

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年10月5日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/169418 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02K 7/116 (2006.01) F16H 1/32 (2006.01)  
B25J 9/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/007348
- (22) 国際出願日: 2017年2月27日(27.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2016-067468 2016年3月30日(30.03.2016) JP
- (71) 出願人: 日本電産サンキョー株式会社(NIDEC SANKYO CORPORATION) [JP/JP]; 〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 Nagano (JP). 日本電産シンポ株式会社(NIDEC-SHIMPO CORPORATION) [JP/JP]; 〒6170833 京都府長岡京市神足寺田1番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 鮎澤 優(AYUZAWA, Yuu); 〒3938511 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 Nagano (JP). 若林 利治(WAKABAYASHI, Toshiharu); 〒6170833 京都府長

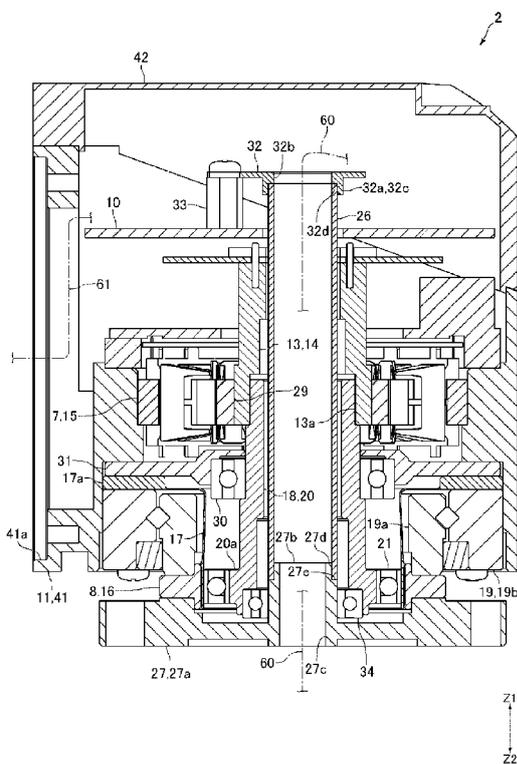
岡京市神足寺田1番地番地日本電産シンポ株式会社内 Kyoto (JP). 米村 拓朗(YONEMURA, Takurou); 〒6170833 京都府長岡京市神足寺田1番地番地日本電産シンポ株式会社内 Kyoto (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: ROTARY ACTUATOR AND ROBOT

(54) 発明の名称: 回転アクチュエータおよびロボット



(57) Abstract: Provided is a rotary actuator having a motor and a reduction gear that are arranged coaxially, wherein the weight of the rotary actuator can be reduced. For example, a rotary actuator 2 is provided with: a motor 7 having a rotary shaft 13 and a drive magnet 29 fixed to the rotary shaft 13; and a reduction gear 8 having an input shaft 20 that is arranged coaxially with the rotary shaft 13 and is coupled to the rotary shaft 13. The rotary shaft 13 is provided with a cylindrical magnet fixing part 13a, to which the drive magnet 29 is fixed on the outer peripheral side. One end side of the input shaft 20 is fixed to the inner peripheral side of the magnet fixing part 13a. The rotary shaft 13 is formed from a magnetic material, and the input shaft 20 is formed from a material having a lower specific gravity than the magnetic material from which the rotary shaft 13 is formed.

(57) 要約: 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。たとえば、回転アクチュエータ2は、回転軸13と回転軸13に固定される駆動用磁石29とを有するモータ7と、回転軸13と同軸上に配置されるとともに回転軸13に連結される入力軸20を有する減速機8とを備えている。回転軸13は、駆動用磁石29が外周側に固定される筒状の磁石固定部13aを備えており、入力軸20の一端側は、磁石固定部13aの内周側に固定されている。また、回転軸13は、磁性材料で形成され、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。

WO 2017/169418 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**： 回転アクチュエータおよびロボット

### 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。

### 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。

### 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] 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、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ていることを特徴とする。

[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。

[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。

[0010] 本発明において、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、駆動用磁石の端面と入力軸の一端面とは、回転軸の軸方向において同じ位置に配置されていることが好ましい。このように構成すると、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。

