

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5144657号
(P5144657)

(45) 発行日 平成25年2月13日 (2013. 2. 13)

(24) 登録日 平成24年11月30日 (2012. 11. 30)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 L 23/36 (2006. 01) H O 1 L 23/36 C

請求項の数 13 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-517850 (P2009-517850)	(73) 特許権者	000006633
(86) (22) 出願日	平成20年5月30日 (2008. 5. 30)		京セラ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/060068		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
(87) 国際公開番号	W02008/149818	(72) 発明者	阿部 裕一
(87) 国際公開日	平成20年12月11日 (2008. 12. 11)		鹿児島県霧島市国分山下町 1 番 1 号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内
審査請求日	平成21年10月28日 (2009. 10. 28)	(72) 発明者	中村 清隆
(31) 優先権主張番号	特願2007-143956 (P2007-143956)		鹿児島県霧島市国分山下町 1 番 1 号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内
(32) 優先日	平成19年5月30日 (2007. 5. 30)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

審査官 関根 崇

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層型放熱基体およびこれを用いた放熱ユニット並びに電子装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上下に対面配置された絶縁性の第 1 基板および第 2 基板と、
前記第 1 基板と前記第 2 基板との対面間に備えられた放熱部材と、
前記第 1 基板と前記第 2 基板との対面の反対面にそれぞれ備えられた回路部材とを有し、
前記第 1 基板と前記放熱部材および前記回路部材のそれぞれとの間、前記第 2 基板と前記放熱部材および前記回路部材のそれぞれとの間において、前記第 1 基板側および前記第 2 基板側に活性金属層を、前記放熱部材側および前記回路部材側に結合層を有し、
前記放熱部材および前記回路部材は、銅または銅合金を主成分としてなり、前記活性金属層は、活性金属を含む銀-銅合金または金-銅合金からなり、前記結合層は、99.96%以上含有する銅からなることを特徴とする積層型放熱基体。

【請求項 2】

前記第 1 基板および前記第 2 基板が窒化珪素を主成分とするセラミックスからなり、前記放熱部材、前記回路部材および前記結合層のそれぞれが銅を主成分とする材質からなることを特徴とする請求項 1 に記載の積層型放熱基体。

【請求項 3】

前記回路部材は複数行、複数列に配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の積層型放熱基体。

【請求項 4】

前記回路部材は奇数行、奇数列に配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載の積層型放熱基体。

【請求項 5】

前記放熱部材の厚みは前記回路部材の厚みの 1 ～ 10 倍であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の積層型放熱基体。

【請求項 6】

平面透視した場合の前記放熱部材の端面が前記回路部材の端面より外側にあることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の積層型放熱基体。

【請求項 7】

平面透視した場合の前記放熱部材の端面が前記第 1 基板または前記第 2 基板の端面より内側にあることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の積層型放熱基体。 10

【請求項 8】

前記放熱部材は中空部を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の積層型放熱基体。

【請求項 9】

前記中空部の占める容積が放熱部材に対して 20 % 以上 80 % 以下であることを特徴とする請求項 8 に記載の積層型放熱基体。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の積層型放熱基体を囲む枠体を備え、該枠体に冷却用媒体を流入させるようになしたことを特徴とする放熱ユニット。 20

【請求項 11】

請求項 8 または 9 に記載の積層型放熱基体の前記中空部に冷却管を挿入してなることを特徴とする放熱ユニット。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の積層型放熱基体における前記回路部材の上に電子部品を搭載したことを特徴とする電子装置。

【請求項 13】

請求項 10 または 11 に記載の放熱ユニットにおける前記回路部材の上に電子部品を搭載したことを特徴とする電子装置。

【発明の詳細な説明】 30

【技術分野】

【0001】

本発明は、I G B T（絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタ）素子等の半導体素子、昇華型サーマルプリンターヘッド素子およびサーマルインクジェットプリンターヘッド素子等の電子部品が搭載され、これら電子部品の放熱効率を高める積層型放熱基体およびこれを用いた放熱ユニットに関する。さらに、これら積層型放熱基体および放熱ユニットに上記電子部品を搭載した電子装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、パワートランジスタモジュールおよびスイッチング電源モジュール等のパワーモジュールに代表される半導体装置等の電子装置の放熱基体として、セラミック基板の一方の主面上に回路部材として銅板を接合し、他方の主面に放熱性の良好な放熱部材として銅板を接合して構成された放熱基体が広く用いられている。この銅板には、セラミック基板と反対側に熱をさらに拡散させるためのヒートシンクが取り付けられる。 40

【0003】

最近では、このような放熱基体におけるセラミック基板として、電気絶縁性および熱伝導性に優れた窒化珪素基板が一般的に使用される（特許文献 1 ～ 3 を参照）。

【0004】

例えば、図 9 に示す積層型放熱基体（多層窒化珪素回路基板）71 は、希土類元素を酸化物に換算して 1.0 ～ 17.5 質量%、不純物陽イオン元素としての L i, N a, K, 50

Fe, Ca, Mg, Sr, Ba, Mn, Bを合計で1.0質量%以下(検出限界としての0質量%を含む)含有する。また、熱伝導率が60W/(m・k)以上である、複数の高熱伝導性窒化珪素基板72, 73と、この高熱伝導性窒化珪素基板72, 73に、Ti, Zr, Hf, Nb等から選ばれた少なくとも1種の活性金属を含むろう材(以下、活性金属含有ろう材と記す)層77を介して接合された金属板74, 75, 76とを具備する。

【0005】

ここで、回路部材(金属板)74の所定位置には、半導体素子78が半田接合によって搭載されており、半導体素子78と金属板74の電極部とが、ボンディングワイヤ79によって電気的に接続されている。

