

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5514875号
(P5514875)

(45) 発行日 平成26年6月4日(2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年4月4日(2014.4.4)

(51) Int.Cl.

F I

HO2K 1/28 (2006.01)

HO2K 1/30 (2006.01)

HO2K 1/28 A

HO2K 1/30 Z

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-194028 (P2012-194028)	(73) 特許権者	000185488
(22) 出願日	平成24年9月4日 (2012.9.4)		株式会社オティックス
(62) 分割の表示	特願2009-200407 (P2009-200407) の分割		愛知県西尾市中畑町浜田下1〇番地
原出願日	平成21年8月31日 (2009.8.31)	(73) 特許権者	000003207
(65) 公開番号	特開2012-235694 (P2012-235694A)		トヨタ自動車株式会社
(43) 公開日	平成24年11月29日 (2012.11.29)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
審査請求日	平成24年9月4日 (2012.9.4)	(74) 代理人	110000648
			特許業務法人あいち国際特許事務所
		(72) 発明者	小澤 勇司
			愛知県西尾市中畑町浜田下1〇番地 株式
			会社オティックス内
		(72) 発明者	水谷 電彦
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
			車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータシャフト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転電機のロータに用いるロータシャフトにおいて、
該ロータシャフトは、円筒形状を有するインナシャフトと、該インナシャフトの外周に
配設されるアウトシャフトとに分割して構成されており、
上記インナシャフトは、厚肉部と、該厚肉部から軸方向の一端側に突出すると共に上記
厚肉部よりも径方向の厚みが小さい先端部と、上記厚肉部から軸方向の他端側に突出する
と共に上記厚肉部よりも径方向の厚みが小さい後端部とを有し、
上記アウトシャフトは、上記インナシャフトを挿嵌させる挿嵌穴を有する内筒部と、該
内筒部の外周側に配設され、磁気回路を形成するための磁性体を取り付ける磁性体取付外
筒部と、上記内筒部の外周から径方向外方に向けて形成され、上記内筒部と上記磁性体取
付外筒部との間を連結するフランジ部とを有し、
上記インナシャフトと上記アウトシャフトとは、上記厚肉部の外周面と上記内筒部の上
記挿嵌穴の内周面とを接触させ、互いの押圧力によって締結固定されており、かつ、上記
アウトシャフトの上記フランジ部は、上記インナシャフトの上記厚肉部に対して径方向に
対向する位置に配設されており、
上記厚肉部の外周面のうち、上記内筒部の上記挿嵌穴の内周面との接触面の少なくとも
一部には、凹凸が形成されており、
該凹凸は、上記厚肉部の外周面における上記接触面のうち、少なくとも上記厚肉部と上
記フランジ部とが径方向に対向する部分に形成されていることを特徴とするロータシャフ

10

20

ト。

【請求項 2】

請求項 1 において、上記フランジ部の軸方向長さの 85 % 以上が上記厚肉部に対して径方向に対向していることを特徴とするロータシャフト。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、上記インナシャフトは、上記アウトシャフトにおける上記内筒部の上記挿嵌穴内に焼き嵌めされていることを特徴とするロータシャフト。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項において、上記インナシャフトは、浸炭処理又は浸炭浸窒処理を施した材料であり、上記アウトシャフトは、機械構造用炭素鋼又はクロム鋼であることを特徴とするロータシャフト。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項において、上記内筒部は、上記フランジ部よりも軸方向の長さが長いことを特徴とするロータシャフト。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機のロータに用いるロータシャフトに関する。

【背景技術】

【0002】

20

例えば、ハイブリッド車、電気自動車等に用いるモータ、ジェネレータ、モータジェネレータ等の回転電機においては、界磁巻線を設けたステータの内周側に、磁性体を設けたロータを回転可能に配設している。ロータは、ロータシャフトとそのロータシャフトに取り付ける磁性体とを用いて構成している。

【0003】

図 6 に示すごとく、ロータシャフト 93 は、内周側部分 931 と外周側部分 933 とをフランジ部 932 によって連結して構成されており、鍛造等により一体的に成形して製造される。

ところが、製品が大型になると、上記の方法を用いて一体成形によって製造することが困難となる。そこで、ロータシャフトをインナシャフトとアウトシャフトとに径方向に分割した構造とすれば、製造を容易にすることができる。例えば、特許文献 1 では、アウトシャフト内にインナシャフトを焼き嵌めし、両者を締結することによってロータシャフトを構成している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 166863 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

しかしながら、上記のごとく、分割構造を採用した場合には、ロータシャフトをどのような位置で分割するかが問題となっていた。分割位置が適切でない場合には、インナシャフトとアウトシャフトとの締結強度が十分に確保されず、ロータシャフトに対して回転方向（周方向）に大きなトルクが掛かると、インナシャフトとアウトシャフトとの間の締結が緩んでしまうことがあった。

