

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6739205号  
(P6739205)

(45) 発行日 令和2年8月12日(2020.8.12)

(24) 登録日 令和2年7月27日(2020.7.27)

(51) Int.Cl.

F 1

H02K 7/116 (2006.01)

H02K 7/116

F16H 1/32 (2006.01)

F16H 1/32

B25J 9/08 (2006.01)

B25J 9/08

B

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-67468 (P2016-67468)  
 (22) 出願日 平成28年3月30日 (2016.3.30)  
 (65) 公開番号 特開2017-184430 (P2017-184430A)  
 (43) 公開日 平成29年10月5日 (2017.10.5)  
 審査請求日 平成31年2月7日 (2019.2.7)

(73) 特許権者 000232302  
 日本電産株式会社  
 京都府京都市南区久世殿城町338番地  
 (74) 代理人 100125690  
 弁理士 小平 晋  
 (73) 特許権者 000107147  
 日本電産シンボ株式会社  
 京都府長岡京市神足寺田1番地  
 (74) 代理人 100125690  
 弁理士 小平 晋  
 (74) 代理人 100142619  
 弁理士 河合 徹  
 (74) 代理人 100153316  
 弁理士 河口 伸子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】回転アクチュエータおよびロボット

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

回転軸と前記回転軸に固定される駆動用磁石とを有するモータと、  
 前記回転軸と同軸上に配置されるとともに前記回転軸に連結される入力軸を有する減速機と、を備え、  
 前記回転軸は、前記駆動用磁石が外周側に固定される筒状の磁石固定部を備えるとともに、磁性材料で形成され、

前記入力軸の一端側は、前記磁石固定部の内周側に固定され、

前記入力軸は、前記回転軸を形成する磁性材料よりも比重の小さい材料で形成され、

前記駆動用磁石は、円筒状に形成されるとともに、前記磁石固定部の外周面に固定され

10

前記回転軸の軸方向の一方を第1方向とし、第1方向の反対方向を第2方向とすると、  
 前記モータは、前記減速機の第1方向側に配置され、  
 前記駆動用磁石の第1方向側の端面と前記入力軸の第1方向側の端面とが、前記回転軸の軸方向において同じ位置に配置されているか、または、前記入力軸の第1方向側の端面が前記駆動用磁石の第1方向側の端面よりも第1方向側に配置されていることを特徴とする回転アクチュエータ。

## 【請求項 2】

前記回転軸は、鉄系金属で形成され、

前記入力軸は、アルミニウム合金で形成されていることを特徴とする請求項1記載の回

20

転アクチュエータ。

【請求項 3】

前記回転軸および前記入力軸は、中空状であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の回転アクチュエータ。

【請求項 4】

請求項 3 記載の回転アクチュエータによって構成される関節部と、前記回転軸および前記入力軸の内周側を通過するように引き回される配線とを備えることを特徴とするロボット。

【請求項 5】

前記磁石固定部の内周面と前記入力軸の外周面とは面接合していることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の回転アクチュエータ。 10

【請求項 6】

前記磁石固定部と前記入力軸とは前記回転軸の軸方向における前記駆動用磁石の幅の半分以上の範囲で重なっていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の回転アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、同軸上に配置されるモータと減速機とを備える回転アクチュエータに関する。また、本発明は、かかる回転アクチュエータを備えるロボットに関する。 20

【背景技術】

【0002】

従来、中空モータと中空減速機とを備える中空型回転アクチュエータが知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の中空型回転アクチュエータでは、中空モータの軸方向で中空モータと中空減速機とが重なるように、中空モータと中空減速機とが同軸上に配置されている。中空モータは、中空モータ軸と中空モータ軸の外周面に固定される駆動マグネットとから構成されるロータを備えている。中空モータ軸は、中空減速機の内周側まで入り込む軸端部を備えている。

【0003】

また、特許文献 1 に記載の中空型回転アクチュエータでは、中空減速機は、中空波動歯車装置であり、円環状の装置ハウジングと、装置ハウジングの内周部に固定される剛性内歯歯車と、剛性内歯歯車の内側に配置されるカップ形状の可撓性外歯歯車と、可撓性外歯歯車の内側に配置される波動発生器とを備えている。可撓性外歯歯車は、クロスローラベアリングを介して装置ハウジングに回転可能に支持されている。波動発生器の一部は、中空モータ軸の軸端部の外周面に固定されている。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 206265 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載の中空型回転アクチュエータでは、中空モータ内で効率的な磁気回路を形成するために、外周面に駆動マグネットが固定される中空モータ軸は、一般に、鉄系金属等の磁性材料で形成されている。したがって、中空モータ軸の比重は比較的大きい。また、特許文献 1 に記載の中空型回転アクチュエータでは、中空モータ軸の軸端部が中空減速機の内周側まで入り込んでおり、中空モータ軸の長さが長い。すなわち、特許文献 1 に記載の中空型回転アクチュエータでは、比重が比較的大きく、かつ、長さの長い中空モータ軸が使用されているため、この中空型回転アクチュエータの重量は重くなる。

