

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6479268号  
(P6479268)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int. Cl. F 1  
 HO2M 7/48 (2007.01) HO2M 7/48 Z  
 HO2M 7/04 (2006.01) HO2M 7/04 B

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2018-520273 (P2018-520273)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日	平成28年6月1日(2016.6.1)	(74) 代理人	100095407 弁理士 木村 満
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/066144	(74) 代理人	100131152 弁理士 八島 耕司
(87) 国際公開番号	W02017/208384	(74) 代理人	100147924 弁理士 美恵 英樹
(87) 国際公開日	平成29年12月7日(2017.12.7)	(72) 発明者	北中 英俊 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
審査請求日	平成30年4月16日(2018.4.16)	(72) 発明者	川本 大樹 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力電力を変換して出力する電力変換部、前記電力変換部の入力側に接続されるリアクトル、および前記電力変換部に含まれる電子部品を制御する制御部を備える電力変換装置であって、

前記リアクトルを収容し、前記電力変換装置の外部の空気である外気が内部に流入する開放部と、

前記開放部に隣接し、前記電子部品を収容し、前記外気が内部に流入しない第1の密閉部と、

前記第1の密閉部に隣接し、前記制御部を収容し、前記外気が内部に流入しない第2の密閉部と、

を備え、

前記第1の密閉部と前記第2の密閉部との間の隔壁に少なくとも2つの通風口が形成され、

少なくとも1つの前記通風口に設けられる循環ファンと、

前記第1の密閉部を形成する筐体に設けられ、前記第1の密閉部に収容される前記電子部品から伝達された熱の少なくとも一部を前記外気に放熱するヒートシンクと、

を備える電力変換装置。

【請求項2】

前記第1の密閉部および前記第2の密閉部の温度変化量の推定値に基づいて予め算出さ

10

20

れた前記循環ファンの必要流量に応じて、前記循環ファンを作動させる循環ファン制御部をさらに備える請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 3】

前記第 1 の密閉部と前記第 2 の密閉部の温度差に応じて、前記循環ファンの流量を調節する循環ファン制御部をさらに備える請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記開放部を形成する筐体に流入口および流出口が形成され、  
前記開放部に収容され、前記流入口から前記流出口に向かう方向に送風する冷却ブローアをさらに備える、  
請求項 1 に記載の電力変換装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、強制空冷される電子部品を含む電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電気鉄道車両の屋根上または床下には、架線から取得した電力を変換して電動機または車載機器に供給する電力変換装置が搭載される。電力変換装置は、半導体素子のスイッチング動作によって入力電力を変換して所望の交流電力を出力する電力変換部を有する。半導体素子はスイッチング動作を行う際に発熱するため、半導体素子から伝達された熱を放熱するフィンまたは剣山状のヒートシンクが形成される。冷却効率を高めるため、ヒートシンクは、外気に触れる位置に設けられる。一方、電力変換部を構成する半導体素子および電力変換部に制御信号を出力する出力制御部を構成する電子部品は、粉塵および水分による故障を防止するため、外気に触れない筐体の内部に設けられる。このように、電力変換装置を構成する各部品の設置場所は、冷却の必要性ならびに防塵および防水の必要性に応じて決定される。

20

【0003】

特許文献 1 に開示される交直電管用電力変換システムにおいては、強制空冷を必要とするコンバータ、インバータ、およびフィルタリアクトル、および強制空冷を必要としない他の機器が併せて同一の筐体に収納される。該交直電管用電力変換システムにおいては、コンバータ、インバータ、およびフィルタリアクトルは、筐体内部の冷却風通路に設置され、強制空冷を必要としない他の機器は冷却風通路の外部に設置される。特許文献 2 に開示される鉄道車両用床下装置のように、鉄道車両の床下に設置される電力変換装置は、筐体内部が仕切り部材によって複数の空間に分けられている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 001598 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 96460 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に開示される交直電管用電力変換システムにおいては、強制空冷の対象である機器は十分に冷却されるが、冷却風通路の外部に設置される他の機器が十分に冷却されない場合がある。特許文献 2 に開示される鉄道車両用床下装置のように、筐体内部が複数の空間に分けられている場合には、筐体の中心に近い空間の温度上昇が、他の空間の温度上昇と比べて大きくなる場合がある。筐体内の一部の温度上昇が他の部分の温度上昇と比べて高くなると、該一部に格納されている電子機器の性能に影響がでる場合がある。

