

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6353738号
(P6353738)

(45) 発行日 平成30年7月4日 (2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日 (2018.6.15)

(51) Int.Cl.
H02K 3/46 (2006.01)

F I
H02K 3/46 Z

請求項の数 18 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-167077 (P2014-167077)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成26年8月20日 (2014.8.20)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2016-46840 (P2016-46840A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成28年4月4日 (2016.4.4)	(74) 代理人	100098660
審査請求日	平成29年2月14日 (2017.2.14)		弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	井村 真
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所
			内
		(72) 発明者	小山 貴之
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所
			内
			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】

コイルサポート構造において、
コイルスペーサーと、
前記コイルスペーサーに接続されるヨークスペーサーと、
前記コイルスペーサーと前記ヨークスペーサーとに接続され、側面に沿って突起部を有するサポートと、
前記コイルスペーサーは、前記突起部と接触する第1の領域と前記突起部と接触しない第2の領域を有することを特徴とするコイルサポート構造。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のコイルサポート構造において、
前記サポートは、前記突起部が複数形成され、前記複数の突起部同士の上に凹部を形成していることを特徴とするコイルサポート構造。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のコイルサポート構造において、
前記突起部は、サポートの外周周りの方向において交互に形成されていることを特徴とするコイルサポート構造。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のコイルサポート構造において、
前記サポートは、少なくとも2つの方向において対称形状であることを特徴とするコ

ルサポート構造。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のコイルサポート構造において、

前記突起部は、ローターの回転軸に対して垂直面を有し、前記垂直面は貫通孔を有し、前記貫通孔はローターの回転軸方向の延伸方向に延びて形成されていることを特徴とするコイルサポート構造。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のコイルサポート構造において、

前記垂直面は、二以上の仕切りが形成されており、前記仕切りはコイルスペーサーに対して法線方向に形成されていることを特徴とするコイルサポート構造。

10

【請求項 7】

請求項 5 に記載のコイルサポート構造において、

前記垂直面は、二以上の仕切りが形成されており、前記仕切りは、前記コイルスペーサーの高さ方向の中央位置とヨークスペーサーの端部との間に形成されることを特徴とするコイルサポート構造。

【請求項 8】

請求項 5 に記載のコイルサポート構造において、

前記貫通孔の貫通軸はローターの回転軸に対して傾いていることを特徴とするコイルサポート構造。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のコイルサポート構造において、

前記サポートは、前記サポートを前記ヨークスペーサーに対して固定するためのボルトを受け入れるようにボルト孔が形成されることを特徴とするコイルサポート構造。

20

【請求項 10】

請求項 9 に記載のコイルサポート構造において、

さらに第二のボルト孔を有し、前記第一のボルト孔および前記第二のボルト孔は、前記突起部同士を結ぶ中心線上であってローターの回転軸方向に配置されることを特徴とするコイルサポート構造。

【請求項 11】

回転電機において、

ステーターと、

前記ステーターに対して回転するローターと、

前記ローターの磁極の間に設けられるコイルサポート構造と、を有し、

前記コイルサポート構造は、

コイルスペーサーと、

前記コイルスペーサーに接続されるヨークスペーサーと、

前記コイルスペーサーと前記ヨークスペーサーとに接続され、側面に沿って突起部を有するサポートと、

30

前記コイルスペーサーは、前記突起部と接触する第 1 の領域と前記突起部と接触しない第 2 の領域を有することを特徴とする回転電機。

40

【請求項 12】

請求項 11 に記載の回転電機において、

前記サポートは、前記突起部が複数形成され、前記複数の突起部同士の間凹部を形成していることを特徴とする回転電機。

【請求項 13】

請求項 11 に記載の回転電機において、

前記突起部は、サポートの外周周りの方向において交互に形成されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 14】

請求項 11 に記載の回転電機において、

50

前記サポートは、少なくとも2つの方向において対称形状であることを特徴とする回転電機。

【請求項15】

請求項11に記載の回転電機において、

前記突起部は、ローターの回転軸に対して垂直面を有し、前記垂直面は貫通孔を有し、前記貫通孔はローターの回転軸方向の延伸方向に延びて形成されていることを特徴とする回転電機。

【請求項16】

請求項11に記載の回転電機において、

前記垂直面は、二以上の仕切りが形成されており、前記仕切りはコイルスペーサーに対して法線方向に形成されていることを特徴とする回転電機。

10

【請求項17】

請求項16に記載の回転電機において、

前記垂直面は、二以上の仕切りが形成されており、前記仕切りは、前記コイルスペーサーの高さ方向の中央位置とヨークスペーサーの端部との間に形成されることを特徴とする回転電機。

【請求項18】

請求項11に記載の回転電機において、

前記磁極の頭部を構成するポールシューを有し、

隣り合うコイルサポート構造の高さは異なり、

当該高さは、前記突起部と前記ポールシューの高さの間であり、前記コイルサポート構造の高さを回転軸方向中心に向かって高くなることを特徴とする回転電機。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、界磁コイルを磁極ごとに集中巻した突極形回転子と、これを備えた同期機を含む回転電機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

同期機は、励磁を調整することで力率を制御でき、力率1.0または進み力率にて運転できる特長を有している。このことから、プラント設備における大容量の圧縮機やポンプの駆動源として、同期機が広く用いられている。同期機は、形式上、回転電機子形と回転界磁形の2種類に分類され、大容量機には、ほとんど回転界磁形が採用される。

30

【0003】

図1は、例として、磁極を4極構成した場合の回転界磁形の回転子の鳥瞰図である。図2は、その回転軸に垂直な面の切断面の図である。図2に示すように、磁極の先端が磁極数に応じて突出した形状の回転子を、突極形回転子と称する。この回転子の外側には回転子を内包するように固定子が配置される。

【0004】

回転子のシャフトの中央部には、シャフトボディの上に磁極の胴部を構成するポールボディが形成される。ポールボディから磁極の頭部を構成するポールシューが左右に突出して形成される領域に、コイルが巻装される。例えば、磁極の頭部を構成するポールシューにはボルトの通し穴があり、ポールボディ側にはネジ穴が設けられ、ポールシューはポールボディにボルト締結され、コイルを保持する。回転子と固定子にそれぞれ電力が投入されると、回転子側に形成される磁界と固定子側の磁界が回転しながら互いに引き合い、それぞれの磁界の回転速度が同期した状態で回転する。

