

従来の8倍以上の耐摩耗性！ 建設機械用アタッチメント耐摩耗性材料

プロジェクト名 対摩耗性・高靱性・溶接性を備えた建設機械用アタッチメント材料の開発

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

研究開発体制 (株)北海道二十一世紀総合研究所、(株)アールアンドイー、室蘭工業大学

利用イメージ



【従来】

○建設機械のショベル用ツールなどアタッチメントは、最も摩耗の激しい部品であり、より低コストで耐摩耗性・靱性があり、補修しやすい材料の開発が求められている

【研究開発のポイント】

○バナジウム (V)、クロム (Cr)、ニッケル (Ni) などを用いて、耐摩耗性・靱性・溶接性を兼ね備えた建設機械用アタッチメント材料を開発

【成果】

○4種類の耐摩耗性材料を開発
○従来材であるS50C(Q)の8倍の耐摩耗性
○建設機械やリサイクルプラントの破碎刃等に用いられる事で破碎刃の交換サイクルを長期化させることができ、交換に伴うコスト低減や生産性向上に寄与

【事業化への取組】

○H24年度に実用化に成功、事業化間近

研究開発のきっかけ

建設機械のアタッチメントは摩耗が激しく、低コスト化、耐摩耗性・靱性の向上が必要

- 建設機械のショベル用ツールなどアタッチメントは、最も摩耗の激しい部品
- アタッチメントに用いられる摺動特性の良い鑄鉄材料の生産は難しい
- より低コストで耐摩耗性・靱性があり、補修しやすい材料の開発が求められている

研究開発の目標

耐摩耗性・靱性・溶接性をかねそえた建設機械用アタッチメント材料の開発

- 耐摩耗性材料の開発 ➡ 引張り強さ740(N/mm²)以上、伸び20%以上、硬さHBW = 600以上
- 耐摩耗性6倍 ➡ 交換サイクル15日間(1ヶ月2回交換)→90日間(3か月1回交換)

【従来技術】

<従来材料>

- (課題)
- ・主な素材に炭素鋼(圧延)や高Cr鑄鉄など
 - ・摩耗が激しい(例:摩耗寿命15日間・月2回交換)

【新技術】

<対摩耗性材料>

- (特徴)
- ・バナジウム(V)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)などを用いた耐摩耗性材料
 - ・耐摩耗性6倍の90日間での交換サイクル

研究開発の成果/目標を概ね達成

4種類の耐摩耗性材料を開発

- V、Cr、Niなど各元素含有量の重量割合において添加量が5~20%の範囲になるように調整し合金を設計
- 微細かつ粒状としてマトリクス状に分散した4種類の耐摩耗性材料(①白鑄鉄系球状炭化物鑄鋼、②高マンガン系球状炭化物鑄鋼、③コバルトを多量に含有した多合金系白鑄鉄、④③からコバルトを除き熱処理を行った多合金系白鑄鉄)を開発

開発材料の耐摩耗性を確認

- スガ式摩耗試験の結果、①が最も耐摩耗性に優れ(S50C(Q)の8倍)、次いで②、③、④の順で耐摩耗性を有していた
- 常温エロージョン摩耗試験は、いずれの衝突角度においても、摩耗量の差は見られず、全ての試験片においてほぼ同等の損傷速度耐摩耗。④が最も耐摩耗性を有し、次いで①、②③はほぼ同等

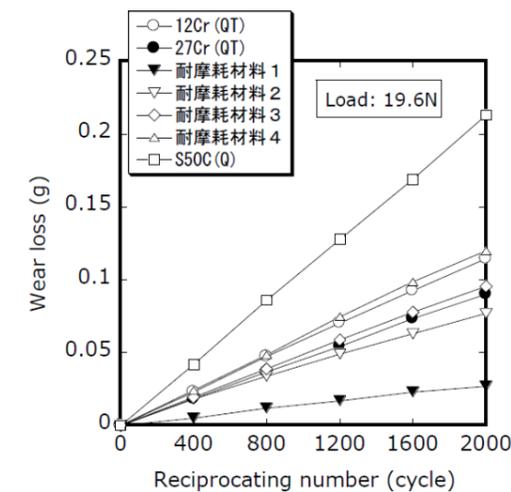
試験用機、実機試験により、耐摩耗性を確認

- 一軸破碎機による土砂状摩耗試験では、③を用

- いた破碎刃が最も耐摩耗性に優れ、②④の5倍の耐摩耗性能を有する
- ギロチン切断機試験では、③が最も耐摩耗性を有する
- 実機試験では、④が高い耐摩耗性を有している

スガ式摩耗試験結果比較

~各供試材の摩耗量はS50C(Q)の1/2以下に抑えられていることから炭素鋼よりも優れた耐摩耗性を有していることがわかる。耐摩耗材料①が最も耐摩耗性に優れており、比較材であるS50C(Q)の8倍の耐摩耗性を有した~



事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- H24年度に実用化に成功、事業化間近
- 耐摩耗用破碎刃のサンプルあり(有償)
- 新聞:室蘭民報(H24.6)
- 出展:26th北海道技術・ビジネス交流会 ビジネスEXPO(H24.11)

効果

- 耐摩耗性向上 ➡ 従来材に比べて8倍の耐摩耗性を持つ開発材料を破碎刃に使用することにより、交換サイクルを長期化させることが可能
- 低コスト化 ➡ 破碎刃の交換サイクルを長期化させることで、交換回数の減少や生産性向上などコ

スト削減に繋がる

今後の見通し

事業化に向け、実地試験による評価を実施

- 船舶解体に重機を使用している企業で、新規開発している油圧切断機用の破碎刃を有償にて試作を行い、耐摩耗性能についての第三者評価を進めている
- 長期的な評価を行い、耐摩耗性能の確認を行い、状況によっては耐摩耗性能を向上させた材料による再試作も検討
- 重機アタッチメントメーカーとの協議・実地試験による評価を進め事業化を目指す

企業情報 株式会社アール・アンド・イー

- 事業内容 エンジニアリング事業、建材事業、環境事業、金属事業
住 所 北海道登別市富浦町223-1
U R L <http://www.rande.co.jp>
主要取引先 (株)鈴木商会、(株)SRテクノ、(株)寺岡

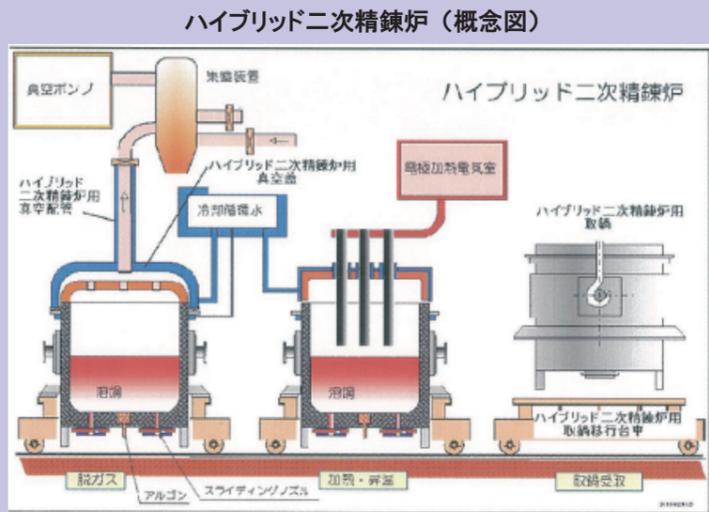
【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先 業務部門 統括責任者 伊藤淳
T e l 0143-80-2233
e-mail junito.eng@rande.co.jp

- 組込
- 金型
- 電子
- プラ
- 粉末
- 溶射
- 鍛造
- 動力
- 部材
- 鑄造
- 金属
- 位置
- 切削
- 織染
- 高機
- 熱処
- 溶接
- めつ
- 発酵
- 真空

重電機器用鑄鋼品の欠陥が大幅に減少！ 真空精錬機能付与のハイブリッド二次精錬炉

- プロジェクト名** 重電機器用鑄鋼品の高品質化のための技術開発
対象となる川下産業 重電機器、産業機械・工作機械・建設機械、半導体・液晶製造装置
研究開発体制 日本鑄造(株)



【従来】
 ○発電機の効率向上を目的としたタービンの高温・高圧化が進んでおり、高温強度の高い合金製の重電機器用鑄鋼品の高品質化が求められている

【研究開発のポイント】
 ○溶鋼の不純物除去を行う、保持炉に真空精錬機能を付加するハイブリッド二次精錬炉の開発

【成果】
 ○ハイブリッド二次精錬炉を製作
 ○試作品は、超音波深傷検査での欠陥ゼロ、高温強度を0.2%耐力で+9~28%向上
 ○重電(火力発電、電子力発電)のタービンのケーシング(鑄鋼品)に利用

【事業化への取組】
 ○H23年度に実用化に成功、事業化間近

研究開発のきっかけ

高温強度の高い合金製の重電機器用鑄鋼品の高品質化が求められている

- 発電機の効率向上を目的としたタービンの高温・高圧化が進んでいる
- 高温強度の高い合金製の重電機器用鑄鋼品の高品質化が求められている
- 溶鋼の不純物除去を行う二次精錬の技術開発が高品質化に対し重要となる

研究開発の目標

保持炉に真空精錬機能を付加するハイブリッド二次精錬炉の開発

- ハイブリッド二次精錬炉の設計・製作
- 真空下の不純物除去 → 到達真空度: 5~50torr
不純物レベル S: 30ppm 以下、H: 4ppm 以下、T.O: 40ppm 以下
- 重電機用鑄鋼品の試作 → 非破壊検査: Δ30%、衝撃特性+20%、高温強度+10%

【従来技術】

<従来技術>

- ・アーク炉の一次精錬では不純物(酸化物、硫化物)除去が不十分
- ・ガス欠陥の原因である水素ガス量が溶解中に増加
- ・既存の二次精錬炉は設備費が高額かつ大規模
中型品ではRH法は適用不可能

【新技術】

<ハイブリッド二次精錬>

- ・低額な設備投資、低ランニングコスト
- ・保持炉への真空精錬機能付加によるハイブリッド二次精錬を実施
- ・溶鋼中に含まれている不純物を減少させ、かつ水素の上昇を防止

研究開発の成果/目標を概ね達成

ハイブリッド二次精錬炉を製作

- 保持炉に真空精錬機能を付加するハイブリッド二次精錬炉の設備仕様を決定
- 台車、取鍋、真空蓋、真空系配管の4品目を設計・製作し、試運転により、仕様を満足していることを確認

真空下における不純物の除去試験を実施、目標を達成

- 真空下における精錬試験を実施した結果、到達真空度は7.5torrと目標を達成
- 不純物レベルは、S(硫黄): 12ppm、H(水素): 1.4ppm、T.O(トータル酸素): 26ppmと、いずれも目標を達成

試作品を評価、非破壊検査、衝撃特性、高温強度いずれも目標達成

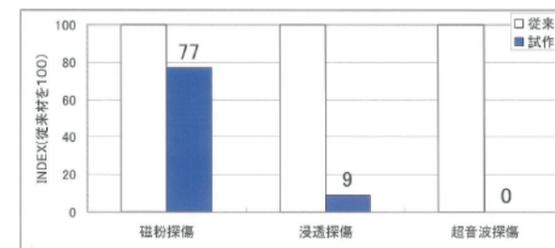
- 試作品を鑄造し非破壊検査を実施、結果、磁粉試作品を鑄造し非破壊検査を実施した結果、磁粉深傷検査での欠陥Δ23%、浸透深傷検査での欠陥Δ91%、超音波深傷検査での欠陥Δ

100%と大幅な改善を達成

- 常温でのシャルピー衝撃吸収エネルギーが+98~222%と大幅な達成
- 600℃での引張強さ、0.2%耐力で+9~28%と目標達成

非破壊検査の結果

~磁粉深傷検査での欠陥Δ23%、浸透深傷検査での欠陥Δ91%、超音波深傷検査での欠陥Δ100%を達成~



高温強度の従来品と試作品の比較

~600℃での引張強さ、0.2%耐力を比較。+9%から+28%の強度上昇がみられた~

測定位置	0.2%耐力 (MPa)		変化率 (%)	引張強さ (MPa)		変化率 (%)
	従来材	試作品		従来材	試作品	
上	275.5	352.0	+28	314.0	373.5	+19
下	330.0	359.0	+9	352.0	383.5	+9

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、事業化間近
- サンプル製造可能

効果

- 低コスト化 → 鑄鋼品の品質向上で仕上げ費の低減
- 強度・靱性向上 → 材料強度改善により寿命延長、薄肉の設計が期待できる

- 製作時間短縮 → 製造中の仕上げ作業減少による工期短縮

今後の見通し

現在、川下企業での品質評価を実施中

- 現在、川下企業へ実機で使用する鑄鋼品を製造して、使用してもらい、品質レベルを確認してもらっている
- 事業化に向け、他の川下製造業者に拡販していく

企業情報 日本鑄造株式会社

- 事業内容 鑄鋼、鑄鉄の製造販売
 住 所 神奈川県川崎市川崎区白石町2-1
 U R L <http://www.nipponchuzo.co.jp>
 主要取引先 JFEスチール(株)、三菱重工業(株)、川崎重工業(株)、日立建機(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先 素材材事業部 来栖直敏
 T e l 044-322-3760
 e-mail n_kurusu@nipponchuzo.co.jp

熟練者の作業を再現できる ヒューマンスキルアシスト型自動注湯装置

プロジェクト名 ヒューマンスキルアシスト型注湯制御技術の開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械・建設機械、建物・プラント、自動車

研究開発体制 (公)中部科学技術センター、(株)明石合銅、丸三工業(株)、(独)産業技術総合研究所、兵庫県立工業技術センター、(株)栗本鐵工所、愛知時計電機(株)

自動注湯機_縦型



【従来】

○環境機器産業では、鉛フリー銅合金の鑄造、薄肉複雑形状品の鑄造のニーズがあるが、鑄造の注湯作業の管理や安定性の向上が課題である

【研究開発のポイント】

○取鍋の傾動を制御した自動注湯制御技術を開発し、熟練者の作業を再現できる「ヒューマンスキルアシスト型」自動注湯装置を開発

【成果】

- 「ヒューマンスキルアシスト型」自動注湯装置の開発
- 熟練者の注湯作業を計測・見える化(数値化)し、同じ条件で注湯させることの出来る小ロット向けの安価な自動注湯装置
- 川下ユーザー企業の試作品(材質:鉛フリー青銅であるCAC902)を鑄造

【事業化への取組】

○H23年度に実用化に成功、事業化間近

研究開発のきっかけ

鑄造の注湯作業の管理や安定性の向上が課題であり、現状では熟練者への依存度が高い

- 環境機器産業では、鉛フリー銅合金の鑄造、薄肉複雑形状品の鑄造のニーズがある
- ニーズに対応するためには注湯作業の管理や安定性を向上させる必要がある
- 注湯作業は手作業で、不安定性や記録困難などの課題があり、熟練者への依存度が高い

研究開発の目標

熟練者の作業を再現できる「ヒューマンスキルアシスト型」自動注湯装置を開発

- 「ヒューマンスキルアシスト型」自動注湯装置の開発
- 熟練者の作業を注湯パラメータとして解析し、後継者に継承支援する技術の開発
- ユーザー企業による実証評価

【従来技術】

<熟練者による手作業>

- ・熟練者による最適作業 ○
- ・従来の鑄造方案の使用可 ○
- ・自動化による安定作業 ×
- ・鉛フリー銅合金鑄物への対応 ○
- ・薄肉複雑形状品への対応 ○
- ・作業状態の記録可 ×

<一般の自動注湯装置>

- ・熟練者による最適作業 ×
- ・従来の鑄造方案の使用可 ×
- ・自動化による安定作業 ○
- ・鉛フリー銅合金鑄物への対応 △
- ・薄肉複雑形状品への対応 ×
- ・作業状態の記録可 ○

【新技術】

<「ヒューマンスキルアシスト型」自動注湯装置>

- ・熟練者による最適作業 ○
- ・従来の鑄造方案の使用可 ○
- ・自動化による安定作業 ○
- ・鉛フリー銅合金鑄物への対応 ○
- ・薄肉複雑形状品への対応 ○
- ・作業状態の記録可 ○

研究開発の成果/目標を概ね達成

ヒューマンスキルアシスト型自動注湯装置を開発

- 取鍋部分のハードウェアである「取鍋制御装置」、自動注湯における取鍋の傾動制御を行うためのハードウェア・ソフトウェアからなる「取鍋制御装置システム」を開発
- これらを組み合わせることにより、ヒューマンスキルアシスト型自動注湯装置を開発

熟練者の作業を注湯パラメータとしたシミュレーションを実施

- 計測された注湯作業を記録・保存し、作業者による注湯作業に特徴的なパラメータ(初期注湯速度、定常速度、最終速度、平均注湯速度)を抽出して作業状態を可視化
- 鑄造シミュレーションソフトウェアを用いて、表面張力を考慮した注湯現象のシミュレーションからの評価、製品の欠陥予測を実施

自動注湯装置により試作品を作製

- 開発した自動注湯装置により川下ユーザー企業の試作品(材質:鉛フリー青銅であるCAC902)を鑄造・評価、鑄型に注湯後に製品の湯廻り状況

について目視にて確認

○注湯速度や注湯量は、ほぼ一定となっていたので、鉛フリー薄肉軽量品にも対応できる可能性が充分にある

試験注湯結果(13mmロング下ケース)

～鉛フリー青銅であるCAC902を溶解し、鑄型に注湯後、製品の湯廻り状況について目視にて確認～



事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- H23年度に実用化に成功、事業化間近
- 試作自動注湯装置を貸与可能(試験に必要な改造が必要な場合は有償)

効果

- 小型化 ➡ 注湯作業の安定化により、最小肉厚2.5mmまでの薄肉鑄物の製造が可能
- 標準化 ➡ 注湯作業の安定化により、JIS規格化した自社開発材の汎用性を高められる
- 環境負荷削減 ➡ 注湯作業の安定化により、管

理範囲の狭い鉛フリー銅合金の採用が可能に

今後の見通し

試作機を新たに製作して実証試験を継続

- 本事業において新規開発した技術をベースに、計測・制御の精度を上げる改良を進めている
- また、試作機を新たに製作して実証試験を継続中
- 試作機を日本鑄造協会の銅合金技術委員会や学会などで報告し、新規開発技術のPRを図るとともに、製品化への最終調整を実施

企業情報 丸三工業株式会社

事業内容 銅合金製造・販売および自動注湯装置の販売

住所 滋賀県彦根市大藪町2478-2

【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 丸直樹

Tel 090-7483-2448

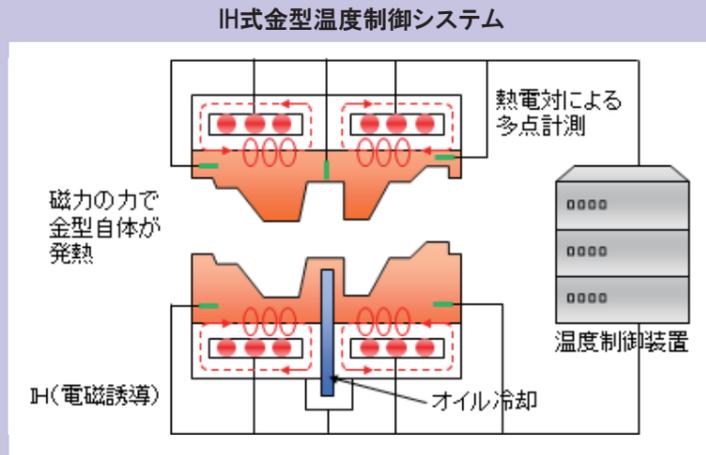
e-mail naoki@doctor.email.ne.jp

サイクルタイム、不良率を50%減 IH加熱金型温度制御によるアルミ鋳造法

プロジェクト名 IH加熱金型技術を用いた次世代アルミ鋳造法の開発

対象となる川下産業 自動車、航空・宇宙、産業機械・工作機械

研究開発体制 (一) 鋳材センター、(株)ナカキン、甲南学園甲南大学



【従来】

○アルミ複雑中空形状部品の主力である重力鋳造法はコスト高、また鋳造品の品質管理は、熟練工によるカンや経験が中心であり安定した品質管理方法が必要

【研究開発のポイント】

○中周波IHを用いた金型温度制御とCAE・データ分析に基づく鋳造の最適化により、生産性の向上を図るアルミ合金重力鋳造法を開発

【成果】

- 鋳造サイクルタイム50%減、薄肉化40%減、不良率50%減
- ハイサイクル製品の不良原因の特定
- 自動車エンジンのアルミ鋳物部品を、従来品の30%軽量化と生産性を向上させ低コスト化を実現

【事業化への取組】

○実用化は停滞中

研究開発のきっかけ

アルミ鋳造品の重力鋳造法・低圧鋳造法はコスト高、また品質管理方法が未確立

- 自動車業界では、より一層の品質確保とコスト低減、軽量化、環境対応が課題
- アルミ複雑中空形状部品は重力鋳造法や低圧鋳造法が主力だが、コスト高
- 品質管理は、熟練工のカンや経験が中心だが、安定した品質管理方法が必要

研究開発の目標

中周波IH金型温度制御技術、CAE・データ分析を用いたアルミ合金重力鋳造法を開発

- IH式金型温度制御によるハイサイクル化と高品質化の確立 → 鋳造サイクルタイム:50%減(180s→90s)、薄肉化:40%減(3.5mm→2mm)、不良率50%減(5%→2.5%)
- ハイサイクル製品の品質評価、不良原因の特定
- 自己組織化マップの研究

【従来技術】

<従来の重力鋳造法>

- (課題)
- ・凝固時間が長く、生産性が低い → サイクルタイムが遅い
 - ・温度制御が困難 → 複雑形状の指向性凝固困難
 - ・均一な加熱ができない → 温度ムラに起因する湯廻り不良
 - ・所定温度まで時間を要す
 - ・外部放熱が多い(CO₂大)

【新技術】

<中周波IH金型加熱の温度制御>

- (特徴)
- ・生産性向上 → ダイカスト相当の早いサイクルタイム
 - ・温度制御が容易 → 複雑形状の指向性凝固が可能
 - ・均一な加熱が可能 → 湯廻り不良低減・薄肉化
 - ・所定温度までの昇温時間が短い
 - ・外部放熱が少ない → エネルギー効率向上によるCO₂削減

研究開発の成果/目標を概ね達成

IH加熱とオイル冷却による金型温度制御により、サイクルタイム50%減、肉厚40%減

- 金型の予熱・生産中の金型温度保持にIHを用い、押湯部をオイル冷却して凝固時間を短縮、ハイサイクル化した高品質なグラビティ鋳造を開発
- オイル冷却による凝固時間の短縮及び機械動作の見直しにより、鋳造サイクルタイム従来比50%減を達成
- IH加熱による金型温度制御を行い、エアーパー鋳造品の薄肉化40%減を達成

CTスキャナと走査型電子顕微鏡を用いた品質評価法の確立

- 不良率の低減に向けCTスキャナと走査型電子顕微鏡を用い不良箇所を特定した結果、不良率50%減を達成
- CTスキャナ画像により、断面を計測することなく肉厚を網羅的に観察、3次元的に欠陥の位置と大きさの把握が可能
- 走査型電子顕微鏡によるボイド分析で欠陥部の原因特定が可能

自己組織化マップの鋳造品への応用

- 自己組織化マップ(SOM)を鋳造品の品質分類に応用
- どの条件下で不良になるのかを製造要因と品質

の属性値から分類し、不良確率が少なくなる製造要因の組み合わせを発見することが可能

ハイサイクル鋳造の結果

～オイル冷却による冷却ゾーン、IH加熱による加熱ゾーンを制御することで本試験研究品であるエアーパーの鋳造サイクルタイムを従来の180sから90sに短縮可能となった～

TRY.No	#7 8/5	#8 8/10	#9 8/25	#10 8/26	#11 9/1	#12 9/2	
上型	①	470	470	450	460	440	460
	②	470	440	450	450	450	450
	③	380	380	390	390	360	370
	④	470	480	470	480	480	480
下型	①	430	430	430	430	430	430
	②	410	400	390	450	440	430
	③	440	430	430	440	440	440
	④	410	440	400	400	400	390
反転	9s	9s	9s	9s	9s→5s	5s	
凝固時間	40s	35s	35s	35s	35s	40	
サイクルタイム	100s	95s	95s	95s	90s	90s	
冷却時間	上:40s 下:40s	上:30s 下:30s	上:20s 下:20s	上:10s 下:10s	上:10s 下:5s	上:20s 下:5s	
配管経路	経路1	経路2	経路2	経路2	経路2	経路2	
湯廻り	○	×	×	×	△	○	
巣	△					△	

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
- 薄肉・軽量化したアルミ鋳造エアーパーのサンプルあり(有償)
- 特許:「アルミ鋳造装置」(特願2011-204773)
- 出展: 中小企業総合展 JISMEE 2011 (H23.11)、第15回 関西機械要素展(M-Tech) 2012 (H24.10)等

効果

- 低コスト化 → 鋳造サイクルの短縮により、従来より30%のコストダウン
- 歩留まり向上・ロス削減 → 製品の薄肉化によ

り、アルミ鋳造品を30%軽量化
○環境負荷削減 → ガス加熱からIH加熱への変更により、50%以上のCO₂を削減

今後の見通し

自動車部品メーカーからの需要に応え、実用化を検討中

- 本事業において積み残した量産実用化への研究を引き続き継続
- 量産実用化への課題となっているIHヒーターの耐久性について、メーカーと協議中
- 自動車部品メーカーからの需要も多く、本格展開に向けて、実用化を検討中

企業情報 株式会社ナカキン

事業内容 創業以来培われた「鋳造技術」を基に、インターカムニホールド等自動車用エンジン部品を中心として、開発・設計から量産までの一環生産を行っている

住所 大阪府枚方市春日北町2-10-5

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術部鋳造技術課 課長 柿原智

Tel 072-859-9906

e-mail masaru.kakihara@nakakin.co.jp

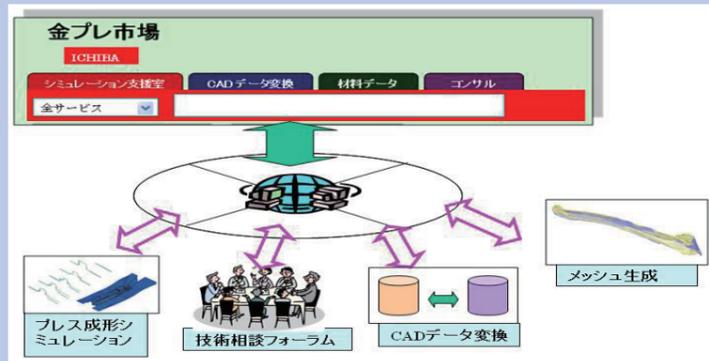
クラウド上に国内金型プレス向けのサービス提供プラットフォームを構築 簡便・安価にシミュレーション等を利用することが可能に

プロジェクト名 クラウドコンピューティング仮想試作基盤ものづくり(金属プレス)プラットフォーム構築

対象となる川下産業 自動車、電気機器・家電

研究開発体制 (一社)日本金属プレス工業協会、(株)先端力学シミュレーション研究所、(株)アイエムアイ、(株)マッキンリー、群馬県立産業技術センター

国内金型プレス企業向け、サービス提供プラットフォーム
「金プレ市場(仮称)」の構成概念図



【事業化への取組】

○クラウド上でユーザー試験を実施中、H26年度を目途とした実用化を目指す

【従来】

- 金属プレス工業における国際競争力の維持・強化に向け、ものづくり現場へのITやシミュレーションシステムの導入が不可欠
- 中小企業においては、人材・資金力の点でシミュレーションシステムの導入が困難な状況にある

【研究開発のポイント】

○H21年度サポイン事業成果(シミュレーション支援室)をクラウド化し、インターネット上に国内金型プレス企業向けのサービス提供プラットフォームを構築する

【成果】

- クラウドコンピューターネットワーク上に「金プレ市場(仮称)」を制作
- ユーザーが簡単にプレス成形シミュレーション等の解析を実施し、金型設計・製造におけるコスト低減、品質向上等を実現する基盤システムとして機能することを旨とする

研究開発のきっかけ

国内企業の国際競争力の維持・強化に向け、多くの企業がものづくり現場にITやシミュレーションを取り入れることが必要

- 金属プレス工業における国際競争力の維持・強化に向け、ものづくり現場へのITやシミュレーションシステムの導入が不可欠
- 中小企業においては、人材・資金力の点でシミュレーションシステムの導入が困難な状況にある

研究開発の目標

クラウドコンピューティング技術を導入し、日本全国どこからでもシミュレーションシステムの利用が可能なプラットフォームを構築する

- H21年度サポイン事業の成果(「シミュレーション支援室」)にクラウドコンピューティング技術を導入し、インターネット上にプラットフォーム「金プレ市場(仮称)」を構築
- 「材料データの授受サービス」、「CADデータ等の変換サービス」、「3次元測定機による大規模点群データの取扱いサービス」等を提供

【従来技術】

<「シミュレーション支援室」> (H21サポイン事業成果)

- ・高価なプレス成形シミュレーションソフトを買わなくても、ネットワーク上のPCからシミュレーションソフトを利用して解析が可能なシステムのプロトタイプを開発

(課題)

- ・ビジネスを加速するには、使い勝手改良、テスト、セキュリティ機能の強化が必要
- ・ネットワークを利用したプロダクト提供は、国内ベンダーに比べ、海外ベンダーが相当先行している
- ・ユーザーは1回1万円程度の低料金を所望
- ・高精度・高機能な製品開発につながるシミュレーションのニーズを満たす必要がある

【新技術】

<クラウドコンピューティングプラットフォーム>

- ・様々な事業者が利用可能なプラットフォームを提供(簡易にシミュレーション)
- ・高度で大規模な計算をグリッドコンピューティングを利用し安価に提供(大規模解析)

(特徴)

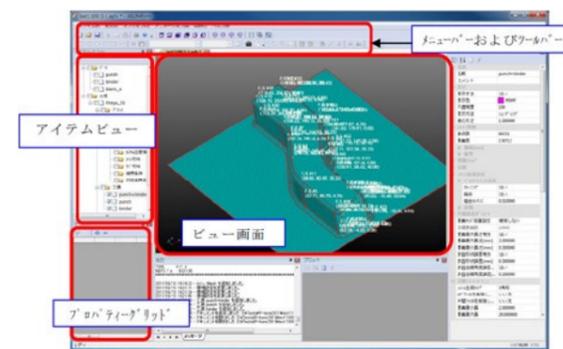
- ・単一のシミュレーションだけでなく、複合的なサービスを受けられる。
- ・ネット利用により低コスト解析から、多数のCPUを利用した大規模解析まで実施可能
- ・多くの事業者が、システム上で、事業を展開できる
- ・中小の参加企業が、すぐにビジネスを始められる

研究開発の成果/目標を概ね達成

クラウド環境下で活用されるサービス提供プラットフォームの開発

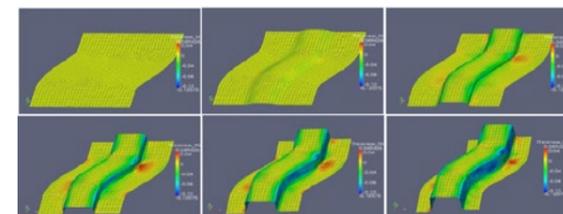
- 簡単にデータ入力設定ができるよう、シミュレーションデータ入力・出力システムを改良
- 微小ひずみ精密測定システムで測定し、正確な材料データを取得、データベースに登録
- 認証システムを構築し、セキュリティーを確保。また課金システム、見積機能を構築
- サービス提供プラットフォーム「金プレ市場(仮称)」を構築。また、大規模集中型解析装置と連携した大容量CAEデータを取り扱うことができる解析基盤を構築

シミュレーション入力データ生成プログラム画面構成



板厚ひずみアニメーション表示

～板厚ひずみのカラーコンター図で成形アニメーション表示が可能な機能を開発～



成形実験を通じた部品測定と解析精度の検証

- 4種類のプレス成形に対し、試作金型による成形性検証で良好な解析結果を得た。また高張力鋼板によるスプリングバック解析で適切なリスト形状を設定した
- 成形実験を通じて部品の形状、板厚を測定。測定結果とシミュレーション結果との比較検証の結果、スプリングバックについては30%以内、板厚増減については20%以内の解析精度目標を達成
- ユーザー視点によりサービスマッシュアップ試験を実施。プラットフォームの有効性を評価

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

- 現在試験を実施中。H26年度の実用化を目指す
- Amazon上にプレス成形シミュレーションサービスに限定した試作システムあり

効果

- 低コスト化 ➡ 高価なシミュレーションソフトの購入が不要に。また、成形シミュレーションにより試作回数を低減し、型費や工数の低減に寄与する
- 工期短縮 ➡ シミュレーションを中心とした仮想試作により試作回数を約70%削減。工期短縮が可能に
- 新方式の実現 ➡ さまざまな事業者がクラウド上

でサービスを提供することが可能に(マルチテナント)

今後の見通し

クラウド上でユーザー試験を実施中、H26年度を目途とした実用化を目指す

- サポイン事業で試作したクラウド利用システムを一部改良した、プレス成形解析サービスシステムをAmazonクラウドシステム上に載せ、試験を実施中
- 限定ユーザーを対象に試験を行い、解析速度やハンドリングの容易さ等のユーザビリティや費用面での情報を得る
- H26年度頃を目途に実用化を目指す

企業情報 株式会社先端力学シミュレーション研究所

事業内容 ものづくりCAEソフトウェアのパッケージ販売、受託開発、受託解析
住所 埼玉県和光市南2-3-13 和光研インキュベーションプラザ
URL <http://www.astom.co.jp>
主要取引先 (株)トヨタプロダクションエンジニアリング、東京大学、アイシン精機(株)、原子力安全基盤機構、日本金属プレス工業協会

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 取締役営業・事業企画部長 上村良澄
Tel 048-450-1351
e-mail kamimura@astom.co.jp

金属プレス加工において 金型にナノ積層DLC被膜を付与し、深絞り加工を行う技術を開発

プロジェクト名 リチウムイオン電池用金属缶のドライプレス技術開発

対象となる川下産業 電気機器・家電、電子機器・光学機器

研究開発体制 (地独)東京都立産業技術研究センター、(株)パワー精密、島村金属工業(株)、表面機能デザイン研究所(同)、芝浦工業大学

WC内壁成膜状況

～最深部に濃青色が見えるがピンセットこすりでも傷痕が付かない



【従来】

- リチウムイオン電池用金属缶のプレス加工では、潤滑油使用量の低減と洗浄工程の削減が必要となっている
- そのため、低コスト化、短納期化、環境に配慮したドライ加工技術が金属プレス加工業者の競争力強化にとって不可欠である

【研究開発のポイント】

- プレス工具・金型のプラズマ表面清浄化処理＋ナノ積層コーティングに磁界を援用し、複雑型形状へ超耐久性コーティングを施す技術を実現する
- プラズマ被膜除去プロセスによる金型再生技術を開発する

【成果】

- 金型を使用する金属プレス加工において、金型にナノ積層DLC被膜を付与し深絞り加工を行う技術を開発
- 薄膜による各種特性の形成を行い、その技術を広く市場に提供していく

【事業化への取組】

- 補完研究中であり、実用化には時間を要する

研究開発のきっかけ

リチウムイオン電池用金属缶のプレス加工では、低コスト化、短納期化、環境配慮が不可欠に

- リチウムイオン電池用金属缶の金属プレス加工では、潤滑油使用量の低減と洗浄工程の削減が必要となっている
- このような流れを受け、低コスト化、短納期化、環境に配慮したドライ加工技術が金属プレス加工業者の競争力強化にとって不可欠となっている

研究開発の目標

プラズマ表面清浄化処理＋ナノ積層コーティング＋磁界制御による超耐久性コーティング技術の実現
プラズマ被膜除去プロセスによる金型再生技術の開発

- コーティング品質：100万回の連続ドライプレス成形可能、50GPa以上の高硬度層の創成、100N負荷で摩擦係数0.2以下を3,600秒達成
- 洗浄工程と潤滑剤使用量の削減

【従来技術】

- ・ 単離DLCコーティングした超硬パンチ1,000回の打ち抜きプレス加工で先端部分が完全に剥離
 - ・ 剥離率約70%、剥離開始は50回未満
- (課題)
- ・ 基材との脆弱な密着力
 - ・ 抜き工程・せん断工程等の厳しいプレス加工における耐久性不足
 - ・ 種々のプレス加工条件へのコーティング最適化困難

【新技術】

- ・ スクラッチ強度100N以上
- ・ 100N負荷での低摩擦
- ・ 低摩擦環境の達成 ($\mu=0.15$)
- ・ 実プレス試験耐久性保証

- ・ ナノ積層DLCコーティングした超硬パンチ1,000回の打ち抜きプレス加工でごく一部が剥離
 - ・ 剥離率約15%、剥離開始は700回連続プレス時
- (特徴)
- ・ インタレイヤー設計による素材との密着力向上
 - ・ ナノ積層条件制御、密着制御による耐久性向上
 - ・ プレス加工条件に適合したナノ積層コーティング条件の最適化

研究開発の成果／目標を一部達成

電池用金属缶ドライ成形のためのコーテッド金型・工具の開発

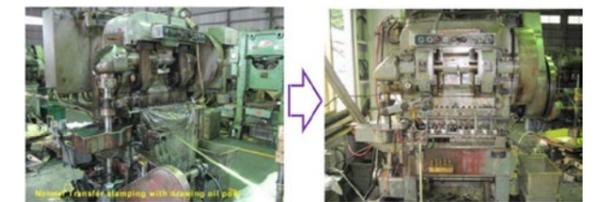
- 脱脂洗浄、プラズマ洗浄に加え、電解研磨による酸化膜剥離との融合により、異なる基材の状況に影響されず、大きな密着性を得る研究を実施
- 適性脱脂力の選定、電解脱脂、純水による脱脂剤除去、アルコール乾燥、電解研磨と化学研磨、プラズマ洗浄、真空乾燥という工程に基づき、基材及び表面の状態ごとの脱脂・洗浄レシピと評価方法を作成
- コーティングレシピの選択では、CrNでのインターレイヤーをつけ、成膜温度250℃において、100N負荷で摩擦係数0.15を3,600秒継続できた
- 再生コーティング手法の開発では、Arプラズマによる被膜除去処理の基礎データを収集し、平面基材の被膜除去手法を検証。プラズマの発行状態から脱膜条件を診断する方法を開発した

コーテッド金型・工具によるドライプレス加工

- ドライ工具ー転造タップの加工では、前処理条件、成膜レシピ、バイアス制御等により、複雑形状のタップ工具に製膜できた
- 多段深絞り工程のドライ化では、黄銅材料による部品に対し、ドライプレス連続5,000ショットを実施
- 微細部品のドライプレス化では、速乾性潤滑油0.1cc/30ショットを用いて、黄銅材料の深絞り加工を180spmで1万回まで実施

微細部品のドライプレス化

～従来のかけ流しの水溶性エマルジョン性潤滑油を、速乾性潤滑油0.1cc/30ショットに変更し、大幅に潤滑油使用量を削減。潤滑油ミストがなくなり、工場の作業環境が改善される～



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

- 補完研究中であり、実用化には時間を要する
- サンプルあり(トランスファーライン用金型への成膜と量産試験の実施)
- 特許：「薄膜形成方法および薄膜形成装置ならびに被膜を形成した被処理物、金型および工具」(特願2011-208140)
- 論文：相澤龍彦、森田泰史「Tooling Life Design for DRY Metal Forming via NANO-Laminated DLC Coating」(2011.2)、森田泰史、相澤龍彦「Dry Transfer stamping by Nano-Laminated DLC-coated tool」(2011.10)等

効果

- 強度向上 ➡ ナノ積層DLC被膜を金型に付与し、微量の乾燥型潤滑油の滴下を行い、順送り連続加工で10万回を達成
- 低コスト化 ➡ DLC被膜の劣化後、アッシング技術により被膜除去を行い、再生膜することで金型

自身の劣化を予防する。アルゴン及び酸素ガスプラズマにより、アッシング技術を確立

○環境負荷低減 ➡ 金属プレス金型深絞り加工には粘性の高い潤滑油を使用することが一般的であったが、乾燥型の粘度の低い潤滑を1/100程度に削減できた

今後の見通し

技術高度化を行い、川下企業による性能評価を受けている

- より高耐久性の被膜製作及びアッシング技術の進化を実施。川下企業による性能評価・耐久試験を受けている
- 協力川下企業で経済的優位性を評価してもらうために、従来の10万回連続プレス加工を30万回まで伸ばすことを進める
- 協力川下企業の評価と成果を足かぎりに、同業他社への営業活動を進める

企業情報 表面機能デザイン研究所合同会社

事業内容 薄膜による表面特性の技術開発と技術提供

住所 東京都大田区南六郷3-15-10
大田区新産業創造支援施設101号室

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表社員 森田泰史

Tel 03-6424-8615

e-mail hiroshi-m@mtc.biglobe.ne.jp

従来の切削加工に代わり プレス加工にて静電容量型6軸力覚センサ起歪体部品を製造

- プロジェクト名** 高機能ロボットに用いる力覚センサ(低価格化と組み込み性の向上)の開発
対象となる川下産業 ロボット、産業機械・工作機械・建設機械、医療・福祉機器
研究開発体制 (財)富山県新世紀産業機構、(株)ワコー、(株)ワコーテック、藤堂工業(株)、(株)シーイーシー、富山県工業技術センター、富山県立大学

プレス加工製6軸力学センサの外観



【従来】

- 静電容量型6軸力覚センサは、従来の歪ゲージ式力覚センサに比べ、構造が簡単で部品点数が少なく、組立から製造までのコストを下げることができる
- 静電容量を用いた検出方式は検出対象部材に高い寸法精度を要求するため、切削加工による製法を余儀なくされていた

【研究開発のポイント】

- 切削加工により製造されていた静電容量型6軸力覚センサ起歪体部品をプレス加工で成形することで、金属材料によるセンサ強度を確保しつつ大幅な低価格化を図る

【成果】

- 6軸力覚センサを開発し、本センサがロボットへの適用に十分な性能を有していることを確認
- 知能化技術を実装したロボットに、力覚センサや3次元ビジョンセンサ等を組み合わせた知能化ソリューションとして提供し、力覚制御やバラ積みピッキング等を利用しやすくする

【事業化への取組】

- 実用化に成功。H27年度の事業化を目指す

研究開発のきっかけ

静電容量型6軸力覚センサが求める寸法精度を得るためには、切削加工が必要であった

- 静電容量型6軸力覚センサは、従来の歪ゲージ式力覚センサに比べ、構造が簡単で部品点数が少なく、組立から製造までのコストを下げることができる
- 静電容量を用いた検出方式は検出対象部材に高い寸法精度を要求するため、切削加工による製法を余儀なくされていた

研究開発の目標

切削加工により製造されていた静電容量型6軸力覚センサ起歪体部品をプレス加工で製造する

- 金属材料によるセンサ強度を確保 ➡ 加工組立精度: ±10μm 水準を維持
- 大幅な低価格化 ➡ 製品価格: 現状の半額程度

【従来技術】

<従来のプレス加工>

- ・ 通常の厚板打ち抜き加工は、切断面が粗く、精度が悪い
- ・ プレス加工工程が多く、加工時間が長い

- ・ 大幅な加工工程の短縮
- ・ 精度の向上
- ・ 位置精度の確立

【新技術】

<ハイテン用スプリングバック予測技術の高度化>

- ・ 切断面の総せん断加工による精度の向上
- ・ 複数箇所同時プレス加工
- ・ ハイテン材加工の基礎開発

<歪ゲージ型>

- ・ 加工工程数が多い
- ・ 加工時間が長い
- ・ 生産性が悪い
- ・ 高価

低コスト化

<静電容量型プレス加工>

- ・ 大量生産向け
- ・ 加工速度が著しく速い
- ・ 肉薄で高強度
- ・ 安価

研究開発の成果 / 目標を一部達成

精密プレス加工技術及び力覚センサ構造の開発

- 精密プレス技術を用い、ダイアフラム部厚さ及び機能部品形状の寸法精度(含平坦度) ±10μmの厚板ステンレス鋼板による総せん断打ち抜き加工を実現
- 従来ネジによる部品結合の一部をプレスによる結合に替えて作業時間を短縮
- 力検出部の起歪体構造のシミュレーションに基づき起歪体設計を行い、プレス加工に適したセンサ機構部設計の最適化を図った

力覚センサ構造の開発

- 外力によるダイアフラムの微小な変形による静電容量の変化を検出するため、耐ノイズ性や応答性に優れたカー変位検出回路基板を開発
- 回路基板は検出電極基板とマイコン基板とで構成されるが、マイコンの信号処理ソフト部では、処理の高速化(サンプリング周波数約6kHz)及び各種データ通信方式に対応したマイコン動作ソフトウェアを開発

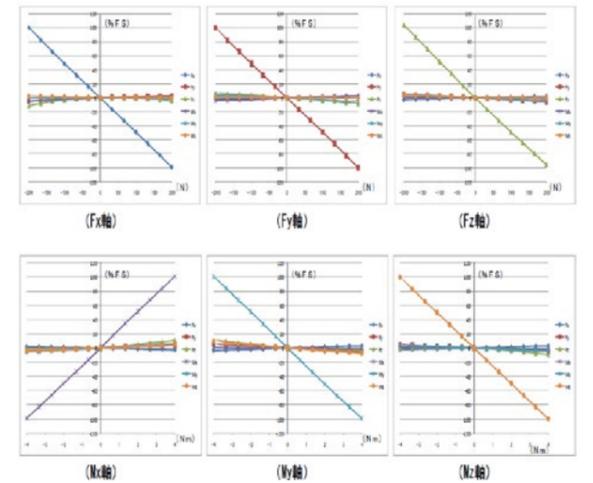
センサ評価

- 試作センサに関する静特性評価及び外部環境に対する信頼性評価の結果、本センサがロボット

- への適用に十分な性能と信頼性を有し、力覚センサ製品として優れていることを確認
- 試作センサ及びFA制御システムソフトをロボットへ適用し、実機での動作を確認

感度特性測定結果: 目標定格荷重

～各軸方向の感度を測定した。評価範囲は目標定格の200Nと4Nmのレンジで行った。試作センサの有する力感度特性が目標仕様を達成していることを確認。静止ノイズの最も大きかったFz軸出力における静止ノイズ量は0.26%FS(rms)と低く良好な特性が得られた～



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、H27年度の事業化を目指す
- 出展:「日本ロボット学会第30回記念学術講演会」の企業展示に出展(H24.9)

効果

- 低コスト化 ➡ 開発したセンサのプレス化は、従来の切削加工比で部品単価が1/10となる
- 量産化 ➡ プレス化により、量産化が可能となる
- 多品種少量生産 ➡ ダイアフラムの厚みを変えることで、定格荷重を容易に変更できる

今後の見通し

研究・サンプル提供・検証活動を継続しつつ、H27年度の事業化を目指す

- センサの強度、剛性向上、特に接合強度の点から、ロウ付けは接着よりも桁違いの接合強度が得られることが明確である
- 力覚センサには非常に高い接合強度が必要なため、本研究によりロウ付け接合手法の高い有効性を確認することができた。今後も接合手法への様々な模索を継続し、サンプル加工依頼等を通じて実際の適用を試みる。補完研究により試作を重ね、検証を継続する予定
- H27年度の事業化を目指す。ロボットメーカー、ロボットユーザーに販路開拓を実施する予定

企業情報 株式会社ワコーテック

- 事業内容** 静電容量型力覚センサ及びMEMS応用製品の製造・販売
住所 富山県高岡市二塚322-5 高岡テクノドーム203号室
URL <http://www.wacoh-tech.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 取締役社長 林みゆき
Tel 0766-24-8011
e-mail m.hayashi@wacoh.co.jp

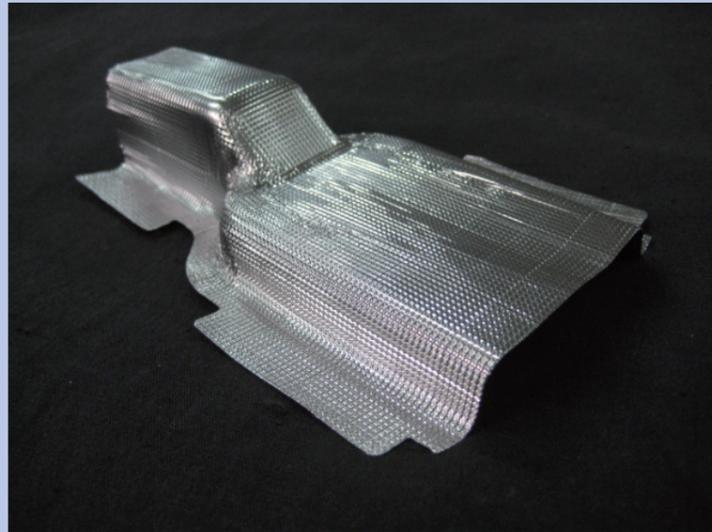
超薄板・微細コルゲート加工により 電磁シールド機能を持つ深絞り成形品の製造方法を確立する

プロジェクト名 難成形材の超薄板・微細コルゲート加工による電磁シールド・熱対策深絞り成形品の開発

対象となる川下産業 電子機器・光学機器、電気機器・家電、自動車

研究開発体制 三和パッキング工業(株)、(独)理化学研究所、(地独)大阪市立工業研究所、(株)SiM24、岐阜大学

マイクロコルゲートカバー



【従来】

- パソコン及び車載用コンピュータ等の電子機器分野では、機器の高性能化に伴い、熱対策及び電磁波遮蔽が重要になっている
- 上記実現に向け、複雑形状を有する電子機器内部の発熱素子等を覆うことができる安価で放熱性に優れた製品の実用化が望まれている

【研究開発のポイント】

- コルゲート(凸凹)形状を有する超薄板難加工材(板厚0.04mm)を使用した、電磁シールド機能を持つ深絞り成形品の製造方法を確立する

【成果】

- 電子機器用熱対策・電磁遮蔽ケース(略称CPUカバー)を実現
- 電気回路の基板等のカバー部品として、従来のヒートシンクを用いた冷却方法に対し、一体成型のダクト形状を利用したピンポイント冷却、一体成型を利用した電磁シールド性能との両立を実現する

【事業化への取組】

- H27年度の実用化を目指し、補完研究を継続中

研究開発のきっかけ

電子機器の熱対策・電磁波遮蔽に向け、発熱素子等を覆う製品の実用化が不可欠に

- パソコン及び車載用コンピュータ等の電子機器分野では、機器の高性能化に伴い、熱対策及び電磁波遮蔽が重要になっている
- 上記実現に向け、複雑形状を有する電子機器内部の発熱素子等を覆うことができる安価で放熱性に優れた製品の実用化が望まれている

研究開発の目標

高度プレス加工技術により、コルゲート形状を有する超薄板難加工材を使用した電磁シールド機能を持つ深絞り成形品の製造方法を確立する

- 難成形材の超薄板・微細コルゲート加工による電磁シールド・熱対策深絞り成形品の開発
- 高放熱性・静音性 → CPU温度64℃、騒音30dB以下
- 高電磁シールド性

【従来技術】

【新技術】

<トリム加工→曲げ加工→組み立て>

- ・材料がワレるため単純な曲げのみ
- ・薄くなると剛性もなく複雑な形状は不可能(課題)
- ・成形性が悪く、複雑な製品形状に成形加工できない
→成形性は良いが値段の高い(FeAl材に対して30%増)パーマロイ材料が使用される
→製品としては外枠等他の部材を必要とし、小型・軽量化が難しい
- ・複数工程(プレス&組立)が必要となり、量産化が難しい

<曲げ加工→深絞り加工→トリム加工>

- ・成形前に板を波形・ひだ模様にする事で材料がワレる欠点を回避
- ・薄くても表面の波形・ひだ模様で剛性確保、複雑な製品形状が可能(特徴)
- ・超薄板の電磁シールド(FeAl)材料で複雑形状に成形加工可能
→板材に波形・ひだ模様を施すことにより、超薄板(板厚0.04mm)でも成形性を確保
- 表面波形・ひだ模様により成形品単体でも剛性があり小型・軽量化実現
- ・プレス成形工程のみで製造できるため、量産化可能

研究開発の成果/目標を達成

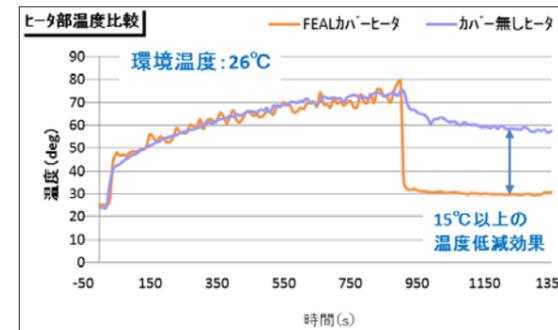
CPUを覆うカバー方式の冷却方法の確立

- PCの冷却方式として、従来なかった新構造であるCPUを覆い込むカバー方式を、0.04mm箔板のマイクロコルゲート化により実現
- カバー構造をダクト状に最適設計し、CPUで発生した熱風を外気冷風を取り入れ、CPU局部を換気し、冷却を効率化。CPU熱源温度64℃を達成

静音性

- 冷却FANの消費電力を半減し、同時にFAN騒音の静音化(30dB以下)を実現

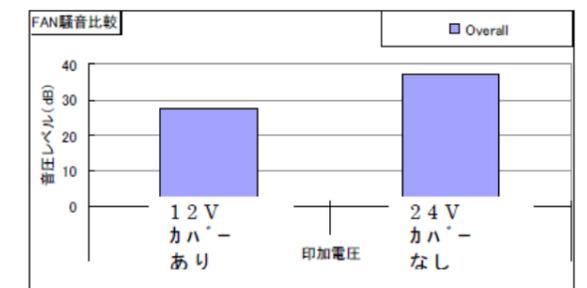
CPU局部換気による冷却効果



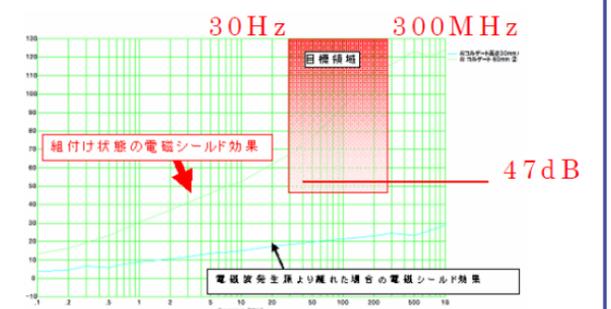
電磁シールド性の検証

- CPUを覆いこむことによる付帯効果として、CPUより発生する電磁ノイズの発生源での電磁シールドを実施。47dB(30MHz~300MHz)以上の電磁シールド能力を実現

冷却FANの消費電力低減効果



電磁シールド能力



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

- H27年度の実用化を目指す
- 100mm程度の材料シート作成用の試作機及び材料シートサンプルあり
- 特許:「多方向波付け材の製造方法、多方向波付け材及び波付け材の製造方法」(特願2011-210164)、「検査装置、及び検査方法」(特願2011-210151)
- 雑誌:「公的支援を活用した試作開発Ⅲ」(プレス技術、2012.1月号)

効果

- 複雑形状化 → 新加工法により、これまで一体成型できなかった深絞り成形が可能に
- 新方式の実現 → 超薄板材の一体成型カバー+ファンで冷却性能64℃以下(CPU相当)、電磁シールド性能47dB(30~300MHz)を実現

- 剛性向上 → 超薄板材に開発した成形加工を施すことで、等価板厚で約2倍の剛性を持たせることを可能に

今後の見通し

補完研究を継続中、電機・自動車メーカーへの販路開拓を目指す

- 岐阜大学と電磁シールドメカニズムの理論的整合性の構築に向けた補完研究を継続中
- 展示会等を利用して川下企業のニーズ、需要の状況、技術的な動向を調査中。まず、電機メーカーに対しCPU等の放熱用熱対策及び電磁シールドカバーの販路開拓を行い、その納入実績を基に、ハイブリット車、電気自動車を中心に自動車メーカーに営業展開する

企業情報 三和パッキング工業株式会社

事業内容 自動車用・農機用・航空機用・船舶用・石油化学用のガスケット・パッキング類、カバー類の開発・設計、製造及び販売

住所 大阪府豊中市利倉2-18-5

URL <http://www.sanwa-packing.co.jp>

主要取引先 トヨタ自動車(株)、ダイハツ工業(株)、スズキ(株)、三菱自動車(株)、現代自動車

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術部インシュレータ開発課長 秋本一世

Tel 06-6863-0918

e-mail akimoto@sanwa-packing.co.jp

組み型3D測定機を開発し 高張力鋼板の高精度ラウンド曲げ加工における自動測定を実現する

プロジェクト名 高張力鋼板の高精度ラウンド曲げ評価と金属プレス加工の自動化に資する組み型レーザー三次元測定機の開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械・建設機械、自動車、環境・エネルギー

