

(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2005-143236

(P2005-143236A)

(43) 公開日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H02K 1/06	H02K 1/06	5H002
H02K 1/12	H02K 1/12	5H605
H02K 5/16	H02K 5/16	Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-378223 (P2003-378223)  
 (22) 出願日 平成15年11月7日(2003.11.7)

(71) 出願人 000240477  
 並木精密宝石株式会社  
 東京都足立区新田3丁目8番22号  
 (71) 出願人 304019399  
 国立大学法人岐阜大学  
 岐阜県岐阜市柳戸1番1  
 (74) 代理人 100090033  
 弁理士 荒船 博司  
 (72) 発明者 中村 一也  
 東京都足立区新田3丁目8番22号 並木  
 精密宝石株式会社内  
 (72) 発明者 福島 絵理  
 東京都足立区新田3丁目8番22号 並木  
 精密宝石株式会社内

最終頁に続く

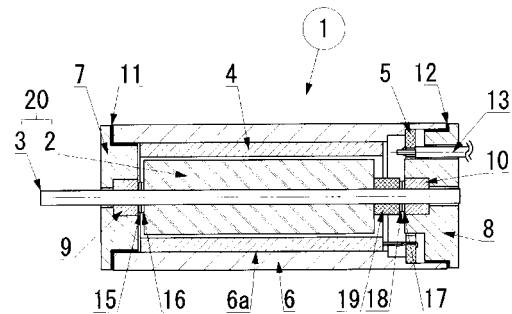
(54) 【発明の名称】 小型DCブラシレスモータ

(57) 【要約】

【課題】 渦電流による損失を低減し、発熱を抑制するとともに、モータの小型化が可能な小型DCブラシレスモータを提供する。

【解決手段】 外部からリード線13を通じて電流を供給し、回転磁界を発生させるステータ側界磁コイル4と、回転磁界に基づいて回転するインナーロータ20と、これらの各部材が収められるハウジングケース6などから概略構成され、ハウジングケース6とフランジ7との間、およびハウジングケース6とエンドフランジ8との間にそれぞれ絶縁層(または絶縁体)11, 12を配することにより、駆動時にインナーロータ20が回転し、主にマグネット2の磁束が導電体を鎖交することにより生じる渦電流の主経路を遮断する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

円筒状マグネット中心に回転軸を備えたインナーロータと、  
 前記インナーロータの周囲に配置されたステータ界磁コイルと、  
 前記インナーロータおよびステータ界磁コイルを内包し収めるとともに、前記ステータ界磁コイルの外周部に位置し、外装部分を形成するハウジングケースと、  
 前記ハウジングケースの一端の開口部を覆うフランジと、  
 前記ハウジングケースの他端の開口部を覆うとともに、前記ステータ界磁コイルに電流を供給するリード線を通すリード線孔が設けられたエンドフランジとを備え、  
 駆動時にインナーロータマグネットが回転し、主にマグネットの磁束が導電体を鎖交することにより生じる渦電流の主経路を遮断する位置に、絶縁層または絶縁体を配するとともに、前記インナーロータは前記フランジおよび前記エンドフランジにより回転自在に支持されることを特徴とする小型DCブラシレスモータ。 10

## 【請求項 2】

前記絶縁層または絶縁体が、前記フランジおよび前記ハウジングケースの接合部、または前記エンドフランジおよび前記ハウジングケースの接合部の少なくとも一方に配することを特徴とする請求項 1 に記載の小型DCブラシレスモータ。

## 【請求項 3】

前記フランジまたは前記エンドフランジの少なくとも一つが絶縁体で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の小型DCブラシレスモータ。 20

## 【請求項 4】

前記絶縁層または絶縁体が、前記ハウジングケースの軸に垂直な断面に配されることを特徴とする請求項 1 に記載の小型DCブラシレスモータ。

## 【請求項 5】

前記ハウジングケースが、Fe-Ni系磁性合金で形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 に記載の小型DCブラシレスモータ。

## 【請求項 6】

外径が 12mm以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 に記載の小型DCブラシレスモータ。

## 【発明の詳細な説明】 30

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、主に小型ロボットなどのメカトロニクス製品、または医療機器や精密測定装置などに利用されるインナーロータ型の小型DCブラシレスモータに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より、インナーロータマグネット型のDC(直流)ブラシレスモータでは、ハウジングケース自体が磁気回路の一部をなすことから、また機械的強度の観点から、鉄鋼などの磁性材料を切削加工、あるいはプレス加工などにより形成した単一鋼塊の略円筒状のパーツ部品を用いるのが一般的であった。また、フランジ、エンドフランジには、機械的強度、加工性の面で有利な鉄鋼、真鍮、アルミニウムなどが一般的に用いられていた。 40

## 【0003】

このハウジングケースは基本的に導電体であることから、インナーロータマグネットの回転動作に伴って、前記マグネットの磁束がハウジングケースを通過する際に変化するため、渦電流が生じる。この渦電流はインナーロータマグネットの回転運動を妨げる作用を有するため、この渦電流に起因する損失が生じて、インナーロータの回転効率が低下することが問題となっていた。

