

(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
2023年3月30日(30.03.2023)



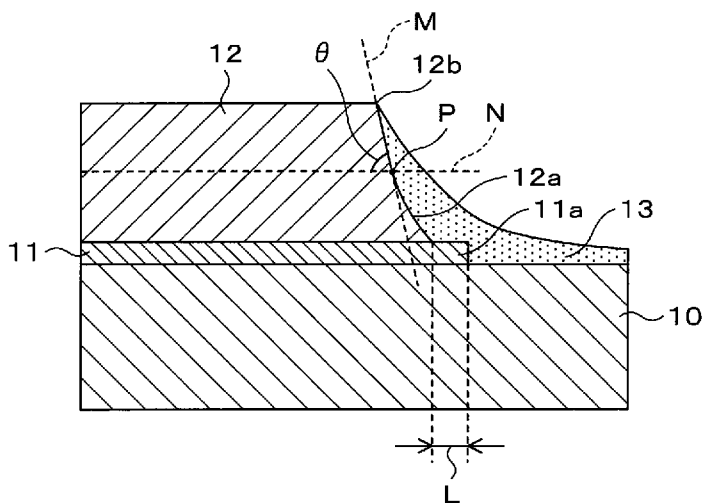
(10) 国際公開番号

WO 2023/047765 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/13 (2006.01) *H05K 1/02* (2006.01)
H01L 23/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/027275
- (22) 国際出願日: 2022年7月11日(11.07.2022)
- (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 2021-153278 2021年9月21日(21.09.2021) JP
- (71) 出願人: D O W A メタルテック株式会社(DOWA METALTECH CO., LTD.) [JP/JP];
〒1010021 東京都千代田区外神田四丁目
1 4 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 尾崎 歩(OZAKI, Ayumu); 〒1010021 東京都千代田区外神田四丁目 1 4 番 1 号 D O W A メタルテック株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 萩原 康司, 外(HAGIWARA, Yasushi et al.); 〒1620065 東京都新宿区住吉町 1 - 2 0 角張ビル 曙国際特許事務所 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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG,

(54) Title: METAL-CERAMIC BONDING SUBSTRATE, AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 金属-セラミックス接合基板およびその製造方法



(57) Abstract: Provided is a metal-ceramic bonding substrate 1 in which a metal circuit board 12 is bonded to one surface of a ceramic substrate 10 via a brazing material layer 11, wherein: a protruding portion 11a of the brazing material layer 11, which protrudes, by at least 80 μm, outwards from a bottom end section of a side surface of the metal circuit board 12, is formed; the side surface of the metal circuit board 12 has an inclination angle θ of at least 75° with respect to the surface of the ceramic substrate 10; and the side surface of the metal circuit board 12 and the protruding portion 11a of the brazing material layer 11 are covered with an insulating layer 13. The metal-ceramic bonding substrate has good partial discharge characteristics and excellent heat cycle resistance and heat resistance.



WO 2023/047765 A1

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

(57) 要約: セラミックス基板 10 の一方の面にろう材層 11 を介して金属回路板 12 が接合された金属-セラミックス接合基板 1 であって、前記金属回路板 12 の側面の下端部から外側に $80\mu\text{m}$ 以上はみ出したろう材層 11 のはみ出し部 11a が形成され、金属回路板 12 の側面がセラミックス基板 10 の表面に対して 75° 以上の傾斜角度 θ を有し、金属回路板 12 の側面およびろう材層 11 のはみ出し部 11a が絶縁層 13 で覆われている。部分放電特性が良好で且つ耐ヒートサイクル性および耐熱性が優れている。

明 細 書

発明の名称：金属－セラミックス接合基板およびその製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、金属－セラミックス接合（回路）基板およびその製造方法に関し、特に、ろう材により金属回路がセラミックス基板に接合された金属－セラミックス接合基板およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、電気自動車、電車、工作機械などの大電力を制御するために、パワーモジュールが使用されている。このようなパワーモジュール用の絶縁基板として、セラミックス基板の一方の面に接合された金属回路板上のチップ部品や端子の半田付けが必要な部分などにめっきが施された金属－セラミックス接合基板が使用されている。

[0003] 例えば電車向け用途の場合は使用電圧が6～9 kVなど高電圧であり、これに従い使用される金属－セラミックス接合基板に対しこのような電圧に余裕をもって耐えることのできる、信頼性の高いものが要求されている。高電圧が負荷されたとき部分放電電荷量が増大すると、絶縁破壊が発生する恐れがある。絶縁距離（回路パターン間距離、沿面距離）を大きくすると部分放電を抑制することができるが金属－セラミックス接合基板のサイズを大きくする必要があり、金属－セラミックス接合基板およびパワーモジュールの小型化が難しくなるという課題がある。

また、このような金属－セラミックス接合基板では、接合後の熱衝撃によりセラミックス基板と金属回路板との熱膨張差により発生する熱応力により、セラミックス基板にクラックが発生し易い。

[0004] このような熱応力を緩和させる方法として、金属回路板の沿面部分を薄くする方法、すなわち金属回路板の周縁部に段付き構造またはろう材のフィレット（金属回路板をセラミックス基板に接合するためのろう材のはみ出し部）を形成する方法が知られている。

[0005] また、部分放電を抑制するために、例えば、特開2002-76190号公報（特許文献1）に開示の技術では、回路基板の導電膜の外周端部に接して、絶縁基板の上面に固体絶縁物を配置することにより、導電膜の外周端部から発生する部分放電を防止し、その外周端部が絶縁破壊の起点になるのを防止して、信頼性を向上させている。

[0006] また、特開2005-116602号公報（特許文献2）に開示の技術では、ろう材はみ出し（フィレット）付きの接合基板において、コーティング材を塗布することにより、6～9kVのような高電圧であっても絶縁耐圧や部分放電特性に対し十分な耐久性を有するとされている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2002-76190号公報

特許文献2：特開2005-116602号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、今後更なる高電圧での運用が期待される中で、部分放電により絶縁性が低下するという問題がある。近年、パワーモジュールはチップの耐圧向上等で、より高い耐電圧、部分放電特性を有すること、且つ優れた耐ヒートサイクル性を有することが求められている。特許文献1に開示の技術は、絶縁基板を型に挿入して樹脂を充填することにより部分放電特性は良好であるが、耐ヒートサイクル特性に劣り、また樹脂の充填にコストがかかる。また、特許文献2に開示の技術は、部分放電特性が最大9kV程度であり、十分でない。

[0009] さらに、本発明者らの検討によれば、回路基板をパワーモジュールにアセンブリしたとき、即ちチップ部品や放熱板を回路基板にはんだ付け等により形成したときの熱履歴により、部分放電特性が劣化することがわかった。

[0010] 本発明はこれらの課題を解決し、部分放電特性が良好で且つ耐ヒートサイ

クル性および耐熱性に優れた金属-セラミックス接合基板およびその製造方法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

