

論文審査の結果の要旨

学位申請者

宮脇 慧

本論文は、「絶縁形 DC-DC コンバータの直列補償方式による高効率化に関する研究」と題し、7 章より構成されている。第 1 章では、本論文の背景となる基幹系通信用電源システムと再生可能エネルギーを用いた電源システムの概要を示し、研究目的とそれを達成する手順について明らかにした。

第 2 章では、これまでに提案されてきた絶縁形 DC-DC コンバータの回路方式について説明し、それらの問題点を示した。その問題点を解決する方法として直列電圧補償を用いた絶縁形 DC-DC コンバータを提案した。入力電圧の変動分に着目することで、コンバータの損失や体積を大きく低減できる可能性がある。ここでは従来方式の問題点と提案方式の利点を示し、本論文の意義と位置づけを明らかにした。

第 3 章では、提案回路において主電力を伝送するメイン回路である直列共振形ハーフブリッジコンバータについて、損失解析をベースとして要求された効率を満たす回路パラメータの設計法を明らかにした。コンバータで発生する損失要素を明らかにしてその損失を定式化した。また実験を行い、計算結果と実験結果が一致することを確認した。

第 4 章では、高効率な共振形コンバータに対して入力側から補助回路により入力電圧の変動分のみを直列補償することで出力電圧を制御する絶縁形 DC-DC コンバータを提案した。簡易等価回路を用いてモード解析を行い、提案回路の安定動作条件を明確にすることで最適設計の指針を明らかにした。最後に実機実験を行い、提案方式の有用性を確認した。

第 5 章では、共振形コンバータに対して出力側から補助回路により直列補償を行う回路構成を提案した。この方式は、降圧形のコンバータを構成する場合において補助回路の損失を低減できる。実機実験により、提案方式の有用性を確認した。

第 6 章では、双方向絶縁形 DC-DC コンバータの回路方式を提案した。直列補償方式を双方向絶縁形 DC-DC コンバータに適用した場合において、補助回路の回路方式とその接続方法 4 パターンについて損失計算をベースとして比較検討を行った。回路で発生する損失の理論式を導出し、1kW の双方向絶縁形 DC-DC コンバータを想定して理論式をベースとした損失計算を行い、要求仕様に応じて、高効率を実現できる補助回路の構成について明らかにした。実機実験を行い、提案方式を用いて高効率が可能であることを確認した。

第 7 章では、各提案回路の総括と各回路の比較を行い、本論文の有用性と今後の課題についてまとめた。

以上のように、本論文は、高効率と広い電圧制御範囲を両立できる直列補償方式を用いた絶縁形 DC-DC コンバータを提案し、その有用性を確認した。また、損失解析をベースとして用途に応じて高効率に設計する手法を確立し、絶縁形 DC-DC コンバータの高性能化に貢献するものである。

よって、本論文は工学上及び工業上貢献するところが大きく、博士（工学）の学位論文として十分な価値を有するものと認める。

審査委員主査 伊 東 淳 一 印