

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5500921号  
(P5500921)

(45) 発行日 平成26年5月21日(2014.5.21)

(24) 登録日 平成26年3月20日(2014.3.20)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 2 5 J 15/08 (2006.01)</b>	B 2 5 J 15/08 K
	B 2 5 J 15/08 J

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-208930 (P2009-208930)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成21年9月10日(2009.9.10)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-56619 (P2011-56619A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成23年3月24日(2011.3.24)	(74) 代理人	110000800
審査請求日	平成23年11月24日(2011.11.24)		特許業務法人創成国際特許事務所
		(72) 発明者	和井田 寛則
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	早川 正人
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	高橋 和幸
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多指ハンド装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基部と、該基部に連結された少なくとも3つの指機構を備え、3つの指機構が、夫々、人間の手における示指の動きを模倣した屈伸機能を有する示指機構、中指の動きを模倣した屈伸機能を有する中指機構、及び拇指の動きを模倣した屈伸機能を有する拇指機構とされている多指ハンド装置であって、

前記示指機構と前記中指機構とは、その夫々に、1軸で回動する遠位指節間関節と、該遠位指節間関節の回動軸に平行の軸線回りに1軸で回動する近位指節間関節と、該近位指節間関節の回動軸に平行の軸線回りとこの軸線に交差する方向に沿って延びる軸線回りととの2軸回りで回動する中手指節間関節とを備え、

前記拇指機構は、1軸で回動する拇指指節間関節と、該拇指指節間関節の回動軸に平行の軸線回りに1軸で回動する拇指中手指節間関節と、該拇指中手指節間関節の回動軸に平行の軸線を有する第1の回動軸及び該第1の回動軸の軸線に交差する方向に沿って延びる軸線を有する第2の回動軸の2軸で回動する手根中手関節とを備え、

前記拇指機構の手根中手関節の第2の回動軸は、その軸線が、前記示指機構の中手指節間関節と前記中指機構の中手指節間関節との間における中央を通過して、延ばし状態の前記示指機構及び前記中指機構の指先方向に延びるように配設されており、

前記拇指機構は、前記第1の回動軸を駆動する駆動シリンダを備え、前記駆動シリンダは、前記拇指機構の前記第2の回動軸とされ、回動自在に前記基部に支持されるシリンダ本体を備えることを特徴とする多指ハンド装置。

10

20

## 【請求項 2】

基部と、該基部に連結された少なくとも3つの指機構を備え、3つの指機構が、夫々、人間の手における示指の動きを模倣した屈伸機能を有する示指機構、中指の動きを模倣した屈伸機能を有する中指機構、及び拇指の動きを模倣した屈伸機能を有する拇指機構とされている多指ハンド装置であって、

前記示指機構と前記中指機構とは、その夫々に、1軸で回転する遠位指節間関節と、該遠位指節間関節の回転軸に平行の軸線回りに1軸で回転する近位指節間関節と、該近位指節間関節の回転軸に平行の軸線回りとこの軸線に交差する方向に沿って延びる軸線回りの2軸回りで回転する中手指節間関節とを備え、

前記拇指機構は、1軸で回転する拇指指節間関節と、該拇指指節間関節の回転軸に平行の軸線回りに1軸で回転する拇指中手指節間関節と、該拇指中手指節間関節の回転軸に平行の軸線を有する第1の回転軸及び該第1の回転軸の軸線に交差する方向に沿って延びる軸線を有する第2の回転軸の2軸で回転する手根中手関節とを備え、

前記拇指機構の手根中手関節の第2の回転軸は、その軸線が、前記示指機構の中手指節間関節と前記中指機構の中手指節間関節との間における中央を通して、延ばし状態の前記示指機構及び前記中指機構の指先方向に延びるように配設されており、

前記拇指機構の前記第2の回転軸は中空に形成されて前記基部に配設され、該第2の回転軸の内部に、前記第1の回転軸の回転を駆動する駆動シリンダが設けられていることを特徴とする多指ハンド装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、少なくとも3つの指機構を備える多指ハンド装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、人間の手を模倣した多指ハンド装置が知られている。この種の多指ハンド装置は、基部と複数の指機構とを備えている。各指機構は、複数の関節を備えて各関節毎に回転自在となっており、これにより、屈伸動作を行うことができるようになっている（例えば特許文献1参照）。

## 【0003】

ところで、この種の多指ハンド装置は、人間の手における拇指に対応する拇指機構を備えるが、人間の拇指の動きに近い動作を行わせるために、他の指機構とは異なる構成とする必要がある。

## 【0004】

具体的には、人間の拇指は、手根中手関節により手を開いたときに他の指に並ぶ側に位置し、物体を把持するときには、手の平に対向する側に回転する。この動作を多指ハンド装置において行うために、拇指機構は、他の指機構の各関節とは異なる方向に軸線を有する回転軸が必要となる。そして、特許文献1記載のものにおいては、拇指機構の開き動作を行う回転軸の軸線が中指機構の延ばし状態の延長線上に位置している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開2008-183629号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

人間の手において、拇指、示指、及び中指の3つの指で円柱状の物体をつまみ上げる動作を行う場合には、示指の指先と中指の指先とを物体の一方側に当接させ、その反対側から拇指の指先を当接させる。しかし、これと同様の動作を上記特許文献1記載の多指ハンド装置によって行くと、物体の一方側に当接した示指機構の指先と中指機構の指先との中

10

20

30

40

50

央位置の反対側から拇指機構の指先を当接させようとしたとき、拇指機構の開き動作を行う回転軸の軸線が中指機構の延ばし状態の延長線上に位置していることによって、当該回転軸回りに不要なモーメントが生じて物体を安定して把持することができない不都合がある。

