

需要家各位

「工業会賞受賞記念特別セッション」開催ご案内

Jpma 日本粉末冶金工業会

110-0016 東京都台東区台東 3-42-7 松田商事ビル 6階

TEL: 03-5846-8723 FAX: 03-5846-8723

URL: <https://www.jpma.gr.jp/> E-mail: info@jpma.gr.jp

はじめに

粉末冶金による機械部品の製法はネットシェイプ化に適し、一体化手法によりユーザー機器の小型化・軽量化に貢献、原料歩留りがよく環境負荷も少なく、その高い製品精度や高生産性などの特長により、自動車、電気機械、事務機械、農業機械、精密機械などへ幅広く使用されております。

当会では、粉末冶金製品の更なる高機能・高付加価値化を追求し、技術水準の向上と普及を図るため1979年度から優れた工業化製品等を表彰する「工業会賞」を実施しております。

また、1995年度からは、需要家の皆様へ審査で評価された最新技術や工夫をご紹介し、採用のヒントや参考にしていただくため、学会である（一社）粉体粉末冶金協会のご協力を得て、同協会の春季講演大会の初日に特別セッションを設け、受賞内容の発表会を開催させていただきます。

つきましては44回目となります2022年度受賞製品の特別セッションを下記の要領で行いますので是非ご参加いただきますようご案内申し上げます。

開催要領

（一社）粉体粉末冶金協会『2023年春季講演大会』（6月6日～8日）の特別セッションとして開催いたします。

1. 日時：2023年6月6日（火） 13:30～15:30
2. 会場：早稲田大学 国際会議場 井深大記念ホール
住所：新宿区西早稲田 1-20-14 TEL: 03-3203-4141 内5187

3. プログラム :

- S-1 2個同時成形でネットシェイプ実現した複雑多段形状のパーキング部品
住友電気工業(株)
- S-2 電動VVT用高精度薄肉部品の量産化
(株)ファインシンター
- S-3 耐久疲労強度を向上させた MT 用プラネタリろう付けキャリア
住友電気工業(株)
- S-4 レーザー焼入れを適用した環境対応パーキング部品
住友電気工業(株)

— 休憩 —

- S-5 高硬度と高精度を両立させた電動 VVT ハウジングスプロケットの開発
住友電気工業(株)
- S-6 3D プリンタ用金属粉末 (金型用高熱伝導率粉末)
大同特殊鋼(株)
- S-7 電動パーキングブレーキ用モータの焼結含油軸受
ポーライト(株)

◎ 1 件 講演 10 分 質疑 5 分

◎ 3~7 頁に「受賞概要」を掲載してございます。

4. 配布資料 : 「受賞製品の紹介」を当日配布いたします。

5. 申込方法 : 別添「参加申込書」をご記入の上、当会宛にメール添付にてお申込み下さい。参加無料。

6. 申込締切 : 2023年5月25日(木)

7. 参加方法 : お申込みをいただいた後、受理番号を付した「参加申込書」を、お申込み担当者の方に返送いたします。
当日は、会場の特別セッション受付に受理番号が付された「参加申込書」をご提示いただき、「参加票(名札)」とお引き換えいただきます。

8. 参加費 : 無料 (特別セッションのみ)

本お申込みは、特別セッションのみに有効です。協会の春季講演大会の他のセッションも聴講を希望される場合は、春季講演大会への参加登録(正規登録費)が必要となります。春季大会の参加登録は、粉末冶金協会へお問合せ下さい。

TEL: 075-721-3650 URL: <https://www.jspm.or.jp>

2022年度工業会賞受賞概要

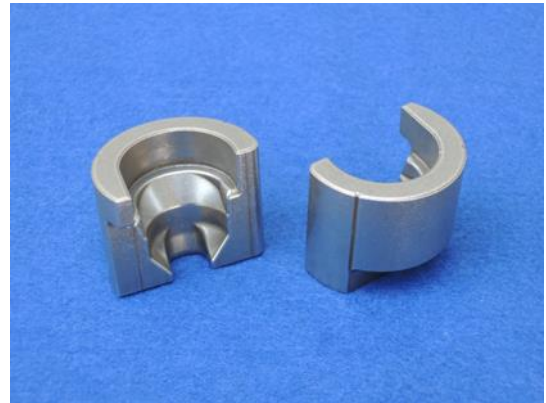
《 新製品賞・デザイン部門 》

S-1 2個同時成形でネットシェイプ実現した複雑多段形状のパーキング部品

住友電気工業(株)

