

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-190833
(P2012-190833A)

(43) 公開日 平成24年10月4日(2012.10.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 25/10 (2006.01)	HO 1 L 25/10 Z	5 H 0 0 7
HO 1 L 25/18 (2006.01)	HO 2 M 7/48 Z	
HO 2 M 7/48 (2007.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2011-50472 (P2011-50472)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成23年3月8日 (2011.3.8)		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
		(74) 代理人	100082175
			弁理士 高田 守
		(74) 代理人	100106150
			弁理士 高橋 英樹
		(74) 代理人	100148057
			弁理士 久野 淑己
		(72) 発明者	荒木 慎太郎
			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
		(72) 発明者	岡本 是英
			福岡県福岡市西区今宿東一丁目1番1号
			三菱セミコンエンジニアリング株式会社内
			最終頁に続く

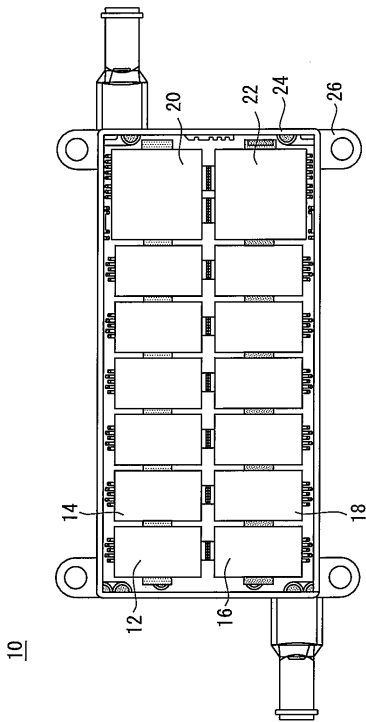
(54) 【発明の名称】 パワーモジュール

(57) 【要約】

【課題】本発明は、バスバーを省略して小型化したパワーモジュールを提供することを目的とする。

【解決手段】本願の発明にかかるパワーモジュールは、モールド樹脂から外部に伸びるコレクタ端子と、該モールド樹脂から外部に伸びるエミッタ端子とを有し、該コレクタ端子と該エミッタ端子のうち少なくとも一方が該モールド樹脂の相対する2つの面から外部に伸びる両側延在端子である第1半導体装置と、該第1半導体装置と同様の構成である第2半導体装置と、を備える。そして、該第1半導体装置の該両側延在端子と該第2半導体装置の両側延在端子とが接続されたことを特徴とする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

モールド樹脂から外部に伸びるコレクタ端子と、前記モールド樹脂から外部に伸びるエミッタ端子とを有し、前記コレクタ端子と前記エミッタ端子のうち少なくとも一方が前記モールド樹脂の相対する 2 つの面から外部に伸びる両側延在端子である第 1 半導体装置と

、前記第 1 半導体装置と同様の構成である第 2 半導体装置と、を備え、

前記第 1 半導体装置の前記両側延在端子と前記第 2 半導体装置の両側延在端子とが接続されたことを特徴とするパワーモジュール。

【請求項 2】

10

モールド樹脂の相対する 2 つの面から外部に伸びる両側延在端子であるエミッタ端子と、前記モールド樹脂から外部に伸びるコレクタ端子とを有する第 3 半導体装置をさらに備え、

前記第 1 半導体装置の前記両側延在端子は、前記コレクタ端子であり、

前記第 1 半導体装置の前記エミッタ端子と前記第 3 半導体装置の前記コレクタ端子が接続されたことを特徴とする請求項 1 に記載のパワーモジュール。

【請求項 3】

前記第 1 半導体装置は、2 つのパワー半導体素子が直列接続されたアームを有し、前記コレクタ端子は前記アームの高圧ラインである P ラインであり、前記エミッタ端子は前記アームの低圧ラインである N ラインであり、

20

前記 P ラインと前記 N ラインはいずれも前記両側延在端子であることを特徴とする請求項 1 に記載のパワーモジュール。

【請求項 4】

前記第 1 半導体装置は、2 つのパワー半導体素子が直列接続されたアームを備え、

前記アームの midpoint 端子は、前記モールド樹脂内の前記アームの midpoint の直上から外部に伸びることを特徴とする請求項 1 に記載のパワーモジュール。

