

(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2015-192595
(P2015-192595A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 1/27 (2006.01)	HO2K 1/27 501A	5H601
HO2K 21/16 (2006.01)	HO2K 1/27 501K	5H621
HO2K 1/22 (2006.01)	HO2K 1/27 501M	5H622
	HO2K 21/16 M	
	HO2K 1/22 A	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)		

(21) 出願番号	特願2014-70933 (P2014-70933)	(71) 出願人	000002853
(22) 出願日	平成26年3月31日 (2014. 3. 31)		ダイキン工業株式会社
			大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
			梅田センタービル
		(74) 代理人	110001427
			特許業務法人前田特許事務所
		(72) 発明者	浅野 能成
			滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の
			2 ダイキン工業株式会社 滋賀製作所内
		(72) 発明者	木藤 敦之
			滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の
			2 ダイキン工業株式会社 滋賀製作所内
		(72) 発明者	大澤 康彦
			滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の
			2 ダイキン工業株式会社 滋賀製作所内
			最終頁に続く

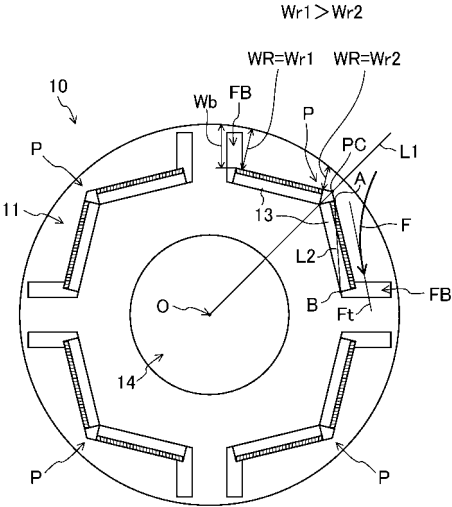
(54) 【発明の名称】 回転電気機械

(57) 【要約】

【課題】 回転電気機械において、製造工程を煩雑にすることなく重希土類元素の使用量の低減を図る。

【解決手段】 ロータ（10）には、磁石（13）の磁極面から外周までの幅が、磁極中心線（L1）から磁気障壁（FB）に向かって単調増加するように、磁石（13）を配置する磁石用スロット（12）を形成する。磁石（13）は、一方の磁極面に重希土類元素が粒界拡散させられるとともに、該重希土類元素が拡散させられた面が、ロータ（10）の外周側を向くように磁石用スロット（12）内に配置する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コイル (26) が巻回された複数のティース部 (23) を有したステータ (20) と、
磁石 (13) によって複数の磁極 (P) が形成され、各磁極 (P) の両端に磁気障壁 (FB)
が形成されたロータ (10) とを備え、

上記ロータ (10) は、上記磁石 (13) の磁極面から外周までの幅が、磁極中心線 (L1)
から上記磁気障壁 (FB) に向かって単調増加するように、上記磁石 (13) を配置する磁石
用スロット (12) が形成され、

上記磁石 (13) は、一方の磁極面に重希土類元素が粒界拡散させられるとともに、該重
希土類元素が拡散させられた面が、上記ロータ (10) の外周側を向くように上記磁石用ス
ロット (12) 内に配置されていることを特徴とする回転電気機械。

10

【請求項 2】

請求項 1 の回転電気機械において、

磁気障壁部 (18) の径方向幅とその外周部の径方向幅の合計の幅 (Wb) は、上記ティ
ース部 (23) における磁束直交方向の幅 (Wt) よりも大きいことを特徴とする回転電気機械
。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、

それぞれの磁石 (13) は、平板状、又は上記ロータ (10) の軸心 (0) に向かって凸の
円弧状であることを特徴とする回転電気機械。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータなどの回転電気機械に関するものである。

【背景技術】

【0002】

モータなどの回転電気機械では、ロータに永久磁石を備えたものがある。このような磁
石には、高いエネルギー積を有するいわゆる希土類磁石が多く使われている。希土類磁石
は、高温雰囲気において減磁の可能性があることから、ジスプロシウム等の重希土類元素
を含む合金を用い減磁対策（保磁力の確保）を行うのが一般的である。しかし、ジスプロ
シウム等の重希土類元素は高価であるので、近年、粒界拡散させて減磁対策（保磁力の確
保）を行う技術が実用化されている。そして、さらに重希土類元素を削減するために、磁
石の表面の一部のみに重希土類元素が拡散した拡散領域を形成して、製造コストの低減を
図った例がある（例えば特許文献 1 を参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2012-4147 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