【0006】

高熱伝導性窒化珪素基板72, 73に回路部材74, 放熱部材76を接合する手法として活性金属法が用いられている。活性金属法は、図9に示すように、Ti, Zr, Hfなどの4族元素のような活性を有する金属を含むAg-Cuろう材で形成された活性金属含有ろう材層77を介して、回路部材74, 放熱部材76を780~900℃に加熱して高熱伝導性窒化珪素基板72, 73に接合する方法である。

【特許文献1】特開平10-93244号公報

【特許文献2】特開2005-19875号公報

【特許文献3】特開2004-343035号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、活性金属法を用いて高熱伝導性窒化珪素基板に回路部材および放熱部材を接合する場合、高温で加熱されるため、接合時に熱応力が発生し、冷却の過程で積層型放熱基体が反りやすい。

【0008】

現在、半導体素子の高集積化は急速に進行しており、半導体素子を搭載する積層型放熱基体に繰り返し与えられる熱応力に対して十分な耐久性および信頼性が望まれている。

【0009】

本発明は、反りが抑制されるとともに耐久性および信頼性を備えた積層型放熱基体およびこれを用いた放熱ユニット並びに電子装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の積層型放熱基体は、上下に対面配置された絶縁性の第1基板および第2基板と、第1基板と第2基板との対面間に備えられた放熱部材と、第1基板と第2基板との対面の反対面にそれぞれ備えられた回路部材とを有し、第1基板と放熱部材および回路部材のそれぞれとの間、第2基板と放熱部材および回路部材のそれぞれとの間において、第1基板側および第2基板側に活性金属を含む活性金属層を、放熱部材側および回路部材側に金属からなる結合層を有し、前記放熱部材および前記回路部材は、銅または銅合金を主成分としてなり、前記活性金属層は、活性金属を含む銀-銅合金または金-銅合金からなり、前記結合層は、99.96%以上含有する銅からなることを特徴とする。

【0011】

また、本発明の放熱ユニットは、積層型放熱基体を囲む枠体を備え、該枠体に冷却用媒体を流入させるようになしたことを特徴とする。

【0012】

さらに、本発明の電子装置は、積層型放熱基体における回路部材の上に電子部品を搭載したことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明の積層型放熱基体によれば、活性金属層のみで放熱部材や回路部材を結合する場合に比べ、結合層を介して放熱部材や回路部材を結合することで、金属である結合層自体

10

20

30

40

50

が接合工程における冷却時に変形しやすく、発生する熱応力を緩和することができる。

【0014】

また、本発明の放熱ユニットは、大型の冷却装置を必要とせずに効率的かつ安価に積層型放熱基体を冷却することができる。

【0015】

また、本発明の電子装置は、電子部品に蓄熱することがなく、放熱性の高い電子装置とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の積層型放熱基体の一実施形態を説明する図であり、(a)は上側に位置する第1基板の上面に配置された回路部材を平面視したときの平面図、(b)は同図(a)のA-A線における断面図、(c)は下側に位置する第2基板の下面に配置された回路部材を平面視したときの底面図である。

10

【図2】本発明の積層型放熱基体の他の実施形態を説明する図であり、(a)は上側に位置する第1基板の上面に配置された回路部材を平面視したときの平面図、(b)は同図(a)のA-A線における断面図、(c)は下側に位置する第2基板の下面に配置された回路部材を平面視したときの底面図である。

【図3】本発明の積層型放熱基体の他の実施形態を説明する図であり、(a)は上側に位置する第1基板の上面に配置された回路部材を平面視したときの平面図、(b)は同図(a)のA-A線における断面図、(c)は下側に位置する第2基板の下面に配置された回路部材を平面視したときの底面図である。

20

【図4】本発明の積層型放熱基体の他の実施形態を説明する図であり、(a)は上側に位置する第1基板の上面に配置された回路部材を平面視したときの平面図、(b)は同図(a)のA-A線における断面図、(c)は同図(b)のB-B線における断面図である。

【図5】本発明の積層型放熱基体の他の実施形態を説明する図であり、(a)は上側に位置する第1基板の上面に配置された回路部材を平面視したときの平面図、(b)は同図(a)の正面図、(c)は下側に位置する第2基板の下面に配置された回路部材を平面視したときの底面図である。

【図6】本発明の放熱ユニットの一実施形態を説明する図であり、(a)は上側に位置する第1基板の上面に配置された回路部材を平面視したときの平面図、(b)は同図(a)の正面図、(c)は下側に位置する第2基板の下面に配置された回路部材を平面視したときの底面図である。

30

【図7】本発明の放熱ユニットの他の実施形態を説明する図であり、(a)は上側に位置する第1基板の上面に配置された回路部材を平面視したときの平面図、(b)は同図(a)の正面図、(c)は下側に位置する第2基板の下面に配置された回路部材を平面視したときの底面図である。

【図8】(a)は第1基板の上面に回路部材を1行、複数列あるいは複数行、1列に配置した本実施形態の積層型放熱基体1aを構成する第1基板の反りを模式的に示す図であり、(b)は第1基板の上面に回路部材を1行、複数列あるいは複数行、1列に配置した本実施形態の積層型放熱基体を構成する第1基板の反りを模式的に示す図である。

