

(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2014-232777

(P2014-232777A)

(43) 公開日 平成26年12月11日(2014.12.11)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO 1 F	1/08	(2006.01)	HO 1 F	1/08	A	4 K 0 1 8		
HO 1 F	1/055	(2006.01)	HO 1 F	1/04	A	5 E 0 4 0		
HO 1 F	41/02	(2006.01)	HO 1 F	41/02	G	5 E 0 6 2		
HO 2 K	15/03	(2006.01)	HO 2 K	15/03	A	5 H 6 2 2		
B 2 2 F	3/00	(2006.01)	B 2 2 F	3/00	C			

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-112250 (P2013-112250)
 (22) 出願日 平成25年5月28日 (2013.5.28)

(71) 出願人 000002233
 日本電産サンキョー株式会社
 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
 (74) 代理人 100090170
 弁理士 横沢 志郎
 (74) 代理人 100125690
 弁理士 小平 晋
 (74) 代理人 100142619
 弁理士 河合 徹
 (74) 代理人 100153316
 弁理士 河口 伸子
 (72) 発明者 古田 佳史
 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本
 電産サンキョー株式会社内

最終頁に続く

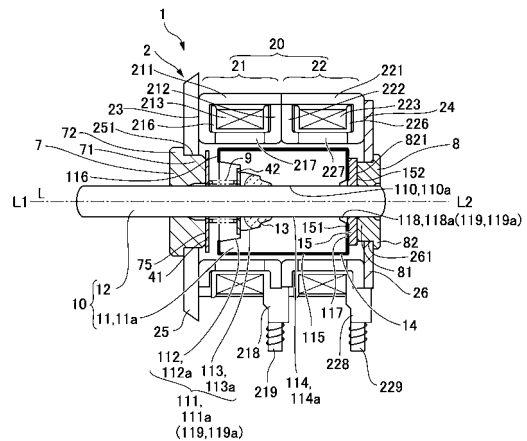
(54) 【発明の名称】 希土類磁石、ロータおよび希土類磁石の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 錆の発生を効果的に抑制することのできる希土類磁石、希土類磁石を用いたロータ、および希土類磁石の製造方法を提供すること。

【解決手段】 永久磁石 1 1 (希土類ボンド磁石) は、成形体 1 1 a の外面 (外周面 1 1 5 および端面 1 1 6、1 1 7) に防錆用の塗膜 1 4 が形成されているため、成形体 1 1 a の外面 (外周面 1 1 5 および端面 1 1 6、1 1 7) での錆の発生を抑制することができる。また、成形体 1 1 a の外面から磁性粉が脱落することを塗膜 1 4 によって防止することができる。また、成形体 1 1 a 内部の空孔では、磁性粉の表面に防錆処理層が形成されている。ここで、成形体 1 1 a には多数の空孔が形成されており、かかる空孔の内部には塗膜 1 4 が形成されない場合があるが、このような場合でも、空孔では、磁性粉の表面に防錆処理層が形成されているため、空孔の内部に錆が発生することを抑制することができる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

希土類金属を含有する磁性粉を含む成形体を着磁した希土類磁石であって、前記成形体の外面には塗膜が形成され、前記成形体内部の空孔では、前記磁性粉の表面に防錆処理層が形成されていることを特徴とする希土類磁石。

【請求項 2】

前記成形体では、前記磁性粉がバインダー樹脂によって固められていることを特徴とする請求項 1 に記載の希土類磁石。

【請求項 3】

前記塗膜は、フッ素を含有する樹脂膜からなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の希土類磁石。

【請求項 4】

前記塗膜は、厚さが 3 μm から 8 μm であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の希土類磁石。

【請求項 5】

前記成形体は、当該成形体を貫通する貫通穴が形成された円筒形状を有し、前記貫通穴は、同一の内径で延在する第 1 部分と、該第 1 部分の少なくとも一方の端部で前記第 1 部分より拡径した第 2 部分と、を含み、前記塗膜は、前記成形体の外周面および前記貫通穴の貫通方向の端部に位置する端面に形成され、前記貫通穴の前記第 1 部分の内面には形成されていないことを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の希土類磁石。

【請求項 6】

前記塗膜は、前記貫通穴の前記第 2 部分のうち、少なくとも前記第 1 部分と隣り合う箇所の内面には形成されていないことを特徴とする請求項 5 に記載の希土類磁石。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の希土類磁石を備えたロータであって、前記貫通穴に嵌った回転軸を備え、前記回転軸は、前記貫通穴の内部で接着固定されていることを特徴とするロータ。

【請求項 8】

希土類金属を含有する磁性粉を含む成形体を形成する成形工程と、前記成形体の外面に塗膜を形成する塗膜形成工程と、前記成形体に液状の防錆液を含浸する防錆処理工程と、を有することを特徴とする希土類磁石の製造方法。

