

Title	超電導エネルギー貯蔵の有効・無効電力同時制御に関する研究
Author(s)	伊瀬, 敏史
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/2781
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名・(本籍)	伊 瀬 敏 史
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7 2 6 2 号
学位授与の日付	昭 和 61 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 電気工学専攻 学位規則第5条第1項
学位論文題目	超電導エネルギー貯蔵の有効・無効電力同時制御に関する研究 (主査)
論文審査委員	教 授 鈴木 胖 教 授 藤井 克彦 教 授 山中千代衛 教 授 平木 昭夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は超電導エネルギー貯蔵 (Superconducting Magnet Energy Storage, SMES) の有効・無効電力制御に関する研究の成果をまとめたものである。

SME S は電気エネルギーを超電導コイルの永久電流による磁界エネルギーの形で直接貯蔵するためエネルギーの貯蔵と放出にエネルギー形態の変換をとまなわない。したがって、エネルギー変換における損失がなく貯蔵効率が高いことに着目して、電力システムの負荷率の向上などの経済運用を目的とする電力貯蔵に応用することができる。また、エネルギーの充放電においては超電導コイルの直流と電力システムの交流電力との変換にサイリスタ変換装置が適用される。サイリスタ変換装置による充放電電力の速応制御を活用すれば、系統安定化装置としての用途も開かれると期待されている。

本論文ではこのようなSME S のエネルギー充放電にともなう電力制御に関連して、制御系の構成について総合的な検討を加えるとともに、電力変換回路および制御回路の設計指針および特性について詳細な考察を行っている。また電力制御方式として有効・無効電力同時制御 (P-Q同時制御) を提案して直接デジタル制御方式による制御系の設計手法を導いている。

これらの考察にもとづいて、実際に自励式および他励式サイリスタ電力変換装置とデジタル制御装置からなる制御システムを開発し、遅れより進みの広い範囲の力率にわたって有効・無効電力が同時に速応制御され、高い電力変換効率を得られることを実験的に確認している。本論文の内容は以下のとおりである。

第1章緒論では、SME S の基本的な特性と用途、従来の研究について概観したうえで、本研究の位置づけを行い研究の意義を述べている。

第2章では、SMESの有効・無効電力同時制御のための制御システムの構成について述べている。本システムが直接デジタル制御部、運転モード制御部および電力変換回路によって基本的に構成されることを示し、それらの動作について説明を加えている。

第3章では、SMESのP-Q同時制御系をフィードバック系として構成する手法を導いている。直接デジタル制御の制御対象としての超電導マグネットおよび電力変換装置のモデル化と補償演算の形式および最適パラメータの設定を基本とするものである。制御特性をシミュレーションにより確認し、超電導工学実験センターで開発した0.5 MJの超電導マグネットのSMES制御システムに適用して優れた制御特性が得られている。

第4章では、GTOサイリスタによる自励式電力変換装置の構成と特性について述べている。転流にともなうエネルギーの回生に独自の工夫を加え92%以上の高い変換効率を得ている。回路設計においてはGTO素子の動特性を考慮した回路動作のシミュレーションにより回路パラメータの最適値を求めている。

第5章では、GTOサイリスタ変換装置によるP-Q同時制御の特性が時定数30 msecの一次遅れ系で表現できることを実験的に求めている。さらに、総合的な電力制御実験により電力システムの安定化のために十分な速応性と精度で有効電力および進み・遅れ無効電力の制御が行われていることを明らかにしている。

第6章の結論で本論文を総括している。

論文の審査結果の要旨

本論文は超電導エネルギー貯蔵(SMES)の基本的な機能である貯蔵エネルギーの充放電にともなう有効・無効電力制御について、制御方式と電力変換回路の構成法を導き、実験的にその特性を確かめている。成果を要約すると以下ようになる。

- (1) SMESの電力制御のために、電力変換装置の直接デジタル制御方式を提案し、この基本方針にもとづいて計算機シミュレーションを援用して制御装置を開発し、高速応性で高精度の制御動作が得られることを明らかにしている。
- (2) GTOサイリスタによる自励式電力変換装置を初めてSMESの電力制御に適用し、高い変換効率で、遅れより進み力率の広い範囲にわたって有効・無効電力の同時制御が可能であることを実験的に明らかにしている。そのために新しい回路方式を考察するとともに、計算機シミュレーションを援用する回路の設計手法を導いている。
- (3) 電力制御特性の速応性と高精度が得られたことにより、SMESが系統安定化装置としての機能も果たし得ることを明らかにしている。

以上のように本論文は制御系の基本構成より回路の詳細な設計にわたって綿密な考察を行い、計算機を援用して設計の指針を導出したうえ、新方式の電力変換装置を開発し特性を確認している。広範囲に

わたる有効・無効電力の高効率・高精度・高速応制御の可能性を明らかにしたことはSMESの電力貯蔵装置としての有用性を高め、系統安定化装置としての用途も開くもので、超電導工学および電力系統工学に貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。