

ソファの座面をインタフェースとするワイヤレス給電

2018SC088 竹元豊

指導教員：野田聡人

1 はじめに

近年ワイヤレス給電はさまざまな研究が進んでおり、よく見るスマートフォンの置だけ充電や、地面から電気自動車への給電までである。

また、ウェアラブル端末も研究されており、衣服にセンサを仕込む研究 [1] などが行われている。そしてそれらは普通の衣服のように着用できるように改良される [2]。

そこで、人が家で生活してよく使うソファやベッドから給電することができれば、ユーザーが充電の行為を意識することなく、このような衣服型のウェアラブル端末を日常的な動きの中で自然に充電することができる。本稿では、ソファ内部に給電器を埋め込み、ソファとしての座り心地を損なわずにソファ上のどこでも給電できるシステムを提案する。

2 本研究の課題

本研究の課題はソファ座面のやわらかさを保つことと、給電効率を高めることであり、給電効率の上限はコイル間の結合係数 k と共振の Q 値の積 (kQ 積) により定まる。

通常のワイヤレス充電器を座面の浅いところに入れるだけでは、座面のやわらかさが損なわれる。やわらかさを損なうことなく kQ 積を高める方法は二つある。一つは給電コイルと受電コイルの距離を近づけ、結合係数 k を稼ぐ方法である。二つ目はコイル間の距離が離れても Q 値を高くとれるようにコイルを設計することである。

3 実現する方法

座面のやわらかさを損なうことなく、座面でワイヤレス給電を行うための方法は以下の二つである。一つ目は、コイルをやわらかい素材で作成することによって、座面付近に給電器を設置しても座面のやわらかさに変化を与えない方法である。二つ目は、硬い給電器をソファの座面付近ではなく、深いところに設置することによって、表面のやわらかさに影響を与えないようにする方法である。

本研究では、コイルをやわらかい素材で作成することによって、座面付近に給電器を設置しても座面のやわらかさに変化を与えない方法で行う。

4 一枚のコイルからの給電

コイル対コイルが一对一で、中心と中心が合わさっている場合の効率を計算する。図 1 はコイルが一对一の場合の回路図である。この回路は Q_i 規格を想定し、共振周波数が 110kHz になるように設計している。

効率 E は、次式のように定義する。

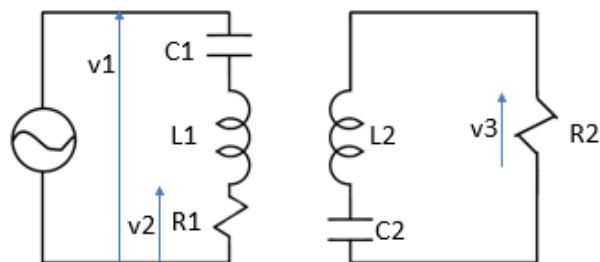


図 1 送受信コイルが一对一の伝送系の回路モデル。

$$E = \frac{\frac{v_3^2}{R_2}}{\frac{v_1 v_2}{R_1} - \frac{v_2^2}{R_1}} \quad (1)$$

オシロスコープ (Picoscope) を用いて v_1 , v_2 , v_3 を測定する。給電コイルと受電コイルは密着させた状態で測定する。負荷抵抗 R_2 を 1Ω , 10Ω , 100Ω の場合で測定した結果、 1Ω の時に E が最大となり、約 55% となった。

また、給電コイルを曲げた状態で測定した結果、負荷抵抗 R_2 が 1Ω の時に E が最大となり、約 51% となった。コイルが平らな状態と曲がった状態を比較すると、約 30% 効率が低下した。

次に、給電コイルと受電コイルの距離を離れた時の効率を計算する。受電コイルと給電コイルの中心間の距離を距離とし、負荷抵抗 R_2 は距離 0mm の時に最大効率となる 1Ω とする。

図 1 において測定した結果、図 2 になった。

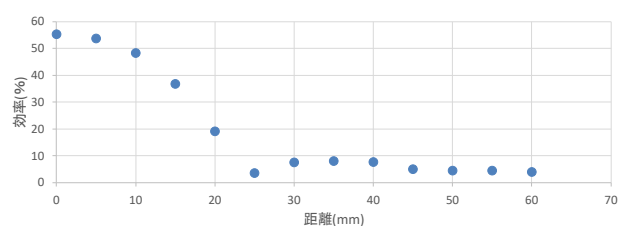


図 2 コイル中心間距離と効率の関係。

距離を 5mm ずつ離れた結果、効率は最大で約 55%、最低で約 3.5% となった。

5 複数のコイルからの給電

二枚の給電コイルと受電コイルの距離を変化していくときの効率を確認するために行う。二対一の時の回路図は図 3 とする。二枚の場合の効率 E' は次式のように定義する。

$$E' = \frac{\frac{v_5^2}{R_3}}{\left(\frac{v_1 v_2}{R_1} - \frac{v_2^2}{R_1}\right) + \left(\frac{v_3 v_4}{R_2} - \frac{v_4^2}{R_2}\right)} \quad (2)$$

