(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年5月16日(16.05.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/100941 A1

(51) 国際特許分類:
H01C 7/04 (2006.01) *H01G 2/10* (2006.01)
H01C 7/02 (2006.01) *H01G 4/224* (2006.01)
H01F 27/02 (2006.01) *H01G 4/30* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/027445

(22) 国際出願日： 2023年7月26日(26.07.2023)

(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 2022-180944 2022年11月11日(11.11.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社村田製作所 (**MURATA MANUFACTURING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 Kyoto (JP).

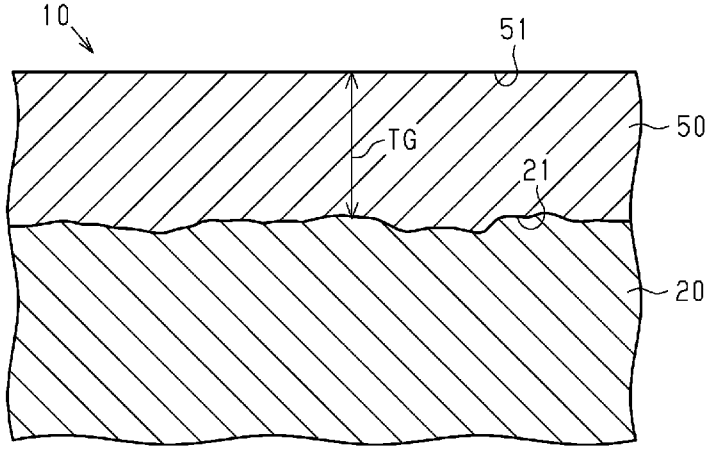
(72) 発明者: 大島 知也 (**OOSHIMA Tomoya**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 星野 悠太(**HOSHINO Yuuta**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 山田 耕市(**YAMADA Koichi**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 時枝 康次郎(**TOKIEDA Kojiro**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 佐々木 美希(**SASAKI Miki**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 福井 宏司(**FUKUI Hiroshi**); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田三丁目４番５号 毎日インテシオ１３階 Osaka (JP).

(54) **Title:** ELECTRONIC COMPONENT

(54) 発明の名称： 電子部品

図4



(57) **Abstract:** This electronic component (10) comprises an element body (20) and a glass film (50) which covers an outer surface (21) of the element body (20). The glass film (50) contains one or more elements selected from alkali metals and alkaline earth metals as additives. The average value of the thickness (TG) of the glass film (50) is 80 nm to 5000 nm inclusive, and the ratio of the arithmetic average roughness of an outer surface (51) of the glass film (50) to the arithmetic average roughness of the outer surface (21) of the element body (20) is 0.0002 to 0.85 inclusive.

WO 2024/100941 A1

［続葉有］

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：電子部品（１０）は、素体（２０）と、素体（２０）の外表面（２１）を覆うガラス膜（５０）と、を備えている。ガラス膜（５０）は、アルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる１種類以上の元素を添加物として含んでいる。ガラス膜（５０）の厚さ（ＴＧ）の平均値は、８０ｎｍ以上５０００ｎｍ以下であり、且つ、素体（２０）の外表面（２１）の算術平均粗さに対する、ガラス膜（５０）の外表面（５１）の算術平均粗さの比が、０．０００２以上０．８５以下である。

明　細　書

発明の名称 ： 電子部品

技術分野

[0001]　本開示は、電子部品に関する。

背景技術

[0002]　特許文献１に記載の電子部品は、素体と、ガラス膜と、外部電極と、を備えている。素体は、セラミックスからなる。外部電極は、素体の両端面を覆っている。また、ガラス膜は、素体の側面を覆っている。ガラス膜の厚さは、０．０５～０．２μｍ程度と、十分に薄くなっている。そのため、ガラス膜の外表面の表面粗さは、素体の外表面の表面粗さと略同一になっている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第５４７１５８６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　特許文献１に記載されているような電子部品において、例えば、内部電極と外部電極との導通性を確保したり、電子部品の寸法を小さくしたりするという点では、ガラス膜はできるだけ薄いことが好ましい。しかしながら、ガラス膜を薄くすると、電子部品が他の物体と擦れたときに、ガラス膜に割れ及び欠けなどの破損が生じやすい。

課題を解決するための手段

[0005]　上記課題を解決するため、本開示の一態様に係る電子部品は、素体と、前記素体の外表面を覆うガラス膜と、を備え、前記ガラス膜は、アルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる１種類以上の元素を添加物として含み、前記ガラス膜の厚さの平均値は、８０ｎｍ以上５０００ｎｍ以下であり、前記素体の外表面の算術平均粗さに対する、前記ガラス膜の外表面の算術平均粗さの比が、０．０００２以上０．８５以下である。

[0006] 上記構成によれば、素体の外表面に対して、ガラス膜の外表面が平滑になっている。これにより、ガラス膜の外表面が他の物体に擦れたときにガラス膜の外表面に発生する摩擦力を低減できる。そのため、ガラス膜に割れ及び欠けなどの破損が生じにくい。その一方で、素体の外表面は、ガラス膜の外表面に比べて粗くなっている。そのため、素体に対するガラス膜の密着力として十分な密着力が得られる。

発明の効果

[0007] ガラス膜を薄くしてもガラス膜が破損しにくく、且つ、素体に対するガラス膜の十分な密着力が得られる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]電子部品の斜視図である。

[図2]電子部品の側面図である。

[図3]図２における３－３線に沿う断面図である。

[図4]素体の外表面及びガラス膜の外表面の拡大断面図である。

[図5]電子部品の凹部近傍の拡大断面図である。

[図6]電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図7]電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図8]電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図9]電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図10]電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図11]電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図12]電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図13]実施例と比較例との電子部品の比較結果を示す表である。

発明を実施するための形態

[0009] ＜電子部品の一実施形態＞

以下、電子部品の一実施形態を、図面を参照して説明する。なお、図面は、理解を容易にするために構成要素を拡大して示している場合がある。構成要素の寸法比率は実際のものと、又は別の図面中のものと異なる場合がある

。

[0010] （全体構成について）

図１に示すように、電子部品１０は、例えば、回路基板等に実装される表面実装型の負特性サーミスタ部品である。なお、負特性サーミスタ部品は、温度が上がると抵抗値が下がるという特性を有するものである。

[0011] 電子部品１０は、素体２０を備えている。素体２０は、略四角柱状であり、中心軸線ＣＡを有する。なお、以下では、中心軸線ＣＡに沿って延びる軸を第１軸Ｘとする。また、第１軸Ｘに直交する軸の１つを第２軸Ｙとする。そして、第１軸Ｘ及び第２軸Ｙに直交する軸を第３軸Ｚとする。さらに、第１軸Ｘに沿う方向の一方を第１正方向Ｘ１とし、第１軸Ｘに沿う方向のうち第１正方向Ｘ１と反対方向を第１負方向Ｘ２とする。また、第２軸Ｙに沿う方向の一方を第２正方向Ｙ１とし、第２軸Ｙに沿う方向のうち第２正方向Ｙ１と反対方向を第２負方向Ｙ２とする。さらに、第３軸Ｚに沿う方向の一方を第３正方向Ｚ１とし、第３軸Ｚに沿う方向のうち第３正方向Ｚ１と反対方向を第３負方向Ｚ２とする。

[0012] 素体２０の外表面２１は、６個の平面２２を有している。なお、ここでいう素体２０の「面」とは、素体２０全体を観察したときに面として観察できるものをいう。つまり、例えば素体２０の一部を顕微鏡等で拡大して観察しなければわからないような微小な凹凸、段差が存在しても、平面又は曲面と表現する。６個の平面２２は、互いに異なる方向を向いている。６個の平面２２は、第１正方向Ｘ１を向く第１端面２２Ａと、第１負方向Ｘ２を向く第２端面２２Ｂと、４つの側面２２Ｃに大別される。４つの側面２２Ｃは、それぞれ、第３正方向Ｚ１を向く面と、第３負方向Ｚ２を向く面と、第２正方向Ｙ１を向く面と、第２負方向Ｙ２を向く面と、である。

[0013] 素体２０の外表面２１のうち、隣り合う２つの平面２２の境界部分、及び隣り合う３つの表面の境界部分は、曲面になっている。すなわち、素体２０の角は、Ｒ面取り形状になっている。なお、図１及び図２では、後述するガラス膜５０の外表面５１を素体２０の外表面２１と同一視して符号を付して

いる。

[0014] 図２に示すように、素体２０は、第１軸Ｘに沿う方向の寸法が、第３軸Ｚに沿う方向の寸法よりも大きい。また、図１に示すように、素体２０は、第１軸Ｘに沿う方向の寸法が、第２軸Ｙに沿う方向の寸法よりも大きい。素体２０の材質は、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｃｏ、Ｔｉ、Ｂａ、Ａｌ、及びＺｎから選ばれる１以上を成分とする金属酸化物を焼成したセラミックスである。

[0015] 図３に示すように、電子部品１０は、２つの第１内部電極４１と、２つの第２内部電極４２と、を備えている。第１内部電極４１及び第２内部電極４２は、素体２０の内部に埋め込まれている。

[0016] 第１内部電極４１の材質は、導電性の材料である。例えば、第１内部電極４１の材質は、パラジウムである。また、第２内部電極４２の材質は、第１内部電極４１の材質と同一である。

[0017] 第１内部電極４１の形状は、長方形板状である。第１内部電極４１の主面は、第２軸Ｙに直交している。第２内部電極４２の形状は、第１内部電極４１と同じ長方形板状である。第２内部電極４２の主面は、第１内部電極４１と同様に、第２軸Ｙに直交している。

[0018] 第１内部電極４１の第１軸Ｘに沿う方向の寸法は、素体２０の第１軸Ｘに沿う方向の寸法より小さくなっている。また、図１に示すように、第１内部電極４１の第３軸Ｚに沿う方向の寸法は、素体２０の第３軸Ｚに沿う方向の寸法の略３分の２となっている。第２内部電極４２の各方向の寸法は、第１内部電極４１と同じ寸法となっている。

