

(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
2013 年 8 月 1 日(01.08.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/111434 A1

- (51) 国際特許分類:
C04B 37/00 (2006.01) *H05K 3/34* (2006.01)
H01L 21/52 (2006.01) *B23K 35/26* (2006.01)
H05K 1/02 (2006.01) *C22C 13/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/080121
- (22) 国際出願日: 2012 年 11 月 21 日(21.11.2012)
- (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 2012-013663 2012 年 1 月 26 日(26.01.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 沢井 裕一(SAWAI Yuichi); 〒3191292 茨
城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社
日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 内藤 孝
(NAITO Takashi); 〒3191292 茨城県日立市大みか
町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立製作所 日
立研究所内 Ibaraki (JP). 青柳 拓也(AOYAGI Tak-
uya); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1
番 1 号 株式会社 日立製作所 日立研究所内

Ibaraki (JP). 藤枝 正(FUJIEDA Tadashi); 〒3191292
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会
社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 森
睦宏(MORI Mutsuhiro); 〒3191292 茨城県日立市大
みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立製作所
日立研究所内 Ibaraki (JP).

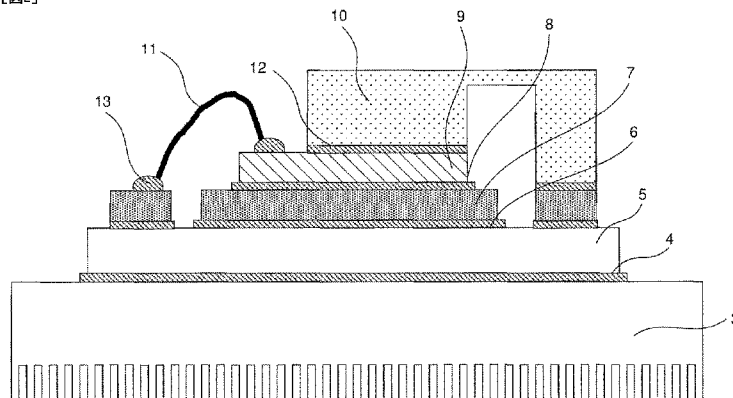
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒
1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号
株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, 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, PA, 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

[続葉有]

(54) Title: ASSEMBLY AND SEMICONDUCTOR MODULE

(54) 発明の名称: 接合体および半導体モジュール

【図2】



(57) Abstract: To improve adhesion and thermal conductivity of an assembly in which a metal, a ceramic or a semiconductor is bon-
ded. An assembly, which is obtained by bonding a second member with a first member that is a metal, a ceramic or a semiconductor,
and wherein; the second member is bonded via an adhesive member that is provided on a surface of the first member; and the adhes-
ive member contains V_2O_5 -containing glass and metal particles. A semiconductor module, which is provided with a base metal, a
ceramic substrate, a metal wiring line and a semiconductor chip, and wherein: the ceramic substrate is bonded via a first adhesive
member that is provided on a surface of the base metal; the metal wiring line is bonded via a second adhesive member that is
provided on a surface of the ceramic substrate; the semiconductor chip is bonded via a third adhesive member that is provided on a
surface of the metal wiring line; and the first adhesive member, the second adhesive member and the third adhesive member contain
 V_2O_5 -containing glass and metal particles.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2013/111434 A1



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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))

金属、セラミック、半導体のいずれかを接着した接合体の接着性と熱伝導性を向上させる。金属、セラミック、半導体の何れかである第 1 部材と第 2 部材とを接着した接合体において、前記第 1 部材の面に設けられた接着部材を介して前記第 2 部材が接着され、前記接着部材は、 V_2O_5 を含むガラスと金属粒子とを含有する。ベース金属とセラミック基板と金属配線と半導体チップとを備えた半導体モジュールにおいて、前記ベース金属の面に設けられた第 1 接着部材を介して前記セラミック基板が接着され、前記セラミック基板の面に設けられた第 2 接着部材を介して前記金属配線が接着され、前記金属配線の面に設けられた第 3 接着部材を介して前記半導体チップが接着され、前記第 1 接着部材と第 2 接着部材と第 3 接着部材は、 V_2O_5 を含むガラスと金属粒子とを含有する。

明 細 書

発明の名称：接合体および半導体モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、金属、セラミック、半導体を接合する接合部材と、これを用いた半導体モジュールに関する。

背景技術

[0002] 一般に半導体モジュールは、ベース金属にセラミック基板を接着し、セラミック基板に金属配線を接着し、また該金属配線に半導体チップなどの素子接着して製造する。ここで接着に使用する接着剤をダイボンディング材と呼ぶ。従来のパワーデバイス用パッケージの素子接着は半田接合が主流であったが、無鉛化の必要性から、A g 粉末と樹脂を混合した導電性ペーストや無鉛半田が代替材料として使用されている。

[0003] 半導体チップ接合に関し、半導体チップ等の半導体素子は高集積化および微細化の傾向にあり、それに伴い単位面積当たりの発熱量が増加する傾向にある。そのため半導体素子が搭載された半導体モジュールにおいては、半導体素子から発生した熱を外部に効率的に逃がす必要があり、ダイボンディング材の熱伝導性の向上が課題となっている。

[0004] またセラミック基板接合は、主にA l NやS i₃N₄等のセラミック基板に対しメタライズを行い、メタライズ層と半導体チップ、あるいはメタライズ層とベース金属とを無鉛半田によって接合する。強固なメタライズ層の形成方法、基板と半導体チップとの熱膨張係数差の緩和、基板の放熱性の向上、耐熱サイクル性などの長期信頼性の向上が必要とされている。

[0005] 特許文献1には無鉛半田ペーストについて記されており、B i 半田粉とC u 金属粉を含む、熱伝導率5 2 W／m Kの無鉛半田ペーストを提供している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2011-251329号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし無鉛半田は、セラミック基板をあらかじめメタライズ処理をしなければ、セラミック基板と金属配線との接着性が低下する。また同無鉛半田を金属配線と半導体チップの接合に使用する場合、熱伝導率が低下する。

[0008] 本発明の目的は、金属、セラミック、半導体のいずれかを接着した接合体の接着性と熱伝導性を向上させることにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するために、本発明は、金属、セラミック、半導体の何れかである第1部材と第2部材とを接着した接合体において、前記第1部材の面に設けられた接着部材を介して前記第2部材が接着され、前記接着部材は、 V_2O_5 を含むガラスと金属粒子とを含有することを特徴とする。