【0007】

かかる不都合を解消して、本発明は、拇指機構、示指機構及び中指機構を用いて物体の安定した把持状態を実現することができる多指ハンド装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、基部と、該基部に連結された少なくとも3つの指機構を備え、3つの指機構が、夫々、人間の手における示指の動きを模倣した屈伸機能を有する示指機構、中指の動きを模倣した屈伸機能を有する中指機構、及び拇指の動きを模倣した屈伸機能を有する拇指機構とされている多指ハンド装置であって、前記示指機構と前記中指機構とは、その夫々に、1軸で回動する遠位指節間関節と、該遠位指節間関節の回動軸に平行の軸線回りに1軸で回動する近位指節間関節と、該近位指節間関節の回動軸に平行の軸線回りとこの軸線に交差する方向に沿って延びる軸線回りととの2軸回りで回動する中手指節間関節とを備え、前記拇指機構は、1軸で回動する拇指指節間関節と、該拇指指節間関節の回動軸に平行の軸線回りに1軸で回動する拇指中手指節間関節と、該拇指中手指節間関節の回動軸に平行の軸線を有する第1の回動軸及び該第1の回動軸の軸線に交差する方向に沿って延びる軸線を有する第2の回動軸の2軸で回動する手根中手関節とを備え、前記拇指機構の手根中手関節の第2の回動軸は、その軸線が、前記示指機構の中手指節間関節と前記中指機構の中手指節間関節との間における中央を通過して、延ばし状態の前記示指機構及び前記中指機構の指先方向に延びるように配設されており、前記拇指機構は、前記第1の回動軸を駆動する駆動シリンダを備え、前記駆動シリンダは、前記拇指機構の前記第2の回動軸とされ、回動自在に前記基部に支持されるシリンダ本体を備えることを特徴とする。

【0009】

本発明による多指ハンド装置に備える拇指機構は、1軸の拇指指節間関節と、1軸の拇指中手指節間関節と、2軸の手根中手関節とを備えているので、人間の拇指と同じ屈伸動作を行うことができる。しかも、本発明は、上記構成により拇指機構の手根中手関節の第2の回動軸（即ち、拇指機構の開き動作を行う回転軸）が、示指機構の中手指節間関節と中指機構の中手指節間関節との間を通過して延びる軸線を有している。これによれば、物体をつまみ上げる動作を行う際に、拇指機構の指先を示指機構の指先と中指機構の指先との中央に対向させるとき、手根中手関節の第2の回動軸回りの回転動作を小さくすることができ、該第2の回動軸回りの不要なモーメントを抑えて物体を安定して把持することができる。

更に、第2の回動軸を、その軸線が、前記示指機構の中手指節間関節と前記中指機構の中手指節間関節との間における中央を通過して、延ばし状態の前記示指機構及び前記中指機構の指先方向に延びるように配設することで、拇指機構の指先を、示指機構の指先と中指機構の指先との何れにもバランスよく対向させることができ、極めて安定した物体の把持状態を得ることができる。

更に、前記拇指機構は、手根中手関節の第1の回動軸を駆動する駆動シリンダを備え、前記駆動シリンダは、前記拇指機構の前記第2の回動軸とされ、回動自在に前記基部に支持されるシリンダ本体を備えることにより、手根中手関節の円滑な作動を得ながら拇指機構をよりコンパクトに構成することができる。

【0010】

また、本発明は、基部と、該基部に連結された少なくとも3つの指機構を備え、3つの指機構が、夫々、人間の手における示指の動きを模倣した屈伸機能を有する示指機構、中指の動きを模倣した屈伸機能を有する中指機構、及び拇指の動きを模倣した屈伸機能を有する拇指機構とされている多指ハンド装置であって、前記示指機構と前記中指機構とは、その夫々に、1軸で回動する遠位指節間関節と、該遠位指節間関節の回動軸に平行の軸線回りに1軸で回動する近位指節間関節と、該近位指節間関節の回動軸に平行の軸線回りと

10

20

30

40

50

この軸線に交差する方向に沿って延びる軸線回りの2軸回りで回動する中手指節関節とを備え、前記拇指機構は、1軸で回動する拇指指節間関節と、該拇指指節間関節の回動軸に平行の軸線回りに1軸で回動する拇指中手指節関節と、該拇指中手指節関節の回動軸に平行の軸線を有する第1の回動軸及び該第1の回動軸の軸線に交差する方向に沿って延びる軸線を有する第2の回動軸の2軸で回動する手根中手関節とを備え、前記拇指機構の手根中手関節の第2の回動軸は、その軸線が、前記示指機構の中手指節関節と前記中指機構の中手指節関節との間における中央を通過して、延ばし状態の前記示指機構及び前記中指機構の指先方向に延びるように配設されており、前記拇指機構の前記第2の回動軸は中空に形成されて前記基部に配設され、該第2の回動軸の内部に、前記第1の回動軸の回動を駆動する駆動シリンダが設けられていることを特徴とする。

10

本発明による多指ハンド装置に備える拇指機構は、1軸の拇指指節間関節と、1軸の拇指中手指節関節と、2軸の手根中手関節とを備えているので、人間の拇指と同じ屈伸動作を行うことができる。しかも、本発明は、上記構成により拇指機構の手根中手関節の第2の回動軸（即ち、拇指機構の開き動作を行う回転軸）が、示指機構の中手指節関節と中指機構の中手指節関節との間を通過して延びる軸線を有している。これによれば、物体をつまみ上げる動作を行う際に、拇指機構の指先を示指機構の指先と中指機構の指先との中央に対向させるとき、手根中手関節の第2の回動軸回りの回転動作を小さくすることができ、該第2の回動軸回りの不要なモーメントを抑えて物体を安定して把持することができる。

更に、第2の回動軸を、その軸線が、前記示指機構の中手指節関節と前記中指機構の中手指節関節との間における中央を通過して、延ばし状態の前記示指機構及び前記中指機構の指先方向に延びるように配設することで、拇指機構の指先を、示指機構の指先と中指機構の指先との何れにもバランスよく対向させることができ、極めて安定した物体の把持状態を得ることができる。

