

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第3895917号
(P3895917)

(45) 発行日 平成19年3月22日(2007.3.22)

(24) 登録日 平成18年12月22日(2006.12.22)

(51) Int.Cl.
H O 1 L 23/427 (2006.01)

F I
H O 1 L 23/46 A

請求項の数 4 (全 8 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|----------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2000-321199 (P2000-321199) | (73) 特許権者 | 000183369 |
| (22) 出願日 | 平成12年10月20日 (2000.10.20) | | 住友精密工業株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2002-134670 (P2002-134670A) | | 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 |
| (43) 公開日 | 平成14年5月10日 (2002.5.10) | (74) 代理人 | 100123467 |
| 審査請求日 | 平成15年9月25日 (2003.9.25) | | 弁理士 柳 舘 隆彦 |
| | | (72) 発明者 | 木谷 一夫 |
| | | | 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 安東 賢二 |
| | | | 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内 |
| | | 審査官 | 和瀬田 芳正 |
| | | 最終頁に続く | |

(54) 【発明の名称】 サーモサイフォン式冷却器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の通路を並列配置した構成の板状の蒸発通路部材の側端面同士を接合一体化して構成され、一方の主面に、前記通路に連通する穴部を所定パターンで配置した連通穴部が設けられた1枚のパネル状の蒸発部と、前記蒸発部の一方の主面の連通穴部の部分に直接一体接合された凝縮部とからなり、

前記凝縮部は、前記連通穴部を介して蒸発部内の通路と連通することにより、内部を冷媒が昇降可能とされた冷媒通路と、前記連通穴部を閉塞し、隙間に空気が通過可能とされた空気通路とを交互に積層配置したプレートフィン型熱交換器からなり、

1枚のパネル状の蒸発部にプレートフィン型熱交換器の構成の凝縮部を、その各冷媒通路端が前記連通穴部に臨むようにT字型に直接一体接合して両者の間のヘッダータンクを排除した構成からなるサーモサイフォン式冷却器。

【請求項2】

蒸発通路部材が押し出し型材にて形成され、側端面同士を摩擦攪拌接合にて接合一体化した請求項1に記載のサーモサイフォン式冷却器。

【請求項3】

蒸発部の連通穴部に応じたパターンを有するシート状ろう材を介在させて蒸発部と凝縮部をろう付けした請求項1に記載のサーモサイフォン式冷却器。

【請求項4】

押し出し型材の通路内面がエッチング処理にて粗面化された請求項1に記載のサーモサ

10

20

يفون式冷却器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体冷却素子として利用される蒸発部と凝縮部を有する沸騰（サーモサイフォン式）冷却器の改良に係り、蒸発部の通路を構成する押し出し型材を摩擦攪拌接合にて1枚のプレート状に接合形成した蒸発部に所定の開口部を設けて、T字型に凝縮部を直接接合した構成からなり、接続用のヘッダータンクのない高強度、高信頼性を有するサーモサイフォン式冷却器に関する。

【0002】

10

【従来の技術】

一般産業分野での交流電源制御技術あるいは鉄道車両の動力として、所謂インバーターモーターが採用され、インバーターによる電源の制御が行われている。ダイオード、トランジスタ、サイリスタなどの半導体素子を使用して電力の変換、制御、開閉を行うパワーエレクトロニクス技術では、かかる半導体素子の冷却が不可欠である。

【0003】

出願人は、先に素子冷却器として、冷媒の凝縮をプレートフィン型熱交換器の凝縮部に行うようにヘッダータンクを介して接続する蒸発部として、相互に連通する多数の中空通路を有する中空面板を用いこれに半導体素子を着設した構成となし、該中空通路内に表面に微細凹凸加工を施したフィンを設けた構成を提案（特開平8-204075号）した。

20

【0004】

かかる構成により素子間のアンバランス負荷時においても均熱化が可能で、高密度熱流束や過負荷に対しても放熱性能にすぐれ、特に、素子の取付アレンジや大容量化に対して制約が少なく、小型軽量化が容易になる利点がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記構成の素子冷却器は、凝縮部と蒸発部の間にヘッダータンクが入るため、接合部が多いこと、また、蒸発部の幅が広い場合は、複数の部材を接合する必要があり、これを溶接で行うと変形が大きく修正に手間を要する問題があった。さらに、作動圧力が高い場合には蒸発部の素子取付け面が変形する可能性があった。