このようなことから、大きな回転トルクに耐え得るだけの締結強度を十分に有する分割構造のロータシャフトが望まれており、これを実現するための分割位置が検討されていた。

【0006】

本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、インナシャフトとアウトシャ

50

フトとの締結強度を十分に確保し、優れた耐回転トルク性が得られ、さらに軽量化を図ることができるロータシャフトを提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、回転電機のロータに用いるロータシャフトにおいて、

該ロータシャフトは、円筒形状を有するインナシャフトと、該インナシャフトの外周に配設されるアウトシャフトとに分割して構成されており、

上記インナシャフトは、厚肉部と、該厚肉部から軸方向の一端側に突出すると共に上記厚肉部よりも径方向の厚みが小さい先端部と、上記厚肉部から軸方向の他端側に突出すると共に上記厚肉部よりも径方向の厚みが小さい後端部とを有し、

上記アウトシャフトは、上記インナシャフトを挿嵌させる挿嵌穴を有する内筒部と、該内筒部の外周側に配設され、磁気回路を形成するための磁性体を取り付ける磁性体取付外筒部と、上記内筒部の外周から径方向外方に向けて形成され、上記内筒部と上記磁性体取付外筒部との間を連結するフランジ部とを有し、

上記インナシャフトと上記アウトシャフトとは、上記厚肉部の外周面と上記内筒部の上記挿嵌穴の内周面とを接触させ、互いの押圧力によって締結固定されており、かつ、上記アウトシャフトの上記フランジ部は、上記インナシャフトの上記厚肉部に対して径方向に対向する位置に配設されており、

上記厚肉部の外周面のうち、上記内筒部の上記挿嵌穴の内周面との接触面の少なくとも一部には、凹凸が形成されており、

該凹凸は、上記厚肉部の外周面における上記接触面のうち、少なくとも上記厚肉部と上記フランジ部とが径方向に対向する部分に形成されていることを特徴とするロータシャフトにある（請求項1）。

【発明の効果】

【0008】

本発明のロータシャフトは、上記先端部と上記厚肉部と上記後端部とからなる上記インナシャフトと、上記内筒部と上記フランジ部と上記磁性体取付外筒部とからなる上記アウトシャフトとにより構成されている。そして、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとは、上記厚肉部の外周面と上記内筒部の上記挿嵌穴の内周面とを接触させ、互いの押圧力によって締結固定されている。

【0009】

すなわち、上記ロータシャフトは、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとが接触する面を分割面として、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとに径方向に分割して構成されたものと考えることができる。そして、上記の構成とすることにより、上記ロータシャフトをできるだけ中心に近い位置で分割することが可能となり、また、上記インナシャフトのうちの上記厚肉部の外周面を上記アウトシャフトと接触する面として機能させることができる。

【0010】

そのため、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとの締結部分の軸方向長さ、つまり締結部分全体の面積を十分に確保することができる。これにより、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとの軸方向及び周方向における締結強度を十分に確保し、優れた耐回転トルク性が得られる。

【0011】

また、上記アウトシャフトの上記フランジ部は、上記インナシャフトの上記厚肉部に対して径方向に対向する位置に配設されている。ここで、上記フランジ部は、上記アウトシャフトにおける上記フランジ部が存在しない部分に比べて径方向の剛性が高い。また、上記厚肉部は、上記インナシャフトにおける他の部分に比べて径方向の剛性が高い。すなわち、本発明では、剛性の高い上記フランジ部を剛性の高い上記厚肉部の外方に配設している。そのため、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとの軸方向及び周方向における締結強度を向上させることができ、耐回転トルク性をさらに高めることができる。

【 0 0 1 2 】

また、剛性の高い上記フランジ部を剛性の高い上記厚肉部の外方に配設することによって、例えば、従来（前述の図 6 参照）に比べて上記フランジ部の軸方向長さを短くして軽量化を図った場合（後述する実施例の図 2 参照）でも、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとの締結強度及び耐回転トルク性を十分に確保することができる。これにより、上記ロータシャフト全体の軽量化を図ることができる。

【 0 0 1 3 】

このように、本発明によれば、インナシャフトとアウトシャフトとの締結強度を十分に確保し、優れた耐回転トルク性が得られ、さらに軽量化を図ることができるロータシャフトを提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】実施例 1 における、ロータシャフトを用いたロータを回転電機に配設した状態を示す説明図。

