

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7404206号
(P7404206)

(45)発行日 令和5年12月25日(2023.12.25)

(24)登録日 令和5年12月15日(2023.12.15)

(51)国際特許分類

F I

H O 2 K 11/215(2016.01)

H O 2 K 11/215

H O 2 K 3/46 (2006.01)

H O 2 K 3/46

B

請求項の数 3 (全17頁)

(21)出願番号	特願2020-158235(P2020-158235)	(73)特許権者	000144027
(22)出願日	令和2年9月23日(2020.9.23)		株式会社ミツバ
(65)公開番号	特開2022-52070(P2022-52070A)		群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地
(43)公開日	令和4年4月4日(2022.4.4)	(74)代理人	110002066
審査請求日	令和5年2月27日(2023.2.27)		弁理士法人筒井国際特許事務所
		(72)発明者	松井 孝典
			群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地
			株式会社ミツバ内
		審査官	中島 亮

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転電機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステータと、
前記ステータに対して回転し、回転方向にN極およびS極が交互に現れるように並べられた複数のマグネットを有するロータと、
前記ステータに装着され、前記ロータの回転状態を検出するセンサユニットと、
を備えた回転電機であって、
前記ステータは、
取付対象物に固定される環状の本体部と、
前記本体部の径方向外側に放射状に突出された複数のティースと、
前記ティースに装着されたインシュレータと、
前記インシュレータを介して前記ティースに巻装されたコイルと、
を有し、
前記センサユニットは、
前記本体部に固定される第1固定部と、
センサ素子が電氣的に接続されたセンサ基板と、
前記複数のティースのうちの隣り合うティースの先端部の間に設けられ、前記センサ基板を収容するセンサ収容部と、
前記センサ収容部に設けられ、前記取付対象物に固定される第2固定部と、
を備え、

前記インシュレータには、前記ステータの軸方向に向けられた第 1 接触面が設けられ、
前記センサ収容部には、前記第 1 接触面に対して前記ステータの軸方向から接触される
第 2 接触面が設けられ、

前記第 1 接触面および前記第 2 接触面が、それぞれ同じ曲率半径の円弧面であり、かつ
互いに面接触されていることを特徴とする、
回転電機。

【請求項 2】

前記第 1 接触面は、隣り合う前記ティースに装着された前記インシュレータのそれぞれ
に設けられ、

前記第 2 接触面は、前記ステータの周方向において、前記センサ収容部の両側にそれぞ
れ設けられていることを特徴とする、

請求項 1 に記載の回転電機。

【請求項 3】

前記第 2 接触面が、前記第 1 接触面に対して押圧されていることを特徴とする、
請求項 1 または請求項 2 に記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステータと、ステータに対して回転するロータと、ロータの回転状態を検出
するセンサユニットと、を備えた回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、自動二輪車等のエンジンの始動には、スタータまたは A C G スタータが用いられ
ている。「A C G」とは、「Alternating Current Generator」の略であり、A C G ス
タータは、エンジンの始動時にはクランクシャフトを回転させるスタータモータとして作
動し、エンジンの始動後には車載バッテリーを充電する発電機として作動する。また、A C
G スタータは、クランクの位置を検出して、車載コントローラに最適なプラグの点火や燃
料の噴射をさせるようにしている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、エンジンの始動に用いられる回転電機が記載されている。特
許文献 1 に記載の回転電機は、ロータと、ステータと、センサユニットとを備えている。
センサユニットには、ステータの軸方向に延びる複数のカバーが設けられ、これらのカバ
ーの内部には、ロータの回転状態を検出するセンサがそれぞれ収容されている。

【0004】

そして、それぞれのカバーは、隣り合うティースの間の隙間部分に、ステータの軸方向
から差し込んで固定されている。具体的には、ティースの先端部に、ステータの周方向に
突出した突出部が設けられ、当該突出部をステータの径方向から挟むようにしてカバーが
装着されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】国際公開第 2 0 1 6 / 1 8 1 6 5 9 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述の特許文献 1 に記載された回転電機では、センサユニットを形成す
るケースの径方向内側が、固定ボルトによりステータに固定され、ケースの径方向外側に
、ティースの隙間部分に差し込まれるカバーが配置されている。つまり、特許文献 1 に記
載されたセンサユニットは、所謂「片持ち状態」でステータに支持され、自由端側の部分
にセンサが配置されている。

10

20

30

40

50

【0007】

また、センサを収容する樹脂材料製のカバーが、複数の電磁鋼板を積層して形成されたステータの突出部に対して、直に接触してかつ摺動するようにして装着されている。

【0008】

これにより、センサユニットを形成するケースの径方向外側（自由端側）が、振動等によりステータに対してその軸方向にガタついてしまい、樹脂製のカバーが金属製のステータに擦れて、カバーのステータとの接触部分が早期に摩耗する虞があった。よって、カバーがステータの径方向にもガタつくようになり、ひいてはカバーの内部に収容されたセンサと電気回路部品との電氣的な接続が遮断（断線等）されたり、センサの設置位置がステータの正規位置からずれたりする虞があった。

10

【0009】

本発明の目的は、センサユニットを形成するセンサ収容部のステータの軸方向へのガタつきを防止し、センサユニットの耐久性向上および検出精度向上を図ることができる回転電機を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の回転電機では、ステータと、前記ステータに対して回転し、回転方向にN極およびS極が交互に現れるように並べられた複数のマグネットを有するロータと、前記ステータに装着され、前記ロータの回転状態を検出するセンサユニットと、を備えた回転電機であって、前記ステータは、取付対象物に固定される環状の本体部と、前記本体部の径方向外側に放射状に突出された複数のティースと、前記ティースに装着されたインシュレータと、前記インシュレータを介して前記ティースに巻装されたコイルと、を有し、前記センサユニットは、前記本体部に固定される第1固定部と、センサ素子が電氣的に接続されたセンサ基板と、前記複数のティースのうちの隣り合うティースの先端部の間に設けられ、前記センサ基板を収容するセンサ収容部と、前記センサ収容部に設けられ、前記取付対象物に固定される第2固定部と、を備え、前記インシュレータには、前記ステータの軸方向に向けられた第1接触面が設けられ、前記センサ収容部には、前記第1接触面に対して前記ステータの軸方向から接触される第2接触面が設けられ、前記第1接触面および前記第2接触面が、それぞれ同じ曲率半径の円弧面であり、かつ互いに面接触されていることを特徴とする。

20

30

【発明の効果】

【0011】

本発明の回転電機によれば、センサユニットは、ステータの本体部に固定される第1固定部と、センサ基板を収容するセンサ収容部に設けられ、取付対象物に固定される第2固定部とを備え、インシュレータの第1接触面およびセンサ収容部の第2接触面は、それぞれ同じ曲率半径の円弧面であり、かつ互いに面接触されている。

