



## ワイヤー・クラッチ方式による電動義手

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-11-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 吉田, 丈夫 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24729/00008120">https://doi.org/10.24729/00008120</a>

# ワイヤー・クラッチ方式による電動義手

## Artificial Hand with Electro-Magnetic Clutches

吉 田 丈 夫\*

Takeo YOSHIDA\*\*

(昭和51年9月6日 受理)

### Summary

Electro-magnetic clutches were used between motor and cables in the cable-alignment type of artificial finger sets. The results were the success of mutching with the grasping objects and the continuing grasp without stopping the motor. These results mean that the mechanism to stop the motor at the grasping end is unnecessary. At the same time, the control of drive becomes easy.

This paper also says that the function of the artificial prosthesis is not always related with the freedom of them.

### 1. ま え が き

義手は、上肢の高位欠損者やサリドマイド児などの要求から、上腕義手や肩義手の開発が多くなされており手義手については装飾用義手またはフックが実用されているにすぎないのが現実のようである。もちろんこの面での研究も数多くなされてはいるが<sup>1)2)3)4)</sup>、研究と実用の間のギャップが非常に大きいといえる。このギャップを埋めるためには機能の拡張、軽量化、制御の単純化などが不可欠な問題となってくる。本研究はこの機能の拡張、軽量化に重点をおき、かつ簡単な制御での作動を可能にする手義手の開発を目的として行なったものである。機能拡張については、日常動作の全てが自由に出来ることが理想であるが、にぎり動作とつまみ動作が日常生活の大半を占めていることから、機能としてはこの二つに限定し、指の動きが対象物によくマッチすること、任意の状態で停止出来ること、任意の握力で持続的な把持が出来ることなどに重点をおいて試作した。このために関節を自由関節とし、指の駆動にはワイヤーを用い、持続的な把持をさすために電磁クラッチを用いて所期の目的を達成したので報告する。

### 2. 試作した義手

#### 2-1 機構

##### 1) 手指部

全体像を図-1、図-2に示す。

手指部は人間の手に似たものにする事とし、5本指から成り、5本の中手骨と14個の指骨を製作し、それらを特別な関節でつないだ。従って5本の指の全ての関節が可動である。ただ

