

(43) 国際公開日
2008 年 1 月 31 日 (31.01.2008)

PCT

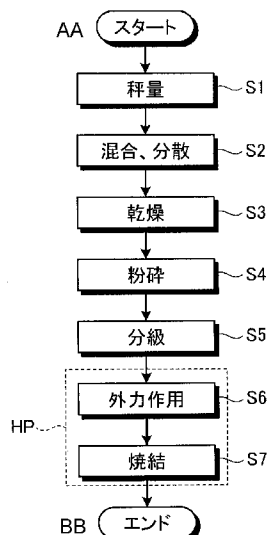
(10) 国際公開番号
WO 2008/013145 A1

- (51) 国際特許分類:
C04B 35/16 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)
G01R 1/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/064457
- (22) 国際出願日: 2007 年 7 月 23 日 (23.07.2007)
- (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2006-201250 2006 年 7 月 24 日 (24.07.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本
発条株式会社 (NHK SPRING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒
2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 0 番地
Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 宮地 真也
(MIYAJI, Shinya) [JP/JP]; 〒2360004 神奈川県横浜
市金沢区福浦 3 丁目 1 0 番地 日本発条株式会社内
Kanagawa (JP). 斎藤 慎二 (SAITO, Shinji) [JP/JP]; 〒
2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 0 番地
日本発条株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006019 東京
都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルデ
ィング 酒井国際特許事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

[続葉有]

(54) Title: CERAMIC MEMBER, PROBE HOLDER, AND METHOD FOR PRODUCING CERAMIC MEMBER

(54) 発明の名称: セラミックス部材、プローブホルダ、およびセラミックス部材の製造方法



AA START
S1 WEIGH
S2 MIX/DISPERSE
S3 DRY
S4 PULVERIZE
S5 CLASSIFY
S6 APPLY EXTERNAL FORCE
S7 SINTER
BB END

(57) Abstract: Disclosed is a ceramic member having a thermal expansion coefficient close to that of silicon and exhibiting excellent workability. Also disclosed are a probe holder formed by using the ceramic member and a method for producing such a ceramic member. Specifically, at least mica and silicon dioxide are mixed, and the resulting mixture is applied with an external force oriented in one direction and sintered. In this mixture, the volume content of mica is preferably 70-90% by volume and the volume content of silicon dioxide is preferably 10-30% by volume.

(57) 要約: シリコンに近い熱膨張係数を有するとともに良好な加工性を備えたセラミックス部材、このセラミックス部材を用いて形成されたプローブホルダ、およびセラミックス部材の製造方法を提供する。この目的のため、少なくともマイカと二酸化ケイ素とを混合し、この混合した混合物に対して一方向を指向する外力を作用させ、前記混合物を焼結する。混合物は、マイカの体積含有率が70～90体積%であり、二酸化ケイ素の体積含有率が10～30体積%であればより好ましい。



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

セラミックス部材、プローブホルダ、およびセラミックス部材の製造方法
技術分野

[0001] 本発明は、所定の組成を有する材料を焼結することによって得られるセラミックス部材、このセラミックス部材を用いて形成され、半導体集積回路などの電気特性検査に適用されるプローブを保持するプローブホルダ、およびセラミックス部材の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体検査や液晶検査に用いられるマイクロコンタクタには、検査対象の回路構造と検査用の信号を送出する回路構造とを電氣的に接続するプローブを挿入するため、微細な貫通孔を多数形成した薄板状のプローブホルダが組み込まれている。従来、このプローブホルダを、機械加工が可能な快削性を有するセラミックス部材（マシンナブルセラミックス）を用いて形成する技術が開示されている（例えば、特許文献1を参照）。このようなマシンナブルセラミックスのうち、マイカを含有するマイカ系セラミックスは、そのマイカが有するへき開性によって良好な加工性を実現している。

[0003] 特許文献1：特許第3697942号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、マイカ系セラミックスの熱膨張係数は $7.5 \sim 11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 程度であるのに対して、シリコンの熱膨張係数は $3.4 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 程度であり、両者の熱膨張係数は大きく異なっている。このため、マイカ系セラミックスからなるプローブホルダの場合、シリコンウェハのバーンイン検査のように検査温度が常温～高温と変化する検査を行うと、上述した熱膨張係数の違いにより、検査不能となる場合があった。以下、この点について説明する。

[0005] 具体的な例として、熱膨張係数が $9 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ のマイカ系セラミックスを用いてプローブホルダを形成した場合を説明する。ここでは、ウェハに対してプローブを一括してコンタクトさせるタイプのマイクロコンタクタ（プローブカード）に搭載されるプローブ

ホルダを形成し、プローブ挿通孔は、少なくとも常温下で正確なコンタクトを実現するように設計されたものとする。

- [0006] 上述した構成を有するプローブホルダを用いてシリコンウェハのバーンイン検査を行うと、温度150℃下の検査時には、シリコンウェハの外周付近でそのシリコンウェハとプローブホルダとの間に120～130 μ m程度の外周方向への熱膨張差が生じる。このため、マイカ系セラミックスからなるプローブホルダは、温度環境によって、プローブホルダに収容されるプローブの先端が、ウェハ上に設けられる電極パッド(通常80 μ m角程度の大きさを有する)に正確にコンタクトせず、検査不能となってしまうことがあった。
- [0007] 上述した問題を解決するために、検査温度域ごとにプローブ挿通用の貫通孔の位置が微小に異なる複数のプローブホルダをマイカ系セラミックスによって形成する方法も考えられる。しかしながら、この場合には、検査温度域ごとにマイクロコンタクトを取り替えなければならず、検査コストの上昇を招く要因となっていた。
- [0008] また、予めシリコンウェハとプローブホルダとの温度による位置ズレを考慮に入れて貫通孔の位置を定めることも考えられるが、そのための設計上の工夫を施すことによって構成が複雑化したり、製造コストが上昇してしまうという問題があった。
- [0009] これに対して、上述した従来のマイカ系セラミックスよりもガラス系材料の割合が大きいマイカ系セラミックスを形成することも考えられる。ガラス系材料は、熱膨張係数がシリコンよりも小さく $10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 程度である。このため、ガラス系材料の割合が大きいマイカ系セラミックスの熱膨張係数は、従来のマイカ系セラミックスの熱膨張係数よりもシリコンの熱膨張係数に近い値を有することとなる。ところが、この場合には、へき開性を有するマイカの割合が従来よりも小さくなるため、従来のマイカ系セラミックスと比較して加工性が劣化するという新たな問題が生じた。
- [0010] 以上説明した問題点を全て解決することができる材料として、シリコンに近い熱膨張係数を有するとともに、良好な加工性を有するセラミックス部材を製造する技術が待望されていた。
- [0011] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、シリコンに近い熱膨張係数を有するとともに良好な加工性を備えたセラミックス部材、このセラミックス部材を用いて形成