【0012】

これにより、センサ収容部がステータの軸方向にガタつくことが防止されて、センサ素子が損傷したり位置ずれを起こしたり、さらにはセンサ基板のはんだにクラックが発生する等の不具合の発生が抑制される。したがって、センサユニットの耐久性向上および検出精度向上を図ることが可能となる。

40

【0013】

また、仮にセンサ収容部がステータに対して傾斜するように装着されても、第1接触面および第2接触面がそれぞれ同じ曲率半径の円弧面のため、互いの面接触を維持することができる。よって、部品毎に発生する寸法精度のばらつきを吸収することができ、ひいてはセンサユニットがステータに対してガタつくことをより確実に抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明に係る回転電機を示す斜視図である。

50

【図２】スロット数および極数を説明する説明図である。
【図３】図１の回転電機を側方から見た部分断面図である。
【図４】センサ素子とマグネットとの配置関係を説明する説明図である。
【図５】センサユニットのハウジングを単体で示す斜視図である。
【図６】ステータの一部を拡大して示す斜視図である。
【図７】図３の破線円Ａ部の部分拡大図である。
【図８】センサユニットのステータへの装着手順を説明する斜視図である。
【図９】センサユニットのステータへの装着後を示す斜視図である。
【発明を実施するための形態】

【００１５】

以下、本発明の一実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

【００１６】

図１は本発明に係る回転電機を示す斜視図を、図２はスロット数および極数を説明する説明図を、図３は図１の回転電機を側方から見た部分断面図を、図４はセンサ素子とマグネットとの配置関係を説明する説明図を、図５はセンサユニットのハウジングを単体で示す斜視図を、図６はステータの一部を拡大して示す斜視図を、図７は図３の破線円Ａ部の部分拡大図を、図８はセンサユニットのステータへの装着手順を説明する斜視図を、図９はセンサユニットのステータへの装着後を示す斜視図をそれぞれ示している。

【００１７】

図１ないし図３に示される回転電機１０は、所謂ＡＣＧスタータであって、自動二輪車等（図示せず）のスタータおよび発電機に用いられるものである。具体的には、回転電機１０は、アウターローター型のブラシレスモータと同じ構造を採用している。そして、エンジン（図示せず）を始動する際には、車載バッテリー（図示せず）からの駆動電流の供給によりスタータモータとして作動し、エンジンの始動後には、エンジンの駆動力により発電機として作動する。

【００１８】

回転電機１０は、その全体が扁平の略円盤形状に形成されており、エンジンを形成するクランクシャフト（図示せず）の軸方向端部に配置されている。具体的には、回転電機１０は、クランクケース（図示せず）の内部に設けられた取付ステーＳＴ（図３の二点鎖線参照）に固定されるステータ２０と、クランクシャフトに固定されてステータ２０に対して回転するロータ３０と、を備えている。また、ステータ２０には、ロータ３０の回転状態を検出するセンサユニット４０が装着されている。

【００１９】

これにより、スタータとしての作動時には、回転電機１０に所定のタイミングで駆動電流が供給されて、ロータ３０の回転に伴ってクランクシャフトが連れ回される。これとは逆に、発電機としての作動時には、所定の点火タイミングおよび燃料噴射タイミングでエンジンが駆動されて、クランクシャフトの回転に伴ってロータ３０が連れ回される。

【００２０】

ステータ２０は、複数の鋼板（磁性体）を積層してなるステータコア２１を備えている。ステータコア２１は、環状に形成された本体部２１ａと、本体部２１ａの径方向外側に放射状に突出された複数のティース２１ｂと、を備えている。具体的には、ティース２１ｂは合計１８個設けられ、ティース２１ｂの基端部が本体部２１ａに一体に連結されている。言い換えれば、ステータコア２１には、合計１８個のスロットＳＬ（図２参照）が設けられている。

【００２１】

スロットＳＬには、Ｕ相に対応したＵ相コイルＣｕと、Ｖ相に対応したＶ相コイルＣｖと、Ｗ相に対応したＷ相コイルＣｗとが、それぞれステータコア２１の周方向に順番に配置されている。具体的には、各コイルＣｕ、Ｃｖ、Ｃｗは、ロータ３０の回転方向に対して、Ｕ相コイルＣｕ、Ｖ相コイルＣｖ、Ｗ相コイルＣｗ、Ｕ相コイルＣｕ、Ｖ相コイルＣｖ…のように、一相ずつ交互に現れるようにそれぞれティース２１ｂに集中巻で巻装され

10

20

30

40

50

ている（図２参照）。そのため、ステータ２０の周方向に沿うティース２１ｂの本体部分（コイルが巻装される部分）の厚み寸法は、比較的薄肉となっている。

【００２２】

ティース２１ｂの先端部２１ｃ（図２参照）には、ステータ２０（本体部２１ａ）の周方向両側にそれぞれ突出された突出部２１ｄが一体に設けられている。そして、ステータ２０の周方向に沿う突出部２１ｄの厚み寸法（長さ寸法）は、ティース２１ｂの本体部分の厚み寸法よりも肉厚となっている。これにより、突出部２１ｄの部分において、隣り合うティース２１ｂの間隔を狭くすることができる。その結果、ロータ３０は、脈動（コギング）が抑えられた状態で、スムーズに回転可能となる。

【００２３】

合計１８個のティース２１ｂには、特に、図６および図７に示されるように、プラスチック等の絶縁体よりなるインシュレータ２２がそれぞれ装着されている。インシュレータ２２は、ティース２１ｂの周囲、本体部２１ａ（図１参照）の外周部分および突出部２１ｄの裏面（本体部２１ａ側の面）を覆う薄肉部２２ａを備えている。また、ステータ２０の軸方向において、インシュレータ２２のセンサユニット４０側（図中上側）には、薄肉部２２ａよりも肉厚となった肉厚部２２ｂが設けられている。つまり、突出部２１ｄの先端部分の一部およびティース２１ｂのマグネットＭＧ（図２参照）との対抗面（先端部２１ｃの本体部２１ａ側とは反対側の面）の部分は、インシュレータ２２で覆われていない。

【００２４】

そして、ステータ２０の周方向に沿う肉厚部２２ｂの両側には、第１円弧面２２ｃが一体に設けられている。言い換えれば、第１円弧面２２ｃは、隣り合うティース２１ｂに装着されたインシュレータ２２のそれぞれに設けられている。これらの第１円弧面２２ｃは、本発明における第１接触面を構成しており、第１円弧面２２ｃの一部はステータ２０の軸方向に向けられており、第１円弧面２２ｃの他の部分はステータ２０の周方向に向けられている。

【００２５】

ここで、第１円弧面２２ｃの曲率半径はＲに設定されている。第１円弧面２２ｃの曲率半径Ｒは、後述する第２円弧面４７ｃの曲率半径Ｒと同じ値となっている。具体的には、曲率半径Ｒは、約１．５ｍｍ程度に設定されている。

