

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年5月31日(31.05.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/070463 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/36 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
H01L 23/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/076512
- (22) 国際出願日: 2011年11月17日(17.11.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-260541 2010年11月22日(22.11.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社東芝(KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). 東芝マテリアル株式会社(TOSHIBA MATERIALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 宮下 公哉 (MIYASHITA, Kimiya).
- (74) 代理人: 特許業務法人 東京国際特許事務所 (TOKYO INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目17番16号 宮田ビル2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

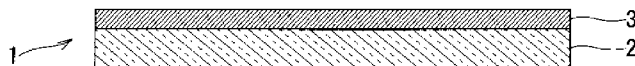
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: CERAMIC HEAT SINK MATERIAL FOR COMPRESSION CONTACT STRUCTURE, SEMICONDUCTOR MODULE USING SAME, AND METHOD FOR PRODUCING SEMICONDUCTOR MODULE

(54) 発明の名称: 圧接構造用セラミックスヒートシンク材およびそれを用いた半導体モジュール並びに半導体モジュールの製造方法

[図1]



(57) Abstract: This ceramic heat sink for a compression contact structure, which provides a resin layer on a ceramic substrate, is characterized by the durometer (Shore) hardness (A) of the resin layer being 70 or less and the space present in the interface of the ceramic substrate and resin layer having an average value of 3 μm or less. In addition, the resin layer is preferably formed from a so-lidified thermosetting resin that exhibits fluidity at 60°C. According to this constitution, a ceramic heat sink with good adhesion with a retaining member and a semiconductor module using the same can be obtained.

(57) 要約: セラミックス基板上に樹脂層を設けた圧接構造用セラミックスヒートシンク材において、上記樹脂層のデュロメーター(ショア)硬さ(A型)が70以下であり、上記セラミックス基板と樹脂層との界面に存在する空隙の平均値が3 μm 以下であることを特徴とする。また、樹脂層は60°Cで流動性を示す熱硬化型樹脂が固化して形成されたものであることが好ましい。上記構成により、押え部材との密着性が良好なセラミックスヒートシンクおよびそれを用いた半導体モジュールが得られる。



WO 2012/070463 A1

明 細 書

発明の名称：

圧接構造用セラミックスヒートシンク材およびそれを用いた半導体モジュール並びに半導体モジュールの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、圧接構造用セラミックスヒートシンク材およびそれを用いた半導体モジュール並びに半導体モジュールの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、パワーエレクトロニクスの実装分野では、絶縁・電極機能を付与したセラミックス金属回路基板が広く用いられている。このような技術分野では、セラミックス基板としてアルミナ (Al_2O_3) や窒化アルミニウム (AlN) を主成分とする基板が用いられている。

[0003] しかしながら、アルミナ基板は熱伝導率が $18\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度と低いため放熱性が不十分である。一方、 AlN 基板は熱伝導率は $200\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度と高いが機械的強度が低いことから耐熱サイクル特性が不十分である。

[0004] そこで熱伝導率および機械的強度の両方の特性が良好なセラミックス材料として、高熱伝導性窒化珪素基板が開発されている。例えば、特開 2009-120483 号公報（特許文献 1）では、粒界相中の気孔径を制御することにより、リーク電流を低減した窒化珪素製金属回路基板が開示されている。

[0005] ところで、この窒化珪素製金属回路基板は、窒化珪素基板上に Ag-Cu-Ti 系の活性金属ろう材を介して銅回路板を接合して形成されている。窒化珪素基板は窒化珪素を主成分としていることから 3 点曲げ強度は 600 MPa 以上と高強度が得られていることから、基板と銅板との接合構造において耐熱サイクル特性も良好であり、長期間に亘って熱サイクルを付加しても基板に割れや剥離等の欠陥が発生することが少ない。

[0006] 例えば、特開 2003-192462 号公報（特許文献 2）で得られる窒

化珪素製金属回路基板では、3000サイクルの耐熱サイクル試験（TCT試験）に耐えられることが開示されている。

[0007] 一方で、セラミックス基板と金属回路板との接合体は、接合工程が必要であることから、製造原価のコストアップは避けられない。このため、絶縁性の確保を目的にして、特開2003-197836号公報（特許文献3）に開示されているように、圧接構造用スペーサとして窒化珪素基板を使うことが提案されている。そして、この窒化珪素基板は機械的強度や破壊靱性値が高いことから、ねじ止め等の圧接構造にも十分に耐えられることが確認されている。

[0008] 窒化珪素基板を構成する窒化珪素焼結体は主相が β -窒化珪素（ Si_3N_4 ）である。 β - Si_3N_4 粒子は、短径に対する長径の比（アスペクト比）が2以上の縦長の結晶粒子である。窒化珪素焼結体では平均粒径が2～10 μm 程度の多数の β - Si_3N_4 粒子が複雑に絡み合うことにより、機械的強度や破壊靱性値を向上させた組織を実現している。

[0009] 上記の通り、窒化珪素基板は β - Si_3N_4 粒子を主相としていることから、基板表面には微視的に凹凸が存在する。これは β - Si_3N_4 粒子が複雑に絡み合っていることに起因している。この基板表面の表面粗さ R_a を0.05 μm 以下に鏡面研磨を施しても上記凹凸を解消することは困難である。また、鏡面研磨を実施すること自体がコストアップの要因にもなる。

[0010] 上記微視的な凹凸を有する窒化珪素基板において、特に凸部がある場合、圧接応力を基板にかけて長時間使用した際には、凸部を起点として窒化珪素基板にクラックが発生するという問題が懸念される。

[0011] また、上記の微視的な凹凸が存在するため、圧接構造において窒化珪素基板と接触する部材（接触部材）との間に微視的な隙間が生じてしまう。接触部材は一般的に金属板等の金属部材で構成されており、圧接構造を形成したときに窒化珪素基板の微視的な凹凸により金属部材との間に隙間が形成されると、その隙間が熱伝導の阻害要因となり、モジュールとしての放熱特性を低下させる要因となる。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開2009-120483号公報

特許文献2：特開2003-192462号公報

特許文献3：特開2003-197836号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 上記のように従来の窒化珪素基板は表面に微視的な凹凸が存在し、圧接構造を採用したときに、窒化珪素基板と接触部材（押え部材）との間に隙間が生じ易く、その結果、モジュール構造体としたときに、伝熱抵抗が増加し放熱性が阻害される要因になっていた。

[0014] また、微視的な凸部は圧接時におけるクラック発生の要因ともなっていた。上記クラックの影響を回避するために、例えば窒化珪素基板の厚さを厚くすることも考えられる。しかし基板を厚くすることは窒化珪素基板自体が熱抵抗体になってしまうため好ましいことではない。

[0015] 本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、窒化珪素基板表面の微視的な凹凸を原因とする接触部材との間での隙間形成の問題、および微視的な凸部に起因するクラック発生を低減した窒化珪素製絶縁基板（圧接構造用セラミックスヒートシンク）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

[0016] 本発明の第一の圧接構造用セラミックスヒートシンクは、セラミックス基板上に樹脂層を設けた圧接構造用セラミックスヒートシンク材において、上記樹脂層のデュロメーター（ショア）硬さ（A型）が70以下であり、上記セラミックス基板と樹脂層との界面に存在する空隙の平均値が3 μ m以下であることを特徴とするものである。

