

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5653298号  
(P5653298)

(45) 発行日 平成27年1月14日 (2015. 1. 14)

(24) 登録日 平成26年11月28日 (2014. 11. 28)

(51) Int. Cl.

H02K 1/27 (2006.01)

F I

H02K 1/27 501C

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-128899 (P2011-128899)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成23年6月9日 (2011. 6. 9)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2012-257390 (P2012-257390A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成24年12月27日 (2012. 12. 27)	(74) 代理人	100094916
審査請求日	平成25年10月10日 (2013. 10. 10)		弁理士 村上 啓吾
		(74) 代理人	100073759
			弁理士 大岩 増雄
		(74) 代理人	100093562
			弁理士 児玉 俊英
		(74) 代理人	100088199
			弁理士 竹中 孝生
		(72) 発明者	鳥居 久範
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 永久磁石埋込型モータの回転子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数枚の電磁鋼板を積層してなる回転子鉄心が、軸方向に貫通する複数の磁石挿入孔を有し、上記各磁石挿入孔に、永久磁石および上記永久磁石を磁力線と交わる2面を露出させて取り囲む非磁性体からなるカバーがそれぞれ挿入され、  
上記カバーの径方向の幅を上記永久磁石の径方向の幅より小さく設定し、上記永久磁石の径方向内側および径方向外側の2面が上記カバーから突出して露出するように構成された永久磁石埋込型モータの回転子。

【請求項 2】

上記カバーの軸方向一方側の端部から突出して設けられ上記回転子鉄心の軸方向一方側の端面と当接する第1の突起部と、上記カバーの軸方向他方側の端部から突出して設けられ上記回転子鉄心の他方側の端面と当接する第2の突起部とを備えたことを特徴とする請求項1に記載の永久磁石埋込型モータの回転子。

【請求項 3】

上記回転子鉄心の上記磁石挿入孔内壁に設けられた軸方向に延びる凹部と、上記カバーに設けられ上記凹部に圧入される軸方向に延びる凸部とを備えたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の永久磁石埋込型モータの回転子。

【請求項 4】

上記カバーの少なくとも1面に孔部を設けたことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の永久磁石埋込型モータの回転子。

10

20

## 【請求項 5】

上記各永久磁石は断面略長方形形状であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の永久磁石埋込型モータの回転子。

## 【請求項 6】

上記各永久磁石は断面略蒲鉾形状であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の永久磁石埋込型モータの回転子。

## 【請求項 7】

上記各永久磁石は断面略瓦形状であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の永久磁石埋込型モータの回転子。

## 【発明の詳細な説明】

10

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、回転子鉄心に永久磁石が埋め込まれる永久磁石埋込型モータの回転子に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

永久磁石埋込型モータの回転子では、積層した薄板鋼板に挿入孔を設けて永久磁石を挿入するが、挿入時や固定時の永久磁石の破損の防止や、永久磁石の飛び出し防止のための技術が開発されている。

従来の永久磁石埋込型モータのロータにおいて、永久磁石が嵌着される挿入孔が形成された非磁性金属製のケースと、ケースを磁石固定孔に機械的に固定する手段を備え、そのケースは薄肉の周縁部と、挿入孔と、肉厚の突起部と、停止部とからなる（例えば、特許文献 1 参照）。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

## 【特許文献 1】特開 2010 - 239803 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

30

従来の永久磁石埋込型モータのロータは、薄肉の周縁部と、挿入孔と、肉厚の突起部と、停止部とからなるケースに永久磁石を嵌着後、ケースを挿入孔に固定している。

しかしながら、このようなケースは周縁部により永久磁石の磁化方向を覆っているため、材質が金属であるケース部分に渦電流が発生しやすい。また、周縁部の厚み分だけ回転子鉄心と永久磁石間に磁化方向のクリアランスが生じるため磁気抵抗が上がる。よってモータ特性が低下するという問題があった。また、ケースに永久磁石を嵌着する際に永久磁石が破損する場合があるという問題があった。

この発明は、上記のような問題を解決するためになされたもので、永久磁石の破損を防止し、かつモータ特性の優れた永久磁石埋込型モータの回転子を得ることを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

