

(51)Int.Cl.

F I

B 2 5 J 15/08

(2006.01)

B 2 5 J 15/08

K

請求項の数9 (全14頁)

(21)出願番号 特願2001-316828(P2001-316828)
 (22)出願日 平成13年10月15日(2001.10.15)
 (65)公開番号 特開2003-117873(P2003-117873A)
 (43)公開日 平成15年4月23日(2003.4.23)
 審査請求日 平成16年1月19日(2004.1.19)

(73)特許権者 503360115
 独立行政法人科学技術振興機構
 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
 (73)特許権者 501401102
 星野 聖
 茨城県つくば市竹園3-102-103
 (73)特許権者 501401113
 川淵 一郎
 東京都大田区新蒲田3-1-9 グリーン
 コ-ポ203
 (74)代理人 100099265
 弁理士 長瀬 成城
 (72)発明者 星野 聖
 沖縄県宜野湾市志真志1-10-1-20
 3

最終頁に続く

(54)【発明の名称】人型ロボットハンド

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

人間の5指に相当する5本の指機構と、その5本の指機構を支持する人間の掌に相当する掌部を備え、親指に相当する第1指は四つの節により構成され、第1指を他の指と向かい合わせにすることができる運動機能を備え、第2指～第5指は、それぞれ四つの節により構成されており、各関節部で屈伸できる構成を有し、さらに第3指の中手骨部はハンド全体の基部である掌部に固定されており、また、前記第2、4、5指の中手骨部は連動して回転可能に構成することにより指が開いた状態とするアブダクション動作を可能としたことを特徴とする人型ロボットハンド。

【請求項2】

前記第2指～第5指の指機構は、指先から順にそれぞれ末節骨部、中節骨部、基節骨部、中手骨部の計4節を備え、各節骨部間の接続部3箇所には、指の屈伸を行うための1自由度のジョイントを有し、基節骨部には指の屈伸運動を行うジョイント駆動用モータを内蔵し、基節骨部と中節骨部間のジョイントには該モータの回転力をそのジョイントの回転運動とするための減速機構を内蔵し、さらにそのジョイントの回転運動を、同一指機構上の中手骨部と基節骨部間のジョイントおよび中節骨部と末節骨部間のジョイントに伝達するための連動機構を備え、さらに掌部と中手骨部間のジョイントの軸と中手骨部と基節骨部間のアブダクション用のジョイントの軸を直交して配置し、その交点部に空間を設けて指機構に内蔵するジョイント駆動用モータやセンサ等のための配線ケーブルを通過するようにしたことを特徴とする請求項1に記載の人型ロボットハンド。

10

20

【請求項 3】

前記第 2 指～第 5 指の 4 指のうち、第 2 指、第 4 指、第 5 指の中手骨部と掌部間の接続部には指の開き動作を実現するためのアブダクション用ジョイントを有し、また第 3 指の中手骨部は掌部に固定され、さらに第 2、4、5 指の中手骨部をリンク機構を介して掌部との間のアブダクション用ジョイント周りに連動して回転するようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載の人型ロボットハンド。

【請求項 4】

前記第 4 指の中手骨部に、中手骨部と掌部間のアブダクション用ジョイントを中心とする円弧歯車を固定し、掌部にその円弧歯車に噛み合う駆動用モータを内蔵し、さらに中手骨部の揺動により前記リンク機構を介して第 2、4、5 指のアブダクション動作を行うようにしたことを特徴とする請求項 3 に記載の人型ロボットハンド。

10

【請求項 5】

前記基節骨部と中節骨部間の屈伸用ジョイントの回転運動を、同一指機構上の中手骨部と基節骨部間のジョイントおよび中節骨部と末節骨部間のジョイントに伝達するための連動機構は、基節骨部と中節骨部間のジョイントと中手骨部と基節骨部間のジョイントを連動して回転させるワイヤ・プーリ機構と、基節骨部と中節骨部間のジョイントと中節骨部と末節骨部間のジョイントを連動して回転させるワイヤ・プーリ機構としたことを特徴とする請求項 2～請求項 4 のいずれかに記載の人型ロボットハンド。

【請求項 6】

前記ワイヤ・プーリ機構は、指機構の両脇に配置され、そのプーリは対応する節骨部の側面に彫られて形成され、対応する二つのプーリに巻回するワイヤは両プーリ間を 8 の字様に巻かれていることを特徴とする請求項 5 に記載の人型ロボットハンド。

20

【請求項 7】

前記第 1 指は、指先から順に、末節骨部、中節骨部、基節骨部、中手骨部を備え、第 1 指の根元における 2 自由度を実現するために、掌部と中手骨部との接続部および中手骨部と基節骨部との接続部にそれぞれ独立の駆動機構を備えた第 1、第 2 ジョイントを備え、さらに掌部の手の平側の一部に前記第 1 ジョイントおよびその駆動用モータと減速機を内蔵し、さらに中手骨部に前記第 2 ジョイントの駆動用モータと減速機を内蔵し、前記二つのジョイントは直交しないが両者のねじれ角を 90 度として構成し、また第 1 指の基節骨部には指の屈伸運動を行うモータを配置し、基節骨部と中節骨部間のジョイントには該モータの回転力をそのジョイントの回転力とするための減速機構を内蔵し、さらに基節骨部と中節骨部間のジョイントの回転運動を、中節骨部と末節骨部間のジョイントに伝達するための連動ワイヤ機構を備えたことを特徴とする請求項 1～請求項 6 のいずれかに記載の人型ロボットハンド。

30

【請求項 8】

前記第 1 指は、その基部の中央部に節骨部の軸方向の回転部分を備え、適切なねじれ角度で固定できるように構成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の人型ロボットハンド。

【請求項 9】

前記ジョイント駆動用モータは、それを内蔵した基節骨部の軸と平行になる様に配置し、また基節骨部と中節骨部間のジョイントに内蔵した減速機は、ジョイントの軸と中心を同一とするクラウンギヤおよび遊星歯車減速機で構成し、さらにモータの回転軸に取り付けたピニオンとクラウンギヤを噛み合わせ、モータの回転力を前記減速機に伝動することを特徴とする請求項 2～請求項 8 のいずれかに記載の人型ロボットハンド。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、各指の屈伸機能、親指を他の指と向かい合わせにする運動機能および指同士の開閉（アブダクション；abduction）機能を備えた人型ロボットハンドに関するものである。