研究開発体制 (株)テクノネットワーク四国、(株)未来機械、(株)アムロン、香川大学、埼玉医科大学、(独)産業技術総合研究所関西センター

開発した組み型3D測定機



【事業化への取組】

○実用化に成功。事業化に向け、補完研究と販売促進を並行して展開中

【従来】

- 高強度の高張力鋼は薄板化で軽量化できるが、高剛性を持つ形状にする必要がある
- 必要な剛性を得るためアール（丸み）形状が要求されるが、除荷後の弾性回復量が多い等加工が困難な上、適切な曲げ形状の測定手段がなく、熟練工の経験と勘に委ねられている

【研究開発のポイント】

- 高張力鋼板の高精度ラウンド曲げ加工における自動測定を可能にする組み型レーザー三次元測定機（3D測定機）を開発する
- 高張力鋼の曲げ加工性に関するデータベース化を図り、熟練工が有する技術・方策を再現するエキスパートシステムを構築する

【成果】

- 新規性・独自性を有する金属プレス装置組み型レーザー3D測定機を開発
- 加工形状を測定するレーザー3Dセンサとして、プレス機のパンチに組み込まれて、パンチ押込み毎に鋼板の曲げ形状を測定する

研究開発のきっかけ

高張力鋼板の高精度ラウンド曲げ加工では、熟練工の経験と勘のみに頼らない加工が求められている

- 高強度の高張力鋼は薄板化で軽量化でき、高剛性を持つ形状にする必要がある
- 必要な剛性を得るためアール（丸み）形状が要求されるが、除荷後の弾性回復量が多い等加工が困難な上、適切な曲げ形状の測定手段がなく、熟練工の経験と勘に委ねられている
- プレス加工後も多くの是正作業が必要とされる

研究開発の目標

組み型3D測定機を開発し、高張力鋼板の高精度ラウンド曲げ加工における自動測定を実現する

- プレス機上で断面形状を自動測定できるレーザー3D測定機の開発
- 測定データをデータベース化し、その後の最適加工条件の選定に反映させるエキスパートシステムの開発

【従来技術】

- ・簡易角度計で加工量測定
⇒頻繁な角度計セッティング
- ・プレス直下、型ゲージ評価
⇒視認評価と指示&後調整時間
- ・不十分なラウンド曲げ
⇒R形状不良、長い調整時間（クレーンブームの場合）

加工工程中と加工後の結果を評価できる自動測定器が必要
・組み型レーザー3D形状測定機によるプレス機上における自動計測
・データ活用によるプレス加工の高度化

【新技術】

- ・角度、半径、形状対称性、材料ずれ他の測定
⇒組み型レーザー三次元形状センサ
- ・プレス負荷時の変形と除荷時の変形回復量を測定
⇒加工変形量と回復量の材料加工特性を獲得し、以降のプレス作業に活用
- ・高精度ブームの実現でブーム・セット管理改善で工数短縮
⇒最適形状、最適隙間、短納期化

研究開発の成果／目標を達成

組み型レーザー3D測定機の開発

- 放射状に投光されるレーザー光をU字型断面の内面に直角に照射して、断面形状情報を持つ戻り光をコーンミラー経由でCCDカメラ等に受光し、画像処理等を行って、U字型断面の三次元形状を求めた。また、別途理論的に得た円錐角度と構築法によりプレス機への組み込みを可能とした
- 金属プレス装置組み型レーザー3D測定機を開発。曲げ試験、1,500tプレスによるフィールドテストの結果、開発機の有効性を確認した

材料特性・成形特性に関するデータベース構築とその活用

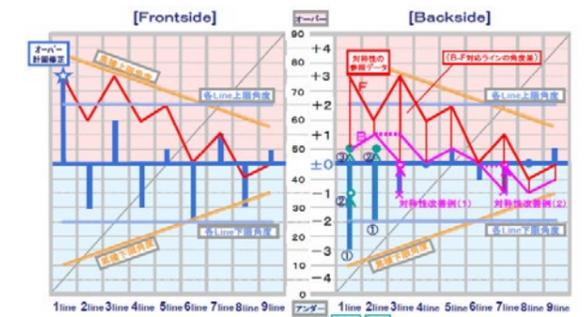
- プレス曲げ加工中に取得した鋼板の曲げ形状データから加工抵抗や除荷時の弾性回復量を求めて、その時点において終了時の仕上形状の傾向を予測する技術を開発
- 予測結果をその後のプレス押込み量に反映させ、プレス回数の低減や曲げ加工形状精度の向上を図るエキスパートシステムを実現

組み型レーザー3D形状測定機の目標と測定値
～開発機に関する目標を達成し、本方式がラウンド曲げ加工の自動化に相応しいことを確認した～

目標とする項目	目標値	結果	達成
両端面傾角度	$\theta \leq \pm 0.1^\circ$	$\pm 0.1^\circ$	達成
対面寸法	$B \leq \pm 0.5\text{mm}$	$\pm 0.4\text{mm}$	達成
曲げ半径	$R \leq \pm 0.5\text{mm}$	$\pm 0.4\text{mm}$	達成
繰返し精度評価	$R \leq \pm 0.3\text{mm}$	$\pm 0.2\text{mm}$	達成
光切断線（散乱光）から断面形状を適切に抽出			達成
校正技術（方法）の開発			達成
ソフトウェア（原データ処理、1次変換処理）開発			達成

ラウンド曲げ目標計画と修正方案

～作業ごとの個別値と累積値について、曲げ角度の過不足、対称性と滑らかさの欠如度合いと傾向を数値的に得て、修正計画に資する～



事業化への取組／実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- H24年度の実用化に成功
- サンプルあり（プレス曲げ加工における形状測定の場合無償、搭載または組み込まれる装置への取付ブラケットや関連ソフトの開発が伴う場合有償）
- 特許：「光学式測定装置、プレス機、部品組合せ方法」（特願2011-175523）、「曲げ加工装置及び曲げ加工方法」（特願2011-247537）
- 新聞：日本経済新聞四国版（H24.5.17）、日経産業新聞（H24.5.18）等

効果

- 精度向上 ➡ プレス機上での曲げ形状測定が可能となり、曲げ半径が $\pm 0.5\text{mm}$ 以内で測定可能になった。従来は視認
- 製作時間短縮 ➡ 工程中における加工の傾向が測定でき、工程中で是正することで、加工後の

修正作業時間が1/5以下に低減

- 安定供給化 ➡ 熟練依存のプレス機操作からデータベースによる操作ができるようになり、技術伝承効果と自動化への基盤技術が得られた

今後の見通し

補完研究と販売促進を並行して展開中

- 補完研究と販売促進を並行で実施している
- プレス成形品及びその組立品については、ニーズが多い小型化、タッチセンサ化等の補完研究を実施。また、測定範囲・精度に関する仕様に拡張性・冗長性を与える、高価なコーンミラーの製作ネットワークを構築する等の研究を実施
- 機械メーカー、自動車メーカー、商社等から鋼板位置決めセンサや、狭隙部測定、大口径測定等の分野で引き合いを受け、対応中

企業情報 株式会社未来機械

事業内容 移動ロボットの開・製造・販売、レーザー3D測定機の製造・販売、左記事業に係るコンサルティング事業

住 所 香川県高松市林町2217-44 ネクスト香川202

U R L <http://www.miraikikai.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術顧問 浦治男

Tel 087-816-5112

e-mail ura@miraikikai.jp

原子力発電所のプール等の点検を自動化する自律航行型水中多目的ロボットの開発により、安全安心な点検作業を実現

プロジェクト名 自律航行型水中多目的ロボット（AUV）の開発

対象となる川下産業 ロボット

研究開発体制 (株)キュー・アイ、東京農工大学、東京大学

自律航行型水中多目的ロボット（AUV）システムの外観



【従来】

○原子力発電所のプールの点検は、人手によって行われているため、多大な労力を要する。また、カメラの安定的な操作が難しく、被ばくの危険性もある

【研究開発のポイント】

○自律航行型水中多目的ロボット（AUV）を原子力発電所のプール等における検査に活用することで、人手による検査を排し、全自動で安全安心な検査が可能に

【成果】

○AUVロボット本体の他、ドッキングステーション、コントロールサポートシステムを開発。また、システム各部のモジュールを開発
○原子力発電所や工場などの大型貯水設備で使用でき、各種点検作業を行い設備の安全安心と検査の高速化・省力化に貢献

【事業化への取組】

○H25年度の実用化を目指し、補完研究を継続

研究開発のきっかけ

原子力発電所のカメラを用いた定期点検等は人手による操作で行われているため、多大な労力を要する

- 原子力発電所のプールの点検は、十数メートルの支持棒とその先端に据え付けられたカメラを用い、オペレータの人手による操作が行われている
- 構造物が複雑に入り組んでいるため、カメラの安定的な操作が難しく死角も生じる
- 遠隔操縦式の水中ロボットの使用が有効だが、ケーブルが構造物に絡まり、ロボットの回収が行えない危険性がある

研究開発の目標

プール向けに特化した小型・低価格・高精度のAUVロボットを開発

- 主材 ➡ 耐食アルミ製、構造 ➡ 30m完全防水
- 寸法 ➡ 外径26cm
- 潜航時間 ➡ 2時間

【従来技術】

【新技術】

<従来のカメラ検査>

- ・ 人手による検査
- ・ 検査範囲が狭い
- ・ 操作が困難
- ・ 長時間検査
- ・ 人件費が高い

<自立航行型水中多目的ロボットシステム>

- ・ 全自動検査
- ・ 検査範囲が広い
- ・ スキル不要
- ・ 時間制約がない
- ・ 人件費が低い

研究開発の成果／目標を達成

各種モジュールによって構成されるAUVロボット本体を開発

- MEMS技術を採用した3軸加速度・3軸角速度センサー・24bit高速高性能A/Dコンバータ・温度センサーをパッケージ化した慣性航行法ジャイロモジュールを開発
- その他、音響障害物センサモジュール、超音波球面モータ駆動の超小型カメラモジュール、マグネットカップリング方式を採用したMCスラストモジュールなどの各種モジュールを開発
- AUVロボット本体は、これらモジュールによって構成される

AUVロボットのドッキングステーションを開発

- AUVロボット本体とのドッキング、AUVロボット本体への充電、画像取込み、光ファイバーケーブルの出し入れ、AUVロボット本体及びコントロールサポートシステムとの通信等が可能なドッキングステーションを開発
- AUVロボット本体を用いて動作検証を行い、ケーブルの出し入れ動作、ドッキング動作、充電動作が正常に行われることを確認

制御管理を行うコントロールサポートシステムを開発

- 映像・操作パネルの表示・自動制御プログラムの開発等が可能なコントロールサポートシステム、またAUVロボット本体の操作が可能なジョイスティックコントローラを開発
- 動作検証を行い、基本的な表示・制御動作が正常に行えることを確認

AUVロボット本体図面

～AUVロボット本体は、高精度で高速な位置決め等を行うために、8個のサブシステムモジュールを搭載している～



ドッキングステーション外観

～ドッキングステーションはプール水面付近の壁面に固定され、AUVロボット本体とドッキング、ロボットへの充電、光ファイバーケーブルの出し入れ、コントロールサポートシステムとの通信を行う～



事業化への取組／補完研究中

事業化状況等

- H25年度の実用化を予定
- 自律航行型水中多目的ロボット(AUV)システムの試作機あり
- 出展：第5回ロボット大賞パネル展示(H24.10)、2011国際ロボット展(H23.11)

効果

- 新製法等の実現 ➡ 検査の全自動化、定期的・長期間の検査が可能

今後の見通し

更なる改良に取り組み、ユーザーニーズを把握

- 基本自動航行動作が行える状態に各モジュールを調整・改良し、AUVシステム全体を完成
- AUVシステム全体の完成後、デモや展示会に多数出展し、ユーザーの意見を聞く機会を増やす。主なユーザーにサンプルとして出荷し、現場で使用していただく予定

企業情報 株式会社キュー・アイ

事業内容 水中、管内、耐放射線テレビカメラ・ロボット等の開発・製造・販売・輸出入

住所 神奈川県横浜市金沢区福浦2-4-7

URL <http://www.qi-inc.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術開発部 部長 松原修

Tel 045-783-1035

e-mail matsubara@qi-inc.com

ギョウチュウ卵の自動検査技術を確立し、検査判定精度の向上・作業人員の削減に貢献する

プロジェクト名 超視覚蛍光検査法によるギョウチュウ卵自動検査システムの開発

対象となる川下産業 医療・福祉機器

研究開発体制 (株)電興社、(株)上島電興社、TAC(株)、浜松医科大学

ギョウチュウ検査装置の外観



【従来】

○ギョウチュウ卵の寄生虫検査は、年間600万件行われているが、人手に頼っており生産性が低い

【研究開発のポイント】

- ギョウチュウ卵の有無を判定する蛍光画像の自動取得装置の開発
- 各データへのID付与・履歴管理が可能となる検査データの管理システムの開発

【成果】

- 蛍光画像自動取得装置：目視と比較して99%以上の精度
- 自動搬送装置：フィルムの分別能力99.9%以上
- ID付与装置：ID付与成功率99%以上
- ギョウチュウ検査装置。人手に頼っていた検査業務の自動化、また検査判定精度の向上・作業人員の削減・採算性向上に寄与

【事業化への取組】

- 実用化に時間がかかる(補完研究中)
- 検査精度の向上を図り、他用途への応用も検討

研究開発のきっかけ

寄生虫卵の検査は手作業で行われており、作業効率が低い

- ギョウチュウ卵の検査等、寄生虫卵の検査は、主に顕微鏡にて手作業で行われており、寄生虫の卵の判別に資格を要し作業効率が低い
- 観察検査対象のフィルムを顕微鏡にセットする作業に手間と時間がかかるだけでなく、検鏡した検査データが乏しい
- 観察検査対象のフィルムの検査工程やIDの管理に時間がかかっている

研究開発の目標

寄生虫卵の検査を自動化

- 蛍光画像自動取得装置の開発 ➡ 卵1個の存在を確認できる蛍光画像を6,000枚以上/24時間処理、判定精度は目視と比較し99%以上
- 自動搬送装置の開発 ➡ 6枚以上/1分間の搬送処理能力、99%以上の分別能力
- ID付与装置及び管理システム ➡ 99%以上のID付与成功率(目視での確認を可能とする)、毎年100万人の履歴管理能力

【従来技術】

【新技術】

<従来技術によるギョウチュウ卵検査>

(課題)

- ・検査の全工程が人力により、煩雑な作業が多い
- ・卵の有無は経験のある技師による目視判定のため、検査処理能力の向上や自動化が困難
- ・検査データのデータベース化及び履歴管理システムが不在

<新技術によるギョウチュウ卵検査>

(特徴)

- ・検査工程の大部分を装置が分担し作業が効率化
- ・卵の有無を判定するための画像データを自動取得、検査技師の負担が軽減
- ・検査データの高精度化・ID化、履歴管理システムの自動化・高い効率化

研究開発の成果/目標を達成

卵の有無を判定するための蛍光画像自動取得装置の開発

- 卵1個の存在を確認できる蛍光画像を6,000枚以上/24時間の処理能力を有し、判定精度は目視と比較して99%以上である蛍光画像自動取得装置を開発
- 判定精度を高めるため、2台のカメラを使用。1台目のカメラにて検査フィルム像をマクロ撮影、2台目のカメラにて被検査領域内における卵の有無を判定する

分別能力99%以上の自動搬送装置の開発

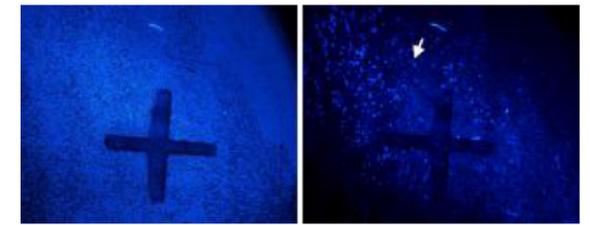
- 搬送処理能力が6枚以上/1分間の能力を有し、分別能力は99.9%以上である自動搬送装置を開発
- 搬入搬出装置の開発により、検体の連続投入が可能となり、高速の搬入が可能となった

IDを付与する装置及び管理システムの開発

- ID付与成功率が99%以上で、目視でIDが確認可能である付与装置を制作し、履歴管理が毎年100万人の処理可能な管理システムを開発
- 当該管理システムの運用により、通年の状況管理、健康管理を可能とした

光学処理精度の改善

～フィルムの蛍光認識が判定基準となる。照明法・波長・蛍光検出仕様を検討・改良した結果、背景光を軽減し画質を大幅に改善することができた(写真右:改善前 写真左:改善後)～



ID付与・管理システム

～画像処理用2台、データベース用1台のコンピューターシステムを用いて高速化を図った。その結果、2秒以内で判定結果の保存を行うことが可能となった～



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
- 特許:フィルム収納ケース、検査キット、検査装置及び検査方法(特願2112-026299)

効果

- 低コスト化:検査員の人工削減
- 精度向上:検査精度の向上、検査ミスの削減
- その他:作業者の疲労軽減

今後の見通し

川下企業のニーズに応じて精度向上試験の実施、検査手法の改善を検討中

- 川下企業から検体サンプルの提供を受け、精度向上試験を継続中
- 検体サンプルでの検査結果を川下企業に提示。川下企業からの要求に応じて検査手法の改善を検討中
- 検査精度の向上を図ると共に、他用途への応用を検討

企業情報 株式会社電興社

事業内容 コンピュータネットワークシステムの製造販売、健康・福祉機械装置の製造販売、インターネットシステムの製造販売

住所 静岡県浜松市南区卸本町98

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 企画開発部 部長 夏目三男

Tel 053-441-5444

e-mail natsume@denkosha.co.jp

制御プログラム作成簡易化を実現するシステム開発により、産業用ロボットの普及を促進

プロジェクト名 3次元ビジョンセンサを利用した産業ロボットの動作制御プログラムの自動生成に関する研究開発

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

研究開発体制 立命館大学、ソフトキューブ(株)、(株)三次元メディア

3次元ビジョン



【従来】

○バラ積みピッキングなどのロボット制御プログラムの作成は熟練技能者に依存しており、ロボット普及の障害となっている

【研究開発のポイント】

○3次元ビジョン搭載ロボットの制御プログラム自動作成システムの開発により、非熟練者でも容易にロボット制御プログラムが可能

【成果】

○ビジョンセンサにより、ロボット動作を決めるためのシステム仕様を開発
○動作列の干渉シミュレーションを行うソフトウェアを開発
○制御プログラムを開発し、ロボットに実装
○産業ロボットにビジョンセンサを取り付け、外界認識を可能とする。このことで、産業用ロボットのより高度な応用が可能

【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

制御プログラム作成の熟練技能者への依存が、産業用ロボット普及の障害

- 産業ロボットは「ティーチング」により、指示した動きを再現するため、予め定めた位置・姿勢で作業対象物を固定することが前提
- ティーチングに係る制御プログラムの作成は熟練技能者に依存しており、ロボット普及の障害となっている

研究開発の目標

3次元ビジョン搭載ロボットの制御プログラム製作自動化により、産業ロボットを普及促進

- 非熟練者でも容易に制御プログラムの作成を可能とする
- 制御プログラムの作成時間 ➡ 80%以上削減(従来は1週間程度)

【従来技術】

【新技術】

<3次元ビジョン搭載のロボットの問題点>

(課題)

- ・ 制御プログラムの作成は熟練者の技能に依存しており、3次元ビジョン搭載ロボット普及の障害となっている
- ・ 非熟練者でも制御プログラムを作成することができる支援ツールの開発が望まれる

<3次元ビジョン搭載ロボットの制御プログラム自動生成>

(特徴)

- ・ 非熟練者が容易に制御プログラムを作成することができる
- ・ 熟練者のプログラム作成時間を従来と比較して、80%以上削減可能

研究開発の成果／事業化に成功

ビジョンセンサにより、ロボット動作を決めるためのシステム仕様を開発

- 複数種のロボットメーカーに対応したロボット連携ライブラリを作製
- センサモジュールとロボットコントローラの通信コマンドは標準化しているため、ロボットが異なっても把持位置情報や動作定義は同じモジュールで対応
- 非熟練者でもプログラミングを可能とするため、3次元認識処理の各種パラメータの設定を自動化・最適化した

動作列の干渉シミュレーション

- ハンド、部品箱、部品の3次元形状モデルと動作列ファイルを読み込み、動作列の干渉シミュレーションと干渉回避を行うアルゴリズムを作成するソフトウェアの仕様を設計
- シミュレータは、モデルライブラリの読み込みなどを行うホーム画面、ワークの自動配置などを行うシミュレーション画面、ピッキング指示などを行うオフラインティーチング画面から構成される

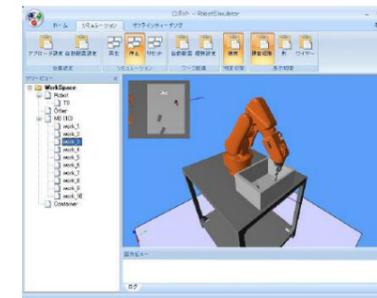
各種ロボット別インライン制御の実装

- 複数種のロボット制御プログラムの仕様を調査し、最適なシステムを開発
- ロボットを使用した生産設備において、これらの校正を行うシステムを開発し実装した

○校正はビジョンとロボットコントローラが通信によりコマンドを制御し、自動的に実行が可能

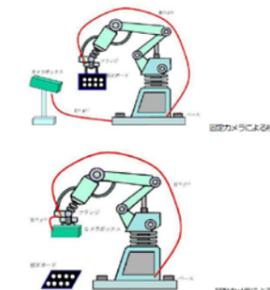
シミュレータ・ソフトウェア(シミュレーション画面)

～ワークの自動配置やTVSデータ、モデルデータを使ったシミュレーションを行う～



ビジョンによる自動校正

～校正方法は、カメラを固定配置した場合とロボットハンドに取り付けた場合を想定し、両方に対応した～



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
- ABBロボット用制御プログラム及び動作シミュレータの試作機あり(有償)
- 出展: 第15回関西機械要素技術展(H24.10)、2011国際ロボット展(H23.11)

効果

- 精度向上 ➡ 精度を要求される作業(バラ積みピッキング等)を効率良く実施可能
- 納期・製作時間短縮 ➡ バラ積みピッキングのためのソフトウェア開発工数を短期間に圧縮

○新方式の実現 ➡ 従来は不可能であったバラ積みピッキングの自動化が可能

今後の見通し

継続的な研究を実施。実用化のためロボットメーカーのニーズも把握

- ロボットメーカー各社に実用化してもらおう営業活動を実施
- バラ積みピッキングの現状ニーズをより詳細に知るため、ロボットメーカー各社へのヒアリングを継続実施
- 当初想定より、ロボットと周囲環境との干渉チェック問題が複雑化。より詳細な仕様及び必要な技術開発も実施・検討中

企業情報 ABB株式会社

事業内容 電力技術とオートメーション技術・環境負荷を最低限に抑えながら業務効率を最適化するソリューションを提供

住所 愛知県豊田市鴻ノ巣町4-86-1

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 オートメーション・モーション事業部
ロボット部 内藤 深

Tel 0565-26-0770

e-mail hisashi.naito@jp.abb.com

臨床現場作業者の被ばくを低減し安全、簡便、高精度にヨウ素シードの品質管理を自動で行う装置を開発

プロジェクト名 がん治療用ヨウ素シード品質管理測定システムの開発

対象となる川下産業 医療・福祉機器

研究開発体制 (株)テクノネットワーク四国、大隆精機(株)、徳島大学

国内規格対応装置・外観(左) 国際規格対応装置・外観(右)



【従来】

○ヨウ素シード(放射性ヨウ素125が密封された米粒大のチタン製カプセル)の品質管理は、高い放射能・小型密集・中空容器への封入などが障壁となり、正確な位置決めができず測定自動化が困難(手動による電離箱測定法にて実施)

【研究開発のポイント】

○全自動の品質管理システムの開発により、従来法の問題であった、「作業者の被ばく」、「多大な労力」、「属人的な測定」を解決

【成果】

- ヨウ素シードに触れずに正確な位置決めを行い、測定装置に搬送する装置を開発。装置には複数のヨウ素シードカートリッジを移送及び昇降機構を組み込む事で、連続で一連の測定作業を全自動で行うことが可能
- 装置には位置決め技術を用い、ヨウ素シード滅菌パッケージを位置固定再現精度±0.1mm以内で固定させ、不確かさ±10%以内を実現
- 前立腺がん治療に用いるヨウ素シードの安全、簡便かつ高精度な品質管理測定装置に利用

【事業化への取組】

○H25年度に実用化を予定

研究開発のきっかけ

放射性ヨウ素を用いた小線源(シード)刺入療法におけるシードの品質管理は自動化が困難

- 放射性ヨウ素を用いた小線源(シード)刺入療法は、高い治療効果と比較的副作用が少ないため、前立腺がんの新規治療法として注目されている
- 品質管理にあたっては、放射性物質であるシードの放射線が規定量であることを確認する必要があるが、高い放射能、中空容器、滅菌パッケージに封入されていることなどが障壁となり、正確な位置決めができず測定自動化が困難

研究開発の目標

ヨウ素シードの品質管理における安全性向上、簡便化、高精度化を実現する管理測定システムの開発

- 作業者の被ばく線量 ➡ 従来の1/10に低減
- 1度に測定できるヨウ素シード ➡ 150個(1回の手術で患者1名あたりに使用する最大数)
- 測定精度 ➡ 不確かさ±10%以内
- 自動校正機能によるフリーメンテナンス化を実現

【従来技術】

<電離箱測定法>

(課題)

- ・測定に手間と時間がかかる
- ・測定者の手指に被ばくの危険性がある

【新技術】

<シード品質管理測定システム>

(特徴)

- ・測定・解析の自動化によって測定時間を短縮
- ・被ばくの危険性も大幅に低減

研究開発の成果/目標を概ね達成

シードカートリッジの位置決め技術を核とした品質管理装置を開発

- 放射性物質(ヨウ素シード)に直接触れずに正確な位置決めを行い、測定装置に搬送する装置及び測定中に放射線が漏えいしない機構を設計
- 国内規格対応装置と国際規格対応装置の2種類を製作
- 画像処理によりシードカートリッジの傾き、回転ずれを解析し補正することで正確な位置決めを実現

測定を全自動で行う機構・ソフトウェアを開発

- ヨウ素シードを15個(1カートリッジ)ずつ連続測定するためにカートリッジ10本分の収納ポケットを採用。10本のカートリッジを連続で測定できる機構を開発
- カートリッジの昇降機構を組み込み、「測定→解析→データ保存」の一連の作業を全自動で行うシステム(組み込みソフトウェア)を開発

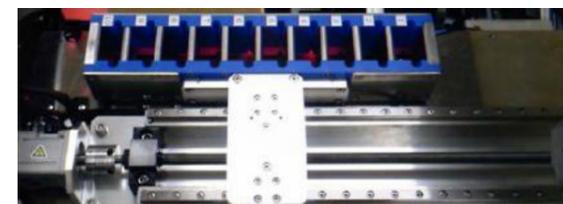
カートリッジの位置固定再現の高精度化により測定精度を向上

- 移送ユニット及び回転テーブルを駆動させるパルスモーターを0.01度単位で回転させ、精度の高い位置決めを実現
- カートリッジを位置固定再現精度±0.1mm以内で固定させ、測定精度=不確かさ±10%以内を実現

- 放射線強度測定器の自動校正を行うことによりメンテナンスフリー化を実現

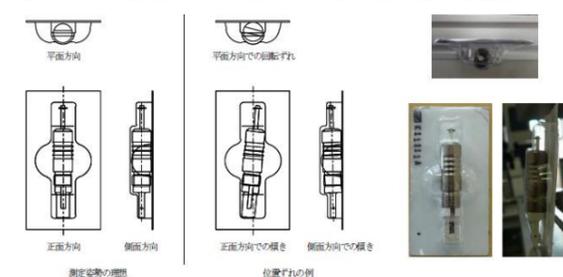
収納ポケット移送

～収納ポケット(写真上部)は移送ユニット(写真下部)に連結されており、カートリッジは、移送ユニットの作動によってカートリッジ昇降ポジションへ移送される～



カートリッジ位置規正

～カートリッジの3種の位置ずれの内、側面方向での傾きと平面方向での回転ずれの2種に対する位置規正を確立した～



事業化への取組/実用化に向け補完研究中

事業化状況等

- 実用化(検証)に時間がかかる(実用化見込:H25年度)
- 試作機は、補完研究で試験中
- 出展:日本放射線腫瘍学会小線源治療部会第14回研究会(H24.5)、日本放射線安全管理学会第10回学術大会(H23.11)

効果

- 新方式の実現 ➡ 被ばく線量を従来法(手動による電離箱測定法)の1/10以下に低減

- 管理能力向上 ➡ 「測定→解析→データ保存」の一連作業の全自動化
- 精度向上 ➡ 不確かさ±10%以内

今後の見通し

産学連携による補完研究を継続実施 全国規模の販路開拓を模索

- 大学にて性能評価を実施中。また大学・大学病院と共同補完研究を継続して実施
- 平成25年度中の実用化を予定。実用化後は、全国のヨウ素シード治療を行う病院への販売活動実施を予定

企業情報 大隆精機株式会社

事業内容 自動・省力機械の設計・製作

住所 徳島県阿南市宝田町今市柳タイ1番地

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

【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 山田隆治

Tel 0884-23-3457

e-mail t-yamada@dairyu.com

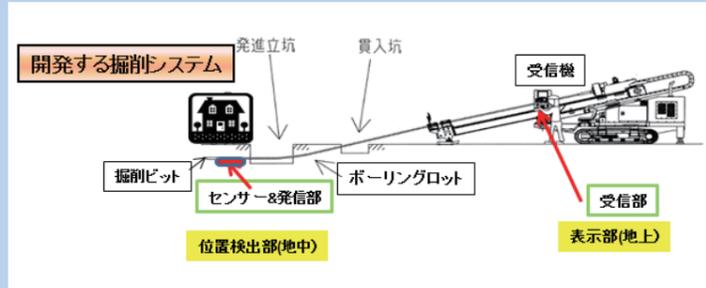
既設建物直下でも非開削工法が可能となる掘削ビット位置計測システムを開発

プロジェクト名 非開削工法用高精度掘削システムの開発

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

研究開発体制 (公財)佐賀県地域産業支援センター、(株)ワイビーエム、(株)ワイシステムサポート、九州大学、佐賀県工業技術センター

非開削工法用高精度掘削システム・全体像



【従来】

○土木工事の非開削工法は地面をオープンカットしないので、コストは安いですが、建物や河川などの直下は掘削機の先端(掘削ビット)の位置計測ができない

【研究開発のポイント】

○掘削ビットの位置を計測し、ポーリングロッドを通してデータを伝送することにより、地上部に建物や河川があってもリアルタイムに掘削ビットの位置と方向を計測可能に

【成果】

- 実用レベルの計測システムの開発
- 50m以上伝送可能なデータ伝送システムを開発
- 外径φ48mmの計測器収納ゾンデを内蔵した位置決めシステムを試作
- ポーリングロッド先端の位置を地上からリアルタイムに計測することにより、既設建物の直下を正確に地盤改良可能

【事業化への取組】

- H25年度に実用化を予定
- 現在、工事業者6社から引き合いが来ている

研究開発のきっかけ

非開削工法による地盤改良工事の際、既存建物直下の掘削ビット位置の計測はできない

- 土木工事の非開削工法は地面をオープンカットすることなく水道管などを埋設することができる省エネタイプの開削工法である
- 地震による液状化対策として、既存建物直下の地盤改良工事に非開削工法の活用が求められている
- 現状では、地上に構築物などがある場合は、ポーリング先端の掘削ビットの位置を地上から計測することができない

研究開発の目標

位置決めシステム及びデータ伝送システムの開発により、掘削機のビット位置検出と掘削システムを高精度化

- 加速度センサ及びジャイロセンサを一体化した小型のシステムの開発
- 位置計測センサと伝送システムの小型化を実現 ➡ 外径48mm以内のゾンデに収納
- 音波伝送システム ➡ 50mの距離を伝送可能
- 50mの位置を0.1%以内の精度で計測可能とし、最大10Gの振動に耐える位置決めシステムのプロトタイプを試作

【従来技術】

<従来の非開削工法>

(課題)

- ・掘削ビットの位置を確認する為、計測要員が必要
- ・真上に建物や川があると掘削位置が計測できない為、適用範囲が限定的

【新技術】

<新技術による非開削工法>

(特徴)

- ・ジャイロセンサと加速度センサにより、リアルタイムに掘削ビットの位置と方向を確認可能
- ・地上に構築物や川などの障害物がある場合も支障なく位置決めが可能
- ・計測要員が不要となり、人件費の削減が可能

研究開発の成果／目標を概ね達成

掘削ビット先端の小型位置計測基板を開発 省電力化にも成功

- 掘削ビットの先端位置を掘削中に計測するために、掘削ビットに内蔵する小型の計測基板を開発
- 大幅な省電力化に成功し24時間あたり1,000回の測定とデータ伝送を実施しても、3日以上連続稼働が可能

測定値データを地上に伝送するシステムを開発

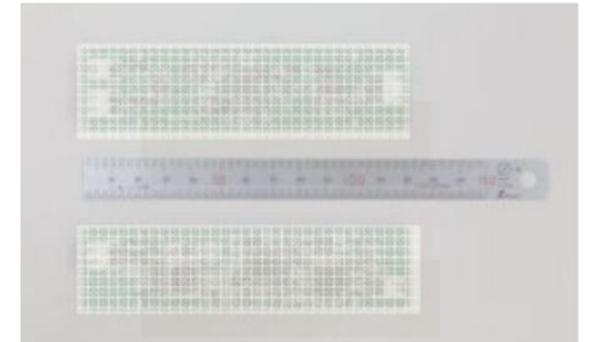
- 掘削ビットに内蔵された位置情報システムで測定した値を地上の掘削機のオペレータの手元まで50m以上の距離を伝送するシステムを開発
- データ伝送距離は51m以上、伝送速度は毎秒20ビットを達成

様々な掘削ビットサイズに適応可能な位置決めシステムのプロトタイプ試作

- 目標値である外径φ48mmの計測器収納ゾンデを内蔵した位置決めシステムのプロトタイプを試作
- 削孔径に合わせて様々なサイズの掘削ビットを取り付けることにより各種サイズの削孔径の水平ポーリングに使用することが可能

小型化した位置計測基板・受信装置基盤

～実用に耐える精度のセンサを選定し、小型化した位置計測装置の基盤(写真下)と受信装置の基盤(写真上)を製作した～



位置決め装置プロトタイプ試作機(掘削ビット)

～開発目標値である外径φ48mmの計測器収納ゾンデを内蔵した位置決めシステムのプロトタイプを作成した～



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

- H25年度に実用化を予定
- 特許化: 地中掘削位置を計測する方法、地中掘削位置計測装置及び非開削工法掘削システム(特願2012-167037)、非開削掘削機の情報伝送装置(特願2012-181382)

効果

- 精度向上 ➡ ポーリングロッド先端の位置を距離の0.1%の精度で計測可能

今後の見通し

継続的な補完研究を実施し、試作機製作にも着手

- サポイン事業の終了後においても、小型化・伝送信号に対するノイズ対策についての補完研究を継続的に実施中
- サポイン事業の成果に基づいて、掘削試験を行うための試作機を製作中(H25年3月試作機完成予定)
- H25年5月の実用化を見込んでいる。現在は、工事業者6社から引き合いが来ている

企業情報 株式会社ワイビーエム

事業内容 土木建設、都市開発、地下開発機器の製造販売。計測制御、システム開発等

住所 佐賀県唐津市原1534

URL <http://www.ybm.jp>

主要取引先 日本建設機械商事(株)、アートクレーン(株)、マルカキカイ(株)、(株)トラバース

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術本部 本部長 増本輝男

Tel 0955-64-3881

e-mail tmasumoto@ybm.jp

ステント用レーザカット技術と周辺加工技術を高度化し加工硬化型の高強度ステントを実現する

プロジェクト名 変位機能を有する高耐久性ステントの開発

対象となる川下産業 医療・福祉機器

研究開発体制 (株)インテリジェント・コスモス研究機構、クリノ(株)、東北大学未来医工学治療開発センター

【従来】

- ステント(医療機器)は虚血性心疾患、末梢動脈硬化症等の根治術として、国内外で広く採用されている
- 一方で、ステントの課題は、体内留置後の欠損と製造コストの抑制と言える

【研究開発のポイント】

- 高強度Ti-Ni合金をステントに加工可能な水レーザシステムを構築し、周辺技術と合わせて、大幅に高強度化された自己拡張型ステントを実現する

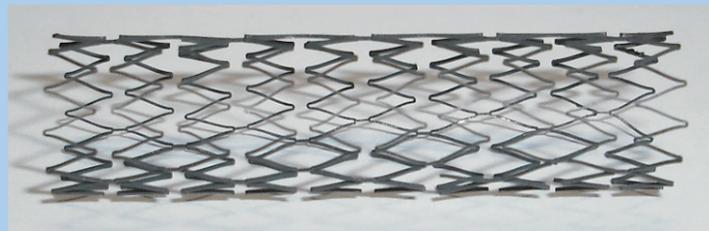
【成果】

- 加工硬化型の高強度のステントを実現し、従来型ステントよりも大幅に拡張力を向上させた
- Ni-Ti合金ステントとして、肉厚を2/3に薄肉化したステントを実現し、デリバリー時のロープロファイル化と耐久性の向上に寄与する

【事業化への取組】

- H26年度の実用化に向けて、補完研究中

水レーザにより作製した高強度ステント



研究開発のきっかけ

ステントの課題は、体内留置後の欠損と製造コストの抑制

- ステント(医療機器)は虚血性心疾患、末梢動脈硬化症等の根治術として、国内外で広く採用されている
- 一方で、ステントは体内留置後の欠損等の課題を抱えている
- また、医療機器は市場価格の下落に伴う製造コスト抑制が喫緊の課題である

研究開発の目標

ステント用レーザカット技術と周辺加工技術を高度化し、世界的競争力のあるステント製造技術を確立する

- 水レーザ加工システムの構築 → 寸法ばらつき±0.01mm、切断面乱れ0.01mm
- ステント成形・拡張技術の確立 → 従来比2倍の応力
- コイル式芯入りチューブの加工 → 5°のスロープを転がる、肉厚精度0.14±10% mm

【従来技術】

<従来のレーザ技術でのステント加工>

(課題)

- ・低応力のチューブ材料を使用せざるを得ない(レーザ加工に必要なチューブ材料の直線性を確保するため、熱矯正を実施する際に強度が低下する)

【新技術】

<NEWレーザでのステント加工>

(特徴)

- ・高応力のチューブ材料を使用できる(熱矯正を排除し、レーザ加工が可能)
 - ステントの拡張力を維持しつつ、肉厚を薄くできる
 - 歪が緩和し、耐久性が向上する
- より小さくステントを畳めるため、患部へのデリバリー性が向上する

研究開発の成果/目標を達成

ステントに適した水レーザ加工システムの構築

- 設備改善等とともに、レーザ加工軌跡を種々検討し、ステント切断寸法ばらつき±0.015mmを実現
- 光導波路である水柱の安定化、ワーク保持方法等を改善したステント専用機を導入。切断面の乱れを0.01mm以下に抑制

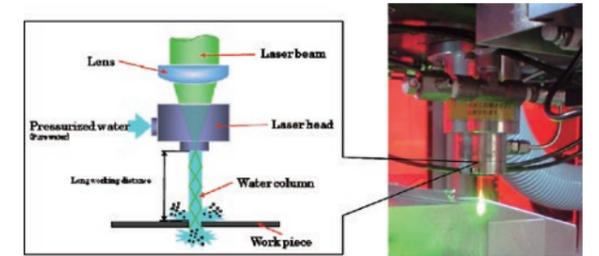
ステントの成形・拡張技術の検討と評価

- 拡張条件を検討し、従来比で大幅に加工歪みを残した高強度ステントを実現。加工硬化型ステント特有の拡張挙動の知見を得た
- ステント形状変化と特性のシミュレーションを実施も、荷重特性を推定できるレベルには至らず

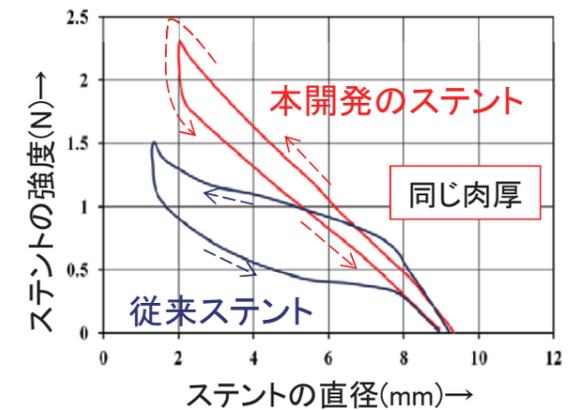
コイル式芯入りチューブ加工の検討

- 加工硬化型チューブを試作し、いくつかの手法で直線矯正を行った
- 加工硬化型の高強度チューブの完全直線化は極めて困難であり、レーザ加工機の改善等で補完
- 加工開始時の芯金材とチューブの寸法を変え、肉厚制御のためのデータを蓄積
- チューブの肉厚精度は、肉厚0.25~0.3mmにおいて±0.015mm程度を確保

水レーザ加工システム概略図



高強度ステントの特性



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て、補完研究中
- 高強度ステントと薄肉ステントの試作提供が可能
- 新聞:日経産業新聞「東北大VBのクリノ 血管内に挿入する医療具ステント 強度2.5倍以上に」(H24.4.5)

効果

- 耐久性向上 → Ni-Ti合金ステントの耐久性向上(定量的効果は今後検証予定)
- 薄肉化 → Ni-Ti合金ステントの肉厚を66%以下に薄肉化可能
- 拡張力向上 → Ni-Ti合金ステントの拡張力を2倍向上

今後の見通し

機能向上に向けた研究開発を進めつつ、医療機器メーカーとの連携による実用化を目指す

- 研究成果を活かし高強度ステントと薄肉ステントを試作。医療機器メーカーにサンプルを提供し、好意的評価を得た
- Ni-Tiチューブ材料の加工試作を継続し、直線性の向上とそれに伴うレーザ加工精度向上を目指す。耐久性について専用試験機による実証試験を計画。従来ステントの機械特性曲線に近い高強度化の検討も実施予定
- 医療機器メーカーとの間で、医療機器としてのステント開発を検討予定

企業情報 クリノ株式会社

事業内容 細胞呼吸活性測定装置の製造販売、インターベーション関連製品・材料の製造販売(東北大学の医工学の研究成果を事業化し、臨床応用の実現を目指す)

住 所 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-40
東北大学連携ビジネスインキュベータ103

U R L <http://www.clino.org>

主要取引先 産婦人科医療機関、医療機器メーカー、国公立研究機関、共栄電工(株)、(株)エスク

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 機能材料事業部課長 鈴木正夫

Tel 022-721-5633

e-mail suzuki@clino.org

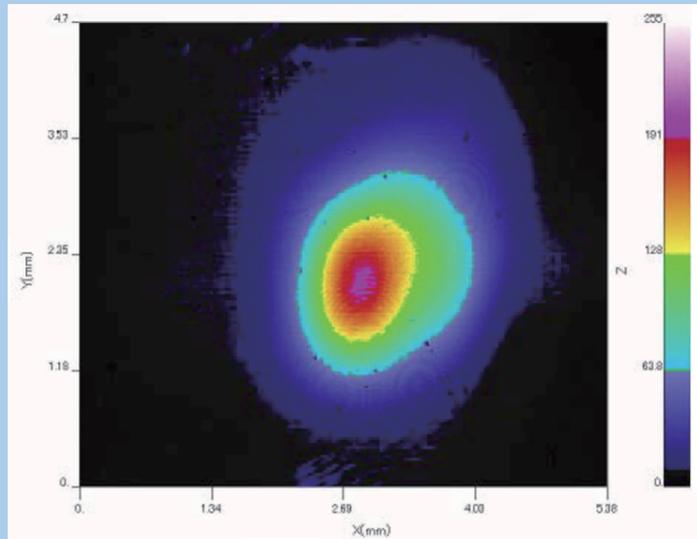
深紫外線による非熱加工・ドライプロセスの導入により 難加工材への高精度でクリーンな微細加工を実現する

プロジェクト名 高速レーザードライエッチング法の開発

対象となる川下産業 半導体・液晶製造装置、電子機器・光学機器産業機械

研究開発体制 (株)メガオプト、日星電気(株)

平均出力20W以上時のパワーアンプのビームプロファイル



【従来】

- 通信や医療機器の発展により、フッ素樹脂やガラス等の難加工材料への微細加工の要求がある
- これに応えるためには、加工用光源及びシステムを見直し、深紫外線による非熱加工・ドライプロセスを実現する必要がある

【研究開発のポイント】

- 産業用として高い適性を持つファイバレーザーをベースとし、波長260nm以下の光源と高精度な加工ヘッドを開発し、精度と環境性能を両立させたドライプロセスシステムを構築する

【成果】

- 当初目標の1,030nm波長帯にて、平均出力20W以上、パルス幅5～100ns、繰り返し100kHz～1MHzのナノ秒・パルスファイバレーザーを完成させた

【事業化への取組】

- 加工分野においてH27年度の事業化を目指すとともに、検査装置メーカー等との協業も推進している

研究開発のきっかけ

難加工材への微細加工実現に向け、深紫外線による非熱加工・ドライプロセスが必要

- 通信や医療機器の発展により、フッ素樹脂やガラス等の難加工材料への微細加工の要求がある
- これに応えるためには、加工用光源及びシステムを見直し、深紫外線による非熱加工・ドライプロセスを実現する必要がある

研究開発の目標

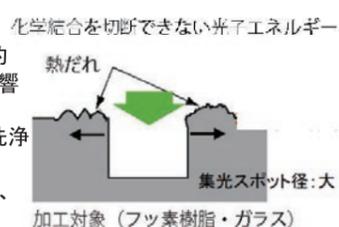
ファイバレーザーと非線形波長変換を応用した波長260nm以下のレーザーを用いて 高精度でクリーンな微細加工技術を確立する

- ガラス・フッ素樹脂微細加工用、平均出力2W以上、波長260nm以下のファイバレーザーシステムの開発・実用化
- 20Wクラスの1,030nmファイバパルスレーザーの構築
- 波長260nm以下の高効率、紫外線発生の実証・最適化

【従来技術】

<赤外レーザー>

(課題)
熱による加工が支配的
・加工点付近の熱影響
=加工精度低下
・ダスト等の発生=洗浄
プロセスが必要
精度が低いだけでなく、
環境負荷が大きい



【新技術】

<深紫外レーザー>

(特徴)
アブレーション加工が
支配的
・熱影響がなく精密な
加工が可能
・洗浄過程不要のド
ライプロセス
高精度で「クリーン」な
将来技術



フッ素樹脂・ガラス等の
難加工材の微細加工を
可能に

研究開発の成果／目標を概ね達成

ファイバ増幅器の開発

- 1,030nmの波長帯で平均20W以上の出力を安定的に、かつ高性能で得ることに成功
- 従来比で波長を30nm以上短くするとともに、ファイバ増幅器段数を計4段から3段へ簡略化。発振器並びに増幅器でのパルス可変性の大幅拡張、装置組み込みのためのユニット化、新たな光パルス発生システムの開発等を実現
- 課題であった最終増幅器における最大20W以上の平均出力から14Wへの出力低下を克服、本格的実用化に近づく

波長変換システムの開発

- ファイバレーザーシステムにおける1,060nm帯から1,030nm帯へのアップグレードに対応し、波長変換ステージでは第二・第四高調波ステージを再検証

- 結果、第二高調波ステージでは9W以上の最大平均出力を記録
- 第四高調波では260nm以下の目標波長を得たが、出力においては期間内に数値目標に到達せず

開発項目と実績

開発項目	実績
ファイバ増幅器	LD直接変調方式より、波長1,030nm帯で繰返し周波数50kHz、100kHz、500kHz、1MHz及びパルス幅がそれぞれ約100ns、50ns、10ns、5nsの光パルスを発振器より取得、100kHz以上に平均出力20W以上の増幅光を実現
ファイバ増幅器	ゲインスイッチング方式と外部変調方式によりそれぞれ150psと115psのパルス発生に成功し、いずれも平均出力20W以上の増幅に成功
改良・装置化	ファイバ部のユニット化及び増幅器の簡略化に加え、光パルス特性の可変性を可能にした。20W以上の平均出力において良質なビームプロファイリングが得られた。
波長変換システム	第二高調波ステージの開発
波長変換システム	第四高調波ステージの開発
改良・装置化	レーザーヘッドの機構設計を新たに行った。結晶トラッキングシステムは自動なものに改良し、連続運転可能とした

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

- H27年度の事業化を目指す
- 報告書:光技術動向調査報告書 H24年度

効果

- 精度向上 ➡ 開発した深紫外線レーザー光のガラス・フッ素樹脂に対する吸収は数十～百倍以上高く、加工精度を著しく向上させる
- 微細化 ➡ 開発した深紫外線レーザー光の集光径は、通常用いられる近赤外光及び可視光と比べそれぞれ1/4及び1/2程小さく、微細加工を実現させる
- 製作時間短縮 ➡ 開発した深紫外線レーザー光の繰り返し周波数はMHzオーダーで従来技術の10倍程高いスループットが可能となる

今後の見通し

加工分野での事業化に向けた補完研究を継続しつつ、装置メーカーとの協業も推進していく

- 電気部分でのコスト見直しと機構部分の簡略化及び小型化に必要な技術課題の克服に努める
- 本研究開発は当初、加工分野での適用を主眼にしていたが、その後の市場調査の結果、検査装置の光源としての需要がより大きいことが判明。本技術の派生により新市場を開拓するため、複数の装置メーカーへの開発提案を行った結果、本研究開発の目標仕様とは異なるが、紫外線レーザーを使用した検査装置の新機種の共同開発実施に漕ぎ着けた
- 当初の目的である加工分野においてH27年度の事業化開始を目標にし、社内でレーザー光源の実用化を図る一方、加工装置メーカーとの協業を推進する予定

企業情報 株式会社メガオプト

事業内容 全固体レーザー・ファイバレーザー・周辺機器の研究開発製造・販売
住 所 埼玉県和光市南2-3-13 和光理研インキュベーションプラザ301
U R L <http://www.megaopto.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発部第二開発グループ長 宮田憲太郎
Tel 048-468-3291
e-mail k-miyata@megaopto.co.jp

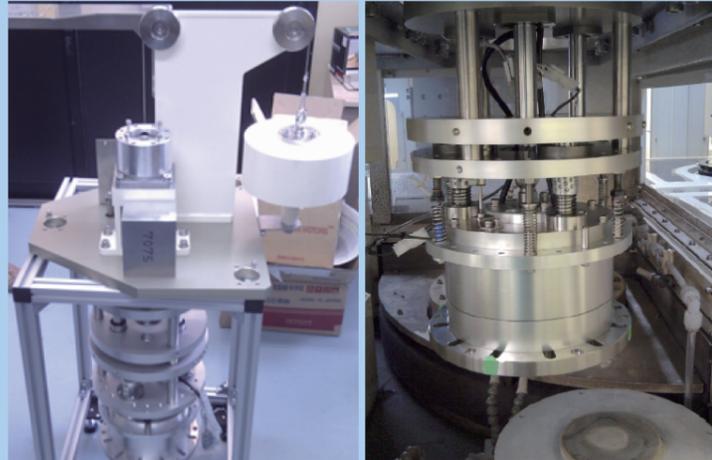
低速・低加圧で鏡面加工が可能で、大口径シリコンウエハにも対応できる新たな切削加工技術の確立

プロジェクト名 大口径シリコンウエハの極薄化に対応した高精度切削加工技術の研究開発

対象となる川下産業 半導体・液晶製造装置、産業機械・工作機械・建設機械、燃料電池・太陽電池

研究開発体制 ミクロ技研(株)、メゾテクダイヤ(株)、東京都市大学

新型研磨機の外観（左）と自動機装着状態（右）



【従来】

○半導体用ウエハは大口径化と極薄化が進んでいる
○従来、ウエハの裏面の鏡面加工はスラリー研磨による高加圧方式が主流だが、ウエハ破損や配線へのスラリー染み込み等の問題があった

【研究開発のポイント】

○低速・低加圧で鏡面加工が可能で、大口径ウエハにも対応できる高精度切削加工技術の確立を目指す

【成果】

○衝撃防止構造砥石、ポーラス樹脂ダイヤモンド砥石及び低速・低加圧での研磨が可能な装置を開発した
○シリコンウエハの研削装置並びに研削砥石として、ウエハの極薄化を実現する

【事業化への取組】

○補完研究を進めつつ、H25年度の実用化を目指している

研究開発のきっかけ

多層配線の極薄ウエハでは、新たな切削加工方法の確立が求められている

- 半導体用ウエハは大口径化と極薄化が進み、その厚さは50μm以下である
- 従来、ウエハの裏面の鏡面加工はスラリー研磨による高加圧方式が主流だが、ウエハ破損や配線へのスラリー染み込み等の問題があった

研究開発の目標

低速・低加圧で鏡面加工が可能で、大口径ウエハにも対応できる高精度切削加工技術を開発

- 衝撃防止構造砥石、ポーラス樹脂ダイヤモンド砥石及び低速・低加圧での研磨が可能な装置を開発する
- 安定した超低加圧制御の開発 ➡ 0.1KPa以下の制御
- ウエハ接触時の衝撃防止技術の開発 ➡ 砥石に0.5KPa前後の圧力接触
- 衝撃防止砥石、ポーラス樹脂砥石搭載装置 ➡ 大口径ウエハで歩留まり100%

【従来技術】 ➡ 【新技術】

<スラリー研磨による高加圧方式>

- (工程)
- 粗研削
 - 仕上げ研削
 - ポリッシュ(スラリー研磨)による鏡面加工
- ・高速研削加工での衝撃が大きく、極薄ウエハが破損しやすい
 - ・極薄ウエハのスラリー研磨ではスラリーが配線に染み込み配線を破壊する。乾式研磨では静電気が起こる
 - ・5Kpaの加圧が限界で極薄ウエハでは破損してしまう

<衝撃防止構造砥石、ポーラス樹脂ダイヤモンド砥石> <低速・低加圧での研磨品>

- (工程)
- 粗研削
 - 仕上げ研削(衝撃防止構造)
 - 低速・低加圧での鏡面加工
- ・衝撃防止砥石によるウエハ破損の撲滅
 - ・ポーラス樹脂砥石の採用で純水加工を実現(スラリーレス)。かつ静電気の発生も解消
 - ・0.1Kpaの加圧で低速兼加工。業界要求の良好なウエハ表面性状を確保可能

研究開発の成果／目標を一部達成

衝撃防止構造砥石の開発

○単層砥石と同列に樹脂を4個入れた衝撃防止構造砥石構造を検討し、目標とする加速度、チップ強度等をほぼ達成

低速・低加圧用ポーラス樹脂砥石の開発

- 強靱なポーラス樹脂砥石やセラミックス系ビトリファイド砥石の開発に成功し、最終仕上げ面粗さ:3nmRa、研削比:γ=30を達成。生産現場で使用可能な状態となった
- 砥石の自己ドレスサイクルの解明、破砕層深さの観測データより、従来の#400⇒#2000⇒#8000工程から、#400⇒#8000工程の目処が立ち、生産性向上が期待できる

低速・低加圧用装置の開発

- 研磨初動時、砥石とウエハ接触時の荷重低減化に成功し、衝突防止技術、超低加圧制御技術を確立
- 矩形断面よりも丸型砥石が長波うねりで加工し、研削効率も優れていることが判明

実験番号と加工条件(研削水:フィルター濾過市水)

実験No.	砥石種	ウエハ回転数		荷重 W(kgf)	加工時間 t(min)
		N(rpm)	n(rpm)		
1	L4	360	300	12.5	1.5
2	L4	40	50	1.0	5
3	L4	40	50	5.0	5
4	BS166	40	50	1.0	5
5	BS166	40	10	1.0	10
6	BS166	40	50	1.0	15
7	BF162	40	50	.01	5
8	BF162	40	10	1.0	10
9	BF162	40	50	1.0	15
10	R218	40	50	1.0	5
11	R218	40	10	1.0	10
12	R218	40	50	1.0	15
13	R165	40	50	1.0	5
14	R165	40	10	1.0	10
15	R165	40	50	1.0	15
16	V127	40	50	1.0	5
17	V127	40	10	1.0	10
18	V127	40	50	1.0	15
19	V127	40	50	1.0	15
20	V127	40	50	1.0	25
21	V127	40	150	1.0	15
22	Dry				

砥石名称と結合材種及びダイヤ砥粒種
 L4: PVA 【砥石は全て多孔質/SDs000】
 BS166: Melamine-1 BF162: Phenol
 R218: Phenol R165: Hybrid (Vitrified & Phenol)
 V127: Vitried
 ○ : Phenol (○形状) / 【他は矩形状】

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

○補完研究中であり、H25年度の実用化を目指す

効果

- ロス削減 ➡ 0.1kpa以下の低圧加工技術の開発により、薄型ウエハの破損を防止する
- 歩留まり向上 ➡ 独自の砥石と機構の開発により、30μmの大口径ウエハで歩留まり100%を実現する
- 低圧加工技術の当初の目的は、薄型ウエハの破損防止であったが、最近になってベアウエハのGBIR (SBIR) 精度が高まり、本技術の必要性が増してきた

