された堆肥の含水率や有機物分解率を測定し、その結果を基に最適条件を確立した(最高で有機物分解率60%超も実現)
- 最適条件の確立により、20日程度での堆肥化と高い有機物分解率をもつ高機能性堆肥の生産目標を達成した

高機能性堆肥の評価と、微生物の解析による堆肥化のメカニズム解明

- 目標のEC(電気伝導度)2mS/cm以下は達成できなかったが、生産堆肥はすべて施肥可能な堆肥の目安である4mS/cm以下であった
- 各季節において微生物の内容が変化する条件(遷移点)を確認しその微生物の分析や挙動を確認したことで、堆肥化メカニズムの解明に成功した
- 堆肥中の微生物を分析し、ナラ枯れの原因「ナラ菌」の活動抑制効果が期待できる結果を得た。ま

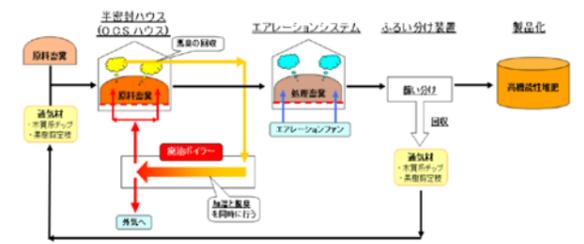
た、今後研究を進めていくことで、様々な利用法の開発が期待できる

- 東日本大震災の津波被害を受けた農地の塩害対策にも高い効果を確認した(除塩効果と作物の収量増・高品質化を確認)

悪臭が及ぼす周辺環境への影響調査

- 熱による脱臭によりアンモニアを除く悪臭成分の低減に成功。臭気指数は目標値の30以下を概ね達成した

次世代型堆肥化システムのフロー図



事業化への取組／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- 実用化レベルまでの開発に成功。H25年度の事業化を目指す
- 生産した高機能性堆肥や二次生産物である微生物資材は、少量サンプルの提供が可能(少量に限り無償)
- 堆肥化システムの試作機設置等は可能。設置費用(実費)は依頼者負担
- 新聞:福島民報、産経新聞、河北新聞、毎日新聞、読売新聞、日経新聞等10数件(H23.4~H24.9)

効果

- 量産化、安定供給化 ➡ 熱風を利用するため、冬季に難しかった堆肥化を安定した品質で生産することが可能となった(有機物の分解が従来型と比べ2倍程度に向上)
- 生産期間短縮 ➡ 従来技術と比べ、堆肥製造期間を最大80%程度短縮(春・秋:60日→20日、冬:90日→20日)

臭気問題解決 ➡ 投入時以外は密封する構造に加え、発生する悪臭等の有害成分を熱により無害化するため、汚水や悪臭の排出がない

今後の見通し

様々な業種から来ている引き合いに対応し、研究開発、応用技術開発、事業化検討を進める

- サポイン事業で開発した技術をベースに、研究継続、応用技術開発、事業化検討等に取り組む
- システムの中核をなしている燃焼炉を利用し、有害物質の焼却による無害化を目的とした新しいシステムの開発に着手
- 微生物資材については、引き続き大学や国内研究機関と共同し、利用法開発や内容物解明等の研究を進める
- 地域自治体を含む幅広い川下ニーズへの販路開拓を狙う。様々な業種から引き合いが来ており、事業化準備を進めながら、H25年度中の販売を目指す

企業情報 福萬産業株式会社

事業内容 環境問題をテーマに、廃油燃焼炉や堆肥化システム、高機能性堆肥、高機能性微生物資材等を販売

住所 福島県須賀川市前田川字後上ノ台 83

URL <http://www.fukuman.co.jp>

主要取引先 汚水処理業者、桜保存会等の地域資源保存組織、農業組織

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 取締役 佐藤洋介

Tel 0248-76-0209

e-mail fukuman@key.ocn.ne.jp

補助金なしでも普及可能な低コスト小型メタン発酵及び脱臭機能付バイオガス発電装置の開発

プロジェクト名 低コスト小型メタン発酵及び脱臭機能付バイオガス発電装置の開発

対象となる川下産業 環境・エネルギー

研究開発体制 京葉瓦斯(株)、千葉工業大学、茨城大学、(株)プロマテリアル、佐久間牧場、(株)田辺房吉商店

スターリングエンジン発電装置3基(左上)、1kW SE単体(右上)
消化液タンク・メタン発酵槽・レシーバータンク(左下)、脱臭脱臭装置(右下)



【従来】

- 風力、太陽光、バイオマス等の再生可能エネルギーの開発が加速している
- 我が国のメタン発酵は普及ベースにはなく、高コストな装置が主因と言われている
- 補助金がなくても普及できるような低コストシステムの開発が期待されている

【研究開発のポイント】

- 小型モジュール型メタン発酵装置と小型国産スターリングエンジンをユニット化した、低コスト小型メタン発酵及び脱臭機能付バイオガス発電装置の開発

【成果】

- 畜糞発酵によって発生するバイオガスをダイレクトに効率よく電気、温水または温風に変換するコジェネシステムを構築
- バイオガスによるスターリングエンジン発電装置としての利用を目指す

【事業化への取組】

- 研究開発を継続し、H25年度の実用化を目指す。当面は研究目的での導入を見込む

研究開発のきっかけ

補助金なしでも普及可能なメタン発酵、バイオガスシステムが求められている

- 風力、太陽光、バイオマス等の再生可能エネルギーの開発が加速している
- 我が国のメタン発酵は、必ずしも普及ベースにはなく、高コストな装置が主要な原因と言われている
- 補助金がなくても普及できるような低コストシステムの開発が期待されている

研究開発の目標

低コスト小型メタン発酵及び脱臭機能付バイオガス発電装置の開発

- 小型モジュール型メタン発酵装置と小型国産スターリングエンジンをユニット化したコジェネレーションシステム
- 低コスト化(設備コスト従来比半減)、省エネルギー化、環境性向上(悪臭対策、NOxSOx低減)を目指す

【従来技術】

低コスト化従来比1/2

【新技術】

<従来のバイオガス発電>

- ・前処理設備
- ・メタン発酵設備
- ・エネルギー利用設備
- ・液肥貯留設備
- (課題)
- ・周辺装置が煩雑、コストが過大で普及していない
- ・市販バイオガス発電では中規模対応のみ、既存のスターリングエンジンは輸入物で高価
- ・メタン発酵残渣が大量で処理できない場合が多い
- ・畜産現場では悪臭対策が長年の課題

<低コスト小型メタン発酵及び脱臭機能付きバイオガス発電>

- ・浮力利用昇降浸漬方式メタン発酵装置
- ・超小型スターリングエンジン発電機
- ・脱臭機能付き燃焼バーナー
- (特徴)
- ・安価な材料、浮力利用昇降浸漬方式メタン発酵装置と小型スターリングエンジンの組合せで簡素化、低コスト化を図る
- ・量産モジュール型で中規模に対応可能
- ・メタン発酵残渣を最小化、苗生産でも利用可能な技術を確認
- ・スターリングエンジンのバーナーを脱臭機能付で開発

研究開発の成果／目標を概ね達成

小型メタン発酵装置の開発

- 発酵装置の構造には、全天候型のリサイクル部材が利用可能なコンテナ型を採用。発酵部は気相、液相を一つの膜式のバッグにしたシンプルな構造とし、低コスト化に努めた
- 培養条件の設定により収率を向上させ中温菌で省エネルギー化を図るため、簡易メタン発酵槽を用いて試験を実施。メタン発生量とメタン菌の相関解析で中温菌の同定が可能となった

バイオガスによる最適燃焼発電システムの開発

- 量産品のスターリングエンジンをベースに、管状火炎バーナーを開発し、ユニット化。3台の発電ユニットにより台数制御を行えるシステムとした

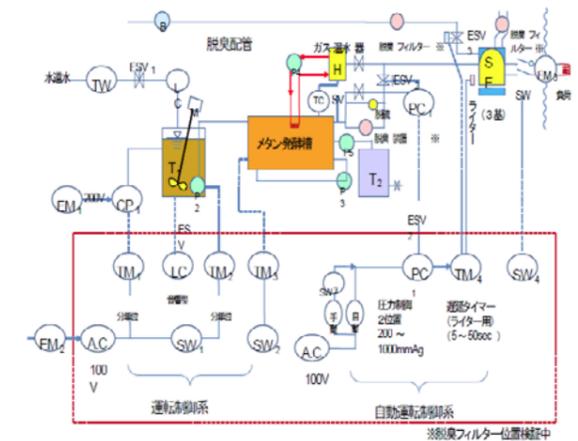
脱臭機能向上のためのシステム化

- セラミック脱臭剤と燃焼脱臭の併用により90%以上の脱臭を達成
- セラミックの再生条件を検討中。今後のフィールドテストで多様な顧客に対応できる技術を確認する

発酵残渣の有効利用技術の開発

- 養液土耕栽培(バッグ栽培)にメタン発酵消化液を追肥として利用する方法を実証し、概ね良好な結果を得た

システム図



事業化への取組／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況等

- H25年度の実用化を目指す
- 特許:「スターリングエンジン用管状火炎バーナー及び発電システム」(特願2012-209827)
- 論文:広島大学石塚悟他「スターリングエンジン用自己再循環型管状火炎バーナーの開発」(H24.11)

効果

- 低コスト化 ➡ 小規模メタン発酵装置として低コスト化に寄与する(検証中)
- 環境負荷削減 ➡ スターリングエンジン用管状

火炎バーナーはバイオガスのみならず、ガス燃料に対応する

今後の見通し

- 研究開発を継続し、H25年度の実用化を目指す
- 研究事業場所にて継続して研究開発を実施している
- 管状火炎バーナーの改良とともに制御装置の改良に着手している
- H25年度中に管状火炎バーナーの実用化を目指す。当面研究目的での導入になる見込み

企業情報 株式会社プロマテリアル

事業内容 スターリングエンジンを活用したバイオマスエネルギーの利活用及びエンジニアリング、エネルギー使用効率を高めるデバイスの提案・販売に関する事業

住所 東京都港区新橋3-26-3 会計ビル6F

URL <http://www.pro-materials.com>

主要取引先 京葉プラントエンジニアリング(株)、SEエンジニアリング(株)、エス・イー・シーエレベーター(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 斎藤正倫
Tel 03-5537-6454
e-mail m_saito0527@yahoo.co.jp

