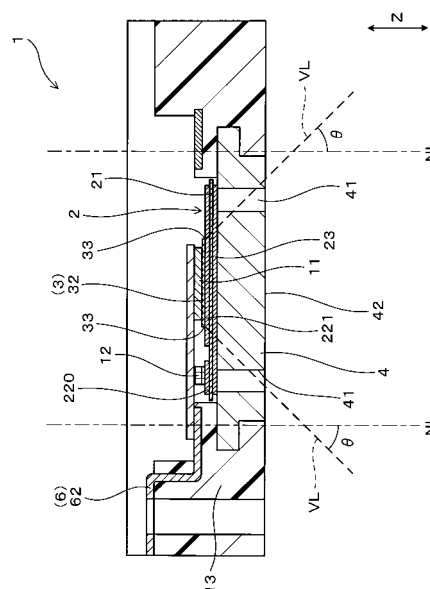




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁層（21）上に配線パターン（221、222、223、224）が形成された配線基板（2）と、

該配線基板に実装された半導体素子（3）と、

上記配線基板における上記半導体素子と反対側の面に配された放熱板（4）と、を有し、

該放熱板には、少なくとも上記配線基板と反対側の面に開口した空隙部（41）が形成されており、

該空隙部は、上記配線基板の法線方向（Z）から見たとき、上記半導体素子を囲むように形成されている半導体モジュール（1）。 10

【請求項 2】

上記法線方向から見たとき、上記空隙部は、その全体が、上記半導体素子の外側に形成されている、請求項 1 に記載の半導体モジュール。

【請求項 3】

上記半導体素子を通る上記法線方向に平行な断面において、下記に定義する 2 つの仮想直線（VL）を想定したとき、上記空隙部の少なくとも一部は、上記放熱板における上記 2 つの仮想直線の間の領域の外側の領域に形成されており、上記 2 つの仮想直線は、上記半導体素子の上記放熱板側の面の両端（33）から、上記放熱板の表面側へ向って延びており、かつ、上記放熱板の表面側へ向かうほど、互いの間の距離を広げるように傾斜しており、上記各仮想直線と上記法線方向に延びる直線（NL）との間になす角度は 45°である、請求項 1 又は 2 に記載の半導体モジュール。 20

【請求項 4】

上記空隙部は、上記放熱板を上記法線方向に貫通するように形成されている、請求項 1～3 のいずれか一項に記載の半導体モジュール。

【請求項 5】

上記空隙部には、上記法線方向に直交する面方向よりも、上記法線方向の熱伝熱性が高い異方性部材（8）が配されている、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の半導体モジュール。

【請求項 6】 30

上記半導体モジュールは、パワー端子（6）を更に有し、上記半導体素子は、該半導体素子における上記配線基板と反対側の電極において接続導体（7）を介して上記パワー端子に接続されており、上記空隙部と上記法線方向に重なる位置には、上記接続導体と上記配線基板とを熱的に接続する伝熱導体（12）が配されている、請求項 1～5 のいずれか一項に記載の半導体モジュール。

【請求項 7】

上記法線方向から見たとき、上記空隙部は、環状を呈している、請求項 1～6 のいずれか一項に記載の半導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】 40

【0001】

本発明は、電力変換装置等に用いられる半導体モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車、ハイブリッド自動車等の車両には、直流電力と交流電力との間で電力変換を行う電力変換装置が搭載されている。そして、該電力変換装置に用いられる半導体モジュールとして、特許文献 1 には、半導体素子と該半導体素子を搭載する配線基板とを有するものが開示されている。

【0003】

上記半導体素子は、該半導体素子に流れる被制御電流によって発熱する。そこで、上記 50

半導体モジュールは、上記配線基板に、放熱板を熱的に接続している。これにより、上記半導体モジュールは、半導体素子の熱を放熱板に放熱しようとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-195374号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の半導体モジュールにおいては、半導体素子からの受熱により、放熱板の全体が高温化するおそれがある。そのため、例えば、放熱板を保持する樹脂部材の熱劣化を招くおそれがある。また、例えば、放熱板に近接する領域に、熱に弱い電子部品が配された場合も、該電子部品が放熱板の熱によって高温化するおそれがある。

【0006】

また、特許文献1に記載の半導体モジュールにおいては、半導体素子の放熱性向上の観点からも、改善の余地がある。

【0007】

上述の問題を回避すべく、放熱板を大型化して放熱板の熱容量を確保し、放熱板の高温化を抑制することも考えられる。しかし、この場合、半導体モジュールの大型化を招いてしまう。

【0008】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、大型化を招くことなく、放熱板の外周部の温度上昇を抑制できると共に、半導体素子の放熱性を向上させることができる半導体モジュールを提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様は、絶縁層(21)上に配線パターン(221、222、223、224)が形成された配線基板(2)と、