【0006】

50

20

30

40

50

そこで、本発明の課題は、同軸上に配置されるモータと減速機とを備える回転アクチュエータにおいて、軽量化することが可能な回転アクチュエータを提供することにある。また、本発明の課題は、かかる回転アクチュエータを備えるロボットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するため、本発明の回転アクチュエータは、回転軸と回転軸に固定される駆動用磁石とを有するモータと、回転軸と同軸上に配置されるとともに回転軸に連結される入力軸を有する減速機とを備え、回転軸は、駆動用磁石が外周側に固定される筒状の磁石固定部を備えるとともに、磁性材料で形成され、入力軸の一端側は、磁石固定部の内周側に固定され、入力軸は、回転軸を形成する磁性材料よりも比重の小さい材料で形成され、駆動用磁石は、円筒状に形成されるとともに、磁石固定部の外周面に固定され、回転軸の軸方向の一方を第1方向とし、第1方向の反対方向を第2方向とすると、モータは、減速機の第1方向側に配置され、駆動用磁石の第1方向側の端面と入力軸の第1方向側の端面とが、回転軸の軸方向において同じ位置に配置されているか、または、入力軸の第1方向側の端面が駆動用磁石の第1方向側の端面よりも第1方向側に配置されていることを特徴とする。10

【0008】

本発明の回転アクチュエータでは、モータの回転軸は、駆動用磁石が外周側に固定される筒状の磁石固定部を備えており、減速機の入力軸の一端側は、磁石固定部の内周側に固定されている。すなわち、本発明では、回転軸の、駆動用磁石が固定される部分である磁石固定部の内周側に、減速機の入力軸の一端側が固定されている。また、本発明では、減速機の入力軸は、回転軸を形成する磁性材料よりも比重の小さい材料で形成されている。そのため、本発明では、減速機の入力軸の一端側部分の内周側に回転軸の一端側が固定される場合と比較して、比重の小さな材料で形成される減速機の入力軸は長くなるが、比重の比較的大きな磁性材料で形成される回転軸の長さを短くすることが可能になる。したがって、本発明では、回転アクチュエータを軽量化することが可能になる。また、本発明では、磁石固定部の内周側に減速機の入力軸の一端側が固定されているため、回転軸の径方向における厚さが厚くなりやすい磁石固定部の、径方向の厚さを薄くすることが可能になる。したがって、本発明では、回転アクチュエータをより軽量化することが可能になる。20  
また、本発明では、駆動用磁石は、円筒状に形成されるとともに、磁石固定部の外周面に固定され、駆動用磁石の第1方向側の端面と入力軸の第1方向側の端面とが、回転軸の軸方向において同じ位置に配置されているため、回転軸の軸方向における駆動用磁石の全域で、回転軸の径方向における磁石固定部の厚さを薄くすることが可能になる。30

【0009】

本発明において、回転軸は、たとえば、鉄系金属で形成され、入力軸は、アルミニウム合金で形成されている。

【0011】

本発明において、回転軸および入力軸は、たとえば、中空状である。この場合には、本発明の回転アクチュエータは、回転アクチュエータによって構成される関節部と、回転軸および入力軸の内周側を通過するように引き回される配線とを備えるロボットに用いることができる。このロボットでは、関節部を軽量化することが可能になる。40

【発明の効果】

【0012】

以上のように、本発明では、同軸上に配置されるモータと減速機とを備える回転アクチュエータにおいて、回転アクチュエータを軽量化することが可能になる。また、本発明のロボットでは、関節部を軽量化することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施の形態にかかる産業用ロボットの正面図である。50

【図2】(A)は、図1に示す産業用ロボットの斜視図であり、(B)は、(A)に示す産業用ロボットが動作している状態を示す斜視図である。

【図3】図1に示す関節部の縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態を説明する。

【0015】

(産業用ロボットの概略構成)

図1は、本発明の実施の形態にかかる産業用ロボット1の正面図である。図2(A)は、図1に示す産業用ロボット1の斜視図であり、図2(B)は、図2(A)に示す産業用ロボット1が動作している状態を示す斜視図である。10

【0016】

本形態の産業用ロボット1(以下、「ロボット1」とする。)は、所定の製品の組立や製造等に用いられる多関節ロボットであり、組立ラインや製造ラインに設置されて使用される。ロボット1は、複数の関節部2と複数のアーム3とを備えている。本形態では、ロボット1は、6個の関節部2と、2本のアーム3とを備えている。以下では、6個の関節部2のそれぞれを区別して表す場合には、6個の関節部2のそれぞれを「第1関節部2A」、「第2関節部2B」、「第3関節部2C」、「第4関節部2D」、「第5関節部2E」および「第6関節部2F」とする。また、以下では、2本のアーム3のそれぞれを区別して表す場合には、2本のアーム3のそれぞれを「第1アーム3A」および「第2アーム3B」とする。20