【請求項 5】

前記第 1 半導体装置は、直列接続された 2 つのパワー半導体素子の upper アーム、lower アーム、又はそれらの両方を構成し、

前記 2 つのパワー半導体素子の midpoint 端子は、両側延在端子であることを特徴とする請求項 1 に記載のパワーモジュール。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の半導体装置を有するパワーモジュールに関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、インバータ回路を構成するように複数の半導体装置が配置されたパワーモジュールが開示されている。このパワーモジュールは、各半導体装置を電源又はアースと接続するために、電源ライン用のバスバーとアースライン用のバスバーを備えている。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2007 - 220976 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 117728 号公報

【特許文献 3】特開平 08 - 097459 号公報

【特許文献 4】特開 2003 - 229534 号公報

【特許文献 5】特開平 07 - 221264 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に開示されるパワーモジュールは、バスバーを備えるため小型化できない。

【0005】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、小型化したパワーモジュール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】

本願の発明に係るパワーモジュールは、モールド樹脂から外部に伸びるコレクタ端子と、該モールド樹脂から外部に伸びるエミッタ端子とを有し、該コレクタ端子と該エミッタ端子のうち少なくとも一方が該モールド樹脂の相対する2つの面から外部に伸びる両側延在端子である第1半導体装置と、該第1半導体装置と同様の構成である第2半導体装置と、を備える。そして、該第1半導体装置の該両側延在端子と該第2半導体装置の両側延在端子とが接続されたことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明に係るパワーモジュールは、端子をモールド樹脂の左右両方向に伸ばした半導体装置を複数備え、それらの半導体装置の当該端子同士を接続するのでバスバーが不要となり小型化ができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0008】

【図1】本発明の実施の形態1に係るパワーモジュールの平面図である。

【図2】第1乃至第4半導体装置の拡大図である。

【図3】図2の構造の回路図である。

【図4】半導体装置の拡大図である。

【図5】図4の構造の回路図である。

【図6】比較例に係るパワーモジュールの平面図である。

【図7】本発明の実施の形態1に係るパワーモジュールの変形例を示す平面図である。

【図8】図7の構造の回路図である。

【図9】本発明の実施の形態2に係るパワーモジュールの平面図である。

30

【図10】第1半導体装置の拡大図である。

【図11】第3半導体装置の拡大図である。

【図12】半導体装置の midpoint 端子を両側延在端子とは異なる方向に伸ばすこととした変形例を示す平面図である。

【図13】本発明の実施の形態3に係る半導体装置の平面図である。

【図14】半導体装置の斜視図である。

【図15】本発明の実施の形態4に係る半導体装置の平面図である。

【図16】本発明の実施の形態4の変形例に係る半導体装置を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

40

実施の形態1 .

図1は本発明の実施の形態1に係るパワーモジュールの平面図である。パワーモジュール10は75A以上の大電流をスイッチングするものである。パワーモジュール10は、第1半導体装置12、及びそれと同一構成の第2半導体装置14を備えている。また、第1半導体装置12及び第2半導体装置14の他にも、これらと同一構成の半導体装置を4つ備えている。パワーモジュール10は第3半導体装置16、及びそれと同一構成の第4半導体装置18を備えている。また、第3半導体装置16及び第4半導体装置18の他にも、これらと同一構成の半導体装置を4つ備えている。さらにこれらの半導体装置よりも大きい半導体装置20、及び半導体装置22を備えている。上述の全ての半導体装置はケース24に搭載されている。ケース24には固定部分26が形成されており、パワーモジ

50

ジュール 10 を外部機器等に固定できるようになっている。

【0010】

図 2 は第 1 乃至第 4 半導体装置 12、14、16、及び 18 の拡大図である。第 1 半導体装置 12 は、パワー半導体素子を覆うモールド樹脂 12a を備えている。モールド樹脂 12a から外部に伸びる端子は、コレクタ端子 12b と 12c、エミッタ端子 12d、及びゲートエミッタ中継端子 12e である。コレクタ端子 12b と 12c はモールド樹脂 12a の相対する 2 つの面から外部に伸びる端子である。このように 1 つの端子がモールド樹脂 12a の相対する 2 つの面から外部に伸びる場合には、その端子を「両側延在端子」と称することがある。両側延在端子の一方と他方は、これらの間に大電流を流すことができるように半導体装置の内部で電氣的に接続されている。エミッタ端子 12d は、モールド樹脂 12a のうち両側延在端子が外部に伸びる面とは別の面から外部に伸びている。ゲートエミッタ中継端子 12e は、パワー半導体素子を制御するためのゲート端子、電流検出力端子、温度検出力端子などを有し、コレクタ端子やエミッタ端子と比べて細いリードで構成される。

