

PIERS 2017 に参加して

吉川 竜也

Tatsuya YOSHIKAWA

電子情報学専攻修士課程 2017 年度修了



図 1 共振器構造

1. はじめに

2017 年 11 月 19 日から 22 日までの 4 日間、シンガポールの南洋理工大学で開催された Progress In Electromagnetics Research Symposium 2017 (PIERS) に参加しました。私は 11 月 19 日に Coupling Coefficient Analysis for a WPT System Using a 3D Spiral Resonator という題目で、ポスター発表を行いました。

2.

2.1 研究背景

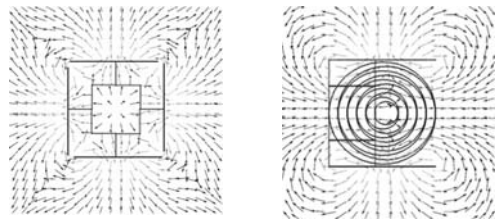
近年、無線電力伝送と呼ばれる電源ケーブルを使わずに共振器と呼ばれる送信機と受信機を用いて電力を送る研究が盛んに行われている。そして無線電力伝送の応用例としてペースメーカーや家電製品への利用が挙げられる。これらに応用する際の課題として電力の送信機と受信機の間への障害物の混入や送信機と受信機の対面角度の変化による伝送効率の低下が挙げられる。本研究では伝送効率のパラメータの 1 つである結合係数に注目し、送信機と受信機の対面角度を変化させたときの結合係数を解析した。また対面角度の変化に強い共振器構造として 3D 構造の共振器を提案し結合係数の評価を行った。

2.2 研究で用いた共振器

図 1 に本研究で用いた共振器と提案した共振器、表 1 に共振器のパラメータを示す。図 2 に 3D 共振器の磁界分布を示す。図 1 (a) は送信用の半径 120 mm スパイラル共振器、(b) は半径 60 mm のスパイラル共振器、(c) は 3D 共振器であり、半径 60 mm のスパイラルコイルを 4 つ直列に接続した構造である。3D 共振器の YZ 面の磁界分布はすべ

表 1 共振器パラメータ

	Transmitter (spiral)	Receiver1 (spiral)	Receiver2 (3D spiral)
Radius [mm]	120	60	60
Pitch [mm]	10	10	10
Number of turns	10	5	5×4
C loaded [pF]	6	63	69.7×4
Resonating f_0 [MHz]	15.23		



(a) YZ 面 (b) XZ 面

図 2 3D 共振器の磁界分布

て外を向いていて対称であるため、回転しても結合が変わらないことが期待できる。

2.3 解析方法

結合係数の解析は結合モード理論より導かれる重なり積分法を用いて求め、電気成分と磁気成分について解析を行った。

$$k = \frac{\int_V \mu H_1^* \cdot H_2 dv - \int_V \epsilon E_1^* \cdot E_2 dv}{\int_V \epsilon |E|^2 dv} = k_m - k_e$$

ここで k はトータルの結合係数、 k_m は磁界結合、 k_e は電界結合である。

結合係数の解析は送信側を半径 120 mm の共振器、受信側を半径 60 mm の共振器と 3D 共振器の 2 種類を用いた。送信側と受信側の距離を 100 mm として受信側を 0 度から 90 度まで回転させ結合係数における角度の影響を評価した。また受信側が 3D 共振器のときには X 軸の回転と Y 軸の回転の 2

パターンについて解析を行った。

2.4 解析結果

図3にトータルの結合係数，図4に磁界結合，図5に電界結合の解析結果を示す。

トータルの結合係数に関して，受信側がスパイラル共振器の場合は回転角度が大きくなるほど結合係

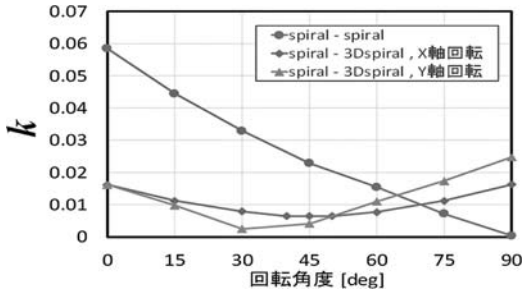


図3 トータルの結合係数

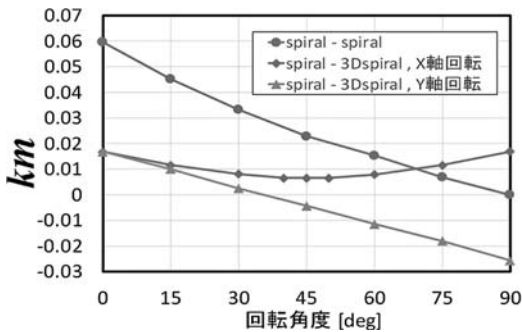


図4 磁界結合

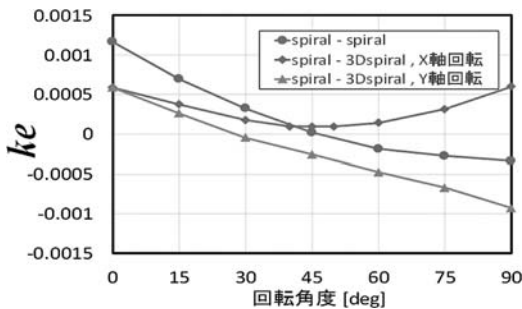


図5 電界結合

数が低下していき，90度でほぼ0になることを確認した。受信側を3D構造共振器に変更した結果，最大値はスパイラル共振器より小さくなることを確認した。しかし，X軸で回転させた結果において，0度から45度までは減少し45度から90度まで増加することが確認できた。また45度の最小値において結合係数は0にならないことを確認した。Y軸の回転では30度で結合係数が最小値になりそれ以降増加しているが結合係数は絶対値で表されるためである。実際には30度から45度の間で結合係数の符号は変化している。そして磁界結合と電界結合においても同じ傾向があることを確認した。電界結合は共振器の外付け容量の効果で非常に小さい値になっていたため，トータルの結合係数と磁界結合の値はほぼ同じであることも確認できた。

2.5 まとめ

本研究では3D共振器を提案し，重なり積分法を用いて受信側を回転させた時の結合係数について解析を行った。その結果X軸回転において受信側が回転しても結合係数がある程度一定になることが確認できた。今後は実験のよる評価を行うことで今回の解析で得られた結果が有効であること確認していく予定である。

3. おわりに

発表形式がポスターセッションであったため，自分が話している途中であっても質問が来る点，日本語であれば簡単に返答できる質問であっても英語で返答しなければならない点において困難を感じた。今回の国際学会では大変苦勞するところもありましたが今後の研究だけでなく社会に出ても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。