40

【図9】従来の積層型放熱基体の一例を示す断面図である。

【符号の説明】

【0017】

- 1：積層型放熱基体
- 21：第1基板
- 22：第2基板
- 31：第1活性金属層
- 32：第2活性金属層
- 41：回路部材
- 42：放熱部材

50

5 1：第 1 結合層
5 2：第 2 結合層
6 1：放熱ユニット
6 2：枠体
6 3：供給口
6 4：排出口
6 5：冷却管
6 6：冷却手段

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

10

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0019】

図 1 に示すように、本実施形態の積層型放熱基体 1 は、上下に対面配置された絶縁性の第 1 基板 2 1 および第 2 基板 2 2 と、第 1 基板 2 1 と第 2 基板 2 2 との対面間に備えられ放熱部材 4 2 と、第 1 基板 2 1 と第 2 基板 2 2 との対面の反対面にそれぞれ備えられた回路部材 4 1 とを有する。第 1 基板 2 1、第 2 基板 2 2 と放熱部材 4 2 との間には、第 1 基板 2 1 側、第 2 基板 2 2 側に第 2 活性金属層 3 2、放熱部材 4 2 側に第 2 結合層 5 2 を有する。また、第 1 基板 2 1、第 2 基板 2 2 と回路部材 4 1 との間には、第 1 基板 2 1 側、第 2 基板 2 2 側に第 1 活性金属層 3 1、回路部材 4 2 側に第 2 結合層 5 2 を有する。放熱部材 4 2 および回路部材 4 1 は、銅または銅合金を主成分としてなり、第 1 活性金属層 3 1 および第 2 活性金属層 3 2 は、活性金属を含む銀－銅合金または金－銅合金からなり、第 1 結合層 5 1 および第 2 結合層 5 2 は、99.96% 以上含有する銅からなる。

20

【0021】

このような積層型放熱基体 1 は、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (IGBT)、金属酸化膜形電界効果トランジスタ (MOSFET) 等の半導体素子、昇華型サーマルプリンターヘッド素子、サーマルインクジェットプリンターヘッド素子等の電子部品の放熱を促進するために適用できる。

【0022】

積層型放熱基体 1 を構成する第 1 基板 2 1、第 2 基板 2 2 は、窒化珪素質焼結体または窒化珪素質単結晶からなる。窒化珪素質は熱伝導率が $40 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上と高く、放熱特性に優れる。第 1 基板 2 1、第 2 基板 2 2 は、図 1 に示す X 方向の長さが $30 \sim 80 \text{ mm}$ であり、Y 方向の長さが $10 \sim 80 \text{ mm}$ である。また、それぞれの基板の厚みは、熱抵抗を低くし、耐久性を良好とするために、 $0.13 \sim 0.4 \text{ mm}$ の厚みとするといよい。

30

【0023】

第 1 基板 2 1、第 2 基板 2 2 は、基板それぞれの質量を 100 質量%とした場合、窒化珪素質は少なくとも 80 質量%以上含有する。その他の添加成分として、酸化エルビウム、酸化マグネシウム、酸化珪素、酸化モリブデン、酸化アルミニウム等が含まれている。

【0024】

特に、放熱特性を向上させるには、添加成分は酸化アルミニウムのみとし、その含有量は 0.3 質量%以下とすることが好適である。

40

【0025】

また、第 1 基板 2 1、第 2 基板 2 2 の機械的特性は、3 点曲げ強度が 700 MPa 以上、ヤング率が 300 GPa 以上、ビッカース硬度 (Hv) が 13 GPa 以上である。さらに、破壊靱性 (K_{1C}) が $5 \text{ MPa m}^{1/2}$ 以上であることが好ましい。これらにより、積層型放熱基体 1 を構成した際に長期間の使用に供することができる。機械的特性が上述の範囲であることにより、信頼性を向上させることができる。特に耐クリープ性やヒートサイクルに対する耐久性を向上させることができる。

【0026】

なお、3 点曲げ強度については、まず、積層型放熱基体 1 から第 1 活性金属層 3 1、第 2 活性金属層 3 2、第 1 結合層 5 1、第 2 結合層 5 2 および回路部材 4 1、放熱部材 4 2

50

をエッチングにより除去する。その後、J I S R 1 6 0 1 - 1 9 9 5 に準拠して測定すればよい。ただし、第 1 基板 2 1, 第 2 基板 2 2 の厚みが薄く、第 1 基板 2 1, 第 2 基板 2 2 より切り出した試験片の厚みを 3 mm とすることができない場合、第 1 基板 2 1, 第 2 基板 2 2 の厚みをそのまま試験片の厚みとして評価する。そして、その結果が上記数値を満足するものとする。

【0027】

また、ヤング率についても、まず、積層型放熱基体 1 から第 1 活性金属層 3 1, 第 2 活性金属層 3 2、第 1 結合層 5 1, 第 2 結合層 5 2 および回路部材 4 1, 放熱部材 4 2 をエッチングにより除去する。しかる後に、J I S R 1 6 0 2 - 1 9 9 5 で規定される圧子圧入法 (I F 法) に準拠して測定すればよい。ただし、第 1 基板 2 1, 第 2 基板 2 2 の厚みが薄く、第 1 基板 2 1, 第 2 基板 2 2 より切り出した試験片の厚みを 4 mm とすることができない場合、第 1 基板 2 1, 第 2 基板 2 2 の厚みをそのまま試験片の厚みとして評価するものとし、その結果が上記数値を満足するものとする。

【0028】

ビッカース硬度 (H v) および破壊靱性 (K_{1C}) については、それぞれ J I S R 1 6 1 0 - 2 0 0 3, J I S R 1 6 0 7 - 1 9 9 5 に準拠して測定すればよい。

【0029】

また、電気的特性としては体積固有抵抗が、常温で $10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、 300°C で $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることが好ましい。なぜなら、積層型放熱基体 1 の動作時に回路部材側から放熱部材側への電流のリークを抑制することができる。このため、電力損失を小さくすることができる。また、電子装置の誤動作を低減することができる。