\*機械工学科 \*\*Department of Mechanical Engineering

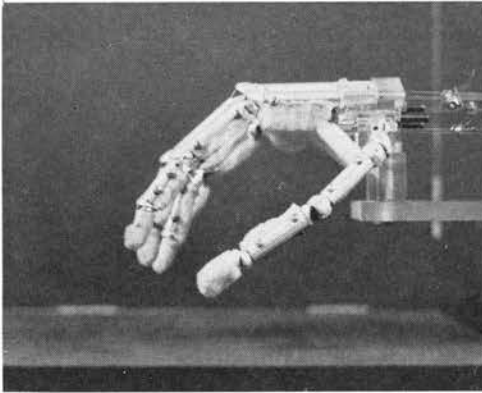


図-1

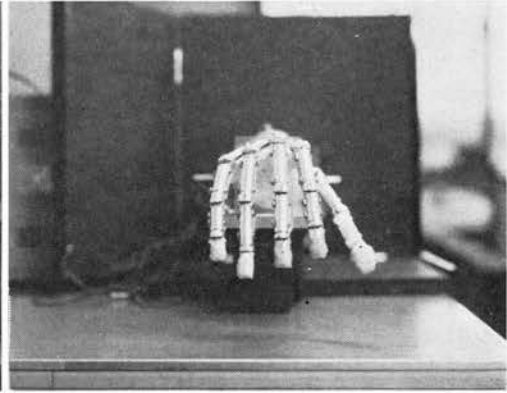


図-2

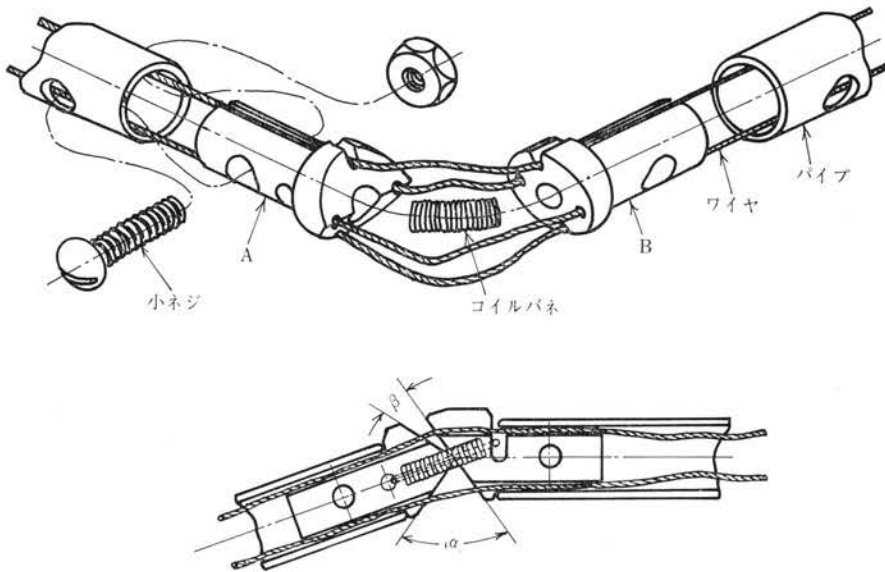


図-3

しその運動は屈曲，伸展のみとし，親指については手動によって対立運動も行なえるようにした。指の駆動はワイヤーによって行ない，その一端は先端の指骨に固定し，他端は電磁クラッチのドラムに巻きつけられている。関節の構造を図-3に示す。

関節部は指骨A，Bが図のようにワイヤーでつながれて線接触をしているため，この部分での抵抗はピン継手などに比べて非常に小さい。指の曲がる角度は指骨A，Bの面取り角度 $\alpha$ ， $\beta$ を変えることによって調整出来る。コイルバネは関節屈曲の抵抗の調節をして，指全体の自然な曲げを行なわせるためのものである。パイプと関節の材質は軽量化のためにアルミニウムを使用した。

掌部と指の内側には摩擦抵抗を大きくする意味で液体ゴムを流して固着させた。これにより人間の手のように軟かくなり，対象物になじみ易くなった。

## 2) 駆動部

## ワイヤー・クラッチ方式による電動義手

駆動源としては直流モーターを用い、減速ギヤー、電磁クラッチを通してドラムがワイヤーを駆動する機構とし、モーター、ギヤー、クラッチは前腕中に組み込むことにした。配置図を図-4に示す。図でCはクラッチを、Dはクラッチに取りつけたドラムを表わす。

動力伝達の機構は、モーターの回転をウォーム及びウォームホイール2組によって減速し、電磁クラッチに伝える。電磁クラッチをつなぐと回転がドラムに伝わり、ワイヤーが引張られて、モーターの回転方向に応じて指の屈伸が行なわれる。指が握る物の表面に達して一定の抗抵を生じると、クラッチはすべり始めて半クラッチ状態となり、一定の位置、一定の把持力で握りの状態が続けられる。電磁クラッチは図に示すように4個を縦に配置し、各々が親指、示指、中指、薬指・小指の駆動に用いられる。小指と薬指については、この両指は各種の動作において主要な働きはせず、他の指の補助的役割を果していること、常に一緒に動くということなどを考慮して、シーソー機構を用いて一個のクラッチに結合した。従って薬指と小指では一方の指が物体の表面に達した後もクラッチはつながれたままで、もう一方の指が物体に達した後に半クラッチ状態となる。