30

【0006】

さらに、蒸発部の沸騰性能を向上させるためには、沸騰面を粗くすることが有効であり、従来ブラスト処理等によって粗面化を行っているが、この処理の場合は、押し出し型材のような中空の型材内部までは処理をすることができない問題があった。

【0007】

この発明は、サーモサイフォン式冷却器の上述した問題を解消し、構成部材の接合部を減少させて比較的構造が簡単な構成からなり、さらには中空状の押し出し型材を用いた構成であっても内部の沸騰面を確実に粗面化した構成からなるサーモサイフォン式冷却器の提供を目的としている。

【0008】

40

【課題を解決するための手段】

発明者らは、接合部を減少させた構成の冷却器を目的に種々検討した結果、凝縮部と蒸発部を直に繋ぐ構造として、複数の通路を構成する押し出し型材を摩擦攪拌接合(FSW)にて1枚のプレート状に接合形成した蒸発部に所定の開口部を設けて、T字型に凝縮部を穴あきブレージングシート、あるいはろう材のクラッド材シートを挟んでろう付けして直接接合した構成とすることで、接合用のヘッダータンクのない高強度、高信頼性を有するサーモサイフォン式冷却器が得られることを知見した。

【0009】

さらに、発明者らは、中空状の押し出し型材を用いて蒸発部を形成する際に、酸エッチングにて沸騰面となる内部面を粗面化することで、細長い通路構成であっても所定の粗面が

50

得られ、蒸発部の沸騰性能を向上させることが可能となることを知見し、この発明を完成した。

【 0 0 1 0 】

すなわち、この発明は、複数の通路を並列配置した構成の板状の蒸発通路部材の側端面同士を接合一体化して構成され、一方の主面に、前記通路に連通する穴部を所定パターンで配置した連通穴部が設けられた１枚のパネル状の蒸発部と、前記蒸発部の一方の主面の連通穴部の部分に一体接合された凝縮部とからなり、前記凝縮部は、前記連通穴部を介して蒸発部内の通路と連通することにより、内部を冷媒が昇降可能とされた冷媒通路と、前記連通穴部を閉塞し、隙間に空気が通過可能とされた空気通路とを交互に積層配置したプレートフィン型熱交換器からなり、１枚のパネル状の蒸発部にプレートフィン型熱交換器の構成の凝縮部を、その各冷媒通路端が前記連通穴部に臨むようにＴ字型に直接一体接合して両者の間のヘッダータンクを排除した構成からなるサーモサイフォン式冷却器である。

10

【 0 0 1 1 】

また、この発明は、上記の構成において、蒸発通路部材が押し出し型材にて形成され、側端面同士を摩擦撹拌接合にて接合一体化した構成、蒸発部の開口部に連結穴部と同一あるいは同様のパターンなどの連結穴部に応じたパターンを有する単一あるいはクラッド材のシート状ろう材を介在させてろう付けした構成、押し出し型材の通路内面がエッチング処理にて粗面化された構成、からなるサーモサイフォン式冷却器を併せて提案する。

20

【 0 0 1 2 】

【 発明の実施の形態 】

この発明によるサーモサイフォン式冷却器の構成の一例を図面に基づいて詳述する。図１に示すごとく、冷却器１は、図で水平配置される蒸発部１０の上面に、逆Ｔ字型にプレートフィン型熱交換器の構成からなる凝縮部２０を接合した基本構造を有する。

【 0 0 1 3 】

蒸発部１０は、３枚の蒸発通路部材１１ａ，１１ｂ，１１ｃが２か所の接合部１２ａ，１２ｂにて接合一体化した構成である。すなわち、中央に位置する蒸発通路部材１１ｂの両側端面にそれぞれ蒸発通路部材１１ａ，１１ｃを当接させて、摩擦撹拌接合方法によって強固にかつ均質に接合して、接合部１２ａ，１２ｂが形成されている。

