

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3833256号

(P3833256)

(45) 発行日 平成18年10月11日(2006.10.11)

(24) 登録日 平成18年7月28日(2006.7.28)

(51) Int. Cl. F I
H02K 1/27 (2006.01)
H02K 1/27 501A
H02K 1/27 501H

請求項の数 9 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平9-513826	(73) 特許権者	エンブレサ・ブラジレイラ・デイ・コンプレソレス・エシ／アーエンブラク
(86) (22) 出願日	平成8年10月1日(1996.10.1)		ブラジル国、89219-901・ジョインビリーエシ・セー、ルア・ルイ・バルボザ、1020
(65) 公表番号	特表平11-512918	(74) 代理人	弁理士 川口 義雄
(43) 公表日	平成11年11月2日(1999.11.2)		
(86) 国際出願番号	PCT/BR1996/000045	(74) 代理人	弁理士 伏見 直哉
(87) 国際公開番号	W01997/013311	(72) 発明者	メビウス、マルコス・ロモイ
(87) 国際公開日	平成9年4月10日(1997.4.10)		ブラジル国、89219-901・ジョインビリーエシ・セー、ルア・ドス・バンデイランテス、705
審査請求日	平成15年6月3日(2003.6.3)		
(31) 優先権主張番号	P19504773.5		
(32) 優先日	平成7年10月4日(1995.10.4)		
(33) 優先権主張国	ブラジル(BR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気モーター用永久磁石付き回転子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転子コア（1、10）と、コアの外周面のまわりに配置され、互いに等間隔をあけられた複数の磁石（2、20）と、回転子コアに対して磁石を固定する外部カバー（40）とを有する電気モーター用永久磁石付き回転子であって、各磁石（20）が、対応する支持手段（30、50、60）を介してコア（10）上に装着されており、前記支持手段は、前記各磁石（20）に対する変位が制限されていると共に、回転子の種々の温度条件下で、回転子コア（10）および外部カバー（40）の両方の反力が各磁石（20）に作用する領域の間隔を最小とするため、相互に平行で、回転子軸に平行なアライメントに従って、磁石（20）の縦方向の対象面（X）に対して対称に、また、磁石（20）の側面の縁（22）の間隔より狭い間隔で配置されていることを特徴とする回転子。

10

【請求項2】

支持手段（30、50、60）が、各磁石（20）および回転子コア（10）によって定義される部分の少なくとも一つと一体になっていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の回転子。

【請求項3】

支持手段（30、50、60）が、磁石（20）の軸方向長さ全体に沿って、縦に延びる連続した要素として定義されることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の回転子。

【請求項4】

支持手段が、各磁石（20）と一体で、回転子コア（10）の外周面に隣接する各磁石の

20

内面（２１）から突き出た軸方向突起（３０）として定義されることを特徴とする請求の範囲第３項に記載の回転子。

【請求項５】

支持手段が、回転子コア（１０）の外周面と一体化した縦方向の突起（６０）として定義されることを特徴とする請求の範囲第３項に記載の回転子。

【請求項６】

支持手段が、各磁石（２０）の内面（２１）および回転子コアの外周面により定義される部分の少なくとも一つに保持される軸方向のスペーシング要素（５０）により定義されることを特徴とする請求の範囲第１項に記載の回転子。

【請求項７】

磁石（２０）が、外面が面取りされた側面の縁（２２）を有することを特徴とする請求の範囲第１項に記載の回転子。

【請求項８】

回転子コア（１０）の外周面への磁石の装着の際に、二つの隣接する各磁石（２０）の間に配置される複数の側面スペーシング要素（７０）を含むことを特徴とする請求の範囲第１項に記載の回転子。

【請求項９】

側方スペーシング要素（７０）が回転子コア（１０）の外周面と一体化していることを特徴とする請求の範囲第８項に記載の回転子。

【発明の詳細な説明】

発明の分野

本発明は、永久磁石を有する電気モーター用回転子の構造、特に冷凍機器の密閉式圧縮機で使われる種類の電気モーター用回転子の構造に関する。

発明の背景

永久磁石付き回転子は、中実鉄あるいは圧延鉄製の円筒形のコアと、その周囲に配置されたストロンチウムあるいはバリウムのフェライトまたはサマリウムコバルト製の複数の磁石からなり、磁石は、一般にアーチ形の板の形状で、内面の輪郭は、前記磁石を装着する回転子の外周の輪郭と一致する。

