

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-105483

(P2012-105483A)

(43) 公開日 平成24年5月31日(2012.5.31)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02K 15/14 (2006.01)	H02K 15/14 A	5H615
H02K 1/27 (2006.01)	H02K 1/27 501K	5H622

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2010-253142 (P2010-253142)
(22) 出願日 平成22年11月11日 (2010.11.11)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. サイクロ

(71) 出願人 000006622
株式会社安川電機
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(74) 代理人 100104503
弁理士 益田 博文
(72) 発明者 青木 隆行
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
株式会社安川電機内
(72) 発明者 川上 剛史
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
株式会社安川電機内
Fターム(参考) 5H615 AA01 BB01 PP24 SS09
5H622 CA02 CA05 CA10 CB05 PP03

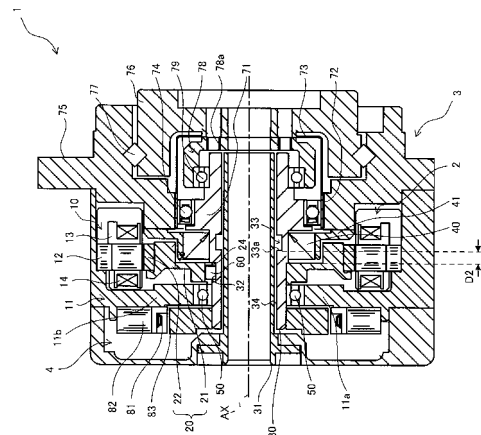
(54) 【発明の名称】 回転電機、ロボット、回転電機の製造方法、中空軸

(57) 【要約】

【課題】 中空回転軸の外周部に回転子を圧入する際に、回転軸の変形や倒れが生じないようにする。

【解決手段】 回転電機1は、回転子20、軸受50、及び回転部83等の圧入部品が外周部に圧入された中空構造のシャフト30を備えており、このシャフト30は、内周部34に治具90に係合可能な凹部33を有している。回転電機1の組み立て工程において、シャフト30の外周部に回転子20等の圧入部品を圧入する際に、シャフト30の内周部34に挿入した治具90によってシャフト30を支持する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

界磁と電機子のいずれか一方を回転子、他方を固定子とする回転電機であって、前記回転子を含む圧入部品が外周部に圧入された中空構造の回転軸を備え、前記回転軸は、内周部に治具を係合可能な係合部を有していることを特徴とする回転電機。

【請求項 2】

前記係合部は、前記内周部の周方向全体に亘って連続または非連続に形成された凹部であることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機。 10

【請求項 3】

前記凹部は、前記内周部における前記圧入部品に対応する軸方向位置近傍に形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の回転電機。

【請求項 4】

前記圧入部品は、前記回転軸に対し軸方向一方側より圧入されており、前記凹部は、前記軸方向一方側に対応する側に、前記回転軸の軸心に略直角な係合端面を有していることを特徴とする請求項 3 に記載の回転電機。 20

【請求項 5】

前記凹部は、前記軸方向一方側より軸方向他方側に向けて、徐々に深さが浅くなるように形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の回転電機。

【請求項 6】

減速機部を一体的に備え、前記回転軸は前記減速機部の入力軸を兼ねていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の回転電機。 30

【請求項 7】

前記回転子は、前記回転軸にトルクを発生させる磁石を備えた回転子ヨークを有しており、前記回転子ヨークが、前記回転軸の外周部に圧入されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

【請求項 8】

前記回転子を回転可能に支持する軸受をさらに備え、前記軸受は、前記回転軸の外周部に圧入されることを特徴とする請求項 7 に記載の回転電機。 40

【請求項 9】

前記回転子ヨークは、略円盤形状の薄肉部と、前記薄肉部よりも長い軸方向寸法を備え、当該薄肉部の径方向内側において当該薄肉部よりも少なくとも軸方向一方側に突出するように設けられ、前記回転軸の外周に固定される厚肉部と、を備えており、前記軸受は、前記回転子ヨークの前記厚肉部のうち前記軸方向に突出した突出部分の径方向外側に設けられ、前記厚肉部を回転可能に支持する 50

ことを特徴とする請求項 8 に記載の回転電機。

【請求項 10】

前記回転子ヨークは、

前記薄肉部の径方向最外周の縁部に、前記磁石を備える

ことを特徴とする請求項 9 に記載の回転電機。

【請求項 11】

前記回転子ヨークの前記厚肉部は、

前記回転軸とトルクを伝達するためのキーを収納するヨーク側キー溝を径方向最内周部に備えており、

前記回転軸は、

外周部のうち、前記回転子ヨークの前記厚肉部の前記突出部分の径方向内側に位置する部位に、前記キーを収納する回転軸側キー溝を備える

ことを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の回転電機。

【請求項 12】

複数のリンクと、前記複数のリンクのうち隣接するリンクどうしを屈曲可能に連結する複数の関節と、駆動対象の前記リンクへの駆動力を発生するアクチュエータと、を有するロボットアームを備え、

前記アクチュエータは、請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の回転電機であることを特徴とするロボット。

【請求項 13】

界磁と電機子のいずれか一方を回転子、他方を固定子とする回転電機の製造方法であって、

中空構造の回転軸の内部に挿入された治具を前記回転軸の内周部に係合させる係合手順と、

前記治具が前記内周部に係合した状態で、前記回転子を含む圧入部品を前記回転軸の外周部に圧入する圧入手順と、

を有することを特徴とする回転電機の製造方法。

【請求項 14】

圧入部品が外周部に圧入された中空軸であって、

前記中空軸は、

内周部に治具を係合可能な係合部を有している

ことを特徴とする中空軸。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、中空回転軸を有する回転電機、これを備えたロボット、回転電機の製造方法並びに中空軸に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の回転電機において、その内部に配線等を挿通できるように、回転軸を中空構造としたものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】 実公平 7-42215 号公報（第 3 図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般に回転電機の組み立て工程においては、回転軸に回転子等を圧入する作業が行われる。通常、圧入作業では回転軸の軸端を支持することで押す力を受けるが、この場合、圧

10

20

30

40

50

入部位と支持部位との距離が大きいため、回転軸に座屈等の変形や倒れが生じるおそれがある。特に、中空回転軸の場合には中実の回転軸と比べて剛性が弱いため、回転軸の変形が懸念される。

【0005】

本発明の目的は、中空回転軸の外周部に回転子を圧入する際に、回転軸の変形や倒れを防止することができる回転電機、ロボット、回転電機の製造方法並びに中空軸を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明においては、界磁と電機子のいずれか一方を回転子、他方を固定子とする回転電機であって、前記回転子を含む圧入部品が外周部に圧入された中空構造の回転軸を備え、前記回転軸は、内周部に治具を係合可能な係合部を有している。

10

【0007】

本発明の回転電機は、回転子を含む圧入部品が外周部に圧入された中空構造の回転軸を備えている。この回転軸は、内周部に治具を係合可能な係合部を有している。これにより、回転電機の組み立て工程において、回転軸の外周部に回転子や軸受等の圧入部品を圧入する際に、回転軸の内周部に挿入した治具によって回転軸を支持することができる。

【0008】

このとき、回転軸の内部に挿入した治具によって回転軸を支持するので、圧入の際に回転軸を軸端で支持する場合に比べ、圧入部位と支持部位との距離を小さくすることができる。したがって、回転軸に座屈等の変形や倒れが生じるのを防止することができる。また、圧入の際に大きな荷重をかけることが可能となるので、回転子や軸受等の圧入部品を回転軸に確実に組み付けることができる。

20

【0009】

好ましくは、前記係合部は、前記内周部の周方向全体に亘って連続または非連続に形成された凹部である。

【0010】

係合部は、回転軸の内周部に凹部として形成されている。これにより、治具を確実に係合させることができる。また、凹部は内周部の周方向全体に亘って連続または非連続に形成されている。これにより、治具を凹部の周方向全体、あるいは周方向複数箇所に係合させることができる。その結果、回転軸の支持面積を増大できると共に、回転軸を周方向において偏重することなく安定して支持することができる。