【0006】

50

本発明は上述の事情に鑑みてなされたものであり、筐体内の各部の温度上昇の差を低減することが目的である。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の電力変換装置は、入力電力を変換して出力する電力変換部、電力変換部の入力側に接続されるリアクトル、および電力変換部に含まれる電子部品を制御する制御部を備える電力変換装置であって、開放部と、第1の密閉部と、第2の密閉部とで構成される。開放部には電力変換装置の外部の空気である外気が流入し、リアクトルが収容される。開放部に隣接する第1の密閉部には外気が流入せず、電子部品が収容される。第1の密閉部に隣接する第2の密閉部には外気が流入せず、制御部が収容される。電力変換装置は、第1の密閉部と第2の密閉部との間の隔壁に形成される少なくとも2つの通風口と、少なくとも1つの通風口に設けられる循環ファンと、第1の密閉部を形成する筐体に設けられ、第1の密閉部に収容される電子部品から伝達された熱の少なくとも一部を外気に放熱するヒートシンクと、を備える。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、第1の密閉部と第2の密閉部との間の隔壁に少なくとも2つの通風口を形成し、少なくとも1つの通風口に循環ファンを設けることで、第1の密閉部および第2の密閉部の温度上昇の差を低減することが可能である。

【図面の簡単な説明】

20

【0009】

【図1】本発明の実施の形態に係る電力変換装置の筐体の斜視図である。

【図2】実施の形態に係る電力変換装置を備える電気鉄道車両の構成例を示す図である。

【図3】実施の形態に係る電力変換装置の断面図である。

【図4】実施の形態に係る電力変換装置の断面図である。

【図5】実施の形態に係る電力変換装置の断面図である。

【図6】実施の形態に係る電力変換装置の断面図である。

【図7】実施の形態に係る電力変換装置の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

30

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお図中、同一または同等の部分には同一の符号を付す。

【0011】

図1は、本発明の実施の形態に係る電力変換装置の筐体の斜視図である。図1においては、電力変換装置1の上面の記載を省略した。電力変換装置1の筐体の内部は隔壁で分けられ、電力変換装置1は、電力変換装置1の外部の空気である外気が流入する開放部10、外気が流入しない、開放部10に隣接する第1の密閉部20、および外気が流入しない第1の密閉部20に隣接する第2の密閉部30で構成される。図1に示す電力変換装置1においては、開放部10と第1の密閉部20との隣接方向、および第1の密閉部20と第2の密閉部30との隣接方向が一致する。電力変換装置1は、例えば、電気鉄道車両の床下に取り付けられる。

40

【0012】

開放部10を形成する筐体に流入口11および流出口12が形成される。図1の例では、上記隣接方向と直交する方向に対向する二面に流入口11および流出口12が形成される。第1の密閉部20と第2の密閉部30との間の隔壁21には、少なくとも2つの通風口22が形成される。少なくとも1つの通風口22に、後述する循環ファンが設けられる。第1の密閉部20を形成する筐体、すなわち第1の密閉部20の外面には、第1の密閉部20に収容される電子部品から伝達された熱の少なくとも一部を外気に放熱するヒートシンク23が設けられる。図1の例では、ヒートシンク23は開放部10に露出する。図1の例では、ヒートシンク23の形状はフィン状であるが、任意の形状のヒートシンク2

