

戦略的基盤技術高度化支援事業 研究開発成果事例集

平成20年度～22年度研究開発プロジェクト



経済産業省 中小企業庁
経営支援部 創業・技術課

サポインとは

サポーティングインダストリー（通称：「サポイン」）とは、日本経済を牽引する自動車、情報家電、航空機等の産業を支えている金型、鍛造、鋳造、めっき等の基盤技術を有するものづくり中小企業群を指しています。

中小ものづくり高度化法

自動車、情報家電、ロボット、燃料電池など我が国を牽引する製造業の競争力を支える中小企業の持つ基盤技術を支援する「中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律（通称：「中小ものづくり高度化法」）」が平成18年に策定されました。

この法律に基づき、国が指定した20の特定ものづくり基盤技術における「特定ものづくり基盤技術高度化指針」に沿って、中小企業者が作成した特定研究開発等計画を経済産業大臣が認定しています。認定を受けた特定研究開発等計画について、研究開発支援（サポイン事業）や政府系金融機関の低利融資等の支援策を受けることができます。

詳しい内容や具体的な認定申請手続きについては、下記の中小企業庁ポータルサイトをご参照ください。

<http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/portal/index.htm>

「中小企業のものづくり基盤技術の高度化法」について

特定基盤技術の指定

特定基盤技術として、20技術（組込みソフトウェア、金型、電子部品・デバイスの実装、プラスチック成形加工、粉末冶金、溶射、鍛造、動力伝達、部材の結合、鋳造、金属プレス加工、位置決め、切削加工、繊維加工、高機能化学合成、熱処理、溶接、めっき、発酵、真空の維持）を指定。

技術高度化指針の策定

特定基盤技術（20分野）ごとに、最終製品を製造する川下企業のニーズを整理し、「中小企業が目指すべき技術開発の方向性」を取りまとめた将来ビジョンを「指針（大臣告示）」として策定。

研究開発等計画の作成・認定

「指針」に基づいて、中小企業が自ら行う研究開発計画を作成し、個別に経済産業大臣が認定。

認定を受けた中小企業への支援メニュー

○研究開発支援
・戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）

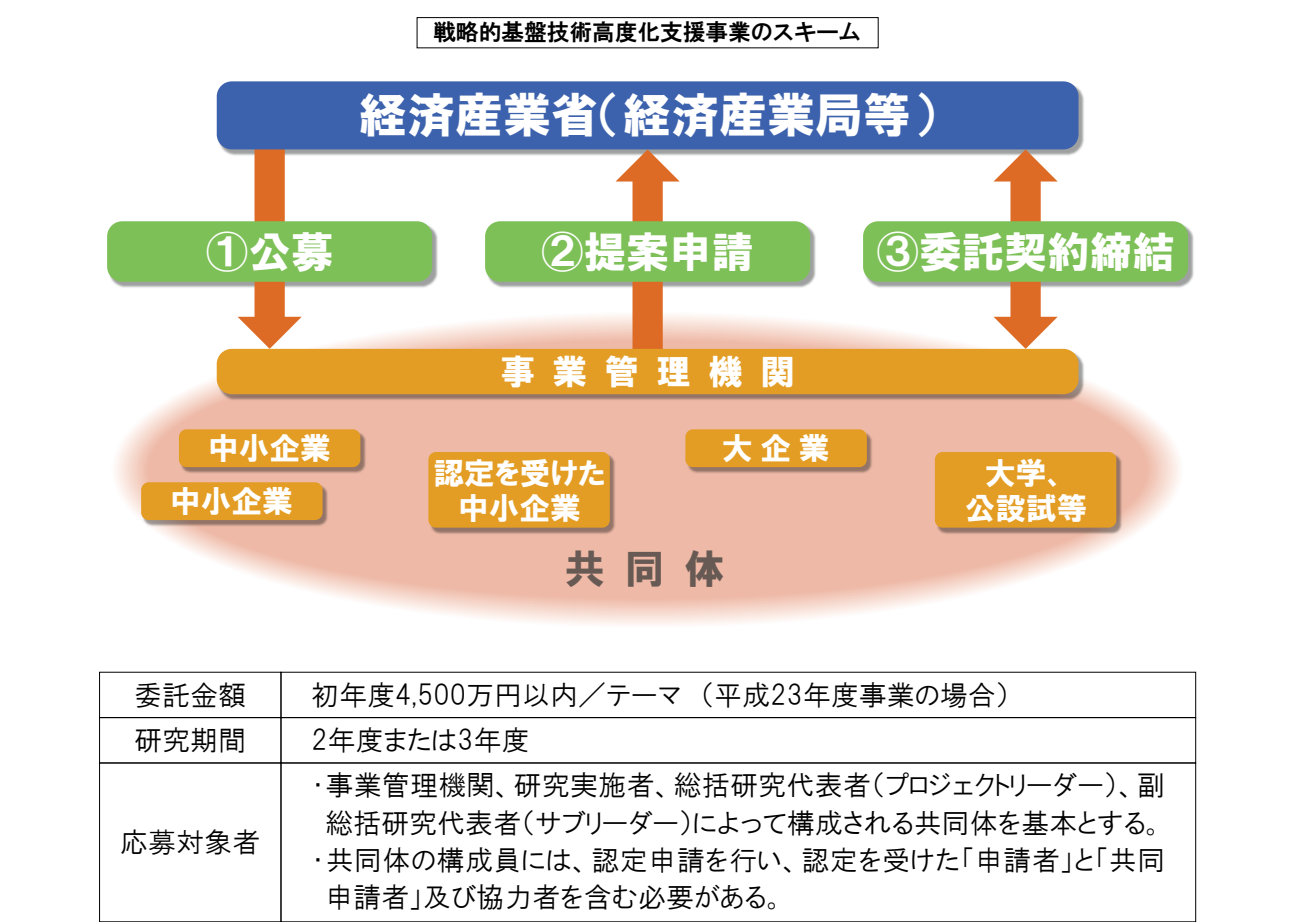
○資金面の支援
・日本政策金融公庫の低利融資
・中小企業信用保険法の特例
・中小企業投資育成株式会社法の特例
・特許料等の減免 等

目次

戦略的基盤技術高度化支援事業の紹介	1
基盤技術の分類	3
研究開発プロジェクトの一覧（平成20～22年度）	4
研究開発プロジェクトの紹介（平成20～22年度）	8
サポイン事業の効果	126
担当経済産業局等（法認定の申請や提案書の提出先）	129

戦略的基盤技術高度化支援事業

戦略的基盤技術高度化支援事業(通称:「サポイン事業」)は、我が国製造業を支える鋳造、鍛造、めっき、切削等のものづくり基盤技術(20の特定ものづくり基盤技術)の研究開発から試作までの取組を支援するための事業です。特に、複数の中小企業者と、最終製品製造業者や大学、公設試験研究機関等が協力した研究開発であって、この事業の成果を利用した製品の事業化についての売上見込みやスケジュールが明らかとなっている提案を支援します。



これまでの採択状況

	18年度	19年度	20年度	21年度	21年度 補正	22年度	22年度 予備費	23年度	23年度 補正	累計
応募件数	323	218	134	200	658	977	564	732	263	4,069
新規採択件数	80	89	48	44	253	308	125	137	51	1,135
採択倍率	4.0	2.4	2.8	4.5	2.6	3.2	4.5	5.3	5.1	3.6

特定ものづくり基盤技術とは

- 1組込みソフトウェア

P8～

自動車、情報家電及び携帯電話、ロボットなど、PC等の汎用機以外に組み込まれているソフトウェア。製品の出荷時に当該製品の製造業者などによって、インストールされており、当該製品のユーザーによって追加・変更・削除が(原則的に)行えないソフトウェア。組み込まれる機器の製造業者若しくは部門から、機器の仕様が提示され、その仕様に沿って、開発されるソフトウェア等。
- 2金型

P10～

同一形状の製品(部品)を大量に生産する時に使用するツールであり、主として金属材料を加工して作る型の総称。金型を使ってプレス加工による成形や、金型の中にプラスチックを流し込み成形するといった方法等で使用。金型製造及び金型設計にそのノウハウが凝縮されている。主な金型の種類として、プレス用金型・鍛造用金型・鋳造用金型・ダイカスト用金型・プラスチック用金型・ガラス用金型・ゴム用金型・粉末冶金用金型等。
- 3電子部品・デバイスの実装

P28～

半導体の配線技術やバンプ形成技術、半導体・電子部品のパッケージング技術、半導体・電子部品のプリント配線板への搭載技術、プリント回路基板を組立てる電子機器筐体組立技術等の要素技術及びその全体最適化を図る電氣的・熱的・機械設計・シミュレーション技術、設計技術からなる技術等。
- 4プラスチック成形加工

P32～

成形機に金型を取り付け、熱溶融又は計量したプラスチックを金型内に圧力をかけ流し込み、化学反応や冷却により固化することにより所定の形状に成形する加工技術等。
- 5粉末冶金

原料に金属粉末を用い、これを添加物と混合、金型中に充填し、圧縮成形(圧粉体)し、最後に焼結する技術等をいい、プレス成形法と金属粉末射出成形法に二分される。
- 6溶射

P36～

基材に対して、溶射材料としての粉末もしくは棒・ワイヤーにエネルギーを加えて溶融または半溶融の状態にしながら高速で噴射し、基材上で衝突凝固させて密着・積層することにより、皮膜を形成する技術等。
- 7鍛造

P42～

可鍛性(金属材料を高温に加熱すると軟化して弾性を失い延性が大きくなる性質)のある金属材料を高温に加熱して、ハンマやプレスなどで大きな力を加えて所要の寸法形状に成形すると同時に、組織や性質を改良する加工方法。
- 8動力伝達

P44～

輸送機械、産業機械等の各種機械・装置において、動力の伝達、回転軸の変換、回転速度の加・減速等に不可欠な技術等。
- 9部材の結合

P46～

輸送機械、産業機械をはじめ、橋梁、建築から時計、めがねに至るまでの各種の機械、設備、製品において、2個以上の部材をねじ締め付けによって結合する技術等。
- 10鋳造

P50～

鋳鉄・アルミニウム合金・銅合金等の材料を溶解し、砂型・金型・プラスチック型等の各種鋳型に注湯・凝固させることで、目的の形状に成形する加工方法等。
- 11金属プレス加工

P64～

プレス機械に金型を取りつけ、金型を介して材料に力を加えて打ち抜き、曲げ、絞り等を行うことによって金属を成型する加工技術等。
- 12位置決め

P70～

工作物や加工工具等の位置を正確に定めて保持するとともに、連続した瞬間ごとにそれらの位置を正確に運転制御するために必要となる技術であって工作機械等の部分品、附属品等によって実現する技術等。
- 13切削加工

P78～

工作機械と切削工具を使用して、被加工物の不要な部分を切屑として除去し、所望の形状や寸法に加工する技術等。
- 14織染加工

P92～

糸加工、繊維物製造、不織布、染色・機能性加工等における繊維の高度な加工技術、新しい感性に基づくデザイン・コンセプトや機能を可能とする縫製や後加工等のファッション創造加工技術等。
- 15高機能化学合成

P96～

様々な有機化合物を原料とし化学反応により、ディスプレイ、光記録、プリンタ、エネルギー変換などの分野で必要不可欠な有機材料を化学合成する技術等。
- 16熱処理

P98～

金属材料・製品に加熱、冷却の熱的操作を加え、金属組織を変化させることにより、耐久性、耐磨耗性、耐疲労性さらには、耐食性、耐熱性などを与える技術等。
- 17溶接

P102～

組み立てようとする部材の一部に、熱(摩擦熱を含む)または圧力もしくはその両者を加え、さらに必要があれば適当な溶剤(溶接棒等)を加えて、その接合部が連続性をもつように部材を一体化する技術等。
- 18めっき

P108～

表面処理の一種で、一般的には素材(鉄や真鍮、樹脂など)を金属(金、銀、銅、クロム、ニッケル等)で被覆することにより、耐腐食性、耐磨耗性、電気的特性、磁性等の素材にない機能や性質を付加する技術等。
- 19発酵

P120～

一般に酵母・細菌などの微生物が有機化合物を分解してアルコール、有機酸などを生ずる過程で、酒、醤油、味噌、ビタミン、抗生物質等の製造に係る技術等。より広義には、生態の代謝および微生物による物質生産を指すため、発酵技術はバイオテクノロジーのコアとなる技術の一つである。
- 20真空の維持

P124～

鍍自半導体、液晶パネル、光学部品、食品、医薬品等の製造工程等において、大気圧よりも低い圧力の気体で満たされている特定の空間状態(真空状態)を作りだし、その状態を維持する技術等。

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

研究開発プロジェクトの一覧（平成20～22年度）

基盤技術	プロジェクト名	掲載企業・組織	ページ
組み込みソフトウェア	電話音声の高域復元による聴認度改善技術の研究開発	日本ロジックス(株)	8
金型	新超硬素材に対応した精密金型加工技術の開発	(株)太田精器	10
金型	微細形状を有するプラスチック成形用金型へ高離型性を付与する薄膜形成技術の開発	(株)東亜電化	12
金型	省資源、短納期、高機能放電電極の開発	(株)ヤマナカゴーキン	14
金型	高硬度ハイテンションボルトの精密転造加工を可能とする平ダイス製造技術の開発	(株)岡本	16
金型	割型構造のボルトレス締結方式によるプレス金型製造技術の確立	(株)加藤製作所	18
金型	大型成形部品の多品種少量生産に適した油圧プレス用簡易金型製造技術の構築	(株)北日本テクノス	20
金型	化学エッチング工法を使わない、成形金型シボ加工技術開発	(株)棚澤八光社	22
金型	ナノトルク自動制御を活用した「微細切削加工技術ノウハウ構築支援システム」開発	(有)大阪製作所	24
金型	成形条件の最適化による厚肉中空成形用金型の開発	(有)奥原鉄工	26
電子部品・デバイスの実装	貫通電極形成技術対応耐熱薄ウェハーサポート治具の開発	東洋樹脂(株)	28
電子部品・デバイスの実装	低熱膨張率・高熱伝導性基板等の研究開発	(株)ヤスフクセラミックス	30
プラスチック成形加工	発泡樹脂にかかるポーラス成形技術の確立	DAISEN(株)	32
プラスチック成形加工	植物由来樹脂の結晶化速度を早める植物由来添加剤の研究開発	バイオベース(株)	34
溶射	環境配慮に適応した溶射技術高度化の開発	旭金属工業(株)	36

基盤技術	プロジェクト名	掲載企業・組織	ページ
溶射	大容量プラズマ溶射装置における溶射皮膜の研究開発	(株)シンコーメタリコン	38
溶射	自動車パワートレイン摺動部における溶射技術の開発	富士岐工産(株)	40
鍛造	自動車部材向けアルミニウム合金高速恒温鍛造技術の開発	(株)戸畑ターレット工作所	42
動力伝達	ショット・バレル複合プロセスによる長寿命歯車の加工装置の開発	橋本技術士事務所・(株)パーカーコーポレーション	44
部材の結合	高信頼性と緩み防止機能を併せもつ新形状ボルトの開発	(有)アートスクリュー	46
部材の結合	次世代プラズマ制御によるチタン・ステンレス高信頼性摺動・締結部材の開発	(株)田中	48
鋳造	超微細組織鋳鉄材料の創成と鋳鉄品の高機能化に係る技術の開発	山形県工業技術センター	50
鋳造	鋳鉄金型によるアルミニウムダイカスト法の開発	児玉鋳物(株)	52
鋳造	アルミ基複合材鋳物のハイブリッド砂型低圧鋳造法の開発	(株)田島軽金属	54
鋳造	自動車車体駆動系＆家電用、超大型中空Al合金LPD鋳物の開発	(株)コイワイ	56
鋳造	真空処理による溶湯改質で高強度鋳鉄の半凝固鋳造法の確立とコンパクトラインによる実用化の開発	クロダイト工業(株)	58
鋳造	精密鋳造プロセス高度化のための新たな凝固組織制御技術の開発	(株)ヨネダアドキャスト	60
鋳造	環境・コスト低減に対応した、光輝性アルミニウム合金鋳物製造技術の開発	光軽金属工業(株)	62
金属プレス加工	圧造成型順送プレス工法によるLED用機能部品の製造技術開発	(株)大貫工業所	64
金属プレス加工	高強度アルミニウム合金のハイドロフォーミング技術高度化開発	(株)協栄製作所	66

研究開発プロジェクトの一覧（平成20～22年度）

基盤技術	プロジェクト名	掲載企業・組織	ページ
金属プレス加工	板鍛造の高度化による(省エネ・省資源指向の)トリプルカップ成形技術の開発	(株)富士プレス	68
位置決め	位置決め技術の高度化による大量自動供給高速画像処理装置の開発	(株)クラーロ	70
位置決め	走行系表面コーティング装置技術の性能向上に資する小型高性能歪センサを用いた張力制御システムの開発	(株)アサヒ電子研究所	72
位置決め	産業ロボット及びサービスロボットのための高精度・高速・高信頼・低コスト3次元位置決め技術の研究開発	(株)三次元メディア	74
位置決め	微細加工装置の位置決め高精度化による高分解能且つ高スループットなパターン生成技術の確立	(株)ピーエムティー	76
切削加工	航空機エンジン部品等一体部品・複雑形状部品の加工技術高度化の研究開発	平和産業(株)	78
切削加工	超音波振動を援用した難削材への小径穴あけ加工技術の開発	(財)長野県テクノ財団	80
切削加工	液晶光学素子を2層2重構造とし、レンズ効果を高める高精度・微細な切削技術開発	(株)びにっと	82
切削加工	難削材、及び新素材の高効率、高精度加工を可能にする切削工具の開発	ビーティーティー(株)	84
切削加工	航空エンジン部品等大径部品・複雑形状部品のワイヤ放電加工技術高度化の研究開発	マツダ化工(株)	86
切削加工	難切削材料(炭素繊維)に対応した切削加工技術の開発	三重樹脂(株)	88
切削加工	次世代放射線治療装置向けX線遮へい板の高精度切削技術の開発	オオタ(株)	90
繊維加工	繊維への微細カラーマーキング実用化装置の開発	シキボウ(株)	92
繊維加工	繊維加工工程において排出される新規なVOC低減・回収技術の開発	ナノミストテクノロジーズ(株)	94
高機能化学合成	顔料分散型薄膜太陽電池の高性能化と量産技術開発	ユーテック(株)	96

基盤技術	プロジェクト名	掲載企業・組織	ページ
熱処理	小物部品のバレル式プラズマ浸炭・窒化大量処理システムの開発研究	平田ネジ(株)	98
熱処理	木工用刃物の高性能・長寿命化に資する金属組織ナノ化技術の開発	(株)AMC	100
溶接	圧力容器製造に適応するレーザ溶接の技術開発	(株)産鋼スチール	102
溶接	鉛フリー solderペーストのぬれ性評価装置の研究開発	山陽精工(株)	104
溶接	摩擦攪拌接合による鉄系高融点材料の接合システムの開発	アイセル(株)	106
めっき	情報家電に搭載されるLED及びチップ部品等の製造に適しためっき技術の開発	東電化工業(株)	108
めっき	ナノ粒子を用いた高機能複合めっき加工技術の開発	力石化工(株)	110
めっき	トリアジンチオールを用いたクロム不要樹脂装飾めっき技術の開発	東洋理工(株)・小川工業(株)	112
めっき	高機能化に対応しためっき技術の開発	旭鍍金(株)	114
めっき	PTFE／ナノダイヤモンドを分散させた複合めっき技術の開発	アイテック(株)	116
めっき	めっき技術を応用したプローブ針の高機能化に関する研究開発	中国電化工業(株)	118
発酵	有用タンパク質の超低コスト発酵生産技術の開発	スパイバー(株)	120
発酵	サツマイモ焼酎粕からの機能性糖の抽出による健康食品の創製	薩摩酒造(株)	122
真空の維持	高真空から大気圧までの広帯域真空計の開発	(株)テムテック研究所	124

高齢者にも聞こえやすい携帯電話を！ 電話等の音質向上に向けた音声の高域復元技術の開発

- プロジェクト名** 電話音声の高域復元による聴認度改善技術の研究開発
- 対象となる川下産業** 情報通信・情報家電・事務機器、電気機器・家電、医療・福祉機器
- 研究開発体制** 日本ロジックス(株)、(株)システムアドバンス、TakumiVision(株)、立命館大学

携帯電話への高域復元技術導入イメージ



【従 来】

○携帯電話等において、通信時のデータ量削減に向け、高域信号をカットしているため、音声品質が低い

【研究開発のポイント】

○複数の技術を組合せ、高域信号を高精度に復元し、クリアな音声や音楽を再生する技術を開発

【成 果】

○すべての音声に対し、従来技術比で5dB以上の性能向上を実現

【利用イメージ】

○音声の受信装置(携帯電話・固定電話の音声受信部、骨伝導マイク受信部等)

研究開発のきっかけ

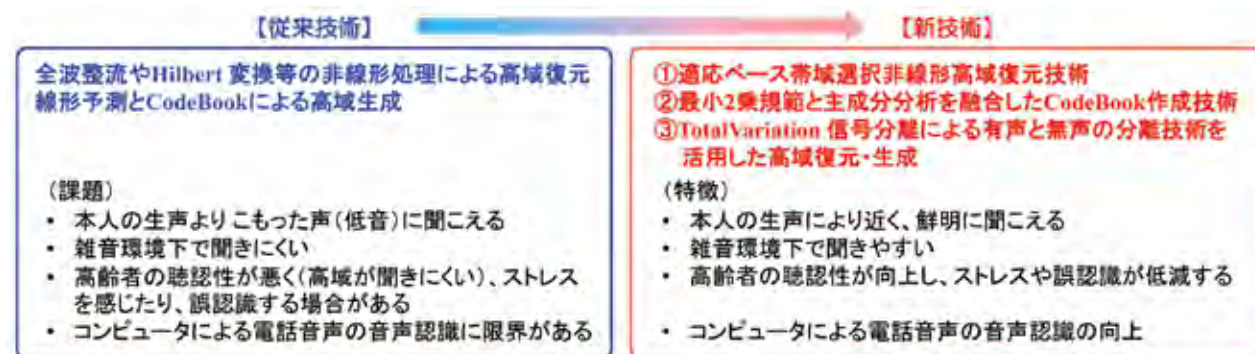
3.4KHzに帯域制限された電話音声の高域を、高精度復元する技術開発に挑戦

- 携帯電話を利用する中高年齢層、聴覚障がい者が急速に増加し、利用サポートが重要になっている
- 雑音環境下でも、より聞き取りやすい電話が望まれている
- 通信データ量削減のためにカットされている高域信号を高精度に復元する研究と製品化が重要になっている

研究開発の目標

すべての音声に対して、5dB以上の改善を目指す

- 通常会話で95%以上の認識率
- 騒音環境下での復元は、ガウス性雑音の場合に信号対ノイズレシオ(S/N)で10db、有色性ノイズの場合5dbの向上
- PC上の処理において実時間処理の10倍の高速実装
- 高域復元率をアルゴリズム向上目標の80%に設定



研究開発の成果／目標→達成

高域復元アルゴリズムの研究開発

- 非線形信号処理を発展させた新方式の研究開発、統計学習を発展させた新方式の研究開発、CodeBookを発展させた新方式の研究開発を実施。1KHzからの高域復元等に取り組む
- 計画目標である、95%の認識率、ガウス性雑音時の信号対ノイズレシオ(S/N)で10dB、有色性ノイズで5dBの向上の目途をつけた

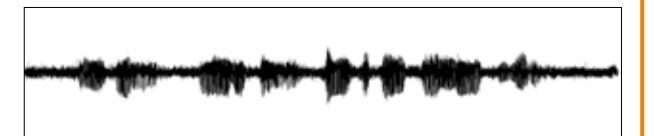
ソフトウェア研究開発

- PC上にアルゴリズムのシミュレーション環境を構築。PC上の処理で、目標とした実時間処理の10倍での高速実装を可能とした

DSPソフトIP及びHDLソフトIPの研究開発

- DSP/HDLソフトIPの開発により、実時間動作による評価やハードウェアによる評価が行える環境を構築。アルゴリズムの80%の高域復元率を実現するという目標を達成

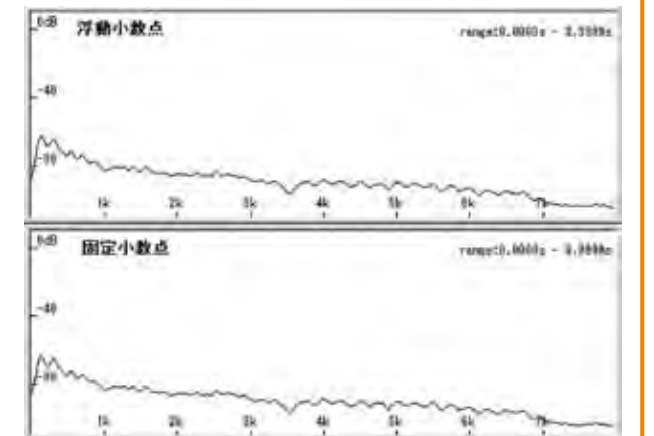
改良アルゴリズムでノイズ低減した波形(S/N=+6.976dB)～スペクトラム差分法を改良することで、S/Nで約8dBの大幅な改善を得た。さらに、TotalVariation分離とスペクトラム差分法との融合により10db達成の見通しを得た～



条件:フレーム長=1024、オーバーラップ長=768、差分パラメータ=0.81

浮動小数点vs固定小数点平均スペクトル

～平均スペクトルの分散を求める方法で、浮動小数点版プログラムと固定小数点版プログラムを比較評価。目標の80%の高域復元率を達成～



事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況

- H25年度の事業化に向け、研究開発中
- 試作機あり

効 果

- 音声品質向上:聞き取り手の言葉の認識が向上する。主観的な単語聴認度評価を100人のモニターに行ったところ、全員から「聞き取りやすくなっている」との評価を得た

知財・広報活動

- 特許:「帯域拡張装置」(特願2010-77838)、「帯域拡張装置及び音声補正装置」(特願2011-71837)

今後の見通し

品質改善への補完研究を経て、H25年度の事業化へ

- サポイン事業後、補完研究を計画。試作品の製品化へ向けての品質改善を実施する予定
- H24年度上期にシステムボードへの実装・評価、FPGAボードへのHDL実装、社内評価(デモ用)を、下期にユーザーへのサンプルボードのデモ及び貸出評価を実施予定。H25年度には、ユーザー要望の反映と販売開始を予定

企業情報 日本ロジックス株式会社

- 事業内容** LSI設計開発、システムボード開発、基板製作、ファームウェア開発、アプリケーション開発(Windows、Android)、画像処理・音声処理商品開発
- 住 所** 滋賀県大津市中央4-3-27
- U R L** <http://www.nlogics.co.jp>
- 主要取引先** パナソニック(株)、三菱エンジニアリング(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 常務取締役 西尾嘉浩
- Tel** 075-958-6131
- e-mail** nishio@nlogics.co.jp

光学ガラスレンズの性能向上を実現させる 硬度・耐摩耗性・熱膨張係数に強い金型の開発

プロジェクト名 新超硬素材に対応した精密金型加工技術の開発

対象となる川下産業 鉄鋼・材料、非鉄製造業

研究開発体制 (株)太田精器、北海道大学、苫小牧工業高等専門学校

ナノ超硬合金製のガラスレンズ金型(φ20)



【従来】

○光学ガラスレンズは、500～800℃程度で精製が行われている。ガラスレンズの高性能化には、より高温での精製が必要だが、強度や融点・硬度が充分でない

【研究開発のポイント】

○コバルト等のバインダー金属結合を含まない、WC（炭化タングステン）粉末を超微粒子で焼結加工

【成果】

○WC100%超硬の、硬度・破壊靱性・熱膨張率に優れた新素材（ナノ超硬素材）を開発

【利用イメージ】

○高温精製の求められる精密機械器具向けの金型（デジカメ・一眼レフカメラ用等のガラスレンズ金型等）や、硬度の求められる工作機械などに利用

研究開発のきっかけ

従来の超硬素材より優れた、新素材による金型の製造

- 光エレクトロニクスの需要の高まりに伴い、光学ガラスレンズの更なる性能向上（屈折率・形状・収差の少ない）が求められる
- 具体的には硬度・耐摩耗性・熱膨張係数に優れた、1,300℃前後での精製が可能な（従来の精製温度は500℃～800℃）金型の開発が必要
- 従来の超硬金型を高度・熱膨張率で上回る、新素材の開発が必要

研究開発の目標

超硬ナノ素材による金型を製作し、高精度のレンズ製作を実現する

- 超硬金型製作のための、硬度や破壊靱性・熱膨張係数に優れた最適組成素材（新素材超硬合金）を開発する
- 新素材超硬合金の性質・特性を明らかにする
- 新素材超硬合金の適切な加工方法を確立する

【従来技術】

＜現行のガラスレンズ金型＞

- ・光エレクトロニクスの需要の高まりから、屈折率や形状、収差の少ないガラスレンズが求められる

（課題）

- ・硬度・耐摩耗性・熱膨張係数に強い新素材によるガラスレンズ金型の開発が必要

【新技術】

＜新超硬素材によるガラスレンズ金型＞

- ・WC100%の焼結体の焼結に成功
- ・ラジアル円筒研削方法により、高速・高精度の加工を実現

（特徴）

- ・現行品に比べ、硬度・耐摩耗性・熱膨張係数や破壊靱性に優れ、平均1.4倍の加工速度での研削条件に耐える新素材
- ・条件の最適化により、#200の砥石車を利用し、前後送り速度を現行品以上としても、Rmax=1μm以下の面粗度を実現

研究開発の成果／目標→達成

最適組成素材と、焼結方法の確立

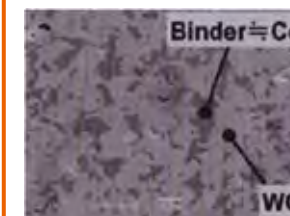
- 金属元素や炭化物元素の添加はWC結晶粒の成長や、硬さ、破壊靱性値などの機械的特性の低下を及ぼし、ナノWC単体焼結体の方が、優れた性質を有する
- 放電プラズマ焼結炉にて、φ20の焼結形状を目的とした焼結テストを行い、確立した条件下での焼結体の焼結に成功

既存品に比べ優れた性能の素材

- 試作のナノ超硬素材は、HV（硬度）2700、破壊靱性5.6Kc、熱膨張係数 $4.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と、いずれの性能においても、既存品であるM78を上回った

WC100%超硬合金の安定的な焼結

～昇温速度や圧縮応力の条件を調整し、高相対密度（98%以上）で結晶粒が100nmと小さい焼結体の製作に成功～



WC100%超硬合金



一般超硬合金

- 結合材のないWC100%の超硬素材であるにもかかわらず破壊靱性値が伸びており、素材の高いポテンシャルを示した

最適な加工方法の選定・確立

- 従来型の方法（トラバース円筒研削方法やプランジ円筒研削方法）よりも砥石車への負荷が小さく、加工時間の短縮等の面で優れたラジアル円筒研削方法を採用
- 切込量6μm、前後送り速度140mm/min、#200の砥石車を使用する条件下で、安定的にRmax=1μm以下の面粗度を達成

レンズ金型以外への応用

～大口径（φ60）のナノ超硬の焼結にも成功したことから、様々な製品への応用が可能に～



新素材を使用したマイクロドリル



新素材を使用した金型パンチ

事業化への取組み／事業化に成功

事業化状況

- H22年度に事業化に成功
- 要求寸法に対するサンプル制作は可能

効果

- 耐久性向上：新素材は既存超硬の1.5倍の硬度、1/5の粒子径であり結合材が入っていないため、高温硬さ・熱膨張性に優れている
- 新製法の実現：WC100%の素材の量産化に成功しているのは自社のみである
- 安定供給化：結合材が含まれていないため、粉末混合作業が不要となり、また結合材のレアメタル使用量を削減できる

知財・広報活動

- 出展：日中ものづくり展示会（H23.9）、第15回機械要素技術展（H23.6）

- 受賞：第4回ものづくり日本大賞 北海道経済産業局長賞、経済産業省「元気なものづくり中小企業300社（H21）」

今後の見通し

既に事業化に成功しており、今後は更なる性能の向上と、営業活動の強化のための取組を行う

- サポイン事業終了と同時に、川下企業への試作品提供を開始し、事業としての取組を進めている
- H23年に素材メーカーの材料製造部門を設備・人員ごと買収し、既存顧客だけでなく新規顧客の開拓も容易となっている
- 技術面では、WC100%で使用したナノ粉末WCを使用し、抗接着力・破壊靱性を高めた超硬合金の開発を行っていく

企業情報 株式会社太田精器

- 事業内容 非鉄金属・電機部品・機械部品・金属研磨等製造加工業
- 住 所 北海道空知郡奈井江町字茶志内89番地6
- U R L <http://www.ohtaseiki.co.jp>
- 主要取引先 北海道住電精密㈱、㈱ダイナックス、AGCマイクロガラス㈱等

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先 新素材事業部 営業課 係長 渡部正章
- T e l 0125-65-2759
- e-mail masaaki-watabe@ohtaseiki.co.jp

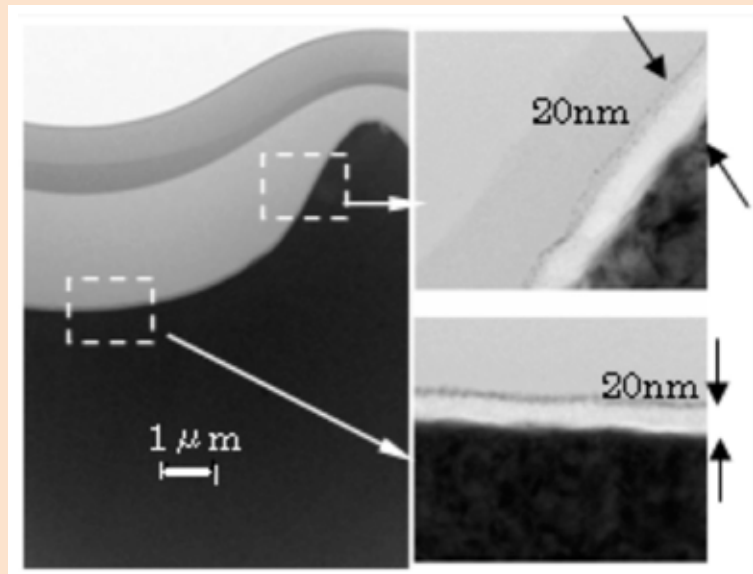
更なる薄型・軽量・微細化が進むLCD・微小レンズ プラスチック成形用金型への薄膜形成により成形品の高離型性を実現する技術を開発

プロジェクト名 微細形状を有するプラスチック成形用金型へ高離型性を付与する薄膜形成技術の開発

対象となる川下産業 情報通信・情報家電・事務機器、医療・福祉機器

研究開発体制 (財)いわて産業振興センター、(株)東亜電化、(地独)岩手県工業技術センター

離型膜を形成したMLAF金型内の一つの微細形状の断面TEM像



【従 来】

- エポキシ樹脂は、離型剤を塗布しながらの成形となるため、生産性ならびに環境性が悪い
- 微細形状を有する金型では、成形品の型抜け性が悪い

【研究開発のポイント】

- 微細形状を有するNi製金型表面に形成する高密着性フッ素薄膜を高離型性・高耐久性にすることで、今まで造り得なかった高精度な複雑形状の部品製造(成形)を実現

【成 果】

- 金型に形成した薄膜全面の膜厚が均一かつ耐久性の高い離型膜であり、離型剤を必要としない透明エポキシ樹脂の離型を可能にする

【利用イメージ】

- 携帯電話やゲーム機のLCDに用いるマイクロレンズアレイ(MLAF)用金型や光ディスク読み取り用微小レンズの金型に対応する

研究開発のきっかけ

MLAF／微小レンズ用金型において離型剤を用いずにエポキシ樹脂成形を可能にする離型薄膜形成技術を開発

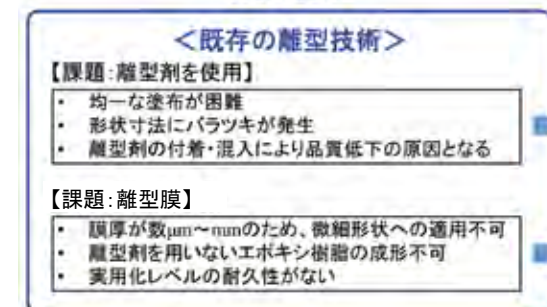
- 携帯電話用カメラレンズ等の透明なエポキシ樹脂を用いた光学製品は、数μm～サブμmの極微細かつ高精度な形状の成形が求められている
- エポキシ樹脂は、離型剤を塗布しながらの成形のため、生産の自動化ができない、高品質の成形品を作りにくい、作業環境が悪いといった課題がある
- 今後需要増加が見込まれるNi製または無電解Ni(P/Ni)製の極微細形状を有した金型に対応した離型剤を必要としない離型膜の薄膜化技術を開発する

研究開発の目標

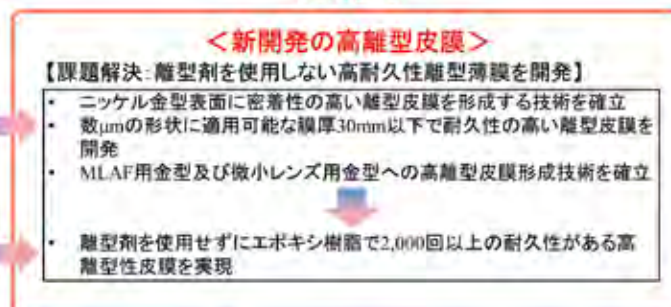
Ni製、P/Ni製金型の極微細化に対応した離型薄膜形成技術を開発

- 金型表面に高密着性の離型膜を形成するための技術開発
 - ➡ 膜厚：～30nm
- ➡ 金型表面に化学結合層を形成
- 微細形状への適用のため、離型膜を薄膜化し、
 - ➡ エポキシ樹脂成形における耐久性：180°ピール試験において2,000回以上

【従来技術】



【新技術】



研究開発の成果／目標→達成

Ni製金型への離型膜形成技術を開発

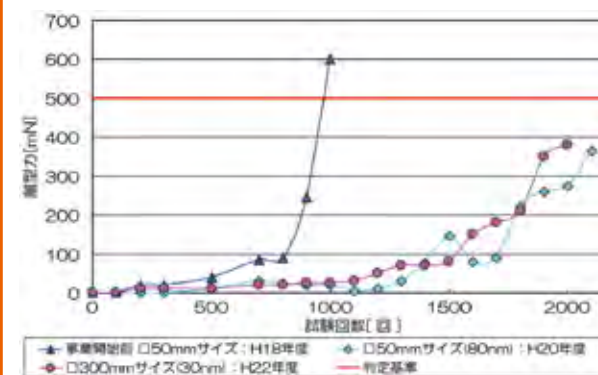
- 350mm×350mmのMLAF金型面内の膜厚のばらつきが小さい離型膜を形成する技術を開発したので、大型金型への離型膜形成が可能に

P/Ni製金型への離型膜形成技術を開発

- P/Ni製金型に高密着性で耐久性のある離型膜形成を実現

MLAF金型での耐久性評価結果

～研究開発年度を重ねる毎に、膜厚をより薄くし、かつ180°ピール試験による耐久性評価において2,000回以上離型させることに成功した～

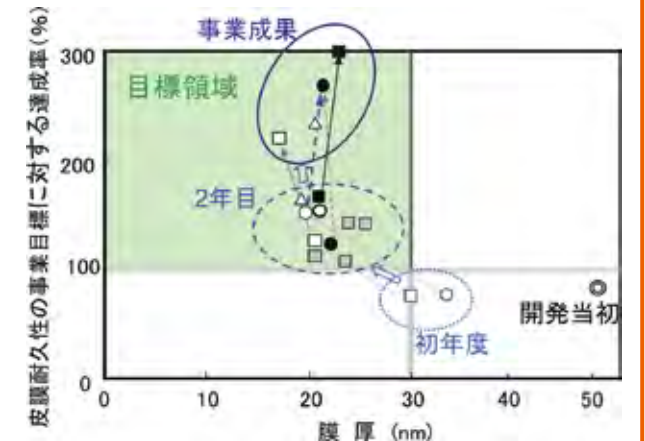


離型膜の薄膜化及び耐久性向上技術を開発

- 離型膜は開発当初の80nmから20nmへと1/4の薄さを実現
- 透明エポキシ樹脂で極めて厳しい試験である180°ピール試験でも2,000回以上の耐久性を確認
- 薄膜は形状面に均一に形成されていることを確認
- 多くの光学用金型へ離型膜を形成・離型性を確認、成形品の形状評価から実使用において問題がないことを確認

薄膜形成と耐久性に関する開発成果の推移

～皮膜耐久性の事業目標を事業開始2年目には達成、さらなる目標を掲げて翌年には達成率300%を実現した～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H22年度に実用化に成功
- 川下企業の金型に離型被膜を形成し評価が可能(有償)

効 果

- 歩留まり向上：成形品の離型剤による汚れ、塗布による品質のバラツキがなくなる
- 精度向上：離型性向上により、型開きの際に成形品が引っ張られることがなくなり成形品の形状精度が向上する
- 複雑形状化：これまで離型技術がないために造り得なかった複雑形状の部品の製造(成形)が可能になる

知財・広報活動

- 特許：「金属表面被膜形成方法」(特許第4567019)

- 出展：ネプコンジャパン2011 精密・微細加工技術EXPO(H23.1)、MEDTEC Japan 2011(H23.6) 他

今後の見通し

新規TT薄膜原料を用いた離型膜形成技術を開発し、H24年度中の事業化を目指す

- 大量処理の受注では、金型との密着性を確保するための化学結合層であるTT薄膜の原料調達上の課題があるため、新規TT薄膜原料を用いた離型膜形成技術を開発すべく、補完研究を実施中
- H24年度中での事業化を目指す。まずは離型膜の性能評価を進めている川下企業の中から、事業化の際の得意先となり得る企業を獲得していく

企業情報 株式会社東亜電化

- 事業内容** めっき処理(金、銅、パラジウム・ニッケル、他)、化成処理(マグネシウム、アルミニウム、他)、機能性薄膜処理(TRI System:接着剤を使用せずに金属と樹脂を接合する技術、TIERコート:プラスチック成形金型用高離形性被膜)
- 住 所** 岩手県盛岡市玉山区洪民字岩鼻20-7
- U R L** <http://www.toadenka.com>
- 主要取引先** 美和ロック(株)、三共化成(株)、(株)ルネサスハイコンポーネンツ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 開発技術部
開発技術課課長 千葉裕
- T e l** 019-683-2101
- e-mail** h.chiba@toadenka.jp

冷間鍛造金型の製造を省資源・省コスト・短納期で支援する、電極の新成形法の開発

プロジェクト名 省資源、短納期、高機能放電電極の開発

対象となる川下産業 自動車、産業機械、航空・宇宙

研究開発体制 NPO法人産学金連携センター、(株)ヤマナカゴーキン、(株)フェムトロン

ベベルギア形状電極(試作品、マシニング加工後)



【従 来】

○金型電極には銅タングステン合金が用いられるが、消耗品であり、近年のレアメタル価格の高騰から、コスト高につながっている

【研究開発のポイント】

○電極の製造にあたって、従来の焼結・切削加工法に代わり、レーザーを用いた焼結加工で積層形成を行うことで、タングステン使用量を節約

【成 果】

○電極素材重量を従来比88.8%削減するとともに、電極加工時間を従来比20%削減

【利用イメージ】

○自動車等に使用されているギア歯車、等速ジョイントを冷間鍛造で大量生産する際に用いられる超硬金型を放電加工で成形するための複雑形状電極として使用

研究開発のきっかけ

レアメタルの価格高騰により、省資源化が至上命題に

○金型製造に用いられる消耗品である電極は、従来銅タングステン合金(タングステン粉末をプレス成形し、バルク材に溶銅を含浸成形、さらに切削加工による成形)によって生産される

○レアメタルであるタングステンは、価格が高騰しており、省資源化が必要となっている

○従来の成形法は切削量が大いため、資源のロスが大きい。新たな成形法による、タングステンの節約が必要

研究開発の目標

レーザー光造形技術の応用による、タングステンの節約

○ハイパワーで、高速・安定して焼結加工ができるレーザー加工機の開発

○従来の焼結・切削加工法に代わる、レーザー加工機を用いた電極生産により、タングステンを節約
○電極としての実用に耐える寸法精度の実現

【従来技術】

＜従来の電極製作過程(含浸切削加工法)＞
・銅-タングステン粉末を原料とするバルク素材を焼結・溶融銅の含浸法で制作

・円柱形上のバルク素材から電極形状を削り出し
(課題)
・削り出し時に50%程度が切削屑となり、無駄が多い
・重量が多い(形状部重量1,300g)
・切削時間が長く、製作の長期化に繋がる

【新技術】

＜新しい電極製作過程(レーザー光造形法)＞
・銅-タングステン粉末に特殊仕様レーザー加工機を用いた光造形加工により、造形を行う

(特徴)
・必要最小限度の仕上げ削り代を付加した電極形状を直接的に造形
・積層造形した電極内部は中空で、使用素材を削減するとともに、重量を削減(形状部重量300g)
・切削工程を削除し、短納期化

研究開発の成果／目標→概ね達成

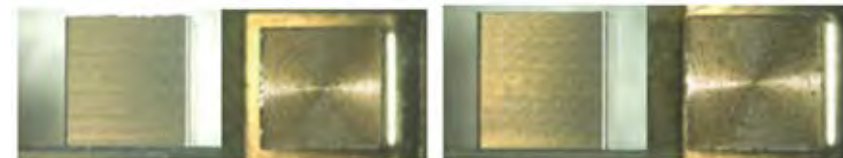
安定的出力を確保できる、連続出力レーザーを備えた焼結加工機

- 複雑形状焼結加工に対応した出力安定性(出力安定度±5%以内)、高出力(500w、実効出力470w)のレーザー出力を確保
- 走査範囲150mm×150mm、加工範囲100cm立方で、様々なサイズの電極をカバーする加工システムを作成
- レーザーパターンやスキャンピッチなどの様々な焼結条件について、実験を実施

浮動既存の電極と焼結電極とを比較

～寸法精度は最大誤差0.003mm(測定誤差範囲内)であり、マシニング加工に対する十分な強度を持つことを裏付け～

【焼結電極】



(荒放電用)

(仕上げ放電用)

【既存電極】



(荒放電用)

(仕上げ放電用)

事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況

- 実用化には時間がかかる(実用化見込:H26年度)
- サンプルなし

効 果

- 製作時間短縮:加工時間を従来比で30%削減
- ロス削減:素材の使用量を従来比で77%削減
- 新製法等の実現:従来の加工法では製作できなかった形状の製作を実現

今後の見通し

製品化(外販化)を視野に、補完研究を実施

- 成形電極寿命向上のための空隙率低減に関する補完研究が必要である。具体的には、種々のレーザー成形条件で検討を進め、最適解を探索していく
- 本研究成果は、現状電極並みの緻密度が得られれば、低コスト省資源の電極製造が可能となるものである。試作電極はまず、自社内で放電加工用を使用し、その後外販への展開を視野に入れている

企業情報 株式会社ヤマナカゴーキン

事業内容 各種金型の設計・製造・販売及び解析シミュレーションソフトの販売、技術サポート

住 所 大阪府東大阪市加納4-4-24

U R L <http://www.yamanaka-eng.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技監 角南不二夫

T e l 043-498-3446

e-mail sunami@yamanaka-eng.co.jp

硬くて強いボルトを精密に加工 高性能で耐久力の高い転造ダイスの製造開発

プロジェクト名 高硬度ハイテンションボルトの精密転造加工を可能とする平ダイス製造技術の開発

対象となる川下産業 輸送機器産業、航空・宇宙産業、情報通信・情報家電・事務機器産業

研究開発体制 (財)岐阜県産業経済振興センター、(株)岡本、(有)ゼンコー、岐阜大学、名古屋大学、岐阜県機械材料研究所

高強度ボルト対応 ねじ転造ダイス



【従 来】

○部品軽量化ニーズからボルト素材の硬度化が求められているが、硬度が大きくなるのに従って転造用ダイスは局部的な破損や早期摩耗が生じやすくなる。このためダイスの寿命が短くなり、生産性が低くなるという問題があった

【研究開発のポイント】

○高硬度のハイテンションボルトを製造するために、超高硬度材料を型材に用いた転造ダイスの製造を行う。また転造ダイスの耐久性や材料特性の評価も実施する

【成 果】

○軽量化に対応したハイテンションボルトの高強度化に成功した。また耐久性の向上により、ダイス交換の頻度が減り、段取り替えロスが削減できた

【利用イメージ】

○自動車等に組み込まれるハイテンションボルト用のねじ転造平ダイス

研究開発のきっかけ

市場ニーズに応える高硬度ボルト製造のため、ダイスの改良が不可欠

○ボルト・ネジ類におけるダウンサイズが川下事業者より求められているが、その必要条件是、小径化しながら締結強度を維持することであるため、ボルト・ネジ類の強度特性を従来以上に高める必要が生じている

○ボルト素材の硬度が高くなるのに従い、転造用ダイスの局部的な破損や早期摩耗が生じ易くなり、寿命が低下する。結果として、ダイスの交換、再研磨・メンテナンスのためのデッドタイムが増加し、生産性の低下等、コスト増につながっている

○高硬度のハイテンションボルトを製造するために、ダイス鋼以上の硬度を有する超高硬度材料(HRC67)を型材に用いた転造ダイスの製造技術の確立を図る必要がある

研究開発の目標

ハイテンションボルトではワンランク上のメートル細目ねじの製造を可能に

転造ダイス加工精度

○ネジサイズ:M4～M12

○ネジ精度(おねじ外形公差):グレード4(例:ピッチ1.0→112μm)

○ネジ精度(おねじ有効径公差):グレード4(例:ピッチ1.0→75μm)

ダイス寿命

○ダイス寿命(転造命数):従来材15,000本 → 開発材30,000本

【従来技術】

【新技術】

＜従来の金型鋼材製ダイスを用いたボルト製造＞

(課題)

- ・ダイスの硬度が十分でなく、寿命が短い。このため、頻繁に取り換えを行う必要がある

＜超高硬度材製転造ダイスによるボルト製造＞

(特徴)

- ・難加工材のボルト製造に適した条件を持つ
- ・ボルトの形状精度が高い
- ・ダイスの寿命が長いため、生産性が高く低コスト

研究開発の成果／目標→ほぼ達成

高硬度金型研削用工具および最適加工条件の高度化

- クラッシングロールから各砥石への歯部転写、歯部転写された砥石から金型への歯部転写試験を行った結果、好適な砥石を見出した
- 開発した高剛性精密平面研削盤を用いることにより、従来研削盤と比較して、金型製作加工時間を約50%短縮できた

転造ダイス加工用クラッシングユニットの最適化に関する研究

- クラッシングロールでの粗加工、ダイヤモンドロータリードレッサーでの仕上加工を併用化することにより、加工精度の維持向上と品質の安定化が図れた

試作転造ダイスの実機搭載によるネジ転造耐久性評価

- 本研究で試作した転造ダイスを実機に搭載し、実際に転造加工を実施。従来用いられているダイス以上の耐久性を示すことがわかった

クラッシングロールとダイヤモンドロータリードレッサーの併用

～粗加工にクラッシングロールを、仕上加工にダイヤモンドロータリードレッサーをそれぞれ用いる装置を開発。クラッシングロール単独での加工に比べて加工精度をより長期間維持することが可能になった～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H25年度の実用化を目指して事業化を検討中
- ねじ転造用平ダイス(サイズ・形状応相談)のサンプルあり(有償)

効 果

- 軽量化:軽量化に伴うハイテンションボルトの高強度化に対応した
- 耐摩耗性向上:開発した転造ダイスは、HRC67の硬度を有し、従来製品にくらべ耐摩耗性(耐久性)を向上させた
- ロス削減:耐久性が向上することにより、ダイス交換の頻度が減り、段取り替えロスが削減できる

知財・広報活動

- 出展:ポートメッセ名古屋(H21.10)、トヨタ新工法・新技術展示会(H23.2)

今後の見通し

試作品を川下企業に提供するなど、上市に向けた活動に引き続き取り組む

- 川下企業(3社ほど)へ試作品を提供し、性能評価・耐久試験を実施中である
- サポイン事業において課題として残った、品質の安定化について、補完研究により再現性を確認するなどの検証作業を実施中である
- 試作品について好評価を得ている川下企業もあり、これらをきっかけに本格展開に向けて販売体制の確立を推進中。H25年度の実用化を目指す

企業情報 株式会社岡本

事業内容 各種鋳鉄製品、金型部品の製造販売
住 所 岐阜県岐阜市曙町5番地
U R L <http://www.nbk-okamoto.co.jp>
主要取引先 (株)クボタ、東邦ガス(株)、中部電力(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 素材材営業部主任 広瀬達也
T e l 058-271-7251
e-mail thirose@ons.co.jp

割型構造に自己調芯機能によるボルトレス締結方式を導入し、金型締結作業を簡素化した金型を開発

プロジェクト名 割型構造のボルトレス締結方式によるプレス金型製造技術の確立

対象となる川下産業 自動車、電機機器・家電、ガス器具

研究開発体制 (財)岐阜県産業経済振興センター、(株)加藤製作所、岐阜大学、岐阜県機械材料研究所、(株)岡本

ボルトレス金型組立て状態



【従 来】

○従来の金型では、複数のボルトを用いて締結を行っており、型交換や金型メンテナンス等に時間を要していた

【研究開発のポイント】

○ボルトを使用しないキー構造による金型（ボルトレス金型）を用いて、高い加工精度と低コスト化を実現する

【成 果】

○ボルト不要で位置決め可能なキー構造金型で、従来金型と同等の製品品質の成形ができた
○かつ金型締結作業の簡素化により、約50%のコストダウンが確認できた

【利用イメージ】

○自動車や燃焼機器のセンサー向け部品のプレス金型

研究開発のきっかけ

型交換や金型メンテナンス等を簡素化する、新たな金型製造技術が必要とされていた

○自動車産業界では、国際競争が激化する中で、短納期化・低コスト化が最大のポイントになっている

○短納期化・低コスト化のニーズが高まっており、切削や鍛造からプレスへの置き換えや、形状の複合化、工程間の短縮等が進んでいる

○プレス金型での型交換や金型メンテナンス等で時間短縮を図る、新たな金型製造技術が必要とされている

研究開発の目標

ボルトレス金型の導入により、従来金型比50%のコストダウンを実現

○低コスト化や短納期化を可能とする金型製造技術の開発

➡ プレス加工精度(30φ):10μm以下

○金型製造技術の向上

➡ 加工時間(10cm角加工):従来の15時間を3時間に

○メンテナンス時間の短縮

➡ 金型メンテナンス時間:従来の3～4時間を1時間以内に

○金型寿命の向上

➡ 金型寿命(板厚1mm、SUS加工):従来の20万ショットを100万ショットに

【従来技術】

<従来の金型 ボルト締結構造>

- ・ボルトを複数使用して締結する剛構造の金型
- ・芯出を伴う締結作業で熟練と時間が必要
- ・高コスト、競争力低下

（課題）

- ・金型取替が煩雑なので、摩耗しにくい高級材料を使用
- ・芯の狂い、かじり発生でメンテナンス煩雑
- ・高精度化に限界

【新技術】

<開発した金型 キー構造によるボルトレス化>

- ・ボルトを使用しないキーによる柔構造の金型
- ・金型締結作業の簡素化、段取り時間の大幅短縮
- ・低コスト、競争力強化

（特徴）

- ・自動調芯機能により未熟練者でも簡単組み立て
- ・芯狂い、かじり回避によるメンテナンス低減
- ・割型構造で、摩耗箇所の交換が簡単にできる

研究開発の成果／目標→一部達成

キー構造に適した自動調芯機能の確認

○キー構造せん断金型を用いて打抜きを行った際の切り口面性状の観察から、自動調芯機能はせん断加工に対して良好に動作することを確認

成形中にキー構造金型が受ける変形(ひずみ)挙動の確認

○ダイの応力変動について振幅の大きい有害な振動波形は見られず、キー構造の導入が金型の耐久性に及ぼす影響は小さいと結論

キー構造金型で商品と成りうる形状の成形

○キー構造によるボルトレストランスファー金型を作製し、角筒絞り成形をしたところ、成形は途中で破断することなく完結し、商品としても機能上問題はないレベルのプレス成形が行われていることを確認

