(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
2024年12月5日(05.12.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/248142 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/52 (2006.01) *H05K 1/14* (2006.01)
B22F 1/00 (2022.01) *H05K 3/32* (2006.01)
B22F 7/04 (2006.01) *H05K 3/36* (2006.01)
B22F 9/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/020076

(22) 国際出願日： 2024年5月31日(31.05.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

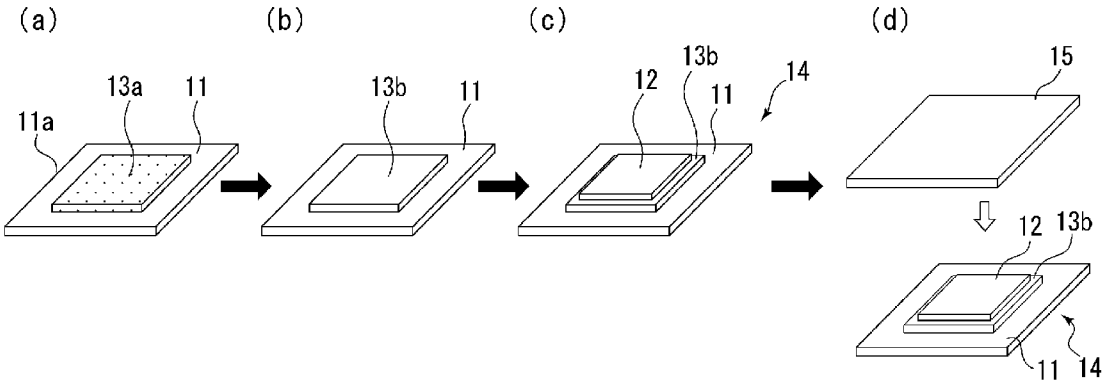
(30) 優先権データ：
特願 2023-091515 2023年6月2日(02.06.2023) JP

(71) 出願人: 三井金属鉱業株式会社 (**MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1418584 東京都品川区大崎一丁目11番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 白川 祐基 (**SHIRAKAWA, Yuki**); 〒3620021 埼玉県上尾市原市1333－2 三井金属鉱業株式会社内 Saitama (JP). 服部 隆志 (**HATTORI, Takashi**); 〒3620021 埼玉県上尾市原市1333－2 三井金属鉱業株式会社内 Saitama (JP). 山内 真一 (**YAMAUCHI, Shinichi**); 〒3620021 埼玉県上尾市原市1333－2 三井金属鉱業株式会社内 Saitama (JP). 穴井 圭 (**ANAI, Kei**); 〒3620021 埼玉県上尾市原市1333－2 三井金属鉱業株式会社内 Saitama (JP).

(54) **Title:** METHOD FOR MANUFACTURING JOINT STRUCTURE, METHOD FOR MANUFACTURING LAMINATE, AND JOINT METHOD

(54) 発明の名称： 接合構造体の製造方法、積層体の製造方法及び接合方法



(57) **Abstract:** A paste containing copper particles and an organic solvent is applied to a first to-be-joined body 11 to form a coating film 13a; a portion of the organic solvent contained in the coating film 13a is removed; a second to-be-joined body 12 is pushed into the coating film 13a so that a portion of the second to-be-joined body 12 is embedded in the coating film 13a, to obtain a laminate 14 comprising the first to-be-joined body 11, the coating film 13a, and the second to-be-joined body 12 in this order; and the laminate 14 is heated. The push-in rate P defined by 100-(Y/X×100) is 1.0-50, where X is the average thickness of the coating film 13a after a drying step and before the second to-be-joined body 12 is pushed into the coating film 13a, and Y is the average distance from an upper surface 11b of the first to-be-joined body

WO 2024/248142 A1

［続葉有］

(74) 代理人：弁理士法人翔和国際特許事務所 (SHOWA INTERNATIONAL PATENT FIRM)；〒1070052 東京都港区赤坂二丁目１２番１０号ＨＦ溜池ビルディング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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

11 to a lower surface 12b of the second to-be-joined body 12 in a state in which the laminate 14 has been obtained.

(57) 要約：銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを第１被接合体１１に塗布して塗膜１３ａを形成し；塗膜１３ａに含まれる有機溶媒の一部を除去し；第２被接合体１２の一部が塗膜１３ａ中に埋没するように第２被接合体１２を塗膜１３ａ中に押し込むことで、第１被接合体１１、塗膜１３ａ及び第２被接合体１２を順に備えた積層体１４を得て；積層体１４を加熱する。乾燥工程後であって、第２被接合体１２を塗膜１３ａ中に押し込む前の状態における塗膜１３ａの平均厚みをＸとし、積層体１４を得た状態における、第１被接合体１１の上面１１ｂから第２被接合体１２の下面１２ｂまでの平均距離をＹとしたとき、１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐが１．０以上５０以下である。

明　細　書

発明の名称 ：

接合構造体の製造方法、積層体の製造方法及び接合方法

技術分野

[0001]　本発明は、二つの被接合体を接合してなる接合構造体の製造方法に関する。また本発明は、接合構造体を得るための積層体の製造方法及び二つの被接合体の接合方法に関する。

背景技術

[0002]　近年、インバータなど電力変換・制御装置としてパワーデバイスと呼ばれる半導体素子が盛んに用いられるようになってきている。パワーデバイスは、メモリやマイクロプロセッサといった集積回路と異なり、高電流を制御するためのものなので、動作時の発熱量が非常に大きくなる。したがって、パワーデバイスの実装に用いられるはんだには耐熱性が要求される。しかし、現在主として使用されている鉛フリーはんだは、通常の鉛含有はんだに比べて耐熱性が低いという欠点を有する。

[0003]　そこで、はんだを用いることに代えて、有害な化学物質の使用を制限した金属微粒子を含むペーストを用い、これを各種の塗工手段によって対象物に塗布し、焼成する技術が種々提案されている。例えば特許文献１には、電極パターン上に金属微粒子を含む導電性ペーストを塗布し、その上に半導体素子を配置し、半導体素子を押し下げることで導電性ペーストを加圧しながら加熱して、金属微粒子の焼結層を形成することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１６－１２７２１９号公報

発明の概要

[0005]　特許文献１に記載の技術では、導電性ペーストの塗布層上に半導体素子を配置し、その状態で搬送したり、あるいは外部から振動を受けたりした場合

、半導体素子が適正な接合位置からずれて、半導体素子と電極パターンとの接合に不具合が生じるおそれがある。したがって本発明の課題は、被接合体に位置ずれや脱落を生じさせることなく、被接合体どうしを首尾よく接合し得る接合構造体の製造方法を提供することにある。

[0006] 本発明は、接合層を介して第１被接合体と第２被接合体とが接合されてなる接合構造体の製造方法であって、

銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを前記第１被接合体に塗布して塗膜を形成する工程と、

前記塗膜に含まれる前記有機溶媒の一部を除去する乾燥工程と、

前記第２被接合体の一部が前記塗膜中に埋没するように、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込むことで、前記第１被接合体、前記塗膜及び前記第２被接合体を順に備えた積層体を得る工程と、

前記積層体を加熱する工程と、を備え、

前記乾燥工程後であって、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込む前の状態における前記塗膜の平均厚みをＸ（μｍ）とし、

前記積層体を得た状態における、前記第１被接合体の上面から前記第２被接合体の下面までの平均距離をＹ（μｍ）としたとき、

１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐが１．０以上５０以下である、接合構造体の製造方法を提供するものである。

[0007] また本発明は、第１被接合体と第２被接合体とを接合するための積層体の製造方法であって、

銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを前記第１被接合体に塗布して塗膜を形成する工程と、

前記塗膜に含まれる前記有機溶媒の一部を除去する乾燥工程と、

前記第２被接合体の一部が前記塗膜中に埋没するように、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込むことで、前記第１被接合体、前記塗膜及び前記第２被接合体を順に備えた積層体を得る工程と、を備え、

