(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
2015 年 9 月 24 日(24.09.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/141099 A1

(51) 国際特許分類:
C04B 35/111 (2006.01) *H05K 1/03* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/084552

(22) 国際出願日: 2014 年 12 月 26 日(26.12.2014)

(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 2014-055973 2014 年 3 月 19 日(19.03.2014) 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: 梅田勇治(UMEDA Yuhji); 〒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). 伊藤陽彦(ITO Haruhiko); 〒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: 千葉剛宏，外(CHIBA Yoshihiro et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木２丁目１番１号 新宿マインズタワー　１６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, 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, KN, KP, KR, 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).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

WO 2015/141099 A1

(54) **Title**: CERAMIC BODY AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称 : セラミック素地及びその製造方法

(57) **Abstract**: The present invention relates to a ceramic body and a method for producing the same. A crystal phase includes Al_2O_3 as the main crystal phase and in addition, only a ZrO_2 crystal phase. The ceramic body includes 89.0 to 92.0 mass% of Al as Al_2O_3, 2.0 to 5.0 mass% of Si as SiO_2, 2.0 to 5.0 mass% of Mn as MnO, 0 to 2.0 mass% of Mg as MgO, and 0.05 to 2.0 mass% of Zr as ZrO_2.

(57) 要約: 本発明は、セラミック素地及びその製造方法に関する。結晶相が、Al_2O_3を主結晶相とし、その他、ZrO_2結晶相のみを含む。AlをAl$_2$O$_3$換算で８９．０～９２．０質量%、SiをSiO$_2$換算で２．０～５．０質量%、MnをMnO換算で２．０～５．０質量%、MgをMgO換算で０～２．０質量%、ZrをZrO$_2$換算で０．０５～２．０質量%含む。

明　細　書

発明の名称 ： セラミック素地及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、セラミック素地に関し、例えば内部に振動子等の素子が実装されるセラミック製のパッケージや高周波用回路基板等に用いて好適なセラミック素地及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来のセラミック素地、例えばアルミナを主結晶相とするセラミック素地、すなわち、アルミナ素地として、国際公開第２０１３／１４６５００号パンフレット、特許第４４１３２２３号公報、特許第４５７８０７６号公報、特許第４４１３２２４号公報及び特許第４２２０８６９号公報に記載のアルミナ素地が知られている。

[0003] 国際公開第２０１３／１４６５００号パンフレットには、TiO_2（酸化チタン）を添加物として含み、アルミナ以外の結晶相として、$MnTiO_3$のみを含み、曲げ強度が６００ＭＰａの、小型化対応のセラミックパッケージ用素地が開示されている。

[0004] 特許第４４１３２２３号公報には、Ｍｎ酸化物、Ｓｉ酸化物を含み、Al_2O_3を主結晶相とし、$MnAl_2O_4$結晶を含み（Mn_2SiO_4を除く）、３点曲げ強度が５００ＭＰａ以上のアルミナ質焼結体からなるセラミックパッケージが開示されている。その他の添加物として、Ｍｇ酸化物、Ｃａ酸化物、Ｓｒ酸化物、Ｂａ酸化物のうち少なくとも１種を含むことが記載されている。さらに、Ｗ、Ｍｏ等の遷移金属の金属粉末や酸化物粉末を着色成分として含んでもよいことが記載されている。

[0005] 特許第４５７８０７６号公報及び特許第４４１３２２４号公報には、Ｚｒ（ジルコニウム）、Ｓｉ（シリコン）、Ｍｎ（マンガン）、Ｔｉ（チタン）、Ｍｇ（マグネシウム）、Ｓｒ（ストロンチウム）、Ｂａ（バリウム）、Ｃａ（カルシウム：２ａ族）からなるアルミナ素地が記載されている。このア

ルミナ素地は、熱伝導率が１０Ｗ／ｍＫ以上、誘電正接が１～６０ＧＨｚで、２０×１０$^{-4}$以下の高強度、高熱伝導、低誘電正接のアルミナ素地である。

[0006] 特許第４２２０８６９号公報には、小型対応のパッケージの強度対策について記載がある。具体的には、Mn_2O_3、$MgCO_3$、SiO_2を添加剤として含むグリーンシートを１３５０～１５００℃で焼成するセラミックパッケージの製造方法が記載されている。

発明の概要

[0007] 国際公開第２０１３／１４６５００号パンフレット記載のセラミックパッケージ用の素地は、高強度であるが、Ｍｏ（モリブデン）、Ｗ（タングステン）の導体と同時焼成で、還元雰囲気で焼成するため、Ti^{4+}からTi^{3+}への形成過程でホール（正孔）が形成され、誘電正接が大きくなる。振動子等が実装されるパッケージ用途では、絶縁体の誘電正接が大きくなることによる電気信号損失は問題とならないが、高周波用回路基板では問題となる。また、硬度の高い$MnTiO_3$結晶相が粒界に存在するため、押圧ローラーを使用してのチップ分割の際に、チッピングが生じ易くなり、品質上の不具合率（ＮＧ率）が高くなる。

[0008] 特許第４４１３２２３号公報記載のセラミックパッケージ並びに特許第４４１３２２４号公報記載のアルミナ素地は、硬度の高い$MnAl_2O_4$結晶相を含むため、国際公開第２０１３／１４６５００号パンフレットと同様に、押圧ローラーを使用してのチップ分割の際に、チッピングが生じ易くなり、品質上の不具合率（ＮＧ率）が高くなる。

[0009] 特許第４５７８０７６号公報及び特許第４４１３２２４号公報記載のアルミナ素地は、国際公開第２０１３／１４６５００号パンフレットと同様にＴｉを含むため、Ｍｏ導体、W導体との同時焼成で、アルミナ磁器の誘電正接が増大し、高周波用回路基板では問題になる。

[0010] 特許第４２２０８６９号公報記載の製造方法は、特許第４４１３２２３号公報の記載内容から推定し、$MnAl_2O_4$結晶相が形成されるものと想定されるため、特許第４４１３２２３号公報に記載の技術と同様の問題がある。

[0011] 本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、曲げ強度が高く、しかも、誘電正接が小さく、高周波用回路基板にも好適であり、また、チップ分割時のチッピング発生率も小さく、歩留りを向上させることができ、セラミック素地を用いた製品（セラミックパッケージ等）の小型化を低コストで実現することができるセラミック素地を提供することを目的とする。

[0012] また、本発明の他の目的は、曲げ強度が高く、セラミックパッケージ等の小型化を実現することができるセラミック素地を、低い焼成温度にて作製することができ、セラミック素地並びにセラミック素地を用いた製品のコストを低減することができるセラミック素地の製造方法を提供することにある。

[0013] ［１］ 第１の本発明に係るセラミック素地は、結晶相が、Al_2O_3を主結晶相とし、その他、ZrO_2結晶相のみを含むことを特徴とする。

[0014] ［２］ この場合、曲げ強度が６００ＭＰａ以上であることが好ましい。

[0015] ［３］ また、温度１２００～１４００℃にて焼結されていることが好ましい。

[0016] ［４］ 第１の本発明において、ＡｌをＡｌ$_2$Ｏ$_3$換算で８９．０～９２．０質量％、ＳｉをＳｉＯ$_2$換算で２．０～５．０質量％、ＭｎをＭｎＯ換算で２．０～５．０質量％、ＭｇをＭｇＯ換算で０～２．０質量％、ＺｒをＺｒＯ$_2$換算で０．０５～２．０質量％含むことが好ましい。

[0017] ［５］ 第２の本発明に係るセラミック素地の製造方法は、Al_2O_3を主結晶相とするセラミック素地の製造方法であって、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$粉末を８９．０～９２．０質量％、ＳｉＯ$_2$粉末を２．０～５．０質量％、ＭｎＣＯ$_3$粉末を３．２～８．１質量％（ＭｎＯ換算２．０～５．０質量％）、ＭｇＯ粉末を０～２．０質量％、ＺｒＯ$_2$粉末を０．０５～２．０質量％含有する成形体を作製する成形体作製工程と、成形体を１２００～１４００℃にて焼成する焼成工程とを有することを特徴とする。