【図 2】実施例 1 における、インナシャフトとアウトシャフトとを締結してなるロータシャフトを示す説明図。

【図 3】実施例 2 における、（ a ）～（ d ）分割位置を変更したロータシャフトを示す説明図。

【図 4】実施例 2 における、分割位置と耐回転トルクとの関係を示すグラフ。

【図 5】実施例 3 における、（ a ）～（ d ）フランジ部の位置を変更したロータシャフトを示す説明図。

20

【図 6】従来例における、ロータシャフトを示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

本発明において、上記ロータシャフトは、例えば、ハイブリッド車、電気自動車等に搭載されるモータ、ジェネレータ、モータジェネレータ等に採用することができる。

また、上記ロータシャフトには、例えば、加速の際に内燃機関（エンジン）からの入力が入力される。上記ロータシャフトを伝わり、該ロータシャフトを回転させようとして該ロータシャフトに接合されている電磁鋼板の慣性質量が働くことによって回転荷重が入力される。

【 0 0 1 6 】

30

また、上記フランジ部の軸方向長さの 85% 以上が上記厚肉部に対して径方向に対向していることが好ましい（請求項 2）。

上記厚肉部に対して径方向に対向している上記フランジ部の軸方向長さが 85% 未満の場合には、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとの締結強度を向上させるという効果を十分に発揮することができないおそれがある。

【 0 0 1 7 】

また、上記インナシャフトは、上記アウトシャフトにおける上記内筒部の上記挿嵌穴内に焼き嵌めされていることが好ましい（請求項 3）。

この場合には、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとを容易に締結することができる。また、本発明のような構成とすることにより、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとを焼き嵌めによって締結した場合でも、その締結強度を十分に確保することができる。

40

【 0 0 1 8 】

また、上記の焼き嵌めは、例えば以下のようにして行うことができる。まず、上記アウトシャフトにおける上記内筒部の上記挿嵌穴の内径を上記インナシャフトの外径よりも小さく形成しておく。そして、上記内筒部を加熱して膨張させた後、該内筒部の上記挿嵌穴内に上記インナシャフトを挿入する。その後、上記内筒部を冷却して収縮させることにより、上記インナシャフトを上記アウトシャフトにおける上記内筒部の上記挿嵌穴において締結する。

なお、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとは、上述の焼き嵌め以外の手法を用

50

いて締結することもできる。

【0019】

また、上記厚肉部の外周面のうち、上記内筒部の上記挿嵌穴の内周面との接触面の少なくとも一部には、凹凸が形成されている。

これにより、上記インナシャフトにおける上記厚肉部の外周面の凹凸に上記アウトシャフトにおける上記内筒部の上記挿嵌穴の内周面が接触して食い込むことにより、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとの締結強度をさらに向上させることができる。

特に、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとを焼き嵌めによって締結させる場合には、上記の効果をより一層発揮することができる。

【0020】

また、上記厚肉部の外周面における上記接触面のうち、少なくとも上記厚肉部と上記フランジ部とが径方向に対向する部分には、凹凸が形成されている。

これにより、上記フランジ部を剛性の高い上記厚肉部の外方に配設することによって上記インナシャフトと上記アウトシャフトとの締結強度を向上させた部分において、締結強度をさらに高めることができる。これにより、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとの締結強度をより効果的に向上させることができる。

【0021】

また、上記厚肉部の外周面における上記接触面の凹凸は、例えば、ローレット加工を施すことによって形成することができる。また、その形状は、アヤ目等の凹凸形状とすることができる。もちろん、その他の加工方法を用いて凹凸を形成することもできるし、その他の凹凸形状とすることもできる。

また、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとを焼き嵌めによって締結させる場合には、上記凹凸の高さを焼嵌代の半分以上とすることが好ましく、このようにすることで、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとの締結強度を十分に得られる。

【0022】

また、上記インナシャフトは、浸炭処理又は浸炭浸室処理を施した材料であり、上記アウトシャフトは、機械構造用炭素鋼又はクロム鋼であることが好ましい（請求項4）。

この場合には、上記インナシャフト及び上記アウトシャフトを構成する材料を上記のごとく選定することにより、上記インナシャフトと上記アウトシャフトとの締結強度を十分に確保し、優れた耐回転トルク性が得られるという効果をより一層発揮することができる。

【0023】

なお、上記インナシャフトを構成する浸炭処理又は浸炭浸室処理を施した材料としては、S15C、S20C、S30C、SCr415、SCr420等を用いることができる。

また、上記アウトシャフトを構成する機械構造用炭素鋼又はクロム鋼としては、S15C、S20C、S30C、S35C、S40C、S45C、S50C、S55C、S60C、SCr415、SCr420等を用いることができる。