50

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技 術 】

ペン持ちや手話などのように、細かくかつ広範囲な指先の運動を必要とする人型ロボットハンドにおいては、各指の屈伸機能、親指を他の指と向かい合わせにする運動機能が必要であるだけでなく、指同士の開閉（アブダクション； a b d u c t i o n ）機能が必要である。

【 0 0 0 3 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

従来の人型（指の数、運動可動域、大きさ等が人間並み）ロボットハンドでは、前2者は実現されてきたが、後者の実現例は極めて少なく、また実現したのものにおいても機構が大きく重くなり実用性・凡用性に乏しいものばかりであった。特にロボットハンド内にモータや歯車例などの駆動機構をコンパクトに内蔵させることが困難であり、このため、指の数、運動可動域、大きさ等が人間並みの従来人間型ロボットハンドでは、モータや減速機からなる駆動機構を手の外部に設け、ワイヤ機構で動力を指先まで伝達する手法が取られてきた。この手法では、駆動機構のための大きな占有空間を必要とし、機構全体の重量がかさみ、さらにワイヤの伸びや摩擦による運動精度や効率の低下が避けられないという問題がある。

【 0 0 0 4 】

そこで、本発明者らは、アブダクション機能用の運動機構とモータを掌部分の中へコンパクトに収納するとともに、その機構と干渉しないように、各指の屈伸機能用の運動機構とモータを各指毎に極めてコンパクトに内蔵する方法の検討を行った結果、新規な人型ロボットハンドの開発に成功した。本人型ロボットハンドは、親指運動が3自由度、他の4指の屈伸が各1自由度、および後者4指間のアブダクションが1自由度の計8自由度を有し、人が実現できる大抵の運動を実現可能である。また、人間と比較しても小形である、全長185mm、指の太さ19mmの寸法内へ全機構とモータおよび配線を内蔵し、全重量500g以下を実現した。すなわち、諸元上も従来のものに比較して顕著なる性能向上を実現した。

【 0 0 0 5 】

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

本発明が採用した解決手段は、

人間の5指に相当する5本の指機構と、その5本の指機構を支持する人間の掌に相当する掌部を備え、親指に相当する第1指は四つの節により構成され、第1指を他の指と向かい合わせにすることができる運動機能を備え、第2指～第5指は、それぞれ四つの節により構成されており、各関節部で屈伸できる構成を有し、さらに第3指の中手骨部はハンド全体の基部である掌部に固定されており、また、前記第2、4、5指の中手骨部は連動して回転可能に構成することにより指が開いた状態とするアブダクション動作を可能としたことを特徴とする人型ロボットハンドである。

また、前記第2指～第5指の指機構は、指先から順にそれぞれ末節骨部、中節骨部、基節骨部、中手骨部の計4節を備え、各節骨部間の接続部3箇所には、指の屈伸を行うための1自由度のジョイントを有し、基節骨部には指の屈伸運動を行うジョイント駆動用モータを内蔵し、基節骨部と中節骨部間のジョイントには該モータの回転力をそのジョイントの回転運動とするための減速機構を内蔵し、さらにそのジョイントの回転運動を、同一指機構上の中手骨部と基節骨部間のジョイントおよび中節骨部と末節骨部間のジョイントに伝達するための連動機構を備え、さらに掌部と中手骨部間のジョイント軸の軸と中手骨部と基節骨部間のジョイントの軸を直交して配置し、その交点部に空間を設けて指機構に内蔵するジョイント駆動用モータやセンサ等のための配線ケーブルを通過するようにしたことを特徴とする人型ロボットハンドである。

また、前記第2指～第5指の4指のうち、第2指、第4指、第5指の中手骨部と掌部間の接続部には指の開き動作を実現するためのアブダクション用ジョイントを有し、また第3指の中手骨部は掌部に固定され、さらに第2、4、5指の中手骨部をリンク機構を介し

10

20

30

40

50

て掌部との間のアブダクション用ジョイント周りに連動して回転するようにしたことを特徴とする人型ロボットハンドである。

また、前記第4指の中手骨部に、中手骨部と掌部間のアブダクション用ジョイントを中心とする円弧歯車を固定し、掌部にその円弧歯車に噛み合う駆動用モータを内蔵し、さらに中手骨部の揺動により前記リンク機構を介して第2、4、5指のアブダクション動作を行うようにしたことを特徴とする人型ロボットハンドである。

また、前記基節骨部と中節骨部間の屈伸用ジョイントの回転運動を、同一指機構上の中手骨部と基節骨部間のジョイントおよび中節骨部と末節骨部間のジョイントに伝達するための連動機構は、基節骨部と中節骨部間のジョイントと中手骨部と基節骨部間のジョイントを連動して回転させるワイヤ・プーリ機構と、基節骨部と中節骨部間のジョイントと中節骨部と末節骨部間のジョイントを連動して回転させるワイヤ・プーリ機構としたことを特徴とする人型ロボットハンドである。

10

また、前記ワイヤ・プーリ機構は、指機構の両脇に配置され、そのプーリは対応する節骨部の側面に彫られて形成され、対応する二つのプーリに巻回するワイヤは両プーリ間を8の字型に巻かれていることを特徴とする人型ロボットハンドである。

また、前記第1指は、指先から順に、末節骨部、中節骨部、基節骨部、中手骨部を備え、第1指の根元における2自由度を実現するために、掌部と中手骨部との接続部および中手骨部と基節骨部との接続部にそれぞれ独立の駆動機構を備えた第1、第2ジョイントを備え、さらに掌部の手の平側の一部に前記第1ジョイントおよびその駆動用モータと減速機を内蔵し、さらに中手骨部に前記第2ジョイントの駆動用モータと減速機を内蔵し、前記二つのジョイントは直交しないが両者のねじれ角を90度として構成し、また第1指の基節骨部には指の屈伸運動を行うモータを配置し、基節骨部と中節骨部間のジョイントには該モータの回転力をそのジョイントの回転力とするための減速機構を内蔵し、さらに基節骨部と中節骨部間のジョイントの回転運動を、中節骨部と末節骨部間のジョイントに伝達するための連動ワイヤ機構を備えたことを特徴とする人型ロボットハンドである。

