

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5114350号
(P5114350)

(45) 発行日 平成25年1月9日 (2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日 (2012.10.19)

(51) Int.Cl.

F I

HO 2 M 7/48 (2007.01)

HO 5 K 7/20 (2006.01)

HO 2 M 7/48 Z

HO 5 K 7/20 G

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-234170 (P2008-234170)	(73) 特許権者	502129933
(22) 出願日	平成20年9月12日 (2008.9.12)		株式会社日立産機システム
(65) 公開番号	特開2010-68670 (P2010-68670A)		東京都千代田区神田練塀町3番地
(43) 公開日	平成22年3月25日 (2010.3.25)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成22年5月12日 (2010.5.12)		弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	萩谷 功
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2
			株式会社 日立製作
			所 機械研究所内
		(72) 発明者	西嶋 規世
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2
			株式会社 日立製作
			所 機械研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インバータ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子部品を搭載した回路基板と、該回路基板と電気的に接続する端子台と、前記回路基板と端子台とを内包し、少なくとも上面と下面を含む複数の面に開口部が設けられた筐体と、を有するインバータ装置において、

前記回路基板は、前記下面の開口部から前記上面の開口部に向かう空気の流れに沿って設けられ、昇圧トランスと減流抵抗器とに隣接する複数の平滑コンデンサを搭載し、前記上面に近い上方側平滑コンデンサは前記下面に近い下方側平滑コンデンサよりも前記筐体の側壁に近接し、

前記上方側平滑コンデンサと隣接する前記昇圧トランスまたは前記減流抵抗器との間隔を、前記上方側平滑コンデンサと前記筐体の側壁との間隔よりも広げること

10

を特徴とするインバータ装置。

【請求項2】

請求項1記載のインバータ装置において、前記昇圧トランスと前記減流抵抗器に対して、前記複数の平滑コンデンサを前記回路基板上で左右どちらかに一方にまとめて設けられたことを特徴とするインバータ装置。

【請求項3】

請求項1記載のインバータ装置において、前記回路基板は、他の回路基板に設けられた電子部品と電子的に接続する一つまたは複数のモジュール接続部を有し、そのうち少なくとも一つのモジュール接続部は、前記下方側平滑コンデンサと前記筐体の側壁との間に設

20

けられたことを特徴とするインバータ装置。

【請求項 4】

請求項 2 記載のインバータ装置において、前記筐体は側面に側面開口部を有し、この側面開口部は前記複数の平滑コンデンサに対向して開口したことを特徴とするインバータ装置。

【請求項 5】

請求項 1 記載のインバータ装置において、前記端子台は、前記筐体の下面側に設けられ、前記下方側平滑コンデンサと隣接する前記減流抵抗器または前記昇圧トランスとの間隙に向かって開口する貫通部または貫通孔を有することを特徴とするインバータ装置。

【請求項 6】

請求項 1 記載のインバータ装置において、前記平滑コンデンサ、昇圧トランス、減流抵抗器の中で前記回路基板からの高さが最小である電子部品に合わせた最小高さ内空間にて、前記回路基板に実装された部品高さにおける前記筐体の上下方向で積分した積分値で定義する前記回路基板に搭載された電子部品の空間占有率を、前記筐体の側壁間における分布で見たときに中央部付近に凹部を有する略二瘤形状であることを特徴とするインバータ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電源からの交流電力を任意の周波数と電圧の交流電力に変換して、モーターなどに電気を供給するインバータ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図 16 は、インバータ装置の代表的な電気回路構成図である。この電気回路には、電源などから端子台 16 の端子部 16a を介して交流電圧が印加される。印加された交流電圧は順変換機 51 によって整流され、平滑コンデンサ 12 によって平滑される。

【0003】

インバータ装置の起動時に平滑コンデンサ 12 へ突入する電流は、大きいものであるため、減流抵抗器 14 とリレー 14a などからなる突入電流抑制回路 14b が設けられていて、突入電流が大きい場合突入電流抑制回路 14b によって抑制される。

【0004】

平滑された平滑コンデンサ 12 の両端電圧は逆変換機 52 によって所望の周波数の交流電圧に変換され、端子台 16 の端子 16b を介して出力される。この逆変換器 52 を構成する IGBT などは、制御回路 53 からの指令に基づいて所望の動作状態に制御され、ドライバ回路 54 によって駆動される。ドライバ回路 54 内にはスイッチングレギュレータ回路（DC/DC コンバータ）が搭載されており、直流電圧が生成されて各構成へ供給される。

【0005】

尚、端子台 16 は、電流の入力用端子部と出力用端子部とが絶縁された状態で並んで設けられる。

【0006】

図 17 と図 18 はそれぞれ、インバータ装置の代表的な従来の平面構成模式図と横断面構成模式図である。この図 17 と図 18 において、筐体ケース 20 内には、主回路基板 11 と電源回路基板 56 と制御回路基板 57 とパワーモジュール 55 が収納されている。

【0007】

主回路基板 11 の部品実装面（表面）には、下方側平滑コンデンサ 12A と上方側平滑コンデンサ 12B、昇圧トランス 13、減流抵抗器 14、端子台 16 などが図のように配置されている。

【0008】

筐体ケース 20 には上面に上部開口部 22、下面に下部開口部 21、そして必要に応じ

10

20

30

40

50

て側面に側面開口部 2 3 が設けられている。下部開口部 2 1 と側面開口部 2 3 から冷却空気が主回路基板 1 1 上に流入し、主回路基板 1 1 上の発熱部品で生じた熱により温められた空気が、上部開口部 2 2 より排出される。

【0009】

主回路基板 1 1 は、主回路基板 1 1 の側方に設けられ裏面側に伸びたモジュール接続部 1 5 でパワーモジュール 5 5 と電氣的に接続する。パワーモジュール 5 5 は冷却フィン 2 4 と接続されている。パワーモジュール 5 5 から発熱した熱は熱伝導により冷却フィン 2 4 に伝わり、冷却フィン周囲の空気と熱交換して放熱される。

【0010】

特許文献 1 に記載の構造では、電氣的な特性を考慮しながら部品のレイアウトを決定しても、対流防止板の取り付けにより、高温に敏感な電気部品の温度上昇を、ある程度能動的に管理することができる。

10

【0011】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 9 2 6 3 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

近年、部品の小型化、および面実装技術の向上によって、部品の高密度実装が可能となり、インバータ装置の小型化が進んでいる。反面、インバータ装置を適用する、モーターや産業用機器においては、その動作を適正に保証し、インバータ装置の出力電圧を高品位に保つ必要がある。このため、インバータ装置の電気回路を流れる電圧の平滑化に用いる平滑コンデンサ 1 2、減流抵抗器 1 4、昇圧トランス 1 3 といった高電力部品は、信頼性を確保するため、そして電気容量等の必要仕様を満足するためには必ずしも小型化が出来ない。よって、面実装部品の高密度化によって発熱密度が増加するだけでなく、インバータの電気特性を良好に保つために用いられる大型の高電力部品の存在によって、筐体内部の冷却空気の流れが阻害され、部品温度の上昇による部品の信頼性が低下するという問題がある。特に、平滑コンデンサ 1 2 は、一般に信頼性を確保できる部品温度上限が他の部品より低いため、温度上昇が大きな問題となる。

