

第27回「学生会員卒業研究発表講演会」

－今後の精密工学を担う萌芽的研究－

要 旨 集

主 催：公益社団法人 精密工学会

開 催 日：2020年3月17日(火)

会 場：東京農工大学 小金井キャンパス (東京都小金井市中町 2-24-16)

H室 講義棟 3F L0032室 《H01～H28講演》

I室 講義棟 3F L0033室 《I01～I28講演》

J室 講義棟 3F L0035室 《J01～J28講演》

H室講演

【 卒研発表講演会 H-1 】

9:00 - 10:15 座長：木崎 通 (東京大学)

H01 社会課題解決のための原因構造分析手法の提案

○村岡直樹, ○下村芳樹, 永山敦乙, 平光健志郎, 三竹祐矢 (首都大東京)
社会課題は都市問題や環境問題など複雑な社会情勢に起因し、その解決には、原因群の抽出とその関係性を把握することが必達である。これらの原因は制度的／文化的／組織的／技術的側面に亘って多種多様であるだけでなく、それらが横断的に相互影響し合う構造が社会課題の解決を著しく困難なものとしている。本稿では、社会課題の原因群とその関係性の把握を、ネットワーク分析を主体とする構造分析により支援する手法を提案する。

H02 製造事業のIoT化に係る導入効果と障壁の分析手法の提案

○松本篤弥, ○下村芳樹, 三竹裕矢 (首都大東京)
コスト削減や付加価値の向上に係る期待を背景として、製造業ビジネスにおけるIoTの導入が注視され、そのための研究開発や標準化の事例が増加している。一方で、IoT導入に関する経験の不足がその投資対効果の把握を妨げ、このことがIoT導入上の大きな障壁となっている。本稿は、IoTの導入が製造業の提供する製品やサービスのライフサイクルコストに与える影響を定量化することにより、IoTの導入効果の分析を支援する手法を提案する。

H03 アイトラッキングを用いた工程設計の技能の可視化に関する研究

○吉川拓夢, ○中本圭一 (農工大)
作業者の熟練度に依存することなく高品位な機械加工を実現するためには工程設計の標準化が望まれるが、そのためには工程設計の技能の抽出とその一般化が必要になる。そこで本研究では、視線の動きを追跡できるアイトラッキング技術を用いて、部品図面の観察時の視線データを時系列で取得し、技能の可視化を行った。また、3次元CADの使用時にも、視線データを取得できるシステムを開発し、ケーススタディで有用性を検証した。

H04 リング圧縮試験によるガラスレンズシミュレーションの摩擦評価

○遠藤雅幸, ○森田晋也 (東京電機大), 山形 豊 (理化学研)
ガラスは融点が高いなどの特徴からレンズの設計・製作から成形条件の最適化に時間とコストがかかる。そのため有限要素法コードの開発が進められている。本研究では高温でのガラスの摩擦に着目し、高温のガラスの摩擦係数を推定できるリング圧縮試験を行うこととした。初めにシミュレーションの検証を行い、その後シミュレーションとリング圧縮試験を行い、実験ではソーダガラスの摩擦係数が1.0と推定することに成功した。

H05 環境3次元レーザ計測支援のための点群重量表示に関する研究

○大野健太, ○伊達宏昭, 金井 理 (北海道大)
本研究は、環境の3次元レーザ計測支援のための実環境への点群重量表示法の開発を目的とする。本報では、計測作業者がカメラ画像を通して計測済みの点群や未計測部をリアルタイムに確認することを可能にするための、カメラ画像と点群から生成した画像間のマッチングによる点群中の自己位置・姿勢推定手法、およびカメラ画像上への計測済み点群・未計測部の重量表示法について提案する。

【 卒研発表講演会 H-2 】

10:30 - 11:45 座長：長井 超慧 (首都大学東京)

H07 複合加工機による部品加工の効率化に向けた工程設計に関する研究

○渡辺雄斗, ○中本圭一 (農工大)
複合加工機による部品加工の効率化が期待される一方で、旋削、フライス加工などの加工方法の選択や工具姿勢の決定が複雑化し、非加工時間となる工程設計の支援が不可欠になっている。そこで本研究では、素材形状と目標形状から加工方法を選択するとともに、フライス加工での適切な工具姿勢を決定し、その結果を基に加工フィーチャを認識する工程設計支援システムを開発した。また、システムの有用性をケーススタディで検証した。

H08 サービスの失敗分析のための受給者の意思決定過程モデリング手法

○小林拓矢, 木下忠明, 阿部俊一郎, 筒井優介, 三竹祐矢, ○下村芳樹 (首都大東京)
サービスの価値は提供者と受給者の相互作用により創出されるが、ときに提供者の予期しない受給者行為によりサービスの失敗が生じる。受給者の行為に係る意思決定は受給者独自の合理性判断に従って行われる上、状況に依存して変化するため、その把握と分析は容易でない。本稿では、サービスの失敗を誘引する受給者行為に係る意思決定過程をモデル化する手法を提案し、食堂サービス事例への適用を通じてその有効性を検証する。

H09 機械学習を援用した金型加工の工程設計支援システムの開発に関する研究

○小村尚史, ○中本圭一 (農工大)
加工精度やコストに大きく影響を与える工程設計は未だに熟練技能者に依存しており、一般化も困難である。このため、機械学習を援用して複数の曲面から成る金型意匠面の工具経路パターンを推定する工程設計支援システムを開発している。しかし、技能者の思考を再現するネットワーク構造の有効性は十分に検証されていなかった。そこで、予め生成した人為的なルールに従った入力データを用いて技能者の思考を再現できるか検証した。

