

(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12月26日(26.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/262064 A1

(51) 国際特許分類:

H01C 1/02 (2006.01) H01F 27/02 (2006.01)
H01C 7/04 (2006.01) H01G 4/30 (2006.01)
H01F 17/04 (2006.01) H01G 4/224 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/000393

(22) 国際出願日: 2024年1月11日(11.01.2024)

(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 2023-100195 2023年6月19日(19.06.2023) 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 1
0 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).

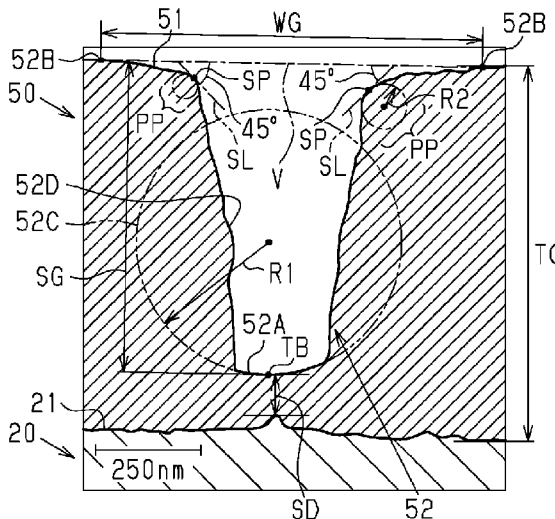
(74) 代理人: 恩田 誠, 外 (ONDA Makoto et al.);
〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目
12 番地 1 Gifu (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, 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.

(54) Title: ELECTRONIC COMPONENT

(54) 発明の名称: 電子部品

図5



(57) Abstract: This electronic component 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) has a groove (52) that extends on an outer surface (51) of the glass film (50). The groove (52) is recessed from the outer surface (51) of the glass film (50) toward the outer surface (21) side of the element body (20) in a specific cross-section in a direction orthogonal to the outer surface (51) of the glass film (50). A bottom (52A) of the groove (52) is positioned closer to the outer surface (51) side of the glass film (50) than the outer surface (21) of the element body (20). In addition, the bottom (52A) of the groove (52) has an arc shape in the specific cross section.

[続葉有]

(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、当該ガラス膜 (50) の外表面 (51) 上で延びている溝 (52) を有している。溝 (52) は、ガラス膜 (50) の外表面 (51) に直交する方向における特定断面において、当該ガラス膜 (50) の外表面 (51) から素体 (20) の外表面 (21) 側に向かって窪んでいる。溝 (52) の底部 (52A) は、素体 (20) の外表面 (21) よりもガラス膜 (50) の外表面 (51) 側に位置している。また、特定断面において溝 (52) の底部 (52A) は円弧状である。

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に記載の発明は、素体と、内部電極と、ガラス層と、外部電極と、を備えている。内部電極は、素体の内部に位置している。ガラス層は、素体の表面を覆っている。ガラス層は、複数の貫通孔を有している。貫通孔は、ガラス層の外表面から、ガラス層における素体との境界にまで至っている。外部電極は、ガラス層の外表面上に積層されている。また、外部電極は、内部電極と電氣的に接続している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6680075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に記載の発明のような電子部品においては、基本的には、ガラス層の厚さが大きいほどガラス層の応力が大きくなる。一方で、特許文献1に記載のように、ガラス層が貫通孔を有している場合には、当該貫通孔においてガラス層の応力が解放される。したがって、上記電子部品においては、ガラス層の特定の箇所において応力が集中することは抑制できる。しかしながら、特許文献1に記載の電子部品は、ガラス層が貫通孔を有しているが故にガラス層のバリア性が低下する。したがって、ガラス層のバリア性の低下を抑制しつつも、ガラス層の応力を緩和できる構造が求められている。

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、当該ガラス膜の外表面上で延

びており、且つ前記ガラス膜の外表面に直交する方向における特定断面において、当該ガラス膜の外表面から前記素体の外表面側に向かって窪む溝を有しており、前記溝の底部は、前記素体の外表面よりも前記ガラス膜の外表面側に位置しており、前記特定断面において前記溝の底部は円弧状である電子部品である。

発明の効果

[0006] 上記構成によれば、ガラス膜の応力集中を抑制しつつ、ガラス膜のバリア性の確保を実現できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、電子部品の斜視図である。

[図2]図2は、電子部品の側面図である。

[図3]図3は、図2における3-3線に沿う断面図である。

[図4]図4は、電子部品のガラス膜の外表面の拡大図である。

[図5]図5は、電子部品を特定断面視したときのガラス膜近傍の拡大図である。

[図6]図6は、電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図7]図7は、電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図8]図8は、電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図9]図9は、電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図10]図10は、電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図11]図11は、電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図12]図12は、電子部品の製造方法を説明する説明図である。

[図13]図13は、変更例の電子部品を特定断面視したときのガラス膜近傍の拡大図である。

発明を実施するための形態

[0008] <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。

[0009] <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、回路基板等を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。

[0010] 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。

[0011] 素体20の外表面21は、6個の平面を有している。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個の平面は、互いに異なる方向を向いている。6個の平面は、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。

[0012] 素体20の外表面21のうち、隣り合う2つの平面の境界部分、及び隣り合う3つの平面の境界部分は、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の表面を素体20の外表面21と同一視して符号を付している。

[0013] 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。また、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。

[0014] 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。

[0015] 第1内部電極41の材質は、導電性の材質である。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。

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] 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、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。

[0019] 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。

[0020] 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。

[0021] 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、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。そのため、ガラス膜50の断面画像における元素マッピング像では、カリウムの存在によりガラス膜50が界面を有していることがある。

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 第2金属層62Bは、第2下地電極62Aを外部から覆っている。そのため、第2金属層62Bは、第2下地電極62Aに積層されている。具体的には、第2金属層62Bは、第1金属層61Bと同様に、ニッケルめっきと、錫めっきと、の2層構造となっている。

[0026] 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。

[0027] 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延出部71を介して接続している。なお、詳細は後述するが、第1延出部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。

[0028] 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延出部72を介して接続している。第2延出部72も、第1延出部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延出部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延出部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延出部71及び第2延出部72の図示を省略している。

[0029] <ガラス膜について>

図4に示すように、ガラス膜50は、当該ガラス膜50の外表面51上で延びる溝52を有している。なお、ガラス膜50の外表面51に直交する方向を向いて視たときに、当該ガラス膜50の外表面51における溝52の開口縁52Bの幅を開口幅WGとする。このとき、開口幅WGに対して当該開口の延伸長さが5倍以上である場合に、「ガラス膜50の外表面51上で延びる溝52」とする。

[0030] 図5に示すように、ガラス膜50の外表面51に直交する方向における断面を特定断面とする。特定断面において、溝52は、ガラス膜50の外表面21から素体20の外表面21側に向かって窪んでいる。溝52の底部52Aは、素体20の外表面21よりもガラス膜50の外表面51側に位置している。すなわち、溝52は、ガラス膜50を貫通していない。

[0031] 溝52の底部52A及び開口縁52Bは次のようにして定められる。まず、ガラス膜50の表面を電子顕微鏡で撮影する。そして、観察された溝52を含む任意の特定断面で断面加工を行う。そして当該特定断面について、元素マッピングを行い、ガラス膜50における素体20との境界及び素体20とは反対側の面を特定したマッピング像を取得する。当該マッピング像において、溝52のうち、最も素体20の外表面21に近い最底点TBを特定する。そして、最底点TBを含む一部の領域が、底部52Aである。

