

(様式4)

別紙2

論文審査の結果の要旨

学位申請者 比嘉 隼

本論文は、「瞬時損失最小モード切り替え法による高効率 Dual Active Bridge コンバータの開発」と題し、6章より構成されている。

第1章では、直流配電システムに適用する電力変換器として Dual Active Bridge (以下、DAB)コンバータに着目し、DAB コンバータの実用化には問題点から定常動作時の高効率化のみならず、負荷変動時などの過渡動作中の損失を含む「瞬時損失」の低減が必須であることを述べている。

第2章では、これまで提案されてきた回路方式および駆動方式について整理し、従来の研究では瞬時損失の低減については十分に議論されていないことを述べた。また、本章ではこの課題を解決するための「瞬時損失最小モード切り替え法」を提案した。最後に、瞬時損失の観点から従来手法と提案法を比較し、本研究の位置づけを明らかにしている。

第3章では、高い直流電圧での駆動に着目し、瞬時損失最小モード切り替え法を適用したフライングキャパシタ(以下、FC)DAB コンバータを提案した。この方式はフライングキャパシタ形のレグにより3種類のモードを負荷および電圧に対して切り替えることで定常損失を低減できる。さらに、瞬時損失増加の原因であるモード切り替え動作中におけるトランス電流の直流重畳抑制法を示した。最後に、1kWの試作器を用いた実験により電圧変動時の効率改善および瞬時損失の最小化可能であることを明らかにしている。

第4章では、重負荷時の通過素子数削減に着目し、瞬時損失最小モード切り替え法を用いた1レグT形DABコンバータを提案した。本回路方式は電圧振幅が異なる2種類方形波電圧を用いて、T形レグのキャリアと同期して切り替えることで定常損失のみならず、瞬時損失を最小化できる。また、シミュレーションおよび1.5kWの試作器を用いた実験により、1レグT形DABコンバータにより瞬時損失の最小化が達成できることを示している。

第5章では、瞬時損失最小モード切り替え法を適用した等価パラメータ切り替え方式DABコンバータを提案した。本方式は高周波トランスの励磁インダクタンスによって高効率となる電圧および負荷条件が異なることを利用し、補助回路により等価的な励磁インダクタンスを切り替えることで定常損失を低減する。さらに、インバータレグのキャリアに同期して等価励磁インダクタを切り替えることで瞬時損失増加の原因である等価励磁電流の直流重畳を抑制できる。最後に実験およびシミュレーションにより、提案法を適用した等価パラメータ切り替え方式の有用性を確認している。

第6章では、本論文の有用性と各章で提案した回路方式の総括を述べ、今後の課題について述べている。

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