(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7700722号
(P7700722)

(45)発行日　令和7年7月1日(2025.7.1)

(24)登録日　令和7年6月23日(2025.6.23)

(51)国際特許分類

	FI	
Ｈ０２Ｋ　1/2783(2022.01)	Ｈ０２Ｋ	1/2783
Ｈ０２Ｋ　15/035(2025.01)	Ｈ０２Ｋ	15/035

請求項の数　5　（全9頁）

(21)出願番号　特願2022-66301(P2022-66301)
(22)出願日　令和4年4月13日(2022.4.13)
(65)公開番号　特開2023-156759(P2023-156759A)
(43)公開日　令和5年10月25日(2023.10.25)
審査請求日　令和6年5月31日(2024.5.31)

(73)特許権者　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田 誠
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田 博宣
(72)発明者　島田 一憲
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内
(72)発明者　松本 訓明
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内
(72)発明者　平林 崇
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ロータ及びロータの製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ロータ基部（２１）と、
前記ロータ基部の側面（２１ａ）の周方向に複数配置される永久磁石（２２）と
を備え、
前記永久磁石は、ハルバッハ配列磁石にて構成されてなるロータ（１２）であって、
前記永久磁石は、周方向両側部に主として磁束が径方向を向くｄ軸磁石部（２２ｄｎ，２２ｄｓ）と、周方向中央部に主として磁束が周方向を向くｑ軸磁石部（２２ｑ）とが１個の磁石材として一体的に構成されており、
周方向に隣接する前記永久磁石の同極の前記ｄ軸磁石部同士が連続して並ぶように配置されており、
前記永久磁石における周方向の側端面（２２ｃ）は、前記ロータの径方向に沿った平坦面をなしており、
前記永久磁石における前記ロータ基部の前記側面に向く部位（２２ｅ）は、先細形状とするための傾斜面（２２ｆ）を有し、
前記傾斜面は、前記永久磁石における前記側端面（２２ｃ）と径方向の内側面（２２ａ）とにそれぞれ連続するように形成されており、
前記永久磁石において、前記側端面とその径方向内側に連続する前記傾斜面とは、前記ロータの径方向に沿った前記側端面に対して前記傾斜面が傾斜している、
ロータ。

【請求項２】
　前記永久磁石は、前記ロータ基部の前記側面に対して互いに平坦面同士で当接して配置されている、
　請求項１に記載のロータ。
【請求項３】
　周方向に隣り合う前記永久磁石において、周方向に隣り合う前記傾斜面は、互いに当接することなく傾斜面同士の間に隙間を有する、
　請求項１に記載のロータ。
【請求項４】
　前記ｄ軸磁石部は、前記傾斜面に沿うような傾斜した着磁がなされている、
　請求項１に記載のロータ。
【請求項５】
　ロータ基部（２１）と、
　前記ロータ基部の側面（２１ａ）の周方向に複数配置される永久磁石（２２）と
を備え、
　前記永久磁石は、ハルバッハ配列磁石にて構成されてなるロータ（１２）の製造方法であって、
　前記永久磁石は、周方向両側部に主として磁束が径方向を向くｄ軸磁石部（２２ｄｎ，２２ｄｓ）と、周方向中央部に主として磁束が周方向を向くｑ軸磁石部（２２ｑ）とが１個の磁石材として一体的に構成されているものを用い、
　前記永久磁石を前記ロータ基部の前記側面に対して周方向の１つ置きに全周若しくは周方向の一部に亘って取り付けた後に、先に取り付けた前記永久磁石間に次の前記永久磁石を径方向から挿入して取り付けて、周方向に隣接する前記永久磁石の同極の前記ｄ軸磁石部同士が連続して並ぶように配置される、
　ロータの製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本開示は、永久磁石を有するロータ及びロータの製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
　モータのロータにおいて、磁極部としてロータ基部の側面に複数個の永久磁石を配置して構成されているものが知られている。永久磁石は、一例としてハルバッハ配列磁石にて構成されている（例えば特許文献１参照）。ハルバッハ配列磁石を用いることで、モータの性能向上が見込める。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２０２０－１３７３８７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
　ハルバッハ配列磁石は、主として磁束が径方向を向くｄ軸磁石部と、主として磁束が周方向を向くｑ軸磁石部とを周方向に交互に配列してなる磁石である。このような磁石の構成上、未着磁の磁石材をロータ基部に取り付けた後に着磁を行うことが難しい磁石となっている。そのため、ロータにハルバッハ配列磁石を用いるには、ｄ軸磁石部及びｑ軸磁石部とする各磁石材に予め着磁を済ませて、着磁済みの各磁石材をロータ基部に取り付ける手法を採るのが一般的である。
【０００５】
　しかしながら、ｄ軸磁石部及びｑ軸磁石部とする着磁済みの各磁石材をロータ基部に取