## 【0004】

特許文献 1 には、インナーロータを内包するハウジングケースを、界面にエポキシ系の絶縁薄膜を介在させて互いに電氣的に絶縁された構造とし、鉄鋼からなる薄円筒体を径方 50

向に密着積層させて構成することにより、前記渦電流による損失の低減を実現する小型DCブラシレスモータが開示されている（特許文献1：段落[0016]、[0017]）。

【0005】

また、特許文献2には、インナーロータマグネット全長の領域幅に磁性材料からなる互いに電氣的に絶縁された複数枚の略リング状積層コアを形成させて、この積層コアと界磁コイルとを樹脂で一体的に成形してハウジングケースを形成することで、同ケース内を通過する渦電流の主経路を遮断する小型DCブラシレスモータが開示されている（特許文献2：段落[0008]、[0019]、[0020]）。

【特許文献1】特開2002-119030号

10

【特許文献2】特開2002-136034号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、近年、モータは小型化が進み、さらに高速化する傾向にあり、またモータの単位体積当たりの発生トルクを向上させるため、インナーロータに用いられるマグネットとして、エネルギー積の高いものを用いるのが一般的である。一方で、渦電流による損失は、インナーロータの回転数の二乗と最大鎖交磁束密度の二乗に比例するため、さらなる渦電流による損失の増加が問題となるようになってきた。

【0007】

20

また、損失は熱となり消費されるため、小径化にともない表面積が減少し、発熱を促進するという課題を有していた。

【0008】

そこで、本発明は、上述した実情に鑑みてなされたものであり、渦電流による損失を低減し、発熱を抑制するとともに、モータの小型化が可能な小型DCブラシレスモータを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述した課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、円筒状マグネット中心に回転軸を備えたインナーロータと、前記インナーロータの周囲に配置されたステータ界磁コイルと、前記インナーロータおよびステータ界磁コイルを内包し収めるとともに、前記ステータ界磁コイルの外周部に位置し、外装部分を形成するハウジングケースと、前記ハウジングケースの一端の開口部を覆うフランジと、前記ハウジングケースの他端の開口部を覆うとともに、前記ステータ界磁コイルに電流を供給するリード線を通すリード線孔が設けられたエンドフランジとを備え、

30

駆動時にインナーロータマグネットが回転し、主にマグネットの磁束が導電体を鎖交することにより生じる渦電流の主経路を遮断する位置に絶縁層または絶縁体を配するとともに、前記インナーロータは前記フランジおよび前記エンドフランジにより回転自在に支持されることを特徴とする小型DCブラシレスモータとしている。

【0010】

40

請求項1に記載の発明によれば、インナーロータ形DCブラシレスモータは、リード線からステータ界磁コイルに電流が供給され、ステータ界磁コイルとインナーロータマグネットとの間で磁気作用が生じて、インナーロータが回転する。

【0011】

このとき、インナーロータの回転に伴ってマグネットの磁束が導電体であるハウジング、フランジ、エンドフランジを鎖交するため、渦電流が生じるのであるが、本発明者等は有限要素法を用いた電磁場解析により、新たに、この渦電流の主経路がハウジングケース内のみならず、ハウジングケース フランジ ハウジングケース エンドフランジ ハウジングケース・・・であることを発見した。本発明は、この主経路を遮断する位置に絶縁層または絶縁体を配置することにより、渦電流による損失の低減を図ることが可能にな

50

る。

【0012】

また請求項2に記載の発明では、前記絶縁層または絶縁体が、少なくとも前記フランジおよび前記ハウジングケースの接合部、または前記エンドフランジおよび前記ハウジングケースの接合部のいずれかに介在することを特徴としている。

【0013】

この請求項2に記載の発明によれば、渦電流がハウジングケースおよびフランジの接合部、およびハウジングケースおよびエンドフランジの接合部で遮断されるため、渦電流に起因した損失を低減することができる。

【0014】

また請求項3に記載の発明では、前記フランジまたは前記エンドフランジの少なくとも一つが絶縁体で構成されることを特徴としている。

【0015】

この請求項3に記載の発明によれば、渦電流がフランジまたはエンドフランジにて遮断されるため、渦電流に起因した損失を低減することができる。また、個別に絶縁層または絶縁体を配するための新たな空間が不要であり、モータのさらなる小型化を図ることが可能になる。

【0016】

また請求項4に記載の発明では、前記絶縁層または絶縁体が、前記ハウジングケースの軸に垂直な断面に配されることを特徴としている。

【0017】

この請求項4に記載の発明によれば、渦電流がハウジングケースの中を軸方向に流れる途中で遮断されるため、渦電流に起因した損失を低減することができる。

【0018】

さらに請求項5に記載の発明では、前記ハウジングケースが、ニッケルと鉄とからなる磁性合金で形成されることを特徴としている。

【0019】

この請求項5に記載の発明によれば、Fe-Ni系合金、いわゆるパーマロイは軟磁性材料であり、鋳鉄に対して電気抵抗が高いため、このパーマロイでハウジングケースを構成することで、渦電流がハウジングケース内を流れにくくなり、結果として渦電流に起因する損失を低減することができる。したがって、前記絶縁層または絶縁体による渦電流の遮蔽効果がより一層大きくなる。

