



Title	大容量GT0電力変換装置の低損失化に関する研究
Author(s)	岡山, 秀夫
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42762
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	おか やま ひで お 岡 山 秀 夫
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 5 9 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 12 年 4 月 27 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	大容量 GTO 電力変換装置の低損失化に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 熊谷 貞俊 (副査) 教 授 松浦 茂士 教 授 辻 毅一郎 助教授 伊瀬 敏史

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は大容量の GTO (Gate Turn-Off Thyristor) を用いた電力変換装置の低損失化に関する研究から得られた成果をまとめたものであり、以下の 6 章により構成されている。

第 1 章は緒論で、大容量 GTO 電力変換装置に関して技術動向の把握や適用分野ごとの課題抽出を行いながら本研究の背景を述べ、本論文の意義および目的を示している。

第 2 章では、3 レベル GTO インバータに適用可能な全回生スナバ回路方式について述べている。まず、従来の回路方式との比較検討により提案方式の特長を明確にし、回路動作の解析結果を用いて GTO のスイッチング責務やスナバエネルギー回収量などの諸特性を把握している。最後に 6.0kV、6.0kA の GTO を用いた実験により提案方式の実用化可能性について検証している。

第 3 章では、並列多重化された 3 レベル GTO インバータの循環電流制御方式を提案している。特に、3 レベル GTO インバータが空間電圧ベクトルに基づく 3 レベル PWM (Pulse Width Modulation) 制御方式により駆動される場合に、電動機の電流制御系とは独立に設計できる循環電流制御系を確立し、実験により制御特性を評価した結果について述べている。

第 4 章では、高電圧の GTO バルブに適用可能なゲート電力供給回路方式を確立している。スナバ回路とゲート電力供給回路の一体化を図り、スナバコンデンサの蓄積エネルギーをゲート電力に適用できる回路方式を提案し、供給可能電力の特性を明らかにして提案方式の設計指針を与えている。最後に 6.0kV、6.0kA の GTO を用いた実験により提案方式の実用性を評価している。

第 6 章では、交流スイッチを備えたトランスレス無効電力補償装置を提案している。まず、この直列補償装置の送電システムにおける特性をフェーザ図を用いて解析し、系統との連系用の変圧器の省略と実運転に必要な起動・停止、直流コンデンサの初期充電および運転継続などの機能をサイリスタを用いた交流スイッチの導入によって実現している。最後に、実験により本装置の基本性能を検証している。

第 6 章は結論であり、本研究により得られた成果を総括し、大容量電力変換装置の将来動向についても論じている。

論文審査の結果の要旨

GTOを用いた大容量の電力変換装置は鉄鋼圧延機用電動機制御、送配電系統の安定化制御、潮流制御、電力品質制御、小規模直流送電などの分野で既に実用化が進められているが、扱う電力の大きさの増大とともに、装置の低損失化が強く求められている。そのためにはGTO素子の低オン電圧化、高速スイッチング化などの特性向上とともに素子の利用技術、回路および制御技術により低損失化を図ることも必要である。

本論文では以上のような課題に対し、素子の利用技術、回路および制御技術の観点から研究を行った結果をまとめている。得られた知見を要約すると以下のとおりである。

- (1) 鉄鋼圧延プラントなどに用いられる大容量電動機駆動システムを対象として、変圧器を用いずに高電圧の交流を得るために有効な回路として知られている3レベルGTOインバータに適用可能な全回生スナバ回路方式を確立した。これにより、GTOを安全にスイッチングさせるための保護回路というスナバ回路本来の役割を果たしつつ、全てのスナバエネルギーを直流電源に回生、再利用し、低損失化を図ることが可能となった。定格容量が10MVAのGTOインバータでは、一部がスナバ抵抗で損失となっていた従来のスナバエネルギー回生回路と比較して、1.9%の効率向上が可能となることを明らかにしている。
- (2) 10MVAを超えるような大容量のインバータを構成するためには、3レベルインバータの並列多重化が必要となる。その際に、GTOのスイッチング時間やオン電圧のばらつきにより発生する循環電流は半導体素子のオン損失やスイッチング損失の増大に結びつく。そこで、循環電流の抑制制御方式について検討を行い、電動機の電流制御系とは独立に設計が可能な循環電流制御系を見出した。この制御方式により、循環電流抑制用のリアクトルを従来の約1/10にすることも可能となり、20MVA鉄鋼圧延機駆動システムの実現に貢献している。
- (3) 電力系統で用いられる電力変換装置の高効率化を目的として、直列接続された複数のGTOから構成される高電圧GTOバルブに適用可能なゲート駆動回路のための電力供給回路方式を確立している。これにより、スナバコンデンサの蓄積エネルギーの一部をゲート駆動回路に利用し、低損失化を図るとともに、GTOを駆動するために必要なゲート駆動電力を低電位にある高周波電源から絶縁変圧器を介して得るのではなく、主回路側から得ることが可能となった。
- (4) 電力系統に電力変換装置を接続する場合には通常、系統連系用の変圧器を使用するが、この変圧器の損失を無くするとともに、変圧器の直流偏磁による過電流防止、装置の設置スペースの低減を可能とするような、トランスレス無効電力直列補償装置について検討し、特に、起動・停止、直流コンデンサの初期充電方式、装置の一部故障時の運転継続方式を交流スイッチの導入により確立した。これにより、トランスレス無効電力直列補償装置が系統連系用変圧器、ゲート電力供給用変圧器、直流コンデンサの初期充電用変圧器の省略によって低損失化される可能性を示している。

以上のように、本論文では、大容量GTO電力変換装置の低損失化について、回路の要素技術、装置のシステム技術の両側面から検討を行い、装置の低損失化技術を確立すると同時に、回路の動作原理や解析について詳細に示している。本研究の成果は省エネルギー問題を解決するための一方策を与える同時に、本研究を通して提案された独創的な回路や制御方式の一部は既に実用に供せられている。また、大容量電力変換装置の技術開発の将来動向をも示しており、大容量電力変換装置の技術開発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。