20

また、前記第1指は、その基部の中央部に節骨部の軸方向の回転部分を備え、適切なねじれ角度で固定できるように構成されていることを特徴とする人型ロボットハンドである。

また、前記ジョイント駆動用モータは、それを内蔵した基節骨部の軸と平行になる様に配置し、また基節骨部と中節骨部間のジョイントに内蔵した減速機は、ジョイントの軸と中心を同一とするクラウンギヤおよび遊星歯車減速機で構成し、さらにモータの回転軸に取り付けたピニオンとクラウンギヤを噛み合わせ、モータの回転力を前記減速機に伝達することを特徴とする人型ロボットハンドである。

30

【0006】

【実施の形態】

以下、本発明に係る実施形態としての人型ロボットハンドの構成を図面を参照して説明する。図1R>1は人型ロボットハンドの全体像を示す図であり、(イ)は同ロボットハンドの側面図、(ロ)は平面図、図2は人型ロボットハンドの屈伸部に設ける全19個の回転ジョイントの配置、および呼び名を示す図、図3は第2指の斜視図および分解図である。前記図1に示す人型ロボットハンドは、第1指～第5指を有しており、ロボットハンドの各指には図2に示すように第1指に対してジョイントJ1,0～J1,3、第2指に対してジョイントJ2,0～J2,3、第3指に対してジョイントJ3,1～J3,3、第4指に対してジョイントJ4,0～J4,3、第5指に対してジョイントJ5,0～J5,3が配置され、これらのジョイント部で各指が屈伸運動(詳細は後述する)あるいはアブダクション(詳細は後述する)可能な構成となっている。なお、第3指の中手骨部のジョイント部は、左右方向に回転させる必要がないため、図2に示すようにアブダクション用のジョイントJ3,0は省略されている。

40

【0007】

〔第2～5指の指機構〕指の屈伸運動およびアブダクション運動を説明する前に、それを実現するための第2～5指の指機構について説明する。なお、第1指は他の4指と大きく

50

異なる構造を持ち、本ロボットハンドのアブダクション機構と独立に運動するので、その構造の説明は後述する。

【 0 0 0 8 】

〔第2指～第5指の節骨部構成〕第2指～第5指は、それぞれ四つの節骨部により構成されており、各関節部で屈伸できる構成となっている。図3は第2指の斜視図およびその分解図であり、この図に示すように、指は指先から順に、末節骨部1、中節骨部2、基節骨部3、中手骨部4を備えている。なお、第2指～第5指においてそれぞれの中手骨部4の形状が若干異なるが、特に説明を大きく変えなければならない差異ではないので、以後は第2指を代表に取り上げてその機構を説明し、他の第3指～第5指の節骨部機構については重複する部分の説明は省略する。

10

【 0 0 0 9 】

第2指において、中手骨部4が末節骨部1側とハンド全体の基部である掌部5を仲介する節骨部である。そのため、中手骨部4の内部で、指のアブダクション機能実現のための1自由度を有するジョイントJ2,0（アブダクションジョイント）と、指の屈伸機能実現のための1自由度を有するジョイントJ2,1（屈伸用ジョイント）が直交して構成されている。この二つのジョイントJ2,0およびJ2,1により、中手骨部4は掌部5に対してジョイントJ2,0を中心にアブダクション機能を達成でき、また基節骨部3が屈伸用ジョイントJ2,1により図3中で上下方向（握り動作）に揺動できる構成となっている。この中手骨部の部分コンパクトに構成し、かつ大きな回転可動域を得ることが極めて重要である。そこで、この部分には回転軸受以外にモータや減速機を置かず、それぞれのジョイントの回転運動用動力は、少し離れたところに配置したモータから伝達することにする（詳細は後述する）。また、末節骨部1と中節骨部2とを接続するジョイントJ2,3、および、中節骨部2と基節骨部3とを接続するジョイントJ2,2も前記ジョイントJ2,1と同じ回転運動〔図3中上下方向の運動即ち指の屈伸運動（握り動作）〕を許容する指の屈伸用ジョイントとして構成されている。

20

【 0 0 1 0 】

〔関節駆動機構〕指関節の駆動機構を図4を参照して説明すると、図4（イ）は第2指の側面図、（ロ）は駆動機構の斜視図、（ハ）は駆動・減速機構の断面図である。指の屈伸機構のためにエンコーダ内蔵型の超小型モータが基節骨部3に内蔵されており、その減速機が図（ハ）に示すように中節骨部2と基節骨部3とを接続する前記ジョイントJ2,2にコンパクトに内蔵されている。また、ジョイントJ2,2の回転動力を前後のジョイントJ2,1、J2,3に伝達する連動ワイヤ機構による伝達機構（後述するワイヤ・プーリ機構）が設けられている。

30

【 0 0 1 1 】

基節骨部3およびジョイントJ2,2部分はそれぞれ内部空間が比較的大きく取れるので、超小型モータ13や関節駆動用減速機12の内蔵に適した構成としてある。関節駆動用減速機12は後述するように遊星歯車機構からなる3段減速機として構成されている。また、指先の部分にセンサや電装品等を内蔵するための格納空間11が形成されている。さらに、超小型モータ13の後部から出る配線ケーブル14が（イ）に示すように指機構の運動を阻害しないように、それをジョイントJ2,0、J2,1のほぼ回転中心に直接的に通せる構成とされている。十分な出力を得る為に、本ロボットハンドで使用する全ての超小型モータ13は、小形・軽量で高出力のDCコアレスモータを採用する。また、それらはエンコーダを内蔵し、特に付加的なセンサを用いずに位置制御、速度制御、トルク制御が可能となっている。