- [0011] 上記課題を解決するために、本発明によれば、セラミックス基板の一方の面にろう材層を介して金属回路板が接合された金属-セラミックス接合基板であって、前記金属回路板の側面の下端部から外側に $80\mu\text{m}$ 以上はみ出した前記ろう材層のはみ出し部が形成され、前記金属回路板の側面が前記セラミックス基板の表面に対して 75° 以上の角度を有し、前記金属回路板の側面および前記ろう材層のはみ出し部が絶縁層で覆われている、金属-セラミックス接合基板が提供される。
- [0012] 前記セラミックス基板の他方の面に放熱側金属板が接合されていても良い。また、前記放熱側金属板が銅または銅合金であっても良い。また、前記金属回路板が銅または銅合金であっても良い。また、前記金属回路板と前記ろう材層のはみ出し部の表面にニッケルめっきまたはニッケル合金めっきが形成されていても良い。また、前記絶縁層が樹脂であっても良い。その場合、前記樹脂がポリイミド樹脂を主成分としても良い。
- [0013] また、本発明によれば、セラミックス基板の一方の面にろう材層を介して金属板が接合された金属-セラミックス接合体において、前記金属板の不要な部分を除去して金属回路板を形成し、前記金属回路板の側面の下端部から前記ろう材層を $80\mu\text{m}$ 以上はみ出させて前記ろう材層のはみ出し部を形成するとともに、前記金属回路板の側面がセラミックス基板の表面に対して 75° 以上の角度となるように、金属回路板の側面をエッチングした後、前記金属回路板の側面と前記ろう材層のはみ出し部を覆うように絶縁層を形成する、金属-セラミックス接合基板の製造方法が提供される。
- [0014] セラミックス基板の一方の面にろう材層を介して金属板が接合されるとともに、他方の面に放熱側ろう材層を介して金属板が接合された金属-セラミックス接合体において、一方の面の前記金属板および他方の面の前記金属板の不要な部分を除去し、前記セラミックス基板の一方の面に金属回路板を形

成するとともに、他方の面に放熱側金属板を形成しても良い。また、前記放熱側金属板が銅または銅合金であっても良い。また、前記金属回路板が銅または銅合金であっても良い。また、前記金属回路板および前記ろう材のはみ出し部の表面にニッケルまたはニッケル合金めっきを形成されても良い。また、絶縁性の樹脂からなるコーティング材を塗布した後、硬化させることにより、前記絶縁層を形成しても良い。その場合、前記樹脂がポリイミド樹脂を主成分としても良い。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、部分放電特性が良好で且つ耐ヒートサイクル性および耐熱性に優れた金属-セラミックス接合基板およびその製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板を示す断面図である。

[図2]図1中の部分Aの拡大断面図である。

[図3]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板の製造方法の一例を示す説明図であり、セラミックス基板の両面にペースト状の活性金属含有ろう材をスクリーン印刷で塗布した状態を示す。

[図4]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板の製造方法の一例を示す説明図であり、セラミックス基板と金属板を活性金属含有ろう材を介して接合した状態を示す。

[図5]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板の製造方法の一例を示す説明図であり、セラミックス基板の上面および下面に接合した金属板の表面に、所望の回路パターン形状および放熱側金属板形状のレジストを塗布した状態を示す。

[図6]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板の製造方法の一例を示す説明図であり、金属板の不要な部分をエッチング除去した状態を示す。

[図7]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板の製造方法の一例を示す説明図であり、金属板の不要な部分をエッチング除去した後、レジストを除去した状態を示す。

[図8]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板の製造方法の一例を示す説明図であり、活性金属含有ろう材の不要な部分を除去した状態を示す。

[図9]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板の製造方法の一例を示す説明図であり、金属板の上面（表面）の略全面にレジストを塗布した状態を示す。

[図10]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板の製造方法の一例を示す説明図であり、金属板の側面（金属板の周縁部）をエッチング除去して活性金属含有ろう材を金属板の側面部からはみ出させた状態を示す。

[図11]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板の製造方法の一例を示す説明図であり、金属板の側面（金属板の周縁部）をエッチング除去して活性金属含有ろう材を金属板の側面部からはみ出させた後、レジストを除去した状態を示す。

[図12]本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板の製造方法の一例を示す説明図であり、金属回路板の側面とろう材層のはみ出し部を覆うように絶縁樹脂溶液を滴下した後、不活性ガス雰囲気中で加熱し、絶縁樹脂溶液を硬化させて絶縁層を形成した状態を示す。

[図13]実施例1～4、比較例1～6の基板寸法、金属回路板の形状（回路パターン寸法）の説明図である。

[図14]実施例1、4、比較例2、5の金属-セラミックス接合基板の金属回路板、フィレットの形状を示す断面写真である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施の形態の一例を、図面を参照にして説明する。なお、本明細書において、実質的に同様の構成要素については、同じ符号を付すこ

とにより、重複する説明を省略する。

[0018] <金属-セラミックス接合基板>

図1に示すように、本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板1は、(例えば略矩形の)セラミックス基板10の少なくとも一方の面にろう材層11を介して1または2以上の金属回路板12が接合された構造を有している。図示の形態では、セラミックス基板10の上面に(例えば略矩形の)2つの金属回路板12がろう材層11を介して接合されている。また、セラミックス基板10の下面には、(例えば略矩形の)放熱側金属板16がろう材層15を介して接合され、更に放熱側金属板16の下面に、ベース板とよばれる金属または複合材からなる放熱用の板材、金属製の放熱フィンや冷却ジャケットなどの(図示しない)放熱部材が取り付けられる。

[0019] セラミックス基板10は、アルミナやシリカなどを主成分とする酸化物、または窒化アルミニウムや窒化ケイ素や炭化ケイ素などを主成分とする非酸化物からなることが好ましく、長さ5~200mm(好ましくは、長さ10~100mm)×幅5~200mm(好ましくは、幅10~100mm)程度の大きさで、厚さ0.25~3.0mm(好ましくは、厚さ0.3~1.0mm)の基板を使用することができる。

[0020] ろう材層11、15は、例えば活性金属を含有するろう材からなり、ろう材中(の金属成分)の銀の含有量が30質量%以上であるのが好ましい。この活性金属含有ろう材中の金属成分の合計を100質量%としたとき、1.0~7.0質量%(好ましくは1.5~6.5質量%)の活性金属と、30~95質量%(好ましくは50~90質量%、さらに好ましくは60~80質量%)の銀と、残部として銅とからなる活性金属含有ろう材を使用することができる。この活性金属含有ろう材の活性金属として、チタン、ジルコニウム、ハフニウムを使用することができる。前記ろう材は、さらに例えば10質量%以下のSnやInなどの元素を含有していてもよい。

[0021] 金属回路板12には、半導体素子などのチップ部品が搭載されるため、金属回路板12は、電気伝導性、熱伝導性に優れた金属が好ましく、例えば、

銅、アルミニウムなどの単一金属、銅合金、アルミニウム合金などの合金からなるのが好ましい。

[0022] 放熱側金属板16は、金属回路板12に搭載された半導体素子などのチップ部品などから発生する熱を逃がすため、例えば銅または銅合金、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなることが好ましい。

なお、放熱側金属板16の表面（セラミックス基板と接合している面の反対側の面）に（図示しない）銅または銅合金、アルミニウムまたはアルミニウム合金またはAl-SiC系複合材等の材料からなるベース板や放熱フィン、冷却ジャケットなどの放熱部材が半田付けやボルト締めなどにより取付けられる。