20

【0013】

さらに、平滑コンデンサ 1 2、減流抵抗器 1 4、昇圧トランス 1 3 といった部品には、制御等に用いられる弱電部品よりも高電圧・大電流が流れるため、それらの部品が配置される基板上の配線パターンが太くなる。そのため、配線パターンの電氣的損失低減や、不要な電磁輻射の低減、主回路基板 1 1 上の他実装部品の配線パターンの確保、などといった電氣的な特性を考慮して配置される必要がある。

30

【0014】

しかしながら、特許文献 1 に記載された技術では、対流防止板を設け対流経路を管理した場合は、結果的に通風経路が制限されることによって、内部を流れる冷却空気量が減少する。そのため、部分的に温度上昇を抑制しても、全体的な冷却性能は向上しないという問題がある。特にファンを用いずに、自然対流による空気流によって放熱を行う場合には、浮力によって生じる空気流の圧力が非常に小さいため、空気流路を管理することによって冷却空気量が大幅に減少し、放熱が困難となるという問題がある。

40

【0015】

上記したように、近年インバータは、面実装部品の高密度化によって小型化が進み、発熱密度が増加するだけでなく、インバータの電気特性を良好に保つための大型の高電力部品の存在によって、筐体内部の冷却空気の流れが阻害される。

【0016】

特にファンを用いない自然対流を用いた空冷方式のインバータ装置では冷却空気の風量が少なく、部品温度の上昇による部品の信頼性が低下するという問題がある。

【0017】

また、平滑コンデンサや、減流抵抗器等の大電力部品は、電氣的特性を考慮して配置さ

50

れる必要があり、更に自然対流による空気流と部品の冷却の両立が困難となっている。

【0018】

本発明の目的は、上記問題点を解決したインバータ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記目的を達成するために本発明のインバータ装置は、電子部品を搭載した回路基板と、該回路基板と電氣的に接続する端子台と、前記回路基板と端子台とを内包し、少なくとも上面と下面を含む複数の面に開口部が設けられた筐体と、を有するインバータ装置において、前記回路基板は、前記下面の開口部から前記上面の開口部に向かう空気の流れに沿って設けられ、昇圧トランスと減流抵抗器とに隣接する複数の平滑コンデンサを搭載し、前記上面に近い上方側平滑コンデンサは前記下面に近い下方側平滑コンデンサよりも前記筐体の側壁に近接していることを特徴とするものである。

10

【0020】

上記構成に加えて、前記昇圧トランスと前記減流抵抗器に対して、前記複数の平滑コンデンサを前記回路基板上で左右どちらかに一方にまとめて設けてもよい。

【0021】

同様に、前記下方側平滑コンデンサと隣接する前記昇圧トランスまたは前記減流抵抗器との間隔を、前記上方側平滑コンデンサと隣接する前記昇圧トランスまたは前記減流抵抗器との間隔よりも広げてよい。

【0022】

20

同様に、前記回路基板は、他の回路基板に設けられた電子部品と電子的に接続する一つまたは複数のモジュール接続部を有し、そのうち少なくとも一つのモジュール接続部は、前記下方側平滑コンデンサと前記筐体の側壁との間に設けてもよい。

【0023】

同様に、前記端子台は、前記筐体の下面側に設けられ、前記下方側平滑コンデンサと隣接する前記減流抵抗器または前記昇圧トランスとの間隙に向かって開口する貫通部または貫通孔を有してもよい。

【0024】

同様に、前記平滑コンデンサ、昇圧トランス、減流抵抗器の中で前記回路基板からの高さが最小である電子部品に合わせた最小高さ内空間にて、前記回路基板に実装された部品高さにおける前記筐体の上下方向で積分した積分値で定義する前記回路基板に搭載された電子部品の空間占有量を、前記筐体の側壁間における分布で見たときに中央部付近に凹部を有する略二瘤形状であるようにしてもよい。

30

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、電気容量が大きく寸法が大きなコンデンサを用いても電氣的信頼性を損なうことが無く、インバータ装置の信頼性向上を可能とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

本発明のインバータ装置における一実施例を、図1から図4を用いて説明する。図1は、本実施例のインバータ装置の概略を表す図面で、主要な構成を分解した斜視図である。また、図2は同実施例の模式的平面図、図3は同実施例の模式的横断面図であり、図4は、同実施例のインバータ装置における下面側から見た図である。これらの図は、同一部材においては同一の符号を付してその説明を省略する。

40

【0027】

図1において、筐体ケース20は下方に下部開口部21を有していて、主回路基板11に設けられた端子台16が臨めるようになっている。下部開口部には装置外部と内部を隔てるためにスリットを備えた蓋がされ、操作パネル26側を前面、冷却フィン24側を裏面と定義すると、端子台16の前面側には、後述するように、間隔をあけて電子部品搭載部と外部とを隔てる筐体ケース突出部20Bが設けられている。

50

【0028】

筐体ケース２０の側面には、側面開口部２３を有していて、この側面開口部２３は筐体ケース２０の側面から内部に冷却空気を流入する入口となる。この側面開口部２３は反対側の筐体ケース２０の側面にも設けられている。尚、後述するが筐体ケース２０の上部には上部開口部２２が設けられている。

【0029】

筐体ケース２０の前面には操作パネル２６が設けられていて、図示したインバータ装置では、蝶番で一辺が筐体ケース２０の内部が開放されるように保持されている。操作パネル２６は図１の構造とは異なり、嵌め込み式で筐体ケース２０に固定しても良い。

【0030】

筐体ケース２０の内部には複数の回路基板を有していて、図１では代表させて主回路基板１１を示す。主回路基板１１にはインバータ装置の下方に端子台１６を設けていて、自然対流の空気流れは端子台１６の周りから、即ちインバータ装置の下方から浸入し端子台１６をすり抜けて、筐体ケース２０の内部に導入される。

【0031】

主回路基板１１には、端子台１６の他に、主たる発熱部品として平滑コンデンサ１２が一方に、減流抵抗器１４と昇圧トランス１３が他方に設けられている。本実施例においては、減流抵抗器１４が端子台１６のあるインバータ装置の下方に、昇圧トランス１３が筐体ケース２０の上方であるインバータ装置の上方に、それぞれ設けられている。

【0032】

主回路基板１１は複数の冷却フィン２４を有する基台４０に取り付けられる。この図面では簡略に構成を示しているが、主回路基板１１と冷却フィン２４を有する基台４０との間の詳細な構成については後述する。