【0020】

さらに請求項6に記載の発明では、外径が12mm以下であることを特徴としている。この請求項6に記載の発明によれば、外径が12mm以下である超小型DCブラシレスモータにおいて、本発明の効果をより十分に得ることが可能になる。

【発明の効果】

【0021】

請求項1に記載の発明によれば、インナーロータの回転に伴って生じる渦電流の主経路を遮断する位置に絶縁層または絶縁体を配置することにより、渦電流による損失の低減を図ることが可能になる。

【0022】

また請求項2に記載の発明によれば、渦電流がハウジングケースおよびフランジの接合部、およびハウジングケースおよびエンドフランジの接合部で遮断されるため、渦電流に起因した損失を低減することができる。

【0023】

また請求項3に記載の発明によれば、渦電流がフランジまたはエンドフランジの既存部材にて遮断されるため、渦電流に起因した損失を低減することができる。また、絶縁層あるいは絶縁体を別個に配するための新たな空間が不要であり、モータのさらなる小型化を図ることが可能になる。

10

20

30

40

50

## 【0024】

また請求項4に記載の発明によれば、渦電流がハウジングケースの中を軸方向に流れる途中で遮断されるため、渦電流に起因した損失を低減することができる。

## 【0025】

また請求項5に記載の発明によれば、Fe-Ni系合金、いわゆるパーマロイは軟磁性材料であり、鋳鉄に対して電気抵抗が高いため、このパーマロイでハウジングケースを構成することで、渦電流がハウジングケース内を流れにくくなり、結果として渦電流に起因する損失を低減することができる。したがって、前記絶縁層あるいは絶縁体による渦電流の遮蔽効果がより一層大きくなる。

## 【0026】

また請求項6に記載の発明によれば、外径が12mm以下である超小型DCブラシレスモータにおいて、本発明の効果を得ることが可能になる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0027】

以下、本発明の実施形態を図1から図9を参照して説明する。

図1は小型DCブラシレスモータの第一の実施形態を示す図であり、当該モータ1は、外部からリード線13を通じて供給される電流により、回転磁界を発生させるステータ界磁コイル4と、回転磁界に基づいて回転するインナーロータ20と、これらの各部材が収められるハウジングケース6などから概略構成される。

## 【0028】

インナーロータ20は、希土類永久磁石からなる円筒型のマグネット2と回転軸3とからなり、フランジ7およびエンドフランジ8の中心位置に配置した軸受9および10により二点間で回転自在に支持されている。またマグネット2の中央には、長手方向に沿って回転軸3が貫通固定されている。

## 【0029】

ハウジングケース6は、円筒状で両端が開口した形状を有しており、好ましくは、Fe-Ni系磁性合金であるパーマロイで構成されるとよい。

また、ハウジングケース6の図面左端には、ハウジングケース6の開口部を覆うようにフランジ7が設けられ、フランジ7のモータ1の内部側の中心位置に設けられた凹部には、インナーロータ20の回転軸3を支持するための軸受9が嵌め込まれており、回転軸3はこの軸受9を介してフランジ7の中心を貫いている。このフランジ7は、機械的強度が高い材質であることが好ましく、例えばステンレス材料にて構成される。

## 【0030】

軸受9とマグネット2との間には、例えばポリエチレンテレフタレートからなる平板環状の二枚のライナー15, 16が挿入されている。ライナー15, 16は、ライナー間ですべり摺動することにより、インナーロータ20をスムーズに回転させるものであり、中央に設けられた孔には回転軸3が貫通している。

## 【0031】

また、ハウジングケース6の図面右端には、ハウジングケース6の開口部を覆うようにエンドフランジ8が設けられている。このエンドフランジ8は、機械的強度が高い材質であることが好ましく、例えばステンレス材料にて構成される。

## 【0032】

図2はハウジングケース6の右端側部分を拡大したものであり、エンドフランジ8のモータ1内部側の中心に設けられた凹部には、インナーロータ20の回転軸3を支持するための軸受10が嵌め込まれており、回転軸3はこの軸受10を介してエンドフランジ8の中心に位置している。軸受10とマグネット2の間には、後述する基板5を設置するための空間を確保するためのスペーサ19が設けられている。また、スペーサ19と軸受10の間には、前述のランナー15, 16と同様のランナー17, 18が挿入されている。

## 【0033】

また、ハウジングケース6の内周面6aには、回転磁界を発生させる円筒状の界磁コイル

10

20

30

40

50

4が固定されており、この界磁コイル4の内方側に、間隙を介して上述のインナーロータ20が回転可能に収められている。またハウジングケース6のエンドフランジ8側開口部内径部分には、円筒径方向に段差を設け、界磁コイル4が収められる部分の内径R1よりも、エンドフランジ8が嵌め込まれる部分の内径R2の方が大きくなるように設計されている。