動作中、磁石付き回転子は、いずれも非常に強い遠心力、力のモーメント、熱起源の応力を受ける。これらの力がはたらくため、回転子への磁石の保持は、モータの効率を決める非常に重要な因子であると考えられている。回転子に磁石を保持する様々な方法および技術は、米国特許5,175,461号（Ziegler）に開示されているように、公知である。回転子に磁石を保持する通常の技術の中では、以下のものが知られている。前記磁石を回転子の外面に接着する方法。外部カバーを使って、磁石を取り囲むように回転子のコアに向かって押しつける方法。この場合には、磁石を事前にコアに固定するために接着剤を用いる方法と用いない方法がある。コアのまわりに装着したケージなどの構造の中に磁石を封入する方法。これにより磁石は前記構造内の予め決められた場所に配置される。

磁石の封入技術を除く上述の他の技術では、高い信頼性を保証し、モータの有効寿命中、決められた性能を不変に保つ回転子を得ることはできない。これらの技術に従って組み立てた回転子に起こり得る故障の主なものは、以下の通りである。ひび割れ、碎片などの発生に起因する磁石の劣化。前記磁石をコアに固定するのに使用する接着剤の劣化。これは、特性、さらには機能の損失を伴い、残留物を生じるおそれがある。磁石を取り囲む外部カバーの劣化。これは永久変形およびその機能の損失を伴い、事前伸張作用を有する場合には、回転子と固定子の間のエアギャップを損なうおそれがある。通常は、鉄、鋼鉄、黄銅、銅、アルミニウムなどである薄い材料で作られたカバーを使用すると、ある種の用途においては電気損が非常に高くなる可能性があるという問題が生じる。さらに、回転子を装着する器具の過酷な運転により、温度および回転が継続的かつ広範に変化すると、カバーは不可逆的に変形するおそれがある。

磁石は、比較的高い圧縮力には耐えることができるが、引張りおよび衝撃に関しては弱い。磁石をコアと一体にする従来技術の解決法は、圧縮力および引張力の両方に対しては

10

20

30

40

50

意味をなすが、トルクおよび加速度から生じるせん断力も、程度は劣るとはいえ発生することがある。

磁石およびカバーの両方に影響を及ぼす応力の中で、熱起源の応力は、前記要素を統合したモータの動作中に前記要素が受けるその他の応力よりも通常はずっと重要である。しかし熱応力は、回転子に保持される磁石を維持するために使用する方法およびモータが受ける温度変化に依存する。

熱応力の起源は、磁石を作る材料の熱膨張率と、コア、カバー、接着剤を作る材料の熱膨張率が互いに異なるという事実にある。熱膨張率の違いは、前記要素間の相対変位が生じ易いことを示唆している。この相対変位は、コアへの磁石の固定が主に、接着あるいはコア近くに磁石を保持するカバーを取り付けることにより実施される場合に、磁石の物理的完全性を損なう可能性がある。

10

上述の要素を形成する材料間の熱膨張率の違いに加えて、磁石は、構成の形態および磁気方向に起因し、半径、横断および縦断方向の寸法に従って変化する異なる熱膨張率を有する。

磁石の封入による解決法は、接着剤やカバーによる解決法における上述の問題を解決するが、必要となる大きな設計寸法の結果として生じる大きなエアギャップに起因する、高コスト化やモータ効率の低下のような他の不都合を有する。低損失の材料は構造的にもろいか、あるいは高コストとなるからである。

上述の不都合により、前記の従来技術による公知の解決法は、たとえば冷凍システム用の密閉式圧縮機で起こる、コストの低さ、残留物生成の少なさ、信頼性の高さが求められる器具での使用は推奨できない。

20

発明の開示

よって、本発明の一般的な目的は、回転子と固定子の間のエアギャップを大幅に増加させずに回転子に固定した磁石を維持し、これらの磁石をその完全性を損なうおそれのある応力をこれらの磁石にくわえることのない、電気モーター用永久磁石付き回転子を提供することにある。