[0010] また、ベース金属とセラミック基板と金属配線と半導体チップとを備えた半導体モジュールにおいて、前記ベース金属の面に設けられた第1接着部材を介して前記セラミック基板が接着され、前記セラミック基板の面に設けられた第2接着部材を介して前記金属配線が接着され、前記金属配線の面に設けられた第3接着部材を介して前記半導体チップが接着され、前記第1接着部材と第2接着部材と第3接着部材は、 V_2O_5 を含むガラスと金属粒子とを含有することを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、接着性と熱伝導性を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]接合体の構造断面図。

[図2]半導体モジュールの構造断面図。

[図3]LED照明装置の構造断面図。

[図4]半導体装置の構造断面図。

[図5]ガラスのD T A曲線。

[図6]ダイシェア強度試験模式図。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明は、図1に示すように、金属、セラミック、半導体のいずれかである部材（第1部材1-1、第2部材1-2）を接着した接合体に関するものであり、2者を接合する接合部材2はガラスと金属粒子とを含有する。金属、セラミック、半導体の何れにも接着できるガラスとして、酸化バナジウム（ V_2O_5 ）を含むことを前提とする。図の上下方向の厚みは、部材の面内におけるどの位置においても均一でなくてもよい。また接着部材2は両部材の接着される側の面全体と接着されていないとしてもよく、逆に両部材からはみ出ているとしてもよい。要は、接着部材2は第1部材1-1と第2部材1-2との間に層状に形成され、密着していればよい。

[0014] また本発明の接合体は、通電され第1部材1-1と第2部材1-2との間に温度差が生じるような運転状態とする場合は、両部材を接着するだけでなく、両部材のうち高温側の部材から低温側の部材に向かって接着部材2を通して熱が移動することができる。従って、例えば第1部材1-1を発熱体、第2部材1-2を放熱体である場合、第1部材1-1から接着部材2を経由して第2部材1-2へ熱を逃がすことができる。

[0015] 接合部材2はペーストとして支給、使用することを前提としており、ペーストを塗布、乾燥後に仮焼きをおこなって有機成分を除去した後に、部材同士を接合する本焼成工程を経て接合体を得る。そのためガラスは非晶質よりも結晶質が少ない方が望ましく、良好な流動性を再現するためには結晶化度が30%以下であることが望ましい。

[0016] ガラスをなるべく結晶化させないため、 TeO_2 の含有量を少なくとも15質量%以上にする。またガラスの結晶化を防止するため BaO や WO_3 を添加する。具体的には、ガラスは、 V_2O_5 が35～55質量%、 TeO_2 が15～35質量%、 P_2O_5 が4～20質量%、及び Fe_2O_3 、 WO_3 、 MoO_3 、 MnO_2 、 Sb_2O_3 、 Bi_2O_3 、 BaO 、 K_2O 、 ZnO のうち1種以上が5～30質量

%である。

[0017] さらに、ガラスの軟化点を低くするためには、 TeO_2 の含有量を少なくとも15質量%以上にすると同時に Ag_2O をもう一つの成分とする。具体的には、ガラスは、10～60質量%の Ag_2O と、5～65質量%の V_2O_5 と、15～50質量%の TeO_2 とを含有する。上記組成範囲内で Ag_2O の含有量を増やすほど軟化点を低温化できる。

[0018] 前記接合部材に熱伝導性を付与するため、酸化バナジウムを含むガラスと反応しない金属粒子を混合する。前記接合部材を構成する金属粒子はAgあるいはSn含有半田の少なくともいずれかであり、前記接合部材の30～95体積%を占める。

[0019] また前記接合部材を構成する金属粒子はAgであり、前記接合部材の60～95体積%を占める。

[0020] 本発明を適用した形態の1つは半導体モジュールであり、図2に示すように、ベース金属3の上面に第1接着層4を介して接着されたセラミック基板等の絶縁層5、該絶縁層5の上面に第2接着層6を介して接着された金属配線7、該金属配線7上に第3接着層8を介して接着された半導体チップ9を備える。該絶縁層5と第1および第2接着層の界面にメタライズ層を有さず、第1、第2および第3接着層は酸化バナジウムガラスおよび金属粒子を含有する。絶縁層5としては例えばAlNや Si_3N_4 等の熱伝導率の高いセラミック基板が挙げられる。

[0021] すなわち本発明の半導体モジュールには第1、第2および第3接着層が含まれるが、第1、第2あるいは第3の接着層のいずれか1つのみに本発明を適用することも当然可能である。

[0022] 接着部材は、接着される部材の間に設けられていればよい。図では接着される部材のうち、接着面の小さな方（絶縁層5と金属配線7とでは金属配線7、金属配線7と半導体チップ9とでは半導体チップ9）の面積よりも接着部材の面積が大きくなるように描かれているが、接着面の小さな方の面積よりも接着部材の面積が小さいものであってもよい。また、各部材は少なくと

も1つの面において接着部材と接していればよいが、側面等の複数の面にも接着層が及ぶようにしても、より強固に接着できる。

[0023] 半導体モジュールとしては、例えばパワーデバイスが挙げられ、大きな振動や長期的な振動が加わる場所、高温にさらされる場所に設置されることがある。そのため、各部品同士が強固に接着されている必要がある。本発明では軟化した酸化バナジウムガラスが各部品と高い濡れ性で密着し固化するので、ベース金属3、絶縁層5、金属配線7、半導体チップ9の各々を強固に接着することができる。従って、部品にセラミックが含まれていてもメタライズ処理をすることなく、部品同士の接着性を向上することができる。

[0024] また、半導体モジュールに用いられる接着部材は、接着部分を介して放熱できることが必要である。そのため、本発明の接着部材には金属粒子を含有させて、接着剤の熱伝導率を高めている。

[0025] 接着部材に含まれるガラスは V_2O_5 が含まれることを前提とする。具体的には、 V_2O_5 が35～55質量%、 TeO_2 が15～35質量%、 P_2O_5 が4～20質量%、及び Fe_2O_3 、 WO_3 、 MoO_3 、 MnO_2 、 Sb_2O_3 、 Bi_2O_3 、 BaO 、 K_2O 、 ZnO のうち1種以上が5～30質量%とする。このような組成範囲のガラスはガラス転移点が330℃以下であるため、500℃以下の温度でも十分に軟化するため、ベース金属3、絶縁層5、金属配線7、半導体チップ9の何れも良好に接着できる。

[0026] 一般にガラスは酸化物であるため、金属粒子を混合し加熱すると、ほとんどの場合に金属粒子は酸化する。本発明を構成する酸化バナジウムガラスも同じく、Cu、Fe、Al等の金属粉末と混合し加熱すれば金属粉末は酸化する。一方Agは酸化しにくい金属として知られており、本発明を構成する酸化バナジウムガラスと混合し加熱しても酸化されない。それに加え発明者らは、Sn系無鉛半田（Sn-Ag-Cu系半田あるいはSn-Cu-Ni系半田）粉末と酸化バナジウムガラスを混合し加熱してもほとんど酸化されないことを見いだした。