40

【 0 0 1 2 】

モータ回転数が比較的高いため、十分に小形かつ減速比の大きな減速機が関節部に組み込まれる。減速機として、少ない歯車数で大きな減速比および大きな伝達動力が期待できる遊星歯車機構からなる3段減速機を採用する。3段減速機は、図9（ハ）に示すように1段目減速機としてクラウン減速機、2、3段目減速機として遊星歯車減速機を使用している。1段目の減速機構を構成するクラウンギヤの回転軸は2段目太陽歯車を支持し

50

ており、この太陽歯車に噛み合う２段目遊星歯車、さらに２段目の遊星歯車に設けたキャリアの軸に設けた３段目の太陽歯車、この太陽歯車に噛み合う３段目の遊星歯車、さらに前記２、３段目遊星歯車に共通な内歯車によって減速機が構成され、基節内に収納された超小型モータの出力軸に設けたピニオンが前記クラウンギヤに噛み合っている。また内歯車は中節骨部内に設けられている。クラウンギヤの回転中心は中節骨部と基節骨部とを接続するジョイント J2,2 の関節軸と同軸上にあり、またこの軸上には前記減速機構を構成する２、３段目太陽歯車の軸が配置されている。そして前記減速機の軸とジョイント J2,2 の関節の軸を共通とすることにより、関節内に３段減速機がコンパクトに収められている。

【 0 0 1 3 】

超小型モータは基節骨部３の長手方向に対してその軸が平行となる様に収納され、クラウンギヤを介して関節軸方向の回転動力を得る。また、この動力伝達段階でも大きな減速比を得るために、クラウンギヤの径を出来る限り大きくする。一般的に遊星歯車機構では出力要素が内歯車が遊星歯車のキャリアのいずれかとなる。ここでは、関節軸の両端の軸受に生ずる負荷の偏りが出来る限り小さくなるように、指節の中央へ出力を与えるために、関節軸の中央寄りに位置する内歯車を出力要素とする。

【 0 0 1 4 】

つづいて、前記機構によって得られたジョイント J2,2 の回転動力を前後のジョイント J2,1 , J2,3 に伝達する機構について説明する。伝達機構として連動ワイヤ機構を用いる。図 5 において、(イ)は第 2 指の斜視図、(ロ)は同指の分解図である。ワイヤ・プー
20
リからなるこの伝達機構では、ジョイント J2,1 , J2,2 を連動するワイヤ W1 と、ジョイント J2,2 , J2,3 を連動するワイヤ W2 をそれぞれ指機構の両脇に配置する。

【 0 0 1 5 】

各ワイヤ用のプーリは、指節の側面に彫り込むことにより形成する。ワイヤ W1 用として二つのプーリ 21 , 22 と中間プーリ 23 が必要となる。プーリ 22 は中手骨部上に彫り込まれて形成され、プーリ 21 は中節骨部上に彫り込まれて形成されており、プーリ 21、22 には中間プーリ 23 を介してワイヤ W1 が両者に 8 の字型にかけられる。ワイヤ W1 の端部は図 5 (ロ)に示すように中手骨部上に挟み留め板によって固定され、またワイヤ W1 はワイヤ上に取り付けた玉を中節骨部上に形成した穴に嵌合して中節骨部に固定される。また、ワイヤ W2 用の二つのプーリ 24 , 25 のうち、プーリ 25 は基節骨部に彫り込まれて形成され、またプーリ 24 は末節骨部に彫り込まれて形成され、それぞれのプーリにはワイヤ W2 が 8 の字型にかけられる。ワイヤ W2 はワイヤ上に設けた玉が前記プーリ 25 に形成した穴へはめ込まれ、ワイヤの端部は図 6 に示すように末節骨部に形成した穴に通し、さらにその先を挟み留め板によって固定されている。

【 0 0 1 6 】

この様に構成するワイヤ・プーリからなる連動ワイヤ機構は、極めて小形軽量で、大きな回転可動域を有し、歯車列にみられる様なガタが無いので高精度かつ高効率の伝達機構となる。このような屈伸機構による屈伸運動を図 6 に示す。具体的には超小型モータを駆動すると基部が曲がり、さらにこの動きに連動して連動ワイヤ機構を介して中節骨部、末節骨部が曲がり図 6 に示すような状態となる。図 7、図 8 に第 2 指を折り曲げた状態の人型
40
ロボットハンドの様子を示す。

【 0 0 1 7 】

上記第 2 指の屈伸運動は第 4 指、第 5 指と共通であるが、第 3 指については中手骨部の構成が若干相違している。第 3 指には後述するアブダクション機能を与える必要がないため、第 3 指の中手骨部は後述するように掌部に固定されている。

【 0 0 1 8 】

つづいて、人型ロボットハンドのアブダクション機構を説明する。図 9 は(イ)、(ロ)は手を閉じた状態から開いた状態へと移行させた図であり、図 10 R>0 はアブダクション機構の斜視図、図 11 はアブダクション機構を構成するリンク機構の説明図である。アブダクション動作は、第 2 ~ 5 指の 4 指の内、第 2、4、5 指の中手骨部を連動して回転さ
50

せることにより図 9 (口) に示すように指が開いた状態とする動作である。このアブダクション機構を実現するために、第 3 指の中手骨部は、ハンド全体の基部である掌部に固定されている。また、強い回転力を効率よく得るために、図 1 1 に示すように第 4 指の中手骨部にピッチ円半径の出来る限り大きな円弧歯車 3 1 を固定する。前記円弧歯車 3 1 は第 4 指の根元に設けたジョイント P 5 を中心に揺動可能に構成されており、この円弧歯車 3 1 の揺動運動により第 4 指が開き動作を行う。また、前記円弧歯車 3 1 は掌部の端に配置したクラウンギヤ 3 3 の軸上に設けたピニオン 3 2 とかみ合わせる。クラウンギヤ 3 3 は〔掌部〕に配置したアブダクションモータ 3 4 の出力軸に設けたギヤと噛み合っている。この構成により、アブダクションモータ 3 4 が回転するとクラウンギヤ 3 3 が回転し、さらにピニオン 3 2 が回転して、円弧歯車 3 1 が第 4 指の根元に配置したジョイント J 4,0