【請求項 9】

前記塗膜形成工程では、パレル塗装法によって前記塗膜を形成することを特徴とする請求項 8 に記載の希土類磁石の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、希土類磁石、該希土類磁石を用いたロータ、および希土類磁石の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

希土類磁石は、各種の技術分野で用いられている。例えば、ステッピングモータは、希土類磁石からなる永久磁石を回転軸の外周面に備えたロータと、永久磁石の外周面に対向する複数の極歯が周方向に配置された筒状のステータとを有しており、ステータのコイルに供給する励磁電流により、ロータの回転角度位置を制御する。

【0003】

かかる希土類磁石からなる永久磁石は、例えば、希土類金属を含有する磁性粉を含む成

10

20

30

40

50

形体を形成した後、成形体に着磁を行うことにより得られる。また、希土類磁石のうち、ボンド磁石は、磁性粉がバインダー樹脂によって固められた構造を有し、焼結磁石は、磁性粉を焼結により固められた構造を有している。

【0004】

ここで、希土類金属のうち、ネオジウム(Nd-Fe-B)を用いた磁石は、磁石として極めて優れた性質を有しているが、錆やすいという欠点を有している。希土類金属において磁性粉が錆びて脱落すると、希土類磁石が崩壊する等の問題が発生する。

【0005】

そこで、成形体に塗膜を形成して錆の発生を防止する技術や、成形体に防錆液を含浸して錆の発生を防止する技術が提案されている(特許文献1、2参照)。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第2879645号公報

【特許文献2】特開平11-238611号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

希土類磁石は、多数の空孔を備えており、希土類磁石の外表面や希土類磁石内部の空孔で希土類金属が露出している。このため、成形体の外表面に塗膜を形成しても、塗膜が空孔の内部まで形成されないことがあり、このような場合、空孔内部で希土類金属が錆びてしまう。

20

【0008】

また、希土類磁石では、防錆材を含浸しても、希土類金属の粉(磁性粉)が成形体の表面から脱落すると、新たに露出した希土類金属の粉に錆が発生してしまう。

【0009】

以上の問題点を鑑みて、本発明の課題は、錆の発生を効果的に抑制することのできる希土類磁石、希土類磁石を用いたロータ、および希土類磁石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】

30

【0010】

上記課題を解決するために、本発明は、希土類金属を含有する磁性粉を含む成形体を着磁した希土類磁石であって、前記成形体の外表面には塗膜が形成され、前記成形体内部の空孔では、前記磁性粉の表面に防錆処理層が形成されていることを特徴とする。

【0011】

本発明では、成形体の外表面に防錆用の塗膜が形成されているため、外表面での錆の発生を抑制することができる。また、成形体の外表面から磁性粉が脱落することを塗膜によって防止することができる。また、成形体には多数の空孔が形成されており、かかる空孔の内部には塗膜が形成されない場合がある。また、塗膜にピンホールが存在すると、ピンホールから空孔の内部に水分や空気が侵入する。このような場合でも、本発明では、空孔では、磁性粉の表面に防錆処理層が形成されているため、空孔の内部に錆が発生することを抑制することができる。

40

【0012】

本発明において、前記成形体では、前記磁性粉がバインダー樹脂によって固められている構成を採用することができる。

【0013】

本発明において、前記塗膜は、フッ素を含有する樹脂膜からなることが好ましい。かかる構成によれば、塗膜が撥水性を有しているため、錆の発生を効果的に抑制することができる。

【0014】

50

本発明において、前記塗膜は、厚さが3 μmから8 μmであることが好ましい。かかる薄い膜厚であれば、本発明に係る希土類磁石をモータのロータ用磁石に用いた際、ロータとステータとの間隔（エアギャップ）を確保するために、希土類磁石の成形体の外径寸法を小さくする必要がない。それ故、希土類磁石に塗膜を設けても、塗膜がロータ用磁石の磁気特性に影響を及ぼしにくい。

【0015】

本発明において、前記成形体は、当該成形体を貫通する貫通穴が形成された円筒形状を有し、前記貫通穴は、同一の内径で延在する第1部分と、該第1部分の少なくとも一方の端部で前記第1部分より拡径した第2部分と、を含み、前記塗膜は、前記成形体の外周面および前記貫通穴の貫通方向の端部に位置する端面に形成され、前記貫通穴の前記第1部分の内面には形成されていないことが好ましい。かかる構成によれば、第1部分の内径が塗膜の影響を受けないため、貫通穴内に回転軸を適正に嵌めることができる。

10

【0016】

この場合、前記塗膜は、前記貫通穴の前記第2部分のうち、少なくとも前記第1部分と隣り合う箇所の内面には形成されていないことが好ましい。かかる構成によれば、貫通穴内に嵌めた回転軸と希土類磁石とを第2部分に設けた接着剤によって固定した際、第2部分のうち、塗膜が形成されていない部分では接着剤との接着強度が大である。それ故、回転軸と希土類磁石とを強固に固定することができる。