[0027] 金属粒子はAgあるいはSn含有半田（Sn-Ag-Cu系半田）の少な

くともいずれかを含むのが良い。A gあるいはS n含有半田は酸化バナジウムガラスと混合しても酸化され難いので、接着部材を形成した際の熱伝導率が低下し難い。一般に第2接着部材6に導電性は必要とされないため、電気の良い良導体であるA g以外にも、S n含有半田粉末でもよく、両者を混合してもよい。また金属粒子は、第2接着部材6の30～95体積%を占めると良い。このような構成にすることにより、絶縁層5と金属配線7を良好に接着でき、かつ、適度な熱伝導率を有することができる。更に、金属粒子が第2接着部材6の60～95体積%を占めるようにすると、熱伝導率が更に向上し、半導体チップ9の発熱をより速やかに逃がすことができる。

[0028] またガラスは、10～60質量%の Ag_2O と、5～65質量%の V_2O_5 と、15～50質量%の TeO_2 とを含有するものでも良い。このような組成範囲にすることによりガラス転移点を250℃以下に更に低温化することができると共に、十分な熱的安定性を確保することができ、400℃以下の温度でもベース金属3、絶縁層5、金属配線7、半導体チップ9の何れも良好に接着できる。

[0029] 第3接着層8のみに本発明を適用した半導体モジュールは、金属配線7上に第3の接着層8を介して接着された半導体チップ9を備える。第3接着部材8は酸化バナジウムガラスおよび金属粒子を含有する。ここで、該金属粒子はA gであり、第3接着部材8の60～95体積%を占める。このような構成にすることにより、金属配線7と半導体チップ9を良好に接着でき、かつ、高い熱伝導率と低い電気抵抗率を付与することができる。

[0030] また図2に示すように、半導体チップ9と金属配線7を金属部材10、11で接続する際、本発明の接着部材を用いることができる。すなわち、前記構成の半導体モジュールにおいて、半導体チップ9と金属配線7を第4接着部材12、第5接着部材13を介して金属部材10、11で接続する。ここで、該金属粒子はA gであり、第4接着部材の60～95体積%を占める。このような構成にすることにより、金属配線7と半導体チップ9を良好に接着でき、かつ、高い熱伝導率と低い電気抵抗率を付与することができる。

- [0031] 第3接着部材8や第4接着部材12、第5接着部材13の酸化バナジウムガラスの組成は、第2接着部材6と同様にすることができる。
- [0032] 本発明の別の形態として図3にLED照明装置の構造断面図を示す。LED照明装置は、LED発光素子16が接着部材15を介して基板14に接着された発光モジュールと、該発光モジュールに電力を供給する電源回路部（図示なし）とを備える。接着部材15については、上記半導体モジュールと同様である。
- [0033] LED発光素子は熱により劣化しやすいため、発光に伴う発熱は速やかに外部に逃がさなければならない。このため、金属粒子をAgとし、接着部材の60～95体積%を占めるような構成にすることにより、基板とLED発光素子を良好に接着でき、かつ、高い熱伝導率を有することができる。
- [0034] 本発明の更に別の形態として、図4にパソコンのマザーボードなどの半導体装置を示す。該半導体装置は、基板17上に接着部材18を介してCPU19がヒートシンク20に接続されたマイコンICを備える。接着部材18については、上記半導体モジュールと同様である。
- [0035] より詳しくは、接着部材18に含まれるガラスは、 V_2O_5 が35～55質量%、 TeO_2 が15～35質量%、 P_2O_5 が4～20質量%、及び Fe_2O_3 、 WO_3 、 MoO_3 、 MnO_2 、 Sb_2O_3 、 Bi_2O_3 、 BaO 、 K_2O 、 ZnO のうち1種以上が5～30質量%であることを特徴とする。このような組成範囲のガラスはガラス転移点が330℃以下であるため、500℃以下の温度でも十分に軟化するため、500℃以下の温度で基板とLED発光素子、あるいはCPUとヒートシンク等を良好に接着できる。
- [0036] あるいは、10～60質量%の Ag_2O と、5～65質量%の V_2O_5 と、15～50質量%の TeO_2 とを含有することを特徴とする。このような組成範囲にすることによりガラス転移点を250℃以下に低温化することができると共に、十分な熱的安定性を確保することができ、400℃以下の温度で基板とLED発光素子、あるいはCPUとヒートシンク等を良好に接着できる。

実施例 1

[0037] 本実施例においては、種々の組成を有する酸化バナジウムガラスを作製し、該ガラスの軟化点と耐湿性とを調査した。

[0038] (ガラスの作製)

表 1 に示す組成を有するガラス (V T C 2 - 0 1 ~ 0 3 および V T C 3 - 0 1 ~ 0 3) を作製した。表中の組成は、各成分の酸化物換算における質量比率で表示してある。出発原料としては、(株) 高純度化学研究所製の酸化物粉末 (純度 99.9%) を用いた。一部の試料においては、Ba 源および P 源として $Ba(PO_3)_2$ (リン酸バリウム、ラサ工業 (株) 製) を用いた。

[0039] 表 1 に示した質量比で各出発原料粉末を混合し、合計 200 g の混合粉末をるつぼに入れた。ここで原料中の Ag_2O の比率が 40 質量% 以下の場合には白金るつぼを、40 質量% 以上の場合にはアルミナるつぼを用いた。混合にあたっては、原料粉末への余分な吸湿を避けることを考慮して、金属製スプーンを用いて、るつぼ内で混合した。

[0040] 原料混合粉末が入ったるつぼをガラス溶融炉内に設置し、加熱・融解した。10°C/min の昇温速度で昇温し、設定温度 (700~900°C) で、融解しているガラスを攪拌しながら 1 時間保持した。その後、るつぼをガラス溶融炉から取り出し、あらかじめ 150°C に加熱しておいた黒鉛鑄型にガラスを鑄込んだ。次に、鑄込まれたガラスを、あらかじめ歪取り温度に加熱しておいた歪取り炉に移動し、1 時間保持により歪を除去した後、1°C/min の速度で室温まで冷却した。室温まで冷却したガラスを粉砕し、表に示した組成を有するガラスの粉末を作製した。

[0041] (軟化点の評価)

上記で得られた各ガラス粉末に対して、示差熱分析 (DTA) により特性温度を測定した。DTA 測定は、参照試料 (α -アルミナ) および測定試料の質量をそれぞれ 650 mg とし、大気中 5°C/min の昇温速度で行った。本実施例では、ガラスの DTA 曲線の第 2 吸熱ピーク温度を軟化点 T_s とした (図 5 参照)。結果を表 1 に併記する。

