

ワイヤレス給電の回路構成に関する研究

瀬川 貴優

(指導教員 佐藤 憲史)

1. はじめに

本研究ではコイルとコンデンサの共振回路を用いた磁界共鳴方式について研究する。磁界共鳴方式はコイルを2つ用い電磁誘導によってワイヤレス給電を行う。その回路に適当なコンデンサを挿入し共振作用を取り入れることで、送受電コイルのインピーダンスの虚部が0となり純抵抗に見立てることができる。これにより電磁誘導方式に比べ大電力・高効率な送電をすることが可能となる。しかし送電できる距離が短い、位置ずれに弱いなどといった課題が残されている。そのため磁界共鳴方式の送受電回路におけるコンデンサや、整流器の回路構成について検討する。

2. 整流回路の比較実験

磁界共鳴方式の回路構成による効率依存性について実験キット(CQ社製)を用いて検証する。回路図を図1に示す。送電回路は直流電圧12Vを発振器に与え正弦波を発生させる。送電コイルに正弦波電圧を挿入することによって電磁誘導により送電を行うことができる。受電回路は受電コイルで電力を受電し、コイルとダイオードを2つずつ用いた倍電流整流回路によって整流を行う。負荷に並列に挿入されたコンデンサは平滑コンデンサである。

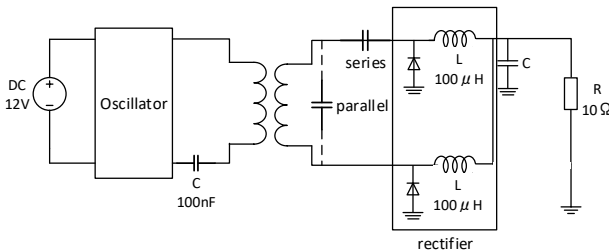


図1 実験回路図(倍電流整流回路)

図1のように受電コイルに対し100nFのコンデンサを直列、あるいは並列につないだ場合の効率の変化を測定する。コンデンサ挿入前をNone、直列につないだ場合をSeries、並列につないだ場合をParallelと呼ぶことにする。実験で測定する点は電源電圧、電源電流、負荷の電圧とし、電源に表示される値とオシロスコープによって測定を行う。またコイル間のギャップ長は5mmでアクリル板により固定し、発振器の周波数を120~200kHzの間で変化させ効率の変化を読み取る。ここでいう効率はシステム全体の効率を意味し、式(1)によって導出する。

$$\text{効率} = \frac{(\text{負荷電圧})^2 \div \text{負荷抵抗}}{\text{電源電圧} \times \text{電源電流}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

受電回路の整流器をブリッジ回路に変え同様に実験を行う。回路図を図2に示す。送電回路、送受電コイル、負荷は同じもの

を使用し、受電回路の整流器をダイオード4つ用いたブリッジ回路に変更する。

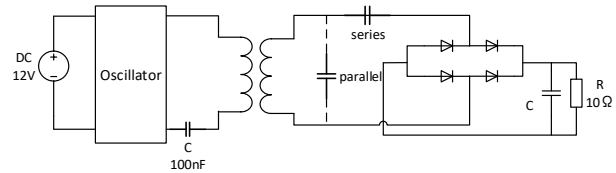


図2 実験回路図(ダイオードブリッジ)

整流器には倍電圧整流回路も考えられるが、大容量で数百kHzの周波数でも正常に作動するコンデンサ、もしくは高インピーダンスの負荷がなければ整流器として回路が動作せず充電使用向けではない。

3. 実験結果と考察

実験結果を図3に示す。それぞれ各回路構成の最大効率を表している。倍電流回路かつparallelの構成が最も効率が高い結果となった。これは理論とは異なる⁽¹⁾。その理由としてLC並列回路は共振時、インピーダンスが∞にみえ負荷に大電流を流すことができるためであると考えられる。またダイオードブリッジではseriesの方が効率が高い結果となった。

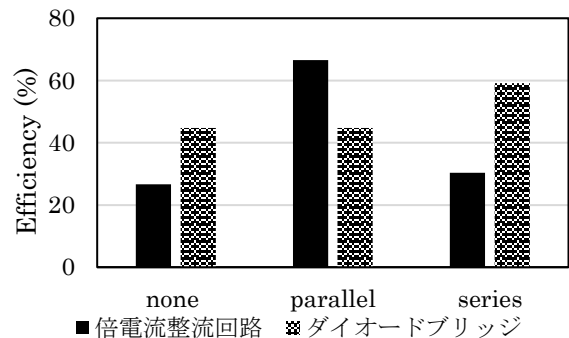


図3 各回路構成の最大効率

4. まとめ

今実験では負荷を10Ωの抵抗で行ったが実際にはバッテリーが接続されることが想定される。そのため低インピーダンスの負荷になることが予想され、充電には大電流が必要となる。そのため受電回路の整流器には倍電流回路が好ましく、共振器にはparallelの構成が最も効率高くワイヤレス給電を行うことができる。今後の課題としては全体のシステムを考え整流器や共振器の回路構成を検討し、高効率化を図ることが挙げられる。

参考文献

- (1) 居村 岳広:「磁界共鳴によるワイヤレス電力伝送」, 森北出版, (2017)