40

## 【0005】

この発明に係る永久磁石埋込型モータの回転子は、複数枚の電磁鋼板を積層してなる回転子鉄心が、軸方向に貫通する複数の磁石挿入孔を有し、上記各磁石挿入孔に、永久磁石および上記永久磁石を磁力線と交わる 2 面を露出させて取り囲む非磁性体からなるカバーがそれぞれ挿入され、上記カバーの径方向の幅を上記永久磁石の径方向の幅より小さく設定し、上記永久磁石の径方向内側および径方向外側の 2 面が上記カバーから突出して露出するように構成されたものである。

## 【発明の効果】

## 【0006】

この発明の永久磁石埋込型モータの回転子によれば、カバーにより永久磁石の破損を防

50

止するとともに、カバーを設けたことによる渦電流の発生や磁気抵抗の増加を抑制し、モータ特性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】この発明の実施の形態1における回転子の構成を示す平面図である。

【図2】この発明の実施の形態1における回転子の構成を示す斜視図である。

【図3】この発明の実施の形態1における回転子の構成を示す断面図である。

【図4】この発明の実施の形態1における永久磁石とカバーの構成を説明する斜視図である。

【図5】この発明の実施の形態1におけるカバー内に配置された永久磁石の側面図である

10

【図6】この発明の実施の形態1における永久磁石およびカバーを回転子鉄心に挿入する様子を示す図である。

【図7】この発明の実施の形態1における永久磁石およびカバーの回転子鉄心への挿入後の様子を示す図である。

【図8】この発明の実施の形態1におけるカバーを回転子鉄心に固定する様子を示す図である。

【図9】この発明の実施の形態1における別例の回転子の構成を示す断面図である。

【図10】この発明の実施の形態1における永久磁石の断面形状のバリエーションを示す斜視図である。

20

【図11】この発明の実施の形態1における永久磁石の断面形状のバリエーションを示す斜視図である。

【図12】この発明の実施の形態2における永久磁石およびカバーを回転子鉄心に挿入する様子を示す模式図である。

【図13】この発明の実施の形態3における永久磁石とカバーの構成を説明する斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

実施の形態1

図1はこの発明の実施の形態1における永久磁石埋込型モータの回転子1の構成を示す平面図、図2は回転子1の斜視図、図3は回転子1の断面図である。

30

回転子1は、回転子鉄心2と、複数の永久磁石3と、永久磁石3のカバー4とを備えている。図4は永久磁石3およびカバー4の構成を説明する斜視図、図5は永久磁石3がカバー4内に配置された状態を示す側面図、図6、図7、図8は永久磁石3およびカバー4を回転子鉄心2の磁石挿入孔22内に配置する過程を示す模式図である。図6は永久磁石3およびカバー4を回転子鉄心2に挿入する様子を示し、図7は挿入後の様子、図8は挿入後にカバー4を回転子鉄心に固定する様子を示す。また、図7、図8は突起部42Bの構成を分かり易くするため、突起部42B側の方向から見た図としている。また、図9は本実施の形態1の別例の回転子の構成を示す断面図、図10、図11は永久磁石3の断面形状のバリエーションを示す図である。

40

【0009】

回転子鉄心2は所定形状に打ち抜かれた電磁鋼板を複数枚積層して構成される。電磁鋼板には板厚が約0.1~0.5mmのものを使用する。回転子鉄心2には、その中心部に回転軸挿入用の貫通孔21が設けられている。また、回転子鉄心2には、周方向に等間隔で断面略長方形の4個の磁石挿入孔22が軸方向に貫通して設けられている。

【0010】

永久磁石3は断面略長方形であり、例えばネオジウム系磁石によって形成され、短手方向に磁化されている(図4矢印Aの方向)。永久磁石3はカバー4内に配置された状態で磁石挿入孔22に挿入され、永久磁石3の磁化方向が回転子鉄心2の径方向となるように配置される。また、回転子鉄心2の隣り合う磁石挿入孔22には、互いに極性が反転さ

50

れた永久磁石 3 が配置される。このように永久磁石 3 が配置された場合の、回転子 1 内の磁力線の向きを図 3 中矢印 B で示す。永久磁石 3 の径方向内側および外側の 2 面が磁力線と交わっている。

