

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 張 玉龍

本論文は、「Study on the corrective abrasive finishing of workpiece surface using magnetic abrasive finishing process (磁気研磨法による工作物表面の修正研磨に関する研究)」と題し、工作物表面の形状精度を改善するため、磁気研磨法による工作物表面の修正研磨を行う方法の開発について研究したものである。

半導体製造装置用部品、光学部品、バイオテクノロジー関連部品に需要が拡大しており、それらの発展に伴い、工作物表面の面精度の改善と共に形状精度を修正できる新たな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、磁気研磨法による工作物表面の修正研磨法を提案し、加工特性と加工機構及び工業有用性を明らかにしている。

本論文は7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、提案した「磁気研磨法による工作物表面の修正研磨法」とその加工原理、及び従来の平面磁気研磨法との差異について述べている。本研究で提案した新しい研磨法は、まず、工作物の初期表面のプロファイルのデータベースを作成し、工作物の初期表面プロファイルに応じて加工区間を細かく分割し、各部分の加工条件を計算することによって見出し、修正研磨の実現方法について述べている。

第3章では、本加工法の実現可能性を検証するために、研磨装置を設計製作するとともに、この装置を用いた実験方法について述べている。また、磁極の形状、寸法を選定するため、磁場解析ソフトウェアを利用し、磁極周りの磁場分布の解析方法及び実測方法について述べている。さらに、加工メカニズムを解明するため、磁気ブラシによる加工中の加工圧力を測定できる圧力測定装置を設計製作した。

第4章では、「磁気研磨法による工作物表面の修正研磨法」の実現可能性を検証するため、直径23mmの磁極を用いてSUS304ステンレス鋼板の修正研磨実験を行った。「磁気研磨法による工作物表面の修正研磨法」の実現可能性と有効性を検証するために、詳細な研磨実験を行った。実験の結果、本加工法により工作物表面の形状修正が可能であることを示した。

第5章では、提案した修正研磨法の修正精度を向上させるために、直径1mmの磁極を設計製作した。次に、「Magnet7」の磁場解析ソフトを利用して、磁極先端の磁場分布の解析を行った。A5052アルミニウム合金板を用い、従来の磁気ブラシ利用法と本加工法を利用し、それぞれの研磨実験を行った。実験の結果、本加工法の実現可能

性と工業的な有用性を明らかにした。

第6章では、本加工法の工業的な応用性について研究内容を展開し、広い表面に対して修正研磨実験を行った。まず、様々な加工経路を設計し、プログラム編成して異なる実験条件で詳細な修正研磨実験を行った。その結果、最適な加工条件が存在しており、長さ30mm、幅10mmの加工範囲に対して、修正研磨の効果が明確であり、面精度を改善するとともに形状精度も改善できることを明らかにした。

第7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4年2月7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、「磁気研磨法による工作物表面の修正研磨法」が提案され、その実現可能性と修正研磨の効果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。