30

【0011】

また好ましくは、前記凹部は、前記内周部における前記圧入部品に対応する軸方向位置近傍に形成されている。

【0012】

凹部を内周部における圧入部品に対応する軸方向位置近傍に形成することで、圧入部位と支持部位との距離を極力小さくすることができる。これにより、回転軸に変形や倒れが生じるのをより確実に防止することができる。

40

【0013】

また好ましくは、前記圧入部品は、前記回転軸に対し軸方向一方側より圧入されており、前記凹部は、前記軸方向一方側に対応する側に、前記回転軸の軸心に略直角な係合端面を有している。

【0014】

凹部が軸方向一方側に対応する側に回転軸の軸心に略直角な係合端面を有することにより、凹部に係合した治具が係合端面に当接し、圧入により回転軸に作用する力をその力の方向に対して略直角な面で受けることができる。したがって、回転軸を安定して支持することができる。

【0015】

50

また好ましくは、前記凹部は、前記軸方向一方側より軸方向他方側に向けて、徐々に深さが浅くなるように形成されている。

【0016】

本発明の回転電機においては、圧入作業の際、軸方向他方側より回転軸の内周部に治具が挿入される。そして、例えば治具の爪部が拡径して凹部に係合し、回転軸が支持された状態で、軸方向一方側より回転子等の圧入部品が圧入される。圧入作業が終了すると、治具の爪部が縮径して凹部との係合が解除され、軸方向他方側に向けて治具が回転軸から引き抜かれる。

【0017】

このとき、凹部が軸方向一方側より他方側に向けて徐々に深さが浅くなるように形成されている。これにより、例えば治具の爪部が弾性的に径方向に変形可能な構造である場合には、爪部を弾性的に縮径させた状態で治具が回転軸の内周部に挿入されて凹部まで押し込まれた際に、凹部の形状によって爪部が徐々に拡径し、凹部に自動的に係合することができる。また、圧入作業が終了し治具が軸方向他方側に向けて引き抜かれる際には、凹部の形状によって爪部が徐々に縮径されるので、自動的に爪部と凹部との係合が解除され、そのまま治具を容易に引き抜くことができる。このようにすることで、圧入作業における治具の爪部の縮径及び拡径手順が各々不要となるので、作業性を向上し、作業に要する時間を大幅に短縮することができる。

10

【0018】

また好ましくは、減速機部を一体的に備え、前記回転軸は前記減速機部の入力軸を兼ねている。

20

【0019】

本発明によれば、回転電機と減速機を一体化構成とするために形状や組み立てに制限を受ける減速機一体型の回転電機においても、回転軸に回転子や軸受等の圧入部品を圧入する際に、回転軸に座屈等の変形や倒れが生じるのを防止することができる。

【0020】

また好ましくは、前記回転子は、前記回転軸にトルクを発生させる磁石を備えた回転子ヨークを有しており、前記回転子ヨークが、前記回転軸の外周部に圧入される。

【0021】

本発明によれば、回転軸に回転子ヨークを圧入する際に、回転軸に座屈等の変形や倒れが生じるのを防止できる。また、圧入の際に大きな荷重をかけることが可能となるので、回転子ヨークを回転軸に確実に組み付けることができる。

30

【0022】

また好ましくは、前記回転子を回転可能に支持する軸受をさらに備え、前記軸受は、前記回転軸の外周部に圧入される。

【0023】

本発明によれば、回転軸に軸受を圧入する際に、回転軸に座屈等の変形や倒れが生じるのを防止できる。また、圧入の際に大きな荷重をかけることが可能となるので、軸受を回転軸に確実に組み付けることができる。

【0024】

また好ましくは、前記回転子ヨークは、略円盤形状の薄肉部と、前記薄肉部よりも長い軸方向寸法を備え、当該薄肉部の径方向内側において当該薄肉部よりも少なくとも軸方向一方側に突出するように設けられ、前記回転軸の外周に固定される厚肉部と、を備えており、前記軸受は、前記回転子ヨークの前記厚肉部のうち前記軸方向に突出した突出部分の径方向外側に設けられ、前記厚肉部を回転可能に支持する。

40

【0025】

本発明の回転電機は、回転軸と回転子ヨークとを備える回転子を有している。回転子ヨークは回転軸に固定されており、回転子ヨークに備えられた磁石が固定子側からの磁束によってトルクを発生させ、これによって回転子が回転する。

【0026】

50

このとき、回転子ヨークは、軸方向寸法が短い略円盤形状の薄肉部と、軸方向寸法が長い厚肉部とを備えている。厚肉部は、薄肉部より、軸方向の少なくとも一方側に突出するように設けられている。言い換えれば、薄肉部は、厚肉部よりも軸方向に凹んだ形状であり、軸方向寸法が短く薄肉化されている。本発明では、厚肉部の突出部分の径方向外側、すなわち、上記薄肉部が薄肉化している部分に軸受を設け、この軸受により回転子ヨークの厚肉部を回転可能に支持する。このように、軸受を、軸方向寸法が短い薄肉部の凹み形状により空いたスペースに設けることにより、軸受を配置するために別途軸方向スペースを確保する必要がなくなる。この結果、軸受と回転子ヨークとを軸方向に並べて配置し軸受で回転軸を支持する場合のように、軸受を配置するための軸方向スペースが必要である構造に比べ、回転電機全体の軸方向寸法を低減し、回転電機の小型化を図ることができる。

10

【0027】

一方、回転子ヨークと回転軸との取り付け剛性は、回転子ヨークと回転軸との接触面積の大きさに対応しており、接触面積が小さくなると低下する。本発明においては、上記のように軸受を配置するために回転子ヨークの薄肉部の軸方向寸法を短くする一方、回転子ヨークの厚肉部は薄肉部よりも突出させ、軸方向寸法を長くしている。これにより、上記の小型化を図る場合であっても、厚肉部が回転軸と接触する部位の軸方向寸法を、小さくすることなく同程度に確保することができる。ここで、回転子ヨークと回転軸との接触面積は、径が同一という条件では、軸方向寸法が長いほどが大きく、軸方向寸法が短いほど小さくなる。したがって、上記のように厚肉部が回転軸と接触する部位の軸方向寸法を確保することにより、回転子ヨークと回転軸との接触面積の低下を防止することができ、回転子ヨークと回転軸との取り付け剛性の低下を防止できる。

20

【0028】

以上のようにして、本発明の回転電機によれば、回転子ヨークと回転軸との取り付け剛性を低下させることなく、全体の小型化を図ることができる。

【0029】

また好ましくは、前記回転子ヨークは、前記薄肉部の径方向最外周の縁部に、前記磁石を備える。

【0030】

回転子ヨークの最外周に設けた磁石によりトルクを発生させる構造では、磁石の周囲に生じる磁束は径方向中心部にはほとんど到達しない。したがって、最外周の磁石から径方向距離が大きな回転子ヨークの厚肉部の形状を、軸方向に突出した形状としたり、軸受を設けたりしても、磁気的な影響を与えることはほとんどない。この結果、本発明のように薄肉部の径方向最外周の縁部に磁石を設ける構造に適用することで、磁気的性能に影響を及ぼすことなく全体の小型化を図ることができる。

30

【0031】

また好ましくは、前記回転子ヨークの前記厚肉部は、前記回転軸とトルクを伝達するためのキーを収納するヨーク側キー溝を径方向最内周部に備えており、前記回転軸は、外周部のうち、前記回転子ヨークの前記厚肉部の前記突出部分の径方向内側に位置する部位に、前記キーを収納する回転軸側キー溝を備える。