10

【 0 0 1 9 】

第 4 指の中手骨部の回転運動を、連動リンク機構により、両側の第 2 指および第 5 指の中手骨部に伝達する連動リンク機構の説明をする。連動リンク機構は図 1 1 1 1 に示すように L 1 ~ L 4 の四つの節骨部から構成する。リンク L 1 は、一端を第 2 指の中手骨部とジョイント P 1 で連結し、他端をリンク L 2 とジョイント P 2 で連結する。リンク L 2 は、一端をリンク L 1 とジョイント P 2 で連結し、他端をリンク L 3 とジョイント P 4 で連結し、リンク L 2 の中央を掌部とジョイント P 3 で連結する。

【 0 0 2 0 】

リンク L 3 は、一端をリンク L 2 とジョイント P 4 で連結し、他端を第 4 指の中手骨部とジョイント P 5 で連結する。リンク L 4 は、一端を第 4 指の〔中手骨部〕とジョイント P 6 で連結し、他端を第 5 指の中手骨部とジョイント P 7 で連結する。アブダクションモータ 3 4 によって円弧歯車 3 1 が駆動されると、その動きにより第 4 指の中手骨部が開く運動をし、その運動がリンク L 1 ~ L 3 を介して回転方向が逆となる様に第 2 指の中手骨部に伝達され、リンク L 4 を介して回転角を拡大する様に第 2 指および第 5 指の中手骨部に伝達される。こうしてアブダクション機能を達成することができる。

20

【 0 0 2 1 】

また、上記構成において、掌部の内部に中手骨部の運動空間、および配線や電装品の内蔵空間を得るために、円弧歯車およびその運動空間を手の甲側の外装板間近に配し、また連動リンクを中手骨部と手のひら側の外装板との間の空間に薄く収めることが重要である。図 1 2 1 2 にアブダクションモータ、クラウンギヤ、円弧歯車 3 1 の配置関係を示す。なおこれらの配置は設計時において自由に変更することが可能である。図 1 3 にアブダクション機構の駆動用連動リンクの斜視図を示す。

30

【 0 0 2 2 】

最後に第 1 指の指機構について説明する。図 1 4 は第 1 指の最大内転状態を説明する図、図 1 5 は第 1 指の節骨部構成を説明する図、図 1 6 は第 1 指の関節駆動機構を説明する図である。第 1 指は図 1 5 に示すように四つの節骨部により構成する。指先から順に末節骨部、中節骨部、基節骨部、中手骨部とする。第 1 指を他の指と向かい合わせにする運動機能を実現するために人間の親指の根本が 2 自由度を有することと同様に、第 1 指の根元に二つのジョイント J 1,0、J 1,1 のそれぞれ独立の駆動機構を組み込む。即ち、第 1 指の中手骨部は、2 自由度を実現するために中手骨部と掌部との接続部および中手骨部と基節骨部との接続部にそれぞれ独立の駆動機構を備えた第 1 ジョイント J 1,0、第 2 ジョイント J 1,1 を備えている。

40

【 0 0 2 3 】

掌部の手の平側の一部にふくらみ（人間の親指の根元に存在するのと同様）を設け、図 1 6 に示すように第 1 ジョイント J 1,0 およびその駆動用モータと減速機を内蔵する。第 1 指では中手骨部を短くするためにこの減速機の内歯車をモータ側へ固定し、遊星歯車の軸を出力側である中手骨部の側面へ固定する構造とする。中手骨部に第 2 ジョイント J 1,1 の駆動用モータと減速機を内蔵する。このために二つのジョイント J 1,0、J 1,1 は直交しないが両者のねじれ角を 90 度とする。この部分の減速機の基本構成は前述した第 2 ~

50

4 指における屈伸機能のためのものと同一とする。

【 0 0 2 4 】

基節骨部にジョイント J 1,2 の駆動用モータと減速機を内蔵する。ジョイント J 1,2 の回転運動をジョイント J 1,3 に連動ワイヤ機構により伝達する。これらの連動ワイヤ機構は前述した第 2 ~ 4 指における屈伸機構のためのものと同一とする。さらに、第 1 指を他の 4 指と向かい合わせにする状態での第 1 指の腹の方向を調整するために基節骨部の中央に節骨部の軸方向の回転部分を設け、ジョイント J 1,2、J 1,3 を適切なねじれ角で固定できるようにする。

【 0 0 2 5 】

以上のように、上記本発明に係る実施形態では、アブダクション機能用の運動機構とモータを掌部分の中へコンパクトに収納するとともに、その機構と干渉しないように、各指の屈伸機能用の運動機構とモータを各指毎に極めてコンパクトに内蔵したため、小型で新規な人型ロボットハンドを構成することができた。特に本人型ロボットハンドは、親指運動が 3 自由度、他の 4 指の屈伸が各 1 自由度、および後者 4 指間のアブダクションが 1 自由度の計 8 自由度を有しており、また指内に配置したモータを駆動することで、人が実現できる大抵の指の運動を実現することができる。

【 0 0 2 6 】

以上本発明の実施形態について説明してきたが、アブダクション機能用の運動機構とモータを掌部分の中へコンパクトに収納するとともに、その機構と干渉しないように、各指の屈伸機能用の運動機構とモータを各指毎に極めてコンパクトに内蔵する方法として、上記説明の機構に限定されることはない。また本発明はその精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいかなる形でも実施できる。そのため、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず限定的に解釈してはならない。

【 0 0 2 7 】

【 発明の効果 】

本発明に係る人型ロボットハンドは、親指運動が 3 自由度、他の 4 指の屈伸が各 1 自由度、および後者 4 指間のアブダクションが 1 自由度の計 8 自由度を有し、人が実現できる大抵の運動を実現することができる。また、人間と比較しても小形なロボットハンドとすることができる、等々の優れた効果を奏することができる。