10

【0011】

第 1 半導体装置 12 のコレクタ端子 12c と第 2 半導体装置 14 のコレクタ端子 14b がはんだにより直接接続されている。すなわち、第 1 半導体装置 12 の両側延在端子と第 2 半導体装置 14 の両側延在端子がはんだにより接続されている。なお、以後端子同士が接続される場合ははんだが用いられるものとするが、溶接、ネジ止め等の他の接続方法を用いてもよい。

20

【0012】

第 3 半導体装置 16 は、パワー半導体素子を覆うモールド樹脂 16a を備えている。モールド樹脂 16a から外部に伸びる端子は、エミッタ端子 16b と 16c、コレクタ端子 16d、及びゲートエミッタ中継端子 16e である。エミッタ端子 16b と 16c は両側延在端子である。コレクタ端子 16d はモールド樹脂 16a のうち両側延在端子が外部に伸びる面とは別の面から外部に伸びている。

【0013】

第 3 半導体装置 16 のエミッタ端子 16c と第 4 半導体装置 18 のエミッタ端子 18b が接続されている。すなわち、第 3 半導体装置 16 の両側延在端子と第 4 半導体装置 18 の両側延在端子が接続されている。

30

【0014】

第 1 半導体装置 12 のエミッタ端子 12d は第 3 半導体装置 16 のコレクタ端子 16d と接続され、第 2 半導体装置 14 のエミッタ端子 14d は第 4 半導体装置 18 のコレクタ端子 18d と接続されている。

【0015】

図 3 は図 2 の構造の回路図である。第 1 乃至第 4 半導体装置 12、14、16、及び 18 はパワー半導体素子としてそれぞれ IGBT と Fwdi (フリーホイールダイオード) を備えている。そして、第 1 半導体装置 12 と第 3 半導体装置 16 が 1 つのアームを構成し、第 2 半導体装置 14 と第 4 半導体装置 18 が別のアームを構成している。そして、パワーモジュール 10 は、図 1 に示すようにコレクタ端子を両側延在端子とする半導体装置を 6 つ、エミッタ端子を両側延在端子とする半導体装置を 6 つ有することによりインバータ部を構成している。

40

【0016】

図 4 は半導体装置 20 及び 22 の拡大図である。半導体装置 20 と 22 はパワーモジュールのコンバータ部を構成している。半導体装置 20 は、パワー半導体素子を覆うモールド樹脂 20a を備えている。モールド樹脂 20a から外部に伸びる端子はコレクタ端子 20b と 20c、エミッタ端子 20d と 20e、及びゲートエミッタ中継端子 20f と 20g である。コレクタ端子 20b と 20c が両側延在端子となっている。エミッタ端子 20d と 20e はモールド樹脂 20a のうち両側延在端子が外部に伸びる面とは別の面から外部に伸びている。

50

【0017】

半導体装置22は、パワー半導体素子を覆うモールド樹脂22aを備えている。モールド樹脂22aから外部に伸びる端子はエミッタ端子22bと22c、コレクタ端子22dと22e、及びゲートエミッタ中継端子22fと22gである。エミッタ端子22bと22cが両側延在端子となっている。コレクタ端子22dと22eはモールド樹脂22aのうち両側延在端子が外部に伸びる面とは別の面から外部に伸びている。そして、半導体装置20のエミッタ端子20dと20eがそれぞれ半導体装置22のコレクタ端子22dと22eと接続されている。

【0018】

図5は図4の構造の回路図である。半導体装置20と22はそれぞれ2つのIGBTと2つのFWDiを備えている。半導体装置20のエミッタ端子20dと半導体装置22のコレクタ端子22dが接続されることで1つのアームが形成され、半導体装置20のエミッタ端子20eと半導体装置22のコレクタ端子22eが接続されることで別のアームが形成されている。