40

【0032】

回転軸側キー溝が、厚肉部の突出部分、すなわち軸受が設けられている部分の径方向内側に位置している。これにより、キーにより回転軸と回転子ヨークとの間のトルク伝達が行われる部位を軸受が支持することになるので、安定的なトルク伝達を図ることができる。

【0033】

上記目的を達成するために、また本発明は、複数のリンクと、前記複数のリンクのうち隣接するリンクどうしを屈曲可能に連結する複数の関節と、駆動対象の前記リンクへの駆動力を発生するアクチュエータと、を有するロボットアームを備え、前記アクチュエータは、上記第1乃至第11発明のいずれかに記載の回転電機である。

50

【0034】

本発明のロボットは、複数のリンクが複数の関節により屈曲可能に連結された、多関節構造のロボットアームを備えている。アクチュエータが発生する駆動力が駆動対象のリンクに伝えられることにより、ロボットアームは種々の姿勢をとることができる。

【0035】

ロボットアームに備えられたアクチュエータは、回転軸と回転子ヨークとを備える回転子を有している。回転子ヨークは回転軸に固定されており、回転子ヨークに備えられた磁石が固定子側からの磁束によってトルクを発生させ、これによって回転子が回転する。

【0036】

このとき、回転子ヨークは、軸方向寸法が短い略円盤形状の薄肉部と、軸方向寸法が長い厚肉部とを備えている。厚肉部は、薄肉部より、軸方向の少なくとも一方側に突出するように設けられている。言い換えれば、薄肉部は、厚肉部よりも軸方向に凹んだ形状であり、軸方向寸法が短く薄肉化されている。本発明では、厚肉部の突出部分の径方向外側、すなわち、上記薄肉部が薄肉化している部分に軸受を設け、この軸受により回転子ヨークの厚肉部を回転可能に支持する。このように、軸受を、軸方向寸法が短い薄肉部の凹み形状により空いたスペースに設けることにより、軸受を配置するために別途軸方向スペースを確保する必要がなくなる。この結果、軸受と回転子ヨークとを軸方向に並べて配置し軸受で回転軸を支持する場合のように、軸受を配置するための軸方向スペースが必要である構造に比べ、アクチュエータ機全体の軸方向寸法を低減し、アクチュエータの小型化を図ることができる。

【0037】

一方、回転子ヨークと回転軸との取り付け剛性は、回転子ヨークと回転軸との接触面積の大きさに対応しており、接触面積が小さくなると低下する。本発明においては、上記のように軸受を配置するために回転子ヨークの薄肉部の軸方向寸法を短くする一方、回転子ヨークの厚肉部は薄肉部よりも突出させ、軸方向寸法を長くしている。これにより、上記の小型化を図る場合であっても、厚肉部が回転軸と接触する部位の軸方向寸法を、小さくすることなく同程度に確保することができる。ここで、回転子ヨークと回転軸との接触面積は、径が同一という条件では、軸方向寸法が長いほどが大きく、軸方向寸法が短いほど小さくなる。したがって、上記のように厚肉部が回転軸と接触する部位の軸方向寸法を確保することにより、回転子ヨークと回転軸との接触面積の低下を防止することができ、回転子ヨークと回転軸との取り付け剛性の低下を防止できる。

【0038】

以上のようにして、本発明によれば、回転子ヨークと回転軸との取り付け剛性を低下させることなく、アクチュエータの小型化を図ることができる。このアクチュエータをロボットアームに設けることによって、ロボットアームを小型化することができる。

【0039】

上記目的を達成するために、また本発明は、界磁と電機子のいずれか一方を回転子、他方を固定子とする回転電機の製造方法であって、中空構造の回転軸の内部に挿入された治具を前記回転軸の内周部に係合させる係合手順と、前記治具が前記内周部に係合した状態で、前記回転子を含む圧入部品を前記回転軸の外周部に圧入する圧入手順と、を有する。

【0040】

本発明の回転電機の製造方法によれば、回転軸の外周部に回転子や軸受等の圧入部品を圧入する際に、回転軸の内部に挿入されその内周部に係合された治具によって回転軸を支持することができる。

【0041】

このとき、回転軸の内部に挿入した治具によって回転軸を支持するので、圧入の際に回転軸を軸端で支持する場合に比べ、圧入部位と支持部位との距離を小さくすることができる。したがって、回転軸に座屈等の変形や倒れが生じるのを防止することができる。また、圧入の際に大きな荷重をかけることが可能となるので、回転子や軸受等の圧入部品を回転軸に確実に組み付けることができる。

【0042】

上記目的を達成するために、また本発明は、圧入部品が外周部に圧入された中空軸であって、前記中空軸は、内周部に治具を係合可能な係合部を有している。

【0043】

本発明の中空軸によれば、外周部に圧入部品を圧入する際に、中空軸の内部に挿入されその内周部に係合された治具によって中空軸を支持することができる。このとき、中空軸の内部に挿入した治具によって中空軸を支持するので、圧入の際に中空軸を軸端で支持する場合に比べ、圧入部位と支持部位との距離を小さくすることができる。したがって、中空軸に座屈等の変形や倒れが生じるのを防止することができる。また、圧入の際に大きな荷重をかけることが可能となるので、圧入部品を中空軸に確実に組み付けることができる。

10

【発明の効果】

【0044】

本発明によれば、中空回転軸の外周部に回転子を圧入する際に、回転軸の変形や倒れを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の第1実施形態による回転電機の全体構造を表す縦断面図である。

【図2】治具がシャフトの内周部に形成された凹部に係合する際の動作を説明するための断面図である。

20

【図3】第1比較例による回転電機の全体構造を表す縦断面図である。

【図4】凹部の他の形状の一例を表す回転電機の全体構造を表す縦断面図である。

【図5】凹部が他の形状の場合において、治具が凹部に係合する際の動作を説明するための断面図である。

【図6】本発明の第2実施形態による回転電機の全体構造を表す縦断面図である。

【図7】第2比較例による回転電機の全体構造を表す縦断面図である。

【図8】磁石の周囲に生じる磁束の挙動を表す概念図である。

【図9】本発明の回転電機をロボットアームに応用した変形例を表す透視図である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

30

以下、本発明の実施形態を図面を参照しつつ説明する。

【0047】

<第1実施形態>

まず、本発明の第1実施形態について説明する。

【0048】

図1は、本発明の第1実施形態による回転電機1の全体構造を表す縦断面図である。図1に示すように、本実施形態の回転電機はこの例では一般産業用機械の動力源として用いられるいわゆるACサーボモータであり、モータ部2と、減速機部3と、エンコーダ部4とを有している。

【0049】

40

(A) モータ部の構成

モータ部2は、固定子10と回転子20とを備えている。

【0050】

固定子10は、ハウジング11の内側に固定された固定子コア12と、固定子コア12に設けられたボビン13と、ボビン13に巻回した電気巻線からなるコイル14と、を備えている。本実施形態では、この固定子10が特許請求の範囲に記載の電機子を構成する。

【0051】

回転子20は、シャフト30の外周部に軸方向一方側(図1中左側)より圧入された回転子ヨーク21と、この回転子ヨーク21の径方向最外周の縁部に設けられ、シャフト3

50

0 にトルクを発生させるための永久磁石 2 2 とを備えている。この永久磁石 2 2 は、上記コイル 1 4 に空隙を介して対向するように配設されている。本実施形態では、この回転子が特許請求の範囲に記載の界磁を構成する。

【0052】

シャフト 3 0 は中空構造であり、その内部にシャフトカバー 3 1 が挿通されている。このシャフトカバー 3 1 により、シャフト 3 0 の中空部分を通るリード線等が保護され、損傷を防止することができる。シャフト 3 0 の軸方向一方側（図 1 中左側）は、シャフト 3 0 の外周部に軸方向一方側（図 1 中左側）より圧入され、ハウジング 1 1 の軸受ホルダ部 1 1 a に設けられた軸受 5 0 によって、外周側を回転可能に支持されている。なお、シャフト 3 0 が、各請求項記載の回転軸を構成する。

