

可変コンデンサを用いた非接触給電用

ショート型スパイラルアンテナの特性検証

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

近年、電気自動車のバッテリーへの充電方式として非接触給電方式が盛んに研究されている。これまでに筆者らは、オープン型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ている⁽¹⁾。しかし、オープン型と同じ大きさでアンテナの末端をショートさせたショート型スパイラルアンテナの特性は明らかにされていない。そこで本論文では、ショート型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 f を出力し、RF 電源により電源出力 $P_F = 100\text{W}$ (一定) とする。反射波電力 P_R は送電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、スパイラルアンテナ(直径 180mm)に直列に真空可変コンデンサ(以下、VC)を接続し、VC の容量 C_v を変化させることで、アンテナの共振周波数 f_0 を調整する。受電側アンテナの負荷には 50Ω 抵抗を接続する。

図 2 に各アンテナの等価回路を示す。オープン型とショート型は同じ大きさで、オープン型では表面の巻線 $L/2$ と裏面の巻線 $L/2$ を接続せず、ショート型では短絡する。また、ショート型アンテナの等価回路は L, C 並列共振回路となるため⁽²⁾、アンテナに直列に VC を接続したときのアンテナの共振周波数 f_0 は(1)式で表される。

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_p + C_v)}} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 C_p はアンテナの配線間の寄生容量である。

3. 整合特性検証結果と考察

図 3 に VC を接続し、VC の容量を 100pF, 300pF, 500pF に変化させた場合の電力効率の周波数特性を示す。ここで、電力効率 η は $\eta = P_{Load}/P_F \times 100$ で求めている。また、A~F は共振ピーク点を表す。図 3 より VC の容量を大きくすると、(1)式よりアンテナの共振周波数が低くなり、電力効率が徐々に上昇していることがわかる。

図 4 に図 3 における A~F の共振ピーク点(6 点)で求めた反射係数と電力効率の変化を示す。ここで共振ピーク点とは、電源の出力周波数 f とアンテナの共振周波数 f_0 を一致させたときの点である。また、反射係数 Γ は $\Gamma^2 = P_R/P_F$ にて求まる。図 4 より反射係数増加に伴い、電力効率が低下していることがわかる。今回の実験においての電力損失は、1)誘電損、2)銅損、3)反射波電力からなる。1)と 2)は物質の素材、配線パターンで決まる。3)はインピーダンス整合により決まる。従って、同等の電力効率の共振ピーク点 D, B においては、D よりも B の方が、反射係数が大きいので、インピーダンス整合をとることで D よりも B の電力効率を高くできる。

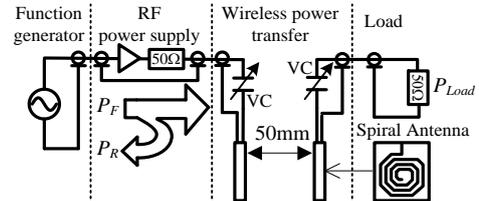
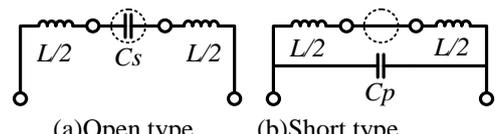


Fig. 1. System configuration of the experiments.



(a)Open type (b)Short type
Fig. 2. Equivalent circuit of each antenna.

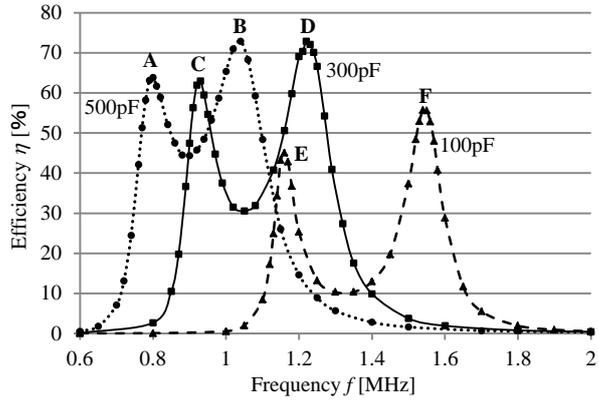


Fig. 3. Frequency characteristics of capacitance and total efficiency.

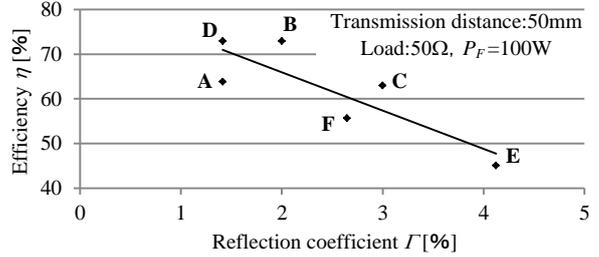


Fig. 4. Relationship between the reflection coefficient and total efficiency.

これまでに検討したオープン型アンテナの最大電力効率は 70.3%(共振点 2.24MHz 時)である⁽¹⁾。今回のショート型アンテナの最大電力効率は 72.9%(共振点 (B)1.04MHz 時)である。一般的に共振点は電源の変換効率の観点から低周波(kHz 帯)であることが望ましい。しかし、オープン型アンテナの場合、共振点を低周波化するとアンテナが大型化する。本論文では、同じ大きさ(直径 180mm)でショート型アンテナに直列に VC を接続する方式がオープン型よりも低い共振点で最大電力効率が同等である。この結果より、ショート型はオープン型より小型化が可能であることを明らかにした。

文 献

(1) 野口, 他:平成 24 年度電気学会北陸支部, A-66
(2) 居村岳広, 他:電気学会産業応用部門大会, 2-29, pp. 359-362 (2009)