



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	電動圧縮機向け永久磁石同期モータ駆動システムにおける高効率駆動制御に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	鈴木, 尚礼
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15089号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85613
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Takahiro_SUZUKI_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 鈴木 尚礼

審査担当者 主査教授 小笠原 悟司
副査教授 五十嵐 一
副査教授 北 裕幸
副査教授 竹本 真紹 (岡山大学・自然科学研究科)

学位論文題名

電動圧縮機向け永久磁石同期モータ駆動システムにおける高効率駆動制御に関する研究
(Study on High-Efficiency Drive Control Technology of Permanent Magnet Synchronous Motor
Drive System for Electric Compressors)

近年、脱炭素社会の実現に向けた各方面での取り組みが活発化している。1997年に定められた京都議定書に代わり、2015年にパリ協定が合意され、その後も継続的に会議が開催されて議論されている。日本においては、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことが宣言された。併せて策定されたグリーン成長戦略の複数分野において、電動化がキーワードとして多数あることから、モータ駆動制御に関してより重要性が高まっている。

本研究の対象は、冷凍空調機器で用いられる冷媒用圧縮機や、産業機器で広く使われている空気圧縮機等、電動機を動力源とする容積型圧縮機の駆動制御とし、これまで以上に広い速度範囲や広い容量においての高効率化に加え、低振動、低騒音、高応答といった様々な観点も同時に満たすことができるモータ駆動制御に関する研究である。

本研究の目的の一つは、ゼロ速を含む極低速から位置検出が可能な位置センサレス制御を適用し、省エネに貢献する起動方式を実現することである。永久磁石同期モータの性能を最大限に活用するためには回転角度位置情報が必要不可欠であるが、電動圧縮機は構造や使用環境的に回転角度位置センサの取り付けが難しく、回転角度位置の推定が必須となる。また、これらの機器は位置依存性の高い周期的な負荷特性を有するため、振動や騒音の要因となる。そこで、第3章では、共に高調波重畳を必要としない方式である2つの位置センサレス制御を組合せ、全速度域において磁極位置が得られるようにすることで必要最小限の電流値での起動を実現する起動法を提案した。さらに、周期的に変動する負荷特性を有するアプリケーションへ提案起動法を適用する際に問題となり得る、制御方式の切替タイミングについても検討を行い、位置センサレス制御方式切替に最適なタイミングをシンプルな構成かつ効果的に実現する方法を提案した。そして、提案方法の有効性を実験により明らかにした。

二つ目の目的として、第4章では、広い速度範囲で低振動化と高効率を両立させる駆動制御を実現することを掲げ、電気的および機械的な制限の中で、バランスを取るインバータ駆動制御を検討し、省エネ効果の実証を踏まえて本研究の有効性を示した。

さらに、第5章では、容積型圧縮機向け電動機駆動システムの高効率化のため、回転モータに加え、共振バネを付加したりニアモータ向けの駆動制御についても研究を行った。印可電圧と可動子位置

の位相差を計算する新しい共振周波数推定制御を構築した。実機検証により、駆動条件が変わっても提案制御は動的に共振周波数に追従できることを明らかにした。

これを要するに、本論文は、電動機を動力源とする容積型圧縮機の駆動制御において、これまで以上に広い速度範囲や広い容量においての高効率化に加え低振動、低騒音、高応答といった様々な観点も同時に満たすことができるモータ駆動制御法を提案し、実機試験により、その提案法の有効性を実証することで新しい知見を得たものであり、電気工学ならびに電気機器分野に対して貢献するところ大なるものがある。よって、著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。