金型のメンテナンス時間短縮の確認

○金型のばらしと組み立てを行い、ボルトレス金型の組み立て時間などを調査した結果、着脱時間、メンテナンス時間ともに従来のボルト金型の1/2以下の時間を実現

ボルトレストランスファー金型による成形品の外観

～ボルトレス金型は従来法と金型部品の締結方法のみが異なるものであり、成形品の外観品質から、成形は完結し、商品としても機能上問題ないものができた～



口縁部



底部

事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況

○H26年度頃の実用化を目指す
○サンプルあり(無償 角筒絞り成型品)

効 果

○低コスト化:開発したボルトレス金型は、ボルト金型の加工時間の1/2以下の工数で加工が可能。さらに金型メンテナンス時間も、ボルト金型の1/2以下の時間で可能

知財・広報活動

○出展:中部ものづくりシンポジウム(H20.11)
中部ものづくりシンポジウム(H21.12)
中部ものづくり基盤技術展(H23.12)

今後の見通し

量産に向けた補完研究を継続し、数年内での実用化を目指す

○サポイン事業において積み残した課題である、量産を考慮した金型耐久性向上のための試作・実験等を、補完研究として継続中

○研究開発面においては、金型の耐久性向上を目的とした、金型を製作中

○事業化面においては、H26年度の実用化を目指す。実用化後は、自動車センサー部品用の金型をターゲットに、販路開拓を行う予定である

企業情報 株式会社加藤製作所

事業内容 金属プレス加工業

住 所 岐阜県可児市姫ヶ丘2-6

U R L <http://www.ksj-group.com>

主要取引先 自動車部品、ガス器具部品、石油ストーブ部品関連

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業部部长 加島芳和

T e l 0574-60-0006

e-mail info@ksjapan.co.jp

金型の低コスト・短納期を目指して金型素材に樹脂を採用し、金型コスト低減、部品点数の削減を達成

プロジェクト名 大型成形部品の多品種少量生産に適した油圧プレス用簡易金型製造技術の構築

対象となる川下産業 自動車、産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械

研究開発体制 (財)石川県産業創出支援機構、(株)北日本テクノス、日新レジン(株)、ジェイ・バス(株)、金沢工業大学、石川県工業試験場

樹脂製金型(Side Panel型(バス用部品))



【従来】

○従来の金属製金型は、多品種少量生産の大型部品成形において、耐久性、耐摩耗性などにメリットがあるが、樹脂製金型と比較して金型費で非常に不利である

【研究開発のポイント】

○高価な金型費低減のため、金型の素材として“樹脂”に着目。更に耐久性、耐摩耗性、強度に優れた樹脂性金型製造技術を確立する

【成果】

○樹脂製金型のき裂発生メカニズムを解明し、樹脂製金型に適した表面材樹脂とコアを開発

【利用イメージ】

○多品種少量生産用の金型として用いられ、従来の金属製金型費と比較して30%以上の削減を実現する

研究開発のきっかけ

大型車両製造における部品点数の削減を実現するための、新しい金型技術の開発が必要

- 大型車両製造において車両の付加価値向上及び衝突安全性向上を図るため部品点数が増加しており、製造コストが増大している
- 国産バスが韓国製及び中国製の安価なバスに対抗するためには、コスト競争力を維持する必要がある
- 大型車両全体のコストを低減するためには「金型の低コスト化」、「部品点数の削減」が必須である

研究開発の目標

耐久性、耐摩耗性、強度に富んだ樹脂製金型製造技術の開発

- 樹脂製金型の耐久性、耐摩耗性、強度の向上
➡ ショット数3,000回以上に耐える樹脂製金型を開発
- 樹脂製金型の表面材樹脂とコアの材料開発
➡ 表面材樹脂とコアの圧縮弾性率の差異を最小限に抑え表面材樹脂とコアの剥離を防止
- 金型製作期間の短縮
➡ 金型生産方式の高度化により金型製作期間を従来の40%以上短縮

【従来技術】

<金属製金型>

- ・コストに占める金型費割合が高い
- ・設計変更時の対応が困難
- ・製造リードタイムが長い

<簡易金型>

- ・型の耐久性、耐摩耗性、強度が低い
- ・成形のしわが発生すると型が破損
- ・補強用ZASのインサートを行うため、型製造工程数が多い

ニーズ

- ・金型の低コスト化や部品点数の削減
- ・車両モデルチェンジサイクルの短縮

【新技術】

<樹脂製金型>

- ・ZASを用いないため、型コストが低減できる
- ・型精度が高く、成形品の外観品質も高い

(目標)

- ・金属製金型の型製造コストと比較して30%以上削減
- ・金属製金型の製造リードタイムと比較して40%以上削減
- ・プレス成形数3,000回以上

研究開発の成果／目標→達成

耐久性、耐摩耗性、強度に優れた樹脂製金型製造技術の構築

- 樹脂製金型のき裂発生には、表面材樹脂とコアのひずみ差に関連があることを解明
- 雰囲気温度の変化によって生じる樹脂製金型内部の応力を緩和するため、表面材樹脂部とコア部(樹脂製金型の内部を構成する部位)の間に緩衝材層を設け、樹脂製金型(Side Panel型)を開発
- この樹脂製金型の使用により、金属製金型と比較して、30%以上のコスト削減が達成できた

複数部品一体成形技術への対応

- 樹脂製金型による複数部品の一体成形を行った。その結果、部品点数5点の一体成形(バッテリーボックス)、14点の一体成形(メンバーアッシーフロント)、13点の一体成形(サイドパネル)を達成した

樹脂製金型の形状変化への対応

- 各生産技術要件型の100ショット毎におけるDieR部(樹脂製金型の凹型の縦面と横面で構成され

た角のR)及びCornerR部(樹脂製金型の凹型の縦面2面で構成された角のR)の摩耗量を測定

- この結果、DieR部及びCornerR部ともに目標値を満たす樹脂製金型の形状を見出した
- 開発した表面素材樹脂は耐摩耗性に優れており、実用化用の表面素材樹脂として活用が可能である

SidePanel(バス用部品)の一体成形

～大型観光バスで用いられているSidePanelは大型であるため、本研究開発で一体成形したSidePanelは原寸大から1/3に縮小して一体成形を行った～



事業化への取り組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H23年度に実用化に成功
- 樹脂製金型・プレス成形品サンプルあり

効果

- 低コスト化: 開発した樹脂製金型により、従来の金属製金型費の30%以上削減が可能
- 多品種少量生産: 型費を削減することが可能であるため、多品種少量生産品に適している
- 軽量化: 樹脂製金型により、複数部品の一体成形が可能であるため、部品点数の削減(軽量化)が可能

知財・広報活動

- 出展: 石川県中小企業技術展(H23.5)
- 新聞: 北国新聞(H23.4.5)

今後の見通し

事業化に向け、研究開発成果のアピール・継続研究を実施

- 川下企業へ研究開発成果をアピールし、見積り作成等を行っている
- 樹脂製金型のき裂対策として、樹脂製金型の構造を3層構造としているが、更なるコスト削減のため、2層構造でもき裂が発生しない樹脂の開発を継続している
- 機器設備の購入が終了し、共同研究者であるジェイ・バス(株)小松工場へのプレス品の販売を予定している。さらに、県外のジェイ・バス(株)宇都宮工場への販路拡大を図る

企業情報 株式会社北日本テクノス

事業内容 ①バス、建設機械等の薄板金部品の製作からアッセンブリーまでの社内一貫製作、②バス、建設機械部品組み付け治具の製作、③建設機械部品の検査治具の設計および製作、④各種鋳造用樹脂製金型の製作

住 所 石川県小松市五国寺町ホ102-2

U R L <http://www.nj-technos.co.jp>

主要取引先 ジェイ・バス(株)、共和産業(株)、津田駒工業(株)、協明石合銅、(株)日研シェルモールド

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 生産企画部 小林睦明
Tel 0761-47-1182(代表)
e-mail m.kobayashi@nj-technos.co.jp

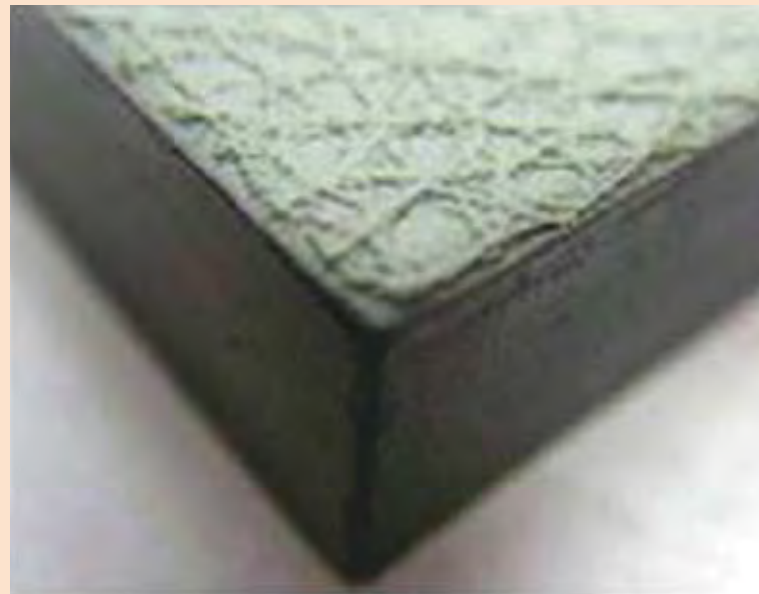
画期的新手法「セラシボ加工法」により、プラスチック部品の高級感を醸し出す高品位の“シボ”を形成

プロジェクト名 化学エッチング工法を使わない、成形金型シボ加工技術開発

対象となる川下産業 自動車、電気機器・家電

研究開発体制 (株)棚澤八光社、(株)積水工機製作所、大阪府立産業技術総合研究所

セラシボの外観



【従 来】

○従来の化学エッチング法を活用した“シボ”（プラスチック成形品の表面等に形成されている凸凹模様の総称）加工法は、複雑形状への対応、コストの削減、納期の短縮等の課題を有していた

【研究開発のポイント】

○三次元形状モデル等から直接転写・作成した「シボ複合層シート」を、成形用金型に貼り合わせて加熱硬化する技術を開発

【成 果】

○複雑三次元形状を持つ高品質なシボ形状を、低コスト、短納期で供給可能に

【利用イメージ】

○自動車の内装・外装用プラスチック部品等の金型へのシボ加工において、エッチングを使わずに、高意匠（複雑・高品質）のシボを短納期で提供する

研究開発のきっかけ

高品質なシボ加工を、短納期で実現することが求められている

○特に自動車、家電製品等に使用されるプラスチック部品では、高級感や微細柄形状を持つシボが要求されている

○一方で、金型製作の短期化、成形品の薄肉化等の要求が拡大している

○複雑三次元形状を持つ高品質なシボ形状を、短納期でプラスチック成形用金型上に形成する新工法が必要とされていた

研究開発の目標

高品位のシボを金型上に形成する技術の開発・確立

○シボ複合層の安定的形成法の確立

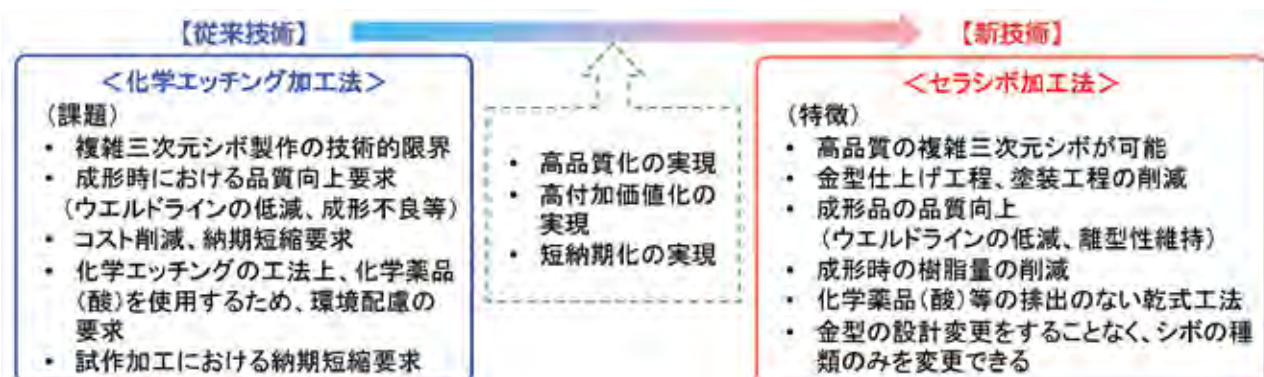
➡ 引張せん断強度4.9Mpa以上、25万ショット以上の成形性

○シボ複合層シートの作成装置、高品質「シボ意匠

マスター」の作成法の開発

○シボ加工の高度化

➡ 金型製作時間短縮（約30%）、樹脂量削減（10～15%）、試作期間短縮（約50%）



研究開発の成果／目標→概ね達成

シボ複合層シートの安定的形成法を確立

○真空吸引法を用いて、安定したシボ複合層シートを金型に接着・形成。目標値である25万ショットまでの耐久性をほぼ実現

○±25μm/500mm角の厚み偏差の微細シボ複合層シートの作成が可能に

シボ意匠マスターの作成法を確立

○二次元データを用いて、レーザー加工機によりシボ意匠マスターを作成する方法を確立し、従来法比で遜色ない仕上がりのマスターを作成

○また、三次元測定機で形状を読み取って転写する新たなマスター作成方法の可能性を見出した

シボ加工の高品質化、短納期化

○金型表面にシボ複合層を形成することで、金型表面粗さを吸収。金型の磨き工程の削減と金型製作時間の約30%短縮が期待される

○樹脂流動性の向上、シボ複合層によるウエルドライン抑制効果が認められた。成形離型性の検証では、従来法と同水準を維持

○RP造形型にシボ複合層を形成することで、シボ加工が難しい金属RP造形金型においても、造形

後の仕上げ処理を行うことなくシボ加工が可能であること、シボ成形用試作型の製作工程の短縮が可能であることを確認

各種金型による成形品の概観写真

～成形品の目視レベルでは、金属RP造形面の形状がシボ複合層を通り抜けて樹脂成形品まで転写されている様子はなく、シボ模様が鮮明に現れている。また、シボ複合層を形成したRP金型による成形品は、従来のエッチング金型と比べて、遜色のない出来である～

	シボ加工部分拡大	シボパターン拡大
RP＋シボ複合層加工		
エッチング加工		

事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

○H24年度の事業化を目指す

○お客様から預かった金型に対し、順次テスト加工を実施（有償）

効 果

○精度向上：従来加工困難であった模様を通常の射出成型で再現可能に

○安定供給化：従来の成形不良（ウエルドライン等）の低減に寄与

○環境負荷削減：従来のエッチングで使用していた化学薬品（酸）を使用せず、環境負荷を抑制

知財・広報活動

○特許：「樹脂成形用型・樹脂成形用型の製造方法および樹脂成形品」（特願2008-546958）

○雑誌：プラスチックスエージ（H22.1月号）、金型工業会誌

今後の見通し

テスト加工を行いながら、量産化に向けた取組を展開中

○サポイン事業後は、テスト加工を通じて、量産化に向けた確認を実施している

○研究開発面では、加工上における耐久性向上に向けた開発を進めている

○事業化面では、自動車、家電メーカーの金型へのテスト加工を進めると同時に、新しいシボ加工技術の導入準備を進めている

企業情報 株式会社棚澤八光社

事業内容 金型へのシボ加工

住 所 大阪府東大阪市水走3-9-43 ※大阪、名古屋、東京に支社あり

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

主要取引先 各自動車メーカー、各家電メーカー

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術部部长 曾我部三志

T e l 072-963-8051

e-mail technical-o@tanazawa.co.jp

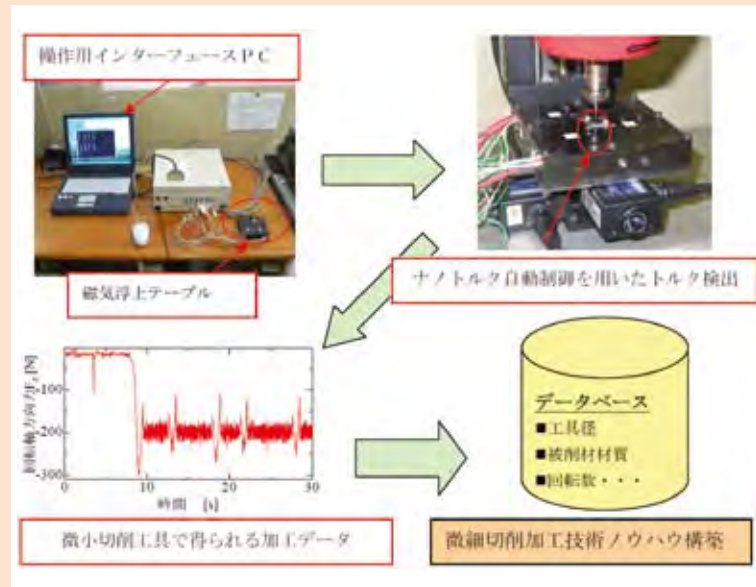
微細切削加工技術ノウハウ構築支援システムにより 微細加工の技能伝承・技能蓄積を促し、業界の発展へ

プロジェクト名 ナノトルク自動制御を活用した「微細切削加工技術ノウハウ構築支援システム」開発

対象となる川下産業 半導体・液晶製造装置、バイオテクノロジー装置、産業機械・工作機械、航空宇宙、電子機器・光学部品等

研究開発体制 (財)大阪産業振興機構、(有)大阪製作所、兵庫県立工業技術センター

微細切削加工技術ノウハウ構築支援システム概要



【従 来】

- 高精度の微細金型製造を実現するための微細トルク検出する方法がなかった
- そのため、加工条件を数値化できず、技術蓄積ができなかった

【研究開発のポイント】

- 非接触方式でナノトルクの計測分解能を持つ磁気浮上テーブルを用いることで、微細トルクの検出を可能に
- 従来にないナノトルク自動制御技術を利用して最適微細加工条件が数値化できる

【成果】

- 直径10 μ mの微小工具の微細加工トルク検出機能を実現
- 金属系素材の微細加工基礎データベースが完成

【利用イメージ】

- 特殊ガスを用いる半導体製造装置の流量調整オリフィスや、バイオ関連部品の微細穴形状部品、欠陥計測装置の校正試験片等、さまざまな微細穴を用いる製品部品に応用できる

研究開発のきっかけ

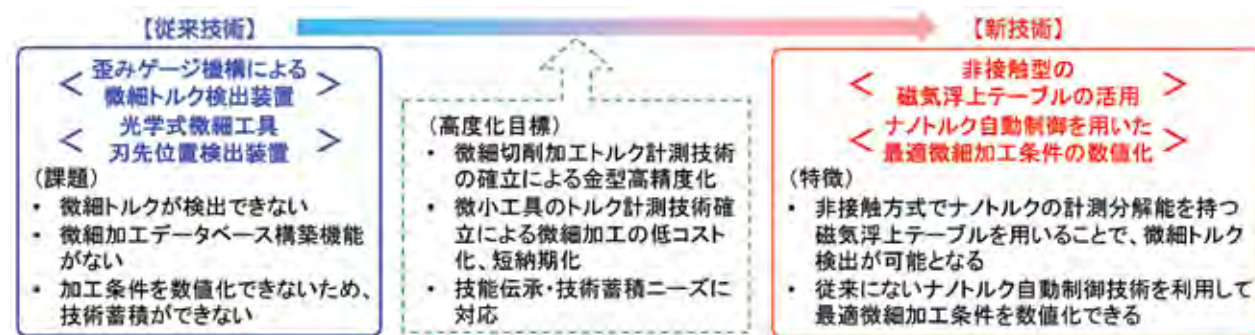
微細加工に関するトルク計測技術、条件の数値化法の確立が望まれる

- 高精度微細金型の実現に向け、微小工具の加工トルク計測技術の確立が求められている
- また、将来の微細加工の技能伝承と技能蓄積等に向け、微細加工条件を数値化し蓄積するためのシステムが必要とされている
- これらの解決に向け、「微細加工トルクを計測する技術」、「微細加工条件を数値化するシステム」から成る「微細切削加工技術ノウハウ構築支援システム」が必要である

研究開発の目標

「微細切削加工技術ノウハウ構築支援システム」の実現を目指す

- ナノトルク自動制御技術の確立
 - ➡ 磁気浮上テーブルの位置制御分解能: $\pm 0.5\mu\text{m} \Rightarrow \pm 0.05\mu\text{m}$ へ
 - ➡ トルク計測分解能: $10\mu\text{Nm} \Rightarrow 1\mu\text{Nm}$ 以下に
- 「微細切削加工技術ノウハウ構築支援システム」の完成
 - ➡ 直径10 μ mの微小工具の微細加工トルク検出機能を持つ
 - ➡ 操作時間:加工準備段階からデータベース構築までを60分以内に



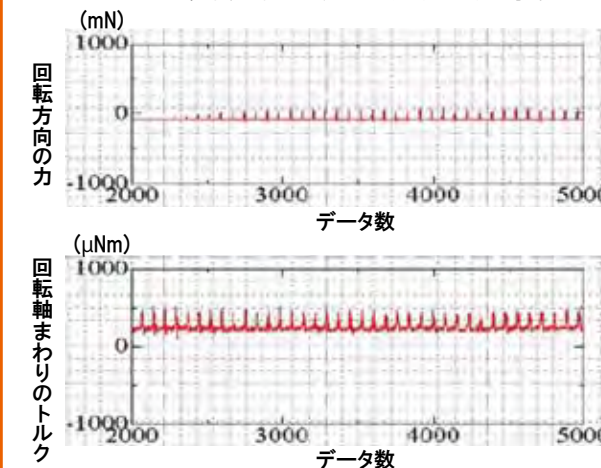
研究開発の成果／目標→概ね達成

ナノトルク自動制御技術の研究とシステム機器の改良

- 微細切削加工トルクを検出するために、1 μ Nm以下の計測分解能を持つ磁気浮上テーブルを製作し、ナノトルク(0.8~1 μ Nm)の計測分解能へと向上させた
- 開発した磁気浮上テーブルに改良を行い、位置制御分解能0.01~0.05 μ mの高精度化・小型化を実現

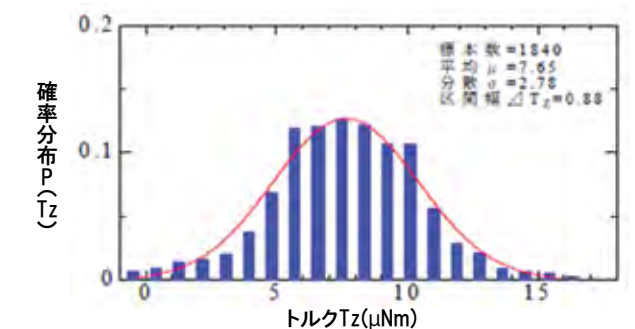
微細加工トルク計測結果の表示方法

～微細加工時におけるトルク計測技術として、最終的には、微細ドリルが受けるトルクを完全にグラフ化し(左図)、さらに統計手法を用いた確率分布図に表す方法(右図)も考案した～



システム構築と微細加工基礎データベースの研究

- 磁気浮上テーブルを用いて、微細切削加工技術ノウハウ構築支援システムを実現するためのハード機器(刃先位置画像検出装置等)開発、ソフト(操作アルゴリズム、マニュアル等)開発を実施
- 開発した磁気浮上テーブルと刃先位置画像検出装置を用いて、100 μ m以下の各種微細ドリル加工時のトルク検出実験を行い、金型素材等の金属系素材の微細加工基礎データベースを構築するノウハウを確立した



事業化への取り組み／実用化に成功、事業化は停滞中

事業化状況

- 本技術を活用し、直径10 μ mまでの微細穴加工品試作加工受託事業を実施している
- 本システムの有償貸し出しが可能

効果

- ロス削減:直径50 μ m以下の微細穴加工時におけるドリル欠損を防ぐための加工条件を事前にトルク検出できる
- 安定供給化:それぞれの加工機に応じた加工条件を事前にトルク検出できる
- 微細化:さらに直径10 μ m以下のドリル加工時におけるトルク検出が可能
- 新用途:工具メーカー向け等の微細ドリル製作の信頼性試験に活用可能

知財・広報活動

- 論文:安東隆志「磁気浮上システムにける粘弾性定数のオンライン同定と微小トルク計測」(H23.9)
- 雑誌:月刊生産財マーケティング2011(H23.7)
- 特許:「加工装置」(特開2010-125527)

今後の見通し

本システムを活用した微細加工分野の受託加工事業に注力

- さまざまな分野から微細穴、微細加工の問合せを受けており、本システムを用いて、微細加工分野の受託加工事業に注力していく
- 受託加工時に本システムを用いて、現場使用実績を重ねつつ、システムの販売に向けた研究を継続していく

企業情報 有限会社大阪製作所

事業内容 精密加工品受託加工事業

住 所 大阪府八尾市楽音寺5-137

U R L <http://www.osaka-jp.net>

【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 後藤良一

T e l 072-941-1813

e-mail 510@osaka-jp.net

ガスアシスト成形を用いて、高密度・厚肉成形を実現する新しい金型成形技術の開発

プロジェクト名 成形条件の最適化による厚肉中空成形用金型の開発

対象となる川下産業 建物、産業機械・工作機械、自動車

研究開発体制 (株)トロピカルテクノセンター、(有)奥原鉄工、タイガー工業(株)、拓南伸線(株)、沖縄県工業技術センター

ガス充填時間を短縮した場合の試作成形品
(中空は生じないが、外縁に高密度層を安定形成)



【従来】

○トラス構造における鉄鋼製のボールジョイントは高価である。樹脂製品への置き換えが実現すればコストダウンに繋がるが、従来手法では十分な剛性が得られない

【研究開発のポイント】

○遠心力を活用しながらガスアシスト成形法を用いることによって、偏肉・内部不良のない成形を行う

【成果】

○ガスアシスト成形用の金型を製作し、ガス圧の条件によって中空の形成有無、表面近傍の高密度化の可否があることを実証

○剛性評価を行い、約15%の引張強度の向上を確認

【利用イメージ】

○大型・厚肉樹脂製品の実現により、様々な強度部材(ボルト等)への展開が可能

研究開発のきっかけ

金属材料から樹脂材料への置き換えを目指し、金型成形技術を開発

○金属材料価格の高騰で、安価で高剛性の樹脂製品ニーズが高まる。特にトラス構造に使われるジョイント部材で、鋼球からの転換が求められる

○射出成形は薄肉製品向けの技術であり、トラス構造ジョイント部材の成形については対応が難しく、形状のバリエーションも乏しい

○厚肉製品を生産するためにガスアシスト成形法を用いつつ、遠心力を活用することで、均一性を確保

研究開発の目標

遠心力を活用した新しいガスアシスト成形

○金型設計手法を最適化

➡ ガス圧力と遠心力が作用する下での樹脂流動状態をシミュレート

○強度・剛性の向上

➡ 従来は厚肉部10mm程度のところ、より厚い

成形を行い、強度・剛性を向上

○厚肉品の成形

➡ ガスアシスト成形金型の回転機構を開発。厚肉部が35mm程度の中空部を偏肉・内部不良なしに成形

【従来技術】

<トラス構造の鋼材製ジョイント>

- ・ 十分な強度を保持することが可能だが、建築コストが高い(一般的な鉄鋼製トラス構造の建築コスト3万円/m²)

<トラス構造の樹脂製ジョイント>

- ・ 樹脂による厚肉成形は容易でない
- ・ トラスバーを結合する角度に自由度がないため、構成できる形状のバリエーションが少ない

【新技術】

<ガス圧力及び遠心力作用による厚肉樹脂製ジョイント>

- ・ 従来のガスアシスト成形では困難な、「厚肉成形」を目指す
- ・ 厚肉にすることにより、トラス構造等に必要な剛性を満たす商品に

研究開発の成果／目標→一部達成

遠心力による樹脂成形の挙動を解析

○中空部を球体の中心に形成するためには、アシストガスの役割を持つ窒素ガスの注入口を、球体キャビティの表面でなく、中心付近とする方がよい

○解析手法を確立し、金型を回転させる効果をシミュレーションすることによって、中空部の成形予測を実現

○ナイロンGF50のような粘性が高い材料の場合、コアの回転数を300rpmと比較的小さくしても、キャビティ内の樹脂は中空形状に成り得る

厚肉中空成形用金型を開発

○多数の金型を試作し、スプルー冷却構造やゲート部の逆流防止機構、回転金型における円環状に配置したランナーなどの試行を実施

厚肉中空の成形品を試作

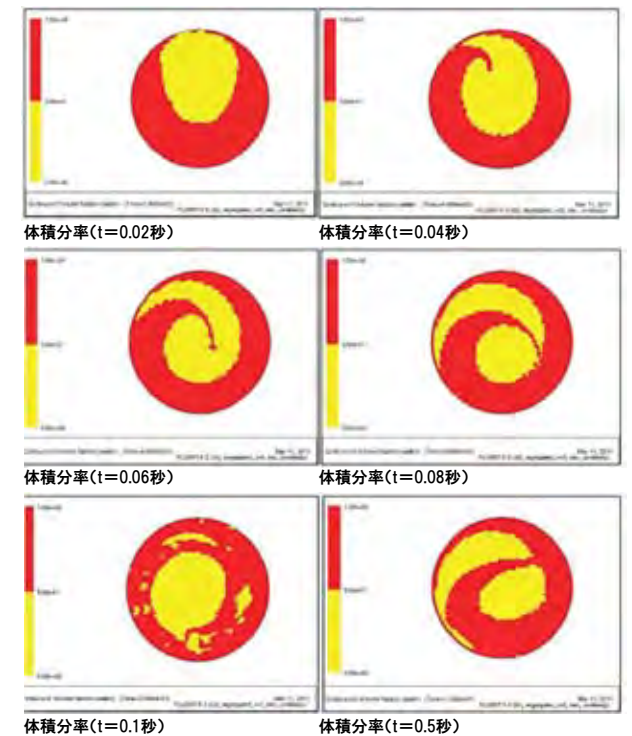
○ガス圧の持続時間を600秒程度とした場合、中空部は形成できないものの、ボールジョイントとしての実用が可能である

○回転機構を備えた金型を用いる場合、コアの回転数を大きくすることで成形品の表面近傍の密度が高く、中心部の密度が低いことを確認

○厚肉品を安定して成形する技術を確認。強度部材等への活用が可能

金型のコアを回転させた場合の効果についての流体シミュレーション(流体体積法 VOFモデル)

～回転数1,500rpmの条件では、0.5秒経過で、ほぼ中空に近い状態に(ただし、回転による遠心力のみで3次元の球体を成形したい場合には、回転軸を変えながら様々な角度でコア回転を行う必要あり)～



事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況

○補完研究中であり、実用化はH26年度の見込み
○試作機・サンプルなし

効果

○軽量化: 従来、鋼材で作られていた厚肉部品を樹脂にすることで軽量化を実現する

○強度向上: 樹脂部品を製作する際、肉厚を大きくし剛性を高めることが可能

○歩留まり向上: 厚肉部品を樹脂で成形する際に、内部不良などを低減できる

今後の見通し

当初想定したボールジョイント以外の用途への活用も視野に、補完研究を実施

○大型樹脂製ボルトの成形手法として、引き続き検討を行っている。今後は、樹脂製ボルトに関する既存製品の調査や、本事業成果(厚肉成形)により得られる樹脂製ボルトの形状や性能の予測を実施

○具体的には直径30mm程度の樹脂製ボルトの成形を目指し、これによって電気・電子分野や自動車分野についても販路の開拓を行っていく。現在市場では直径16mmのボルトが最大であるため、樹脂製(軽量・絶縁性に優れている)で大型のボルトは様々な分野における活用が見込まれる

企業情報 有限会社奥原鉄工

事業内容 精密機械器具設計・制作

住 所 沖縄県島尻郡与那原町字上与那原363-3

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役社長 奥原崇彦

T e l 098-945-3986

e-mail info@ohk.jp

コスト削減に対応するとともに環境にも配慮した 薄ウエハーサポートの新技術開発

プロジェクト名 貫通電極形成技術対応耐熱薄ウエハーサポート治具の開発

対象となる川下産業 情報通信・情報家電・事務機器産業、半導体・液晶製造装置産業、電子機器・光学機器産業

研究開発体制 (財)埼玉県中小企業振興公社、東洋樹脂(株)、信越ポリマー(株)、芝浦工業大学

自動化対応グリップリング



【従 来】

○従来の薄ウエハーサポート方式は、専用装置が高価であり、また接着剤剥離のための溶剤使用が環境負荷、半導体回路の損傷につながる恐れがあった

【研究開発のポイント】

○二重リング構造のグリップリングに高耐熱のエラストマーフィルムを装着した治具で、フィルムの粘着性で薄ウエハーを保持する方式を開発し、貫通電極形成工程でのコストダウンと環境負荷削減に対応

【成 果】

○機械的強度、耐熱性ともに、十分に仕様を満足するグリップフレームの試作品を完成した

○樹脂グリップリングとフィルムからなる薄ウエハーサポートを用い、実際のはんだバンプを形成するリフロー工程を実施し、実用性を検証した

【利用イメージ】

○半導体の貫通電極(TSV)形成工程における薄ウエハーのサポート治具として用いられ、工程におけるコストダウンと環境負荷削減に貢献する



研究開発のきっかけ

高付加価値メモリー製造のために、薄ウエハーサポート技術の高度化が不可欠

○近年飛躍的に増大する情報量に対応し、半導体メモリー技術の高度化と、ロジックLSI等と組み合わせる高付加価値メモリーが求められている

○メモリーの高度化、高機能化を実現する技術として、チップ内に貫通電極を設け複数チップを垂直に接続する3次元実装が注目されているが、貫通電極形成工程における薄ウエハーサポート技術の開発が急務となっている

○ガラス基板をサポート材料としてウエハーを接着剤で張付、薄化する方式が提案されているが、ウエハーとガラス基板との張り合わせや着脱に高価な専用装置が必要となる。また接着剤剥離のための溶剤使用により、環境負荷増大や剥離時の半導体回路の損傷が懸念される

研究開発の目標

貫通電極形成工程でのコストダウンと環境負荷低減に対応する新技術

○300mmウエハー用樹脂製グリップリングの試作、耐熱評価を実施し、樹脂によるグリップリングの製品化の可能性を検証
○半導体製造工程での自動化に対応し、ユーザー

評価が可能なグリップリングの試作品を完成
○半導体回路再配線後の薄ウエハーのはんだバンプ形成工程における本サポート治具の実用性を確認

【従来技術】

＜ガラス基板をウエハーサポートに使用する方式＞

- (課題)
- ・ 効果なプロセスコスト(高価な装置、ガラス基板)
 - ・ 溶剤等の排水設備と環境負荷
 - ・ 剥離溶剤による回路パターンへのダメージ

【新技術】

＜エラストマー(ゴム状)フィルムの粘着性でウエハーを接着する方式＞

- (特徴)
- ・ 安価な治具で特別な装置を必要としないため、プロセスコストが低い
 - ・ 回路パターンへダメージを与えない
 - ・ 再利用可能であり、産業廃棄物が削減できる環境対応型技術

研究開発の成果／目標→概ね達成

グリップリング仕様の検討

- ユーザーからの要求が高い搬送自動化に対応したグリップリング構造を考案した
- グリップリング構造を実現するための樹脂選定は、シミュレーション技術を用いて検証を行い、また詳細な技術仕様は、想定されるユーザーからの助言や汎用装置の仕様を基に決定した

グリップリング試作・評価

- 300mmウエハー用グリップリングの260℃での耐熱評価を繰り返し実施し、300mmウエハー用グリップリングの樹脂化の可能性を検証した
- 本事業で定めた自動化対応グリップリングの仕様を基に、金型設計を行った。耐熱樹脂特有のウェルド強度の低下を解消するための対策を施した上で試作を行い、試作品の寸法仕様の確認や、機械的強度、耐熱評価を実施した結果、ユーザーでの評価に耐えられる搬送自動化対応グリップリングの試作品を完成することができた

グリップリングの再利用システムの検討

- 半導体トレイのリユースシステムでの原単位を利用し、樹脂製グリップリングのリユース、リサイクルコストを算出した。その結果、回収業者を利用したリユース、リサイクルでも十分な経済性があることが分かった
- このモデルを基に、事業化に必要なグリップリングのリユース・リサイクルの提案資料を作成した

はんだバンプ形成工程への応用検証

- 再配線後のウエハーを用い、開発したウエハーサポートシステムではんだバンプの形成実験を実施した
- はんだバンプの品質評価を行い、ウエハーサポートシステムからのアウトガスの影響がはんだ品質に影響を与えないことを検証した

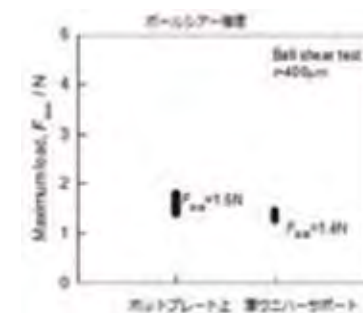
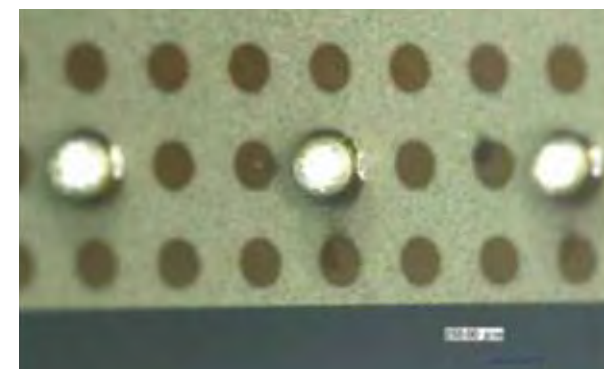
200mmウエハー用グリップリングの試作と性能試験

～試作した樹脂製グリップリングに耐熱エラストマーフィルムを張り合わせ、はんだリフロー温度260℃の耐熱性評価を繰り返し10回実施。十分な耐熱と機械的強度を有することを示した～



薄ウエハーサポート治具を用いたバンプ形成

～樹脂製グリップリングからのアウトガスのはんだ形成への影響を評価し、貫通電極形成工程での実用性について検証。はんだボールが溶け、チップの銅電極上にはんだバンプがうまく形成されていることを確認した～



企業情報 東洋樹脂株式会社

事業内容 プラスチック成型品の設計開発・量産、金属材料との複合、めっき、塗装加工

住 所 埼玉県坂戸市南町18-20

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

主要取引先 ルネサスエレクトロニクス(株)、エルピーダメモリ(株)、(株)村田製作所、(株)日立製作所、アルプス電気(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 風間均

T e l 0493-65-2226

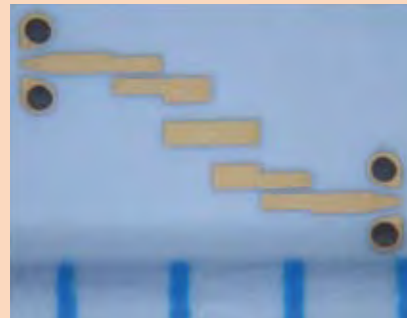
e-mail toyo-om@toyojushi.co.jp

各種通信機器の小型化・高性能化を実現する 温度特性ゼロのセラミックス製基板

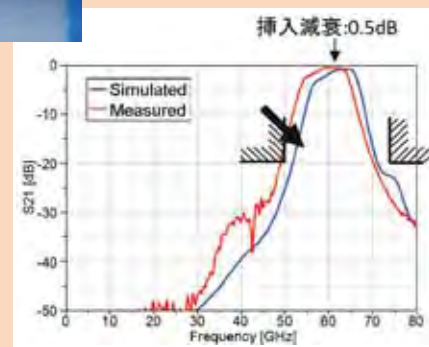
プロジェクト名 低熱膨張率・高熱伝導性基板等の研究開発

対象となる川下産業 自動車、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)ファインセラミックスセンター、(株)ヤスフクセラミックス、丸ス釉薬(資)、太陽誘電(株)、名古屋工業大学、名城大学、愛知県産業技術研究所(瀬戸窯業技術センター)



セラミックス基板(厚さ0.2mm)上に形成された帯域通過フィルタの電極パターン(スケール単位:1mm)



帯域通過フィルタの伝送特性(赤が測定波形、青がシミュレーション値。挿入減衰0.5dB。赤青の波形が少しシフトしているのは設計時点で用いた材料定数の違いによる)

【従 来】

○従来の樹脂基板は誘電率が大きいことから小型化に不向きである上に、熱膨張率が高いことなどから温度安定性の点でも難点がある

【研究開発のポイント】

○セラミックスは樹脂に比べ熱膨張率と熱伝導性の点で優れており、基板材料としてより好適である
○セラミックス基板を開発し、量産化のめどをつけることにより、車載用通信機器等の小型化・高性能化を実現する

【成 果】

○樹脂基板より高強度で熱膨張率が低いセラミックス製高周波回路基板とその量産化技術を開発
○高付加価値化のための基板回路の高密度実装化、ゼロ温度係数化を実現

【利用イメージ】

○自動車に搭載されるミリ波衝突防止レーダの高周波回路基板等に用いられ、従来の樹脂基板に比べ、低熱膨張率化、高熱伝導性を実現

研究開発の成果／目標→達成

セラミックスが持つ基板材料としての好適性を証明

○開発したセラミックス基板は樹脂基板より高強度で、2~3ppm/Kという低熱膨張性を示し、高周波回路基板として優れている

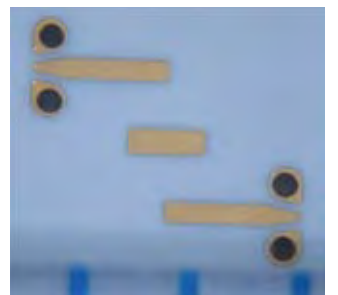
セラミックス基板の量産化技術を開発

○工業用量産器を用いてウイルマイト量産化を試み、調合量200kg/ロット単位でウイルマイトの合成品を作製することが可能に
○セラミックス基板の誘電率のばらつきをロット間で5%以下、同一基板面内で2%以下に抑えることに成功

基板回路の高密度実装化に加え、ゼロ温度係数化による高付加価値化に目途

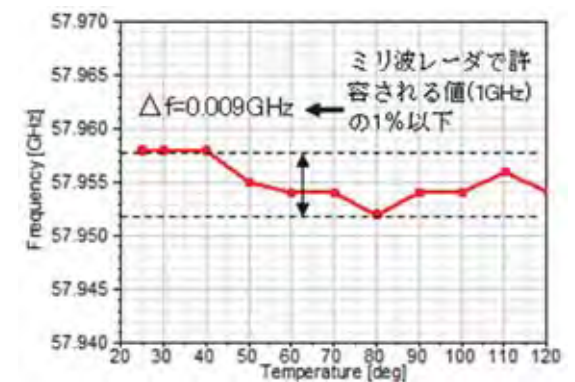
○高密度実装については、樹脂基板の4倍以上という当初目標を上回る5.5倍という結果が得られた
○基板の共振周波数が温度によって変化しない(ゼロ温度係数化)ための材料制御技術を開発

試作されたミリ波共振素子～セラミックス基板(厚さ0.2mm)の上に形成されたミリ波共振素子の電極パターン(金/パラジウム/チタン、厚さ3μm)で、スケール単位は1mm～



試作されたミリ波共振素子の周波数の温度変化

～共振周波数の温度変化は僅か0.009GHz(0.02%)以下で、車載用ミリ波レーダで許容される1GHzより遙かに小さい。さらに厳しい安定度が要求されるミリ波画像伝送設備に関する規格も十分満たしている～



研究開発のきっかけ

従来品に比べ熱膨張率と熱伝導性に優れたセラミックス製基板の開発

○自動車の安全性・快適性向上のため、車載用レーダや無線LAN/PAN等の通信機器の小型化・高性能化が求められている
○従来の樹脂基板は誘電率が大きく小型化に不向きで、熱膨張率が高いことなどから温度安定性の点でも難点あり
○樹脂に比べ熱膨張率が低く熱伝導性が高いセラミックスを用いた基板と、その基板回路の高密度実装化技術の開発を目指す

研究開発の目標

低熱膨張率・高熱伝導性セラミックス基板の開発と量産化

○熱膨張率の低減化
➡樹脂製:20ppm/K→セラミックス製:10ppm/K
○熱伝導性の向上
➡樹脂製:0.8W/mK→セラミックス製:3.3W/mK
○量産化技術の開発等
➡合成粉末の量産化(200kg/ロット)、基板の量産化(2インチ角、厚さ0.2mm以下)、基板回路の高密度実装化(従来の基板回路の4倍)

【従来技術】	【新技術】
＜樹脂基板＞ セラミック配合PIFE(樹脂基板) 熱膨張率:20 ppm/K 熱伝導率:0.8 W/mK 温特:7Cf=-380ppm/K Qf=4,400 GHz (課題) - 熱伝導率が低い - 温度特性大きい - 有極性(異方性) - 耐熱性が低い - 誘電率の温度変化に屈曲点あり - 金属との接着が悪い	＜セラミックス基板＞ セラミック基板(フォーステライト/ウイルマイト) 熱膨張率:10 ppm/K 熱伝導率:3.3 W/mK 温特:7Cf=0 ppm/K Qf=900,000/113,000 GHz (特徴) - 熱伝導率が高い - 温度特性ゼロ - 無極性(等方性) - 耐熱性が高い 超高密度実装基板による車載ミリ波レーダなど車内外通信機器の小型化！ 【レーダ】 【カメラ】 - 誘電率の温度変化に屈曲点なし - 金属との接着が良い

事業化への取組み／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況

○情報・家電分野を中心にユーザ開拓を実施中
○サンプルあり(無償、高周波回路用基板と基板焼成用粉末)

効 果

○高耐熱性:熱伝導率は樹脂基板の10倍以上
○高強度:熱膨張率は樹脂基板の数分の1
○省エネ:誘電損失が樹脂基板の10分の1以下

知財・広報活動

○論文:菅章紀他「フォーステライト系及びウイルマイト系低熱膨張率・高熱伝導性基板等の研究開発(Ⅱ)」(H23.9)、中澤博和他「フォーステライト系及びウイルマイト系低熱膨張率・高熱伝導性基板等の研究開発(Ⅳ)」(H23.9)

○出展:国際セラミックス総合展(H23.10)、マイクロウェーブ展2011(H23.12)

今後の見通し

コスト低減を図りつつターゲット市場で顧客開拓を推進

○研究開発はほぼ完了しており、コスト低減のための粉末の検討を進めている
○開発した基板の優位性をPRしながら、無線LAN等へのアプリケーションが期待される分野に市場のターゲットを置く
○川下企業に試作基板、粉末等を提供して性能評価を実施しつつ、情報・家電分野等でのユーザを開拓中

企業情報 株式会社ヤスフクセラミックス

事業内容 粉末成形による各種工業用セラミックスの製造

住 所 愛知県岡崎市羽根西2-1-11

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

主要取引先 日本ガイシ(株)、㈱生方製作所、東亜電気工業(株)、㈱富士セラミックス、浜松ホトニクス(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 常務取締役(営業セクション) 安福千博

T e l 0564-51-4648

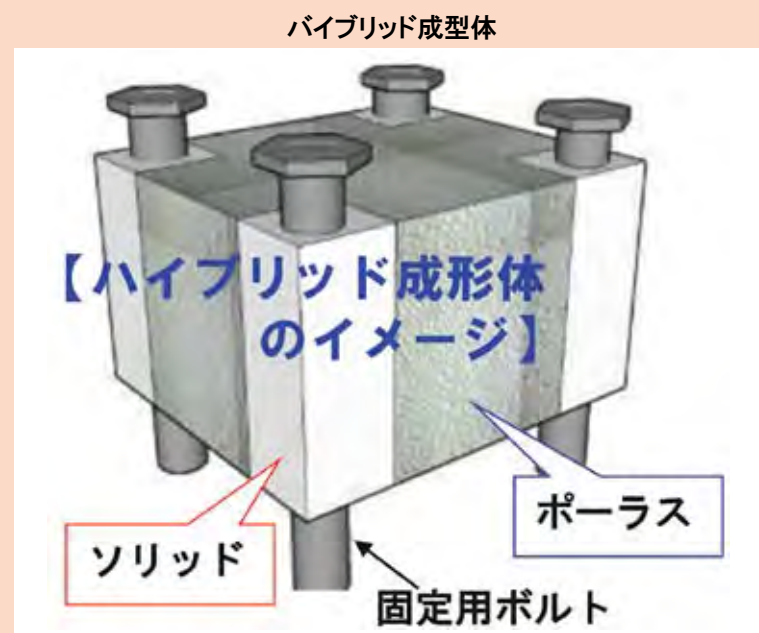
e-mail chihiro@yasufuku.com

軽量かつ吸音性能を持ちながら必要な部分に強度を持たせる発泡樹脂ハイブリッド成形品の開発

プロジェクト名 発泡樹脂にかかるポーラス成形技術の確立

対象となる川下産業 自動車、家電、建物、電機機器

研究開発体制 (財)岐阜県研究開発財団、DAISEN(株)、中央大学、岐阜県産業技術センター



【従来】

○軽量、断熱、衝撃吸収性、吸音機能等のメリットを持つ世界唯一のポーラス成形技術だが、施工強度不足が課題

【研究開発のポイント】

- ハイブリッド構造を自由に形成できる最適な温度制御技術を確立
- ポーラス状況を「通気度」で計測するインプロセス技術を開発
- これらを組み込んだ成形機、特殊金型を開発

【成果】

- ポーラス成形で開発したインプロセス制御方法をハイブリッド成形へ展開
- ポーラス成形同様に安定した通気抵抗値を得るインプロセス制御方法の検証ができた

【利用イメージ】

○自動車用の嵩上げ部材、下肢部衝撃吸収材、側突衝撃吸収材等に用いられ、ピーク吸音率が60%以上あり、従来吸音性能を有する部材と比較して20%の軽量化を実現

研究開発のきっかけ

自動車メーカーから、安価で軽量の吸音材や緩衝材の安定形成が求められていた

○自動車の内装材で吸音機能を持つ安価で軽量の部材ニーズに応じて開発したポーラス成形技術だが、実利用に向けては曲げ等の強度の向上が必要

○ポーラス成形体の吸音特性とソリッド成形体の機械強度を適正に融合したハイブリッド成形体を開発

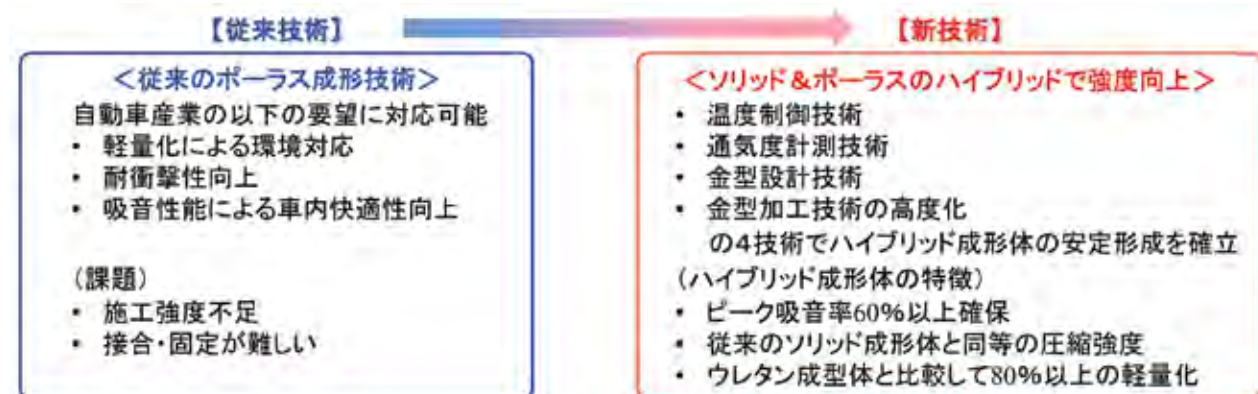
○ハイブリッド成形体を安定して形成するには、部位毎に異なる最適な温度制御技術、通気度計測技術、金型設計技術の開発が必要

研究開発の目標

「軽量化」と「耐衝撃性」、「快適性」を発揮できる世界初の発泡樹脂ハイブリッド成形体を開発

○同一金型内で温度を部分制御し、空隙率25%程度のポーラスと0%のソリッドを、同時に成形

○部分的に異なる温度制御を可能にするため、スチーム及び冷却エアを局所的かつ同時に流すキリ穴を適正に配置したハイブリッド成形金型を開発



研究開発の成果／目標→概ね達成

ポーラス部分のインプロセス制御方法によるハイブリッド成形技術の開発に成功

- 試作成形品(400×350×20mm)において製品寸法差が1.5mm以内、通気抵抗値バラつきが±0.4kPa・s/m以内、加熱条件の設定により通気抵抗値を任意に設定可能
- ソリッド部分のインプロセス条件、評価方法の確立が今後の課題

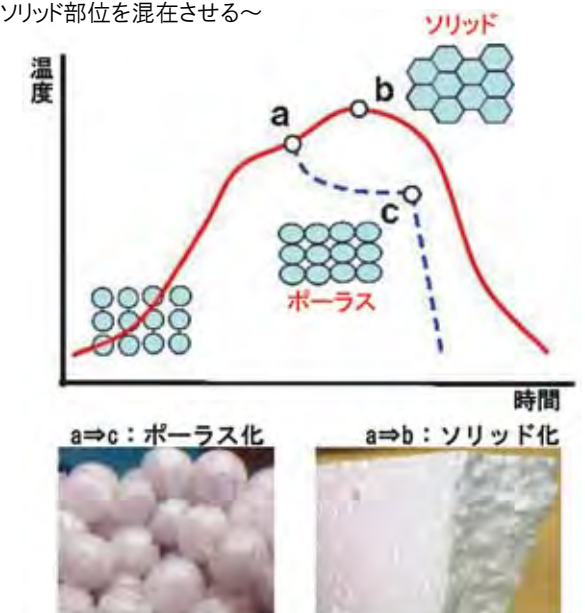
複雑3次元形状ハイブリッド用金型の製造技術の開発

- 自動車用部品を想定した複雑3次元形状のハイブリッド用金型を試作し、成形に成功
- 金型を昇温促進させる構造によって、金型薄肉化50%を達成

成形体の吸音・強度性能評価技術の開発

ハイブリッド成形イメージ

～発泡樹脂は加熱時間が長いとソリッド構造となり、冷却すると空隙率の高いポーラス構造となることから、ハイブリッド成形方法は上記工程を1成形サイクル中に行うことで、ポーラスとソリッド部位を混在させる～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H24年度中の事業化を目指す
- 試作サンプルの提供可能(要相談)

効果

- 吸音性能:汎用原料を用いて専用機械、金型による成形方法でピーク吸音率60%以上の吸音性能と従来品と同等の部分強度を併せ持つ
- 軽量化:従来150kg/m³の材料を嵩上げ部材として用いていたが、発泡樹脂にすることで80%以上の軽量化(30kg/m³)を実現
- 強度・剛性向上:ポーラス成形体のみではカバーできなかった強度をハイブリッド成形することで、従来の無通気品と同等の強度を実現

知財・広報活動

- 論文:「機能性材料を用いた音響特性チューニング手法の開発」(H23年春季音響学会)
- 出展:中部ものづくり基盤技術展(H23.11)、新技術・新工法展示商談会(H24.2)