【0033】

図２に示す平面図のように、本実施例のインバータ装置は制御盤などに取り付けられる。端子台１６は、配線や配線時のネジ締めなどの作業性の向上のため、主回路基板１１の下方に配置するのがよい。

【0034】

減流抵抗器１４は、端子台１６との主回路基板１１上の配線長さを短くするために、端子台１６の近傍に配置されることが望ましい。平滑コンデンサ１２も端子台１６との配線長さを短くするために端子台１６の近傍に配置されることが望ましい。必要な電気容量を満足するため平滑コンデンサを複数設置する場合には、平滑コンデンサ１２同士の配線長さを短くするためお互いを近づけて配置することが望ましい。

【0035】

なぜならば、平滑コンデンサ１２や減流抵抗器１４には高電圧・大電流が流れるが、これらの部品の配線長さを短くすることによって配線パターンの電氣的損失や不要な電磁輻射を低減することができる。さらに、平滑コンデンサ１２や減流抵抗器１４には大電流が流れるため、これらの部品に対する配線パターンは太くなるが、お互いを近づけて配置することにより配線パターンが短くなり、基板上の他の実装部品の配線パターンの確保も容易となる。

【0036】

つまり、このような電氣的特性の向上のために、複数の平滑コンデンサ１２と、減流抵抗器１４が、端子台１６の近くに設けられるレイアウトが望ましい。また、減流抵抗器１４は、図２には図示されていないがリレー１４ａと組み合わせて突入電流抑制回路１４ｂを構成するため、減流抵抗器１４と端子台１６の近くにリレー１４ａが設けられるスペースがあることが望ましい。

【0037】

図３において、本実施例におけるインバータ装置の横断面を示す。筐体ケース２０が取り付けられて、配電盤などへの取り付け部を兼ねた冷却フィン２４がインバータ装置の裏側に、インバータ装置を操作するためのスイッチ（図示せず）等が設けられる操作パネル

10

20

30

40

50

26が表側に設けられている。

【0038】

インバータ装置内には、前面から順に、裏面側制御回路基板57aと表面側制御回路基板57bとからなる制御回路基板57、主回路基板11、電源回路基板56が積層されている。図示していないが、制御回路基板57と電源回路基板56の表面上にも複数の電子部品が実装されている。

【0039】

また、冷却フィン24が設けられた基台40の表面上には、発熱量が大きいパワーモジュール55が冷却フィンと熱伝導可能であるよう接着されている。このパワーモジュール55はモジュール接続部15によって主回路基板11と電氣的に接続して、モジュール接

10

続部15を経由して、変換される電流が入出力される。尚、基台40と冷却フィン24とはダイキャストで一体成形することにより熱伝導や製造において効率が良い。

【0040】

主回路基板11上には比較的大型の部品が表面上に実装されており、図2や図3に示すように主回路基板11の表面上にそれらの部品は配置される。また、図3及び図4に示すように、端子台16の前面側には、ドライバなどの異物が主回路基板11や裏面側制御回路基板57aに接触し故障することを防ぐため、筐体ケース突出部20Bが設けられている。

【0041】

図2と図3において、本実施例におけるインバータ装置の筐体ケース20に設けられた上部開口部22と下部開口部21により、インバータ装置の下方から主回路基板11表面近傍を通過して、インバータ装置の上方へ流れる空気の対流が発生する。すなわち、本実施例のインバータ装置は、下部開口部21が設けられた下面側が概略重力方向に取り付けられる。そして筐体ケース20内部で発熱部品によって温められた空気の自然対流によって、筐体ケース20の下面側から上面側に向かう空気の対流が生じる。そして、温められた空気は上部開口部22より排出される。

20

【0042】

本実施例におけるインバータ装置は、この自然対流により発熱部品が冷却され、温度上昇が抑制される。このとき、上部開口部22と下部開口部21は可能な限り大きいことが望ましい。

30

【0043】

図4に示すように、筐体ケース20の下部において、インバータ装置の下方に配置されている端子台16と、筐体ケース突出部20Bとの間には隙間21Aが設けられており、これによって下部開口部21から流入した空気が主回路基板11上へ流入する。また、このとき、筐体ケース突出部20Bにスリット状等の開口部21Bが設けられていることが望ましい。これにより、筐体ケース突出部20Bにおいて異物の侵入を防ぎながら、開口部21Bを通して主回路基板11上に空気を流入させることが可能となる。尚、筐体ケース20の内部と外部とを隔てる蓋は、取り外し可能なものとしてよい。

【0044】

次に図2に戻り、本実施例のインバータ装置内における空気の流れと回路素子の温度上昇について詳細に説明する。この説明では、図2における概略重力方向を下方方向とし、上下方向を縦方向、縦方向に直交する方向を横方向と定義する。

40

【0045】

本実施例のインバータ装置のように、平滑コンデンサ12を縦方向に並べて配置した場合、上部開口部22に近い上方側に配置した平滑コンデンサ12Bは筐体ケース20内の対流の下流にあるため、平滑コンデンサ12Bの周囲を流れる空気の温度が、下部開口部21に近い下方側に配置した平滑コンデンサ12Aの周囲を流れる空気の温度よりも高い。その結果、平滑コンデンサ12Bの温度上昇が大きくなりやすい。

【0046】

そこで本実施例では、図2に示すように、主回路基板11の上方側に配置する平滑コン

50

デンサ 1 2 B を、下方側に配置する平滑コンデンサ 1 2 A よりも筐体ケース 2 0 の側壁側に近い位置に設けた。

【0047】

これにより、平滑コンデンサ 1 2 B の横に、より広い上方中央側隙間 3 5 を確保することができる。すると下部開口部 2 1 から主回路基板 1 1 上へ流入した空気は、上方中央側隙間 3 5 で示される平滑コンデンサ 1 2 B 横のスペースに、より効果的に流入して、上方中央側隙間 3 5 を通過する空気の風量を増加させることができる。

【0048】

そのため、平滑コンデンサ 1 2 B を平滑コンデンサ 1 2 A よりも筐体ケース 2 0 の側壁に近い位置に設けることにより、高温となりやすい平滑コンデンサ 1 2 B の温度上昇を効果的に抑制することができた。

10

【0049】

なお、図 2 において、下部開口部 2 1 から流入した空気は、平滑コンデンサ 1 2 B の両側に流れており、平滑コンデンサ 1 2 B の装置中央よりの上方中央側隙間 3 5 を大きくすれば筐体ケース 2 0 側壁側の空間が相対的に小さくなり、この部分を流れる空気の風量は減少する。しかしながら、筐体ケース 2 0 側壁側は主回路基板 1 1 の外周側であり、他の寸法が大きい発熱部品が配置していないが、上方中央側隙間 3 5 で示されるインバータ装置の中央側は、本実施例においては昇圧トランス 1 3 のような発熱部品と隣接している。このように複数の発熱部品に囲まれた上方中央側隙間 3 5 は、周囲からの伝熱により雰囲気温度がより高温となる。

