

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6485705号  
(P6485705)

(45) 発行日 平成31年3月20日(2019.3.20)

(24) 登録日 平成31年3月1日(2019.3.1)

(51) Int.Cl. F I  
**HO2M 7/48 (2007.01)** HO2M 7/48 Z  
**HO2K 11/30 (2016.01)** HO2K 11/30

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-247935 (P2015-247935)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成27年12月18日(2015.12.18)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2017-112808 (P2017-112808A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成29年6月22日(2017.6.22)	(74) 代理人	110000604
審査請求日	平成30年4月5日(2018.4.5)		特許業務法人 共立
		(72) 発明者	磯貝 伸男
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	柳下 勝幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置および回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ハウジング(204)の内部に一以上の半導体素子(Q1, Q2, D1, D2)を備える半導体モジュール(203)によって、回転電機(10)の固定子巻線(14a)と外部の直流電源(E)との間で電力を変換する電力変換装置において、

前記半導体モジュールの所定面(S2)と直接的または間接的に面接触して冷却する冷却器(202)と、

前記半導体モジュールから延びて前記冷却器とは反対方向に曲げられた複数の外部リードフレーム(203d)と、

前記ハウジングの内部に配置されるとともに、前記ハウジングから延びて前記外部リードフレームと同一方向に曲げられた複数の接続部材(204a)と、

前記外部リードフレームの先端部(T2)と前記接続部材の先端部(T1)とは、ともに前記所定面に対向する前記ハウジングの対向面(S1)から突出して延びており、前記先端部どうしが電氣的に接続された接続部(207)と、

前記対向面から前記接続部まで、前記外部リードフレームと前記接続部材とを含めて囲うキャップ部(208)と、

前記ハウジングと前記冷却器とで囲まれた空間(SP2)と、前記キャップ部の内部空間(SP1)とに充填された絶縁性の樹脂(209)とを有する電力変換装置(20, 20A, 20B, 20C)。

【請求項2】

10

20

前記半導体モジュールは、前記一以上の半導体素子がモールド樹脂(203a)によりモールドされた請求項1に記載の電力変換装置。

【請求項3】

前記半導体モジュールは、前記所定面を含めて前記冷却器によって冷却される冷却部位(203b)に配置され、前記外部リードフレームよりも板厚が大きい内部リードフレーム(203c)を有する請求項1または2に記載の電力変換装置。

【請求項4】

前記半導体モジュールは、上アームに配置される前記半導体素子(Q1, D1)と、下アームに配置される前記半導体素子(Q2, D2)とが直列接続された素子ペアを一以上有する請求項1から3のいずれか一項に記載の電力変換装置。

10

【請求項5】

前記複数の外部リードフレームは、前記半導体モジュールにおける対向する二面から延びる請求項1から4のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項6】

前記半導体モジュールの前記所定面と前記冷却器との間に介在され、前記樹脂よりも熱伝導性が高い絶縁部材を有する請求項1から5のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項7】

前記キャップ部の先端部位(208b)は、前記ハウジングに設けられた被嵌合部位(204e)と嵌合する嵌合部位(208a)を有する請求項1から6のいずれか一項に記載の電力変換装置。

20

【請求項8】

前記キャップ部は、前記ハウジングの一部として前記半導体モジュールを囲う請求項1から7のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項9】

回転子(21)と、前記回転子に対向して設けられる固定子(14)と、前記回転子を回転自在に支持するとともに前記固定子を保持するフレーム(12, 12F, 12R)とを有する回転電機(10)において、

請求項1から8のいずれか一項に記載の電力変換装置を一以上有する回転電機。

【請求項10】

前記電力変換装置の前記ハウジングは、前記フレームの外側面(SO)に固定された請求項9に記載の回転電機。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一以上の半導体モジュールをハウジング内に含む電力変換装置と、当該電力変換装置を一以上有する回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来では、例えば下記の特許文献1において、組み立てが容易で信頼性の高い制御装置を備えることを目的とする回転電機に関する技術が開示されている。この回転電機は、ケースに固定され、固定子巻線と外部の直流電源との間の電力変換を行う電力変換回路を設けたパワーモジュール構成体及び電力変換回路を制御する制御回路部を制御装置として有する。パワーモジュール構成体は、パワーモジュール、ハウジング、ヒートシンクを備える。パワーモジュールは、第1のリードフレーム、第2のリードフレーム、第3のリードフレームを備える。ハウジングは、第1の開口部、第2の開口部、電力接続部材、信号接続部材を備える。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第5774207号公報

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかし、特許文献1の回転電機を製造するには、リードフレームと信号接続部材との電気的な接続をハウジングの内部で行う必要がある。例えば溶接を行う溶接電極などのような接続用器具は、第2の開口部からハウジングの内部に入れなければならない、干渉によるハウジングの損傷防止のために第2の開口部を大きく確保しなければならない。結果として、ハウジングの体格が大きくなるため、回転電機の体格も大きくならざるを得ないという問題点があった。

## 【0005】

本開示はこのような点に鑑みてなしたものであり、従来よりも小型化できる電力変換装置および回転電機を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記課題を解決するためになされた第1の発明は、ハウジング(204)の内部に一以上の半導体素子(Q1, Q2, D1, D2)を備える半導体モジュール(203)によって、回転電機(10)の固定子巻線(14a)と外部の直流電源(E)との間で電力を変換する電力変換装置において、前記半導体モジュールの所定面(S2)と直接的または間接的に面接触して冷却する冷却器(202)と、前記半導体モジュールから延びて前記冷却器とは反対方向に曲げられた複数の外部リードフレーム(203d)と、前記ハウジングの内部に配置されるとともに、前記ハウジングから延びて前記外部リードフレームと同一方向に曲げられた複数の接続部材(204a)と、前記外部リードフレームの先端部(T2)と前記接続部材の先端部(T1)とは、ともに前記所定面に対向する前記ハウジングの対向面(S1)から突出して延びており、前記先端部どうしが電氣的に接続された接続部(207)と、前記対向面から前記接続部まで、前記外部リードフレームと前記接続部材とを含めて囲うキャップ部(208)と、前記ハウジングと前記冷却器とで囲まれた空間(SP2)と、前記キャップ部の内部空間(SP1)とに充填された絶縁性の樹脂(209)とを有する。この構成によれば、外部リードフレームと接続部材の各先端部はともに半導体モジュールの対向面から突出して延びている。そのため、ハウジングに大きな開口部を確保する必要がないので、外部リードフレームと接続部材が延びる方向の長さが抑えられるので、ハウジング全体の体格を従来よりも小型化できる。

## 【0007】

第2の発明は、前記半導体モジュールは、前記一以上の半導体素子がモールド樹脂(203a)によりモールドされる。この構成によれば、素子実装の小型化を図ることができる。