されるプローブホルダ、およびセラミックス部材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

- [0012] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の一態様に係るセラミックス部材は、マイカと二酸化ケイ素とを含む混合物が焼結されて成り、前記マイカが一方方向に配向していることを特徴とする。
- [0013] また、上記発明において、前記マイカが配向している方向と平行な方向の20～250℃における熱膨張係数が $3\sim 5\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるとしてもよい。
- [0014] また、上記発明において、前記混合物は、前記マイカの体積含有率が70～90体積％であり、前記二酸化ケイ素の体積含有率が10～30体積％であるとしてもよい。
- [0015] また、上記発明において、前記マイカは非膨潤性マイカであるとしてもよい。
- [0016] 本発明の別な態様は、導電性材料から成るプローブを挿通可能な貫通孔を有し、前記プローブを収容するプローブホルダであって、上記発明に係るセラミックス部材を用いて形成された母材を備え、前記貫通孔は、前記母材において前記マイカが配向する方向と交差する方向に貫通されていることを特徴とする。
- [0017] 本発明のさらに別な態様に係るセラミックス部材の製造方法は、少なくともマイカと二酸化ケイ素とを混合する混合工程と、前記混合工程で混合した混合物に対して一方方向を指向する外力を作用させる外力作用工程と、前記混合物を焼結する焼結工程と、を有することを特徴とする。
- [0018] また、上記発明において、前記外力作用工程および前記焼結工程を、ホットプレス焼結法によって一括して行うとしてもよい。
- [0019] また、上記発明において、前記焼結工程における焼結温度が950～1000℃であるとしてもよい。
- [0020] また、上記発明において、前記焼結工程は、減圧雰囲気中または還元雰囲気中で行うとしてもよい。
- [0021] また、上記発明において、前記混合物は、前記マイカの体積含有率が70～90体積％であり、前記二酸化ケイ素の体積含有率が10～30体積％であるとしてもよい。
- [0022] また、上記発明において、前記マイカは非膨潤性マイカであるとしてもよい。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、マイカと二酸化ケイ素とを含む混合物を焼結し、前記マイカを一方方向に配向させることにより、シリコンに近い熱膨張係数を有するとともに良好な加工性を備えたセラミックス部材、このセラミック部材を用いて形成されたプローブホルダを提供することができる。

[0024] また、本発明に係るセラミックス部材の製造方法によれば、少なくともマイカと二酸化ケイ素とを混合する混合工程と、前記混合工程で混合した混合物に対して一方方向を指向する外力を作用させる外力作用工程と、前記混合物を焼結する焼結工程と、を有することにより、シリコンに近い熱膨張係数を有するとともに良好な加工性を備えたセラミック部材を製造することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、本発明の一実施の形態に係るセラミックス部材の製造方法の概要を示すフローチャートである。

[図2]図2は、本発明の一実施の形態に係るセラミックス部材を用いて形成したプローブホルダの構成を示す図である。

[図3]図3は、図2に示すプローブホルダの微小領域を拡大した部分拡大図である。

[図4]図4は、図3のA-A線断面図である。

[図5]図5は、本発明の一実施の形態に係るプローブホルダを用いて構成されたプローブカードの要部の構成を模式的に示す図である。

[図6]図6は、プローブの詳細な構成とプローブホルダにおけるプローブの保持態様を示す図である。

[図7]図7は、本発明の実施例1で行った熱膨張の測定に用いた試験片を示す図である。

符号の説明

- [0026] 1 プローブホルダ
1A、1B 表面
2 プローブカード
3 プローブ

- 4 スペーストランスフォーマ
- 5 インターポーザ
- 6 配線基板
- 7 オスコネクタ
- 8 補強部材
- 9 シリコンウェハ
- 11 貫通孔
- 11a 大径部
- 11b 小径部
- 31、32 針状部材
- 33 ばね部材
- 41、91 電極パッド
- 101 焼結体
- 102、103 試験片
- S 微小領域
- w 配線

発明を実施するための最良の形態

[0027] 以下、添付図面を参照して本発明を実施するための最良の形態(以後、「実施の形態」と称する)を説明する。図1は、本発明の一実施の形態に係るセラミックス部材の製造方法の概要を示すフローチャートである。まず、マイカおよび二酸化ケイ素(SiO_2)を主成分とする原材料を秤量する(ステップS1)。本実施の形態で適用するマイカとしては、非膨潤性マイカが好適であるが、その他の合成マイカや天然マイカを適用することも可能である。

[0028] 続いて、ステップS1で秤量した物質の混合、分散を行う(ステップS2)。具体的には、ステップS1で秤量した原材料に水またはアルコール等の溶媒を加えたものを湿式ボールミルによって混合、分散する。続いて、ステップS2で得られた混合物をエバポレータに入れて乾燥させ、溶媒を除去する(ステップS3)。これにより、マイカおよび二酸化ケイ素の混合物は、フレーク状の集合体となる。この混合物におけるマイカの

体積含有率は70～90体積％であり、二酸化ケイ素の体積含有率は10～30体積％である。

[0029] 次に、ステップS3によって得られた混合物の集合体を粉砕する(ステップS4)。ステップS4では、粉砕後に達成すべき粒度分布に応じて乳鉢および／または乾式ボールミルを用いる。この後、メッシュパスを用いて混合物を分級し(ステップS5)、その集合体の平均粒径を小さくし、粒度を均一化する。

[0030] その後、平均粒径が小さくなり、粒度が均一化された混合物に対して、所定の一方方向に外力を作用させ(ステップS6)、焼結する(ステップS7)。本実施の形態においては、混合物を焼結する方法としてホットプレス焼結法を適用することができる。ホットプレス焼結法は、混合物をホットプレス装置内の金属製の型枠に入れて所定の一方方向へプレス加圧しながら焼結する方法である。したがって、ホットプレス焼結法を用いて混合物を焼結する場合には、ステップS6の外力作用工程およびステップS7の焼結工程が一括して行われる(図1の破線領域で示すステップHP)。なお、このステップHPにおけるホットプレス焼結温度は、900～1100℃、より好ましくは950～1000℃である。