今後の見通し

補完研究を進めつつ、H25年度の実用化を目指す派生分野の開拓も進める

- サポイン研究において積み残したゲッターリングの評価を継続している。一方、現在市場で主流となっているドライポリッシュ砥石の製品化に着手するとともに、川下企業からの引き合いをもとに、ドライポリッシュ砥石対応の新型機構(Head)の開発を進めている
- 複合研磨:最近になってユーザーよりドライポリッシュのみよりも、スラリーと砥石の複合研磨技術に関する要望が増えている。多孔質金属に低弾性砥石を埋め込み、スラリー注入状態で研磨する手法を確立し、試験ラインで試運転中である
- 研磨ヘッド:従来型ヘッドの不良要因を解析し、高精度GBIRに対応可能なφ300用研磨ヘッドを開発中である。4月より客先ラインで検証運転する予定である

企業情報 ミクロ技研株式会社

事業内容 半導体及びFPD製品の製造装置の開発・製造及び販売
 住所 東京都中央区日本橋箱崎町18-11 MOCビル
 URL http://www.micro-eng.co.jp

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 総務部部长 山川昌則
 Tel 03-3668-8132
 e-mail m-yamakawa@micro-eng.co.jp

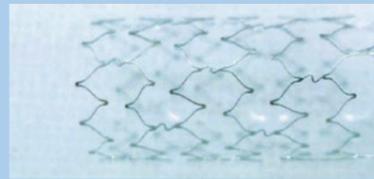
世界水準を超えるベアステント加工技術により 最先端素材で小型複雑形状のステントを提供

プロジェクト名 難削材における次世代ベアステントの製作に係る研究開発

対象となる川下産業 医療・福祉機器

研究開発体制 タマチ工業(株)、(株)エミック、東京工業大学

電化研磨後ステント外層（上：CoCrステント、下：NiTiステント）



【従来】

- 血管等を管腔内部から広げる医療機器であるステントは、98%を海外メーカーに依存している
- 国内の大学、医療機関がステントを安価に短納期で入手することは困難
- 国内ステントメーカーには、低コストで高品質なステントを供給することが求められている

【研究開発のポイント】

- 難削材での小型複雑形状ベアステント加工技術を確立し、最先端素材で高品質なステントを安価で迅速に提供する

【成果】

- SUS316Lベアステントでは量産化に向けた品質安定化、品質検査・測定方法等を確立。CoCrベアステントでは電解研磨後の面粗度等の品質安定が課題。NiTiベアステントでは、加工技術を確立し、実用水準に到達
- 血管内治療用や消化器用ステントとして活用される

【事業化への取組】

- 川下企業に商品を販売している。川下企業において医療機器の認可を取得中

研究開発のきっかけ

国内ステントメーカーには、世界水準を超える加工技術の確立と、低コスト・高品質のステント供給が求められる

- ステントの輸入率は98%で、額は1千億円に上る。国内ステントメーカーの加工技術は海外より遅れている
- 国内ステントメーカーには、世界水準を超えるステント加工技術による、低コストで高品質なステントを供給することが求められている

研究開発の目標

難削材での小型複雑形状ベアステント加工技術を確立し、最先端素材で高品質なステントを安価で迅速に提供する

- SUS316Lベアステント → 量産に向けた品質安定化(不良率3%以下)、工程削減(30%減)
- CoCrベアステント → 電解研磨後の品質(面粗度Ra0.05以下)、精度安定(寸法誤差±5μm)
- NiTiベアステント → レーザー加工、熱処理、ドロス除去、電解研磨、圧縮までの技術を確立

【従来】

<海外依存>

ステントの国内市場は約98%を海外メーカーに依存、国内メーカーは1社のみ製造・販売

- ・日本ベアステント加工技術の立ち遅れ
- ・日本で大学や医療機器メーカーがステント分野に進出しようとしても、安価なベアステントを入手することができない。海外から高額、長納期で購入するしかなく、研究が進まない

【研究後】

<国産化>

- ・安価・良質なベアステントを国内医療機器メーカーに提供
- ・国内での研究加速
- ・海外技術を凌駕するステントの開発・販売
- ・国内医療機器メーカー、国内外でシェアを伸長
- ・国内の医療機器産業の推進、新たな雇用創出

本研究の成果

研究開発の成果／目標を概ね達成

SUS316Lベアステントの開発

- レーザーカット段階で100%に近い歩留まりの量産技術を確立
- 心拍鼓動による伸縮耐久テストの結果、拍動テストでは破損や変形が全く認められず
- 表面コーティングでも剥離、脱落等は見られず
- 量産に対応できる表面状態検査方法、強度測定方法を確立

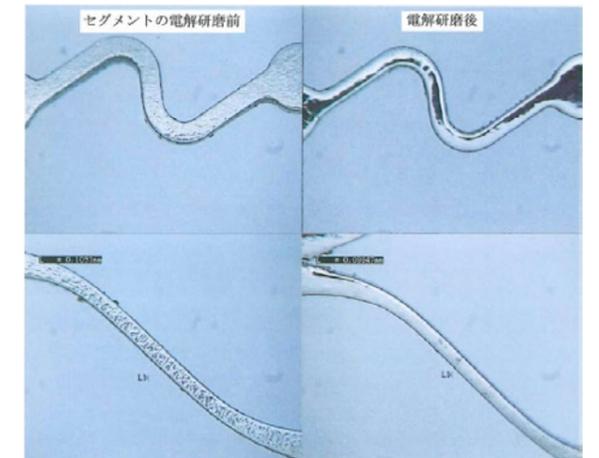
CoCrベアステントの開発

- 新たな発想での設計に向け、肉厚の薄い(0.085mm)ステントを加工。肉厚が薄いため、電解研磨での削り代が大きく通電面積が少ないところに電流負荷が集中し、面粗度の確保に苦労した
- レーザー加工では問題なし。電化加工時の電流分布を考慮した形状設計が今後の課題

NiTiベアステントの開発

- レーザー加工条件、ドロス除去方法、仕上げ手法を確立
- 実際の消化器ステントよりセグメントが細く繊細なステントを作製。川下企業から実用レベルで十分な品質を認められる
- 設計、製作ともに実用水準まで到達

NiTiステント電解研磨の確立



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

- H23年度の実用化に成功。H28年度の上市を目指す
- ステントの有償サンプルあり

効果

- 低コスト化 → 海外商品と比較して半分の金額で顧客に提供している
- 精度向上 → 海外商品と比較して面粗度がよいとの評価を得ている
- 量産化 → 上市(販売)にむけて、量産技術が進んだ

今後の見通し

川下企業への商品販売を進める
現在、川下企業で医療機器認可を取得中

- 血管内治療用や消化器用ステント等、サポイン事業で確立した技術を用いた商品の開発を行っている
- 既に川下企業に商品を販売している。現在、川下企業が上市に向けて開発を進めている

企業情報 タマチ工業株式会社

事業内容 ステント、カテーテル等の医療機器製造、レース用エンジン部品製作
住所 東京都品川区南大井4-10-2
URL <http://tamachi.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業部課長 高松賢介
TEL 03-3762-5591
e-mail k-takamatsu@tamachi.jp

ピコ秒レーザーによる高硬度材への高速・高精度な微細孔あけ加工技術の確立

プロジェクト名 ピコ秒レーザーによる多次元微細パターン加工技術の開発

対象となる川下産業 半導体・液晶製造装置、自動車、医療・福祉機器

研究開発体制 (財)理工学振興会、(株)リプス・ワークス、芝浦工業大学、(独)産業技術総合研究所

ピコ秒レーザー位置制御装置 (1,030nm, 515nm)

PiCoolS



【従来】

○微細加工用レーザーとしては、YAG第3高調波、ピコ秒レーザー等があるが、YAG第3高調波では熱影響が大きく高アスペクトの穴あけ加工は困難、ピコ秒レーザーは量産化技術に達していない等の課題がある

【研究開発のポイント】

- ピコ秒レーザーによる高硬度材への高速・高精度な微細孔あけ加工技術を確立する
- 他材料への微細孔あけ技術(1次元加工)、多数孔を高精度ピッチで加工する技術(2次元加工)、微細金型(3次元加工)への応用等、より特性の優れた多次元微細パターン加工技術を開発する

【成果】

- ピコ秒レーザー位置制御装置を開発し、ピコ秒レーザービームによる多次元加工の制御を可能とした
- 半導体検査用プローブカード、自動車用燃料噴射ノズル、医療用ステント等への導入を目指す

【事業化への取組】

○H23年度の事業化に成功。営業重点領域を定め、営業・拡販活動を進める

研究開発のきっかけ

微細加工用レーザー技術の高度化が求められている

- 微細加工用レーザーとして、YAG第3高調波、ピコ秒レーザーが主流である
- YAG第3高調波では熱影響が大きく高アスペクトの穴あけ加工は困難、ピコ秒レーザーは量産化技術に達していない等の課題がある

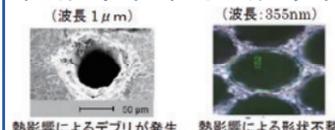
研究開発の目標

ピコ秒レーザーによる高硬度材への高速・高精度な微細孔あけ加工技術を確立する

- 他の材料への微細孔あけ技術(1次元加工)、多数孔を高精度ピッチで加工する技術(2次元加工)、微細金型(3次元加工)への応用等、より特性の優れた多次元微細パターン加工技術の開発を行う

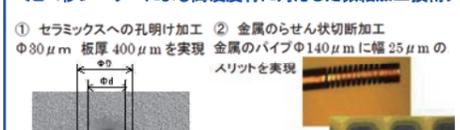
【従来技術】

<YAGレーザー> (波長: 1μm)



熱影響によるデブリが発生
熱影響による形状不整

<THG-YAGレーザー> (波長: 355nm)



① セラミクスへの孔明け加工 ② 金属のらせん状切断加工
Φ30μm 板厚 400μm を実現 金属のパイプΦ140μmに幅 25μmの
スリットを実現

ダレ・カケが生じる

【新技術】

<ピコ秒レーザーによる
多元系微細パターン加工技術>



(特徴)

- ・レーザーの入射側の形状不整を解決(上図参照)
- ・回転切断面の入射側の形状不整を解決
- ・多数孔の高精度・高速加工を確立
- ・底面の高精度平坦度の不整を解決
- ・多次元パターン加工技術を検証

研究開発の成果／目標を達成

ピコ秒レーザー加工環境とレーザー制御機能の高度化

- レーザービーム光学系の整備とピコ秒レーザー位置制御装置の開発により、ピコ秒レーザービームによる多次元加工の制御が可能に
- 製品精度に影響を与える温度変化を最小限に抑え、微塵・微粉等汚染因子を清浄化する環境清浄化装置を開発

高制御ピコ秒レーザーによる1次元パターン加工

- 1次元加工では、ビーム特性の調整、位置制御との同期等をチェック。形状不整をなくし、高真円度・高アスペクト比の孔加工を実現する高精度回転制御装置を開発
- 周期的な孔構造の高速1次元加工のための制御条件を調査し、多穴加工部品の量産化のための高再現性を実現

高制御ピコ秒レーザーによる多次元パターン加工

- 2・3次元加工では、レーザーの焦点位置と材料の高さ位置を高精度に調整する多軸光学制御装置を開発。最適加工条件探索とパターン再現限界検討を実施
- 微細パターン転写モールド成型装置により、光学

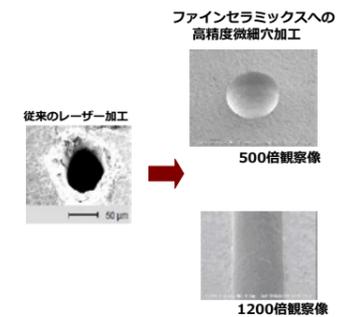
ポリマー、低融点ガラス素材の2・3次元パターン加工を施した型を用いて、そのモールド成形転写性を検討した

目標値と達成値

1次元加工高精度化の目標値と達成値			
項目	研究着手前	研究の目標値	達成値
レーザー入射側のダレ	10~15μm	5μm以内	3μm以内 材料により多少の 差異が生じている
孔精度	真円精度 2μm	1μm	1μm
回転切断面の平滑度	らせん溝のダレ、欠け 2μm	1μm以下	1μm

1次元加工の高速化と2次元孔配置の高再現性の確立の目標と達成値			
項目	研究着手前	研究の目標値	達成値
孔加工速度	12秒/孔	5秒/孔	6秒/孔
多穴加工の位置誤差	100孔加工時 孔ピッチ誤差±5μm 最大ピッチ誤差±7μm	孔ピッチ誤差±2μm 最大ピッチ誤差±5μm	孔ピッチ誤差 X=2.2μm Y=2.2μm 最大ピッチ誤差 X=2.7μm Y=3μm

ピコ秒レーザー位置制御装置で得られる加工技術例



事業化への取組／事業化に成功

事業化状況等

- H23年度の事業化に成功
- 無償サンプル(セラミクス、金属への微細加工例)、有償サンプル(個別要求に対し有償対応)あり
- 特許:「極短パルスレーザーによる多次元パターン形成装置及び形成方法」(特願2011-212046)
- 新聞:日刊工業新聞「マイクロレベルの微細技術」(H24.9.19)、「ピコ秒レーザー加工 リプス・ワークス」(H24.7.27)

効果

- 歩留まり向上 ➡ 従来の機械加工法では工具の消耗による品質のばらつきがみられるが、新技術は数万の孔加工をしても安定した加工が可能
- 精度向上 ➡ 機械加工法に比して微細加工(φ30μm以下)が可能になり、幾何学的公差も向上した
- 量産化 ➡ 加工速度が速く、寸法のばらつきが

少ないため、短納期、連続加工が可能になった

今後の見通し

営業重点領域を定め、営業・拡販活動を進める

- 半導体不況により、当初策定したプローブカード事業の確立は停滞。一方、新技術を利用したセラミクス加工等の需要増により、セラミクスメーカー、電子部品メーカー、自動車メーカーへの営業を強化している
- 摩擦抵抗を減らす、表面マイクロテクスチャ加工への要求の高まりを受け、新技術の応用で、最適テクスチャの加工技術向上の研究を進めている。また、微細金型の製造技術にも取り組む
- セラミクス、難削材への微細加工分野への営業を強化し、自動車の燃料噴射ノズル、医療器部品、電子部品、光通信部品等への拡販を進める

企業情報 株式会社リプス・ワークス

事業内容 レーザーによる微細加工受託、レーザー加工機の製造
住所 東京都大田区東糀谷6-4-17 OTAテクノCORE
URL <http://www.lps-works.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業技術部 照井正人
Tel 03-3745-0330
e-mail terui@lps-works.com

高速高精度切削加工技術と新素材部品を用いて 燃費、耐熱性、信頼性を大幅に向上したUAV用ジェットエンジンを開発

プロジェクト名 環境対応型先進無人飛行機（UAV）用ジェットエンジンの開発

対象となる川下産業 航空・宇宙、ロボット、環境・エネルギー

研究開発体制 (財)にいがた産業創造機構、YSEC(株)、(有)小林製作所、佐渡精密(株)、(株)ジェイシーエム、新潟大学、(独)産業技術総合研究所

組立完成後のエンジン



【事業化への取組】

○ジェットエンジンの最大出力を得るための研究を継続中。H27年度の実用化を見込む

【従来】

- 現在販売されているUAV用ジェットエンジンは、海外製品が大半を占めている。海外製品は、耐熱性、部品同士の組合せ精度等のスペックが低い
- エンジンの信頼性・耐久性の大幅な向上には、部品の耐熱性、部品同士の組合せ精度等の向上が必要

【研究開発のポイント】

- 高速高精度切削加工技術で加工した新素材等の部品により、燃費、耐熱性、信頼性を向上させたUAV用ジェットエンジンを開発する

【成果】

- ジェットエンジン製造技術の核となる切削技術を確立。電子制御等、ジェットエンジンシステムとして世界最高性能（最高到達回転数等）を引き出す技術に課題を残す
- ジェットエンジンとしての静音性に優れ、高いペイロードを有することから、新たな無人飛行機の動力源として採用され、物資輸送等に用いられる

研究開発のきっかけ

UAVジェットエンジンの大幅な信頼性・耐久性向上が必要

- 現在販売されているUAV用ジェットエンジンは、海外製品が大半を占めている
- 海外製品は、耐熱性、部品同士の組合せ精度等のスペックが低く、国内ユーザーのニーズに応えられていない
- エンジンの信頼性・耐久性の大幅な向上には、部品の耐熱性、部品同士の組合せ精度等の向上が必要

研究開発の目標

高速高精度切削加工技術で加工した新素材等の部品により 燃費、耐熱性、信頼性を向上させたUAV用ジェットエンジンを開発する

- 燃費向上 ➡ 部品の軽量化、タービン高速回転時の振動・摩耗損失の低減
- 耐熱性向上 ➡ 耐熱合金・チタン合金の採用
- 信頼性向上 ➡ 従来品の保証時間400時間を大幅に超える

【従来技術】

<海外製ジェットエンジン>

- ・航空用小型ターボジェットエンジンは、国産率0%
- ・国内に競争力ゼロ
- ・大企業も輸入品を使用

（課題）

- ・騒音が大きい
- ・燃費が悪い
- ・高額

【新技術】

<環境対応型ジェットエンジン>

- ・ジェットエンジンという川下企業をサポートする製品を試作することにより、中小企業の技術の評価

（特徴）

- ・音が静か
- ・燃費がよい
- ・国産で安価
- ・安定交換部品供給

ファンブレード、圧縮タービン、排気タービン、軸受、燃焼室、精密配管、加圧容器等の設計技術及び製造技術の開発

【エンジン制御部開発】

制御装置、伝送系、制御ソフトウェアの開発

【エンジン評価技術の開発】

低燃費性、高信頼性、安全性等の評価試験と計測法・試験法の開発

研究開発の成果／目標を概ね達成

高精度高速切削加工技術の実現

- 難削材であるインコネル合金や、軽量マグネシウム合金の高精度高速切削技術を実現し、切削による排気タービン、圧縮タービンを開発した

適正工具の研究

- 切削時に工具及びワークの熱を制御するための無刃部を有する、高精度高速切削用工具を開発した

ドライ加工の研究

- 難削材であるインコネル合金のニアドライ加工やチタン合金のドライ加工、軽量マグネシウム合金のニアドライ加工を実践し、環境負荷を低減した

ジェットエンジンの試作

- ジェットエンジンのシステム化技術の構築により、推力20kgfクラス国産初のプロトタイプジェットエンジンの試作、試運転を行った

エンジン組立・調整

～コアエンジンの各部品を、高精度に組み立てる手法を確立した～

No.	組立部品	組立手法	条件	組立番号
①	主軸+後部ベアリング	圧入	油圧プレス 1kN以下	①
②	①部品+タービン	焼き締め	電気炉にて加熱後、焼き締め	②
③	中心管+フィンガイド+潤滑配管	ネジ締結 配管差込	配管はSUSワイヤーにて固定する	③
④	排気整流+燃焼室+燃料配管	ネジ締結 配管差込	配管は、SUSワイヤーにて固定する	④
⑤	③ASSY+④ASSY+ロックリング	配管差込 ネジ締結	ワッパは専用工具で締結。	⑤
⑥	⑤ASSY+②ASSY	挿入(押込)		⑥
⑦	⑥ASSY+皿ばね・ベアリングガイド	挿入(無負荷)		⑦
⑧	⑦ASSY+前部ベアリング	圧入	油圧プレス	⑧
⑨	⑧ASSY+コンプレッサー	焼き締め 焼き締め	電気炉にて加熱後、焼き締め	⑨
⑩	⑨ASSY+ガイド	ネジ締結	配管部Oリング挿入	⑩
⑪	⑩ASSY+シェラウド	ネジ締結	コンプレッサーとの隙間をシムにて調整	⑪
⑫	⑪ASSY+外殻	挿入 ネジ締結		⑫

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年度の実用化を見込む
- 最終テストサンプルを製作中
- 新聞：日本経済新聞(H23.8.27)、日刊工業新聞(H24.3.15、H24.3.21)他

効果

- 軽量化 ➡ 吸気側主軸周りの部品にマグネシウム合金、チタン合金を採用し、約32%の軽量化に成功
- 精度向上 ➡ 主軸の回転数を上げ、切り込み量を浅く、送り速度を高速化させた加工方法を採用し、高速・高精度な部品の切削加工技術を実現
- 騒音低減 ➡ 開発した静音装置により、反響環境下での騒音計測でも13dBの騒音低減を実現

今後の見通し

ジェットエンジンの最大出力を得るための研究を継続

- サポイン事業で開発した小型ジェットエンジンの回転数を上げ、性能をフルに発揮するべく、新潟市の補助等を受け研究開発を継続中。また、展示会等での実運転デモにより、実践的性能評価、耐久試験を実施し、性能向上を図っている
- ジェットエンジンを動力源とした無人輸送機を開発検討中
- H25年3月までに最大出力で運転可能なジェットエンジンを開発し、その後2年以内に各種性能試験、安全性試験のデータを採取し、海外無人機市場や国内大手重工等をターゲットに販売開始予定

企業情報 YSEC株式会社

事業内容 航空・宇宙衛星部品等の切削加工

住所 新潟県新潟市西蒲区漆山字四十歩割8460

URL <http://ysec.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発室長 阿部和幸

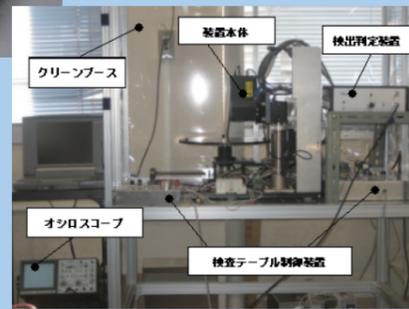
Tel 0256-77-7771

e-mail k.abe@ysec.jp

良質の半導体シリコンウエハの安定供給を目指した シリコンウエハ研磨用炭砥石と自動ウエハ診断装置の開発

- プロジェクト名** 高品質シリコンウエハの安定供給のための加工技術と検査技術の開発
- 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
- 研究開発体制** (公助)やまなし産業支援機構、アポロ電子(株)、山梨大学、山梨県工業技術センター

多刃炭砥石 (左上) と自動ウエハ診断装置 (右下)



【従来】

○良質の半導体シリコンウエハを安定供給するため、高品質な加工技術と高いレベルの検査診断技術が必要とされている

【研究開発のポイント】

○次世代型炭砥石開発に基づく低ダメージ加工の実現と、光散乱法によるサブミクロンでの診断装置の開発を目指す

【成果】

- 優れた研磨性能を有するシリコンウエハ研磨用炭砥石を開発し、シリコンウエハの低ダメージ加工を実現
- 自動ウエハ診断装置の開発により、サブミクロンサイズで傷やシミの検出、非接触式での表面粗さの測定が可能に
- これにより、シリコンウエハの良品安定供給を実現する

【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

良質の半導体シリコンウエハを安定供給するための技術確立が必要

- 半導体シリコンウエハの薄型化が進んでいる
- ウエハの加工業者には、高品質加工技術と高いレベルの検査診断技術の確立が望まれている
- これらにより、良品を安定して提供することができる

研究開発の目標

次世代型炭砥石開発に基づく低ダメージ加工の実現と、光散乱法によるサブミクロンでの診断装置の開発を目指す

- 高品質加工技術 ➡ 平均抗折強度: 400MPa → 600MPa、変質層深さ: 10 ~ 59μm → 5μm 以下、面粗さ (Ra): 5nm → 2nm、砥石コスト: 30万円/個 → 1万円/個以下
- 高精度検査技術 ➡ 識別限界: ミクロンレベル → サブミクロンレベル、表面粗さ: 不可能 → ミクロン、ウエハ1枚当たりの検出時間: 約 1min → 30sec 以内、検出機価格: 従来の半額以下

【従来技術】

- ・ 硬質ダイヤモンドにより加工ダメージ大
- ・ 薄型化において強度不足
- ・ エッチング液が毒劇物のため環境影響大
- ・ 無害化設備など要し加工コスト大

【新技術】

- ・ 仕上げ用ダイヤモンドとエッチングを炭砥石で置き換えることが可能
- ・ 加工ダメージ極小化が可能
- ・ 面粗さ良好で強度向上
- ・ 地球環境 (CO₂ 問題、廃液処理) に良い

加工技術

検査技術

- ・ 目視レベルのためミクロンレベルの検出
- ・ 目視レベルのため検出結果のバラツキ大

- ・ サブミクロンレベルでの傷検出可能
- ・ サブミクロンレベルでの異物汚れ検出可能
- ・ 表面粗さの測定が可能

研究開発の成果 / 目標を概ね達成

シリコンウエハ研磨用炭砥石の開発

- 炭の研磨材 (砥粒) としての可能性を発見
- シリコンウエハの低ダメージ加工に炭が適合することを確認

開発砥石を用いた加工法実験

- 最適な研磨条件を検討し、表面粗さ Ra2nm 程度までの面仕上げを実現
- スピンドル回転数が 2000rpm 以上であれば鏡面仕上げも可能

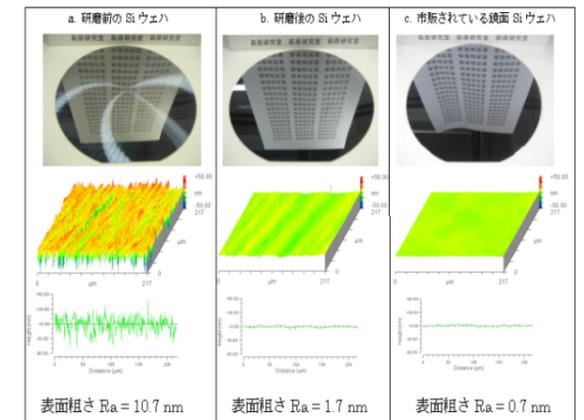
ウエハダメージの分析

- シリコンウエハの加工変質層が、従来加工品比でどの程度発生するかを測定する技術 (斜め研磨法を用いた評価方法、ラマン分光分析を用いた評価方法) を検討
- 炭砥石による研磨面は、従来エッチング加工面比でほとんど差異がないことを確認

自動ウエハ診断装置の開発

- レーザ光散乱法により反射光からの出力電圧の違いからウエハ表面の傷の有無、表面粗さを非接触で測定する診断装置を開発
- 1) 傷平均幅 15.3μm の傷は周速 52.4mm/s まで 100% の傷検出率、2) 非接触で 1μm の厚さまで測定可能等の能力を得た

炭砥石を用いて研磨した前後のシリコンウエハ表面形状
～研磨前数十nm程度の凹凸が研磨後には数nm程度にまで仕上げられており、市販品の鏡面に研磨された面に近い表面が得られた～



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

- H25年度の実用化をめざし、補完研究を継続中
- 新聞: 読売新聞 (H24.2.2)
- 論文: 久慈照信 (アポロ電子)、萩原親作 (山梨大学) 等「天然資源を用いた竹炭砥石の開発」、「炭砥石の開発に基づくガラス研磨」(H24.10.27)

効果

- 精度向上 ➡ 開発した炭砥石は従来のシリコンウエハ研磨後精度が向上 (加工変質層深さ 1/10、表面粗さ 1/2、抗折強度 1.5倍)
- 量産化 ➡ 開発した検査装置は検査精度を向上 (検出限界サブミクロン、検出時間 1/2 短縮)

今後の見通し

補完研究を進めつつ、顧客における実証評価も実施 H25年度の実用化を目指す

- サポイン事業終了後も山梨大学と連携し、継続的に事業化に向けた補完研究を行っている。現在、炭砥石の適用範囲を模索中。ガラス研磨等市場開拓を行い、今後補完研究を実施する予定
- 設備・インフラ整備に要する費用を関係機関に相談しつつ、事業化に向け積極的に動いている。
- H25年9月の実用化を目指す。既にガラスメーカーからの引き合いがあり、本格展開に向けて、実証評価継続中

企業情報 株式会社アポロエンジニアリング

- 事業内容** 半導体ウエハ研削・研磨
- 住所** 山梨県南アルプス市下今諏訪 610
- URL** <http://www.apollo-electronics.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 統括マネージャ 久慈照信
- Tel** 055-284-4880
- e-mail** kuji@apollo-electronics.jp

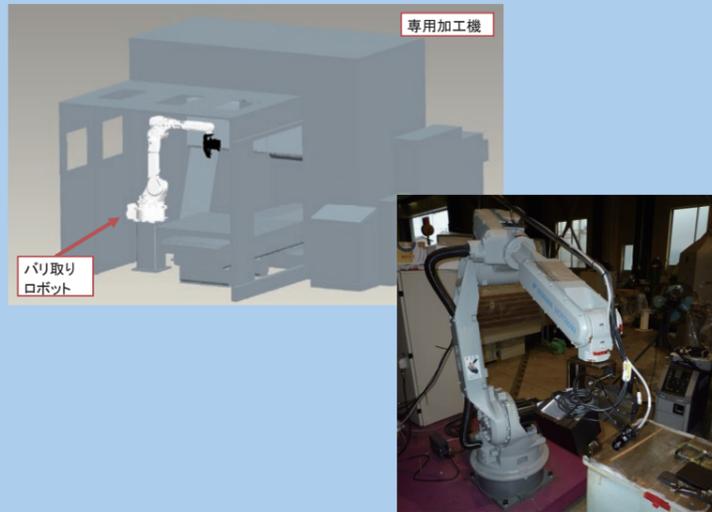
FRP 複合材の複雑形状加工において安全環境、多品種少ロット生産に対応した自動加工装置を開発する

プロジェクト名 航空機用薄型FRP複合材の効率的加工に関する開発

対象となる川下産業 航空・宇宙、自動車

研究開発体制 (財)石川県産業創出支援機構、東興産業(株)、メカトロ・アソシエーツ(株)、石川県工業試験場

自動加工装置とバリ取りロボット



【従来】

○次世代航空機分野において、難削材であるFRP複合材の複雑形状部品を、多品種少ロットで環境に負荷をかけずに自動加工する技術の確立が求められている

【研究開発のポイント】

○FRP複合材の複雑形状加工において、安全環境にも配慮した、多品種少ロットの自動加工装置を開発する

【成果】

○航空機主翼表面の部品に代表される難切削の複合材加工において、多品種少ロット部品の加工技術確立と、安全環境に配慮した自動加工装置開発を実施
○高精度化、加工時間短縮の実現を目指す

【事業化への取組】

○補完研究を継続しつつ、航空機・自動車産業をターゲットに、H26年度の実用化を目指す

研究開発のきっかけ

難削材の複雑形状加工の自動化が求められている

- 次世代航空機では、機体の約50%がFRP複合材である
- 主翼を組み立てる最終取り付け部品であるFRP複合材パネルは、現状では機体に合わせた加工を手作業で行っている
- 複雑形状で難削材であるFRP複合材において、多品種少ロットの環境へ配慮した自動加工技術の確立が求められている

研究開発の目標

FRP複合材の複雑形状加工において、安全環境にも配慮した、多品種少ロット自動加工装置を開発する

- 加工自動化 ➡ 手作業工程ゼロ
- 加工時間短縮 ➡ 3～4時間/枚→1時間以内/枚(改善率60%以上)
- 加工品質 ➡ 現状と同等以上

【従来技術】

<熟練工による手作業>

- ・ トリミング
- ・ 穴あけ
- ・ バリ取り



(課題)

- ・ 市販されている工具は切削抵抗が大きく短寿命
- ・ 薄型で複雑形状で固定できる治具がない
- ・ 作業による品質のバラつきがある
- ・ 加工時に粉塵が発生し健康被害が懸念されている
- ・ 加工時間が3～4時間/枚

【新技術】

<機械加工による自動化>



(特徴)

- ・ 新開発切削工具により負荷の少ない加工
- ・ 新開発治具により高精度で安定した保持
- ・ 専用機械の開発により品質の安定化と健康被害ゼロ化
- ・ 加工時間が1時間以内/枚

研究開発の成果/目標を一部達成

FRP複合材に適した切削工具形状の研究

- FRP複合材の切削特性試験を経て、切削抵抗を抑制できる段付き複合アングルドリルを開発
- 片持ち固定条件下で、市販の標準型ドリルに比して、加工時間10%、切削抵抗(スラスト荷重)30%の削減が可能に

薄型複雑形状を有するFRP複合材の固定治具の開発

- 吸着パッドの検討、スライド式支柱・ブレーキ付エアシリンダー・シーケンスプログラム等の開発により、必要な固定力、剛性、複雑形状への適応性を持つ治具を開発

効率的加工技術の確立

- 開発した専用加工機を用いて、テスト材(ケミカルウッド)の切削試験を実施し、要求されるトリム精度(0.02mm)を達成

完全自動化を達成するためのバリ取りロボットを付加した専用複合加工機の開発

- バリ取りロボットを開発し、トリミング加工からバリ取り加工まで一連の加工が可能専用複合加工機を構築
- 専用複合加工機による自動化で、加工時間を1

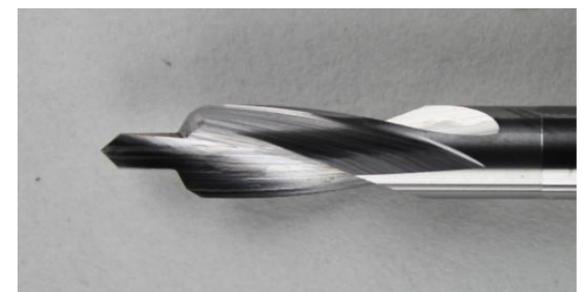
時間以内/枚に短縮可能に

片持ち固定条件下における開発ドリルと市販ドリルとの性能比較
～市販ドリルAを基準値とすると、開発ドリルはスラスト荷重を46%に減少(35N→16N)、加工時間を78%に短縮(1.28秒→1.0秒)できた～

工具種別	送り速度 (mm/min)	最大スラスト (N)	最大トルク (N・m)	実加工時間 (s)	UCFR ^{※)} (%)
開発ドリル	408	13	0.086	1.25	0.6
	510	16	0.083	1.00	0.9
市販ドリルA	204	35	0.075	1.28	3.1
市販ドリルB		33	0.098	1.50	17.1

※)加工穴に対するアンカットファイバの占有面積率

開発ドリル外観



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年度の実用化を見込む
- 専用ドリル、複合材専用加工機、バリ取りロボットの試作機あり

効果

- 工数削減 ➡ 従来加工法比で最大75%の工数削減を実現予定
- 安定供給化 ➡ 開発した自動加工装置により、増産体制にも対応でき、製品の安定供給が可能になる
- 精度向上 ➡ 従来の人による手作業から、加工の機械化の実現により、高精度の製品を安定して供給することが可能になる

今後の見通し

補完研究を継続しつつ、航空機・自動車産業をターゲットに、H26年度の実用化を目指す

- 性能向上のための評価と改善のための研究を継続中。穴あけドリルのねじれ角の改良と工具寿命の評価を実施する予定。固定治具の昇降部の剛性向上を検討し、改良のための設計指針をまとめる。バリ取りロボットの加工条件について加工テストを実施し検討する
- H26年度中の実用化を目指す。川下メーカーである航空機産業での導入を足がかりに、複合材の需要が高まっている自動車産業分野への転用を狙う

企業情報 東興産業株式会社

事業内容 航空・宇宙機器部品の製造

住所 石川県かほく市若緑タ2

URL <http://www.to-ko.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業技術部主任 辻谷正彦

Tel 076-281-3411

e-mail tsujitani@to-ko.co.jp

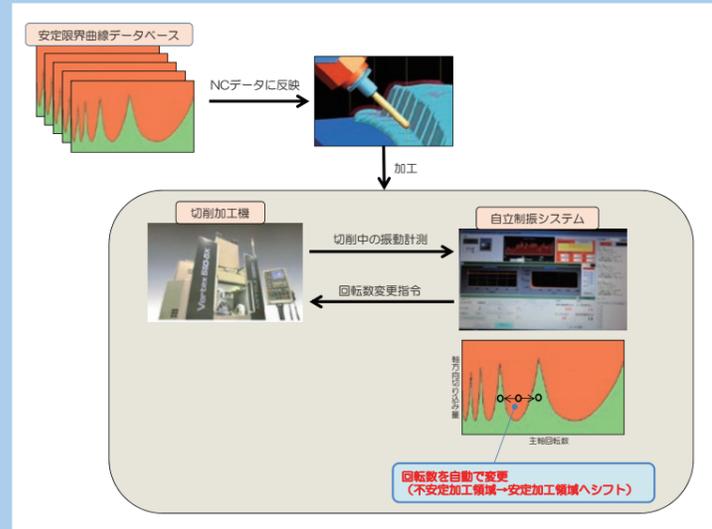
航空機部品加工の精度・信頼性向上に向け、振動制御技術を高度化高精度高能率加工を実現する

プロジェクト名 航空機部品の薄肉軽量化及び、信頼性向上に対応した振動制御機能を有する高精度高能率加工技術の開発

対象となる川下産業 航空・宇宙

研究開発体制 (公助)岐阜県産業経済振興センター、徳田工業(株)、岐阜大学

切削振動のリアルタイム計測・振動増大予知機能・自律制振機能を有する加工システムの概念図



【従来】

- 航空機部品分野では、生産性向上を目指した高速加工に向けた取組が進んでいるが、部品の薄肉化に伴い切削時の振動が品質・コストに大きな影響を与えている
- 振動を抑制する技術が求められている

【研究開発のポイント】

- 切削刃具と薄肉化する部品の組み合わせによる振動特性の変動をデータベース化し、フィードバックできる自立制振機能を有した加工方法を開発する

【成果】

- 切削刃具と薄肉化する部品の組み合わせによる振動特性の変動をデータベース化し、自動で工作機械にフィードバックできる自律制振機能を有した加工方法を開発。高精度高能率加工を実現する

【事業化への取組】

- 高回転数領域での振動抑制と工具寿命確保の補完研究を継続中

研究開発のきっかけ

航空機部品の高速加工に向けた、振動制御技術が必要に

- 航空機部品では高信頼性、軽量化、低コスト化が強く求められている
- 生産性向上を目指した加工の高速化が進んでいるが、部品の薄肉化に伴い切削時の振動が品質・コストに大きな影響を与えている
- 振動を抑制する技術が求められている

研究開発の目標

振動特性変動のデータベース化とフィードバック(自立制振機能)を可能にし、高精度高能率加工を実現する

- 振動対策 ➡ 高周波領域の共振帯0
- 加工時間 ➡ 20分→14分〜(周速 150m/min)
- 手仕上げ時間 ➡ 20分→10分〜(周速 150m/min)

【従来技術】

<薄肉高速加工>

- ・薄肉形状で振動発生(難削材では特に発生しやすい)
 - ・安定加工領域を広げるために不等ピッチ/不等リード刃具が用いられる
- (課題)
- ・手仕上げ作業での修復による手仕上げ時間増大
 - ・刃具交換による刃具費増大
 - ・切削量を下げることによる加工時間増大

振動対策

加工中の時々刻々と変化する形状に対応した振動対策を行い、高精度高能率加工を実現する

【新技術】

<振動周期のリアルタイム計測・フィードバック制御を用いた加工法>

- ・主軸/テーブルの固有振動数を把握し、共振帯を回避
 - ・使用する刃具ごとに安定限界曲線データベース化(不等ピッチ/不等リード刃具含む)
- (特徴)
- ・振動周期のリアルタイム計測
 - ・振動増大の予知技術
 - ・自律制御機能

研究開発の成果/目標を一部達成

リアルタイム振動計測システム構築

- 5軸NC加工機に振動解析システム、切削動力計、ビビリ抑制装置を取り付けることで、切削加工中に発生する振動をリアルタイムに計測できるシステムを構築

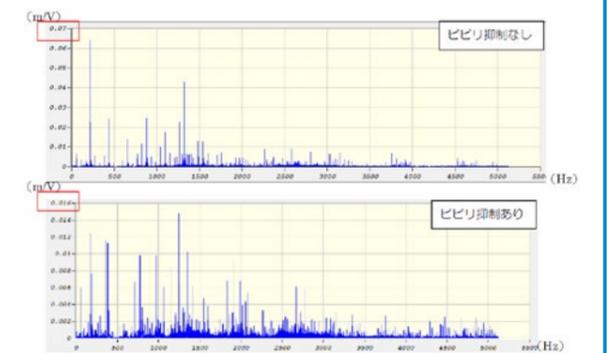
振動増大の予知技術の確立

- 振動解析システムを用いて刃具の固有振動数を計測し、切削刃具が安定して加工できる条件を導き出すことで、約40%の加工時間削減が見込めた

加工時のフィードバック方式による自律制振機能確立

- 加工中の再生ビビリ振動に対しては、あらかじめ解析した安定加工条件から外れた時に、ビビリ抑制装置がスピンドル回転数を自動的に最適化、5軸NC加工機へフィードバックするシステムを構築
- 本システムにより、直線加工のみではあるが振動抑制・品質精度・面精度・手仕上げ時間の短縮を達成

ビビリ抑制装置のあり、なしの比較/FFT解析(加速度計)
～ビビリ抑制装置を使用すれば、直線部のみではあるが、加工時でも振動を抑えることができ、高周速領域での共振帯0の目標を達成～



加工時間

～安定限界曲線を考慮した加工方法では、回転数、切削送り速度を速くすることができ、加工時間を短縮できた～

供試体番号	研究開発前の加工時間		安定限界曲線を使用した加工時間	
	底面	側面	底面	側面
⑤	3分7秒	52秒	3分0秒	46秒
⑥	5分10秒	1分14秒	5分10秒	58秒
⑦	10分52秒	1分4秒	9分35秒	57秒
⑧	8分6秒	1分41秒	7分28秒	1分21秒
⑨	16分19秒	53秒	14分37秒	43秒
合計時間	43分34秒	5分44秒	39分50秒	4分45秒

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年度の実用化を見込み、補完研究を実施中
- 切削振動のリアルタイム計測・振動増大予知機能・自律制振機能を有する加工システムの試作機あり

効果

- 加工の効率化 ➡ 切削振動制御技術を開発し、薄肉形状・中空形状かつ多品種少量な航空機部品の高効率加工に目途を付けた
- 加工時間短縮 ➡ 複雑形状・中空形状な部品加工における高精度化実現に目途を付け、従来の手仕上げ加工時間の50%削減が可能

今後の見通し

高回転数領域での振動抑制と工具寿命確保の補完研究を継続中

- 形状加工における振動帯の解析を実施中で、工具の寿命管理等にはまだ至っていない。今後の事業化に向け、形状加工での振動を抑制し、工具寿命を延ばすことで、加工のコストダウンを図っていく予定
- 現在は試験加工中だが、量産部品に対応できるように取り組み、事業化を目指す

企業情報 徳田工業株式会社

事業内容 航空機部品加工、治工具製作、工業用模型製作、各種デジタルシミュレーションサービス

住所 岐阜県各務原市金属団地209番地

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

主要取引先 川崎重工業(株)、三菱重工業(株)、トヨタ自動車(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 生産技術部長 大木啓司

Tel 058-380-0003

e-mail ohki@tokuda.co.jp

振動・熱変形等を自律制御し、微細形状創成を可能とする次世代型の超精密加工機械を開発する

プロジェクト名 低振動化・温度自律補正機能を有した、超精密加工機械の開発

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

研究開発体制 (公助)岐阜県産業経済振興センター、(株)ナガセインテグレックス、岐阜大学、東洋大学

低振動化・温度自律補正機能付き超精密加工機械



【従来】

- 任意の形状・粗さを高精度で加工する超精密加工機械のニーズが高まっている
- 加えて、コスト低減に向け、一層の高速加工が求められている

【研究開発のポイント】

- 振動・熱変形等を自律制御し、サブミクロンオーダーの微細形状創成を可能とする、次世代型の超精密加工機械の開発

【成果】

- ベースとなる超精密加工機を開発し、振動抑制・温度自立補正等の機能を付加し、精度向上を図った
- 工作機械の内部に組み込まれ、機械の精度の安定化を行い、加工精度を上げる

【事業化への取組】

- H23年度の実用化に成功。補完研究を継続しつつ、開発が完成した機能から販売を開始

研究開発のきっかけ

高精度・高速の超精密切削加工に対するニーズが高まる

- 精密加工技術の高度化は製品品質・機能の向上を可能にする
- 任意の形状・粗さを高精度で加工する超精密加工機械のニーズが高まっている
- 加えて、コスト低減に向け、一層の高速加工が求められている

研究開発の目標

振動・熱変形等を自律制御し、サブミクロンオーダーの微細形状創成を可能とする次世代型の超精密加工機械の開発

- 自由曲面上の形状精度: 2μm ➡ 1.5μm 以下
- 微細形状加工精度: 2μm ➡ 0.5μm 以下
- ワーク加工時間: 100時間 ➡ 10時間

【開発済加工機】

<形状創成: 外観の形状のみの加工・鏡面加工>

- ・ 機械振動と熱変異の低減による精密加工機
- ・ 精密な位置決めが可能
- ・ ミクロンレベルの加工

【新加工機】

<機能創成: 形状創成された表面にさらに微細形状を追加する等、新たな機能を付加>

- ・ 必要などころにナノレベルの加工を施す
 - ・ スマートビームで表面研磨、溝入れ、穴加工、形状加工が可能
- (特徴)
- ・ 新加工機は、機械加工、レーザー加工の複合機
 - ・ 加工材料の種類や形状により機械加工とレーザー加工の条件を組み合わせ、機能部品を製作

研究開発の成果 / 目標を概ね達成

油圧振動の低減機構開発

- 脈動が発生するメカニズムを詳細に検討。可視化実験を通じて、レイノルズ数と脈動の関係につき、多くの知見を得た

温度自律補正機能の開発

- 自律温調システムの回路を構想。同システムに必要な熱交換器についてシミュレーション解析を実施

加工主轴の開発

- 回転や発熱量をセンサで測定し、その情報を基に静圧油の温度・流量を制御し、振動・熱変形を抑え、安定して回転する主轴を設計した

レーザー加工ユニットの開発

- スマートビームを搭載したレーザー加工ユニットを開発

加工技術の開発

- 開発機の加工精度を検証したところ、技術的な目標値を達成

微細加工の検証及び評価

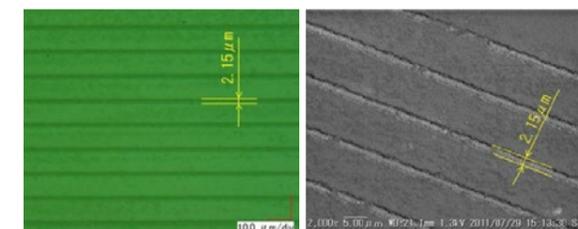
- 開発ユニットにてポリイミドへの加工を行い、難加工材の加工も可能なことを確認
- 開発ユニットにてグラッシーカーボンの加工を行い、立体的な形状の加工が可能なことを確認

目標値に対する実測値一覧

～青板ガラスの溝加工結果から、溝の線幅6μm以内の達成を確認。格子状に加工した溝のピッチ計測結果から、微細加工精度0.5μm以内の達成を確認～

区分	現状	委託期間中の目標値	目標値	実測値
加工の溝幅	6 μm	6 μm	1 μm以下	2.15 μm
微細加工の精度	2 μm	0.5 μm	0.5 μm	0.45 μm

CCDカメラ(左)及びSEM(右)により観察した青板ガラスへの溝加工



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
- 試作・サンプル提供可(ユーザーの部品加工テスト等)
- 特許:「精密加工機械」(特開2011-051026)
- 出展: JIMTOF2012 (H24.10~11)、中部ものづくり基盤技術展 (H23.12)

効果

- 精度向上 ➡ 開発した温度自立補正機能は、機械周辺の温度変化に対応して機械の補正を行い、加工精度を1μm以上に保つ
- 省エネルギー ➡ 温度を周りの環境に合わせることで、電力の省エネに対応する

- 低コスト化 ➡ 自律的に温度補正を行うことで、精度安定化のため機械温度を一定にするまでの時間を削減できる

今後の見通し

補完研究を継続しつつ、開発が完成した機能から販売を開始

- サポイン事業において完成していない一部の装置について、省エネ化を考慮した装置として補完研究を継続中。また、振動対策等につき、10nm以下の目標を目指して研究を継続中
- 今回の研究成果は部分的なものでも実用化ができてきているため、開発が完成している機能から販売を行っている

企業情報 株式会社ナガセインテグレックス

事業内容 工作機械、鍛圧機械、電子測定機器、産業機械の製造販売

住所 岐阜県関市武芸川町跡部 1333-1

URL <http://www.nagase-i.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 製造本部技術部取締役部長 板津武志

Tel 0575-46-2846

e-mail itazu@nagase-i.jp

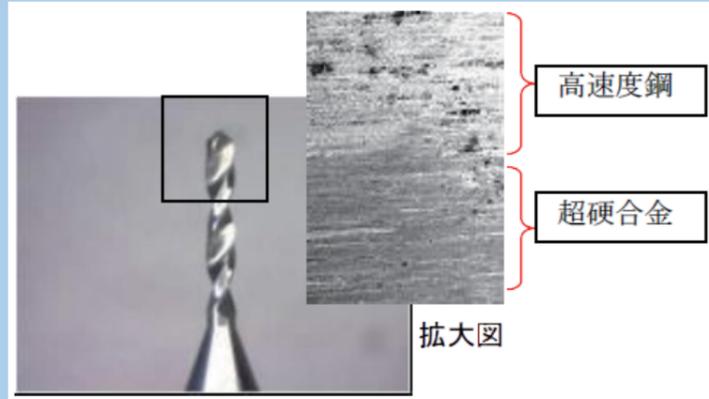
工具の高強度化、納期短縮、加工コスト削減を可能とする 超合金／高速度鋼製ハイブリッド小径ドリルの開発

プロジェクト名 長期安定的な高速度加工が可能なハイブリッド小径ドリルの開発

対象となる川下産業 電気機器・家電、自動車、半導体・液晶製造装置

研究開発体制 (公)名古屋産業科学研究所、(株)イワタツール、(独)産業技術総合研究所

製作したドリル



高速度鋼

超合金

拡大図

【従来】

- 電気機器、自動車分野では、アジア諸国企業の躍進、コスト格差の広がり、レアメタル問題等により、日本企業は苦しい状況にある
- ドリル加工において、工具の長寿命化、納期の短縮、加工コストの削減等が求められている

【研究開発のポイント】

- 多数のドリル小径加工の納期短縮、加工コスト削減を目指した、超合金／高速度鋼ハイブリッド製小径ドリルの開発

【成果】

- 超合金と高速度鋼の接合材料において、目標とする抗折力 3.0GPa、超合金硬さ 80-82HRA、高速度鋼硬さ 58HRC を達成
- 超合金製ドリル比で生産時間 15% 短縮、高速度鋼ドリル比で寿命約 2 倍、超合金ドリルと同等の磨耗状態を得た

【事業化への取組】

- 安定的量産に向けた研究を継続中、H25 年度の実用化を目指す

研究開発のきっかけ

電気機器・自動車分野のドリル加工において、工具の高強度化、納期短縮、加工コスト削減等が求められている

- 電気機器、自動車分野では、アジア諸国企業の躍進、コスト格差の広がり、レアメタル問題等により、日本企業は苦しい状況にある
- ドリル加工において、工具の長寿命化、納期の短縮、加工コストの削減等が求められている

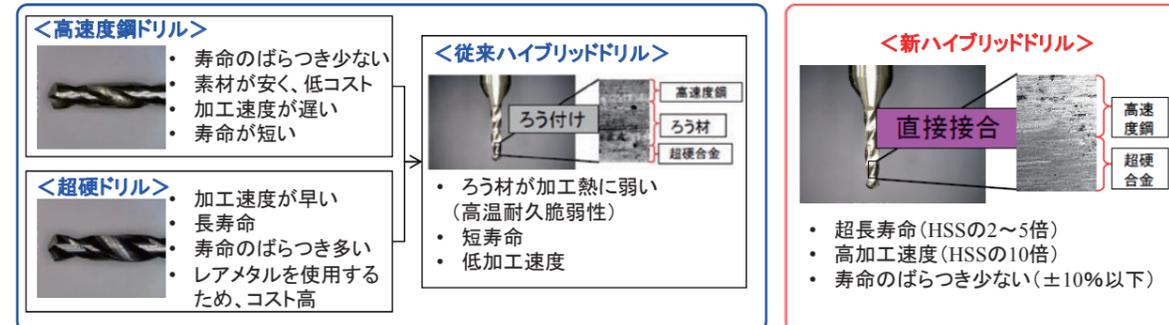
研究開発の目標

多数のドリル小径加工の納期短縮、加工コスト削減を目指した、超合金／高速度鋼製ハイブリッド小径ドリルの開発

- ろう材未使用による先端の WC-Co 化と接合強度向上、ドリル形状最適化により、長期安定高速度加工を実現
- 長寿命化：高速度鋼製ドリルの 2～5 倍の寿命
- 加工速度：同 10 倍

【従来技術】

【新技術】



研究開発の成果／目標を一部達成

接合技術の開発と接合材料の機械的特性評価

- 多くの素材の接合実験を行い、超合金と高速度鋼での接合材料において、目標とする抗折力 3.0GPa、超合金硬さ 80-82HRA、高速度鋼硬さ 58HRC を達成
- これにより、安定性と量産化の問題解決への糸口をつかむ

研削加工技術の開発

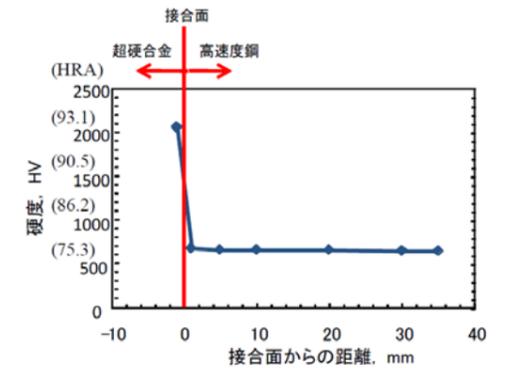
- 超合金製ドリルと比し、ハイブリッドドリルは HSS 部が大部分を占めるため、溝研削のスピードが上がり、生産時間を 15% 短縮
- さらなる生産時間短縮に向け、研削方法・条件の最適化を図る

小径用ドリルの開発と評価

- 素材の量産化に課題は残ったが、ハイブリッドドリルは、従来の高速度鋼ドリル比で約 2 倍の寿命、超合金ドリルと同等の磨耗状態が得られた
- 高速度鋼ドリル比 10 倍の加工速度、寿命のバラツキ ±10% の実現に向け、安定した素材でのドリル製作、刃先スピードの最適化等に取り組む

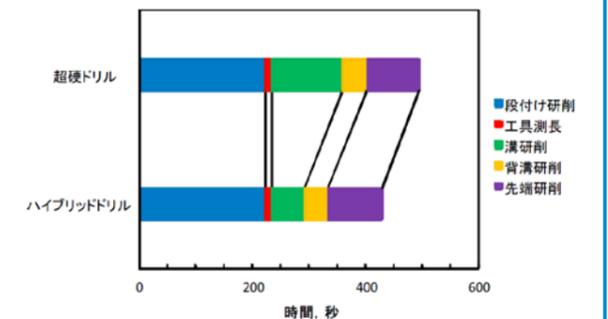
接合材料の各箇所における硬度

～超合金の目標である HRA80-82、高速度鋼の目標である HRA76 (HRC58) を達成～



ドリル研削時の加工時間

～溝研削のスピードを向上し、加工時間を 15% 短縮～



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 年度の実用化を見込む
- ハイブリッド小径ドリルのサンプルあり
- 出展：中部ものづくり基盤技術展 (H23.12)、JIMTOF 2012 (H24.11)

効果

- 安定供給化 ➡ 折損・摩耗しにくいいため、一定品質の穴を安定して加工可能
- 加工時間短縮 ➡ 従来のハイスドリルに比べ 3 倍の加工速度となり、加工時間の短縮が可能
- ロス削減 ➡ ドリルの折れ込みによる材料破棄が起きにくく、また起きても除去可能

今後の見通し

安定的量産に向けた研究を継続中、H25 年度の実用化を目指す

- ハイブリッド小径ドリルの材料及びドリルを安定生産できるように、補完研究を継続中
- 現在、ハイブリッド小径ドリル用材料の量産について研究している。材料の量産化ができ次第、ドリル製作についての研究を継続
- H25 年度中の実用化を目指す。医療関係からの引き合いもあり、医療向けのドリル開発も視野に販路開拓を狙う

企業情報 株式会社イワタツール

事業内容 切削工具製造

住所 愛知県名古屋守山区花咲台 2-901-1 テクノビル名古屋 E-3

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業課

Tel 052-739-1080

e-mail info@iwatatool.co.jp

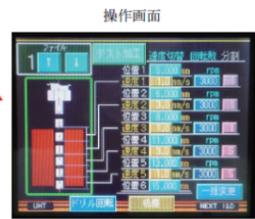
ドリルの長寿命化と切削粉塵の削減を実現する CFRP の革新的穿孔加工システムを開発する

プロジェクト名 CFRP穿孔加工の作業環境改善に対応する冷却・吸塵機能を備えたシステムの開発

対象となる川下産業 航空・宇宙、自動車

研究開発体制 (公)名古屋産業科学研究所、NEXT I&D(株)、UHT(株)、(株)サン・アロイ、ビーティーティー(株)、名古屋市工業研究所、大同大学、岐阜大学