【0017】

本発明に係る希土類磁石を備えたロータは、前記貫通穴に嵌った回転軸を備え、前記回転軸は、前記貫通穴の内部で接着固定されている。

20

【0018】

本発明に係る希土類磁石の製造方法は、希土類金属を含有する磁性粉を含む成形体を形成する成形工程と、前記成形体の外面に塗膜を形成する塗膜形成工程と、前記成形体に液状の防錆材を含浸する防錆処理工程と、を行うことを特徴とする。

【0019】

本発明において、前記塗膜形成工程では、パレル塗装法によって前記塗膜を形成することが好ましい。パレル塗装法では、容器内に多数の成形体を入れた状態で容器を回転させながら、塗装する。このため、多数の成形体に効率よく塗装を行うことができる。また、容器内で成形体が移動するため、成形体同士が付着することがない。また、成形体が円筒状である場合、貫通穴の内面が塗装されにくいので、貫通穴の内面に対する余計な塗膜の形成を抑制することができる。さらに、塗膜の成長速度が遅いので、塗膜の膜厚を制御しやすい。

30

【発明の効果】

【0020】

本発明では、成形体の外面に防錆用の塗膜が形成されているため、外面での錆の発生を抑制することができる。また、成形体の外面から磁性粉が脱落することを塗膜によって防止することができる。また、成形体には多数の空孔が形成されており、かかる空孔の内面には塗膜が形成されない場合があるが、このような場合でも、空孔では、磁性粉の表面に防錆処理層が形成されているため、空孔の内面に錆が発生することを抑制することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明を適用した希土類磁石およびロータを備えたステッピングモータの断面図である。

【図2】本発明を適用した永久磁石の製造方法を示す工程図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下に、図面を参照して、本発明を適用した希土類磁石、ロータおよびモータを説明する。なお、以下の説明では、モータ軸線方向Lにおいて、回転軸が突出している側を「出

50

力側 L 1」とし、回転軸が突出している側とは反対側を「反出力側 L 2」として説明する。

【 0 0 2 3 】

[モータの説明]

図 1 は、本発明を適用した希土類磁石およびロータを備えたステッピングモータの断面図である。

【 0 0 2 4 】

図 1 に示すように、本形態のステッピングモータ 1 は、回転軸 1 2 の外周面に永久磁石 1 1 を備えたロータ 1 0 と、永久磁石 1 1 の外周面に対向する筒状のステータ 2 0 を備えた固定体 2 とを有している。永久磁石 1 1 の外周面 1 1 5 には、N 極と S 極が周方向において交互に配置されている。永久磁石 1 1 には、モータ軸線方向 L に貫通する貫通穴 1 1 0 が形成されており、かかる貫通穴 1 1 0 に回転軸 1 2 が嵌った状態で、永久磁石 1 1 と回転軸 1 2 とが固定されている。

10

【 0 0 2 5 】

ステータ 2 0 は、モータ軸線方向 L に重ねて配置された一对のステータ組 2 1、2 2 を有しており、ステータ組 2 1、2 2 は各々、インシュレータ 2 1 6、2 2 6 に巻回されたコイル 2 1 3、2 2 3 と、インシュレータ 2 1 6、2 2 6 のモータ軸線方向 L の両側に配置されたステータコア 2 1 1、2 1 2、2 2 1、2 2 2 とを備えている。ステータコア 2 1 1 は、インシュレータ 2 1 6 の出力側 L 1 の面に被さる外ステータコアであり、ステータコア 2 1 2 は、インシュレータ 2 1 6 の反出力側 L 2 の面に被さる内ステータコアであり、ステータコア 2 2 1 は、インシュレータ 2 2 6 の反出力側 L 2 の面に被さる外ステータコアであり、ステータコア 2 2 2 は、インシュレータ 2 1 6 の出力側 L 1 の面に被さる内ステータコアである。ステータコア 2 1 1、2 2 1 は、断面 U 形状を有しており、外周側の筒状部によってモータケースが構成されている。

20

【 0 0 2 6 】

ステータ 2 0 において、ステータコア 2 1 1、2 1 2、2 2 1、2 2 2 は各々、インシュレータ 2 1 6、2 2 6 の内周面に沿って起立する複数の極歯 2 1 7、2 2 7 を備えている。ステータ組 2 1 を構成した状態で、ステータコア 2 1 1 に形成された極歯 2 1 7 は、ステータコア 2 1 2 に形成された極歯 2 1 7 の間に入り込み、ステータコア 2 1 1 に形成された極歯 2 1 7 とステータコア 2 1 2 に形成された極歯 2 1 7 とは、周方向に交互に配置された状態となる。また、ステータ組 2 2 を構成した状態で、ステータコア 2 2 1 に形成された極歯 2 2 7 は、ステータコア 2 2 2 に形成された極歯 2 2 7 の間に入り込み、ステータコア 2 2 1 に形成された極歯 2 2 7 とステータコア 2 2 2 に形成された極歯 2 2 7 とは、周方向に交互に配置された状態となる。