前記乾燥工程後であって、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込む前の

状態における前記塗膜の平均厚みをＸ（μｍ）とし、

前記積層体を得た状態における、前記第１被接合体の上面から前記第２被接合体の下面までの平均距離をＹ（μｍ）としたとき、

１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐが１．０以上５０以下である、積層体の製造方法を提供するものである。

[0008] 更に本発明は、第１被接合体と第２被接合体との接合方法であって、

銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを前記第１被接合体に塗布して塗膜を形成する工程と、

前記塗膜に含まれる前記有機溶媒の一部を除去する乾燥工程と、

前記第２被接合体の一部が前記塗膜中に埋没するように、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込むことで、前記第１被接合体、前記塗膜及び前記第２被接合体を順に備えた積層体を得る工程と、

前記積層体を加熱する工程と、を備え、

前記乾燥工程後であって、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込む前の状態における前記塗膜の平均厚みをＸ（μｍ）とし、

前記積層体を得た状態における、前記第１被接合体の上面から前記第２被接合体の下面までの平均距離をＹ（μｍ）としたとき、

１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐが１．０以上５０以下である、接合方法を提供するものである。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、本発明の接合構造体の製造方法の一実施形態を示す工程図（積層体が製造されるまでの工程図）である。

[図2]図２は、乾燥塗膜中に第２被接合体が押し込まれた積層体の要部を拡大して示す模式図である。

[図3]図３（ａ）ないし図３（ｃ）は、１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐの値を算出するためにＸ及びＹの値を測定する方法を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下本発明を、その好ましい実施形態に基づき説明する。本発明は、二つの被接合体、すなわち第１被接合体と第２被接合体とが、接合層を介して接合されてなる接合構造体の製造方法に係るものである。本製造方法は、以下の工程に大別される。

（１）銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを第１被接合体に塗布して塗膜を形成する工程。

（２）塗膜に含まれる有機溶媒の一部を除去する乾燥工程。

（３）第２被接合体の一部が塗膜中に埋没するように第２被接合体を塗膜中に押し込むことで、第１被接合体、塗膜及び第２被接合体を備えた積層体を得る工程。

（４）積層体を加熱する工程。

以下、それぞれの工程について、図１を参照しながら説明する。

[0011] 図１は、本発明の接合構造体の製造方法の一実施形態を示す工程図である。

まず図１（ａ）に示すとおり、第１被接合体１１を準備し、この第１被接合体１１の一面上にペーストを塗布して湿潤塗膜１３ａを形成する。ペーストは、銅粒子及び有機溶媒を含んでいる。

ペーストの塗布方法は特に限定されない。例えば、スクリーン印刷法、グラビア印刷法、ディスペンス印刷法、リバースコート法及びドクターブレード法などによって湿潤塗膜１３ａを形成することができる。

[0012] 湿潤塗膜１３ａの平均厚さは、十分な接合強度を確保できるようにする観点から、１８μｍ以上であることが好ましく、２０μｍ以上であることが更に好ましく、２５μｍ以上であることが一層好ましい。

また湿潤塗膜１３ａの平均厚さは、塗膜を平滑にさせやすくし、且つ、乾燥後の塗膜の割れを防止する観点から、１０００μｍ以下であることが好ましく、８００μｍ以下であることが更に好ましく、５００μｍ以下であることが一層好ましい。

[0013] 湿潤塗膜１３ａの平均厚さは例えば白色干渉を利用した非接触式表面プロ

ファイラーを用いて算出することができる。非接触式表面プロファイラーとしては例えばＡＭＥＴＥＫ社製　ＺｅＧａｇｅ　Ｐｒｏを用いることができる。この場合のソフトウェアはＺＹＧＯ　Ｍｘ　バージョン：８．０．０、ズームレンズは１．０倍、対物レンズは１．４倍を用いる。ソフトウェアのＭＥＡＳＵＲＥＭＥＮＴタブ内の基本設定―オプションタブ内のスキャン長をＥｘｔｅｎｄｅｄに選択し、測定対象の湿潤塗膜１３ａの厚みよりも１００μｍ以上大きな値を入力し、スキャン開始位置はＢｏｔｔｏｍを選択する。測定視野は、測定対象となる湿潤塗膜１３ａの画像認識時に、厚みの基準面となる第１被接合体１１が一部含まれるように設定する。具体的には、測定視野が湿潤塗膜１３ａの周囲から１ｍｍ以上延出するように設定する。基準面となる第１被接合体１１が一部含まれるように測定視野を設定することで、後述する四角形Ｒを適切な範囲で配置できる。

設定後に測定を実施し、その終了後、ソフトウェアのＡＮＡＬＹＳＩＳタブ内のＩｎｖｅｓｔｉｇａｔｉｏｎ　Ｔｏｏｌｓに存在するＬｅｖｅｌ／Ｓｔｅｐの項目を開き、Ａｄｄ　Ｓｈａｐｅｓ（Ｏｎｅ　Ｒｅｆｅｒｅｎｃｅ　ａｎｄ　Ｏｎｅ　ｔｅｓｔ　Ｄｅｆａｕｌｔ　ｒｅｃｔａｎｇｌｅｓ）を選択すると、基準面を選択する四角形Ｒと、基準面からの高さを測定するための四角形Ｔが表示される。

前記四角形Ｒを、第１被接合体１１が存在する位置で、且つ、湿潤塗膜１３ａが含まれないように、各辺が５００μｍ×５００μｍ以上のサイズとなるよう配置する。四角形Ｒ内に第１被接合体１１以外の部分が含まれると基準が正しく定められない。四角形Ｒは測定対象の厚みを算出するための基準であるから、第１被接合体１１以外の部分を含んではならない。また、前記四角形Ｒを５００μｍ×５００μｍ以上のサイズとなるよう配置することで、第１被接合体１１の表面粗さ等が考慮された平均値が基準として用いられるので、より正確に湿潤塗膜１３ａの厚みが算出できる。

次に四角形Ｔを、測定対象の湿潤塗膜１３ａの縦辺及び横辺からそれぞれ内側へ５００μｍの位置に、該四角形Ｔの縦辺及び横辺がそれぞれ位置する

ように配置する。その後、Ｌｅｖｅｌ／Ｓｔｅｐと記載の項目のＡｐｐｌｙをクリックすると、四角形Ｔの内部に数値が記載される。この数値を湿潤塗膜１３ａの平均厚みとする。

[0014] ペーストは、第１被接合体１１の一面の周縁よりも内方の位置にのみ塗布することができる。図１（ａ）には、第１被接合体１１の一面の周縁１１ａよりも内方の位置にペーストが塗布されて一つの塗膜（湿潤塗膜１３ａ）が形成されている状態が示されている。

ペーストの塗布面積は、塗布によって形成された湿潤塗膜１３ａが、後述する第２被接合体１２の周縁から延出するような面積であることが、第１被接合体１１と第２被接合体１２との確実な接合の観点から好ましい。

[0015] 次に、図１（ｂ）に示すとおり、湿潤塗膜１３ａを乾燥させて、該湿潤塗膜１３ａに含まれる有機溶媒の一部を除去し乾燥塗膜１３ｂを得る。湿潤塗膜１３ａから有機溶媒の一部を除去することで乾燥塗膜１３ｂの保形性が高まる。この観点から、図１（ｂ）に示す乾燥工程においては、湿潤塗膜１３ａの質量が、３．０質量％以上、更には３．２質量％以上、特に５．０質量％以上、とりわけ７．０質量％以上減少するように該湿潤塗膜１３ａを乾燥させることが好ましい。

一方、湿潤塗膜１３ａからの有機溶媒の除去を過度に行うと、乾燥塗膜１３ｂが硬くなり、後述する第２被接合体の乾燥塗膜１３ｂへの押し込みを首尾よく行えない場合がある。この観点から、乾燥工程においては、湿潤塗膜１３ａの質量が、３０．０質量％以下、特に２８．０質量％以下減少するように該湿潤塗膜１３ａを乾燥させることが好ましい。