## 【0008】

第3の発明は、前記半導体モジュールは、前記所定面を含めて前記冷却器によって冷却される冷却部位(203b)に配置され、前記外部リードフレームよりも板厚が大きい内部リードフレーム(203c)を有する。この構成によれば、半導体素子で生じる熱を効率良く冷却器に伝導することができる。

## 【0009】

第4の発明は、前記半導体モジュールは、上アームに配置される前記半導体素子(Q1, D1)と、下アームに配置される前記半導体素子(Q2, D2)とが直列接続された素子ペアを一以上有する。この構成によれば、内部リードフレームや外部リードフレームの数を低減でき、実装面積の低減によって小型化を図ることができる。

## 【0010】

第5の発明は、前記複数の外部リードフレームは、前記半導体モジュールにおける対向する二面から延びる。この構成によれば、電位差が大きな外部リードフレームを二面に分けることで、腐食に対する信頼性を向上することができる。

## 【0011】

10

20

30

40

50

第6の発明は、前記半導体モジュールの前記所定面と前記冷却器との間に介在され、前記樹脂よりも熱伝導性が高い絶縁部材を有する。この構成によれば、半導体モジュールで生じる熱を効率良く冷却器に伝導して、半導体モジュールを冷却することができる。

【0012】

第7の発明は、前記キャップ部の先端部位(208b)は、前記ハウジングに設けられた被嵌合部位(204e)と嵌合する嵌合部位(208a)を有する。この構成によれば、嵌合によるラビリンス構造とすることで充填された樹脂の漏れをより確実に防止することができる。

【0013】

第8の発明は、前記キャップ部は、前記ハウジングの一部として前記半導体モジュールを囲う。この構成によれば、キャップ部はハウジングの一部として機能するので、小型化に寄与する。

【0014】

第9の発明は、回転子(21)と、前記回転子に対向して設けられる固定子(14)と、前記回転子を回転自在に支持するとともに前記固定子を保持するフレーム(12, 12F, 12R)とを有する回転電機(10)において、請求項1から8のいずれか一項に記載の電力変換装置を一以上有する。この構成によれば、電力変換装置の体格が小さくなるので、回転電機の体格も従来より小型化できる。

【0015】

第10の発明は、前記電力変換装置の前記ハウジングは、前記フレームの外側面(SO)に固定される。この構成によれば、固定子で発生した熱が冷却器に伝導するのを抑制することができる。

【0016】

なお「半導体素子」は、スイッチング素子、ダイオード、トランジスタ、IC、LSIなどを含む。「スイッチング素子」は、スイッチング動作が可能な任意の半導体素子を適用できる。例えば、FET(具体的にはMOSFET, JFET, MESFET等)、IGBT、GTO、パワートランジスタなどが該当する。「電力変換装置」は、回転電機の巻線と直流電源との間で電力を変換できれば、任意に構成してよい。「半導体モジュール」は、一以上の半導体素子、外部リードフレーム、内部リードフレーム、ハウジングなどを含む。「ハウジング」は、一以上の半導体素子、外部リードフレーム、内部リードフレームが備えられることを条件として、任意の形状や任意材料を適用してよい。「冷却器」は、空冷式でもよく、水冷式でもよい。「樹脂」は、絶縁性を示せば任意の材料を適用してよい。「回転電機」は、回転する部材(例えば軸やシャフト等)を有する機器であれば任意である。例えば、発電機、電動機、電動発電機等が該当する。発電機には電動発電機が発電機として作動する場合を含み、電動機には電動発電機が電動機として作動する場合を含む。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】回転電機の構成例を模式的に一部断面で示す断面図である。

【図2】図1に示す矢印II方向から見た平面図である。

【図3】電力変換装置の外観を模式的に示す平面図である。

【図4】ハウジングの構成例を示す模式図である。

【図5】半導体モジュールの第1構成例を示す模式図である。

【図6】半導体モジュールの第2構成例を示す模式図である。

【図7】半導体モジュールの第3構成例を示す模式図である。

【図8】半導体モジュールと冷却器とを接着する様子を示す模式図である。

【図9】接続対象の先端部を合わせた状態を示す模式図である。

【図10】接続後の先端部を示す模式図である。

【図11】第1嵌合例を模式的に示す断面図である。

【図12】電力変換装置の第1構成例を模式的に示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】対向する二面から複数の外部リードフレームが延びる半導体モジュールの構成例を示す断面図である。

【図 1 4】電力変換装置の第 2 構成例を模式的に示す断面図である。

【図 1 5】電力変換装置の第 3 構成例を模式的に示す断面図である。

【図 1 6】第 2 嵌合例を模式的に示す断面図である。

【図 1 7】第 3 嵌合例を模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明を実施するための形態について、図面に基づいて説明する。なお、特に明示しない限り、「接続する」という場合には電氣的に接続することを意味する。各図は、本発明を説明するために必要な要素を図示し、実際の全要素を図示しているとは限らない。上下左右等の方向を言う場合には、図面の記載を基準とする。磁性材は、主に軟磁性材であるが、磁束が流れることを条件として材料や構成などを問わない。固定は、例えばボルトやネジ等の締結部材を用いて行う締結でもよく、母材を溶かして溶接等を行う接合でもよく、接着剤を用いる接着でもよく、二種類以上を組み合わせてもよい。

10

【0019】

〔実施の形態 1〕

実施の形態 1 は図 1 ~ 図 1 2 を参照しながら説明する。実施の形態 1 では、一面から複数の外部リードフレームが延びる半導体モジュールを適用する。

【0020】

図 1 に示す回転電機 1 0 は、インナーロータ型であって、固定子 1 4 , 回転子 2 1 , 冷却ファン 1 3 などをフレーム 1 2 内に有する。

20

【0021】

フレーム 1 2 は、上述した要素を収容できれば任意の形状で成形してよく、図 1 は一例に過ぎない。本形態のフレーム 1 2 は、図 1 に示すフロントフレーム 1 2 F やリアフレーム 1 2 R などを有する。フレーム 1 2 には、複数の冷却風吐出孔 2 2 や複数の冷却風吸入孔 2 3 などが設けられる。フレーム 1 2 はブラケットや筐体などに相当する。なお、後述する電力変換装置 2 0 内に配置が困難な大きさの電子部品（例えばコイル、コンデンサ等）やセンサ（例えば回転角検出センサ等）などをフレーム 1 2 内に収容してもよい。

【0022】

「電機子」に相当する固定子 1 4 は、固定子巻線 1 4 a や固定子コア 1 4 b などを有する。固定子巻線 1 4 a は、三相以上の巻線であり、固定子コア 1 4 b に含まれるスロットに収容されて組み込まれる。本形態の固定子コア 1 4 b は、渦電流の発生を抑制して鉄損を低く抑えるために、多数の電磁鋼板を積層した積層鋼板で構成する。固定子 1 4 は、後述する回転子 2 1 との間にエアギャップを介して配置される。エアギャップの大きさ（あるいは間隔）は、固定子 1 4 と回転子 2 1 との間で磁束が流れ、かつ、接触等により損傷を防止する限りにおいて任意に設定してよい。

