

— ノート —

## 電子義手 AIT-HAND II について

加 藤 厚 生

### The Artificial Hand "AIT-HAND II"

Atsuo KATOU

能動電子義手“AIT-HAND II”の概要について述べる。

この電子義手は、通常の圧力による制御の他にすべりによる制御機能をも有している。制御方式は、パルス制御方式であり、動力源として圧搾空気を用いている。

#### 1. 緒 言

既報<sup>1)</sup>のように、人間が装着する能動電子義手については以下の観点に基づき設計製作されることが望ましいと考えている。

すなわち、電子義手は本質的に装着者との間に人間—機械系をなすから、義手の状態に関する情報は何らかの形で義手の操作者である人間（装着者）にフィードバックされるべきである。しかし、義手それ自体がもつ制御能力を大きくすれば、人間へのフィードバック情報量は減少可能となり、人間に要求される義手操作上のわずらわしさも減少できる。

逆に、一定のフィードバック情報量と一定の操作上のわずらわしさを認めるならば、人間—機械系としての装着者—義手系の全体的な操作性は向上する。

この観点から、人間による特別な操作なしで物体を落さずに持ち続けることの出来る電子義手を試作し、初期の目達を達したからここに報告する。試作した義手は、AIT-HAND II と名づけた。

#### 2. AIT-HAND II の機能

AIT-HAND II において制御の対象とした部分は、手首から先の指部である。ここで物体を握る力を制御し、外的条件が変化しても握っている物体を持ちつづける機能をもたせた。

装着者がHANDに物を持ってとゆう命令を与えるとHANDは急速に指を閉じる。持つべき物体に触れると圧力検出器が動作し定められた一定の力以上では物体を握らない。この状態で物体を握りつづける事が出来ればよいが、物体を持ち上げたり、物体に他の力が加わったりして保持条件が変わった場合物体が手の中をすべって落下しようとする。このすべりを、すべり検出器出力がなくなるまで握力を増加し続ければ物体は落下しないで握られたままとする。

#### 3. AIT-HAND II の基本設計

1) 動力源として圧搾空気を用い、人工筋はマッキンベン形を採用する。

動力源の空気圧力は、マッキンベンゴム筋の強度を勘案して2Kg/cm<sup>2</sup>程度とする。

マッキンベンゴム筋の形状は長さ50ミリ直径6ミリ、糸を長さ方向に6本、らせん状に12本張った形式のものを採用し、一本の指当たり2本づつを長軸方向に接続管を介してつなぎ結果的に2腹筋の形状となった。

2) 製作上の簡便さから、空気漏れを許し指の開放動作は自然または任意に調整可能な、空気の漏れによって行なう。

したがって物体を握る動作中は一定量の空気を補充する必要があり、他の積分方式の義手に比して動力源の利用効率落ちる。

3) 空気弁は、全開までに要する時間の短いオン・オフ型とする。

この弁は、ソレノイドで駆動される小さい鉄棒の衝突で開き、バネの力および通過する空気流によってすみやかに自然に閉じる。この弁の1秒当たり開閉回数は最大15回となった。