湿潤塗膜１３ａの質量減少の割合を測定する方法は、後述する実施例において説明する。

[0016] 図１（ｂ）に示す乾燥工程では、後述する第２被接合体１２の乾燥塗膜１３ｂへの押し込みを首尾よく行う観点から、乾燥塗膜１３ｂの平均厚みＸが１５μｍ以上となるように有機溶媒の除去を行うことが好ましく、更に好ましい厚みは１８μｍ以上であり、一層好ましくは２０μｍ以上である。

一方、平滑な塗膜を得やすくし、乾燥後の塗膜の割れを防止する観点から、乾燥工程においては、乾燥塗膜１３ｂの平均厚みＸが８００μｍ以下となるように有機溶媒の除去を行うことが好ましく、更に好ましい平均厚みは５００μｍ以下であり、一層好ましくは４００μｍ以下である。

乾燥塗膜１３ｂの平均厚みＸの測定方法は後述する。

[0017] 図１（ｂ）に示す乾燥工程では、湿潤塗膜１３ａに含まれる有機溶媒の揮発量を調整して、乾燥塗膜１３ｂの硬さを適切なものとする観点から、湿潤塗膜１３ａの加熱温度を適切な範囲に設定することが好ましい。この観点から、大気圧下で乾燥工程を行う場合には、湿潤塗膜１３ａの加熱温度は、湿潤塗膜１３ａに含まれる有機溶媒の沸点をＭ（℃）としたとき、２０℃以上Ｍ℃以下に設定することが好ましく、２５℃以上〔Ｍ－１０〕℃以下に設定することが更に好ましく、３０℃以上〔Ｍ－２０〕℃以下に設定することが一層好ましい。湿潤塗膜１３ａ中に二種類以上の有機溶媒が含まれている場合には、最も沸点の高い有機溶媒の当該沸点を、前記のＭと定義する。

[0018] 前記加熱温度に関連して、湿潤塗膜１３ａの加熱時間は、後述する第２被接合体１２の乾燥塗膜１３ｂへの押し込みを首尾よく行い得るような硬さの乾燥塗膜１３ｂが得られるような条件に設定すればよい。大気圧下で乾燥工程を行う場合には、１分以上１２０分以下程度で加熱を行うことが好ましい。

[0019] また、湿潤塗膜１３ａの加熱による乾燥塗膜１３ｂの形成は、不活性ガス雰囲気や大気下で行うことができる。あるいは減圧下で行ってもよい。加熱手段に特に制限はない。例えば熱風の吹き付け、赤外線の照射、加熱炉内での加熱などの加熱手段を採用することができる。

[0020] 乾燥塗膜１３ｂが形成されたら、次に図１（ｃ）に示すとおり、乾燥塗膜１３ｂ上に第２被接合体１２を載置する。第２被接合体１２は、該第２被接合体１２の周縁から乾燥塗膜１３ｂが延出するように、乾燥塗膜１３ｂ上に載置されることが好ましい。

[0021] 本実施形態においては、乾燥塗膜１３ｂ上に第２被接合体１２を配置する

のに先立ち、乾燥塗膜１３ｂと第２被接合体１２との間に固定剤を施さなくても良い。後述するとおり、本実施形態においては、第２被接合体１２の一部が乾燥塗膜１３ｂ中に埋没するように第２被接合体１２を乾燥塗膜１３ｂ中に押し込むので、固定剤によって乾燥塗膜１３ｂと第２被接合体１２とを固定する必要がない。このように、本実施形態の製造方法によれば、固定剤を施す工程を省くことが可能であり、それによって製造工程の簡略化及び製造時間の短縮化を図ることができる。なお、本発明においては上述の固定剤を用いなくて良いが、固定剤を用いることは妨げられない。固定剤としては、例えばモノアルコール、多価アルコール、多価アルコールアルキルエーテル、多価アルコールアリールエーテル、エステル類、複素環化合物、アミド類、アミン類、飽和炭化水素、環式テルペンアルコール類及びその誘導体、ケトン類、カルボン酸類などを挙げることができる。

[0022] 上述のとおり乾燥塗膜１３ｂには溶媒の一部が残存しているので、保形性とともに変形性を有している。したがって、乾燥塗膜１３ｂ上に載置した第２被接合体１２に圧力を加えることで、乾燥塗膜１３ｂが変形して、第２被接合体１２の一部が乾燥塗膜１３ｂ中に埋没するように、第２被接合体１２が乾燥塗膜１３ｂ中に押し込まれる。これにより、第１被接合体１１、乾燥塗膜１３ｂ及び第２被接合体１２から順に構成される積層体１４が形成される。なお、第２被接合体１２の押し込みには、例えば図１（ｄ）に示すとおり板状の押込治具１５を用いても良い。あるいは、第２被接合体１２の載置の際に用いる治具（図示せず）によって、第２被接合体１２を乾燥塗膜１３ｂ中に直接押し込んでも良い。あるいは、第２被接合体１２の載置の際に用いる治具で適切な錘を摘まみ、前記錘を第２被接合体１２に接触させて乾燥塗膜１３ｂ中に押し込んでも良い。

[0023] 図２には、第２被接合体１２が乾燥塗膜１３ｂ中に押し込まれた状態を示す要部拡大図が示されている。同図に示すとおり、第２被接合体１２が乾燥塗膜１３ｂ中に押し込まれると、第２被接合体１２における厚み方向Ｚの下部域が乾燥塗膜１３ｂ中に埋没し、該下部域の側面１２ａが乾燥塗膜１３ｂ

によって包囲される。その結果、第２被接合体１２は乾燥塗膜１３ｂによって固定される。乾燥塗膜１３ｂによる第２被接合体１２の固定は、乾燥塗膜１３ｂと、第２被接合体１２における下部域の側面１２ａとの間の嵌合によって達成される。また、乾燥塗膜１３ｂが有する粘性によっても達成される。

[0024] 乾燥塗膜１３ｂによる第２被接合体１２の固定、及びその後の第１被接合体１１と第２被接合体１２との接合を確実に行うためには、第２被接合体１２を押し込むときの条件として、以下に示す所定の関係を満たすことが必要であることを本発明者は知見した。詳細には、以下の式（１）で定義される押し込み率Ｐの値が１．０以上であり、好ましくは１．５以上であり、更に好ましくは２．０以上であり、更に一層好ましくは２．５以上となるように、第２被接合体１２の押し込みを行うことが有利である。

一方、積層体１４の焼結によって得られる接合構造体において、第１被接合体１１と第２被接合体１２との接合強度を十分に高める観点からは、積層体１４において、第１被接合体１１と第２被接合体１２との間に位置する乾燥塗膜１３ｂの厚みが必要以上に薄くならないことが望ましい。この観点から、押し込み率Ｐの値は５０以下、好ましくは３０以下、一層好ましくは２５以下である。

$$P = 100 - (Y / X \times 100) \quad (1)$$

[0025] 式（１）におけるＸ（μｍ）は、湿潤塗膜１３ａの乾燥工程後であって、第２被接合体１２を乾燥塗膜１３ｂ中に押し込む前の状態における乾燥塗膜１３ｂの平均厚みである。

Ｙ（μｍ）は、積層体１４を得た状態における、第１被接合体１１の上面１１ｂから第２被接合体の下面１２ｂまでの平均距離（図２参照）である。

[0026] Ｘ及びＹは以下に述べる方法で測定される。

湿潤塗膜１３ａの乾燥工程後に、図３（ａ）に示すとおり第２被接合体１２を乾燥塗膜１３ｂの中心にチップマウンタを用いて０．００４ＭＰａの低圧力で搭載する。第２被接合体１２が乾燥塗膜１３ｂに接触してから圧力が

