

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6358129号  
(P6358129)

(45) 発行日 平成30年7月18日(2018.7.18)

(24) 登録日 平成30年6月29日(2018.6.29)

(51) Int.Cl. F I  
 H02M 7/48 (2007.01) H02M 7/48 ZHVZ  
 H05K 1/02 (2006.01) H05K 1/02 J

請求項の数 13 (全 26 頁)

|           |                               |           |                               |
|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-37252 (P2015-37252)    | (73) 特許権者 | 000004260                     |
| (22) 出願日  | 平成27年2月26日(2015.2.26)         |           | 株式会社デンソー                      |
| (65) 公開番号 | 特開2016-163372 (P2016-163372A) |           | 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地               |
| (43) 公開日  | 平成28年9月5日(2016.9.5)           | (74) 代理人  | 100106149                     |
| 審査請求日     | 平成29年9月5日(2017.9.5)           |           | 弁理士 矢作 和行                     |
|           |                               | (74) 代理人  | 100121991                     |
|           |                               |           | 弁理士 野々部 泰平                    |
|           |                               | (74) 代理人  | 100145595                     |
|           |                               |           | 弁理士 久保 貴則                     |
|           |                               | (72) 発明者  | 平光 真二                         |
|           |                               |           | 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会<br>社デンソー内 |
|           |                               | 審査官       | 柳下 勝幸                         |

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】

絶縁基材に複数の配線が設けられた回路基板(1)と、前記回路基板の一面に並べて搭載されて直列接続された第1スイッチング素子(2, 20)及び第2スイッチング素子(3, 30)と、を備えた電力変換装置であって、

前記第1スイッチング素子は、第1電極(2a, 20a)と第2電極(2b, 20b)とを有しており、

前記第2スイッチング素子は、第3電極(3a, 30a)と第4電極(3b, 30b)とを有しており、

前記回路基板は、複数の前記配線として、前記第1電極に接続された第1配線(6)と、前記第2電極及び前記第3電極に接続された第2配線(7)と、前記第4電極に接続された第3配線(8)と、前記第3電極に接続された出力配線としての第4配線(11)と、前記第3配線と接続された第5配線(10, 10a~10c)と、を有しており、

前記第1配線と前記第2配線と前記第3配線と前記第4配線は、この順番で一直線に配置され、且つ前記一面に設けられており、

前記第5配線は、前記一面の反対面に設けられており、且つ前記第1配線と前記第2配線と前記第3配線と対向して配置されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】

前記第1スイッチング素子及び前記第2スイッチング素子を封止すると共に、前記第1配線と前記第2配線と前記第3配線と前記第4配線の夫々の少なくとも一部を封止してい

10

20

る樹脂部（１３）を備えていることを特徴とする請求項１に記載の電力変換装置。

【請求項３】

前記第１スイッチング素子と前記第２スイッチング素子とを含む直列回路が三つ設けられており、

前記回路基板は、前記第１配線と前記第２配線と前記第３配線と前記第４配線とを含む直線状配線部が、三つの前記直列回路の夫々に対応して設けられており、

各直線状配線部は、互いに平行して設けられていることを特徴とする請求項１又は２に記載の電力変換装置。

【請求項４】

前記第１スイッチング素子は、前記回路基板に対向する対向面に前記第２電極が形成され、前記対向面の裏面に前記第１電極が形成された縦型素子であり、

前記第２スイッチング素子は、前記回路基板に対向する対向面に前記第４電極が形成され、前記対向面の裏面に前記第３電極が形成された縦型素子であって、

前記第１電極と前記第１配線とを電氣的に接続している導電性の第１接続部材（４，４a～４c，４e）と、

前記第３電極と前記第２配線と前記第４配線とを電氣的に接続している導電性の第２接続部材（５，５a～５c，５１d，５２d，５１e，５２e）と、を備えていることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項５】

前記第１接続部材は、前記第１スイッチング素子から発せられた熱を放熱する第１放熱部材（４）であり、

前記第２接続部材は、前記第２スイッチング素子から発せられた熱を放熱する第２放熱部材（５，５１d，５２d）であることを特徴とする請求項４に記載の電力変換装置。

【請求項６】

前記第２放熱部材は、前記第３電極と前記第２配線とを接続している第１部材（５１d）と、前記第３電極と前記第４配線とを接続している第２部材（５２d）とに分割されていることを特徴とする請求項５に記載の電力変換装置。

【請求項７】

前記第１スイッチング素子は、前記回路基板に対向する対向面に前記第２電極が形成され、前記対向面の裏面に前記第１電極が形成されたものであり、

前記第２スイッチング素子は、前記回路基板に対向する対向面に前記第４電極が形成され、前記対向面の裏面に前記第３電極が形成されたものであって、

前記第１接続部材は、前記第１電極と前記第１配線とを接続している第１ボンディングワイヤ（４e）であり、

前記第２接続部材は、前記第３電極と前記第２配線とを接続している第２ボンディングワイヤ（５１e）と、前記第３電極と前記第４配線とを接続している第３ボンディングワイヤ（５２e）とを含んでいることを特徴とする請求項４に記載の電力変換装置。

【請求項８】

前記第１スイッチング素子は、前記回路基板に対向する対向面に前記第１電極及び前記第２電極が形成された横型素子であり、

前記第２スイッチング素子は、前記回路基板に対向する対向面に前記第３電極及び前記第４電極が形成された横型素子であることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項９】

前記第１スイッチング素子は、前記回路基板に対向する対向面に、自身から発せられた熱を放熱する第３放熱部材（４d）が配置されており、

前記第２スイッチング素子は、前記回路基板に対向する対向面に、自身から発せられた熱を放熱する第４放熱部材（５d）が配置されていることを特徴とする請求項８に記載の電力変換装置。

【請求項１０】

10

20

30

40

50

前記反対面に搭載された電流検出用又は電圧検出用の検出素子(41)を備えており、前記第5配線(10, 10a, 10c)は、前記検出素子を介して電氣的に接続された複数の配線部材を含むことを特徴とする請求項1乃至9のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項11】

前記反対面に搭載され、前記回路基板の温度を検出するための温度センサ(42)を備えており、

前記第5配線(10b, 10c)は、前記温度センサを避けて設けられていることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項12】

前記反対面に搭載されたスナバ回路(40)と、

前記絶縁基材に埋設され、前記第1配線と接続されている導電性の第1層間接続部材(6a)と、

前記反対面に配置され、前記第1配線と前記第1層間接続部材を介して接続された分離部(6b)と、を備えており、

前記第5配線(10, 10c)は、前記分離部を避けて設けられており、

前記スナバ回路は、前記第5配線と前記分離部とに電氣的に接続されていることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項13】

前記絶縁基材に埋設され、前記第3配線と前記第5配線とを接続している導電性の第2層間接続部材(9)を備えていることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電力変換装置の一例として、特許文献1に開示された3レベル電力変換装置がある。この3レベル電力変換装置は、直流電圧源を挟むように直流電圧源の両側に正側アーム部及び負側アーム部を配置する。そして、正側アーム部では、直流電圧源側から順に、第2のIGBT、第1の結合ダイオード、第1のIGBTを配置し、負側アーム部では、直流電圧源側から順に、第3のIGBT、第2の結合ダイオード、第4のIGBTを配置する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3229931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、電力変換装置は、複数の配線が設けられた回路基板に、各スイッチング素子を搭載された構成が考えられる。また、電力変換装置は、各スイッチング素子間の配線が回路基板の内部で交差することが起こりうる。電力変換装置は、配線が回路基板内で交差することで体格が大型化することになる。

【0005】

本発明は、上記問題点を鑑みなされたものであり、体格が大型化することを抑制できる電力変換装置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】

10

20

30

40

50

上記目的を達成するために本発明は、

絶縁基材に複数の配線が設けられた回路基板(1)と、回路基板の一面に並べて搭載されて直列接続された第1スイッチング素子(2, 20)及び第2スイッチング素子(3, 30)と、を備えた電力変換装置であって、

第1スイッチング素子は、第1電極(2a, 20a)と第2電極(2b, 20b)とを有しており、

第2スイッチング素子は、第3電極(3a, 30a)と第4電極(3b, 30b)とを有しており、

回路基板は、複数の配線として、第1電極に接続された第1配線(6)と、第2電極及び第3電極に接続された第2配線(7)と、第4電極に接続された第3配線(8)と、第3電極に接続された出力配線としての第4配線(11)と、第3配線と接続された第5配線(10, 10a~10c)と、を有しており、

第1配線と第2配線と第3配線と第4配線は、この順番で一直線に配置され、且つ一面に設けられており、

第5配線は、一面の反対面に設けられており、且つ第1配線と第2配線と第3配線と対向して配置されていることを特徴とする。

【0007】

このように、本発明は、第1配線と第2配線と第3配線と第4配線を、この順番で一直線に配置している。このため、本発明は、回路基板の内部、すなわち絶縁基材内で第1配線と第2配線と第3配線と第4配線が互いに交差することを防止できる。従って、本発明は、配線が交差することで体格が大型化することを抑制できる。

【0008】

また、本発明は、第1配線と第2配線と第3配線と、第5配線とを対向して配置している。よって、本発明は、第1配線と第2配線と第3配線に流れる電流と、第5配線に流れる電流とを平行で且つ逆向きにできる。このため、本発明は、第1配線と第2配線と第3配線と、第5配線とが対向して配置されてない場合よりも、インダクタンスを低減できる。

【0009】

なお、特許請求の範囲、及びこの項に記載した括弧内の符号は、ひとつの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、発明の技術的範囲を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施形態における電力変換装置の概略構成を示す回路図である。