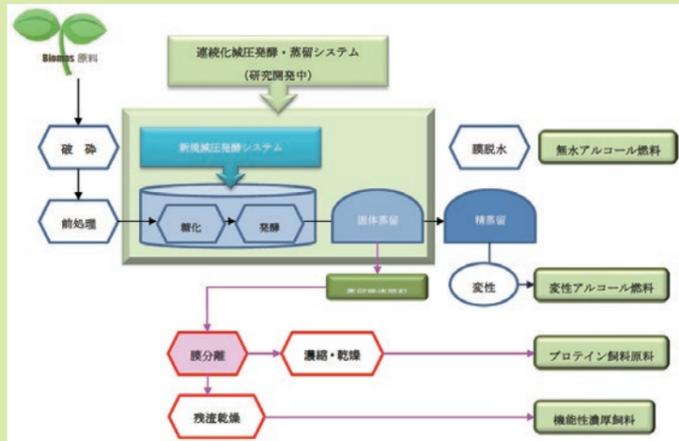
未利用バイオマス为原料に、長期保存性、栄養成分に優れ可消化性タンパク質を多く含む高品質飼料を製造する

プロジェクト名 飼料の価値向上を目指した前処理・減圧発酵蒸留技術の開発

対象となる川下産業 バイオテクノロジー、環境・エネルギー、畜産用飼料

研究開発体制 (公)名古屋産業科学研究所、東海リソース(株)、バイオトラスト(株)、名古屋大学、名古屋工業大学

減圧発酵による製造工程



【事業化への取組】

○実用化は停滞中。研究開発体制を再編し、補完研究、事業化検証等を進めていく

【従来】

○原料の大半を輸入に頼る飼料メーカー・畜産農家においては、安価に安定して入手でき、国際相場の影響を受けない国産の高品質飼料へのニーズが高い
○本研究グループによる研究から、減圧状態でエタノール発酵することで、通常の発酵より発酵効率が改善され、発酵残渣のタンパク質の濃縮が進み、飼料としての価値が高まることの実証されていた

【研究開発のポイント】

○過年度の検証結果に基づき、発酵効率のよい未利用バイオマス原料の前処理・減圧発酵蒸留技術を開発し、長期保存性があり、栄養成分が一定、可消化性タンパク質を多く含む高タンパク質飼料を得る

【成果】

○未利用バイオマス原料から高付加価値飼料を得る基盤技術はほぼ確立された
○食品残渣を活用した、安価で安定供給可能な国産高付加価値飼料として製品化を目指す

研究開発のきっかけ

国産の安価に安定して入手可能な、高品質飼料へのニーズが高まっていた

○原料の大半を輸入に頼る飼料メーカー・畜産農家においては、安価に安定して入手でき、国際相場の影響を受けない国産の高品質飼料へのニーズが高い
○本研究グループによる研究から、減圧状態でエタノール発酵することで、通常の発酵より発酵効率が改善され、発酵残渣のタンパク質の濃縮が進み、飼料としての価値が高まることの実証されていた

研究開発の目標

未利用バイオマスを原料として、長期保存性があり、栄養成分が一定、可消化性タンパク質を多く含む高品質飼料を製造する

○過年度の検証結果に基づき、発酵効率のよい未利用バイオマス原料の前処理・減圧発酵蒸留技術を開発し、高タンパク質飼料を得る
○発酵時間: 48時間(従来 72時間) ○発光効率: 83 ± 2% (従来水準維持)
○飼料中のタンパク質濃度 25% (従来 20%)

【従来】

前年度サポイン事業により前処理・減圧発酵蒸留技術の有用性を実証
(課題)
・ 100kg規模での検証ができたが、スケールアップが必要
・ バッチ方式による効率の低下
・ 廃棄物であるため減少傾向、供給が不安定
・ 残渣飼料の高付加価値化

・ 精留エタノールの脱水方法、脱水エタノールの利用方法
・ 実用化に向けたコスト・エネルギー評価

【本開発】

さらに高付加価値の飼料の製造及び実用化を目指すために価値を高める
(課題)
・ 1t規模での実証スケールにより実用化を図る

・ 連続化による生産効率の向上
・ 廃棄物と併用することで、安定供給を図る
・ 乳酸発酵による高付加価値化、高タンパク飼料の評価・給餌試験
・ エタノール脱水方法の調査、エタノールの高次利用による飼料価格の低下
・ トータルコストによる総合評価で実用化を目指す

研究開発の成果／目標を概ね達成

1t規模の実用化規模でも高品質飼料を得た

○過年度の研究で、馬鈴薯残渣を用いて100g、100kg、1t規模の減圧発酵及びそれに続く蒸留・精留工程により、高タンパク質濃度の飼料を得る製造条件を設定し、さらに100g、100kg規模においては発酵工程の半連続化の可能性を検証していた
○事業化を想定し、多収量米を用いて1t規模の連続発酵試験を行い、同様の高品質飼料が得られることを確認
○多収量米の場合も、連続減圧発酵により発酵効率が上がり、エタノール収率が上がるにつれ、タンパク質濃度も上がり、飼料の付加価値が高まることを実証

主な試験結果

○多収量米の場合、1t規模における最適発酵条件は、発酵温度35℃、発酵時間48～72時間、減圧度0未満～-0.05MPa
○発酵残渣からさらにエタノールを回収すべく、-0.08～0.1MPaの減圧下、温度50℃で蒸留することにより、エタノール回収率85%を達成
○従来の基礎飼料に発酵残渣飼料を10%添加し

た場合、雛鳥の病気もなく安全性が確認され、体重も10%増加していることが判明

発酵温度の違いによるエタノール濃度と総エタノール生産量と残渣のCPの比較

～発酵温度35℃の場合にエタノール濃度、エタノール量、残渣CP値とも最も高い値を示している。また、残渣CP値の目標25%を達成～

発酵温度 (°C)	72時間後のエタノール濃度 (%)	総エタノール量 (L)	残渣CP (%)
30	10.0	31.8	27.2
32	12.0	40.2	27.8
35	18.0	63.6	31.5
37	12.0	47.3	30.2
40	12.0	47.2	29.6

原料CP:12.8

蒸留温度の違いによる投入エタノール量、蒸留されたエタノール量、回収率の比較

～蒸留温度50℃において回収率が最も高く85%であった～

蒸留温度 (°C)	投入したエタノール量 (L)	蒸留されたエタノール量 (L)	回収率 (%)
40	25.5	14.0	54.9
45	27.3	23.1	84.6
50	20.4	17.5	85.8
55	23.8	19.8	83.4
60	25.0	19.5	78.0

事業化への取組／実用化は停滞中

事業化状況等

○技術開発担当企業の経営状況悪化により、実用化活動はやや停滞中
○サンプル試作は、現状で経営的に困難だが、技術的には可能
○新聞: 中日新聞(H22.5.22)

効果

○新方式実現 → 開発した減圧発酵技術により、粗タンパク質濃度が従来品の2倍以上の高品質飼料を得る
○安定供給化 → ほとんど輸入品だった高品質飼料を、本技術により国産化することで安定供給が可能に
○低コスト化 → 未利用バイオマス原料を活用し、製品コストの大幅低減を可能に

今後の見通し

研究開発体制を再編し、補完研究、事業化検証等を進めていく

○サポイン終了後、実用化規模の減圧発酵技術の開発、発酵残渣の高品質化等の補完研究を実施も、研究主体企業の経営状況悪化を踏まえ体制を再編成している。現状では、基礎データの高精度化、事業化に向けた情報収集に努める
○研究開発体制の再編成が終了すれば、関連業種の第三者において実用化規模の減圧発酵技術の開発を再開し、補完研究課題を完遂していく
○本事業の成果を、第三者に技術供与して事業化の検証を行い、ライセンス供与等を検討する

企業情報 東海リソース株式会社

事業内容 畜産用飼料及び有機肥料製造販売、バイオエタノール試験研究製造及び研究開発、未利用バイオマス資源化プラントの企画及び開発、環境コンサルタント・循環資源再生利用マネジメント等

住所 愛知県春日井市気噴町 6-1-1

URL <http://www.tokai-resource.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役社長 大田克己

Tel 052-961-3531

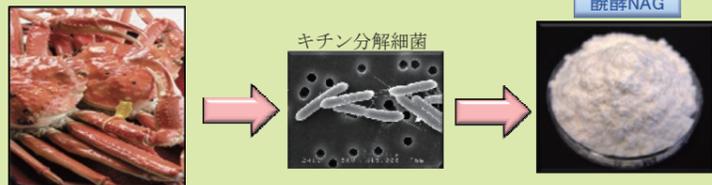
e-mail info@tokai-resource.jp

微生物を利用し、キチンから直接アセチルグルコサミンを生成する工業的生産システムを開発する

プロジェクト名 発酵技術を利用した天然型糖質の新しい製造方法

対象となる川下産業 食品製造、化粧品

研究開発体制 ヤエガキ醗酵技研(株)、福井県立大学



微生物発酵によりキチンから直接アセチルグルコサミン生成に成功！

【従来】

- アセチルグルコサミンは、関節症予防効果や美容効果を有する新たな食品素材で需要も伸びてきているが、その生成には化学的処理が必須で、低生産性、高コストとなっている
- 健康食品、化粧品業界等からは、製品価格の値下げが要望されていた

【研究開発のポイント】

- 微生物を利用して、原料となるキチンから直接アセチルグルコサミンを生成する技術を、工業的生産スケールで実現する

【成果】

- 培養液の脱色・精製を行い、純度96.6%のN-アセチルグルコサミン(NAG)を回収。NAGの純度、重金属、ヒ素等何れも従来品と同等であることを確認
- NAG製造コストを従来比50%以下とすることに目途
- 機能性食品(健康食品)、化粧品の素材としての活用を目指す

【事業化への取組】

- 補完研究とパートナー探索を進めつつ、H28年度の事業化を目指す

研究開発のきっかけ

新規素材であるアセチルグルコサミンを、低コストで生成する技術が求められている

- アセチルグルコサミンは、関節症予防効果や美容効果を有する新たな食品素材であり、需要を伸ばしている
- アセチルグルコサミンはキチンを原料としてつくられる。生成には化学的処理が必須で、低生産性、高コストとなっている
- 健康食品、化粧品等の業界からは、含有商品を広めるため、製品価格の値下げが要望されていた

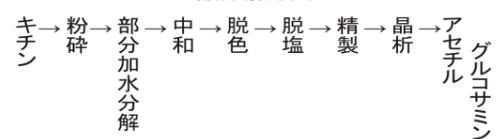
研究開発の目標

微生物を利用してキチンから直接アセチルグルコサミンを生成する工業的生産システムを開発する

- 高分子多糖であるキチンからオリゴ糖/単糖にまで分解する酵素の作用機序を解明する
- キチンからの分解率:90%以上
- 製造コスト:従来比50%以下

【従来技術】

<酸分解方法>

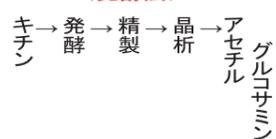


【課題】

- | | |
|-------------|-------------|
| (製造) | (生産効率) |
| ・加工費高い | ・原料対比50-60% |
| ・酸、アルカリ大量使用 | (設備) |
| ・廃棄費用発生 | ・装置が高額 |
| ・環境負荷 | ・腐食、短い耐用年数 |