[0017] また、上記第一の圧接構造用セラミックスヒートシンクにおいて、前記樹脂層は60℃で流動性を示す熱硬化型樹脂が固化して形成されていることが

好ましい。

[0018] さらに、本発明の第二の圧接構造用セラミックスヒートシンク材は、セラミックス基板上に樹脂層を設けた圧接構造用セラミックスヒートシンク材において、上記樹脂層は60℃で流動性を示す熱硬化型樹脂が固化して形成されていることを特徴とするものである。

[0019] また、上記第二の圧接構造用セラミックスヒートシンクにおいて、前記樹脂層は無機フィラー粒子を含有していることが好ましい。また、前記樹脂層のデュロメーター（ショア）硬さ（A型）が10以上であることが好ましい。また、前記セラミックス基板が、窒化珪素基板、酸化アルミニウム基板、窒化アルミニウム基板のいずれか1種であることが好ましい。また、前記樹脂層の厚さが50μm以下であることが好ましい。また、前記セラミックス基板の表面粗さRaが0.1～5μmであることが好ましい。

[0020] また、本発明の圧接構造用セラミックスヒートシンクは半導体モジュールに好適であり、特に圧接構造用セラミックスヒートシンク材を押さえ部材を使って圧接した半導体モジュールに好適である。

[0021] また、本発明の半導体モジュールは、押さえ部材により圧接構造をとったとき、上記押さえ部材とセラミックス基板との表面が直接接触している部分があることが好ましい。また、直接接触している部分が、最大径1mm以下の点接触であることが好ましい。また、点接触が複数箇所存在することが好ましい。

発明の効果

[0022] 本発明の第一の圧接構造用セラミックスヒートシンクは、デュロメーター（ショア）硬さ（A型）が70以下の樹脂層を設けているため、セラミックス基板と樹脂層との界面に存在する空隙の平均値が3μm以下と小さくすることができる。

[0023] また、本発明の第二の圧接構造用セラミックスヒートシンク材は、セラミックス基板上に樹脂層を設けた圧接構造用セラミックスヒートシンク材において、樹脂層は60℃で流動性を示す熱硬化型樹脂が固化したものである。

ることを特徴とするものである。

[0024] そのため、空隙による熱抵抗の増加を防ぐことができる。また、圧接構造を形成したときに、セラミックス基板表面の微視的凹凸を柔らかい樹脂層で覆うことでセラミックス基板表面の微視的凹凸に押圧力が作用することに起因してセラミックス基板にクラックが発生することを防止することができる。

[0025] また、柔らかい樹脂層は圧接構造による押圧力により変形し、押さえ部材とセラミックス基板とを直接接触させることができるので、セラミックス基板の放熱性の良さを生かすことができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明に係る圧接構造用セラミックスヒートシンクの一実施例を示す断面図である。

[図2]本発明に係る圧接構造用セラミックスヒートシンクの他の実施例を示す断面図である。

[図3]本発明に係る圧接構造用セラミックスヒートシンクのさらに他の実施例を示す断面図である。

[図4]圧接構造の一例を示す断面図である。

[図5]圧接構造を形成したときのセラミックス基板と押さえ部材との接触状態の一例を示す断面図である。

[図6]本発明に係る半導体パッケージの一実施例を示す断面図である。

[図7]本発明に係る半導体パッケージの他の実施例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 本発明の実施形態に係る第一の圧接構造用セラミックスヒートシンクは、セラミックス基板上に樹脂層を設けた圧接構造用セラミックスヒートシンク材において、上記樹脂層のデュロメーター（ショア）硬さ（A型）が70以下であり、上記セラミックス基板と樹脂層との界面に存在する空隙の平均値が3 μm 以下であることを特徴とするものである。

[0028] 図1、図2、図3は本発明の圧接構造用セラミックスヒートシンクの一例

を示す断面図である。図中、1は圧接構造用セラミックスヒートシンク、2はセラミックス基板、3は樹脂層、である。

[0029] 樹脂層3としては、図1に示すようにセラミックス基板2の片面のみに設けるタイプ、図2に示すようにセラミックス基板2の両面に設けるタイプがあるが、どちらでもよい。圧接構造をとるにあたって、押さえ部材との密着性を確保したい面に樹脂層3を設ければよい。また、図3に示すようにセラミックス基板2の側面をも包むようにセラミックス基板2の全体に樹脂層3を設けてもよい。

[0030] また、図4に示すように、樹脂層3は圧接構造用セラミックスヒートシンク1において圧接構造をとる部分、つまり押さえ部材4、4から押圧力を受ける部分に樹脂層3、3を設ければよい。また、圧接構造をとるにあたってセラミックス基板2にねじなどの挿入穴を設けても良い。

[0031] セラミックス基板2としては、酸化アルミニウム(Al_2O_3)基板、窒化アルミニウム(AlN)基板、窒化珪素(Si_3N_4)基板など特に限定されるものではないが、圧接構造をとるので3点曲げ強度は300MPa以上のセラミックス基板が好ましい。また、半導体モジュールなどの放熱基板として用いる場合、熱伝導率は60W/m・K以上であることが好ましい。3点曲げ強度300MPa以上かつ熱伝導率60W/m・K以上のセラミックス基板としては、窒化アルミニウム基板や窒化珪素基板が挙げられる。また、強い押圧力をかけるときは強度の高いセラミックス基板が好ましく、具体的には3点曲げ強度600MPa以上の窒化珪素基板が挙げられる。

[0032] また、セラミックス基板上にはデュロメーター（ショア）硬さ（A型）が70以下の樹脂層が設けられている。デュロメーター（ショア）硬さ（A型）はJIS-K-6253に準じた方法で測定され押圧時間1秒によりショア硬さを測定するものとする。デュロメーター（ショア）硬さ（A型）が70以下は、「A70以下」と表記される。

[0033] 樹脂層のショア硬さはA70以下であればその下限値は特に限定されるものではないが、A10以上が好ましい。より好ましくはA30～A60であ

る。ショア硬さがA 10未満であると樹脂層が柔らか過ぎるので圧接構造をとったときの押圧力が強いと樹脂層の破断を招くおそれがある。

[0034] 樹脂層を構成する樹脂は、固化したときショア硬さA 70以下のものであれば熱硬化型樹脂、光硬化型樹脂など特に限定されるものではないが、60℃で流動性を示す熱硬化型樹脂であることが好ましい。60℃で流動性を示す熱硬化型樹脂とは、ペースト状の樹脂が60℃以上になると液状化して流動性を示すものである。

[0035] 60℃で流動性を示す熱硬化型樹脂を使用すれば、圧接構造をとるときに60℃以上の熱を加えてペースト状の樹脂を一旦溶かして流動性を付与させることによりセラミックス基板表面の微視的な凹凸に樹脂が入り込んでいくため、セラミックス基板と樹脂層の界面に存在する空隙の平均値を1 μm 以下(0含む)とさらに小さくすることができる。樹脂の組成は特に限定されるものではないが、上記特性を示す樹脂として、いわゆるフェーズチェンジマテリアル等を挙げることができる。

[0036] また、本発明に係る第二の圧接構造用セラミックスヒートシンク材は、セラミックス基板上に樹脂層を設けた圧接構造用セラミックスヒートシンク材において、上記樹脂層が60℃で流動性を示す熱硬化型樹脂を固化して形成したものであることを特徴とする。

[0037] この第二の圧接構造用セラミックスヒートシンク材は、後述するように、圧接構造を具備する半導体モジュールを製造するにあたり、押さえ部材により圧接構造をとり、熱をかけて樹脂層を固化する方法を適用して製造することもできる。

