

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7538998号
(P7538998)

(45)発行日 令和6年8月23日(2024.8.23)

(24)登録日 令和6年8月15日(2024.8.15)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 2 K	1/276(2022.01)	H 0 2 K	1/276		
H 0 2 K	15/02 (2006.01)	H 0 2 K	15/02	K	
H 0 2 K	15/16 (2006.01)	H 0 2 K	15/16	A	
H 0 2 K	1/22 (2006.01)	H 0 2 K	1/22	A	
H 0 2 K	1/278(2022.01)	H 0 2 K	1/278		
請求項の数 15 (全24頁)					
(21)出願番号 特願2021-513520(P2021-513520)		(73)特許権者	314012076		
(86)(22)出願日 令和2年3月9日(2020.3.9)			パナソニックIPマネジメント株式会社		
(86)国際出願番号 PCT/JP2020/010039			大阪府門真市元町2 2 番 6 号		
(87)国際公開番号 WO2020/208988		(74)代理人	100106116		
(87)国際公開日 令和2年10月15日(2020.10.15)			弁理士 鎌田 健司		
審査請求日 令和5年1月6日(2023.1.6)		(74)代理人	100131495		
(31)優先権主張番号 特願2019-75740(P2019-75740)			弁理士 前田 健児		
(32)優先日 平成31年4月11日(2019.4.11)		(72)発明者	山口 明		
(33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)			大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 パ		
		審査官	ナソニック株式会社内		
			保田 亨介		
最終頁に続く					

(54)【発明の名称】 モータ及び電気機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁石挿入孔が形成されたロータコアと、前記磁石挿入孔に配置された永久磁石と、を有し、軸心を中心に回転するロータと、前記ロータと向かい合うステータと、前記永久磁石を前記磁石挿入孔内に固定する固定部材と、を備えるモータであって、前記固定部材は、前記ロータコアを軸心が延びる方向に挟む第1固定部材と第2固定部材を有し、前記ロータコアと前記永久磁石との間の隙間に嵌め込まれた凸部を含み、前記凸部は前記固定部材から前記ロータに向かって軸心が延びる方向に突出するように形成された砲弾形状の突起であり、前記永久磁石は、板状であり、前記永久磁石の幅方向における一方側の側面である第1磁石側面と、前記永久磁石の前記幅方向における他方側の側面である第2磁石側面と、前記永久磁石の厚み方向における一方側の主面である第1磁石主面と、前記永久磁石の前記厚み方向における他方側の主面である第2磁石主面とを含み、前記磁石挿入孔は、前記磁石挿入孔における前記ロータコアの内面として、前記ロータコアの前記軸心と交差する径方向における内側の面である第1孔主面と、前記磁石挿入孔の側方における一方側の面である第1孔側面と、前記磁石挿入孔の側方における他方側の面である第2孔側面と、前記ロータコアの前記軸心と交差する前記径方向における外側の面である第2孔主面とを含み、前記永久磁石は、前記第1磁石主面が前記第2磁石主面よりも前記ロータコアの径方向の

内側に位置するように前記磁石挿入孔に配置され、
前記ロータを前記軸心が伸びる方向から見たときに、
前記凸部が嵌め込まれた前記隙間は、前記第 1 磁石側面と前記第 1 孔側面との間の隙間である第 1 空隙部と、前記第 2 磁石側面と前記第 2 孔側面との間の隙間である第 2 空隙部と、前記第 1 磁石主面と前記第 1 孔主面との間の隙間である第 3 空隙部である、
モータ。

【請求項 2】

前記永久磁石は、前記磁石挿入孔における前記ロータコアの径方向の外側の内面に接している、

請求項 1 に記載のモータ。

10

【請求項 3】

前記固定部材は、バランスウェイトである、

請求項 1 又は 2 に記載のモータ。

【請求項 4】

前記第 1 空隙部及び前記第 2 空隙部は、フラックスバリアである、

請求項 1 に記載のモータ。

【請求項 5】

前記固定部材は、前記凸部として、前記第 1 空隙部に嵌め込まれた第 1 凸部と前記第 2 空隙部に嵌め込まれた第 2 凸部とを有する、

請求項 1 又は 4 に記載のモータ。

20

【請求項 6】

前記ロータを上面視したときに、前記永久磁石は、台形であり、

前記永久磁石における前記ロータコアの径方向の外側の辺は、前記永久磁石における前記ロータコアの径方向の内側の辺よりも大きい、

請求項 5 に記載のモータ。

【請求項 7】

前記ロータコアには、前記第 3 空隙部の一部として、前記ロータコアの断面視において前記磁石挿入孔の開口面から段差状に窪む凹部が設けられており、

前記第 3 空隙部に嵌め込まれている前記凸部は、前記凹部に嵌め込まれている、

請求項 1 に記載のモータ。

30

【請求項 8】

前記ロータを上面視したときに、前記第 3 空隙部及び前記凸部は、前記永久磁石の前記第 1 磁石主面に沿って長尺状である、

請求項 7 に記載のモータ。

【請求項 9】

前記ロータは、前記ロータコアを貫通するシャフトを有し、

前記固定部材には、前記シャフトが貫通する貫通孔が設けられており、

前記固定部材は、前記ロータコアの前記シャフトの軸心方向の面に対向している、

請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載のモータ。

【請求項 10】

前記モータは、前記固定部材として、前記ロータコアの前記シャフトの軸心方向の一方の面に対向する第 1 固定部材と、前記ロータコアの前記シャフトの軸心方向の他方の面に対向する第 2 固定部材とを備える、

請求項 9 に記載のモータ。

40

【請求項 11】

前記磁石挿入孔は、前記ロータコアの周方向に沿って複数設けられており、

前記永久磁石は、複数であって、前記磁石挿入孔の各々に配置されており、

前記凸部は、複数の前記永久磁石の各々に対応して複数設けられている、

請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載のモータ。

【請求項 12】

50

前記固定部材は、非磁性材料によって構成されている、
請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載のモータ。

【請求項 1 3】

前記非磁性材料は、熱可塑性樹脂である、
請求項 1 2 に記載のモータ。

【請求項 1 4】

前記凸部の硬さは、前記ロータコア及び前記永久磁石のいずれの硬さよりも小さい、
請求項 1 ～ 1 3 のいずれか 1 項に記載のモータ。

【請求項 1 5】

請求項 1 ～ 1 4 のいずれか 1 項に記載のモータを備える、
電気機器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、モータ及び電気機器に関する。

【背景技術】

【0002】

モータは、種々の電気機器に利用されている。例えば、電気掃除機に搭載される電動送風機には、回転ファンを回転させるためにモータが用いられている。この種のモータとして、ロータコアに永久磁石が埋め込まれたロータを有するIPM (Interior Permanent Magnet) モータが知られている。IPMモータでは、ロータコアに埋め込まれた永久磁石によるマグネットトルクに加えて、ロータコアに生じる磁気抵抗の大きさの凹凸によるリラクタンストルクを得ることができる。このため、小型で高効率のモータを実現することができる。

20

【0003】

IPMモータのロータでは、ロータコアに形成された磁石挿入孔に永久磁石が配置されている。従来、磁石挿入孔に配置された永久磁石とロータコアとは、接着剤によって固定されることがある。接着剤を用いて永久磁石とロータコアとを接着固定する方法としては、例えば、磁石挿入孔に永久磁石を配置して永久磁石とロータコアとの間の隙間に接着剤を充填する方法が知られている。また、全周囲に接着シートを貼り合わせた永久磁石を磁石挿入孔に挿入する方法も知られている（特許文献1を参照）。

30

【0004】

しかしながら、永久磁石とロータコアとを接着剤によって固定すると、接着剤を硬化させる工程（時間）が必要となる。これにより、作業効率が低下し、モータの生産性が低下する。特に、小型モータの場合には、磁石挿入孔に接着剤を注入する作業そのものが難しく、接着剤を用いて永久磁石を固定するとモータの生産性が大きく低下してしまう。

【0005】

また、焼結マグネットである永久磁石を磁石挿入孔に圧入によって挿入すると、永久磁石が割れるおそれがある。このため、磁石挿入孔に挿入する際に永久磁石が割れないように、磁石挿入孔に配置された永久磁石とロータコアとの間には、遊びとして隙間（クリアランス）が設けられている。

40

【0006】

しかしながら、磁石挿入孔に配置された永久磁石とロータコアとの間に隙間が存在すると、その隙間に接着剤を注入して永久磁石を接着固定したときに、磁石挿入孔における永久磁石の接着固定位置にばらつきが生じるおそれがある。また、各磁石挿入孔に注入する接着剤の注入量がばらつくこともある。このように、永久磁石の接着固定位置のばらつき及び接着剤の注入量のばらつきが生じると、ロータに生じる磁束のアンバランスが発生し、モータの振動が大きくなる。

【0007】

本開示は、このような問題を解決するためになされたものであり、生産性に優れた低振

50

動のモータ及び電気機器を提供することを目的とする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【文献】日本国特許第3277780号公報

【発明の概要】

【0009】

上記目的を達成するために、本開示に係るモータの一態様は、磁石挿入孔が形成されたロータコアと、磁石挿入孔に配置された永久磁石と、を有し、軸心を中心に回転するロータと、ロータと向かい合うステータと、永久磁石をロータコアに形成された磁石挿入孔内に固定する固定部材と、を備える。固定部材は、ロータコアと永久磁石との間の隙間に嵌め込まれた凸部を含む。