[0019] 図３に示すように、第１内部電極４１と第２内部電極４２とは、第２軸Ｙに沿う方向に互い違いに位置している。すなわち、第２正方向Ｙ１を向く側面２２Ｃから第２負方向Ｙ２に向かって、第１内部電極４１、第２内部電極４２、第１内部電極４１、第２内部電極４２の順に並んでいる。この実施形態では、各内部電極間の第２軸Ｙに沿う方向の距離は、等しくなっている。

[0020] 図１に示すように、２つの第１内部電極４１及び２つの第２内部電極４２は、いずれも、第３軸Ｚに沿う方向において、素体２０の中央に位置してい

る。その一方で、図３に示すように、第１内部電極４１は、第１正方向Ｘ１に寄って位置している。第２内部電極４２は、第１負方向Ｘ２に寄って位置している。

[0021] 具体的には、第１内部電極４１の第１正方向Ｘ１側の端は、素体２０の第１正方向Ｘ１側の端と一致している。第１内部電極４１の第１負方向Ｘ２側の端は、素体２０の内部に位置しており、素体２０の第１負方向Ｘ２側の端にまで至っていない。一方で、第２内部電極４２の第１負方向Ｘ２側の端は、素体２０の第１負方向Ｘ２側の端と一致している。第２内部電極４２の第１正方向Ｘ１側の端は、素体２０の内部に位置しており、素体２０の第１正方向Ｘ１側の端にまで至っていない。

[0022] 図３に示すように、電子部品１０は、ガラス膜５０を備えている。ガラス膜５０は、素体２０の外表面２１を覆っている。本実施形態では、ガラス膜５０は、素体２０の外表面２１の略すべての領域を覆っている。ガラス膜５０の主な材質は、絶縁性のガラスである。したがって、ガラス膜５０は、二酸化ケイ素を含んでいる。また、ガラス膜５０は、アルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる１種類以上の元素を添加物として含んでいる。具体的には、ガラス膜５０は、添加物としてカリウムを含んでいる。ガラス膜５０に含まれるケイ素に対するカリウムの比である「Ｋ／Ｓｉ」の値は、０．５ａｔｍ％以上９０ａｔｍ％以下である。具体的には、ガラス膜５０に含まれるケイ素に対するカリウムの比は、約３０ａｔｍ％である。

[0023] 電子部品１０は、第１外部電極６１と、第２外部電極６２と、を備えている。第１外部電極６１は、第１下地電極６１Ａと、第１金属層６１Ｂと、を有している。第１下地電極６１Ａは、素体２０の外表面２１のうち、第１端面２２Ａを含む一部分において、ガラス膜５０の上から積層されている。具体的には、第１下地電極６１Ａは、素体２０の第１端面２２Ａと、４つの側面２２Ｃの第１正方向Ｘ１側の一部を覆う、５面電極である。この実施形態では、第１下地電極６１Ａの材質は、銀とガラスとである。

[0024] 第１金属層６１Ｂは、第１下地電極６１Ａを外部から覆っている。そのた

め、第１金属層６１Ｂは、第１下地電極６１Ａに積層されている。図示は省略するが、第１金属層６１Ｂは、第１下地電極６１Ａ側から順に、ニッケル層と、錫層と、の２層構造となっている。

[0025] 第２外部電極６２は、第２下地電極６２Ａと、第２金属層６２Ｂと、を有している。第２下地電極６２Ａは、素体２０の外表面２１のうち、第２端面２２Ｂを含む一部分において、ガラス膜５０の上から積層されている。具体的には、第２下地電極６２Ａは、素体２０の第２端面２２Ｂと、４つの側面２２Ｃの第１負方向Ｘ２側の一部を覆う、５面電極である。この実施形態では、第２下地電極６２Ａの材質は、第１外部電極６１の材質と同一で、銀及びガラスの混合物である。

[0026] 第２金属層６２Ｂは、第２下地電極６２Ａを外部から覆っている。つまり、第２金属層６２Ｂは、第２下地電極６２Ａに積層されている。第２金属層６２Ｂは、第１金属層６１Ｂと同様に、素体２０側から順に、ニッケルめっきと、錫めっきと、の２層構造となっている。

[0027] 第２外部電極６２は、側面２２Ｃ上において、第１外部電極６１にまでは至っておらず、第１外部電極６１に対して第１軸Ｘに沿う方向に離れて配置されている。そして、素体２０の側面２２Ｃ上において、第１軸Ｘに沿う方向の中央部分は、第１外部電極６１及び第２外部電極６２が積層されておらず、ガラス膜５０が露出している。なお、図１～図３では、第１外部電極６１及び第２外部電極６２は、二点鎖線で図示している。

[0028] 図３に示すように、第１外部電極６１と第１内部電極４１における第１正方向Ｘ１側の端とは、ガラス膜５０を貫通する第１貫通部７１を介して接続している。なお、詳細は後述するが、第１貫通部７１は、電子部品１０の製造過程において、第１内部電極４１を構成するパラジウムが第１外部電極６１側へと延びることによって形成される。

[0029] また、第２外部電極６２と第２内部電極４２における第１負方向Ｘ２側の端とは、ガラス膜５０を貫通する第２貫通部７２を介して接続している。第２貫通部７２も、第１貫通部７１と同様に、電子部品１０の製造過程におい

て、第２内部電極４２を構成するパラジウムが第２外部電極６２側へと延びることによって形成される。なお、図３では、第１内部電極４１と第１貫通部７１とを境界のある別の部材として図示しているが、実際には両者の間に明確な境界は存在しない。この点、第２貫通部７２についても同様である。また、図１及び図２においては、第１貫通部７１及び第２貫通部７２の図示を省略する。

[0030] （ガラス膜の厚さについて）

図４に示すように、素体２０の外表面２１からガラス膜５０の外表面５１までの最短距離を、ガラス膜５０の厚さＴＧと定義する。ガラス膜５０の厚さＴＧの平均値は、８０ｎｍ以上５０００ｎｍ以下である。具体的には、ガラス膜５０の厚さＴＧの平均値は、１２００ｎｍである。なお、ガラス膜５０の厚さＴＧの平均値は、以下のようにして算出する。

[0031] 先ず、素体２０の外表面２１において、セラミックス粒子の脱落、素体２０の割れ及び欠けなどに起因する凹部２３が存在しない箇所を特定する。次に、当該箇所における素体２０の断面を電子顕微鏡で撮影する。この撮影した画像について、ガラス膜５０の外表面５１に沿う方向に少なくとも１０μｍ以上の範囲を測定範囲とする。そして、画像処理により、当該測定範囲におけるガラス膜５０の断面積を算出する。そして、当該測定範囲におけるガラス膜５０の断面積を、ガラス膜５０の外表面５１に沿う方向の当該測定範囲の長さで除算することで、ガラス膜５０の厚さＴＧの平均値を算出する。つまり、ガラス膜５０の厚さＴＧの平均値は、測定範囲における厚さＴＧの平均値である。

[0032] なお、素体２０の外表面２１の算術平均粗さの１０倍以上の最大深さＨを有する凹部２３を、上述したセラミックス粒子の脱落、素体２０の割れ及び欠けなどに起因する凹部２３とする。そして、凹部２３の最大深さＨは、以下のようにして算出する。先ず、収束イオンビーム加工により、素体２０を、外表面２１に直交する方向に研削する。この素体２０の研削断面を撮影する。そして、図５に示すように、この断面上で、凹部２３を挟んだ両側の外

表面２１のどちらにも外接する接線ＣＬを引く。このとき、接線ＣＬの一部は、外表面２１と一致していてもよい。このとき、凹部２３の深さは、外表面２１に外接する接線ＣＬに直交する方向において、当該接線ＣＬから凹部２３の内面までの長さである。

[0033] 次いで、素体２０を、収束イオンビーム加工により、上記の研削断面から所定の撮影ピッチの分だけ研削する。なお、収束イオンビーム加工の撮影ピッチは、例えば１０ｎｍである。そして、素体２０の新たな研削断面を撮影し、その新たな断面上での同一の凹部２３の最大の深さを測定する。このようにして、研削、凹部２３の最大の深さの測定を繰り返す。このようにして得られた各研削断面での最大の深さのうち、最も大きな値を、その凹部２３全体での最大深さＨとする。すなわち、ここでいう凹部２３の最大深さＨとは、凹部２３の最深箇所での深さである。

[0034] （ガラス膜及び素体の各外表面の算術平均粗さについて）

ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さは、０．１ｎｍ以上５ｎｍ以下である。具体的には、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さは、５ｎｍである。なお、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さは、以下のようにして算出する。先ず、上記の方法により、素体２０の外表面２１において、セラミックス粒子の脱落、素体２０の割れ及び欠けなどに起因する凹部２３が存在しない箇所を特定する。そして、当該箇所において、素体２０の外表面２１に沿う直線方向に少なくとも１０μｍ以上の範囲を測定範囲とする。当該測定範囲に対して、レーザー顕微鏡を用いてガラス膜５０の算術平均粗さを測定する。

[0035] 素体２０の外表面２１の算術平均粗さは、５．９ｎｍ以上５００ｎｍ以下である。具体的には、素体２０の外表面２１の算術平均粗さは、７０ｎｍである。なお、素体２０の外表面２１の算術平均粗さは、以下のようにして算出する。先ず、ガラス膜５０を溶解し、且つ、素体２０を溶解しないアルカリ水溶液等を用いて、電子部品１０からガラス膜５０を除去する。そして、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さを測定したのと同様に、セラミッ

クス粒子の脱落、素体２０の割れ及び欠けなどに起因する凹部２３が存在しない箇所を特定する。そして、当該箇所において、素体２０の外表面２１に沿う直線方向に少なくとも１０μｍ以上の範囲を測定範囲とする。当該測定範囲に対して、レーザー顕微鏡を用いて素体２０の算術平均粗さを測定する。なお、素体２０は後述するＲ面取り加工工程Ｓ１２において、バレル研磨により形成される。そのため、素体２０の外表面２１全体において、セラミックス粒子の脱落、素体２０の割れ及び欠けなどに起因する凹部２３を除く箇所は、同程度の粗さとなっている。