【 0 0 1 1 】

図 4、図 5 に示すように、カバー 4 は永久磁石 3 の周方向両側の 2 面を覆う第 1 の枠部 4 1 と軸方向両側の 2 面を覆う第 2 の枠部 4 2 とで永久磁石 3 を取り囲むよう形成される。永久磁石 3 の磁力線と交わる 2 面である径方向内側および外側の面は、カバー 4 に覆われることなくカバー 4 から露出している。なお、第 1 の枠部とは、永久磁石 3 の軸方向の 2 面以外の 4 面の内、磁力線と交わらない 2 面を覆う枠部であり、第 2 の枠部とは、永久磁石 3 の軸方向の 2 面を覆う枠部である。また、径方向、周方向、軸方向は、全て回転子鉄心 2 に基づく方向である。

10

本実施の形態 1 では第 1 および第 2 の枠部 4 1、4 2 の径方向の幅を永久磁石 3 の径方向の幅より小さく設定し、永久磁石 3 の径方向内側および外側の 2 面が枠部 4 1、4 2 から突出して露出するように構成されている。

第 2 の枠部 4 2 の一方側（図中上側）の端部には径方向に突出して設けられた抜け止め用の第 1 の突起部 4 2 A が設けられている。カバー 4 を回転子鉄心 2 の磁石挿入孔 2 2 に挿入した際には第 1 の突起部 4 2 A が回転子鉄心 2 の軸方向一方側（図中上側）の端面と当接して、カバー 4 が磁石挿入孔 2 2 から抜け落ちることを防止する。

第 2 の枠部 4 2 の他方側（図中下側）の端部には軸方向下向きに突出する第 2 の突起部 4 2 B が設けられている。

20

【 0 0 1 2 】

図 4 に示すように、永久磁石 3 はカバー 4 の開口している側からカバー 4 内に配置される。そして、図 6 に示すように、永久磁石 3 が配置されたカバー 4 が第 2 の枠部 4 2 側から磁石挿入孔 2 2 内へ挿入される。第 2 の突起部 4 2 B は軸方向に突出して設けられているため、カバー 4 の磁石挿入孔 2 2 への挿入時に、第 2 の突起部 4 2 B と回転子鉄心 2 の磁石挿入孔 2 2 内壁面とは接触しない。また、カバー 4 の磁石挿入孔 2 2 への挿入時に、第 1 の枠部 4 1 のいずれか一方側の面を磁石挿入孔 2 2 の内壁面に沿わせながら挿入することで、永久磁石 3 の露出面と回転子鉄心 2 の磁石挿入孔 2 2 内壁面との間のクリアランスを一定に保ちながら挿入でき、挿入時における永久磁石 3 の破損を防ぐ。

図 7、図 8 に示すように、回転子鉄心 2 の磁石挿入孔 2 2 にカバー 4 を挿入後、第 2 の突起部 4 2 B にプレス等で荷重をかけ、第 2 の突起部 4 2 B をその根元部から回転子鉄心 2 の軸方向他方側の端面方向に折れ曲がるように塑性変形させる。これにより、第 2 の突起部 4 2 B と回転子鉄心 2 の端面が圧着され、カバー 4 を回転子鉄心 2 の磁石挿入孔 2 2 内に固定することができる。なお、ここでは第 2 の突起部 4 2 B が回転子鉄心 2 の端面に圧着するよう塑性変形したが、必ずしも圧着する必要はない。第 2 の突起部 4 2 B と回転子鉄心 2 が当接することで、永久磁石 3 およびカバー 4 が回転子鉄心 2 内に固定することができ、第 2 の突起部 4 2 B が回転子鉄心 2 の端面方向に折れ曲がっていれば、カバー 4 の回転子鉄心 2 からの抜け落ちを防止できる。カバー 4 を固定することでカバー 4 内に配置された永久磁石 3 も磁石挿入孔 2 2 から抜け落ちることはなく、磁石挿入孔 2 2 内に保持される。

30

なお、カバー 4 の材質は非磁性体であればよく、金属、非金属のいずれであってもよい。例えば、アルミ合金や非磁性の SUS や樹脂等がある。

【 0 0 1 3 】

以上のように、本実施の形態 1 の回転子 1 は、永久磁石 3 がカバー 4 内に配置された状態で磁石挿入孔 2 2 に挿入されているため、カバー 4 の一面を回転子鉄心 2 の磁石挿入孔 2 2 内壁面に沿わせて挿入することができ、永久磁石 3 の露出面と回転子鉄心 2 の磁石挿入孔 2 2 内壁面との間のクリアランスを一定に保ちながら挿入できる。このため、挿入時における永久磁石 3 の破損を防ぐ。さらに、永久磁石 3 の磁力線と交わる 2 面がカバー 4 から露出しているため、永久磁石 3 の露出面と回転子鉄心 2 との間のクリアランスを最小限に抑えることができ、クリアランスによる磁気抵抗の増加を抑制することができる。ま