H10 レンズプレス成形シミュレーションのための光学ガラス物性測定

○井口直征, ○森田晋也 (東京電機大), 山形 豊 (理化学研)
ガラスレンズはデジタルカメラ等の様々な分野に使われており、プレス成形は最適な成形条件を定めることが困難である。成形プロセスを正確にシミュレーションできる専用の有限要素法コードの開発が必要とされるガラス物性値の測定が必要だが、高温下での精度の確保が困難である。本研究では高温下で荷重を加え、変位の測定を行い、クリープ係数を算出した。非線形のNorton-Bailey則に組み込んで定式化し、解析手法を提案した。

H11 三次元微細形状物上に作製した ta-C 膜の特性評価

○川谷功太郎, 平田祐樹, 赤坂大樹, ○大竹尚登 (東京工大)
ダイヤモンドライクカーボン (DLC) は、高硬度、低摩擦係数、高耐摩耗性などの優れた特性を有することから表面特性を改善するための効果的な表面材料と考えられており、多くの分野で応用されている。しかし、表面改質を必要とする工業製品の多くは三次元構造を有している中、三次元成膜の成膜方法に関する研究は多くはない。本研究では、FCVA法によりDLCを三次元微細形状物上に形成させ、その膜の特性評価を行った。

【 卒研発表講演会 H-3 】

12:45 - 14:15 座長：木村 文信 (東京大学)

H16 アルコールCVDグラフェン自立膜上へのヘリウムイオンビーム顕微鏡(HIM)を用いたナノポア形成

○杉田祥吾, 辻 友希, ○川谷健太郎, 山村和也, 有馬健太 (大阪大)
DNAの塩基識別手法であるナノポアセンシングに利用される二次元材料としてグラフェンが注目されている。1原子厚さを持つグラフェン膜を用いることで、塩基の識別能の向上が期待されている。我々は、開口を持つSi/SiO₂上にCVD法で単層グラフェン膜を製膜し、ヘリウムイオンビームを用いて約10nm径の孔を形成した。発表ではグラフェン自立膜の形成と評価、HIMを用いた孔の形成について述べる。

H17 AEセンシングを用いた超精密加工の最適制御に関する研究

○狩野晴駆, ○長谷亜蘭 (埼玉工大)
超精密加工においては、工具と材料の相性、切削条件の違い、工具摩耗などによって、加工精度にばらつきが生じてしまうことが現状問題となっている。本研究では、AEセンシングを用いて、従来では検知できなかった不具合を事前に検知して回避させ、良好な切削状態を維持させることを目標としている。加工実験の結果、工具先に摩耗の進行がみられた際に、AE信号の周波数スペクトルが変化するとともに、加工面粗さも悪くなることがわかった。

H18 すべりと停止を繰り返す運動下での摩擦に関する研究－運動パターンと摩擦量との関係－

○岩畑拓也, ○大谷 親 (千葉工大)
一般に、可動部分に使用される機械要素の損傷は、連続運動に比べ、すべりと停止を繰り返す運動の方が大きいと云われている。本研究では、このことを検証するため、ボールオンディスク型の摩擦試験機を用いて、無潤滑下で、べりと停止を繰り返す種々の運動パターンで摩擦試験を行い、球の摩擦量で評価した。結果、摩擦量は、停止回数の増加によって増加し、最高すべり速度と加速度的増加によって減少したことを報告する。

H19 書道自動添削システムの開発

○伴藤信一郎, ◎西田茂生 (奈良高専)

現在、書道に取り組む人は世界中で増加している。しかし、海外で書道に取り組もうと思っても、書道を教える指導者がいなければ上達は困難である。既存の添削過程は書いた作品を指導者に送信し、添削を行ってもらう手法が一般的であるが、金銭的もしくは時間的余裕が足りず、添削してもらうことは難しい。そこで、本研究は時間・場所を選ばない、スマートフォンを利用したオフライン添削アプリの開発を行った。

H20 フライス盤加工における熟練技能者の作業分析

○古閑凜太郎, ◎池田知純, 新家寿健, 垣本 映, 二宮敬一, 不破輝彦, 岡部真幸 (職能開大)

技能教育には優れた技能者の動作や行動の観察が欠かせない。個人によって観察から得られる情報は異なるため熟練技能者の作業内容の見える化と経験的知識から導出される重要な点を明確にすることは技能を獲得する上で重要となる。本研究では熟練技能者のフライス盤作業における作業工程を分析しその特徴を抽出した。分析の結果、熟練技能者は次工程の準備作業を行っていること、再確認・再調整の行動が少ないことなどの知見を得た。

H21 フラクタル次元を用いたバラ言語解析

○馬淵拓実, ◎西田茂生 (奈良高専)

近年、人間と機械の音声による情報交換の機会が増えている。機械から人間への情報伝達をより円滑にするために、機械音声に感情パラメータを含ませることを考える。第一段階としてフラクタル次元解析による新たな評価方法により、音声とバラ言語の相関を解析する。喜びや怒りなどの感情をこめて同じ文章を読み上げた音声について、フラクタル次元解析を行った。解析した結果、フラクタル次元の時間変化について違いがみられた。

【 卒研発表講演会 H-4 】

14:30 - 16:00 座長：嶋田 慶太 (東北大学)

H23 AE 法を用いたミニチュアベアリングの寿命予知に関する研究

○高梨勝斗, ◎長谷亜蘭 (埼玉工大)

ミニチュアベアリングは、あらゆる小型機械の回転軸を支える重要な機械要素部品である。本研究では、そのミニチュアベアリングの損傷をアコースティックエミッション法を用いて検出し、寿命予知への応用を図る。本実験で得られた AE 信号の経時変化から、寿命試験の継続につれて AE 信号振幅値が大きくなることがわかった。また、潤滑状態の違いについて波形の周波数解析を実施し、損傷予知に有効な周波数成分を見いだすことができた。