り付ける際、例えば先に取り付けられたｑ軸磁石部の磁石材に対し、後に取り付けるｄ軸磁石部の磁石材との間で吸引力が作用してしまう。つまり、各磁石材の取付作業の際、各磁石材同士が互いの吸引力の作用を受けて接触し得る状況である。そのため、各磁性材同士が強く接触した場合等、磁性材が破損に至る懸念があった。換言すると、各磁石材同士を強く接触させないようにする慎重で煩雑な取付作業を行うことが必要であった。

【０００６】

本開示の目的は、ハルバッハ配列磁石を構成する磁石材の破損を防止しつつ容易な取り付けが行え得るロータ及びロータの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上記課題を解決するロータは、ロータ基部（２１）と、前記ロータ基部の側面（２１ａ）の周方向に複数配置される永久磁石（２２）とを備え、前記永久磁石は、ハルバッハ配列磁石にて構成されてなるロータ（１２）であって、前記永久磁石は、周方向両側部に主として磁束が径方向を向くｄ軸磁石部（２２ｄｎ，２２ｄｓ）と、周方向中央部に主として磁束が周方向を向くｑ軸磁石部（２２ｑ）とが１個の磁石材として一体的に構成されており、周方向に隣接する前記永久磁石の同極の前記ｄ軸磁石部同士が連続して並ぶように配置されている。

【０００８】

上記課題を解決するロータの製造方法は、ロータ基部（２１）と、前記ロータ基部の側面（２１ａ）の周方向に複数配置される永久磁石（２２）とを備え、前記永久磁石は、ハルバッハ配列磁石にて構成されてなるロータ（１２）の製造方法であって、前記永久磁石は、周方向両側部に主として磁束が径方向を向くｄ軸磁石部（２２ｄｎ，２２ｄｓ）と、周方向中央部に主として磁束が周方向を向くｑ軸磁石部（２２ｑ）とが１個の磁石材として一体的に構成されているものを用い、前記永久磁石を前記ロータ基部の前記側面に対して周方向の１つ置きに全周若しくは周方向の一部に亘って取り付けた後に、先に取り付けた前記永久磁石間に次の前記永久磁石を径方向から挿入して取り付けて、周方向に隣接する前記永久磁石の同極の前記ｄ軸磁石部同士が連続して並ぶように配置される。

【０００９】

上記ロータ及びロータの製造方法によれば、ロータの永久磁石には、周方向両側部に主として磁束が径方向を向くｄ軸磁石部と、周方向中央部に主として磁束が周方向を向くｑ軸磁石部とを１個の磁石材として一体的に構成したものが用いられる。そして、ロータの周方向に隣接する永久磁石の同極のｄ軸磁石部同士が連続して並ぶような配置としている。ハルバッハ配列磁石を採用するロータにおいては着磁済みの磁石材の取り付けとなるが、個々の永久磁石を上記構成及び配置とすることで、先に取り付けた永久磁石と後に取り付ける永久磁石との間で生じる磁気的な力は吸引力ではなく反発力となる。つまり、先取り付けの永久磁石と後取り付けの永久磁石との間で反発力を利用した取り付けとなるため、両者間で吸引力により互いに強く接触する事象自体の発生が抑えられ、これによる永久磁石の破損の発生が抑えられる。換言すると、取付時の永久磁石同士の吸引による強い接触が生じ難くなるため、永久磁石の取付作業の容易化が見込める。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】一実施形態におけるロータを有するモータの構成図である。

【図２】同実施形態におけるロータの斜視図である。

【図３】同実施形態におけるロータの一部拡大図である。

【図４】同実施形態におけるロータの製造過程を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、ロータ及びロータの製造方法の一実施形態について説明する。