30

【0023】

回転子 2 1 は、一対の回転子コア 2 1 a , 2 1 c や、回転子巻線 2 1 b などを有する。回転子コア 2 1 a と回転子コア 2 1 c は、磁性体で成形され、所定形状を軸方向に対向させて構成される。本形態の回転子コア 2 1 a , 2 1 c は、固定子コア 1 4 b と同様に積層鋼板で構成するとともに、それぞれ複数の爪状磁極を有する（図示せず）。各爪状磁極は、固定子コア 1 4 b 側の端部において周方向に並べて設けられ、軸方向に所定ピッチで先細り状に形成される。周方向は、径方向と直交する方向であって図 2 に示す。

40

【0024】

回転子コア 2 1 a , 2 1 c の所定形状は、例えば爪状磁極を有する部位が図 1 に示すような L 字状の断面形状であり、爪状磁極以外の部位が円形状である。断面形状は L 字状に限らず、J 字状や U 字状などのような他の形状でもよい。円形状には、円環形状、円板形状、円筒形状などを含む。回転子コア 2 1 a の爪状磁極と、回転子巻線 2 1 b の爪状磁極とは、噛み合わせるように対向させて互い違いに設けられる。回転子コア 2 1 a , 2 1 c

50

は、少なくとも爪状磁極を含めて磁性体で成形される。

【0025】

「界磁巻線」に相当する回転子巻線21bは、回転子コア21aと回転子コア21cとの間に挟まれるように設けられる。回転子巻線21bへの通電によって、回転子コア21aの爪状磁極と、回転子コア21cの爪状磁極とは、互いに異なる磁極（すなわちN極またはS極）で磁化される。

【0026】

複数の冷却ファン13は、冷却部の一例である。各冷却ファン13は、固定子巻線14aに近づけて、回転子21の軸方向端面に固定される。回転子21とともに冷却ファン13が回転すると、冷却風吸入孔23から冷却風を吸入し、冷却風吐出孔22から冷却風を吐出する。冷却風がフレーム12内を流れることで、ブラシホルダ16や固定子14などを含めて回転電機10の全体を冷却することができる。

10

【0027】

「シャフト」とも呼ばれる回転軸24は、フレーム12との間に軸受19が介在されることにより、回転自在に支持される。この回転軸24は、回転子21と直接的（あるいは間接的）に固定され、回転子21と一体に回転する回転体でもある。

【0028】

回転軸24は、一端側（例えば図1の左側）にプーリ11が固定部材25を用いて固定され、他端側（例えば図1の右側）にスリップリング18が固定されている。図示しないが、プーリ11には車両に搭載される内燃機関の回転軸との間で伝達ベルトが巻き掛けられる。回転電機10と内燃機関との間は、伝達ベルトを介して動力の授受が行われる。

20

【0029】

レギュレータ15は、外部装置30から送信された情報に基づいて回転子巻線21bへの界磁電流を調整する。このレギュレータ15は、電力変換装置20に備えられるスイッチング素子の制御端子との接続を含んでもよい。この接続により、外部装置30から回転電機10の回転や停止を制御できる。また、レギュレータ15は、電力変換装置20と接続されてもよいし、接続されていなくてもよい。

【0030】

スリップリング18は、導電線を用いて回転子巻線21bと接続されている。このスリップリング18は、ブラシホルダ16に含まれるブラシ17と接触することで、電力や信号等を伝達可能に接続される。絶縁性のブラシホルダ16は、ブラシ17を収容して保持するとともに、回転子巻線21bとレギュレータ15との間で電力や信号を伝達するために接続するターミナルを含む。ブラシ17には、陽極用と陰極用のブラシがある。

30

【0031】

外部装置30は、固定子巻線14aや回転子巻線21bに電流を流して回転電機10の回転制御を行ったり、固定子巻線14aで発電した電力を直流電源Eに充電する制御を行ったりする。この外部装置30は、例えばECUやコンピュータ等を含む。ECUは「Electronic Control Unit」の頭文字からなる略称である。なお、外部装置30は図1に示すように回転電機10の外部に備えてもよく、図2に示す電力変換装置20と同様に回転電機10に備えてもよい。

40

【0032】

直流電源Eは、燃料電池、太陽電池、リチウムイオン電池、鉛蓄電池などのうちで一以上を含む。燃料電池や太陽電池は、直流電力を出力できる一次電池に相当する。リチウムイオン電池や鉛蓄電池は、直流電力の放電と蓄電ができる二次電池に相当する。本形態の回転電機10は、力行と回生が行える点でリチウムイオン電池や鉛蓄電池のような二次電池が適する。

【0033】

図2に示すリアフレーム12Rの外側面S0には、一以上の電力変換装置20が固定される。電力変換装置20は、回転電機10の巻線（すなわち固定子巻線14aや回転子巻線21b）と直流電源Eとの間で電力を変換して伝達する。力行時の直流電源Eは、電力

50

変換装置 20 を介して回転電機 10 の巻線に電力を供給する。回生時の直流電源 E は、回転電機 10 の巻線から電力変換装置 20 を介して電力を蓄電する。

【0034】

図 2 は、ブラシホルダ 16 を囲むように、三つの電力変換装置 20 A, 20 B, 20 C を外側面 S0 に固定した例を示す。それぞれが電力変換装置 20 に相当する電力変換装置 20 A, 20 B, 20 C は、隣り合う電力変換装置の相互間で電力や信号等を伝達可能に接続される。複数の電力変換装置 20 A, 20 B, 20 C は端子部 201 の形状を除いて同等の構成であるので、以下では電力変換装置 20 A を代表して説明する。

【0035】

図 3 に示す電力変換装置 20 A は、ハウジング 204 を基体として、端子部 201, 205、冷却器 202、半導体モジュール 203 などを有する。端子部 201 は、車両側ハーネスと接続するための出力端子であって、当該車両側ハーネスを介して直流電源 E と接続される。端子部 205 は、他の電力変換装置 20 と接続する部位である。すなわち、電力変換装置 20 A の端子部 201 は出力端子に相当する。電力変換装置 20 B, 20 C の端子部 201 と、電力変換装置 20 A, 20 B, 20 C の端子部 205 は、いずれも他の電力変換装置 20 と接続する部位である。

10

【0036】

冷却器 202 は、半導体モジュール 203 と面接触して、半導体モジュール 203 を冷却する。本形態の冷却器 202 は、空冷式の冷却フィンやヒートシンクを適用する。図 3 の冷却器 202 は、複数のフィン部 202 a と、一の本体部 202 b とを有する。