[0042]

[表1]

表 1

試料	組成表 (質量%)								特性温度 (℃)							
	V ₂ O ₅	Ag ₂ O	Te ₂ O	P ₂ O ₅	BaO	WO ₃	Sb ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	T _g	Mg	T _s	T _{sint}	T _f	T _w	T _{cr}	T _{cr-p}
VCT2-01	47		30	13				10	293	314	364	374	390	405	>550	>550
VCT2-02	55		20	10	5		10		313	335	378	397	413	429	475	515
VCT2-03	40		20	15		15		10	327	350	401	413	430	446	524	554
VCT3-01	17	38	30	4.8	5.2	5			197	214	260	268	286	296	non	non
VCT3-02	20	45	35						163	172	208	216	227	234	263	294
VCT3-03	18	43	34		5				167	183	221		231		241	260

実施例 2

[0043] 本実施例では、 AlN や Si_3N_4 のようなセラミック基板と金属材料との接着について検討した。

[0044] 実施例 1 で作製したガラス VTC 2-01 を用いて以下の手順で接合サンプルを作製した。まず VTC 2-01 を粉砕し、平均粒子径 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下の微細粉にした。粉砕した VTC 2-01 と Ag 粉末あるいは Sn-Ag-Cu 系半田粉末を所定の比率で配合し、乳鉢により 15 min 混合し、混合粉末を作製した。

[0045] (熱伝導率)

各種混合粉末を、金型を用いて直径 10 mm、厚み 2 mm の成形体にした。電気マッフル炉を用い、作製した成形体を大気中、 $450^\circ\text{C} \times 30\text{min}$ 焼成し、第 1 の接着層の熱伝導率を評価するための模擬サンプルとした。このようにして作製した焼結体試料を用い、キセノンフラッシュ法にて熱伝導率を測定した。キセノンフラッシュ法とは、模擬サンプルの片面にパルス光を照射し、裏面温度の時間変化より熱拡散率を測定するもので、それを元に熱伝導率を算出する。各サンプルの熱伝導率を表 2 にまとめる。

[0046] その後、各種混合粉末と樹脂バインダーと溶剤とを混合して、自動混練器（泡とり練太郎）にて混練し、ダイボンディング材ペーストを作製した。樹脂バインダーとしてはエチルセルロースを用い、溶剤としてはブチルカルビトールアセテートを用いた。このようにして作製したダイボンディング材ペーストを用い、以下に示す方法によって接着強度を評価した。

[0047] (接着強度)

セラミック基板上に $5 \times 5\text{mm}^2$ の範囲でダイボンディング材ペーストを印刷し、 150°C で乾燥させた後、大気中 $450^\circ\text{C} \times 30\text{min}$ 仮焼成をした。その後、 $4 \times 4\text{mm}^2$ に切り出した Cu, Al, AlSiC 板をダイボンディング材の上に載せ、その上に 100 g の分銅を乗せ、大気中 $450^\circ\text{C} \times 30\text{min}$ 焼成をした。

[0048] このようにして、セラミック基板上に金属板を接着した、ダイシェアテス

トサンプルを作製した。金属板とセラミック基板の接着強度を、ダイシェア強度試験により評価した。ここでダイシェア強度試験とは図6に示すように、基板上に接着部材17を介して接合された金属板18を専用治具19により横側から水平方向に押し、金属板が基板から剥離した荷重値、つまり金属板のせん断強度（ダイシェア強度；N）を測定する試験方法である。セラミック基板としてAlN基板を用いた場合の評価結果を表2に、Si₃N₄基板を用いた場合の評価結果を表3にまとめる。本実施例では接着強度>20Mpaでありかつ熱伝導率>10W/mKのサンプルを合格とした。

[0049] 表からわかるように、実施例のダイボンディング材は、メタライズ層を有さないセラミック基板に高い熱伝導率と接着強度で金属板を接着可能であることが示された。

[0050]

[表2]

表 2

サンプル 番号	混合粉末	ガラス 混合量 (Vol%)	熱伝導率 (W/mK)	AlN基板との接着性 (せん断強度/Mpa)			総合評価
				Cu	Al	AlSiC	
spl-2-1	Ag	75	8.5	17.3	17.9	16.9	×
spl-2-2	Ag	70	19.5	16.4	16.9	16.0	○
spl-2-3	Ag	50	38.3	14.8	15.2	14.4	○
spl-2-4	Ag	25	130	13.8	13.5	13.9	○
spl-2-5	Ag	10	162.2	13.2	13.1	13.0	○
spl-2-6	Ag	3	298.4	6.1	6.2	6.0	×
spl-2-7	Sn ₃ Ag ₄ Cu	60	10.2	15.8	16.2	15.5	○
spl-2-8	Sn ₃ Ag ₄ Cu	50	19.6	14.7	15.1	14.4	○
spl-2-9	Sn ₃ Ag ₄ Cu	25	45.8	11.4	11.7	11.2	○
spl-2-10	Sn ₃ Ag ₄ Cu	10	52.3	10.0	10.3	9.9	○
spl-2-11	Sn ₃ Ag ₄ Cu	3	58.7	9.0	9.2	8.9	×
spl-2-12	Sn ₃ Ag _{0.5} Cu	60	10	16.1	16.5	15.7	○
spl-2-13	Sn ₃ Ag _{0.5} Cu	50	17.2	13.9	14.2	13.6	○
spl-2-14	Sn ₃ Ag _{0.5} Cu	25	38.5	10.9	11.2	10.7	○
spl-2-15	Sn ₃ Ag _{0.5} Cu	10	48.2	10.2	10.4	10.0	○
比較例	市販品Bi系半田		35.6	0.02*	0.04	0.01	×

※メタライズ層なし

[0051]

[表3]