20

更に、手根中手関節の第1の回動軸を回動させる駆動シリンダを第2の回動軸の内部に収納して、手根中手関節の円滑な作動を得ながら拇指機構をコンパクトに構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態の多指ハンド装置を示す概略構成図。

30

【図2】ハンド本体の各関節を模式的に示す説明図。

【図3】ハンド本体の内部構造を手の甲側から示す説明図。

【図4】ハンド本体に備える指機構の一つを示す説明的断面図。

【図5】ハンド本体に備える拇指機構を示す説明的断面図。

【図6】本実施形態における駆動手段の一部の構成を模式的に示す説明図。

【図7】駆動手段の作動を模式的に示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態の多指ハンド装置1は、図1に示すように、人間の手を模倣したハンド本体2と、ハンド本体2を駆動する駆動手段3とにより構成され、所謂ヒューマノイドロボットに好適に用いることができるものである。

40

【0014】

ハンド本体2は、基部4と、5本の指に夫々対応する屈伸機能を有した5つの指機構である拇指機構5、示指機構6、中指機構7、環指機構8、及び小指機構9とを備えている。基部4は、各指機構を連結支持するフレーム10を備え、基部4の表側が手の甲とされ裏側が手の平とされる。図1は、ハンド本体2の手の平側を示している。

【0015】

各指機構は、各関節を露出させて指表皮部材11により被覆され、基部4は基部表皮部材12により被覆されている。

50

## 【 0 0 1 6 】

各指機構は、図 2 に模式的に示すように、複数の指節及び関節を備えている。示指機構 6、中指機構 7、環指機構 8、及び小指機構 9 は、夫々、指先側から順に、D I P 関節 1 3 (遠位指節間関節)、P I P 関節 1 4 (近位指節間関節)、M P 1 関節 1 5、及び M P 2 関節 1 6 を備えて、各関節毎に回動自在とされている。

## 【 0 0 1 7 】

D I P 関節 1 3 は 1 軸で回動し、P I P 関節 1 4 は D I P 関節 1 3 と平行な軸線回りに 1 軸で回動する。M P 1 関節 1 5 及び M P 2 関節 1 6 は、2 軸で回動する中手指節関節を構成するものであって、M P 1 関節 1 5 は、P I P 関節 1 4 と平行な軸線回りに回動し、M P 2 関節 1 6 は、M P 1 関節 1 5 の軸線に交差する方向に沿って延びる軸線回りに回動する。

10

## 【 0 0 1 8 】

D I P 関節 1 3 と、P I P 関節 1 4 と、M P 1 関節 1 5 とは、基部 4 の手の平側に向かう方向に回動して握り動作等の屈伸運動が行えるようになっている。M P 2 関節 1 6 は、各指機構同士が近接・離間する方向に各指機構を揺動させ、例えば手を広げる動作等が行えるようになっている。

## 【 0 0 1 9 】

拇指機構 5 は、図 2 に模式的に示すように、指先側から順に、I P 関節 1 7 (拇指指節間関節)、M P 関節 1 8 (拇指中手指節関節)、C M 1 関節 1 9、及び C M 2 関節 2 0 を備えて、各関節毎に回動自在とされている。

20

## 【 0 0 2 0 】

I P 関節 1 7 は 1 軸で回動し、M P 関節 1 8 は I P 関節 1 7 と平行な軸線回りに 1 軸で回動する。C M 1 関節 1 9 及び C M 2 関節 2 0 は、2 軸で回動する手根中手関節を構成するものであって、C M 1 関節 1 9 は、M P 関節 1 8 と平行な軸線回りに回動し、C M 2 関節 2 0 は、C M 1 関節 1 9 の軸線に交差する方向に沿って延びる軸線回りに回動する。

## 【 0 0 2 1 】

I P 関節 1 7 と、M P 関節 1 8 と、C M 1 関節 1 9 とは、基部 4 の手の平側或いは他の 4 つの指機構 6, 7, 8, 9 の何れかの指腹側に向かう方向に回動して握り動作等の屈伸運動が行えるようになっている。C M 2 関節 2 0 は、拇指機構 5 を手の平側或いは他の 4 つの指機構 6, 7, 8, 9 の何れかの指腹側に対向するように回動させる。

30

## 【 0 0 2 2 】

5 つの指機構のうち、拇指機構 5、示指機構 6、及び中指機構 7 は本発明の 3 つの指機構に相当するもので、後述するように指先でのつまみ動作を含む器用動作を行う器用指とされ、環指機構 8 及び小指機構 9 は、器用指の動作に応じて握り動作を含む力動作を行う力指とされている。

## 【 0 0 2 3 】

器用指とされる拇指機構 5、示指機構 6、及び中指機構 7 は、図 3 及び図 4 に示すように、力センサである 6 軸力センサ 2 1 を備えている。6 軸力センサ 2 1 は、拇指機構 5、示指機構 6、及び中指機構 7 の各指先部材 2 2 に傾斜する姿勢で取付けられている。6 軸力センサ 2 1 は、器用指の指先部材 2 2 に作用する 6 軸力、即ち、互いに直交する 3 軸 (x 軸、y 軸、z 軸) 方向の並進力と各軸周りのモーメントとを測定する。そして、6 軸力センサ 2 1 から出力される 6 軸力の測定値に基づいて器用指における指先力の制御が行なわれる。

40

## 【 0 0 2 4 】

示指機構 6 の構成を説明すれば、図 4 に示すように、示指機構 6 は、M P 1 関節 1 5 の回動軸 1 5 1 を回動させる第 1 の従動流体圧シリンダ 2 3 と、P I P 関節 1 4 の回動軸 1 4 1 を回動させる第 2 の従動流体圧シリンダ 2 4 とを備えている。

## 【 0 0 2 5 】

第 1 の従動流体圧シリンダ 2 3 のシリンダ本体 2 3 1 は、人間の中手骨に相当し、M P 2 関節 1 6 の回動軸 1 6 1 により回動自在に前記基部 4 のフレーム 1 0 (図 1 参照) に支