該配線基板に実装された半導体素子(3)と、

上記配線基板における上記半導体素子と反対側の面に配された放熱板(4)と、を有し

、
該放熱板には、少なくとも上記配線基板と反対側の面に開口した空隙部(41)が形成されており、

該空隙部は、上記配線基板の法線方向(Z)から見たとき、上記半導体素子を囲むように形成されている半導体モジュール(1)にある。

【発明の効果】

【0010】

上記半導体モジュールは、放熱板に上記空隙部が形成されている。そして、空隙部は、配線基板の法線方向から見たとき、半導体素子を囲むように形成されている。これにより、半導体素子からの受熱により、放熱板の全体が高温化することを防止することができる。すなわち、半導体素子から放熱板に伝わった熱は、放熱板における空隙部によって囲まれた領域の外側には伝わり難い。そのため、放熱板における空隙部によって囲まれた領域よりも外側の領域が、高温化することを抑制することができる。

【0011】

また、空隙部は、少なくとも配線基板と反対側の面に開口している。それゆえ、半導体素子から放熱板に伝わった熱を、放熱板における配線基板と反対側の面からだけではなく、空隙部からも放熱することができる。それゆえ、半導体素子の放熱性を向上させることができる。

【0012】

10

20

30

40

50

また、上記半導体モジュールにおいては、放熱板を特に大きくする必要もなく、上述の作用効果を得ることができる。

【0013】

以上のごとく、上記態様によれば、大型化を招くことなく、放熱板の外周部の温度上昇を抑制できると共に、半導体素子の放熱性を向上させることができる半導体モジュールを提供することができる。

なお、特許請求の範囲及び課題を解決する手段に記載した括弧内の符号は、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り、本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】

10

【0014】

【図1】実施形態1における、半導体モジュールの上面図。

【図2】実施形態1における、半導体モジュールの下面図。

【図3】図1の、III-III線矢視断面図。

【図4】実施形態1における、半導体モジュールが用いられる電力変換装置を示す回路図。

【図5】実施形態2における、半導体モジュールの下面図。

【図6】実施形態2における、半導体モジュールの半導体素子を通る、法線方向に平行な断面図。

【図7】実施形態3における、半導体モジュールの正面図。

20

【図8】図7の、VIII-VIII線矢視断面図。

【図9】実施形態4における、半導体モジュールの半導体素子を通る、法線方向に平行な断面図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

(実施形態1)

半導体モジュールの実施形態につき、図1～図4を用いて説明する。

本実施形態の半導体モジュール1は、図1、図3に示すごとく、配線基板2と半導体素子3と放熱板4とを有する。配線基板2は、絶縁層21上に配線パターン221、222が形成されている。半導体素子3は、配線基板2に実装されている。放熱板4は、配線基板2における半導体素子3と反対側の面に配されている。放熱板4には、少なくとも配線基板2と反対側の面に開口した空隙部41が形成されている。空隙部41は、配線基板2の法線方向Zから見たとき、半導体素子3を囲むように形成されている。なお、図1においては、空隙部41の形成範囲を破線で示している。

30

【0016】

以下において、配線基板2の法線方向Zを、単に法線方向Zという。本実施形態においては、便宜上、上記法線方向Zの一方を上方、他方を下方とする。

【0017】

図4に示すごとく、本実施形態の半導体モジュール1は、電気自動車やハイブリッド自動車等に搭載される電力変換装置5に用いるものとしてすることができる。電力変換装置5は、直流電源51と交流負荷52との間において電力変換をおこなうよう構成される。そして、電力変換装置5は、半導体モジュール1を3つ有するものとしてすることができる。

40

【0018】

図1に示すごとく、本実施形態の半導体モジュール1は、半導体素子3としての正極側半導体素子31と負極側半導体素子32とを内蔵した、いわゆる2in1型の半導体モジュール1である。各半導体素子3は、IGBT（すなわち、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）からなる。図3に示すごとく、各半導体素子3は、下面にコレクタを有し、上面にエミッタを有している。

【0019】

図1、図3に示すごとく、半導体素子3は、配線基板2の上面に配されている。配線基

50

板 2 は、絶縁層 2 1 と配線パターン 2 2 1、2 2 2 と導体層 2 3 とを有する。

【0020】

絶縁層 2 1 は、板状を呈しており、法線方向 Z に厚みを有する。電氣的絶縁性を有する層である。絶縁層 2 1 は、例えばセラミック基板とすることができる。

【0021】

配線パターン 2 2 1、2 2 2 は、絶縁層 2 1 の上面にパターン形成された層である。配線パターン 2 2 1 と配線パターン 2 2 2 とは、絶縁層 2 1 の上面において互いに離れて配されている。そして、図 1 に示すごとく、配線パターン 2 2 1 の上面に正極側半導体素子 3 1 が配されており、配線パターン 2 2 2 の上面に負極側半導体素子 3 2 が配されている。