40

【0005】

図3は、図2の一部を拡大した図である。上記のようにボルト締結の場合、各磁極のボルトは、回転により生じるコイルとポールシューの質量に相当する遠心力を負担する。主に、図3中の略0°方向と略90°方向の遠心力をそれぞれ負担する。さらに、図3に示すよう

50

に、磁極と磁極の間に本発明の主対象であるコイルサポート構造が装着される。このコイルサポート構造は、図3中の略45° 軸の両側から回転時にコイルが押し付けられて作用する遠心力を負担するためのものである。

【 0 0 0 6 】

図4は、特許文献1において開示されている従来のコイルサポート構造の鳥瞰図である。コイルサポート構造は、図4に示すように、サポートをシャフトに締結するボルト、コイルとサポートを電氣的に絶縁するためのコイルスペーサ、ボルトの締結力をシャフトに伝達し、電気も絶縁するヨークスペーサから構成される。回転時には、コイル、各スペーサおよび、サポートの質量に相当する遠心力を、ボルトがすべて負担することになる。

【 0 0 0 7 】

このような構成を有する回転電機をさらに高速化するためには、コイルサポート構造を小型軽量化して遠心力を低減し、ボルト締結体の強度信頼性を向上させることが必要になる。具体的には、サポートおよびボルト締結体の剛性、これらの疲労強度を意味する。特許文献1で開示されているコイルサポート構造においては、図5に示すように、サポートの内部のx軸方向に孔が設けられ、ボルトの胴部がむき出しの状態となっている。サポート自身の質量に相当する遠心力を低減させている。サポートの軽量化により遠心力を低減したコイルサポート構造がすでに開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開2002 - 58188号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

しかしながら、特許文献1に開示される構造は、さらなる高速化に対し、以下の理由から、ボルト締結体の疲労強度を確保することが容易ではないと思われる。

【 0 0 1 0 】

ボルト締結体に荷重が負荷される場合、ボルトの負担荷重はボルトと被締結体の剛性の比によって決まる。一般的に内力係数と定義されている。特許文献1に開示されているサポートは、図5に示すように、ボルト締結体の座面直下に設けられた孔のために、被締結体としての剛性を確保することが容易ではない。遠心力のうち、ボルトの負担する荷重が被締結体に対し大きくなる。このため、小型軽量化により遠心力を低減しても、かえってボルトの負担荷重が増えてしまう場合がある。

【 0 0 1 1 】

この解決手段として、ボルトの大径化や材質の高強度化が考えられる。大径化すると、ボルトに付与される締付力の及ぶ被締結体の確保とサポートの小型軽量化がトレードオフの関係になる。また、高強度材に置き換えても、上記と同じ理由で、遠心力を負担するボルト軸方向の断面積を稼げず、発生応力を低減することは容易ではない。加えて、高強度材は遅れ破壊が発声する可能性があり、脆性的に突然破損する可能性もある。

【 0 0 1 2 】

したがって、上記のいずれの手段も、高速化を図るうえで、本質的な解決手段にはならない。コイルサポート構造を小型軽量化して遠心力を低減し、かつ、サポートの剛性を確保することでボルトの荷重負担を低減させる課題を解決する必要がある。本発明は、この課題を解決し、信頼性の高い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 】

【 0 0 1 3 】

上記の目的を達成するために本発明で開示する突極形回転子は、以下のとおりである。

【 0 0 1 4 】

図9に示すように、サポートをシャフトに締結するボルト、コイルとサポートの間の電気を絶縁するためのコイルスペーサ、ボルト締結力をシャフトに伝達し、電氣的に絶縁性

10

20

30

40

50

も確保するヨークスペーサにより構成されるコイルサポート構造において、

サポートが上面から見ても左右・前後対称な十字形状で、かつ、いずれの方向から見ても左右対称な形状になるよう形成され、回転軸方向に突出した部位に少なくとも2本以上のボルト締結部を設け、一方で、回転軸方向に凹んだ部位に回転軸方向に貫通した孔を設けたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、

サポートの小型化による遠心力の低減と、サポートのボルト締結部の周辺の剛性が確保されるために、ボルト荷重負担の低減によるボルト締結部の信頼性が向上され、さらなる高速化に対応可能となる回転電機を実現できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】突極形回転子の鳥瞰図である。

【図2】突極形回転子の回転軸に垂直な面の断面図である。

【図3】突極形回転子の回転軸に垂直な面の断面図の拡大図である。

【図4】特許文献1のコイルサポート構造の鳥瞰図である。

【図5】特許文献1のコイルサポート構造の回転軸に垂直な面の断面図である。

【図6】特許文献1のコイルサポート構造の上面図である。

【図7】特許文献1のコイルサポート構造の側面図である。

20

【図8】特許文献1のコイルサポート構造の1案の回転軸に垂直な面の断面図である。

【図9】本発明のコイルサポート構造の鳥瞰図である。

【図10】本発明のコイルサポート構造の上面図である。

【図11】本発明のコイルサポート構造の側面図である。

【図12】本発明のコイルサポート構造の回転軸に垂直な面の断面図である。

【図13】本発明のコイルサポート構造が遠心力により変形した際の模式図である。

【図14】本発明のコイルサポート構造のヨークスペーサの別案の側面図である。

【図15】本発明のコイルサポート構造の1案の回転軸に垂直な面の断面図である。

【図16】本発明のコイルサポート構造の別案の回転軸に垂直な面の断面図である。

【図17】本発明のコイルサポート構造の1案の側面図である。

30

【図18】本発明のコイルサポート構造の別案の側面図である。

【図19】本発明のコイルサポート構造を有する回転子全体の1案の側面図である

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明の実施例を図面に基づき以下に説明する。

【0018】

本発明は、突極形回転子とこれを備えた回転電機に関するもので、その基本構成を説明する。まず、回転電機の1種である同期機について説明する。同期機は、回転電機子形と回転界磁形の2種類に分類される。

【0019】

40

図1は、例として、磁極を4極構成した場合の回転界磁形の回転子1の鳥瞰図である。図2は、その回転軸に垂直な面の切断面の図である。図2に示すように、磁極の先端が磁極数に応じて突出した形状の回転子1を、突極形回転子と称する。この回転子1の外側には回転子1を内包するように固定子15が配置される。