[0023] 図2に図1中の部分Aを拡大して示すように、セラミックス基板10の上面において、金属回路板12の側面の下端部から外側にろう材層11がはみ出るようにはみ出し部（フィレット）11aが形成されている。セラミックス基板10と金属回路板12の熱膨張差により発生する熱応力を有効に緩和させるために、はみ出し部11aのはみ出し長さ（フィレット長さ）Lは、 $80\mu\text{m}$ 以上である。また、このようなはみ出し長さとするこゝで、金属回路板12の側面12aとはみ出し部11aとセラミックス基板10の上面に、後述の絶縁層13がボイドなどの隙間が抑制されて良好に形成され、部分放電特性を向上させることも考えられる。はみ出し長さLは、金属回路板12の側面の下端部から外側に向かって突出するはみ出し部11aの突出長さである。はみ出し長さLは $90\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。また、はみ出し長さLを大きくしすぎるとパターン間の絶縁距離を確保するため金属-セラミックス接合基板1の外形を大きくする必要性が発生して金属-セラミックス接合基板1の小型化を妨げるため、はみ出し長さLは $300\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下とすることがさらに好ましい。

[0024] 金属回路板12の側面およびはみ出し部11aは、絶縁層13で覆われている。絶縁層13は、例えば絶縁樹脂のポリイミド樹脂などからなる。

[0025] 金属回路板12の側面12aは、金属回路板12の側面上端（金属回路板12の上角部）12bから下に行くにしたがって外側に向かって徐々に広がるように傾斜した形状、或いはセラミックス基板10の上面に対して垂直な形状を有している。金属回路板12の側面12aのセラミックス基板10の上面に対する傾斜角度 θ は、 75° 以上であり、好ましくは 80° 以上で、好ましくは 100° 以下、より好ましくは 90° 以下で、オーバーハングのない形状であることが好ましい。

なお、本発明において、前記傾斜角度 θ は、金属-セラミックス接合基板1の断面を観察したときに、金属回路板12の上端（上角部）12bと、金属回路板12の側面12aにおける金属回路板12の厚さの半分の位置（セラミックス基板10の上面から金属回路板12の上面までの高さの半分の位置）Pとを結ぶ直線（12b-P）を直線Mとしたときに、直線Mとセラミックス基板10の上面とのなす角とする。

また、傾斜角度 θ を測定する際には、便宜上、Pを通り図2におけるセラミックス基板10の表面に平行な直線を直線Nとしたときに、直線Mと直線Nとのなす角を測定してもよい。

[0026] <金属-セラミックス接合基板の製造方法>

次に、本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板1の製造方法の一例を説明する。なお、図1に示したように、セラミックス基板10の上面に2つの金属回路板12がろう材層11を介して接合された金属-セラミックス接合基板1の製造方法を例にして説明する。

[0027] 図3、4に示すように、セラミックス基板10の上面および下面にペースト状の活性金属含有ろう材20および活性金属含有ろう材25をスクリーン印刷或いはスプレー、ロールコーターなどの公知の手法で塗布する。そして、その活性金属含有ろう材20および活性金属含有ろう材25に接触するように金属板21および金属板26を配置し、真空または非酸化性雰囲気中において加熱した後に冷却することにより、セラミックス基板10の上面および下面に金属板21および金属板26を接合する。

なお、活性金属含有ろう材 20 は所定の組成のろう材の金属箔を用い、セラミックス基板 10 の上面および下面に配置してもよい。

[0028] 次に、図 5 に示すように、セラミックス基板 10 の上面および下面に接合した金属板 21 および金属板 26 の表面に、所望の回路パターンのレジスト 22 および（略矩形の）放熱側金属板形状のレジスト 22 を塗布する。そして、図 6 に示すように、塩化第 2 銅エッチング液や塩化鉄エッチング液などにより金属板 21 および金属板 26 の不要な部分をエッチング除去する。その後、図 7 に示すように、レジスト 22 を除去する。

[0029] 次に、図 8 に示すように、（回路パターン間や回路パターンの周囲および放熱側金属板 16 の周囲に残存している）活性金属含有ろう材 20 および活性金属含有ろう材 25 の不要な部分を、例えば、フッ酸を含む水溶液や、エチレンジアミン四酢酸（EDTA）などの活性金属と錯体を形成する化合物を含む水溶液により除去する。なお、このように活性金属含有ろう材 20 および活性金属含有ろう材 25 の不要な部分を除去することにより、所定の形状の（まだ金属板 21 および金属板 26 の側面から外側にはみ出たはみ出し部 11a は現れていない）ろう材層 11 およびろう材層 15 が形成される。

[0030] その後、図 9 に示すように、金属板 21 および金属板 26 の表面の略全面にレジスト 23 を金属板 21 および金属板 26 上に塗布する。レジスト 23 は金属板 21、金属板 26 の表面と全く同じ形状とするか、表面の周縁部が（例えば 500 μm 以下程度）露出するように塗布するのが好ましい。レジスト 23 は、金属回路板 12、放熱側金属板 16 とほぼ同形状である。そして、図 10 に示すように、塩化第 2 銅や塩化鉄を含有するエッチング液、化学研磨液などにより金属板 21 および金属板 26 の不要な部分（金属板 21 および金属板 26 の側面や周縁部）をエッチング除去してろう材層 11 およびろう材層 15 の周辺部を金属板 21 および金属板 26 の側面部からはみ出させる。なお、このように金属板 21 および金属板 26 の不要な部分（金属板 21 および金属板 26 の周縁部）をエッチング除去することにより、所定の形状の金属回路板 12 および放熱側金属板 16 が形成される。また、ろう

材層 11 の周辺部を金属板 21 および金属板 26 の側面部からはみ出させることにより、所定のはみ出し長さ（フィレット長さ） L を有するはみ出し部 11a、15a が形成される。

なお、金属板 21 の不要な部分（金属板 21 の側面や周縁部）をエッチング除去するに際しては、はみ出し部 11a のはみ出し長さ（フィレット長さ） L が $80\ \mu\text{m}$ 以上となるようにエッチング条件（レジスト 23 のサイズ、エッチング液、エッチング温度や時間）を調整する。

[0031] また、前記レジスト 23 を形成してから金属回路板 12 をエッチングすることにより、前記フィレット長さ L を所定の長さに制御するとともに、金属回路板 12 の側面 12a の傾斜角度 θ を、 75° 以上、好ましくは 80° 以上で 100° 以下、より好ましくは 90° 以下、オーバーハングのない形状とすることができる。特に、上記の通り金属板 21 の表面の略全面にレジスト 23 を形成し、概ね目標とするフィレット長さ L となるエッチング条件に調整することで、本発明のフィレット幅 L および傾斜角度 θ を得ることができる。

[0032] その後、図 11 に示すように、レジスト 23 を除去する。こうして、金属板 21 および金属板 26 並びに活性金属含有ろう材 20 および活性金属含有ろう材 25 を所定の形状として、金属回路板 12 および放熱側金属板 16 並びにろう材層 11 およびろう材層 15 を形成するとともに、金属回路板 12 の側面 12a から外側にろう材層 11 がはみ出たはみ出し部（フィレット）11a を形成する。

なお同様に、セラミックス基板 10 の下面においても、金属回路板 12 と同様の製造方法で、放熱側金属板 16 の側面 16a からろう材層 15 がはみ出たはみ出し部（フィレット）15a を形成することが好ましい。

