

ワイヤレス給電システムのセンサ応用への検討

望月 孔二*, 田中 康介*, 矢野 勝也*

Study on Wireless Power Transfer System for Sensing Application

Kouji MOCHIZUKI*, Kosuke TANAKA*, Katsuya YANO*

Abstract : Possibility of the sensor use of wireless power transfer system was studied. Existence of a piece of metal between coils changes transmission rate of the transfer system. This phenomenon is able to be used for sensing. Sensitivity is improved by using two receiving coils.

Key Words: Wireless Power Transfer System, Sensing

1. はじめに

近年, 携帯電話や電気自動車のなどへの給電の技術として, 離れたところに電力を供給するワイヤレス給電が, 実用化されたり, 応用が期待されている. この技術は, 電波伝搬を用いるものや, 電磁誘導を用いるものなどがあるが, その一つに磁界共鳴方式がある. この方式は給電側と受電側にそれぞれコイルを使って共振器を作り, 発生した磁場の振動が同じ周波数で共振することで電力を受け渡す現象である[1]であるが, ほかの方式に比べて送・受電間の空間が大きいという特徴がある[1]. この研究では, その空間内に金属が存在するときのコイル間の伝達特性の変化を調べ, このシステムが金属センサとして利用できる可能性を調べた.

なお, 受電側は一つのセンサ, または二つのセンサとした.

2. 応用先の検討

もしもこのセンサシステムが, エンジンオイルの中に金属粉が含まれているかどうかセンサするのに使われたならば, 特徴を生かすことができると思われる. ピストンの異常な動きがエンジンの内壁を摩耗させ, エンジンオイル内の金属粉が生じる. このセンサがそのパイプ内の金属を検知することで, エンジンの異常を見つけることができ, 重大な破損の予防につなげることができる[2].

なお, エンジンオイルが流れるパイプは, 塩ビのような電波を通す材質で作る必要があると思われる.

このセンサシステムはすぐにセットしたり外したりで

* 沼津高専 電気電子工学科

きるの, 校正が容易である. また, 一つのセンサシステムを作れば複数の場所でセンサとして使うことができるため, 全体のコストを下げることもつなげることができる.

ただし, 大きな課題はこのセンサの感度である. エンジンの調子が低下する前兆としての摩耗はわずかな金属であろうから, なるべくわずかな量を検知することが必要である.

磁界共鳴方式には, コイルの位置関係のズレがあっても電力が伝わりやすいという特徴があるが, これは送・受電のコイル間に何かあっても電力の伝送に変化が生じにくいということであり, センサ利用にはあまりありがたくない性質である. 一方, センシングの範囲が空間であるということは, パイプ内のどこに金属粉があっても検知できるという可能性がある. これは好ましい特性である.

以上のように, 感度と, 検知できる範囲について興味をもってこのセンシングシステムの性質を検討する.

3. 実験装置の概要

実験で使用するのは, CQ 出版社株式会社が磁界共鳴方式の原理と方式を理解することを目的として販売するワイヤレス電力給電実験キット 000045 とした[3]. (図1) コイルの直径は 80mm である. コイルは当初キット内にエナメル線が用意されていたが, 購入した直径 0.5mm のエナメル線で巻き直した. 作成した給電コイルと受電コイルのインダクタンスはどれも $35\mu\text{H}$ であった. また給電側の発振周波数は約 2.0MHz であった.

測定時は, 給電側のコイルに印加される電圧と, 受電側のコイルに現れる電圧を, オシロスコープで観測した.

共振周波数調整用に, 給電側と受電側のいずれにも可変容量が用意されている. 実験に先立って, 出力側の電圧振

幅が最大になるようにそれぞれの可変容量を調整した。

4. 受電コイルが一つのとき

今回の実験では、図1のように給電コイルと受電コイルを向かい合わせて置いた。コイル間の距離はコイルの直径と同じ80mmとした。コイル間の中央に、コイルの巻き線と平行に金属板を置いた時の受電コイルの電圧を測定した。置いた金属板は4種類であり、コイルの断面積に対して、25%、50%、75%、100%の面積の正方形とした。

実験結果を図2に示す。横軸はコイルの断面積に対する金属板の面積の割合、縦軸はコイル間にアルミ板を置かなかったときの受電コイルの電圧の値2.47[V]を100%としたときの受電コイルに生じる電圧である。

図から読み取れるように、金属板の面積が大きくなるにつれて受電コイルに生じる電圧が小さくなっていることが分かる。このことから、コイル間の磁界に影響を与える物質を検知するセンサとして、磁界共鳴方式が利用できる可能性があると言える。

しかしながら、金属板が0%から100%まで金属板の面積を変えたにも関わらず、出力の変化はマイナス13%であった。これでは、金属板の有無に対して出力の変化が少

ないと言える。

金属板を入れることで、わずかではあるが入力側の振幅も変化も見られた。このことから、受電コイルの電圧変化は、送電コイルから受電コイルへの伝達率だけで決まるわけではないと言える。