50

3を用いることができ、ヒートシンク23の形状は剣山状でもよい。ヒートシンク23は基板24に形成され、基板24の反対側の面、すなわち第1の密閉部20の内部に設けられる電子部品から伝達された熱を放熱する。図1の例では、第1の密閉部20の筐体の上面に形成された開口からヒートシンク23が開放部10に露出しているが、ヒートシンク23を設ける場所は、図1の例に限られない。電力変換装置1の向きは任意に定めることができるが、図1に示す電力変換装置1の場合、流入口11および流出口12の対向方向を電気鉄道車両の進行方向と一致させることで、走向風を開放部10に取り入れることが可能である。

#### 【0013】

図2は、実施の形態に係る電力変換装置を備える電気鉄道車両の構成例を示す図である。電力変換装置1は、集電装置102を介して架線101から取得した電力を変換して、出力側に接続される、空調装置または照明装置である負荷装置103に電力を供給する。架線101から取得した電力は、スイッチ2および入力リアクトル3を介して電力変換部40に入力される。電力変換部40は、一次回路50、変圧器60、二次回路70および三相インバータ回路80を有する。図2の例では、インバータ回路である一次回路50が有するスイッチング素子52, 53, 54, 55および三相インバータ回路80が有するスイッチング素子82, 83, 84, 85, 86, 87は、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor: 絶縁ゲートバイポーラトランジスタ) であるが、任意の半導体素子を用いることができる。

#### 【0014】

一次回路50は直流電力を高周波の単相交流電力に変換する。図2の例では、一次回路50は、フルブリッジ構成であるが、ハーフブリッジ構成でもよいし、他の構成でもよい。変圧器60は、一次回路50と二次回路70に接続され、一次側と二次側とを絶縁した状態で電力変換を行う。二次回路70は、変圧器60から入力される高周波交流電圧を直流電圧に整流し、三相インバータ回路80が有するコンデンサ81に直流電圧を印加する。スイッチング素子52, 53の接続点と変圧器60の一次巻線の一端とが接続導体を介して接続され、スイッチング素子54, 55の接続点と変圧器60の一次巻線の他端とが接続導体を介して接続される。変圧器60の二次巻線の一端とダイオード71, 72の接続点とが接続導体を介して接続され、変圧器60の二次巻線の他端とダイオード73, 74の接続点とが接続導体を介して接続される。接続導体が発熱するのを抑制するために、接続導体には、銅の薄板状の導体またはリッツ線が用いられる。

#### 【0015】

三相インバータ回路80は、電力変換を行い、所望の周波数および所望の大きさの三相交流電圧を出力する。制御部4は、スイッチ2のオンオフの切り替え、およびスイッチング素子52, 53, 54, 55, 82, 83, 84, 85, 86, 87の切り替えを制御する。循環ファン制御部8は、電力変換装置1の動作中に循環ファン25が作動するように、循環ファン25を制御する。電力変換装置1が有する内部電源から制御部4、循環ファン制御部8および循環ファン25に電力が供給される。

#### 【0016】

電力変換部40の出力側には、各相に設けられた交流リアクトルから成るリアクトル部5、各相に接続される交流コンデンサから成るコンデンサ部6、冷却ブローア7、および負荷装置103が接続される。リアクトル部5およびコンデンサ部6で平滑フィルタ回路を構成することで、三相インバータ回路80が出力するパルス電圧波形が平滑化され、正弦波交流が得られる。

#### 【0017】

電力変換装置1の各部の、図1に示す電力変換装置1の筐体内への設置について説明する。図3および図4は、実施の形態に係る電力変換装置の断面図である。図3は、図1に示す電力変換装置1のA-A線の断面図であり、図4は、図3に示す電力変換装置1のB-B線の断面図である。電力変換部40に含まれる、一次回路50、変圧器60、二次回路70、および三相インバータ回路80には、高周波交流の大電流が流れるため、他の機

