

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5720939号
(P5720939)

(45) 発行日 平成27年5月20日(2015.5.20)

(24) 登録日 平成27年4月3日(2015.4.3)

(51) Int. Cl. F I
HO2K 1/27 (2006.01) HO2K 1/27 501C
HO2K 15/03 (2006.01) HO2K 15/03 Z

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-82323 (P2011-82323)	(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
(22) 出願日	平成23年4月2日(2011.4.2)	(74) 代理人	100135013 弁理士 西田 隆美
(65) 公開番号	特開2012-222835 (P2012-222835A)	(72) 発明者	中西 慶太 京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内
(43) 公開日	平成24年11月12日(2012.11.12)	(72) 発明者	右田 貴之 京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内
審査請求日	平成26年3月31日(2014.3.31)	(72) 発明者	青野 真郷 京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータユニット、回転電機、およびロータユニットの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

中心軸に沿って配列される複数の回転体を備え、
 前記複数の回転体は、天面同士を互いに向き合わせ、底面同士を互いに背けた状態で、
 中心軸に沿って配列される第1回転体および第2回転体を含み、
 前記第1回転体および前記第2回転体は、それぞれ、
 前記中心軸を包囲する環状のロータコアと、
 前記ロータコアの周囲において周方向に配列される複数のマグネットと、
 前記マグネットを保持するホルダと、
 を有し、
 前記ホルダは、
 前記複数のマグネットの間に沿って軸方向に延びる複数の仕切部と、
 前記複数の仕切部を接続する連結部と、を有し、
 前記連結部は、前記マグネットの前記底面側の端部に当接する当接面を有し、
 前記当接面から前記仕切部の前記天面側の端部までの軸方向の寸法は、前記マグネットの
 軸方向の寸法より長く、
 前記当接面から前記ロータコアの前記天面側の端部までの軸方向の寸法は、前記当接面
 から前記仕切部の前記天面側の端部までの軸方向の寸法より短く、かつ、前記マグネット
 の軸方向の寸法より長く、
 前記第1回転体および前記第2回転体は、前記複数のマグネットの周方向位置を互いに

ずらした状態で、配置されている回転電機用ロータユニット。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のロータユニットにおいて、
前記ロータコアは、正多角柱状の外周面を有しているロータユニット。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載のロータユニットにおいて、
前記仕切部は、

前記ロータコアの外周面より径方向内側に位置する内側柱状部と、
前記ロータコアの外周面より径方向外側に位置する外側柱状部と、

を有し、

前記内側柱状部の前記天面側の端部は、前記ロータコアの前記天面側の端部と同等またはそれより底面側の軸方向位置に、配置され、

前記外側柱状部の前記天面側の端部は、前記ロータコアの前記天面側の端部より前記天面側に、配置されているロータユニット。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 までのいずれかに記載のロータユニットにおいて、

前記当接面から前記ロータコアの前記天面側の端部までの軸方向の寸法は、前記ロータコアの前記天面側の端部から前記仕切部の前記天面側の端部までの軸方向の寸法と、前記マグネットの軸方向の寸法との和より、大きいロータユニット。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれかに記載のロータユニットにおいて、
前記仕切部は、前記天面側の端部に凸部を有するロータユニット。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までのいずれかに記載のロータユニットにおいて、

前記第 1 回転体のホルダと、前記第 2 回転体のホルダとが、同形状であるロータユニット。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 までのいずれかに記載のロータユニットにおいて、

前記ホルダは樹脂部材であり、

前記ホルダは、インサート成型により前記ロータコアの表面に形成されているロータユニット。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 までのいずれかに記載のロータユニットにおいて、

前記複数の回転体は、前記第 1 回転体と前記第 2 回転体との間に配置された中央回転体をさらに含み、

前記第 1 回転体のマグネットは、前記第 1 回転体の当接面と、前記中央回転体の仕切部との間に配置され、

前記中央回転体のマグネットは、前記第 1 回転体の仕切部と、前記第 2 回転体の仕切部との間に配置され、

前記第 2 回転体のマグネットは、前記第 2 回転体の当接面と、前記中央回転体の仕切部との間に配置されているロータユニット。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のロータユニットにおいて、

前記中央回転体の仕切部は、

前記第 1 回転体側の端部に設けられた第 1 凸部と、

前記第 2 回転体側の端部に設けられた第 2 凸部と、

を有するロータユニット。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のロータユニットにおいて、

前記第 1 凸部は、前記中央回転体のロータコアの前記第 1 回転体側の端部より、前記第

10

20

30

40

50

1 回転体側へ突出し、

前記第 2 凸部は、前記中央回転体のロータコアの前記第 2 回転体側の端部より、前記第 2 回転体側へ突出し、

前記第 2 回転体のマグネットは、前記第 2 回転体の当接面と、前記第 2 突部との、双方に当接しているロータユニット。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載のロータユニットにおいて、

前記中央回転体のロータコアの前記第 2 回転体側の端部は、前記第 2 凸部の基端部より、前記第 2 回転体側に配置されているロータユニット。

【請求項 1 2】

静止部と、

前記静止部に対して回転可能に支持される回転部と、
を備え、

前記回転部は、

請求項 1 から請求項 1 1 までのいずれかに記載のロータユニットと、

前記ロータコアの内側に挿入されたシャフトと、

を有し、

前記静止部は、

前記シャフトを回転可能に支持する軸受部と、

前記ロータユニットの径方向外側に配置された電機子と、

を有する回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロータユニット、回転電機、およびロータユニットの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、マグネットを有するロータユニットを、コイルの内側で回転させる、インナーロータタイプのモータが知られている。例えば、国際公開第 2006/008964 号には、ステータと、ステータの内側に配置されたロータとを備えたブラシレスモータが、記載されている。

【0003】

国際公開第 2006/008964 号のロータは、ロータシャフト、ロータコア、マグネットホルダ、および 6 個のロータマグネットを、備えている。また、同文献の段落 0048 ~ 0051 および図 8 には、手前側のロータマグネットと奥側のロータマグネットとを段状にずらして取り付け、ステップスキュー形態のロータが記載されている。

【特許文献 1】国際公開第 2006/008964 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、国際公開第 2006/008964 号の図 8 の例では、手前側のマグネットと奥側のマグネットとの接触が、防止されていない。このため、製造時、運搬時、または使用時の衝撃によって、マグネット同士が接触し、一方または双方のマグネットに、割れや欠けが発生する虞がある。マグネットの割れや欠けは、モータの磁気特性を低下させるとともに、騒音の要因となり得る。

【0005】

本発明の目的は、回転電機のロータユニットにおいて、マグネット同士の接触を防止することにより、マグネットの損傷を抑制できる技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