【新技術】

<発酵法>



【特徴】

- ・アセチルグルコサミンまで分解する新規製造システム
- ・工程の大幅短縮
- ・製造コスト1/2
- ・製造能力10倍製造

研究開発の成果／概ね達成

キチン分解菌の変異育種と培養液からのアセチルグルコサミン回収

- 強力なキチン分解活性を有する菌株 Paenibacillus sp. FPU-7をアルキル化剤であるエチルメタンサルホン酸により変異処理することで、N-アセチルグルコサミン(NAG)の代謝能を失ったFPU-7-3を取得。培養液中に高濃度なNAGを蓄積させることに成功
- 培養液の脱色・精製を行い、純度96.6%のNAGを回収

アセチルグルコサミンの評価

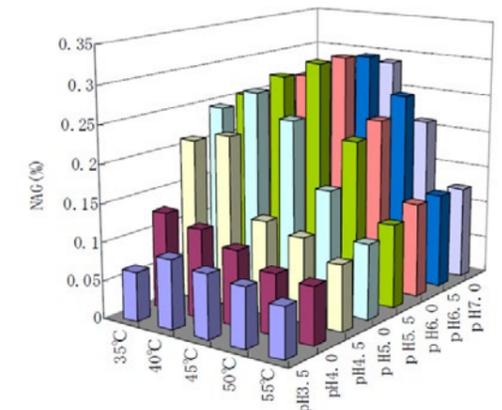
- 安全性試験により、新製法により得たNAG試作品の安全性を確認
- NAGの純度、重金属、ヒ素等何れも従来品と同等であることを確認

経済性の評価

- 粉碎キチンを用いることで仕込み量を6%まで増やして培養可能であることが判明。培養バッチ当たりのNAG生成量は従来比2倍以上になった
- 培養段階での製造コストは、従来方法比で35%程度削減が可能に。培養液のNAG濃度が2倍以上になったことによる精製コスト削減効果もこれと同水準と推定
- 培養・精製コストを合わせ、NAG製造コストを従来比50%以下とすることに目途

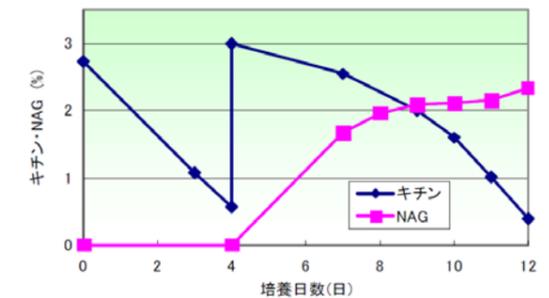
各温度、pHにおけるNAG生成量

～NAGの蓄積量が最も高かった温度は40～50℃で、pHは5.5～6.5であった～



残存キチン量とNAG生成濃度(15tタンク)

～培養終了時のキチン分解率は86.7%、生成NAG濃度2.35%、分解したキチンからのNAGの生成率は90.4%になった～



事業化への取組／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況等

- 実用化に成功。H28年度の事業化を目指す
- 有償サンプルあり(従来品と同等品)
- 特許:「N-アセチルグルコサミン非資化性キチン分解菌及びその用途」(特許番号5052702)
- 新聞:神戸新聞「微生物活用産へ ヤエガキ醗酵技研」(H23.9.16)

効果

- 低コスト化 → 製造に係るコストを1/2にする
- 大量生産化 → 所有する培養タンクを利用することで大量生産に対応する

- 新製法実現 → 発酵技術を利用した世界初の製造方法である

今後の見通し

補完研究とパートナー探索を進めつつ、事業化を目指す

- 培養後のNAGの精製や回収工程でのコスト削減、分解し易い原料キチンの選択等を検討する
- 精製工程の専門性、汎用性、精製設備を有する協力パートナーを探し出し、事業化を目指す

企業情報 ヤエガキ醗酵技研株式会社

事業内容 麹菌、酵母、乳酸菌やキノコ等の微生物を大型の発酵タンクで培養することで機能性食品や化粧品等様々な素材を製造販売。大学、企業との共同研究にも積極的に取り組む

住所 兵庫県姫路市林田町六九谷 681

URL <http://www.yaegaki.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 常務取締役 廣江英二

Tel 079-268-8070

e-mail hiroe-ej@yaegaki.co.jp

茶葉を原料に黒茶ポリフェノールを発酵生産する 統合微生物発酵制御技術「ファームントミクス」の開発

プロジェクト名 ファームントミクス（統合微生物発酵制御技術）による黒茶ポリフェノールの生産と素材化技術の開発

対象となる川下産業 バイオテクノロジー、機能性食品

研究開発体制 一番食品(株)、福岡県醤油醸造協同組合、(株)レオロジー機能食品研究所、九州大学

黒茶ポリフェノール素材の製品モデル



【従来】

- 生活習慣病が急増し、高齢化が進行する中、メタボリックシンドローム対策に関心が寄せられている
- 本研究グループでは、福岡県の地域資源である八女茶を黒麹発酵させた後発酵茶（黒茶）より、新規機能性成分として黒茶ポリフェノールを見出し、その一部が血液循環能改善効果等を有することを発見していた

【研究開発のポイント】

- 茶葉を原料とし、新規「黒茶ポリフェノール」を含む高品質で多様な機能性食品素材を発酵生産する高度な統合微生物発酵制御技術「ファームントミクス」を開発する

【成果】

- ファームントミクスにより、茶葉を原料に黒茶ポリフェノールを含む高品質で多様な機能性食品素材を製造する発酵制御技術を確認
- 健康茶、タブレット、ドリンク、ゼリー等の健康志向食品（メタボリック症候群の予防食品）等の素材として用いられる

【事業化への取組】

- H23年度の実用化に成功。工業化を目指した補完研究等を進めつつ、事業化を目指す

研究開発のきっかけ

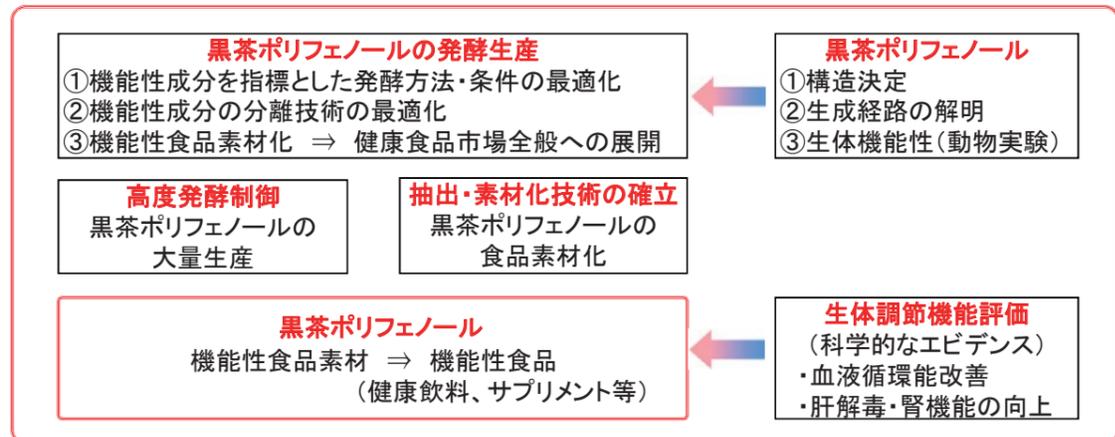
メタボリックシンドローム対策に有効とみられる、新たな機能性成分を見出していた

- 生活習慣病が急増し、高齢化が進行する中、メタボリックシンドローム対策に関心が寄せられている
- 本研究グループでは、福岡県の地域資源である八女茶を黒麹発酵させた後発酵茶（黒茶）より、新規機能性成分として黒茶ポリフェノールを見出し、その一部が血液循環能改善効果、α-グルコシダーゼ阻害活性、リパーゼ阻害活性を有することを発見していた

研究開発の目標

茶葉を原料に、黒茶ポリフェノールを含む機能性食品素材を発酵生産する統合微生物発酵制御技術「ファームントミクス」を開発する

【新技術開発（黒茶ポリフェノールの新展開）】



研究開発の成果／目標を達成

茶葉の最適発酵制御条件の検討

- 発酵茶葉に含まれる黒茶ポリフェノール（X成分）は、従来のカテキン類とは異なる構造を有する新規化合物であることを確認
- X成分の効率的生成に向け最適発酵系を検討。*Aspergillus*属菌株を用いた半固体発酵において各種成分変化を調べた結果、EGCG、EGC、没食子酸の増減に伴いX成分の生成が見られ、半固体発酵技術確立のための指標を得た

実用規模培養装置による発酵制御条件の検討

- 茶葉からのX成分生成に適した*Aspergillus*属菌を用いた半固体発酵法は、固形分当たりのX成分の生産性が固体発酵法より高いことを確認
- 実用レベルで生産可能な固体発酵技術を確認

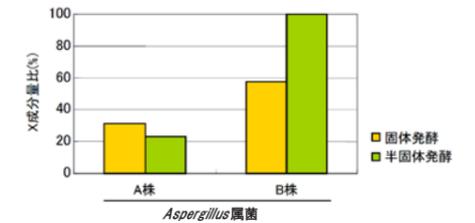
黒茶ポリフェノールの抽出・素材化技術の検討と医学的評価

- 発酵茶葉からのX成分の抽出・素材化において、熱水抽出法、樹脂処理法双方とも工業生産ラインを確立できることを確認
- 熱水抽出法は生産性が高いこと、樹脂処理法から得た樹脂処理画分（黒茶ポリフェノール素材）は高い血液循環能改善効果があること等が判明
- 黒茶ポリフェノール素材及びX成分は、抗メタボ

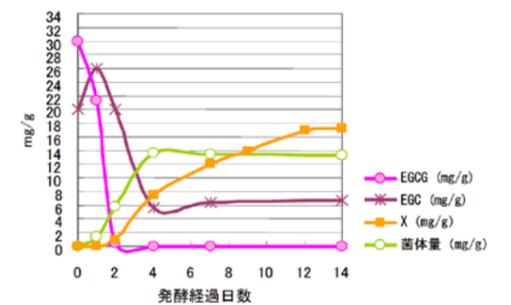
効果、血液循環能改善効果に有効性を示した（特に、糖尿病、高血圧症、肥満症）

*Aspergillus*属菌A、B株の固体発酵、半固体発酵によるX成分生産量

～B株を用いた半固体発酵法は固体発酵法に比べて固形分当たりのX成分の生産性が高い～



半固体培養した発酵物のカテキン類、X成分及び菌体量的変化～カテキン類(EGCG、EGC)の減少に伴いX成分の生産量が増加する～



事業化への取組／実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- H23年度の実用化に成功
- 微生物発酵茶（黒茶）、黒茶ポリフェノール素材、黒茶ポリフェノール配合タブレット等の無償サンプルあり
- 特許：「医薬用組成物」（特願2011-088448）、「医薬用組成物」（PCT/JP2012/002540）
- 新聞：読売新聞（H21.9.23）