本製品は、HEV（ハイブリッド車）用に開発されたトランスミッションに用いられるパーキング部品です。

本製品の機能は、シフトをパーキングレンジに入力することで、相手部品（パーキングウェッジ）が内径テーパ部に乗り上げ、パーキングポールを動かすことでパーキングギヤにロックがかかり車軸が固定される仕組みとなっています。自動車電動化の流れの中でパーキング部品は粉末冶金業界の重要な戦略製品のひとつですが、他製法との競争は非常に



厳しく低コスト化が大きな課題です。パーキング部品は全般的に多段を有する複雑形状なため、一般的に機械加工が必要でコスト高となる一因ですが、本製品は、焼結本来の最大の特徴である完全ネットシェイプ化（機械加工レス）を追求し、成形金型構造の工夫でそれを実現し製造コスト削減を図りました。

一般的に本製品のような内周面にテーパ形状がある製品については、内周部テーパ形状を段付き下パンチで成形することが多いですが、一部の形状が型出しできず完全加工レスを達成できません。そこで、成形方向を上下逆転させて全形状が型出し可能な上2下2パンチ、段付きダイ、ダミーパンチの複雑な金型構造を考案しました。一方で、本製品は相手部品と摺動することから6.8g/cm³程度の中密度域を必要とされるため、成形時に金型にかかる負荷（特に側圧）が高く複雑な分割に伴う金型薄肉化といった形状因子によって焼き付きなどの不具合が予想されました。この課題を解決すべく、形状の特徴を活かして、金型の側圧を打ち消し合う2個同時成形の金型構造を再考案し、金型間のムシレまたは焼き付きを防止しました。更には、複雑な金型構造で成立させるため3D作図ソフトを駆使して金型形状と金型作動を徹底的にシミュレーションしながら検討しました。

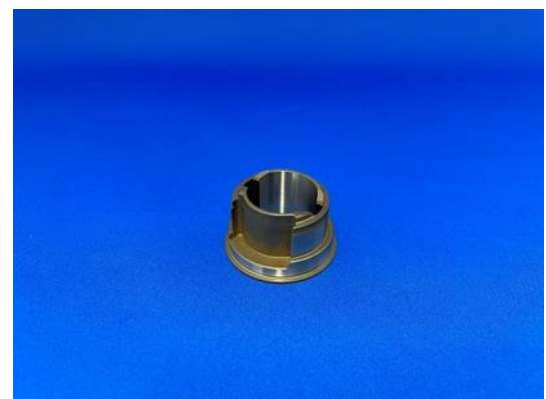
この結果、完全機械加工レスと2個同時成形を実現し従来よりも約50%のコスト減を実現し、複雑多段形状を持つパーキング部品に対しコスト競争力を向上させることができました。

S-2 電動VVT用高精度薄肉部品の量産化

(株)ファインシンター

本製品は、電動式可変バルブタイミング（VVT）機構の部品で、VVTモータからの動力を受け、バルブを動作させるカムシャフトへ動力を伝達するVVT機構の中核的役割を担っています。

従来品から応答性・静粛性を改良した新VVTユニット開発のため、本製品に対して高精度・高硬度・耐摩耗性が要求されました。特に外径部に16μmレンジの精度が求められる部位もあることから、これ



らを両立できる加工方法および焼入れ条件を開発しました。

本製品は最外径 42mm、高さ 23mm の円筒形状で、外周の一部が幅 1mm の薄肉になっており、且つこの薄肉部は製品中心からの偏心軸との位置度が 3 か所基準で設定されています。また、硬さ要求特性を満たすため浸炭焼入れ工程を採用しています。そのため、機械加工時の製品チャックの把持力と浸炭焼入れの熱応力及び組織変態による歪みによる製品変形の課題がありました。