30

【 0 0 2 7 】

インシュレータ 2 1 6、2 2 6 には端子台 2 1 8、2 2 8 が一体に形成され、かかる端子台 2 1 8、2 2 8 に端子 2 1 9、2 2 9 が固定されている。固定体 2 において、ステータ 2 0 の両端面のうち、出力側 L 1 の端面 2 3 には出力側端板 2 5 が固定され、反出力側 L 2 の端面 2 4 には反出力側端板 2 6 が固定されている。

40

【 0 0 2 8 】

(軸受構造)

本形態では、出力側端板 2 5 を利用して回転軸 1 2 を出力側 L 1 で回転可能に支持する出力側ラジアル軸受 7 が保持されており、出力側ラジアル軸受 7 は、回転軸 1 2 において永久磁石 1 1 より出力側 L 1 に位置する部分を回転可能に支持している。より具体的には、出力側端板 2 5 には穴 2 5 1 が形成されており、出力側ラジアル軸受 7 は、穴 2 5 1 に嵌った状態で出力側端板 2 5 に保持されている。出力側ラジアル軸受 7 は、穴 2 5 1 に嵌った筒部 7 1 と、筒部 7 1 に対して出力側 L 1 で拡径して筒部 7 1 より大径のフランジ部 7 2 とを有している。かかる出力側ラジアル軸受 7 は、フランジ部 7 2 の反出力側 L 2 の面が出力側端板 2 5 の出力側 L 1 の面に重なった状態で、筒部 7 1 のうち、出力側端板 2 5 の反出力側 L 2 の面よりもさらに反出力側 L 2 に突出した筒部 7 1 の外縁を出力側端板

50

25の出力側L1の面にかしめることにより固定されている。出力側ラジアル軸受7は、焼結合油軸受からなる。

【0029】

また、反出力側端板26を利用して回転軸12を反出力側L2で回転可能に支持する反出力側ラジアル軸受8が保持されており、反出力側ラジアル軸受8は、回転軸12において永久磁石11より反出力側L2に位置する部分を回転可能に支持している。より具体的には、反出力側端板26には穴261が形成されており、反出力側ラジアル軸受8は、穴261に嵌った状態で反出力側端板26に保持されている。反出力側ラジアル軸受8は、穴261に嵌った筒部81と、筒部81に対して反出力側L2で拡径して筒部81より大径のフランジ部82とを有している。かかる反出力側ラジアル軸受8は、フランジ部82の出力側L1の面が反出力側端板26の反出力側L2の面に重なった状態で、筒部81のうち、反出力側端板26の出力側L1の面よりもさらに出力側L1に突出した筒部81の外縁を反出力側端板26の出力側L1の面にかしめることにより固定されている。反出力側ラジアル軸受8は、焼結合油軸受からなる。

10

【0030】

(付勢部材9等の構成)

ステッピングモータ1において、出力側ラジアル軸受7とロータ10の間には、回転軸12を反出力側L2に付勢する付勢部材9が配置されている。本形態において、付勢部材9はコイルバネからなり、回転軸12の周りに配置されている。付勢部材9(コイルバネ)を配置するにあたって、本形態では、付勢部材9の反出力側L2の端部は、永久磁石11の環状凹部111の内部に収容されている。ここで、付勢部材9の出力側L1の端部と出力側ラジアル軸受7の反出力側L2の端面75との間には、回転軸12に装着された環状のワッシャ41が配置され、付勢部材9の反出力側L2の端部と環状凹部111の段部との間には、回転軸12に装着された環状のワッシャ42が配置されている。

20

【0031】

また、本形態のステッピングモータ1では、回転軸12の永久磁石11と反出力側ラジアル軸受8との間に位置する部分にワッシャ15が装着され、ワッシャ15の出力側L1の面151は、永久磁石11の反出力側L2の端面117に接している。なお、永久磁石11の反出力側L2の端面117には、回転軸12を囲むように凹部118が形成されており、ワッシャ15の出力側L1の面151は、永久磁石11の凹部118の径方向外側で反出力側L2の端面117に接している。ワッシャ15の外径寸法は永久磁石11の外径寸法より小である。ワッシャ15としては、金属製の部材を用いることができる他、樹脂製の部材を用いてもよい。本形態において、ワッシャ15は樹脂製である。

30

【0032】

ワッシャ15の反出力側L2の面152は、反出力側ラジアル軸受8の出力側L1の面821に接しており、ワッシャ15の反出力側L2の面152は、付勢部材9の付勢力によって、反出力側ラジアル軸受8の出力側L1の面821に弾性をもって押圧されている。