#### 【0034】

この段差からなる固定部25(規制部)に押し付けられるように、基板5が配置される。基板5には、図示しない外部ドライバからの出力電流をリード線13を介して界磁コイル4に供給するための配線パターンが設けられている。またエンドフランジ8には、図3に示したように、前記界磁コイル4に電流を供給するためのリード線13, 13・・・を通す長円形状の貫通孔13aが設けられており、リード線13, 13・・・の端部は、外部の駆動用ドライバに接続されている。そしてリード線13、モータ1内部の基板5を介して界磁コイル4へと接続されている。

10

#### 【0035】

このとき、リード線13, 13・・・は、界磁コイル4をスター結線で接続した場合、U・V・W・COMの4本となり、このうちCOMは中性点である。一方界磁コイル4をデルタ結線で接続した場合、U・V・W3本となる。モータ1が、小径であればあるほどセンサレスブラシレス駆動が一般的に適用されるが、センサレスブラシレス駆動方式の場合、基本的に前記中性点が必要となる。

#### 【0036】

図1に戻り、フランジ7とハウジングケース6との界面部およびエンドフランジ8とハウジングケース6との界面部には、絶縁層または絶縁体11, 12がそれぞれ設けられている。この絶縁層または絶縁体11, 12は、電氣的に絶縁する材料であればどのような材料であってもよく、例えばフランジ7(またはエンドフランジ8)あるいはハウジングケース6の表面への絶縁処理、例えば電着塗装、アルミニウム表面のアルマイト処理により形成された絶縁層、具体的にはアルミニウムにて構成されるフランジの場合におけるハウジングケースとの接合部にアルマイト処理により形成された絶縁層、またはフランジ7(またはエンドフランジ8)とハウジングケース6とを接着させる接着層に樹脂材料を用いた絶縁層、またはフランジ7(またはエンドフランジ8)とハウジングケース6との間に配される絶縁材料、例えばポリフェニレンサルファイド(PPS)などの樹脂材料からなる絶縁体のいずれであってもよい。

20

30

以下に、本実施形態の作用について説明する。

#### 【0037】

リード線13、および基板5を介して、ステータ側界磁コイル4に電流を供給すると、ステータ側界磁コイル4とインナーロータ側マグネット2との間で磁気作用が生じて、インナーロータが回転駆動する。

#### 【0038】

このとき、インナーロータ20の回転に伴って主にマグネット2の磁束が導電体を鎖交するため、いわゆる渦電流が生じる。従来においては、ハウジングケース内を主経路として回る渦電流がモータの損失に影響を与えると考えられていたが、本発明者等による解析により渦電流の新たな主経路を発見した。

40

以下に、この渦電流の主経路について説明する。

#### 【0039】

図4、図5は、それぞれ従来的小型DCブラシレスモータと、本実施形態の小型DCブラシレスモータとを、駆動させたときに発生する渦電流について、有限要素法を用いた電磁場解析を行った結果を示している。なお、本実施形態のモータについては、フランジおよびハウジングケースの間(R)、およびエンドフランジおよびハウジングケースの間(S)で導通しないという境界条件を導入した以外は、同じ条件にして解析を行った。また、図4、図5において、渦電流の方向と大きさを、図に示す四角錐の向きと大きさを示している。なお、四角錐の大きさは図4、図5において、比較のため共に同一のスケールで

50

示されている。

【0040】

このように、従来の小型DCブラシレスモータである図4によれば、渦電流がハウジングケース フランジ ハウジングケース エンドフランジ ハウジングケース・・・という経路で渦電流が発生することが示される。また、本実施形態の小型DCブラシレスモータである図5によれば、前記図4で発生した渦電流と同じ経路で渦電流が発生しているが、渦電流の大きさは前記図4に比べ非常に小さい。すなわち、同解析の境界条件の違いから、ハウジングケースおよびフランジの間(R)、およびハウジングケースおよびエンドフランジの間(S)で絶縁層あるいは絶縁体を配置させて遮断することで、渦電流が抑制されたと考えられる。

10

【0041】

したがって、この有限要素法を用いた電磁場解析によれば、渦電流の主経路ハウジングケース6 フランジ7 ハウジングケース6 エンドフランジ8 ハウジングケース6・・・であり、前記ハウジングケースおよびフランジの間(R)、およびハウジングケースおよびエンドフランジの間(S)に限らず、この主経路を同経路上のいずれかの位置で遮断することができれば、渦電流を効果的に抑制することができることが示唆される。

【0042】

よって図1に示すように、本実施形態では、絶縁層または絶縁体11,12をフランジ7およびハウジングケース6の接合部およびエンドフランジ8およびハウジングケース6の接合部に配することにより、渦電流の主経路のうち、ハウジングケース6およびフランジ7の接合部、またはハウジングケース6およびエンドフランジ8の接合部にて遮断されるため、渦電流に起因した損失を低減することができる。

