

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6358294号
(P6358294)

(45) 発行日 平成30年7月18日(2018.7.18)

(24) 登録日 平成30年6月29日(2018.6.29)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 K	1/14	(2006.01)	GO 1 K	1/14	L
GO 1 K	11/32	(2006.01)	GO 1 K	11/32	D
HO 2 K	11/25	(2016.01)	HO 2 K	11/25	

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-149226 (P2016-149226)	(73) 特許権者	000003137
(22) 出願日	平成28年7月29日(2016.7.29)		マツダ株式会社
(65) 公開番号	特開2018-17646 (P2018-17646A)		広島県安芸郡府中町新地3番1号
(43) 公開日	平成30年2月1日(2018.2.1)	(74) 代理人	100121603
審査請求日	平成29年3月23日(2017.3.23)		弁理士 永田 元昭
		(74) 代理人	100141656
			弁理士 大田 英司
		(74) 代理人	100182888
			弁理士 西村 弘
		(74) 代理人	100196357
			弁理士 北村 吉章
		(74) 代理人	100067747
			弁理士 永田 良昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動モータの温度計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測温部として離間した複数のファイバブラッググレーティング部を有する光ファイバが、ロータ内部でロータ回転軸方向に延びる永久磁石収容孔部内に配索されて、上記測温部が接する箇所の温度が光情報として取得される電動モータの温度計測装置であって、上記光ファイバは所定距離毎に上記測温部を有し、上記光ファイバをロータの軸方向一端から永久磁石外部の永久磁石収容孔部内に引込むと共に、
複数の測温部が該永久磁石外部の所望位置に配置されるよう上記光ファイバは、当該永久磁石の矩形平面に沿って複数のループを描くよう配索され、
上記ロータ内における光ファイバは、ファイバブラッググレーティング部が位置する箇所を除いて、永久磁石の表面または永久磁石収容孔部の内壁に接着剤により固定されたことを特徴とする

電動モータの温度計測装置。

【請求項2】

上記光ファイバは、ロータ回転方向から見て長円形状で、かつロータ出力軸側とロータ反出力軸側とにおいて略均等になるよう配索された
請求項1に記載の電動モータの温度計測装置。

【請求項3】

上記光ファイバのロータ端面からロータ外部に導出された渡り部が、ロータ端面に接着固

定された

請求項 1 または 2 に記載の電動モータの温度計測装置。

【請求項 4】

上記永久磁石収容孔部は、上記永久磁石の一对の略対角線上に位置する光ファイバ挿通部を備え、

上記光ファイバは、上記光ファイバ挿通部に挿通されると共に、上記永久磁石のロータ出力軸方向またはロータ反出力軸方向の端面側から見てたすき掛け状となるよう配索された請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の電動モータの温度計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

この発明は、測温部として離間した複数のファイバブラッググレーティング部を有する光ファイバが、ロータ内部でロータ回転軸方向に延びる永久磁石収容孔部内に配索されて、上記測温部が接する箇所の温度が光情報として取得される電動モータの温度計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、電動モータを駆動すると、巻線抵抗による銅損、コアに発生するヒステリシス損、永久磁石中に発生する渦電流損（ヒステリシス損と渦電流損とを合わせたものを鉄損という）等により熱が発生し、電動モータ各部の温度が上昇する。

20

上記電動モータの温度計測、特にロータの温度計測を行なう場合、ロータ（回転子）はステータ（固定子）内において高速回転しているので、一般的にはロータの温度計測を行なうことが困難であった。

【0003】

そこで、本発明者等は、ステータ内で高速回転するロータの温度計測を可能とする電動モータの温度計測装置（特許文献 1 参照）を既に発明した。

すなわち、ステータと、ロータと、このロータに連結された回転軸とを有する電動モータにおけるロータの温度、特に、ロータ内に埋設された永久磁石の温度を計測する装置において、電動モータの回転軸の内部を経由してロータの温度計測部（測温部）まで配設された光ファイバと、光ファイバに光を入射させる光源と、光ファイバからの反射光を検出する光検出器と、回転軸に設けられ、光ファイバと光源および光検出器とを光学接続する光学式回転ジョイントとを有し、光ファイバは、入射光のうち特定の波長（ブラッグ波長）成分のみを反射する F B G（ファイバブラッググレーティング）センサを備え、光ファイバにおける F B G センサを含む部分は、回転軸と平行に延び、かつロータ（特に、永久磁石）の温度計測部に対して回転軸側から接触可能に配置されたものである。

30

【0004】

本発明者等が既に発明した特許文献 1 に記載の従来構造においては、ステータ内で高速回転するロータの温度（特に、永久磁石の温度）を高精度に計測することができるという利点がある。

【0005】

40

しかしながら、上記特許文献 1 に開示された従来構造においては、光ファイバを 2 つに分岐させて分岐部を形成し、分岐部の F B G センサがロータ内の永久磁石におけるそれぞれの所望位置に至るように構成されているので、光ファイバの分岐数に応じて光信号が劣化し、かつ、光ファイバが左右不均等（詳しくは、ロータの出力軸側とロータの反出力軸側とで不均等）な遠心力ストレス（stress、応力）を受けるので、測温精度の観点で改善の余地があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2016 - 65763 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