【0033】

(永久磁石11の構成)

永久磁石11は、ネオジム(Nd-Fe-B)等の希土類金属を含有する磁性粉を含む成形体11aを着磁した希土類磁石である。また、本形態において、永久磁石11は、希土類金属を含有する磁性粉がエポキシ樹脂等のバインダー樹脂によって固められたボンド磁石である。かかる成形体11aの表面では磁性粉が露出している。また、成形体11aの内部には、複数の空孔が形成されており、かかる空孔の内部でも磁性粉が露出している。

40

【0034】

ここで、永久磁石11(成形体11a)は、モータ軸線方向Lに延在する貫通穴110が形成された円筒形状を有している。貫通穴110は、同一の内径で延在する第1部分114と、第1部分114の両側で第1部分114より拡径した2つの第2部分119とか

50

らなる。かかる2つの第2部分119のうち、反出力側L2に位置する第2部分119によって、回転軸12を囲む環状凹部118が形成され、出力側L1に位置する第2部分119によって、環状凹部111が形成されている。環状凹部111は、出力側L1に向かって段階的に拡径した段付きの穴になっており、環状凹部111のうち、反出力側L2の小径部分113には、回転軸12と永久磁石11とを固定する接着剤13が充填されている。また、環状凹部111のうち、反出力側L2の小径部分113と出力側L1の大径部分112との間に形成された段部はワッシャ42を支持している。

【0035】

(錆対策)

このように構成した永久磁石11において、成形体11aには防錆用の塗膜14が形成されている。また、成形体11aの内部の空孔では、成形体11aに対する防錆液の含浸により、磁性粉の表面に防錆処理層(図示せず)が形成されている。なお、図1には、塗膜14を太い線で表してある。

10

【0036】

本形態において、塗膜14の厚さは、例えば3 μ mから8 μ mであり、薄い。塗膜14は、フッ素を含有しており、撥水性を有している。より具体的には、塗膜14は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリエステル樹脂から選択される少なくとも1種と、2~70wt%のフッ素樹脂とを含み、撥水性を有している。本形態において、塗膜14は、フェノール-エポキシ樹脂と、フッ素樹脂とを含んでいる。かかるフッ素樹脂は、四フッ化エチレン樹脂(PTFE)、四フッ化エチレン・パーフルオロアルコキシエチレン共重合樹脂(PFA)、四フッ化エチレン・六フッ化プロピレン共重合樹脂(FEP)、四フッ化エチレン・六フッ化プロピレン・パーフルオロアルコキシエチレン共重合樹脂(EPE)・四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂(ETFE)、三フッ化塩化エチレン共重合樹脂(CTFE)、三フッ化塩化エチレン・エチレン共重合樹脂(ECTFE)、フッ化ビニリデン樹脂(PVDF)、またはフッ化ビニル樹脂(PVE)である。

20

【0037】

防錆液は、フタル酸エステルやアジピン酸エステル等を含有する防錆材料をキシレン、ミネラルスピリット、鉱油等の有機溶媒で希釈した溶液であり、成形体11aに含浸した後、乾燥させると、防錆処理層が形成される。ここで、防錆液は、成形体11aにおいて塗膜14が形成されていない箇所や、塗膜14に発生したピンホールから成形体11aの内部に形成されている空孔に侵入する。それ故、防錆液から有機溶媒を蒸発させると、成形体11aの内部において、空孔で露出していた磁性粉の表面に防錆処理層が形成される。このため、磁性粉は、水分や空気との接触が遮断された状態になるので、錆の発生(酸化)が抑制される。本形態においては、フタル酸エステル等を含有する防錆材料を有機溶媒で希釈した溶液であり、キレート化剤等のインヒビターが配合されていることもある。

30

【0038】

塗膜14は、成形体11aの外周面115および貫通穴110の貫通方向の端部に位置する端面116、117に形成されている。但し、貫通穴110の第1部分114の内面114aには形成されていない。また、塗膜14は、貫通穴110の第2部分119の内面119aのうち、少なくとも第1部分114と隣り合う箇所の内面には形成されていない。すなわち、貫通穴110の環状凹部111の内面111aのうち、少なくとも小径部分113の内面113aには塗膜14が形成されておらず、貫通穴110の環状凹部118の内面118aのうち、少なくとも第1部分114と隣り合う部分には塗膜14が形成されていない。

40

【0039】

なお、貫通穴110の内面110aのうち、大径部分112の内面112aや環状凹部118の内面118aには塗膜14が形成されていてもよいが、本形態において、塗膜14は、成形体11aの外面(外周面115および端面116、117)のみに形成され、貫通穴110の内面(第1部分114の内面114aおよび第2部分119の内面119a)には形成されていない。