また、上記内筒部は、上記フランジ部よりも軸方向の長さが長いことが好ましい（請求項5）。

【実施例】

【0024】

（実施例1）

本発明の実施例にかかるロータシャフトについて、図を用いて説明する。

本例のロータシャフト3は、図1に示すごとく、回転電機1のロータ2に用いるものであり、円筒形状を有するインナシャフト4と、インナシャフト4の外周に配設されるアウトシャフト5とに分割して構成されている。

【0025】

図1、図2に示すごとく、インナシャフト4は、厚肉部42と、厚肉部42から軸方向の一端側に突出すると共に厚肉部42よりも径方向の厚みが小さい先端部41と、厚肉部

10

20

30

40

50

４２から軸方向の他端側に突出すると共に厚肉部４２よりも径方向の厚みが小さい後端部４３とを有する。

【００２６】

同図に示すごとく、アウトシャフト５は、インナシャフト４を挿嵌させる挿嵌穴５０を有する内筒部５１と、内筒部５１の外周側に配設され、磁気回路を形成するための磁性体５４を取り付ける磁性体取付外筒部５３と、内筒部５１の外周から径方向外方に向けて形成され、内筒部５１と磁性体取付外筒部５３との間を連結するフランジ部５２とを有する。

【００２７】

同図に示すごとく、インナシャフト４とアウトシャフト５とは、厚肉部４２の外周面４２２と内筒部５１の挿嵌穴５０の内周面５０１と接触させ、互いの押圧力によって締結固定されており、かつ、アウトシャフト５のフランジ部５２は、インナシャフト４の厚肉部４２に対して径方向に対向する位置に配設されている。

以下、これを詳説する。

【００２８】

本例の回転電機１は、ハイブリッド車、電気自動車等に搭載されるものであり、主に駆動用として作用するモータである。なお、回転電機１は、主に発電用として作用するジェネレータであってもよいし、発電用及び駆動用の両方として作用するモータジェネレータであってもよい。

【００２９】

図１、図２に示すごとく、ロータシャフト３は、円筒形状を有するインナシャフト４と、インナシャフト４の外周に配設されるアウトシャフト５とに径方向に分割して構成されている。図２に示すごとく、分割位置は、ロータシャフト３の中心Ｘから距離Ｄの位置である。

【００３０】

図１に示すごとく、インナシャフト４は、円筒形状を呈しており、その軸方向両端部における外周面に設けたベアリング１４を介してハウジング１１に回転可能に配設されている。

【００３１】

図１、図２に示すごとく、インナシャフト４は、先端部４１と厚肉部４２と後端部４３とからなる。厚肉部４２の厚みは、先端部４１及び後端部４３の厚みよりも大きい。また、先端部４１の外径は、厚肉部４２及び後端部４３の外径よりも小さい。また、厚肉部４２及び後端部４３の外径は、ほぼ同じである。また、先端部４１及び厚肉部４２の内径は、ほぼ同じであり、後端部４３の内径よりも小さい。

【００３２】

同図に示すごとく、アウトシャフト５は、内筒部５１とフランジ部５２と磁性体取付外筒部５３とからなる。磁性体取付外筒部５３は、円筒形状を呈しており、内筒部５１の外周から径方向外方に向けて形成したフランジ部５２の外周側に設けられている。磁性体取付外筒部５３の外周面には、回転電機１における磁気回路を形成するための磁性体５４が取り付けられている。

また、アウトシャフト５のフランジ部５２は、インナシャフト４の厚肉部４２に対して径方向に対向する位置に配設されている。本例では、図２に示すごとく、フランジ部５２は、軸方向長さＬの８５％以上の領域が厚肉部４２に対して径方向に対向している。

【００３３】

図１に示すごとく、インナシャフト４とアウトシャフト５とを締結してなると共に磁性体５４を取り付けてなるロータ２は、ハウジング１１に固定したステータ６の内周側に配置されている。

そして、回転電機１においては、ステータ６に配設した界磁巻線６１とロータ２に配設した磁性体５４とによって、ロータ２を回転させる磁気回路又は発電を行う磁気回路が形成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

また、本例では、図 2 に示すごとく、インナシャフト 4 は、アウトシャフト 5 における内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 内に焼き嵌めされている。この焼き嵌めは、まず、アウトシャフト 5 の内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 の内径をインナシャフト 4 の外径よりも小さくしておく。そして、内筒部 5 1 を加熱して膨張させた後、この内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 内にインナシャフト 4 を挿入する。その後、内筒部 5 1 を冷却して収縮させることにより、インナシャフト 4 をアウトシャフト 5 における内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 において締結する。

