(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
2017 年 9 月 14 日(14.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/154422 A1

(51) 国際特許分類:
H05K 1/11 (2006.01) *H01L 23/13* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/003554

(22) 国際出願日: 2017 年 2 月 1 日(01.02.2017)

(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 2016-048165 2016 年 3 月 11 日(11.03.2016) JP

(71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 Aichi (JP).

(72) 発明者: 宮澤　杉夫(MIYAZAWA Sugio); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 高垣　達朗(TAKAGAKI Tatsuro); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 井出　晃啓(IDE Akiyoshi); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 細田　益稔, 外(HOSODA Masutoshi et al.); 〒1080074 東京都港区高輪一丁目５番４号常和高輪ビル７階 Tokyo (JP).

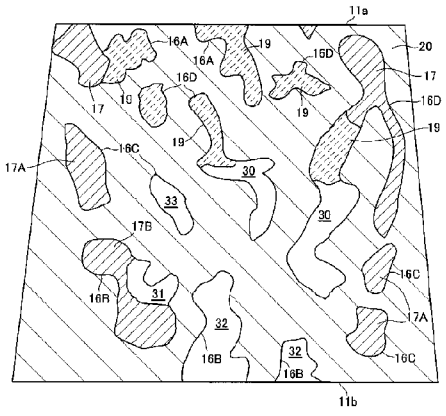
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, 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, 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, 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).

[続葉有]

(54) **Title**: CONNECTION SUBSTRATE

(54) 発明の名称 : 接続基板



(57) **Abstract**: This connection substrate is provided with: a ceramic substrate that is provided with a through hole; and a through conductor 11 that is provided in the through hole and has a first main surface 11a and a second main surface 11b. The through conductor 11 comprises: a metal porous body 20 which has first open pores 16A, 16D that are in communication with the first main surface 11a and second open pores 16B that are in communication with the second main surface 11b; first glass phases 17, 19 which are formed within the first open pores 16A, 16D; second glass phases 17B which are formed within the second open pores 16B; first voids 30 which are provided within the first open pores; and second voids 32 which are provided within the second open pores 16B. The first voids 30 are closed voids which are not in communication with the first main surface. The second voids 32 are open voids which are in communication with the second main surface 11b.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/154422 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

接続基板は、貫通孔が設けられているセラミック基板、および貫通孔中に設けられた貫通導体１１であって、第一の主面１１ａと第二の主面１１ｂとを有する貫通導体を備える。貫通導体１１が、第一の主面１１ａに連通する第一の開気孔１６Ａ、１６Ｄおよび第二の主面１１ｂに連通する第二の開気孔１６Ｂが設けられた金属多孔体２０、第一の開気孔１６Ａ、１６Ｄ内に形成された第一のガラス相１７、１９、第二の開気孔１６Ｂ内に形成された第二のガラス相１７Ｂ、第一の開気孔内に設けられた第一の空隙３０、および第二の開気孔１６Ｂ内に設けられた第二の空隙３２を有する。第一の空隙３０が第一の主面に連通しない閉空隙である。第二の空隙３２が第二の主面１１ｂに連通する開空隙である。

明　細　書

発明の名称 ： 接続基板

技術分野

[0001] 本発明は、ビア導体などの貫通導体が貫通孔内に形成された電気的接続基板に関するものである。

背景技術

[0002] ＳＡＷフィルター等の電子デバイスを実装するための基板として、セラミック等の絶縁基板に貫通穴を設け、その穴を導体で埋め、貫通電極とする構造の基板（ビア基板）が用いられている。近年は携帯電話に代表される通信機器の小型化に伴い、使用される電子デバイスにも小型化、低背化が求められており、その構成要素であるビア基板についても同様に薄板化が求められている。

[0003] また、小型化のため、基板表面の配線も微細化する必要があるために、貫通電極径の小径化、およびその位置の高精度化が求められる。更に、これらの微細配線はフォトリソグラフィーやめっきにより形成されることから、レジスト塗布工程やめっき工程での薬液の浸入による不具合を防止するため、貫通電極が緻密で水密性が高いことが特に求められている。

[0004] 貫通電極の緻密化については各種の解決策が提示されているが、いずれも比較的厚い基板と大径の貫通電極を対象としたものであり、薄板および小径の貫通電極を用いる場合は所望の結果が得られない。

[0005] 例えば、特許文献1では、ポーラス（多孔質）な貫通電極の表面に導電保護膜を形成することで、レジスト液の浸入を防止する方法が開示されている。しかし、絶縁性基板が薄いと、貫通電極の通気性が高くなるため、導電保護膜の強度が不足し、保護膜として機能しない。また、セラミックスと金属の間が熱膨張差により剥離しやすい。

[0006] 特許文献２では、貫通電極として多孔質の第1導電体を形成した後、その空隙を第2導電体で埋める方法が開示されている。しかし、セラミック基板を用

いる場合、導電材である金属とセラミックスとの熱膨張差により、基板を薄板化した際にクラックや基板の反りが発生しやすい。

[0007] 特許文献３では、セラミック基板の貫通孔に、活性金属を含む金属を充填することで、セラミック基板と貫通電極の間に活性金属層を形成し、緻密化する方法が開示されている。しかし、上述したようなセラミックスと金属との熱膨張差によるクラック発生といった問題に加え、活性金属を含む金属ロウは粘度が非常に高いため、貫通電極径が小さいと、うまく充填できない。

[0008] 特許文献４では、貫通電極を形成する際、膨張材を含む導体ペーストを用いる方法が開示されている。しかし、膨張材のみで全ての空洞を埋めることは難しく、特に薄板化した場合は貫通電極の緻密性が得られない。

[0009] 特許文献５では、粒状導電物質をセラミック基板の貫通孔内にそれぞれ配置した後、ガラスペーストを充填する方法が開示されている。しかし、セラミックスと球状導電物質の熱膨張差に起因するクラックや反りが発生しやすい。更に、貫通孔が小さくなると、球状導電物質の配置が困難となる。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特許4154913

特許文献2：特開2013-165265

特許文献3：特開2015-65442

特許文献4：特開H09-46013

特許文献5：特開2015-119165

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明の課題は、セラミック基板と、貫通孔内に設けられた貫通導体とを備える接続基板を製造するのに際して、貫通孔の水密性を向上させ得るような微構造を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明に係る接続基板は、貫通孔が設けられているセラミック基板、および前記貫通孔中に設けられた貫通導体であって、第一の主面と第二の主面とを有する貫通導体を備えている。そして、貫通導体が、第一の主面に連通する第一の開気孔および第二の主面に連通する第二の開気孔が設けられた金属多孔体、第一の開気孔内に形成された第一のガラス相、第二の開気孔内に形成された第二のガラス相、第一の開気孔内に設けられた第一の空隙、および第一の開気孔内に設けられた第二の空隙を備える。第一の空隙が第一の主面に連通しない閉空隙であり、第二の空隙が第二の主面に連通する開空隙である。

発明の効果

[0013] 本発明者は、貫通導体の水密性を検討する過程で、以下の知見に至った。すなわち、従来は、セラミック基板の貫通孔に金属ペーストを供給し、焼き付けることで貫通導体を得ていた。こうした貫通導体の微構造は全体的に均一である。ここでセラミック基板の厚さがきわめて小さくなってくると、貫通導体の両方の主面間で一部の開気孔が連通し、微量の液漏れが発生したものと考えられた。

[0014] そこで、本発明者は、貫通導体を構成する金属多孔体の気孔を少なくすることも検討した。しかし、金属多孔体の気孔が少なくなると、貫通導体とセラミックスとの熱膨張差が大きいため、界面での剥離が生じやすくなり、この剥離部分を通じて水密性が損なわれる。