20

【0050】

そのため、上方中央側隙間 3 5 を拡大することで、より高温となっている領域に流れる空気の風量を増加させることが出来、総合的に平滑コンデンサ 1 2 B の温度上昇を抑制することが可能となる。

【0051】

図 5 を用いて、上方中央側隙間 3 5 の作用について説明する。上述のとおり、平滑コンデンサ 1 2 B と上方中央側隙間 3 5 を拡大させるということは、平滑コンデンサ 1 2 B と筐体ケース 2 0 の側壁との間の距離（上方側壁側隙間 3 7）を小さくすることである。この上方側壁側隙間 3 7 を平滑コンデンサ 1 2 A と筐体ケース 2 0 の側壁との隙間である下方側壁側隙間 3 8 を基準に検討した。

30

【0052】

そこで、上方側壁側隙間 3 7 の下方側壁側隙間 3 8 に対する大きさと、平滑コンデンサ 1 2 B の温度上昇の関係について 1 つの例を図 5 に示す。ここで平滑コンデンサ 1 2 B の温度上昇とは、上方側壁側隙間 3 7 と下方側壁側隙間 3 8 の大きさが同じときの、平滑コンデンサ 1 2 B の温度上昇値に対する割合である。

【0053】

これは、図 2 と図 3 に示すインバータ装置をシミュレーション解析し、上方側壁側隙間 3 7 の大きさを変化させ、平滑コンデンサ 1 2 B の温度上昇を算出した場合の解析結果である。

【0054】

40

図 5 において、下方側壁側隙間 3 8 に対する上方側壁側隙間 3 7 の大きさの割合と平滑コンデンサ 1 2 B の温度上昇の割合はほぼ比例関係にあり、下方側壁側隙間 3 8 の大きさに対する上方側壁側隙間 3 7 の大きさの割合が 90 % 程度以上のときには温度上昇の抑制の割合は 1 % 未満である。

【0055】

すなわち、筐体ケース 2 0 の側壁に対する平滑コンデンサ 1 2 A と平滑コンデンサ 1 2 B の位置の違いが誤差程度でしかなければ、平滑コンデンサ 1 2 B の温度上昇の抑制効果は小さく、平滑コンデンサ 1 2 B を意識的に筐体ケース 2 0 の側壁に近い位置に配置することで、平滑コンデンサ 1 2 B の温度上昇をはっきりと抑制することが可能となる。

【0056】

50

再び図2に戻って本実施例におけるインバータ装置について更に説明する。本実施例のインバータ装置は、複数の平滑コンデンサ12を左右どちらかに一方にまとめて配置したものである。

【0057】

主回路基板11上に複数の平滑コンデンサ12を設ける場合、各々の平滑コンデンサ12を配線で結ぶ必要がある。前述の通り、一般に平滑コンデンサには高電圧・大電流が流れるために、平滑コンデンサ12と接続する配線パターンも太くなる。そのため、複数の平滑コンデンサ12を左右どちらか一方にまとめて配置することで平滑コンデンサ12のお互いの距離を縮め、お互いを結ぶ配線パターンを短くすることで、配線パターンの電氣的損失低減や、不要な電磁輻射の低減が可能となる。また、平滑コンデンサ12と接続する配線パターンが短くなるため、主回路基板11上の他の実装部品に対する配線パターンの確保も可能となる。

10

【0058】

また、本実施例の構成のように、下方側平滑コンデンサ12Aと隣接する昇圧トランス13または減流抵抗器14との間隔を、上方側平滑コンデンサ12Bと隣接する昇圧トランス13または減流抵抗器14との間隔よりも広げるようにするとよい。

【0059】

図2において、平滑コンデンサ12に隣接して、減流抵抗器14は昇圧トランス13の下方に配置されている。そして、インバータ装置内部に流れる空気対流の上流側の経路にあたる減流抵抗器14と平滑コンデンサ12Aとの間の空間（下方中央側隙間36）を、インバータ装置内部に流れる空気対流の下流側経路にあたる昇圧トランス13と平滑コンデンサ12Bとの間の空間（上方中央側隙間35）よりも大きくすることで、空気対流の上流側における空気の流れに対する抵抗を減少させ、下方中央側隙間36、並びに下流隙間35における空気の風量を増加することが可能となる。

20

【0060】

仮に、下方中央側隙間36が上方中央側隙間35より小さいと、下方中央側隙間36によって本来、上方中央側隙間35に向かうはずの空気の流れが抑制されてしまう。

【0061】

従って、下方中央側隙間36を上方中央側隙間35よりも大きくすることで、上方中央側隙間35に向かう流れを阻害することが無くなり、その結果上方中央側隙間35を大きくした効果を最大限に生かすことが出来る。これにより、平滑コンデンサ12Bなどの高温に敏感な発熱電気部品の温度上昇を抑制することが可能となる。

30

【0062】

このとき、減流抵抗器14は、横方向長さWが縦方向長さHより短くなる向きに配置されることが望ましい。これにより、下方中央側隙間36をより大きくすることが可能となる。

【0063】

次に、図2と図3を用いて本発明の一実施例を更に説明する。主回路基板11が有する一つまたは複数のモジュール接続部15のうち、少なくとも一つを下方側平滑コンデンサ12Aと筐体ケース20の側壁との間に配置した。

40

【0064】

図3で示したように、パワーモジュール55と主回路基板11は、モジュール接続部15により電氣的に接続する。このモジュール接続部15を経由して、電力変換されるための電流が端子台16やパワーモジュール55、平滑コンデンサ12に入出力する。よってモジュール接続部15には高電圧・大電流が流れ、接続する配線も太くなる。したがって、インバータ装置の電氣的損失低減や、電磁輻射の低減など電氣的特性向上のために、モジュール接続部15を端子台16と平滑コンデンサ12の近傍に設け、モジュール接続部15と接続する配線パターンを短くすることが望ましい。

【0065】

さらに、図2のように、モジュール接続部15を下方に設けた平滑コンデンサ12Aと

50

筐体ケース 20 の内壁（側壁）との間に配置することで、上方に設けた平滑コンデンサ 12 B 横の筐体ケース 20 の内壁（側壁）側にスペースを設けることが容易となる。これにより、上方側平滑コンデンサ 12 B を筐体ケース 20 側壁側により近づけ、上方中央側隙間 35 において上方側に配置された平滑コンデンサ 12 B 横のスペースをより大きくすることができる。その結果、下部開口部 21 から流入して上方中央側隙間 35 を通過する空気の風量を増加させることができ、空気温度の上昇を抑制して、平滑コンデンサ 12 B などの高温に敏感な発熱電気部品の温度上昇を抑制できる。

【0066】

更に、図 2 と図 3 を用いて本実施例のインバータ装置について説明する。筐体ケース 20 側面に側面開口部 23 を有し、平滑コンデンサ 12 に隣接する側面開口部 23 の寸法を複数の平滑コンデンサ 12 に合わせた寸法とした。