30

【 0 0 1 4 】

各蒸発通路部材１１ａ，１１ｂ，１１ｃは、図の大きい矢印方向に隔壁１３を形成して複数の通路１４が設けられた押し出し型材からなる。各通路１４内の上下面には小さな凹凸からなるフィン面を設けて表面積を拡大させている。さらに、各通路１４内は酸エッチング処理にて内表面を所定粗度となるように粗面化処理してある。

【 0 0 1 5 】

接合一体化された蒸発通路部材１１ａ，１１ｂ，１１ｃの通路開口端には、閉塞板材１５をろう付けすることで閉塞して蒸発部１０を形成している。また、蒸発部１０の上面の凝縮部２０の接合予定部には、各通路１４の並列方向に所定幅の開口部１６を設けてあり、この開口部１６を各通路１４方向に所定間隔で複数配置することで、多数の通路１４に連通する穴部を所定パターンで配置した連通穴部１７を形成してある。

40

【 0 0 1 6 】

凝縮部２０は、蒸発部１０の通路１４と連通穴部１７を介して連通する冷媒通路２１と、連通穴部１７をスペーサー２７で閉塞する空気通路２２とを交互に水平方向に積層配置したプレートフィン型熱交換器の構成からなる。

【 0 0 1 7 】

冷媒通路２１は、プレート２３間に流体の分散性に優れたセレートフィン２４を挟み上面及び両側をスペーサー２５にて閉塞する構成であり、同通路内を冷媒が上昇かつ下降可能となり、空気通路２２は、同プレート２３間にコルゲートフィン２６を挟み上面及び

50

下面をスペーサーバー 27 で接合して、コルゲートフィン 26 の水平方向隙間に空気が通過可能になる。

【0018】

凝縮部 20 は、プレート 23 間にセレートフィン 24 又はコルゲートフィン 26 を挟み、所要位置にスペーサーバー 25, 27 を配置してろう付け一体化することでプレートフィン型熱交換器の構成を形成でき、ここではさらに、凝縮部 20 上部に冷媒通路 21 にのみ連通する上部ヘッダータンク 28 を配置して、各冷媒通路 21 間の冷媒量の偏りを防止する構成を採用している。

【0019】

蒸発部 10 と凝縮部 20 の接合方法は、溶接、ろう付け等公知のいずれの方法も可能である。また、同部の一体化に際して、蒸発部 10 の閉塞板材 15、凝縮部 20 のプレート 23、セレートフィン 24、コルゲートフィン 26、スペーサーバー 25, 27、上部ヘッダータンク 28 の各部材を、それぞれ材料に応じた組成のろう材を介して所定位置に組立配置し、これらを同時に一度のろう付け作業で一体化することが可能である。

10

【0020】

蒸発部 10 と凝縮部 20 の接合に、前述の連通穴部 17 と同様の開口パターンで、特に冷媒通路 21 と連通予定の位置にのみ穴を設けたブレージングシート、あるいはクラッド化したクラッドろう材を用いたろう付けを行うと、凝縮部 20 の周囲だけを接合する溶接の場合よりも格段に耐圧力を高くし、内圧に対する蒸発部 10 の素子取付け面の変形を防止することが可能である。

20

【0021】

蒸発通路部材は、製造性や気密性から例えばアルミニウム材による押し出し型材として製造することが好ましいが、いずれの製法にて形成されたものも採用可能である。また、受熱して冷媒の蒸発部として機能するため、被冷却用素子を着設するが直接載置可能なように着設用のねじ孔を設けた構成の他、半導体素子の載置用プレート等を着設する構成など、冷却器として要求される仕様に応じて、種々構成の蒸発通路部材を採用できる。

【0022】

アルミニウム材からなる蒸発通路部材の接合には、溶接やろう付けによる接合方法も採用できる。摩擦撹拌接合方法は、先端に突起の付いた硬質の工具を高速で回転させ母材をかき回すことにより、溶融させることなく接合する方法で、アルミニウム材の接合方法として、溶接に比較して接合強度及び疲労強度、気密性が同等以上であり、変形や欠陥の発生が少なく高品質で、信頼性が高くかつ工程が簡単である利点がある。