[0015] このため、本発明者は、貫通導体を主として構成する金属多孔体の微構造に着目した。金属多孔体には、第一の主面に連通する第一の開気孔および第二の主面に連通する第二の開気孔が含まれていた。

[0016] そこで、本発明者は、各気孔内にガラス相を生成させることで貫通導体とセラミックスとの間の熱膨張差による剥離を抑制する際に、第一の主面に連通する第一の開気孔内では、ガラス相によって空隙を閉塞し、これによって、貫通導体のうち第一の開気孔側に水密性機能を主として担持させることを想到した。これと同時に、第二の主面に連通する第二の開気孔側では、ガラ

ス相によってクラッド層を閉塞せず、空隙を第二の開気孔に連通させる構造とした。これによって、貫通導体それ自体の水密性を保持しつつ、全体として貫通導体とセラミックスとの剥離は生じにくくなり、この点でも水密性が保持される。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]（ａ）は、貫通孔２が配列されたセラミック基材１を模式的に示す平面図であり、（ｂ）は、セラミックス基材１の横断面図である。

[図2]（ａ）は、セラミック基材１の貫通孔に金属ペースト３を充填した状態を示し、（ｂ）は、金属ペースト３を焼き付けて金属多孔体４を形成した状態を示し、（ｃ）は、セラミック基材１の第一の主面１ａ上にガラス層９を形成した状態を示し、（ｄ）は、ガラス層９を除去した状態を示す。

[図3]（ａ）は、貫通孔２Ａ中に貫通導体１１が形成された接続基板１０を模式的に示す平面図であり、（ｂ）は、接続基板１０の横断面図である。

[図4]貫通孔内に生成した金属多孔体４の構造を示す模式図である。

[図5]金属多孔体４の開気孔１６Ａに含浸したガラス相１９およびセラミック基板１の第一の主面１ａ上に形成されたガラス層１８を示す模式図である。

[図6]ガラス層を除去した後の貫通導体１１の構造を示す模式図である。

[図7]貫通導体の微構造を説明するための拡大図である。

[図8]水密性試験の方法を説明するための模式図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、適宜図面を参照しつつ、本発明を更に詳細に説明する。最初に、本発明のセラミック基板を製造する方法例について述べる。

[0019] 図１に示すように、セラミック基材１には一方の主面１ａと他方の主面１ｂとが設けられており、主面１ａと１ｂとの間を貫通する貫通孔２が多数形成されている。貫通孔２には、第一の主面１ａ側の開口２ａと、第二の主面１ｂ側の開口２ｂとがある。

[0020] 次いで、図２（ａ）に示すように、セラミック基材１の開口２内に金属ペースト３を充填する。そして、金属ペースト３を加熱することによって、金

属ペーストを焼き付け、図２（ｂ）に示すように、貫通孔２内に金属多孔体４を生じさせる。５は、金属多孔体４の第一の主面であり、６は、金属多孔体４の第二の主面である。

[0021] 次いで、セラミック基材１の第一の主面１ａ上にガラスペーストを塗布し、ガラスペースト層を形成する。この状態で、ガラスペーストを加熱して焼き付けることにより、ガラスを溶融させる。これにより、図２（ｃ）に示すように、セラミック基材１の第一の主面１ａ上にガラス層９が形成される。同時に、溶融したガラスが金属多孔体の開気孔内に含浸し、ガラス相を生成し、これによって貫通孔内に貫通導体７を生成する。なお、８は、貫通導体８の第一の主面である。

[0022] 次いで、ガラス層９を除去することによって、セラミック基材の第一の主面側に貫通導体を露出させ、接続基板とする。この際、好ましくは、セラミック基材１の第一の主面１ａを更に研磨し、図２（ｄ）に示すように、研磨面１ｃを形成し、接続基板１０を得る。

[0023] 図２（ｄ）および図３（ａ）、（ｂ）に示すように、接続基板１０のセラミック基板１Ａでは、各貫通孔２Ａ内に貫通導体１１が充填されている。１１ａは貫通導体１１の第一の主面であり、１１ｂは貫通導体１１の第二の主面である。

[0024] 図２（ｂ）に示すように、金属ペーストを焼き付けることによって、貫通孔２中に金属多孔体４を形成する。ここで、本例では、金属多孔体４は、セラミック基材１の第一の主面１ａから第二の主面１ｂへと延びている。５は金属多孔体の第一の主面であり、６は他方の主面である。

[0025] 図４に示すように、金属多孔体４は、金属マトリックス２０と気孔１６Ａ、１６Ｂ、１６Ｃ、１６Ｄからなる。ただし、金属ペースト中にガラス成分を添加した場合には、気孔の一部がガラス相１７、１７Ａ、１７Ｂによって充填される。マトリックス中に生ずる気孔には、第一の主面５に開口する第一の開気孔１６Ａ、１６Ｄ、第二の主面６に開口する第二の開気孔１６Ｂ、および主面５、６に対して開口していない閉気孔１６Ｃがある。なお、開気

孔１６Ａは、図４の横断面において第一の主面５に対して開口している。これに対して、開気孔１６Ｄは、図４の横断面においては第一の主面５に開口していないが、横断面に現れていないルートで第一の主面５に開口しているので、開気孔１６Ａと１６Ｄとを区別している。

[0026] 図４の状態では、開気孔１６Ａ、１６Ｂ、１６Ｄ、閉気孔１６Ｃともに、一部分はガラス相１７、１７Ａ、１７Ｂによって充填され、一部分は空隙のまま残留している。空隙３３は、主面に連通していない閉空隙であり、空隙３２は、第二の主面６に開口する開空隙である。

[0027] ここで、セラミック基板について水密性試験を行うと、第一の主面１ａから第二の主面１ｂへと向かって漏水が観測されることがあった。この理由であるが、第一の主面５に連通する第一の開気孔１６Ａ、１６Ｄと、第二の主面６に連通する第二の開気孔１６Ｂとが、一部で連通していたものと推定された。

[0028] 一方、図５に示すように、第一の主面５に開口する開気孔１６Ａ、１６Ｄを覆う形でガラスペーストを塗布する。この状態でガラスペーストを焼き付けることによって、第一の主面１ａ上にガラス層１８が形成され、、同時に溶融したガラスが含浸し、開気孔１６Ａ、１６Ｄ中にガラス相１９が形成される。一部の開気孔では、金属多孔体中にもともと存在していたガラス相１７と、ガラスペーストの含浸および焼き付けによって生成したガラス相１９とが混在する場合もあり得る。

[0029] ここで、溶融したガラスを第一の主面側から金属多孔体の開気孔１６Ａ、１６Ｂに含浸させることで、第一の開気孔のうち少なくとも第一の主面側はガラス相１９によって閉塞される。この結果、第一の主面８から第二の主面６に向かって連通するような開気孔は残留しないため、水密性が著しく改善される。

[0030] ただし、図５の状態では金属多孔体がガラス層１８によって蓋をされているため、貫通導体７によってセラミック基材１の両側を電気的に導通させることができない。そこで、不要になったガラス層１８を除去し、図６に示す

状態とし、貫通導体を第一の主面側に露出させる。この際、セラミック基材の第一の主面を研磨加工することで、研磨面を形成すると、貫通導体の露出をいっそう確実にし、その露出面を平坦化できるので好ましい。

[0031] この状態では、図６に示すように、セラミック基板１Ａに研磨面１ｃが形成されており、セラミック基板１Ａの厚さは研磨前より小さくなっている。そして、貫通孔２Ａ内には貫通導体１１が形成されている。