表 3

サンプル 番号	混合粉末	ガラス 混合量 (Vol%)	Si ₃ N ₄ 基板との接着性 (せん断強度/Mpa)			総合評価
			Cu	Al	AlSiC	
spl-2-1	Ag	75	19.5	20.1	19.1	×
spl-2-2	Ag	70	18.6	19.1	18.2	○
spl-2-3	Ag	50	17.0	17.4	16.6	○
spl-2-4	Ag	25	16.0	15.7	16.1	○
spl-2-5	Ag	10	15.4	15.3	15.2	○
spl-2-6	Ag	3	8.3	8.4	8.2	×
spl-2-7	Sn ₃ Ag ₄ Cu	60	18.0	18.4	17.7	○
spl-2-8	Sn ₃ Ag ₄ Cu	50	16.9	17.3	16.6	○
spl-2-9	Sn ₃ Ag ₄ Cu	25	13.6	13.9	13.4	○
spl-2-10	Sn ₃ Ag ₄ Cu	10	12.2	12.5	12.1	○
spl-2-11	Sn ₃ Ag ₄ Cu	3	9.5	9.2	8.9	×
spl-2-12	Sn ₃ Ag _{0.5} Cu	60	18.3	18.7	17.9	○
spl-2-13	Sn ₃ Ag _{0.5} Cu	50	16.1	16.4	15.8	○
spl-2-14	Sn ₃ Ag _{0.5} Cu	25	13.1	13.4	12.9	○
spl-2-15	Sn ₃ Ag _{0.5} Cu	10	12.4	12.6	12.2	○
比較例	市販品Bi系半田		0.02※	0.04	0.01	×

※メタライズ層なし

実施例 3

[0052] 本実施例では、Cu基板とSi半導体チップの接着について検討した。

[0053] 実施例1で作製したガラスVTC3-01を用いて以下の手順で接合サンプルを作製した。まずVTC3-01を粉砕し、平均粒子径0.5μm以下の微細粉にした。粉砕したVTC3-01とAg粉末を所定の比率で配合し、乳鉢により15min混合し、混合粉末を作製した。

[0054] (熱伝導率および電気抵抗率)

各種混合粉末を、金型を用いて直径10mm、厚み2mmの成形体にした。電気マuffle炉を用い、作製した成形体を大気中、350℃×30min焼成し、第3の接着層の熱伝導率および電気抵抗率を評価するための模擬サンプルとした。

[0055] 三菱化学（株）の簡易型低抵抗率計（ロレスタAX；MCP-T370型）を用いて同焼結体サンプルの電気抵抗率を測定した。その後同サンプルを用い、キセノンフラッシュ法にて熱伝導率を測定した。

[0056] （接着強度）

各種混合粉末と樹脂バインダーと溶剤とを混合して、実施例2と同様にしてダイボンディング材ペーストを作製した。セラミック基板上に $5 \times 5 \text{ mm}^2$ の範囲でダイボンディング材ペーストを印刷し、 150°C で乾燥させた後、大気中 $350^\circ\text{C} \times 30 \text{ min}$ 仮焼成をした。その後、 $4 \times 4 \text{ mm}^2$ のSi半導体チップをダイボンディング材の上に載せ、その上に100gの分銅を乗せ大気中 $350^\circ\text{C} \times 30 \text{ min}$ 焼成し、Cu基板上にSi半導体チップを接着したダイシェアテストサンプルとした。Si半導体チップとCu基板の接着強度を、ダイシェア強度試験により評価した。表4に評価結果をまとめる。

[0057] 本実施例では接着強度 $> 20 \text{ Mpa}$ であり、熱伝導率 $> 50 \text{ W/mK}$ であり、かつ電気抵抗率 $< 1.0 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ のサンプルを合格とした。

[0058] 表4からわかるように、実施例のダイボンディング材は、メタライズ層を有さないセラミック基板に高い熱伝導率と接着強度で接着可能であることが示された。

[0059] [表4]

表 4

サンプル 番号	混合粉末	ガラス 混合量	熱伝導率 (W/mK)	電気抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	せん断強度 (Mpa)	総合評価
spl-3-1	Ag	45	36	1.00E-05	18.2	×
spl-3-2	Ag	40	55.6	9.80E-06	17.2	○
spl-3-3	Ag	30	92.2	8.50E-06	15.7	○
spl-3-4	Ag	20	135.5	7.00E-06	15.2	○
spl-3-5	Ag	10	165.2	4.50E-06	14.3	○
spl-3-6	Ag	3	293.1	2.10E-06	7.3	×
比較例	市販品Bi系半田		35.6	3.20E-05	16.7	×

符号の説明

- [0060] 1-1 第1部材
1-2 第2部材
2、15、18、21 接着部材
3 ベース金属
4 第1接着部材
5 絶縁層
6 第2接着部材
7 金属配線
8 第3接着部材
9 半導体チップ
10、11 金属部材
12 第4接着部材
13 第5接着部材
14 LED搭載基板
16 LED発光素子
17 基板
19 CPU
20 ヒートシンク
22 チップ
23 専用治具

請求の範囲

- [請求項1] 金属、セラミック、半導体の何れかである第1部材と第2部材とを接着した接合体において、
- 前記第1部材の面に設けられた接着部材を介して前記第2部材が接着され、前記接着部材は、 V_2O_5 を含むガラスと金属粒子とを含有することを特徴とする接合体。
- [請求項2] 請求項1において、通電され前記第1部材と前記第2部材との間に温度差が生じることを特徴とする接合体。
- [請求項3] 請求項1又は2において、前記第1部材を発熱体、前記第2部材を放熱体としたことを特徴とする接合体。
- [請求項4] 請求項1乃至3の何れかにおいて、前記第1部材を半導体又は金属、前記第2部材を金属又はセラミックとしたことを特徴とする接合体。
- [請求項5] 請求項1乃至4の何れかにおいて、前記ガラスは、 V_2O_5 が35～55質量%、 TeO_2 が15～35質量%、 P_2O_5 が4～20質量%、及び Fe_2O_3 、 WO_3 、 MoO_3 、 MnO_2 、 Sb_2O_3 、 Bi_2O_3 、 BaO 、 K_2O 、 ZnO のうち1種以上が5～30質量%であることを特徴とする接合体。
- [請求項6] 請求項1乃至4の何れかにおいて、前記ガラスは、 Ag_2O が10～60質量%、 V_2O_5 が5～65質量%、 TeO_2 が15～50質量%であることを特徴とする接合体。
- [請求項7] 請求項5又は6において、前記 V_2O_5 は非晶質よりも結晶質が少なく、その結晶化度は30%以下であることを特徴とする接合体。
- [請求項8] 請求項1乃至7の何れかにおいて、前記金属粒子がAgあるいはSn含有半田の少なくともいずれかであり、前記接着部材の30～95体積%を占めることを特徴とする接合体。
- [請求項9] 請求項1乃至7の何れかにおいて、前記金属粒子がAgであり、前記接着部材の60～95体積%を占めることを特徴とする接合体。

[請求項10] ベース金属とセラミック基板と金属配線と半導体チップとを備えた半導体モジュールにおいて、

前記ベース金属の面に設けられた第1接着部材を介して前記セラミック基板が接着され、前記セラミック基板の面に設けられた第2接着部材を介して前記金属配線が接着され、前記金属配線の面に設けられた第3接着部材を介して前記半導体チップが接着され、