5. 受電コイルが二つのとき

感度を上げる技術の候補として、受電側を2つにすることを検討した。

1つ目の受電コイルをセンサとし、2つ目の受電コイルをリファレンスとし、2つの受電側の電圧を比較することで金属を検知する。この構成にすれば、給電側の電圧の変動に影響されないためセンサとしての信頼性も向上するであろう。

実験系を図3に示す。2つの受電側コイルをA(センサ)、B(リファレンス)と記す。給電側と受電側のコイル間の距離は同じく80mmである。そして、受電側コイルAの前にコイルの断面積の25%、50%、75%、100%の大きさの面積の金属板をおき、受電コイルAと受電コイルBそれぞれの電圧を測定した結果を図4に示す。縦は受電コイ

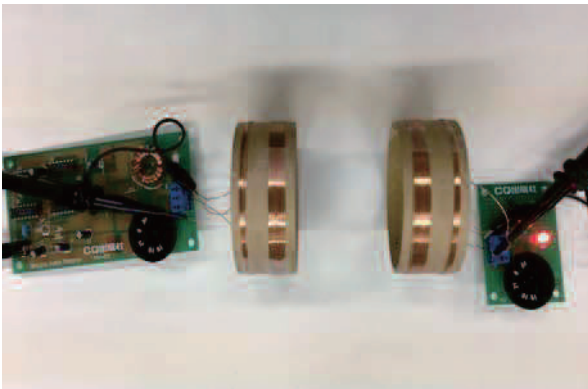


図1 受電コイル1つの実験装置

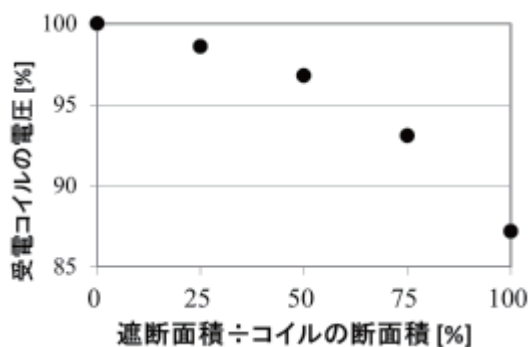


図2 受電コイル1つの実験結果

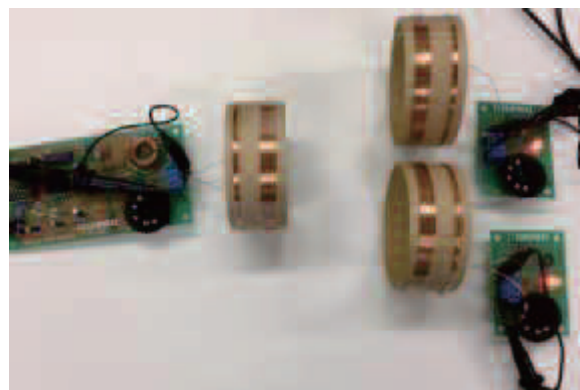


図3 受電コイル2つの実験装置

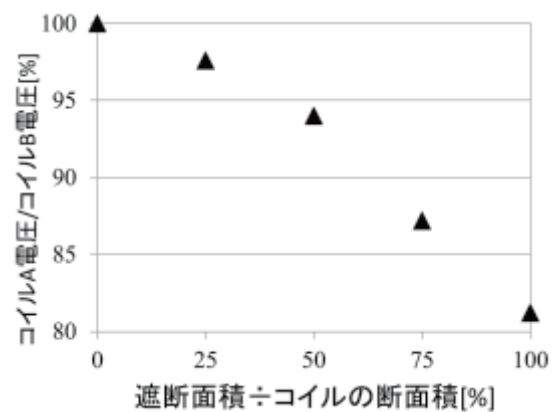


図4 受電コイル2つの実験結果

ル A と受電コイル B に生じる電圧の比，横軸をコイルの断面積に対する金属板の面積の割合とした．受電コイルが一つのときよりも二つのときのほうが，出力の変化が大きい．また，送電側の電圧の変化があっても出力に変化がないので，センサとしての性能が向上していると言える．

6. まとめと今後の方針

磁界共鳴方式のワイヤレス給電システムがセンサとして使えるか実験した結果，

- ・金属板の有無を検出できる，
- ・受電コイルを二つにすることで，感度を上げることができ

るということを確認できた．

しかしながら，当初掲げた目標は金属粉の測定であり，今回の系では感度の点で実用化は難しい．

今後は，測定の周波数を変えたり，コイルの大きさを変えたり，経路の途中にアンテナを付けたり，受電コイルの数を増やすことで，感度を高められないか検討を続ける．

参考文献

- [1] 宇佐美 豊, 加藤 雅一, 大館 紀章:「小型機器向け 磁界共振方式ワイヤレス電力伝送技術」, 東芝レビュー, Vol.68, No.7, pp15-18 (2013)
- [2] 椎原裕美, 岡本和之, 黒澤忠彦, 滑り軸受け状態監視の計測・解析・診断技術・ディーゼル主機関主軸受の最適状態監視を目指して, 日本マリンエンジニアリング学会誌代 4 巻第 2 号 (2009)
- [3] CQ 出版社:「ワイヤレス電力給電実験キット 取扱説明書」