【００２６】

インシュレータ２２は、ティース２１ｂと各コイルＣｕ、Ｃｖ、Ｃｗとの間を絶縁している。すなわち、各コイルＣｕ、Ｃｖ、Ｃｗは、インシュレータ２２を介してそれぞれのティース２１ｂに巻装されている。ここで、図１では、各コイルＣｕ、Ｃｖ、Ｃｗの巻装状態を分かり易くするために、各コイルＣｕ、Ｃｖ、Ｃｗにそれぞれ網掛けを施している。

【００２７】

図１ないし図３に示されるように、ロータ３０はロータ本体３１を備えている。ロータ本体３１は、比較的厚みのある鋼板（磁性材料）をプレス加工等することで略お椀形状に形成され、略円盤状に形成された底壁部３１ａと、当該底壁部３１ａの外周部分から垂直に立ち上がった筒状の側壁部３１ｂと、を備えている。

【００２８】

また、底壁部３１ａの回転中心には、クランクシャフトの軸方向端部が固定される筒状のボス部３２が固定されている。これにより、ロータ本体３１の回転に伴ってクランクシャフトが回転される。ここで、ボス部３２の肉厚は、ロータ本体３１の肉厚よりも厚くなっており、ボス部３２の重量は、比較的大きくなっている。これにより、回転電機１０とクランクシャフトとの固定強度が十分に確保され、かつ高速回転時等における回転ムラの発生が抑えられて、クランクシャフトおよび回転電機１０の双方に掛かる負荷が低減される。

【００２９】

筒状に形成された側壁部３１ｂの径方向内側、つまり側壁部３１ｂのステータコア２１側には、合計１２個のマグネットＭＧが装着されている。これらのマグネットＭＧはフェ

10

20

30

40

50

ライト磁石を採用している。なお、ネオジウム磁石等の他の磁石を使用することもできる。マグネットMGは、図2の網掛け部分に示されるように、筒状の側壁部31b（図1参照）の形状に倣って略円弧形状に形成されている。なお、これらのマグネットMGは、側壁部31bに対して、接着剤等（図示せず）により強固に固定されている。

【0030】

また、合計12個のマグネットMGは、略筒状に形成されたマグネットホルダHDにより、ロータ本体31の径方向内側から側壁部31bに向けて押さえ付けられている。よって、それぞれのマグネットMGが、側壁部31bから脱落することが防止される。なお、マグネットホルダHDは、可撓性を有する薄いステンレス鋼板やSP材（冷間圧延鋼板）等によって形成され、それぞれのマグネットMGを側壁部31bの周方向に対して等間隔で位置決めする機能も備えている。これにより、各マグネットMGの側壁部31bに対する固定作業を容易にして、回転電機10の組み立て作業性を向上させている。

10

【0031】

ここで、図4に示されるように、合計12個のマグネットMGのうちの11個は、ステータコア21（各センサSu, Sv, Sw, Sr）と対向する対向部SFに1つの磁極のみを有する標準マグネット33となっている。これに対し、合計12個のマグネットMGのうちのその他の1個は、ステータコア21（各センサSu, Sv, Sw, Sr）と対向する対向部SFに2つの磁極を有する2段マグネット34となっている。

【0032】

そして、これらの複数のマグネットMG（11個の標準マグネット33および1個の2段マグネット34）は、ロータ30の回転方向にN極およびS極が交互に現れるように並べられている。

20

【0033】

図1および図3に示されるように、ステータコア21の軸方向一侧、つまりステータコア21の軸方向に沿う底壁部31a側とは反対側には、センサユニット40が設けられている。センサユニット40は、ステータ20の周方向に沿う一部分を覆うようにして設けられている。

【0034】

センサユニット40は、プラスチック等の絶縁体により略T字形状に形成されたハウジング41を備えている。ハウジング41は、図1および図5に示されるように、第1固定部42、第2固定部43、橋渡し部44およびセンサホルダ部45を備えている。

30

【0035】

第1固定部42は、略扇形状に形成されており、ステータコア21の本体部21aに対して、固定ボルトBT（図1参照）により強固に固定されている。なお、固定ボルトBTは、ステータ20の軸方向他側（底壁部31a側）から、締結治具（図示せず）によりねじ込まれるようになっている。このように、センサユニット40は、ステータコア21、つまり回転電機10の非回転部分に固定される。

【0036】

第2固定部43は、略環状に形成されており、側壁部31bよりも径方向外側に突出して設けられている（図1参照）。そして、第2固定部43は、クランクケースの内部に設けられた取付ステーST（図3の二点鎖線参照）に対して、固定ボルト（図示せず）により強固に固定される。

40

【0037】

このように、センサユニット40の橋渡し部44およびセンサホルダ部45を挟む両側の部分が、非回転部分であるクランクケースの内部の取付ステーSTに固定される。すなわち、本実施の形態に係るセンサユニット40は、従前のような所謂「片持ち状態」で支持されず、所謂「両持ち状態」で支持される。ここで、クランクケースの内部に設けられた取付ステーSTは、本発明における取付対象物を構成している。

【0038】

図5に示されるように、第1固定部42と第2固定部43との間に、橋渡し部44およ

50

びセンサホルダ部 4 5 が配置されている。橋渡し部 4 4 は、ステータコア 2 1 の径方向内側、つまり第 1 固定部 4 2 寄りの部分に設けられ、センサホルダ部 4 5 は、ステータコア 2 1 の径方向外側、つまり第 2 固定部 4 3 寄りの部分に設けられている。

【0039】

橋渡し部 4 4 は、略板状に形成されており、ステータ 2 0 を形成する各コイル C u , C v , C w の部分を覆うようにして設けられている。そして、橋渡し部 4 4 は、センサホルダ部 4 5 の内側（第 1 固定部 4 2 側）を支持している。ここで、橋渡し部 4 4 は、各コイル C u , C v , C w に対して非接触の状態となっており、各コイル C u , C v , C w の表面の絶縁被膜（図示せず）を傷付けたりすることは無い。

【0040】

センサホルダ部 4 5 は、ステータコア 2 1 の径方向外側の部分に設けられ、センサホルダ部 4 5 の外側（第 2 固定部 4 3 側）は、第 2 固定部 4 3 によって支持されている。すなわち、センサホルダ部 4 5 の径方向内側および径方向外側は、第 1 固定部 4 2 および第 2 固定部 4 3 の双方に支持されている。したがって、センサホルダ部 4 5 は、振動等によりステータ 2 0 に対してガタつくことが抑えられている。

【0041】

センサホルダ部 4 5 は、略円弧形状に形成されたホルダ本体 4 6 と、当該ホルダ本体 4 6 からステータ 2 0 の軸方向に延びた 3 つのセンサ収容部 4 7 と、を備えている。すなわち、第 2 固定部 4 3 は、ホルダ本体 4 6 を介して 3 つのセンサ収容部 4 7 に一体に設けられており、これにより 3 つのセンサ収容部 4 7 のステータ 2 0 に対するガタつきが効果的に抑えられる。具体的には、3 つのセンサ収容部 4 7 は、ホルダ本体 4 6 からロータ本体 3 1 の底壁部 3 1 a に向けて延在されている（図 3 参照）。