しかしながら、表面に部分的な拡散領域を形成するのは製造上煩雑である。また、上記
文献の例では拡散領域は磁束の大きな部分であるので、重希土類元素の拡散量を十分に多
く確保する必要がある、重希土類元素の更なる低減が望まれる。

【0005】

本発明は上記の問題に着目してなされたものであり、製造工程を煩雑にすることなく重
希土類元素の使用量の低減を図ることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するため、第 1 の発明は、

50

コイル(26)が巻回された複数のティース部(23)を有したステータ(20)と、
磁石(13)によって複数の磁極(P)が形成され、各磁極(P)の両端に磁気障壁(FB)
が形成されたロータ(10)とを備え、

上記ロータ(10)は、上記磁石(13)の磁極面から外周までの幅が、磁極中心線(L1)
から上記磁気障壁(FB)に向かって単調増加するように、上記磁石(13)を配置する磁石
用スロット(12)が形成され、

上記磁石(13)は、一方の磁極面に重希土類元素が粒界拡散させられるとともに、該重
希土類元素が拡散させられた面が、上記ロータ(10)の外周側を向くように上記磁石用ス
ロット(12)内に配置されていることを特徴とする。

【0007】

この構成では、ロータ(10)において、磁石(13)の磁極面から外周までの幅(WR)が
、磁極中心線(L1)から磁気障壁(FB)に向かって単調増加するように磁石(13)が配置
される。磁石(13)をこのような配置とすることで、ステータ(20)からの磁束(F)の
接線(Ft)は、磁石(13)の磁極面に平行な状態に近づいてくる。つまり、磁石(13)を
貫通する磁束が低減する。

【0008】

また、第2の発明は、

第1の発明の回転電気機械において、

磁気障壁部(18)の径方向幅とその外周部の径方向幅の合計の幅(Wb)は、上記ティ
ース部(23)における磁束直交方向の幅(Wt)よりも大きいことを特徴とする回転電気機械
。

【0009】

この構成では、磁石(13)内に入り込む磁束(F)があったとしても、その磁束(F)が
磁石(13)を貫通しないようにできる。

【0010】

また、第3の発明は、

第1又は第2の発明において、

それぞれの磁石(13)は、平板状、又は上記ロータ(10)の軸心(0)に向かって凸の
円弧状であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

第1の発明によれば、磁石(13)を貫通する磁束が低減するので、磁石(13)の表面に
近い部分に重希土類元素を拡散させればよく、重希土類元素(Dy等)の拡散量(拡散の
深さ)を低減することが可能になる。したがって、本発明では、磁石(13)の一方の磁極
面全体に重希土類元素を拡散させても、従来技術のように部分的に拡散領域を設けるもの
よりも、重希土類元素の使用量を低減することが可能になる。つまり、本発明では、磁極
面全体に重希土類元素を拡散させることで製造工程の煩雑化を避けつつ、重希土類元素の
使用量低減が可能になる。

【0012】

また、第2の発明によれば、磁束(F)が磁石(13)を貫通しないようにできるので、
重希土類元素の使用量を、より低減することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、実施形態1に係るモータの横断面図である。

【図2】図2は、実施形態1に係るロータの構成を示す平面図である。

【図3】図3は、実施形態1に係るロータコアの構成を示す平面図である。

【図4】図4は、従来のロータを示す。

【図5】図5は、従来のロータを示す。

【図6】図6は、実施形態2に係るロータの構成を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0014】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

【0015】

《発明の実施形態1》

本発明の回転電気機械の一例としてモータを説明する。図1は、本発明の実施形態1に係るモータ(1)の横断面図である。このモータ(1)は、例えば空気調和機(図示は省略)の電動圧縮機に用いる。

【0016】

〈全体構成〉

モータ(1)は、ロータの内部に磁石が埋め込まれたモータ(いわゆるIPMモータ)である。この例では、モータ(1)は、図1に示すように、ロータ(10)、ステータ(20)、及び駆動軸(40)を備え、上記電動圧縮機のケーシング(50)に収容されている。なお、以下において、軸方向とは、モータ(1)の回転軸方向であって、駆動軸(40)の軸心(0)の方向をいい、径方向とは、上記軸心(0)と直交する方向をいう。また、外周側とは、上記軸心(0)からより遠い側をいい、内周側とは、上記軸心(0)により近い側をいう。