20

【0043】

また、本実施形態では、ハウジングケース6を、鋳鉄に対して電気抵抗が高いFe-Ni系合金であるパーマロイで構成することが好ましい。パーマロイは電気抵抗が高い(例えば、パーマロイPB抵抗率(Fe-45%Ni);  $45\mu \cdot \text{cm}$ , SUM抵抗率;  $11\mu \cdot \text{cm}$ )ことから、マグネット2の回転に伴い発生する渦電流がハウジングケース6内を流れにくくなり、結果として渦電流に起因する損失を低減することができる。したがって、絶縁層または絶縁体11,12による渦電流の遮蔽効果をより一層高めることができる。また、本実施形態では、外径を12mm以下にすることができ、DCブラシレスモータのさらなる小型化が可能になる。

30

【0044】

以上により、本実施形態によれば、より効果的にモータ運転時の渦電流に起因した損失の低減を図り、発熱を抑制することが可能になると共に、モータの超小型化も可能になる。なお、本実施形態のように、絶縁層は、フランジ7とハウジングケース6との接合部、エンドフランジ8とハウジングケース6との接合部の両方に配する必要はなく、いずれか一方に設けてあれば、本発明の効果を得ることが可能である。

【0045】

図6は本発明の小型DCブラシレスモータの第二の実施形態を示す図であり、図1に示したモータ1の絶縁層または絶縁体11,12の代わりに、エンドフランジ自身を絶縁体にして渦電流の主経路を遮断したものである。図6のモータ21では、エンドフランジ22部分を除いては、図1のモータ1と同様に構成されている。エンドフランジ22は、図1のモータ1のエンドフランジ8と同様の形状を有するが、材質が絶縁体、例えばポリフェニレンサルファイド(PPS)などの樹脂材料からなるものである。

40

以下に、第二の本実施形態の作用について説明する。

【0046】

前記第一の実施形態と同様に、リード線13、および基板5を介して、ステータ界磁コイル4に電流を供給すると、ステータ側界磁コイル4と、インナーロータ側マグネット2との間で磁気作用が生じて、インナーロータ20全体が回転する。このとき、インナーロータ20の回転に伴って主にマグネット2の磁束が導電体を鎖交するため、渦電流が生じる。

50

## 【0047】

この渦電流の主経路は、ハウジングケース6 フランジ7 ハウジングケース6 エンドフランジ22 ハウジングケース6・・・であり、本実施形態では、エンドフランジ22を絶縁体で構成して、渦電流の主経路のうち、エンドフランジ22側のところで遮断する。これにより、渦電流に起因した損失を低減することができる。また、前記図1に示した絶縁層または絶縁体11, 12を配するための新たな空間が不要となり、モータのさらなる小型化を図ることが可能になる。

## 【0048】

また、本実施形態では、ハウジングケース6を、鋳鉄に対して電気抵抗が高いFe-Ni系合金であるパーマロイで構成することが好ましい。これにより、マグネット2の回転に伴い発生する渦電流がハウジングケース6内を流れにくくなり、結果として渦電流に起因する損失を低減することができる。したがって、絶縁体としてのエンドフランジ22による渦電流の遮蔽効果をより一層高めることができる。

10

## 【0049】

また本実施形態では、渦電流の遮蔽効果を得ながら、小型DCブラシレスモータの外径を12mm以下にすることができ、小径タイプのDCブラシレスモータのさらなる小型化が可能になる。

以上により、本実施形態によれば、より効果的にモータ運転時の渦電流に起因した損失の低減を図り、発熱を抑制することが可能になると共に、DCブラシレスモータの超小型化も可能になる。なお、本実施形態のように、エンドフランジ22だけを絶縁体で構成するのではなく、フランジ7側を絶縁体で構成してもよいし、フランジおよびエンドフランジの両方を絶縁体で構成してもよい。

20

## 【0050】

図7は本発明の小型DCブラシレスモータの第三の実施形態を示す図であり、図1に示したモータ1の絶縁層または絶縁体11, 12の代わりに、ハウジングケース27の軸に垂直な方向の断面に電気絶縁性を有する絶縁層または絶縁体24, 24, 24を配し、渦電流の主経路をそれぞれ遮断するものである。図7のモータ23では、前記絶縁層または絶縁体11, 12の代わりに、複数のハウジングケースを構成する略円筒状部材26とその間に各絶縁層または絶縁体24, 24, 24を挟んで構成することを除いては、図1のモータ1と同様に構成されている。この各絶縁層または絶縁体24は、電氣的に絶縁する材料であればどのような材料であってよく、例えば円筒状部材26の端部表面の絶縁処理、例えば電着塗装、および各部材26を接着させる接着層に樹脂材料を用いた絶縁層、および部材26, 26の間に配される絶縁材料、例えばポリフェニレンサルファイド(PPS)などの樹脂材料からなる絶縁体のいずれであってもよい。

30

以下に、本実施形態の作用について説明する。

## 【0051】

前記第一の実施形態と同様に、リード線13、および基板5を介して、ステータ界磁コイル4に電流を供給すると、ステータ側界磁コイル4と、インナーロータ側マグネット2との間で磁気作用が生じて、インナーロータ20全体が回転する。このとき、インナーロータ20の回転に伴って主にマグネット2の磁束が導電体を鎖交するため渦電流が生じる。

