

氏名	廣岡 大祐
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第4552号
学位授与の日付	平成24年 3月23日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	圧電素子による微粒子励振型空気流量制御デバイスの開発
論文審査委員	教授 鈴森康一 教授 則次俊郎 教授 五福明夫 准教授 神田岳文

学位論文内容の要旨

従来、空気圧シリンダは、動作端点での衝撃が問題となることがある。この問題の解決策として、スピードコントローラを用いたメータアウト/メータイン駆動を行うなどの方法がある。小型のスピードコントローラはシリンダに取り付けて使用することができ、シリンダの近くで流量を制御できるという利点がある。一方で、これらの速度制御弁は手動のものが多く、シリンダ駆動時に連続して流量を調整することができない。

本研究では、流路に封入した微粒子を用いて空気管路を流れる空気流量を制御する小型で軽量の新しい原理の流量制御弁の開発を行った。提案する流量制御弁は、弁の開閉を流体による圧力と、外部からの励振によって行うことで位置決め機構等を必要とせず、極めて単純で安価に構成することができる。微粒子の励振には圧電素子を用いており、制御流体と駆動用の圧電素子を完全に分離することが可能で、全体の体積に対して流路部分を広く取ることができる。また、圧電素子の共振を使用することで、高圧化での駆動が可能であり、高応答性も見込まれる。

本研究では、流量制御弁の設計手法を確立した。制御弁は、空気圧シリンダへ直接取り付けやすい構造となっており、直径10mm、高さ8mm、質量は2.5gで、0.7MPaの空圧印加時に最大流量60l/minの制御弁の製作に成功した。制御弁の応答性は30mSであり、ヒステリシス特性も10%以内であった。

さらに、オリフィス径と配置条件を変更し、圧電素子への印加電圧を制御することで、段階的な流量調整に成功した。そして、オリフィス条件を最適化することで、印加電圧と駆動周波数の制御により連続的な流量調整を実現した。

本研究で開発した流量制御弁は一般的な流量制御弁と比較し、制御流量/質量で約5倍の特性を実現した。このように、本研究は、これまでにない新しい流量制御デバイスを提案し、その設計、制御法を具体的に示すとともに、その特性を理論と実験の両面から明らかにしたものである。この結果より、応答性と小衝撃に優れた実用的な新しい空圧シリンダ制御を可能にするものである。

論文審査結果の要旨

従来、空気圧シリンダでは、動作端点での衝撃を和らげるためにスピードコントローラによるメータアウト/メータイン駆動が行われてきた。しかし、従来のスピードコントローラは固定絞りをもち、高応答性と小衝撃の両方を実現するのは難しかった。一方、流量制御弁を用いると、制御系が高価で大型になり、またシリンダの近くに配置できないので制御性に問題があった。

本研究では、流路に封入した微粒子を用いて空気管路を流れる空気流量を制御する小型で軽量の新しい原理の流量制御弁を開発した。提案する流量制御弁は、弁の開閉を流体による圧力と外部からの励振によって行うことで、極めて単純で安価に構成できる。微粒子の励振には圧電素子を用いており、制御流体と駆動用の圧電素子を完全に分離することが可能で、全体の体積に対して流路部分を広く取ることができる。また、圧電素子の共振を使用することで、高圧での駆動が可能である。

本研究では、流量制御弁の設計手法を確立した。制御弁は、空気圧シリンダへ直接取り付けやすい構造となっており、直径 10mm、高さ 8mm、質量は 2.5g で、0.7MPa 印加時に最大流量 60l/min の制御弁の製作に成功した。制御弁の応答性は 30mS であり、ヒステリシス特性も 10%以内であった。

さらに、オリフィス径と配置条件を変更することで、圧電素子への印加電圧の制御により段階的な流量調整に成功した。また、オリフィス条件を最適化することで、印加電圧と駆動周波数の制御により連続的な流量調整を実現した。

本研究で開発した流量制御弁は一般的な流量制御弁と比較し、制御流量/質量比で約 5 倍の特性を持つ。このように、本研究は、これまでにない新しい流量制御デバイスを提案し、その設計、制御法を具体的に示すとともに、その特性を理論と実験の両面から明らかにしたものである。この成果は、高応答性と小衝撃の特性を持つ実用的な新しい空圧シリンダ制御を可能にするものである。

本学位審査委員会は、学位論文の内容ならびに参考論文等を総合的に判断し、博士(工学)の学位に値するものと判断する。