

(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2010-153785

(P2010-153785A)

(43) 公開日 平成22年7月8日(2010.7.8)

(51) Int.Cl.
H01L 23/473 (2006.01)F I
H01L 23/46テーマコード (参考)
5F136

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-223231 (P2009-223231)
 (22) 出願日 平成21年9月28日 (2009.9.28)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-304135 (P2008-304135)
 (32) 優先日 平成20年11月28日 (2008.11.28)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 591083244
 富士電機システムズ株式会社
 東京都品川区大崎一丁目11番2号
 (74) 代理人 100092152
 弁理士 服部 毅巖
 (72) 発明者 西浦 彰
 東京都品川区大崎一丁目11番2号 富士
 電機デバイステクノロジー株式会社内
 (72) 発明者 長畦 文男
 東京都品川区大崎一丁目11番2号 富士
 電機デバイステクノロジー株式会社内
 Fターム(参考) 5F136 CB07 DA27 EA13 FA02 FA03

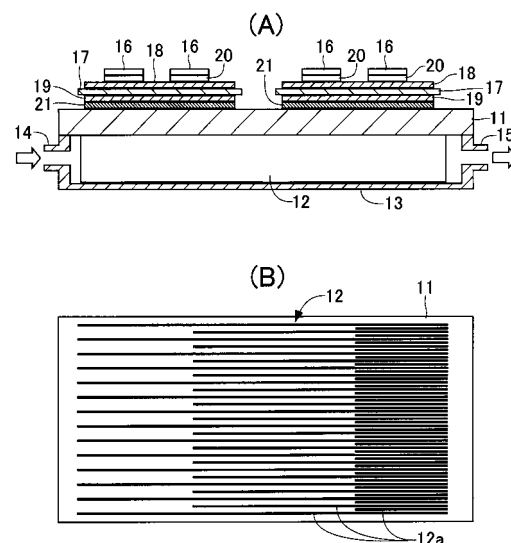
(54) 【発明の名称】 半導体冷却装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】半導体冷却装置において、冷却媒体の流れ方向に配置された半導体チップ間の温度差を小さくする手段を提供する。

【解決手段】金属ベース11の半導体チップ16の搭載面とは反対側の面に形成される放熱フィン12は、その密度が冷却媒体の流れ方向に高くなるように長さの異なる複数の板状フィン12aを配置することで構成される。これにより、半導体チップ16の発熱量および放熱フィン12の冷却効率が同じである場合、冷却媒体および半導体チップ16がその流れ方向に従って昇温する傾向を有するが、冷却媒体の流れ方向に従って冷却効率を高くすることでその傾向を抑制することができ、その結果、冷却媒体の流れ方向に配置された半導体チップ16の温度を均一に近づけることができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一方の面に複数の半導体チップが配設された絶縁基板が少なくとも 1 つ接合され、他方の面に放熱フィンが一体に形成された金属ベースと、前記放熱フィンを取り囲むようにして前記金属ベースに接合され、前記放熱フィンの間を冷却媒体が一方向に流れるように両端に前記冷却媒体の流入口および流出口を有する流路カバーとを備えた半導体冷却装置において、

前記放熱フィンは、その冷却効率が前記流入口から前記流出口への流路に沿って高くなるように構成されていることを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項 2】

前記放熱フィンは、前記流路の流れ方向に沿って延出された複数の板状フィンおよび前記流路に配置される複数のピン状フィンの少なくとも一方によって構成され、前記流入口から前記流出口へ向かうに従って、前記板状フィンまたは前記ピン状フィンの密度を徐々に高くした請求項 1 記載の半導体冷却装置。

【請求項 3】

前記板状フィンは、前記流出口側から前記流入口側へ延出される長さが調整され、前記流入口から前記流出口へ向かうに従って、隣接するもの同士の間隔が小さくなるようにすることで前記放熱フィンの密度を高くした請求項 2 記載の半導体冷却装置。

【請求項 4】

前記板状フィンは、前記流路の流れ方向に沿って延出された波板状フィンであり、前記波板状フィンは、前記流入口から前記流出口へ向かうに従って、波形形状の振幅が大きくなるように形成されて前記放熱フィンの密度を高くした請求項 2 記載の半導体冷却装置。

【請求項 5】

前記板状フィンは、前記流路の流れ方向に沿って延出された波板状フィンであり、前記波板状フィンは、前記流入口から前記流出口へ向かうに従って、波形形状のピッチが小さくなるように形成されて前記放熱フィンの密度を高くした請求項 2 記載の半導体冷却装置。

【請求項 6】

前記板状フィンは、前記流入口から前記流出口へ向かうに従って、高さが高くなるように形成されて前記放熱フィンの密度を高くした請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の半導体冷却装置。

【請求項 7】

前記ピン状フィンは、同じ太さおよび長さを有し、前記流入口から前記流出口へ向かうに従って、隣接するもの同士の間隔が狭ピッチになるように配置されて前記放熱フィンの密度を高くした請求項 2 記載の半導体冷却装置。