【0017】

〈ステータの構成〉

ステータ(20)は、図1に示すように、円筒状のステータコア(21)と、コイル(26)とを備えている。

【0018】

ステータコア(21)は、電磁鋼板をプレス加工によって打ち抜いて図1の平面形状の積層板を作成し、多数枚の積層板を軸方向に積層した積層コアである。ステータコア(21)は、1つのバックヨーク部(22)と、複数(この例では6つ)のティース部(23)とを備えている。

【0019】

バックヨーク部(22)は、ステータコア(21)の外周部に形成された円環状の部分である。バックヨーク部(22)の外周がケーシング(50)の内面に固定されている。ティース部(23)は、バックヨーク部(22)の内周面から径方向に伸びる直方体状に形成された部分である。それぞれのティース部(23)の間には、コイル(26)が収容されるコイル用スロット(25)が形成されている。また、それぞれのティース部(23)は、内周側の面が円筒面に形成されている。ティース部(23)の円筒面は、ロータ(10)の外周面(円筒面)と所定の距離(エアギャップ(G))をもって対向している。

【0020】

それぞれのティース部(23)には、いわゆる集中巻方式で、順に異なる相のコイル(26)が巻回され、各ティース部(23)において電磁石が形成される。巻回されたコイル(26)はコイル用スロット(25)内に収容されている。コイル(26)に通電すると、ロータ(10)に向かう磁束が形成される。なお、ここでは、ティース部(23)における磁束直交方向の幅を W_t とする。

【0021】

〈ロータの構造〉

ロータ(10)は、図1に示すように円筒状の形態を有し、ロータコア(11)と、複数の永久磁石(13)(以下、単に磁石)とを備えている。図2は、ロータ(10)の構成を示す平面図である。また、図3は、ロータコア(11)の構成を示す平面図である。ロータコア(11)は、電磁鋼板をプレス加工によって打ち抜いて図3の平面形状の積層板を作成し、多数の積層板を軸方向に積層した積層コアである。ロータコア(11)の中心には、駆動軸(40)を取り付ける孔(14)が形成されている。

【0022】

ロータコア (11) には、磁極 (P) 毎に 1 つの磁石用スロット (12) が形成され、それぞれの磁石用スロット (12) に磁石 (13) が装着されている。この例では、磁石用スロット (12) は、ロータコア (11) の軸心回りに 90° ピッチで配置されている。なお、磁石用スロット (12) の形状については、後に詳述する。

【0023】

－磁石の構成－

本実施形態では、1 つの磁石用スロット (12) には、2 つの磁石 (13) が配置される。それぞれの磁石 (13) は、平板状である。また、それぞれの磁石 (13) は、いわゆる希土類磁石であり、本実施形態ではネオジウム磁石 (Nd-Fe-B 焼結磁石) を採用している。そのため磁石 (13) は、高温雰囲気での減磁を対策するために、重希土類元素が粒界拡散させられている。上記粒界に拡散させる重希土類元素としては、ジスプロシウム (元素記号: Dy) やテルビウム (元素記号: Tb) が挙げられる。そして、本実施形態では、磁石 (13) の一方の磁極面 (ただし一面全体) にのみ上記重希土類元素を粒界拡散させてある。また、磁石 (13) は、上記重希土類元素が拡散させられた面 (以下、拡散面) が、ロータ (10) の外周側を向くようにロータコア (11) に配置してある。なお、図 2 では、拡散面となる側の磁石 (13) の磁極面にハッチングを付してある。

【0024】

－磁石用スロット (12) の形状－

それぞれの磁石用スロット (12) は、ロータコア (11) を軸方向に貫通している。また、それぞれの磁石用スロット (12) は、磁石挿入部 (19) と磁気障壁部 (18) とから成る (図 3 参照)。この例の磁石挿入部 (19) は、図 3 に示すように、ロータコア (11) の軸方向から見て、軸心 (0) 側が開の V 字状である。一方、磁気障壁部 (18) は、磁石挿入部 (19) の両端に連続的に形成された部分であって、軸方向から見て、概ね長方形である。

【0025】

－磁石挿入部 (19) －

磁石挿入部 (19) は、該磁石挿入部 (19) の外周側のエッジから、ロータコア (11) の外周までの幅 (WR) が、磁極中心線 (L1) から磁気障壁 (FB) (後述) に向かって単調増加するように形成されている。なお、磁極中心線 (L1) とは、ロータ (10) の軸心 (0) と磁極中心 (Pc) とを通る線である。これを図 3 で見ると、磁極中心線 (L1) から磁気障壁 (FB) に向かうにしたがって、磁石 (13) の磁極面から外周までの幅 (WR) が $Wr2$ から $Wr1$ へと単調増加している ($Wr2 < Wr1$)。