10

【0067】

図 2 と図 3 に示すように、筐体ケース 20 の側面に側面開口部 23 を設けることで、上方中央側隙間 35 を流れる冷却空気に加えて、側面からの冷却空気を流入させて、平滑コンデンサ 12 などの発熱電気部品の温度上昇を抑制することが出来る。

【0068】

しかし、筐体ケース 20 内へ流入する空気の概ねの総量は流出口である上部開口部の大きさによって決まる。側面開口部 23 を何も考慮しないで設けた場合、側面開口部からの空気の流入が増加する分、下部開口部 21 から流入する空気の風量は減少する。

【0069】

20

そのため、側面開口部 23 の寸法を、温度上昇を意識的に抑制したい平滑コンデンサ 12 の寸法に合わせて絞ることで、下部開口部 21 から流入する空気風量の減少量を抑えながら、側面開口部 23 から集中的に平滑コンデンサ 12 に冷却風を突入させ、平滑コンデンサ 12 の温度上昇を抑制することが可能となる。

【0070】

また、側面開口部 23 は、インバータ装置の故障の原因となる埃などの異物が筐体ケース内に侵入する経路にもなるため、過大にすることは望ましくない。

【0071】

側面開口部 23 について、上部開口部 22 の面積 A_t に対する側面開口部 23 の面積 A_s の比 A_s / A_t が 0.25 以上になっていることが望ましい。ここで、開口部面積とは、図 6 に示すような、開口孔 23 b の集合領域を四角で区切った開口領域の面積の、一面における総和であるとする。

30

【0072】

図 7 を用いて、側面開口部面積 A_s と上部開口部面積 A_t との比率 A_s / A_t と、平滑コンデンサ 12 B の温度上昇との関係を示す。図 2 に示すようなインバータ装置の数値シミュレーションを行い、側面開口部面積 A_s と上部開口部面積 A_t との比 A_s / A_t に対する平滑コンデンサ 12 B の温度上昇を算出してグラフにし、図 7 に示した。ここでは、側面開口部 23 が無かった場合の温度上昇値を 100 としたときの各条件における温度上昇値の割合を、温度上昇として示している。また、側面開口部 23 を全面開口とした際の温度上昇を点線にて示している。

40

【0073】

図 7 に示すように、側面開口部面積 A_s と上面開口部面積 A_t との比 A_s / A_t を 0.25 以上にすることで、主回路基板 11 中央部からと側面からの両方の冷却風によって、側面開口部 23 を全面開口とした際よりも、発熱部品の温度上昇を抑制することができる。

【0074】

なお、側面開口部 23 を設ける場所は部品の発熱量に応じて、筐体ケース 20 の左右片側と両側のどちら側でもよく、側面開口部 23 を一側面において分割して設けてもよいことは言うまでもない。

【0075】

50

さらに、平滑コンデンサ 12 とは反対側の筐体ケース 20 の側面においては、側面開口部 23 の寸法を、昇圧トランス 13 と減流抵抗器 14 など隣接する部品の寸法に合わせることも望ましいことは言うまでもない。

【0076】

図 8 と図 9 を用いて本実施例における効果の 1 例を説明する。図 9 は、図 2 と図 3 に示したインバータ装置をシミュレーション解析した結果の一つである。昇圧トランス 13 の半分高さの位置における断面について、図 8 に示した平滑コンデンサ 12 B の中心を通る横線 A-A' 上の温度分布をシミュレーション結果より算出し、図 9 のグラフに示した。

【0077】

平滑コンデンサ 12 B の冷却に寄与する空気の流れは、主回路基板 11 と平滑コンデンサ 12 B とその横に配置された昇圧トランス 13 により囲まれた空間における流れであり、その空間における平均的な流れを表すため、前記高さ位置の断面を選択した。

【0078】

図 9 において、条件 1 と名づけられたグラフが、本実施例を適用したインバータをシミュレーション解析した結果であり、条件 2 と名づけられたグラフが本実施例を適用していないインバータ装置をシミュレーション解析した結果である。条件 1 と名づけられたグラフが中央付近で小さい値を示しており、本発明により、筐体ケース 20 内の温度上昇値が低減されている効果が確認できる。

【0079】

本実施例の今まで説明していない他の部分について、図 2 と図 10 と図 11 を用いて説明する。図 10 は端子台 16 の斜図である。図 11 は図 2 の内部対流の流れを示した平面図である。

【0080】

図 10 に示すように、ねじ 17 により電線を固定する端子台 16 には、端子台貫通部 25 が設けられている。この端子台貫通部 25 は、下方側平滑コンデンサ 12 A と下方側平滑コンデンサ 12 A に隣接した減流抵抗器 14 との隙間に向かって開口している。

【0081】

図 3 において、平滑コンデンサ 12 等を冷却する空気は下部開口部 21 より流入するが、端子台 16 がインバータ装置下方に設けられているため、主回路基板 11 の表面近傍における下部開口部 21 からの空気の流れは端子台 16 により遮断される。

【0082】

そこで、端子台 16 は、下方側平滑コンデンサ 12 A と下方側平滑コンデンサ 12 A に隣接する減流抵抗器 14 との隙間に向かって開口する位置に、端子台貫通部 25 を有することにより、図 11 に示されるように、端子台 16 を貫通する対流経路が設けられ、上方中央側隙間 35 へ流入する空気の風量が増加する。これにより、上方中央側隙間 35 における空気温度の上昇を抑制し、周囲にある平滑コンデンサ 12 などの高温に敏感な発熱電気部品の温度上昇の抑制が可能となる。

【0083】

尚、端子台 16 について、平滑コンデンサ 12 A とそれに隣接する減流抵抗器 14 との隙間に向かって開口する位置に端子台貫通部 25 を設けたとき、端子台 16 の横方向長さが大きくなり、筐体ケース 20 側壁側における空気風量を減少させる場合もある。しかし、発熱部品が密集している上方中央側隙間 35 の風量を増加させることによる発熱部品への冷却効果がより大きいため、総合的に平滑コンデンサ 12 など発熱部品の温度上昇を抑制することが可能となる。

【0084】

また、図 12 に示すように、上方中央側隙間 35 へ流入する空気の風量を増加させるため、平滑コンデンサ 12 と主回路基板 11 との接触面に平滑コンデンサを固定支持するスペーサ 41 を設け、空気が通過するスペースを設けてもよい。

【0085】

図 12 に示すように、スペーサ 41 によって、平滑コンデンサ 12 が支持固定されなが

10

20

30

40

50

ら、平滑コンデンサ 1 2 と主回路基板 1 1 との間にスペースが設けられることで、主回路基板 1 1 の表面近傍において上方中央側隙間 3 5 へ向かって貫通する空気の対流経路が設けられ、上方中央側隙間 3 5 へ流入する空気の風量を増加させることが可能となる。