[0038] また、第一の圧接構造用セラミックスヒートシンク材および第二の圧接構造用セラミックスヒートシンク材の構成は、両方を満たすことが最も好ましいが、それぞれ独立して成立するものである。

[0039] セラミックス基板と樹脂層との界面に存在する空隙の平均値の求め方は、任意の断面において、セラミックス基板と樹脂層との界面を長さ200 μm に渡って観察し、そこに写る空隙の最大径を求める。個々の空隙の最大径の

平均値を「空隙の平均値」とする。

[0040] また、樹脂層は無機フィラー粒子を含有していることが好ましい。樹脂は、絶縁性は高いが熱伝導率が低いことから、樹脂中に金属粉末やセラミックス粉末などの無機フィラー粒子を添加して熱伝導率を向上させたものを用いてもよい。金属粉末としては、Cu粉末、Al粉末など、セラミックス粉末としては、AlN粉末、Si₃N₄粉末、MgO粉末などが挙げられる。特に、AlN（窒化アルミニウム）粉末は絶縁性および熱伝導性が共に良好であるので好ましい。

[0041] また、無機フィラー粒子の粒径は樹脂層の厚さの1/2以下、さらには1/5以下が好ましい。粒子サイズが大きいと圧接構造を取ったときに樹脂層からフィラー粒子が飛び出て密着性を阻害するおそれがある。

[0042] さらに無機フィラー粒子の含有率も20～60体積%の範囲が好ましい。20体積%未満では添加の効果が小さく、60体積%を超えると、圧接時に無機フィラー粒子が樹脂層の表面から飛び出て密着性を阻害するおそれがある。また、無機フィラー粒子は、粉末状の粒子が好ましい。無機フィラーとしては、繊維状、ウイスカ状などのように先の尖ったフィラーもある。樹脂層の厚さによっては、このような繊維状、ウイスカ状のフィラー粒子を使うことも可能であるが、先が尖ったフィラーでは、圧接構造をとったときに樹脂層の表面から飛び出した構造となった場合に、押さえ部材およびセラミックス基板表面への攻撃性が増してクラック発生の原因となる恐れがある。そのため、無機フィラー粒子は粉末状のものが好ましい。

[0043] また、樹脂層の厚さは50μm以下であることが好ましい。樹脂層の厚さが50μmを超えても樹脂層とセラミックス基板の界面に存在する空隙を小さくすることはできるが、樹脂層があまり厚いと放熱性が低下するので50μm以下、さらには30μm以下が好ましい。また、樹脂層の厚さの下限値は特に限定されるものではないが5μm以上が好ましい。樹脂ペーストを5μm未満に薄く均一に塗布することは困難であり、製造性の観点から5μm以上、さらには10μm以上が好ましい。なお、樹脂層の厚さの制御は、圧

接構造をとる面に関して行えばよい。

[0044] また、セラミックス基板の表面粗さ R_a が $0.1 \sim 5 \mu m$ であることが好ましい。表面に設けた樹脂層がセラミックス基板表面の微視的な凹凸に入り込むようにするためには表面粗さ R_a が $5 \mu m$ 以下であることが好ましい。一方、表面粗さ R_a が $0.1 \mu m$ 未満ではセラミックス基板表面が平坦すぎて、アンカー効果が十分得られず樹脂層の密着性が低下するおそれがある。

[0045] また、本発明の圧接構造用セラミックスヒートシンクは半導体モジュールに好適であり、特に圧接構造用セラミックスヒートシンク材を押さえ部材を使って圧接した半導体モジュールに好適である。

[0046] 図4および図5に圧接構造の一例を示した。図中、1は圧接構造用セラミックスヒートシンク、4は押さえ部材、5はセラミックス基板2と押さえ部材4とが直接接触している部分である。

[0047] 図4は、圧接構造の一例として、圧接構造用セラミックスヒートシンク1の上下面から押さえ部材4、4を介して押圧力により固定したものである。図4のように樹脂層3、3を設けたセラミックス基板2の表面を押さえ部材4、4表面により押圧して圧接構造をとったとき、本発明の圧接構造用セラミックスヒートシンク1は、ショア硬度がA70以下と柔らかい樹脂層を設けていることから、図5のように押さえ部材4とセラミックス基板2の表面が直接接触している部分5を形成することができる。押さえ部材4とセラミックス基板2とが直接接触している部分5を設けることにより、熱抵抗体である樹脂層3を介さずに、熱を押さえ部材4とセラミックス基板2との間に伝えることができるため放熱性が向上する。つまり、セラミックス基板2の熱伝導率の高さを生かすことができる。

[0048] また、押さえ部材4とセラミックス基板2とが直接接触している部分5が、最大径で1mm以下の点接触であることが好ましい。直接接触している部分5が大きければ大きいほど放熱性は向上する。しかしながら、直接接触している部分があまり大きいと従来技術のように圧接構造によりセラミックス基板表面に存在する微視的な凹凸に起因するクラックの発生が抑制できない。

つまりは樹脂層を設ける効果が得られない。そのため、最大径 1 mm 以下の点接触、さらには 0.5 mm 以下、0.01 mm 以下が好ましい。また、点接触の下限值は特に限定されるものではないが 0.001 mm 以上 (1 μ m 以上) が好ましい。また、点接触が複数箇所存在することが好ましい。小さな接触点が複数箇所存在する方が、セラミックス基板の放熱性の良さを生かした上で樹脂層を設ける効果も得られるので相乗効果が得られる。

[0049] また、図 6 および図 7 に圧接構造を有する半導体パッケージの一例を示す。図中、符号 1 D、1 B および 1 E は圧接構造用セラミックスヒートシンク、2 および 2 D はセラミックス基板、7 は半導体素子、8 および 8 A は押さえ部材、9 および 10 は絶縁性スペーサ、11 は放熱部材、12 および 13 は挿通孔、14 は締め付け部材 (ねじ)、15 はワッシャ、16 は孔部 (ねじ止め孔)、を示す。また、図 6 はセラミックス基板 2 D の片面に樹脂層 3 を設けた構造例を示し、図 7 はセラミックス基板 2 の両面に樹脂層 3, 3 を設けた構成例である。

[0050] 図 6 に示すように、半導体モジュール 20 は、挿通孔 12、12 が設けられた圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 D と、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 D の樹脂層 3 に面して配置された板状の押さえ部材 8 と、押さえ部材 8 の表面のうち圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 D と反対の表面側に配置された半導体素子 7 と、半導体素子 7 の表面のうち押さえ部材 8 と反対の表面側に配置され半導体素子 7 で発生した熱を放熱する放熱部材 (放熱フィン) 11 と、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 D と放熱部材 11 との間を締め付ける締め付け部材 (ねじ) 14 とを備える。

[0051] また、半導体素子 7 の一方の表面と押さえ部材 8 との間には、板状の絶縁性スペーサ 9 が介装される。また、半導体素子 7 の他方の表面と放熱部材 11 との間には、板状の絶縁性スペーサ 10 が介装される。また、半導体素子 7 は絶縁性スペーサ 9 と絶縁性スペーサ 10 とで挟持される。また、絶縁性スペーサ 9 と半導体素子 7 と絶縁性スペーサ 10 とは、絶縁性スペーサ 9 に面して配置された押さえ部材 8 と絶縁性スペーサ 10 に面して配置された放