【 0 0 3 5 】

すなわち、加熱膨張させた内筒部 5 1 を冷却することにより、内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 は元の内径に戻ろうとする。ところが、内側にインナシャフト 4 を挿通してあるため、内筒部 5 1 においてインナシャフト 4 を締め付ける力が作用する。一方、インナシャフト 4 においてそれに反発する力が作用する。これらの力は、内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 の内径とインナシャフト 4 の外径との差である焼嵌代によるものである。

これにより、インナシャフト 4 とアウトシャフト 5 とは、インナシャフト 4 における厚肉部 4 2 及び後端部 4 3 の外周面 4 2 2、4 3 2 とアウトシャフト 5 における内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 の内周面 5 0 1 とを接触させ、互いの押圧力によって締結固定される。

【 0 0 3 6 】

また、本例では、同図に示すごとく、インナシャフト 4 における厚肉部 4 2 の外周面 4 2 2 のうち、アウトシャフト 5 における内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 の内周面 5 0 1 との接触面 4 2 2 a の一部に、凹凸が形成されている。具体的には、厚肉部 4 2 の外周面 4 2 2 における接触面 4 2 2 a のうち、厚肉部 4 2 とフランジ部 5 2 とが径方向に対向する部分に、凹凸が形成されている。

【 0 0 3 7 】

そして、インナシャフト 4 とアウトシャフト 5 とは、上述した焼き嵌めの際、インナシャフト 4 における厚肉部 4 2 の外周面 4 2 2 の凹凸に、アウトシャフト 5 における内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 の内周面 5 0 1 が食い込んだ状態で締結固定される。

なお、接触面 4 2 2 a の凹凸は、ローレット加工を施すことによって形成されており、その形状は、アヤ目模様の凹凸形状となっている。また、凹凸の高さは、焼嵌代の半分以下となっている。

【 0 0 3 8 】

また、本例では、インナシャフト 4 を構成する材料としては、浸炭処理を施した材料である S C r 4 1 5 を用いている。また、アウトシャフト 5 を構成する材料としては、機械構造用炭素鋼である S 5 0 C を用いている。

また、インナシャフト 4 及びアウトシャフト 5 は、切削加工等を行って所望の形状に形成されている。

【 0 0 3 9 】

次に、本例のロータシャフト 3 における作用効果について説明する。

本例のロータシャフト 3 は、先端部 4 1 と厚肉部 4 2 と後端部 4 3 とからなるインナシャフト 4 と、内筒部 5 1 とフランジ部 5 2 と磁性体取付外筒部 5 3 とからなるアウトシャフト 5 とにより構成されている。そして、インナシャフト 4 とアウトシャフト 5 とは、厚肉部 4 2 の外周面 4 2 2 と内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 の内周面 5 0 1 とを接触させ、互いの押圧力によって締結固定されている。

【 0 0 4 0 】

すなわち、ロータシャフト 3 は、インナシャフト 4 とアウトシャフト 5 とが接触する面を分割面として、インナシャフト 4 とアウトシャフト 5 とに径方向に分割して構成されたものと考えることができる。そして、上記の構成とすることにより、ロータシャフト 3 をできるだけ中心に近い位置で分割することが可能となり、また、インナシャフト 4 のうちの厚肉部 4 2 の外周面 4 2 2 をアウトシャフト 5 と接触する面として機能させることができる。

【 0 0 4 1 】

そのため、インナシャフト４とアウトシャフト５との締結部分の軸方向長さ、つまり締結部分全体の面積を十分に確保することができる。これにより、インナシャフト４とアウトシャフト５との軸方向及び周方向における締結強度を十分に確保し、優れた耐回転トルク性が得られる。

【００４２】

また、アウトシャフト５のフランジ部５２は、インナシャフト４の厚肉部４２に対して径方向に対向する位置に配設されている。ここで、フランジ部５２は、アウトシャフト５におけるフランジ部５２が存在しない部分に比べて径方向の剛性が高い。また、厚肉部４２は、インナシャフト４における他の部分に比べて径方向の剛性が高い。すなわち、本例では、剛性の高いフランジ部５２を剛性の高い厚肉部４２の外方に配設している。そのため、インナシャフト４とアウトシャフト５との軸方向及び周方向における締結強度を向上させることができ、耐回転トルク性をさらに高めることができる。

10

【００４３】

また、剛性の高いフランジ部５２を剛性の高い厚肉部４２の外方に配設することによって、例えば、従来（図６参照）に比べてフランジ部５２の軸方向長さを短くして軽量化を図った場合でも、インナシャフト４とアウトシャフト５との締結強度及び耐回転トルク性を十分に確保することができる。これにより、ロータシャフト３全体の軽量化を図ることができる。