40

## 【0052】

この渦電流の主経路は、ハウジングケース27 フランジ7 ハウジングケース27 エンドフランジ8 ハウジングケース27・・・であり、本実施形態では、ハウジングケース27を構成する複数の略円筒状部材26と26の間に、絶縁層または絶縁体24をそれぞれ配することにより、渦電流の主経路のうち、ハウジングケース27の内部でこれを遮断する。これにより、渦電流に起因した損失を低減することができる。

## 【0053】

また、本実施形態では、ハウジングケース27の略円筒状部材26を、Fe-Ni系合金であるパーマロイで構成することが好ましい。これにより、マグネット2の回転に伴い発生する渦電流が流れにくくなり、結果として渦電流に起因する損失をより低減することができ

50

る。したがって、絶縁層または絶縁体24による渦電流の遮蔽効果をより一層高めることができる。また、本実施形態では、渦電流の遮蔽効果を得ながら外径を12mm以下にすることができ、DCブラシレスモータのさらなる小型化が可能になる。

以上により、本実施形態によれば、より効果的にモータ運転時の渦電流に起因した損失の低減を図り、発熱を抑制することが可能になるとともに、モータの超小型化も可能になる。

【実施例】

【0054】

以下に、本発明の実施例としてのモータA、B、および比較例としての従来のモータCに使用したモータ要部のハウジングケース、フランジ、エンドフランジの材料の組合せの具体的な構成例を示す。なお、下記表中の鉄鋼としては、今回、ステンレスが用いられている。

10

【0055】

【表1】

	ハウジングケース	フランジ	エンドフランジ
モータA	パーマロイ	鉄鋼材料	アルミニウム +アルマイト処理
モータB	パーマロイ	アルミニウム +アルマイト処理	アルミニウム +アルマイト処理
モータC	パーマロイ	鉄鋼材料	鉄鋼材料

20

【0056】

ここで、表1に示したように、エンドフランジの表面にアルマイト処理を施したモータA、フランジおよびエンドフランジの両方の表面にアルマイト処理を施したモータB、および図8に示したような、前記と構成が同じで、絶縁層または絶縁体をどこにも設けない従来タイプのモータCを用いて、各モータ駆動時の損失比率を計測した。この損失比率は、 $(\text{無負荷電流} / \text{起動電流}) \times 100 (\%)$  で算出した。結果を、下記の表2に示す。

【0057】

30

なお、図8に示したように、従来のモータCとしては、マグネット2および回転軸3からなるインナーロータ20と、このインナーロータ20の周囲に配置されたステータ界磁コイル4と、これらインナーロータ20およびステータ界磁コイル4を内包し収めるとともにステータ界磁コイル4の外周に位置し、外装部分を形成するハウジングケース6と、ハウジングケース6の一端の開口部を覆うフランジ7と、他端の開口部を覆うとともにステータ界磁コイル4に電流を供給するリード線13を通すリード線孔が設けられたエンドフランジ8と、この電流をステータ界磁コイル4に供給するための配線パターンが配された基板5と、インナーロータ20を回転自在に支持する軸受9、10とで構成した基本部品が共通で同サイズのモータ28を用いた。下記表2は損失比率である。

【0058】

40

【表2】

モータ	損失比率(%)
A	31
B	29
C	33

50

## 【 0 0 5 9 】

表 2 によれば、モータ A および B では、損失比率において、モータ C よりも優れていることがわかる。また、表 1 のモータ B (例えば図 1 のモータ 1 相当) および従来のモータ C (例えば図 8 のモータ 28 相当) について、モータを駆動させたときの回転軸 3、ハウジングケース 6、フランジ 7、エンドフランジ 8、軸受 9, 10 における渦電流損とヒステリシス損とを電磁場解析を用いて求めた解析結果を、下記の表 3 に示す。

## 【 0 0 6 0 】

## 【表 3】

構成	モータC		モータB	
	渦電流損(W)	ヒステリシス損(W)	渦電流損(W)	ヒステリシス損(W)
シャフト	$7.77 \times 10^{-6}$	$2.10 \times 10^{-4}$	$7.19 \times 10^{-8}$	$2.09 \times 10^{-4}$
ハウジングケース	3.06	$8.29 \times 10^{-2}$	2.36	$1.01 \times 10^{-1}$
フランジ	$3.27 \times 10^{-1}$	$7.27 \times 10^{-5}$	$3.99 \times 10^{-3}$	$7.29 \times 10^{-5}$
エンドフランジ	$1.66 \times 10^{-1}$	$6.11 \times 10^{-6}$	$4.63 \times 10^{-4}$	$6.13 \times 10^{-6}$
軸受	$1.02 \times 10^{-2}$	-	$3.01 \times 10^{-3}$	-
合計	3.66	$9.03 \times 10^{-2}$	2.37	$1.01 \times 10^{-1}$
	3.7503		2.471	

## 【 0 0 6 1 】

表 3 については同時に、損失の合計をヒステリシス損および渦電流損により内訳にした棒グラフを図 9 に示す。このように表 3 および図 9 によれば、モータ C と比較して、モータ B の方が渦電流損を大幅に低減して、損失全体の低減を実現していることがわかる。また、表 1 のモータ A についても前記同様の損失を求めた合計は、モータ B の結果に準じた低減効果が得られ、共に渦電流損の低減に効果が見られた。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 6 2 】