（モータ１０の構成）

図１に示すように、本実施形態のモータ１０は、ステータ１１とロータ１２とを備えて

いる。ステータ１１は、略円環状に構成されている。ステータ１１は、周方向に例えば２４極のコイル磁極部（図示略）を有してなる。ステータ１１の内側には、ロータ１２が回転可能に配置されている。ステータ１１は、自身のコイル磁極部への通電に基づき、ロータ１２の回転駆動のための回転磁界を発生させる。本実施形態のモータ１０は、一例として使用最高回転数が１２０００［ｒｐｍ］以上の高速回転仕様のモータへの適用を想定している。

【００１２】

（ロータ１２の構成）

図１及び図２に示すように、本実施形態のロータ１２は、ロータ基部２１と永久磁石２２と飛散防止部材２３とを備えている。

【００１３】

ロータ基部２１は、全体として略円筒状に構成されている。ロータ基部２１は、軽量化等を考慮した中空構造をなしている。ロータ基部２１の軸方向端部は、出力軸部２１ｘとして一体的に構成されている。ロータ基部２１の軸方向中央部の外側面２１ａには、周方向に例えば２０個の永久磁石２２が配置されている。本実施形態のロータ基部２１の外側面２１ａは、各永久磁石２２に合わせて２０個の平坦面を有する（図３参照）。ロータ１２としては、周方向に２０極の磁石磁極部を有してなる。

【００１４】

永久磁石２２は、略四角形状をなしている。ロータ１２の内径側となる永久磁石２２の内側面２２ａは、ロータ基部２１の外側面２１ａに当接している。永久磁石２２の内側面２２ａは平坦面をなし、ロータ基部２１の外側面２１ａと平坦面同士で当接している。ロータ１２の外径側となる永久磁石２２の外側面２２ｂは、周方向全部の永久磁石２２によってロータ１２の一様の外周面を構成している。ロータ１２の周方向における永久磁石２２の両側の側端面２２ｃは、ロータ１２の径方向に沿った平坦面をなしている。永久磁石２２は、自身の内側面２２ａをロータ基部２１に当接させるため、周方向両側の永久磁石２２に対して両側の側端面２２ｃそれぞれで隙間を有するか、若しくは片側の側端面２２ｃのみの当接となっている。なお各図において、各永久磁石２２間は当接して描いてある。

【００１５】

図３に示すように、永久磁石２２は、本実施形態ではハルバッハ配列磁石にて構成されている。具体的には、永久磁石２２は、周方向において着磁態様の異なる３つの部位に分けられる。永久磁石２２の周方向両側部は、主として磁束が径方向に向くｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓである。永久磁石２２の周方向中央部は、主として磁束が周方向に向き、自身の両側部のｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓに向くｑ軸磁石部２２ｑとなっている。永久磁石２２のより具体的な構成及びロータ基部２１への装着方法については後述する。

【００１６】

図２に示すように、飛散防止部材２３は、周方向の複数の永久磁石２２の外側面２２ｂに沿ってロータ１２を周回する態様にて装着されている。飛散防止部材２３は、例えば永久磁石２２を完全に覆うように円筒状をなして設けられている。飛散防止部材２３には、例えば炭素繊維強化樹脂材（ＣＦＲＰ材という）が用いられる。ＣＦＲＰ材のリボン状素材（図示略）はロータ１２の永久磁石２２周りを数周巻回され、一層若しくは多層に巻回される。そして、加熱硬化がなされて、永久磁石２２の固定及び飛散防止を図る筒状の飛散防止部材２３が作製されている。

【００１７】

（永久磁石２２の具体構成及び取付方法）

図３に示すように、本実施形態の永久磁石２２は、ｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓとｑ軸磁石部２２ｑとが１個の磁石材として一体的に構成されている。ｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓは永久磁石２２の周方向両側部に、ｑ軸磁石部２２ｑは周方向中央部に設けられている。また、周方向一方側のｄ軸磁石部２２ｄｎは永久磁石２２の外側面２２ｂにＮ極が現れ、周方向他方側のｄ軸磁石部２２ｄｓは永久磁石２２の外側面２２ｂにＳ極が現れるものとなっている。ロータ１２における各永久磁石２２の周方向の配置態様としては、

周方向に隣接する各永久磁石２２の同極のｄ軸磁石部２２ｄｎ同士とｄ軸磁石部２２ｄｓ同士とが連続して並ぶようにしている。つまり本実施形態では、隣接する各永久磁石２２の同極のｄ軸磁石部２２ｄｎ同士とｄ軸磁石部２２ｄｓ同士とがそれぞれ協働して同一極の磁石磁極部を構成している。