[0032] また、特定断面において、上述したようにして、ガラス膜50のマッピング像を取得する。そして、当該マッピング像において、溝52を挟んだ両側のガラス膜50の外表面51のいずれに対しても外接する仮想線Vを引く。

このとき、仮想線Vは、ガラス膜50の外表面51に対して部分的に一致していてもよい。そして、この仮想線Vとガラス膜50の外表面51との接点のうち、溝52の中央側の端を、開口縁52Bとする。

[0033] 特定断面において、溝52の最大深さSGは、約750nmである。最大深さSGは、上述した仮想線Vに直交する方向での両開口縁52Bから最底点TBまでの距離のうち大きい方である。また、この実施形態では、開口幅WGは、約870nmである。開口幅WGは、仮想線V上での一方の開口縁52Bから他方の開口縁52Bまでの距離である。

[0034] 特定断面において、溝52の底部52Aは、円弧状になっている。換言すると、特定断面において最底点TBを含む領域であって円弧状になっている領域が底部52Aである。なお、ここでいう「円弧」は例えば電子顕微鏡での観察では明確に判断できない1nm未満の微細な凹凸は無視して、全体として円弧状であればよい。特定断面において、溝52の底部52Aの曲率半径R1は、10nm以上である。本実施形態では、溝52の底部52Aの曲率半径R1は、約315nmである。上述したとおり、溝52の開口幅WGは、約870nmである。したがって、底部52Aの曲率半径R1は、開口幅WGの4分の1以上である。

[0035] なお、底部52Aの曲率半径R1は、次のようにして定義される。まず、上述したようにして、底部52Aを含むガラス膜50のマッピング像を取得する。そして、当該マッピング像において、底部52Aの表面を近似する円弧を特定する。そして、この円弧を含む近似円52Cを特定する。この近似円52Cの半径を曲率半径R1とする。

[0036] 特定断面において、溝52の内壁52Dの一部は、円弧状になっている。具体的には、溝52の内壁52Dに接する接線であって、仮想線Vに対して45度傾斜した線を特定接線SLとする。そして、特定接線SLと、溝52の内壁52Dとの接点を特定接点SPとする。このとき、溝52の内壁52Dのうち、特定接点SPを含む一部分PPは、円弧状になっている。当該一部分PPの曲率半径R2は10nm以上である。本実施形態において、特定

接点SPを含む一部分PPの曲率半径R2は、およそ40nmから60nmである。なお、図5において、一方の一部分PPの曲率半径R2の図示を省略している。

[0037] <ガラス膜の厚さについて>

図5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。溝52が存在しない箇所でのガラス膜50の厚さTGの平均値は、300nm以上である。具体的には、本実施形態では、ガラス膜50の厚さTGの平均値は、約850nmである。なお、溝52が存在しない箇所でのガラス膜50の厚さTGの平均値は、以下のようにして算出する。

[0038] 先ず、ガラス膜50の外表面51において、溝52が存在しない箇所を特定する。次に、当該箇所におけるガラス膜50の特定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5 μ m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。

[0039] また、特定断面において、溝52の底部52Aから素体20の外表面21までの最短距離SDは、約90nmである。すなわち、特定断面において、ガラス膜50の厚さTGの平均値に対する溝52の底部52Aから素体20の外表面21までの最短距離SDの割合は、10%以上である。本実施形態においては、当該割合は、約10.6%である。

[0040] <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 S 1 5 と、ポリマー投入工程 S 1 6 と、金属アルコキシド投入工程 S 1 7 と、を備えている。また、電子部品 1 0 の製造方法は、成膜工程 S 1 8 と、乾燥工程 S 1 9 と、浸漬工程 S 2 0 と、焼き付け工程 S 2 1 と、導電体塗布工程 S 2 2 と、硬化工程 S 2 3 と、めっき工程 S 2 4 と、をさらに備えている。

[0041] まず、素体 2 0 を形成するにあたって、積層体準備工程 S 1 1 では、直方体状の素体 2 0 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、まず、素体 2 0 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 4 1 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 2 0 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 4 2 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。

[0042] 次に、図 6 に示すように、R 面取り加工工程 S 1 2 を行う。R 面取り加工工程 S 1 2 では、積層体準備工程 S 1 1 で準備した積層体の隣り合う 2 つの平面の境界部分、及び隣り合う 3 つの平面の境界部分に、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。

[0043] 次に、図 6 に示すように、溶媒投入工程 S 1 3 を行う。図 7 に示すように、溶媒投入工程 S 1 3 では、反応容器 8 1 内に、溶媒 8 2 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 S 1 4 を行う。図 8 に示すように、触媒投入工程 S 1 4 では、まず、反応容器 8 1 内の溶媒 8 2 の攪拌を開始する。そして、反応容器 8 1 内に、触媒を含む水溶液 8 3 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 8 5 の加水分解を促進する触媒として機能する。

- [0044] 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。
- [0045] 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。
- [0046] 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。
- [0047] 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の攪拌を、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。
- [0048] 次に、図6に示すように、乾燥工程S19を行う。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。乾燥工程S19において、ガラス膜50を貫通する割れが生じる。当該割れは、後述の溝52として形成される前段階のものである。なお、割れが生じることで、ガラス膜50の応力が分散される。

[0049] 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。そして、ガラス膜50の融点温度が低下する。

[0050] 次に、図6に示すように、焼き付け工程S21を行う。焼き付け工程S21では、先ず、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から取り出す。そして、取り出した素体20を、800度の雰囲気中で20分間焼成する。これにより、ガラス膜50は溶出する。そして、溶出したガラス膜50の一部は、乾燥工程S19で生じた割れの内部に侵入する。これにより、ガラス膜50の割れの内部で露出している素体20の外表面21上にガラス膜50の底部52Aが形成されて、溝52が形成される。このとき、表面張力により、割れの壁面に接する箇所においてガラスが濡れ上がる。そのため、底部52Aは、特定断面において円弧状になる。また、焼き付け工程S21では、ガラス膜50の表面に付着した溶液87の溶媒が揮発する。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。

[0051] 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、第1端面22Aの全領域を含む、素体2

0の第1正方向X1側の一部分に対して、導電体ペーストを、ガラス膜50を覆うように塗布する。また、第2端面22Bの全領域を含む、素体20の第1負方向X2側の一部分に対して、導電体ペーストを、ガラス膜50を覆うように塗布する。

[0052] 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の一部分を覆うゾルが硬化する。さらに、素体20の外表面21に塗布された導電体ペーストが硬化する。すなわち、第1下地電極61A及び第2下地電極62Aが焼成される。

[0053] 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延出部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延出部72においても同様である。

[0054] 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。

[0055] <バリア性試験について>

溝52を有するガラス膜50に覆われた素体20を対象としてバリア性試

験を実施した。この試験では、5 グループのサンプルを、グループ毎に複数個用意した。すなわち、サンプル1、サンプル2、サンプル3、サンプル4、及びサンプル5を、それぞれ複数個用意した。ガラス膜50は、上述の素体投入工程S15から焼き付け工程S21を実施して形成した。また、サンプル1～サンプル5それぞれについて、各工程の条件を変更することにより、サンプルのグループ毎に、ガラス膜50の厚さTG等を異ならしめた。そして、各サンプルを温度85度、相対湿度90～95%の条件で500時間放置した。その後、各サンプルの抵抗値を測定した。そして、抵抗値の劣化がみられたサンプルを、不良品とした。この試験では、上記の温度及び相対湿度条件に曝す前の抵抗値に対して0.1%以上抵抗値が低下した場合を「抵抗値の劣化があった」と判定した。この不良品か否かの判定を、サンプルのグループ毎に複数個行い、グループ毎の不良品の発生割合を算出した。