10

【0022】

そして、図 3 に示すごとく、絶縁層 2 1 の下面に、導体層 2 3 が接合されている。導体層 2 3 は、例えば銅を板状に形成したものとすることができる。

絶縁層 2 1、配線パターン 2 2 1、2 2 2、及び導体層 2 3 は、いずれも熱伝導可能に構成されている。

【0023】

配線基板 2 の導体層 2 3 の下面は、放熱板 4 の上面に接合されている。放熱板 4 は、熱伝導可能に構成されている。放熱板 4 は、厚み方向を法線方向 Z とした略板状を呈している。放熱板 4 は、銅からなる。

【0024】

上述のごとく、放熱板 4 には空隙部 4 1 が形成されている。図 1、図 2 に示すごとく、空隙部 4 1 は、法線方向 Z から見たとき、正極側半導体素子 3 1 と負極側半導体素子 3 2 との両半導体素子 3 を全周から囲むように形成されている。また、法線方向 Z から見たとき、空隙部 4 1 は、環状を呈している。そして、法線方向 Z から見たとき、正極側半導体素子 3 1 と負極側半導体素子 3 2 との双方は、環状の空隙部 4 1 の内側に配されている。法線方向 Z から見たとき、空隙部 4 1 は、その全体が、半導体素子 3 の外側に形成されている。すなわち、半導体素子 3 と空隙部 4 1 とは、法線方向 Z において重ならない位置に配されている。図 3 に示すごとく、本実施形態において、空隙部 4 1 は、放熱板 4 を法線方向 Z に貫通するように形成されている。すなわち、放熱板 4 には、法線方向 Z の両側に向って開口した空隙部 4 1 が形成されている。

20

30

【0025】

図 3 に示すごとく、半導体素子 3 を通る法線方向 Z に平行な断面（以下、適宜平行断面という。）において、下記に定義する 2 つの仮想直線 V L を想定したとき、空隙部 4 1 の少なくとも一部は、放熱板 4 における 2 つの仮想直線 V L の間の領域の外側の領域に形成されている。図 4 に、平行断面の一例を示している。2 つの仮想直線 V L は、図 4 において、破線にて表している。

【0026】

2 つの仮想直線 V L は、任意の平行断面に引いた仮想的な直線である。2 つの仮想直線 V L は、半導体素子 3 の下側の面の両端 3 3 から、斜め下側へ向って延びており、かつ、下側へ向かうほど、互いの間の距離を広げるように傾斜している。また、各仮想直線 V L と法線方向 Z に延びる直線 N L との間になす角度 θ は 45° である。なお、複数の半導体素子 3 が存在する平行断面においては、2 つの仮想直線 V L の起点となる上述の「半導体素子 3 の下側の面の両端 3 3」は、両端に配された一対の半導体素子における、一方側の半導体素子の下面の一方側の端部と、他方側の半導体素子の下面の他方側の端部とをいうものとする。

40

【0027】

平行断面において、空隙部 4 1 の一部が、放熱板 4 における 2 つの仮想直線 V L の間の領域の外側の領域に形成されている。そして、本実施形態においては、平行断面において、空隙部 4 1 の他の一部は、放熱板 4 における 2 つの仮想直線 V L の間の領域に形成されているが、これに限られるものではない。空隙部 4 1 の少なくとも一部は、半導体素子 3

50

を通る法線方向 Z に平行なあらゆる平行断面において、放熱板 4 における 2 つの仮想直線 V L の間の領域の外側の領域に形成されている。

【0028】

図 1 に示すごとく、半導体モジュール 1 は、パワー端子 6 を有する。パワー端子 6 は、正極端子 6 1、負極端子 6 2、及び出力端子 6 3 を有する。正極端子 6 1 と負極端子 6 2 とは、正極側半導体素子 3 1 及び負極側半導体素子 3 2 に対して、法線方向 Z に直交する一方向の同じ側に配されている。そして、出力端子 6 3 は、法線方向 Z に直交する上記一方向において、正極側半導体素子 3 1 及び負極側半導体素子 3 2 を挟んで、正極端子 6 1 及び負極端子 6 2 の反対側に配されている。