[0031] 一般に、マイカ粒子は鱗片状をなしているため、一方方向を指向する外力を作用させることによって鱗片状の表面が外力作用方向と略直交する方向に揃っていく。その結果、混合物は、外力作用方向と直交する方向に配向することとなる。

[0032] 以上説明したステップS1～ステップS7により、本実施の形態に係るセラミックス部材が完成する。このようにして製造されたセラミックス部材は、鱗片状をなすマイカ粒子の面方向がほぼ揃うことによって一方方向に配向を生じる。その結果、焼結によって得られた焼結体では、外力作用方向の熱膨張係数が $12\sim14\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ となるのに対して、配向方向の熱膨張係数が $3\sim5\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ となる。したがって、セラミックス部材の配向方向の熱膨張係数は、シリコンの熱膨張係数 $3.4\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ に近い値となる。

[0033] 本実施の形態に係るセラミックス部材は、検査対象であるシリコンウェハ等の回路基板と検査用の信号を送信する配線基板とを電氣的に接続するため、導電性材料によって形成されるプローブを保持するプローブホルダの母材として適用することができ

る。図2は、本実施の形態に係るプローブホルダの構成を示す図である。また、図3は、図2に示すプローブホルダ1の微小領域Sを拡大した部分拡大図であり、図4は、図3のA-A線断面図である。なお、図面は模式的なものであつて、各部分の厚みと幅との関係、それぞれの部分の厚みの比率などは現実のものとは異なる場合もあることに留意すべきであり、図面の相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれる場合があることは勿論である。

[0034] 図2～図4に示すプローブホルダ1は、薄い円盤状をなし、シリコンウェハのフルウェハレベルテストに適用されるマイクロコンタクタであるプローブカードの一部をなす(プローブカードの構成については後述する)。プローブホルダ1は、検査対象であるシリコンウェハの配列に応じて配置されるプローブを収容する貫通孔11が、板厚方向(図4の鉛直方向)に形成されている。貫通孔11は、検査用の信号を送信する配線側と対向する表面1Aから板厚方向に穿設された大径部11aと、この大径部11aと同じ中心軸を有し、大径部11aよりも径が小さく、検査時に検査対象のシリコンウェハと対向する表面1Bから板厚方向に穿設された小径部11bとを有する。

[0035] プローブホルダ1では、マイカ粒子の配向方向が、プローブホルダ1の板厚方向すなわち貫通孔11の貫通方向と直交しているため、図4の水平方向の熱膨張率がシリコンウェハの(水平方向の)熱膨張率と温度によらずに同程度となる。その結果、プローブホルダ1は、温度によらずにプローブをシリコンウェハに対して正確にコンタクトさせることができる。なお、プローブホルダ1におけるマイカ粒子の配向方向は、貫通孔11の貫通方向と交差していればよいが、上記の如く直交していればより好ましい。

[0036] プローブホルダ1に貫通孔11を形成する際には、平面研削盤を用いてセラミックス部材の平面度、平行度を高めた後、表面1Bから所定の深さ H_b まで小径部11bを形成した後、表面1Aから所定の深さ H_a までドリル加工を行うことによつて大径部11aを形成する($H = H_a + H_b$)。なお、大径部11aおよび小径部11bを形成する際には、各々の径に適合する超鋼ドリルを用いたドリル加工を行うが、レーザ、エッチング、打抜成形、電子ビーム、イオンビーム、ワイヤ放電等の加工技術を適用してもよい。本実施の形態に係るセラミックス部材では、貫通孔11のアスペクト比(径 r に対する孔深さ H_b の比 H_b/r)を15以上とするような加工を実現することができる。

[0037] 図5は、プローブホルダ1を用いて構成されたプローブカードの要部の構成を模式的に示す図である。同図に示すプローブカード2は、上述したプローブホルダ1と、プローブホルダ1の貫通孔11に収容保持されるプローブ3と、プローブホルダ1における微細な配線wの間隔を変換するスペーストランスフォーマ4と、スペーストランスフォーマ4から出た配線wを中継するインターポーザ5と、インターポーザ5によって中継された配線wを検査装置へ接続する配線基板6と、配線基板6に設けられて検査装置側に設けられるメスコネクタと接続されるオスコネクタ7と、配線基板6を補強する補強部材8と、を備える。

[0038] 図6は、プローブ3の詳細な構成とプローブホルダ1におけるプローブ3の保持態様を示す図である。プローブ3は、先端がスペーストランスフォーマ4に設けられた電極パッド41と接触する針状部材31と、この針状部材31と相反する向きに表面1Bから突出し、シリコンウェハ9の電極パッド91に接触する針状部材32と、針状部材31と針状部材32との間に設けられて二つの針状部材31および32を伸縮自在に連結するばね部材33とが同軸的に連結されている。針状部材32の基端部付近にはフランジが形成されており、貫通孔11の小径部11bと大径部11aとの境界をなす段部によって抜け止めされている。プローブ3のプローブホルダ1における具体的な配列パターンは、検査対象であるシリコンウェハ9上の電極パッド91の配置パターンに応じて定められる。

[0039] プローブホルダ1は、黒色系の色合いを有しているため、プローブホルダ1の表面でハレーションを起こすことがない。したがって、プローブ3の検出精度および検出速度を向上させることができ、検査自体の時間を短縮することが可能となる。

[0040] また、プローブホルダ1は、さまざまな条件下での電気特性検査に適用することができる。例えば、プローブホルダ1は、検査対象の温度とプローブホルダ1の母材をなすセラミックス部材の温度とが等しい条件下での電気特性検査のみならず、検査対象の温度が当該セラミックス部材の温度よりも高い条件下での電気特性検査にも適用することができる。

[0041] 以上説明した本発明の一実施の形態によれば、体積含有率が70～90体積%のマイカと、体積含有率が10～30体積%の二酸化ケイ素とを含む混合物を焼結し、前記

マイカを一方向に配向させることにより、シリコンに近い熱膨張係数を有するとともに良好な加工性を備えたセラミックス部材、このセラミック部材を用いて形成されたプローブホルダを提供することができる。