[0036] また、素体２０の外表面２１の算術平均粗さに対する、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さの比が、０．０００２以上０．８５以下である。具体的には、上記実施形態における上記の比は、約０．０７である。

[0037] （電子部品の製造方法）

次に、電子部品１０の製造方法について説明する。

図６に示すように、電子部品１０の製造方法は、積層体準備工程Ｓ１１と、Ｒ面取り加工工程Ｓ１２と、溶媒投入工程Ｓ１３と、触媒投入工程Ｓ１４と、素体投入工程Ｓ１５と、ポリマー投入工程Ｓ１６と、金属アルコキシド投入工程Ｓ１７と、を備えている。また、電子部品１０の製造方法は、成膜工程Ｓ１８と、第１乾燥工程Ｓ１９と、浸漬工程Ｓ２０と、第２乾燥工程Ｓ２１と、導電体塗布工程Ｓ２２と、硬化工程Ｓ２３と、めっき工程Ｓ２４と、をさらに備えている。

[0038] 先ず、素体２０を形成するにあたって、積層体準備工程Ｓ１１では、６つの平面２２を有する直方体状の素体２０である積層体を準備する。すなわち、この段階での積層体は、Ｒ面取りする前の状態である。例えば、先ず、素体２０となる複数のセラミックスのシートを準備する。当該シートは、薄い板状である。当該シート上に、第１内部電極４１となる導電性ペーストを積層する。当該積層ペースト上に、素体２０となるセラミックスのシートを積層する。当該シート上に、第２内部電極４２となる導電性ペーストを積層する。このように、セラミックスのシートと導電性ペーストとを積層する。そ

して、所定のサイズにカットすることで、未焼成の積層体を形成する。その後、未焼成の積層体を高温で焼成することで、積層体を準備する。

[0039] 次に、図６に示すように、Ｒ面取り加工工程Ｓ１２を行う。Ｒ面取り加工工程Ｓ１２では、積層体準備工程Ｓ１１で準備した積層体の隣り合う２つの平面２２の境界部分、及び隣り合う３つの平面２２の境界部分に、曲面を形成する。例えば、バレル研磨により、積層体の角がＲ面取り加工されることによって、上記境界部分に曲面が形成される。

[0040] 次に、図６に示すように、溶媒投入工程Ｓ１３を行う。図７に示すように、溶媒投入工程Ｓ１３では、反応容器８１内に、溶媒８２として、２－プロパノールを投入する。

次に、図６に示すように、触媒投入工程Ｓ１４を行う。図８に示すように、触媒投入工程Ｓ１４では、先ず、反応容器８１内の溶媒８２の撹拌を開始する。そして、反応容器８１内に、触媒を含む水溶液８３として、アンモニア水を投入する。この実施形態における触媒は、水酸化物イオンであり、後述する金属アルコキシド８５の加水分解を促進する触媒として機能する。

[0041] 次に、図６に示すように、素体投入工程Ｓ１５を行う。図９に示すように、素体投入工程Ｓ１５では、反応容器８１内に、上述したようにＲ面取り加工工程Ｓ１２において予め形成した複数の素体２０を投入する。

[0042] 次に、図６に示すように、ポリマー投入工程Ｓ１６を行う。図１０に示すように、ポリマー投入工程Ｓ１６では、反応容器８１内に、ポリマー８４として、ポリビニルピロリドンを投入する。これにより、反応容器８１内に投入されたポリマー８４は、素体２０の外表面２１に吸着する。

[0043] 次に、図６に示すように、金属アルコキシド投入工程Ｓ１７を行う。図１１に示すように、金属アルコキシド投入工程Ｓ１７では、反応容器８１内に、金属アルコキシド８５として、液状のオルトケイ酸テトラエチルを投入する。なお、オルトケイ酸テトラエチルは、テトラエトキシシランと呼称されることもある。本実施形態において、金属アルコキシド投入工程Ｓ１７において投入する金属アルコキシド８５の量は、素体投入工程Ｓ１５において投

入した素体２０の外表面２１の面積を基に算出している。具体的には、素体２０の外表面２１を覆うガラス膜５０を形成するために必要な素体２０の１個当たりの金属アルコキシド８５の量に、素体２０の数を乗算して算出する。

[0044] 次に、図６に示すように、成膜工程Ｓ１８を行う。成膜工程Ｓ１８では、上述した溶媒投入工程Ｓ１３で開始した溶媒８２の撹拌を、金属アルコキシド投入工程Ｓ１７によって金属アルコキシド８５が反応容器８１内に投入されてから、所定時間だけ続ける。これにより、金属アルコキシド８５が、触媒である水酸化物イオンによって加水分解する。金属アルコキシド８５が加水分解すると、加水分解された金属アルコキシド８５が、素体２０の表面に付着する。そして、素体２０の表面に付着した金属アルコキシド８５同士が脱水縮合してガラス膜５０が形成される。成膜工程Ｓ１８では、反応容器８１内における液相反応によって、ゾル状のガラス膜５０が成膜される。

[0045] 次に、図６に示すように、第１乾燥工程Ｓ１９を行う。第１乾燥工程Ｓ１９では、成膜工程Ｓ１８後に、素体２０を反応容器８１から取り出して、乾燥させる。これにより、ゾル状のガラス膜５０は乾燥され、ゲル状のガラス膜５０となる。

[0046] 次に、図６に示すように、浸漬工程Ｓ２０を行う。図１２に示すように、浸漬工程Ｓ２０では、まず、成膜工程Ｓ１８までに使用した反応容器８１とは異なる反応容器８６に、添加物としてアルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる少なくとも１つの元素を含む溶液８７を予め入れておく。本実施形態においては、溶液８７は、酸化カリウム前駆体を含む水溶液である。そして、ゲル状のガラス膜５０を有する素体２０を溶液８７に浸漬する。これにより、ガラス膜５０の表面に溶液８７が付着する。

[0047] 次に、図６に示すように、第２乾燥工程Ｓ２１を行う。第２乾燥工程Ｓ２１では、浸漬工程Ｓ２０において溶液８７に浸漬した素体２０を反応容器８６から取り出して、乾燥させる。これにより、ガラス膜５０の表面に付着した溶液８７の水分が揮発する。その一方で、溶液８７に含まれていた酸化カ

リウム前駆体は、ガラス膜５０の外表面５１上に析出する。

[0048] 次に、導電体塗布工程Ｓ２２を行う。導電体塗布工程Ｓ２２では、ガラス膜５０の表面のうち、素体２０の第１端面２２Ａを覆う部分を含む一部分と、素体２０の第２端面２２Ｂを覆う部分を含む一部分と、の２箇所に導電体ペーストを塗布する。具体的には、導電体ペーストを、第１端面２２Ａの全域と４つの側面２２Ｃ上の一部とのガラス膜５０を覆うように塗布する。また、導電体ペーストを、第２端面２２Ｂの全域と４つの側面２２Ｃ上の一部とのガラス膜５０を覆うように塗布する。

[0049] 次に、硬化工程Ｓ２３を行う。具体的には、硬化工程Ｓ２３は、ガラス膜５０及び導電体ペーストが塗布された素体２０を加熱する。これにより、析出した酸化カリウム前駆体が酸化カリウムとなる。酸化カリウムは、素体２０の外表面２１を覆うガラス膜５０の内部へ拡散する。そして、ゲル状のガラス膜５０から水及びポリマー８４が気化することで、素体２０の外表面２１を覆うガラス膜５０が焼成され、硬化する。さらに、硬化工程Ｓ２３では、導電体塗布工程Ｓ２２において塗布された導電体ペーストが焼成されることによって、第１下地電極６１Ａ及び第２下地電極６２Ａが形成される。

[0050] 本実施形態においては、硬化工程Ｓ２３における加熱の際に、第１内部電極４１と第１下地電極６１Ａとの拡散速度の違いから生じるカーケンドール効果により、銀を含む第１下地電極６１Ａ側に、第１内部電極４１側に含まれるパラジウムが引き寄せられる。これにより、第１内部電極４１から第１下地電極６１Ａに向かって第１貫通部７１がガラス膜５０を貫通して延びることで、第１内部電極４１と第１下地電極６１Ａとが接続する。この点、第２内部電極４２と第２下地電極６２Ａとを接続する第２貫通部７２においても同様である。

[0051] 次に、めっき工程Ｓ２４を行う。第１下地電極６１Ａ及び第２下地電極６２Ａの部分に、電気めっきを行う。これにより、第１下地電極６１Ａの表面に、第１金属層６１Ｂが形成される。また、第２下地電極６２Ａの表面に、第２金属層６２Ｂが形成される。図示は省略するが、第１金属層６１Ｂ及び

第２金属層６２Ｂは、ニッケル、錫の２種類で電気めっきされることで、２層構造となる。このようにして、電子部品１０が形成される。

[0052] （比較試験の結果について）

実施例１～実施例３の電子部品１０、及び比較例の電子部品について、マイクロスクラッチ試験を行った。

[0053] 実施例１の電子部品１０は、上述の実施形態で説明したものである。すなわち、ガラス膜５０の厚さＴＧの平均値が１２００ｎｍである。また、素体２０の外表面２１の算術平均粗さは７０ｎｍである。ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さは５ｎｍである。したがって、素体２０の外表面２１の算術平均粗さに対する、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さの比は約０．０７である。

[0054] 実施例２及び実施例３の電子部品１０の構造は、上述の実施形態で説明したものと同様である。ただし、ガラス膜５０の厚さＴＧ、素体２０の外表面２１の算術平均粗さ、及びガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さが異なっている。

[0055] 具体的には、実施例２の電子部品１０において、ガラス膜５０の厚さＴＧの平均値が８０ｎｍである。また、素体２０の外表面２１の算術平均粗さは５．９ｎｍである。ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さは５ｎｍである。したがって、素体２０の外表面２１の算術平均粗さに対する、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さの比は約０．８５である。

