

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7236165号  
(P7236165)

(45)発行日 令和5年3月9日(2023.3.9)

(24)登録日 令和5年3月1日(2023.3.1)

(51)国際特許分類 F I  
 F 2 8 D 15/02 (2006.01) F 2 8 D 15/02 1 0 1 H  
 F 2 8 D 15/02 L  
 F 2 8 D 15/02 1 0 2 C

請求項の数 4 (全18頁)

(21)出願番号	特願2020-566395(P2020-566395)	(73)特許権者	518297514 K M T 技研株式会社 東京都世田谷区池尻3丁目27番37号
(86)(22)出願日	令和2年1月10日(2020.1.10)	(74)代理人	110000958 弁理士法人インテクト国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/000587	(74)代理人	100120237 弁理士 石橋 良規
(87)国際公開番号	WO2020/149223	(72)発明者	小松 信夫 東京都世田谷区池尻3丁目27番37号 K M T 技研株式会社内
(87)国際公開日	令和2年7月23日(2020.7.23)	審査官	岩 崎 則昌
審査請求日	令和3年11月30日(2021.11.30)		
(31)優先権主張番号	特願2019-14840(P2019-14840)		
(32)優先日	平成31年1月15日(2019.1.15)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願 前置審査			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ベーパーチャンバー及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属からなる第1の部材と、金属から成る第2の部材を接合することにより作動流体が封入される密閉空間を形成するベーパーチャンバーの製造方法であって、

前記第1の部材若しくは前記第2の部材又は前記第1の部材及び前記第2の部材が、第1の金属層、開口を有する第1のエッチングストップ層、第2の金属層を順に備え、前記第1の部材若しくは前記第2の部材又は前記第1の部材及び前記第2の部材の前記第1の金属層をエッチングにより溶出させ、前記開口を有する第1のエッチングストップ層の前記開口に接する前記第2の金属層をエッチングし、

前記第1の金属層からなる側面、前記開口を有する第1のエッチングストップ層の前記第1の金属層側の面及びエッチングにより溶出されることにより形成される第2の金属層の凹状の凹面からなる凹部を設け、前記凹部を内側として前記第1の部材及び前記第2の部材を接合し、前記凹部からなる前記密閉空間に前記作動流体を封入することを特徴とするベーパーチャンバーの製造方法。

【請求項2】

金属からなる第1の部材と、金属から成る第2の部材を接合することにより作動流体が封入される密閉空間を形成するベーパーチャンバーの製造方法であって、

前記第1の部材若しくは前記第2の部材又は前記第1の部材及び前記第2の部材は、第1の金属層、開口を有する第1のエッチングストップ層、第2の金属層、第2のエッチングストップ層及び第3の金属層を順に備え、前記第1の金属層をエッチングにより溶出し

10

20

、前記開口を有する第1のエッチングストップ層の前記開口に接する前記第2の金属層を前記第2のエッチングストップ層までエッチングにより溶出し、

前記第1の金属層からなる側面、前記開口を有する第1のエッチングストップ層の前記第1の金属層側の面、エッチングにより形成された前記第2の金属層からなる側面及び第2のエッチングストップ層の前記第1の金属層側の面からなる凹部を設け、前記凹部を内側として前記第1の部材及び前記第2の部材を接合し、前記凹部からなる前記密閉空間に前記作動流体を封入することを特徴とするペーパーチャンバーの製造方法。

【請求項3】

金属からなる第1の部材と、金属から成る第2の部材を接合することにより作動流体が封入される密閉空間を形成するペーパーチャンバーの製造方法であって、

前記第1の部材若しくは前記第2の部材又は前記第1の部材及び前記第2の部材は、第1の金属層、開口を有する第1のエッチングストップ層、第2の金属層、第2のエッチングストップ層及び第3の金属層を順に備え、前記第1の金属層をエッチングにより溶出し、前記開口を有する第1のエッチングストップ層の前記開口に接する前記第2の金属層を前記第2のエッチングストップ層までエッチングにより溶出し、

さらに、前記第2のエッチングストップ層をエッチングにより溶出し、前記第1の金属層からなる側面、前記開口を有する第1のエッチングストップ層の前記第1の金属層側の面、エッチングにより形成された前記第2の金属層からなる側面及び前記第3の金属層の前記第1の金属層側の面からなる凹部を設け、前記凹部を内側として前記第1の部材及び前記第2の部材を接合し、前記凹部からなる前記密閉空間に前記作動流体を封入することを特徴とするペーパーチャンバーの製造方法。

【請求項4】

請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載のペーパーチャンバーの製造方法において、前記密閉空間を形成する面を粗化处理による粗化面とすることを特徴とするペーパーチャンバーの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

薄型のペーパーチャンバー及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体の放熱方法として、半導体のバック面にダイボンド材として高熱伝導ペーストやはんだを用い、コールドプレートやペーパーチャンバー等のヒートコンダクターに導く方法が一般的である。また、半導体のアクティブ面にサーマルビアを形成し、電子回路基板を介して、はんだ付けによりヒートコンダクターに導く方法もある。また近年、スマートフォンを中心にモバイル機器はさらなる小型、薄型が求められている。また、半導体の信号大量伝送、高速化に伴う発熱問題が顕在化しており、様々な半導体の放熱対策が講じられている。

【0003】

スマートフォンに代表されるモバイル機器では、実装の厚さに制限があり、半導体の放熱対策として、グラフィートシートが使用されている。さらに、スマートフォンでの半導体の放熱能力の向上のため、ペーパーチャンバーの導入も検討されている。しかしながら、スマートフォンでは、ケースの厚みが制約されることから、ペーパーチャンバーの厚さは、0.3mm以下が要求され、未だ0.3mm以下のペーパーチャンバーの使用は実現されていない（非特許文献1）。

【0004】

ペーパーチャンバーは、ヒートパイプの原理を用いた平面放熱デバイスで、熱を放散させるヒートスプレーターである。ペーパーチャンバーの内部は減圧された閉空間があり、熱を移動させるための作動流体が封入されている。作動流体が熱源によって加熱されると、作動流体は潜熱を吸収して蒸発する。蒸発した蒸気は閉空間内に拡散し、ヒートシンクに

10

20

30

40

50

接している上部内壁面に到達すると冷却され、潜熱を放出して液体に戻る。ペーパーチャンバーの内壁または閉空間内には、毛細管力を発生させるウイックと呼ばれる構造体が配置されており、液体に戻った作動流体は毛細管現象によって移動する。ウイックは、作動流体を熱源方向に誘導するような形状をしており、熱源に移動した作動流体が再度吸熱を行って蒸発するといったサイクルが繰り返される。これにより、小さな熱源から発生した熱を、広い面積に拡散させることができる。

【0005】

ペーパーチャンバーは、作動流体を循環させることで放熱を行っているため、ウイックの構造設計は、ペーパーチャンバーの性能を大きく左右する。ペーパーチャンバーに関する先行技術には、次のようなものがある。例えば、特許文献1には、複数の中間板を閉空間内に積層して配置することで毛細管流路を形成したペーパーチャンバーが記載されている。各中間板には、微細な穴が流路として設けられており、作動流体が、毛細管現象によって熱源まで誘導される構造となっている。

10

【0006】

また、特許文献2には、閉空間内の上下に突起（フィン）を設けたペーパーチャンバーが記載されている。金属板を研削加工することで、金属板と一体化したウイックを形成することができるという特徴がある。

【0007】

また、特許文献3には、アルミニウム製の筐体に、溶解した銅の粉末を溶射することでウイックを形成するペーパーチャンバーが記載されている。当該ペーパーチャンバーは、溶射成形によってウイックを形成するため、前述したものと比較すると、微細な構造物を形成する工程を経なくてもよいという特徴がある。

20

【0008】

また、特許文献4には、樹脂材により形成された作動流体を循環させる空間を有する筐体及び筐体に一体成形されたウイックに金属メッキにより金属を被覆したペーパーチャンバーが開示されている。