熱部材 11 とで挟持される。

- [0052] 圧接構造用セラミックスヒートシンク 1D と放熱部材 11 とは、締め付け部材 14 を用いて締め付けられる。この場合の締め付け部材 14 はねじであるが、固定できるものであれば、ねじ止めに限定されるものではない。
- [0053] 図 6 に示す半導体モジュール 20 では、締め付け部材 14 を用いて圧接構造用セラミックスヒートシンク 1D と放熱部材 11 とが締め付けられることにより、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1D と放熱部材 11 との間に配置された押さえ部材 8 と絶縁性スペーサ 9 と半導体素子 7 と絶縁性スペーサ 10 とが圧接される。このように圧接構造用セラミックスヒートシンク 1D に締め付け部材を挿入するときは、セラミックス基板 2D に挿入孔 12, 12 を設ければよい。
- [0054] なお、押さえ部材 8 は、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1D の樹脂層 3 と接触する板状の部材である。押さえ部材 8 としては、たとえば銅板等の金属板が用いられる。押さえ部材 8 は、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1D と絶縁性スペーサ 9 等の他の部材との間に介装される。押さえ部材 8 は、締め付け部材 14 を用いて圧接構造用セラミックスヒートシンク 1D と放熱部材 11 とが締め付けられることにより、絶縁性スペーサ 9 を介して半導体素子 7 と圧接される。
- [0055] また、半導体素子 7 は、半導体素子単体または複数の半導体素子を含む集合体である。半導体素子 7 の上下方向には、絶縁性スペーサ 9 と絶縁性スペーサ 10 とが配置される。絶縁性スペーサ 9、10 としては、たとえば、セラミックス基板等の板状の絶縁物が用いられる。
- [0056] また、放熱部材 11 は、半導体素子 7 で発生した熱を放熱する部材である。放熱部材 11 の図中上方には、締め付け部材としてのねじ 14 の先端部が羅合可能な孔部 16 が設けられている。放熱部材 11 としては、たとえば、放熱フィンが用いられる。
- [0057] また、締め付け部材 14 は、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1D と放熱部材 11 とを締め付けるものである。締め付け部材 14 としては、例え

ば、ねじが用いられる。

[0058] 図6に示す半導体モジュール20では、締め付け部材としてのねじ14の胴部が圧接構造用セラミックスヒートシンク1Dの挿通孔12に挿通されるとともに、ねじ14の先端部が放熱部材11の孔部16に羅合されることにより、圧接構造用セラミックスヒートシンク1Dと放熱部材11とが締め付けられる。また、ねじ14の頭部と圧接構造用セラミックスヒートシンク1Dとの間には、ワッシャ15が介装される。これにより、半導体モジュール20では、圧接構造用セラミックスヒートシンク1Dと放熱部材11との間に配置された、押さえ部材8と絶縁性スペーサ9と半導体素子7と絶縁性スペーサ10とが圧接される。

[0059] 図6に示すような圧接構造を形成した場合には、ショア硬度がA70以下の柔らかい樹脂層3を設けたセラミックス基板2Dと押さえ部材8の表面との間が強く圧接される。しかし、圧接構造用セラミックスヒートシンク1Dの柔軟性を有する樹脂層3が、セラミックス基板2Dの表面に存在する微視的な凹凸を包み込むため、圧接構造用セラミックスヒートシンク1Dと押さえ部材8との樹脂層3を介した密着接触が可能になる。

[0060] また、さらに圧接時の押圧力を5MPa以上にすれば、柔軟性を有する樹脂層3を変形させてセラミックス基板と押さえ部材を直接接触させることができる。なお、押圧力が過度に高いと、セラミックス基板が割れる恐れがあるため、セラミックス基板2Dの3点曲げ強度の5%以下の押圧力を目安とする。このような圧接構造とすることにより、セラミックス基板2Dと樹脂層3との界面に空隙を設けない構造をとることができるため絶縁性および放熱性を向上させることができる。

[0061] 次に、セラミックス基板2の両面に樹脂層3、3を設けた圧接構造用セラミックスヒートシンク1Bを用いた半導体モジュールの一例を図7に示す。

[0062] 図7に示すように、半導体モジュール30は、表裏両面に樹脂層3、3が設けられた圧接構造用セラミックスヒートシンク1Bと、圧接構造用セラミックスヒートシンク1Bの一方の表面の樹脂層3に面して配置された板状の

押さえ部材 8 A と、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B の他方の表面の樹脂層 3 に面して配置された半導体素子 7 と、半導体素子 7 の表面のうち圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B と反対の表面側に配置され、半導体素子 7 で発生した熱を放熱する放熱部材 1 1 と、押さえ部材 8 A と放熱部材 1 1 との間を締め付ける締め付け部材 1 4 とを備える。

[0063] 上記半導体素子 7 の一方の表面と押さえ部材 8 A との間には、板状の絶縁性スペーサ 9 が介装される。また、半導体素子 7 の他方の表面と放熱部材 1 1 との間には、板状の絶縁性スペーサ 1 0 が介装される。

[0064] 上記半導体素子 7 は絶縁性スペーサ 9 と絶縁性スペーサ 1 0 とで挟持される。また、絶縁性スペーサ 9 と半導体素子 7 と絶縁性スペーサ 1 0 とは、絶縁性スペーサ 9 に面して配置された圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B と絶縁性スペーサ 1 0 に面して配置された放熱部材 1 1 とで挟持される。押さえ部材 8 A と放熱部材 1 1 とは、締め付け部材 1 4 を用いて締め付けられる。

[0065] 図 7 に示す半導体モジュール 3 0 では、締め付け部材 1 4 を用いて押さえ部材 8 A と放熱部材 1 1 とが締め付けられることにより、押さえ部材 8 A と放熱部材 1 1 との間に配置された圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B と絶縁性スペーサ 9 と半導体素子 7 と絶縁性スペーサ 1 0 とが圧接される。

[0066] また、図 7 に示した半導体モジュール 3 0 は、図 6 に示した半導体モジュール 2 0 と比較して、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 D に代えて挿通孔 1 2 が設けられた押さえ部材 8 A を用いるとともに、押さえ部材 8 に代えて表裏両面に樹脂層 3 が設けられた圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B を用いる点で異なり、他の点は同じである。このため、図 7 に示した半導体モジュール 3 0 と、図 6 に示した半導体モジュール 2 0 との間で同一の構成要素には同一の符号を付し、それらの構成および作用の説明を省略または簡略化する。

[0067] また、挿通孔 1 3 は、ねじ等の締め付け部材 1 4 を挿通または螺合可能である限り、形状や大きさは特に限定されない。また、挿通孔 1 3 は、押さえ

部材 8 A に設けられる位置や数についても特に限定されない。押さえ部材 8 A は、締め付け部材 1 4 を用いて押さえ部材 8 A と放熱部材 1 1 とが締め付けられることにより、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B を介して絶縁性スペーサ 9 等の他の部材を押圧する。

[0068] 締め付け部材 1 4 は、押さえ部材 8 A と放熱部材 1 1 とを締め付ける部材である。締め付け部材 1 4 としては、たとえば、ねじが用いられる。

[0069] 図 7 に示す半導体モジュール 3 0 では、締め付け部材としてのねじ 1 4 の胴部が、ワッシャ 1 5 と押さえ部材 8 A の挿通孔 1 3 とに挿通されると共に、ねじ 1 4 の先端部が放熱部材 1 1 の孔部 1 6 に羅合されることにより、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B と放熱部材 1 1 とが締め付けられる。また、ねじ 1 4 の頭部と押さえ部材 8 A との間には、ワッシャ 1 5 が介装される。

