

審査の結果の要旨

氏 名 成末 義哲

本論文は「磁界共振結合型無線電力伝送における高効率なシステム設計に関する研究」と題し、多数の電子機器への電力供給に於いて負担となるケーブル配線を省くことを目標に、無線電力伝送に関係した諸課題に取り組んでいる。人体や様々な物質が存在し突発的な機器の移動もありうる生活環境での使用を考えると、RF 電源の高効率化や、受電側でのRF-DC 変換回路の開発だけでなく、人体防護や電磁両立性維持のための漏洩電磁界低減対策も必要になる。本論文では、人が生活する部屋全体など広い空間に対する電力伝送を実現するため、共振器アレイ化による給電の広範囲化、アレイを構成する共振器の高性能化、電力伝送の安定化、パラメータ変化への対応機構の実現を目指し、高効率な磁界共振結合型無線電力伝送システムの設計手法を提案し、シミュレーションと実装により、その有用性を明らかにしている。本論文は、日本語で記述され、7章から構成されている。

第1章は「序論」で、本論文の背景、各種無線電力伝送方式の比較を加えたのち、本論文が対象とする磁界共振結合型無線電力伝送の研究事例と磁界共振結合型無線電力伝送の実用化に向けた課題について述べている。

第2章は「伝送範囲拡大のための共振器アレイ設計手法」で、広範囲への高効率な給電を実現するための直線状アレイ化手法、および、平面状アレイ化手法を確立した。特に平面状アレイ化は試行錯誤的な試みが中心であったが、本論文においては解析的な定式化によって設計手法を導出した。そのもとで、直線状アレイ化と平面状アレイ化を比較し、トレードオフを明らかにしている。

第3章は「電流方向に着目した共振器構造」で、共振器アレイの構成要素である共振器に関して、電流の向きに着目した漏洩電磁界低減手法および性能向上手法を提案している。既存の共振器構造では漏洩電磁界を打ち消すことはできなかったが、本論文ではループ電流に着目し、逆向きの電流ループを適切な半径で組み込むことにより放射電磁界を打ち消すことができることを示した。また、既存の共振器構造を応用して、より性能のよい共振器を実現するための共振器構成法を明らかにした。

第4章は「出力電圧安定化と効率最大化を同時に実現するためのシステム設計手法」で、出力電圧安定化と伝送効率最大化を同時に実現するためのシステム設計手法につい

て述べている。既存手法の多くは、通信によるフィードバックに依存していたのに対し、本論文では受電側にスイッチングレギュレータを挿入することで通信によるフィードバックに依存せず受電側で出力電圧安定化を行い、かつ、伝送効率最大化もスイッチングレギュレータを用いて実現する手法を示した。

第5章は「D 級インバータを応用した可変リアクタ」で、電子制御可能であり大電力動作可能、かつリアクタンスが連続的に調節可能であるD 級インバータを用いた可変リアクタを提案し、シミュレーションおよび実測により動作を検証した。既存の可変リアクタと比較すると損失が大きいという欠点があるが、フィードバックなしで力率補正が可能であるなどの利点がある。

第6章は「結論」で、本論文の目標、成果、将来課題を総括している。

以上これを要するに、本論文では多数の電子機器への電力供給に於いて負担となるケーブル配線を省くことができる磁界共振結合型無線電力伝送に関し、共振器アレイ化による給電の広範囲化、アレイを構成する共振器の高性能化、電力伝送の安定化、パラメータ変化への対応機構等、高効率な磁界共振結合型無線電力伝送システムの実現に必要な手法を提案し、その有用性を明らかにしたものであり、電子情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。