

氏名	コースル モハマド サリム Khosru Mohammad Salim
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	工博第2389号
学位授与の日付	平成16年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科電気工学専攻
学位論文題目	Studies on Rectifier Type Superconducting Fault Current Limiters Using Variable Reactor (可変リアクトルを用いた整流型超伝導限流器に関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 牟田一彌 教授 大澤靖治 助教授 星野勉

論文内容の要旨

本論文は、電力系統において、事故電流を抑制し、系統運用の自由度を増すことのできる機器のである限流器のうち、超伝導整流器型限流器の得失について論じている。また、当該限流器の電流制限素子として用いる直流可変リアクトルの実現方法について考察し、その有効性を論じたものであって、7章からなっている。

第1章は序論であり、研究背景を述べ、限流器の各種方式を紹介・比較し、半導体遮断器と親和性の高い超伝導整流器型限流器を選択した経緯について述べている。研究の出発点となった回路方式は、直流電流源を必要とするが、整流器の直流側に入るため、対地絶縁された電源である必要があった。電力系統で用いる場合は絶縁電源の実現が困難であるため、バイアス電流源を持たない回路方式について、検討している。

第2章では、直流バイアス電流源を持たない場合に、直流インダクタンスの値が大きいと通過(負荷)電流が増加する場合に限流作用が発現し、瞬時電圧降下が起きることを理論的・実験的に確認し、その大きさと限流インダクタンスの関係を明らかにした。この問題を解消するため、インダクタンスの値を電流値によって変化させればよいことを指摘し、そのための方式を考案し紹介した。

第3章では、可飽和リアクトルを用いて可変リアクトルを実現する方法を提案し、100V、10A級小形試験装置を試作し、実験的にも解析的にもその動作を検証・確認した。さらに、設計法を提案すると共に、6.6kV、100A級の配電系統規模の限流器を設計し、適用性を検討した。

第4章では、超伝導無誘導リアクトルを用いて可変リアクトルを実現する方法を提案し、かつ小形試験装置を試作して、実験的にも解析的にもその動作確認を行い、有用性を立証した。提案したのは、一式の混合単相ブリッジの直流リンクに逆並列接続された2つのコイルを接続したもので、もう一方は、夫々のコイルを別のブリッジに接続するものである。四巻線変圧器として製作されたコイルを用いたため、100V、10A級小形試験装置で動作試験し、さらに、それらの成果をもとに6.6kV、1A級の配電系統規模の限流器を設計し、適用性を検討した。

第5章では、概念として提案されている超伝導短絡巻線を持つリアクトルや超伝導磁気遮蔽体を新規に整流型限流器の可変リアクトルとして実現する方式について、小形モデルによる原理動作試験・素子特性を見極める実験や解析を行い、得失を比較した。超伝導短絡巻線を持つリアクトルは、いわゆる変圧器型であり、第4章で試験に用いたのと同じコイルを使用して比較試験を行った。トリガコイルは、常伝導転移するが、電流は急速に減衰し、発熱が抑えられるため、事故除去後に問題なく再開路できることが示された。また、Bi2223バルク円筒を遮蔽体として用いる方式については、遮蔽特性把握試験を行い、PSCAD/EMTDCを用いて計算機模擬実験をし、その結果について論じている。

第6章では、第3章から第5章まで提案された各種方式について、得失を論じ、その結果、現時点では、超伝導無誘導可変リアクトルを用いた整流型限流器が最も有望であるとの結論を導き出している。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、電力系統の運用の自由度を上げるためにその開発が期待されている限流器に関して、多くの研究者によって提案されている各種方式の中で半導体遮断器と親和性の高い超伝導整流器型限流器に注目し、これらの方式には負荷電力の追従性に問題点があることを指摘した上で、解決法としての可変直流リアクトルの適用を提案したものである。可変直流リアクトルの実現方法として4方式を創案し、そのうちの2方式について実用的見地から詳細に検討している。得られた研究成果の概要は次のようにまとめられる。

- 1) バイアス電流源を持たない整流型限流器において、通過（負荷）電流が増加する場合に限流作用が発現し、瞬時電圧低下が起きることを理論的・実験的に確認し、その大きさと限流インダクタンスの関係を明らかとした。この問題を解消するため、インダクタンスの値を電流値によって変化させればよいことを指摘し、そのための方式を考案し、紹介した。
- 2) 可飽和リアクトルを用いて可変リアクトルを実現する方法を提案し、小形試験装置を試作し、実験的にも解析的にもその動作を検証・確認した。さらに、設計法を提案すると共に、配電系統規模の限流器を設計し、適用性を検討した。
- 3) 超伝導無誘導リアクトルを用いて可変リアクトルを実現する方法を提案し、かつ小形試験装置を試作して、実験的にも解析的にもその動作確認を行い、有用性を立証した。さらに、それらの成果をもとに配電系統規模の限流器を設計し、適用性を検討した。
- 4) 概念として提案されている超伝導短絡巻線を持つリアクトルや超伝導磁気遮蔽体を新規に整流型限流器の可変リアクトルとして実現する方式について、小形モデルによる試験や解析を行い、得失を比較した。その結果、限時点では、超伝導無誘導可変リアクトルを用いた整流型限流器が最も有望であるとの結論を導き出している。

以上要するに、負荷電力要求への追従性を損なわずに十分な限流特性を発揮するために、直流可変リアクトルを実現する新しい方式を提案し、整流型限流器に適用したもので、本論文は、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成16年2月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。