50

【 0 0 4 0 】

(永 久 磁 石 1 1 の 製 造 方 法)

図 2 は、本 発 明 を 適 用 し た 永 久 磁 石 1 1 の 製 造 方 法 を 示 す 工 程 図 で あ る 。

【 0 0 4 1 】

図 2 に 示 す よ う に、本 形 態 の 永 久 磁 石 1 1 を 製 造 す る に は、ま ず、成 形 工 程 S T 1 に お い て、磁 性 粉 と バ イ ン ダ ー 樹 脂 と を 混 合 し た 後、図 1 に 示 す 形 状 に 圧 縮 成 形 し、円 筒 状 の 成 形 体 1 1 a を 得 る。次 に、焼 成 工 程 S T 2 に お い て、成 形 体 1 1 a を 焼 結 し、成 形 体 1 1 a を 磁 性 粉 の 焼 結 体 と す る。次 に、パ レ ル 等 を 利 用 し て 成 形 体 1 1 a に 対 す る 面 取 り 工 程 S T 3 を 行 っ た 後、イ ソ プ ロ ピ ル ア ル コ ー ル 等 の 非 水 系 溶 媒 を 用 い て 洗 浄 工 程 S T 4 を 行 う。な お、面 取 り 工 程 S T 3 で は、容 器 内 に 多 数 の 成 形 体 1 1 a を 3 ~ 1 0 m m の セ ラ ミ ッ ク ボ ー ル 等 の メ デ ィ ア と と も に 入 れ た 状 態 で 容 器 を 回 転 さ せ、成 形 体 1 1 a と メ デ ィ ア と の 接 触 に よ り 面 取 り を 行 う。そ の 結 果、成 形 体 1 1 a の バ リ も 除 去 さ れ る。そ の 後、温 度 が 1 0 0 の 条 件 で 乾 燥 さ せ る。な お、面 取 り 工 程 S T 3 は、湿 式 で 行 っ て も よ い し、乾 式 で 行 っ て も よ い 。

10

【 0 0 4 2 】

次 に、塗 膜 形 成 工 程 S T 1 0 に お い て、成 形 体 1 1 a に 塗 膜 1 4 を 形 成 す る。か かる 塗 膜 形 成 工 程 S T 1 0 で は、ま ず、塗 装 工 程 S T 5 に お い て 塗 膜 1 4 を 形 成 し た 後、硬 化 工 程 S T 6 に お い て、塗 膜 1 4 を 加 熱 し 硬 化 さ せ る。本 形 態 で は、塗 膜 形 成 工 程 S T 1 0 (塗 装 工 程 S T 5) に お い て、パ レ ル 塗 装 法 に よ っ て 塗 膜 1 4 を 形 成 す る。か かる パ レ ル 塗 装 法 で は、容 器 内 に 多 数 の 成 形 体 1 1 a を 入 れ た 状 態 で 容 器 を 回 転 さ せ な が ら、ノ ズ ル か ら 塗 液 を 成 形 体 1 1 a に 向 け て 吐 出 し て 塗 膜 1 4 を 形 成 す る。

20

【 0 0 4 3 】

ま た、塗 装 工 程 S T 5 に お い て は、以 下 の 方 法 を 採 用 し て も よ い。ま ず、容 器 内 に 多 数 の 成 形 体 1 1 a を 入 れ た 状 態 で 容 器 を 回 転 さ せ な が ら、ノ ズ ル か ら 塗 液 を 成 形 体 1 1 a に 向 け て 吐 出 し て 約 6 μ m 程 度 の 塗 膜 1 4 を 形 成 す る。そ の 際、容 器 に は メ デ ィ ア を 投 入 し な い。次 に、容 器 に メ デ ィ ア を 投 入 し た 後、容 器 を 回 転 さ せ、先 に 形 成 し た 塗 膜 1 4 が ほ ぼ 無 く な る ま で、容 器 を 回 転 さ せ る。そ の 結 果、成 形 体 1 1 a の 表 面 か ら 塗 膜 1 4 が ほ ぼ 除 去 さ れ る が、成 形 体 1 1 a の 外 面 で 露 出 し て い る 空 孔 が 塗 膜 1 4 で 埋 め ら れ る。次 に、容 器 内 に 多 数 の 成 形 体 1 1 a を 入 れ た 状 態 で 容 器 を 回 転 さ せ な が ら、ノ ズ ル か ら 塗 液 を 成 形 体 1 1 a に 向 け て 吐 出 し て 厚 さ が 3 μ m か ら 8 μ m の 塗 膜 1 4 を 形 成 す る。そ の 際、容 器 に は メ デ ィ ア を 投 入 し な い。