[0033] 次に、図 12 に示すように、金属回路板 12 の側面 12a とろう材層 11 のはみ出し部 11a およびセラミックス基板 10 の表面を覆うように絶縁樹脂溶液（絶縁層 13）を滴下する。絶縁樹脂溶液の滴下は、樹脂用ディスペンサーなどによって行うことができる。その後、不活性ガス雰囲気中で加熱

し、絶縁樹脂溶液を硬化させて絶縁層13を形成する。

[0034] 絶縁樹脂としてはポリイミド樹脂などが好ましい。例えば、ポリイミド樹脂をN-メチル-2-ピロリドン（NMP）などの溶媒で希釈して常温（25℃）における粘度（E型粘度計で測定した粘度）を50～1000mPa・s（好ましくは70～900mPa・s）としたポリイミド樹脂溶液とし、このポリイミド樹脂溶液を樹脂用ディスペンサーなどにより金属回路板12の間（回路パターン間）やその周囲に滴下して絶縁層13を形成することが好ましい。

[0035] なお、必要に応じて、金属回路板12およびはみ出し部（フィレット）11aに、例えば電気Niめっきまたは無電解NiめっきによりNiめっき皮膜を形成しても良い。また、放熱側金属板16の下面に、図示しない金属板または複合材からなるベース板、放熱フィンや水冷用の冷却ジャケットを、例えば半田やろう材等を介して取り付けることができる。

[0036] こうして製造された本発明の実施の形態にかかる金属-セラミックス接合基板1にあっては、所定の角度の金属回路板12の側面12aと所定のはみ出し幅を有するろう材層11のはみ出し部11aが絶縁層13で覆われていることにより、部分放電特性が良好で且つ耐ヒートサイクル性に優れた金属-セラミックス接合基板を提供することができる。また、金属回路板12の側面12aの傾斜が大きいことで樹脂との密着力を高め、かつはみ出し部（フィレット）11aがあることで熱履歴を与えた後にも応力緩和効果で、セラミックス基板10のクラック発生も抑制できる。

なお、本発明の実施の形態の一例として、セラミックス基板10の上面に2つの金属回路板12がろう材層11を介して接合された形態を示したが、金属回路板12の個数は、1または3以上でも良く、また、セラミックス基板10の少なくとも一方の面に金属回路板12が接合されれば足り、また、セラミックス基板10の他方の面に放熱側金属板16が接合されているのが好ましい。

実施例

[0037] 以下、本発明による金属-セラミックス接合（回路）基板およびその製造方法の実施例について詳細に説明する。なお、以下に示す実施例1～4、比較例1～6では、金属回路板および放熱側金属板（金属板）：無酸素銅（長さ20mm、幅14mm、厚さ0.25mm）、セラミックス基板：窒化アルミ（長さ19.8mm、幅13.8mm、厚さ0.635mm）、ペースト状の活性金属含有ろう材：銀を主成分としてチタンを含むろう材を準備した。この活性金属含有ろう材の成分は、金属成分として83質量%の銀と10質量%の銅と5質量%の錫と（活性金属成分としての）2質量%のチタンを含有するペースト状の活性金属含有ろう材（Ag：Cu：Sn：Ti＝83：10：5：2）である。

[0038] [実施例1～4]

上述の金属-セラミックス接合基板の製造方法と同様に、セラミックス基板の上面および下面にペースト状の活性金属含有ろう材を厚さが20μmになるようにスクリーン印刷で塗布し、その活性金属含有ろう材に接触するように金属板を配置し、真空炉中で850℃に加熱した後、冷却することにより、セラミックス基板の上面および下面に金属板を接合した。

[0039] その後、セラミックス基板の一方の面に接合した金属板の表面に回路パターン形状の紫外線硬化アルカリ剥離型レジストを、他方の面に接合した金属板の表面に放熱側金属板の形状の前記レジストをスクリーン印刷により塗布した。これらのレジストに紫外線を照射して硬化させた後、塩化銅と塩酸と残部の水とからなるエッチング液により金属板（銅板）の不要な部分をエッチングし、水酸化ナトリウム水溶液によりレジストを除去し、銅板からなる金属回路板および放熱側金属板を形成した。

[0040] 次に、1.6質量%のEDTA・4Na（エチレン・ジアミン・4酢酸のNa塩）と3質量%のアンモニア水と5質量%の過酸化水素水を含むキレート水溶液に浸漬した後、2質量%のエチレントリアミン五酢酸（DTPA）・5Naと5質量%の過酸化水素水を含むキレート水溶液からなる公知のろう材エッチング液に浸漬することにより、セラミックス基板表面の銅回路パ

ターンの間や放熱側銅板の周囲等に残留する活性金属含有ろう材の不要な部分を除去し中間製品を得た。

[0041] 次いで、前記レジストを、中間製品の金属回路板および放熱側金属板の全面にスクリーン印刷により塗布した後、14質量%の硫酸と3.2質量%の過酸化水素と残部の水とからなる液温45℃のエッチング液（化学研磨液）に浸漬して、金属回路板および放熱側金属板の側面をエッチング（化学研磨）して、活性金属含有ろう材を回路側銅板および放熱側銅板の側面部から所定の長さろう材をはみ出させろう材のはみ出し部（ろう材のフィレット）を形成し、金属-セラミックス接合基板を得た。

実施例1～4では、フィレット長さ100μm程度を狙いとした。

[0042] 次に、金属回路板と放熱側金属板の表面およびろう材のはみ出し部に、無電解めっきにより厚さ4μmのNi-P合金めっき皮膜を形成した。

次いで、ポリイミド樹脂溶液を、樹脂用ディスペンサー（吐出圧力：0.25MPa、吐出時間：2msec、吐出間隔：0.5mm/shot）を用いて金属回路板の間（回路パターン間）とその周囲に滴下して塗布した後、250℃で30分間加熱硬化させて絶縁層を形成したものを評価サンプルとした。

実施例1～4、比較例1～6の基板寸法、金属回路板の形状（回路パターン寸法）を図13に示す。

[0043] [比較例1～3]

実施例と同様に、セラミックス基板の上面および下面にペースト状の活性金属含有ろう材をスクリーン印刷で塗布し、その活性金属含有ろう材に接触するように金属板を配置し、加熱後、冷却することにより、セラミックス基板の上面および下面に金属板を接合した。その後、レジスト印刷→エッチング→レジスト除去→ろう材層除去→無電解Ni-Pめっき→ポリイミド塗布により、比較例1～3の金属-セラミックス接合基板を得た。すなわちフィレット形成（および同時に行う金属回路板の側面傾斜角制御）工程を除いて実施例と同様の製造方法にて作製し、比較例1～3ではフィレットなしとし

た。

[0044] [比較例4～6]

実施例と同様に、セラミックス基板の上面および下面にペースト状の活性金属含有ろう材をスクリーン印刷で塗布し、その活性金属含有ろう材に接触するように金属板を配置し、加熱後、冷却することにより、セラミックス基板の上面および下面に金属板を接合した。その後、レジスト印刷→エッチング→レジスト除去→ろう材層除去→化学研磨→無電解Niめっき→ポリイミド塗布により、比較例4～6の金属-セラミックス接合基板を得た。比較例4～6では、実施例と比べてろう材除去後に金属板の表面にレジストを形成せずに化学研磨（フィレット形成）を行っていること、またフィレット長さ50 μ m程度を狙いとした工程が異なる。比較例4～6では、金属回路板の厚さが薄くなり、金属回路板の上面が丸くなった。