そこで、この発明は光ファイバの構造上、測温部相互間の間隔が広くても、当該光ファイバの離間した測温部（ファイバブラッググレーティング部）を、ロータ内の所望位置に配置することができる電動モータの温度計測装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明による電動モータの温度計測装置は、測温部として離間した複数のファイバブラッググレーティング部を有する光ファイバが、ロータ内部でロータ回転軸方向に延びる永久磁石収容孔部に配索されて、上記測温部が接する箇所の温度が光情報として取得される電動モータの温度計測装置であって、上記光ファイバは所定距離毎に上記測温部を有し、上記光ファイバをロータの軸方向一端から永久磁石外部の永久磁石収容孔部に引込むと共に、複数の測温部が該永久磁石外部の所望位置に配置されるよう上記光ファイバは、当該永久磁石の矩形平面に沿って複数のループを描くよう配索され、上記ロータ内における光ファイバは、ファイバブラッググレーティング部が位置する箇所を除いて、永久磁石の表面または永久磁石収容孔部の内壁に接着剤により固定されたものである。

10

上述のファイバブラッググレーティング部は、ファイバ上に複数のブラッグ錯乱光型の光回折格子を設置したもので、光回折格子の間隔が温度によって変化し、反射光の波長がずれるものであって、これを検出することで温度計測が可能となる。

20

【0009】

上記構成によれば、光ファイバの構造上、測温部相互間の間隔が広くても、上記光ファイバを永久磁石の矩形平面に沿って複数のループを描くよう配索したので、複数の測温部が永久磁石外部の所望位置に配置され、当該所望位置の温度計測を行なうことができると共に、温度分布をも測定することができるうえ、光信号の劣化を抑制することができる。

【0010】

因に、光ファイバは波長干渉を防ぐためファイバブラッググレーティング部相互間の間隔が、一般的にロータ軸方向の全長よりも広く、光ファイバを単に永久磁石に対して1周回構造で配索するのみでは、測温部を複数の所望位置に配置することが困難であるが、上記構成により複数の測温部を永久磁石外部の所望位置に配置することが達成されたものである。

30

【0011】

この発明の一実施態様においては、上記光ファイバは、ロータ回転方向から見て長円形状で、かつロータ出力軸側とロータ反出力軸側とにおいて略均等になるよう配索されたものである。

【0012】

上記構成によれば、光ファイバをロータ出力軸側とロータ反出力軸側とにおいて略均等になるよう配索したので、測温部を備えた光ファイバが不均等な遠心力ストレスを受けにくく、測温精度を確保することができる。

40

【0013】

この発明の一実施態様においては、上記光ファイバのロータ端面からロータ外部に導出された渡り部が、ロータ端面に接着固定されたものである。

【0014】

上記構成によれば、永久磁石収容孔部に位置する光ファイバと、ロータ端面からロータ外部に導出された光ファイバの渡り部とを、何れも接着固定したので、ロータの高速回転によって光ファイバが振動するのを防止することができ、高調波ノイズの発生を防ぐことができる。

【0015】

この発明の一実施態様においては、上記永久磁石収容孔部は、上記永久磁石の一对の略

50

対角線上に位置する光ファイバ挿通部を備え、上記光ファイバは、上記光ファイバ挿通部に挿通されると共に、上記永久磁石のロータ出力軸方向またはロータ反出力軸方向の端面側から見てたすき掛け状となるよう配索されたものである。

【0016】

上記構成によれば、上述のたすき掛け状の配索構造により、複数ループの周回数が少なくても、測温部をロータ内の所望位置に配置することができる。

【発明の効果】

【0017】

この発明によれば、光ファイバの構造上、測温部相互間の間隔が広くても、当該光ファイバの離間した測温部（ファイバブラッググレーティング部）を、ロータ内の所望位置に配置することができる効果がある。

10

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の温度計測装置を備えた電動モータの内部構造を示す断面図

【図2】（a）は電動モータの温度計測装置のシステム構成を示す概略図、（b）は永久磁石の斜視図

【図3】ロータの断面図

【図4】（a）は図3の要部拡大断面図、（b）は図4（a）の部分拡大断面図

【図5】永久磁石に対する光ファイバの配索構造を示す概略斜視図

【図6】永久磁石に対する光ファイバの配索構造を出力軸先端側から見た状態で示す説明図

20

【図7】（a）永久磁石に対する光ファイバの配索構造の他の実施例を示す斜視図、（b）は図7（a）の構造を出力軸先端側から見た状態で示す説明図

【発明を実施するための形態】

【0019】

光ファイバの構造上、測温部相互間の間隔が広くても、当該光ファイバの離間した測温部（ファイバブラッググレーティング部）を、ロータ内の所望位置に配置するという目的を、測温部として離間した複数のファイバブラッググレーティング部を有する光ファイバが、ロータ内部でロータ回転軸方向に延びる永久磁石収容孔部内に配索されて、上記測温部が接する箇所の温度が光情報として取得される電動モータの温度計測装置において、上記光ファイバは、所定距離毎に上記測温部を有し、上記光ファイバをロータの軸方向一端から永久磁石外部の永久磁石収容孔部内に引込むと共に、複数の測温部が該永久磁石外部の所望位置に配置されるよう上記光ファイバは、当該永久磁石の矩形状平面に沿って複数のループを描くよう配索され、上記ロータ内における光ファイバは、ファイバブラッググレーティング部が位置する箇所を除いて、永久磁石の表面または永久磁石収容孔部の内壁に接着剤により固定されるという構成にて実現した。