穿孔装置



- ・6段階の設定位置ごとにドリル回転数、送り速度の変更が可能
- ・分割にて指定数のステップ加工が可能
- ・穿孔加工時は吸塵・加工用冷却エアと連動動作

ドリルユニット

【従来】

- 次世代航空機に使用される炭素繊維強化プラスチック (CFRP) と他部材との接合にはリベット接合が主流で、CFRPの穴あけ加工が必要不可欠
- CFRPの穿孔作業では、ドリル寿命が短いこと、切削粉塵が作業環境を悪化させていることが課題

【研究開発のポイント】

- 芯部が中空の新規形状ドリルと、粉塵の吸塵機能を備えた穿孔装置を開発する

【成果】

- ドリル先端への送気・吸引が可能で穿孔装置及び粉塵の吸塵装置を開発し、穿孔数1,000穴以上、99%以上の粉塵捕集率を達成
- CFRPの穿孔時に発生する粉じんにより引き起こされる作業者の健康問題を解決できる穿孔システムを実現する

【事業化への取組】

- 川下企業と試作品製作・性能試験を実施中。H26年度中の実用化を目指す

研究開発のきっかけ

次世代航空機に使用されるCFRPの穿孔作業では、ドリルの長寿命化と切削粉塵の削減が課題

- 次世代航空機には軽量化による燃費向上を目的にCFRPが使用される
- CFRPと他部材との接合にはリベット接合が主流で、CFRPの穴あけ加工が必要不可欠である
- CFRPの穿孔作業では、ドリル寿命が短いこと、切削粉塵が作業環境を悪化させていることが最大の課題である

研究開発の目標

芯部が中空の新規形状ドリルと、粉塵の吸塵機能を備えた穿孔装置を開発し、CFRPの革新的穿孔加工システムを創造する

- 最大穿孔数:1,000孔/本
- 加工形状精度誤差:ドリル径+0.07mm以下
- 最大切削速度:200mm/min以上
- 切りくず捕集率:生成切りくず99%以上(粉塵捕集径3μmを可能に)
- リベット面取り用ドリル工具の開発

【従来技術】

<従来ドリルによる加工>

(課題)

- ・切削抵抗が大きく熱が発生するため、雲状の切削粉塵が発生する(実切削体積の約10倍程度に拡大する)
- ・切りくずより発生した粉塵が飛散しやすい(作業環境が悪い)
- ・穴加工数が少ない(工具寿命が短い)
- ・一体型成型超硬ドリルでは工具寿命が短く、刃先の再研磨費用を軽減できない

【新技術】

<開発ドリルによる加工>

(特徴)

- ・切りくずがドリル中心部を主体にバルク形状となり、同時に微細な粉塵の飛散を抑制する
- ・ドリル内部の穴より切りくず等を吸引する。周囲に粉塵が飛散しない為、作業環境が著しく改善される
- ・切削体積が少なく、刃先の耐久性が高い
- ・刃先部は交換式、超硬部材量は小さく、WCやCo等の使用量を低く抑えられる。また再研磨も不要で、加工コストを低減できる

研究開発の成果 / 目標を概ね達成

新規形状ドリルの開発

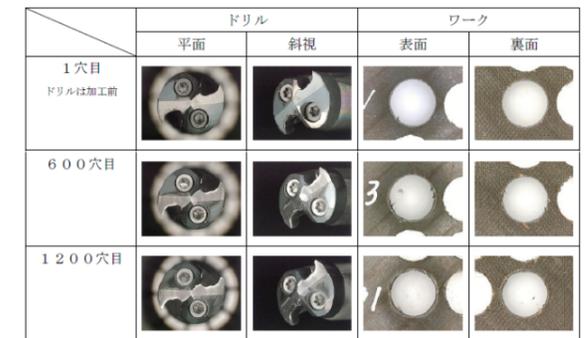
- 0.2μm以下の微粉末を高品位に成形、焼結する技術を開発
- 材料特性目標の硬さHRA92.0以上、抗折力3.0GPa以上を上回った
- 超硬工具刃先の鋭利化に向けた研削条件・方法を開発し、刃先丸みを0.5μm以下に
- パイプ形状型、刃先交換型、中空面取り、中空段付き等の形状のドリルを試作
- 刃先交換型ドリルの表面をダイヤモンドすることにより、1,000孔/本以上の穿孔を達成。加工形状精度誤差、最大切削速度も目標値を上回る

粉塵の吸塵機能を備えた穿孔装置の開発

- 切りくずを中空ドリルや中空モータを通して吸塵させるシステムの有効性を検証
- 試作機では、切りくず捕集率99.5%を達成
- 穿孔作業中の環境データ、穿孔箇所周辺の温度ともに良好で、作業環境改善について満足いく結果を得た

各穴ごとのドリル、ワーク状況

~1,000穴以上加工してもワーク表面に繊維状のバリは発生しない~



切りくず捕集率

~捕集率 99.5%を達成した~

内訳	加工前 (A)	加工後 (B)	粉塵量 (A-B)
CFRP	328.05g	180.15g	147.90g
下敷	252.87g	207.08g	45.79g
		発生粉塵	193.69g
粉塵1 (捕集袋含まず)			191.13g
粉塵2 (フィルタから回収)			1.67g
		捕集粉塵	192.80g

切りくず捕集率 (%) = 192.80 / 193.69 x 100 = 99.54%

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年度の実用化を見込む
- ドリル、穿孔装置、吸塵装置の試作機あり
- 特許:「ドリル及びそれを用いた穿孔装置」(特願2011-111798)。なお、本特許はH24.5.8付けてPCT出願(PCT/JP2012/061749)

効果

- 作業環境の改善 → 発生する粉じんの99.5%以上(目標99%以上)の捕集効率を達成し、作業者の健康問題に貢献
- 耐久性・耐摩耗性 → ドリル材質、加工・研磨技術の開発により、耐久性・耐摩耗性に優れたドリルを試作、1,000穴以上の穿孔を達成
- 低コスト化 → 長寿命のドリル、良好な穿孔精度、環境問題の解決により、低コストでのCFRP穿孔が可能に

今後の見通し

川下企業と試作品製作・性能試験を実施中、H26年度中の実用化を目指す

- 川下企業に試作品を示し、穿孔テストを実施。吸塵機能を評価いただき、小型で、作業者が腰に付けて吸塵できる吸塵装置の試作を要請されている。試作品が完成し、その性能試験を実施中
- 補完研究を実施中であり、より最適なドリルの製作、穿孔装置の軽量小型化また上記小型の吸塵装置を開発中である
- 遅くともH27年3月までに実用化を目指す

企業情報 UHT株式会社

事業内容 半導体・電子部品関連、産業用機械・器具及び機械工具、医療機器等の設計製造・販売

住所 愛知県愛知郡東郷町大字春木字下鏡田 446-268

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発部技術開発課マネージャ 山田俊輔

Tel 0561-38-2101

e-mail yamada@uht.co.jp

メタルソーによる切削加工技術を高度化し、高精度、長寿命、高生産性の細溝加工技術を確立する

プロジェクト名 細溝加工用高速・長寿命・省レアメタル型・メタルソーおよび加工法の研究開発

対象となる川下産業 航空・宇宙、自動車、重電機器

研究開発体制 (公) ぶくい産業支援センター、(株) ウノコーポレーション、(株) ナサダ、福井大学、福井県工業技術センター

超硬メタルソーの外観（左上）と溝加工時の加工方法（右下）



【従来】

- 航空機、発電用ガスタービンエンジンの燃焼器、自動車用モータの整流子等において細溝加工が多い
- 微細加工では、高速化、加工可能材料の拡大、工具寿命、加工コスト面でさらなる国際競争力をつけることが課題である

【研究開発のポイント】

- チタン眼鏡加工で確立した技術を高度化し、特殊刃型、新コーティング、省レアメタルタイプの次世代メタルソーを開発
- 超音波振動、超高压冷却法を取り入れた加工法を開発

【成果】

- 従来のエンドミル比で5倍以上のコストダウン、耐摩耗性向上効果と、細溝加工の寸法精度向上効果(従来の0.1以上から0.01以下へ)を持つメタルソーを開発
- 切削工具として、航空機エンジンやガスタービンエンジン等の燃焼器冷却装置の切削加工に用いられ、高能率化によるコストダウンを実現する

【事業化への取組】

- 実用化研究を継続中。H27年度の事業化を目指す

研究開発のきっかけ

微細加工における高速化、加工材料対応、工具長寿命化、低コスト化等が求められる

- 航空機、発電用ガスタービンエンジンの燃焼器、自動車用モータの整流子等において細溝加工が多い
- 微細加工では、高速化、加工可能材料の拡大、工具寿命、加工コスト面でさらなる国際競争力をつけることが課題である

研究開発の目標

チタン眼鏡加工で確立された技術を高度化し、高精度、長寿命、高生産性を実現する細溝加工技術を確立する

- 特殊刃型や新コーティング、省レアメタルタイプの次世代メタルソーの開発 → メタルソーの寿命2倍、加工コスト半減
- 超音波振動、超高压冷却法を取り入れた加工法を開発 → 超音波振動での細溝加工を実現、超高压クーラントによる微細加工を実現

【従来技術】

<エンドミルによる加工法>

- (課題)
- ・高強度化が課題である
 - ・工具の寿命に限界がある
 - ・工具材料にレアメタルのタンゲステンが用いられている

チタン眼鏡加工で確立した技術を適用・高度化

【新技術】

<メタルソーでの切削加工>

- (特徴)
- ・強度的に強く、深溝の加工が可能
 - ・工具の長寿命化が可能
 - ・レアメタル使用量を削減
 - ・細溝加工を高速化し、加工コスト削減

研究開発の成果／目標を一部達成

高度化メタルソーの研究開発

- 有限要素解析ソフトを用いたシミュレーションにより、被削材(銅、炭素鋼、チタン)ごとに超硬メタルソー切削による発熱を抑制する刃型形状(外周二番角と溝すくい角)を解析
- 超硬メタルソー表面の表面性状向上効果は、表面角度30°、砥粒#3000で最も高くなることが判明。切削抵抗軽減、長寿命化に目処
- タンゲステン節減率51.5%の省レアメタル型メタルソーの試作に成功
- 耐熱合金(チタン、ハステロイ)への溝切削加工において5溝同時加工を実現。高速化に目処

高付加価値化に対応の細溝加工の研究開発

- 超音波振動切削加工では、切削工具に切り屑が付着せず、良好な排出を確認
- 切削性向上に向けた超硬刃型の研究試作により、不等ピッチメタルソー等の開発に成功
- 開発メタルソーによる切削試験の結果、不等ピッチによる防音・防振効果や千鳥刃による切削抵抗低減効果等を確認

超硬メタルソー刃型の研究試作

～不等ピッチ、スパイラル、千鳥刃、高低差の刃型形状をした超硬メタルソーを試作開発～

No	1	2	3	4
品名	不等ピッチ	スパイラル ネジレ10°	千鳥刃	高低差 差0.25
サイズ	φ60×1.21×φ12.7	φ65×2.01×φ12.7	φ60×4.01×φ12.7	φ100.5×2.01×φ25.4
刃数	48枚刃	46枚刃	44枚刃	48枚刃
形状	不等ピッチ	スパイラル	千鳥刃	高低差

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、H27年度の事業化を目指す
- モーター用メタルソーの試作機あり
- 雑誌:「技術開発部通信」(月刊FLOM、H21年11月号)
- 出展:JIMTOF(H24.11)、ぶくい新技術・新工法展示商談会 in HONDA(H24.11)

効果

- 低コスト化 → 開発メタルソーは、従来のエンドミル比で5倍以上のコストダウン効果を持つ
- 精度向上 → 開発メタルソーは、細溝加工の寸法が従来の0.1以上から0.01以下に精度が向上する効果を持つ

- 耐摩耗性向上 → 開発メタルソーは、従来のエンドミル比で耐摩耗性が5倍に向上する

今後の見通し

実用化研究を継続中。H27年度の事業化、航空機産業への販路開拓を目指す

- サポイン事業において積み残した、表面処理と刃形の実用研究を継続中
- 現在、改良型のメタルソー専用アタッチメントを開発中。このアタッチメントを用いて、切削実験を行う予定
- H27年度の事業化を目指す。事業化後は、共同研究者でもある(株)ナサダの協力を得て、航空機産業への販路開拓を狙う

企業情報 株式会社ウノコーポレーション

事業内容 自社商品(特殊切削工具)の製造販売、各種工作機械・切削工具・産業機器等の販売、輸出入業及び左記に付帯する一切の業務

住所 福井県越前市家久町105-27

URL <http://www.uno-c.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 宇野俊雄

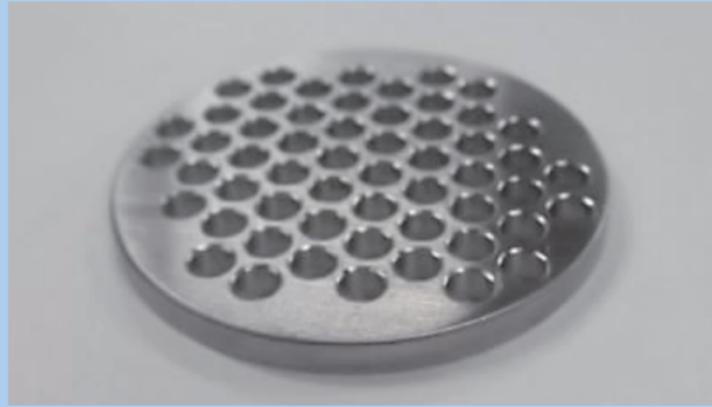
Tel 0778-24-3557

e-mail toshio@uno-c.com

熱交換器の小型・軽量・省エネ化に向け 熱交換器内に配置されるパイプの微細加工技術を確立

- プロジェクト名** 極細管加工技術を用いたマイクロチャンネル熱交換器の小型化・軽量化の研究
- 対象となる川下産業** 自動車、電気機器・家電、環境・エネルギー
- 研究開発体制** 立命館大学、(株)CKU、(株)成光プレジジョン

金属プレス加工にて試作したヘッダーの外観



【事業化への取組】

○自動車・家電メーカーと共同開発を展開中

【従来】

- 電気機器・自動車用の熱交換器は体積・重量が大きく、製品の小型化・軽量化・省エネ化の障害となっている
- 解決法として、細く、薄く加工したパイプを、多く熱交換器内に配置し、熱交換率を向上させることが挙げられるが、現在の加工技術は十分ではない

【研究開発のポイント】

- 切削加工、金属プレス加工技術の高度化により極細管を量産する技術を確立し、小型軽量・省エネ型熱交換機を開発する

【成果】

- 極細管の量産技術を確立。熱交換量、圧力損失を満たし小型化・軽量化が図れる熱交換器の製造に目処
- ピートポンプ技術において、冷媒の熱エネルギーを取り出す装置として利用され、従来の熱交換器より高耐圧で省スペース化、低コスト化を実現する

研究開発のきっかけ

電気機器や自動車の熱交換器を小型化するための加工技術が求められている

- 電気機器や自動車に使われる熱交換器は体積・重量が大きいため、製品の小型化・軽量化・省エネ化を進める上で大きな障害となっている
- 解決法の一つとして、より細く、薄く加工したパイプを、より多く熱交換器内に配置し、熱交換率を向上させることが挙げられるが、現在の加工技術は十分ではない

研究開発の目標

切削加工、金属プレス加工技術の高度化により極細管を量産する技術を確立し、小型軽量・省エネ型熱交換機を開発する

- 切削加工の高度化 ➡ パイプの肉厚を3mm→50μm以下に、低コスト加工を可能に
- 金属プレス加工の高度化 ➡ 穴間のピッチをヘッダー厚みの半分以下に

【従来技術】

- （課題）**
- 加工精度の限界から、生産性を上げて切削にてパイプの肉厚を十分に薄くできないため、伝熱効率を低下させ、同時に重量、体積を大きくしてしまう
 - 熱交換器の耐圧設計を考えると、外径φ2mmの微細パイプになると肉厚は80μmあればよい計算になるが、このように薄く加工することは困難

【新技術】

- （特徴）**
- 金属・非金属関係なく、パイプの肉厚を極薄化することが可能
 - 割れやすいセラミックパイプを外径2mmで肉厚0.05mmの加工が可能
 - 材質の熱伝導率が性能に影響しないほど薄肉化が可能となり、熱交換器の効率を向上させることが可能

- （課題）**
- 板厚が厚くなると穴と穴の隙間を詰めることができなくなる
 - 穴径が小さくなると同時に深穴をあけることが難しく、板厚が取れない
 - 熱交換器の耐圧を考慮すると、ステンレスで板厚が3mm以上必要となり、従来技術では穴と穴の隙間も3mm以上になるため、体積当たりの伝熱面積が小さくなる（大型化）

- （特徴）**
- 板厚が穴と穴との隙間の3倍程度まであけることが可能
 - 穴径が小さくても深穴をあけることが可能
 - ドリル加工、レーザー加工等低コストでの穴あけが可能
 - 熱交換器の伝熱部であるパイプを細径化でき、同時に狭ピッチで配列することが可能となり、大幅に高性能化が図れる

研究開発の成果／目標を一部達成

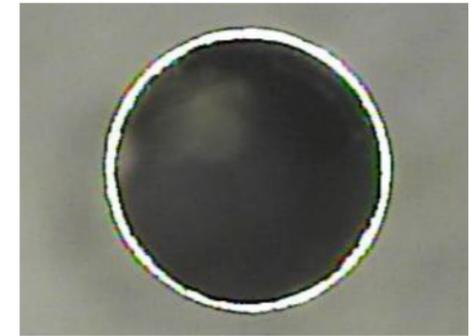
切削加工技術の高度化

- 切削研磨加工に関する各種パラメーターを最適化し、φ3mm程度のパイプの肉厚を0.25～0.08mm程度まで薄肉化させ、熱交換器の伝熱管を70%程度軽量化させた
- 通常の切削研磨加工比で10倍以上のパイプ加工速度を実現
- パイプ内部にスプリングコイルを挿入・接合し、コイル表面積を伝熱面積とするとともにパイプ内部に流れる作動流体を乱流化させ、単位面積当たりの熱伝達率を上げることに成功

金型プレス技術の高度化

- 順送金型での加工では、板厚と同一の穴ピッチならば、形状を保持したまま打ち抜くことが可能
- 金型の設計変更をして、全ての穴を同時に3段階で打ち抜くと、板厚の80%の穴ピッチは問題なく打ち抜くことができた
- 金型を変更しファインブランキング方式にて加工したところ、目標の板厚の50%の穴ピッチの加工に成功。量産化に向け独自工程を加え、ヘッダー板厚を穴ピッチの3倍まで安定的に生産する方法を確立

パイプ(外径φ2.26mm、内径2.1mm、パイプ肉厚80μm)～パイプ径がφ3mm程度のものでは肉厚を80μm程度まで安定的かつ量産性の高い状態で加工することに成功～



内部にスプリングコイルを挿入・接合したパイプ～パイプの中にスプリングコイルを入れ口で接合し、パイプの耐圧性能向上に期待できる～



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年度の実用化に成功。川下メーカーと共同開発を実施中
- パイプ内部に螺旋フィンを入れたシェルアンドチューブ熱交換器、メーカーと共同開発中の熱交換器の試作機あり

効果

- 強度向上 ➡ パイプを用いた熱交換器は、現在のプレートタイプの熱交換器と比べ強度が高く、繰り返し応力に対しても安定的な強度を保つ
- 軽量化 ➡ パイプ形状のため伝熱壁をより薄くしても強度が保てるので、伝熱効果をより高くでき、同時に軽量化が図ることができる
- 低コスト化 ➡ 軽量化により材料コストを削減することができる

今後の見通し

自動車・家電メーカーと共同開発を展開中

- 川下企業へ試作品を提供し、先方での評価結果をシミュレーションに落とし込み、再設計を実施。現在性能評価を実施してもらっている
- 性能の評価とともに、実用化に対応できる形状の追及が必要(自動車、家電メーカーと共同開発を行っており、振動テストや経年劣化等シミュレーションによる最適形状を追求している)
- H25年度でメーカー側での必要スペックを満たす製品を決定し、当該メーカーの最終製品に搭載されることを目指す

企業情報 株式会社CKU

- 事業内容** 熱交換器の設計・試作開発
- 住所** 大阪府岸和田市池尻町348-4
- URL** <http://www.ck-unit.com>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 取締役副社長 谷川茂利
- Tel** 090-5164-0508
- e-mail** tanigawa@ck-unit.com

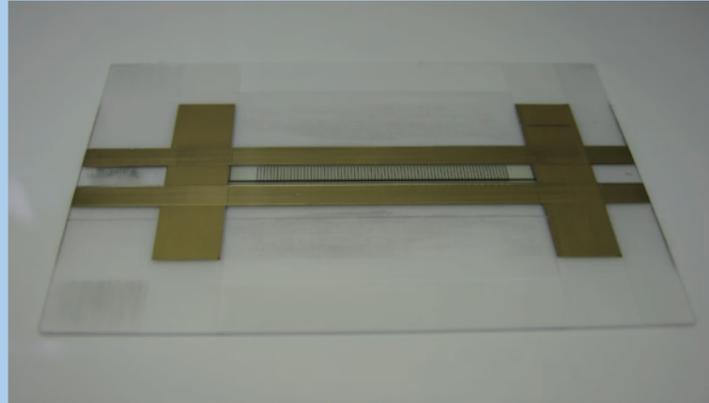
加工歪みを低減する超精密切削加工技術を確立し 高精細 3D モニタ用の高速可変焦点レンズを実現する

プロジェクト名 高精細な3Dモニタ用高速可変焦点レンズを実現するための電気光学材料の超精密切削加工技術の開発

対象となる川下産業 電子機器・光学機器、電気機器・家電

研究開発体制 (財)京都高度技術研究所、(有)オプトセラミックス、京都大学、龍谷大学

開発技術により作製した電気光学材料とガラス基板の複合基板



【事業化への取組】

○実用化に向け、補完研究を継続しつつ、さまざまな用途への展開を検討中

【従来】

- 医療分野等でニーズが高まっている高精細な3Dモニタの製造に向け、高精細のキーとなる高速可変焦点レンズが求められている
- 材料の応答が速い電気光学材料の適用は高速化への有効な手段となるが、加工歪みにより性能劣化を引き起こすという課題がある

【研究開発のポイント】

- 切削器具の開発、電気光学材料の複合化により、加工歪みを低減する超精密切削加工技術を確立する

【成果】

- 電気光学材料を用いた複合基板とその最適な切削加工技術を開発し、シリンダリカル形状の高速可変焦点レンズを作製した
- 3Dモニタの高解像度と広視野角を両立したディスプレイデバイスを実現する

研究開発のきっかけ

高精細 3D モニタ用の高速可変焦点レンズの実現に向け、加工歪み等の低減が必要

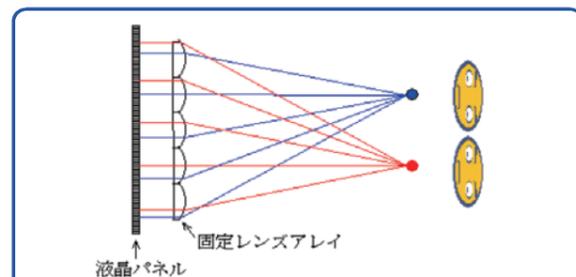
- 医療分野等で高精細な3Dモニタのニーズが高まっている
- 3Dモニタ製造者からは高精細のキーとなる高速可変焦点レンズが求められている
- 材料の応答が速い電気光学材料の適用は高速化への有効な手段となるが、一方で加工歪みにより性能が劣化するという課題がある

研究開発の目標

切削器具の開発、電気光学材料の複合化により、加工歪みを低減する超精密切削加工技術を確立する

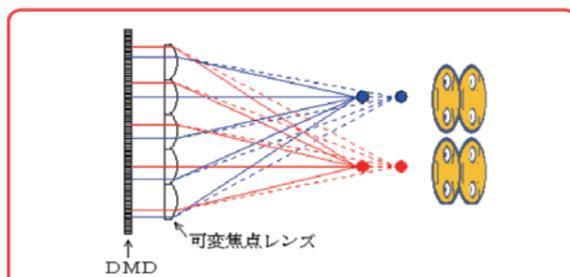
- 従来比10倍の情報量表示 ➡ 焦点可変速度: 従来比10倍の数kHz以上へ
- 焦点可変応答速度 ➡ 500マイクロ秒以下(2.4kHz)

【従来技術】



- (課題)
- ・視点数(視野角)を増やすと解像度が低下

【新技術】



- (特徴)
- ・時間的に切り替えて表示させることにより、画素数を粗くせずに視点を増加

研究開発の成果／目標を概ね達成

電気光学材料と熱膨張率が等しい材料からなる加工吸着テーブルの開発

- 切削加工中の周囲温度の変化で生じる反りや位置ズレを防止するため、電気光学材料と熱膨張率が等しい加工吸着テーブルを設計・製作。併せて電気光学材料に対する加工条件を最適化
- 上記を適用し、電気光学材料の溝加工の加工形状精度を向上。電気光学材料のアレイ状配置を可能に

最適な温度係数を有するガラス基板材料の開発

- 電気光学材料の板厚を薄くしつつ、強度と透過率を維持するため、最適なガラス組成の合成・調達等により、熱膨張率が電気光学材料と等しく、透明かつ均質なガラス基板を開発

ガラス基板と電気光学材料の接合技術の開発

- 開発したガラス基板と電気光学材料の複合化に向け、接合界面で光の吸収や散乱が生じない接合技術を開発
- UV硬化性樹脂を用いて、ガラス基板と電気光学材料を接合し、透過光の損失が少ない複合基板を開発

加工歪みが発生しにくい電気光学材料の研究

- 種々の結晶粒径からなる電気光学材料を作製。透明性と加工歪みの伝搬を評価し結晶粒径を最適化
- 透明性が高く、加工歪みが生じにくいセラミックスの最適製造条件が5~6μm径と判明。その実現のためのプロセス条件を決定

技術的目標値の達成状況

~4つの開発テーマについて、技術的目標値を総てクリアできた~

サブテーマ	完了時の技術的目標	
	目標値	実績値
①電気光学材料と熱膨張率が等しい材料からなる加工吸着テーブルの開発	コントラスト 1:100以上 透過光量バラツキ 10%以内	コントラスト 1:450以上 透過光量バラツキ 3%以内
②最適な温度係数を有するガラス基板材料の開発	熱膨張率差 10%以内 透過率 85%以上 透過光量内バラツキ 5%以内	熱膨張率差 3%以内 透過率 88%以上 透過光量内バラツキ 4%以内
③ガラス基板と電気光学材料の接合技術の開発	透過光の損失 1%以内 接合強度 1N/mm ² 以上	透過光の損失 1%以内 (接合で単体より5%向上) 接合強度 200N/mm ² 以上
④加工歪みが発生しにくい電気光学材料の研究	最適粒径を見いだす。	現行の製造プロセスでは、5~6μmが最適。

事業化への取組／実用化は停滞中

事業化状況等

- 実用化に向け、補完研究と用途開拓を進める
- 本研究成果を用いた高速時分割対応可能なパララックスバリア方式のサンプルを提供

効果

- 精度向上 ➡ 砥石を用いてPLZTセラミックスに研削加工し、透過光量バラツキ3%以下、コントラスト1:450以上の高精度で加工歪みを残留させない研削加工条件を開発
- 耐久性向上 ➡ PLZTセラミックスと強靱な透明ガラス基板を接合し複合基板化することにより、デバイスの作業性、耐久性を改善した
- 新方式の実現 ➡ PLZTセラミックスと透明ガラスから成る複合基板に、研削加工により立体電極構造を形成し、10kHz以上の可変焦点レンズの高速応答速度を確認

今後の見通し

補完研究を継続しつつ、さまざまな用途への展開を検討中

- レンズ加工精度(1素子内のR面平面度およびエッジ部のチッピング)が不十分で、満足できる可変焦点レンズのサンプルができていない。また、タイリング精度向上のための補完研究を継続中
- 川下産業である薄型パネル製造業の景況は厳しく、3D関連の新規開発案件への投資が難しくなっている。レンチキュラレンズ方式に比べて集積化のハードルが低く早期の製品化が可能なバリア方式でサンプル品を提供し、性能評価を実施してもらっている
- 裸眼3Dモニタの光学系として高速可変焦点レンズの開発を進めてきたが、光通信分野、測定計測分野への販路開拓を狙う。またさらに微細化して印刷・露光等の装置メーカーへの新規事業展開を目指す

企業情報 有限会社オプトセラミックス

事業内容 光学部品、センサー、アクチュエーターの考案設計・製造販売
住所 京都府京都市南区久世中久世町5-35

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 大西康司
Tel 075-922-0756
e-mail onishi@optceramics.name

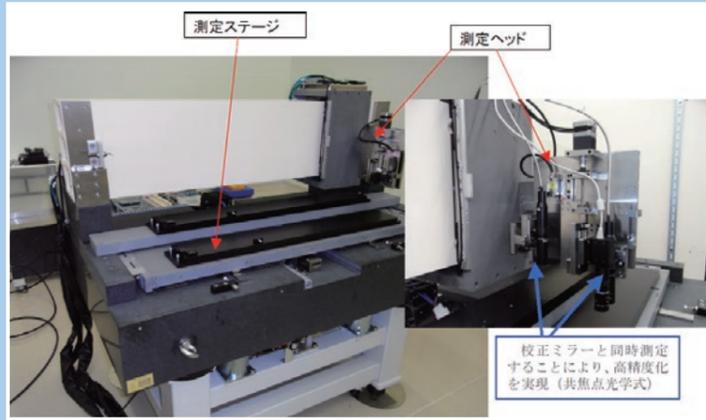
EEM ナノ加工技術を基に、放射光用ミラー表面をナノメートル精度で加工する超高精度加工を実現

プロジェクト名 放射光用ミラーに関する加工技術の高精度化

対象となる川下産業 放射光施設利用ユーザー（医療・バイオ、自動車、材料、環境等の関連産業）、電子機器・光学機器、鉄鋼・材料

研究開発体制 (株)ジェイテック、大阪大学

表面形状ナノ計測装置



【従来】

- 医療・バイオ、環境・エネルギー、自動車等放射光施設を利用する産業では、放射光利用の高度化が進み、放射光用X線ミラーの高精度化が望まれている
- ミラーの高精度化を実現するにはミラー表面の非球面形状をナノメートル精度で加工する必要がある

【研究開発のポイント】

- 切削技術の概念を変えた化学反応を利用した原子レベルの表面形状を創成するEEMナノ加工技術を基に、放射光用ミラーの超高精度加工技術を確立する

【成果】

- 放射光施設等で使用されるナノレベルの高精度非球面形状を実現した放射光用KB型集光ミラーを開発。世界最高の集光性能を誇る

【事業化への取組】

- 海外放射光施設からの受注に成功。この実績を基に、国内外の放射光施設への営業展開を目指す

研究開発のきっかけ

放射光用X線ミラーの高精度化には、ミラー表面をナノメートル精度で加工することが必要

- 医療・バイオ、環境・エネルギー、自動車等放射光施設を利用する産業では、放射光利用の高度化が進み、放射光用X線ミラーの高精度化が望まれている
- ミラーの高精度化を実現するにはミラー表面の非球面形状をナノメートル精度で加工する必要がある

研究開発の目標

新技術であるEEMナノ加工技術を基に、放射光用ミラーの超高精度加工技術を確立する

- 0.1mmの高周波領域までナノメートルレベルの形状精度の加工を可能に
- 曲率半径約2m以下までの測定を可能に



研究開発の成果/目標を達成

高周波領域でのバンプ、ピットの解消

- 開発した極小加工ノズルを用いて、実際のミラーサンプルで0.1mm以下の高周波領域までナノメートルレベルの形状精度の加工が可能であることを実証

ミラー計測—加工間のサンプルセットの再現性

- 本研究で見出した条件でSi材料の引上げ加工を実施し、EEM加工段階で酸素濃度むら等による加工むら(点、スジ状等)が顕在化しないことを確認
- 加工物表面に残留する有機物を効率よく除去できる洗浄ノズルを付属した洗浄装置を開発
- 測定表面形状の急峻な面でも測定可能な共焦点光学を採用した新しい表面形状ナノ計測装置を開発。目標値を上回る最大曲率半径0.6mのミラーの測定に成功

軟X線ミラー用表面ナノ形状加工システムの構築

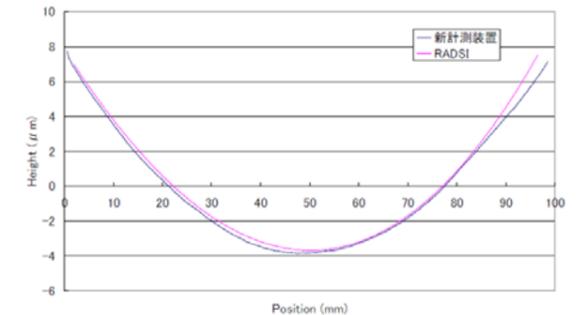
- 試作した洗浄装置、表面形状ナノ計測装置、前処理加工装置(ローカルポリッシング装置)を

用いて、表面形状の急峻なミラーをナノメートルオーダーの形状精度で試作

- At-wavelength計測法により、作製したミラー上の形状誤差を決定できる技術を開発。試作ミラーは形状誤差、再現性等において有用であることを確認

新計測装置とRADSIの形状計測結果

～新たに開発した表面ナノ形状計測装置と従来の装置(RADSI及びMSI)との相関評価の結果、相関誤差は約±100nmであった(サンプルは曲率半径100mの楕円形状ミラー)～



事業化への取組/事業化に成功

事業化状況等

- H24年度の事業化に成功
- 高精度非球面形状の放射光用集光ミラーの試作機あり
- 特許:「超精密形状測定法」(特許4904844号、US7,616,324B2)
- 出展:日本放射光学会(H24.1)、The 11th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation(H24.7、リヨン/フランス)

効果

- 精度向上 ➡ 本研究により確立した超平坦化加工プロセスにより実現した硬X線用の非球面ミラーは、表面形状精度PV±1nmを実現
- 複雑形状化 ➡ 非球面形状が曲率2mレベルの急峻な軟X線用集光ミラーにおいてナノレベルの表面形状精度を実現

今後の見通し

海外放射光施設からの受注に成功
この実績を基に、国内外の放射光施設への営業展開を目指す

- サポイン事業終了後、国内外の放射光関連学会への講演、展示に積極的に参加。川下産業(放射光利用ユーザー)のニーズ調査、販売活動を展開している
- 円高環境下、海外企業に対する技術的優位性を保持しつつ、コストダウンを図るために、前加工工程の加工技術確立、計測技術の高精度化に向けた研究開発を実施中
- H24年10月にESRF(フランスの放射光施設)より軟X線用ミラーを受注、H25年6月に納入予定。この実績を基に本格的に国内外の放射光施設に販売を実施していく

企業情報 株式会社ジェイテック

事業内容 主な製品は放射光用X線ミラー及び自動細胞培養装置。また各種産業分野において様々な自動化システムの受託開発を展開している

住所 兵庫県神戸市中央区港島南町5-5-2神戸国際ビジネスセンター308号

URL <http://www.j-tec.co.jp>

主要取引先 (独)理化学研究所、(社)大阪府赤十字血液センター、(公財)高輝度光科学研究センター、大阪大学、第一実業(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 津村尚史

Tel 072-643-2292

e-mail tsumura@j-tec.co.jp

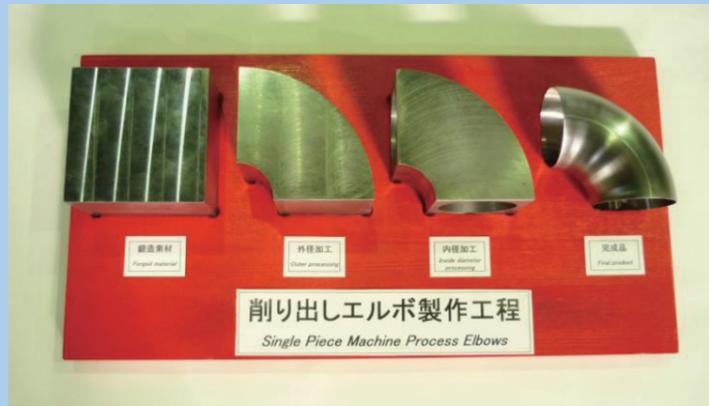
一体品削り出しによる難削材を使用した、加工精度がよく、継ぎ目のない90度エルボの製作 (Horigucho Elbow)

プロジェクト名 90度難削材エルボの一体品削り出し製品の製作

対象となる川下産業 産業機械・工作機械・建設機械、航空・宇宙、環境・エネルギー、石油プラント

研究開発体制 シモダフランジ(株)、野田金型(有)、福井大学

エルボ製作工程



【従来】

- 今までの90度エルボはパイプ曲げや鉄板曲げ溶接しかなく、内径・肉厚の精度が悪く、溶接硬化等の問題が解消されなかった
- 加工精度が高く継ぎ目のない一体品削り出し製品に対するニーズは高まっていたが、加工が難しく、研究例もなかった

【研究開発のポイント】

- 難削材を使用した、加工精度がよく継ぎ目のない90度エルボを製作する
- 製品の安全性・信頼性向上、高精度化、高強度を達成する

【成果】

- ジェットエンジンのダクトとして安全性・信頼性の向上、火力原子力発電部品のエルボとして従来品比強度5%アップと形状精度10倍以上向上を達成した

【事業化への取組】

- H24年度の事業化に成功。さらなる精度向上等に向けた開発を継続中
- H24年12月、世界32カ国に特許申請(日本国内特許取得済)

研究開発のきっかけ

90度難削材エルボの一体品削り出し製品に対するニーズの高まり

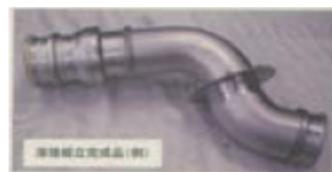
- 今までの90度エルボはパイプ曲げや鉄板曲げ溶接しかなく、内径・肉厚の精度が悪く、溶接硬化等の問題が解消されなかった
- 加工精度が高く継ぎ目のない一体品削り出し製品に対するニーズは高まっていたが、加工が難しく、研究例も少ない

研究開発の目標

難削材を使用した、加工精度が高く継ぎ目のない90度エルボを製作する

- 試験開発した方法でチタン製品エルボを作成することに成功し、他の難削材での加工も完成させ従来の製品との比較等の研究開発をする
- 安全性・信頼性向上 → 難削材による90度一体切削加工エルボを製作する
- 高精度化 → 加工の歪公差: ±内径×1/200以内
- 高強度化 → 真円断面エルボの製作

【従来技術】



(課題)

- ・溶接品は歪みと硬化がある
- ・継ぎ目部分に強度劣化が生じる
- ・曲げは歪みと強度が劣化する

【新技術】



(特徴)

- ・均等でムラのない品ができる
- ・精度が抜群
- ・歪みがなく圧のかかるところを強化できる

研究開発の成果 / 目標を達成

難削材加工に耐えられる工具、固定治具の開発と3D-CAD・CAMによる製作支援

- エルボの内径加工時に用いる工具に関し、高精度製品を製作できるように材質や形状を調整した
- 荒加工時、仕上げ加工時に用いる固定治具の開発により、仕上がり粗さの向上と寸法精度を確保した
- 3D・CAD・CAMによるシミュレーションにより、最適な加工条件を見出した

90度難削材エルボの材質による加工の実績確認

- 鍛造された素材(SUS316L、純チタン、インコネル718)から削り出しのエルボを製作し、仕上がり製品の精度が目標値と同等ないしは上回る精度を確保していることを確認

試作エルボと従来エルボの比較と有意性の検証

- 試作エルボは、肉厚の薄さ、均等性において優位であった
- 扁平エルボに対する真円エルボの優位性を、曲

げ試験により検証。断面が扁平化することによる強度低下、歪み硬化による強度向上ともに5%程度にとどまった

○市販エルボに対する削り出しエルボの優位性はあまりみられず、今後の検討課題となった

実験結果: 限界曲げ荷重

～断面の扁平化による強度低下は5%程度(1、2と5、6の比較)、加工硬化の影響は5%程度(7と5、6の比較)、市販エルボに対して削り出しエルボの優位性が著しいほどはないこと(1、2と7の比較)が明らかに～

試験体名称	説明	Mc kNm	比
1 真円1	真円削り出し減肉なし試験体	40.9	0.864
2 真円2		47.3	1
3 減肉・背	真円削り出しエルボの背側に深さ2mmの模擬減肉を放電加工により挿入	42.1	0.89
4 減肉・脇	真円削り出しエルボの脇側に深さ2mmの模擬減肉を放電加工により挿入	42	0.887
5 扁平1	扁平化したエルボを削り出し加工により製作	44.7	0.944
6 扁平2	扁平化したエルボを削り出し加工により製作。加工硬化はしていない。	44.8	0.946
7 曲げ	市販品同様、曲げ加工により断面の扁平化、加工硬化したもの	44.9	1.01

事業化への取組 / 事業化に成功

事業化状況等

- H24年度の事業化に成功(世界32カ国に特許申請中)
- 肉厚均等エルボ(チタン・インコネル・SUS)、肉厚強化エルボの無償サンプルあり
- 特許:「削り出しエルボの製作方法」(特許第4491538号)
- 経済産業省「第4回ものづくり日本大賞・優秀賞」、発明協会「H24年度近畿地区発明表彰・中小企業庁長官奨励賞」、日本発明振興協会「第37回発明大賞・発明功労賞」

効果

- 精度向上 → 従来製法比で10倍以上の精度を確保

- 強度向上 → 従来品比5%以上の強度アップ
- 新製法の実現 → エルボ製作における新たなカテゴリ「削り出し」分野を開拓

今後の見通し

さらなる精度向上等に向けた開発を継続中

- さらなる精度向上・加工時間短縮が可能な治具の開発を実施している
- 設計図面と同じ製品・形状を作り出すことができたが、さらなる「最適形状」を開発する予定
- 事業管理者であるシモダフランジ(株)に極肉厚エルボ等を納入している

企業情報 野田金型有限公司

事業内容 金型製作、削り出しエルボの製作販売、帝人(株)、(株)積水工機製作所、GBT(米投資会社:Golden Bridge Technology)

住 所 大阪府高石市高砂3-38

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

主要取引先 シモダフランジ(株)、ウメトク(株)大阪本社・名古屋支店、(株)メタルフォージ、帝人(株)、(株)積水工機製作所、GBT(米投資会社:Golden Bridge Technology)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 取締役社長 堀口展男 (ホリグチノブオ)

Tel 072-268-1006

e-mail nodacam@alto.ocn.ne.jp

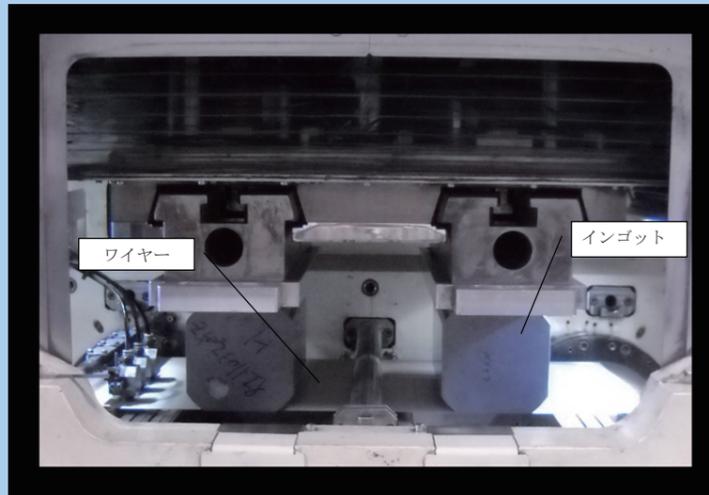
固定砥粒ワイヤー方式におけるロス低減と低コスト化を可能とする切断油の開発

プロジェクト名 シリコンウエハーの固定砥粒ワイヤーソー切断油の開発

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 (財)奈良県中小企業支援センター、大同化学工業(株)、奈良工業高等専門学校

マルチワイヤーソーのインゴット切断部



【従来】

- 結晶シリコン太陽電池の需要増予測に伴い、シリコンウエハー製造方法が遊離砥粒から固定砥粒ワイヤー方式に移行している
- 固定砥粒ワイヤー方式ではソーマークやスクラッチ疵発生のため、シリコンウエハーの生産性向上、切断ロス低減や低コスト化ができない

【研究開発のポイント】

- スクラッチ疵発生メカニズムを解明し、ソーマークやスクラッチ疵を10μm以下に抑制し、固定砥粒ワイヤーソーの特性に合致した切断油を開発する

【成果】

- ソーマークやスクラッチ疵を低減する切断油(試作油)を開発
- 製品化を進め、太陽電池(セル)に使用されるシリコンウエハーの生産性と表面品質の向上に貢献する

【事業化への取組】

- 実用化・製品化を目指した補完研究等を展開中

研究開発のきっかけ

シリコンウエハー製造方法の移行に伴い、固定砥粒ワイヤー方式におけるロス低減と低コスト化が必要に

- 結晶シリコン太陽電池の需要増予測に伴い、シリコンウエハー製造方法が遊離砥粒から固定砥粒ワイヤー方式に移行している
- 固定砥粒ワイヤー方式ではソーマークやスクラッチ疵発生のため、シリコンウエハーの生産性向上、切断ロス低減や低コスト化ができない

研究開発の目標

固定砥粒ワイヤーソーの特性に合致した切断油を開発する

- スクラッチ疵深さを20μm ➡ 10μmに半減する最適切断油と基盤技術の開発
- ダイヤモンド固定砥粒ワイヤーソー方式によるシリコンウエハー製造の生産効率向上と大幅な低コスト化

【従来技術】

<遊離砥粒ワイヤーソー方式>

- ・生産性が低い、ウエハーの薄型化が難しい、歩留まりが悪い等の課題あり

<現在の切断油>

- ・ウエハー加工面にスクラッチ疵発生
- ・ソーマークが入りやすい
- ・高速加工するとワイヤーが破断
- ・ウエハーの薄型化が難しい

【新技術】

<固定砥粒ワイヤーソー方式>

- ・スクラッチ疵・ソーマークの発生防止のため、高潤滑性、接触面への高浸透性、冷却性を有する切断油が必要不可欠

<新開発切断油の考え方>

- ・高粘性高分子化合物の適用
- ・表面張力低下剤(濡れ性向上剤)
- ・潤滑添加剤(摩擦係数低下、焼付抑制)
- ・冷却剤(含水タイプ⇒乳化分散剤等)
- ◎種々添加剤特性⇒最適切断油を開発

固定砥粒ワイヤーソー方式への移行には、最適切断油の開発が必要

研究開発の成果/目標を一部達成

シリコンウエハー切断面の研究に基づく、固定砥粒ワイヤーソー方式の検討

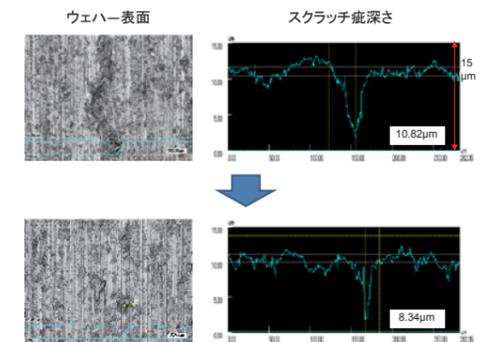
- 固定砥粒ワイヤーでシリコンインゴットを切断し、遊離砥粒ワイヤーソー方式と固定砥粒ワイヤーソー方式の切断性の相違(ソーマーク、スクラッチ疵の発生)を確認
- ダイヤモンド固定砥粒ワイヤーにはニッケル電着ワイヤーとレジンワイヤーがあるが、前者の方が切断後の摩耗も切断されたウエハー表面の変化も少ないことを確認
- ダイヤモンド固定砥粒特性を検証し、電着ワイヤーは砥粒が潰れて摩耗するが、レジンより良好なことを確認

スクラッチ疵を抑制する固定砥粒ワイヤーソー用の最適切断油の開発

- スクラッチ疵の発生原因は、ワイヤーソーとシリコンの接触箇所に噛み込む脱落砥粒や発生シリコン切り屑と考え、切断油の機能として切り屑の除去性能、砥粒に作用する切削力を低下させる性能を重視
- 「グリコール25%+グリコールのエーテル化物5%+水70%」の切断油でスクラッチ疵=8.85μmを達成。「グリコール70%+水30%」=14.03μmのスクラッチ傷の深さを60%に低減

- 試作油により、遊離砥粒の切断時間を1/4~1/6に短縮することが可能に

スクラッチ疵深さの軽減(1例)



試作油MWA-62の実機評価結果

評価項目	市販油との比較
1 加工精度	MWA-62 > 市販油
2 割れ・欠け	MWA-62 >> 市販油
3 ウエハー表面状態	MWA-62 >> 市販油
4 発泡性・消泡性	MWA-62 = 市販油
5 洗浄性	MWA-62 = 市販油
6 総合評価	MWA-62 > 市販油

* 評価: 標準=標準、良>標準、優>>標準

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年度の実用化を目指し、補完研究中
- 電着固定砥粒ワイヤー用切断油の無償サンプルあり

効果

- 生産性向上 ➡ 固定砥粒ワイヤーへの対応により、生産性は遊離砥粒ワイヤーの2倍以上に
- 低コスト化1 ➡ ウエハー厚みを180μmから120μm切断可能にし、生産枚数を1インゴット当たり20%以上増加
- 低コスト化2 ➡ ワイヤソー径120μmを100μmに対応することで、カーフスを20%程度減少させると予測

今後の見通し

実用化・製品化を目指した補完研究等を展開

- サポイン事業において完成していない切断油の製品化を図るため、補完研究を継続中
- 固定砥粒ワイヤーのうち、電着では製品化を達成し、さらなる低コスト化研究を継続中。また、レジン固定砥粒ワイヤー用切断油を研究中
- 国内スライスマーカーの事業撤退・縮小がなされており、国内市場における事業化見通しは厳しくなっている

企業情報 大同化学工業株式会社

事業内容 産業界の基本プロセスに使用する切削研削油、圧延油、防錆油、焼入油、塑性加工油等、金属加工油全般の製造販売

住所 奈良県大和郡山市額田部北町 1021

URL <http://www.daido-chemical.co.jp>

主要取引先 新日鐵住金(株)、JFEスチール(株)、トヨタ自動車(株)、日産自動車(株)、NTN(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術研究所第5研究室 山口一男

Tel 0743-56-6188

e-mail giken04@daido-chemical.co.jp

自励振動理論と応力可変PVD技術により、スパイラルマークを抑えた長寿命BTA工具を開発

プロジェクト名 原子力など重電機器分野の深穴加工部品に用いる自励振動理論と応力可変PVD技術による高精度・長寿命BTA工具の開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械・建設機械、重電機器、環境・エネルギー

研究開発体制 (一助)九州産業技術センター、(株)アヤボ、(有)ユニオン設計、九州大学、大分大学、東北大学

ロウ付けBTA工具（左下）と刃先交換式BTA工具（右上）



した

【事業化への取組】

- 刃先交換式及びロウ付けドリルヘッドの事業化に成功
- ロウ付けドリルヘッド等ではさらなる補完研究を継続中

【従来】

- BTA工具による深穴加工は、原子力発電プラント熱交換器管板の管穴を高速かつ高精度に空けることができる唯一の方法である
- 深穴加工において、加工穴精度不良の原因となるスパイラルマークの発生防止と、耐熱鋼等の難削材加工時の工具寿命が問題となっている

【研究開発のポイント】

- 時間遅れ系の自励振動理論に基づくパターン形成現象（スパイラルマーク）の解析予測から導かれた切刃と曲率変化ガイドパッドを融合した、新しい刃形状の開発
- 超厚膜PVD耐摩耗皮膜による加工条件の高速化、難削材対応、工具の長寿命化

【成果】

- スパイラルマークの発生しない深穴BTA工具（tomodachi@drill）を開発。重電機器分野等の深穴加工において、真円度を従来深穴BTA工具の6.3%に向上することで、加工穴の高精度化を実現

研究開発の成果／目標を概ね達成

パターン形成現象解析モデルの高精度化と刃形状・配置の最適化

- ボーリングバーの固有振動数及び固有モードの加工穴深さによる変化を考慮したガイドパッドの最適配置を実現

三次元振動測定と加工穴の高精度三次元形状測定

- ドリルヘッド刃先部の振動測定により、刃先部の挙動の検出に成功
- 3Dスキャニング振動測定システムと既存の測定系の融合に成功
- 新型刃形状工具の加工試験では卓越したスパイラルマーク抑止効果を確認。真円度を6.3%以下に向上した
- 真円度と同時に、偏心率も改善し、曲りのないストレートな穴加工を実現

ドリルヘッドの製作と高精度研削技術の確立

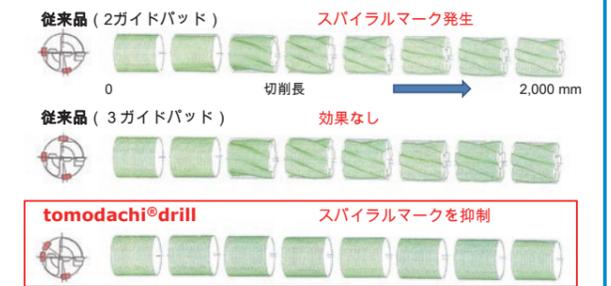
- 刃先部の挙動検出を可能とする加速度計内蔵刃先交換式ドリルヘッドを設計開発
- 新型刃形状刃先交換式ドリルヘッド及びロウ付けドリルヘッドを設計開発

超厚膜PVD成膜技術の確立と工具寿命測定

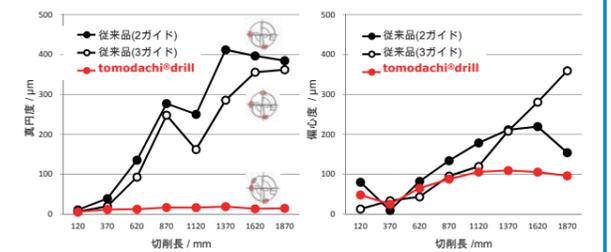
- HIPIMSにより、皮膜硬度を20%向上しつつ、10μmの超厚膜成膜に成功

- 超厚膜PVD処理自公転治具システムの設計開発により、成膜速度を16%、処理量を倍増させ、大幅なコスト削減が可能に

従来品とtomodachi@drillの加工穴の真円度



真円度(左)及び偏心率(右)の改善



研究開発のきっかけ

BTA工具による深穴加工では、スパイラルマークを抑えた長寿命の工具が必要とされている

- BTA工具による深穴加工は、原子力発電プラント熱交換器管板の管穴を高速かつ高精度に空けることができる唯一の方法である
- その深穴加工において、加工穴精度不良の原因となるスパイラルマークの発生防止と、耐熱鋼等の難削材加工時の工具寿命が問題となっている

研究開発の目標

自励振動理論と応力可変PVD技術による高精度・長寿命BTA工具の開発

- 時間遅れ系の自励振動理論に基づくパターン形成現象の解析予測から導かれた切刃と曲率変化ガイドパッドを融合した、スパイラルマークを生じない新しい刃形状
- 超厚膜PVD耐摩耗皮膜による加工条件の高速化、難削材対応、工具の長寿命化

【従来技術】

<深穴加工用BTA工具(ドリルヘッド)>

- 従来品の加工穴 (課題)
- ・スパイラルマークの発生機構は未解明
 - ・スパイラルマークによる加工穴の精度不良が発生
 - ・手作業による加工穴修正作業の負荷大【加工不良率: 0.5%】
 - ・皮膜の内部応力大、厚膜化が困難
 - ・工具寿命と難削材加工の限界(クラッド鋼板)【加工数: 20穴】

- ・時間遅れ系の自励振動理論による解析・予測
- ・3Dスキャニング振動計による高速精密振動測定
- ・曲率変化ガイドパッド研削・超厚膜PVD技術の確立

【新技術】

<自励振動を抑制する第3ガイドパッド> <応力可変PVDによる超厚耐摩耗被膜>

- (特徴)
- ・理論予測による刃形状の最適化
 - ・スパイラルマークの発生を抑制
 - ・修正工程不要、仕上げ工程を簡略化【加工不良率: 0.02%以下】
 - ・工具寿命の飛躍的な向上
 - ・Ni基耐熱合金等難削材加工が可能(クラッド鋼板)【加工数: 40穴】
 - ・安定化、高速化、高効率化を実現【送り速度: 2倍】

事業化への取組／事業化に成功

事業化状況等

- H24年度の事業化に成功
- 刃先交換式及びロウ付けドリルヘッドを実用化し、tomodachi@drillとして、国内外で商標登録
- 特許登録:「深穴加工用先端工具のガイド部配置構造及びガイド部配置方法」(特許第4951788号)
- 意匠登録: 2件(4カ国1地域)
- 受賞: (公社)日本ニュービジネス協議会連合会「第7回ニッポン新事業創出大賞・特別賞」(H24)