【図 1】本発明に係る小型 DC ブラシレスモータの第一の実施形態を示す図である。

【図 2】前記実施形態の要部を拡大して示す図である。

【図 3】前記実施形態のエンドフランジを説明するための図である。

【図 4】従来の小型 DC ブラシレスモータを駆動させたときの渦電流について有限要素法による解析を行った結果を示す。

【図 5】上記実施形態の小型 DC ブラシレスモータを駆動させたときの渦電流について有限要素法による解析を行った結果を示す。

【図 6】本発明に係る小型 DC ブラシレスモータの第二の実施形態を示す図である。

【図 7】本発明に係る小型 DC ブラシレスモータの第三の実施形態を示す図である。

【図 8】従来の小型 DC ブラシレスモータの一例を示す図である。

【図 9】実施例の効果を説明するグラフである。

## 【符号の説明】

## 【 0 0 6 3 】

1, 21, 23, 28 モータ

2 マグネット

3 回転軸

4 界磁コイル

5 基板

6, 27 ハウジングケース

7 フランジ

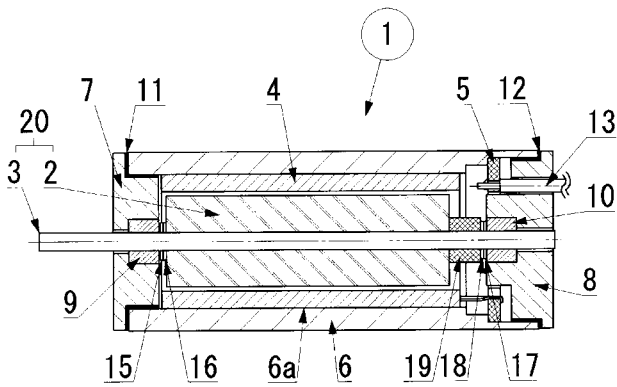
8, 22 エンドフランジ

9, 10 軸受

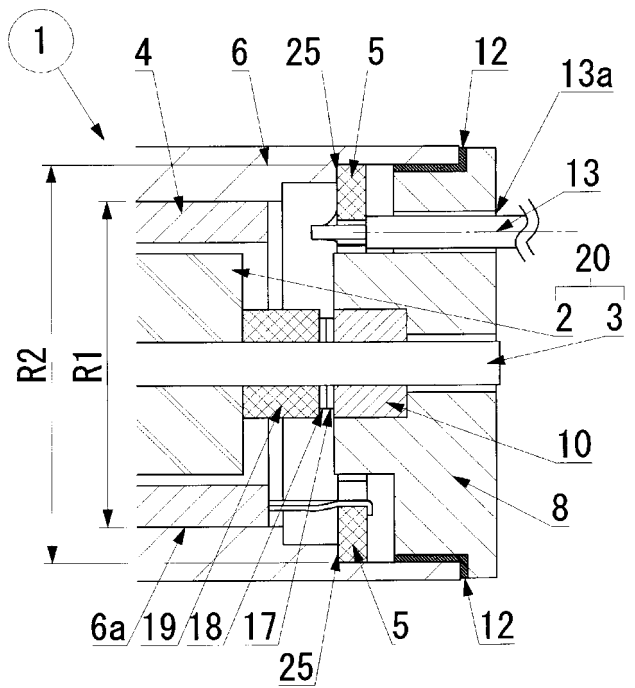
11, 12, 24 絶縁層 (または絶縁体)