10

【0053】

また、回転子ヨーク 2 1 は、この例では、径方向最内周部の軸方向の全寸法にわたり、ヨーク側キー溝 2 4 を備えている。これに対応して、シャフト 3 0 は、外周部のうち上記ヨーク側キー溝 2 4 に位置する部位に、シャフト側キー溝 3 2 を備えている。これらシャフト側キー溝 3 2 とヨーク側キー溝 2 4 との間に、シャフト 3 0 と回転子ヨーク 2 1 との間でトルクを伝達するためのキー 6 0 が収納される。この結果、回転子ヨーク 2 1、キー 6 0 の軸方向（図 1 中左右方向）位置がほぼ同一となり、図 1 中の上下方向において、これらはほぼ一直線に並んだ配置となっている。

【0054】

シャフト 3 0 における回転子ヨーク 2 1 の軸方向他方側（図 1 中右側）の外周部には、オイルシール 4 0 が設けられている。このオイルシール 4 0 は、後述する減速機部 3 の可撓性ベアリング 7 4 のグリスがモータ部 2 に浸入しないようにするためのものである。オイルシール 4 0 は、負荷側ブラケット 7 5 に固定されたオイルシールホルダ 4 1 によって支持されている。

20

【0055】

上記構成のモータ部 2 において、通電されたコイル 1 4 が磁束を発生することにより、永久磁石 2 2 がトルクを発生し、このトルクによって回転子ヨーク 2 1 とシャフト 3 0 とが回転する。

【0056】

（B）減速機部の構成

回転電機 1 は、減速機部 3 を一体的に備えている。減速機部 3 は、公知のハーモニック減速機であり、ウェーブジェネレータ 7 1 と、サーキュラスプライン 7 2 と、フレクスプライン 7 3 とを備えている。

30

【0057】

ウェーブジェネレータ 7 1 は、シャフト 3 0 に一体的に形成されており、すなわちシャフト 3 0 は減速機部 3 の入力軸を兼ねた構成となっている。このウェーブジェネレータ 7 1 は、例えば、楕円形のカム板（図示せず）の外周に可撓性ベアリング 7 4 を取り付けたものである。フレクスプライン 7 3 は、例えば、外周に歯溝が刻まれた薄肉円筒形の金属弾性体（図示せず）であり、その内部に上記ウェーブジェネレータ 7 1 がはめ込まれ、楕円形に撓んでいる。サーキュラスプライン 7 2 は、例えば、歯溝が刻まれた真円形の内周を持つ厚肉円環状の剛体（図示せず）であり、ハウジング 1 1 の減速機部 3 側に固定された負荷側ブラケット 7 5 の内周部に固定されている。そして、サーキュラスプライン 7 2 の内周の歯溝は、フレクスプライン 7 3 の外周の歯溝と噛み合っている。

40

【0058】

上記構成の減速機部 3 において、フレクスプライン 7 3 は楕円形に撓んでいるので、その歯溝は楕円の長軸にあたるところでサーキュラスプライン 7 2 の歯溝と噛み合い、短軸にあたる場所では両者は離れている。したがってシャフト 3 0 とともにウェーブジェネレータ 7 1 が回転すると、ウェーブジェネレータ 7 1 によって内周側から駆動されるフレクスプライン 7 3 の歯溝とその外周側にあるサーキュラスプライン 7 2 との歯溝が順次噛み合いつつ、フレクスプライン 7 3 はサーキュラスプライン 7 2 との歯数の差に応じてサ

50

ーキュラスプライン72に対して相対回転する。フレクスプライン73には、出力軸76が固定されており、この結果、シャフト30の回転が、フレクスプライン73とサーキュラスプライン72の歯数差に応じた減速比で減速され、出力軸76から取り出される。

【0059】

なお、フレクスプライン73に固定された出力軸76と、上記負荷側ブラケット75とで、公知のクロスローラベアリングを構成している。すなわち、出力軸76は、クロスローラベアリングの内輪として機能し、負荷側ブラケット75はクロスローラベアリングの外輪として機能する。そして、これら出力軸76と負荷側ブラケット75との間には、クロスローラベアリングのころ部材77が介在配置されている。また、フレクスプライン73の出力軸76と反対側には軸受ホルダ78が固定されており、この軸受ホルダ78に設けられた軸受79によって、シャフト30の減速機部3側（図1中右側）の端部が回転可能に支持されている。

10

【0060】

（C）エンコーダ部の構成

エンコーダ部4は、ハウジング11のエンコーダ部4側（図1中の左側）に取り付けられた磁気検出素子81と、この磁気検出素子81の径方向外周側に設けられたバックヨーク82と、シャフト30のエンコーダ部4側の端部に軸方向一方側（図1中左側）より圧入により取り付けられ、例えば永久磁石（図示せず）を備えた回転部83と、を備えている。

【0061】

回転部83の永久磁石には、1対又は複数対の磁気回路（図示せず）が形成されている。この永久磁石の磁界を、MR素子やホール素子からなる磁気検出素子81で検出することにより、シャフト30の回転位置を検出する。

20

【0062】

バックヨーク82は、例えば磁性材料から構成されており、回転部83の永久磁石の磁束を径方向に集中させる役割を果たす。磁気検出素子81は回転部83の径方向外周にあり、バックヨーク82と回転部83の永久磁石にはさまれる構成となっており、磁気検出素子81に効率的に磁束を通すことが出来る。なお、回転部83との接触を回避するために、ハウジング11は、上記磁気検出素子81の近傍部位で回転子ヨーク21側に曲がった形状（曲折部11b）となっている。上記軸受50は、ハウジング11の当該曲折部11bよりもさらに径方向内側に設けられている。

30

【0063】

なお、上記では、エンコーダ部4として磁気式エンコーダを用いて説明したが、シャフト30の回転位置を検出できるものであれば、光学式エンコーダ等の他の手法でもよい。

【0064】

（D）シャフトの構成

シャフト30の内周部34には、治具90を係合可能な凹部33が形成されている。凹部33は、内周部34における圧入部品に対応する軸方向位置近傍に形成されている。なお本実施形態では、上述したようにシャフト30に圧入される圧入部品は回転子20、軸受50、及び回転部83等であるが、これらの圧入部品が設けられるシャフト30の部位は他の部分より厚みが薄く、十分な係合面積を確保し難いため、当該部分よりも厚みが大いオイルシール40と同じ軸方向位置に形成することによって、凹部33を圧入部品側に極力近づけた構成となっている。その結果、凹部33はシャフト30の軸方向略中心部に位置している。なおこの際、凹部33をシャフト30の減速機構成部分（ウェーブジェネレータ71部分）には設けない構成となっている。これにより、減速機構成部分におけるシャフト30の変形を回避し、減速機部3の性能の低下を防止できる。

40

【0065】

凹部33は、シャフト30の内周部34の周方向全体に亘って連続的に形成されている。凹部33の断面形状は略矩形状となっており、軸方向一方側（図1中左側）に対応する側に、シャフト30の軸心AXに略直角な係合端面33aを有している。なお、凹部33

50

が、特許請求の範囲に記載の係合部に相当する。

【0066】

なお、シャフト30の圧入部品に対応する軸方向位置の部位が治具90による係合面積を十分に確保できる程度に厚みを有する場合には、凹部33を図1に示す位置よりも軸方向一方側（図1中左側）寄りに設けてもよい。また、凹部33は必ずしも連続的に形成する必要はなく、例えば周方向に等間隔に配置された非連続の凹部としてもよい。