効果

- 精度向上 ➡ 事業化したtomodachi@drillは、深穴加工時に発生するスパイラルマークを大幅に抑制し、加工穴の真円度を1/20まで高精度化できる
- 歩留まり向上 ➡ tomodachi@drillは、偏心率を40%以下に抑制することで、穴曲りを防ぎ、不適合加工の削減に貢献する

- 低コスト化 ➡ 超厚膜PVD成膜技術により開発した次世代皮膜により、従来工具比40%以上の寿命改善効果が認められた

今後の見通し

- 刃先交換式及びロウ付けドリルヘッドは事業化に成功ロウ付けドリルヘッド等ではさらなる補完研究を継続中
- 川下企業へ製品の販売及び試作品の提供を開始するとともに、新規産業分野における性能評価の機会を拡大させる
- 刃先交換式ドリルヘッドの消耗部品であるインサート(刃先及びガイドパッド)のバリエーション拡大、調達先の複線化及び調達コストの削減を早期に図る
- 補完研究では、ガイドパッド曲率変化形状加工法の開発と、HIPIMS法の成膜レート改善を、最重要課題と位置付けている。H25年度中の実用化を目指す

企業情報 株式会社アヤボ

事業内容 コーティング・テクノロジー・サービス(切削工具・金型及び治具の耐摩耗PVD処理、自動車・機械及び重電部品等の摺動性向上を目的としたPVD処理等)、ツール・マニユファクチャリング・サービス(切削工具の高精度研削加工、金型の超精密研磨)

住 所 愛知県安城市福釜町細萩1番地 株式会社アヤボ・CTSファクトリII

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業担当取締役 藤井勝志

Tel 0566-71-1060

e-mail katsushi@ayabo.com

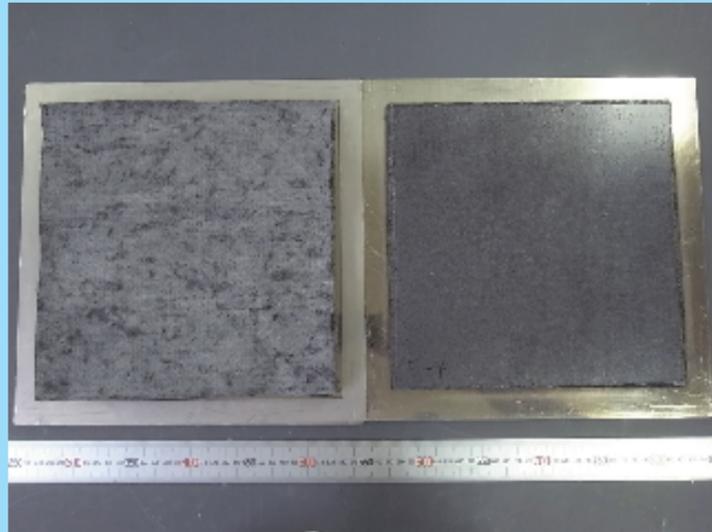
高強度と軽量性を実現する再生炭素繊維不織布複合材を開発

プロジェクト名 再生炭素繊維不織布の開発

対象となる川下産業 自動車

研究開発体制 (財)岐阜県研究開発財団、(株)オーツカ、カーボンファイバーリサイクル工業(株)、岐阜県産業技術センター

再生炭素繊維不織布シートの外観
 <左：熱プレス前、右：熱プレス後>



【従来】

○軽量かつ高強度な炭素繊維樹脂複合材の利用が拡大している。今後、増加する製造過程での廃材や、最終製品由来の廃棄物に対して、EUの埋め立て処分の禁止などの規制があるため、リサイクル技術の確立が求められている

【研究開発のポイント】

○再生炭素繊維を高品位な不織布に加工する技術を確立

【成果】

○従来の自動車部材と同程度の強度でありながら軽量な特徴を持つ再生炭素繊維不織布複合材を作製
 ○自動車のカバー類（フロアアンダーカバー、エンジンアンダーカバーなど）

【事業化への取組】

○実用化に向け補完研究中

研究開発のきっかけ

炭素繊維製品のニーズが増加しているが、他方でリサイクルの方策の検討が遅れている

- 軽量かつ高強度など、物性に優れていることから、様々な分野で炭素繊維製品の活用が進んでいる
- 今後、製造過程で生じる廃材の増加や、最終製品由来の廃棄物が増加することが想定される
- リサイクルが難しいうえ、世界的に埋め立て処分の禁止が進み、廃材・廃棄物の利活用方策の検討は急務である

研究開発の目標

強度・軽量性のメリットを生かした炭素繊維製品のリサイクル技術を確立

- 再生炭素繊維処理工程の高度化 → 繊維長を50mmに揃える技術を確立
- 再生炭素繊維不織布の強度 → 縦60N、横25N
- 製品化時の軽量性 → 十分な強度を確保し、従来製品から30%の軽量化

【従来】

<炭素繊維製品>

- <特徴>
- ・軽量かつ高強度であるなど優れた物性を持ち様々な分野で活用
 - ・活用の幅が広がるにつれ、製造工程での廃材や、最終製品由来の廃棄物が増加
 - ・炭素繊維のリサイクル技術が確立していない一方で、埋め立て処分の禁止も進んでおり、対策が急がれている

【新技術】

<炭素繊維製品のリサイクル技術>

- ・炭素繊維の廃棄物利用を推進
- ・バージン材から炭素繊維製品を製作する場合に比べて安価
- ・不織布加工することにより、様々な分野での活用が可能
- ・従来品に比べて軽量

研究開発の成果／目標を達成

再生炭素繊維の製品加工に必要な切断技術を確立

- 再生炭素繊維を、一般的な不織布製造の際の繊維長と同じ50mmでの切断が目標
- 被切断繊維方向の切断刃に対する角度及び、被切断繊維の折返しのため繊維の切断長が不安定になることが判明
- 直交する2方向で2回切断することで、切断長のばらつきを縮小できることを確認

十分な強度を確保可能な不織布化条件を検討

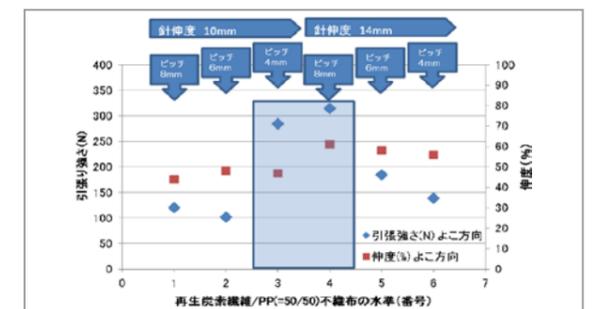
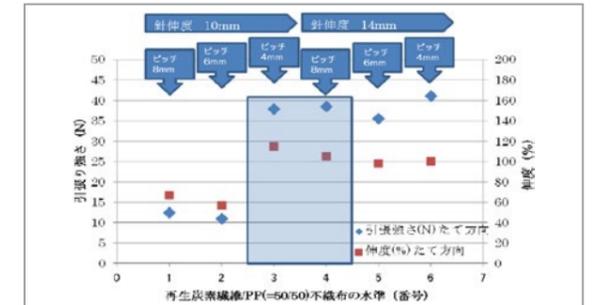
- 様々なニードルパンチ条件を設定し、ポリプロピレン(PP)との混合比を50:50とした再生炭素繊維不織布の強度を試験
- 引張試験や引裂き試験の結果、複数の条件で目標強度（縦60N、横25N）を大きく上回る強度（縦300N前後、横40N前後）の不織布が生産可能であることが判明

自動車部品として必要な機能があることを確認

- 自動車アンダーカバーへの使用を想定し、再生炭素繊維不織布に50%の割合でPP繊維を混ぜ、熱プレスによってシート状に成形して試験体を作製

○ドイツ自動車メーカーのアンダーカバーに比べて23%軽量でありながら、同等の強度（衝撃強度10J）を有することを確認

再生炭素繊維不織布の強伸度（上図：たて方向、下図：よこ方向）～ニードルパンチ条件が針伸度10mm-ピッチ4mm、針伸度14mm-ピッチ8mmの組合せで、目標の強度を達成～



事業化への取組／実用化に時間がかかる（補完研究中）

事業化状況等

- 平成29年度の実用化に向けて補完研究中
- 無償サンプルあり(再生炭素繊維/熱可塑性繊維不織布サンプル)
- 特許:「炭素繊維不織布の製造方法および炭素繊維不織布」(特願2012-167468)

効果

- 軽量化 → ガラス繊維系アンダーシールド材より20%軽量で同等の耐衝撃性が得られる

○低コスト化 → バージン炭素繊維に比べ、コストダウンが見込める

今後の見通し

H29年度中の実用化をめざし、各成型方法に適した再生炭素繊維不織布の研究を進めていく

- サポイン終了後に川下企業へ試作品を提供し、各成型方法の検討・性能評価をしてもらっている
- 今後は、各成型方法に適した再生炭素繊維不織布の研究を進めていく
- H29年度にはなんらかの部品での実用化を目指す

企業情報 株式会社オーツカ

事業内容 自動車内装用不織布の製造・販売
 一般産業資材用不織布の製造・販売

住 所 岐阜県羽島郡笠松町門間 1815-1

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術部開発グループ GM 三輪陽介

Tel 0584-43-5281

e-mail ymiwa1@otsukacorp.co.jp

金属材料からの置き換えが可能な耐衝撃性を持つアラミド繊維織物強化熱可塑性樹脂シートの開発

プロジェクト名 電子線照射等により界面接着力を向上させたアラミド等有機繊維強化樹脂による耐衝撃性に優れた軽量構造部材の開発

対象となる川下産業 自動車

研究開発体制 (財)若狭湾エネルギー研究センター、(有)エー・テック、(株)KOSUGE、(株)ホーペック

アラミド繊維織物ポリエチレン樹脂成形体の落錘試験結果
く上段のサンプルで、突き抜けが発生しないことを確認



【従来】

○熱可塑性樹脂補強用連続繊維を、自動車用のリチウムイオン蓄電池筐体へ適用するため、複合材用繊維、および、樹脂含浸技術の開発が急務である

【研究開発のポイント】

○自動車への利用を考慮し、飛び石等によっても破損しない耐衝撃性を持った板材の開発

【成果】

○250Jの衝撃に耐えるアラミド繊維強化熱可塑性樹脂シートの積層板を開発できた
○アラミド繊維強化熱硬化樹脂パイプを組合せることで、十分な耐衝撃性及び曲げ剛性を有する基材を開発できた

【事業化への取組】

○H26年度の実用化に向け補完研究中

研究開発のきっかけ

自動車の構造部材として、金属板から複合材用繊維への転換が期待されている

- 自動車の軽量化のため、構造部材の金属板から複合材用繊維への転換が期待されている
- 既存の複合材用繊維では、十分な強靱性と軽量性を両立させることが難しい
- 川下企業は、加熱プレス成形により三次元成形が可能な部材(繊維強化樹脂体を用いた板材)を求めている

研究開発の目標

リチウムイオン蓄電池の筐体として使用可能な性質を持つ構造部材を開発

- 落錘衝撃テスト ➡ 250Jの衝撃エネルギーに対し、変位5mm以内で突き抜け無し
- シート重量 ➡ 鉄板に比べ40%減
- シートの曲げ弾性率 ➡ 80GPa

【従来技術】

<従来の自動車構造部材(金属板)>

- ・耐衝撃性を高めるためには、特に厚い鉄板を使用する必要がある
- ・電気絶縁性を確保するため、絶縁材料による被覆が必要である
- ・重量が重い
(リチウムイオン蓄電池用筐体の場合、重量は約16kg、比重7.8であり低減が困難)

【新技術】

<新規自動車構造部材(アラミド繊維強化樹脂使用)>

- ・耐衝撃繊維強化熱可塑性樹脂耐の電子線照射により、曲げ剛性を向上
- ・電気絶縁性を有する素材であり、別途被覆加工をする必要がない
- ・軽量化(従来品と同サイズの場合、重量は約8.5kgで比重0.8)

研究開発の成果/目標を一部達成

リチウムイオン蓄電池用筐体用基材の開発

- 表皮をアラミド繊維で強化したプラスチック(AF RTP)、コア材を発泡樹脂とする熱可塑性サンドイッチシートを開発することとし、電子線照射によるシート間接着を検討
- 熱可塑性樹脂間の接着では、同一材料間であれば電子線照射により接着力が向上
- 複数サンプルを作成してKV積層板の衝撃試験を行い、250Jの衝撃にも耐える条件を把握
- 最外周表面に熱可塑性樹脂接着シートを巻き付けたアラミド繊維強化熱硬化性樹脂(エポキシ樹脂)パイプを0°/90°に積層させたシートをコア材とし、アラミド繊維強化熱可塑性樹脂シートを表皮材としたサンドイッチ構造材とすることで、十分な耐衝撃性・曲げ剛性を持つ基材となることを確認

三次元筐体の成形方法の検討

- 蓄電池用筐体用の金型を用い、三次元加熱プレス実験を実施
- 寸法精度が高く、重量も低減(従来比32%減)することができたものの、上下接合時の隙間が生じ

てしまったため、金型の改良が必要である

バッテリー筐体成形用上部・側面部と底部の成形例



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

- H26年度の実用化に向け補完研究中
- 特許:「FRP積層構造体とこれを用いた筐体」(特願2011-261110)

効果

- 剛性向上 ➡ 最外周に熱可塑性樹脂接着シートを巻き付けたAF RTPパイプを0°/90°に積層させたシートをコア材と、AF RTPシートを表皮材としたサンドイッチ構造材が、250Jの衝撃に突き抜けを防止でき、かつ曲げ剛性がある
- 耐久性向上 ➡ AF RTPシートを表皮材とし、樹脂含浸率少量のシートをコア材としたサンドイッチ構造は、250Jの衝撃に対して、突き抜けを防止できた
- 新製法の実現 ➡ 急速加熱・冷却方法を適用した金型を開発適用すれば、成形加工時間を金属板と同様な短時間で成形加工できる技術的見通しを得た

今後の見通し

H26年度の商品化を目指す。また、熱伝導率の悪いアラミド繊維強化熱可塑性樹脂シートの3次元成形加工性の改善を図るべく、補完研究を実施

- アラミド繊維補強熱可塑性樹脂板の耐衝撃性を大幅に改善できる技術を見出し、当初予定した以外での用途への展開について、基礎技術評価を実施している。新規開発技術の特許性を見極めてから、顧客への紹介等を進めて行く計画である
- 現在、熱伝導率の悪いアラミド繊維強化熱可塑性樹脂シートの3次元成形加工性の改善を図るべく、補完研究として基礎検討を行っている。また、当初予定していた以外の立体成形加工筐体の用途開発を進めるべく、顧客との打合せを計画している
- H26年度には、AF RTPシートの商品化、耐衝撃性のある筐体の新規用途への商品化を狙う。当初予定している蓄電池用筐体についても、試作品の顧客への紹介による販路開拓を計画している

企業情報 株式会社KOSUGE

事業内容 (AF RP/CF RP)製白杖の製造・販売、コンサルタント、吸音材・複合材の技術開発
住所 東京都板橋区水川町11-11
URL <http://www.kosuge.co>
主要取引先 (福)日本点字図書館、(福)日本ライトハウス、(福)名古屋ライトハウス、東レ・デュポン(株)、プリンス商事(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 小菅一彦
Tel 050-3372-3002
e-mail kazuhiko-kosuge@kosuge.co

親水性・疎水性双方の吸着、分離が出来るナノ繊維を開発

プロジェクト名 ナノ繊維の複合化および混合化を実現するための水溶媒を用いた加工装置の開発

対象となる川下産業 衣料・生活資材、環境・エネルギー

研究開発体制 (株)イマック

エレクトロスピンニング装置試作機



【従来】

○ナノ繊維製品（フィルター、マスク等）を活用して吸着・分離したい物質が多種にわたっており、疎・親水性の原料だけでは、この要望を満たすことができない。そこで、ナノ繊維の複合素材および混合素材への対応が課題となっている

【研究開発のポイント】

○水を溶媒としてナノ繊維を製造する技術の開発

【成果】

○原料溶液を回収し、再投入可能なエレクトロスピンニング装置を開発
○ナノ繊維の複合化・混合化を行うことで、今までと違い親水性・疎水性双方の吸着、分離が出来るナノ繊維製品（フィルター、マスク等）になる

【事業化への取組】

○実用化に成功、H25年度に事業化見込み

研究開発のきっかけ

ナノ繊維製品の高機能化のため、複合素材・混合素材の量産ニーズが高まる

- フィルターやマスク等の繊維製品に対して、吸着・分離対象の物質が多用途化しており、複数原料の特性を生かすことが必要
- 従来、ナノ繊維は溶剤を溶媒として製造するが、原料の樹脂の溶剤は樹脂ごとに異なる
- 溶剤は製造工程で気化するため、これの回収・分離・再利用には膨大な手間とコストが必要なため、ナノ繊維の複合素材・混合素材の量産は実現していない

研究開発の目標

溶媒を「水」単一とすることにより、ナノ繊維の複合素材・混合素材の生産を容易に

- 水溶媒によるナノ繊維生産の実用化
- 生産性を向上させる技術の開発

【従来技術】

＜従来のナノ繊維製品＞

- ・単一原料のナノ繊維製品しか量産できないため、複数の物質の吸着・分離に対応できない場合がある
- ・ナノ繊維の複合素材や混合素材の生産にあたっては、原料の樹脂を溶かす溶剤が樹脂ごとに異なっている点がネックとなっている

【新技術】

＜水溶媒を使用することによる、ナノ繊維の複合素材・混合素材の実用化＞

- ・疎水性原料からなるナノ繊維、親水性繊維からなるナノ繊維を複合化（混合化）することにより、様々な物質の吸着・分離に対応することが可能
- ・溶媒を水とするため、樹脂原料の回収及び再利用が容易である

研究開発の成果／目標を概ね達成

加工装置の開発

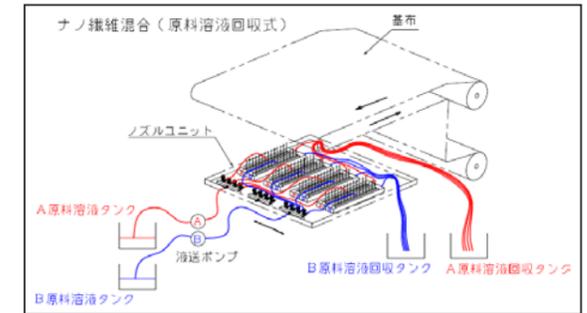
- 安定生産のため、ノズルに＋形スリットを入れ、テーラーコーンの安定形成を確認
- 原料溶液を供給後、一度容器に溜める形で回収し、濃度の確認や調整の上で再度原料として投入できる設計を検討
- ベルト、帯状の製品蛇行防止のため、振り子式の蛇行防止装置を採用
- 基布の巻出し・巻取り機構には、紡糸面の損傷を極力減らすために通常の方式（テンションコントロール方式）ではなく、PLCを使ったオープン制御方式を採用

汎用性樹脂原料を開発

- 汎用性樹脂原料（ポリビニルアルコール、ポリエチレン、ポリエステル）を水溶媒で溶かすものとし、フィルムテストを実施した上で樹脂を選定
- 架橋剤を選定し、一定の濃度で投入することで、分子内架橋が発生することを確認
- 曳糸性機能付与剤の適性投入量を確認し、溶液濃度や温度による必要投入量の違いについて検討
- 試作の結果、ナノスプレー状態からナノ繊維にな

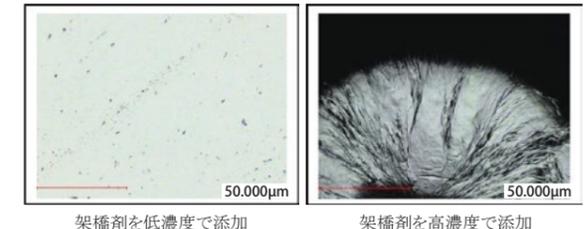
りつつあるものまでは作製できたが、ナノ繊維の安定生産には至らなかった

原料溶液の投入－回収方法の外観



架橋剤による分子内架橋の発生状況

～架橋剤を高濃度で添加することにより、架橋が発生することを確認～



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年度に事業化見込み
- 無償でのエレクトロスピンニング装置デモンストレーション可能
- なお、ナノ繊維原料に関しては弊社のサンプルは無償・依頼者からの原料持込について、有償／無償の別は別途検討
- 出展：びわこ環境ビジネスメッセ（H24.10）

効果

- 環境負荷削減 ➡ 有機溶剤を使用しないことにより、環境への負荷を削減できる
- 低コスト化 ➡ 有機溶剤を使用しないことにより、溶剤回収・分離装置・対暴露機構にかかるコストを削減できる
- 汎用性向上 ➡ ナノ繊維の複合化・混合化を行うことでより広範囲の物質に対応可能なナノ繊維製品になる

今後の見通し

事業化に向け、ポリエチレン以外の樹脂原料も対象に研究を行うとともに、展示会等での装置紹介と導入検討企業へのアプローチを進めていく

- サポイン事業の実施により、ポリエチレン樹脂原料の水溶媒化でのエレクトロスピンニング紡糸の研究目処が立った
- 今後はポリエチレン以外の樹脂原料の水溶媒化でのエレクトロスピンニング紡糸の研究を行っていく
- 事業化に向け、県内実施展示会等での装置紹介と導入検討企業へのアプローチを進めていく。某メーカーが要望する材料での紡糸の研究と紡糸条件範囲内での機能性評価を行うことで商談が進行中である

企業情報 株式会社イマック

事業内容 LED照明機器、FA機器、ヘルスケア機器の開発・製造・販売
住所 滋賀県守山市幸津川町1551
URL <http://www.kkimac.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 ヘルスケアグループ 西田敬
Tel 077-585-6767
e-mail nishida@kkimac.jp

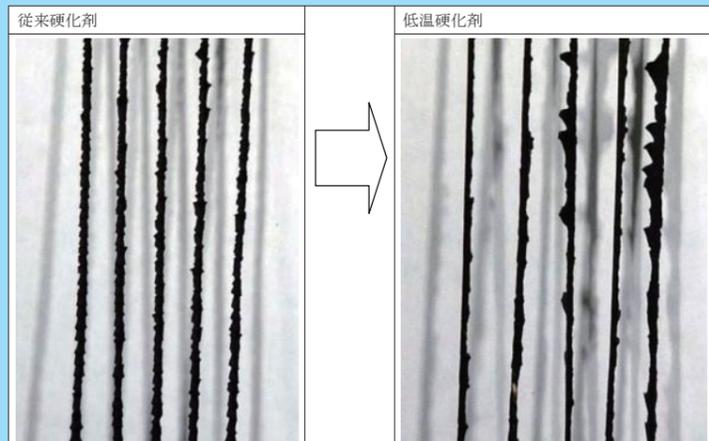
水系の薬剤によって繊維処理を従来比20～30℃低温で行うことで、省エネルギー・環境負荷の低減に貢献！

プロジェクト名 低温硬化型水系繊維処理剤の開発

対象となる川下産業 自動車、衣料・生活資材

研究開発体制 大阪府立大学、明成化学工業(株)

従来硬化剤と、開発した硬化剤の接着力比較
-開発硬化剤の使用でゴム付き量向上-



【従来】

○繊維加工の分野では着色、耐久性、染色堅牢度、抗菌や消臭、撥水等の機能に加えて、洗濯耐久性を付与するため、硬化剤が使用されている。しかし従来の硬化剤は高温処理が必要であり、エネルギー消費が大きい

【研究開発のポイント】

○低温で硬化処理が可能な繊維処理剤の開発

【成果】

○低温硬化剤に加え、浸透剤も開発し、様々な繊維製品に対する加工効果を向上
○繊維に機能薬剤を付与する際に添加する硬化剤として用いられる。本硬化剤を用いることにより、従来比20～30℃の低温加工を実現する

【事業化への取組】

○H26年度の実用化に向けて補完研究中

研究開発のきっかけ

繊維の加工に高い温度が必要なため、エネルギー消費が多くなってしまう

- 160～180℃の高温処理を必要とする繊維の加工が多く、大容量の熱源など、多くのエネルギーを消費している
- 繊維処理に有機溶剤系の処理剤を用いることがあり、VOC（揮発性有機化合物）の発生を伴い、作業環境の悪化、環境への負荷が生じる
- 繊維表面の物理化学的特性、特に濡れ性の違いにより、いずれの素材にも高機能性を示す加工薬剤は現在のところ少ない

研究開発の目標

高性能かつ風合いの良い硬化処理が可能な、低温硬化型繊維処理剤を開発

- 短工程での低温硬化型水系繊維処理剤製造プロセスを開発
- 適切な浸透剤の開発 ➡ 処理剤と浸透剤との併用効果で20%以上の性能向上
- 風合いの向上 ➡ 処理後の繊維の柔軟性を20%向上

【従来技術】

<従来の硬化剤>

- ・高温での処理が必要であり、加工に必要なエネルギー量が多い
- ・有害な有機溶剤を使用する場合が多く、作業環境の悪化や環境への負荷に繋がる
- ・有害な化学物質の発生を伴う場合がある
- ・衣料品や生活資材に用いる場合に、風合いが硬く、堅牢度が悪い
- ・自動車のタイヤに用いる場合、耐熱接着性が弱い

【新技術】

<低温硬化型水系繊維処理剤>

- ・無害な水系の処理剤であり、環境への負荷がなく、作業環境にも影響しない
- ・低温での加工が可能であり、加工に必要なエネルギー（加工コスト）を低減させる
- ・衣料品や生活資材に用いるのに適性のある風合い、堅牢度
- ・自動車のタイヤに用いるのに適切な耐熱接着性

研究開発の成果／目標を概ね達成

低温硬化型繊維処理剤の製造プロセスを開発

- 硬化剤の特定な分子設計に加え、反応条件と処方・触媒を検討し、従来制御できなかった反応を制御可能とした
- 撥水分野の従来品と比較し、従来品を170℃で処理するのと同等の性能を、130℃で処理した開発品によって得ることに成功した
- 天然皮革分野の従来品と比較し、従来品と同様の染色堅牢度を発揮した

併用する浸透剤を検討

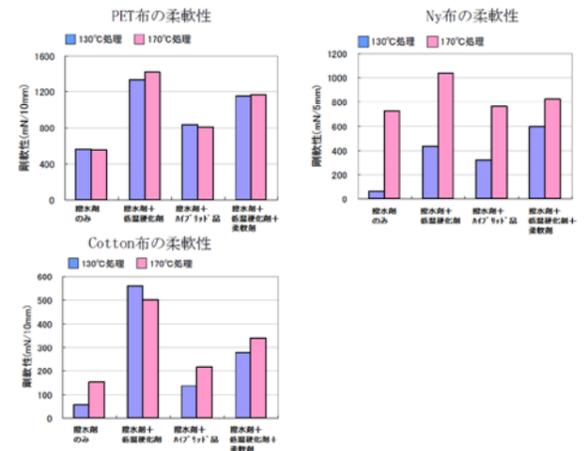
- 疎水性繊維であるポリエステルに対し、300ミリ秒で表面張力を臨界表面張力値(43mN/m)以下に下げる(短時間で濡らすことができる)浸透剤を開発
- 一般衣料繊維やマイクロファイバー素材、天然皮革、タイヤコードに対する浸透剤の効果を検討
- 開発浸透剤の利用により、濡れ性の向上や耐久撥水性の向上効果があることを確認

高耐久性と風合い向上の両立

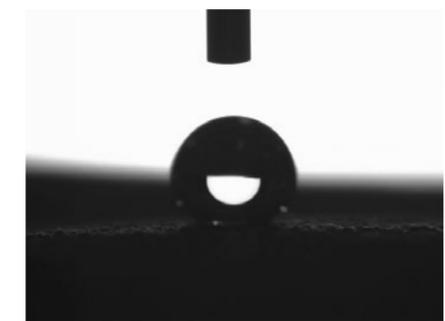
- 低温硬化剤と柔軟剤を単純に併用しても高い耐久性や柔軟風合いを得られないことを確認
- 低温硬化剤成分と、柔軟成分(シリコン化合物)とのハイブリッド硬化剤を開発
- ハイブリッド硬化剤の使用により、低温硬化剤以上の柔軟性を持ち、風合い測定機による20%以上の柔軟性効果を確認

ハイブリッド剤の効果(柔軟性)

～ハイブリッド剤の使用により、単純な低温硬化剤・柔軟剤の併用よりも優れた柔軟性を発揮～



低温硬化剤を使用して撥水加工を施した生地上の水滴の様子



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

○H26年度の実用化に向けて補完研究中

効果

- 耐久性向上 ➡ 開発した硬化剤は、従来の硬化剤より性能が優れているため、繊維に加工する薬剤の耐久性向上が可能となる
- 省エネルギー化 ➡ 開発した硬化剤は、従来の硬化剤より20～30℃低温の熱処理で効果を発揮するためエネルギーコスト削減につながる
- 環境負荷削減 ➡ 水系かつ安全性の高い薬剤のため、環境にやさしい

今後の見通し

H26年度の実用化を目指し、補完研究を実施中。実用化後は繊維処理加工場を含めた幅広い分野への販路開拓を進める方針

- サポイン事業終了後、開発した硬化剤の製品安定性の確認、改良の補完研究を継続中である
- 現在、硬化剤の製品安定性改良に取り組んでおり、試作品の性能試験を実施している。製品安定性と性能の両立を目指して研究を継続中
- H26年度の実用化を目指す。実用化後は、繊維処理加工場を含め幅広い分野への販路開拓を狙う

企業情報 明成化学工業株式会社

事業内容 1.一般化学工業薬品の製造および販売 2.染料ならびに顔料の製造および販売 3.医薬品中間物の製造および販売 4.医薬部外品ならびに化粧品原料の製造および販売 5.機械および雑貨の販売 6.前各号に関連する輸出業務 7.前各号に附帯関連する一切の業務

住 所 京都府京都市右京区西京極中沢町1

【本製品・サービスに関する問合せ先】

U R L <http://www.meisei-chem.co.jp>
連絡先 技術開発部 部長 橋本貴史
T e l 075-312-8107
e-mail t.hashimoto@meisei-chem.co.jp

播州織の伝統技法のスイベル織により、無縫製織物ドレスを低コスト・短納期で製作することを可能に！

プロジェクト名 刺繍織（スイベル織）による無縫製織物ドレス実用化の研究開発

対象となる川下産業 衣料・生活資材、医療・福祉機器

研究開発体制 (公財)新産業創造研究機構、(株)片山商店、桑村繊維(株)、兵庫県立工業技術センター、神戸大学、播州織工業協同組合

綿100%無縫製ドレス試作品（前・横・後ろアングル）



【従来】

○播州織の伝統技法のスイベル織を利用し、「世界初の無縫製織物ドレス」製造技術の開発に成功したが、高い製造コスト、縫製品位の下落等の課題があり、実用化の障害となっていた

【研究開発のポイント】

○機構の誤動作を排除し、生産コストを実用化できる水準にする

【成果】

○無縫製織物ドレスの生産を低コスト化するとともに、着用感基準を±3%以内に安定
○世界で一枚だけのドレスであっても、織りながら縫製することで低コスト・短納期で繊維系廃棄物を少なくすることを可能にする

【事業化への取組】

○H26年度の実用化に向けて補完研究中

研究開発のきっかけ

播州織の伝統技法「スイベル織」の復活・改良に取り組む

- 播州織の伝統技法「スイベル織」は、高級感があり一時はブームになったが、生産性の低さから国内生産が行われなくなった
- スイベルの原理を応用して、世界初の無縫製織物ドレスの製造技術の開発を試みた
- 製造技術を開発できたが、機械誤動作が発生しやすい等の理由で、実用化には至っていない

研究開発の目標

技術開発した無縫製織物ドレスを実用的な水準に引き上げ

- 生産コストの削減 ➡ 高コスト化に繋がる事故・部品の破損を回避
- 織段の防止 ➡ 新機構及びソフトウェア開発によって対応
- 着用感の改善 ➡ 従来の織物と同等の着用感(衣服内気候・衣服圧・風合い)に改善

【従来技術】

<従来の無縫製織物ドレス>

- <特徴>
- ・従来ニットでは実現されていた無縫製の衣服について、伝統的技術であるスイベル織を活用
 - ・従前のスイベル織が記載制御であったものをサーボ制御に切り替えた上で、ジャガード織機と連結して二重織を可能に
- <課題>
- ・電氣的なノイズに起因する機械誤動作による生産コスト増
 - ・織段が発生しやすい(品質が安定しない)

【新技術】

<伸縮織物を用いた布チェーン>

- ・新しいスイベル装置を含む機構を開発し、機械の誤動作を回避
- ・クランク箆打ちをカム箆打ちに変更することで、織段を防止
- ・織条件を均一化するソフトウェアにより品質安定
- ・高付加価値製品に必要な「高着用感」を確保

研究開発の成果／目標を概ね達成

スイベル装置の新たな機構を開発

- 従来のスイベル装置が「織機の運動機構」「スイベル装置の運動機構」を別個に電気制御していたため、電気ノイズやスイベル糸の絡みによる誤作動、それに起因する箆やスイベル装置の破損が発生しやすかった
- 解決のため、「織機の運動機構」に連動する新たなスイベル装置を開発、運転の安定性が向上

織段を防止する、箆打ち方式の変更およびソフトウェアの開発

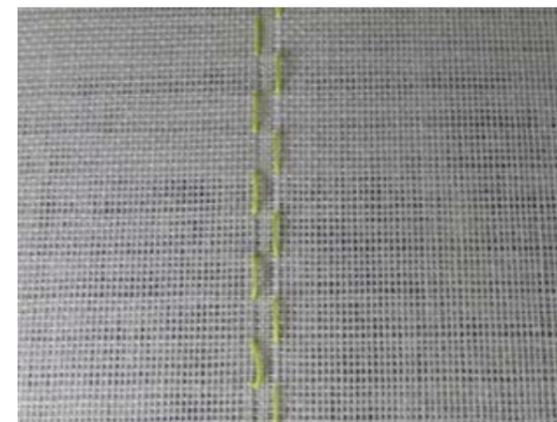
- 従来方式の箆打ちはクランク運動のため、スイベル糸の挿入前後1回ずつに減速しながら空打ちしているため、織段が生じやすい
- カム方式で箆打ち運動を駆動させ、箆打ち状態及び箆の最後退位置での待機時間を長くし、緯糸の打込み時間を長時間化
- 織段の発生抑制や、織段をデザインに逆利用するための意図的な発生など、動作を制御するソフトウェアを開発

ドレスとしての性能を評価

- 一般のドレスシャツ地に比べ、通気抵抗、熱伝導特性、熱損失(特に水分に関わる熱損失)がやや

- 大きい。熱を通しやすく保温性が小さいので、夏の衣料に適する
- 布の厚みはこれまでのドレスシャツ地とあまり変わらないが、重量が軽い。曲げやせん断特性が小さくやわらかい性質を持つ
- 風合い評価結果については、SHARIが大きいことから夏の衣料としての風合い評価が高い

新たなスイベル装置によるスイベル織



無縫製ドレスのドレスシャツ地用風合い評価計算結果

	KOSHI	SHARI	FUKURAMI	HARI	THV-W	THV-S
T1	2.63	6.69	5.54	2.72	1.74	3.91
T2	2.56	6.76	4.98	2.21	1.42	4.13

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

- H26年度の実用化に向けて補完研究中
- 無償試作機あり(織機)

効果

- ロス削減 ➡ 織りながら縫製する＝生地ロスがなくなる
- 低コスト化 ➡ 生地ロスを削減する縫製法の導入により、低コスト化が可能
- 多品種少量生産 ➡ 一枚ずつ違う製品(衣服等)を簡単に生産することができる

今後の見通し

川下企業を対象とした製造方法見学等を実施するとともに、実用化に向けた補完研究を並行して実施している

- サポイン事業終了後は、川下企業に無縫製織物ドレスの製造方法見学を行っている
- 機械装置の耐久性等の試験、無縫製織物ドレスの物性試験を行って実用化に向けた補完研究を行う
- 平成26年3月の実用化を目指す。実用化後は、国内有名デザイナーのブランドに採用してもらうべく、サンプル等製造の確立を目指す

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

フィット性、耐久性、制動性が高い伸縮織物を用いた軽自動車用布タイヤチェーンを開発

プロジェクト名 伸縮織物を用いた装着性が高く安全な布タイヤチェーンの開発

対象となる川下産業 自動車、生活資材

研究開発体制 (財)福岡県産業・科学技術振興財団、東洋ゴム織布(株)、福岡県工業技術センター

本体、両サイド生地を同時に製織した一体製織織物



【従来】

○タイヤチェーンの素材として、軽量性や走行時の快適性、着脱操作性の観点から、布チェーンも使われ始めている。しかし、既存の布チェーンはフィット性や耐久性、制動性に課題がある

【研究開発のポイント】

○ポリウレタン伸縮糸を用いた絡織(からみおり)を導入した新規な伸縮織物技術の開発

【成果】

○既存の布チェーンと同価格帯で、より安全で装着性が高い布チェーンを開発
○金属、樹脂製よりも軽量で、かつ従来の布タイヤチェーンよりもフィット性、耐久性、制動性が高い伸縮織物を用いた布タイヤチェーンを開発する

【事業化への取組】

○H27年度の実用化に向けて補完研究中

研究開発のきっかけ

軽量のタイヤチェーンとして、布チェーンへの期待が高まっている

- 金属や樹脂チェーンに代わる軽量のタイヤチェーンとして、布チェーンの導入が始まっている
- 自動車メーカーの純正オプションにも採用されているが、従来の布チェーンは走行中に膨らみタイヤハウスに接触してしまうことがある
- タイヤチェーンとしてはフィット性や耐久性、制動性に課題がある

研究開発の目標

安全性の高い新素材の布チェーンを開発

- 耐摩耗性 ➡ 摩耗強さ(JIS L1069)で伸縮織物部分10,000回以上を目標とする
- 伸縮糸の幅調整 ➡ 糸ゴムの伸び率5-10%にて、138~280本の均一整経
- タイヤチェーンの形態に一体成織

【従来技術】

<従来の布チェーン>

- <特徴>
- ・ 重さ: 金属や樹脂チェーンに比べ軽量
 - ・ 乗り心地: 快適性が高い
 - ・ 着脱操作性: 着脱容易である
 - ・ 価格: 金属チェーンと同程度

<課題>

- ・ 制動性: 金属チェーンに比べ悪い
- ・ タイヤへのフィット性: 悪い
- ・ 耐久性: 樹脂チェーンに比べて悪い

【新技術】

<伸縮織物を用いた布チェーン>

- ・ 従来の布チェーンの特徴(軽量で乗り心地がよく着脱も容易である。また価格が金属チェーンと同程度)を維持
- ・ 制動性: 金属チェーンと同等の高い制動性能
- ・ タイヤへのフィット性: 金属や樹脂チェーンと同等(タイヤハウスへの接触なし)
- ・ 耐久性: 樹脂チェーンと同等

研究開発の成果/目標を概ね達成

使用する素材について、サンプル試験をもとに選定

- 雪上走行試験及び8の字走行試験を行い、伸縮織物及び伸縮織物の経糸である糸ゴムカバーリング糸の糸ゴムについて検討
- 8の字走行試験では、糸ゴムの結晶化により、連続装着による8の字走行可能回数の減少がみられた
- 荷重低下の低い糸ゴムを更に検討し、伸び率試験の結果から結晶化が生じづらいものを選定

耐久向上のための加工・縫製方法を検討

- 経糸のカバーリング糸に、熱で融着する機能性糸を導入する場合、導入しない場合の熱セット加工条件を検討
- 高温(120℃以上)で熱セット加工を行うとグリップ力が低下すること、100℃での熱セット加工では、機能性糸を導入せずとも十分な耐久性を得られることが判明
- 生地との段差がある縫製方式では、破断が生じやすくなる結果となり、段差の緩和を行った縫製方式を採用

自動車チェーンとしての性能を検証

- 既存品より平均動摩擦荷重が高く、タイヤとのグリップ性に優れている
- 老化試験の結果、3サンプルのうち2サンプルが、JIS基準における糸ゴムの強度試験に適合
- 軽自動車用タイヤ(155/65 R13m、円周167cm)の装着を検討し、開発したサンプルのフィット性が高いことを確認

老化試験前後の10%伸び強度、摩耗性

~試作したサンプル1、サンプル3は高い性能を示す~

老化試験前後の10%伸び強度(平均荷重N)と減少率

	老化試験前(N)	老化試験後(N)	減少率(%)	判定
既存品	3.28	3.68	-	-
サンプル1	12.7	11.4	10.2	○
サンプル2	11.7	8.39	28.3	×
サンプル3	13.4	11.5	14.2	○

老化試験前後の摩耗性と減少率

	老化試験前(回)	老化試験後(回)	減少率(%)	判定
既存品	2,200	1,515	31.1	×
サンプル1	17,567	15,446	12.1	○
サンプル2	13,199	16,228	0	○
サンプル3	9,653	12,844	0	○

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

- H27年度の実用化に向けて補完研究中
- サンプルあり(軽自動車用、普通自動車用の布タイヤチェーン。有償/無償の別は内容による)

効果

- 耐久性向上 ➡ 従来品よりも高い性能(5倍以上の摩耗性、2倍の走行距離向上、タイヤに対するフィット性、制動性の向上など)

今後の見通し

性能評価やタイヤサイズ適用範囲の検証を継続するとともに、普通自動車用の布タイヤ

チェーンについても開発を目指しており、H27年冬期の販売開始を予定

- サポイン事業において積み残した、一体製織の広幅化による性能評価、タイヤサイズ適用範囲の検証を引き続き継続している。また、従来の製造方法によるコストダウンなどの補完研究を継続中
- 当初目標としていた軽自動車用に加えて、普通自動車用に向けた布タイヤチェーンを試作し、各種物性を評価する。また、今後、雪質の異なる各地域にての実走試験を行う
- 川下企業と販売契約などの整理を行っており、H27年冬期の販売を予定している

企業情報 東洋ゴム織布株式会社

事業内容 甲ゴム、刺繍加工、組ヒモ・デクスマ素材・製品加工、製造販売
住 所 福岡県久留米市津福本町2320-14
U R L http://www.toyogomu.co.jp

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業課 課長 古田芳久
T e l 0942-32-8162
e-mail y-furuta@toyogomu.co.jp

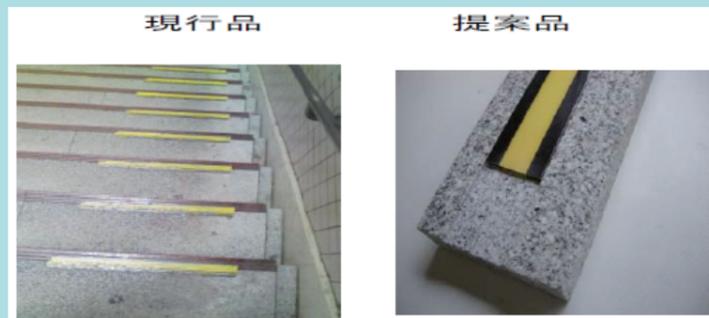
公共設備はじめ多様な場所・用途に使える 長寿命でクリアな識別表示材料

プロジェクト名 視覚障害者用高耐久性カラフル識別表示材料の開発

対象となる川下産業 印刷表示分野、公共交通機関、自治体

研究開発体制 (財)ファインセラミックスセンター、(株)アーテック、中京油脂(株)、岐阜大学、名古屋市工業研究所

現行品（左）と新規開発による提案品（右）



○道路や鉄道駅階段、公共設備など様々な場所において使用される、健常者のみならず視覚障害者にも通用する長寿命でクリアな識別表示材料

【事業化への取組】

○実用化に成功、H26年度に事業化予定

【従来】

- 道路や公共設備など様々な場所において、健常者のみならず視覚障害者にも通用するクリアな識別表示が求められている
- 従来、階段・通路・段差・スロープ等で使用されている標識の寿命は最長2～3年程度で、使用される色材の退色と基材の摩耗が原因である

【研究開発のポイント】

- 直射日光が当たるような場所に設置された場合、耐候性・耐久性が十分でないという識別表示材の難点を改善する
- 新規な着色色素（染料・顔料）とインクバインダー樹脂、保護塗膜材料の高機能な合成技術を確認する

【成果】

- 蛍光色素開発を完了。今後は量産化技術へと展開
- インク化の技術開発ではUV樹脂合成技術を確認
- フローリング技術の応用により表示材表面の耐久性塗膜が可能に

研究開発のきっかけ

高機能化学合成技術の確立を通じて識別表示材の耐光性を高める

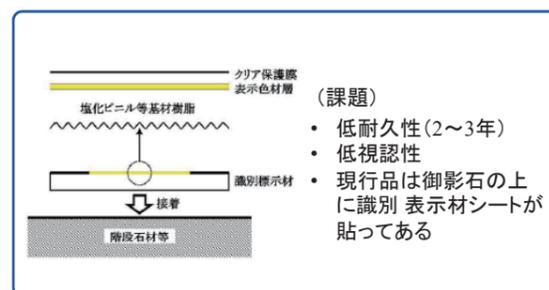
- 識別表示材の耐光性は十分でないにもかかわらず、表示材に用いられている着色顔料、蛍光色素や蓄光顔料の構造改変による耐光性改良は進んでいない
- 耐光性に優れた主骨格にUV硬化させる官能基を多数置換させた樹脂をインクバインダーとするため、最適な化合物合成に資する高機能化学合成技術を確認する

研究開発の目標

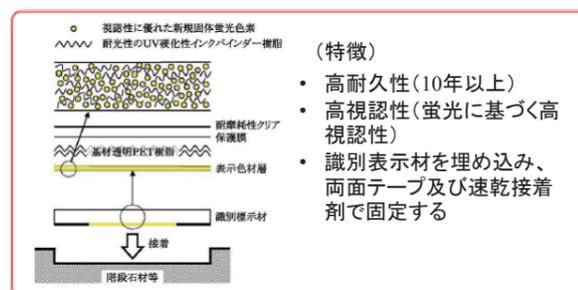
耐久性、耐候性、視認性等の向上

- 新規固体蛍光色素の創製 ➡ 固体での蛍光量子収率0.2以上
- UV硬化インクバインダー樹脂の合成 ➡ 硬度試験機で鉛筆硬度2H以上
- 耐久性向上 ➡ テーパー試験機1,000回転で塗膜減量10mg以下
- 耐候性向上 ➡ 促進耐候性試験1,000時間で色差ΔE < 1.5
- 視覚障害者による視認性評価実験を外部機関に依頼し高評価を得る

【従来技術】



【新技術】



研究開発の成果／目標を達成

保存性に優れた着色材の合成

- 構造の異なる9種類の色素を合成し、溶液中での紫外・可視吸収、蛍光スペクトル、及び固体での蛍光スペクトルを測定。固体状態での蛍光量子収率が0.05以上の色素7種類を選定
- 選定した固体蛍光色素の耐光性試験を行い、光照射前後の試料の色を測色計により測定して色差ΔEを算出し、ΔEの小さい耐光性に優れた色素を選定

インクジェット用インク調製の開発

- 耐光性に優れたUV硬化インクジェットインクとするため、主骨格に市販インクより高分子量のUV硬化バインダー樹脂を処方
- この樹脂処方に、合成選択した新規固体蛍光色素を着色材として配合し、耐光性に優れ、基材との密着性が良好でインクジェット印字可能となる低粘度な蛍光色素含有UV硬化インクジェットインクを開発

保護用の電子線硬化樹脂塗料の調製の検討

- 識別表示材の表面を保護するため、耐摩耗性無機フィラーとしてアルミナを添加した電子線硬化樹脂塗料を調製し、フィラーの混和性や分散性から最適なアルミナの粒度や添加量を決定

- 作製した塗膜の耐摩耗性を評価し、必要な塗料塗布量を決定。さらに、基材PET樹脂と塗膜の密着性を基盤目試験法により評価し、塗膜の剥離脱着のない最適な電子線照射条件を特定

固体蛍光色素の耐光性試験の結果

～キセノンアークランプ式耐光性試験機による96時間試験におけるΔE比較より、耐光性に優れた固体蛍光色素はフェナジンあるいはスチリルであると判断～

No.	色素	最大蛍光波長 (nm)	錠剤200mg中色素 (μmol)	試験時間 (h)	ΔE
1-1	クマリン	397	49	24	10.10
1-2			52	96	34.00
2-1	フェナジン	632	46	24	3.48
2-2			45	96	7.56
4-1	スチリル	653	23	24	3.31
4-2				96	5.32
6-1	ペリレンジイミド	646	35	24	7.44
6-2				96	14.50
6-3				24	5.00
6-4				96	10.33
8-1	セムスクアリウム	536,563	46	24	14.87
8-2				96	16.43
9-1	ピリドメテン-ホウ素錯体	521	45	24	10.01
9-2			46	96	12.51
11-1	ピラジニン-ホウ素錯体	540	45	24	7.97
11-2			46	96	11.18

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年度に事業化予定

効果

- 耐久性 ➡ 電子線硬化樹脂を使用した高耐久性表示材を開発
- 機能向上 ➡ 新規固体蛍光色素を開発し、視認性を向上させた

今後の見通し

平成26年度の事業化を目指し、ユーザーによる評価を実施中

- 既存色素をEB硬化したサンプルを試作し、川下ユーザーに出荷して評価中
- 現在、既存色素を使用した試作品についてユーザーでの評価と並行して耐久試験を実施している。新規のオレンジ色素については、耐光性の課題はあるものの、改善策は見出した。蛍光色素としては、YMC(黄、赤、青)が必要であるため、今後開発を継続し、評価を実施していく
- 平成26年度の事業化を目指し、現在ユーザーにて評価中。EB硬化技術については自社製品への適用を図り、顧客に展開中

企業情報 一般財団法人ファインセラミックスセンター

事業内容 ファインセラミックスを主とした材料の研究、試験、評価
住所 愛知県名古屋市熱田区六野2-4-1
URL <http://www.jfcc.or.jp>

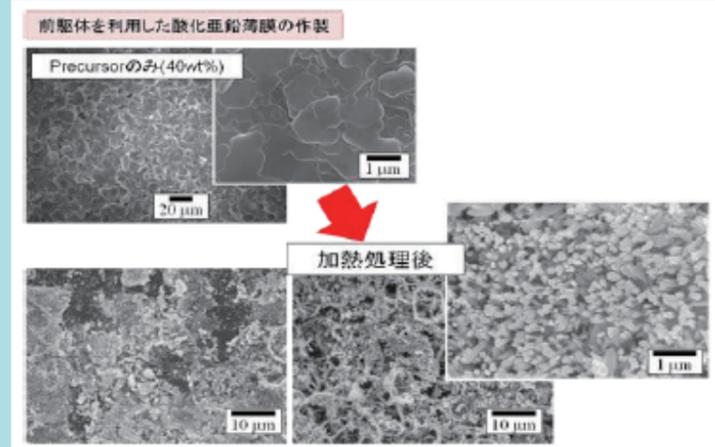
【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 研究企画部 課長 山本義明
Tel 052-871-3500(代)
e-mail yamamoto@jfcc.or.jp

高機能インク、化粧品、塗料、透明フィルム等への展開が可能な酸化亜鉛単結晶ナノチューブの製造技術

プロジェクト名 酸化亜鉛単結晶ナノチューブの低廉な量産技術の開発
対象となる川下産業 化学工業（化粧品、塗料、透明フィルムなどの生活資材）
研究開発体制 ツカサ工業(株)、(財)名古屋産業科学研究所、(株)NCAP、名古屋工業大学

前駆体を利用して作製した酸化亜鉛単結晶ナノチューブ（加熱処理後）



【従来】
 ○デジタルカメラの普及等により高画質化及び高保存性へのニーズが高まっている。印刷メディアの品質向上に加え、インクの高機能化が不可欠である
 ○顔料系インクは粒子凝集化対策が必要であること、染料系インクは耐水性の改善及び紫外線による劣化対策が必要であることなど、従来技術は課題を抱える

【研究開発のポイント】
 ○酸化亜鉛単結晶ナノチューブは、構造的にカプセル化が可能といったメリットを有する材料である
 ○透明かつ紫外線遮蔽効果を持つ耐擦過摩耗性改善に有効なオーバーコート用材料として酸化亜鉛単結晶ナノチューブを用い、顔料系・染料系インクを高機能化する

【成果】
 ○ナノチューブ成長処理後の含有率を従来の約30%から55~65%まで向上
 ○ろ過液中のZnイオン残存量が低減し、前駆体回収率が大幅向上
 ○チューブ化の進行を確認した結果、製品化可能であることを確認
 ○ZnOチューブを用いた薄膜の作製で、高い透過率と蛍光特性を示すことを確認
 ○紫外線遮蔽効果を持つ透明素材として、化粧品、塗料、透明フィルムへの展開、さらに黄色蛍光特性を活かした市場展開として蛍光塗料への応用を進める

【事業化への取組】
 ○実用化に時間がかかる(補完研究中)、H27年度に事業化の見込み

研究開発のきっかけ

酸化亜鉛単結晶ナノチューブを利用し、インクの高機能化に貢献

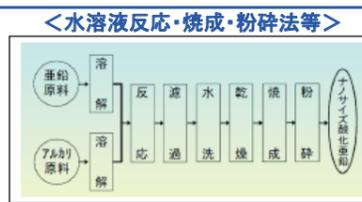
- 高画質化・高保存性ニーズが高まりインクの高機能化が不可欠であるが、現行の顔料系インクや染料系インクには、擦過摩耗対策や紫外線対策等が求められている
- 顔料粒子の凝集化対策に有効なマイクロカプセル化が可能で、耐擦過性に優れたオーバーコートに使える酸化亜鉛単結晶ナノチューブの量産化を図るべき

研究開発の目標

用途・部材ごとに耐光性、耐熱性等を向上

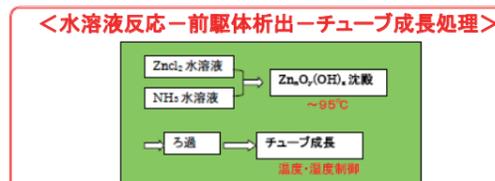
- インクジェット用インク ➡ 耐光性、画像保存安定性、微分散性、耐水性、耐ガス性、鮮明性、透明性、耐熱性の向上
- カラー印刷部材 ➡ 耐光性、画像保存安定性、耐水性、耐ガス性、鮮明性、透明性、耐熱性、解像性の向上
- 記録部材 ➡ 耐熱性、耐光性の向上

【従来技術】



(課題・問題点)
 ・多結晶、微粉体 ・工程が長く高コスト
 ・マイクロカプセル化できない
 ・薄膜オーバーコートが困難

【新技術】



(特徴)
 ・単結晶ナノチューブによるカプセル化
 ・廉価なナノチューブの製造が可能
 ・チューブ破碎により均一な薄片化が可能
 ・薄膜オーバーコートが可能

研究開発の成果／目標を概ね達成

ZnO単結晶ナノチューブ製造プロセスの開発

- 過去の研究開発で製作した合成装置により前駆体を合成し、チューブ含有率向上のための適正な熱処理条件の探索を実施
- 加圧脱水後の水分含有率を安定させ(30~40%)、水分を60~70%添加量した後90℃×24hrのチューブ成長処理をして、含有率を従来の約30%から55~65%まで向上

ZnOナノチューブ製造装置の設計・製作

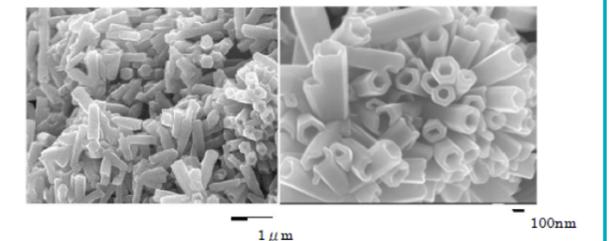
- ろ過液を中和する再処理で得られた析出物は、酸化亜鉛単結晶ナノチューブの前駆体と同じ回折パターンを示した
- ろ過液中のZnイオン残存量は第1段処理で0.3mol/Lから0.00715mol/Lとなり、前駆体の回収率が大幅向上
- 簡易的にチューブ処理を実施したところ、一部ではあるがチューブ化の進行を確認し、製品化可能であることが判明

ZnOナノチューブの基礎技術面の充実

- 先に導入した水分計を用い、前駆体溶出時の水分量を詳細に調べチューブ形成メカニズムと関連づけたところ、湿度を適正に制御することによりチューブ成長のための乾燥時間を10hr程度まで減少させることができることが判明した
- ZnOチューブを用いた薄膜の作製では、PVA添加により分散性の向上が認められた。膜厚6μmの場合、高い透過率を保持しつつ蛍光特性を示すことが判明

作製された単結晶ナノチューブ

~析出物をろ過(ケーキ水分含有量50%)、90℃×2hrでオープン乾燥したときの、単結晶ナノチューブ~



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)、H27年度に事業化の見込み
- 無償サンプルあり(ZnOナノチューブ、ナノロッド、黄色蛍光発光フィルム)
- 特許:「蛍光体粒子およびその製造方法」(特願2012-175253)
- 新聞:「けいはんな新産業創出ニュースレター」第8号
- 論文:Seiji Yamashita, M. Fuji, C. Takai and T. Shirai, "Investigation of the morphological change into the fabrication of ZnO microtubes and microrods by a simple liquid process using Zn Layered Hydroxide precursor", Ceramics Transaction, 2012
- 発表:山下誠司、白井孝、高井千加、藤正督「Zn層状複水酸化物を利用した酸化亜鉛マイクロチューブの湿式合成」、日本セラミックス協会秋期シンポジウム(H23.9)
- Seiji Yamashita, T. Shirai, C. Takai, M. Fuji, "Morphological transformation from Layered Zinc Hydroxide to ZnO microrod arrays by a simple wet process" ICCCI 2012