【0019】

ここで、本発明の実施の形態1に係るパワーモジュール10の説明に先立って、その理解を容易にするため、比較例について説明する。図6は比較例に係るパワーモジュールの平面図である。パワーモジュール100は半導体装置102と104を備えている。そしてこれらの半導体装置は、電源ライン用のバスバー106とアースライン用のバスバー108により相互に接続されている。パワーモジュール100が備える他の半導体装置も同様である。パワーモジュール100の全ての半導体装置及び全てのバスバーはケース110に搭載されている。比較例のように各半導体装置の接続にバスバーを用いると、ケース内にバスバーを収納するスペースが必要となる。そのため、パワーモジュール100を小型化できなかった。

【0020】

ところが、本発明の実施の形態1に係るパワーモジュール10によれば、バスバーを用いる必要がないのでパワーモジュールを小型化できる。つまり、コレクタ端子同士を接続すべき複数の半導体装置(上アーム)は、コレクタ端子を両側延在端子としている。そして、両側延在端子はモールド樹脂の相対する2つの面から外部に伸びているので、両側延在端子同士を接続すればこれらの両側延在端子が電源ライン用のバスバーとして機能する。同様に、エミッタ端子同士を接続すべき複数の半導体装置(下アーム)は、エミッタ端子を両側延在端子としている。そのため、両側延在端子同士を接続すればこれらの両側延在端子がアースライン用のバスバーとして機能する。よって、バスバーを省略できる。

【0021】

そして、半導体装置12などの上アームを構成する半導体装置のエミッタ端子は、両側延在端子が外部に伸びる面とは別の面から外部に伸びており、半導体装置16などの下アームを構成する半導体装置のコレクタ端子は両側延在端子が外部に伸びる面とは別の面から外部に伸びている。よって上アームのエミッタ端子と下アームのコレクタ端子を直接接続できる。

【0022】

このように、本発明の実施の形態1に係る半導体装置は、モールド樹脂に覆われたパワー半導体素子のコレクタ端子とエミッタ端子のうち少なくとも一方の端子を両側延在端子とするものである。そして、半導体装置の両側延在端子同士を接続することでバスバーを省略し、パワーモジュール10を小型化できる。

【0023】

本発明の実施の形態1に係るパワーモジュール10では、半導体装置には1又は2のIGBTが含まれるが本発明はこれに限定されない。たとえば、図7及び図8に示すように1つの半導体装置に3つのIGBTを含む構成としてもよい。図7は本発明の実施の形態1に係るパワーモジュールの変形例を示す平面図である。また、図8は図7の構造の回路図である。半導体装置50は両側延在端子であるコレクタ電極50bと50cを備えてい

10

20

30

40

50

る。これらは２つのパワー半導体素子が直列接続された相（アーム）の高圧ライン（高圧側電源ライン、Ｐライン）を構成している。

【００２４】

また半導体装置５２は両側延在端子であるエミッタ電極５２ｂと５２ｃを備えている。これらは２つのパワー半導体素子が直列接続された相（アーム）の低圧ライン（低圧側電源ライン、Ｎライン）を構成している。そして、半導体装置５０のエミッタ電極５０ｄ、５０ｅ、及び５０ｆはそれぞれ、半導体装置５２のコレクタ電極５２ｄ、５２ｅ、及び５２ｆに接続されている。このように、半導体装置を３相交流インバータを構成するように形成し、ＰラインとＮラインを両側延在端子としてもよい。なお、５０ａと５２ａはモールド樹脂であり、５０ｇと５２ｇはゲートエミッタ中継端子である。

10

【００２５】

その他にも様々な変形が可能である。たとえば、パワーモジュール１０は７５Ａ以上の大電流をスイッチングするものとしたが、コレクタ端子とエミッタ端子を有する半導体装置を複数搭載するものであれば本発明の効果を得ることができるのでこれに限定されない。また、端子同士の接続ははんだに限定されず、溶接又はねじ止めなどの方法を用いてもよい。また、パワー半導体素子はＩＧＢＴやＦｗＤｉに限定されずパワーＭＯＳＦＥＴなどを用いてよい。

【００２６】

実施の形態２．

図９は本発明の実施の形態２に係るパワーモジュールの平面図である。パワーモジュール２００は第１半導体装置２０２、第２半導体装置２０４、及び第３半導体装置２０６を備えている。上述の全ての半導体装置はケース２０８に搭載されている。ケース２０８には固定部分２６が形成されておりパワーモジュール２００を外部機器等に固定できるようになっている。