[0056] 実施例３の電子部品１０において、ガラス膜５０の厚さＴＧの平均値が５０００ｎｍである。また、素体２０の外表面２１の算術平均粗さは５００ｎｍである。ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さは０．１ｎｍである。したがって、素体２０の外表面２１の算術平均粗さに対する、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さの比は約０．０００２である。

[0057] なお、上述した製造方法のＲ面取り加工工程Ｓ１２の条件を変更することにより、各実施例のように素体２０の外表面２１の算術平均粗さを調整できる。また、成膜工程Ｓ１８の時間条件、及び浸漬工程Ｓ２０における添加物

の濃度等を変更することにより、各実施例のようにガラス膜５０の厚さＴＧ及び外表面５１の算術平均粗さを調整できる。

[0058] 比較例の電子部品の構造は、上述の実施形態で説明したものと同様である。ただし、ガラス膜５０の厚さＴＧ、素体２０の外表面２１の算術平均粗さ、及びガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さが異なっている。

[0059] 具体的には、比較例の電子部品において、ガラス膜５０の厚さＴＧの平均値が８０ｎｍである。また、素体２０の外表面２１の算術平均粗さは１０ｎｍである。ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さは１０ｎｍである。したがって、素体２０の外表面２１の算術平均粗さに対する、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さの比は１である。

[0060] なお、比較例の電子部品は、上述した製造方法のうち、浸漬工程Ｓ２０及び第２乾燥工程Ｓ２１を行わずに製造したものである。すなわち、比較例の電子部品のガラス膜５０は、アルカリ金属及びアルカリ土類金属を添加物として含んでいない。

[0061] 実施例１～実施例３の電子部品１０と、比較例の電子部品と、について、マイクロスクラッチ試験により、ガラス膜５０の耐久性について評価した。マイクロスクラッチ試験による評価は、先端の曲率半径が２５μｍのダイヤモンド針を用いて、１００ｍＮの荷重で、４００μｍ走査する。そして、傷がつかなかった場合は合格、傷がついた場合は不合格とした。なお、図１３において、〇は合格を示し、×は不合格を示す。

[0062] 図１３に示すように、実施例１～実施例３の電子部品１０は、マイクロスクラッチ試験が合格であった。一方で、比較例の電子部品は、マイクロスクラッチ試験が不合格であった。この試験結果から、素体２０の外表面２１の算術平均粗さに対してガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さが小さければ、ガラス膜５０の耐久性という観点で好ましいことがわかった。特に、素体２０の外表面２１の算術平均粗さに対する、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さの比が０．０００２以上０．８５以下であれば、マイクロスクラッチ試験に合格できることがわかった。また、上記算術平均粗さの条件を

満たしていれば、ガラス膜５０の厚さＴＧの平均値が５０００ｎｍ未満と相当に薄くても、マイクロスクラッチ試験に合格できることがわかった。

[0063] （本実施形態の効果について）

（１）上記実施形態において、素体２０の外表面２１の算術平均粗さに対する、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さの比は、０．０００２以上０．８５以下である。つまり、素体２０の外表面２１に対して、ガラス膜５０の外表面５１が平滑になっている。これにより、ガラス膜５０の外表面５１が他の物体に擦れたときにガラス膜５０の外表面５１に発生する摩擦力を低減できる。そのため、ガラス膜５０に割れ及び欠けなどの破損が生じにくい。その一方で、素体２０の外表面２１は、ガラス膜５０の外表面５１に比べて粗くなっている。そのため、素体２０に対するガラス膜５０の密着力として十分な密着力が得られる。

[0064] （２）上記実施形態において、ガラス膜５０の厚さＴＧは８０ｎｍ以上５０００ｎｍ以下である。このようにガラス膜５０の厚さＴＧが薄ければ、素体２０とガラス膜５０との界面応力が発生しにくくなる。したがって、ガラス膜５０が素体２０から剥がれにくい。

[0065] （３）上記実施形態において、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さは、０．１ｎｍ以上５ｎｍ以下である。すなわち、ガラス膜５０の外表面５１は相当に平滑になっている。これにより、ガラス膜５０の外表面５１に発生する摩擦力が小さくなる。そのため、ガラス膜５０の外表面５１に傷がつきにくい。

[0066] （４）上記実施形態において、素体２０の外表面２１の算術平均粗さは、５．９ｎｍ以上５００ｎｍ以下である。このように素体２０の外表面２１にある程度の凹凸が存在することで、素体２０とガラス膜５０との間にアンカー効果が生じる。そのため、素体２０とガラス膜５０との接着性が高くなっている。

[0067] （５）上記実施形態において、第１下地電極６１Ａはガラスを含むため、第１下地電極６１Ａのガラス成分がガラス膜５０に拡散し、一体化している

。それにより、ガラス膜５０の外表面５１が平滑である一方で、第１下地電極６１Ａとの密着性も担保できる。この点、第２下地電極６２Ａについても同様である。

[0068] （６）上記実施形態によれば、ガラス膜５０は、添加物としてアルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる１以上の元素を含み、ガラス膜５０に含まれるＳｉに対する添加物の比が０．５ａｔｍ％以上９０ａｔｍ％以下である。この比の範囲内で添加物を含ませることで、素体２０の外表面２１に存在する凹部２３の一部は、ガラス膜５０で埋められる。それにより、ガラス膜５０の外表面５１は、より平滑になる。

[0069] ＜変更例＞

上記実施形態及び以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

[0070] ・上記実施形態において、電子部品１０は、負特性サーミスタ部品に限られない。例えば、素体２０の内部に何らかの配線を備えているのであれば、負特性以外のサーミスタ部品であってもよいし、積層コンデンサ部品やインダクタ部品であってもよい。

[0071] ・素体２０の材質は、上記実施形態の例に限られない。素体２０の材質は、樹脂と金属粉体とのコンポジット体であってもよい。

・素体２０の形状は、上記実施形態の例に限られない。例えば、素体２０は、中心軸線ＣＡを有する四角形柱状以外の多角形柱状であってもよい。また、素体２０は、巻線型のインダクタ部品のコアであってもよい。例えば、コアは、いわゆるドラムコア形状であってもよい。具体的には、コアは、柱状の巻芯部と、巻芯部の各端部に設けられた鍔部とを有していてもよい。

[0072] ・素体２０の外表面２１のうち、隣り合う平面２２の境界部分が面取り形状になっていなくてもよい。この場合、当該境界部分には、曲面が存在しない。

・上記実施形態において、第１内部電極４１及び第２内部電極４２の形状は、対応する第１外部電極６１及び第２外部電極６２との電気的導通を確保

できる形状であれば問わない。また、第１内部電極４１及び第２内部電極４２の数は問わず、内部電極の数が１つであってもよいし、３つ以上であってもよい。

[0073] ・第１外部電極６１の構成は、上記実施形態の例に限られない。例えば、第１外部電極６１は、第１下地電極６１Ａのみから構成されていてもよいし、第１金属層６１Ｂが、２層構造でなくてもよい。この点、第２外部電極６２についても同様である。

[0074] ・第１下地電極６１Ａは、第１内部電極４１と電気的に導通していればよく、ガラスを含んでいなくてもよい。同様に、第２下地電極６２Ａは、第２内部電極４２と電気的に導通していればよく、ガラスを含んでいなくてもよい。

[0075] ・上記実施形態において、第１内部電極４１と第１下地電極６１Ａとの材質の組み合わせは、パラジウム及び銀の組み合わせに限らない。例えば、銅及びニッケル、銅及び銀、銀及び金、ニッケル及びコバルト、又は、ニッケル及び金、の組み合わせであってもよい。また例えば、一方が銀で、他方が銀及びパラジウムの組み合わせであってもよい。また例えば、一方がパラジウムで、他方が銀及びパラジウムの組み合わせであってもよいし、一方が銅で、他方が銀及びパラジウムの組み合わせであってもよい。また例えば、一方が金で、他方が銀及びパラジウムの組み合わせであってもよい。

[0076] ・なお、第１内部電極４１と第１下地電極６１Ａとの組み合わせによっては、カーケンドール効果を得られない場合がある。この場合には、外部電極形成工程の前に、第１内部電極４１が露出するように加工すればよい。例えば、素体２０の第１端面２２Ａ側を研磨してガラス膜５０の一部を物理的に除去すればよい。その後、下地電極形成工程を行うことで、第１内部電極４１と第１下地電極６１Ａとを接続することができる。また例えば、第１下地電極６１Ａを形成した後に、第１下地電極６１Ａの表面も含めてガラス膜５０を形成して、第１下地電極６１Ａの表面を覆うガラス膜５０を除去してもよい。この点、第２内部電極４２と第２下地電極６２Ａとの材質の組み合わ

せにおいても同様である。

[0077] ・第１外部電極６１の配置箇所は、上記実施形態の例に限られない。例えば、第１外部電極６１が第１端面２２Ａと１つの側面２２Ｃとにのみ配置されていてもよい。この点、第２外部電極６２についても同様である。

[0078] ・ガラス膜５０は、素体２０の外表面２１の略すべての領域を覆っていなくてもよい。素体２０の形状、第１外部電極６１及び第２外部電極６２の位置等に併せて、ガラス膜５０が覆う範囲は、適宜変更されればよい。

[0079] ・ガラス膜５０のうち、第１下地電極６１Ａに覆われている部分について、ガラス膜５０におけるガラスは、第１下地電極６１Ａにおけるガラスに拡散することで、両者が一体化していることもある。

[0080] ・ガラス膜５０は、添加物としてアルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる１種類以上の元素を含んでいる場合、ガラス膜５０に含まれるＳｉに対する上記添加物の比は、０．５ａｔｍ％未満、又は、９０ａｔｍ％より大きくてもよい。