[0056] サンプル1では、ガラス膜50の厚さTGの平均値が300nmであった。また、サンプル1の溝52の底部52Aの曲率半径R1の平均値は、540nmであった。また、サンプル1の溝52の一部分PPの曲率半径R2の平均値は、130nmであった。サンプル1において、不良品の発生割合は、0%であった。

[0057] サンプル2では、ガラス膜50の厚さTGの平均値が850nmであった。また、サンプル2の溝52の底部52Aの曲率半径R1の平均値は、310nmであった。また、サンプル2の溝52の一部分PPの曲率半径R2の平均値は、10nmであった。サンプル2において、不良品の発生割合は、0%であった。

[0058] サンプル3では、ガラス膜50の厚さTGの平均値が300nmであった。また、サンプル3の溝52の底部52Aの曲率半径R1の平均値は、10nmであった。また、サンプル3の溝52の一部分PPの曲率半径R2の平均値は、40nmであった。サンプル3において、不良品の発生割合は、0%であった。

[0059] サンプル4では、ガラス膜50の厚さTGの平均値が100nmであった

。また、サンプル4の溝52の底部52Aの曲率半径R1の平均値は、30nmであった。また、サンプル4の溝52の一部分PPの曲率半径R2の平均値は、50nmであった。サンプル4において、不良品の発生割合は、0.3%であった。

[0060] サンプル5では、ガラス膜50の厚さTGの平均値が300nmであった。また、サンプル5の溝52の底部52Aの曲率半径R1の平均値は、3nmであった。また、サンプル5の溝52の一部分PPの曲率半径R2の平均値は、8nmであった。サンプル5において、不良品の発生割合は、0.2%であった。

[0061] 不良品が生じたサンプル4の場合、他のサンプルに比べてガラス膜50の厚さTGの平均値が小さかった。この場合、バリア性がサンプル1～3と比較して劣化することが分かった。また、不良品が生じたサンプル5の場合、他のサンプルに比べて溝52の底部52Aの曲率半径R1の平均値が小さかった。この場合においても、バリア性がサンプル1～3に比べて劣化することが分かった。また、サンプル5では、他のサンプルに比べて溝52の一部分PPの曲率半径R2の平均値が小さかった。この場合においても、バリア性が他のサンプル1～3に比べて劣化することが分かった。

[0062] 上記の試験より、ガラス膜50の厚さTGの平均値は、300nm以上が好ましく、また、溝52の底部52Aの曲率半径R1は、10nm以上であることが好ましいといえる。また、溝52の一部分PPの曲率半径R2が大きい場合、溝52の開口縁52B近傍で他の物体が引っ掛かりにくいといえる。このような引っ掛かりを抑制し、製品の特性を担保する上では、溝52の一部分PPの曲率半径R2は、10nm以上であることが好ましいといえる。

[0063] <本実施形態の効果>

(1) 上記実施形態によれば、素体20に溝52が存在することにより、当該溝52においてガラス膜50の応力が解放される。したがって、ガラス膜50の特定の箇所において応力が集中することが防げる。また、溝52は

、ガラス膜50を貫通していない。つまり、素体20の外表面21が溝52の内部に露出していない。そのため、上記構成によれば、ガラス膜50のバリア性が確保されている。さらに、溝52の底部52Aは、円弧状になっている。そのため、溝52が素体20の外表面21側へ伸展することを防止できる。すなわち、溝52が意図せず素体20にまで到達して、当該溝52によりガラス膜50のバリア性が損なわれることも抑制できる。

[0064] (2) 上記実施形態では、特定断面において、溝52の底部52Aの曲率半径R1は、10nm以上である。この円弧の大きさであれば、溝52の底部52Aの曲率がある程度確保される。したがって、(1)に記載の効果を十分得られる。

[0065] (3) 上記実施形態では、特定断面において、溝52の底部52Aの曲率半径R1は、溝52の開口縁52Bの開口幅WGの4分の1以上である。つまり、上記実施形態の底部52Aの円弧形状は、溝52が半円形状であると仮定したときの底部52Aの円弧形状と同様に、十分に緩やかな円弧である。このように底部52Aの円弧が緩やかであれば、例えばガラス膜50に外力が作用した場合であっても、溝52が、底部52Aを起点として進展することは好適に防げる。

[0066] (4) 上記実施形態では、溝52の内壁52Dのうち特定接点SPを含む一部分PPは、円弧状になっている。そして、一部分PPの曲率半径R2は10nm以上である。ここで、上記の内壁52Dのうちの特定接点SPは、溝52の傾斜が45度以上に急になる箇所である。そのため、特定接点SPに対応する箇所は、電子部品10に他の物体が擦れた場合に引っ掛かりやすい箇所である。この点、上述のとおり、特定接点SPを含む一部分PPが丸みを帯びているため、溝52の特定接点SPに対応する箇所で他の物体が引っ掛かりにくい。このような引っ掛かりを抑制することにより、ガラス膜50の耐擦傷性が向上する。

[0067] (5) 上記実施形態では、溝52が存在しない箇所でのガラス膜50の厚さTGの平均値は300nm以上である。この構成によれば、ガラス膜50

のバリア性が十分確保される。

[0068] (6) 上記実施形態では、特定断面視において、ガラス膜50の厚さTGの平均値に対する溝52の底部52Aから素体20の外表面21までの最短距離SDの割合は、10%以上である。この構成によれば、最もガラス膜50が薄くなっている箇所でも、相応のガラス膜50の膜厚が確保される。すなわち、ガラス膜50のバリア性が確保される。

[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る実施することができる。

[0070] ・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、積層コンデンサ部品やインダクタ部品であってもよい。

・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。

[0071] ・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鰐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。

・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との電氣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。
- [0075] ・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、導電体塗布工程S22の前に、第1内部電極41がガラス膜50から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側のガラス膜50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、導電体塗布工程S22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。
- [0076] ・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。
- [0077] ・上記実施形態の特定断面において、溝52の底部52Aの曲率半径R1は、10nm未満であってもよい。少なくとも底部52Aが円弧状になっていれば、(1)に記載の効果を期待できる。
- [0078] ・上記実施形態の特定断面において、溝52の内壁52Dのうち特定接点SPを含む一部分PPの曲率半径R2は10nm未満であってもよい。また、上記一部分PPは、円弧状になっていなくてもよい。
- [0079] ・上記実施形態において、ガラス膜50の開口縁52Bを含む一部分が、

円弧状になっていてもよい。図13に示す例では、ガラス膜50は、当該ガラス膜50の外表面51上で延びる溝52を有している。ガラス膜50の外表面51に直交する方向における断面を特定断面とする。特定断面において、溝52は、ガラス膜50の外表面21から素体20の外表面21側に向かって窪んでいる。溝52の底部52Aは、素体20の外表面21よりもガラス膜50の外表面51側に位置している。すなわち、溝52は、ガラス膜50を貫通していない。特定断面において、溝52の底部52Aは、円弧状になっている。図13に示す例では、溝52の底部52Aの曲率半径R1は、約1 μ mである。

