

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5793995号  
(P5793995)

(45) 発行日 平成27年10月14日(2015.10.14)

(24) 登録日 平成27年8月21日(2015.8.21)

(51) Int.Cl.

F 1

HO 1 L 23/50	(2006.01)	HO 1 L 23/50	B
HO 1 L 23/48	(2006.01)	HO 1 L 23/48	P
HO 1 L 25/07	(2006.01)	HO 1 L 25/04	C
HO 1 L 25/18	(2006.01)		

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-143033 (P2011-143033)
(22) 出願日	平成23年6月28日 (2011.6.28)
(65) 公開番号	特開2013-12525 (P2013-12525A)
(43) 公開日	平成25年1月17日 (2013.1.17)
審査請求日	平成26年5月15日 (2014.5.15)

(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(72) 発明者	門口 卓矢 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者	三好 達也 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者	奥村 知巳 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】リードフレーム、及び、パワーモジュール

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

平面視において、半導体素子が配置される領域の一の側に延伸する複数の第1リードと、

平面視において、前記半導体素子が配置される領域の前記一の側とは反対側の他の側に延伸する複数の第2リードと、

平面視において、前記複数の第1リードのうち端に位置する第1リードの外側に並べられる第3リードと、

前記第3リードに接続され、前記第1リード、前記第2リード、及び前記第3リードのガイドフレームの一部であるとともに、前記ガイドフレームの当該一部以外の部分を切除した後に、前記第3リードに接続される配線による配線部と

を含み、

前記配線部は、前記ガイドフレームのうち、前記複数の第1リード、前記複数の第2リード、及び前記第3リードが並べられる方向において、前記複数の第1リード、前記複数の第2リード、及び前記第3リードに対して最も外側に配置される部分であり、

前記並べられる方向は、前記複数の第1リード及び前記複数の第2リードが伸延する方向に対する幅方向である、リードフレーム。

## 【請求項 2】

前記配線部は、一端が前記第3リードに接続されるとともに、他端が前記半導体素子の所定端子に接続される、請求項1記載のリードフレーム。

**【請求項 3】**

前記配線部が接続される前記所定端子は、前記半導体素子の電圧モニタ用の端子である、請求項2記載のリードフレーム。

**【請求項 4】**

前記第3リードは、電圧モニタ用のリードである、請求項1又は2記載のリードフレーム。

**【請求項 5】**

前記半導体素子はIGBTであり、

前記所定端子は前記IGBTのコレクタ端子である、請求項2記載のリードフレーム。

**【請求項 6】**

前記配線部の少なくとも一部は、前記半導体素子とともにモールド樹脂によって覆われる、請求項1乃至5のいずれか一項記載のリードフレーム。

**【請求項 7】**

前記第2リードは、前記第1リードよりも幅が広い、請求項1乃至6のいずれか一項記載のリードフレーム。

**【請求項 8】**

前記配線部に接続され、前記複数の第2リードのうち前記端に位置する第1リードに対応する端に位置する第2リードの外側に並べられる第4リードをさらに含む、請求項1乃至7のいずれか一項記載のリードフレーム。

**【請求項 9】**

平面視において、半導体素子が配置される領域の一の側に延伸する複数の第1リードと、

平面視において、前記半導体素子が配置される領域の前記一の側とは反対側の他の側に延伸する複数の第2リードと、

平面視において、前記複数の第1リードのうち端に位置する第1リードの外側に並べられる第3リードと、

前記第3リードに接続され、前記第1リード、前記第2リード、及び前記第3リードのガイドフレームの一部であるとともに、前記ガイドフレームの当該一部以外の部分を切除した後に、前記第3リードに接続される配線になる配線部と

を含み、

前記配線部は、一端が前記第3リードに接続されるとともに、他端が前記半導体素子の所定端子に接続され、

前記半導体素子はIGBTであり、

前記所定端子は前記IGBTのコレクタ端子である、リードフレーム。

**【請求項 10】**

平面視において、半導体素子が配置される領域の一の側に延伸する複数の第1リードと、

平面視において、前記半導体素子が配置される領域の前記一の側とは反対側の他の側に延伸する複数の第2リードと、

平面視において、前記複数の第1リードのうち端に位置する第1リードの外側に並べられる第3リードと、

前記第3リードに接続され、前記第1リード、前記第2リード、及び前記第3リードのガイドフレームの一部であるとともに、前記ガイドフレームの当該一部以外の部分を切除した後に、前記第3リードに接続される配線になる配線部と

を含み、

前記第2リードは、前記第1リードよりも幅が広い、リードフレーム。

**【請求項 11】**

請求項1乃至10のいずれか一項記載のリードフレームと、

前記半導体素子と

を含む、パワーモジュール。

10

20

30

40

50

**【請求項 12】**

平面視において、半導体素子が配置される領域の一の側に延伸する複数の第1リードと、  
平面視において、前記半導体素子が配置される領域の前記一の側とは反対側の他の側に延伸する複数の第2リードと、

平面視において、前記複数の第1リードのうち端に位置する第1リードの外側に並べられる第3リードと、

前記第1リード、前記第2リード、及び前記第3リードのガイドフレームであって、一端が前記第3リードに接続され、他端が前記半導体素子の端子に接続される配線部を有するガイドフレームと

10

を含むリードフレームの前記第1リード、前記第2リード、及び前記配線部と、前記半導体素子との位置を合わせた状態で、前記第1リード、前記第2リード、及び前記配線部を前記半導体素子に接続する工程と、

前記第1リード、前記第2リード、及び前記配線部の前記半導体素子に接続される側と、前記半導体素子とを覆うモールド樹脂部を形成する工程と、

前記モールド樹脂部から外部に露出する前記ガイドフレームのうちの前記配線部以外の部分を切除する工程と

を含む、パワーモジュールの製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

20

**【0001】**

本発明は、リードフレーム、及び、パワーモジュールに関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来より、リードフレーム本体に、開口窓を形成することにより、少なくとも、半導体チップを装着するアイランドと、半導体チップにボンディングワイヤを介して接続されるリードと、アイランド及びリードをリードフレーム本体につなぎ止めるタイバーとを形成したリードフレームにおいて、リードフレーム本体の外周部に補強用突部を設けたリードフレームがあった（例えば、特許文献1参照）。

**【先行技術文献】**

30

**【特許文献】****【0003】****【特許文献1】特開2008-218455号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、従来のリードフレームは、モールド樹脂を形成した後に外周部を切除して廃棄するため、材料歩留まりが低いという問題があった。

**【0005】**

そこで、材料歩留まりの高いリードフレーム、及び、パワーモジュールを提供することを目的とする。

40

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

本発明の実施の形態のリードフレームは、平面視において、半導体素子が配置される領域の一の側に延伸する複数の第1リードと、平面視において、前記半導体素子が配置される領域の前記一の側とは反対側の他の側に延伸する複数の第2リードと、平面視において、前記複数の第1リードのうち端に位置する第1リードの外側に並べられる第3リードと、前記第3リードに接続され、前記第1リード、前記第2リード、及び前記第3リードのガイドフレームの一部であるとともに、前記ガイドフレームの当該一部以外の部分を切除した後に、前記第3リードに接続される配線になる配線部とを含み、前記配線部は、前記

50

ガイドフレームのうち、前記複数の第1リード、前記複数の第2リード、及び前記第3リードが並べられる方向において、前記複数の第1リード、前記複数の第2リード、及び前記第3リードに対して最も外側に配置される部分であり、前記並べられる方向は、前記複数の第1リード及び前記複数の第2リードが伸延する方向に対する幅方向である。