[0070] 上記圧接構造により、半導体モジュール 3 0 では、押さえ部材 8 A と放熱部材 1 1 との間に配置された、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B と絶縁性スペーサ 9 と半導体素子 7 と絶縁性スペーサ 1 0 とが圧接される。このとき、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B の一方の表面の樹脂層 3 と押さえ部材 8 A の表面との間、および圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B の他方の表面の樹脂層 3 と絶縁性スペーサ 9 の表面との間が強く圧接される。しかし、圧接構造用セラミックスヒートシンク 1 B の柔軟性を有する樹脂層 3 が、セラミックス基板表面に存在する微視的な凹凸を包み込むため、密着接触が可能になる。

[0071] また、さらに圧接時の押圧力を 5 MP a 以上に設定した場合には、柔軟性を有する樹脂層を変形させてセラミックス基板と押さえ部材とを直接接触させることができる。なお、押圧力が過度に高いとセラミックス基板が割れる恐れがあるため、セラミックス基板の 3 点曲げ強度の 5 % 以下の押圧力を目安とする。このような圧接構造を形成することにより、セラミックス基板と樹脂層との界面に空隙を設けない構造をとることができるため絶縁性および放熱性を向上させることができる。

[0072] なお、図6および図7に示す半導体モジュールでは、ねじ止めの例を示したが、本発明の半導体モジュールはねじ止めに限定されるものではない。ねじ以外の締め付け部材として、例えば、締め付け部材として、放熱部材11と圧接構造用セラミックスヒートシンクとを、または放熱部材11と押さえ部材とを挟持するクランプ等を用いることができる。このように締め付け部材としてクランプを用いる場合は、圧接構造用セラミックスヒートシンクや押さえ部材に挿通孔を設ける必要がなくなる。

[0073] また、本発明に係る半導体モジュールでは、放熱フィン以外の放熱部材として、半導体モジュールから発生する熱を放熱可能な部材を用いてもよい。例えば、放熱部材として、放熱シート等を用いることができる。このように放熱部材として放熱シートを用いる場合は、締め付け部材としてたとえばクランプを用いることにより、放熱シートと圧接構造用セラミックスヒートシンクとを挟持したり、または放熱シートと押さえ部材とを挟持したりして、圧接構造を有する半導体モジュールを形成することが可能であり、圧接構造用セラミックスヒートシンクや押さえ部材に挿通孔を設ける必要がなくなる。

[0074] また、図6および図7に示す半導体モジュール20、30は、本発明の半導体モジュールの一例である。本発明の半導体モジュールは、半導体素子を用いると共に樹脂層が設けられたセラミックス基板と押さえ部材とが圧接可能な構造体の全てを含むものである。

[0075] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、一例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

[0076] 次に本発明の圧接構造用セラミックスヒートシンクの製造方法について説明する。本発明の圧接構造用セラミックスヒートシンクはその製造方法は特

に限定されるものではないが効率よく得るための方法として次の方法が挙げられる。

[0077] まず、セラミックス基板を用意する。セラミックス基板としては3点曲げ強度500MPa以上、熱伝導率60W/m・K以上のものが好ましい。この範囲であればセラミックス基板の厚さは0.2～1.0mmが好ましい。厚さが0.2mm未満の場合、圧接構造を形成したときにセラミックス基板に割れが発生する恐れがある。一方、厚さが1.0mmを越えるとセラミックス基板自体が熱抵抗体となり放熱性を阻害する恐れがある。

[0078] また、セラミックス基板の表面粗さはRa基準で0.1～5μmであることが好ましい。そのため、必要に応じ、ホーニング加工などの研磨加工を施すものとする。言い換えれば、焼き上がり面で表面粗さRaが0.1～5μmの範囲であれば、特に研磨加工は行わなくても良い。

[0079] 次に樹脂層となる樹脂ペーストを用意する。樹脂層に無機フィラー粒子を添加する場合は、樹脂ペーストに無機フィラー粒子を添加する。無機フィラー粒子の平均粒径は形成する樹脂層の厚さの1/2以下、さらには1/5以下が好ましい。

[0080] 樹脂ペーストをセラミックス基板上に塗布して、固化させることにより樹脂層が形成される。樹脂が熱硬化性樹脂の場合は熱を加えて固化させる一方、紫外線硬化型のときは紫外線を照射して硬化させるものとする。また、樹脂層を構成する樹脂が60℃で流動性を示す熱硬化性樹脂の場合は、ペースト状のまま自然乾燥させる。いずれにしても固化後にショア硬度がA70以下となる樹脂を使うものとする。また、ショア硬度がA70以下であれば樹脂層として樹脂フィルムを用いてもよく、樹脂フィルムを熱圧着により表面に設けても良い。

[0081] また、圧接構造をとって半導体モジュールを作製する場合は、押さえ部材で圧接構造用セラミックスヒートシンクを挟み込んで押圧する。

[0082] また、樹脂層として60℃以上で流動性を示す熱硬化性樹脂を用いた場合は、60℃以上で流動性を示す熱硬化性樹脂層をセラミックス基板上に形成

した後、熱処理して固化させて圧接構造を形成する。このような方式であれば、一旦、樹脂層に流動性を付与した後、固化させるので押さえ部材とセラミックス基板との隙間に樹脂層を充填できるのでセラミックス基板と樹脂層との界面に存在する空隙をゼロにすることもできる。さらに、半導体モジュールでの実装工程において、真空中でこの作業を行えば、樹脂層と接触部材との隙間をゼロにすることもできる。

[0083] [実施例]

(実施例 1 ～ 9 および比較例 1)

セラミックス基板として、縦 50 mm × 横 50 mm × 厚さ 0.32 mm の窒化珪素基板（熱伝導率 90 W/m · K、3 点曲げ強度 600 MPa）を用意した。次にホーニング加工やダイヤモンド砥石を使った研磨などの表面加工により表面粗さ R_a を変えた。このような窒化珪素基板の両面に硬化後のショア硬度が A70 以下となるシリコン樹脂層を形成することにより、各実施例に係る圧接構造用セラミックスヒートシンクを用意した。

[0084] また、比較のためにショア硬度が A100 の樹脂層を設けた以外は実施例 1 と同じ構造を有する圧接構造用セラミックスヒートシンクを用意した。

[0085] 各実施例および比較例に係る圧接構造用セラミックスヒートシンクに関して、セラミックス基板と樹脂層との界面に存在する隙間（ボイド）の平均値を求めた。隙間の平均値の測定方法は、セラミックス基板と樹脂層との任意の界面を長さ 200 μ m に渡って観察し、そこに写る空隙の最大径を求めた。個々の空隙の最大径の平均値を「空隙の平均値」とした。

[0086] その測定結果を下記の表 1 に示す。

[0087]

[表1]

試料No.	セラミックス基板の 表面粗さ Ra (μm)	樹脂層		無機フィラー粒子		セラミックス基板と 樹脂層の界面との 空隙の平均値 (μm)
		ショア A硬さ	厚さ (μm)	材質 (平均粒径 μm)	添加量 (体積%)	
実施例1	2	50	20	—	なし	2.1
実施例2	3	70	10	—	なし	2.6
実施例3	3	60	50	AlN (3 μm)	20	1.7
実施例4	5	10	30	MgO (2 μm)	30	0.2
実施例5	1	20	30	Cu (5 μm)	40	1.5
実施例6	1	30	15	AlN (1 μm)	60	1.1
実施例7	0.1	40	20	AlN (2 μm)	30	1.8
実施例8	0.5	50	30	MgO (5 μm)	30	2.4
実施例9	5	50	80	—	なし	2.9
比較例1	2	100	20	—	なし	5.7

