

IEEE CE ソサイエティ西日本 合同チャプタ主催 1 月研究会 に参加して

福 森 康 洋

Yasuhiro FUKUMORI

電子情報学専攻修士課程 2017 年度修了

1. はじめに

2018 年 1 月 21 日に山口県、海峡メッセ下関で開催された IEEE CE ソサイエティ西日本合同チャプタ主催 1 月研究会にて、「アームロボットに対する誘電体多層円板コンデンサを用いた非接触給電システムの小型化」の題目で口頭発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

多関節アームロボットは近年、高速性が向上し、関節部分の駆動頻度が高くなることで電力ケーブルに負荷がかかり、疲労切断する危険性が高まっている。

この問題に対して、ディスクリピータを用いた多関節アームロボットへの電界結合型非接触給電法が提案されている^[1]。関節部分の上部へ行くほどアームが細くなるロボットの場合、共振回路の要素であり関節部分を担うコンデンサも直径を小さくし小型化する必要がある。それに伴いコンデンサの容量が小さくなり共振周波数が下がっていく。その状況下でも全体の共振周波数を保つ方法が必要となる。本研究では、銅張積層板を用いた円板コンデンサを複数枚積層することで、円板のサイズを維持し、かつ容量が大きいコンデンサを提案する。

2.2 多層コンデンサ

複数のコンデンサの合成容量は並列に接続することで増加する。そこで、我々は銅貼り基板で作製したコンデンサを図 1 のように多層に重ね合わせ互い違いに銅線を接続し、導通することで並列に接続さ

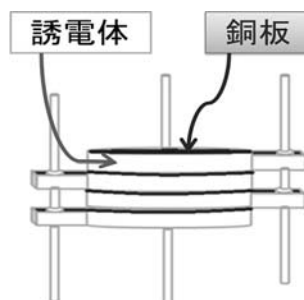


図 1 誘電体多層円板コンデンサ

せた。これにより、容量が増加する。コンデンサ同士の距離が近づくほど容量は増加する。基板が薄ければ薄くなるほどキャパシタンスは増加し、かつ複数枚利用に必要なスペースを縮小することができる。

また、コンデンサは極板 2 枚一对で動作するので、円板が 4 枚ある場合作られる従来のコンデンサは 2 個となる。しかし、図 1 の場合、中で挟まれている円板同士もコンデンサとしての働きをするので従来よりも 1 個多い 3 個のコンデンサとして動作する。

本研究では FR-4 ($d=1.5$ mm)、レジン ($d=0.3$ mm) 基板をそれぞれ用いて互いに 6 枚の円板を重ね合わせた誘電多層円板コンデンサを作製しこれらの容量と等価直列抵抗を測定し図 2 のような結果となった。

レジン基板を用いることで等価直列抵抗を約 0.3Ω まで抑えることができる。等価直列抵抗が大きくなると、伝送効率が下がる原因となるので FR-4 よりも容量が大きく、かつ等価直列抵抗が小さいレジンの方が本研究目的に適していると言える。

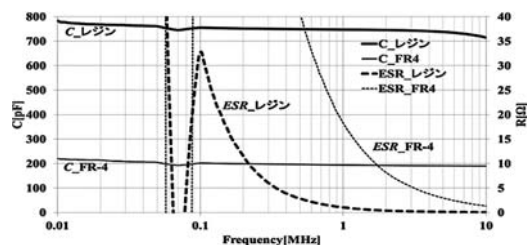


図 2 コンデンサの容量と等価直列抵抗

2.3 共振回路

アームロボットを想定し、図3のような等価回路を作製する。コイルには小型化のためにフェライトコアを用いたソレノイドコイルを用いる。

この回路の伝送効率を測定するためにオシロスコープで電力を測定し、電源の電力との比較をし、伝送効率を計算する。

図4、5より伝送効率は75%となり、実装するの

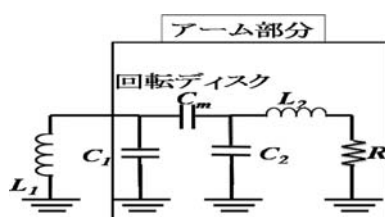


図3 モジュールの等価回路

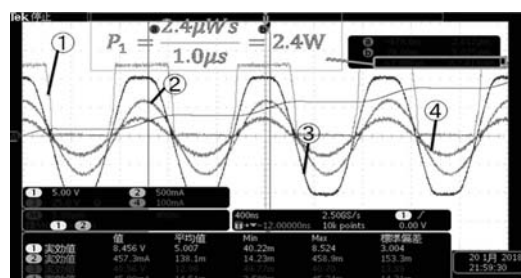


図4 電源側の電力

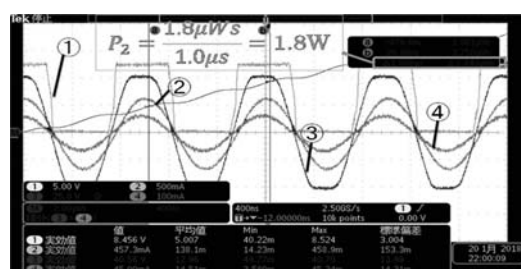


図5 アーム側の電力

には妥当な効率である。

2.4 まとめ

多関節アームロボットの関節部分が疲労切断する問題に対して共振回路による非接触給電方式を提案した。その中で、先端に行くほどアームが細くなり共振回路を小さくする必要がある。このため、共振回路に必要なコンデンサ、コイルを小型化しながら、それらの性能を保つ事が課題となる。本研究では回転可能な円板コンデンサを積層することで容量を増加させ、アームロボットの関節部分も担うモジュールとして作製し共振回路に取り付けた。今後は2、3段目のアームを想定した回路を作製、かつ伝送効率の安定化が課題となる。

3. 発表

IEEE CE ソサイエティ西日本合同チャプタ主催1月研究会のハードウェア関連及び一般（その1）のセッションで口頭発表を行った。国際学会でのポスター発表は経験したことがあったが、学外での口頭発表は初めてであり、研究会の最初の発表者が自分だったので、緊張したが、終了後、聴講者の方にわかりやすかったと言って頂けたのが嬉しかった。

謝辞

本研究を取り組むにあたり、様々なご指導を頂きました講師である植村渉先生、株式会社リューテック代表取締役栗井郁雄様に心から感謝いたします。また、研究室の皆様にも感謝の気持ちと御礼を申し上げます。

参考文献

- [1] 栗井郁雄, 川辺健太郎「多関節アーム・ロボット模型への非接触給電の実験」RF ワールド No.38 (CQ 出版, 2017 年 5 月 1 日) (pp 105-119)