今後の見通し

H24年度の事業化を目指し、顧客の求める品質実現に向け補完研究中

- 事業化に向けた専用金型等の耐久性等を検証中。顧客と密な打合せ、試作等を行い、より事業化に近い視点での補完研究を継続
- 現在、試作品を作製納品し顧客が試験を実施している。異なる形状の製品ごとの評価方法を継続研究中
- H24年度の事業化を目指している。顧客の求める品質体制をクリアすることで販路拡大を狙う

企業情報 DAISEN株式会社

事業内容 発泡樹脂における成形機械、金型、成形加工品の製造販売
住 所 岐阜県中津川市駒場町2番25号
U R L <http://www.daisen-inc.co.jp>
主要取引先 自動車、電気、化学等の大企業

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発室 榎泰貴
T e l 0573-66-0555
e-mail tate@daisen-inc.co.jp

植物由来樹脂を幅広い製品に導入することを可能にし、CO₂排出量の削減に大きく貢献

プロジェクト名 植物由来樹脂の結晶化速度を早める植物由来添加剤の研究開発

対象となる川下産業 情報家電、自動車

研究開発体制 NPO法人近畿バイオインダストリー振興会議、バイオベース(株)、大阪大学、Bio-energy(株)、関西化学機械製作(株)

開発ポリ乳酸コンパウンド成形品の試作例
(様々な着色に対応可能)



植物由来樹脂の成形品例

【従来】

○環境対応の観点からプラスチック材料のカーボンニュートラル化が求められているが、量産の始まっている植物由来のポリ乳酸は、成形サイクルが長く物性にも問題があり、汎用性がない

【研究開発のポイント】

○植物由来の原料割合をほぼ100%以上維持しながら、エンジニアリングプラスチック(エンブラ)並みの耐熱性を得ることで、製品の汎用性を高める

【成果】

○添加剤の開発を行い、植物由来樹脂の結晶化速度を早めるとともに、添加剤の生産の低コスト化を実現。製品として、140℃の耐熱性を実現するとともに、800トン程度的大型成形機による成形品に至るまで様々な成形品への対応が可能

【利用イメージ】

○自動車や情報家電などの様々な製品に活用

研究開発のきっかけ

環境対応意識の高まりから、植物由来のプラスチック需要が高まる

○化石資源の枯渇や地球温暖化の防止の観点から、また商品の高付加価値化の観点から、植物由来樹脂のプラスチックに対するニーズが高まる

○植物由来のポリ乳酸(PLA)の量産が始まり、石油系樹脂の一部の代替が期待されるものの、射出成形用途においては、成形品の耐熱性は低く、成形サイクルが長い

○成形サイクルの長さから高コストとなってしまう、また耐熱性が低いために、植物由来プラスチックの求められている分野に導入できない

研究開発の目標

実用的な植物由来プラスチックの生産によって、環境に貢献

○添加剤の最適化・混合技術の開発

➡ 植物度98%以上の条件下で、200℃溶融後毎分100℃の冷却速度での冷却時結晶化発熱量40J/g以上(現行5J/g未満)

○耐熱機能

➡ 情報家電、自動車に使用される石油由来樹脂と同等以上(熱変形温度110℃以上)

○成形技術の開発・成形時間短縮

➡ 成形時間を短縮(300秒→30秒)

○量産を見据えた生産プロセス

➡ 歩留まり:低分子(分子量≤1000)含有率1%未満とし、生産コストはエンジニアリングプラスチック(¥500/kg)以下

【従来技術】

<現行の樹脂製品>

【石油由来樹脂】

- ・生産コストが低廉
- ・石油資源の枯渇、環境配慮の観点からは問題がある

【植物由来樹脂】

- ・環境への寄与が期待できる
- ・生産コストが高い
- ・耐熱性に劣る

【新技術】

<植物由来添加剤を混合した植物由来樹脂>

- ・生産コストはエンジニアリングプラスチック(石油由来樹脂)と同等としながら、植物由来の割合98%以上とし、環境にも配慮
- ・実用性を高める観点から、成形時間も石油由来樹脂と同程度
- ・石油由来樹脂からの置き換えをにらみ、ポリプロピレンと同等物性

研究開発の成果／目標→達成

新たな機構の植物由来添加剤を開発

- 開発を行った添加剤がポリ乳酸マトリックス中に分散し、溶融状態からの冷却過程で、まず添加剤が結晶化し、その結晶が造核剤となり、表面にポリ乳酸鎖が吸着しエピタキシャルに結晶化が進行すること、またこの作用が添加剤の分子運動性を大きく向上させることが判明
- 添加剤の仕様について研究を進め、添加剤単体での結晶化度≥50%を達成
- 高価ではあるが、添加剤を高機能化できる可能性を持つD-乳酸について低コスト生産方法を検討

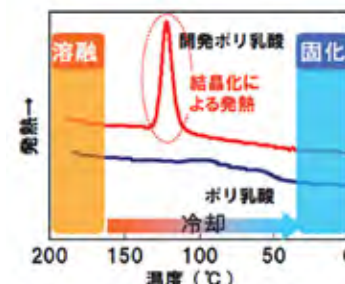
混合・成形技術の開発

- 開発添加剤の植物由来樹脂への混合技術を確認。添加剤の混入量を抑えながら、添加剤結晶表面を分散・生成する結晶の数を高めた
- 金型温度90℃の条件で、成形時間30秒(石油由来樹脂の場合、金型温度40℃の条件で30秒)
- 140℃の耐熱性を達成し、石油由来樹脂(ポリプロピレン、ポリスチレン等)以上の熱変形温度を実現

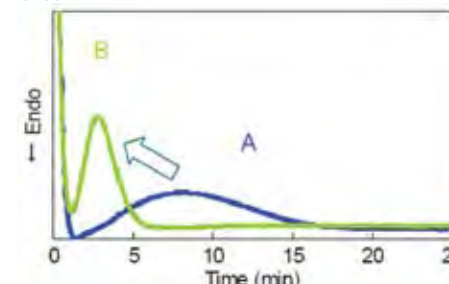
実用化可能な量産プロセスの検討

- 収率を高め、原料費、工賃を含めて400～600円/kg程度が実現可能な見込み

添加剤の混合による効果 ～添加剤の混合による結晶性・結晶化速度の向上～



DSC曲線 青:ポリ乳酸、赤:添加剤混合ポリ乳酸(冷却過程)
添加剤の混合により、溶融後の冷却時に結晶性が大きく向上



DSC曲線 青:ポリ乳酸、赤:添加剤混合ポリ乳酸(95:5wt%)(105℃等温結晶化)
添加剤の混合により、結晶化が速まり、射出成形時間の短縮が可能に

事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H23年度に実用化に成功し、事業化間近
- 有償サンプル(植物由来樹脂コンパウンド)あり

効果

- 環境負荷削減:自動車、情報家電分野での植物由来樹脂の使用を可能にした。従来石油樹脂からの置換えで、原料ベースで100%のCO₂削減効果がある
- 耐熱性向上:植物由来樹脂の耐熱性を従来の55℃から140℃まで向上させ、自動車・家電などの生産財の分野での使用を可能とした
- 低コスト化:植物由来樹脂の成形時間を、1/5～1/10まで短縮しているため、成形コストを大幅に低減した

知財・広報活動

- 特願:「ポリ乳酸樹脂組成物およびポリ乳酸樹脂用添加剤」(特願2009-8229)

- 新聞:朝日新聞(H22.2)、日経産業新聞(H21.12)等
- 出展:国際プラスチックフェア(H23.10)、エコプロダクツ展(H21.12)等

今後の見通し

性能評価・耐久試験と生産性向上のための研究を併行して実施し、自動車・情報家電分野での事業化を目指す

- 川下企業へ試作品を提供し、性能及び耐久性試験を実施して、生産財分野への商品開発を行っている

- 補完研究を実施し、更なる高速成形(ハイサイクル)の実現と、量産スケールアップの取り組みを行っている

- まずH24年度中にコンパウンドメーカーへのマスターバッチとしての販売を目指す。更に引き続き行っている研究成果を活用し、H26年度に自動車・情報家電分野での販売を目標とする

企業情報 バイオベース株式会社

事業内容 植物由来樹脂・原料の開発、製造、販売

住 所 京都府宇治市大久保町西ノ端1-25-4

U R L <http://biobasejpn.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役社長
(兼 研究開発部長)
寺田貴彦

T e l 0774-46-8555

e-mail t-terada@biobasejpn.co.jp

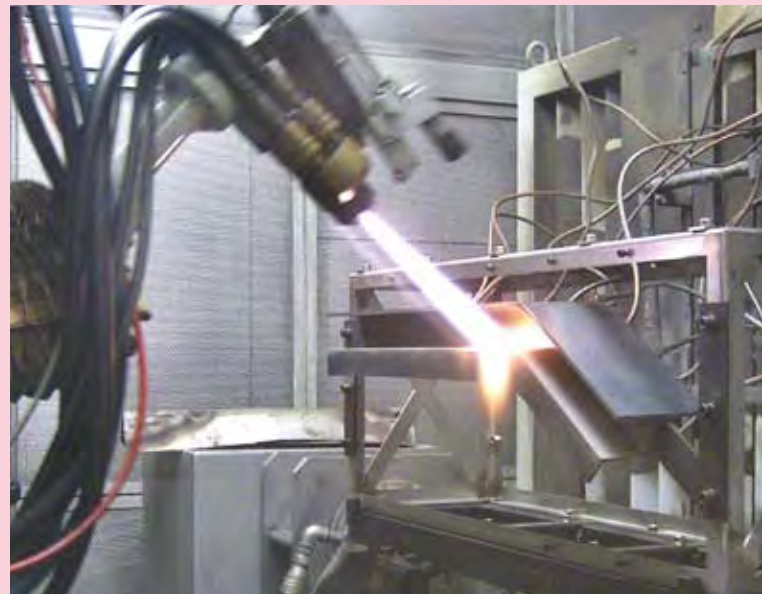
高い機能性を確保しつつ複雑形状部品への適用を可能とする環境配慮型溶射技術の開発

プロジェクト名 環境配慮に適応した溶射技術高度化の開発

対象となる川下産業 航空・宇宙産業

研究開発体制 (財)中部科学技術センター、旭金属工業(株)、北海道大学、九州工業大学

複雑ワークへの溶射の様子



【従 来】

○耐食性や耐摩耗性に優れたクロムめっきが普及しているが、「RoHS規制等世界的な環境配慮の流れ」を受け、環境負荷が少ない新たな生産方法の確立が求められている

【研究開発のポイント】

○現状では課題の多い溶射技術について、精度向上、溶射ロボットのプロセス開発を実施し、安定的な製造プロセス及び環境配慮に適応した溶射技術を確立する

【成 果】

○溶射温度がメーカー推奨温度より高くても疲労強度低下が少ないため、パウダーの歩留まりが向上した
○溶射後の研磨作業を低減させ、コストを削減することにつながった

【利用イメージ】

○クロムめっき以上の機能性を確保しつつ複雑形状部品へ適用できる溶射技術

研究開発のきっかけ

クロムめっきに代替し、環境負荷低減に貢献する溶射が求められている

○クロムめっきは耐食性や耐摩耗性に優れ、複雑形状の機能部位に適用可能で、比較的安価であることから、航空機を構成する多くの部品に利用されている

○ランディングギア、フラップ等の航空機部品は、使用環境が過酷なためより高い耐久性・耐摩耗性が要求されており、またRoHS規制等の流れを受け、クロムめっきに替わる環境負荷が少ない新たな生産方法の確立が求められている

○HVOF溶射(高速フレイム溶射)等の高度技術により、クロムめっき以上の機能性を確保しつつ複雑形状部品への適用を可能とすると共に、環境負荷の低減と生産性の向上を確保する技術へのニーズが増している

研究開発の目標

歴史の浅いHVOF溶射について、基礎データを取得しながら課題解決を目指す

○温度モニタリングの測定精度:誤差温度±10℃以下

○パウダーの付着率:20%以上

○疲労強度:疲労試験100,000サイクルで破断しない

○跳ね返り率:35%以下

【従来技術】

<現状のHVOF溶射技術>

(課題)

- ・被膜が不均一になりやすい
- ・表面粗度が粗い
- ・低付着率/高跳ね返り率
- ・複雑形状物溶射は困難

【新技術】

<環境配慮型HVOF溶射技術>

(特徴)

- ・均一な膜厚、表面粗度向上によるコスト削減
- ・付着率向上、跳ね返り度減少による生産性の向上
- ・複雑形状物製作が可能となり、多様なニーズに応える

研究開発の成果/目標→ほぼ達成

溶射面粗度向上のための試験と評価

- パウダーの選定と、冷却方法の工夫により、パウダーの付着率が向上し、平板では共に付着率の目標値20%以上を達成した
- 選定したパウダーで溶射した15-5PH材の疲労試験片は、ポロシティ、酸化物、未溶融粒子及び皮膜硬度がそれぞれ目標値1%以下、HV1000以上を満たしていた。また破断サイクル数について目標の100,000サイクル以上を達成した

複雑形状ワークによる皮膜の評価

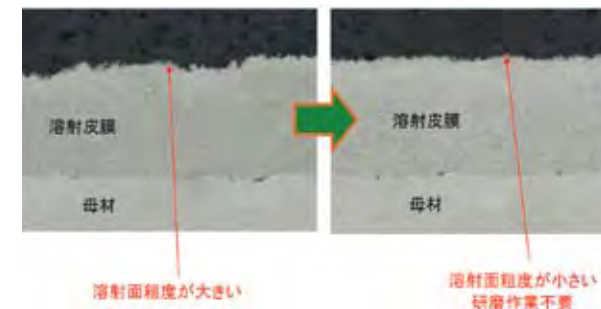
- 複雑形状ワークの溶射面に対するガン角度を工夫することにより膜厚が均一になることが確認でき、膜厚要求値125±25μmを満たすことができた

安定した品質作り込みのための溶射管理技術の開発

- 要素技術の研究開発の成果を集大成し、実機レベルの溶射に適応したHVOF溶射のプロセス仕様書を作成した

溶射品の断面組織

～膜厚に関して良好な結果が得られた方法を用いて溶射を実施。溶射方法の改善によって、溶射面粗度が向上し、目標値を達成した～



事業化への取組み/実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況

- H25年度の実用化に向けて、補完研究を実施中

効 果

- 歩留まり向上:疲労強度の低下が少ない作業限界温度の設定と冷却方法の工夫により連続的に溶射でき、現状より約2割歩留まりを向上することができた
- 複雑形状化:オフラインソフトの開発により、ティーチングを行わずにCATIAデータから溶射プログラム作成をすることができるようになり、複雑な部品に対応できるようになった
- 低コスト化:溶射後の面粗度を4.0μm以下にすることができたため、溶射後の研磨作業が低減され、コストを削減することができた

知財・広報活動

- 出展:香港エアショー(H23.3)、パリエアーショー(H23.6)

今後の見通し

更なる精度の確保のため補完研究を行いつつ、量産への検討を行っている

- パウダーの付着率向上、溶射面粗度の向上、複雑形状ワークへの溶射方法を継続検討している。また新たに皮膜の残留応力について、圧縮応力を評価する溶射方法を補完研究として行う
- 現在、試験片を用いてパウダーの付着率、溶射面粗度、残留応力の測定を実施するなど、更なる改善のため補完研究を継続している
- 川下企業からの引き合いも多く、本格的な量産に向け、実機での試験を実施している。H25年12月より島津製作所(株)を皮切りに量産開始予定

企業情報 旭金属工業株式会社

事業内容 特殊工程を中心として、(1)航空・宇宙機器部品の製作、(2)航空・宇宙エンジン部品の製作、(3)航空・宇宙機器部品の加工用治具・組立治具の製作、(4)原子力機器部品・加速器部品の製作、(5)その他大物部品の陽極処理

住 所 岐阜県安八郡安八町牧4851-4

U R L http://www.akg.co.jp

主要取引先 三菱重工業(株)、川崎重工業(株)、島津製作所(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業担当常務取締役 中村 止

T e l 0584-64-5061

e-mail tnakamura@akg.co.jp

溶射加工の高速化・生産性の向上をもたらす 大容量プラズマ溶射装置と溶射皮膜

プロジェクト名 大容量プラズマ溶射装置における溶射皮膜の研究開発

対象となる川下産業 産業機械、半導体・液晶製造装置、製紙機械・印刷機械

研究開発体制 (公財)滋賀県産業支援プラザ、(株)シンコーメタリコン

セラミック溶射材料による溶射状況



【従来】

○火力発電のガスタービンのコーティングではプラズマ溶射法によるアブレイダブル溶射皮膜が用いられるが、施工面積が大きく、皮膜が厚いため、多くのコスト・時間がかかる

【研究開発のポイント】

- 金属及び多孔質セラミック溶射を実現する大容量プラズマ溶射装置を開発し、これに適合する専用の粉末供給器を製作した
- 溶射状況解析システム及び品質管理データベースにより、溶射フレーム品質の数値管理能力を向上し、非破壊での品質管理技術を確立した

【成果】

○金属溶射皮膜、多孔質セラミック溶射皮膜において、40kW型装置比30倍の生産性を実現

【利用イメージ】

○各種産業機械や液晶・半導体装置等の大きな面積を持つ製品に対して行う溶射施工に関して、大幅な生産性向上、コスト削減、短納期化を実現する

研究開発のきっかけ

アブレイダブル溶射皮膜を安価かつ短時間でというニーズが高まる

○火力発電で用いられるガスタービンには、品質向上・長寿命化を目的に、プラズマ溶射法によるアブレイダブル溶射皮膜が採用されている

○アブレイダブル溶射皮膜の施工は施工面積が大きく、皮膜が厚いため、多くのコスト・時間がかかる

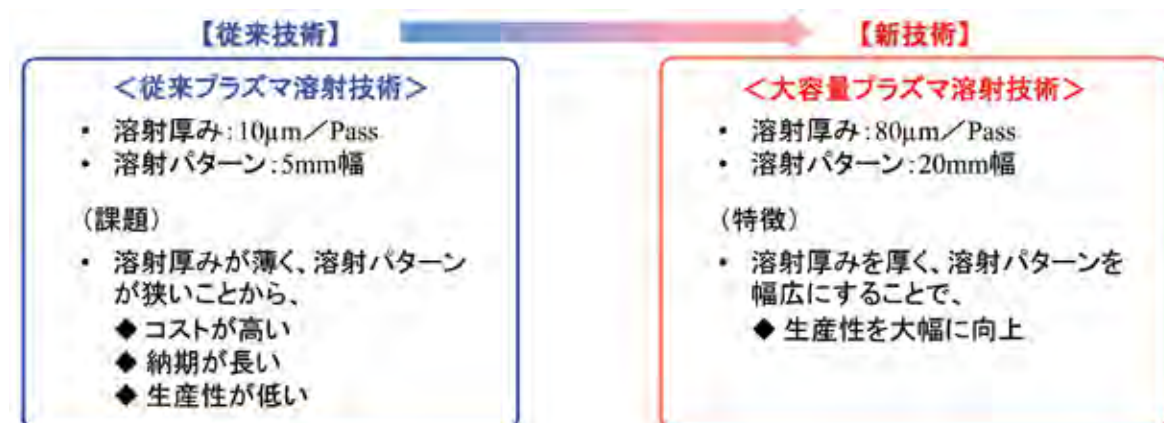
○川下製造業者からは、国際競争の激化から、溶射加工の高速化・生産性の向上が求められていた

研究開発の目標

金属溶射皮膜、多孔質セラミック溶射皮膜を両立する、生産性の高い溶射装置の開発

○生産性向上：従来型(40kW型)装置比で30倍の生産性

○皮膜性能(皮膜表面の熔融度、断面硬度、気孔率、密着力)：従来と同等以上



研究開発の成果／目標→達成

大容量プラズマ溶射に必要な装置・粉末供給器を開発

- 溶射装置の陽極ノズルの開発、溶射装置の高出力化、プラズマガス特性の制御により、低融点の金属材料が過度に熔融しない技術を確立するとともに、多孔質なセラミック溶射皮膜の形成を可能とした
- これらにより、金属及び多孔質セラミック溶射を実現する大容量プラズマ溶射装置及びこれに適合する専用の粉末供給器を開発し、安定した溶射施工が可能なることを確認した

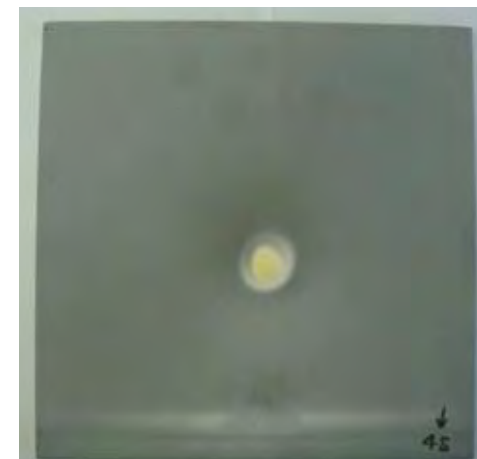
品質管理データベースにより、大容量プラズマ溶射に関する管理能力を飛躍的に向上

- 新たに導入した溶射状況解析システムにより、溶射フレームのパラメータ管理に、熔融飛翔粒子速度・温度を用いた可視的な数値管理を導入した
- 溶射材料の溶射フレーム中への投入状態及び溶射フレームの速度・温度の連続観察を行い、実際に得られた溶射皮膜の検証を繰り返すことにより、品質管理データベースを構築し、これを用いた非破壊での品質管理技術を確立した
- 金属及びセラミック溶射皮膜の生産性、皮膜特性の各項目にて目標値を達成した

従来型(40kW型)装置と大容量プラズマ溶射装置の溶射パターンの比較(セラミック溶射仕様)
～従来型と比較して、幅広な溶射施工が可能となった～

従来型(40kW型)装置

大容量プラズマ溶射装置



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H23年度に実用化技術を確立
- 試作サンプルを提供中

効果

- 生産性向上：従来型(40kW型)装置比で約30倍の生産性向上
- 低コスト化：溶射施工時間の短縮による、大幅なコスト削減が可能

今後の見通し

溶射施工の補完研究を推進しつつ、顧客による性能評価を受けている

- 半導体・液晶製造装置分野にて、高温環境下で使用される部材へ多孔質セラミック溶射皮膜を適用し、顧客先にて性能を評価中
- 溶射パラメータ及び溶射材料の選定により、皮膜性能を維持しつつ、歩留まりを向上する補完研究を推進中

企業情報 株式会社シンコーメタリコン

事業内容 各種金属及びセラミック、サーメットの溶射技術開発及び施工
住 所 滋賀県湖南市吉永405
U R L <http://www.shinco-metalicon.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術部部长 吉田満
Tel 0748-72-3311
e-mail yoshida@shinco-metalicon.co.jp

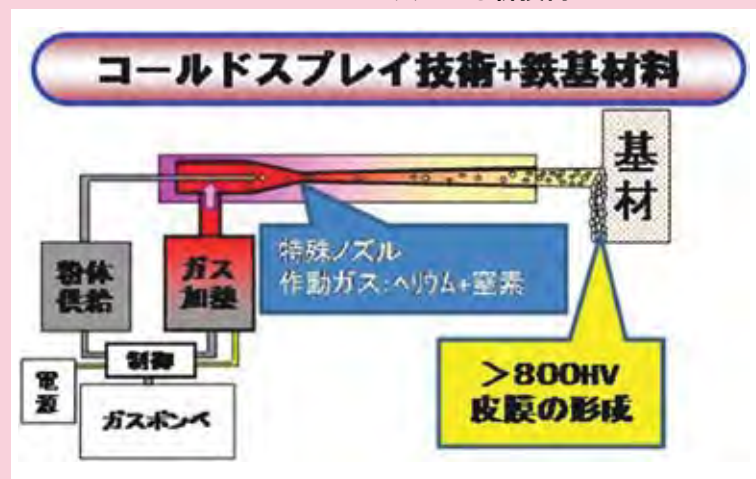
コールドスプレイ方式を進化させ、 自動車パワートレイン摺動部の軽量化に挑戦

プロジェクト名 自動車パワートレイン摺動部における溶射技術の開発

対象となる川下産業 自動車

研究開発体制 (財)福岡県産業・科学技術振興財団、富士岐工産(株)、九州大学、鹿児島大学、福岡県工業技術センター機械電子研究所、日産自動車(株)

コールドスプレイ法による新技術



【従来】

○溶射は材料を溶解して吹き付けることで硬質皮膜を形成するため、皮膜に気孔などの欠陥が生じる。加えて、希少金属を必要とするため高コストとなる

【研究開発のポイント】

○自動車パワートレイン摺動部に適用可能な高硬度の皮膜形成を可能とするコールドスプレイ技術を開発する

【成果】

○鉄ベースの溶射材料の開発に取り組み、SUJ2(耐摩耗性に優れた鋼材)と同等以上の耐摩耗性を持つ溶射材料を開発した。またコールドスプレイ法の溶射法と装置開発にも取り組み、粒子速度920m/sec以上を達成する見通しを得た

【利用イメージ】

○自動車パワートレイン(エンジン・トランスミッションなど)部材に適用することで、自動車の軽量化・小型化が実現し、燃費低減を可能とする

研究開発のきっかけ

自動車のパワートレイン部軽量化を目指し、皮膜硬度800Hvを達成する溶射技術を開発

○環境負荷低減のため、自動車業界は、燃費向上に取り組んでいる

○燃費向上のためには、パワートレイン部の軽量化が有効であるが、従来技術では、軽量化に取り組む際に、大きな負荷がかかる摺動部に必要な強度が保てない

○パワートレイン部の軽量化のためには、皮膜硬度800Hv以上を達成する溶射技術が必要である

研究開発の目標

自動車パワートレイン摺動部の軽量化のためコールドスプレイ法を利用した溶射技術を開発

○皮膜の低摩耗化、耐摩耗性の向上

➡ 従来:720Hv→開発品:800Hv以上

○コールドスプレイ法の溶射方法と装置開発

➡ 安価な窒素を混合したガスを用いた条件で、溶射粒子600m/sec以上を達成

○低環境負荷溶射技術の確立

➡ 従来:100kW以上(高速フレイム溶射法)→コールドスプレイ法:10kW以下

【従来技術】

- ・浸炭処理法
- ・高周波熱処理法
- ・高速フレイム溶射法(課題)
- ・焼入油の使用
- ・硬度720Hvが限界
- ・希少金属の使用
- ・エネルギー消費大

【新技術】

- ・コールドスプレイ法

- (特徴)
- ・焼入油 不要
- ・硬度800Hv以上
- ・静か
- ・鉄ベースの合金で硬度達成
- ・エネルギー消費小

- ・10%硬度向上
- ・焼入油の削減
- ・希少金属の削減
- ・騒音の防止
- ・VCRへの適用

研究開発の成果／目標→概ね達成

鉄ベースの溶射材料の開発

○当初からの技術的目標値を満たす「Fe-C-Cr系合金」、「Fe-C-Cr-Si系合金」、「Fe-C-Cr-Mo-W(-N)系合金」、「Fe-C-Cr-Co-V系合金」の開発と表面酸化膜が少ない粉体の作製技術を開発

○「Fe-C-Cr系合金」、「Fe-C-Cr-Si-Co-V系合金」の粉末材料を従来のコールドスプレイ装置において、85%以上のヘリウムガスを使用した作動条件で成膜を達成。また、800Hv以上の皮膜硬度を得ることができた

コールドスプレイ用最適合金設計

○Fe-C系合金の組織に及ぼす炭素濃度及び冷却速度依存性について解析し、母相をマルテンサイト組織にすることで、粒子硬さを800Hv以上にできることを明らかにした

○マルテンサイト組織の場合、Cr及びSi添加は硬さを向上させることを明らかにした。その知見を活かしてFe-0.4~0.8%C合金で、800Hvまで粒子硬さを上昇することを可能とする合金成分と冷却速度を得た

コールドスプレイ法の溶射方法と装置開発

○当初計画の技術的目標値を満たす、粒子速度600m/secを達成する装置/ノズルを開発したが、従来のコールドスプレイ装置の皮膜硬度よりも10%程度低い硬度となった

○硬度強化のため更に粒子の高速化を図った装置を開発し、粒子速度920m/secを達成した。また、粒子速度920m/sec以上を目指して改良を行い、その達成の見通しを得た

自動車パワートレイン摺動部における溶射技術の開発



事業化への取り組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

○H25年度頃までに実用化を予定
○試作機・サンプルあり(有償)

効果

○強度・剛性向上:耐面圧性能が1GPaまでの高耐久性皮膜
○低コスト化:小型化、省スペース化、軽量化、微細化を可能とするコールドスプレイ装置の試作機の製作が可能
○新製法の実現:コストパフォーマンスが従来技術と同等以上のエンジン用部品などの製作が可能

知財・広報活動

○論文:「コールドスプレー粒子群の飛行速度計測方法の開発」(日本溶射学会)
○雑誌:研究室紹介「富士岐工産株式会社 技術室」(日本溶射協会誌Vol.46 No.3 2009 P97-99)

○特許:「皮膜の製造方法」(特願2008-95051 出願中)

今後の見通し

川下企業ニーズ対応のため補完研究を実施、H25年度の実用化を目指す

○川下企業にトラクションドライブ装置向けの試作品の性能評価を実施して頂いたが、川下企業の要求性能を完全には達成できなかった。コンソーシアムメンバーが一体となって、当該部材やその他のニーズに見合う技術・装置開発の補完研究を実施している

○H25年度に実用化を目指す。実用化後は、川下企業への装置販売を足がかりに、官界(研究機関等)や学界(大学・高専等)への販路開拓や鉄鋼産業・航空宇宙産業からの委託加工の受注を目指す

企業情報 富士岐工産株式会社

事業内容 ①鉄鋼関連作業:製鐵所及び製鋼所における製造ラインの操業及び管理、
②プラント関連:各種ボイラ・圧力容器等の管構造物の製作・プラント建設、
③溶射作業:セラミックス・金属など多様な皮膜を高速で形成する表面処理

住 所 福岡県北九州市八幡西区本城四丁目8番16号

U R L <http://www.fjk-kk.co.jp>

主要取引先 新日本製鐵(株)、大同特殊鋼(株)、中部鋼板(株)、荏原環境プラント(株)、スチールプランテック(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術室 坂田一則

Tel 093-791-0226

e-mail sakata@fjk-kk.co.jp

大量生産品のアルミニウム合金化・強度向上のため、高速恒温鍛造技術を開発

プロジェクト名 自動車部材向けアルミニウム合金高速恒温鍛造技術の開発

対象となる川下産業 自動車、鉄鋼・材料、環境・エネルギー

研究開発体制 (財)北九州産業学術推進機構、(株)戸畑ターレット工作所、第一高周波工業(株)、九州工業大学

アルミニウム合金高速恒温鍛造技術による製品試作



【利用イメージ】

○高強度・靱性アルミニウム6061合金鍛造部品として、自動車の足回り重要保安部品（タイロッドエンド等）に用いられ、従来鉄鍛造製品比67%の軽量化を実現する

【従来】

○軽量素材となるアルミニウム合金の恒温鍛造技術は確立されているが、加工速度が極端に遅いため大型複雑形状・少量生産品にしか利用できない

【研究開発のポイント】

○大量生産に必要な高速鍛造加工に伴う高繰返し衝撃に耐える非接触金型加熱法を開発。加工工程における再結晶化による部材の高強度・高靱性を図る、アルミニウム合金の高速恒温鍛造技術を開発

【成果】

○高効率加熱のための金型加熱コイル形状の最適化を行い、加熱時間4分以下で加熱温度220℃に加熱することが可能となった。また、金型加熱温度条件を設定し据え込み試験を行ったところ、T6処理材の強度を15%以上向上させる加工条件を見出した

研究開発のきっかけ

アルミニウム合金高速恒温鍛造技術により、自動車等の重要保安部品の軽量化ニーズに対応

○近年、燃費規制、排気ガス規制等の環境問題への対応から、車体重量の軽量化が求められており、重要保安部品のアルミニウム合金化などの軽量化ニーズが高い

○軽量化効果の高い駆動系部材や懸架系部材については、コスト、また強度・品質確保の観点から軽量合金への転換が進んでいない

○軽量化のためのアルミニウム合金製の重要保安部品を従来品（鋼製）と同等またはそれ以上の品質で安定的に低コストで供給できる技術の開発が求められている

研究開発の目標

量産品向け高速恒温鍛造技術/プロセス最適化手法の開発

○耐衝撃型鍛造金型加熱方式の開発

➡高繰返し/高衝撃に対する誘導加熱コイルの寿命が10万ショット以上

○高強度断熱部材の開発

➡加熱立ち上げ5分で金型を約300℃の恒温状態にすることが可能

○高速恒温鍛造アルミニウム合金部材高強度化手法の開発

➡A6061の場合、加工後の部材強度を15%向上

○高速恒温鍛造用最適金型設計手法の開発

➡ニアネットシェイプ化により、材料歩留まりを、従来法の60%から80%に向上

【従来技術】

<従来の恒温鍛造技術>

- （課題）
- 加工速度が遅い（平均20mm/s程度、下死点近傍で0.04mm/s）
 - 適用対象が航空機部材など大型複雑形状・少量生産品に限定
 - 加熱は接触式のヒータを金型に埋め込むため、再利用不可
 - 大型設備投資が必要

従来の20倍程度の高速加工を実現

【新技術】

<高速恒温鍛造技術>

- （特徴）
- 高速加工が可能（平均400mm/s程度）
 - 自動車部材等の量産品へ適用可能
 - 材料強度が加工前より15%以上増加
 - 加工後の熱処理が不要

研究開発の成果／目標→達成

耐衝撃型鍛造金型加熱法開発

- 銅製角管を用い、コイル断面形状20×15mm、被加熱体（金型）とのクリアランスを10mm、絶縁処理を施したSUS製ボルトによる被加熱体への取付・設置を行う方式の加熱コイルを試作。目標の昇温条件（5分以内で300℃）をほぼ達成
- 同試作コイルに、別途開発した高強度断熱部材を用い、高効率加熱を可能とした

高強度断熱部材の開発

- 金型材料よりも熱伝導性の低い材料を用いて年輪状のU型溝加工を施した高強度断熱部材を開発。金型の断熱効果を向上させ、加熱効率の向上を図った
- 金型との接触率を23.5%にした高強度断熱部材により金型昇温目標を達成することができた

高速恒温鍛造アルミニウム合金部材高強度化手法の開発

- ひずみ、ひずみ速度及び加工温度をパラメータとした、基礎データ取得試験を実施した結果、今後の材料高強度化指針が得られた
- 指針により、ひずみ速度と変形温度を上昇させる必要性が確認された。より鍛造加工に近い据え

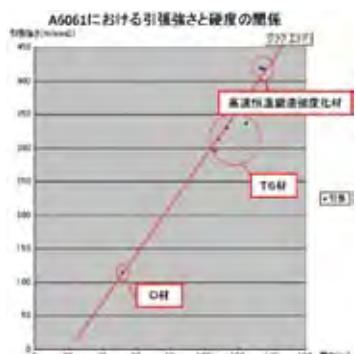
込み試験の条件を設定し、材料特性を計測した
○これまでの試験結果を踏まえ、金型加熱温度条件を設定し、引張強さ431N/mm²、伸び14%のデータが得られた
○これにより、冷間T6処理剤強度の15%向上という目標値を大幅に上回る加工条件を見出すことができた

据え込み試験 強度目標達成数値

～据え込み試験により、引張強さ：431N/mm²、0.2%耐力：418N/mm²、伸び：14%のチャンピオンデータが得られた～

引張強さ	431(N/mm ²)	63%UP	現行アルミ冷鍛 T6
0.2%耐力	418(N/mm ²)	71%UP	245(N/mm ²)
伸び	14(%)	40%UP	10(%)

引張強さと硬度のグラフ



歯車の耐久性を総合的に高めることができる、 歯車量産化複合プロセスの開発

プロジェクト名 ショット・バレル複合プロセスによる長寿命歯車の加工装置の開発

対象となる川下産業 輸送機器産業、産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械産業

研究開発体制 (財)中部科学技術センター、橋本技術士事務所、(株)パーカーコーポレーション、
杉山電機工業(株)、名古屋市工業研究所

加工した工作機械用精密歯車 (ウォームホイール) 加工処理後(左)と処理前(右)のピニオンギヤ



【従来】

○従来のショットピーニング法は、歯車の歯元を強化するためには効果的である一方、歯面強化に与える影響は限定的であり、また歯面の滑らかさの確保の点でも課題があった

【研究開発のポイント】

○ショットピーニング技術とバレル技術とを組み合わせ、歯車の歯元・歯面の双方の強度を大幅に向上させる。また、システムの開発・改良によって量産化につなげる

【成果】

○ショットピーニング装置による加工処理準備が整い、Highly advanced surface barrelling (HASB) 処理の量産自動運転が可能となった
○ハイポイドピニオンなどの立体歯車にも、表面粗さ計による現場計測が可能であることが確認できた

【利用イメージ】

○輸送機器用トランスミッションギヤ、長寿命歯車加工装

研究開発のきっかけ

歯車において歯元、歯面の双方の強度・耐久性を高める技術が求められている

○自動車産業のニーズである燃費と効率向上に対し、トランスミッション部の軽量化・コンパクト化に直接関連する歯車強度の向上は大きな課題である

○歯元強度を上げる従来の表面硬化処理法では、歯面強度の効果は不十分

○歯車の歯元強度を高めることに加え、歯面の強度も飛躍的に高める新歯車表面加工法が求められている

研究開発の目標

ショットピーニング技術とバレル技術を組み合わせ、量産化を目指す

○加工精度:1μm以下
○加工位置決め精度:±0.5mm(歯車モジュール1.5~7に対応)
○最大加工物:最大径250~300mmのハイポイド歯車で、モジュール5を3個以上同時加工
○タクトタイム:複合加工のそれぞれのリードタイムを考慮した、バッチ処理による量産化

○加工条件の自由度:ショットピーニングのボール径(0.1~1mm)、ショットピーニングの噴射圧力(~0.5MPa可変)、バレル研磨の砥石径(2~10mm)、バレル研磨の加工物最大回転速度(90rpmまで可変)、バレル研磨槽外径(1.5~2.0m)

【従来技術】

<従来のショットピーニングによる歯車処理法>

- 歯元の強化に効果のある表面処理方法
- (課題)
・表面粗化による摩耗が発生するため、歯面の強度化には十分な効果を与えられない

【新技術】

<新しいショットピーニングとバレル研磨を組み合わせた歯車処理方法>

- ショットピーニングを歯車歯面へ均一に施した後、さらに歯車表面を円滑化
- (特徴)
・歯元の強化と歯面の強化を同時に達成できる
・歯面が滑らかになり、より精度の高い部品を生産可能

研究開発の成果／目標→ほぼ達成

ショットピーニング自動化のための付加機能装置設計製作

- チルト機構及び移動機能が搭載された、ロボット装置付きのショットピーニング装置を新しく開発した
- プログラムプロセスに応じたシーケンシャル的動作が可能であり歯車の立体加工が可能となった

ショット・バレル複合プロセスシステムによる処理加工評価

- 一連のHASB処理(ショットピーニング、バレル処理、および全体移動)を行い、個別単体処理時との比較を実施
- 本研究で開発したシステムにより、同一ロットの複数個同時均一処理が可能であることを確認した

騒音負荷評価のための設計製作

- HASB処理を行った歯車の静音性を適切に評価するため歯車専用負荷装置を設計製作

○HASB処理におけるバレル処理部分での騒音を小さくすることができ、全行程での低騒音化が確認できた

ショットピーニング装置を新たに深したHASB装置

~ショットピーニング装置、バレル装置、ロボット装置及びその制御装置を搭載した複合プロセス装置。本装置にて、HASB加工処理を実施~



事業化への取り組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H24年度の実用化成功を目指し、継続研究や事業化促進を実施中
- HASB処理の試作加工が可能

効果

- 強度向上:伝達力は従来比40%アップ、寿命は従来の2倍以上
- 快適性・静寂性:従来比約50%の低減
- 省エネルギー化:燃費の低減

知財・広報活動

- 論文:橋本宗到「長寿命歯車加工装置の開発」(H22.2)
- 出展:中部ものづくりシンポジウム2009(H21.11)

今後の見通し

性能評価や耐久試験を引き続き実施し、事業化を更に促進させる

- 川下企業へ試作品を提供しており、現在性能評価・耐久試験を実施中
- 引き続き、量産化装置への改良及び研究を進めている
- 事業化に近い段階に到達しているが、販売体制の構築を推進させることにより、事業化をさらに促進させている

企業情報 橋本技術士事務所・株式会社パーカーコーポレーション

事業内容	橋本技術士事務所:技術、経営、安全に関するコンサルティング 株パーカーコーポレーション:自動車、鉄鋼、家電業界を主な対象とした産業装置・機械設備などの製作および工業用ケミカル品製造・販売
住 所	橋本技術士事務所:愛知県大府市横根町羽根山234-2 株パーカーコーポレーション:東京都中央区日本橋人形町2-22-1
U R L	株パーカーコーポレーション: http://www.parkercorp.co.jp
主要取引先	橋本技術士事務所:金属加工などを手掛ける各種企業 株パーカーコーポレーション:新日本製鉄(株)、トヨタ自動車(株)、三菱重工(株)、株ホンダ技研、シャープ(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

橋本技術士事務所	
連絡先	所長 橋本宗到
Tel	0562-44-3916
e-mail	cim72410@rio.odn.ne.jp
株式会社パーカーコーポレーション	
連絡先	業務本部名古屋支店支店長 倉富正則
Tel	052-583-7100
e-mail	kuratomi@parkercorp.co.jp

自動車等のねじ締結部の信頼性向上をもたらす 緩みにくい新形状高強度ボルト

プロジェクト名 高信頼性と緩み防止機能を併せもつ新形状ボルトの開発

対象となる川下産業 自動車、産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械、建物、プラント、橋梁

研究開発体制 (財)名古屋産業振興公社、(有)アートスクリー、(有)ゼンコー、(株)八幡ねじ、(株)岡本、名古屋市工業研究所

新型ボルトのねじ山形状



【利用イメージ】

○自動車・産業機械・建築構造物などに、低価格で緩みにくく疲労強度が向上した新形状ボルトが使用されることにより、製品の安全性を低コストで確保

【従 来】

○ねじ緩み防止のため特殊ナット技術等が提案されてきたが、作業性、重量、コスト等の点で問題がある

【研究開発のポイント】

○ナットではなくボルト側に工夫を凝らすことで、ボルト単体で緩み防止効果を発揮できる製品を開発する
○接着剤を使用せず、多様なサイズに対応でき、量産(低コスト)向きで、疲労強度の高いボルトを追求する

【成 果】

○(財)日本品質保証機構において、米国航空機規格に準拠した軸直角式振動試験機で高強度区分のボルトが基準測定値の17分間3万回転の振動に耐えることが証明された
○引張破断強度では標準ボルトと同等の強さを持ち、引張疲労強度では標準ボルト比約1.2倍の強さを達成

研究開発のきっかけ

緩みにくさと、高強度、軽量、低コストを同時実現するボルトが必要

○製品のモジュール化が進む自動車産業等では組み立て工程でねじ締結が行われており、ねじ締結の信頼性が製品全体の信頼性に直結する

○従来、ねじ緩み防止には特殊ナット技術等が提案されてきたが、作業性、重量、コスト等の点で問題がある

○緩みにくく、量産(低コスト)向きで、疲労強度の高いねじ締結を、ボルト単体で実現する

研究開発の目標

「緩まず、強い」を単体で実現するボルトの開発とその量産化

○緩み防止のための最適形状の導出

➡ 米国航空規格準拠試験(ボルト軸直角方向加振)で10分間以上緩まない

○ボルトの引張強度、長期信頼性の評価

➡ 引張破断荷重(JIS準拠、標準ボルト比)1.2

倍、引張疲労強度(同)1.2倍、引張疲労寿命(同)1.5倍

○量産化のための効率的工程に係る課題への対応

➡ 高速転造技術と金型の長寿命化により通常ボルトと同等の生産コストを実現

【従来技術】

<ナット型(特殊ナイロンナット等)>

- ・ダブルナット使用の場合、重量が重くなる
- ・摩擦接触型ナットの場合、作業性に問題あり
- ・高コスト

<ボルト型(嫌気性接着剤使用)>

- ・締め付け直前に塗布工程が必要
- ・高価
- ・ボルトを再使用できない

ねじ(ボルト)山の形状の改良

- ・ねじ山の弾性変形で緩みを防止
- ・転造で形状成形が可能

【新技術】

<ボルト型(接着剤非使用)>

- ・転造で製造できるので量産(コスト圧縮)が可能
- ・締め込み時に摩擦トルクが発生せず、作業性が良い
- ・通常のボルトと互換性がある
- ・再使用が可能
- ・接着剤が使用できない高温の環境でも使用できる
- ・大径、小径の多様なサイズに対応できる

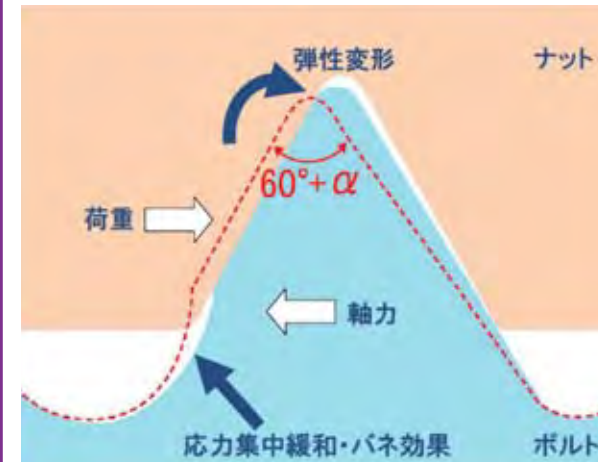
研究開発の成果／目標→概ね達成

単体で高い緩み防止効果を発揮する 新型ボルトの開発

- ボルトのねじ山の形状を工夫し、締め付け時に弾性変形させることにより、かみ合い率が向上
- 米国航空規格NAS3350に準拠した振動試験で高強度区分のボルトが17分間(3万回転)緩まないことを確認

新型ボルトのねじ山構造

～ねじ山がたわむことにより、はめあい第一ねじ山にかかる最大荷重が他のねじ山にも分散され、第一ねじ谷底の応力集中を緩和させる構造となるように設計～



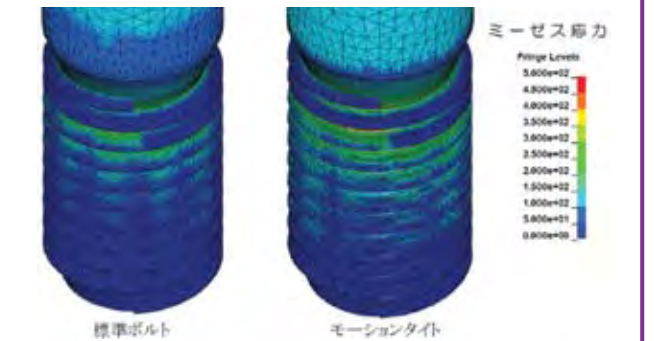
疲労強度の高いねじ締結技術の確立

- 引張強度については、JIS B1052準拠の引張破断荷重試験で、標準ボルトと同等(約1.0倍)の強度を実現
- 疲労強度については、JIS B1081準拠の引張疲労試験で、強度区分4.8(4T)ボルト、8.8(8T)ボルトともに、標準ボルト比1.2倍の強度を実現

効率的な量産に向けた知見の導出

- 転造加工に適した成形用金型について、材料、表面処理、成形条件等について検討し、加工時間短縮につながる知見を得た

ボルトの締め付け(応力状態)シミュレーション ～右の「モーションタイト」が新型ボルト。新型は標準ボルトに比べ応力が分散しており、全体で荷重を受け止めている～



事業化への取り組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H24年度中の販売を目指す
- サンプルあり(無償、M12のボルトはサンプル出荷可能)

効果

- 緩み防止: NAS式振動テストで17分間3万回の振動をクリア
- 高強度: JIS準拠の疲労試験で標準ボルト比1.2倍の強度を達成
- 低価格: 転造加工のねじ山成形により同種製品中で最安値

知財・広報活動

- 出展: 機械要素技術展(H23.6)、中小企業総展(H23.11)

- 特許: [特許]第4806103号・第4878407号、[意匠]国内外で26件取得

今後の見通し

ステンレス製ボルトの研究開発と 展示会での顧客開拓・販売促進

- 鉄製に次いで需要の高いステンレス製ボルトの緩み防止効果を高めるための補完的な研究・実証を展開中
- H24年6月の機械要素技術展(M-TECH)での販売(事業化)に向け、ステンレスボルトの実用化を完成させる
- 今後さらに、チタン合金や樹脂製ねじなどにも展開を図る

企業情報 有限会社アートスクリー

事業内容 緩み止めボルトの開発及び製造・販売

住 所 愛知県名古屋市北区生駒町3-67-1

U R L <http://www.artscrew.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 松林興

T e l 052-915-3295

e-mail info@artscrew.co.jp

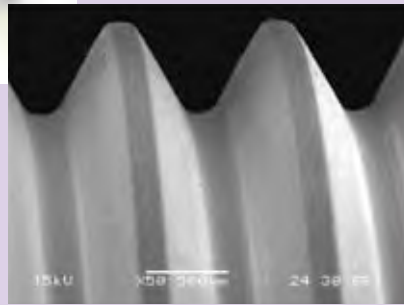
次世代航空機等の軽量化に向けた 世界初のCFRP締結用耐雷チタン合金ボルト

プロジェクト名 次世代プラズマ制御によるチタン・ステンレス高信頼性摺動・締結部材の開発

対象となる川下産業 航空・宇宙、自動車、電機

研究開発体制 (株)田中、(株)エスディーシー

耐雷仕様CFRP用チタン合金ボルト(PCTチタン合金ボルト)



【従 来】

○次世代航空機等向けの炭素繊維複合材(CFRP)の結合にはチタン合金ボルトが使用されているが、従来品は、アルミ合金部材との電位差腐食防止用の絶縁表面処理がされており、耐雷対策が十分でなかった

【研究開発のポイント】

○独自のプラズマ熱処理による表面改質・硬化技術を用いて、次世代航空機等に用いられるCFRPの締結に使われる耐雷仕様チタン合金ボルト(PCTチタン合金ボルト)を世界で初めて開発

【成 果】

○従来比10倍の疲労寿命、100%の締め付け性能
○未処理ボルトと同程度の導電性を有するボルトの開発に成功

【利用イメージ】

○重量軽減化のために、次世代航空機等で多用されるCFRPの締結に用いられる耐雷チタン合金ボルト

研究開発のきっかけ

次世代航空機の構造部材を締結する耐雷仕様のチタン合金ボルトが必要に

○次世代航空機は重量軽減化のためCFRPが多用され、その締結に炭素繊維と電位差が小さく比強度に優れたチタン合金ボルトが使用される

○従来のチタン合金ボルトは、アルミ合金部材との電位差腐食防止用の絶縁表面処理がされており、耐雷対策が十分ではない

○長寿命、安定した軸力、導電性を兼ね備えた耐雷仕様CFRP締結用チタン合金ボルトが必要とされる

研究開発の目標

独自のプラズマ熱処理による表面改質・硬化技術を用いて、耐雷チタン合金ボルトを開発

○材質：従来品のまま

○導電性：未処理ボルトと同程度

○疲労寿命：従来品比10倍程度

○締め付け性能：従来品比で20%向上

○耐食性：高い耐食性



研究開発の成果／目標→達成

プラズマ状態での温度分布制御とチタン合金の表面硬化層の制御

- プラズマ熱処理装置において、アーク放電抑制電極を完成させ、プラズマ状態の安定保持に成功。±8℃以内の温度分布制御を達成
- プラズマ熱処理と時効処理を同一処理装置で連続的に行うことで、均一なミクロ組織と表面硬さを得て、表面硬化層を制御できる処理プログラムを完成

抵抗値測定結果

～表面改質したPCTチタン合金ボルト胴部の導電率を測定した結果、改質ボルトは未処理ボルトとほぼ同じ抵抗値を示した。これにより、プラズマ表面改質はチタン合金の電気的性質に影響を与えないことが証明された～

ボルト種類	Rx(Ω)	Rx(Ω/m)	体積抵抗率(Ω-cm)
未処理	7.53×10 ⁻⁴	0.0342	1.68×10 ⁻⁴
538℃改質	7.88×10 ⁻⁴	0.0331	1.63×10 ⁻⁴
600℃改質	7.97×10 ⁻⁴	0.0340	1.67×10 ⁻⁴
樹脂コーティング(従来品)	絶縁性皮膜のため測定不能		

チタン合金ボルトのねじ転造、首下ローリングプロセスの確立

- プラズマ熱処理を行ったチタン合金ボルトのねじ転造加工及び首下圧延加工の制御では、クラックの発生がなく、所定の寸法形状を得た。また、疲労強度が向上する加工条件を見出した

PCTチタン合金ボルトの評価試験

- 最適条件で加工したPCTチタン合金ボルトは、導電性を確保し、締め付け性能で従来製品と同等、疲労寿命、耐食性、塗料の密着性で約20%以上の向上効果が見られた

事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H23年度に実用化に到達
- PCTチタン合金ボルトのサンプルあり

効 果

- 新方式の実現:PCTチタン合金ボルトは、締め付け性能、疲労寿命、耐食性、塗料の密着性の各性能で約20%以上の向上効果
- 軽量化:導電性により、部品(スリーブ)点数を削減し、軽量化
- 強度向上:浸炭処理と転造加工による複合加工で疲労強度が大幅に向上

知財・広報活動

- 特許:「チタン金属の表面処理方法」(日本特許4744019、米国特許7291229B2)他多数
- 新聞:日刊工業新聞(H22.7.20、H21.8.27)
- 受賞:経済産業省「元気なものづくり中小企業300社」(H19)

今後の見通し

航空・宇宙分野の企業・機関への採用に向けた活動を進める

- サポイン事業後に検証試験を行い、H22年7月に特許を出願
- H22年3月の近畿経済産業局のボーイング社訪問ミッションに参加し、PCTチタン合金ボルトのプレゼンテーションを実施。また、三菱重工業(株)、JAXAの評価認定試験、採用検討をいただくべく営業活動中
- 別途開発したプラズマ浸炭処理チタン合金ベアリングについては、航空機向けの品質確認作業を進めている

企業情報 株式会社田中

事業内容 SDCボルトを始めとする各種特殊ねじ部品の製造・販売、プロテクトパーツ輸入販売、プラズマ表面硬化処理受託加工及び装置販売、SDCねじ性能試験機販売

住 所 大阪府大阪市住吉区帝塚山中1-10-6

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 常務執行役員 大畑良治
T e l 06-6672-3701
e-mail account_support@
sdc-tanaka.co.jp

鑄鉄部材に係る多様なニーズに応えるのに不可欠な黒鉛超微細化技術の研究開発

プロジェクト名 超微細組織鑄鉄材料の創成と鑄鉄品の高機能化に係る技術の開発

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

研究開発体制 (例)山形県産業技術振興機構、(株)ハラチュウ、カクチョウ(株)、(株)柴田製作所、(有)日下レアメタル研究所、山形県工業技術センター、山形県立産業技術短期大学校、岩手大学、秋田大学、日産ライトトラック(株)、(株)小松製作所、日野精機(株)

開発する製品のターゲット



【利用イメージ】

- 高耐熱鑄鉄とステンレス鋼とを高度に一体化した自動車排気系部品(エキゾーストマニホールド)
- 複雑形状・薄肉でも高い強度・耐摩耗性を有するプーリ

【従来】

○鑄鉄部材機能性を向上させるためには合金元素を多量に添加する必要があるが、合金元素の悪影響を排除するための「黒鉛の超微細化技術」には課題が多かった

【研究開発のポイント】

○鑄鉄中の黒鉛を「より細かく、より多く、より均一に」生成させ、合金元素の有効利用または無害化を図ることにより、輸送機械・建設機械用鑄鉄部材の高度化を目指す

【成果】

○黒鉛粒数と黒鉛微細化効果時間について目標を達成するとともに、延性・靱性、剛性・耐摩耗性、耐熱性についても実用化可能な性能を確認することができた

研究開発のきっかけ

川下ニーズを実現するために、黒鉛超微細化は必要不可欠

- 川下産業が求める、耐摩耗性や延性、耐熱性に優れた部材の開発のためには、黒鉛の微細化が必須であるとの共通認識があり、各企業においてさまざまな試みが行われている
- ビスマス(Bi)の添加や、冷却速度の制御等を利用した研究開発は先行的に実施されているものの、接種効果の持続性など、今なお取り組むべき課題は残されている
- 本研究開発グループが保持する黒鉛超微細化技術を用いて、鑄鉄製部材の高度化を図りつつ、製造現場で利用できる技術までレベルアップさせる必要がある