【0086】

すなわち、平滑コンデンサ 1 2 A, 1 2 B は、通常は、その底面が主回路基板 1 1 と概略接するように実装されているが、スペーサ 4 1 を設け、平滑コンデンサ 1 2 A, 1 2 B と主回路基板 1 1 との間にスペースを設けることにより、下方中央側隙間 3 6 や上方中央側隙間 3 5 の大きさを増加させることと同様の放熱促進効果がある。

【0087】

尚、端子台貫通部 2 5 は、端子台 1 6 を貫通しており空気の通過経路となるならば、矩形や円形などの端子台貫通部 2 5 の形状・大きさは問わないことは言うまでもない。

【0088】

次に、本発明の一実施例におけるインバータ装置について、図 1 3 と図 1 4 を用いて説明する。主回路基板 1 1 上の予め定められた空間において、主回路基板 1 1 に実装された部品高さの上下方向積分値で定義される部品の空間占有率を占積率と定義する。図 1 4 に示したように、端子台 1 6 より上方の主回路基板 1 1 の実装表面上における、平滑コンデンサ 1 2, 昇圧トランス 1 3, 減流抵抗器 1 4 の中のいずれかの部品の最小高さまでをその空間の厚みとして定義した空間を、対象として定めた。これは、主回路基板 1 1 の実装表面近傍において、発熱部品に接して流れる空気が、発熱部品の温度上昇抑制に大きく寄与するからである。

【0089】

図 1 3 は、筐体ケース 2 0 の側壁間、つまり主回路基板 1 1 の左右方向についての占積率の分布を示すグラフである。占有率の算出方法は、まず、図 1 4 に示すような対象空間の中から、検査空間 4 3 を抽出する。

【0090】

そして、その検査空間 4 3 の中で基板部品が占有する体積を算出し、検査空間 4 3 の体積に対する部品占有体積の比率を検査空間 4 3 の抽出位置における占有率として算出する。

【0091】

図 1 3 に示したグラフにおいて、平滑コンデンサ 1 2 など発熱部品が密集している位置では占積率が大きくなり、スペースが空いている位置では占積率が小さくなる。よって、図 9 のグラフ中央付近での占積率の極小点を含む凹部が、下方中央側隙間 3 6 や上方中央側隙間 3 5 の周辺スペースの大きさに対応している。

【0092】

前述の通り、上方中央側隙間 3 5 の領域は冷却空気が流れるため、この領域が大きいほど空気の風量が多くなり、密集している平滑コンデンサ 1 2 などの温度上昇が抑制される。すなわち、図 1 3 に示されるような占積率分布形状の中央付近における凹部は、上方中央側隙間 3 5 の周辺において冷却空気が流れるスペースの存在を示す。すなわち、上記によって定義された占積率の左右分布形状が、中央部付近に凹部を有する概略二瘤形状となるように平滑コンデンサ 1 2, 昇圧トランス 1 3, 減流抵抗器 1 4 を配置することにより、上方中央側隙間 3 5 へ流入する空気の風量を増加させ、平滑コンデンサ 1 2 を効果的に冷却し、温度上昇を抑制することが出来る。

【0093】

さらに、図 1 3 において、占積率分布形状の中央付近凹部 (A) の面積が、上方中央側隙間 3 5 において空気が流れるスペースの大きさを表すパラメータとなり、対して、左右の凹部形状 (B) (C) の面積の大きさは、主回路基板 1 1 の筐体ケース 2 0 側壁側の空気が流れる領域の大きさを表すパラメータとなる。

【0094】

この凹形状 (A) の面積が、凹形状 (B) (C) の面積以上になるよう平滑コンデンサ 1 2 などの部品が電気回路 1 1 の表面上に設けられていることが望ましく、この場合は、

10

20

30

40

50

上方中央側隙間 3 5 へ流入する空気の風量を更に増加させ、平滑コンデンサ 1 2 を効果的に冷却して温度上昇を抑制することが出来る。

【0095】

なぜならば、前述の通り、主回路基板 1 1 上では、平滑コンデンサ 1 2 などの発熱部品が密集することで、筐体ケース 2 0 側壁側よりも中央部において温度上昇が大きくなる。そのため、主回路基板 1 1 の中央部に集中的に空気を流入させた方が温度上昇の抑制に効果的であり、筐体ケース 2 0 側壁側の主回路基板 1 1 上スペースを大きくするよりも、上方中央側隙間 3 5 のスペースを大きくして流入空気を集中させた方が温度上昇の抑制に効果的である。

【0096】

上記構成を達成するためには、占積率分布形状において、凹形状（A）の面積を、凹形状（B）と（C）それぞれの面積よりも大きくすれば良い。

【0097】

本実施例におけるインバータ装置を、図 1 4 を用いて説明する。複数台のインバータ装置 1 を側面方向にインバータ装置 1 間を狭くして取り付けたものである。

【0098】

図 1 5 には、インバータ装置 1 が横略密着取り付け（サイド・バイ・サイド設置）された据付方式の模式図を示している。このサイド・バイ・サイド設置方式においては、複数台のインバータ装置 1 の総設置スペースを小さくするために、インバータ装置 1 のお互いの間隔距離を小さく設けており、その狭い空間に隣接する側面開口部 2 3 からの冷却空気の流入が困難となる。

【0099】

通常は、サイド・バイ・サイド設置方式を採用して複数のインバータ装置 1 を側面方向に密着させて設置した場合、側面開口部 2 3 からの冷却空気の流入が困難になる。

【0100】

しかし、本実施例によれば、下部開口部 2 1 から上方中央側隙間 3 5 へ向かって流れる空気の風量を増加させることができるので、効率的に平滑コンデンサ 1 2 などの発熱電気部品の温度上昇を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図 1】本発明の一実施例にかかるインバータ装置の分解斜視図。