10

20

30

40

50

器に比べて発熱量が大きい。そのため、一次回路50、変圧器60、二次回路70、および三相インバータ回路80は、筐体内で発生した熱が、筐体ならびにヒートシンク23から放熱される、第1の密閉部20に収容される。

#### 【0018】

スイッチ2、制御部4、コンデンサ部6、および循環ファン制御部8は、上記の電力変換部40に含まれる機器に比べて発熱量が小さく、粉塵および水分により故障することがあるため、第2の密閉部30に収容される。入力リアクトル3、およびリアクトル部5に含まれる交流リアクトルは、銅またはアルミの導体をコイル状に巻き回して製造される。電力変換装置1の動作中は、入力リアクトル3、およびリアクトル部5において導体の抵抗により大きな損失が発生するため、入力リアクトル3、およびリアクトル部5を強制的に空冷する必要がある。そのため、入力リアクトル3、およびリアクトル部5は、開放部10に収容される。冷却ブローア7は、流入口11から流出口12に向かって送風する向きに、開放部10に収容される。

10

#### 【0019】

スイッチ2と入力リアクトル3とを接続する接続導体、およびリアクトル部5とコンデンサ部6とを接続する接続導体は、開放部10と第1の密閉部20との間の隔壁および第1の密閉部20と第2の密閉部30との間の隔壁21に形成された孔(図示せず)に挿通される。入力リアクトル3と電力変換部40とを接続する接続導体、およびリアクトル部5と電力変換部40とを接続する接続導体は、開放部10と第1の密閉部20との間の隔壁に形成された孔(図示せず)に挿通される。

20

#### 【0020】

第1の密閉部20および第2の密閉部30に収容される機器の発熱量は異なる。第1の密閉部20および第2の密閉部30の容積および表面積は異なるため、第1の密閉部20および第2の密閉部30からの放熱量は異なる。そのため、第1の密閉部20と第2の密閉部30の温度上昇量に差が生じる。第1の密閉部20と第2の密閉部30との間の隔壁21に形成された少なくとも2つの通風口22の内、少なくとも1つに循環ファン25が設けられる。循環ファン制御部8は、第1の密閉部20および第2の密閉部30の温度変化量の推定値に基づいて予め算出された循環ファン25の必要流量に応じて、循環ファン25を作動させる。循環ファン25が作動すると、第1の密閉部20の空気が第2の密閉部30に移動し、同量の空気が第2の密閉部30から第1の密閉部20に移動して、第1の密閉部20および第2の密閉部30の空気が循環する。第1の密閉部20および第2の密閉部30の空気を循環させることで、第1の密閉部20および第2の密閉部30の温度上昇量の差を低減することができる。

30

#### 【0021】

一次回路50のスイッチング周波数が20kHz程度であり、電気鉄道車両に搭載される電力変換装置1の電子部品が、図3および図4のように第1の密閉部20および第2の密閉部30に収容される場合、第1の密閉部20へ放熱される熱量が500W程度であるのに対し、第2の密閉部30での発熱量は100W程度である。すなわち、第1の密閉部20での温度上昇が第2の密閉部30での温度上昇に比べて大きい。循環ファン25を作動させて、第1の密閉部20と第2の密閉部30との間で空気を循環させることで、第1の密閉部20での温度上昇を抑制することができる。循環ファン25の必要流量は、第1の密閉部20および第2の密閉部30に収容される電子部品の耐熱温度および温度変化量の推定値に基づいて算出される。温度変化量の推定値は、発熱量の推定値および放熱量の推定値から算出することができる。

40

#### 【0022】

第2の密閉部30においては、ヒートシンクが設けられていないため、筐体内で発生した熱は、筐体から放熱される。筐体からの放熱が十分でない場合、第2の密閉部30の温度上昇が、第1の密閉部20の温度上昇に比べて大きくなることがある。その場合においても、循環ファン25を作動させて、第1の密閉部20と第2の密閉部30との間で空気を循環させることで、第2の密閉部30での温度上昇を抑制することができる。循環ファ