【図2】実施形態における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。

【図3】図2のIII-III線に沿う断面図である。

【図4】図2のIV-IV線に沿う断面図である。

【図5】実施形態における電力変換装置の出力特性を示すグラフである。

【図6】比較例における電力変換装置の出力特性を示すグラフである。

【図7】実施形態における電力変換装置の取り付け構造を示す平面図である。

【図8】変形例1における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。

【図9】変形例2における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。

【図10】変形例3における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。

【図11】変形例4における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。

【図12】変形例5における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。

【図13】変形例6における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。

【図14】変形例7における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。

【図15】変形例8における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。

【図16】変形例9における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。

【図17】変形例9における電力変換装置の概略構成を示す平面図である。

【図18】変形例9における電力変換装置の出力特性を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図19】変形例10における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。  
【図20】変形例10における電力変換装置の概略構成を示す平面図である。  
【図21】変形例11における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。  
【図22】変形例11における電力変換装置の概略構成を示す平面図である。  
【図23】変形例12における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。  
【図24】変形例13における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。  
【図25】変形例14における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。  
【図26】変形例15における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。  
【図27】変形例16における電力変換装置の概略構成を示す断面図である。  
【図28】変形例16における電力変換装置の概略構成を示す平面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下において、図面を参照しながら、発明を実施するための複数の形態を説明する。各形態において、先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において、構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を参照し適用することができる。

【0012】

本実施形態では、本発明を図1～図4に示す電力変換装置100に適用した例を採用する。電力変換装置100は、例えばモータを制御するインバータなどに適用可能である。また、電力変換装置100は、ハイブリッド自動車や電気自動車における走行用モータや各種コントローラ(補機)用モータ等に通電するインバータに適用可能である。

20

【0013】

まず、図1を用いて、電力変換装置100の回路構成に関して説明する。電力変換装置100は、直列に接続された第1半導体素子2と第2半導体素子3を含む直列回路を三つ備えて構成されている。後程詳しく説明するが、第1半導体素子2と第2半導体素子3の夫々は、スイッチング素子である。よって、電力変換装置100は、六つのスイッチング素子を備えて構成されていることになる。また、各直列回路は、直列接続された二つのスイッチング素子を含むとすることができる。また、電力変換装置100は、三相分の直列回路を備えた三相出力の回路とすることができる。

30

【0014】

更に、電力変換装置100は、高電位電源端子であるP端子、低電位電源端子であるN端子、コントロール端子であるC端子を備えている。なお、C端子は、三つの直列回路の夫々に設けられており、第1半導体素子2と第2半導体素子3との接続点に設けられている。また、C端子は、出力端子とすることもできる。

【0015】

次に、図2～図4を用いて、電力変換装置100の構造に関して説明する。電力変換装置100は、図2などに示すように、回路基板1と、各半導体素子2,3とを備えて構成されている。更に、電力変換装置100は、第1放熱部材4、第2放熱部材5、接合部材12、モールド樹脂13などを備えて構成されている。

40

【0016】

各半導体素子2,3は、回路基板1の一面に並べて搭載されている。各半導体素子2,3は、SiやSiCやGaNなどを主成分として構成されたパワー半導体素子である。各半導体素子2,3は、自身が動作することで熱を発生するものであり、発熱素子と言い換えることもできる。また、各半導体素子2,3は、例えば、ベアチップ状態で回路基板1に実装されている。本実施形態では、各半導体素子2,3として、IGBTとダイオードが並列に組み込まれた逆導通型IGBTを採用する。しかしながら、本発明はこれに限定されない。各半導体素子2,3は、スイッチング素子であり、MOSFETやGaN-HEMTなどでも採用できる。また、各半導体素子2,3は、第1半導体素子2を上相素子、第2半導体素子3を下相素子とすることもできる。

50

## 【 0 0 1 7 】

第 1 半導体素子 2 は、回路基板 1 に対向する対向面に第 1 エミッタ電極 2 b が形成され、対向面の裏面に第 1 コレクタ電極 2 a が形成された素子である。また、第 1 半導体素子 2 は、第 1 エミッタ電極 2 b と同一面にゲート電極が形成されている。後程詳しく説明するが、第 1 半導体素子 2 は、第 1 エミッタ電極 2 b が導電性の接合部材 1 2 を介して第 1 出力配線 7 に電氣的及び機械的に接続されて、回路基板 1 に実装されている。接合部材 1 2 は、例えば、はんだや銀ペーストや金属焼結体などを採用できる。

## 【 0 0 1 8 】

なお、第 1 半導体素子 2 は、特許請求の範囲における第 1 スwitching 素子に相当する。第 1 エミッタ電極 2 b は、特許請求の範囲における第 2 電極に相当する。第 1 コレクタ電極 2 a は、特許請求の範囲における第 1 電極に相当する。

10

## 【 0 0 1 9 】

一方、第 2 半導体素子 3 は、回路基板 1 に対向する対向面に第 2 エミッタ電極 3 b が形成され、対向面の裏面に第 2 コレクタ電極 3 a が形成された縦型素子である。また、第 2 半導体素子 3 は、第 2 エミッタ電極 3 b と同一面にゲート電極が形成されている。後程詳しく説明するが、第 2 半導体素子 3 は、第 2 エミッタ電極 3 b が導電性の接合部材 1 2 を介して第 1 グランド配線 8 に電氣的及び機械的に接続されて、回路基板 1 に実装されている。

## 【 0 0 2 0 】

なお、第 2 半導体素子 3 は、特許請求の範囲における第 2 スwitching 素子に相当する。第 2 エミッタ電極 3 b は、特許請求の範囲における第 4 電極に相当する。第 2 コレクタ電極 3 a は、特許請求の範囲における第 3 電極に相当する。

20

## 【 0 0 2 1 】

このように、両半導体素子 2 , 3 は、自身にエミッタ電極 2 b , 3 b が回路基板 1 と対向した状態で、回路基板 1 に搭載されている。よって、両半導体素子 2 , 3 は、回路基板 1 に対して同一方向で搭載されているとすることができる。

## 【 0 0 2 2 】

回路基板 1 は、絶縁基材である樹脂に導電性部材からなる複数の配線やビア 9 が形成されたものである。回路基板 1 は、例えば、コア層と、コア層に積層されたビルドアップ層とを含む所謂ビルドアップ基板を採用できる。また、回路基板 1 は、コア層が設けられおらず、複数のビルドアップ層が積層された所謂エニージェット基板であっても採用できる。また、両面基板を 2 枚貼り合せて形成する 4 層貼り合せ基板も採用可能である。更に、回路基板 1 は、絶縁性の基材としてセラミックスを用いたセラミック基板であっても採用できる。回路基板 1 は、例えば直方体形状を有している。つまり、回路基板 1 は、一面及び一面の反対面が矩形形状を有しており、一面と反対面とに連続して設けられた四つの側面を有している。また、本実施形態では、回路基板 1 の一面に両半導体素子 2 , 3 が実装されている例を採用しているが、回路基板 1 の反対面にも回路素子が実装されていてもよい。

30

## 【 0 0 2 3 】

ビア 9 は、特許請求の範囲における第 2 層間接続部材に相当する。ビア 9 は、導電性の部材からなり、一面から反対面に亘って設けられている。言い換えると、ビア 9 は、樹脂基材を厚み方向に貫通して設けられている。ビア 9 は、例えば、レーザビアやブラインドビアなどの層間接続部材を含んで構成されている。また、ビア 9 は、回路基板 1 の絶縁基材に埋設され、後程説明する第 1 グランド配線 8 と第 2 グランド配線 1 0 とを接続している。よって、第 1 グランド配線 8 と第 2 グランド配線 1 0 とは、ビア 9 によって電氣的に接続されている。

40

## 【 0 0 2 4 】

回路基板 1 は、複数の配線として、入力配線 6、第 1 出力配線 7、第 1 グランド配線 8、第 2 グランド配線 1 0、第 2 出力配線 1 1 を含むものである。各配線 6 , 7 , 8 , 1 0 , 1 1 は、箔状の導電性部材がパターンニングされたものである。また、この各配線 6 , 7

50

、8、10、11は、大電流が流れることになる。なお、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8、第2出力配線11は、回路基板1の一面に形成されている。一方、第2グランド配線10は、回路基板1の反対面に形成されている。

【0025】

入力配線6は、特許請求の範囲における第1配線に相当する。入力配線6は、接合部材12を介して第1放熱部材4に電氣的及び機械的に接続されている。また、入力配線6は、P端子にも電氣的に接続されている。なお、第1放熱部材4は、特許請求の範囲における第1接続部材に相当する。

【0026】

第1放熱部材4は、例えば、銅やアルミニウムなどの導電性部材を主成分として構成されている。また、第1放熱部材4は、導電性部材からなるブロック体である。本実施形態では、一例として、各半導体素子2、3の厚みよりも十分厚いブロック体である第1放熱部材4を採用している。

10

【0027】

この第1放熱部材4は、接合部材12を介して、第1コレクタ電極2aにも電氣的及び機械的に接続されている。このように、第1放熱部材4は、第1コレクタ電極2aと入力配線6とを電氣的に接続している。つまり、入力配線6は、第1コレクタ電極2aに電氣的に接続されている。また、第1放熱部材4は、第1半導体素子2から発せられた熱を放熱するものである。よって、第1放熱部材4は、放熱材兼配線材であり、配線としての機能と放熱部材としての機能を兼ね備えた部材である。よって、第1放熱部材4は、配線としての機能を有した放熱ブロックと言うこともできる。

20

【0028】

更に、本実施形態では、入力配線6側の接合部材12と、第1コレクタ電極2a側の接合部材12との厚みを揃えるために、段差を有した第1放熱部材4を採用している。また、本実施形態は、入力配線6側の接合部材12と、第1エミッタ電極2b側の接合部材12との厚みを揃えるために、段差を有した第1放熱部材4を採用していると言うこともできる。詳述すると、第1放熱部材4は、入力配線6に対向する部位が、第1半導体素子2と対向する部位よりも突出している。つまり、第1放熱部材4は、回路基板1に対向する面に段差が形成されている。