10

【0010】

また、永久磁石は、軸心が伸びる方向から見て、磁石挿入孔が含む内面のうち外側に位置する内面に接していることが好ましい。

【0011】

また、固定部材は、バランスウェイトであってもよい。

【0012】

また、永久磁石は、板状であり、永久磁石の幅方向における一方側の側面である第1磁石側面と、永久磁石の幅方向における他方側の側面である第2磁石側面と、永久磁石の厚み方向における一方側の主面である第1磁石主面と、永久磁石の厚み方向における他方側の主面である第2磁石主面とを含むことが好ましい。磁石挿入孔は、磁石挿入孔におけるロータコアの内面として、ロータコアの軸心と交差する径方向における内側の面である第1孔主面と、磁石挿入孔の側方における一方側の面である第1孔側面と、磁石挿入孔の側方における他方側の面である第2孔側面と、ロータコアの軸心と交差する径方向における外側の面である第2孔主面とを含むことが好ましい。永久磁石は、第1磁石主面が第2磁石主面よりもロータコアの軸心の径方向の内側に位置するように磁石挿入孔に配置されていることが好ましい。ロータを軸心が伸びる方向から見たときに、隙間は、第1磁石側面と第1孔側面との間の隙間である第1空隙部と、第2磁石側面と第2孔側面との間の隙間である第2空隙部と、第1磁石主面と第1孔主面との間の隙間である第3空隙部とを含むことが好ましい。

20

30

【0013】

また、第1空隙部及び第2空隙部は、フラックスバリアであってもよい。

【0014】

また、固定部材は、凸部として、第1空隙部に嵌め込まれた第1凸部と第2空隙部に嵌め込まれた第2凸部とを有することが好ましい。

【0015】

また、ロータを軸心が伸びる方向から見たときに、永久磁石は、台形であってもよい。永久磁石におけるロータコアの径方向の外側の辺は、永久磁石におけるロータコアの径方向の内側の辺よりも大きくてもよい。

40

【0016】

また、凸部は、第3空隙部に嵌め込まれていることが好ましい。

【0017】

また、ロータコアには、第3空隙部の一部として、磁石挿入孔の開口面から段差状に窪む凹部が設けられてもよい。凸部は、凹部に嵌め込まれてもよい。

【0018】

また、ロータをロータが伸びる方向から見たときに、第3空隙部及び凸部は、永久磁石の第1磁石主面に沿って長尺状であってもよい。

【0019】

また、ロータは、ロータコアを貫通するシャフトを有することが好ましい。固定部材に

50

は、シャフトが貫通する貫通孔が設けられていることが好ましい。固定部材は、シャフトの軸心方向の面に対向していることが好ましい。

【0020】

また、モータは、固定部材として、シャフトの軸心方向の一方の面に対向する第1固定部材と、シャフトの軸心方向の他方の面に対向する第2固定部材とを備えてもよい。

【0021】

また、磁石挿入孔は、ロータコアの周方向に沿って複数設けられてもよい。永久磁石は、複数あって、磁石挿入孔のそれぞれに配置されてもよい。凸部は、複数の永久磁石のそれぞれに対応して複数設けられていてもよい。

【0022】

また、固定部材は、非磁性材料によって構成されていることが好ましい。

【0023】

また、非磁性材料は、熱可塑性樹脂であることが好ましい。

【0024】

また、ロータコア及び永久磁石は凸部より硬いことが好ましい。

【0025】

また、本開示に係る電気機器の一態様は、上記のいずれかのモータを備える。

【0026】

本開示によれば、磁石挿入孔に配置された永久磁石とロータコアとの間に隙間が存在していても、接着剤を用いることなく、磁石挿入孔の所定の位置で永久磁石をロータコアに固定することができる。したがって、生産性に優れた低振動のモータ及びこのモータを備える電気機器を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】図1は、実施の形態に係るモータの断面図である。

【図2】図2は、図1のI-I線におけるモータの断面図である。

【図3】図3は、実施の形態に係るモータに用いられるロータ及び固定部材の斜視図である。

【図4】図4は、実施の形態に係るモータに用いられるロータ及び固定部材の分解斜視図である。

【図5】図5は、実施の形態に係るモータに用いられるロータの部分拡大断面図である。

【図6】図6は、図5のV-V線におけるロータの断面図である。

【図7】図7は、変形例1に係るモータに用いられるロータ及び固定部材の分解斜視図である。

【図8】図8は、変形例1に係るモータに用いられるロータの部分拡大断面図である。

【図9】図9は、変形例1に係るモータにおいて、永久磁石をロータコアに組み付けるときの様子を示す図である。

【図10】図10は、変形例2に係るモータに用いられるロータの部分拡大断面図である。

【図11】図11は、変形例2に係るモータに用いられる第1固定部材の斜視図である。

【図12】図12は、変形例2に係る他のモータに用いられるロータの断面図である。

【図13】図13は、変形例3に係るモータに用いられるロータの部分拡大断面図である。

【図14】図14は、変形例4に係るモータに用いられるロータの断面図である。

【図15】図15は、変形例5に係るモータに用いられるロータの部分拡大断面図である。

【図16】図16は、変形例6に係るモータに用いられるロータの部分拡大断面図である。

【図17】図17は、モータを備える電気機器を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本開示の実施の形態について説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される、数値、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、並びに、工程及び工程の順序等は、

10

20

30

40

50

一例であって、本開示を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本開示の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

【００２９】

また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。なお、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

【００３０】

（実施の形態）

まず、実施の形態に係るモータ１の全体構成について、図１及び図２を用いて説明する。図１は、実施の形態に係るモータ１の断面図である。図２は、図１のⅠⅠ－ⅠⅠ線におけるモータ１の断面図である。本実施の形態におけるモータ１は、例えば、電気掃除機に搭載される電動送風機のファンモータとして用いることができる。

【００３１】

図１及び図２に示すように、モータ１は、ロータ１０と、ステータ２０と、固定部材３０とを備える。モータ１は、さらに、第１軸受け４１と、第２軸受け４２と、第１ブラケット５１と、第２ブラケット５２とを備える。

【００３２】

本実施の形態におけるモータ１は、ロータ１０がステータ２０の内側に配置されたインナーロータ型の電動機である。つまり、ステータ２０は、ロータ１０を囲むように配置されている。ステータ２０は、ロータ１０と向かい合っている。

【００３３】

ロータ１０（回転子）は、ステータ２０と微小なエアギャップを介して、ステータ２０の内側に配置されている。ロータ１０は、周方向に亘ってＮ極及びＳ極が複数繰り返して存在する構成となっている。ロータ１０は、ステータ２０に生じる磁力によって軸心Ｃを中心に回転する。ロータ１０は、ロータコア１１０と、永久磁石１２０と、シャフト１３０とを有する。

【００３４】

ロータコア１１０は、複数の鋼板がシャフト１３０の軸心Ｃの方向（軸心方向）に積層された積層体である。複数の鋼板のそれぞれは、例えば、所定形状の打ち抜き電磁鋼板である。複数の鋼板は、例えばかしめによって互いに固定されている。

【００３５】

永久磁石１２０は、焼結マグネットによって構成されている。永久磁石１２０は、ロータコア１１０に埋め込まれている。つまり、モータ１は、ロータコア１１０に永久磁石１２０が埋め込まれたロータ１０を有するＩＰＭモータである。ロータコア１１０には、複数の永久磁石１２０が埋め込まれている。

【００３６】

シャフト１３０（回転軸）は、例えば金属棒であり、軸心Ｃに沿って延伸している。シャフト１３０は、ロータコア１１０に固定されている。シャフト１３０は、軸心方向においてロータコア１１０の両側に延在するように、ロータコア１１０の中心に設けられた貫通孔１１０ａに挿入されている。シャフト１３０は、例えばロータコア１１０の貫通孔１１０ａに圧入したり、焼き嵌めしたりすることでロータコア１１０に固定されている。

【００３７】

このように構成されるロータ１０は、シャフト１３０の軸心Ｃを回転中心として回転する。つまり、シャフト１３０は、ロータ１０が回転する際の中心となる。なお、ロータ１０の詳細については、後述する。

【００３８】

ステータ２０（固定子）は、ロータ１０との間に微小なエアギャップを介してロータ１０を囲むように配置されている。ステータ２０は、ロータ１０に作用する磁力を発生させる。ステータ２０は、ステータコア２１０（固定子鉄心）と、巻線コイル２２０と、イン

10

20

30

40

50

シュレータ 230 とを有する。

【0039】

ステータコア 210 は、複数の鋼板がシャフト 130 の軸心 C の方向に沿って積層された積層体である。複数の鋼板のそれぞれは、例えば、所定形状の打ち抜き電磁鋼板である。なお、ステータコア 210 は、積層体に限らず、磁性材料によって構成されたバルク体であってもよい。図 2 に示すように、ステータコア 210 には、ロータ 10 のロータコア 110 に向かって突出する複数のティース 211 が設けられている。複数のティース 211 は、開口部であるスロットを互いの間に形成しながら、周方向に等間隔に配置される。

【0040】

巻線コイル 220 は、ステータコイルであり、インシュレータ 230 を介してステータコア 210 に設けられた複数のティース 211 の各々に巻回されている。各巻線コイル 220 は、互いに電氣的に 120 度位相が異なる U 相、V 相及び W 相の 3 相それぞれの単位コイルによって構成されている。つまり、それぞれティース 211 に巻き回された巻線コイル 220 は、U 相、V 相及び W 相の相単位でそれぞれに通電される 3 相の交流によって通電駆動される。

【0041】

インシュレータ 230 は、絶縁性樹脂材料によって構成されており、ステータコア 210 が有するティース 211 を覆っている。インシュレータ 230 は、各ティース 211 に設けられている。

【0042】

固定部材 30 は、永久磁石 120 をロータコア 110 に固定する部材である。永久磁石 120 は、固定部材 30 によってロータコア 110 に固定されることでロータコア 110 に保持されている。固定部材 30 は、シャフト 130 に取り付けられている。したがって、固定部材 30 は、シャフト 130 の回転に伴ってロータコア 110 とともに回転する。

【0043】

本実施の形態において、固定部材 30 は、ロータ 10 の重量バランスを調整するためのバランスウェイトである。つまり、既存のバランスウェイトを利用して永久磁石 120 をロータコア 110 に固定している。バランスウェイトは、バランスウェイトの外周部分の一部を切削加工等により切り欠くことで、ロータ 10 の重量バランスを調整するための調整部材である。バランスウェイトを用いることで、ロータ 10 の偏心をなくしてシャフト 130（回転軸）を中心としてバランスよくロータ 10 を回転させることができる。