【0029】

図 1、図 3 に示すごとく、半導体素子 3 は、半導体素子 3 における配線基板 2 と反対側の電極において接続導体 7 を介してパワー端子 6 に接続されている。正極側半導体素子 3 1 は、配線基板 2 と反対側の電極であるエミッタにおいて、接続導体 7 の 1 つである第一接続導体 7 1 を介して出力端子 6 3 に接続されている。負極側半導体素子 3 2 は、配線基板 2 と反対側の電極であるエミッタにおいて、第一接続導体 7 1 とは別の接続導体 7 である第二接続導体 7 2 を介して負極端子 6 2 に接続されている。接続導体 7 は、銅を板状に形成したものとするができる。なお、図 3 に示すごとく、正極側半導体素子 3 1 と第一接続導体 7 1 との間、及び、負極側半導体素子 3 2 と第二接続導体 7 2 との間は、それぞれ、バスバ 1 1 介して接続されている。

【0030】

図 3 に示すごとく、空隙部 4 1 と法線方向 Z に重なる位置には、接続導体 7 と配線基板 2 とを熱的に接続する伝熱導体 1 2 が配されている。伝熱導体 1 2 は、第一接続導体 7 1 と配線基板 2 の上面に形成された放熱用パターン 2 2 0 とに接合されている。伝熱導体 1 2 は、銅からなる。

【0031】

図 1、図 3 に示すごとく、正極側半導体素子 3 1 のコレクタは、配線基板 2 の配線パターン 2 2 1 を介して正極端子 6 1 に接続されている。負極側半導体素子 3 2 のコレクタは、配線基板 2 の配線パターン 2 2 2、及び第一接続導体 7 1 を介して出力端子 6 3 に接続されている。

【0032】

図 1～図 3 に示すごとく、配線基板 2、半導体素子 3、放熱板 4、等の半導体モジュール 1 の構成部品は、電気的絶縁性を有するモールド樹脂 1 3 によってモジュール化されている。図 3 に示すごとく、モールド樹脂 1 3 は、放熱板 4 に接続されている。モールド樹脂 1 3 は、放熱板 4 の空隙部 4 1 で囲まれた部位の外側の部位に接続されている。放熱板 4 の下面は、モールド樹脂 1 3 から露出した露出面 4 2 となっている。

【0033】

半導体モジュール 1 は、放熱板 4 の露出面 4 2 が、図示しない冷媒流路に面するように配される。該冷媒流路には、冷媒を流通させることができるよう構成される。そして、半導体モジュール 1 の放熱板 4 の露出面 4 2 に、冷媒流路中の冷媒が直接当たるよう構成される。さらに、冷媒流路中の冷媒は、空隙部 4 1 内にも入って循環するよう構成されている。なお、冷媒流路内に流通させる冷媒は、冷却水等の液冷媒とすることができる。あるいは、冷媒は、空気等のガス冷媒とすることもできる。なお、空冷の場合は、冷媒流路は、閉じた空間でなくてもよい。

【0034】

次に、本実施形態の作用効果につき説明する。

半導体モジュール 1 は、放熱板 4 に空隙部 4 1 が形成されている。そして、空隙部 4 1 は、配線基板 2 の法線方向 Z から見たとき、半導体素子 3 を囲むように形成されている。これにより、半導体素子 3 からの受熱により、放熱板 4 の全体が高温化することを防止することができる。すなわち、半導体素子 3 から放熱板 4 に伝わった熱は、放熱板 4 における空隙部 4 1 によって囲まれた領域の外側には伝わり難い。そのため、放熱板 4 における

10

20

30

40

50

空隙部 4 1 によって囲まれた領域よりも外側の領域が、高温化することを抑制することができる。それゆえ、上記領域に接続されたモールド樹脂 1 3 が熱によって劣化することを抑制することができる。

【0035】

また、空隙部 4 1 は、少なくとも配線基板 2 と反対側の面に開口している。それゆえ、半導体素子 3 から放熱板 4 に伝わった熱を、放熱板 4 における配線基板 2 と反対側の面からだけでなく、空隙部 4 1 からも放熱することができる。それゆえ、半導体素子 3 の放熱性を向上させることができる。

【0036】

また、半導体モジュール 1 においては、放熱板 4 を特に大きくする必要もなく、上述の作用効果を得ることができる。

10

【0037】

また、法線方向 Z から見たとき、空隙部 4 1 は、その全体が、半導体素子 3 の外側に形成されている。それゆえ、放熱板 4 における空隙部 4 1 に囲まれた領域の体積を確保しやすい。それゆえ、放熱板 4 における空隙部 4 1 に囲まれた領域の熱容量を確保しやすい。その結果、半導体素子 3 の放熱性を向上させやすい。

