

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6093455号
(P6093455)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

(51) Int.Cl. F I
 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 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-558695 (P2015-558695)	(73) 特許権者	000005108
(86) (22) 出願日	平成26年1月27日 (2014.1.27)		株式会社日立製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/051602		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(87) 国際公開番号	W02015/111202	(74) 代理人	100091096
(87) 国際公開日	平成27年7月30日 (2015.7.30)		弁理士 平木 祐輔
審査請求日	平成28年5月24日 (2016.5.24)	(74) 代理人	100105463
			弁理士 関谷 三男
		(74) 代理人	100102576
			弁理士 渡辺 敏章
		(72) 発明者	宝蔵寺 裕之
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	紺野 哲豊
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の樹脂モールド型の半導体装置が電気的に接続されて構成される半導体モジュールであって、

前記複数の半導体装置が1枚の金属ベースに搭載され、

前記複数の半導体装置は、絶縁基板の半導体素子搭載面とは反対側の面に形成された金属放熱板が樹脂モールドから露出した構造であり、

前記金属ベースに設けられた開口部に前記半導体装置の前記金属放熱板がはめ込まれ、前記金属放熱板の裏面が冷却体への設置面となることを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の半導体モジュールにおいて、

前記金属ベースとケースで構成され、前記複数の半導体装置を覆う筐体と、

前記筐体内の複数の半導体装置を覆うように絶縁封止剤が充填されていることを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の半導体モジュールにおいて、

前記絶縁封止剤がゲル状であることを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の半導体モジュールにおいて、

前記ベース基板の開口部は、半導体装置搭載面の開口幅が広くなるようにテーパある

いは段差形状となっていることを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の半導体モジュールにおいて、

前記ベース基板の開口部と前記金属放熱板の側面とが接合材により接合されていることを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 6】

請求項 2 に記載の半導体モジュールにおいて、

前記ケースは半導体モジュールを冷却体に固定するためのボルト用貫通孔と、前記半導体装置を押さえる突起部を有し、

前記突起部は前記ケースがボルト締めされることにより、前記半導体装置を前記金属ベースに押さえつける力を付与する構造であることを特徴とする半導体モジュール。

10

【請求項 7】

請求項 2 に記載の半導体モジュールにおいて、

前記複数の半導体装置が前記ケースの蓋部分と一体となった配線により接続されていることを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の半導体モジュールにおいて、

前記金属放熱板の厚さは中央部よりも端部の方が厚いことを特徴とする半導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体モジュールに関するものであり、特にモータ制御等の電力変換用の半導体素子を搭載した半導体モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

鉄道や電気自動車やハイブリッド自動車に用いられるモータ駆動は、通常、電力変換器（インバータ）により制御されている。インバータの主回路と呼ばれる部分には、大電流をスイッチング制御する IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) や MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) などのスイッチング素子と、

30

スイッチング時に発生する逆電圧を解放する FWD (Free Wheel Diode) などのダイオードが搭載された半導体モジュールが用いられる。車両用の分野では、搭載機器の小型軽量化が加速されているため、デバイスあるいはパッケージ当たりの電力密度は高くなる傾向にある。そのため、高電圧に対する絶縁性の確保、高電力密度に対応した放熱性の向上が強く望まれている。

【0003】

特許文献 1 には、半導体チップを封止した半導体装置用ユニットを複数組み合わせた半導体装置用ユニットの集合体と、配線基板、ボルト締めユニットを具備する半導体モジュールが開示されている。特許文献 1 では、半導体装置用ユニットと配線基板との間に弾性接着剤または弾性シートを介在させることにより、ボルト締めによって配線基板に加えられる圧力が各半導体装置用ユニットに等しく作用し、半導体装置ユニットの冷却体への密着性、熱拡散性を向上できることが開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開2011-142124号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述のように、IGBT等の半導体素子を封止した単体ユニットを組み合わせて冷却体