【0009】

また、特許文献5では、作動流体を循環させる空間をエッチングもしくはプレス可能で形成することが記載されている。これらのペーパーチャンバーが有するウイックは、それぞれ構造は異なるが、いずれも作動流体を熱源方向に誘導するように形成されているという点で共通している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【文献】特開2010-28055

特開2007-3164

特開2011-102691

特開2015-10765

特許第6151813号

【0011】

【文献】Apple、iPhoneにモバイル端末用ペーパーチャンバーを採用か 熱伝導性を上げ、さらに効率の良い冷却システムを導入へ May25.2017 Correiente.Top

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

半導体の高機能化と小型化により、半導体チップの発熱が問題となっており、発熱した半導体のより効率の良い放熱の方法が必要となっている。すなわち、現状は前述のとおり半導体の裏面（アクティブ面の反対面）から熱を逃がす方法が主に用いられている。半導体のバック面に放熱グリース、銀ペーストやはんだといった接合材を介し、ヒートコンダクターやヒートシンクに接続するものが多用されている。しかしながら、上記の方法では

50

、素子からヒートシンクまでの距離や接合材の熱伝導性により伝熱抵抗が高くなるため、より効率の良い放熱機構が求められている。

【0013】

さらに、現在、半導体の素子材料はシリコンが主体であるが、次世代の半導体素子材料では炭化シリコンが注目されている。炭化シリコンはシリコンに比べ、動作可能温度が高いため、シリコン素材の半導体よりも放熱の効率向上が求められている。また、素子の放熱方法として、効率よく放熱するため、熱源に近い半導体素子のアクティブ面からの放熱も行われている。電子回路板に形成された回路板放熱路を介して、ヒートコンダクターやヒートシンクに接続材料を用いて効率よく放熱するものである。

【0014】

ここで、回路板放熱路とは、電子回路板を通して半導体の熱をベーパーチャンバーに放熱するための、電子回路板に形成されたサーマルビアや金属柱や回路配線といった熱伝導の良い放熱路のことをいう。この回路板放熱路を用いる方法は、素子からヒートシンクまでの距離や接合材の熱伝導性により伝熱抵抗が発生するため、より効率の良い放熱方法が求められている。

【0015】

特に、製品の厚さに制限のあるスマートフォンに代表されるモバイル機器を考えた場合に、上述のとおり放熱効率の課題に加え、薄型化が大きな課題になる。ベーパーチャンバーを使用する放熱は、冷却効率としては優れているが、現在では、スマートフォンに要求される薄型化には至っていない。スマートフォンの内部部品の冷却にベーパーチャンバーを使用するためには、ベーパーチャンバーの薄型化が必要である。実際には、発熱部品（例えばアプリケーションプロセッサやパワー素子）、電子回路板及びベーパーチャンバーが実装されたスマートフォンとしてのトータル厚みを薄くする必要がある。現在は、ベーパーチャンバーと電子回路板は別々に作成し、張り合わせるため、薄型化にも限界がある。

【0016】

また、ベーパーチャンバーと電子回路板を別々に作製することにより、発熱部品から熱を効率よく逃がすサーマルビア等の回路板放熱路の形成は困難である。回路板放熱路は、発熱体の熱を発熱体の電極、電子回路板を通じてベーパーチャンバーに熱を導くもので、熱抵抗を小さくする必要がある。例えば、回路板放熱路がサーマルビアの場合、伝熱抵抗は、サーマルビアの金属の熱伝導率、断面積、距離に影響されるが、電子回路板とベーパーチャンバーとを接続する材料の熱伝導も放熱効率を決定する大きな要因となる。電子回路板とベーパーチャンバーの間に接着剤等の有機物が介在すると伝熱抵抗は大きくなり、高熱伝導の接着剤でも伝熱抵抗の増加は無視できない。

【0017】

また、ベーパーチャンバーの閉空間とウイックの作製は上述のとおり、空間を作成した後、別の工法でウイックを形成する。ウイックの形成工程は複雑である。また、発熱部品、電子回路板及びベーパーチャンバーは一般的に個片ごとに作成されるため、実装における生産性が低い。現状、電子回路板のサーマルビアとベーパーチャンバーは接合材で接合されるため、接合材の伝熱抵抗が大きいこと、電子回路板とベーパーチャンバーを合わせた厚さが厚くなること、及びはんだ等の加熱による加工が難しいことが課題となっている。ベーパーチャンバーは熱伝導が良いため、熱の放散が良く、はんだ付けの際にはんだ等の冷却が早いため、はんだ等による接合加工は容易でない。また、ベーパーチャンバーを製造するにあたり、薄型化が可能で、寸法精度よく、効率よく製造できる加工方法が望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本願発明に係るベーパーチャンバーの製造方法は、金属からなる第1の部材と、金属から成る第2の部材を接合することにより作動流体が封入される密閉空間を形成するベーパーチャンバーの製造方法であって、前記第1の部材若しくは前記第2の部材又は前記第1の

10

20

30

40

50

部材及び前記第 2 の部材が、第 1 の金属層、開口を有する第 1 のエッチングストップ層、第 2 の金属層を順に備え、前記第 1 の部材若しくは前記第 2 の部材又は前記第 1 の部材及び前記第 2 の部材の前記第 1 の金属層をエッチングにより溶出させ、前記開口を有する第 1 のエッチングストップ層の前記開口に接する前記第 2 の金属層をエッチングし、前記第 1 の金属層からなる側面、前記開口を有する第 1 のエッチングストップ層の前記第 1 の金属層側の面及びエッチングにより溶出されることにより形成される第 2 の金属層の凹状の凹面からなる凹部を設け、前記凹部を内側として前記第 1 の部材及び前記第 2 の部材を接合し、前記凹部からなる前記密閉空間に前記作動流体を封入することを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

本願発明に係るペーパーチャンバーの製造方法は、金属からなる第 1 の部材と、金属から成る第 2 の部材を接合することにより作動流体が封入される密閉空間を形成するペーパーチャンバーの製造方法であって、前記第 1 の部材若しくは前記第 2 の部材又は前記第 1 の部材及び前記第 2 の部材は、第 1 の金属層、開口を有する第 1 のエッチングストップ層、第 2 の金属層、第 2 のエッチングストップ層、第 3 の金属層を順に備え、前記第 1 の金属層をエッチングにより溶出し、前記開口を有する第 1 のエッチングストップ層の前記開口に接する前記第 2 の金属層を前記第 2 のエッチングストップ層までエッチングにより溶出し、前記第 1 の金属層からなる側面、前記開口を有する第 1 のエッチングストップ層の前記第 1 の金属層側の面、エッチングにより形成された前記第 2 の金属層からなる側面及び第 2 のエッチングストップ層の前記第 1 の金属層側の面からなる凹部を設け、前記凹部を内側として前記第 1 の部材及び前記第 2 の部材を接合し、前記凹部からなる前記密閉空間に前記作動流体を封入することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

本発明に係るペーパーチャンバーの製造方法は、金属からなる第 1 の部材と、金属から成る第 2 の部材を接合することにより作動流体が封入される密閉空間を形成するペーパーチャンバーの製造方法であって、前記第 1 の部材若しくは前記第 2 の部材又は前記第 1 の部材及び前記第 2 の部材は、第 1 の金属層、開口を有する第 1 のエッチングストップ層、第 2 の金属層、第 2 のエッチングストップ層、第 3 の金属層を順に備え、前記第 1 の金属層をエッチングにより溶出し、前記開口を有する第 1 のエッチングストップ層の前記開口に接する前記第 2 の金属層を前記第 2 のエッチングストップ層までエッチングにより溶出し、さらに、前記第 2 のエッチングストップ層をエッチングにより溶出し、前記第 1 の金属層からなる側面、前記開口を有する第 1 のエッチングストップ層の前記第 1 の金属層側の面、エッチングにより形成された前記第 2 の金属層からなる側面及び前記第 3 の金属層の前記第 1 の金属層側の面からなる凹部を設け、前記凹部を内側として前記第 1 の部材及び前記第 2 の部材を接合し、前記凹部からなる前記密閉空間に前記作動流体を封入することを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