【0017】

また、ロボット1は、第1関節部2Aに相対回動可能に連結される支持部材4を備えている。支持部材4は、フランジ部4aを有する鍔付きの円筒状に形成されており、支持部材4の内周側には、支持部材4の軸方向に貫通する貫通孔(図示省略)が形成されている。フランジ部4aは、円環状に形成されており、ロボット1の底面部分を構成している。アーム3は、細長い円筒状に形成されている。

【0018】

ロボット1では、第1関節部2Aと第2関節部2Bとが相対回動可能に連結され、第2関節部2Bと第1アーム3Aの基端とが固定されている。また、第1アーム3Aの先端と第3関節部2Cとが固定され、第3関節部2Cと第4関節部2Dとが相対回動可能に連結され、第4関節部2Dと第2アーム3Bの基端とが相対回動可能に連結され、第2アーム3Bの先端と第5関節部2Eとが固定され、第5関節部2Eと第6関節部2Fとが相対回動可能に連結されている。また、第6関節部2Fには、ハンドや工具等が相対回動可能に取付可能となっている。30

【0019】

以下、関節部2の具体的な構成を説明する。なお、図1に示すように、本形態では、第1関節部2Aと第2関節部2Bと第3関節部2Cとが同じ大きさで形成され、第4関節部2Dと第5関節部2Eと第6関節部2Fとが同じ大きさで形成されている。また、第1関節部2A、第2関節部2Bおよび第3関節部2Cの大きさは、第4関節部2D、第5関節部2Eおよび第6関節部2Fの大きさよりも大きくなっている。ただし、第1関節部2A、第2関節部2Bおよび第3関節部2Cと、第4関節部2D、第5関節部2Eおよび第6関節部2Fとは、大きさが相違する点を除けば同様に構成されている。40

【0020】

(関節部の構成)

図3は、図1に示す関節部2の縦断面図である。以下では、説明の便宜上、図3のZ1方向側を「上」側とし、その反対側であるZ2方向側を「下」側とする。

【0021】

関節部2は、モータ7と、モータ7に連結される減速機8と、モータ7が電気的に接続される回路基板10と、モータ7と減速機8と回路基板10とが収容されるケース体1150

とを備えており、関節部2自体が回転アクチュエータとなっている。すなわち、関節部2は、回転アクチュエータによって構成されている。

#### 【0022】

モータ7は、径方向の中心に貫通孔が形成された中空モータであり、中空状の回転軸13を備えている。また、モータ7は、ロータ14とステータ15とを備えている。減速機8は、径方向の中心に貫通孔が形成された中空減速機である。モータ7と減速機8とは上下方向で重なるように配置されている。具体的には、モータ7が上側に配置され、減速機8が下側に配置されている。また、モータ7と減速機8とは同軸上に配置されている。

#### 【0023】

本形態の減速機8は、中空波動歯車装置であり、剛性内歯歯車16と可撓性外歯歯車17と波動発生部18とクロスローラベアリング19とを備えている。10  
波動発生部18は、回転軸13に連結される中空状の入力軸20と、入力軸20の外周側に取り付けられるウエーブベアリング21とを備えている。本形態では、剛性内歯歯車16が減速機8の出力軸となっている。また、関節部2は、回転軸13および入力軸20の内周側に配置される筒状(より具体的には、円筒状)の管状部材26と、剛性内歯歯車16に固定される出力側部材27とを備えている。

#### 【0024】

モータ7は、上述のように、ロータ14とステータ15とを備えている。ロータ14は、回転軸13と、回転軸13に固定される駆動用磁石29とを備えている。回転軸13は、上下方向に細長い略円筒状に形成されており、回転軸13の軸方向と上下方向とが一致するように配置されている。すなわち、上下方向は、回転軸13の軸方向であるとともにロータ14の軸方向である。回転軸13は、バックヨークとしての機能を果たしており、20  
磁性材料で形成されている。本形態の回転軸13は、鋼材等の鉄系金属で形成されている。

#### 【0025】

駆動用磁石29は、円筒状に形成されている。駆動用磁石29の長さ(上下方向の長さ)は、回転軸13よりも短くなっている。駆動用磁石29は、回転軸13の下端側部分の外周面に固定されている。本形態では、回転軸13の下端面と駆動用磁石29の下端面とが一致するように、駆動用磁石29が回転軸13の外周面に固定されている。

#### 【0026】

ステータ15は、全体として略円筒状に形成されており、駆動用磁石29の外周面を覆うように、駆動用磁石29の外周側に配置されている。回転軸13の上端側部分は、ステータ15の上端面よりも上側に突出している。このステータ15は、駆動用コイルと、インシュレータを介して駆動用コイルが巻回される複数の突極を有するステータコアとを備えている。ステータコアの突極は、内周側に向かって突出するように形成されており、突極の先端面は、駆動用磁石29の外周面に対向している。ステータ15は、ケース体11に固定されている。