[0080] 図13に示す例では、特定断面において、溝52の開口縁52Bを含む一部分PQは、円弧状になっている。具体的には、当該一部分PQは、素体20とは反対側に向かって凸の円弧状である。当該一部分PQの曲率半径は10nm以上である。図13に示す例では一部分PQの円弧の曲率半径は、およそ10～30nmである。

[0081] また、図13に示す例では、特定断面において、溝52の開口縁52Bの開口幅WGは、約1.2 μ mである。すなわち、特定断面において、溝52の底部52Aの曲率半径R1は、溝52の開口縁52Bの開口幅WGの4分の1以上である。

[0082] また、図13に示す例のように、特定断面において、溝52の両側の開口縁52Bを結ぶ第1仮想線V1を引いたとする。そして、溝52の最大深さSGが半分となる位置を中間位置MPとし、中間位置MPを通り、第1仮想線V1に平行な第2仮想線V2を引いたとする。特定断面において、溝52の底部52Aの曲率半径R1を2倍した値は、特定断面において、第2仮想線V2が溝52の内壁52Dによって区切られる長さ以上であると好ましい。このような構成によれば、溝52の開口幅WGのスケールに対して、溝52の底部52Aの円弧が大きくなっている。したがって、溝52の底部52Aにおいてガラス膜50の底部52Aにおいて応力が十分に分散される。なお、図示は省略するが、上記実施形態においても、溝52の底部52Aの曲

率半径 R_1 を 2 倍した値は、特定断面において、第 2 仮想線 V_2 が溝 52 の内壁 52D によって区切られる長さ以上である。

[0083] ・上記実施形態において、溝 52 が存在しない箇所でのガラス膜 50 の厚さ T_G の平均値は、300 nm 未満であってもよい。また、特定断面において、ガラス膜 50 の厚さ T_G の平均値に対する溝 52 の底部 52A から素体 20 の外表面 21 までの最短距離 S_D の割合は、10% 未満であってもよい。すなわち、溝 52 の底部 52A は、素体 20 の外表面 21 よりもガラス膜 50 の外表面 51 側に位置していればよい。

[0084] ・ガラス膜 50 の構成は、上記実施形態の例に限られない。例えば、素体 20 の外表面 21 のすべての領域を覆ってなくてもよい。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 が覆う範囲を適宜変更してもよい。

[0085] ・ガラス膜 50 に含まれるガラスが第 1 下地電極 61A に拡散することで、ガラス膜 50 及び第 1 下地電極 61A が一体化していることもある。この点、ガラス膜 50 及び第 2 下地電極 62A についても同様である。

[0086] ・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なくてもよい。

・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。

[0087] ・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

防止剤を含んでもよい。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] 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。

[0092] 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。

[0093] 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。

[0094] 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。

[0095] 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。

[0096] 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。

[0097] 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、テトラフルオロほう酸カリウム、テトラヒドロほう酸

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、オクタクロロニモリブデン（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、ニクロム酸カリウム、テトラキス（ペルオキシ）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、ペルオキシ二硫酸カリウム、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、ペルオキシ硫酸水素カリウムが挙げられる。

[0098] 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 *tert*-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。

[0099] ・上記実施形態において、電子部品10の製造方法は、上記実施形態と異なる方法であってもよい。例えば、ガラス膜50は、以下の方法で形成されてもよい。まず、面取り加工をした素体20に対して、バレルスプレー法等により、素体20の外表面21にガラス膜50の基となる薄膜を形成する。そして、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つの元素を含む添加剤を、当該薄膜に加えることでガラス膜50を形成する。

[0100] ・溶媒投入工程 S 1 3 において投入する溶媒 8 2 は、上記実施形態の例に限られず、金属アルコキシド 8 5 を相応に分散できる液体であればよい。

・溶媒投入工程 S 1 3 は、触媒投入工程 S 1 4 や素体投入工程 S 1 5 の後に行ってもよい。溶媒投入工程 S 1 3 は、金属アルコキシド投入工程 S 1 7 及び触媒投入工程 S 1 4 の少なくともいずれかの工程よりも先に行えばよい。また、溶媒投入工程 S 1 3 を省いてもよい。この場合、例えば、触媒を含む水溶液 8 3 に含まれる水の量が相応に多ければ、金属アルコキシド 8 5 は液相で反応する。また、触媒を含む水溶液 8 3 が溶媒 8 2 としての有機溶媒と混合された状態で投入されてもよい。

[0101] ・触媒を含む水溶液 8 3 はアンモニア水であり、触媒は水酸化物イオンとしたが、触媒はこれに限られない。塩基性の水溶液であれば、上記実施形態のアンモニア水と同様に、金属アルコキシド 8 5 の加水分解を触媒できるし、酸性の水溶液であっても金属アルコキシド 8 5 の加水分解を触媒できる。さらに、中性の水溶液であっても、当該水溶液に加水分解を触媒できるイオンなどが含まれていればよい。

[0102] ・触媒は、触媒を含む水溶液 8 3 として投入されるとして説明したが、触媒を含む固体状の化合物と水とを別々に反応容器 8 1 内に投入してもよく、この場合には触媒が反応容器 8 1 内に生成されたことによって、触媒が反応容器 8 1 内に投入されたとみなせる。また例えば、触媒を含む固体状の化合物を反応容器 8 1 内に投入し、加水分解に必要な水としては空気中の水分を用いてもよい。

[0103] ・素体投入工程 S 1 5 は、触媒投入工程 S 1 4 より先に行ってもよい。また、素体投入工程 S 1 5 を触媒投入工程 S 1 4 より先に行う場合には、金属アルコキシド投入工程 S 1 7 は、触媒投入工程 S 1 4 や素体投入工程 S 1 5 より先に行ってもよい。素体投入工程 S 1 5 は、金属アルコキシド投入工程 S 1 7 及び触媒投入工程 S 1 4 の少なくともいずれかの工程よりも先に行えばよい。

[0104] ・上記実施形態の電子部品 1 0 の製造方法において、金属アルコキシド 8

5に代えて、金属アルコキシド85を生成するための前駆体を含む溶液を投入してもよい。この場合、金属アルコキシド投入工程S17では、金属アルコキシド前駆体である金属錯体や酢酸塩を投入すればよい。金属錯体としては、例えば、リチウムアセチルアセトナート、チタン(IV)オキシアセチルアセトナート、チタンジイソプロポキシドビス(アセチルアセトナート)、ジルコニウム(IV)トリフルオロアセチルアセトナート、ジルコニウム(IV)アセチルアセトナート、アセチルアセトン酸アルミニウム、アルミニウム(III)アセチルアセトナート、カルシウム(II)アセチルアセトナート、亜鉛(II)アセチルアセトナートのようなアセチルアセトナートが挙げられる。また例えば、酢酸塩としては、酢酸ジルコニウム、酢酸水酸化ジルコニウム(IV)、塩基性酢酸アルミニウムが挙げられる。

