

■研究テーマ

- 超精密・超微細加工プロセス
- 超精密研磨法

■キーワード

超精密加工、超微細加工、研磨加工、加工工具、塑性加工

■産業界の相談に対応できる技術分野

超精密加工、超微細加工、研磨加工、塑性加工、機上計測法、生産システム

■主な設備

4軸超精密非球面加工装置、超音波援用非球面研磨機、表面性状測定機、白色光干渉式表面形状測定機、非接触表面性状測定装置



林 偉民 教授

連絡先

知能機械創製部門 林偉民 TEL & FAX 0277-30-1560 e-mail wlin@gunma-u.ac.jp

研究概要

先端ものづくり技術の教育と研究

当研究室では、「頭と技を使って、日本を支えるものづくり技術を究めよう!」をモットーに超精密・超微細・超平滑加工技術の研究開発とそのための機械、工具、測定技術の応用研究を行っています。特に仕上げ加工に用いられる研磨工程における除去量の安定性や、光学素子加工に適用するハイブリッド加工プロセスの研究を行っており、超精密光学素子および金型の製造への応用技術開発に取り組んでいます。また、微細構造をもつ金型の研磨法や、軟質金属ミラーの超精密研磨の研究も行っています。

以下に当研究室の主な研究テーマを示します。

①非球面光学素子の高精度・高品位加工法の基礎研究

超精密・超微細光学素子の加工に対する要求は年々厳しくなり、現在、ナノメートルレベルの表面平滑性とサブミクロンから数十ナノメートルまでの形状・寸法精度の達成、さらには加工変質層の低減が要求されており、これらを両立できる超精密加工技術が不可欠となっています。本研究は光学素子の加工法として、すでに技術が確立した超精密鏡面研削法、超精密ダイヤ

モンド切削法や超精密研磨法などの超精密加工プロセスをハイブリッド化することで、それらの相乗効果を見だし、加工プロセス全体を最適化することによって光学素子の高効率・高精度・高品位加工法の確立や実用性の向上を目指しています。

②自転/公転型研磨法による修正研磨の研究

研磨加工における最大の問題点は研磨過程における研磨レートの均一性と安定性です。本研究では小径回転ツールによる非球面や非対称自由曲面をもつ光学部品の安定的な研磨やコンピュータ制御による修正研磨の新しい手法として自転/公転型研磨法を提案しました。

本研磨法は小径パイプ状研磨ツールを用いて、その軸線周りに回転する自転運動を行います。また、ツール軸は、ワークの法線に対して少し傾いていて、ツールの端面とワークの接触面の中心を通る軸周りに公転運動を同時に行います。このような構造とすることによって、研磨加工中にワークとの接触領域内のツールの走行軌跡の方向を連続的に変化させて、研磨軌跡の等方性と、軌跡密度の均一性を高めようとなります。また、加工中の工作物とツールの接触領域内の研磨除去量が均一になり、研磨能率も良好かつ安定化することが期待できます。

さらに、研磨ツールが時間と共に摩耗した場合でも、自転軸方向に一定圧力でツールを押し付けておけば、接触面積が一定に保たれ、研磨条件の安定化が期待できます。実験結果から、研磨ツールの形状に関係した半球形状の研磨エリアが安定して得られており、コンピュータ制御による高精度研磨に適用可能であることがわかりました。また、シミュレーション結果と実験データの一致性も確認できました。

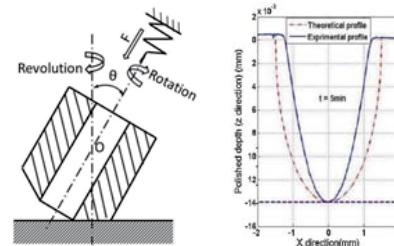


図1 自転/公転研磨法の原理 図2 研磨断面の実測/解析結果

③低周波振動援用研磨法の研究

近年、 μ -TASの金型をはじめ、高機能光学素子の表面に微細構造をもつ設計が多くみられるようになってきました。これらの金型の研磨においては、微細な3次元構造の表面を安定的に研磨する手法が求められています。本研究は、低周波振動援用研磨法による微細形状をもつ金型加工の研究を行っています。本研究では研磨サンプルに数百Hzの周波数で平面の二方向に低周波振動させることをし、微細構造をもつ加工対象に小径研磨ツールを走査することで、複雑形状金型の高精度研磨が可能となっています。

④硬脆材料の高効率研磨法の基礎研究

当研究室のもう一つの研究テーマは半導体材料、デバイス基板研磨です。特に、LED基板に使用されているサファイア基板の量産化や次世代パワーデバイス材料として注目されるSiCやGaN基板の基礎検討も行っています。これらの材料は研磨レートが低いため、研磨前に有効的な前加工法の開発が必要となっています。また、表面品位を確保するために、研磨前の加工面の表面粗さやサブ表面ダメージの

低減が必要であり、ハイブリッド加工プロセスの応用に最適な候補材料と考えられます。



図3 超精密非球面加工機 図4 薄板の折り曲げ成形加工解析例

⑤薄板曲げ成形法に関する基礎研究

自動車ボディに使用する薄板の折り曲げ成形の基礎研究としてモデル実験に加え、シミュレーション手法を活用して曲げ成形過程における応力変化やそれに及ぼす成形精度の検討を行っています。また、多関節ロボットに成形ローラーをつけて、金型レス成形加工実験も着手しています。

特徴と強み

形状創成・表面機能・コストを兼ねたトータル加工プロセスの研究

当研究室は超精密研削、超精密ダイヤモンド切削やラッピングなどの方法による超精密・超微細形状創成が可能であり、多数の装置をもっています。また、今までに構築した超精密研磨による高機能表面創成のノウハウより、加工コストを考慮したトータル加工プロセスの研究を行っており、ハイブリッド加工プロセスを提案し、実用化研究を目指しております。

今後の展開

実用化に展開できる先端ものづくり技術の研究開発

ますます国際化が進むものづくり分野において、次世代を担う若手人材の育成や最先端のものづくり技術研究が必要です。当研究室においても超精密加工技術、ハイブリッド加工プロセスの実用を目指し、共同研究や社会人大学院生を募集しています。こうした教育研究活動を通じて日本のものづくり技術を伝承し、さらに、次世代に通用する先端ものづくり技術の創出を目指しています。