50

への密着性を向上させるように半導体モジュールが構成されれば、半導体素子からの熱放散性の向上が可能になる。しかし、特許文献1では、半導体装置用ユニットの半導体素子から冷却体までの放熱経路は、半導体素子、はんだ、導電パターン、絶縁基板、導電パターン、はんだ、銅ブロックとなる。これは、従来の一般的な半導体モジュールと変わらず、半導体装置用ユニット内での熱放散性を向上させることはできない。

【0006】

本発明の目的は、上述の課題を解決して、冷却体への熱放散性が向上可能な半導体モジュールを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するため、本発明に係る半導体モジュールは、複数の樹脂モールド型の半導体装置が1枚の金属ベースに搭載され、これらが電氣的に接続されて構成され、前記複数の半導体装置は、絶縁基板の半導体素子搭載面とは反対側の面に形成された金属放熱板が樹脂モールドから露出した構造であり、前記金属ベースに設けられた開口部に前記半導体装置の前記金属放熱板がはめ込まれ、前記金属放熱板の裏面が冷却体への設置面となることを特徴とする。

【0008】

本発明の半導体モジュールでは、半導体素子から冷却体に至る放熱経路が絶縁基板と金属放熱板のみとなり、熱放散性の向上が図れる。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、冷却体への熱放散性が向上可能な半導体モジュールを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1実施形態の半導体モジュールの断面概略図である。

【図2】本発明の製造工程を示す要部斜視図である。

【図3】本発明の製造工程を示す要部斜視図である。

【図4】本発明の製造工程を示す要部斜視図である。

【図5】本発明の第2実施形態の半導体モジュールの断面概略図である。

【図6】本発明の第3実施形態の半導体モジュールの断面概略図である。

【図7】本発明の第4実施形態の半導体モジュールの断面概略図である。

【図8】本発明の第5実施形態の半導体モジュールの断面概略図である。

【図9】本発明における半導体モジュールを冷却体30に搭載した時の断面概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照し説明する。

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る半導体モジュールの断面概略図である。図1は本発明の半導体モジュールを特定の切断線で切断した断面を示すものではなく、制御端子や樹脂封止内部の半導体素子と配線層との接続は図示していない。図2、図3および図4は、本実施形態の半導体モジュール100の製造工程を示す要部斜視図である。

【0012】

本実施形態の半導体モジュール100は、1枚の金属ベース2に複数の樹脂モールド型の半導体装置1が搭載され、複数の半導体装置1が配線7により電氣的に接続されてインバータ回路の主回路などを構成する。本実施形態の半導体モジュール100において、複数の樹脂モールド型の半導体装置を組み合わせてモジュールを構成する理由は以下である。特に大容量の電力変換用パワーモジュールでは高い絶縁信頼性が要求されることから、ケース内に柔らかいシリコンゲルなどの封止剤でゲル封止する構成が一般的である。柔軟なゲルは熱ストレスを受けても剥離し難く、半導体素子や端子等の絶縁を確保できると

10

20

30

40

50

いう利点を有するものの、半導体素子の周辺接続部の熱応力を緩和することはできない。一方、樹脂モールドでは硬質な樹脂で半導体素子周囲を覆うことにより半導体素子の周辺接続部のひずみを抑制し、接続信頼性の向上が可能となる。しかしながら、モジュールサイズが大きくなると全体を樹脂でモールドすることが困難であり、十分な絶縁信頼性を確保することが難しい。そのため、本実施形態では、モジュールを構成する回路を複数のユニットに分け、複数個の樹脂モールド型半導体装置で構成することで、絶縁信頼性、接続信頼性を向上させている。また、複数の樹脂モールド型半導体装置を1枚の金属ベースに搭載してモジュールを構成にすることにより、顧客側での実装負担を低減している。

【0013】

本実施形態の半導体モジュール100に用いられる半導体装置1は、絶縁基板3の一方の面に配線層4a、他方の面に金属放熱板4bが設けられ、配線層4にIGBTやダイオードなどの半導体素子5がはんだ10を介して搭載されている。そして、絶縁基板3の半導体素子搭載面が封止樹脂11によって封止された片面モールド型であり、絶縁基板3の裏面側の金属放熱板4bが露出した構成となっている。ここで、絶縁基板3はアルミナや窒化アルミ、窒化珪素等のセラミックからなり、配線層4aおよび金属放熱板4bは、銅やアルミニウム等が用いられる。配線層は必要に応じて表面をニッケル等でめっきを施してから使用しても良い。半導体素子5と配線層4aを接続する接合材は、はんだに限られず、例えば金属粒子の低温焼結を利用した接合材を用いてもよい。