【0029】

なお、第1放熱部材4は、回路基板1に対向する面の反対側の面が、後程説明するモールド樹脂13から露出している。これは、第1放熱部材4からの放熱性を向上させるためである。また、電力変換装置100は、自身の被取付体に第1放熱部材4を接触させて、第1半導体素子2から発せられた熱を、第1放熱部材4を介して被取付体に放熱することも考えられる。つまり、電力変換装置100は、被取付体としての冷却器に対して、直接接触させて押しつけて取り付けるか、あるいは、グリスなどの放熱材を介して押しつけて取り付けることで、放熱することが考えられる。また、電力変換装置100などのような装置は、被取付体における平坦面に取り付けられることが多い。よって、第1放熱部材4は、回路基板1に対向する面の反対側の面、すなわち被取付体との接触面が平坦であると好ましい。第1放熱部材4は、被取付体との接触面が平坦であると、被取付体との接

30

40

【0030】

第1出力配線7は、特許請求の範囲における第2配線に相当する。第1出力配線7は、接合部材12を介して第1エミッタ電極2bと電氣的及び機械的に接続さ、且つ、接合部材12を介して第2放熱部材5に電氣的及び機械的に接続されている。なお、第2放熱部材5は、特許請求の範囲における第2接続部材に相当する。

【0031】

第2放熱部材5は、第1放熱部材4と同様の材料によって構成されており、第1放熱部材4と同様にブロック体である。本実施形態では、一例として、各半導体素子2、3の厚みよりも十分厚いブロック体である第2放熱部材5を採用している。

50

## 【0032】

この第2放熱部材5は、接合部材12を介して、第2コレクタ電極3a及び第2出力配線11にも電氣的及び機械的に接続されている。このように、第2放熱部材5は、第1出力配線7と第2コレクタ電極3a、及び第2コレクタ電極3aと第2出力配線11とを電氣的に接続している。つまり、第1出力配線7は、第2コレクタ電極3aに電氣的に接続されている。また、第2出力配線11は、第2コレクタ電極3aに電氣的に接続されている。従って、第2放熱部材5は、第2コレクタ電極3aと第1出力配線7と第2出力配線11とを電氣的に接続している。このように、電力変換装置100は、第1出力配線7、第2コレクタ電極3a、第2出力配線11に接続された三つ又構造の第2放熱部材5を備えている。言い換えると、電力変換装置100は、下相アームの接続体が三つ又構造とな

10

## 【0033】

また、第2放熱部材5は、第2半導体素子3から発せられた熱を放熱するものである。よって、第2放熱部材5は、放熱材兼配線材であり、配線としての機能と放熱部材としての機能を兼ね備えた部材である。よって、第2放熱部材5は、配線としての機能を有した放熱ブロックと言うこともできる。

## 【0034】

更に、本実施形態では、第1出力配線7側の接合部材12と、第2コレクタ電極3a側の接合部材12と、第2出力配線11側の接合部材12との厚みを揃えるために、段差を有した第2放熱部材5を採用している。また、本実施形態は、第1出力配線7側の接合部材12と、第2エミッタ電極3b側の接合部材12と、第2出力配線11側の接合部材12との厚みを揃えるために、段差を有した第2放熱部材5を採用していると言うこともできる。詳述すると、第2放熱部材5は、第1出力配線7に対向する部位と第2出力配線11に対向する部位とが、第2半導体素子3に対向する部位よりも突出している。つまり、第2放熱部材5は、回路基板1に対向する面に段差が形成されている。

20

## 【0035】

なお、第2放熱部材5は、第1放熱部材4と同様に、回路基板1に対向する面の反対側の面がモールド樹脂13から露出している。また、電力変換装置100は、自身の被取付体に第2放熱部材5を接触させて、第2半導体素子3から発せられた熱を、第2放熱部材5を介して被取付体に放熱することも考えられる。電力変換装置100などのような装置は、被取付体における平坦面に取り付けられることが多い。よって、第2放熱部材5は、回路基板1に対向する面の反対側の面、すなわち被取付体との接触面が平坦であると好ましい。第2放熱部材5は、被取付体との接触面が平坦であると、被取付体との接触面積を確保でき、放熱性の向上が期待できる。

30

## 【0036】

第1グラウンド配線8は、特許請求の範囲における第3配線に相当する。第1グラウンド配線8は、接合部材12を介して、第2エミッタ電極3bと電氣的及び機械的に接続されている。また、第1グラウンド配線8は、ビア9を介して第2グラウンド配線10と電氣的及び機械的に接続されている。この第2グラウンド配線10は、特許請求の範囲における第5配線に相当する。また、第2グラウンド配線10は、N端子にも電氣的に接続されている。

40

## 【0037】

更に、図2、図3に示すように、入力配線6、第1出力配線7、第1グラウンド配線8、第2出力配線11は、この順番で一直線に配置されている。この入力配線6、第1出力配線7と第1グラウンド配線8と第2出力配線11を含む配線群は、特許請求の範囲における直線状配線部に相当する。そして、両第1半導体素子2、3と両放熱部材4、5は、図4に示すように、直線状配線部と同じ直線状に配置されている。また、本実施形態では、第2放熱部材5における第1出力配線7が接続される領域と、第1グラウンド配線8が接続さ

50

れる領域と、第2出力配線11が接続される領域とが直線状配線部と同じ直線状に設けられている。

【0038】

しかしながら、本発明は、図3に示すように、矩形形状の入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8、第2出力配線11の全体が一直線に配置されている必要はない。また、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8、第2出力配線11の夫々は、矩形形状でなくてもよい。そして、本発明は、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8、第2出力配線11の夫々における少なくとも一部が、回路基板1の一面における同一の仮想直線上に配置されていればよい。つまり、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8、第2出力配線11の一部は、カーブしていたりしてもよい。同様に、本発明は、第1放熱部材4の少なくとも一部と第2放熱部材5の少なくとも一部が上記仮想直線上に配置されていればよい。そして、本発明は、第1半導体素子2の少なくとも一部と第2半導体素子3の少なくとも一部が上記仮想直線上に配置されていればよい。なお、ここでの矩形形状とは、各配線6, 7, 8, 11を回路基板1の一面側から見た場合の形状である。

10

【0039】

また、直線状配線部は、図3に示すように、電力変換装置100における三つの直列回路の夫々に対応して設けられている。そして、各直線状配線部は、互いに平行して設けられている。図3では、電力変換装置100の短手方向に三つの直線状配線部が平行して配置されている。つまり、各直線状配線部における入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8、第2出力配線11は、電力変換装置100の長手方向に配置されている。ただし、入力配線6は、図3に示すように、三つの直列回路に共通であってもよい。なお、第1放熱部材4と第2放熱部材5は、三つの直線状配線部の夫々に設けられている。よって、電力変換装置100は、三つの第1放熱部材4と三つの第2放熱部材5とを備えている。

20

【0040】

そして、図2, 図4に示すように、第2グランド配線10は、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8と対向して配置されている。つまり、回路基板1は、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8の夫々と、第2グランド配線10とが回路基板1の絶縁基材を挟んで対向した位置関係で配置されている。また、第2グランド配線10は、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8の夫々と平行して配置されているということもできる。よって、電力変換装置100は、図1の破線で示している素子領域とグランド領域とを平行に配置しているということができる。なお、第2グランド配線10は、N端子が接続されているためN配線とすることができる。これに対して、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8からなる配線群は、P配線とすることができる。また、第2出力配線11は、C配線とすることができる。また、素子領域とグランド領域は、第1領域と第2領域と言い換えることもできる。

30

【0041】

しかしながら、本発明は、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8夫々の全域が第2グランド配線10と対向していなくてもよい。入力配線6の少なくとも一部が第2グランド配線10と対向しており、第1出力配線7の少なくとも一部が第2グランド配線10と対向しており、第1グランド配線8の少なくとも一部が第2グランド配線10と対向していればよい。

40

【0042】

モールド樹脂13は、例えば、エポキシ樹脂などを主成分として構成されている。モールド樹脂13は、特許請求の範囲における樹脂部に相当する。モールド樹脂13は、回路基板1の一面側だけに設けられている。よって、回路基板1の反対面に設けられた第2グランド配線10は、モールド樹脂13で封止されていない。

【0043】

モールド樹脂13は、両半導体素子2, 3を封止すると共に、入力配線6、第1出力配

50

線 7、第 1 グランド配線 8、第 2 出力配線 11 の夫々の少なくとも一部を封止している。例えば、モールド樹脂 13 は、入力配線 6 の一部と第 2 出力配線 11 の一部を露出した状態で、両半導体素子 2、3、入力配線 6、第 1 出力配線 7、第 1 グランド配線 8、第 2 出力配線 11 を封止している。また、モールド樹脂 13 は、入力配線 6 の一部と第 2 出力配線 11 の一部を露出した状態で、両半導体素子 2、3、入力配線 6、第 1 出力配線 7、第 1 グランド配線 8、第 2 出力配線 11 に密着して、これらを覆っていると言える。なお、モールド樹脂 13 は、回路基板 1 の一面の一部にも密着している。

#### 【0044】

更に、モールド樹脂 13 は、上記のように、第 1 放熱部材 4 における反対側の面と第 2 放熱部材 5 における反対側の面とを露出した状態で、第 1 放熱部材 4 及び第 2 放熱部材 5 とを封止している。また、モールド樹脂 13 は、第 1 放熱部材 4 における反対側の面と第 2 放熱部材 5 における反対側の面とを露出した状態で、第 1 放熱部材 4 及び第 2 放熱部材 5 に密着して覆っていると言える。電力変換装置 100 は、第 1 放熱部材 4 と第 2 放熱部材 5 の一部がモールド樹脂 13 から露出していることで、第 1 放熱部材 4 と第 2 放熱部材 5 の全体がモールド樹脂 13 で封止されている場合よりも放熱性を向上できる。