[0045] 実施例1、4、比較例2、5の金属回路板、フィレットの断面形状を図14に示す。図14は評価サンプルであるNi-Pめっきが形成された金属-セラミックス接合基板の、セラミックス基板の表面に垂直、且つ回路パターンの辺（外周）に垂直な断面である。

また、金属-セラミックス接合基板の部分放電を次の方法で測定した。まず、複数ある各金属回路板の表面にAlワイヤーを超音波ボンディングで接続することにより、各金属回路板の間を電氣的に接続した。次いで金属-セラミックス接合基板を絶縁油中に浸漬した状態で、金属回路板と放熱金属板の間に電圧を部分放電測定器（総研電気株式会社製の部分放電測定器DAC-PD-3）を用いて0.5kVずつ昇圧した後、0.5kVずつ降圧し、その電圧における部分放電の電荷量の測定を実施した。放電電荷量の閾値を10pC（ピコクーロン）および5pC（ピコクーロン）に設定し、それぞれの放電電荷量の閾値より大きく発生した電圧を開始電圧、それぞれの放電電荷量の閾値未満となった電圧を消滅電圧として記録した。

また、金属-セラミックス接合基板を-40℃で30分保持、150℃で30分保持を1サイクルとして、50サイクルごとに室温に戻してセラミッ

クスのクラック発生有無を確認することにより、耐ヒートサイクル性を評価した。

フィレットがない比較例1～3の評価サンプルは部分放電特性が良好であり、380℃で熱処理後も部分放電特性が維持されるが、ヒートサイクル50サイクル後にセラミックス基板にクラックが発生しており耐ヒートサイクル(HC)特性に劣る。なお、熱処理は、室温から10分間で380℃まで昇温させて10分間保持した後に5分間で室温に戻す通炉処理(窒素80：水素20)を行った。

金属回路板の側面(Cu側面)の角度が75°以下でフィレットの長さが70μm以下の比較例4～6は、熱処理後の部分放電消滅電圧が10kV以下になることがあり、部分放電特性に劣ることが判明した。

一方、断面において金属回路板の側面(Cu板側面)の角度が80°以上で、フィレットが90μmを超えている実施例1～4は、熱処理前のポリイミド塗布後の部分放電開始および部分放電消滅電圧が13kV以上であり、熱処理実施後の部分放電測定に置いて放電電荷量5pC未満の条件の場合でも部分放電消滅電圧が、12kV以上となり、部分放電特性が良好で且つ耐ヒートサイクル性に優れた金属-セラミックス接合基板を得ることができた。

[0046]

[表1]

| | Cu板の厚み 半分の位置から、 Cu上端までの角度 角度 ° | フレット長さ um | 部分放電測定 (熱処理なし) | | | | 部分放電測定 (380°Cで10分加熱後) | | | | HC特性 μA |
|-------|--|--------------|----------------|------|-----------|------|-----------------------|------|-----------|------|------------|
| | | | 開始電圧 [kV] | | 消滅電圧 [kV] | | 開始電圧 [kV] | | 消滅電圧 [kV] | | |
| | | | >10pC | >5pC | <10pC | <5pC | >10pC | >5pC | <10pC | <5pC | |
| 実施例 1 | 83 | 100 | 16 | 14.5 | 16 | 13.5 | 16.5 | 15.5 | 13.5 | 12 | 3.00以上 |
| 実施例 2 | 83 | 92 | 16 | 15 | 16 | 14.5 | 17.5 | 15 | 15.5 | 12 | 3.00以上 |
| 実施例 3 | 86 | 100 | 17 | 15 | 17 | 14.5 | 17.5 | 15.5 | 14.5 | 13.5 | 3.00以上 |
| 実施例 4 | 88 | 98 | 17 | 15.5 | 17 | 14.5 | 17 | 15.5 | 17 | 12.5 | 3.00以上 |
| 比較例 1 | 84 | 0 | 17.5 | 15 | 17 | 15 | 17 | 15 | 16 | 11 | 5.0以下 |
| 比較例 2 | 85 | 0 | 17 | 15 | 17 | 14 | 17 | 15.5 | 16.5 | 12.5 | 5.0以下 |
| 比較例 3 | 83 | 0 | 17.5 | 15.5 | 16 | 13.5 | 18.5 | 15 | 17 | 12.5 | 5.0以下 |
| 比較例 4 | 66 | 62 | 16.5 | 13.5 | 16.5 | 13 | 16 | 11 | 9.5 | 5 | 3.00以上 |
| 比較例 5 | 68 | 47 | 17.5 | 15 | 17 | 14 | 17.5 | 15 | 16.5 | 5 | 3.00以上 |
| 比較例 6 | 69 | 57 | 17.5 | 16 | 15.5 | 14.5 | 18 | 15.5 | 14.5 | 5 | 3.00以上 |

符号の説明

- [0047] 1 金属-セラミックス接合基板
 - 1 0 セラミックス基板
 - 1 1 ろう材層
 - 1 1 a はみ出し部（フィレット）
 - 1 2 金属回路板
 - 1 2 a 側面
 - 1 2 b 上端（上角部）
 - 1 3 絶縁層
 - 1 5 ろう材層
 - 1 5 a はみ出し部（フィレット）
 - 1 6 放熱側金属板
- 2 0 活性金属含有ろう材
 - 2 1 金属板
 - 2 2、2 3 レジスト

請求の範囲

- [請求項1] セラミックス基板の一方の面にろう材層を介して金属回路板が接合された金属-セラミックス接合基板であって、
前記金属回路板の側面の下端部から外側に80 μ m以上はみ出した前記ろう材層のはみ出し部が形成され、
前記金属回路板の側面が前記セラミックス基板の表面に対して75 $^{\circ}$ 以上の傾斜角度を有し、
前記金属回路板の側面および前記ろう材層のはみ出し部が絶縁層で覆われている、金属-セラミックス接合基板。
- [請求項2] 前記セラミックス基板の他方の面に放熱側金属板が接合されていることを特徴とする、請求項1に記載の金属-セラミックス接合基板。
- [請求項3] 前記放熱側金属板が銅または銅合金であることを特徴とする、請求項2に記載の金属-セラミックス接合基板。
- [請求項4] 前記金属回路板が銅または銅合金であることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の金属-セラミックス接合基板。
- [請求項5] 前記金属回路板と前記ろう材層のはみ出し部の表面にニッケルめっきまたはニッケル合金めっきが形成されていることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の金属-セラミックス接合基板。
- [請求項6] 前記絶縁層が樹脂であることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の金属-セラミックス接合基板。
- [請求項7] 前記樹脂がポリイミド樹脂を主成分とすることを特徴とする、請求項6に記載の金属-セラミックス接合基板。
- [請求項8] セラミックス基板の一方の面にろう材層を介して金属板が接合された金属-セラミックス接合体において、前記金属板の不要な部分を除去して金属回路板を形成し、前記金属回路板の側面の下端部から前記ろう材層を80 μ m以上はみ出させて前記ろう材層のはみ出し部を形成するとともに、前記金属回路板の側面がセラミックス基板の表面に対して75 $^{\circ}$ 以上の傾斜角度となるように、金属回路板の側面をエッ