【0042】

3 つのセンサ収容部 4 7 は、何れも同様の形状に形成されており、図 3 および図 5 に示されるように、ステータ 2 0 の軸方向に延びる中空の棒状となっている。センサ収容部 4 7 の基端部は、ホルダ本体 4 6 に一体に連結されており、センサ収容部 4 7 は、その基端部から先端部に亘って略同じ横断面形状に形成されている。そして、センサ収容部 4 7 の内部には、センサ素子としての各センサ S u , S v , S w , S r が実装されたセンサ基板 S B が収容されている。

【0043】

なお、各センサ S u , S v , S w , S r が実装されたセンサ基板 S B は、硬化されたモールド樹脂 M R（図 1 参照）により、センサ収容部 4 7 の内部の規定位置に精度良く位置決めされている。また、センサ基板 S B に実装された各センサ S u , S v , S w , S r 側が、ロータ 3 0 のマグネット M G と対向している。

【0044】

ホルダ本体 4 6 の長手方向に沿うセンサ収容部 4 7 の両側には、第 1 当接部 4 7 a および第 2 当接部 4 7 b が、それぞれ一体に設けられている。これらの第 1 , 第 2 当接部 4 7 a , 4 7 b は、センサ収容部 4 7 の両側からそれぞれ所定の高さで突出されており、ホルダ本体 4 6 の短手方向に沿う第 1 当接部 4 7 a と第 2 当接部 4 7 b との間の窪み部分に、ティース 2 1 b の突出部 2 1 d における先端部分が入り込むようになっている。

【0045】

ここで、第 1 当接部 4 7 a および第 2 当接部 4 7 b は、何れもセンサ収容部 4 7 の長手方向全域に亘って設けられている。これにより、センサユニット 4 0 を射出成形する際に用いる上下金型（図示せず）の形状を、簡素化することが可能となっている。よって、センサユニット 4 0 の製造コストを下げる事が可能となる。

【0046】

なお、センサ収容部 4 7 の第 1 当接部 4 7 a においては、ステータ 2 0 の径方向内側から、ティース 2 1 b の突出部 2 1 d に対してインシュレータ 2 2 を介して当接されている。これに対し、センサ収容部 4 7 の第 2 当接部 4 7 b においては、ステータ 2 0 の径方向外側から、ティース 2 1 b の突出部 2 1 d に対して直に当接されている。より具体的には

10

20

30

40

50

、第1当接部47aはインシュレータ22に対して略線接触され、第2当接部47bは突出部21dに対して略線接触されている。

【0047】

これにより、ステータ20に装着されたセンサユニット40の特に3つのセンサ収容部47の部分が、ステータ20に対してその径方向にそれぞれガタつくことが防止される。

【0048】

また、突出部21dと第1当接部47aとの間にインシュレータ22を介在させ、かつ両者を略線接触させている。したがって、隣り合うティース21bの先端部21cの間に、センサ収容部47を装着する際の装着荷重を小さくすることができる。よって、センサユニット40のステータ20への装着作業を容易にすることができる。このとき、特に第1当接部47aはインシュレータ22に摺接されるので、第1当接部47aのすり減り等が効果的に抑えられる。

【0049】

図5に示されるように、3つのセンサ収容部47の基端部には、一对の第2円弧面47cが一体に設けられている（図示では片方のみ示す）。これらの第2円弧面47cは、ホルダ本体46の長手方向に沿うセンサ収容部47の両側に設けられ、かつ第1当接部47aと第2当接部47bとの間に配置されている。そして、一对の第2円弧面47cは、センサユニット40をステータ20に装着した状態で、ステータ20の周方向において隣り合うインシュレータ22の第1円弧面22c（図6参照）に対して、それぞれ面接触されている（図7参照）。

【0050】

すなわち、一对の第2円弧面47cは、一对の第1円弧面22cに対して、ステータ20の軸方向からそれぞれ接触されており、かつ一对の第2円弧面47cの曲率半径は、一对の第1円弧面22cの曲率半径Rと同じ値のR（約1.5mm）に設定されている。ここで、第2円弧面47cは、本発明における第2接触面を構成している。

【0051】

図3に示されるように、ホルダ本体46に設けられた3つのセンサ収容部47にそれぞれ収容されたセンサ基板SBには、それぞれU相用センサSu、V相用センサSv、W相用センサSwが実装されている。また、W相に対応したセンサ基板SB（図3の最も左側）には、点火タイミングおよび燃料噴射タイミングを検出（クランクの位置を検出）するための回転センサSrも実装されている。つまり、これらの4つのセンサSu、Sv、Sw、Srは、それぞれセンサ基板SBに電氣的に接続されている。

【0052】

ここで、U相用、V相用、W相用センサSu、Sv、Swの3つは、センサ収容部47の先端側の部分に設けられ、かつロータ30の回転方向に並んで配置されている。また、回転センサSrは、センサ収容部47の基端側の部分に配置されている。

【0053】

これらの4つのセンサSu、Sv、Sw、Srは、それぞれ同じ構成のホール素子（センサ素子）となっている。具体的には、磁極（N極／S極）によりオン／オフが切り替わる交番検知型（バイポーラ）のホール素子を採用している。例えば、N極を検出すると「オン信号（1）」を発生し、S極を検出すると「オフ信号（0）」を発生する。

【0054】

これにより、合計12個のマグネットMG（図4参照）を有するロータ30の回転に伴って、各センサSu、Sv、Sw、Srは、それぞれ矩形波信号（図示せず）を出力する。よって、車載コントローラ（図示せず）は、これらの矩形波信号の入力に基づいて、ロータ30の回転状態を把握して、各コイルCu、Cv、Cwに対して最適なタイミングで駆動電流を供給することができる。また、車載コントローラは、点火タイミングおよび燃料噴射タイミングを把握して、イグナイターや燃料ポンプ（図示せず）を制御することができる。

【0055】

10

20

30

40

50

図3に示されるように、U相用センサ S_u 、V相用センサ S_v 、W相用センサ S_w 、回転センサ S_r は、それぞれセンサ基板 S_B を介して、隣り合うティース21bの先端部21cの間（スロット S_L の部分）に入り込んでいる。ここで、ステータコア21の軸方向に沿うW相用センサ S_w と回転センサ S_r との離間寸法 L は、約5.0mmに設定されている。

