

# 電界結合方式無線電力伝送の社会実装に向けた基礎的検討

製品・機能評価課 室 慧悟\*1、奈須野雅明

## 1. 緒言

近距離での無線電力伝送技術としては磁界結合方式と電界結合方式が挙げられる。電界結合方式では磁界結合方式と比べ、周囲の導体への誘導加熱の恐れがない等の利点がある一方で伝送距離が比較的短いという欠点があった。しかしながら、大矢根らによりヘリカル共振器を利用した無線電力伝送技術が提案され、電界結合方式においても長距離への電力伝送の可能性が示されたり。一方で、提案されたヘリカル共振器はシールド、ヘリカルコイル、ループコイル、対向電極で構成されるため、サイズが大きくなってしまいう課題が残されている。

そこで、本研究では大矢根らの電界結合方式無線電力伝送技術を土台として新たな共振器を開発し、社会実装に際して必要な基礎的な調査を実施した。

## 2. 実験方法

### 2.1 共振器作製

電界結合方式の共振器のサイズを抑えるため、大矢根らのヘリカル共振器におけるループコイル、ヘリカルコイル、シールドに機能をまとめた多層基板を作製した。Fig. 1 に多層基板のレイアウトを示す。40MHz で共振するよう2層、3層にスパイラルコイルを設計した。

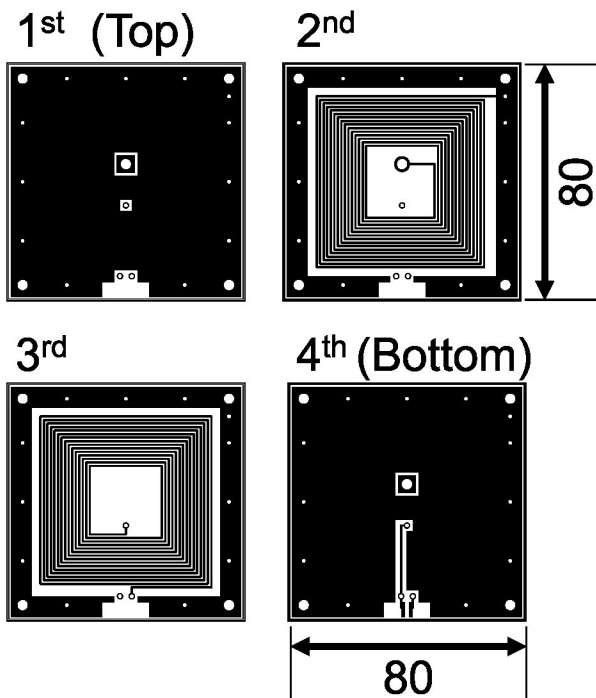


Fig. 1 Multilayer PCB layout

\*1 現 商工企画課

Fig. 2 に本研究で使用した共振器の外観を示す。電極にサイズは 100mm×100mm×1mm、間隔は 10mm であり、多層基板と電極の間隔は 21mm である。

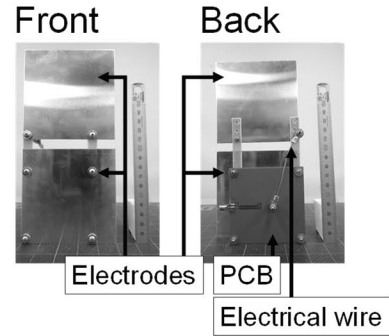


Fig. 2 Appearance of resonator

### 2.2 伝送実験

Fig. 3 に伝送実験の様子、Table 1 に使用した機器の一覧をそれぞれ示す。伝送距離は 20mm とした。ベクトルネットワークアナライザ(VNA)とスペクトラムアナライザを PC で制御した。また、スペクトラムアナライザ、PC はバッテリー駆動にて実験を行った。

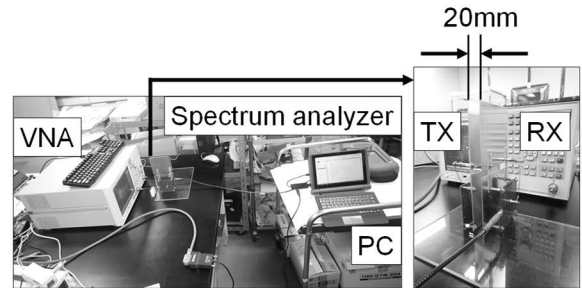


Fig. 3 Experimental setup

Table 1 Measuring instruments

Instrument	Maker	Model
VNA	Agilent Technologies	E5071C
Spectrum analyzer	Agilent Technologies	N9340B
Coaxial cable (TX)	Waka Manufacturing	SMA/P-PSX22L100 (100mm)
Coaxial cable (RX)	Huber+Suhner	SUCOFLEX 100 (1000mm)

