

学位論文の審査結果の要旨

本学位論文は、オイルパーム用カッター開発を通じたオイルパーム収穫への工学的アプローチに関する研究である。

第1章では、世界で最も消費されている油であるオイルパームと、オイルパーム用カッターの電動化の重要性について述べ、本論文の目的を述べている。

第2章では、オイルパームカッター用リニア同期モータに求められる性能を明らかにし、推力を200 N以上、重量を2 kg以下と定めた。また、推力を投入電力と体積で正規化した推力定数2乗密度 G (N^2/Wm^3)を導入し、グローバルな視点からリニア同期モータの性能を評価する指標を提示した。

第3章では、磁石を用いないリニア同期モータであるSRCLSMによる性能実現を検討した。磁石を使うPMCLSMは高い推力を達成可能であることは良く知られているが、世界的にも希少元素を必要とする磁石を用いないモータの開発が求められており、その可能性を検討したことは高く評価できる。有限要素法による設計と実測による検証の結果、今回の試作より一桁以上の精密加工技術があれば、性能を満足するSRCLSMの製作が可能であることを明らかにした。特筆すべき点は、市販されている200程度のリニア同期モータと今回設計したモータとの推力定数2乗密度 G の比較結果である。この値はモータ体積と共に一次関数的に増加し、今回対象のモータ体積では市販されている中ではPMCLSMが上限値を決めていた。今回設計したSRCLSMはそれと同等の値を実現し、学術的にも磁石を使わないモータの可能性に一石を投じる結果を提示した。

第4章では、PMCLSMによる性能実現性を検討した。推力を向上する先行研究例の一つとして、推力発生部の磁束密度を高める磁石配列法が検討されている。近年研究が盛んなハルバッハ磁石配列を基本とし、様々な配列法に対して性能を比較した。その中から最も良い配列法をベースに、PMCLSMの詳細設計を行った。実測による検証の結果、有限要素法による解析結果の妥当性が得られた。常時連続動作による導線の発熱・断線を避ける程度の投入電流（電力）では、設計した2kg以下のPMCLSMでは200 Nの推力にわずかながら届かなかった。通常、オイルパーム収穫への利用の際は1分以下の瞬間欠動作で済む。つまり、200 N以上の推力を発生する投入電流の供給を行う事で、設計したPMCLSMは十分目標を達成できると結論付けた。推力定数2乗密度 G は同程度のモータ体積を有するPMCLSMと比較し一桁大きな値を達成した。

第5章では、本論文を統括するとともに、今後の課題としてオイルパーム用カッターを駆動するためのドライバやセンサについて述べている。

申請学位論文は、主に申請者を筆頭著者とする審査付原著論文1件と査読付き国際会議論文3編に基づいてまとめられており、学術的に十分高い評価を得ている。オイルパーム収穫は申請者の母国マレーシアで国家的なプロジェクトと位置付けられている重要なテーマであり、工学的アプローチは我が国の農業分野への寄与に対しても大いに期待できる。本論文は博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと審査委員全員一致で判断した。

公表主要論文名

- ・ F. Azhar, H. Wakiwaka, K. Tashiro, H. Yajima, T. Kanazawa and N. Fujiwara, "Performance evaluation and comparison of switched reluctance cylindrical linear motor", Journal of the Japan Society of Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol. 22, No. 2, pp. 158-163, 2014.
- ・ F. Azhar, M. Norhisam, H. Wakiwaka, K. Tashiro, M. Nirei, "Structure optimization of a 6 slot 8 pole permanent magnet linear motor", The 7th IET international conference on Power Electronics, Machines and Drives, PEMD 2014, Manchester, UK, (8 - 10 April 2014), pp. 0039 2014. ISBN: 978-1-84919-815-8.
- ・ F. Azhar, M. Norhisam, H. Wakiwaka, K. Tashiro, M. Nirei, "Initial progress and possible improvement of E-Cutter linear actuator development", 2012 IEEE International Conference on Power and Energy(PECon 2012), Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia, (2-5 December 2012), pp. 940-945, 2012.
- ・ F. Azhar, M. Norhisam, H. Wakiwaka, K. Tashiro, M. Nirei, "Evaluation of various permanent magnet arrangements on linear actuator", Asia-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics 2012, APSAEM2012, Ho Chi Minh City, Vietnam, (25 - 27 July 2012), pp. 50 - 55, 2012.