【0067】

（E）回転電機の組み立て手順

上記構成である回転電機1の組み立て手順の一例について説明する。まず、シャフト30の軸方向他方側（図1中右側）端部に軸受79を圧入する。一方で、軸受ホルダ78を減速機部3の出力軸76に対しボルト孔78aにボルト（図示せず）を締結することにより固定する。次に、シャフト30と軸受79とで構成されたシャフト体の軸方向他方側を、減速機部3に挿入する。このとき、軸受ホルダ78が有するインローにシャフト体の軸受79が取り付けられる。そして、シャフト30と減速機部3との位置調整を行うことで、シャフト30が減速機部3に一体的に取り付けられる。

【0068】

その後、減速機部3と一体となったシャフト30の軸方向一方側より、オイルシール40を内周側に取り付けたオイルシールホルダ41を挿入して固定する。この状態で、治具90がシャフト30の内部に軸方向他方側より挿入され、内周部34に係合される。そして、シャフト30の軸方向一方側より、回転子20（回転子ヨーク21）、軸受50、及び回転部83等の圧入部品を順に圧入して固定する。圧入作業が終了すると、治具90の係合が解除され、治具90が軸方向他方側に向けてシャフト30より引き抜かれる。

【0069】

上記組み立て手順において、シャフト30の内部に挿入された治具90を内周部34に係合させる手順が、特許請求の範囲に記載の係合手順に相当し、治具90が内周部34に係合した状態で、回転子20、軸受50、及び回転部83等の圧入部品をシャフト30の外周部に圧入する手順が、圧入手順に相当する。

【0070】

（F）治具の係合動作

図2は、上記係合手順において、治具90がシャフト30の内周部34に形成された凹部33に係合する際の動作を説明するための断面図であり、図2（a）は係合前、図2（b）は係合後の状態を示している。

【0071】

図2に示すように、治具90は外径 r_1 がシャフト30の内径 r_2 より小さい円柱状の部材であり、シャフト30の内側に挿入可能である。治具90は、先端部に周方向に複数（例えば4つ）に分割された脚部91を備えており、各脚部91は先端部に径方向外側に突出した爪部92を有している。各脚部91は、治具90の径方向中心部に設けられた駒部材93の軸方向（図2中左右方向）の進退動作により、径方向に弾性変形して拡大又は縮小動作する。駒部材93の軸方向他方側（図2中右側）には、脚部91の基端部に形成されたネジ孔94に螺合したボルト95が設けられ、駒部材93の軸方向一方側（図2中左側）には、駒部材93を回転させるためのヘッド96が設けられている。

【0072】

図2（a）に示すように、係合前においては、ボルト95のネジ穴94に対する螺合量を少なくし、駒部材93を脚部91の基端部より比較的離れた状態とする。このとき爪部92は縮径した状態であり、その外径が治具90の外径 r_1 とほぼ同等、すなわちシャフト30の内径 r_2 より小さくなっている。この状態で、治具90はシャフト30の内側に軸方向他方側（図2中右側）より挿入される。

【0073】

図2（b）に示すように、治具90の爪部92がシャフト30の凹部33に到達した位置において、ヘッド96を介して駒部材93を回転させてボルト95のネジ穴94に対す

る螺合量を多くし、駒部材 93 を脚部 91 の基端部に比較的近い状態とする。これにより、爪部 92 は拡張し、凹部 33 内に進入して係合端面 33a と係合する。その結果、回転子 20、軸受 50、及び回転部 83 等の圧入部品をシャフト 30 に対し軸方向一方側（図 2 中左側）より圧入する際に、凹部 33 に係合した治具 90 の爪部 92 が係合端面 33a に当接し、圧入によりシャフト 30 に作用する力を受けることができる。

【0074】

なお、圧入作業が終了すると、再び治具 90 が図 2（a）に示す状態とされて凹部 33 との係合が解除され、治具 90 が軸方向他方側（図 2 中右側）に向けてシャフト 30 より引き抜かれる。

【0075】

10

以上のように構成した本実施形態の回転電機 1 においては、以下のような効果を奏する。すなわち、回転電機 1 は、回転子 20、軸受 50、及び回転部 83 等の圧入部品が外周部に圧入された中空構造のシャフト 30 を備えており、このシャフト 30 は、内周部 34 に治具 90 を係合可能な凹部 33 を有している。これにより、回転電機 1 の組み立て工程において、シャフト 30 の外周部に回転子 20 等の圧入部品を圧入する際に、シャフト 30 の内周部 34 に挿入した治具 90 によってシャフト 30 を支持することができる。これにより、シャフト 30 に座屈等の変形や倒れが生じるのを防止することができる。この作用を説明するための比較例を図 3 に示す。なお、図 3 においては、上記図 1 と同等の部分に同一の符号を付している。

【0076】

20

図 3 に示す第 1 比較例による回転電機 1' においては、シャフト 30' が内周部 34 に凹部 33 を有していない。この結果、圧入作業においてはシャフト 30' を軸方向他方側（図 3 中右側）の軸端で支持することになる。回転電機 1' では、シャフト 30' の軸方向他方側には減速機部 3 の軸受ホルダ 78 や出力軸 76 が設けられているため、シャフト 30' を軸端で支持する形態の一例として、例えば図 3 に示すように、減速機固定用のボルト孔 78a を利用して複数のピン P 等を用いて支持することが考えられる。

【0077】

このようにして、シャフト 30' を軸方向他方側の軸端で支持した場合には、圧入部位（この例では回転子ヨーク 21 の圧入部位）と支持部位との距離 D1 が比較的大きくなるため、圧入の際にシャフト 30' に座屈等の変形や倒れが生じるおそれがある。また、ピン P による支持では軸端の支持面積が小さいため、支持が不安定となり圧入部品の圧入を確実にできず、また大きな荷重をかけた場合にはピン P の変形が生じるおそれがあるという問題がある。仮に、ピン P を用いずに減速機部 3 で力を受けて圧入を行った場合には、軸受 79 に荷重が作用して当該軸受 79 に打痕が形成されてしまうという問題がある。

30

【0078】

これに対し、本実施形態では、シャフト 30 の内部に挿入した治具 90 によって支持するので、図 1 に示すように圧入部位（この例では回転子ヨーク 21 の圧入部位）と支持部位との距離 D2 を比較的小さくすることができる。したがって、シャフト 30 に座屈等の変形や倒れが生じるのを防止することができる。また、圧入の際に大きな荷重をかけることが可能となるので、回転子 20、軸受 50、及び回転部 83 等の圧入部品をシャフト 30 に確実に組み付けることができる。さらに、上記第 1 比較例のようにピン P を用いないのでピン P の変形等が生じることはなく、また軸受 79 に荷重は作用しないので打痕が生じることもない。

40

【0079】

また、本実施形態では特に、凹部 33 はシャフト 30 の内周部 34 の周方向全体に亘って連続的に形成されている。これにより、治具 90 を凹部 33 の周方向全体に係合させることができる。その結果、シャフト 30 の支持面積を増大できると共に、シャフト 30 を周方向において偏重することなく安定して支持することができる。

【0080】

また、本実施形態では特に、凹部 33 をシャフト 30 の内周部 34 における圧入部品に

50

対応する軸方向位置近傍に形成する。これにより、圧入作業時における圧入部位と支持部位との距離D2を極力小さくすることができる。これにより、シャフト30に変形や倒れが生じるのをより確実に防止することができる。さらに、凹部33をシャフト30の減速機構成部分に設けないことで、減速機構成部分におけるシャフト30の変形を回避し、減速機部3の性能の低下を防止できる。

【0081】

また、本実施形態では特に、凹部33が軸方向一方側に対応する側にシャフト30の軸心AXに略直角な係合端面33aを有することにより、凹部33に係合した治具90が係合端面33aに当接し、圧入によりシャフト30に作用する力をその力の方向に対して略直角な面で受けることができる。したがって、シャフト30を安定して支持することができる。