10

#### 【0045】

通常、半導体素子は、ゲート電極と同一面に形成されたエミッタ電極よりも、ゲート電極とは異なる面に形成されたコレクタ電極の方が面積が広い。つまり、各半導体素子 2、3 は、各エミッタ電極 2b、3b における回路基板 1 との対向面の面積よりも、各コレクタ電極 2a、3a における各放熱部材 4、5 との対向面の面積の方が広い。よって、電力変換装置 100 は、各コレクタ電極 2a、3a が各放熱部材 4、5 と接続されているので、高い放熱性を確保しやすい。つまり、電力変換装置 100 は、各エミッタ電極 2b、3b が各放熱部材 4、5 と接続された場合よりも放熱性を向上できる。

20

#### 【0046】

また、電力変換装置 100 は、回路基板 1 の一面側だけがモールド樹脂 13 で封止されている。よって、電力変換装置 100 は、ハーフモールドパッケージとすることもできる。モールド樹脂 13 は、コンプレッション成型やトランスファー成型によって形成することができる。なお、電力変換装置 100 は、モールド樹脂 13 が形成されていなくてもよい。

30

#### 【0047】

この電力変換装置 100 を製造する場合、第 1 工程では、絶縁基材に入力配線 6 などの各配線が形成された回路基板 1 を準備する。次に、第 2 工程では、回路基板 1 に第 1 半導体素子 2 と第 2 半導体素子 3 とを一括で搭載して第 1 構造体を製造する。次に、第 3 工程では、第 1 構造体に対して、第 1 放熱部材 4 と第 2 放熱部材 5 とを一括で搭載して第 2 構造体を製造する。なお、第 2 工程と第 3 工程とは、一括で行うこともできる。その後、第 3 工程では、第 2 構造体に対して、モールド樹脂 13 を形成することで、電力変換装置 100 を製造する。このように、電力変換装置 100 は、各半導体素子 2、3 や各放熱部材 4、5 を一括で回路基板 1 に搭載して、モールド樹脂 13 で封止することで、各半導体素子 2、3 を個別に封止した後に接続する工程を省くことができ、工程を簡素化することができる。また、電力変換装置 100 は、各半導体素子 2、3 をモールド樹脂 13 で纏めて封止しているので、第 1 半導体素子 2 が封止されたパッケージと、第 2 半導体素子 3 が封止されたパッケージとを用いるよりも小型化できる。なお、この製造方法は一例である。

40

#### 【0048】

このように構成された電力変換装置 100 は、出力対象（言い換えると制御対象）である電子機器に直接搭載することができる。電子機器は、被取付体であり、例えば上記のようにモータなどを採用できる。図 7 では、一例として、電力変換装置 100 がモータ筐体 200 に搭載され場合の概略構成を示している。電力変換装置 100 は、各相の C 端子とモータ側コネクタ 210 の各端子とがモータ側接続線 210a を介して電氣的に接続され、P 端子及び N 端子と電源側コネクタ 220 の各端子とが電源側接続線 220a を介して

50

電氣的に接続されている。なお、各相のC端子とは、U相端子、V相端子、W相端子である。

【0049】

以上のように、電力変換装置100は、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8、第2出力配線11を、この順番で一直線に配置している。このため、電力変換装置100は、回路基板1の内部、すなわち絶縁基材内で入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8、第2出力配線11が互いに交差することを防止できる。従って、電力変換装置100は、配線が交差することで体格が大型化することを抑制できる。特に、電力変換装置は、大電流が流れる配線が絶縁基材内で交差した場合、配線間の絶縁性を保つために配線間隔を広げる必要があり大型化が顕著になる。これに対して、電力変換装置100は、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8、第2出力配線11に大電流が流れる場合であっても、これらが絶縁基材内で交差することを防止できるため、体格が大型化することを抑制できる。

10

【0050】

また、電力変換装置100は、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8と、第2グランド配線10とを対向して配置している。よって、電力変換装置100は、入力配線6、第1出力配線7、第1グランド配線8に流れる電流と、第2グランド配線10に流れとを平行で且つ逆向きにできる。言い換えると、電力変換装置100は、P配線とN配線とが平行して配置されているため、P配線に流れる電流の方向と、N配線に流れる電流の方向とを逆向きにできる。このため、電力変換装置100は、低インダクタンスを実現できる。つまり、電力変換装置100は、P配線とN配線とが平行して配置されてない場合よりも、インダクタンスを低減できる。これは、図5に示す電力変換装置100の出力特性と、図6に示す比較例の出力特性とからも明らかである。なお、比較例とは、P配線とN配線とが平行して配置されてない電力変換装置である。

20

【0051】

更に、電力変換装置100は、図7に示すように、一つのP端子、一つのN端子、及び三つのC端子を備えている。よって、電力変換装置100は、モータ筐体200に搭載されて、モータと電氣的に接続された場合、三つのモータ側接続線210a及び二つの電源側接続線220aが接続されることになる。この場合、電力変換装置100は、図7に示すように、P端子とN端子が回路基板1における同一の辺に沿って配置され、三つのC端子が回路基板1におけるP配線などとは異なる辺に沿って配置されると好ましい。つまり、電力変換装置100は、このようにすることで、三つのモータ側接続線210a及び二つの電源側接続線220aが煩雑になることを抑制できる。

30

【0052】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明した。しかしながら、本発明は、上記した実施形態に何ら制限されることはなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、種々の変形が可能である。以下に、本発明の変形例1～16に関して説明する。上記の実施形態及び変形例1～16は、夫々単独で実施することも可能であるが、適宜組み合わせて実施することも可能である。本発明は、実施形態において示された組み合わせに限定されることなく、種々の組み合わせによって実施可能である。

40

【0053】

(変形例1)

変形例1における電力変換装置100aは、図8に示すように、金属ターミナル14を備えている点、及び第1放熱部材4aと第2放熱部材5aの構造が電力変換装置100と異なる。

【0054】

第1放熱部材4aと第2放熱部材5aは、例えば、銅やアルミニウムなどの導電性部材を主成分として構成されている。また、第1放熱部材4aと第2放熱部材5aは、導電性部材からなる板状部材である。本実施形態では、一例として、各半導体素子2,3の厚みよりも十分厚い板状部材である第1放熱部材4aと第2放熱部材5aを採用している。

50

## 【 0 0 5 5 】

更に、電力変換装置 1 0 0 a は、各半導体素子 2 , 3 と同等の厚みの金属ターミナル 1 4 を備えている。第 1 放熱部材 4 a は、入力配線 6 に接合部材 1 2 で電氣的及び機械的に接続された金属ターミナル 1 4 と、接合部材 1 2 で電氣的及び機械的に接続されている。同様に、第 2 放熱部材 5 a は、第 1 出力配線 7 に接合部材 1 2 で電氣的及び機械的に接続された金属ターミナル 1 4 と、接合部材 1 2 で電氣的及び機械的に接続されている。また、第 2 放熱部材 5 a は、第 2 出力配線 1 1 に接合部材 1 2 で電氣的及び機械的に接続された金属ターミナル 1 4 と、接合部材 1 2 で電氣的及び機械的に接続されている。

## 【 0 0 5 6 】

電力変換装置 1 0 0 a は、電力変換装置 1 0 0 と同様の効果を奏することができる。更に、電力変換装置 1 0 0 a は、金属ターミナル 1 4 を介して第 1 放熱部材 4 a と入力配線 6 を接続し、金属ターミナル 1 4 を介して第 2 放熱部材 5 a と第 1 出力配線 7 及び第 2 出力配線 1 1 を接続している。このため、電力変換装置 1 0 0 a は、第 1 放熱部材 4 a と第 2 放熱部材 5 a の形状を簡素にできる。つまり、第 1 放熱部材 4 a と第 2 放熱部材 5 a は、第 1 放熱部材 4 や第 2 放熱部材 5 のように段差を設ける必要がない。

## 【 0 0 5 7 】

( 変形例 2 )

変形例 2 における電力変換装置 1 0 0 b は、図 9 に示すように、第 1 放熱部材 4 b と第 2 放熱部材 5 b の構造が電力変換装置 1 0 0 と異なる。

## 【 0 0 5 8 】

第 1 放熱部材 4 b は、回路基板 1 側から第 1 部材 4 1 b、絶縁層 4 2 b、第 2 部材 4 3 b の順番で積層された構造を有している。第 1 部材 4 1 b と第 2 部材 4 3 b は、銅やアルミニウムなどの導電性部材によって構成されている。特に、第 1 放熱部材 4 b は、第 2 部材 4 3 b の厚みよりも、第 1 半導体素子 2 に近い第 1 部材 4 1 b の厚みの方が厚いと、放熱性を向上できるので好ましい。

## 【 0 0 5 9 】

第 2 放熱部材 5 b は、回路基板 1 側から第 1 部材 5 1 b、絶縁層 5 2 b、第 2 部材 5 3 b の順番で積層された構造を有している。第 1 部材 5 1 b と第 2 部材 5 3 b は、銅やアルミニウムなどの導電性部材によって構成されている。特に、第 2 放熱部材 5 b は、第 2 部材 5 3 b の厚みよりも、第 2 半導体素子 3 に近い第 1 部材 5 1 b の厚みの方が厚いと、放熱性を向上できるので好ましい。