本発明のより具体的な目的は、周囲の外部カバーで回転子を固定する場合に従来技術の欠陥を示さない、磁石構造を提供することにある。

本発明の他の目的は、周囲の外部カバーにかかる応力の影響を最小とし、カバーの変形を低減させる、電気モーターの回転子のための磁石構造を提供することにある。

30

上記その他の目的は、回転子コアと、コアの外周面のまわりに配置され、互いに等間隔をあけられた複数の磁石と、回転子コアに対して磁石を固定する外部カバーを有する電気モーター用永久磁石付き回転子であって、各磁石が、対応する支持手段を介してコア上に装着されており、前記支持手段は、前記各磁石に対する変位が制限されていると共に、回転子の種々の温度条件下で、回転子コアおよび外部カバーの両方の反力が各磁石に作用する領域の間隔を最小とするため、相互に平行で、回転子軸に平行なアライメントに従って、磁石の縦方向の対象面に対して対称に、また、磁石の側面の縁の間隔より狭い間隔で配置されている回転子により達成される。

【図面の簡単な説明】

以下に説明する添付図面と関連させて、以下に本発明を説明する。

40

第1図、第1a図および第1b図は、従来技術に従って三つの異なる温度条件下で回転子に装着した磁石の概略横断面図である。

第2図、第2a図および第2b図は、本発明に従って、前記第1図、第1a図および第1b図の三つの異なる温度条件下で回転子に装着した磁石の概略横断面図である。

第3図は、本発明の第一の実施形態に従って組み立てられた磁石付き回転子の概略横断面図である。

第4図は、本発明の第二の実施形態に従って、磁石および外部カバーを備えた回転子の概略横断面図である。

第5図は、本発明の第三の実施形態に従って、磁石および外部カバーを備えた回転子の概略横断面図である。

50

第6図、第6a図および第6b図は、本発明に従った、支持手段およびスペーシング要素のその他の構成の形態を説明する図である。

発明実施の最良の形態

図解に従うと、第1図は、回転子の円筒コア1を有し、その外周表面のまわりに従来技術に従って組み立てた複数の磁石2を備えた回転子組立部品を示したものである。この構造では、各磁石2は、コア1に接する内面3および、外面4、端面5を有し、内面3および外面4は、アーチ形で、温度条件T1下では、回転子コア1の外周面と同コアかつ一致している。この温度条件では、従来技術に従って組み立てられた磁石2は、回転子コア1の外周面に対して、完全に装着されている。各磁石2の内面の半径は、回転子コア1の半径と一致している。

動作温度が変化すると、磁石-回転子コア組立部品には、上述の完全な装着状態を、磁石-コア非結合(uncoupling)状態に変化させる変形応力がくわわる。T1とは異なる温度T2を与えると、前記組立部品の各要素におよぼす熱の影響は、それらの材料の熱膨張率が異なるため、差異が生じる。この温度T2(第1a図に示す条件)では、各磁石2は、変形状態となり、回転子コア1に対する定まった非結合の程度に帰着する。前記非結合状態は回転子コア1の半径に対する各磁石2の内面および外面の半径の変化によって起こる。温度条件T2では、磁石2は「収縮」状態となり、磁石の内面および外面の半径は、回転子コア1の半径に対して減少する。この収縮の結果、各磁石2は回転子1に対して結合状態へ導かれる。そこで、前記コアに対する磁石の支持は、その内面の側端部領域と前記コアの外周面との接触のみによってなされ、互いに平行で、回転子軸にも平行なコア外周面の長手方向に沿った2本の支持線が定義される。この非結合状態では、各磁石2の内面3の前記側方領域は、回転子コア1の外周面に沿って変位することにより相互に接近し、磁石2の中央部分6は、温度条件T1下では接触していた回転子コア1の隣接する外周面部分から最も離れる。横断面上では、磁石2は2点で回転子コア1に支持されていることから、この非結合状態を、「安定非結合状態」と呼ぶこともできる。

この温度条件T2では、回転子1に対する各磁石2の接触領域は、各磁石2の内面3の側端部の縁の接触として定義される。この温度条件下では、温度条件T1での前記側端部の縁の間隔より短い間隔で配置される。ここで、前記間隔は、回転子コア1の幾何学軸を横断する平面上で測定するものとする。この構造では、温度条件T2での磁石とコアの接触領域間の磁石2の内面部分3は、回転子コア1より半径が小さくなる。前記温度条件T2では、つりあいには安定的であるが、磁石2には高い応力が加わり、磁石2を回転子コア1に接着により固定する場合には応力はさらに大きくなる。さらに、回転子コア1に磁石2を保持する外周カバーを取り付ける場合には、各磁石2の中央部分6の膨張により前記外部カバーの隣接部分に圧力が発生し、外部カバーはこの領域に存在する応力を軽減しようとして変形する場合がある。この応力の軽減は、エアギャップの形成を意味し、このため、回転子の動作中に前記回転子の回転運動に伴って生じた遠心力の作用によって磁石と回転子との間にスペーシングが生じ、組立部品の効率に影響を及ぼす。