本願の例示的な第1発明は、中心軸に沿って配列される複数の回転体を備え、複数の回転体は、天面同士を互いに向き合わせ、底面同士を互いに背けた状態で、中心軸に沿って配列される第1回転体および第2回転体を含み、第1回転体および前記第2回転体は、それぞれ、中心軸を包囲する環状のロータコアと、ロータコアの周囲において周方向に配列される複数のマグネットと、マグネットを保持するホルダと、を有し、ホルダは、複数のマグネットの間に沿って軸方向に延びる複数の仕切部と、複数の仕切部を接続する連結部と、を有し、連結部は、マグネットの底面側の端部に当接する当接面を有し、当接面から仕切部の天面側の端部までの軸方向の寸法は、マグネットの軸方向の寸法より長く、当接面からロータコアの天面側の端部までの軸方向の寸法は、当接面から仕切部の天面側の端部までの軸方向の寸法より短く、かつ、マグネットの軸方向の寸法より長く、第1回転体および第2回転体は、複数のマグネットの周方向位置を互いにずらした状態で、配置されている回転電機用ロータユニットである。

10

【発明の効果】

【0008】

本願の例示的な第1発明によれば、マグネット同士の接触を防止できる。これにより、マグネットの損傷を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、ロータユニットの斜視図である。

【図2】図2は、モータの縦断面図である。

20

【図3】図3は、第1回転体の斜視図である。

【図4】図4は、第1回転体の天面図である。

【図5】図5は、第1回転体および第2回転体の斜視図である。

【図6】図6は、第1回転体および第2回転体の部分側面図である。

【図7】図7は、ロータユニットの部分縦断面図である。

【図8】図8は、ロータユニットの製造手順を示すフローチャートである。

【図9】図9は、第1回転体、第2回転体、および中央回転体の側面図である。

【図10】図10は、第1回転体、第2回転体、および中央回転体の部分側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

30

以下、本発明の例示的な実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下では、第1回転体および第2回転体の互いに向き合う面を「天面」とし、互いに背く面を「底面」として、各部の形状や位置関係を説明する。ただし、これらの用語は、あくまで説明の便宜のために定義されたものである。これらの用語により、本発明に係るロータユニットおよび回転電機の、使用時の位置を限定する意図はない。

【0012】

< 1. 一実施形態に係るロータユニット >

図1は、本発明の一実施形態に係る回転電機用ロータユニット32Aの斜視図である。図1に示すように、ロータユニット32Aは、2つの回転体41A、42Aを備えている。2つの回転体41A、42Aは、中心軸9Aに沿って配列されている。なお、図1では、回転体41Aの一部のかくれ線を、破線で示している。

40

【0013】

2つの回転体41A、42Aは、それぞれ、ロータコア51A、ホルダ52A、および複数のマグネット53Aを、有している。ロータコア51Aは、中心軸9Aを包囲する環状の部材である。複数のマグネット53Aは、ロータコア51Aの周囲において周方向に配列され、ホルダ52Aに保持されている。

【0014】

ホルダ52Aは、複数のマグネット53Aの間に沿って軸方向に延びる複数の仕切部60Aを、有している。図1に示すように、各仕切部60Aの軸方向の寸法は、その仕切部60Aに保持されるマグネット53Aの軸方向の寸法より、長くなっている。

50

【 0 0 1 5 】

また、2つの回転体41A, 42Aは、複数のマグネット53Aの周方向位置を互いにずらした状態で、配置されている。このため、仕切部60Aが、マグネット53Aの軸方向の移動を制限する。それにより、一方の回転体41Aのマグネット53Aと、他方の回転体42Aのマグネット53Aとの接触が、防止される。したがって、各マグネット53Aの損傷が、抑制される。

【 0 0 1 6 】

このロータユニット32Aを製造するときには、まず、ロータコア51Aを金型の内部に配置する。そして、金型の内部に樹脂を射出する。これにより、複数の仕切部60Aを有する形状に、ホルダ52Aをインサート成型する。ここでは、仕切部60Aの軸方向の寸法が、マグネット53Aの軸方向の寸法より長くなるように、ホルダ52Aを成型する。インサート成型の製造工程では、ホルダ52Aの成型と、ロータコア51Aおよびホルダ52Aの固定との、双方が行われる。このため、ロータコア51Aおよびホルダ52Aの製造工程が、短縮される。

10

【 0 0 1 7 】

続いて、互いに隣り合う一对の仕切部60Aの間に、マグネット53Aを配置する。仮に、マグネットも含めてインサート成型しようとする、インサート成型前に、ロータコアにマグネットを接着する等して、少なくとも一旦固定する必要がある。これに対し、本実施形態では、成型が完了して硬化した後のホルダ52Aを利用して、マグネット53Aを位置決めする。このため、マグネット53Aも含めてインサート成型する場合より、複数のマグネット53Aを、容易に精度よく位置決めできる。

20

【 0 0 1 8 】

その後、上記の工程により作製された2つの回転体41A, 42Aを、軸方向に配列する。このとき、複数のマグネット53Aの周方向位置を互いにずらした状態で、複数の回転体41A, 42Aを配列する。

【 0 0 1 9 】

< 2 . より具体的な実施形態 >

< 2 - 1 . モータの全体構成 >

続いて、本発明のより具体的な実施形態について説明する。

【 0 0 2 0 】

図2は、回転電機の一例となるモータ1の縦断面図である。本実施形態のモータ1は、自動車に搭載され、パワーステアリングの駆動力を発生させるために使用される。図2に示すように、モータ1は、静止部2と回転部3とを、有している。回転部3は、静止部2に対して、回転可能に支持されている。

30

【 0 0 2 1 】

本実施形態の静止部2は、ハウジング21、蓋部22、電機子23、下軸受部24、および上軸受部25を、有している。

【 0 0 2 2 】

ハウジング21は、電機子23、下軸受部24、および回転部3を内部に収容する、有底略円筒状の筐体である。ハウジング21の下面の中央には、下軸受部24を保持するための凹部211が、形成されている。蓋部22は、ハウジング21の上部の開口を閉塞する板状の部材である。蓋部22の中央には、上軸受部25を保持するための円孔221が、形成されている。

40

【 0 0 2 3 】

電機子23は、駆動電流に応じて磁束を発生させる。電機子23は、ステータコア26と、コイル27と、を有する。ステータコア26は、複数の鋼板を軸方向(中心軸9に沿う方向。以下同じ)に積層した積層鋼板からなる。ステータコア26は、円環状のコアバック261と、コアバック261から径方向(中心軸9に直交する方向。以下同じ)内側へ向けて突出した複数本のティース部262と、を有する。コアバック261は、ハウジング21の側壁の内周面に、固定されている。コイル27は、ステータコア26の各ティ

50

ース部 2 6 2 に巻回された導線により、構成されている。

【 0 0 2 4 】

下軸受部 2 4 および上軸受部 2 5 は、回転部 3 側のシャフト 3 1 を回転可能に支持する機構である。本実施形態の下軸受部 2 4 および上軸受部 2 5 には、球体を介して外輪と内輪とを相対回転させるボールベアリングが、使用されている。ただし、ボールベアリングに代えて、すべり軸受や流体軸受等の他方式の軸受が、使用されていてもよい。

【 0 0 2 5 】

下軸受部 2 4 の外輪 2 4 1 は、ハウジング 2 1 の凹部 2 1 1 に、固定されている。また、上軸受部 2 5 の外輪 2 5 1 は、蓋部 2 2 の円孔 2 2 1 の縁に、固定されている。一方、下軸受部 2 4 および上軸受部 2 5 の内輪 2 4 2 , 2 5 2 は、シャフト 3 1 に固定されている。このため、シャフト 3 1 は、ハウジング 2 1 および蓋部 2 2 に対して、回転可能に支持されている。