30

【0023】

凝縮部は、公知のいずれの熱交換器の構成も採用でき、ここでは特に熱交換効率に優れたプレートフィン型熱交換器構成を採用しているが、その通路構成、採用するフィン構成なども公知のいずれのものも採用可能である。

【0024】

エッチングによる粗面化方法には、蒸発通路部材に用いた材料に応じて酸エッチング液を適宜選定し、要求される面粗度や表面性状に応じて処理時間、液温度などを適宜選定すると良い。アルミニウム材に対するエッチング液組成としては、公知のいずれのものも採用できる。

40

【0025】

エッチングによる粗面化の効果は、単純な表面積の拡大効果もあるが、表面性状を変化させる、例えば表面の清浄化による気化促進やいわゆる親水性、疎水性の制御によって冷媒の流れを良好にするという効果があると考えられる。

【0026】

【実施例】

実施例 1

図 1 に示す基本構造で、図 2 A に示す蒸発部 10 に半導体素子の載置用プレート 2 を設けた構成からなる素子冷却器を、1 回の一体ろう付けにより作製した。まず A 6063 材を

50

用いて押出し成型した蒸発通路部材 11a, 11b, 11c を、その側端面同士を当接させて摩擦撓拌接合にて一体化した。接合工具の回転数は 1000 ~ 2000 rpm、接合速度は 100 ~ 200 mm/min であった。その後、一方主面に研削加工にて連通穴部 17 を形成した。

【0027】

一体化した蒸発通路部材 11a, 11b, 11c の開口両端に閉塞部材 15 を当て、連通穴部 17 上に、凝縮部 20 を構成するための A3003 材からなるプレート 23、セレートフィン 24、コルゲートフィン 26、スパーサー 25, 27、上部ヘッダータンク 28 の各部材を治具にて組立配置し、各部材間にはそれぞれブレイジングシートまたはクラッドろう材シートを配置し、各ろう材の溶融温度を超える所定温度に保持した炉でろう付けを行った。

10

【0028】

得られた冷却器に対して、 2 kg/cm^2 、10 分間の耐圧試験、並びにヘリウムによる $1 \times 10^{-7} \text{ a c c / s e c}$ の気密試験を行ったところ、何らの問題なく、その後、器内に冷媒を封入した。

【0029】

実施例 2

実施例 1 の冷却器に作製に際して、各蒸発通路部材に対して、濃度の薄い硝酸の酸エッチング槽に浸漬して、 $0.3 \sim 0.7 \mu\text{m}$ 程度粗面となるよう特に通路内部面を粗面化した。比較のためエッチング処理しない蒸発通路部材を用いて実施例 1 の冷却器を作製した。

20

【0030】

得られた冷却器に半導体素子を着設して、素子取付部の熱流束、沸騰部の温度上昇の状況（素子取付け面温度 - 冷媒温度）を測定し、測定結果を図 3 の熱流束と温度上昇値との関係のグラフに示す。図 3 に明らかなように、エッチング前と比べて沸騰部の温度上昇値は約 15 % 程度下降し、性能が向上することが分かる。

【0031】

【発明の効果】

この発明によると、サーモサイフォン式冷却器における凝縮部と蒸発部との接合用のヘッダータンクのない高強度、高信頼性を有する構成が得られる。すなわち、ヘッダータンクがなくなり、接合部が減少し、その分だけ通風面積が広く取れるため放熱性能が向上し、また逆にヘッダータンクの分だけ小型化できる。

30

【0032】

また、実施例に明らかなように、この発明の構成によると、蒸発部と凝縮部の接合に連通予定の位置にのみ穴を設けたブレイジングシートを用いたろう付けによる接合であるため、耐圧力が大きく向上する。

【0033】

さらに、蒸発通路部材のような中空型材の内面では、サンドブラストなどでは粗面化することが困難であるが、エッチング処理によって容易に所定の粗面が得られ、エッチングしない場合と比べて沸騰部の性能向上が著しい。