【0026】

これにより、ロータ (10) では、磁石 (13) の磁極面から外周までの幅 (WR) が、磁極中心線 (L1) から磁気障壁 (FB) に向かって単調増加するように磁石 (13) が配置されることになる。磁石 (13) をこのような配置とすることで、ステータ (20) からの磁束 (F) の接線 (Ft) は、磁石 (13) の磁極面に平行な状態に近づいてくる (図 2 参照)。つまり、磁石 (13) を貫通する磁束 (F) が低減するのである。

【0027】

そして、本実施形態では、磁石 (13) を貫通する磁束 (F) をより確実に低減させるために、磁石用スロット (12) の形状に工夫を更に加えてある。図 2 に示すように、磁極中心 (Pc) 側における磁石 (13) の外周側の頂点 A と、磁気障壁 (FB) 側における磁石 (13) の内周側の頂点 B とを結ぶ線を線 (L2) とする。そして、磁束 (F) の接線 (Ft) が磁極中心 (Pc) から磁気障壁 (FB) に向かうにしたがって線 (L2) から離れていくように、磁石用スロット (12) の形状を定めてある。こうすることで、磁石 (13) 内に入り込む磁束 (F) があつたとしても、その磁束 (F) が磁石 (13) を貫通しないようにできる。

【0028】

－磁気障壁部 (18) －

磁気障壁部 (18) は、磁石用スロット (12) に磁石 (13) を配置後も空隙である。すなわち、各磁極 (P) では、磁極 (P) の両端となる位置において磁気障壁 (FB) が形成され

10

20

30

40

50

る。そして、本実施形態では、磁気障壁部（18）の径方向幅とその外周部の径方向幅の合計の幅（Wb）を、ティース部（23）の幅（Wt）以上にしてある（すなわち、 $Wb \geq Wt$ ）。

【0029】

例えば、磁気障壁（FB）付近がティース部（23）からの磁束（F）によって磁気飽和状態となると磁束（F）は磁石（13）に回り込むことになる。このような磁気飽和は、特に、本実施形態のステータ（20）のように集中巻方式でコイル（26）が巻回されている場合に顕著になる。

【0030】

しかしながら、磁気障壁部（18）の径方向幅とその外周部の径方向幅の合計の幅（Wb）とティース部（23）の幅（Wt）とをこのように設定することで、ティース部（23）からの磁束（F）によって、磁気障壁（FB）において磁気飽和状態にならないようにできる。そのため、本実施形態では、磁石（13）に入り込む磁束（F）を低減することが可能になる。

【0031】

〈本実施形態における効果〉

図4は、外周側が開いたV字をなす磁石で各磁極が形成されたロータ（説明の便宜のため従来のロータと呼ぶ）である。また、図5は、磁極中心線（L1）に直行する平板状の磁石で各磁極が形成されたロータ（これも説明の便宜のため従来のロータと呼ぶ）である。これらの従来のロータでは、図4や図5に示すように、ステータからの磁束が磁石を貫通しやすい配置となっており、重希土類元素の拡散量を十分に多く確保する必要がある。具体的には、重希土類元素を深く拡散させる必要があるが、磁石全面において重希土類元素を深く拡散させると、重希土類元素の使用量が増大するし、部分的に深く拡散させるのは難しい作業である。

【0032】

これに対し本実施形態では、上記のように、磁石（13）を貫通する磁束（F）が減少する（図2を参照）。そのため、本実施形態では、磁石（13）の表面に近い部分に重希土類元素を拡散させればよく、重希土類元素（Dy等）の拡散量（拡散の深さ）を低減することが可能になる。したがって、本実施形態では、磁石（13）の一方の磁極面全体に重希土類元素を拡散させても、従来技術のように部分的に拡散領域を設けるものよりも、重希土類元素の使用量を低減することが可能になる。つまり、本実施形態では、磁極面全体に重希土類元素を拡散させることで製造工程の煩雑化を避けつつ、重希土類元素の使用量低減が可能になるのである。