０．００４ＭＰａに達するまでの時間は例えば１秒以内とし、０．００４ＭＰａに達してからの圧力の保持時間は０．４秒に設定する。湿潤塗膜１３ａと同様の方法を用いて第１被接合体１１の上面１１ｂから乾燥塗膜１３ｂと第２被接合体１２を合わせた平均厚みＡを算出する。そして、平均厚みＡから第２被接合体１２のみの平均厚みＢ（図２参照）を差し引いたものを乾燥塗膜１３ｂの平均厚みＸ（μｍ）とする。第２被接合体１２の平均厚みＢは予め測定しておく。

第２被接合体１２の平均厚みＢは例えば、第２被接合体１２よりも面積が２００％以上大きく、且つ、表面が平滑な（ＪＩＳ　Ｂ　０６０１：１９９４に基づく表面粗さが０．０３μｍ以下）ＳｉＣ基板を基準面とした基準面に第２被接合体１２を載置した後、非接触式表面プロファイラーを用い、湿潤塗膜１３ａと同様の方法で算出することができる。

引き続き、図３（ｂ）に示すとおり、第２被接合体１２の上に、第２被接合体１２よりも面積の小さな板状の錘２０を、チップマウンタを用いて０．８ＭＰａの圧力を加えて搭載する。錘２０が第２被接合体１２に接触してから加わる圧力が０．８ＭＰａに達するまでの時間は、接触時から５秒以内とし、０．８ＭＰａに達してからの時間は２秒に設定する。

次いで、図３（ｃ）に示すとおり、搭載した錘２０のみを吸着ピンセットを用いて取り外して積層体１４を得る。そして、積層体１４における第１被接合体１１の上面１１ｂから第２被接合体１２の上面１２ｃまでの平均距離Ｄ（図２参照）を測定する。なお、平均距離Ｄは、上述した湿潤塗膜１３ａの平均厚みの算出方法と同様の手法を利用して算出することができる。具体的には、第２被接合体１２が存在する位置で、且つ、測定対象の第２被接合体１２の縦辺及び横辺からそれぞれ内側へ５００μｍの位置に、四角形Ｔの縦辺及び横辺がそれぞれ位置するように該四角形Ｔを配置する以外は、湿潤塗膜１３ａの平均厚みの算出方法と同様にして算出することで、第２被接合体１２の上面１２ｃから第１被接合体１１の上面１１ｂまでの平均距離Ｄ（図２参照）が算出される。

平均距離Ｄから第２被接合体１２のみの平均厚みＢを差し引いたものを、第１被接合体１１の上面１１ｂから第２被接合体の下面１２ｂまでの平均距離Ｙとする。

[0027] 押し込み率Ｐの値は上述のとおりであることが必要であるところ、押し込み率Ｐの定義式である式（１）における平均距離Ｙの値そのものは、乾燥塗膜１３ｂによる第２被接合体１２の固定を確実に行う観点、及び第１被接合体１１と第２被接合体１２との接合強度を十分に高める観点から、５μｍ以上５００μｍ以下であることが好ましく、１０μｍ以上３００μｍ以下であることが更に好ましい。

[0028] 第２被接合体１２を乾燥塗膜１３ｂ中に押し込むときの圧力は、乾燥塗膜１３ｂによる第２被接合体１２の固定を適切に行う観点、及び第１被接合体１１と第２被接合体１２との接合強度を十分に高める観点から、０．００４ＭＰａ以上５ＭＰａ以下とすることが好ましく、０．０１ＭＰａ以上４．５ＭＰａ以下とすることが更に好ましく、０．０５ＭＰａ以上４ＭＰａ以下とすることが一層好ましい。

[0029] 第２被接合体１２の目標圧力に達してからの維持時間は、乾燥塗膜１３ｂによる第２被接合体１２の固定を適切に行う観点、及び次工程となる加熱工程において第１被接合体１１と第２被接合体１２との接合強度を十分に高める観点から０．０１秒以上とすることが好ましく、０．０５秒以上とすることが一層好ましい。

また、第２被接合体１２の目標圧力に達してからの維持時間は、生産性を著しく低下させる時間でなければ特に限定されるものではなく、例えば７秒以下とすることができる。

[0030] 図２に示すように第２被接合体１２の固定が行われると、積層体１４に外力が加わっても第１被接合体１１に対する第２被接合体１２の位置がずれにくくなる。したがって積層体１４を次工程、例えば以下に述べる加熱工程のために焼成炉に搬送するときに、第１被接合体１１と第２被接合体１２との位置関係を安定的に保つことが可能になる。

[0031] 第２被接合体１２が乾燥塗膜１３ｂによって固定されてなる積層体１４は次に加熱工程に付される。加熱工程は、上述の積層体を得る工程とは異なる場所で行われることから、当該積層体１４を加熱する装置へと移動させる。移動中に積層体１４に振動等の外力が加わることがあるが、上述した積層体を得る工程によって第２被接合体１２が乾燥塗膜１３ｂに適切に固定されているので、第２被接合体１２の位置ずれが抑制される。なお、上述の加熱する装置が第２被接合体１２を載置する装置を兼ねており、積層体１４を移動させずにその場で加熱するようにしても良い。

[0032] 加熱工程においては、積層体１４を加圧した後、又は積層体１４を加圧した状態、若しくは無加圧の状態で、該積層体１４に熱が付与される。加熱温度は、乾燥塗膜１３ｂ中の銅粒子の焼結を確実に行い、第１被接合体１１と第２被接合体１２との間の接合強度を確実に高める観点から、好ましくは１８０℃以上３５０℃以下、更に好ましくは２００℃以上３００℃以下とする。

[0033] 積層体１４の加熱を加圧後に行う場合、又は加圧下で行う場合には、乾燥塗膜１３ｂによる第２被接合体１２の固定を適切に行う観点から、圧力を０．１ＭＰａ以上３５ＭＰａ以下とすることが好ましく、１ＭＰａ以上３０ＭＰａ以下とすることが更に好ましく、２ＭＰａ以上２８ＭＰａ以下とすることが一層好ましい。

加熱工程での雰囲気は、例えば大気雰囲気、不活性ガス雰囲気又は還元性雰囲気などを採用することができる。

[0034] このような固定方法を採用することで、目的とする接合構造体（図示せず）が得られる。この接合構造体においては、第１被接合体と第２被接合体とが、銅粒子の焼結体からなる接合層を介して接合された状態になっている。

[0035] 次に、上述した固定による接合方法に用いられるペースト並びに第１被接合体及び第２被接合体について説明する。

[0036] 本発明で用いるペーストは、銅粒子及び有機溶媒を含んで構成される。ペーストは更に各種の調整剤を含んでいてもよい。

[0037] ペーストに含まれる銅粒子は、その形状に特に制限はなく、球状及び非球状のいずれのものも用いられる。

銅粒子が球状であるとは、円形度係数が０．８５以上であることをいう。円形度係数は、銅粒子の走査型電子顕微鏡像を撮影し、一次粒子の二次元投影像の面積をＳとし、周囲長をＬとしたときに、$４\pi Ｓ／Ｌ^{2}$の式から算出する。

銅粒子が非球状であるとは、上述の円形度係数が０．８５未満であることをいう。

[0038] 非球状の具体例としては、扁平状、六面体や八面体等の多面体状、紡錘状、異形状等の形状が挙げられる。扁平状とは、粒子の主面を形成している一対の板面と、これらの板面に直交する側面とを有する形状のことである。板面及び側面はそれぞれ独立して、平面、曲面又は凹凸面であり得る。

[0039] 銅粒子は、異なる二種類以上の形状を有していてもよい。特に銅粒子は、扁平状銅粒子及び球状銅粒子を含むことが、接合強度の高い接合構造体を得る観点から好ましい。また、形状は同様であるが粒径の異なる銅粒子や、形状及び粒径の異なる銅粒子を複数有していても良い。