50

持されている。第2の従動流体圧シリンダ24のシリンダ本体241は、人間の基節骨に相当し、MP1関節15の回動軸151を介して第1の従動流体圧シリンダ23に回動自在に連結されている。

【0026】

第2の従動流体圧シリンダ24のシリンダ本体241に流体を供給する配管244は、MP1関節15の回動軸151の内部に收容されている。これにより、MP1関節15の回動時に配管244が邪魔にならず、示指機構6の屈伸動作を円滑に行うことができる。

【0027】

また、第2の従動流体圧シリンダ24のシリンダ本体241を示指機構6の長手方向に沿ってMP1関節15とPIP関節14との間に配設することにより、示指機構6をコン

10

【0028】

PIP関節14には、人間の中節骨に相当する連結部材25を介してDIP関節13が連結されている。DIP関節13の回動軸131には、前記指先部材22に連設された6軸力センサ21を支持する支持部材26が回動自在に連結されている。連結部材25は、その一端がPIP関節14の回動軸141に回動自在に連結され、他端がDIP関節13の回動軸131に連結されている。

【0029】

更に、PIP関節14とDIP関節13の間には、リンク部材27が設けられている。リンク部材27は、第2の従動流体圧シリンダ24のシリンダ本体241と指先部材2

20

【0030】

第1の従動流体圧シリンダ23は、シリンダ本体231内部に流体が供給されることによりピストン232が摺動し、ピストンロッド233が伸縮してMP1関節15を回動させる。これにより、示指機構6がMP1関節15を介して屈伸する。

【0031】

第2の従動流体圧シリンダ24は、シリンダ本体241内部に流体が供給されることによりピストン242が摺動し、ピストンロッド243が伸縮してPIP関節14を回動させる。このとき、PIP関節14とDIP関節13とが、連結部材25とリンク部材27とにより連結されているので、第2の従動流体圧シリンダ24によるPIP関節14の回

30

【0032】

DIP関節13は、第2の従動流体圧シリンダ24によるPIP関節14の回動に連動するように構成されているので、人間の指の動きに近い動作が得られるだけでなく、DIP関節13を駆動するためのシリンダ等が不要となり、示指機構6を軽量に構成することができる。

【0033】

以上の構成により、示指機構6は、第1の従動流体圧シリンダ23及び第2の従動流体圧シリンダ24のピストンロッド231, 241を伸長させることにより折り曲げ状態となり、ピストンロッド231, 241を収縮させることにより延ばし状態となる。

40

【0034】

示指機構6のMP2関節16は、図3に示すように、各指機構の配列方向に沿ってピストンロッド283が伸縮する第3の従動流体圧シリンダ28により回動される。第3の従動流体圧シリンダ28は、ピストンロッド283を伸長させることにより示指機構6を中指機構7に近接する方向に揺動させ、ピストンロッド283を収縮させることにより示指機構6を中指機構7から離反する方向に揺動させる。

【0035】

図4に示すように、PIP関節14、MP1関節15及びMP2関節16の夫々にはコイルばね14s, 15s, 16s(ねじりばね)が設けられている。PIP関節14及びMP1関節15の各コイルばね14s, 15sは、示指機構6を延ばし方向に付勢する。

50

MP2関節16のコイルばね16sは、示指機構6を中指機構7から離反させる方向に付勢する。言い換えれば、各コイルばね14s, 15s, 16sの付勢方向は、3つの従動流体圧シリンダ23, 24, 28のピストンロッド233, 243, 283の収縮方向と同じ方向とされている。

【0036】

以上、示指機構6の構成を詳しく述べたが、中指機構7の構成も示指機構6と同じであるので説明を省略する。

【0037】

力指とされる環指機構8及び小指機構9は、示指機構6の上述した構成のうち、6軸力センサ21と第3の従動流体圧シリンダ28とを備えないこと以外は、示指機構6と同じ構成である。環指機構8及び小指機構9は、第3の従動流体圧シリンダ28を備えないことにより、MP2関節16が力動作に応じて自在に回転し、MP2関節16のコイルばね16sの付勢により所定位置に自然復帰するようになっている。

【0038】

次に、器用指とされる拇指機構5の構成を説明する。図5に示すように、拇指機構5は、CM1関節19の回転軸191(手根中手関節の第1の回転軸)を回転させる第1の従動流体圧シリンダ29(駆動シリンダ)と、MP関節18の回転軸181を回転させる第2の従動流体圧シリンダ30とを備えている。

【0039】

第1の従動流体圧シリンダ29のシリンダ本体291は、CM2関節20の回転軸(手根中手関節の第2の回転軸)とされており、回転自在に前記基部4のフレーム10に支持されている。

【0040】

そして、図2及び図3に示すように、CM2関節20の回転軸(第1の従動流体圧シリンダ29のシリンダ本体291)の軸線aは、示指機構6の中手指節関節と中指機構7の中手指節関節との間であって好ましくは中央を通過して、延ばし状態の示指機構6及び中指機構7の指先方向に伸びるように配設されている。これによれば、物体のつまみ動作を行う際に、拇指機構5の指先を示指機構6の指先と中指機構7の指先との中央に対向させ、CM2関節20回りの回転動作を小さくすることができ、しかも、拇指機構5の指先を示指機構6の指先と中指機構7の指先との何れにもバランスよく対向させることができる。これにより、CM2関節20回りの不要なモーメントを抑えて物体を安定して把持することができ、しかも、各6軸力センサ21による測定値の精度が向上し、器用指における指先力の制御を高精度に行なうことができる。

【0041】

更に、第1の従動流体圧シリンダ29のシリンダ本体291をCM2関節20回転軸として兼用することにより、第1の従動流体圧シリンダ29とCM2関節20の回転軸とを別々に設けた場合に比べてコンパクトとなる。しかも、CM2関節20の回転に伴う第1の従動流体圧シリンダ29の揺動は全くなく、その揺動スペースが不要となるので極めてコンパクトに構成することができる。