【0044】

本実施の形態では、固定部材 30 として、第 1 固定部材 31 と第 2 固定部材 32 とが配置されている。第 1 固定部材 31 は、ロータコア 110 のシャフト 130 の軸心方向の一方の面に対向している。一方、第 2 固定部材 32 は、ロータコア 110 のシャフト 130 の軸心方向の他方の面に対向している。言い換えれば、ロータコア 110 は、第 1 固定部材 31 と第 2 固定部材 32 とに挟持されている。これにより、各永久磁石 120 は、第 1 固定部材 31 と第 2 固定部材 32 とに挟持されてロータコア 110 に固定されている。なお、第 1 固定部材 31 及び第 2 固定部材 32 は、ロータコア 110 に接触している。

【0045】

第 1 固定部材 31 には、シャフト 130 が貫通する貫通孔 31a が設けられている。同様に、第 2 固定部材 32 には、シャフト 130 が貫通する貫通孔 32a が設けられている。第 1 固定部材 31 及び第 2 固定部材 32 は、例えば、圧入によりシャフト 130 に固定されているが、第 1 固定部材 31 及び第 2 固定部材 32 とシャフト 130 との固定方法は、これに限らない。なお、第 1 固定部材 31 及び第 2 固定部材 32 の詳細な構成については後述する。

【0046】

第 1 軸受け 41 及び第 2 軸受け 42 は、シャフト 130 を回転自在に保持するベアリングである。第 1 軸受け 41 は、シャフト 130 におけるロータコア 110 の一方側から突出した部位を支持している。第 2 軸受け 42 は、ロータコア 110 の他方側から突出した

10

20

30

40

50

部位を支持している。第1軸受け41及び第2軸受け42は、玉軸受けが用いられているが、スラスト軸受けなど他の軸受けを用いることもできる。

【0047】

第1ブラケット51は、第1軸受け41を保持している。具体的には、第1軸受け41は、第1ブラケット51に設けられた凹部に固定されている。第2ブラケット52は、第2軸受け42を保持している。具体的には、第2軸受け42は、第2ブラケット52に設けられた凹部に固定されている。第1ブラケット51及び第2ブラケット52は、例えば金属材料によって構成されている。

【0048】

第1ブラケット51及び第2ブラケット52は、モータ1の外郭を構成している。具体的には、第1ブラケット51は、開口部を有するフレーム（筐体）である。第2ブラケット52は、第1ブラケット51の開口部を塞ぐ蓋体である。

【0049】

なお、第1ブラケット51には、シャフト130が貫通している。シャフト130の一部は、第1ブラケット51から外部に突出している。図示しないが、シャフト130のうち第1ブラケット51から外部に突出した部分には、回転ファン等の負荷が取り付けられる。つまり、シャフト130において、第1ブラケット51から突出した部分は、出力軸である。

【0050】

このように構成されたモータ1では、ステータ20が有する巻線コイル220に通電すると、界磁電流が巻線コイル220に流れてステータ20（ステータコア210）に磁束が発生する。ステータ20の磁束とロータ10が有する永久磁石120から生じる磁束との相互作用によって生じた磁気力がロータ10を回転させるトルクとなり、ロータ10が回転する。

【0051】

次に、本実施の形態に係るモータ1におけるロータ10及び固定部材30の詳細な構成について、図1及び図2を参照しつつ、図3～図6を用いて説明する。図3は、実施の形態に係るモータ1に用いられるロータ10及び固定部材30の斜視図である。図4は、同モータ1に用いられるロータ10及び固定部材30の分解斜視図である。図5は、同ロータ10の部分拡大断面図である。図6は、図5のVⅠ-VⅠ線におけるロータ10の断面図である。なお、図4では、シャフト130を省略している。また、図5は、図2の破線で囲まれる領域Vのうちロータ10のみを拡大して示している。

【0052】

上述のように、ロータ10は、ロータコア110と、ロータコア110に埋め込まれた永久磁石120と、ロータコア110の貫通孔110aに挿入されたシャフト130とを有する。

【0053】

図1、図2、図4～図6に示すように、ロータコア110には、永久磁石120が埋め込み配設される磁石埋込穴として、複数の磁石挿入孔111が形成されている。複数の磁石挿入孔111は、ロータコア110の周方向に沿って設けられている。具体的には、複数の磁石挿入孔111は、ロータコア110の外周面の内側近傍に、ロータコア110の回転方向に沿って等間隔に設けられている。磁石挿入孔111は4つ設けられている。4つの磁石挿入孔111は、上面視において正多角形（本実施の形態では、正方形）をなすように配置されている。

【0054】

各磁石挿入孔111は、シャフト130の長手方向（軸心Cの方向）に沿ってロータコア110を貫通する貫通孔である。したがって、各磁石挿入孔111は、ロータコア110におけるシャフト130の長手方向の両端面のそれぞれで開口している。各磁石挿入孔111の開口形状は、一例としてスリット状である。シャフト130の長手方向を法線とする平面で切断したときの各磁石挿入孔111の任意の断面形状は、開口形状と同じであ

10

20

30

40

50

り、スリット状である。

【0055】

各磁石挿入孔111は、磁石挿入孔111におけるロータコア110の内面として、磁石挿入孔111の側方における一方側の面である第1孔側面111aと、磁石挿入孔111の側方における他方側の面である第2孔側面111bと、ロータコア110の径方向（ロータ10の径方向）における内側の面である第1孔主面111cと、ロータコア110の径方向における外側の面である第2孔主面111dとを含む。

【0056】

複数の磁石挿入孔111のそれぞれには、永久磁石120が配置されている。各磁石挿入孔111には、1つの永久磁石120が挿入されている。ロータコア110には4つの磁石挿入孔111が設けられているので、ロータコア110には4つの永久磁石120が埋め込まれている。複数の永久磁石120は、複数の磁石挿入孔111と同様に、ロータコア110の周方向に沿って等間隔に配置されている。各永久磁石120は、着磁されており、S極とN極との磁極がロータ10の周方向に交互に存在するように永久磁石120が配置されている。これにより、ロータ10は、ロータコア110の周方向に沿って等間隔の複数の磁極を有する。なお、永久磁石120の着磁については、永久磁石120を磁石挿入孔111内に配置した後に着磁してもよいし、永久磁石120を磁石挿入孔111に挿入する前に予め着磁してもよい。しかし、永久磁石120を磁石挿入孔111に挿入する作業性を考慮すると、永久磁石120を磁石挿入孔111内に挿入した後に着磁する方がよい。

【0057】

各永久磁石120は、板状である。永久磁石120は、薄板状の直方体であり、平面視形状が矩形状である。したがって、シャフト130の長手方向を法線とする平面で切断したときの永久磁石120の断面形状は、長方形である。

【0058】

板状の永久磁石120は、永久磁石120の幅方向における一方側の側面である第1磁石側面120aと、永久磁石120の幅方向における他方側の側面である第2磁石側面120bと、永久磁石120の厚み方向における一方側の主面である第1磁石主面120cと、永久磁石120の厚み方向における他方側の主面である第2磁石主面120dとを有する。

【0059】

各永久磁石120は、厚み方向がロータコア110の径方向となるように磁石挿入孔111に配置されている。具体的には、各永久磁石120は、第1磁石主面120cが第2磁石主面120dよりもロータコア110の径方向の内側に位置するように磁石挿入孔111に配置されている。したがって、各永久磁石120は、第1磁石主面120cがロータコア110の径方向の内側に位置しており、第2磁石主面120dがロータコア110の径方向の外側に位置している。

【0060】

各永久磁石120は、磁石挿入孔111内において、ロータコア110の径方向の外側（外周側）寄りに配置されている。各永久磁石120は、磁石挿入孔111におけるロータコア110の径方向の外側の内面に接している。具体的には、永久磁石120の第2磁石主面120dが磁石挿入孔111の第2孔主面111dに面接触している。

【0061】

各磁石挿入孔111には、永久磁石120が磁石挿入孔111内に配置された状態において、ロータコア110と永久磁石120との間に隙間140（クリアランス）が存在している。本実施の形態において、隙間140は、第1磁石側面120aと第1孔側面111aとの間の隙間である第1空隙部140aと、第2磁石側面120bと第2孔側面111bとの間の隙間である第2空隙部140bと、第1磁石主面120cと第1孔主面111cとの間の隙間である第3空隙部140cとを含む。

【0062】

隙間140のうち第1空隙部140a及び第2空隙部140bは、磁束漏れ防止用のフラックスバリア（磁気障壁）である。つまり、第1空隙部140a及び第2空隙部140bは、磁石挿入孔111内に配置された永久磁石120から生じる磁束の通過を抑制又は遮断する機能を有する。また、第3空隙部140cは、例えば、幅0.2mm以下のスリット状の間隙である。第3空隙部140cの幅は、0.05mmである。

【0063】

第1固定部材31は、ロータコア110と永久磁石120との間の隙間140に嵌め込まれる凸部310を有する。第1固定部材31の凸部310を隙間140に嵌め込むことで、永久磁石120をロータコア110に固定することができる。つまり、第1固定部材31の凸部310は、隙間140に圧入できる形状及び大きさである。これにより、圧入によって第1固定部材31の凸部310を隙間140に押し込んだときの反力によって、永久磁石120をロータコア110に固定することができる。

【0064】

第1固定部材31は、凸部310として、隙間140の第1空隙部140aに嵌め込まれた第1凸部311と、隙間140の第2空隙部140bに嵌め込まれた第2凸部312とを有する。つまり、フラックスバリアである第1空隙部140a及び第2空隙部140bを利用して第1凸部311及び第2凸部312を嵌め込むとともに、一对の第1凸部311及び第2凸部312によって永久磁石120を挟み込むようにして永久磁石120をロータコア110に固定している。一例として、第1凸部311は、軽圧入によって第1空隙部140aに嵌め込まれている。第2凸部312は、軽圧入によって第2空隙部140bに嵌め込まれている。

