

可変コンデンサを用いた PSS 方式非接触給電回路の検討

塩澤 佳輝, 金子 裕良 (埼玉大学)

A study about a circuit of contactless power transfer system of PSS topology using variable capacitor
Shiozawa Yoshiki, Kaneko Yasuyoshi (Saitama University)

キーワード : 非接触給電, PS 方式, PSS 方式, 二並列接続

Keywords : contactless power transfer system, PS topology, PSS topology, two parallel connection

1. はじめに

近年, あらゆる電気機器にワイヤレスでの給電が可能な非接触給電が注目を集めている。また, 機械的接触がないことによる保守点検の容易さから移動体への給電の適用が検討されている。

移動型非接触給電システムには, 複数の静止型給電コイルを飛び石式に配置し, 高効率化と漏洩電磁界の低減を図る方式⁽¹⁾がある。しかし, 給電コイル上を受電コイルが移動することで連続的な位置ずれが発生し, 均一的な出力で給電することが難しい。本研究では複数給電コイルを想定し, 一次側並列直列二次側直列方式(PSS 方式)⁽²⁾を用いて, 一次側二並列接続した給電コイルによる電源電圧一定で変動の少ない出力電力を得る方法について検討した。そして, その妥当性の確認と一次側並列二次側直列方式(PS 方式)を用いた場合との給電特性の比較を給電実験により行った。

2. PSS 方式を用いた一次側二並列給電

図 1 に PSS 方式の一次側コイル A, B を並列接続したものを示す。PS 方式は図 1 の一次側直列コンデンサがない回路である。一次側の並列・直列コンデンサの合成値は一次側コイルと共振する値に設定し, 一次側各コンデンサは分割比 s を用いて表し, この値は 2 次側コイルの位置に応じて可変する。コイル A と B の回路パラメータが等しい場合出力電力 P_{OUT} は(1)式で表される。二次側コイルの位置が変化しても一定の入力電圧かつ定出力が得られる分割比は(2)式で導出できる。二次側コイルが一次側コイル A と正対した時の結合係数を k_{a2_0} , k_{b2_0} , 二次側コイルの位置が変化した時の結合係数を k_{a2_x} , k_{b2_x} とした。

$$P_{OUT} = \left(\frac{k_{a2} + k_{b2}}{s} \right)^2 \frac{V_{IN}^2}{Z_{LR}}, \quad Z_{LR} = R_{OUT} \frac{L_1}{L_2} \quad (1)$$

$$s = \frac{k_{a2_x} + k_{b2_x}}{k_{a2_0} + k_{b2_0}} \quad (2)$$

3. 給電シミュレーション

回路シミュレータ PSIM を用いて導出式を確認した。一次側コイル A と二次側コイルが正対しているときの出力電力 P_{OUT} が 500W となる電源電圧に設定した。二次側コイルをコイル A, B の中間位置まで変化させ, (2) 式に応じて一次側コンデンサ分割比を可変させた。一次側入力電力 $P_{IN,a}$, $P_{IN,b}$ と出力電力 P_{OUT} を図 2 に示す。図 2 より, 出力がほぼ一定となり, 提案方式の妥当性が確認できた。

4. 給電実験

PS 方式と PSS 方式の給電特性の比較を行った。一次側コイル A と二次側コイルが正対しているときのコイル定数から PS 方式のコンデンサおよび PSS 方式のコンデンサの合成値を決定し, この状態で出力電力 P_L が 500W となる電源電圧一定で実験した。二次側コイルを 150mm 刻みで位置ずれさせ, 一次側コイル A 正対位置からコイル B 正対位置まで移動させた。実験結果を図 3 に示す。PS 方式ではコイル A, B の中間位置 $x=150$ mm において出力が約 230W となり, 正対時出力の半分以下となった。それに対して, PSS 方式では中間位置でも出力は変化せず, ほぼ一定になった。

5. まとめ

PSS 方式を用いた一次側複数の移動型非接触給電における定電圧かつ定出力化の手法について提案し, シミュレーションにより提案方式の妥当性を確認した。また, 給電実験により可変コンデンサを用いた PSS 方式の有用性を示した。

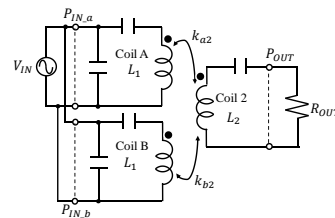


図 1 PSS 方式二並列接続

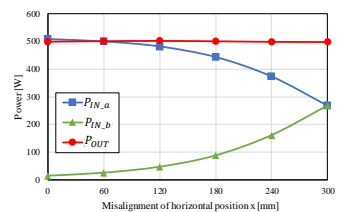
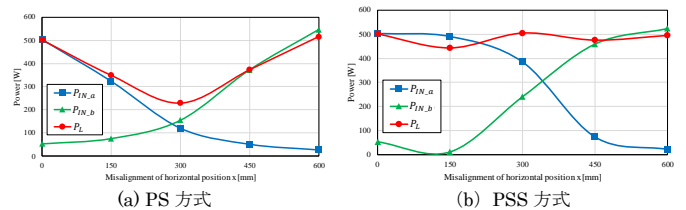


図 2 給電シミュレーション結果



(a) PS 方式

(b) PSS 方式

図 3 給電実験結果

文 献

- (1) 津田他:「走行中非給電用モジュールコイルの検討」, 平成 27 年電気学会産業応用部門大会, 4-2, pp.113-118(2015)
- (2) 津田他:「走行中非接触給電システムに適した回路方式の検討」平成 29 年電気学会全国大会, 4-183, pp.320-321(2017)