【0042】

第2の従動流体圧シリンダ30のシリンダ本体301は、CM1関節19の回転軸191を介して第1の従動流体圧シリンダ29に回転自在に連結されている。

【0043】

第2の従動流体圧シリンダ30のシリンダ本体301に流体を供給する配管304は、CM1関節19の回転軸191の内部に収容されている。これにより、CM1関節19の回転時に配管304が邪魔にならず、拇指機構5の屈伸動作を円滑に行うことができる。

【0044】

MP関節18には、連結部材31を介してIP関節17が連結されている。IP関節17の回転軸171には、指先部材22が回転自在に連結されている。連結部材31は、その一端がMP関節18の回転軸181に回転自在に連結され、他端がIP関節17の回転

10

20

30

40

50

軸 171 に連結されている。

【0045】

更に、MP 関節 18 と IP 関節 17 との間には、リンク部材 32 が設けられている。リンク部材 32 は、第 2 の従動流体圧シリンダ 30 のシリンダ本体 301 と指先部材 22 の 6 軸力センサ 21 を支持する支持部材 33 とを連結する。

【0046】

第 1 の従動流体圧シリンダ 29 は、シリンダ本体 291 内部に流体が供給されることによりピストン 292 が摺動し、ピストンロッド 293 が伸縮して CM1 関節 19 を回転させる。これにより、示指機構 6 が CM1 関節 19 を介して屈伸する。

【0047】

第 2 の従動流体圧シリンダ 30 は、シリンダ本体 301 内部に流体が供給されることによりピストン 302 が摺動し、ピストンロッド 303 が伸縮して MP 関節 18 を回転させる。このとき、MP 関節 18 と IP 関節 17 とが、連結部材 31 とリンク部材 32 とにより連結されていることにより、第 2 の従動流体圧シリンダ 30 による MP 関節 18 の回転に追従して IP 関節 17 が回転する。

【0048】

IP 関節 17 は、第 2 の従動流体圧シリンダ 30 による MP 関節 18 の回転に連動するように構成されているので、人間の指の動きに近い動作が得られるだけでなく、IP 関節 17 を駆動するためのシリンダ等が不要となり、拇指機構 5 を軽量に構成することができる。

【0049】

以上の構成により、拇指機構 5 は、第 1 の従動流体圧シリンダ 29 及び第 2 の従動流体圧シリンダ 30 のピストンロッド 293, 303 を伸長させることにより折り曲げ状態となり、ピストンロッド 293, 303 を収縮させることにより延ばし状態となる。

【0050】

拇指機構 5 の CM2 関節 20 は、図 3 に示すように、各指機構の配列方向に沿ってピストンロッド 343 が伸縮する第 3 の従動流体圧シリンダ 34 により前記軸線 a 回りに回転される。

【0051】

拇指機構 5 は、第 3 の従動流体圧シリンダ 34 のピストンロッド 343 を伸長させることにより、基部 4 の手の平側に回転し、第 3 の従動流体圧シリンダ 34 のピストンロッド 343 を収縮させることにより示指機構 6 に隣り合う方向に回転する。

【0052】

図 5 に示すように、第 1 の従動流体圧シリンダ 29 のシリンダ本体 291 への流体の供給は、CM2 関節 20 の回転軸である第 1 の従動流体圧シリンダ 29 のシリンダ本体 291 の軸受け部 101 の内部に形成された流体路 294 を介して行われる。これにより、第 1 の従動流体圧シリンダ 29 のシリンダ本体 291 を円滑に回転させることができ、CM2 関節 20 による拇指機構 5 の回転を円滑に行うことができる。

【0053】

図 3 及び図 5 に示すように、MP 関節 18、CM1 関節 19 及び CM2 関節 20 の夫々にはコイルばね 18s, 19s, 20s (ねじりばね) が設けられている。MP 関節 18 及び CM1 関節 19 の各コイルばね 18s, 19s は、拇指機構 5 を延ばし方向に付勢する。CM2 関節 20 のコイルばね 20s は、第 1 の従動流体圧シリンダ 29 のシリンダ本体 291 の外周を包囲するようにして設けられ、拇指機構 5 を示指機構 6 に隣り合う方向に回転する方向に付勢する。言い換えれば、各コイルばね 18s, 19s, 20s の付勢方向は、3つの従動流体圧シリンダ 29, 30, 34 の各ピストンロッド 293, 303, 343 の収縮方向と同じ方向とされている。

【0054】

そして図示しないが、ハンド本体 2 の指腹側を覆う指表皮部材 11 や手の平側を覆う基部表皮部材 12 には、所定位置に複数の接触センサが設けられている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 5 】

以上、ハンド本体 2 の構成について説明したが、次に、ハンド本体 2 の各指機構を駆動するための駆動手段 3 について説明する。

## 【 0 0 5 6 】

駆動手段 3 は、図 1 に示すように、ハンド本体 2 の外部に設けられた駆動シリンダユニット 3 5 と、この駆動シリンダユニット 3 5 を介してハンド本体 2 を制御するコントローラ 3 6 と、前述した各従動流体圧シリンダ 2 3 , 2 4 , 2 8 , 2 9 , 3 0 , 3 4 とにより構成される。

## 【 0 0 5 7 】

駆動シリンダユニット 3 5 は、図 1 に示すように、複数の駆動流体圧シリンダ 3 7 を備えている。駆動流体圧シリンダ 3 7 は、図 6 に示すように、内部に流体を収容するシリンダ本体 3 7 1 と、シリンダ本体 3 7 1 の内部を摺動するピストン 3 7 2 と、ピストン 3 7 2 に連設された中空のピストンロッド 3 7 3 とを備えている。更に、駆動流体圧シリンダ 3 7 は、ピストンロッド 3 7 3 の軸線に沿ってピストンロッド 3 7 3 内に挿入されるボールねじ 3 8 と、ピストンロッド 3 7 3 の内部に固設されてボールねじ 3 8 に螺合するナット 3 9 と、ボールねじ 3 8 を回転駆動することによりナット 3 9 を介してピストンロッド 3 7 3 を進退させるモータ 4 0 と、モータ 4 0 の作動量を検出するためのエンコーダ 4 1 とを備えている。