[0032] ここで、図６に示すような形態の貫通導体を更に分析すると、以下のことが判明してきた。図７を参照しつつ水密性の発現機構を説明する。

[0033] 図７において、第一の開気孔１６Ａ、１６Ｄは貫通導体の第一の主面１１ａに連通している。また、第二の開気孔１６Ｂは第二の主面１１ｂに連通している。１６Ｃは、主面１１ａ、１１ｂのいずれにも連通しない閉気孔である。第一の開気孔１６Ａ、１６Ｄには、金属ペーストに由来するガラス相１７と、後から含浸させたガラスに由来するガラス相１９と、主面１１ａに開口しない空隙３０とが残留している。また、閉気孔１６Ｃ中には、金属ペーストに由来するガラス相１７Ａと、主面に開口しない空隙３３とが残留している。更に、第二の主面１１ｂに連通する第二の開気孔１６Ｂには、金属ペーストに由来するガラス相１７Ｂと、主面１１ｂに連通する空隙３２と、主面１１ａ、１１ｂに開口しない空隙３１とが残留している。

[0034] そして、第一の開気孔１６Ａ、１６Ｄに残留する第一の空隙３０は、ガラス相１７および１９によって閉塞され、これによって第一の主面１１ｂに連通しない閉空隙となっている。これによって、第一の開気孔および第二の開気孔を通じて主面間で液漏れすることはなくなる。これとともに、第二の開気孔内の第二の空隙３２は、第二の主面１１ｂに連通する開空隙となっている。こうした主面に連通する空隙を残留させることによって、セラミックスと貫通導体との間の応力を緩和し、貫通導体のセラミックスからの剥離による液漏れを抑制できる。

[0035] なお、上述の例では、貫通導体の第一の主面側から溶融したガラスを含浸させることで、第一の開気孔中にガラス相を生成させ、これによって第一の

空隙が第一の主面に連通しないようにした。しかし、本発明はこの製法に限定されるものではない。例えば、貫通孔に金属ペーストを充填する際に、貫通孔の上半分と下半分との間でペースト組成を変化させることで、本発明のような微構造の貫通導体を作製できる。

[0036] 以下、本発明の構成要素について更に述べる。

好適な実施形態においては、貫通導体の横断面において、金属多孔体の面積比率が３０～７０％である。金属多孔体の面積比率が高すぎると、貫通導体とセラミックスとの間の熱応力が増大し、この面積比率が低すぎると、導電性が低い。この観点からは、金属多孔体の面積比率を３０～７０％とするが、４０～６５％がより好ましく、４５～６０％が特に好ましい。

[0037] 好適な実施形態においては、貫通導体の横断面において、ガラス相の面積比率（合計値）が１０～５０％であり、特に好ましくは２０～４０％である。

[0038] また、好適な実施形態においては、貫通導体の横断面において、空隙の面積比率の合計値を、５～６０％とすることが好ましく、５～４０％とすることが更に好ましい。

[0039] これら金属多孔体、ガラス、空隙の面積比率の測定は、貫通導体の横断面のＳＥＭ（１０００倍）画像を写真撮影することで行う。ＳＥＭにより各材料に応じて色調を変えて撮影することで、各材料を識別することが可能となる。その後、測定する導体部を一辺５ｕｍの格子に分割し、各格子毎に最も多くの面積を占有している材料を決定する。その各材料毎に決定された格子数を比較することで面積比率を算出することができる。

[0040] 好適な実施形態においては、セラミック基板の厚さが２５～１５０μｍであり、貫通孔の径Wが２０μｍ～６０μｍである。本発明は、このような小型で薄い接続基板に対して特に有用である。

[0041] セラミック基板に形成する貫通孔の径Wは、成形しやすさの観点からは、２５μｍ以上が更に好ましい。隣接する貫通孔２の間隔Ｄ（最も近接する貫通孔間の距離）は、破損やクラックを抑制するという観点からは、５０μｍ

以上が好ましく、１００μｍ以上が更に好ましい。また、隣接する貫通孔２の間隔Ｄは、貫通孔の密度を向上させるという観点からは、１０００μｍ以下が好ましく、５００μｍ以下が更に好ましい。

[0042] セラミック基板に貫通孔を形成する方法は、特に限定されない。例えば、セラミック基板のグリーンシートにピンやレーザー加工によって貫通孔を形成することができる。あるいは、セラミックスからなるブランク基板を製造した後に、ブランク基板にレーザー加工によって貫通孔を形成することもできる。レーザーの発振源についてはCO_2、ＹＡＧ（イットリウム・アルミニウムガーネット）、等を用いることができる。

[0043] セラミック基板を構成するセラミックスとしては、酸化アルミニウム、酸化イットリウム、ＹＡＧ、酸化ジルコニウム、窒化アルミニウムを例示できる。これらの内、酸化アルミニウム、とりわけ純度９９．９％以上の高純度の酸化アルミニウムは、ヤング率が４００ＧＰａ以上と高く、薄板化したときの形状安定性に優れるため、特に有用である。

[0044] 本発明では、貫通孔に金属ペーストを供給し、加熱によって金属多孔体を生成させる。こうした金属ペーストを構成する主成分である金属としては、Ａｇ、Ａｕ、Ｃｕ、Ｐｄ、またはこれらの混合物を例示できる。また、金属に対してガラス成分を混合してペースト化することが好ましい。こうしたガラス成分としては、B_2O_3、SiO_2，ＺｎＯ、ＰｂＯ、Li_2O、Na_2O、K_2O、ＭｇＯ，ＣａＯ、ＳｒＯ，ＢａＯ、Bi_2O_3，Al_2O_3，Gd_2O_3、Y_2O_3、La_2O_3、Yb_2O_3、TeO_2、V_2O_5、P_2O_5を例示できる。

[0045] 金属ペーストの焼き付け温度は、ペーストの種類によって適宜選択するが、例えば５００～９００℃とすることができる。

[0046] 次いで、金属多孔体の第一の主面にガラスペーストを塗布すると共に金属多孔体の開気孔中にガラスペーストを含浸させる。この際には、セラミック基材の第一の主面の全体にわたってガラスペーストを塗布することができる。あるいは、スクリーン印刷法などによって、金属多孔体の第一の主面上にのみガラスペーストを塗布し、その他のセラミックス表面にはガラスペース

トを塗布しないようにすることもできる。

[0047] 次いで、加熱によってガラスペーストを溶融させることで、金属多孔体の主面上にガラス層を形成し、かつ開気孔に溶融したガラスを含浸させ、ガラス相とする。ガラスペーストの焼き付け温度は、ペーストの種類によって適宜選択するが、例えば５００～９００℃とすることができる。

[0048] 次いで、少なくとも金属多孔体上にあるガラス層を除去することで、セラミック基板と、貫通孔内に設けられた貫通導体とを備える接続基板を得る。この状態では、少なくともガラス層を除去して貫通導体を露出させれば足りるが、好ましくはセラミック基材の第一の主面も研磨する。そして、セラミック基板の各主面１１ａ、１１ｂには、所定の配線やパッドなどを形成する。また，セラミック基板は、一体の中継基板とする。

[0049] セラミック基材は精密研磨加工することが好ましい。こうした精密研磨加工としては、ＣＭＰ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ Ｐｏｌｉｓｈｉｎｇ）加工が一般的であり。これに使われる研磨スラリーとして、アルカリまたは中性の溶液に３０ｎｍ～２００ｎｍの粒径を持つ砥粒を分散させたものが使われる。砥粒材質としては、シリカ、アルミナ、ダイヤ、ジルコニア、セリアを例示でき、これらを単独または組み合わせて使用する。また、研磨パッドには、硬質ウレタンパッド、不織布パッド、スエードパッドを例示できる。