チングした後、

前記金属回路板の側面と前記ろう材層のはみ出し部を覆うように絶縁層を形成する、金属-セラミックス接合基板の製造方法。

[請求項9] セラミックス基板の一方の面にろう材層を介して金属板が接合されるとともに、他方の面に放熱側ろう材層を介して金属板が接合された金属-セラミックス接合体において、一方の面の前記金属板および他方の面の前記金属板の不要な部分を除去し、前記セラミックス基板の一方の面に金属回路板を形成するとともに、他方の面に放熱側金属板を形成することを特徴とする、請求項8に記載の金属-セラミックス接合基板の製造方法。

[請求項10] 前記放熱側金属板が銅または銅合金であることを特徴とする、請求項9に記載の金属-セラミックス接合基板の製造方法。

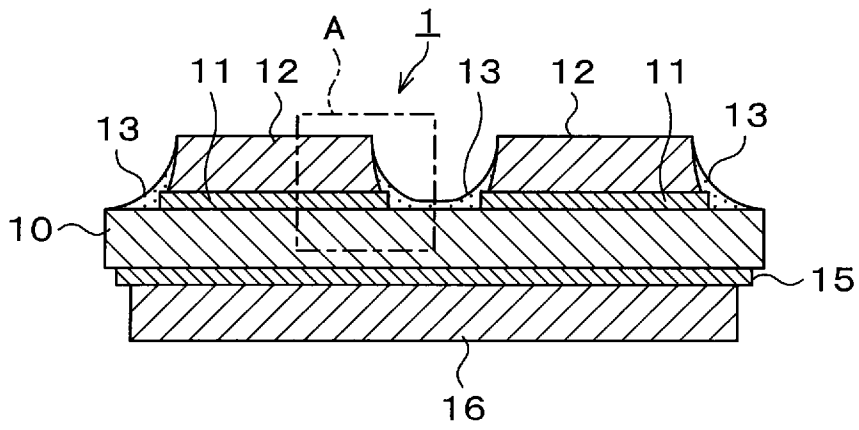
[請求項11] 前記金属回路板が銅または銅合金であることを特徴とする、請求項8～10のいずれかに記載の金属-セラミックス接合基板の製造方法。

[請求項12] 前記金属回路板および前記ろう材層のはみ出し部の表面にニッケルまたはニッケル合金めっきを形成することを特徴とする、請求項8～11のいずれかに記載の金属-セラミックス接合基板の製造方法。

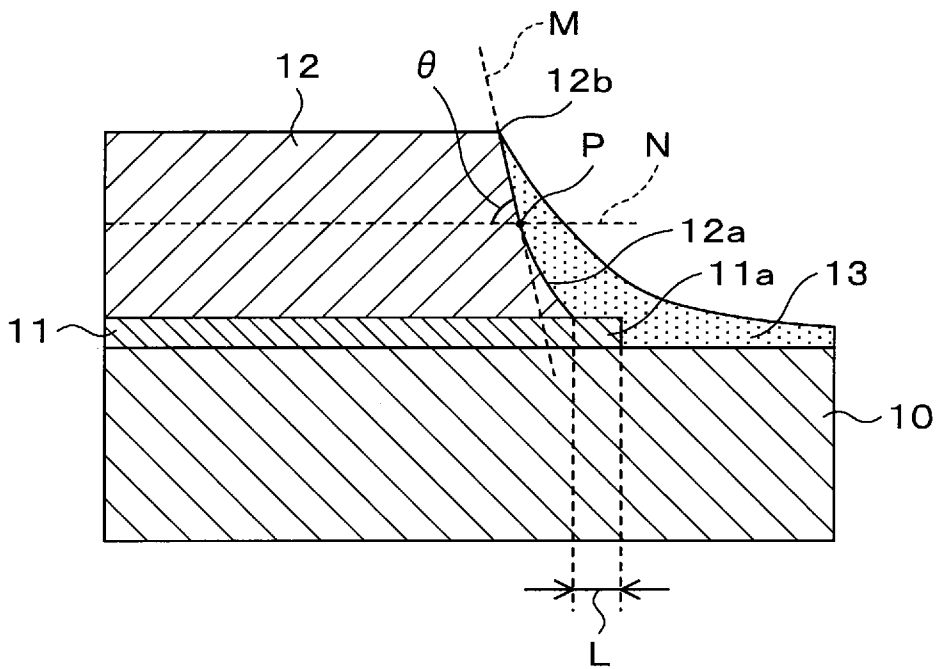
[請求項13] 絶縁性の樹脂からなるコーティング材を塗布した後、硬化させることにより、前記絶縁層を形成することを特徴とする、請求項8～12のいずれかに記載の金属-セラミックス接合基板の製造方法。

[請求項14] 前記樹脂がポリイミド樹脂を主成分とすることを特徴とする、請求項13に記載の金属-セラミックス接合基板の製造方法。

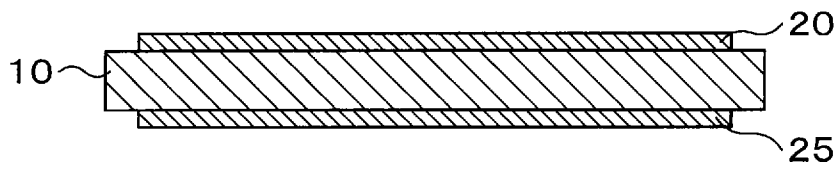
[図1]



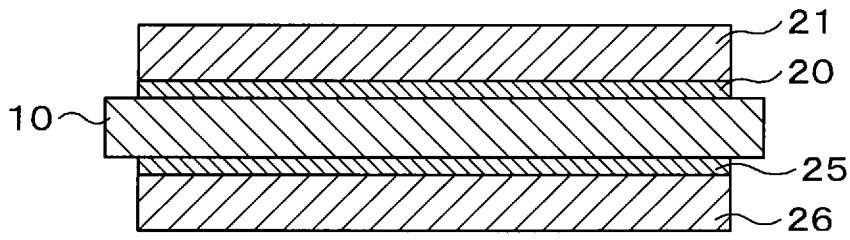
[図2]



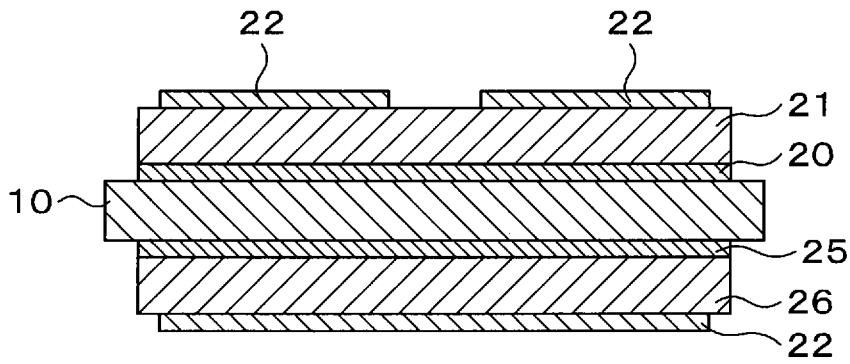
[図3]