## 【 0 0 5 8 】

モータ 4 0 は、回転伝達手段としてのプーリ 4 2 , 4 3 に掛けわたされたベルト 4 4 を介してボールねじ 3 8 を回転駆動する。これにより、モータ 4 0 の出力軸 4 0 1 とピストンロッド 3 7 3 との軸線が平行となり、モータ 4 0 をシリンダ本体 3 7 1 に隣設することができてコンパクトに形成される。

## 【 0 0 5 9 】

駆動シリンダユニット 3 5 の各駆動流体圧シリンダ 3 7 は、ハンド本体 2 に内蔵されている前述の従動流体圧シリンダ 2 3 , 2 4 , 2 8 , 2 9 , 3 0 , 3 4 に、1 つずつ対応して計 1 3 個設けられている。図 1 に概略を示しているが、駆動シリンダユニット 3 5 の各駆動流体圧シリンダ 3 7 とハンド本体 2 の各従動流体圧シリンダ 2 3 , 2 4 , 2 8 , 2 9 , 3 0 , 3 4 とは夫々が流体圧伝達管 4 5 を介して各別に接続される。

## 【 0 0 6 0 】

この構成により、図 7 ( a ) 及び ( b ) に模式的に示すように、駆動流体圧シリンダ 3 7 の内部に流体を送出・吸入すれば、それに対応して各従動流体圧シリンダ 2 3 ( 2 4 , 2 8 , 2 9 , 3 0 , 3 4 ) では流体が圧入・排出され、従動流体圧シリンダ 3 7 による指機構 6 ( 7 , 8 , 9 , 5 ) の駆動が行われる。このとき、コントローラ 3 6 がモータ 4 0 を介して駆動流体圧シリンダ 3 7 における流体の送油量及び吸入量を制御することにより、従動流体圧シリンダ 2 3 ( 2 4 , 2 8 , 2 9 , 3 0 , 3 4 ) によって指機構 6 ( 7 , 8 , 9 , 5 ) に所望の屈伸作動を行わせることができる。そして、駆動シリンダユニット 3 5 をハンド本体 2 の外部に設けたことにより、ハンド本体 2 を小型軽量として、例えば人間の標準的な手と同等の大きさのハンド本体 2 を得ることができる。更に、各駆動流体圧シリンダ 3 7 及び各従動流体圧シリンダ 2 3 , 2 4 , 2 8 , 2 9 , 3 0 , 3 4 の流体圧により各指機構 5 , 6 , 7 , 8 , 9 を作動させるので、小型であっても十分な把持力を得ることができる。

## 【 0 0 6 1 】

また、図 1 に示すように、コントローラ 3 6 は、信号線 4 6 を介して駆動シリンダユニット 3 5 に接続され、各駆動流体圧シリンダ 3 7 から各従動流体圧シリンダ 2 3 , 2 4 , 2 8 , 2 9 , 3 0 , 3 4 に伝達される作動用流体圧を調節することにより各指機構の屈伸を制御する。更に、コントローラ 3 6 は、信号線 4 7 を介してハンド本体 2 に接続され、器用指とされている拇指機構 5、示指機構 6、及び中指機構 7 の各 6 軸力センサ 2 1 や前記接触センサから得られる情報に基づいて、各駆動流体圧シリンダ 3 7 の制御を行う。これによって、コントローラ 3 6 は、前述した構成のハンド本体 2 の各指機構により人間の

10

20

30

40

50

動作を模倣した把持動作を行うように制御する。

【 0 0 6 2 】

コントローラ 3 6 は、例えば、ハンド本体 2 の各指機構により円柱状の物体（図示せず）をつかみ上げる動作を行うとき、次のようにして指機構を制御する。

【 0 0 6 3 】

先ず、器用指とされている拇指機構 5、示指機構 6、及び中指機構 7 の指先で物体をつまむ動作を行う。このとき、C M 2 関節 2 0 の回動軸（シリンダ本体 2 9 1）の軸線 a（図 2 参照）が、示指機構 6 の中手指節関節と中指機構 7 の中手指節関節との中央を通して延びるように設けられているので、示指機構 6 の指先と中指機構 7 の指先との間に拇指機構 5 の指先が円滑に対向するので、物体のつまみ状態が極めて安定する。

10

【 0 0 6 4 】

次いで、拇指機構 5、示指機構 6、及び中指機構 7 により手の平側の基部表皮部材 1 2 に接触するまで物体を把持する。このとき、コントローラ 3 6 は、各 6 軸力センサ 2 1、及び指腹側の指表皮部材 1 1 や手の平側の基部表皮部材 1 2 に設けられている接触センサの情報に基づき、物体の位置・大きさ・姿勢等を演算する。コントローラ 3 6 は、その演算結果に基づいて拇指機構 5、示指機構 6、及び中指機構 7 を動作させるので、つまむ動作から把持する動作に連続的に移行する際に物体のバランスを取りながら物体の姿勢を器用に操ることができる。しかも、C M 2 関節 2 0 の回動軸（シリンダ本体 2 9 1）の軸線 a が、示指機構 6 の中手指節関節と中指機構 7 の中手指節関節との中央にあるので、不要なモーメントが生じず、把持する動作に移行する際にも物体の姿勢を安定させることができる。

20

【 0 0 6 5 】

続いて、コントローラ 3 6 は、環指機構 8 及び小指機構 9 を作動させ、力指とされる環指機構 8 及び小指機構 9 により比較的強い力で物体を握り込み、その後、拇指機構 5、示指機構 6、及び中指機構 7 により比較的強い力で物体を握り込む。このような動作がコントローラ 3 6 の制御により行われることにより、人間を模倣して物体の把持動作を行うことができる。