## 【 0 0 6 0 】

このように、電力変換装置 1 0 0 b は、第 1 放熱部材 4 b と第 2 放熱部材 5 b として、絶縁金属部材を採用している。

## 【 0 0 6 1 】

電力変換装置 1 0 0 b は、電力変換装置 1 0 0 と同様の効果を奏することができる。更に、電力変換装置 1 0 0 b は、絶縁金属部材である第 1 放熱部材 4 b と第 2 放熱部材 5 b を用いているため、自身の外部に絶縁部材などを設ける必要がない。つまり、電力変換装置 1 0 0 b は、第 1 放熱部材 4 b と第 2 放熱部材 5 b におけるモールド樹脂 1 3 から露出している部位に絶縁シートなどを設ける必要がない。

## 【 0 0 6 2 】

また、第 1 放熱部材 4 b は、導電性部材である第 1 部材 4 1 b と第 2 部材 4 3 b で、絶縁層 4 2 b を挟んだ構造を有しているため、放熱性を確保しつつ絶縁することができる。この点は、第 2 放熱部材 5 b に関しても同様である。

## 【 0 0 6 3 】

( 変形例 3 )

変形例 3 における電力変換装置 1 0 0 c は、図 1 0 に示すように、第 1 放熱部材 4 c と第 2 放熱部材 5 c の構造が電力変換装置 1 0 0 a と異なる。

## 【 0 0 6 4 】

第 1 放熱部材 4 c は、回路基板 1 側から第 1 部材 4 1 c、絶縁層 4 2 c、第 2 部材 4 3

10

20

30

40

50

cの順番で積層された構造を有している。第1部材41cと第2部材43cは、銅やアルミニウムなどの導電性部材によって構成されている。特に、第1放熱部材4bは、第2部材43cの厚みよりも、第1半導体素子2に近い第1部材41cの厚みの方が厚いと、放熱性を向上できるので好ましい。

【0065】

第2放熱部材5cは、回路基板1側から第1部材51c、絶縁層52c、第2部材53cの順番で積層された構造を有している。第1部材51cと第2部材53cは、銅やアルミニウムなどの導電性部材によって構成されている。特に、第2放熱部材5cは、第2部材53cの厚みよりも、第2半導体素子3に近い第1部材51cの厚みの方が厚いと、放熱性を向上できるので好ましい。

10

【0066】

電力変換装置100cは、電力変換装置100, 100a, 100bと同様の効果を奏することができる。

【0067】

(変形例4)

変形例4における電力変換装置100dは、図11に示すように、第2放熱部材の構造が電力変換装置100と異なる。

【0068】

電力変換装置100dは、第2放熱部材として、別体として設けられた第1部材51dと第2部材52dとを有している。第1部材51dと第2部材52dは、銅やアルミニウムなどの導電性部材によって構成されている。第1部材51dと第2部材52dは、互いに同じ形状であり、第1放熱部材4とも同じ形状を有している。

20

【0069】

第1部材51dは、第1出力配線7と接合部材12を介して電氣的及び機械的に接続されており、且つ、第2コレクタ電極3aと接合部材12を介して電氣的及び機械的に接続されている。つまり、第1部材51dは、第1出力配線7と第1グランド配線8とを接続している。

【0070】

第2部材52dは、第2コレクタ電極3aと接合部材12を介して電氣的及び機械的に接続されており、且つ、第2出力配線11と接合部材12を介して電氣的及び機械的に接続されている。つまり、第2部材52dは、第2出力配線11と第1グランド配線8とを接続している。

30

【0071】

電力変換装置100dは、電力変換装置100と同様の効果を奏することができる。更に、電力変換装置100dは、第1部材51dと第2部材52dと第1放熱部材4とを同じ形状にできるため、第2放熱部材として、第1放熱部材4と同じ部品を用いることができる。

【0072】

(変形例5)

変形例5における電力変換装置100eは、図12に示すように、放熱部材のかわりにワイヤ4e, 51e, 52eを用いる点が電力変換装置100と異なる。

40

【0073】

第1ワイヤ4eは、入力配線6と第1コレクタ電極2aとを電氣的に接続している。第2ワイヤ51eは、第2コレクタ電極3aと第1出力配線7とを電氣的に接続している。第3ワイヤ52eは、第2コレクタ電極3aと第2出力配線11とを電氣的に接続している。

【0074】

なお、第1ワイヤ4eは、特許請求の範囲における第1接続部材、第1ボンディングワイヤに相当する。第2ワイヤ51eと第3ワイヤ52eは、特許請求の範囲における第2接続部材に相当する。第2ワイヤ51eは、特許請求の範囲における第2ボンディングワ

50

イヤに相当する。第3ワイヤ52eは、特許請求の範囲における第3ボンディングワイヤに相当する。

【0075】

電力変換装置100eは、電力変換装置100と同様の効果を奏することができる。更に、電力変換装置100eは、ブロック体や板状部材の各放熱部材4,5を用いる必要がないので、電力変換装置100などよりも組付が簡易になる。

【0076】

(変形例6)

変形例6における電力変換装置100fは、図13に示すように、回路基板1の一面の全体を封止している点、回路基板1の構成が電力変換装置100と異なる。ただし、便宜上、電力変換装置100と同じ符号を用いている。

10

【0077】

電力変換装置100fは、回路基板1の一面の全域がモールド樹脂13で覆われている。また、回路基板1は、絶縁基材にビア31と端子32とが設けられている。ビア31は、絶縁基材に埋設されており、第2出力配線11と電氣的及び機械的に接続されている。また、端子32は、回路基板1の反対面に形成されており、ビア31と電氣的及び機械的に接続されている。つまり、電力変換装置100fは、第2出力配線11の取り出し位置が反対面側となっている。なお、端子32は、ランドやパッドと言い換えることもできる。

【0078】

20

電力変換装置100fは、電力変換装置100と同様の効果を奏することができる。更に、電力変換装置100fは、P配線とC配線の全体をモールド樹脂13で封止できるので好ましい。また、電力変換装置100fは、ビア31と端子32を有しているため、C配線がモールド樹脂13で封止されていても、C配線を外部に取り出すことができる。

【0079】

(変形例7)

変形例7における電力変換装置100gは、図14に示すように、回路基板1とモールド樹脂13の構成が電力変換装置100fと異なる。ただし、便宜上、電力変換装置100fと同じ符号を用いている。

【0080】

30

回路基板1は、第2出力配線11と電氣的及び機械的に接続されている導電性部材が設けられた基板貫通穴62が設けられている。つまり、基板貫通穴62は、絶縁基材に設けられた貫通穴の表面に第2出力配線11から伸びた導電性部材が形成された部位である。よって、基板貫通穴62は、回路基板1の絶縁基材を厚み方向に貫通している。なお、基板貫通穴62は、スルーホールと言うこともできる。

【0081】

また、モールド樹脂13は、基板貫通穴62と連通したモールド貫通穴61が設けられている。モールド貫通穴61は、モールド樹脂13を厚み方向に貫通している。

【0082】

このモールド貫通穴61と基板貫通穴62とは、モータなどの出力対象における端子が挿入される穴である。出力対象の端子は、モールド貫通穴61と基板貫通穴62に挿入されて、基板貫通穴62の導電性部材と接触することで、第2出力配線11と電氣的に接続される。

40

【0083】

電力変換装置100gは、電力変換装置100fと同様の効果を奏することができる。

【0084】

(変形例8)

変形例8における電力変換装置100hは、図15に示すように、横型の半導体素子を用いている点が電力変換装置100と異なる。

【0085】

50

第1半導体素子20は、回路基板1に対向する対向面に第1エミッタ電極20aと第1コレクタ電極20bが形成された横型素子である。第1半導体素子20は、回路基板1との対向面の反対面に第3放熱部材4dが接合部材12を介して機械的に接続されている。第3放熱部材4dは、銅やアルミニウムなどの導電性部材によって構成された板状部材である。第3放熱部材4dは、第1放熱部材4などと異なり、放熱材としての機能を有しているが、配線としての機能を有していない。第3放熱部材4dは、第1半導体素子20との対向面の反対面がモールド樹脂13から露出している。

【0086】

なお、第1エミッタ電極20aは、特許請求の範囲における第1電極に相当する。また、第1コレクタ電極20bは、特許請求の範囲における第2電極に相当する。

10

【0087】

第2半導体素子30は、回路基板1に対向する対向面に第2エミッタ電極30aと第2コレクタ電極30bが形成された横型素子である。第2半導体素子30は、回路基板1との対向面の反対面に第4放熱部材5dが接合部材12を介して機械的に接続されている。第4放熱部材5dは、第3放熱部材4dと同様であるため説明を省略する。

【0088】

なお、第2エミッタ電極30aは、特許請求の範囲における第3電極に相当する。また、第2コレクタ電極30bは、特許請求の範囲における第4電極に相当する。

【0089】

電力変換装置100hは、電力変換装置100と同様の効果を奏することができる。更に、電力変換装置100hは、第3放熱部材4dと第4放熱部材5dを回路基板1に接続する必要がない。

20

【0090】

(変形例9)

変形例9における電力変換装置100iは、図16、図17に示すように、回路基板1の反対面にスナバ回路としてのスナバコンデンサ40が実装されている点が電力変換装置100と異なる。なお、回路基板1及び第2グラウンド配線10は、上記実施形態と構成が異なるが便宜上、同じ符号を採用している。

【0091】

回路基板1は、絶縁基材に埋設され、入力配線6と電氣的及び機械的に接続されたビア6aが形成されている。ビア6aは、導電性部材によって構成されている。また、回路基板1は、ビア6aを介して入力配線6と電氣的に接続された分離部6bが反対面に形成されている。つまり、回路基板1は、入力配線6の一部が反対面にも設けられていると言うことができる。このため、回路基板1は、第2グラウンド配線10が分離部6bを避けて設けられている。なお、ビア6aは、特許請求の範囲における第1層間接続部材に相当する。

