

AWPT 2015 に参加して

吉 川 竜 也
Tatsuya YOSHIKAWA
電子情報学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

私は 2015 年 12 月 10 日から 11 日の間、台湾の淡江大学で開催された、「2015 Asian Wireless Power Transfer Workshop」に参加し、「Wireless power transfer system immune to dielectric matter」というテーマで発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

無線電力伝送を用いたアプリケーションにおいて誘電体の影響を受けないシステムの設計が必要とされている。電磁界結合型無線電力伝送は伝送空間に誘電体が入り込むことで効率が低下する。例えば家庭内電力分配システムにおいて、人の体や家具が送信機と受信機の間に入ることが想定される。伝送効率はそのような障害物に対して一定を維持する必要がある。誘電体の影響を軽減する方法は磁界結合によって電力を送ることである。磁界結合をする共振器として、スパイラルコイルにコンデンサをつけることで電界エネルギーを共振器内に閉じ込めた共振器とソレノイドコイルがあげられる。本報告では、このような共振器の結合係数を、電界成分と磁界成分に分けて解析を行った。

2.2 解析方法

結合係数の解析には結合モード理論より導かれる重なり積分法を用い、結合係数を電気成分と磁気成分に分けて解析を行った。

2.3 大きさの異なる共振器の結合係数

無線電力伝送を体内埋め込み医療機器などに应用する場合、送信側と比べて受信側の共振器は小型化

表 1 Parameters of the spiral resonators used in this study

Resonator Name	Rx				Tx
	R6	R11	R30	R60	R120
Outer radius [mm]	6	11	30	60	120
Inner radius [mm]	2	3	10	10	20
Wire radius [mm]	0.2	0.2	0.5	0.5	1
Turns	4	4	5	5	10
Pitch [mm]	1	2	4	10	10
C [pF]	889	464	163.7	63.7	6.3
f_0 [MHz]	15.231	15.234	15.235	15.233	15.238



する必要がある。そのため送信側の共振器と受信側の共振器で大きさの異なる共振器の結合係数の解析を行った。表 1 に、解析に使用した共振器の構造と共振器のパラメータを示す。共振器の構造として、スパイラルコイルの両端にコンデンサを接続した共振器を利用した。

半径の異なるスパイラルコイル共振器を対面させ、結合係数の変化を調べる。共振器は、スパイラルコイル共振器の両端をコンデンサで接続した構造で電界を閉じ込める効果のあるものを利用する。送信側の共振器の半径を 120 mm とし、受信側の共振器として半径が 60 mm, 30 mm, 11 mm, 5 mm の 4 種類の大きさの共振器を用いて、結合係数の解析を行った。図 1 に全体の結合係数、図 2 に磁界成分、電界成分を示す。

全体の結合係数は、受信側の共振器を小さくすることで磁界結合と電界結合ともに小さくなる。電界結合は共振器の大きさの違いにより大きく変化しているが、これは共振器を小さくすることで共振器に接続するコンデンサの容量が大きくなっているため

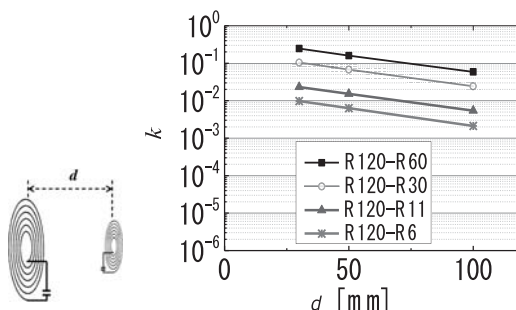


図 1 Total coupling coefficient for the spiral resonators with different radius.

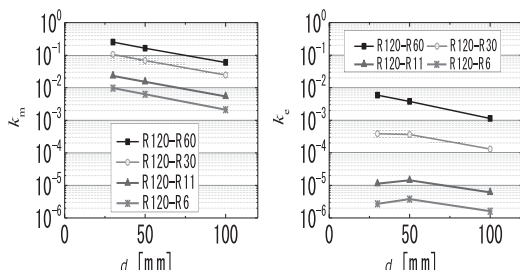


図2 Decomposed coupling coefficient for the spiral resonators with different radius. (a) Electric component. (b) Magnetic component.

である。また電界結合が非常に小さいため、全体の結合係数と磁界成分がほとんど同じになっていることがわかる。

2.4 誘電体の影響

無線電力伝送においては、送信側の共振器と受信側の共振器の間に人などの誘電体が入り込むことが想定される。ここでは結合系共振器の間に誘電体がある場合の結合係数について解析を行った。送信側に半径 120 mm スパイラルコイル、受信側に半径 11 mm スパイラルコイルと半径 15 mm の磁性体を入れたソレノイドコイルを使用し、送信側と受信側の間に厚さ 10 mm の誘電体を入れたモデルにおいて、誘電体の比誘電率を変化させ、その時の結合係数の解析を行った (図3)。結合係数の解析には周波数法を用いた。

受信側共振器がスパイラル、ソレノイドともに電界結合が小さいため、誘電体の影響をほとんど受けていないことが確認できた。

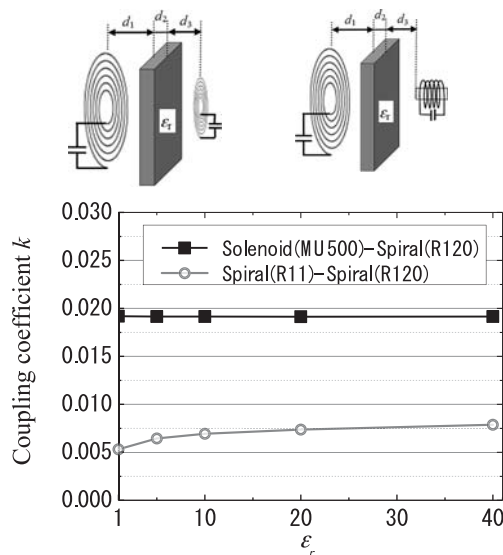


図3 Total coupling coefficients for the solenoidal-spiral resonators and spiral-spiral resonators when a dielectric layer is inserted between the resonators. $d_1=80$ mm, $d_2=10$ mm and $d_3=10$ mm in all simulations

2.5 研究のまとめ

本報告ではスパイラル共振器とソレノイド共振器の結合係数の解析を行った。電界結合の小さい共振器を用いる事で誘電体の影響を受けにくくなることが確認できた。

3. おわりに

国際学会では英語で発表するため、英語での表現や質疑応答など、大変苦勞するところもありましたが、今後の人生で研究だけでなく社会に出て生かせる貴重な経験でした。最後にご指導いただいた張陽軍先生、張研究室の皆様には厚く御礼申し上げます。