【 0 0 6 6 】

なお、前記実施形態では、人の手を模した 5 つの指機構を備える多指ハンド装置 1 について説明したが、例えば、拇指機構 5、示指機構 6 及び中指機構 7 の 3 つとしてもよい。

30

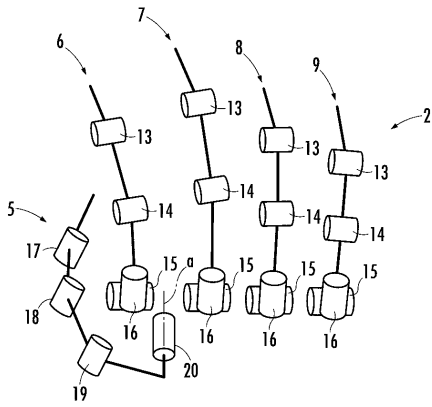
【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

1 ... 多指ハンド装置、4 ... 基部、5 ... 拇指機構、6 ... 示指機構、7 ... 中指機構、1 3 ... D I P 関節（遠位指節間関節）、1 4 ... P I P 関節（近位指節間関節）、1 5 ... M P 1 関節（中手指節関節）、1 6 ... M P 2 関節（中手指節関節）、1 7 ... I P 関節（拇指指節間関節）、1 8 ... M P 関節（拇指中手指節関節）、1 9 ... C M 1 関節（手根中手関節）、2 0 ... C M 2 関節（手根中手関節）、2 9 ... 第 1 の従動流体圧シリンダ（駆動シリンダ）、1 9 1 ... 回動軸（第 1 の回動軸）、2 9 1 ... シリンダ本体（第 2 の回動軸）。