実施例

[0050] （実施例１）

図１～図６を参照しつつ説明したようにして接続基板を作製した。

具体的には、まず以下の成分を混合したスラリーを調製した。

（原料粉末）

・比表面積３．５～４．５m^2／ｇ、

平均一次粒子径０．３５～０．４５μｍのα－アルミナ粉末

（アルミナ純度９９．９９％） １００質量部

・ＭｇＯ（マグネシア） ２５０ｐｐｐｍ

・ZrO_2（ジルコニア） ４００ｐｐｍ

・Y_2O_3（イットリア） １５ｐｐｍ

（分散媒）

・２-エチルヘキサノール ４５重量部

（結合剤）

・ＰＶＢ（ポリビニルブチラール）樹脂 ４重量部

（分散剤）

・高分子界面活性剤 ３重量部

（可塑剤）

・ＤＯＰ ０．１重量部

[0051] このスラリーを、ドクターブレード法を用いて、焼成後の厚さに換算して３００μｍとなるようテープ状に成形し、焼成後の大きさに換算して、縦１００ｍｍ×横１００ｍｍの正方形となるように切断した。得られた粉末成形体を、大気中１２４０℃で仮焼（予備焼成）の後、基板をモリブデン製の板に載せ、水素３：窒素１の雰囲気中で１３００℃から１５５０℃での昇温速度を５０℃/ｈとして、１５５０℃で２．５時間保持し、焼成を行い、ブランク基板を得た。

[0052] このブランク基板を以下の条件でレーザー加工することによって、以下の寸法の貫通孔を形成した。

CO_2レーザー：波長 10.6μｍ

パルス：１０００Hz- On time 5μｓ

レーザーマスク径： 0.9 ｍｍ

ショット回数： 40回

貫通孔径Ｗ： 表0.06 ｍｍ、裏0.02ｍｍ

貫通孔の間隔Ｄ： 0.12 ｍｍ

貫通孔の数 ： 30,000個／枚

[0053] 次いで、レーザー加工の際、基板表面に付着した溶融物（ドロス）をグラインダーによる研削で除去した後、大気中１３００℃で５時間アニール処理を行い、厚さ２００μｍのセラミック基材を得た。

[0054] 次に、以下の条件で、セラミック基材の貫通孔にAg-Pdペーストの埋め込み印刷を行い、乾燥させた後、焼成することで、貫通導体を設けた。

[Ag-Pdペースト]

固形分濃度： 95 重量%

固形分組成＝Ag：Pd：ガラスフリット＝91:3:6 （重量比）

粘度：200 Pa・s

[印刷条件]

マスク：使用せず（ペーストを直接基板にのせ、スキージ(squeegee)で貫通孔にペーストを押し込んだ）。

スキージ角度：20度

スキージ速度：5mm/sec

スキージ回数：10回

[乾燥条件]

95℃×30分

[焼成条件]

600℃×40分

[0055] 次いで、以下の条件で、貫通導体を覆う形で基板の片面にガラスペーストを塗布、焼成、溶融させることで導体内部の気孔にガラスを含浸させた。

[ガラスペースト]

固形分濃度： 95 重量%

ガラス組成： Bi-Zn-B系

粘度：50 Pa・s

[印刷条件]

マスク：＃360メッシュ、30um厚

スキージ角度：70度

スキージ速度：5mm/sec

スキージ回数：1回

[乾燥条件]

95℃×30分

[溶融、含浸条件]

570℃×3時間

[0056] 次いで、表面に残留したガラス層を研磨加工により除去し、接続基板を得た。具体的には、基板をアルミナプレートに貼り付けた状態でグラインダーによる研削を行った後、ダイヤモンドスラリーによるラップ(lap)加工を両面に実施した。ダイヤモンドの粒径は３μｍとした。最後にＳｉＯ$_2$砥粒とダイヤモンド砥粒によるＣＭＰ加工を実施した。その後、基板をアルミナプレートから剥がし、反対側の主面に同様の加工をした後、洗浄を実施し、接続基板を得た。

[0057] 得られた接続基板について、貫通導体の横断面を観測した。この結果、図７の模式図に示すように、第一の開気孔内に形成された第一のガラス相、第二の開気孔内に形成された第二のガラス相、第一の開気孔内に設けられた第一の空隙、および第一の開気孔内に設けられた第二の空隙が確認された。また、閉気孔内にも空隙が確認された。更に、第一の開気孔中の第一の空隙が主面１１ａに開口している個数を計数したところ、０個であった。また、第二の開気孔中の第二の空隙が主面１１ｂに開口している個数は６個であった。

貫通導体の横断面における金属多孔体の面積比率：　６０％

貫通導体の横断面におけるガラス相の面積比率（合計）：　３０％

[0058] 得られた接続基板の貫通導体の水密性を、図８を参照しつつ説明する方法で確認した。

すなわち、台座２２に多孔体板２１を固定し、台座２２上に無塵紙２３を

載置し、その上にセラミック基板のサンプル２４を設置した。セラミック基板２４の貫通孔上に水２６を滴下し、矢印Ａのように－８０kPaで吸引した。そして、無塵紙に水分の付着が見られるかどうかを確認した。

[0059] この結果、１枚のセラミック基板に設けられた貫通導体３００００個に対して、液漏れの見られた貫通導体は１個であった。

[0060] （実施例２～７）

実施例1と同様にして接続基板を作製した。

ただし、貫通導体の横断面における金属多孔体の面積比率、ガラス相の面積比率（合計）を、表１に示すように変更した。これらのパラメーターを変更するには、Ａｇ－Ｐｄペーストの固形分濃度、ＡｇとＰｄとガラスフリットの比率、焼成温度、ガラスペーストの溶融、含浸の温度および時間を調整することで行った。

[0061] そして、得られた各セラミック基板について、１枚のセラミック基板に設けられた貫通導体３００００個に対して、液漏れの見られた貫通導体の個数を測定し、表１に示した。

[0062]

[表1]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	比較例1
第一の開気孔中の第一の空隙が主面１１ａに開口している個数　（個）	0	0	0	0	0	0	0	5
第二の開気孔中の第二の空隙が主面１１ｂに開口している個数　（個）	6	5	8	5	6	9	10	6
貫通導体の横断面における金属多孔体の面積比率（％）	60%	70%	30%	65%	65%	40%	30%	60%
貫通導体の横断面におけるガラス相の面積比率の合計　（％）	30%	10%	50%	20%	20%	10%	20%	20%
液漏れの見られた貫通導体の個数（個）	1	3	5	3	1	7	10	全数

[0063] （比較例１）

実施例１と同じセラミック基材の各貫通孔にＡｇペースト埋め込みを行った。使用したＡｇペーストは実施例１と同じである。その後、７００℃にて焼成を行い、貫通孔中に金属多孔体を形成した。

[0064] 次いで、ガラスペーストをセラミック基材の第一の主面上に印刷する工程を実施することなしに、セラミック基材の両方の主面を精密研磨加工し、接続基板を得た。

[0065] こうして作成した基板のビア部断面を確認したところ、ビアの全体にわたって空隙が均一に残留していた。すなわち、微構造を示す各パラメーターは以下のとおりである。

第一の開気孔中の第一の空隙が主面１１ａに開口している個数：５個
第二の開気孔中の第二の空隙が主面１１ｂに開口している個数：６個
貫通導体の横断面における金属多孔体の面積比率：　６０％
貫通導体の横断面におけるガラス相の面積比率（合計）：　２０％