1回の開閉動作でゴム筋に流入する空気量を調節するために、ニードルバルブを併用した。

4) 物体と指との相対的關係を検出するため、拇指に圧力検出器、示指にすべり検出器を各1個設ける。

圧力検出器は、指先に取付けた片持板ばねのたわみを半導体歪ゲージにより検出する方式とし、すべり検出器は、すべりによる微小振動をピエゾ素子により検出する方式とした。

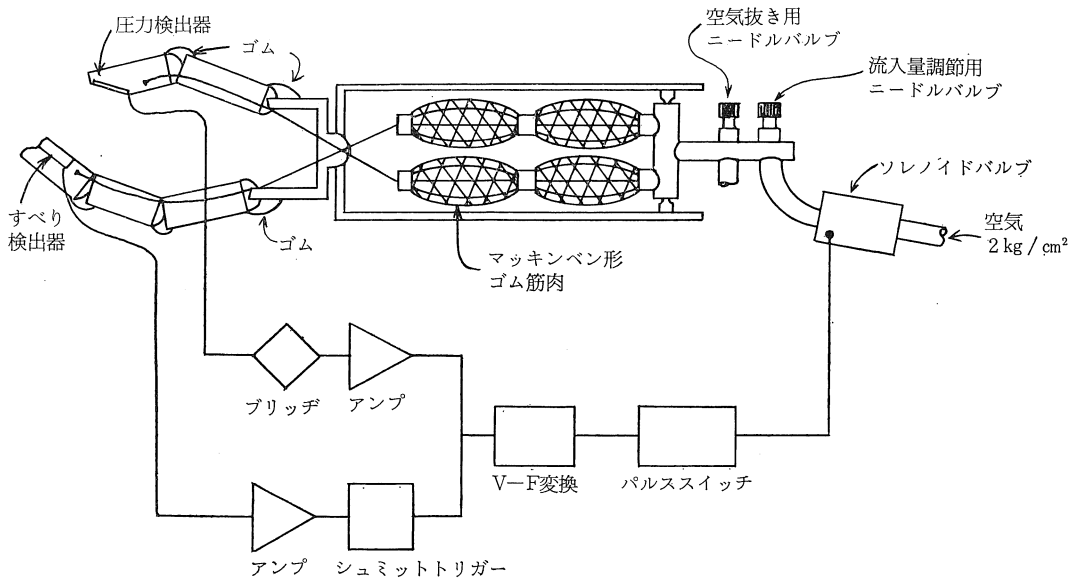
5) 圧力検出器、すべり検出器からソレノイドまでの制御回路は電子回路方式としICなどを使って小形化

した。

ソレノイドに流す電流は、インパルス状電流とし、電力源の節約を計った。

#### 4. AIT-HAND IIの構成

AIT-HAND IIの全構成を第1図に示す



第1図 AIT-HAND IIの全構成

完成した圧力検出器を写真1、指にうめこんだすべり検出器を写真2に示す

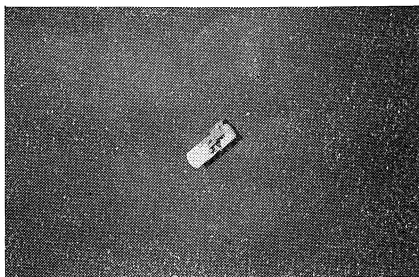
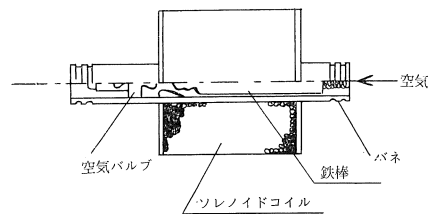