[0081] ・ガラス膜５０の材質は、上記実施形態の例に限られない。例えば、ガラスは、二酸化ケイ素のみに限られず、Ｂ－Ｓｉ系、Ｓｉ－Ｚｎ系、Ｚｒ－Ｓｉ系、Ａｌ－Ｓｉ系の酸化物のように、Ｓｉを含む多成分系の酸化物であってもよい。また、ガラスは、Ａｌ－Ｓｉ系、Ｎａ－Ｓｉ系、Ｌｉ－Ｓｉ系の酸化物のように、アルカリ金属とＳｉを含む多成分系の酸化物であってもよい。さらに、ガラスは、Ｍｇ－Ｓｉ系、Ｃａ－Ｓｉ系、Ｂａ－Ｓｉ系、Ｓｒ－Ｓｉ系のようにアルカリ土類金属とＳｉを含む多成分系の酸化物であってもよい。そして、ガラスは、Ｓｉを含まなくてもよく、これらの混合物であってもよい。

[0082] ガラス膜５０の材質は、ガラスに加えて、顔料、シリコーン系難燃剤、シランカップリング材、チタネートカップリング剤等の表面処理剤又は帯電防止剤を含んでいてもよい。

より具体的には、ガラス膜５０には、ガラスに加えて、有機酸塩、酸化物、無機塩、有機塩、その他金属酸化物の微細な粒子及びナノ粒子の添加物を

含んでいてもよい。また、溶液８７に含まれる添加物は、酸化カリウム前駆体に限られない。

[0083] 有機酸塩としては、例えば、ソーダ灰、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、過炭酸ナトリウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸水素ナトリウム、硫酸ナトリウム、チオ硫酸ナトリウム、硝酸ナトリウム、亜硫酸ナトリウムといったオキソ酸の塩やフッ化ナトリウム、塩化ナトリウム、臭化ナトリウム、ヨウ化ナトリウムといったハロゲン化合物が挙げられる。

[0084] 酸化物としては、例えば過酸化ナトリウム、水酸化物としては、例えば水酸化ナトリウムが挙げられる。

無機塩としては、例えば、水素化ナトリウム、硫化ナトリウム、硫化水素ナトリウム、珪酸ナトリウム、リン酸三ナトリウム、ほう酸ナトリウム、水素化ホウ素ナトリウム、シアン化ナトリウム、シアン酸ナトリウム、テトラクロロ金酸ナトリウムが挙げられる。

[0085] また、無機塩としては、過酸化カルシウム、水酸化カルシウム、フッ化カルシウム、塩化カルシウム、臭化カルシウム、ヨウ化カルシウム、水素化カルシウム、炭化カルシウム、リン化カルシウムが挙げられる。

[0086] 添加物としては、炭酸カルシウム、炭酸水素カルシウム、硝酸カルシウム、硫酸カルシウム、亜硫酸カルシウム、ケイ酸カルシウム、リン酸カルシウム、ピロリン酸カルシウム、次亜塩素酸カルシウム、塩素酸カルシウム、過塩素酸カルシウム、臭素酸カルシウム、ヨウ素酸カルシウム、亜ヒ酸カルシウム、クロム酸カルシウム、タングステン酸カルシウムモリブデン酸カルシウム、炭酸カルシウムマグネシウム、ハイドロキシアパタイト、といったオキソ酸塩であってもよい。また、添加物は、酢酸カルシウム、グルコン酸カルシウム、クエン酸カルシウム、リンゴ酸カルシウム、乳酸カルシウム、安息香酸カルシウム、ステアリン酸カルシウム、アスパラギン酸カルシウムが挙げられる。

[0087] また例えば、添加物は、炭酸リチウム、塩化リチウム、チタン酸リチウム、窒化リチウム、過酸化リチウム、クエン酸リチウム、フッ化リチウム、ヘ

キサフルオロリン酸リチウム、酢酸リチウム、ヨウ化リチウム、次亜塩素酸リチウム、四ホウ酸リチウム、臭化リチウム、硝酸リチウム、水酸化リチウム、水素化アルミニウムリチウム、水素化トリエチルホウ素リチウム、水素化リチウム、リチウムアミド、リチウムイミド、リチウムジイソプロピルアミド、リチウムテトラメチルピペリジド、硫化リチウム、硫酸リチウム、リチウムチオフェノラート、リチウムフェノキシドであってもよい。

[0088] また例えば、添加物は、三ヨウ化ホウ素、シアノ水素化ホウ素ナトリウム、水素化ホウ素ナトリウム、テトラフルオロほう酸、トリエチルボラン、硼砂、ほう酸であってもよい。

[0089] また例えば、添加物は、亜硫酸バリウム、塩化バリウム、塩素酸バリウム、過塩素酸バリウム、過酸化バリウム、クロム酸バリウム、酢酸バリウム、シアン化バリウム、臭化バリウム、シュウ酸バリウム、硝酸バリウム、水酸化バリウム、水素化バリウム、炭酸バリウム、ヨウ化バリウム、硫化バリウム、硫酸バリウムであってもよい。他にも、添加物は、酢酸ナトリウム、クエン酸ナトリウムであってもよい。

[0090] また、添加物は、金属酸化物の微細な粒子又はナノ粒子であってもよく、例えば、金属酸化物としては、酸化ナトリウム、酸化カルシウム、酸化リチウム、酸化ホウ素、酸化バリウム、酸化ケイ素、酸化チタン、酸化ジルコン、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化マグネシウムが挙げられる。

[0091] また、上記実施形態において酸化カリウム前駆体は、例えば、ヒ化カリウム、臭化カリウム、炭化カリウム、塩化カリウム、フッ化カリウム、水素化カリウム、ヨウ化カリウム、三ヨウ化カリウム、アジ化カリウム、窒化カリウム、超酸化カリウム、オゾン化カリウム、過酸化カリウム、リン化カリウム、硫化カリウム、セレン化カリウム、テルル化カリウム、テトラフルオロアルミン酸カリウム、テトラフルオロホウ酸カリウム、テトラヒドロホウ酸カリウム、カリウムメタニド、シアン化カリウム、ギ酸カリウム、フッ化水素カリウム、テ、ラヨード水銀（ＩＩ）酸カリウム、硫化水素カリウム、オクタクロロ二モリブデン（ＩＩ）酸カリウム、カリウムアミド、水酸化カリ

ウム、ヘキサフルオロリン酸カリウム、炭酸カリウム、テトラクロリド白金（ＩＩ）酸カリウム、ヘキサクロリド白金（ＩＶ）酸カリウム、ノナヒドリドレニウム（ＶＩＩ）酸カリウム、硫酸カリウム、酢酸カリウム、シアン化金（Ｉ）カリウム、ヘキサニトロコバルト（ＩＩＩ）酸カリウム、ヘキサシアノ鉄（ＩＩＩ）酸カリウム、ヘキサシアノ鉄（ＩＩ）酸カリウム、カリウムメトキシド、カリウムエトキシド、カリウムｔｅｒｔ－ブトキシド、シアン酸カリウム、雷酸カリウム、チオシアン酸カリウム、硫酸カリウムアルミニウム、アルミン酸カリウム、ヒ酸カリウム、臭素酸カリウム、次亜塩素酸カリウム、亜塩素酸カリウム、塩素酸カリウム、過塩素酸カリウム、炭酸カリウム、クロム酸カリウム、二クロム酸カリウム、テトラキス（ペルオキソ）クロム（Ｖ）酸カリウム、銅（ＩＩＩ）酸カリウム、鉄酸カリウム、ヨウ素酸カリウム、過ヨウ素酸カリウム、過マンガン酸カリウム、マンガン酸カリウム、次亜マンガン酸カリウム、モリブデン酸カリウム、亜硝酸カリウム、硝酸カリウム、リン酸三カリウム、過レニウム酸カリウム、セレン酸カリウム、ケイ酸カリウム、亜硫酸カリウム、硫酸カリウム、チオ硫酸カリウム、二亜硫酸カリウム、ジチオン酸カリウム、二硫酸カリウム、ペルオキソ二硫酸カリウム、ヒ酸二水素カリウム、ヒ酸水素二カリウム、炭酸水素カリウム、リン酸二水素カリウム、リン酸水素二カリウム、セレン酸水素カリウム、亜硫酸水素カリウム、硫酸水素カリウム、ペルオキソ硫酸水素カリウムが挙げられる。

[0092] 金属アルコキシド８５は、例えば、ナトリウムメトキシド、ナトリウムエトキシド、カルシウムジエトキシド、リチウムイソプロポキシド、リチウムエトキシド、リチウムｔｅｒｔ－ブトキシド、リチウムメトキシド、ホウ素アルコキシド、カリウムｔ－ブトキシド、オルトケイ酸テトラエチル、アリルトリメトキシシラン、イソブチル（トリメトキシ）シラン、オルトケイ酸テトラプロピル、オルトケイ酸テトラメチル、［３－（ジエチルアミノ）プロピル］トリメトキシシラン、トリエトキシ（オクチル）シラン、トリエトキシビニルシラン、トリエトキシフェニルシラン、トリメトキシフェニルシ

ラン、トリメトキシメチルシラン、ブチルトリクロロシラン、ｎ－プロピルトリエトキシシラン、メチルトリクロロシラン、ジメトキシ（メチル）オクチルシラン、ジメトキシジメチルシラン、トリス（ｔｅｒｔ－ブトキシ）シラノール、トリス（ｔｅｒｔ－ペントキシ）シラノール、ヘキサデシルトリメトキシシシラン、トリス（１，２－ベンゼンジオラート－Ｏ，Ｏ’）ケイ酸二カリウム、オルトケイ酸テトラブチル、ケイ酸アルミニウム、ケイ酸カルシウム、ケイ酸テトラメチルアンモニウム溶液、クロロトリイソプロポキシチタン（ＩＶ）、チタン（ＩＶ）イソプロポキシド、チタン（ＩＶ）２－エチルヘキシルオキシド、チタン（ＩＶ）エトキシド、チタン（ＩＶ）ブトキシド、チタン（ＩＶ）ｔｅｒｔ－ブトキシド、チタン（ＩＶ）プロポキシド、チタン（ＩＶ）メトキシド、ジルコニウム（ＩＶ）ビス（ジエチルシトレート）ジプロポキシド、ジルコニウム（ＩＶ）ジブトキシド（ビス－２，４－ペンタンジオネート）、ジルコニウム（ＩＶ）２－エチルヘキサノエート、ジルコニウム（ＩＶ）イソプロポキシドイソプロパノール錯体、ジルコニウム（ＩＶ）エトキシド、ジルコニウム（ＩＶ）ブトキシド、ジルコニウム（ＩＶ）ｔｅｒｔ－ブトキシド、ジルコニウム（ＩＶ）プロポキシド、アルミニウムｔｅｒｔ－ブトキシド、アルミニウムイソプロポキシド、アルミニウムエトキシド、アルミニウム－トリ－ｓｅｃ－ブトキシド、アルミニウムフェノキシド、であってもよい。