【発明の効果】

【0007】

材料歩留まりの高いリードフレーム、及び、パワーモジュールを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】比較例のリードフレーム10にIGBT20A～20C及びダイオード30A～30Cを接続した状態を示す図である。 10

【図2】比較例のパワーモジュール60を示す図である。

【図3】実施の形態のパワーモジュール200を含む電気自動車用駆動装置300の一実施例の概略構成を示す図である。

【図4A】実施の形態のリードフレーム100、及び、パワーモジュール200を示す斜視透視図である。

【図4B】実施の形態のパワーモジュール200を示す斜視図である。

【図5A】実施の形態のリードフレーム100を含むパワーモジュール200を示す平面透視図である。

【図5B】図5Aに示すリードフレーム100からガイドフレーム119を切除して完成了した状態のパワーモジュール200を示す平面透視図である。 20

【図6】図5BにおけるC-C断面を示す図である。

【図7】実施の形態のパワーモジュール200の製造工程を段階的に示す図である。

【図8】実施の形態のパワーモジュール200の製造工程を段階的に示す図である。

【図9】実施の形態のパワーモジュール200の製造工程を段階的に示す図である。

【図10】実施の形態のパワーモジュール200の製造工程を段階的に示す図である。

【図11】実施の形態のパワーモジュール200の製造工程を段階的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明のリードフレーム、及び、パワーモジュールを適用した実施の形態について説明する。 30

【0010】

まず、実施の形態のリードフレーム、及び、パワーモジュールについて説明する前に、図1及び図2を用いて、比較例のリードフレームについて説明する。

【0011】

図1は、比較例のリードフレーム10にIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)20A～20C及びダイオード30A～30Cを接続した状態を示す図である。ダイオード30A～30Cは、例えば、FWD(Fly Wheel Diode)を用いればよい。

【0012】

比較例のリードフレーム10は、信号リード部11A、12A、13Aと、パワーリード部14A、15A、16A、17Aと、電圧検出リード部18Aとを含む。リードフレーム10のうち、後に切除を行うことにより、信号リード部11、12、13、パワーリード部14、15、16、17、及び電圧検出リード部18(図2参照)として残る部分以外は、ガイドフレーム19として機能する。 40

【0013】

このようなリードフレーム10は、例えば、銅板をプレス加工することによって製造される。

【0014】

IGBT20A～20C及びダイオード30A～30Cは、ヒートスプレッダ40の上面に半田付けされている。図1に示す状態は、ヒートスプレッダ40に実装されたIGB 50

T 20 A ~ 20 C 及びダイオード 30 A ~ 30 C の上側からリードフレーム 10 を被せ、ボンディングワイヤと半田で IGBT 20 A ~ 20 C 及びダイオード 30 A ~ 30 C にリードフレーム 10 を接続した状態である。

**【0015】**

なお、以下では、IGBT 20 A ~ 20 C を特に区別しない場合には、単に IGBT 20 と称す。同様に、ダイオード 30 A ~ 30 C を特に区別しない場合には、単にダイオード 30 と称す。

**【0016】**

ここで、ヒートスプレッダ 40 は、例えば銅板製であり、IGBT 20 A ~ 20 C 及びダイオード 30 A ~ 30 C の熱を放散するために設けられている。

10

**【0017】**

IGBT 20 A ~ 20 C は、図 1 中下面にあるコレクタ端子が半田付けによってヒートスプレッダ 40 に接続されており、ダイオード 30 A ~ 30 C は、図 1 中下面にあるカソードが半田によってヒートスプレッダ 40 に接続されている。

**【0018】**

信号リード部 11 A は、5 本あり、IGBT 20 A のゲート端子にボンディングワイヤ 1 A によって接続されている。信号リード部 12 A は、5 本あり、IGBT 20 B のゲート端子にボンディングワイヤ 1 B によって接続されている。信号リード部 13 A は、5 本あり、IGBT 20 C のゲート端子にボンディングワイヤ 1 C によって接続されている。

20

**【0019】**

パワーリード部 14 A は、半田 2 A によってヒートスプレッダ 40 の表面に接続されている。パワーリード部 15 A は、半田 2 B によって IGBT 20 A のエミッタ端子に接続されるとともに、半田 2 C によってダイオード 30 A のアノードに接続されている。

**【0020】**

パワーリード部 16 A は、半田 2 D によって IGBT 20 B のエミッタ端子に接続されるとともに、半田 2 E によってダイオード 30 B のアノードに接続されている。パワーリード部 17 A は、半田 2 F によって IGBT 20 C のエミッタ端子に接続されるとともに、半田 2 G によってダイオード 30 C のアノードに接続されている。

**【0021】**

電圧検出リード部 18 A は、ボンディングワイヤ 3 によって、ヒートスプレッダ 40 の表面の端部に接続されている。

30

**【0022】**

図 1 に示すようにリードフレーム 10 と IGBT 20 及びダイオード 30 を接続した後に、破線 A で示す領域にトランスマーキュールドによってモールド樹脂部を形成し、リードフレーム 10 のうちのガイドフレーム 19 を切除すると、図 2 に示す比較例のパワーモジュール 60 が完成する。

**【0023】**

図 2 は、比較例のパワーモジュール 60 を示す図である。

**【0024】**

パワーモジュール 60 は、信号リード部 11、12、13 と、パワーリード部 14、15、16、17 と、電圧検出リード部 18、IGBT 20、ダイオード 30、ヒートスプレッダ 40、及びモールド樹脂部 50 を含む。

40

**【0025】**

図 2 に示す信号リード部 11、12、13、パワーリード部 14、15、16、17、及び電圧検出リード部 18 は、それぞれ、図 1 に示す信号リード部 11 A、12 A、13 A、パワーリード部 14 A、15 A、16 A、17 A、及び電圧検出リード部 18 A に対応する。

**【0026】**

図 2 に示す信号リード部 11、12、13、パワーリード部 14、15、16、17、及び電圧検出リード部 18 は、図 1 に示すリードフレーム 10 からガイドフレーム 19 を

50

切除することによって得られる。

【0027】

信号リード部11、12、13、パワーリード部14、15、16、17、電圧検出リード部18、IGBT20、ダイオード30、及びヒートスプレッダ40は、モールド樹脂部50によって固定されている。

【0028】

モールド樹脂部50は、例えば、熱硬化性のエポキシ樹脂を用いて、加熱しながらモールド成形を行うことによって製造される。

【0029】

このように、パワーモジュール60を製造する際に、ガイドフレーム19を含むリードフレーム10を用いるのは、信号リード部11、12、13、パワーリード部14、15、16、17、電圧検出リード部18の位置決め精度を高めるためである。 10

【0030】

このようなパワーモジュール60は、例えば、インバータの上アームとして用いることができる。また、この場合に、パワーモジュール60と同様のパワーモジュールをインバータの下アームとして用いればよい。下アームとして用いるパワーモジュールは、例えば、パワーモジュール60から電圧検出リード部18を取り除いたものであればよい。

【0031】

インバータの上アームのパワーモジュール60のパワーリード部15、16、17と、下アームのパワーモジュールの三相分のパワーリード部とを三相モータに接続することにより、三相モータの駆動制御を行うことができる。 20

【0032】

ここで、上述のように、図1に示す電圧検出リード部18Aは、ボンディングワイヤ3によって、ヒートスプレッダ40の表面の端部に接続されている。ヒートスプレッダ40には、IGBT20のコレクタ端子が半田付けされているため、ヒートスプレッダ40はIGBT20のコレクタ端子と同電位である。