【 0 0 2 8 】

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 ロボットハンドの全体像を示す。

【 図 2 】 ロボットハンドに設ける全 19 個の回転ジョイントの配置、および呼び名を示す。

【 図 3 】 第 2 指の節骨部構成を示す。

【 図 4 】 第 2 指の関節駆動機構を示す。

【 図 5 】 第 2 指の連動ワイヤ機構を示す。

【 図 6 】 第 2 指の連動ワイヤ機構によって指を曲げた状態の説明図である。

【 図 7 】 第 2 指の屈伸機能により、第 2 指が極めて大きく内側へ曲がる（内転する）ことを示す。

【 図 8 】 第 2 指が 3 つのジョイント J 2,1、J 2,2、J 2,3 を軸として回転することを示す。なお、他の 4 指も同様の屈伸機能を有する。

【 図 9 】 アブダクション機能として、第 2、4、5 指がそれぞれジョイント J 2,0、J 4,0、J 5,0 軸として回転することを示す。

【 図 10 】 アブダクション駆動機構を示す。

【 図 11 】 アブダクション駆動用連動リンク機構の透視図を示す。

【 図 12 】 アブダクション駆動機構の横断面を示す。

【 図 13 】 アブダクション駆動用連動リンクを示す。

【 図 14 】 第 1 指を他の指と向かい合わせにする運動機能として、第 1 指がジョイント J 1,0 を軸として大きく内転することを示す。

10

20

30

40

50

【 図 1 5 】 第 1 指の節骨部構成を示す。

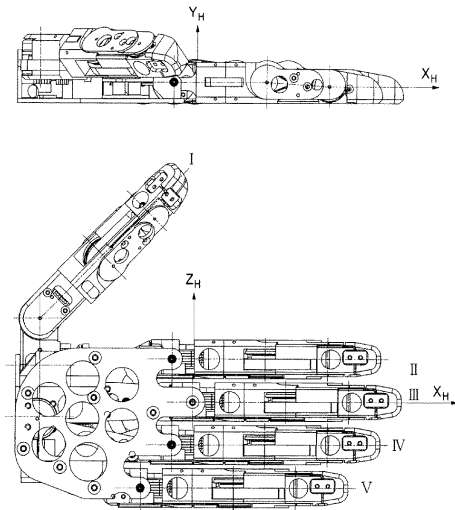
【 図 1 6 】 第 1 指の関駆動機構を示す。

【 0 0 2 9 】

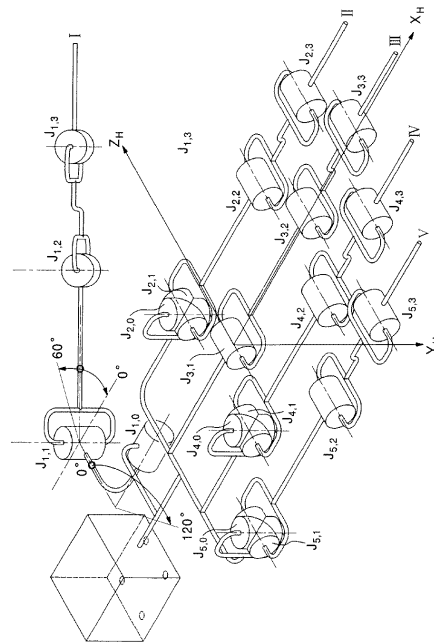
【 符号の説明 】

- 1 末節骨部
 - 2 中節骨部
 - 3 基節骨部
 - 4 中手骨部
 - 5 掌部
- 1 1 センサーや電装品等を内蔵するための格納空間
 - 1 2 減速機
 - 1 3 超小型モータ
 - 2 1、2 2 プーリ
 - 2 3 中間プーリ
 - 2 4、2 5 プーリ
 - 3 1 円弧歯車
 - 3 2 ピニオン
 - 3 3 クラウンギヤ
 - 3 4 アブダクション駆動用モータ