【0020】

回転子1のシャフト1cの中央部には、シャフトボディ1bの上に磁極の胴部を構成するポールボディ1aが形成される。ポールボディ1aから磁極の頭部を構成するポールシュー2が左右に突出して形成された領域に、銅材製のコイル4が巻装される。例えば、磁極の頭部を構成するポールシュー2にはボルトの通し穴があり、ポールボディ1a側にはネジ穴が設けられる。ポールシュー2はポールボディ1aにボルトで締結される。固定子15の内周側に

50

は、周方向に等間隔に鋸歯形状の突出部が形成される。この部分にも銅線が巻き回され、コイルが形成される。

【 0 0 2 1 】

回転子1と固定子15にそれぞれ電力が投入されると、固定子15側の磁界と回転子1側の磁界が互いに引き合う力が発生する。この力によってそれぞれの磁界の回転速度が同期した状態で回転する。

【 0 0 2 2 】

図3は、図2の一部を拡大した図である。上記の場合、各磁極のボルト締結部は、回転により生じるコイル4およびポールシュー2の質量に相当する遠心力を負担する。図3中の略0°方向と略90°方向の遠心力をそれぞれ負担するものである。

10

【 0 0 2 3 】

また、磁極と磁極の間には、図3に示すように、コイルサポート構造8が装着される。このコイルサポート構造8は、遠心力によりコイル4が広がった場合に、図3中の略45°軸の両側からコイル4を押し付ける力を負担するためのものである。回転時のコイルのずれを防ぐことも目的とする。一般的には、回転軸に相当する図3中のx軸方向に数箇所、装着される。

【 0 0 2 4 】

次に、本発明の主対象であるコイルサポート構造8の構成について、特許文献1において開示されている従来構造を例に説明する。

【 0 0 2 5 】

20

図4は、特許文献1において開示されているコイルサポート構造8の鳥瞰図である。図5は、特許文献1のコイルサポート構造の回転軸に垂直な面の断面図である。図6は、特許文献1のコイルサポート構造の上面図である。図7は、特許文献1のコイルサポート構造の側面図である。図8は、特許文献1のコイルサポート構造の1案の回転軸に垂直なAA'面の断面図である。

【 0 0 2 6 】

コイルサポート構造8は、図4に示すように、サポート9をシャフト1cに締結するボルト10、コイル4の遠心力をサポートに伝達し、コイル4に流れる界磁電流をサポート9に対して絶縁するためのコイルスペーサ11、同じく電氣的に絶縁し、主にボルト締結力をシャフト1cに伝達するためのヨークスペーサ12から構成される。

30

【 0 0 2 7 】

サポート9とボルト10は、主に金属材料で製作される。各スペーサ11と12は、絶縁性能が求められることから、非金属材料、軽量かつ剛性・強度を有する繊維強化樹脂の積層板が適用される。

【 0 0 2 8 】

回転時には、コイル4、各スペーサ11および12、サポート9の質量に相当する遠心力を、ボルト10が負担する。回転電機をさらに高速化するため、コイルサポート構造8を小型軽量化して遠心力を低減し、ボルト締結体の信頼性を向上させる必要がある。

【 0 0 2 9 】

このため、特許文献1では、図5に示すように、サポート9の軽量化による遠心力を低減したコイルサポート構造8を開示している。図5に示すように、サポート9の内部には、回転軸方向に相当するx軸方向に一方に肉抜きされた孔13が設けられている。ボルト10の胴部がむき出しの状態になっている。サポート9自身の質量を削減し、遠心力を低減させる効果がある。

40

【 0 0 3 0 】

ボルト締結体に遠心力が負荷された場合、その際のボルト10の負担荷重は、ボルト10と被締結体の剛性の比によって決まる。その比は、ボルト10の剛性をボルト10と被締結体の剛性の和で除して求められる。一般的に、内力係数と称される。

【 0 0 3 1 】

上記の各剛性とその内力係数は、ボルト軸方向に荷重が負荷された場合に寄与するボル

50

ト軸方向の引張成分と、ボルト軸に対してモーメントが負荷された場合に寄与するボルト軸に対する曲げ成分に分類される。

【0032】

ボルト軸方向の引張成分の剛性は、各構成材料のヤング率に、ボルト10に付与される締付力が作用する概略円形領域の面積を乗じ、これをボルト軸方向の長さで除して求められる。この円形領域の面積が大きいほど、ボルト10と被締結体の剛性はともに向上する。一方で、ボルト軸方向の長さが大きくなるほど、ボルト10と被締結体の剛性はともに低下する。円形領域の寸法は剛性に2乗で影響しているのに対し、長さは1乗である。

【0033】

また、曲げ成分の剛性は、各構成材料のヤング率に、上記の円形領域を断面とした円筒形状の断面2次モーメントを乗じたものを、ボルト軸方向の長さで除して求まる。引張成分と同様、円形領域の面積が大きくなるほど、ボルト10と被締結体の剛性はともに向上する。一方、ボルト軸方向の長さが大きくなるほど、ボルト10と被締結体の剛性はともに低下する。円形領域の寸法は剛性に3乗で影響しているのに対し、長さは1乗である。

【0034】

サポート9の内部に設けられた孔13を大きくすると、自身の軽量化の効果によって遠心力は低減される。しかし、ボルト締結体の座面直下を貫通するように設けられるために、ボルト10がむき出しの状態となり、被締結体が回転軸方向に関して中空の構造となる。中空構造の剛性が中実構造に対し低いのは明らかである。このような中空の状態のボルト締結体の内力係数は、引張成分と曲げ成分いずれも中実のものに対し相対的に大きくなる。よって、軽量化により遠心力が低減しても、ボルト10の負担荷重が大きくなってしまいやすい構成である。

【0035】

本発明によるコイルサポート構造8は、構造全体を小型化して軽量化することによって遠心力を低減し、かつ、サポート9の剛性を確保してボルト10の荷重負担を低減させるものである。以下に、その実施構成を説明する。

【0036】

図9は、本発明のコイルサポート構造の鳥瞰図である。図10は、本発明のコイルサポート構造の上面図である。図11は、本発明のコイルサポート構造の側面図である。図12は、本発明のコイルサポート構造の回転軸に垂直なAA'面の断面図である。