【0033】

このため、リードフレーム10からガイドフレーム19を切除することによって得られる電圧検出リード部18は、インバータの上アームのIGBT20のコレクタ端子に接続される。 30

【0034】

インバータの上アームのIGBT20のコレクタ端子は、インバータの正極性端子と同電位であるため、電圧検出リード部18を通じて、インバータの正極性端子の電圧を検出することができる。

【0035】

ところで、比較例のパワーモジュール60に用いるリードフレーム10は、図1と図2を比べることによって分かるように、ガイドフレーム19として廃棄される部分を多く含む。このため、比較例のパワーモジュール60に用いるリードフレーム10は、材料歩留まりが低いという問題があった。

【0036】

また、銅製のリードフレーム10の線膨張係数は、モールド樹脂部50の線膨張係数よりも非常に大きい。このため、モールド成形のために加熱を行い、モールド樹脂部50を形成した後にパワーモジュール60を冷却すると、モールド樹脂部50よりもガイドフレーム19の方が大きく収縮することにより、信号リード部11、12、13、パワーリード部14、15、16、17、及び電圧検出リード部18に歪みが生じるという問題があった。 40

【0037】

また、比較例のパワーモジュール60では、ガイドフレーム19を切除する際に、モールド樹脂部50(図2参照)とガイドフレーム19との間の領域Bに、厚さの薄い切除用の金型を挿入する。

**【0038】**

図1に示すように、領域Bの幅B1は狭いため、例えば、薄い金型に金属摩耗が生じている場合には、モールド樹脂部50にバリが生じる場合があるという問題があった。

**【0039】**

また、電圧検出リード部18をボンディングワイヤ3でヒートスプレッダ40の表面に接続するため、ボンディングワイヤ3を形成するための工程が必要であり、製造工程数が増えて、パワーモジュール60のコストアップをもたらすという問題があった。

**【0040】**

以下では、上述のような問題を解決した実施の形態のリードフレーム100、及び、パワーモジュール200について説明する。

10

**【0041】**

## &lt;実施の形態&gt;

図3は、実施の形態のパワーモジュール200を含む電気自動車用駆動装置300の一実施例の概略構成を示す図である。

**【0042】**

電気自動車用駆動装置300は、バッテリ301の電力を用いて走行用モータ304を駆動することにより車両を駆動させる装置である。尚、電気自動車は、電力を用いて走行用モータ304を駆動して走行するものであれば、その方式や構成の詳細は任意である。電気自動車は、典型的には、動力源がエンジンと走行用モータ304であるハイブリッド自動車(HV)，動力源が走行用モータ304のみである電気自動車を含む。

20

**【0043】**

電気自動車用駆動装置300は、図3に示すように、バッテリ301、DC/DCコンバータ302、インバータ303、走行用モータ304、及び、制御装置305を備える。

**【0044】**

バッテリ301は、電力を蓄積して直流電圧を出力する任意の蓄電装置であり、ニッケル水素バッテリ、リチウムイオンバッテリや電気2重層キャパシタ等の容量性負荷から構成されてもよい。

**【0045】**

DC/DCコンバータ302は、双方向のDC/DCコンバータ(可逆チョッパ方式の昇圧DC/DCコンバータ)であり、例えば14Vから42Vへの昇圧変換、及び、42Vから14Vへの降圧変換が可能である。DC/DCコンバータ302は、スイッチング素子Q1，Q2，ダイオードD1，D2、リアクトルL1を含む。

30

**【0046】**

スイッチング素子Q1，Q2は、本例ではIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)であるが、MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)のような他のスイッチング素子が用いられてもよい。

**【0047】**

スイッチング素子Q1，Q2は、インバータ303の正極ラインと負極ラインとの間に直列に接続される。上アームのスイッチング素子Q1のコレクタは正極ラインに接続され、下アームのスイッチング素子Q2のエミッタは負極ラインに接続される。スイッチング素子Q1，Q2の中間点、即ちスイッチング素子Q1のエミッタとスイッチング素子Q2のコレクタの接続点にはリアクトルL1の一端が接続される。このリアクトルL1の他端は、正極ラインを介してバッテリ301の正極に接続される。また、スイッチング素子Q2のエミッタは、負極ラインを介してバッテリ301の負極に接続される。また、各スイッチング素子Q1，Q2のコレクタ-エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側に電流を流すようにダイオード(フライホイルダイオード)D1，D2が配置される。また、リアクトルL1の他端と負極ラインとの間には平滑用コンデンサC1が接続され、スイッチング素子Q1のコレクタと負極ラインとの間には平滑用コンデンサC2が接続される。

40

**【0048】**

50

インバータ303は、正極ラインと負極ラインとの間に互いに並列に配置されるU相、V相、W相の各アームから構成される。U相はスイッチング素子（本例ではIGBT）Q3、Q4の直列接続からなり、V相はスイッチング素子（本例ではIGBT）Q5、Q6の直列接続からなり、W相はスイッチング素子（本例ではIGBT）Q7、Q8の直列接続からなる。また、各スイッチング素子Q3～Q8のコレクタ-エミッタ間には、それぞれ、エミッタ側からコレクタ側に電流を流すようにダイオード（フライホイルダイオード）D3～D8が配置される。尚、インバータ303の上アームは、各スイッチング素子Q3、Q5、Q7及びダイオードD3、D5、D7から構成され、インバータ303の下アームは、各スイッチング素子Q4、Q6、Q8及びダイオードD4、D6、D8から構成される。

10

#### 【0049】

インバータ303は、例えば、上アームとしてパワーモジュール200を含むことによって実現される。インバータ303の下アームとしては、スイッチング素子Q4、Q6、Q8及びダイオードD4、D6、D8を含む任意の形式のパワーモジュールを用いることができる。

#### 【0050】

走行用モータ304は、三相の永久磁石モータであり、U、V、W相の3つのコイルの一端が中点で共通接続されている。U相コイルの他端は、スイッチング素子Q3、Q4の中間点に接続され、V相コイルの他端は、スイッチング素子Q5、Q6の中間点に接続され、W相コイルの他端は、スイッチング素子Q7、Q8の中間点に接続される。

20

#### 【0051】

制御装置305は、DC/DCコンバータ302及びインバータ303を制御する。制御装置305は、例えばCPU、ROM、メインメモリなどを含み、制御装置305の各種機能は、ROM等に記録された制御プログラムがメインメモリに読み出されてCPUにより実行されることによって実現される。但し、制御装置305の一部又は全部は、ハードウェアのみにより実現されてもよい。また、制御装置305は、物理的に複数の装置により構成されてもよい。

#### 【0052】

次に、図4A、図4B、図5A、図5B、及び図6を用いて、実施の形態のリードフレーム100、及び、パワーモジュール200について説明する。

30

#### 【0053】

図4Aは、実施の形態のリードフレーム100、及び、パワーモジュール200を示す斜視透視図である。図4Bは、実施の形態のパワーモジュール200を示す斜視図である。

#### 【0054】

図5Aは、実施の形態のリードフレーム100を含むパワーモジュール200を示す平面透視図である。図5Bは、図5Aに示すリードフレーム100からガイドフレーム119を切除して完成した状態のパワーモジュール200を示す平面透視図である。

#### 【0055】

図6は、図5BにおけるC-C断面を示す図である。

40

#### 【0056】

図4A及び図5Aは、リードフレーム100と、リードフレーム100のガイドフレーム119を切除する前の状態のパワーモジュール200とを示す。図4B及び図5Bは、リードフレーム100のガイドフレーム119を切除した後の完成した状態のパワーモジュール200を示す。