- [0042] また、本実施の形態に係るセラミックス部材の製造方法によれば、少なくともマイカと二酸化ケイ素とを混合することにより、前記マイカの体積含有率が70～90体積%、前記二酸化ケイ素の体積含有率が10～30体積%である混合物を生成する混合工程と、前記混合工程で混合した前記マイカおよび前記二酸化ケイ素を主成分として含む混合物に対して一方向を指向する外力を作用させる外力作用工程と、前記混合物を焼結する焼結工程と、を有することにより、シリコンに近い熱膨張係数を有するとともに良好な加工性を備えたセラミック部材を製造することが可能となる。
- [0043] さらに、本実施の形態に係るプローブホルダによれば、プローブの挿通方向がマイカ粒子の配向方向と直交しているため、プローブがコンタクトする位置の熱膨張による変化がシリコンウェハの熱膨張による変化に追従して起こるため、異なる温度環境下で複数の検査を行うような場合であっても、温度によらずにプローブをシリコンウェハの電極パッドに正確にコンタクトさせることが可能となる。したがって、プローブホルダを温度帯域に応じて交換したりする必要がなくなるため、検査時間を短縮し、検査に要するコストを低減することができる。
- [0044] 加えて、本実施の形態では、外力作用工程と焼結工程とをホットプレス焼結法によって一括して行うことにより、セラミックス部材を容易に製造することができる。特に、本実施の形態においては、焼結温度が950～1000℃程度の高温であるため、生成されたセラミックス部材は黒色系の色合いをなす。したがって、本実施の形態に係るセラミックス部材を用いて形成されたプローブホルダは、実際の検査においてプローブの位置を検出するために画像処理を行う場合に表面でハレーションを起こすことがない。したがって、プローブの位置の検出精度や検出速度を向上させることが可能となる。
- [0045] なお、本実施の形態に係るセラミックス部材の製造方法における外力作用工程および焼結工程は、ホットプレス焼結法に限定されるわけではない。例えば、外力作用工程として、スリップキャスト法を適用してもよい。スリップキャスト法を適用した場合、外

力としての重力によってマイカ粒子が型内で沈降し堆積する。これにより、マイカ粒子が配向することとなる。このようにして配向したマイカ粒子を含む集合体を焼結する際には、減圧焼結法や還元雰囲気焼結法などの従来から知られている焼結法を適用すればよい。また、スリップキャスト法を適用した後、ホットプレス焼結法を用いて焼結してもよい。ホットプレス焼結法を用いる場合には、スリップキャスト法によって生じたマイカ粒子の配向方向とホットプレス焼結法における加圧方向とが直交するようにすればよい。

[0046] ところで、本実施の形態に係るセラミックス部材によって製造可能なプローブホルダは、シリコンウェハ上の電極パッドにプローブを一括してコンタクトさせるフルウェハタイプに限定されるわけではなく、ソケット型のプローブホルダ等として適用することも可能である。また、本実施の形態では、バネ部材によってピンが連結されたピン型プローブを収容するプローブホルダを用いる場合を説明したが、他のタイプのプローブ（ワイヤ型、ブレード型等）を収容するプローブホルダとして上述したセラミックス部材を適用することも可能である。

実施例 1

[0047] 次に、本発明の実施例を説明する。本発明の実施例1では、上記実施の形態で説明したセラミックス部材の製造方法を用いることによって、体積含有率が80体積%のマイカと体積含有率が20体積%の二酸化ケイ素とを主成分とする混合物からセラミックス部材を生成した。マイカとしては、カリウム(K)、マグネシウム(Mg)、ケイ素(Si)、酸素(O)、およびフッ素(F)からなる非膨潤性マイカを適用した。

[0048] 本実施例1においては、外力作用工程および焼結工程をホットプレス焼結法によって一括して行った。ホットプレス焼結を行う際には、600mmHgの窒素雰囲気中で、面圧35MPaにて一方向へプレス加圧し、焼結温度1000℃で6時間焼結した。このホットプレス焼結によって得られた焼結体に対し、ホットプレス焼結時の加圧方向の熱膨張およびこの加圧方向と垂直な方向の熱膨張を常温(20℃)～250℃の間の所定の温度帯域で測定した。この測定は、JIS R 1618(ファインセラミックスの熱機械分析による熱膨張の測定方法)に準拠して行った。

[0049] 図7は、本実施例1で測定に使用した試験片を模式的に示す図であり、具体的には

、焼結体101(破線で表示)からの試験片の切り出し方を模式的に示している。同図に示す2つの試験片102および103のうち、試験片102は配向方向の熱膨張測定用として作製したものであり、試験片103が加圧方向の熱膨張測定用として作製したものである。表1は、この測定結果を温度帯域ごとに示す図である。なお、表1の温度帯域の下限は常温(20℃程度)である。

[0050] [表1]

(表1)

温度(℃)	熱膨張係数($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	
	配向方向	加圧方向
～100	3.52	11.42
～150	3.41	11.46
～200	3.43	11.62
～250	3.78	12.06

[0051] この表1から、セラミックス部材の配向方向の熱膨張係数は全ての温度帯域で $3.4 \sim 3.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度であり、シリコンの熱膨張係数($3.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)に近い値を達成していることがわかる。他方、加圧方向と平行な方向の熱膨張係数は、 $11 \sim 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度であった。この結果、本実施例1に係るセラミックス部材には、熱膨張係数に関する異方性が発現していることが明らかとなった。

[0052] 本実施例1では、セラミックス部材の加工性を確認するため、焼結体から板厚が2.70mmのセラミックス部材を形成し、このセラミックス部材に対し、超鋼ドリルを用いたドリル加工により、500個の貫通孔をマトリックス状に形成した。ここでは、貫通孔の径を $160 \mu\text{m}$ (アスペクト比は $2.70/0.160=16.9$)、孔ピッチpを $200 \mu\text{m}$ とすることができた。その結果、ピッチ精度として $\pm 5 \mu\text{m}$ を達成することができた。この意味で、本実施例1で製造したセラミックス部材は良好な加工性を有していることが確かめられた。

実施例 2

[0053] 本発明の実施例2では、上記実施の形態で説明したセラミックス部材の製造方法を用いることによって、体積含有率が70体積%のマイカと体積含有率が30体積%の二酸化ケイ素とを主成分とする混合物からセラミックス部材を生成した。本実施例2にお

いても、上記実施例1と同じ非膨潤性マイカを適用し、ホットプレス焼結法によって焼結を行った。ホットプレス焼結時の焼結条件も、上述した実施例1と同じとした。また、焼結によって得られた焼結体に対しても、上記同様の試験片102および103を用いてJIS R 1618に準拠した測定を異なる温度帯域でそれぞれ行った。測定結果を表2に示す。

[0054] [表2]

(表2)

温度(°C)	熱膨張係数($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	
	配向方向	加圧方向
～100	3.44	10.84
～150	3.42	10.91
～200	3.61	11.21
～250	3.73	11.40