20

【００２７】

図１０は第１半導体装置２０２の拡大図である。第１半導体装置２０２は図８に示すような３相インバータ回路（２つのパワー半導体素子が直列接続されて１つの相（アーム）を構成し、この相（アーム）を３つ有する回路）を構成するものである。すなわち、第１半導体装置２０２は、図７に示す半導体装置５０と５２を一体としたものである。図１０に示すように第１半導体装置２０２は、モールド樹脂２０２ａを備えている。モールド樹脂２０２ａから外部に伸びる端子は、コレクタ端子２０２ｂと２０２ｃ、エミッタ端子２０２ｄと２０２ｅ、中点端子２０２ｆ、２０２ｇ、及び２０２ｈ、並びにゲートエミッタ中継端子２０２ｉである。

30

【００２８】

コレクタ端子２０２ｂと２０２ｃ、及びエミッタ端子２０２ｄと２０２ｅは両側延在端子である。モールド樹脂２０２ａの面のうちコレクタ端子２０２ｂが外部に伸びる面とエミッタ端子２０２ｄが外部に伸びる面は一致し、モールド樹脂２０２ａの面のうちコレクタ端子２０２ｃが外部に伸びる面とエミッタ端子２０２ｅが外部に伸びる面は一致している。中点端子２０２ｆ、２０２ｇ、及び２０２ｈは、モールド樹脂２０２ａの両側延在端子が外部に伸びる面とは別の面から外部に伸びている。

40

【００２９】

第２半導体装置２０４は第１半導体装置２０２と同様の構成である。第１半導体装置２０２のコレクタ端子と第２半導体装置２０４のコレクタ端子が接続され、第１半導体装置２０２のエミッタ端子と第２半導体装置２０４のエミッタ端子が接続されている。

【００３０】

図１１は第３半導体装置２０６の拡大図である。第３半導体装置２０６は１つの相（アーム）を構成するものである。図１１に示すように第３半導体装置２０６はモールド樹脂２０６ａを備えている。モールド樹脂２０６ａから外部に伸びる端子は、コレクタ端子２０６ｂと２０６ｃ、エミッタ端子２０６ｄと２０６ｅ、中点端子２０６ｆ、及びゲートエミッタ中継端子２０６ｇである。コレクタ端子２０６ｂと２０６ｃ、及びエミッタ端子２

50

06dと206eは両側延在端子である。モールド樹脂206aの面のうちコレクタ端子206bが外部に伸びる面とエミッタ端子206dが外部に伸びる面は一致し、モールド樹脂206aの面のうちコレクタ端子206cが外部に伸びる面とエミッタ端子206eが外部に伸びる面は一致している。

【0031】

そして、図9に示すように、第3半導体装置206のコレクタ端子206cと第1半導体装置202のコレクタ端子202bが接続され、第3半導体装置206のエミッタ端子206eと第1半導体装置202のエミッタ端子202dが接続されている。第1半導体装置202の midpoint 端子202f、202g、及び202hは、導体を介してケース208の側面の外部接続用の端子にそれぞれ接続されている。第2半導体装置204と第3半導体装置206の midpoint 端子、さらにはケースの側面側にあるエミッタ端子とコレクタ端子についても同様である。

【0032】

本発明の実施の形態2に係るパワーモジュール200によれば、3相インバータ回路を1つの半導体装置202で構成し、コンバータ部も1つの半導体装置206で構成したことにより全体の構成を簡素化し、かつ小型化することができる。このような構成により、たとえば走行と回生システムを実現するHEV-IPMを容易に製造することができる。インバータを第1半導体装置202と第2半導体装置204の2系統（例えば走行用と回生用）で構成したが、第1半導体装置202のみとしてもよい。

【0033】

本発明の実施の形態2に係るパワーモジュール200は様々な変形が可能である。たとえば、図11に示すように、 midpoint 端子206fはコレクタ端子206bと同一方向に伸ばさなくてもよい。 midpoint 端子206fをコレクタ端子206bと同一方向に伸ばさない例を図12に示す。図12は midpoint 端子206fを両側延在端子とは異なる方向に伸ばすこととした変形例を示す平面図である。その他、少なくとも実施の形態1と同程度の変形は可能である。

【0034】

実施の形態3.