また、本願発明に係るペーパーチャンバーの製造方法において、前記密閉空間を形成する面を粗化処理による粗面とすると好適である。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 2 】

本発明により、発熱する電子部品が実装された電子回路板を効率的に放熱させるペーパーチャンバーを提供することができる。また、本発明のペーパーチャンバーの製造方法は、薄型化が可能で、寸法精度よく、効率よくペーパーチャンバーを製造することができる。

【 0 0 3 3 】

本発明により得られるペーパーチャンバーは、空隙の限られた機器内での放熱が可能であるため、スマートフォンに代表されるモバイル機器をはじめ、LED 使用機器、高周波機器、IGBT や MOSFET の様な発熱部品を有する機器の放熱に利用される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 4 】

【 図 1 】本発明の実施の形態に係るペーパーチャンバーを示し、( A ) は、本発明の実施

の形態に係るペーパーチャンバーの断面構造例を、(B)は本発明の他の実施の形態に係るペーパーチャンバーの断面構造例を示す。

【図2】本発明の実施の形態に係るペーパーチャンバーの電子回路板の形成方法を示し、(C)は第1の部材を、(D)は第1の部材に絶縁材と銅箔を形成した状態を、(E)は第1の部材に形成された絶縁材と銅箔にビアホールを形成し、形成されたビアホールにめっきを行った状態を、(F)は第1の部材に電子回路板を形成していく状態を、(G)は本発明の実施の形態に係る第1の部材に電子回路板を形成した状態を示す。

【図3】本発明の実施の形態1に係る密閉空間の形成方法を示し、(H)は電子回路板が形成された第1の部材の電子回路板が形成された反対面にエッチングレジスト層を形成した状態を、(I)は電子回路が形成された第1の部材の電子回路板が形成された反対面にエッチングを行った状態を、(J)は電子回路板が形成された第1の部材の電子回路板が形成された反対面のエッチングレジストを除去し、凹部が形成された状態を、(K)は電子回路板が形成された第1の部材の電子回路板が形成された反対面に接合材を形成した状態を、(L)は電子回路板が形成された第1の部材の電子回路板が形成された反対面に凹部が形成された第1の部材に第2の部材が接合され、密閉空間が形成された状態を示す。

10

【図4】電子部品が実装された本発明の実施の形態に係るペーパーチャンバーの断面を示し、(M)はペーパーチャンバーに電子回路板が形成され、形成された電子回路板に電子部品が実装された断面を、(N)は他のペーパーチャンバーに電子回路板が形成され、形成された電子回路板に電子部品が実装された断面を示す。

【図5】は本発明の実施の形態2に係るペーパーチャンバーの密閉空間の形成方法を示し、(O)はエッチングストップ層を有する第1の部材の断面構造を、(P)は本エッチングストップ層を有する第1の部材にエッチングマスクを形成した状態を、(Q)はエッチングストップ層を有する第1の部材をエッチングした状態を、(R)はエッチングストップ層を有する第1の部材に凹部が形成された状態を示す。

20

【図6】は本発明の実施の形態3に係るペーパーチャンバーの密閉空間の形成方法を示し、(S)は第1の部材にエッチングストップ層の一部にエッチングストップ層が設けられないエッチングストップ層を設けた状態を示し、(T)は一部にエッチングストップ層が設けられないエッチングストップ層を設けた第1の部材をエッチングした状態の平面を、(U)は一部にエッチングストップ層が設けられないエッチングストップ層を設けた第1の部材をエッチングした状態の断面を、(V)は一部にエッチングストップ層が設けられないエッチングストップ層を設けた第1の部材をエッチングした第1の部材のエッチングストップ層が設けられない部分を拡大した断面を示す。

30

【図7】は本発明の実施の形態に係る実施の形態4に係るペーパーチャンバーの密閉空間の形成方法を示し、(W)は第1の部材に一部にエッチングストップ層が設けられないエッチングストップ層を設け、さらに第1の部材の金属層の下部にエッチングストップ層を設けた第1の部材を、(X)は第1の部材に一部にエッチングストップ層が設けられないエッチングストップ層を設け、さらに第1の部材の金属層の下部にエッチングストップ層を設けた第1の部材をエッチングした第1の部材のエッチングストップ層が設けられない部分を拡大した断面を、(Y)は(X)におけるエッチングストップ層を除去した状態を示す。

40

【図8】本発明の実施の形態に係るペーパーチャンバーであって、エッチングストップ層を有する第1の部材及び第2の部材をエッチングし、形成された凹部面同士を接合し、密閉空間を形成した状態を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

本発明は、電子回路板に実装される半導体のような発熱を伴う電子部品に発生する熱を速やかに放熱させるペーパーチャンバー及び当該ペーパーチャンバーの製造方法に関する。

【0036】

本発明のペーパーチャンバーは、ペーパーチャンバー内の作動流体の気化、液化を迅速

50

に行うためにベーパーチャンバーの密閉空間を形成する面を粗面化することを特徴とする。このことにより、本発明に係るベーパーチャンバーは吸放熱を効率的に行うことができる。また、本発明は、電子部品の放熱を阻害するのは、電子部品とベーパーチャンバーに介在する電子回路板や接合材であり、電子部品とベーパーチャンバーに回路板放熱路を形成し、電子部品とベーパーチャンバー間を伝熱性の良好な材料により直接熱伝導させることを特徴とする。

【0037】

回路板放熱路とは、電子回路板を通して電子部品の熱をベーパーチャンバーに放熱するための、電子回路板に形成されたサーマルビアや金属柱や回路配線といった熱伝導の良い熱経路のことをいう。

【0038】

さらに、本発明は、電子回路板の回路板放熱路からベーパーチャンバーへの伝熱抵抗を低減しつつ、電子回路板とベーパーチャンバーを合わせた厚さを薄くするものである。また、半導体のグラウンドを回路板放熱路に接続することにより、ベーパーチャンバーの筐体（コンテナ）をグラウンドとして使用できるため、電子回路板の機能の安定化にも寄与することができる。

【0039】

以下、本発明が適応された電子回路板と一体となった薄型ベーパーチャンバー及びその製造方法について、図面を参照して説明する。

【0040】

図1は本発明の実施形態1に係るベーパーチャンバー1の密閉空間3を形成する面の反対側に電子回路板2を有するベーパーチャンバー1の断面構造図であって、図(A)は、ベーパーチャンバー1のエッチングにより凹部を有する金属からなる第1の部材4の密閉空間3を形成する面の反対側の全面に電子回路板2を有する状態を、図(B)はベーパーチャンバー1の第1の部材の密閉空間3を形成する面の反対側の一部に電子回路板2aを有する状態を示す。また、図1(A)および図1(B)には電子部品である半導体等の発熱部品と電氣的接続するための電極11が設けてある。図1(A)は、フリップチップ実装の場合の、断面構造図例で、ベーパーチャンバー1と電子回路板2は一体となっている。ベーパーチャンバー1と電子回路板2が一体となっているため、第1の部材4を構成する金属と回路板放熱路8である金属が充填されたビアホールにより、ベーパーチャンバー1と電子部品が接合層を介さず直接金属により接合している。すなわち、電子回路板2の回路板放熱路8の一つであるサーマルビアと第1の部材4が金属により接合されることにより、電子回路板2の回路放熱路8とベーパーチャンバー1は一体となり、本発明の電子回路板2を有するベーパーチャンバー1となる。すなわち、回路放熱路8を形成する金属は直接電子部品19及びベーパーチャンバー1と接触することができる。