前記第1接着部材と第2接着部材と第3接着部材は、 V_2O_5 を含むガラスと金属粒子とを含有することを特徴とする半導体モジュール。

[請求項11] 請求項9において、前記第1接着部材のガラス又は第2接着部材のガラス又は第3接着部材のガラスは、 V_2O_5 が35～55質量%、 TeO_2 が15～35質量%、 P_2O_5 が4～20質量%、及び Fe_2O_3 、 WO_3 、 MoO_3 、 MnO_2 、 Sb_2O_3 、 Bi_2O_3 、 BaO 、 K_2O 、 ZnO のうち1種以上が5～30質量%であることを特徴とする半導体モジュール。

[請求項12] 請求項9において、前記第1接着部材のガラス又は第2接着部材のガラス又は第3接着部材のガラスは、 Ag_2O が10～60質量%、 V_2O_5 が5～65質量%、 TeO_2 が15～50質量%であることを特徴とする半導体モジュール。

[請求項13] 請求項11又は12において、前記 V_2O_5 は非晶質よりも結晶質が少なく、その結晶化度は30%以下であることを特徴とする接合体。

[請求項14] 請求項10乃至13の何れかにおいて、前記第1接着部材の金属粒子又は前記第2接着部材の金属粒子が Ag あるいは Sn 含有半田の少なくともいずれかであり、前記第1接着部材又は前記第2接着部材の30～95体積%を占めることを特徴とする半導体モジュール。

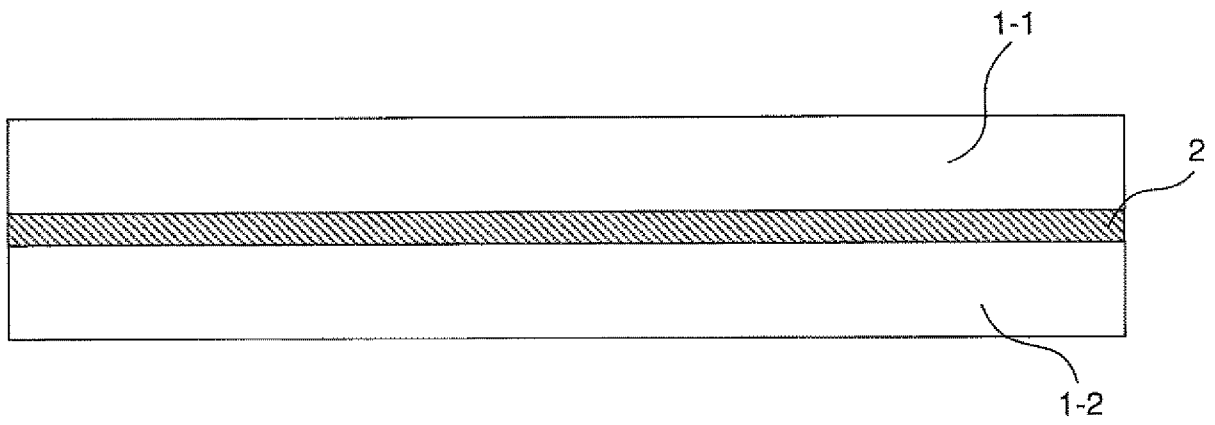
[請求項15] 請求項10乃至13の何れかにおいて、前記第3の接着部材の金属粒子が Ag であり、前記第3の接着部材の60～95体積%を占めることを特徴とする半導体モジュール。