30

【0092】

また、回路基板1は、反対面にスナバコンデンサ40が実装されている。つまり、スナバコンデンサ40は、回路基板1における第2グラウンド配線10と同一面に実装されている。詳述すると、スナバコンデンサ40は、接合部材50を介して、第2グラウンド配線10と分離部6bとに電氣的に接続されている。なお、接合部材50は、接合部材12と同様である。

40

【0093】

電力変換装置100iは、電力変換装置100と同様の効果を奏することができる。更に、電力変換装置100iは、図18に示すように、サージ電圧を吸収でき、スナバコンデンサ40が実装されていない場合よりも出力特性を良好にすることができる。この点は、図18と図6とから明らかである。

【0094】

(変形例10)

変形例10における電力変換装置100jは、図19、図20に示すように、電流検出

50

用のシャント抵抗 4 1 が実装されている点が電力変換装置 1 0 0 と異なる。なお、回路基板 1 及び第 2 グランド配線 1 0 は、上記実施形態と構成が異なるが便宜上、同じ符号を採用している。なお、シャント抵抗 4 1 は、特許請求の範囲における検出素子に相当する。本発明は、シャント抵抗 4 1 のかわりに電圧検出用の検出素子の実装されていてもよい。

【 0 0 9 5 】

回路基板 1 は、反対面に、第 2 グランド配線 1 0 に加えて、第 2 グランド配線 1 0 と異なる位置に配置された、配線の一部である分割部 1 0 a が設けられている。この第 2 グランド配線 1 0 と分割部 1 0 a は、特許請求の範囲における第 5 配線に相当する。

【 0 0 9 6 】

また、回路基板 1 は、反対面にシャント抵抗 4 1 が搭載されている。このシャント抵抗 4 1 は、接合部材 5 0 を介して、第 2 グランド配線 1 0 と分割部 1 0 a とに実装されている。つまり、第 2 グランド配線 1 0 と分割部 1 0 a とは、シャント抵抗 4 1 を介して電氣的に接続されている。なお、電力変換装置 1 0 0 j は、第 2 グランド配線がシャント抵抗 4 1 を介して電氣的に接続された複数の配線部材 1 0 , 1 0 a で構成されているとすることができる。

10

【 0 0 9 7 】

電力変換装置 1 0 0 j は、電力変換装置 1 0 0 と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 9 8 】

( 変形例 1 1 )

変形例 1 1 における電力変換装置 1 0 0 k は、図 2 1 , 図 2 2 に示すように、サーミスタ 4 2 が実装されている点が電力変換装置 1 0 0 と異なる。なお、回路基板 1 は、上記実施形態と構成が異なるが便宜上、同じ符号を採用している。

20

【 0 0 9 9 】

回路基板 1 は、反対面に、接合部材 5 0 を介してサーミスタ 4 2 が実装されている。つまり、サーミスタ 4 2 は、接合部材 5 0 を介して、回路基板 1 と電氣的及び機械的に接続されている。このサーミスタ 4 2 は、回路基板 1 の温度を検出するためのセンサであり、特許請求の範囲における温度センサに相当する。回路基板 1 は、反対面にサーミスタ 4 2 が実装されているので、第 2 グランド配線 1 0 b がサーミスタ 4 2 を避けて設けられている。つまり、第 2 グランド配線 1 0 b は、サーミスタ 4 2 を避けるように開口部が形成されている。第 2 グランド配線 1 0 b は、特許請求の範囲における第 5 配線に相当する。

30

【 0 1 0 0 】

なお、電力変換装置 1 0 0 k は、U 相、V 相、W 相の 3 相のうち、中央に配置された相の半導体素子が最も高温になりやすいので、中央に配置された相の配線上にサーミスタ 4 2 が配置されていると好ましい。

【 0 1 0 1 】

電力変換装置 1 0 0 k は、電力変換装置 1 0 0 と同様の効果を奏することができる。更に、電力変換装置 1 0 0 k は、サーミスタ 4 2 を備えているため、自身の温度を出力することができる。

【 0 1 0 2 】

( 変形例 1 2 )

変形例 1 2 における電力変換装置 1 0 0 l ( エル ) は、図 2 3 に示すように、接合部材 1 2 a の構成が電力変換装置 1 0 0 c と異なる。なお、l は、ローマ字のエルである。

40

【 0 1 0 3 】

接合部材 1 2 a は、金属ボールコア 1 4 a 入りのはんだである。言い換えると、接合部材 1 2 a は、金属ボールコア 1 4 a がはんだで覆われたボール状の部材である。この接合部材 1 2 a は、周知技術であるため詳しい説明は省略する。

【 0 1 0 4 】

電力変換装置 1 0 0 l は、入力配線 6 と第 1 放熱部材 4 c とが接合部材 1 2 a で接続されている。また、電力変換装置 1 0 0 l は、第 2 放熱部材 5 c と第 1 出力配線 7 及び第 2 出力配線 1 1 とが接合部材 1 2 a で接続されている。

50

## 【0105】

なお、入力配線6と第1放熱部材4cは、少なくとも一つの接合部材12aで接続されていてよい。同様に、第2放熱部材5cと第1出力配線7は、少なくとも一つの接合部材12aで接続されていてよい。また、第2放熱部材5cと第2出力配線11は、少なくとも一つの接合部材12aで接続されていてよい。

## 【0106】

電力変換装置1001は、電力変換装置100cと同様の効果を奏することができる。更に、接合部材12aは、金属ボールコア14aが入っているため接合部材12よりも厚みを均一にしやすい。よって、電力変換装置1001は、回路基板1に対する組付時の第1放熱部材4cと第2放熱部材5cの高さを均一にしやすい。なお、第1放熱部材4cの高さや、第2放熱部材5cの高さとは、第1放熱部材4cと回路基板1の一面との間隔や、第2放熱部材5cと回路基板1の一面との間隔である。

10

## 【0107】

(変形例13)

変形例13における電力変換装置100mは、図24に示すように、接合部材12aの接続位置が電力変換装置1001と異なる。

## 【0108】

第1放熱部材4cは、第2放熱部材5cと同様に、第1半導体素子2との接続部の両側に接合部材12aが配置され、この接合部材12aを介して回路基板1と接続されている。つまり、接合部材12aは、第1放熱部材4cと入力配線6との間に加えて、回路基板1と第1放熱部材4cとの間であり、且つ、第1半導体素子2と第2半導体素子3との間にも設けられている。回路基板1と第1放熱部材4cとの間であり、且つ、第1半導体素子2と第2半導体素子3との間にも設けられた接合部材12aは、例えば回路基板1の絶縁基材と接続されており、回路基板1と機械的に接続されているが電気的には接続されていない。なお、回路基板1は、第1出力配線7を部分的に絶縁基材内に埋設するなどして、接合部材12aと絶縁する必要がある。

20

## 【0109】

電力変換装置100mは、電力変換装置1001と同様の効果を奏することができる。更に、電力変換装置100mは、第1放熱部材4cの回路基板1に対する傾きを抑制できる。つまり、電力変換装置100mは、回路基板1の一面に対して、第1放熱部材4cを平行に配置しやすくなる。よって、電力変換装置100mは、第1放熱部材4cにおけるモールド樹脂13からの露出面を平坦にしやすくなる。また、電力変換装置100mは、第1放熱部材4cの露出面が平坦になると、上記のように被取付体との接触面積を確保でき放熱性の向上が期待できる。なお、図24では、接合部材12aを採用しているが、銅などの金属を主成分として形成されたスペーサであっても採用できる。

30

## 【0110】

(変形例14)

変形例14における電力変換装置100nは、図25に示すように、接合部材12bの構成が電力変換装置100cと異なる。

## 【0111】

接合部材12bは、接合部材12と異なり、ボール14bが混ざっている。電力変換装置100nは、金属ターミナル14の上下、及び第1半導体素子2の上下に接合部材12bが配置されている。よって、入力配線6と金属ターミナル14などは、接合部材12bで電気的及び機械的に接続されている。なお、電力変換装置100nは、第2放熱部材5c側でも同様に、接合部材12bを用いることができる。

40

## 【0112】

電力変換装置100nは、電力変換装置100cと同様の効果を奏することができる。更に、電力変換装置100nは、回路基板1に対する組付時の第1放熱部材4cと第2放熱部材5cの高さを均一にしやすい。よって、電力変換装置100nは、電力変換装置1001と同様の効果を奏することができる。

50

## 【0113】

(変形例15)

変形例15における電力変換装置100o(ローマ字のオー)は、図26に示すように、接合部材12aの構成が電力変換装置100nと異なる。

## 【0114】

電力変換装置100oは、第1放熱部材4cと入力配線6とが接合部材12aで接続されている。つまり、電力変換装置100oは、第1半導体素子2と第1出力配線7や第1放熱部材4cとの接続には接合部材12bを用いて、第1放熱部材4cと入力配線6との接続には接合部材12aを用いている。なお、電力変換装置100oは、第2半導体素子3側でも同様に、接合部材12aと接合部材12bを用いることができる。

10

## 【0115】

電力変換装置100oは、電力変換装置100nと同様の効果を奏することができる。

## 【0116】

(変形例16)

変形例16における電力変換装置100pは、図27、図28に示すように、スナバコンデンサ40、シャント抵抗41、サーミスタ42の全てが搭載されている点が、電力変換装置100i、100j、100kと異なる。

## 【0117】

電力変換装置100pは、上記のように、回路基板1の反対面に、スナバコンデンサ40、シャント抵抗41、サーミスタ42が実装されている。また、回路基板1は、ビア6aと分離部6bが形成されている。更に、回路基板1は、分割部10cが形成されている。この分割部10cは、シャント抵抗41を介して第2グランド配線10と接続された配線であり、分割部10aと同様のものである。また、分割部10cは、サーミスタ42及び分離部6bを避けるように形成されている。