【0041】

第1の部材4は第2の部材17と接合材16により接合され、ベーパーチャンバー1が形成される。

【0042】

電子回路板2の回路板放熱路8の一方はベーパーチャンバー1と一体となっており、回路板放熱路8を有する電子回路板2には、電子部品と接続するための電極11が形成されている。図1に示すように、発熱する電子部品（例えばアプリケーションプロセッサ）等の実装部品、電子回路板2及びベーパーチャンバー1が積層された実装形態のトータル厚みを薄くするために、電子回路板2とベーパーチャンバー1を一体で形成することで、ベーパーチャンバー1を備える電子回路板2を薄型化することができる。また、電子回路板2とベーパーチャンバー1の一体化により、発熱する電子部品から熱を効率よくベーパーチャンバーに逃がすサーマルビアやヒートコンダクター等の回路板放熱路8の形成を可能にするものである。

【0043】

ここで、回路板放熱路8とは、前述の通り、電子回路板2を通して電子部品の熱をベ-

10

20

30

40

50

パーチャンパー 1 に放熱するための、電子回路板 2 に形成されたサーマルビアや金属柱や回路配線といった熱伝導の良い熱経路のことをいう。電子回路板 2 の回路板放熱路 8 とベーパーチャンパー 1 が接続材料を用いず直接接合されるため、電子回路板 2 とベーパーチャンパー 1 をあわせた厚さを薄くすることができる。

【 0 0 4 4 】

本発明の実施形態に係るベーパーチャンパー 1 の製造方法を図 2 用いて説明する。図 2 は、本発明の密閉空間 3 を形成するための凹部を形成するエッチングを行う前の金属部材 1 2 に電子回路板 2 を形成する方法を示す。電子回路板 2 は、絶縁材 1 3、外層配線導体 1 0、層間接続のためのビアホール 9、電極 1 1、ソルダーマスク 7 等一般の電子回路板と同様の構造と、回路板放熱路 8 からなる。

10

【 0 0 4 5 】

電子回路板 2 は一般に半導体実装に用いられている材料、工法を用いて形成される。すなわち、リジッド配線板の製造において用いられる材料、例えば C C L、プリプレグ、銅箔、絶縁フィルムや、フレキシブル配線板の製造において用いられる材料、例えばポリイミドや L C P といった耐熱フィルムと銅箔を用いることができる。また、工法は、サブトラクティブ工法、セミアディティブ工法、ビルドアップ工法、コアレス工法等電子回路板の製造工法を用いることができる。

【 0 0 4 6 】

電子回路板 2 は、図 2 に示すように、金属部材 1 2 の一方の面に順次形成することも可能であるが、途中工程まで形成された電子回路板を、接着剤を用いて金属部材 1 2 に張り付けてもよい。途中工程の電子回路板を形成し、接着剤を用いて金属部材 1 2 に張り付ける場合は、途中工程の電子回路板を金属部材 1 2 に張り付けたのち、途中工程の電子回路板の断面方向に金属部材 1 2 に到達するビアホールを形成させ、めっき等を行うことにより、ビアホールの内部に金属を充填することにより、回路板放熱路 8 を形成する。

20

【 0 0 4 7 】

金属部材 1 2 の一方の面に電子回路板 2 を形成した後、電子回路板 2 を形成した金属部材 1 2 をエッチングにより凹部を形成して第 1 の部材とすることができる。また、金属部材 1 2 をエッチングし、凹部を形成したのち、密閉空間 3 を形成する凹部が形成される反対面に電子回路板 2 を設けても構わない。

【 0 0 4 8 】

金属部材 1 2 に回路板放熱路 8 を形成する以降に、回路板放熱路 8 を含む電子回路板 2 の形成を完了させる。以下、実際に実施できる方法を具体的に例示しながら説明する。

30

【 0 0 4 9 】

図 2 ( C ) は金属部材 1 2 である。金属部材 1 2 は、エッチングにより凹部を形成して密閉空間 3 を有する第 1 の部材 4 となるが、厚さ 2 0 0  $\mu\text{m}$  の銅板とすることが可能である。金属部材 1 2 は、使用する温度で熱伝導性が 1 0  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$  以上の金属が使用可能であり、銅、銅モリブデン合金、アルミニウムが好適であるが、めっきやエッチングといった加工性と伝導率の観点から、銅がさらに好適である。金属部材 1 2 の厚さは、9  $\mu\text{m}$  から 1 0 0 0 0  $\mu\text{m}$  が適しており、5 0  $\mu\text{m}$  から 5 0 0  $\mu\text{m}$  が好適である。9  $\mu\text{m}$  未満であると、形成されるベーパーチャンパー 1 の密閉空間 3 の容積が小さくなり、作動流体を密閉空間 3 に封入する流路の確保が困難で、1 0 0 0 0  $\mu\text{m}$  を超えるとベーパーチャンパーの形成時エッチングの効率が悪く生産性が著しく低下する。さらに加工性を考慮すると、5 0  $\mu\text{m}$  から 5 0 0  $\mu\text{m}$  が好適である。

40

【 0 0 5 0 】

金属部材 1 2 は銅板を用いることが可能であるが、銅板は例えば、福田金属箔粉工業株式会社の圧延銅箔が使用できるが、本発明ではそれに限定されない。

【 0 0 5 1 】

図 2 ( D ) は金属部材 1 2 に絶縁材 1 3 と金属箔 1 4 を貼り合わせた図である。絶縁材 1 3 として、例えば、日立化成 G E A - 6 7 9 の厚さ 4 0  $\mu\text{m}$  を用いることが可能である。絶縁材 1 3 は、電気抵抗率が 1 0 の 1 0 乗  $\text{m}$  以上であって、接着剤として機能すれ

50

ば使用が可能であり、他の例として、ガラス布基材エポキシ樹脂含侵のプリプレグ、ガラス布基材ポリイミド樹脂含侵のプリプレグ、味の素ファインテクノ A B F シリーズ等の層間絶縁材料、株式会社カネカのアピカル等のポリイミドフィルムを用いることができる。絶縁材 1 3 と金属箔 1 4 の接着性を向上させるため、絶縁材 1 3 と金属箔 1 4 の間に接着剤を介してもよい。絶縁材 1 3 の厚さは  $3 \mu\text{m}$  から  $200 \mu\text{m}$  が好ましい。 $3 \mu\text{m}$  未満では層間絶縁性が低下し回路の故障が起こる。 $200 \mu\text{m}$  を超えると、電子部品である半導体からペーパーチャンバー 1 への伝熱抵抗が大きくなる。

#### 【 0 0 5 2 】

金属箔 1 4 として、三井金属鉱業株式会社の銅箔で厚さ  $12 \mu\text{m}$  を用いることが可能である。金属箔 1 4 とは膜状の金属を言う。金属箔 1 4 は電子回路板に常用される銅箔や金属箔を用いることができ、電解銅箔、圧延銅箔、キャリア付き銅箔、樹脂付き銅箔、アルミニウム箔が例示できる。

10

#### 【 0 0 5 3 】

金属部材 1 2 に絶縁材 1 3 を貼り合わせる場合、必要に応じて金属部材 1 2 の表面を前処理により清浄化する。金属部材 1 2 が銅の場合、前処理は、酸処理やマイクロエッチング剤による化学研磨、パフ、ブラシ又はスクラブといった物理研磨を用いることができ、研磨の後には水洗、乾燥を行う。これらの処理は電子回路板製造で通常行われている処理である。また、上記の表面清浄のため前処理を行うことができるが、これ以降は前処理の記載を省略する。貼り合わせは、真空成型プレス機にて、金属部材 1 2、絶縁材 1 3 及び銅箔 1 4 を重ねて、熱及び圧力を加えながら、絶縁材 1 3 が含む樹脂が硬化する十分な条件で行われる。真空成型プレス機ではなく、加熱ロールにより熱及び圧力を加えながら、貼り合わせすることも可能である。

