

# E 級増幅器を使った磁気共鳴型無線電力伝送の電力効率特性 ～コイル巻数依存性～

7310116 難波 隆一

## 1 背景

近年、ユビキタス社会の実現に向け無線電力伝送技術が必要とされている。この技術の発展によって、充電が必要なもののコードレス化、搭載電池の軽量化などが期待されている。

2007年にMITが無線電力伝送の新しい方式である磁気共鳴型無線電力伝送の実験結果を発表して以来、磁気共鳴型の研究は加速している。なかでも、電源部の損失を減らすためにスイッチング電源を用いた磁気共鳴型の回路が提案されているが[1]伝送コイルの外形寸法が一定の場合伝送距離に対する電力効率のコイル巻数依存性は不明確である。

そこで、本研究ではスイッチング電源としてE級増幅器を用い、回路シミュレーションによってコイル巻数依存性を評価した。

## 2 磁気共鳴型無線電力伝送

### 2.1 概要

コイルとコンデンサによって構成された2つの共振器が共振状態において磁界で結合することにより電力を伝送することができる現象である。このとき送信側、受信側の共振周波数を合わせる必要がある。

### 2.2 回路図

図1に磁気共鳴型無線電力伝送の回路図を示した。

共振周波数は次式で表す。

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

$Z_0$ は伝送線路の特性インピーダンスを表しており、送受信回路の相互インダクタンスを  $M=k \cdot L$  ( $k$ は結合係数)としている。

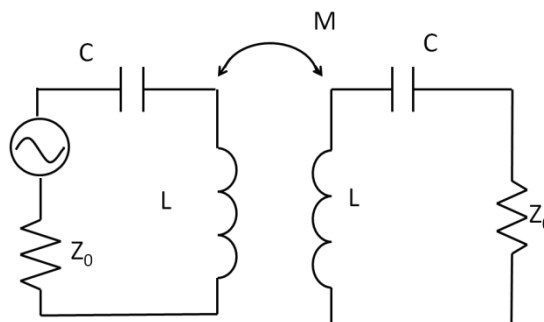


図1 磁気共鳴型無線電力伝送回路

## 3 E 級増幅器を用いた磁気共鳴型無線電力伝送

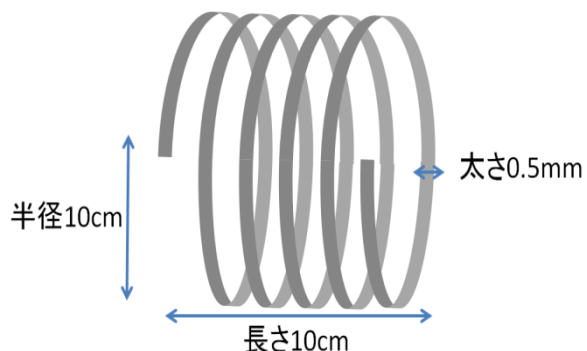


図2 伝送コイルの外形寸法図

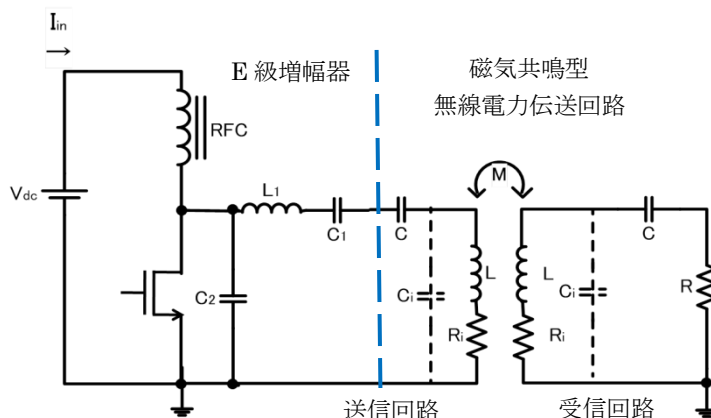


図3 シミュレーション回路図

### 3.1 概要

磁気共鳴型無線電力伝送の電源部にE級増幅器を用いることで、電源部の損失を減少することができる。

しかし、伝送コイルの外形寸法が一定のとき伝送距離に対する電力効率の巻数依存性について不明確なため、回路シミュレーションを用いて解析した。

図2に伝送コイルの外形寸法、図3にシミュレーション回路図を示した。

伝送コイルの線材は銅線とする。

$C_i$ ,  $R_i$  はそれぞれ伝送コイルの寄生容量と寄生抵抗を表している。

電力効率は電源の供給電力 ( $P_{dc}=V_{dc}\cdot I_{in}$ ) と負荷抵抗  $R$  にかかる電力 ( $P_o$ ) との比で表した。