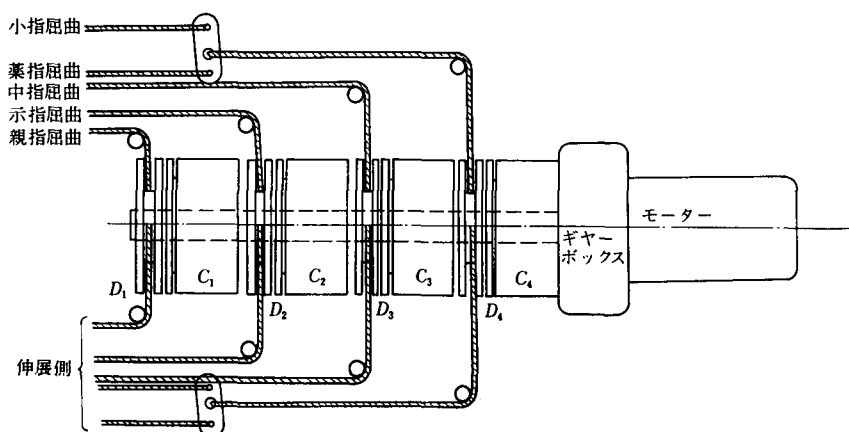


図-4

また、減速装置としてウォームとウォームホイールを用いることによってセルフロックの作用をもたせることが出来た。なお、クラッチの作動は電圧を個々にかけてもよいし、同時にかけてもよい。各部品の仕様は次の通りである。

モーター	定格電圧 12 V, 定格負荷 45 g-cm, 回転数 2000 r.p.m.
減速装置	1/261, 平歯車, ウォーム, ウォームホイール, $M=1.0$
クラッチ	乾式単板, 定格トルク 5 kg-cm, 定格電圧 24 V, 定格電流 126 mA

ドラムの直径は 24 mm で、0.13 rev/sec である。従ってまき取り量 2 cm の必要回転数は 0.26 rev である。ワイヤーは、釣用ステンレス7本燃りで、駆動速度は 1 cm/sec である。

### 2-2 制御

制御信号としては筋電位を用いる方法が深く研究されており<sup>5)</sup>、その他に筋歪み、音声、歯音などの利用があるが<sup>6)</sup>、本研究では ON-OFF スイッチを用いて、できるだけ簡単に作動させ得る方法を考察した。動作としては、にぎりをつまみを行なわずに、にぎりやつまみを完了した後はモーターを切っても持続的把持が出来ること、などを目標とした。

1) 握りつつまみ動作の実現

これは親指の動く時期を変化さすことによって行なう。このために図-5に示すようなスイッチを示指のクラッチドラムに取りつけて、この遅延スイッチを親指への信号の間に入れる。遅延スイッチを通らずに全部の指のクラッチが同時作動するとつまみ動作を行ない、親指がこの遅延スイッチを通して信号をうけると、親指の動きのみが他の4指より遅れることになり、その結果にぎり動作を行なうことになる。