【0056】

このように、各センサ S_u 、 S_v 、 S_w 、 S_r は、何れもステータコア21に対して固定され、そのうちの1つの回転センサ S_r のみが、駆動用の各センサ S_u 、 S_v 、 S_w に対して、ロータ30の軸方向にずれて配置されている。ここで、各センサ S_u 、 S_v 、 S_w 、 S_r は、何れも合計12個のマグネット M_G （図4参照）に対して、回転電機10の径方向内側から対向するようになっている。これにより、各センサ S_u 、 S_v 、 S_w 、 S_r は、ロータ30の回転に伴う磁極（N極／S極）の変化により、矩形波信号をそれぞれ出力する。

【0057】

図4に示されるように、各センサ S_u 、 S_v 、 S_w 、 S_r は、合計12個のマグネット M_G に対して相対移動（相対回転）して、それぞれのマグネット M_G のエッジ部分 P_N 、 P_S に差し掛かったときに、それぞれの磁極を検出する。例えば、各センサ S_u 、 S_v 、 S_w 、 S_r は、N極のエッジ部分 P_N に差し掛かると「オン信号（1）」を発生し、S極のエッジ部分 P_S に差し掛かると「オフ信号（0）」を発生する。

【0058】

そして、3つのU相用センサ S_u 、V相用センサ S_v 、W相用センサ S_w は、それぞれ2段マグネット34の第1対向部34a（S極）と対向するようになっており、1つの回転センサ S_r は、2段マグネット34の第2対向部34b（N極）と対向するようになっている。

【0059】

合計12個のマグネット M_G と、各センサ S_u 、 S_v 、 S_w 、 S_r との位置関係は、図4に示される位置関係となる。図4は、ロータ本体31の筒状の側壁部31b（図3参照）を平面状に展開した模式図となっている。

【0060】

各マグネット M_G の幅寸法 W は約30mmに設定され、各マグネット M_G の高さ寸法 H は約25mmに設定されている。また、ロータ30の回転方向に沿う各マグネット M_G の間隔寸法 G は約2mmに設定されている。そして、各マグネット M_G のエッジ部分 P_N 、 P_S のピッチ P_1 は30度に設定されている。このピッチ P_1 （30度）は、ロータ30の回転方向に沿う各マグネット M_G の配置間隔と一致しており、「 $360\text{度} \div 12\text{極}$ 」に基づいて得られる。

【0061】

これに対し、駆動用の各センサ S_u 、 S_v 、 S_w のピッチ P_2 は20度に設定されている。このピッチ P_2 （20度）は、ロータ30の回転方向に沿う各スロット S_L （図2参照）の配置間隔と一致しており、「 $360\text{度} \div 18\text{スロット}$ 」に基づいて得られる。このように、本実施の形態における回転電機10は、[12極18スロット]のブラシレスモータを形成している。これにより、コギングトルクの発生が抑えられた滑らかな回転駆動が可能となっている。

【0062】

図4に示されるように、標準マグネット33および2段マグネット34において、薄い網掛け部分がS極となっており、濃い網掛け部分がN極となっている。そして、標準マグネット33の対向部 S_F は1極に着磁され、2段マグネット34の対向部 S_F は2極に着磁されている。

【0063】

具体的には、2段マグネット34の対向部 S_F には、大きな表面積を占める第1対向部34aと、第1対向部34aの表面積よりも小さな表面積の第2対向部34bと、が設け

10

20

30

40

50

られている。そして、第1対向部34aがS極に着磁され、第2対向部34bがN極に着磁されており、第1対向部34aの磁極および第2対向部34bの磁極が互いに異なっている。

【0064】

2段マグネット34の第2対向部34bは、第1対向部34aに比して大分小さくなっている。言い換えれば、第2対向部34bは、ロータ30の回転方向に帯状に延在されている。そして、第1対向部34a（大）と第2対向部34b（小）の間には、磁極の境界を示す境界部BLが設けられている。ここで、2段マグネット34の対向部SF上に設けられる境界部BLは、S極に着磁された第1対向部34aとN極に着磁された第2対向部34bとの境界線となっている。

10

【0065】

さらに、図3および図4に示されるように、境界部BLの近傍には、仮想線（二点鎖線）で示されるように、検出境界線LNが形成されている。検出境界線LNは、W相用センサSwと回転センサSrとの間の丁度真ん中に配置され、当該検出境界線LNの第1対向部34a側（図中下側）が、駆動用の各センサSu，Sv，Swが磁極の変化を検出し得る第1検出領域AR1となっている。これに対し、検出境界線LNの第2対向部34b側（図中上側）が、回転センサSrが磁極の変化を検出し得る第2検出領域AR2となっている。なお、検出境界線LNは、境界部BLよりも第1対向部34a側に若干オフセットされている（ずれている）。

【0066】

20

ここで、駆動用の各センサSu，Sv，Swの検出精度および回転センサSrの検出精度をそれぞれ向上させるためにも、ロータ30の軸方向に対する検出境界線LNの位置と境界部BLの位置とを、完全に一致させることが望ましい。このようにすることで、他方の磁極に影響を受けることなく、それぞれの磁極を精度良く検出することが可能となる。しかしながら実際には、構成部品の寸法精度がばらついたり、ステータ20に対するロータ30の軸ずれが生じたりするため、検出境界線LNの位置と境界部BLの位置とを完全に一致させることは困難である。

【0067】

そこで、駆動用の各センサSu，Sv，Swが、より高精度に磁極の変化を検出可能となるように、設計上において、検出境界線LNを中心として、第2対向部34b側に第1対向部34aのS極を少しだけはみ出させている。これにより、駆動用の各センサSu，Sv，Swの検出精度が十分に確保され、回転電機10をスタータモータとして確実に駆動させることが可能となっている。

30

【0068】

ここで、図4に示されるように、駆動用の各センサSu，Sv，SwのピッチP2は20度となっている。そのため、駆動用の各センサSu，Sv，Swは、1つのマグネットMGに対して同時に対向することが無い。そして、駆動用の各センサSu，Sv，Swが、それぞれ異なるタイミングで矩形波信号を出力することで、車載コントローラはロータ30の回転状態（回転方向や回転速度等）を把握するようになっている。

【0069】

40

ここで、回転センサSrは、ロータ30が1回転する間に、2段マグネット34の部分において3回連続でN極と対向することになる。つまり、駆動用の各センサSu，Sv，Swが出力する矩形波信号の長さを「1」としたときに、駆動用の各センサSu，Sv，Swは、常に長さが「1」の矩形波信号を出力する。これに対し、回転センサSrは、3回連続してN極と対向すると、長さが「3」の矩形波信号を出力する。したがって、車載コントローラは、回転センサSrからの長い矩形波信号の入力に基づいて、ロータ30が1回転したことを把握することができる。