30

【 0 0 4 4 】

次 に、防 錆 処 理 工 程 S T 2 0 に お い て 成 形 体 1 1 a に 防 錆 処 理 層 を 形 成 す る。か かる 防 錆 処 理 工 程 S T 2 0 で は、ま ず、防 錆 液 含 浸 工 程 S T 7 に お い て、成 形 体 1 1 a に 防 錆 液 を 含 浸 し た 後、乾 燥 工 程 S T 8 に お い て、防 錆 液 の 溶 剤 を 蒸 発 さ せ、成 形 体 1 1 a に 防 錆 処 理 層 を 形 成 す る。か かる 防 錆 液 含 浸 工 程 S T 7 に お い て は 真 空 含 浸 を 行 う。

【 0 0 4 5 】

次 に、着 磁 工 程 S T 9 を 行 い、永 久 磁 石 1 1 が 完 成 す る。

【 0 0 4 6 】

(本 形 態 の 主 な 効 果)

40

以 上 説 明 し た よ う に、本 形 態 の 永 久 磁 石 1 1 (希 土 類 磁 石) は、成 形 体 1 1 a の 外 面 (外 周 面 1 1 5 お よ び 端 面 1 1 6、1 1 7) に 防 錆 用 の 塗 膜 1 4 が 形 成 さ れ て い る た め、成 形 体 1 1 a の 外 面 (外 周 面 1 1 5 お よ び 端 面 1 1 6、1 1 7) で の 錆 の 発 生 を 抑 制 す る こ と が 可 能 と な る。ま た、成 形 体 1 1 a の 外 面 か ら 磁 性 粉 が 脱 落 す る こ と を 塗 膜 1 4 に よ っ て 防 止 す る こ と が 可 能 と な る。ま た、成 形 体 1 1 a 内 部 の 空 孔 で は、磁 性 粉 の 表 面 に 防 錆 処 理 層 が 形 成 さ れ て い る。こ こ で、成 形 体 1 1 a に は 多 数 の 空 孔 が 形 成 さ れ て お り、か かる 空 孔 の 内 部 に は 塗 膜 1 4 が 形 成 さ れ な い。ま た、塗 膜 1 4 に ピ ン ホ ー ル が 存 在 す る と、ピ ン ホ ー ル か ら 空 孔 に 水 分 や 空 気 が 侵 入 す る。こ の よ う な 場 合 で も、空 孔 で は、磁 性 粉 の 表 面 に 防 錆 処 理 層 が 形 成 さ れ て い る た め、空 孔 の 内 部 に 錆 が 発 生 す る こ と を 抑 制 す る こ と が 可 能 と な る。ま た、塗 膜 1 4 は、フ ッ 素 を 含 有 す る 樹 脂 膜 か ら な る た め、撥 水 性 を 有 し て い る。従 っ

50

て、錆の発生を効果的に抑制することができる。

【0047】

例えば、永久磁石11に対して、温度が60で湿度が90%の環境下で3000時間の放置試験を行ったが、本形態の永久磁石11の外には錆が発生しなかった。さらに、永久磁石11に0.5重量%の塩水を付着させた後、温度が60で湿度が90%の環境下で72時間の放置試験を行った。その結果、塗膜14のみを形成し、防錆処理を行わない試料や、防錆処理のみを行い、塗膜14を形成しない試料では、錆の発生が確認されたが、塗膜14の形成および防錆処理の双方を行った本形態の永久磁石11では、錆の発生が見られなかった。

【0048】

また、本形態において、塗膜14は、厚さが3μmから8μmであり、薄い。このため、ステータ20（ステータコア211、212、221、222に形成された極歯217、227）とのエアギャップ確保のため、塗装の厚み分、永久磁石11の径方向の寸法を小さくする必要がなく、エアギャップに起因する磁気特性に対する影響が及びにくい。

【0049】

また、成形体11aの貫通穴110のうち、第1部分114の内面114aには塗膜14が形成されにくい。このため、第1部分114の内径寸法が塗膜の影響を受けないため、貫通穴110内に回転軸12を適正に嵌めることができる。すなわち、第1部分114の内面114aに塗膜14が厚く形成されると、貫通穴110内に回転軸12を通すことができなくなるという事態が発生するが、本形態によれば、かかる事態が発生しにくい。

【0050】

また、貫通穴110の第2部分119の内面119aのうち、少なくとも第1部分114と隣り合う箇所の内面には塗膜14が形成されにくい。このため、貫通穴110内に嵌めた回転軸12と永久磁石11（希土類磁石）とを出力側L1の第2部分119の小径部分113に設けた接着剤13によって固定する際、接着剤13が小径部分113の奥まで進入しやすい。それ故、小径部分113と接着剤13との接着強度が大であるので、回転軸12と永久磁石11（希土類磁石）とを強固に固定することができる。特に本形態では、撥水性の塗膜14を形成したため、接着剤13と塗膜14との接着強度が低いが、本形態では、塗膜14が存在しない箇所で回転軸12と永久磁石11とを接着剤13で固定するので、回転軸12と永久磁石11（希土類磁石）とを強固に固定することができる。