20

#### 【 0 0 5 4 】

図 2 ( E ) は金属箔 1 4 および絶縁材 1 3 の断面方向に、金属部材 1 2 に到達するビアホールを形成し、形成されるビアホールの内部に金属を充填し、回路放熱路 8 と電子回路板 1 2 の形成を行った図である。ビアホールを設けるには、ピアメカニクス株式会社製レーザー穴あけ機により金属部材 1 2 まで達するビアを開口させる。形成されるビアホールの内部に金属を充填するには、株式会社ケミトロン社製縦型めっき装置で銅めっきにより、回路板放熱路 8 となるビアホールに銅を充填する。形成される回路板放熱路 8 により、金属部材 1 2 の銅板と回路放熱路 8 は銅により結合される。すなわち、電子回路板 2 の回路放熱路 8 と金属部材 1 2 が金属により結合することにより、電子回路板 2 の回路放熱路 8 と金属部材 1 2 により形成されるペーパーチャンバー 1 は一体として形成できる。金属放熱路 8 に充填される金属とペーパーチャンバー 1 は接触することとなる。

30

#### 【 0 0 5 5 】

金属箔 1 4 および絶縁材 1 3 の断面方向に金属部材 1 2 に到達するビアホールを形成し、形成されるビアホールの内部に金属を充填する工程は、レーザードリルによる孔開け、過マンガン酸による孔内クリーニング、孔の内面への触媒層の形成、無電解めっき、電気めっき、の順となる。これらの工程、及び工程に使用される装置及び材料は、通常の電子回路板の製造に用いられているものである。

#### 【 0 0 5 6 】

ビアホールの形状は円形、方形、多角形、楕円形等、どのような形状でも構わない。ビアホールの断面方向の面積は  $0.02 \text{mm}^2 \sim 400 \text{mm}^2$  が好ましく、さらに  $0.05 \text{mm}^2 \sim 50 \text{mm}^2$  が好ましい。面積が  $0.02 \text{mm}^2$  より小さいと放熱効果が小さく、またビアホールへのメッキの充填も困難になる。面積が  $400 \text{mm}^2$  より大きいとはんだ接合の際、回路接続用のパンプとの熱容量のバランスが悪く安定したはんだ付けができない。また、ビアホールの断面積の合計が、電子部品の発熱面積の  $1/20 \sim 4/5$  が好ましく、さらには  $1/10 \sim 1/2$  であることが好ましい。 $1/20$  未満では放熱速度が遅いため、電子部品の温度が上昇する。 $4/5$  を超える場合は、回路接続用のパンプのための領域を確保できなくなる。

40

#### 【 0 0 5 7 】

50

金属箔 14 はエッチングにより配線回路が形成され、図 2 ( E ) に示すように外層配線導体 10 が形成される。

【 0 0 5 8 】

配線回路形成は、めっきレジスト形成、露光、現像、電気めっき、めっきレジスト剥離、シード層除去により行われる。

【 0 0 5 9 】

図 2 ( F ) に示すように、図 2 ( E ) の絶縁材 13 の面に形成された外装配線導体 10 にさらに絶縁材 13 及び金属箔 14 を重ね、2 層及び 3 層或いはそれ以上の多層に配線層を重ねても構わない。

【 0 0 6 0 】

図 2 ( G ) は、金属部材 12 に形成された電子回路板 2 にソルダーマスク 7 を形成した図である。

【 0 0 6 1 】

図 3 は、電子回路板 2 が形成された金属部材 12 により、ペーパーチャンバー 1 を形成する実施の形態 1 の製造方法である。

【 0 0 6 2 】

図 3 ( H ) は、電子回路板 2 が形成された金属部材 12 の電子回路板 2 が形成された反対側の面にエッチングマスク ( エッチングレジストともいう ) 15 を形成した図である。エッチングマスク 15 として、日立化成工業のフォテック膜厚 40 マイクロメートルが使用できる。ペーパーチャンバーチャンバー 1 の密閉空間 3 に作動流体を封じ込める壁となる周囲の部分と作動流体の通る通路の部分はエッチングにより形成される。まず、エッチングマスク 15 を形成する金属部材 12 の面に前処理を行う。前処理は、酸処理、スクラブ整面パフ研磨、ソフトエッチング、ブラシ整面の単独もしくは組み合わせが一般的であるが、金属部材 12 の表面が清浄になれば、それにこだわらない。例えば、東京化工機株式会社の前処理機が使用できる。前処理を行った後、金属部材 12 の面にエッチングマスク 15 を形成する。

【 0 0 6 3 】

エッチングマスク 15 の形成方法は、写真法と印刷法が一般的である。写真法は、ドライフィルムを金属部材 12 にドライフィルムラミネーターで熱圧着感光成膜を形成する方法、ローラー等により感光膜を塗布する方法等により金属部材 12 の面に感光層を形成した後、感光層に保護フィルムを貼り合わせ、露光マスクを介して露光を行い、保護フィルムを剥離したのち、現像、エッチング、ドライフィルム剥離の順で行うものである。材料と装置は、例えば、ドライフィルムは、日立化成工業のフォテックシリーズが使用でき、ドライフィルムラミネーターは株式会社日立プラントメカニクス製、露光機は株式会社オーク製作所の手動露光機、現像、エッチング、ドライフィルム剥離は株式会社ケミトロンの装置が使用できるが、これらは例示でこれらに限定されない。また、エッチング液は例えば、塩化第二鉄溶液、メック株式会社 E X E シリーズ、株式会社 J C U の H E - 5 0 0 を例示できるが、これらは例示でこれらに限定されない。また、写真法は、露光マスクを使用するため、複雑な形状も形成でき、作動流体を封じ込める壁となる周囲の部分と作動流体の通る通路の部分に複雑な凹凸形状を形成できることから、ウイックを形成し易い。

【 0 0 6 4 】

印刷法は、前処理の後、シルクスクリーン法が一般的で、エッチングインクをスクリーン印刷機とスクリーンマスクを用いて金属部材 12 の面に印刷し、硬化し、エッチングマスク 15 を形成するものである。現像、エッチング、剥離は写真法と同様の方法で行うことができる。

【 0 0 6 5 】

図 3 ( I ) は、金属部材 12 をエッチングし密閉空間 3 となる凹部を有する第 1 の部材 4 を形成した図である。上述のエッチング方法により、金属部材 12 をエッチングすることにより、密閉空間 3 の一部を形成できる。さらに、M E C 社エッチボンド C Z で当該エッチング面を粗化処理してウイックを形成する。エッチング系の粗化処理液をい

10

20

30

40

50

で、第1の部材4の密閉空間3の壁となるエッチングにより形成される凹部の表面に微細な粗化面を形成でき、簡便に密閉空間3を形成する面にウイックを形成できる。前記エッチングの際は、電子回路板2は保護膜等でエッチングされない様必要に応じて、処理を行う。

【0066】

粗面化表面の表面粗さは、平均粗さ $0.2\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$ 、最大粗さは $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、さらには平均粗さ $0.5\ \mu\text{m} \sim 3.0\ \mu\text{m}$ 、最大粗さは $8\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。平均粗さ $0.2\ \mu\text{m}$ より小さく、最大粗さは $0.3\ \mu\text{m}$ 小さい場合は、良好なウイックが形成できず熱伝導能力が劣りパーパーチャンバー1の機能が著しく劣る。平均粗さ $5\ \mu\text{m}$ より大きく、最大粗さは $20\ \mu\text{m}$ より大きい場合は、パーパーチャン

10

【0067】

密閉空間3の壁となるエッチングにより形成される凹部の表面に微細な粗化面を形成することにより、パーパーチャンバー1内に封入される作動流体が密閉空間3を形成する壁の面積が大きくなる。結果として作動流体の吸熱及び放熱の効率を高めることができる。パーパーチャンバー1を形成する密閉空間3となる凹部を有する第1の部材4又は第2の部材17にエッチングにより形成される凹部を微細な粗化面とすることにより、密閉空間3の表面積を大きくし、作動流体の吸熱及び放熱の効率を高めることができる。