【0030】

これら第 1 基板 2 1, 第 2 基板 2 2 の両主面上に形成される第 1 活性金属層 3 1, 第 2 活性金属層 3 2 は、例えば、チタン (Ti), ジルコニウム (Zr), ハフニウム (Hf) などの活性金属や場合によっては錫 (Sn) を含む Ag-Cu 合金または Au-Cu 合金からなる。例えば、第 1 活性金属層 3 1 の A-A 線における 1 個当たりの X 方向の長さは $12.4 \sim 24.4 \text{ mm}$ 、Y 方向の長さは $16.4 \sim 20.4 \text{ mm}$ 、厚みは $10 \sim 20 \mu\text{m}$ である。また、例えば、第 2 活性金属層 3 2 の A-A 線における 1 個当たりの X 方向の長さは $12.4 \sim 22.4 \text{ mm}$ 、Y 方向の長さは $16.4 \sim 24.4 \text{ mm}$ 、厚みは $10 \sim 20 \mu\text{m}$ である。

【0031】

第 1 活性金属層 3 1, 第 2 活性金属層 3 2 および回路部材 4 1, 放熱部材 4 2 との間に備えられた第 1 結合層 5 1, 第 2 結合層 5 2 は、99.96% 以上含有する銅からなる。第 1 結合層 5 1, 第 2 結合層 5 2 の銅の拡散作用により、 $300 \sim 500^\circ\text{C}$ の低温で、各主面に接合される回路部材 4 1, 放熱部材 4 2 を強固に接合することができる。また、第 1 結合層 5 1, 第 2 結合層 5 2 は変形しやすいため、小さい荷重で接合することができる。また、冷却時に発生する熱応力も第 1 結合層 5 1, 第 2 結合層 5 2 の変形で緩和することができる。このため、より厚みの大きな回路部材 4 1, 放熱部材 4 2 を接合しても反りの発生が抑制される。さらに、放熱特性に優れた積層型放熱基体 1 を得ることができ、ヒートシンクが不要である。

【0032】

第 1 結合層 5 1, 第 2 結合層 5 2 は、銅を 99.96 質量% 以上含有する。第 1 結合層 5 1, 第 2 結合層 5 2 は、第 1 活性金属層 3 1, 第 2 活性金属層 3 2 と、回路部材 4 1, 放熱部材 4 2 とを強固に結合する機能を有する無酸素銅、タフピッチ銅、りん脱酸銅等の銅を用いるのがよい。特に、無酸素銅のうち、銅の含有率が 99.995 質量% 以上の線形結晶無酸素銅、単結晶状高純度無酸素銅および真空溶解銅のいずれかを用いることが好ましい。なぜなら、銅の含有率が高いほど電気抵抗が低く、熱伝導率が高いため、回路特性 (電子部品を発熱させず、電力損失を少なくする特性) および放熱特性が優れるからである。また、銅の含有率が高いほど、降伏応力が低く、高温下で塑性変形しやすくなるため、第 1 結合層 5 1, 第 2 結合層 5 2 と、回路部材 4 1, 放熱部材 4 2 の接合強度が高く

なり、より信頼性が高くなるからである。

【0034】

なお、第1活性金属層31、第1結合層51間、あるいは第2活性金属層32、第2結合層52間に中間層を挿入してもよい。第1基板21、第2基板22、第1活性金属層31、第2活性金属層32および第1結合層51、第2結合層52間の各熱膨張係数の差によって発生するひずみを緩和するには、中間層は容易に弾性変形したり塑性変形したりするものがよい。例えば、Al、Niもしくはこれらを含む合金またはこれらの金属を基体とする発泡金属もしくは金属線束からなることが好適である。また、接合工程における冷却時に発生する熱応力を緩和するには、中間層は熱膨張係数が銅より小さく窒化珪素より大きい成分、例えば、W、Mo、Ti、Cu-Mo、Cu-WおよびWC-Coの少なくとも1種を含むことが好適である。

10

【0035】

回路部材41は、1個当たりのX方向の長さは10～17mm、Y方向の長さは10～20mm、厚みは回路を流れる電流の大きさや回路部材41に搭載される半導体素子等の電子部品の発熱量に応じて0.5～5mmが選択される。また、放熱部材42は発熱した電子部品により発生した熱を逃がす機能を有し、1個当たりのX方向の長さは10～17mm、Y方向の長さは10～20mm、厚みは0.5～5mmである。

【0036】

回路部材41、放熱部材42は、銅または銅合金を主成分とする。回路部材41、放熱部材42に対して銅または銅合金が90質量%以上であるものが好適であり、無酸素銅、タフピッチ銅、りん脱酸銅等の銅を用いるのがよい。特に、無酸素銅のうち、銅の含有率が99.995質量%以上の線形結晶無酸素銅、単結晶状高純度無酸素銅および真空溶解銅のいずれかを用いることが好ましい。

20

【0037】

また、回路部材41は、複数行、複数列の行列状に配置されていることが好適である。なぜなら、行列状に配置することで、第1基板21、第2基板22の形状を正方形、あるいは正方形に近い長方形にすることができるため、積層型放熱基体1の反りを抑制することができるからである。

【0038】

上記と同様の理由により、放熱部材42も複数行、複数列の行列状に配置されていることが好適である。

30

【0039】

次に、本発明の積層型放熱基体の種々の形態について、図2～図5を用いて説明する。なお、図面における各符号は図1と同様の部材には同一符号を用いる。

【0040】

図2に示す積層型放熱基体1は、第1結合層51が部分的に回路部材41にわたって連続的に形成されたものである。この構成によれば、第1結合層51が回路部材41を接続する配線として作用するためワイヤーによる配線が不要となるからである。また、この構成によれば、第1結合層51が厚い場合、半導体素子等の電子部品に大電流を流すことができるという点でも有利である。