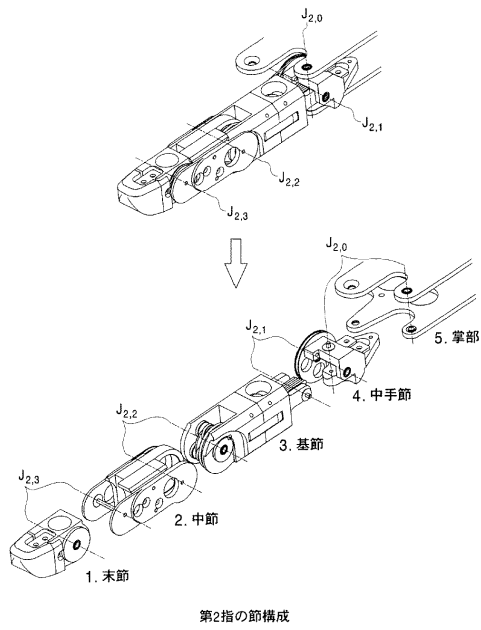
【 図 1 】



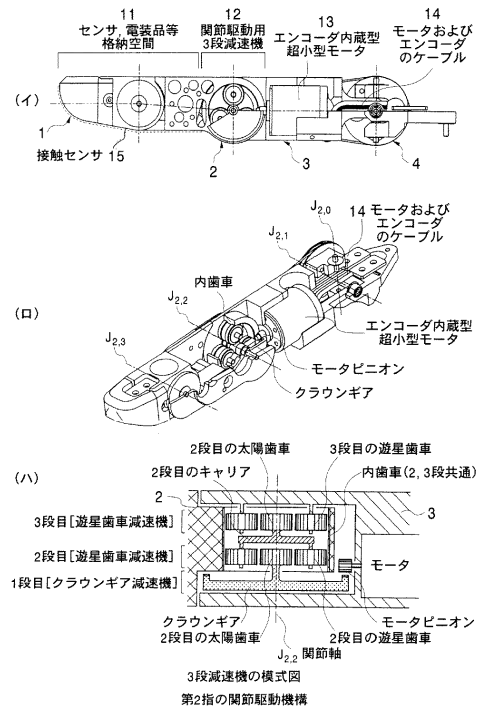
【 図 2 】



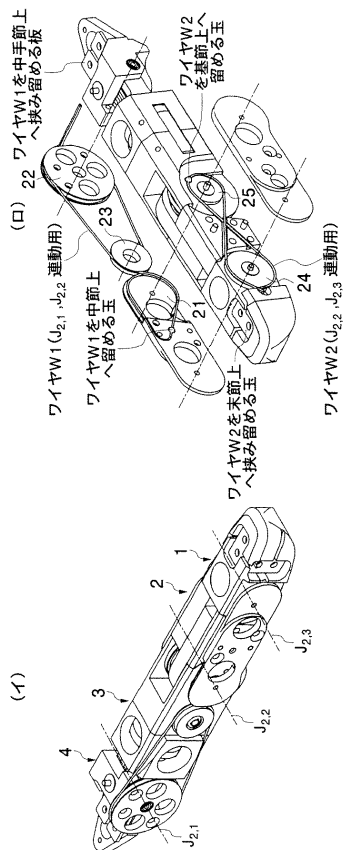
【 図 3 】



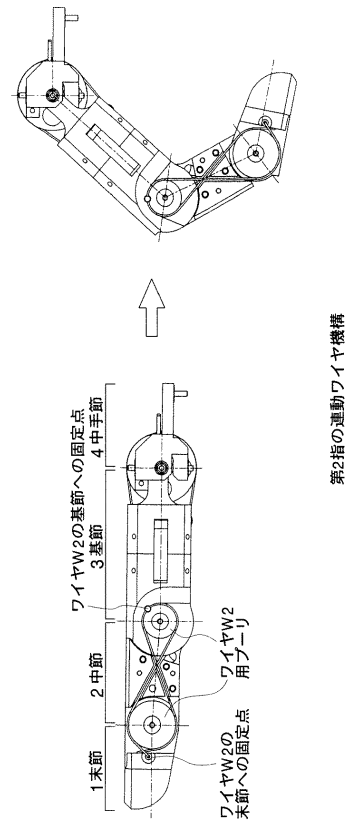
【 図 4 】



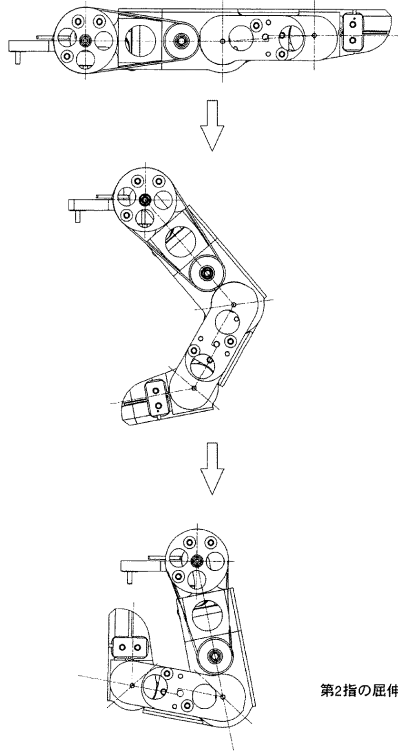
【 図 5 】



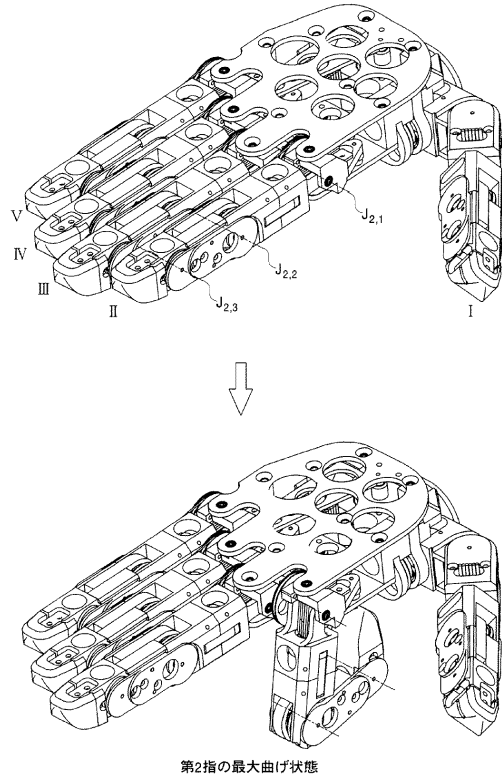
【 図 6 】



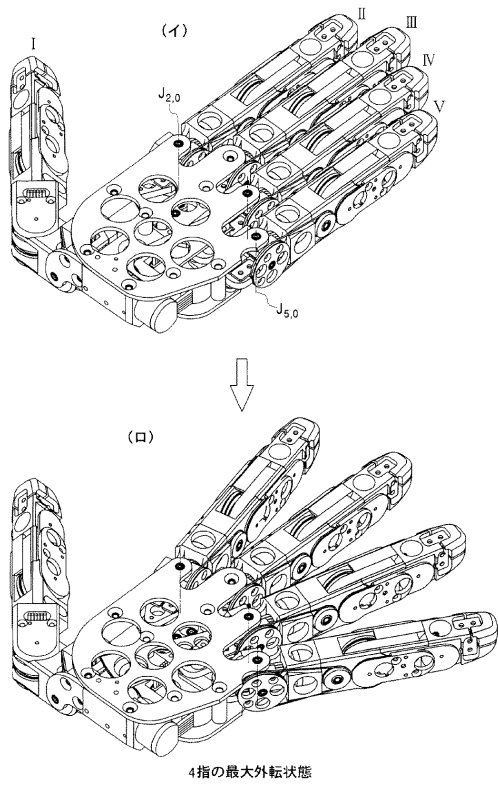
【 図 7 】



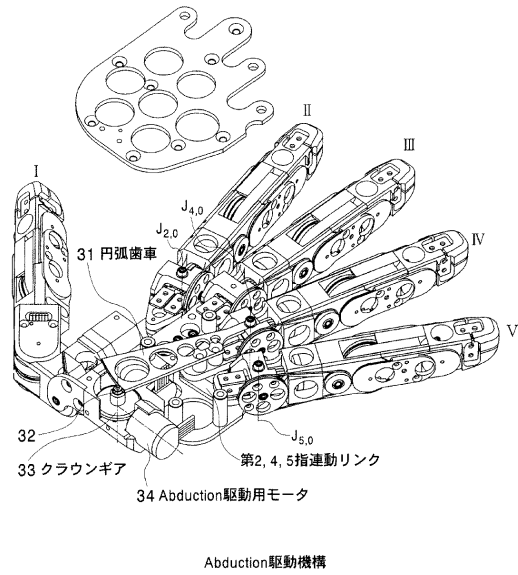
【 図 8 】



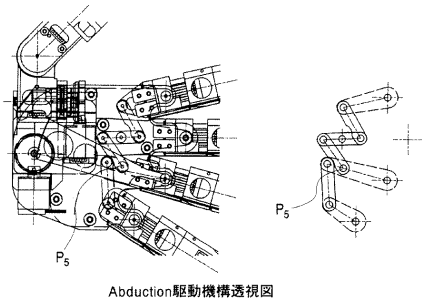
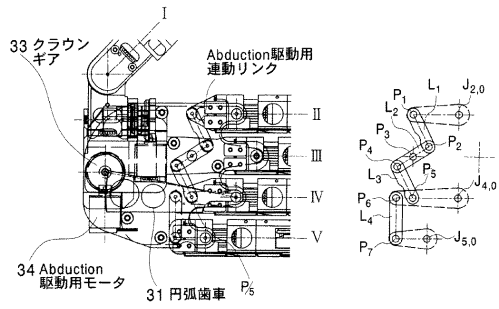
【 図 9 】



【 図 10 】

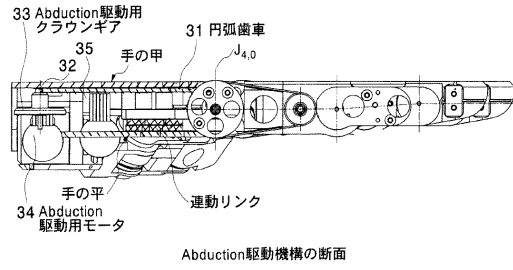


【 図 1 1 】