【0033】

《発明の実施形態2》

図6は、実施形態2に係るロータの構成を示す平面図である。この例でも、1つの磁石用スロット（12）には、2つの磁石（13）が配置される。また、ロータコア（11）は、磁石用スロット（12）の外周側のエッジから、該ロータコア（11）の外周までの幅（WR）が、磁極中心線（L1）から磁気障壁（FB）に向かって単調増加するように、磁石用スロット（12）が形成されている。そのため本実施形態でも、ロータ（10）では、磁石（13）の磁極面から外周までの幅（WR）が、磁極中心線（L1）から磁気障壁（FB）に向かって単調増加するように磁石（13）が配置される。そして、本実施形態では、それぞれの磁石（13）は、ロータ（10）の軸心（O）に向かって凸の円弧状である。磁石（13）をこのような形状としたことで、磁石（13）内に入り込む磁束（F）をより確実に低減することが可能になる。すなわち、本実施形態においても、製造工程を煩雑化させることなく、重希土類元素の使用量低減が可能になる。

【0034】

《その他の実施形態》

なお、ロータコア（11）やステータコア（21）は、圧粉磁心で形成してもよい。

【0035】

10

20

30

40

50

また、上記実施形態のロータ（10）は、発電機に適用してもよい。

【0036】

また、コイル（26）は、分布巻方式で巻回してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0037】

本発明は、モータなどの回転電気機械として有用である。

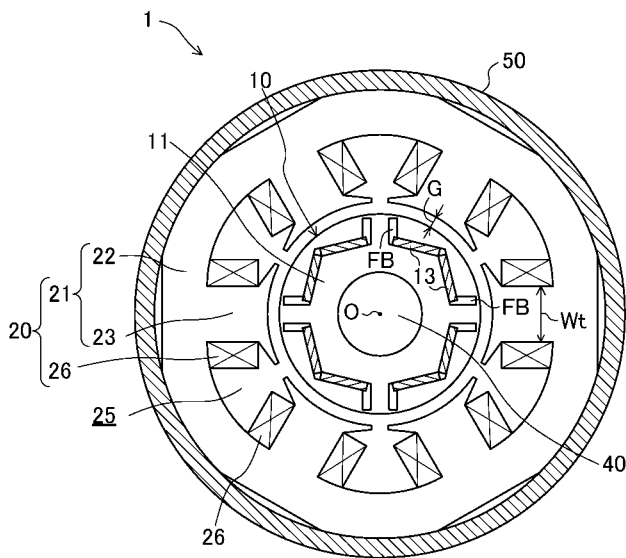
【符号の説明】

【0038】

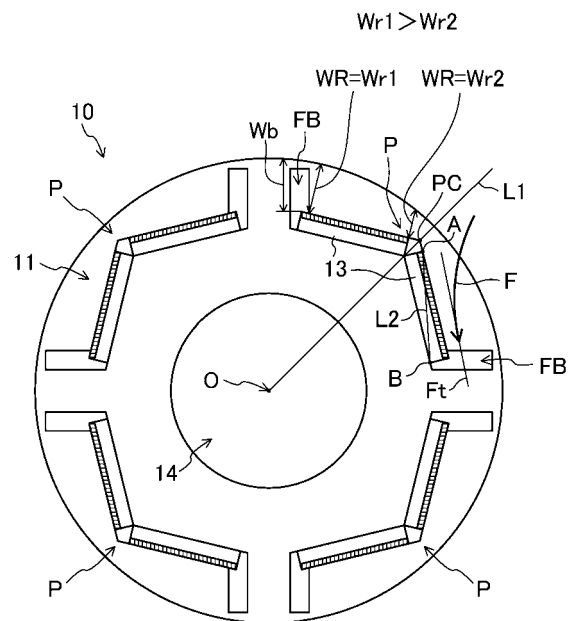
- | | |
|------|-------------|
| 1 | モータ（回転電気機械） |
| 10 | ロータ |
| 12 a | 磁石用スロット |
| 13 | 磁石 |
| 20 | ステータ |
| 23 | ティース部 |
| 26 | コイル |
| L 1 | 磁極中心線 |