【請求項 8】

前記ピン状フィンは、同じ長さを有して互いに等ピッチで配置され、前記流入口から前記流出口へ向かうに従って太くしていくことで前記放熱フィンの密度を高くした請求項 2 記載の半導体冷却装置。

【請求項 9】

前記ピン状フィンは、前記流入口から前記流出口へ向かうに従って、高さが高くなるように形成されて前記放熱フィンの密度を高くした請求項 7 または 8 記載の半導体冷却装置。

【請求項 10】

前記放熱フィンは、前記流路の流れ方向に沿って延出され前記流路の幅方向に均等に配置される複数の板状フィンおよび前記流路に均等に配置される複数のピン状フィンの少なくとも一方によって構成され、前記流入口から前記流出口へ向かうに従って前記板状フィンまたは前記ピン状フィンの高さを徐々に高くすることにより前記冷却効率を高くしていくようにした請求項 1 記載の半導体冷却装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記放熱フィン、前記流路の流れ方向に沿って延出され前記流路の幅方向に均等に配置される複数の板状フィンおよび前記流路に均等に配置される複数のピン状フィンの少なくとも一方によって構成され、

前記流路カバーは、前記板状フィンの前記金属ベースとは反対側の辺とのクリアランスまたは前記ピン状フィンの先端とのクリアランスを前記流入口の側で大きく、前記流出口の側で小さくすることにより、前記流入口から前記流出口へ向かうに従って、前記ピン状フィンの間を流れる前記冷却媒体の流量を増やして前記冷却効率を高くしていくようにした請求項 1 記載の半導体冷却装置。

【請求項 1 2】

前記放熱フィン、その材質が銅、銅合金、アルミニウム、またはアルミニウム合金である請求項 1 記載の半導体冷却装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は半導体冷却装置に関し、特に複数の半導体チップを配設した絶縁基板が接合される金属ベースの裏面に放熱フィンが一体に形成され、放熱フィンを流路カバーで囲って放熱フィンの間に冷却媒体を流すことで半導体チップの発熱を放熱する半導体冷却装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

電気自動車用制御装置ではモータ可変速駆動装置のインバータ回路にパワー半導体チップが用いられている。パワー半導体チップは、大電流が流れることによって発熱するので、冷却装置と組み合わせて用いられる。電気自動車用制御装置のように、重量、取り付けスペースなどに制約のある場所では、放熱性能を向上させるために循環冷却媒体を使用した液冷式の冷却装置が使用されている（たとえば、特許文献 1 参照）。

【0003】

このような冷却装置は、肉厚の薄い板状の放熱フィンが冷却媒体を流す流路に均一密度で配置されるように金属ベースと一体に形成され、その金属ベースに発熱する半導体チップを配設した絶縁基板が接合される。流路に圧力をかけた冷却媒体を流すことにより、半導体チップの発熱エネルギーは、表面積の大きな放熱フィンを介して冷却媒体に効率よく放熱される。半導体チップからの放熱により昇温された冷却媒体は、外部の熱交換器にて冷却され、冷却された冷却媒体は、ポンプにより加圧されて放熱フィンが配置された流路に戻される。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開平 9 - 283679 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

上記のような冷却装置では、外部の熱交換器にて冷却された冷却媒体が環流してくる流入口付近の冷却媒体温度が最も低く、半導体チップを冷却した流出口付近の冷却媒体温度が最も高くなる。そのため、冷却媒体の流れ方向に沿って複数の半導体チップが配置された冷却装置では、チップ直下の冷却媒体の温度が下流側に行くに連れて高くなっていくので、それぞれの半導体チップの温度も下流側に行くほど高くなってしまふ。

【0006】

半導体チップ間に温度差があると、それぞれの半導体チップの出力電流は、温度の最も高い半導体チップの出力電流に律速されてしまうので、それ以外の半導体チップは、温度的により多くの出力電流を流せるにも拘わらず、最大温度の半導体チップの出力電流に制

10

20

30

40

50

限されて十分な出力を確保できないという問題点があった。

【 0 0 0 7 】

なお、半導体チップ間の温度差をなくすには、流入口と流出口を多数設けることで対策可能であるが、構造が複雑化したり、冷却媒体の流動性を確保するために圧力を高めることが必要になったりする。

【 0 0 0 8 】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、簡単な構造で半導体チップ間の温度差を小さくした半導体冷却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】

【 0 0 0 9 】

本発明では上記問題点を解決するために、一方の面に複数の半導体チップが配設された絶縁基板が少なくとも1つ接合され、他方の面に放熱フィンが一体に形成された金属ベースと、前記放熱フィンを取り囲むようにして前記金属ベースに接合され、前記放熱フィンの間を冷却媒体が一方向に流れるように両端に前記冷却媒体の流入口および流出口を有する流路カバーとを備えた半導体冷却装置において、前記放熱フィンは、その冷却効率が前記流入口から前記流出口への流路に沿って高くなるように構成されていることを特徴とする半導体冷却装置が提供される。