[0105] ・金属アルコキシド投入工程S17は、反応容器81外で金属アルコキシド85を生成してから、反応容器81内に投入しなくても、反応容器81内において金属アルコキシド85を生成してもよい。例えば、金属アルコキシド85は、金属塩とアルコールとが反応することにより生成される。そのため、金属アルコキシド前駆体である金属塩とアルコールとが反応容器81内に投入されて、これらが反応することで金属アルコキシド85が生成されたことによっても、金属アルコキシド85が反応容器81内に投入されたとみなせる。

[0106] ・金属アルコキシド85は、オルトケイ酸テトラエチルに限られない。例えば、金属アルコキシド85に含まれる金属は、チタン、ジルコニウム、アルミニウム等を用いてもよい。なお、金属アルコキシド85に含まれる金属がケイ素であると、他の金属と比べて、反応速度が遅いため、金属アルコキシド85の反応速度を一定に制御しやすい。また、金属アルコキシド85のアルコキシ基についても、メトキシ基やプロポキシ基等を用いてもよいし、カップリング剤のように長鎖アルキル基やエポキシ基等の官能基が修飾されていてもよい。さらに、金属アルコキシド85に含まれる金属に対する配位数についても、4配位に限られず、3配位や2配位であってもよい。

[0107] ・浸漬工程 S 2 0 で使用する反応容器 8 1 と、成膜工程 S 1 8 で使用する反応容器 8 6 とは、異なっている必要はない。

・浸漬工程 S 2 0 では、素体 2 0 の外表面 2 1 を覆うガラス膜 5 0 に溶液 8 7 が付着すればよく、素体 2 0 の全体を反応容器 8 6 内の溶液 8 7 に浸漬しなくてもよい。例えば、素体 2 0 の外表面 2 1 において、ガラス膜 5 0 に覆われている部分のみ溶液 8 7 を塗布してもよい。また、ゲル状のガラス膜 5 0 にアルカリ金属及びアルカリ土類金属を添加する方法は、浸漬方法に限らず、スプレーなどで添加してもよい。

[0108] ・硬化工程 S 2 3 は、ガラス膜 5 0 と導電体ペーストとを同時に硬化させる工程に限られない。例えば、導電体ペーストが紫外線照射によって硬化される材料であるならば、ガラス膜 5 0 を硬化させる工程として加熱工程を行い、導電体ペーストを硬化させる工程として紫外線照射をしてもよい。

[0109] ・上記実施形態において、素体投入工程 S 1 5 から乾燥工程 S 1 9 を一度実施した後、再び、素体投入工程 S 1 5 から乾燥工程 S 1 9 を繰り返し実施してもよい。これらの工程を繰り返し実施することにより、ガラス膜 5 0 の厚さ T G が増加する。

[0110] ・上記実施形態において、浸漬工程 S 2 0 及び焼き付け工程 S 2 1 を一度実施した後、再び、浸漬工程 S 2 0 及び焼き付け工程 S 2 1 を繰り返し実施してもよい。これらの工程を繰り返し実施することにより、溝 5 2 の底部 5 2 A から素体 2 0 の外表面 2 1 までの最短距離 S D が増加し、底部 5 2 A の曲率半径 R 1 が変化する。

[0111] <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、当該ガラス膜の外表面上で延びており、且つ前記ガラス膜の外表面に直交する方向における特定断面において、当該ガラス膜の外表面から前記素体の外表面側に向かって窪む溝を有しており、前記溝の底部は、前記素体の外表面よりも前記ガラス膜の外表面側に位置しており、前記特定断面におい

て前記溝の底部は円弧状である電子部品。

[0112] [2] 前記特定断面において、前記溝の底部の曲率半径は、10 nm以上である[1]に記載の電子部品。

[3] 前記特定断面において、前記溝の底部の曲率半径は、前記溝の開口縁の幅の4分の1以上である[1]または[2]に記載の電子部品。

[0113] [4] 前記特定断面において、前記溝の両側の開口縁を結ぶ線を仮想線とし、前記溝の内壁に接する接線であって、前記仮想線に対して45度傾斜した線を特定接線とし、前記特定接線と前記溝の内壁との接点を特定接点としたとき、前記特定断面において、前記溝の内壁のうち前記特定接点を含む一部分は、円弧状になっており、前記一部分の曲率半径は10 nm以上である[1]～[3]のいずれか1つに記載の電子部品。

[0114] [5] 前記溝が存在しない箇所での前記ガラス膜の厚さの平均値は300 nm以上である[1]～[4]のいずれか1つに記載の電子部品。

[6] 前記特定断面において、前記ガラス膜の厚さの平均値に対する前記溝の底部から前記素体の外表面までの最短距離の割合は、10%以上である[1]～[5]のいずれか1つに記載の電子部品。

符号の説明

[0115] 10…電子部品
20…素体
21…外表面
50…ガラス膜
51…外表面
52…溝
52A…底部
52B…開口縁

請求の範囲

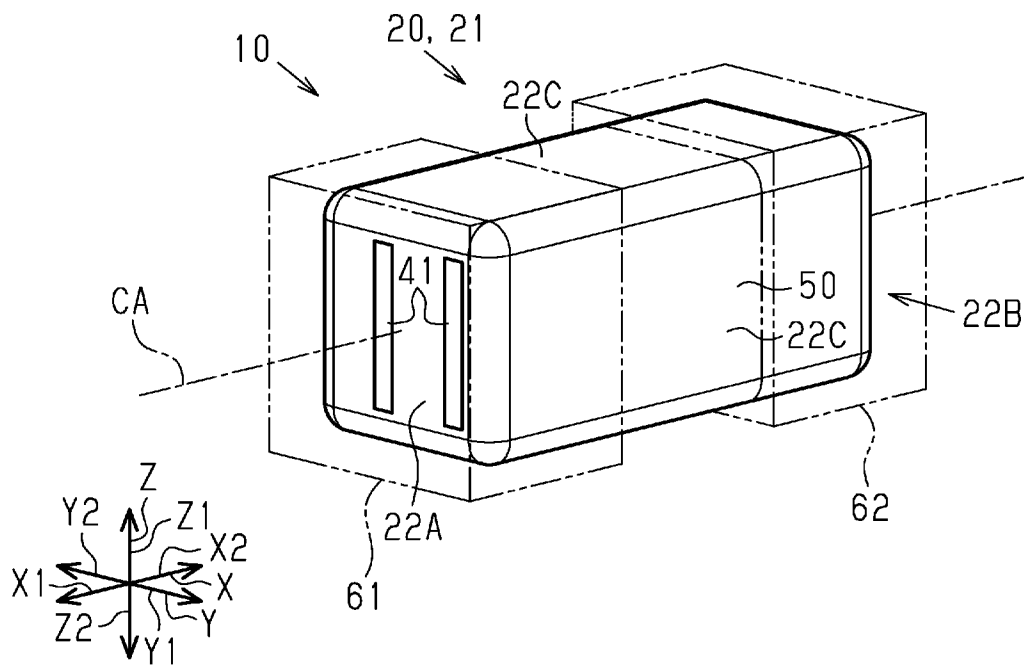
- [請求項1] 素体と、前記素体の外表面を覆うガラス膜と、を備え、
前記ガラス膜は、当該ガラス膜の外表面上で延びており、且つ前記ガラス膜の外表面に直交する方向における特定断面において、当該ガラス膜の外表面から前記素体の外表面側に向かって窪む溝を有しており、
前記溝の底部は、前記素体の外表面よりも前記ガラス膜の外表面側に位置しており、
前記特定断面において前記溝の底部は円弧状である
電子部品。
- [請求項2] 前記特定断面において、前記溝の底部の曲率半径は、10nm以上である
請求項1に記載の電子部品。
- [請求項3] 前記特定断面において、前記溝の底部の曲率半径は、前記溝の開口縁の幅の4分の1以上である
請求項1又は請求項2に記載の電子部品。
- [請求項4] 前記特定断面において、前記溝の両側の開口縁を結ぶ線を仮想線とし、
前記溝の内壁に接する接線であって、前記仮想線に対して45度傾斜した線を特定接線とし、
前記特定接線と前記溝の内壁との接点を特定接点としたとき、
前記特定断面において、前記溝の内壁のうち前記特定接点を含む一部分は、円弧状になっており、
前記一部分の曲率半径は10nm以上である
請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の電子部品。
- [請求項5] 前記溝が存在しない箇所での前記ガラス膜の厚さの平均値は300nm以上である
請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の電子部品。

