

磁界共振結合方式を用いた電動アシスト自転車用

非接触充電システムの充電停止制御の検討

野口 健二・折川 幸司・伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

これまでに著者らは、電動アシスト自転車向け非接触充電システムを開発している⁽¹⁾。本システムはモータ駆動用三相インバータの二相分を非接触給電の受電側整流器として使用する点に特徴がある。しかしながら、バッテリーの過充電を防止するため、バッテリー充電終了時に送電側に充電停止信号を送信する必要があり、高コスト化の原因となる。そこで本論文では、三相インバータのスイッチを用いて、バッテリーの充電停止を行う手法を提案し、実機検証を行ったので報告する。

2. 短絡モードによる充電停止制御

図 1 に提案システム構成を示す。本システムではバッテリーとして、電気二重層キャパシタ(以下 EDLCs)を用いる。また、非接触給電方式として磁界共振結合方式を用いる⁽²⁾。磁界共振結合方式において、負荷側からみてコイルの 1 次側を電圧源で駆動した場合、2 次側は電流源としてみなせることに着目して⁽³⁾、充電終了時(EDLCs 電圧 17.5 V 時)に三相インバータの下アームスイッチ S_{14} , S_{15} をオンすることでコイルの 2 次側を短絡させ、充電を停止する制御を提案する。また、コイルの 2 次側を短絡することで高周波電源の出力電流を抑制できる。

3. 実験結果

図 2 に非接触充電中と停止時の EDLCs の電圧、高周波電源の出力電圧と電流、DC-DC コンバータの出力電流、三相インバータの下アームスイッチのゲート信号を示す。図 2 より、三相インバータの下アームスイッチをオンすることで、充電停止を実現できていることがわかる。また、コイルの 2 次側が三相インバータの下アームの MOSFET を介して短絡されることで、1 次側からみて軽負荷となり、高周波電源の出力電流が低下する。それを検出して高周波電源をオフにし、高周波電源の待機電力を低減する。

図 3 に図 2 における充電モード時と短絡モード時のコイルの 1 次側及び 2 次側の電圧電流波形とモータ電流波形を示す。図 3 より、高周波電源の入力力率がほぼ 1 であることがわかる。この時、電力伝送周波数においてはモータの同期リアクタンスにより、モータは高インピーダンスとなるため、充電モード及び短絡モードはモータに影響を与えない。図 3(b)より、短絡モード時はコイルの 2 次側に MOSFET のオン抵抗分の抵抗のみが接続されることとなるため、高周波電源の出力電流が抑制される。なお、ここで 2 次側電圧が完全にゼロにならないのは MOSFET のオン抵抗が原因である。

以上の結果より、1 次側 2 次側間で通信を用いずに、三相インバータの下アームスイッチをオンすることで、コイルの 2 次側を短絡状態とし、コイルと蓄電デバイスを切り離すことができることを実機検証により確認した。

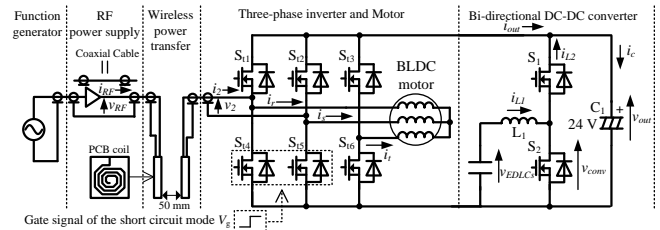


Fig. 1. Proposed system configuration.

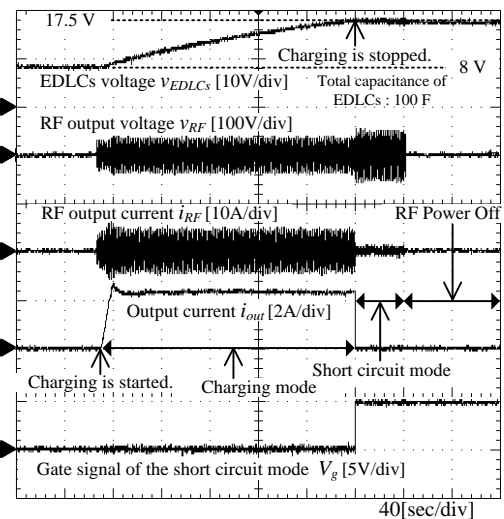
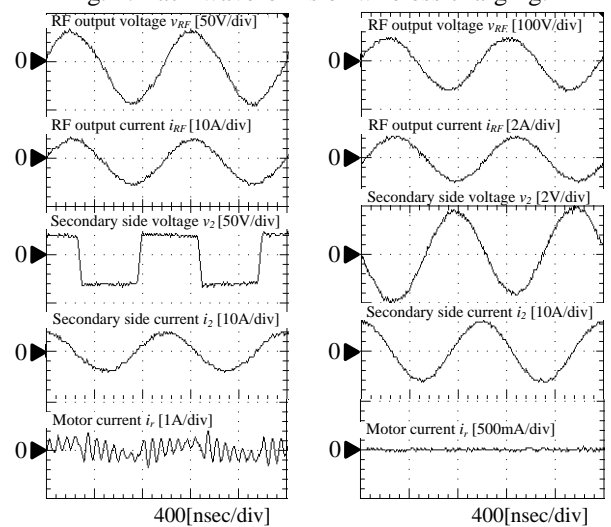


Fig. 2. Each waveforms of wireless charging.



(a) Charging mode. (b) Short circuit mode.

Fig. 3. Voltage and current waveforms of the secondary side of the coil.

文献

- (1) 野口ほか：平成 26 年 電気学会 電子・情報・システム部門大会, MC5-5 (2014)
- (2) 日下ほか：電学論 D, Vol.132, No.8, (2012)
- (3) 入江ほか：電学論 D, Vol.129, No.5, (2009)