研究開発の目標

球状黒鉛鑄鉄を黒鉛超微細化させ、実用化可能な高機能を付加

- 球状黒鉛鑄鉄の黒鉛超微細化
 - ➡黒鉛粒数:1,000~3,000個/mm²以上、黒鉛微細化効果時間:上記黒鉛粒数を5分間以上維持
- 球状黒鉛鑄鉄の剛性・耐摩耗性の向上
 - ➡引張強さ:900MPa、硬さ:300HBW以上、耐摩耗性:FCD800以上
- 球状黒鉛鑄鉄の耐熱性向上
 - ➡耐熱温度930℃以上

【従来技術】

【新技術】

＜従来の球状黒鉛鑄鉄＞

- ・黒鉛粒数:100~300個/mm²(課題)
- ・機能性向上には熱処理が必要
- ・引け巣、チルなど、鑄造上の欠陥が生じやすい

＜超微細化技術を用いた球状黒鉛鑄鉄＞

- ・黒鉛粒数:1,000~3,000個/mm²(特徴)
- ・鑄放しでも機能性が向上するため、コストダウンにつながる
- ・品質が安定する

研究開発の成果／目標→達成

球状黒鉛鑄鉄の黒鉛超微細化

- 鑄型内接種を効果的に利用した「改良2段階接種」により、黒鉛組織の大幅な微細化を達成した。また、本技術が薄肉・厚肉品にも適用可能であることを明らかにした
- 改良2段階接種を用いた現場での溶解試験を行い、超微細化効果の持続時間が5分以上であることを明らかにした
- 開発した新規元素含有鑄型内接種剤の効果を検証し、黒鉛粒数が従来品の1.8倍になることを明らかにした

球状黒鉛鑄鉄の延性・靱性の向上

- 開発した材料を用いて評価試験を行ったところ、引張強さ、伸び、硬さのいずれにおいてもJIS規格を満足する特性が得られた
- また疲労特性、機械加工性ともに、従来材料と同等以上であることが確認できた

球状黒鉛鑄鉄の剛性・耐摩耗性の向上

- 開発材料を用いてプーリを試作し、肉厚に関わらず均一な特性を持つことを確認した

球状黒鉛鑄鉄の耐熱性向上

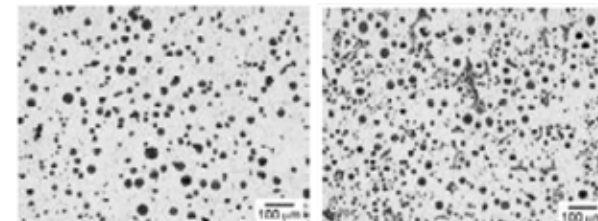
- 試作したエキゾーストマニホールドについてヒートサイクル試験を実施し、実機での使用において十分な耐久性を有することを明らかにした

異種金属接合

- レーザ溶接を用いて高耐熱球状黒鉛鑄鉄とステンレス鋼との溶接を試み、良好に接合できることを明らかにした
- 鑄鉄管とステンレス管を溶接接合したエキゾーストマニホールドの製造方法を検討し、実用化可能であることを明らかにした

試験片の組織写真

～左は丸棒試験片(直径25mm)、右は板状試験片(板厚9mm)。いずれも黒鉛粒数が約1,000個/mm²以上計測され、当初の目標を達成した～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況

- H25~26年度の実用化成功を目指す
- 高耐熱エキゾーストマニホールド、高強度・耐摩耗プーリ等の提供が可能(ユーザからの形状・寸法の指定等、個別の相談が必要)

効果

- 低コスト化:今後、入手可能性に不安がある低マンガンスクラップを使用しなくても、従来と同等性能の高延性鑄鉄が製造可能
- 耐久性・耐摩耗性向上:高合金鑄鉄・鑄鋼に代わる、低コストかつ高耐熱鑄鉄熱処理を省略した高強度・耐摩耗鑄鉄の製造が可能
- 複雑形状化:接合品質・形状自由度の高い鑄鉄とステンレス鋼との接合を実現

今後の見通し

材料性能の更なる高度化を追求
接合技術実用化への取組を進める

- 補完研究を通じ、性能とコストとを両立するための改善を実施中
- 高耐熱鑄鉄とステンレス鋼との接合については、エキゾーストマニホールドとしての事業化を目指し、補助事業による研究も実施中
- H24~26年度の実用化を目指して、作業標準の策定を検討中

組織情報 山形県工業技術センター

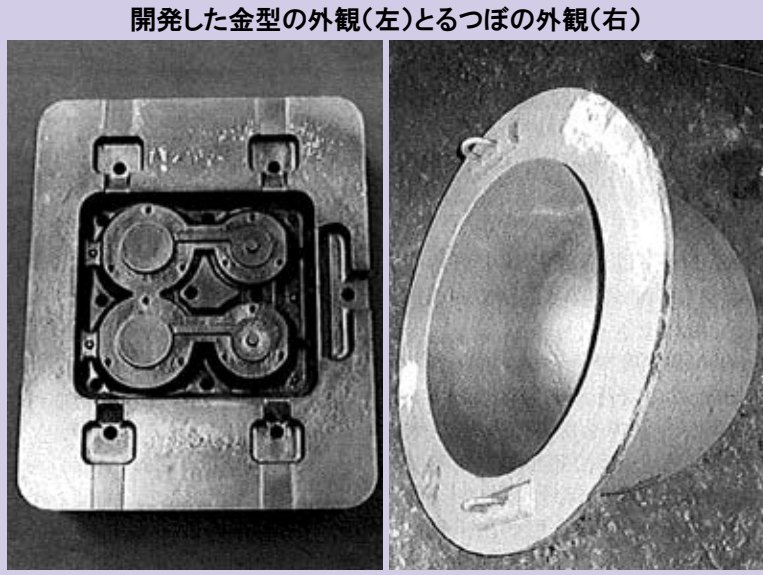
- 事業内容 山形県内の工業関係企業等を対象とした技術支援機関
- 住所 山形県山形市松栄2-2-1
- URL <http://www.yrit.pref.yamagata.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先 素材技術部専門研究員 松木俊朗
- Tel 023-644-3222
- e-mail matsukito@pref.yamagata.jp

高度な装置を要さず製造現場で実施可能な 低コストのアルミダイカスト法

プロジェクト名 鋳鉄金型によるアルミニウムダイカスト法の開発
対象となる川下産業 自動車、産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械、鉄鋼・材料
研究開発体制 (財)埼玉県産業振興公社、児玉鋳物(株)、埼玉県産業技術総合センター



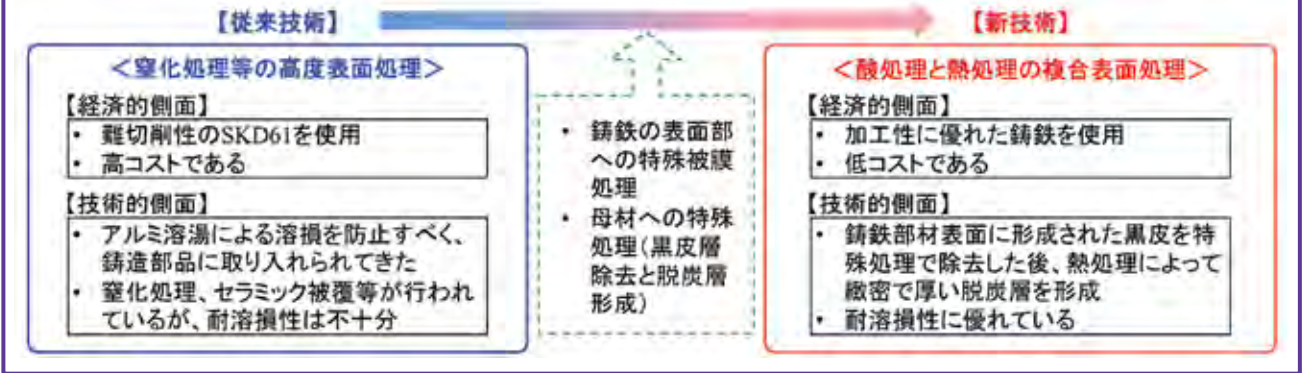
【従 来】
 ○アルミ鋳造分野では長年、鋳造に用いる金型、るつぼ等の鋳鉄部品がアルミ溶湯と反応して損傷し、その部品寿命が極端に低下するという課題を抱えてきた
【研究開発のポイント】
 ○従来の高価で高度な表面処理方法ではなく、より簡便で低コストの方法によりアルミ鋳造用鋳鉄部品に耐溶損性を付与する
 ○浸食による鋳鉄部品の劣化速度を緩める技術を開発し、鋳鉄金型(小ロット用)等への実用化を目指す
【成 果】
 ○金型製作に必要な1,000μmの脱炭層を8時間で形成させるための熱処理条件等を特定
 ○小ロット(アルミダイカスト製品1,000ショット強)用の鋳鉄金型の実用化が可能に
【利用イメージ】
 ○鋳鉄部品(金型、ラドル、るつぼ)の耐溶損性向上により製品寿命が延び、部品交換頻度が低下することで部品の保管・生産コストを低減

研究開発のきっかけ

アルミ溶湯への高い耐溶損性を有するアルミダイカスト用鋳鉄部品の必要性
 ○従来のアルミ鋳造用鋳鉄部品(金型等)はアルミ溶湯で損傷しやすく、頻繁に交換が必要なため、製造工程上の高コスト要因
 ○加えて、鋳鉄部品の耐溶損性を高めるには、窒化処理やセラミック皮膜等の高価で高度な表面処理方法が必要
 ○製造現場で実施可能な、より簡便で低コストの方法で鋳鉄部品に耐溶損性を与える技術を開発し、小ロット向けに実用化

研究開発の目標

高度な装置・技術によらない耐溶損性鋳鉄部品製造技術の開発と実用化
 ○前処理技術の改良
 ➡ 鋳鉄部材表面の黒皮を特殊処理で除去する際の最適条件を導出
 ○熱処理技術の改良
 ➡ 厚さが従来の8～10倍(約1,000μm)の脱炭層の生成と、それに伴う部品強度(引張、硬度)の低下を10%以内に制御
 ○鋳造試験による実用性の検証
 ➡ 実機試験ベースで、熔融金属接触後の部品寿命を従来の約60時間から200時間へ



研究開発の成果／目標 → 一部達成

前処理段階での薬品処理時間の短縮による生産性の向上

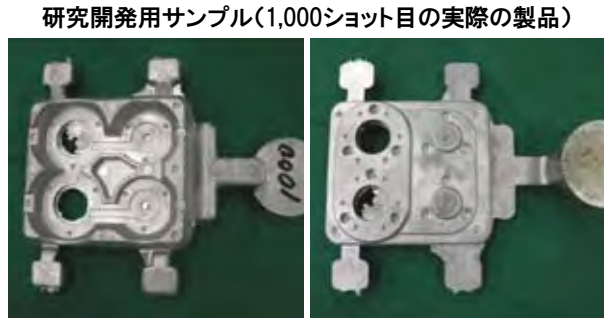
○処理時間を変化させても鋳鉄部品の表面(黒皮除去)状態に差異は見られなかったため、より短時間での特殊処理でも有効との知見を得た

熱処理段階での条件設定が脱炭層の厚みに与える影響の制御

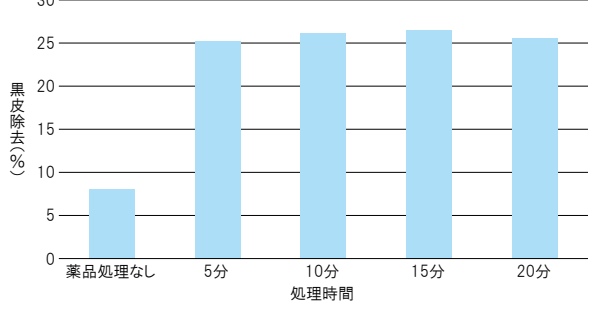
○異なる処理温度と処理時間の組み合わせで熱処理実験を実施し、形成される脱炭層の厚みをフェライト地とパーライト地に分けて測定
 ○粉体の焼結等を回避しつつ一定の脱炭層の厚みを確保した鋳鉄金型を製作するための条件を決定

実機を用いた鋳造試験による鋳鉄金型の実用性の検証

○離型剤を用いたヒートショック制御等により、1,000ショットを超えても金型に損傷を生じることなく試打ちを完了



前処理(薬品処理)の時間と黒皮除去
 ～処理時間を変化(5分、10分、15分、20分)させて鋳鉄部品表面を画像解析したところ、表面状態(黒皮除去)に顕著な違いは認められなかった～



研究開発用サンプル試打ちの鋳造条件
 ～金型材料の鋳造⇒粗加工⇒熱処理⇒仕上げ加工の工程で作製した鋳鉄金型を用いて、下表の鋳造条件でダイカスト試打ちを実施～

鋳造条件	鋳造機	東洋機械金属製 横型ダイカストマシン 125トン
	鋳造合金	ADC-12
	溶解温度	680℃ 温度調整器にて設定
	離型剤	離型剤1、離型剤2
	射出圧力	600kg/cm ²
	射出速度	低速0.25m/S 高速1.2m/S
	チップ径	Φ50
	ショットサイクル	20S
	型開時間	4S

事業化への取り組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況
 ○自動車メーカーからの引き合いあり
 ○るつぼは既に販売実績あり
 ○試作品あり(無償、金型・ラドル・るつぼ)

効 果
 ○高耐久性:ラドル、るつぼについては従来品の2倍の耐久性
 ○低コスト:従来品SKD61と比べ材料費1/2、加工時間1/3で金型作成可能

今後の見通し
各種評価試験の継続と川下企業(自動車メーカー)との実用化調整
 ○ユーザーである川下企業に試作品を提供し、性能評価・耐久試験を実施中
 ○今後の研究開発の重点は試作品の耐久性の検証
 ○自動車メーカーからの引き合いを受け、実用化に向け調整中

企業情報 児玉鋳物株式会社

事業内容 各種鋳物製造業
住 所 埼玉県川口市本町4-9-3
U R L <http://www.cablenet.ne.jp/~kodama-h>
主要取引先 ㈱小松製作所、セイコーインスツル㈱、㈱篠塚製作所、㈱竹内製作所、㈱小森コーポレーション

【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 児玉洋介
T e l 048-222-2548
e-mail kodama-h@cablenet.ne.jp

アルミ基複合材鋳物の難鋳造性を克服する革新的なハイブリッド鋳造法

プロジェクト名 アルミ基複合材鋳物のハイブリッド砂型低圧鋳造法の開発

対象となる川下産業 半導体・液晶製造装置、産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械、医療・福祉機器

研究開発体制 (社)日本鋳造協会、(株)田島軽金属、埼玉大学、(独)理化学研究所、埼玉県産業技術総合センター

SiC40%配合アルミ基複合材鋳物(低圧鋳造品)



【従来】

○高機能新素材であるアルミ基複合材は鋳造性が極めて悪いため、品質や性能、コスト等の点で問題あり

【研究開発のポイント】

○アルミ基複合材の鋳造性と生産性を高めるため、低圧鋳造原理、湯口遮断機構技術、高周波押湯加熱システム等を組み合わせた「ハイブリッド砂型低圧鋳造法」を開発

【成果】

○低圧鋳造の適用により、鋳造肉厚3mm、気泡欠陥の大幅低減等、優れた鋳造性を実現
○ハイブリッド砂型低圧鋳造法は従来方法に比べ生産性とコストの面で大幅な改善効果があることを確認

【利用イメージ】

○半導体・液晶製造装置、次世代X線CTスキャン装置、電子部品実装装置、精密工作機械部品等に用いられ、装置の高精度化、高速化を実現

研究開発のきっかけ

アルミ基複合材の鋳造性を高める、革新的な鋳造法の必要性

- アルミ基複合材鋳物は各種機械の構造部材として軽量、高剛性等の優れた特性を持つが、鋳造性が極めて悪いという難点あり
- 従来の砂型重力鋳造法では難点を完全には解決できないため、鋳造法の根本的な見直しと新鋳造方法の開発が求められる
- 低圧鋳造原理、湯口遮断機構技術、高周波押湯加熱システム等からなる「ハイブリッド砂型低圧鋳造法」を開発し、鋳造性向上と実用化を目指す

研究開発の目標

新技術の組み合わせによる「ハイブリッド砂型低圧鋳造法」の開発と実用化

- 鋳造性と品質の向上
 - ➡ 鋳造肉厚4mm以下(従来8mm)、不良率3%以下(従来15%)
- 機械的性質の向上
 - ➡ 引張強さ230MPa以上(従来比30%向上)、弾性係数150GPa以上(従来比20%向上)、材料歩留70%以上(従来30%)
- 生産性・コスト面の改善
 - ➡ 従来鋳造法に比べサイクルタイム20~50%短縮、生産コスト30%以上削減

【従来技術】

<砂型重力鋳造法>

- ・溶湯の流動性が低く成形性が低い
- ・泡や空気巻込みの気泡欠陥が多発
- ・不良率が高い
- ・人手の注湯作業で品質ばらつき大
- ・強度、剛性が不足
- ・押湯や湯道が多く歩留が悪い
- ・高い不良率、低い歩留 ⇒ 高コスト

【新技術】

<ハイブリッド砂型低圧鋳造法>

- ・低圧鋳造の空気加圧注湯により流動性、成形性が向上
- ・準静的押上げ注湯により気泡混入を防止
- ・自動注湯で品質安定化(不良率低下)
- ・気泡含有率の低減により引張強さ、弾性係数が向上
- ・押湯、湯道の削減で歩留を改善
- ・連続鋳造ライン化により生産性が上昇
- ・低い不良率、高い歩留 ⇒ 低コスト



研究開発の成果／目標→達成

アルミ基複合材鋳物への砂型低圧鋳造の適用技術の開発

- 試片レベルで、目標肉厚4mmを超える3mmの成形を実現
- 低圧鋳造の適用により外観品質や材料歩留が顕著に改善され、アルミ基複合材鋳物に対する高い鋳造性が得られた

ハイブリッド砂型低圧鋳造法の基礎技術の確立

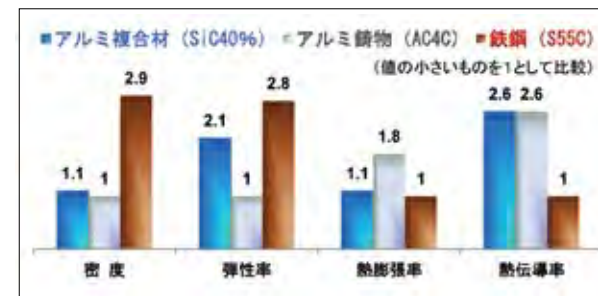
- ハイブリッド砂型低圧鋳造法の実製品レベルでの基礎的な鋳造条件を把握。従来技術では困難だった肉厚・形状の製品の鋳造も可能であることを確認
- ユーザーニーズが強いが従来技術では困難だったSiCセラミックス40%配合のアルミ基複合材も鋳造できることを確認

ハイブリッド砂型低圧鋳造法量産技術の開発

- パイロット鋳造ラインでの試作実験で、歩留向上、生産枠数増加など生産性向上効果が得られ、従来比約30%のコスト低減が可能であることを確認

アルミ基複合材鋳物と他材質の特性比較

～アルミ基複合材鋳物はアルミ並みの軽さで鉄に近い剛性と熱膨張を持ち、軽量・高剛性の高機能部材として装置性能の大幅な向上を可能とする～



重力鋳造とハイブリッド砂型低圧鋳造の生産性比較例

～ハイブリッド砂型低圧鋳造では、鋳造方案部が簡素化され鋳込重量が減るため、材料歩留が3倍以上向上し、バッチ炉当たり4倍の生産数が得られる～

工法	製品重量	鋳込重量	材料歩留	廃棄材重量	生産数/炉
重力鋳造(従来技術)	30kg	140kg	約20%	約40kg	3個
ハイブリッド砂型低圧鋳造	30kg	42kg	約70%	—	12個

事業化への取り組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H25年4月を目途に、本格量産鋳造ラインの導入を計画
- 試作品あり(無償と有償、半導体・液晶製造装置部品ほか)

効果

- 高剛性:アルミニウム並みの軽さで鋳鉄以上の剛性(弾性率は鋳鉄の約1.3倍)
- 高精度:軽量化(比重2.8)と高剛性化で装置の高精度化・高速化が可能
- 高生産性:材料歩留りが約40%向上、不良率は従来比1/3以下に

知財・広報活動

- 論文:松浦誠「アルミニウム基複合材への砂型低圧鋳造の適用」、松浦誠「アルミニウム基複合材鋳物のハイブリッド砂型低圧鋳造法の開発」
- 出展:機械要素技術展(H23.6)、IFEX 2011(H23.2)
- 雑誌:「アルミニウム基複合材鋳物のハイブリッド

砂型低圧鋳造法の開発」(『鋳造ジャーナル』、H23.8)
○特許:「低圧鋳造装置及び方法」(特願2008-108364)、「低圧鋳造用砂型及びそれを利用した低圧鋳造装置」(特願2008-127509)

今後の見通し

本格量産へ向けた計画的準備と材料技術改善の研究を進める

- 開発したパイロット試作鋳造ラインを用いて実機レベルでの各種量産部品の鋳造試作を実施。量産実用化のための鋳造条件データを収集中
- アルミ基複合材のさらなる性能向上のため、材料技術(材料作成、溶湯処理、機械的・物理的性質の改善等)に関する研究を実施予定
- 経済産業省「先端技術実証・評価設備整備費等補助金」の交付を受け、「新鋳造法を用いた次世代型X線CT用のアルミ複合材鋳物部品の実証試作・評価」プロジェクトを実施中

企業情報 株式会社田島軽金属

事業内容 アルミ鋳物、アルミ複合材鋳物、木型、鋳型反転機、熱処理、表面処理(プラスト)、機械加工

住 所 埼玉県羽生市藤井上組字城沼1375

U R L <http://www.tac-casting.com>

主要取引先 ファナック(株)、キヤノン(株)、(株)日本セラテック、東芝メディカルシステムズ(株)、九州三井アルミニウム(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術部長 駒木博
Tel 048-563-5221
e-mail komaki@tac-casting.com

革新的な金型低圧鋳造技術の開発により、 複雑・中空・大型部材の一体成形に成功

プロジェクト名 自動車車体駆動系&家電用、超大型中空AI合金LPD鋳物の開発

対象となる川下産業 自動車(二輪・四輪)、電機機器・家電、重電機器

研究開発体制 早稲田大学、(株)コイワイ、(独)産業技術総合研究所、岐阜大学

独自技術を導入した新低圧鋳造装置



【従 来】

○自動車・二輪の大型強度部品であるタンクフレーム、サスペンションメンバー等の複雑な曲面形状を有した中空構造部品を一体成形する技術ニーズがあるが、適切な加工技術が存在しない

【研究開発のポイント】

○従来にない革新的な金型低圧鋳造技術を開発し、自動車の車体用、パワートレイン用、または家電、IT機器向けの複雑・中空・大型部材の一体成形技術を確立する

【成 果】

○独自の装置設計、装置製造、金型設計、金型製造と、計算機シミュレーションを並行して実施。実鋳造試験において、メートルサイズ級の二輪大型中空薄肉車体フレームの試作品を得ることができた

【利用イメージ】

○自動車及び二輪車のボディ、大型足回り部品に用いられ、30%以上の軽量化と剛性向上を実現する

研究開発のきっかけ

アルミニウム合金の中空&一体成形による、自動車等の大型部品の軽量化が求められる

○炭酸ガス排出規制が強化され、ガス排出源である自動車や二輪車の燃費向上が急務。車両の軽量化は動力源の変化に係わらず燃費向上に有効な手段

○大型重量部品の軽量化のためには、材料をアルミニウム合金に置換することが求められている

○大型薄肉中空アルミニウム合金部品を一体成形する適切な量産加工技術は存在しない

研究開発の目標

革新的金型低圧鋳造技術の確立

○複雑形状を実現するための鋳造技術の開発

➡ 複雑形状の薄肉の中子を安定して製造し、かつ精度よく金型にセットするための要素技術の開発

➡ 平均肉厚3mm以下の大型中空複雑形状品

を実現する

○一体成形を実現するための鋳造技術の開発

➡ 長尺1mを超える大型サイズを溶接で継ぎ合わせることなく一体で鋳造するための革新的技術を開発する

【従来技術】

＜高真空ハイプレッシャーダイカスト＞
・中空形状困難(ダイカスト+溶接)

＜低圧砂型鋳造＞

・大量生産不可能

＜低圧金型鋳造＞

・メートル級かつ薄肉鋳造不可能

【新技術】

＜大型薄肉・複雑かつ一体中空閉殻構造部品の鋳造技術の確立＞

・高精度・大型中子製造技術
・金型内、中子内減圧プロセス
・高断熱粉体離型剤技術
・プラズマCVD法による焼付防止技術

(特徴)

・長尺1m以上、平均肉厚3mm以下
・溶接なし

研究開発の成果／目標→概ね達成

独自工法を実現するための鋳造機の作製

○中子の分解発生ガスを効果的に排出でき、金型を一定の温度以下に保持するための温度調節機構を有し、かつ、独自の粉体離型剤を静電塗布する機構を備えた独自の低圧鋳造機を設計製造した

熱変形問題を解決した大型金型の作製

○通常、低圧鋳造は400℃前後の金型温度で実施される。メートルサイズの金型では必然的に数mm程度に及ぶ熱変形が発生するが、平均肉厚3mm以下の鋳物を実現する上で致命的な問題となる

○本研究開発では鋳造時に発生する金型の熱応力変形を、鋳造条件、金型の初期温度を系統的に変量した流動凝固・熱応力連成解析を実施して予測するとともに、温度調節技術を導入して熱変形問題を解決した大型金型を作成した

メートルサイズ・平均肉厚3mm以下の中空アルミニウム合金鋳物

○従来の溶接車体重量が約11kgに対し、新開発の低圧鋳造機では5.6kgあたり約50%の軽量化を実現した

○この実現のために、あらかじめCAEを用いた流動凝固解析を、方案、型温、注湯条件を系統的に

変えて最適条件を絞り込んだ

○実際の鋳造においても製造プロセス条件を系統的に変えることで湯境やガスの巻き込みのない健全な鋳物を作製し、良品を得るための離型剤の塗布条件、金型温度分布、注湯速度の最適値に関する知見が得られた

熱変形問題を解決した大型金型



平均肉厚3mm 以下の一体中空二輪車体フレーム



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

○H25年度頃に実用化を予定
○試作装置を保有。サンプル作成を受託可能(有償)

効 果

○小型化、省スペース化、軽量化、微細化:開発した大型車体部品は最大60%の軽量化を実現
○複雑形状化:中空薄肉のアルミニウム合金鋳物で長寸1メートル前後の自由曲面を有する部品の製造が可能
○強度・剛性向上:ダイカストでは実現困難な閉断面形状で強度と剛性の向上と、軽量化が同時に達成可能

知財・広報活動

○出展:EVEX 2011(H23.10、横浜パシフィコ)
○新聞:日刊工業新聞(H23.6.23)
○特許:低温金型・低圧鋳造法(2011-040436)

今後の見通し

川下産業との連携により海外展開も模索

○川下産業と新たな試作品を開発すると同時に、国内はもとより欧州へ事業化に向けた展開を開始している
○川下産業の要求を満たす性能試験の実施と同時に、川下産業のニーズがある新たな試作品の共同開発を実施中
○H25年度をめどに一部の事業化を開始する予定

企業情報 株式会社コイワイ

事業内容 アルミニウム合金鋳物、鋳鉄・鋳鋼鋳物の試作と量産

住 所 神奈川県秦野市曽屋60-1

U R L <http://www.tc-koiwai.co.jp>

主要取引先 ヤマハ発動機(株)、(株)IHターボ、ハネウェルジャパン(株)、日産自動車(株)、(株)ミクニ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業技術部 小岩井修二

T e l 0463-83-8140

e-mail s.koiwai@tc-koiwai.co.jp

鋼に匹敵する疲労強度の新材質を、 負荷の小さいコンパクトラインで創成する研究開発

- プロジェクト名** 真空処理による溶湯改質で高強度鑄鉄の半凝固鑄造法の確立とコンパクトラインによる実用化の開発
- 対象となる川下産業** 自動車産業、産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械産業
- 研究開発体制** (財)中部科学技術センター、クロダイト工業(株)、名古屋大学、クロタ精工(株)、(株)イーエム、(株)高橋精機工業所、(株)藤井製作所、(株)浅井鑄造所、愛知県産業技術研究所

新鑄造技術で製作された鑄造品



【利用イメージ】

○鑄物部品であり、自動車の足廻り部品やエンジンへの付属部品（プーリ、ポンプカバー等）に用いられ、従来のH鋼熱間鍛造品と同等程度の高強度化を目指す

【従来】

○球状黒鉛鑄鉄は、自動車部品の一部において鋼の鍛造品から転換導入された実績はあるものの、鍛造材に匹敵する剛性及び靱性を有する鑄造品を中小企業において安定的に製造する技術は確立されていない

【研究開発のポイント】

○現在、合金化または熱処理で高強度化が図られている鑄鉄鑄物について、「半凝固鑄造法」を適用し、鑄鉄組織を微細化することで、鋼に匹敵する高強度を実現する新たな鑄造技術を確立

【成果】

○高強度化の物性値目標をほぼ達成
○注湯から型開きまでの工程でオートメーションを実現した、半凝固鑄造法コンパクトラインの試作に成功

研究開発のきっかけ

鋼の鍛造材に匹敵する強度を持つ球状黒鉛鑄鉄の鑄造技術の確立

- 鋼の鍛造材は炭素含有量が少なく、低サイクル疲労などの疲労強度特性に優れ、強度が要求される構成部品の製作に採用されている。しかし、市場ニーズとして更なる低コスト化が求められている
- 球状黒鉛鑄鉄はより鋼鍛造材の低コストな代替品となる可能性を持つが、剛性及び靱性で鋼鍛造材に匹敵するレベルを維持しつつ、安定的に製造できる鑄造技術は確立されていない
- 鑄鉄鑄物に「半凝固鑄造法」を適用し、鑄鉄組織を微細化することで鋼に匹敵する高強度を持つ新たな球状黒鉛鑄鉄の鑄造技術を確立し、これをコンパクトな鑄造ラインで実用化する

研究開発の目標

高強度かつ低コストで製造可能な「新材質」の創製を目指す

- | | |
|------------------|---------------------|
| 高強度化目標 | 低コスト化目標 |
| ○引張強さ:1,000MPa以上 | ○歩留:90%以上 |
| ○伸び:18%以上 | ○不良率:1%以下 |
| ○硬度:HB260~285 | ○鑄造サイクルタイム:1サイクル30秒 |

【従来技術】 → 【新技術】

＜現状の鑄鉄鑄物の製造法＞

- ・合金化もしくは熱処理などを施して、高強度化を行う（課題）
- ・鋼と同程度の強度を持たせるのは難しい
- ・温度制御や化学成分のコントロールが困難

＜半凝固鑄造法を適用した製造法＞

- ・鑄鉄組織を微細化することで、鋼に匹敵する高強度を実現（特徴）
- ・現状広く普及している鋼とほぼ同等の高強度化
- ・より低コストでの生産
- ・後工程での切削性の改善

研究開発の成果／目標→一部達成

球状黒鉛鑄鉄の高強度化材料の実用化開発

- 作成した管理項目表に基づき行った実験で、湯流れによる湯境不良および加圧タイミングの遅れによる湯境不良への対策が図られ、湯境不良のない緻密な鑄物が得られた
- 引張強さおよび硬さについて、高強度化目標値を100%達成することができた

半凝固鑄造金型の設計と開発

- パラメータの同定および調整を繰り返した結果、注湯時間や注湯速度の精度が向上し、実験により合致したシミュレーション結果を得た
- 金型全面加圧の実現に、鑄鉄では使用していないシールドブロック方式を検討。中間型であるシールドブロックが注湯後動き、半凝固鑄鉄を全面加圧する機構を開発した

半凝固鑄造装置の設計・製作と鑄造・加圧条件および熱処理条件の確立

- 注湯→加圧→鑄物取出しのサイクルを30秒で行うシステムを検討し、部分的に工程を自動化した試作機を完成した

半凝固鑄造工程

～今回の研究開発で構築した工程の一連のプロセス。低温鑄造条件と加圧の条件を制御し、半凝固鑄造組織に匹敵するミクロ組織の粒状化及び微細化による高強度化を検討～



事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況

- H26年度の実用化に向け、補完研究を継続中

効果

- 低コスト化:研究開発中の半凝固鑄造品は、従来のH鋼熱間鍛造品の製造(鑄造、加工含む)と比較してコストダウンが見込める
- 軽量化:鍛造品(鋼の比重:7.8)に対して、鑄造品(鑄鉄の比重:7.2)であり、軽量化へつながる

知財・広報活動

- 特許:「球状黒鉛鑄鉄の低温鑄造方法及び低温鑄造装置」(出願番号:2011-19116)、「金型構造」(出願番号:2011-19118)

- 雑誌:鑄造ジャーナル「真空処理による溶湯改質で高強度鑄鉄の半凝固鑄造法の確立とコンパクトラインによる実用化の開発」(H23.7月号)

今後の見通し

これまでの事業で得た知見を更に活かし、品質向上に向けて研究を進める

- 良品率99%の目標値を目指し、引き続き安定した鑄造品の向上の実験研究を実施している
- 来年度以降において試作品の評価試験を予定しており、ベンチマークの一部の試験項目の追加を含めて、鑄造品の優位性の研究を継続中
- H26年度以降の実用化を目指し、コンパクトラインの構想を技術アドバイザーと検討し進めている

企業情報 クロダイト工業株式会社

- | | |
|--------------|---|
| 事業内容 | 自動車鑄物部品、及び上・下水道用部品の製造、販売 |
| 住所 | 愛知県高浜市八幡町1丁目1番地1(高浜工場) |
| URL | http://www.kurodite.co.jp |
| 主要取引先 | ピオンズ(株)、(株)ジェイテクト、(株)クボタ、(株)栗本鐵工所、日本鑄鉄管(株)等 |

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- | | |
|---------------|--|
| 連絡先 | 生産技術部副部長 磯村仁志 |
| Tel | 0566-53-6842 |
| e-mail | h.isomura@kurodite.co.jp |

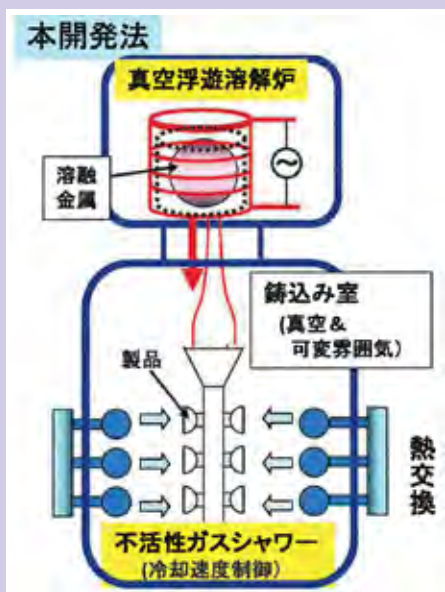
コストダウンを実現し、これからの福祉社会に寄与する人工関節部品素材の開発

プロジェクト名 精密鑄造プロセス高度化のための新たな凝固組織制御技術の開発

対象となる川下産業 医療・福祉機器、鉄鋼・材料、航空・宇宙

研究開発体制 (財)富山新世紀産業機構、(株)ヨネダアドキャスト、浪速鍛工(株)、(株)石金精機、富山大学、富山県工業技術センター

本事業において開発した、凝固組織制御技術（鑄造と後工程の一化）



【従来】

○人工関節部品として、近年チタン合金やステンレス鋼に代わり、CCM合金（コバルトクロムモリブデン合金）を用いるケースが増加しているが、国内に技術的な蓄積が少ない

【研究開発のポイント】

○CCM合金を人工関節に用いる際、プラスチック嵌合を行わない「メタル-メタル嵌合」への転換を進めるために、強度やコストパフォーマンスの向上を図る

【成果】

○人工関節部品の鑄造法によるコスト削減、鍛造部品用荒地材の鍛造温度や荒地材形状の最適化によるコスト削減を実現するとともに、残材の最適なりサイクル方法（洗浄・再溶解方法）を検討

【利用イメージ】

○現行製品より高強度・高機能かつ低コストな人工関節部品として技術を活用

研究開発のきっかけ

剛性・靱性に優れた人工関節実現のためには、CCMを高強度化することが不可欠

○人工関節製品市場では、従来のチタン合金やステンレス鋼部品に代わり、強度や耐摩耗性に優れたCCM合金の利用が増えている

○剛性・靱性に、より優れた人工関節が求められているが、合金組成を変更すると国の承認が必要であるため、CCM合金の剛性・靱性等を高めることが必要

○CCMの製造技術は、海外からの技術導入から始まっており、国内での技術的な蓄積が少ないことから、スムーズなニーズ対応ができていない

研究開発の目標

人工関節の利用者層・利用者数の拡大に対応できる、製品の高度化と生産コストの削減

○鑄造部品の機械的性質の向上

➡ 0.2%耐力、引張強度、伸びおよび絞りの20%向上

○鍛造部品の製造コスト、仕上げ機械加工コストの削減

➡ 鍛造部品の製造コスト、仕上げ機械加工コストの各30%削減

○耐摩耗性の向上

➡ メタル-プラスチック嵌合からメタル-メタル嵌合への置き替えにより、摩耗速度を1/60に

○人工関節部品のリサイクルシステム

➡ 鑄造戻り材、鍛造端材、加工残材の90%回収および100%再利用

【従来技術】

【新技術】

<従来の人工関節製造>

- ・チタン合金やステンレス鋼製の部品については、国内に技術的な蓄積あり
- ・コバルトクロムモリブデン合金については、国内に技術的な蓄積が少ない
- ・従来の人工関節製造工程におけるHIP処理は時間のかかるパッチ式処理工程で、製造コストの約40%を占める

- ・HIP処理の省略
- ・熱処理の簡略化・省略
- ・磨き（熟練技術）の自動化・高速化
- ・鍛造工程の省力化
- ・材料のリサイクル

<新たな凝固組織制御技術を活用した人工関節製造>

- ・人工関節鑄造部品の鑄造において、HIP処理や熱処理を行わなくても、鑄放しで欠陥のない、F75規格を満たす製品を製造
- ・人工関節鍛造部品用荒地材について、型打前工程に予備鍛錬を行い、鑄造品に熱処理を追加することで必要な性能を満たす
- ・生産工程全体でのコスト削減のため、材料リサイクルシステムを構築

研究開発の成果／目標→達成

鑄造時制御冷却法による凝固組織制御技術

- チタンやホウ素の添加により、樹枝状晶が小さくなり、0.2%耐力および引張強度は向上するが、伸びおよび絞りには悪影響を及ぼさない
- 凝固時間は5秒程度であり、ASTM-F75（コバルト基鑄造合金）規格を満たす製品を製造することが可能。また、HIP処理や熱処理を省くことで約40%のコストダウンを実現

鍛造部品用荒地材の鑄造凝固組織制御技術

- 上記の鑄造法によって作成される鍛造用荒地材について、型打前工程に予備鍛錬を追加、鑄造材に熱処理を追加して要求される機械的性能を得る鍛造方案を確立
- 荒地材の形状の検討によって、製造コストをトータルで最大約30%削減

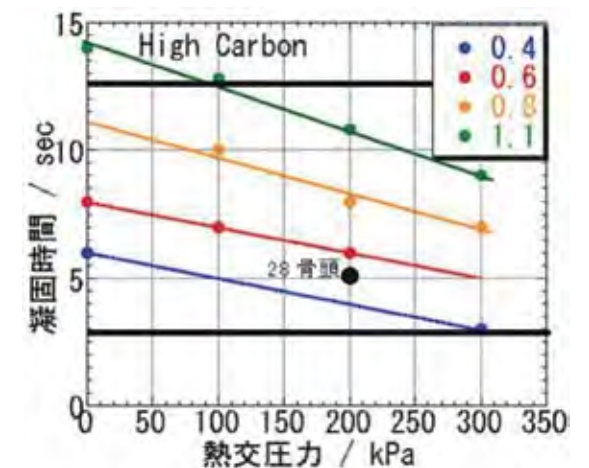
仕上げ加工法の検討

- 疑似体液中における摩擦摩耗試験を行い、電子ビームプロセスによる仕上げ加工によって耐摩耗性が損なわれないことを確認。後処理加工が可能に

リサイクルによるコストダウン

- 鑄造工程・鍛造工程・機械加工工程から排出されるスクラップは全て回収可能
- 回収したスクラップの適切なリサイクルにより、原料費コストを最大で約30%削減

熱交換器の操作圧力と凝固時間の関係（ハイカーボン材の場合）～28φ骨頭モデルをハイカーボン材で製造する場合、鑄放しで機械的性能を満足させるには200kPaの操作が望ましい～



※図中の0.4、0.6、0.8および1.1は階段状試験片5mm部、10mm部、15mm部および20mm部の鑄物モジュール（体積/表面積：単位cm）を示す

事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H23年度に実用化に成功、事業化間近
- サンプルの依頼に応じて有償サンプル対応が可能

効果

- 低コスト化：現状製品のコストを約30～40%削減する
- 耐摩耗性向上：現状製品の約1.2倍の耐摩耗性を持つ

今後の見通し

新製品として材料試験を実施し、H24年中の上市を目指す

- 従来型の鑄造部品については、H23年4月に実用化し、川下企業への出荷も始まっている。
- 新製品については川下企業へのサンプル出荷を行っており、サポイン事業終了以降、認可を受けるべく、材料試験を実施中
- 更なる技術向上のため、摩耗試験を含めた補完研究を実施

企業情報 株式会社ヨネダアドキャスト

事業内容 工業用チタンおよびチタン合金、ステンレス等の特殊鑄鋼、ニッケルおよびコバルト合金、純クロムおよびクロム合金、無酸素銅および銅合金、金属間化合物類の精密鑄造品

住 所 富山県高岡市長慶寺910

U R L <http://www.yac-ic.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 米田隆志
Tel 0766-22-8184
e-mail takashi@yac-ic.com

めっきフリーのアルミニウム合金製法により 環境に優しい高付加価値商品の生産コストを削減

- プロジェクト名** 環境・コスト低減に対応した、光輝性アルミニウム合金鋳物製造技術の開発
- 対象となる川下産業** 輸送用機器、家電、建材、半導体等
- 研究開発体制** (財)岡山県産業振興財団、光軽金属工業(株)、(株)サーテック永田、岡山県立大学、岡山県工業技術センター

アルミホイール試作品



【従来】

○自動車の軽量化の一環として、ホイールのアルミ化が進んでいるが、強度や靱性のみならず、エクステリアとしての、外観品質に対する要求水準が高い。しかし、アルミニウム合金は難めっき素材である

【研究開発のポイント】

○鏡面研磨によりめっきと同等の光輝性を確保できる合金を開発するとともに、合金の鋳造技術、熱処理技術、鏡面研磨技術、表面処理技術を確立

【成果】

○高い光輝性と強度を兼ね備えた鋳造品のハイサイクル生産を実現

○めっき加工を行わないことにより環境負荷を低減

【利用イメージ】

○エクステリア製品である自動車のアルミホイールをはじめ、様々な用途で活用

研究開発のきっかけ

保安部品としての安全性と軽量性、外観品質を兼ね備えたアルミホイールが求められる

- 自動車産業で車体の軽量化への取組が進む。具体的には鉄からアルミニウム合金への素材変更による軽量化及び環境対応が進み、アルミニウム部品のニーズが高まる
- 特に、自動車用ホイールの軽量化として、アルミホイール化が進んでいる。自動車における重要保安部品であることから、靱性、強度、軽量性が求められる
- ホイールはエクステリア製品であるため、厳しい外観品質が要求されるが、難めっき素材であり、装飾クロムメッキの不良率が高い(めっき不良が発生しやすい)

研究開発の目標

高い光輝性を持ち、従来以上の強度を持つ、高付加価値製品製造技術を確立

- めっきと同等の光輝性
➡ 光沢計にて標準試験片100%に対し、590%以上
- 軽量化アルミホイールに求められる品質の信頼性
➡ 引張強さ250N/mm²以上、伸び8%以上、硬度HB80、流動性はAC4CH材と同等以上、現行品と同等の耐食性
- 量産体制における生産能力
➡ 生産技術を確立し、鋳造サイクルを約30%ダウン

【従来技術】

<従来技術による自動車ホイール>

【スチールホイール】

- ・靱性に優れている
- ・重量が重い
- ・デザイン性に劣る場合が多い

【アルミホイール (AC4CH系合金使用)】

- ・軽量である
- ・めっき加工がしづらい
- ・硬い析出物があり、めっきと同等の光輝性を得ることができない

【新技術】

<新しい合金を使用したアルミホイール>

- ・アルミニウム-マグネシウム-亜鉛系の合金を用いることで、
○高強度 ○高機能 ○軽量
を実現するだけでなく、めっき加工をせずにめっき加工と同等の光輝性を実現することで環境負荷を低減
- ・鋳造技術を確立し、鋳造サイクルを短縮

研究開発の成果／目標→概ね達成

新規アルミニウム合金の開発

- アルミニウム-マグネシウム系合金をベースに、最適な機械的性質と光輝性の両面に優れる、アルミニウム-マグネシウム-亜鉛系合金の開発に成功
- 自動車のホイールとして求められる機械的性質を充足(引張強さ約300N/mm²、耐力約210N/mm²、伸び約10%、硬度HB90~100)
- 自動車のホイールとしての適切な疲労強度を確保(自動車用軽合金アルミホイール試験規格に合格の上、より厳しいホイールメーカーの自主基準にも適合)

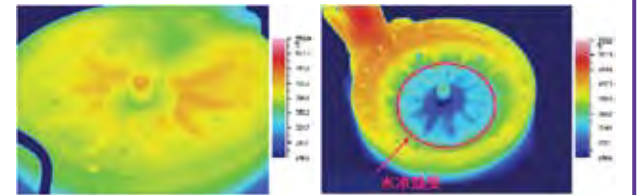
新規アルミニウム合金の鋳造・熱処理技術を確立

- 鋳造サイクルを現行のサイクルから約30%削減
- エクステリアとしての光沢度(研磨後)について目標を達成(基準片比688%)

新規アルミニウム合金の表面処理技術の開発により、エクステリアとしての品質を確保

- 耐食性にも優れ、高い光沢度を維持(塩水噴霧試験240時間後も、腐食が発生せず光沢度688%をキープ)
- 従来素材であるAH4CH材と比べても良好なめっき性

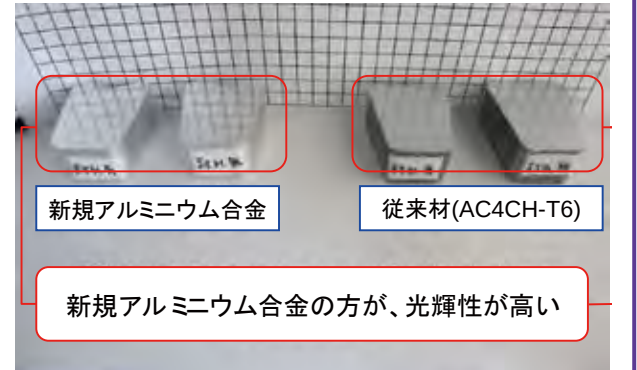
鋳造時の金型温度分布測定結果 ~金型の冷却方式を変更することで、鋳造サイクルを約2/3に~



従来工法による金型内部冷却

本研究による新水冷式金型冷却工法

新規アルミニウム合金と従来材の表面処理後の表面外観比較 ~従来材と比べ高い光輝性、めっきと同等以上の光沢度を実現~



新規アルミニウム合金と従来材複合表面処理後の表面外観

事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H22年度に実用化に成功、事業化間近
- サンプルなし

効果

- 低コスト化:工程が複雑なめっきをしない効果により、コストダウンを実現
- 強度向上:従来鋳物材めっき処理品に比べ1.1倍の引張り強さ、約2倍の伸び
- 環境負荷削減:めっき加工を行わないことにより環境負荷を低減

知財・広報活動

- 国際特願:「光輝性に優れたアルミニウム合金鋳物及びその製造方法」(国際公開番号WO2011/111816)
- 特願:「めっきが施されたアルミニウム合金鋳物及び製造方法」(特願2011-005257)

- 受賞:岡山・産学官連携推進会議「おかやま産学官連携大賞」(H23)
- 雑誌:「環境・コスト低減に対応した光輝性アルミニウム合金鋳物製造技術の開発」(アルトピア H23.8月号)等
- 出展:ひろしまビジネスマッチングフェア2011(H23.9)等

今後の見通し

光沢性、耐食性の向上により、事業化の対象を拡大

- アルミホイール製品としては一体型(1ピース)加工技術の補完研究を実施
- 今後は、鋳物部品の機械的性質、光沢性、耐食性についての補完研究も進めるなどし、H24年中の事業化を目指す

企業情報 光軽金属工業株式会社

- 事業内容** アルミニウム合金鋳物(金型重力鋳造、ダイカスト、砂型鋳造)の製造、販売
- 住 所** 岡山県岡山市東区瀬戸町江尻1050
- U R L** <http://www.hikari-light-metals.co.jp>
- 主要取引先** 川崎重工業(株)、(株)クボタ、ダイキン工業(株)、本田技研工業(株)、ヤマハ(株)、(株)ワーク

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 営業部営業課 営業課長 難波克昌
- T e l** 086-952-2121
- e-mail** k-nanba@hikari-light-metals.co.jp

ハイパワーLEDの需要を支える 複雑形状の三次元プレス加工技術

プロジェクト名 圧造成形順送プレス工法によるLED用機能部品の製造技術開発

対象となる川下産業 自動車、産業用機器、電子機器・光学機器、医療・福祉機器

研究開発体制 (財)日立地区産業支援センター、(株)大貫工業所、(株)西野精器製作所、茨城プレイング工業(株)、茨城大学、(独)産業技術総合研究所

メタルハイブリッドLEDパッケージ(MHP)



LEDチップ搭載・封止前

LEDチップ搭載・封止後
(3素子搭載5mm□MHP)

【従 来】

○自動車産業や産業用の照明機器、医療機器用の照明機器において、LEDへの置き換えが進んでいる。LEDランプ用の高反射率ミラー(リフレクタ)や放熱器(ヒートシンク)は現在、切削などの機械加工によって作られているが、高価である

【研究開発のポイント】

○リフレクタやヒートシンクを複雑三次元圧造成形順送プレス工法(板鍛造)によって製造することにより、製造コストの削減と、製品の高機能化を目指す

【成 果】

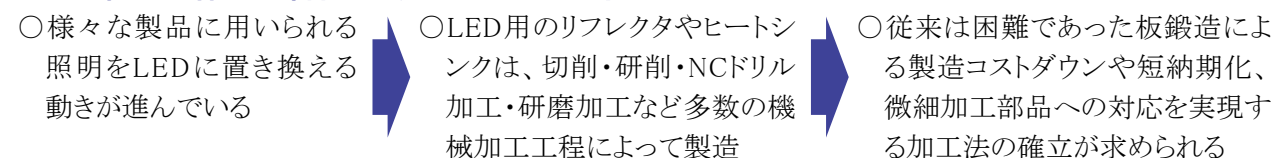
○安定したプレス加工寸法を得ることに成功し、ハイパワーLEDを組み立て、実装して製品化を達成

【利用イメージ】

○自動車ヘッドライトや医療機器用照明の他、屋外照明、産業用照明などの様々なLED製品において活用

研究開発のきっかけ

LEDの普及に伴い、部品の生産コストダウン等が求められる



研究開発の目標

高耐久性精密異形加工プレス金型により、複雑形状の部品を高品質に製造

- | | |
|-------------------------------------|--|
| ○プレス速度
➡ 通常のプレス(板鍛造)と同等以上 | ○製品の品質
➡ 表面処理による反射率:全反射率90%以上、反射率低下率(4年後):10%以下 |
| ○LEDチップへの対応
➡ 板鍛造製品にLEDチップの搭載を実現 | ○量産性
➡ 切削加工による場合に比べ、コストを1/10に |

【従来技術】

<現行の自動車等照明部品>

- LED化が進んでいるが、LEDランプ用のリフレクタやヒートシンクが高価である

(課題)

- 加工工程が切削・研削・NCDリル加工・研磨加工と多数にわたっており、加工費が高い。また加工設備の整備も必要である

【新技術】

<三次元プレス金型による加工工程の削減>

- 加工工程の削減により、コストを削減
- 化学研磨処理技術研究により、高反射率のリフレクタの生産が可能
- (特徴)
 - 常時通電における相対光量は2,000時間の通電においても無変化、温度サイクル試験(1,740サイクル)においても光量が低下せず、長寿命化
 - プレス加工寸法変動率が小さく、また生産コストも低価格であり、量産が可能な水準

研究開発の成果／目標→達成

各種金型の製作・プレス加工条件の最適化

- アルミニウムリフレクタの製品設計を行うとともに、量産化を視野に入れた高耐久性プレス金型を設計・製作。また、圧造成形加工のための、高耐久化表面処理金型を開発。DLCコーティングパンチの入れ替えが可能な構造とした
- プレスオイルに揮発性オイルを用いることで、最高50SPMのプレス速度を実現

化学研磨処理による、表面処理技術の確立

- 各種のアルミニウム板材料(純アルミおよび合金系)について化学研磨処理を行い、純アルミ系が高い反射率を示すこと、また脱脂処理条件の反射率への影響がないことを確認
- 外部による表面処理の信頼性評価から、温度サイクル試験(1,740サイクル)において光量が低下しないことを確認

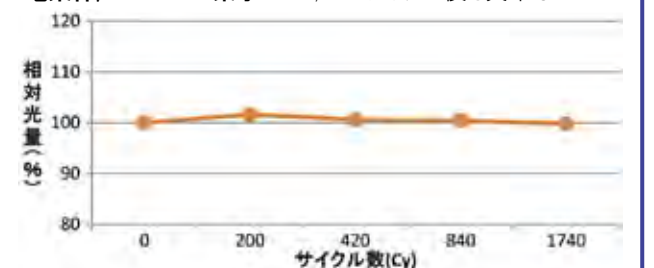
量産に向けて

- プレス加工寸法の変動について、目標(±10μm)をクリアし、安定的な生産を可能に

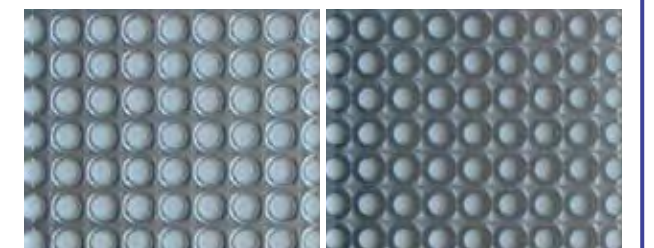
○従来の切削機械加工による場合と比べて1/10のコストでの生産を実現

5mm□LEDパッケージの温度サイクル試験結果

試験条件:温度サイクル/-30℃/30min⇄85℃/30min、通電条件/50mA×3素子 ~1,740サイクル後も異常なし~



ハイパワーLED用アルミニウムリフレクタ



(表面)

(裏面)