#### 【0027】

減速機8は、上述のように、剛性内歯歯車16と可撓性外歯歯車17と波動発生部18とクロスローラベアリング19とを備えている。剛性内歯歯車16は、扁平な略円筒状に形成されており、剛性内歯歯車16の軸方向と上下方向とが一致するように配置されている。すなわち、上下方向は、減速機8の出力軸である剛性内歯歯車16の軸方向となっている。剛性内歯歯車16は、クロスローラベアリング19の内輪19aに固定されている。クロスローラベアリング19の外輪19bは、ケース体11の下端側部分に固定されており、剛性内歯歯車16は、クロスローラベアリング19を介してケース体11の下端側部分に回転可能に保持されている。

#### 【0028】

可撓性外歯歯車17は、上端にフランジ部17aを有する鍔付きの略筒状に形成されている。フランジ部17aは、略円環状に形成されており、フランジ部17aの外周側部分は、ケース体11に固定されている。剛性内歯歯車16は、減速機8の下端側部分を構成

10

20

30

40

50

している。フランジ部 17 a は、減速機 8 の上端側部分を構成している。剛性内歯歯車 16 の内周面には、内歯が形成されている。可撓性外歯歯車 17 の下端側の外周面には、剛性内歯歯車 16 の内歯と噛み合う外歯が形成されている。

#### 【 0 0 2 9 】

波動発生部 18 は、上述のように、入力軸 20 とウエーブベアリング 21 とを備えている。入力軸 20 は、全体として上下方向に細長い筒状に形成されており、入力軸 20 の軸方向と上下方向とが一致するように配置されている。この入力軸 20 は、回転軸 13 を形成する磁性材料よりも比重の小さい材料で形成されている。また、入力軸 20 は、非磁性材料で形成されている。具体的には、入力軸 20 は、アルミニウム合金で形成されている。入力軸 20 の、下端側部分以外の部分は、細長い略円筒状に形成されている。入力軸 20 の下端側部分は、入力軸 20 の軸方向から見たときの内周面の形状が円形状となり、入力軸 20 の軸方向から見たときの外周面の形状が橈円形状となる橈円部 20 a となっている。なお、入力軸 20 は、回転軸 13 を形成する磁性材料よりも比重の小さい材料で形成されるのであれば、アルミニウム合金以外の材料で形成されても良い。

#### 【 0 0 3 0 】

回転軸 13 と入力軸 20 とは同軸上に配置されており、入力軸 20 の内周側は、回転軸 13 の内周側に通じている。入力軸 20 の上端側部分は、回転軸 13 の下端側部分の内周側に固定されている。具体的には、入力軸 20 の上端側部分は、回転軸 13 の、駆動用磁石 29 が固定された部分の内周側に挿入されて固定されている。すなわち、回転軸 13 は、駆動用磁石 29 が外周側に固定される筒状（より具体的には、円筒状）の磁石固定部 13 a を回転軸 13 の下端側に備えており、入力軸 20 の上端側は、この磁石固定部 13 a の内周側に固定されている。また、入力軸 20 の上端側部分は、接着によって回転軸 13 に固定されている。本形態では、駆動用磁石 29 の上端面と入力軸 20 の上端面とが上下方向において同じ位置に配置されている。

#### 【 0 0 3 1 】

上下方向における入力軸 20 の中心部分は、ベアリング 30 に回転可能に支持されている。ベアリング 30 は、ボールベアリングである。このベアリング 30 は、軸受保持部材 31 に取り付けられ、軸受保持部材 31 は、ケース体 11 に固定されている。すなわち、入力軸 20 は、軸受保持部材 31 を介してケース体 11 に取り付けられるベアリング 30 に回転可能に支持されている。軸受保持部材 31 は、円環状かつ平板状に形成されており、可撓性外歯歯車 17 のフランジ部 17 a と上下方向で重なるようにケース体 11 に固定されている。

#### 【 0 0 3 2 】

ウエーブベアリング 21 は、可撓性の内輪および外輪を備えたボールベアリングである。このウエーブベアリング 21 は、橈円部 20 a の外周面に沿って配置されており、橈円状に撓んでいる。可撓性外歯歯車 17 の、外歯が形成される下端側部分は、ウエーブベアリング 21 を囲むようにウエーブベアリング 21 の外周側に配置されており、この部分は、橈円状に撓んでいる。可撓性外歯歯車 17 の外歯は、橈円状に撓む可撓性外歯歯車 17 の下端側部分の長軸方向の 2 か所で、剛性内歯歯車 16 の内歯と噛み合っている。

#### 【 0 0 3 3 】

出力側部材 27 は、フランジ部 27 a と筒部 27 b とを有する鍔付きの略円筒状に形成されている。この出力側部材 27 は、出力側部材 27 の軸方向と上下方向とが一致するように配置されており、出力側部材 27 の内周側には、上下方向に貫通する貫通孔 27 c が形成されている。フランジ部 27 a は、平板状かつ円環状に形成されており、筒部 27 b の下端に繋がっている。フランジ部 27 a は、フランジ部 27 a の上面が剛性内歯歯車 16 の下面に接触するように剛性内歯歯車 16 に固定されている。また、フランジ部 27 a は、ケース体 11 の下端よりも下側に配置されており、ケース体 11 の外側に配置されている。