[0018] ［６］ 第２の本発明において、成形体に、金属を含む導体層を形成する工程をさらに有し、焼成工程は、導体層が形成された成形体を焼成してもよい。

[0019] ［７］　第２の本発明において、焼成工程は、水素を５％以上含む、水素と窒素のフォーミングガス中で行ってもよい。

[0020] 本発明に係るセラミック素地によれば、曲げ強度が高く、しかも、誘電正接が小さく、高周波用回路基板にも好適であり、また、チップ分割時のチッピング発生率も小さく、歩留りを向上させることができ、セラミック素地を用いた製品（セラミックパッケージ等）の小型化を低コストで実現することができる。

[0021] また、本発明に係るセラミック素地の製造方法によれば、曲げ強度が高く、セラミックパッケージ等の小型化を実現することができるセラミック素地を、低い焼成温度にて作製することができ、セラミック素地並びにセラミック素地を用いた製品のコストを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図１は、本実施の形態に係るセラミック素地を用いた第１の構成例（第１パッケージ）を示す断面図である。

[図2]図２は、本実施の形態に係るセラミック素地の製造方法を、第１パッケージの製造方法と共に示す工程ブロック図である。

[図3]図３は、本実施の形態に係るセラミック素地を用いた第２の構成例（第２パッケージ）を示す断面図である。

[図4]図４は、本実施の形態に係るセラミック素地の製造方法を、第２パッケージの製造方法と共に示す工程ブロック図である。

[図5]図５Ａは、多数個取り基板を示す平面図であり、図５Ｂは、図５Ａ上の矢印ＶＢに示す部分の拡大図であり、図５Ｃは、図５ＢにおけるＶＣ－ＶＣ線上の断面図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明に係るセラミック素地及びその製造方法の実施の形態例を図１～図５Ｃを参照しながら説明する。なお、本明細書において数値範囲を示す「～」は、その前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む意味として使用される。

[0024] 本実施の形態に係るセラミック素地は、Al_2O_3を主結晶相とし、その他、ZrO_2結晶相のみを含む。

[0025] 具体的には、ＡｌをＡｌ$_2$Ｏ$_3$換算で８９．０～９２．０質量%、ＳｉをＳｉＯ$_2$換算で２．０～５．０質量%、ＭｎをＭｎＯ換算で２．０～５．０質量%、ＭｇをＭｇＯ換算で０～２．０質量%、ＺｒをＺｒＯ$_2$算で０．０５～２．０質量%含むことが好ましい。

[0026] 具体的には、セラミック素地は、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$粉末を８９．０～９２．０質量%、ＳｉＯ$_2$粉末を２．０～５．０質量%、ＭｎＣＯ$_3$粉末を３．２～８．１質量%（ＭｎＯ換算で２．０～５．０質量%）、ＭｇＯ粉末を０～２．０質量%、ＺｒＯ$_2$粉末を０．０５～２．０質量%含有する成形体を作製した後、成形体を１２００～１４００℃にて焼成することにより作製される。

[0027] ＭｇＯ粉末は、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$の焼結助剤として添加され、ＳｉＯ$_2$粉末は、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$の焼結助剤として、また、Ｍｎ$_2$ＳｉＯ$_4$ガラス相を生成させて焼結温度の低下を図るために添加される。ＺｒＯ$_2$粉末は、硬度が高くなるＭｎＡｌ$_2$Ｏ$_4$の生成を抑制するために添加される。

[0028] 従来では、ＴｉＯ$_2$粉末、Ｃｅ$_2$Ｏ$_3$粉末、Ｆｅ$_3$Ｏ$_4$粉末のいずれか１以上を含むようにしているが、誘電正接が大きくなるため、できるだけ含まないことが好ましい。含めるとしても、０．１質量%以下である。誘電正接は、１ＭＨｚ～１０ＧＨｚにおいて、３０×１０$^{-4}$以下が好ましい。さらに好ましくは、１５×１０$^{-4}$以下、より好ましくは１０×１０$^{-4}$以下である。これにより、セラミック素地を高周波用回路基板にも適用することができ、好ましい。

[0029] なお、必要に応じて、着色剤としてＭｏ酸化物やW酸化物を１．０質量%以下含めるようにしてもよい。

[0030] これにより、温度１２００～１４００℃という低温にて焼結することができ、曲げ強度が６００ＭＰａ以上のセラミック素地を実現することができる。

[0031] そして、ＡｌがＡｌ$_2$Ｏ$_3$換算で８９．０質量%未満だと、生成されるＡｌ$_2$Ｏ$_3$の量が低下し、曲げ強度の低下をもたらす。９２．０質量%を超えると、生

成されるＭｎ$_2$ＳｉＯ$_4$ガラス相の量が低下し、１２００～１４００℃での緻密化が達成されず、また、曲げ強度の低下をもたらす。

[0032] ＭｇがＭｇＯ換算で２．０質量％を超えると、生成されるＭｎ$_2$ＳｉＯ$_4$ガラス相の量が低下し、１２００～１４００℃での緻密化が達成されず、また、曲げ強度の低下をもたらす。

[0033] ＳｉがＳｉＯ$_2$換算で２．０質量％未満だと、生成されるＭｎ$_2$ＳｉＯ$_4$ガラス相の量が低下し、１２００～１４００℃での緻密化が達成されず、また、曲げ強度の低下をもたらす。５．０質量％を超えると、生成されるＡｌ$_2$Ｏ$_3$の量が低下し、曲げ強度の低下をもたらす。

[0034] ＭｎがＭｎＯ換算で２．０質量％未満だと、生成されるＭｎ$_2$ＳｉＯ$_4$ガラス相の量が低下し、１２００～１４００℃での緻密化が達成されず、また、曲げ強度の低下をもたらす。５．０質量％を超えると、生成されるＡｌ$_2$Ｏ$_3$の量の低下による曲げ強度の低下をもたらす。また、ＭｎＡｌ$_2$Ｏ$_4$結晶相が生成されることから、緻密化が阻害され強度低下をもたらす。

[0035] ＺｒがＺｒＯ$_2$換算で０．０５質量％未満だと、ＭｎＡｌ$_2$Ｏ$_4$の生成を抑制することができなくなり、例えば押圧ローラーによるチップ分割の際のチッピング発生率を０．１％以下に抑えることができなくなる。２．０質量％を超えると、軟化が進行し、押圧ローラーによるチップ分割が実現できにくくなる。また、誘電正接が大きくなる傾向にある。

[0036] 従って、Ａｌ、Ｓｉ、Ｍｎ、Ｍｇ及びＺｒを上述した比率で含有させることで、生成されるガラス相の強度を高めることができ、その結果、曲げ強度が高くなり、セラミック素地を用いた製品（セラミックパッケージ等）の小型化を促進させることができる。しかも、低い焼成温度にて作製することができ、コストの低廉化に有利になる。さらに、生成されるＺｒＯ$_2$結晶相によって、硬度が極度に高くなることが抑制され、押圧ローラーによるチップ分割でのチッピング発生率を低下させることができ、生産性を向上させることができる。

[0037] ここで、本実施の形態に係るセラミック素地を用いたセラミックパッケー

ジの２つの構成例について図１～図４を参照しながら説明する。

[0038] 第１の構成例に係るセラミックパッケージ（以下、第１パッケージ１０Ａと記す）は、図１に示すように、本実施の形態に係るセラミック素地にて構成された積層基板１２と、同じく本実施の形態に係るセラミック素地にて蓋体１４とを有する。

[0039] 積層基板１２は、少なくとも板状の第１基板１６ａと、板状の第２基板１６ｂと、枠体１８とがこの順番で積層されて構成されている。また、この積層基板１２は、第２基板１６ｂの上面に形成された上面電極２０と、第１基板１６ａの下面に形成された下面電極２２と、内部に形成された内層電極２４と、該内層電極２４と下面電極２２とを電気的に接続する第１ビアホール２６ａと、内層電極２４と上面電極２０とを電気的に接続する第２ビアホール２６ｂとを有する。

[0040] また、この第１パッケージ１０Ａは、第２基板１６ｂの上面と枠体１８とで囲まれた収容空間２８に、水晶振動子３０が導体層３２を介して上面電極２０に電気的に接続されている。さらに、水晶振動子３０を保護するため、枠体１８の上面に、蓋体１４がガラス層３４を介して気密に封止されている。

[0041] 上述した第１パッケージ１０Ａでは、収容空間２８内に、水晶振動子３０を実装した例を示したが、その他、抵抗体、フィルタ、コンデンサ、半導体素子のうち、少なくとも１種以上を実装してもよい。本実施の形態では、誘電正接が１ＭＨｚ～１０ＧＨｚにおいて、３０×10^{-4}以下であるため、高周波用回路基板としても好適である。