[0066] 次いで、実施例１と同様にして水密性試験を行った。この結果、１枚のセラミック基板に設けられた貫通導体３００００個のほぼ全数について液漏れが見られた。

請求の範囲

[請求項1] 貫通孔が設けられているセラミック基板、および

前記貫通孔中に設けられた貫通導体であって、第一の主面と第二の主面とを有する貫通導体を備える接続基板であって、

前記貫通導体が、

前記第一の主面に連通する第一の開気孔および前記第二の主面に連通する第二の開気孔が設けられた金属多孔体、

前記第一の開気孔内に形成された第一のガラス相、

前記第二の開気孔内に形成された第二のガラス相、

前記第一の開気孔内に設けられた第一の空隙、および

前記第二の開気孔内に設けられた第二の空隙

を有しており、前記第一の空隙が前記第一の主面に連通しない閉空隙であり、前記第二の空隙が前記第二の主面に連通する開空隙であることを特徴とする、接続基板。

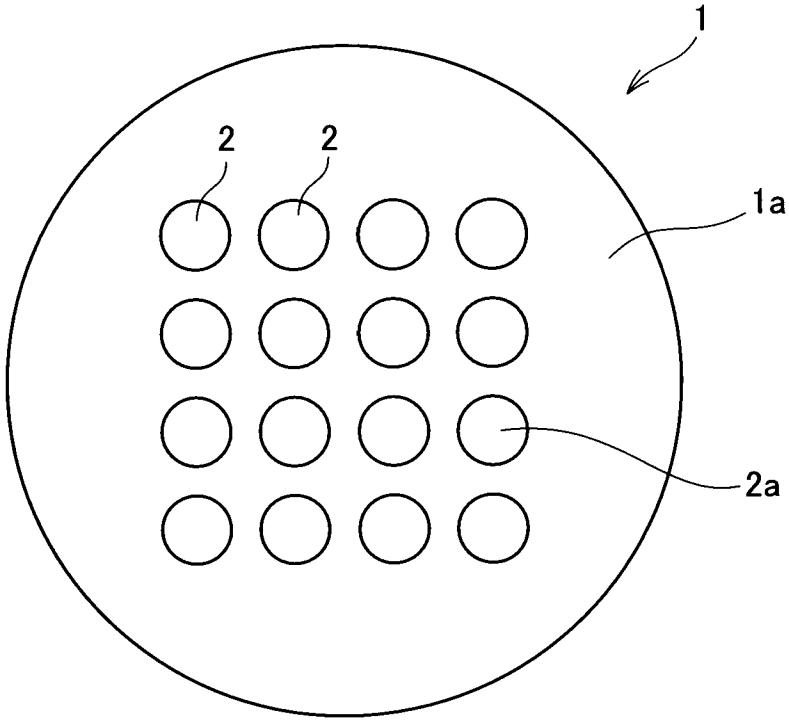
[請求項2] 前記貫通導体の横断面において、前記金属多孔体の面積比率が３０～７０％であることを特徴とする、請求項１記載の接続基板。

[請求項3] 前記金属多孔体に閉気孔が設けられており、この閉気孔中に第三のガラス相が存在することを特徴とする、請求項１または２記載の接続基板。

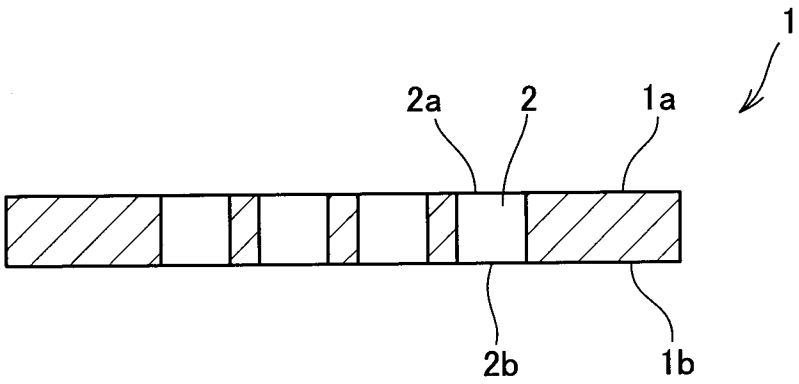
[請求項4] 前記セラミック基板の厚さが２５～１５０μｍであり、前記貫通孔の径が２０μｍ～６０μｍであることを特徴とする、請求項１～３のいずれか一つの請求項に記載の接続基板。

[図1]

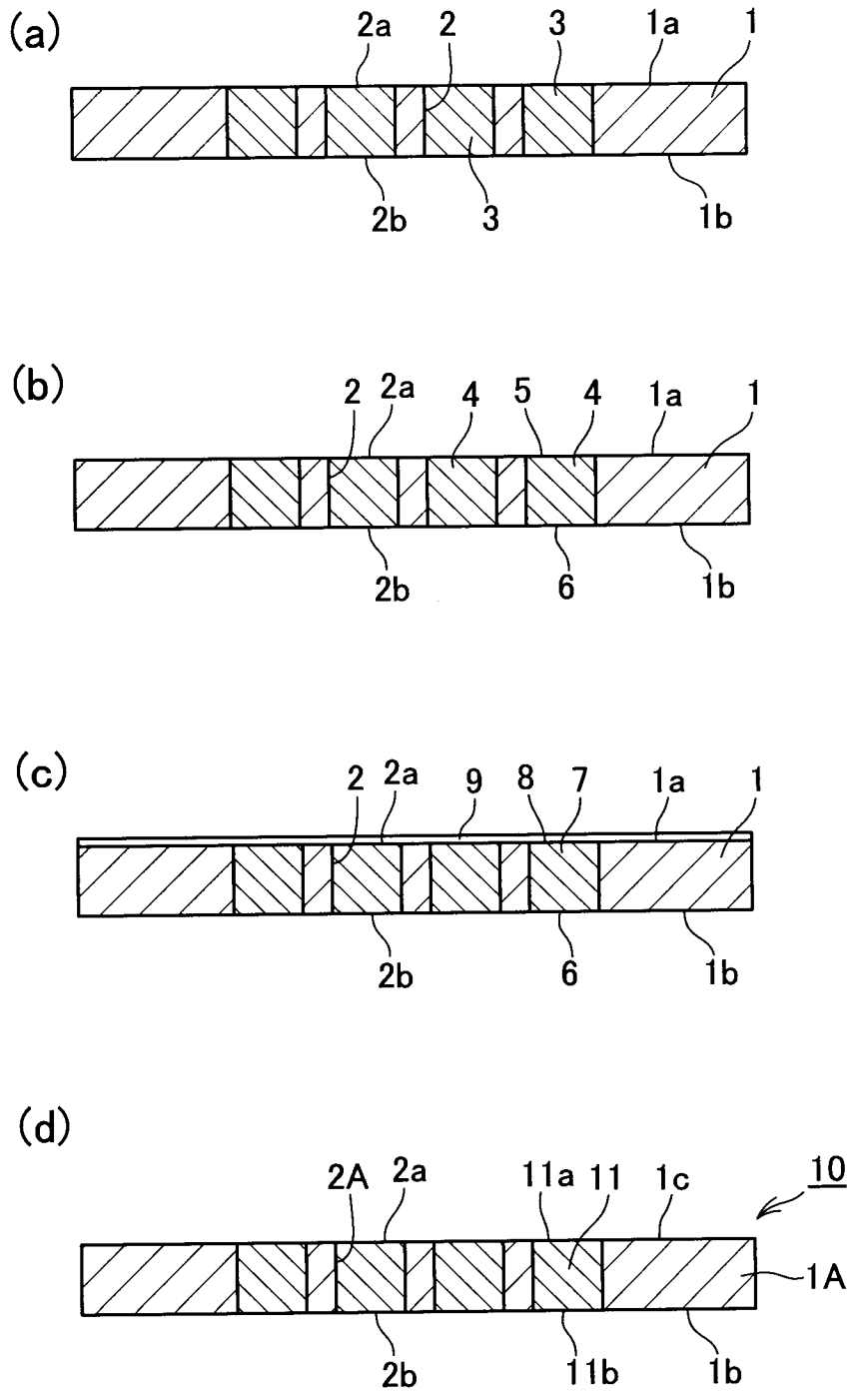
(a)