50

た、カバー 4 は、永久磁石 3 の磁力線と交わる 2 面を覆わないような構成であるため、カバー 4 に渦電流が生じにくく、永久磁石 3 の周辺に作用する磁束の低下を防ぐことができる。そして、磁気抵抗の増加や渦電流の発生を抑制して磁束の低下を防止することで、モータ特性を向上させることができ、エネルギー消費量を削減することができるという効果も有する。

#### 【 0 0 1 4 】

また、カバー 4 が回転子鉄心 2 の磁石挿入孔 2 2 内に固定されることで、永久磁石 3 が磁石挿入孔 2 2 内に保持される構成であるため、永久磁石 3 を保持するためのリベットや端板等の保持部材が不要であり、そのような保持部材との接触による永久磁石 3 の破損という問題が生じない。そして、保持部材が不要であるため、回転子 1 の軽量化、小型化を  
10 図ることができるとともに、簡単な構成で永久磁石 3 を磁石挿入孔 2 2 内に保持することができるため生産工程自体の環境負荷も低減する。

また、第 1 または第 2 の突起部 4 2 A、4 2 B を取り除くことで、容易に永久磁石 3 やカバー 4 を取り出すことができ、回転子 1 の分解が容易であるという効果も有する。

さらに、第 2 の突起部 4 2 B を塑性変形して回転子鉄心 2 の端面と圧着させることによりカバー 4 を回転子鉄心 2 に固定する場合は、カバー 4 を回転子鉄心 2 に固定する際に、回転子鉄心 2 を構成する各電磁鋼板の積層固定を同時に行うことができ、抜きカシメや溶接、接着等の電磁鋼板積層プロセスを削減することができる。

#### 【 0 0 1 5 】

なお、本実施の形態 1 では永久磁石 3 の磁化方向が回転子鉄心 2 の径方向となるように配置された場合について説明したが、永久磁石 3 の配置はこれに限られるものではない。  
20 例えば、本実施の形態 1 の別例として、図 9 に示すように、永久磁石 3 の磁化方向が回転子鉄心 2 の周方向となるように配置されてもよい。このように永久磁石 3 が配置された場合の回転子 1 内の磁力線の向きは図 9 中矢印 C で示す通りであり、永久磁石 3 の磁力線と交わる 2 面とは周方向両側の 2 面となる。従って、カバー 4 の第 1 の枠部 4 1 が永久磁石 3 の磁力線と交わらない 2 面である径方向内側と外側の面を覆い、第 2 の枠部 4 2 が軸方向両側の 2 面を覆い、永久磁石 3 は磁力線と交わる周方向両側の 2 面がカバー 4 から露出するように各枠部 4 1、4 2 により取り囲まれる構成となる。

#### 【 0 0 1 6 】

また、本実施の形態 1 では永久磁石 3 の形状は断面略長形状であったが、この形状に  
30 限られるものではない。

例えば図 10 に示すように断面略蒲鉾形状の永久磁石 5 としてもよく、カバー 6 の第 2 の枠部 6 2 0 も永久磁石 5 の形状に合うように形成される。永久磁石 5 が短手方向（図中矢印 D）に磁化されている場合には、磁力線の方法も同じく短手方向となり、永久磁石 5 の磁力線と交わる 2 面とは、蒲鉾形状の曲面とその反対側の平面となる。永久磁石 5 はカバー 6 の開口している側からカバー 6 内に配置され、永久磁石 5 の磁力線と交わる 2 面が露出するようにカバー 6 の第 1 の枠部 6 1 と第 2 の枠部 6 2 とに取り囲まれる。

また、例えば図 11 に示すように断面略瓦形状の永久磁石 5 0 としてもよく、カバー 6 0 の第 2 の枠部 6 2 0 も永久磁石 5 0 の形状に合うように形成される。永久磁石 5 0 が短手方向（図中矢印 E）に磁化されている場合には、磁力線の方法も同じく短手方向となり、  
40 永久磁石 5 0 の磁力線と交わる 2 面とは、瓦形状の両曲面となる。永久磁石 5 0 はカバー 6 0 の開口している側からカバー 6 0 内に配置され、永久磁石 5 0 の磁力線と交わる 2 面が露出するようにカバー 6 0 の第 1 の枠部 6 1 0 と第 2 の枠部 6 2 0 とにより取り囲まれる。

#### 【 0 0 1 7 】

実施の形態 2 .