効果

- 新素材 ➡ 酸化亜鉛単結晶ナノチューブは構造的にカプセル化が可能な材料である。現時点では薄片化により透明な紫外線遮蔽材として化粧品、塗料への適用が見通しが立ちつつある。また、黄色蛍光フィルムとしての用途の見通しも立ちつつある

今後の見通し

品質安定化とユーザー評価のスピードアップに努力中

- 川下企業に試作品を提供し性能評価を実施してもらっている(第3次評価テスト実施中)。コスト低減を図るためロットサイズアップを図っている。ある程度、自社評価も可能となっており、これによる品質の安定化と客先における評価のスピードアップにつなげるべく努力中
- ロールコーターによりプリカーサー薄膜を成形しZnOチューブを配向させた薄膜を作成し、既往材料との光学特性比較を継続試験中。従来ZnOとしては成功していなかった黄色発光が再現性良く得られるようになり、特許化を検討中
- 展示会等における客先の反応は非常に良く将来に向けての展望は明るい

企業情報 ツカサ工業株式会社

事業内容 粉体プラント及び機器の設計開発・製造・販売
住所 愛知県半田市市午町178番地
URL <http://www.tsukasa-ind.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営技部 加藤康弘
Tel 0569-22-5111
e-mail sale-eng@tsukasa-ind.co.jp

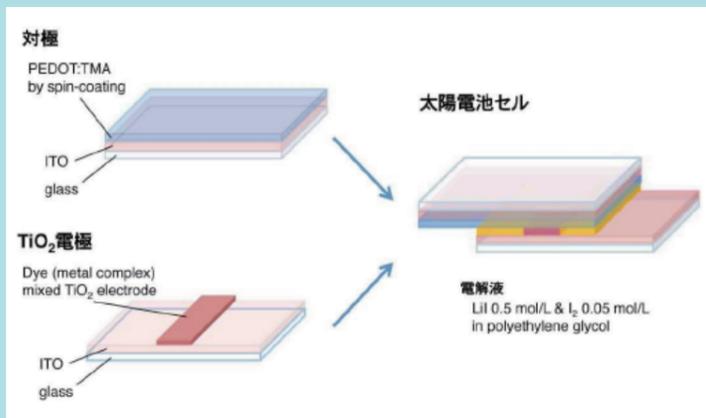
色素増感型太陽電池の変換効率向上と低コスト化につながる高機能材料

プロジェクト名 レアメタルフリー色素増感太陽電池用高機能材料の開発

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 ヤマナカヒューテック(株)、近畿大学

PEDOT-TMAを対極としたDSSCsの素子構造



ト面では従来の増感色素材料であるルテニウム錯体の1/1,000の価格帯を目指す

【事業化への取組】

○実用化に時間がかかる(補完研究中)、H27年度に実用化の見込み

【従来】

- 最も普及している太陽電池はシリコンベースのpn接合型太陽電池であるが、シリコン自体が高コストで、製造コストを抑制しづらい一因となっている
- 太陽電池をより普及させ、更に多様なニーズに応えるためには、より安価で高効率な太陽電池の開発と多種多様な太陽電池の技術革新が強く求められる

【研究開発のポイント】

- 色素増感太陽電池の実用化でレアメタルを用いない代替増感色素材料の開発が必要不可欠である
- 上位の銅イオンを用いた新規色素増感太陽電池を技術シーズとし、新たな高効率色素増感型太陽電池用高機能材料の開発を目指す

【成果】

- 可視領域から近赤外領域まで幅広く強い吸収を有する一連の新規配位高分子の合成
- 強誘電性を示す半導体の合成に成功し、太陽電池の大幅な高効率化の実現にMD
- 独自の成膜技術を色素増感太陽電池に応用し、高効率な素子が作製できることを発見
- 色素増感型太陽電池の増感色素として用いられ、従来の固体電解質材料を用いた色素増感型太陽電池変換効率5%を性能目標値とし、コスト

研究開発の成果／目標を一部達成

銅イオンを用いた配位高分子増感色素の高性能化

- 可視領域から近赤外領域まで幅広く強い吸収を有する一連の新規配位高分子の合成に成功
- 強誘電性を示す半導体[Cu₅Br₆(n-Pr₂dtc)₂]_nの合成に成功し、太陽電池の大幅な高効率化の実現にMD
- 低沸点溶媒を含まない配位高分子の開発を通じ、新たに[Cu^I₃Cu^{II}₂I₃(Pip-dtc)₄]_nの合成に成功
- 上記の配位高分子をバルクヘテロ型太陽電池の増感色素として応用したところ、変換効率の向上を確認

レアメタルフリー色素増感太陽電池用周辺材料の開発

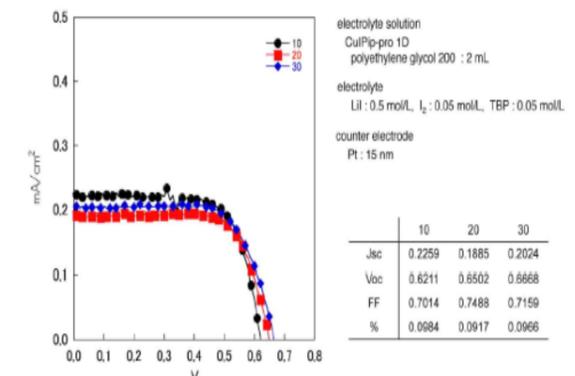
- 白金に代わる対極材料としてPEDOT-TMAの有効性を実証。特にPEDOT-TMAを用いたときの素子構造の最適化を行い、光電変換特性の改善に成功
- 新しい固体電解質としてP3HTとPCBMからなるバルクヘテロ型レイヤーが有用であることを検証
- レーザーアブレーション法による配位高分子の微

粒子化と静電スプレー法による成膜技術を色素増感太陽電池へと応用することで、高効率な素子が作製できることを発見

○新規固体電解質前駆体としてチオエーテル基を有する有機物が配位したヨウ化銅(I)の多核錯体を合成

静電スプレー法にて配位高分子を塗布したDSSCsの光電変換特性

～10、20、30という数字は静電スプレー法による塗布回数。フィルファクターが非常に高く、開放電圧も従来の配位高分子を用いたデバイスよりも大きい～



研究開発のきっかけ

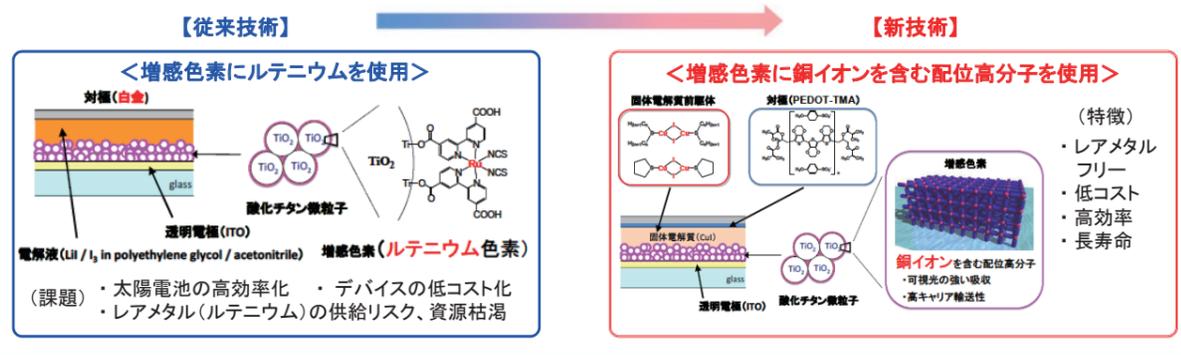
レアメタルを用いない代替増感色素材料を開発し、有機太陽電池の実用化に貢献

- 有機太陽電池(特に色素増感太陽電池)の実用化が期待されているが、増感色素であるルテニウムの供給リスク問題が深刻で、低コスト化の障害にもなっている
- 色素増感太陽電池の実用化でレアメタルを用いない代替増感色素材料の開発が強く必要とされる

研究開発の目標

色素増感太陽電池作製の基本技術の確立と実用化

- 高変換効率色素増感太陽電池作製の基本技術 ➡ 汎用金属で安価な銅イオンを含む配位高分子を増感色素として応用する技術の確立
- 新規増感色素 ➡ 有機太陽電池用の、レアメタルを用いない増感色素の実用化
- 低コスト化 ➡ 高価な白金を用いない対極材料の開発
- 漏液問題等の解消 ➡ 新規の固体電解質の開発



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)、H27年度に実用化の見込み
- 無償サンプルあり(銅イオンを用いた配位高分子)

効果

- 低コスト化 ➡ 増感色素を本開発の銅イオンを含む配位高分子に置き換えることにより、増感色素の費用を従来のルテニウム錯体費用の約1/1,000に抑制することができる
- 省エネ ➡ 資源枯渇面では、ルテニウムのクラーク数5×10⁴～7%に対し、銅は1×10⁴～2%である

今後の見通し

平成27年の実用化を目指し、補完研究と情報収集を推進中

- サポイン事業期間中に十分には達成できなかった、事業化に必要な製品性能向上のための補完研究を継続実施中
- 現在、事業化に必要な製品性能向上のために、再委託先と共同で材料設計及び製法の見直し、その評価のための評価条件の改善などの補完研究を実施中
- 平成27年9月の実用化を目指し、研究機関やデバイスメーカーなどからの情報収集を推進中

企業情報 ヤマナカヒューテック株式会社

事業内容 半導体及び光ファイバー用高純度化学薬品の製造・販売
住所 京都府南丹市八木町八木嶋町ノ坪 20 番地
URL <http://www.ysc-net.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 製造部 工場長 弥富英紀
Tel 0771-42-5001
e-mail iyadomi@hutech-web.com

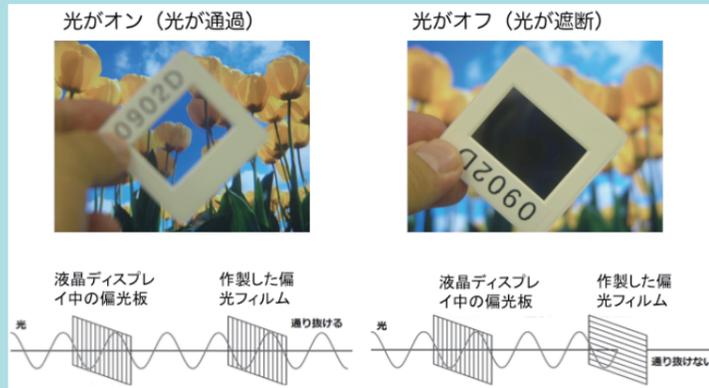
耐湿・耐熱性に優れ、パネルの高耐久性に資する偏光フィルムの開発

プロジェクト名 耐熱耐湿性偏光フィルム材料に資する二色性色素の合成技術の確立と当該色素からなる偏光フィルムの創製

対象となる川下産業 電気機器・家電、電子機器、化学工業

研究開発体制 昭和化工(株)、大阪府立大学、大阪府立産業技術総合研究所

作製した偏光フィルムによる光のスイッチング



【従来】

- 耐湿・耐熱性を要する車載用ディスプレイ等では染料系偏光フィルムへの需要があり、二色性色素を用いた染料系偏光フィルムの開発が国内外で進められている
- 二色性色素の耐候性の改善や開発には時間がかかることから、染料系偏光フィルムの普及はまだ進んでいない

【研究開発のポイント】

- 優れた耐久性を有する二色性色素の迅速な大量合成とそれを用いた最適染色技術を確立すること
- 得られた偏光フィルムの特性評価を一体化した、高機能化学合成基盤技術を確立すること

【成果】

- 二色性色素について、純度が100%に近い化合物を創製
- 高配向性アゾ系二色性色素の新規合成法を確立
- 染色について、結晶形の条件を最適化することに成功
- 偏光フィルムとしてLCDパネル部材に用いられ、従来に比べ耐湿・耐熱性に優れた薄いパネルを実現。二色性色素は位相差フィルムにも使用できるのでホログラム用の光学フィルムにも適用可能

【事業化への取組】

- 実用化に成功、事業化を目指し補完研究を実施中

研究開発のきっかけ

二色性色素を用いた染料系偏光フィルムの実用化の必要性

- 染料系偏光フィルムへの大きな需要があるにもかかわらず、二色性色素を用いた染料系偏光フィルムの開発・実用化は進んでいない
- 耐熱性と耐湿性を持つ偏光フィルム材料のための二色性色素合成技術と、当該色素からなる偏光フィルムの創製技術の確立が不可欠

研究開発の目標

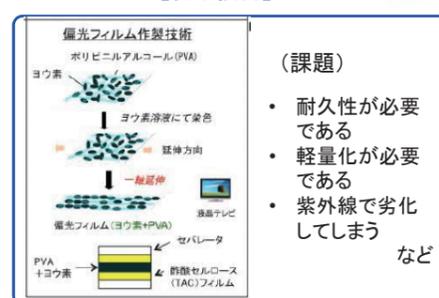
高純度高配向性アゾ系二色性色素の合成技術の開発

- 二色性色素の効率的合成ルートの確立を通じ、純度が100%に近い化合物を低コストで創製
- フィルムへの染色性及び耐候性の観点から、基準値(熱安定性200℃以上、紫外線に対して全く劣化しない事)を満たす化合物を創製

ポリエステルフィルムのアゾ系二色性色素による染色技術の開発

- ポリエステルフィルム(厚さ200 μm)に二色性色素を染色し単色偏光フィルムを作製
- フィルム染色条件(色素の拡散係数等)の評価を通じバッチ染色方法を確立

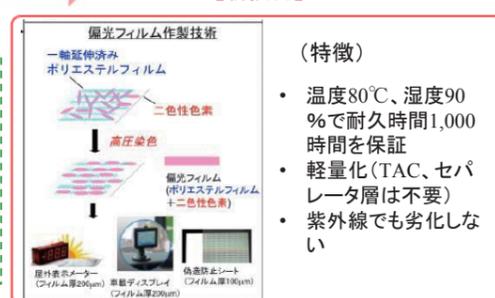
【従来技術】



【課題】

- ・耐久性が必要である
- ・軽量化が必要である
- ・紫外線で劣化してしまう など

【新技術】



【特徴】

- ・温度80℃、湿度90%で耐久時間1,000時間を保証
- ・軽量化(TAC、セパレーター層は不要)
- ・紫外線でも劣化しない

研究開発の成果／目標を達成

二色性色素の大量合成基盤技術の開発に成功

- ベンゾチアゾール及びピチエノチアゾール型アゾ系二色性色素(イエロー、マゼンタ、シアン)について、効率的合成ルートの確立及び精製プロセスの精査により、純度が100%に近い化合物を創製
- 既存物質を母骨格とするアゾ系二色性色素に加え、高配向性アゾ系二色性色素の迅速な開発を行い、純度が100%に近い化合物を創製
- 染色性と対候性の観点から基準値を満たす二色性色素を開発し、高配向性アゾ系二色性色素の新規合成法を確立することに成功

アゾ系二色性色素による染色基盤技術の開発に成功

- 染色に最適な温度(130℃)、染色性に影響を及ぼす色素の粒度等、結晶形の条件を最適化することに成功

- ジメチルホルムアミドを染色液の20~30%程度まで入れると十分な効果を得る事を見出した
- 染色技術で98%の偏光度を超える偏光板を作成する染色技術を確立
- 偏光フィルムとして応用可能な二色性を有する材料を検索するとともに、二色性、偏光度はもとより、樹脂への相和性についても基準値(95%)を満たす材料の選定に成功

作製した偏光フィルムの特性

~ポリエステルフィルムに対して総重量比で2%の二色性色素(赤、青、黄)を使用することで、98%の偏光度を持つ偏光フィルムを作製することに成功した~

偏光度	98.01%
色度(x, y)	(0.30, 0.31)
耐久性	湿熱試験下(80℃/90%×1000時間)で、偏光度は変化しない

事業化への取組／実用化に成功

事業化状況等

- 実用化に成功、事業化を目指し補完研究を実施中
- サンプルについて: 事業化へ向け特定ユーザーへの独占的供給を目指しており、特定色素サンプルの供与は現在のところ1社に限っている
- 受賞: 中澄博行・八木繁幸「色材協会賞(論文賞)」(H24.9)
- 論文: 赤木伸生・八木繁幸・中澄博行「ポリエチレンテレフタレートフィルムを基材とする二色性色素を用いた偏光フィルムの作製とその特性」(色材協会誌, 84, 341-345, H23.10)

効果

- 低コスト化 ➡ 二色性色素は市価の1/3~1/6の価格で製造することが可能
- 耐久性 ➡ ポリエステルフィルムを基盤とした偏光フィルムは従来のポリビニルアルコールを用いた偏光フィルムに比べて耐湿・耐熱性に優れる

今後の見通し

新たな二色性色素の開発などを継続実施中

- 偏光フィルムの透過率を上げるため、新たな二色性色素の開発を行っている
- 二色性色素は川下ユーザーの開発製品の部材として採用され、顧客評価用サンプルに使用されている
- ポリエステルフィルムで高い偏光度を示す色素を開発し、透過率の向上を目指す研究を継続中
- 採用決定の色素の製造に向けて原料調達・製造ラインの確保と生産計画を立てる。新たに開発した色素は川下ユーザーへの色素提供を行い、その他の用途展開を図る

企業情報 昭和化工株式会社

事業内容 有機酸・無機薬品・化成系・染料中間体・機能性材料・局方品・試験薬・バイオ製品等の開発、製造、販売

住 所 大阪府吹田市芳野町18-23

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術部二ーズ・シーズ課 部長代理 森孝由

Tel 06-6384-4996

e-mail kenkyu2@showakako.jp

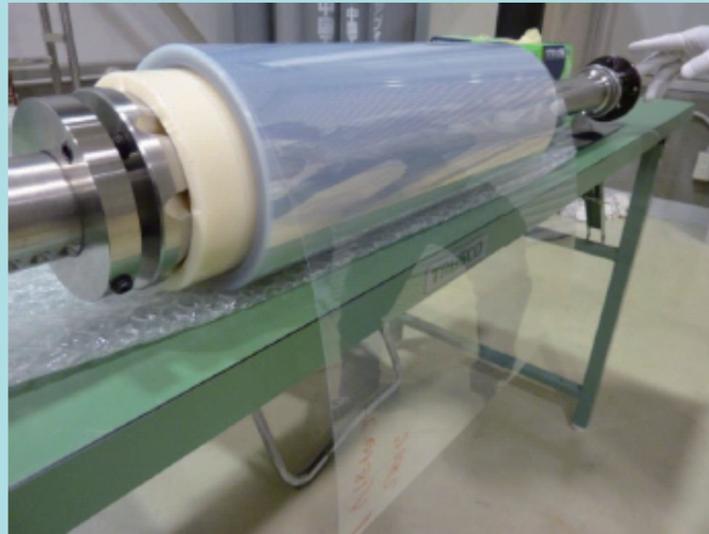
太陽電池や有機ELの軽量化やコスト削減を可能とする高バリア性フィルム

プロジェクト名 高機能有機・無機ハイブリッド薄膜材料を用いた超ガスバリアフィルムの開発のためのロールツーロール型有機触媒CVD装置の開発

対象となる川下産業 情報通信・情報家電、燃料電池・太陽電池

研究開発体制 コアテック(株)、(財)岡山県産業振興財団、(株)マテリアルデザインファクトリー、岡山県工業技術センター、岡山理科大学

作製されたガスバリアフィルム（走行速度1m/min）



【従来】

- 液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイの次世代フラットパネルディスプレイとして有機ELディスプレイの開発が進んでいる
- 現行の有機ELディスプレイはガラス基板上に形成され、ガラス基板で封止されている。他のディスプレイと比べ高コストで、事業化阻害要因となっている

【研究開発のポイント】

- 有機薄膜太陽電池、有機EL等の有機光電子素子の高性能・長寿命化のためには水蒸気・酸素を遮断するハイグレードガスバリア封止フィルムの開発が不可欠
- 特にロールツーロール方式で有機太陽電池を製造することにより、格段にコストダウンすることが可能となる

【成果】

- Si系有機・無機ハイブリッド薄膜材料の化学合成(CVD)：水蒸気透過率(WVTR) 0.005g/m²/day (PENフィルム基板)
- Si系有機・無機ハイブリッド薄膜材料のロールツーロール成膜：ロールフィルム輸送速度 1m/min
- 太陽電池、有機ELなどに使われるガラス基板やカバーガラスの代替品として高バリア性フィルムを用い、軽量化、フレキシブル性、コスト削減を可能とする

【事業化への取組】

- 実用化に時間がかかる(補完研究中)、H26年度に実用化の見込み

研究開発のきっかけ

有機EL等の有機光電子素子の高性能・長寿命化を追求

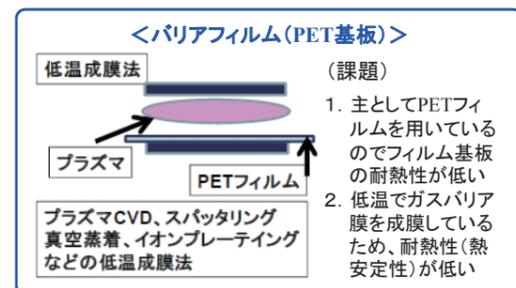
- 現行の有機ELディスプレイ製造方法は他のディスプレイと比べ高コストであり、それが事業化を阻害する一因となっている
- 有機EL等の有機光電子素子の高性能・長寿命化を図るため、水蒸気・酸素を遮断するハイグレードガスバリア封止フィルムの量産化を目指し、ロールツーロール型有機触媒CVDプロセスユニットを開発

研究開発の目標

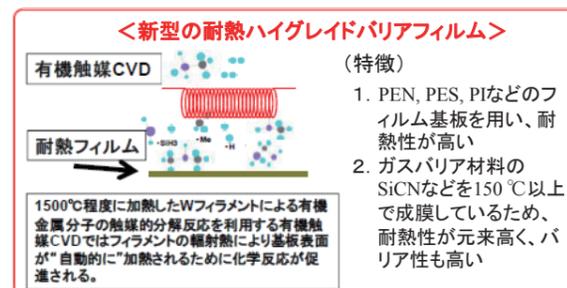
CVDプロセスとロールツーロール成膜法の確立

- Si系有機・無機ハイブリッド薄膜材料の化学合成(CVD)プロセスの開発 → 水蒸気透過率10⁻²g/m²/day以下
- Si系有機・無機ハイブリッド薄膜材料のロールツーロール成膜法の開発 → ロールフィルム輸送速度 1m/min

【従来技術】



【新技術】



研究開発の成果／目標を一部達成

各種性膜条件の検証と最適化

- SiCN、SiOCN系ガスバリア材料の有機触媒CVD法による成膜条件、成膜パラメーターの最適化によりWVTR=0.001g/m²/dayレベルの値を可能にする成膜条件を確認
- 簡易型ロールツーロール型有機触媒CVD装置を用いた場合のPET及びPENフィルムのロール成膜条件を確認

Si系有機・無機ハイブリッド薄膜材料に係る知見の蓄積

- XPS(X線光電子分光法)によるSiCN系ガスバリア材料の分析を行い、N原子周りの局所的原子配置に関する新しい知見を入手
- 複数サンプルの膜密度を評価し、SiCNH系2.0gcm⁻³、SiCO系2.2gcm⁻³の値を得た
- 組成比の深さ分布をSIMS測定で実施した結果、極表面を除いて180nm程度までは一様な組成分布であることを確認

ロールツーロール型有機触媒CVD装置の開発に成功

- 世界に先駆け、インライン式ロールツーロール型有機触媒CVD装置のグランドデザインと仕様を作成し、装置完成まで到達

ガスバリアフィルムの分析で進展

- 耐候試験後にバリア性が低下する試料では、シミ、クラックなどの構造的欠陥と膜組成の変化が生じていることを発見
- ナノ領域における機械的特性評価により膜の緻密度と密着性を評価し、より耐候性の高い皮膜の形成へつながる知見を入手

ロール成膜実験で得られたガスバリアフィルムの水蒸気透過率～作製されたPEN基板ガスバリアフィルムの成膜条件及び水蒸気透過率の測定結果は表の通り～

基板フィルム:	PEN(Q65FA、125ミクロン)
フィルム幅:	300mm
フィルム走行速度:	1m/min
フィラメント:	W(0.5mmφ、10本、L=700mm)
ベース真空度:	3.4x10 ⁻³ Pa
走行距離:	15.126m

表1. ロール成膜実験で得られたガスバリアフィルムの水蒸気透過率

W フィラメントの本数	フィルム走行速度 m/min	水蒸気透過率 (WVTR) g/m ² /day (最小値)
20本	1.0	0.047
7本	0.1	0.005

(注) PEN基板自体のWVTR=1.34 g/m²/day

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年度に実用化の見込み
- 有償サンプルあり(応相談)

効果

- 低コスト化 → 最大750mm幅のフィルムをロールツーロール型有機触媒CVD装置によって連続成膜
- 機能向上 → この装置で成膜できるフィルムの水蒸気透過率は、ほぼ10⁻³g/m²/dayレベル

今後の見通し

補完研究を行うとともに連携先メーカー・商社等を調査・検討

- 補完研究として、ガスバリアフィルムのバリア性向上のための各種パラメーターの最適化を進めている。また、緻密な膜を成膜するために成膜前後のフィルムの処理についての研究も進行中
- 研究開発を継続するための資金確保が必要となることから、現在、岡山県の補助金を活用したり、川下企業との共同開発を進めたりしている
- ハイグレードガスバリアフィルムなどの商品を抱うメーカー・商社などの調査を行いつつ、提携などを検討していく

企業情報 コアテック株式会社

事業内容 産業用機械・設備の製造と販売
住所 岡山県総社市赤浜500番地
URL <http://www.coretec.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 NB事業部 次長 矢吹孝之
Tel 0866-94-9010
e-mail t-yabuki@coretec.co.jp

単結晶製造後の切断・加工コストを大幅に低減することが可能な形状制御単結晶育成技術を開発

プロジェクト名 燃焼圧センサー用ランガサイト型圧電結晶の形状制御単結晶作製装置及び作製技術の開発

対象となる川下産業 自動車、産業機械・工作機械・建設機械

研究開発体制 東北大学、(株)青山精工、秋田精工(株)、高周波ネッスル(株)

開発したμ-PD装置の外観



【従来】

○自動車の更なる燃費向上には、ランガサイト型圧電結晶を用いたエンジン内燃焼圧センサーが必要とされるが、従来法ではバルク単結晶からの加工コストが大きく実用化の大きな弊害である

【研究開発のポイント】

○ランガサイト型圧電結晶の形状制御単結晶育成に特化した低価格μ-PD（マイクロ引き下げ）装置を開発

【成果】

○μ-PD装置による形状制御ランガサイト型圧電結晶の製造技術を開発
○自動車のエンジン部をセンシングする燃焼圧センサー内の圧電結晶の低コスト製造技術を実現する。機能性単結晶材料の低コスト製造技術を確立する

【事業化への取組】

○H24年度に実用化に成功、事業化間近

研究開発のきっかけ

自動車の燃焼効率を改善可能な圧電センサーの低コスト化が求められる

- ガソリン車の燃焼効率向上のため、エンジン燃焼室内の圧力を直接検知し、空燃比を希薄燃焼限界近傍にフィードバック制御するリーンバーン技術が開発されている
- 精密な制御のため、無冷却で400℃以上の高温で、長期間安定動作する直接検出型の燃焼圧センサーが求められている
- 既存の圧電センサーでは耐熱温度の問題から対応できないため、ランガサイト型圧電結晶の活用が提案されているが、高コストで導入が難しい

研究開発の目標

ランガサイト型結晶の形状を制御する技術を確立

- 高効率での結晶作製 ➡ 形状制御ランガサイト型単結晶を6本同時に作製可能な増埧を開発
- μ-PD装置の高周波発振機の低コスト化：現状500万円/台 ➡ 300万円/台にコストダウン

【従来技術】

<従来の圧電センサー>

- ・チタン酸ジルコン酸鉛を用いることが多いが、耐熱温度が約300℃であり、ガソリン自動車のエンジン部での使用はできない
- ・そのため、ランガサイト型結晶群を用いることが提唱されているが、従来の結晶作製法（チョクラスキー法やブリッジマン法）では加工ロスが大きく、製造コスト増に繋がってしまう

【新技術】

<μ-PD法によるランガサイト結晶の作製>

- ・従来の結晶作製法では単結晶の形状制御が困難であったが、新製法により、様々な形状の単結晶が作成可能となる
- ・あらかじめ形状制御を行っているので加工ロスが少なく、製造コストの削減が可能

研究開発の成果／目標を達成

ランガサイト型形状制御単結晶育成のための増埧を開発

- 様々な用途での使用を考慮し、円柱状、平板状、チューブ状それぞれの結晶育成が可能な増埧を、プラチナ合金インゴットによって作製
- ダイ部の高温使用劣化による結晶育成の安定性低下が既知であることから、ダイ部のみを交換可能とする機構を確立し、低コストでの継続運用を可能とした

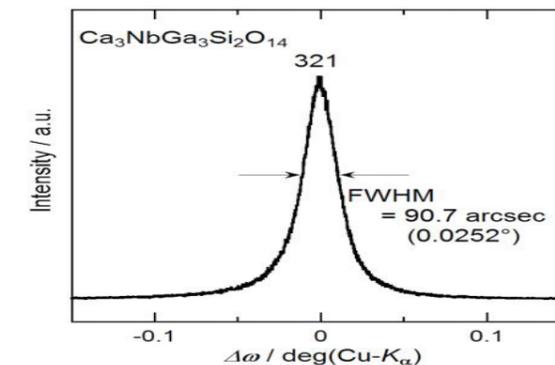
μ-PD法によるランガサイト型結晶育成装置の開発

- 従前のμ-PD法に用いていた高周波発振機は20kWと出力が多く、他方で必要な出力は8kWであることから、適正出力の高周波装置を開発
- 出力の適正化、回路の変更等によりコストを削減し、従来の高周波発振機の販売価格の半額で販売を可能とした
- μ-PD装置は、東日本大震災によって損傷を受けた教訓をもとに、停電対策を盛り込んだ
- 装置全体の部品点数の削減等により、他社製品の販売価格の半額で販売することを可能とした

μ-PD法によるランガサイト型結晶育成技術の検証

- 開発した装置により、円柱状・平板状・チューブ状の各種ランガサイト型単結晶の作製に成功
- 作製した単結晶の結晶性や圧電定数が、チョクラスキー法により育成した従来品とほぼ同等であることを確認

円柱状Ca₃NbGa₃Si₂O₁₄単結晶のX線ロックングカーブ
～左右対称のシングルピークとなり、単結晶に局所歪みがないことを示す～



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年度に実用化に成功、事業化間近
- 無償試作機あり（燃焼圧センサー試作器）
- 有償試作機あり（形状制御ランガサイト型圧電結晶、マイクロ引き下げ装置、小型高周波発振機、形状制御用特殊合金増埧）
- 論文：横田有為「Shaped crystal growth of langasite-type piezoelectric single crystals and their physical properties」(H24.5)、横田有為「Growth of Shape-Controlled Ca₃NbGa₃Si₂O₁₄ and Sr₃NbGa₃Si₂O₁₄ Single Crystals by Micro-Pulling-Down Method and Their Physical Properties」(H23.6)等(他4件)

効果

- 低コスト化 ➡ 開発したマイクロ引き下げ装置による形状制御単結晶育成技術は、単結晶製造後の切断・加工コストを大幅に低減する
- 省スペース化 ➡ 開発したマイクロ引き下げ装置は、従来装置と比べて設置面積を30%縮小し、製造コストも約2/3である
- 省エネルギー化 ➡ 開発した小型高周波発振機は、

従来装置と比べて消費電力が約2/3であり、製造コストも約2/3である

今後の見通し

既に一部の開発成果（マイクロ引き下げ装置等）は販売を開始。現在、マルチ単結晶育成技術の確立に向けて補完研究を実施中

- 燃焼圧センサー用圧電結晶は自動車メーカーに試作品を提供予定である。マイクロ引き下げ装置、高周波発振機、形状制御用増埧は既に販売実績あり
- さらなる量産化技術の確立のため、平成23年度グローバル技術連携・創業支援補助金（一般枠）を基に、連続原料供給システム、形状制御増埧の脱着機構等を開発中である。また、マルチ単結晶育成技術の確立に向けて補完研究を実施中である
- 燃焼圧センサー用圧電結晶は自動車メーカーへの試作品の提供を行う予定である。燃焼圧センサーは平成26年度に実用化を予定している。開発したマイクロ引き下げ装置、小型高周波発振機、形状制御用特殊合金増埧は既に数台（数個）販売済みである

企業情報 東北大学未来科学技術共同研究センター

住 所 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-10
U R L <http://www.niche.tohoku.ac.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発部 助教 平塚洋一
T e l 022-795-4004
e-mail hiratsuka@niche.tohoku.ac.jp

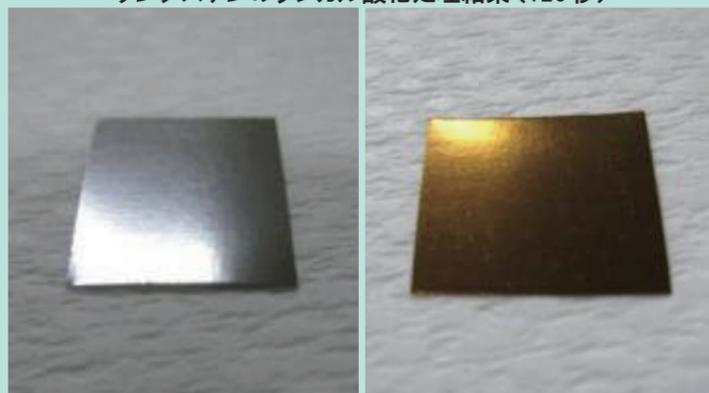
表面選択高速高温加熱法によって、 様々な基材の表面のみを処理することを可能に！

プロジェクト名 マイクロ波励起ラジカルによる選択的高速アニール処理技術の開発

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、鉄鋼・材料

研究開発体制 NPO法人ものづくり支援機構、フジ・エレクトリック(株)、(株)エス・エス・ティ、山梨大学

タングステンのラジカル酸化処理結果(120秒)



未処理状態

ラジカル酸化処理(120秒)後

【従来】

○精密金属部品製造では高機能化・高付加価値化のために、3次元方向全てにわたるダウンサイジング化と材料限界をクリアするための材料及び加工に関するイノベーションがキーとなっており、これらを低コストで実現し国際競争力を維持する必要がある

【研究開発のポイント】

○基材に熱負荷をかけず薄膜表面のみに秒レベルで高温処理し、高品位・低コスト加工を実現

【成果】

○実用化研究用試作装置の開発によるφ150mm実用面積対応
○太陽電池製造、TFT、高機能配線基板、マイクロマシン、高機能プラスチック成型製品、医療用金属部品製品等から装飾用金属製品等で利用可能な技術で、従来実現していない低コスト基材上への高機能薄膜形成を本開発技術の表面選択高速高温加熱法によって実現する

【事業化への取組】

○H27年度の実用化に向け補完研究中

研究開発のきっかけ

基材の熱歪を回避しながら、表面のみを熱処理することが必要となっている

- 精密金属部品製造の熱処理過程での熱歪、熱処理負荷は製品の信頼性と生産性に大きく作用する
- 下地基材に熱処理負荷をかけられない複合素材分野への熱処理ニーズが高まっている
- 従来の熱処理技術では、熱処理をすべき場所を選択的に処理できず雰囲気制御にて全体加熱するという手法をとる以外に方法がなく、従来技術での対応が難しい

研究開発の目標

ラジカル処理により表面のみの加熱・高品質な成膜を実現させる

- ラジカル(酸素及び水蒸気)処理の最適条件を探索
- 処理薄膜物性差による表面加熱特性の研究 ➡ プラチナ、亜鉛、非晶質ゲルマニウムの薄膜を目標厚膜50nm形成し、基材に影響を与えることなく薄膜表面温度を500℃以上に加熱の上で特性を研究

【従来技術】

<従来の金属表面処理>

- ・ 不動態膜形成のため、高濃度の酸による処理が必要である。環境負荷が大きく、膜質にも限界がある
- ・ 熱処理を行う際、熱処理すべき表面以外まで加熱することになり、下地基材に熱歪が生じ、基材の信頼性が低下する

【新技術】

<新技術による金属表面処理>

- ・ 薬液処理フリーであり、環境負荷を大幅に低減
- ・ 表面のみを選択して加熱処理するものであり、高品質の成膜が可能である
- ・ 下地基材に熱処理をかけることができない複合素材への適用が可能である

研究開発の成果／目標を一部達成

マイクロ波励起ラジカルによる高速高温加熱により、表面のみを加熱

- マイクロ波プラズマラジカル発生源2台(発生周波数2.45GHz、最大出力200W)を用い、水蒸気及び酸素ガス供給を分離し、減圧真空化においてラジカルを発生させる装置を作成
- ガス流量や処理圧力の条件を変更しながら、処理時間を2分に固定し、タングステンの表面酸化実験を行い、最適条件を探索
- 最適条件下において、2分のラジカル酸化処理によって30nm程度の酸化膜が形成すること、また酸化膜は三酸化タングステンとなっており、酸化状態が良好であることを確認

薄膜材料差の研究

- Kセル蒸着法、Eガン蒸着法、スパッター法を同時に動作することが可能な真空排気システム、磁気シールドシステムを有する複合蒸着技術を開発
- 開発した複合蒸着装置により、プラチナ、亜鉛、非晶質ゲルマニウムの薄膜サンプルを試作
- サンプルの加熱処理実験により、プラチナ及びゲルマニウムについては基材にあまり影響を与えず、薄膜表面温度が500℃となることを確認

実用化を視野にいれた試作装置の開発

- 実用化を視野に、低価格化と大出力化に対応したプラズマラジカル源を開発
- 100mm四方のSUS316をサンプルとし、30Paで2分間のラジカル酸化処理を行い、サンプルを均一に酸化処理することに成功

ラジカル酸化タングステンSTEM像

～120秒の処理で約30nmの酸化タングステン層を形成～



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

- H27年度の実用化に向け補完研究中
- 無償サンプルあり(Pt、Ge、Zn等の蒸着サンプル)
- 論文:中村、川口、荒井、高松、有元、山中、佐藤、中川「水素プラズマを用いた加熱技術の開発」(H23年9月、第72回応用物理学学会学術講演)、川口、荒井、中村、有元、山中、佐藤、高松、中川、澤野、星、白木「水素ラジカルによる選択加熱現象を利用した多結晶SiGe形成技術」(H23年9月、第72回応用物理学学会学術講演)他4件

効果

- 製作時間短縮 ➡ 酸化膜の緻密度を従来法と同程度に保ち処理時間の目標値は従来処理の1%以下
- 省エネルギー化 ➡ 試料Ni、W等において加熱特性が処理開始10秒以内に表面温度が600℃以上に昇温
- 新方式の実現 ➡ イオン照射表面処理(イオン照射源として、イオンリアクティブプラズマ源によるプラズマイオン照射とイオン照射装置による加速イオン照射)と

当該の加熱処理との組合せにより、SUS材表面に蒸着したCrとSUS材との原子ミキシングを生じさせ、不動態膜の形成に寄与する表面Cr濃度を2倍以上に

今後の見通し

H27年度の実用化に向け、量産プロセスの最適化や試料サンプルの再現性に関する研究を実施している

- サポイン研究開発事業における課題である①酸化膜の緻密度の評価、②酸化膜及び高濃度Cr酸化膜の耐食性の評価等、の課題解決に加え、多くの再現性実験を行い引き続き実用化研究を継続している
- 現在、試料サンプルの再現性実験を実施している。また、量産プロセス最適化(膜の性能及び再現性・処理均一性の兼ね合い)とバックボーンデータの蓄積を図っている
- 現在、目標とするH27年度の実用化を目指している。実用化後には、複合素材メーカー、材料表面処理メーカーをターゲットに販路開拓を狙う

企業情報 山梨大学

住所 山梨県甲府市宮前町7-32
山梨大学附属クリスタル科学研究センター

URL <http://www.inorg.yamanashi.ac.jp/ccst/laboratories/nakagawa-lab/main.htm>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 山梨大学大学院医学工学総合研究部 教授 中川清和

Tel 055-220-8613

e-mail kaz-naka@yamanashi.ac.jp

ダイス鋼製のプレス用金型の熱処理加工における熱処理歪みを極小化することに成功

- プロジェクト名** 金型の熱処理における歪みの極小化技術の研究開発
対象となる川下産業 自動車、産業機械・一般機械・建設機械、電機機器・家電
研究開発体制 (株)信州TLO、岡谷熱処理工業(株)、信州大学、長野県工業技術総合センター

歪み修正用の加圧真空焼き戻し炉



【従来】

○金型製造では熱処理による硬度の調整および靱性の付加が必須であるが、熱処理で生じる歪みを後工程の仕上げ加工で修正しなければならない。仕上げ加工では高価で特殊な切削工具を使用し、また時間もかかるため、歪みの縮小が求められている

【研究開発のポイント】

○歪み修正用の加圧真空焼き戻し炉により、歪みの発生を抑制

【成果】

- 熱処理工程で生じる歪みを極小化し、後工程での平面出し研磨や微調整加工などの仕上げ加工をほぼ不要に
- SKD11鋼などのダイス鋼製のプレス用金型の熱処理加工において本技術が使用され、A3判サイズで従来0.3～0.4mmのあった熱処理歪みを0.03mmレベルまで極小化した

【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

金型製造時の、仕上げ加工(平面出し研磨や加工部の微調整等)の負担軽減が必要

- 自動車部品等の金属プレス加工部品生産に用いられる金型は、高硬度、長寿命、高精度の具備が必要
- 金型の高硬度化や靱性付加のために熱処理が行われるが、現状ではA3サイズで0.3～0.4mmの歪みが生じており、後工程の仕上げ加工に2日を要する
- 仕上げ加工では高価な工具の使用、切削液の排出といった問題があり、仕上げ加工を大幅に削減する必要がある

研究開発の目標

仕上げ加工を削減することで、金型製造に要する時間を大幅に削減

- 金型の熱処理後の歪み: 従来0.3～0.4mm ➡ 0.01mmレベル(いずれもA3サイズ)
- 熱処理に要する時間: 従来約480～510分 ➡ 2/3以下に短縮

【従来技術】

<従来金型製造における熱処理>

- ・変寸や変形あり
- ・歪みはA3サイズで0.3mm～0.4mm程度発生
- ・歪み対応のため後工程で仕上げ加工(平面出し研磨や微調整)が必要であり、約2日を要する
- ・仕上げ加工には高価な工具を必要とし、高コスト化につながる

【新技術】

<歪み修正炉を利用した熱処理>

- ・変寸や変形を最小化
- ・歪みはA3サイズで0.01mmクラス
- ・歪みが小さいため、仕上げ加工に要する時間を大幅に削減
- ・高価な工具の使用量を抑え、コスト削減につながる

研究開発の成果/目標を達成

歪みの加圧修正技術を確立

- 焼入れ処理において歪み修正を行う際の加圧治具の種類、最適な圧力、最適な金型冷却方法を検証した
- 歪み修正用の治具を開発し、SKD11鋼の焼き戻し処理における歪み修正を実施し、小型金型において生じる歪みは0.010～0.095mmに抑えられた

炉内温度制御技術の開発

- 熱処理における歪み量の減少には、正確な温度制御が必要であり、焼入れ処理に用いる真空炉内の温度状況を計測
- 炉内温度が1030℃設定表示の場合、有効加熱領域の温度幅は5℃以内であり、均等な加熱であることを把握

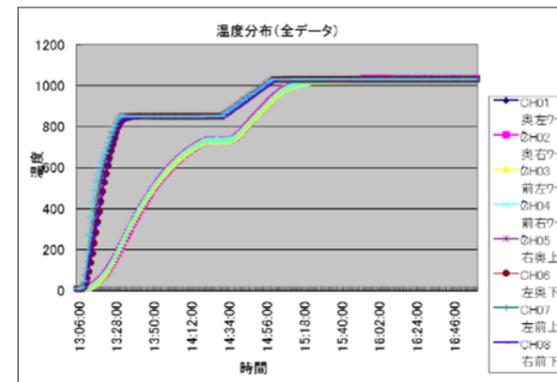
歪み修正用の加圧真空焼き戻し炉を開発

- 治具の加圧による歪み修正を行う場合、手作業部分が多く再現性に問題があることから、加圧機能を持ち、真空雰囲気での歪み修正が可能な炉を開発
- 開発炉によるSKD11鋼の焼き戻し時の歪みはサ

イズが小型であれば歪み0.02～0.03mm、中型・大型であっても0.04mmレベルの歪みであり、歪みを大幅に抑制
 ○熱処理時間は従来480～510分であったところ、処理時間350～360分であり、27～30%の処理時間削減に成功

炉内の温度分布の把握状況

～炉内8か所の温度がほぼ一定であることを把握、均等に加熱されていることを確認～



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
- 雑誌:「金型の熱処理における歪み極小化技術の現状」(隔月刊メカニカル・サーフェス・テック、H23年12月号)、「SK/SKS鋼製プレス金型の熱処理ひずみ抑制・修理技術の開発」(開発紹介)(月刊プレス技術H24年7月号)他8件
- 出展: 中小企業総合展 in TOKYO(H22.12)、諏訪圏工業メッセ(H22.10、H23.10、H24.11)

効果

- 金型製作時間短縮 ➡ 熱処理時間を従来の約70%に短縮した。また、熱処理後の川下企業での仕上げ加工にかかる時間を、半日～2日を数分～数時間に短縮した
- 低コスト化 ➡ 川下企業における仕上げ加工において、その加工量が著しく減少したため、機械・工具類の消費を減らし、さらには使用電力・切削油の消費も減少した
- 精度向上 ➡ 仕上げ加工の加工量を減らすことで、

仕上げ加工を原因とする金型の残留応力が減少する。これにより経年変化が少なくなり、金型の精度が長く保持される

今後の見通し

H23年に事業化に成功し、長野県内外の金型メーカーに採用されている。サポインで対象としなかった鋼種についても引き続き、研究を実施している

- サポイン終了後、川下企業へ熱処理加工を提供し、その性能に対して満足との評価を得ている
- サポインで対象とした鋼種(SKD鋼)とは異なるSK鋼やSKS鋼の金型についても、歪みの極小化を図るべく、研究開発を開始した。本件に関しては、平成23年度のサポインに採択され、順調に研究開発を進めている
- 今回開発した熱処理方法による熱処理加工品が、長野県内外の金型メーカーに、新規採用されてきている。今後、全国的な営業活動を行い、さらに顧客を増やしていく

企業情報 岡谷熱処理工業株式会社

- 事業内容** 熱処理加工の提供、金属熱処理(真空熱処理)、真空浸炭・真空浸炭窒化、コーティング(イオンプレーティング)処理、精密ショットピーニング、ラッピング処理
- 住所** 長野県岡谷市南宮1-5-2
- URL** <http://www.okanetu.jp>
- 主要取引先** (株)サイベックコーポレーション、(株)荻窪金型製作所、太陽工業(株)、(株)サンコー松本営業所、(株)オオタ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 営業課 課長 山崎徹
- Tel** 0266-23-4610
- e-mail** gene@okanetu.co.jp

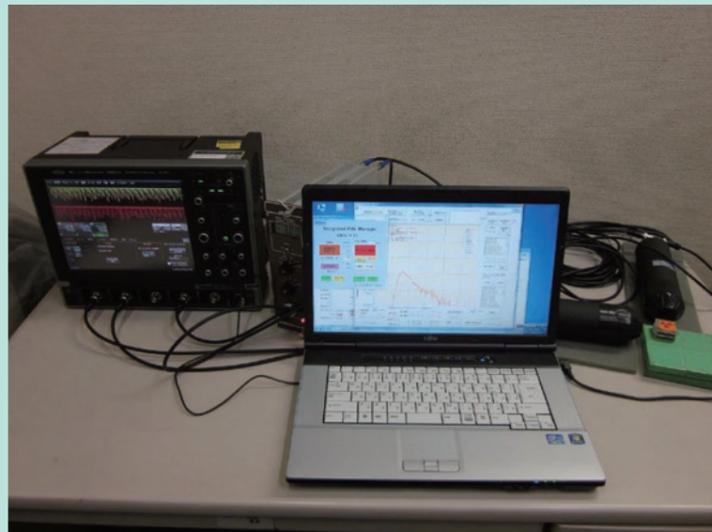
熱処理品に対する高頻度の検査を可能とする非破壊検査技術を開発

プロジェクト名 陽電子消滅を用いたひずみ測定による熱処理後の検査を短時間に非破壊で行う技術の開発

対象となる川下産業 航空・宇宙、建物・プラント・橋梁、自動車

研究開発体制 (公)中部科学技術センター、東洋精鋼(株)、浜松熱処理工業(株)、名古屋大学、(独)産業技術総合研究所

陽電子寿命測定システム外観



【従来】

○自動車部品の高強度化のために熱処理を行った後、硬さの測定やエッチングによる組織観察によって焼入れを評価しているが、部品の切断・前処理を伴い、測定にも時間を要している

【研究開発のポイント】

○非破壊検査により検査時間を短縮することで、生産から出荷までのタイムラグを短縮

【成果】

○ポータブルの陽電子寿命検査装置を開発し、従来と同等の評価を短時間で実現
 ○特殊工程用の非破壊検査装置の実現。熱処理、溶接、ショットピーニングなど、これまで低頻度の抜き取り(破壊)検査しか実施できなかった工程の検査を、非破壊で高頻度に検査するシステムを実現する

【事業化への取組】

○H25年度の実用化に向け補完研究中

研究開発のきっかけ

熱処理後の品質検査の高速化が求められている

- 自動車部品等の高強度化のため、浸炭焼入れや高周波焼入れが行われている
- 焼入れ評価のためには硬さ分布の測定や、エッチングによる観察の必要があり、長い時間を要する
- 検査情報を速やかに前工程にフィードバックできるような仕組みが必要

研究開発の目標

熱処理品に対する非破壊検査技術の導入により、生産工程と検査工程を一体化した検査システムを構築

- 非破壊検査における測定誤差:鉄鋼の熱処理後硬さの差100HVに対し、Sパラメータ型のSパラメータ値が3σを含めて十分識別可能、また、陽電子寿命測定式において、陽電子寿命値が3σを含めて十分識別可能な検査レベルの確保
- 測定所要時間の短縮:従来20分 ➡ 5分以内に短縮

【従来技術】

<従来の熱処理品検査>

- ・ 検査のために、部品の切断と、研磨等の前処理が必要である
- ・ 検査は、熟練者によって行う必要がある(検査技術を要する)
- ・ 検査結果判明まで数時間を要する

【新技術】

<陽電子消滅を用いたひずみ測定による非破壊検査>

- ・ 非破壊検査であり、前処理なしに検査を実施できる
- ・ 検査の時間は大幅に短縮可能
- ・ 検査に熟練技術を要さない

研究開発の成果/目標を一部達成

高精度の検査に適切な密封線源及びシステムの開発

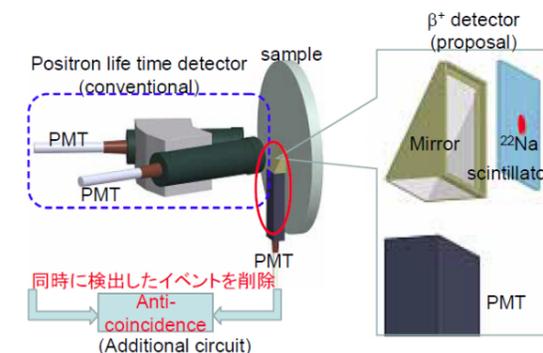
- 高性能²²Na陽電子密封線源を開発し、放射線管理区域外でもノイズのない線源を利用可能とした
- ²²Naの下限数量1MBqより十分に弱い60kBqの強度の線源も設定し、僅かな長寿命成分であっても確認のしやすい線源とした
- 陽電子寿命イベントと陽電子検出イベントのアンチコインデンスをとるアンチコインデンス法(A-C法)を測定システムに導入し、低ノイズでの測定を可能とした
- γ線検出器を複数化するSパラメータ測定法により、測定時間を短縮する可能性について検討した
- 検量線を作成し、Sパラメータ法および寿命測定法とも、硬さ差100HVが十分識別可能であることを確認

測定所要時間を短縮

- 寿命測定法により、5分以内の測定時間でピーニ

ング処理の有無を3σで判別することに成功
 ○Sパラメータ法による場合、市販の線源では、5分の測定では十分な測定精度を得ることができず、本事業において開発した線源の利用が必須であることを確認

アンチコインシデンス法による陽電子寿命測定システム概要



M. Yamawaki, Y. Kobayashi, K. Hattori, Y. Watanabe, JJAP, 50 (2011) 086301
 国内特許出願(2010.10.24)

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年度の実用化に向け補完研究中
- 川下ユーザーの仕様に合わせた試作機を準備中。有償(原価で提供)の予定
- 新聞:日刊工業新聞(H24.11.19)
- 論文:山脇正人「Sealed ²²Na sources for positron annihilation lifetime spectroscopy」(Materials Science Forum Vol.733(2013)pp310-313、服部兼久「陽電子消滅法を用いた、ショットピーニングされた鉄鋼材料の品質確認について」(第49回アイソトープ・放射線研究発表会要旨集 H24.7.9)

効果

- 精度向上 ➡ 熱処理、ショットピーニングなどの特殊工程における完成品検査の非破壊検査の実現
- 品質管理能力向上 ➡ 非破壊で、短時間(およ

そ5分)で計測が可能。高頻度の抜き取り検査の実現と、検査結果の速やかな前工程へのフィードバックが可能
 ○納期短縮 ➡ 検査前の試料調製作業の省略が可能となる。短い検査時間と合わせて、検査待ちによる出荷保留を削減することが可能

今後の見通し

H24年度中の試作機の納入を目指す。研究面では測定精度向上や川下企業のニーズに合わせた装置仕様の設計に取り組んでいる

- サポイン事業終了後、川下企業に試験機を使用していただき、ソフトウェアを含め適宜改良を加えている
- 測定精度向上や、川下企業のニーズに合わせた装置仕様の設計などに鋭意取組中
- H24年度中に試作機の納入を目指している

企業情報 東洋精鋼株式会社

事業内容 ショットピーニング用投射材コンディションドカットワイヤーの製造販売を始めとし、ショットピーニング関連機器の開発販売。また、ショットピーニングの受託加工やX線回折受託測定など

住所 愛知県弥富市馬ヶ地3-195-1

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

主要取引先 トヨタ自動車(株)、日本発条(株)、中央発条(株)、三菱重工業(株)、アイシン精機(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術開発グループ 部長 服部兼久

Tel 0567-52-3451

e-mail k_hattori@toyoseiko.co.jp

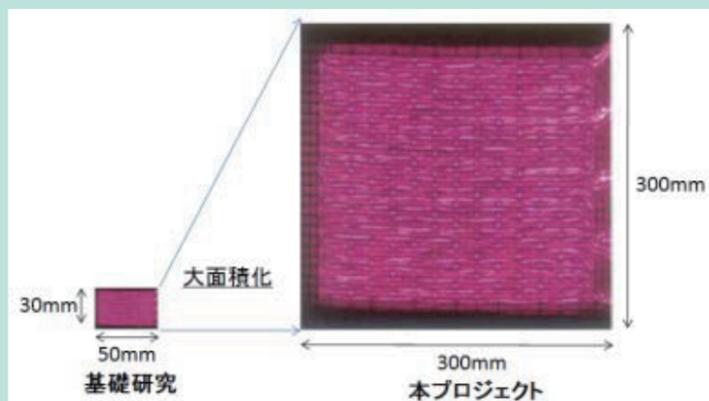
従来ガラスの50%の重量かつ十分な密着強度のポリカーボネートコートガラスを開発

プロジェクト名 窓材軽量化を目指したポリカーボネートへの強化ガラス密着強化熱処理技術の開発

対象となる川下産業 自動車、電子機器・光学機器、半導体・液晶製造装置

研究開発体制 (財)京都高度技術研究所、(株)魁半導体、京都大学

大面積ファブリック電極（今回開発電極）



【従来】

○自動車の窓はガラスを用いているが、エコ技術の推進として、安価で軽量のポリカーボネートの利用が検討されている。しかし、傷がつきやすいため、強化する技術が必要である

【研究開発のポイント】

○大面積の大気圧プラズマを生成し、ポリカーボネートの表面改質を短時間でを行う

【成果】

○高速かつ十分な密着強度を発揮するコート処理条件を明らかにした
○ポリカーボネートの表面と強化ガラスの密着性を向上させることで、従来ガラスと比べて約50%軽量化された樹脂ガラスが開発可能となる。一般的なセダンタイプの自動車で約14kgの軽量化が見込まれる