10

【0082】

また、本実施形態では特に、回転電機1が減速機部3を一体的に有している。これにより、本実施形態のように回転電機と減速機を一体化構成とするために形状や組み立てに制限を受ける減速機一体型の回転電機1においても、シャフト30に回転子20等の圧入部品を圧入する際に、シャフト30に座屈等の変形や倒れが生じるのを防止することができる。

【0083】

なお、上記第1実施形態では凹部33の断面形状を矩形状としたが、係合端面33aを有していれば他の形状としてもよい。図4は、凹部の他の形状の一例を表す回転電機1Aの全体構造を表す縦断面図である。なお、図4においては、上記図1と同等の部分に同一の符号を付している。

20

【0084】

図4に示すように、本変形例の回転電機1Aのシャフト30Aの凹部33Aは、軸方向一方側（図4中左側）より軸方向他方側（図4中右側）に向けて、徐々に深さが浅くなるように、すなわち断面略三角形に形成されている。

【0085】

本変形例の凹部33Aの形状は、特に治具の爪部が弾性的に径方向に変形可能な構造である場合に有効である。この内容について、図5を用いて説明する。図5は、爪部92Aが弾性的に径方向に変形可能な治具90Aがシャフト30Aの内周部34に形成された凹部33Aに係合する際の動作を説明するための断面図であり、図5（a）は係合前、図5（b）は係合開始時、図5（c）は係合終了時の状態を示している。なお、図5においては、上記図2と同等の部分に同一の符号を付している。

30

【0086】

本変形例の治具90Aは、先端部に周方向に複数（例えば4つ）に分割された脚部91Aを備えており、初期状態では爪部92の外径が治具90Aの外径r1及びシャフト30の内径r2よりも大きくなっている（図5（c）に示す状態）。各脚部91Aは、弾性的に径方向に変形可能な構造となっており、先端部に径方向内側に向けて力を加えることにより、各脚部91は径方向に縮小動作する（図5（a）、（b）に示す状態）。

【0087】

すなわち、まず図5（a）に示すように、各脚部91Aを弾性的に縮径させた状態で治具90Aをシャフト30の内側に挿入する。次に、図5（b）に示すように、治具90Aの爪部92がシャフト30の凹部33Aまで挿入されると、凹部33Aの形状によって各脚部91Aが徐々に拡径する。そして、図5（c）に示すように、爪部92の端部が凹部33Aの係合端面33aまで到達すると、各脚部91Aが開き切り、爪部92が凹部33Aに係合する。このようにして、治具90Aを凹部33Aに自動的に係合させることができる。また、圧入作業が終了し、治具90Aを軸方向他方側に向けて引き抜く際には、凹部33Aの形状によって各脚部91Aが徐々に縮径されるので、自動的に爪部92と凹部33Aとの係合が解除され、そのまま治具90Aを容易に引き抜くことができる。

40

【0088】

50

本変形例によれば、上述のように、前述の第1実施形態のような駒部材93を用いた治具の爪部の縮径及び拡張作業が不要となるので、作業性を向上し、作業に要する時間を大幅に短縮することができる。

【0089】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態について説明する。なお、第2実施形態においては、第1実施形態と同様の部分は説明を省略し、異なる部分を中心に説明する。

【0090】

図6は、本発明の第2実施形態による回転電機1Bの全体構造を表す縦断面図である。図6において、本実施形態の回転子ヨーク23は、比較的短い軸方向寸法 t_o を備えた略円盤形状の薄肉部23Aと、薄肉部23Aよりも長い軸方向寸法 t_i を備えた、厚肉部23Bと、を備えている。

【0091】

薄肉部23Aは、その径方向最外周の縁部に永久磁石22を備えている。厚肉部23Bは、薄肉部23Aの径方向内側において当該薄肉部23Aよりも少なくとも軸方向一方側（この例では図6中左側）に突出するように設けられ、シャフト30の外周部に圧入により固定される。厚肉部23Bのうち、上記薄肉部23Aよりも突出した突出部分23Baは、軸受50によって外周側を回転可能に支持される。すなわち、言い換えれば、薄肉部23Aは厚肉部23Bよりも軸方向に凹んだ形状で、突出部分23Baの径方向外側、すなわち上記薄肉部23Aの薄肉化している部分に、軸受50を設けている。

【0092】

また、厚肉部23Bは、この例では、径方向最内周部の軸方向の全寸法にわたり、ヨーク側キー溝24を備えている。これに対応して、シャフト30は、外周部のうち、上記突出部分23Baの径方向内側に位置する部位に、シャフト側キー溝32（回転軸側キー溝）を備えている。これらシャフト側キー溝32とヨーク側キー溝24との間に、シャフト30と回転子ヨーク23との間でトルクを伝達するためのキー60が収納される。この結果、軸受50、突出部分23Ba、キー60の軸方向（図6中左右方向）位置がほぼ同一となり、図6中の上下方向において、これらはほぼ一直線に並んだ配置となっている。

【0093】

上記以外の構成については、前述の第1実施形態と同様である。

【0094】

以上のように構成した本実施形態の回転電機1Bにおいては、以下のような効果を奏する。すなわち、回転電機1Bにおいては、回転子ヨーク23は軸方向寸法 t_o が短い略円盤形状の薄肉部23Aと軸方向寸法 t_i が長い厚肉部23Bとを備え、薄肉部23Aが薄肉化している部分に軸受50を設け厚肉部23Bを回転可能に支持している。このように、軸受50を、軸方向寸法 t_o が短い薄肉部23Aの凹み形状により空いたスペースに設けることにより、軸受50を配置するために別途軸方向スペースを確保する必要がなくなる。この作用を説明するための第2比較例を図7に示す。なお、図7においては、上記図6と同等の部分に同一の符号を付している。

【0095】

図7に示す第2比較例による回転電機1B'においては、回転子ヨーク23'は、上記回転電機1Bのような薄肉部23A及び厚肉部23Bを備えず、全体的にほぼ一般的な軸方向寸法 t_m （上記図6の軸報告寸法 t_i とほぼ等しい。又はわずかに大きい）を備えた円盤形状の形状となっている。この結果、軸受50と回転子ヨーク23'とが軸方向（図7中左右方向）に並んで配置され、軸受50は回転子ヨーク23'ではなくシャフト30を支持するようになっている。この場合、上記図6の第2実施形態のような、軸受50と回転子ヨーク23の厚肉部23Bとが径方向に重畳する構造とはならないため、上記軸方向寸法 t_m を要する回転子ヨーク23'のスペースとは別に、軸受50を配置するための軸方向寸法 t_b が必要となる。この結果、回転電機1B'全体の軸方向寸法が大型化する。

【0096】

これに対し、上記実施形態の回転電機 1 B は、前述した軸受 5 0 と厚肉部 2 3 B とを径方向に重畳させる構造により、軸受 5 0 のための軸方向スペースを別途確保する必要がなく軸方向寸法を低減できるので、(図 6 と図 7 とを比較すると明らかなように) 上記第 2 比較例の回転電機 1 B' よりも小型化することができる。

【0097】

一方、回転子ヨーク 2 3 と回転軸 3 0 との取り付け剛性は、回転子ヨーク 2 3 とシャフト 3 0 との接触面積の大きさに対応しており、接触面積が小さくなると低下する。本第 2 実施形態の回転電機 1 B においては、上記のように軸受 5 0 を配置するために回転子ヨーク 2 3 の薄肉部 2 3 A の軸方向寸法 t_o を短くする一方、厚肉部 2 3 B は薄肉部 2 3 A よりも突出させ、軸方向寸法 t_i を長くしている。これにより、上記の小型化を図る場合であっても、厚肉部 2 3 B がシャフト 3 0 と接触する部位の軸方向寸法を、小さくすることなく同程度に確保することができる。回転子ヨーク 2 3 とシャフト 3 0 との接触面積は、径が同一という条件では、軸方向寸法が長いほどが大きく、軸方向寸法が短いほど小さくなる。したがって、上記のように厚肉部 2 3 B がシャフト 3 0 と接触する部位の軸方向寸法を確保することにより、回転子ヨーク 2 3 とシャフト 3 0 との接触面積の低下を防止することができる、回転子ヨーク 2 3 とシャフト 3 0 との取り付け剛性の低下を防止できる。