各磁石2上に存在する応力が、磁石上の2力の発生から生じ、関連する力の作用点間に大きなスペーシングが生じる。磁石2に作用する半径方向の力は、磁石とコアとの接触領域、すなわち、磁石2の側端部領域での回転子コア1の反作用および前記磁石2の中央部分上のカバーの反作用の結果生じる。

磁石-コア組立部品に、T1と異なりT2とは反対の別の温度条件T3を与えると、前記組立部品の要素に対する熱の影響で、前記磁石2は変形状態となるが、この変形状態は、温度条件T2下で生じるものとは異なる、回転子コア1に対する別の非結合状態を引き起こす。ただし、この非結合状態もまた、回転子コア1の半径に対して各磁石2の内面および外面の半径が変化することから起きる。温度条件T3は、磁石2を「膨張」状態に導き、内面および外面の半径が回転子コア1の半径に対して増大する。この膨張の結果、各磁石2は、回転子コア1との非結合状態へ導かれる。ここでは、前記コア1への磁石2の支持は、前記磁石2の内面の前記中央領域と回転子コア1の外周面との接触のみによってなされ、外周面の縦の延長に沿った、回転子軸に平行な単一の中央部接触領域が定義され

10

20

30

40

50

る。この結合状態では、各磁石 2 の内面 3 の側端部領域は、相互スペーシングの状態に導かれる。ここではこの領域は、回転子コア 1 の外周面から、温度条件 T 1 あるいは温度条件 T 2 では接触を維持していたこれらの領域における磁石とコアの間隔が最大となる距離を隔てて離れる。この結合は、横断面上では、回転子コア 1 の外周面とのただ一つの中央の接触領域で生じるため、温度状態 T 3 では不安定である。この不安定性が、組立部品の装着および安定を阻害し、さらに、磁石をコアに固定する方法の選択肢、すなわち接着あるいは外部カバーの取付けのいずれにおいても、温度条件 T 2 で存在する応力より大きい応力を組立部品に与える。この温度状態 T 3 では、隣接する二つの磁石 2 のそれぞれの側端部領域間に相互摩擦接触が生じる可能性が依然として存在する。

従来技術の磁石の組立によると、前記各磁石上に作用する 2 力は、集中領域および、前記磁石が温度変化を受けて生じる収縮および膨張状態間で変化する力の作用域を有する。収縮状態ではこれらの領域は接近し、膨張状態では前記領域は互いに離れる。前記の第一の条件（温度条件 T 2）では、最も重要な反力が、前記カバーが回転子コアから離れようとする作用に対する応答として、前記中央領域に対する周囲の外部カバーの反作用から生じる。各磁石 2 の側端部の縁にかかる回転子コアの圧力は、周囲の外部カバーの圧力とは反対方向に作用する。上述のもう一方の条件（温度条件 T 3）では、各磁石上の外部カバーの反力は、前記磁石の側端部の縁に対して、これらをふたたび回転子コア 1 と接触させるように作用するが、後者は前記回転子コア 1 にかかる各磁石 2 の中央領域の圧力と反対に作用する。

2 力に関連する応力とは別に、存在するトルクおよび加速度に起因する回転作用により発生するせん断応力も加わり、さらには、上の議論の中では考慮しなかったモータの動作中に生じる遠心力の作用から生じる引張り／圧縮の影響も生じる。これらの応力を合わせた結果起こるのは、磁石 2 のチップングおよび破壊、または、前記磁石をコアに保持している周囲の外部カバーの変形あるいは破壊である。

これらの状況について、決められた熱膨張率の条件および関係する材料の磁気の方角に関して論じてきたが、ここにあげた結果は言及しなかった他の条件に対しても有効である。第 2 図ないし第 5 図は、本発明に従った、従来技術の構成の形態に存在する問題を最小とする種々の回転子の構成の形態を図解したものである。