【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

自動車の総重量軽減のため、窓のポリカーボネート化が検討される

- 自動車の軽量化のため、窓をガラスからポリカーボネートに置き換えることが検討されている
- 新幹線ではポリカーボネート製の窓を既に一部採用し始めている
- ポリカーボネートは傷がつきやすいためコートの必要があるが、従来法では生産性に問題がある

研究開発の目標

大気圧プラズマによる表面処理を短時間・低コストで実施

- プラズマ処理面積の大面積化：従来（基礎研究）で30×50mm ➡ 300×300mmに拡大
- コートしたガラスの高密着性 ➡ 密着強度目標 4.5kg/cm²

【従来技術】

<従来自動車窓>

- ・透明度と堅牢性からガラスが使用されているが、比重が重い点が課題である
- ・軽量かつ安価なポリカーボネートへの置き換えが期待されているが、傷がつきやすいという特性があり、ガラスによるコートを行う必要がある
- ・従来のガラスコート法は、生産性が低い、ハンドリングの観点から採用し得ない等の問題がある

【新技術】

<ポリカーボネート製の自動車窓>

- ・ファブリック電極を用いることで大面積のプラズマ処理を行うことにより、生産性の高いガラスコートを実現
- ・自動車の窓を軽量化することで、自動車の重量を軽量化し、ガソリン消費量の節減等の省エネ効果が期待できる

研究開発の成果／目標を概ね達成

大面積の表面処理を実施する機構の開発

- プライマリー液による表面改質には廃液処理や環境問題があり、フットプリントも大きいことから回避
- ドライプロセスによる表面改質を検討したが、UVでは表面改質効果が弱いため、プラズマ形式を採用
- 真空設備不要の大気圧プラズマ方式とし、大面積の処理が可能なファブリック電極を用いた
- ファブリック電極によるプラズマ生成で生じるN₂Oは環境基準以下であり、除外設備は不要

プラズマ生成条件の最適化

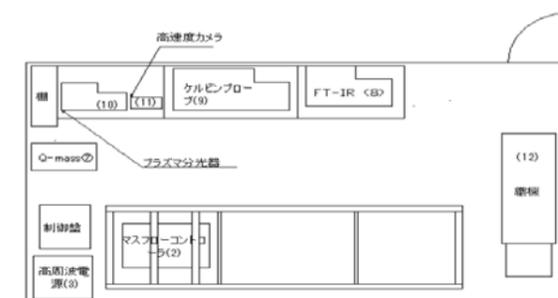
- プラズマ発生の際の波長スペクトルの状況や各部の電圧、発光効率の状況を確認し、装置の適切性を検証
- プラズマと処理対象物の距離、機器内部のガス流量と接触角の関係やプラズマ処理時間と仕事関数の関係を確認し、適切なプラズマ処理の条件を明らかにした

強化ガラスによるコートの密着性を確認

- プラズマ処理のあとに強化ガラスをコートすることを想定し、ポリカーボネートとガラスの張り合わせサンプルを作製し、強度を測定

○引張強度は4.9kg/cm²であり、目標としていた4.5kg/cm²を達成

小型評価装置の配置



大気圧プラズマ処理装置



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
- 有償で貸出可能な試作機あり(30cm角の電極を備えた装置が社内に設置されており、より小型な電極に関しては貸出も行っている)
- 特許:「プラズマ生成装置及びこれを用いた表面改質装置」(特願2011-202877)、「プラズマ照射装置及び表面改質方法」(特願2011-202885)他1件
- 受賞:りそな中小企業振興財団「中小企業優秀新技術新製品賞」優良賞(H23)
- 新聞:日刊工業新聞(H23.11.7)

効果

- 軽量化 ➡ 自動車ガラス部材をポリカーボネート材に置き換えることによって約50%の軽量化を達成できる
- 製作時間短縮 ➡ 従来の大気圧プラズマと比べて、大面積化によってより高速な処理が可能となる

○低コスト化 ➡ 真空プラズマと比べて真空設備が不要になり、初期投資、フットプリントが削減される

今後の見通し

- H23年度以降、装置販売を行っており納入実績がある。今後はユーザーからのフィードバックを受け、逐次製品品質の向上を行っていく
- 面型電極を用いたプラズマ処理を平面基板のみではなく、より広い範囲で適用できないか検討を続けている。例えば立体形状や粉体・粒体への表面処理を検討している
- より処理速度を向上させるための処理パラメータの最適化を引き続き行っている。また、電極部の製造方法の簡略化についても検討を行っている
- 既に本事業を通じて開発した装置の販売を行っており、納入実績も上げている。引き合いを受けている顧客は多分野に及ぶが、それらユーザーからのフィードバックを受けて逐次製品品質の向上を行っていく

企業情報 株式会社魁半導体

事業内容 液体ソースを用いた堆積装置、表面改質装置等を含むプラズマを用いた各種半導体製造装置の開発、および製造販売・委託研究による半導体製造装置の開発および製造販売・堆積代行、エッチング代行・半導体プロセスのコンサルティング業務・石英・ガラス製品の販売、加工

住所 京都府京都市下京区西七条御前田町50

URL <http://www.sakigake-semicon.co.jp>

主要取引先 (株)東レエンジニアリング、(株)京都タカオシン

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 プラズマ事業部営業課 主任 土田智史

Tel 075-204-9589

e-mail s.tsuchida@sakigake-semicon.co.jp

走行時の消費エネルギー抑制に貢献する、電気自動車走行モータ用超軽量シャフトの製作

プロジェクト名 電気自動車の走行モータ用超軽量シャフトを実現する超精密摩擦圧接システムの開発

対象となる川下産業 自動車

研究開発体制 (株)秋山製作所、日本大学、埼玉県産業技術総合センター

超軽量モータシャフト製品



【従来】

○電気自動車の軽量化が求められる中、走行性能に直結するモータ回転部品の軽量化への研究開発が進んでいない

【研究開発のポイント】

○超精密位置決め技術の開発による、中空構造の超軽量モータシャフトを製作

【成果】

○製品位置決め精度:0.05mm/片側、0.10mm/両側
○超軽量モータシャフトを製作
○その超軽量性を活かし、電気自動車走行モータ用に導入することで、走行時の消費エネルギー抑制に貢献

【事業化への取組】

○実用化に成功、H26年度の実用化見込み

研究開発のきっかけ

電気自動車軽量化技術が求められる一方、モータ回転部分の軽量化が進んでいない

- 電気自動車の開発において、消費エネルギー抑制と車両価格低減に直結する軽量化技術へのニーズが高い
- 代替材料の導入等により、車体の軽量化等は進んでいる一方、走行性能に直結するモータ回転部品の軽量化が未着手の状態にある

研究開発の目標

精密な位置決めによって電気自動車用の走行モータ用シャフトを中空構造とし、超軽量化を実現

- 製品位置決め精度 ➡ 0.05mm/片側、0.10mm/両側
- モータ用シャフトの軽量化 ➡ 従来比30%以上

【従来技術】

<切り出しによる製造>

- (課題)
- ・丸棒鉄材から切り出すため、中空構造にならず、軽量化には不向き
 - ・位置決め精度に限度があり、切削取代が大きい
 - ・接合歪みが大きい

<摩擦圧接工法>

【新技術】

<超精密摩擦圧接工法>

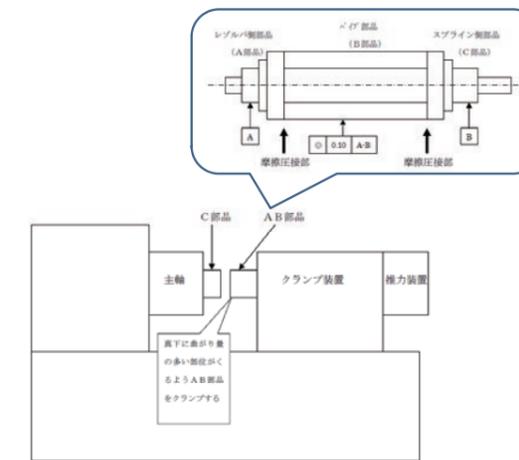
- (特徴)
- ・モータシャフト軽量化
 - ・切削取代が少なく、コスト低減
 - ・接合歪みが小さいため、回転バランスが高精度

研究開発の成果/目標を概ね達成

摩擦圧接プロセス技術の開発を通じ、超精密位置決めを実現

- 圧接前品の端面状態が圧接後の精度・強度に与える影響を把握し、超精密位置決め条件を検証
- 部品セット時の順番およびクランプの工夫により、0.05mm/片側の超精密位置決めを実現
- 両側接合した状態での接合精度を0.1mm以内に抑えることができ、目標を達成

摩擦圧接方法

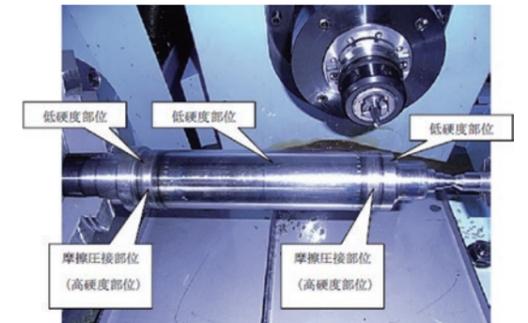


導入した機器と保有技術を活かし、超軽量モータシャフトを製作

- 摩擦圧接機により圧接試験から得られた結果を活用して、圧接時にかかる推力を主軸全体で受け止めることができる摩擦圧接機を導入
- 切削工具を保持している主軸の負荷をリアルタイムに監視することにより、負荷量に応じた切削条件での加工をするよう開発したNCキー溝盤を導入
- 高硬度部位と低硬度部位とのキー溝連続加工をするための技術を活用し、超軽量モータシャフトを製作

NCキー溝盤による加工

～主軸モータの電流値の負荷率をリアルタイム監視し、それにより加工条件を変換するソフトをNCキー溝盤に導入摩擦圧接部の高硬度部位と非接合部の低硬度部位を安定して加工するノウハウを確立し、超軽量モータシャフトを作成～



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、H26年度の事業化見込み
- 電気自動車走行モータ用超軽量モータシャフトのサンプルあり(無償)
- 出展:EV駆動システム技術展(H22.1、H23.1)
- 雑誌:日経AutomotiveTechnology「秋山製作所のモータ軸」(H24.7月号)

効果

- 軽量化 ➡ モータシャフトを従来比30%軽量化
- 新製法の実現 ➡ 精密位置決めを可能とした摩擦圧接法の確立し、生産に応用可能

- 強度・剛性向上 ➡ 摩擦圧接の解析を行うことで、完全溶着により溶接強度が向上

今後の見通し

- 低コスト化のための継続研究を実施中、H26年の事業化を目指す
- 事業終了後、非破壊試験による検査体制を確立した
- 中空部素材として高精度電縫管を使用し、低コスト化に向けて継続研究を実施中
- 北米企業をターゲットとし、本格展開に向けて事業を推進中、H26年の事業化を目指す

企業情報 株式会社秋山製作所

事業内容 モータ・ポンプ・エンジン・コンプレッサの駆動軸であるシャフト・クランクシャフトの專業加工

住所 埼玉県熊谷市上之2961-6

URL <http://www.akiyama-ss.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 管理部管理グループ
営業担当 植田君恵

Tel 048-523-1059

e-mail business@akiyama-ss.co.jp

自動車部品の軽量化を実現する、固相拡散溶接による難接合材接合技術の開発

プロジェクト名 難接合材の固相拡散溶接による高機能部品製造技術・部品の開発

対象となる川下産業 自動車

研究開発体制 (公助)長野県テクノ財団、(株)テーケー、信州大学、長野県工業技術総合センター

試作チタン合金バルブ



【従来】

○異種材料接合やアルミニウム合金同士の接合に対する従来工法は、コストが高い、生産性が低いなどの課題がある

【研究開発のポイント】

○固相拡散接合技術により、チタン合金、アルミニウム合金などの難接合材を低コストで接合する技術を開発

【成果】

- チタン合金材と耐熱鋼の接合: サイクルタイム、ランニングコスト1/5 (対電子ビーム溶接)
- アルミニウム合金同士の接合: コンデンサー電源タイプの新固相拡散接合機を開発
- 従来品と比べて、自動車エンジンバルブを約30%軽量化

【事業化への取組】

○実用化に向けて、補完研究を実施中

研究開発のきっかけ

異種材料同士、アルミニウム合金同士の接合の従来工法は、コストが高い、生産性が低いなどの課題がある

- 自動車部品軽量化につながる、異種材料接合やアルミニウム合金同士の接合へのニーズが高い
- 電子ビーム溶接は、生産設備のコストが高いため、製品も高価になる
- 摩擦圧接法は、生産効率が低く、後加工も必要となる

研究開発の目標

固相拡散接合技術による、チタン合金、アルミニウム合金製自動車用機械要素部品の接合技術開発

- チタン合金材と耐熱鋼の接合 → 加工サイクルタイム、ランニングコスト1/5以下 (対電子ビーム溶接)
- アルミニウム合金同士の接合 → コンデンサー電源タイプの新固相拡散接合機を開発

【従来技術】

<電子ビーム溶接>

(課題)

- 生産設備費用が高く、製品が高コスト化
- 生産能率が低い
- 後加工が必要であり、またそのコストも高い

<摩擦圧接>

【新技術】

<固相拡散接合>

(特徴)

- 部品の軽量化
- 難接合材の接合が可能
- 低コスト

研究開発の成果/目標を概ね達成

チタン合金製自動車用エンジン吸排気バルブを試作

- 固相拡散接合を、自動車のエンジン吸排気用チタン合金製バルブに適用
- 現在のチタン合金製バルブと同じ条件の材料を使用し、引張接合強度2.5kN以上のチタン合金製バルブを試作

チタン合金製バルブの十分な強度確保とコスト減を達成

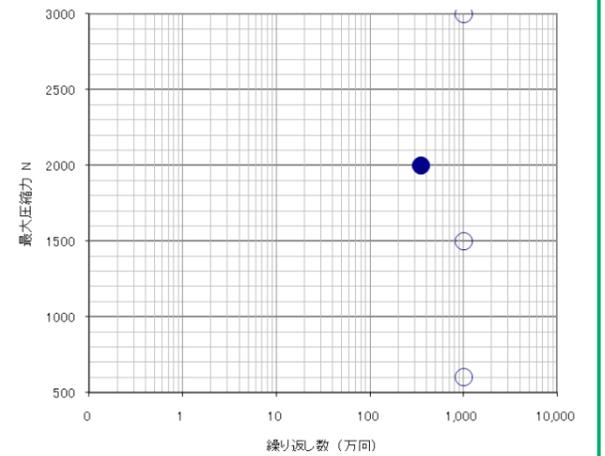
- 接合部の圧縮疲労強度試験を行い、1.5kN、1,000万回以上でも破壊なしであることを確認
- 本接合法により、接合部のバリ除去が不要であることを確認
- 接合時間3サイクル(3/60秒)のみで接合が可能となり、部品の取付け、取外し時間を含めても加工サイクルタイムは10秒以内を達成
- 結果、電子ビーム溶接と比べて加工サイクルタイムおよびランニングコスト1/5を達成

アルミ合金同士に相拡散接合を適用できることを確認

- アルミニウム合金同士の固相拡散溶接技術適用に不可欠な、大電流を流す装置を開発
- 代表的アルミニウム素材として超ジュラルミン(A2024)を取り上げ、固相拡散接合が可能であることを確認

接合試験片の疲労試験結果

~1.5kNの圧縮荷重、1,000万回でも破壊なく、目標通りの疲労強度を獲得~



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

- 実用化に向けて、補完研究を実施中
- 試作品のサンプルあり(無償)
- 出展: 機械要素技術展 東京(H24)、メッセ名古屋2012(H24)

効果

- 小型化・軽量化 → 自動車エンジンバルブを従来品より約30%軽量化

- 耐熱性 → バルブを中空化し、冷却ガス注入をする事で、耐熱効果を得ることが可能

今後の見通し

川下企業への営業を実施中

- 本事業で獲得した接合技術をPRするため、川下企業に営業を実施中
- 部品の製造に関しては現在、川下企業からの図面指示を待っている状態であり、川下企業からの指示が出次第、製造に取り掛かる予定

企業情報 株式会社テーケー

事業内容 輸送用機器製造

住所 長野県上伊那郡宮田村93-1

URL <http://www.miyada.or.jp/comp-guide/kogyou/kigyuu/tk/tk.htm>

主要取引先 (株)オーハシテクニカ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業部 部長 伊藤清和

Tel 0265-85-4446

e-mail tk-k.ito@abelia.ocn.ne.jp

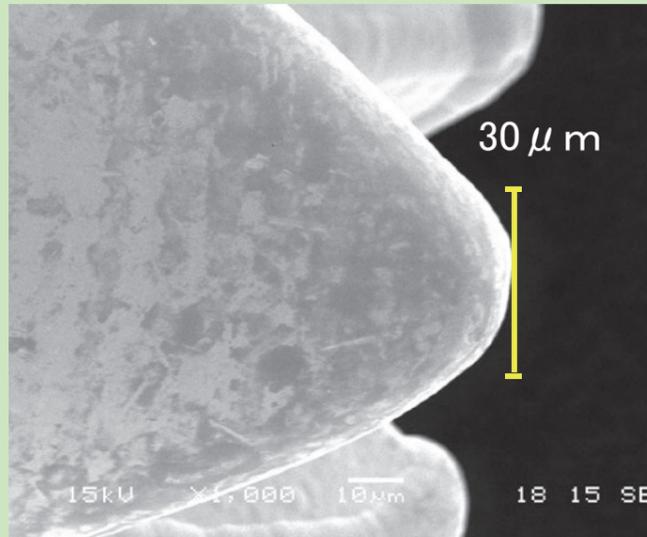
コンタクトプローブの微細化・超寿命化に対応する多層・複合めっき技術の開発

プロジェクト名 電子部品の超微細化に対応できる多層・複合めっき技術及び量産技術の開発

対象となる川下産業 情報通信・情報家電・事務機器、半導体・液晶製造装置、電気機器・家電

研究開発体制 (株)エルグ、群馬県立産業技術センター

微細品の難形状維持めっき



【従来】

- コンタクトプローブ構成要素のプランジャーは、均一にめっきするのが難しく、めっき層に多くのピンホールが存在
- 検査中の接触でプランジャーにはんだ等異物が付着し、頻繁なクリーニングが必要

【研究開発のポイント】

- プランジャーに均一なめっき皮膜を形成し、低接触抵抗などの特性を付与するめっき技術を開発

【成果】

- めっき膜厚範囲内の工程能力指数: $1.33 < Cpk < 1.67$
- 多層化による密着不良発生率0%、量産試作品の不具合発生率1%未満
- 接触抵抗値: $100m\Omega$ 以下で安定
- 半導体検査市場における、小型化された半導体パッケージに対するコンタクトプローブの微細化・超寿命化ニーズに対応し、微細品の量産、前処理工程改善に貢献

【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

コンタクトプローブのプランジャーに対し、高精度かつはんだが付かないめっき技術が求められている

- 微細化されたプランジャーに対し、めっき厚均一化、耐摩耗性向上等が望まれている
- 表面の金めっきが薄くなることでめっき層には多くのピンホールが発生
- プランジャー先端にはんだが付着する度にクリーニングする必要があり、コストが高い

研究開発の目標

プランジャーのめっき皮膜を均一にし、かつ接触抵抗が低く安定的なめっき技術を開発

- めっき膜厚範囲内の工程能力指数 $\rightarrow 1.33 < Cpk < 1.67$
- 多層化による密着不良発生率0%、量産試作品の不具合発生率 $\rightarrow 1\%$ 未満
- 接触抵抗値 $\rightarrow 230m\Omega$ 以下で安定

【従来技術】

**膜厚均一性
密着性**

- ・ピンホールが発生し、腐食が起りやすい
- ・多層めっき間の密着度が低い
- ・形状が複雑で膜厚が不均一になりやすい

【新技術】

<極細プランジャー用めっき>

- ・膜厚均一化
- ・ピンホール現象
- ・密着不良削減

**はんだ
非付着性**

- ・はんだの付着により、接触抵抗値が不安定に
- ・頻繁なクリーニングによるコストが高い

<はんだ非付着性めっき>

- ・接触抵抗値の安定
- ・クリーニング頻度の減少

研究開発の成果／目標を達成

製品内における膜厚を均一化する技術を確認

- 先端が尖っている微細製品等に対し、電流の集中する箇所への膜厚過多の問題を解消するため、設備やめっき条件を検討
- 最適なバレルやリード線等の治具選定、および供給電流量や処理時間等のめっき条件を確立
- 工程能力指数を $1.33 < Cpk < 1.67$ とすることに成功

多層化による薄膜金めっきピンホールの低減技術を確認し、試作ラインでの量産を実施

- 多層化によって発生する不具合の抑制は、活性化処理時間を適切に選択することで、密着不良発生率0%が可能に
- 量産試作に最適な設備を検討し、実験で得られた適切な条件を用いて量産試作を行った結果、不具合発生率1%未満を達成

接触抵抗値を低く安定的に維持するめっき皮膜特性を確認

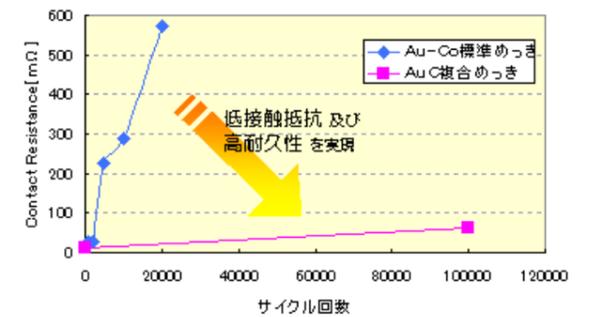
- 金めっき皮膜中にカーボン粒子を複合させるのに

最適な条件を検討

- カーボン粒子の複合状態は、めっき条件よりもカーボンの添加量と分散状態に強く依存することを確認
- サンプルは10万回の耐久評価試験でも接触抵抗値の上昇は見られず、接触抵抗の目標値 $230m\Omega$ 以下を達成

耐久試験による接触抵抗評価

～開発した金カーボン複合めっきの接触抵抗試験を実施。サイクル回数10万回でも接触抵抗が $100m\Omega$ 以下となり、低接触抵抗が維持されることを実証～



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
- 提供された素材に指定の表面処理の実施が可能

効果

- 精度向上 \rightarrow 金めっきを薄膜化しても、多層めっきという代替技術を確認することによって、存在する多くのピンホールを低減することが可能になり、また下地めっきへの拡散や酸化膜などの絶縁物の発生が抑えられ、安定的な接触抵抗を得ることが出来る
- 低コスト化 \rightarrow 金めっきを薄膜化することで、プランジャー自体のコストダウン、資源の節約にも対応
- 品質管理 \rightarrow はんだ非付着性めっきを追加する

ことで、半導体検査におけるクリーニング頻度の低減を図り、半導体の生産性低下を防ぐことが可能に

今後の見通し

追加研究による性能向上を図りつつ、事業化拡大のための販路開拓を実施

- 一部目標を達成出来なかった性能に対し追加研究中であり、川下企業にも協力頂き性能評価・耐久試験を実施中
- 「はんだ非付着」技術の追求により更に性能向上の為の研究を継続中
- 既に成功している技術においては事業化拡大のための販路開拓に取り組んでいる

企業情報 株式会社エルグ

事業内容 より小さな部品への精密めっき、電気・自動車・通信機器の機能部品へのめっき加工

住 所 群馬県富岡市宇田 250-6

U R L <http://www.k-erg.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 桐原正明

T e l 0274-62-2421

e-mail kirihara@k-erg.co.jp

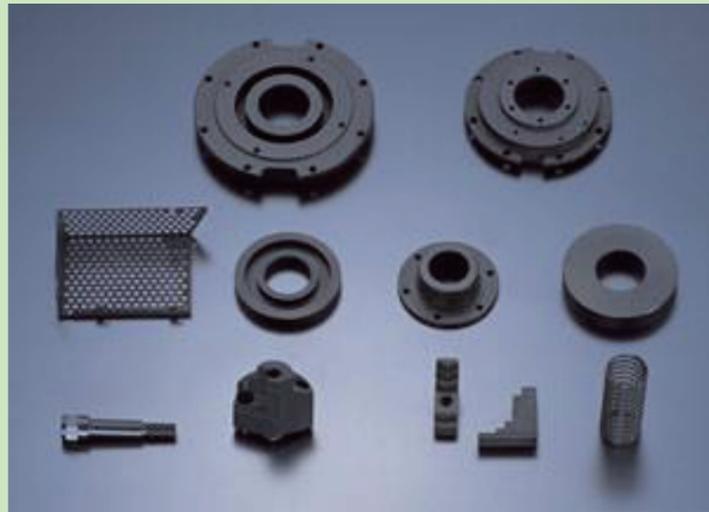
電解クロムめっき皮膜中のクロムイオンを除去！環境規制に対応しためっきプロセスの開発

プロジェクト名 環境規制に対応した電解クロムめっき法の開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械、燃料電池・太陽電池、半導体・液晶製造装置、航空・宇宙、重電機器、電子機器・光学機器、ロボット、自動車、鉄鋼・材料、建物・プラント・橋梁、環境・エネルギー、化学工業

研究開発体制 (一社)首都圏産業活性化協会、(株)ワイピーシステム、(有)テック、秋田大学

クロムイオン除去を施しためっき製品



【従来】

○近年電解クロムめっきに用いられている3価クロムは、時間経過に伴い6価イオンに価数変化し、環境規制をクリアできない

【研究開発のポイント】

○電解抽出法を適用することによって電解クロムめっき皮膜中に残留するクロムイオンを除去するプロセスの開発

【成果】

- めっき皮膜に残留しているクロムイオンを完全除去
- 洗浄工程を省略し、工程を短時間化
- めっき表面に正常な成膜可能
- 強力な紫外線などを照射する半導体製造装置用金属部品に対してRoHS対応しためっき被膜を提供し、部品交換費用の削減によってコストを30%削減

【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

環境規制により代替が進んでいる3価クロムには、品質上、安全上の課題が存在

- RoHS（特定有害物質使用制限）等の環境規制に従い、電解クロムめっきは6価から3価クロムへ代替が進んでいる
- 3価クロムめっきは皮膜特性に劣り、また皮膜中に残留した3価クロムイオンが6価クロムイオンへ価数変化するため、3価クロム処理を行った部品は適切な温度・湿度管理が必要

研究開発の目標

電解抽出法を用いてクロムイオンを除去し、安全かつ皮膜特性に優れた金属クロム化プロセスを開発

- めっき皮膜に残留しているクロムイオンを完全除去
- 廃液処理 → 洗浄工程を省略
- 皮膜機能 → 従来品と同等

【従来技術】

<多段純水洗によるめっき工程>

(課題)

- ・ 3価クロムイオンが電解クロムめっき皮膜中に残留
- ・ クロムイオンが除去できず、RoHSに対応不可

【新技術】

<電界抽出によるめっき工程>

(特徴)

- ・ めっき後の水洗工程段階で抽出機能を付加することにより、クロムイオンを除去
- ・ めっき皮膜は金属クロムまたは金属クロムとクロム酸化物。RoHSに対応可能

研究開発の成果／目標を達成

環境規制に対応可能な電解クロムめっき膜生成装置を製作

- 被めっき物電解のための整流器、抽出性能をアップする超音波装置および電極を搭載したRoHS対応電解クロムめっき膜生成装置を設計・製作

六価クロムイオンが残留せずに金属クロム化できる電解プロセス条件を確定

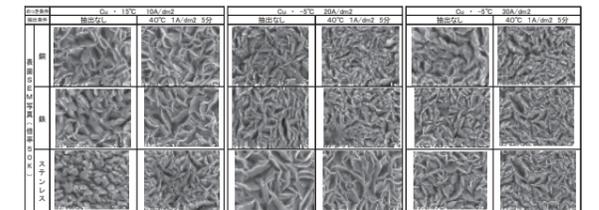
- 電解抽出条件を検討し、装置を用いて除去試験を実施
- 電流密度1A/dm²で2分以上、電流密度2A/dm²以上で1分以上電解抽出を実施することで、素材には関係なく、クロムめっき皮膜中の残留六価クロムイオンを除去できることを確認
- 電解抽出システムの導入で水洗段数を低減。めっき作業時間の短縮を実現

電解抽出後も正常なめっき皮膜を形成できることを確認

- 抽出層の液温度、電解条件、超音波条件、時間経過による、抽出効率や表面状態の変化を検討
- 鉄、ステンレス、銅材それぞれについて試験を行い、電解抽出によって正常なめっき皮膜への顕著な影響は確認できず、めっき表面は正常な成膜が可能であることを確認

電解抽出前後のめっき表面SEM写真

～素材や電解抽出条件によらず、すべてのめっき皮膜の優位性に違いは見られず、健全であることを確認～



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
- 試験版に開発した処理を行い、顧客へ提出したサンプル作成経験あり(無償で対応)
- 論文: 鍍金の世界「環境規制に対応した電解クロムめっき法の開発」(H24.5)
- 出展: 表面処理要素技術展2012(H24.2)
- 受賞: 経済産業書「元気なものづくり中小企業300社」(H21)

効果

- 省エネルギー化、環境負荷削減 → 開発したクロムめっき法は被膜中の六価クロムイオンを抽出・除去することによって、RoHS規制値をした部品として提供できる
- 低コスト化 → 3価クロムを使っためっき液と比較

して40倍以上のコスト低減

- 耐久性向上 → 酸化クロムの析出比率を従来よりも向上させたことにより、耐候性が従来皮膜よりも50%以上向上

今後の見通し

半導体製造装置関連の受注が決定、量産体制確立を目指す

- 川下企業へ試作品を提供し、評価を実施中
- 川下企業から高硬度の黒色被膜の希望が出ており、耐候性、耐食性に優れ、かつ高硬度の黒色被膜の研究開発を行い、評価を実施する予定
- 事業終了後、耐候性、耐食性の向上によって、半導体製造装置関係の受注が決まり、生産が開始されている。今後、生産体制の増強を行い、量産体制を確立する

企業情報 株式会社ワイピーシステム

事業内容 ・電気めっきやアルマイトを主体とした表面処理加工
・受託研究開発
・研究開発した商品の製造・販売(環境関連装置・二酸化炭素消火具などの防災関連製品など)

住 所 東京都東村山市久米川町5-33-4

U R L <http://www.yp-system.co.jp>

主要取引先 (株)ホンダアクセス、住友重機械工業(株)、(株)ジャムコ、オークエンジンアリング(株)、(株)ケー・エス・イー

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 取締役技術部長 須山泰敬
Tel 04-2968-5700
e-mail suyama@yp-system.co.jp

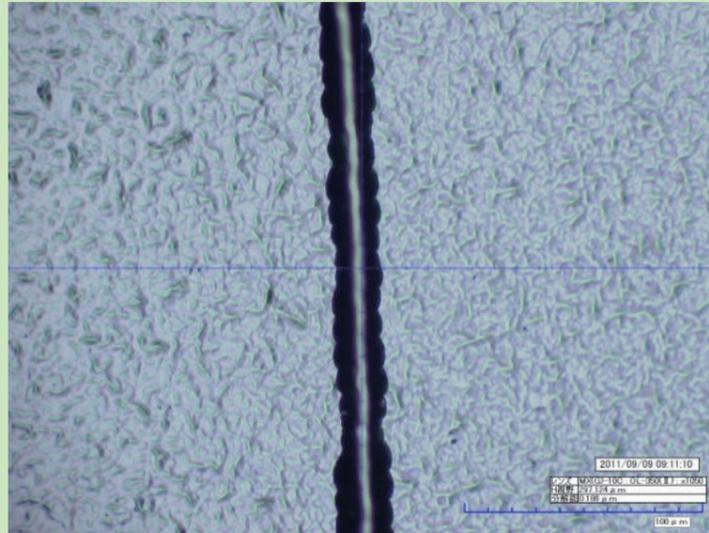
工程数や処理時間・コストを低減するパワーデバイス半導体の配線形成プロセスの開発

プロジェクト名 次世代パワーデバイス電極材料の開発

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 (公財)ふくい産業支援センター、清川メッキ工業(株)、福井大学、(独法)産業技術総合研究所

フッ素ガス修飾Si基板上の配線描画



【従来】

○パワーデバイス電極材料は、従来真空スパッタ法とフォトリソグラフィで作製されるが、工程数が多く、さらに消費エネルギー量や消費薬品量が多いなどの課題がある

【研究開発のポイント】

○インクジェットヘッド開発とレーザー照射の適用によって、高効率かつ環境に配慮した電極形成法を開発

【成果】

○高精度プリンタヘッド開発:ヘッド上めっき皮膜硬度:2218Hv
 ○50時間連続塗布後、ヘッド形状変化なし
 ○電極形成時の電気抵抗5.48Ω/cm
 ○ハイブリッド自動車や電気自動車などの大容量電流を制御するパワーデバイス半導体の配線形成プロセスとして、従来の真空スパッタ法に代替するオールウェットプロセスを用いることにより、工程数1/4以下、処理時間・コスト1/3以下を実現

【事業化への取組】

○一部技術の事業化間近

研究開発のきっかけ

従来のパワーデバイス電極形成法は、コスト、工程数、環境配慮面で課題を抱えている

- パワーデバイスの電極形成には、真空スパッタ法とフォトリソグラフィ法が用いられる
- 真空スパッタ法は、装置コスト、消費エネルギー、成膜時間などに課題がある
- フォトリソグラフィ法は、レジスト塗布、露光、現像と多段階の工程が必要で使用薬品量が多い

研究開発の目標

インクジェットヘッド開発とレーザー照射を通じて、高効率かつ環境に配慮した電極形成法を開発

- 高精度プリンタヘッド開発:ヘッド上めっき皮膜硬度1000Hv以上
50時間連続塗布後、ヘッド形状変化なし
- 電極形成時の電気抵抗:6Ω/cm以内

【従来技術】

<真空スパッタ法+フォトリソグラフィ法>

(課題)

- ・ 多くの使用装置が必要。また装置コストも高い
- ・ 処理時間が長く、多くの使用エネルギー、薬品量が必要

【新技術】

<インクジェット+レーザー法>

(特徴)

- ・ 工程数、使用装置数が少なく、装置コストが小さい
- ・ 使用エネルギー、薬品量の低減

研究開発の成果/目標を概ね達成

精度の高いプリンタヘッドを作成

- 精密電鍍めっき技術を用い、2種類の高機能プリンタヘッドを作製
- プリンターノズル確認装置で精度を観察したところ、①開口径55μm狙い品は平均開口径55.5μm、角度59.7°、②開口径20μm狙い品は平均開口径20.4μm、角度59.2°となり、目標を達成

開発したプリンタヘッドの高耐久性を確認

- 金属粒子インクによる磨耗を抑制するため、電鍍皮膜上へのめっき皮膜を施し、インクジェットノズル部の耐久性試験を実施
- インクジェットヘッド硬度はビッカース硬度2218Hvを達成
- 吐出時間50時間後も開口径、角度に変化がないことを確認

高い精度での電極形成が可能になり、また電極の低抵抗も確認

- インクジェットヘッドを用いて、インク液滴を吐出し、

レーザー援用インクジェット技術を用いてシリコン基板上に配線を描画
 ○配線幅はプリンタヘッド①は最大でも±5%以内、プリンタヘッド②は±10%以内となり、目標を達成
 ○4端子法で金属電極上の抵抗率を測定。直流抵抗値は平均5.48Ω/cmとなり、目標値を達成

インクジェット表面および断面観察

～レジストパターン幅を調整し、2種類のプリンタヘッドを作製。それぞれ目標の開口径とテーラー角を達成する高精度インクジェットヘッドの開発に成功～

	表面観察	断面観察
①開口径55μm狙い		
②開口径20μm狙い		

事業化への取組/一部技術の事業化間近

事業化状況等

- 一部技術の事業化間近
- パワーデバイス用半導体素子上への半田接合を目的とした、無電解Ni/Auめっきのサンプルあり(有償)
- 出展:ふくい新技術・新工法展示商談会 in Honda(H24.11)
- 雑誌:月刊FLOM「技術開発部通信」(H23.6、H23.12)

効果

- 新方式の実現:開発したパワーデバイス半導体配線プロセスは、めっき技術、表面改質技術とインクジェット技術により処理時間が従来比1/3以下に
- 低コスト化:従来技術は真空プロセス中心のため装置が高額であったが、開発プロセスはオールウェット法のため使用装置費は従来比1/3以下に低減
- 多品種少量生産:インクジェット技術によりマスクレスで配線

パターンが形成可能なため、多品種少量生産に適している

今後の見通し

信頼評価と補完研究を実施、H26年1月より一部技術の事業化予定

- 開発した接合用無電解Ni/Auめっき技術を用いて、パワー半導体素子上への半田接合用下地無電解めっき処理の事業化に向けて、国内主要メーカーで信頼評価を実施中
- シリコンウエハ上への配線技術については、レーザー援用によるインクジェット法の確立に向けて、シリコン表面のフッ素ガス修飾による改質や配線の精度向上に向けた検討を引き続き実施する予定
- 車載用パワーデバイス半導体素子への接合用無電解Ni/Auめっき仕様が、H26年1月に事業化予定

企業情報 清川メッキ工業株式会社

- 事業内容** 1.各種電気めっき(クロム、亜鉛、銅、ニッケル、スズ、金、銀、プラチナ等)各種無電解めっき(銅、ニッケル、金、銀、パラジウム、プラチナ等)
 2.機能性めっき(金めっき、複合めっき、硬質めっき、耐食性めっき等)
 3.化成皮膜処理(リン酸、マンガン皮膜処理、黒染)
 4.アルミニウムの陽極酸化(アルマイト)

住 所 福井県福井市和田中1-414

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術部 主任 大平信孝
Tel 0776-23-2912
e-mail infotech@kiyokawa.co.jp

道産バイオマス資源を活用した 高機能発酵ヤーコン頂葉茶と発酵青汁の開発

プロジェクト名 北海道の未利用資源活用による整腸作用等を有する高機能発酵青汁の加工技術開発

対象となる川下産業 食品製造、医療・福祉

研究開発体制 (株)北海道バイオインダストリー、(株)ウェルネスプランニング札幌、森永製菓(株)、北海道大学大学院

発酵ヤーコン頂葉茶（左上）と発酵青汁（右下）



【事業化への取組】

○補完研究、試作品提供を進めつつ、ヤーコン頂葉茶、ヤーコン青汁ともに近年中の製品化を予定

【従来】

- 医療・介護が必要な高齢者や、20～34歳女性において、便通異常に悩む人が多い
- 本研究チームのこれまでの研究により、北海道産のヤーコン、植物性乳酸菌ホッカイドウ株の組合せによる腸内細菌叢の改善、便通改善作用を明らかにしていた

【研究開発のポイント】

- 免疫機能向上作用を持つ植物性乳酸菌ホッカイドウ株と抗アレルギー効果が期待できるヤーコン頂葉という北海道産機能食材の組合せにより、高機能発酵青汁と発酵食品の製品化を目指す

【成果】

- 抗アレルギー作用を持つ「発酵ヤーコン頂葉茶」と、整腸作用、免疫力向上作用を持つ機能性「発酵青汁」、薬効ヤーコン頂葉の抽出エキスを原料とした各種機能性食品を開発

研究開発のきっかけ

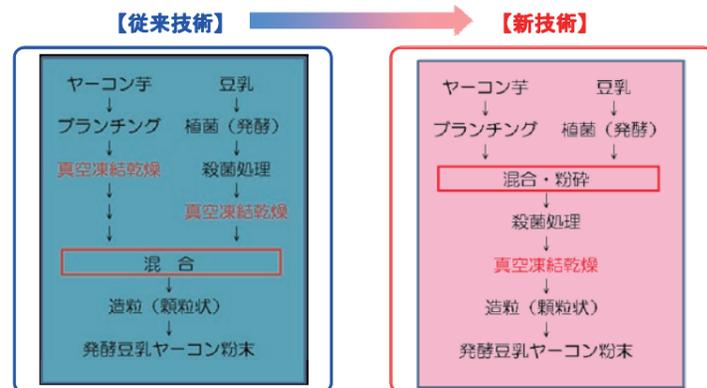
深刻な便通異常に悩む高齢者・女性が見られている

- 医療・介護が必要な高齢者は、活動量と食事摂取量の低下により、便通異常を認めることも多い
- 20～34歳女性の5人に1人は1日1回の排便をできていないという報告もある
- 本研究チームのこれまでの研究により、北海道産のヤーコン、植物性乳酸菌ホッカイドウ株の組合せによる腸内細菌叢の改善、便通改善作用を明らかにしていた

研究開発の目標

北海道産機能食材の組合せにより、高機能発酵青汁と発酵食品の製品化を目指す

- 免疫機能向上作用を持つ植物性乳酸菌ホッカイドウ株と抗アレルギー効果が期待できるヤーコン頂葉を組合せた高機能発酵青汁、発酵食品
- 美味しく、栄養価に富み、身体によい生体調節機能を持つ製品（便通改善、骨粗しょう症予防、抗酸化、抗アレルギー等）



研究開発の成果／目標を概ね達成

豆乳とヤーコン芋の同時発酵工程の確立

- ヤーコンのポリフェノールがホッカイドウ株の増殖を抑制しないこと、ホッカイドウ株の増殖にフラクトオリゴ糖が消費されないこと等を明らかに。また、従来製法のアレンジで、菌数 2×10^9 CFU/mlを含む発酵ヤーコン豆乳の同時発酵が可能であることを確認
- 既存工場設備により、目標値の15,000円/kgで、既存技術で製造したものと同じスペックの発酵ヤーコン豆乳粉末を製造できた

ヤーコン頂葉茶の発酵茶製造法の確立

- 品種による成分・機能性の違いが明らかになり、抗アレルギー作用が期待できる発酵茶を開発することができた

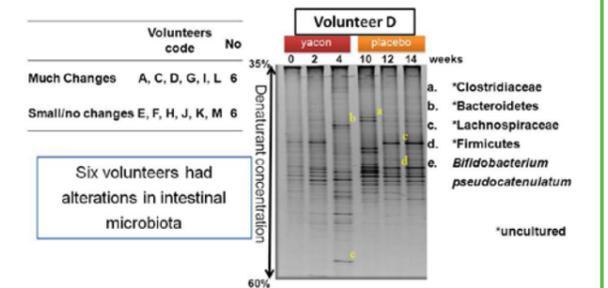
発酵ヤーコン豆乳粉末、ヤーコン頂葉茶の機能性・安全性評価

- 細胞を用いた免疫機能向上作用の評価の結果、ヤーコン葉にヒスタミン遊離抑制作用があることを確認。さらに発酵させた発酵茶は機能性が向上することが明らかに

- ラットでもヒトでも発酵ヤーコン豆乳粉末の摂取は、腸内発酵を活発にして腸内の有機酸生成を増大させ、pHを下げる状況を作り出した。4週間の継続摂取により効果がより明確になることを確認
- 発酵ヤーコン豆乳粉末、発酵ヤーコン茶ともに食品としての安全性を確認

発酵青汁整腸作用図

～便秘を自覚する12人の被験者に、発酵ヤーコン豆乳粉末とプラセボ食品を、間隔をあけてそれぞれ4週間摂取させて便を分析した結果、DGGE法で得られるバンドパターンの変化を確認。ヤーコン摂取期間ではプラセボと比較して、GC含量の高い善玉菌が増加しており、しかも摂取4週間目で顕著にその傾向が観察された～



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
- 発酵ヤーコン頂葉茶の無償サンプル、発酵青汁の有償サンプルあり

効果

- 低コスト化 ➡ 「発酵豆乳ヤーコン混合パウダー」の新製法を開発し、1ラインでの製造実現により製造コストを60%削減
- 新製法の実現 ➡ ヤーコン頂葉の呈味性改善法として発酵処理法を確立し、得られた発酵ヤーコン頂葉は機能性が2倍以上に向上

今後の見通し

ヤーコン頂葉茶、ヤーコン青汁ともに近年中の製品化を予定

- 【発酵ヤーコン頂葉茶】サポイン事業で優れた抗アレルギー作用が確認され、機能性食品受託メーカーが花粉症対策製品等への使用に関心を示している。機能性の作用機序や作用している成分の特定と規格化に向け、補完研究を実施中。健康茶としての製品化にはさらなる呈味性改善が必要であり、ハーブティー等とのブレンドによる製品化やカプセル形態の機能性食品としてH26年以内の販売を予定
- 【発酵ヤーコン青汁】試作品や主たる機能性素材である発酵豆乳ヤーコン粉末を、健康食品の受託メーカー等に提供し、OEM製品の商談を進めるとともに、自社製品としてのH25年度中の製品化を予定

企業情報 株式会社北海道バイオインダストリー

事業内容 道産農産物の生体調節機能の研究により健康機能を高めた機能性食品を開発・製造

住所 北海道札幌市豊平区平岸7条14丁目3-43

URL <http://www.bio-do.co.jp>

主要取引先 ハマ(株)、ナラサキ産業(株)、北海道フードフロンティア(株)、モロオ商事(株)、住友商事北海道(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発部長 斎藤昭彦

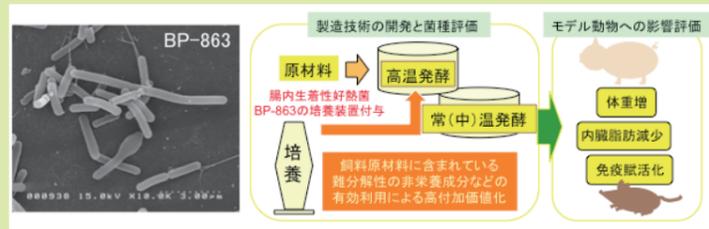
Tel 011-812-2512

e-mail asaito@bio-do.com

“ノンメタボリック化”した健康豚の増産を実現させる 次世代型の発酵飼料の製造技術の確立

- プロジェクト名** 廃水産資源および食品加工残渣を原料とする高機能性発酵飼料製造技術の開発
- 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、化学工業
- 研究開発体制** 千葉大学、京葉プラントエンジニアリング(株)、日環科学(株)、(株)三六九、東京大学、麻布大学

新規発酵飼料製造システムの活用のための概念図



【従来】

○畜産業界は、食品加工残渣の飼料化（エコフィード）に取り組むが、原料の腐敗、栄養成分のばらつき、製品の価格競争力等、課題も多い

【研究開発のポイント】

○新規の好熱菌BP-863の菌体数を増量した高機能性発酵飼料を効率的に製造する技術を確立し、生産者の飼料コストの抑制、国内飼料自給率の向上を目指す

【成果】

○BP-863の遺伝学的背景を明確化し、高品質の発酵飼料を高温発酵工程により製造する技術的基盤を確立した
○廃水産資源及び食品加工残渣を用いて、家畜の内臓脂肪の蓄積軽減、免疫系の賦活化を可能とする。結果、畜産品の生産効率を10%以上向上させる技術を確立した

【事業化への取組】

○実用化に成功。論文化、特許申請、現場における試験を並行して実施している

研究開発のきっかけ

食品加工残渣の飼料化推進に寄与し得る、好熱菌群と高温・高速発酵プロセスを見出していた

- 畜産業界では、飼料自給率を高める、食品加工残渣の飼料化を進めているが、原料の腐敗、栄養成分のばらつき、製品の価格競争力等、課題も多い
- 本研究グループでは、高温発酵飼料に含有する微生物の中から、腸内性着性の高い新規の好熱菌BP-863 (deposited in NITE)を見出し、マウス試験の結果、飼料効率の向上や腸管免疫系の賦活化等の効果を確認していた

研究開発の目標

好熱菌BP-863の菌体数を増量した高機能性発酵飼料を効率的に製造する技術を確立し 生産者の飼料コストの抑制、国内飼料自給率の向上を目指す

- 好熱性複合微生物群を主導とした発酵飼料の製造工程において、好熱菌BP-863の機能を増強した製造ルーティンを確立する
- 発酵による機能微生物生産プロセスのさらなる高効率化を図る
- 発酵飼料の有効性を学術的に担保する

【従来技術】

<乾燥飼料化>

【メリット】
・既存の飼料に配合しやすい
【課題】
・食物由来の酵素を含まない
・エネルギーコストが高い 等

<常温発酵飼料化>

【メリット】
・乳酸菌・酵母による既知の整腸作用
【課題】
・発酵物が変化しやすい
・低pH液状で品質管理 等

【新技術】

<高温発酵飼料化+α技術>

筋肉増量と免疫賦活化を可能とする好熱性バチラス属菌（国際登録済 NITE BP863）の培養と高付加価値の付与

A. 原材料成分として難分解性糖アルコール（アラビノース・キシリトール等）の利用
腸内でカロリーとして利用できなかった難分解性の糖を有効利用する

B. 当該好熱性細菌が宿主の腸内フローラに作用し、腸管の脂質代謝系と粘膜免疫系の遺伝子発現パターンを制御
筋肉を主体とした増体重効果&腸管免疫系腸の賦活化

研究開発の成果／目標を概ね達成

原材料ごとの発酵ルーティンの確立

- 好熱菌BP-863を大量培養する培養装置を設置し、難分解性糖アルコールを含む原料を用いた発酵飼料製造試験を実施。BP-863菌株の培養条件の確立を進めた
- 単離菌培養搬送システムは、2段式発酵試験プラントに連結可能なものとして設計・開発
- 発酵温度・生産量・BP-863の菌体数等のデータ、採取サンプルの化学組成分析等に基づき、プラントの運転制御条件を多角的に研究。飼料力価として最適な製品品質を追求した

発酵飼料の微生物資源ライブラリの構築

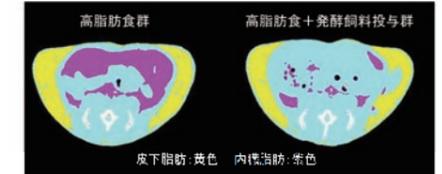
- 発酵飼料の微生物種のプロファイリングを実施し、機能性バクテリア候補のライブラリ化を進めた

発酵飼料の動物に対する影響評価

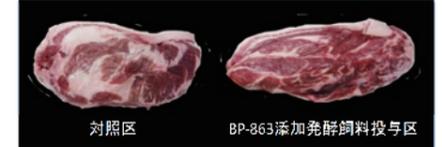
- 畜産動物等への投与試験により、好熱菌BP-863の菌体数依存的な効果を検証し、その結果に基づき選抜した食餌条件において、仔豚の生理的な影響の解析につなげた。糖アルコール濃度依存的効果は検証できず
- 豚を対象に、動物の増体重変化・肉質・呈味等の生産性指標への影響を検証し、一定の評価を得た

マウスのCTスキャン画像と豚肉の厚脂抑制効果
～好熱菌BP-863の動物に対する免疫賦活化効果とともに、成長促進効果、内臓脂肪の蓄積低減効果が明らかとなるとともに、生体にあたる作用機序を分子レベルで推察できる基盤データが得られた～

A. 発酵飼料投与によるマウス内臓脂肪の蓄積軽減効果



B. 発酵飼料投与による豚肉の脂肪蓄積の軽減効果



好熱菌BP-863配合飼料における離乳豚の増体重に与える影響
～1日当たりの増体重は試験区:0.241kg/日・頭、対照区:0.183kg/日・頭であり、試験区は対照区に比べて131%改善する傾向があった～

区分	試験期間	開始体重 (kg)	終了体重 (kg)	増体重 (kg)	増体重/日 (kg/日・頭)	試験/対照
対照区	7/14～	8.2	13.7	5.5	0.18	-
試験区	8/12	8.4	15.6	7.2	0.24	1.31

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
- 脂肪蓄積低減化が可能な発酵飼料のサンプルあり
- 特許:「好熱性微生物を用いた混合物、溶解液、及び医薬品」(国際出願番号:PCT/JP2011/52735)
- 受賞:千葉大学「なのはな賞」(H24)

効果

- 歩留まり向上 ➡ 脂身が少なく赤身の多い肉の増産が可能(5～10%)
- 環境負荷削減 ➡ 死亡する家畜が減少する(10%)。また、飼料の原材料自体も環境負荷が少なくなる(利用可能な原料については100%可能)
- 新素材の実現 ➡ 家畜がメタボリックでないとい

うメリットを高付加価値として打ち出すことが可能

今後の見通し

論文化、特許申請、現場における試験を並行して実施している

- 補完研究を実施し、国際的に通用する論文作成を準備している
- 現場における試験により、四季の影響を確認し、有効な結果を得ている。同時に、国際特許申請等を進めている
- H25年に、現場への販売を開始する。既に一部の大手企業で良好な試験結果が得られたため、販売促進を進める

企業情報 日環科学株式会社

- 事業内容** 産官学連携型の農畜水産環境対策プログラムを構築する研究開発型のコンサルティング会社
- 住所** 千葉県中央区汐見丘町11-1-2F
- URL** <http://www.je-s.co.jp>
- 主要取引先** 京葉プラントエンジニアリング(株)、(株)三六九、(有)都路農場、(有)都路ファーム

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 取締役 森健一
／最高技術責任者 宮本浩邦
(千葉大学大学院客員准教授)

Tel 04-302-2322

e-mail mail@je-s.com

注)千葉大学発ジョイントベンチャー 株式会社サーマス
住所:千葉県市川市市川南2-8-8 京葉ガス本社西館
e-mail: k-mori@sermas.co.jp

きのこの大量廃棄問題を解決 有用微生物を用いた新堆肥化技術によるきのこ廃菌床堆肥の製造

プロジェクト名 施肥後の土壌酸性化を大きく低減するきのこ廃菌床堆肥製造技術の研究開発

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

研究開発体制 (公)名古屋産業科学研究所、(株)エムスタイル、中部大学

微生物を用いたきのこ廃菌床堆肥



【事業化への取組】

○農地圃場における継続的な性能試験により農家の理解獲得に努め、H26年度の実用化を目指す

【従来】

- きのこの生産量は増産傾向にあるが、廃菌床の効率的な処理技術は確立されておらず、大量に廃棄処分されている
- 廃菌床の堆肥化活用には、大量処理、処理時間短縮、施用後の土壌酸性化抑制等の技術開発が必要である

【研究開発のポイント】

○複数の有用微生物を用いた新堆肥化技術によるコンポスト化技術を確立する

【成果】

- 微生物を用いたきのこ廃菌床堆肥は、全農堆肥化基準等に定められた項目をほぼクリアする優秀な堆肥資材とすることができた
- 農業用土壌改良材として、土壌pHの変化、特に酸性化を抑制するとともに団粒化構造の短期形成等の物理性、CECの大幅向上等の化学性の改善を実現する

研究開発のきっかけ

きのこの大量廃棄問題を解決する、廃菌床の堆肥化技術の確立が求められる

- 医薬品原料等の需要増加から、きのこの生産量は増産傾向にある
- 廃菌床の効率的な処理技術は未だ確立されておらず、大量に廃棄処分されている
- 廃菌床の堆肥化活用には、大量処理ができ、通常数年程度を要する処理時間を数ヶ月程に短縮し、かつ施用後に土壌酸性化を抑制できる技術の開発が必要である

研究開発の目標

複数の有用微生物を用いた新堆肥化技術によるコンポスト化技術を確立する

- 実用化を目指した大規模生産時における腐食発酵作用の発現時に、原料塊の全ての領域で中小規模生産時と同じように酸性化物質がほとんど検出されないようにする
- 腐食発酵作用を進める過程で、微生物の活性を高いまま維持するための条件把握と生産方法を確立する

【従来技術】

<微生物を使わない場合>

(課題)

- ・ 廃菌床内のきのこ菌の作用だけでは分解しきれない
- ・ 現行処理方法は取扱いが難しいため農家レベルでの対応にはかなり無理がある
- ・ 集約型大型処理設備が必要で複雑な実施になりやすい

【新技術】

<微生物を使った場合>

(特徴)

- ・ 繊維質等難分解性物質の分解に優れ、作用が早い有用微生物を利用
- ・ 取扱いを簡単にし、手順等を定型化することで、農家レベルで十分対応可能な易しい処理法となる
- ・ 特殊な設備、場所が不必要であり、簡易に実施可能である

研究開発の成果／目標を概ね達成

廃菌床堆肥の作用安定発現のための管理手法構築

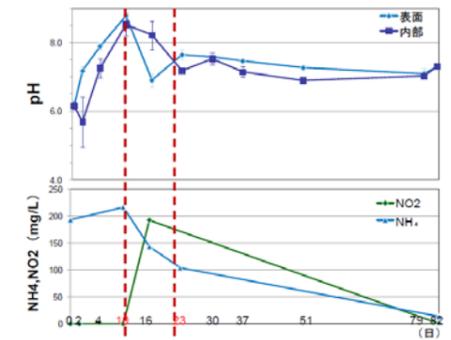
- 廃菌床堆肥の作用安定発現に向け、最も腐食熟成の作用が高く生じる条件を探索
- 堆肥化過程の前・中・後期において、資材状態モニタリング装置を用いて原料塊内のリアルタイムな計測、サンプリング計測を実施し、微生物活性状態等を把握
- 原料塊内の酸素濃度推移の把握により、微生物活性状態とともに時間の推移に伴い、層状に腐食熟成が進行する等、本研究で用いた微生物特有の現象を確認
- 上記の手法を用いて作られた最終成果物は、一般の廃菌床堆肥資材と比べるとpH、EC、イオン物質等の点で土壌を酸性化させることがほとんどないことが判明