【0065】

第1固定部材31の第1凸部311及び第2凸部312は、例えば、第1固定部材31の円盤状のベース部分（ウェイト部分）からロータコア110に向かって突出するように形成された砲弾形状の突起である。

【0066】

第1固定部材31の凸部310は、複数の永久磁石120のそれぞれに対応して複数設けられている。つまり、凸部310は、複数の磁石挿入孔111のそれぞれに対応して複数設けられている。1つの磁石挿入孔111には、一对の第1凸部311及び第2凸部312が嵌め込まれている。したがって、第1固定部材31には、ロータコア110に設けられた磁石挿入孔111の数の分だけ一对の第1凸部311及び第2凸部312が設けられている。本実施の形態では、4つの磁石挿入孔111が設けられているので、一对の第1凸部311及び第2凸部312も、4つ設けられている。つまり、第1固定部材31には、4つの第1凸部311と4つの第2凸部312とが設けられている。

【0067】

第2固定部材32は、第1固定部材31と同様に、ロータコア110と永久磁石120との間の隙間140に嵌め込まれた凸部320を有する。第2固定部材32の凸部320を隙間140に嵌め込むことで、永久磁石120をロータコア110に固定することができる。つまり、第2固定部材32の凸部320は、隙間140に圧入できる形状及び大きさである。これにより、圧入によって第2固定部材32の凸部320を隙間140に押し込んだときの反力によって永久磁石120をロータコア110に固定することができる。

【0068】

第2固定部材32は、凸部320として、隙間140の第1空隙部140aに嵌め込まれた第1凸部321と、隙間140の第2空隙部140bに嵌め込まれた第2凸部322とを有する。つまり、フラックスバリアである第1空隙部140a及び第2空隙部140bを利用して第1凸部321及び第2凸部322を嵌め込むとともに、一对の第1凸部321及び第2凸部322によって永久磁石120を挟み込むようにして永久磁石120をロータコア110に固定している。一例として、第1凸部321は、軽圧入によって第1空隙部140aに嵌め込まれている。第2凸部322は、軽圧入によって第2空隙部140bに嵌め込まれている。

【0069】

第2固定部材32の第1凸部321及び第2凸部322は、例えば、第2固定部材32の円盤状のベース部分（ウェイト部分）からロータコア110に向かって突出するように形成された砲弾形状の突起である。

【0070】

第2固定部材32の凸部320は、第1固定部材31の凸部310と同様に、複数の永久磁石120及び複数の磁石挿入孔111の各々に対応して複数設けられている。また、1つの磁石挿入孔111には、一对の第1凸部321及び第2凸部322が嵌め込まれている。したがって、第2固定部材32には、ロータコア110に設けられた磁石挿入孔111の数の分だけ一对の第1凸部321及び第2凸部322が設けられている。本実施の形態では、4つの磁石挿入孔111が設けられているので、一对の第1凸部321及び第2凸部322も、4つ設けられている。つまり、第2固定部材32についても、第1固定部材31と同様に、4つの第1凸部321と4つの第2凸部322とが設けられている。

10

【0071】

第2固定部材32の凸部320（第1凸部321、第2凸部322）は、第1固定部材31の凸部310（第1凸部311、第2凸部312）とは反対側から隙間140に嵌め込まれている。つまり、本実施の形態では、ロータコア110を挟む第1固定部材31と第2固定部材32とによって永久磁石120をロータコア110に固定している。具体的には、永久磁石120のシャフト130の長手方向における一方側の端部が第1固定部材31で固定されている。永久磁石120のシャフト130の長手方向における他方側の端部が第2固定部材32で固定されている。

20

【0072】

第1固定部材31及び第2固定部材32の上面視形状は、円形である。第1固定部材31及び第2固定部材32の外径は、ロータコア110の外径とほぼ一致している。

【0073】

第1固定部材31及び第2固定部材32は、樹脂又は金属（アルミニウム、真鍮、ステンレス等）等の非磁性材料によって構成されているとよい。また、第1固定部材31及び第2固定部材32は、樹脂と金属との複合物によって構成されていてもよい。例えば、第1固定部材31及び第2固定部材32のウェイト部分を樹脂によって構成し、凸部310及び凸部320として金属製のピンを用いてもよい。この場合、例えば、インサート成形によって第1固定部材31及び第2固定部材32を作製することができる。なお、第1固定部材31及び第2固定部材32は、全体が熱可塑性樹脂によって構成されている。つまり、第1固定部材31及び第2固定部材32のベース部分も凸部310及び凸部320も熱可塑性樹脂によって構成されている。

30

【0074】

第1固定部材31の凸部310の硬さ及び第2固定部材32の凸部320の硬さは、ロータコア110及び永久磁石120のいずれの硬さよりも小さいとよい。つまり、第1固定部材31の凸部310及び第2固定部材32の凸部320は、ロータコア110及び永久磁石120よりも柔らかい材料によって構成されているとよい。第1固定部材31の凸部310の硬さ及び第2固定部材32の凸部320の硬さは、例えば弾性率又はビッカース硬度等で表すことができる。

40

【0075】

なお、第1固定部材31と第2固定部材32とは、同じ形状及び同じ材料である。つまり、第1固定部材31と第2固定部材32とは、同一の樹脂成型部品である。

【0076】

以上説明したように、本実施の形態に係るモータ1によれば、磁石挿入孔111が形成されたロータコア110と、磁石挿入孔111に配置された永久磁石120と、を有し、軸心を中心に回転するロータ10と、ロータ10と向かい合うステータ20と、永久磁石120を磁石挿入孔111内に固定する固定部材30と、を備える。固定部材30は、ロータコア110と永久磁石120との間の隙間140に嵌め込まれた凸部310を含む。

50

なお、本実施の形態に係るステータ２０は、複数の鋼板が積層されたステータコア２１０と、ステータコア２１０に設けられ、ロータコア１１０に向かって突出する複数のティース２１１と、複数のティース２１１のそれぞれに巻回された巻線コイル２２０と、を有する。

【００７７】

この構成により、磁石挿入孔１１１に配置された永久磁石１２０とロータコア１１０との間に隙間１４０が存在していても、接着剤を用いることなく、磁石挿入孔１１１の所定の位置で永久磁石１２０をロータコア１１０に固定することができる。このように、本実施の形態におけるモータ１では、接着剤を用いることなく永久磁石１２０を固定することができる。したがって、モータ１の生産性が向上する。しかも、接着剤を用いないので、永久磁石１２０の接着固定位置のばらつき及び接着剤の注入量のばらつきによるロータのアンバランス量を低減することができるので、モータ１の振動を抑制することができる。したがって、生産性に優れた低振動のモータ１を実現することができる。

10

【００７８】

また、本実施の形態におけるモータ１では、第１固定部材３１には、シャフト１３０が貫通する貫通孔３１ａが設けられており、第１固定部材３１は、ロータコア１１０のシャフト１３０の軸心Ｃの方向の面に対向している。

【００７９】

この構成により、第１固定部材３１をシャフト１３０に挿通して、ロータコア１１０におけるシャフト１３０の軸心Ｃの方向の面に対面させて第１固定部材３１をシャフト１３０に固定することができる。これにより、シャフト１３０に固定された第１固定部材３１によって永久磁石１２０をより確実に固定することができる。

20

【００８０】

また、図３に示すように、本実施の形態におけるモータ１では、固定部材３０として、ロータコア１１０のシャフト１３０の軸心Ｃの方向の一方の面に対向する第１固定部材３１と、ロータコア１１０のシャフト１３０の軸心Ｃの方向の他方の面に対向する第２固定部材３２とを備えている。

【００８１】

この構成により、第１固定部材３１と第２固定部材３２とによってロータコア１１０を挟んだ状態で磁石挿入孔１１１に挿入された永久磁石１２０を固定することができる。これにより、第１固定部材３１と第２固定部材３２とによって、永久磁石１２０をシャフト１３０の軸心Ｃの方向から挟み込む状態で固定することができる。したがって、より確実に永久磁石１２０をロータコア１１０に固定することができる。

30

【００８２】

また、本実施の形態におけるモータ１において、永久磁石１２０は、軸心Ｃが伸びる方向から見て、磁石挿入孔１１１が含む内面のうちロータコア１１０の径方向の外側に位置する内面に接している。具体的には、永久磁石１２０の第２磁石主面１２０ｄと磁石挿入孔１１１の第２孔主面１１１ｄとを面接触させている。

【００８３】

この構成により、初期状態において永久磁石１２０を磁石挿入孔１１１の外側に位置させることができる。よって、永久磁石１２０の位置ずれによる性能特性の低下を抑制することができる。この点について、以下説明する。

40

【００８４】

ロータ１０（ロータコア１１０）が回転すると、ロータコア１１０の磁石挿入孔１１１に配置された永久磁石１２０には遠心力が働く。このため、磁石挿入孔１１１における永久磁石１２０の周囲に隙間が存在すると、永久磁石１２０は磁石挿入孔１１１内の径方向の外側に移動しようとする。このとき、仮に永久磁石１２０が磁石挿入孔１１１の径方向の内側に位置していると、固定部材３０によって永久磁石１２０が固定されていたとしても、ロータ１０の回転による遠心力によって永久磁石１２０が径方向の外側にずれるおそれがある。この結果、ロータコア１１０に埋め込まれた複数の永久磁石１２０について、

50

磁石挿入孔 111 における永久磁石 120 の固定位置にばらつきが生じるおそれがある。これに対して、本実施の形態のように、初期状態において永久磁石 120 を予め磁石挿入孔 111 の径方向の外側に位置させておくことで、永久磁石 120 に遠心力が働いたとしても、それ以上、永久磁石 120 は径方向の外側に移動することができない。これにより、磁石挿入孔 111 における永久磁石 120 の固定位置にばらつきが生じることを抑制できる。したがって、永久磁石 120 の位置ずれによる性能特性の低下を抑制することができる。

