

磁気共振結合を用いた無線電力伝送の基礎実験

A-1 Basic Experiment for Wireless Power Transfer using Magnetic Resonant Coupling

楠居 琳太郎 佐々木 千尋 奥平 鎮正[†]

Rintaro KUSUI Chihiro SASAKI Shizumasa OKUDAIRA

東京都立産業技術高等専門学校 ロボット工学コース

Robotics Course, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

1. はじめに

無線電力伝送には電磁誘導方式や磁気共振方式があるが、本論文では、ロボットなどの移動装置への電力伝送を目的とするために磁気共振方式を用い、その基礎実験を行った。

2. 装置の構成と回路構成、パラメータ

2.1. 装置の構成

送電側と受電側のコイルを図 1 に示す。コイルは直径 19cm の同心円で 30 回巻きとした。また、磁気共振結合電力伝送回路(T 型等価回路)を図 2 に示す。尚、インバータに用いた MOSFET のスイッチング特性の関係から、インバータ運転周波数は 100kHz 程度が上限である。そのため、本回路を 1MHz で共振動作させたい場合にはインバータを 1/9 に分周して運転した。

2.2. 回路パラメータ測定

LCR メータを用いてコイルのインダクタンス、抵抗分を測定したところ、 $L_1=76\mu\text{H}$ 、 $L_2=75\mu\text{H}$ 、 $r_1=0.4\Omega$ 、 $r_2=0.4\Omega$ であった。共振周波数 f_0 が 100kHz となるようにコンデンサの値を求めると $C_1=33.5\text{nF}$ 、 $C_2=33.9\text{nF}$ 、 f_0 が 1MHz となるためには $C_1=0.335\text{nF}$ 、 $C_2=0.339\text{nF}$ となる。

3. 基礎実験結果

3.1. 実験波形例

コイル間距離を $d=50\text{mm}$ とし、共振周波数(動作周波数)を $f_0=100\text{kHz}$ 、 $f_0=1\text{MHz}$ としたときの送電コイル入力電圧 v_1 の波形(CH1)と、出力電圧 v_2 の波形(負荷電圧波形)(CH2)を図 3(a)、図 3(b)に示す。ただし、 $f_0=1\text{MHz}$ のときのインバータ周波数は 111kHz である。図 3(a)からわかるように、 $f_0=100\text{kHz}$ のときには出力に v_1 の基本波とほぼ同じ正弦波電圧が現れている。しかし、同図(b)から、インバータを分周運転すると擬似的に共振運転できるが、出力は小さくなってしまふ。

3.2. コイル間距離と出力電力の関係

負荷に 15Ω の抵抗を接続し、 $f_0=100\text{kHz}$ 、 $f_0=1\text{MHz}$ とし、コイル間の距離を 0mm から 200mm まで 10mm ずつ変化させたときの出力電力の測定結果を図 4 に示す。 $f_0=1\text{MHz}$ においてはインバータを 1/9 に分周させて 111kHz で運転した。 $f_0=100\text{kHz}$ においては、コイル間距離 $d=70\text{mm}$ のときに出力電力が最大で 0.78W となった。 $f_0=1\text{MHz}$ においては $d=110\text{mm}$ のときに出力電力が最大となり、伝送距離を大きくすることができるが、伝送電力は著しく低下した。これはインバータを 1MHz ではなく 111kHz で分周運転したためと考えられ、回路の抵抗成分が非常に小さい場合以外、すなわち振動の減衰が小さい場合以外、分周運転は適当でないと思われる。

4. まとめ

出力電圧が正弦波となり、また特定の距離付近で伝

送電力が最大になるので磁気共振によって結合していることが確認できる。コイル間距離 d が特定の場合以外には出力電力は低下する。これは、両コイルの結合係数が変わり、相互インダクタンスが変化することで共振条件からずれてしまうためと思われる。したがって、 d が変化してもインバータ周波数を適切に調整することにより出力電力の低下を抑えることができると考えられるので、今後この方法を検討していく。

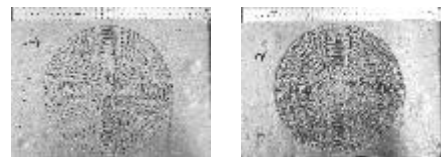


図 1 送電側と受電側のコイル

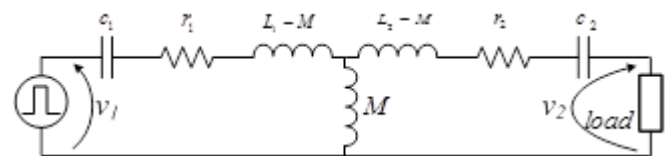


図 2 等価回路

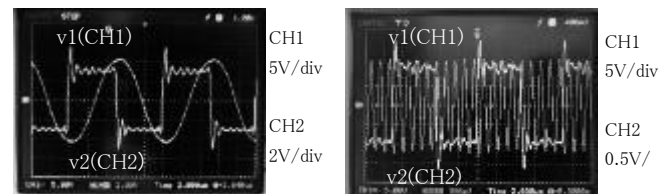


図 3 本装置の入力・出力電圧波形

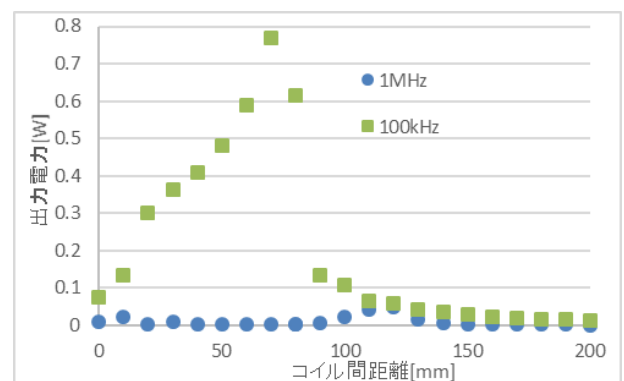


図 4 コイル間距離と出力電力の関係

参考文献

- [1] 高橋, “ワイヤレス給電の技術概要”, 特技懇誌 No.279, pp.3-14, 2015.11.30.
- [2] 石田ほか, “高周波磁界共振方式ワイヤレス電力伝送回路”, 東芝レビュー Vol.68 No.7, pp/19-21, 2013.