#### 【0057】

図4A、図4B、図5A、図5B、及び図6に示すリードフレーム100及びパワーモジュール200について、図1及び図2に示す比較例のリードフレーム10、及び、パワーモジュール60と同様の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。

#### 【0058】

50

パワーモジュール200は、主な構成要素として、リードフレーム100、IGBT20A～20C、ダイオード30A～30C、ヒートスプレッダ40、モールド樹脂部150、冷却板170、及び絶縁シート180を含む。

#### 【0059】

パワーモジュール200のIGBT20A～20C、ダイオード30A～30Cは、比較例のパワーモジュール60と同様に、ヒートスプレッダ40の上に半田付けされている。

#### 【0060】

例えば、図6に示すように、IGBT20Aは、半田191によってヒートスプレッダ40の表面に接続されている。半田191によってヒートスプレッダ40に接続される下面にはコレクタ端子があるため、IGBT20Aのコレクタ端子は、半田191によってヒートスプレッダ40に接続されている。10

#### 【0061】

また、ダイオード30Aは、半田192によってヒートスプレッダ40に接続されている。半田192によってヒートスプレッダ40に接続されるダイオード30Aの下面にはカソードがあるため、ダイオード30Aのカソードは、半田192によってヒートスプレッダ40に接続されている。

#### 【0062】

図6には、IGBT20Aを含む断面を示すが、IGBT20B、20Cも同様に、コレクタ端子を下面に位置させた状態で、半田191によってヒートスプレッダ40に接続されている。また、ダイオード30B、30Cもダイオード30Aと同様に、カソードを下面にした状態で、半田192によってヒートスプレッダ40に接続されている。20

#### 【0063】

IGBT20A～20C及びダイオード30A～30Cが半田付けされたヒートスプレッダ40は、リードフレーム100に接続されるとともに、絶縁シート180を介して冷却板170の上に載置された状態で、トランスファーモールドによって成形されるモールド樹脂部150によって封止されている。

#### 【0064】

図4A及び図5Aに示すように、リードフレーム100は、信号リード部11A、12A、13A、パワーリード部114A、15A、16A、17Aに加えて、電圧検出リード部118A、ガイドフレーム119、及び配線部500を含む。30

#### 【0065】

ここで、信号リード部11A、12A、13Aは、第1リード部の一例である。パワーリード部15A、16A、17Aは、第2リード部の一例である。電圧検出リード部118Aは、第3リード部の一例である。配線部500は、第3リードに接続される配線部の一例である。パワーリード部114Aは、第4リード部の一例である。

#### 【0066】

リードフレーム100は、例えば、銅板をプレス加工することによって製造される。

#### 【0067】

電圧検出リード部118Aは、比較例のリードフレーム10における電圧検出リード部18Aに対応する。40

#### 【0068】

図4A及び図5Aに示すリードフレーム100からガイドフレーム119を切除すると、電圧検出リード部118Aは、図4B及び図5Bに示す電圧検出リード部118になる。

#### 【0069】

電圧検出リード部118Aは、信号リード部11A、12A、13Aのうち端に位置する信号リード部(5本の信号リード部11Aのうちの最も左側に配置される信号リード部)の外側に並べられるように配列されている。

#### 【0070】

配線部 500 は、図 5 A 及び図 5 B においてハッチングで示す部分であり、一端 501、他端 502、及び接続部 503 を有する。

#### 【0071】

一端 501 は、モールド樹脂部 150 の外側で電圧検出リード部 118A に接続される。他端 502 は、パワーリード部 114A に接続される。接続部 503 は、半田 2A によってヒートスプレッダ 40 の表面に接続される。

#### 【0072】

配線部 500 は、図 5 B 及び図 6 に示すように、一端 501 がモールド樹脂部 150 の外に位置するが、一端 501 以外の部分はモールド樹脂部 150 によって封止されている。

10

#### 【0073】

パワーリード部 114A は、図 5 B 及び図 6 に示すように、配線部 500 の他端 502 に接続され、モールド樹脂部 150 の外に位置する部分である。パワーリード部 114A は、パワーリード部 15、16、17 のうち、最も外側に位置し、信号リード部 11A、12A、13A のうち端に位置する信号リード部（5 本の信号リード部 11A のうちの最も左側に配置される信号リード部）に対応するパワーリード部 15 の外側に並べられるように配列されている。

#### 【0074】

図 4 B 及び図 5 B に示す信号リード部 11、12、13、パワーリード部 114、15、16、17、電圧検出リード部 118、及び配線部 500 は、それぞれ、図 4 A 及び図 5 A に示す信号リード部 11A、12A、13A、パワーリード部 114A、15A、16A、17A、電圧検出リード部 118A、及び配線部 500 を含むリードフレーム 100 から、ガイドフレーム 119 を切除することによって得られる。

20

#### 【0075】

すなわち、実施の形態のリードフレーム 100 に含まれるガイドフレーム 119 は、図 5 A に示すリードフレーム 100 のうち、図 5 B において消失している部分である。

#### 【0076】

信号リード部 11A は、5 本あり、IGBT 20A のゲート端子にボンディングワイヤ 1A によって接続されている。信号リード部 12A は、5 本あり、IGBT 20B のゲート端子にボンディングワイヤ 1B によって接続されている。信号リード部 13A は、5 本あり、IGBT 20C のゲート端子にボンディングワイヤ 1C によって接続されている。

30

#### 【0077】

なお、ボンディングワイヤ 1A、ボンディングワイヤ 1B、及びボンディングワイヤ 1C としては、例えば、アルミ細線を用いることができる。

#### 【0078】

図 5 A、図 5 B、及び図 6 に示すように、配線部 500 の接続部 503 は、半田 2A によってヒートスプレッダ 40 の表面に接続されている。接続部 503 は、一端 501 を介して電圧検出リード部 118（118A）に接続されるとともに、他端 502 を介してパワーリード部 114（114A）に接続されている。

#### 【0079】

また、図 5 A 及び図 5 B に示すように、パワーリード部 15A は、半田 2B によって IGBT 20A のエミッタ端子に接続されるとともに、半田 2C によってダイオード 30A のアノードに接続されている。パワーリード部 16A は、半田 2D によって IGBT 20B のエミッタ端子に接続されるとともに、半田 2E によってダイオード 30B のアノードに接続されている。パワーリード部 17A は、半田 2F によって IGBT 20C のエミッタ端子に接続されるとともに、半田 2G によってダイオード 30C のアノードに接続されている。

40

#### 【0080】

なお、パワーリード部 114（114A）、15（15A）、16（16A）、17（17A）は、信号リード部 11（11A）よりも幅広に構成されている。

50

**【0081】**

図6に示すように、ヒートスプレッダ40には、半田191によってIGBT20Aのコレクタ端子が接続されるとともに、半田192によってダイオード30Aのカソードが接続されている。また、上述のように、ヒートスプレッダ40には、半田2Aによって配線部500の接続部503が接続されている。

**【0082】**

このため、配線部500は、IGBT20Aのコレクタ端子と等電位であり、配線部500及び電圧検出リード部118を介して、IGBT20Aのコレクタ端子の電位を検出することができる。