10

【 0 0 2 6 】

本実施形態の回転部 3 は、シャフト 3 1 と、ロータユニット 3 2 とを、有している。

【 0 0 2 7 】

シャフト 3 1 は、中心軸 9 に沿って上下方向に延びる略円柱状の部材である。シャフト 3 1 は、上述した下軸受部 2 4 および上軸受部 2 5 に支持されつつ、中心軸 9 を中心として回転する。また、シャフト 3 1 は、蓋部 2 2 より上方に突出した頭部 3 1 1 を有する。頭部 3 1 1 は、ギア等の動力伝達機構を介して、自動車の操舵装置に連結される。

【 0 0 2 8 】

ロータユニット 3 2 は、電機子 2 3 の径方向内側において、シャフト 3 1 とともに回転するユニットである。ロータユニット 3 2 は、第 1 回転体 4 1、第 2 回転体 4 2、およびカバー 4 3 を、備えている。

20

【 0 0 2 9 】

本実施形態の第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 は、それぞれ、ロータコア 5 1、マグネットホルダ 5 2、および複数のマグネット 5 3 を、有している。第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 は、マグネット 5 3 が露出した天面同士を互いに向き合わせ、他端面である底面同士を互いに背けた状態で、中心軸 9 に沿って配列されている。

【 0 0 3 0 】

カバー 4 3 は、ロータユニット 3 2 を保持する略円筒状の部材である。カバー 4 3 は、ロータユニット 3 2 の外周面および軸方向両端面の一部分を、覆っている。これにより、第 1 回転体 4 1 と第 2 回転体 4 2 とが、互いに接触した状態に、維持されている。

30

【 0 0 3 1 】

このようなモータ 1 において、静止部 2 のコイル 2 7 に駆動電流を与えると、ステータコア 2 6 の複数のティース部 2 6 2 に、径方向の磁束が発生する。そして、ティース部 2 6 2 とマグネット 5 3 との間の磁束の作用により、周方向のトルクが発生する。その結果、静止部 2 に対して回転部 3 が、中心軸 9 を中心として回転する。回転部 3 が回転すると、シャフト 3 1 に連結された操舵装置に、駆動力が伝達される。

【 0 0 3 2 】

< 2 - 2 . 第 1 回転体および第 2 回転体の構造について >

40

続いて、ロータユニット 3 2 のより詳細な構造について、説明する。上述の通り、本実施形態のロータユニット 3 2 は、第 1 回転体 4 1、第 2 回転体 4 2、およびカバー 4 3 を、有している。以下では、まず、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 の構造について、説明する。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、第 1 回転体 4 1 の斜視図である。図 4 は、第 1 回転体 4 1 の天面図である。図 3 および図 4 に示すように、第 1 回転体 4 1 は、ロータコア 5 1、マグネットホルダ 5 2、および複数のマグネット 5 3 を、有している。

【 0 0 3 4 】

ロータコア 5 1 は、中心軸 9 を包囲する環状の部材である。ロータコア 5 1 の中央には

50

、シャフト 3 1 が挿入される貫通孔 5 1 1 が、設けられている。ロータコア 5 1 は、電磁鋼板を軸方向に積層させた積層鋼板からなる。本実施形態のロータコア 5 1 は、略正多角柱状の外周面を、有している。ロータコア 5 1 の外周面には、軸方向に延びる複数の溝部 5 1 2 が、設けられている。溝部 5 1 2 は、ロータコア 5 1 の外周面を構成する複数の平面の境界部において、径方向内側へ窪んでいる。

【 0 0 3 5 】

マグネットホルダ 5 2 は、マグネット 5 3 を保持する樹脂製の部材である。マグネットホルダ 5 2 は、複数の仕切部 6 0 と、複数の仕切部 6 0 の底面側の端部を接続する円環状の連結部 7 0 と、を有している。複数の仕切部 6 0 は、周方向に略等間隔に配列されている。各仕切部 6 0 は、ロータコア 5 1 の溝部 5 1 2 の付近において、ロータコア 5 1 の側面に沿って軸方向に延びている。

10

【 0 0 3 6 】

仕切部 6 0 は、内側柱状部 6 1 および外側柱状部 6 2 を、有している。内側柱状部 6 1 は、溝部 5 1 2 内、すなわち、ロータコア 5 1 の外周面より径方向内側において、軸方向に延びている。本実施形態では、内側柱状部 6 1 の天面側の端部は、ロータコア 5 1 の天面とほぼ同等の軸方向位置に、配置されている。外側柱状部 6 2 は、ロータコア 5 1 の外周面より径方向外側において、軸方向に延びている。外側柱状部 6 2 の天面側の端部には、ロータコア 5 1 の天面より第 2 回転体 4 2 側へ突出した凸部 6 3 が、設けられている。

【 0 0 3 7 】

複数のマグネット 5 3 は、ロータコア 5 1 の周囲に配列されている。各マグネット 5 3 は、略平板状の外形を有し、互いに隣り合う一対の仕切部 6 0 の間に、圧入されている。マグネット 5 3 の底面側の端部は、マグネットホルダ 5 2 の連結部 7 0 に当接する。すなわち、マグネットホルダ 5 2 の連結部 7 0 は、マグネット 5 3 の底面側の端部に当接する当接面 7 1 を、有している。

20

【 0 0 3 8 】

マグネット 5 3 の径方向外側の面は、電機子 2 3 に対向する磁極面となっている。複数のマグネット 5 3 は、N 極の磁極面と S 極の磁極面とが交互に並ぶように、周方向に等間隔に配置されている。なお、マグネット 5 3 には、例えば、Nd - Fe - B 合金系の焼結磁石を、使用することができる。

【 0 0 3 9 】

本実施形態の第 2 回転体 4 2 は、天面と底面とを反転させた姿勢で配置されているが、構造自体は第 1 回転体 4 1 と略同一である。すなわち、第 2 回転体 4 2 は、第 1 回転体 4 1 と同様のロータコア 5 1、マグネットホルダ 5 2、および複数のマグネット 5 3 を、有している。第 2 回転体 4 2 の各部の詳細について、重複する説明は省略する。

30

【 0 0 4 0 】

図 5 は、カバー 4 3 の内部に配置される第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 の斜視図である。図 5 に示すように、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 は、天面同士を互いに向き合わせ、底面同士を互いに背けた状態で、軸方向に配列されている。また、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 は、複数のマグネット 5 3 の周方向位置を互いにずらした状態で、配列されている。このように、マグネットの周方向位置をずらすことにより、モータ 1 のコギングやトルクリップルが、低減される。

40

【 0 0 4 1 】

上述の通り、内側柱状部 6 1 の天面側の端部は、ロータコア 5 1 の天面とほぼ同等の軸方向位置に、配置されている。そして、ロータコア 5 1 の外周面より径方向外側の位置には、凸部 6 3 (図 3 参照) が設けられている。このため、本実施形態では、ロータコア 5 1 同士を接触させつつ、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 の周方向位置を、ずらすことができる。なお、内側柱状部 6 1 の天面側の端部は、ロータコア 5 1 の天面より底面側に、位置していてもよい。