【0068】

図3(J)は、エッチングマスク15を除去した図である。エッチングマスク15の除去は水酸化ナトリウム水溶液等のアルカリ溶液もしくは有機溶剤により行う。

20

【0069】

図3(K)は、エッチングにより金属部材12に凹部を形成した第1の部材4に接合材16を形成した図である。接合材16の形成は、ディスペンサーによりはんだペーストを塗布することにより行うことができる。印刷法やはんだフローにより接合材16を形成することも可能である。接合材16としては、はんだペーストやはんだめっき等のはんだを使用することが一般的であるが、エポキシ等の耐熱性を有する接着剤でも使用が可能である。

【0070】

図3(L)は、接合材16を介して密閉空間3となる凹部を有する第1の部材4と第2の部材17を接合し、密閉空間3となる凹部を有する第1の部材4の密閉空間3を形成する面の反対側に有する電子回路板2が一体化されたパーパーチャンバー1が形成された図である。密閉空間3となる凹部を有する第1の部材4と第2の部材17の接合は、接合材16を介して行われるが、接合材16による接着は、リフロー装置やレーザー加熱装置やボックスオープンが使用できる。接合材16は、熱伝導性が良好で、パーパーチャンバー1の作動時の内圧で破壊されないものであれば、どのようなものでも使用可能であり、はんだ又は有機系接着剤が例示できる。はんだは、一般的に用いられるSnAgCu系やSnPb等が使用できるが、低温はんだや高温はんだも使用できる。はんだ付けの方法は、手付によるもの、はんだペーストを用いてメタルマスク印刷し、リフロー炉やレーザー光による加熱によるもの、フローソルダーによるものが例示できる。接合工程において、必要に応じて治具やロボットを使って第1の部材4と第2の部材17を密着固定することも行われる。

30

40

【0071】

接合材16により、密閉空間3となる凹部を有する第1の部材4と第2の部材17が接合され、密閉空間3が形成される。上述のとおり、接合材16は、密閉空間3を形成し、さらにパーパーチャンバーの動作時の内圧で破裂しない十分な強度が必要である。

【0072】

図4は、本発明の電子回路板2を有するパーパーチャンバー1に、熱源である電子部品19を実装した例である。電子部品19は、ベアチップ、BGA、CSP、WLP等と同一面に電極を持つ半導体素子又は半導体パッケージである。

50

## 【 0 0 7 3 】

図 4 ( M ) は、電子部品 1 9 をフリップチップ実装した図で、半導体ベアチップの外部電極と電子回路板 2 の電極 1 1 は、はんだ 1 8 で接合されている。電子回路板 2 の電極 1 1 の一部には、回路板放熱路 8 の一つであるサーマルビアが形成されている。電子回路板 2 の電極 1 1 から回路板放熱路 8 を経てペーパーチャンバー 1 への熱経路は、接続材を介さず、金属で一体となるように接続されている。電子部品 1 9 のグランドを回路板放熱路 8 の形成された電子回路板 2 の電極 1 1 に接続することにより、電氣的にペーパーチャンバー 1 と同電位になるため、ペーパーチャンバー 1 を形成する金属からなる密閉空間 3 となる凹部を有する第 1 の部材及び第 2 の部材はグランドとして使用できるため、グランドの安定に寄与することができる。

10

## 【 0 0 7 4 】

図 4 ( N ) は、電子部品である CSP ( Chip Scale Package ) 1 9 a とワイヤーボンドにより電極 1 1 と接続された半導体ベアチップ 1 9 b を電子回路板 2 に実装した図である。半導体ベアチップ 1 9 b の外部電極と電子回路板 2 の電極 1 1 はアルミニウムワイヤーで接合されている。ワイヤーは、金線、銅線も使用される。CSP 1 9 a と半導体ベアチップ 1 9 b は、ともに回路板放熱路 8 と接続されている。回路板放熱路 8 は比較的大きな貫通孔により形成される金属柱状の回路板放熱路 2 3 により形成され、電子部品 1 9 a 及び 1 9 b がペーパーチャンバー 1 と接続されている。

## 【 0 0 7 5 】

本発明の実施形態 2 に係るペーパーチャンバー 1 の製造方法を図 5 及び図 6 を用いて説明する。

20

## 【 0 0 7 6 】

図 5 は本発明のペーパーチャンバー 1 を構成する電子回路板 2 の製造方法であり、金属部材 1 2 a に凹部を形成して密閉空間 3 となる凹部を有する第 1 の部材 4 を得る製造方法を示す。図 5 ( O ) は、エッチングストップ層 2 1 を有する金属部材 1 2 a を示し、金属部材 1 2 a は、金属層 2 9 及び金属層 3 0 の間にエッチングストップ層 2 1 を有する。金属層 2 9 及び金属層 3 0 は銅であり、エッチングストップ層 2 1 をニッケルとすることができる。金属部材 1 2 a は、金属層 2 9 の一方の面にエッチングストップ層 2 1 をメッキ又は蒸着により形成し、さらにエッチングストップ層 2 1 に金属層 3 0 をメッキ、スパッタリング又は蒸着により形成することにより得られる。

30

## 【 0 0 7 7 】

金属層 2 9 はエッチング液によるエッチングにより凹部が形成される。エッチングによりエッチングマスク 1 5 が形成されない金属層 2 9 はエッチングストップ層 2 1 まで溶出される。すなわち、エッチング液により溶出されないエッチングストップ膜 2 1 により、溶出が止まるため、金属部材 1 2 a がエッチングストップ層 2 1 の溶出面の反対側に有する金属層 3 0 は溶出されずに残すことができる。

## 【 0 0 7 8 】

金属層 2 9 を溶出させた後、露出したエッチングストップ層 2 1 にエッチングマスクを形成し、エッチング液を選択することによりエッチングストップ層 2 1 の表面をエッチングすることができる。

40

## 【 0 0 7 9 】

金属層 2 9 及び金属層 3 0 はペーパーチャンバー 1 が使用される温度で、熱伝導率が  $10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  以上の金属が使用可能である。金属層 2 9 及び金属層 3 0 の材料としては、銅、銅モリブデン合金、アルミニウムが好適であるが、めっきやエッチングといった加工に対する適性と熱伝導率の観点から銅がさらに好適である。金属層 2 9 および金属層 3 0 が銅もしくは銅モリブデン合金の場合、エッチングストップ層 2 1 は、ニッケル、アルミニウム、錫が好適である。金属層 2 9 および金属層 3 0 がアルミニウムの場合、エッチングストップ層 2 1 は、銅、ニッケル、錫が好適である。

## 【 0 0 8 0 】

エッチングストップ層 2 1 の厚さは、 $0.1 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$  が好ましく、さらに  $0.5 \mu\text{m}$

50

m ~ 2 μm が好ましい。0.1 μm より薄いと、ピンホール等で十分なエッチングストップの機能をしない。また、5 μm を超えると、エッチングストップ層 21 の除去が容易でない。

【0081】

図5(P)は、金属層29、エッチングストップ層21及び金属層30を有する金属部材12aにエッチングマスク15を形成した図である。エッチングマスク15は、エッチングする必要のない金属層30には、全面に形成される。本発明の図3(H)と同様の方法で、エッチングマスク15を形成することができる。

【0082】

図5(Q)は、エッチングマスク15を形成した金属層29、エッチングストップ層21及び金属層30を有する金属部材12aをエッチングした図である。金属層29および金属層30が銅で、エッチングストップ層21がニッケルの場合、金属層29のエッチング液はアルカリエッチング液を用いると所望の処理ができる。ニッケルはアルカリエッチング液に侵されないので、ニッケルからなるエッチングストップ層21はエッチングストップ層として機能する。アルカリエッチング液は塩化鉄エッチング液や塩化銅エッチング液よりもエッチング効率が劣る。そのため、はじめに塩化鉄エッチング液や塩化銅エッチング液でエッチングを行い、途中でアルカリエッチング液に切り替えるエッチング方法も可能である。