第 2 図、第 2 a 図および第 2 b 図によると、回転子コア 1 0 の外周面との接触の二つのアライメントを定義する回転子コア磁石支持手段を、回転子コア 1 0 および磁石 2 0 の間に配置すると、先に論じた応力は最小となる。前記アライメントはそれぞれの磁石 2 0 の軸方向の長さ全体を占め、互いに平行で、かつ回転子軸に対しても平行であって、それぞれは磁石の対称面 X に対して対称に配置される。

本発明によると、各磁石 2 0 および回転子コア 1 0 の間のあらかじめ決められた領域に支持手段を配置すると、2 力の作用する領域が決まる。この 2 力は、回転子の受ける温度変化および従来技術より小さな作用力アームで、最大値を釣り合いのとれた、安全な技術上の限界内の値に低減する。

本発明の一実施方法では、第 2 図、第 2 a 図、第 2 b 図および第 3 図に図解するとおり、支持手段は、各磁石 2 0 と一体をなし、磁石の内面 2 1 から半径方向に突き出た、好ましくは連続する突起 3 0 の形態を有し、磁石 2 0 の側面の縁 2 2 の間隔より狭い間隔 D 1 で互いに隔たっている。ただし、前記間隔は回転子の軸に対して横断方向の面上にとるものとする。

突起 3 0 の外側には、各磁石 2 0 の内面 2 1 を面取りした、好ましくはアーチ形の輪郭の端部があり、これにより、温度条件 T 2 下で前記領域が回転子コア 1 0 の外周面と接触することを防いでいる。

温度条件 T 2 が与えられた場合、従来技術で論じたように、各磁石 2 0 は「収縮」状態となり、軸方向の突起 3 0 は互いに接近して、その間隔 D 1 を狭め、結果として、各磁石 2 0 の前記突起 3 0 の間の内面 2 1 の半径を小さくする。この接近により、各磁石 2 0 の側面の縁 2 2 は、隣接する回転子コア 1 0 の外周面部分に接近し、同時に、前記部分と磁石 2 0 の中央部分 2 3 との間隔が広がる。磁石 2 0 のこの組立形態では、温度 T 1 および T

10

20

30

40

50

2の間でつりあい状態に何ら変更はなく、このことは、磁石20に対する回転子コア10の力の反作用の条件は、この熱変化に対して実質的に不変に保たれることを意味する。各磁石20の側面の縁21および対称面Xに対する、各軸方向突起30の位置決めは、回転子コア10および周囲の外部カバー40の反作用によって各磁石20上に生じた2力が従来技術のそれらより小さい間隔で作用し、前記磁石20の応力を低減するように、計算する。

「膨張」状態、すなわち磁石-コア組立部品が温度T3下にあるとき、軸方向突起30相互のスペーシングは最大となり、前記突起30の間隔D1、および前記突起30間の各磁石20の内面部分の半径を大きくする。このとき、各磁石20の側面の縁21は、回転子コア10の隣接する外周面部分から、半径方向に対して最も離れた距離にある。

10

本発明の別の実施方法では、磁石-コア支持手段は、各磁石20と回転子コア10の表面の間の前記各磁石20の側面の縁から離れた位置に、軸方向突起30の解決法で計算したのと同じように配置された、好ましくは長手方向に連続した軸スペーシング要素50の対として定義される。モータの動作中に、支持手段に対して磁石が変位するのを避けるため、それぞれの磁石20に接着するなどの方法で、前記軸スペーシング要素50の各対を予め適切に確保した後、周囲の外部カバー40を取り付けてこれを回転子コア10に保持する。スペーシング要素をコア10に固定することも、選択肢として可能である。構造の変形として、スペーシング要素50は、コア10に固定した部分と磁石20に固定した部分を有することもできる。第5図に図解する別の解決法では、スペーシング要素は、回転子コア10の外周面と一体をなし、軸方向突起60の形態で、好ましくは長手方向に連続して、磁石20の内面21から形成した軸方向突起30に関連して述べたのと同様に、配置される。