[0093] ・ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さは、０．１ｎｍ未満でもよい。すなわち、ガラス膜５０の外表面５１は、本実施形態に挙げた例よりも平滑であってよい。また、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さは、５ｎｍより大きくてもよい。本発明によれば、ガラス膜５０に添加物を含まない場合に比べて、素体２０の外表面２１の算術平均粗さに対するガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さを小さくすることができる。それにより、（１）に記載の効果は得られる。

[0094] ・素体２０の外表面２１の算術平均粗さは、５．９ｎｍ未満でもよいし、５００ｎｍより大きくてもよい。素体２０の外表面２１の粗さに対して、ガ

ラス膜５０の外表面５１が充分に平滑であれば、（１）に記載の効果は得られる。

[0095] ・ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さ及び素体２０の外表面２１の算術平均粗さの測定方法は、本実施形態の例に限られない。例えば、素体２０の断面を電子顕微鏡で撮影し、この撮影した画像について、ガラス膜５０の外表面５１に沿う方向に少なくとも１０μｍ以上における範囲で画像解析を行うことで、各算術平均粗さを求めてもよい。また、素体２０の外表面２１の粗さが全体として同程度ではない場合、ガラス膜５０の外表面５１の測定箇所と、素体２０の外表面２１の測定箇所を略同じ箇所として、上記方法により各算術平均粗さを求めればよい。

[0096] ・ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さ及び素体２０の外表面２１の算術平均粗さを測定する際、レーザー顕微鏡の代わりに、白色干渉計、原子間力顕微鏡、触針式プロファイリングシステムなどの機器を使用してもよい。また、ガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さを測定する機器と、素体２０の外表面２１の算術平均粗さを測定する機器は、同一でなくてもよい。例えば、白色干渉計を用いてガラス膜５０の外表面５１の算術平均粗さを測定し、且つ、レーザー顕微鏡により素体２０の外表面２１の算術平均粗さを測定してもよい。

[0097] ＜付記＞

上記実施形態及び変更例から導き出せる技術思想を以下に記載する。

［１］

素体と、前記素体の外表面を覆うガラス膜と、を備え、

前記ガラス膜は、アルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる１種類以上の元素を添加物として含み、

前記ガラス膜の厚さの平均値は、８０ｎｍ以上５０００ｎｍ以下であり、

前記素体の外表面の算術平均粗さに対する、前記ガラス膜の外表面の算術平均粗さの比が、０．０００２以上０．８５以下である電子部品。

[0098] ［２］

前記ガラス膜の外表面の算術平均粗さは、０．１ｎｍ以上５ｎｍ以下である［１］に記載の電子部品。

[0099] ［３］

前記素体の外表面の算術平均粗さは、５．９ｎｍ以上５００ｎｍ以下である［１］又は［２］に記載の電子部品。

[0100] ［４］

前記ガラス膜を部分的に覆う下地電極をさらに備え、

前記下地電極は、ガラスを含む［１］～［３］のいずれか１つに記載の電子部品。

[0101] ［５］

前記ガラス膜に含まれるＳｉに対する前記添加物の比が０．５ａｔｍ％以上９０ａｔｍ％以下である［１］～［４］のいずれか１つに記載の電子部品。

符号の説明

[0102] １０…電子部品

２０…素体

５０…ガラス膜

５１…外表面

ＴＧ…厚さ

請求の範囲

[請求項1] 素体と、前記素体の外表面を覆うガラス膜と、を備え、

前記ガラス膜は、アルカリ金属及びアルカリ土類金属から選ばれる１種類以上の元素を添加物として含み、

前記ガラス膜の厚さの平均値は、８０ｎｍ以上５０００ｎｍ以下であり、

前記素体の外表面の算術平均粗さに対する、前記ガラス膜の外表面の算術平均粗さの比が、０．０００２以上０．８５以下である

電子部品。

[請求項2] 前記ガラス膜の外表面の算術平均粗さは、０．１ｎｍ以上５ｎｍ以下である

請求項１に記載の電子部品。

[請求項3] 前記素体の外表面の算術平均粗さは、５．９ｎｍ以上５００ｎｍ以下である

請求項１又は請求項２に記載の電子部品。

[請求項4] 前記ガラス膜を部分的に覆う下地電極をさらに備え、

前記下地電極は、ガラスを含む

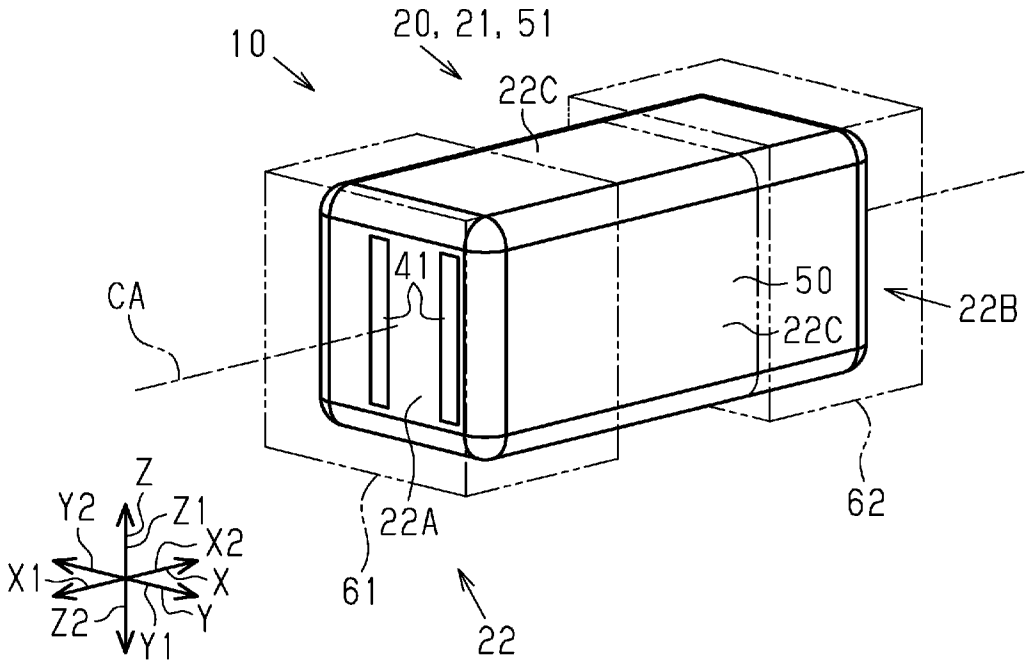
請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の電子部品。

[請求項5] 前記ガラス膜に含まれるＳｉに対する前記添加物の比が０．５ａｔｍ％以上９０ａｔｍ％以下である

請求項１～請求項４のいずれか１項に記載の電子部品。

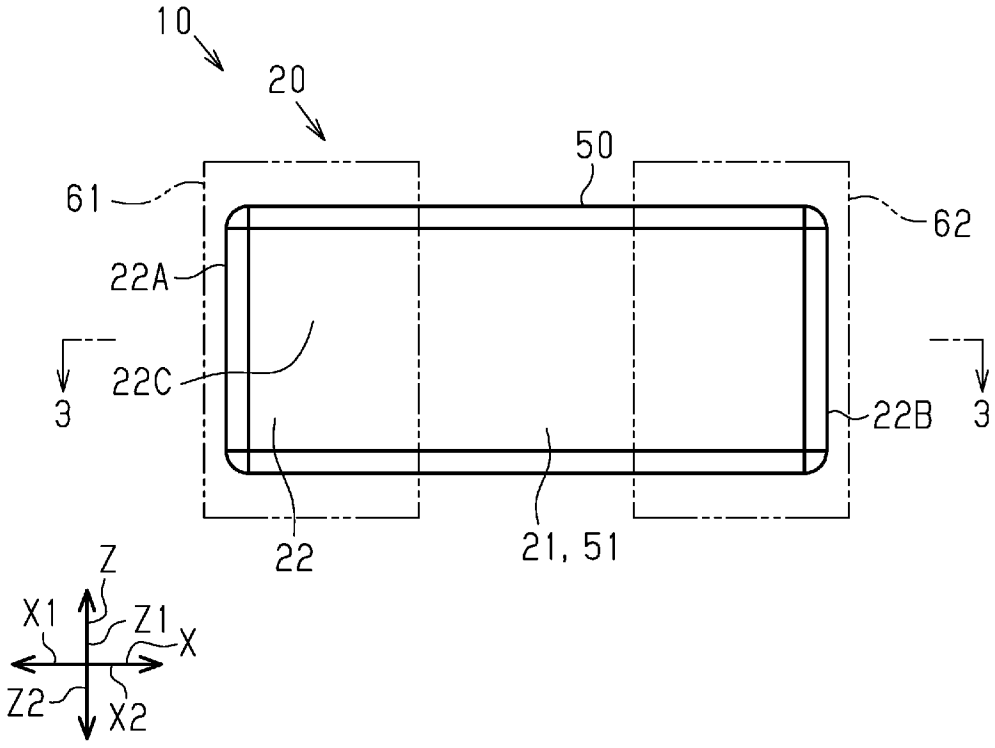
[図1]