図 12 はこの発明の実施の形態 2 におけるカバーを回転子鉄心に挿入する様子を示す模式図である。本実施の形態 2 は、上記実施の形態 1 とカバーの形状と磁石挿入孔の形状が異なっている。それ以外の部分については上記実施の形態 1 と同様であり、同一符号を付して説明を省略する。  
50

本実施の形態２のカバー７は永久磁石３の周方向両側２面を覆う第１の枠部７１と、軸方向両側の２面を覆う第２の枠部７２とで永久磁石３を取り囲むように形成される。永久磁石３の磁力線と交わる２面である径方向内側および外側の面はカバー７に覆われることなく、カバー７から露出している。カバー７の第１の枠部７１には、軸方向に延びる凸部７１Ａが設けられ、回転子鉄心２の磁石挿入孔２２の周方向両側の内壁面には軸方向に延びる凹部２２Ａが設けられ、凹部２２Ａに凸部７１Ａが圧入されることによりカバー７が回転子鉄心２の磁石挿入孔２２内に固定される。

#### 【００１８】

以上のように、本実施の形態２の回転子１は、永久磁石３が配置されたカバー７を磁石挿入孔２２に挿入する際に、枠部７１の凸部７１Ａを磁石挿入孔２２の凹部２２Ａに圧入させて挿入するため、挿入中にカバー７の磁石挿入孔２２に対する位置が周方向や径方向にずれることがない。このため、永久磁石３の露出面と回転子鉄心２の磁石挿入孔２２内壁面との間のクリアランスを一定に保ちながら挿入でき、挿入時における永久磁石３の破損を防ぐ。

また、カバー７の挿入後においても、カバー７は凸部７１Ａが凹部２２Ａに圧入されることにより磁石挿入孔２２内に強固に固定されるため、回転子１の回転等によってもカバー７の位置が磁石挿入孔２２内でずれることがなく、回転子１の回転時の振動発生を抑制することができる。

また、上記実施の形態１と同様に、カバー７が回転子鉄心２の磁石挿入孔２２内に固定されることで、永久磁石３が磁石挿入孔２２内に保持される構成であるため、永久磁石３を保持するためのリベットや端板等の保持部材が不要であり、そのような保持部材等との接触による永久磁石３の破損という問題が生じない。そして、保持部材が不要であるため、回転子１の軽量化、小型化を図ることができるとともに、簡単な構成で永久磁石３を磁石挿入孔２２内に保持することができるため生産工程自体の環境負荷も低減する。

また、上記実施の形態１と同様に、永久磁石３の磁力線と交わる２面がカバー７から露出しているため、永久磁石３の露出面と回転子鉄心２との間のクリアランスを最小限に抑えることができ、クリアランスによる磁気抵抗の増加を抑制することができる。また、カバー７は、永久磁石３の磁力線と交わる２面を覆わないような構成であるため、カバー７に渦電流が生じにくく、永久磁石３の周辺に作用する磁束の低下を防ぐことができる。そして、磁気抵抗の増加や渦電流の発生を抑制して磁束の低下を防止することで、モータ特性を向上させることができ、エネルギー消費量を削減することができるという効果も有する。

#### 【００１９】

実施の形態３．

図１３はこの発明の実施の形態３における永久磁石とカバーの構成を説明する斜視図である。図に示すように、本実施の形態３では、上記実施の形態１で説明したカバー４の第２の枠部４２に、略四角形状の孔部４３が設けられている。本実施の形態３では孔部４３は軸方向上下両方の枠部４２にそれぞれ４個ずつ等間隔で設けられている。それ以外の部分については上記実施の形態１と同様であり、同一符号を付して説明を省略する。

