

可変コンデンサを用いた非接触給電用

スパイラルアンテナの特性検証

野口 健二・日下 佳祐・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

近年、磁界共振結合(以下、MRC)を用いた非接触給電方式が盛んに研究されている⁽¹⁾。MRCに関する研究では共振の鋭さ Q と伝送効率について議論はされているが、インピーダンス整合が伝送効率に与える影響は議論されている例はほとんどない。そこで本論文では、真空可変コンデンサ(以下、VC)を用いて、スパイラルアンテナのインピーダンス整合が伝送効率に与える影響を実験的に明らかにしたので報告する。

2. 実験システムの構成

図 1 に本実験のシステム構成を示す。ファンクションジェネレータより任意の周波数を出し、RF 電源により電源出力を $P_F = 100\text{W}$ (一定) とする。また、スパイラルアンテナ (直径 180mm) に直列に VC を接続し、受信側コイルの負荷には、 50Ω 抵抗を接続している。

図 2 に本実験のシステムのパワーフローを示す。ここで、 η は電力効率、 P_{loss} はアンテナ間で発生する銅損と放射損である。 P_{Load} は負荷の電力であり、オシロスコープにより測定された出力電圧と電流から導出される。また、 Γ は反射係数 (整合状態で $\Gamma=0$) であり、 $\Gamma^2 = P_R/P_F$ にて求まる。ただし、 P_R は反射波電力で、送信側アンテナの前段でパワーメータを用いて測定する。またアンテナは L, C 直列共振回路とみなせるので⁽²⁾、直列に VC を接続したときのアンテナの等価的な静電容量は (1) 式のように変化する。

$$C = \frac{C_s C_v}{C_s + C_v} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 C_s はアンテナが持つ寄生容量、 C_v は VC の容量である。

3. 整合特性検証結果と考察

図 3 に VC を接続しない場合と、VC を接続し、容量を 500pF, 100pF に変化させた場合の電力効率の周波数特性を示す。図 3 より VC の容量を小さくすると、(1) 式よりアンテナの等価的な静電容量が減少し、共振周波数が高くなるが、電力効率が徐々に低下していることがわかる。

図 4 に図 3 における各共振ピーク点で求めた反射係数と電力効率の変化を示す。反射係数は共振周波数の上昇に伴って、電源側とアンテナ側の入力インピーダンスの不整合により増加する。また、

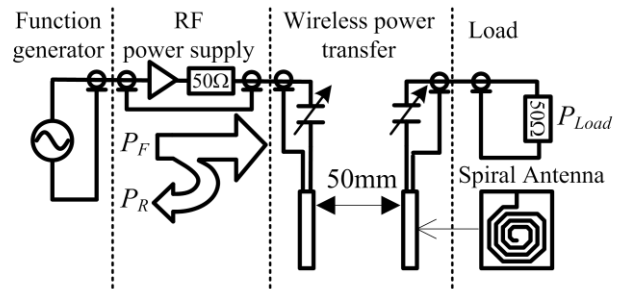


Fig. 1. System configuration of the experiments.

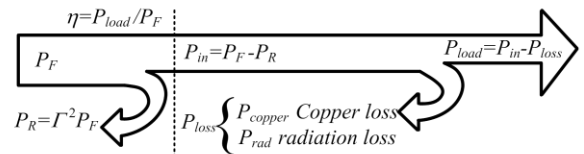


Fig. 2. Power flow.

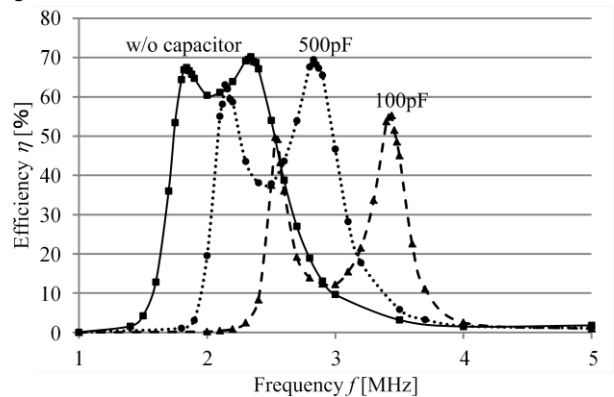


Fig. 3. Frequency characteristics of capacitance and total efficiency.

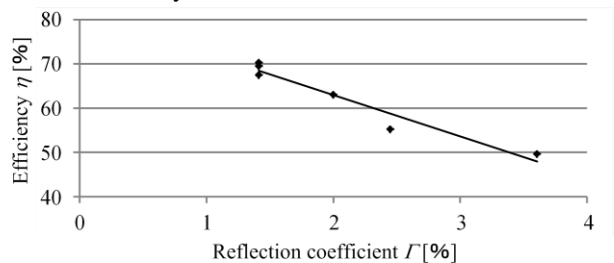


Fig. 4. Relationship between the reflection coefficient and total efficiency.

電力効率は反射係数の増加と共に減少し、今回の実験では最大効率 70.3% から、49.6% まで低下する。この理由は反射係数が増加するとアンテナに供給される電力 P_{in} が減少するためである。つまり、インピーダンス整合により反射係数を減らすことができ、高効率な電力伝送が可能になる。

文 献

(1) A. Kurs, et al.: Science, Vol. 317, pp. 83-86 (2007)
 (2) 居村 岳広, 他: 電気学会自動車研究会, VT09-007, pp. 34-40 (2009)