

ロボティクス・メカトロニクス 講演会に参加して

川 辺 健太郎

Kentaro KAWABE

電子情報学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は2017年5月11日から12日にかけて、福島県のビッグパレットふくしまにおいて、ロボティクス・メカトロニクス講演会に参加した。12日に「多関節アームロボットへの電界結合非接触給電」というテーマで発表を行った。

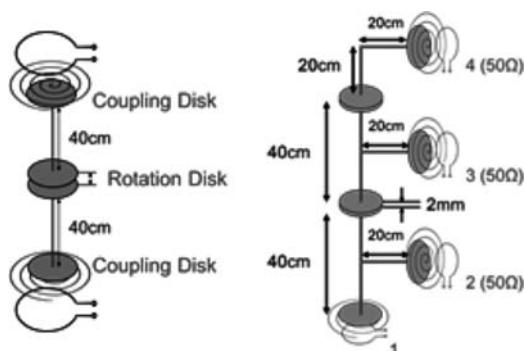
2. 発表内容

2.1 研究背景

工業用多関節アームロボット内には関節数に対応したモーターが存在し、高周波電源から電力及び制御信号を伝送している。しかしアームの高速、頻繁な動きによる疲労でそれらのケーブルが切れてしまうおそれがある。それを解消するには回転運動又はスライド運動を行う関節部分を非接触化する必要がある。本報告では工業用多関節アームロボットに対してディスクリピーターを用いた電界結合非接触給電法の検討を行った。更に単一の電源から複数個のモーターへ電力分配も可能であることを示したい。

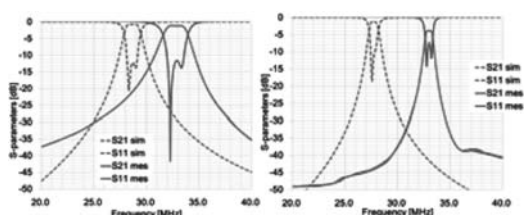
2.2 実験内容

図1にディスクリピーターを用いた電界結合型非接触給電システムの構造を示す。図1(a)は一つの負荷に給電する基本構造、図1(b)は三つの負荷に給電する分配型の構造である。コイルは直径15cm巻数15巻、両端開放型の $\lambda/2$ スパイラル共振器を用いた。またコイルと相対する銅製のディスクは結合ディスク、関節部に挿入する二枚のディスクを回転ディスクと呼ぶ。スパイラルコイルはループコイルにより励振され自己インダクタンス、線間



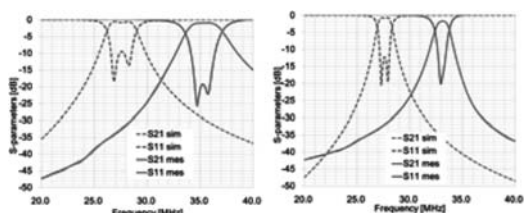
(a) 基本構造 (b) 三つの負荷への非接触伝送構造

図1 非接触伝送システム概略図



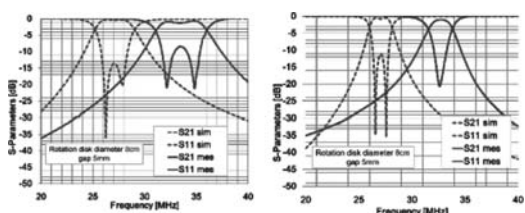
(a) 回転ディスク間 5 mm (b) 回転ディスク間 20 mm

図2 回転ディスク直径 2 cm 時の伝送特性



(a) 回転ディスク間 5 mm (b) 回転ディスク間 20 mm

図3 回転ディスク直径 4 cm 時の伝送特性



(a) 回転ディスク間 5 mm (b) 回転ディスク間 20 mm

図4 回転ディスク直径 8 cm 時の伝送特性

キャパシタンスにより共振する。生じた電界により隣のディスクと容量結合し、いくつかの容量結合を介し受電部負荷へと電力供給される。

次に図1(a)の基本構造を用いて伝送特性の回転ディスク直径、間隔依存性についてシミュレーション、実測を行った。以上の結果を図2, 3, 4に示す。結果を見る限り回転ディスク間は単純な容量結合であり、直径が大きくなるほど、電極間隔が狭まるほど、結合容量は増加し通過帯域が広がっている様子が分かる。実験結果とシミュレーションで伝送特性は比較的酷似しているものの、中心周波数にズレが生じているが理由については今後考察する。しかし直径2cmであっても間隔が5mmであれば十分な効率を得ることが出来、挿入可能スペースに対応することができそうである。

次に回転ディスクの向きを横向きと縦向きで使用した場合の伝送特性の比較を図5に示す。アームロボットは関節毎に図5(a)に示す2種の運動を行うため、それらに対して対応可能であるかを確認する。コイルと結合ディスク間隔は5mm、回転ディスク間隔5mm、結合、回転ディスクの直径は7.5cm、回転ディスクと結合ディスク間ワイヤー長は20cmとなっている。回転ディスクの向きが異なっても、その伝送特性に変化はなく、どちらでも使用可能であることが分かる。

次に、図1(b)の分岐型の伝送特性のシミュレーション、実験結果を図5に示す。図1(b)に示したように#2は5Ω、#3は50Ω、#4が500Ωと三つ全てが異なる負荷抵抗で終端している。アームロボットに使用されているモーターは殆どが所要電力の異なるものである。即ちインピーダンスも異なっていると言える。加えて同じ種類のモーターでも動作時、非動作時によってもインピーダンスが変化する。その為それらに対応可能か確認するべく上記の検討を行った。

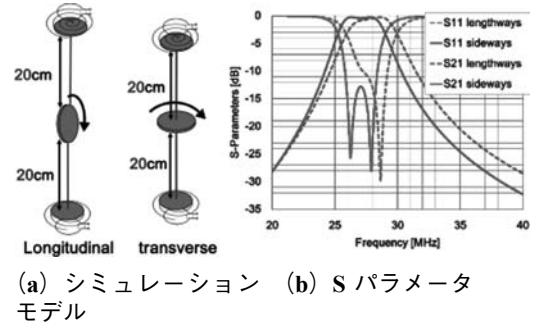


図5 回転ディスクの縦向き横向き時の特性

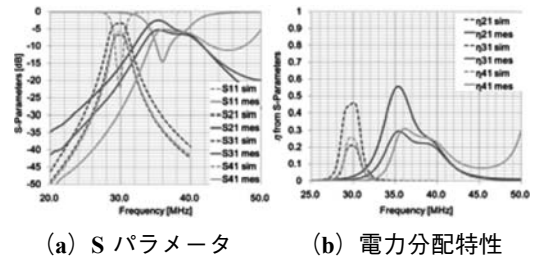


図6 三つの負荷への電力分配特性

図6において四段構造に拡張した場合でも反射損失を5%以下に抑えて各負荷に電力が分配されている様子が分かる。しかし実験結果では2 port のVNAを使用しており、同軸ケーブルを繋ぎ変えてSパラメータを測定したため、伝送効率の合計が1よりも大きくなってしまったが、実験結果とシミュレーション結果共、分配比の様子はよく似ている。

3. おわりに

今回はいつも発表している無線分野の学会ではなく機械分野の学会で初めての発表だったため普段よりも沢山の質問をして頂き私自身非常に勉強になりました。

この度本研究のご指導を頂いた石崎俊雄先生、張陽軍先生、株式会社リューテック代表取締役栗井郁雄様には多大なる感謝を致します。誠にありがとうございました。御座いました。