

(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8月2日(02.08.2024)



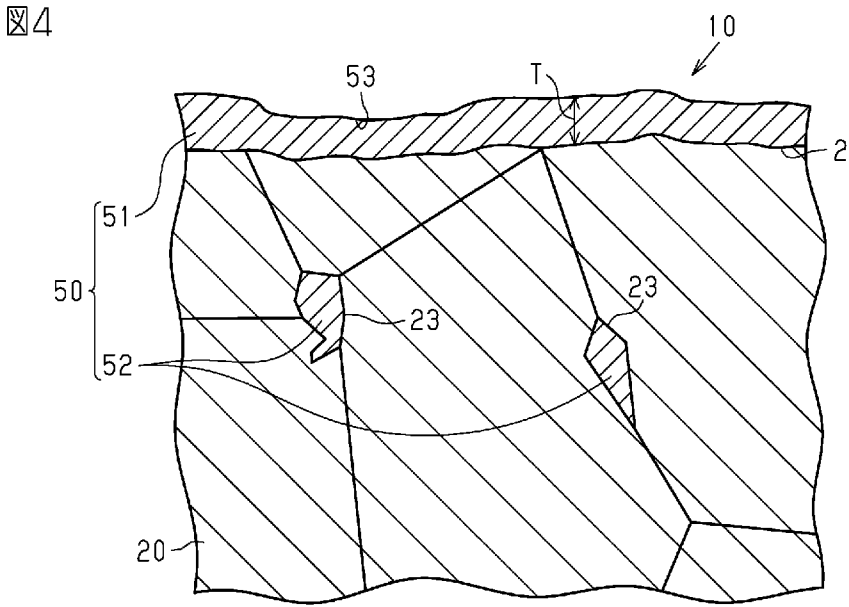
(10) 国際公開番号

WO 2024/157505 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01C 1/034 (2006.01) H01F 27/02 (2006.01)  
H01C 7/04 (2006.01) H01G 4/224 (2006.01)  
H01C 17/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/030254
- (22) 国際出願日: 2023年8月23日(23.08.2023)
- (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 2023-011007 2023年1月27日(27.01.2023) 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: 坪川 大将 (TSUBOKAWA Daisho); 〒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). 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).
- (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,

(54) Title: ELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING ELECTRONIC COMPONENT

(54) 発明の名称: 電子部品及び電子部品の製造方法



(57) Abstract: An electronic component (10) has an element (20), a protective material (50) covering a portion or all of an outer surface (21) of the element (20), and an outer electrode covering a portion of an outer surface (53) of the protective material (50). The element (20) has multiple spaces (23) on the inside. The protective material (50) is glass containing a silane compound having a C3 or higher carbon chain. The protective material (50) has a packing part (52) packed in at least a portion of the spaces (23) and a film part (51) covering an outer surface (21) of the element (20).



WO 2024/157505 A1

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) の一部又は全部を覆う保護材 (50) と、保護材 (50) の外表面 (53) の一部を覆う外部電極と、を有している。素体 (20) は、内部に複数の空隙 (23) を有している。保護材 (50) は、炭素数が3以上の炭素鎖を有するシラン化合物を含むガラスである。保護材 (50) は、少なくとも一部の空隙 (23) に充填されている充填部 (52) と、素体 (20) の外表面 (21) を覆う膜部 (51) と、を有する。

## 明 細 書

**発明の名称**：電子部品及び電子部品の製造方法

### 技術分野

[0001] 本開示は、電子部品及び電子部品の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1に記載の電子部品は、素体と、素体の外表面を覆う保護材と、保護材の外表面の一部を覆う外部電極と、を備えている。素体は多孔質であり、内部に空隙を有する。また、特許文献1は、保護材の一例として、ガラス膜を開示している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6034553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が開示する保護材としてのガラス膜は、当該ガラス膜の製造過程において素体の外表面に留まりやすい。そのため、素体内部の空隙をガラスで埋めることは困難である。その結果、素体内部に空隙が残存しやすくなり、空隙を起点として素体にクラック等が生じやすい。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するため、本開示の一態様は、素体と、前記素体の外表面の一部又は全部を覆う保護材と、前記保護材の外表面の一部を覆う外部電極と、を有し、前記素体は、内部に複数の空隙を有しており、前記保護材は、炭素数が3以上の炭素鎖を有するシラン化合物を含むガラスであり、少なくとも一部の前記空隙に充填されている充填部と、前記素体の外表面を覆う膜部と、を有する電子部品である。

[0006] また、本開示の一態様は、内部に複数の空隙を有する素体を準備する素体準備工程と、反応容器内に前記素体を投入する素体投入工程と、前記反応容

器内に、金属アルコキシド又は金属アルコキシド前駆体並びに、炭素数が3以上の炭素鎖を有するシラン化合物を含む溶液を投入する溶液投入工程と、前記素体の外表面において前記金属アルコキシドを加水分解及び脱水縮合し、且つ、複数の前記空隙を埋める充填部及び前記素体の外表面を覆う膜部からなる保護材を形成する保護材形成工程と、を備える電子部品の製造方法である。

[0007] 上記構成によれば、保護材は、シラン化合物を含むガラスである。そして、このシラン化合物が、炭素数が3以上の炭素鎖を有していることから、保護材の製造過程においてガラスが素体内部の空隙に入り込みやすい。その結果、保護材は、素体の外表面を覆う膜部だけでなく、空隙に充填された充填部を有する。このように素体の空隙に保護材の一部である充填部が充填されていれば、素体における空隙を起点として素体にクラック等が生じることを防げる。

### 発明の効果

[0008] 素体内部の空隙を埋めることで、素体の強度を向上できる。

### 図面の簡単な説明

- [0009] [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]電子部品の膜部近傍の拡大断面図である。  
[図5]電子部品の製造方法を説明する説明図である。  
[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。