【 0 0 1 0 】

このような半導体冷却装置によれば、流入口の側では、放熱フィンの冷却効率を低くし、流出口へ行くに連れて放熱フィンの冷却効率を高くしたことで、流出口へ行くほど半導体チップの冷却媒体との温度差が小さくなり、流出口へ行くほど高くなる冷却媒体の温度上昇が抑えられる。これにより、冷却媒体の流れ方向に配置された複数の半導体チップ間の温度差が小さくなるので、すべての半導体チップを均一な動作温度に近づけることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

上記構成の半導体冷却装置は、冷却媒体の流れ方向に沿って冷却効率がアンバランスになるように放熱フィンを構成したので、冷却媒体の流れ方向に沿って配置された半導体チップは、最大出力時の温度を同等に近づけることができるため、温度アンバランスによるディレーティングが不要になり、より大きな出力を得ることが可能となるという利点がある。

【 0 0 1 2 】

また、放熱フィンの構成を変更するという簡便な方法で達成できるので、冷却媒体の流入口・流出口を複数設けるなどの複雑な構造をとる必要がないので、製造コストが上がることもない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図1】半導体チップ搭載の半導体冷却装置を示す概略図であって、(A)は半導体冷却装置の平面図、(B)は半導体冷却装置の側面図、(C)は(A)のa-a矢視断面図である。

【図2】第1の実施の形態に係る半導体冷却装置を示す図であって、(A)は図1(A)のb-b矢視断面図、(B)は半導体冷却装置の放熱フィンを示す図である。

【図3】半導体チップおよび冷却媒体の温度変化を示す説明図である。

【図4】第1の実施の形態に係る半導体冷却装置の変形例を示す図であって、(A)は放熱フィンの第1の変形例を示す図、(B)は放熱フィンの第2の変形例を示す図、(C)は放熱フィンの第3の変形例を示す半導体冷却装置のチップ部断面図である。

【図5】第2の実施の形態に係る半導体冷却装置を示す図であって、(A)は第2の実施の形態に係る半導体冷却装置の放熱フィンを示す図、(B)は放熱フィンの第1の変形例を示す図、(C)は放熱フィンの第2の変形例を示す半導体冷却装置のチップ部断面図である。

10

20

30

40

50

【図 6】第 3 の実施の形態に係る半導体冷却装置の放熱フィンを示す図である。

【図 7】第 4 の実施の形態に係る半導体冷却装置を示す図であって、(A) は放熱フィンを示す図、(B) は半導体冷却装置のチップ部断面図である。

【図 8】第 4 の実施の形態に係る半導体冷却装置の変形例を示す図であって、(A) は放熱フィンを示す図、(B) は半導体冷却装置のチップ部断面図である。

【図 9】第 5 の実施の形態に係る半導体冷却装置を示す図であって、(A) は放熱フィンを示す図、(B) は半導体冷却装置のチップ部断面図である。

【図 10】第 5 の実施の形態に係る半導体冷却装置の変形例を示す図であって、(A) は放熱フィンを示す図、(B) は半導体冷却装置のチップ部断面図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0014】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は半導体チップ搭載の半導体冷却装置を示す概略図であって、(A) は半導体冷却装置の平面図、(B) は半導体冷却装置の側面図、(C) は(A) の a - a 矢視断面図である。なお、この図 1 において、半導体チップ上の電氣的接続、外部接続端子、ケース、封止材などは省略してある。

【0015】

本発明による半導体冷却装置は、発熱源が搭載される金属ベース 11 と、この金属ベース 11 の下面に一体に形成される放熱フィン 12 と、この放熱フィン 12 を取り囲むようにして金属ベース 11 に接合されて冷却媒体の流路を形成する流路カバー 13 とを備えている。放熱フィン 12 は、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金などの材質によって形成されている。流路カバー 13 は、形成された流路の上流側に流入口 14 が設けられ、下流側には流出口 15 が設けられている。流出口 15 には、外部の熱交換器が接続され、その熱交換器は、ポンプを介して流入口 14 に接続され、冷却媒体をポンプにより強制循環させるようにしている。流路カバー 13 によって囲まれた冷却媒体の流路内では、放熱フィン 12 は、その冷却効率が流入口 14 から流出口 15 への流路に沿って高くなるように構成されている。

20

【0016】

金属ベース 11 の上面には、複数の半導体チップ 16 が配設された絶縁基板 17 が搭載されている。半導体チップ 16 は、たとえば IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、フリーホイールダイオード (Free Wheeling Diode) などのパワー半導体素子とすることができる。絶縁基板 17 は、セラミックで構成され、その両面には配線 18, 19 が接合されている。絶縁基板 17 の上面側の配線 18 には、はんだ 20 により半導体チップ 16 が接合されており、下面側の配線 19 は、はんだ 21 により金属ベース 11 に接合されている。図示の例では、冷却媒体の流れ方向に 4 つの半導体チップ 16 を配置した列が 2 つの場合を示している。