【００４４】

また、本例では、フランジ部５２の軸方向長さＬの８５％以上の領域が厚肉部４２に対して径方向に対向している。そのため、フランジ部５２と厚肉部４２とを対向させて、インナシャフト４とアウトシャフト５との締結強度を向上させるという効果を十分に発揮することができる。

20

【００４５】

また、インナシャフト４は、アウトシャフト５における内筒部５１の挿嵌穴５０内に焼き嵌めされている。そのため、インナシャフト４とアウトシャフト５とを容易に締結することができる。また、本例のような構成とすることにより、インナシャフト４とアウトシャフト５とを焼き嵌めによって締結した場合でも、その締結強度を十分に確保することができる。

【００４６】

30

また、厚肉部４２の外周面４２２のうち、内筒部５１の挿嵌穴５０の内周面５０１との接触面４２２ａに、凹凸が形成されている。具体的には、厚肉部４２の外周面４２２における接触面４２２ａのうち、厚肉部４２とフランジ部５２とが径方向に対向する部分に凹凸が形成されている。そのため、インナシャフト４における厚肉部４２の外周面４２２の凹凸にアウトシャフト５における内筒部５１の挿嵌穴５０の内周面５０１が接触して食い込むことにより、インナシャフト４とアウトシャフト５との締結強度をさらに向上させることができる。

【００４７】

特に、上記の効果は、フランジ部５２を剛性の高い厚肉部４２の外方に配設することによって締結強度を向上させた部分であるため、締結強度をより効果的に向上させることができる。

40

また、本例では、インナシャフト４とアウトシャフト５とを焼き嵌めによって締結させるため、上記の効果をより一層発揮することができる。また、接触面４２２ａの凹凸の高さを焼嵌代の半分以下としているため、締結強度を確実に向上させることができる。

【００４８】

また、インナシャフト４は、浸炭処理を施した材料のＳＣｒ４１５であり、アウトシャフト５は、機械構造用炭素鋼のＳ５０Ｃである。このように、インナシャフト４及びアウトシャフト５を構成する材料を上記のごとく選定することにより、インナシャフト４とアウトシャフト５との締結強度を十分に確保し、優れた耐回転トルク性が得られるという効果をより一層発揮することができる。

50

【 0 0 4 9 】

このように、本例のロータシャフト 3 は、インナシャフト 4 とアウタシャフト 5 との締結強度を十分に確保し、優れた耐回転トルク性が得られ、さらに軽量化を図ることができる。

【 0 0 5 0 】

(実施例 2)

本例は、インナシャフトとアウタシャフトとの分割位置を変化させた場合におけるロータシャフトの耐回転トルク性を評価したものである。

本例では、図 3 (a) ~ (d) に示すごとく、インナシャフト 4 とアウタシャフト 5 との分割位置が異なるロータシャフト 3 (試料 1 1 ~ 1 4) を準備し、所定の焼嵌代 A、B ($A < B$) に設定した場合の耐回転トルクを測定した。

【 0 0 5 1 】

具体的には、試料 1 1 は、図 3 (a) に示すごとく、実施例 1 と同様のロータシャフト 3 である。

また、その他のロータシャフト 3 の分割位置は、試料 1 1 のロータシャフト 3 の構成部位 (図 3 (a) 参照) で説明すると、試料 1 2 では、図 3 (b) に示すごとく、アウタシャフト 5 における内筒部 5 1 の中間位置である。また、試料 1 3 では、図 3 (c) に示すごとく、アウタシャフト 5 における内筒部 5 1 とフランジ部 5 2 との間である。また、試料 1 4 では、図 3 (d) に示すごとく、アウタシャフト 5 におけるフランジ部 5 2 と磁性体取付外筒部 5 3 との間である。

【 0 0 5 2 】

また、耐回転トルクは、計算によって求めた。なお、インナシャフト 4 とアウタシャフト 5 との摩擦係数は 0 . 2 程度である。

以下、表 1 に測定結果を示し、その測定結果を図 4 に示す。同図では、縦軸が耐回転トルク ($N \cdot m$)、横軸が分割位置 (mm) である。分割位置とは、図 3 (a) ~ (d) に示すごとく、ロータシャフト 3 の中心 X からの距離 D である。

【 0 0 5 3 】

【表 1】

(表 1)

試料	分割位置 (mm)	耐回転トルク(N・m)	
		焼嵌代 A	焼嵌代 B
11	45.25	1634	2518
12	52	1485	2288
13	58	808	1245
14	92	455	701