【0014】

金属ベース2には金属放熱板4bの形状に対応した複数の開口部21が設けられている。図2に示したように、金属ベース2の開口部21に半導体装置1の金属放熱板4bがはめ込まれることで、金属ベース2に複数の半導体装置1が搭載される。この際、金属放熱板4bよりも絶縁基板3を大きくすることで、開口部21から半導体装置1が抜け落ちないように構成されている。また、図1に示すように金属放熱板4bおよび開口部21を金属ベース2の半導体装置搭載面側の開口幅が広がるテーパ形状とすることによっても、半導体装置1が抜け落ちを防止できる。

【0015】

次に、図3に示すようにケース12が金属ベース筐体2に固定する。半導体装置1は半導体素子5の電極や配線層と電氣的に接続された外部接続用端子を備えており、この外部用接続用端子と配線7とを接続して複数の半導体装置1の電氣的な配線が行われる。その後、ケース12内を絶縁封止剤8で充填し、配線7の必要部が露出するように蓋9を設けて図1、図4に示す半導体モジュール100を得る。本実施形態の半導体モジュール100は、金属ベース2およびケース12に半導体モジュールを冷却体に固定するためのボルト用貫通孔23が設けられており、ボルト用貫通孔23でボルト締めされることによって冷却体に固定される。なお、ボルト用貫通孔23は金属ベース2とケース12の配置、形状を変更することで、金属ベース2またはケース12の一方のみに設ける構成にすることもできる。半導体装置1間の配線後に行う封止に用いる絶縁封止剤8は、シリコンゲルなどの柔軟な樹脂や、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ウレタン樹脂などの硬質樹脂等を用いることが可能である。上述の通り、樹脂モールド型半導体装置では接続信頼性に優れるが、モールド樹脂と部材間の剥離が生じた場合に絶縁信頼性の低下を招く場合がある。本実施形態の半導体モジュールでは、配線7間の絶縁性確保、モールド型半導体装置の絶縁信頼性向上のために、金属ベース2およびケース(ケース12および蓋9)で構成される筐体内を絶縁封止剤8で充填する構成を採用している。

本実施形態の半導体モジュールによれば、片面モールド型の半導体装置1をベース基板2の開口部21に搭載することによって、絶縁基板3の裏面の金属放熱板4bがベース基板2の裏面側に露出した構造となり、金属放熱板4bの裏面が冷却体への設置面となる。その結果、金属放熱板4bを直接冷却体に密着させることが可能となり、IGBT等の半導体素子5から冷却体までの放熱経路において、熱伝導率の低いはんだや樹脂接着層などの金属ベースと半導体装置の接合部が存在しないため、高効率での冷却が可能となる。この際、金属ベース2の裏面と金属放熱板4の裏面が同一面になるように構成することが望

10

20

30

40

50

ましい。また、冷却体の形状等を工夫することで金属放熱板 4 との密着を確保できれば、金属ベース 2 の裏面と金属放熱板 4 の裏面が同一面である必要はない。

【 0 0 1 6 】

また、本実施形態の半導体モジュールによれば、金属ベースと半導体装置の接合部が放熱経路にないため、稼働時の接合部の熱疲労による劣化の影響を受けにくく、低熱抵抗で信頼性の高い半導体モジュールを提供することができる。

(第 2 実施形態)

図 5 は、本発明の他の半導体装置 1 と金属ベース筐体 2 の固定・接続方法に関する第 2 の実施形態を示す断面概略図である。

【 0 0 1 7 】

半導体装置 1 と金属ベース 2 の締結部は、金属ベース 2 から半導体装置 1 が抜け落ちないような構造であれば良く、図 1 の断面概略図に示したように、半導体装置搭載方向に対し広がった形状となるようにテーパを設けたり、図 5 に示すように段差 2 2 を設けて半導体装置 1 と金属ベース筐体 2 を固定することが可能である。