20

## 【0118】

電力変換装置100pは、電力変換装置100i、100j、100kの効果を全て達成することができる。

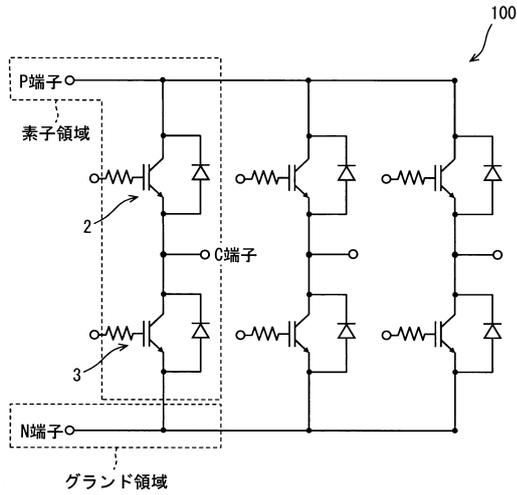
## 【符号の説明】

## 【0119】

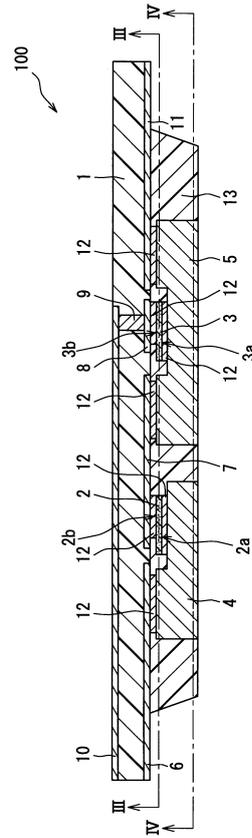
1 回路基板、2 第1半導体素子、2a 第1コレクタ電極、2b 第1エミッタ電極、3 第2半導体素子、3a 第2コレクタ電極、3b 第2エミッタ電極、4 第1放熱部材、5 第2放熱部材、6 入力配線、7 第1出力配線、8 第1グランド配線、9 ビア、10 第2グランド配線、11 第2出力配線、12 接合部材、13 モールド樹脂、100 電力変換装置、200 モータ筐体、210 モータ側コネクタ、210a モータ側接続線、220 電源側コネクタ、220a 電源側接続線