20

【0037】

半導体モジュール 203 は、図 8 ~ 図 12 に示すように、一以上の半導体素子がモールド樹脂 203 a でモールドされており、ハウジング 204 の内部に備えられる。本形態の半導体素子には、後述するようにスイッチング素子やダイオードを適用する。なお、図 3 に示すように、半導体モジュール 203 の一部がハウジング 204 から露出するように構成される。

【0038】

図 4 に示すハウジング 204 は、絶縁性の樹脂で成形される本体部 204 d を基体として、複数の接続部材 204 a、一以上の端子部 204 b、複数の壁部 204 c などを有する。本体部 204 d は、長手方向 X が幅方向 Y よりも長くなるように成形される。なお、長手方向 X と幅方向 Y は、いずれも図 2 に示す外側面 S0 に沿う方向である。

30

【0039】

複数の接続部材 204 a には、図 3 に破線で示すようにハウジング 204 の内部に配置される接続部材 204 a と、図 4 に示すようにハウジング 204 から外部に延びて幅方向 Y に曲げられた接続部材 204 a とを含む。

【0040】

一以上の端子部 204 b は、図 3 に示すように接続部材 204 a と接続されるとともに、図 4 に示すように幅方向 Y に突出して設けられた部位である。なお、図 4 に示されるように端子部 204 b は接続部材 204 a よりも突出して成形してもよく、図示を省略するが接続部材 204 a よりも突出しないように成形してもよい。

40

【0041】

複数の壁部 204 c は、図 4 に示すように接続部材 204 a や端子部 204 b とは反対側の幅方向 Y 方向に突出しており、かつ、長手方向 X に向かい合うように設けられた部位である。長手方向 X における壁部 204 c の相互間には、二点鎖線で示す半導体モジュール 203 が配置される。図示しないが、図 4 における壁部 204 c と半導体モジュール 203 の上側には、図 3 に示すように冷却器 202 が配置される。

【0042】

半導体モジュール 203 に含まれる回路構成例について、図 5 ~ 図 7 を参照しながら説明する。半導体モジュール 203 は、図 5 に示す半導体モジュール M1、図 6 に示す半導体モジュール M2、図 7 に示す半導体モジュール M3 などのうちで一以上を含む。なお半

50

導体モジュール203には、半導体モジュールM1, M2, M3のほかに、後述する図8～図12に示す内部リードフレーム203cや外部リードフレーム203dなども有する。半導体モジュールM1, M2, M3の各実現形態は任意であり、例えば基板上に半導体素子を配置して接続することで実現してもよく、半導体チップで実現してもよい。

#### 【0043】

図5に示す半導体モジュールM1は、IGBTのスイッチング素子Q1, Q2や、還流用のダイオードD1, D2などを有する。スイッチング素子Q1とダイオードD1は上アームに配置され、スイッチング素子Q2とダイオードD2は下アームに配置される。スイッチング素子Q1とスイッチング素子Q2は直列接続された素子ペアである。ダイオードD1はスイッチング素子Q1に並列接続され、ダイオードD2はスイッチング素子Q2に並列接続される。スイッチング素子Q1は、入力端子(例えばコレクタ端子など)が接続端子Pdに接続され、制御端子(例えばゲート端子など)が接続端子Pg1に接続される。スイッチング素子Q2は、出力端子(例えばエミッタ端子など)が接続端子Psに接続され、制御端子が接続端子Pg2に接続される。スイッチング素子Q1の出力端子とスイッチング素子Q2の入力端子とは接続点P1で接続されるとともに、接続端子Pm1に接続される。接続端子Pd, Pg1, Pg2, Ps, Pm1は、それぞれが内部リードフレーム203cで接続されたり、外部リードフレーム203dとして半導体モジュール203の外部に延びたりする。

10

#### 【0044】

図6に示す半導体モジュールM2は、MOSFETのスイッチング素子Q1, Q2などを有する。半導体モジュールM2は半導体モジュールM1と比べて、素子内部に寄生ダイオードを持つために外付けのダイオードD1, D2が無い点が相違する。スイッチング素子Q1の出力端子とスイッチング素子Q2の入力端子とは接続点P2で接続されるとともに、接続端子Pm1に接続される。接続端子Pd, Pg1, Pg2, Ps, Pm1は、それぞれが内部リードフレーム203cで接続されたり、外部リードフレーム203dとして半導体モジュール203の外部に延びたりする。図示を省略するが、半導体モジュールM1に適用したIGBTや、半導体モジュールM2に適用したMOSFETに代えて、JFET, MESFET, GTO, パワートランジスタなどを適用してもよい。

20

#### 【0045】

図7に示す半導体モジュールM3は、ダイオードD1, D2などを有する。半導体モジュールM3は半導体モジュールM1と比べて、スイッチング素子Q1, Q2が無い点が相違する。ダイオードD1とダイオードD2は直列接続された素子ペアである。ダイオードD1のカソード端子は接続端子Pkに接続される。ダイオードD2のアノード端子は接続端子Paに接続される。ダイオードD1のアノード端子とダイオードD2のカソード端子とは接続点P3で接続されるとともに、接続端子Pm2に接続される。接続端子Pk, Pa, Pm2は、それぞれが内部リードフレーム203cで接続されたり、外部リードフレーム203dとして半導体モジュール203の外部に延びたりする。

30

#### 【0046】

電力変換装置20の構成例について、図8～図12を参照しながら説明する。図8～図12では、半導体モジュール203に含まれるスイッチング素子Q1, Q2やダイオードD1, D2の図示を省略する。交差方向Zは、幅方向Yに交差する方向であり、本体部202bの長手方向に沿う方向である。

40

#### 【0047】

図8において、半導体モジュール203の所定面S2と、冷却器202の本体部202bとを面接触して接着するために、絶縁性の接着剤206を介在させる。接着剤206は、後述する図12に示す樹脂209よりも熱伝導性が高い材料の接着剤を用いるとよい。半導体モジュール203に内在される内部リードフレーム203cは、外部リードフレーム203dよりも板厚を大きくして、冷却部位203bに配置するとよい。冷却部位203bは、冷却器202と間接的に接する所定面S2を含む部位である。すなわち、内部リードフレーム203cは、冷却効率を高めるために、一部または全部がモールド樹脂20

50

3 a から露出してもよい。半導体モジュール 2 0 3 から延びる外部リードフレーム 2 0 3 d は、幅方向 Y において冷却器 2 0 2 とは反対方向に曲げられる。

【 0 0 4 8 】

図 9 において、ハウジング 2 0 4 から延びる接続部材 2 0 4 a にかかる先端部 T 1 と、半導体モジュール 2 0 3 から延びる外部リードフレーム 2 0 3 d にかかる先端部 T 2 とを揃える。接続部材 2 0 4 a は、外部リードフレーム 2 0 3 d と同様に、幅方向 Y において冷却器 2 0 2 とは反対方向に曲げられる。先端部 T 1 , T 2 は、ハウジング 2 0 4 の対向面 S 1 から外側の幅方向 Y (例えば図 9 では左側) に突出して延びている。