【0085】

また、本実施の形態における固定部材 30 は、バランスウェイトである。具体的には、第 1 固定部材 31 及び第 2 固定部材 32 は、いずれもバランスウェイトである。

10

【0086】

これにより、バランスウェイトを用いて永久磁石 120 をロータコア 110 に固定することができる。つまり、本実施の形態における第 1 固定部材 31 及び第 2 固定部材 32 は、ロータのバランスを調整する機能と永久磁石 120 を固定する機能とを有する。したがって、永久磁石 120 を固定するための固定部材を追加することなく、永久磁石 120 をロータコア 110 に固定することができる。また、バランスウェイトである第 1 固定部材 31 及び第 2 固定部材 32 の一部を切削してロータ 10 のアンバランス量を修正することで、ロータ 10 のアンバランスを低減することができる。したがって、さらに低振動のモータ 1 を実現することができる。

【0087】

20

また、本実施の形態におけるモータ 1 では、磁石挿入孔 111 に設けられたフラックスバリアを利用して、固定部材 30 によって永久磁石 120 を固定している。具体的には、ロータ 10 を上面視したときに、隙間 140 は、永久磁石 120 の第 1 磁石側面 120a と磁石挿入孔 111 の第 1 孔側面 111a との間の間隙である第 1 空隙部 140a と、永久磁石 120 の第 2 磁石側面 120b と磁石挿入孔 111 の第 2 孔側面 111b との間の間隙である第 2 空隙部 140b と、永久磁石 120 の第 1 磁石主面 120c と磁石挿入孔 111 の第 1 孔主面 111c との間の間隙である第 3 空隙部 140c とを含む。第 1 空隙部 140a 及び第 2 空隙部 140b は、フラックスバリアである。第 1 固定部材 31 は、凸部 310 として、フラックスバリアである第 1 空隙部 140a に嵌め込まれた第 1 凸部 311 と、フラックスバリアである第 2 空隙部 140b に嵌め込まれた第 2 凸部 312 とを有する。また、第 2 固定部材 32 についても同様に、第 2 固定部材 32 は、凸部 320 として、フラックスバリアである第 1 空隙部 140a に嵌め込まれた第 1 凸部 321 と、フラックスバリアである第 2 空隙部 140b に嵌め込まれた第 2 凸部 322 とを有する。

30

【0088】

このように、フラックスバリアである第 1 空隙部 140a 及び第 2 空隙部 140b を利用して第 1 固定部材 31 の凸部 310 及び第 2 固定部材 32 の凸部 320 を嵌め込むことで、第 1 固定部材 31 の凸部 310 及び第 2 固定部材 32 の凸部 320 を嵌め込むためだけの隙間又は凹部等をロータコア 110 に別途形成することなく、接着剤レスで永久磁石 120 をロータコア 110 に固定することができる。これにより、低コストで永久磁石 120 を固定することができる。

40

【0089】

また、本実施の形態におけるモータ 1 において、第 1 固定部材 31 及び第 2 固定部材 32 は、非磁性材料によって構成されている。

【0090】

この構成により、ロータ 10 の性能に影響を与えることなく、第 1 固定部材 31 及び第 2 固定部材 32 によって永久磁石 120 を固定することができる。

【0091】

具体的には、非磁性材料として熱可塑性樹脂を用いている。つまり、第 1 固定部材 31 及び第 2 固定部材 32 は、熱可塑性樹脂によって構成されている。

【0092】

50

この構成により、第1固定部材31の凸部310及び第2固定部材32の凸部320に適度な弾性力を持たせることができるので、第1固定部材31の凸部310及び第2固定部材32の凸部320を隙間140に嵌め込んだときに、凸部310及び凸部320を弾性変形させることができる。これにより、磁石挿入孔111におけるロータコア110と永久磁石120との間の隙間140に凸部310及び凸部320を嵌め込む際の応力を凸部310及び凸部320によって吸収することができる。したがって、圧入によって凸部310及び凸部320を隙間140に嵌め込んだとしても、ロータコア110及び永久磁石120にクラック等が発生することを抑制できるので、信頼性の高いモータ1を実現できる。

【0093】

また、本実施の形態におけるモータ1において、ロータコア110及び永久磁石120は、第1固定部材31の凸部310及び第2固定部材32の凸部320より硬いといよい。

【0094】

この場合も、磁石挿入孔111におけるロータコア110と永久磁石120との間の隙間140に凸部310及び凸部320を嵌め込む際の応力を凸部310及び凸部320によって吸収することができるので、信頼性の高いモータ1を実現できる。

【0095】

(変形例1)

次に、変形例1に係るモータ1Aについて、図7及び図8を用いて説明する。図7は、変形例1に係るモータ1Aに用いられるロータ10A及び固定部材30の分解斜視図である。図8は、同モータ1Aに用いられるロータ10Aの部分拡大断面図である。

【0096】

本変形例に係るモータ1Aと上記実施の形態におけるモータ1とは、永久磁石120Aと永久磁石120との形状が異なる。具体的には、上記実施の形態におけるモータ1では、ロータ10を上面視したときに、永久磁石120は長方形であったが、図7に示すように、本変形例におけるモータ1Aでは、ロータ10Aを上面視したときに、永久磁石120Aは、台形である。つまり、本変形例において、永久磁石120Aの断面形状は、図8に示すように、台形になっている。なお、本変形例において、永久磁石120A以外の構成は、上記実施の形態におけるモータ1と同じ構成である。

【0097】

本変形例では、図7及び図8に示すように、永久磁石120Aは、永久磁石120Aにおけるロータコア110の径方向の外側の辺が、永久磁石120Aにおけるロータコア110の径方向の内側の辺よりも大きくなるように、ロータコア110の磁石挿入孔111に配置されている。つまり、永久磁石120Aの台形の上底を短辺とし、下底を長辺としたときに、台形状の各永久磁石120Aは、磁石挿入孔111内において、長辺がロータコア110の径方向の外側（外周側）に位置し、かつ、短辺がロータコア110の径方向の内側に位置するように配置されている。

【0098】

このように構成することで、磁石挿入孔111に配置された永久磁石120Aを固定部材30によって固定する際に、セルフアライメントで永久磁石120Aを磁石挿入孔111の外周側に位置させることができる。この点について、図9を用いて説明する。図9は、変形例1に係るモータ1Aにおいて、永久磁石120Aをロータコア110に組み付けるときの様子を示す図である。なお、図9では、固定部材30のうち第1固定部材31のみを示しているが、第2固定部材32についても同様である。

【0099】

まず、図9の上部に示すように、ロータコア110の各磁石挿入孔111に永久磁石120Aを挿入して、磁石挿入孔111に永久磁石120Aを配置する。このとき、磁石挿入孔111には遊びがあるので、永久磁石120Aを容易に磁石挿入孔111に挿入することができる。したがって、磁石挿入孔111に配置された永久磁石120Aの周囲には、隙間が存在している。

10

20

30

40

50

【0100】

次に、図9の下部に示すように、凸部310が隙間140に嵌め込まれるようにして第1固定部材31をロータコア110に組み付ける。具体的には、圧入によって第1固定部材31の第1凸部311を第1空隙部140aに嵌め込むとともに第1固定部材31の第2凸部312を第2空隙部140bに嵌め込む。

【0101】

このとき、台形の永久磁石120Aの一方の側面に第1凸部311が当接しながら第1凸部311が第1空隙部140aに押し込まれるとともに、台形の永久磁石120Aの他方の側面に第2凸部312が当接しながら第2凸部312が第2空隙部140bに押し込まれる。このとき、永久磁石120Aは、第1凸部311及び第2凸部312から応力を受けて、ロータコア110の径方向の外側に自動的に移動することになる。つまり、凸部310（第1凸部311、第2凸部312）を隙間140に嵌め込むだけで、永久磁石120Aを磁石挿入孔111の外周側に位置させることができる。具体的には、各永久磁石120Aを、磁石挿入孔111におけるロータコア110の径方向の外側の内面に接触させることができる。つまり、凸部310（第1凸部311、第2凸部312）を隙間140に嵌め込むだけで、永久磁石120Aの第2磁石主面120dと磁石挿入孔111の第2孔主面111dとが面接触するように、磁石挿入孔111内において永久磁石120Aが自然に位置決めされる。

10

【0102】

また、永久磁石120Aの形状を台形にすることで、永久磁石120Aを磁石挿入孔111に挿入する際の誤挿入を防止することができる。これにより、誤挿入による永久磁石120Aの着磁方向の間違いを無くすることができる。

20

【0103】

(変形例2)

次に、変形例2に係るモータ1Bについて、図10及び図11を用いて説明する。図10は、変形例2に係るモータ1Bに用いられるロータ10Bの部分拡大断面図である。図11は、同モータ1Bに用いられる第1固定部材31Bの斜視図である。なお、図10では、ロータ10B、第1固定部材31B及び第2固定部材32B以外の構成は省略している。

【0104】

本変形例に係るモータ1Bと上記実施の形態におけるモータ1とは、第1固定部材31B及び第2固定部材32Bの構成が異なる。

30

【0105】

具体的には、上記実施の形態におけるモータ1では、第1固定部材31の凸部310及び第2固定部材32の凸部320は、砲弾型の突起であった。しかし、図10及び図11に示すように、本変形例におけるモータ1Bでは、第1固定部材31Bの凸部310B及び第2固定部材32Bの凸部320Bは、ロータ10Bを上面視したときに、永久磁石120の第1磁石主面120cに沿って長尺状である。具体的には、図11に示すように、第1固定部材31Bの凸部310Bの形状は、永久磁石120の長辺に沿って延在する三角柱である。なお、第2固定部材32Bは、第1固定部材31Bと同じ形状であるので、第2固定部材32Bの凸部320Bの形状も、永久磁石120の長辺に沿って延在する三角柱である。