#### 【 0 0 3 4 】

筒部 27 b の上端側には、筒部 27 b の下端側部分よりも外径の小さい小径部 27 d が

10

20

30

40

50

形成されており、筒部 27b の上端側部分の外周側には、上下方向に直交する円環状の段差面 27e が形成されている。小径部 27d は、管状部材 26 の下端側部分の内周側に挿入されており、管状部材 26 の下端面は、段差面 27e に対向している。また、貫通孔 27c は、管状部材 26 の内周側に通じている。本形態では、管状部材 26 の内周面と小径部 27d の外周面とが接觸している。また、管状部材 26 の内周面と小径部 27d の外周面とが接觸することで、管状部材 26 の下端側が出力側部材 27 に保持されている。筒部 27b の上端側部分は、入力軸 20 の下端側部分の内周側に配置されている。筒部 27b の外周面と入力軸 20 の下端側部分の内周面との間には、ペアリング 34 が配置されている。ペアリング 34 は、ボールベアリングである。

## 【0035】

10

管状部材 26 は、アルミニウム合金によって形成されている。また、管状部材 26 は、上下方向に細長い円筒状に形成されており、管状部材 26 の軸方向と上下方向とが一致するように配置されている。すなわち、上下方向は、管状部材 26 の軸方向である。なお、管状部材 26 は、アルミニウム合金以外の金属によって形成されても良いし、樹脂によって形成されても良い。

## 【0036】

20

上述のように、管状部材 26 は、回転軸 13 および入力軸 20 の内周側に挿入されている。管状部材 26 の上端面は、回転軸 13 の上端面よりも上側に配置され、管状部材 26 の下端面は、入力軸 20 の下端面よりも上側に配置されている。また、上述のように、管状部材 26 の下端側部分の内周側に出力側部材 27 の小径部 27d が挿入されるとともに管状部材 26 の下端面が段差面 27e に対向しており、管状部材 26 の下端側は、出力側部材 27 に保持されている。具体的には、管状部材 26 の下端側は、上下方向を回転の軸方向とした、出力側部材 27 に対する管状部材 26 の相対回転が可能となるように出力側部材 27 に保持されている。

## 【0037】

管状部材 26 の上端側は、保持部材 32 に保持されている。保持部材 32 は、支柱 33 に固定され、支柱 33 は、ケース体 11 に固定されている。すなわち、保持部材 32 は、支柱 33 を介してケース体 11 に固定されている。保持部材 32 は、管状部材 26 の上端側を保持する円筒状の保持部 32a を備えている。保持部 32a は、保持部 32a の軸方向と上下方向とが一致するように配置されており、保持部 32a の内周側には、上下方向に貫通する貫通孔 32b が形成されている。なお、支柱 33 は、回路基板 10 に固定されても良い。

30

## 【0038】

保持部 32a の下端側には、保持部 32a の上端側よりも内径の大きい大径部 32c が形成されており、保持部 32a の下端側部分の内周側には、上下方向に直交する円環状の段差面 32d が形成されている。管状部材 26 の上端側は、大径部 32c の内周側に挿入されており、管状部材 26 の上端面は、段差面 32d に対向している。また、管状部材 26 の上端側は、上下方向を回転の軸方向とする管状部材 26 の回転が可能となるように保持部 32a に保持されている。保持部 32a の貫通孔 32b は、管状部材 26 の内周側に通じている。すなわち、保持部材 32 には、管状部材 26 の内周側に通じる貫通孔 32b が形成されている。

40

## 【0039】

ケース体 11 は、上下の両端が開口するケース本体 41 と、ケース本体 41 の上端側の開口を塞ぐカバー 42 とから構成されている。ケース本体 41 の下端側の開口は、減速機 8 によって塞がれている。ケース本体 41 の側面には、上下方向に直交する方向で開口する開口部 41a が形成されている。すなわち、ケース体 11 には、上下方向に直交する方向で開口する開口部 41a が形成されている。開口部 41a は、ケース本体 41 の側面部分を貫通するように形成されている。

## 【0040】

回路基板 10 は、ガラスエポキシ基板等のリジッド基板であり、平板状に形成されてい

50

る。この回路基板 10 は、回路基板 10 の厚さ方向と上下方向とが一致するようにケース体 11 に固定されている。また、回路基板 10 は、ケース体 11 の上端側に固定されている。管状部材 26 の上端は、回路基板 10 の上面よりも上側に配置されている。回路基板 10 には、モータ 7 を駆動するためのモータ駆動回路等が実装されている。

#### 【0041】

また、回路基板 10 には、少なくとも 2 個のコネクタ（図示省略）が実装されている。2 個のコネクタのうちの一方のコネクタに接続される配線 60 は、管状部材 26 の内周側を通過するように引き回された後、出力側部材 27 の貫通孔 27c から引き出されている。すなわち、配線 60 は、回転軸 13 および入力軸 20 の内周側を通過するように引き回された後、出力側部材 27 の貫通孔 27c から引き出されている。また、2 個のコネクタのうちの他方のコネクタに接続される配線 61 は、ケース体 11 の開口部 41a から引き出されている。10