写真1 圧力検出器



第2図 ソレノイドバルブの構造

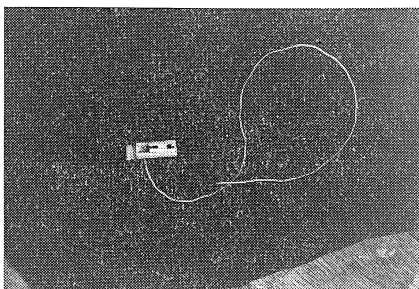
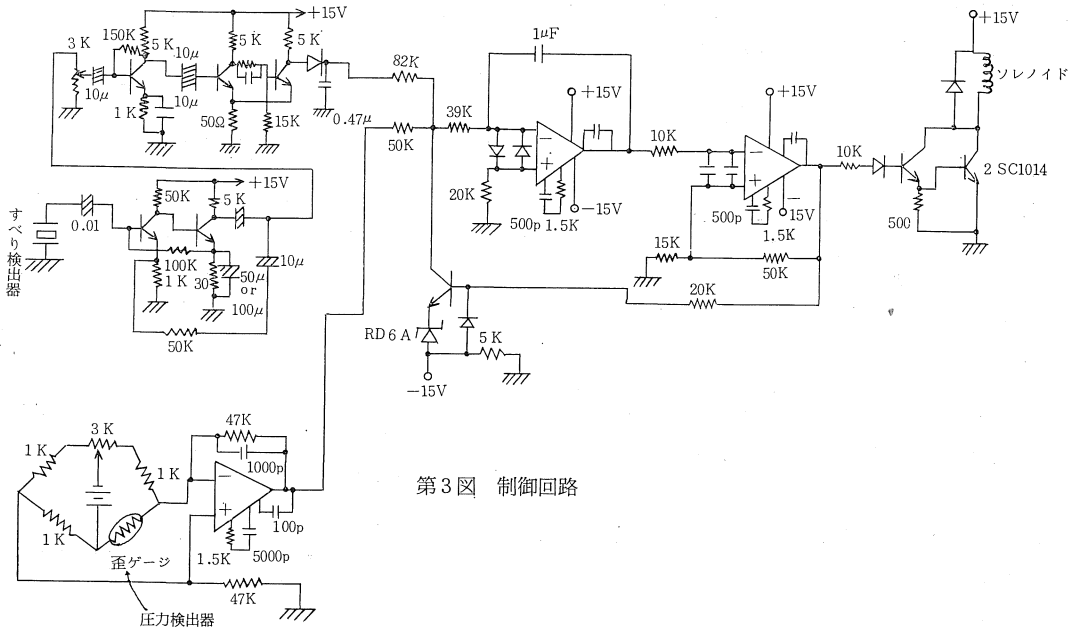


写真2 すべり検出器

第2図は、ソレノイドバルブの構造図である。この形式では空気漏れを完全に無くすることが比較的簡単である。

第3図に制御回路を示す。



第3図 制御回路

5. AIT-HAND IIの動作

このHANDは、ゴム筋を用いるから比較的適応性に富んだ動作が可能である。

写真3.4.に示すように特別の制御なしでも(すべりによる制御をしなくても)紙や、ボールを容易に持つことができる。

牛乳ビンのように重いものも、すべりによる制御を行なうことによって完全に保持できる。(写真5)

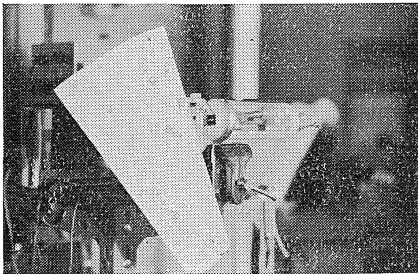


写真3 紙を持ったところ

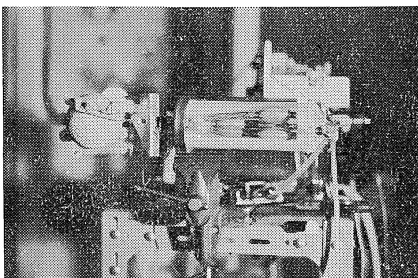


写真4 ボールを持ったところ

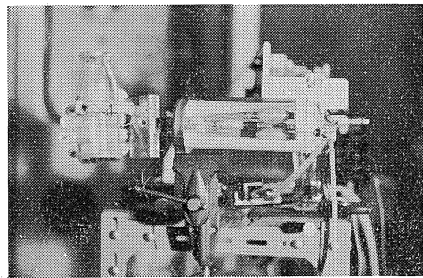


写真5 牛乳ビンを持ったところ

これらは物体を静的に保持している場合であるが、次に保持物体の重さが急激に増加した場合の保持能力を第4図、第5図に示す。

この実験は、HANDになめらかなプラスチックの筒を軸を垂直にして持たせておき、この中へ約15cmの高さから150gの鉄塊を落下させて行なった。第4図はすべりによる制御を行なわない場合であり鉄塊の落下と共にプラスチックの筒も落下している。