【００１８】

また、ロータ基部２１の外側面２１ａに対する各永久磁石２２の取付態様について、本実施形態では永久磁石２２を全周に亘って１つ置きに取り付けた後、先に取り付けた永久磁石２２間を埋めるように残りの１つ置きの永久磁石２２が取り付けられる。なお、永久磁石２２を１つ分の間隔を空けて取り付けた後、続けて永久磁石２２間を埋めるように次の永久磁石２２を取り付けることを、ロータ基部２１の全周に亘って繰り返し行う態様であってもよい。いずれにしても、後に取り付ける永久磁石２２は、先に取り付けた１つ分間隔を空けた各永久磁石２２間に径方向外側から内側に挿入するような取付態様となっている。

【００１９】

このような取付態様等を考慮し、各永久磁石２２の径方向内側部２２ｅは、内側面２２ａと連続する各ｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓの角部をそれぞれ傾斜面２２ｆとし、径方向内側ほど先細形状となるように構成されている。すなわち、先に取り付けた永久磁石２２間に永久磁石２２を挿入するように取り付ける態様を採る本実施形態では、永久磁石２２の挿入側先端部である径方向内側部２２ｅが先細形状となっている。そのため、先に取り付けていた周方向両側の永久磁石２２に対して後で取り付ける永久磁石２２の接触が生じ難くなり、永久磁石２２の取り付けの容易化が見込める。

【００２０】

また、各永久磁石２２では両側にｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓ、中央にｑ軸磁石部２２ｑを有する構成であるため、内部磁束が径方向内側ほど中央部に向く傾向である。つまり、永久磁石２２の径方向内側部２２ｅを先細形状とする傾斜面２２ｆを設けたことで省略される径方向内側角部は元々内部磁束が少ない部分であるため、永久磁石２２の性能への影響は十分に小さい。本実施形態では更に永久磁石２２の内部磁束の流れを考慮し、ｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓの着磁自体を傾斜面２２ｆに沿うような傾斜した着磁としている。すなわち、ｄ軸中心線Ｌｄは、永久磁石２２の周方向中心線でもあるｑ軸中心線Ｌｑに対して所定の傾斜角θ１を有する設定となっている。ｄ軸中心線Ｌｄの傾斜角θ１は、２０個の永久磁石２２を用いる本実施形態では、一例として３０°～４０°に設定されている。ｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓの着磁が傾斜する態様も相まって永久磁石２２の性能への影響は十分に小さく、本実施形態の永久磁石２２は合理的な構成となっている。

【００２１】

（本実施形態の作用）

本実施形態の作用について説明する。

本実施形態のロータ１２の作製において、永久磁石２２はハルバッハ配列磁石として構成されるものである。そのため、予め着磁がなされた複数個の永久磁石２２の取り付けが行われる。

【００２２】

先ず、ロータ基部２１の外側面２１ａに対して永久磁石２２が１つ置きに全周に亘って取り付けられる。ロータ基部２１の外側面２１ａと各永久磁石２２の内側面２２ａとは、互いに平坦面同士の当接である。次いで、先に取り付けた周方向に１つ置きの永久磁石２２間に、残りの１つ置きの永久磁石２２が径方向外側から内側に向けて挿入される。この場合、挿入する後取り付けの永久磁石２２の両側のｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓと、先に取り付けられている両側の永久磁石２２のｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓとがそれぞれ同極となる配置である。

【００２３】

そのため図４に示すように、後取り付けの永久磁石２２に対しては、先取り付けの両側の永久磁石２２から均等的な反発力Ｆ１を受ける。これにより、従来懸念していた先取り

付けの永久磁石２２と後取り付けの永久磁石２２との両者間で作用する吸引力にて互いに強く接触する事象自体の発生が抑えられる。つまり、永久磁石２２の吸引力の作用による取付時に永久磁石２２同士の強い接触による破損の発生が抑えられている。換言すると、永久磁石２２同士の吸引による強い接触が生じないため、永久磁石２２の取付作業は比較的容易とすることが可能である。

【００２４】

また、各永久磁石２２の挿入側先端部である径方向内側部２２ｅに傾斜面２２ｆを設けて先細形状としたことでも、先取り付けの永久磁石２２間への後取り付けの永久磁石２２の挿入が容易となる。つまりこのことにおいても、永久磁石２２の取付作業の容易化が見込めるものとなっている。