[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。

### 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。

[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。

[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。

[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を有する鐳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

3 Bの基端とが相対回動可能に連結され、第2アーム3 Bの先端と第5関節部2 Eとが固定され、第5関節部2 Eと第6関節部2 Fとが相対回動可能に連結されている。また、第6関節部2 F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。

[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2 Aと第2関節部2 Bと第3関節部2 Cとが同じ大きさで形成され、第4関節部2 Dと第5関節部2 Eと第6関節部2 Fとが同じ大きさで形成されている。また、第1関節部2 A、第2関節部2 Bおよび第3関節部2 Cの大きさは、第4関節部2 D、第5関節部2 Eおよび第6関節部2 Fの大きさよりも大きくなっている。ただし、第1関節部2 A、第2関節部2 Bおよび第3関節部2 Cと、第4関節部2 D、第5関節部2 Eおよび第6関節部2 F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。

[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が電氣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11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。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、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 よりも短くなっており、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 19 a に固定されている。クロスローラベアリング 19 の外輪 19 b 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 17 a を有する鏝付きの略筒状に形成されている。フランジ部 17 a は、略円環状に形成されており、フランジ部 17 a 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。
- [0029] 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楕円形状となる楕円部 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。

- [0030] 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。
- [0031] 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。
- [0032] ウェーブベアリング 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。このウェーブベアリング 21 は、橢円部 20 a の外周面に沿って配置されており、橢円状に撓んでいる。可撓性外歯歯車 17 の、外歯が形成される下端側部分は、ウェーブベアリング 21 を囲むようにウェーブベアリング 21 の外周側に配置されており、この部分は、橢円状に撓んでいる。可撓性外歯歯車 17 の外歯は、橢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。
- [0033] 出力側部材 27 は、フランジ部 27 a と筒部 27 b とを有する鏝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 27c が形成されている。フランジ部 27a は、平板状かつ円環状に形成されており、筒部 27b の下端に繋がっている。フランジ部 27a は、フランジ部 27a 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 27a 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。

[0034] 筒部 27b の上端側には、筒部 27b の下端側部分よりも外径の小さい小径部 27d が形成されており、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 の外周面とが接触している。また、管状部材 26 の内周面と小径部 27d の外周面とが接触することで、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、ベアリング 34 が配置されている。ベアリング 34 は、ボールベアリングである。

[0035] 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] 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。

[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。

[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。

[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。

[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。

[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。

[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を備える鏝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 2 E 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 2 E のケース本体 4 1 の、開口部 4 1 a が形成された側面に第 2 アーム 3 B の先端が固定されている。第 5 関節部 2 E と第 6 関節部 2 F とは、第 5 関節部 2 E の軸方向と第 6 関節部 2 F 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 2 E のフランジ部 2 7 a に、第 6 関節部 2 F のケース本体 4 1 の、開口部 4 1 a が形成された側面が固定されている。

[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 1 3 は、駆動用磁石 2 9 が外周側に固定される円筒状の磁石固定部 1 3 a を備えており、入力軸 2 0 の上端側は、磁石固定部 1 3 a 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 1 3 の、駆動用磁石 2 9 が固定される部分の内周側に入力軸 2 0 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 2 0 は、回転軸 1 3 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 2 0 の上端側部分の内周側に回転軸 1 3 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 2 0 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 1 3 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。

[0050] また、本形態では、磁石固定部 1 3 a の内周側に入力軸 2 0 の上端側が挿入されて固定されているため、ロータ 1 4 の径方向における厚さが厚くなりやすい磁石固定部 1 3 a 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 2 9 の上端面と入力軸 2 0 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 1 4 の径方向における磁石固定部 1 3 a 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。

[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。

[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、この凹部の中に入力軸 20 の上端側が挿入されて固定される。この場合には、回転軸 13 の、凹部が形成された部分は、外周面に駆動用磁石 29 が固定される磁石固定部 13 a となっている。