図13は本発明の実施の形態3に係る半導体装置の平面図である。本発明の実施の形態3に係る半導体装置300は3相インバータ回路を構成するものである。そして、各相（各アーム）の midpoint 端子300a、300b、及び300cは、モールド樹脂202a内の各相（各アーム）の midpoint の直上からモールド樹脂202aの最も大きな面の外部に伸びている。図14は半導体装置300の斜視図である。 midpoint 端子300a、300b、及び300cはモールド樹脂202aの中央、かつ両側延在端子が伸びる面とは別の面に対して垂直に外部に伸びている。なお、半導体装置300は midpoint 端子300a、300b、及び300c以外は実施の形態2で図10を参照して説明した半導体装置202と同様である。よって、半導体装置202と同様の部分はこれと同様の符号を付して説明を省略する。

【0035】

本発明の実施の形態3に係る半導体装置によれば、モールド樹脂202a内の各相（各アーム）の midpoint から各 midpoint 端子までの長さを短くできるので配線インダクタンスを低減できる。また、半導体装置300は3相インバータ回路を構成することとしたが、インバータ回路の1つ以上のアームを構成するものであれば本発明の効果を得ることができるのでこれに限定されない。その他、少なくとも実施の形態1と同程度の変形は可能である。

【0036】

実施の形態4.

図15は本発明の実施の形態4に係る半導体装置の平面図である。本発明の実施の形態4に係る半導体装置400は1つの相（アーム）を有するインバータ回路を構成するものである。そして、コレクタ端子400bと400c、エミッタ端子400dと400e、 midpoint 端子400fと400g、及びゲートエミッタ中継端子400hはモールド樹脂400aから外部に伸びている。この半導体装置400は、コレクタ端子400bと400c

、及びエミッタ端子４００ｄと４００ｅに加えて、中点端子４００ｆと４００ｇも両側延在端子になっていることが特徴である。

【００３７】

本発明の実施の形態４に係る半導体装置４００によれば、中点端子４００ｆと４００ｇを両側延在端子としたので、コレクタ端子、エミッタ端子、及び中点端子をそれぞれ互いに接続することで複数の半導体装置４００を並列接続でき、容易に電流容量の増大を図ることが可能となり、パワーモジュールの多様なシステム化に対応できる。

【００３８】

本発明の実施の形態４に係る半導体装置４００は１つの相（アーム）を有するインバータ回路を構成するものとしたが本発明はこれに限定されない。たとえばインバータ回路の２つの相の上アーム、下アーム、又はそれらの両方を構成する半導体装置であっても、中点端子となるべき端子を両側延在端子にすることで本発明の効果を得ることができる。ここで、上アームを構成する半導体装置を図１６に示す。図１６は本発明の実施の形態４の変形例に係る半導体装置を示す平面図である。半導体装置４０２はエミッタ端子４０２ａと４０２ｂが両側延在端子である点を除いて図２に示す半導体装置１２と同様である。半導体装置１２と同様の部分は同様の符号を付して説明を省略する。なお、本発明の実施の形態４に係る半導体装置は、少なくとも実施の形態１と同程度の変形は可能である。