$$\eta = \frac{P_o}{P_{dc}} \quad (2)$$

### 3.2 シミュレーション評価方法, 諸元

設計条件として、

- 伝送コイル半径, 長さ
  - Q 値
  - 負荷抵抗  $R$
  - 電源電圧  $V_{dc}$
  - 巻数  $N$
- } 固定
- 変化

を与える。

まず巻数  $N$  を指定し共振用インダクタンス  $L$  を決定。求めた  $L$  から  $Q$  値一定として共振用キャパシタンス  $C$  を決定し、寄生抵抗  $R_i$ 、寄生容量  $C_i$  を決定する。次に共振器の共振周波数  $f_0$  を決定。最後に  $E$  級増幅器を設計し、設計完了。

設計完了後、伝送距離に対する電力効率を評価。設計条件の諸元を表1に示す。

表1 設計仕様の諸元

共振器	送信	巻数: $N_1$	1~10
		半径: $r_1$	10cm
	受信	巻数: $N_2$	送信側と同様
		半径: $r_2$	
銅線の太さ			0.5mm
トランジスタ: $T_r$			MGF2407A (三菱電機製)
電源電圧: $V_{dc}$			2.3V
負荷抵抗: $R$			50Ω
Q値			10
伝送距離			0.1~1m

### 3.3 結果

結果のグラフを図5に示した。

近距離において、 $N=1, 10$  のとき電力効率が高い。しかし、伝送距離がある程度大きくなっていくと  $N=2$  のとき効率が高くなっていることが分かる。

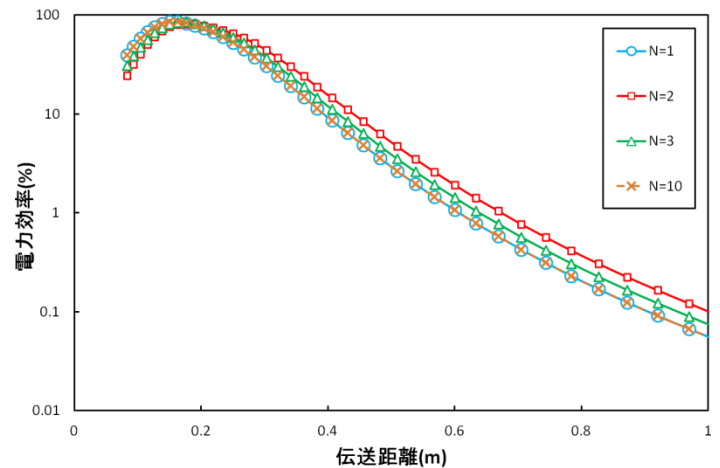


図5 結果のグラフ

### 4 まとめ

伝送コイルの外形寸法が一定のとき  $E$  級増幅器を用いた磁気共鳴型無線電力伝送の伝送距離に対する電力効率の巻数依存性について回路シミュレーションを用いて解析した。

結果、近距離の場合  $N=1$  または十分大きいとき電力効率が高くなった。

また伝送距離が中長距離では  $N=2$  のときが他の巻数と比べて電力効率が高くなっていることが分かった。

今後の課題として、シミュレーション結果を実験によって確認する必要がある。

### 参考文献

- [1] 細谷達也, “ソフトスイッチング技術を用いた新しい共鳴型ワイヤレス給電システムの設計理論”, 信学技報, 2011-12
- [2] 関屋大雄, “高効率パワーアンプ技術の最新動向★徹底解説～スイッチングパワーアンプを詳解～”, 電子ジャーナル, 2013
- [3] 生駒英明, 小越澄雄, 村田雄司, “工科の電磁気学”, 培風館, pp50, 2004
- [4] 粟井郁雄, 山口和也, 石崎俊雄, “0 オーム定電圧源による”磁気共鳴型”WPT システムの設計理論”, 信学技報, 2011