効果

- 新素材実現 → 茶葉を麹菌により固体発酵させた高品質な「微生物発酵茶（黒茶）」、新規機能性成分「黒茶ポリフェノール」の機能性食品素材としての利用を可能とした
- 量産化・安定供給化 → ファームントミクスによる

黒茶及び黒茶ポリフェノール素材の量産化と安定供給を可能とした

- 地場産業振興 → 独自製法で低価格・低品質な茶葉の高付加価値化を図る

今後の見通し

工業化を目指した補完研究等を進めつつ、事業化を目指す

- 茶葉の半固体発酵技術について工業化を目指したスケールアップのための補完研究を継続中
- 黒茶ポリフェノールの効率的生産技術及び当該成分の医薬利用に特化した研究を継続実施予定
- H26年度を目途に、一番食品の通信販売を主体とした事業化を目指す。また、健康食品関連業者への販路開拓を行い、他社でのプライベート商品化を狙う

企業情報 一番食品株式会社

事業内容 食品製造販売（スープ・だし類・調味料・レトルト食品・缶詰・健康食品等）、通信販売、外食事業（日本料理店、仕出し料理等）

住所 福岡県飯塚市伊川1115

URL <http://ichiban-foods.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 取締役企画部長 宮房伸博

Tel 0948-26-1687

e-mail kikaku-win@ichiban-foods.co.jp

焼酎粕を利用し、発酵残渣を出さない「新規二段階乳酸菌発酵・精製法」を工業的規模で確立する

プロジェクト名 新規二段階乳酸菌発酵・精製法を利用した微生物制御剤等の開発

対象となる川下産業 バイオテクノロジー、食品製造、環境・エネルギー

研究開発体制 (財)福岡県産業・科学技術振興財団、オーム乳業(株)、熊本製粉(株)、九州大学

高純度ナイシンA抽出液（左）と機能性発酵調味液（右）



【事業化への取組】

○実用化に成功。補完研究、原料供給体制整備を進めつつ、事業化企画も進行している

【従来】

- 焼酎市場の拡大に伴い、“焼酎蒸留粕(焼酎粕)”の量も急増しているが、焼酎粕は水分と高濃度の有機物を含むため、その処理が困難であった
- 本研究チームでは、微生物と焼酎粕を利用し、有用物質(ナイシン)の発酵・精製を行う「新規二段階乳酸菌発酵・精製法」を開発し、高純度のナイシンAと発酵調味液を、廃棄物を出さずに生産できることを小スケールにて確認していた

【研究開発のポイント】

○焼酎粕を利用し、発酵残渣を出さない「新規二段階乳酸菌発酵・精製法」の工業的規模生産を確立する

【成果】

- 焼酎粕を有効利用し、乳酸菌用の培地を作成。乳酸菌を大量培養し、抗菌ペプチドナイシンAを精製
- 精製した安全・安心なナイシンを抗菌スプレー、オーラルケア等ヘルスケア商品に利用するとともに、ナイシン回収後の乳酸菌発酵液から機能性発酵調味液を作成

研究開発のきっかけ

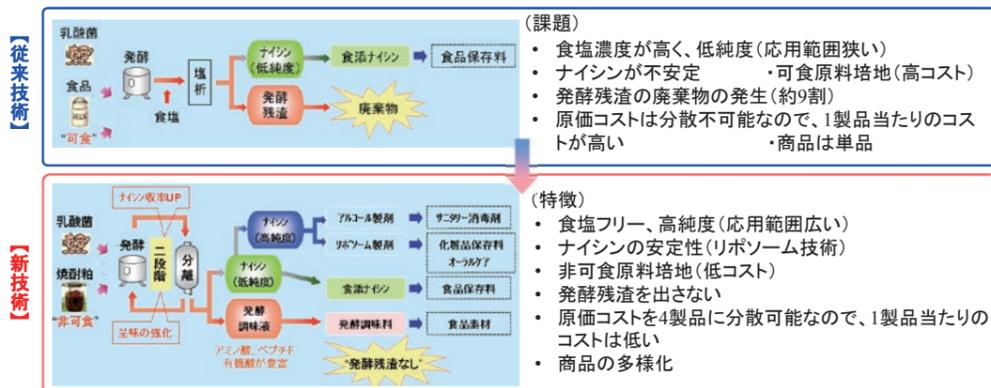
焼酎粕の処理問題を解決し得る、新方法の研究が進められていた

- 焼酎市場の拡大に伴い、“焼酎蒸留粕(焼酎粕)”の量も急増しているが、焼酎粕は水分と高濃度の有機物を含むため、その処理が困難であった
- 本研究チームでは、微生物資源と焼酎粕の培地資源を利用し、有用物質(ナイシン)の発酵・精製を行う「新規二段階乳酸菌発酵・精製法」を開発し、高純度のナイシンAと発酵調味液を、廃棄物を出さずに生産できることを小スケールにて確認していた

研究開発の目標

焼酎粕を利用し、発酵残渣を出さない「新規二段階乳酸菌発酵・精製法」の工業的規模生産を確立する

- 新規二段階乳酸菌発酵・精製法の確立: 1t以上スケール
- ナイシンA抽出液に関する検討(高純度ナイシンA抽出液を配合した微生物制御剤の開発): 2種以上
- 機能性発酵調味液の開発: 2種類以上



研究開発の成果／目標を達成

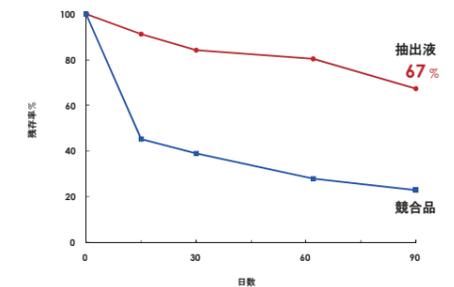
新規二段階乳酸菌発酵・精製法(新規製法)の確立

- 一次・二次発酵の培養条件の検討により、工場での実生産レベルで2,400U/mlのナイシンAを安定して生産できる条件を確立
- ナイシンA含有二次発酵液からナイシンAを分離する方法を検討し、品質を落とさず、溶剤を1/3低減化することに成功。抽出液は従来品と同等のナイシンA回収率、精製度であることを確認
- 工場スケールにおいて高純度ナイシンA抽出液と機能性発酵調味液を、発酵残渣をほとんど出さずに同時生産することができる新規二段階乳酸菌発酵・精製法の技術を確立

ナイシンA抽出液及び機能性発酵調味液に関する検討

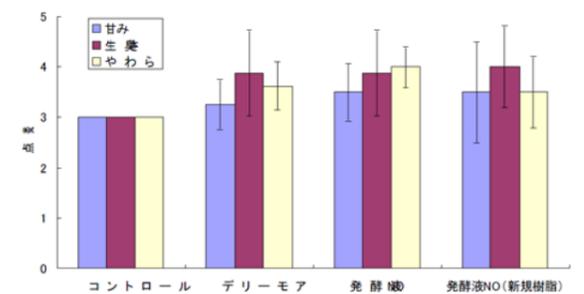
- 試作抽出液の安全性評価と性能評価を実施。安全で競合品以上の性能を持つ抽出液であることを確認
- 上記2評価の結果を基に、ナイシンA抽出液を利用した微生物制御剤2種類を開発。開発剤は、本来ナイシン単独では効果のないグラム陰性菌の大腸菌に対して優れた抗菌活性を示した
- ナイシンA回収後の乳酸菌発酵液を機能性発酵調味液(発酵液NO)として活用する方法を確立。発酵液NOは、保存安定性が高く、アレルギー表示不要な魚肉のマスキング剤として商品化できることが判明

高純度ナイシンA抽出液と競合品の40℃保存安定性比較
 ~高純度ナイシンA抽出液(工場試作品)と競合品(食品添加物ナイシン製剤)の活性を20,000U/mlに調整し、40℃保存安定性試験を行った。保存90日目、抽出液のナイシンAの残存活性は、67%であったのに対し、競合品は著しい活性の低下が見られ、残存活性は23%まで低下していた。抽出液の方が液状安定性は高かった(目標値達成)~



アジフライの官能評価

~無添加をコントロールとする官能評価の結果、発酵液NO、発酵液NO(新規樹脂)は甘味の向上効果、マスキング効果、肉質軟化の効果有していることが判明。デリーモアは既存のマスキング素材~



事業化への取組／実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功
- 高純度ナイシンA抽出液の無償サンプルあり

効果

- 環境負荷削減 ➡ 焼酎粕を有効利用でき、ゼロエミッションが実現できる新規製法
- 新製法の実現 ➡ 乳酸菌がつくる新規な抗菌物質を利用した抗菌商品

今後の見通し

補完研究、原料供給体制整備を進めつつ、事業化企画も進行している

- 現在、川下企業と連携し、抗菌商品の原料供給体制を整備している。また、生産性・歩留まり向上のための補完研究を継続中
- サンプルワークの実施等により、市場性の確認を行うとともに、実証試験の結果をフィードバックし、さらなる改良、コストダウン、事業化に向け研究を継続する予定
- H25年4月から川下企業が商品化を企画している

企業情報 オーム乳業株式会社

事業内容 乳製品製造業
 住所 福岡県大牟田市新勝立町1-38-1
 URL <http://www.omubrand.co.jp>

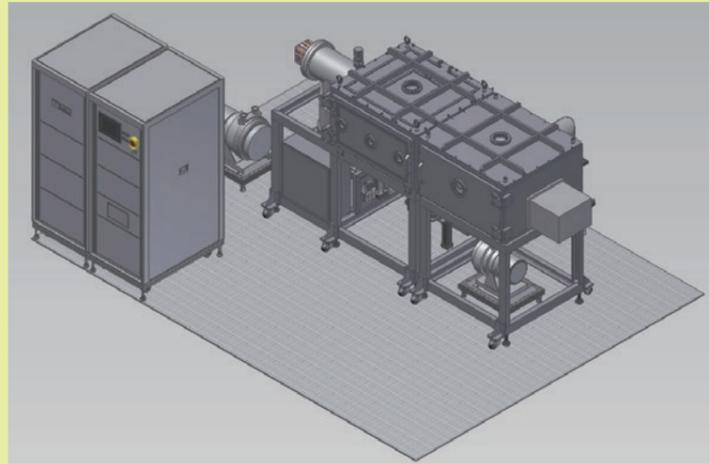
【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発部 研究員 古賀祥子
 Tel 0944-52-8282
 e-mail sh-koga@omubrand.co.jp