#### 【0042】

（関節部、アームの連結構造）

ロボット 1 の関節部 2 およびアーム 3 の連結構造として、たとえば、図 2 (B) に示す動作をロボット 1 が行うことが可能となるように、以下のように、各関節部 2 およびアーム 3 が連結されている。

#### 【0043】

なお、以下の説明では、第 1 関節部 2A の剛性内歯歯車 16 の軸方向を「第 1 関節部 2A の軸方向」とし、第 2 関節部 2B の剛性内歯歯車 16 の軸方向を「第 2 関節部 2B の軸方向」とし、第 3 関節部 2C の剛性内歯歯車 16 の軸方向を「第 3 関節部 2C の軸方向」とし、第 4 関節部 2D の剛性内歯歯車 16 の軸方向を「第 4 関節部 2D の軸方向」とし、第 5 関節部 2E の剛性内歯歯車 16 の軸方向を「第 5 関節部 2E の軸方向」とし、第 6 関節部 2F の剛性内歯歯車 16 の軸方向を「第 6 関節部 2F の軸方向」とする。20

#### 【0044】

まず、支持部材 4 と第 1 関節部 2A とは、第 1 関節部 2A のフランジ部 27a に、支持部材 4 の、フランジ部 4a が形成されていない側の端面が固定されることで連結されている。すなわち、第 1 関節部 2A の軸方向と支持部材 4 の軸方向とが一致するように支持部材 4 と第 1 関節部 2A とが連結されている。第 1 関節部 2A と第 2 関節部 2B とは、第 1 関節部 2A の軸方向と第 2 関節部 2B の軸方向とが直交するように連結されている。また、第 2 関節部 2B のフランジ部 27a に、第 1 関節部 2A のケース本体 41 の、開口部 41a が形成された側面が固定されている。30

#### 【0045】

第 2 関節部 2B と第 1 アーム 3A とは、第 2 関節部 2B の軸方向と第 1 アーム 3A の長手方向（軸方向）とが直交するように連結されている。また、第 2 関節部 2B のケース本体 41 の、開口部 41a が形成された側面に第 1 アーム 3A の基端が固定されている。第 1 アーム 3A と第 3 関節部 2C とは、第 1 アーム 3A の長手方向と第 3 関節部 2C の軸方向とが直交するように連結されている。また、第 3 関節部 2C のケース本体 41 の、開口部 41a が形成された側面に第 1 アーム 3A の先端が固定されている。40

#### 【0046】

第 3 関節部 2C と第 4 関節部 2D とは、第 3 関節部 2C の軸方向と第 4 関節部 2D の軸方向とが直交するように連結されている。また、第 3 関節部 2C のフランジ部 27a に、第 4 関節部 2D のケース本体 41 の、開口部 41a が形成された側面が固定されている。より具体的には、第 4 関節部 2D のケース本体 41 の開口部 41a が形成された側面に固定される連結部材 63 を介して、第 3 関節部 2C のフランジ部 27a に、第 4 関節部 2D のケース本体 41 の開口部 41a が形成された側面が固定されている。連結部材 63 は、第 3 関節部 2C のフランジ部 27a に固定されるフランジ部 63a を備える鍔付きの円筒状に形成されている。

#### 【0047】

第 4 関節部 2D と第 2 アーム 3B とは、第 4 関節部 2D の軸方向と第 2 アーム 3B の長

10

20

30

40

50

手方向とが一致するように連結されている。また、第4関節部2Dのフランジ部27aに第2アーム3Bの基端が固定されている。なお、第2アーム3Bの基端には、第4関節部2Dのフランジ部27aに第2アーム3Bの基端を固定するためのフランジ部3aが形成されており、第4関節部2Dのフランジ部27aとフランジ部3aとが互いに固定されている。

#### 【0048】

第2アーム3Bと第5関節部2Eとは、第2アーム3Bの長手方向と第5関節部2Eの軸方向とが直交するように連結されている。また、第5関節部2Eのケース本体41の、開口部41aが形成された側面に第2アーム3Bの先端が固定されている。第5関節部2Eと第6関節部2Fとは、第5関節部2Eの軸方向と第6関節部2Fの軸方向とが直交するように連結されている。また、第5関節部2Eのフランジ部27aに、第6関節部2Fのケース本体41の、開口部41aが形成された側面が固定されている。10

#### 【0049】

##### (本形態の主な効果)

以上説明したように、本形態では、回転軸13は、駆動用磁石29が外周側に固定される円筒状の磁石固定部13aを備えており、入力軸20の上端側は、磁石固定部13aの内周側に挿入されて固定されている。すなわち、本形態では、回転軸13の、駆動用磁石29が固定される部分の内周側に入力軸20の上端側が挿入されて固定されている。また、本形態では、入力軸20は、回転軸13を形成する鉄系金属よりも比重の小さいアルミニウム合金で形成されている。そのため、本形態では、入力軸20の上端側部分の内周側に回転軸13の下端側が挿入されて固定される場合と比較して、比重の小さなアルミニウム合金で形成される入力軸20は長くなるが、比重の比較的大きな鉄系金属で形成される回転軸13の長さは短くなる。したがって、本形態では、関節部2を軽量化することが可能になる。20