【図面の簡単な説明】

40

【図 1】この発明によるサーモサイフォン式冷却器の構成例を示す分解斜視説明図である。

【図 2】A は実施例で用いたこの発明による素子冷却器の構成例を示す正面説明図であり、B は蒸発通路部材の要部を示す説明図である。

【図 3】発熱体取付部熱流束と沸騰部温度上昇値との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1 冷却器

2 載置用プレート

10 蒸発部

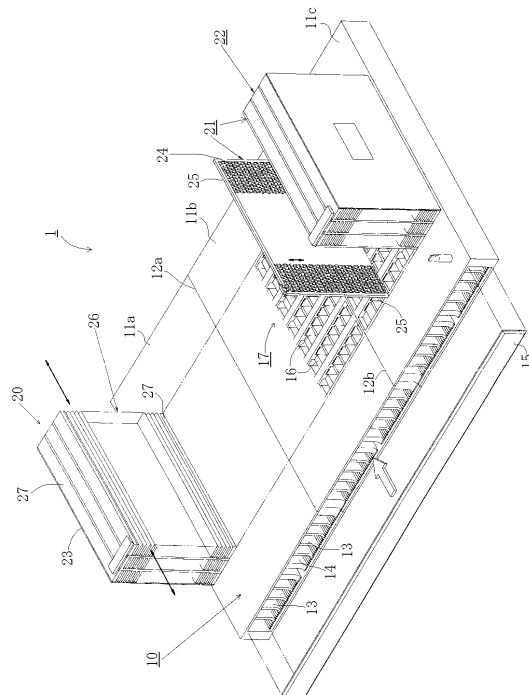
11a, 11b, 11c 蒸発通路部材

50

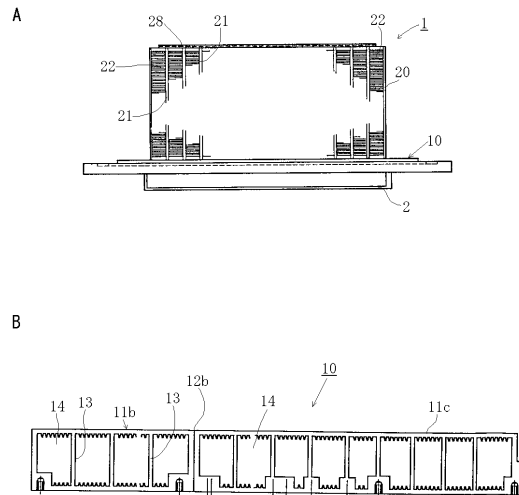
- 1 2 a , 1 2 b 接合部
 1 3 隔壁
 1 4 通路
 1 5 閉塞板材
 1 6 開口部
 1 7 連通穴部
 2 0 凝縮部
 2 1 冷媒通路
 2 2 空気通路
 2 3 プレート
 2 4 セレートフィン
 2 5 , 2 7 スペーサーバー
 2 6 コルゲートフィン
 2 8 上部ヘッダータンク

10

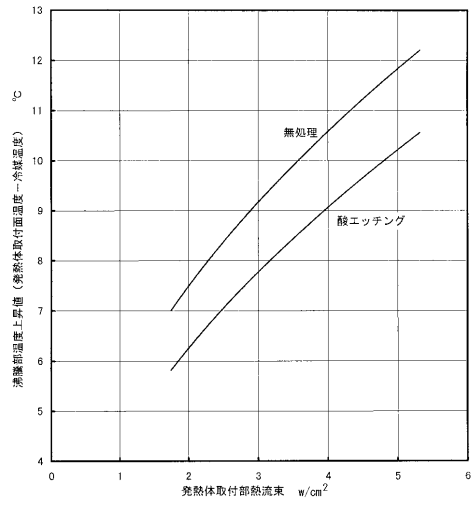
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-154781(JP,A)
特開2000-150738(JP,A)
特開平9-321195(JP,A)
特開平10-185466(JP,A)
特開平8-204075(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28D 15/02
H01L 23/427
H05K 7/20