**【0083】**

ここで、図4A、図4B、図5A、図5Bに示すようにX方向及びY方向を定義する。X方向及びY方向は、配線部500を含む平面内において、互いに直交する方向である。

**【0084】**

配線部500は、図4A及び図5Aに示すように、リードフレーム100のX方向における最も外側に位置する。

**【0085】**

また、配線部500は、Y方向において、一端501が電圧検出リード部118A、ガイドフレームの一部119A、及び一部119Bに接続されている。また、他端502が接続部503、パワーリード部14A、及び一部119Cに接続されている。

**【0086】**

すなわち、配線部500は、リードフレーム100からガイドフレーム119を切除する前の状態において、電圧検出リード部118A、ガイドフレームの一部119A、及び一部119Bと、接続部503、パワーリード部14A、及び一部119Cとの間ににおいて、ガイドフレームになっている。

**【0087】**

このように、配線部500は、リードフレーム100に含まれるガイドフレームとして機能するため、電圧検出リード部118A、ガイドフレームの一部119A、及び一部119Bと、接続部503、パワーリード部14A、及び一部119Cとに撓みや変形等が生じない程度の十分な強度を有するように、長さ、幅、厚さ、及び形状等を設定すればよい。

**【0088】**

このように、実施の形態のリードフレーム100の配線部500は、図4A及び図5Aに示すように、ガイドフレーム119を切除する前の状態においてガイドフレームとして機能するとともに、ガイドフレーム119を切除した後の状態では、図4B及び図5Bに示すように、配線として機能する。

**【0089】**

次に、実施の形態のパワーモジュール200を図3に示すインバータ303の上アームとして用いる場合の接続関係について説明する。

**【0090】**

ここでは、一例として、IGBT20A及びダイオード30AがU相に接続され、IGBT20B及びダイオード30BがV相に接続され、IGBT20C及びダイオード30CがW相に接続されるものとする。

**【0091】**

この場合、IGBT20A～20Cのコレクタ及びダイオード30A～30Cのカソードに接続部503を介して接続されるパワーリード部114は、電気自動車用駆動装置300のインバータ303（図3参照）の正極側端子（入力端子）P1を構成する。

**【0092】**

このため、パワーリード部114に配線部500を介して接続される電圧検出リード部118は、インバータ103の入力電圧（正極側端子（入力端子）P1の電圧）を検出することができる。

10

20

30

40

50

**【0093】**

IGBT20Aのエミッタ及びダイオード30Aのアノードに接続されるパワーリード部15は、インバータ303(図3参照)のU相端子P3を構成する。

**【0094】**

IGBT20Bのエミッタ及びダイオード30Bのアノードに接続されるパワーリード部16は、インバータ303(図3参照)のV相端子P4を構成する。

**【0095】**

IGBT20Cのエミッタ及びダイオード30Cのアノードに接続されるパワーリード部17は、インバータ303(図3参照)のW相端子P5を構成する。

**【0096】**

また、図3に示すインバータ303の下アームとしては、比較例のパワーモジュール60から、電圧検出リード部18を除くとともに、図3のスイッチング素子Q4、Q6、Q8のエミッタ端子に接続されるリード部を加えたパワーモジュールを用いればよい。

10

**【0097】**

スイッチング素子Q4、Q6、Q8のエミッタ端子のエミッタ端子に接続されるリード部は、インバータ303(図3参照)の負極側端子(入力端子)P2を構成する。また、下アームのパワーモジュールのスイッチング素子Q4、Q6、Q8のコレクタ端子は、それぞれ、U相端子P3、V相端子P4、W相端子P5に接続すればよい。

**【0098】**

次に、モールド樹脂部150、冷却板170、及び絶縁シート180について説明する。

20

**【0099】**

冷却板170は、熱伝導性の良い材料から形成され、例えば、アルミなどの金属により形成されてもよい。冷却板170は、下面側にフィン171を有する。フィン171の数や配列様は、特に言及しない限り任意である。また、フィン171の構成(形状・高さ等)も任意であってよい。フィン171は、例えばストレートフィンやピンフィンの千鳥配置等で実現されてもよい。半導体モジュール1の実装状態では、フィン171は、冷却水や冷却空気のような冷却媒体と接触する。このようにして、IGBT20及びダイオード30の駆動時に生じるIGBT20及びダイオード30からの熱は、ヒートスプレッダ40、絶縁シート180及び冷却板170を介して、冷却板170のフィン171から冷却媒体へと伝達され、IGBT20及びダイオード30の冷却が実現される。

30

**【0100】**

なお、フィン171は、冷却板170と一体で形成されてもよいし(例えば、アルミダイカスティング)、溶接等により冷却板170と一体化されてもよい。また、冷却板170は、一枚の金属板と、フィン付きの他の金属板とをボルト等で結合して構成されてもよい。

**【0101】**

絶縁シート180は、例えば樹脂シートからなり、ヒートスプレッダ40と冷却板170との間の電気的な絶縁性を確保しつつ、ヒートスプレッダ40から冷却板170への高い熱伝導を可能とする。絶縁シート180は、ヒートスプレッダ40の下面よりも大きい外形を有する。

40

**【0102】**

なお、絶縁シート180は、好ましくは、半田や金属膜等を用いることなく、直接、ヒートスプレッダ40と冷却板170を接合する。これにより、半田を用いる場合に比べて、熱抵抗を低くすることができ、工程を簡素化することができる。また、冷却板170側にも半田付け用表面処理が不要となる。例えば、絶縁シート180は、後述のモールド樹脂部150と同様の樹脂材料(エポキシ樹脂)からなり、モールド樹脂部150のモールド時の圧力及び温度によりヒートスプレッダ40及び冷却板170に接合する。

**【0103】**

モールド樹脂部150は、図4B、図5B、及び図6に示すように、IGBT20及び

50

ダイオード30、信号リード部11、12、13とパワーリード部15、16、17の配線部材の端部を除く部分、電圧検出リード部118の端部を除く部分、配線部500、ヒートスプレッダ40、冷却板170、及び絶縁シート180を樹脂でモールドすることにより形成される。

#### 【0104】

すなわち、モールド樹脂部150は、冷却板170の上面に対して、パワーモジュール200の主要構成要素（IGBT20及びダイオード30、信号リード部11、12、13とパワーリード部15、16、17の配線部材の端部を除く部分、電圧検出リード部118の端部を除く部分、配線部500、ヒートスプレッダ40、絶縁シート180）を内部に封止する部位である。なお、モールド樹脂部150として使用される樹脂は、例えばエポキシ樹脂であってよい。10

#### 【0105】

また、信号リード部11、12、13とパワーリード部15、16、17の配線部材の端部、電圧検出リード部118Aの端部、及びパワーリード部114は、モールド樹脂部150から露出する。

#### 【0106】

信号リード部11、12、13とパワーリード部15、16、17の配線部材の端部、電圧検出リード部118Aの端部、及びパワーリード部114は、モールド樹脂部150によるモールド封止後のリードカット及びフォーミングにより最終形状が実現される。20

#### 【0107】

次に、図7乃至図11を用いて、実施の形態のパワーモジュール200の製造方法について説明する。

#### 【0108】

図7乃至図11は、実施の形態のパワーモジュール200の製造工程を段階的に示す図である。

#### 【0109】

まず、図7に示すように、ヒートスプレッダ40の上にIGBT20A～20Cとダイオード30A～30Cを半田付けにより実装する。IGBT20A～20Cのコレクタ端子は、半田191によってヒートスプレッダ40に接続され、ダイオード30A～30Cのカソードは、半田192によってヒートスプレッダ40に接続される（図6参照）。30