事業化への取り組み／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況

- H22年度に実用化に成功、事業化には時間がかかる
- 金属製LEDモジュールの無償サンプルあり

効 果

- 省エネルギー・環境負荷低減:高放熱性高反射率金属リフレクタによる、高輝度LED照明用パッケージの提供により、省エネルギー、環境負荷低減に貢献できる
- 量産化・安定供給化:複雑三次元金型技術による高速順送プレスにより高精度パッケージ用部品の量産化、安定供給を実現
- 低コスト化:セラミックパッケージと同等以下のコストで、パッケージを提供できる

知財・広報活動

- 特許:「積層金属板の摩擦攪拌接合方法及び金属板積層体」(特願2010-040733) 等

- 論文:御田護「3次元構造体の順送プレスによる新しい接続方法」第80回金属プレス加工技術研究会(H22.5)
- 新聞:読売新聞(H23.11.7)、茨城新聞(H20.9.17)等
- 出展:COMPAMED2011(国際医療機器技術・部品展)(デュッセルドルフ、H23.11)

今後の見通し

海外展開も視野に入れて、販売体制の確立を行うとともに、更なる技術向上を目指す

- 研究未了であった事項については、引き続き補完研究を実施し完成度を高めるとともに、川下メーカーからの試作の受注により新たな共同開発を進める。具体的には金型の耐久性試験およびFSPT応用接合技術の確立のため補完研究を実施
- 試作品提供メーカーから、新たな構造の金属製LEDパッケージ開発要請もあり、海外市場も視野に入れて、販売体制の確立および拡充を推進中

企業情報 株式会社大貫工業所

事業内容 超精密金型、樹脂成形金型の開発、設計、製造および高精度金属プレス加工品製作

住 所 茨城県日立市森山町5-10-8

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

主要取引先 日立オートモティブシステムズ(株)、(株)島津製作所、(株)東芝

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役社長 大貫啓人

Tel 0294-53-3821

e-mail ohnuki@ohnuki.co.jp

高強度アルミ合金の軽量化素材としての用途を 拡大する熱処理高度化技術

プロジェクト名 高強度アルミニウム合金のハイドロフォーミング技術高度化開発

対象となる川下産業 輸送機器産業、産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械産業、医療・福祉機器産業

研究開発体制 (株)協栄製作所、ヤマハ発動機(株)、住友軽金属工業(株)、岐阜大学

製品化目標部品(自動二輪車のリアアーム)



【従来】

○アルミ合金材の冷間加工性は、その自然時効特性により不安定になり易く、加工度が増すほどその影響が大きくなるため、量産加工を維持することは困難であった

【研究開発のポイント】

○ハイドロフォーミング直前に、常に安定した変形性能を可能にする熱処理工程を連続工程として設定して量産加工を実現

【成果】

○熱処理とハイドロフォーム工程を連続処理することによって、設定した成形物の目標値をほぼ全て達成した

【利用イメージ】

○高張力鋼(ハイテン鋼)に代替する高強度アルミ合金。自動二輪車部品をはじめ、自動車の足回り部品、鉄道保線機材、福祉機材などへの活用

研究開発のきっかけ

十分な強度を持つアルミニウム合金製作のための技術確立が求められている

○車体の軽量化ニーズが高まる中、軽量高剛性な構造部材を提供する上で閉塞断面のアルミニウム合金のハイドロフォーミングは有効な手段である

○通常アルミニウム合金のハイドロフォーミングは、成形性の良い合金を用いるが、その引張強さは350MPaが上限となり、十分な強度は得られない。また溶接部強度が比較的高い合金の場合、ハイドロフォーミング後に熱処理で強度を確保する必要があるが、その熱処理時に変形を生じてしまうために、十分な強度が発現し難い

○アルミニウム閉塞断面構造での軽量高剛性および比強度で、ウルトラハイテン鋼や高強度マグネシウム材を上回る軽量高強度が求められている

研究開発の目標

工程におけるアルミニウム形状を安定化させ、生産リードタイム短縮を目指す

- 最適なハイドロフォーミング成形条件の設定
 - ➡ ハイドロフォーミング成形拡張率: 最大56% (現行A7N01TE-O材同等以上)、形状寸法精度、肉厚精度: 現行7N01TE-O材同等以上
- T6相当の素材性能評価
 - ➡ 引張り強さ: 500MPa以上、溶接部引張り強

- さ: 350MPa 以上
- 熱処理のインライン化
 - ➡ 溶体化処理からハイドロフォーミング工程を連続して実施。総エネルギー量が、現行のバッチ熱処理よりも少なく、社外物流廃止と併せて製造時発生CO₂を30%以上削減

【従来技術】

＜加工前焼鈍と成形後熱処理を行う従来工法＞

- ・焼鈍⇒ハイドロフォーミング⇒加工後熱処理という工程を経て製作
- (課題)
- ・加工後に歪みが発生するため、熱処理による矯正が必要
- ・生産リードタイム大(10日)
- ・引張り強さ350MPa

【新技術】

＜ハイドロフォーム成形とT6熱処理を一体工程とした工法＞

- ・熱処理の外部委託を行わない社内一貫生産
- (特徴)
- ・形状凍結性良好⇒矯正不要
- ・焼鈍、溶体化削減⇒CO₂減
- ・生産リードタイム短縮(5日以下)
- ・500MPa級引張り強度

研究開発の成果／目標 → 一部達成

ハイドロフォーム成形シミュレーションの研究開発

○ダメージ値が小さくなるように(今回の条件においては約0.3)成形条件を決定することによって、成形トライ数を大幅に削減でき、効率的に製品を製造できることを確認

7N01系アルミ合金の新プロセスにおける熱処理条件とハイドロフォーミング性の研究開発

- T6処理後の強度確保とハイドロ成形品の再結晶抑制の観点から、溶体化処理温度はT+30℃～T+40℃が最適であることを確認
- 熱処理とハイドロフォーム成形を連続して行うことに成功し、新プロセスの見通しが立った

溶接可能な500MPa級アルミニウム合金の溶接性の研究開発

○500MPa級アルミ合金の溶接品質は、従来材に比べて有意差はなく、従来材と同様の溶接が可能であることを確認

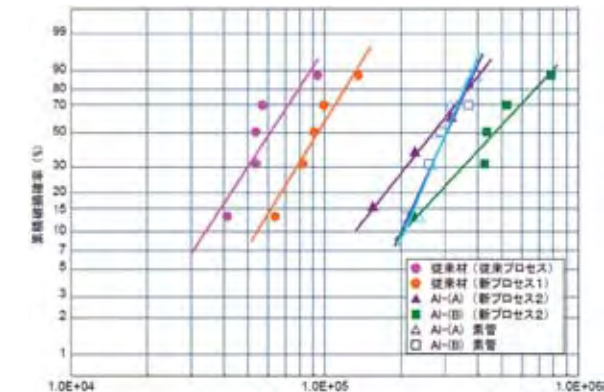
500MPa級アルミ合金のハイドロ成形品

～溶体化処理条件とハイドロフォーミング工程の最適化による、従来品と遜色ない成形性～



ハイドロ成形品の疲労寿命改善効果

～本事業で開発した新プロセスにより、成形部材に圧縮残留応力が保持され、従来品と比べて疲労寿命の向上が認められた～



事業化への取り組み／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況

- H25年度の実用化成功を目指し、補完研究を展開中
- 補完研究にてサンプル作製を計画中

効果

- 高強度化: 比強度でウルトラハイテン鋼を上回る、溶接可能な500MPa級の高強度アルミ合金
- 低コスト化: 熱処理と一体化したハイドロフォーミングの新プロセスによって生産性を高め、コストを削減

知財・広報活動

- 論文: 三田陽介「高強度Al-Zn-Mg合金の溶接継手の強度特性」第121回軽金属学会(H23.11)、新川真人「高強度アルミニウム合金の薄肉パイプのハイドロフォーミングとFEM解析による成形限界の研究」塑性加工連合講演会(H23.11)

- 雑誌: プレス技術「高強度アルミニウム合金のハイドロフォーミング高度化技術開発」(2011vol49, No.7)
- 特許: 「疲労強度に優れたアルミニウム合金中空異形材およびその製造方法」(特願2011-33483)、「疲労強度に優れたアルミニウム合金中空異形材およびその製造方法ならびに自動二輪車用スイングアーム」(特願2011-33484)

今後の見通し

軽量化の研究をさらに進めるとともに、成果を用いて事業化を目指す

- 合金の薄肉化を追求し、従来比20%の軽量化を目標に取り組む
- 成形性を改良した新合金を用いて、新プロセスでの事業化を目指す
- 自動二輪車メーカーの開発スケジュールに合わせて試作サンプルを提供し、評価に合格すればH25年度から採用される予定

企業情報 株式会社協栄製作所

事業内容 輸送用機器製造

住 所 静岡県浜松市南区金折町1417-10

U R L <http://www.kyoei-seisaku.co.jp>

主要取引先 ヤマハ発動機(株)、(株)ソミック石川、(株)今仙電機製作所、プリヂストンエラストック(株)、川崎重工業(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発部部长 平口與志継

Tel 053-425-2511

e-mail hiraguchi.y@kyoei-seisaku.co.jp

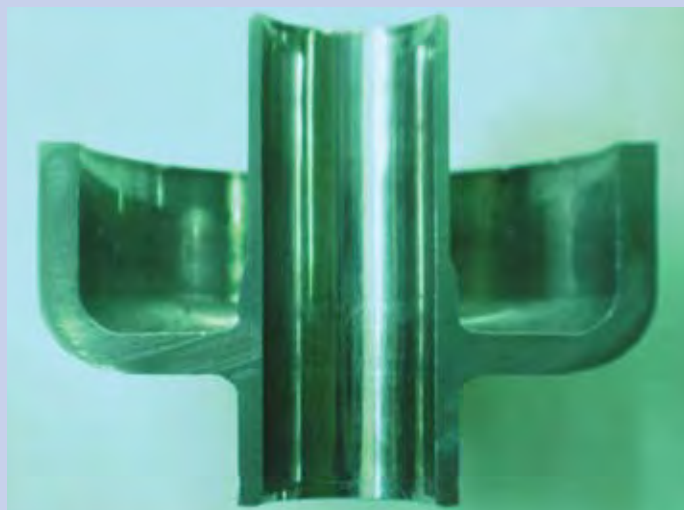
省エネ効果が大きく様々な回転部品生産に適用可能な複雑3次元形状成形技術

プロジェクト名 板鍛造の高度化による(省エネ・省資源指向の)トリプルカップ成形技術の開発

対象となる川下産業 輸送機器産業、電気機器・家電産業

研究開発体制 (財)中部科学技術センター、(株)富士プレス、岐阜大学、スギムラ化学工業(株)

トリプルカップ形状部品のサンプル



【従 来】

○複雑形状化、低コスト化、環境配慮を追求するための成形技術の向上が自動車産業の主要ニーズとなっており、金属プレス加工業界の技術開発にもそれが求められている

【研究開発のポイント】

○「より複雑な形状を高い寸法精度や形状精度で成形可能とするプレス技術」を確立することによって低コスト化を実現

【成 果】

○単発工程において、複動金型を使用した実機トライにより、設定した成形物の目標値を全て達成した

【利用イメージ】

○自動車の電磁バルブ・ケースに採用することにより、小型・軽量化を実現。この部品を搭載することにより、燃費削減を通じたCO₂削減が期待できる。また、ケースの軸受け部を圧入しなくてもよくなることから、性能向上や製品設計上の自由度アップに寄与

研究開発のきっかけ

環境配慮技術が求められる中、低コスト化も求められている

○燃費向上などの環境配慮技術の確立が重要な課題となっている中、複雑形状化、低コスト化、環境配慮を追求するための成形技術の向上は自動車産業の主要ニーズとなっており、金属プレス加工業界の技術開発にも同様の方向性が求められている

○省資源・省エネルギー等は、環境負荷低減のみならず、経費削減等のコスト低減効果が見込めるが、とりわけ板鍛造は後加工の削減や必要加工圧の低減等、省エネ効果が大きい

○「より複雑な形状を高い寸法精度や形状精度で成形可能とするプレス技術」、すなわち「ネットシェイプ化」は、複雑形状化、低コスト化、環境配慮の3方を同時に実現できる技術として期待されている

研究開発の目標

ネットシェイプにおける条件の最適化を検討し、量産を目指す

○金型表面処理、加工スピード・コントロール、給油方法等の工程最適化への対応
➡トリプルカップの目標仕様＝ボス部合計高さ≥30mm、内径公差＝レンジで0.08mm以下、内径真円度≤φ0.05mm

○加工油の極圧剤使用量削減への対応

➡塩素フリーの極圧剤トータルの配合割合≤40%

○加工油のリサイクル使用への対応

➡量産時に加工油のプレス内リサイクル使用を可能にする機構の構築(加工油リサイクル率≥50%)

【従来技術】

<現行のダブルカップ／トリプルカップ成形>

(課題)

- 成功した成形例が、限定的な形状のみにとどまっている
- 環境負荷の高い塩素系極圧剤を使用しなければならない

【新技術】

<省エネ・省資源指向の成形技術>

- 素材の分流制御を高度化
- 極圧剤を極力排除した加工油を使用

(特徴)

- 複雑3次元形状を創成可能
- 環境に配慮した負荷の少ない技術
- 一層の低コスト化

研究開発の成果／目標→達成

トリプルカップ成形技術の確立

○4種類の工程設定をもとに複動ダイセットを製作し、単発工程での実機トライを実施

○2種類の工程設定内容により目標形状の成形を達成

連続加工エトライによる量産化技術の検討

○量産加工における素材流動の最適化を目指し、新たに製作した連続加工が可能なトライ用金型を使用して収集データを比較・分析

○プレス・モーションはナックル・モーションが最適であること、金型表面処理はCrNが最適であること、焼き付き防止の観点からはコーティング前の面粗度確保が重要であることを見出した

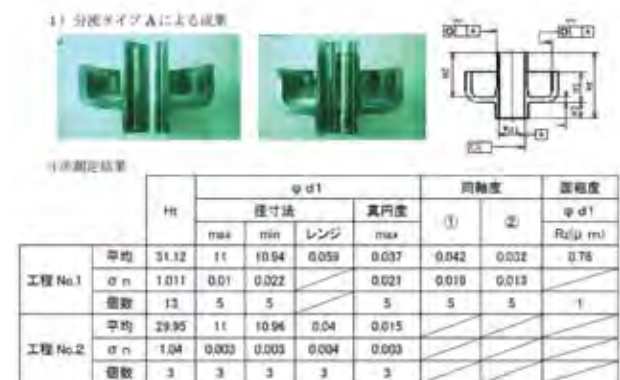
極圧剤を極力排除した加工油の開発

○絞りしごき試験と実機トライ結果との比較により、量産トライに使用する油剤の最適配合を解析

○油剤動粘度適正值と油性向上剤の適正配合割合の特定、硫黄系・リン系極圧剤の配合割合が成形結果に及ぼす影響の知見獲得

単発加工における実機データ比較、分析

～分流タイプAによる実機トライで作成したトリプルカップとその寸法測定結果。どちらも平均で高さ30mm以上、内径公差0.08mm以下(レンジ)、真円度0.05mm以下を達成～



事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況

○H25年度の実用化を目指し、補完研究中
○トリプルカップ試作品のサンプルあり(有償)

効 果

○低コスト化:開発した分流制御工法により、従来の内面しごき法や押し出し法に比べて約30%の低コスト化が可能
○複雑形状化:開発した分流制御工法により、同軸中空ボスの高さを約30mmにすることが可能(従来の内面しごき法や押し出し法に比べて約3倍の高さ)
○省エネルギー化:開発した分流制御法により、従来の「鍛造+切削」と比較して必要エネルギーを2分の1に削減

知財・広報活動

○論文:杉浦雅弥、王志剛「板鍛造によるトリプルカップの成形技術」(H23.7)、若山知城、王志剛「塑性加工によるトリプルカップの成形技術」(H22.8)等

○出展:広州モーター・ショウ(日系自動車部品展示会)(H23.11)、中部モノづくり基盤技術展(H23.1)等

今後の見通し

新たな素材における開発推進と適用分野の拡大を図る

○実用化のための最適金型構造の開発に必要な基礎実験と評価試験を引き続き継続。また、極圧剤を極力排除した開発加工油の実用化試験も補完研究の中で継続中

○ボス高さの向上を目標とした金型構造の改善研究を継続中。また、開発加工油の環境負荷低減をさらに進めるため、リン系添加剤を使用しない方策を検討中

○H25年度中の実用化を目指す。実用化後は、アドバイザー企業への部品供給を足がかりに、自動車部品メーカーや家電メーカーでのトリプルカップ形状の採用推進を狙う

企業情報 株式会社富士プレス

事業内容 自動車用プレス部品と金型の製造・販売

住 所 愛知県大府市北崎町井田118

U R L <http://www.fuji-press.co.jp>

主要取引先 (株)デンソー、浜名湖電装(株)、アスモ(株)、GAC(株)、(株)日本クライメイトシステムズ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連 絡 先 技術部技術開発室室長 蟹江俊哉

T e l 0562-48-1304

e-mail kanie@fuji-press.co.jp

病理標本数の急増に対応し、病理診断業務の負担を軽減 大量・自動・高速処理を可能とするバーチャルスライド作成システムの開発

プロジェクト名 位置決め技術の高度化による大量自動供給高速画像処理装置の開発

対象となる川下産業 医療・福祉機器

研究開発体制 (財)21あおり産業総合支援センター、(株)クラーロ、(株)弘前機械開発、(株)テクニカル、(有)UNO、弘前大学、液晶先端技術研究センター

大量自動供給高速画像処理装置の外観



【従来】

○現行バーチャルスライド装置は病理検体の大量・高速処理が困難であり、装置サイズも大きく、医療現場のニーズへの対応が不十分であった

【研究開発のポイント】

○撮影装置の撮影領域拡大・オートフォーカス時間最適化等による高速化、病理検体搬送経路の短縮・供給装置の小型化を図る

【成果】

○装置サイズはH21年度補正事業で製作した第1次試作機に比べ1/3.3にスケールダウン
○27,000カンデラの高効率光源、4.2倍のシャッター速度技術の開発により、1日当たり946枚の撮影枚数を達成

【利用イメージ】

○病理検体の処理能力増大により、精度管理の向上と医療現場の病理診断業務の負担軽減を実現する

研究開発のきっかけ

現行バーチャルスライド装置の性能を大幅に超える1,000枚/24時間の装置を開発

○がん診断の多様化により、病理標本枚数が急増している

○医療現場では病理医不足の中で、病理標本処理等の運用効率向上を目指したデジタル化が進行している

○大量の病理標本を高速処理可能なバーチャルスライド装置の実現が待望されている

研究開発の目標

病理診断の現場ニーズを踏まえた画像処理の高速化と小型化を目指す

○病理診断画像データ処理の高速（短時間）電子化により、現場の作業効率を向上

➡ 現行撮影領域は2倍に拡大、撮影時間は50%短縮⇒1,000枚/24時間の実現

○装置のダウンサイジングにより現場の使いやすさを向上

➡ 装置のサイズを現行機比で1/4の実現

【従来技術】

<従来および現行機種>

【課題：処理能力】

- シャッター動作開始までの待機時間が1/10秒以上必要
- LED光源輝度約5,000カンデラ
- 撮影用光源の性能からシャッター速度を1/30秒以上に高速化出来ない
- 撮影領域は0.64mm×0.512mmと狭い

24時間当りの撮影時間：170枚

【課題：コンパクト化】

- 平成21年度第1試作機サイズは幅1,000mm×高さ1,570mm×奥行き2,010mmと大きい

【新技術】

<新開発機種目標>

【目標：処理能力を大幅に向上させる】

- LED光源輝度25,000カンデラ以上の実現
- シャッター速度1/125秒の高速化実現
- 撮影領域を1.28mm×0.96mmに拡大

24時間当りの撮影時間：1000枚

【目標：大幅なダウンサイズを実現させる】

- 1/4の小型・軽量化の実現

撮影機構・筐体構造の見直しを実施

装置内病理標本移動距離短縮化・部品点数削減により動作工程を単純化

※平成21年度第1試作機

研究開発の成果／目標→達成

統合技術により、大量・高速・自動バーチャルスライド装置の開発を達成

- プレパラート搬送ロボットを1系統に統合、第2次試作機における部品点数は425点少ない1,546点まで削減。第1次試作機比で容積比70%減、重量は27%減を達成
- 撮影部におけるプレパラート複数枚装填方式を開発し、待機ポジションのカット、撮影部取り込み口との対面方式により搬送距離の大幅短縮（800mmから400mmへ）で処理能力を向上
- 第1次試作機に比べて1/3.3にスケールダウンを達成（幅960mm×高さ1,700mm×奥行き1,000mm）
- LED照明光源拡散板の最適化により、LED光源輝度27,000カンデラを実現し、シャッター速度で1/125秒を達成

ガラスプレパラートの高速撮影システムを開発

- 撮影領域は現行システムの4倍となる1.28mm×0.96mmに拡大。トータル撮影時間は50%短縮を実現（1.5cm角の標本は1分15秒で撮影）
- マクロ撮影による病理検体の複数箇所測定結果に基づき、フォーカス基準面推算画像処理技術を用いて算出したフォーカス基準面よりスキャン開始する高速撮影システムを構築

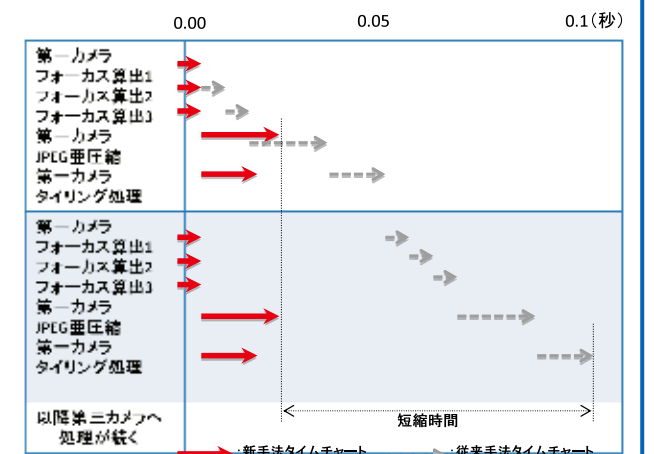
○ロボットとカメラの同期のためのアルゴリズムの大幅変更により、処理時間は従来比1/3の短縮を実現

病理標本の大量処理を大幅に向上

○新装置の開発により、病理標本の1日当たりの処理枚数は946枚/24時間となり、大量処理能力の大幅強化に成功

ロボットとカメラの同期アルゴリズム変更前後のタイムチャート

～ロボットとカメラの同期のためのアルゴリズムを大幅に変更し、従来比1/3の処理時間を実現～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化には時間がかかる

事業化状況

- H24年度に実用化達成
- 試作機あり（ただし、社内検討用であり、川下産業が活用できる試作機ではない）

効果

- 精度向上
- マーケットニーズへの対応

知財・広報活動

- 特許：「プレパラート用グリッパーヘッド」（特願2011-049711）

今後の見通し

更なる装置の最適化を図りつつ、事業化を見据えた販路開拓を推進

- 実用化に向け、各機械部の最適化を行い、実用化に向けた装置サイズ幅800mm×高さ1,600mm×奥行き800mmの達成および軽量化を目指す
- H24年内の実用化、H25年までには事業化を目指し、国内外の有力代理店による販路開拓を更に促進。世界の病理、検査分野をターゲットに販売を開始する

企業情報 株式会社クラーロ

事業内容 医療・福祉機器の研究開発及び製造販売

住 所 青森県弘前市土手町212-1

U R L <http://www.claro-inc.jp>

主要取引先 (株)三啓、(株)猪原商会、(株)アオパサイエンス、コスモ・バイオ(株)、弘前機械開発(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 管理部 長崎孝庸

T e l 0172-35-8649

e-mail nagasaki@claro-inc.jp

Roll-to-Roll装置向け、 高速・高感度張力センサシステム「センサロール」を開発

プロジェクト名 走行系表面コーティング技術の性能向上に資する小型高性能歪センサを用いた張力制御システムの開発

対象となる川下産業 燃料電池・太陽電池、半導体・液晶製造装置、製紙機械・印刷機械

研究開発体制 (一)関西環境管理技術センター、(株)アサヒ電子研究所、(株)京都テクニカ

本事業で開発したテスト用巻替装置



【従 来】

○スタンドアローン制御方法では十分な応答速度・処理能力を確保することができず、フィルム交換時の段取り変更や初期調整作業に膨大な工数を要する等、品質不安定・生産効率の悪化を招いている

【研究開発のポイント】

○センサ部の小型化により、ロールシャフトへの強度に影響なく取付可能で、剪断歪をピンポイントで高精度に検出可能な力覚センサを開発

【成 果】

○小型高性能歪センサによる緻密な張力分布情報の管理と、組込システム・ソフトウェア技術の利用による張力制御の多角的・高速処理を実現するインテリジェント機能を備えた次世代ロールコータ制御システムを開発

【利用イメージ】

○透明導電膜のような高機能フィルム製品を取り扱うRoll-to-Roll装置の張力制御システム
○真空・高温雰囲気中、プラズマ放電中等の特殊環境下での張力測定に適用可能

研究開発のきっかけ

小型高性能歪センサの開発・活用により、高品質・生産性向上を実現するロール制御システムを開発

○近年、フラットパネルディスプレイや薄膜系太陽電池等の高機能・超薄厚フィルム材料の世界的な需要拡大に伴い、これらを取り扱うフィルムベースエレクトロニクスが注目を浴びている

○各メーカーでは、薄厚フィルム表面上に高機能薄膜を形成する高次のRoll-to-Roll制御機能を備えた走行系コータ装置の開発を最重要課題と位置付けている

○ロール走行時のフィルムに作用する張力情報を直接かつリアルタイムに反映した高精度なフィルム位置決め制御を実現し、シワ寄りや傷等の加工不良発生を効果的に抑止して高品質・生産性向上を実現する新たなロール制御システムの確立が急務

研究開発の目標

小型高性能歪センサ・インテリジェント機能を備える張力制御システム等を開発

○小型高性能歪センサの開発

➡ ゲージ率:15以上(従来比約9倍)、抵抗温度係数:TCR=20ppm/℃以下(温度安定性5倍)、センササイズ:3.0mm×5.0mm×0.5mm(面積比1/5)

○インテリジェント機能を備える張力制御システムの開発

➡ センサ搭載方式:シャフト組込型(実質占有面積0ベース)、計測精度:張力変動±1.0%F.S.(計測精度5倍)、運転温度範囲:0℃～+200℃(実績値)(広範囲な温度領域での適用可)、時間応答性:10msec以下(応答遅れ0ベース)

【従来技術】

<従来のロールコータ制御システム>

- ・間接的な張力計測(二次的センサ)
- ・スタンドアローン制御によるスポット的な張力監視
- ・異常振動やハンチング等の制御不安定を誘発制御応答性を低下せざるを得ない(課題)
- ・熟練者の経験則に基づく操作介入が不可欠
- ・フィルム製品の品質均一性の悪化
- ・シワ寄りや傷等の加工不良発生頻度上昇に伴う製品品質歩留まりの劣化

【新技術】

<次世代ロールコータ制御システム>

- ・張力情報の高精度・直接計測
- ・ロール幅方向を含む緻密な張力分布情報の管理・制御
- ・組込システム技術利用による高レスポンス・高速制御を実現(特徴)
- ・高精度な自動位置決め制御・高速応答処理の実現(生産性向上)
- ・高機能フィルム製品の品質確保と生産性の両立

研究開発の成果／目標→達成

小型高性能歪センサの開発

- センサ部の小型化により、ロールシャフトへの強度に影響なく取付可能で、剪断歪をピンポイントで高精度検出可能な新しい力覚センサを開発
- 成膜プロセスの最適化によって高感度且つ低抵抗温度係数化を達成し、幅広い温度領域にわたって利用可能な力覚センサの可能性も見出した

シャフト内蔵型センサモジュールを用いたセンサロールの開発

- 2種類のセンサロールを設計・試作開発し、フィルム走行時に作用する張力情報の高精度・直接計測を実現
- センサロールは、ピローブロックを不要とし、フィルム経路や装置レイアウト等のスペース上の制約を受けないため、既存のRoll-to-Roll装置への取付が容易である

自律式フィルム位置決め制御システム

- 張力フィードバック速度制御とトルク制御の2種類の駆動システムを実装したテスト用巻替装置を開発
- 従来センサシステムに比して最大1.5secの高速応答と計測精度5倍以上を達成
- 高機能フィルム製品メーカーの需要が高い、搬送速度150m/minの高速走行制御を実現した

センサロールの特徴

従来技術(差動変位型)	センサロール
変位差の検出による間接計測	シャフトに加わる応力を直接計測
ピローユニットを設置する為、スペースの確保、経路及びラップ角変更の検討が必要	ピローユニット不要、ロール新設や既存経路の変更不要
フィルム経路やレイアウトにより1～2箇所の定点監視に制約される	経路を随時かつ、複数のシャフトにアクティブフォースセンサを搭載、走行ラインで張力分布情報の監視(Data Logging)が可能
大気中利用のみ、使用温度範囲約0～80℃	真空中の利用が可能、使用温度範囲-50～200℃

事業化への取り組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H23年度に実用化に成功
- テスト用巻替装置、センサロールの試作機あり(有償)

効 果

- 小型化:センサ部の小型化(面積比1/5)を実現することでロールシャフトとセンサの一体化構造が可能となり、ピローブロック等の外付ユニットが不要
- 精度向上:最大1.5secの高速応答、計測精度5倍向上(従来比)を達成
- 新方式の実現:真空・高温雰囲気中やプラズマ

知財・広報活動

- 論文:「CrSiC系複合薄膜による高性能力覚センサの試作」(H22.5)
- 出展:Convertech JAPAN 2012 [特別企画]塗布技術と周辺技術(H24.2)
- 受賞:(一社)日本真空協会「第36回真空技術賞」

(H23)

○特許:「張力検出装置」(特開2009-139270)

今後の見通し

川下企業との連携により、補完研究・共同開発を実施、本格展開に向け販売体制も整備

- センサロールの改善・アプリケーション開発を引き続き実施している。具体的には、防爆性の追加、耐熱性能の更なる向上、テンデンシーロールへの対応等があり、これら課題解決のための補完研究を継続中
- 川下企業と契約を締結し、センサロールの信頼性評価に係る共同開発を展開中。川下企業が所有するテスト装置にセンサロールを搭載し、長期間連続走行テストや過負荷テストを行うことで、耐久性・信頼性評価を実施している
- 大手ローラメーカーと提携し、本格展開に向けての販売体制の確立・拡充を推進中

企業情報 株式会社アサヒ電子研究所

事業内容 「Sensor&Computer」を開発テーマに組込ソフトウェア・システムのパイオニアとして企業展開。病院向けマイコンカルテシステムMKSやCMOSイメージセンサ、Roll-to-Roll装置用張力制御システムの研究開発・製造・販売

住 所 大阪府大阪市中央区瓦町1-4-16 アサヒビル3F

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

主要取引先 全国の病院・大学病院、パナソニック㈱、三容真空工業㈱、大学等、(独)宇宙航空研究開発機構

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 技術開発部 玉置肇
Tel 06-6222-3233
e-mail tamaki@aelnet.co.jp

産業ロボットの応用分野の拡大を目指して 3次元位置決め技術の開発

プロジェクト名 産業ロボット及びサービスのため高精度・高速・高信頼・低コスト
3次元位置決め技術の研究開発

対象となる川下産業 ロボット、電子機器・光学機器、自動車

研究開発体制 立命館大学、(株)三次元メディア、大日本スクリーン製造(株)

世界初本格的3次元ロボットビジョンセンサ「TVS」



【従来】

○高価である、時間がかかる、精度不足等から、3次元センサを搭載する産業用ロボットはほとんどみられなかった

【研究開発のポイント】

○高精度、高速、高信頼、低価格の3次元ビジョン技術とシステムの開発に取り組む

【成果】

○位置決め精度の高度化(0.1mm)、高速化(0.1秒以内)、高信頼(99.9%の成功率)を実現

○世界初の本格的ロボットビジョンセンサを具現化

【利用イメージ】

○産業ロボットの目として、部品供給時の部品の3次元位置姿勢を認識し、ロボットにその情報を伝え、ロボットが部品をピッキングし、組み立て等ハンドリングする

研究開発のきっかけ

産業用ロボットの応用分野拡大に向け、3次元位置決め技術の確立が必要

○我が国のロボット産業の発展に貢献することが重要

○3次元認識による位置決め機能を搭載すれば、産業用ロボットの応用分野と範囲が格段に拡大する

○高精度、高速、高信頼、低価格のロボットを実現するための、3次元位置決め技術とシステムに関するアルゴリズム・ソフトウェア・運用ノウハウを確立することが必要

研究開発の目標

高精度、高速、高信頼、低価格の3次元ビジョン技術とシステムの実現を目指す

○高精度:0.1mm

○高信頼:99.9%の成功率

○高速:0.1秒以内

【従来技術】

<従来保有の技術(TVL2.0)>

- 高精度3次元計測
- ステレオ法
- 光切断
- ハンドアイ校正

【新技術】

<ARV(Accurate Robot Vision)>

- さらなる高精度化(0.1mm)
- 高速化(0.1秒)
- 信頼性向上(99.9%)

レーザーสแกน比で、コスト1/3、速度10倍、精度5倍
3カメラシステム比で、コスト2/3、速度2倍、信頼性向上
単カメラ比で、速度10倍

研究開発の成果／目標→達成

位置決め精度の高度化・高速化

- 一定の計測範囲内において、ステレオカメラを用いて、0.1mmの校正精度、0.1mmの計測精度、及び0.1mmの3次元物体認識による位置決め精度を実現
- 位置姿勢が一定範囲内に制限できる条件下において、0.1秒以内の3次元物体認識を実現

輪郭による3次元認識



左カメラ画像

位置決めの信頼性・実運用性向上

- 特定の物体を使用した実験では、99.9%の成功率で3次元物体認識を実現
- 他方式と比べて、ステレオ方式による3次元物体認識が低価格で実現できることを示した



右カメラ画像

事業化への取り組み／事業化に成功

事業化状況

- H23.3に発売以来、20近くの評価機導入例がある
- 3次元ロボットビジョンセンサ「TVS」販売中

効果

- 低コスト化:従来の単純労働をロボット化し、生産コストを引き下げる。10年の生産ラインで、生産コストを1/5に引き下げ可能(2年償却で価格設定の場合)
- 製作時間短縮:従来人間が作業していた生産ラインでは、作業者が集まらない3K環境でも、ロボットで作業が可能

知財・広報活動

- 特許:特許第4649559号、特許第4677536号、特許第4649554号
- 出展:国際ロボット展(H23.11)、画像センシング展(H23.6)

- 新聞:日本経済新聞(H23.6)、日刊工業新聞(H24.1.12)

今後の見通し

顧客と一緒に、実運用上の課題解決に取り組む、事業の成功を目指す

- 評価機導入ユーザー(顧客)による実使用により、運用上の課題もいくつか見えてきた
- これらを解決すべく、顧客と一緒に、継続的研究開発を進めており、技術的な課題の解決には一定の目途をつけた
- 20近くの評価機導入例があるほか、引き合いも多く、潜在的導入台数合計は700に達した。一方、本格的導入には、上記課題の解決、顧客の設備投資計画のタイミングとの整合等、克服すべきハードルも残されている

企業情報 株式会社三次元メディア

事業内容 3次元ビジョン技術・システムの開発・販売

住所 滋賀県草津市野路1-15-5

URL <http://www.3dmedia.co.jp>

主要取引先 トヨタ自動車(株)、日本電気(株)、菱日エンジニアリング(株)、オムロン(株)、パルステック工業(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業部長 澤田純一

Tel 077-561-2799

e-mail info@3dmedia.co.jp

半導体/メムスの変種変量分野の施策に対応し、マスクレスで高スループットな微細加工装置を開発

プロジェクト名 微細加工装置の位置決め高精度化による高分解能且つ高スループットなパターン生成技術の確立

対象となる川下産業 情報通信・情報家電、バイオテクノロジー、電子機器・光学機器

研究開発体制 (財)九州先端科学技術研究所、(株)ピーエムティー、東北大学

微細加工装置外観



【従来】

○半導体の微細パターン開発においては、必要となる工程数だけマスクを作成することとなる。このマスク製作コストは、最先端の微細加工用ともなると数千万円にも及び、多額のイニシャルコストを投じなければデバイスの新規開発が行えない

【研究開発のポイント】

○中核技術として、高解像度スキャン描画方式、高深度投影技術、高輝度長寿命光源等を用いて、マスクレスで高スループットな微細加工装置を開発する

【成果】

○描画装置の性能を決定する重要な項目である最小線幅と接合精度について、それぞれ $0.5\mu\text{m}$ 、 $\pm 0.1\mu\text{m}$ を達成し、産業界で要望されている精度での加工を実現した

【利用イメージ】

○半導体、MEMS、 μTAS などのデバイス製造時の微細パターンニング加工工程において、慣例的装置では製造開始まで数ヶ月要していた期間がゼロとなる。既存技術では実現できなかった変種変量生産が実現可能

研究開発のきっかけ

低コスト高品質の微細加工のため、マスクレス描画装置を開発

○半導体の微細パターン開発では、原版となるマスク(レチクル)を使用した製造装置(ステッパー/スキャナー)やマスクを使用せずに等倍で電子線により描画する電子線描画装置などが使用されている

○ステッパー/スキャナーの場合、露出時のパターン成形用に必要なマスクを長時間かけ何枚も製作しなければならず、1枚当たり高額の製作コストが発生する。また、電子描画装置の場合では、マスクは使用しないが、スキャナーに比べて100倍以上の時間を要する

○このため、マスクを使用せず、これまでの技術とも高い融和性を有するシステムの構築を実現し、低コスト、短TAT、変種変量へ対応することが求められている

研究開発の目標

高精度、高速、高信頼、低価格のシステムの実現を目指す

○ステージ等速性制御技術

➡ 光学的限界値最小描画アドレス $0.4\mu\text{m}$ の1/4まで同期化させ、ステージの時間位置確度 $0.1\mu\text{m}$ 以下を達成する

○自動校正技術

➡ パターンの描画領域全域で光学的限界値の最小線幅 $0.4\mu\text{m}$ 、接合精度 $\pm 0.1\mu\text{m}$ 以下を達成する

○高深度光学技術

➡ 光学系とステージ系の総合性能として、線幅の10倍以上の焦点深度を達成する

○半導体光源技術

➡ 超高圧水銀ランプとの比較で、100倍以上(100,000時間)の寿命と5倍以上の輝度を目指す

【従来技術】

(課題)

- 加工線幅の微細化(位置決め精度の不足)
- 加工領域毎の接合精度向上(校正アルゴリズム未開発)
- 厚膜レジスト対応(光学系の焦点深度不足)
- 光源長寿命化(管球光源の本質的問題点)

【新技術】

(特徴)

- ステージ等速性制御技術(光学的限界値までの微細加工レベルの実現)
- 自動校正技術(位置決め精度限界を上限とした高精度かつ高安定な接合精度の実現)
- 高深度投影技術(従来比100倍以上の厚膜レジストに対する加工を実現)
- 半導体光源技術(従来比100倍、1年以上のメンテナンスフリー化を実現)

研究開発の成果／目標→達成

ステージ等速性制御技術

○描画時におけるステージの時間的な位置ずれを、X軸、Y軸共に $\pm 0.1\mu\text{m}$ 以下に抑えることができた

○ステージ制御システムソフトウェア開発においては、ステージ制御システムとの連動性の確立、外部機器のコントロールを実行可能とした

自動校正技術

○長さの接合精度と回転の接合精度の補正技術を完成させ、自動校正ユーザーインターフェースを開発したことにより、重ね合わせ精度 $\pm 0.5\mu\text{m}$ 以内、接合精度 $\pm 0.1\mu\text{m}$ 以内を達成した

高深度投影技術

○基本光学系の開発では、光学シミュレーションツールと組み合わせた光学設計とレンズ組み上げ時の微調整等を実施して、 $10\mu\text{m}$ 厚程度のレジストリに対応可能な投影光学系が完成した

半導体光源の評価実験

○選定したLEDアレイ素子の温度特性、出力特性において設計どおりの結果が得られた

総合性能評価

○マスク製造ならびに、直接描画の分野において、産業界で要望されている精度で加工することができた

製作した微細加工装置用精密ステージ

～ステージの主要部品は、アルミナセラミックス。特に仕上がり精度の要求が厳しいパーツには、最終的に手仕上げ加工でサブミクロンレベルまで精度を追求した～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

○H22年度に事業化に成功

○共同評価用装置あり

効果

○低コスト化: パターニング用マスクセットは、一般的に数百万から数千万円のコストがかかるが、本技術によりゼロとなる

○多品種少量生産: 本技術によってマスクは不要となり瞬時に対応できる

○技術情報漏洩リスク低減: マスク作成のための外注が不要のため、自社技術を外部に持ち出す必要がない

知財・広報活動

○出展: マイクロマシン/MEMS展(H22.7)

○新聞・雑誌: 日刊工業新聞(H22.7.30)、九州半導体・エレクトロニクスイノベーション協議会・会報「SHIQ PRESS Vol.20」

今後の見通し

市場ニーズに基づき、更なる技術開発・高度化に挑戦

○サポイン事業で開発した装置を用いて川下産業と共同で評価実施中。また、市場ニーズから更なる高度化に向けた技術開発にも取り組んでいる

○現状の開発テーマは、ユーザフレンドリーにするための機能追加である。主に、ソフトウェアを中心とした開発を継続中。更に充実させるため、市場ニーズのヒアリングを実施しつつ柔軟に対応していく予定

○川下産業からの引き合いが多くなっている。その中で、実際に描画性能を評価したいユーザについては、協議を行いながら共同評価に取り組んでいる。既存開発製品に関しては、製造・販売中

企業情報 株式会社ピーエムティー

事業内容 超軸制御技術をコアコンピタンスとして半導体製造装置、小型NC微細加工機、インクジェット式デバイス配線装置、超精密ナノステージの設計製作等

住 所 福岡県粕屋郡須恵町大字佐谷1705-1

U R L <http://www.pm-t.com>

主要取引先 東芝グループ、ソニーグループ

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業グループ 池永明宗

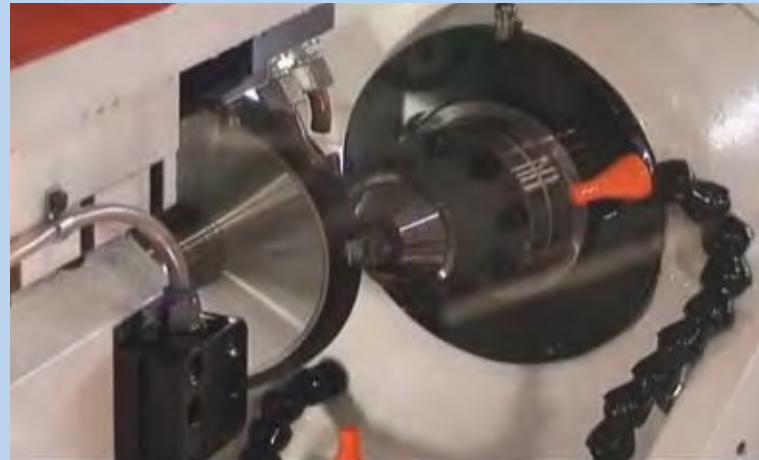
Tel 092-933-3110

e-mail ikenaga@pm-t.com

航空機エンジン用タービンブレードの全自動24時間連続無人加工を実現し、我が国の精密加工産業の競争力を向上

- プロジェクト名** 航空機エンジン部品等一体部品・複雑形状部品の加工技術高度化の研究開発
- 対象となる川下産業** 航空機、産業機械
- 研究開発体制** 農工大ティー・エル・オー(株)、平和産業(株)、(株)Nitolex、東京農工大学

エンジンブレードの加工状況



【従来】

○航空機ジェットエンジン向けのタービンブレードは、従来工法では工程数が多く人手がかかり、生産性が悪いことからコスト高につながっている

【研究開発のポイント】

○工程を集約することで無人化に対応するとともに、各種の装置を駆使することで24時間の連続加工を行うことが可能

【成果】

○高精度であり、また大量に生産することが可能な位置決め治具を開発するとともに、24時間連続無人加工に耐えうる砥石の開発に成功

【利用イメージ】

○航空機ジェットエンジン用タービンブレードの加工方法として用いられるほか、ソフトウェアは、工作機械メーカー、主要加工メーカーでも活用が可能

研究開発のきっかけ

人手がかかり高精度を実現しづらい工法から、次世代工法への転換が求められる

- 航空機のジェットエンジン用タービンブレードは、従来鋳込み法によって加工が行われてきたが、加工の高精度化に限界があり、鋳込み枠の取り外しに再加熱が必要であるなど人手がかかる
- 近年は位置決めピンとクランプの固定による、機械式固定法の採用も進んでいるが、クランプする力によって歪みが生じるため、精度の保持が困難である
- 熟練した技術を要せずに高精度を確保できる、無人加工による新しい工法が求められる

研究開発の目標

高精度な固定・研削加工を、24時間の自動運転によって対応

- タービンブレードの固定技術及び装置の開発
 - ➡ オートローダーによってセット可能な形状、治具の個体差の抑制(5μm以内におさまっている)、クランプによる歪みの解消
- 低摩耗・高研削効率の砥石開発
 - ➡ 荒加工において研削比100、研削能率10cc/min・cmを、仕上げ加工において、加工変質層5μm以下を達成する
- 5軸制御研削機で全自動運転するためのソフトウェア(運動及び加工制御)の開発

【従来技術】

【新技術】

<現行のブレード加工>

- (鋳込み法の課題)
- ・高精度化に限界がある
 - ・再加熱・酸洗いが必要で、人手がかかる
 - ・鉛を使用し、環境負荷が大きい
- (機械式固定法の課題)
- ・ブレード翼面を点で受けるため、クランプする力により歪みが生じる(精度保持が困難)

<開発する次世代工法>

- ・環境に無害な物質によって周りを硬化させることにより固定を行う
- (特徴)
- ・無害物質のみを利用し環境にやさしい
 - ・固定を強固に行うことが可能で、高精度化を実現することができる
 - ・無人運転が可能で生産性が高い

研究開発の成果／目標→達成

高精度かつ、大量生産可能な位置決め治具の開発

- 研究成果の広汎な活用を意識し、研削機はブレード専用の特殊機でなく、安価な市販機によって実施
- 自社の保有技術である、水(氷)を固定媒体とした拘束治具について、氷点下での機械稼働を避けるために固定媒体を樹脂に変更
- 射出成形技術を用いることで、連続生産を想定した位置決め精度で実施することを実現

24時間無人運転に耐えうる砥石の開発

- 様々な条件設定を行った上で砥石開発を行い、60mm/minにて研削抵抗10N/mm、研削比34のケースが最良の結果であった
- 砥石の形状出しが容易なCR系結合剤を用いることで、形状の容易な成形が可能

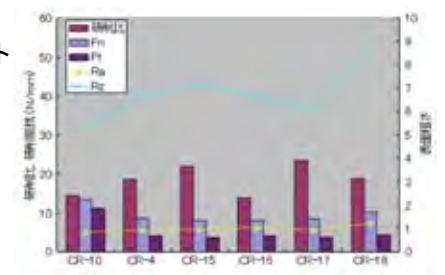
全自動運転を行うためのコントロールプログラム開発

- 通常の市販機は、工具研削専用ソフトを用いて運用するが、右図のような順の処理を行うこととし、ポストプロセッサ、測定・合否判定、ドレスなど

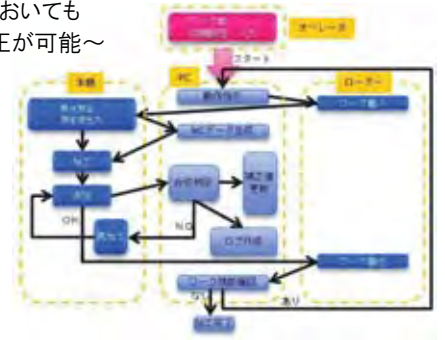
の要素についてのプログラムも専用に開発

○このような加工工程を削減するシームレスなシステムは、他分野(例えば医療用資材等)についても応用が可能

開発した砥石に対する性能テスト結果



全自動運転を行うためのコントロールプログラム
～連続運転中においても寸法の監視・修正が可能～



事業化への取組み／事業化に成功

事業化状況

- H23年度に事業化に成功
- ソフトウェアのサンプルあり(有償)

効果

- 低コスト化: 無人工法により、コストを従来の1/5以下に抑え、海外勢を上回るコスト競争力を保持する
- 複雑形状化: 人手に頼らないため、複雑形状化する部品の加工ニーズに対し、不具合率を上げることなく、品質の均一性を提供できる
- 納期短縮: 無人工法により、工程を7から2へ減らし、また、24時間操業を可能とすることにより、短納期へ対応できる

知財・広報活動

- 特許:「タービンブレードの固定装置とタービンブレードの加工方法」(特願2008-40671)

今後の見通し

- ソフトウェアについては既に販売を開始
- ブレード加工については精度の安定化を図った上で商用化に向けて取り組む
- ソフトウェアについては販売活動中であり、工作機械メーカー、加工メーカーに対して営業活動を展開
- ブレードの加工請負については、精度安定化のために位置決め治具について補完研究中であり、本事業から派生した技術の商用化に取り組んでいる。引き続き川下企業及び大学と連携しながら技術力向上のために研究を進めていく

企業情報 平和産業株式会社

- 事業内容** 航空機部品、精密鑄造金型、加工ソフトウェア
- 住所** 千葉県船橋市海神町南1-1544-10
- URL** <http://www.heiwasangyo.co.jp>
- 主要取引先** 三菱重工業(株)、(株)IHI、川崎重工業(株)、富士重工業(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 船橋工場 工場長 黒沢大樹
- Tel** 047-435-2430
- e-mail** kurosawa@heiwasangyo.co.jp

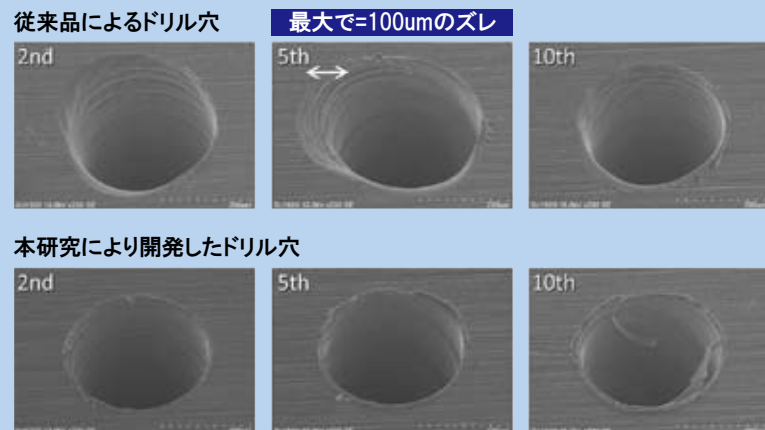
サブミリサイズの小径穴をドリル加工によって実現し、様々な製品の小型化に貢献

プロジェクト名 超音波振動を援用した難削材への小径穴あけ加工技術の開発

対象となる川下産業 自動車、情報通信・情報家電・事務機器、半導体・液晶製造装置

研究開発体制 (財)長野県テクノ財団、アスザック(株)、長岡技術科学大学、飯山精器(株)、(株)日本機材、三共電子(株)、長野工業高等専門学校、長野県工業技術総合センター

従来品に比べて滑らかで歪みが少ない穴開けを実現



【従来】

○半導体や液晶製造・検査装置において、難削材の加工ニーズが高まる。エンジンの製造にあたってはφ0.1mm以下の小径・深穴・クロス穴を高精度かつバリレスで穿孔する技術が求められる

【研究開発のポイント】

○従来は放電・レーザー加工によって実現されていた小径の穴加工を、高精度・高速で実現するとともに、バリの発生を抑制

【成果】

○機上工具成形技術を用いた超音波援用ドリルの加工により、様々な難削材の加工実験を実施し、加工面の残留応力が振動振幅の増加に伴って小さくなることを明らかにした。金型製品の長寿命化等の品質向上効果が期待できる

【利用イメージ】

○セラミックス、超硬合金、CFRP(カーボン繊維強化複合樹脂)等の難削材部品のサブミリサイズの高精度穴あけ加工を安価で実現

研究開発のきっかけ

自動車や情報家電など様々な製品に求められる、サブミリサイズの小径・深穴・バリレス穿孔技術が必要

- 自動車のクリーンディーゼルエンジンや、モバイル機器に組み込まれるコネクタ部品・電極など、様々な製品で小径を正確に穿孔することが求められる
- 加工抵抗や工具変形、発熱が小さい振動援用加工は、従来の穴あけ加工(慣用加工)に比べて小径ドリル加工に適した加工原理である
- しかし市販工具では、振動援用加工の特徴を引き出し切れず、また従来技術における超音波振動援用加工スピンドルは構造が複雑かつコスト高である

研究開発の目標

小径穴の穿孔を高精度に実現するとともに、工具の長寿命化を目指す

- 穿孔する穴の性質: φ0.1mm以下の微小穴を耐熱・高硬度材に穿孔し、穴径に対する深さの比率(L/D比)20以上
- 低コスト化: バリレス切削を実現し、クロス穴における管内部のバリ処理工程を省略するとともに、
- 高精度化: セラミックスへのφ0.2mmの穴あけを、従来に比べて高精度に、多穴加工において実現
- 工具の摩耗を抑制・長寿命化

【従来技術】

【新技術】

＜従来の小径穴加工技術＞

- (放電・レーザー加工)
 - ・難加工材に対する加工は可能であるが、装置が高く、加工できる材料に限られる
- (慣用加工)
 - ・加工コストは比較的安価であるが小径の穴加工に向いておらず、バリ除去が必要になる
- (従来型の振動援用加工)
 - ・スピンドル回転精度や市販工具形状が不適当なため、加工精度や工具寿命に課題

＜超音波振動援用加工＞

- ・機器の主軸だけ交換すればよく、バリの発生が抑制されることもあり、加工コストは比較的安価である
- ・様々な難加工材に対する適用が可能である
- ・高精度・高速での加工が可能であり、小径加工の量産性を高める

研究開発の成果／目標→概ね達成

機上工具成形技術の開発

- 機上放電加工装置により、PCDドリル工具を約20分で成形できる加工条件を導出
- 高精度な工具ホルダを用い、振れまわりの再現性が1~2μmであったため、加工の前に機上成形を行うことで、加工におけるタクトタイムに成形時間を含める必要がなくなる

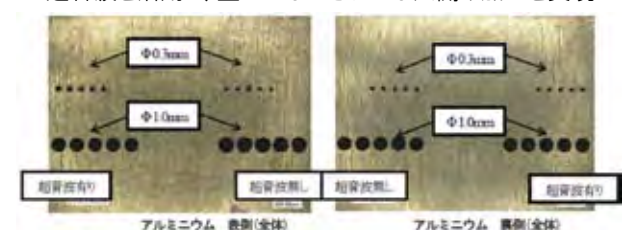
超音波振動を援用した、難削材に対する高精度小径穴あけ加工技術の開発

- チタンに対する200穴の連続加工(φ0.5板厚4mm貫通)試験を行い、穴の真直度向上・バリの抑制効果が見られた
- A5052材に対する加工試験では、バリの低減や穴内面の粗さ改善など、超音波の効果が明らかであった
- CFRP素材への加工においては、通常加工で見られるドリルの摩耗が生じず、工具の長寿命化効果がみられた

超音波振動加工の解析・評価

- 超音波振動加工によってドリルチゼル部の応力集中が緩和されることを明らかにした
- 超音波加工により創成された加工面の残留応力は、振動振幅の増加にともなって小さくなることが判明。金型の長寿命化や応力緩和による経時変化の減少といった品質の向上が期待できる

アルミニウム(A5052、板厚1mm)に対する加工結果
~超音波を活用し、歪みのないきれいな穴開け加工を実現~



事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況

- H25年度に実用化見込み
- サンプルあり(無償、各種難削材のドリル加工サンプル)