30

【実施例】

【0020】

この発明の一実施例を以下図面に基づいて詳述する。

図面は電動モータの温度計測装置を示し、図1は当該温度計測装置を備えた電動モータの内部構造を示す断面図、図2（a）は電動モータの温度計測装置のシステム構成を示す概略図、図2（b）は永久磁石の斜視図である。

40

【0021】

図1において、この実施例の電動モータ1は、永久磁石埋込型の三相交流同期モータであり、電機子巻線としてのコイル2を備えたステータ3（固定子）と、複数の界磁用永久磁石4（以下単に永久磁石と略記する）を備えたロータ5（固定子）と、これらのステータ3およびロータ5を収容するモータハウジング6とを有している。モータハウジング6は、円筒部6aと、出力軸側ブラケット部6bと、反出力軸側ブラケット部6cとを備えている。

【0022】

50

固定子としてのステータ3は、円環状の鋼板（詳しくは、電磁鋼板）を積層することにより、円筒状に形成されたステータコア7を備えている。このステータコア7の内周から径方向内側に突出するように、複数のティース部8が周方向に等間隔に形成されており、各ティース部8にU相、V相またはW相の何れかのコイル2が巻回されている。各コイル2には、動力線（図示せず）を介して三相パワーケーブル9が接続されている。

【0023】

回転子としてのロータ5は、円板状の鋼板（詳しくは、電磁鋼板）を積層することにより、円柱状に形成されたロータコア10を備えている。回転子であるロータ5と、固定子であるステータ3との間には微小クリアランスが形成されるが、図示の便宜上、微小クリアランスの図示を省略している。上述のロータコア10の中心部には出力軸11および回転軸12が挿通されている。これらの出力軸11および回転軸12は、それぞれロータコア10の両端から軸芯線方向に突出し、モータハウジング6の各ブラケット部6b, 6c中央部に設けられた軸受13, 13によって回転自在に支持されている。ロータコア10と出力軸11および回転軸12とは互いに固定されており、一体に回転する。

10

また、ロータコア10には、ロータ軸芯線方向に延びる複数の永久磁石収容孔部14（磁束の逃げを防止するためのフラックスバリアを兼ねる）が周方向に配列されており、これらの各永久磁石収容孔部14に永久磁石4が埋込まれている。

【0024】

図2(b)に示すように、上述の永久磁石4は、ロータ軸方向の出力軸側の端面4aと、ロータ軸方向の反出力軸側の端面4bと、内周側端面4cと、外周側端面4dと、ロータ5の径方向内外に延びると共に、ロータ出力軸と平行な方向に延びる内面4eおよび外面4fとを備えた六面体である。

20

【0025】

また、この実施例では、上述の永久磁石4は希工類（周期表IIIIa族に属するSc（スカンジウム）、Y（イットリウム）、La（ランタン）、Ce（セリウム）、Pr（プラセオジウム）、Nd（ネオジウム）、Pm（プロメチウム）、Sm（サマリウム）、Eu（ユーロピウム）、Gd（ガドリニウム）、Tb（テルビウム）、Dy（ジスプロシウム）、Ho（ホルミウム）、Er（エルビウム）、Tm（ツリウム）、Yb（イッテルビウム）、Lu（ルテチウム））で形成されているが、これに限定されるものではない。

【0026】

電動モータ1の駆動時には、図1に示す三相パワーケーブル9からステータ3のコイル2に交流電流が供給されることにより、回転磁界が発生し、ロータ5の永久磁石4が回転磁界に吸引されることにより、ロータ5が回転し、出力軸11から回転駆動力として出力される。

30

なお、図1において、15は断熱用フランジ、16は光ファイバ増設用延長シャフトである。

【0027】

次に、図2, 図5を参照して、電動モータ1の温度計測装置のシステム構成について説明する。なお、図2においては、図1で示したモータハウジング6、三相パワーケーブル9、軸受13等の図示を省略している。また、図5は永久磁石に対する光ファイバの配索構造を示す概略斜視図である。

40

【0028】

図2, 図5に示すように、温度計測装置20は、ファイバ長手方向に離間した複数のファイバブラッググレーティング（Fiber Bragg Grating）部（以下、単にFBGセンサと称する）21A, 21B, 21C, 21D, 21E, 21F, 21G, 21H（図5参照）を有する光ファイバ22を備えている。この実施例では、光ファイバ22としてその直径が0.2mmのものを採用している。

【0029】

図5に図示の便宜上、黒丸で示した部分がFBGセンサ21A~21Hであり、このうち永久磁石4に接するFBGセンサ21A, 21B, 21E~21Hが測温部23~28

50

となる。つまり、FBGセンサ21C, 21D以外の各部が測温部23~28となる。

【0030】

FBGセンサ21A~21Hは、光ファイバコアの軸芯線方向に沿って屈折率が周期的に変化するように回折格子を形成したものであり、このFBGセンサ21A~21Hに光が入射すると、その入射光のうち、回折格子の間隔および光ファイバコアの屈折率に応じた特定の波長(ブラッグ波長)成分のみが回折格子により反射され、その他の波長成分は透過される。