2) 回路とスイッチ

モーターとクラッチ駆動に図-6の回路を組み、この回路の制御を簡単に行なうために図-

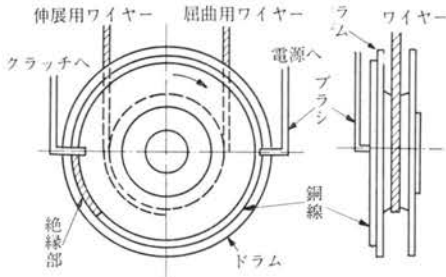


図-5

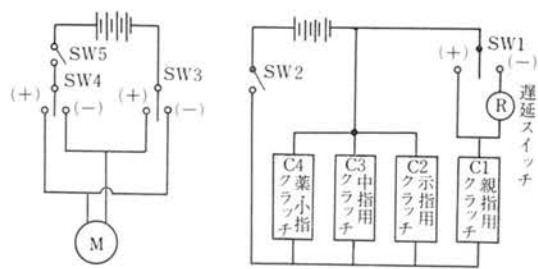


図-6

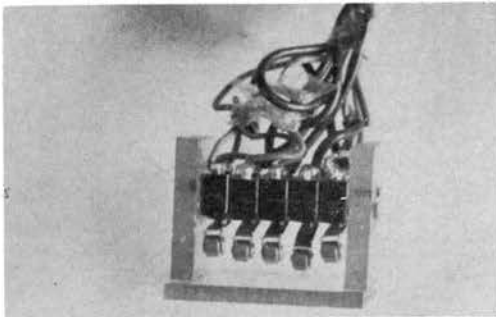


図-7

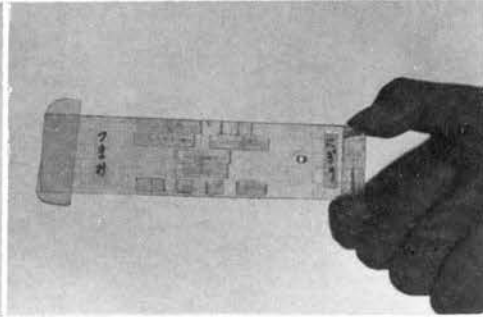


図-8

表-1

スライダ位置	スイッチ					指の動作
	1	2	3	4	5	
3	-	ON	+	+	ON	親指の位置がずれてにぎり動作を行なう
2	-	ON	+	+	OFF	クラッチはつながれたまま、モーターがとまる。開いたまま、閉じたまま。
1	-	ON	-	-	ON	指を伸ばす動作
0	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	モーター、クラッチとも OFF で無動作
1'	+	ON	-	-	ON	指を伸ばす動作
2'	+	ON	+	+	OFF	クラッチはつながれたまま、モーターがとまる。開いたまま、閉じたまま
3'	+	ON	+	+	ON	つまみ動作を行なう

7のようにマイクロスイッチ5個を並列に使用し、図-8のスライダーにより操作する。この制御方法によると、胸部の運動、肩の運動などにより制御することも可能であり、実用化も比較的簡単に行なえるものと思われる。

### 3) 作動状態

表1にスライダーの各位置でのモーターとクラッチの作動状態を示す。

0位置は中立でモーター、クラッチともにOFFである。1→2→3→2の状態に進むと指は、(開き)→(モーター停止)→(にぎり)→(モーター停止)となり、にぎりの状態を持続することになる。1'→2'→3'→2'の状態に進むと、(開き)→(モーター停止)→(つまみ)→(モーター停止)となり、つまみの状態を持続することになる。

## 3. 特性試験—結果と考察—

### 3-1 つかみ特性

かぎ下げ、つまみ、つかみ、握りの各動作を行なわせると、つまみ動作が不可能である他は大體可能であった。かぎ下げについては、カバンやヤカンを下げる事が出来たが、もっと重い物については強力なモーターを使用すれば可能である。

図-9、図-10につかみの様子を示す。対象物の形状はどのようなものでもつかむことが出来たが、図10に見られるように親指を多関節にすることは、つかみ動作の面からは負の効果を生じる。自由度を増やすことは必ずしも機能を増すことにはならない。