[0055] この表2から、セラミックス部材の配向方向の熱膨張係数は、全ての温度帯域で $3.4 \sim 3.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度であり、シリコンの熱膨張係数($3.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)に近い値を達成していることがわかる。他方、加圧方向と平行な方向の熱膨張係数は、 $10 \sim 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度であった。したがって、本実施例2に係るセラミックス部材にも熱膨張係数に関する異方性が発現していることが明らかとなった。

[0056] 本実施例2でも、セラミックス部材の加工性を確認するため、上記実施例1と同様に貫通孔を形成した。その結果、本実施例2で製造したセラミックス部材も、上記実施例1で製造したセラミックス部材と同等の加工性を有することが確かめられた。

実施例 3

[0057] 本発明の実施例3では、上記実施の形態で説明したセラミックス部材の製造方法を用いることによって、体積含有率が90体積%のマイカと体積含有率が10体積%の二酸化ケイ素とを主成分とする混合物からセラミックス部材を生成した。本実施例3においても、上記実施例1、2と同じ非膨潤性マイカを適用し、ホットプレス焼結法によって焼結を行った。ホットプレス焼結時の焼結条件も、上述した実施例1、2と同じとした。また、焼結によって得られた焼結体に対しても、上記同様の試験片102および103を用いてJIS R 1618に準拠した測定を異なる温度帯域でそれぞれ行った。測定結

果を表3に示す。

[0058] [表3]

(表3)

温度(°C)	熱膨張係数($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	
	配向方向	加圧方向
～100	4.32	11.75
～150	4.53	11.79
～200	4.73	12.04
～250	4.90	12.22

[0059] この表3から、セラミックス部材の配向方向の熱膨張係数は、全ての温度帯域で $4.0 \sim 5.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度であり、シリコンの熱膨張係数($3.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)に近い値を達成していることがわかる。他方、加圧方向と平行な方向の熱膨張係数は、 $11 \sim 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度であった。したがって、本実施例3に係るセラミックス部材にも熱膨張係数に関する異方性が発現していることが明らかとなった。

[0060] 本実施例3でも、セラミックス部材の加工性を確認するため、焼結体から板厚が2.70mmのセラミックス部材を形成し、上記実施例1と同様の方法で、1000個の貫通孔をマトリックス状に形成した。ここでは、貫通孔の径を $160 \mu\text{m}$ (アスペクト比は $2.70/0.160=16.9$)、孔ピッチ p を $200 \mu\text{m}$ とすることができた。その結果、ピッチ精度として $\pm 5 \mu\text{m}$ を達成することができた。この結果、本実施例3で製造したセラミックス部材も、上記実施例1、2で製造したセラミックス部材と同等の加工性を有することが確かめられた。

[0061] なお、本発明は、ここでは記載していないさまざまな実施の形態や実施例を含みうるものであり、特許請求の範囲により特定される技術的思想を逸脱しない範囲内において種々の変更等を施すことが可能である。

産業上の利用可能性

[0062] 以上のように、本発明は、半導体検査や液晶検査に用いられるマイクロコンタクタにおいて、検査対象の回路構造と検査用の信号を送出する回路構造とを電氣的に接続するプローブを挿入するプローブホルダの材料として好適である。

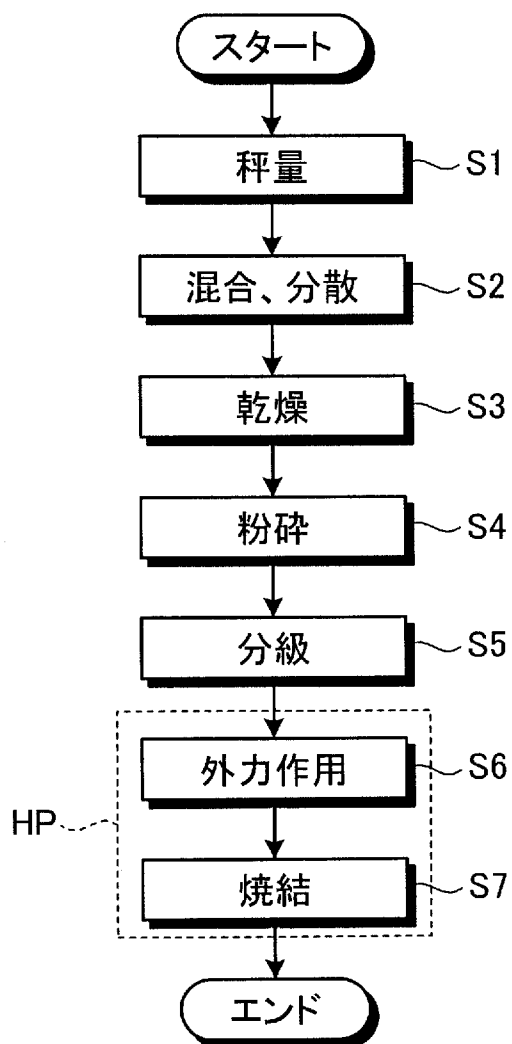
請求の範囲

- [1] マイカと二酸化ケイ素とを含む混合物が焼結されて成り、前記マイカが一方向に配向していることを特徴とするセラミックス部材。
- [2] 前記マイカが配向している方向と平行な方向の20～250℃における熱膨張係数が $3\sim5\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であることを特徴とする請求項1記載のセラミックス部材。
- [3] 前記混合物は、前記マイカの体積含有率が70～90体積％であり、前記二酸化ケイ素の体積含有率が10～30体積％であることを特徴とする請求項1または2記載のセラミックス部材。
- [4] 前記マイカは非膨潤性マイカであることを特徴とする請求項1または2記載のセラミックス部材。
- [5] 導電性材料から成るプローブを挿通可能な貫通孔を有し、前記プローブを収容するプローブホルダであって、
請求項1または2記載のセラミックス部材を用いて形成された母材を備え、
前記貫通孔は、前記母材において前記マイカが配向する方向と交差する方向に貫通されていることを特徴とするプローブホルダ。
- [6] 少なくともマイカと二酸化ケイ素とを混合する混合工程と、
前記混合工程で混合した混合物に対して一方向を指向する外力を作用させる外力作用工程と、
前記混合物を焼結する焼結工程と、
を有することを特徴とするセラミックス部材の製造方法。
- [7] 前記外力作用工程および前記焼結工程を、ホットプレス焼結法によって一括して行うことを特徴とする請求項6記載のセラミックス部材の製造方法。
- [8] 前記焼結工程における焼結温度が950～1000℃であることを特徴とする請求項6または7記載のセラミックス部材の製造方法。
- [9] 前記焼結工程は、減圧雰囲気中または還元雰囲気中で行うことを特徴とする請求項6または7記載のセラミックス部材の製造方法。
- [10] 前記混合物は、前記マイカの体積含有率が70～90体積％であり、前記二酸化ケイ素の体積含有率が10～30体積％であることを特徴とする請求項6または7記載の