【0098】

以上のようにして、本第 2 実施形態の回転電機 1 B によれば、回転子ヨーク 2 3 とシャフト 3 0 との取り付け剛性を低下させることなく、全体の小型化を図ることができる。また、軸受 5 0 を大型化できることにより、軸受寿命を長くできるという効果もある。

【0099】

また、本実施形態では特に、回転子ヨーク 2 3 の薄肉部 2 3 A の最外周部に磁石 2 2 を設けている。これには、以下のような意義がある。すなわち、このように回転子ヨーク 2 3 の最外周に設けた磁石 2 2 によりトルクを発生させる構造の場合、図 8 に概念的に示すように、磁石 2 2 の周囲に生じる磁束 B は回転子ヨーク 2 3 の径方向中心部にはほとんど到達しない。したがって、上記のように、最外周の磁石 2 2 からの径方向距離が大きい回転子ヨーク 2 3 の厚肉部 2 3 B の形状を軸方向に突出した形状としたり、当該突出した突出部分 2 3 B a に軸受 5 0 を設けたりしても、磁気的な影響を与えることはほとんどない。したがって、本第 2 実施形態の回転電機 1 B では、磁気的性能に影響を及ぼすことなく、全体の小型化を図ることができる。

【0100】

また、本実施形態では特に、シャフト側キー溝 3 2 が、回転子ヨーク 2 3 の厚肉部 2 3 B の突出部分 2 3 B a、すなわち軸受 5 0 が設けられている部分の径方向内側に位置している。これにより、前述したように、軸受 5 0、突出部分 2 3 B a、キー 6 0 の軸方向位置がほぼ同一となり、これらはほぼ一直線に並んだ配置となる。この結果、キー 6 0 によりシャフト 3 0 と回転子ヨーク 2 3 との間のトルク伝達が行われる部位を、軸受 5 0 が支持することになるので、安定的なトルク伝達を図ることができる。

【0101】

なお、本発明は、上記第 1 及び第 2 実施形態に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。以下、そのような変形例を順を追って説明する。

【0102】

(1) ロボットに応用した場合

図 9 は、上記実施形態の回転電機 1, 1 A, 1 B をロボットの動力源に応用したときの、当該ロボットの多関節型のロボットアーム 1 0 0 を表す透視図である。

【0103】

図 9 に示すように、このロボットに備えられるロボットアーム 1 0 0 は、複数(この例では 5 個)のリンク L 1 ~ L 5 と、これら 5 個のリンク L 1 ~ L 5 のうち隣接するリンク L 1 同士、及び、リンク L 1 と固定部 1 0 1、を屈曲可能に連結する複数の関節 S 1 ~ S 6 と、駆動対象のリンク L 1 ~ L 5 への駆動力を発生するアクチュエータ A 1 ~ A 6 と、

を備えている。このとき、アクチュエータA 1～A 6として、上記実施形態の回転電機1, 1A, 1Bを用いることができる。アクチュエータA 1～A 6が発生する駆動力が駆動対象のリンクL 1～L 5に伝えられることにより、ロボットアーム100は種々の姿勢をとることができる。

【0104】

本変形例においては、前述のようにして圧入時にシャフト30に変形や倒れが生じるのを防止した、あるいは小型化したアクチュエータA 1～A 6を用いることにより、ロボットアーム100の小型化等を図ることができる。また、前述のようにしてアクチュエータA 1～A 6において安定的なトルク伝達を図ることができる結果、ロボットアーム100の動作信頼性・確実性を向上することができる。

10

【0105】

(2) その他

上記第1実施形態において、治具90を係合可能な係合部として、シャフト30の内周部34に凸部あるいは段付き部を設けてもよい。このような係合部でも、シャフト30に座屈等の変形や倒れが生じるのを防止することができる。但しこの場合、シャフト30の内径が縮小されるため、内部に挿通される配線等の邪魔となる等、機能的に劣ることとなる。したがって、係合部としては凹部を形成することが好ましい。

【0106】

また上記第2実施形態において、図6で、回転子ヨーク23の軸方向一方側(図6中左側)にのみ突出していたが、これに限られず、軸方向両側を突出させ、両方に軸受50を設けるようにしてもよい。この場合、2つの軸受50, 50でシャフト30の2箇所を回転可能に支持することになる。またこのように回転子ヨーク23の両側に軸受50を設ける場合、さらにオイルシールを追加した場合において小型化できる効果もある。

20

【0107】

また以上においては、固定子10が電機子、回転子20が界磁である回転電機を例にとって説明したが、反対に固定子10が界磁、回転子20が電機子である回転電機に本発明を適用してもよい。

【0108】

また、以上においては、減速機構を搭載したモータに本発明を適用した場合を例にとって説明したが、これに限られず、減速機構を搭載しないモータ単体に対しても適用可能であり、この場合も同様の効果を得る。

30

【0109】

また、以上においては、減速機構を搭載したモータからなる回転電機に本発明を適用した場合を例にとって説明したが、これに限られず、増速機構を搭載した発電機からなる回転電機に対しても適用可能である。また、発電機単体に対しても適用可能であり、この場合も同様の効果を得る。

【0110】

また以上においては、減速機部3がハーモニック減速機である場合を一例として説明したが、これに限らず、遊星減速機や、サイクロ減速機等、他の減速機を用いてもよい。

【0111】

また以上においては、回転電機のシャフトに対し本発明を適用した場合を例にとって説明したが、これに限られず、中空構造を有する中空軸に対し圧入部品が外周側に圧入される場合であれば、回転電機以外の中空軸に対しても本発明は適用可能であり、同様の効果を得ることができる。

40

【0112】

また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態や各変形例による手法を適宜組み合わせ利用しても良い。