30

【0017】

半導体チップ 16 が発熱すると、その熱は、絶縁基板 17 および金属ベース 11 を介して直下の放熱フィン 12 に伝熱される。放熱フィン 12 では、半導体チップ 16 の熱は、流入口 14 に圧送された冷却媒体との熱交換により冷却される。この冷却は、冷却媒体の流れ方向に沿って半導体チップ 16 の対応位置で順次行われる。伝熱により昇温された冷却媒体は、流出口 15 から流出され、外部の熱交換器で放熱により降温された冷却媒体は、ポンプにより加圧されて流入口 14 に戻される。

40

【0018】

図 2 は第 1 の実施の形態に係る半導体冷却装置を示す図であって、(A) は図 1 (A) の b - b 矢視断面図、(B) は半導体冷却装置の放熱フィンを示す図である。

この第 1 の実施の形態に係る半導体冷却装置では、放熱フィン 12 は、流路の流れ方向に沿って延出された複数の板状フィン 12a を金属ベース 11 に接合することによって構成されている。板状フィン 12a は、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って、隣接するもの同士の間隔が小さくなるように、流出口 15 の側から流入口 14 の側へ延出され

50

る長さが適当に調整されている。これにより、流入口１４から流出口１５へ向かうに従って、板状フィン１２ａの密度を徐々に高くして冷却効率が高くなるようにしている。

【００１９】

図３は半導体チップおよび冷却媒体の温度変化を示す説明図である。

この図３では、放熱フィン１２の密度を均一に構成した従来の半導体冷却装置の場合と、放熱フィン１２の密度を冷却媒体の流れ方向に従って高くなるように構成した本発明の半導体冷却装置の場合とにおける温度変化を比較して示している。また、図３では、その上方に冷却媒体の流れ方向における半導体チップ１６の配置を示し、下方に冷却媒体の流れ方向において対応する位置の半導体チップ１６の温度変化と冷却媒体の流れ方向における冷却媒体の平均温度変化とを示している。

10

【００２０】

一般に、それぞれの半導体チップ１６の発熱量が同じである場合、冷却媒体と半導体チップ１６との温度差は、ほぼ同じである。従って、半導体チップ１６の温度および冷却媒体の温度は、ともに流入口１４から流出口１５に行くに連れて昇温している。

【００２１】

ここで、従来の半導体冷却装置の場合、放熱フィンの密度を均一に構成しているので、流入口１４の側の冷却媒体は低く、半導体チップ１６の温度も低い。冷却媒体の温度は、流出口１５に行くに連れて高くなるので、半導体チップ１６の温度は、それぞれ温度差の分だけ高くなっている。

【００２２】

20

これに対し、本発明の半導体冷却装置の場合、放熱フィン１２の密度を流入口１４の側で低く、流出口１５の側で高くして、上流側に行くほど冷却効率が低く、下流側に行くほど冷却効率が高くなるように構成している。このため、流入口１４の側の半導体チップ１６の温度は、冷却効率が低い分だけ発熱量の同じ従来の場合よりも高くなり、冷却効率が低い場合冷却媒体の温度上昇が抑えられている。しかし、それより下流側では、放熱フィン１２の冷却効率を高くしているので、半導体チップ１６と冷却媒体との温度差が小さくなり、冷却効率が高いため冷却媒体の温度上昇が大きくなっている。

【００２３】

このように、放熱フィン１２の冷却効率を、流入口１４では低く、流出口１５に行くに連れて高くなるようにアンバランスに設定することにより、冷却媒体の流れ方向に配置された半導体チップ１６間の温度差が小さくなり、すべての半導体チップ１６の温度を均一に近づけることができるようになる。これにより、半導体チップ１６の最高温度が下がり、同じ電流出力の半導体チップ１６は、すべて実質的に同じ温度条件にて動作させることができるので、温度のアンバランスがあることによる最大出力の抑制の必要性（デレーティング：derating）がなくなり、逆に定格出力を上げることが可能になる。

30

【００２４】

図４は第１の実施の形態に係る半導体冷却装置の変形例を示す図であって、（Ａ）は放熱フィンの第１の変形例を示す図、（Ｂ）は放熱フィンの第２の変形例を示す図、（Ｃ）は放熱フィンの第３の変形例を示す半導体冷却装置のチップ部断面図である。

【００２５】

40

上記の図２に示した半導体冷却装置は、流出口１５の側にて流路の幅方向に密に配置された板状フィン１２ａの流入口１４側に延出される長さを適当に調整することによって、放熱フィン１２の密度を変えていたが、放熱フィン１２の密度は、別の構成によっても変えることができる。

【００２６】

すなわち、図４の（Ａ）に示した例では、放熱フィン１２を流路の流れ方向に沿って延出された波板状フィン１２ｂとし、その波板状フィン１２ｂの波形形状の振り幅を、流入口１４から流出口１５へ向かうに従って大きく形成している。これにより、放熱フィン１２の密度は、流入口１４から流出口１５へ向かうに従って徐々に高くなるように変化させることができる。なお、図示の例では、波板状フィン１２ｂの波形形状の振り幅を３段階

50

に分けて形成してあるが、無段階に変更するようにしても良い。さらに、波板状フィン 12 b は、半導体チップ 16 の直下の領域を除く部分をストレートに形成し、半導体チップ 16 の直下の領域に位置する部分の波形形状の振り幅を段階的に大きくするように形成しても良い。