[0042] そして、第１パッケージ１０Ａを構成する積層基板１２及び蓋体１４は、本実施の形態に係るセラミック素地にて構成しているため、曲げ強度が６００ＭＰａ以上である。曲げ強度が６００ＭＰａよりも低くなると、蓋体１４の封止の際や２次実装の際に熱応力が加わって破壊するおそれがある。あるいは、ハンドリングの際や使用の際の衝撃等により破壊するおそれがある。曲げ強度が６００ＭＰａ以上であれば、このような破壊のリスクを回避する

ことができる。また、セラミック素地を表面研磨せずに、第１パッケージ１０Ａの積層基板１２及び蓋体１４として使用しても、蓋体１４を気密封止する際の破壊を防止することができ、第１パッケージ１０Ａの製造コスト及び信頼性を改善することができる。なお、「曲げ強度」とは、４点曲げ強度をいい、ＪＩＳＲ１６０１（ファインセラミックスの曲げ試験方法）に基づいて室温にて測定した値をいう。

[0043] そして、本実施の形態に係るセラミック素地が、上述した組成を有することから、温度１２００～１４００℃という低温にて焼結させることができる。そのため、セラミック素地の前駆体（焼成前の成形体）と、電極（上面電極２０、下面電極２２、内層電極２４）及びビアホール２６（第１ビアホール２６ａ、第２ビアホール２６ｂ）とを同時焼成することで、積層基板１２を作製することができ、製造工程を簡略化することができる。

[0044] 次に、セラミック素地の製造方法を、例えば第１パッケージ１０Ａの製造方法に沿って図２を参照しながら説明する。

[0045] 先ず、図２のステップＳ１ａにおいて、Al_2O_3粉末を８９．０～９２．０質量％、SiO_2粉末を２．０～５．０質量％、$MnCO_3$粉末を３．２～８．１質量％、ＭｇＯ粉末を０～２．０質量％、ZrO_2粉末を０．０５～２．０質量％含有する混合粉末を準備し、ステップＳ１ｂにおいて、有機成分（バインダー）を準備し、ステップＳ１ｃにおいて、溶剤を準備する。

[0046] Al_2O_3粉末の平均粒径は、０．７～２．５μｍが好ましい。０．７μｍ未満だと、$MnAl_2O_4$結晶相が生成されることから、緻密化が阻害され強度低下をもたらす。２．５μｍを超えると、Al_2O_3自身の焼結性の低下により、強度低下をもたらす。

[0047] SiO_2粉末の平均粒径は、０．１～２．５μｍが好ましい。$MnCO_3$粉末の平均粒径は、０．５～４．０μｍが好ましい。ＭｇＯ粉末の平均粒径は０．１～１．０μｍが好ましい。ZrO_2粉末の平均粒径は、０．３～１．０μｍが好ましい。

[0048] これらSiO_2粉末、$MnCO_3$粉末、ＭｇＯ粉末、ZrO_2粉末において、好

ましい範囲の下限値未満だと、粒子の凝集の発生により、分散性が低下し、組成の不均一化、強度低下をもたらす。好ましい範囲の上限値を超えると、粒子自体のサイズが大きくなってしまうため、粒子を均一に分散させることが困難となり、組成の不均一化、強度低下をもたらす。

[0049] ステップＳ１ｂにおいて準備される有機成分（バインダー）は、樹脂、界面活性剤、可塑剤等が挙げられる。樹脂としては、例えばポリビニルブチラールが挙げられ、界面活性剤としては、例えば３級アミンが挙げられ、可塑剤としては、例えばフタル酸エステル（例えばフタル酸ジイソノニル：ＤＩＮＰ）が挙げられる。

[0050] ステップＳ１ｃにおいて準備される溶剤は、アルコール系溶剤、芳香族系溶剤等が挙げられる。アルコール系溶剤としては、例えばＩＰＡ（イソプロピルアルコール）が挙げられ、芳香族系溶剤としては、例えばトルエンが挙げられる。

[0051] そして、次のステップＳ２において、上述の混合粉末に、有機成分及び溶剤を混合、分散させた後、ステップＳ３において、プレス法、ドクターブレード法、圧延法、射出法等の周知の成形方法によって、セラミック素地の前駆体であるセラミック成形体（セラミックテープとも記す）を作製する。例えば混合粉末に有機成分や溶剤を添加してスラリーを調製した後、ドクターブレード法によって所定の厚みのセラミックテープを形成する。あるいは、混合粉末に有機成分を加え、プレス成形、圧延成形等により所定の厚みのセラミックテープを作製する。

[0052] ステップＳ４において、セラミックテープを所望の形状に切断、加工して、第１基板用の広い面積の第１テープと、第２基板用の広い面積の第２テープと、枠体用の第３テープと、蓋体用の第４テープを作製し、さらに、マイクロドリル加工、レーザー加工等により、第１ビアホール２６ａ及び第２ビアホール２６ｂを形成するための貫通孔を形成する。

[0053] 次に、ステップＳ５において、上述のように作製した第１テープ及び第２テープに対して、上面電極２０、下面電極２２、内層電極２４を形成するた

めの導体ペーストをスクリーン印刷、グラビア印刷等の方法により印刷塗布し、さらに、所望により、導体ペーストを貫通孔内に充填する。

[0054] 導体ペーストは、導体成分として、例えばW（タングステン）、Ｍｏ（モリブデン）等の高融点金属のうち少なくとも１種を用い、これにAl_2O_3粉末、又はSiO_2粉末、又はセラミック素地と同等の粉末を例えば１～２０質量％、特に８質量％以下の割合で添加したものが好ましい。これにより、導体層の導通抵抗を低く維持したままアルミナ焼結体と導体層の密着性を高め、めっき欠け等の不良の発生を防止することができる。

[0055] その後、ステップＳ６において、導体ペーストを印刷塗布した第１テープ及び第２テープ並びに枠体用の第３テープを位置合わせし、積層圧着して、積層体を作製する。

[0056] その後、ステップＳ７において、積層体の両面にチップ分割のための分割溝を例えばナイフカットにて形成する。

[0057] 次のステップＳ８において、積層体及び第４テープを、水素を５％以上含む、水素と窒素のフォーミングガス雰囲気、例えばH_2／N_2＝３０％／７０％のフォーミングガス雰囲気（ウェッター温度２５～４７℃）で、１２００～１４００℃の温度範囲で焼成する。これによって、積層体及び導体ペーストが同時焼成された積層原板（多数個取り基板）が作製される。この焼成によって、上述したように、結晶相が、Al_2O_3を主結晶相とし、その他、ZrO_2結晶相のみを含むセラミック素地、すなわち、多数個取り基板を作製することができる。

[0058] 焼成雰囲気を、上述のようなフォーミングガス雰囲気で行うことで、導体ペースト中の金属の酸化を防止することができる。焼成温度は、上述した温度範囲が好ましい。焼成温度が１２００℃よりも低いと、緻密化が不十分で曲げ強度が６００ＭＰａに達せず、また、１４００℃よりも高くなると、積層体を構成する第１テープ、第２テープ及び第３テープの収縮率のばらつきが大きくなり、寸法精度が低下する。これは歩留りの低下につながり、コストの高価格化を招く。もちろん、焼成温度が高くなれば、それだけ設備にコ

ストがかかるという問題もある。

[0059] 次に、ステップＳ９において、上述の多数個取り基板にめっき処理を行って、該多数個取り基板の表面に形成されている導体層に、Ｎｉ、Ｃｏ、Ｃｒ、Ａｕ、Ｐｄ及びＣｕのうち、少なくとも１種からなるめっき層を形成し、多数個取り基板の表面に多数の上面電極２０及び多数の下面電極２２を形成する。

[0060] その後、ステップＳ１０において、多数個取り基板を、押圧ローラー等で押し当てて複数に分割し（チップ分割）、収容空間２８を有する複数の積層基板１２を作製する。ステップＳ１１において、複数の積層基板１２の各収容空間２８にそれぞれ水晶振動子３０を上面電極２０に導体層３２を介して実装する。

