

論文審査の結果の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 謝 恵君

本論文は、「Study on elucidation of machining mechanism of ultra-precision magnetic abrasive finishing process using alternating magnetic field (変動磁場を利用した超精密磁気研磨法の加工メカニズム解明に関する研究)」と題し、微細複雑形状部品表面の超精密仕上げを実現するために、変動磁場を利用した超精密磁気研磨法を提案し、加工メカニズム解明について研究したものである。

医療機器、光学機器、バイオ関連など様々な分野で精密部品の微細化への需要が拡大しており、それらの発展に伴い、微細部品の表面にダメージを与えずかつナノレベルに仕上げる精密研磨技術が求められている。この社会的ニーズに応えるため、本論文は、変動磁場を利用した超精密磁気研磨法を提案し、加工特性と加工メカニズム解明及び工業有用性を明らかにしている。

本論文は6章から構成されている。

第1章では、研究の背景と目的について述べている。第2章では、変動磁場を利用した超精密磁気研磨法の加工原理を述べ、従来の平面磁気研磨法との差異について述べている。また、加工メカニズムを解明するため、磁極形状が磁場分布に及ぼす影響を調べ、磁性粒子が変動磁場中に受けた磁力を実測と理論解析を行い、その詳細について述べている。

第3章では、本加工法の加工メカニズムを解明するため、加工範囲における磁束密度の分布と研磨圧力を測定し、磁性粒子クラスターの挙動観察を行った。また、変動磁場と静磁様場を利用した場合の磁場分布と磁性粒子が受ける加工力（磁力）を測定し、加工特性の違いを明らかにしている。さらに、本加工法をアルミニウム合金板の表面仕上げに応用し、15分間研磨実験の結果、工作物の表面粗さが加工前の318nmRaから3nmRaまでに改善され、高能率・高精度な加工が実現できることを明らかにしている。

第4章では、本加工法の加工メカニズムを解明するため、交流電流の波形が磁場に対する影響を調べ、研磨圧力及び加工特性に及ぼす影響を検討した。最初に、正弦波電流と方形波電流を用いた場合に、それぞれ加工部の磁場分布を調べ、磁性粒子クラスターの挙動観察を行い、比較実験を行った。また、パルス電流を利用した場合、電流波形デューティ比が磁場分布への影響及び加工特性に及ぼす影響を調べた。その結果、平均粒径75 μ mの磁性粒子、及びデューティ比80%のパルス電流を利用した場合には、高効率・高精度加工が実現できることを明らかにした。

第5章では、変動磁場を利用した超精密磁気研磨法の工業有用性について詳細な研究を展開している。本加工法を微細複雑形状部品の表面仕上げへ適用し、微細溝のエッジ部のバリ

取り、溝の表面仕上げが実現可能であることを明らかにし、本加工法の工業有用性を実証している。

第6章では、本論文で得た成果を総括して述べている。

本論文については、令和3年2月9日に、審査委員全員および関連分野の研究者出席のもとで公聴会が開催され、研究成果の発表と質疑応答が行われた。公聴会終了後に、学位審査委員会を開催し、本論文の内容について詳細に審査した。その結果、変動磁場を利用した超精密磁気研磨法が提案され、その加工特性と加工メカニズムが明らかにされていること、さらに工業有用性についても示されていることが確認された。本論文は学術的にも工業的にも価値があり、研究としての独創性においても優れたものと判断した。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文に値するものと認める。