【 0 0 4 9 】

図 1 0 に示す接続部 2 0 7 は、先端部 T 1 , T 2 を接続した部位である。電氣的に接続が行えれば任意であり、本形態では溶接やハンダ付け等で接続を行う。先端部 T 1 , T 2 がハウジング 2 0 4 の外側にあるので、接続作業を行い易い。そのため、接続部材 2 0 4 a と外部リードフレーム 2 0 3 d とは、ハウジング 2 0 4 の側面 (例えば図 1 0 では下側面) に接近して延びていてもよい。

【 0 0 5 0 】

図 1 1 において、対向面 S 1 から接続部 2 0 7 まで外部リードフレーム 2 0 3 d と接続部材 2 0 4 a とを含めて囲うキャップ部 2 0 8 を設ける。キャップ部 2 0 8 を設けることによって、キャップ部 2 0 8 の内部空間 S P 1 と、ハウジング 2 0 4 と冷却器 2 0 2 とで囲まれた空間 S P 2 とが生じる。

【 0 0 5 1 】

キャップ部 2 0 8 は、断面が J 字状に成形される本体部位 2 0 8 c を基体とする。キャップ部 2 0 8 は、ハウジング 2 0 4 の対向面 S 1 と接触するように設けられる。本体部位 2 0 8 c の一端部位 2 0 8 b は「先端部位」に相当し、嵌合部位 2 0 8 a が設けられる。嵌合部位 2 0 8 a は、ハウジング 2 0 4 の対向面 S 1 に設けられる被嵌合部位 2 0 4 e と嵌合する。本形態では、嵌合部位 2 0 8 a を凸形状とし、被嵌合部位 2 0 4 e を凹形状とする。なお、キャップ部 2 0 8 は樹脂 2 0 9 で形成されてもよい。

【 0 0 5 2 】

またキャップ部 2 0 8 において、一端部位 2 0 8 b とは反対側の他端部位 2 0 8 d は、冷却器 2 0 2 の本体部 2 0 2 b に面接触するように設けられる。他端部位 2 0 8 d と本体部 2 0 2 b との間は、後述する樹脂 2 0 9 の漏れを防止するため、図示しない接着剤で接着するとよい。当該接着剤は、接着剤 2 0 6 と同じ材料の接着剤でもよく、接着剤 2 0 6 とは異なる材料の接着剤でもよい。

【 0 0 5 3 】

さらにキャップ部 2 0 8 は、対向面 S 1 から幅方向 Y に突出する高さが突出高 H 1 である。突出高 H 1 は、端子部 2 0 4 b が対向面 S 1 から幅方向 Y に突出する突出高 H 2 よりも小さくなるように設定するとよい。この設定によれば、キャップ部 2 0 8 がハウジング 2 0 4 よりも突出しないので、電力変換装置 2 0 の体格を小さく抑えられる。

【 0 0 5 4 】

図 1 2 に示す電力変換装置 2 0 は、内部空間 S P 1 と空間 S P 2 とに樹脂 2 0 9 を充填した完成状態である。樹脂 2 0 9 は、ハウジング 2 0 4 の内部が被水したり、当該内部に粉塵が入ったりするのを防止する機能を担う。また樹脂 2 0 9 は、半導体モジュール 2 0 3 で発生した熱を冷却器 2 0 2 , ハウジング 2 0 4 およびキャップ部 2 0 8 を介して放熱する機能をも担う。絶縁性の樹脂 2 0 9 は、ハウジング 2 0 4 と冷却器 2 0 2 との間における開口側から充填する。樹脂 2 0 9 は、例えば充填後に固化する材料でもよく、充填後に液漏れしない程度の粘度を有する材料でもよい。

【 0 0 5 5 】

上述した実施の形態 1 によれば、以下に示す各作用効果を得ることができる。

【 0 0 5 6 】

( 1 ) 電力変換装置 2 0 は、図 3 ~ 図 1 2 に示すように、半導体モジュール 2 0 3 の所定面 S 2 と間接的に面接触して冷却する冷却器 2 0 2 と、半導体モジュール 2 0 3 から延

10

20

30

40

50

びて冷却器 202 とは反対方向に曲げられた複数の外部リードフレーム 203d と、ハウジング 204 の内部に配置されるとともにハウジング 204 から延びて外部リードフレーム 203d と同一方向に曲げられた複数の接続部材 204a と、外部リードフレーム 203d の先端部 T2 と接続部材 204a の先端部 T1 とが接続された接続部 207 と、対向面 S1 から接続部 207 まで外部リードフレーム 203d と接続部材 204a とを含めて囲うキャップ部 208 と、ハウジング 204 と冷却器 202 とで囲まれた空間 SP2 とキャップ部 208 の内部空間 SP1 とに充填された絶縁性の樹脂 209 とを有する。この構成によれば、外部リードフレーム 203d と接続部材 204a の先端部 T1, T2 は、ともに所定面 S2 に対向するハウジング 204 の対向面 S1 から突出して延びている。ハウジング 204 に大きな開口部を確保する必要がなく、外部リードフレーム 203d と接続部材 204a が延びる方向の長さが抑えられる。よって、半導体モジュール 203 を含めた電力変換装置 20 全体の体格を従来よりも小型化できる。

10

## 【0057】

(2) 半導体モジュール 203 は、図 5 ~ 図 12 に示すように、一以上の半導体素子がモールド樹脂 203a によりモールドされる構成とした。この構成によれば、素子実装の小型化を図ることができる。

## 【0058】

(3) 半導体モジュール 203 は、図 8 に示すように、所定面 S2 を含めて冷却器 202 によって冷却される冷却部位 203b に配置され、外部リードフレーム 203d よりも板厚が大きい内部リードフレーム 203c を有する構成とした。この構成によれば、半導体素子(特に図 5, 図 6 に示すスイッチング素子 Q1, Q2)で生じる熱を効率良く冷却器 202 に伝導することができる。

20

## 【0059】

(4) 半導体モジュール 203 は、図 5 ~ 図 7 に示すように、上アームに配置される半導体素子であるスイッチング素子 Q1 やダイオード D1 と、下アームに配置される半導体素子であるスイッチング素子 Q2 やダイオード D2 とが直列接続された素子ペアを一以上有する構成とした。この構成によれば、内部リードフレーム 203c や外部リードフレーム 203d の数を低減でき、実装面積の低減によって小型化を図ることができる。

## 【0060】

(6) 図 8 ~ 図 12 に示すように、半導体モジュール 203 の所定面 S2 と冷却器 202 との間に介在され、樹脂 209 よりも熱伝導性が高い絶縁部材である接着剤 206 を有する構成とした。この構成によれば、半導体モジュール 203 で生じる熱を効率良く冷却器 202 に伝導して、半導体モジュール 203 を冷却することができる。