孔部４３によりカバー４に発生する渦電流の流れが制限され、カバー４に発生するトータルの渦電流を低下させることができる。

なお、孔部４３の形状や個数や配置位置はこれに限られるものではなく、必要に応じて適宜設定すればよい。また、本実施の形態３では上下両面の第２の枠部４２に孔部４３を設けたが、いずれか一方に設ける構成としてもよく、また、第１の枠部４１の２面の内のいずれか一方又は両方に設ける構成としてもよい。また第１および第２の枠部４１、４２の全ての面に孔部４３を設ける構成としてもよい。

#### 【００２０】

以上のように、本実施の形態３の回転子１は、上記実施の形態１の構成に加えてカバー４の第２の枠部４２に孔部４３を設けているため、上記実施の形態１の効果に加え、カバー４内に発生する永久磁石３の磁化方向の磁束を打ち消そうとする渦電流の発生をさらに

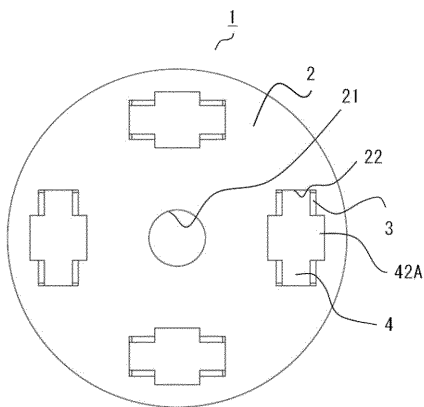
低減することができ、モータ特性をさらに向上させることができる。

【符号の説明】

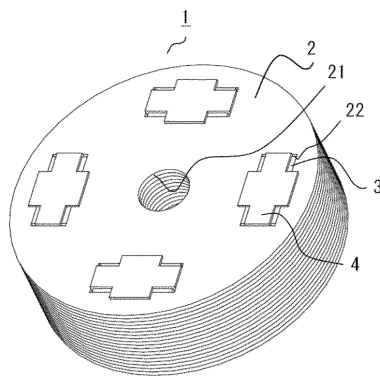
【0021】

1 回転子、2 回転子鉄心、3 永久磁石、4 カバー、5 永久磁石、  
6 カバー、7 カバー、22 磁石挿入孔、22A 凹部、42A 第1の突起部、  
42B 第2の突起部、43 孔部、50 永久磁石、60 カバー、71A 凸部。

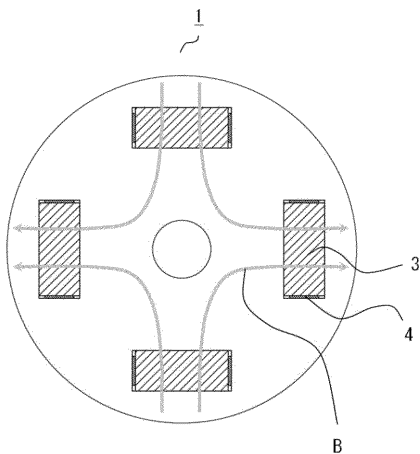
【図1】



【図2】

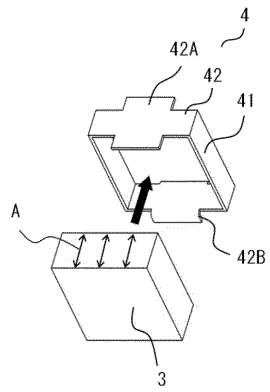


【図3】



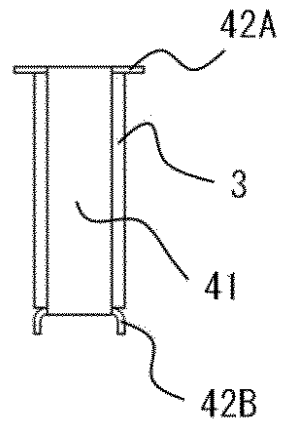
- 1: 回転子  
2: 回転子鉄心  
3: 永久磁石  
4: カバー  
22: 磁石挿入孔  
42A: 第1の突起部