[0061] そして、ステップＳ１２において、各積層基板１２の上面に、封止用のガラス層３４が形成されたセラミック製の蓋体１４により気密に封止することによって、内部に水晶振動子３０が実装された複数の第１パッケージ１０Ａが完成する。

[0062] この第１パッケージ１０Ａの製造方法（セラミック素地の製造方法）においては、上述したように、結晶相が、Al_2O_3を主結晶相とし、その他、ZrO_2結晶相のみを含み、曲げ強度が６００ＭＰａ以上のセラミック素地を作製することができる。すなわち、セラミックパッケージ等の小型化及び薄型化、並びに曲げ強度の向上を図ることができるセラミック素地を、低い焼成温度にて作製することができ、セラミック素地並びにセラミック素地を用いた製品のコストを低減することができる。

[0063] 次に、第２の構成例に係るセラミックパッケージ（以下、第２パッケージ１０Ｂと記す）について、図３及び図４を参照しながら説明する。

[0064] この第２パッケージ１０Ｂは、図３に示すように、上述した第１パッケージ１０Ａとほぼ同様の構成を有するが、以下の点で異なる。

[0065] すなわち、金属蓋体４０を、積層基板１２の枠体１８上に、銀ろう等の高温封止材４２を用いて気密封止している。

[0066] また、積層基板１２の枠体１８の上面と高温封止材４２との間に接合層４４が介在されている。この接合層４４は、枠体１８の上面に、上面電極２０と同じ材料で形成されたメタライズ層４６と、該メタライズ層４６上に形成された例えばニッケル（Ｎｉ）の電解めっき層４８と、該Ｎｉの電解めっき層４８上に形成された例えば金（Ａｕ）の無電解めっき層５０とを有する。

[0067] 金属蓋体４０は、厚みが０．０５～０．２０ｍｍの平板状に形成され、鉄－ニッケル合金板あるいは鉄－ニッケル－コバルト合金板にて構成されている。この金属蓋体４０の下面（全面あるいは枠体１８に対応した部分）には、高温封止材４２である銀－銅共晶ろう等のろう材が形成されている。厚みは５～２０μｍ程度である。

[0068] 具体的には、金属蓋体４０は、鉄－ニッケル合金板あるいは鉄－ニッケル－コバルト合金板の下面に銀－銅ろう等のろう材箔を重ねて圧延して構成される複合板を打ち抜き金型で所定の形状に打ち抜くことによって作製される。

[0069] 高温封止材４２としては、具体的には、下記表１に示すろう材１（８５Ａｇ－１５Ｃｕ）、ろう材２（７２Ａｇ－２８Ｃｕ）、ろう材３（６７Ａｇ－２９Ｃｕ－４Ｓｎ）のいずれかを使用することができる。

[0070] [表1]

	組成(質量%)			融点(℃)	
	Ag	Cu	Sn	固相線	液相線
ろう材1	85	15	—	780	840
ろう材2	72	28	—	780	780
ろう材3	67	29	4	682	765

[0071] Ｎｉの電解めっき層４８及びＡｕの無電解めっき層５０は、高温封止材４２のメタライズ層４６に対する濡れ性を向上させる層として機能する。

[0072] 次に、第２パッケージ１０Ｂの製造方法を図４を参照しながら説明する。なお、図２と重複する工程については説明を省略する。

[0073] 先ず、図４のステップＳ１０１において、セラミックテープを作製するための混合粉末、有機成分及び溶剤を準備する。準備する混合粉末、有機成分及び溶剤は、上述したステップＳ１ａ、ステップＳ１ｂ及びステップＳ１ｃと同じであるため、その重複説明を省略する。

[0074] そして、ステップＳ１０２において、上述の混合粉末に、有機成分及び溶剤を混合、分散させた後、ステップＳ１０３において、プレス法、ドクターブレード法、圧延法、射出法等の周知の成形方法によって、セラミック素地の前駆体であるセラミック成形体（セラミックテープ）を作製する。

[0075] ステップＳ１０４において、セラミックテープを所望の形状に切断、加工して、第１基板１６ａ用の広い面積の第１テープと、第２基板１６ｂ用の広い面積の第２テープと、枠体１８用の第３テープとを作製し、さらに、マイクロドリル加工、レーザー加工等により、第１ビアホール２６ａ及び第２ビアホール２６ｂを形成するための貫通孔を形成する。

[0076] 一方、ステップＳ１０５において、導体ペースト用の原料粉末、有機成分及び溶剤を準備する。準備する原料粉末は、上述したように、Ｗ（タングステン）、Ｍｏ（モリブデン）、ニッケル（Ｎｉ）等の金属粉末のうち少なくとも１種と、これに適宜Al_2O_3粉末、又はSiO_2粉末、又はセラミック素地と同等の粉末を例えば１～２０質量％、特に８質量％以下の割合で添加した混合粉末が挙げられる。準備する有機成分は、樹脂（例えばエチルセルロース）、界面活性剤等が挙げられる。準備する溶剤は、ターペノール等が挙げられる。

[0077] そして、ステップＳ１０６において、上述の混合粉末に、有機成分及び溶剤を混合、分散させて導体ペーストを調製する。

[0078] 次に、ステップＳ１０７において、上述のように作製した第１テープ～第３テープに対して、導体ペーストをスクリーン印刷、グラビア印刷等の方法により印刷塗布する。

[0079] その後、ステップＳ１０８において、導体ペーストを印刷塗布した第１テープ～第３テープを位置合わせし、積層圧着して、積層体を作製する。

[0080] その後、ステップＳ１０９において、積層体の両面にチップ分割のための分割溝を例えばナイフカットにて形成する。

[0081] 次のステップＳ１１０において、積層体を、H_2／N_2＝３０％／７０％のフォーミングガス雰囲気（ウェッター温度２５～４７℃）で、１２００～１４００℃の温度範囲で焼成する。これによって、積層体及び導体ペーストが同時焼成された積層原板（多数個取り基板）が作製される。この多数個取り基板は、多数の枠体１８の形状が一体に配列された形状を有する。また、この焼成によって、導体ペーストが電極（上面電極２０等）やメタライズ層４６となる。

[0082] 次のステップＳ１１１において、アルカリ、酸等で少なくともメタライズ層４６の表面を洗浄する（前処理）。すなわち、アルカリ洗浄を行った後、酸洗浄を行う。前処理では、アルカリ及び酸は適当な濃度に希釈されて使用されてもよい。また、前処理は、２０℃から７０℃程度の温度と、数分から数十分の間で実施される。

[0083] ステップＳ１１２において、Ｎｉの電解めっき処理を行って、メタライズ層４６上にＮｉの電解めっき層４８（膜厚：１．０～５．０μｍ）を形成する。

[0084] ステップＳ１１３において、パラジウム（Ｐｄ）の無電解めっき処理を行った後、Ａｕの無電解めっき処理を行って、Ｎｉの電解めっき層４８上にＡｕの無電解めっき層５０（膜厚：０．０５～０．３μｍ）を形成する。

[0085] その後、ステップＳ１１４において、多数個取り基板を、押圧ローラー等で押し当てて複数に分割し（チップ分割）、それぞれ収容空間２８を有する複数の積層基板１２を作製する。その後、ステップＳ１１５において、複数の積層基板１２の各収容空間２８にそれぞれ水晶振動子３０を上面電極２０に導体層３２を介して実装する。

[0086] そして、ステップＳ１１６において、裏面に高温封止材４２が形成された金属蓋体４０を、高温封止材４２と枠体１８の上面（接合層４４）側とを対向させて、枠体１８上に被せる。その後、金属蓋体４０の相対向する外周縁

にシーム溶接機の一対のローラー電極を接触させながら転動させると共に、このローラー電極間に電流を流すことで、高温封止材４２の一部を溶融させることにより、枠体１８上に金属蓋体４０を気密封止する。封止時の雰囲気は、N_2ガス又は真空中で行われる。これにより、内部に水晶振動子３０が実装された複数の第２パッケージ１０Ｂが完成する。

実施例

[0087] 実施例１～４、比較例１～７について、セラミック素地のAl_2O_3以外の結晶相、曲げ強度（抗折強度）、誘電正接、チッピング発生率を確認した。

[0088] （実施例１）

原料粉末を準備した。原料粉末は、平均粒径１．５μｍのAl_2O_3粉末、平均粒径０．５μｍのＭｇＯ粉末、平均粒径１．０μｍのSiO_2粉末、平均粒径１．０μｍの$MnCO_3$粉末及び平均粒径０．５μｍのZrO_2粉末、平均粒径３．０μｍのMoO_3粉末である。