30

## 【0061】

(7) キャップ部 208 の先端部位に相当する一端部位 208b は、図 11, 図 12 に示すように、ハウジング 204 に設けられた被嵌合部位 204e と嵌合する嵌合部位 208a を有する構成とした。この構成によれば、ラビリンス構造とすることで充填された樹脂 209 の漏れをより確実に防止することができる。

## 【0062】

(8) キャップ部 208 は、図 4 に示す壁部 204c と同様に、図 11, 図 12 に示すようにハウジング 204 の一部として半導体モジュール 203 を囲う構成とした。この構成によれば、キャップ部 208 はハウジング 204 の一部として機能するので、小型化に寄与する。

40

## 【0063】

(9) 回転電機 10 は、図 1 に示すように、回転子 21 と、回転子 21 に対向して設けられる固定子 14 と、回転子 21 を回転自在に支持するとともに固定子 14 を保持するフレーム 12 と、電力変換装置 20 とを有する構成とした。この構成によれば、電力変換装置 20 の体格が小さくなるので、回転電機 10 の体格も従来より小型化できる。

## 【0064】

(10) 電力変換装置 20 のハウジング 204 は、図 2 に示すように、フレーム 12 の

50

外側面S Oに固定される構成とした。この構成によれば、固定子1 4で発生した熱が冷却器2 0 2に伝導するのを抑制することができる。

【0 0 6 5】

〔実施の形態2〕

実施の形態2は図1 3～図1 5を参照しながら説明する。なお図示および説明を簡単にするため、特に明示しない限り、実施の形態1で用いた要素と同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。よって、主に実施の形態1と相違する点を説明する。

【0 0 6 6】

実施の形態2では、図1 3に示すように、対向する二面から複数の外部リードフレーム2 0 3 dが延びる半導体モジュール2 0 3を適用する。例えば、図1 4の上側に延びる外部リードフレーム2 0 3 dを高電圧用（例えば数百ボルト）とし、図1 4の下側に延びる外部リードフレーム2 0 3 dを低電圧用（例えば数ボルト～数十ボルト）として分けるとよい。同一面から延びる複数の外部リードフレーム2 0 3 dにおける相互間で電位差が小さくなるので、ショート等による損傷を抑制することができる。

10

【0 0 6 7】

図1 3の半導体モジュール2 0 3を用いて電力変換装置2 0を構成すると、図1 4のようになる。図1 4の上側に延びる外部リードフレーム2 0 3 dは接続端子の機能を担う。

【0 0 6 8】

図1 4の電力変換装置2 0は、下側にキャップ部2 0 8を備える。これに対して、さらに上側にもキャップ部2 0 8を備えた電力変換装置2 0を図1 5に示す。図1 5の電力変換装置2 0は、半導体モジュール2 0 3が全てハウジング2 0 4の内部に備えられるため、半導体モジュール2 0 3が露出しない。上側のキャップ部2 0 8は、内部空間S P 1や空間S P 2に樹脂2 0 9を充填するために、一以上の貫通孔2 0 8 eを有する。貫通孔2 0 8 eは、樹脂2 0 9を充填してもよく、図示しない蓋部材で塞いでもよい。

20

【0 0 6 9】

上述した実施の形態2によれば、実施の形態1と同様の作用効果を得ることができるとともに、次の作用効果を得ることができる。

【0 0 7 0】

(5) 複数の外部リードフレーム2 0 3 dは、図1 3～図1 5に示すように、半導体モジュール2 0 3における対向する二面から延びる構成とした。図示を省略するが、対向することなく、異なる二面から延びる構成としてもよい。これらの構成によれば、電位差が大きな外部リードフレーム2 0 3 dを二面に分けることで、腐食に対する信頼性を向上することができる。

30

【0 0 7 1】

〔他の実施の形態〕

以上では本発明を実施するための形態について実施の形態1, 2に従って説明したが、本発明は当該形態に何ら限定されるものではない。言い換えれば、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施することもできる。例えば、次に示す各形態を実現してもよい。

【0 0 7 2】

上述した実施の形態1, 2では、図1 1に示すように、嵌合部位2 0 8 aを凸形状とし、被嵌合部位2 0 4 eを凹形状として嵌合する構成とした。この形態に代えて、嵌合部位2 0 8 aを凹形状とし、被嵌合部位2 0 4 eを凸形状として嵌合する構成としてもよい。また、図1 6, 図1 7に示すように嵌合部材2 1 0, 2 1 1を用いて嵌合する構成としてもよい。図1 6では、嵌合部位2 0 8 aと被嵌合部位2 0 4 eの双方を凹形状とし、棒状または板状の嵌合部材2 1 0を用いて嵌合する。図1 7では、嵌合部位2 0 8 aと被嵌合部位2 0 4 eの双方を凸形状とし、筒状の嵌合部材2 1 1を用いて嵌合する。嵌合する部位の形状が相違するに過ぎないので、実施の形態1, 2と同様の作用効果が得られる。

40

【0 0 7 3】

上述した実施の形態1, 2では、図2に示すように、三つの電力変換装置2 0 A, 2 0

50

B, 20Cを外側面S0に固定する構成とした。この形態に代えて、外側面S0に固定できる限りの範囲内において、三つを除く一以上の電力変換装置20を外側面S0に固定する構成としてもよい。電力変換装置20の数が相違するに過ぎないので、実施の形態1, 2と同様の作用効果が得られる。

【0074】

上述した実施の形態1, 2では、図5～図7に示すように、半導体モジュール203は半導体モジュールM1, M2, M3のうちで一以上を含む構成とした。この形態に代えて、半導体モジュールM1, M2, M3を一以上で任意に組み合わせて含めてもよい。例えば回転電機10が三相であれば、半導体モジュールM1を三つ組み合わせたり、半導体モジュールM2, M3をそれぞれ三つ組み合わせたりしてもよい。半導体モジュールM1, M2, M3には、コイル, コンデンサ, 抵抗器などの電子部品を含めてもよい。半導体モジュール203に含める半導体モジュールの数や電子部品が相違するに過ぎないので、実施の形態1, 2と同様の作用効果が得られる。

10

【0075】

上述した実施の形態1, 2では、図9～図12, 図14, 図15に示すように、半導体モジュール203の所定面S2と冷却器202の本体部202bとの間に接着剤206を介在させて、間接的に面接触させる構成とした。この形態に代えて、所定面S2と本体部202bとを直接的に面接触させる構成としてもよい。この場合は、内部リードフレーム203cが半導体モジュール203から露出しないように構成するとよい。間接的か直接的かの相違に過ぎないので、実施の形態1, 2と同様の作用効果が得られる。

20

【0076】

上述した実施の形態1, 2では、図3に示すように、複数のフィン部202aを有する空冷式の冷却器202を適用する構成とした。この形態に代えて、水冷式の冷却器を適用する構成としてもよい。水冷式の冷却器は、冷却流体を導入する導入口、冷却流体が流れる冷却水路、冷却流体を排出する排出口などを有する。冷却流体は、例えば冷却水や冷却油などが該当し、外部に設けられるポンプとの間で循環する。冷却流体によって強制的に半導体モジュール203を冷却することができる。その他については、実施の形態1, 2と同様の作用効果が得られる。