【0038】

また、平行断面において、空隙部 4 1 の少なくとも一部は、放熱板 4 における 2 つの仮想直線 V L の間の領域の外側の領域に形成されている。それゆえ、半導体素子 3 から放熱板 4 に伝わった熱が、放熱板 4 における空隙部 4 1 によって囲まれた領域の外側に伝わることを一層抑制することができる。すなわち、半導体素子 3 の熱は、放熱板 4 において、下側に向かうほど、法線方向 Z に直交する面方向における半導体素子 3 の外周側に向かうように広がって伝熱される。このとき、放熱板 4 において熱が伝わる方向は、法線方向 Z に延びる直線に対して、45°程度傾斜する。それゆえ、空隙部 4 1 の少なくとも一部を、放熱板 4 における 2 つの仮想直線 V L の間の領域の外側の領域に形成することにより、熱が空隙部 4 1 から放熱されやすいため、空隙部 4 1 に囲まれた領域の外側に熱が伝わることを一層抑制しやすい。

20

【0039】

また、空隙部 4 1 は、放熱板 4 を法線方向 Z に貫通するように形成されている。それゆえ、空隙部 4 1 を、半導体素子 3 に近い位置まで形成しやすい。それゆえ、半導体素子 3 から空隙部 4 1 までの伝熱距離を小さくしやすい。そのため、半導体素子 3 の放熱性を一層向上させやすい。

30

【0040】

また、空隙部 4 1 と法線方向 Z に重なる位置には、接続導体 7 と配線基板 2 とを熱的に接続する伝熱導体 1 2 が配されている。それゆえ、接続導体 7 の熱を、伝熱導体 1 2 を介して空隙部 4 1 に放熱することができる。それゆえ、接続導体 7 と空隙部 4 1 との間の伝熱距離を小さくしやすく、接続導体 7 の放熱性を確保しやすい。

【0041】

また、法線方向 Z から見たとき、空隙部 4 1 は環状を呈している。それゆえ、放熱板 4 における空隙部 4 1 に囲まれた領域から、その外側の領域に熱が伝わることを一層抑制しやすい。

40

【0042】

以上のごとく、本実施形態によれば、大型化を招くことなく、放熱板の外周部の温度上昇を抑制できると共に、半導体素子の放熱性を向上させることができる半導体モジュールを提供することができる。

【0043】

(実施形態 2)

本実施形態は、図 5、図 6 に示すごとく、空隙部 4 1 に異方性部材 8 を配した実施形態である。異方性部材 8 は、法線方向 Z に直交する面方向よりも、法線方向 Z の熱伝導性が高い部材である。本実施形態においては、空隙部 4 1 の全領域に異方性部材 8 が配されて

50

いる。放熱板 4 の露出面 4 2 と異方性部材 8 の下面は、面一に形成されている。そして、放熱板 4 の下面及び異方性部材 8 の下面は、冷却器に面して配される。異方性部材 8 は、例えばグラファイトとすることができる。なお、図 5 においては、便宜上、異方性部材 8 にハッチングを施している。

【0044】

その他は、実施形態 1 と同様である。

なお、実施形態 2 以降において用いた符号のうち、既出の実施形態において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、既出の実施形態におけるものと同様の構成要素等を表す。

【0045】

本実施形態においては、空隙部 4 1 の内側において、法線方向 Z に直交する面方向の伝熱を抑制しつつ、法線方向 Z の伝熱性を向上させることができる。それゆえ、空隙部 4 1 に達した熱が、その外側に移動することを抑制すると共に、下側、すなわち冷却器が配される側、に移動させやすい。

その他、実施形態 1 と同様の作用効果を有する。

【0046】

(実施形態 3)

本実施形態は、図 7、図 8 に示すごとく、半導体モジュール 1 を両面冷却可能に構成した実施形態である。また、本実施形態の半導体モジュール 1 は、半導体素子 3 を 1 つ内蔵してなる、いわゆる 1 i n 1 型の半導体モジュールである。

【0047】

図 8 に示すごとく、本実施形態において、半導体モジュール 1 は、一对の放熱板 4 を有する。一对の放熱板 4 は、互いの間に一定間隔を設けつつ、法線方向 Z に対向するよう配置されている。

【0048】

一对の放熱板 4 における、それぞれの対向面に、配線基板 2 が配されている。そして、一对の配線基板 2 における、放熱板 4 が配された側と反対側に、それぞれ、配線パターン 2 2 3、2 2 4 が形成されている。そして、半導体素子 3 は、一对の配線パターン 2 2 3、2 2 4 の間に配されている。半導体素子 3 のコレクタは、一方の配線基板 2 の配線パターン 2 2 3 上に接続されており、半導体素子 3 のエミッタは、バスバ 1 1 を介して他方の配線基板 2 の配線パターン 2 2 4 に接続されている。なお、半導体素子 3 の、法線方向 Z に直交する方向に隣り合う位置には、ダイオード 1 4 が配されている。ダイオード 1 4 は、半導体素子 3 に対して逆並列接続されている。ダイオード 1 4 は、FWD（すなわち、フライホイールダイオード）である。図 7 に示すごとく、一对の配線パターン 2 2 3、2 2 4 のうち、一方は出力端子 6 3 に電気接続されており、他方は正極端子 6 1 又は負極端子 6 2 に電気接続されている。