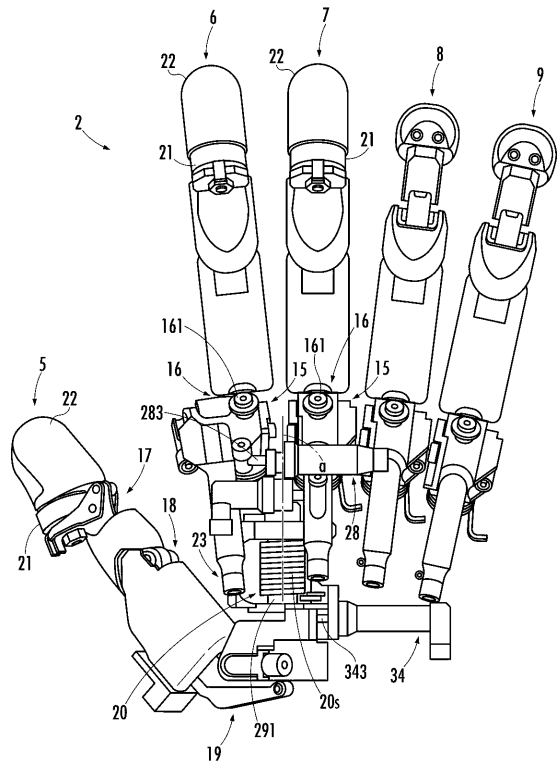
【 図 2 】

FIG.2



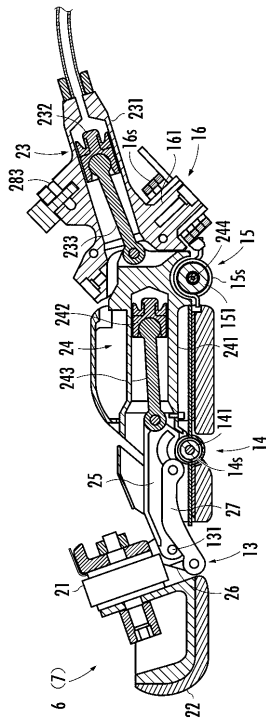
【 図 3 】

FIG.3



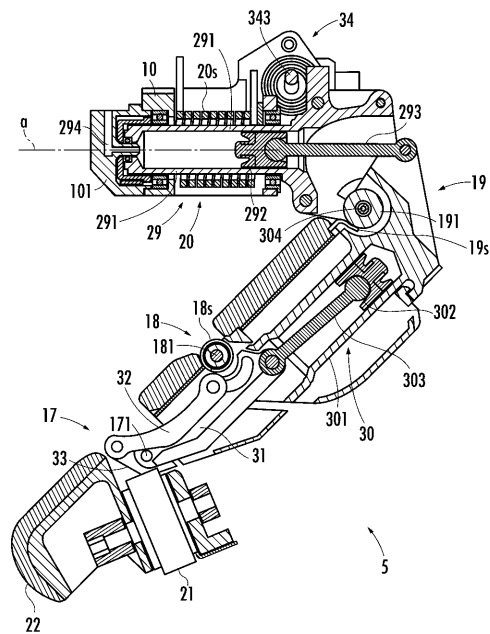
【 図 4 】

FIG.4

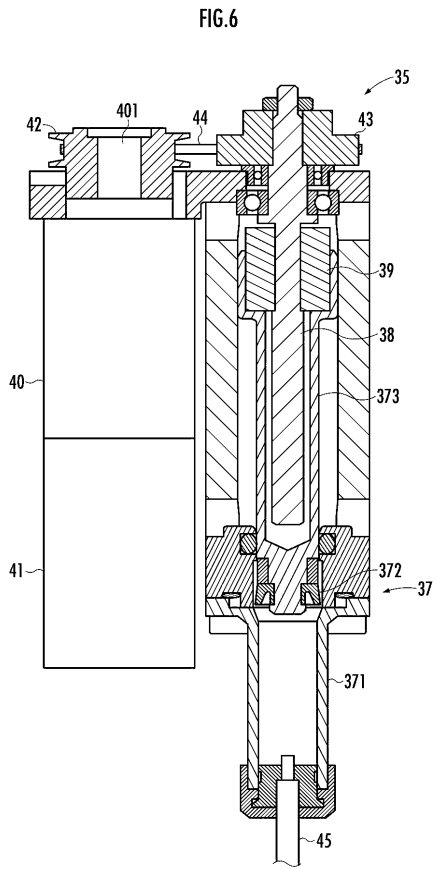


【 図 5 】

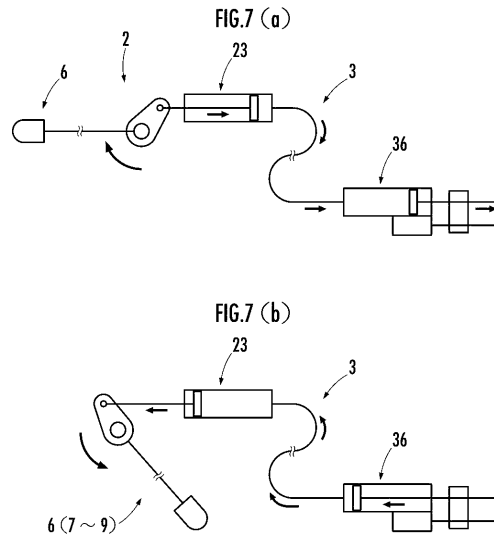
FIG.5



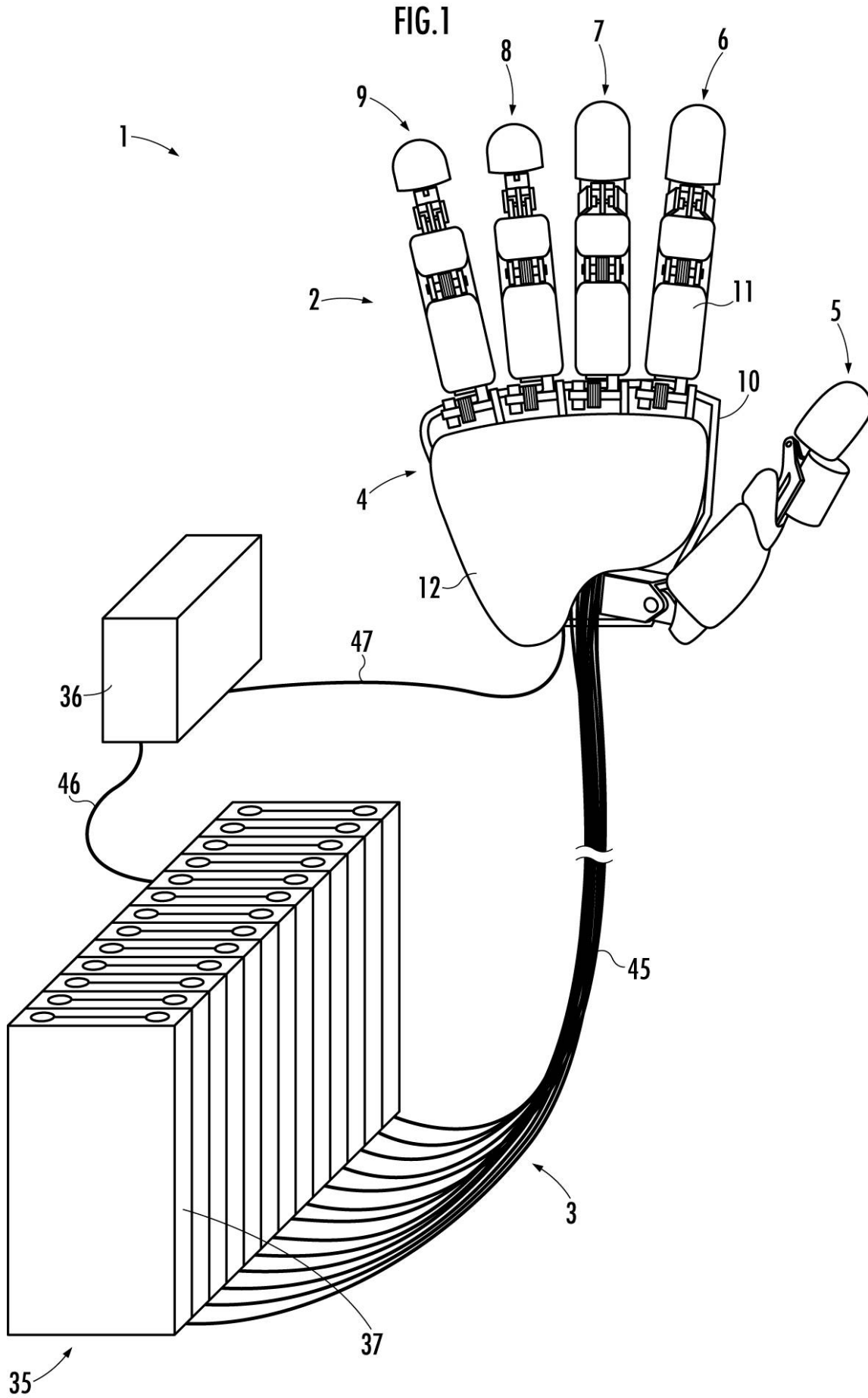
【 図 6 】



【 図 7 】



【図1】



## フロントページの続き

審査官 松浦 陽

(56)参考文献 米国特許第05447403(US,A)

特開平05-031688(JP,A)

実開昭61-187689(JP,U)

特開2001-347482(JP,A)

特開2009-154281(JP,A)

特開2000-325375(JP,A)

特開平11-156778(JP,A)

特開2009-066683(JP,A)

特開2006-167839(JP,A)

特開2007-160448(JP,A)

特開平08-126984(JP,A)

特開平08-197467(JP,A)

川淵一郎,星野聖,人型ロボットハンドの機構 -指先つまみ機能の実現まで-,信学技報 ヒューマン情報処理学会「手」研究会,日本,社団法人 電子情報通信学会,2005年10月21日, pp.57-62

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

B25J 1/00 - 21/02

A63H 1/00 - 37/00

A61F 2/54 - 2/58