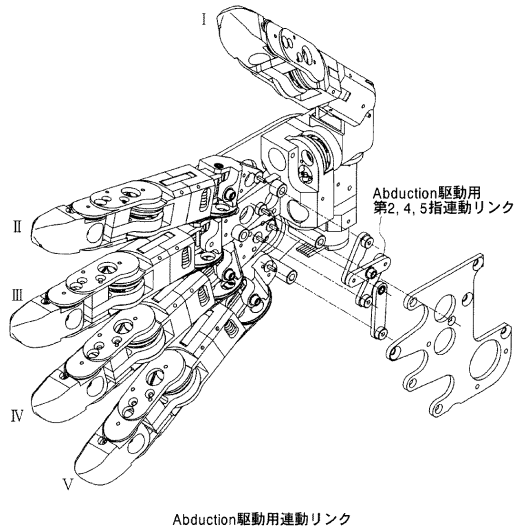
Abduction駆動機構透視図

【 図 1 2 】



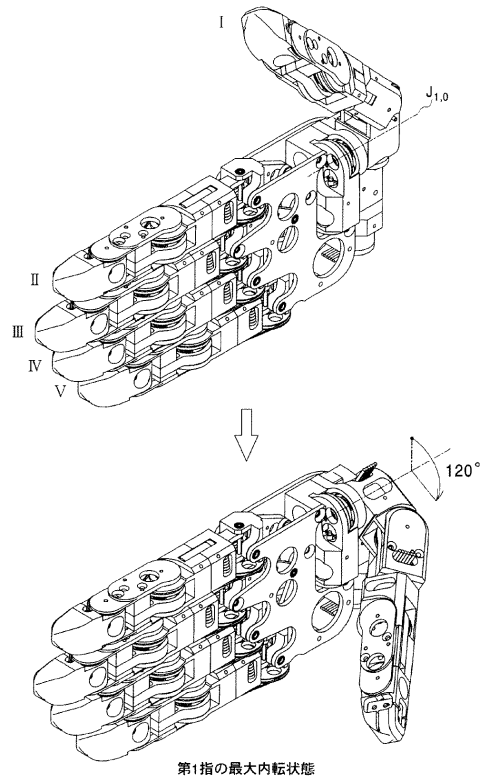
Abduction駆動機構の断面

【 図 1 3 】



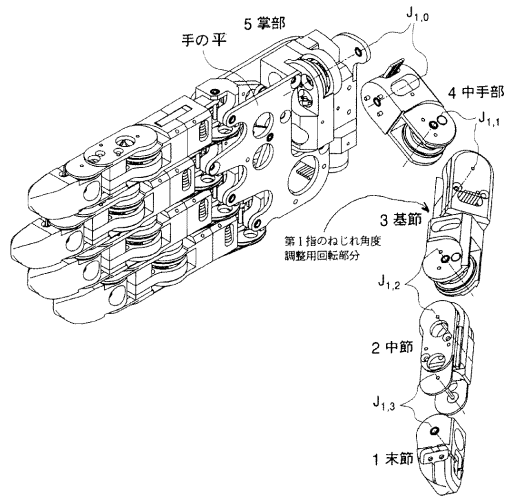
Abduction駆動用連動リンク

【 図 1 4 】



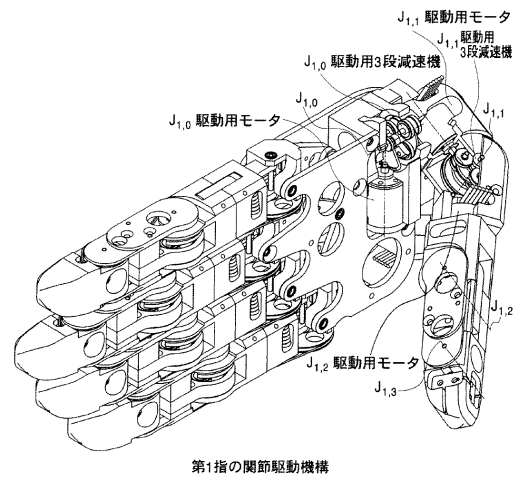
第1指の最大内転状態

【 図 1 5 】



第1指の節構成

【 図 1 6 】



第1指の関節駆動機構

フロントページの続き

(72)発明者 川渕 一郎

東京都大田区新蒲田 3 - 1 - 9 グリーンコ - ポ 2 0 3

審査官 八木 誠

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 5 6 7 7 8 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 2 8 7 1 8 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B25J1/00-21/02