【0027】

次に、図 4 の (B) に示した例では、放熱フィン 12 を流路の流れ方向に沿って延出された波板状フィン 12 c とし、その波板状フィン 12 c の波形形状の振り幅は一定でありながら波形形状のピッチを流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って小さくなるように形成している。これにより、放熱フィン 12 の密度は、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って徐々に高くなるように変化させることができる。

10

【0028】

次に、図 4 の (C) に示した例では、放熱フィン 12 は、図 2 の (B)、図 4 の (A) または (B) に示した形状の板状フィン 12 a、波板状フィン 12 b、12 c と同じ形状とし、さらに、その高さを流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って高くするように形成された板状フィン 12 d としている。これにより、放熱フィン 12 の密度は、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って徐々に高くなるように変化させることができる。

【0029】

図 5 は第 2 の実施の形態に係る半導体冷却装置を示す図であって、(A) は第 2 の実施の形態に係る半導体冷却装置の放熱フィンを示す図、(B) は放熱フィンの第 1 の変形例を示す図、(C) は放熱フィンの第 2 の変形例を示す半導体冷却装置のチップ部断面図である。

20

【0030】

この第 2 の実施の形態に係る半導体冷却装置では、放熱フィン 12 は、流路の流れ方向に沿って複数のピン状フィン 12 e を金属ベース 11 に接合することによって構成されている。図 5 の (A) に示す例では、ピン状フィン 12 e は、同じ太さおよび長さを有し、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って、隣接するもの同士の間隔が狭ピッチになるように配置されている。これにより、放熱フィン 12 の密度は、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って徐々に高くなるように変化させることができる。

【0031】

次に、図 5 の (B) は、(A) に示した放熱フィン 12 の第 1 の変形例であって、ピン状フィン 12 e がそれぞれ同じ長さを有して互いに等ピッチで配置され、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って太くされていく例を示している。これにより、放熱フィン 12 の密度は、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って徐々に高くなるように変化させることができる。

30

【0032】

次に、図 5 の (C) は、(A) に示した放熱フィン 12 の第 2 の変形例であって、ピン状フィン 12 e は、(A) に示した配置のもの、または (B) に示した配置および太さのものに加えて、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って高さが高くなるように形成されている例を示している。この構成により、この半導体冷却装置は、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って徐々に高くなるように変化する放熱フィン 12 の冷却効率をさらに高めることができる。また、この第 2 の変形例では、流路カバー 13 を、ピン状フィン 12 e の先端とのクリアランスが一定となるように形成した場合の例を示している。

40

【0033】

図 6 は第 3 の実施の形態に係る半導体冷却装置の放熱フィンを示す図である。

この第 3 の実施の形態に係る半導体冷却装置では、その放熱フィン 12 は、図 2 の (B) に示した板状フィン 12 a と、図 5 の (A) に示したピン状フィン 12 e とを組み合わせた例を示している。これにより、放熱フィン 12 の密度は、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って徐々に高くなるように変化させることができる。

【0034】

もちろん、板状フィン 12 a は、図 4 の (A) または (B) に示した波板状フィン 12

50

b, 12c とすることもでき、ピン状フィン 12e は、図 5 の (B) に示した太さおよび配置のものとする 것도できる。さらに、波板状フィン 12b, 12c および / またはピン状フィン 12e は、図 4 の (C) または図 5 の (C) に示したように、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って徐々に高くなるように変化させても良い。

【0035】

図 7 は第 4 の実施の形態に係る半導体冷却装置を示す図であって、(A) は放熱フィンを示す図、(B) は半導体冷却装置のチップ部断面図である。

この第 4 の実施の形態に係る半導体冷却装置は、放熱フィン 12 を流路に均等に配置してそれぞれ同じ太さおよび長さを有する複数のピン状フィン 12e によって構成し、流路カバー 13 をピン状フィン 12e の先端とのクリアランスが流入口 14 の側で大きく、流出口 15 の側で小さくなるように、つまり、流入口 14 の側の流路断面積が大きく、流出口 15 の側の流路断面積が小さくなるように構成している。流路カバー 13 とピン状フィン 12e とのクリアランスが大きい流入口 14 の側の流路では、冷却媒体は、主として抵抗の少ないクリアランスの部分流れ、抵抗の大きいピン状フィン 12e の間を流れる流量が少ないので、冷却効率が低くなっている。クリアランスがなくなる流出口 15 の側の流路では、冷却媒体は、流路断面積が絞られた上に、抵抗の大きいピン状フィン 12e の間を強制的に、かつ、速い流速で流れるようになるので、ここでの冷却効率が非常に高くなっている。

【0036】

このように、ピン状フィン 12e の間を流す冷却媒体の流量を流入口 14 の側で少なく、流出口 15 の側で多くなるようにすることで、放熱フィン 12 の冷却効率は、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って高くなるように変化させることができる。これにより、冷却媒体の流れ方向に配置された複数の半導体チップ 16 の温度を均一化させることができる。