【符号の説明】

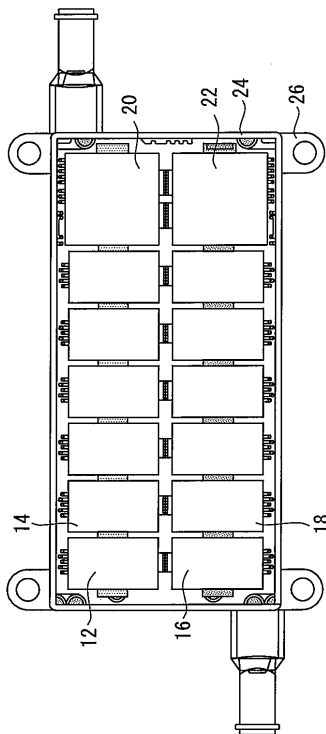
【００３９】

１０ パワーモジュール、 １２，１４，１６，１８ 半導体装置、 ２４ ケース

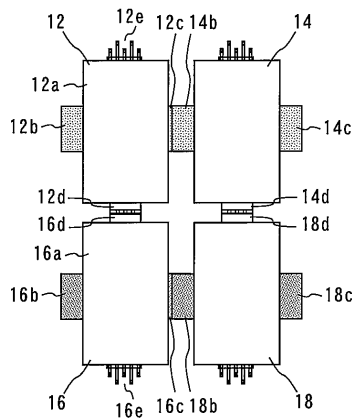
10

20

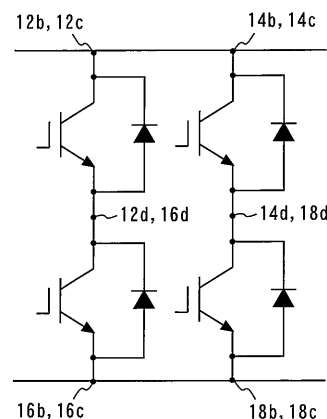
【図１】



【図２】

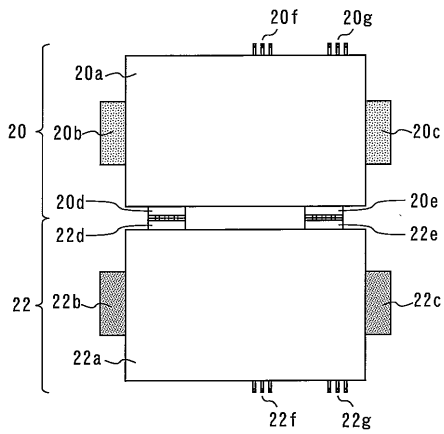


【図３】

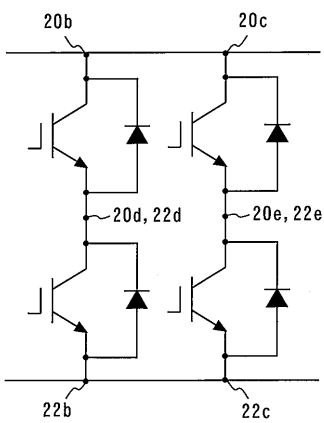


10

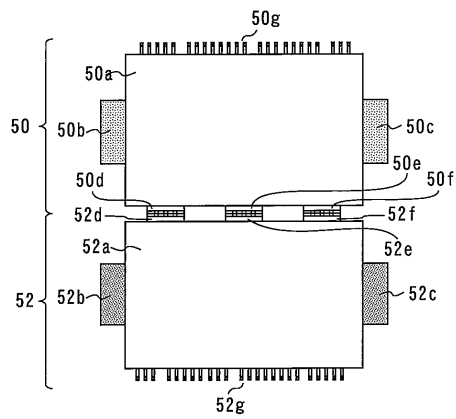
【図 4】



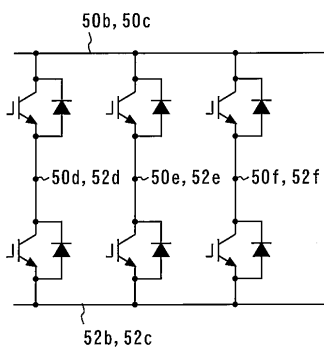
【図 5】



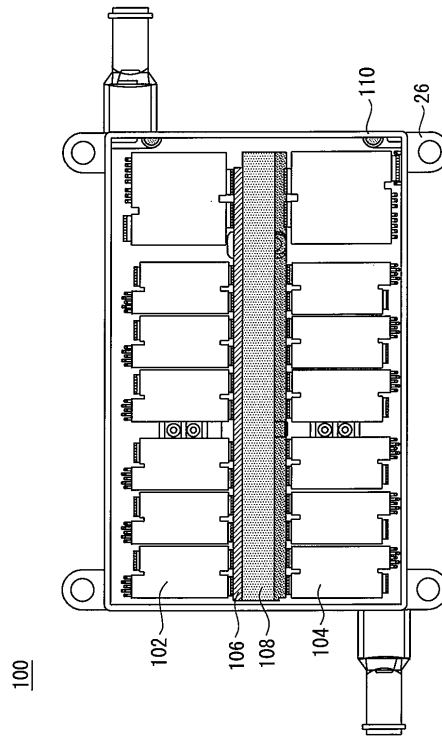
【図 7】



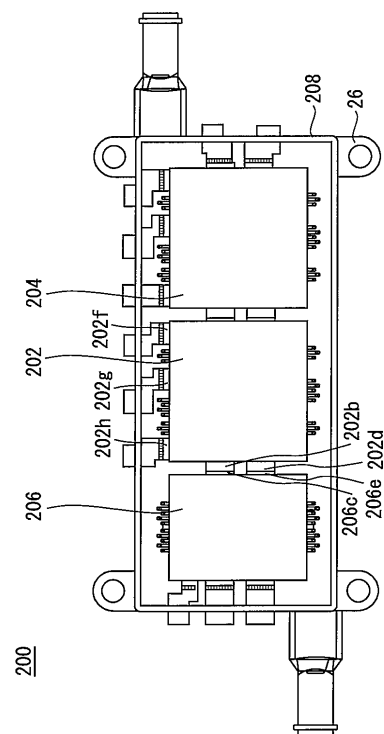
【図 8】



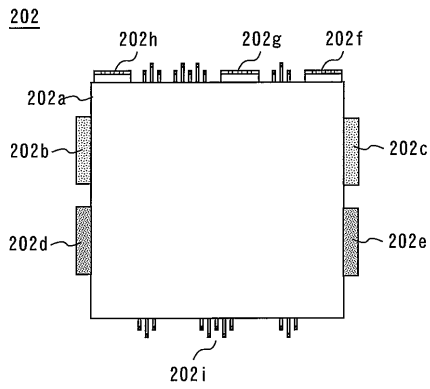
【図 6】