H24 数値制御プラズマ CVM による石英製中性子顕微鏡用 Wolter I マンドレルの高精度加工

○山本有悟, 荒川翔平 (大阪大), 山崎 大, 丸山龍治 (日本原子力機構), 林田洋寿 (総合科学研究機構中性子科学センター), 曾山和彦 (日本原子力機構), 川合健太郎, 有馬健太, ◎山村和也 (大阪大)

我々は、大気圧マイクロプラズマ CVM を用いた中性子顕微鏡用 Wolter ミラーマンドレルの加工に取り組んでいる。プラズマ CVM 法は化学反応を利用した加工法であるため、エッチングレートは加工時の試料表面温度に依存する。またマンドレルは先細り形状であるため、プラズマ照射時の表面温度の上昇は先端ほど顕著になる。本報では高精度なマンドレル加工に向けて、プラズマ照射時の表面の上昇温度が加工速度に及ぼす影響を評価した。

H25 自己組織化単分子膜形成プローブを応用した表面力測定法に関する研究

○高嶋 健 (首都大東京), 小林隼人, 長谷川真之, 島 和義 (エリオクス), 金田忠輔, 長橋和人, ◎金子 新 (首都大東京)

自己組織化単分子膜を形成した球状プローブを作製し、同プローブを使用した表面力測定法の提案と実証を進めている。OTSあるいはAPTESの自己組織化単分子膜をガラス球に形成し、表面エネルギーの異なる数種類のプローブを作製した。これらのプローブでポリスチレンなどの任意の二表面間の表面力を間接測定したところ、プローブに試料の薄膜を形成させた直接測定とほぼ同程度の表面力となり、提案手法の有効性が実証できた。

H26 柔軟片側電極基板を用いた電気粘着ゲルシートの開発と性能評価

○日置由夏, ◎柿沼康弘 (慶應大)

近年、ロボット産業ではハンドリング技術の向上が求められ、機能性流体を用いたロボットハンドの研究が進められている。そこで本研究では機能性流体として、印加電場に応じて表面の粘性が変化する電気粘着ゲル (EAG) を用い、これに柔軟片側電極を適用することで、ロボットハンドなどの曲面形状に適応可能な柔軟電極 EAG シートを開発した。作製した EAG シートは電場制御による粘着力変化、シート変形時の粘着効果が確認された。

H27 薄膜ダブルエマルジョン作製用マイクロ流路デバイス

○前嶋文紀, ◎西迫貴志 (東京工大)

本研究では、PDMS で被膜したスライドガラスと幅 100 μm 、深さ 100 μm の PDMS マイクロ流路を酸素プラズマにより接着し、water-in-oil-in-water (W/O/W) 液滴の生成を行った。1 段目流路交差点部に 50 μm のフローフォーカシング機構を組み込み、外水相として PVA 水溶液、油相としてレシチンを添加したオレイン酸、内水相として純水をマイクロデバイスに送液すると、流路交差点部に薄膜の O/W/O 液滴が連続して生成される様子が確認された。

H28 化学エッチングを利用した燃料電池用ナノカーボン触媒の単一レベル活性評価

○小笠原歩見, 三栗野 諒, 平野智暉, 川合健太郎, 山村和也, ◎有馬健太 (大阪大)

近年、燃料電池の正極に用いる白金の代替として、グラフェン等のナノカーボン触媒が注目されている。触媒の活性 (酸素還元活性) は、通常、巨視的な電気化学測定により調べる。ここで我々は、ナノカーボン材料が発現する触媒的な作用により調べる。接触する半導体表面が液中で選択的に溶解する現象を発見した。今回は、この化学エッチングを統計的に調査し、グラフェン触媒の酸素還元活性を単一シートレベルで可視化する試みを述べる。

Ⅰ 室講演

【 卒研発表講演会 I-1 】

9:00 - 10:15 座長：杉原 達哉 (大阪大学)

I01 多段チャンファア工具を用いた超硬合金の楕円振動切削

○伊藤寛晃, ◎柿沼康弘 (慶應大)

ガラスレンズの金型に用いられる超硬合金を高精度に加工することが求められている。超硬合金は非常に硬度が高く、ナノ多結晶ダイヤモンド (NPD) 工具でさえ欠けが生じ、まともには切削することができない。そこで本研究では刃先強度を高めるため多段チャンファを施した NPD 工具を製作し、これを用いた楕円振動切削による延性モード加工を行った。加工実験の結果、多段チャンファを用いることで工具の欠けを抑制できることを確認した。

I02 ターンミリングにおけるびり振動と加工面性状

○牧野真大 (農工大), 内海幸治 (日立製作所), ◎笹原弘之 (農工大)

ターンミリングは回転する被削材をミリングする加工法であるが、独自のパラメータが多数存在し、それらが切削状態に及ぼす影響については調査が不十分である。そこで本研究では、ターンミリングにおけるびり振動と加工面性状に着目し、時間領域で解析を行うモデルを開発した。さらに解析と同様の条件で実験を行い、解析結果と比較することで、解析モデルの妥当性を検証した。

I03 銀ナノワイヤネットワークを有するガラスのエッチング特性評価

○奥田 陸, 川村拓史, ◎松坂壮太, 比田井洋史, 千葉 明, 森田 昇 (千葉大)

固体イオン交換処理によって内部に銀ナノワイヤネットワークを析出させたガラスに対し、湿式エッチングによる除去加工を行った。特に、未処理部のガラスの溶解を抑制しながら、銀析出領域のみを選択的に除去可能なエッチング条件を検討した。その結果、HF を用いた場合は、未処理/析出領域のいずれの溶解速度も高くエッチングレートの差は小さいが、KOH を用いた場合、HF に比べて選択的な除去が可能となった。