【0037】

図9に示すように、サポート9をシャフト1cに締結するボルト10、コイルスペーサ11、ヨークスペーサ12で構成される。

【0038】

図10に示すように、サポート9は上面から見て左右・前後対称な十字形状になるように形成される。サポート9は少なくとも2本以上のボルト10で締結される。コイル4とボルト10の干渉を防ぐことを意図し、突出部9a同士を結ぶ中心線上に回転軸方向にボルト10が配置され、ボルト締結される。

【0039】

ボルト締付力の及ぶ範囲の被締結体の剛性を確保できる構成となっている。このため、サポート9は突出部9aの両側が回転軸方向に凹んでいるために従来構造よりも小型化される。この効果により、自身が軽量化されてサポート9自身の質量に相当する遠心力が低減される。

【0040】

さらに、回転時には、回転子1の外表面に内気を冷却する気流が回転軸方向に循環する。気流が外表面を伝うことにより、コイル4を直接冷却している。本発明の構造は、凹部9bを設けたことによって、サポート9とコイルスペーサ10の接する面積を従来構造に比べて小さくできる。したがって、コイル4の放熱面積を確保する副次的な効果も高めることができる。

【0041】

図13は、本発明のコイルサポート構造8がコイル4の遠心力により変形した際の模式図である。この構成によると、ボルト軸心から遠心力の作用する面中心が偏心する。このため、図13に示すように、それぞれのボルト10は左右対称に曲げ変形する。

【0042】

しかしながら、本発明の構成では、ボルト座面直下に被締結体が確保されている。図のような曲げ変形は少なからず発生するものの、上記のように、内力係数が低く、ボルト10の荷重負担が少ない構成とすることができる。よって、本発明により、ボルト10の負担荷重が低く、ボルト締結体の強度信頼性を向上した構成とすることができる。

【0043】

図14は、本発明のコイルサポート構造8において、ヨークスペーサ12の別案を有する構成の側面図である。本発明の別構成の1案として、図14に示すように、ヨークスペーサ12の両端の一部を削除した構成も実施構成の範囲である。ボルト座面直下には、ボルト10の締付力をシャフト1cに伝達するヨークスペーサ12の一部が被締結体として確保されており、内力係数を低めることができ、図11の構成とほぼ同じ効果が得られる。

【0044】

続いて、図15は、本発明のコイルサポート構造8の1案の回転軸に垂直なAA'面の断面図である。図16は、本発明のコイルサポート構造8の別案の回転軸に垂直なAA'面の断面図である。

【0045】

図15と図16に示すように、サポート9の突出した部位9aの両側が回転軸方向に凹んでおり、凹んだ箇所9bに回転軸方向に貫通した孔13を設けている。ここで、孔13の形状は、サポート9を介してコイル4の遠心力をボルト10に伝達可能な程度に剛性を有していれば、図15と図16に示すように、円形でも三角形でも多角形であってもよく、実施構成の範囲に含まれる。

【0046】

また、図16に示すように、これらの孔13を複数個組み合わせてもよい。この場合、孔13と孔13の間に形成される概略板形状の仕切り14は、コイルスペーサ11がサポート9と接する面に対し、図中に点線で示す略法線方向に沿うように形成されるのが好ましい。

【0047】

略法線方向から傾いた状態で形成されると、コイル4の遠心力が仕切り14に対し偏心して作用する。仕切り14が曲げ変形してしまう。この結果、サポート9を介してコイル4の遠心力をボルト10に効率よく分散し伝達しづらい構造となってしまう。

【0048】

よって、上記の仕切り14は複数形成されていてもよく、上記と同様に、図中に点線で示す略法線方向に平行になるように複数形成される構成も実施構成の範囲に含まれる。

【0049】

磁極が4極の場合、一方のコイルスペーサ11が、もう一方のコイルスペーサ11に対して、おおむね90°傾いている。さらに、図中に1点鎖線で示すボルト座面とコイルスペーサ11のサポート9と接する面はおおむね45°傾いている。仕切り14もボルト座面に対しおおむね45°傾いている。仕切り14は、コイルスペーサ11がサポート9と接する面に対し、図中に点線で示す略法線方向に沿うように形成されている。

【0050】

本発明の突極形回転子は、一般的に、磁極数が4, 6, 8, ...2n(nは2以上の整数)となるように偶数で形成される。この場合、本発明による実施構成における仕切り14は、コイルスペーサ11がサポート9と接する面に対し、図中に点線で示す略法線方向に沿うように形成されることが好ましい。よって、図中に1点鎖線で示すボルト座面と仕切り14の成す角

が、磁極数に応じておおむね $90^\circ \div n$ (nは2以上の整数)となる関係が成り立つ。このようにすることで、コイル4の遠心力が仕切り14に対し偏心して作用するのを防ぎ、仕切り14の曲げ変形を抑制できるようになる。

【0051】

10

20

30

40

50

また、遠心力を効率よく分散し伝達するトラス構造とするには、ボルト座面を起点として仕切り14が少なくとも1つ形成されることが最も望ましい。ただし、必ずしもボルト座面を起点としない形態も実施構成に含まれる。

【0052】

具体的には、図中に矢印でその範囲を示すように、コイルスペーサ11がサポート9と接する面において、コイル4の高さ方向の中央位置とヨークスペーサ12側の端部の間、もしくは、これと反対側の場合の2つのケースで、上記の仕切り14が形成される構成が考えられる。

【0053】

ボルト締結体の剛性を効率よく発揮するため、締付力が作用する概略円形領域を大きくすることを目的として、コイルスペーサ11がサポート9と接する面において、コイル4の高さ方向の中央位置とヨークスペーサ12側の端部の間に上記の仕切り14が形成されることが好ましい。

【0054】

本発明の実施構成の範囲に含まれる仕切り14の配置は、孔13の形状が円形や角形によらず、上記のトラス構造により曲げ変形を抑制し、遠心力を効率よく分散し伝達しやすい構成である。上記の図15と図16に示す構成は、サポート9が図10の構成に対して凹んだ箇所9bに形成した孔13の分だけ従来構成に対しさらに軽量になる。サポート9のボルト締結部の剛性を確保し、遠心力も低減できる。