にぎり動作を図-11、図-12に示す。握りに関しては多関節、電磁クラッチ方式の効果が大

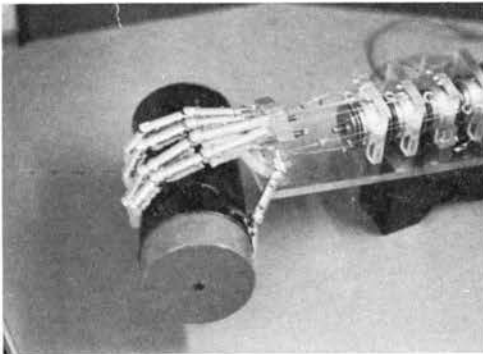


図-9

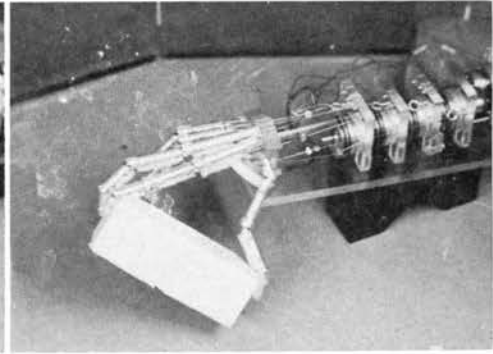


図-10

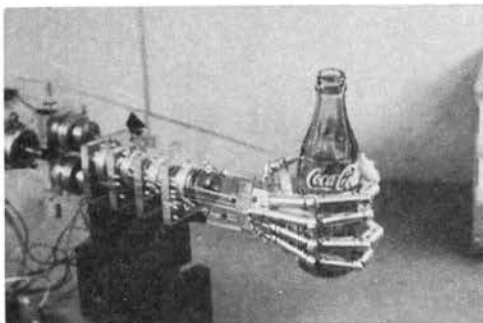


図-11

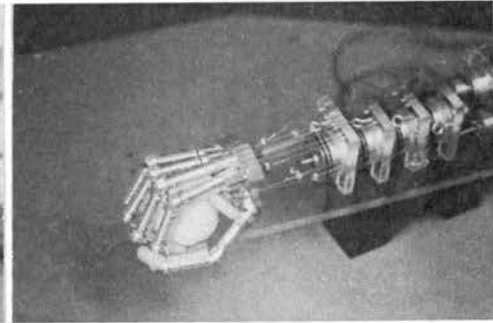


図-12

きく、あらゆる形状の物にうまくなじんで、直径 2 cm 以上は握ることが出来る。

つまみ動作は不可能であった。これには二つの要因がある。第一は親指が多関節であり、かつ動作が不安定なこと。第二は「まき込み現象」が生じること。これは、ワイヤーを引張るとき、第一関節から順番に屈曲が行なわれ、かつ第一関節の屈曲力が一番大きくなって伸ばされにくいため起きるものであり、ワイヤー駆動の方式を考えなおす必要がある。

握力は今回使用のモーターでは 0.4—2.1 kg であった。

### 3-2 日常的動作

日常生活においては、ペンやスプーン、箸などの道具を握ることが必要であるが、この点については困難であった。しかし、図-13に示す通り他の助力を得れば可能である。これは、指先の接触面積を大きくし、ゴムによって摩擦力を大きくすることによって可能となった。この動作をさらによく行なわせるためには、本実験で不可能であったつまみ動作が十分に行なえる機構にすることが不可欠である。

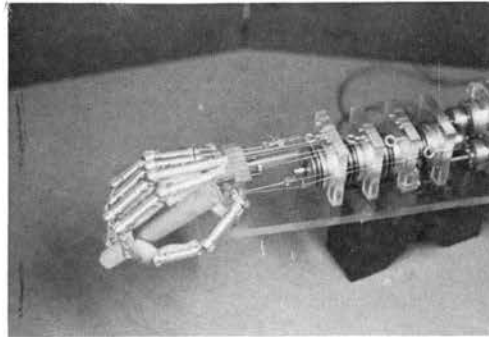


図-13

### 3-3 その他の特性

指の動作範囲は、親指と示指間距離 15 cm、握りこぶしから開き完了までの時間は 2.5秒であった。重量は、手指部 180 g、クラッチ部 1200 g、モーター部 300 g、支持部 1200 g である。クラッチの減少と支持部の軽量化が必要である。

### 3-4 制御

スイッチの出し入れだけで指を作動させることが出来、肩と背の運動で十分作動させることが出来た。

## 4. 結 論

1) ワイヤー駆動方式は義手の軽量化に役立ち、電磁摩擦クラッチを併用することにより、つかむ対象物によくマッチし、任意状態で停止出来、任意の握力で持続的につかみつけることが出来る義手の製作が可能である。

2) 指の自由度と機能は比例しないし、自由度が多すぎると不十分な制御による機能の減少が生じる。特に親指の自由度は小さい方がよい。

3) 単純なワイヤー駆動方式による義手においては、まき込み現象を生じてつまみ動作がうまく出来ない。駆動の仕方を考察する必要がある。

4) 摩擦係数の高い弾力性のある材料を指にはりつけると、機能が大幅に向上する。

## ワイヤー・クラッチ方式による電動義手

おわりに、本研究を行なうにあたって御協力いただいた大阪府立高専学生の射手矢，辻，兼行，六車の諸氏に謝意を表します。

### 参 考 文 献

- 1) Rakic, M.: The Bergrade Hand Prosthesis; Proc. Inst. Mech. E. 1963-69, Vol. 183, Pt 3J.
- 2) D.A. Stevenson, B.E. and A.L. Lippay, B. Eng: Hydraulic powered arm systems. Proc. Inst. Mech. E. 1968-69, Vol. 183, Pt 3J.
- 3) 加藤，大原，岡崎，市川：圧力感覚を持つ上腕電子義手，バイオメカニズム（1），1971.
- 4) 東京都補装具研究所：フランス電動義手.
- 5) 加藤，安藤，宇田川：人間・機械システムにおける筋電情報と電気刺激フィードバック，バイオメカニズム（2），1973.
- 6) 玉井達二：電動義手の研究；第二回バイオメカニズムシンポジウム論文集，1971.