[0040] 銅粒子が球状である場合の粒径は以下の方法により定めるものとする。すなわち、１０，０００倍以上１５０，０００倍以下の範囲で走査型電子顕微鏡による観察像を用いて輪郭のはっきりした一次粒子の銅粒子を５０個以上選んだ各粒子のヘイウッド径を測定する。次いで、得られたヘイウッド径から、粒子が真球であると仮定したときの体積を算出し、該体積の累積体積５０容量％における体積累積粒径を銅粒子の粒径とする。

[0041] 銅粒子の粒径は０．１μｍを超えることが好ましく、０．１１μｍ以上であることが更に好ましく、０．１２μｍ以上であることが一層好ましい。一方、銅粒子の粒径は０．５５μｍ以下であることが好ましく、０．５μｍ以下であることが更に好ましい。銅粒子の粒径が０．１μｍ超であることによって、乾燥塗膜１３ｂを焼成して焼結体（接合層）としたときに収縮割れが生じにくくなる。一方、銅粒子の粒径を０．５５μｍ以下に設定することに

よって、乾燥塗膜１３ｂ中に存在する銅粒子の焼結を十分なものとすることができる。

[0042] 銅粒子が扁平状である場合の粒径は以下の方法により定めるものとする。すなわち、５００倍以上５０，０００倍以下の範囲で走査型電子顕微鏡による観察像を用いて輪郭のはっきりした銅粒子の撮影像を取得し、該撮影像を画像解析する。具体的には、扁平状銅粒子の板面に水平な方向において３６０度回転させながら、各二次元投影像における仮想的な外接長方形を考えたときに、その中で外接長方形の一辺が最大となるものについて、その長辺を長軸とする。当該粒子を無作為に５０個以上選んで長軸をそれぞれ測定し、これらの算術平均値を求め、これを粒径とする。画像解析には、例えば画像解析式粒度分布ソフトウェアのマウンテック社製Ｍａｃ－ｖｉｅｗを用いる。

[0043] 銅粒子が扁平状である場合の粒径は０．３μｍ以上５０μｍ以下であることが好ましく、０．５μｍ以上４０μｍ以下であることがより好ましく、１μｍ以上２０μｍ以下であることが更に好ましい。粒径がかかる範囲にあることによって、球状の銅粒子と組み合わせた際に、乾燥塗膜１３ｂの過度な体積収縮に伴う焼結体の割れを防止しつつ、乾燥塗膜１３ｂの焼結性に優れたものとなる。

[0044] ペーストに占める銅粒子の含有量は、銅粒子の充填性を高めて十分な接合強度を発現させる観点から、５０質量％以上９５質量％以下であることが好ましく、６０質量％以上９５質量％以下であることがより好ましい。

[0045] 銅粒子は、その表面に表面処理剤が付着していてもよい。銅粒子の表面に表面処理剤を付着させておくことで、銅粒子どうしの過度の凝集を抑制することができる。

[0046] ペーストに含まれる有機溶媒としては、沸点Ｍが１５０℃以上３００℃以下、特に１６０℃以上２９０℃以下、とりわけ１７０℃以上２８０以下であるものが好ましい。具体的には、モノアルコール、多価アルコール、多価アルコールアルキルエーテル、多価アルコールアリールエーテル、エステル類

、含窒素複素環化合物、アミド類、アミン類、飽和炭化水素などが挙げられる。これらの有機溶媒は、一種を単独で又は二種類以上を組み合わせて用いることができる。前記温度範囲の沸点を有する有機溶媒をペーストに含有させることで、湿潤塗膜１３ａに含まれる有機溶媒の揮発量の調整が容易になり、乾燥塗膜１３ｂの硬さを適切なものとしやすくなる。

ペーストに含まれる有機溶媒の種類が複数の場合には、少なくとも一種類の有機溶媒が前記温度範囲の沸点を有することが好ましく、すべての有機溶媒が前記範囲の沸点を有することが特に好ましい。

[0047] 湿潤塗膜１３ａに含まれる有機溶媒の揮発量を調整して、乾燥塗膜１３ｂの硬さを適切なものとする観点から、ペースト中の有機溶媒の含有量は、３．０質量％以上３０．０質量％以下であることが好ましく、５．０質量％以上２９．０質量％以下であることが更に好ましく、７．０質量％以上２８．０質量％以下であることが一層好ましい。

[0048] ペーストには、各種特性を調整するための調整剤を適宜含有させてもよい。調整剤としては、例えば還元剤、粘度調整剤、表面張力調整剤が挙げられる。

還元剤としては、銅粒子の焼結を促進させるものがよく、例えばモノアルコール、多価アルコール、アミノアルコール、クエン酸、シュウ酸、ギ酸、アスコルビン酸、アルデヒド、ヒドラジン及びその誘導体、ヒドロキシルアミン及びその誘導体、ジチオスレイトール、ホスファイト、ヒドロホスファイト、亜リン酸及びその誘導体等が挙げられる。

粘度調整剤としては、ペーストの粘度の高低を調整して、好ましくは前記粘度範囲内に設定できるものがよく、例えばケトン類、エステル類、アルコール類、グリコール類、炭化水素、ポリマーなどが挙げられる。

表面張力調整剤としては、湿潤塗膜１３ａの表面張力を調整できるものがよく、例えばアクリル系界面活性剤、シリコーン系界面活性剤、アルキルポリオキシエチレンエーテル、脂肪酸グリセロールエステルなどのポリマーやアルコール系、炭化水素系、エステル系、グリコール等のモノマーが挙げら

れる。

[0049] ペーストの塗布性又は印刷性を高める観点から、ペーストはその粘度が、せん断速度１０ｓ$^{-1}$において、１０Ｐａ・ｓ以上２００Ｐａ・ｓ以下であることが好ましく、１５Ｐａ・ｓ以上２００Ｐａ・ｓ以下であることがより好ましい。

ペーストの粘度はＴｈｅｒｍｏ　Ｓｃｉｅｎｔｉｆｉｃ社製のレオメーターＭＡＲＳ　ＩＩＩを用いて測定することができる。ペーストの粘度の測定条件は以下のとおりである。

測定モード　：　せん断速度依存性測定

センサー　　：　パラレル型（Φ２０ｍｍ）

測定温度　　：　２５℃

ギャップ　　：　０．３００ｍｍ

せん断速度　：　０．０５～１２０．０１ｓ$^{-1}$

測定時間　　：　２分

[0050] 第１被接合体１１及び第２被接合体１２はその種類に特に制限はない。一般的には、第１被接合体１１及び第２被接合体１２はいずれも、それらの接合対象面に金属を含むことが好ましい。例えば第１被接合体１１及び第２被接合体１２の少なくとも一方として、金属からなる面を有する部材を用いることができる。「金属」とは、他の元素と化合物を形成していない金属そのもの、又は２種類以上の金属の合金のことである。このような金属としては、例えば銅、銀、金、アルミニウム、パラジウム若しくはニッケル又はそれらの２種以上の組み合わせからなる合金が挙げられる。

[0051] 第１被接合体１１及び第２被接合体１２のうちの少なくとも一方が、金属からなる面を有する部材である場合、該金属からなる面は一般には平面であることが好ましいが、場合によっては曲面であってもよい。

[0052] 第１被接合体１１及び第２被接合体１２の具体例としては、それぞれ独立して、例えば上述の金属からなるスペーサーや放熱板、半導体素子、並びに上述した金属の少なくとも一種を表面に有する基板等が挙げられる。

