

【学位論文審査の要旨】

近年、電気自動車用を対象として利便性向上および感電等に対する安全性向上を目的に非接触でバッテリーに給電できるワイヤレス電力伝送(Wireless Power Transfer, WPT)システムの研究開発が活発に進められている。現在、国内では WPT システムとして 85kHz 帯、最大伝送電力 7.7kW、電力伝送距離最大 30cm 程度が制度化されている。しかしながら、WPT システムは電力伝送の際に磁界が空間中に漏洩するために、その安全性については国内外で制定されている人体防護指針を考慮する必要がある。その一方で、85kHz 帯における電磁界に対する健康影響は十分な科学的知見が存在しておらず、生体影響を評価するためのさらなる実験検証が要求されている。生体影響を評価するための電磁界は、高強度で動物や細胞にばく露する必要があるため、既存の電気機器用のイミュニティ試験装置や実際の WPT システムでは評価に必要な磁界を満足することができない。そこで、本研究では生体影響評価装置を対象とした 85kHz 帯磁界発生装置を開発するため、電源装置とコイルの両方を統合した設計手法を提案することを目的としている。

本論文で得られた成果は以下のとおりである。

- (1)既存の磁界発生装置の対象周波数・磁束密度・ばく露空間および電源装置の調査研究を行い、電源装置およびコイルの課題を明確化した。その結果として、85kHz 帯の高強度の磁界発生装置を実現するためには、電源装置としては SiC-MOSFET を用いた矩形波インバータ、その交流出力側には磁界発生コイルと直列に共振用のコンデンサを接続する必要があることを明らかにした。さらに、コイル側の課題解決策としてコイル端子間および巻線間電圧を考慮した設計手法を提案した。電源装置とコイルの制約を同時に考慮した統合設計手法を提案し、直径 10cm の空芯コイル内に 85kHz、20mT の磁界を発生できることを実験により示した。
- (2)上記で示した設計手法では、電源装置およびコイルが各一台の適用を前提としているため、ばく露空間には制約がある。そこで、ばく露空間の広範囲化を目的として電源装置およびコイルをそれぞれ並列化し、従来手法に比べて 1,000 倍以上にばく露空間を広範囲化できることを明らかにした。また、並列化における電源装置の駆動方法およびコイル設計手法を明確化し、実験と解析により提案手法の有用性を明らかにした。
- (3)85kHz の電源装置に使用する半導体デバイスは、市販のパワーデバイス(SiC-MOSFET)を用いる必要があるために大電流化に制約がある。そこで、MOSFET の並列化技術を提案した。本研究では、磁界発生装置特有の回路動作条件を考慮して、パワーデバイス直近に磁性体を接続する手法を提案し、その有用性を実験により明らかにした。

以上のように本論文では、85kHz 帯対象とした磁界による生体影響評価するための磁界発生装置の設計手法を提案し、その有用性を明らかにしたものである。すなわち、この成果は磁界発生装置の統合的な設計手法を確立するという観点から工学的な面での寄与が認

められる。さらに、生体電磁気学の分野への貢献だけでなく、ワイヤレス電力伝送装置の普及促進に貢献するものと考えられる。以上から、本論文は博士（工学）の学位を授与するに十分価値あるものと認められる。

本学の学位規則に従い、最終試験を行った。公開の席上（オンライン）で論文発表を行い、学内外の多様な出席者を得て活発に質疑応答を行った。また、論文審査委員により本論文及び関連分野に関する試問を行った。これらの結果を総合的に判断し、慎重に審査した結果、合格と判定した。