【図 2】図 1 におけるインバータ装置の平面模式図。

【図 3】図 1 におけるインバータ装置の横断面模式図。

【図 4】図 1 におけるインバータ装置の下面側から見た図。

【図 5】上方側平滑コンデンサと筐体ケース側壁側との距離と上方側平滑コンデンサの温度上昇の関係を示した図。

【図 6】図 1 におけるインバータ装置の側面開口部面積の計算領域を説明する図。

【図 7】側面開口部と上部開口部との比と、平滑コンデンサの温度上昇との関係を説明する図。

【図 8】平滑コンデンサ 1 2 B を冷却する空気の流れをシミュレーションした部分を示す図。

【図 9】図 8 におけるシミュレーション解析した結果である温度上昇分布を説明する図。

【図 10】端子台を説明する斜視図。

【図 11】インバータ装置内の対流の経路を説明する図。

【図 12】回路基板に搭載された電子部品に取り付けたスペーサを説明する図。

【図 13】占積率の分布状態を説明する図。

【図 14】占積率の定義空間を説明する図。

【図 15】サイド・バイ・サイド設置状態を説明する模式図。

【図 16】インバータ装置の回路構成図。

【図 17】従来のインバータ装置の平面模式図。

10

20

30

40

50

【図 18】従来のインバータ装置の横断面模式図。

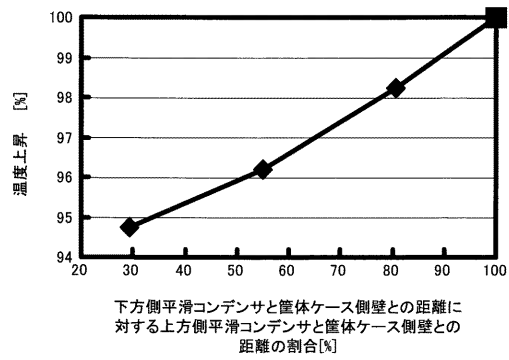
【符号の説明】

【0102】

1	インバータ装置	
11	主回路基板	
12, 12A, 12B	平滑コンデンサ	
13	昇圧トランス	
14	減流抵抗器	
14a	リレー	
14b	突入電流抑制回路	10
15	モジュール接続部	
16	端子台	
17	ねじ	
20	筐体ケース	
20B	筐体ケース突出部	
21	下部開口部	
22	上部開口部	
23	側面開口部	
24	冷却フィン	
25	端子台貫通部	20
26	操作パネル	
31	下部流入空気	
32	流出空気	
33	側面流入空気	
34	対流経路	
35	上方中央側隙間	
36	下方中央側隙間	
37	上方側壁側隙間	
38	平滑コンデンサ 12A と筐体ケース 20 側壁側との隙間	
41	スペーサ	30
42	部品占積空間	
51	順変換器	
52	逆変換器	
53	制御回路	
54	ドライバ回路	
55	パワーモジュール	
56	電源回路基板	
57a	裏面側制御回路基板	
57b	表面側制御回路基板	