【 0 0 1 8 】

ここで、半導体モジュール 1 0 0 は図 4 に示すボルト用貫通孔 2 3 を貫通するようにして、ねじで冷却体(図示せず)に固定される。この際、半導体装置 1 を冷却体に密着させるように押し付けることにより、半導体装置 1 からの放熱性が向上する。しかしながら、稼働時に熱ストレス等によって金属ベース 2 から半導体装置 1 が浮き上がり、金属放熱板 4 と冷却体の密着が不十分となる場合がある。これに対して、金属ベース 2 の開口部と金属放熱板 4 の側面とを接合材を用いて接合し、締結部 6 を形成することで半導体装置 1 の浮き上がりを防止することができる。金属ベース 2 と半導体装置 1 の接合には、鉛や錫、銅、銀等を主成分とするはんだや、シリコン樹脂等からなるシール剤、焼結性の金属粉による接合が可能である。

(第 3 実施形態)

図 6 は、金属ベース 2 からの半導体装置 1 の浮き上がりを防止するための他の半導体装置 1 の固定方法に関する第 3 の実施形態を示す断面概略図である。図 6 では、金属ベース 2 に固定したケースに突起部 1 2 1 を設けている。この突起部 1 2 1 によって半導体装置 1 が金属ベース 2 に押さえつけられるように構成されている。さらに、図 4 に示したように金属ベース 2 およびケース 1 2 のボルト用貫通孔 2 3 を貫通するようにして、ねじで冷却体に固定することで、ケース 1 2 には金属ベース側に荷重が加えられた状態となる。その結果、半導体装置 1 には前記金属ベースに押さえつける力が突起部 1 2 から加えられて、冷却体と半導体装置 1 の密着性を向上することが可能となる。

【 0 0 1 9 】

突起部 1 2 1 は、半導体装置 1 の外周部だけでなく、内周部において半導体装置 1 を押さええるように設けても良い。

(第 4 実施形態)

図 7 は、複数の半導体装置 1 間を接続する配線 7 の他の接続方法に関する第 4 の実施例を示す断面概略図である。

【 0 0 2 0 】

複数の半導体装置 1 の間には大きな電流が流れるため、これらを接続する配線部分のインダクタンスを低減することが、半導体モジュール 1 0 0 の特性向上には望ましい。そこで、本実施形態の半導体モジュール 1 0 0 では、予め蓋 9 の内部に半導体装置 1 間の電気的な接続を行う配線 7 を設けている。蓋 9 に設けられた配線 7 と半導体装置 1 の外部接続用端子を接続することによって、複数の半導体装置 1 の電気的な配線が行われる。なお、半導体装置 1 の外部接続用端子と蓋 9 の内層配線との接続は、内層配線の接続箇所が露出するように蓋 9 に開口部を設けることで行われる。

【 0 0 2 1 】

このように蓋 9 と配線が一体となった構成を採用することによって、電流により発生する磁界により相互の配線のインダクタンスの低減が可能となる。

10

20

30

40

50

(第5実施形態)

図8は、本発明における絶縁基板に形成された金属放熱板4bに関する第5の実施形態を示す断面概略図である。

【0022】

本実施形態では、冷却体と接する金属放熱板4bの厚さを、中央部よりも端部の方が厚くなるように構成している。半導体装置1では中央部の発熱量が高くなる傾向にある。これに対して、本実施形態のように半導体装置1において金属放熱板4bの中央部を薄くすることで中央部の熱抵抗が小さくなり、その結果、中央部の熱集中を低減できる。

(第6実施形態)