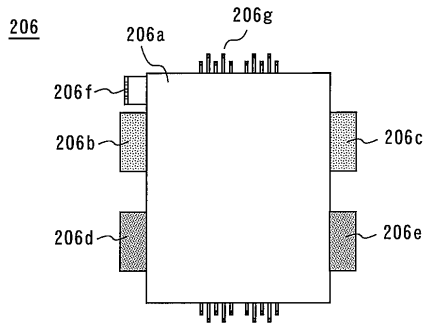
【図 9】



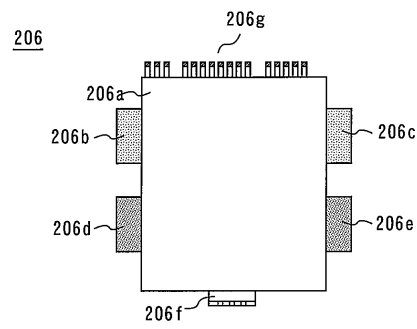
【図 10】



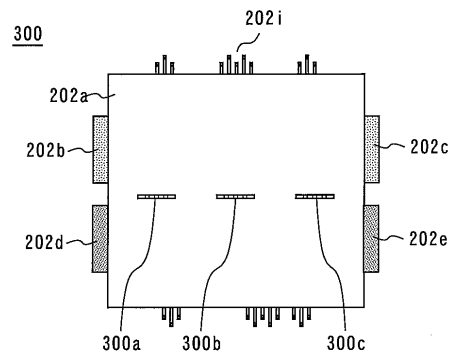
【図 11】



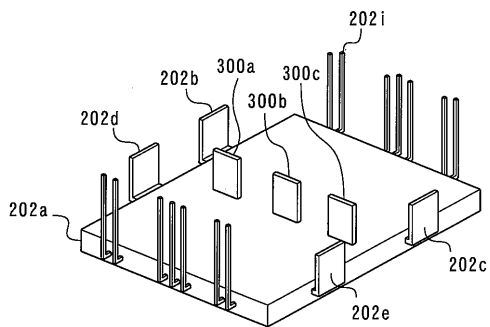
【図 12】



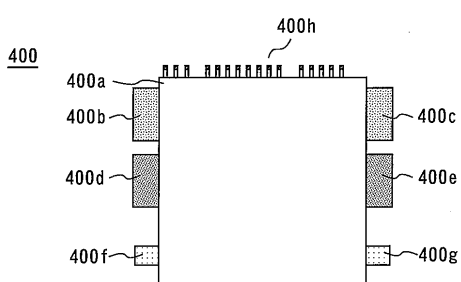
【図 13】



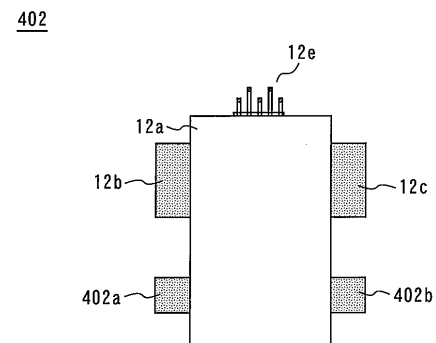
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 ハリッド ハッサン フッセイン

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

(72)発明者 愛甲 光徳

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

Fターム(参考) 5H007 AA00 CA01 CB02 CB05 CC05 CC07 HA03 HA04 HA06