【0070】

このようにして、本実施の形態に係る回転電機10では、スタータモータとして効率良く回転駆動させることができ、かつ点火タイミングや燃料噴射タイミングを確実に検出す

50

ることが可能となっている。

【0071】

なお、図4に示されるように、回転センサS_rは、ロータ30の軸方向に対して、N極に着磁された第2対向部34bから第1対向部34a側とは反対側に少しだけはみ出た位置に配置されている。これにより、回転センサS_rは、検出境界線LNを中心として第2対向部34b側に少しだけはみ出た第1対向部34aのS極の影響を受け難くなっている。よって、回転センサS_rの検出精度の低下も効果的に抑えられている。

【0072】

次に、以上のように形成された回転電機10の組み立て手順、特に、センサユニット40のステータ20への装着手順について、図面を用いて詳細に説明する。なお、図8および図9におけるセンサユニット40では、モールド樹脂MR（図1参照）の図示を省略している。

10

【0073】

まず、図8に示されるように、別の製造工程を経てそれぞれ組み立てられたステータ20およびセンサユニット40を準備する。次いで、センサユニット40に設けられた3つのセンサ収容部47を、ステータ20に対してその軸方向一側（図中上側）から臨ませる。このとき、それぞれのセンサ収容部47の先端部を、隣り合うティース21bにおける先端部21cの間に向けるようにする。その後、矢印M1に示されるように、3つのセンサ収容部47を先端部21cの間にそれぞれ差し込む。

【0074】

20

これにより、ティース21bの突出部21dが、センサ収容部47の第1当接部47aと第2当接部47bとの間（図5参照）に挟まれるようにして配置される。このとき、第1当接部47aはインシュレータ22の薄肉部22aに摺接され、第2当接部47bは突出部21dに摺接される。

【0075】

ここで、センサ収容部47のステータ20への差し込み部分は、突出部21dの間隔寸法が他の部分（間隔寸法L1）よりも大きい部分である。具体的には、突出部21dの間隔寸法がL2（ $L2 > L1$ ）の部分に、センサ収容部47を差し込むようにする。なお、間隔寸法L2の大きさは、間隔寸法L1の大きさの略2倍となっており、さらには間隔寸法L2の部分がステータ20の周方向に3箇所連続して設けられている。したがって、センサ収容部47が差し込まれる間隔寸法L2の部分は、ステータ20の外観上、目立つようになり、装着作業性が良好となっている。

30

【0076】

その後、図7に示されるように、インシュレータ22に設けられた第1円弧面22cに対して、センサ収容部47に設けられた第2円弧面47cが、ステータ20の軸方向から互いに面接触されて、センサユニット40がステータ20に突き当てられる。これにより、3つのセンサ収容部47の先端部21cの間（突出部21dの間）への差し込み動作が終了する。

【0077】

次いで、差し込み動作を終えた状態において、図8の矢印M2に示されるように、固定ボルトBTを用いて、センサユニット40をステータ20に最終的に固定する。これにより、図9に示されるように、センサユニット40のステータ20への装着が完了する。

40

【0078】

ここで、変形例として、図9の白抜矢印で示されるように、センサユニット40をステータ20に対して固定ボルトBTで固定した状態で、ハウジング41のセンサホルダ部45の部分を、ステータ20に対して所定の押圧力Fで押圧されるようにもできる。すなわち、ハウジング41の形状を、センサユニット40をステータ20に装着する過程において、第1固定部42が本体部21aに接触するよりも先に、第1円弧面22cが第2円弧面47c（図7参照）に接触する形状にもできる。

【0079】

50

このようにすれば、センサ収容部 47 が先端部 21 c に対して傾斜するように装着されたり、部品精度を多少低くしたりしても、第 1 円弧面 22 c および第 2 円弧面 47 c を、互いに確実に面接触させることが可能となる。

【0080】

以上詳述したように、本実施の形態に係る回転電機 10 によれば、センサユニット 40 は、ステータ 20 の本体部 21 a に固定される第 1 固定部 42 と、センサ基板 S B を収容するセンサ収容部 47 に設けられ、取付ステー S T に固定される第 2 固定部 43 とを備え、インシュレータ 22 の第 1 円弧面 22 c およびセンサ収容部 47 の第 2 円弧面 47 c は、それぞれ同じ曲率半径 R の円弧面であり、かつ互いに面接触されている。

【0081】

これにより、センサ収容部 47 がステータ 20 の軸方向にガタつくことが防止されて、各センサ S u, S v, S w, S r が損傷したり位置ずれを起こしたりすることが抑制される。また、センサ基板 S B のはんだ（図示せず）にクラックが発生する等の不具合の発生も抑制される。したがって、センサユニット 40 の耐久性向上および検出精度向上を図ることが可能となる。

【0082】

また、仮にセンサ収容部 47 がステータ 20 に対して傾斜するように装着されても、第 1 円弧面 22 c および第 2 円弧面 47 c がそれぞれ同じ曲率半径 R の円弧面のため、互いの面接触を維持することができる。よって、部品毎に発生する寸法精度のばらつきを吸収することができ、ひいてはセンサユニット 40 がステータ 20 に対してガタつくことをより確実に抑制することが可能となる。

【0083】

さらに、本実施の形態に係る回転電機 10 によれば、第 1 円弧面 22 c は、隣り合うティース 21 b に装着されたインシュレータ 22 のそれぞれに設けられ、第 2 円弧面 47 c は、ステータ 20 の周方向において、センサ収容部 47 の両側にそれぞれ設けられているので、センサユニット 40 とインシュレータ 22 との接触箇所を増やすことができる。よって、センサユニット 40 がステータ 20 に対してガタつくことをより確実に抑制することが可能となる。

【0084】

また、本実施の形態に係る回転電機 10 によれば、第 2 円弧面 47 c が、第 1 円弧面 22 c に対して、所定の押圧力 F で押圧されるようにもできる。この場合には、センサ収容部 47 が先端部 21 c に対して傾斜するように装着されたり、部品精度を多少低くしたりしても、第 1 円弧面 22 c および第 2 円弧面 47 c を、互いに確実に面接触させることが可能となる。

【0085】

本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。例えば、上記実施の形態においては、第 1 円弧面 22 c を、隣り合うティース 21 b に装着されたインシュレータ 22 のそれぞれに設け、第 2 円弧面 47 c を、ステータ 20 の周方向において、センサ収容部 47 の両側にそれぞれ設けたものを示したが、本発明はこれに限らず、1 つのセンサ収容部 47 に対して、1 つずつの第 1 円弧面 22 c および第 2 円弧面 47 c を設けることもできる。

【0086】

また、上記実施の形態においては、各センサ S u, S v, S w, S r を、センサ基板 S B 上に直に実装したものを示したが、本発明はこれに限らず、センサ素子がリード線を介してセンサ基板に電氣的に接続されるものにも適用することができる。

【0087】

さらに、上記実施の形態においては、回転電機 10 を、「12 極 18 スロット」のブラシレスモータ構造としたものを示したが、本発明はこれに限らず、他の極数および他のスロット数であっても構わない。