[0054] 上述した形態では、剛性内歯歯車 16 が減速機 8 の出力軸となっているが、可撓性外歯歯車 17 が減速機 8 の出力軸となっても良い。この場合には、剛性内歯歯車 16 がケース体 11 およびクロスローラベアリング 19 の内輪 19 a に固定され、可撓性外歯歯車 17 がクロスローラベアリング 19 の外輪 19 b および出力側部材 27 のフランジ部 27 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 26 の内周側（回転軸 13 および入力軸 20 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。

[0055] 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、 $\theta$ 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。

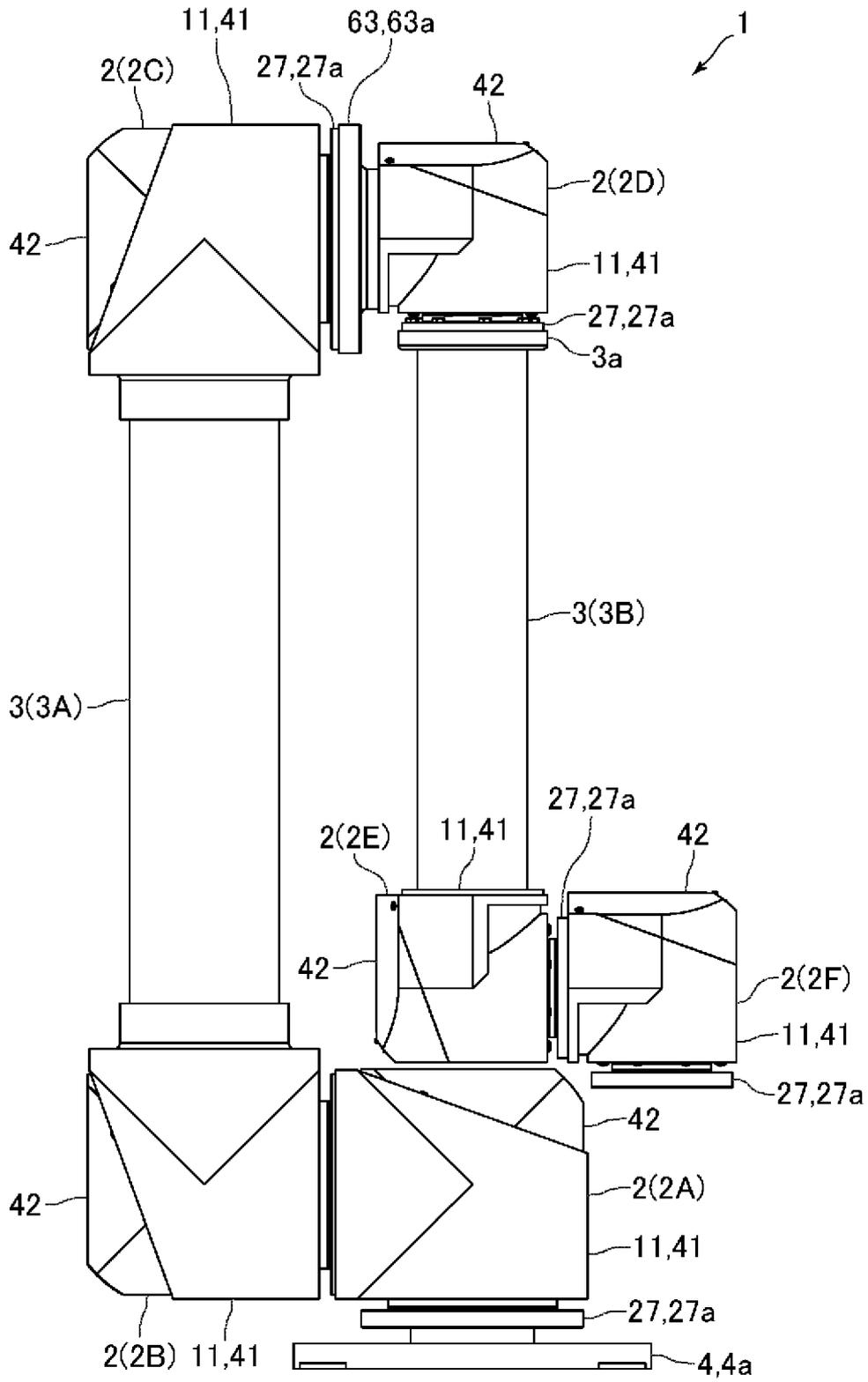
### 符号の説明

- [0056]
- 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
  - 13 回転軸
  - 13a 磁石固定部
  - 20 入力軸
  - 29 駆動用磁石
  - 60 配線