40

【0106】

また、本変形例に係るモータ1Bと上記実施の形態におけるモータ1とは、第1固定部材31Bの凸部310B及び第2固定部材32Bの凸部320Bが嵌め込まれる隙間140の位置も異なる。

【0107】

具体的には、上記実施の形態におけるモータでは、第1固定部材31の凸部310及び第2固定部材32の凸部320は、隙間140のうち第1空隙部140a及び第2空隙部140bに嵌め込まれていた。図10に示すように、本変形例におけるモータ1Bでは、

50

第1固定部材31Bの凸部310B及び第2固定部材32Bの凸部320Bは、隙間140のうち第3空隙部140cに嵌め込まれている。

【0108】

なお、本変形例において、第1固定部材31B及び第2固定部材32B以外の構成は、上記実施の形態におけるモータ1と同じ構成である。

【0109】

以上、本変形例に係るモータ1Bでも、ロータコア110の磁石挿入孔111に配置された永久磁石120を第1固定部材31B及び第2固定部材32Bによってロータコア110に固定することができる。

【0110】

この構成により、磁石挿入孔111に配置された永久磁石120とロータコア110との間に隙間140が存在していても、接着剤を用いることなく、磁石挿入孔111の所定の位置で永久磁石120をロータコア110に固定することができる。したがって、生産性に優れた低振動のモータ1Bを実現することができる。

【0111】

また、本変形例では、第1固定部材31Bの凸部310B及び第2固定部材32Bの凸部320Bを第3空隙部140cに嵌め込んでいる。だが、第3空隙部140cは、幅が0.2mm以下の狭い領域となっている。このため、凸部310B及び凸部320Bの幅も狭くなり、凸部310B及び凸部320Bの材料によっては、凸部310B及び凸部320Bの機械的強度が低下して、凸部310B及び凸部320Bによる永久磁石120の保持力が低下するおそれがある。一方、第3空隙部140cの幅全体を広げると、本来フラックスバリアとして機能させたくない第3空隙部140cがフラックスバリアとなってしまう。この結果、ロータ10の磁束が大きく低下してモータ1の性能が低下するおそれがある。

【0112】

そこで、図12に示すように、磁石挿入孔111の開口部付近だけの第3空隙部140cの幅を広げて凸部310B及び凸部320Bの幅を大きくするとよい。図12は、変形例2に係る他のモータに用いられるロータ10Bの断面図である。具体的には、図12に示されるロータ10Bのように、ロータコア110Bに、第3空隙部140cの幅よりも大きい幅の凹部112を設けるとよい。凹部112は、第3空隙部140cの一部として、ロータコア110Bの断面視において、磁石挿入孔111の開口面から段差状に窪むように形成されている。凹部112は、ロータコア110Bにおけるシャフト130の長手方向の両面に設けられている。一方の凹部112には第1固定部材31Bの凸部310Bが嵌め込まれ、他方の凹部112には第2固定部材32Bの凸部320Bが嵌め込まれている。

【0113】

この構成により、凹部112の幅を第3空隙部140cの幅よりも大きくした分、第1固定部材31Bの凸部310B及び第2固定部材32Bの凸部320Bの幅を大きくすることができるので、凸部310B及び凸部320Bの機械的強度を大きくすることができる。これにより、ロータ10の磁束を大きく低下させることなく、凸部310B及び凸部320Bによる永久磁石120の保持力を確保することができる。

【0114】

(その他の変形例)

以上、本開示に係るモータ等について、実施の形態及び変形例に基づいて説明した。しかし、本開示は、上記実施の形態及び変形例に限定されるものではない。

【0115】

例えば、上記実施の形態におけるモータ1では、第1固定部材31の第1凸部311を第1空隙部140aに嵌め込むとともに、第1固定部材31の第2凸部312を第2空隙部140bに嵌め込んだが、これに限らない。図13は、変形例3に係るモータ1Cに用いられるロータ10Cの部分拡大断面図である。具体的には、図13に示されるモータ1

10

20

30

40

50

Cにおけるロータ10Cのように、第1固定部材31Cの第1凸部311C及び第2凸部312Cの位置を変えて、第1凸部311C及び第2凸部312Cの両方を第3空隙部140cに嵌め込んでもよい。この場合、上記変形例2と同様に、ロータ10Cの磁束を大きく低下させることなく第1凸部311C及び第2凸部312Cによる永久磁石120の保持力を確保するために、第3空隙部140cの幅を部分的に広くして第1凸部311C及び第2凸部312Cの幅を大きくするとよい。具体的には、図13に示すように、ロータコア110Cには、磁石挿入孔111の第3空隙部140cにおけるロータコア110Cに、ロータコア110Cの径方向の内側に窪む凹部113を形成するとよい。図示しないが、第2固定部材についても第1固定部材31Cと同様の構成である。

【0116】

なお、図5及び図13に示されるように、第1固定部材及び第2固定部材の凸部を、第1空隙部140a及び第2空隙部140bと第3空隙部140cとのいずれか一方のみに嵌め込まれるように構成するのではなく、第1空隙部140a及び第2空隙部140bと第3空隙部140cとの両方に嵌め込まれるように構成してもよい。つまり、第1固定部材及び第2固定部材の凸部の数を増やして、第1空隙部140a及び第2空隙部140bと第3空隙部140cとの両方に嵌め込まれる数の凸部を第1固定部材及び第2固定部材に形成すればよい。例えば、図5に示される凸部と図13（又は図11）に示される凸部との両方を有する第1固定部材及び第2固定部材としてもよい。

【0117】

また、上記実施の形態では、固定部材30として、第1固定部材31及び第2固定部材32の両方を用いた。しかし、これに限らず、第1固定部材31及び第2固定部材32の一方のみを用いてもよい。図14は、変形例4に係るモータ1Dに用いられるロータ10Dの断面図である。例えば、図14に示されるモータ1Dのように、第1固定部材31のみを用いてもよい。この場合、第1固定部材31が配置された側とは反対側で永久磁石120が磁石挿入孔111から脱落しないように、ロータコア110Dを構成する複数の鋼板のうちの少なくとも1枚（図14では最端の鋼板）に磁石挿入孔111を形成せずに、この磁石挿入孔111が形成されていない鋼板を底板として用いるとよい。これにより、磁石挿入孔111が形成されていない鋼板がストッパ板として機能するので、第1固定部材31のみを用いたとしても永久磁石120が磁石挿入孔111から脱落することを防止できる。

【0118】

また、上記実施の形態において、永久磁石120は、磁石挿入孔111におけるロータコア110の径方向の外側の内面に接しており、且つ、磁石挿入孔111におけるロータコア110の径方向の内側の内面に接していなかったが、これに限らない。図15は、変形例5に係るモータ1Eに用いられるロータ10Eの部分拡大断面図である。例えば、永久磁石120が第1固定部材31及び第2固定部材32が強固に固定されていれば、図15に示されるモータ1Eのロータ10Eのように、永久磁石120は、磁石挿入孔111におけるロータコア110の径方向の外側の内面に接しておらず、且つ、磁石挿入孔111におけるロータコア110の径方向の内側の内面に接していてもよい。具体的には、図15では、永久磁石120の第1磁石主面120cと磁石挿入孔111の第1孔主面111cとが面接触している。

【0119】

あるいは、図16は、変形例6に係るモータ1Fに用いられるロータ10Fの部分拡大断面図である。図16に示されるモータ1Fのロータ10Fのように、永久磁石120は、磁石挿入孔111におけるロータコア110の径方向の外側の内面に接しておらず、且つ、磁石挿入孔111におけるロータコア110の径方向の内側の内面にも接していてもよい。具体的には、図16では、永久磁石120の第1磁石主面120cと磁石挿入孔111の第1孔主面111cとが接触しておらず、かつ、永久磁石120の第2磁石主面120dと磁石挿入孔111の第2孔主面111dとも接触していない。つまり、図16では、永久磁石120は、磁石挿入孔111のどの内面にも接触しておらず、永久磁石

10

20

30

40

50

120の全周に隙間140が存在している。

【0120】

また、上記実施の形態において、第1固定部材31及び第2固定部材32は、バランスウェイトであるとしたが、これに限らない。例えば、第1固定部材31及び第2固定部材32は、バランスウェイトの機能を有していなくてもよい。この場合、第1固定部材31及び第2固定部材32とは別にバランスウェイトが別途設けられていてもよいし、バランスウェイトが設けられていなくてもよい。なお、第1固定部材31及び第2固定部材32は、バランスウェイト以外のモータの既存の部品を用いて、永久磁石120を固定する機能を持たせてもよい。

【0121】

また、上記実施の形態において、第1固定部材31の第1凸部311及び第2凸部312と第2固定部材32の第1凸部321及び第2凸部322とは、いずれも砲弾型としたが、これに限らない。第1固定部材31の第1凸部311及び第2凸部312と第2固定部材32の第1凸部321及び第2凸部322は、磁石挿入孔111におけるロータコア110と永久磁石120との間の隙間140に嵌め込まれる形状であれば、任意の形状が適用される。また、第1固定部材31の第1凸部311及び第2凸部312と第2固定部材32の第1凸部321及び第2凸部322との先端部には、当該先端部を先細りにするテーパ面が形成されているとよい。これにより、第1固定部材31の第1凸部311及び第2凸部312と第2固定部材32の第1凸部321及び第2凸部322とを隙間140に押し込みやすくなる。

【0122】

また、上記実施の形態において、ロータ10の磁極の極数は4（つまり、永久磁石120の数が4個）としたが、これに限らない。例えば、ロータ10の磁極の極数は、 $2n$ （ n は自然数）であれば、任意の数を適用できる。

【0123】

また、上記実施の形態において、モータ1は、電気掃除機のファンモータに適用する場合について説明したが、これに限らない。図17は、モータ1を備える電気機器400を示す図である。例えば、上記実施の形態及び各種変形例のモータは、エアコン又は冷蔵庫等の電気掃除機以外の家庭用電気機器、又は、自動車用機器やロボット等の産業用電気機器等の種々の電気機器に利用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0124】