図9は、半導体モジュール100を冷却体30に搭載した時の断面概略図である。半導体モジュール100は冷却体30に搭載されて使用される。稼動時には、半導体装置1の温度が上昇し、冷却体30と半導体装置1との間に温度差が生じる。このとき、冷却体30と半導体装置1の金属放熱板4bの材質が異なると、両者の温度差および材質の違いによる熱膨張係数の差により、両者の密着面に隙間が生じる可能性がある。そこで、このような隙間を低減するため、半導体装置1の冷却体30と接する金属放熱板4bの材質と、冷却体30の材質を同一にすることが有効である。このとき、絶縁基板3の両面に設けた配線層4aと金属放熱板4bの材質は同一でも良いし、金属放熱板4bのみ冷却体30と同じ材質にしても良い。

10

【0023】

以上、本発明の実施形態について図面を用いて具体的に説明したが、本発明は上記の実施形態に記載された範囲に限定されるものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で変更可能である。

20

【符号の説明】

【0024】

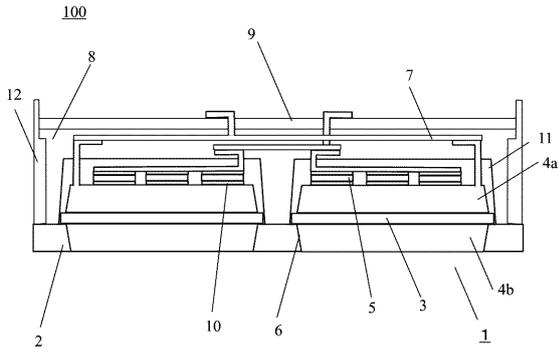
- 1 半導体装置
- 2 金属ベース
- 3 絶縁層
- 4 a 配線層
- 4 b 金属放熱板
- 5 半導体素子
- 6 締結部
- 7 配線
- 8 絶縁封止剤
- 9 蓋
- 10 はんだ
- 11 封止樹脂
- 12 ケース
- 21 開口部
- 22 段差
- 23 ボルト用貫通孔
- 30 冷却体
- 100 半導体モジュール
- 121 突起