【0049】

図 8 に示すごとく、本実施形態においては、一对の放熱板 4 のそれぞれに、空隙部 4 1 が形成されている。一对の放熱板 4 に形成された一对の空隙部 4 1 は、それぞれ、法線方向 Z から見たとき、半導体素子 3 を囲むように形成されている。

【0050】

本実施形態においても、配線基板 2、半導体素子 3、放熱板 4、などの半導体モジュールの構成部品は、電気絶縁性を有するモールド樹脂によってモジュール化されている。一对の放熱板 4 のそれぞれに、モールド樹脂 1 3 が接続されている。モールド樹脂 1 3 は、各放熱板 4 の、法線方向 Z に直交する面方向における空隙部 4 1 で囲まれた領域よりも外周側の領域に接続されている。そして、各放熱板 4 における配線基板 2 が配された側と反対側の面は、モールド樹脂 1 3 から露出した露出面 4 2 となっている。そして、一对の放熱板 4 の露出面 4 2 のそれぞれは、図示しない冷却器に面して配される。これにより、本実施形態の半導体モジュール 1 は、両面冷却可能に構成されている。

その他は、実施形態 1 と同様である。

10

20

30

40

50

【0051】

本実施形態においては、半導体素子3の熱をその両面側から放熱できるため、一層の放熱性の向上を図ることができる。

その他、実施形態1と同様の作用効果を有する。

【0052】

(実施形態4)

本実施形態は、図9に示すごとく、実施形態1に対して、空隙部41の形状を変更した実施形態である。本実施形態において、空隙部41は、放熱板4の下端面の一部が上側に向って凹むように形成されている。本実施形態において、空隙部41は、下側に向って開口しているものの、上側は放熱板4の一部である閉塞部43によって閉塞されている。すなわち、空隙部41は、放熱板4を法線方向Zに貫通していない。

10

【0053】

その他は、実施形態1と同様である。

本実施形態においても、実施形態1と同様の作用効果を有する。

【0054】

本発明は、上記各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の実施形態に適用することが可能である。

【0055】

例えば、上記実施形態1、実施形態3、実施形態4において、放熱板における空隙部に面する壁面から、空隙部の内側に向って、放熱板の放熱性を向上させるためのフィンを延設しても良い。この場合、上記実施形態4においては、例えば、上記閉塞部から下側に向ってフィンを延設することもできる。

20

【0056】

また、上記各実施形態においては、1つの放熱板に1つの空隙部が形成されている形態を示したが、これに限られず、1つの放熱板に複数の空隙部が形成されていてもよい。例えば、上記各実施形態において、空隙部は、法線方向から見たとき、環状を呈しているものを示したが、当該環状の空隙部を、周方向の複数分割したような形状としても良い。

【0057】

また、上記実施形態において、空隙部は、法線方向から見たとき、半導体素子を全周から囲むように形成されている形態を示したが、これに限られない。例えば、空隙部は、法線方向から見たとき、半導体素子を、法線方向に直交する一方向の両側から囲むように形成することができる。

30

【0058】

また、実施形態3の空隙部に、実施形態2で示した異方性部材を配置してもよい。

また、上記実施形態1、実施形態2においては、本発明の構成を、2 in 1型の半導体モジュールに適用し、実施形態3においては、本発明の構成を、1 in 1型の半導体モジュールに適用した形態を示したが、これに限られず、例えば本発明の構成を、半導体素子を6つ内蔵した、いわゆる6 in 1型の半導体モジュールに適用してもよい。

【符号の説明】

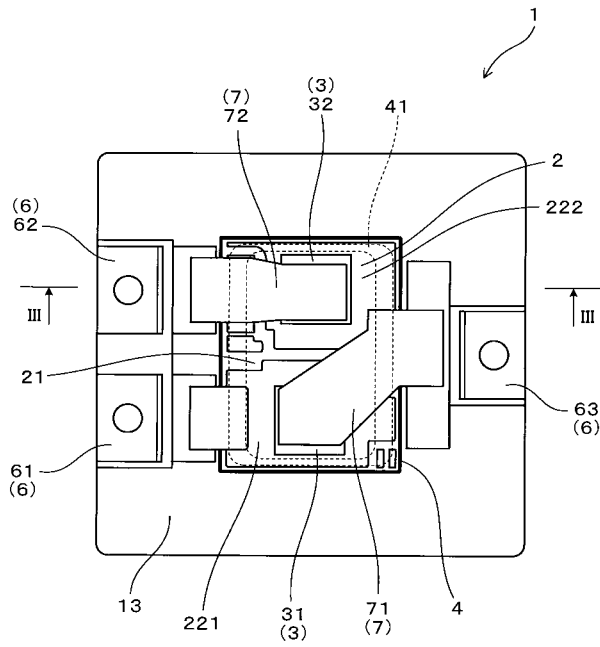
【0059】

40

- 1 半導体モジュール
- 2 配線基板
- 21 絶縁層
- 221、222 配線パターン
- 3 半導体素子
- 4 放熱板
- 41 空隙部
- Z 法線方向