#### 【0110】

なお、ヒートスプレッダ40の表面に示す接続部40Aは、後に、リードフレーム100の接続部503が接続される位置を表す。

#### 【0111】

次に、図8に示すように、ヒートスプレッダ40の上に実装されたIGBT20A～20Cとダイオード30A～30Cの上に、リードフレーム100を載置して位置合わせを行い、IGBT20A～20Cとダイオード30A～30Cとリードフレーム100を半田2B～2Gによって接続する。

#### 【0112】

このとき、半田2Aにより接続部503とヒートスプレッダ40の接続部40Aとの接合も行われる。40

#### 【0113】

また、信号リード部11A、12A、13Aと、IGBT20A、20B、20Cのゲート端子との間がボンディングワイヤ1A、1B、1Cによって接続される。

#### 【0114】

次に、図9に示すように、冷却板170の上の所定の位置に絶縁シート180を貼り合わせる。このとき、絶縁シート180は、例えば、加熱によりヒートスプレッダ40の表面に仮に貼り合わされる。

#### 【0115】

次に、図10に示すように、冷却板170の上の所定の位置に貼り合わされた絶縁シート180をモールド樹脂部150でモールドする。50

ト180の上に、図8に示すようにIGBT20A～20C及びダイオード30A～30Cとリードフレーム100との半田付けを行ったヒートプレッダ40を載置し、トランスマーモールドによりモールド樹脂部150を形成する。

【0116】

図10には、図4Aと同様に、モールド樹脂部150を透過的に表す。この状態で、信号リード部11、12、13とパワーリード部15、16、17の配線部材の端部、電圧検出リード部118Aの端部、及びパワーリード部114は、モールド樹脂部150から露出する。

【0117】

そして、最後に、金型を用いてガイドフレーム119を切除すると、図11に示すように、パワーモジュール200が完成する。

【0118】

以上、本実施の形態によれば、ガイドフレーム119を切除する前の状態においてガイドフレームとして機能するとともに、ガイドフレーム119を切除した後の状態では、図4B及び図5Bに示すように、配線として機能する配線部500を含むリードフレーム100を提供することができる。

【0119】

比較例のリードフレーム10では、ガイドフレーム19(図1及び図2参照)は切除された後にすべて廃棄されており、材料歩留まりが低かった。

【0120】

これに対して、本実施の形態のリードフレーム100によれば、配線部500は、ガイドフレーム119を切除する前の状態においてガイドフレームとして機能するとともに、ガイドフレーム119を切除した後の状態では、図4B及び図5Bに示すように、配線として機能する。

【0121】

すなわち、本実施の形態のリードフレーム100は、ガイドフレームの一部を切除せずに配線部500として利用する。

【0122】

このため、本実施の形態によれば、材料歩留まりを向上させたリードフレーム100を提供することができる。

【0123】

また、図1に示す比較例のリードフレーム10と、図5Aに示す本実施の形態のリードフレーム100とを比較すると分かるように、本実施の形態のリードフレーム100は、配線部500がモールド樹脂部150の内部に収容される。

【0124】

このため、本実施の形態のリードフレーム100は、比較例のリードフレーム10と比べて、配線部500及び配線部500の周囲の構造を平面視で小型化することができる。

【0125】

従って、本実施の形態のリードフレーム100は、比較例のリードフレーム10に比べて、より少ない金属材料で製造することができる。

【0126】

このことによっても、本実施の形態によれば、材料歩留まりを向上させたリードフレーム100を提供することができる。

【0127】

また、本実施の形態のリードフレーム100は、より少ない金属材料で製造することができるため、比較例のリードフレーム10と比べて、同じ量の金属材料から、より多くの数のリードフレーム100を製造することができる。

【0128】

また、本実施の形態のリードフレーム100は、平面視で比較例のリードフレーム10よりも小型化できるため、ガイドフレーム119を切除するための金型を小型化すること

10

20

30

40

50

ができる。

#### 【0129】

また、本実施の形態のリードフレーム100の配線部500は、一端501が電圧検出リード部118に接続され、接続部503で半田2Aによりヒートスプレッダ40を介してインバータ303(図3参照)の上アームのIGBT20Aのコレクタ端子に接続されている。

#### 【0130】

このため、接続部503を半田2Aでヒートスプレッダ40に接続するだけで、電圧検出リード部118をインバータ303の入力電圧(正極側端子(入力端子)P1の電圧)のモニタ用の端子として用いることができる。

10

#### 【0131】

すなわち、比較例のリードフレーム10のように、電圧検出リード部18をボンディングワイヤ3(図2参照)によって接続する必要がなくなり、製造工程を減らすことができ、パワーモジュール200の低コスト化を図ることができる。

#### 【0132】

また、本実施の形態のリードフレーム100は、ガイドフレームの一部として機能する配線部500がモールド樹脂部150によって封止された状態で、ガイドフレーム119を切除できる。

#### 【0133】

このため、モールド樹脂部150を形成するために加熱した後に冷却する際に、リードフレーム100のガイドフレームの一部として機能する配線部500がモールド樹脂部150によって固定され、歪みや反りが生じないため、高精度なリードカットを行うことができる。

20

#### 【0134】

また、これにより、信号リード部11、12、13とパワーリード部15、16、17の配線部材の端部、電圧検出リード部118Aの端部、及びパワーリード部114に歪みや反りを抑制できる。これにより、半田2A～2Gの接合部の信頼性を高めることができ、半田2A～2Gの接合部の長寿命化を図ることができる。

#### 【0135】

また、リードフレーム100のガイドフレームの一部として機能する配線部500がモールド樹脂部150の内部に収容されるため、比較例のリードフレーム10のように、モールド樹脂部50(図2参照)とガイドフレーム19との間の領域B(図1参照)が生じない。

30

#### 【0136】

このため、リードカット用の金型に金属摩耗が生じている場合においても、配線部500のそばのモールド樹脂部150にバリが生じることが抑制される。

#### 【0137】

なお、パワーモジュール200は、他の構成(例えば、走行用モータ駆動用のDC/DC昇圧コンバータの素子の一部)を含んでよい。また、パワーモジュール200は、半導体素子と共に、他の素子(コンデンサ、リアクトル等)を含んでよい。また、パワーモジュール200は、インバータを構成する半導体モジュールに限定されることはない。また、パワーモジュール200は、車両用のインバータに限らず、他の用途(鉄道、エアコン、エレベーター、冷蔵庫等)で使用されるインバータとして実現されてもよい。

40

#### 【0138】

以上、本発明の例示的な実施の形態のリードフレーム、及び、パワーモジュールについて説明したが、本発明は、具体的に開示された実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0139】