【 0 0 4 2 】

図 6 は、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 の部分側面図である。図 6 に示すように

50

、各回転体 4 1 , 4 2 において、連結部 7 0 の当接面 7 1 から凸部 6 3 の天面側の端部までの軸方向の寸法 d 1 は、マグネット 5 3 の軸方向の寸法 d 2 より、長い。このため、仮に、マグネット 5 3 の軸方向位置がずれたとしても、マグネット 5 3 同士が接触する前に、マグネット 5 3 の天面側の端面が、他方の回転体の凸部 6 3 に当接する。すなわち、仕切部 6 0 の凸部 6 3 が、マグネット 5 3 の軸方向の移動を制限する。これにより、マグネット 5 3 同士の接触が、防止される。それゆえ、マグネット 5 3 の損傷を抑制できる。

【 0 0 4 3 】

特に、本実施形態のロータコア 5 1 は、略正多角柱状の外形を有している。そして、2 つの回転体 4 1 , 4 2 のロータコア 5 1 が、周方向の位置を互いにずらした状態で、配置されている。このため、一方の回転体のロータコア 5 1 の角部は、他方のロータコア 5 1 の径方向外側にはみ出し、他方の回転体のマグネット 5 3 と、軸方向に対向する。したがって、仮に、マグネット 5 3 の軸方向の移動が制限されていなければ、ロータコア 5 1 の角部とマグネット 5 3 との接触が生じ得る。

10

【 0 0 4 4 】

この点について、本実施形態では、各回転体の凸部 6 3 が、ロータコア 5 1 の天面より他方の回転体側へ、突出している。すなわち、当接面 7 1 から凸部 6 3 の天面側の端部までの軸方向の寸法 d 1 は、当接面 7 1 からロータコア 5 1 の天面までの軸方向の寸法 d 3 より、長い。また、マグネット 5 3 の軸方向の寸法 d 2 は、当接面 7 1 からロータコア 5 1 の天面までの軸方向の寸法 d 3 より、短い。

【 0 0 4 5 】

このため、仮に、マグネット 5 3 の軸方向位置がずれたとしても、マグネット 5 3 は、ロータコア 5 1 の角部に接触する前に、他方の回転体の凸部 6 3 に当接する。このように、本実施形態の仕切部 6 0 は、マグネット 5 3 同士の接触だけではなく、ロータコア 5 1 とマグネット 5 3 との接触も、防止する。これにより、マグネット 5 3 の損傷が、さらに抑制される。

20

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態では、当接面 7 1 からロータコア 5 1 の天面までの軸方向の寸法 d 3 は、マグネット 5 3 の軸方向の寸法 d 2 と、ロータコア 5 1 の天面から凸部 6 3 の天面側の端部までの軸方向の寸法 d 4 との和より、大きい。このため、一方の回転体のマグネット 5 3 と、他方の回転体の凸部 6 3 との間に、隙間が設けられる。この隙間により、各部材の寸法誤差を吸収できる。

30

【 0 0 4 7 】

特に、本実施形態のロータコア 5 1 は、積層鋼板からなる。このため、ロータコア 5 1 の軸方向の寸法が、ばらつきやすい。したがって、マグネット 5 3 同士の接近、または、ロータコア 5 1 とマグネット 5 3 との接近が、生じやすい。しかしながら、上記の寸法関係を満たしていれば、マグネット 5 3 同士の接触、および、ロータコア 5 1 とマグネット 5 3 との接触を、防止できる。

【 0 0 4 8 】

< 2 - 3 . カバーの固定構造について >

続いて、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 に対するカバー 4 3 の固定構造について、説明する。カバー 4 3 は、鉄、アルミニウム等の非磁性体の金属からなる。カバー 4 3 は、例えば、プレス加工等により形成される。図 7 は、ロータユニット 3 2 の部分縦断面図である。図 7 に示すように、カバー 4 3 は、円筒部 4 3 1、第 1 環状かしめ部 4 3 2、および第 2 環状かしめ部 4 3 3 を、有している。円筒部 4 3 1 は、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 の外周面を、包囲している。なお、カバー 4 3 は、非磁性体の金属に限らず、非磁性体の樹脂等から形成されていてもよい。

40

【 0 0 4 9 】

第 1 環状かしめ部 4 3 2 は、第 1 回転体 4 1 の底面に沿って径方向内側へ曲折された、円環状の部位である。第 1 環状かしめ部 4 3 2 は、第 1 回転体 4 1 のマグネットホルダ 5 2 の底面に、当接している。ここで、連結部 7 0 の底面には、図 5 に示す複数の切り欠き

50

72, 73が、設けられている。第1環状かしめ部432の径方向内側の端部は、切り欠き72, 73内に入り込むように、さらにかしめられている。これにより、第1回転体41とカバー43との、中心軸9を中心とする周方向の相対回転が、防止されている。

【0050】

なお、複数の切り欠き72, 73は、図5のように、複数のマグネット53に対応する周方向位置に、設けられている。また、本実施形態の複数の切り欠き72, 73は、矩形状の切り欠き72と半円状の切り欠き73とを含み、外観上区別できるこれらの切り欠き72, 73が、周方向に交互に配列されている。カバー43を取り付けた後も、これらの切り欠き72, 73は、ロータユニット32の外部から視認できる。したがって、これらの切り欠き72, 73に基づいて、ロータユニット32のN極およびS極の位置を、確認

10

【0051】

第2環状かしめ部433は、第2回転体42側の底面の縁に沿って、径方向内側へ曲折されている。第2環状かしめ部433は、第2回転体42のマグネットホルダ52の底面に、当接している。第2環状かしめ部433の径方向の寸法は、第1環状かしめ部432の径方向の寸法より、小さい。これにより、第2環状かしめ部433における皺の発生が、抑制されている。

【0052】

第1回転体41および第2回転体42は、第1環状かしめ部432および第2環状かしめ部433に、それぞれ接触した状態で、第1環状かしめ部432と第2環状かしめ部433との間に挟まれている。これにより、第1回転体41および第2回転体42は、互いに接触した状態で、保持されることとなる。このように、本実施形態のカバー43は、両端部をかしめることによって、第1回転体41および第2回転体42を、容易かつ確実に固定するものとなっている。このカバー43の構造は、本実施形態の第1回転体41および第2回転体42に限らず、軸方向に配列された複数の回転体を固定するものとして、広く適用できるものである。

20

【0053】

< 2 - 4 . ロータユニットの製造方法 >

続いて、ロータユニット32の製造方法の一例について、図8のフローチャートを参照しつつ、説明する。

30

【0054】

ロータユニット32を製造するときには、まず、一对の金型と、予め作製されたロータコア51とを用意する(ステップS1)。ロータコア51は、例えば、打ち抜き加工された鋼板を、軸方向に積層することにより、作製される。一对の金型は、互いの対向面を当接させることにより、それらの内部に、ロータコア51およびマグネットホルダ52の形状に対応する空洞を形成するものが、使用される。