[0089] 原料粉末を下記表２に示す割合（Al_2O_3粉末：９１．８質量％、SiO_2粉末：３．３質量％、$MnCO_3$粉末：７．０質量％（ＭｎＯ換算４．３質量％）、ＭｇＯ粉末：０．０質量％、MoO_3粉末：０．５質量％、ZrO_2粉末：０．２質量％）で混合して混合粉末を得た。得られた混合粉末に、有機成分として、ポリビニルブチラール、３級アミン及びフタル酸エステル（フタル酸ジイソノニル：ＤＩＮＰ）を混合し、溶剤として、ＩＰＡ（イソプロピルアルコール）及びトルエンを混合、拡散してスラリーを調製し、その後、ドクターブレード法にて厚さ６０～２７０μｍのセラミックテープを作製した。得られたセラミックテープを焼成温度（最高温度）が１２６０℃、H_2+N_2のフォーミングガス雰囲気にて焼成して実施例１に係るセラミック素地を作製した。導体は同時焼成にて形成した。セラミック素地は、結晶相を確認するための第１セラミック素地と、曲げ強度を確認するための第２セラミック素地を作製した。以下に説明する実施例２、３並びに比較例１～７についても同様である。

[0090] （実施例２）

原料粉末のうち、$MnCO_3$粉末を５．８質量％（ＭｎＯ換算３．６質量％）、ZrO_2粉末を０．９質量％とし、焼成温度（最高温度）を１３４０℃とした点以外は、上述した実施例１と同様にして実施例２に係るセラミック素地を作製した。

[0091] （実施例３）

原料粉末のうち、SiO_2粉末を４．０質量％、$MnCO_3$粉末を４．７質量％（ＭｎＯ換算２．９質量％）、ＭｇＯ粉末を０．３質量％、MoO_3粉末を０．０質量％（添加せず）、ZrO_2粉末を１．０質量％とし、焼成温度（最高温度）を１３６０℃とした点以外は、上述した実施例１と同様にして実施例３に係るセラミック素地を作製した。

[0092] （実施例４）

原料粉末のうち、Al_2O_3粉末を９４．０質量％、SiO_2粉末を２．５質量％、MnO_3粉末を４．１質量％（ＭｎＯ換算２．５質量％）、ZrO_2粉末を０．５質量％とし、焼成温度（最高温度）を１４００℃とした点以外は、上述した実施例１と同様にして実施例４に係るセラミック素地を作製した。

[0093] （比較例１）

原料粉末のうち、SiO_2粉末を３．８質量％、$MnCO_3$粉末を６．０質量％（ＭｎＯ換算３．７質量％）、ZrO_2粉末を０．０質量％（添加せず）とし、焼成温度（最高温度）を１３６０℃とした点以外は、上述した実施例１と同様にして比較例１に係るセラミック素地を作製した。

[0094] （比較例２）

原料粉末のうち、Al_2O_3粉末を９１．０質量％、SiO_2粉末を４．０質量％、$MnCO_3$粉末を４．７質量％（ＭｎＯ換算２．９質量％）、ＭｇＯ粉末を０．５質量％、MoO_3粉末を０．０質量％（添加せず）、ZrO_2粉末を０．０質量％（添加せず）、TiO_2粉末を１．０質量％とし、焼成温度（最高温度）を１３３０℃とした点以外は、上述した実施例１と同様にして比較例２に係るセラミック素地を作製した。

[0095] （比較例３）

大気中で焼成したこと以外は、比較例２と同様にして比較例３に係るセラミック素地を作製した。この比較例３では、導体を、同時焼成では形成せず、焼成後に形成した。

[0096] （比較例４）

原料粉末のうち、Al_2O_3粉末を９０．５質量％、SiO_2粉末を５．０質量％、$MnCO_3$粉末を１．９質量％（ＭｎＯ換算１．２質量％）、ＭｇＯ粉末を０．８質量％、MoO_3粉末を０．０質量％（添加せず）、ZrO_2粉末を０．８質量％、TiO_2粉末を１．７質量％とし、焼成温度（最高温度）を１３００℃とした点以外は、上述した実施例１と同様にして比較例４に係るセラミック素地を作製した。

[0097] （比較例５）

原料粉末のうち、Al_2O_3粉末を９２．０質量％、SiO_2粉末を４．０質量％、$MnCO_3$粉末を６．３質量％（ＭｎＯ換算３．９質量％）、ＭｇＯ粉末を０．５質量％、MoO_3粉末を０．０質量％（添加せず）、ZrO_2粉末を０．０質量％（添加せず）とし、焼成温度（最高温度）を１３３０℃とした点以外は、上述した実施例１と同様にして比較例５に係るセラミック素地を作製した。

[0098] （比較例６）

原料粉末のうち、Al_2O_3粉末を９１．０質量％、SiO_2粉末を４．０質量％、$MnCO_3$粉末を４．７質量％（ＭｎＯ換算２．９質量％）、ＭｇＯ粉末を０．５質量％、MoO_3粉末を０．０質量％（添加せず）、ZrO_2粉末を０．０質量％（添加せず）、Cr_2O_3粉末を１．０質量％とし、焼成温度（最高温度）を１３００℃とした点以外は、上述した実施例１と同様にして比較例６に係るセラミック素地を作製した。

[0099] （比較例７）

原料粉末のうち、Al_2O_3粉末を９１．０質量％、SiO_2粉末を４．０質量％、$MnCO_3$粉末を４．７質量％（ＭｎＯ換算２．９質量％）、ＭｇＯ粉末を０．５質量％、MoO_3粉末を０．０質量％（添加せず）、ZrO_2粉末を０

．０質量％（添加せず）、Fe_3O_4粉末を１．０質量％とし、焼成温度（最高温度）を１３００℃とした点以外は、上述した実施例１と同様にして比較例７に係るセラミック素地を作製した。

[0100]（評価）

＜結晶相の確認＞

実施例１～４並びに比較例１～７の各第１セラミック素地を粉砕し、Ｘ線回折により同定した。

[0101]＜曲げ強度＞

実施例１～４並びに比較例１～７の各第２セラミック素地を、ＪＩＳＲ１６０１の４点曲げ強度試験に基づいて室温にて測定した。

[0102]＜誘電正接＞

ＪＩＳＣ２５６５に基づく、空洞共振法により、室温での周波数２ＧＨｚで測定した。

[0103]＜チッピング発生率＞

図５Ａに示すように、多数個取り基板６０を作製する。多数個取り基板６０は、横方向に２３個の積層基板１２をチップ分割でき、縦方向に２３個の積層基板１２をチップ分割できるサイズを有する。つまり、この多数個取り基板６０は、図５Ｂに示すように、横Ｌｘが２．０ｍｍ、縦Ｌｙが１．６ｍｍ、厚みｔが０．４ｍｍ（ベース部分１６の厚みｔｂ：０．２ｍｍ）の積層基板１２を２３×２３＝５２９個取ることができるサイズを有する。

[0104] 多数個取り基板６０は、焼成前の積層体の段階で、図５Ｃに示すように、ベース部分１６の上面及び下面にチップ分割のための分割溝６２（深さ：２μｍ）が形成されている。

[0105] そして、分割溝６２が形成された多数個取り基板６０を、押圧ローラーで押し当ててチップ分割して、５２９個の積層基板１２に分割した後、各積層基板１２の分割端面を観察する。１つの積層基板１２の４つの分割端面のうち、少なくとも１つの分割端面に、径が１００μｍ以上で深さが１０μｍ以上の窪み、あるいは、径が１００μｍ以上で高さが１０μｍ以上の突起が形

成されていた場合に、当該積層基板１２にチッピングが発生したとして評価する。

[0106] チッピング発生率は、多数個取り基板６０のチップ分割数である５２９個に対するチッピングが発生していた積層基板１２の個数の割合とした。１つの多数個取り基板６０に対して１個の積層基板１２についてチッピングが発生していた場合は、１／５２９＝０．１９％となる。

[0107] この実施例では、５つの多数個取り基板６０にて評価したため、チッピング発生率は、（チッピングが発生していた積層基板１２の個数）／（５２９×５）となる。