タッチパネルや太陽電池、TFTの低抵抗化に貢献

- プロジェクト名** 雰囲気精密制御型超高真空熱処理装置の開発
対象となる川下産業 半導体・液晶製造装置、情報通信・情報家電・事務機器、燃料電池・太陽電池
研究開発体制 (公助)みやぎ産業振興機構、コアテクノロジー(株)、東北大学大学院工学研究科、ジオマテック(株)

開発した熱処理装置全体図



【従来】
 ○タッチパネルや液晶テレビなどの情報家電において、高精度化ならびに高性能化の要求から、配線構造の微細化が求められている。しかし配線の微細化は、抵抗上昇を招くとともに剥離が発生しやすいという欠点がある

【研究開発のポイント】
 ○低抵抗の銅合金配線を実現する、雰囲気精密制御型超高真空熱処理の実用化(量産対応)

【成果】
 ○タッチパネルの電極配線材の材料変更及び低抵抗化
 ○太陽電池における電極印刷後の焼成装置へ応用し、低抵抗化
 ○液晶及び有機EL等の駆動用TFTに用いられるa-Si:HのPoly-Si化アニールへ応用し結晶化による低抵抗化

【事業化への取組】
 ○実用化に成功、事業化間近 H25年度)

研究開発のきっかけ

合金元素の選択的な熱処理による、微細製品の量産が必要

- タッチパネルや液晶テレビなどの情報家電において、高精度化ならびに高性能化の要求から、配線構造の微細化が求められている
- 抵抗上昇や剥離の発生を避けた微細化には、合金元素を選択的に熱処理し、表面で選択酸化する必要がある
- 合金元素を選択的に反応させる熱処理が可能な量産装置は存在しない

研究開発の目標

大型ガラス基板への表面熱処理を量産できる熱処理炉を開発

- 大型ガラスへの対応: 現在は小型ガラスへの対応に留まる → 400mm × 500mmの大型ガラスに対応
- 実用的なレベルの生産性: 現在の超高真空熱処理炉で、小型ガラス基板1枚/回の処理 → 大型ガラス基板5枚/回に

【従来技術】

<従来の大型基板熱処理炉>

- ・低真空であり、銅が内部酸化を起こしてしまう
- ・低濃度のガス分圧制御ができない

<実験室レベルの超高真空熱処理炉>

- ・処理能力が低い
(小型ガラス基板にしか対応できず、1枚ずつしか処理ができない)

【新技術】

<新型超高真空熱処理炉>

- ・超高真空であり、銅の酸化を抑制することが可能
- ・低濃度のガス分圧制御が可能
- ・高い処理能力、生産性を持つ
(大型ガラス基板の処理に対応し、なおかつ1回に5枚の処理が可能)

研究開発の成果/目標は達成

量産時対応が可能な、生産性の高い熱処理炉の設計・開発

- 5枚の同時処理時に、基盤相互の処理時間差を極力少なくするため、ロードロックチャンバー部をプロセスチャンバー部に取り付け
- 高温に耐える必要がある搬送アームとしてアルミナセラミックを採用
- ロードロックチャンバー部の上部フランジを全て取り外し可能とし、メンテナンスが容易な構造
- 段階的に真空度を上げ、約240分経過した時点で 9.95×10^{-5} Paとなり、目標到達真空度を達成

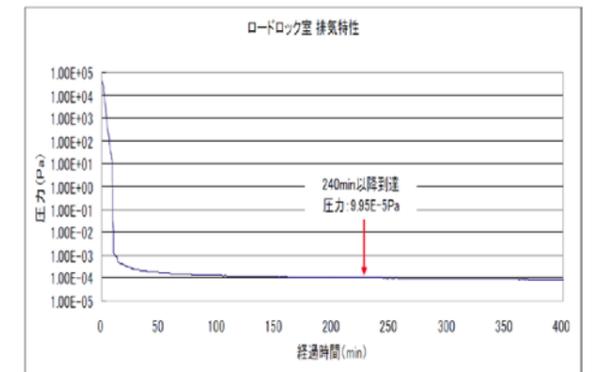
大型装置の設計・開発と平行し、既存小型装置を活用した熱処理関連データを収集・分析

- 熱処理における表面および界面反応を解析し、反応挙動と膜抵抗との関係性を解明
- 界面電気特性を測定し、反応挙動と接触抵抗の関連性を解明
- 解析結果をもとに、開発装置の性能改善方策を検討・適用

制作した装置性能を評価

- 当初目標よりややサイズは小さくなったが、370 × 480 × 0.5tと、従来に比べて大型のガラス基板を5枚同時に処理することに成功
- 温度分布は±2(～11℃)以内であり、ムラのない温度分布を達成
- 熱処理時の最高到達温度は当初目標の450℃に対し、453℃であり目標を達成

到達真空度試験結果



事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功、H25年度に事業化予定
- 特許:プレート型ヒーター(特願ATI-1320)、多段式加熱装置(特願ATI-1322)

効果

- 微細化 → 開発した装置で、Cu-Mn合金をアニールすることにより低抵抗化し(3μΩ・cm以下)タッチパネルの電極の微細化及び省スペース化を図る
- 大型化 → 太陽電池の電極の焼成を超高真空下で行ない酸化を防ぎ低抵抗化することにより、セルやパネルの大型化に寄与する
- 低コスト化 → 液晶及び有機EL等のTFTの結晶化へ応用し、低コスト化・歩留り・ロス削減化に寄与する。a-Si:nのモビリティ: ~1cm²/V・S → 100~300Ωcm²/V・J

今後の見通し

- 既に結晶化装置として受注があり、今後は量産化も検討。また、開発した装置の用途は幅広いことから、タッチパネル業界以外への応用も検討していく
- サポイン事業において、装置の性能目標は達成し、今後実基板による実測を行なう。温度分布・酸素分圧・真空容器内からのアウトガス及び残留ガスの影響について補充研究を継続する
- 「雰囲気精密制御型超高真空熱処理装置」の用途は幅広くタッチパネル業界以外への応用を検討。多目的デモ用実験機を製作について検討中
- H24年11月に結晶化装置として受注済み。H25年6月頃を目途に量産化を検討している

企業情報 コアテクノロジー株式会社

事業内容 1)半導体設備機器の開発、設計、製造、販売 2)太陽電池設備機器の開発、設計、製造、販売 3)フラットパネル・ディスプレイ設備機器の開発、設計、製造、販売 4)一般工作機械の開発、設計、製造、販売 5)シリコンウエハ・化合物ウエハ・エピタキシャルウエハ等の電子部材ガラス基板等の成膜加工の受託、販売 6)全各号に関連する技術的な助言、指導及び研究業務 7)全各号に付帯又は関連する一切の事業

住 所 埼玉県入間市大字木蓮寺 1070-2

U R L <http://www.core-techno.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術統括部 C.T.O 吉村俊秋
Tel 04-2936-8236
e-mail yoshimura@core-techno.com

医療現場や構造物の検査でポータブルシステムでのX線検査像の撮影を可能とするX線源を開発

プロジェクト名 「CNX冷陰極X線管」 特有真空環境の最適化及びX線発生装置の開発

対象となる川下産業 自動車、医療・福祉機器、建物・プラント・橋梁

研究開発体制 (社)研究産業・産業技術振興協会、サンバック(株)、(株)ライフ技術研究所、(独)産業技術総合研究所

ロウ付け加工組立後のX線管 (重量400g)



【従来】

○自動車搭載の電子部品において、非破壊検査(透視検査)の重要性が高まっている。しかし従来の熱陰極X線源による非破壊検査は出力変動等の課題があり、厳しい検査を要求される自動車産業用への導入が進まなかった

【研究開発のポイント】

○真空環境の維持・最適化による、新型X線源の開発

【成果】

○低コストでの新型X線源の製造工程を確立
○X線発生装置のX線源として組み込まれ、システム全体として従来のX線発生装置の1/10の重量を実現し、医療現場や構造物の検査でポータブルシステムでのX線検査像の撮影を可能とする

【事業化への取組】

○実用化に成功、H26年度に事業化見込み

研究開発のきっかけ

自動車部品に対応可能な透視検査装置のニーズが高まる

- 年々、自動車に投資される電子部品の割合が増えており、これらの製品は高品質・高信頼性が求められ、一般家電製品に比べ厳しい規格で生産されている
- 信頼性向上等のため、非破壊検査が重要となっている
- 従来の透視検査装置は、出力変動等の課題があり、自動車産業用部品の検査には導入が進んでいない

研究開発の目標

X線検査装置の性能を向上

- 管電圧: 従来(熱陰極X線管)は130kV → 新技術(新型X線管)で160kVに
- 出力安定度: 従来(熱陰極X線管)は5% → 新技術(新型X線管)で1%以下に
- 寿命: 従来(熱陰極X線管)は1万時間 → 新技術(新型X線管)で1.5万時間に

【従来技術】

<従来:熱陰極X線管>

- ・X線管は熱フィラメントからの熱電子放出のため、加熱用及び待機電力が必要である
- ・熱電子の放出は収束しづらく、出力安定性が悪い
- ・ガラス絶縁構成であり、電極間精度を確保するため2極管構造とする必要があり、電圧分担が悪い

<従来:X線管の絶縁油浸漬(実装)>

- ・金属外囲箱を使用するため、大型で大重量
- ・絶縁油の循環冷却器が必要である

【新技術】

<新技術:CNX冷陰極による新型X線管>

- ・電界電子放出を行い、待機電力不要
- ・また、熱電子と比べ方向性が収束しやすく、出力安定性が良い
- ・セラミック絶縁構成であり、チャージアップしづらい。3極管構造により、印加電圧の均等分担化がしやすい

<新技術:全固体絶縁モールド(実装)>

- ・小型化、軽量化が可能であり、取扱が容易である

研究開発の成果/目標は達成

シミュレーション・解析を繰り返し限界設計の基準を構築

- 凹型構造を持つ陰極について、X線源の放出軌道や電界分布のシミュレーションを行い、放出された電子がターゲットで収束する条件を分析
- X線管制作過程で、真空中でエージング処理を行う際にメタライズしたセラミック等が破損し、リークが生じたことから、電界分布のシミュレーションにより、放電防止対策方法を検討
- シミュレーション結果に基づいて試作し、繰り返し解析を行うことで、X線発生管の限界設計基準を構築