40

【0041】

図3に示す積層型放熱基体1は、図2に示す積層型放熱基体と同様に、第1結合層51が部分的に回路部材41にわたって連続的に形成されている。図2に示す積層型放熱基体と異なる点は、第1結合層51の厚みが回路部材41が配置された領域、即ち回路部材配置領域Eより、回路部材41の間の領域、即ち回路部材間領域Fより薄い点である。

【0042】

ここで、積層型放熱基体の反りについて図8を用いて説明する。図8(a)は第1基板21aの上面に回路部材を1行、複数列あるいは複数行、1列に配置した本実施形態の積層型放熱基体1aを構成する第1基板21aの反りを模式的に示す図である。図8(b)は第1基板21bの上面に回路部材を1行、複数列あるいは複数行、1列に配置した本実

50

施形態の積層型放熱基体 1 b を構成する第 1 基板 2 1 b の反りを模式的に示す図である。回路部材 4 1 を第 1 基板の上面に 1 行、複数列あるいは複数行、1 列に配置した積層型放熱基体 1 b に比べ、回路部材 4 1 を、複数行、複数列の行列状に配置した積層型放熱基体 1 a は、第 1 基板 2 1 a の長手方向の長さを短くすることができる。このため、反りの曲率半径 (R) が同じである場合、本実施形態の積層型放熱基体 1 a における第 1 基板 2 1 a に発生する反り (H_1) は、積層型放熱基体 1 b における第 1 基板 2 1 b に発生する反り (H_2) より小さくすることができる。

【0043】

また、放熱部材 4 2 の厚みは、回路部材 4 1 の厚みの 1 ~ 10 倍であることが好適である。放熱部材 4 2 の厚みをこの範囲にすることで、積層型放熱基体 1 を小型にでき、電子部品より発熱した熱を十分に拡散することができる。さらに、強制的に冷却する機能を備えた部材を放熱部材 4 2 に組み込むことができる。このため、効率よく熱を逃がすことができる。さらに、放熱部材 4 2 は厚くなる。積層型放熱基体 1 の剛性が高くなり、積層型放熱基体 1 に熱履歴が加わってもその変形が拘束されるため、反りが抑制され、信頼性を向上させることができる。

10

【0044】

また、上側から平面透視した場合（厚み方向からみた場合）の放熱部材 4 2 の端面の位置によって、放熱部材 4 2 の拡散性や積層型放熱基体 1 の信頼性が異なる。平面透視した場合（厚み方向からみた場合）の放熱部材 4 2 の端面が回路部材 4 1 の端面より外側にあることが好適である。このようにすると、回路部材 4 1 で拡散した熱を、放熱部材 4 2 でさらに拡散できることから、放熱特性をより向上することができる。例えば、上側から平面透視した場合（厚み方向からみた場合）の放熱部材 4 2 の端面は回路部材 4 1 の端面より 0.1 ~ 2 mm 外側にあればよい。

20

【0045】

また、上側から平面透視した場合（厚み方向からみた場合）の放熱部材 4 2 の端面が第 1 基板 2 1 または第 2 基板 2 2 の端面より内側にあることが好適である。このようにすると、放熱部材 4 2 は、その大部分が拘束されるため、熱履歴が加わっても第 2 結合層 5 2 および放熱部材 4 2 間の界面に働く応力を小さくすることができる。これにより、信頼性を向上させることができる。例えば、上側から平面透視した場合（厚み方向からみた場合）の放熱部材 4 2 の端面が第 1 基板 2 1 または第 2 基板 2 2 の端面より 0.1 ~ 5 mm 内側にある。

30

【0046】

特に、回路部材 4 1 および放熱部材 4 2 のビッカース硬度 (H_v) は、いずれも 0.5 ~ 1.2 GPa とすることが好適である。

【0047】

なお、回路部材 4 1 および放熱部材 4 2 の体積は、3次元形状測定器を用いて測定することができる。あるいは倍率を 2 ~ 10 倍に設定して金属顕微鏡、画像計測器等を用いて測定することもできる。また、回路部材 4 1 および放熱部材 4 2 のビッカース硬度 (H_v) は、JIS Z 2244-2003 に準拠して測定すればよい。測定に用いる試験荷重は、回路部材 4 1、放熱部材 4 2 の厚みに依存し、例えば 196 mN (ミリニュートン) とする。

40

【0048】

図 4 に示す積層型放熱基体は、第 1 基板 2 1、第 2 基板 2 2 の両主面に接合される回路部材 4 1、放熱部材 4 2 が 3 行 3 列に配置されてなるものである。この積層型放熱基体 1 は両主面に接合される回路部材 4 1、放熱部材 4 2 が複数の奇数行、複数の奇数列の行列状に配置されたものの 1 種である。四角形状の第 1 基板 2 1、第 2 基板 2 2 のそれぞれの 4 つの角部を結ぶ 2 本の対角線の交点上に回路部材 4 1 c、放熱部材 4 2 c が存在し、この回路部材 4 1 c、放熱部材 4 2 c が接合工程で発生する積層型放熱基体 1 の変形を拘束できる。このため、積層型放熱基体 1 の反りを十分に抑制することができる。

【0049】

50

図5に示す積層型放熱基体1は、放熱部材42が中空部42aを備えているものであり、中空部42aは、例えば円柱状の空間である。放熱部材42が中空部42aを備えていると、放熱部材42全体の表面積が中空部42aを備えていない放熱部材より増加するため、放熱特性をさらに向上させることができる。さらに、強制的に冷却する機能を備えた部材を中空部に組み込むことができる。これにより、電子部品より発熱した熱をさらに効率よく逃がすことができる。

【0050】

中空部42aの体積は放熱部材42に対して20体積%以上80体積%以下であることが好適である。なぜなら、この範囲にすると、接合工程で挫屈変形や挫屈破壊のおそれを低減させることができるとともに、中空部42aの表面積が増加するので、放熱特性をさらに向上させることができるからである。