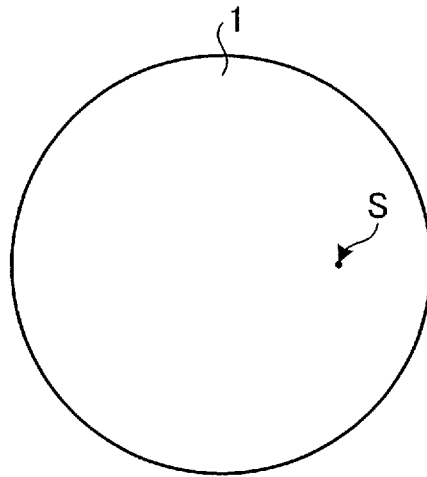
セラミックス部材の製造方法。

- [11] 前記マイカは非膨潤性マイカであることを特徴とする請求項6または7記載のセラミックス部材の製造方法。

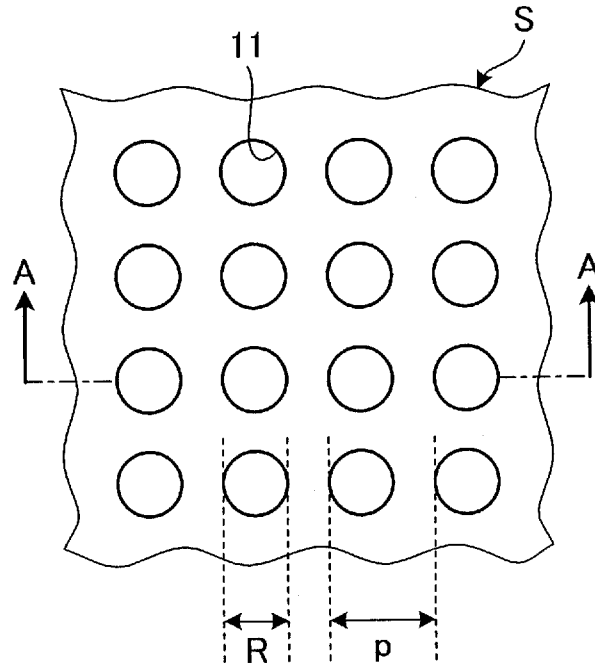
[図1]



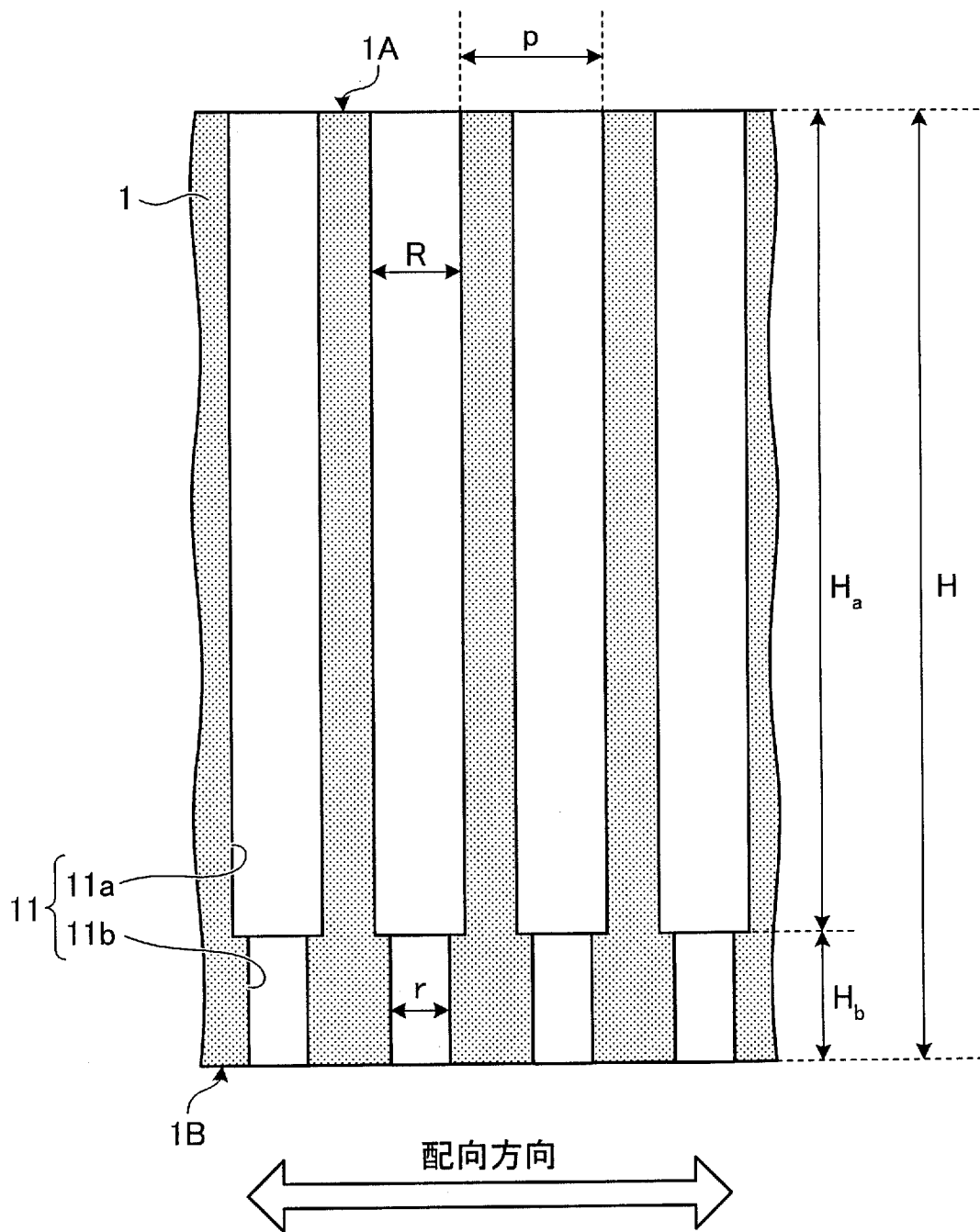
[[図2]]