【0031】

FBGセンサ21A~21Hの温度が変化することによって、回折格子の間隔および光ファイバコアの屈折率が変化すると、それに応じてブラッグ波長が変化し、FBGセンサ21A~21Hの回折格子により反射される光の波長が変化するので、その波長変化(光情報)を検出することによって回折格子部分の温度(測温部23~28が接する永久磁石4の温度)を計測することができる。

【0032】

このFBGセンサ21A, 21B, 21E~21Hを備えた光ファイバ22は、電動モータ1の回転軸12の内部を經由してロータ5の測温部23~28まで配設されている。この実施例における測温部23~28は、永久磁石4のロータ径方向内外両縁部の表面(内周側端面4c、外周側端面4d参照)に設定されている。

【0033】

ここで、図5に示すように、上述の光ファイバ22に設けられた同光ファイバ22の長手方向に存在するFBGセンサ21A~21H相互の離間距離は、ロータ5の軸長よりも大きいので、複数の測温部23~28が永久磁石4の所望位置に配置されるよう、光ファイバ22を永久磁石4の矩形平面に沿って複数のループを描くよう配索している。この実施例では、図5に示すように光ファイバ22を永久磁石4の周面部に対して、3周回構造に配索している。

【0034】

また、図2に示すように、温度計測装置20は、FBGセンサ21A~21Hを備えた光ファイバ22に光を入射させる光源29と、光ファイバ22からの反射光を検出する光検出器30とを備えている。これらの光源29および光検出器30は電動モータ1の外部に設けられているので、電動モータ1の運転状態に関わらず静止している。一方、FBGセンサ21A~21Hを備えた光ファイバ22は、電動モータ1の回転軸12およびロータ5に取付けられているので、電動モータ1の駆動時には回転軸12およびロータ5と共に回転する。

【0035】

そこで、静止状態の光源29および光検出器30と、回転状態となる光ファイバ22とを光学的に接続するために、回転軸12の端部に光学式回転ジョイント31が設けられている。

この光学式回転ジョイント31における電動モータ1の回転軸12側には、FBGセンサ21A~21Hを備えた光ファイバ22の端部22aが接続されている。また、光学式回転ジョイント31における電動モータ1の外部側には、光源29および光検出器30に接続された外部接続用光ファイバ32が接続されている。これにより、電動モータ1の駆動時においても、光源29および光検出器30と、FBGセンサ21A~21Hを備えた光ファイバ22とが光学的に接続される。

なお、図1, 図2, 図5において矢印X1は出力軸11の先端方向を示し、矢印X2はロータ5における回転軸12方向を示す。また、図5において光ファイバ22は図示の便宜上、その中心線のみを示している。

【0036】

次に、永久磁石4の配設構造および光ファイバ22の配索構造について説明する。図3はロータの断面図、図4(a)は図3の要部拡大断面図、図4(b)は図4(a)の部分拡大図、図5は永久磁石に対する光ファイバの配索構造を示す概略斜視図、図6は永久磁

10

20

30

40

50

石に対する光ファイバの配索構造を出力軸先端側から見た状態で示す説明図である。

【 0 0 3 7 】

図 3 に示すように、ロータコア 1 0 の外周部には、略長方形の断面形状をもつ永久磁石収容孔部 1 4 が周方向に配列されている。この実施例では、ロータコア 1 0 の径方向外側に向かって開いた V 字形を形成するように配置された 2 つの永久磁石収容孔部 1 4 , 1 4 を 1 組として、合計 8 組 (8 極) の永久磁石収容孔部 1 4 ... が周方向に等間隔に配列されている。

【 0 0 3 8 】

図 3 , 図 4 に示すように、これらの各永久磁石収容孔部 1 4 は、永久磁石 4 のロータ径方向外縁部 (外周側端面 4 d 参照) に位置する光ファイバ挿通孔 1 4 a (以下、アウトサイド挿通孔と称す) と、永久磁石 4 のロータ径方向内縁部 (内周側端面 4 c 参照) に位置する光ファイバ挿通孔 1 4 b (以下、インサイド挿通孔と称す) とを有し、これら各挿通孔 1 4 a , 1 4 b を含む永久磁石収容孔部 1 4 がロータ 5 の全軸長にわたってロータ回転軸方向に貫通形成されている。

そして、上述の各永久磁石収容孔部 1 4 に、当該永久磁石収容孔部 1 4 よりも僅かに小さい長方形の断面形状をもつ永久磁石 4 が挿入固定されている。

【 0 0 3 9 】

また、図 4 , 図 5 に示すように、上述の光ファイバ 2 2 を、ロータ 5 の軸方向一端から永久磁石収容孔部 1 4 内に引込み、該光ファイバ 2 2 がインサイド挿通孔 1 4 b、ロータ 5 の軸方向他端外部、アウトサイド挿通孔 1 4 a、ロータ 5 の軸方向一端外部を經由すると共に、複数の測温部 2 3 ~ 2 8 が永久磁石 4 外部の所望位置に配置されるよう永久磁石 4 の矩形状平面に沿って複数のループを描くよう配索されている。

【 0 0 4 0 】

つまり、離間した複数の F B G センサ 2 1 A ~ 2 1 H を有する光ファイバ 2 2 が、ロータ 5 内部でロータ 5 の回転軸方向に延びる永久磁石収容孔部 1 4 内に配索されており、測温部 2 3 ~ 2 8 が接する箇所の温度が光情報 (光の波長変化) として取得されるよう構成したものである。