10

【0051】

また、第1結合層51、第2結合層52の硬度は、それぞれ回路部材41、放熱部材42との接合強度に影響を与える。本発明の積層型放熱基体1は、第1結合層51、第2結合層52のビッカース硬度(Hv)が0.5GPa以下であることが好ましい。ビッカース硬度(Hv)をこの範囲とすることで、第1結合層51、第2結合層52は容易に弾性変形して、回路部材41、放熱部材42との接合強度を高くすることができる。特に、ビッカース硬度(Hv)は0.2~0.5GPaであることがより好ましい。

【0052】

なお、第1結合層51、第2結合層52のビッカース硬度(Hv)は、JIS Z 2244-2003に準拠して測定すればよい。測定に用いる試験荷重は、第1結合層51、第2結合層52の厚みに依存し、例えば98mNあるいは196mNとする。

20

【0053】

図6に示す放熱ユニット61は、第1基板21の上面、第2基板22の下面および第1基板21、第2基板22の各側面と接する積層型放熱基体1を囲む銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金および樹脂等のうちいずれか1種以上からなる枠体62を備えている。また、放熱ユニット61は、水、クーラント水、油、液体窒素または液体アルゴン等の冷却用媒体を、枠体62に差し込むようにして備えられた前記した金属または樹脂からなるパイプ状の供給口63より枠体62内に流入させてなる。この冷却用媒体は基板21、22に挟まれた空間に充填することによって冷却することができる。冷却に用いられた冷却用媒体は、枠体62に備えられた前記金属または樹脂からなるパイプ状の排出口64より排出される。放熱ユニット61をこのような構造にすると、大型の冷却装置を必要とせずに効率的かつ安価に積層型放熱基体1を冷却することができる。

30

【0054】

なお、図6に示す放熱ユニット61は、枠体62が第1基板21の上面、第2基板22の下面および第1基板21、第2基板22の各側面と接するものである。枠体62が第1基板21の上面または第2基板22の下面の少なくともいずれかと接するものであってもよい。

【0055】

図7に示す放熱ユニット61は、中空部42aにヒートパイプ等の例えば、銅、銅合金、アルミニウムおよびアルミニウム合金のいずれかからなる冷却管65を挿入し、この冷却管65にラジエーター等の冷却手段66を接続してなるものである。

40

【0056】

放熱ユニット61をこのような構造にすると、大型の冷却装置を必要とせずに効率的かつ安価に積層型放熱基体を冷却することができる。

【0057】

本発明の電子装置は、上述したように放熱特性の高い積層型放熱基体1または放熱ユニット61を構成する回路部材41上に電子部品を搭載したことから、作動中、電子部品に蓄熱することがなく、放熱性の高い電子装置とすることができる。

【0058】

50

次に、本発明の積層型放熱基体の製造方法について説明する。

【0059】

本発明の積層型放熱基体1は、まず、長さ30～80mm、幅10～80mm、厚み0.13～0.4mmの窒化珪素質焼結体からなる第1基板21、第2基板22の両主面に、チタン(Ti)、ジルコニウム(Zr)、ハフニウム(Hf)などの活性金属や場合によっては錫(Sn)を含むAg-Cu合金またはAu-Cu合金のペーストを、スクリーン印刷、ロールコーター法、刷毛塗り等で塗布し、このペースト上に銅が主成分であって、厚みが0.1～0.6μmである銅箔を積層した後、800～900℃で加熱熔融して、第1活性金属層31、第2活性金属層32および銅を主成分とする第1結合層51、第2結合層52を形成する。

10

【0060】

次に、第1結合層51、第2結合層52がそれぞれ回路部材41、放熱部材42と接する面を研磨する。その後、水素、窒素およびネオン、アルゴン等の不活性ガスのいずれかから選ばれる雰囲気中、300～500℃に加熱する。そして、30MPa以上の圧力で、第1結合層51、第2結合層52と接合する面が平坦な回路部材41、放熱部材42を、例えば3行2列または3行3列の行列状に配置して、接合して積層型放熱基体1を得る。そして、銅や銅合金が酸化しない温度(50℃)まで加圧したまま冷却する。この温度に到達した後、加圧を終了し、積層型放熱基体1を取り出す。回路部材41の具体的な回路の形成方法としては、予めプレス加工やエッチング加工によりパターンニングして回路を形成した銅板を用いる。または接合後に、エッチング、レーザー等によりパターンニングする。

20

【0061】

また、第1結合層51を複数の回路部材41にわたって形成し、且つ、その厚みが回路部材配置領域Eに比べ回路部材間領域Fで薄くするには、上述に示した方法で作製した後、回路部材間領域Fの第1結合層51以外の部分にマスキングを施す。その後、エッチング、レーザー等を用いて、回路部材間領域Fの第1結合層51が薄くなるように加工し、その後マスキングを除去して、積層型放熱基体1を得ることができる。

【0062】

以上のことから、銅直接接合法、高融点金属メタライズ法、活性金属法等のいずれか1種で接合した場合より、接合によって回路部材41、放熱部材42に生じる反りは小さくなるので、回路部材41および放熱部材42の厚みを大きくすることができる。回路部材41、放熱部材42が厚い積層型放熱基体1は、放熱特性を高くすることができ、場合によってはヒートシンクの取り付けも不要にすることができる。