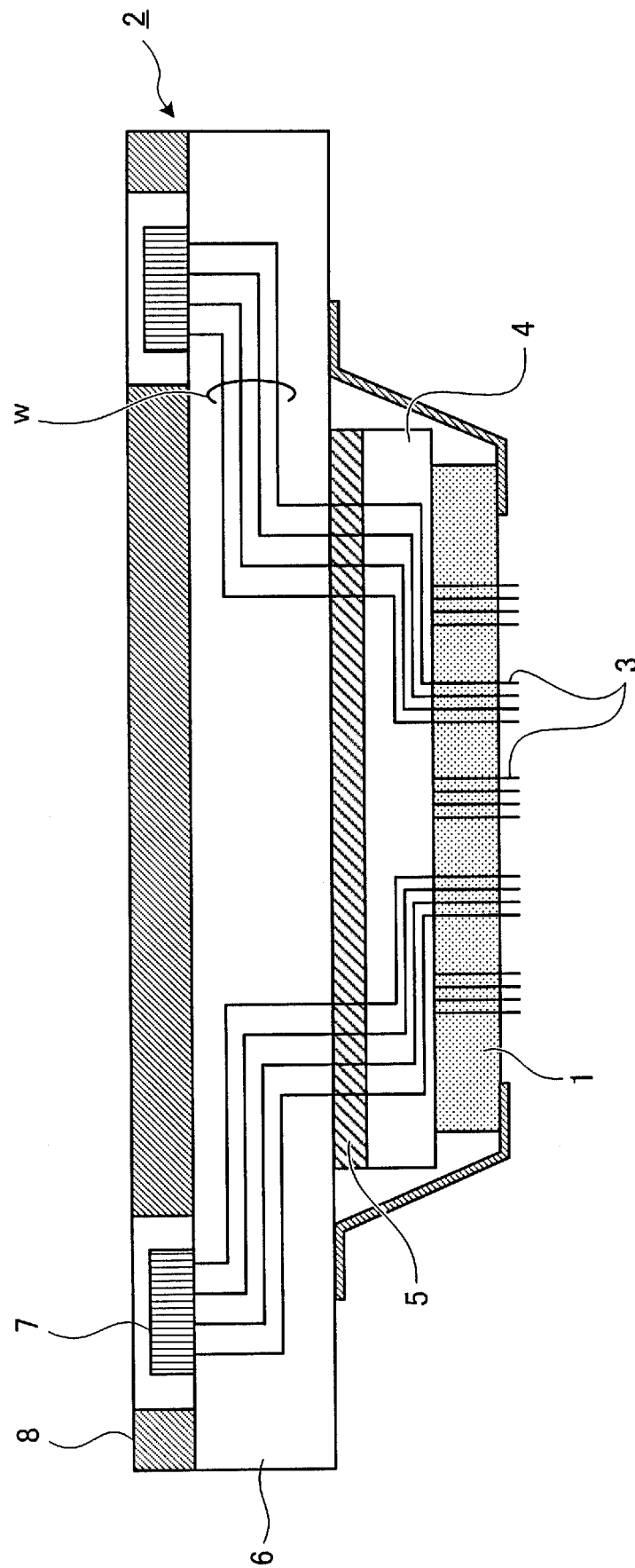
[[図3]]



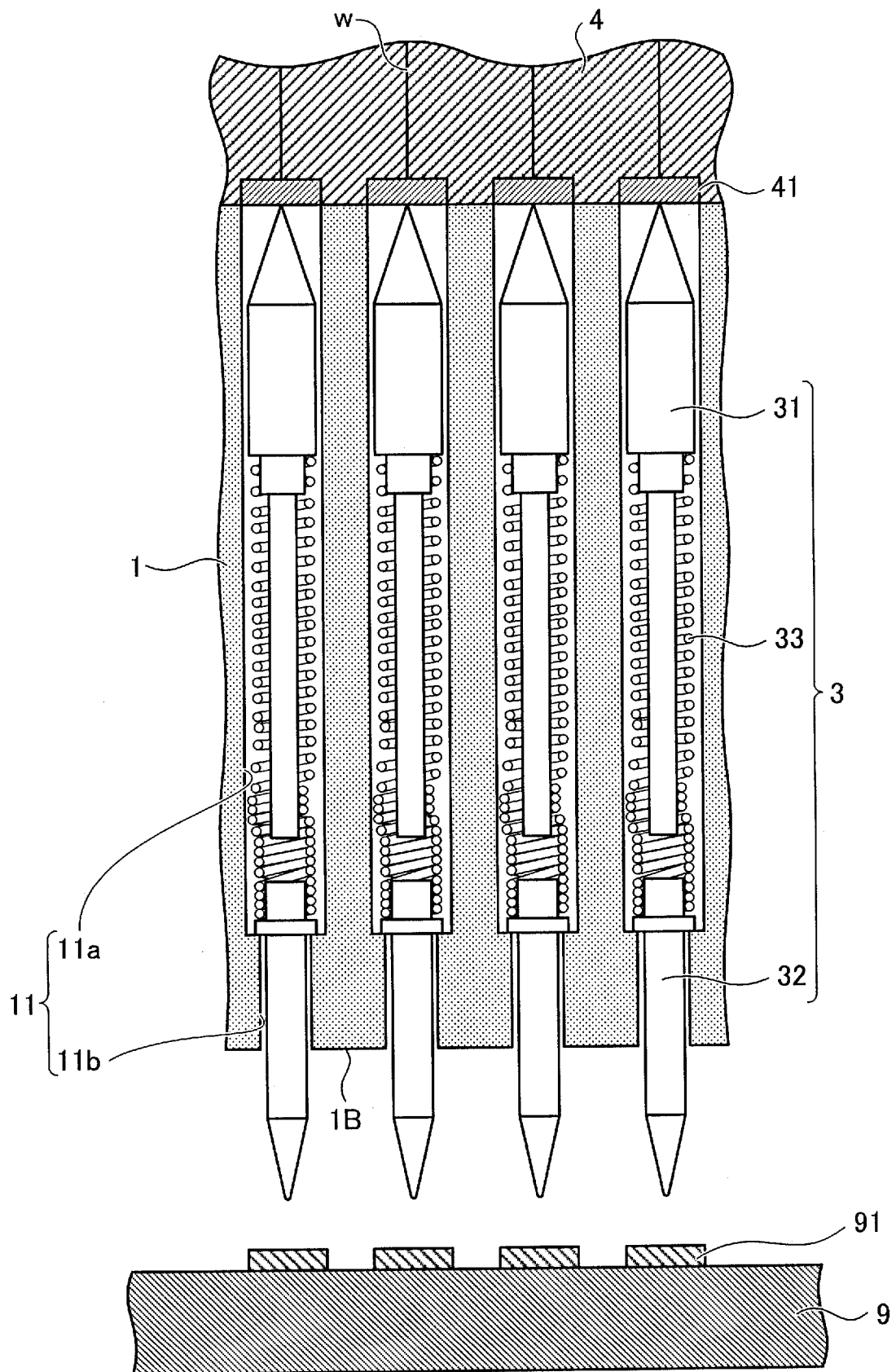
[図4]