[0108] 実施例１～４並びに比較例１～７の内訳を表２に示し、評価結果を表３に示す。

[0109] [表2]

	組成(質量%)										焼成条件		導体形成(同時焼成)
	Al_2O_3	SiO_2	MnO	MgO	MoO_3	ZrO_2	TiO_2	Cr_2O_3	Fe_3O_4	計	最高温度(℃)	雰囲気	
実施例1	91.8	3.3	4.3	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	100.1	1260	H_2+N_2	○
実施例2	91.8	3.3	3.6	0.0	0.5	0.9	0.0	0.0	0.0	100.1	1340	H_2+N_2	○
実施例3	91.8	4.0	2.9	0.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	100.0	1360	H_2+N_2	○
実施例4	94.0	2.5	2.5	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	100.0	1400	H_2+N_2	○
比較例1	91.8	3.8	3.7	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	100.1	1360	H_2+N_2	○
比較例2	91.0	4.0	2.9	0.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	99.4	1330	H_2+N_2	○
比較例3	91.0	4.0	2.9	0.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	99.4	1330	大気	×
比較例4	90.5	5.0	1.2	0.8	0.0	0.8	1.7	0.0	0.0	100.0	1300	H_2+N_2	○
比較例5	92.0	4.0	3.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.4	1330	H_2+N_2	○
比較例6	91.0	4.0	2.9	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	99.4	1300	H_2+N_2	○
比較例7	91.0	4.0	2.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	99.4	1300	H_2+N_2	○

[0110]

[表3]

	特性						
	Al_2O_3以外の結晶相				曲げ強度 (MPa)	誘電正接 ($\times10^{-4}$) 2GHz	チッピング発生率 (%)
	$MnAl_2O_4$	$MnTiO_3$	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	ZrO_2			
実施例1	—	—	—	○	620	8	0.08
実施例2	—	—	—	○	645	10	0.07
実施例3	—	—	—	○	650	7	0.06
実施例4	—	—	—	○	670	6	0.14
比較例1	○	—	—	—	640	6	0.16
比較例2	—	○	—	—	643	60	0.20
比較例3	—	○	—	—	645	18	0.20
比較例4	—	○	○	—	500	50	0.25
比較例5	○	—	—	—	543	7	0.30
比較例6	—	—	—	—	620	40	0.15
比較例7	—	—	—	—	610	45	0.17

[0111] 実施例１～４については、いずれも結晶相としてＡｌ$_3$Ｏ$_4$相以外では、Ｚｒ$Ｏ_2$相のみが観察された。また、曲げ強度は６００ＭＰａ以上であり、誘電正接は１０×１０$^{-4}$以下であった。チッピング発生率は０．１５％未満であった。

[0112] 一方、比較例１～７については、いずれもチッピング発生率が０．１５％以上であった。また、結晶相としてＭｎＴｉＯ$_3$相が観察された比較例２～４はいずれも誘電正接が大きかった。そのうち、Ｍｎ$_3$Ａｌ$_2$（ＳｉＯ$_4$）$_3$相も観察された比較例４は、曲げ強度が５００ＭＰａと低かった。また、結晶相としてＡｌ$_2$Ｏ$_3$のみが観察された比較例６及び７についても誘電正接が大きい傾向にあった。

[0113] なお、本発明に係るセラミック素地及びその製造方法は、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

請求の範囲

[請求項1] 結晶相が、Al_2O_3を主結晶相とし、その他、ZrO_2結晶相のみを含むことを特徴とするセラミック素地。

[請求項2] 請求項１記載のセラミック素地において、

曲げ強度が６００ＭＰａ以上であることを特徴とするセラミック素地。

[請求項3] 請求項１又は２記載のセラミック素地において、

温度１２００～１４００℃にて焼結されていることを特徴とするセラミック素地。

[請求項4] 請求項１～３のいずれか１項に記載のセラミック素地において、

ＡｌをAl_2O_3換算で８９．０～９２．０質量％、ＳｉをSiO_2換算で２．０～５．０質量％、ＭｎをＭｎＯ換算で２．０～５．０質量％、ＭｇをＭｇＯ換算で０～２．０質量％、ＺｒをZrO_2換算で０．０５～２．０質量％含むことを特徴とするセラミック素地。

[請求項5] Al_2O_3を主結晶相とするセラミック素地の製造方法であって、

Al_2O_3粉末を８９．０～９２．０質量％、SiO_2粉末を２．０～５．０質量％、$MnCO_3$粉末を３．２～８．１質量％（ＭｎＯ換算２．０～５．０質量％）、ＭｇＯ粉末を０～２．０質量％、ZrO_2粉末を０．０５～２．０質量％含有する成形体を作製する成形体作製工程と、

前記成形体を１２００～１４００℃にて焼成する焼成工程とを有することを特徴とするセラミック素地の製造方法。

[請求項6] 請求項５記載のセラミック素地の製造方法において、

前記成形体に、金属を含む導体層を形成する工程をさらに有し、

前記焼成工程は、前記導体層が形成された成形体を焼成することを特徴とするセラミック素地の製造方法。

[請求項7] 請求項５又は６記載のセラミック素地の製造方法において、

前記焼成工程は、水素を５％以上含む、水素と窒素のフォーミング

ガス中で行うことを特徴とするセラミック素地の製造方法。

[図1]