本開示の技術は、モータ及びモータを備える電気機器等に広く利用することができる。

【符号の説明】

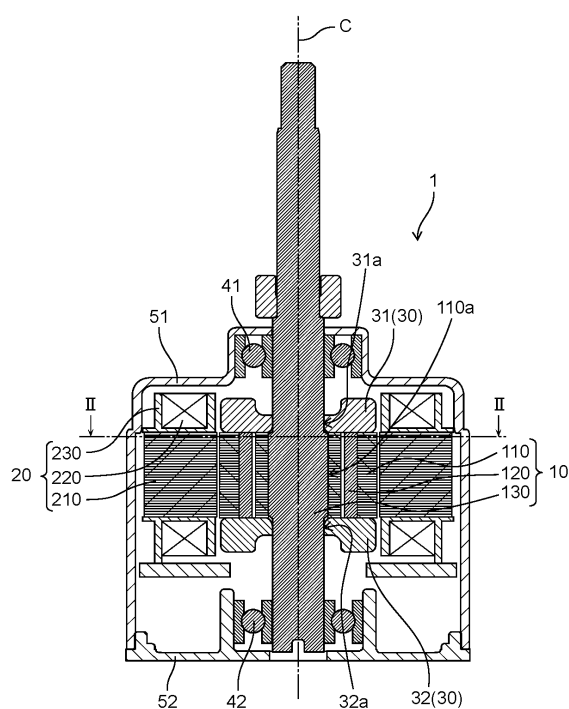
【0125】

- 1、1A、1B、1C、1D、1E、1F モータ
- 10、10A、10B、10C、10D、10E、10F ロータ
- 20 ステータ
- 30 固定部材
- 31、31B、31C 第1固定部材
- 31a、32a 貫通孔
- 32、32B 第2固定部材
- 41 第1軸受け
- 42 第2軸受け
- 51 第1ブラケット
- 52 第2ブラケット
- 110、110B、110C、110D ロータコア
- 110a 貫通孔
- 111 磁石挿入孔
- 111a 第1孔側面

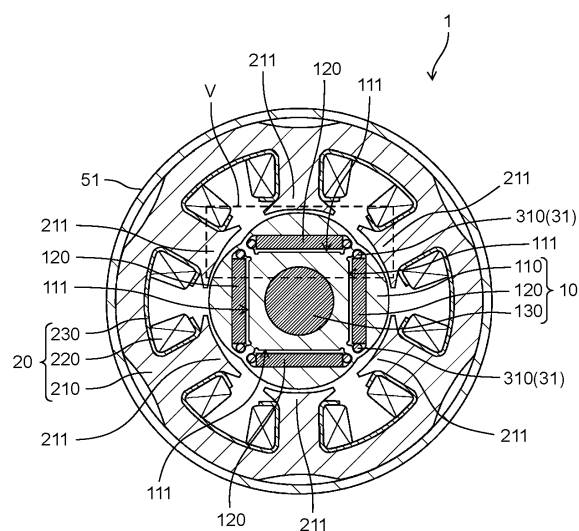
- | | |
|-----------------------------|----------|
| 1 1 1 b | 第 2 孔側面 |
| 1 1 1 c | 第 1 孔主面 |
| 1 1 1 d | 第 2 孔主面 |
| 1 1 2、1 1 3 | 凹部 |
| 1 2 0、1 2 0 A | 永久磁石 |
| 1 2 0 a | 第 1 磁石側面 |
| 1 2 0 b | 第 2 磁石側面 |
| 1 2 0 c | 第 1 磁石主面 |
| 1 2 0 d | 第 2 磁石主面 |
| 1 3 0 | シャフト |
| 1 4 0 | 隙間 |
| 1 4 0 a | 第 1 空隙部 |
| 1 4 0 b | 第 2 空隙部 |
| 1 4 0 c | 第 3 空隙部 |
| 2 1 0 | ステータコア |
| 2 1 1 | ティース |
| 2 2 0 | 巻線コイル |
| 2 3 0 | インシュレータ |
| 3 1 0、3 1 0 B、3 2 0、3 2 0 B | 凸部 |
| 3 1 1、3 1 1 C、3 2 1 | 第 1 凸部 |
| 3 1 2、3 1 2 C、3 2 2 | 第 2 凸部 |
| 4 0 0 | 電気機器 |