【0055】

次に、一对の金型の内部に、ロータコア51を配置する(ステップS2)。ここでは、まず、一方の金型の内部に、ロータコア51を配置する。そして、当該金型の上部を、他方の金型で閉鎖する。これにより、金型の内部に空洞が形成され、当該空洞にロータコア51が配置された状態となる。

40

【0056】

続いて、金型内の空洞に、流動状態の樹脂を射出する(ステップS3)。ここでは、金型に設けられたランナーを通して、金型内の空洞へ、流動状態の樹脂を射出する。

【0057】

金型内の空洞に樹脂が行き渡ると、続いて、金型内の樹脂を、冷却して固化する(ステップS4)。金型内の樹脂は、固化されることにより、マグネットホルダ52となる。また、樹脂の固化とともに、ロータコア51とマグネットホルダ52とが、固定される。マグネットホルダ52は、複数の仕切部60と連結部70とを有し、上述した図6の寸法関係を満たすように、成型される。

50

【 0 0 5 8 】

その後、一对の金型を開き、ロータコア 5 1 およびマグネットホルダ 5 2 を、金型から離型させる（ステップ S 5）。

【 0 0 5 9 】

以上のステップ S 1 ~ S 5 は、インサート成型の一例となる手順である。インサート成型時には、マグネットホルダ 5 2 の成型と、ロータコア 5 1 およびマグネットホルダ 5 2 の固定との、双方が行われる。このため、ロータコア 5 1 およびマグネットホルダ 5 2 を別個に作製して互いに固定する場合より、ロータコア 5 1 およびマグネットホルダ 5 2 の製造工程を短縮できる。

【 0 0 6 0 】

インサート成型時には、ロータコア 5 1 の天面を、一方の金型に当接させることにより、ロータコア 5 1 を位置決めすることが、好ましい。すなわち、一对の金型の内部に、天面側を基準として、ロータコア 5 1 を軸方向に位置決めすることが、好ましい。天面側を基準としてロータコア 5 1 を位置決めすれば、ロータコア 5 1 の軸方向寸法にばらつきがあったとしても、そのばらつきに応じて、マグネットホルダ 5 2 の連結部 7 0 の厚みが、増減される。したがって、ロータコア 5 1 の軸方向寸法のばらつきに拘わらず、上述した $d 1 \sim d 4$ の寸法関係を、実現できる。

【 0 0 6 1 】

インサート成型が完了すると、次に、マグネット 5 3 を準備し、互いに隣り合う一对の外側柱状部 6 2 の間に、マグネット 5 3 を圧入する（ステップ S 6）。そして、マグネット 5 3 の底面を、連結部 7 0 の当接面 7 1 に当接させる。マグネット 5 3 の軸方向および周方向の位置は、マグネットホルダ 5 2 の当接面 7 1 および外側柱状部 6 2 により、定められる。

【 0 0 6 2 】

仮に、上記のインサート成型時に、金型の内部に複数のマグネットも配置しようとする、ロータコアに対するマグネットの位置決めを行うために、金型の構造が複雑となる。または、インサート成型の前に、ロータコアにマグネットを、一旦接着する等して固定しておく必要がある。これに対し、本実施形態では、インサート成型が完了して硬化した後のマグネットホルダ 5 2 を利用して、マグネット 5 3 を位置決めする。このため、複数のマグネット 5 3 を、容易に精度よく位置決めできる。

【 0 0 6 3 】

以上のステップ S 1 ~ S 6 により、第 1 回転体 4 1 と第 2 回転体 4 2 とを、それぞれ作製する。本実施形態では、第 1 回転体 4 1 のマグネットホルダ 5 2 と、第 2 回転体 4 2 のマグネットホルダ 5 2 とが、略同一の形状を有する。このため、インサート成型時には、各回転体 4 1 , 4 2 のマグネットホルダ 5 2 を、同一の金型を使用して、作製できる。

【 0 0 6 4 】

次に、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 を、軸方向に配列する（ステップ S 7）。ここでは、天面同士を互いに向き合わせ、底面同士を互いに背け、かつ、複数のマグネット 5 3 の周方向位置を互いにずらした状態で、両回転体 4 1 , 4 2 を配列する。

【 0 0 6 5 】

その後、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 に、カバー 4 3 を取り付ける（ステップ S 8）。ここでは、円筒状のカバー 4 3 の内部に、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 を挿入した後、カバー 4 3 の両端部をかしめて、第 1 かしめ部 4 3 2 および第 2 かしめ部 4 3 3 を、形成する。これにより、第 1 回転体 4 1 および第 2 回転体 4 2 を、互いに接触した状態に、固定する。

【 0 0 6 6 】

< 3 . 他の実施形態 >

続いて、本発明の他の実施形態について、上記実施形態との相違点を中心に説明する。図 9 は、他の実施形態に係るロータユニット 3 2 B の側面図である。図 9 では、カバーの図示は省略されている。図 9 に示すように、このロータユニット 3 2 B は、第 1 回転体 4

10

20

30

40

50

1 B、第2回転体4 2 B、および中央回転体4 4 Bを備えている。

【0067】

第1回転体4 1 Bおよび第2回転体4 2 Bの構造は、上記実施形態の第1回転体4 1 Bおよび第2回転体4 2 Bと、同等である。すなわち、第1回転体4 1 Bおよび第2回転体4 2 Bは、それぞれ、上記実施形態と同等のロータコア5 1 B、マグネットホルダ5 2 B、および複数のマグネット5 3 Bを、有している。各部の詳細については、重複する説明を省略する。

【0068】

中央回転体4 4 Bは、中央ロータコア5 4 B、中央マグネットホルダ5 5 B、および複数の中央マグネット5 6 Bを、有している。本実施形態の中央ロータコア5 4 Bには、第1回転体4 1 Bおよび第2回転体4 2 Bのロータコア5 1 Bと、同等のものが使用されている。中央ロータコア5 4 Bは、一对のロータコア5 1 Bの間において、シャフトに固定される。

【0069】

また、本実施形態の中央マグネット5 6 Bには、第1回転体4 1 Bおよび第2回転体4 2 Bのマグネット5 3 Bと、同等のものが使用されている。複数の中央マグネット5 6 Bは、中央ロータコア5 4 Bの周囲に、等間隔に配列されている。中央回転体4 4 Bが有する中央マグネット5 6 Bの数は、第1回転体4 1 Bおよび第2回転体4 2 Bのそれぞれが有するマグネット5 3 Bの数と、同数となっている。

【0070】

中央マグネットホルダ5 5 Bは、中央マグネット5 6 Bを保持する樹脂製の部材である。中央マグネットホルダ5 5 Bは、連結部7 0 Bを有していない点において、第1回転体4 1 Bおよび第2回転体4 2 Bのマグネットホルダ5 2 Bと相違する。中央マグネットホルダ5 5 Bは、複数の中央仕切部9 0 Bを有している。各中央仕切部9 0 Bは、互いに隣り合う中央マグネット5 6 Bの間において、軸方向に延びている。