【 0 0 5 4 】

表 1 及び図 4 から、試料 1 1、試料 1 2 は、試料 1 3、試料 1 4 に比べて、耐回転トルクが高いことがわかる。すなわち、厚肉部 4 2 の外周面 4 2 2 と内筒部 5 1 の挿嵌穴 5 0 の内周面 5 0 1 とを接触させてインナシャフト 4 とアウタシャフト 5 とを締結固定した試料 1 1、試料 1 2 は、インナシャフト 4 とアウタシャフト 5 との締結部分の軸方向長さ (締結部分全体の面積) を十分に確保することができるため、両者の締結強度を十分に確保することができ、優れた耐回転トルク性が得られることがわかる。

【 0 0 5 5 】

(実施例 3)

本例は、アウタシャフトのフランジ部の位置を変化させた場合におけるロータシャフトの耐回転トルク性を評価したものである。

本例では、図 5 (a) ~ (d) に示すごとく、アウタシャフト 5 のフランジ部 5 2 (軸方向長さ L) の位置が異なるロータシャフト 3 (試料 2 1 ~ 2 4) を準備し、実施例 2 と同様に所定の焼嵌代 A、B ($A < B$) に設定した場合の耐回転トルクを測定した。

【 0 0 5 6 】

具体的には、試料 2 1 は、図 5 (a) に示すごとく、実施例 1 と同様のロータシャフト 3 である。また、試料 2 2 は、図 5 (b) に示すごとく、フランジ部 5 2 の位置を試料 2 1 よりも先端側に 1 . 7 mm 移動させたものである。また、試料 2 3 は、図 5 (c) に示すごとく、試料 2 1 よりも先端側に 8 mm 移動させたものである。また、試料 2 4 は、図 5 (d) に示すごとく、試料 2 1 よりも後端側に 1 2 . 3 mm 移動させたものである。

また、耐回転トルクは、実施例 2 と同様の方法で測定した。なお、インナシャフト 4 とアウタシャフト 5 との摩擦係数は 0 . 2 程度である。

以下、表 2 に測定結果を示す。

【 0 0 5 7 】

【 表 2 】

(表2)

試料	分割位置 (mm)	耐回転トルク(N・m)	
		焼嵌代 A	焼嵌代 B
21	45.25	1634	2518
22		1659	2557
23		1651	2545
24		1424	2195

【 0 0 5 8 】

表 2 から、フランジ部 5 2 が厚肉部 4 2 に対して径方向に対向しており、その領域が十分である試料 2 1 ~ 2 3 では、耐回転トルクが十分に確保されている。一方、フランジ部 5 2 のほとんどの領域が厚肉部 4 2 に対して径方向に対向していない試料 2 4 では、その他のものよりも締結強度が低い。

これにより、フランジ部 5 2 を剛性の高い厚肉部 4 2 の外方に配設し、フランジ部 5 2 と厚肉部 4 2 との対向領域が十分であれば、インナシャフト 4 とアウタシャフト 5 との締結強度を向上させ、耐回転トルク性をさらに高められることがわかる。

【 符号の説明 】

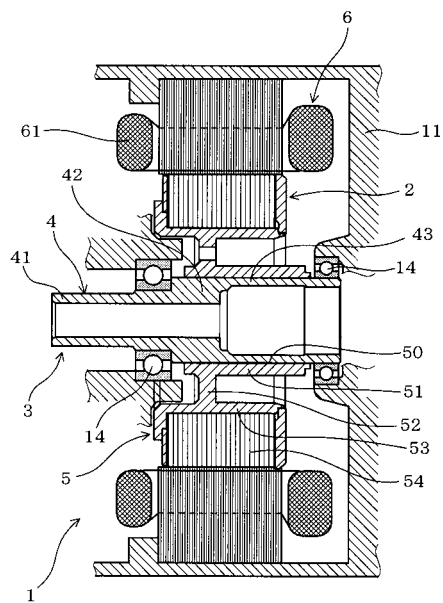
【 0 0 5 9 】

- 3 ロータシャフト
- 4 インナシャフト
- 4 1 先端部
- 4 2 厚肉部
- 4 2 2 外周面 (厚肉部の外周面)
- 4 3 後端部
- 5 アウタシャフト

- 5 0 挿嵌穴
- 5 0 1 内周面（挿嵌穴の内周面）
- 5 1 内筒部
- 5 2 フランジ部
- 5 3 磁性体取付外筒部

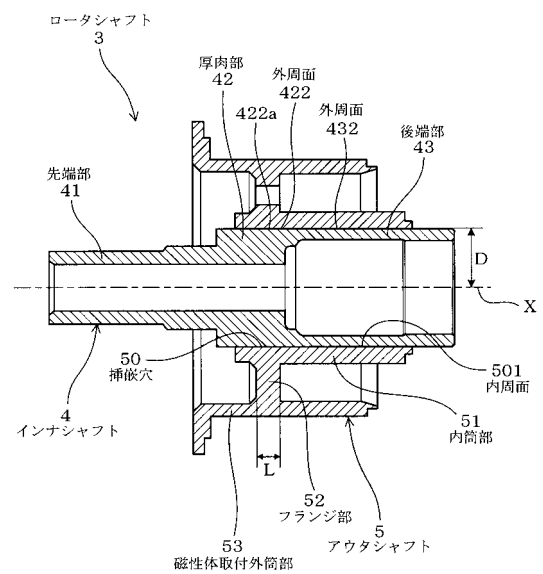
【図 1】

(図 1)