基板としては、例えば、セラミックス又は窒化アルミニウム板の表面に銅等の金属層を有する絶縁基板等を用いることができる。

第１被接合体１１及び／又は第２被接合体１２として半導体素子を用いる場合、半導体素子は、Ｓｉ、Ｇａ、Ｇｅ、Ｃ、Ｎ、Ａｓ等の元素のうち一種以上を含む。

[0053] 第１被接合体１１は、好ましくは基板である。第２被接合体１２は、スペーサー、放熱板、又は半導体素子のいずれかであることが好ましい。

[0054] 第１被接合体１１及び第２被接合体１２の少なくとも一方として、金属微粒子及び有機溶媒を含むペーストの乾燥体を用いることもできる。具体的には、第１被接合体１１として、金属からなる面を有する部材を用い、第２被接合体１２として、金属微粒子及び有機溶媒を含むペーストの乾燥体を用いることができる。なお、ペーストの乾燥体を用いる場合には、銅等の金属からなる支持基材にペーストを塗工し乾燥することで乾燥体とすることが好ましい。

[0055] 本製造方法によって得られた接合構造体は、大電流を扱うデバイス、例えば車載用電子回路やパワーデバイスが実装された電子回路などに好適に用いられる。

[0056] 上述した実施形態に関し、本発明は更に以下の接合構造体の製造方法、積層体の製造方法及び接合方法を開示する。

〔１〕

接合層を介して第１被接合体と第２被接合体とが接合されてなる接合構造体の製造方法であって、

銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを前記第１被接合体に塗布して塗膜を形成する工程と、

前記塗膜に含まれる前記有機溶媒の一部を除去する乾燥工程と、

前記第２被接合体の一部が前記塗膜中に埋没するように、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込むことで、前記第１被接合体、前記塗膜及び前記第２被接合体を順に備えた積層体を得る工程と、

前記積層体を加熱する工程と、を備え、

前記乾燥工程後であって、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込む前の状態における前記塗膜の平均厚みをＸ（μｍ）とし、

前記積層体を得た状態における、前記第１被接合体の上面から前記第２被接合体の下面までの平均距離をＹ（μｍ）としたとき、

１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐが１．０以上５０以下である、接合構造体の製造方法。

[0057] 〔２〕

前記乾燥工程後の前記塗膜の平均厚みＸが１５μｍ以上である、〔１〕に記載の接合構造体の製造方法。

〔３〕

前記ペーストが前記有機溶媒を３．０質量％以上３０．０質量％以下含み、

前記乾燥工程において、前記塗膜の質量が３．０質量％以上３０．０質量％以下減少するように前記塗膜を乾燥させる、〔１〕又は〔２〕に記載の製造方法。

〔４〕

前記有機溶媒の沸点Ｍが１５０℃以上３００℃以下であり、

前記乾燥工程における加熱温度が２０℃以上Ｍ℃以下である、〔１〕ないし〔３〕のいずれか一に記載の製造方法。

〔５〕

前記積層体を得る工程において、第２被接合体に０．００４ＭＰａ以上５ＭＰａ以下の圧力を加えて、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込む、〔１〕ないし〔４〕のいずれか一に記載の製造方法。

[0058] 〔６〕

第１被接合体と第２被接合体とを接合するための積層体の製造方法であって、

銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを前記第１被接合体に塗布して塗膜を

形成する工程と、

前記塗膜に含まれる前記有機溶媒の一部を除去する乾燥工程と、

前記第２被接合体の一部が前記塗膜中に埋没するように，前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込むことで、前記第１被接合体、前記塗膜及び前記第２被接合体を順に備えた積層体を得る工程と、を備え、

前記乾燥工程後であって、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込む前の状態における前記塗膜の平均厚みをＸ（μｍ）とし、

前記積層体を得た状態における、前記第１被接合体の上面から前記第２被接合体の下面までの平均距離をＹ（μｍ）としたとき、

１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐが１．０以上５０以下である、積層体の製造方法。

[0059] 〔７〕

第１被接合体と第２被接合体との接合方法であって、

銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを前記第１被接合体に塗布して塗膜を形成する工程と、

前記塗膜に含まれる前記有機溶媒の一部を除去する乾燥工程と、

前記第２被接合体の一部が前記塗膜中に埋没するように，前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込むことで、前記第１被接合体、前記塗膜及び前記第２被接合体を順に備えた積層体を得る工程と、

前記積層体を加熱する工程と、を備え、

前記乾燥工程後であって、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込む前の状態における前記塗膜の平均厚みをＸ（μｍ）とし、

前記積層体を得た状態における、前記第１被接合体の上面から前記第２被接合体の下面までの平均距離をＹ（μｍ）としたとき、

１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐが１．０以上５０以下である、接合方法。

実施例 １

[0060] 以下、実施例により本発明を更に詳細に説明する。しかしながら本発明の

範囲は、かかる実施例に制限されない。また、特に断らない限り、「％」は「質量％」を意味する。

[0061] 〔実施例１及び２並びに比較例１及び２〕

（１）ペーストの調製

ペーストの成分として以下のものを用いた。

・銅粉１：粒径０．１～０．２μｍの球状銅粒子　５３％

・銅粉２：粒径４．５μｍの扁平状銅粒子　２３％

・有機溶媒１：ヘキシレングリコール（沸点１９８℃）　１８．９％

・有機溶媒２：ジエチレングリコール（沸点２４４．３℃）　２．４％

・有機溶媒３：ポリエチレングリコール３００（沸点２５０℃）　０．７６％

・還元剤：ビス（２－ヒドロキシエチル）イミノトリス（ヒドロキシメチル）メタン　１．９％

[0062] （２）ペーストの第１被接合体への塗布

銅からなる基板（２０ｍｍ×２０ｍｍ、厚み２ｍｍ）を第１被接合体として用いた。この基板上に、メタルマスク（６ｍｍ×６ｍｍ、厚み１００μｍ）を用いてペーストを印刷し、矩形の湿潤塗膜を形成した。

湿潤塗膜を大気雰囲気中、４０℃にて、以下の表１に示す時間乾燥させて有機溶媒を除去し、乾燥塗膜を得た。有機溶媒の除去による塗膜の質量減少割合を同表に併せて示した。乾燥塗膜の厚みも同表に示されている。

[0063] 湿潤塗膜の質量減少割合は以下の方法で測定した。

銅からなる基板の質量を電子天秤で測定した後、ペースト印刷後の湿潤塗膜を含む基板の質量を電子天秤で測定した。前記湿潤塗膜を含む基板の質量から、印刷前の基板の質量を引いた値を、印刷によって得られた湿潤塗膜の質量とした。その後、前記湿潤塗膜を含む基板を所定時間乾燥後、乾燥塗膜を含む基板の質量を電子天秤で測定した。銅からなる基板のみの質量から、乾燥塗膜を含む基板の質量を引いた値を、乾燥によって減少した湿潤塗膜の質量とした。前記乾燥によって減少した湿潤塗膜の質量を、印刷によって得

られた湿潤塗膜の質量で割り、１００を乗じることで、湿潤塗膜の質量減少割合（％）を算出した。

[0064] （３）乾燥塗膜上への第２被接合体の載置

第２被接合体として半導体パワーデバイスのモデル部材を想定して、ＡｇめっきしたＳｉＣチップを用意した（５ｍｍ×５ｍｍ）。このＳｉＣチップのＡｇめっき面を乾燥塗膜上の中央部に０．００４ＭＰａの圧力でチップマウンタを用いて載置した。第２被接合体の平均厚みＢは表１に示すとおりである。

[0065] （４）積層体の形成

ＳｉＣチップのＡｇめっき面とは反対面から表１に示す圧力を２秒間加えることでＳｉＣチップを乾燥塗膜中に押し込み、積層体を形成した。このときの押し込み率Ｐの値を上述の方法で算出した。結果を表１に示す。

比較例１については、湿潤塗膜の質量減少割合が３．１％と小さかったことから、乾燥塗膜が変形しやすい状態であり、圧力を加えたときに乾燥塗膜の一部が第２被接合体の上部へ盛り上がってしまった。その状態での各厚みを測定し、押し込み率Ｐを算出した。