30

【0063】

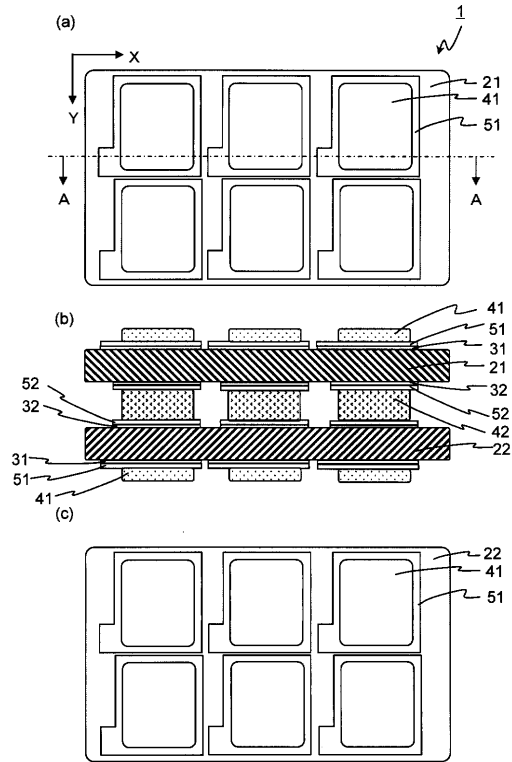
また、積層型放熱基体1における回路部材に半導体素子等の電子部品を接続することで、半導体装置等の電子装置を使用しているときにも電子部品に蓄熱することを有効に抑制することができる。

【0064】

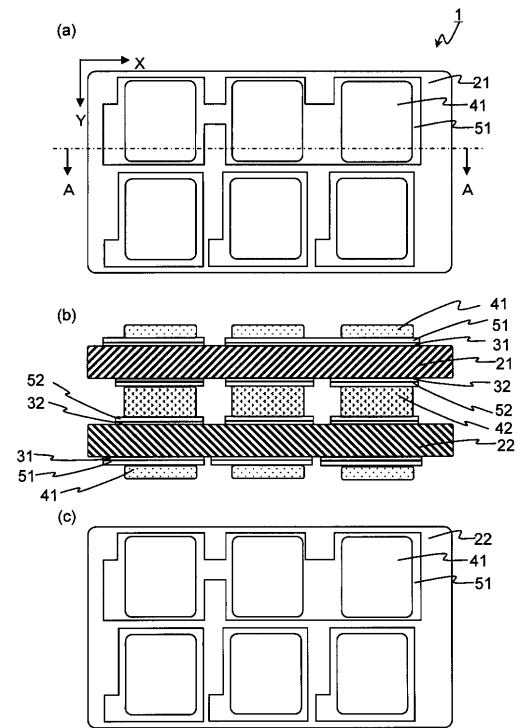
以上、本発明の積層型放熱基体1は、上述の通り放熱特性が良好であるため、昇華型サーマルプリンターヘッド用基板、面型発熱ヒーター支持基板、サーマルインクジェットプリンターヘッドのヒーター支持基板等にも適用させることができる。