効果

- 低コスト化: セラミックス、超硬合金、CFRP等の難削材加工では、コストに難があるレーザや放電加工が主であったが、本研究成果の超音波援用ドリル加工導入により低コスト化が図れる
- 精度向上: 超音波援用加工は切削抵抗を小さくできるため、加工面の面精度向上が図れる
- 量産化: 難削材加工においては、従来のレーザや放電加工に対し本研究成果を活用することで、量産化が図れる

知財・広報活動

- 論文: 磯部浩巳「Characterization of geometrical properties of electroplated diamond tools and estimation of its grinding performance」Wear, 27(3-4) (H23.3) 等
- 出展: 燕三条ものづくり連携フォーラム

今後の見通し

加工現場での導入をめざし、難削材ごとの過去データベースを構築するなどの補完研究を実施し、事業化につなげていく

- 振動状態を簡便かつ簡単に観察できる手法や、高精度加工システムの最適加工条件導出のシステム化、工具等の寿命及びコストの検証といった、事業化のために必要な補完研究を継続
- 各種難削材ごとに工具形状を含めた加工データベースを構築することで、加工現場への展開を推進。川下企業へのアピールを行っていく

組織情報 財団法人長野県テクノ財団

- 設立趣旨** 長野県内における地域産業資源を活用しつつ、技術革新による地域産業の高度化と産業創出を促進。その上で地域経済の活性化と自立化を支援
- 住所** 長野県長野市若里一丁目18番1号
- URL** <http://www.tech.or.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 善光寺バレー地域センター
テクノコーディネーター
山極佳年
- Tel** 026-225-6650
- e-mail** yamagiwa@tech.or.jp

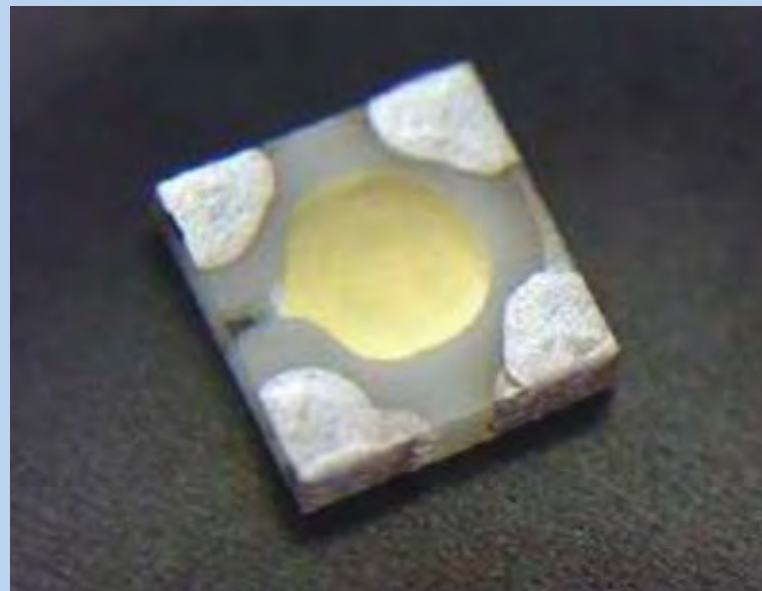
液晶レンズの高度化のため、ガラスの高精度・微細薄板加工/多層ガラスユニット切断技術を開発

プロジェクト名 液晶光学素子を2層2重構造とし、レンズ効果を高める高精度・微細な切削技術開発

対象となる川下産業 電子機器・光学機器

研究開発体制 (株)びにと

薄型液晶レンズ(サンプル)外観



【従来】

○液晶レンズの性能を高めるためには、液晶層を厚くし、高屈折力であることが求められる。一方で、液晶層を厚くすることは、応答速度を低下させる

【研究開発のポイント】

○液晶層を厚く保ったまま応答速度を高めるには、液晶層を薄くし、総厚を確保する多層多重構造が必要となる。このような構造を形成するために必須である中間ガラスの薄板化を達成する技術を開発する

【成果】

○ガラスの化学エッチング装置/高精細研磨装置の開発により薄板加工技術を確立。また多層ガラスのフル切断/ハーフ切断の技術開発により微細な切断技術をほぼ確立した

○このような技術要素を組み合わせ、2層2重の液晶レンズサンプルを作成した

【利用イメージ】

○アクティブレンズとして、オートフォーカス機能つきカメラモジュールに内蔵される

研究開発のきっかけ

デジタル商品の電気制御可能なアクティブレンズの開発

○高性能なレンズほど、レンズ構成が複雑となる。結果として機械的可能部が多くなる

○デジタル商品の軽薄短小が進むにつれ、機械的可動部を少なくすることが求められる。液晶レンズは、制御機構の超小型・低消費電力、信頼性向上につながる

○液晶レンズは、電圧・周波数制御が可能であり、機械的可動部がなく、高速応答が可能なレンズである

研究開発の目標

ガラスユニットの高精度・微細な薄板加工及び多層ガラスユニット切断技術開発

○ガラスユニットの高精度・微細な薄板加工

➡ 化学的ガラス薄板加工: 200 μ m $\Rightarrow$ 30 μ m、加工後のガラス板厚精度: 30 μ m $\pm$ 10 μ m、加工後のガラス表面平坦性: 0.3 μ m/20mm

○多層ガラスユニット切断技術開発

➡ 薄板からなる多層ガラスユニットの切断: 30 μ m

厚のガラス4枚、200 μ m厚のガラス4枚の多層ガラスユニットを切断、ハーフ切断加工: 隙間30 μ mからなるガラスユニット1枚のみを残し、全てのガラスを切断。残したガラスの表面にキズなどのダメージを与えない

【従来技術】

<ガラスレンズ>

- ・ 広角・望遠の制御は、レンズ-レンズ間距離を物理的に移動させて行う
- ・ 高性能な仕様ほど、レンズ構成は複雑になり、その可動部が多くなる

<液体レンズ>

- ・ 電圧制御・多焦点であり、ガラスレンズにない特徴を持つが、高速応答など十分に満足できない点がある

【新技術】

<液晶レンズ>

- ・ 電圧制御が可能な屈折率分布レンズ
- ・ 機械的可動部がなく、高速応答化が可能
- ・ 凸レンズとして機能させる場合、 V_0 電極に高電圧、 V_e 電極に低電圧を印加する
- ・ V_e の電圧を0V $\rightarrow V_{up}$ と変化させることにより、屈折力大 $\rightarrow$ 小と変化させることができる

研究開発の成果/目標→概ね達成

化学的研磨による高精度・微細薄板加工技術の開発

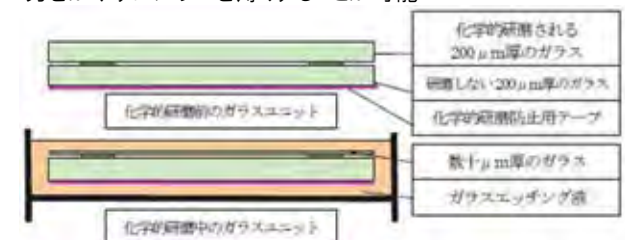
- ガラス板を薄板化する手法としては機械研磨と化学的研磨(エッチング)があるが、機械研磨は研磨圧力でガラスが反るなどの問題点がある
- そこで、加工面の均一性を保ちながら、板厚加工精度を確保する最適なエッチング速度の検討を行った。エッチング液の組成と組成比も検討し、速度を最適化したエッチング液を開発した
- エッチング装置の仕様を定めるための実験を重ね、均一な板厚で、かつ平坦性の高いガラスエッチングを実現する装置を開発した
- 化学的研磨ではガラスの微妙な表面状態の違いにより平坦度が数 μ mのうねりが発生する。独自のノウハウによる機械研磨で仕上げを行うことでこの問題を解決した

薄板からなる多層ガラスユニット切断の技術開発

- 多層ガラスユニットには、数十 μ mの薄い部分があり、切断時にこの部分が最初に損傷する。この薄さが切断速度の制約につながった。また、切断時に、切削されたガラス層がギャップの隙間に入りこむ問題が生じた
- この対策として、ガラスユニットの隙間部分にUV硬化樹脂を充填した。この結果、ガラス層がギャップに入り込むことが防げ、切断速度は8mm/secにまで向上させることができた

化学的研磨(エッチング)イメージ

～化学的研磨(エッチング)は、ガラスを高精度・微細に、圧力をかけずにガラスを薄くすることが可能～



事業化への取組み/実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況

- H23年度に実用化に成功
- 試作機・サンプルあり

効果

- 小型化: 携帯電話・スマホ向けには「薄い」がキポイント、小型化も重要な要素
- 耐久性: 低電圧・低消費電力は電池寿命に効果。ノンメカニカルのため、故障が減少

知財・広報活動

- 出展: マイクロマシン/MEMS展(H23.7)
- 新聞: 日本経済新聞(H23.8)、日刊工業新聞(H23.8)
- 特許: 「液晶光学素子およびその製造方法」(特願2010-232846)、「多層構造液晶光学素子およびその製造方法」(特願2010-288237)など関連特許6件

今後の見通し

製品の完成度を高め、携帯・スマホ市場で事業化を進める

- 関係先への試作品の紹介、デモなどの実施により、具体的な課題が明らかになった。これを受けて、今後の方向性や事業化への取組を検討している
- バーコードメーカーから実用化の打診を受けている
- 提携先との協力体制を広げ、光学レンズとのユニット構造、カメラモジュール実装など、具体的な上市に向け活動を進める。携帯電話・スマートフォン市場を狙う

企業情報 株式会社びにと

事業内容 タッチパネル事業: タッチパネルの設計・製造・販売
新規開発事業: 液晶光学素子の開発 など
住 所 東京都立川市曙町2-32-1 La鳳山ビル2F
U R L <http://www.binit.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 越石健司
T e l 042-528-8823
e-mail koshiishi@binit.co.jp

航空機産業の製品寿命・品質向上ニーズに対応し、SiC単結晶を切れ刃先に搭載した新切削工具を開発

- プロジェクト名** 難削材、及び新素材の高能率、高精度加工を可能にする切削工具の開発
- 対象となる川下産業** 航空・宇宙
- 研究開発体制** (財)名古屋産業科学研究所、ビーティーティー(株)、アイティテクノ(株)、名古屋工業大学、名古屋市工業研究所

SiC単結晶を搭載した切削工具



【従来】

○従来の難削材切削加工用工具は、硬度と耐久性において、航空機製作業界が求める性能に至っていない

【研究開発のポイント】

○SiC(シリコンカーバイド)単結晶チップを刃先とした切削工具により、難削材などの加工時間の大幅な短縮と高精度切削加工が可能

【成果】

○SiC単結晶を搭載した穴加工用工具を開発し、炭素繊維複合材(CFRP)の高能率・高品位加工を可能にした

【利用イメージ】

○航空機の機体構造部品に多く使用される、CFRPやチタン合金の加工変質を抑制した切削加工を実現

研究開発のきっかけ

航空機産業の難削材切削加工のため新たな切削工具の開発が急務

- 航空機の機体材料には高強度と軽量化が求められ、近年では、切削加工が難しい炭素繊維複合材(CFRP)やチタン合金などの難削材が多用されている
- 難削材の切削加工用工具としてダイヤモンド焼結体(PCD)工具などが使用されているが、精度と耐久性の面で、航空機産業が求める性能に至っていない
- 航空機の機体材料の高精度かつ高能率加工を可能にする切削工具の開発が求められている

研究開発の目標

CFRPなどの難削材の高能率切削加工による加工時間の大幅な短縮と高精度切削加工が可能な長寿命の切削工具を開発

- 加工精度(穴公差 $\leq 0.04in$): CFRP+CFRP: 0.02in, CFRP+Al: 0.03in, CFRP+Ti: 0.03in
- 加工穴数(複合型材厚み1in): CFRP+CFRP: 5,000個, CFRP+Al: 3,000個, CFRP+Ti: 2,000個
- ➡ 目標穴加工数の大幅な増量と高精度化
- 加工精度(寸法誤差 $\leq 10\mu m$): $6\mu m$ (チタン合金)
- 切削量: 1,500cc/min
- ➡ チタン合金切削量の増量と高精度化

【従来技術】

<Diaコーティング超硬ドリル>
<PCD焼結材(Dia+Co)ドリル>

- (課題)
- ・ 工具材質的に切れ味を鋭利にできないため、ケバやバリが発生
 - ・ 切削時の発熱で材料が変形する

【新技術】

<SiC単結晶ドリル>

(特徴)

- ・ シャープな切れ刃の実現により、バリと切削時の熱の発生を抑制
- ・ 従来の2倍以上の高速加工を実現
- ・ 加工コストを10分の1に低減
- ・ 穴精度を $5\mu m$ 以内に高精度化

研究開発の成果／目標→達成

従来の切削条件で発生していた加工歪みや金属疲労を発生させる切削応力を最小限に

○実用的SiCドリル2010-001型及び2010-002型によるCFRPとチタン・アルミの複合型材料の穿孔試験により製品の高品位性(安全性)を実証した

高品位な製品精度を維持した高能率加工を可能に

○CFRP材料のトリム加工において、SiC単結晶エンドミルを使用し、従来の切削において多く発生したバリ、切削面の変質を大幅に抑制

SiC単結晶チップを使用したチタンの旋削加工において、無歪みに近い表面層を発現させた

- 切削した切り屑にも変質はなく、切り屑表面に安定した二酸化チタン(TiO_2)を発現させることに成功。また切削速度を従来の6倍以上にできることを証明
- さらに、SiC単結晶チップを使用したアルミ製品の切削加工試験では、従来のアルミ切削条件の5倍以上の高能率加工においても、従来のアルミ部品の品質以上の精度を実現した

CMP研磨加工技術の開発により、SiC単結晶仕上げ加工の量産化に成功

○曲面CMP加工機を開発。SiCドリル2010-001型及び2010-002型及び、SiCエンドミル、SiC旋削チップに搭載するSiC単結晶のCMP研磨加工を可能にした。さらに量産CMPシステムを考案し、SiC単結晶仕上げ加工の量産化に成功した

2010-001型及び2010-002型ドリルの外観

～穿孔実験により、CFRP+チタン+アルミ材の穿孔加工では2010-002型のドリル形状が有効と判明～



事業化への取り組み／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況

- H24年度の実用化を予定
- 旋削用SiCチップのサンプルあり(有償)

効果

- 強度・剛性向上: 従来工具を使用した切削加工に対し、CFRPやチタン合金の加工変質を1/100以下に改善し部品強度を10倍以上にした
- 精度向上: 従来工具を使用した切削加工に対し、チタン合金の加工表面精度を1/1,000以下にした
- 環境負荷低減: CFRP材の加工時に発生する有害粉塵量を1/100以下に抑制した

知財・広報活動

- 論文: 「SiC単結晶チップ搭載工具によるCFRPの高精度加工」(H22.6)
- 出展: 基盤技術展(H23.12)、TECH BiZ EXPO

2011(H23.10)

- 新聞: 日刊工業新聞(H23.3.11)
- 特許: 「炭化珪素単結晶からなる切削工具」(特願2008-28354)

今後の見通し

川下企業とも連携し、実用化に向けた補完研究を実施

- SiC単結晶製造工程におけるCMP加工の定量化を実現するため、補完研究を継続中。同時に川下企業へSiC旋削用チップを提供。実用化に向けて加工方法を考案中
- SiC単結晶工具による切削加工実験において様々な新機能材料を開発。新機能性を利用した研究開発を実施中
- H24年4月、チタン、各種樹脂加工用のSiC単結晶チップを日本に製造拠点を持つ切削ユーザーに販売開始予定

企業情報 ビーティーティー株式会社

- 事業内容** 切削工具製造業
- 住 所** 愛知県名古屋市守山区花咲台2-801
- U R L** <http://www.btt.co.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 青木 渉
- T e l** 052-736-8441
- e-mail** info@btt.co.jp

ワイヤ放電加工機を用いて、航空機用エンジン難削材の低コスト切削加工を達成

プロジェクト名 航空エンジン部品等大型部品・複雑形状部品のワイヤ放電加工技術高度化の研究開発

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、航空・宇宙・環境・エネルギー

研究開発体制 (財)名古屋産業科学研究所、マツダ化工(株)、(株)ブローチ研削工業所

ワイヤ放電加工機の外観



【従来】

○航空機エンジン用タービンディスクでは難削材が用いられており、希少なブローチ盤と高額なブローチカッタにより外周のブレード組溝加工が行われているが、連続無人化が困難であり、コスト低減のネックとなっている

【研究開発のポイント】

○急速な量産体制の拡充と低コスト化の両立を目指し、ブローチ研削盤で行っていた荒加工を小型ワイヤ放電加工機によって代替するため、新技術(ハイブリッドノズル、ウォーターカーテン水流供給装置等)を導入する

【成果】

○小型ワイヤ放電加工機と割出し回転テーブル、ウォーターカーテン水流供給装置等の開発を行い、荒加工部分の必要加工精度の達成と12時間連続無人運転を実現した

【利用イメージ】

○小型ワイヤ放電加工機と割出し回転テーブルを使用(吹掛け方式)し、大型エンジンディスクのスロット加工費を、ブローチ研削盤を用いた現状価格に対して1/2程度に抑える(荒加工まで/工具費含む)

研究開発のきっかけ

エンジンディスクに対するブローチ研削盤での加工負担を軽減するために、小型ワイヤ放電加工機での加工に着目(荒加工のみ)

○国際交流や国際物流の進展に伴い、近年、航空機市場は急激な拡大を続けており、ジェットエンジン生産量は、15年後には現在の3倍以上に増大すると言われている

○エンジン性能に対する要求が高度になり、タービンディスク等の部品では超難削材の導入が進んでいるが、それらの切削加工は、高価なブローチ盤・ブローチカッタを用いて行われている

○タービンディスク等、難削材の切削加工では、信頼性が高く低コストな切削加工技術及び工具の開発が求められている

○小型ワイヤ放電加工機を用いた荒加工を可能とする

研究開発の目標

小型ワイヤ放電加工機により、低コストかつ高精度の加工技術を開発

○加工費を現行より30%低減

○加工時間を現行より30%低減

○小型ワイヤ放電加工機を使用して、ブローチ盤

による現状の加工精度(形状公差0.05mm以内)を維持しつつ、低コストに加工できる新規なワイヤ放電加工技術を完成させる

【従来技術】

<ブローチ盤による切削加工>

(課題)

- ・ブローチ盤による切削加工のため、高価なブローチ盤の設備と高価なブローチカッタを多量に使用
- ・難削材加工のため、ブローチカッタの切削摩耗が激しい
- ・段取りに時間がかかる

【新技術】

<ワイヤ放電切削加工>

(特徴)

- ・安価な小型ワイヤ放電加工機で量産立ち上げが数カ月で可能
- ・消耗品は、ワイヤ線及び機械側のフィルターのみであるため、ブローチカッタ、再研磨費と比較すると大幅に低減できる
- ・多種多様な製品の加工が可能

研究開発の成果／目標→達成

割出し回転テーブルと治具の開発

○NC割出し回転テーブルと治具のレイアウトを基に、上下加工液ノズルとワークの接近性を高めることができた。これにより、加工安定性を保ち、長時間連続運転を可能とした

加工液ノズルの開発

○環状水流を持つハイブリッドノズルを改良したウォーターカーテンノズルを開発。加工速度・精度とも向上

シャーベット及びウォーターカーテン水流供給装置の開発

○既存のシャーベット供給装置を使用し、シャーベットの生成、配管、流量の検討を行った。ワイヤ放電加工機の噴流によるシャーベット飛散などの問題から、ハイブリッドノズルを改良したウォーターカーテン水流供給装置を開発。テスト加工の結果、ウォーターカーテンの有効性を確認した

長時間連続運転が可能なワイヤ電極材の開発

○長時間連続運転による加工でも断線が少なく、加工速度を30%向上できるコーティング及びワイヤ線材の材質から最適なものを選定し、実用化に適したワイヤ線材を開発した

ワイヤ放電加工機の運転ソフトウェアの確立

○間欠割出し回転テーブルのプログラム構成を検討し、マクロ計算による対応が可能なソフトウェアを開発した。また、小型ワイヤ放電加工機とCNC割出し回転テーブルのNC制御を連動させ、テストピース円周上360°の連続加工を可能とした

INC0718テストピースの360°溝加工品

～SUSテストピースで円周上360°加工をした結果、位置精度が±0.1mm以内、形状精度が±0.05以内と目標値を達成～



事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況

○H27年度に実用化を予定

効果

○低コスト化:ブローチ研削盤を用いた現状のディスク加工費と比較して、工具費を含めると50%の削減になる

○その他:標準機械での立上げが可能で、6か月ほど立上げ期間の短縮が見込める

知財・広報活動

○出展:航空宇宙フォーラム(H21年)、中部ものづくりシンポジウム(H23年)

○特許:「ワイヤカット放電加工機の加工液ノズル装置」(特願2010-186515)

今後の見通し

実用化を目指し、更なる補完研究を実施中

○更なる加工スピードアップ、精度アップ、消耗品のコストダウンが必要であり、補完研究を継続中である

○ノズルの改良により、加工スピードアップおよびコストダウンを狙っている。また、コストダウンのため、消耗品(ワイヤ線材やフィルター等)の見直し中である

○H25年度中に実用化を目指す。発電機用ガスタービンディスクの実用化を足がかりに航空機エンジン用タービンディスクの実用化を進める

企業情報 マツダ化工株式会社

事業内容 航空宇宙機器部品、治具の製造・販売、防衛関連部品、建設機械油圧部品の製造・販売

住 所 愛知県春日井市桃山町3-42-3

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

主要取引先 三菱重工業㈱名古屋誘導推進システム製作所、三菱重工業㈱名古屋航空宇宙システム製作所

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 村瀬巳喜久

T e l 0568-85-0601

e-mail muraset@matsudakakou.co.jp

バリ・剥離のない繊維強化プラスチックの切削加工を目指して、ウォータージェット方式と工具切削を併用した新切削技術を開発

プロジェクト名 難切削材料(炭素繊維)に対応した切削加工技術の開発

対象となる川下産業 航空・宇宙

研究開発体制 (財)三重県産業支援センター、三重樹脂(株)、北川ダイヤモンド工業(株)、愛知工科大学

ウォータージェット加工機



【従 来】

○航空機産業では機体軽量化のために炭素繊維強化熱硬化性プラスチックが使用されているが、バリ・剥離等の加工損傷に対する技術が確立されていない

【研究開発のポイント】

○ウォータージェット方式と工具切削を併用した複合切削技術により、加工損傷(バリ・剥離)防止への対応や加工精度維持等への対応、工具等の長寿命化への対応を達成した

【成 果】

○繊維強化プラスチックの切削加工にウォータージェットを用いた場合の剥離低減条件の最適化を図るための、装置が持つ種々のプログラムと水圧・砥粒の量、切断速度などについての最適な条件を見出した強化プラスチックの切削加工

【利用イメージ】

○炭素繊維強化熱硬化性の切削加工

研究開発のきっかけ

航空機の軽量化のため、ウォータージェットによる難削材の切削加工技術を開発

- 世界の航空機産業は、中国、東南アジアの経済発展等による需要増大により、引き続き高水準の受注が予想される。一方で、同産業は、常に軽量化、高強度先進部材の導入が進められている
- 航空機では軽量化のためにCFRPの導入が進んでおり、超硬工具やダイヤモンド工具を用いたドライ切削加工とウォータージェットによる切削加工が行われているが、工具の加工については高硬度のため、工具寿命が短くコスト上の問題がある
- 工具を用いた切削加工の諸問題はウォータージェット方式で解決できるものの、バリ・剥離等の対応や精度維持等の点で課題が残る

研究開発の目標

CFRPの切削加工における、ウォータージェットによる高精度・高効率な加工技術の開発

- 穴加工に関する技術的目標値
 - ➡穴加工数:60穴以上、加工時間:5min/1穴
- 加工精度(加工面精度)に関する技術的目標値
 - ➡テーパ角度:90度、穴加工面精度:5/100mm
- 適正工具課題(工具寿命)への対応【加工条件:穴径φ20mm、径方向25mm】
 - ➡リーマ穴加工:60穴以上、ノズル寿命:100時間

【従来技術】

＜炭素繊維強化複合プラスチック切削方法＞(課題)

- ・穴あけ加工を行った際に上面、下面の両面にバリ・剥離が生じる
- ・加工面がテーパ状となるので、直角度維持のための仕上げ加工が必要となる
- ・加工精度維持のため、リーマ、ダイヤモンドホルソー等の工具による仕上げが必要

【新技術】

＜ウォータージェットによる加工＞(特徴)

- ・加工損傷(バリ・剥離)防止への対応
- ・加工精度維持等への対応(穴加工精度、直角精度、加工面の精度)
- ・工具等の長寿命化への対応(ダイヤモンド粉末を電着塗装した工具の開発等)

研究開発の成果／目標→概ね達成

ウォータージェットによる高精度・高効率な加工技術の開発

- 当初の目的である穴径φ20mmの加工を実施する最適な加工条件(切削速度、ドリルの回転数、ガーネット量など)を見出した
- 穴加工時の精度向上策を検討した結果、水圧、ドリルの種類などの影響が強いことが判明した。切削速度と水圧との関係では、最適な条件を見出すことができた

加工後のCFRPの分析評価

- 加工面は目視でも損傷の程度が判別できるが、穴加工内面の損傷は判別は困難である。観察方法として超音波探傷器を導入し、損傷の有無の判別を可能とする基盤的知見を得た

刃型・すくい角度の切削状態

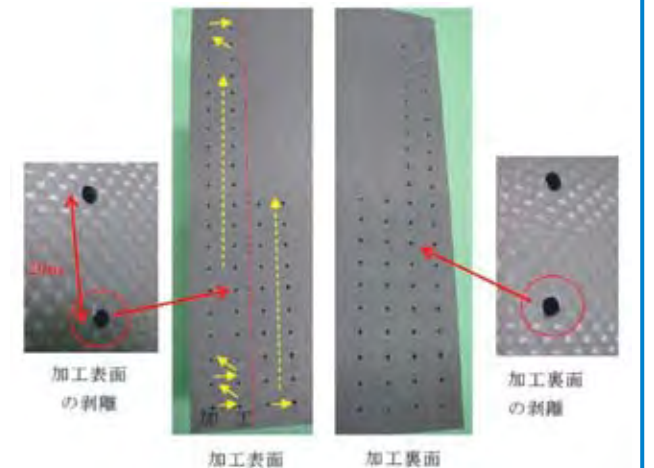
- 製品の仕上がり精度、加工速度は工具であるドリルの影響を受ける。天然ダイヤモンドと人工ダイヤモンドの2通りのドリルを準備し、加工を行った。結果、人工ダイヤモンドの方が精度が高いことが確認された

ウォータージェット加工機に付加される制御装置等の検討

- 加工精度を高めるには、水圧、ガーネット量、切削速度だけではなく、ウォータージェット加工機のノズル角度補正值、ノズル径補正值が重要であることが確認された

初期穿孔のための切削加工 加工面

～ドリルユニットシステムを使用し、材料をクランプで固定し、湿式(水)加工を行った～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H24年度に実用化に成功
- CFRP部品加工サンプルあり

効 果

- 納期・製作時間短縮:機械加工に比べ作業準備及び加工時間が約1/20に短縮でき短納期対応が可能となった
- 精度向上:アグレイシブウォータージェットにより下穴を開け、リーマで仕上げて更に精度を上げることが可能となった
- 歩留まり向上・ロス削減等:従来の加工に対して、不良率が低下し安定した加工が可能となった

知財・広報活動

- 出展:航空宇宙シンポジウム(H20.10、ポートメッセナゴヤ)、量産・試作加工技術展(H22.11、東京ビッグサイト)

- 新聞:日刊工業新聞(H22.4)、日本経済新聞(H22.5)
- 受賞:経済産業省「元気なものづくり中小企業300社」(H20)

今後の見通し

市場ニーズに応じた補完研究を継続実施

- ユーザーより、面精度の向上の要求があり、引き続き補完研究を継続中
- 新型航空機用部材加工に対応するため今後研究を続ける予定
- 航空宇宙部材用に、アグレイシブウォータージェットを使用した、CFRP加工の加工量増量を予定している

企業情報 三重樹脂株式会社

事業内容 プラスチック、複合材、セラミック、非鉄金属の加工及びウォータージェットによる切断

住 所 三重県鈴鹿市稲生町8687

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 打田昌昭

T e l 059-389-5440

e-mail miejushi@tkcnet.ne.jp

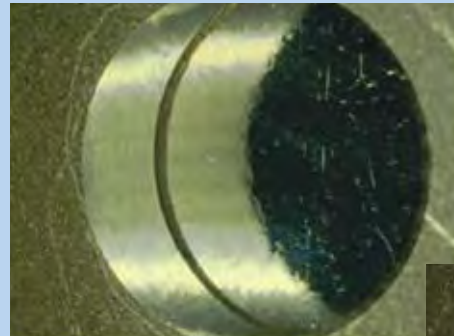
タングステン合金材料の 高精度切削加工技術の開発

プロジェクト名 次世代放射線治療装置向けX線遮へい板の高精度切削加工技術の開発

対象となる川下産業 医療機器

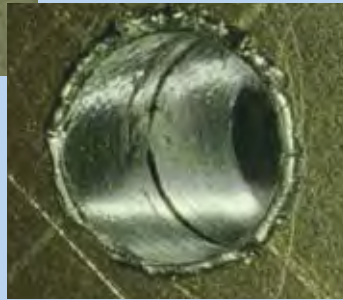
研究開発体制 公助ちゅうごく産業創造センター、オオタ株、秋山鉄工株、京都大学

タングステンの切削加工
～開発した加工機により、滑らかな切削の実現～



ナノ門形加工機による
タングステンの切削加工例

一般の機械による加工例



【従来】

○医療機器の国際的な市場競争は激しく、これに打ち勝つためには、更なる機能向上及びコストダウンが求められる

【研究開発のポイント】

○薄板加工技術の向上・高価なタングステン合金材料の使用量を抑えることを実現する、切削技術と接合技術の高度化により、更なる高性能化を図るとともに、加工時間の短縮を行う

【成果】

○従来に比べて高精度な切削を実現(平面度 $29\mu\text{m}$)
○タングステン合金材料と特定の合金材を十分な強度によって接合することを実現

【利用イメージ】

○医療用機器の部品として利用

研究開発のきっかけ

国内の医療機器へのニーズが高まっており、国際的な市場競争が激しい

○高齢者がんの増加、QOL(クオリティ・オブ・ライフ、生活の質)の高い治療への社会的要請や治療そのものの進歩により、医療機器のニーズが高まる

○医療機器は、市場競争が国際的に激しい

○各社機器は、高い性能を誇るものの、更なる高度化・コストダウンの両面が求められている

研究開発の目標

医療機器向けにタングステン合金材料部品の機能・製造コスト両面を向上

○難切削材であるタングステンの切削技術高度化

➡ タングステン合金材料の使用量を必要最小限に抑えることで、コストダウンを実現

○タングステン合金材料と特定の合金材を、十分な強度によって接合することを実現

○タングステン合金材料部品の薄肉化

➡ 機能を高度化することを可能に

【従来技術】

<現行の医療機器>

(課題・市場の要望)

- ・高価なレアメタルであるタングステン合金材料の使用量が多いため、コストダウンが求められる
- ・更なる精度の向上が求められる

【新技術】

<切削・接合・薄肉化技術による、商品価値の向上>

(特徴)

- ・タングステン合金材料の切削加工技術の向上と、異種接合技術の確立により、タングステン合金材料の使用量を削減(装置の生産コストを削減)
- ・部品の薄型化により、医療機器の機能を向上

研究開発の成果／目標→概ね達成

難削材切削技術の高度化

- 工具の選定と、最適切削条件の探索により、タングステン合金材料部品の加工時間、工具費を大幅に低減
- 高精度・高能率化のため、従来のボールネジ駆動から、リニアモーター駆動を装備したナノ門形加工機を製作
- タングステン合金材料の高精度な切削技術を確立

製作した治具による切削結果(参考データ加工直後、捻じれ量 $+13\mu\text{m}$)
～除去深さ $300\mu\text{m}$ に対し、平面度は $45\mu\text{m}$ に留まった切削結果例～



異種材料接合・複合素材加工の実施

- 従来技術では困難とされていた、タングステン合金材料と異種材料の溶接接合について、特定の合金材につき、電子ビーム溶接により、十分な強度で溶接接合ができることが判明
- 溶接技術の高精度化のため、新たに溶接装置を開発し、大気圧下でより高精度な溶接を実現。実仕様条件において、目標接合強度を達成

最薄化技術の開発

- 薄板を歪みなく固定する治具を製作し、現行の薄さを高精度に製作
- 高精度・高効率加工のため、傾斜・回転を同時に行うことができる2軸機構の傾斜回転テーブルを製作

事業化への取組み／試作に成功、事業化間近

事業化状況

- 試作に成功、H24年度を目標に事業化を目指す
- サンプルあり(有償)

効果

- 低コスト化:最適切削条件によって安定した加工を実現し、低コスト化
- 精度向上:治具等を工夫することによって高精度化
- 生産力の増進:上記の達成によって、安定的な生産・加工能力を向上

今後の見通し

薄肉化の重点的な研究によって、製品としての実用性を高める

- 切削加工技術や複合素材加工技術には一定のメドがついたことから、今後は「薄肉化」の研究を進める
- 医療機器に組み込まれる部品として必要な条件(精度等)の達成に向けて取り組む

企業情報 オオタ株式会社

事業内容 精密機器設計・開発・製造・販売、福祉機器設計・開発・製造・販売等

住 所 岡山県岡山市北区今保82

U R L <http://www.ohta1.co.jp>

主要取引先 (株)ディーゼルユニテッド、(株)アマダマシンツール、(株)岡本工作機械製作所、(株)ナガセインテグレックス、三菱電機(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 太田恵三

T e l 086-241-2048

e-mail ohta-inc@po.harenet.ne.jp

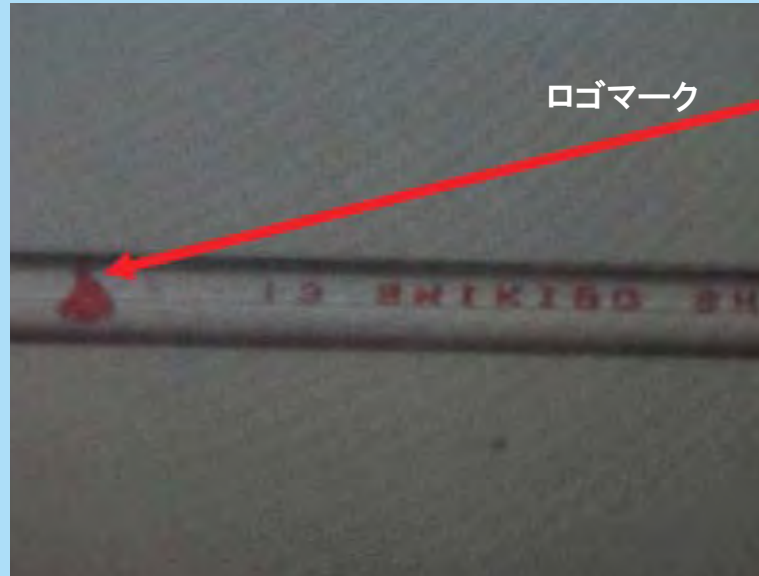
高速・微細フルカラーマーキング技術でブランド品の偽造防止に向けたファッショナブルな“隠しマーキング”を

プロジェクト名 繊維への微細カラーマーキング実用化装置の開発

対象となる川下産業 衣料・生活資材

研究開発体制 大阪大学接合科学研究所、明昌機工(株)、大阪大学レーザーエネルギー学研究中心、静岡県工業技術研究所浜松工業技術支援センター、シキボウ(株)、(株)ニデック、特種東海製紙(株)

直径0.1mmの糸にほどこされた微細カラーマーキング



【従来】

○ブランド品の偽造防止に向け、直径0.1mmの繊維に0.06mmの文字をマーキングすることが行われているが、生産スピードが遅いこと、糸が黒色で目立ちやすいこと等が欠点である

【研究開発のポイント】

○繊維への微細カラーマーキングのための量産機を開発

○直径0.1mmの糸にフルカラーでロゴマークを書くことにより、デザイン性とセキュリティを両立した偽造防止繊維加工技術確立

【成果】

○高速(200m/hr)、微細(文字の大きさ20μm)のフルカラーマーキングを実現

【利用イメージ】

○微細カラー文字を書き込んだ糸を織ネームに織り込むことで、ブランド品の偽造防止用途として利用される

研究開発のきっかけ

デザイン性とセキュリティを両立した偽造防止用繊維が求められている

○ブランド品の偽造防止に向け、髪の毛の太さ程度のモノフィラメント上に、肉眼では判読できない0.06mmの文字をマーキングすることが行われている

○一方、生産スピードが遅くコスト高であること、糸が黒色であることから目立ちやすくファッション性が低下すること等、欠点もある

○淡色系の製品に使用しても目立たず、デザイン性とセキュリティを両立した偽造防止用繊維が求められている

研究開発の目標

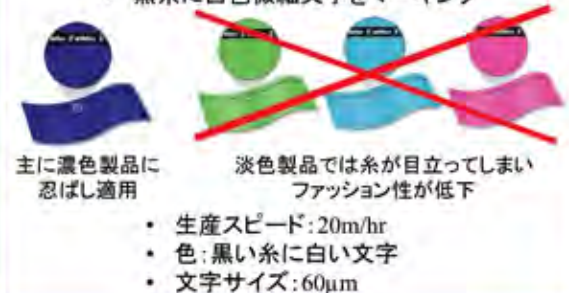
微細カラーマーキング技術の開発

○繊維への微細カラーマーキング(文字の大きさ20μm)技術を実用化するための量産機を開発し、直径0.1mmの糸にフルカラーでロゴマークを書く

ことにより、ファッション性に優れ、かつ他では真似のできないデザイン性とセキュリティを両立させた偽造防止繊維加工技術を開発する

【従来技術】

＜現状の微細マーキング繊維＞
・黒糸に白色微細文字をマーキング



【新技術】

＜新たな微細マーキング繊維＞
・透明な糸に微細カラーマーキング



研究開発の成果／目標→達成

微細カラーマーキング装置による
高速マーキングの実現

- 微細カラーマーキング実用化装置の量産機を設計・製作した
- 開発した高速染料薄膜塗布装置で200m/hr以上の生産スピードで染料を塗布することができた
- その染料を塗布した繊維に微細文字(文字サイズ20μm)とロゴマークをマーキングすることができた

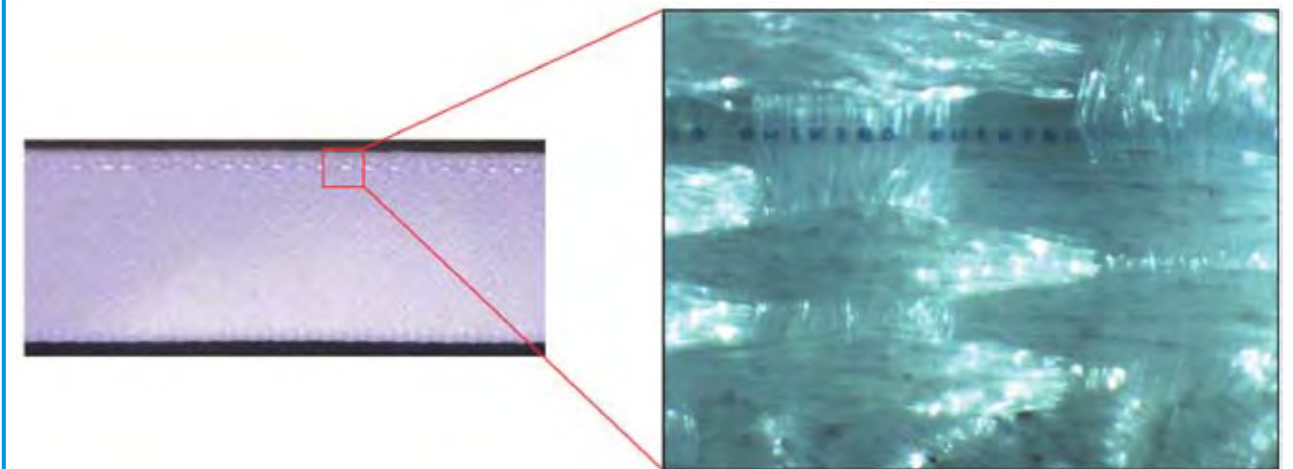
高品質マーキングの実現

○モニター装置で糸に印字したロゴマークの拡大画像をパターン認証し、品質管理の可否判定ができた

カラー微細マーキングの用途分野開発

○紙製品や繊維製品への応用展開について、カラー微細マーキング糸を紙や織ネームに入れ込み、偽造防止用途向けの試作品を作成した

カラーレーザーマーキング糸織り込み織ネームとその拡大写真
～開発装置を用いて、20μm微細マーキングを書き込んだ糸(100μm)を織ネームに織り込んだ、偽造防止用途の試作品が完成した～



事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況

- H26年度の実用化を目指す
- 微細カラーマーキング糸を組み込んだ織ネームのサンプルあり(無償)

効果

- 新方式の実現: 高速染料薄膜塗布装置で染料を塗布した繊維に微細文字とロゴマークをマーキングする新手法
- 精度向上: 直径0.1mmのポリエステルフィラメントにロゴマークをカラーで描画可能
- 高速化: 200m/hr以上の生産スピードで染料を塗布

今後の見通し

事業化に向けた補完研究を進め、数年での実用化を目指す

- 事業化に向けた補完研究として、さらなる生産効率アップと、印字した糸の繊維製品及び紙製品への応用開発に重点を置いた研究開発を進め、サンプル試作を行っていく
- H26年度の実用化を目指し、ブランドアパレルや製紙メーカー等への販路開拓を狙う

企業情報 シキボウ株式会社

事業内容 繊維、産業材、不動産・サービス

住 所 大阪府大阪市中央区備後町3-2-6

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

主要取引先 伊藤忠商事(株)、丸紅(株)、信友(株)、豊島(株)、DSP五協フードケミカル(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発技術部次長 辻本裕

Tel 06-6268-5462

e-mail y-tsujimoto@shikibo.co.jp

静電霧化法によって発生させた微細ミストを活用してVOCの排出を低減させ、広く環境負荷の低減に貢献

プロジェクト名 繊維加工工程において排出される新規なVOC低減・回収技術の開発

対象となる川下産業 衣料・生活資材、製紙・印刷機械、環境・エネルギー

研究開発体制 (公財)とくしま産業振興機構、ナノミストテクノロジーズ(株)、徳島県立工業技術センター、(独)産業技術総合研究所、名古屋大学、学校法人同志社、学校法人立命館

静電霧化方式を採用した脱臭装置(試作品)



【従来】

○工場の排ガス中に含まれるVOC(Volatile Organic Compoundの略、揮発性有機化合物)の抑制には、燃焼を利用した高温処理が一般的であるが、二酸化炭素や粒子状物質の排出抑制、コスト低減などが課題となっている。

【研究開発のポイント】

○工場の排ガス内や排水中VOCの対策装置・回収装置を開発し、使用VOC量の総量を低減させる

○装置を電動とすることで、従来の熱的な方法に比べて高効率に作動

【成果】

○エネルギー効率のよい静電霧化方式で発生させた微細ミストによって、VOC吸着を行う技術を実現

○装置の生産コストを抑え、低コストで導入可能な装置とすることを可能にした

【利用イメージ】

○工場で使用されるVOCガスを吸収、リサイクルすることを可能とし、工場内の環境改善、排出ガスの浄化を実現

研究開発のきっかけ

環境対応のため、VOCの排出対策が求められるが、低コストでの対策手法が確立されていない

○環境問題に対する意識が高まり、川下業者も環境配慮型プロセスを構築することが求められている。特に排気ガス中のVOCへの早急な対策が迫られている

○VOC対策には様々な手法(主に燃焼法)があるが、イニシャルコスト、ランニングコストの負担が大きく、大半の事業者は高額なため導入できない。また排熱や環境面での問題もある

○イニシャルコスト、ランニングコストに優れ、環境面での負荷もかからない装置が求められる。従来、用いられてきたスクラバーでは、疎水性溶剤への適用事例がない

研究開発の目標

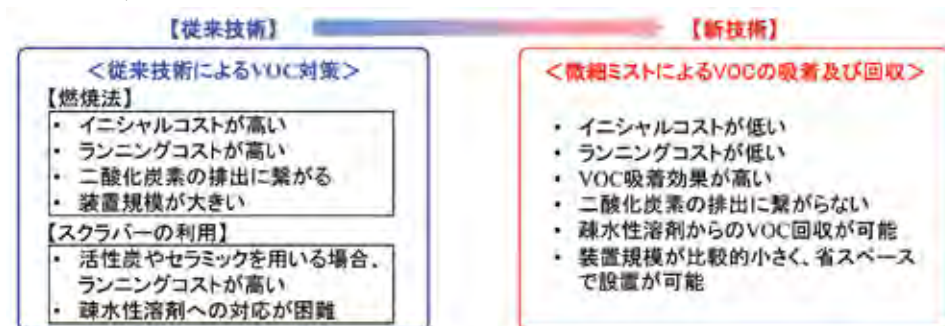
低コストで様々な企業が導入可能なVOC対策装置・回収装置を実現

○VOC対策装置

- ・トルエン除去後濃度:100ppm以下
- ・酢酸エチル除去後濃度:150ppm以下
- ・IPA除去後濃度:200ppm以下
- ・年間ランニングコスト:20,000円/㎡以下
- ・イニシャルコスト:450,000円/㎡以下

○VOC回収装置

- ・VOC回収到達濃度:99.5%超
- ・配水中VOC除去率(下限値):200ppm未満
- ・VOC含有廃水霧化所要電力量(ランニングコスト):800kcal/kg未満



研究開発の成果／目標→達成

霧化により生成した微細ミストによってVOCを吸収

- 超音波霧化法により生成した微細なミスト(発生条件を整えることにより、粒径をナノサイズとすることが可能)により、通常のスクラバーやマイクロバブルを用いた方式を超える吸収効果を発揮
- 静電霧化法によって発生させるミストについても超音波霧化法の場合と同様、水ではマイクロオーダー、エタノールではナノオーダーのミスト粒径となることを確認。エネルギー効率は超音波霧化法に比べて10～200倍以上優れており、効率のよい微細ミストの生成が可能に

霧化ユニットを高密度に組み込んだVOC回収装置の開発

- 霧化ユニットを複数装着した霧化槽を設計・製作し、これを脱臭装置としてVOCの除去効果を確認
- 適切な界面活性剤を微小液滴とすることで、小規模試験においてはトルエンの除去効率90%以上を達成
- VOCを吸着した微細ミストを捕集する独自の技術を開発し、高い脱臭効果を実現
- 下水処理場において脱臭機能を試験し、硫化水素の脱臭効率90%以上を達成

様々な企業が導入可能な、低コストのVOC対策・回収装置

- ランニングコスト、イニシャルコストを低減し、安価に導入を可能とするVOC対策・回収装置を実現した
- 霧化ユニットの生産コストを抑えることで、ランニングコストやイニシャルコストは更に低減可能である

マルチチャネル静電霧化装置の試作品



事業化への取り組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- 実用化に成功し、H24年の事業化を目標に取り組む
- 卓上型の実験設備と、現場レベルの小型実証機(有償)あり

効果

- ロス削減:繊維加工工程で使用されるVOCの総使用量の低減につながる
- 省スペース化:装置の小型化を通じて、スペース有効利用に貢献する
- 環境負荷削減:使用ユーティリティを節約しつつ、ランニングコストを削減し、環境負荷を低減する

知財・広報活動

- 特許:「静電霧化装置 霧の発生方法」(特願2012-844)、「分離装置、分離方法」(特願2012-845)

今後の見通し

量産化に向け、製作コストの低減とともに、高効率の実用機の開発を目指す

- 実用機の量産を視野に、装置の製作コスト低減を目指す
- 実用機の展開に向けて、事業パートナーの選定や導入先の交渉などを具体的に推進

企業情報 ナノミストテクノロジーズ株式会社

- 事業内容** 霧化分離装置・霧化ガス吸収装置(脱臭装置)の設計・製造・販売
- 住 所** 徳島県鳴門市大麻町池谷字柳の本19番地
- U R L** <http://www.shumurie.co.jp/ultrasound>
- 主要取引先** 四電エネルギーサービス(株)、メタウォーター(株)、三菱重工(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

- 連絡先** 代表取締役 松浦一雄
- Tel** 088-689-1190
- e-mail** matsuura-kazuo@nanomisttechnologies.com

「脱シリコン」、「脱真空プロセス」をコンセプトに 完全塗布法による顔料分散型太陽電池の量産化に挑む

プロジェクト名 顔料分散型薄膜太陽電池の高性能化と量産技術開発

対象となる川下産業 太陽電池、製紙機械・印刷機械、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、ユーテック(株)、(株)ヒラノテクシード、奈良県工業技術センター



【従来】

○シリコン系太陽電池は、シリコン製造コストの高さ、調達面の不安、形態が限定される等の課題があり、モバイル機器等向け用途では主流となっていない

【研究開発のポイント】

○脱シリコン:極めて安価な材料並びにウェットプロセスを用いたナノ粒子分散型太陽電池を実現
○脱真空プロセス:デバイス構成の全層を塗布方式で作製する“完全塗布型”の太陽電池の高性能化と、“一括印刷方式”のデバイス量産技術を開発

【成果】

○顔料分散型薄膜太陽電池の構造設計を確立し、目標のエネルギー変換効率1mm²当たり10%の実現に向け継続研究中
○機能層並びに電極も一括印刷方式で作製できる試作装置を開発

【利用イメージ】

○モバイル機器等へ搭載可能な、顔料分散型薄膜太陽電池としての活用

研究開発のきっかけ

モバイル機器等向けのシリコン系太陽電池に、コスト、安定調達等の課題あり

○モバイル機器等の省電力小型電子機器において、太陽電池と充電を組み合わせた電源ニーズは広く存在する

○シリコン系太陽電池は、シリコン製造コストの高さ、調達面の不安、形態が限定される等の課題があり、モバイル機器等向け用途では主流となっていない

○脱シリコン、脱真空製法をコンセプトとした、高性能かつ量産可能な装置が必要とされている

研究開発の目標

顔料分散型薄膜太陽電池で高性能化を達成し、量産技術を確立する

<性能目標>

- 半導体顔料の微粒子化(それぞれの層):平均粒径50nm以下
- 半導体顔料粒子界面の構造制御:粒子レベルでのpn接合

○高輸送性半導体薄膜の設計:移動度 $1 \times 10^{-4} \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$

<製造目標>

- 連続塗布方式に適したヘッド(ノズル)パターンの設計
- 半導体層、背面電極層の連続塗布装置の開発

【従来技術】

(性能面)	・ 高い変換効率(～18%)
(製造面)	・ 製造工程が複雑(50工程以上) ・ 大面積が限界(真空槽の大きさに比例) ・ 生産性に限界あり ・ 一部自動化
(コスト面)	・ 製造コストが高い(250円/W)

【新技術】

(性能面)	・ 十分な変換効率(～10%)
(製造面)	・ 製造工程がより容易(最大6工程) ・ 大面積が可能、形態自由 ・ 従来の12倍の生産性(タクトタイム、ライン数の大幅削減) ・ 自動化塗布ライン
(コスト面)	・ 製造コストがより安い(目標38円/W)

研究開発の成果／目標→未達成

太陽電池の高性能化への開発

- 材料物性(移動度、結晶性、純度等)を改善
- 耐久性に優れたデバイス構造を確立
- 室内で応用可能なデバイスを構築
- エネルギー変換効率は1mm²当たり1.5%にとどまる

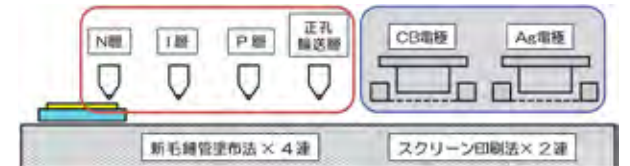
太陽電池の量産技術の開発

- 本研究で用いた太陽電池は全6層構造のため、4連のヘッドと2連のスクリーン印刷用マスクを一体配置した連続式の塗布装置を実現
- 各層の塗布条件、塗布ノズルの材質・形状等を検

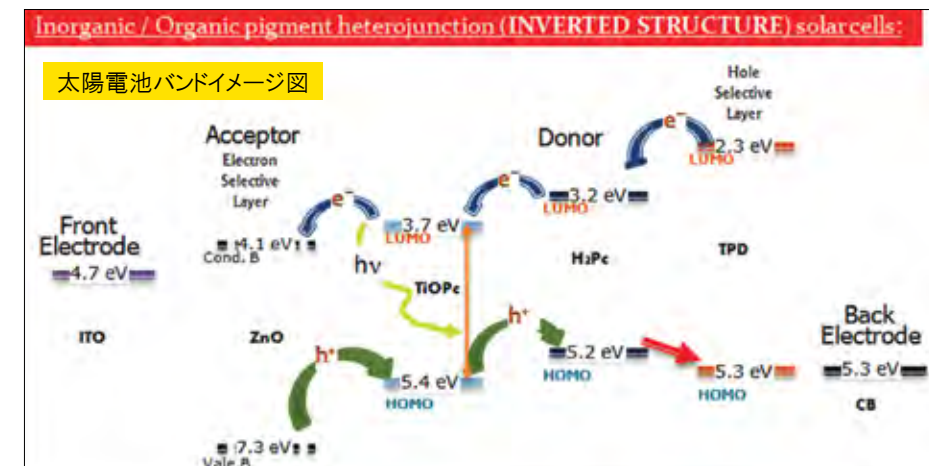
討し、量産化対応として10mm×30mmのセル8個の集積化が可能なヘッド(ノズル)パターンを開発
○ハード面、ソフト面の製造条件を目標通り達成

連続塗布装置

～4連のヘッドと2セットのスクリーン印刷用マスクを設置。吸着テーブルに固定された基盤が、それぞれの塗布ノズル装置、スクリーン印刷用マスクまで移動し、異なる塗布液を積層上に塗布する～



開発中デバイスのバンドイメージ



事業化への取り組み／実用化は停滞中

事業化状況

- デバイス:H28年度の実用化を目指し、研究継続中
- 装置:面積(100×100)mm²、膜厚30nmから成膜可能な生産試作機あり(有償)

効果

- 新方式の実現
- 低コスト化
- 環境負荷低減

知財・広報活動

- 特許:「光起電力素子及びその製造方法」(特願2007-251330)、「光起電力素子の製造方法」(特願2007-251323)

- 新聞:奈良新聞(H20.8.1)、日刊工業新聞(H20.8.21)

今後の見通し

高性能化電池実現に向けた補完研究を継続中

- 太陽電池の性能向上に向け、顔料のさらなる微粒子化、高機能材料の合成、デバイス構造の改良等に取り組む
- 試作機による塗布精度向上に向けた、ノズル部の改良を行う
- 製造装置の全自動化を目指す

企業情報 ユーテック株式会社

事業内容	液晶事業、ソーラー事業、物流・梱包事業、家電製品・FA商品製造
住 所	奈良県大和郡山市井戸野町14-1
U R L	http://www.u-tc.co.jp

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先	主任研究員 上垣内寿和
Tel	0743-58-1126
e-mail	shn-support@u-tc.co.jp

耐震補強用の新機能オーステナイト系ステンレス鋼製のねじ等を低コストで製造

プロジェクト名 小物部品のバレル式プラズマ浸炭・窒化大量処理システムの開発研究

対象となる川下産業 建物・プラント・橋梁、電子機器・光学機器

研究開発体制 (財)関西情報・産業活性化センター、国友熱工(株)、平田ネジ(株)、(株)東亜精機工作所、日本電産(株)、大阪府立産業技術総合研究所、大阪大学接合科学研究所

木造耐震補強システム構造用ねじ(BPS 3Dスクリュー)