【００２５】

そして、このようにして取り付けられる後取り付けの永久磁石２２についても、自身の内側面２２ａとロータ基部２１の外側面２１ａとの当接が互いに平坦面同士である。そのため、ロータ基部２１に対して全周全ての永久磁石２２が回り止めされた状態での取り付けとなっている。その後、各永久磁石２２を覆うように飛散防止部材２３が装着され、各永久磁石２２のより確実な固定がなされて、ロータ１２の完成となる。

【００２６】

（本実施形態の効果）

本実施形態の効果について説明する。

（１）ロータ１２の永久磁石２２には、周方向両側部に主として磁束が径方向を向くｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓと、周方向中央部に主として磁束が周方向を向くｑ軸磁石部２２ｑとを１個の磁石材として一体的に構成したものが用いられる。そして、ロータ１２の周方向に隣接する永久磁石２２の同極のｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓ同士が連続して並ぶような配置としている。ここで、ハルバッハ配列磁石を採用する本実施形態のようなロータ１２においては着磁済みの磁石材の取り付けとなる。しかしながら、個々の永久磁石２２を上記構成及び配置とすることで、先に取り付けた永久磁石２２と後に取り付ける永久磁石２２との間で生じる磁気的な力は吸引力ではなく反発力Ｆ１となる。つまり、先取り付けの永久磁石２２と後取り付けの永久磁石２２との間で反発力Ｆ１を利用した取り付けとなるため、両者間で吸引力により互いに強く接触する事象自体の発生が抑えられ、これによる永久磁石２２の破損の発生を抑えることができる。換言すると、取付時の永久磁石２２同士の吸引による強い接触が生じ難くなるため、永久磁石２２の取付作業の容易化が十分に期待できる。

【００２７】

（２）永久磁石２２は、ロータ基部２１の外側面２１ａに対して互いに平坦面同士で当接して配置されている。つまり、ロータ基部２１に対して永久磁石２２が回り止めされた状態での取り付けとなるため、ロータ１２の回転方向における永久磁石２２の固定強度の向上に貢献できる。

【００２８】

（３）永久磁石２２において、ロータ基部２１の外側面２１ａに向く部位である径方向内側部２２ｅは先細形状をなしている。つまり、先に取り付けていた周方向両側の永久磁石２２に対して後で取り付ける永久磁石２２の挿入による取り付けの際に接触が生じ難くなり、永久磁石２２の取り付けの容易化が十分に期待できる。

【００２９】

（４）永久磁石２２において、径方向内側部２２ｅを先細形状とするための傾斜面２２ｆが設けられている。傾斜面２２ｆが位置する永久磁石２２のｄ軸磁石部２２ｄｎ，２２ｄｓは傾斜面２２ｆに沿うような傾斜した着磁がなされるため、永久磁石２２の性能への影響を十分小さく抑えることができる。

