

APMC 2014 に参加して

吉川 竜也

Tatsuya YOSHIKAWA

電子情報学科 2014 年度卒業

1. はじめに

私は 2014 年 11 月 4 日～7 日に仙台国際センターで開催された「2014 Asisa-Pacific Microwave Conference」に参加し、「Analysis of Electric and Magnetic Coupling Components for Spiral Resonator Used in Wireless Power Transfer」というテーマでポスター発表を行いました。

2. 研究背景

WPT（無線電力伝送）と呼ばれるコードなしで電力の送受信を行う技術の開発が進んでいます。本研究では電磁界共鳴方式で用いる共振器の解析を行いました。人体は誘電率が高く、無線電力伝送技術の電力伝送を行う共振器の間に人体や誘電体が入り込むことで効率が低下します。そのような影響を軽減するため、電界エネルギーを閉じ込めたスパイラル共振器を WPT システムに利用する事が提案されており、そのスパイラル共振器の電界成分と磁界成分の定量的な解析が必要とされています。

3. 解析で用いた共振器の種類

図 1 に今回解析した 3 種類の共振器を示します。

1 つめの共振器 A は 6 mm 間隔で 18 回巻いた基本のスパイラル共振器です。2 つめの共振器 B は 10 mm 間隔で 10 回巻いたスパイラル共振器の内側



図 1 利用した 3 種類の共振器

の端と外側の端を 6.3 pF のコンデンサーで接続したものです。3 つめの共振器 C は 21 mm 間隔で 5 回、時計回りと反時計回りに巻いた 2 つの共振器の内側の端同士を金属で接続し、外側の端同士を 2.4 pF のコンデンサーで接続したものであり、2 つのスパイラルの間隔は 10 mm です。3 種類の共振器の共通点は共振周波数が 15.2 MHz であること、スパイラルの最大半径が 120 mm であることです。

4. 結合係数の解析

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 (1) を用いて電気成分と磁気成分に分けて解析を行いました。

$$k = \frac{\int_V \mu H_1^* \cdot H_2 dv - \int_V \epsilon E_1^* \cdot E_2 dv}{\int_V \epsilon |E|^2 dv} = k_m - k_e \quad (1)$$

3 種類の共振器の結合係数の電気成分と磁気成分の解析結果を図 2 に示します。

3 種類の共振器の結合係数の磁気成分はほとんど同じ結果が得られましたが、電気成分はコンデンサーを付けた共振器 B と 2 重スパイラルの共振器 C において小さくなっており電気成分が共振器内に閉じ込められていることが確認できました。特にコンデンサーに加え 2 つのコイル間の寄生容量を利用した共振器 C においてより効果的であることが確認できました。

次に共振器 B において共振周波数が 15.2 MHz を維持するようにコイルの巻き数とコンデンサーの容量の大きさを調整した時の解析結果を図 3 に示します。

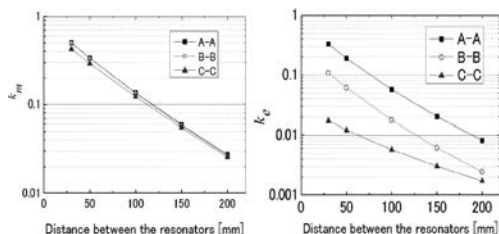


図 2 結合係数の電界成分と磁界成分

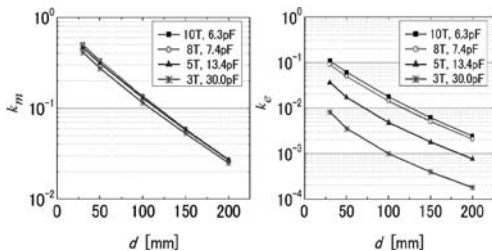


図3 容量と巻き数の関係

コイルの巻き数が増えることによる磁気成分への影響が小さいことが確認でき、電気成分において容量の大きいコンデンサを用いることでより多くの電気成分を共振器内に閉じ込めることができることを確認できました。またコンデンサ内に電気エネルギーを蓄えることが出来ることを確認できました。

5. 実験結果

共振器間の結合係数を実験により求めました。実験における結合係数の計算には周波数法 (2) を用いました。

$$k = \frac{2(f_n - f_i)}{(f_n + f_i)} \quad (2)$$

図4に共振器の配置を示します。

共振器を励振するためにループコイルを用いて励振させます。解析と実験における境界条件を一致させるために金属製の箱の中に共振器とループコイルを入れて実験を行いました。

共振器 A における実験結果と解析結果を比べたものを示します。

解析結果と実験結果はほとんど一致することが確認でき、解析結果が正しいことが確認できました。

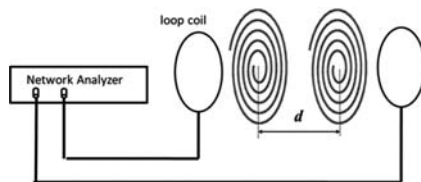


図4 実験装置の配置

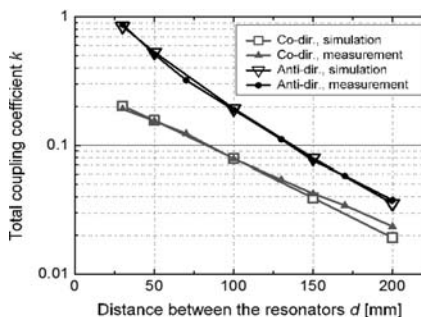


図5 解析と実験の比較

6. まとめ

3種類の共振器において結合係数を電気成分と磁気成分に分けて解析を行いました。スパイラル共振器にコンデンサを付けることで電気成分を軽減することができ、またコイル間の寄生容量にも電気成分を閉じ込めることが出来ることを確認しました。

実験において解析結果と実験結果がほとんど一致することを確認しました。

7. おわりに

今回初めての国際発表ということでとても緊張しました。英語能力の低さや準備不足などにより発表は納得出来るとは言いにくい結果になってしまいました。今回の経験で自分自身の問題点を発見することができたので今後に活かしていきたいと思いません。

最後に、今回の発表を行うにあたりご指導くださった張先生ありがとうございました。