図1


10
20, 21, 51
22C
41
50
22C
22B
CA
62
22A
61
22
Z
Y2
Z1
X2
X1
X
Z2
Y
Y1

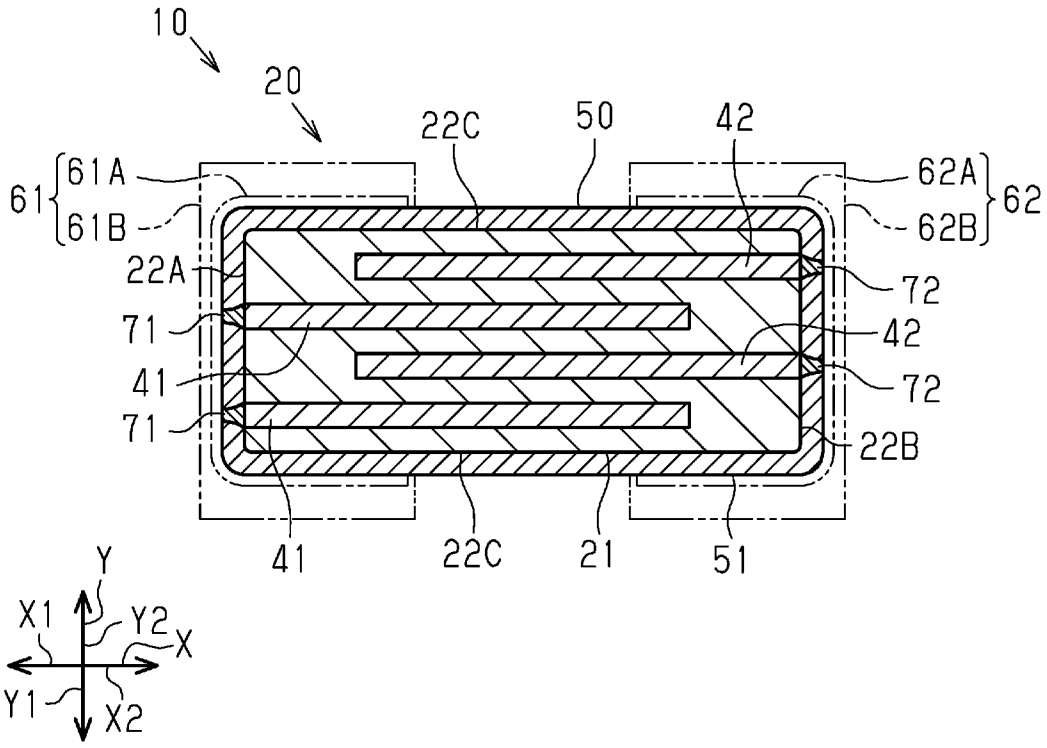
[図2]

図2


10
20
50
61
62
22A
22C
3
3
22B
22
21, 51
Z
X1
Z1
X
Z2
X2

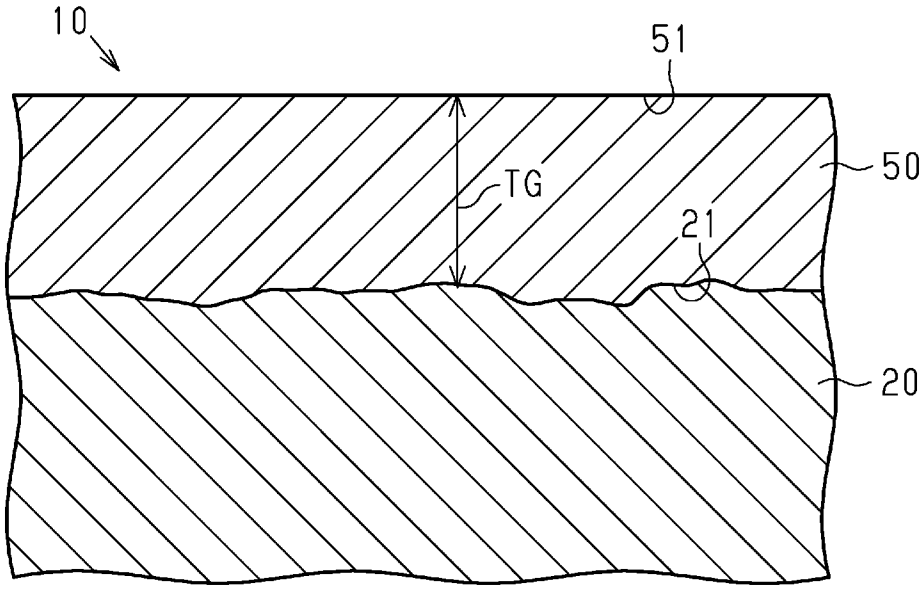
[図3]

図3


10
20
22C
50
42
61
61A
61B
62A
62B
62
22A
72
71
42
41
72
71
22B
41
22C
21
51
Y
X1
Y2
X
Y1
X2

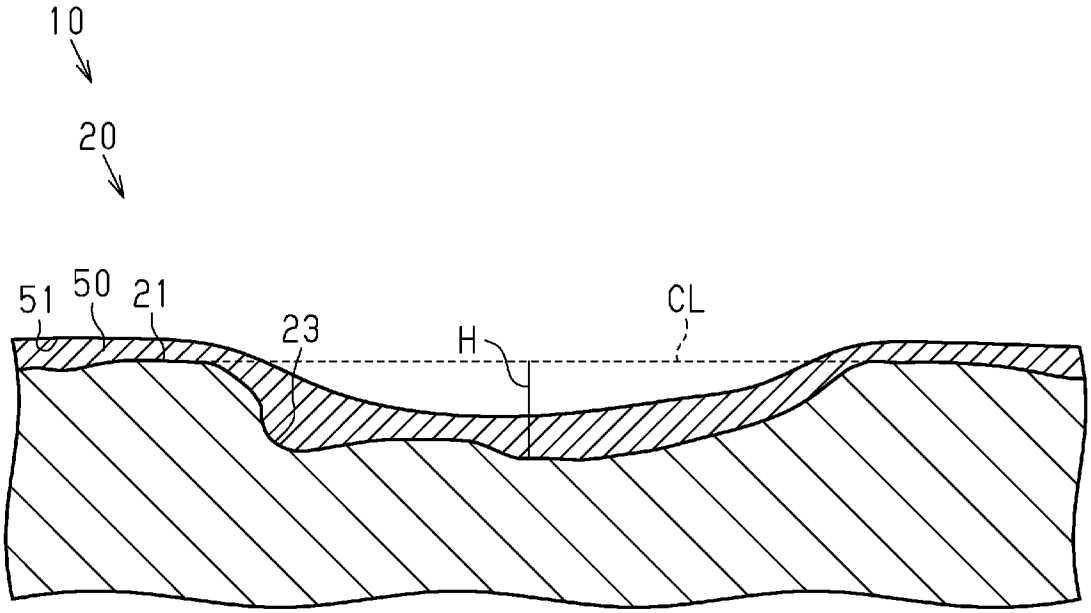
[図4]

図4


10
51
TG
50
21
20

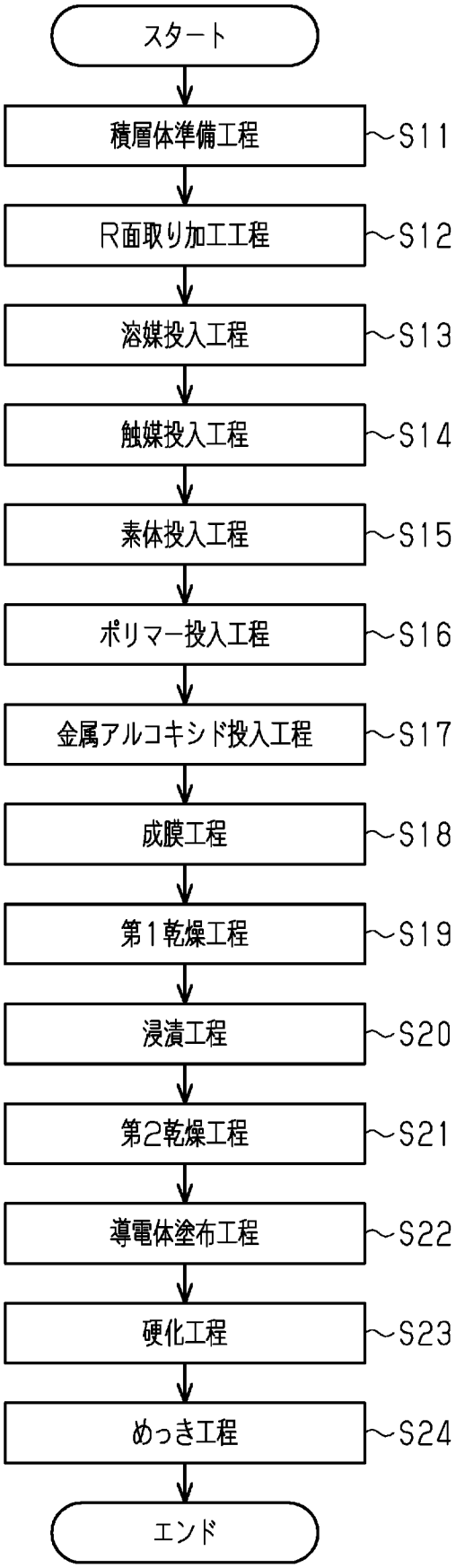
[図5]

図5



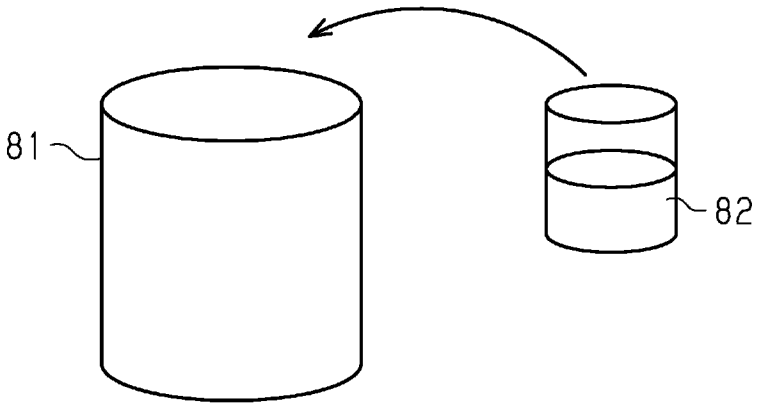
[図6]