【0088】

また、上記実施の形態においては、回転電機 10 を、自動二輪車等のスタータおよび発電機に用いられる A C G スタータとしたものを示したが、本発明はこれに限らず、例えば、耕運機などの農機具や小型船舶の船外機等のエンジンの始動に用いられる A C G スタータにも適用することができる。

【0089】

その他、上記実施の形態における各構成要素の材質、形状、寸法、数、設置箇所等は、本発明を達成できるものであれば任意であり、上記実施の形態に限定されない。

【符号の説明】

【0090】

10：回転電機，20：ステータ，21：ステータコア，21a：本体部，21b：テ
ィース，21c：先端部，21d：突出部，22：インシュレータ，22a：薄肉部，2
2b：肉厚部，22c：第1円弧部（第1接触面），30：ロータ，31：ロータ本体，
31a：底壁部，31b：側壁部，32：ボス部，33：標準マグネット（マグネット）
，34：2段マグネット（マグネット），34a：第1対向部，34b：第2対向部，4
0：センサユニット，41：ハウジング，42：第1固定部，43：第2固定部，44：
橋渡し部，45：センサホルダ部，46：ホルダ本体，47：センサ収容部，47a：第
1当接部，47b：第2当接部，47c：第2円弧面（第2接触面），AR1：第1検出
領域，AR2：第2検出領域，BL：境界部，BT：固定ボルト，Cu：U相コイル（コ
イル），Cv：V相コイル（コイル），Cw：W相コイル（コイル），F：押圧力，HD
：マグネットホルダ，LN：検出境界線，MG：マグネット，MR：モールド樹脂，SB
：センサ基板，SF：対向部，SL：スロット，Sr：回転センサ（センサ素子），ST
：取付ステー（取付対象物），Su：U相用センサ（センサ素子），Sv：V相用センサ
（センサ素子），Sw：W相用センサ（センサ素子）

10

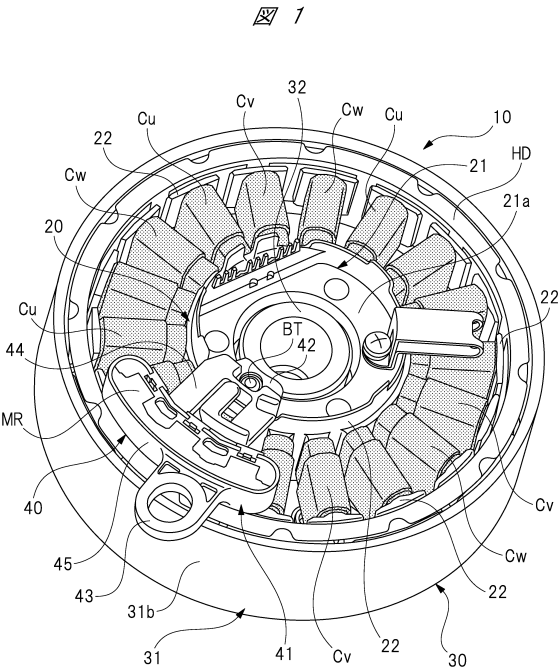
20

30

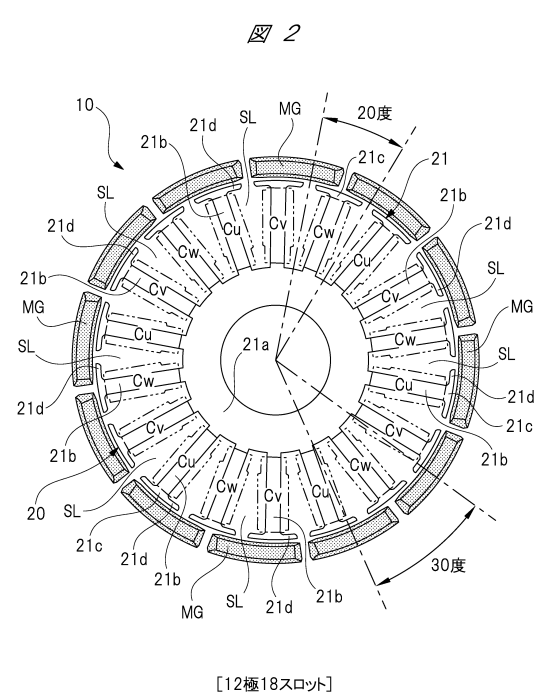
40

50

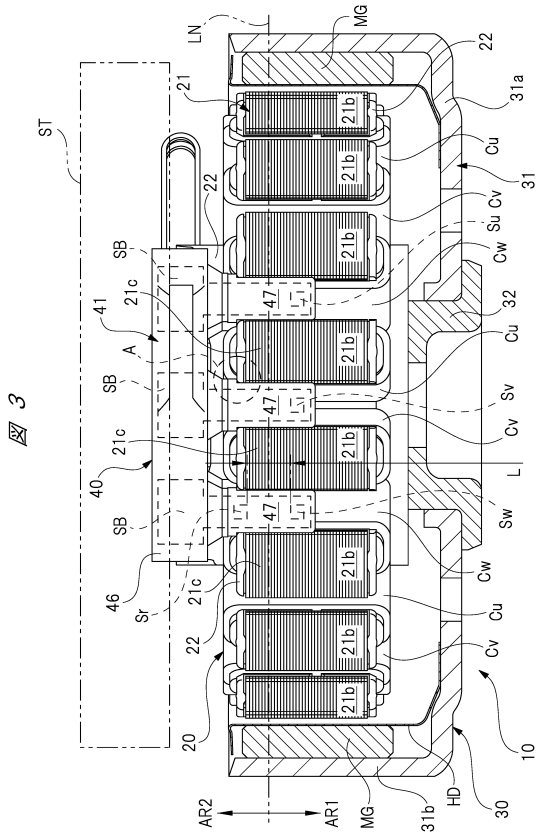
【図面】
【図 1】



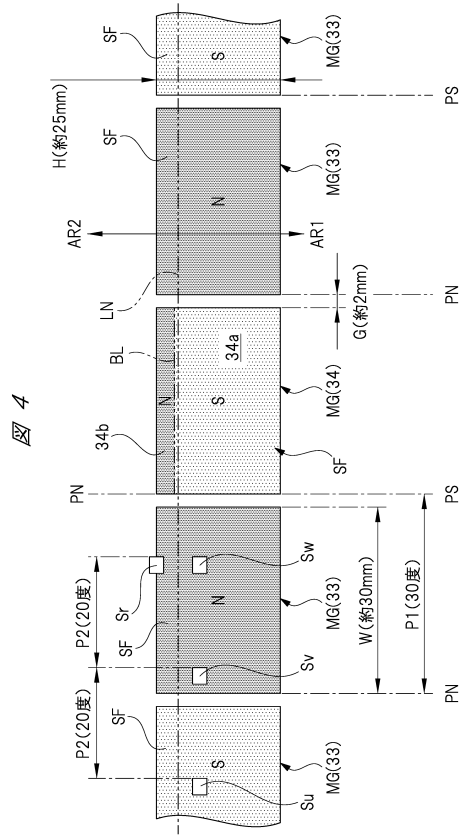
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