製品チャックによる変形の解決方法として、CAE 解析により、薄肉部を加工基準としてチャックし、チャック本数が減ることによる回転方向の把持力の低下に対して、薄肉部側面の二面巾を固定できる方法を採用することにより従来の外径チャック方法と比較して位置度を約 1/10 に改善しました。

焼入れによる変形の解決方法として、CAE 解析によって一度の焼入れ処理の中で、二段階の焼入れ温度を設け、更に冷却油を従来よりも高い温度に設定し、焼入れ温度との温度差を減らすことで変形量の抑制を図りました。これにより、従来と比較して処理時間は 25% 増加したものの、変形量を約 50% 低減しました。

この結果、製品要求の薄肉部の硬さと変形量を両立し量産化に成功しました。

S-3 耐久疲労強度を向上させた MT 用プラネタリろう付けキャリア

住友電気工業(株)

本製品は、4WD 車のトランスファーと呼ばれる前後輪のトルク配分の制御機構に使用される部品です。大型の部品であるため、3 部品を別々に成形し、それらを組み立ててろう付け接合を行っています。

遊星歯車式変速機のフレームとして使用されるキャリアは、近年より多くの機能を付加するために形状が大型化・複雑化する傾向にあり、焼結キャリアにおいてもより高難度な形状の生産を実現できる技術力の向上が求められています。本キャリアもユニット構造変更により形状が大型化・複雑化し、それ



に伴うコストアップの課題と共に、より一層の高い耐久疲労強度が要求され従来の接合方法では耐久評価試験をクリアできないという課題がありました。そこで、製品素材形状のニアネット化による加工費の削減及びそれに伴う原料歩留りの向上を実現しコスト低減を図り、同時に、耐久評価時に製品に発生する応力について FEM 解析を用いて検討を行い、ろう付け接合部を全面接合形状に変更することで耐久疲労試験をクリアすることができ、量産化を実現しました。

本製品の形状の特徴は、従来では外周がストレートとなっていたのに対し、本製品は外径に段差形状を有していることです。これまでは外径ストレートの金型構造により、上下 1 パンチ+段付きコアにより内径チャンファーを付与していましたが、本製品では更に外周部に段差形状を付与する必要があるため、金型構造を見直して細長の下パンチの変形を抑制し、下 1 パンチと下 2 パンチ、段付きコアに分けて外周段差形状を付与しました。一方、耐久疲労強度の課題については、耐久評価時に破断する部位の確認を行ない、ギヤ部品とプレート部品の 2 部品の回り止めとなる段差部のろう付け接合部付近で想定以上の応力が生じていることを突き止め、応力集中箇所である段差形状をなくしフラット形状にして応力集中を緩和しました。更に組付け部を全面接合として接合面積を増すことによって従来の接合方法と比較して引き剥がし強度を約 1.5 倍向上させることができました。

開発成果として、ニアネット化によりコスト低減し、解析技術を駆使して耐久疲労強度を満足するキャリアの開発に成功した結果、焼結部品のろう付け接合強度を高めるとともに原料ロスの削減化などが評価され顧客から技術優秀賞を授与されました。

S-4 レーザー焼入れを適用した環境対応パーキング部品

住友電気工業(株)

本製品は、パーキングロッドを支える凸形状を有しており、変速機内のパーキングギヤをロックさせることで駐車時に車輪回転を止める機構に使用される部品です。

近年、カーボンニュートラルに向け電動化が加速しており自動車搭載部品点数は削減していく傾向になる中で、サプライヤーも二酸化炭素削減に向けた工程の省略や生産設備の改良が求められています。本製品の初期形状では必要機能のみ考慮した複雑形状であったため、焼結工法でも多くの機械加工が必要である上、耐摩耗性を要することから熱処理も必要でした。部品コスト低減と二酸化炭素削減に向け、顧客と形状検討を重ね、二部品を一体化しつつニアネット成形を実現し、大幅な部品コスト低減を達成しました。加えて、熱処理工程も従来の浸炭焼入れ製法を適用していたのに対し、省電力かつ焼入れ油レスであるレーザー照射法を活用し相手部品摺動部のみの部分焼入れを採用することで、コスト低減のみならず二酸化炭素削減を実現しました。