50

ン 25 を作動させることで、第 1 の密閉部 20 および第 2 の密閉部 30 の温度上昇の差を低減することができる。

【 0023 】

一次回路 50 のスイッチング周波数が 20 kHz 程度である場合、一次回路 50 と変圧器 60 との間の接続導体および二次回路 70 と変圧器 60 との間の接続導体には、20 kHz 程度の周波数の数百 A 程度の電流が流れるため、接続導体の発熱量が大きい。図 3 および図 4 のように、一次回路 50、変圧器 60 および二次回路 70 を第 1 の密閉部 20 に収容し、一次回路 50 と変圧器 60 との間の接続導体および二次回路 70 と変圧器 60 との間の接続導体の長さを短くすることで、表皮効果による接続導体の発熱量を低減することができる。

10

【 0024 】

上述の例では、予め算出された必要流量に応じて循環ファン 25 を作動させたが、第 1 の密閉部 20 および第 2 の密閉部 30 の温度差に応じて循環ファン 25 を作動させてもよい。循環ファン制御部 8 は、第 1 の密閉部 20 および第 2 の密閉部 30 に設けられた温度センサから温度を取得し、第 1 の密閉部 20 および第 2 の密閉部 30 の温度差に応じて循環ファン 25 の必要流量を算出し、算出した必要流量に応じて循環ファン 25 の流量を調節する。循環ファン制御部 8 は、第 1 の密閉部 20 内の接続導体を流れる電流の大きさおよび第 2 の密閉部 30 内の接続導体を流れる電流の大きさを検出し、検出値の差に応じて循環ファン 25 の必要流量を算出し、算出した必要流量に応じて循環ファン 25 の流量を調節してもよい。

20

【 0025 】

以上説明したとおり、実施の形態に係る電力変換装置 1 によれば、第 1 の密閉部 20 と第 2 の密閉部 30 との間の隔壁 21 に少なくとも 2 つの通風口 22 を形成し、少なくとも 1 つの通風口 22 に循環ファン 25 を設けることで、第 1 の密閉部 20 および第 2 の密閉部 30 の温度上昇の差を低減することが可能である。筐体内の各部の温度上昇の差が低減されるため、一部の電子機器で温度が高くなり過ぎることが抑制され、電力変換装置 1 の信頼性向上および長寿命化が可能である。

【 0026 】

本発明の実施の形態は上述の実施の形態に限られない。電力変換部 40 の構成は、図 2 の例に限られず、変圧器を有さず、コンデンサとスイッチング素子から成る電力変換回路でもよいし、DC - DC 変換器 (Direct-Current-to-Direct-Current Converter) またはチョッパ回路でもよい。冷却ブローア 7 を設けずに、電気鉄道車両の走行風によって、電力変換装置 1 の各部を冷却してもよい。電力変換装置 1 は、電気鉄道車両の床下だけでなく、屋根上に設けられてもよい。密閉部の数は 2 つに限られず、電力変換装置 1 は、3 以上の密閉部を備えてもよい。その場合は、密閉部間の隔壁のそれぞれに少なくとも 2 つ以上の通風口が形成される。

30

【 0027 】

電力変換装置 1 の構造は上述の例に限られない。図 5、図 6 および図 7 は、実施の形態に係る電力変換装置の断面図である。図 5 に示す電力変換装置 1 においては、ヒートシンク 23 は、電力変換装置 1 の外部に露出する。図 6 に示す電力変換装置 1 においては、開放部 10 と第 1 の密閉部 20 との隣接方向、および第 1 の密閉部 20 と第 2 の密閉部 30 との隣接方向は直交する。図 7 に示す電力変換装置 1 においては、開放部 10 を形成する筐体内、隣り合った二面に流入口 11 および流出口 12 が形成される。

