

氏 名 単 万 里

授与した学位 博 士

専攻分野の名称 工 学

学位授与番号 博乙第4376号

学位授与の日付 平成24年 3月23日

学位授与の要件 博士の学位論文提出者

(学位規則第5条第2項該当)

学位論文の題目 球面ステッピングモータを応用した攪拌器とホロノミック移動台車に関する研究

論文審査委員 教授 五福明夫

教授 則次俊郎

教授 鈴森康一

### 学位論文内容の要旨

本研究では、球殻に多数の永久磁石を配置した回転子を、電磁石の励磁を制御することにより作り出される回転磁界により回転させる球面ステッピングモータの応用性について検討した。

まず、球面モータの研究動向についてサーベイして技術動向を把握し、球面モータの主なタイプを、牽引型、電磁型、および、超音波型の3種類に分類して、それぞれの技術開発状況をまとめた。また、本研究で応用を検討する球面ステッピングモータとして、球殻の内側表面に多数の永久磁石を配置してこれを電磁石の励磁制御によって回転させるものを取り上げ、その構造、操作原理、電磁石励磁の制御回路、及び、球面ステッピングモータ設計のためのシミュレータについて述べた。

この球面ステッピングモータの構造上の特徴は、回転子が中空であることである。そこでまず球面ステッピングモータの応用として、様々な方向への回転による攪拌器を考え試作機を作成した。試作機では、回転子は二重球殻とし、内側球殻の内部に混合液を封入する構造とした。そして、短い時間で回転方向を様々な方向に変化させながら液体を攪拌する攪拌方法の攪拌能力を実験的に検討した。その結果、水平軸周りに回転させる攪拌性能が最大の場合に近い攪拌性能が得られることが明らかになった。この結果から様々な方向に回転させることにより、重力の影響を緩和した攪拌が可能と考えられ、球面モータの攪拌器への応用性が示された。

また、ホロノミックな移動台車への応用を考え、球面ステッピングモータを駆動輪とし、キャスターをその周りに4つ配置した移動台車の試作機を製作した。球面モータでは一般に減速機がなく駆動トルクを制御することができない問題の解決を図るため、球面モータの回転軸を制御することにより移動台車の駆動トルクを増大させる方法を提案し、その有効性を実験的に評価した。この結果、走行路面の状況にも依存するが、回転軸を水平方向に対して数十度傾けることにより、駆動トルクが1.5倍程度までは増大できる結果を得た。また、走行路面と回転子との摩擦力と駆動トルクを増大率との関係を考察した。これらの結果から、ホロノミックな移動台車への応用性を示した。

本研究で対象とした球面ステッピングモータでは、オープンループの制御を行っているため、外力により回転が停止した場合には回転を継続することができない。回転子の姿勢を計測して回転制御をクローズドループで行うための、回転子の姿勢計測装置の開発が、応用性を一段と高めるためには必要である。

## 論文審査結果の要旨

学位論文では、球殻に多数の永久磁石を配置した回転子を、電磁石の励磁を制御することにより作り出される回転磁界により回転させる球面ステッピングモータの応用性についての検討結果が論じられている。そこでは、球面ステッピングモータの応用として、2つの重要な成果を論じている。まず、対象とする球面ステッピングモータの構造上の特徴として回転子が中空であることに着目して、回転子を二重球殻とした攪拌器を考案し試作機を製作している。そして、攪拌実験に基づき、様々な方向に回転させることにより重力の影響を緩和した攪拌が可能であることを示している。また、ホロノミックな移動台車への応用を考え、球面ステッピングモータを駆動輪とした移動台車の試作機を製作している。球面モータでは一般に減速機がなく駆動トルクを制御することができない問題を解決するため、球面モータの回転軸の水平方向に対する傾きを制御することにより移動台車の駆動トルクを増大させる方法を提案し、理論解析を行っている。その有効性を実験的に評価した結果、走行路面の状況にも依存するが、回転軸を水平方向に対して数十度傾けることにより、駆動トルクが1.5倍程度までは増大できる結果を得ている。これらの成果は学術的に意義があり、また、技術的にも価値のあるものと評価される。

学位論文に基づいた公聴会を2月13日に実施したところ、発表内容および質疑応答の点からも学位授与に値する研究内容であると判断された。

以上の審査結果により、本学位論文は学位授与に値すると判断する。