【 0 0 4 1 】

図 4 に示すように、ロータ 5 内における光ファイバ 2 2 は、F B G センサ 2 1 A , 2 1 B , 2 1 E ~ 2 1 H が位置する箇所を除いて、永久磁石 4 の表面 (端面 4 c , 4 d 参照) または永久磁石収容孔部 1 4 の内壁 (この実施例では、永久磁石 4 の表面) に接着剤 3 3 により固定されており、光ファイバ 2 2 が振動することに起因して、高調波ノイズが発生するのを防止すべく構成している。

さらに、上述の光ファイバ 2 2 がロータ 5 の外部に一旦導出された渡り部 2 2 b , 2 2 c (図 5 参照) は、ロータ 5 回転時に風圧を受けないようにロータ 5 の端部外壁面に折曲げて接着固定されている。これにより、渡り部 2 2 b , 2 2 c が振動することに起因する高調波ノイズの発生をも防止すべく構成している。

ここで、上述の接着剤 3 3 としては、耐熱性接着剤としてのシリコン系樹脂製のものが好ましい。

【 0 0 4 2 】

図 5 で示した測温部 2 3 ~ 2 8 のうち測温部 2 3 , 2 4 は、ロータ 5 の径方向の外縁部に位置する外縁測温部であり、また測温部 2 3 ~ 2 8 のうち測温部 2 5 ~ 2 8 は、ロータ 5 の径方向の内縁部に位置する内縁測温部である。

【 0 0 4 3 】

しかも、図 5 に示すように、光ファイバ 2 2 は、ロータ回転方向から見て、つまり永久磁石 4 の内面 4 e または外面 4 f と直交する方向から見て、長円形状で、かつロータ出力軸側とロータ反出力軸側とにおいて略均等になるよう配索されており、これにより測温部 2 3 ~ 2 8 を備えた光ファイバ 2 2 が不均等な遠心力ストレスを受けにくく、測温精度を確保するよう構成している。なお、図 5 において、C L は出力軸 1 1、回転軸 1 2 の中心線である。

10

20

30

40

50

【0044】

このように、上記実施例の電動モータの温度計測装置は、測温部23～28として離間した複数のファイバブラッググレーティング部（FBGセンサ21A，21B，21E～21H参照）を有する光ファイバ22が、ロータ5内部でロータ回転軸方向に延びる永久磁石収容孔部14内に配索されて、上記測温部23～28が接する箇所の温度が光情報（光の波長変化参照）として取得される電動モータの温度計測装置であって、上記光ファイバ22は所定距離毎に上記測温部23～28を有し、上記光ファイバ22をロータ5の軸方向一端から永久磁石4外部の永久磁石収容孔部14内に引込むと共に、複数の測温部23～28が該永久磁石4外部の所望位置に配置されるよう当該永久磁石4の矩形形状平面に沿って複数のループを描くよう配索されたものである（図4，図5参照）。

10

【0045】

この構成によれば、光ファイバ22の構造上、測温部23～28相互間の間隔が広くても、上記光ファイバ22を永久磁石4の矩形形状平面に沿って複数のループを描くよう配索したので、複数の測温部23～28が永久磁石4外部の所望位置に配置され、当該所望位置の温度計測を行なうことができると共に、温度分布をも測定することができるうえ、光信号の劣化を抑制することができる。

【0046】

因に、光ファイバは波長干渉を防ぐためファイバブラッググレーティング部相互間の間隔が、一般的にロータ軸方向の全長よりも広く、光ファイバを単に永久磁石に対して1周回構造で配索するのみでは、測温部を複数の所望位置に配置することが困難であるが、上記構成により複数の測温部23～28を永久磁石4外部の所望位置に配置することが達成されたものである。

20

【0047】

この発明の一実施形態においては、上記光ファイバ22は、ロータ回転方向から見て長円形状で、かつロータ出力軸側とロータ反出力軸側とにおいて略均等になるよう配索されたものである（図5参照）。

【0048】

この構成によれば、光ファイバ22をロータ出力軸側とロータ反出力軸側とにおいて略均等になるよう配索したので、測温部23～28を備えた光ファイバ22が不均等な遠心力ストレスを受けにくく、測温精度を確保することができる。

30

【0049】

この発明の一実施形態においては、上記光ファイバ22は、上記永久磁石4の表面または上記永久磁石収容孔部14の内壁に接着固定されると共に、上記光ファイバ22のロータ端面からロータ外部に導出された渡り部22b，22cが、ロータ端面に接着固定されたものである（図4，図5参照、但し、渡り部22b，22cの接着固定構造については図示省略している）。

【0050】

この構成によれば、永久磁石収容孔部14内に位置する光ファイバ22と、ロータ端面からロータ外部に導出された光ファイバ22の渡り部22b，22cとを、何れも接着固定したので、ロータ5の高速回転によって光ファイバ22が振動するのを防止することができ、高調波ノイズの発生を防ぐことができる。

40

【0051】

図7(a)は永久磁石に対する光ファイバの配索構造の他の実施例を示す斜視図、図7(b)は、図7(a)の構造を出力軸先端側から見た状態で示す説明図である。

【0052】

図7に示すこの実施例においては、永久磁石収容孔部14は、永久磁石4の一对の略対角線上に位置する光ファイバ挿通部14c，14d，14e，14fを備えている。これらの各光ファイバ挿通部14c～14fはフラックスバリアを兼ねるものである。