第5図は、すべりによる制御を行なった場合であり、すべりを検出し、バルブが開かれて握力を増加した結果、筒を落さずに保持しつづけている事がわかる。

6. これからの改善すべき点

- 1) バルブを小型化し、動作速度を高めるとともに、ソレノイド電流を減少して電力源の消耗を極力小さくする。
- 2) マツキンベン形ゴム筋肉は、空气の消費量が多すぎるから、他の構造のゴム筋を採用する。

- 3) 圧力検出器，すべり検出器の構造を検討し，物体をどんな持ち方をしても圧力およびすべり検出が可能なるようにする。
- 4) 制御回路の簡素化と小形化を計る，

7. ま と め

すべりによる制御機能をもった電子義手 AIT—HAND IIの概要について述べた。

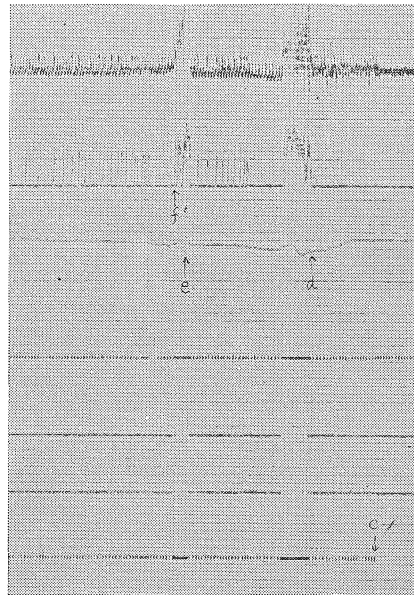
すべりを検出して握力を増す制御は非常な短時間の間に行なわなければ物体を落してしまい実用化できない。この制御実験が一応成功した。

改善すべき問題点は多々存在し，実用的な義手には未だ遠く及ばないが，現在改良型の AIT—HAND IIIの製作準備にとりかかっており，後日報告する予定でいる。

参 考 文 献

- 1) 加藤，小島：電子義手について 愛知工大研究報告 第6号 1971

第5図



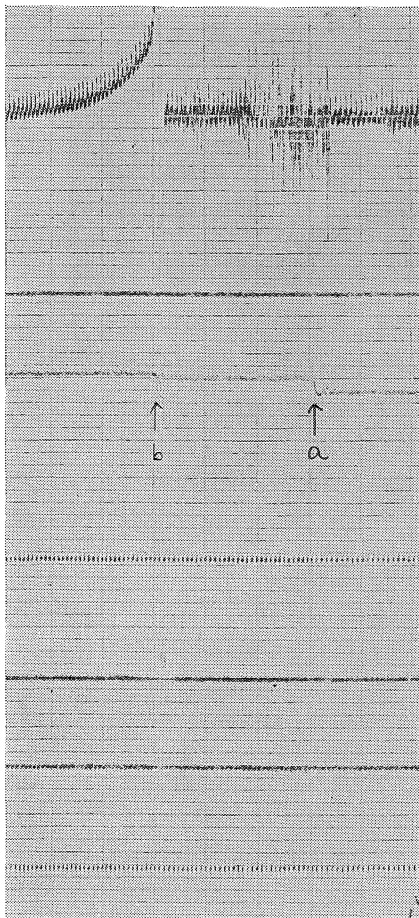
すべり検出器出力

シュミットトリガ出力 (すべり制御オン)

( c点, 握り命令オン  
 d点, 荷重増加  
 e点, 荷重さらに増加  
 f点, 筒のすべり停止 )

握り命令

第4図



すべり検出器出力

ジュミットトリガー出力 (すべり制御オフ)

圧力検出器出力

( a点, 荷重増加  
 b点, 筒落下 )