【0071】

中央仕切部9 0 Bの第1回転体4 1 B側の端部には、第1凸部9 3 Bが設けられている。第1凸部9 3 Bは、中央ロータコア5 4 Bの第1回転体4 1 B側の端部より第1回転体4 1 B側へ、突出している。また、中央仕切部9 0 Bの第2回転体4 2 B側の端部には、第2凸部9 4 Bが設けられている。第2凸部9 4 Bは、中央ロータコア5 4 Bの第2回転体4 2 B側の端部より第2回転体4 2 B側へ、突出している。

【0072】

図9に示すように、第1回転体4 1 Bおよび第2回転体4 2 Bは、天面同士を互いに向き合わせ、底面同士を互いに背けた状態で、軸方向に配列されている。また、中央回転体4 4 Bは、第1回転体4 1 Bと第2回転体4 2 Bとの間に、配置されている。第1回転体4 1 B、中央回転体4 4 B、および第2回転体4 2 Bは、複数のマグネット5 3 B、5 6 Bの周方向位置を互いにずらした状態で、配列されている。このように、マグネット5 3 B、5 6 Bの周方向位置をずらすことにより、モータのコギングやトルクリップルが、低減される。

【0073】

図10は、第1回転体4 1 B、第2回転体4 2 B、および中央回転体4 4 Bの部分側面図である。図10に示すように、中央仕切部9 0 Bの軸方向寸法d 5、すなわち、第1凸部9 3 Bの第1回転体4 1 B側の端部から第2凸部9 4 Bの第2回転体4 2 B側の端部までの軸方向寸法d 5は、中央ロータコア5 4 Bの軸方向寸法d 6より長い。また、中央マグネット5 6 Bの軸方向寸法d 7は、中央ロータコア5 4 Bの軸方向寸法d 6より短い。そして、中央マグネット5 6 Bは、第1回転体4 1 Bの仕切部6 0 Bに設けられた凸部6 3 Bと、第2回転体4 2 Bの仕切部6 0 Bに設けられた凸部6 3 Bとの間に、配置されている。

【0074】

このため、仮に、中央マグネット5 6 Bの軸方向位置がずれたとしても、中央マグネッ

10

20

30

40

50

ト 5 6 B が他のマグネット 5 3 B やロータコア 5 1 B に当接する前に、中央マグネット 5 6 B の端面は、第 1 回転体 4 1 B または第 2 回転体 4 2 B の凸部 6 3 B に当接する。このように、第 1 回転体 4 1 B および第 2 回転体 4 2 B の仕切部 6 0 B の凸部 6 3 B が、中央マグネット 5 6 B の軸方向の移動を制限する。これにより、中央マグネット 5 6 B の損傷が、抑制される。

【 0 0 7 5 】

また、第 1 回転体 4 1 B および第 2 回転体 4 2 B において、当接面 7 1 B から凸部 6 3 の天面側の端部までの軸方向寸法 d_8 は、当接面 7 1 B からロータコア 5 1 B の天面までの軸方向寸法 d_9 より長い。また、マグネット 5 3 B の軸方向寸法 d_{10} は、当接面 7 1 B からロータコア 5 1 B の天面までの軸方向寸法 d_9 より短い。そして、マグネット 5 3 B は、当接面 7 1 B と、中央仕切部 9 0 B に設けられた第 1 凸部 9 3 B または第 2 凸部 9 4 B との間に、配置されている。

10

【 0 0 7 6 】

図 10 の例では、第 1 凸部 9 3 B と、第 1 回転体 4 1 B のマグネット 5 3 B の天面との間には、隙間が設けられている。この隙間により、各部材の寸法誤差が、許容されている。また、仮に、第 1 回転体 4 1 B のマグネット 5 3 B の軸方向位置がずれたとしても、マグネット 5 3 B が中央マグネット 5 6 B や中央ロータコア 5 4 B に当接する前に、マグネット 5 3 B の端面は、第 1 凸部 9 3 B に当接する。このように、中央仕切部 9 0 B の第 1 凸部 9 3 B が、第 1 回転体 4 1 B マグネット 5 3 B の軸方向の移動を制限する。これにより、マグネット 5 3 B の損傷が、抑制される。

20

【 0 0 7 7 】

一方、第 2 凸部 9 4 B は、第 2 回転体 4 2 B のマグネット 5 3 B の天面に、当接している。すなわち、本実施形態では、第 2 回転体 4 2 B のマグネット 5 3 B が、第 2 回転体 4 2 B の当接面 7 1 B と、第 2 突部 9 4 B との、双方に当接している。これにより、第 2 回転体 4 2 B のマグネット 5 3 B の軸方向位置のずれ自体が、防止されている。

【 0 0 7 8 】

中央回転体 4 4 B は、上記実施形態の第 1 回転体 4 1 B や第 2 回転体 4 2 B の製造方法に準じた製造方法で、作製される。中央マグネットホルダ 5 5 B は、中央ロータコア 5 4 B を金型の内部に配置して、インサート成型される。

【 0 0 7 9 】

インサート成型時には、例えば、中央ロータコア 5 4 B の第 1 回転体 4 1 B 側の端面を、一方の金型に当接させる。すなわち、一对の金型の内部に、第 1 回転体 4 1 B 側の端面を基準として、中央ロータコア 5 4 B を、軸方向に位置決めする。このようにすれば、中央ロータコア 5 4 B の軸方向寸法のばらつきに拘わらず、中央ロータコア 5 4 B の第 1 回転体 4 1 B 側の端面から、第 1 凸部 9 3 B を突出させることができる。

30

【 0 0 8 0 】

しかしながら、中央ロータコア 5 4 B を、第 1 回転体 4 1 B 側の端面を基準として位置決めすると、中央ロータコア 5 4 B の第 2 回転体 4 2 B 側の端面と、第 2 凸部 9 4 B の第 2 回転体 4 2 B 側の端部との位置関係は、中央ロータコア 5 4 B の軸方向寸法のばらつきによって、変動する。このため、本実施形態では、第 2 凸部 9 4 B を第 1 凸部 9 3 B より長めに成型し、中央ロータコア 5 4 B の第 2 回転体 4 2 B 側の端面から、第 2 凸部 9 4 B が必ず突出するようにしている。そして、第 2 回転体 4 2 B と中央回転体 4 4 B とを配置するときに、第 2 回転体 4 2 B のマグネット 5 3 B に第 2 凸部 9 4 B の先端部を押し付けて潰し、第 2 凸部 9 4 B の寸法を調整している。

40

【 0 0 8 1 】

また、本実施形態では、中央ロータコア 5 4 B の軸方向寸法のばらつきに拘わらず、中央ロータコア 5 4 B の第 2 回転体 4 2 B 側の端面が、第 2 凸部 9 4 B の基端部より第 2 回転体 4 2 B 側に配置されるように、中央ロータコア 5 4 B および中央マグネットホルダ 5 5 B の寸法が、設定されている。これにより、中央ロータコア 5 4 B の第 2 回転体 4 2 B 側の端面と、第 2 回転体 4 2 B のロータコア 5 1 B の天面とが、互いに接触するようにさ

