

電界結合方式による短距離ワイヤレス給電の研究

稲葉 喬亮

(指導教員 佐藤 憲史)

1. はじめに

携帯機のワイヤレス給電のような、短距離ワイヤレス給電において現在主流となっている Qi 規格では、電磁誘導方式が用いられているが、ズレに非常に弱いという、携帯機での利用に適さない課題がある。そこで、その課題を克服するのに適した特性を持つ電界結合方式⁽¹⁾の実用性、将来性等について検討することを目的とする。

2. 提案する回路

提案する回路を図1に示す。バッテリーを想定した負荷抵抗 R へ電力を高効率で送ることが目的である。電界結合方式によるワイヤレス給電は、この図におけるコンデンサ $C1$ と $C2$ で行われる。これらの容量は 아이폰 X を想定して自作したアルミ板とクロブレン (CP) ゴムシートによって決まっている。

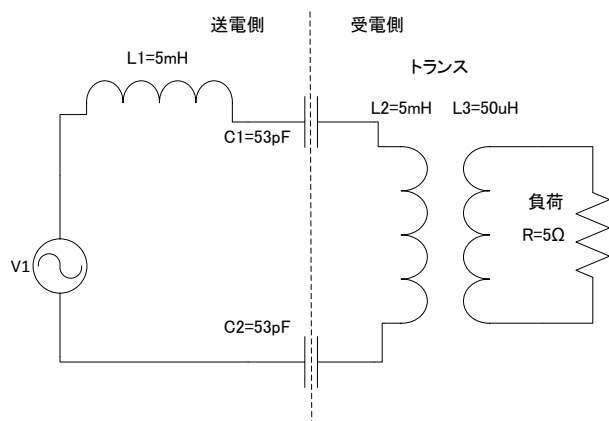


図1：給電回路の構成

以下に設計の要点を述べる。

- ・今回の電界結合方式では、数十 kHz~数百 kHz の低周波における電界結合を目標としている。高周波で行う場合に比べ、汎用性が高くコストが低いためである。
- ・ $C1$ と $C2$ のインピーダンスを共振によって相殺するため、インダクタンス $L1$ が挿入されている。
- ・受電部の負荷抵抗が 5Ω 程度と低いため、この負荷抵抗に十分な電力が送られるように、 $L2$ と $L3$ でトランスを構成し、入力部から見た R の値が 100 倍に見えるようにしている。

3. 実験結果

今回提案した回路を作製し、効率を評価した。周波数特性を図2に示す。共振周波数 247kHz で出力が最大となる。効率を測定したところ、41%であった。コンデンサの位置ズレがもたらす影響は、容量の変化、すなわち共振周波数の変化である。ズレに応じて共振周波数を調整することで、位置ズレに強い給電が可能である。

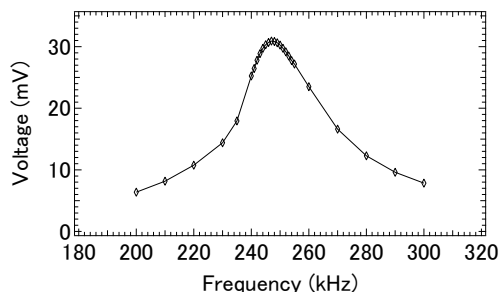


図2：出力電圧の周波数特性

4. 考察

提案した回路は共振周波数では、41%と低い効率になった。 L と C のロスが原因と考えられる。また、効率が入力電圧の振幅に依存することが分かった。図1の受電側を 490Ω の抵抗で置き換え、電圧振幅依存性について測定を行なった結果を図3に示す。振幅が増大するほど効率は下がっている。

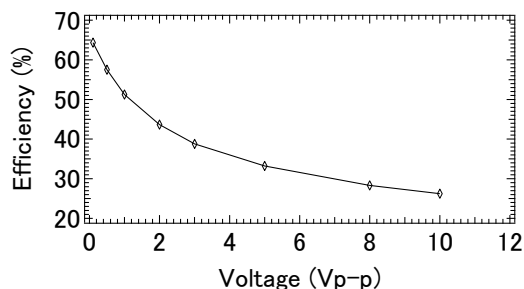


図3:効率の入力電圧振幅依存性

LCR メーターで電圧を変えてインダクタンスを測定したところ、電圧の増大に伴い、ロスが大きくなる事が分かったため、効率の電圧振幅依存性はインダクタのロスが原因であると考えられる。携帯機のバッテリーへの充電が目標であるため、出力電圧は $5V$ が必要である。図1の構成では、入力電圧は $50V$ 以上となる。図3から、入力電圧が高い場合、効率は極めて低くなる。

5. まとめ

今回の実験では、携帯機への応用を目指した電界結合方式ワイヤレス給電を検討した。電界結合部の容量が小さくなるため、インピーダンスが大きくなる。そのインピーダンスを低い共振周波数で相殺しようとするインダクタの値が大きくなるうえ、電圧振幅が大きくなることで、ロスが増大する。そのため、電界結合方式では、低周波での高出力化が困難であるという結論に至った。

参考文献

- (1) 原川健一、影山健二、三浦 一幸：「電界結合技術によるワイヤレス電力伝送技術の可能性」、竹中技術研究報告、No.66(2010)