

2015年ソサイエティ大会 に参加して

川添雄紀
Yuki KAWAZOE
電子情報学科 3年

1. はじめに

私は、2015年9月8日から11日にかけて、宮城県仙台市の東北大学川内北キャンパスにおいて、電子情報通信学会主催の「2015年ソサイエティ大会」に参加した。10日の無線電力伝送のセッションにおいて、「インホイール・モータ駆動を目指したタイヤ経由ワイヤレス給電」というテーマで発表を行った。

2. 発表内容

2.1 研究背景

電気自動車が地球環境に優しく経済的であることから近年注目を浴びている。しかし、デメリットとして航続距離が短く充電時間が長い点が挙げられる。その課題を解決するために、高速道路などで走行中給電を行うことで、長距離走行を可能にし同時に充電を行う事ができるため電気自動車の普及に繋がると考える。すでに電界結合等でワイヤレス給電が行われているため、本研究では電気自動車に対し磁界結合共振器方式を用いて、インホイール・モータを駆動する構造で電力を供給する事を目的とする。

2.2 実験内容

道路に埋め込むと想定したコイル共振器からタイヤを介して伝送された電力を3つの共振器（道路-車輪-車体）で送る。大きな電力を送電するため高い効率を得る必要がある。伝送効率を向上させる上で結合係数と外部 k との関係性を考慮しなければならない。タイヤ-送電共振器及びタイヤ-車体共振器において、共振器間距離に対する結合係数の変

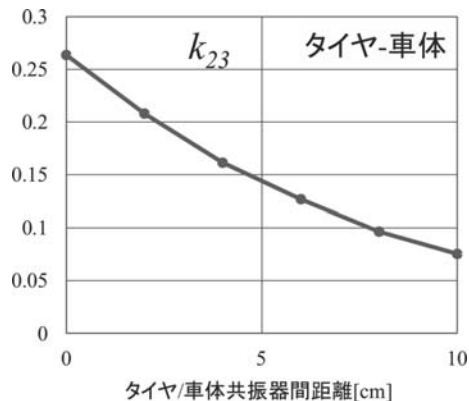


図1 タイヤ-車体共振器間距離依存性

化を把握した。

コイル同士の位置がずれるに連れて結合係数が低下し、伝送効率も悪くなる。図1はそのタイヤ-車体共振器間の結合係数を実際に計測したものになる。コイル同士の距離が離れるほど結合係数が低下する事が確認できる。

等価回路（図2）から理論値としてタイヤ内共振器と車体共振器の結合係数 k_{23} を導き出した。

$$k_{23}^2 = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_2} \left(\frac{1}{Q_3} + \frac{1}{Q_{el}} \right)} k_{12} \quad (1)$$

$$Q_{el} = \frac{\omega_0 L_3}{R_l} \quad (2)$$

この式から全ての共振器の無負荷 Q 値を考慮に入れた上で、3段階（車体）の共振器のパラメータ、最適条件を含んだ式となっている。この式から導出された数値と先ほどの図1から分かる結果とがほぼ一致する伝送距離にして測定を行った。

図2のようにC結合による入出力結合の制御を取り入れ、 C_{ke} が外部結合調整コンデンサ、 C_l が共振周波数調整コンデンサの容量、 R_l が負荷抵抗である。無負荷 Q 値を維持できるとともに、外部結合と共振周波数の両方を調整できるため取り入れた。またVNAから送られた信号を送電共振器のコイル L_1 からタイヤ共振器のコイル L_2 を介して最終的に車体共振器のコイル L_3 に送るという仕組み

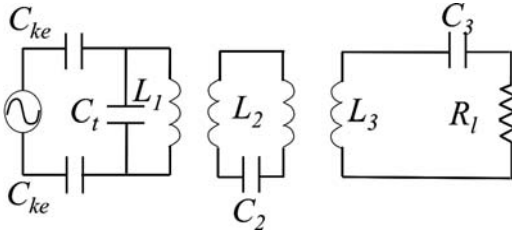


図2 等価回路図

である。それぞれの共振周波数を一致させるためタイヤ共振器と車体共振器のコンデンサ C_2 と C_3 で調整を行っている。

コイルは、直径 1.0 mm 銅線を使用し、タイヤ内共振器（車輪）は 65 巻き、送電共振器（道路）は 5 巻き、受電共振器（車体）は 7 巻きで作製した。測定構造は実験しやすい寸法にした。また車輪と車体を繋げるのに塩化ビニルパイプの棒を使用した。測定装置として VNA（Vector Network Analyzer）を用いた。回路シミュレーションを使用し共振周波数に適したコンデンサの値を算出、測定を行った。また 3 つの共振器において 2 段と 3 段目の共振器を切り分け、最適条件を算出しそのパラメータで実験を行った。

2.3 実験結果

3 段の共振器の共振周波数を 1 MHz に調整して測定した結果が図 3 である。発泡スチロールの棒では結合係数に影響が無いが、金属棒にすると結合係数に影響する事が判明している。S11 が入力側

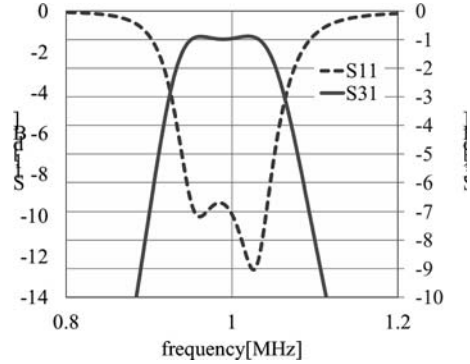


図3 伝送効率結果

（送電共振器側）の反射，S31 が入力側から出力側（車体共振器側）の透過を示す。

図 3 の結果から S31 が -1 [dB] あるので、磁界結合共振器方式を用いることで、停止状態では伝送効率 89% を実現できたと言える。

3. おわりに

今回初めて学会で発表を行ったため、とても緊張した。発表を通して、自身の研究に対する理解を深めることが出来た。また発表後に設けられた質疑応答において、質問に答えることが出来ず、更なる研究、勉強が必要であると痛感した。今回の反省点を元に今後の研究に役立てていきたいです。

最後に、論文、発表練習を手助けしていただいた張陽軍先生及び株式会社リューテック栗井郁雄先生、研究室の皆様深く御礼を申し上げます。