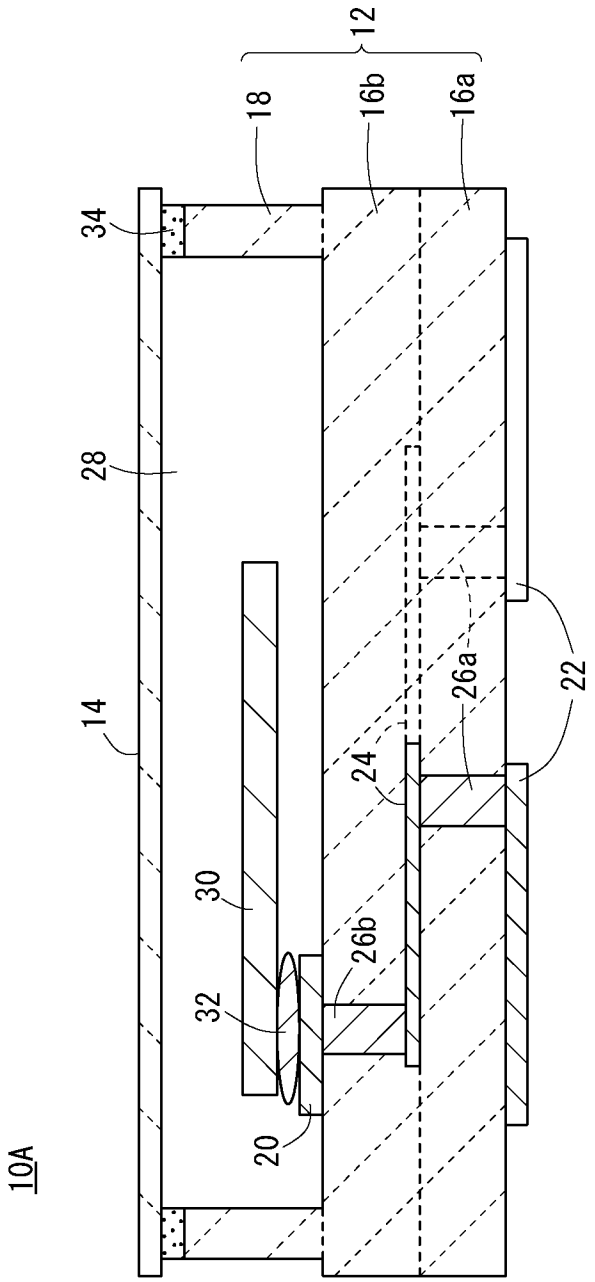
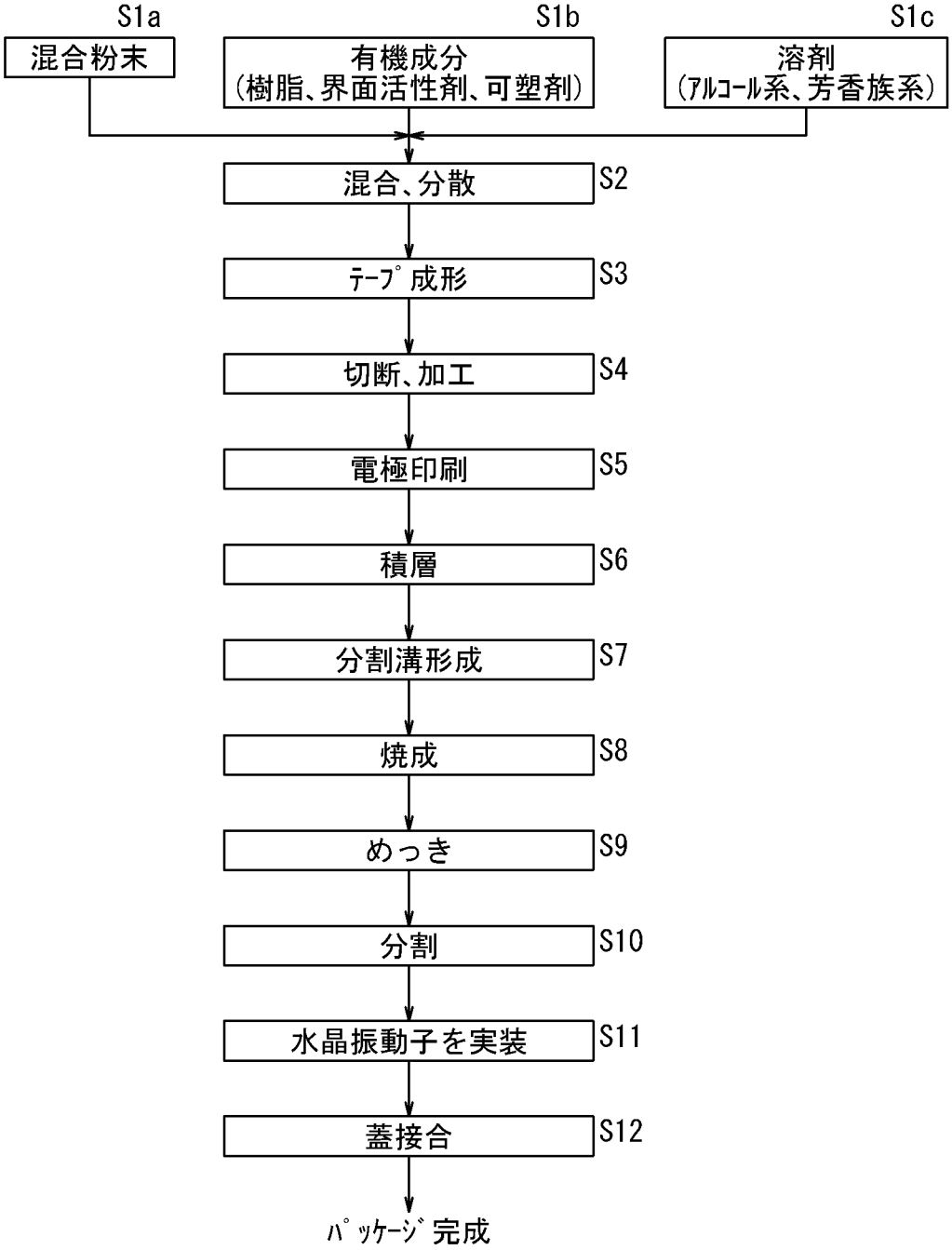


FIG. 1

[図2]

FIG. 2


S1a
混合粉末
S1b
有機成分
(樹脂、界面活性剤、可塑剤)
S1c
溶剤
(ｱﾙｺｰﾙ系、芳香族系)
混合、分散
S2
ﾃｰﾌﾟ成形
S3
切断、加工
S4
電極印刷
S5
積層
S6
分割溝形成
S7
焼成
S8
めっき
S9
分割
S10
水晶振動子を実装
S11
蓋接合
S12
ﾊﾟｯｹｰｼﾞ完成

[図3]

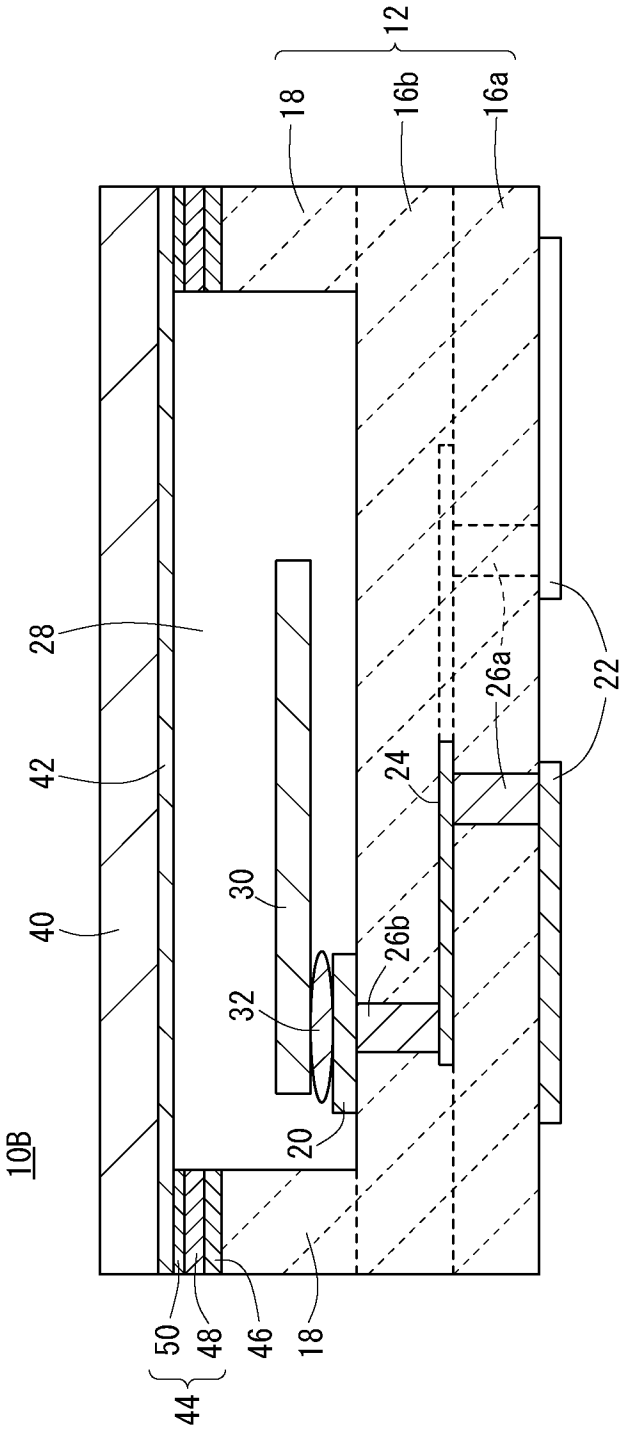
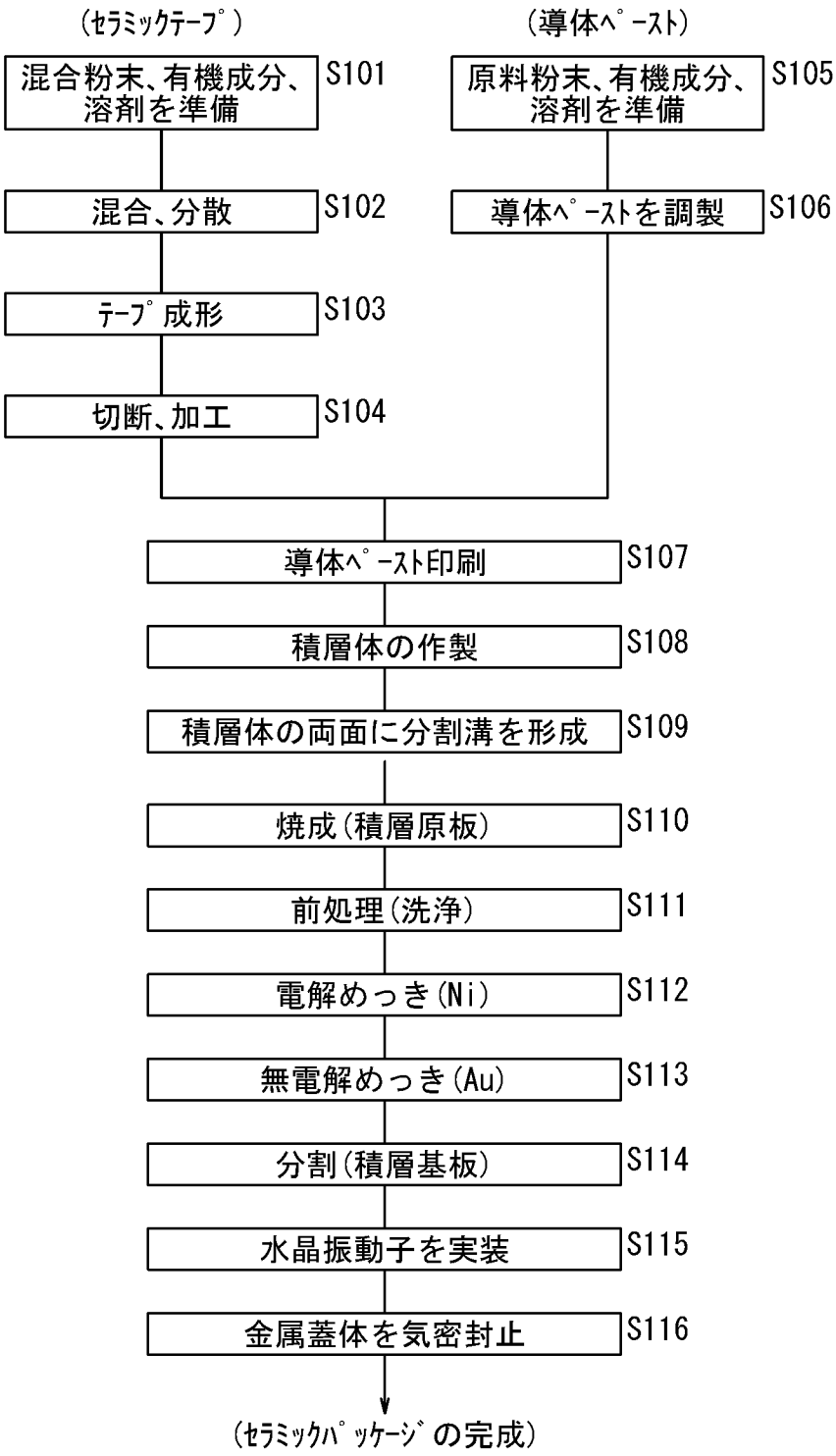