(b)

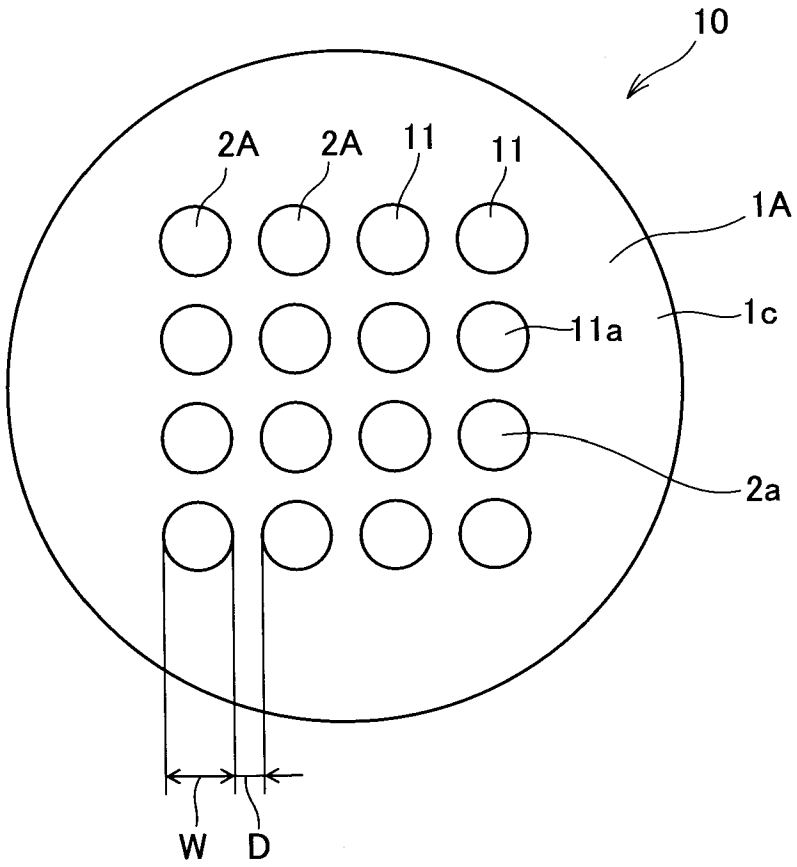


[図2]

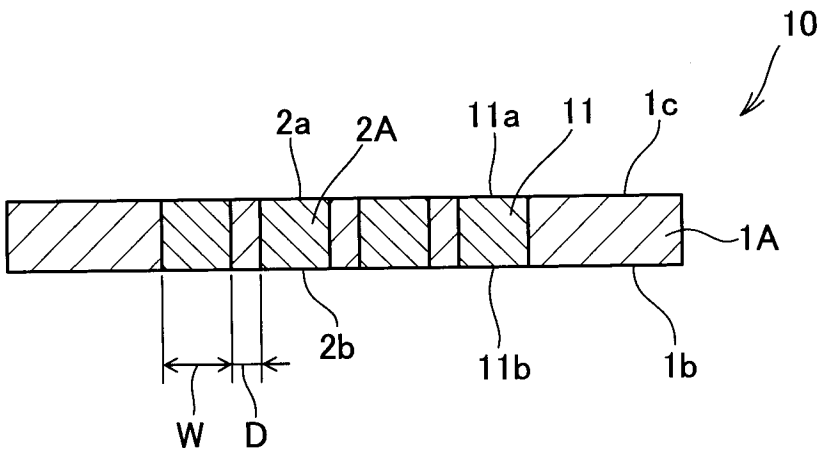

(a)
2a
2
3
1a
1
2b
3
1b
(b)
2
2a
4
5
4
1a
1
2b
6
1b
(c)
2
2a
9
8
7
1a
1
2b
6
1b
(d)
2A
2a
11a
11
1c
10
1A
2b
11b
1b

[図3]

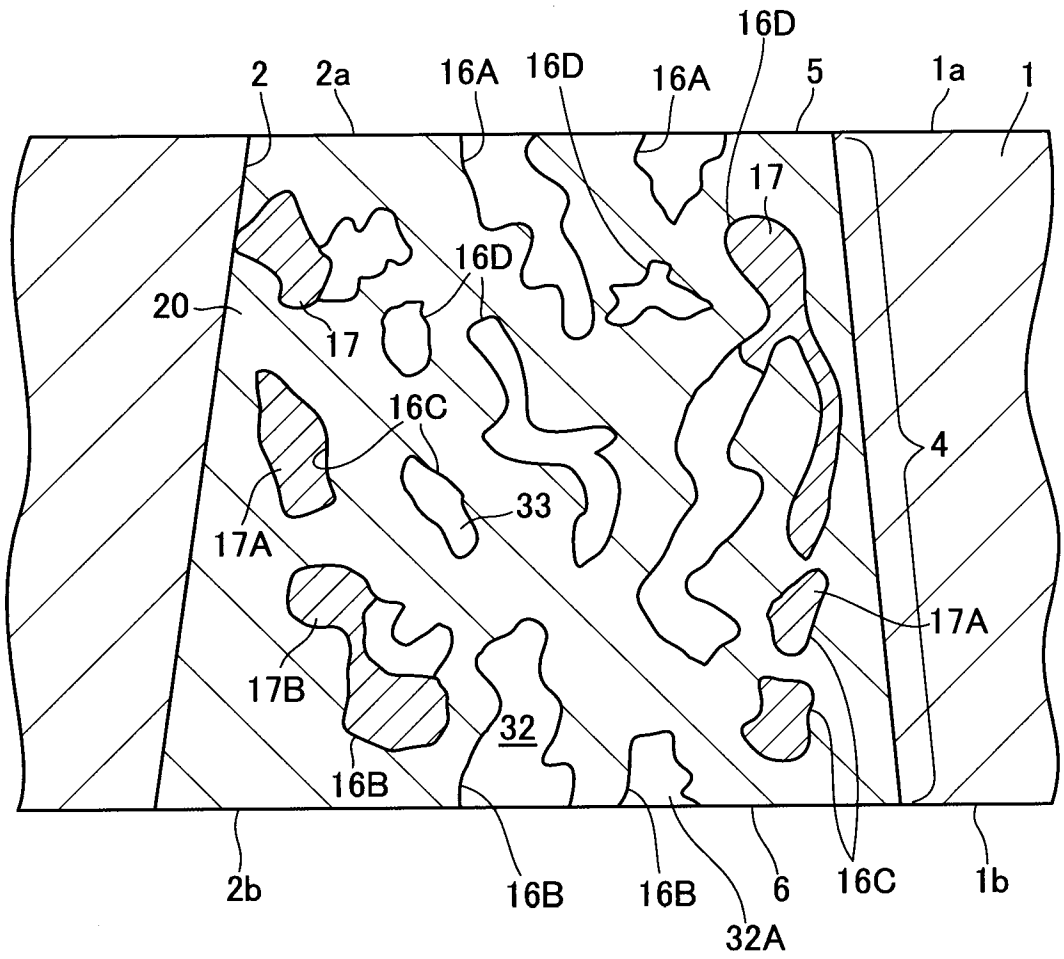
(a)