#### 【0050】

また、本形態では、磁石固定部13aの内周側に入力軸20の上端側が挿入されて固定されているため、ロータ14の径方向における厚さが厚くなりやすい磁石固定部13aの、径方向における厚さを薄くすることが可能になる。特に本形態では、駆動用磁石29の上端面と入力軸20の上端面とが上下方向において同じ位置に配置されているため、上下方向の全域で、ロータ14の径方向における磁石固定部13aの厚さを薄くすることが可能になる。したがって、本形態では、関節部2をより軽量化することが可能になる。30

#### 【0051】

##### (他の実施の形態)

上述した形態は、本発明の好適な形態の一例ではあるが、これに限定されるものではなく本発明の要旨を変更しない範囲において種々変形実施が可能である。

#### 【0052】

上述した形態では、駆動用磁石29の上端面と入力軸20の上端面とが上下方向において同じ位置に配置されているが、入力軸20の上端面は、駆動用磁石29の上端面より上側に配置されても良いし、下側に配置されても良い。また、上述した形態では、円筒状に形成される駆動用磁石29が回転軸13の外周面に固定されているが、平板状に形成される複数の駆動用磁石が回転軸13の外周側に埋め込まれるように固定されても良い。40

#### 【0053】

上述した形態では、減速機8は、中空波動歯車装置であるが、減速機8は、中空波動歯車装置以外の中空減速機であっても良い。また、減速機8は、中空減速機以外の減速機であっても良い。すなわち、減速機8は、細長い円柱状に形成された中実軸からなる入力軸20を備える減速機であっても良い。また、上述した形態では、モータ7は、中空モータであるが、モータ7は、中空モータ以外のモータであっても良い。すなわち、モータ7は、細長い円柱状に形成された中実軸からなる回転軸13を備えるモータであっても良い。モータ7が中実軸からなる回転軸13を備え、減速機8が中実軸からなる入力軸20を備える場合には、回転軸13の下端面に上側に向かって窪む凹部が形成され、この凹部の中50

に入力軸 2 0 の上端側が挿入されて固定される。この場合には、回転軸 1 3 の、凹部が形成された部分は、外周面に駆動用磁石 2 9 が固定される磁石固定部 1 3 a となっている。

#### 【 0 0 5 4 】

上述した形態では、剛性内歯歯車 1 6 が減速機 8 の出力軸となっているが、可撓性外歯歯車 1 7 が減速機 8 の出力軸となっていても良い。この場合には、剛性内歯歯車 1 6 がケース体 1 1 およびクロスローラベアリング 1 9 の内輪 1 9 a に固定され、可撓性外歯歯車 1 7 がクロスローラベアリング 1 9 の外輪 1 9 b および出力側部材 2 7 のフランジ部 2 7 a に固定される。また、上述した形態において、関節部 2 の内周側（すなわち、管状部材 2 6 の内周側（回転軸 1 3 および入力軸 2 0 の内周側））を通過するようにエア配管が引き回されても良い。

10

#### 【 0 0 5 5 】

上述した形態では、ロボット 1 は、6 個の関節部 2 を備えているが、ロボット 1 が備える関節部 2 の数は、5 個以下であっても良いし、7 個以上であっても良い。また、上述した形態では、ロボット 1 は、2 本のアーム 3 を備えているが、ロボット 1 が備えるアーム 3 の数は、1 本であっても良いし、3 本以上であっても良い。また、上述した形態では、ロボット 1 の関節部 2 が、モータ 7 および減速機 8 等を有する回転アクチュエータによって構成されているが、回転アクチュエータは、ロボット 1 の関節部 2 以外に使用されても良い。たとえば、回転アクチュエータは、ステージ（回転ステージ）の駆動部等に使用されても良い。また、上述した形態では、ロボット 1 は、産業用ロボットであるが、ロボット 1 は、様々な用途に適用可能である。たとえば、ロボット 1 は、サービス用ロボットであっても良い。

20

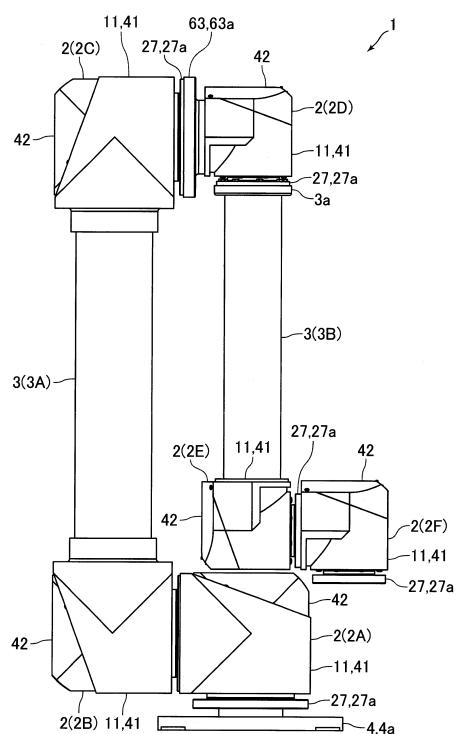
#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 5 6 】