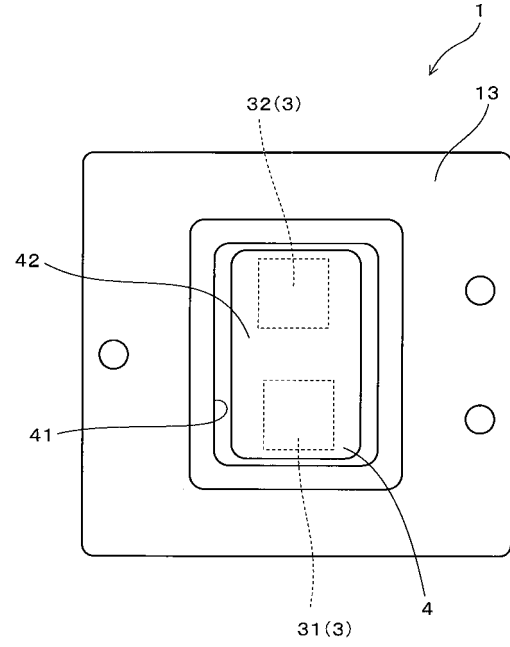
【図 1】

(図 1)



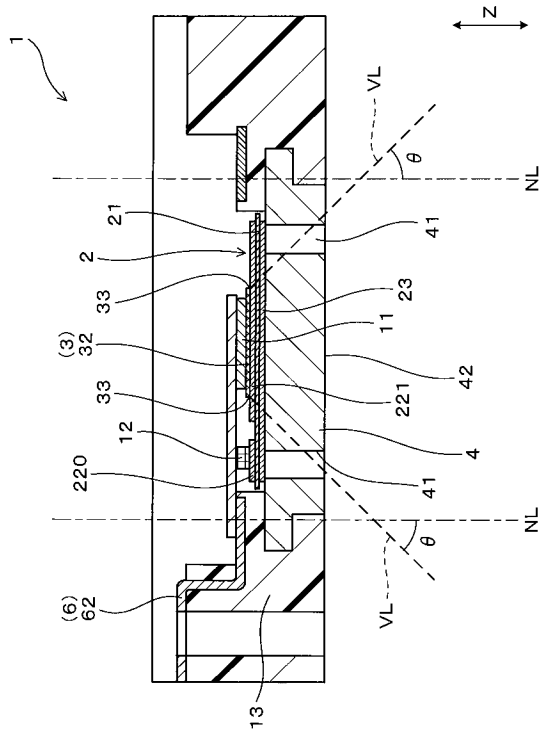
【図 2】

(図 2)



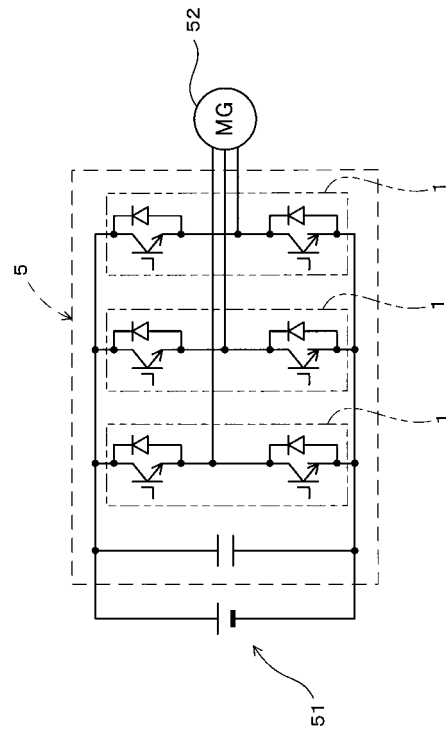
【図 3】

(図 3)



