

氏名 (本籍)	程 吉 (中華人民共和国)
学位の種類	博士 (工学)
学位記号番号	甲第 125 号
学位授与年月日	平成 12 年 3 月 24 日
専攻	電子情報システム工学専攻
学位論文題目	スイッチドリラクタンスモータの駆動回路に関する研究 (A Study of Switched Reluctance Motor Drives)
学位論文審査委員	(主査) 教授 渡 邊 貞 司 (副査) 教授 阪 上 幸 男 教授 野々村 修 一 助教授 王 道 洪 教授 吉 田 昌 春

論文内容の要旨

構造的に簡単かつ堅牢であるスイッチドリラクタンスモータ(SR モータ)は低コスト、高効率の可能性があるため、電気自動車などへの適用について盛んに検討が行われている。本研究は SR モータの駆動回路を開発することを目的とした。SR モータの従来駆動回路では電流の立ち下がりが遅く、トルクを有効に引き出すための電流の制御が比較的困難であった。また従来駆動回路のスイッチングはハードスイッチング方式であり、スイッチング損失が多いなどの問題もある。このような問題を解決するため本研究では四種類の駆動回路を提案し、シミュレーションと実験より、これらの駆動回路の有効性を確かめた。

提案回路 1 (共振形駆動回路) では、巻線とコンデンサを共振させることにより、ソフトスイッチングを行うようにしている。また、共振コンデンサの電圧を電源電圧に加え合わせることで、電流の立ち上がり速度を増加し、また補助回路の分流で電流の立ち下がりを短縮し、有効トルクの大幅な増加が可能になった。提案回路を用いてシミュレーション及び実験を行った。その結果、提案回路 1 は従来回路にくらべて有効トルクが 2.5 倍程度に増加し、効率が数パーセント改善されることが明らかになった。

提案回路 2 (スイッチング素子の少ない駆動回路) では、ソフトスイッチングを利用している。またコンデンサの逆充電を利用することにより電流 tail を速く切れるので、負トルクを低減することが可能になった。提案回路を用いてシミュレーション及び実験を行い、提案回路 2 は従来回路より出力が 10%(平均)程度以上、効率が数パーセント増加することが明らかになった。

提案回路 3 (補助回路にサイリスタを用いた駆動回路) では、ソフトスイッチン

グを用いると共に、補助回路にサイリスタを利用しているためスイッチング損失が提案回路 2 よりも少ない。また、コンデンサの充電を利用して電流 tail を速く切っているため負トルクの発生が抑えられている。シミュレーション及び実験により、提案回路 3 は従来回路より出力が 17%程度、効率が 2.2 パーセント増加し、損失が 10%程度減少することが明かになった。

提案回路 4 (構成及び制御が簡単なソフトスイッチング駆動回路) では回路の大幅な単純化により、従来回路より半分程度のスイッチング素子でソフトスイッチングを行うことができる。また、ソフトスイッチングの制御が簡単でコンデンサの共振を利用し電流の立ち下がり短縮しているため、負トルクの発生を抑えることが可能になった。シミュレーション及び実験により、提案回路 4 は従来回路より出力が 7%程度、効率が 2 パーセント増加することが明かになった。

論文審査結果の要旨

本論文は、スイッチドリラクタンスモータの駆動回路に関する研究成果をまとめたものである。トルクを有効に引き出し、スイッチング損失を小さくし、制御を簡単にするため、ソフトスイッチングを用いたいくつかの駆動回路を提案し、シミュレーションと実験より、提案回路の有効性を確かめている。得られた成果は以下のように要約される。

(1) 提案回路 1 (共振形駆動回路) では、巻線とコンデンサを共振させることにより、ソフトスイッチングを行うようにしている。また、共振コンデンサの電圧を電源電圧に加え合わせることで、電流の立ち上がり速度を増加し、また補助回路に分流させることで電流の立ち下がり短縮し、有効トルクの大幅な増加が可能になった。提案回路を用いてシミュレーション及び実験を行った。その結果、提案回路 1 は従来回路にくらべて有効トルクが 2.5 倍程度に増加し、効率が数パーセント改善されることが明かになった。

(2) 提案回路 2 (スイッチング素子の少ない駆動回路) では、ソフトスイッチングを利用している。またコンデンサの逆充電を利用することにより電流 tail を速く切ることができるので、負トルクを低減することが可能になった。提案回路を用いてシミュレーション及び実験を行い、提案回路 2 は従来回路より出力が 10%(平均)程度以上、効率が数パーセント増加することが明かになった。

(3) 提案回路 3 (補助回路にサイリスタを用いた駆動回路) では、ソフトスイッチングを用いると共に、補助回路にサイリスタを利用しているためスイッチング損失が提案回路 2 よりも少ない。また、コンデンサの充電を利用して電流 tail を速く切っているため負トルクの発生が抑えられている。シミュレーション及び実験により、提案回路 3 は従来回路より出力が 17%程度、効率が 2.2 パーセント増加し、損失が 10%程度減少することが明かになった。

(4) 提案回路 4 (構成及び制御が簡単なソフトスイッチング駆動回路) では回路の大幅な単純化により、従来回路より半分程度のスイッチング素子でソフトスイッチングを行うことができる。また、ソフトスイッチングの制御が簡単でコンデンサの共振を利用し電流の立ち下がりを短縮しているため、負トルクの発生を抑えることが可能になった。シミュレーション及び実験により、提案回路 4 は従来回路より出力が 7% 程度、効率が 2 パーセント増加することが明かになった。

以上の成果は、すでに日本電気学会論文誌 1 報、IEEE 電気学会論文誌 1 報、IEEE 国際学会 5 報にわたり報告されている。従って、申請者の博士研究成果として十分評価できるものと判定する。

最終試験結果の要旨

公聴会後に、学位論文に関連する口頭試問を行い、これを最終試験に代え、合格と判定した。