FIG. 3

[図4]

FIG. 4


(ｾﾗﾐｯｸﾃｰﾌﾟ)
混合粉末、有機成分、溶剤を準備
S101
混合、分散
S102
ﾃｰﾌﾟ成形
S103
切断、加工
S104
(導体ﾍﾟｰｽﾄ)
原料粉末、有機成分、溶剤を準備
S105
導体ﾍﾟｰｽﾄを調製
S106
導体ﾍﾟｰｽﾄ印刷
S107
積層体の作製
S108
積層体の両面に分割溝を形成
S109
焼成(積層原板)
S110
前処理(洗浄)
S111
電解めっき(Ni)
S112
無電解めっき(Au)
S113
分割(積層基板)
S114
水晶振動子を実装
S115
金属蓋体を気密封止
S116
(ｾﾗﾐｯｸﾊﾟｯｹｰｼﾞの完成)

[図5]

FIG. 5A

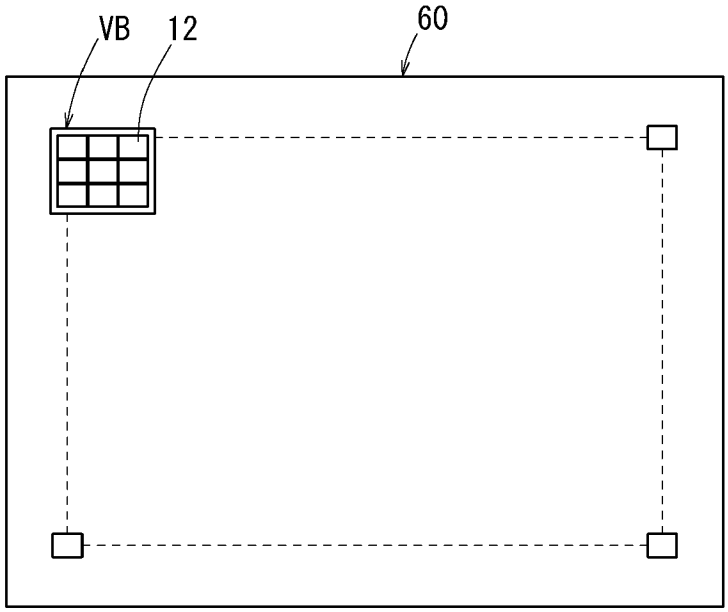


FIG. 5B

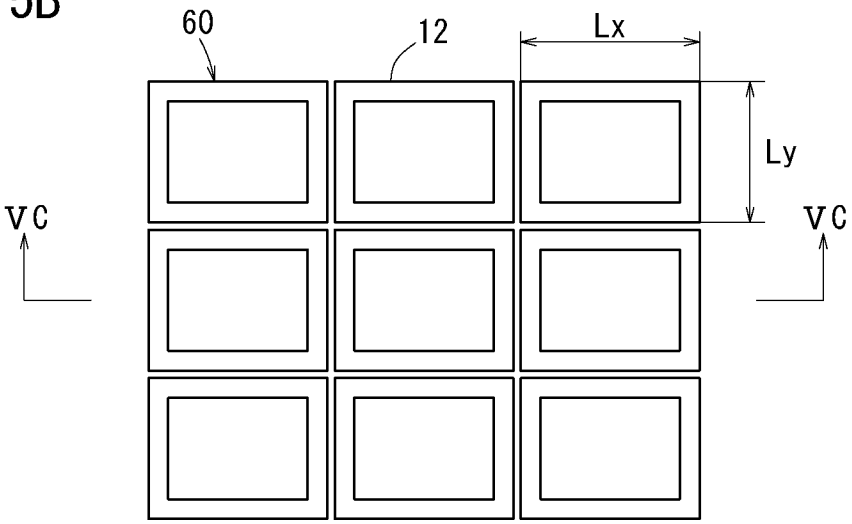
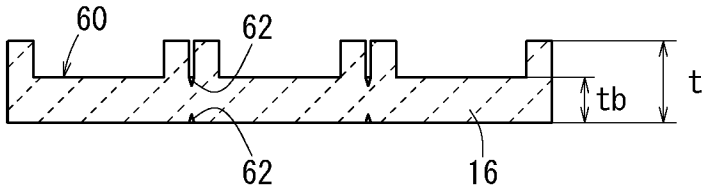


FIG. 5C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/084552

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C04B35/111(2006.01)i, *H05K1/03*(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)
C04B35/111, H05K1/03

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 1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 3-218967 A (Osaka Cement Co., Ltd.), 26 September 1991 (26.09.1991), claims; 3rd to 4th tables, no.15 (Family: none)	1-3 4-7
A	JP 2005-53758 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 03 March 2005 (03.03.2005), claims; table 1, example 7 (Family: none)	4-7
A	JP 2008-24583 A (Nippon Soken, Inc.), 07 February 2008 (07.02.2008), claims & US 2008/0309388 A1 & US 2007/0298245 A1	4-7

☒ 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
"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
16 March 2015 (16.03.15)	24 March 2015 (24.03.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/084552

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-19126 A (Sumitomo Metal (SMI) Electronics Devices Inc.), 25 January 2007 (25.01.2007), claims (Family: none)	4-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０８４５５２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C04B35/111(2006.01)i, H05K1/03(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.　C04B35/111, H05K1/03

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 3-218967 A（大阪セメント株式会社）1991.09.26, 特許請求の範囲, 第３～４表Ｎｏ．１５（ファミリーなし）	1-3
A		4-7
A	JP 2005-53758 A（日本特殊陶業株式会社）2005.03.03, 特許請求の範囲, 表１実施例７（ファミリーなし）	4-7
A	JP 2008-24583 A（株式会社日本自動車部品総合研究所）2008.02.07, 特許請求の範囲 & US 2008/0309388 A1 & US 2007/0298245 A1	4-7
A	JP 2007-19126 A（株式会社住友金属エレクトロデバイス）2007.01.25, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	4-7

☐　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

「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
１６．０３．２０１５	２４．０３．２０１５

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）　４Ｔ　９２７０
小川　武
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６５