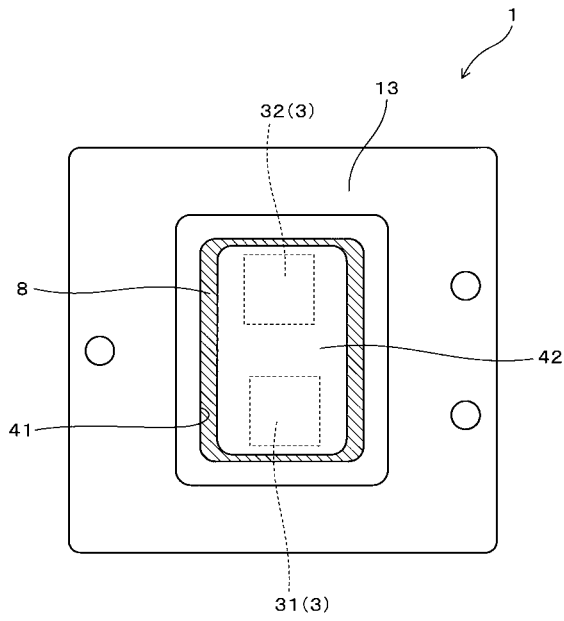
【図 4】

(図 4)



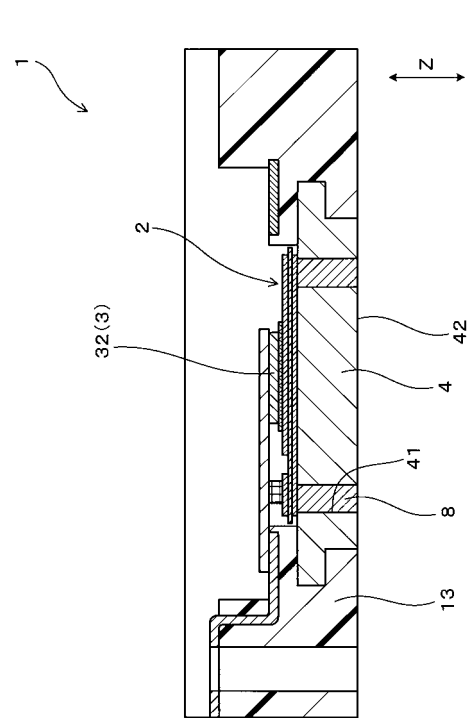
【図 5】

(図 5)



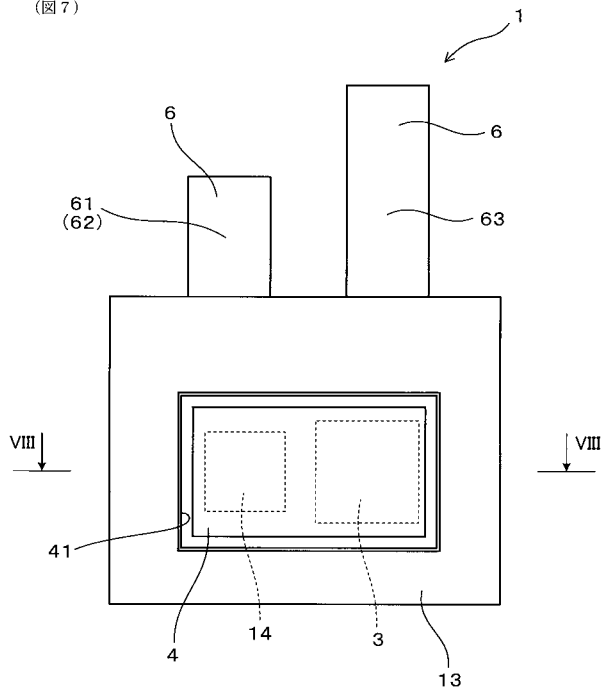
【図 6】

(図 6)



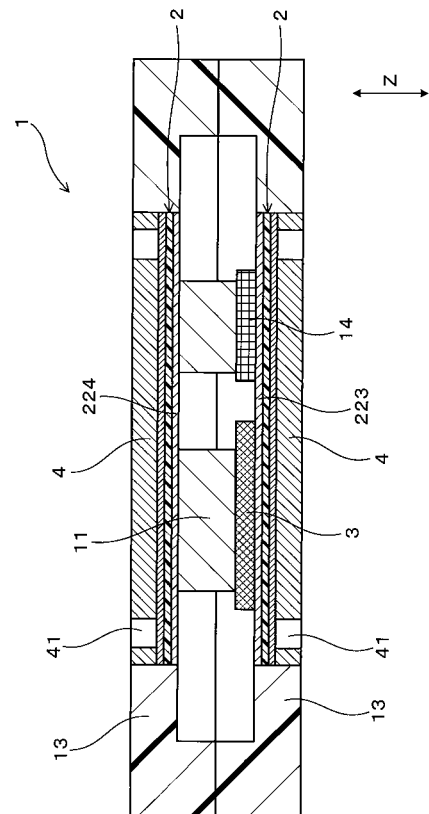
【図 7】

(図 7)



【図 8】

(図 8)



【図 9】

(図 9)