【図 4】

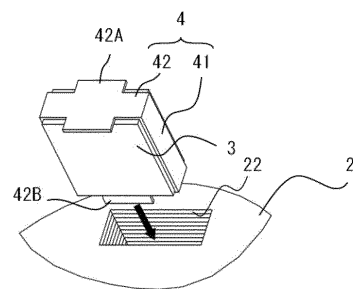


42B: 第2の突起部

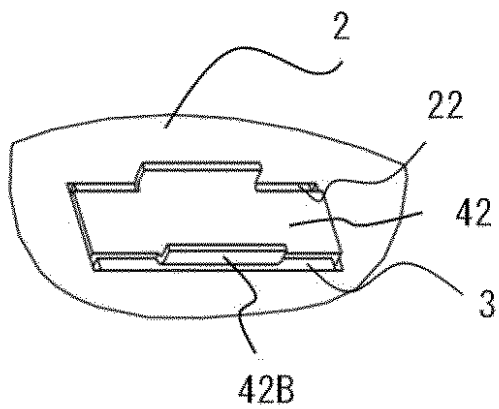
【図 5】



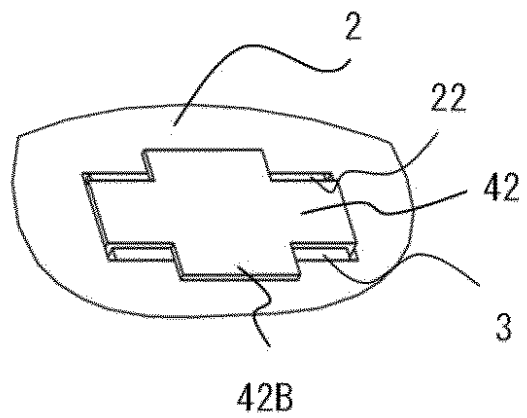
【図 6】



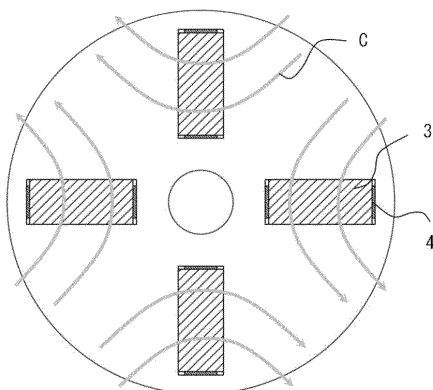
【図 7】



【図 8】

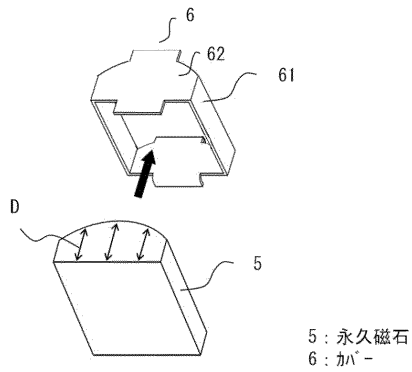


【図 9】

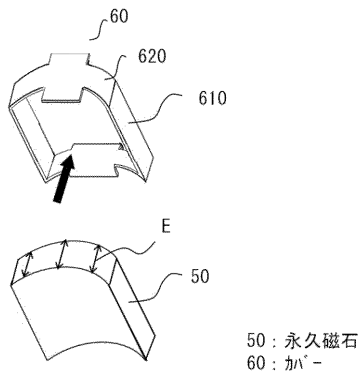




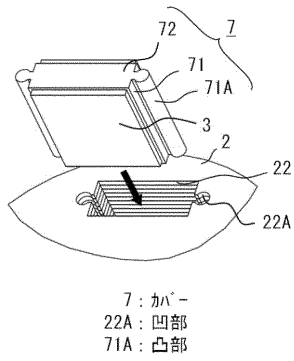
【図 10】



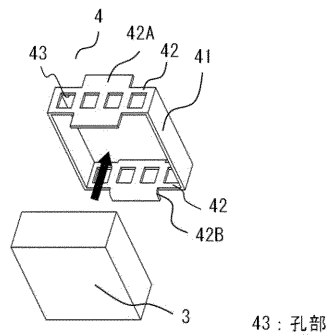
【図 11】



【図 12】



【図 13】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 松井 昭夫  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 鵜飼 義一  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 廣田 和明  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 池田 貴俊

- (56)参考文献 欧州特許出願公開第02249460(E P, A1)  
特開2010-239803(J P, A)  
特開平10-178751(J P, A)  
特開2000-139063(J P, A)  
特開2001-086671(J P, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., D B名)  
H02K 1/27