

電動車いすを対象とした非接触給電における回路方式の提案

A Proposal on the Contactless Power Transfer Circuit for Electric Wheelchair

榎戸悠真¹⁾

指導教員 米盛弘信²⁾

- 1) サレジオ工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 産業応用研究室
- 2) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 産業応用研究室

キーワード：非接触給電、電磁誘導、コイル

1. はじめに

高齢化やバリアフリーの普及に伴い、電動車いす利用者の増加が見込まれる。しかし、現在主流である有線による充電は、プラグをつなぐ手間が必要である。そこで、充電の簡単化を図るために、非接触給電に着目した。非接触給電は無線給電のため、機械的トラブルが少なく、容易かつ安全な給電方法として有望視されている。給電方式は、電磁誘導の法則を用いた手法（以降、電磁誘導方式）が多く採用されており、携帯端末から電気鉄道といった幅広い製品や産業への応用が進められている。しかし、電動車いすを対象とした電磁誘導方式による非接触給電の検討例は少ない。そこで、電動車いすを対象とした電磁誘導方式による非接触給電に関する検討を行う。ここで、電磁誘導方式による非接触給電は中心ズレに弱いという問題がある。当該問題に対して、筆者らはIHクッキングヒータで用いられている加熱用コイルの分割配置技術^[1]、および異形コイルの組み合わせ技術^[2]を応用する。

本稿では、電動車いすに対する給電効率の改善に資するコイルの配置、およびコイルの形状の提案、切り替え回路の検討を行う。

2. 電動車いすにおける非接触給電の課題

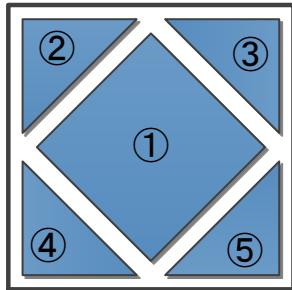
電磁誘導方式による非接触給電は、送受電コイルの中心ズレによって給電効率が大幅に低下する。そのため、送受電コイルを中心に行わせることは重要である。しかし、電動車いすに乗っているユーザが床面にある送電コイルと電動車いす側に取り

付けられた受電コイルの位置を一致させるように電動車いすを操作するのは困難であると考えられる。そこで、先行研究^[3]では送電コイルを模擬した目標物に対して電動車いすを操作し、中心ズレがどの程度生じるか明らかにする実験を行った。結果として、操作する人によってもバラツキは異なるが、比較的中心に近いものの偏りがあるという結果が得られた。

3. コイル形状及びコイル配置の提案

図1に提案する送電コイル形状、及びコイル配置を示す。コイル形状及びコイル配置は先行研究^{[1][2][3]}より得られた知見をもとに提案を行う。先行研究^[3]より、停車位置は偏りがあるものの中心に集中していることが確認できた。したがって、先行研究^[1]より、中心の送電コイル①（以降、センターコイル）を常時ONとし、中心ズレが起きた場合センターコイルを補うような形で受電コイル位置に対応した送電コイル②③④⑤（以降、サブコイル）がONとなる装置の提案を行う。さらに、サブコイルを使用しない程度の中心ズレを補うため、先行研究^[2]より、一般的な送電コイルの形状ではない、ひし形コイルや三角形コイルの採用を提案する。