【0077】

上述した実施の形態1, 2では、図1に示すように、インナーロータ型の回転電機10に適用した。この形態に代えて、アウターロータ型の回転電機10に適用してもよい。また、対向する回転子コア21a, 21cに代えて、回転子コア21a, 21cを一体化した回転子コアを適用してもよい。回転子21に回転子巻線21bを備える構成に代えて、回転子巻線21bを備えない構成としてもよい。回転子巻線21bに通電する必要がなくなるので、ブラシホルダ16やスリップリング18などが不要になる。フロントフレーム12Fとリアフレーム12Rとに代えて、フロントフレーム12Fとリアフレーム12Rとを一体化させた一体フレームでフレーム12を構成してもよい。フレーム12には、上述した水冷式の冷却器と同様に、さらに導入口, 冷却水路, 排出口を設けてもよい。冷却流体による強制冷却と、冷却風による冷却と合わせて、回転電機10をさらに冷却することができる。いずれの構成にせよ、実施の形態1, 2と同様の作用効果が得られる。

30

40

【0078】

上述した実施の形態1, 2では、図1に示すように、固定子コア14bと回転子コア21a, 21cを積層鋼板で構成し、さらに回転子コア21a, 21cは爪状磁極を備える構成とした。この形態に代えて、固定子コア14bおよび回転子コア21a, 21cの少なくとも一方を単体の磁性体で構成してもよく、起磁力源となる一以上の永久磁石を備える構成としてもよく、磁性材と永久磁石を組み合わせる構成としてもよい。永久磁石を備える構成では、磁極を流れる磁束によるリラクタンストルクに加えて、永久磁石によるマグネットトルクが加わるので、さらにトルク性能を向上させることができる。爪状磁極を永久磁石で構成すれば、回転子巻線21bの巻数を低減したり、無くしたりすることが可能になる。回転子巻線21bが小さくなる(あるいは無くなる)分だけ、回転電機10の

50

体格を小さく抑制できる。その他については、起磁力源の相違に過ぎないので、実施の形態 1, 2 と同様の作用効果が得られる。

【0079】

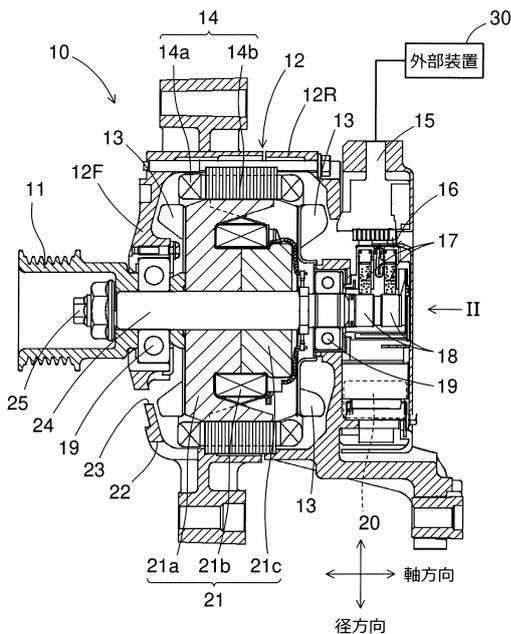
上述した実施の形態 1, 2 では、図 1 に示すように、回転子 21 と冷却ファン 13 を別体に成形して固定する構成とした。この形態に代えて、回転子 21 (具体的には回転子コア 21a, 21c) と冷却ファン 13 を一体成形する構成としてもよい。別体成形か一体成形かの相違に過ぎないので、実施の形態 1, 2 と同様の作用効果が得られる。

【符号の説明】

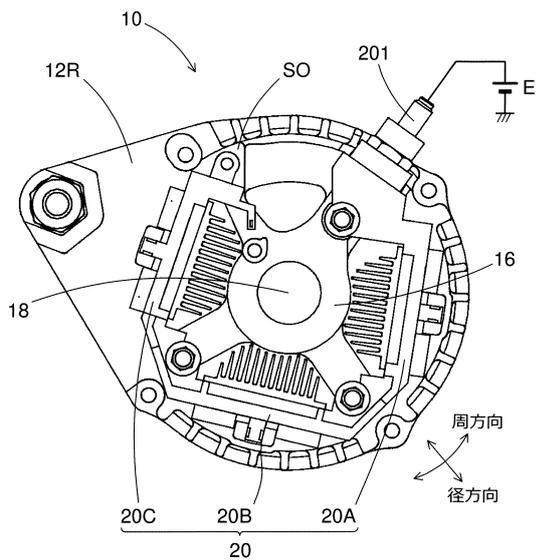
【0080】

- 10 回転電機
- 20, 20A, 20B, 20C 電力変換装置
- 202 冷却器
- 203 半導体モジュール
- 203d 外部リードフレーム
- 204 ハウジング
- 204a 接続部材
- 207 接続部
- 208 キャップ部
- 209 樹脂