【0037】

図 8 は第 4 の実施の形態に係る半導体冷却装置の変形例を示す図であって、(A) は放熱フィンを示す図、(B) は半導体冷却装置のチップ部断面図である。

この第 4 の実施の形態の変形例では、放熱フィン 12 は、流路の幅方向に均等に配置された長さおよび高さの等しい複数の板状フィン 12a によって構成されている。この場合も、流路カバー 13 は、板状フィン 12a の金属ベース 11 とは反対側の辺との間に、流入口 14 の側の流路でクリアランスが大きく、流出口 15 の側の流路ではクリアランスがなくなるような形状に形成される。このように、板状フィン 12a の間を流れる冷却媒体の流量が流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って次第に多くなる構成にしたことにより、冷却効率は、冷却媒体の流れ方向に沿って高くなるように変化することになる。

【0038】

図 9 は第 5 の実施の形態に係る半導体冷却装置を示す図であって、(A) は放熱フィンを示す図、(B) は半導体冷却装置のチップ部断面図である。

この第 5 の実施の形態に係る半導体冷却装置では、流路カバー 13 が流入口 14 から流出口 15 に亘って一定の流路断面積を有するよう形成されている。また、放熱フィン 12 は、流路の流れ方向および幅方向に均等に配置された複数のピン状フィン 12e によって構成され、しかも、これらのピン状フィン 12e は、流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って徐々に高くなるように形成されている。これにより、ピン状フィン 12e の先端と流路カバー 13 との間のクリアランスは、流入口 14 から流出口 15 に行くに従って徐々に小さくなっている。

【0039】

金属ベース 11 の面に均等に配置される複数のピン状フィン 12e を流入口 14 から流出口 15 へ向かって徐々に高くなるよう形成したことで、流路カバー 13 内の放熱フィン 12 の密度も下流側に行くに連れて徐々に高くなり、冷却効率は徐々に高くなっている。これにより、放熱フィン 12 の冷却効率は流入口 14 から流出口 15 へ向かうに従って高くなり、冷却媒体の流れ方向に配置された複数の半導体チップ 16 の温度を均一化させる

ことができる。

【 0 0 4 0 】

図 1 0 は第 5 の実施の形態に係る半導体冷却装置の変形例を示す図であって、(A) は放熱フィンを示す図、(B) は半導体冷却装置のチップ部断面図である。

この第 5 の実施の形態の変形例では、放熱フィン 1 2 は、流路の幅方向に均等に配置された複数の板状フィン 1 2 a によって構成され、しかも、これらの板状フィン 1 2 a は、長さは等しいが高さが流路の流れ方向に沿って高くなるように形成されている。これにより、板状フィン 1 2 a の流路カバー 1 3 側の辺と流路カバー 1 3 との間のクリアランスは、流入口 1 4 から流出口 1 5 に行くに従って徐々に小さくなっている。

【 0 0 4 1 】

このように、流路の流れ方向に同じ流路断面積を有する流路カバー 1 3 内において板状フィン 1 2 a を流入口 1 4 から流出口 1 5 へ向かって徐々に高くなるよう形成したことで、下流側に行くに従って、板状フィン 1 2 a の密度が徐々に高くなり、冷却効率も徐々に高くなっている。

【 符号の説明 】

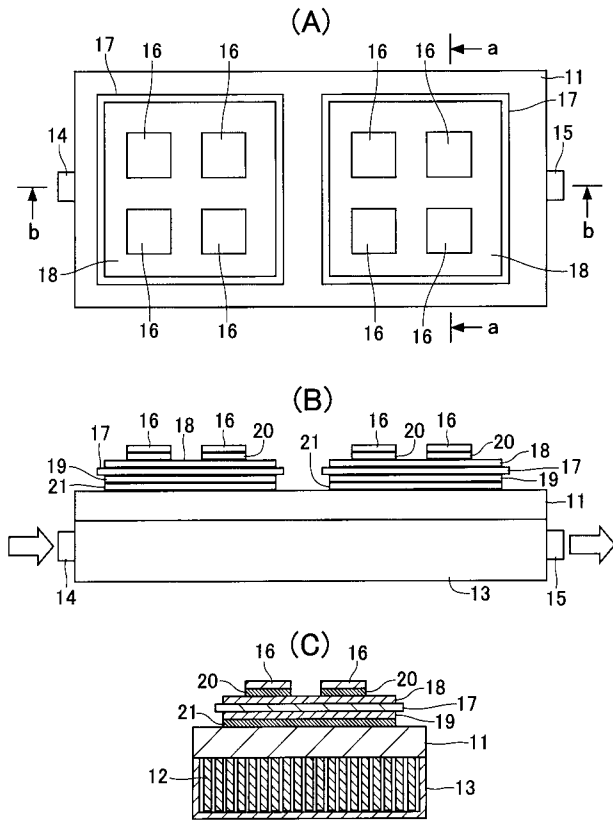
【 0 0 4 2 】

- 1 1 金属ベース
- 1 2 放熱フィン
- 1 2 a 板状フィン
- 1 2 b , 1 2 c 波板状フィン
- 1 2 d 板状フィン
- 1 2 e ピン状フィン
- 1 3 流路カバー
- 1 4 流入口
- 1 5 流出口
- 1 6 半導体チップ
- 1 7 絶縁基板