本製品の材質は焼入れ性に優れた Fe-Ni-Mo-Cu-C 系を選定し、顧客要求仕様を満足できる密度 $6.8\sim 7.0\text{g/cm}^3$ の水準にて開発。また、製造工程は成形・焼結・レーザー焼入れ・機械加工を採用し、素材部の引張強度は約 650MPa 、レーザー焼入れ部の引張強度は約 780MPa です。

本製品の開発にあたり、パーキングウェッジと摺動する焼入れピンと二部品を一体化させた形状を顧客へ提案し、且つレーザー焼入れを採用することで仕上げ加工の寸法精度が必要な位置決め用ピン穴を硬化させることなく、工具寿命確保による低コスト化を図りました。

この結果、先行設計段階のデザイン・インにより二部品を一体化しつつニアネット成形を達成し、レーザー部分焼入れ製法を適用することで 59% の機械加工コストを低減できました。また、レーザー焼入れの採用は浸炭焼入れに比べて 94.5% の二酸化炭素排出量削減に貢献できしており、焼入れ性のよい材料やニアネット成形技術との組み合わせにより、焼結製法の強みを活かしたカーボンニュートラルとも考えます。

S-5 高硬度と高精度を両立させた電動 VVT ハウジングスプロケットの開発

住友電気工業(株)

本製品は、電気式可変バルブタイミング機構（以下電気式 VVT）の基幹部品で、内径部に取り付けられる減速機構から発生するトルクを、歯部を介してチェーンに伝達する役割を果たす部品です。

VVT 機構の今後の主流が油圧式から電気式に変わっていく中、電気式 VVT には更に高い応答性が求められ、その結果本製品についても従来品には無



いオルダムプレートの嵌合機構が付与されるなどの複雑形状化されました。開発に当たっては、ニアネット成形が可能な形状にてデザイン・インし、機械加工部位を最小限に抑えてコスト低減につなげました。上述のオルダムプレート嵌合部についても成形技術とデザイン・インにてニアネット成形を可能としましたが、該当部には合わせて高い硬度と精度の両方を求められたため、これらの達成が今回開発の重要ポイントとなりました。

本製品の大きな特徴が、製品中心を挟んで対称の位置に計2箇所設けられた幅10mmの溝です。当該部は相手部品のオルダムプレートが嵌合且つ摺動する重要部位であり、溝表面の高硬度および溝幅寸法の高精度を達成することが製品実現の大きな課題でした。この課題に対応するため、高周波焼入れ及び機械加工の技術開発に取り組みました。高周波焼入れについては、条件調整の自由度が高い特徴を生かし、コイル形状検討、コイル位置微調整、高周波出力の検討により、オルダムプレートが摺動する必要部位には焼きを入れつつ、後工程で旋盤加工を行う部位には焼きが入らないという理想的な条件の確立に成功しました（上下限が約1.4mmという狭い範囲に焼入れパターンを収めた）。一方、機械加工については、高寸法精度及び難削材の加工という二つの課題に対応できる研磨加工を採用しました。溝幅精度有効範囲が溝底面より深いため、砥石の端面に段差を付け且つ砥石角部が溝部の角部逃げにちょうど入るような形状の専用砥石を開発、この砥石の使用で溝底面を加工しながら溝幅精度有効範囲全体を同時加工することが可能になり精度を両立させることができました。

この結果、新しい電気式VVTの基幹部品の開発に成功し量産を実現しました。

《 原料賞 》

S-6 3Dプリンタ用金属粉末（金型用高熱伝導率粉末）

大同特殊鋼(株)

本原料は、高熱伝導率且つ造形性に優れた金型積層造形用粉末です。

これまで主にダイカスト金型の積層造形には、マルエージング鋼が用いられてきましたが、マルエージング鋼は熱伝導率が低いためヒートチェックによる金型寿命の低下が課題となっていました。更に、マルエージング鋼は輸出時のリスト規制に該当し、且つコバルト含有鋼であり、特定化学物質障害予防規則等で健康障害防止措置の実施が義務付けられます。そのため、高熱伝導率且つCoを含まない3Dプリンタ用粉末が求められていました。