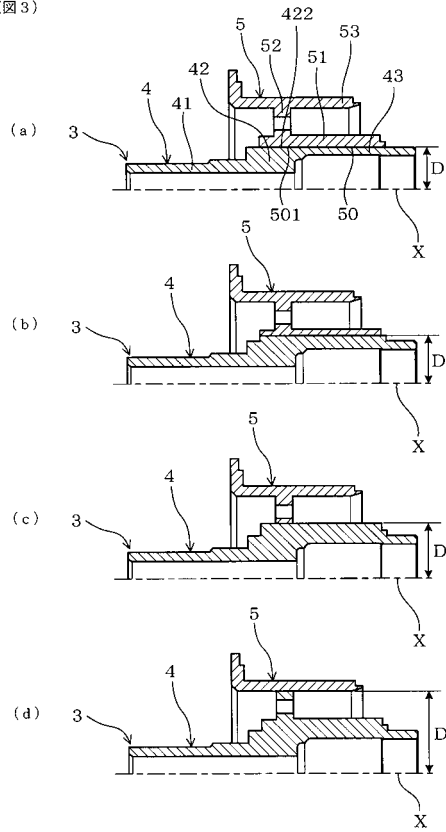
【図 2】

(図 2)



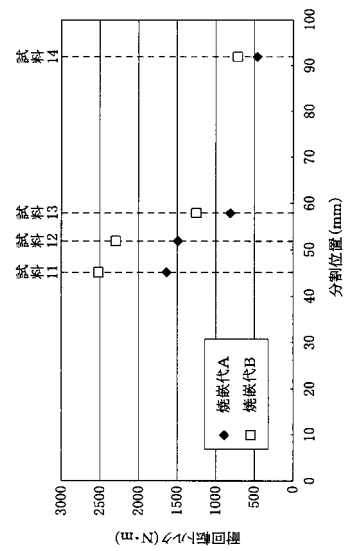
【図3】

(図3)



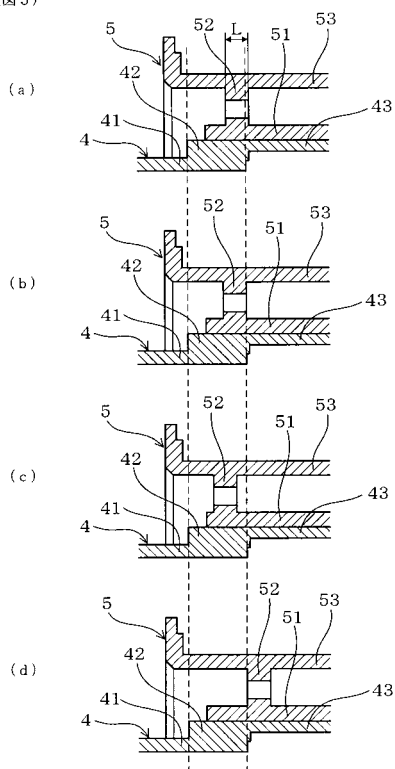
【図4】

(図4)



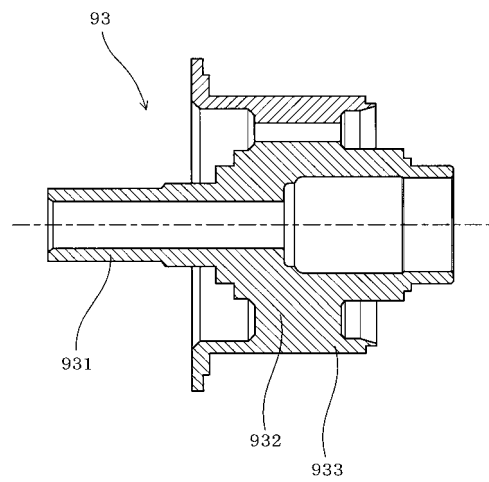
【図5】

(図5)



【図6】

(図6)



フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 弘樹
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 八代 堯久
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 下原 浩嗣

- (56)参考文献 特開2007-312576(JP,A)
特開2004-336965(JP,A)
特開2000-270505(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|------|
| H02K | 1/28 |
| H02K | 1/30 |