[0066] （５）積層体の焼成

積層体を焼成炉に移動させ、窒素雰囲気中で積層体を９ＭＰａに加圧した後、２８０℃まで加熱し、５分保持し塗膜を焼成して接合層とし、接合構造体を得た。

[0067] 〔評価１〕

実施例及び比較例において「（４）積層体の形成」で得られた積層体を１秒かけて上下反転させて、前記ＳｉＣチップの位置ずれ及び脱落の有無を目視観察した。結果を表１に示す。

[0068] 〔評価２〕

実施例及び比較例において「（５）積層体の焼成」で得られた接合構造体の接合強度を確認するため、シェア強度を以下の方法で測定した。シェア強度（ＭＰａ）は、破断圧力（Ｎ）／ＳｉＣチップの底面積（mm^2）で定義さ

れる値である。結果を表１に示す。なお、比較例２についてはＳｉＣチップの位置ずれ及び脱落の評価にてＳｉＣチップが落下したため本評価をせず、表１では「－」と表記した。

・測定装置名：Ｃｏｎｄｏｒ　Ｓｉｇｍａ（ＸＹＺＴＥＣ社製）

・ロードセル：２００ｋｇｆ

・シェアツール：幅６．０ｍｍ、厚み２．０ｍｍ、シャフト１／４インチ（型番：ＴＯＳ６６３０６０）

・シェア速度：５０μｍ／ｓ

・シェア高さ：０．０２ｍｍ（ゼロ点は６ｍｍ角で印刷した塗膜上部とする）

[0069] [表1]

	比較例１	実施例１	実施例２	比較例２
湿潤塗膜13aの乾燥時間(分)	10	40	60	120
湿潤塗膜13aの質量減少割合(%)	3.1	12.6	15.6	18.2
第2被接合体12の平均厚みB(μm)	205.0	204.2	205.6	205.2
乾燥塗膜13bの平均厚みX(μm)	99	74	74	81
0.004MPaで第2被接合体12を搭載したときの平均厚みA(μm)	304.7	278.4	280.0	286.3
第2被接合体12の押し込み時の荷重（MPa)	0.8	0.8	0.8	0.8
平均距離D(μm)	225.9	267.0	273.5	286.0
平均距離Y(μm)	20.9	62.8	67.9	80.8
押し込み率P=100-(Y/X*100)	78.9	15.1	8.2	0.2
第2被接合体12の位置ずれ及び脱落の有無	無	無	無	有
シェア強度(MPa)	0	53	53	－

[0070]　表１に示す結果から明らかなとおり、実施例の方法を採用すると、ＳｉＣチップの位置ずれ及び脱落が生じないことが分かる。また、十分な接合強度が得られることが分かる。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明によれば、被接合体に位置ずれや脱落を生じさせることなく、接合材料によって被接合体どうしの接合が可能な接合構造体の製造方法が提供される。

請求の範囲

[請求項1] 接合層を介して第１被接合体と第２被接合体とが接合されてなる接合構造体の製造方法であって、

銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを前記第１被接合体に塗布して塗膜を形成する工程と、

前記塗膜に含まれる前記有機溶媒の一部を除去する乾燥工程と、

前記第２被接合体の一部が前記塗膜中に埋没するように、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込むことで、前記第１被接合体、前記塗膜及び前記第２被接合体を順に備えた積層体を得る工程と、

前記積層体を加熱する工程と、を備え、

前記乾燥工程後であって、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込む前の状態における前記塗膜の平均厚みをＸ（μｍ）とし、

前記積層体を得た状態における、前記第１被接合体の上面から前記第２被接合体の下面までの平均距離をＹ（μｍ）としたとき、

１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐが１．０以上５０以下である、接合構造体の製造方法。

[請求項2] 前記乾燥工程後の前記塗膜の平均厚みＸが１５μｍ以上である、請求項１に記載の接合構造体の製造方法。

[請求項3] 前記ペーストが前記有機溶媒を３．０質量％以上３０．０質量％以下含み、

前記乾燥工程において、前記塗膜の質量が３．０質量％以上３０．０質量％以下減少するように前記塗膜を乾燥させる、請求項１又は２に記載の製造方法。

[請求項4] 前記有機溶媒の沸点Ｍが１５０℃以上３００℃以下であり、

前記乾燥工程における加熱温度が２０℃以上Ｍ℃以下である、請求項１又は２に記載の製造方法。

[請求項5] 前記積層体を得る工程において、第２被接合体に０．００４ＭＰａ以上５ＭＰａ以下の圧力を加えて、前記第２被接合体を前記塗膜中に

押し込む、請求項１又は２に記載の製造方法。

[請求項6] 第１被接合体と第２被接合体とを接合するための積層体の製造方法であって、

銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを前記第１被接合体に塗布して塗膜を形成する工程と、

前記塗膜に含まれる前記有機溶媒の一部を除去する乾燥工程と、

前記第２被接合体の一部が前記塗膜中に埋没するように、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込むことで、前記第１被接合体、前記塗膜及び前記第２被接合体を順に備えた積層体を得る工程と、を備え、

前記乾燥工程後であって、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込む前の状態における前記塗膜の平均厚みをＸ（μｍ）とし、

前記積層体を得た状態における、前記第１被接合体の上面から前記第２被接合体の下面までの平均距離をＹ（μｍ）としたとき、

１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐが１．０以上５０以下である、積層体の製造方法。

[請求項7] 第１被接合体と第２被接合体との接合方法であって、

銅粒子及び有機溶媒を含むペーストを前記第１被接合体に塗布して塗膜を形成する工程と、

前記塗膜に含まれる前記有機溶媒の一部を除去する乾燥工程と、

前記第２被接合体の一部が前記塗膜中に埋没するように、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込むことで、前記第１被接合体、前記塗膜及び前記第２被接合体を順に備えた積層体を得る工程と、

前記積層体を加熱する工程と、を備え、

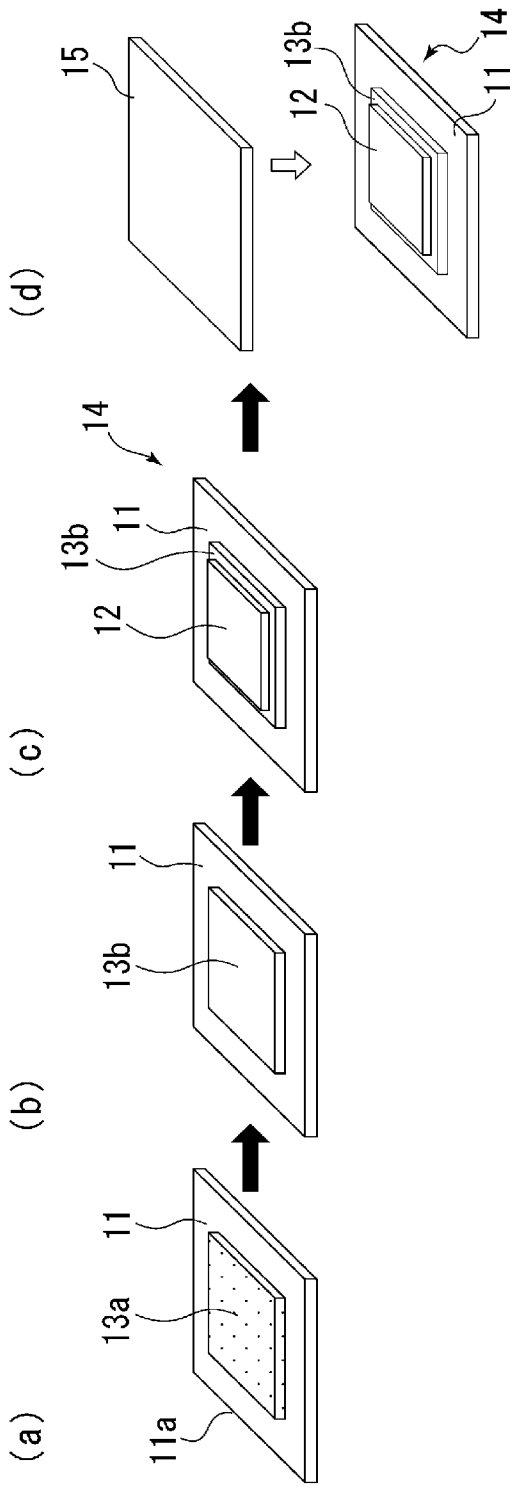
前記乾燥工程後であって、前記第２被接合体を前記塗膜中に押し込む前の状態における前記塗膜の平均厚みをＸ（μｍ）とし、