30

40

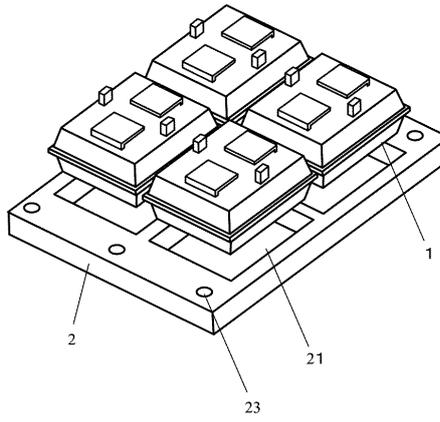
【図1】

【図1】



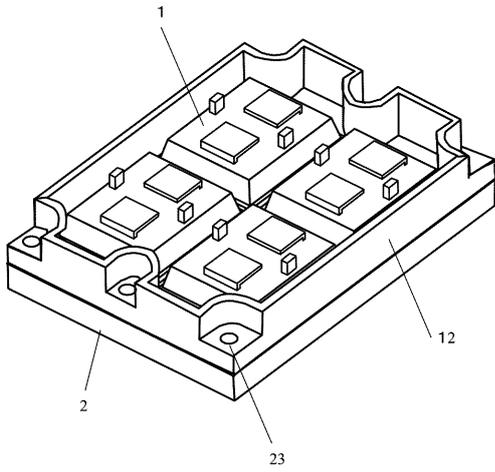
【図2】

【図2】



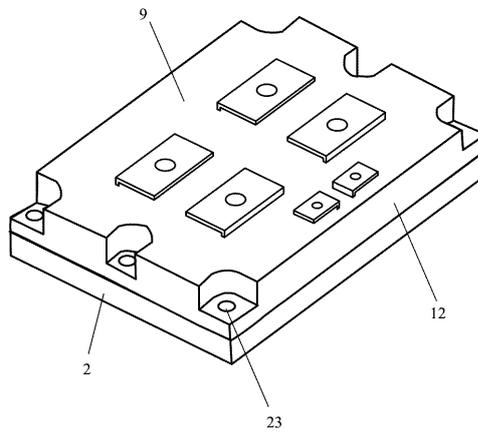
【図3】

【図3】



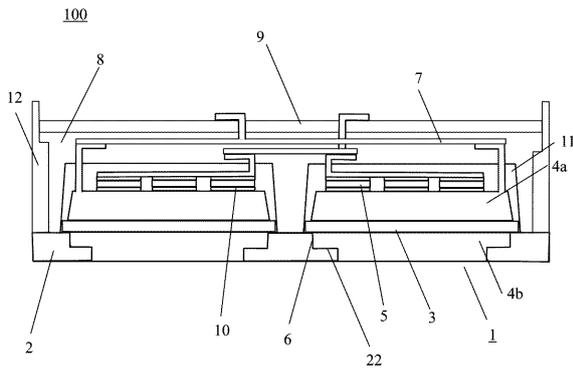
【図4】

【図4】



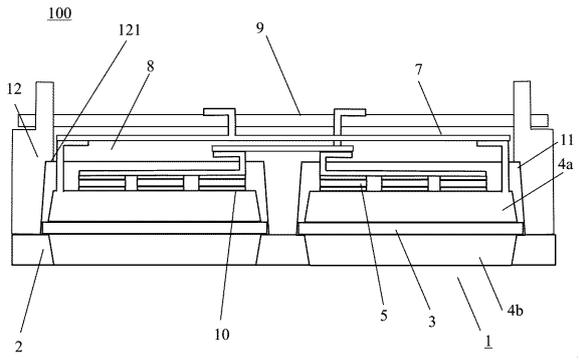
【図5】

【図5】



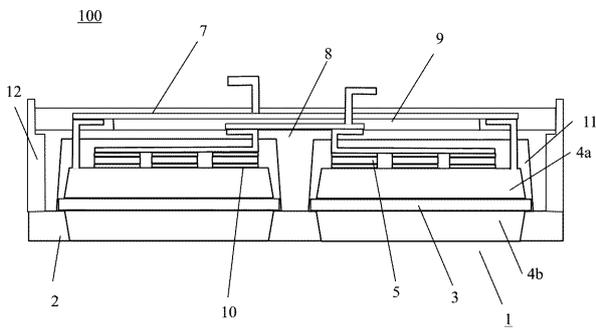
【図6】

【図6】



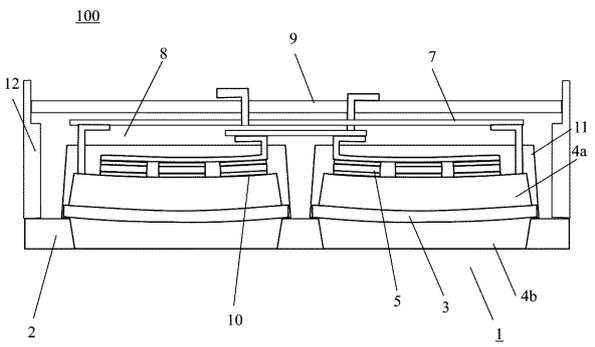
【図7】

【図7】



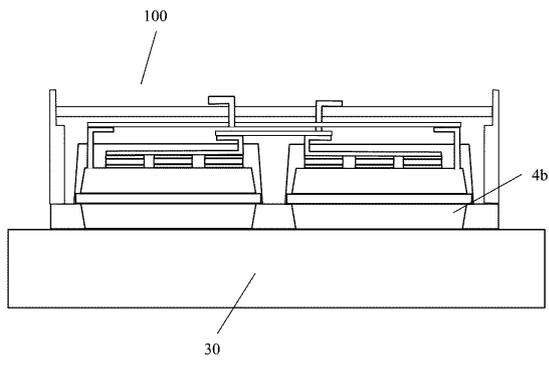
【図8】

【図8】



【図9】

【図9】



フロントページの続き

審査官 秋山 直人

- (56)参考文献 特開2005-142323(JP,A)
国際公開第2007/141987(WO,A1)
特開2012-174711(JP,A)
特開2013-225556(JP,A)
特開平9-64280(JP,A)
国際公開第2013/171946(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H01L | 25/07 |
| H01L | 25/18 |
| H01L | 23/36 |