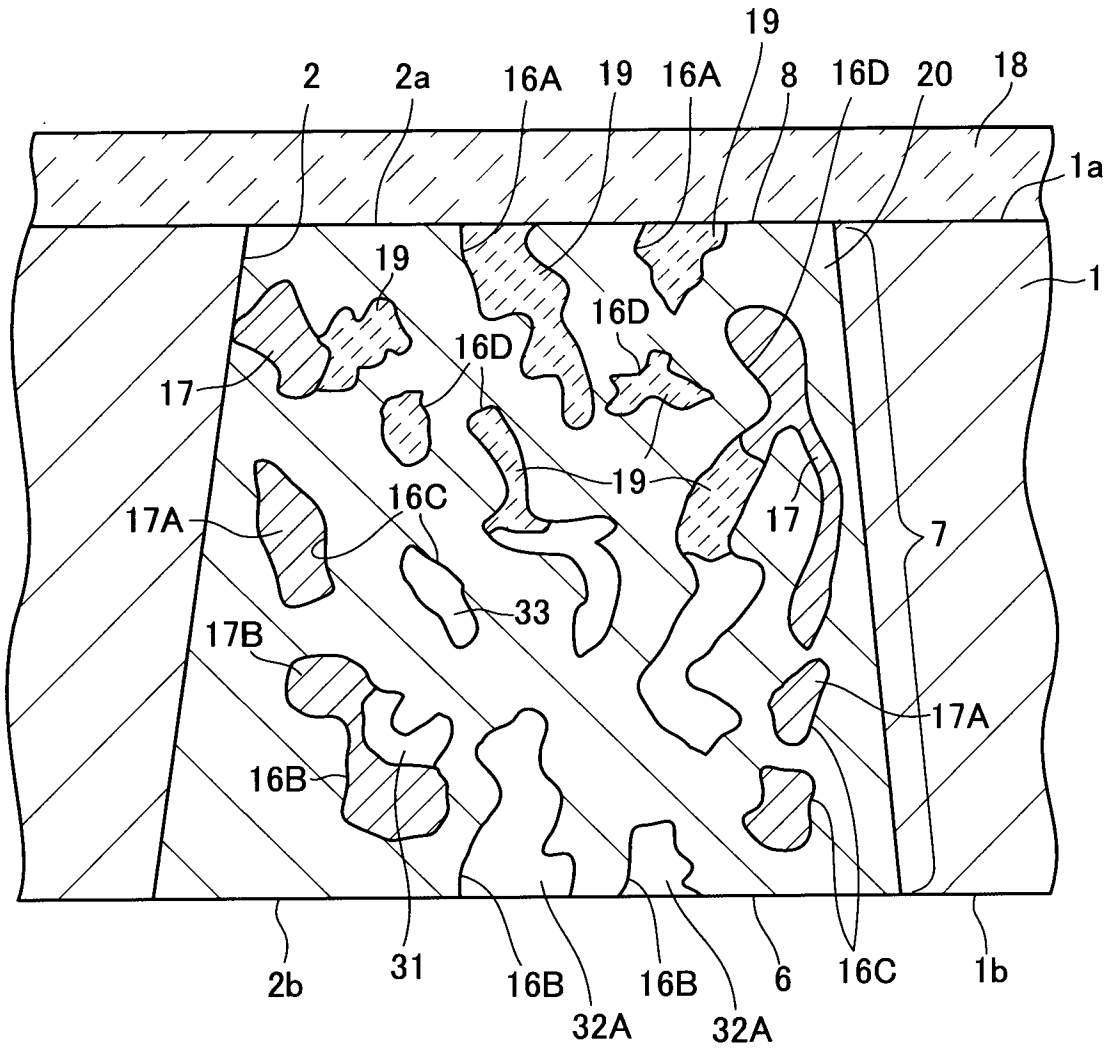
(b)



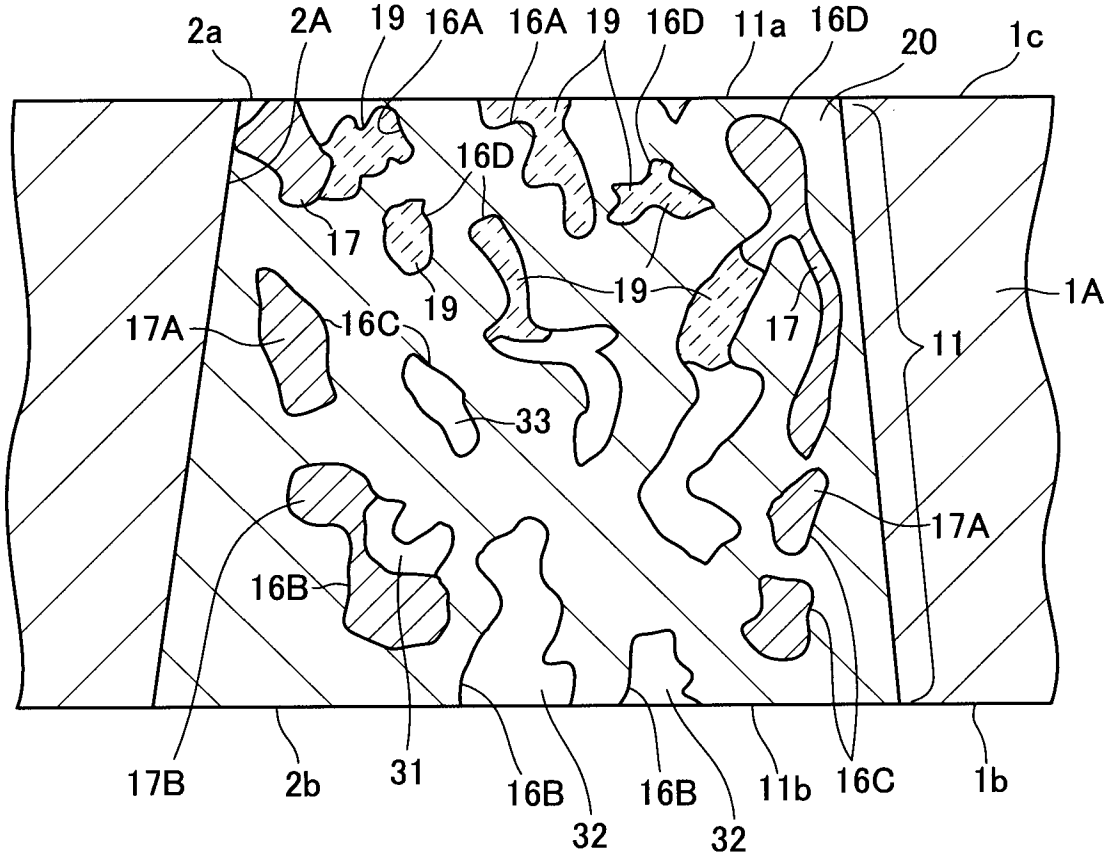
[図4]


16D
2
2a
16A
16D
16A
5
1a
1
17
16D
20
17
16C
4
33
17A
17A
17B
32
16B
2b
16B
16B
6
16C
1b
32A