前記積層体を得た状態における、前記第１被接合体の上面から前記第２被接合体の下面までの平均距離をＹ（μｍ）としたとき、

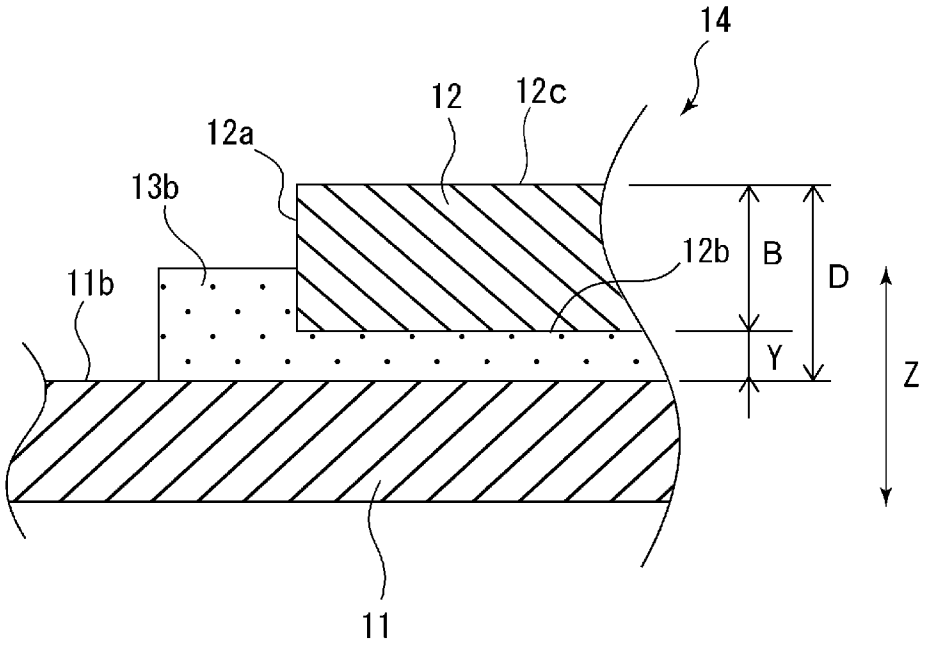
１００－（Ｙ／Ｘ×１００）で定義される押し込み率Ｐが１．０以

上５０以下である、接合方法。

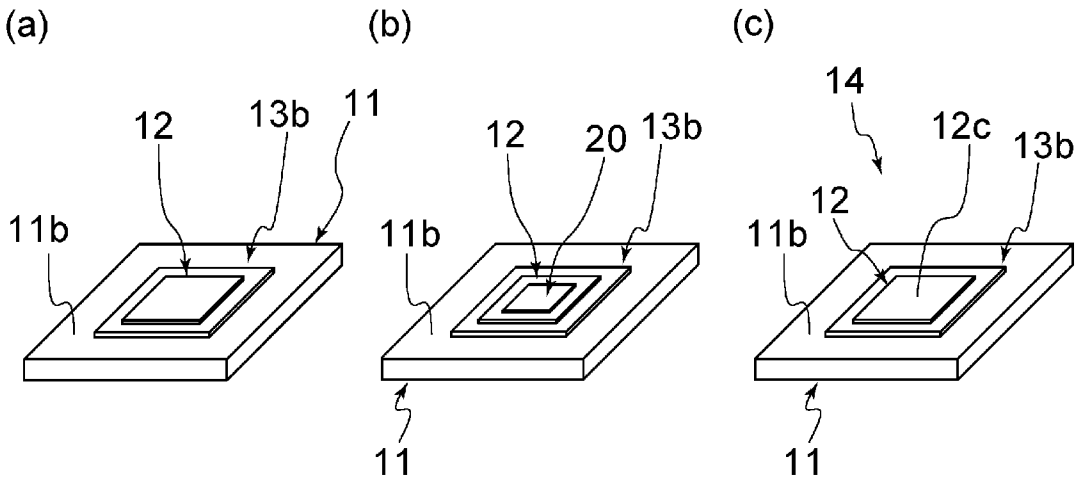
[図1]



[図2]


14
12
12c
12a
13b
12b
B
D
11b
Y
Z
11

[図3]


(a)
(b)
(c)
12
13b
11
11b
12
20
13b
11b
11
14
12c
13b
12
11b
11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/020076

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/52(2006.01)i; ***B22F 1/00***(2022.01)i; ***B22F 7/04***(2006.01)i; ***B22F 9/00***(2006.01)i; ***H05K 1/14***(2006.01)i; ***H05K 3/32***(2006.01)i; ***H05K 3/36***(2006.01)i
FI: H01L21/52 D; B22F1/00 L; B22F7/04 D; B22F9/00 B; H05K3/32 A; H05K1/14 J; H05K3/36 A

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)

H01L21/52; B22F1/00; B22F7/04; B22F9/00; H05K1/14; H05K3/32; H05K3/36

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
A	JP 2021-98875 A (TOYO INK SC HOLDINGS CO., LTD.) 01 July 2021 (2021-07-01) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2014-110282 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 12 June 2014 (2014-06-12) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2019-216183 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 19 December 2019 (2019-12-19) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2021-2557 A (TOHOKU UNIVERSITY) 07 January 2021 (2021-01-07) entire text, all drawings	1-7

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
29 July 2024	**06 August 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/020076

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2021-98875 A	01 July 2021	(Family: none)	
JP 2014-110282 A	12 June 2014	(Family: none)	
JP 2019-216183 A	19 December 2019	(Family: none)	
JP 2021-2557 A	07 January 2021	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/020076

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 21/52(2006.01)i; B22F 1/00(2022.01)i; B22F 7/04(2006.01)i; B22F 9/00(2006.01)i; H05K 1/14(2006.01)i; H05K 3/32(2006.01)i; H05K 3/36(2006.01)i
FI: H01L21/52 D; B22F1/00 L; B22F7/04 D; B22F9/00 B; H05K3/32 A; H05K1/14 J; H05K3/36 A

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（ＩＰＣ））

H01L21/52; B22F1/00; B22F7/04; B22F9/00; H05K1/14; H05K3/32; H05K3/36

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
A	JP 2021-98875 A (東洋インキＳＣホールディングス株式会社) 01.07.2021 (2021-07-01) 全文、全図	1-7
A	JP 2014-110282 A (トヨタ自動車株式会社) 12.06.2014 (2014-06-12) 全文、全図	1-7
A	JP 2019-216183 A (三菱電機株式会社) 19.12.2019 (2019-12-19) 全文、全図	1-7
A	JP 2021-2557 A (国立大学法人東北大学) 07.01.2021 (2021-01-07) 全文、全図	1-7

☐ 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
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
29.07.2024	06.08.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

豊島　洋介 5F 9850

電話番号 03-3581-1101 内線 3514

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/020076

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-98875 A	01.07.2021	（ファミリーなし）	
JP 2014-110282 A	12.06.2014	（ファミリーなし）	
JP 2019-216183 A	19.12.2019	（ファミリーなし）	
JP 2021-2557 A	07.01.2021	（ファミリーなし）	