I04 5 軸ボールエンドミル加工の時間領域シミュレータの開発

○竹内裕也, ◎鈴木教和 (名古屋大), 入野成弘, 今別府泰宏 (DMG 森精機)

切削加工の分野において、シミュレーションによる加工システム最適化技術の重要性が増している。これには、加工プロセスと機械構造ダイナミクスの相互作用を伴うびり現象の高精度推定技術が必要となる。本研究では、自由曲面上に対応可能な 5 軸ボールエンドミル加工を対象とし、高精度時間領域シミュレーション技術を開発する。さらに、切込みと工具傾斜がびり安定性に与える影響を分析し、開発技術の妥当性を検証する。

I05 FEM シミュレーションを用いた切削過程における AE 発生メカニズムの究明

○岩淵将太, ◎長谷亜蘭 (埼玉工大)

近年、様々な製品の小形化、高精度化に伴い、加工精度もより高度なものが要求されている。また、摩擦係数を増大させると切削中に生じる弾性応力波 (AE 波) は増大するが、その AE 発生メカニズムについては明確にされていない。そこで本研究では、微細かつ精密な切削加工の過程において生じる AE 波を有限要素法シミュレーションを用いて解析を行うことにより、切削加工の過程において材料表面がどのように変化し、どのような過程を経て AE 波が発生するのかを得られた解析データをもとに考察する。

【 卒研発表講演会 I-2 】

10:30 - 12:00 座長：江面 篤志 (栃木県産業技術センター)

I07 レーザ照射によりガラス内部に導入される金属球の直径制御および導入可能な金属拡充

○福嶋駿太, 西岡宣泰, ◎比田井洋史, 松坂壮太, 千葉 明, 森田 昇 (千葉大)

ガラスに密着させた金属箔にレーザ照射することで、ガラス内部へ金属球が導入できる。本研究では、金属球の直径制御、および導入可能な金属拡充を目的とした、金属箔に微小パターンを施し、溶融する金属量を一定にすることと熱伝導の抑制を試みた。その結果、金属球の直径が制御でき、金属球の体積と微小パターンの体積が一致することを確認した。さらに熱伝導が抑制されるため、従来導入が困難な高熱伝導率金属の導入に成功した。

I08 形状誤差予測によるマイクロレンズアレイ加工の高精度化

○佐藤裕亮, ◎関 紀旺 (慶應大)

スローツールサーボを用いたマイクロレンズアレイの旋削加工では、工具形状誤差や設置誤差、加工機の追従遅れなどにより加工誤差が発生する。従来、加工面の全面計測に基づく補正加工が行われているが、非効率である。そこで、部分計測での誤差要因分析に基づき加工面全体の形状誤差を予測し、事前に誤差補正を行う手法を提案した。これにより、短時間で RMS 10 nm 以下の精度で誤差予測が実現され、加工精度の向上を可能にした。

I09 マクロ-マイクロメカニズムを応用したロボット研磨システムの開発

○小川翔太郎, ◎柿沼康弘 (慶應大)

金型の製造工程において、研磨工程は今もなお手作業で行われている。しかし、熟練工の高齢化といった問題から、研磨工程の自動化が強く求められている。そこで本研究では、マクロ-マイクロメカニズムを応用したロボット研磨システムを提案した。本システムにおいて、リアルタイムロボットの送り速度に応じてエンドエフェクタの接触力を制御できることを確認した。

I10 ミリングプロセスモデルの高速高精度パラメータ同定法の検討

○三輪 智, ◎鈴木教和, 社本英二 (名古屋大), 高野一樹 (三菱電機)

切削プロセスの最適化には、機械構造ダイナミクスと切削プロセスの相互作用を考慮したシミュレーション解析が必須である。それには数多くのモデルパラメータが必要になるが、これらの同定は容易ではない。本研究では、加工中に計測可能なプロセス情報に対して最小二乗法を適用することで、モデルパラメータを高速高精度で同定する新手法を提案する。最小二乗法のための定式化と同定手順を示すとともに、その実現可能性を検証する。

- 111 薄肉電着カップ砥石によるCFRPの砥石内冷風研削
 ○喜多佳之, 伊藤幸男, ◎笹原弘之(農工大)
 CFRPを良好な加工面品位で加工可能な加工法として研削加工が挙げられる。研削加工では一般的に研削液を用いて加工点温度の上昇を抑えるが、CFRPの場合、層間に研削液が浸入し、低温環境で膨潤する問題があるため、研削液を用いないドライ加工が望まれている。そこで本研究では冷風を砥石内側から供給し、冷却する砥石内冷風供給を用いてCFRPを研削し、加工面性状を明らかにした。
- 112 炭酸ガスレーザーによるマイクロ流路加工の基礎的検討—レーザー加工条件が溝性状に及ぼす影響—
 ○高松優未, ◎北田良二(崇城大), 天谷 諭(理化学研)
 低環境負荷で高能率なマイクロ流路加工として、炭酸ガスレーザーを用いた石英ガラス基板上へのマイクロ流路加工の基礎的検討を行った。レーザー照射条件やアシストガスが微細溝加工に及ぼす影響を評価した結果、溝性状を制御できることがわかった。また、光化学反応用マイクロ流路デバイスの製作を目的として、レーザー加工によるマイクロ流路の送液実験を実施した結果、レーザー加工溝に対する溶液の流れを確認することができた。

【 卒研発表講演会 I-3 】

12:45 - 14:15 座長：大西 孝(岡山大学)