## 請求の範囲

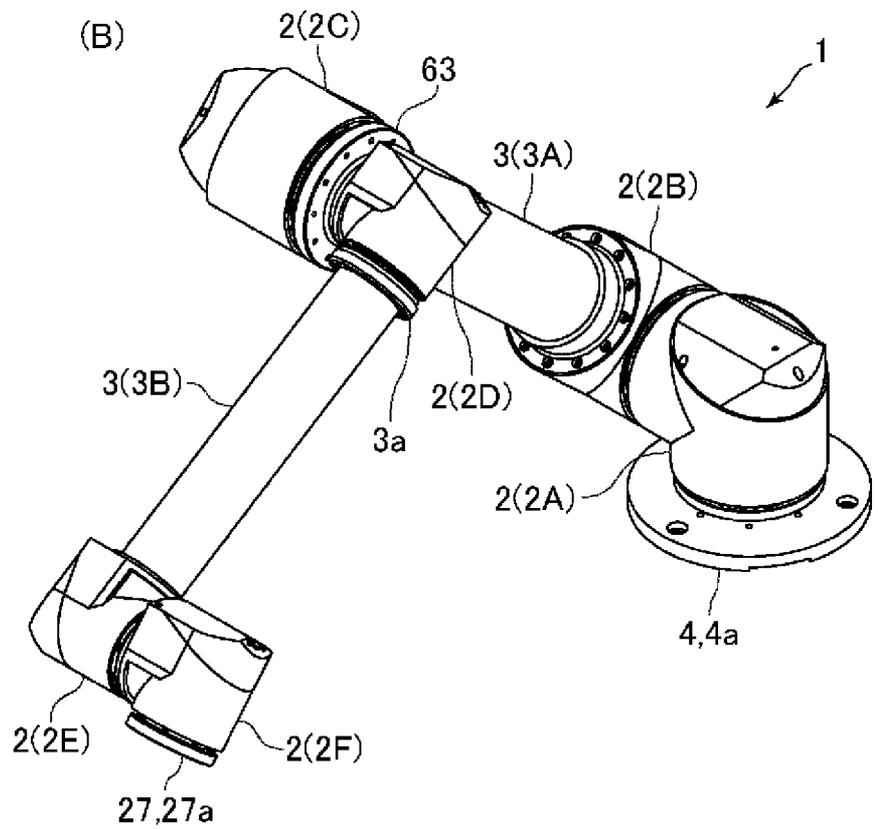
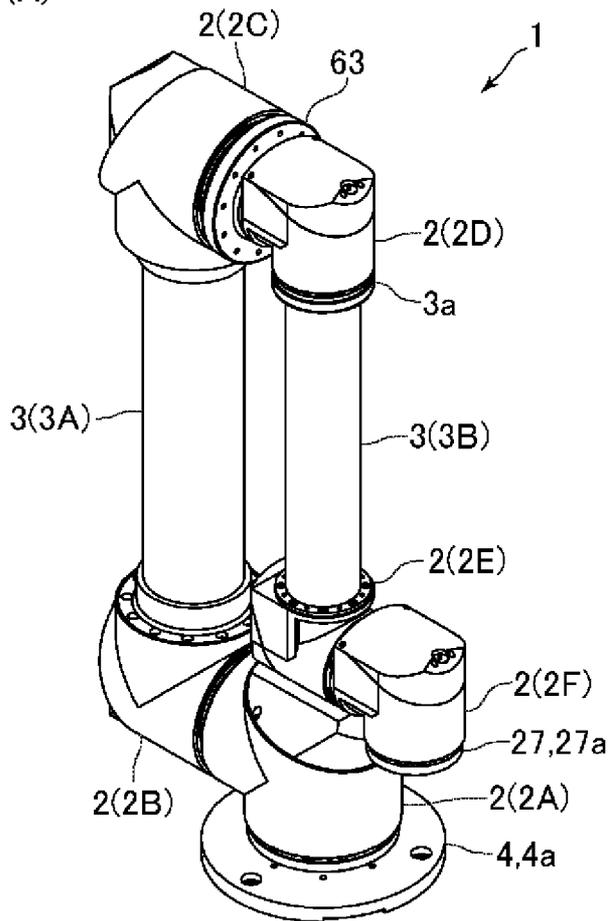
- [請求項1] 回転軸と前記回転軸に固定される駆動用磁石とを有するモータと、前記回転軸と同軸上に配置されるとともに前記回転軸に連結される入力軸を有する減速機と、を備え、  
前記回転軸は、前記駆動用磁石が外周側に固定される筒状の磁石固定部を備えるとともに、磁性材料で形成され、  
前記入力軸の一端側は、前記磁石固定部の内周側に固定され、  
前記入力軸は、前記回転軸を形成する磁性材料よりも比重の小さい材料で形成されていることを特徴とする回転アクチュエータ。
- [請求項2] 前記回転軸は、鉄系金属で形成され、  
前記入力軸は、アルミニウム合金で形成されていることを特徴とする請求項1記載の回転アクチュエータ。
- [請求項3] 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、  
前記駆動用磁石の端面と前記入力軸の一端面とは、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] 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から3のいずれかに記載の回転アクチュエータ。
- [請求項5] 請求項4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。