【従来】

○オーステナイト系ステンレス鋼は靱性・耐食性に優れる反面、軟らかいためにねじの施工性に劣る等の欠点があった

【研究開発のポイント】

○同時に多数個の小物部品の350～500℃の低温プラズマ浸炭・窒化処理を実施することで、低コスト・低環境負荷でオーステナイト系ステンレス鋼製小物部品(ねじ等)を製造する装置・システムを開発した

【成果】

○開発ねじのブレーキング効果により、施工時のトルク管理フリーを実現
○開発ねじは、内部は高靱性という特長を持ち、地震時の衝撃への耐久性が増加
○開発処理炉では、従来の小型バレル比4倍の大容量化を実現

【利用イメージ】

○地震時の衝撃に耐え得る新機能ねじ

研究開発のきっかけ

低コストのオーステナイト系ステンレス鋼製小物部品へのニーズが増大

○オーステナイト系ステンレス鋼は靱性・耐食性に優れるが、ねじの施工性に劣る等の欠点がある

○耐震補強用タッピンねじとして、S相により耐食性を維持しつつ表面硬度のみを上げてねじ込み性を付与し、かつねじの内部は高靱性の特長を生かして地震時の衝撃に耐える新機能ねじの開発が急がれていた

○オーステナイト系ステンレス鋼製小物部品(ねじ等)を低コストで製造する技術が望まれていた

研究開発の目標

世界初のオーステナイト系ステンレス鋼製高機能タッピンねじ等の製品実用化を目指す

同時に多数個の小物部品の350℃～500℃の低温プラズマ浸炭・窒化処理を実施することで、右記を実現する大型バレル式プラズマ浸炭・窒化複合処

理装置並びに大量処理操業システムを開発する
○処理コスト:1/3(従来のプラズマ法比、以下同様)
○1バッチ当たりの処理量:4倍



研究開発の成果／目標→概ね達成

大容量2室方式バレル式プラズマ浸炭・窒化複合処理装置の開発

○マイクロパルス放電と回転バレル装置を組み合わせたプラズマ浸炭・窒化大量処理システムの実用化を目指し、多数個の小物部点を同時処理できるようにバレルを大容量化

○オーステナイト系ステンレス鋼に適用可能な低温処理温度(350～500℃)で、新たに浸炭と窒化の複合処理を可能とする2室方式の大型バレル式プラズマ浸炭・窒化複合処理装置を開発

大量処理操業システムの開発

○表面処理層厚さの均一性、製品品質の均一性に優れた大量処理操業システムを実現

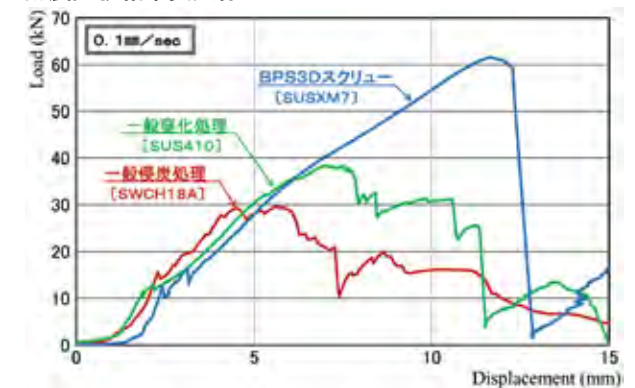
耐食・耐摩耗性に優れた、多用途の小物部品を開発

○開発技術により創出されたタッピンねじ等は、オーステナイト系ステンレス鋼特有の優れた耐食・耐摩耗性を発揮し、また、基本的な部品であることから、用途も多種多様に及ぶ

超高速衝撃構造性能評価システム



耐震試験結果変異線



事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況

○H26年度の事業化に向けて補完研究中
○タッピンねじのサンプルあり(無償)

効果

○硬度向上:開発ねじは、ブレーキング効果により施工時のトルク管理フリーを実現
○耐食性向上:開発ねじは、内部は高靱性という特長を持ち、地震時の衝撃への耐久性が増加
○大容量化:開発処理炉は従来方式の4倍の容量

知財・広報活動

○特許:「硬化層形成方法および硬化層形成装置」(特願2010-225858)

○新聞・雑誌:日刊工業新聞(H22.10)、産業新聞社「ファスニングジャーナル」(H22.10)等

今後の見通し

品質向上に向けた研究の継続と、建築・建設メーカーへの売り込み

○現在、高いブレーキング効果を維持できるように、層の均一性を維持しながら、S相を厚くし、処理時間短縮等による製造コストの削減を目指した研究を継続している

○本処理炉により生産された製品のひとつであるタッピンねじを、建築・建設メーカー等に売り込んでいる。また、製品サンプルの評価結果をPRし、メーカー等と実用化に向けた共同開発を進める予定

企業情報 平田ネジ株式会社

事業内容 ねじ製品製造及び販売(商社)

住 所 大阪府大阪市西区九条南3-28-17

U R L <http://www.hirata-neji.co.jp>

主要取引先 (株)テクノアソシエ、三洋工業(株)、JFEシビル(株)、(株)オーティス

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 取締役技術開発部長 坂田博史

Tel 06-6581-1822(代)

e-mail info@hirata-neji.co.jp

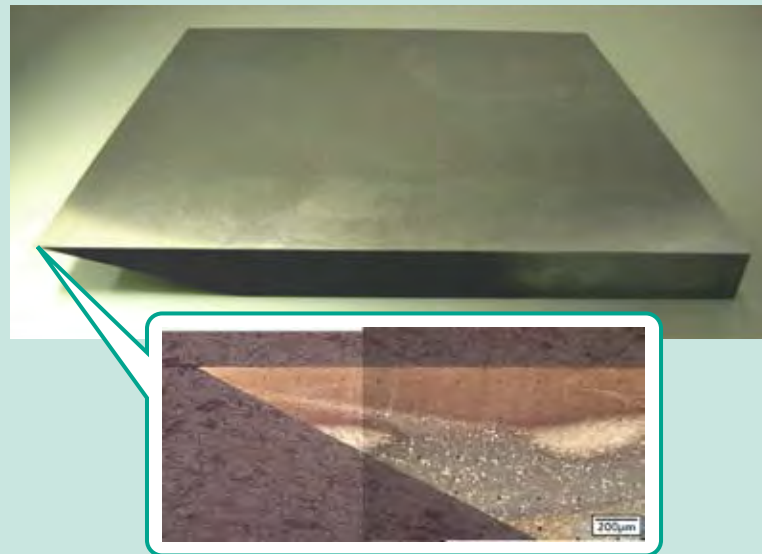
新しい複合熱処理技術の開発により、 木工用刃物の高性能化・長寿命化を実現

プロジェクト名 木工用刃物の高性能・長寿命化に資する金属組織ナノ化技術の開発

対象となる川下産業 木工機械、食品加工用機械、医療福祉機器等

研究開発体制 (地独)大阪市立工業研究所、(株)AMC、第一鋼業(株)

試作品(鉋)外観



【従来】

○木工用刃物の需要が増加する一方で、近年普及が進みつつあるLVL(Laminated Veneer Lumber)と呼ばれる高強度な積層合板に対応できる適切な刃物がない

【研究開発のポイント】

○工具鋼の組織をナノ化することで、刃物の先端を鋭く加工できるようにする

○高い硬度を確保するとともに、長寿命化を図る

【成果】

○ビッカース硬度HV1000以上の高い硬度を実現させた

○切削試験によって刃先後退はほとんど見られず、長寿命化を実現させた

【利用イメージ】

○木工用刃物(鉋、ベニアスライサー、銚等)の他、食品加工用刃物、医療福祉器具等の用途に拡大を図る

研究開発のきっかけ

LVLの硬さに対応できる木工用刃物の開発が求められている

○国策として木材の利用促進が急がれており、木工業界において伐採・加工量が急増。これに伴い木工用刃物の需要も増加している

○高強度の積層合板LVLが普及期に入っているが、硬さに対応できる最適な加工用刃物がない

○LVLに対する刃物の寿命が短いことから、長寿命化が求められている

研究開発の目標

工具鋼のナノ組織化、新たな複合熱処理の適用により、高硬度・長寿命の木工用刃物を開発する

○工具鋼の改質領域の深さ: 材料表面から0.6mm以上

○微細化: 炭化物径50nm以下、母材結晶粒径100nm以下

○低温焼き戻し後の硬さ: HV1000以上

○LVLに対する切削能力: 切削速度96m/分、切り込み量0.15mmで切削寿命3,000m

【従来技術】

<従来の木工用刃物>

- 合金元素を大量に添加することで、刃先の強度を確保

(課題)

- 大量の合金添加のため、材料コストが高い
- 炭化物が粗大であり、これが脱落すると深刻な欠陥となる
- 粗大炭化物により、刃先への抵抗が増加する

【新技術】

<ナノ化金属組織を用いる刃物>

- 最小限の合金元素を添加した、安価な材料をナノ組織化した刃物

(特徴)

- ナノサイズ化した炭化物が分散している
- 刃先を鋭く加工可能となる
- 微細な炭化物は脱落しても刃先形状に影響せず、刃物を長寿命化させる

研究開発の成果／目標→概ね達成

工具鋼のナノ組織化

○急速溶融・急冷凝固プロセスによって、粗大なクロム炭化物を微細化させた

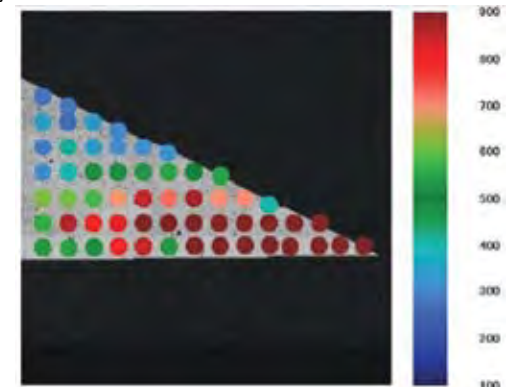
○強加工プロセスによって、汎用冷間工具鋼(SKD11)の炭化物径を100nm以下、結晶粒を100～200nmに微細化させた

硬度を高める新複合熱処理の実現

○SKD11に、上記のプロセスを施した後、超サブゼロ処理(液体窒素中で約1時間保持)を加えた

新複合熱処理を行ったSKD11製鉋の刃先硬度の分布

～通常の熱処理(焼入れ焼き戻し)では得られない硬度を実現～



ころ、最大HV980のビッカース硬度を示した

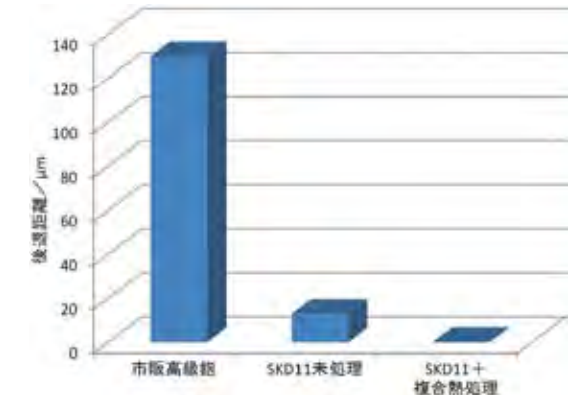
○さらに窒化処理を行うことで、従来の高クロム鋼では異常層が発生し、窒化処理ができなかったが、ナノ化させることにより硬さを最大HV1200にまで高められた

高硬度・長寿命の刃物の実現

○切削試験(切削速度400mm/秒、5分間)の結果、開発鉋の刃先はほとんど後退しなかった(市販品の刃先の場合120μm程度後退)

PP樹脂を対象に行った切削試験後の、刃先後退距離

～切削速度400mm/秒、5分間での試験後も、本事業試作品はほとんど刃先後退なし～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

○実用化に成功し、H24年度の事業化を目標に取り組む

○各種刃物のテストサンプルが提供可能となる

効果

○新製法の実現: 開発刃物の刃先は、SKD11であるにもかかわらず、炭化物が100nm以下、母材結晶粒径が200nm以下のナノ組織となる

○硬度向上: 開発刃物の刃先は、HV1000という高硬度(同種の材料では通常HV680程度)が可能となる

○耐久性向上: 開発刃物は、切削条件によっては市販鉋比で10倍以上の寿命が得られる

知財・広報活動

○論文: 森貞好 昭ら Fabrication of nanostructured tool steel layer by combination of laser cladding

and friction stir processing, Surface and Coatings Technology, 205 (2011) 3397-3403.

今後の見通し

ユーザーのフィードバックを得ながら、技術改良と用途開発に取り組む

○ユーザーとの間で、使用素材の選択、製品形状の見直し、加工スケジュールの最適化等に関する総合的な検討を行う

○海外の企業への技術紹介、川下企業への試作品提供等を積極的に行い、広報宣伝を強化する。また、フィードバックを得ながら技術改良に取り組む

○食品加工用刃物、医療福祉器具向けの刃物等へと用途を開拓していく

企業情報 株式会社AMC

事業内容 工業用刃物・機械部品の製造開発・輸入

住 所 大阪府大阪市大正区泉尾6丁目2番29号 テクノシイズ泉尾303

U R L <http://www.amc.biz-web.jp/37.html>

主要取引先 木工機械メーカー 他

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 代表取締役 水野雅

T e l 050-3301-8105

e-mail amc@ace.ocn.ne.jp

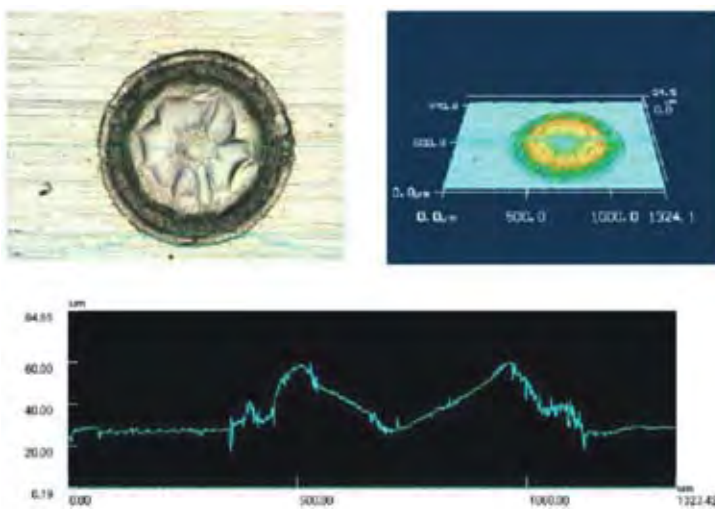
長寿命・高精度なレーザ溶接技術の確立による 高品質化、製造コスト削減、短納期化への対応

プロジェクト名 圧力容器製造に適応するレーザ溶接の技術開発

対象となる川下産業 自動車、半導体・液晶製造装置、環境・エネルギー

研究開発体制 (財)北海道中小企業総合支援センター、(株)産鋼スチール、北海道大学、
(地独)北海道立総合研究機構

レーザ顕微鏡によるスポット外観、立体画像、高さプロファイル



【従 来】

○レーザ溶接は、アーク溶接に比べて低入熱、低歪み、深溶込み、高速度溶接が特徴だが、溶接条件が確立されていない

【研究開発のポイント】

○レーザ溶接の溶接条件を確立するとともに、ロボットによる溶接位置合わせを自動化して、製造コスト削減を図る

【成 果】

○ステンレス鋼突合溶接部の自動教示による高品質な溶接を実現

【利用イメージ】

○溶接加工を高品質、低コストで行う溶接機及びセンサとして活用

研究開発のきっかけ

レーザ溶接による、高性能・長寿命な圧力容器・真空容器の製造を実現

○圧力容器・真空容器の製造にあたって、高温化・極低温化等の高性能・長寿命化が求められる、他方で製造コスト削減・短納期化への対応も求められる

○低歪み、高速・高精度溶接の特性を持つレーザ溶接が有望ではあるが、アーク溶接に比べて溶接条件が未確立であるなどの理由から、位置合わせのコストは現状では実用的な水準ではない

○レーザ溶接の溶接条件を確立するとともに、位置合わせの自動化と精度向上を図り、少量多品種生産であっても低コスト・短納期対応を実現させる

研究開発の目標

レーザ溶接の溶接条件の確立と自動化によって、高品質かつ効率的な溶接に

○入熱量を減らすことで、溶接時の熱影響や溶接欠陥を減少させる

➡ TIGアーク溶接の1/10以下の入熱量である、レーザ溶接の溶接条件を確立する

○小径の容器製造にあたっては、精度を高める必要がある

➡ ロボットによる軌跡追尾精度の向上によって対応

【従来技術】

<現行の、品質要件の高い圧力容器・真空容器>

- ・ TIGアーク溶接にて、低入熱の溶接条件において溶接

(課題)

- ・ 溶接回数が多いため、溶接能率が悪い
- ・ 使用材料の多くはオーステナイト系ステンレス鋼であり、溶接変形が多いため、寸法精度維持に多大な労力を要する

【新技術】

<レーザ溶接を用いた圧力容器・真空容器の製造>

- ・ もともと低入熱で、高い品質要件にも耐えるレーザ溶接の溶接条件を確立
 - ・ ロボット・ビジョンセンサを整備し、自動教示での溶接を実現
- (特徴)
- ・ ステンレス鋼、ニッケル合金鋼、アルミニウム合金鋼におけるレーザ溶接の溶接条件をデータベース化
 - ・ ビジョンセンサとロボット制御ソフトを統合して、溶接線の自動追尾を実現、また教示点の位置精度0.15mm、姿勢角3°の精度を達成

研究開発の成果／目標→達成

圧力容器、真空容器溶接部へのレーザ溶接の適用化技術の確立

- ステンレス鋼(オーステナイト系含む)について、レーザ溶接を行う際の溶接条件を確立
- 溶接加工時の窒素シールドガス使用によるポロシティ抑制効果を確認するとともに、欠陥抑止効果のメカニズム解明に向けた、EMPAおよびSIMSによる元素分析を実施

データベース化による、溶接条件データの蓄積

- ステンレス鋼、ニッケル合金鋼、アルミニウム合金鋼について、パワー密度を変えた上で溶接実験を行い、スポット溶接の溶融部の観察、溶融形状のプロファイルを計測し、データベースを整備

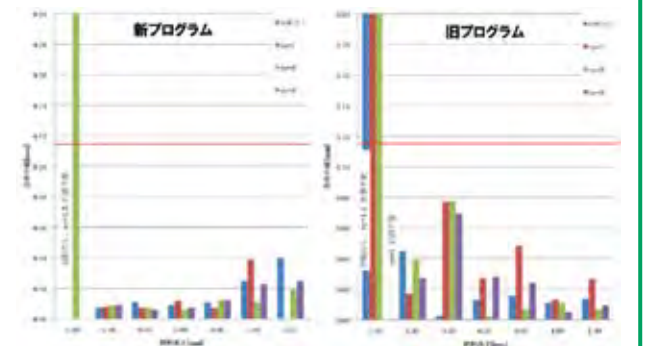
3次元軌跡追尾ロボットによる高精度の確保

- 突合せ溶接部の3次元軌跡追尾を実現するロボットの制御ソフト及び、突合せ溶接部の位置、姿勢を検出するビジョンセンサを開発

○ビジョンセンサとロボット制御ソフトを統合したシステムの構築により、溶接線の自動追尾を実現し、教示点の位置精度0.15mm、姿勢角3°の目標精度を達成

ビジョンセンサの繰返し検出精度の評価

～各溶接位置、姿勢角の成分に分けたばらつきの分布幅を計測。いずれの成分においても新プログラムの方が旧プログラムよりも高精度であることが確認できた(下図は溶接位置の高さZに関する結果)～



事業化への取組み／実用化には時間がかかる

事業化状況

- 実用化に時間がかかる(H25年度実用化見込み)
- レーザ溶接の加工提供は有償にて可能

効 果

- 強度向上: 従来溶接法の1/10以下の入熱量にて溶接することで、熱膨張による組織の偏析、残留応力の低減により疲労強度向上が望める
- 耐食性向上: 母材の熱影響部が極小化することにより、耐食性の向上が望める
- 多品種少量生産: 汎用ロボットによる3次元の教示作業を自動化することで、レーザ溶接の多品種少量生産への適用が図れる

知財・広報活動

- 論文: Akihiko Matsushitaら「Image Measurement on Curvature Around Seam Line for Motion Control of Laser Welding Robot」(International Journal of Automation Technology, 2010年11月)、Akihiko

Matsushitaら「Image Detection of Seam Line for Laser Welding Robot」(Journal of Robotics and Mechatronics, 2011年12月)等

今後の見通し

商品化に向けた補完研究・実証試験を継続し、H25年度の商品化を目指す

- 補完研究を継続し、ビジョンセンサとロボット制御システムによるレーザアプリケーションの開発、商品化を進めている。今後も引き続き機能性向上、適用範囲拡大を目的とした実証試験を進めていく
- 補完研究や実証試験の結果を踏まえて、H25年度の商品化を目指す
- 商品化にあたっては、サポイン事業の関係者、アドバイザー等とも連携をとって推進していく

企業情報 株式会社産鋼スチール

事業内容 厚板鋼板・鋼材の販売、圧力容器の設計・製造、真空容器製造、産業機械・各種鋼構造物製造

住 所 北海道小樽市銭函3-515-1

U R L <http://www.sanko-steel.co.jp>

主要取引先 王子工営北海道(株)、(株)北川組鉄工所、中山機械(株)、(株)クボタ、(株)タツノ・メカトロニクス

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発部 部長 大藤仁志

T e l 0134-61-5600

e-mail ohfujii@sanko-steel.co.jp

レーザー変位計を用いた、鉛フリー溶ダペーストのぬれ性評価への挑戦

プロジェクト名 鉛フリー溶ダペーストのぬれ性評価装置の研究開発

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

研究開発体制 NPO法人ものづくり支援機構、山陽精工(株)、群馬大学、山梨県工業技術センター

ぬれ性評価装置 外観



【利用イメージ】

○鉛フリー溶ダペーストの電子部品に対するぬれ性の定量的測定

【従来】

○電子機器の実装では、有害な鉛をはんだから除去しつつ、鉛入りはんだと同等の接続信頼性を維持することが求められているが、鉛フリー溶ダペーストのぬれ性は鉛入りはんだと比較して劣るため、ぬれ性評価技術の向上が求められている

【研究開発のポイント】

○溶ダペースト溶融時における試料の鉛直方向の変位量を非接触のレーザー変位計によって高精度に計測し、リフロー実装における溶ダペーストの試料に対するぬれ性を解明し、鉛フリー溶ダリング技術の信頼性を図るための鉛フリー溶ダペーストのぬれ性評価装置を開発する

【成果】

○高温下における鉛直方向の変位量の測定分解能が3μmの性能を有するレーザー変位計測部を開発し、これを用いたぬれ性評価装置を完成した

研究開発のきっかけ

鉛フリー溶ダペーストの普及にともない、ぬれ性評価ニーズに対応

○携帯電話、ノート型PCおよびゲーム機などの携帯型電子機器関連の川下製造業においては、軽薄短小化と高機能化および低価格化と高信頼性が求められている

○環境保全の観点から、電子部品の表面実装に使用されている溶ダペーストにおいては、有害な鉛をはんだから除去し、かつ従来の鉛入りはんだと同等の接続信頼性を維持することが求められている

○鉛フリー溶ダペーストのぬれ性は鉛入りはんだと比較して著しく劣る。これは実装不良発生の大きな要因となり、電子製品の接続信頼性を低下させ、電子製品のコスト削減を阻害している

研究開発の目標

レーザー変位計測を用いた非接触型ぬれ性評価装置の開発

○加熱・制御部の開発

➡ 設定温度に対する温度制御性能が±1℃以内、繰り返し再現性が±1℃以内の加熱・制御部の開発

○変位量計測部の開発

➡ 溶ダペーストの金属粒径が約30μmφであるため、鉛直方向変位量の計測精度分解能を

1/10の3μmとした高温下で計測可能な非接触型の変位量計測部の開発

○ぬれ性評価方法の研究

➡ 超小型のチップ部品に対する鉛フリー溶ダペーストのぬれ性を0.1秒単位で判定可能なぬれ性評価方法を開発する

【従来技術】

<従来技術によるぬれ性評価>

- ・従来技術では、溶融はんだと電子部品間に働く力の変化から、はんだのぬれ性を評価(課題)
- ・リフロー実装に不適
- ・小型部品は困難

【新技術】

<リフローに対応した、ぬれ性評価>

- ・はんだペーストの溶融に伴い、電子部品が上下動する動きの時間変化から、ぬれ性を評価する(特徴)
- ・高精度・高信頼性
- ・全ての部品に適用

研究開発の成果／目標 → 達成

加熱装置部および加熱制御部の研究開発

○加熱源として採用した赤外線ヒータの最適本数とヒータ位置の研究、および加熱源から輻射される赤外線の反射を効率的に使用する加熱炉の構造と反射率を高める加熱炉内部の表面処理の研究により、試料を均一に加熱する加熱炉を開発した

○設定加熱プロファイルに対する高精度な温度制御および加熱再現性を実現するために、赤外線ヒータの発光熱量の制御方法としてPID(比例、積分、微分)制御と商用周波数の位相制御を組み合わせることで、温度制御性能が±1℃以内、繰り返し加熱再現性が±1℃以内の性能を有する加熱制御部を開発した

レーザ発光部およびレーザ受光部の研究開発

○高温下における鉛直方向の変位量の測定分解能が3μmの性能を有するレーザ変位計測部を開発

ぬれ性試験方法の研究開発

○プリント配線板の材質、形状、ランド形状の研究により、銅基板5×5×1mmtが最適との結果が得られた

○また、溶ダペーストの印刷形状、印刷量の研究ではX型120μmtが最適との研究結果が得られた

ぬれ性試験ソフトウェアの研究開発

○当該ソフトウェアは、加熱開始から溶融点温度に達するまでの期間の変位量データによって、試験の有効または無効を判定し、また溶融点温度の変位量を基準とした加熱終了までの変位量の値によって「ぬれ」、「ぬれ」を判定する

○「ぬれ」と判定した場合は、ぬれ性の指標(t1、t2)および降下速度を演算して、ぬれ性の優劣を数値表示するぬれ性評価ソフトを開発した

ぬれ性試験総合結果

～金属組成の異なる溶ダペーストのぬれ性比較では、ぬれ時間t1、t2によって大きな差が生じた。標準偏差も小さく、安定した試験結果が得られた。なお、金属組成が異なる本試験では、降下速度もぬれ性を評価する際の重要な要素であると考えられる～

溶ダペースト	Sn66.5Ag30.0Cu0.5 (K2-V)	Sn66.5Ag30.0Cu0.5 (ET7)	Sn66.5Ag30.0Cu0.5 (ET7)	Sn66.5Ag30.0Cu0.5 (345F)
平均値	2.11	1.84	1.89	1.83
標準偏差	0.24	0.23	0.22	0.23
平均値	61	72	51	67
標準偏差	9.90	9.29	9.22	9.28
平均値	0.41	0.40	0.34	0.35
標準偏差	2.97	5.68	4.44	13.09

事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

○H24年度に事業化を予定

○ぬれ性評価装置(製品)あり

効果

○標準化:新しい「溶ダペーストのぬれ性試験方法」のJIS化を目差して活動中

○歩留まり向上:実装の歩留まりが、数10PPMから数PPMに向上した

○製作時間短縮:表面実装に使用するリフロー炉の条件出し作業時間が1/3となった

知財・広報活動

○論文:「レーザ変位法を用いた溶ダペーストぬれ性評価装置の開発」(エレクトロニクス実装学会)

○出展:インタネプコン・ジャパン2009～2011(H21～23.1)

○新聞:日刊工業新聞(H23.8.22)

○特許:「溶ダペーストぬれ性評価装置及び方法」(国際公開番号WO2010/137714(出願中))

今後の見通し

業界を巻き込み、ぬれ性試験方法の規格化を関連団体で検討中

○鉛フリー溶ダペーストぬれ性試験方法の規格化を目差して、(社)日本溶接協会及び(社)電子情報技術産業協会など関係団体において活動中。各種データの積重ね試験を実施している

○原価低減化を目差して、生産技術面で総合的に検討中

○インタネプコン及びセミコンを始めとした関係する各展示会に出展し、H24年度の販売開始に対して認知度を高めている

企業情報 山陽精工株式会社

事業内容 ①装置開発設計・製造・販売、②精密機械加工・装置設計・製造・販売

住 所 本社:山梨県大月市猿橋小沢1453
東京営業所:東京都八王子市大和田町5-27-10多田ビル1F

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

主要取引先 SONY、日立、三菱、ニコン、ファナック

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 開発事業本部 西室将

Tel 042-660-1670

e-mail m-nishimuro@sanyoseiko.co.jp

新技術＜FSW＞と新素材＜Ni基超々合金＞の組み合わせにより 高融点材料の接合ツールを長寿命化

プロジェクト名 摩擦攪拌接合による鉄系高融点材料の接合システムの開発

対象となる川下産業 自動車

研究開発体制 (財)大阪科学技術センター、アイセル(株)、ネオテックス(株)、大阪府立大学、近畿大学

摩擦攪拌接合の接合加工機と円筒ワークおよび接合標準ツール



【従来】

○自動車産業を中心に、金属板の薄肉化ニーズが高まっている。摩擦攪拌接合(FSW)を用いると高品質に接合ができるが、ツールの耐熱性・耐摩耗性・価格が課題である

【研究開発のポイント】

○高温強度特性に優れたNi基超々合金の耐熱性及び耐摩耗性を向上させることによって、鉄系高融点材料に適した接合ツールを開発

【成果】

○耐熱性及び耐摩耗性を向上させたツールを開発し、鉄系高融点材料の薄板を低コストで良好に接合することを可能にした

【利用イメージ】

○薄板・円筒形の製品の生産に活用(自動車用部品、小径の圧力容器・タンクなど、幅広い活用を想定)

研究開発のきっかけ

薄肉金属板を高品質に接合することへのニーズが高まる

○自動車の製造にあたっては、二酸化炭素排出量削減という社会的な要請を満たすため、薄肉化へのニーズが高まる

○一般に、自動車用金属板の接合に用いられるアーク溶接は、溶融溶接であるため、薄板の良好な接合ができない。特に端部で溶接不良が発生しやすい

○アーク溶接薄板加工における課題に対して、軽金属材料を摩擦攪拌接合する技術は有効ではあるが、ツールの耐熱性、耐摩耗性などの技術的課題から、高融点材料については実用化に至っていない

研究開発の目標

摩擦攪拌接合技術により、高強度・高速・低コストな薄肉接合を目指す

○ツール:室温でHV700以上かつ900℃でHV500以上、ツール寿命290m/個

➡接合時の接合部の温度が約1,000℃の条件でも、一定の寿命を要するツールに

○接合装置:接合部強度を母材の95%以上、接合速度を最大900mm/分、ランニングコストを122円/m

➡既存の接合装置の改良により最適接合条件に対応

【従来技術】

＜アーク溶接技術＞

- ・入熱による歪みが大きい
- ・ブローホールや高温などの欠陥が生じやすい
- ・板厚1.0mm以下の薄板の接合は困難

＜FSW技術＞

- ・入熱が少なく歪みが小さい点、初期投資額やランニングコストが安い点が特徴
- ・軽金属などの低融点金属しか接合できない、大型ワークの接合が難しい点が課題

【新技術】

＜新素材金属を用いて、新FSW技術を活用＞

- ・二次加工性に優れた接合を実現
- ・Ni基超々合金の活用

(特徴)

- ・鉄系高融点材料の接合が可能
- ・1.0mm以下の薄板でも対応が可能
- ・設備投資額を削減することが可能

研究開発の成果／目標→一部達成

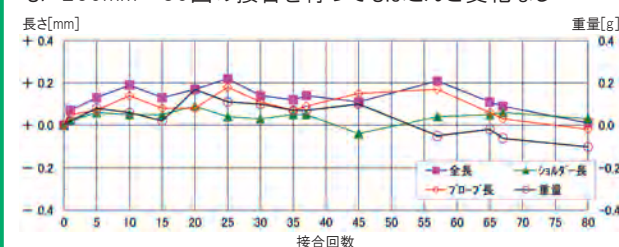
新規ツール材料の開発

- 大阪府立大学が開発したNi基超々合金(二重複相金属間化合物合金)を活用することで、高温においても優れた強度特性を発揮
- タングステン及びレニウムを添加したインゴット試作品は、特に硬度に優れ、室温硬さはHV765で、工具鋼にほぼ匹敵

ツール形状および加工法の検討・加工法の開発

- 接合実験により、ツールの最適形状を検討
- Ni基超々合金のインゴットをワイヤ放電加工機に

タングステン・レニウム添加インゴットを用いたツールで接合を行った際の、ツールの変化 ～ツールのサイズ、重量ともに250mm×80回の接合を行ってもほとんど変化なし～



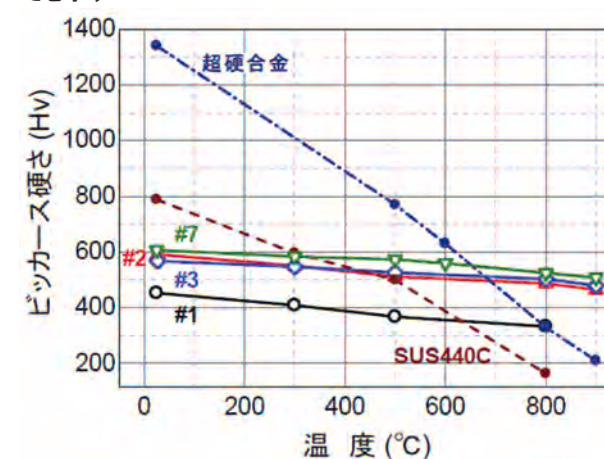
タングステンおよびレニウム添加インゴット/熱処理済/ショルダー径:12mm/ブロー高さ:0.8mm・径4mm
回転数:600~900rpm/接合速度:900~1,400mm/min/加圧制御:0.8~1.05ton

より粗加工し、粗加工品をマシニングセンターによりツール形状に加工

最適な接合条件の探索

- 施工長20,000mmでもほぼ良好な接合状態を実現
- 20,000mmの接合でもショルダー長は±0.1mmの変化、重量は0.1gの減少に留まっており、ツールの長寿命化(推定290m以上)を実現

FSW用Ni基超々合金の高温ビッカース硬さ
～高温域ではSUS440Cは勿論のこと、超硬合金を上回る硬さを示す～



事業化への取り組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H23年度に実用化に成功、事業化間近
- 試作機・サンプルあり(摩擦攪拌接合装置及び接合ツール、有償)

効果

- 軽量化:1.0mm以下の薄板の加工を可能にすることにより、自動車の軽量化に資する
- 低コスト化:高融点材料の接合を低コストで実現するツールを開発

知財・広報活動

- 特許:「Ni基二重複相金属間化合物合金からなる摩擦攪拌加工用ツールおよび摩擦攪拌加工方法」(特開2009-255170)他計7件
- 論文:東靖子ら「Ni基超・超合金製ツールによる

SUS430薄板の摩擦攪拌接合」, 溶接学会論文集, (2010)

- 新聞:日刊工業新聞(H23.7.29)
- 出展:MF-Tokyo展(H23.8)等

今後の見通し

公的研究機関、大学を対象の中心として
事業化活動を開始。更に性能向上のため、
長寿命化に関する研究も行う

- ツールの長寿命化に関する実用研究を継続。主に表面処理及び接合条件を研究対象領域とする
- ライセンスとの契約を締結し、PR資料作成や展示会への出展などのPR活動を行っていく
- 今後は実験装置及びツールについて、販路開拓を行っていく

企業情報 アイセル株式会社

事業内容 精密機械及び部品の製造販売
住 所 大阪府八尾市跡部北の町1-2-16
U R L <http://isel.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 事業開発部 部長 望月昇
Tel 072-991-0450
e-mail n.mochizuki@isel.jp

技術的限界に直面していたLED、チップインダクターのめっき処理 短時間処理・低コスト化を実現する無電解Niめっき上の無電解Agめっき処理技術の開発

プロジェクト名 情報家電に搭載されるLED及びチップ部品等の製造に適しためっき技術の開発

対象となる川下産業 情報通信・情報家電・事務機器、電機機器・家電

研究開発体制 (財)あきた企業活性化センター、東電化工業(株)、秋田県立大学、秋田県産業技術総合研究センター、サイチ工業(株)

フィレット形成が良好な薄膜厚のAgめっき



【従 来】

○従来のめっき処理ではLEDの高密度化、低コスト化が進んでおらず、またチップインダクターの薄型化は技術的限界に直面していた

【研究開発のポイント】

○反射率の最も高いAgを採用。無電解Niめっき上に無電解Agめっきを施す表面処理技術とKG処理(変色防止処理)をもとに量産可能かつ短時間・低コストで提供可能な技術確立する

【成 果】

○めっき反射率の大幅向上、ボンディングプル強度の確保、熱衝撃耐久性能の確保などを達成した

【利用イメージ】

○OLEDバックライト、LED照明、チップインダクター等のエレクトロニクス部品の採用が期待される

研究開発のきっかけ

長寿命・低コストのめっき技術の開発により高輝度LEDのコスト負担の大幅軽減を目指す

○高輝度・高寿命化が望まれるLED、携帯電話等の小型・薄型化・高集積化に対し、従来のめっき処理は技術・コスト両面に越え難い課題を抱えていた

○そのような技術的要件を克服する革新的なめっき技術が求められている

○無電解Niめっき上に無電解Agめっきを施す量産プロセスの確立で先端情報家電の技術革新・コスト低減を促す

研究開発の目標

新たなめっき技術の確立で情報家電の高集積化・微細化・低コスト化に対応する

○経時劣化率は初期反射率の90%、KG処理時間は1/5に短縮

○製品の付着凝集率は0%

○生産時間は約1/7に短縮

○ボンディングプル強度は3gf以上を確保

【従来技術】

<従来のめっき技術>

【課題：反射率低下と高コスト】

- Agが変色し、反射率が低下する
- 長時間の要求輝度確保のために多くの素子を搭載

【課題：LED基盤装着において高コスト・低集積度】

- LEDをバックライト基盤に1個ずつ実装

【課題：チップ部品の歩留まりが低下】

- 微細化に伴い製品及びメディアが付着凝集することで製品歩留まりが50～60%になる
- めっき時間は6～7時間を要し、生産性が低い

【新技術】

<新開発のめっき技術>

【課題解決：経時劣化率の低下と低コスト化】

- 波長460nmにおいて初期反射率を90%に改善
- 約30%のコスト削減

【課題解決：メンテナンスコスト削減】

- バックライトに配線された独立パターンの基盤上へのLED形成が可能
- 約30%のコスト削減、約20%の高集積化

【課題解決：歩留まり、生産性が大幅に向上】

- 無電解めっきのため、メディアが不要
- 極薄のAgめっきによる製品同士の付着凝集率0%
- めっき時間は1時間、めっき加工単価は約20%削減

独自めっき技術KG処理

無電解Ni+無電解Agめっきの確立

製造工程においてメディアと電解Cuめっきが不要

研究開発の成果／目標→達成

Agめっき皮膜の粒子構造を変えて反射率を大幅に向上

○KG処理による電解Agめっき及び無電解Agめっきでは、330～450nmの波長領域で反射率が改善されることを確認

○無電解Ni上の無電解Agめっきの初期反射率として90%以上(波長460nmにおいて)、最大値94.1%を確認

KG処理条件によるAgめっき表面状態の違い

～高温帯を最適処理温度として保持することで、KG処理時間を1.5時間に大幅短縮が可能となった～

処理温度	保持時間0分	保持時間60分	保持時間120分
常温			
低温	NG	NG	NG
中温	NG	NG	OK
高温	OK	OK	OK

KG処理時間の短縮と経時劣化抑制を確認

○最適温度でKG処理を行うことによりめっき表面の結晶粒子が変化し、処理時間と処理温度に依存せず、経時劣化が起きないことを確認

○KG処理品が経時劣化しない要因は、下地CuのAg表面への拡散防止効果によることを確認

○KG処理時間は高温領域の最適温度に保持することにより、10時間から1.5時間へと7倍のスピードアップを実現

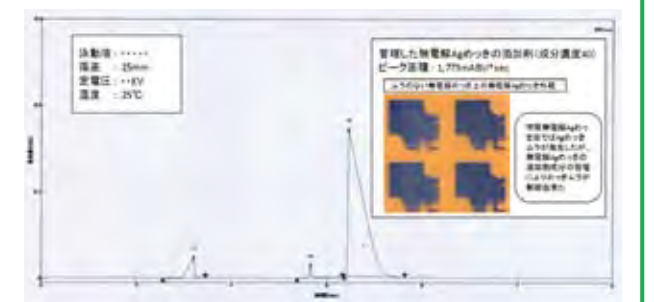
LED基板の独立パターン対応のための無電解Niめっき上の無電解Agめっきプロセスを改善

○ボンディングワイヤ25μmの使用により、良好なボンディングプル強度6gf±1.5gfを確保

○添加剤の管理により、無電解Agめっきのめっきムラ抑制に成功

管理しためっきの添加剤によるめっきムラの抑制

～めっきムラは無電解Agめっきの添加剤成分の管理により制御可能なことを確認～



事業化への取組み／事業化に成功

事業化状況

○H22年度に事業化に成功
○認定サンプルあり(無償)

効果

○精度向上
○歩留まり向上
○小型化

知財・広報活動

○サンプル提供：川下産業へのサンプル提供
○新聞：日経産業新聞「銀メッキの変色抑制」(H20.8.14)
○展示：秋田県技術展示会inホンダEG

今後の見通し

事業拡大のための受注拡大を加速させる

○既に実用化が始まっており、川下産業への更なる受注活動活発化により事業拡大を目指す

企業情報 東電化工業株式会社

事業内容 金属製品製造業(半導体、電子部品、プリント基板等の表面処理)

住 所 秋田県大仙市協和船岡字善知鳥14-1

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

主要取引先 (株)秋田新電元、(株)東北フジクラ、京セラ(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業部 部長 高橋弘二

Tel 018-892-3411

e-mail k_takahashi@azumadenka.co.jp

燃費の低減に貢献する、自動車用ピストンへのカーボンナノチューブ複合めっきの実現

プロジェクト名 ナノ粒子を用いた高機能複合めっき加工技術の開発

対象となる川下産業 自動車、ロボット

研究開発体制 力石化工(株)、日精樹脂工業(株)、アート金属工業(株)、信州大学、(財)長野県テクノ財団

ピストン試作品と搭載イメージ



【従来】

○自動車産業において、部品の軽量化による燃費向上が求められているが、軽量素材であるアルミ材同士は摺動により焼き付きが生じてしまう。めっきを施すことで対応が取られるが、より優れためっき皮膜が求められている

【研究開発のポイント】

○摺動特性や熱特性を向上させつつ、六価クロムフリーのめっきを行うため、カーボンナノチューブ(CNT)をめっき皮膜内に均一に共析させる

【成果】

○めっきにおいてCNTを複合させることで、摩擦係数を約20%低減、耐摩耗性を約30%向上。さらに相手材であるアルミピンの摩耗量を約80%低減
○また、従来の鉄めっき皮膜に比べて、約14%のフリクション低減効果がみられた

【利用イメージ】

○自動車のピストン部品における鉄めっきとして利用。約1%の燃費向上が期待できる

研究開発のきっかけ

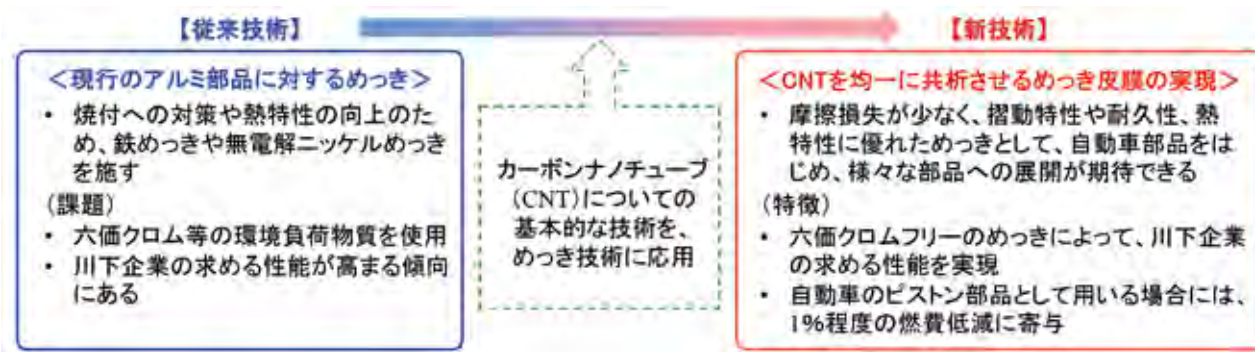
アルミ化への対応のため、めっきが使用されるが、めっきに求められる性能が高まっている

- 自動車他、様々な製造産業において、素材の軽量化のため、アルミ化が進む
- アルミには摺動による焼き付きや、傷がつきやすいという特性から、鉄めっきや無電解ニッケルめっきが施される
- 焼き付きを防ぐだけでなく、より摩擦損失が低く、またより耐久性に優れためっき皮膜が求められるようになっている

研究開発の目標

摩擦係数の低いCNTめっき技術を実用化し、摩擦損失を低減

- CNT複合めっき液の開発: 銅めっきについては銅と同等レベル、鉄めっきについては摩擦係数15%低減、ニッケルめっきについては摩擦係数30%低減
- 実用スケールでの成膜: 膜厚1μm以下の薄膜技術を開発するとともに、膜厚差は1dm²で、中心と端の差を3倍以下に抑える
- 実用スケールでのめっき皮膜性能評価: CNT共析量評価技術および、CNT濃度管理技術を確立し、実用化への道筋をつける



研究開発の成果／目標→概ね達成

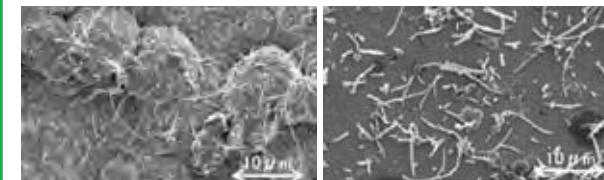
CNT複合鉄めっき液の開発・適切な表面処理方法の確立

- 電流密度、浴温、pH等の条件を変化させて生成した複合めっき皮膜に対して、摺動特性、硬度、クラック、CNT露出本数等を評価した結果、CNTを用いた複合鉄めっきにおいて、複合めっき皮膜表面に一定量以上CNTが露出している場合に摩擦係数が大きく減少し、試験片レベルで最大約70%低減できることを確認した
- クラックが発生したものの、応力緩和剤および給電位置の最適化によりクラックの発生をなくすことに成功した。また、皮膜表面に生じた凹凸に関しては、有効な光沢剤を適量添加し、最適なめっき条件で処理をすることによって平滑化することに成功した

実用化スケールにおける成膜技術

- 実用のめっきラインにおけるCNT複合鉄めっき液の建浴方法を確立するとともに、適切な管理方法

複合めっき皮膜表面の状態 ～光沢剤の添加により、表面の凹凸をなくして摩擦係数を低減～



添加剤なし

添加剤あり

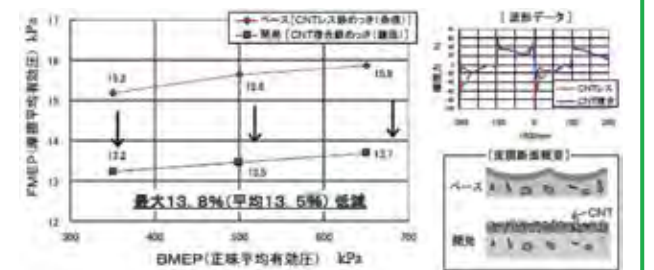
を構築

- 皮膜の中心部と端部の膜厚差を抑制するため、陽極形状をピストンの形状に合わせて変更。また、エッジ形状のため電流が流れやすく、膜厚の均一化ができない部分は、専用マスクを用いてマスキング対応を行い、膜厚差0.8μm以下を実現

実用性のあるめっき皮膜性能の確保

- 鉄めっき試験片を用いて摩擦摩耗試験を実施し、CNT複合めっきの場合、CNTレスめっきの場合に比べて摩擦係数約20%低減、めっき皮膜の耐摩耗性約30%向上、相手材であるアルミピンの摩耗量約80%低減を実現
- 自動車用ピストンにCNT複合鉄めっき皮膜を生成の上で浮動ライナー式単気筒エンジン試験評価(フリクション測定)を実施し、約14%のフリクションを低減。1%程度の燃費向上が期待できる

CNTの有無による、フリクションの比較 ～CNTを複合することにより、FMEP(摩擦平均有効圧)を最大13.8%低減～



事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況

- 実用化に向けて研究継続中
- サンプルあり(有償、ただし条件により無償対応の場合あり)

効果

- 省エネルギー化: 開発しためっき皮膜を形成したピストンは、従来のめっき皮膜品に比べてフリクションを約14%低減
- 耐摩耗性向上: 開発しためっき皮膜は、従来のめっき皮膜に比べて摩耗量を約30%、相手材の摩耗量を約80%低減
- 低コスト化: 約30%の摩耗量低減により、膜厚設定を従来より薄膜に設定することが可能となったことから、低コスト化が期待される

知財・広報活動

- 出展: Nano tech2011(H23.2)
- 特許: 「めっき皮膜アルミニウム製品」(特願2010-100927)

今後の見通し

量産化に向けたコストの算出・改善を含めた実用化レベルでの試験を継続し、事業化を目指す

- 開発した複合めっき皮膜の品質安定化に向け、めっき液管理の研究を継続(補完研究)
- 複合めっき皮膜の特性や効果を更に明確にするため、実用化レベルでの試験を実施中。量産化に向けてコストの算出・改善等についても研究を進める
- 実用化を目指し、ターゲットとなる自動車メーカー等に売り込みを行う

企業情報 力石化工株式会社

事業内容 金属製品の表面処理
住 所 長野県埴科郡坂城町大字坂城9338-1
U R L <http://www.chikaraishi-kako.co.jp>
主要取引先 KYB-YS(株)、KYB-キャダック(株)、桜井製作所(株)、吉田工業(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 表面処理事業部リーダー 篠原充
T e l 0268-82-3072
e-mail mekki@chikaraishi-kako.co.jp

環境負荷を低減し、作業者の安全も確保する エッチング処理代替技術

プロジェクト名 トリアジンチオールを用いたクロム不要樹脂装飾めっき技術の開発

対象となる川下産業 輸送機器、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)中部科学技術センター、東洋理工(株)、岩手大学、小川工業(株)、名古屋市工業研究所

本技術でめっき処理した製品サンプル



小物品(200mm×200mm)



大物品(グリル、1000mm×500mm)

【従来】

○現状採用されているクロム酸を用いたエッチング処理工程は、ミスト発生による不良品の発生、作業環境への悪影響、さらには廃液・排水による環境負荷が懸念される

【研究開発のポイント】

○トリアジンチオール(TES)に係る分子接着技術をクロム酸エッチング工程の代替として樹脂装飾めっき製造に応用し、国際的に要請されている有害物質フリーの課題に応える

【成果】

○所要の剥離強度を達成できるTES処理条件、素材の表面処理方法の選定、触媒処理条件などについて条件設定を完了し、試作品を完成させた

【利用イメージ】

○自動車内外装、水栓器機、アミューズメント関係などの樹脂性装飾品、電気配線や電磁波シールド(EMIシールド)などの機能部品を、前処理に有害な六価クロムを使わないめっき工程によって生産

研究開発のきっかけ

有害物質・環境汚染物質を用いない生産プロセスの模索

○鉛やクロムを用いるめっき加工技術は確立から数十年を経ており、自動車車体部品から家電製品、パチンコ台部品等様々な分野で用いられている

○欧州におけるRoHS指令やELV指令を筆頭に、環境に影響を及ぼす化学物質の使用に関する規制が国際的に強まっており、これに対応する鉛フリー・六価クロムフリーめっき技術の開発が大きな課題となっている

○樹脂装飾めっき工程のエッチング処理において、六価クロムを使用しない、環境配慮型めっき技術の確立が求められている

研究開発の目標

現行のめっき製品について要求される技術的数値を、技術目標値に設定

○めっき密着力(剥離強度):実製品にて0.8kN/m以上

○冷熱繰返し試験:4サイクル以上

○キヤス試験:60時間後、RN9.0以上

○コロードコート試験:48時間以上

○無電解ニッケルめっきまでの所要時間:60分未満

○不良品発生率:現行平均不良発生率8%から、6%に低減

【従来技術】

<生産工程で、六価クロム酸エッチングを使用>

(課題)

- ・六価クロムの使用と水洗工程が多いことから、環境負荷が大きい
- ・密着強度が低い
- ・出来上がった製品に六価クロムの残留リスクがある
- ・労働安全の確保が困難

【新技術】

<コロナ放電等で表面処理後、TES処理を実施>

(特徴)

- ・六価クロムを用いないことにより、水洗工程による排水・廃液を削減できる
- ・密着強度が高い
- ・六価クロムが残留するリスクがなくなる
- ・安全な労働環境を確保できる

研究開発の成果／目標→達成

樹脂表面のOH基等の親水基生成方法の検討

○ABS樹脂に対する処理について、UV照射条件などの最適化・レイアウトの決定ができ、目標値を達成することができた

TES処理方法・条件の検討

○TES処理方法としてUV照射法を導入し、前処理条件の確立および触媒吸着量とめっき密着性との関係を明らかにし、TES処理条件の確定ができた

クロム不要めっきシステムの開発

○TESを用いたクロム不要樹脂装飾めっき試作品を、めっきラインで製作した

○現行流動品の小物品から大物品までめっき処理することができた。また冷熱サイクル試験の結果、川下ユーザーの指示性能基準を満たし、現行品と同等の性能であることが確認できた

ABS樹脂以外へのめっき処理

○PET樹脂繊維などについてもTES処理法でめっきを実施。繊維を折り曲げてもめっき剥離が生じないことを確認した

本研究で開発した技術によるめっき処理

～TES 処理法を用いてめっきを施し、評価試験を実施。密着性など、性能が現行品とほぼ同等であることを確認した～



PC樹脂試作品
(自動車ドアハンドル)



PA6樹脂試作品
(2輪車意匠カバー)

事業化への取り組み／実用化に時間がかかる(補完研究中)

事業化状況

○H24年度の実用化を目指し、補完研究を展開中

○支給された素材もしくは既存の製品へのめっき処理の試作が可能

効果

○環境負荷低減:樹脂めっき前処理工程から六価クロムを完全に廃止できる

○低コスト化:めっき用グレード樹脂を用いずに、安価な汎用グレード樹脂などへのめっきが可能となるため、樹脂めっき品のコストを低減できる

○新製法の実現:従来は対応できなかった、エンジニアリングプラスチックやスーパーエンジニアリングプラスチックへのめっき手法確立のための基盤的知見が得られた

知財・広報活動

○出展:モノづくり基盤技術展(H23.1)、とうほく自動車関連技術展示商談会(H20.11)等

今後の見通し

川下企業に評価を受けつつ、広範囲に適用可能なめっき処理条件確立を目指す

○引き続き事業化に向け研究開発を推進している。また、川下企業のニーズを取り込み、作品を提供し評価してもらっている

○現在工法の安定化を図るとともに、より広範囲な素材へのめっき処理の条件確立に向けて補完研究を実施中

○H24年度中には実用化を目指し、まずは既存取引先に対して展開し、その後より広範囲な市場を開拓していく

企業情報 東洋理工株式会社・小川工業株式会社

事業内容 東洋理工(株):プラスチック製品の製造・加工(金型、成形、めっき、塗装、蒸着、ASSY)
小川工業(株):輸送用機械及び家電製品等のプラスチック成形、めっき、塗装、ASSY