### 2.3 シミュレーション

シミュレーションには Femtet(ムラタソフトウェア, Version 2023.0.2.89528)を用いて伝送実験時のシミュレーションを実施した。

### 3. 実験結果および考察

Fig. 4, 5 に  $S_{11}$  における伝送実験とシミュレーション結果を示す。実験結果とシミュレーションとは傾向が概ね一致した。しかしながら、Fig. 4 の 35 MHz 付近でシミュレーションにはなかったピークが確認された。

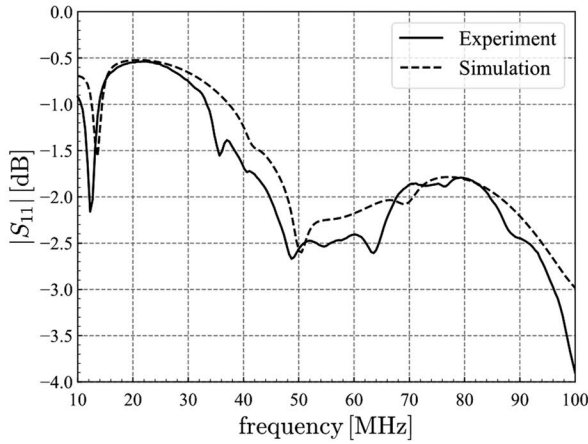


Fig. 4 Reflection ( $S_{11}$ ) vs. frequency

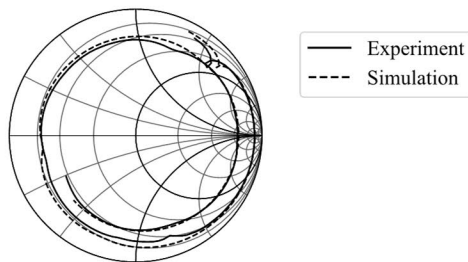


Fig. 5 Smith plot of Reflection ( $S_{11}$ )

次に送電特性を確認する。VNA より内部のリファレンスレシーバの電力の絶対値( $R_{VNA}$ )を取得した。また、スペクトラムアナライザより受電した電力の絶対値( $P_{SA}$ )を取得した。

Fig. 6 に結果を示す。40 MHz、70MHz、100 MHz 付近でのピークの存在は実験、シミュレーションとともにみられた。 $S_{11}$  と同様に 35 MHz 付近のピークはシミュレーションでは現れなかった。

$R_{VNA}$ は内部のリファレンスレシーバの値であり、ケーブル等の損失などの影響を受けてしまう。一方で、今回の測定は受電側をバッテリー駆動で行っており、フローティングとみなせるため、多層基板中の 2 つのスパイラルコイル、シールドが近接している共振器でも適用できる。これは VNA の 2 ポート測定に対して有利な点である。

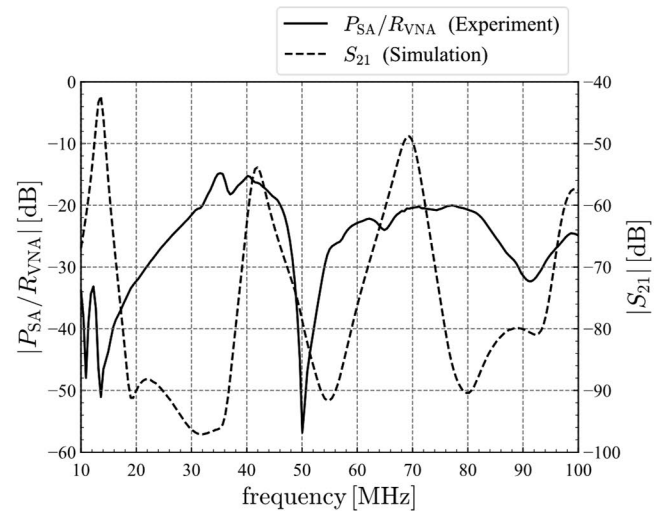


Fig. 6 Transmission characteristic

### 4. 結言

電界結合方式無線電力伝送について大矢根らのヘリカル共振器におけるループコイル、ヘリカルコイル、シールドに機能をまとめた多層基板を用いて共振器を作製した。伝送距離 20mm について実験とシミュレーションを実施した。 $S_{11}$  については実験結果とシミュレーションとは傾向が概ね一致した。さらに、設計時に想定した 40 MHz 付近で伝送していることを確認した。

### 参考文献

- 1)大矢根蒼, 山本真義: 電子情報通信学会和文論文誌 B, 104(2021) pp. 309-311

キーワード : ワイヤレス電力伝送、電界結合、多層基板、共振器

## Fundamental Examination for social implementation of Capacitive Power Transfer

Product and Function Evaluating Section; Keigo MURO\*<sup>1</sup> and Masaaki NASUNO

In this work, novel resonators were prototyped with multilayer PCBs for capacitive power transfer. Experiment and simulation were conducted for a transmission distance of 20 mm. The experimental result and the simulation result were generally consistent on  $S_{11}$ . We confirmed that it was transmitting wirelessly at around 40 MHz with the resonators, which had been assumed at designing PCBs.