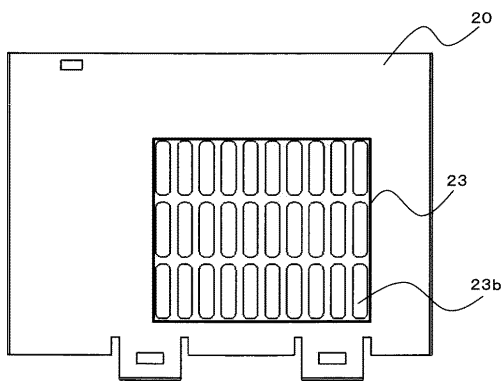
【図 5】

図 5



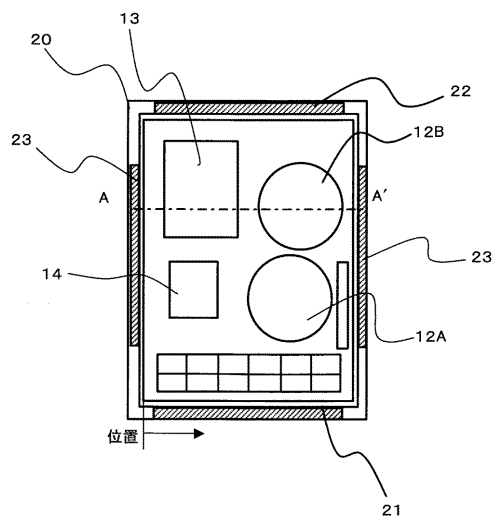
【図 6】

図 6



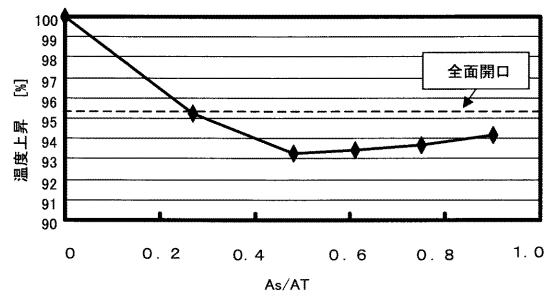
【図 8】

図 8



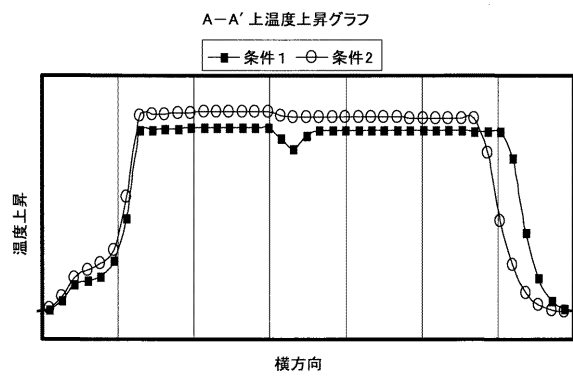
【図 7】

図 7

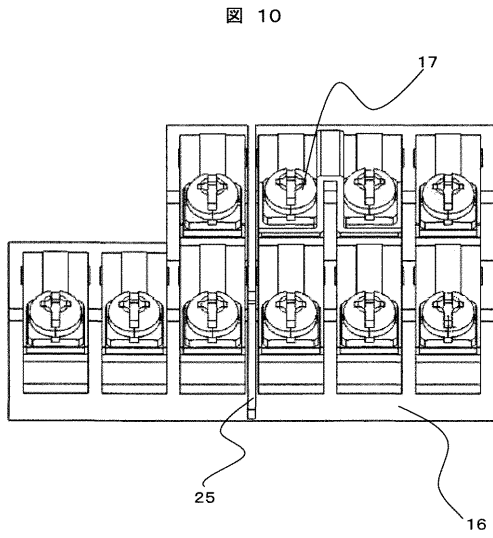


【図 9】

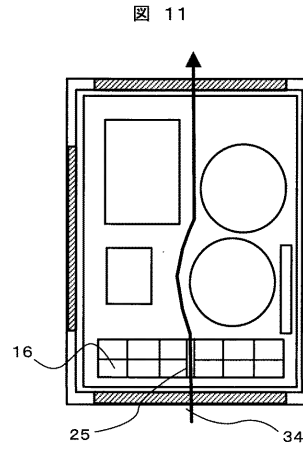
図 9



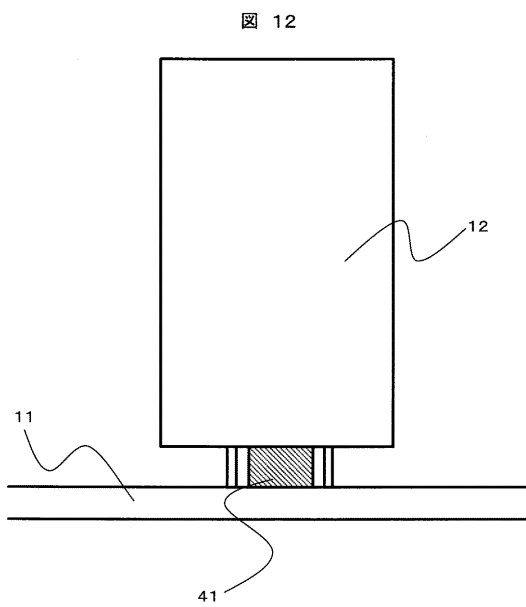
【図 10】



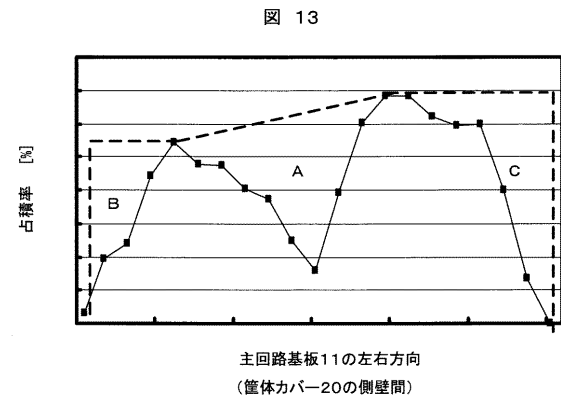
【図 11】



【図 12】

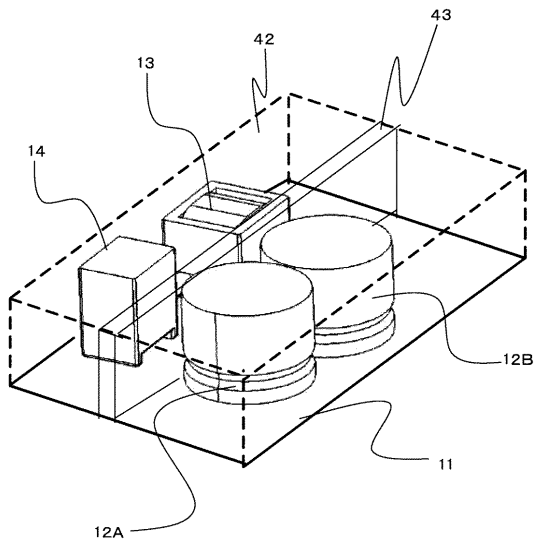


【図 13】



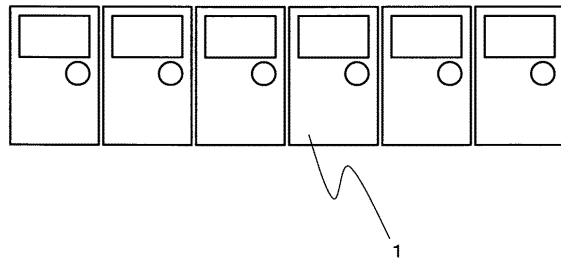
【図 14】

図 14



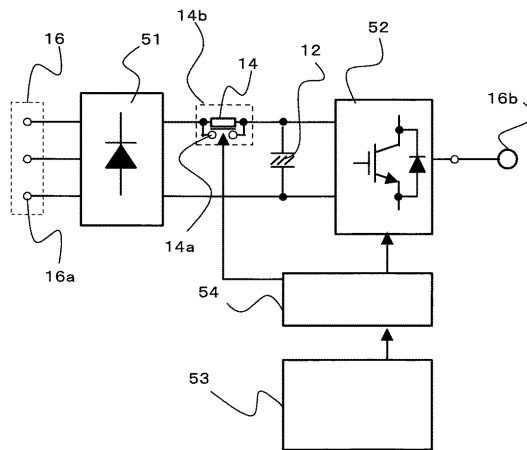
【図 15】

図 15



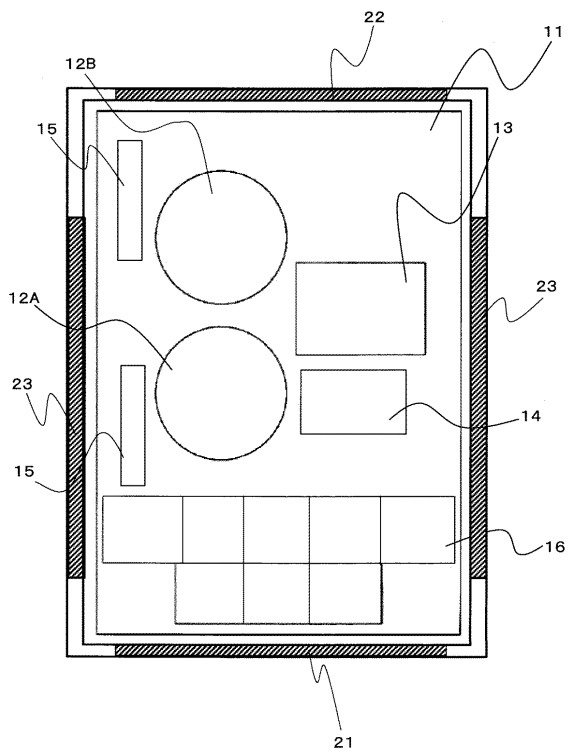
【図 16】

図 16



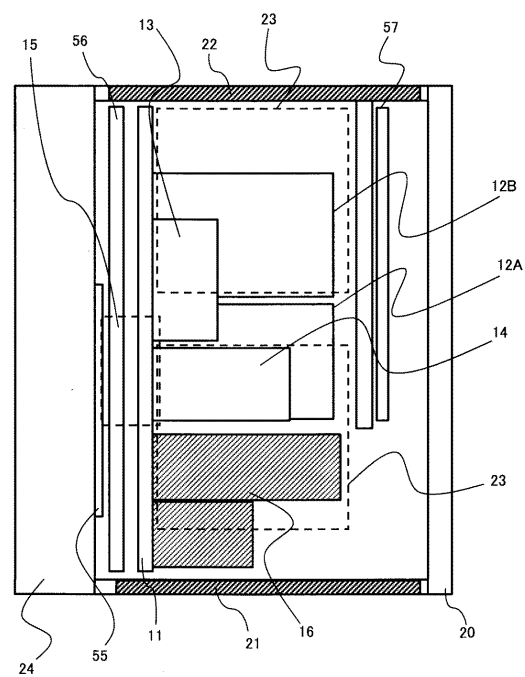
【図 17】

図 17



【図 18】

図 18



フロントページの続き

- (72)発明者 森 英明
茨城県ひたちなか市堀口832番地2
所内 株式会社 日立製作所 機械研究
- (72)発明者 濱埜 晃嗣
千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社 日立産機システム内
- (72)発明者 広田 雅之
千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社 日立ケーイーシステム
ズ内
- (72)発明者 井堀 敏
千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社 日立産機システム内

審査官 松本 泰典

- (56)参考文献 特開2008-092632 (JP, A)
特開2007-165423 (JP, A)
特開2001-025254 (JP, A)
特開平07-297561 (JP, A)
特開2003-324971 (JP, A)
特開2008-148510 (JP, A)
特開2004-186702 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 7/48
H05K 7/20