【0055】

また、図17は、本発明のコイルサポート構造の1案の側面図である。図18は、本発明のコイルサポート構造の別案の側面図である。

【0056】

図17に示すように、サポート9の突出部9aの両側の凹んだ箇所9bに回転軸方向に貫通した孔13が設けられている。これらの孔13の中心線は、図中に1点鎖線で示すように、回転軸に相当するx軸方向に平行になるように設けられる。しかし、図18に示すように、図中に1点鎖線で示す孔13の中心線が、回転軸に対して傾いた状態であってもよい。このような構成により、以下の理由により回転電機の内気の冷却効果が少なからず向上する。

【0057】

回転時には、回転子1の外表面を伝うように、内気を冷却する気流が回転軸方向に循環する。回転子1の左右いずれかからの一方向であっても、両方向から回転子1の中央に向かう方式であってもよい。上記の孔13は、回転軸方向の通風孔の機能も果たすこともできる。傾きを設けることで、気流の入口側と出口側で圧力差が生じ、通風速度が向上する。内気を循環させる効果も得られる。

【0058】

図19は、本発明のコイルサポート構造を有する回転子全体の1案の側面図である。上記のように、コイルサポート構造8のボルト軸方向の高さ大きいと、少なからず冷却風の通風抵抗が増大する。

【0059】

そこで、図19に示すように、コイルサポート構造8の高さを回転軸方向に段階的に調節することで、上記と同じ気流の入口側と出口側で圧力差が生じ、その結果、冷却効果も少なからず高めることが可能となる。

【0060】

以上の実施構成を範囲とする本発明によれば、サポート9の小型軽量化による遠心力の低減と、サポート9のボルト締結部の周辺の剛性を確保し、ボルト荷重負担の低減によるボルト締結部の信頼性向上を実現し、さらなる高速化に対応可能な突極形回転子を備えた同期機を含む回転電機を実現できるようになる。

【符号の説明】

【0061】

1 回転子

10

20

30

40

50

- 1a ポールボディ
- 1b シャフトボディ
- 1c シャフト
- 2 ポールシュー
- 4 コイル
- 8 コイルサポート構造
- 9 サポート
 - 9a 突出部
 - 9b 凹部
- 10 サポート固定用ボルト
- 11 コイルスペーサ
- 12 ヨークスペーサ
- 13 孔
- 14 仕切り
- 15 固定子