[請求項16] 請求項10において、前記半導体チップがLED発光素子であるこ

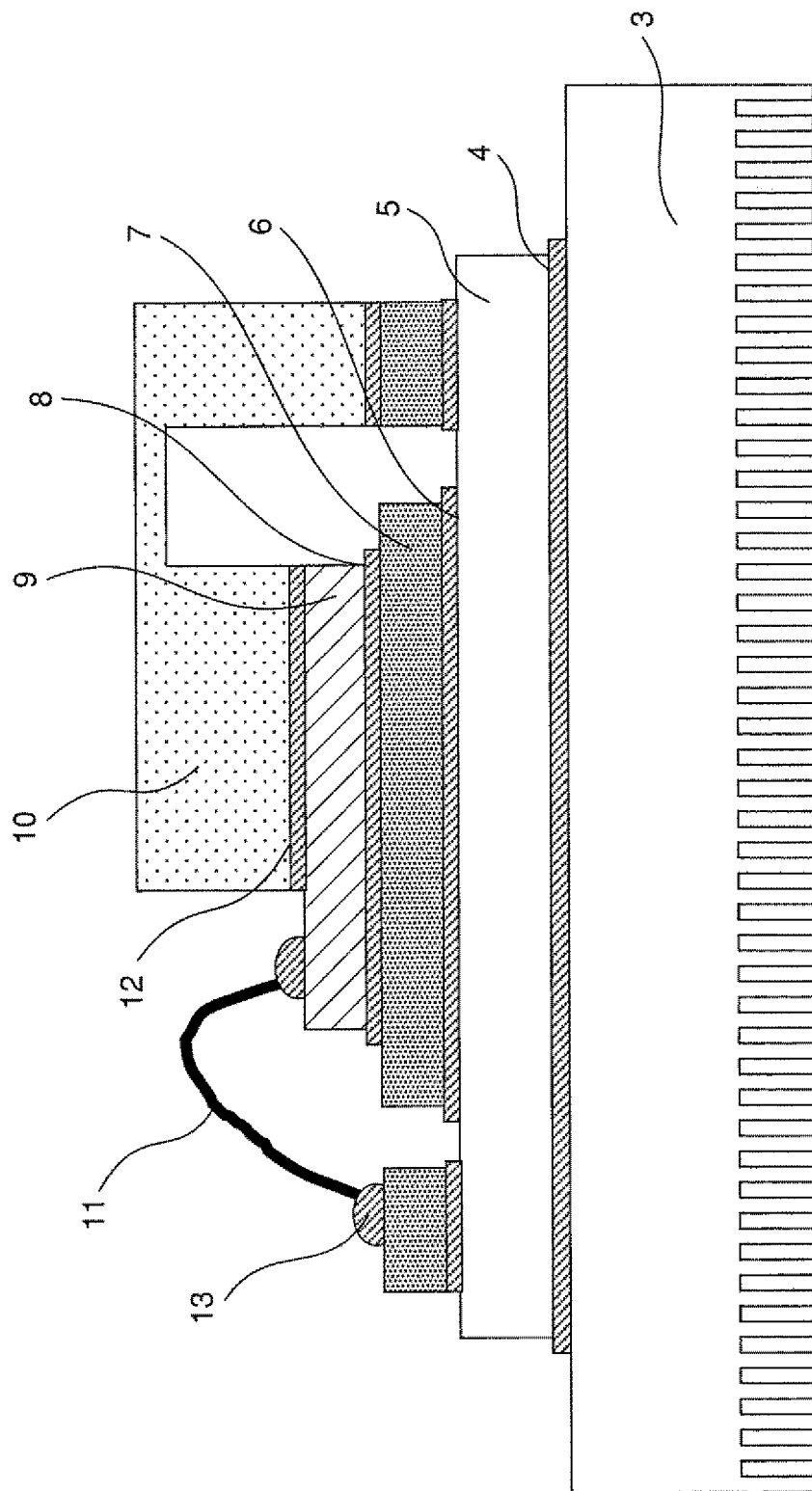
とを特徴とする半導体モジュール。

[請求項17] 請求項10において、前記半導体チップがCPUであり、前記ベース基板がヒートシンクであることを特徴とする半導体モジュール。

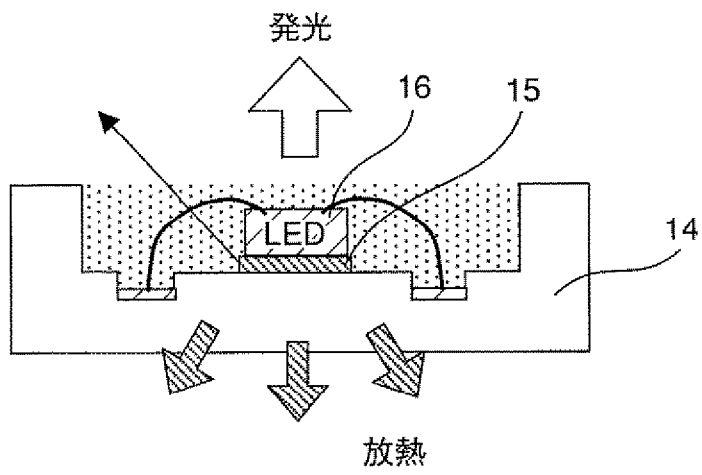
[図1]



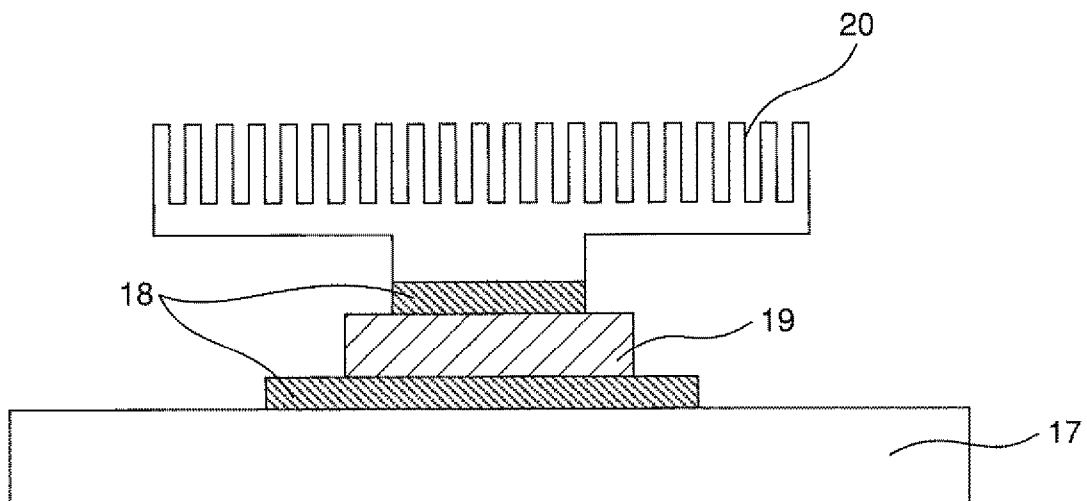
[図2]



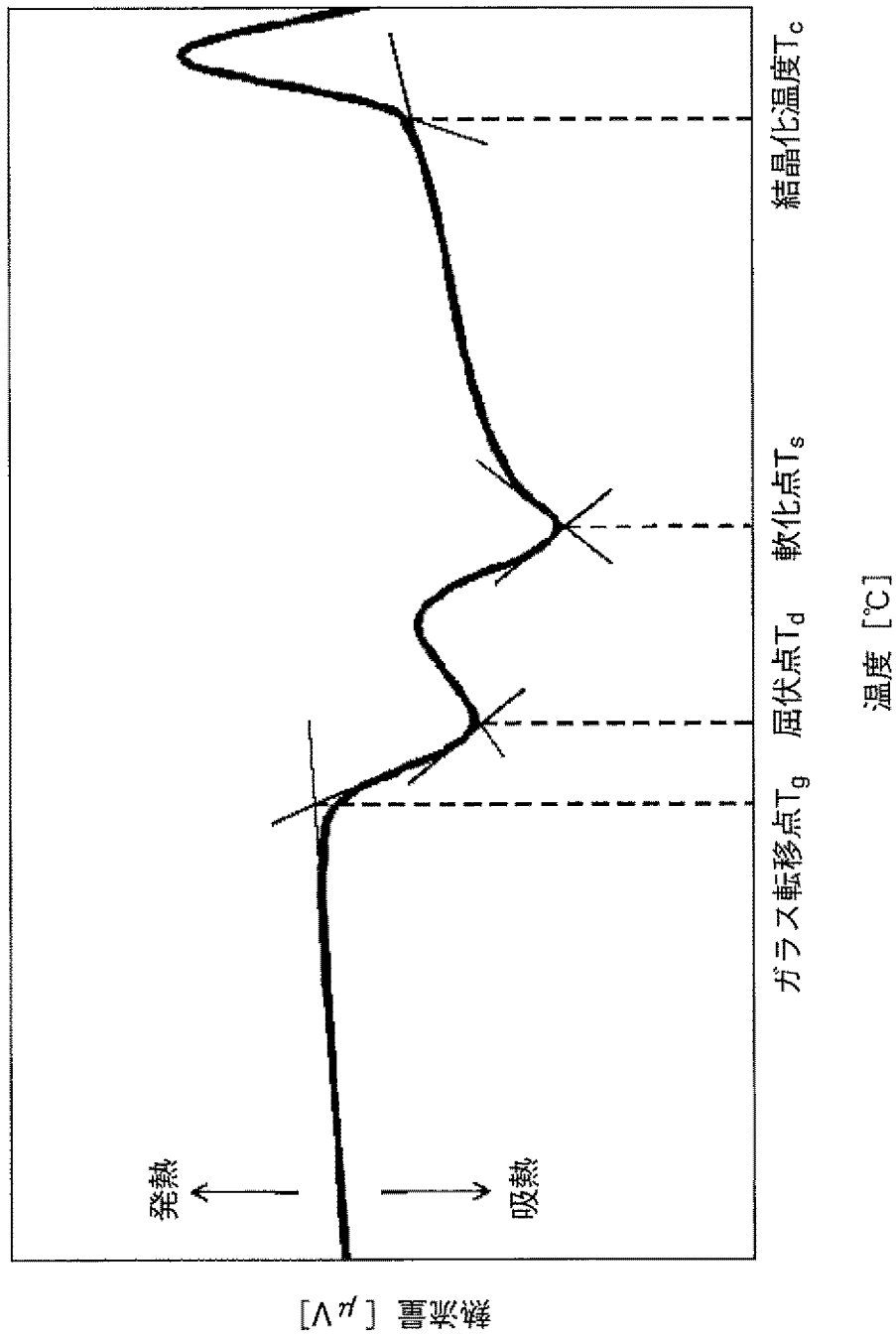
[図3]