- 116 光ファイバ側面からの漏洩光を援用したエッチングに関する研究
 ○門馬佑昂, ◎比田井洋史, 松坂壮太, 千葉 明, 森田 昇(千葉大)
 基板表面にパターン形成する手法として、光ファイバ側面からの漏洩光を援用したエッチングを提案する。コアを露出させることで光ファイバの側面から光を漏れ出させ、ファイバ近傍のみ光アシストエッチングを行う。硝酸中で光ファイバをヒ化ガリウムに接触させることで、ファイバの形状を転写した。ファイバに入射するレーザー出力、エッチャント濃度を大きくすると、それぞれ得られる溝幅、深さが大きくなる傾向が見られた。
- 117 水和反応を用いた光学ガラスの超精密延性モード切削
 ○北川大地, ◎関 紀旺(慶應大)
 単結晶ダイヤモンド工具を用いた光学ガラスの切削加工において、ガラス中のSiO₂とダイヤモンドの熱化学反応による工具摩耗が大きな問題となっている。本研究では、ガラスの水和反応に着目し、光学ガラス表面に水和層を生成しながら切削することによる工具摩耗の軽減効果を検証した。その結果、延性モード切削における工具摩耗の軽減が確認され、8 nm Sa以下の表面粗さをもつ光学表面が得られた。
- 118 CMPプロセスにおける研磨パッド表面状態推定モデルの基礎的検討
 ○澤田 航, 山口理音, ◎鈴木教和, 社本英二(名古屋大), 橋本洋平(金沢大), 山本 暁, 安田穂積, 望月宣宏(荏原製作所)
 CMPプロセスにおいて研磨レートが研磨の進行に伴い変化する現象が知られている。この現象は研磨やドレスによる研磨パッド表面状態の変化によるものと考えられる。本研究では研磨によるダメージやドレスによる目立てといった研磨パッド表面に影響を与える因子をモデル化した。これらを統合する研磨パッド表面状態推定モデルを提案した。提案モデルを用いて研磨トルク推定を行い、実験結果との比較を通じて推定精度の検証を行った。

- 119 傾斜型回転軸を有する多軸工作機械構造の解析—5面加工可能性の考察—
 ○若井尚希, ◎高杉敬吾, 浅川直紀(金沢大)
 近年、多軸工作機械の諸特性の向上を目的として、傾斜型回転軸を有する多軸工作機械が開発されている。しかし、傾斜が加わることで5面加工が不可能となる構造が存在し、その機械構造と5面加工可能性との相互関係はまだまだ把握されていない。有用な特性を持つ構造の探索にはこの相互関係を定式化することが不可欠である。本報では、傾斜型回転軸を有する多軸工作機械の姿勢を対象とし、5面加工可能条件について報告する。
- 120 プラズマ照射により表面改質されたSUS304の切削加工
 ○目黒雅樹, ◎池田慎一(苫小牧高専)
 SUS304の板材の端面(被削面)に大気プラズマを照射し、超硬工具で低速二次元切削を行った。その結果、照射部の切削抵抗、切削抵抗の変動量、仕上げ面粗さ、切りくず厚さおよび切りくずカール半径が増加した。しかし、照射直後の被削面をアセトンで洗浄し切削することで、切削抵抗等が確認できたプラズマ照射による効果は消失した。
- 121 ロータリ型インフィード平面研削における無線式温度・動力計の開発に関する研究
 ○市川優希, ◎周 立波, 石橋 憲, 清水 淳, 小貫哲平, 尾崎裕隆(茨城大)
 ウエハ形状をしている様々な機能材料が、主にロータリ型インフィード平面盤を用いて加工される。しかし、砥石とウエハが軸を中心に共に回転するロータリ型インフィード平面研削は有線の計測器を用いることが出来ない。本研究では、ロータリ型インフィード平面において、加工中の砥石とウエハの接触弧内の温度及び研削抵抗の同時計測が可能な無線式温度動力計の開発を行い、ウエハ半径における温度及び抵抗の変化を明らかにした。

【 卒研発表講演会 I-4 】

14:30 - 16:00 座長：橋本 洋平(金沢大学)

- 123 工具主軸の回転速度制御を用いたロボット研磨の評価
 ○古藤捷希, ◎柿沼康弘(慶應大)
 ブレードの製造と補修において、研磨加工は熟練工の手作業で行われている。しかし、生産効率やコスト、作業者人口の減少といった問題から研磨加工の自動化が強く求められている。そこで本研究では、回転速度制御可能なスピンドルと力制御可能なアクチュエータを有するロボット研磨用エンドエフェクタを開発した。本システムにおいて、接着力を一定に保ち、工具主軸の回転速度を調整しながら研磨加工できることを確認した。