50

れている。

【0082】

< 4 . 変形例 >

以上、本発明の例示的な実施形態について説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではない。

【0083】

ロータコアの外周面は、上記のような多角柱状であってもよく、他の一例として、円筒状であってもよい。また、マグネットホルダの仕切部の数や、マグネットの数は、上記の実施形態と異なる数であってもよい。

【0084】

仕切部は、上記のような凸部を有することなく、全体的にロータコアの天面より他方の回転体側へ突出するものであってもよい。

【0085】

マグネットホルダは、上記のように、インサート成型で作製されたものであってもよく、ロータコアとは別に単独で成型されたものであってもよい。

【0086】

本発明の複数の回転体は、互いに異なる構造であってもよい。また、本発明のロータユニットは、4つ以上の回転体を備えるものであってもよい。例えば、第1回転体と第2回転体との間に、2つ以上の中央回転体が配置されていてもよい。

【0087】

また、本発明の回転電機は、上記のようなパワーステアリング用のモータであってもよく、自動車の他の部位に使用されるモータであってもよい。例えば、本発明の回転電機は、電気自動車の駆動力を発生させるためのモータであってもよい。また、本発明の回転電機は、電動アシスト自転車、電動バイク、家電製品、OA機器、医療機器等に使用されるモータであってもよい。

【0088】

また、上記の実施形態や変形例のモータと同等の構造で、発電機を構成することもできる。本発明の回転電機は、自動車、電動アシスト自転車、風力発電等に使用される発電機であってもよい。

【0089】

また、上記の実施形態や変形例に登場した各要素を、矛盾が生じない範囲で、適宜に組み合わせてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0090】

本発明は、ロータユニット、回転電機、およびロータユニットの製造方法に利用できる。

【符号の説明】

【0091】

1 モータ

2 静止部

3 回転部

9, 9A 中心軸

21ハウジング

22 蓋部

23 電機子

24 下軸受部

25 上軸受部

26 ステータコア

27 コイル

31 シャフト

10

20

30

40

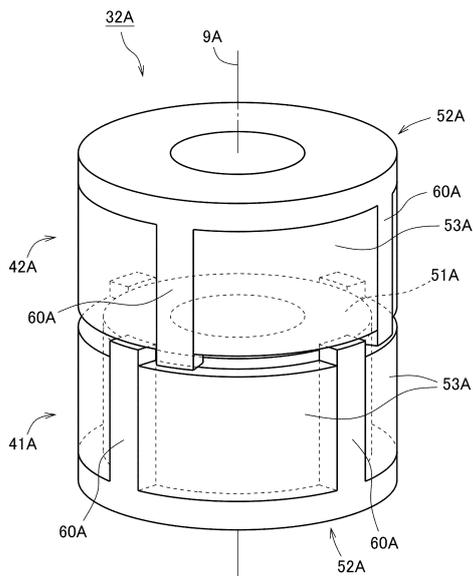
50

- 3 2 , 3 2 A , 3 2 B ロータユニット
- 4 1 , 4 1 A , 4 1 B 第 1 回転体
- 4 2 , 4 2 A , 4 2 B 第 2 回転体
- 4 3 カバー
- 4 4 B 中央回転体
- 5 1 , 5 1 A , 5 1 B ロータコア
- 5 2 , 5 2 B マグネットホルダ
- 5 2 A ホルダ
- 5 3 , 5 3 A , 5 3 B マグネット
- 5 4 B 中央ロータコア
- 5 5 B 中央マグネットホルダ
- 5 6 B 中央マグネット
- 6 0 , 6 0 A , 6 0 B 仕切部
- 6 1 内側柱状部
- 6 2 外側柱状部
- 6 3 , 6 3 B 凸部
- 7 0 連結部
- 7 1 , 7 1 B 当接面
- 9 0 B 中央仕切部
- 9 3 B 第 1 凸部
- 9 4 B 第 2 凸部
- 4 3 1 円筒部
- 4 3 2 第 1 環状かしめ部
- 4 3 3 第 2 環状かしめ部