図6


スタート
積層体準備工程
S11
R面取り加工工程
S12
溶媒投入工程
S13
触媒投入工程
S14
素体投入工程
S15
ポリマー投入工程
S16
金属アルコキシド投入工程
S17
成膜工程
S18
第1乾燥工程
S19
浸漬工程
S20
第2乾燥工程
S21
導電体塗布工程
S22
硬化工程
S23
めっき工程
S24
エンド

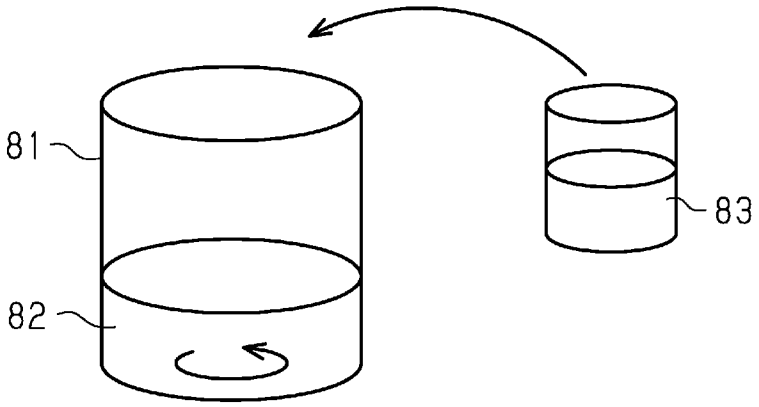
[図7]

図7



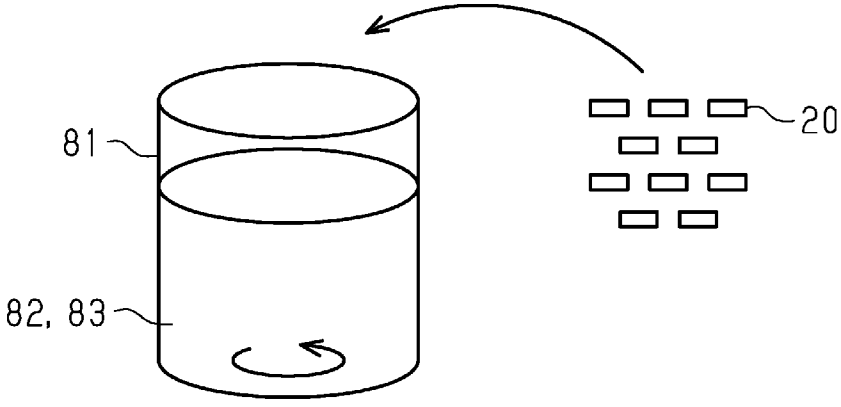
[図8]

図8



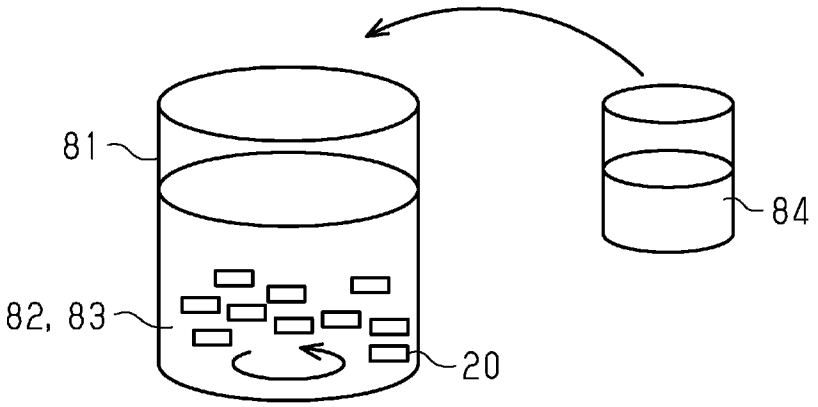
[図9]

図9



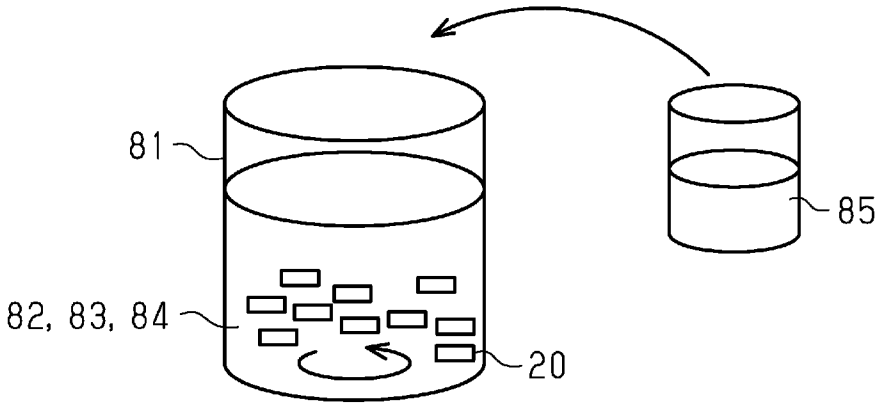
[図10]

図10



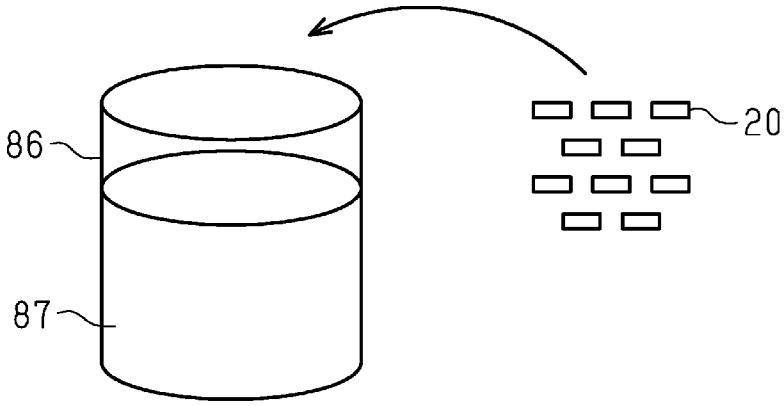
[図11]

図11



[図12]

図12



[図13]

図13

	ガラス膜の厚さ [nm]	素体の外表面の算術平均粗さ [nm]	ガラス膜の外表面の算術平均粗さ [nm]	ガラス膜の外表面の算術平均粗さ／素体の外表面の算術平均粗さ	マイクロスクラッチ
実施例1	1200	70	5	0.07	○
実施例2	80	5.9	5	0.85	○
実施例3	5000	500	0.1	0.0002	○
比較例	80	10	10	1	×

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/027445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01C 7/04(2006.01)i; ***H01C 7/02***(2006.01)i; ***H01F 27/02***(2006.01)i; ***H01G 2/10***(2006.01)i; ***H01G 4/224***(2006.01)i; ***H01G 4/30***(2006.01)i
FI: H01C7/04; H01C7/02; H01F27/02 120; H01G2/10 J; H01G4/224 100; H01G4/30 201P; H01G4/30 511

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)

H01C7/04; H01C7/02; H01F27/02; H01G2/10; H01G4/224; H01G4/30

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2018-195760 A (TDK CORP.) 06 December 2018 (2018-12-06) claims, paragraphs [0056], [0064], [0065], [0085]	1-5
Y	JP 2003-151805 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 23 May 2003 (2003-05-23) paragraphs [0010]-[0014]	1-5
Y	JP 2004-128488 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 22 April 2004 (2004-04-22) paragraphs [0006]-[0010], table 1	1-5
A	JP 06-096907 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 08 April 1994 (1994-04-08) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2010-027730 A (TDK CORP.) 04 February 2010 (2010-02-04) entire text, all drawings	1-5

☐ 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
05 October 2023	**24 October 2023**
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/JP2023/027445

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2018-195760 A	06 December 2018	US 2018/0337001 A1 claims, paragraphs [0089], [0097], [0098], [0197]	
JP 2003-151805 A	23 May 2003	(Family: none)	
JP 2004-128488 A	22 April 2004	US 2004/0048052 A1 paragraphs [0009]-[0013], table 1	
JP 06-096907 A	08 April 1994	(Family: none)	
JP 2010-027730 A	04 February 2010	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/027445

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01C 7/04(2006.01)i; H01C 7/02(2006.01)i; H01F 27/02(2006.01)i; H01G 2/10(2006.01)i; H01G 4/224(2006.01)i; H01G 4/30(2006.01)i
FI: H01C7/04; H01C7/02; H01F27/02 120; H01G2/10 J; H01G4/224 100; H01G4/30 201P; H01G4/30 511

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））

H01C7/04; H01C7/02; H01F27/02; H01G2/10; H01G4/224; H01G4/30

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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 2018-195760 A (ＴＤＫ株式会社) 06.12.2018 (2018-12-06) 特許請求の範囲,段落[0056],[0064],[0065],[0085]	1-5
Y	JP 2003-151805 A (株式会社村田製作所) 23.05.2003 (2003-05-23) 段落[0010]-[0014]	1-5
Y	JP 2004-128488 A (株式会社村田製作所) 22.04.2004 (2004-04-22) 段落[0006]-[0010],表1	1-5
A	JP 06-096907 A (株式会社村田製作所) 08.04.1994 (1994-04-08) 全文,全図	1-5
A	JP 2010-027730 A (ＴＤＫ株式会社) 04.02.2010 (2010-02-04) 全文,全図	1-5

☐ 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
05.10.2023	24.10.2023

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）
田中　晃洋 5D 3800

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/027445

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-195760 A	06.12.2018	US 2018/0337001 A1 特許請求の範囲,段落[0089],[0097],[0098],[0197]	
JP 2003-151805 A	23.05.2003	（ファミリーなし）	
JP 2004-128488 A	22.04.2004	US 2004/0048052 A1 段落[0009]-[0013],表1	
JP 06-096907 A	08.04.1994	（ファミリーなし）	
JP 2010-027730 A	04.02.2010	（ファミリーなし）	