30

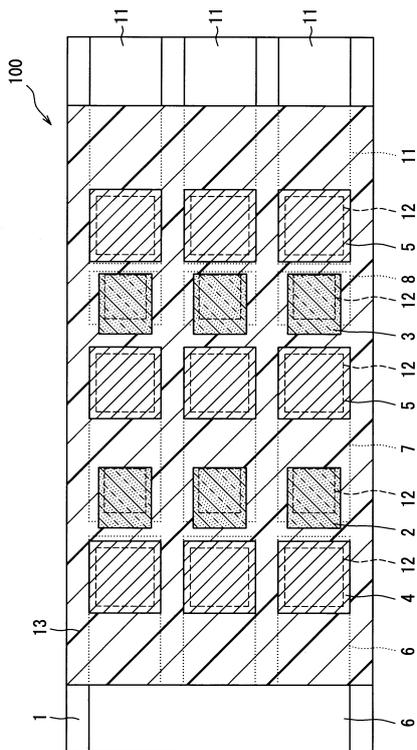
【図1】



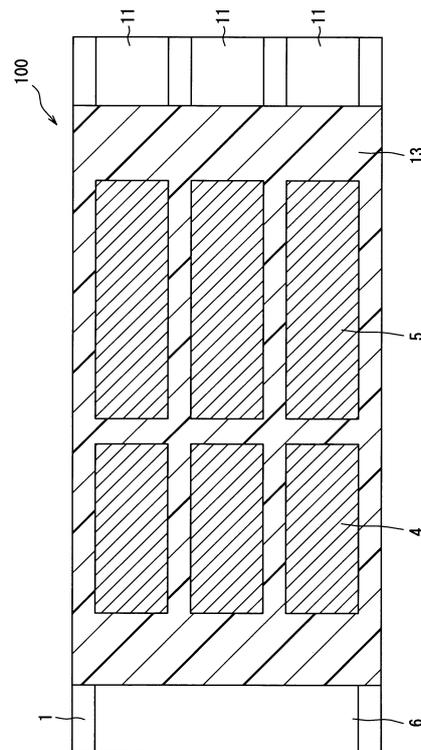
【図2】



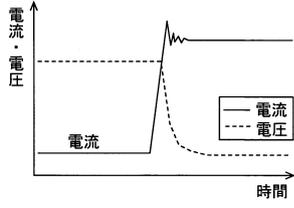
【図3】



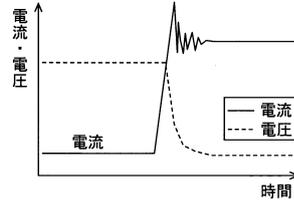
【図4】



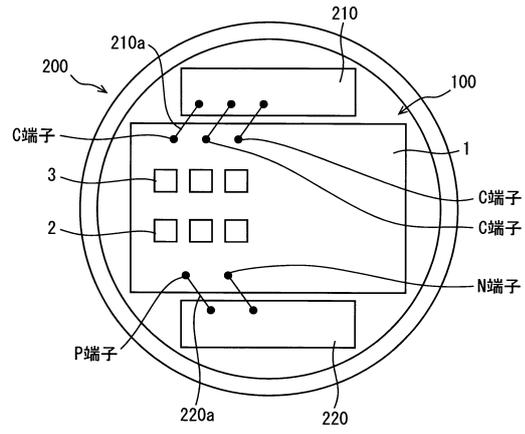
【図5】



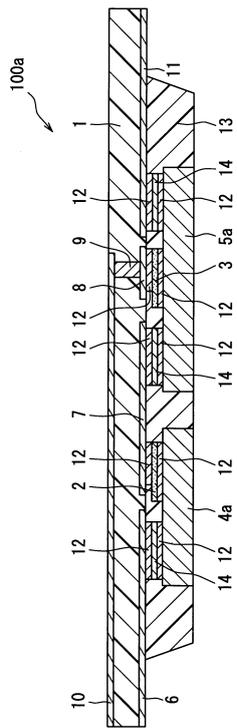
【図6】



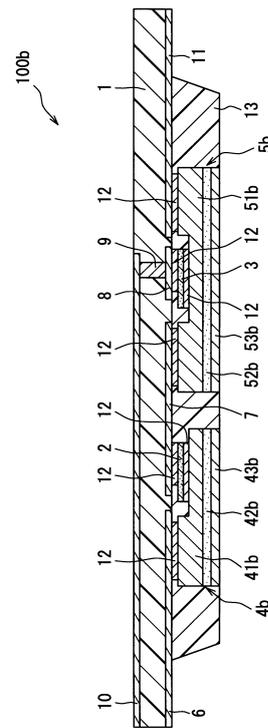
【図7】



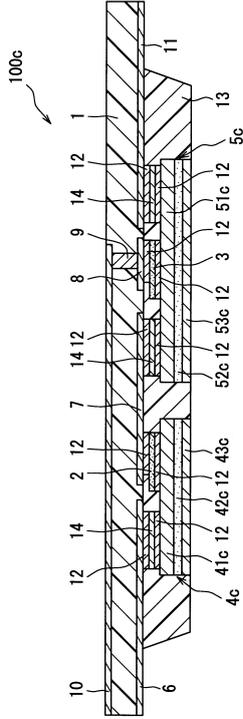
【図8】



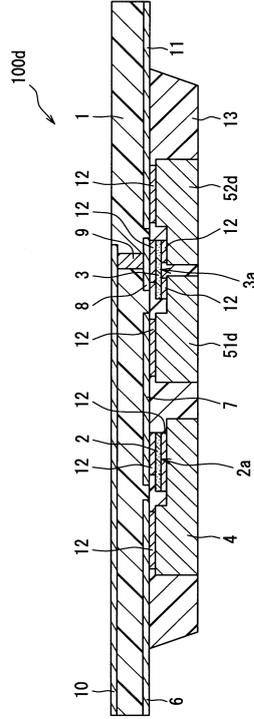
【図9】



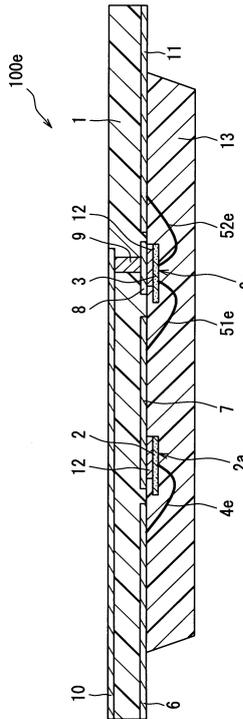
【図10】



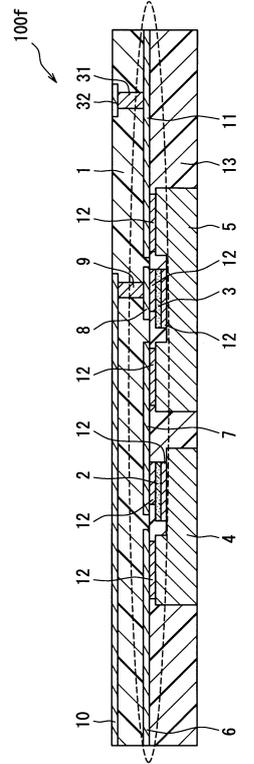
【図11】



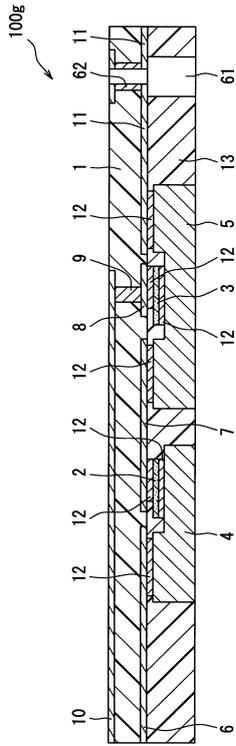
【図12】



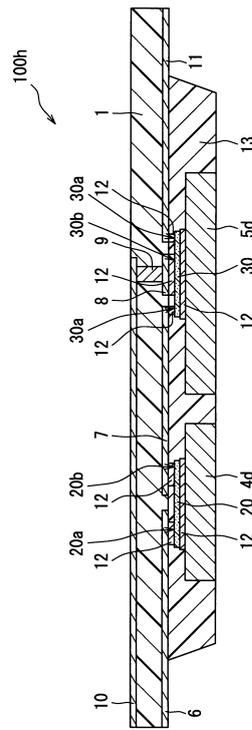
【図13】



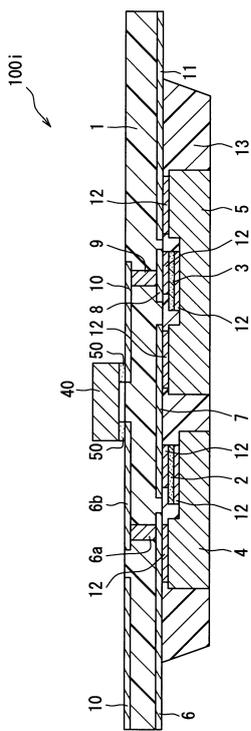
【図 14】



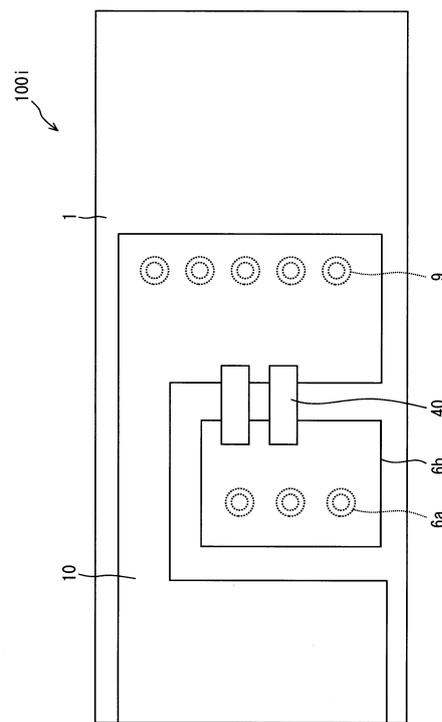
【図 15】



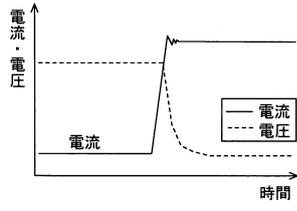
【図 16】



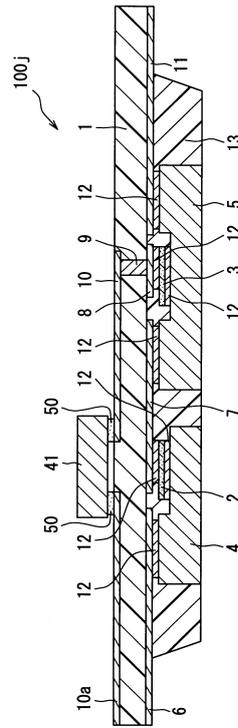
【図 17】



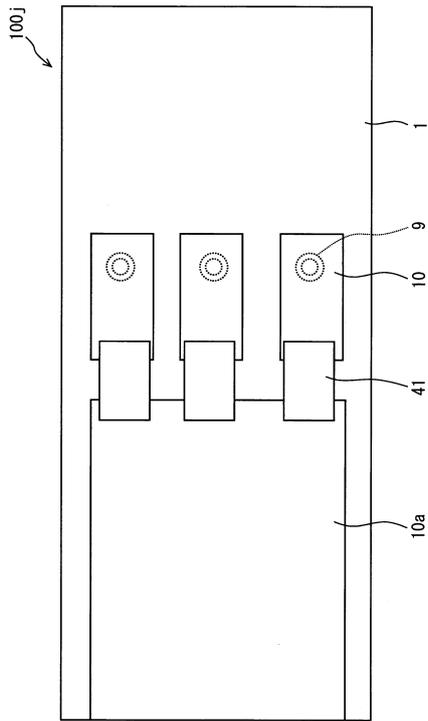
【図18】



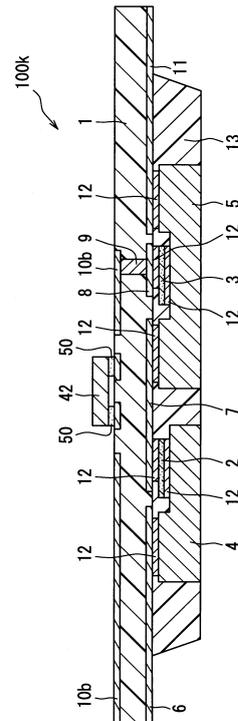
【図19】



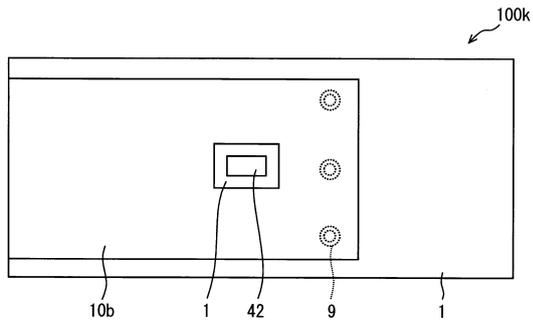
【図20】



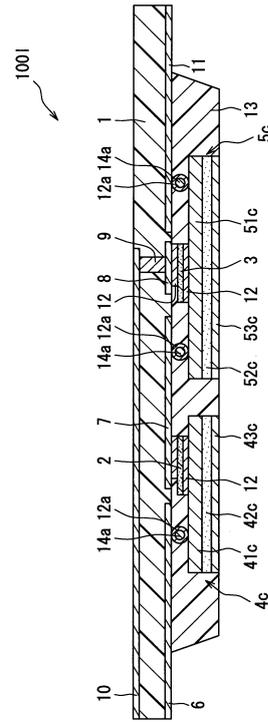
【図21】



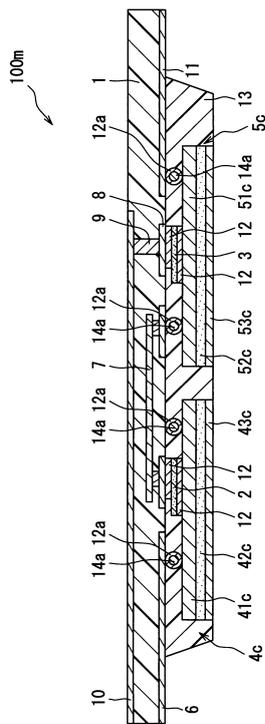
【 2 2 】



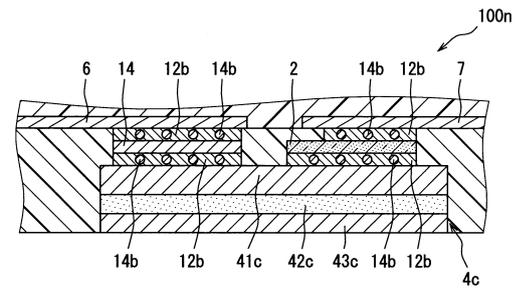
【 2 3 】



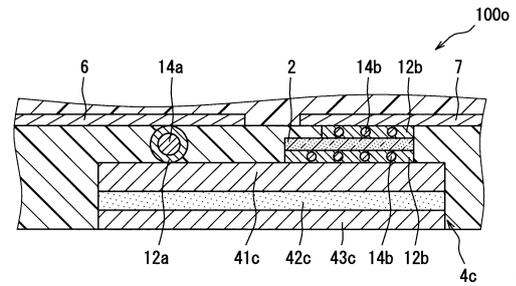
【 2 4 】



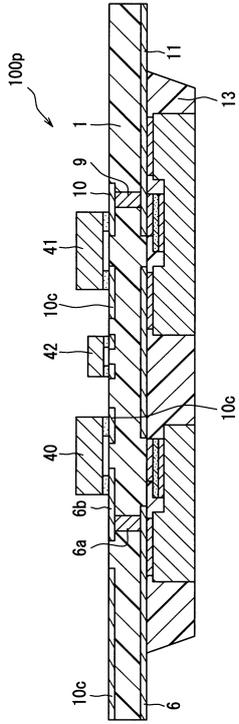
【 2 5 】



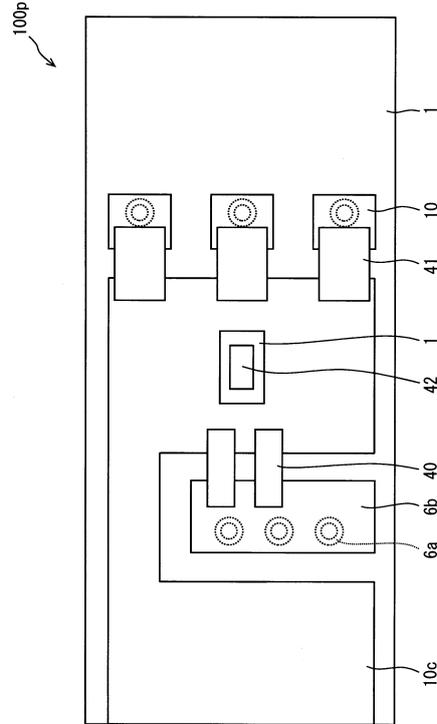
【 2 6 】



【 27 】



【 28 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-18943(JP,A)  
特開2005-228811(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02M 7/48  
H05K 1/02