[図1]

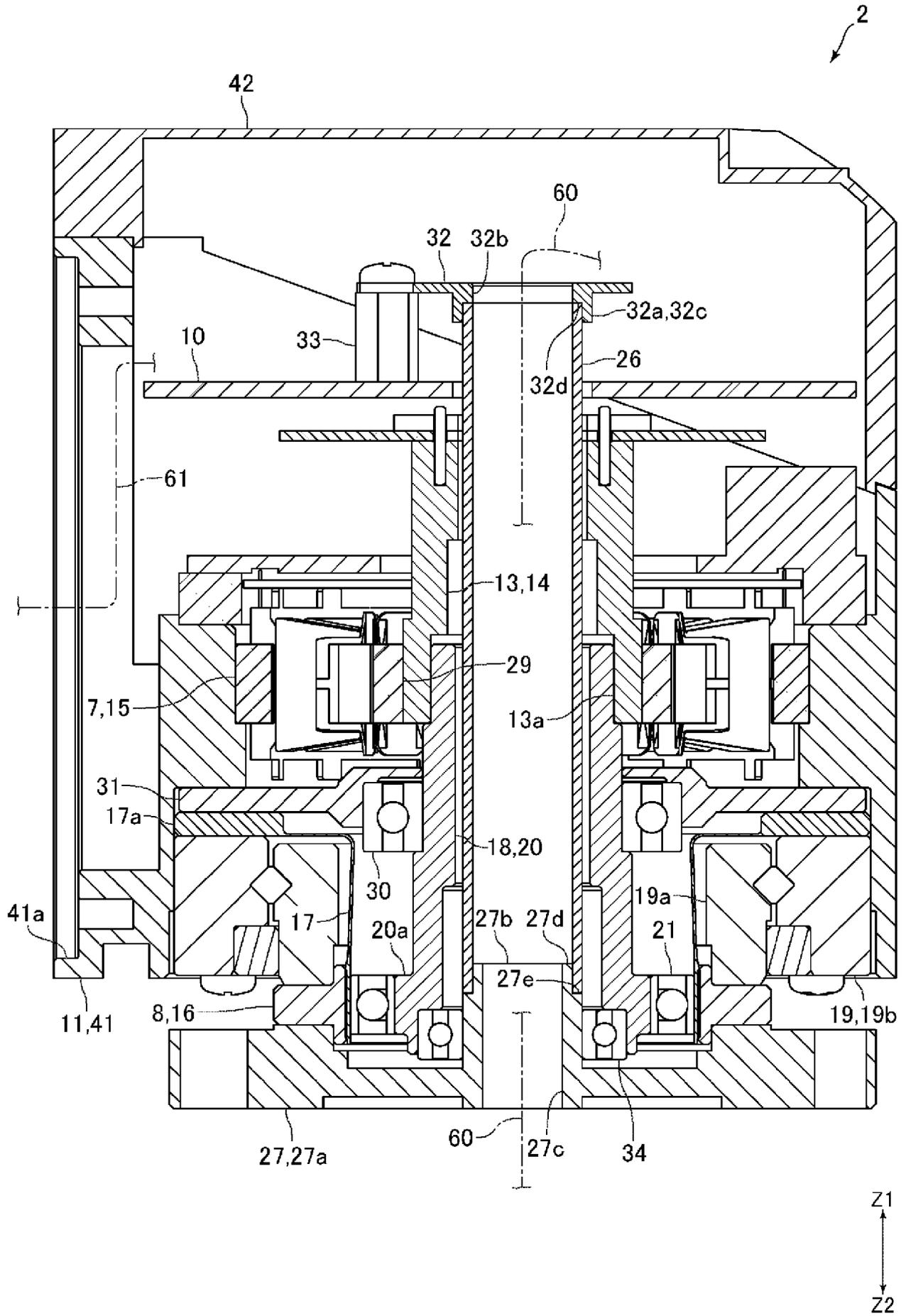


[図2]

(A)



[図3]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/007348

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H02K7/116(2006.01)i, B25J9/08(2006.01)i, F16H1/32(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H02K7/116, B25J9/08, F16H1/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-328898 A (Yaskawa Electric Corp.), 18 November 2004 (18.11.2004), paragraph [0006]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-5
Y	WO 2005/118204 A1 (Harmonic Drive Systems Inc.), 15 December 2005 (15.12.2005), paragraph [0024] & US 2007/0214644 A1 paragraph [0029]	1-5
Y	JP 2015-203477 A (Sumitomo Bakelite Co., Ltd.), 16 November 2015 (16.11.2015), paragraph [0114] & WO 2015/159712 A1 & TW 201608155 A	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 28 April 2017 (28.04.17)	Date of mailing of the international search report 16 May 2017 (16.05.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/007348

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-318362 A (Interatom GmbH), 27 December 1988 (27.12.1988), page 1, lower right column, line 7 to page 2, upper left column, line 11 & EP 292794 A1 & DE 3717516 A1 & SU 1627093 A3 & BR 8802533 A & KR 10-1996-0015246 B1 & CN 88103203 A	1-5