この条件を満たす粉末として、熱間ダイス鋼であるSKD61粉末が挙げられますが、SKD61は造形後の冷却過程で凝固・収縮した際に発生する内部応力によって割れが生じやすい課題があります。このような背景から金型の積層造形には、金型の長寿命化および造形後の割れ抑制を両立する金型用粉末の開発が課題となっていました。そこで、高熱伝導率かつ造形性に優れた熱間ダイス鋼系の金型用粉末（以下、高熱伝導率粉末）を独自に開発しました。

造形時の割れを抑制するため炭素量をそれぞれ0.23、0.13%（SKD61は約0.4%）まで低減し、使用硬さを調整した2種類の粉末をガスアトマイズによって製造することで、球状で優れた流動性を達成しました。高熱伝導率はケイ素を0.1%にまで低減することで、焼戻し時における熱伝



導率を約 36W/mK まで高めています。これは、マルエージング鋼の約 2 倍、SKD61 の約 1.5 倍の値に相当します。また、本粉末は造形後の冷却によって焼きが入るため、造形後は焼入工程がなくとも焼戻しマルテンサイト組織となります。造形後の焼戻し硬さは、550℃の焼戻しにより硬さが最も高く 2 種類の高熱伝導率粉末はそれぞれ約 50HRC、約 45HRC となり、主に使用されるダイカスト金型の硬さ 40~50HRC を確保しています。

現在、高熱伝導率粉末は、複数の金型ユーザーによって採用されており、中には金型寿命がマルエージング鋼対比 2~3 倍改善されたという評価結果も得られています。

《 奨励賞 》

S-7 電動パーキングブレーキ用モータの焼結合油軸受

ポークライト(株)

本製品は、電動パーキングブレーキ(略称 EPB)の電動アクチュエータ(モータ)用の焼結合油軸受です。

EPB はモータを駆動源としていますが、高温から低温までのワイドレンジでの使用が求められます。特に-40℃という極低温での作動性に対する要求が厳しくなっており、低温作動時のノイズの改善が求められていました。調査の結果、低温ノイズは、数%の含浸油消費であっても、-40℃のような極低温環境下においては含浸油が体積収縮すること



で、軸と軸受間のクリアランスにほとんど含浸油が介在しない状態になり、起動初期では軸と軸受の金属接触が発生及び粘度上昇した含浸油が軸受内部から染み出しにくくなり、素早い油膜形成が困難になることがノイズ発生の要因でした。

これらの課題を解決するため、軸受表面に銅成分を多く析出させた従来材は、軟らかい銅成分によりスティックスリップを起こしている可能性があるため、より硬い鉄系材質に耐食性及び摺動性を補うため亜鉛成分を添加した材質を選定しました。摺動面への含浸油のしみ出しを確保は、外部への油漏れを防止するという、相反する事象を両立させるため、軸受外径封孔処理(メディアを使用しない製品同士による乾式バレル)を施すことにより、軸受内部の通気性を保ちつつ外部への通気性を低減しました。更に軸受内径に縦溝形状を付与し、摺動ロスの低減と摺動部油量調整のため、溝部幅・深さ・本数を最適化し、摺動部の安定化を図りました。また、含浸油は、新開発の粘度指数向上剤を使用し、従来油(粘度指数 300)を大きく上回る粘度指数 400 以上を得ることにより、-40℃での粘度上昇を抑制し摺動面への供給が滞りなく行われることを可能にしました。

この結果、低温ノイズ発生の問題を解決し、また、摺動性も改善されたことで量産化を実現しました。

会場へのアクセス

早稲田大学国際会議場 (東京都新宿区西早稲田 1-20-14)



- JR 山手線／西部新宿線 高田馬場駅 徒歩 20 分
- 都営バス (学バス) 高田馬場駅～西早稲田 徒歩 3 分
- 地下鉄東西線 早稲田駅 徒歩 10 分
- 都電荒川線 三ノ輪駅～早稲田 徒歩 5 分