40

【 0028 】

本発明は、本発明の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、この発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。すなわち、本発明の範囲は、実施の形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。そして、特許請求の範囲内及びそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、この発明の範囲内とみなされる。

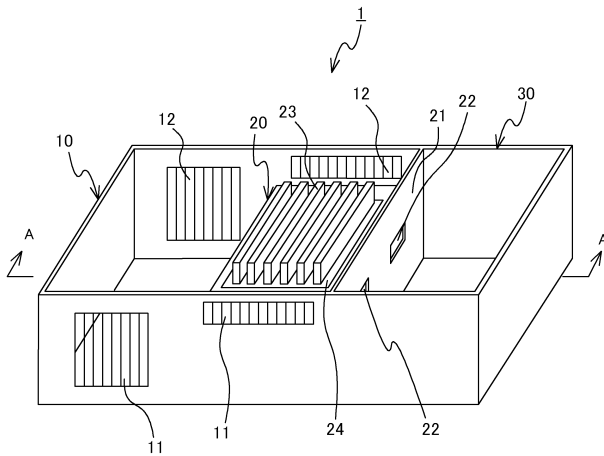
【 符号の説明 】

50

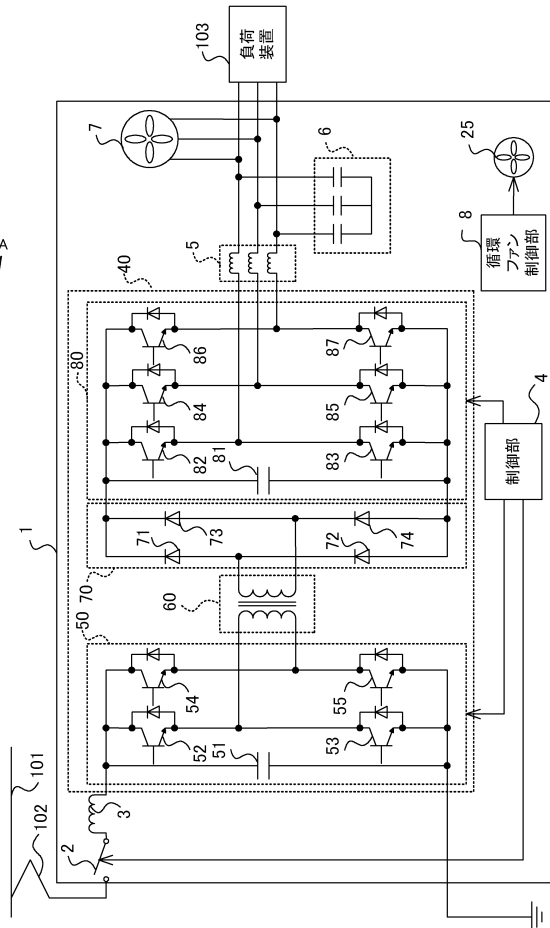
【0029】

1 電力変換装置、2 スイッチ、3 入力リアクトル、4 制御部、5 リアクトル部、6 コンデンサ部、7 冷却ブローア、8 循環ファン制御部、10 開放部、11 流入口、12 流出口、22 通風口、20 第1の密閉部、21 隔壁、23 ヒートシンク、24 基板、25 循環ファン、30 第2の密閉部、40 電力変換部、50 一次回路、51, 81 コンデンサ、52, 53, 54, 55, 82, 83, 84, 85, 86, 87 スwitching素子、60 変圧器、70 二次回路、71, 72, 73, 74 ダイオード、80 三相インバータ回路、101 架線、102 集電装置、103 負荷装置。