[0088] 上記表1に示す結果から明らかなように、表面粗さRaを0.1～5 μm の範囲に規定した場合は、ショア硬度がA70以下となる樹脂層を設けることにより、セラミックス基板と樹脂層との界面に存在する空隙の平均値を3 μm 以下にすることが可能であった。一方、比較例1のようにショアA硬度が100の硬い樹脂層では平均値が5.7 μm の大きな空隙が形成されていた。

[0089] (実施例10～12)

セラミックス基板として、縦50mm×横50mm×厚さ0.32mmの窒化珪素基板（熱伝導率80W/m・K、3点曲げ強度700MPa）を用意した。次にホーニング加工やダイヤモンド砥石を使った研磨などの表面加工により表面粗さRaを変えた。このような窒化珪素基板の両面に60℃で流動性を示す熱硬化性樹脂ペーストを塗布した。塗布した樹脂層を自然乾燥させて樹脂ペースト層とした。樹脂層上に押さえ部材相当として銅板を押圧

力2MPaで押さえた状態で温度60～120℃×15～30分に加熱して樹脂ペースト層を溶かして、その後、自然乾燥により固化させ樹脂層とした。各実施例について実施例1と同様にセラミックス基板と樹脂層との界面にある隙間の平均値を求めた。その結果を下記表2に示す。

[0090] [表2]

試料No.	セラミックス基板の 表面粗さ Ra(μm)	樹脂層		無機フィラー粒子		セラミックス基板と 樹脂層との界面の 空隙の平均値 (μm)
		ショア A硬さ	厚さ (μm)	材質 (平均粒径 μm)	添加量 (体積%)	
実施例10	1	40	30	—	なし	0
実施例11	2	50	20	AIN (1μm)	25	0
実施例12	3	50	40	AIN (3μm)	30	0.2

[0091] 上記表2に示す結果から明らかなように、圧接構造をとった状態で樹脂に流動性を持たせ、その後、固化させる方法であれば基板表面の微視的な凹凸に樹脂が入り込んでいくのでセラミックス基板と樹脂層との界面の隙間の平均値を1μm以下（ゼロ含む）と非常に小さくすることができた。

[0092] (実施例13～16)

縦50mm×横50mm×厚さ0.635mmの酸化アルミニウム基板（熱伝導率20W/m・K、3点曲げ強度400MPa）を用いたものを実施例13～14とする一方、縦50mm×横50mm×厚さ0.635mmの窒化アルミニウム基板（熱伝導率170W/m・K、3点曲げ強度500MPa）を用いたものを実施例15～16として、各基板の両面にショア硬度がA70以下の樹脂層を設けた。実施例1と同様にセラミックス基板と樹脂

層との界面に存在する隙間の平均値を求めた。その結果を下記表 3 に示す。

[0093] [表3]

試料No.	セラミックス基板の 表面粗さ Ra (μm)	樹脂層		無機フィラー粒子		セラミックス基板と 樹脂層との界面の 空隙の平均値 (μm)
		ショア A硬さ	厚さ (μm)	材質 (平均粒径 μm)	添加量 (体積%)	
実施例13	2	50	20	—	なし	1.7
実施例14	3	60	50	MgO (2 μm)	30	2.7
実施例15	2	30	30	—	なし	1.3
実施例16	3	35	20	AlN (2 μm)	30	1.5

[0094] 上記表 3 に示す結果から明らかなように、固化後のショア硬度が A 70 以下となる樹脂層を形成することにより、セラミックス基板と樹脂層との界面における空隙の平均値を 3 μm 以下にすることができた。

[0095] (実施例 17 ~ 18)

セラミックス基板の厚さを 0.20 mm、1.0 mm に変えた以外は実施例 2 と同様の圧接構造用セラミックスヒートシンク材を用意した。具体的には、実施例 17 として、縦 50 mm × 横 50 mm × 厚さ 0.20 mm の窒化珪素基板（熱伝導率 90 W/m · K、3 点曲げ強度 600 MPa）を用意した。実施例 2 と同様の測定を行った。下記表 4 にその測定結果を示す。

[0096]

[表4]

試料No.	セラミックス基板の 表面粗さ Ra (μm)	樹脂層		無機フィラー粒子		セラミックス基板と 樹脂層との界面の 空隙の平均値 (μm)
		ショア A硬さ	厚さ (μm)	材質 (平均粒径 μm)	添加量 (体積%)	
実施例17	3	70	10	—	なし	2.6
実施例18	3	70	10	—	なし	2.6

[0097] 上記表4に示す結果から明らかなように、セラミックス基板の板厚を変えても同様の特性が得られた。

[0098] (実施例1A～18Aおよび比較例1B、比較例2～4)

次に実施例1～18および比較例1の圧接構造用セラミックスヒートシンクを用いて熱抵抗の測定を行った。

[0099] 熱抵抗の測定は、各実施例および比較例の圧接構造用セラミックスヒートシンクの両面に、直径40mm×高さ16mmの無酸素銅製ブロックにて上下から挟み、上方の銅ブロックにはヒーターを、下方の銅ブロックには水冷式冷却フィンを接触させた。この状態で5MPaの加重を印加し、ヒーターを加熱し70℃に維持し、また冷却フィンには冷却水を流し30℃に維持した。各銅ブロックの上および下部には温度測定用の測温孔を設け、熱流束の算出を行った。また、比較のために、樹脂層を設けない以外は実施例1と同じ窒化珪素基板を用いたものを比較例2、樹脂層を設けない以外は実施例13と同じ酸化アルミニウム基板を比較例3、樹脂層を設けない以外は実施例15と同じ窒化アルミニウム基板を比較例4、として、実施例と同様の測定を行った。その結果を下記表5に示す。

[0100] [表5]

試料No.	圧接構造用セラミックス ヒートシンク	熱抵抗 [°C/W]
実施例1A	実施例1	0.07
実施例2A	実施例2	0.07
実施例3A	実施例3	0.12
実施例4A	実施例4	0.05
実施例5A	実施例5	0.06
実施例6A	実施例6	0.04
実施例7A	実施例7	0.08
実施例8A	実施例8	0.22
実施例9A	実施例9	0.30
実施例10A	実施例10	0.03
実施例11A	実施例11	0.02
実施例12A	実施例12	0.03
実施例13A	実施例13	0.08
実施例14A	実施例14	0.10
実施例15A	実施例15	0.08
実施例16A	実施例16	0.06
実施例17A	実施例17	0.05
実施例18A	実施例18	0.18
比較例1A	比較例1	0.51
比較例2	樹脂層を設けない実施例1	0.15
比較例3	樹脂層を設けない実施例13	0.15
比較例4	樹脂層を設けない実施例15	0.13

[0101] 上記表5に示す結果から明らかなように、各実施例に係る圧接構造用セラミックスヒートシンクは熱抵抗が小さく放熱性に優れていることが判明した。これはセラミックス基板と樹脂層との界面に存在する空隙を小さくしているためである。

[0102] (実施例1B～18B)

次に、実施例1～18の圧接構造を用いて半導体モジュールを作製した。

半導体モジュールは図7の構造のものとした。ねじ止めによる圧力は3 MPaとした。各半導体モジュールについて耐久性を測定した。耐久性は半導体モジュール構造体を、50 cm間を一分間で500回往復する振動を100時間連続で付加したときの窒化珪素基板のクラックの発生の有無で確認した。

[0103] また、押さえ部材とセラミックス基板が直接接触している部分の最大径を求めた。最大径の測定は、ねじ止め押圧力3 MPaを付加した状態で断面観察を行い空隙の平均値を求めた。その結果を表6に示す。

