

## 審査結果の要旨

論文提出者氏名 吉田 龍一

本論文は「圧電素子を用いた小型駆動機構に関する研究」と題し、圧電素子の有する高速応答性を利用し、小型、高精度の駆動機構の開発に取り組んだ研究の成果を纏めたものである。本論文は、全12章から構成されている。

第1章は序論であり、現在まで研究されている様々な圧電素子を用いた駆動機構の特徴や課題を述べた後、本研究で開発した駆動機構の特徴について述べ、インパクト駆動機構 (IDM) と比較して、滑らかな動きを得られることから、スムーズインパクト駆動機構 (SIDM) と名付けている。

第2章では、圧電素子を固定する形式のSIDMについての試作、評価について述べている。駆動周波数を高くしていくと、これまで明らかにされていなかった動作形態を示すことを理論的に導き、実験により確認している。そして移動の高速化に必要な条件を明らかにしている。

第3章では、SIDMの運動方程式において、圧電素子に働く摩擦項を粘性項に近似して線形化し、圧電素子の電圧と変位の伝達関数を導き、その逆関数を考察することにより、駆動周波数が系の共振周波数の0.7~0.8倍で、矩形波形の電圧を印加するという実用化に適した駆動条件を見出した。

第4章では、数値シミュレーションにより線形近似を行わない運動方程式の解析を進め、第3章で得られた指針の有効性の検証と、より詳細な最適駆動条件の探索を行っている。

第5章では、ストローク内での速度変化について検討している。駆動摩擦部材の弾性が移動体の運動に与える影響を定量化し、駆動摩擦部材に要求される条件を明らかにしている。

第6章では、素子も移動する形式のSIDMを試作し、第3章、第4章で明らかにした最適な駆動電圧波形をこの形式についても適用できることを、確認している。また、位置センサーを付加した閉ループ系を構成し、SIDMが高精度位置決め機構のアクチュエータとして優れた特性を有することを実証している。

第7章では、縦歪み型およびねじり歪み型の圧電素子を用いた回転型SIDMの試作を行い、SIDMが回転型の駆動機構としても利用できることを明らかにしている。

第8章では、SIDMの小型化の取り組みについて述べている。 $\phi 2 \times 5.5 \text{mm}$ の大きさのものを試作し、駆動周波数300kHzで12mm/sを得ている。

第9章では、カメラ付き携帯電話への搭載を目的とした実用化への展開について述べている。SIDMをレンズの位置きめに用いた小型ズームカメラを試作し、温度変化に対する駆動周波数設定手法など、実用化における重要な指針を明らかにしている。

第10章では、実用化には必須となる電気回路の低消費電力化について述べている。SIDMの最適な駆動条件を満たす回路として、FETを用いたHブリッジ回路を新たに開発し、低消費電力化を実現している。

第11章では、SIDMのさらなる高速化についての検討を行っている。2次の成分を重畳した正弦波形を基本とする電圧波形を用いることにより、矩形波駆動に比べ高速化と発熱の低減が可能であることを明らかにしている。

第12章は本論文の結言であり、本研究で得られた成果についての総括を行い、さらに今後の展望について述べている。

このように本論文の研究では、圧電素子を用いた小型駆動機構の新たな方式であるSIDMの提案を行い、その有効性を解析と多数の試作による実験により明らかにするとともに、実用化に役立つ多くの知見と設計指針を示しており、精密機械工学及び精密機械工業の発展に極めて大きく貢献するものといえる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。