【図面】

【図 1】



【圖 2】



10

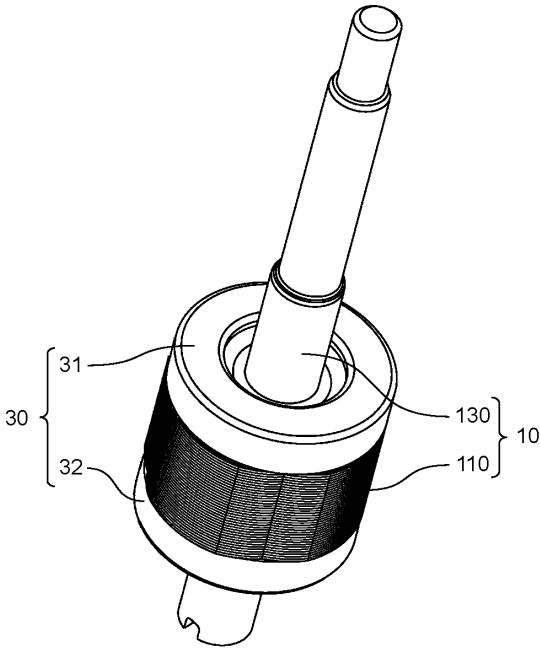
20

30

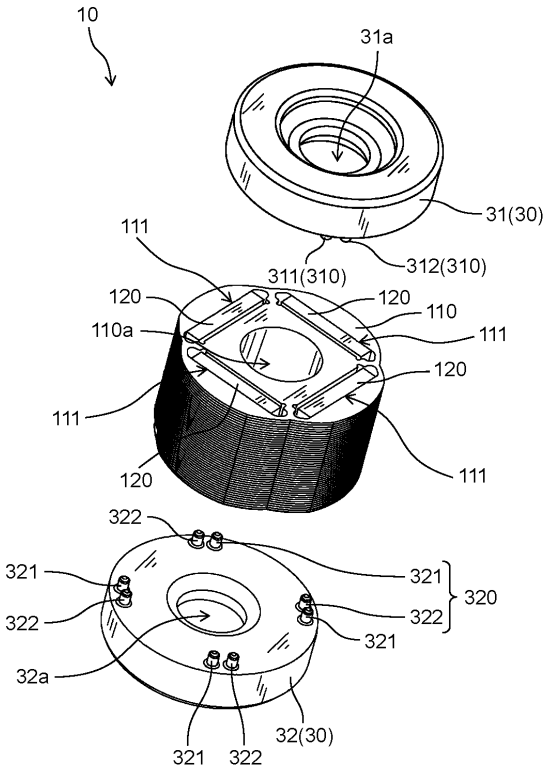
40

50

【図 3】



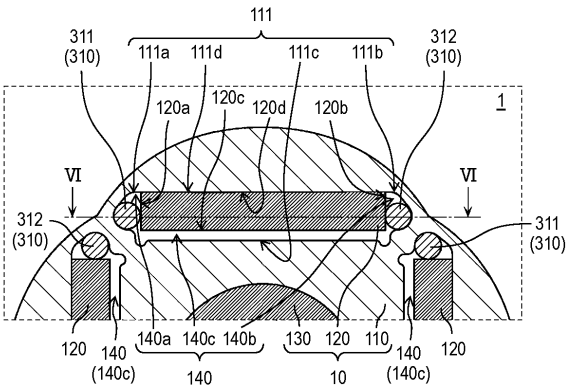
【図 4】



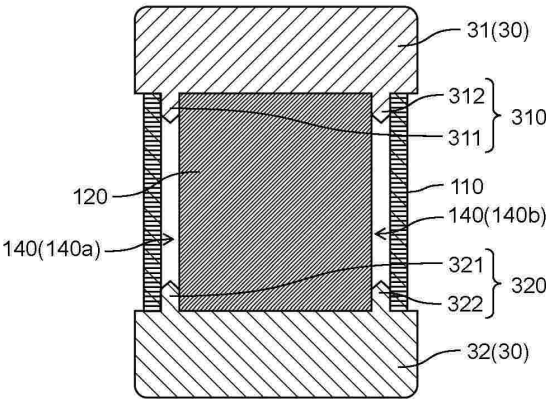
10

20

【図 5】



【図 6】

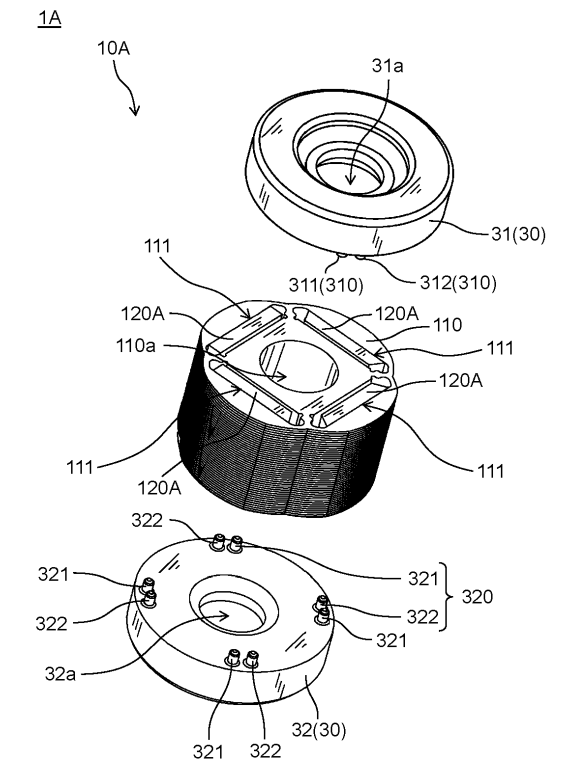


30

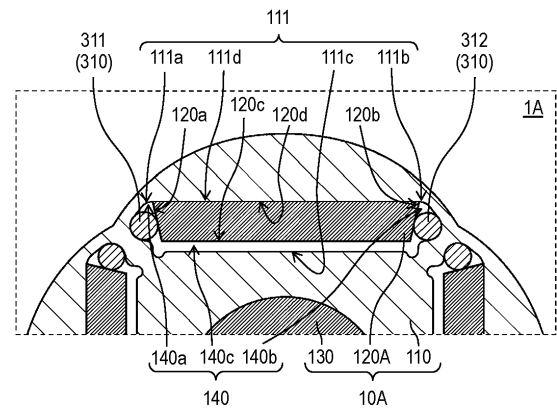
40

50

【図 7】



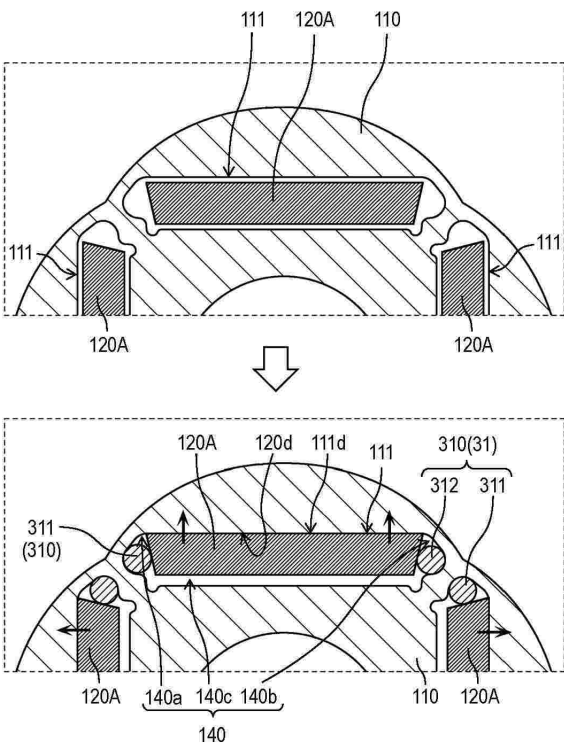
【図 8】



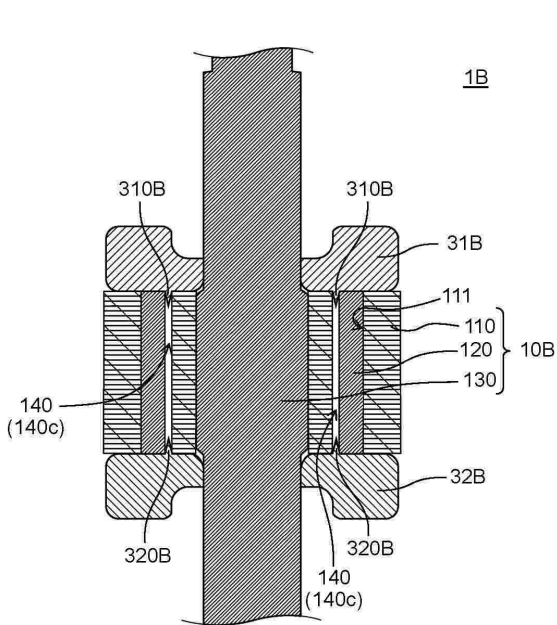
10

20

【図 9】



【図 10】

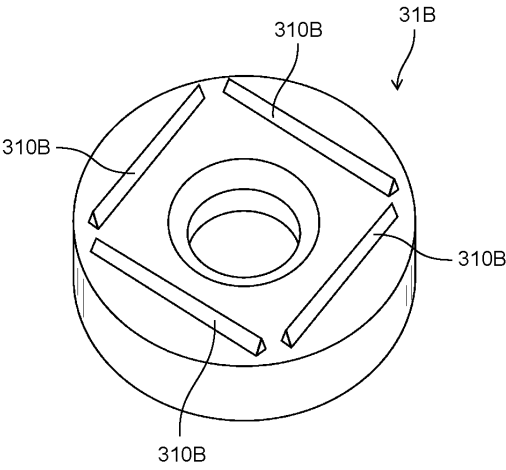


30

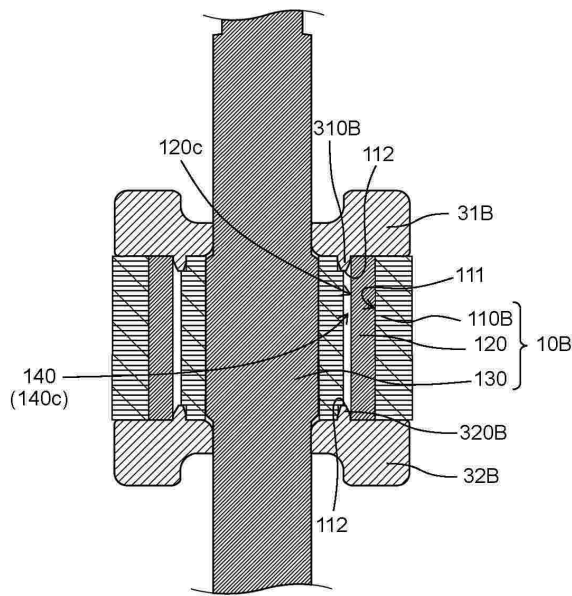
40

50

【図 1 1】



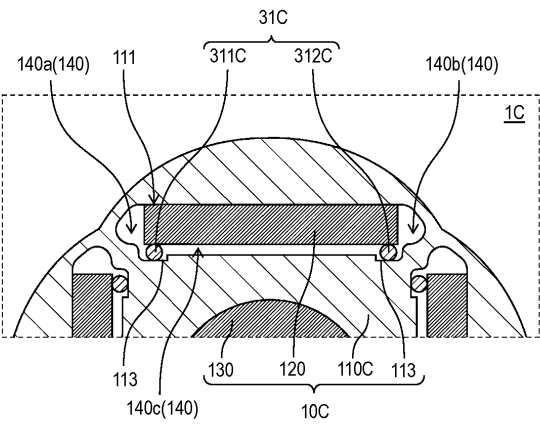
【図 1 2】



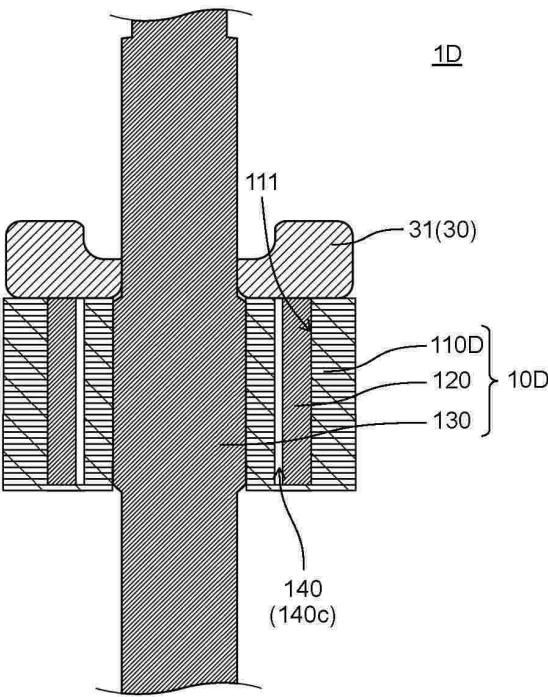
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

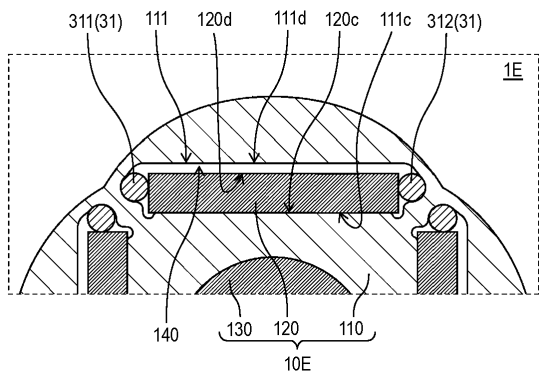


30

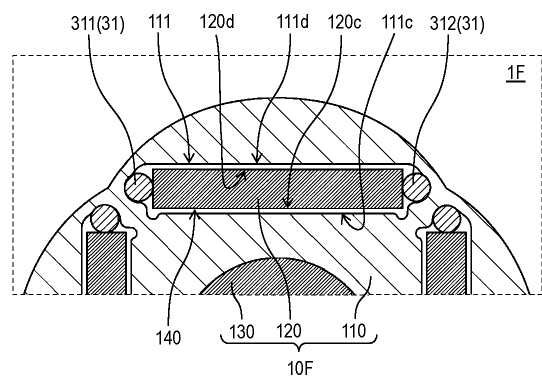
40

50

【図 1 5】

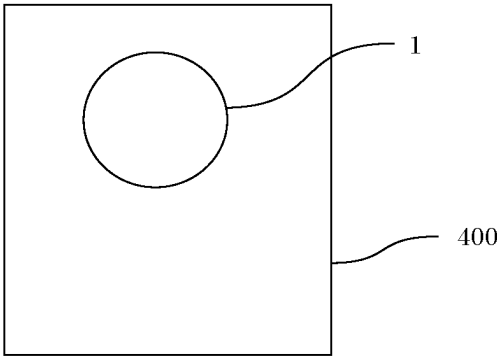


【図 1 6】



10

【図 1 7】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開２０１３－０９９０３８（ＪＰ，Ａ）
 特開２０１１－１４７３２３（ＪＰ，Ａ）
 特開２０１３－０５１８４０（ＪＰ，Ａ）
 実開平０５－００４７３９（ＪＰ，Ｕ）
 特開平０８－０８８９６３（ＪＰ，Ａ）
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 Ｈ０２Ｋ１／００－１／３４
 １５／００－１５／１６