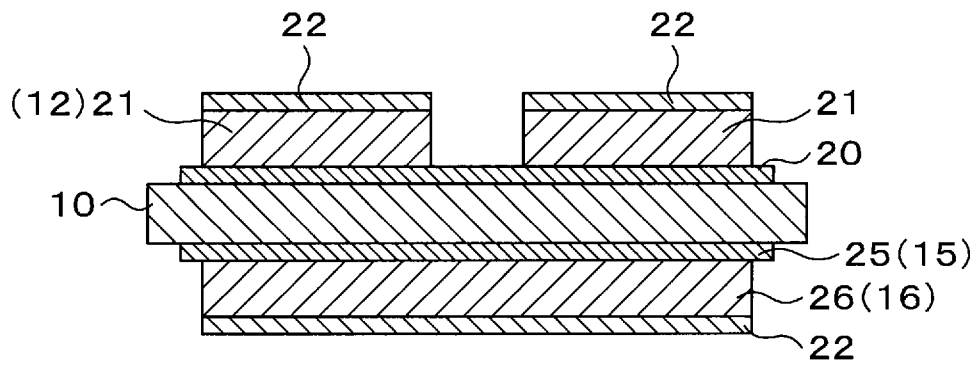
[図4]



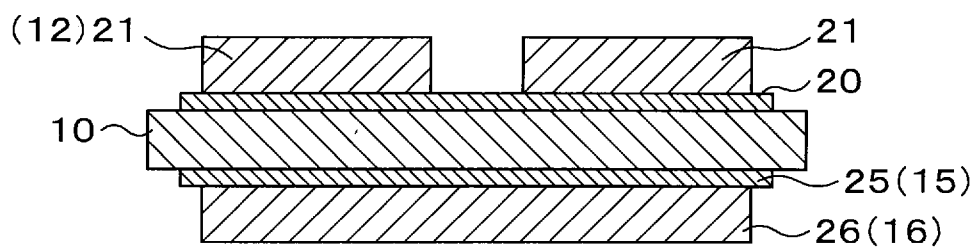
[図5]



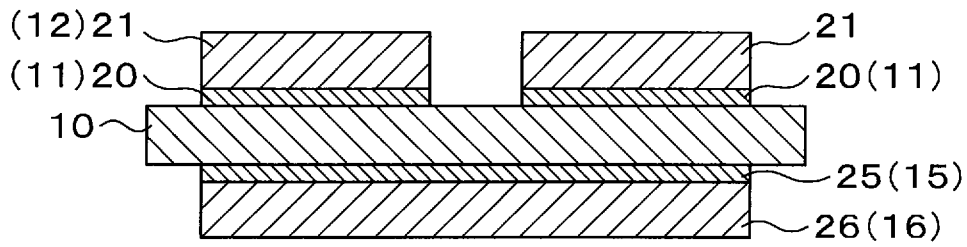
[図6]



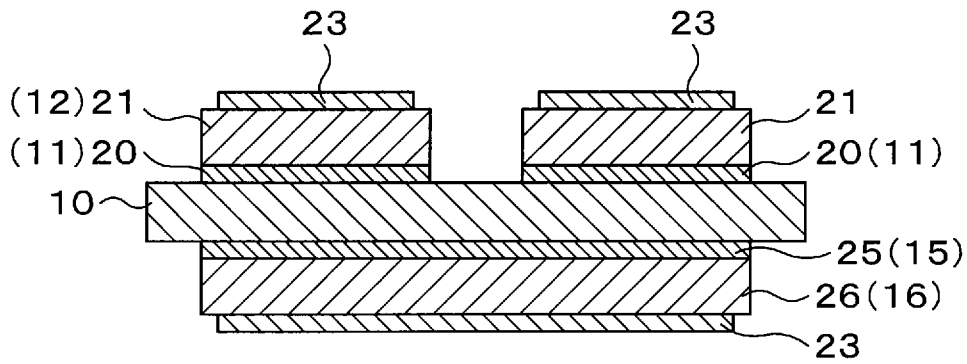
[図7]



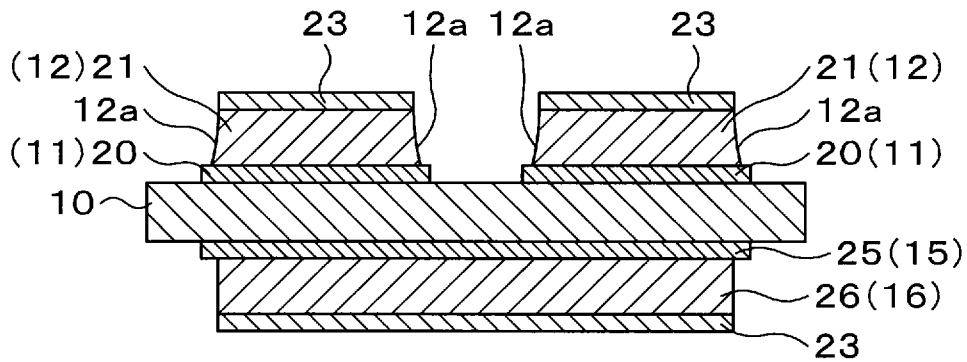
[図8]



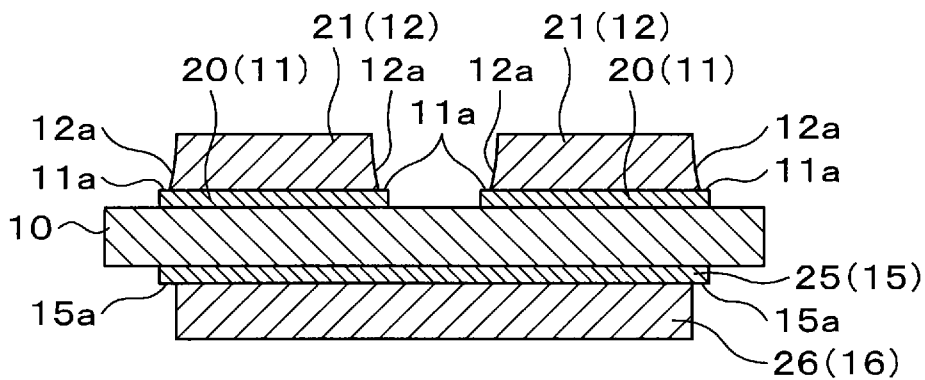
[図9]



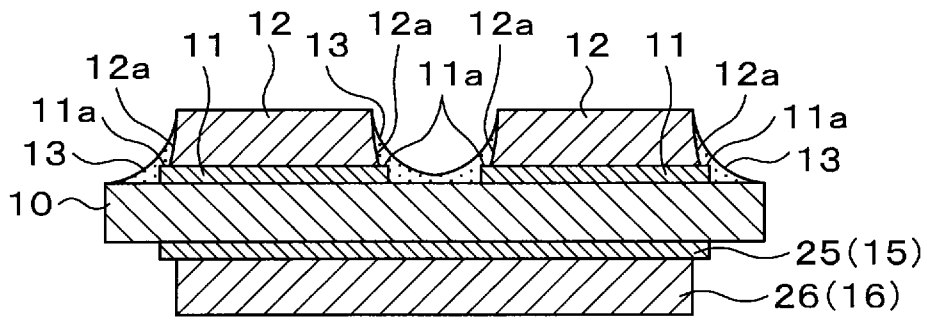
[図10]