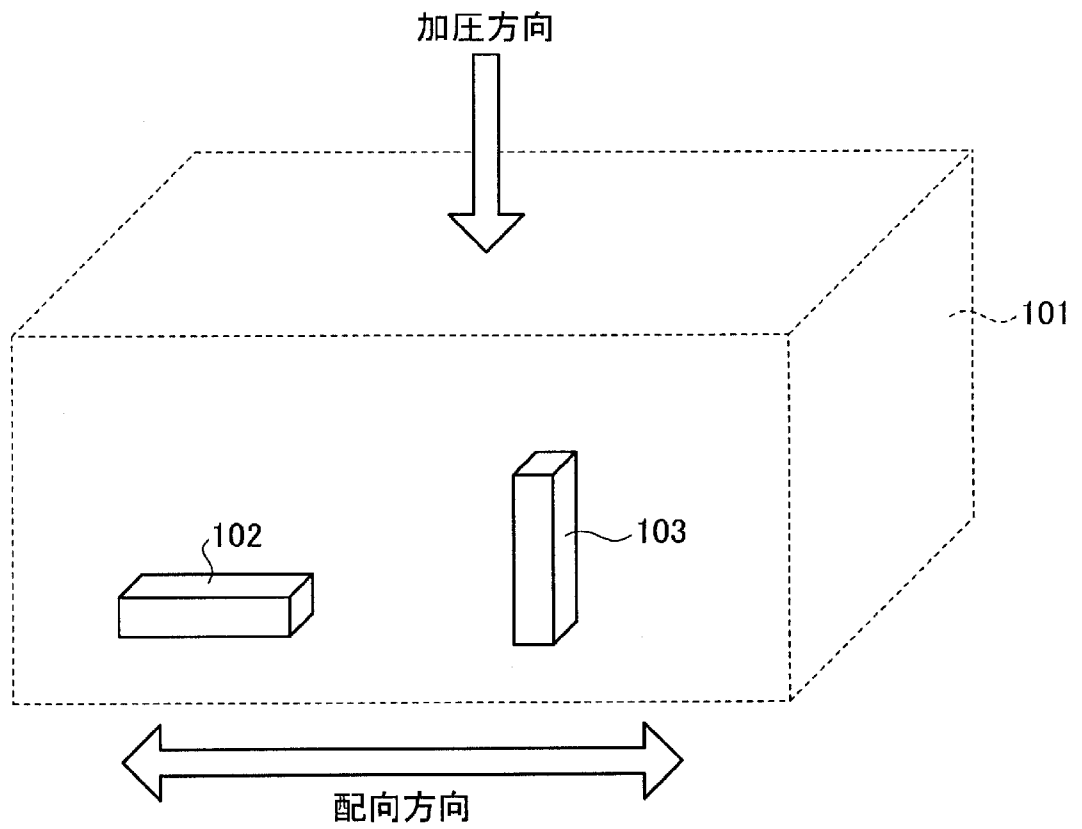
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/064457

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B35/16(2006.01) i, G01R1/06(2006.01) i, H01L21/66(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)

C04B35/16, G01R1/06, H01L21/66

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 Y A	JP 1-59231 B2 (Clayburn Ceramics Co., Ltd.), 15 December, 1989 (15.12.89), Claim 1; Par. No. [0004], lines 10, 11; Par. No. [0004], lines 23 to 25; Par. No. [0005], lines 18 to 29; Par. No. [0006], line 36 to Par. No. [0007], line 18; Par. No. [0008], lines 18 to 21 (Family: none)	1, 3, 4, 6, 8, 9, 11 7 2, 5, 10
X A	JP 63-50365 A (Hishiden Kasei Kabushiki Kaisha), 03 March, 1988 (03.03.88), Claim 1; page 4, lower left column, lines 5 to 7; page 6, table 1 (Family: none)	1, 2, 4 3, 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
04 October, 2007 (04.10.07)

Date of mailing of the international search report
23 October, 2007 (23.10.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/064457

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 6-329466 A (Toshiba Tungaloy Co., Ltd.), 29 November, 1994 (29.11.94), Par. Nos. [0012], [0015], [0019], [0020] (Family: none)	1, 4, 6, 8, 11 2, 3, 5, 7, 9, 10
Y	JP 62-78153 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 April, 1987 (10.04.87), Page 1, right column, lines 15 to 18 (Family: none)	7
A	JP 11-125646 A (Mitsubishi Electric Corp.), 11 May, 1999 (11.05.99), Par. No. [0038] & US 6144212 A	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C04B35/16(2006.01)i, G01R1/06(2006.01)i, H01L21/66(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C04B35/16, G01R1/06, H01L21/66			
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号
X Y A	JP 1-59231 B2 (株式会社クレー・バーン・セラミックス) 1989.12.15, 請求項 1、第4段落第10、11行、第4段落第23～25行、第5段落第18～2 9行、第6段落第36行～第7段落第18行、第8段落第18～21行（ファ ミリーなし）		1,3,4,6,8,9,11 7 2,5,10
X A	JP 63-50365 A (菱電化成株式会社) 1988.03.03, 請求項1、第4頁左下欄第5 ～7行、第6頁第1表（ファミリーなし）		1,2,4 3,5-11
☒ 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 04.10.2007		国際調査報告の発送日 23.10.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 武石 卓 電話番号 03-3581-1101 内線 3465	4 T 3767

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 請求の範囲の番号
X A	JP 6-329466 A (東芝タンガロイ株式会社) 1994.11.29, 【0012】、【0015】、【0019】、【0020】 (ファミリーなし)	1,4,6,8,11 2,3,5,7,9,10
Y	JP 62-78153 A (三菱電機株式会社) 1987.04.10, 第1頁右欄第15～18行 (ファミリーなし)	7
A	JP 11-125646 A (三菱電機株式会社) 1999.05.11, 【0038】 & US 6144212 A	1-11