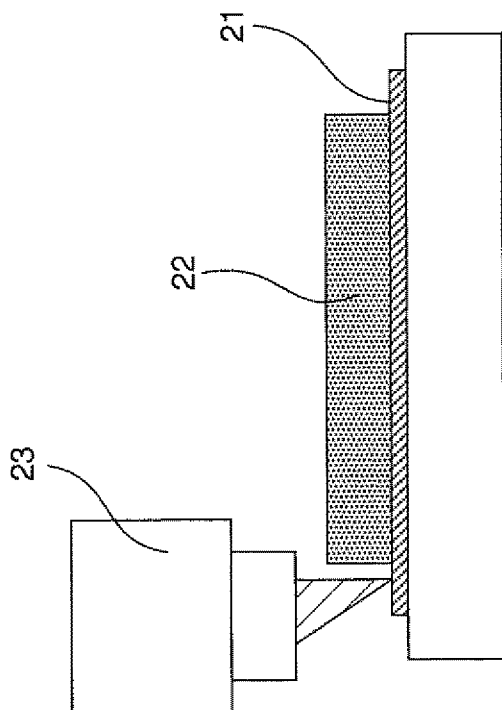
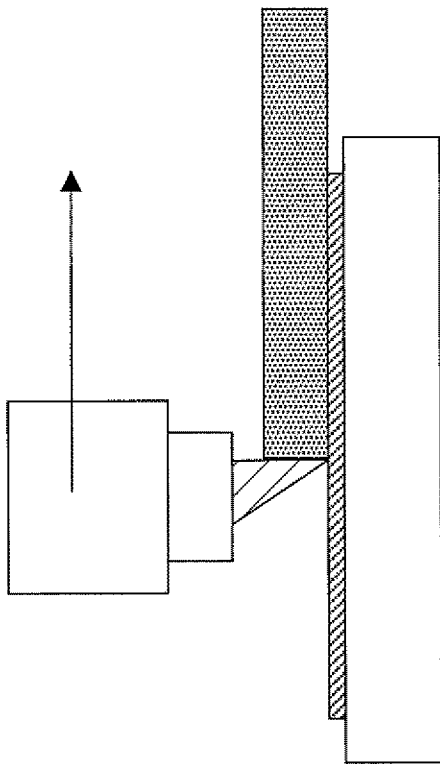
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/080121

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B37/00(2006.01)i, H01L21/52(2006.01)i, H05K1/02(2006.01)i, H05K3/34(2006.01)i, B23K35/26(2006.01)n, C22C13/00(2006.01)n

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)

C04B37/00, H01L21/52, H05K1/02, H05K3/34, B23K35/26, C22C13/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
X A	JP 2010-184852 A (Hitachi Powdered Metals Co., Ltd.), 26 August 2010 (26.08.2010), claims 1, 3, 17, 18, 20, 21; paragraph [0107]; table 6; fig. 2 & US 2010/0180934 A1 & CN 101781090 A & KR 10-2010-0084476 A	1-5, 7-11, 13-17 6, 12
X A	JP 02-293344 A (National Starch and Chemical Corp.), 04 December 1990 (04.12.1990), claim 3; page 2, upper left column, lines 8 to 14; table 1 & US 4945071 A & EP 393416 A1 & KR 10-1992-0010092 B	1-4, 6-10, 12-17 5, 11

☒ 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
13 February, 2013 (13.02.13)

Date of mailing of the international search report
26 February, 2013 (26.02.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/080121

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 05-175254 A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 13 July 1993 (13.07.1993), claim 1; paragraph [0001]; tables 1, 2 (Family: none)	1-4, 6-10, 12-17 5, 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/080121

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claim 1 does not have novelty and a special technical feature since the invention is disclosed in the following documents 1-3 respectively, and consequently, the invention of claim 1 does not comply with the requirement of unity.

The inventions of claims indicated below are relevant to a main invention group.

Claims 1-5, 7 and 8

Document 1: JP 2010-184852 A

Document 2: JP 02-293344 A

Document 3: JP 05-175254 A

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C04B37/00 (2006.01)i, H01L21/52 (2006.01)i, H05K1/02 (2006.01)i, H05K3/34 (2006.01)i, B23K35/26 (2006.01)n, C22C13/00 (2006.01)n

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. C04B37/00, H01L21/52, H05K1/02, H05K3/34, B23K35/26, C22C13/00

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
X A	JP 2010-184852 A (日立粉末冶金株式会社) 2010.08.26, 請求項 1, 3, 17, 18, 20, 21, 【0107】, 表 6, 図 2 & US 2010/0180934 A1 & CN 101781090 A & KR 10-2010-0084476 A	1-5, 7-11, 13-17 6, 12
X A	JP 02-293344 A (ナショナル・スターチ・アンド・ケミカル・コーポレーション) 1990.12.04, 特許請求の範囲 3, 第 2 頁左上欄第 8 行 - 14 行目, 第 1 表 & US 4945071 A & EP 393416 A1 & KR 10-1992-0010092 B	1-4, 6-10, 12-17 5, 11

☒ 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

1 3 . 0 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 2 . 2 0 1 3

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

押見 幸雄

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5

4 T

4 1 3 9

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
X A	JP 05-175254 A (日本電気硝子株式会社) 1993. 07. 13, 請求項 1, 【0 0 0 1】, 表 1, 2 (ファミリーなし)	1-4, 6-10, 12- 17 5, 11

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、下記の文献1－3にそれぞれ記載されているから、新規性が無く、特別な技術的特徴を有さず、事後的に単一性の要件を満たさない。

以下に示す請求項に係る発明が主発明である。

請求項1－5, 7, 8

文献1 : JP 2010-184852 A

文献2 : JP 02-293344 A

文献3 : JP 05-175254 A

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。