10

【0083】

金属層29を溶出させ、露出したエッチングストップ層21を粗面化するためには、エッチングストップ層21をエッチングしなければならない。ニッケルからなるエッチングストップ層21は硫酸によりエッチングすることができる。硫酸に浸漬することにより、ニッケル膜を溶出することができる。硫酸はニッケルを溶解するが、銅は硫酸に不溶であるため。上述の処理が可能である。さらに、MEC社エッチボンドCZ等の粗化処理液で、エッチングストップ層21の面を粗化処理してウイックを形成することができる。エッチング系の粗化処理液を使用することで、エッチングストップ層21を有する金属部材12の金属層29を溶出させた後に露出するエッチングストップ層21の面を簡便に粗化面とし、ウイックを形成できる。粗化面の形成は、粗化めっきを用いることも可能である。

20

【0084】

図5(R)はエッチングマスクを除去し、形成された第1の部材4を示す。

30

【0085】

本発明の実施形態3に係るペーパーチャンバー1の製造方法を図6に示す。

【0086】

図6(S)は、金属層29a、開口22を有するエッチングストップ層21a及び金属層30aを有する金属部材12bの断面構造図である。エッチングストップ層21aは部分的に開口22があり、開口22にエッチング液が30aに到達した場合、開口22からエッチングが進み、エッチング液が侵入する金属層30aの開口22の面をエッチングにより凹部24とすることができる。さらに、凹部24と粗面化処理と組み合わせ、良好なウイックを形成することができる。

【0087】

金属部材12bは、金属層29aの一方の面にメッキ又は蒸着によりエッチングストップ層21aを形成し、エッチングストップ層21aの開口部22以外の部分にエッチングマスクを形成したのち、エッチングを行い、開口部22を形成したのち、金属層30aをメッキにより形成することにより得られる。

40

【0088】

金属層29a層が溶出して露出したエッチングストップ層21aの面、は図5(Q)に示したのと同様に粗化面とすることができる。

【0089】

図6(S)は、金属層29a、開口22を有するエッチングストップ層21a及び金属層30aを有する金属部材12bの断面を示す。

50

## 【 0 0 9 0 】

図 6 ( T ) は、金属層 2 9 a、開口 2 2 を有するエッチングストップ層 2 1 a 及び金属層 3 0 a を有する金属部材 1 2 b に図 6 ( S ) に示すようなエッチングマスク 1 5 を形成し、エッチングし、エッチングマスク 1 5 を除去し、金属層 2 9 a の一部が溶出し、凹部が形成されることにより得られる密閉空間 3 となる凹部を有する第 1 の部材 4 b の平面図である。

## 【 0 0 9 1 】

金属部材 1 2 b をエッチングすることにより金属部材 1 2 b に凹部を形成させるが、金属部材 1 2 b の中央部に金属部材 1 2 b の周辺に形成するエッチングマスク 1 5 と分離させたエッチングマスク 1 5 a を形成することにより、得られる密閉空間 3 となる凹部を有する第 1 の部材 4 b の凹部の中央部に金属層 2 9 a の島 2 0 を形成することができる。金属層 2 9 a の島 2 0 を形成することにより、作動流体の液化及び気化が行われる箇所を隔てる壁を設けることができ、液状の作動流体と気体状の作動流体が混合せずに、吸熱および放熱をスムーズに行うことができる。

10

## 【 0 0 9 2 】

図 6 ( U ) は、金属層 2 9 a、開口 2 2 を有するエッチングストップ層 2 1 a 及び金属層 3 0 a を有する金属部材 1 2 b に図 6 ( S ) に示すようなエッチングマスク 1 5 を形成し、エッチングし、エッチングマスク 1 5 を除去し、金属層 2 9 a の一部が溶出し、凹部が形成されることにより得られる密閉空間 3 となる凹部を有する第 1 の部材 4 b の断面構造図である。

20

## 【 0 0 9 3 】

エッチングストップ層 2 1 a に形成される開口 2 2 の金属は、エッチング液により溶出し、金属層 3 0 a の一部も溶出する。開口 2 2 の形状は、凹部 2 4 の底面の深さを一定にするため、円形が望ましい。金属層 3 0 a の厚さ T に対して、開口 2 2 の開口径は、 $T/5 \sim T$  が好適で、さらに  $T/3 \sim T/2$  が好ましい。

## 【 0 0 9 4 】

図 6 ( V ) は、開口 2 2 に接する金属層 3 0 a の一部がエッチングにより溶出した状態を示す密閉空間 3 となる凹部を有する第 1 の部材 4 b の部分拡大図である。金属層 3 0 a に形成された凹部 2 4 の表面を粗化处理することにより、第 1 の部材 4 b は、開口部 2 2 に接する金属層 3 0 a に形成された凹部 2 4 と金属層 3 0 a に形成された凹部 2 4 の面に形成された粗化面を組み合わせ、表面積の大きなウイックを有することができる。

30

## 【 0 0 9 5 】

図 7 は、本発明の実施の形態に係る実施の形態 4 に係るペーパーチャンバーの密閉空間の形成方法を示す。

## 【 0 0 9 6 】

図 7 ( W ) は金属層 2 9、開口 2 2 を有するエッチングストップ層 2 1 a、金属層 3 0 b、エッチングストップ層 2 1 及び金属層 3 0 を有する金属部材 1 2 c の断面構造図である。金属部材 1 2 c は金属部材 1 2 及び金属部材 1 2 a で述べた方法を組み合わせることにより得られる。開口 2 2 を有するエッチングストップ層 2 1 a に、さらにエッチングストップ層 2 1 を追加することにより、実施の形態 3 よりも精密な開口部 2 2 に接する金属層 3 0 b に形成された凹部 2 4 a を形成することができる。エッチングストップ層 2 1 および 2 1 a はニッケル、金属層 2 9、3 0 b 及び 3 0 は銅により第 1 の部材 1 2 c を構成することも可能である。

40

## 【 0 0 9 7 】

図 7 ( X ) は、開口 2 2 を有するエッチングストップ層 2 1 a に接する金属層 3 0 b のすべてが溶出され、エッチングストップ層 2 1 が露出している状態を示す。金属部材 1 2 c をエッチングし、密閉空間 3 となる凹部が形成され、形成された凹部を有する第 1 の部材 4 c の凹部の底面の一部を図 7 ( X ) に示す。開口 2 2 を有するエッチングストップ層 2 1 a の下層にさらにエッチングストップ層 2 1 を設けることにより、開口 2 2 を有するエッチングストップ層 2 1 a の開口形状や開口径に関わらず、エッチングを確実に止める

50

ことができる。

【 0 0 9 8 】

第 1 の部材 4 c の開口部 2 2 に接する金属層 3 0 b に形成された凹部 2 4 a 及び露出したエッチングストップ層 2 1 の面は粗面化処理により粗化面とすることができる。

【 0 0 9 9 】

図 7 ( Y ) は、図 7 ( X ) のエッチングストップ層 2 1 a 及び 2 1 をエッチングにより溶出させ、除去した状態を示す。図 7 ( X ) に示す第 1 の部材 1 2 c に形成される凹部の底面を図 7 ( Y ) に示す底面とすることにより、表面積をさらに大きくすることができる。

【 0 1 0 0 】

図 8 は、実施の形態 3 で説明した金属層の島 2 0 を有する第 1 の部材 4 b と、金属層の島 2 0 を有しておらず、他の部分は第 1 の部材 4 b と同一の第 2 の部材 1 7 a を形成し、密閉空間 3 となる凹部を有する第 1 の部材 4 b と密閉空間 3 となる凹部を有する第 2 の部材 1 7 a を接合材 1 6 により接合し、形成されたペーパーチャンバ 1 を示す。第 2 の部材 1 7 は、図 3 ( L ) に示すように板状であっても、図 8 に示すようにエッチングにより凹部 2 4 が形成された第 2 の部材 1 7 a であっても構わない。さらに、密閉空間 3 を形成する面の反対側に電子回路板 2 が形成されていても構わない。

【 0 1 0 1 】

ペーパーチャンバ 1 に作動液を充填する方法は、はヒートパイプや他のペーパーチャンバと同様の一般的な方法ある。必要に応じて冷却しながら充填口から作動流体を注入し、充填口を物理的につぶし、さらにはんだ付けやろう付け、溶接等で封止するものである。充填口は第 1 の部材もしくは第 2 の部材に設けてもよいし、第 1 の部材と第 2 の部材両方に形成しても構わない。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 2 】