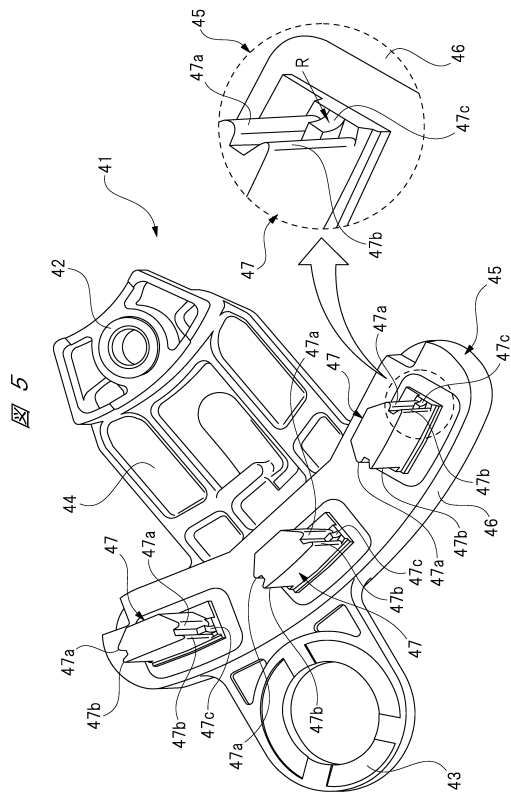
20

30

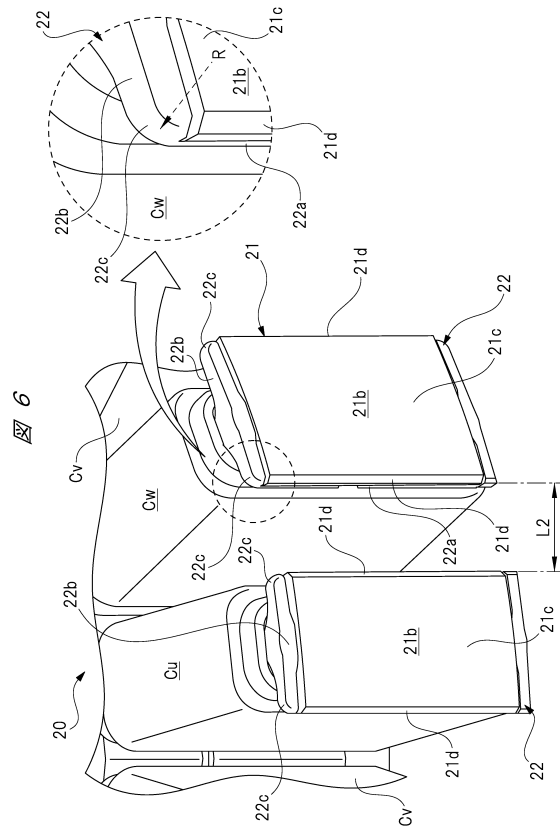
40

50

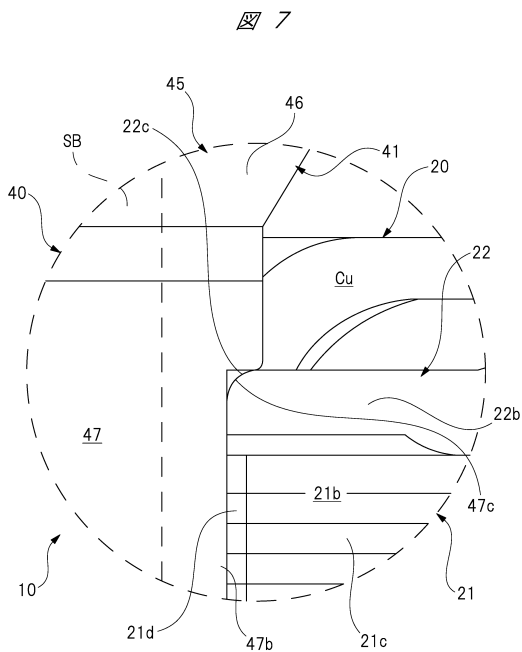
【図 5】



【図 6】



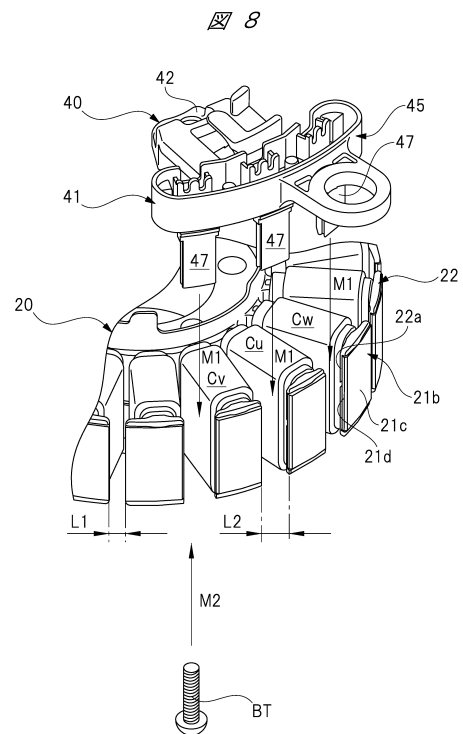
【圖 7】



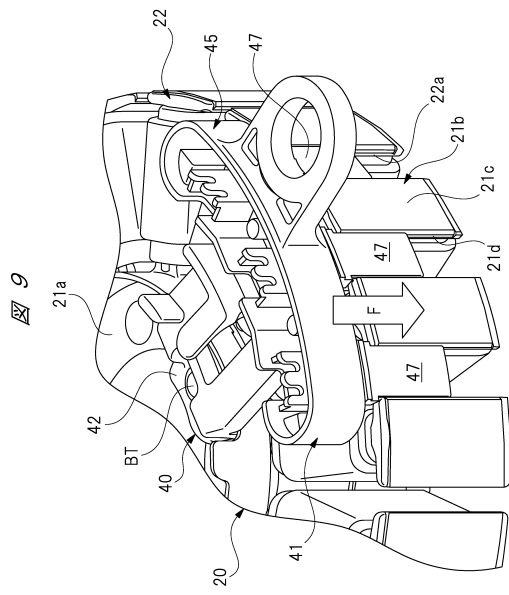
20:ステータ
22:インシュレータ
22c:1円弧部(第1接触面)
40:センサユニット

47:センサ収容部
47c:第2円弧面(第2接触面)
SB:センサ基板

【図 8】



【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2016/181659 (WO, A1)
 国際公開第2014/156865 (WO, A1)
 特開2010-200420 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 H02K 11/00- 11/40
 H02K 3/46