[請求項6] 前記特定断面において、前記ガラス膜の厚さの平均値に対する前記溝の底部から前記素体の外表面までの最短距離の割合は、10%以上である

請求項1～請求項5のいずれか一項に記載の電子部品。

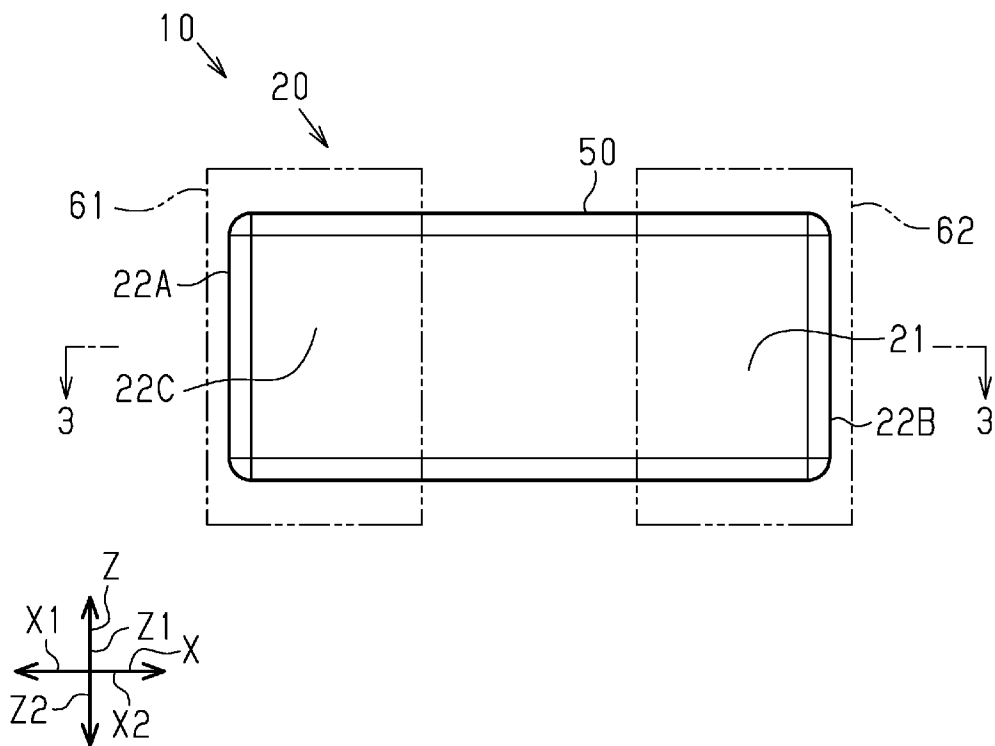
[図1]

図1



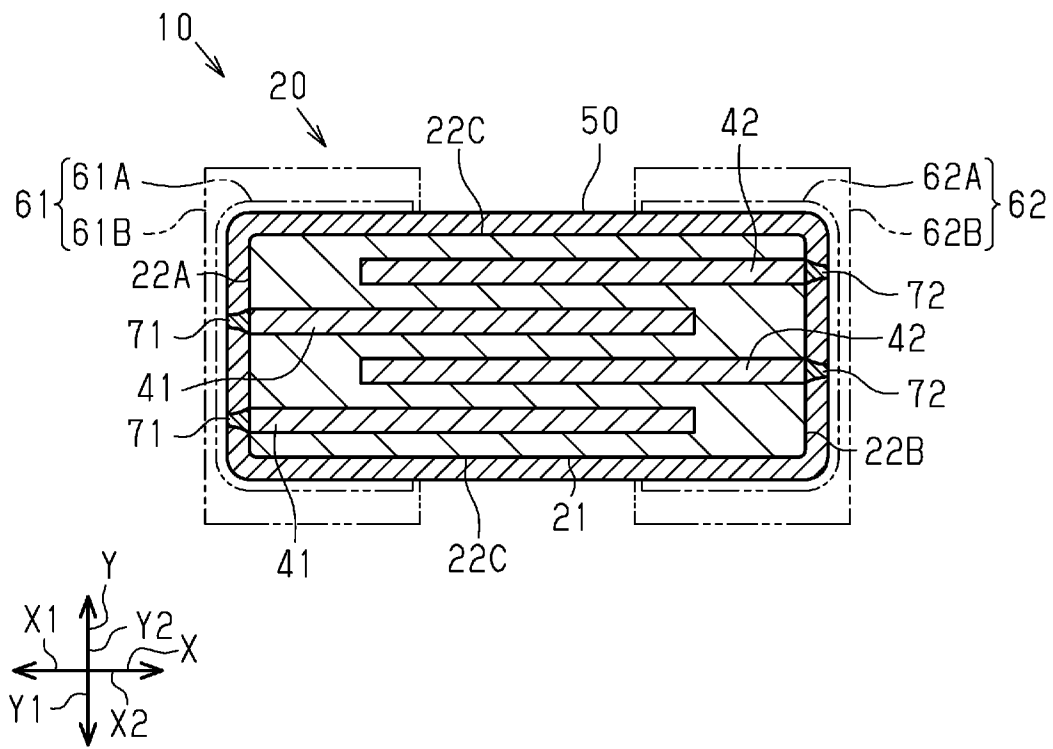
[図2]

図2



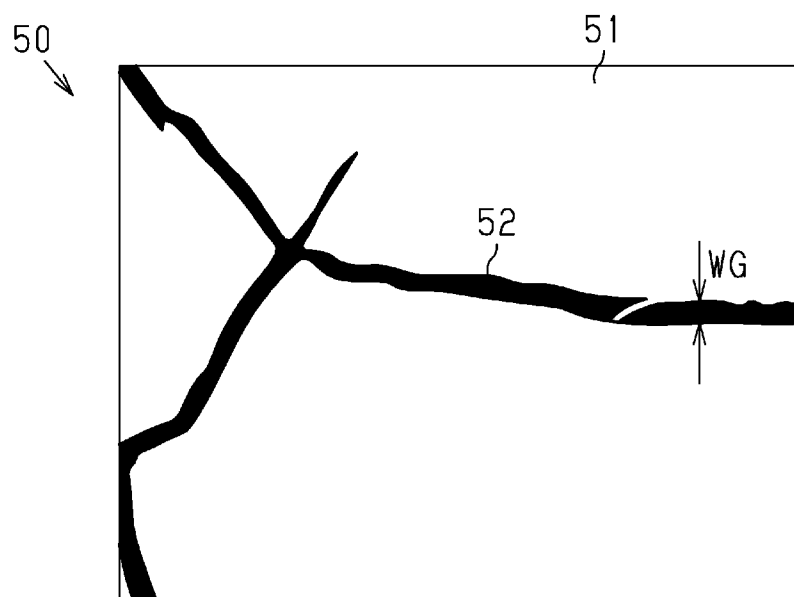
[図3]

