

受電部複数コイルにおける非接触給電回路の解析

学生員 福島 健太* 正員 金子 裕良 (埼玉大学)

The Analysis of Wireless Power Transfer System in Multiple Receiving Coils

Kenta Fukushima*, Student Member, Yasuyoshi Kaneko, Member (Saitama University)

キーワード：非接触給電，等価回路，受電部複数コイル，SS 方式

Keywords：Wireless power transfer, Equivalent circuit, Multiple receiving coils, SS topology

1. 序論

単一の電源で複数の受電部が存在する非接触給電が提案されている。その中で、直列・並列方式(SP方式)での解析は従来行われている^[1]。本稿では、直列・直列方式(SS方式)における理論式と複数受電コイルでのさらに簡易化した等価回路を導出し、その妥当性を検証した。

2. 受電部複数コイル時の解析

SS方式における受電部複数コイルの等価回路を図1に示す。本解析においては式を簡易化するため、受電コイル間の相互結合は無視、受電コイル・負荷はすべて同一であるとした。各コンデンサにて各閉回路内で共振、あるいは入力力率が1となるよう決定すると、表1に示す理論式が得られる。本結果を従来のSS方式と比較すると、受電部1つの場合も含む拡張した記述であるといえる。また、図2に示すようにSS方式では負荷が等価的に並列接続となる形で記述できる。回路シミュレーションの結果(図3, 表2)は、理論式と同様となった。これらのことから、導出結果の妥当性が確認できた。

3. 結論

SS方式での受電部複数コイルにおける非接触給電回路の解析と等価回路の導出を行い、シミュレーションにてその妥当性が確認できた。

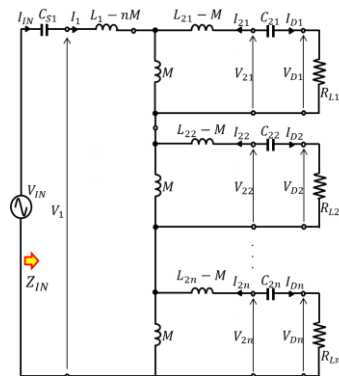


Fig.1 Equivalent circuit of SS topology in multiple receiving coils

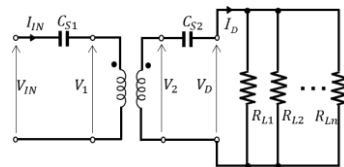


Fig.2 Simple equivalent circuit of SS topology in multiple receiving coils

table.2 Simulation result

	変換前	等価回路
f_{IN} [kHz]	85	
R_L [Ω]	11.31	
受電コイル数	3	
V_{IN} [V]	100	
V_D [V]	31.12	31.15
I_{IN} [A]	2.654	2.713
I_D [A]	10.91	8.265
Pf_{IN}	0.9960	1.000
Z_{IN}	37.68	36.85

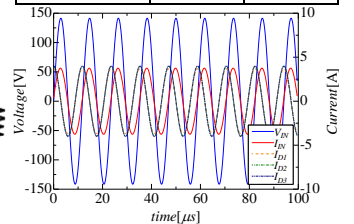


Fig.3 Input and output waveform of SS topology

参考文献

[1] 金子ら “直列および並列共振コンデンサを用いた移動型非接触給電と給電効率”，電気学会論文誌 D, Vol.128, No.7, pp.919-925, Jul. 2008.

Table.1 The analysis result of wireless power transfer system in multiple receiving coils

	SS方式 (従来方式)	SS方式 (受電部複数)	SP方式 (受電部複数) ^[1]
コンデンサ値	$C_{S1} = \frac{1}{\omega^2 L_1}, C_{S2} = \frac{1}{\omega^2 L_2}$	$C_{S1} = \frac{1}{\omega^2 L_1}, C_{S2} = \frac{1}{\omega^2 L_2}$	$C_S = \frac{1}{\omega^2 (L_1 - n \cdot \frac{M^2}{L_2})}, C_P = \frac{1}{\omega^2 L_2}$
入出力特性	$\begin{bmatrix} V_{IN} \\ I_{IN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -j\omega M \\ -j\frac{1}{\omega M} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_D \\ I_D \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} V_{IN} \\ I_{IN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -n \cdot j\omega M \\ -j\frac{1}{\omega M} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_D \\ I_D \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} V_{IN} \\ I_{IN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n \cdot \frac{M}{L_2} & 0 \\ 0 & \frac{L_2}{M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_D \\ I_D \end{bmatrix}$
最大効率 η_{max}	$\frac{1}{1 + \frac{2}{\omega M} \sqrt{r_1 r_2}}$	$\frac{1}{1 + \frac{2}{\sqrt{n} \cdot \omega M} \sqrt{r_1 r_2}}$	$\frac{1}{1 + \frac{2}{\omega L_2} \sqrt{r_2 \left\{ \frac{1}{n} \cdot r_1 \left(\frac{L_2}{M} \right)^2 + r_2 \right\}}}$
最適負荷 R_{Lmax}	$\omega M \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$	$\sqrt{n} \cdot \omega M \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$	$\frac{\omega L_2}{M} \sqrt{\frac{\frac{1}{n} \cdot r_1 L_2^2 + r_2 M^2}{r_2}}$
受電部複数負荷等価回路	—	並列接続	直列接続