Y	JP 2007-288870 A (Yaskawa Electric Corp.), 01 November 2007 (01.11.2007), paragraph [0007]; fig. 1 (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. H02K7/116(2006.01)i, B25J9/08(2006.01)i, F16H1/32(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. H02K7/116, B25J9/08, F16H1/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2004-328898 A (株式会社安川電機) 2004. 11. 18, 段落[0006], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-5
Y	WO 2005/118204 A1 (株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ) 2005. 12. 15, 段落[0024] & US 2007/0214644 A1, 段落[0029]	1-5
Y	JP 2015-203477 A (住友ベークライト株式会社) 2015. 11. 16, 段落 [0114] & WO 2015/159712 A1 & TW 201608155 A	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日  
 28. 04. 2017

国際調査報告の発送日  
 16. 05. 2017

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁（ISA/J P）  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）	3V	3924
森山 拓哉		
電話番号 03-3581-1101 内線	3357	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 63-318362 A (インテルアトム、ゲゼルシャフト、ミット、ベシ ユレンクテル、ハフツング) 1988. 12. 27, 第1ページ右下欄第7行- 第2ページ左上欄第11行 & EP 292794 A1 & DE 3717516 A1 & SU 1627093 A3 & BR 8802533 A & KR 10-1996-0015246 B1 & CN 88103203 A	1-5
Y	JP 2007-288870 A (株式会社安川電機) 2007. 11. 01, 段落[0007], 図 1 (ファミリーなし)	5