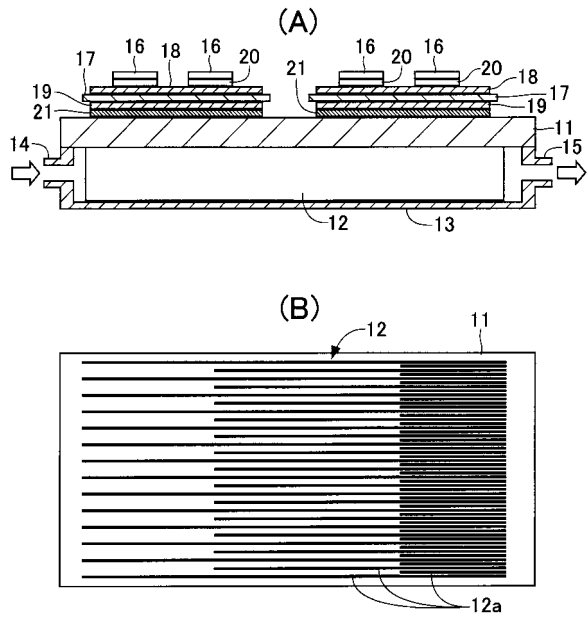
10

20

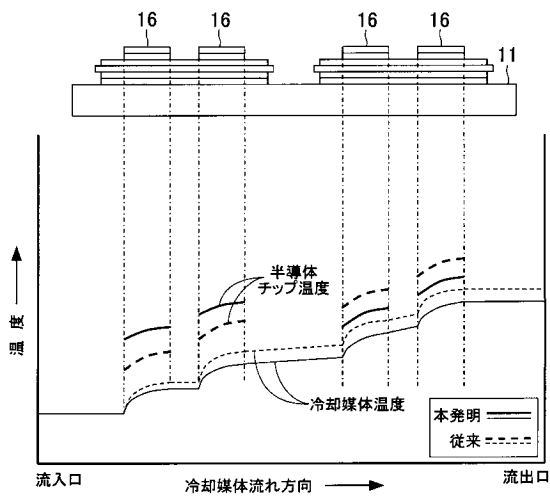
【図 1】



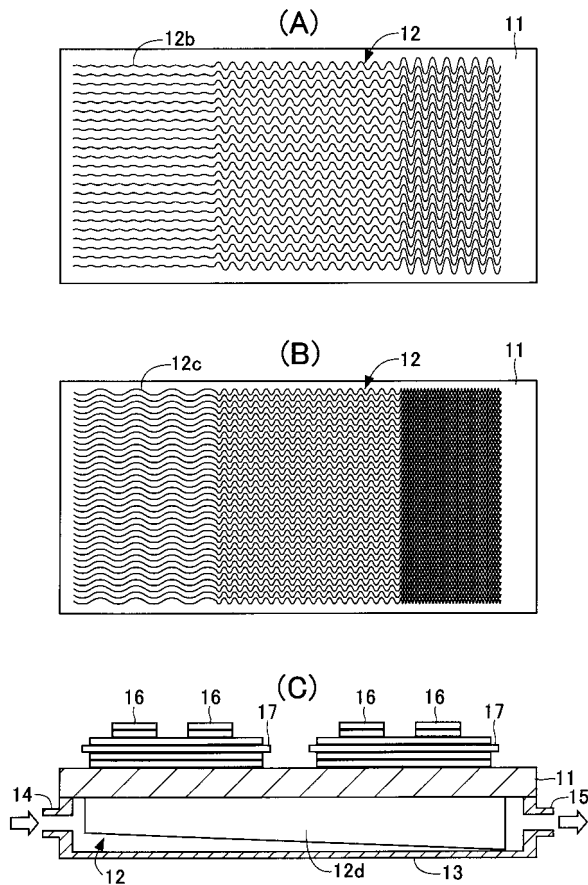
【図 2】



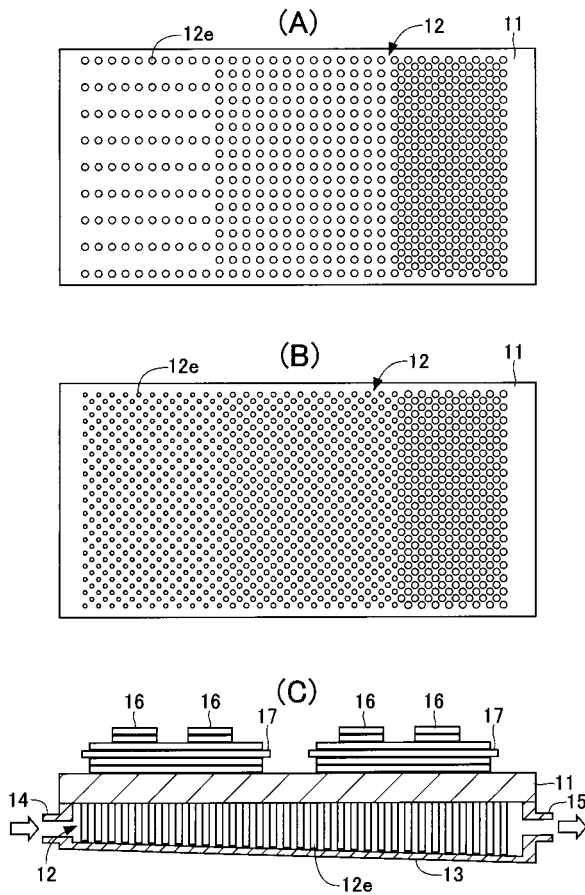
【図 3】



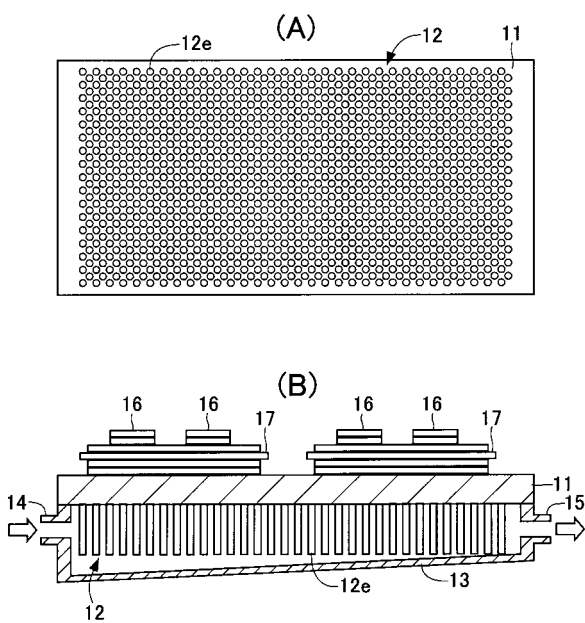