【0053】

同図に示すように、永久磁石4の内周側端面4c側に光ファイバ挿通部14c，14e

50

を設け、永久磁石 4 の外周側端面 4 d 側に光ファイバ挿通部 1 4 d , 1 4 f を設けると共に、これらの各光ファイバ挿通部 1 4 c ~ 1 4 f をロータ 5 の軸方向全長にわたって貫通形成している。

ここで、光ファイバ挿通部 1 4 c と 1 4 d とが永久磁石 4 の一方の略対角線上に位置しており、光ファイバ挿通部 1 4 e と 1 4 f とが永久磁石 4 の他方の略対角線上に位置している。

【 0 0 5 4 】

光ファイバ 2 2 はファイバブラッググレーティング部としての F B G センサ 2 1 J , 2 1 K , 2 1 L , 2 1 M , 2 1 N , 2 1 O , 2 1 P , 2 1 Q を離間して有すると共に、これら F B G センサ 2 1 J ~ 2 1 Q のうち永久磁石 4 の内周側端面 4 c および外周側端面 4 d に接する箇所のみが、測温部 4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 に設定されている。

10

【 0 0 5 5 】

図 7 に示すように、上述の光ファイバ 2 2 を、ロータ 5 の軸方向一端から永久磁石収容孔部 1 4 内に引込み、該光ファイバ 2 2 を、光ファイバ挿通部 1 4 c 、ロータ 5 の軸方向他端外部、光ファイバ挿通部 1 4 d 、ロータ 5 の軸方向一端外部、光ファイバ挿通部 1 4 e 、ロータ 5 の軸方向他端外部、光ファイバ挿通部 1 4 f 、ロータ 5 の軸方向一端外部、光ファイバ挿通部 1 4 c の順に取り回し、複数の測温部 4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 が永久磁石 4 外部の所望位置に配置されるよう当該永久磁石 4 の矩形形状平面に沿って複数のループを描くよう配索したものである。

【 0 0 5 6 】

20

この実施例では、図 7 (b) に示すように、上述の取り回し構造により、永久磁石 4 のロータ出力軸方向の端面側から見て、光ファイバ 2 2 がたすき掛け状となるよう配索されている。

【 0 0 5 7 】

図 7 (a) においても、図示の便宜上、F B G センサ 2 1 J ~ 2 1 Q を黒丸で示しており、また同図において光ファイバ 2 2 は、その中心線のみを示している。

【 0 0 5 8 】

このように、図 7 で示した実施例においては、上記永久磁石収容孔部 1 4 は、上記永久磁石 4 の一対の略対角線上に位置する光ファイバ挿通部 1 4 c , 1 4 d , 1 4 e , 1 4 f を備え、上記光ファイバ 2 2 は、上記光ファイバ挿通部 1 4 c ~ 1 4 f に挿通されると共に、上記永久磁石 4 のロータ出力軸方向またはロータ反出力軸方向の端面側から見て（この実施例では、ロータ出力軸方向の端面側から見て）たすき掛け状となるよう配索されたものである（図 7 参照）。

30

【 0 0 5 9 】

この構成によれば、たすき掛け状の配索構造により、複数ループの周回数が少なくても、測温部 4 1 ~ 4 4 をロータ 5 内の所望位置に配置することができる。

【 0 0 6 0 】

図 7 で示した実施例においても、その他の構成、作用、効果については、図 1 ~ 図 6 で示した先の実施例とほぼ同様であるから、図 7 において、前図と同一の部分には、同一符号を付して、その詳しい説明を省略する。

40

【 0 0 6 1 】

この発明の構成と、上述の実施例の対応において、この発明のファイバブラッググレーティング部は、実施例の F B G センサ 2 1 A ~ 2 1 H , 2 1 J ~ 2 1 Q に対応するも、この発明は、上述の実施例の構成のみに限定されるものではない。

【 0 0 6 2 】

例えば、図 5 , 図 7 で示した実施例においては、光ファイバ 2 2 の配索に際して、該光ファイバ 2 2 をまずインサイド挿通孔 1 4 b (または永久磁石 4 の内周側に位置する光ファイバ挿通部 1 4 c) から引込んだ後にループ状に配索したが、これに代えて、光ファイバ 2 2 をまずアウトサイド挿通孔 1 4 a (または永久磁石 4 の外周側に位置する光ファイ