- 124 超短パルスレーザーによる金属微粒子含有塗膜の加工
 ○中島あゆ美, ◎関 紀旺(慶應大)
 金属微粒子含有塗膜に対し、超短パルスレーザーによるマイクロスケールの加工を提案する。まず、超短パルスレーザーによる塗膜の基本加工特性を調査した。次に、照射後の表面および断面の元素分析により加工メカニズムを検討した。最後に、研磨加工で除去しにくいとされるミリスケール波長のうねり除去を試みた。その結果、焦点位置の制御により凸部を優先的に除去することで、うねりの算術平均高さを45%低減することに成功した。
- 125 長田パッチを用いた複雑形状レンズの表現方法と光線追跡
 ○太田雄生, ◎森田晋也, 金子真也(東京電機大)
 近年球面取差をもたない回転軸対称レンズの解析的設計手法が提案されているが、レンズ形状を単純な関数として表現できないため形状表現と解析が困難であった。そこで、複雑な曲面形状を効率的に表現し高速に光線追跡計算が可能である二次曲面パッチ(長田パッチ)を用いることで、市販の光学設計ソフトウェア上で本レンズの形状表現と解析を行い、回折限界以下の集光が得られていることが確認された。
- 126 粉末混入放電による各種金型鋼の仕上げ加工特性
 ○元村 進, ◎武沢英樹(工学院大)
 金型仕上げ工程で用いられる放電加工においては面粗さの向上が求められている。放電加工において加工液内に粉末材料を混入させることにより、仕上げ面粗さが向上することは知られている。本研究は、代表的な金型鋼2種と炭素鋼に対して、Si粉末およびAl粉末を混入させ、仕上げ面性状の違いを調べた。
- 127 大型工作機械におけるワーク重量推定と動力学解析による制御パラメータ調整法
 ○福岡勇児, ◎福井 類, 唐澤宏之, 吉田健人(東京大), 大石浩史, 三品俊二, 中嶋 梓(三菱重工工作機械)
 大型工作機械の開発時に、積載ワークの重量に応じて加減速に関する制御パラメータが手動で調整されている。本研究では既存の重量推定手法に修正を加えることで4~20tのワークに対して平均誤差0.12tでの重量推定を可能とした。さらに大型工作機械のシミュレータを利用してワーク重量に適切な制御パラメータを設定する手法を提案し、評価実験を行った。これにより重量未知のワークに対する適切な制御パラメータの自動設定手法を開発した。

- 128 パラレルリンク機構型工作機械の性能評価
 ○田中寛人, ◎森本喜隆, 林 見生, 山岡英孝, 上木優人(金沢工大)
 パラレルリンク機構型工作機械は、従来の工作機械とは異なり、空間座標系での直線移動を行う際にすべての駆動軸が動くため、誤差要因が多く存在する。特に寸法誤差や組立誤差の影響が大きく、位置決め精度を劣化させている。本研究では、パラレルリンク機構型工作機械の機構誤差を考慮した運動学モデルを考案し評価する。また、対象機器でミーリング加工を行い、加工時における機体の振動特性や工作物の加工表面性状を評価する。

J室講演

- 【 卒研発表講演会 J-1 】
- 9:00 - 10:15 座長：長谷 亜蘭(埼玉工業大学)
- J01 ガラスのフェムト秒レーザー加工における応力波のクラック形成に与える影響
 ○大岡勇也, ◎杉田直彦, 服部準也, 伊藤佑介(東京大)
 超短パルスレーザー加工は微細加工が可能である一方クラックが生じるといった課題が存在する。要因の一つに衝撃波伝搬時の応力が考えられており、数値解析によりその影響が評価されているものの正確に応力分布が推定されていない。本研究ではマッハ・ヴェンダー干渉計を利用して応力定量的評価を行った。実験結果に整合するよう数値解析を行うことで、観測が難しいレーザー入射直後の応力分布を推定することができた。
- J02 拘束板によるジャイロ式バレル研磨の性能向上の検討
 ○中山友吾, ◎橋本洋平, 古本達明, 細川 晃, 小谷野智広(金沢大)
 固定した加工物回りを砥粒が運動することで表面粗さ向上を実現するジャイロ式バレル研磨は、複雑形状に対する優れた研磨技術といえる。本研究では、まずジャイロ式バレル研磨において、加工効率に直結する砥粒と加工物の接触力が、加工物の上方に存在する砥粒量と強い相関をもつことを明らかにした。そして、この結果から着想される砥粒運動を抑制する拘束板の設置により、加工効率を2倍以上向上できることを確認した。
- J03 指向性エネルギー堆積法におけるレーザーノズル周りの不活性雰囲気評価
 ○竹村佳祐, ◎小池 綾(慶應大)
 金属積層造形法の一方式である指向性エネルギー堆積法(DED)では、材料の溶融・凝固プロセスの中で取り込まれてしまう酸素・酸素などが造形物内部欠陥の原因となる。本研究では、DEDにおける不活性雰囲気向上を目的とし、流体解析および酸素濃度測定により加工点近傍への不活性ガス供給状態を評価した。解析結果と実験結果をもとに、酸化が生じにくい積層経路を考案するとともに、不活性ガス供給補助ノズルの設計を行った。
- J04 WAAMにおける形状モニタリングとフィードバックによる曲面上への造形
 ○増田広輝, ◎笹原弘之(農工大)
 WAAMにおいて、複雑形状の造形を可能とすることが期待されている。一方、自在な造形物上面形状の造形手法は確立されていない。そこで現在の造形形状をセンシングし、目標造形物の形状と比較することにより造形経路とトーチ送り速度を変更するシステムを開発し、造形経路とトーチ送り速度が造形形状に与える影響を調査した。本システムを造形に用いることで、自在な上面形状を得ることを可能とした。

J05 ミルターン加工による曲率が変化している箇所への加工模様の生成
○高橋隆太、○井原之敏(大阪工大)
ミルターン加工は、加工面に特有の螺旋模様が生成される。この加工模様は、工具の回転速度、被削材の回転速度、送り速度などに依存する。仕上げ面として使用するために曲率が変化する面に均一な加工模様を生成するには、これらのパラメータを制御する必要がある。本研究では、5軸マシニングセンタを用いて上記のパラメータを制御することにより、曲率が変化する面に均一な加工模様を生成することを試みた。

【 卒研発表講演会 J-2 】

10:30 - 11:45 座長：池田 遼輔(三菱電機)