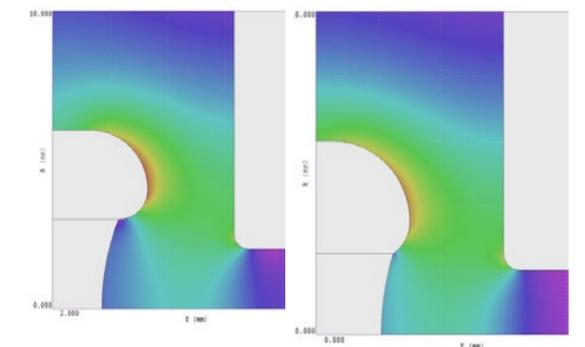
様々な用途に活用可能な新しいX線管を開発

- 事業初年度においては、1台当たりコストに比べると、魅力が薄いことから更なる低コスト化を検討
- 部品点数の削減のため、平型・排気管レスのX線管形状を検討・試作し、部品購入費用を従来型の1/3以下とし、大幅なコストダウンを実現
- ロウ付け加工を行う低管電圧・低出力全固体X線管を設計

超高真空内X線発生装置組立技術を開発し、量産システムを検討

- 真空内で一体組立できる超高真空ロウ付け炉の設計を進め、装置を開発
- 装置内での温度処理プロセスは炉制御プログラムを開発し、自動制御を可能とした

例陰極の電界分布(左:改良前、右:改良後)



真空内一体成形装置



事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- 実用化に成功、H26年度に事業化見込み
- 有償サンプルあり(動作可能なX線管を提供できる)特許:電子放出体及びX線放射装置(特願2009-149991)、電子放出体および電子放出体を備えた電界放射装置(特開2010-56062)

効果

- 軽量化 → 従来品はガラス管を用いており、冷却する為に絶縁油の外装箱に封入する必要があり、システム全体が大きくなる。一方、開発品では空冷が可能であり、固体モールドも可能なので重量が1/10以下になる
- 精度向上 → 従来品は熱陰極フィラメントを使用するためX線強度揺らぎを避けられない。一方開発品は冷陰極使用のため安定度が1桁程度良い
- 耐久性向上 → 従来品はガラス管を用いているが、開発したX線発生管はセラミックス製であるため、衝撃による破損は考慮する

必要がなく、通常は固化可能な絶縁材によってモールドする

今後の見通し

医療機器関連企業に試作品を提供し、信頼度評価・耐久試験を進めている。今後は海外企業との連携も視野に、様々なニーズに対応することを目指していく

- X線検査機器及び医療機器関連の企業に試作品を提供し、信頼度評価・耐久試験を実施している
- 汎用のX線管に関しては、川下各企業とも保守的で従来型のガラス管使用に固執する傾向が強い。従って、高輝度型の大出力X線管開発も同時に進めて、特殊仕様の側から市場の隙間を狙うことも必要である
- 開発された新技術への興味は各企業ともに高いので、海外企業との連携も視野に入れて、様々なニーズに対するグローバルな市場展開を試みている

企業情報 社団法人研究産業・産業技術振興協会

事業内容 業種横断的な中核団体として、研究産業及び産業技術の振興のため、交流・支援業務の充実と強化を図る。研究産業における研究開発マネジメント、産官学連携、人材育成等について、お互いに直面する課題や世界的動向について、情報交換し共有するとともに、先進的産業技術について独立行政法人等との技術交流を深める

住 所 東京都文京区本郷3-23-1

U R L <http://www.jria.or.jp/HP/index.htm>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 企画交流部 研究員 守谷哲郎

Tel 029-886-3652

e-mail moriya@jria.or.jp

薄膜シリコン生産におけるシラン濃度の測定を実現し、太陽電池の生産性向上に貢献

プロジェクト名 太陽電池製造装置用シラン-水素濃度計の開発

対象となる川下産業 燃料電池・太陽電池

研究開発体制 バキュームプロダクツ(株)、(独)産業技術総合研究所

開発品 (小型シラン-水素濃度計)



【従来】

○シランガスは、薄膜シリコン材料の原料である。太陽電池の利用拡大により、薄膜シリコンの高品質化・生産性向上が求められており、シラン-水素濃度の正確な把握が必要となっているが、現在の技術では事実上測定ができない

【研究開発のポイント】

○水晶振動子センサーによりシラン濃度を測定

【成果】

- 133～1,333Paの圧力範囲で精度±2%の精度を持つシラン-水素濃度計を開発
- 薄膜シリコン太陽電池材料の原料であるシラン-水素混合気体中のシラン濃度を製造装置中で測定できる濃度計を作製し、製造薄膜の均一性及び歩留まりの向上に寄与する

【事業化への取組】

○H25年度中の実用化に向け補完研究中

研究開発のきっかけ

太陽電池材料のニーズが高まり、薄膜シリコンの性能向上・大面積化が求められている

- グリーンエネルギーとして、太陽光発電の導入推進が期待されており、製造の低コスト化が求められている
- 低コスト化のため、薄膜シリコンの大面積化や、製膜の高速化が必要となっている
- シラン-水素の精密な計測により、低コスト化が可能と考えられるが、現在の技術では対応できない

研究開発の目標

精密な測定が可能なシラン-水素測定装置の開発

- 耐久性 ➡ 1,000時間以上
- 測定精度 ➡ 1%以下
- 重量 ➡ 1kg以下
- 価格 ➡ 可能な限り安価に

【従来技術】

<ガス検知器によるシラン濃度測定>

- ・ガスを特定の電位で電界し、その際生じる電界電流を検出してガス濃度を測定することが考えられるが、大気中で低濃度(0~15.0ppm)しか測定できず、薄膜シリコン作製条件でのシラン濃度(1%以上)の計測はできない

<質量分析器によるシラン濃度測定>

- ・質量分析器によりガス濃度を測定することが考えられるが、装置が大がかりになってしまう。薄膜シリコン作製場面での活用は現実的でない

【新技術】

<水晶振動子センサーによるシラン濃度測定>

- ・シラン-水素混合気体を隔膜圧力計と水晶振動子圧力計で測定

<特徴>

- ・水晶振動子が小さいため装置の小型化が可能
- ・配管のような流れのある場所、狭隘な場所でも測定が可能
- ・質量分析器にかける場合と異なり、圧力変化を生じない測定が可能

研究開発の成果 / 目標は一部達成

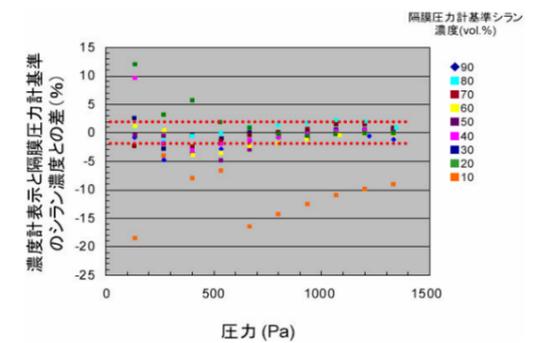
リアルタイム測定の利便性を考慮し、小型の濃度計を開発

- 太陽電池製造装置の製膜室内の濃度分布データをリアルタイムで収集することができるよう、小型の濃度計を設計
- 圧力に対し敏感な隔膜圧力計、粘性に敏感な摩擦圧力計から濃度計を構成することとし、市販品では小型化の対応が難しい隔膜圧力計は新規開発
- 隔膜圧力計のダイヤフラムには、優れた弾性材であり科学的にも安定な水晶材を採用(摩擦圧力計の感圧子にも水晶振動子を採用)
- 市販の隔膜圧力計を利用した場合(容積63.55cm³)から容積を1/7,300と大幅に削減しながら、性能の維持に成功

開発した濃度計の性能を評価、一定の圧力で高い精度を示す

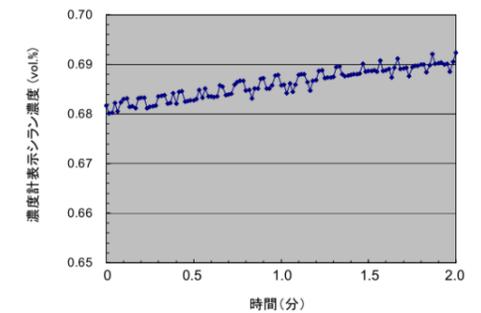
- 圧力条件を替えながら、濃度計表示と、隔膜圧力計基準のシラン濃度との差を測定した結果、圧力667Pa以上、隔膜圧力計シラン濃度20~90Vol.%の範囲で、濃度計表示との差異は±2%以内に収まった
- 測定シラン濃度分解能0.01Vol.%を達成しており、分解能の観点から実用性を確保

測定シラン濃度と隔膜圧力計基準のシラン濃度との差
~圧力667Pa以上、濃度20~90Vol.%の条件で低い誤差を示す~



隔膜圧力計準拠1Vol.%シラン濃度設定時の濃度計表示シラン濃度の時間変化

~変化量0.01Vol.%以下の範囲にあり、シラン濃度1Vol.%程度の場合に分解能0.01Vol.%を達成していることを確認~



事業化への取組 / 実用化には時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- H25年度中の実用化に向けて補完研究中
- 無償サンプル(133~1,333Paの圧力範囲で精度±2%の精度を持つシラン-水素濃度計)あり
- 論文:鈴木 淳、黒河 明、永井 武彦、松井 卓矢、近藤道雄、「薄膜シリコン太陽電池材料製造装置用シラン-水素濃度計の開発」Journal of the Vacuum Society of Japan, 55-3, pp.97-99, (H24.3)
- 出展:分析展2011/科学機器展2011 (H23.9)

効果

- 大型化 ➡ 開発した濃度計は小型なため製造装置の複数個所に取り付け、広い範囲のシラン濃度を制御することにより大型サイズの薄膜製造において、均一性を向上できる
- 歩留まり向上 ➡ 上記の均一性を向上させることにより製品の歩留まり向上に寄与

○環境負荷削減 ➡ 排気ガス中のシラン濃度測定によりシランガス再利用を容易にする

今後の見通し

薄膜シリコン製造現場での導入に向け、精度の一層の向上などの対応を実施中

- 薄膜シリコン製造条件において考える全ての製造条件での測定濃度向上を図ることにより、川下企業への試作品提供が可能となる
- そこで、測定圧力及びシラン濃度などの測定条件をユーザーニーズに合わせ、より精度を高めた濃度計を開発中である
- 事業化に向けて、現在の仕様での濃度計を許容しうる川下企業への試作品の提供を試みるとともに対応条件を拡大することによって、川下企業への試作品の提供を進めていく

企業情報 バキュームプロダクツ株式会社

事業内容 真空装置の製造・販売

住 所 東京都小平市御幸町 16-2

U R L <http://www.vac-p.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 北條久男