施肥後の土壌・農作物に対する影響の分析

- 本研究資材を用いて試験圃場を製作し、実際に農作物を定植して経過を調査した結果、本資材は農作物の収量増加とその後の保存・物流等に対し好影響を与える効果が期待された
- 施用後の圃場の土壌状態を調査した結果、本資材が農作物収穫終了後も土壌酸化抑制効果を持続していることが判明

pHとアンモニウムイオン、亜硝酸イオンの挙動

～約80日間観察した中では、資材生産開始直後にpH(平均値)が5.5程度である時期があったものの10日経過後からはほぼpHが中性領域を推移するようになり、以降は酸性に振れることはなかった～



小松菜の生育状況の比較

～小松菜を定植し、約4週間育成した後に収穫したものを比較検討した結果、廃菌床堆肥を施用した区で収穫された小松菜は、慣行農法区に比べて、すべての項目で上回っていた～

項目	資材施用区	慣行農法区 (対照区)	比較
収穫重量 (総計/平均)	214g 平均 23.7g	169g 平均 24.1g	+45g 平均-0.4g
単位面積あたりの収量	2,850g/㎡	2,250g/㎡	+600g
茎径	36mm	24mm	+12mm
全長 (丈)	270mm	265mm	ほぼ同等

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年度の実用化を目指し、補完研究を実施中
- 成果物サンプルあり
- 新聞:中日新聞(H21.9)

効果

- 製造期間短縮 → 農地圃場に摘要可能な状態に至るまでに最短3ヶ月程度で到達可能に(従来製法では1～2年を要した)
- 環境負荷削減 → 本技術により野天管理でも臭気問題が一切生じなくなった(従来管理では、腐敗等による臭気発生により付帯管理設備等が必要だった)
- 減容化 → 本技術により原材料(廃菌床)が成果物になるまでに35%以上の減容化を実現した

今後の見通し

農地圃場における継続的な性能試験により農家の理解獲得に努める

- 試作品の性能試験を複数の協力農家で実施中。農地圃場における一定の農業従事者からの反応(土壌状態・農作物状態)の確認、技術普及のための追検証(原材料の品質が毎年一定でないため、その変遷に伴う影響等)、コストダウン手法の開発等の補完研究を継続中
- 過去に廃菌床堆肥による土壌汚染の被害を受けた経験がある農家が多い地域でもあることから、継続的な状態把握に努めていく。農協の専売資材としての普及にはやや時間を要する見込み

企業情報 株式会社エムスタイル

事業内容 農業資材開発・製造・販売、事業系環境対策(微生物技術を用いた臭気対策支援等)

住 所 岐阜県多治見市上野町 4-53

U R L <http://www.m-style.asia>

主要取引先 大北農業協同組合、(社)長野県農協地域開発機構、栄和産業(株)、NPO法人ハレニワ農園、(有)中日本ファームズ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 橋本真

Tel 0572-26-7885

e-mail hashimoto@m-style.asia

医薬品の精製コスト半減を目指した高効率クロマトグラフィーカラムと連続プロセス型液体クロマトグラフィー装置の開発

プロジェクト名 低コストなタンパク質の精製を実現するための装置開発

対象となる川下産業 医薬品製造、バイオテクノロジー、医療・福祉機器

研究開発体制 (財)京都高度技術研究所、(株)ヤナコ機器開発研究所、(株)京都モノテック、(株)ティンカー・エヌ、(独)産業技術総合研究所

連続プロセス型液体クロマトグラフィー装置（左）とカラム（右）



【事業化への取組】

○実用化に成功。連続クロマトグラフィー装置の応用例の拡充を目指した補完研究を展開中(すでに受注案件あり)

【従来】

- 遺伝子工学によるタンパク質の精密な分子設計が可能となり、工業用タンパク質の用途も治療薬や診断薬等に広がっている
- タンパク質開発において、タンパク質の構造決定、機能の実証等のため、数10mg～数gのタンパク質製造は必須となっている

【研究開発のポイント】

- 超高速分離が可能なタンパク質リガンド固定化シリカモノリスカラムと「連続プロセス型液体クロマトグラフィー装置」の実用化により、分離カラムの使用容量の削減、装置の低コスト化、精製時間の短縮を図る

【成果】

- タンパク質リガンド固定化シリカモノリスカラム、連続プロセス型液体クロマトグラフィー装置の製作に成功
- 医薬品(抗体医薬品、タンパク質医薬品)製造工程に用いられることで、その精製コストを従来の50%以下にする

研究開発のきっかけ

タンパク質の開発において、数10mg～数gの量のタンパク質の製造が必須の過程となっている

- バイオテクノロジーの興隆につれ、遺伝子工学によるタンパク質の精密な分子設計が可能となり、工業用タンパク質の用途も治療薬や診断薬等に広がっている
- タンパク質の開発において、タンパク質の構造決定、機能の実証等のため、数10mgから数gのタンパク質の製造は必須となっている

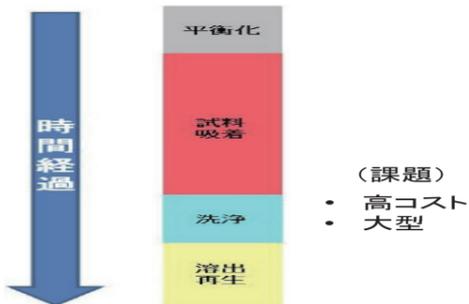
研究開発の目標

高効率クロマトグラフィーカラム及び「連続プロセス型液体クロマトグラフィー装置」の開発

- 低コスト化 ➡ 細胞培養によるタンパク質製造におけるタンパク質の分離・精製コストを半減、新開発の連続プロセス型液体クロマトグラフィー装置を競争的な価格に
- 小型化 ➡ タンパク質精製用シリカモノリスカラムのサイズを1/10以下に

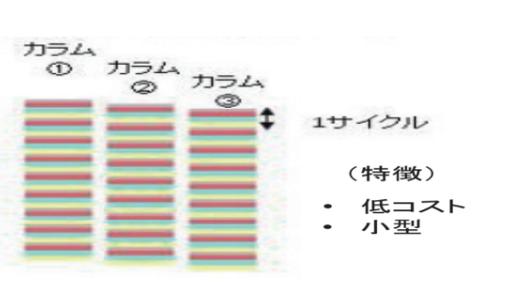
【従来技術】

<バッチ式(大型カラム)>



【新技術】

<連続式(超小型モノリス×3)>



研究開発の成果/目標を達成

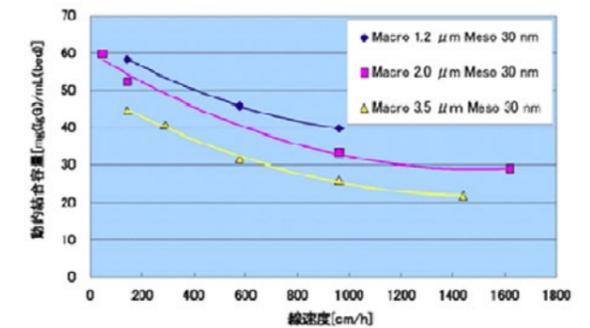
タンパク質精製用及びカートリッジ型シリカモノリスカラムの開発

- 各種最適化技術により、試作したカラムは、従来の粒子充填カラム比で10倍の処理能力(1/10のカラム体積で同じ処理能力)があることを実証し、目標達成
- カラム容量が1、5、10mlのカートリッジ型シリカモノリスカラムを開発。性能を低下させずにカラムコストを低減可能とし、目標達成

「連続プロセス型液体クロマトグラフィー装置」の開発と性能評価

- 「連続プロセス型液体クロマトグラフィー装置」を開発。実用機としての性能を満たし、目標達成
- モノクローナル抗体の連続精製において、90%以上の回収率、95%以上の高純度のモノクローナル抗体の精製を、担体との接触時間12秒という高流速条件で実現し、目標達成
- 開発したシリカモノリスカラムとクロマトグラフィー装置により、モノクローナル抗体タンパク質の分離・精製コストを従来比1/2以下にする目途をつけ、目標達成

シリカモノリス抗体精製カラムの抗体結合容量と流速の関係(メソ細孔径を一定とした場合)
～マクロ細孔径が小さいほど結合容量が大きく、マクロ細孔径が2μm以下では線速度2,000cm/h程度の高速でも結合容量30mg/mL程度を維持した(目標値25mg/mlを上回った)～



精製結果のまとめ

～抗体1(クローン番号Ra3-42)、2(同HUC3-48)、3(同Mab-1)を用いた精製の結果、モノクローナル抗体に関する当初目標である90%以上の回収率を達成～

抗体	培養液量 (L)	培養液の抗体濃度 (mg/L)	培養液中の抗体量 (mg)	精製回収タンパク質量 (mg)	回収率 (%)
抗体1	3	4.8	14.4	14.3	99.3
抗体2	3	1.7	5.1	4.7	92.2
抗体3*	3	2.1	6.3	5.2	82.5*

*約2年前に作製し、冷凍保存していた培養液を用いたため回収率が減少したものと考えられる

事業化への取組/実用化に成功、事業化間近

事業化状況等

- H24年度の実用化に成功
- 連続精製装置と抗体精製カラムの短期間貸出、デモンストレーション可能(輸送費等は実費)
- 特許:「タンパク質の分離精製装置及び分離精製方法」(特願2012-136216)

効果

- 低コスト化 ➡ タンパク質医薬品製造における精製コストを50%以下にする
- 省スペース化 ➡ 精製に必要な分離カラムを従来の1/10以下にする
- 多品種少量生産 ➡ 分離カラムのシングルユース化を容易にするため、タンパク質医薬品の多品種少量生産に寄与できる

今後の見通し

連続クロマトグラフィー装置の応用例の拡充を目指した補完研究を展開中
すでに得られた受注を足がかりに、さらなる販路開拓を狙う

- 連続クロマトグラフィー装置は、その原理を含めて必ずしも広く知られているわけではないため、ユーザー企業に関心を持ちそうな対象タンパク質につき、応用例を蓄えて提供することが幅広い普及のために必要であると考え、補完研究を継続している
- 引き続き、ユーザーニーズの把握に努める
- すでに1台の受注を受けており、これを足がかりに、製薬企業、医薬品製造受託企業、医薬品開発研究機関への販路開拓を狙う

企業情報 株式会社ヤナコ機器開発研究所

事業内容 分析機器、理化学機器及び環境計測機器の開発・製造・販売
住所 京都府京都市伏見区下鳥羽平塚町145
URL <http://kiki.yanaco.co.jp>
主要取引先 ヤナコテクニカルサイエンス(株)、(株)ジェイ・サイエンス東日本、(株)ジェイ・サイエンス東海、(株)ジェイ・サイエンス関西、(株)ジェイ・サイエンス中国

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 服部隆俊
TEL 075-611-8800
e-mail kikilabo@yanaco.co.jp

タンパク質を標的細胞内に導入したいというニーズに応えた バイオナノカプセル生産技術の高度化

プロジェクト名 各種タンパク質を内包できるバイオナノカプセルの酵母発酵を用いた汎用生産技術の開発

対象となる川下産業 バイオテクノロジー

研究開発体制 (公助)岡山県産業振興財団、(株)ビークル、岡山大学

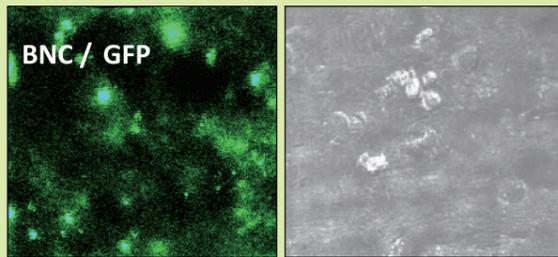
精製したGFP内包バイオナノカプセル (BNC)



特性

粒子径: 60~65nm
内包率: 85%以上
純度: 95%以上

GFP内包BNCによるGFPの細胞内導入



【従来】

- バイオナノカプセル (BNC) は、内部に封入した物質を標的細胞や組織に送達するための薬物送達系技術の素材として利用されている
- BNCを用いてタンパク質を標的細胞内に導入したいという要望が、医薬・試薬を主とする川下産業でみられている

【研究開発のポイント】

- BNC生産技術を高度化し、タンパク質内包BNCを製造するための汎用的な酵母の調製、培養・精製技術を開発する

【成果】

- タンパク質内包BNCの細胞内導入能向上、タンパク質内包量増加、幅広い抗体との結合能実現等の開発目標を達成
- 画期的な新薬、新型ワクチン、新しい研究用試薬等への適用を目指す

【事業化への取組】

- 実用化に成功。技術改良、実用例提示に向けた試験を継続中

研究開発のきっかけ

医薬・試薬分野において、バイオナノカプセルを用いてタンパク質を標的細胞内に導入したいというニーズがある

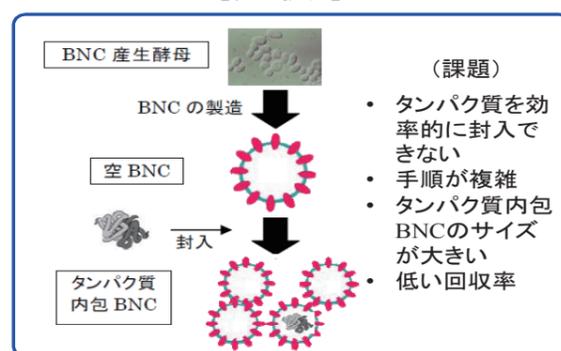
- BNCは、内部に封入した物質を標的細胞や組織に送達するための薬物送達系技術の素材として利用されている
- 本技術を用いてタンパク質を標的細胞内に導入したいという要望が、医薬・試薬を主とする川下産業である

研究開発の目標

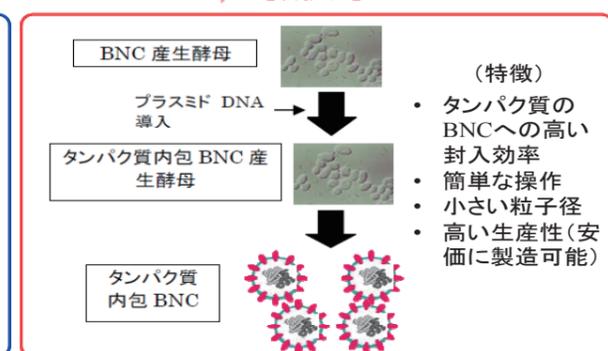
BNC生産技術を高度化し、タンパク質内包BNCを製造するための汎用的な酵母の調製、培養・精製技術を開発する

- Pre-S領域を削除したBNC生産酵母株の開発
- S領域を改変したBNC生産酵母株の開発
- Pre-S領域を改良した新規抗体結合型BNC生産酵母株の開発

【従来技術】



【新技術】



研究開発の成果 / 目標を達成

Pre-S領域を削除したBNC生産酵母株の開発

- 細胞内導入能向上に向け、Pre-S領域の一部または全部を削除した変異体として、3種のBNC生産株を開発し、10mg以上の精製BNCを製造。また、製造した改変BNCを酵素処理して改変したBNCを1種製造
- Pre-S領域の全部を削除した変異体は元のBNC比で約4倍、Pre-S1領域の全部とPre-S2領域の一部を削除したものは2~4倍の導入能を確認

S領域を改変したBNC生産酵母株の開発

- BNCの内包量上昇に向け、S領域に変異(1から16変異)を入れたBNCの生産株を4種開発し、精製BNCを製造
- 1変異を入れたものでは推定内包量は微増~3倍程度に、16変異を入れたものでは32倍に

Pre-S領域を改良した新規抗体結合型BNC生産酵母株の開発

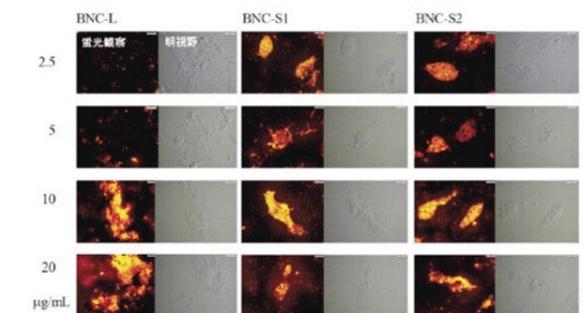
- 抗体結合型BNCの抗体結合種拡大に向け、Pre-S領域に新しい抗体結合ドメインを入れたBNC生産株の確立を目指し、酵母に当該BNCを発現させるためのベクターを2種製造するも、新型の抗体結合型BNCの生産株はできず

導入能観察結果のまとめ

~PreS領域の削除による効果が顕著であり、PreS領域を全削除したBNC-S1、S2の導入能が最も高く、約4倍まで上昇~

種類	Pre-S領域	S領域	BNC-Lを基準とした相対導入能
BNC-S1	全部削除	1変異を入れる	4
BNC-S2	全部削除	16変異を入れる	4
BNC-XT2	S1:欠乏、S2:一部欠乏	1変異を入れる	2~4
BNC-L	S1、S2:通常	通常	1
BNC-L2	S1:4変異、S2:通常	1変異を入れる	1
BNC-M	S1:欠乏、S2:通常	1変異を入れる	1/2以下

蛍光標識した改良BNCの細胞内への取り込み



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。H27年度の事業化を目指す
- 緑色蛍光タンパク質を細胞内へ導入できるタンパク質内包BNCの有償サンプルあり
- 論文: 郷保正「バイオナノカプセルを用いたタンパク質の細胞内導入用の新規DDS技術」(H24.4)、「タンパク質製剤の細胞内導入用技術」(印刷中)

効果

- 新方式の実現 → 世界で初めてタンパク質の細胞内への非侵襲的導入技術を開発

今後の見通し

技術改良、実用例提示に向けた試験を継続中

- タンパク質を細胞内へ導入する技術の開発は終了。実用化へ向けた改良及び実用例を示すための補完研究を実施中
- 改良を目指す実験において成果が出た後には、その応用例についてさらなる検討を進める予定。新たな応用例のデータを取得する必要があり、事業化にはやや時間がかかる見込み
- 実用例を示すための試験には、関心を持つ製薬企業もあり、期待通りの成果が得られれば、早期の導入も期待できる

企業情報 株式会社ビークル

事業内容 バイオナノカプセルを用いた各種技術の開発、医薬品の開発、研究用試薬の開発・製造・販売

住所 京都府京都市山科区上花山坂尻25近畿ビル13(京都研究所)

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 郷保正

Tel 075-582-8505

e-mail y_goh@beacle.com

発酵微生物に新規のグラム陰性細菌を用いて 自然免疫賦活機能を持たせた「米糠発酵抽出物」を開発

プロジェクト名 米糠を利用した免疫賦活発酵食品素材の開発

対象となる川下産業 食品製造

研究開発体制 (一財)四国産業・技術振興センター、自然免疫応用技研(株)、(株)東洋発酵、香川大学

米糠発酵抽出物（仮称）食品用原体及び加工品



【従来】

- 発酵業界は、基質と微生物と製造法で独自性を出すことを目指しているが、近年、差別化が難しくなっている
- 自然免疫応用技研(株)では食用植物を、糖脂質を有する新規グラム陰性細菌で発酵させることで高い免疫賦活機能を持つ素材をつくることに世界で初めて成功した

【研究開発のポイント】

- 安全なグラム陰性細菌の糖脂質を発酵培養で調整し、食品・外用剤に配合して摂取することで動植物の免疫力を高める技術を活用し、「米糠発酵抽出物」を開発する

【成果】

- 「自然免疫賦活」機能を持たせた「米糠発酵抽出物」の開発に成功
- 免疫を活性化する機能性素材として、健康食品、ペットサプリ、動物用飼料に配合される

【事業化への取組】

- 実用化に成功。食品用原体等の商品化を目指し、補完研究と原体紹介を展開中

研究開発のきっかけ

独自性の高い、高免疫賦活能を有する素材の開発に成功していた

- 発酵業界は、基質と微生物と製造法で独自性を出し、安全・安心な商品を目指している
- 伝統的食品以外の機能性食品領域でも、基質では種々のポリフェノール含有植物・果物・乳、微生物では麹・酵母・乳酸菌を使う限りにおいては、類似商品となりやすくなっている
- 自然免疫応用技研(株)では食用植物を、糖脂質を有する新規グラム陰性細菌で発酵させることで高い免疫賦活能を持つ素材をつくることに世界で初めて成功した

研究開発の目標

時代にマッチし、かつ差別化できる高付加価値商品、「米糠発酵抽出物」を開発する

- 安全なグラム陰性細菌の糖脂質を発酵培養で調整し、食品・外用剤に配合して摂取することで動植物の免疫力を高める技術を活用
- 免疫賦活力の優れた糖脂質を持つ発酵微生物の取得 ○新商品の安全性・効果の担保
- 低コスト発酵製造法の確立 ➡ プロトタイプ比で直接製造原価半減
- 品質管理技術の確立 ➡ 「ELISA測定法」の確立

【従来技術】

基質: 米、大豆、納豆、乳
微生物: 麹・酵母・グラム陽性細菌(酵素重視)
商品: 伝統的発酵食品、調味料、健康食品
(味、栄養価、風味等重視)

(課題)

- ・技術拮抗
- ・類似商品の増加
- ・国内市場は飽和
- ・差別化が難しい

【新技術】

基質: 食用植物、食品産業廃棄物(米糠、おから、焼酎糟)
微生物: グラム陰性細菌(成分に着目)
商品: 免疫賦活機能性素材

(特徴)

- ・免疫賦活ターゲット
- ・グラム陰性細菌の利用
- ・世界トレンド「自然免疫」の活性化
- ・日本初の「糖脂質」特許

研究開発の成果／目標を達成

微生物の選択

- 発酵基質として米糠、発酵微生物として稲共生グラム陰性細菌A46株を選択

製造法の確立

- 5、30、300L Jarスケールにて米糠の割合、培地・培養条件、糖脂質抽出温度等を検討
- 得られた条件を基に、実製造スケール(1.5t)で、各工程時間、処理のしやすさ、ロス率、糖脂質収率を比較検討し、製造工程を確立
- 全工程時間を従前の2/3に短縮、製造原価を約15%削減

品質管理技術の確立

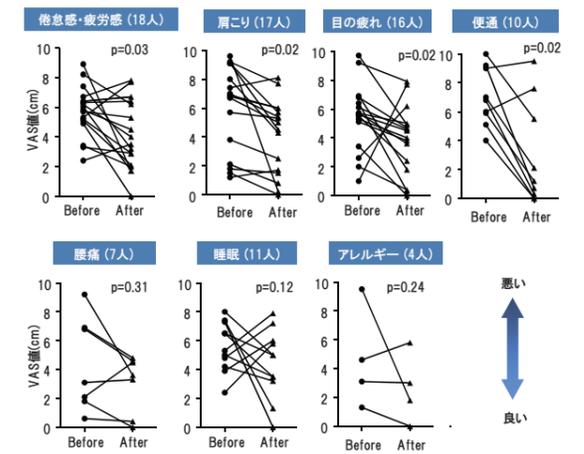
- ウサギポリクローナル抗体を使い、直接ELISA法の系を確立。直接ELISA法の感度(研究開発終了時2µg/g)は今後増幅の必要あり
- 感度を補う測定方法としてリムラス反応のトキシノメーター測定を導入。A46株の糖脂質(LPSa46)に特異的ではないものの、糖脂質成分を5pg/g以下の感度で測定可能に
- 安全性試験の結果、A46株に変異原性、毒性がないことを確認

効果実証試験

- 製造した米糠発酵抽出物配合のドリンクを試作

- 成人20名への試験で、有害事象が出ないことを確認。目覚め・便通・肩こりがよくなる等の体感が得られた

糖脂質配合ドリンクによる慢性症状に対するVAS調査結果



稲共生グラム陰性細菌(左)と製造装置(右)



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
- 米糠発酵抽出物(仮称)食品用原体の無償サンプルあり

効果

- 新製法の実現 ➡ 発酵微生物にグラム陰性細菌を使うことで、免疫活性化に有効な糖脂質成分を素材化
- 管理能力向上 ➡ 有効成分糖脂質を他の糖脂質と区別して測定する方法を構築
- 低コスト化 ➡ 既存の第一号糖脂質素材の製造コストの1/2を達成

今後の見通し

食品用・化粧品用原体の商品化を目指し、補完研究と原体紹介を実施している

- 保存安定性試験を行いつつ、食品メーカーを中心に、原体の紹介をしている
- 食品用原体に続いて、化粧品用原体の商品化を目指しており、製造法の確立、皮膚での安全性と効果に関して補完研究を実施する予定
- 原体の製造を(株)東洋発酵が行い、販売は自然免疫応用技研(株)から行う。商社、商品企画提案型OEMメーカー、食品メーカー、化粧品メーカーに紹介中。H25年度の売上を目指している

企業情報 自然免疫応用技研株式会社

事業内容 糖脂質素材の製造・販売、受託解析サービス
住所 香川県高松市林町2217-44 ネクスト香川301
URL <http://www.macrophil.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 研究開発部主任研究員 吉田彩
TEL 087-867-7712
e-mail iatii2@macrophil.co.jp

バイオガスの都市ガス導管注入を可能とする高性能除去剤及び自動熱量調整装置の開発

プロジェクト名 バイオガスの高度精製・熱量調整設備の開発

対象となる川下産業 環境・エネルギー、建物・プラント

研究開発体制 (公)えひめ産業振興財団、萩尾高压容器(株)、愛媛大学、クラレケミカル(株)、愛媛県産業技術研究所

自動熱量調整装置の外観



【従来】

- カーボンニュートラルであるバイオガスは、全国の下水道処理場で生産されているが、場内利用がほとんどである
- バイオガスを都市ガス導管注入するためには、現在各製造所で精製している装置に加え、バイオガス中の硫化水素濃度の低減、バイオガス熱量のアップ、LPGの脱硫が必要である

【研究開発のポイント】

- バイオガスの都市ガス導管注入を可能とするため、高性能除去剤及び自動熱量調整装置を開発する
- 硫化水素除去、LPG脱硫、自動熱量調整装置をパッケージとし、コンパクトで低コストな装置を開発する

【成果】

- 下水汚泥等から発生するバイオガスの高度精製・熱量調整設備を開発。下水道処理場等に設置することで、都市ガス導管にバイオガスを注入できる

【事業化への取組】

- 実用化に成功。補完研究を継続しつつ、川下企業への実機導入を展開中

研究開発のきっかけ

バイオガスの都市ガス導管注入に向け、硫化水素濃度の低減、バイオガス熱量のアップ等が求められる

- カーボンニュートラルであるバイオガスは、全国の下水道処理場で年間3億m³が生産されているが、場内利用がほとんどである
- バイオガスを都市ガス導管注入するためには、現在各製造所で精製している装置に加え、バイオガス中の硫化水素濃度の低減、バイオガス熱量のアップ、LPGの脱硫が必要である

研究開発の目標

高性能除去剤及び自動熱量調整装置の開発により、バイオガスの都市ガス導管注入を可能とする

- 硫化水素除去、LPG脱硫、自動熱量調整装置をパッケージとし、コンパクトで低コストな装置開発を行う

【従来技術】



(課題)

- ・バイオガスは、場内使用に限定されている上、30%は未使用である
- ・バイオガス中の硫化水素は20~60mg/Nm³と高い
- ・バイオガスの熱量が39MJ/Nm³と低い
- ・熱量調整用LPGには硫黄が25~250mg/Nm³含有

【新技術】



(特徴)

- ・バイオガスの都市ガス利用が可能
- ・バイオガス中の硫化水素20~60mg/Nm³を1.0mg/Nm³以下に除去
- ・バイオガスの熱量39MJ/Nm³をLPG添加で44.2~46.0MJ/Nm³に調整
- ・熱量調整用LPG中の硫黄25~250mg/Nm³を5.0mg/Nm³以下に脱硫

研究開発の成果／目標を達成

硫化水素除去剤、LPG脱硫剤の研究・試作

- バイオガス中の硫化水素を1mg/Nm³まで除去できる除去剤の開発において、銅が硫黄を吸着する能力が高いことを見出し、硫酸銅、硝酸銅、塩化銅等で性能比較した結果、硫酸銅の性能が高いことを確認
- LPG中の全硫黄分5mg/Nm³まで除去できる脱硫剤の開発において、硫酸銅、硝酸銅、塩化銅、硫酸ニッケル、硫酸亜鉛等で性能比較した結果、硫酸銅の性能が高いことを確認
- 実機生産を考慮に入れ、硫化水素除去剤、LPG脱硫剤のサンプルを試作。バイオガス脱硫、LPG脱硫のいずれにも有効な、添着活性炭を見出した

自動熱量調整装置の開発

- 硫化水素除去剤、LPG脱硫剤の除去性能を基に実機を設計した。バイオガスの処理量が年間200万Nm³の実機において、硫化水素除去塔は直径1.5m、LPG脱硫塔は直径0.8mの設計結果が得られた
- 自動熱量調整装置の開発では、PID制御を導入してバイオガスの流量と発熱量の変動に対応しつつ、発熱調整後の発熱量を44.2~46.0MJ/Nm³に制御できる手法を確立

硫化水素除去用活性炭 試作品分析結果

~銅化合物を添着した場合に良好な結果が得られた。なお、添着金属の含有量は除去剤表面に添着成分が析出しない濃度とし、2~2.5wt%に設定~

項目	硫酸Cu②	硫酸Ni	塩化Cu(注)	(市販品)	備考
充填密度 (g/ml)	0.554	0.536	0.516	(0.484)	JIS K1474
乾燥減量 (%)	1.5	1.5	0.3	(1.82)	JIS K1474
揮発分 (%)	3.6	3.8	2.4	(1.82)	JIS K1474
ベンゼン吸着能 (%)	27.6	36.0	40.5	(39.9)	JIS K1474
金属含有量					KC法
Cu (mg/g)	20.4	-	21.0	(-)	
Ni (mg/g)	-	24.6	-	(-)	
粒度 (10/32mesh) (%)	99.4	99.6	-	(-)	JIS K1474
硫化水素除去性能	○		(?)	(-)	

(注)：塩化第二銅添着後、熱処理実施(HI-1)

LPG脱硫剤 添着物質検討結果

~硫酸銅、硝酸銅で良好な結果が得られた。添着金属の含有量は2~2.5wt%~

項目	①	②	③	硫酸Cu	硫酸Zn	硫酸Ni	備考	
充填密度 (g/ml)	0.527	0.554	0.576	0.517	0.528	0.536	0.524	JIS K1474
乾燥減量 (%)	5.6	1.5	1.4	2.1	2.3	1.5	1.5	JIS K1474
揮発分 (%)	3.9	3.6	3.7	3.9	4.2	3.8	3.7	JIS K1474
ベンゼン吸着能 (%)	35.7	27.6	27.6	38.0	36.3	36.0	36.7	JIS K1474
金属含有量								KC法
Cu (mg/g)	22.2	20.4	19.6	23.0	-	-	-	
Zn (mg/g)	-	-	-	-	21.4	-	-	
Ni (mg/g)	-	-	-	-	-	24.6	24.0	
粒度 (10/32mesh) (%)	99.6	99.4	99.7	99.6	99.6	99.6	98.6	JIS K1474
LPG脱硫性能	○	○	○	○				

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。H27年度の事業化を目指す
- 硫化水素除去剤、LPG脱硫剤の有償サンプルあり
- 特許：「バイオガスに増熱剤として添加するLPGの脱硫剤及びバイオガス中の硫化水素の除去剤」(特願2012-016563)

効果

- 環境負荷削減 ➡ バイオガス中の硫化水素を1mg/Nm³以下に、カロリー調整用のLPGの硫黄濃度を5mg/Nm³以下に除去し、バイオガス熱量を45MJ/Nm³に調整する
- 低コスト化 ➡ 各装置を低コストとした上、装置をパッケージ化することで、設置工事費用を削減

し、30%以上コストを低減

今後の見通し

補完研究を継続しつつ、川下企業への実機導入を展開中

- 吸着剤の性能向上のため、添着金属の高分散化の補完研究を実施中。また、吸着剤のさらなる小型化、コストダウンを目指す
- 川下企業に対し、装置設計及び費用見積を提出済。実機プロジェクトの進捗待ちの状況である
- H27年度の事業化を目指す。大阪ガス(株)向けの実機導入を足がかりに、下水道処理場のバイオガス設備の販路開拓を狙う

企業情報 萩尾高压容器株式会社

事業内容 各種LPガス容器、バルク貯槽、フロンガス回収容器の製造・販売、LPガス基地及び消費設備プラント建設、保安検査、開放検査業務

住所 愛媛県新居浜市多喜浜3-5-50

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

主要取引先 四国ガス燃料(株)、大阪ガスLPG(株)、アストモスガス機器(株)

【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 萩尾広典

Tel 0897-46-3111

e-mail info@hagio.co.jp

メンテナンスコストを低減した、高精度の新しいタッチパネル製造技術を開発

- プロジェクト名** ナノ構造と硬質ガラス薄膜を用いた機能性タッチパネル製造技術の開発
- 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
- 研究開発体制** (財)埼玉産業振興公社、(株)オプトラン、(株)ナノテック、(独)産業技術総合研究所、東京農工大学

硬質ガラスと防汚コーティング



【従来】

○携帯情報端末の普及により、タッチパネル市場が急拡大している。現在、プラスチックフィルム上のウェット処理による撥水・防汚フィルムで問題となっている、耐久性・反射による写り込みを解決することが求められている

【研究開発のポイント】

○インライン型の製造装置によりスパッタ法・リニア式蒸着法を採用

【成果】

○耐久性の高い撥水・防汚フィルムを開発
○低コスト・高スループットな防汚性・耐衝撃性コーティングを実現することで、タブレットPC、スマートフォン、各種産業用装置などに用いられるタッチパネルのコストをより下げる

【事業化への取組】

○実用化に成功、平成26年度頃の事業化を目指す

研究開発のきっかけ

スマートフォンやタブレット等の普及で、タッチパネルの生産性向上・低コスト化が求められる

- 近年、スマートフォンやタブレット、デジタルカメラ等、タッチパネルを使用する製品が増加し、需要が高まっている
- タッチパネル構成部材のうち、ハードコートフィルムについては、近年耐指紋性や高額調整機能といった多機能性が求められている
- 防汚ドライコーティングでは、生産性に劣るパッチ式蒸着装置が用いられており、生産性向上の面から改善の余地がある

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

- インライン型の製膜技術 ➡ 製膜面積 2400mm²/秒
- リニアソースによる蒸着法 ➡ 一週間の連続動作時に膜厚誤差 ± 10% 以下
- ナノインプリント法による反射防止表面 ➡ 加工寸法 100nm 以下、加工面積 50mm × 80mm 以上

【従来技術】

<パッチ式蒸着装置>

- ・スループットが低い
- ・小面積の基板にしか対応できない (携帯電話サイズ程度)
- ・ロット毎に装置の清掃・メンテナンスが必要であり、生産効率が低い

【新技術】

<量産製膜装置>

- ・従来の12倍の、高いスループット
- ・従来より大きい基板に対応可能 (タブレット端末サイズ程度)
- ・装置清掃なしでの連続製膜が可能で、高い生産効率

研究開発の成果 / 目標は一部達成

インライン量産用光学薄膜製造技術を開発

- 硬質ガラス (SiO₂) 薄膜製造プロセスを開発し、鉛筆硬度試験を行った結果、5H以上まで堪え得る硬質膜を形成したことを確認
- 反射防止膜用として、高屈折率材料薄膜である TiO₂ と Nb₂O₅ 膜をそれぞれ作製
- 作製した高屈折率材料を組み合わせることにより、二元系傾斜屈折率製造技術を開発

インライン型・リニアソース蒸着装置を開発

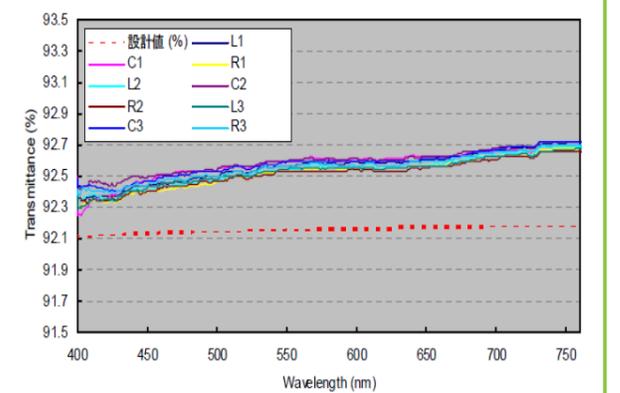
- リニアソース蒸着による量産を実現するため、均一性を確保するノズル形状や開口分布、温度分布の最適化を検討
- フッ素系シランカップリング剤の蒸着における、プロセス条件の最適化とともに、長時間の連続運転が可能な原料供給ラインを開発。また、縮重反応を阻害するような不純物・ガスの混入を防ぐ反応室を設計
- 防着板からの剥離混入防止用の、脂肪族フッ素化ポリイミド被覆技術を開発

機能性ナノ薄膜技術の開発

- ナノインプリント用モールドを試作し、UV硬化樹脂を用いてナノ構造を作製し、波長以下の寸法 (1μm～50nm) のナノインプリントモールドを試作
- 原子層堆積法による薄膜製膜の材料として含シランカップリングを用いて、プロセス条件の最適化を行うことにより、撥水性の基板表面を実現

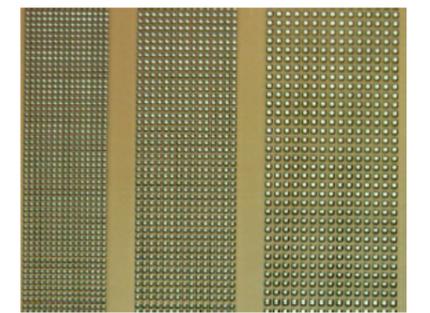
SiO₂膜の投下スペクトルとシミュレーション結果

～全製膜領域にわたり吸収がなく、膜厚分布は±10%に収まる～



ナノインプリント法により形成されたドットパターン

～気泡なく明瞭なパターンを作製可能～



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、事業化は停滞中 (平成26年度頃を目標)
- サンプルあり (防汚膜および硬質膜とも試験成膜は可能な状態)
- 特許: 「リニア蒸着源とその使用方法、成膜装置並びに成膜方法」 (特開2011-60865)
- 新聞: 日本経済新聞 (H23.3.10)

効果

- 安定供給化 ➡ インライン装置に搭載可能な蒸発源は、高スループットでの防汚コーティングを実現する
- また、インライン装置に搭載可能なマルチカソードは、高スループットでの硬質コーティングを実現する

今後の見通し

既に引き合いも複数あり、実証実験を経て事業化を目指す

- サポイン事業終了後は顧客へ試作品を提供し、性能評価・耐久試験を行ってもらっている
- 類似した別事業の展開が落ち着いたところで、本事業の補完研究を行う。顧客との連携による実証試験のスケジュールは後になっている
- 上掲の、別事業の展開が落ち着いた後に、上乘せするような形で本事業成果を実業化していく。ターゲットは現在引き合いがある5社に顧客数社を加えた10社程度を予定

企業情報 公益財団法人埼玉県産業振興公社

- 事業内容** 中小企業の経営の革新及び創業の促進、並びに経営基盤の強化を図るとともに埼玉県の産業の振興を推進し、もって中小企業の発展に寄与することを目的に、埼玉県が設立した公益法人です
- 住所** 埼玉県さいたま市中央区上落合2丁目3番2号
新都心ビジネス交流プラザ3階
- URL** <http://www.saitama-j.or.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 技術支援部
産学支援・新産業育成グループ
上級主事 加藤匠
- Tel** 048-857-3901
- e-mail** sanguku@saitama-j.or.jp

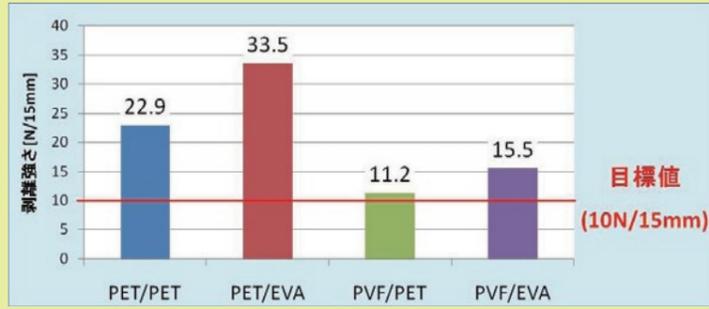
真空プラズマ接合により、環境にやさしい太陽電池セルモジュール積層の接着剤レス化を実現

プロジェクト名 太陽電池セルモジュールの無接着剤積層技術の開発

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 (公財)三重県産業支援センター、河村産業(株)、三重大学

接着剤なしで直接接合した際の剥離強さ
(4種いずれも目標値を上回る)



【従来】

○省エネや環境問題から導入されている太陽電池のシェアは、2005年ごろまで日本がトップだったが、コスト面で海外各国がシェアを伸ばしている。そのため構成部材の見直し、技術向上と低コスト化を図る必要がある

【研究開発のポイント】

○太陽電池の主要構成部材であるバックシート (BS) を、接着剤を用いずに複合

【成果】

○PET/PET、PET/EVA、PVF/PET、PVF/EVAの4種類の組合せについて、世界で始めてBSの接着剤を用いない直接接合に成功
○太陽電池セルモジュール

【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

国内メーカーの太陽電池シェア回復のため、性能向上と低コスト化が必要となっている

- 日本の太陽電池システムメーカーは、海外勢の価格競争力にシェアを奪われている
- パネルの諸機能を満足させるためには、単層のフィルムやシート類では不十分であり、BSは複数の耐熱フィルムで複合されている
- BSを生産する国内メーカーは、海外のフッ素系BSに対抗するだけの価格力・性能を得る必要がある

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

- 真空プラズマ処理による、接着剤レス直接接合の実現
- 高耐久性 → 耐用年数20年以上とし、引張強さ、伸び、絶縁破壊電圧、初期値の60%以上
また、剥離強さ6.0N/15mm以上

【従来技術】

<従来の太陽電池セルモジュールの積層>

- ・接着性が悪いフッ素樹脂やPET樹脂の接合のため、コロナ処理等の表面改質を行った上で、接着剤を用いて積層
- <課題>
 - ・接着剤の劣化による性能低下がある
 - ・海外製品に比べて価格高になってしまう

【新技術】

<真空プラズマ改質により直接接合を行って積層を行う太陽電池セルモジュール>

- ・接着剤が不要となるため、従来の接着剤劣化による性能低下が生じない
- ・接着剤を使わないことで溶剤の使用もなくなり、環境に優しい
- ・積層工程の効率化となりコスト低減が可能

研究開発の成果／目標を概ね達成

接着剤を用いない直接接合技術の開発

- PET系BSを構成するために必要なPET (BS)/PET (BS)、PET (BS)/EVA(封止樹脂)間の接合、フッ素系BSを構成するために必要なPVF (BS)/PET (BS)、PVF (BS)/EVA(封止樹脂)それぞれの直接接合を実施
- 4つの接合パターンいずれについても、目標としていた初期剥離強さ(10N/15mm以上)を達成

太陽電池としての実用性を確認する試験の実施

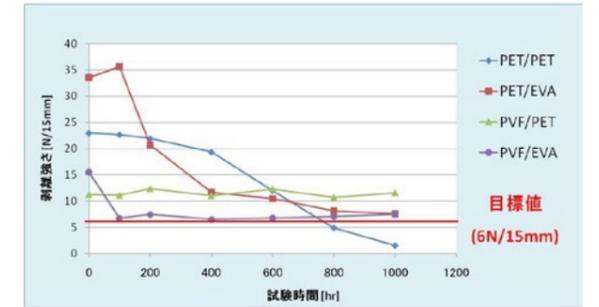
- 高温恒湿機を使用し、温度85℃、湿度85%、1,000時間の条件(計算寿命時間は256,000時間であり、29.2年に相当)で加速劣化試験を実施
- PET/PET以外の3つの組合せにおいて、1,000時間経過後も剥離強さ6.0N/15mmの目標を達成するとともに、引張強さ、伸び、絶縁破壊電圧とも初期値の60%以上を保持

無接着剤積層メカニズムの解明

- プラズマ処理による無接着剤積層のメカニズムはアンカー効果や熱融着ではないことが判明
- 積層前後の官能基の調査において、接合後のCOOH基は接合前の2倍以下となっており、脱水縮合反応の可能性が示唆された

加速劣化試験結果(剥離強さ)

～PET/PET接合以外の3種類につき、1,000時間経過後も目標値を達成～



加速劣化試験結果一覧

～いずれの試験でも、PET/EVA、PVF/PET、PVF/EVAの張合わせでは目標を達成～

貼り合わせ	状態	剥離強さ	引張り強さ 保持率	伸び 保持率	絶縁破壊電圧 保持率
PET/PET	初期	○	○	○	○
	600hr後	○	○	○	○
	800hr後	x	○	x	○
	1000hr後	x	○	x	○
PET/EVA	初期	○	○	○	○
	600hr後	○	○	○	○
	800hr後	○	○	○	○
	1000hr後	○	○	○	○
PVF/PET	初期	○	○	○	○
	600hr後	○	○	○	○
	800hr後	○	○	○	○
	1000hr後	○	○	○	○
PVF/EVA	初期	○	○	○	○
	600hr後	○	○	○	○
	800hr後	○	○	○	○
	1000hr後	○	○	○	○

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)

効果

- 環境負荷削減 → 接着剤を使用しないドライプロセスで太陽電池用バックシートが製造可能であり、接着剤由来の環境負荷物質が発生しない
- 低コスト化 → 接着剤にかかるコストを低減することが可能

今後の見通し

更なる低コスト化、使用の長期間化を視野に入れた試験を実施

- 低コストを目的としたプロセスの見直し(プレス方式→連続ラミネート方式)を進めており、更により長期間を想定した環境試験を行っている
- 今後は連続ラミネートプロセスの検討及び環境試験の実施も予定している
- 現在太陽電池業界は低価格競争が激しく関連企業が業績不振に陥っている。そのため、当研究開発の効果がただちに発揮できる市場状況では無くなっており、当面は補完研究・試験を進めていく

企業情報 河村産業株式会社

事業内容 絶縁加工事業及び電子材料事業
住所 三重県四日市市西大鐘町330
URL <http://www.kawamura-s.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 取締役技術本部長 下瀬真
Tel 059-337-1122

あ

アーテック……………210
 アール・アンド・イー……………132
 アイエムアイ……………140
 アイケイケイ・ショット……………58
 相田商会……………92
 愛知時計電機……………136
 青木科学研究所……………124
 青山精工……………220
 明石合銅……………136
 赤松化成工業……………106
 秋田エプソン……………64
 あきた企業活性化センター……………64/90
 秋田県産業技術センター……………64/90
 秋田精工……………220
 秋田大学……………64/236
 秋山製作所……………230
 アクシオヘリックス……………40
 アクトラス……………64
 旭金属工業……………118
 旭興産……………36
 旭サナック……………72
 麻布大学……………242
 アスプ……………76
 アプライド・ビジョン・システムズ……………36
 アベ化成……………94
 アポロ電子……………172
 アムロン……………148
 アヤボ……………196
 アルケア……………66
 イーアールアイ……………16
 イーアンドエム……………20
 石川県工業試験場……………174
 石川県産業創出支援機構……………70/174
 一倉製作所……………46
 伊藤機工……………58
 今井航空機器工業……………52
 イマック……………202
 イワタツール……………180
 岩手県立大学……………16
 岩手大学……………108
 インテリジェント・コスモス研究機構……………14/160
 ウエノ……………110
 ウェルネスプランニング札幌……………240
 ウノコーポレーション……………184
 エー・テック……………200
 エス・サイエンス……………40
 エス・エス・ティ……………222
 エヌ・シー・ディ……………28
 NCAP……………212
 愛媛県産業技術研究所……………252
 えひめ産業振興財団……………252
 愛媛大学……………252
 エミック……………166
 MCBI……………18
 エムスタイル……………244
 エルダ……………234

大分大学……………196
 大阪科学技術センター……………122
 大阪市立工業研究所……………146
 大阪大学……………66/120/190
 大阪府立産業技術総合研究所……………216
 大阪府立大学……………80/204/216
 オーツカ……………198
 岡谷熱処理工業……………224
 岡山県工業技術センター……………218
 岡山県産業振興財団……………218/248
 岡山大学……………248
 岡山理科大学……………218
 オフィスエムアンドエム……………16
 オプセル……………22
 オプトセラミックス……………188
 オプトラン……………254
 小山工業高等専門学校……………124

か

カーボンファイバーリサイクル工業……………198
 香川県産業技術センター……………106
 香川高等専門学校……………106
 香川大学……………148/250
 鹿児島大学……………12/114
 片山商店……………206
 加藤製作所……………54
 神奈川県産業技術センター……………68
 神奈川工科大学……………40
 金沢工業大学……………112
 金沢大学……………70
 上島電興社……………152
 河村産業……………256
 関西ティー・エル・オー……………78
 岐阜県研究開発財団……………198
 岐阜県産業技術センター……………100/198
 岐阜県産業経済振興センター……………52/54/100/112
 118/176/178
 岐阜大学……………146/176/178/182/210
 岐阜プラスチック工業……………100
 キャンパスクリエイト……………98
 キュー・アイ……………150
 九州工業大学……………86/118
 九州産業技術センター……………86/196
 九州先端科学技術研究所……………38
 九州大学……………72/158/196
 京都工芸繊維大学……………102
 京都高度技術研究所……………76/102/188/228/246
 京都大学……………78/188/228
 京都モノテック……………246
 協和工業……………128
 清川メッキ工業……………238
 近畿大学……………214
 金属系材料研究開発センター……………48
 クニムネ……………102
 熊本県産業技術センター……………86
 くまもとテクノ産業財団……………88

クラレケミカル……………252
 クリノ……………160
 栗本鐵工所……………136
 くれ産業振興センター……………104
 グローバルマシーン……………110
 桑村繊維……………206
 群馬県産業支援機構……………46
 群馬県立産業技術センター……………44/46/96/140/234
 群馬大学……………44
 KMTec……………86
 京葉プラントエンジニアリング……………242
 ケーエンジニアリング……………90
 コアテック……………218
 高周波ネッスル……………220
 高知県産業振興センター……………108
 甲南大学……………138
 神戸大学……………206
 コーナン電子……………82
 国際電気通信基礎技術研究所……………66
 KOSUGE……………200
 小林機械製作所……………74
 小林製作所……………170
 小松電子……………70

さ

SCIVAX……………98
 最新レーザ技術研究センター……………52
 埼玉医科大学……………148
 埼玉県産業技術総合センター……………124/230
 埼玉県産業振興公社……………22/114/124/254
 埼玉大学……………22
 佐賀県工業技術センター……………158
 佐賀県地域産業支援センター……………158
 魁半導体……………228
 佐渡精密……………170
 サニー技研……………30
 さわらび会……………18
 産業技術総合研究所……………18/22/30/42/56/78
 88/106/136/148/168
 170/180/226/238/246/254
 三次元メディア……………154
 サンユー工業……………86
 三和パッキング工業……………146
 サン・アロイ……………182
 C&Cアソシエイツ……………40
 シーイーシー……………144
 シーケー金属……………116
 CKU……………186
 ジェイシーエム……………170
 ジェイテック……………190
 シグマ……………104
 四国産業・技術振興センター……………250
 静岡大学……………124
 自然免疫応用技研……………250
 芝浦工業大学……………142/168
 島村金属工業……………142

SiM24……………146
 シモダフランジ……………192
 首都圏産業活性化協会……………236
 ジュンコーポレーション……………96
 庄内地域産業振興センター……………110
 昭和化工……………216
 シンコーメタリコン……………122
 新産業創造研究機構……………206
 信州大学……………224/232
 信州TLO……………224
 シンテック……………94
 新免鉄工所……………116
 新菱工業……………68
 鈴鹿工業高等専門学校……………120
 スペースクリエイション……………26
 成光プレジジョン……………186
 セーコン……………64
 先端力学シミュレーション研究所……………44/140
 素形材センター……………138
 ソフトキューブ……………154

た

大剛……………102
 大山電機……………34
 大同化学工業……………194
 大同大学……………182
 ダイマツウ……………28
 大隆精機……………156
 タウ技研……………68
 匠ソリューションズ……………60
 竹中製作所……………130
 タマチ工業……………166
 鍛造技術開発協同組合……………126
 知能技術……………32
 チノー……………14
 千葉大学……………242
 中京油脂……………210
 中部科学技術センター……………56/136/226
 中部大学……………244
 ツカサ工業……………212
 筑波大学……………18
 ディ・アンド・ディ……………120
 TAC……………152
 ティンカー・エヌ……………246
 テーケー……………232
 テクノネットワーク四国……………148/156
 テクマン工業……………92
 テック……………236
 電興社……………152
 東京工業大学……………24/166
 東京大学……………150/242
 東京都市大学……………164
 東京都立産業技術研究センター……………142
 東京農工大学……………150/254
 東興産業……………174
 藤堂工業……………144

た

東杜シーテック14
 東邦エンジニアリング74
 東北大学60/160/196/220
 東洋ゴム織布208
 東洋精鋼226
 東洋精密工業84
 東洋大学178
 東洋発酵250
 トーヨー106
 徳島大学156
 徳田工業176
 鳥取県産業技術センター34
 鳥取県産業振興機構34/84
 戸谷染料商店48
 富山県工業技術センター50/116/144
 富山県新世紀産業機構50/116/144
 富山県立大学144
 富山大学50
 トロピカルテクノセンター40

な

長岡技術科学大学26
 ナカキン138
 長崎総合科学大学38
 ナガセインテグレックス178
 中辻産業126
 中沼アートスクリーン80
 長野県工業技術総合センター224/232
 長野県テクノ財団232
 名古屋工業大学212
 名古屋公衆医学研究所28
 名古屋産業科学研究所58/72/128/180/182/212/244
 名古屋市工業研究所54/128/182/210
 名古屋市立大学28
 名古屋大学74/226
 ナサダ184
 ナノテック254
 奈良県中小企業支援センター194
 奈良県立医科大学78
 奈良工業高等専門学校194
 にいがた産業創造機構170
 新潟大学170
 ニチダイ126
 日環科学242
 日章56
 日星電気162
 ニッタ66
 日本鋳造134
 日本金属プレス工業協会140
 日本重化学工業110
 日本セラミック84
 日本大学230

日本マイクロシステム34
 ニュープレクス82
 NEXT I&D182
 ノア12
 野上技研42
 野田金型192

は

パーソナル・テクノロジー32
 バイオデバイステクノロジー70
 萩尾高压容器252
 ハクスイテック112
 浜松医科大学152
 浜松熱処理工業226
 パワー精密142
 播州織工業協同組合206
 日立地区産業支援センター16/42
 兵庫県立工業技術センター136/206
 表面機能デザイン研究所142
 広島県立総合技術研究所104
 Bi2-Vision24
 B.M.Cリサーチ40
 ビークル248
 ビーティーティー182
 ファインセラミックスセンター210
 福井県工業技術センター184
 ふくい産業支援センター184/238
 福井大学184/192/238
 福岡県工業技術センター208
 福岡県産業・科学技術振興財団208
 福島県産業振興センター94
 福島県ハイテクプラザ94
 福島双羽電機94
 フジ・エレクトック222
 物質・材料研究機構114
 プラズマ技研工業114
 プレテックAT88
 ベネテックス82
 ホーベック200
 ホクシンエレクトロニクス90
 北陸先端科学技術大学院大学70
 北海道大学240
 北海道二十一世紀総合研究所132
 北海道バイオインダストリー240
 北海道立総合研究機構12
 北光金属94
 北伸電機20
 ポニー電機26

ま

マイクロニクス78
 松岡鐵工所56
 マッキンリー140
 松村精型50
 マテリアルデザインファクトリー218
 丸三工業136
 三重県工業研究所74
 三重県産業支援センター74/120/256
 三重大学256
 ミクロ技研164
 三菱電機システムサービス106
 三菱レイヨン44
 美濃窯業56
 宮城県産業技術総合センター14/62
 みやぎ産業振興機構60/62
 未来機械148
 三六九242
 睦月電機108
 室蘭工業大学132
 名城大学58
 明成化学工業204
 メガオプト162
 メカトロ・アソシエーツ174
 メゾテックダイヤ164
 メムス・コア62
 もなみソフトウェア30
 ものづくり支援機構222
 モールドテック48
 森永製菓240

や

矢島工業44
 ヤナコ機器開発研究所246
 山形県工業技術センター92
 山形県産業技術振興機構92
 山形大学94
 山口県産業技術センター36
 ヤマナカビューテック214
 山梨県工業技術センター172
 やまなし産業支援機構172
 山梨大学172/222
 ユー・ディ・テック40
 UHT182
 YOODS36
 ユニオン設計196
 横浜市立大学16

ら

ライトロン22
 理化学研究所146
 理工学振興会168
 立命館大学154/186
 リプス・ワークス168
 龍谷大学188
 ロジカルプロダクト38

わ

ワイシステムサポート158
 YSEC170
 ワイビーエム158
 ワイビーシステム236
 若狭湾エネルギー研究センター200
 ワコー144
 ワコーテック144

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。