[0104] [表6]

試料No.	圧接構造用セラミックス ヒートシンク	耐久性 (振動試験におけるクラック 発生の有無)	押さえ部材とセラミックス基 板とが直接接触する部分 の最大径(mm)
実施例1B	実施例1	なし	1.2
実施例2B	実施例2	なし	1.4
実施例3B	実施例3	なし	1.0
実施例4B	実施例4	なし	2.0
実施例5B	実施例5	なし	2.0
実施例6B	実施例6	なし	2.5
実施例7B	実施例7	なし	1.0
実施例8B	実施例8	なし	0.02
実施例9B	実施例9	なし	0.01
実施例10B	実施例10	なし	2.7
実施例11B	実施例11	なし	3.0
実施例12B	実施例12	なし	2.7
実施例13B	実施例13	なし	1.0
実施例14B	実施例14	なし	1.0
実施例15B	実施例15	なし	1.4
実施例16B	実施例16	なし	2.0
実施例17B	実施例17	なし	1.6
実施例18B	実施例18	なし	1.3

[0105] 上記表6に示す結果から明らかなように、各実施例に係る半導体モジュールは耐久性に優れていた。また、押さえ部材とセラミックス基板が直接接触する部分の最大径(mm)も1 mm以下と小さかった。なお、押さえ部材とセラミックス基板とが直接接触する部分はいずれの実施例でも複数箇所確認

された。

符号の説明

- [0106] 1、1 B、1 D…圧接構造用セラミックスヒートシンク
2、2 D…セラミックス基板
3…樹脂層
4…押え部材
5…セラミックス基板表面と押さえ部材が直接接触した部分
7…半導体素子
8、8 A…押え部材
9、1 0…絶縁性スペーサ
1 1…放熱部材（放熱フィン）
1 2…セラミックス基板の挿通孔
1 3…押え部材の挿通孔
1 4…ねじ（締め付け部材）
1 5…ワッシャ
1 6…孔部
2 0、3 0…半導体モジュール

請求の範囲

- [請求項1] セラミックス基板上に樹脂層を設けた圧接構造用セラミックスヒートシンク材において、上記樹脂層のデュロメーター（ショア）硬さ（A型）が70以下であり、セラミックス基板と樹脂層との界面に存在する空隙の平均値が3 μm 以下であることを特徴とする圧接構造用セラミックスヒートシンク材。
- [請求項2] 前記樹脂層は60℃で流動性を示す熱硬化型樹脂が固化して形成されていることを特徴とする請求項1記載の圧接構造用セラミックスヒートシンク材。
- [請求項3] セラミックス基板上に樹脂層を設けた圧接構造用セラミックスヒートシンク材において、上記樹脂層は60℃で流動性を示す熱硬化型樹脂を固化して形成されたものであることを特徴とする圧接構造用セラミックスヒートシンク材。
- [請求項4] 前記樹脂層は無機フィラー粒子を含有していることを特徴とする請求項1または請求項3記載の圧接構造用セラミックスヒートシンク材。
- [請求項5] 前記樹脂層のデュロメーター（ショア）硬さ（A型）が10以上であることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の圧接構造用セラミックスヒートシンク材。
- [請求項6] 前記セラミックス基板が、窒化珪素基板、酸化アルミニウム基板、窒化アルミニウム基板のいずれか1種であることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載の圧接構造用セラミックスヒートシンク材。
- [請求項7] 前記樹脂層の厚さが50 μm 以下であることを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の圧接構造用セラミックスヒートシンク材。
- [請求項8] 前記セラミックス基板の表面粗さR_aが0.1～5 μm であることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか1項に記載の圧接構

造用セラミックスヒートシンク材。

[請求項9] 請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の圧接構造用セラミックスヒートシンク材を押さえ部材によって圧接したことを特徴とする半導体モジュール。

[請求項10] 前記押さえ部材により圧接構造をとったときに、押さえ部材とセラミックス基板との表面が直接接触している部分があることを特徴とする請求項9記載の半導体モジュール。

[請求項11] 直接接触している部分が、最大径1mm以下の点接触であることを特徴とする請求項10記載の半導体モジュール。

[請求項12] 点接触が複数箇所存在することを特徴とする請求項11記載の半導体モジュール。

[請求項13] 圧接構造用セラミックスヒートシンク材を押さえ部材により圧接する構造を有する半導体モジュールの製造方法において、

樹脂層のデュロメーター（ショア）硬さ（A型）が70以下であり、セラミックス基板と樹脂層との界面に存在する空隙の平均値が3 μ m以下であるセラミックス基板上に樹脂層を設けた圧接構造用セラミックスヒートシンク材を用意し、

この圧接構造用セラミックスヒートシンク材を押さえ部材で圧接するときに、上記押さえ部材とセラミックス基板との表面が直接接触している部分が形成される圧力で圧接することを特徴とする半導体モジュールの製造方法。

[請求項14] 圧接構造用セラミックスヒートシンク材を押さえ部材により圧接する構造を有する半導体モジュールの製造方法において、

セラミックス基板上に60℃で流動性を示す熱硬化樹脂層を形成して圧接構造用セラミックスヒートシンク材を作製する工程と、

押さえ部材によって圧接構造用セラミックスヒートシンク材を圧接する圧接工程と、

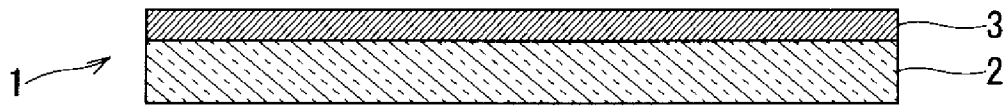
60℃以上の熱を付加して60℃で流動性を示す熱硬化樹脂層を固

化させる固化工程と、

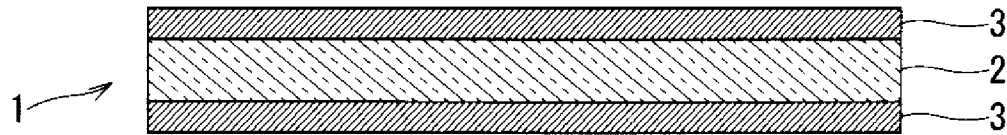
を具備することを特徴とする半導体モジュールの製造方法。

[請求項15] 押さえ部材とセラミックス基板との表面が直接接触している部分が形成されていることを特徴とする請求項14記載の半導体モジュールの製造方法。

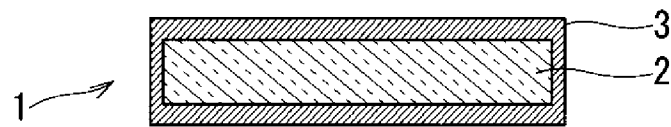
[図1]