Tel 042-320-2552

e-mail hojoh@vac-p.co.jp

薄膜形成プロセスの精度向上に貢献する 全圧/分圧真空計を開発

プロジェクト名 新原理による高信頼・高精度の全圧/分圧真空計の開発

対象となる川下産業 半導体・液晶製造装置、産業機械・工作機械

研究開発体制 キヤノンアネルバ(株)、東京電子(株)、VISTA(株)、(株)ホリゾン

試作した汎用型ラムダ真空計



【従来】

○フラットパネル・半導体産業では歩留まり向上が至上命令となっており、そのキーとなっているスパッタやCVD(化学気相蒸着)プロセスでより高精度な真空制御が必要とされているが、その基本となる全圧/分圧真空計は十分な実用性能を持っていない

【研究開発のポイント】

○イオン量の比率を計測することにより、真空計の高精度化を実現させる

【成果】

○全圧/分圧を計測する汎用型ラムダ真空計を試作
○半導体などの薄膜製造装置に取り付け、その製造プロセスの適正化、および監視に用いられ、歩留まり改善に貢献する

【事業化への取組】

○実用化に時間がかかる(補完研究中)

研究開発のきっかけ

現在の全圧/分圧真空計の性能が、川下企業のニーズに対応できていない

- 半導体素子、あるいは高密度ストレージ素子・媒体を製造する先端技術の多くは、キーププロセスを真空プロセス、特に薄膜形成プロセスに負っている
- スパッタ法やCVD法による薄膜形成では、真空蒸着法とは違って雰囲気ガス自体がプロセスの主役となるので、全圧と分圧の高精度制御が必要となる
- 現在の全圧/分圧真空計のうち代表的なイオンゲージ、隔膜真空計ともに1Paを境に精度が劣化し、部品・電極の汚染や熱の影響を受けやすい

研究開発の目標

スパッタ法の圧力範囲下で使用可能な全圧・分圧測定器を実現

- スパッタ装置の圧力である $1 \times 10^{-7} \sim 1\text{Pa}$ の圧力範囲で
- 相対誤差5%以下で測定可能
 - 分圧用でも $1 \times 10^{-7} \sim 1\text{Pa}$ の圧力範囲で相対誤差5%以下

【従来技術】

<従来の真空計>

- <原理>
- ・真空度(密度/圧力)に比例する量(イオン量/変形量)を計測し、換算値から真空度を算出する
- <問題点>
- ・比例する量の絶対値を正しく計測し、換算値が変化しないことが必須条件であるが、使用条件化ではこれを実現できない

【新技術】

<新原理の真空計>

- <原理>
- ・2箇所のイオン量を計測し、その比率から平均自由行程を算出する
- <特徴>
- ・イオン量や検出効率の変動に影響を受けず、電極の汚染や変形があっても測定が可能
 - ・スパッタ法による半導体製造等、真空プロセスの高精度化に貢献

研究開発の成果/目標はおおむね達成

汎用型ラムダ真空計の製品化

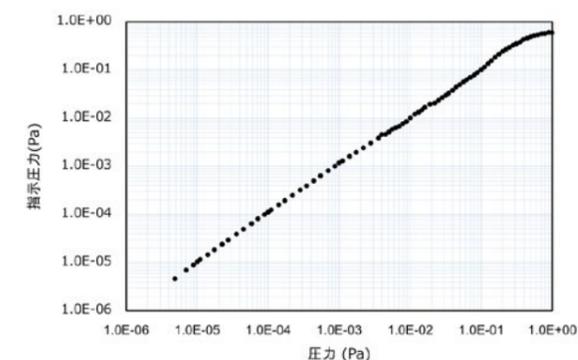
- ラムダ方式で測定した圧力で、 $1 \times 10^{-2}\text{Pa}$ から1Pa近くまで、45度の直線に乗る特性を得ることができ、条件によっては 10^{-3}Pa 台でも直線特性を得られることを確認
- イオン電流計測回路の精度安定性や電流計測分解能の向上のため、回路要素の検討を行うとともに、イオン電流計測ユニットを開発
- デジタル回路の集約、電流計測ユニット数の削減、回路構成の見直し等により、一次試作機から45%以下へ小型化し、量産試作した
- 制御電源と並行して真空計を制御するソフトウェアを開発し、イオン電流計測の切り替え方式への対応、通信機能の搭載、製品レベルのユーザーインターフェイスの実装を実現

分圧用ラムダ真空計への展開

- 信号を比較する二つの飛行領域(質量分析計)へ同じ条件のイオンを供給できるようにするため等の理由からマイクロフォーカス電子ビーム型のイオン源を開発
- バックグラウンドノイズの上昇を抑制した四重極電極を試作し、分解能を確保したマススペクトルを得ることに成功
- 電極長の異なる四重極を試作し、双方とも高圧条件下で質量分析が可能であることを検証

汎用型ラムダ真空計の特性

~ $1 \times 10^{-2}\text{Pa}$ から1Pa近くまで45°の直線に乗る特性を得た~



汎用型ラムダ真空計の小型化試作筐体



事業化への取組/実用化には時間がかかる(補完研究中)

事業化状況等

- H25年度中の実用化を目標に補完研究を継続中
- 試作機・サンプル等なし
- 特許:「平均自由行程を測定する装置、真空計、および平均自由行程を測定する方法」特開2011-96446
- 出展:VACUUM2012真空展(参考出品、H24.10)

効果

- 歩留まり向上 → 開発している真空計は半導体などの薄膜製造装置の不具合の早期発見に寄与できる
- 品質管理能力向上 → 開発している真空計は半導体などの薄膜製造装置に対して、品質管理

のデータを提供できる

今後の見通し

サポイン事業にて明らかになった改善点に対応した上で事業化を進めていく

- サポイン事業終了時点で実用化に向けて残された課題であった、エミッション電流に対するリニアリティの改善、電極形状の最適化、再現性の確認制御電源用ソフトウェアの完成度の向上等の補完研究を継続中である
- 補完研究において好結果を得次第、事業化に取り掛かっていく

企業情報 キヤノンアネルバ株式会社

事業内容 真空装置、薄膜製造装置の製造販売
住 所 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1
U R L <http://www.canon-anelva.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 コンポーネント開発第一課 主任 中村恵
T e l 044-980-3501
e-mail compo@canon-anelva.co.jp

あ

アイ・イー・ソリューション 140
 IHI機械システム 234
 IHIシバウラ 156
 あいち産業科学技術総合センター 202/250
 愛知製鋼 240
 アイテック 218
 アウトスタンディングテクノロジー 34
 あきた企業活性化センター 60
 秋田大学 132
 浅田可鍛鉄所 232
 アスペクト 142
 アタム技研 24
 アドイン研究所 60
 アマダ 54
 アライドダイヤモンド 46
 アルケア 86
 アンテナ技研 104
 イーソル 14
 いおう化学研究所 58
 井口一世 152
 池上金型工業 38
 池場製作所 152
 石川県工業試験場 200
 石川県産業創出支援機構 200
 一番食品 272
 一村産業 200
 伊藤忠セラテック 142
 伊藤鉄工 136
 稲田技術士事務所 48
 茨城県工業技術センター 36/148
 茨城大学 36/148/266
 茨城プレイング工業 148
 今井航空機器工業 250
 入曽精密 182
 いわて産業振興センター 58
 岩手大学 58/130
 インスペック 60
 インテリジェント・コスモス研究機構 254
 WELCON 244
 浮間合成 104
 宇都宮大学 256
 エイ・エム・シィ 110/112
 衛星測位利用推進センター 16
 エクスツールドホーン 54
 NSマテリアルズ 220
 愛媛県産業技術研究所 194/208
 えひめ産業振興財団 208
 FDK 104
 及精鋳造所 130/136
 奥州市鋳物技術交流センター 130
 オーエスピー 102
 オーエム産業 258
 大垣精工 54
 大阪科学技術センター 162
 大阪大学 100/238/240/248
 大阪府立産業技術総合研究所 214/242

大阪府立大学 114/214/216/218/242
 大田光学研究所 176
 大貫工業所 148
 オーム乳業 274
 岡山県産業振興財団 192
 岡山大学 192
 岡山理科大学 192
 オキサイド 176
 小野電機製作所 18
 オリオン工具製作所 180

か

カーネロンシリコン 20
 角田鉄工所 108
 鹿島化学金属 170
 片山商店 206
 鹿沼商会議所 122
 上板塑性 110
 川島製作所 42
 関西触媒化学 218
 関西大学 234
 関西ティー・エル・オー 204
 菊川工業 240
 菊池製作所 66
 北九州産業学術推進機構 56/196
 北里大学 190
 木下製作所 144
 岐阜県研究開発財団 92/184
 岐阜県工業技術研究所 118/184
 岐阜県産業技術センター 52/90
 岐阜県産業経済振興センター 52/54/90/118
 岐阜大学 54
 キャッツ 32
 キヤノンアネルバ 282
 キャンバスクリエイト 42/166
 九豪精密 54
 九州工業大学 56
 九州大学 32/102/112/146/170/252/260/272/274
 京都工芸繊維大学 162/204
 京都高度技術研究所 98
 キングパーツ 142
 金属材料研究開発センター 102
 Cool Soft 12
 日下レアメタル研究所 130
 草川精機 186
 国建システム 34
 クボタシステム開発 186
 クボタリサーチジャパン 200
 熊本製粉 274
 クライム・ワークス 48
 蔵持 36
 栗林製作所 110
 黒松電機製作所 108
 ゲンダイ 134
 群馬大学 40
 慶応義塾大学 34/64/98

京浜精密工業 154
 京葉瓦斯 266
 恵和 212/216
 ケディカ 254
 研究産業・産業技術振興協会 278
 コア 16
 コアテクノロジー 276
 小糸樹脂 80
 高純度化学研究所 104
 高知県工業技術センター 76
 甲南大学 232
 工販 100
 神戸大学 186
 神戸大学支援 186
 ゴーシュー 108
 コスメディ製菓 98
 コダマ樹脂工業 90
 小松技術士事務所 88

さ

ザイキューブ 70
 最新レーザー技術研究センター 240/250
 埼玉県産業技術総合センター 38/104
 さいたま市産業創造財団 104/172
 埼玉大学 104/172
 齋藤工業 250
 齋藤製作所 50
 サイベックコーポレーション 156
 佐賀県商工会連合会 260
 佐久間牧場 266
 佐藤鋳工 126/128
 山陰酸素工業 106
 産学金連携センター 88
 三協化成 58
 産業技術総合研究所 12/146/220/254/262/278/280
 サン工業 156
 三晶エムイーシー 50
 サン精密化工研究所 38
 サンバック 278
 山陽プレス工業 44
 ジーニック 28
 JFEテクノリサーチ 226
 ジェコー 70
 ジオマテック 276
 滋賀県産業支援プラザ 160
 滋賀県東北部工業技術センター 160
 四国産業・技術振興センター 76
 静岡県工業技術研究所 180
 静岡大学 22/116
 篠田プラズマ 74
 芝浦工業大学 230
 柴田製作所 130
 島根県産業技術センター 106
 しまね産業振興財団 106
 島根大学 106
 シャルマン 238