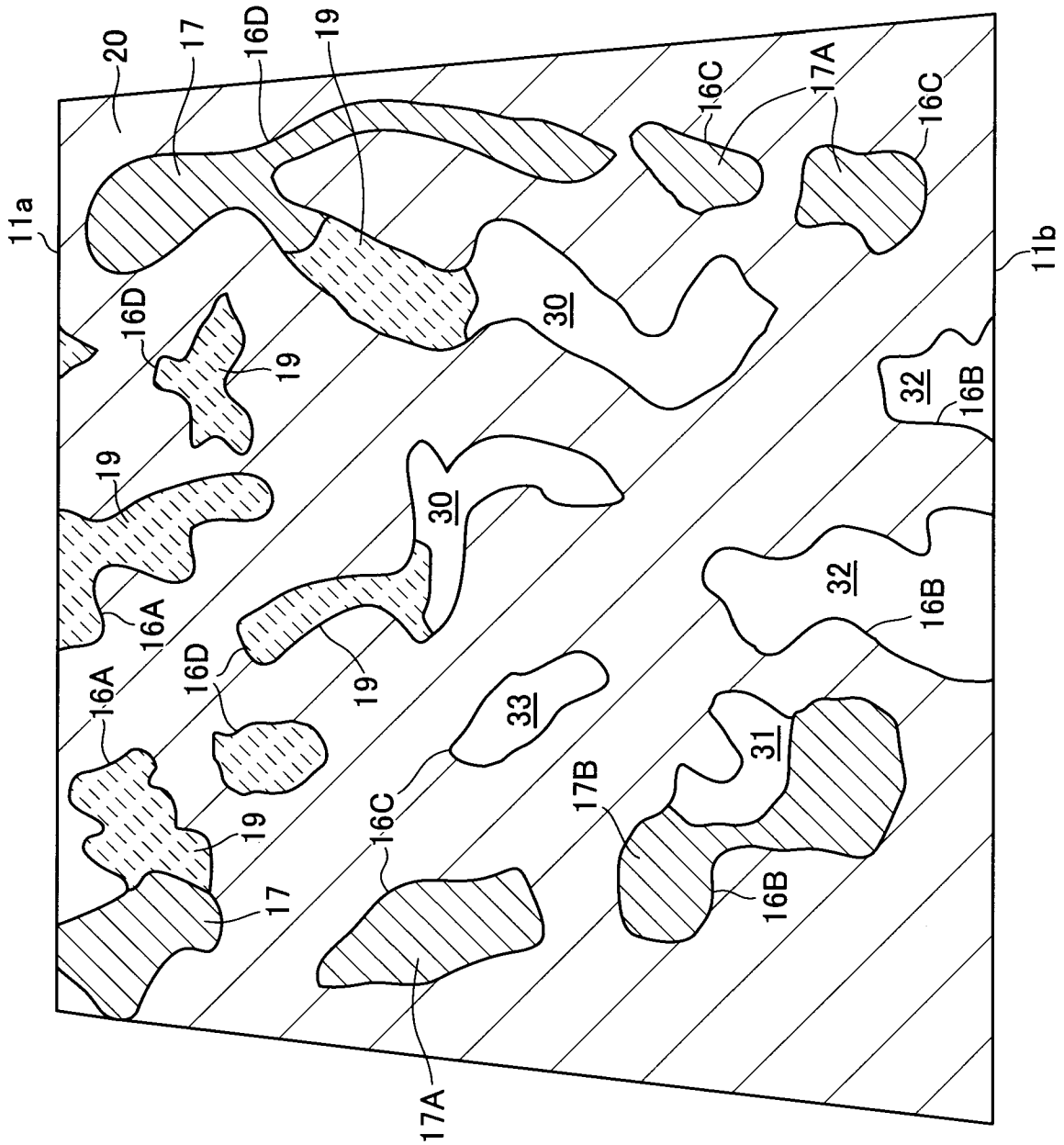
[図5]


19
2
2a
16A
19
16A
8
16D
20
18
1a
1
19
16D
16D
17
19
17A
16C
17
7
33
17B
17A
16B
2b
31
16B
16B
6
16C
1b
32A
32A

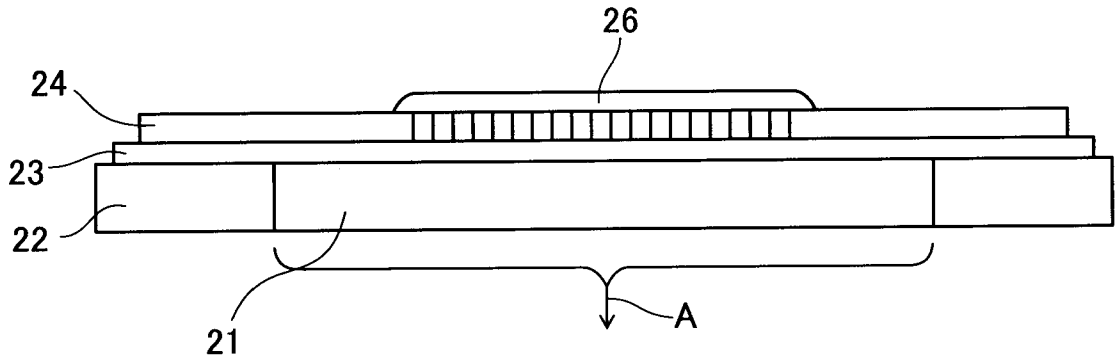
[図6]


2a
2A
19
16A
16A
19
16D
11a
16D
20
1c
16D
17
19
19
1A
17A
16C
19
17
11
33
17A
16B
17B
2b
31
16B
32
16B
32
11b
16C
1b

[図7]


20
17
16D
19
16C
17A
16C
11a
11b
16D
19
30
32
16B
19
30
16A
16A
16D
19
32
16B
33
31
16C
17B
19
17
16B
16C
17A

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/003554

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H05K1/11(2006.01)i, *H01L23/13*(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)
H05K1/11, H01L23/13

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2005-093105 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 07 April 2005 (07.04.2005), paragraphs [0026] to [0038]; fig. 3 (Family: none)	1-4
Y	JP 06-291435 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 18 October 1994 (18.10.1994), paragraphs [0007], [0015], [0021] (Family: none)	1-4
Y	WO 2014/106925 A1 (Allied Material Corp.), 10 July 2014 (10.07.2014), paragraph [0047] & EP 2942808 A1 paragraph [0047] & US 2015/0351241 A1 & CN 104781928 A & KR 10-2015-0103653 A	4

☒ 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	Date of mailing of the international search report
28 March 2017 (28.03.17)	11 April 2017 (11.04.17)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/003554

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 2013-165265 A (ZyCube Co., Ltd.), 22 August 2013 (22.08.2013), paragraph [0069] & US 2013/0313687 A1 paragraph [0138]	4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００３５５４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05K1/11(2006.01)i, H01L23/13(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05K1/11, H01L23/13

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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 2005-093105 A (旭硝子株式会社) 2005.04.07, 段落[0026]-[0038], 図３ (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 06-291435 A (日本特殊陶業株式会社) 1994.10.18, 段落[0007], [0015], [0021] (ファミリーなし)	1-4
Y	WO 2014/106925 A1 (株式会社アライドマテリアル) 2014.07.10, 段落[0047] & EP 2942808 A1, 段落[0047] & US 2015/0351241 A1 & CN 104781928 A & KR 10-2015-0103653 A	4

☑　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	国際調査報告の発送日
２８．０３．２０１７	１１．０４．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｄ　３０４６
ゆずりは　広行
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５１

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 2013-165265 A (株式会社ザイキューブ) 2013.08.22, 段落[0069] & US 2013/0313687 A1,段落[0138]	4