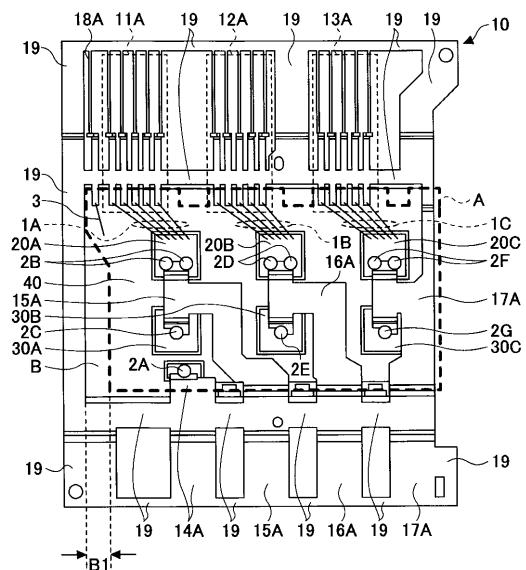
100 リードフレーム

50

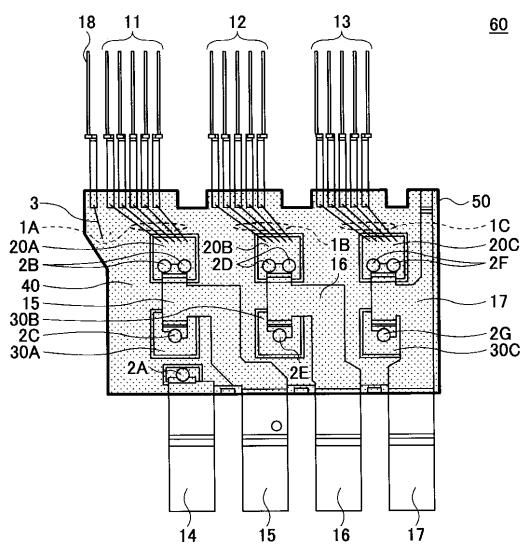
- 1 1、1 1A、1 2、1 2A、1 3、1 3A 信号リード部  
 1 1 4、1 1 4A、1 5、1 5A、1 6、1 6A、1 7、1 7A パワーリード部  
 1 1 8、1 1 8A 電圧検出リード部  
 1 1 9 ガイドフレーム  
 2 0、2 0A、2 0B、2 0C IGBT  
 3 0、3 0A、3 0B、3 0C ダイオード  
 4 0 ヒートスプレッダ  
 1 5 0 モールド樹脂部  
 1 7 0 冷却板  
 1 8 0 絶縁シート  
 2 0 0 パワーモジュール  
 5 0 0 配線部