図3



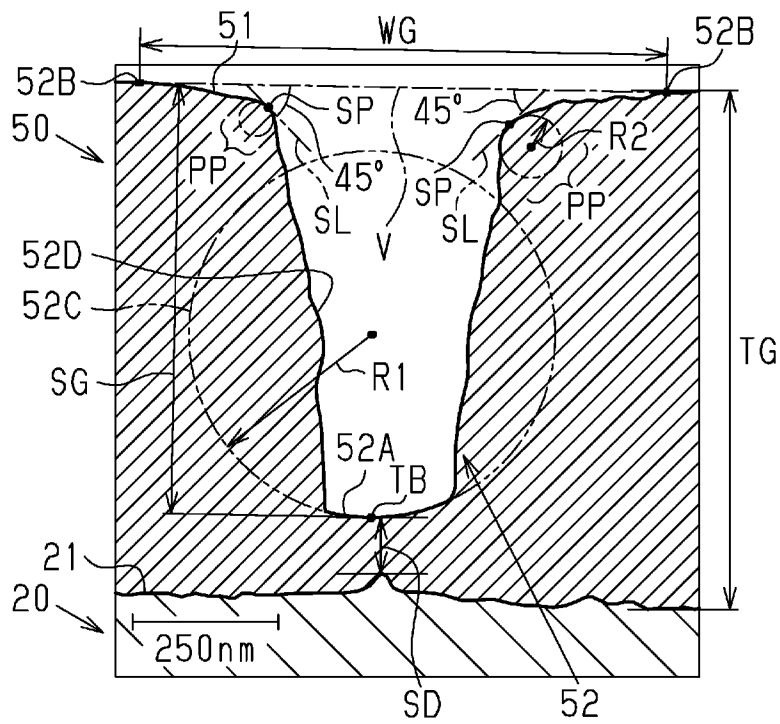
[図4]

図4



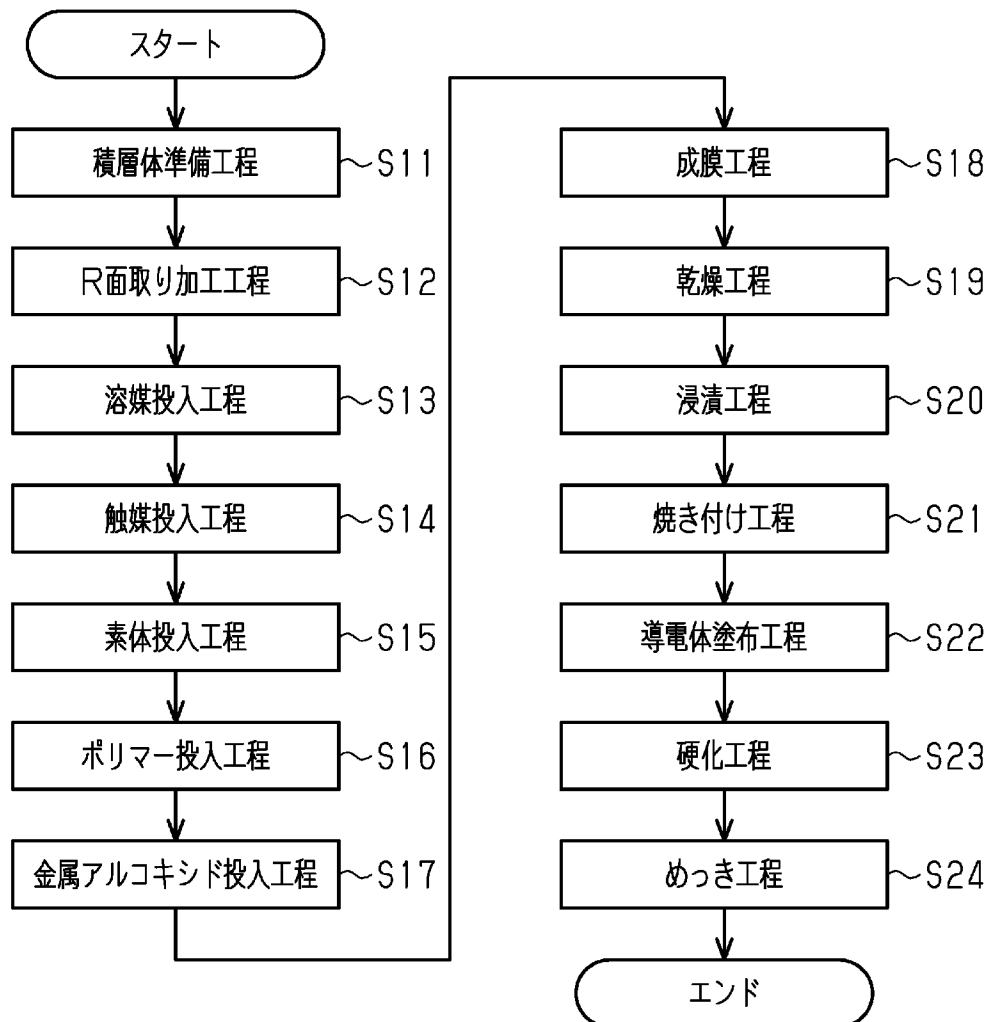
[図5]

図5



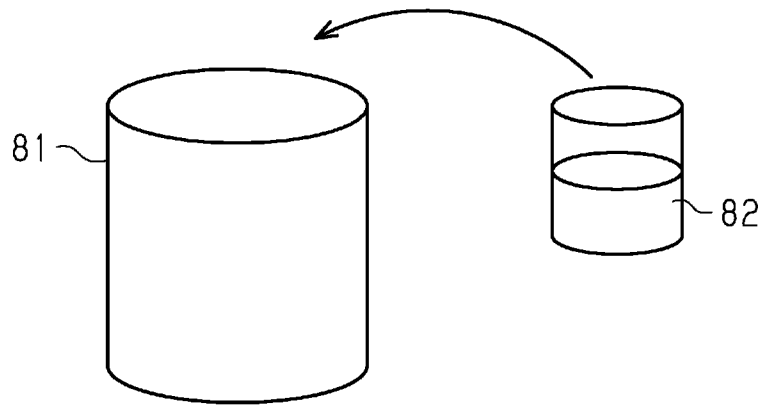
[図6]

図6



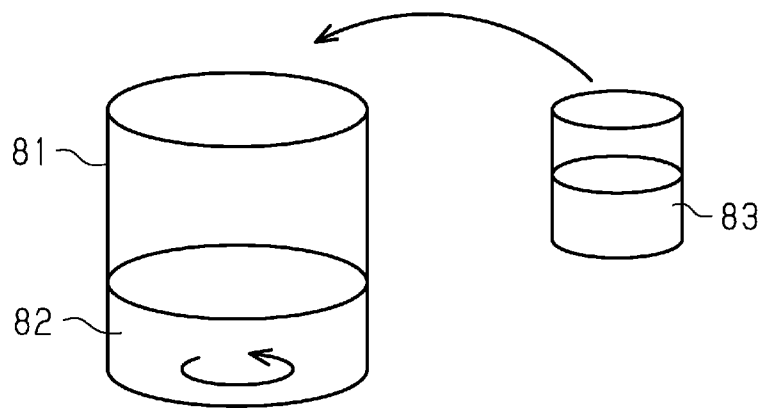
[図7]