【図 4】



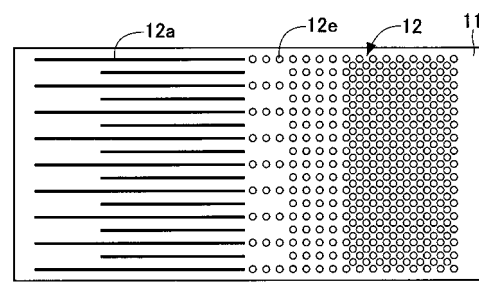
【図 5】



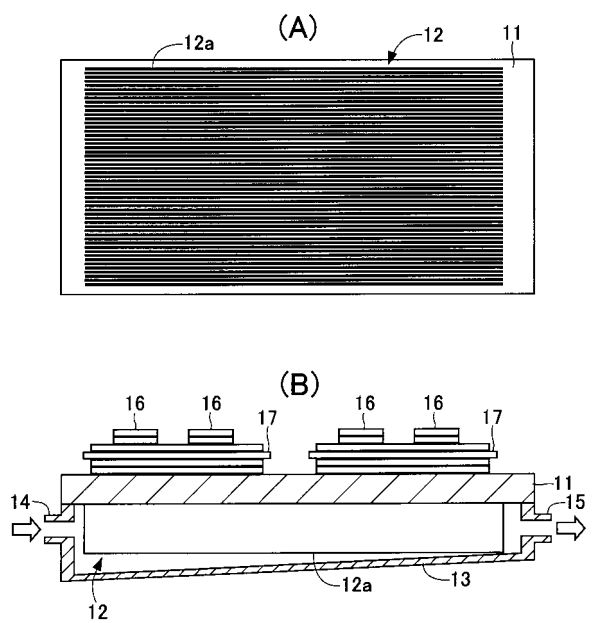
【図 7】



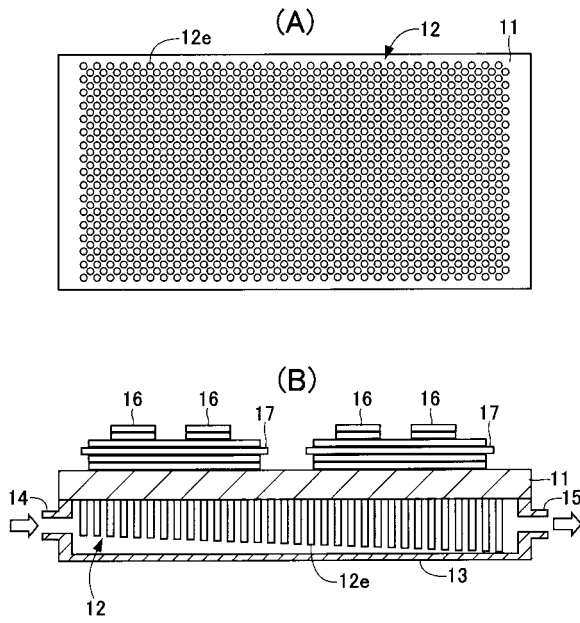
【図 6】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