10

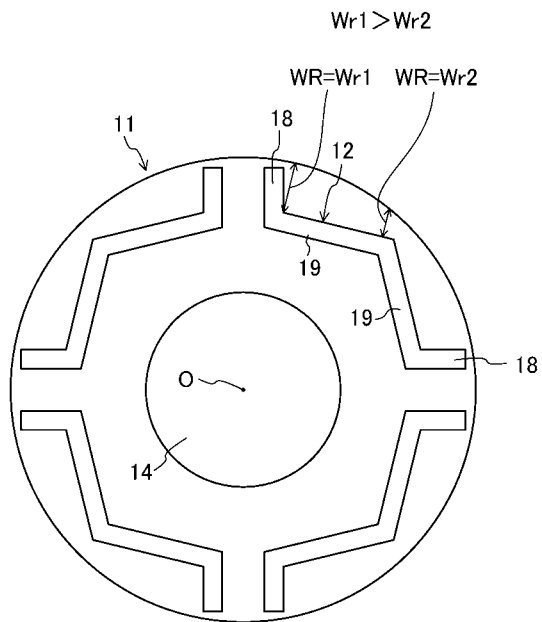
【図 1】



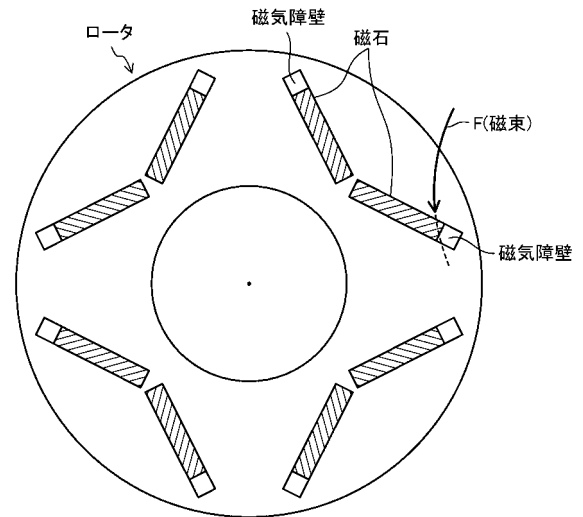
【図 2】



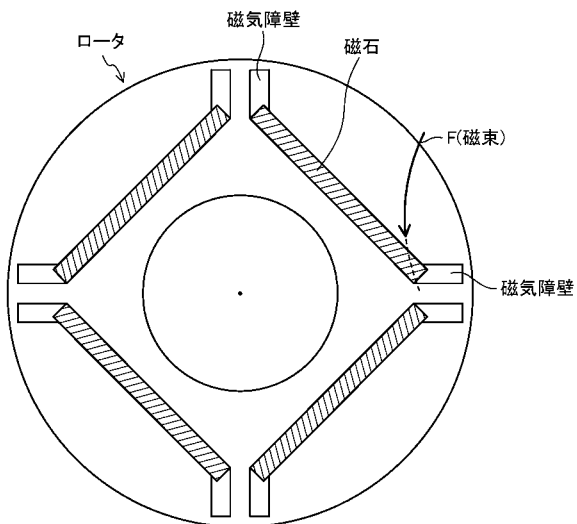
【図 3】



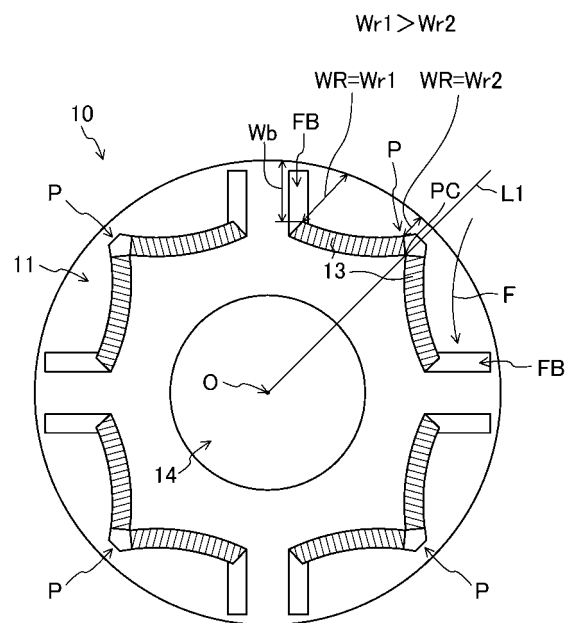
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 安田 善紀

滋賀県草津市岡本町字大谷 1 0 0 0 番地の 2 ダイキン工業株式会社 滋賀製作所内

Fターム(参考) 5H601 AA09 CC01 CC15 DD01 DD09 DD11 DD18 EE18 EE27 FF17

GA02 GA24 GA28 GA32 GB05 GB12 GC02 GC12 GC22

5H621 BB07 GA01 GA04 HH01 JK03

5H622 AA03 CA02 CA06 CA10 CA13 CB01 CB05 DD02 PP03 PP10