- 13 リード線
- 20 インナーロータ
- 26 円筒状部材

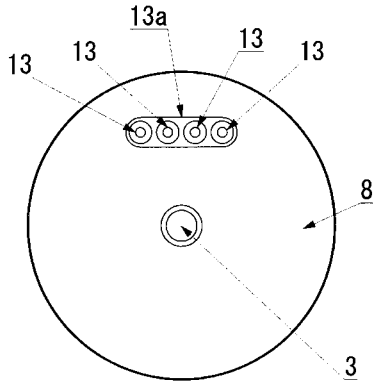
【図1】



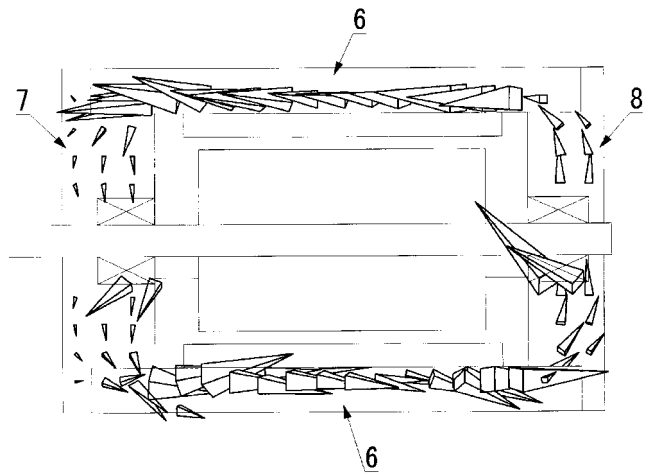
【図2】



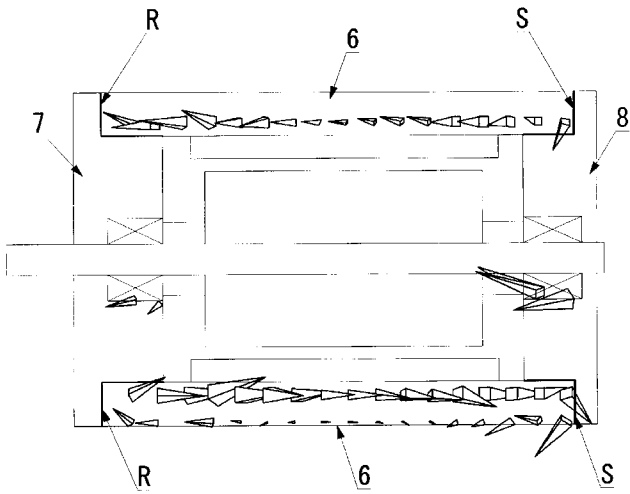
【 図 3 】



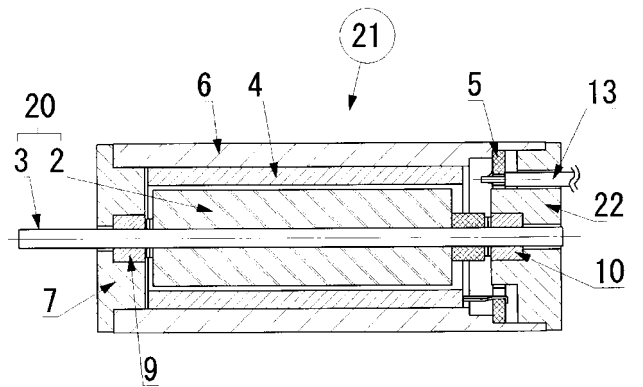
【 図 4 】



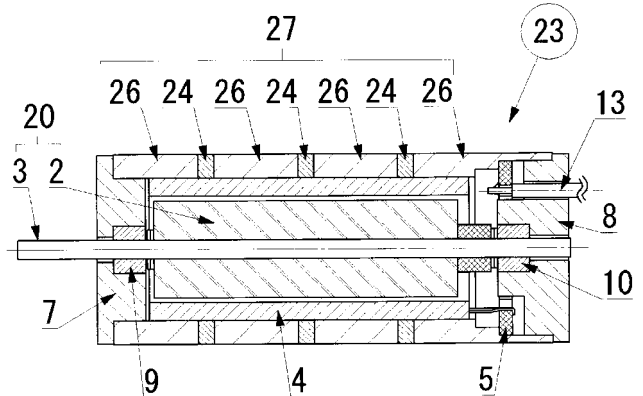
【 図 5 】



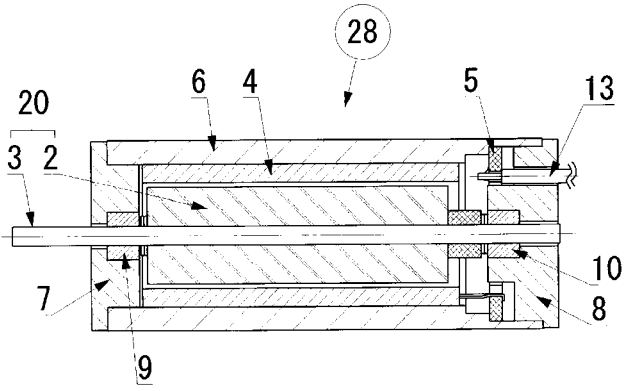
【 図 6 】



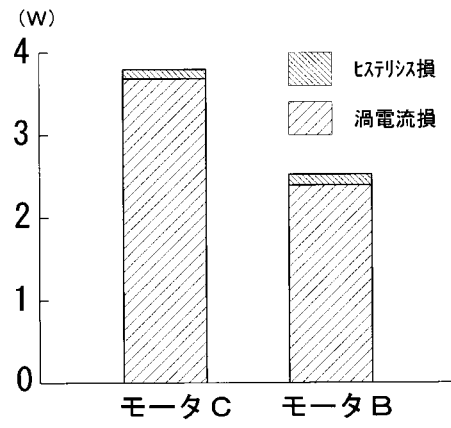
【 図 7 】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 河瀬 順洋  
岐阜県岐阜市柳戸1 - 1 岐阜大学工学部内

(72)発明者 山口 忠  
岐阜県岐阜市柳戸1 - 1 岐阜大学工学部内

(72)発明者 川崎 晴久  
岐阜県岐阜市柳戸1 - 1 岐阜大学工学部内

(72)発明者 毛利 哲也  
岐阜県岐阜市柳戸1 - 1 岐阜大学工学部内

Fターム(参考) 5H002 AA03 AA09 AA10 AB04  
5H605 AA11 BB05 BB10 CC01 CC02 DD05