【0113】

その他、一々例示はしないが、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

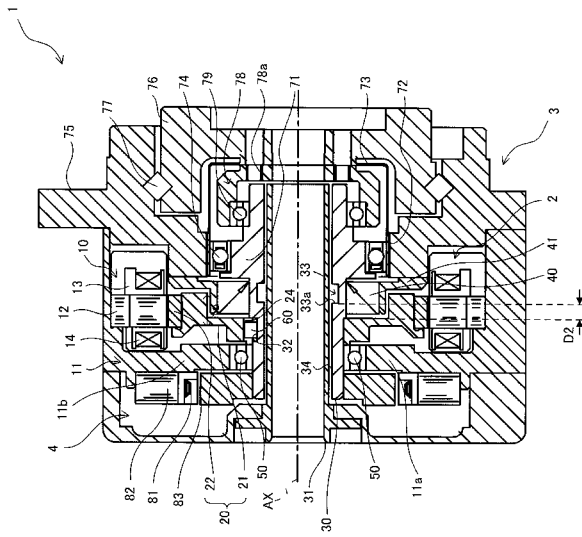
50

【符号の説明】

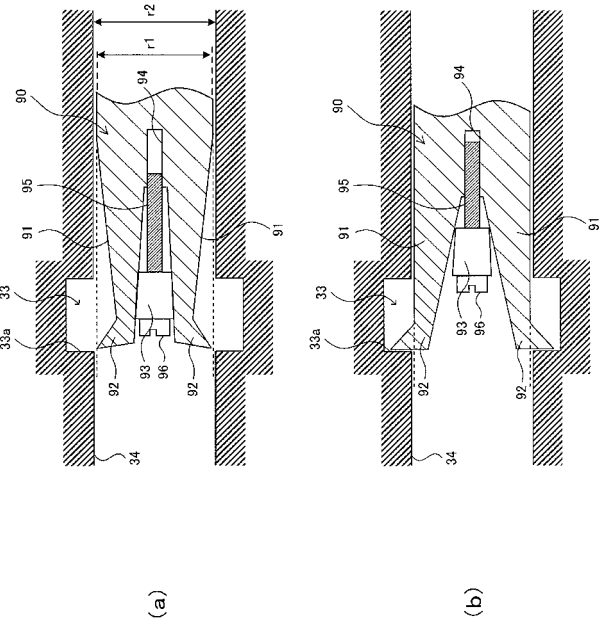
【0114】

1	回転電機	
1 A	回転電機	
1 B	回転電機	
3	減速機部	
1 0	固定子（電機子）	
2 0	回転子（界磁、圧入部品）	
2 1	回転子ヨーク	
2 2	磁石	10
2 3	回転子ヨーク	
2 3 A	薄肉部	
2 3 B	厚肉部	
2 3 B a	突出部分	
2 4	ヨーク側キー溝	
3 0	シャフト（回転軸）	
3 0 A	シャフト（回転軸）	
3 2	シャフト側キー溝（回転軸側キー溝）	
3 3	凹部（係合部）	
3 3 A	凹部（係合部）	20
3 3 a	係合端面	
3 4	内周部	
5 0	軸受（圧入部品）	
6 0	キー	
8 3	回転部（圧入部品）	
9 0	治具	
9 0 A	治具	
1 0 0	ロボットアーム	
A X	軸心	

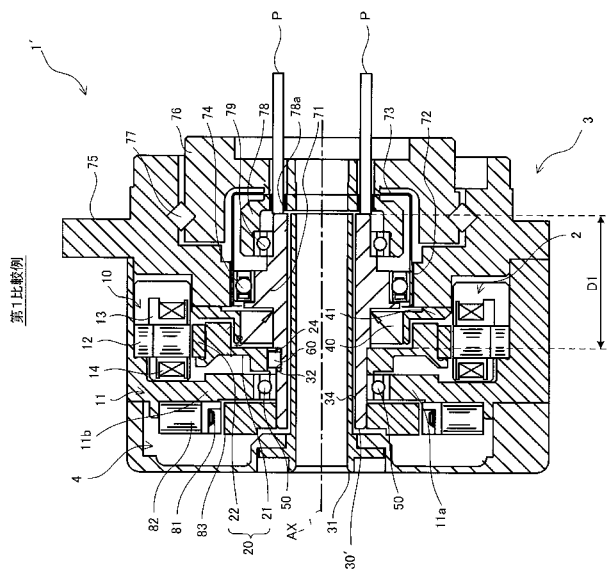
【図 1】



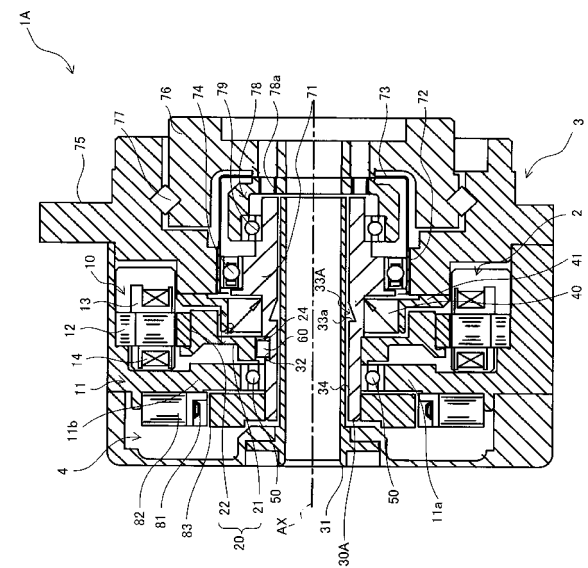
【図 2】



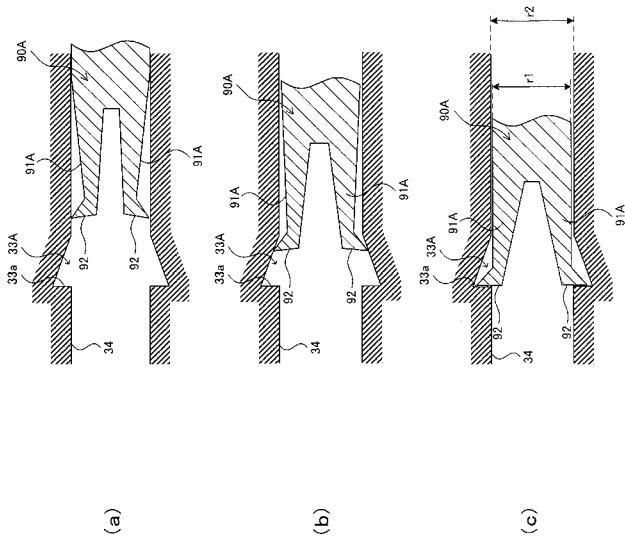
【図 3】



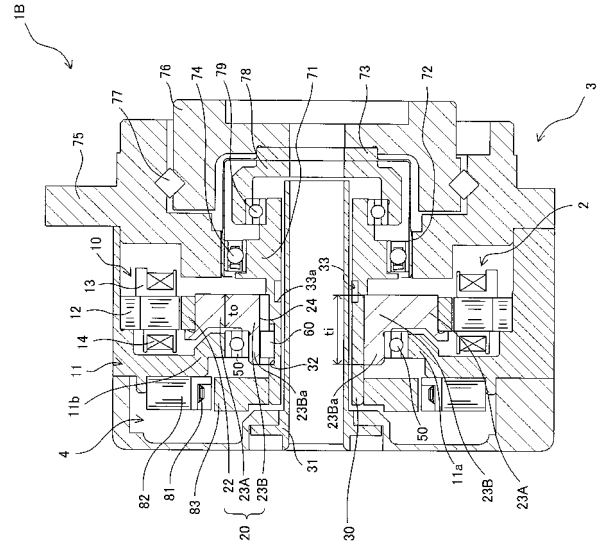
【図 4】



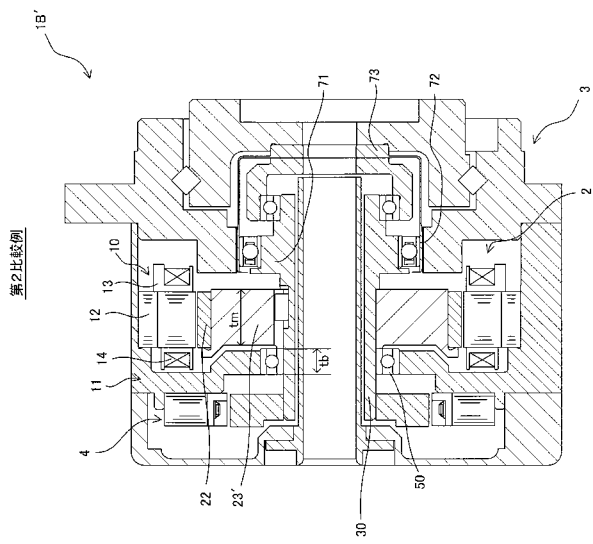
【図 5】



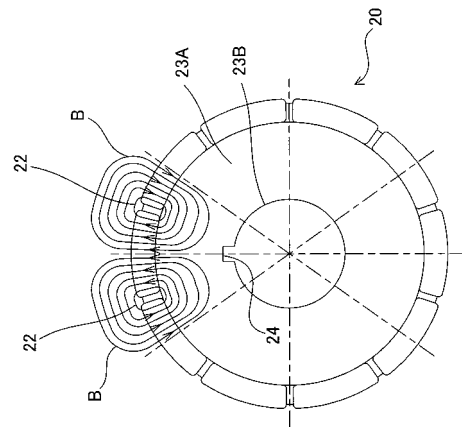
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