住 所 東洋理工(株):愛知県安城市藤井町南山178番地
小川工業(株):愛知県名古屋市港区十一屋1-14

U R L 東洋理工(株):<http://www.toyoriko.co.jp>
小川工業(株):<http://ogawa-j.co.jp>

主要取引先 東洋理工(株):ヤマハ発動機(株)、株村上開明堂、スタンレー電気(株)など
小川工業(株):豊田合成(株)、森六テクノロジー(株)、株村上開明堂など

【本製品・サービスに関する問合せ先】

東洋理工株式会社
連絡先 技術開発室主査 曾根智隆
Tel 0566-99-1512
e-mail t_sone@toyoriko.co.jp

小川工業株式会社
連絡先 技術開発室室長 伊藤暢
Tel 052-381-7000
e-mail t.itou@ogawa-j.co.jp

電子機器・電子部品の腐食防止のため、高耐食性を実現するめっき技術を開発

プロジェクト名 高機能化に対応しためっき技術の開発

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

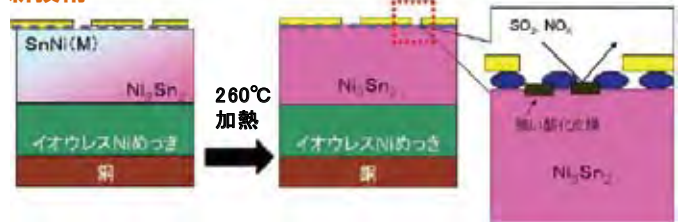
研究開発体制 (財)三重県産業支援センター、旭鍍金(株)、名古屋市工業研究所

従来技術と新技術の防食機構 模式図

従来技術



新技術



【従来】

○電子機器及び電子部品に用いられる薄膜材料では、小型化、高密度化に対応すべく微細化が進んでいるが、腐食による接点の接触信頼性への影響が大きな問題となっている

【研究開発のポイント】

○超薄めっきプロセスの革新を行うことで、腐食性ガスに耐えうる高耐食性、低接圧での接触抵抗の安定化、熱履歴後のはんだ濡れ性の向上、耐熱性の向上などの高機能化を目指し、省金化に対応しためっき技術を構築する

【成果】

○素材にイオウレスニッケルめっき皮膜を形成し、さらにスズ-ニッケルめっき皮膜、パラジウムめっき皮膜、金めっき皮膜を形成したうえで、200数十℃の熱処理を行うことにより、耐食性の向上に寄与していることを解明

【利用イメージ】

○電子機器部品におけるコネクタ等接点部品における金めっき。従来以上の耐食性を持たせ、さらにコストダウン30%を実現

研究開発のきっかけ

電子機器等の腐食を防止するため、高耐食性を実現するめっき技術を開発

○製品内で使用されている材料や梱包材から発生するガス、或いは密閉化構造により腐食性ガスを含んだ結露が発生、電子機器等の腐食反応の進行要因となっている

○金めっき厚を厚くし、めっきのピンホールを少なくする方法や封孔処理等の後処理によって腐食を抑えているが、コストアップにつながってしまう

○低接圧での接触抵抗の安定化、熱履歴後のはんだ濡れ性の向上、耐熱性の向上などの高機能化を目指すとともに、省金化対応めっき技術を構築しコストダウンを図ることが求められている

研究開発の目標

微小接点部品が腐食するメカニズムを解明し、腐食性ガスに耐えうる超薄・高耐食性めっきのプロセスを開発

○接触部金めっき厚:0.05～0.1μm

○封孔処理なしでの耐食性確保(耐亜硫酸ガス性:96時間以上、耐硫化水素ガス性:96時間以上、耐塩水噴霧性:48時間以上)

【従来技術】

- (課題)
- 封孔処理では耐食性は確保できるが、耐熱性が困難
 - 局部電池反応により、卑な金属であるニッケルが酸化し、腐食が進行してしまう

【新技術】

- (特徴)
- 封孔処理なしで高耐熱性、高耐食性を付与
 - バリアー効果によりニッケルの酸化が防止される。貴なニッケルめっき皮膜により、超薄・高耐食性を実現

研究開発の成果／目標→概ね達成

防食メカニズムの解明

- 従来のニッケルめっきをイオウレスめっきに置き換え、リフローを想定した加熱処理により耐食性の向上が認められた
- イオウレスニッケルを下地めっきとしたSn-Niめっきの加熱後の構造はほぼ純粋なNi₃Sn₂であり、ピンホール部分には腐食に対して強い酸化皮膜が形成され、優れた耐食性を示すと考えられる

耐食性評価と信頼性評価

- 初期接触抵抗値、挿抜試験後の接触抵抗値、亜硫酸ガス試験後の接触抵抗値、硫化水素ガス試験後の接触抵抗値、塩水噴霧試験後の接触抵抗値ともに規格値の90mΩ以下という基準を満たした

事業化の見通し

- 当初は携帯電話への適用を想定していたが、本技術は高い耐食性が要求される医療機器分野、環境分野などの他分野への適用も期待されており、本事業によってその適用可能性を見出せた

○展示会への出品や学会等での技術講演を通じて技術を広めていく活動を実施。めっき資材サプライヤーとのロイヤリティ契約締結に至った

耐食性・信頼性評価結果

～いずれの値とも規格値(90mΩ以下)を満たした～

項目	接触抵抗値(mΩ)			評価 (90Ω以下)
	最小	最大	平均	
初期接触抵抗値	29	34	32	OK
挿抜試験後の接触抵抗値	25	48	32	OK
亜硫酸ガス試験後の接触抵抗値	27	46	35	OK
硫化水素ガス試験後の接触抵抗値	32	45	38	OK
塩水噴霧試験後の接触抵抗値	31	47	37	OK

事業化への取組み／実用化に時間がかかる(補完研究中等)

事業化状況

- H24年度に実用化を予定
- サンプルあり(高耐食性めっきの評価用)

効果

- 低コスト化:従来の金めっき1.5μmと同等の耐食性が0.1μmで得られるためコストダウンが見込める
- 耐食性向上:リフローを想定した熱履歴で耐食性が向上。腐食性ガスに対しても高い耐食性を持つ

知財・広報活動

- 出展:サーテック(H23.7)、メッセナゴヤ(H23.11)
- 新聞:工業技術新聞(H23.9.30)
- 発表:表面技術協会 第124回講演大会(H23.9)

今後の見通し

耐食性・コストダウンの更なる改善を目指し、補完研究を実施

- 試作めっき依頼を受けられるよう各種展示会への出展、学会発表等による技術の周知活動を行っている
- 試作機を用い、量産試作を実施。量産試作では、耐食性の更なる改善及びコストダウンについて検討を行うとともに、これまで掘りていなかっためっき液の更新頻度(寿命)を把握できるよう補完研究を実施中
- H24年度中には事業化開始予定

企業情報 旭鍍金株式会社

事業内容 電気めっきを中心とした表面処理加工業
住 所 三重県津市雲出長常町1201-8
U R L <http://www.asahimekki.co.jp>
主要取引先 パナソニック(株)、旭電器工業(株)、パナソニックエコソリューションズ電材三重(株)、(株)葉山電器製作所、(株)遠藤製作所

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 製造部技術開発課 後藤貴志
T e l 059-234-9555
e-mail t.goto@asahimekki.co.jp

PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)で高潤滑性を、 ナノダイヤモンドで高硬度を実現する複合めっき技術を開発

プロジェクト名 PTFE/ナノダイヤモンドを分散させた複合めっき技術の開発

対象となる川下産業 産業機械・工作機械・建設機械・造船・農業機械、自動車、環境・エネルギー

研究開発体制 公助ふくい産業支援センター、アイテック(株)、新潟大学、福井大学、福井県工業技術センター

試作品



【従 来】

○エンジン内部の摩擦損失は主にクランク軸摺動部、ピストン、ピストンリング等で生じている。摩擦低減策として硬質クロムめっきが用いられているが、環境汚染の問題がある。代替技術(各種合金めっき)は耐摩耗性に欠けている

【研究開発のポイント】

○高潤滑性を有するPTFE及び耐摩耗性と硬度を有するナノダイヤモンド(ND)をめっき皮膜中に分散させることで、摺動部分の耐摩耗性、耐焼付性、潤滑性の付与及び初期なじみの向上を図る

【成 果】

○現行の表面処理技術に比較して優れた特性を有するPTFE/ND複合めっき技術を確立した

【利用イメージ】

○自動車エンジン部品(ピストン、ピストンリング)、軸受、コンプレッサー部品(ピストンリング、スクロール部)等に用いられ、省エネと長寿命化を実現する

研究開発のきっかけ

高潤滑性を有するPTFE及び耐摩耗性と硬度を有するナノダイヤモンドを用いて、摺動部の耐摩耗性等を向上

○近年、エンジンの低燃費化が進んでおり、エンジンの機械的損失の低減が重要な課題となっている。エンジンの摩擦損失は主にクランク軸摺動部、ピストン、ピストンリング等で発生しており、これらの摩擦低減は省エネルギーの観点から重要である

○摩擦低減策として、摺動部自身に自己潤滑性を持たせるため、硬質めっきや各種合金めっきが導入されているが、環境汚染や耐摩耗性の観点で問題がある。また、複合めっき技術は耐摩耗性に優れているものの相手材に対して攻撃性が高い

○耐摩耗性(長寿命化)と低摩耗性を有する新規性・革新性のある表面処理技術が求められている

研究開発の目標

PTFEとナノダイヤモンドを用いて、耐摩耗性と低摩擦性を有する新規性・革新性のある表面処理技術を開発

○ナノダイヤモンド(ND)の分散手法の開発

➡ ND表面へポリマーのグラフト率:50%以上、ND平均粒子径:50nm以下

○PTFE/ND混合分散めっき液の開発(PTFEとNDの分散安定性の調査と最適グラフト鎖の構造設計)

➡ NDの平均粒子径:50nm以下、PTFEの平均粒子径:200nm以下

○PTFE/ND混合複合めっき技術の開発

➡ めっき皮膜中のPTFE/NDの混合分散状態:10vol%以上

○摩擦・摩耗試験におけるPTFE/ND混合複合めっき皮膜の最適条件の決定

➡ 硬度:Hv1000以上、摩擦係数:硬質クロムめっきより20%低減、耐摩耗性:硬質クロムめっきの3倍以上、臨界剥離荷重:50N以上、初期なじみ過程における異常摩耗の抑制:DLCの3倍以上

【従来技術】

<クロムめっき>

(課題)

- ・低寿命
- ・環境汚染
- ・傷・かじり(なじみ不良)
- ・異常摩耗

【新技術】

<PTFE/ナノダイヤモンド混合複合めっき>

(特徴)

- ・長寿命
- ・環境保護
- ・初期なじみ性
- ・潤滑性
- ・低コスト
- ・耐焼付性

研究開発の成果／目標→達成

PTFE/ナノダイヤモンド混合分散液の開発

○ND表面のラジカル補足性を利用したPEGのグラフト反応やイオン性官能基の導入反応について検討を行い、最適な反応時間及び温度を決定した

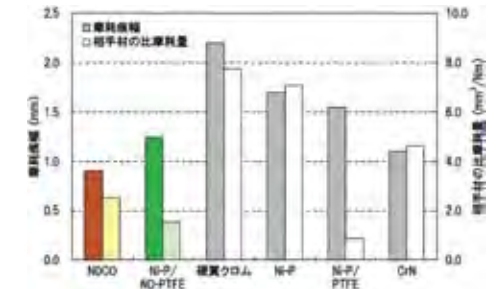
○アニオン性官能基導入NDとポリカチオン系界面活性剤によりND分散液を作製、また界面活性剤により作成したPTFE分散液を混合して、安定した分散状態となる条件を確立

複合めっき技術の開発

○アニオン性官能基導入NDにポリカチオン系界面活性剤を添加したND分散液とPTFE分散液を用いて、めっき処理を行うことで、めっき皮膜中にNDとPTFEの両粒子を均一に分散・共析させる条件を見出した

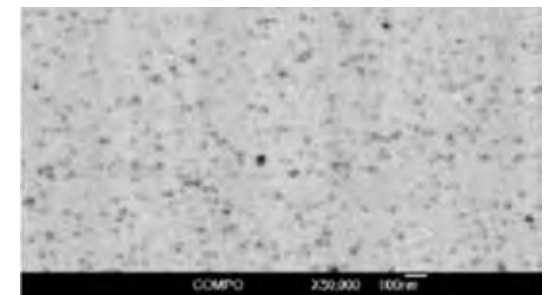
○PTFE/ND複合めっき皮膜の摺動試験結果から、熱処理温度300、250℃で作成することにより優れた低摩擦性を示すめっき膜を実現できる可能性が示された

ND及びPTFE/ND複合めっき皮膜と他の皮膜の耐摩耗性・相手材への攻撃性比較 ～ND複合めっきはNi-Pに比較して約5割耐摩耗性が向上した～



めっき皮膜中のND粒子の共析状態の観察像

～ND粒子がめっき皮膜中に均一に分散共析していることが確認できた～



事業化への取り組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

○H23年度に実用化に成功

○試作加工可(摺動部品へのめっき処理)

効 果

○耐摩耗性向上:ND複合めっきは、従来の硬質クロムめっきの2.5～3倍の耐摩耗性及び、相手材への攻撃性は7割以上低減する特性を持つ

○省エネルギー化:硬質クロムや窒化クロム等に対して、摩擦係数が20%以上低く、省エネ効果が期待できる

○新製法等の実現:DLCやCrNに比べ、めっき技術であるため、素材を選ばず密着性を確保でき、また、ナノ分散技術を応用することで様々なナノ材料を用いためっき技術が可能

知財・広報活動

○論文:「ナノダイヤモンド複合めっき被膜とその

トライボロジー特性」トライボロジスト第56巻 p.621-626(H23.10)

○出展:ふくい新技術・新工法展示商談会 in マツダ(H23.11)

○特許:「ダイヤモンド微粒子を分散させた複合めっき液及びその製造方法」(特開2011-149071)、「複合めっき被膜の形成方法」(特願2010-221292)

今後の見通し

事業化に向け、共同研究を継続的に実施

○現在、試作品の性能試験を実施している。これまでは一定条件下での試験であったが、実機相当の条件における試験に移行し、耐摩耗性、摩擦係数の評価を実施している

○実機部品に処理を行い、ランニングによる評価試験へ移行する。コストと効果(性能)の両立を目指し、事業化に向けた共同研究を継続予定

企業情報 アイテック株式会社

事業内容 眼鏡の表面処理の研究開発・製造・販売 その他、電着塗装、イオン・プレーティング・スパッタリングなどの技術をデジタル家電、自動車部品等の市場に展開等

住 所 福井県鯖江市神中町2-6-8

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

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 新事業開発本部
ナノダイヤPJ 佐々木肇

T e l 0778-52-8647

e-mail sasaki@eyetec.co.jp

めっき技術を用いて、 プローブ針先へのアルミ層の付着を低減

プロジェクト名 **めっき技術を応用したプローブ針の高機能化に関する研究開発**

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、電子機器・光学機器

研究開発体制 (財)やまぐち産業振興財団、中国電化工業(株)、東邦電子(株)、山口県産業技術センター

粒状めっきを施したプローブ針



【従来】

○半導体製造の検査工程では、検査用プローブの先端にボンディングパッドのアルミ層が凝着・堆積することで電氣的接触が不安定となり、回路の良否に誤判定を生じることが問題となっている

【研究開発のポイント】

○プローブ先端のアルミ層堆積の抑制と多点接触により電氣的接触の安定性を高めるため、プローブカードに複雑配置された多数のプローブ先端に粒状めっき皮膜を均一に生成させる技術を開発する

【成果】

○先端部以外を絶縁被膜で覆うとともに、粒状めっき生成に必要な微小電流の制御を行うことにより、プローブ先端部にのみ粒状めっきを析出可能とするめっき皮膜生成技術を確立した

【利用イメージ】

○半導体回路の検査用プローブとしての用途を想定。従来に比べて誤判定が少なく、メンテナンスフリーでの連続使用時間が長いことから、歩留まりや稼働率の向上が実現する

研究開発のきっかけ

検査時の誤判定抑制のため、プローブ針先にめっき皮膜を生成し電氣的な接触を安定化

○半導体製造の検査工程ではコンタクト試験と呼ばれる検査を行っている。この検査工程では、電極パッドとの接触で生じるアルミ層がプローブ針先端部に付着することで接触抵抗が増加し、誤判定を生じる現象が問題となっている

○この解決策として、現在は、プローブ針先を研磨して付着したアルミ層を取り除き、電氣的接触を安定させてから不良品と判定された回路の再検査を行っており、稼働率や歩留まりの低下をもたらしている

○検査時のプローブ針へのアルミ層の付着を軽減することで電氣的抵抗を安定化させ良品に対する誤判定を抑制し、歩留まりの向上と再検査率を低減させることが急務である

研究開発の目標

プローブ先端の電流密度の均一化と微小領域への粒状めっき生成技術の開発

○プローブへのSiO₂絶縁被膜の形成技術

➡ プローブ全体に、めっき処理工程で使用する酸・アルカリの処理溶液に耐え、100万回連続コンタクトにも剥離を起こさせないSiO₂皮膜を形成させる

○電流制御板によるめっき電流制御

➡ フォトリソグラフィーを用いて複雑なプローブ配列にも対応する電流制御板(穴径100ミクロン程度)を作成し、微小なめっき電流を制御する

○微小領域への粒状めっき技術の開発

➡ アルミ層の凝着と堆積の少ない粒状めっき形状を明確にし、複雑に配置された多数のプローブ先端(200本以上)に、均一に粒状めっきを生成させる

○漏れ電流の少ないプローブカードの設計製作

➡ 粒状めっきの均一皮膜生成に適した電流制御を行うため、漏れ電流を最小限に抑えたプローブカードを設計し製作する

【従来技術】

- ・ プローブとボンディングパッドのコンタクトにより、プローブ先端にボンディングパッドのアルミ酸化物が付着し、接触不良となる(川下企業のニーズ)
- ・ 正常なチップを不良品と誤判定⇒半導体の歩留まり低下
- ・ 不良品の再テスト、プローブ先端研磨⇒装置の稼働率低下

【新技術】

- ・ 複雑なプローブ配置のプローブカードにおいて、100万回以上のコンタクト回数で得られる高性能プローブカードを開発(特徴)
- ・ 全てのプローブの先端に同じ形状の粒状めっきを皮膜⇒100万回コンタクトの実現

研究開発の成果／目標→概ね達成

プローブへのSiO₂絶縁被膜の形成

○密度の異なる3層構造の膜とすることで、ピンホールがなく、絶縁性の高いSiO₂被膜を形成することができた

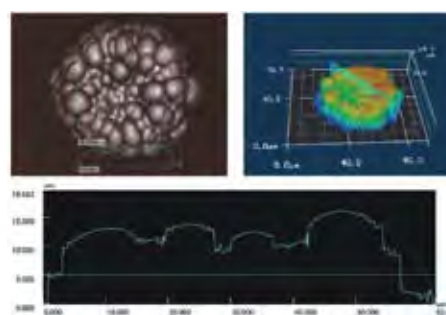
電流制御板による電流制御

○プローブの先端位置に合わせた形状の穴を有する電流制御板をフォトリソグラフィー技術により作成し、めっき電極とプローブの間に入れることで、プローブ先端部に生じていためっき皮膜のバラつきを約1/2に抑えることができた

微小領域への粒状めっき生成

○SiO₂絶縁被膜によってプローブ先端にめっき電流を集中させることができ、微小なめっき電流を制御することで、φ20ミクロン程度のプローブ先端に粒状めっきを析出させることができた

粒状めっきの断面形状



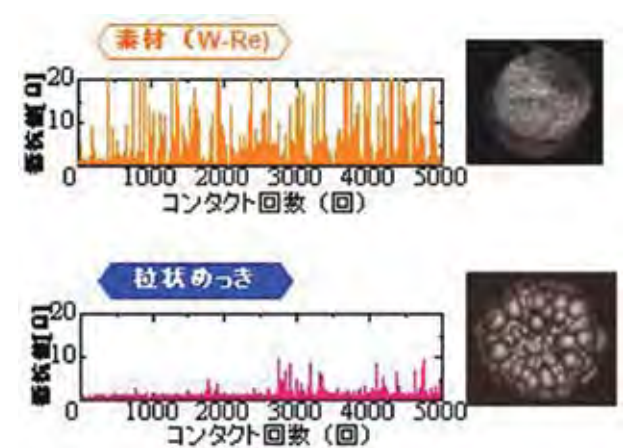
粒状めっき用プローブカードの設計製作

○従来のプローブカードの製作工程を粒状めっき専用の工程に変更することで、信頼性の高い粒状めっきプローブカードを作成することができた

粒状めっきの効果

○プローブ先端に適正な形状の粒状めっきを生成させることで、アルミ層の付着・堆積の抑制と多点接触を両立し、コンタクト回数が増えても接点抵抗を安定に維持できるプローブ針を作成することができた

粒状めっきの効果(接点抵抗の推移)



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

○H23年度プローブカードとして試作に成功
○現在、半導体製造企業で試用評価を行っている

効果

○耐久性: 従来と比較して数倍～数十倍の連続したコンタクト性能がある
○精度向上: アルミ層の付着が軽減され、検査工程での誤判定が少なくなる
○歩留まり向上: 連続コンタクト性の向上と検査工程での精度向上で歩留まりが向上する

知財・広報活動

○出展: 第41回インターネプコンジャパン(H24.1)、第3回国際自動車素材・加工展(H24.3)

○特許: 「プローブ針及びプローブ針の製造方法」(特開2011-202970)、「垂直型プローブ針及びその製造方法」(特願2011-42774)

今後の見通し

実用化を視野に入れ、補完研究により更なる技術の高度化に挑戦

○粒状めっきの核の析出と成長を制御する技術の確立と高機能IC回路に対応する垂直型プローブカードへの粒状めっき技術の適応について補完研究にて継続中

○H26年4月の実用化を目指す。実用化後は、国内半導体製造企業への販路を拡大しながら、自動車産業、自然エネルギー等の様々な電氣的接点が含まれている製品への展開を図る

企業情報 中国電化工業株式会社

事業内容 金属表面処理

住 所 山口県防府市浜方古浜62-1

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

主要取引先 ソニー(株)、(株)東芝、(株)日立製作所、(株)リコー、ルネサスエレクトロニクス(株)

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 製造部 國信栄作

T e l 0835-22-2810

e-mail kuninobu@cdknet.co.jp

環境負荷の少ない超高機能タンパク質素材の製造コスト低減を実現する技術の確立

プロジェクト名 有用たんぱく質の超低コスト発酵生産技術の開発

対象となる川下産業 輸送機器、運輸関連、ハイテク電化

研究開発体制 スパイバー(株)

ジャーファーマンターによる培養条件検討



【従来】

○石油非依存、生分解性などの特徴を持つバイオ素材として、「クモ糸」が注目されているが、そのタンパク質成分の生産コストは高い

【研究開発のポイント】

○価格競争力を持つ工業材料の製造のため、様々な技術開発を通じて目的タンパク質の生産の低コスト化を図る

【成果】

○従来法と比較して、より高い生産効率かつ低いコストで有用微生物を生産できた。これにより、有用タンパク質量産のめど付けができた

【利用イメージ】

○繊維強化プラスチック用の繊維として、様々な製品の部品に用いることにより、軽量化を実現

研究開発のきっかけ

バイオマス由来原料の低コスト生産が求められている

○輸送機器等の軽量化のため、高強度繊維へのニーズは高いが、現状の製品には原料の石油依存、生産時の膨大なエネルギー消費等の問題がある

○石油非依存、生分解性などの特徴を持つバイオ素材として、「クモ糸」が注目されているが、そのタンパク質成分を生産するコストは高い

○高強度繊維に十分対抗できる価格競争力を持つ工業材料の製造のためには、目的タンパク質の生産にかかる原価の低減が必須である

研究開発の目標

発現誘導剤を用いず、厳密且つ高効率な分泌生産を可能にするための技術開発

○目的遺伝子の転写効率の最適化による高発現化

➡ プラスミド系：タンパク質発現効率の向上
ゲノム系：発現量を従来法の2倍以上に

○目的タンパク質の翻訳／分泌の効率化による高発現化

➡ 過去に報告されたいかなるシグナルペプチ

ドよりも高い分泌量での発現

➡ 本事業における研究内容を達成することで、原料タンパク質を用いた繊維材料を8,000円/kg以下で販売できる生産技術を確立することを目標とする

【従来技術】

<従来の発現制御／分泌技術>

- 一般的に発現のために誘導剤を使用

(課題)

- 培地に発現誘導剤を投与し続ける必要があるため、コスト増大要因につながり、量産が難しい

【新技術】

<発現誘導剤を用いない、高効率分泌生産システム>

- ストレス応答を利用した発現誘導剤を用いない発現系を確立

(特徴)

- 培地の低コスト化を実現
- 精製時の大幅なコスト削減につながる

研究開発の成果／目標 → ほぼ達成

遺伝子設計法の確立

- タンパク質の遺伝子を、抗生物質を用いることなく宿主細胞内において安定的に保持されやすい状態に改変する独自のアルゴリズムと、それに基づく計算を高速処理するソフトウェアを開発
- クモ糸のフィブロイン遺伝子は、本手法の確立により、最短で5日での合成が可能となった

遺伝子の安定性向上

- 設計及び合成したDNA配列を、様々な方法で宿主細胞に導入し、安定的に維持される条件を検討
- 今回確立した遺伝子設計法で設計されたDNA配列が、コントロールの遺伝子と比較して、宿主細胞内で優位に安定化することを実証

転写・翻訳効率の向上

- 翻訳効率を制御するDNA領域を改変することにより、フィブロインタンパク質の翻訳効率の向上を試行
- 従来のフィブロインタンパク質生産系と比較して、2～3倍のタンパク質量産を得ることに成功

低コスト培養法の開発

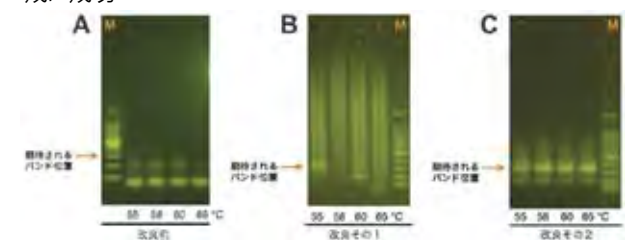
- 発現誘導剤を用いずに遺伝子発現制御を行う際、菌体数を十分に確保することができる培養方法を開発
- 培地コストを、従来法の約1/15に抑える培養方法を構築

精製工程の効率化

- 発現誘導剤を用いずに遺伝子発現制御を行う際、精製時に夾雑物となり得るタンパク質を除去することで精製工程を効率化
- 夾雑物となり得るタンパク質の遺伝子を宿主細胞から除去することに成功

遺伝子合成実験の結果

～(A)は改良前の遺伝子合成結果、(B)および(C)はサイクル数や鋳型量を改変した結果。種々のパラメータ条件を検討することにより、最終的に(C)のようにきわめて純度の高いDNA合成に成功～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化に時間がかかる

事業化状況

- 数年内に、商用スケールでの量産を目指す
- タンパク質由来の合成クモ糸のサンプルあり

効果

- 耐衝撃性・軽量化：高強力フィブロイン素材を用いた複合材を作製し、輸送用機器等に適用することで、耐衝撃性の向上や軽量化が見込める
- 環境負荷削減：バイオマス由来の原料であり、石油由来原料と比べて生産時の環境負荷が低減でき、また廃棄処理が容易な部材の作製に貢献できる

今後の見通し

更なる技術開発や条件検討を継続し、日本発世界初の部材開発への貢献を目指す

- 今後の更なる条件検討や、プラント化に伴う培地原料のコストダウンにより、より低価格でのフィブロインタンパク質生産が期待できる
- 原料のめど付けが可能となったため、今後は生成技術・紡糸技術の向上を通じて、最終的には日本発世界初の部材作製実現を目指す

企業情報 スパイバー株式会社

事業内容 バイオ繊維素材開発プラットフォームによる新素材デザインシステムの研究開発及び有用タンパク質量産システムの開発

住 所 山形県鶴岡市覚岸寺字水上246番地2

U R L <http://spiber.jp>

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 取締役最高技術責任者 菅原潤一

T e l 0235-25-3907

e-mail info@spiber.jp

サツマイモ発酵エキスから機能性糖を効率的に抽出し、安価での市場供給を目指す

プロジェクト名 サツマイモ焼酎粕からの機能性糖の抽出による健康食品の創製

対象となる川下産業 食品製造（健康食品・飲料、サプリメント等）

研究開発体制 (株)鹿児島TLO、薩摩酒造(株)、鹿児島くみあい食品(株)、鹿児島県酪農乳業(株)、鹿児島大学、宮崎大学、鹿児島純心女子大学、鹿児島県工業技術センター

サツマイモ発酵エキスの濃縮液



※サツマイモ発酵エキス：サツマイモ焼酎粕に、化学的・物理的处理で機能性を付与、増強して食品、飲料、健康素材として使用できるもの

【従来】

○オリゴ糖等の機能性糖を用いた健康食品・飲料市場が成長しているが、機能性糖の価格は割高であり、中小食品製造業者による商品開発の障壁となっていた

【研究開発のポイント】

○サツマイモ発酵エキスを酵素または水熱反応処理等を施し、加水分解作用により固体（不溶）部の繊維成分から機能糖等を液部に可溶化させ、機能性糖の増量を図り、これを効率的に抽出する

【成果】

○機能性糖を液体・粉末の形態で、利用しやすい価格で提供することが可能に

【利用イメージ】

○アレルギー抑制能、抗炎症能、免疫増強能、乳酸菌及びビフィズス菌増殖能等を有する健康食品・飲料等

研究開発のきっかけ

低価格で機能性糖を市場に提供することが望まれていた

○サツマイモ発酵エキスの機能性は、発酵エキス中に多量に含まれる機能性糖成分に由来

○機能性糖（オリゴ糖等）を用いた健康食品・飲料が大きな市場を形成しているが、更なる低コスト化が課題

○中小健康食品製造業者による機能性糖を用いた食品・飲料開発の促進に向け、サツマイモ発酵エキスから効率的に機能性糖を抽出し、利用しやすい価格で提供

研究開発の目標

サツマイモ発酵エキスから機能性糖を効率的に抽出し、利用しやすい価格で提供する

○サツマイモ発酵エキスを酵素または水熱反応処理等を施すことにより、オリゴ糖をはじめとする機能性糖を効率的に抽出・濃縮し、液体もしくは粉末化して、機能性食材・食品として提供する

- ➡ 歩留まり：1tのサツマイモ発酵エキスから30～100kg前後の濃縮液を製造
- ➡ 機能性：強いアレルギー抑制能、抗炎症能等を有する成分
- ➡ 製品化：食材、飲料、サプリメントの試作



研究開発の成果／目標→概ね達成

機能性糖の抽出方法及び高品質化技術の確立

- サツマイモ発酵エキスを水熱反応処理や酵素処理を行うことで、固体部の繊維成分から機能性糖を加水分解作用により液部に可溶化させ、機能性糖の増量を図ることに成功
- 効率的な製造プロセスや水熱反応処理・酵素処理条件を発見し、4種の原材料を精製した

機能性糖の成分解析と安全性評価

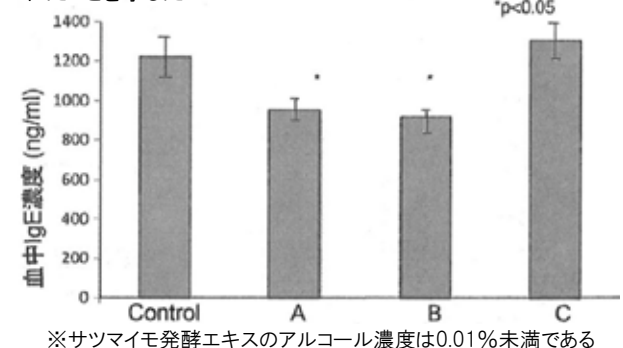
- 糖の成分分析では、水熱処理により抗変異原物質が生成されること、高濃度ほど抗変異原性能が向上することが示唆された。原材料は変異原性を示さないことから安全性が確認された
- 活性酸素吸収能力（ORAC）指数により抗酸化活性をみたところ、水熱処理により原材料のTAC（Total Oxygen Radical Absorbance Capacity）値が高くなった
- 高速液体クロマトグラフ等を用いた定性定量試験により、コウジビオース、キシロース、ラムノース等の希少糖、機能性糖が見出された

機能性食材及び食品の試作と評価

- 高機能サプリメントを試作し、ヒトによる飲用試験を行った。30日の服用期間ではマウス試験ほどには明瞭ではないが、血糖値や血清脂質等の改善効果がみられた
- サイトカインに関しては、ヒトによる飲用試験でも、サプリメントが生活習慣予防能、抗炎症能、免疫増強能、アレルギー抑制能等を有することが示唆された

マウス飼育試験での28日目の血中IgE濃度（ng/ml）

～マウス試験の結果、サツマイモ発酵エキス使用の乳酸菌発酵飲料に強いIgE産生抑制能がみられ、エキスの中に存在するアレルギー抑制の作用が、乳酸菌発酵物にさらに増加されたことを示した～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H24年度の商品化を目指す
- サツマイモ発酵エキスのサンプルあり（有償）

効果

- 新素材の実現：サツマイモ発酵エキスを利用して製造される食品は数少ない上、本開発品はサプリメントや乳飲料に利用が可能
- 多機能性：サツマイモ発酵エキスを元々含まれている機能性糖が非常に増加した

知財・広報活動

- 特許：「イモ焼酎粕又はそれに由来する物質を含む抗アレルギー剤又は抗アトピー性炎症剤」（特開2011-93815）

- 論文：米元俊一「サツマイモ焼酎粕中の抗アレルギー作用」（H23.12）
- 受賞：蟹江松雄賞（鹿児島県内の地域伝統発酵産業に貢献する研究業績を挙げた社会人・研究グループ等に与えられる賞）

今後の見通し

消費者の意見を踏まえた商品開発を進め、H24年度中の商品化を目指す

- 実用化を目指し試作・試験等を実施中。サプリメントに加え、現在はゼリー飲料と乳飲料で試作を行っており、H24年度中の商品化を目指す
- 展示会等に出展し、試飲試食によるアンケート調査を実施。消費者の意見を反映した商品開発を行う

企業情報 薩摩酒造株式会社

事業内容 酒類・清涼飲料・果汁その他飲料、健康食品の製造販売並びに輸出入

住 所 鹿児島県枕崎市立神本町26

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

主要取引先 (株)本坊商店、日本酒類販売(株)、国分(株)、南九州酒販(株)

※本研究開発の事業化に向け、鹿児島くみあい食品(株)、鹿児島県酪農乳業(株)とともに取り組んでいる

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 執行役員 開発研究部長 米元俊一

Tel 0993-72-7587

e-mail satsumaken@satsuma.co.jp

真空圧検出素子としてサファイアを用い、 広帯域真空計の開発に挑戦

プロジェクト名 高真空から大気圧までの広帯域真空計の開発

対象となる川下産業 燃料電池・太陽電池、半導体・液晶製造装置、化学工業

研究開発体制 (株)テムテック研究所、(株)メムス・コア、(株)テムソン

広帯域サファイア真空計
(左:汎用量産型真空計 右:高温耐熱真空計)



【従 来】

○情報家電における液晶パネル・半導体デバイス等、高機能薄膜の製造には真空装置が多用され、高性能化、低価格、長寿命化による生産コスト低減、高機能化、高性能化、耐食性向上等、生産設備最適化に対応する真空圧計測技術の高度化が求められている

【研究開発のポイント】

○真空圧検出素子として新素材サファイアを用い、計測精度向上及び計測範囲の広帯域化(高真空～大気圧)に対応した真空計を開発する

【成 果】

○真空センサーを独自の方法で真空計として構築し、サファイアダイヤフラムを用いた広帯域真空測定用の試作真空計を完成させた

【利用イメージ】

○半導体製造装置等における真空容器の真空度及び化学反応物質の反応速度の検出

研究開発のきっかけ

半導体製造装置等に使用される真空計の高度化のため、広域真空計の研究開発を目指す

○情報家電は、常に新しい機器が開発されており、モデルチェンジやその生産過程の変化が激しくなっている。これらの情報家電に使用される半導体や電子部品等もその種類を増やし、多様な用途への対応が求められている

○これら情報家電に使用される半導体や電子部品等の製造には、真空装置が多く用いられているが、半導体や電子部品等への要求事項の高度化に伴って真空装置に対して、「生産性の向上」、「生産コストの低減」、「生産装置の最適化」のような課題が具体化してきている

○このような真空装置の課題を解決するため、特に半導体製造装置等に使用される真空計の高度化を目標とし高真空から大気圧までの広帯域真空計の研究開発を目指す

研究開発の目標

高真空から大気圧までの広帯域真空計の開発

- 国産真空サファイアセンサーを組み込んだ広帯域真空計を試作
- サファイアMEMS加工プロセスを実用化する
- 真空サファイアセンサーを用いた広帯域真空計の電子回路を試作する
- ALD等新たな微細加工技術に不可欠な200℃以

上の高温真空計を試作する

- 試作された広帯域真空計の実用化のための性能、特性検査を行う
- 10Torr以下の高真空測定用の小形センサーダイを設計開発する

【従来技術】	【新技術】
＜従来の真空計＞ (課題) ・検出感度:一方向変化で受圧感度低 ・耐温度:200℃限界 ・広帯域化:圧力によりセンサー複数台必要 ・直線性精度:0.1%Readingが限界 ・不純物付着:ダイヤフラム面に多く付着	＜広帯域真空計＞ (課題) ・検出感度:受圧部両面で受圧感度高い ・耐温度:260℃まで可能 ・広帯域化:一台で1Torr~1000Torr計測可 ・直線性精度:0.01%Readingが可能 ・不純物付着:垂直短冊型で付着しにくい構造

研究開発の成果／目標→達成

サファイア加工プロセスの改善

- サファイアウエハを拡散炉でエッチングする試験を行ったが、ウエハの位置によりエッチングむらが発生。全てのウエハに均一にエッチングできるよう拡散炉内を改良し、「サファイアエッチングガス炉内拡散付加装置」を設計した結果、歩留まりが向上し、均一なエッチングを行うことができた
- 真空封入の方法として、高温真空炉内で低融点ガラスにて封止をするが、低融点ガラスの不完全溶着によるスローリークをなくすため、新たな穿孔法による真空封止技術を開発した

高真空計に真空サファイアセンサーダイを活用し試作品を製作

- サファイアセンサーダイ製造プロセスでできあがったサファイアセンサーダイを真空計として組立を行い、実用化させるための基本的な特性試験を行った
- 温度サイクル試験、容量特性試験、真空度保持試験の三種類の試験を行うために真空におけるサファイアダイヤフラムの圧力-歪試験装置を製作し評価を特定化させた

国産サファイア真空計の機構設計

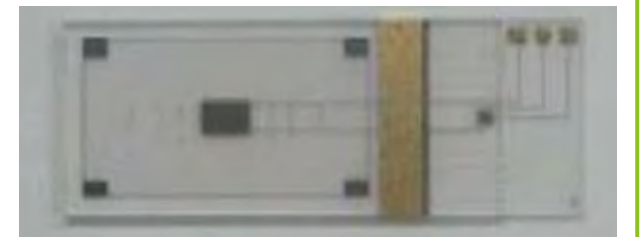
- サファイアセンサーダイを用いて、真空センサー

として組み込み、実用的な真空計を作るための機構設計を行った。特にサファイアと金属サブストレートとの結合及び真空度維持のための2次側真空室を設ける等の実用化設計を行い製品化の基盤を作った

製品試作用の電子回路及びファームウェアの設計と組み込み設計

- 真空センサーカプセルを真空計に組み込み、電子回路を搭載して、真空計として試作品を完成させた
- 独自の「真空度特性試験装置」を設計製作し、試作品センサーモジュールの真空度精度を検証することが可能となり、真空度に応じたサファイアダイヤフラムの静電容量変化率の能動的計測が可能となった

試作に成功したサファイア真空センサー ～真空圧検出部と同じ箇所の四隅に基準電極を置き、これを基準とした。このことで、基準圧力感度を高くすることが可能となった～



事業化への取組み／実用化に成功、事業化間近

事業化状況

- H24年度に実用化予定
- 試作機あり(無償・有償)

効 果

- 精度向上:高真空から大気圧までの精度と分解能を上げて測定可能にした
- 低コスト化:検出部の素材を半導体製造プロセスと同様なバッチによる製作を可能
- 耐久性向上:従来真空計より耐食性を向上。耐熱温度260℃を可能にした

知財・広報活動

- 論文:「次世代真空計の開発」(H23.4)

- 出展:SEMICON WEST(H23.7)、SEMICON JAPAN(H22.12)

今後の見通し

改良・補完研究を継続 本格展開に向け販売体制を構築

- 量産化プロセスのための改良、素材のコストダウン、歩留まり向上
- 新たな構造のサファイアセンサーセルの研究製作
- 半導体製造装置メーカーからの引き合いも多く、本格展開に向けて、販売体制の確立・拡充を推進中。H24年度に、東京エレクトロン、日立国際電気、SAMSUNGをターゲットに販売開始予定

企業情報 株式会社テムテック研究所

事業内容 半導体プロセス用特殊ガス圧力センサーの設計・開発・製造・販売

住 所 東京都中央区月島2-7-13

U R L <http://www.tem-tech.co.jp>

主要取引先 東京エレクトロン(株)、(株)日立国際電気、(株)フジキン

【本製品・サービスに関する問合せ先】

連絡先 営業グループ 小平富美子

T e l 03-3534-5320

e-mail agnes@tem-tech.co.jp

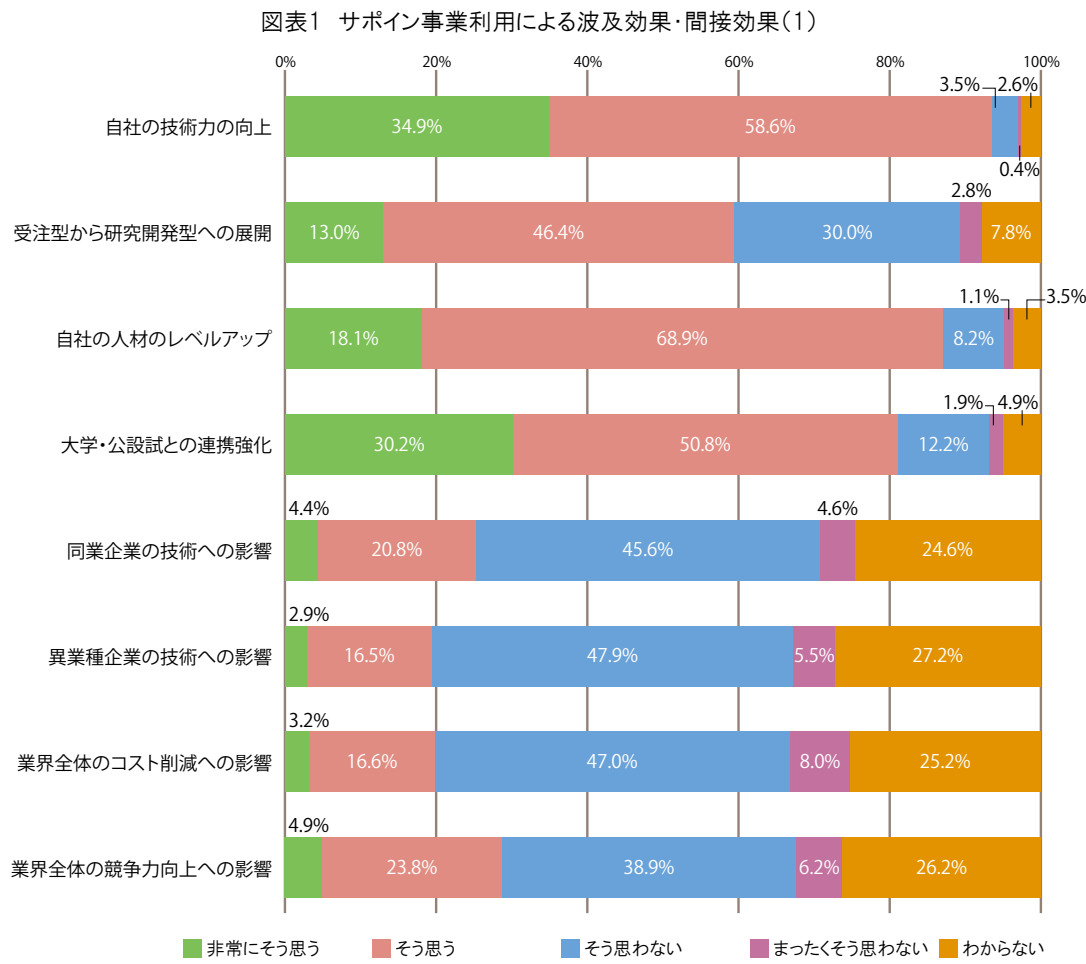
サポイン事業の効果

平成18～22年度に実施されたサポイン事業の採択者等へのアンケート調査結果から、サポイン事業の効果及び事業化に向けての重要事項についてまとめた。

サポイン事業の効果(1) 技術力向上、人材育成、産学官連携促進

- サポイン事業は、採択事業者の技術力向上、人材育成、産学官連携促進というかたちで効果を上げている
- これらを業界全体の効果へと拡大・波及していくことが今後の課題である

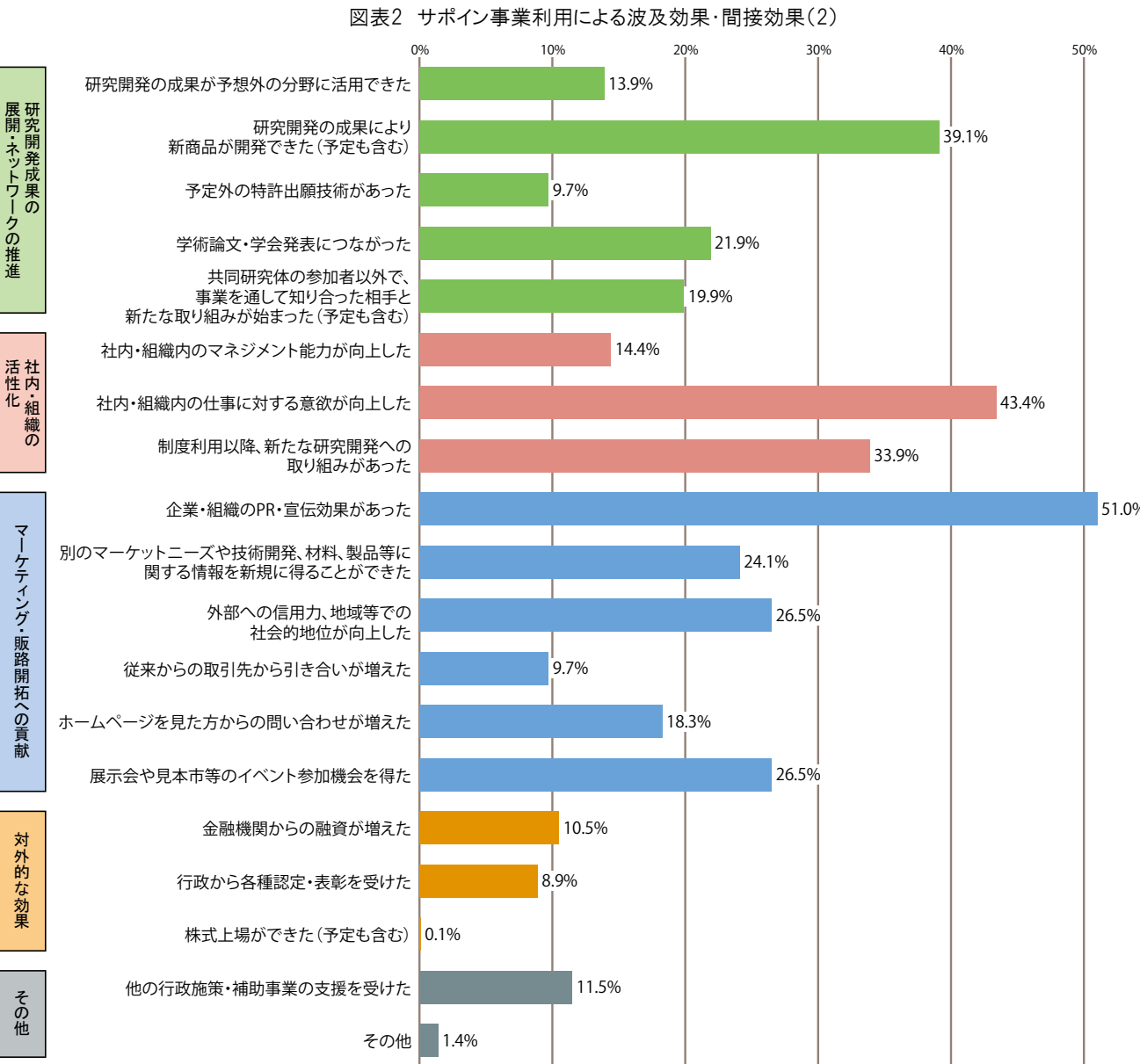
サポイン事業を利用したことによる波及効果・間接効果は、採択事業者における技術力の向上、人材のレベルアップ、及び大学・公設試との連携促進等の面で発揮されている。一方で、同業・異業種企業の技術への影響、業界全体のコスト削減・競争力向上がもたらされたとする回答は2割程度にとどまっている。サポイン事業の効果を、業界全体へと拡大・波及していくことが今後の課題と言える。



サポイン事業の効果(2) 販路開拓力の強化、組織活性化

- サポイン事業の採択事業者では、マーケティング力・販路開拓力の向上効果や、社内活性化効果等がみられている

サポイン事業の採択は、事業者のPRとなり、信用力や社会的地位の増大につながっている。また、サポイン事業への参加を通じて、事業者の情報収集力・発信力が強化される状況がみられている。サポイン事業は、事業者のマーケティング力・販路開拓力の強化に貢献していることが読み取れる。また、サポイン事業が社内のモチベーション向上や新たな研究開発への着手等へつながったとの回答もみられ、社内・組織の活性化の契機となっていることもうかがえる。



サ

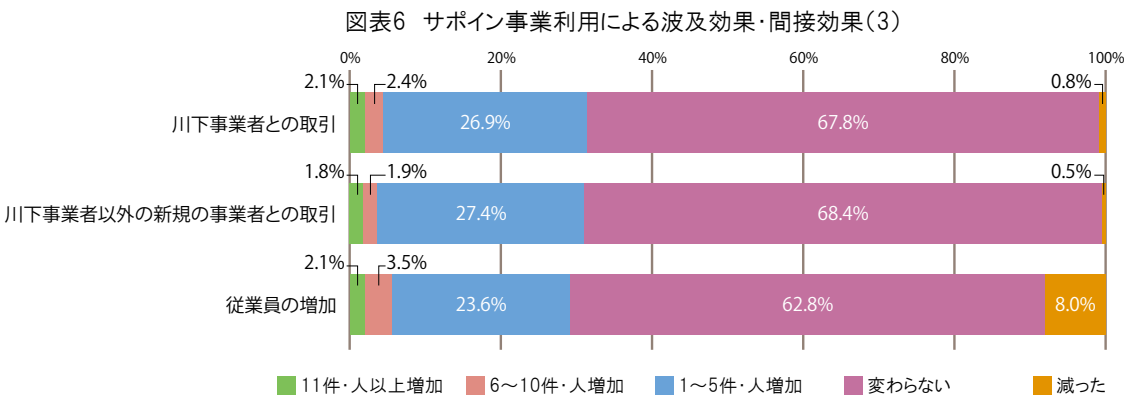
サポイン事業の効果(3)

経済効果、雇用効果

- サポイン事業の採択により、取引や従業員が増加した事業者もみられている
- サポイン事業は、一定の経済効果、雇用効果が創出している

サポイン事業の採択により、川下事業者もしくは川下事業者以外の新規事業者との取引増加がみられた事業者は3割超に達している。また、従業員の増加がみられた事業者も3割弱に達している。

サポイン事業は、採択事業者の取引増、従業員増に貢献している様子が読み取れ、一定の経済効果、雇用効果を創出していることがうかがえる。



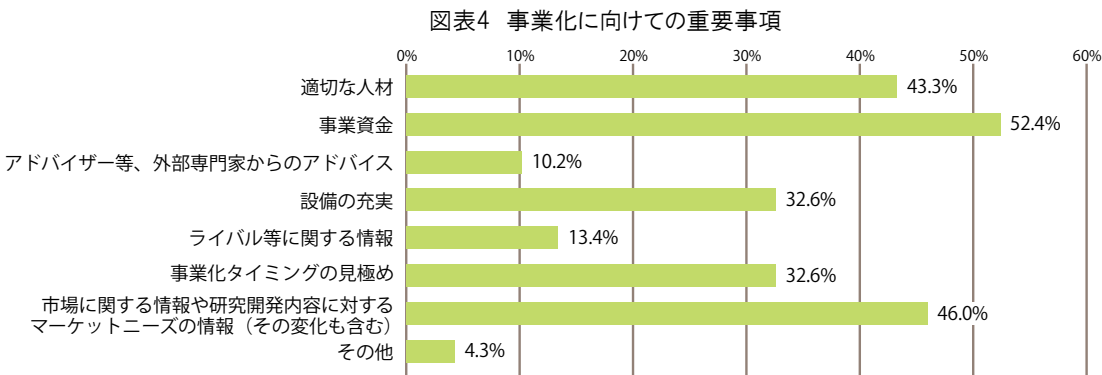
事

事業化に向けての重要事項

- 事業化に向けては、資金、情報、人材の入手・確保が3大重要課題である
- サポイン事業は、事業者の資金調達力、情報収集・発信力、技術力の強化に貢献している
- 今後も、事業者の事業化活動を適切に支援していく

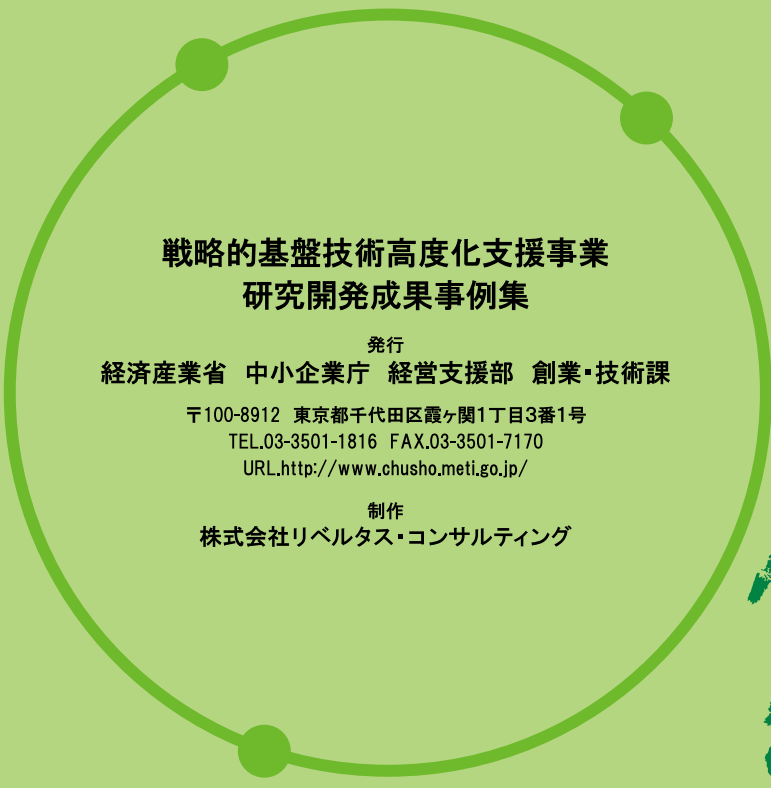
事業化に成功した事業者及び事業化見込みが高い事業者は、事業化に向けた重要事項として、資金(「事業資金」)、情報(「市場に関する情報や研究開発内容に対するマーケットニーズの情報(その変化も含む)」)、人材(「適切な人材」)を挙げている。

前述のように、サポイン事業は、採択事業者の資金調達力の強化、情報収集・発信力の強化、技術力向上と人材育成に一定の効果をあげているとの意見がみられている。今後も、事業者の事業化に向けての活動を強力に支援していくために、さらなる制度の充実に取り組んでいく。



※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	〒730-8531 広島市中区上八丁堀6-30広島合同庁舎2号館 TEL:082-224-5684	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 東京都千代田区霞ヶ関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 

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。