40

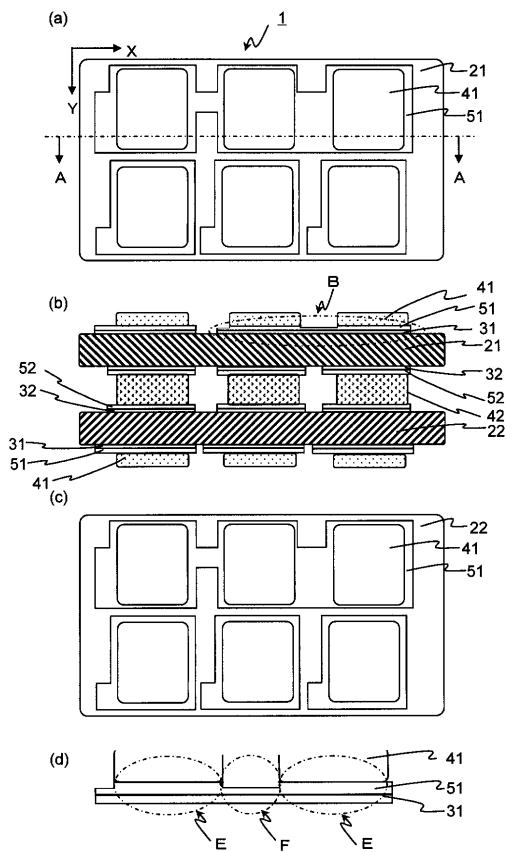
【図 1】



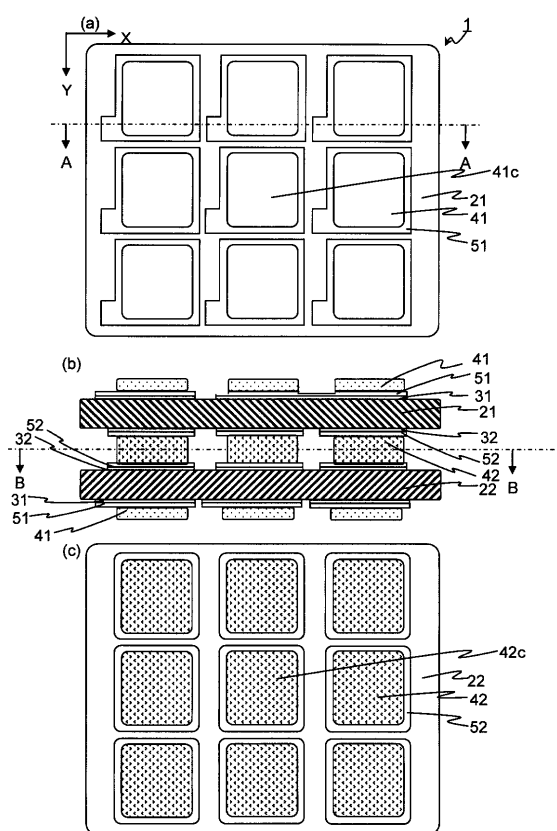
【図 2】



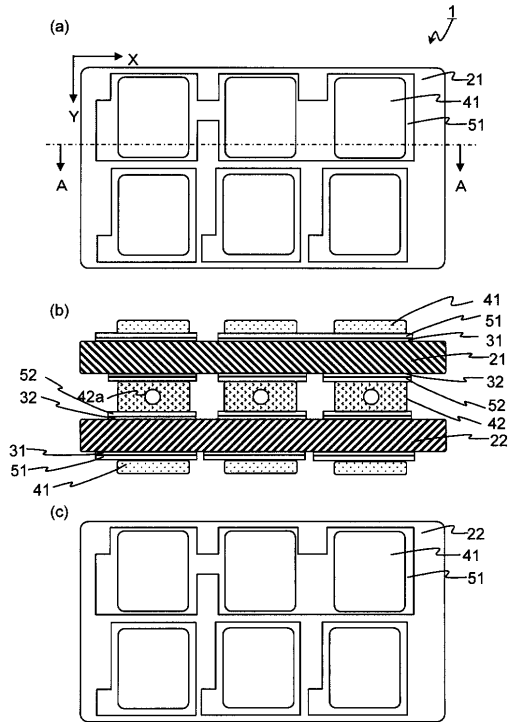
【図 3】



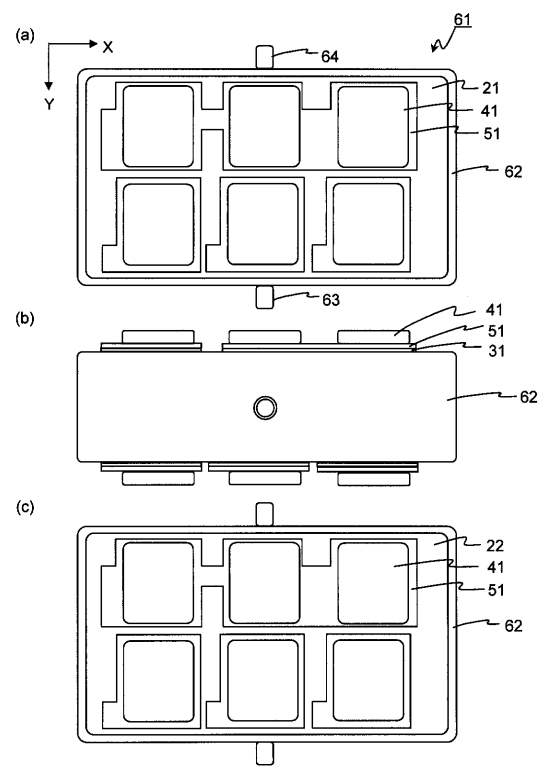
【図 4】



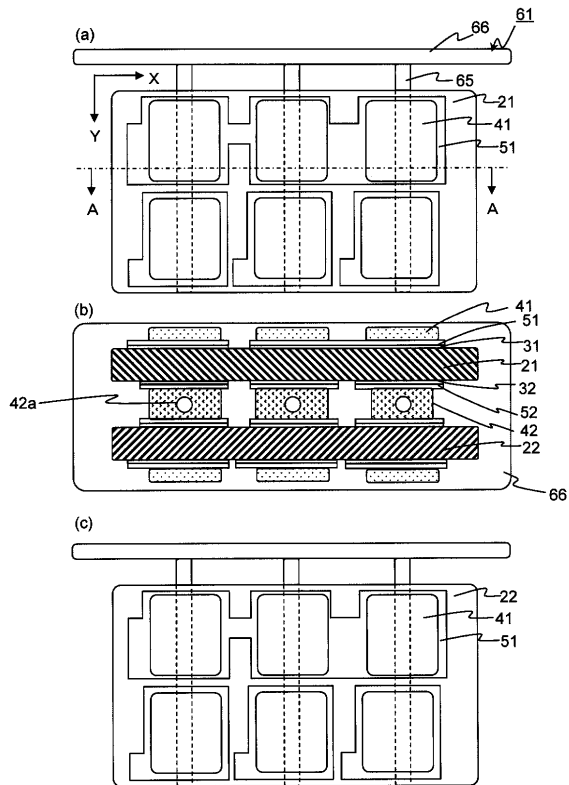
【図 5】



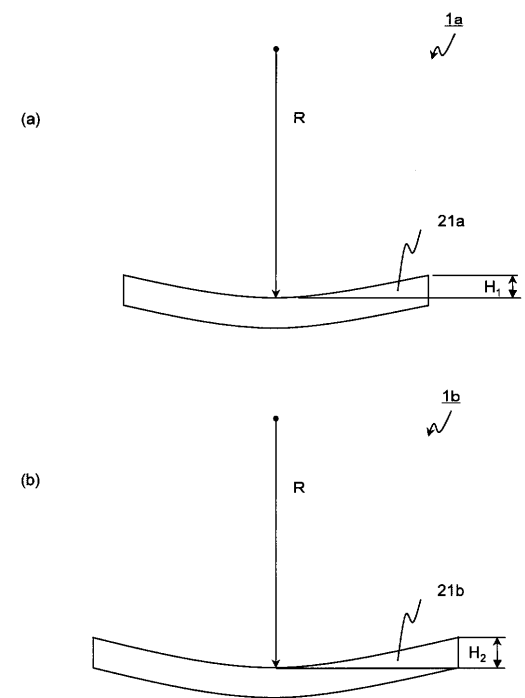
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-093244 (JP, A)
特開昭56-163093 (JP, A)
特開2004-022973 (JP, A)
特開2006-245479 (JP, A)
特開平09-191059 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/36

H01L 23/373

H01L 23/12

H05K 1/02

C04B 37/02