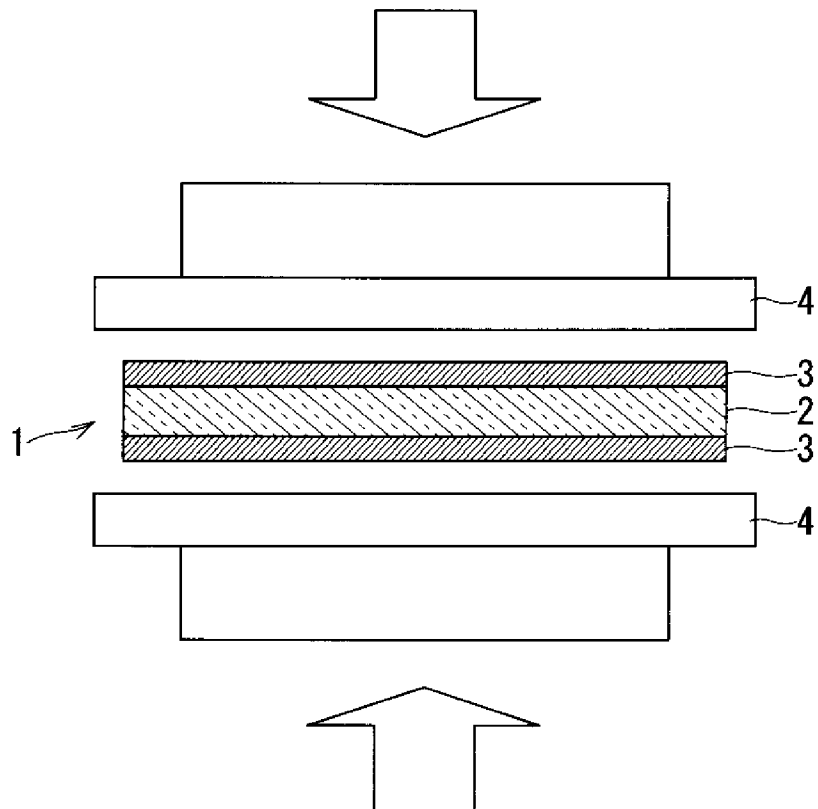
[図2]



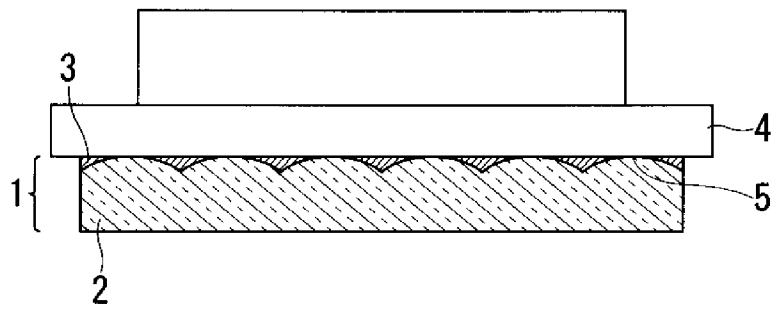
[図3]



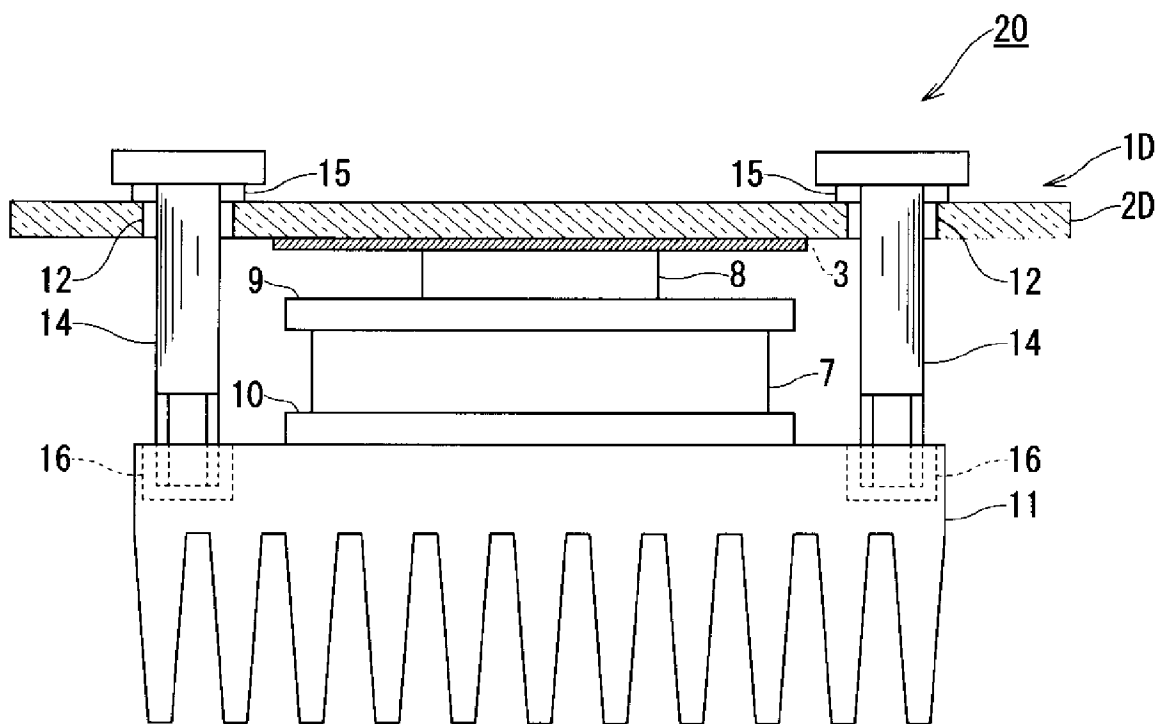
[図4]



[図5]



[図6]



[illegible]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076512

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L23/36(2006.01)i, H01L23/34(2006.01)i, H05K7/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L23/36, H01L23/34, H05K7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 171879/1983(Laid-open No. 079752/1985) (Toshiba Corp.), 03 June 1985 (03.06.1985), page 1, line 14 to page 2, line 11; fig. 1 (Family: none)	1-9, 13, 14 10-12, 15
Y	JP 1-305548 A (The Bergquist Co.), 08 December 1989 (08.12.1989), page 3, upper left column, line 1 to page 4, lower left column, line 7; fig. 3 & GB 2219133 A & DE 3836002 A1 & FR 2632119 A1	1-9, 13, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 February, 2012 (07.02.12)

Date of mailing of the international search report
21 February, 2012 (21.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076512

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-081253 A (Nitto Shinko Co., Ltd.), 16 April 2009 (16.04.2009), paragraphs [0036] to [0037]; fig. 1 (Family: none)	2-3, 14
A	JP 2003-152148 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 23 May 2003 (23.05.2003), paragraphs [0053] to [0057]; fig. 1 & JP 2007-251206 A	2-3, 14
P, A	WO 2011/010597 A1 (Toshiba Corp.), 27 January 2011 (27.01.2011), paragraphs [0193] to [0196]; fig. 7 to 10 (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L23/36(2006.01)i, H01L23/34(2006.01)i, H05K7/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L23/36, H01L23/34, H05K7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	日本国実用新案登録出願58-171879号(日本国実用新案登録出願公開60-079752号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(株式会社東芝)1985.06.03, 第1頁第14行-第2頁第11行, 第1図(ファミリーなし)	1-9, 13, 14 10-12, 15
Y	JP 1-305548 A (ザ バーグクイスト カンパニー) 1989.12.08, 第3頁左上欄第1行-第4頁左下欄第7行, 第3図 & GB 2219133 A & DE 3836002 A1 & FR 2632119 A1	1-9, 13, 14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

関根 崇

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4 R

3 8 3 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-081253 A (日東シンコー株式会社) 2009. 04. 16, 段落【0036】 －【0037】，第1図 (ファミリーなし)	2-3, 14
A	JP 2003-152148 A (松下電器株式会社) 2003. 05. 23, 段落【0053】～【0057】，第1図 & JP 2007-251206 A	2-3, 14
P, A	WO 2011/010597 A1 (株式会社東芝) 2011. 01. 27, 段落【0193】－【0196】，第7-10図 (ファミリーなし)	1-15