以上より、ひし形コイルをセンターコイルへ、三角コイルをサブコイルとして配置した送電コイル方式を提案する。



① : Center coil
② : Sub coil
③ : Sub coil
④ : Sub coil
⑤ : Sub coil

図1 コイル形状及びコイル配置の提案図

4. 切り替え回路の検討

図2に提案するセンターコイル+サブコイル使用時の回路図を示す。また、図3にセンターコイル使用時の回路図を示す。図2と図3は、センターコイル L_1 とサブコイル L_2 、および共振用コンデンサ C_1, C_2 をスイッチで切り替える回路を示している。ここで、 L_3 は受電コイル、 C_3 は受電側の共振用コンデンサ、 M は送受電コイル間の相互インダクタンス、 R は受電側の負荷である。センターコイルとサブコイルの両方を駆動する場合、図2のように、センターコイル L_1 とサブコイル L_2 、および共振用コンデンサ C_1 と C_2 を直列接続する。この接続方法を用いることで共振周波数を一致させることができ容易となる。また、センターコイル L_1 のみを使用する場合は、図3のようにサブコイル L_2 を開放状態とする。この接続方法を用いることでセンターコイル L_1 とサブコイル L_2 間に相互誘導が発生しない。そのため、サブコイル L_2 を使用しない場合の共振周波数は、センターコイル L_1 と共振用コンデンサ C_1 のみで計算が可能となり、設計が容易となる。

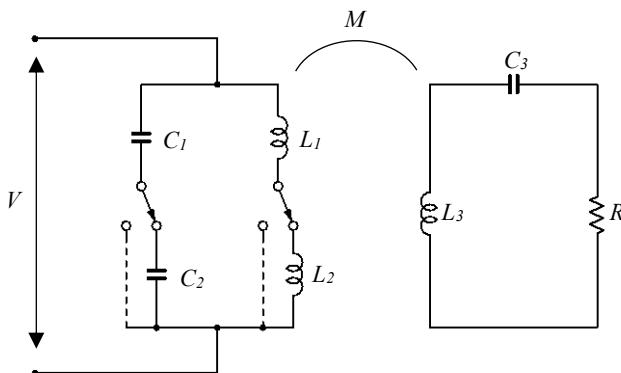


図2 センターコイル+サブコイル
使用時の回路

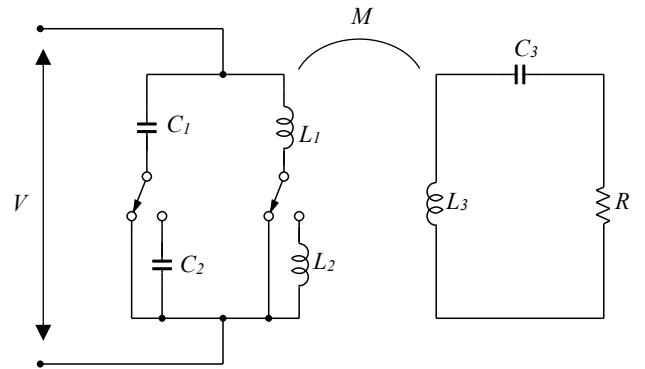


図3 センターコイル使用時の回路

5. まとめ

本稿では、電動車いすに対する給電効率の改善に資するコイルの配置、およびコイルの形状の提案、切り替え回路の検討を行った。コイル配置及びコイル形状の提案では、センターコイル(ひし形コイル)を中心へ、サブコイル(三角コイル)を周囲へ配置してセンターコイルを補う送電方式の提案を行った。切り替え回路の検討では、中心ズレが起きた場合(センターコイルとサブコイル使用時)にセンターコイルとサブコイルを直列接続する回路の検討を行った。

今後の展望として、今回提案したセンターコイル+サブコイル使用時の回路、およびセンターコイル使用時の回路をT型等価回路へ置換して回路解析し、共振用コンデンサの値を求める。また、有限要素法を用いた磁界シミュレータを用いて、提案したコイル配置・コイル形状の磁束密度分布の解析を行い、効率改善が可能であるか確認を行う。

参考文献

- [1] 奥山耕平, 荒井純一, 米盛弘信:「FEM 解析による分割コイル方式 IH クッキングヒータの漏れ磁束低減効果の検証」, 日本 AEM 学会論文誌, Vol.20, No.1, pp.194-200 (2012)
- [2] 小山和洋, 米盛弘信:「非接触給電における総受信コイルの形状が給電電力に与える影響」, 日本 AEM 学会誌, Vol.26, No.1, pp.77-82 (2018)
- [3] 榎戸悠真, 米盛弘信:「電動車いすを対象とした非接触給電に関する基礎検討」, 2021 年 (第 39 回) 電気設備学会全国大会講演論文集, p.1 (2021)