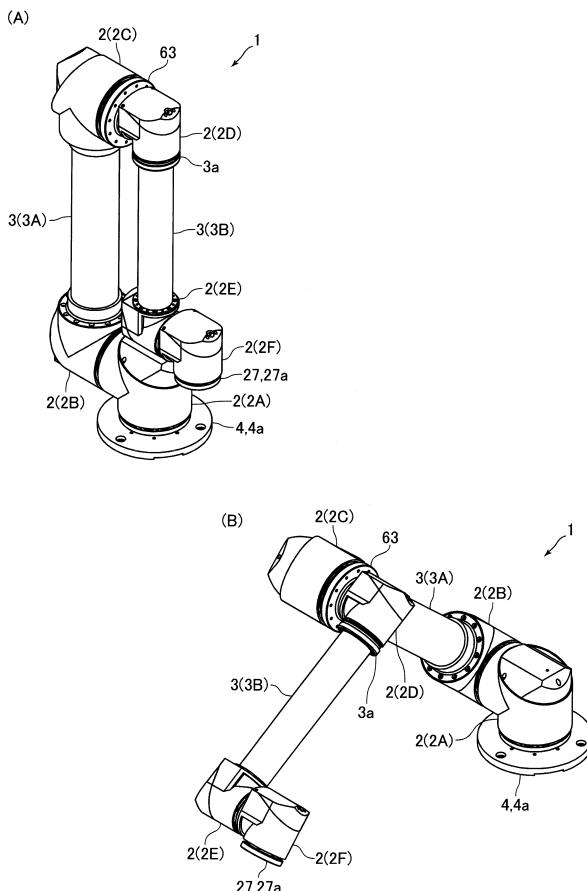
- 1 ロボット（産業用ロボット）
- 2 関節部（回転アクチュエータ）
- 7 モータ
- 8 減速機
- 1 3 回転軸
- 1 3 a 磁石固定部
- 2 0 入力軸
- 2 9 駆動用磁石
- 6 0 配線

30

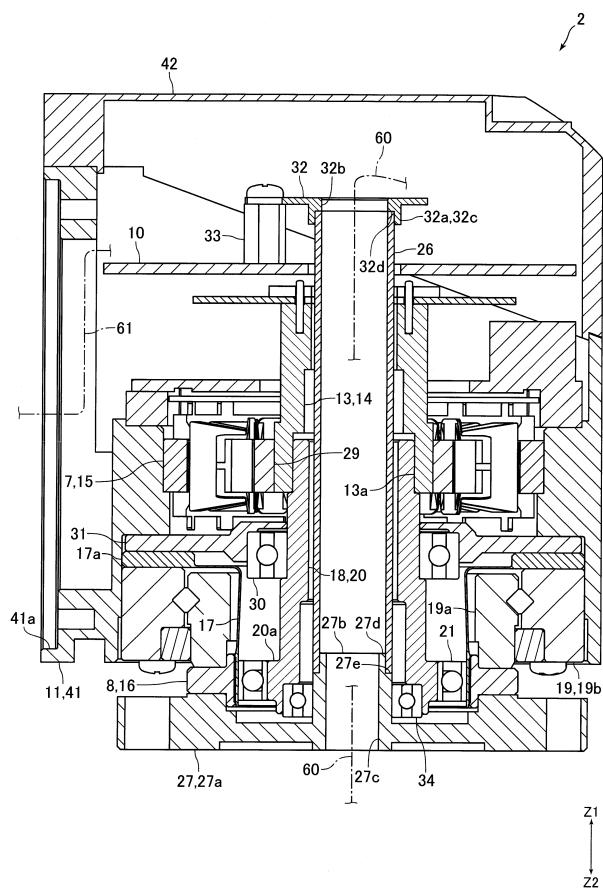
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鮎澤 優

長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本電産サンキョー株式会社内

(72)発明者 若林 利治

京都府長岡市神足寺田1番地 日本電産シンポ株式会社内

(72)発明者 米村 拓朗

京都府長岡市神足寺田1番地 日本電産シンポ株式会社内

審査官 島倉 理

(56)参考文献 特開2004-328898(JP,A)

国際公開第2005/118204(WO,A1)

特開2015-203477(JP,A)

特開昭63-318362(JP,A)

特開2007-288870(JP,A)

特開2014-011857(JP,A)

特開2008-184017(JP,A)

特開2008-309264(JP,A)

特開2009-262616(JP,A)

特開2014-81068(JP,A)

特開2006-103392(JP,A)

特開2013-38994(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 7/116

B25J 9/08

F16H 1/32