ジャロック 120
 昭栄技研 198
 昭芝製作所 150
 庄田鉄工 180
 上智大学 48/192
 湘南工科大学 44
 昭和電工 72
 新技術研究所 114
 新産業創造研究機構 140/188/206
 信州大学 34/72/246
 新聞協同運輸 262
 シンワ 208
 菅造型工業 46
 スズキプレシオン 122
 セコニック電子 78
 セルテスコメディカルエンジニアリング 190
 SERENDIPITY 66
 仙台高等専門学校 228
 セントラルファインツール 52
 綜研化学 210
 素形材センター 232
 ソフトキューブ 186

た

大正電気工業 232
 大東工業 138
 大同大学 184/250
 ダイナックス 222
 ダイハツメタル 146
 大洋マシナリー 140
 妙中鋳業 142
 高木化学研究所 202
 高島産業 124
 多賀電気 46
 高橋金属 160
 タキオン 64
 田口電機工業 260
 Takumi Vision 28
 竹内電機 106
 タジマ 178
 タック技研工業 196
 田中製作所 164
 田辺房吉商店 266
 ダブル技研 168
 玉川工業 94
 鍛造技術開発協同組合 110/112
 千曲精密工業 116
 千葉県産業支援技術研究所 240
 千葉県産業振興センター 84/224/238/240
 千葉工業大学 266
 チャレンジ 82
 中部大学 40/60
 つくば研究支援センター 12
 筑波大学 244
 ティー・アンド・アイ 172
 ティーエヌ製作所 88

た

TMリンク.....64
 テクノス.....30
 テセラ・テクノロジー.....20
 テラマチ.....194
 天海工業.....96
 電気通信大学.....166
 東亜エレクトロニクス.....58
 東海リソース.....268
 東京海洋大学.....84
 東京工業大学.....18/42/154
 東京大学.....40/182/200
 東京チタニウム.....172
 東京電子.....282
 東京都立産業技術研究センター.....36/44/228
 東京農業大学.....84
 東京農工大学.....152/174/180/188
 東北イノベーションキャピタル.....80
 東北大学.....62/120/276
 童夢カーボンマジック.....250
 東洋大学 246.....246
 東予産業創造センター.....194
 トーカロ.....226
 特殊金属エクセル.....242
 産業技術総合研究所.....210
 栃木県産業技術センター.....122
 栃木県産業振興センター.....256
 鳥取県産業技術センター.....164
 鳥取県産業振興機構.....164
 戸畑製作所.....146
 トプスシステムズ.....12
 富山県工業技術センター.....50
 富山県新世紀産業機構.....50
 富山大学.....50/244
 豊産マシナリー.....224
 豊田自動織機.....94
 豊橋技術科学大学.....202
 豊橋鍍金工業.....258
 トライアルパーク.....150
 ドリームス.....84
 都立産業技術高等専門学校.....168

な

ナード研究所.....216
 長崎大学.....252
 ナカシマメディカル.....192
 中田製作所.....162
 長津製作所.....40
 長野県工業技術総合センター.....156/178/246
 長野県テクノ財団.....156/178/246
 長野鍛工.....112
 名古屋工業大学.....26/52/90/118/138/268
 名古屋産業科学研究所.....138/158/250/268

名古屋産業振興公社.....258
 名古屋市工業研究所.....258
 名古屋大学.....46/94/250/268
 ナサダ.....178/180/188
 ナニワ炉機研究所.....136/144
 ナノテック(千葉県).....172/226
 ナノテック(東京都).....16
 ナフタック.....84
 奈良県中小企業支援センター.....190
 奈良精工.....190
 にいがた産業創造機構.....244
 新潟大学.....84
 ニートレックス.....188
 新居浜工業高等専門学校.....208
 西原電子.....238
 ニシムラ.....158
 ニッシンエイピーエム.....164
 日新技研.....248
 日進精機.....44
 日本エス、イー、シー.....64
 日本金属プレス工業協会.....150
 日本工業大学.....44
 日本大学.....48/150/240/264
 日本鍛造協会.....108
 日本鑄造協会.....136/142
 日本プレーテック.....256
 日本増場.....140
 ネオアーク.....62
 ネットワーク応用技術研究所.....32
 ノブオ電子.....22
 野村ユニソン.....246

は

パーカー熱処理工業.....228
 バイオトラスト.....268
 バイオラックスメディカルデバイス.....120
 ハイジェントテクノロジー.....54
 ハイボット.....18
 バキュームプロダクツ.....280
 函館地域産業振興財団.....78
 橋本精機.....122
 八光.....100
 八田工業.....234
 浜松地域テクノポリス推進機構.....180
 バル構造.....252
 バンテック.....256
 ビー・アイ・テック.....92
 PMジェネティック.....68
 微細工房.....182
 VISTA.....282
 日立地区産業支援センター.....148
 兵庫県立工業技術センター.....206
 ヒラノテクシード.....214
 平松産業.....200

ひろしま産業振興機構.....144/236
 広島市産業振興センター.....144
 広島大学.....144
 ヒロベ産業.....204
 ファインセラミックスセンター.....94
 ファインテック.....102
 福井県工業技術センター.....120
 福井県立大学.....270
 ふくい産業支援センター.....120
 福岡県工業技術センター.....146/196
 福岡県産業・科学技術振興財団.....32/146/220/274
 福岡県醤油醸造協同組合.....272
 福岡大学.....192
 福島県産業振興センター.....264
 福萬産業.....264
 富士ウィーブ.....198
 富士技研.....236
 富士ダイス.....44/102
 富士吉田商工会議所.....198
 フジワラ.....94
 物質・材料研究機構.....124
 プロマテリアル.....266
 平和産業.....174
 北熱.....50
 北陸ファイバークラス.....204
 北海道大学.....262
 北海道二十一世紀総合研究所.....128
 北海道立総合研究機構.....78/222
 ホリゾン.....282

ま

マイクロ・ダイヤモンド.....40
 マイクロテック・ラボラトリー.....166
 前田技研.....94
 前田鋳工所.....130
 マクシス・シントー.....26
 まことEG.....118
 まこと工業.....118
 丸井織物.....200
 丸蔵.....262
 丸萬.....206
 三重県工業研究所.....144
 三鷹光器.....40
 三菱レイヨン.....82/94
 宮川工業.....184
 宮城県産業技術総合センター.....80/254
 みやぎ産業振興機構.....276
 ミヤジマ.....108
 村瀬鉄工所.....128
 村田製作所.....72
 室蘭工業大学.....126/128/134/194
 室蘭テクノセンター.....222
 室蘭ヒート.....222
 メイホー.....56

メカノトランスフォーマ.....40
 MEFS.....72
 森精機製作所.....182

や

ヤエガキ醗酵技研.....270
 八木工業.....108
 ヤシマ.....92
 山形県工業技術センター.....132
 山形県産業技術振興機構.....132
 山形精密鑄造.....132
 山崎織物.....198
 山科精器.....100
 山田化学工業.....214
 山田ドビー.....158
 ヤマナカコーキン.....54/110
 山梨県織物整理.....198
 山梨県工業技術センター.....230
 山梨県富士工業技術センター.....198
 やまなし産業支援機構.....176/230
 山梨大学.....44
 山之内製作所.....180
 山本貴金属地金.....76
 山本水圧工業所.....236
 優水化成工業.....200
 よこはまティーエルオー.....70

ら

ライフ技術研究所.....278
 理化学研究所.....40/124/192
 理工学振興会.....18/46/48/154
 立命館大学.....28
 リベックス.....204
 リンテック.....104
 レオロジー機能食品研究所.....272

わ

ワイエイシイデンコー.....108
 ワイエス電子工業.....230
 ワイエムポリマックス.....200
 ワイテック.....236
 和歌山県工業技術センター.....212

担当経済産業局等（法認定の申請や提案書の提出先）

※主たる研究実施場所の都道府県を担当する経済産業局にご提出ください。

名称及び担当課	所在地及び連絡先電話番号	担当する都道府県名
北海道経済産業局 地域経済部 製造産業課	〒060-0808 札幌市北区北8条西2丁目1-1札幌第1合同庁舎 TEL:011-709-1784	北海道
東北経済産業局 地域経済部 情報・製造産業課 産業技術課	〒980-8403 仙台市青葉区本町3-3-1仙台第1合同庁舎 法認定の申請:情報・製造産業課 TEL:022-221-4903 提案書の提出:産業技術課 TEL:022-221-4897	青森、岩手、宮城 秋田、山形、福島
関東経済産業局 産業部 製造産業課	〒330-9715 さいたま市中央区新都心1-1 さいたま新都心合同庁舎1号館 TEL:048-600-0307	茨城、栃木、群馬 埼玉、千葉、東京 神奈川、新潟 長野、山梨、静岡
中部経済産業局 産業部 製造産業課	〒460-8510 名古屋市中区三の丸2-5-2 TEL:052-951-2724	愛知、岐阜、三重 富山、石川
近畿経済産業局 産業部 製造産業課 ものづくり産業支援室	〒540-8535 大阪市中央区大手前1-5-44合同庁舎第1号館 TEL:06-6966-6022	福井、滋賀、京都 大阪、兵庫、奈良 和歌山
中国経済産業局 地域経済部 地域経済課 次世代産業課	〒730-8531 広島市中区上八丁堀6-30広島合同庁舎2号館 法認定の申請:地域経済課 TEL:082-224-5684 提案書の提出:次世代産業課 TEL:082-224-5680	鳥取、島根、岡山 広島、山口
四国経済産業局 地域経済部 製造産業課 産業技術課	〒760-8512 高松市サンポート3-33高松サンポート合同庁舎 法認定の申請:製造産業課 TEL:087-811-8520 提案書の提出:産業技術課 TEL:087-811-8518	徳島、香川、愛媛 高知
九州経済産業局 地域経済部 技術振興課	〒812-8546 福岡市博多区博多駅東2-11-1福岡合同庁舎本館 TEL:092-482-5464	福岡、佐賀、長崎 熊本、大分、宮崎 鹿児島
沖縄総合事務局 経済産業部 地域経済課	〒900-0006 那覇市おもろまち2-1-1那覇第2地方合同庁舎2号館 TEL:098-866-1730	沖縄

**戦略的基盤技術高度化支援事業
研究開発成果事例集**

発行

経済産業省 中小企業庁 経営支援部 創業・技術課

〒100-8912 東京都千代田区霞が関 1 丁目 3 番 1 号

TEL 03-3501-1816 FAX 03-3501-7170

URL <http://www.chusho.meti.go.jp/>

制作

株式会社リベルタス・コンサルティング

リサイクル適性 (A)

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。