20

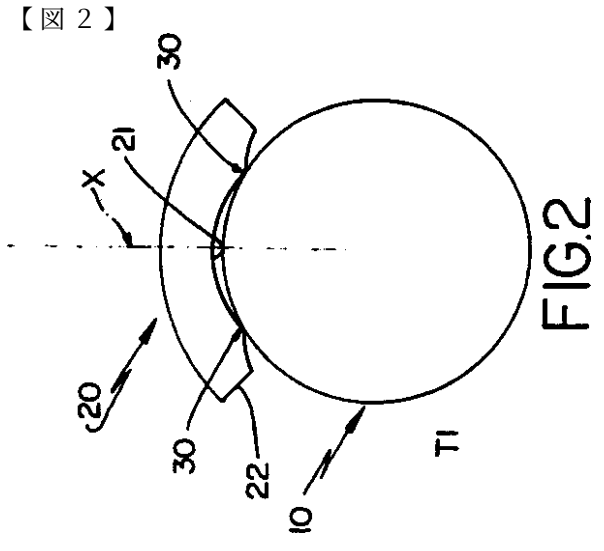
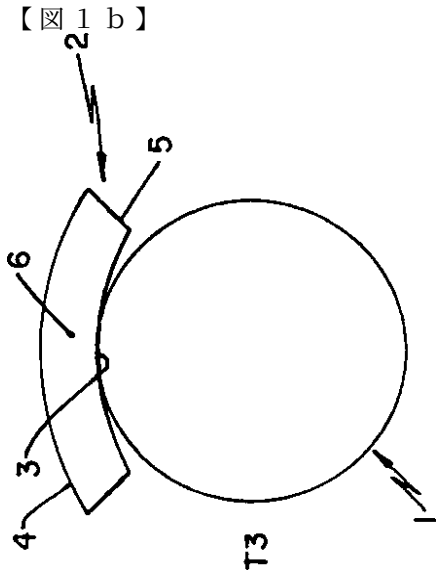
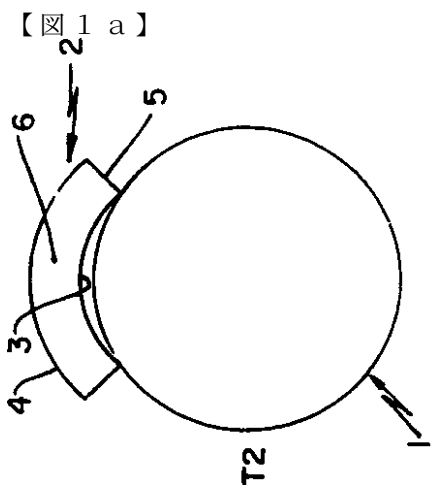
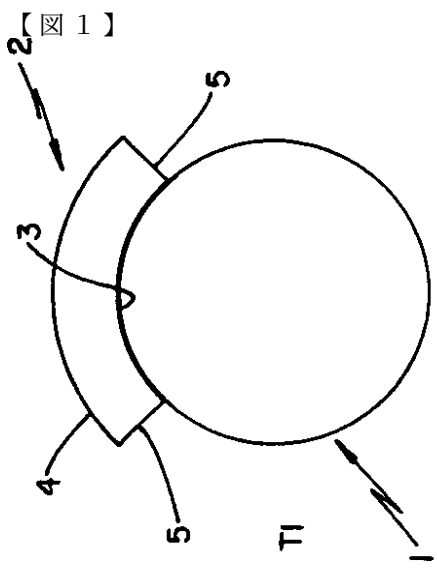
スペーシング要素30、50、60を用いる全ての解決法では、磁石-回転子コア組立部品に対して、側方スペーシング要素70を二つの各磁石20の間に、前記スペーシング要素あるいは回転子コア10の表面と一体化するかあるいはそれ以外の方法で、モータの動作中のこれら要素間の摩擦接触を避けるため配置することができる。