10

【図1】

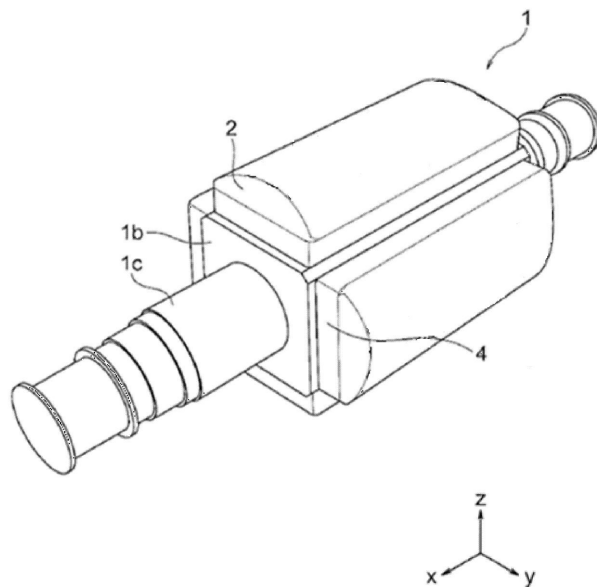


図1

【図2】

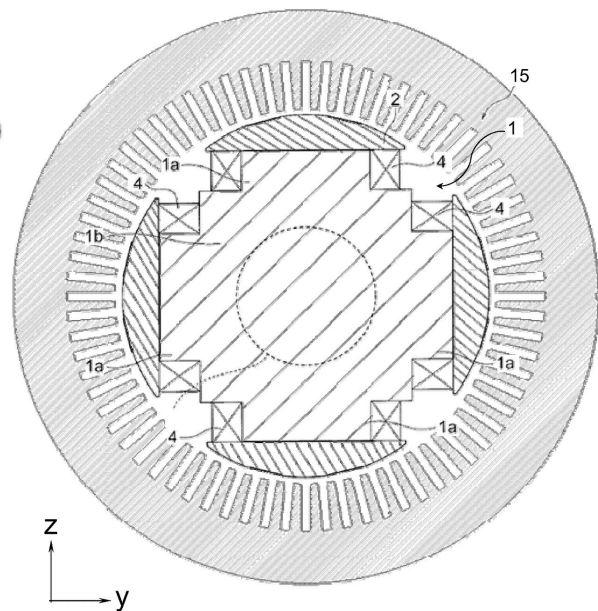


図2

【図 3】

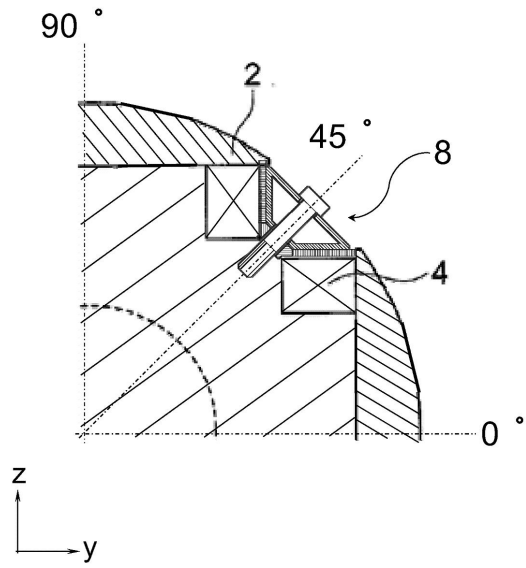


図 3

【図 4】

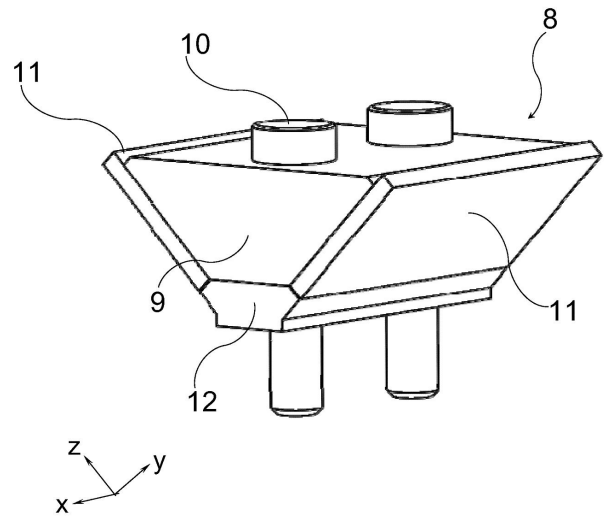


図 4

【図 5】

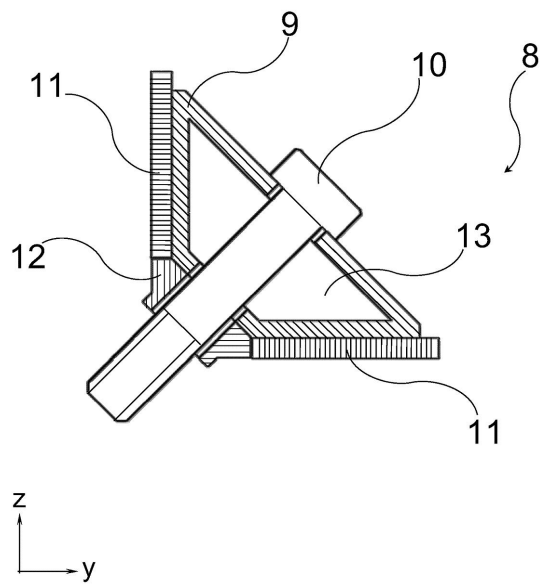


図 5

【図 6】

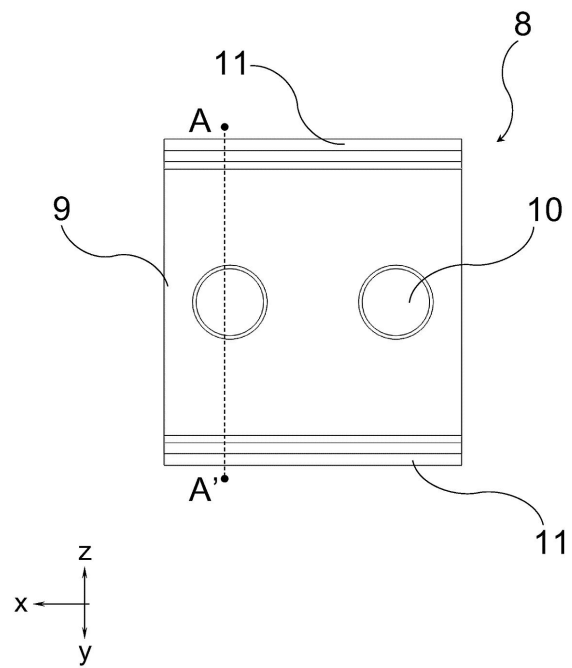


図 6

【図 7】

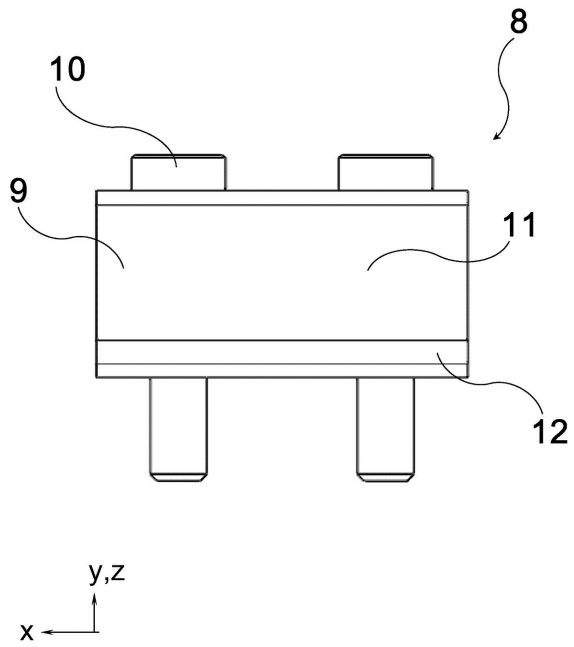


図 7

【図 8】

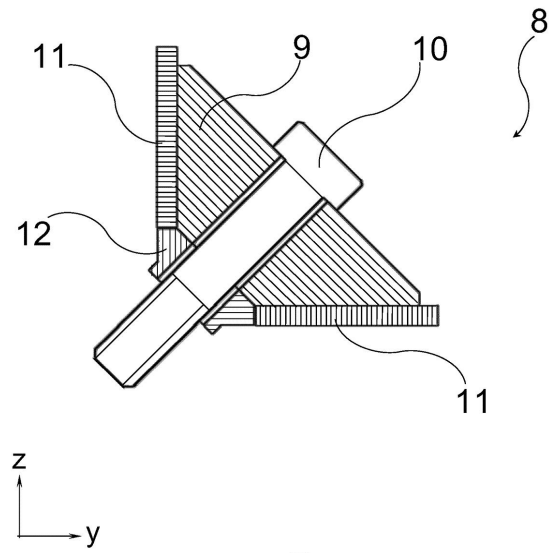


図 8

【図 9】

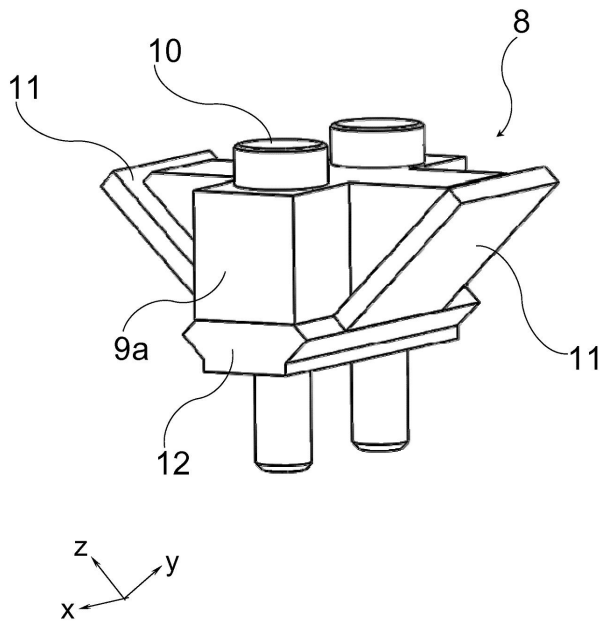


図 9

【図 10】

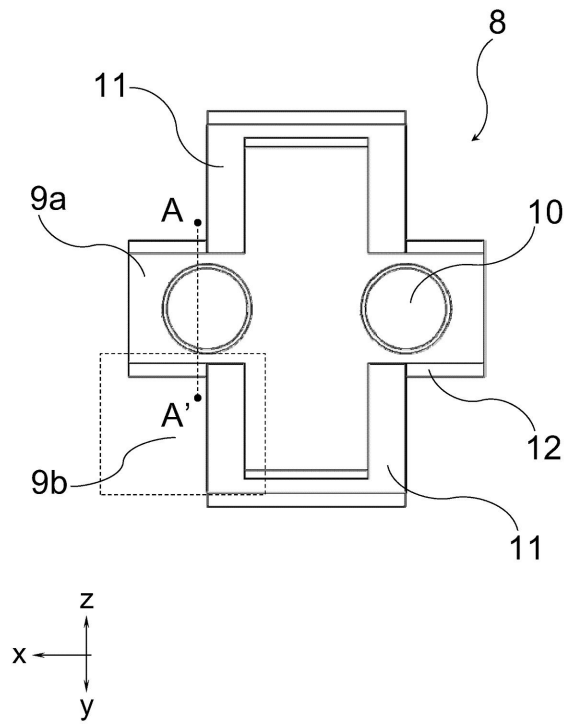