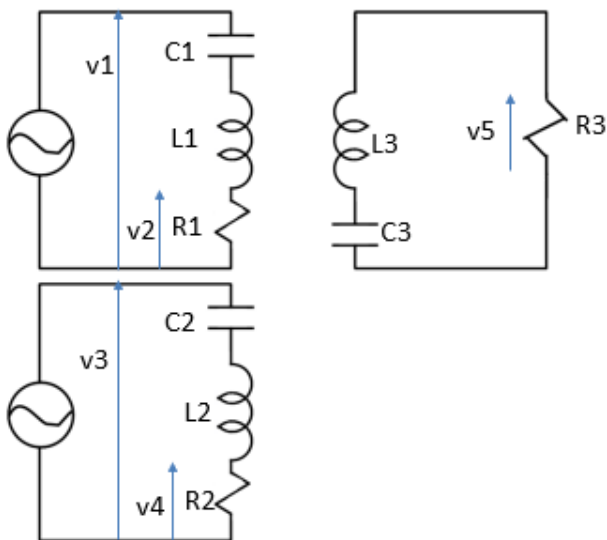


図3 給電コイル2個，受電コイル1個の系の回路モデル。

一対一で測定した結果より，計算における効率を求める．給電コイルと受電コイルのそれぞれの距離の効率を用いて，最大効率となると仮定して計算する．

次に実際に測定した結果から計算した効率を求める．図4に示すように，ファンクションジェネレータ (DG4062) と Picoscope 二台を用いて測定を行う．ファンクションジェネレータの2チャンネルの出力をそれぞれ1つのコイルに印加する．ファンクションジェネレータの2チャンネルの出力信号間の位相差を調節して得られた効率の最大値を，その位置における伝送効率としている．

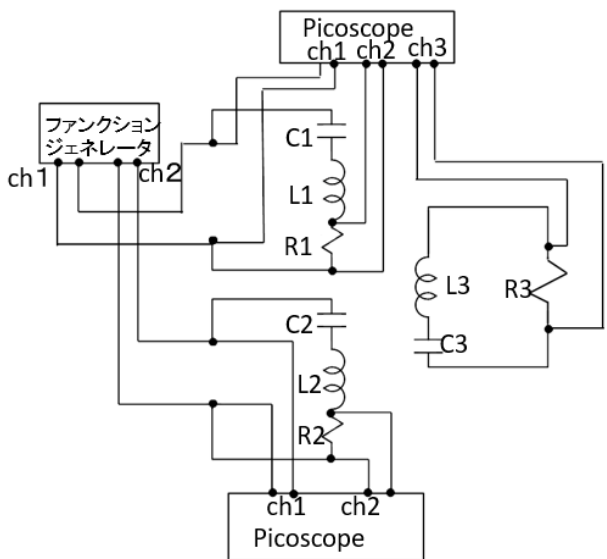


図4 給電コイル2個，受電コイル1個の伝送効率の測定系。

距離が40mmの場合の，計算における効率と，測定における効率は図5のようになった．距離とは片方の受電コイルと給電コイルの水平方向の中心間の距離のことを指

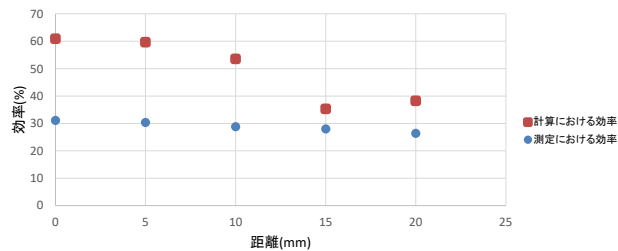


図5 2個の給電コイルの間隔が40mmの場合の，受電コイル位置と伝送効率の関係．横軸は，2個のコイルのうちの一方の中心から，受信コイルの中心までの距離を示す．

す．計算の場合の効率は最大で約61%，最低で約35%となり，測定の場合の効率は最大で約31%，最低で約26%となった．

計算で求めた効率と測定して求めた効率を比較したとき，40mmの場合，最大効率が30%，最低効率が9%低下した．これらの効率の低下は，計算で求めた効率は理想的であることと，給電コイル同士が影響しあったことが原因であることが考えられる．

給電コイルをソファ座面に敷き詰める場合，最も密度が高くできるハニカム状に並べるが，この時，三つの給電コイルの中心に受電コイルを置いた場合の効率は低下すると考えられる．

6 まとめ

本稿では，ソファの座面をインターフェースとするワイヤレス給電について，ソファ座面のやわらかさを保つことと，伝送効率を高めることを図った．フレキシブル基板を用いることにより，結合係数を高めつつ座面のやわらかさを保った．また，コイルのサイズ，巻き数を増やすことにより伝送効率を高めた．給電コイル間の距離を調節することで，全体位で均一な伝送効率を実現した．

計算で求めた伝送効率と実際に測定した伝送効率に差があったので，ソファやベッドに実装した際にどのような伝送効率を得られるかが今後の課題となる．

参考文献

- [1] 桑原教彰, 野間春生, 鉄谷信二, 萩田紀博, 小暮潔, 伊関洋ほか. ウェアラブルセンサによる看護業務の自動行動計測手法. 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 11, pp. 2638-2648, 2003.
- [2] 板生知子, 塚本昌彦, 大江瑞子ほか. ウェアラブルとファッションの融合への取り組み. 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信 (MBL), Vol. 2004, No. 44 (2004-MBL-029), pp. 59-64, 2004.