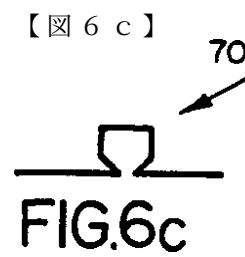
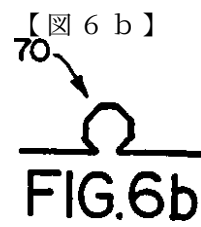
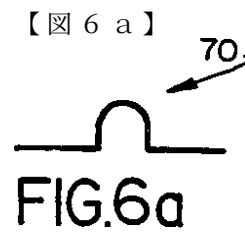
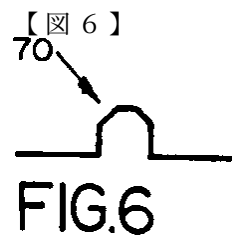
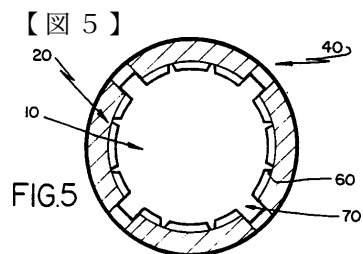
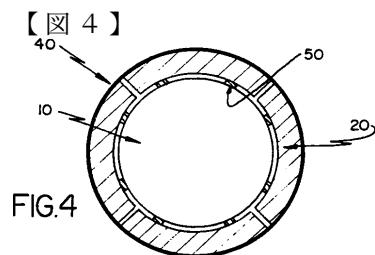
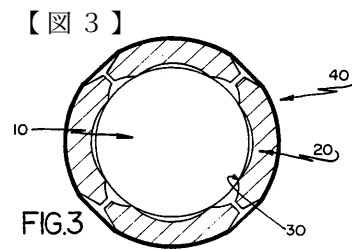
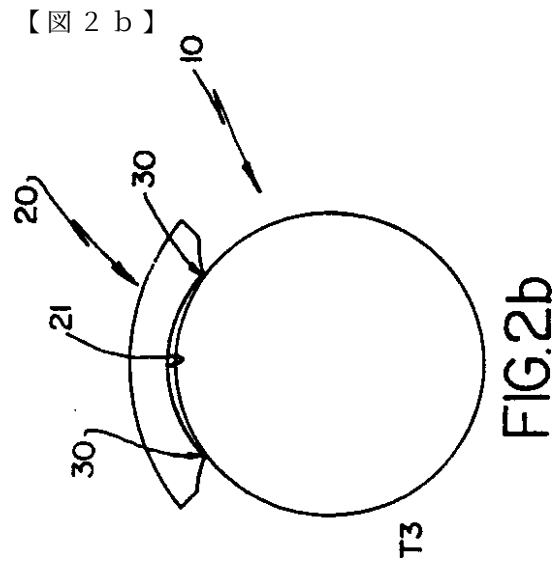
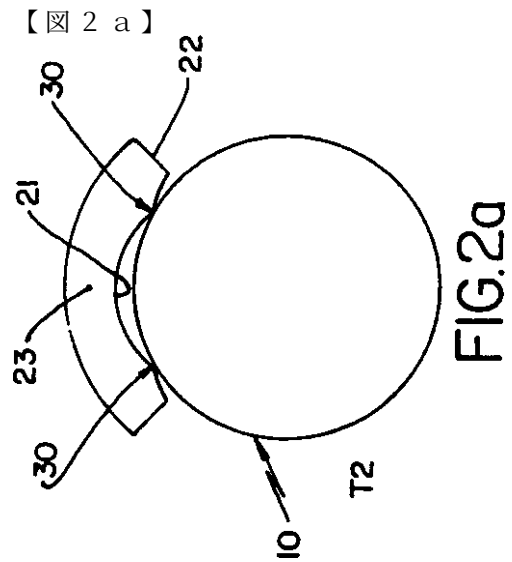
周囲外部カバー40にかかる応力を最小にするため、さらに磁石20の側面の縁22の外周面部分を面取りして、前記磁石20が膨張状態にある場合に周囲外部カバー40にかかる変形応力を最小となるようにすることができる。

図示はしないが、磁石および回転子コアの間に装着する環状円筒要素、各磁石の内面あるいは回転子コアなどの外周面から不連続かつ交互に形成する軸方向あるいは縦方向のスペーシング要素など、スペーシング手段のその他の構造も、提示した着想の範囲内で可能である。

30

支持要素および側方スペーシング要素の形状は、磁石の固定およびせん断、関連する電気損および、製造工程（難しさ、費用等）等の前記要素に関係すると考えられる特性の最適化の結果から決定する。可能な形状の中で、図示の形（第6図、第6a図から第6c図）は、考えられる因子へのよりよい応答を提供する。最良の結果を生む構造は、四角い輪郭を持つものであって、面取りコーナあるいは丸コーナ（第6図、第6a図）、あるいは、狭い底面（第6b図、第6c図）を有するものである。





フロントページの続き

審査官 佐々木 訓

- (56)参考文献 特開平04-165932 (JP, A)
仏国特許出願公開第02717963 (FR, A1)
実開平06-029354 (JP, U)
特開昭63-080744 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 1/27