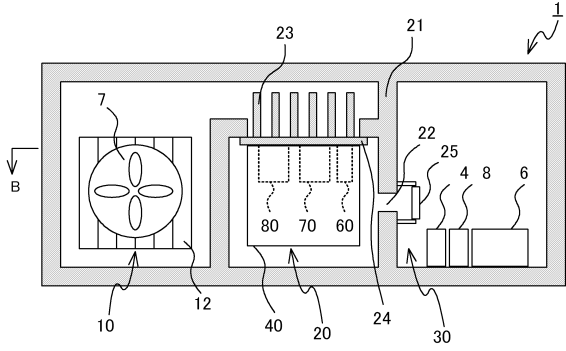
【図1】



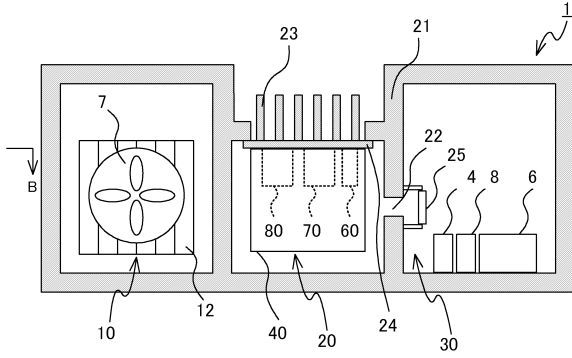
【図2】



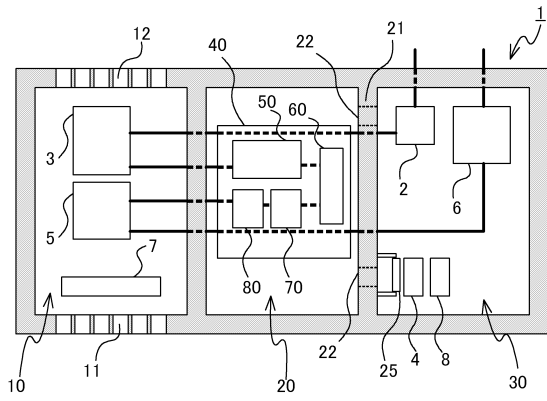
【図3】



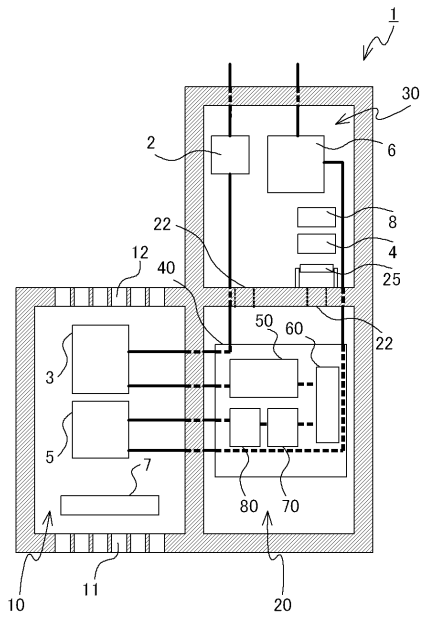
【図5】



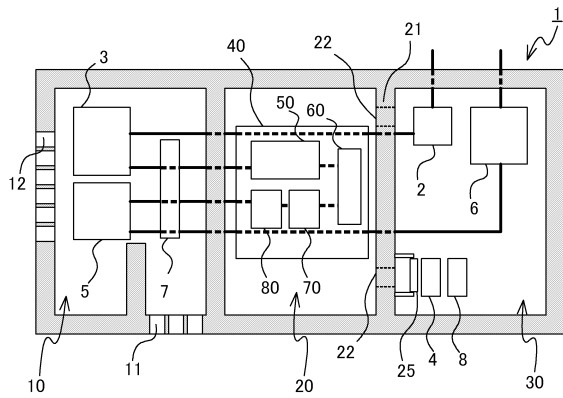
【図4】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

審査官 栗栖 正和

- (56)参考文献 特開平10-210762(JP,A)  
特開平02-013266(JP,A)  
特開2001-258263(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02M 7/48  
H02M 7/04