- 1 : ペーパーチャンバ
- 2 : 電子回路板
- 3 : 密閉空間
- 4 : 第 1 の部材
- 7 : ソルダーマスク
- 8 : 回路放熱路
- 9 : 層間接続のためのビアホール
- 1 0 : 外層配線導体
- 1 1 : 電極
- 1 2 : 金属部材
- 1 3 : 絶縁材
- 1 4 : 金属箔
- 1 5 : エッチングマスク
- 1 6 : 接合材
- 1 7 : 第 2 の部材
- 1 8 : はんだ
- 1 9 : 電子部品
- 2 0 : 金属層の島
- 2 1 : エッチングストップ層
- 2 2 : 開口
- 2 3 : 金属柱状の回路放熱路
- 2 9 : 金属層
- 3 0 : 金属層

10

20

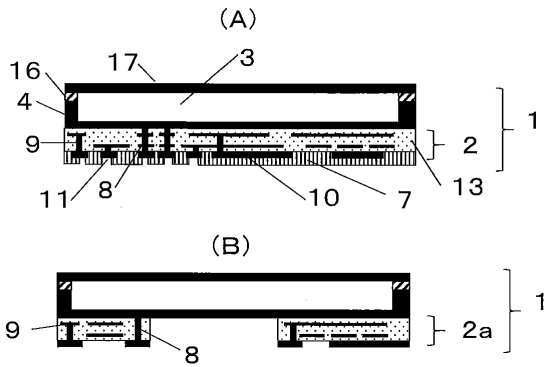
30

40

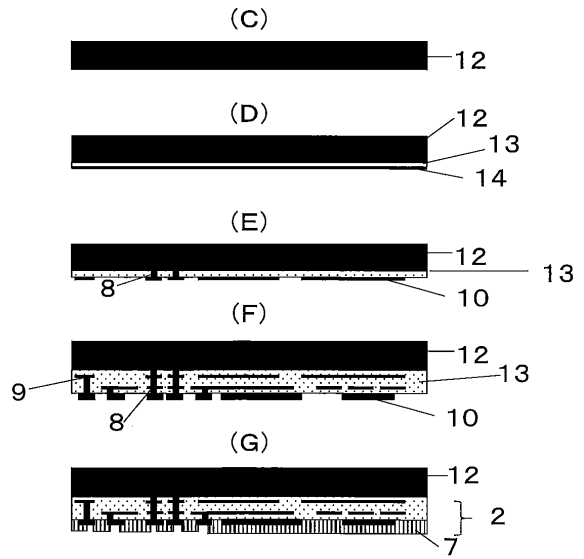
50

【図面】

【図 1】



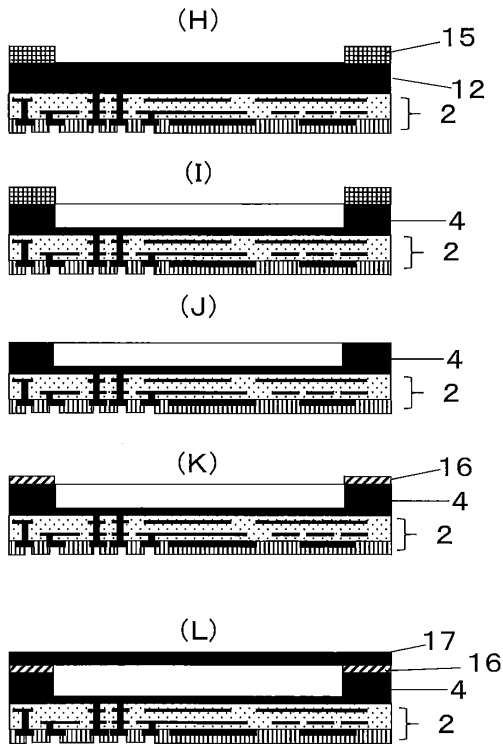
【図 2】



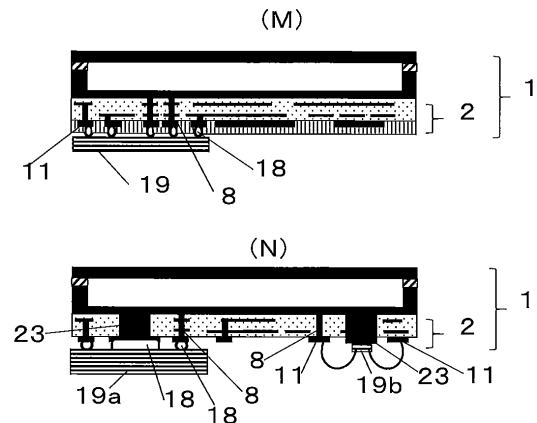
10

20

【図 3】



【図 4】

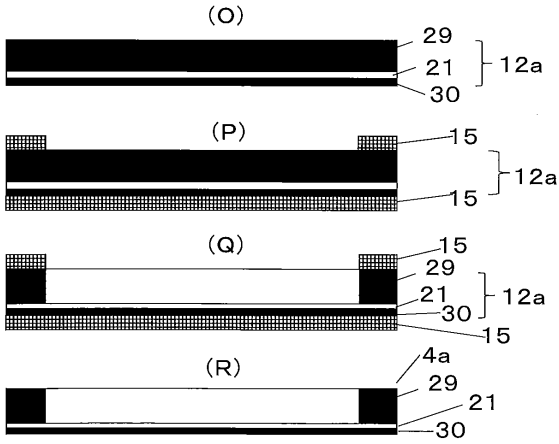


30

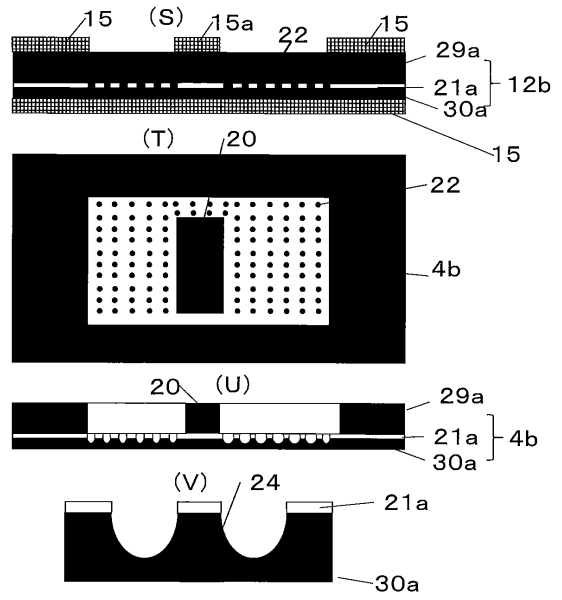
40

50

【 図 5 】

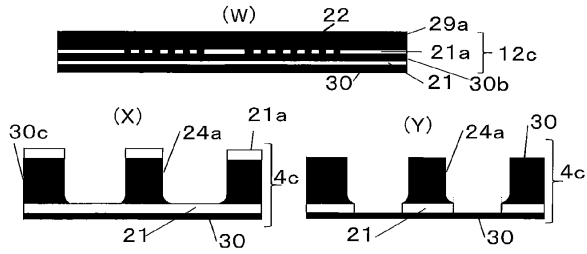


【 図 6 】

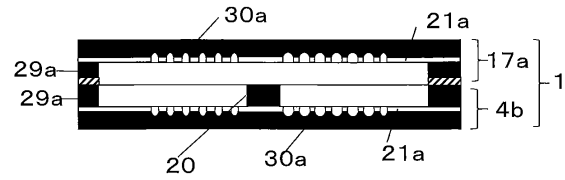


10

【 図 7 】



【 図 8 】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 2 1 2 0 2 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 1 5 9 7 9 7 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
F 2 8 D 1 5 / 0 2