50

バ挿通部 1 4 d 又は 1 4 f) から引込んだ後にループ状に配索する構造を採用してもよく、電動モータは三相交流同期モータに限定されるものではない。

【産業上の利用可能性】

【0063】

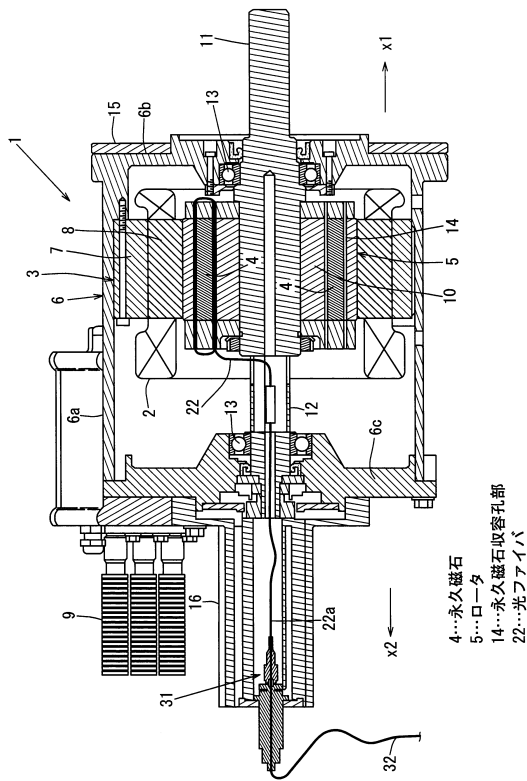
以上説明したように、本発明は、測温部として離間した複数のファイブラッググレーティング部を有する光ファイバが、ロータ内部でロータ回転軸方向に延びる永久磁石収容孔部内に配索されて、上記測温部が接する箇所の温度が光情報として取得される電動モータの温度計測装置について有用である。

【符号の説明】

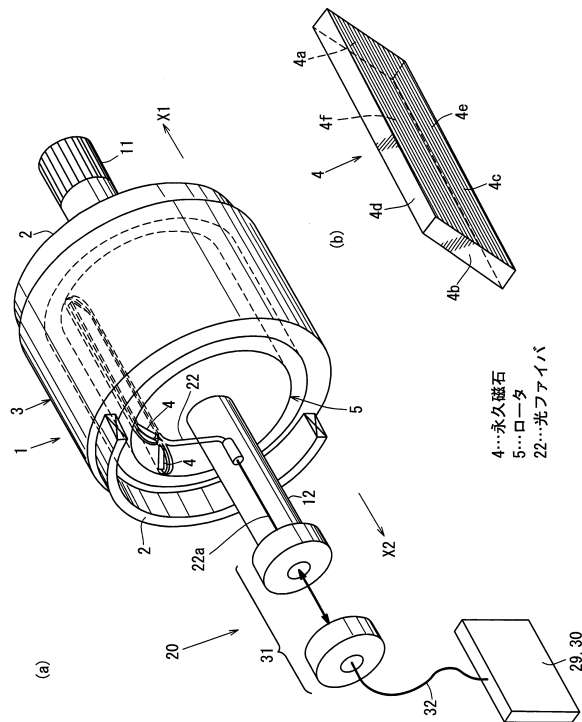
【0064】

- 4 ... 永久磁石
- 5 ... ロータ
- 1 4 ... 永久磁石収容孔部
- 1 4 c ~ 1 4 f ... 光ファイバ挿通部
- 2 1 A ~ 2 1 H, 2 1 J ~ 2 1 Q ... F B G センサ (ファイブラッググレーティング部)
- 2 2 b, 2 2 c ... 渡り部
- 2 3 ~ 2 8、4 1 ~ 4 4 ... 測温部