10

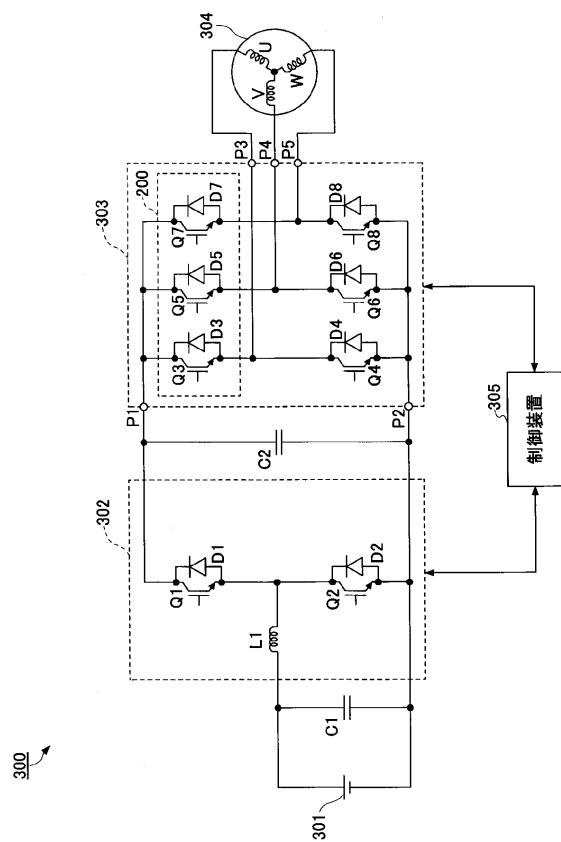
【図1】



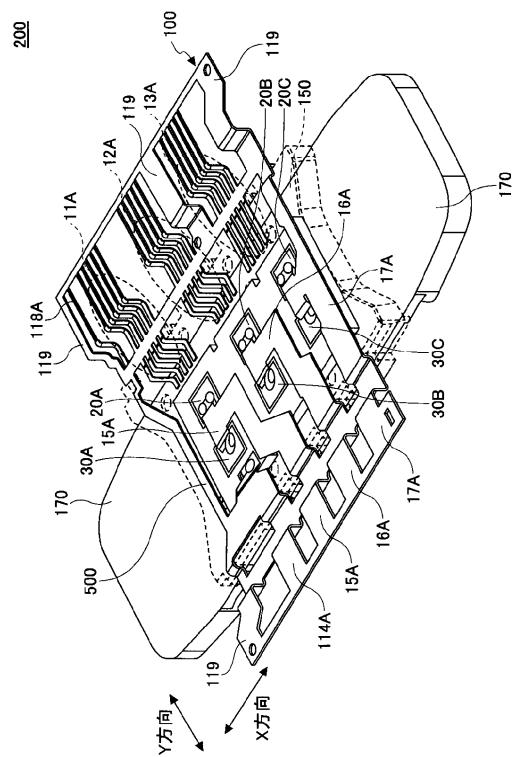
【図2】



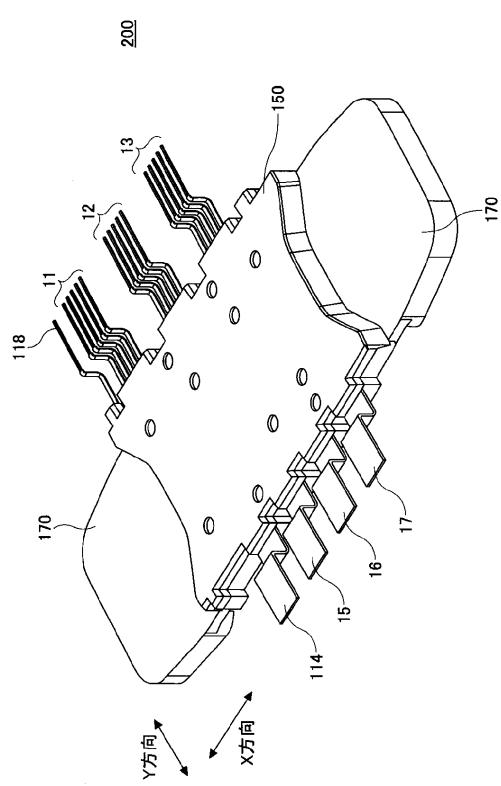
【図3】



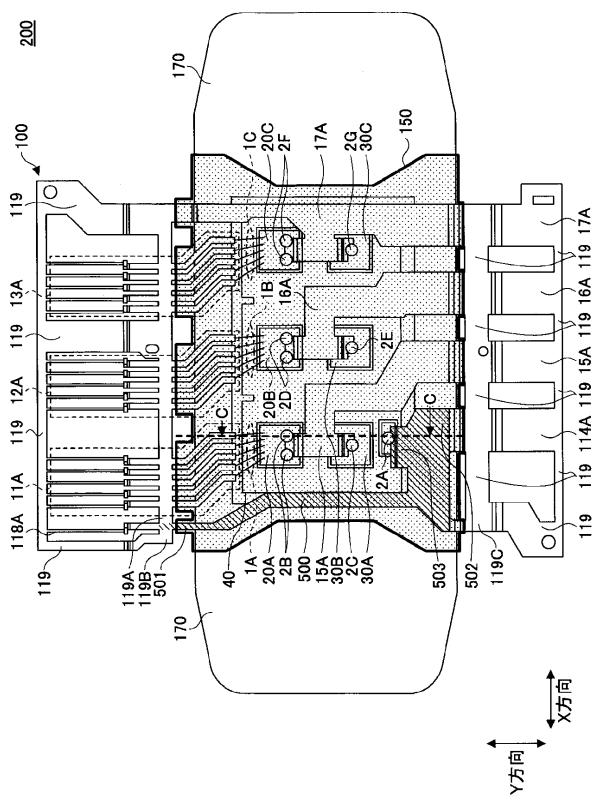
【図4A】



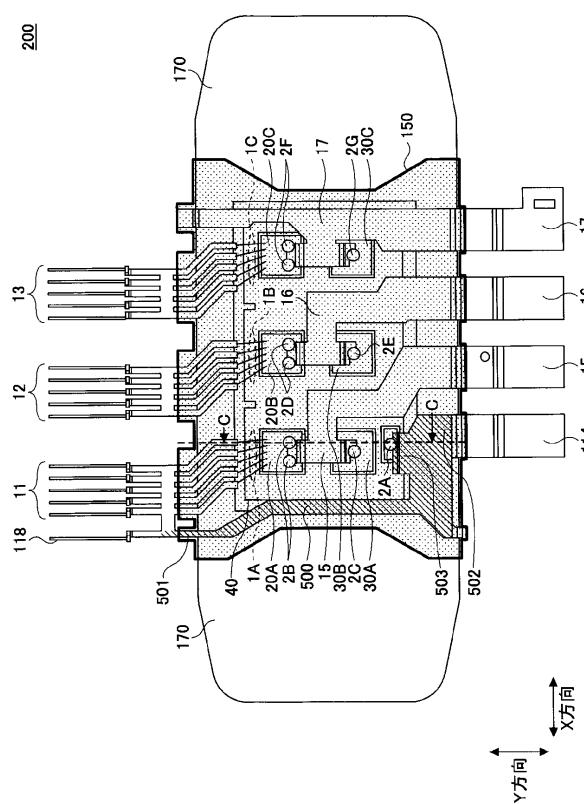
【図4B】



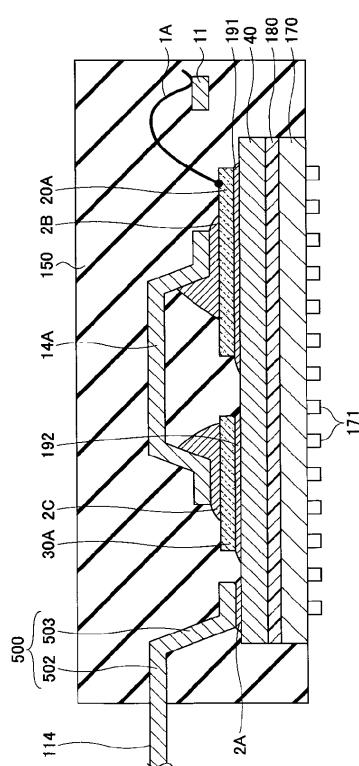
【図5A】



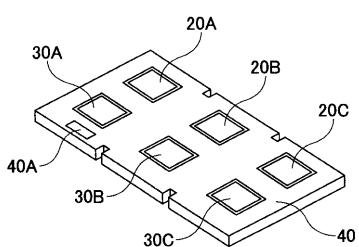
【図5B】



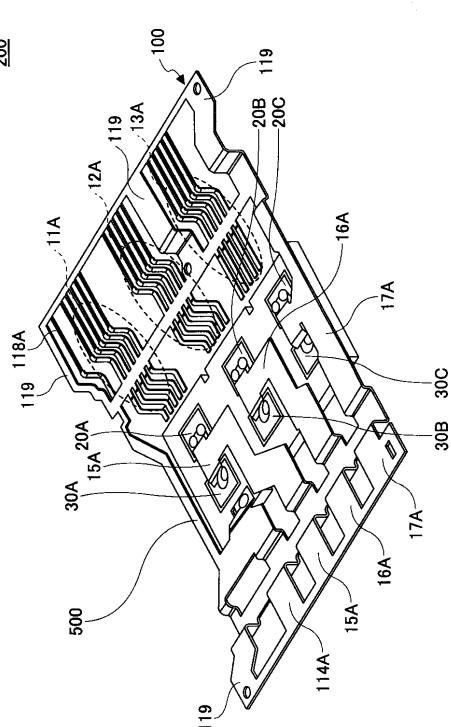
【図6】



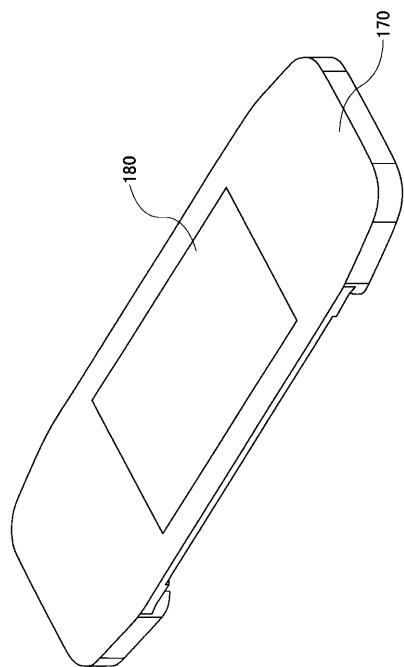
【図7】



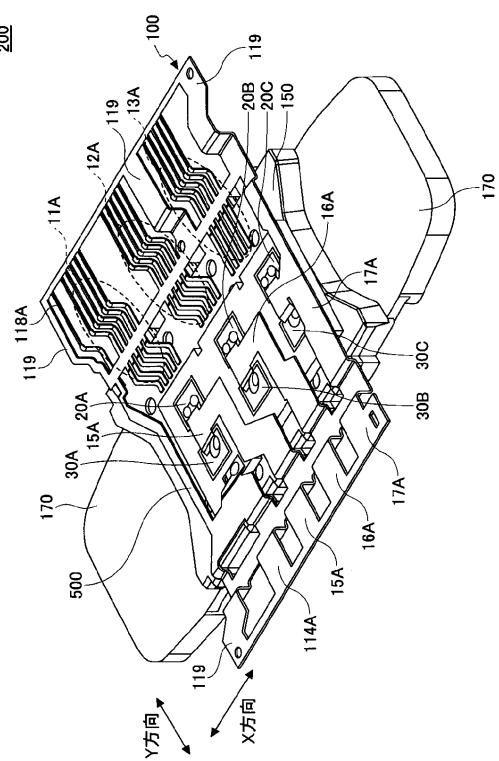
【図8】



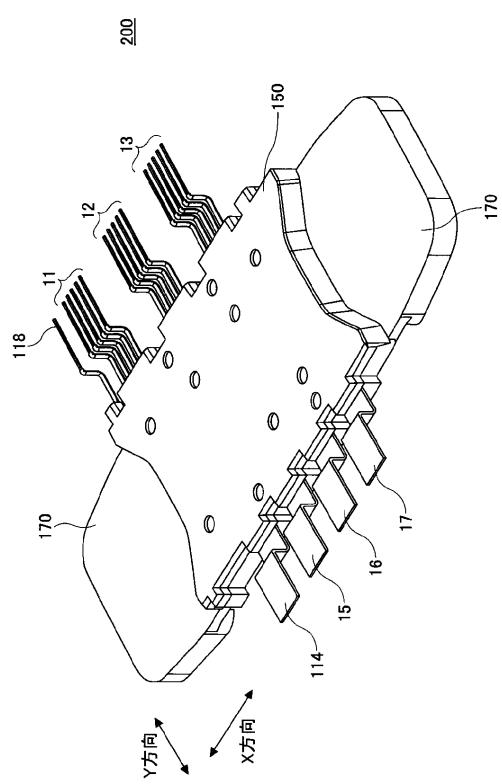
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 川島 崇功  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 吉澤 雅博

(56)参考文献 特開2001-284518(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/50  
H01L 23/48  
H01L 25/07  
H01L 25/18