

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	地上側ソレノイドコイル分散配置方式を用いた 自動車用走行中非接触給電システムの研究
Title(English)	
著者(和文)	藤田稔之
Author(English)	Toshiyuki Fujita
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10637号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:萩原 誠,安岡 康一,千葉 明,七原 俊也,藤田 英明
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10637号, Conferred date:2017/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	電気電子工学	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	藤田 稔之		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	萩原 誠	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor (sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「地上側ソレノイドコイル分散配置方式を用いた自動車用走行中非接触給電システムの研究」と題し、実用化が期待される自動車用走行中非接触給電システムに着目し、システム導入時に課題となる先行的に普及すると考えらえる定置型非接触給電システムとの互換性を確保しつつ、定置型非接触給電システムから走行中非接触給電システムに拡張する方法に関して理論と実験の両面から検討を行い、3 kW 実験室モデルを用いた実験的検証、および 25 kW 試作機を用いた実験的検証により、有効性・妥当性を確認したものである。

第 1 章「序論」では、本論文の背景である非接触給電システムの発展経緯、電気自動車の飛躍的普及に伴う課題と電気自動車の本質的に持つ課題について詳述し、非接触給電システム以外の課題解決方法について略述している。次に、解決手法である走行中非接触給電システムとその導入に伴う社会的課題に関して略述し、本論文の目的と構成を略述している。

第 2 章「非接触給電システムの技術動向」では、国内外の製品化状況、開発状況、標準化動向、および学術論文を調査しながら、非接触給電システムの伝送方式による分類を詳述している。具体的には、非接触給電システムの基本原理である、電磁誘導方式と磁気共鳴方式の原理について詳述し、特に研究・開発が世界中で行われている自動車応用を目的とした定置型非接触給電システムの開発状況、および走行中非接触給電システムの検討状況に関して詳述し、本論文の独自性を明確化している。

第 3 章「電磁誘導方式を用いた自動車用定置型非接触給電システムの構成」では、自動車応用を目的とした定置型非接触給電システムの構成について詳述している。具体的には、定置型非接触給電システムに適用可能な 4 種類の基本的な共振方式の特質に関して詳述し、共振コンデンサの値を適切に選定することで、共振回路の入出力特性を単純化できることを学術的に明らかにしている。また、自動車用非接触給電システムに要求されるコイル形状や導線種類の条件を明確化し、他の構成部品に関しての動向を述べている。

第 4 章「駐車時と走行時の車両側コイルを共通化した非接触給電システム」では、定置型非接触給電システムと走行中非接触給電システムの互換性に着目し、車両側コイルが移動する場合の詳細な速度依存性解析を行っている。その結果、移動時に発生する速度起電力の影響が、停止時に発生する変圧器起電力と比較し十分に小さいことを明らかにしている。また、分散配置方式を用いた走行中非接触給電システムの構成では地上側に複数のコイルを用いた場合でも、等価的に 1 個の地上側コイルとして表現できることを等価回路の解析により明らかにしている。解析の妥当性は、3 kW 実験モデルを用いた実証により等価回路定数と給電結果から確認している。

第 5 章「地上側コイルを複数台接続した場合の走行中非接触給電システム」では、3 kW 級ミニモデルを用いた実験的検証により、位置ずれに起因するインダクタンスや抵抗値の変化に関して定置型非接触給電システムとの詳細な比較検討を行っている。地上側コイルを 4 台用いて走行中非接触給電システムを構成し、位置ずれに伴う相互インダクタンスの変動が送電電力の変動となることを確認した。また、1000 mm/s の速度で運転した場合においても連続的に給電可能なことを実証している。

第 6 章「倍電流整流器を採用した非接触給電システム」では、車両側整流器に倍電流整流器を適用することで、送電電力の向上を試みている。倍電流整流器を採用することによって送電電力が 2.5 倍、車両側コイルに流れる電流が半分になることをシミュレーション解析より明らかにしている。検討した倍電流整流器の妥当性は、フルブリッジ整流器と倍電流整流器の実験システムの比較検討により確認している。

第 7 章「25 kW の受電が可能な走行中非接触給電システム」では、倍電流整流器と定置型非接触給電システムを併用した 25 kW 級の非接触給電システムを構成し、電圧依存性や漏洩磁界に関して詳細な評価を行っている。また、3 台の地上側コイルを用いて、走行中非接触給電システムを構成し、連続的に給電が可能であることを示し、走行中非接触給電システムを実装するうえで必要な課題を明らかにしている。

第 8 章「結論」では、本論文における成果を要約し、今後の課題について言及している。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	電気電子工学	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名 : Student's Name	藤田 稔之		指導教員 (主) : Academic Supervisor(main)	萩原 誠	
			指導教員 (副) : Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This dissertation focuses on analysis and experiment of a dynamic wireless power transfer (WPT) system for electric vehicles (EVs). The WPT system has been attracting attention to power electronics engineers because charging energy using a WPT system is safety, convenience, and easiness for users. The dynamic WPT system is one of the most prospective candidates for the next-generation power charging system for EVs. However, no paper has been published or presented on a use of a common vehicle-side coil to both dynamic and stationary WPT situations as far as the author knows. This dissertation provides a discussion on how to construct the dynamic WPT system applicable to a stationary system. The proposed dynamic system has multiple ground-side coils connected in series, where each ground-side coil is the same as that of the stationary WPT system. Theoretical analysis concludes that the dynamic WPT system resulting from a stationary WPT system is the same in equivalent circuit as the stationary system. In addition, the proposed dynamic WPT system can be considered as a quasi-steady state because a velocity term of a vehicle-side coil is negligible. Two different downscaled dynamic WPT systems rated at 3 kW is designed, constructed, and tested to verify the principles of operation, and the capability of continuous power transfer. Moreover, this dissertation proposes a WPT system with the double-current rectifier intended to increase a transfer power to a vehicle and to decrease a current of the vehicle-side coil to reduce a thermal heating of a vehicle-side coil. Experimental results provide that the load current has been enhanced to be higher than that of the WPT system with a full-bridge rectifier. Finally, a combination of previous two proposal systems is shown. The validity and effectiveness are confirmed by a bench test of 25 kW dynamic WPT system.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).