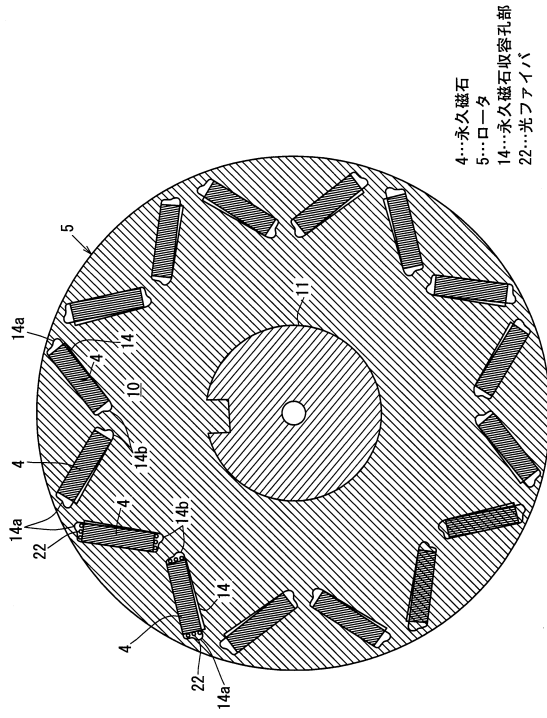
【図 1】



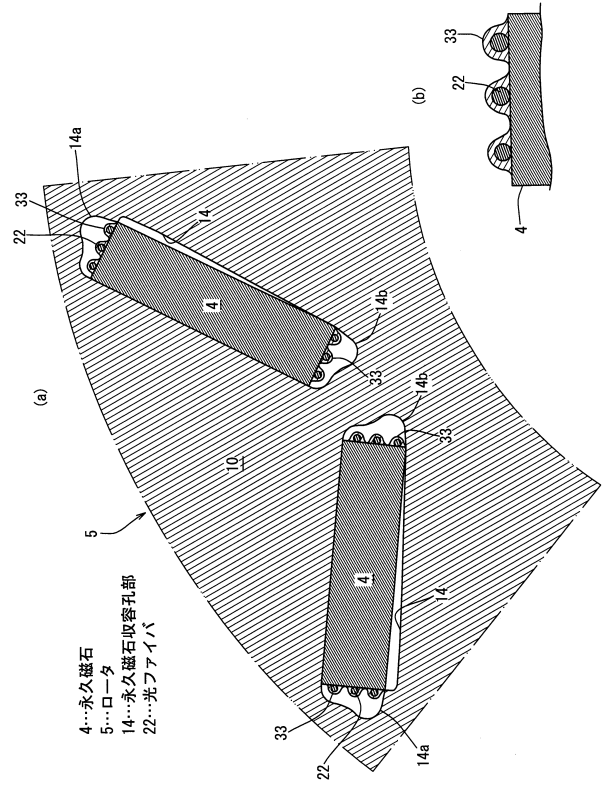
【図 2】



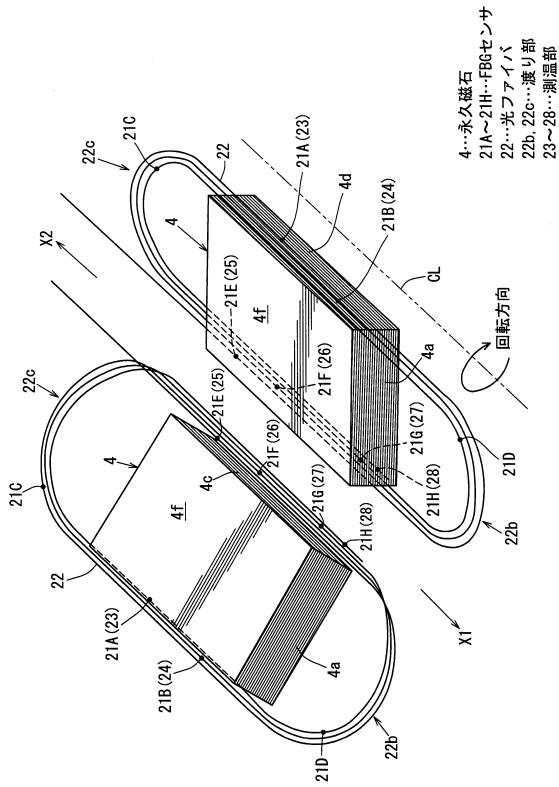
【図3】



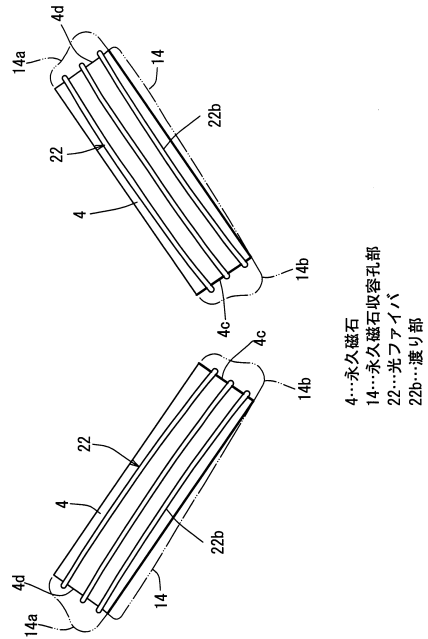
【図4】



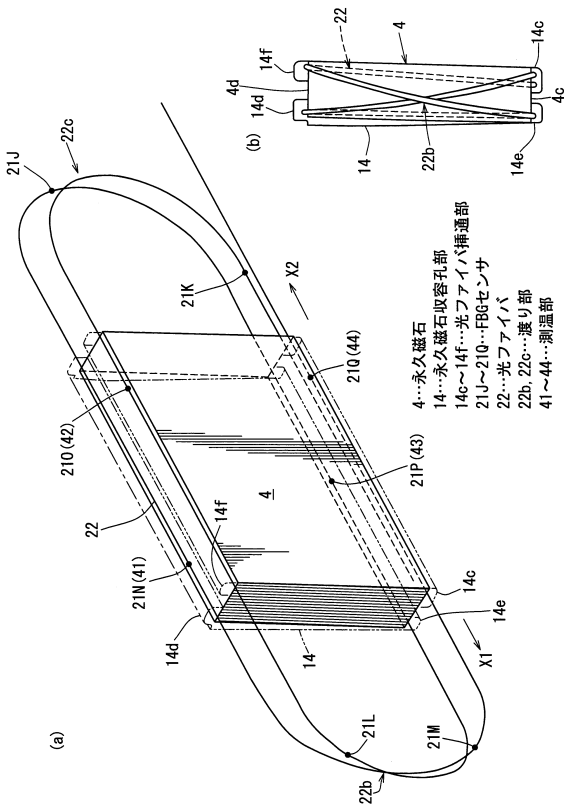
【図5】



【図6】



【 図 7 】



フロントページの続き

特許法第30条第2項適用 刊行物による公開/刊行物：公益社団法人自動車技術会 2016年春季大会学術講演会講演予稿集 公開日：平成28年5月23日 電子通信回線を通じての公開/掲載アドレス：<http://www.bookpark.ne.jp/cm/jsae/select.asp?page=23&pagenum=10&category=103&lang=&table=JSAP> (JSAEオンデマンドライブラリー) 公開日：平成28年5月23日 学会での公開/集会名：公益社団法人自動車技術会 2016年春季大会学術講演会 公開日：平成28年5月26日

(出願人による申告)平成27年度、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」に係る委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

- (72)発明者 米盛 敬
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 研井 暁
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 深田 高義

- (56)参考文献 特開2016-065763(JP,A)
特開2013-113830(JP,A)
特表2013-529453(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G01K | 1/14 |
| G01K | 11/32 |
| H02K | 11/25 |