J07 レーザワイヤによる AM における点造形物形状の高精度化
○角田侑也(埼玉大)、萱島 駿、橋本 隆(三菱電機)、○阿部壮志、金子順一(埼玉大)
熱源としてレーザーを用い、材料となるワイヤを溶融、積層するレーザーワイヤによる AM において、断続的にレーザーの照射およびワイヤ材料の挿入を行う点造形を提案している。この点造形において造形物両端点の高さが低くなり、形状精度が低下する問題がある。そこで本研究では点造形物の形状を高精度化させるため、造形物の高低差を減少させる補正方法を提案した。結果として材料総供給量に対する有効体積は5.75%上昇した。

J08 両面研磨における加工物上下面の研磨量に関する研究
○橋本陽菜子、○橋本洋平、古本達明、小谷野智広、細川 晃(金沢大)
両面研磨の理解を深める上で、加工物の上下各面の研磨量は重要な評価項目である。このため本研究では、ウェハエッジに形成した面取り部の形状変化に基づく上下各面の研磨量の測定手法を検討した。さらに、キャリアの厚みおよび研磨液供給条件を変化させた研磨試験を行い、研磨液がキャリア上面からウェハ上面へと乗り上がることにともな、ウェハとキャリアの厚み差が研磨特性に大きく影響することを確認した。

J09 精密加工への応用を目指した親水/疎水面を有する Janus 粒子の作製
○石川隆幸、○村田順二(立命館大)
近年マイクロ流路デバイスが極小径の流路内で化学反応させるため安全性の高さなどの面で注目を集めているが、極小サイズであるが故に流路内の流体が流路内壁の表面粗さなどの原因による目詰まりが問題となっている。従来の研磨法として磁気砥粒研磨などがあげられるが研磨効率などで問題がある。そこで本研究では異方性粒子である Janus 粒子の特性を活かし、精密加工に応用できる新規の Janus 粒子の製作方法について研究を行った。

J10 熱損傷の予測に基づく乾式歯車研削の実現
○高橋啓二郎、関根啓悟、木崎 通(東京大)、勝間俊文(三菱重工工作機械)、○杉田直彦(東京大)
現在、歯車研削加工では熱損傷を避けるため主に大量の冷却液を用いている。一方、冷却液を用いない乾式歯車研削では、加工面温度分布から熱損傷を予測した加工法の開発は実現していない。本研究では、熱損傷の予測に基づく乾式歯車研削法の提案を目的とし、歯車埋め込み型のセンサを製作、乾式歯車研削の加工中温度を実測した。実験と解析の結果に基づき、研削焼けの発生しない加工条件を推定し、新規乾式歯車研削法を提案した。

J11 指向性エネルギー堆積法における磁性材料の金属相変化に関する基礎的研究
○田中あんの、○小池 綾(慶應大)
金属積層造形の一つである指向性エネルギー堆積法(DED)は、造形点ごとにレーザー出力などの入熱条件を調整することで、造形物内で金属相を調整できる。本研究では、DEDによる工具鋼の積層時に入熱量を調整することで、磁性を決定づける金属相変化であるオーステナイト・フェライト比率の変化を評価した。X線回折による解析結果から、レーザー強度を高めると造形物内のフェライトの比率が最大で3倍増加できることを示した。

【 卒研発表講演会 J-3 】

12:45 - 14:15 座長：阿部 壮志(埼玉大学)

J16 熱変形補償機能を内蔵する新たなマザーマシン構成材料の提案
○井上立之、木崎 通、○杉田直彦(東京大)
工作機械の静的剛性・高減衰性・熱的安定性といった機能の両立は単一材料では困難である。そのためには異種材料・要素を複合した構造体材料の構成検討が必要である。我々の研究では、鉄系材料の外殻にポリマーコンクリートを注入することで構造内部への温度センサ埋設を実現し、上記全ての要求機能の両立を試みた。本講演ではその構造に対する実験と解析から、新たな設計思想に基づくマザーマシン構成材料の可能性を提案する。

J17 Ni/Co 基超合金傾斜機能材料の WAAM による付加造形
○小林 蓮、○笹原弘之(農工大)、藤田直也(三菱日立パワーシステムズ)
ガスタービン翼補修の機械的特性向上に、傾斜機能材料で構成される肉盛層が注目されている。そこで、高温強度に優れた Ni 基超合金 In718 と耐摩耗性・耐酸化性に優れた Co 基超合金の Stellite No.6 から構成される傾斜肉盛層を提案する。実現のために、TiG 溶接のワーク内にワイヤを2本同時に送給するシステムを開発した。加えて、それぞれのワイヤ供給量を変化させることにより、肉盛層内の成分を制御しながら造形できることを示した。

J18 指向性エネルギー堆積法によるポーラス金属造形のための空孔解析および機械特性評価
○竹内寿拓、○小池 綾(慶應大)
近年、自動車や航空宇宙分野において、軽量性と衝撃吸収性、振動吸収性に優れたポーラス金属が注目を集めているが、ポーラス金属は製造時の複雑な工程、高コスト化といった問題により実用化に至りにくい。本研究は、金属積層造形法の一つである指向性エネルギー堆積法を用いて、発泡剤を用いた簡便で応用可能性の高いポーラス金属造形法を提案する。造形物断面を評価する画像処理法を提案し、空孔分散性と機械強度の向上を目指す。

J19 大口径ファイアの熱応力割断におけるき裂進展挙動
○斉藤立矢、○古本達明、橋本洋平、小谷野智広、細川 晃(金沢大)、越智雄三(信光社)
ファイアは一般的に、ダイヤモンド工具を用いて加工されるが、高硬度材料であるため、工具の消耗や加工面で発生するマイクロクラックが課題として指摘されている。レーザーを用いた熱応力割断は、これらの課題解決に有効である。この加工法を大口径ファイアの加工へ適用することを目的とし、割断面のき裂観察と加工時に得られた AE 波から、き裂進展プロセスを検討した結果を報告する。