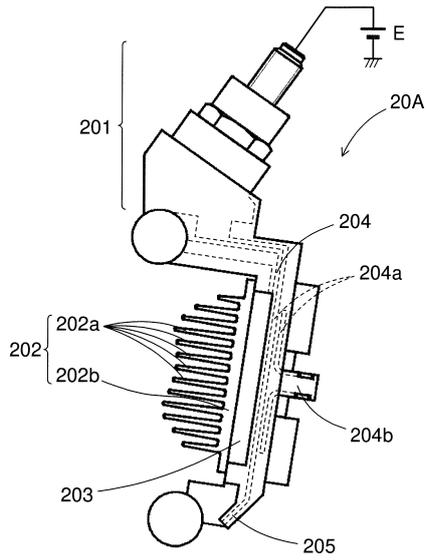
【図 1】



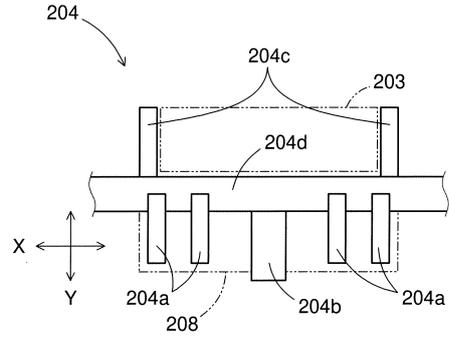
【図 2】



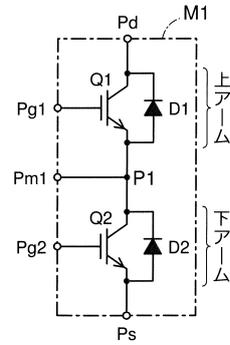
【図3】



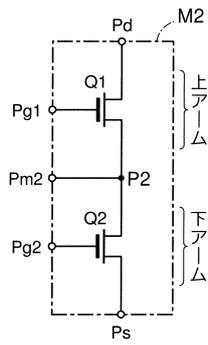
【図4】



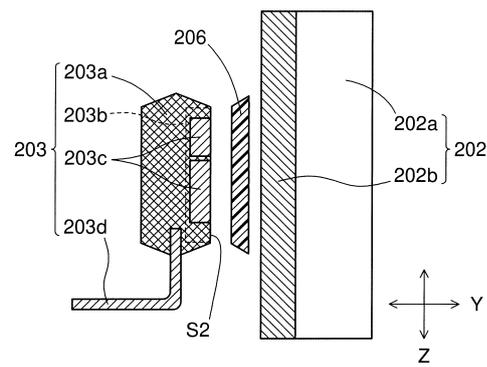
【図5】



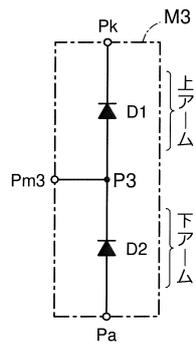
【図6】



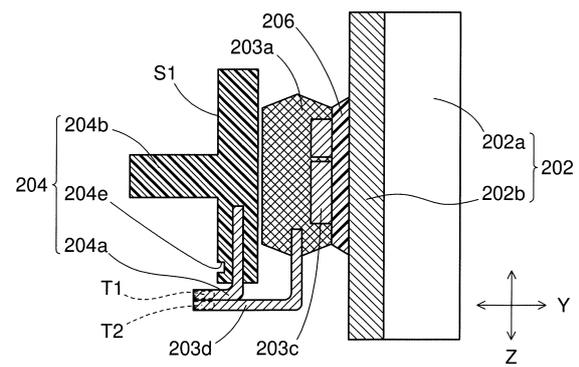
【図8】



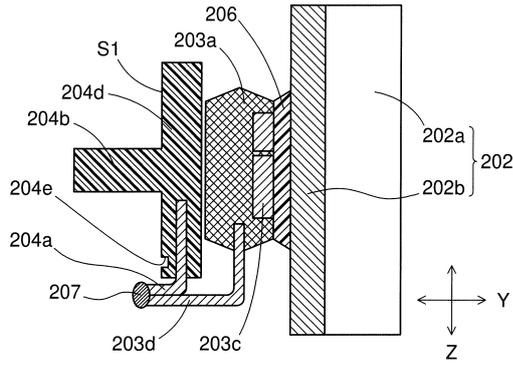
【図7】



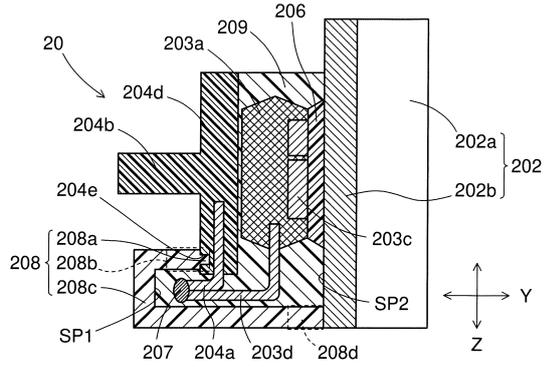
【図9】



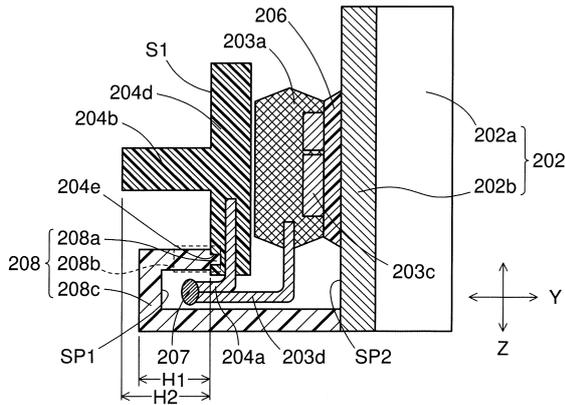
【図10】



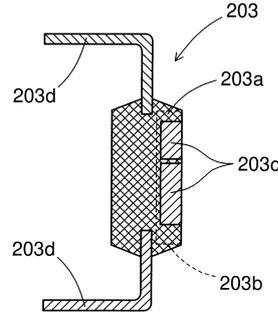
【図12】



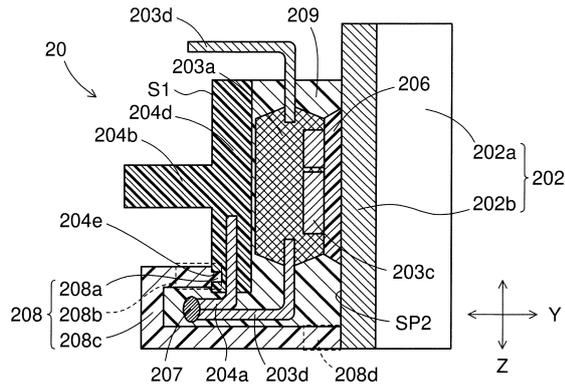
【図11】



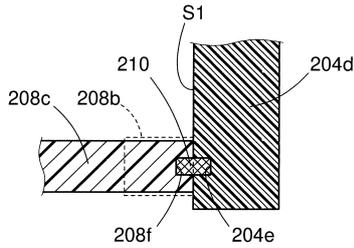
【図13】



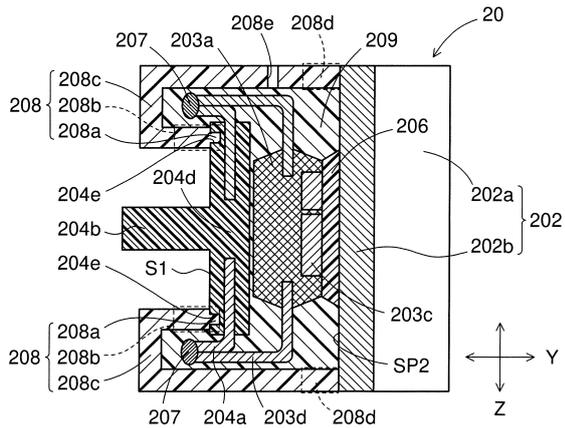
【図14】



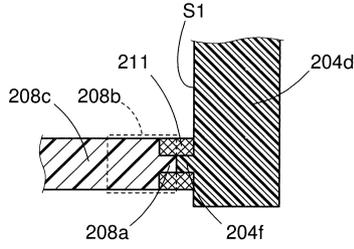
【図16】



【図15】



【図17】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特許第5774207(JP, B2)  
特開2015-115966(JP, A)  
特開2011-243909(JP, A)  
特開2013-236417(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02M 7/48  
H02K 11/30