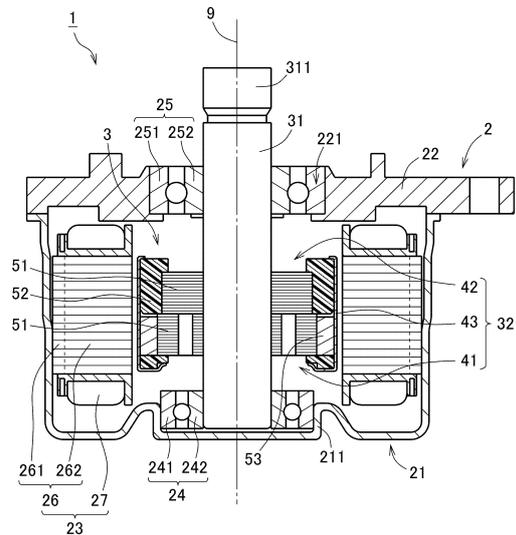
10

20

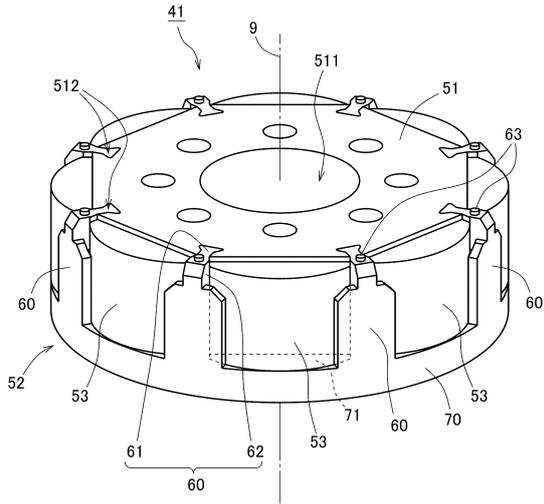
【 図 1 】



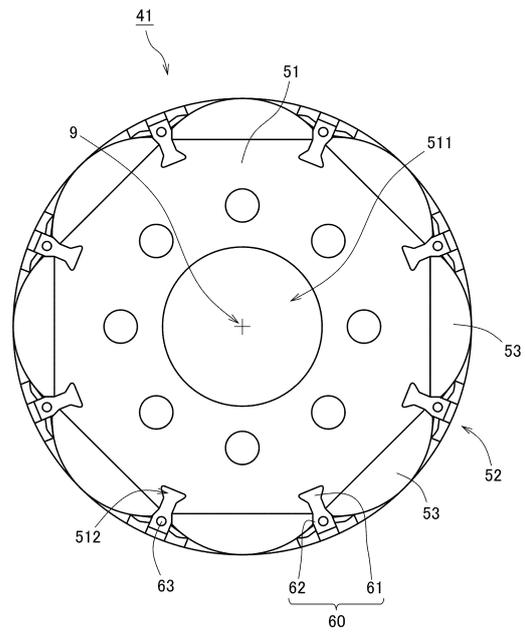
【 図 2 】



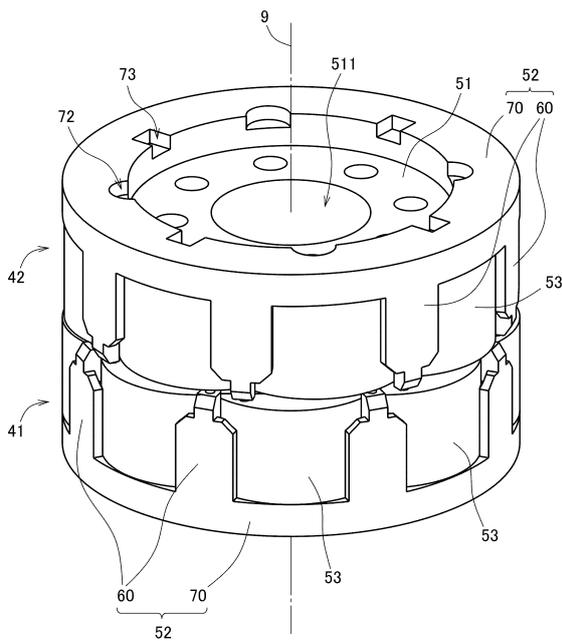
【図3】



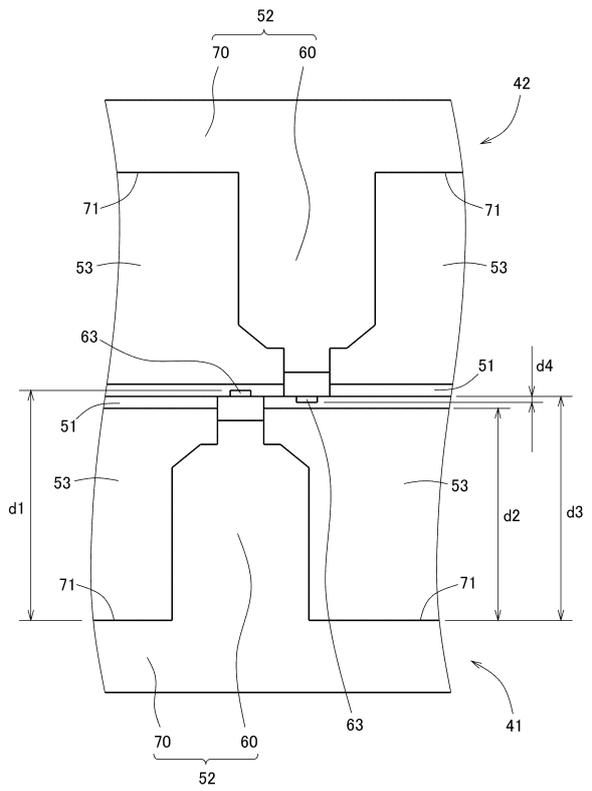
【図4】



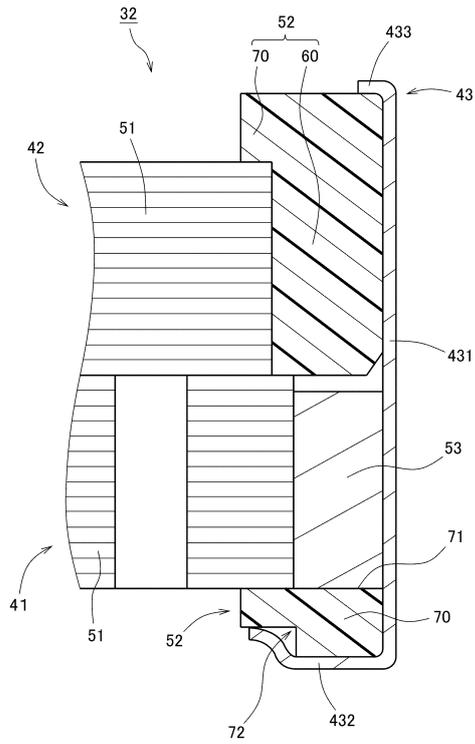
【図5】



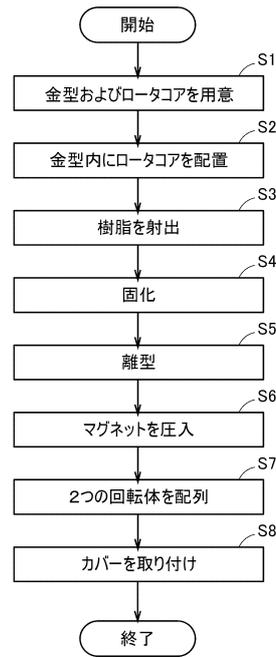
【図6】



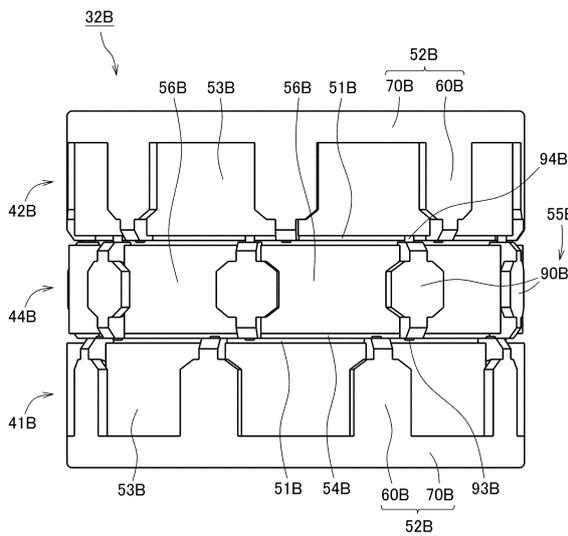
【図7】



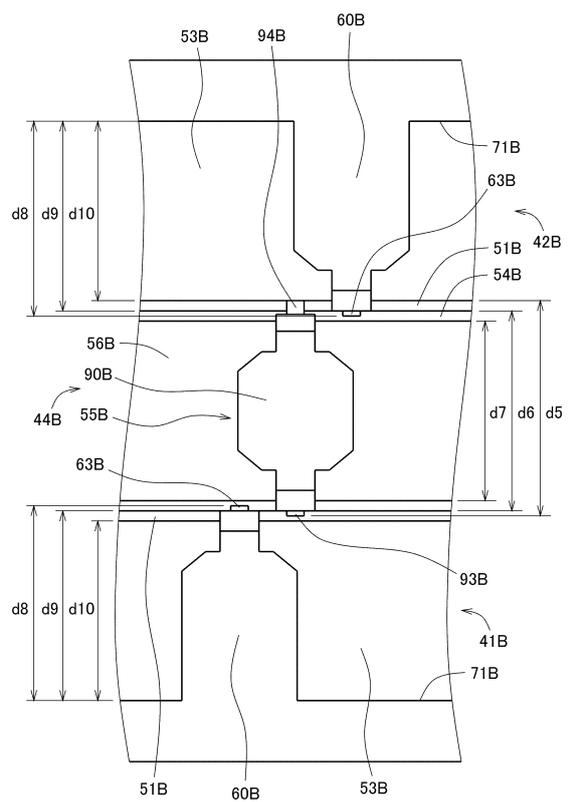
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 芳賀 英博
京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内

審査官 田村 耕作

(56)参考文献 国際公開第2010/090303(WO, A1)
特開2010-141993(JP, A)
特開平05-161287(JP, A)
特開2011-067057(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 1/27
H02K 15/03