J20 ワイヤ+アーク放電による AM を用いた Ti 合金-Mg 合金積層技術開発
○佐々木洋輝(埼玉大)、永松秀朗(農工大)、○阿部壮志、金子順一(埼玉大)、笹原弘之(農工大)
近年、航空機分野では機体の軽量化を目的とし、Mg 合金の適用が期待されている。本研究では AM を用いることで Mg 合金の軽量という利点を生かしながら、Ti 合金の特徴である高い耐食性と高い比強度も併せ持った材料を開発することを目的とする。ワイヤ+アーク放電による AM を用いて Mg 合金に対する Ti 合金の異種金属積層法を提案し、作製した造形物に対してビッカース硬さ試験及び EDX を用いて成分分析を行い造形物の評価を行った。

J21 プラズマ援用研磨による大面積単結晶ダイヤモンド基板のダメージフリー加工
○吉鷹直也、劉 念(大阪大)、菅原宏輝(ティ・ディ・シー)、山田英明(産総研)、赤羽優子(ティ・ディ・シー)、竹内大輔(産総研)、藤野健一(ティ・ディ・シー)、川合健太郎、有馬健太、○山村和也(大阪大)
近年、半導体デバイスの分野でダイヤモンドが注目されている。ダイヤモンドは高い熱的・電気的特性を有するため、ヒートシンクやパワーデバイスに応用すると電力の低損失化が期待できる。しかし、デバイス応用に必要な基板の平坦化において、従来のスクイフ加工では基板表面へのダメージの導入等がある問題がある。本研究ではプラズマを援用した研磨により、ダメージフリーかつ 10 $\mu\text{m/h}$ を超える研磨レートを得た。

【 卒研発表講演会 J-4 】

14:30 - 16:00 座長：小谷野 智広(金沢大学)

J23 表層画像に基づく超硬合金の切削メカニズムに関する一考察
○白水和生、○諏訪晴彦、寒川哲夫(摂南大)
本研究では、超硬合金における切削加工技術の確立を目指す一環として、被削材表面の観察を行い、ダイヤモンドコートボールエンドミルによる切削特性を明らかにする。炭化タングステン粒子の大きさが異なる2つの超硬合金を被削材とし、さまざまな条件で切削を行なった。電子顕微鏡を用いて被削材の上面および断面から表層の観察を行なった結果、WC 粒子のサイズによりその破壊特性が異なることがわかった。

J24 スクライピングホイールの稜角がシリコンの亀裂伸展挙動に及ぼす影響
○朝録紗希、○松坂壮太、比田井洋史、千葉 明、森田 昇(千葉大)
本研究では、ホイール割断を単結晶シリコンに適用し、亀裂の伸展方向に対する結晶面の影響を検討した。ホイール稜角を変化させて100 μm 面に対してスクライブを行い、赤外線カメラを用いて亀裂伸展挙動を観察した。その結果、稜角が115 $^{\circ}$ ~140 $^{\circ}$ の場合、荷重方向に対して斜めに亀裂が発生したが、150 $^{\circ}$ の場合は斜め方向の亀裂は生じなかった。斜め方向の亀裂伸展は、すべり面である{111}面の方向に一致していた。

J25 高分子電解質を用いた半導体の電解援用微細パターンニング
○梅崎凌平、○村田順二(立命館大)
太陽光パネル等に使用される半導体基板の表面にはその吸収率や撥水性を向上させるために表面に微細加工を施すことがある。現在これらの加工にはリソグラフィ技術やレーザー加工が主であるが装置のコスト面等の課題が存在する。本研究ではこれらの課題を解決するため高分子電解質を用いた新たな微細加工法を提案する。本加工法を用いた基板表面に大きき約数百 μm 、深さ数十 nm の複数の微細なパターンを施すことができた。

J26 ガラスの局所的電子励起による超高速レーザー加工メカニズムの解明
○吉武俊哉、○杉田直彦、伊藤佑介、吉崎れいな、宮本直之(東京大)
ガラスに対する微細精密加工手段としてフェムト秒レーザー加工が注目されているが、加工能率に課題が存在している。そこでフェムト秒レーザー照射により形成した局所的な高電子密度領域に連続波レーザーを選択的に吸収させた。これにより、従来手法の微細精密加工特性を維持したまま超高速加工を実現した。さらに、高速度現象観察とシミュレーションにより超高速加工のメカニズムを明らかにした。

J27 粉末床熔融結合法で得られた造形物の変形メカニズムに関する研究
○坪内光太郎、○古本達明、橋本洋平、小谷野智広、細川 晃(金沢大)
粉末床熔融結合法は、薄く堆積した金属粉末に対して選択的にレーザーを照射し、層状に溶融・凝固を繰り返して3次元形状を得る手法である。本研究では、造形中に生じる造形プレート内部の温度やプレート表面のひずみを詳細に検討し、造形後の変形を抑制する手法を検討した。その結果、各層の粉末が焼結される際のベースプレートの変形挙動とレーザー照射時にベースプレート内部に構成される応力場が明らかとなった。

J28 酸化セリウムスラリー援用研削法における表面損傷の評価および分析
○川里拓平、○柿沼康弘(慶應大)
高解像度カメラに必要な大口径光学ガラスレンズはガラスを直接加工して製造されており、高効率な研削加工で良い表面性状を得ることが求められている。本研究では、新しい研削手法である酸化セリウムスラリー援用研削法に着目し、その表面損傷について実験的に評価・分析することを目的とした。その結果、粗さに関してはスラリー援用の効果が見られるが、加工条件によっては周期的に深い傷が発生することが明らかになった。