【００３０】

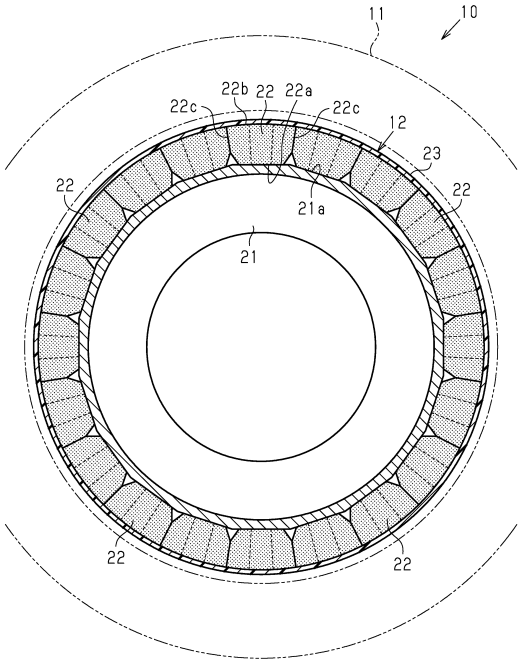
（変更例）

本実施形態は、以下のように変更して実施することができる。本実施形態及び以下の変

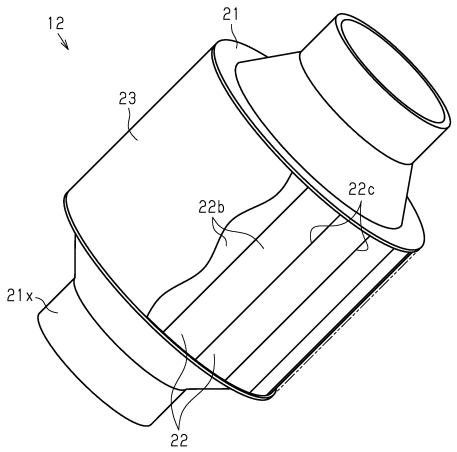
更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。
【００３１】
・上記した各種数値は一例であり、適宜変更してもよい。
・飛散防止部材２３を永久磁石２２の全体を覆うように設けたが、永久磁石２２が一部露出する態様であってもよい。また、飛散防止部材２３を省略してもよい。
【００３２】
・永久磁石２２の形状は一例であり、適宜変更してもよい。例えば、永久磁石２２に傾斜面２２ｆを設けていなくてもよい。また、永久磁石２２の内側面２２ａは円周面であってもよい。この場合、ロータ基部２１の外側面２１ａの形状も合わせて変更する。
【００３３】
・その他、ロータ１２の構成を適宜変更してもよい。
・ロータ１２がステータ１１の径方向内側に位置するインナロータ型に適用したが、ロータ１２がステータ１１の径方向外側に位置するアウタロータ型に適用してもよい。
【００３４】
・ロータ１２とステータ１１とが径方向に対向するラジアル型のものに適用したが、ロータとステータとが軸方向に対向するアキシャル型のものに適用してもよい。
（付記）
上記実施形態及び変更例から把握できる技術的思想について記載する。
【００３５】
（イ）ロータ基部（２１）と、前記ロータ基部の側面（２１ａ）の周方向に複数配置される永久磁石（２２）とを備え、前記永久磁石は、ハルバッハ配列磁石にて構成されてなるロータ（１２）と、
前記ロータの回転駆動のための回転磁界を発生させるステータ（１１）と
を備えてなるモータ（１０）であって、
前記ロータの前記永久磁石は、周方向両側部に主として磁束が径方向を向くｄ軸磁石部（２２ｄｎ，２２ｄｓ）と、周方向中央部に主として磁束が周方向を向くｑ軸磁石部（２２ｑ）とが１個の磁石材として一体的に構成されており、
周方向に隣接する前記永久磁石の同極の前記ｄ軸磁石部同士が連続して並ぶように配置されている、
モータ。
【符号の説明】
【００３６】
１２　ロータ、２１　ロータ基部、２１ａ　外側面（側面）、２２　永久磁石、２２ｄｎ，２２ｄｓ　ｄ軸磁石部、２２ｑ　ｑ軸磁石部

【図面】

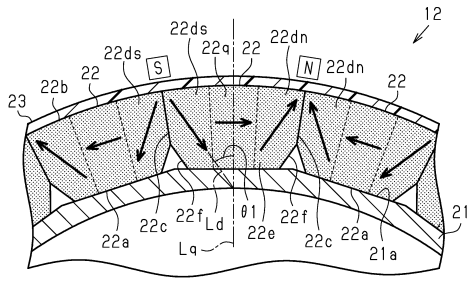
【図１】


11
10
22b
22
22a
22c
22c
12
23
22
22
21a
21
22
22

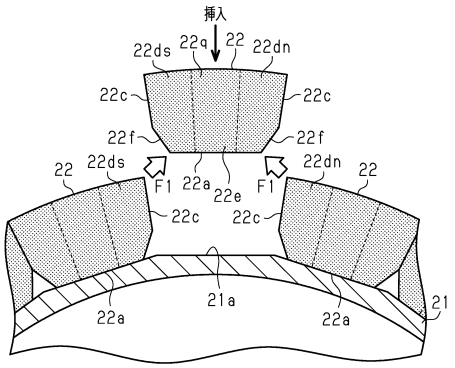
【図２】


12
21
23
22b
22c
21x
22

【図３】


12
22ds
22q
22
22dn
22ds
S
N
22dn
22
22b
22
23
22
22c
22f
Ld
θ1
22e
22f
22c
22a
21
22a
Lq
21a

【図４】


挿入
22ds
22q
22
22dn
22c
22c
22f
22f
22
22ds
F1
22a
22e
F1
22dn
22
22c
22c
21a
22a
22a
21

フロントページの続き

会社デンソー内

審査官　保田 亨介

(56)参考文献　特開２０１８－１０７９２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０２１－１２１１５３（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１３／００８２８４（WO，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｋ１／１７
１／２７－１／２７９８
１５／００－１５／１６