【0051】

また、本形態では、永久磁石11を製造する際、塗膜形成工程ST10では、バレル塗装法によって塗膜14を形成する。かかるバレル塗装法では、容器内に多数の成形体11aを入れた状態で容器を回転させながら、塗膜14を塗装する。このため、多数の成形体11aに効率よく塗装を行うことができる。また、容器内で成形体11aが移動するため、成形体11a同士が付着することがない。また、成形体11aが円筒状である場合にバレル塗装法を適用すると、貫通穴110の内面が塗装されにくいので、貫通穴110の内面110aに対する余計な塗膜14の形成を抑制することができる。さらに、バレル塗装法であれば、塗膜14の成長速度が遅いので、塗膜14の膜厚を制御しやすい。

【0052】

[他の実施の形態]

上記実施の形態では、ポンド磁石からなる永久磁石11（希土類磁石）に本発明を適用する場合を例示したが、焼結磁石からなる永久磁石11（希土類磁石）に本発明を適用してもよい。

【0053】

上記実施の形態では、貫通穴110の内面110aに塗膜14が形成されていない構成であったが、貫通穴110の内面110aの一部に塗膜14が付着している構成であってもよい。永久磁石11に錆が発生するのを防止するという点では、成形体11aの外周面115に加えて端面116、117にも塗膜14が形成されていることが好ましく、かかる状態を確実に実現しようとする、貫通穴110の開口縁付近等、貫通穴110の内面

10

20

30

40

50

110aの一部に塗膜14が付着することがある。このような場合でも、貫通穴110への回転軸12の挿入や、接着剤13による固定等に支障がない程度であれば、貫通穴110の内面110aに塗膜14が付着していてもよい。

【符号の説明】

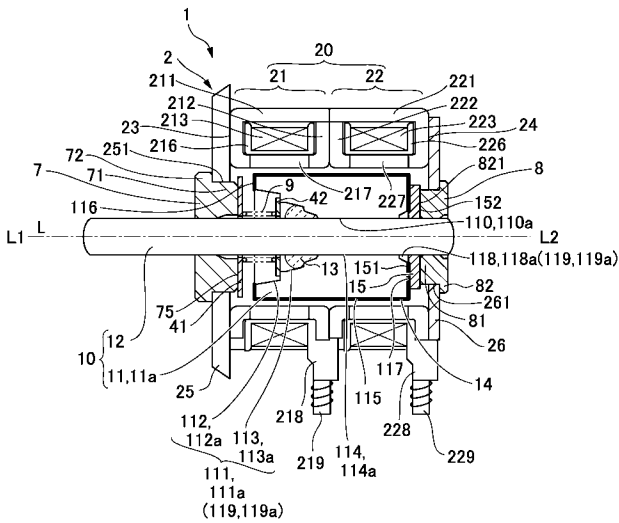
【0054】

- 1 ステッピングモータ
- 2 固定体
- 10 ロータ
- 11 永久磁石
- 12 回転軸
- 20 ステータ
- 11a 成形体
- 14 塗膜
- 110 成形体の貫通穴
- 111 環状凹部
- 112 大径部分
- 113 小径部分
- 114 第1部分
- 115 成形体の外周面
- 116、117 端面
- 118 環状凹部
- 119 第2部分
- L モータ軸線方向
- L1 出力側
- L2 反出力側

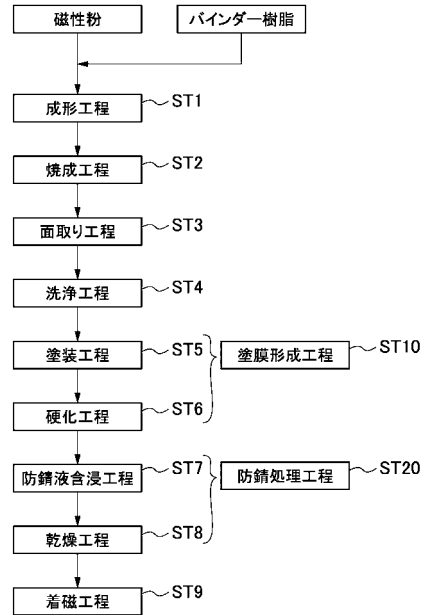
10

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 2 2 F 1/00 (2006.01) B 2 2 F 1/00 Y

(72)発明者 水寄 康史
長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 日本電産サンキョー株式会社内

(72)発明者 古屋 克芳
長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 日本電産サンキョー株式会社内

F ターム(参考) 4K018 AA27 BA18 CA09 FA25 KA46
5E040 AA03 BC05 CA01 HB14 HB19
5E062 CD05 CG07
5H622 DD02 QA01