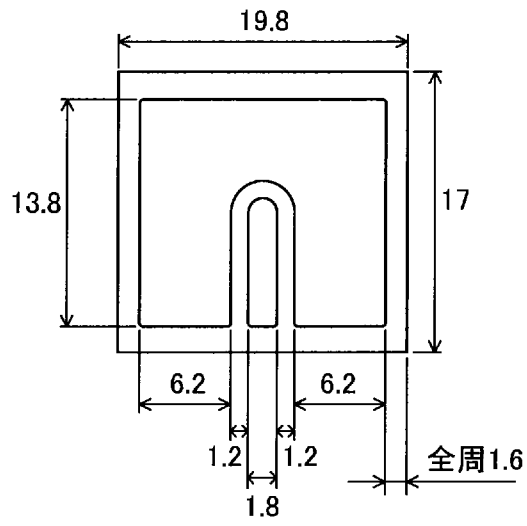
[図11]



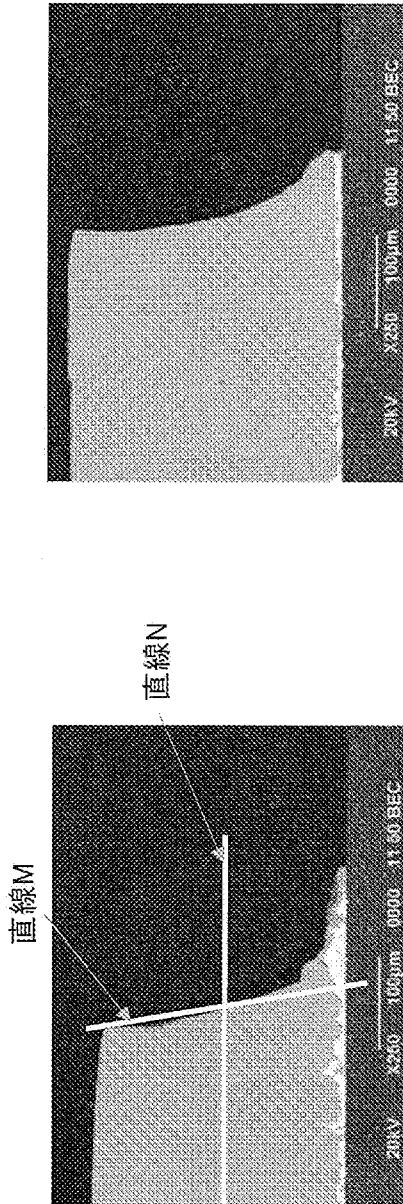
[図12]



[図13]

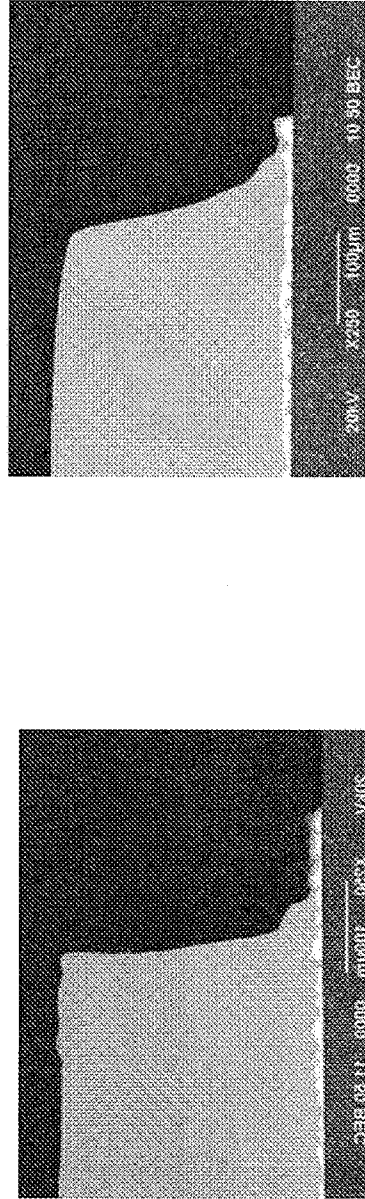


[図14]



実施例1

比較例2



実施例4

比較例5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/027275

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|--|--|
| <i>H01L 23/13</i> (2006.01)i; <i>H01L 23/12</i> (2006.01)i; <i>H05K 1/02</i> (2006.01)i FI: H01L23/12 C; H01L23/12 D; H05K1/02 D; H05K1/02 F | | |
| 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) H01L23/13; H01L23/12; H05K1/02 | | |
| 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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022 | | |
| 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 | JP 2004-311691 A (HITACHI METALS LTD) 04 November 2004 (2004-11-04) paragraphs [0022]-[0041], fig. 1-9 | 1-14 |
| Y | JP 2005-116602 A (DENKI KAGAKU KOGYO KK) 28 April 2005 (2005-04-28) paragraphs [0020], [0031], fig. 1 | 1-14 |
| Y | JP 2016-51778 A (DOWA METALTECH KK) 11 April 2016 (2016-04-11) paragraphs [0014], [0024]-[0026], fig. 1 | 2-14 |
| Y | JP 2006-228918 A (HITACHI METALS LTD) 31 August 2006 (2006-08-31) paragraphs [0038], [0048], fig. 2 | 5-7, 12-14 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 12 September 2022 | | Date of mailing of the international search report 20 September 2022 |
| Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan | | Authorized officer Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/027275

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| JP 2004-311691 | A 04 November 2004 | (Family: none) | |
| JP 2005-116602 | A 28 April 2005 | (Family: none) | |
| JP 2016-51778 | A 11 April 2016 | (Family: none) | |
| JP 2006-228918 | A 31 August 2006 | (Family: none) | |

| | | |
|--|---|--------------------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/13(2006.01)i; H01L 23/12(2006.01)i; H05K 1/02(2006.01)i FI: H01L23/12 C; H01L23/12 D; H05K1/02 D; H05K1/02 F | | |
| 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）） H01L23/13; H01L23/12; H05K1/02 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 | JP 2004-311691 A (日立金属株式会社) 04.11.2004 (2004 - 11 - 04) 段落[0022]-[0041], 図1-9 | 1-14 |
| Y | JP 2005-116602 A (電気化学工業株式会社) 28.04.2005 (2005 - 04 - 28) 段落[0020], [0031], 図1 | 1-14 |
| Y | JP 2016-51778 A (DOWAメタルテック株式会社) 11.04.2016 (2016 - 04 - 11) 段落[0014], [0024]-[0026], 図1 | 2-14 |
| Y | JP 2006-228918 A (日立金属株式会社) 31.08.2006 (2006 - 08 - 31) 段落[0038], [0048], 図2 | 5-7, 12-14 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 | 12.09.2022 | 国際調査報告の発送日 20.09.2022 |
| 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） 佐藤 靖史 5F 5895 電話番号 03-3581-1101 内線 3516 | |

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/027275

| 引用文献 | 公表日 | 特許ファミリー文献 | 公表日 |
|------------------|------------|-----------|-----|
| JP 2004-311691 A | 04.11.2004 | (ファミリーなし) | |
| JP 2005-116602 A | 28.04.2005 | (ファミリーなし) | |
| JP 2016-51778 A | 11.04.2016 | (ファミリーなし) | |
| JP 2006-228918 A | 31.08.2006 | (ファミリーなし) | |