図7



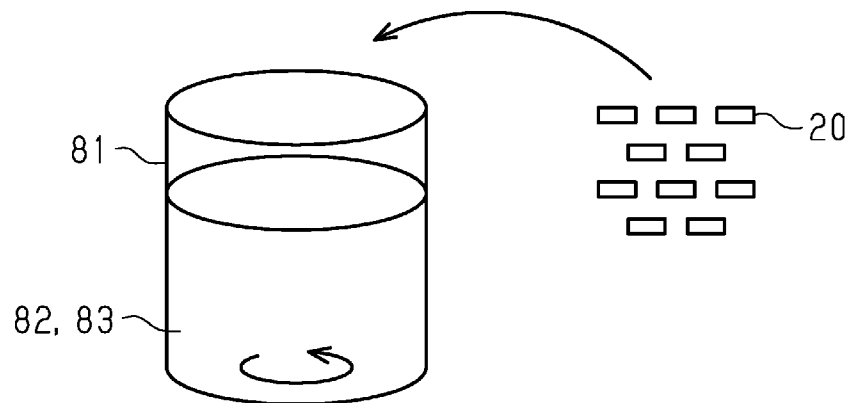
[図8]

図8



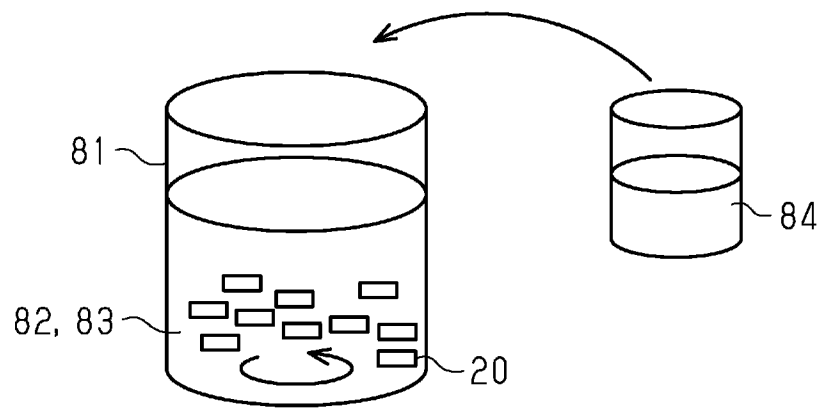
[図9]

図9



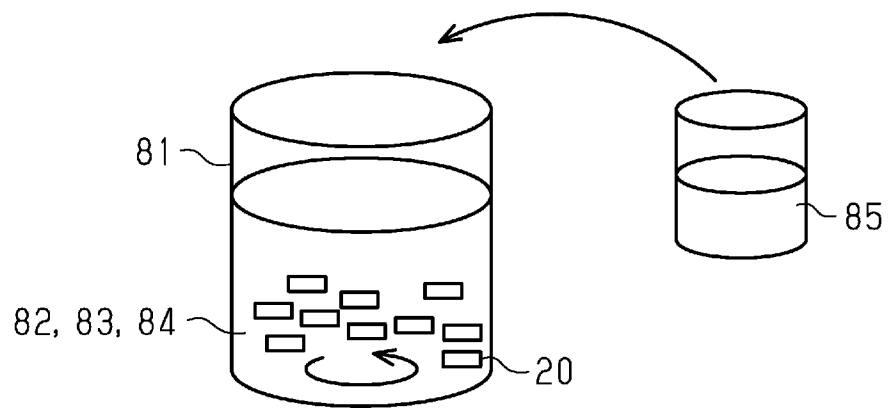
[図10]

図10



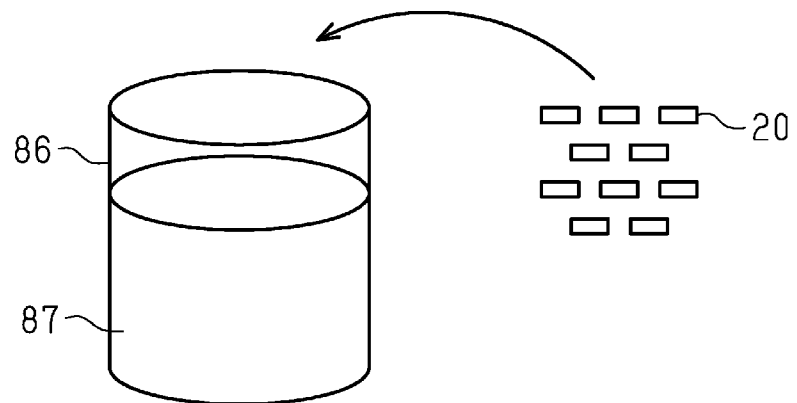
[図11]

図11



[図12]

図12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/000393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01C 1/02 (2006.01)i; H01C 7/04 (2006.01)i; H01F 17/04 (2006.01)i; H01F 27/02 (2006.01)i; H01G 4/30 (2006.01)i; H01G 4/224 (2006.01)i FI: H01C1/02 Z; H01F17/04 F; H01F27/02 120; H01C7/04; H01G4/224 100; H01G4/30 201J 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) H01C1/02; H01C7/04; H01F17/04; H01F27/02; H01G4/30; H01G4/224 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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.
A	WO 2022/264634 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 22 December 2022 (2022-12-22)	1-6
A	JP 2022-26326 A (TDK CORPORATION) 10 February 2022 (2022-02-10)	1-6
A	JP 6680075 B2 (TDK CORPORATION) 15 April 2020 (2020-04-15)	1-6
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 13 March 2024		Date of mailing of the international search report 26 March 2024
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/JP2024/000393

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/264634	A1	22 December 2022	CN 117280430 A	
JP	2022-26326	A	10 February 2022	(Family: none)	
JP	6680075	B2	15 April 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01C 1/02(2006.01)i; H01C 7/04(2006.01)i; H01F 17/04(2006.01)i; H01F 27/02(2006.01)i;
H01G 4/30(2006.01)i; H01G 4/224(2006.01)i
FI: H01C1/02 Z; H01F17/04 F; H01F27/02 120; H01C7/04; H01G4/224 100; H01G4/30 201J

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））

H01C1/02; H01C7/04; H01F17/04; H01F27/02; H01G4/30; H01G4/224

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 - 2024年
日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年
日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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
A	WO 2022/264634 A1（株式会社村田製作所） 22.12.2022（2022 - 12 - 22）	1-6
A	JP 2022-26326 A（TDK株式会社） 10.02.2022（2022 - 02 - 10）	1-6
A	JP 6680075 B2（TDK株式会社） 15.04.2020（2020 - 04 - 15）	1-6

☐ 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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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
13. 03. 2024

国際調査報告の発送日
26. 03. 2024

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 1981

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/JP2024/000393

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2022/264634	A1	22.12.2022	CN	117280430	A	
JP	2022-26326	A	10.02.2022	(ファミリーなし)			
JP	6680075	B2	15.04.2020	(ファミリーなし)			