図 10

【図 1 1】

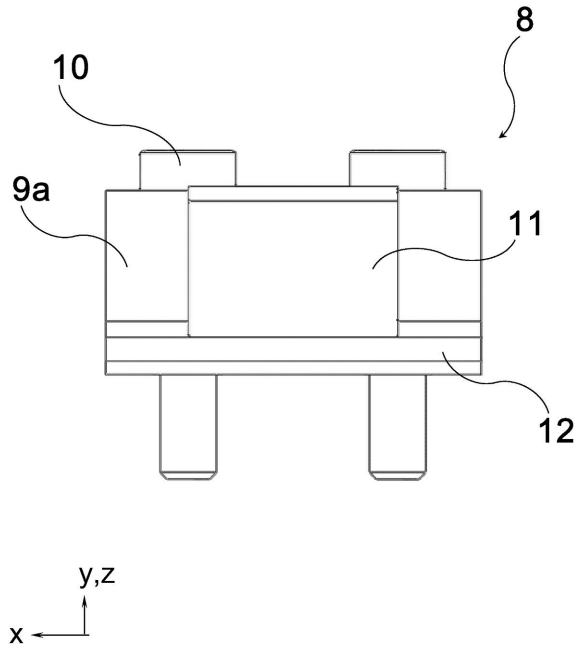


図 1 1

【図 1 2】

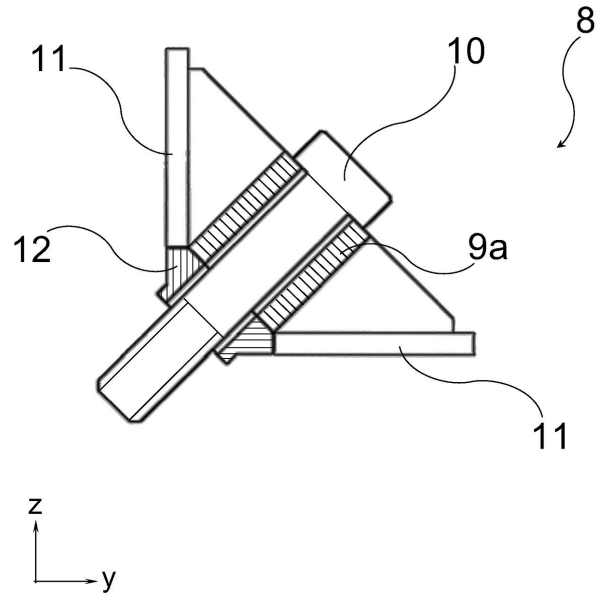


図 1 2

【図 1 3】

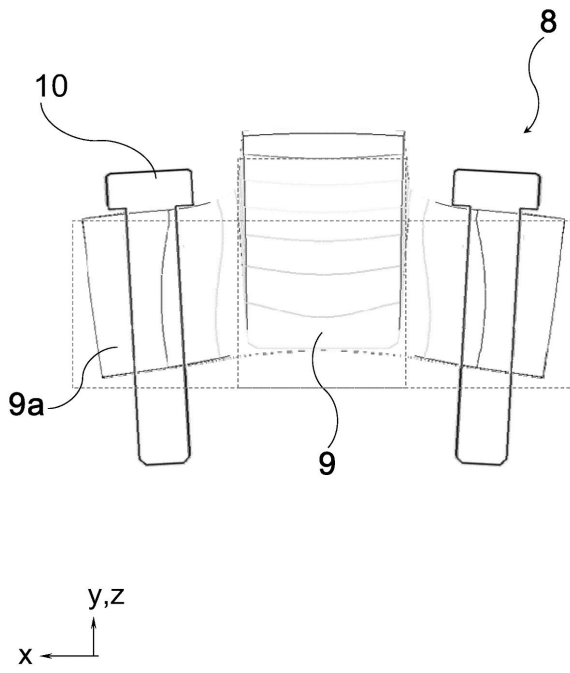


図 1 3

【図 1 4】

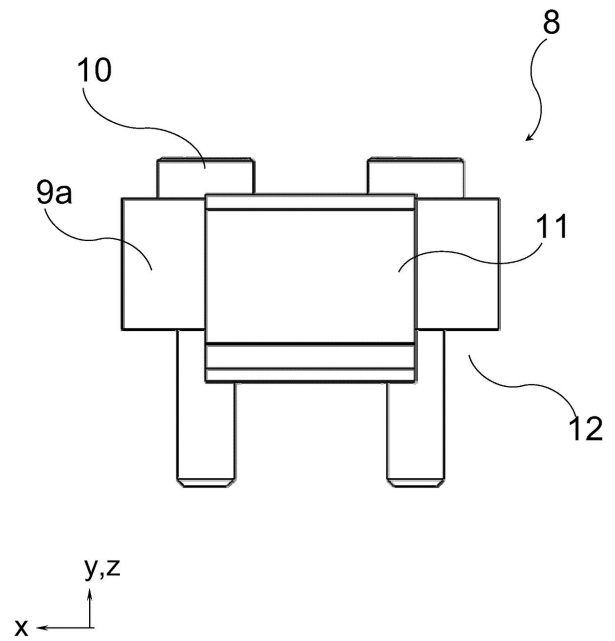


図 1 4

【図15】

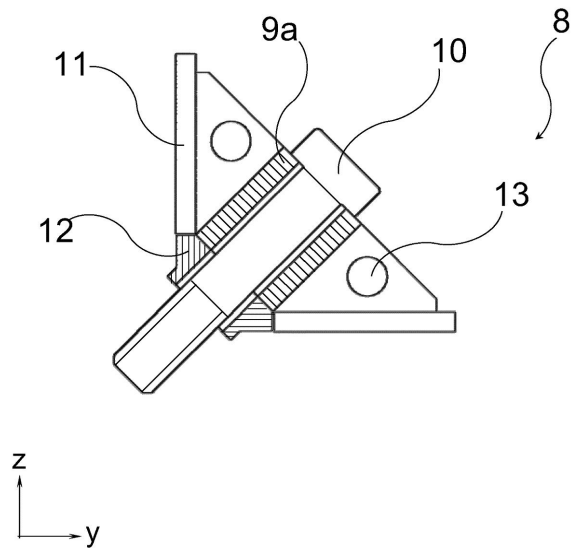


図15

【図16】

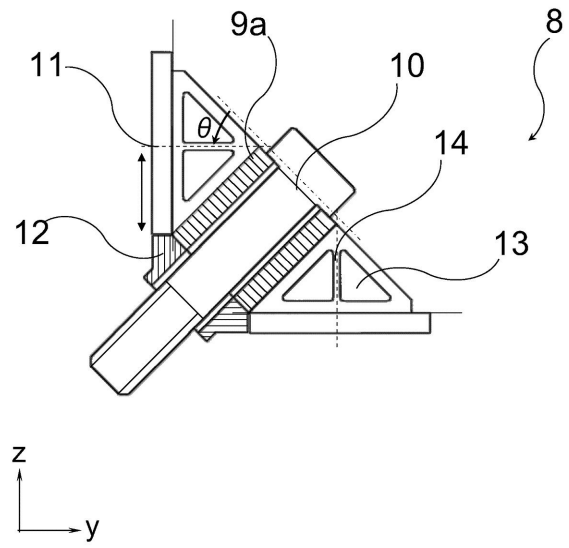


図16

【図17】

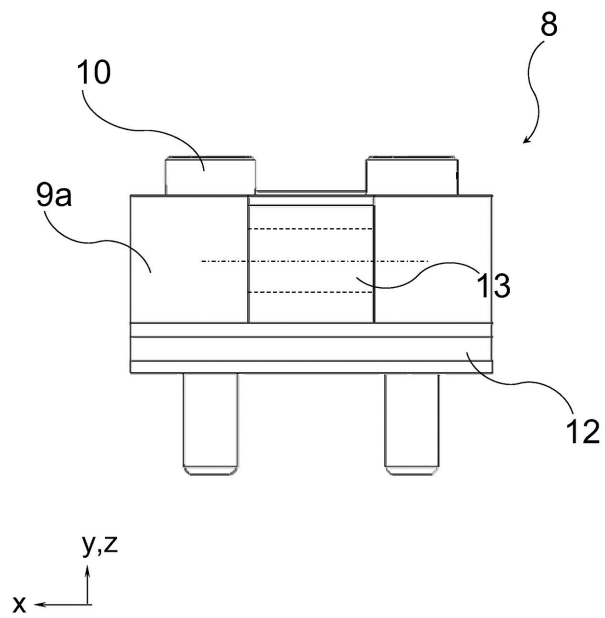


図17

【図18】

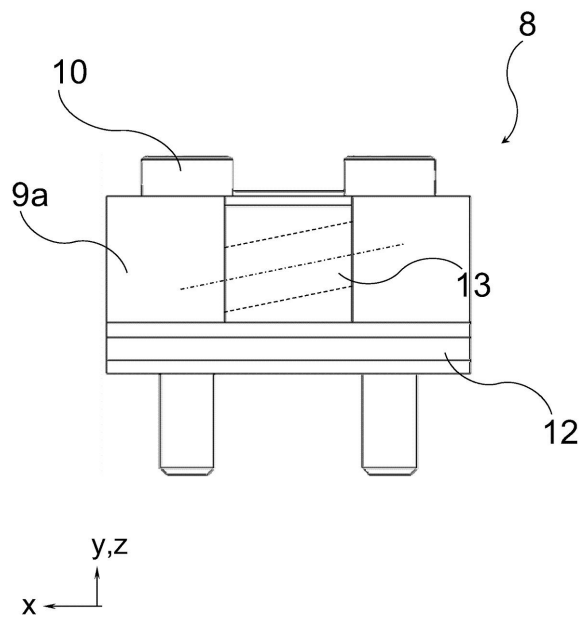


図18

【図 19】

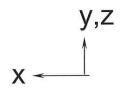
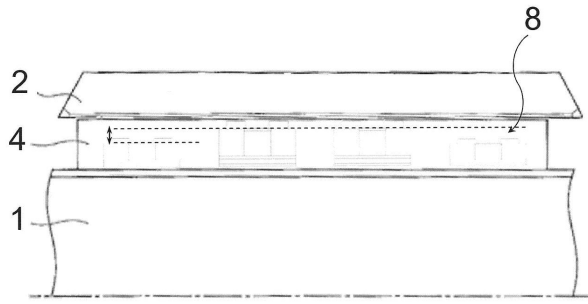


図 19

フロントページの続き

- (72)発明者 中江 茂樹
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 飯塚 元信
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 松本 正徳
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 大高 英幸
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 服部 俊樹

- (56)参考文献 実開平01-150449(JP, U)
実開平04-002963(JP, U)
特開2002-058188(JP, A)
実開平02-110963(JP, U)
特開昭59-041142(JP, A)
国際公開第2007/094350(WO, A1)
実開昭58-057273(JP, U)
実開昭57-031045(JP, U)
実開昭57-031052(JP, U)
特開2008-283737(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 3/46