### 発明を実施するための形態

[0010] <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、又は別の図面中のものと異なる場合がある。

[0011] (全体構成について)

図1に示すように、電子部品10は、たとえば、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。

[0012] 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。

[0013] 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、たとえば素体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と、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。

[0014] 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、後述する保護材50における膜部51の外表面53を、素体20の外表面21と同一視して符号を付している。

[0015] 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3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種類以上の元素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。そのため、図4に示すように、素体20は、内部に複数の空隙23を有している。これら空隙23は、主に、焼結体である素体20を構成する粒子の境界に存在している。なお、図3においては、空隙23の図示を省略している。

[0016] ここで、素体20の体積に対する空隙23の総体積の割合を空隙率とする。なお、素体20の体積には、セラミックス部分の体積に加え空隙23の体積が含まれるものとする。このように定義したとき、空隙率は、0.5%以上2.5%以下である。当該空隙率の算出方法は、次のとおりである。まず、電子顕微鏡を用いて、素体20の任意の断面における10 $\mu$ m四方の領域を撮像する。そして、複数の断面において同様の範囲を撮像し、撮像した複数の画像における、空隙23の面積の積算値と、10 $\mu$ m四方の撮像領域の面積の積算値と、を求める。そして、「空隙23の面積の積算値/撮像領域の面積の積算値」に100を乗算したものが空隙率である。したがって、本実施形態においては、空隙率は、百分率で示される。

[0017] 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、いずれも素体20の内部に埋め込まれている。

[0018] 第1内部電極41の材質は、導電性の材料である。たとえば、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。

- [0019] 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。
- [0020] 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。
- [0021] 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。
- [0022] 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。
- [0023] 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。つまり、第1内部電極41の第1正方向X1側の端は、素体20の第1端面22Aにおいて露出している。そして、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。つまり、第1内部電極41の第1負方向X2側の端は、素体20の第2端面22Bにおいて露出している。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

X 1 側の端にまで至っていない。

[0024] 図4に示すように、電子部品10は、保護材50を備えている。保護材50は、絶縁性のガラスである。保護材50に含まれるガラスは、二酸化ケイ素と、炭素数が3以上の炭素鎖を有するシラン化合物と、を含んでいる。保護材50の材料となるシラン化合物は、エポキシ基、メルカプト基、アミノ基、ビニル基、メタクリル基、から選ばれる1種類以上の官能基を有している。具体的には、シラン化合物は、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン（以下、「GPTMS」という。）である。なお、GPTMSは、官能基としてエポキシ基を有している。

[0025] 図3に示すように、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。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。

[0026] 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を覆っており、且つ、4つの側面22Cの第1正方向X1側の一部を保護材50の上から覆っている。すなわち、第1下地電極61Aは、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、樹脂電極である。より具体的には、有機樹脂と銀粒子との混合物である。

[0027] 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。なお、第1外部電極61は、第1内部電極41における第1正方向X1側の端と接続している。

[0028] 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を覆っており、且つ、4つの側面22Cの第1負方向X2側の一部を保護材50の上から覆っている。すなわち、第2下地電極62Aは、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、樹脂電極である。より具体的には、有機樹脂と銀粒子の混合物である。

[0029] 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。なお、第2外部電極62は、第2内部電極42における第1負方向X2側の端と接続している。

[0030] 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、保護材50の膜部51が露出している。

[0031] (保護材について)

図4に示すように、保護材50は、膜部51と、充填部52と、を有する。膜部51は、素体20の外表面21の一部または全部を覆っている。具体的には、膜部51は、素体20の外表面21のうち、4つの側面22Cをすべて覆っている。充填部52は、少なくとも一部の空隙23に充填されている。

[0032] 膜部51の厚さTの平均値は、20nm以上1000nm以下である。なお、膜部51の厚さTの平均値は、次のように算出する。まず、電子顕微鏡を用いて、素体20の断面を撮像する。この撮像した画像について、膜部51の外表面53に沿う方向に少なくとも10 $\mu$ 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膜部51の断面積を算出する。そして、当該断面積を、膜部51の外表面53に沿う方向の当該測定範囲の長さで除算することで、測定範囲における膜部51の厚さTの平均

値を算出する。

[0033] また、膜部51の外表面53の算術平均粗さは、6nm以上100nm以下である。なお、膜部51の外表面53の算術平均粗さは、以下のようにして算出する。

まず、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が存在しない箇所を特定する。具体的には、次のように特定する。まず、集束イオンビーム加工等により、素体20を、素体20の外表面21に直交する方向に切削する。そして、電子顕微鏡等を用いて、当該切削した箇所断面を撮像する。撮像した切削断面において、凹部を挟んだ両側の外表面21の、どちらにも外接する接線を引く。なお、接線の一部は、素体20の外表面21と一致していてもよい。このとき、当該接線に直交する方向において、当該接線から凹部の内面までの長さを、その切削断面における凹部の深さとする。次いで、上記切削断面に直交する方向に所定の撮影ピッチの分だけ、素体20を更に切削し、新たな切削断面を撮像する。すなわち、上記切削断面に略平行な、素体20の新たな切削断面を撮像する。そして、この新たな切削断面における凹部の深さを、同様の方法で測定する。このように、素体20の切削断面の撮影及び凹部の深さの測定を繰り返す。これにより得られた各切削断面における凹部の深さのうち、最も大きな値を、当該凹部全体での最大深さとする。そして、当該凹部での最大深さが、素体20の外表面21全体の算術平均粗さの10倍以上である場合、当該凹部を、上記「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」とする。

[0034] 次に、上記「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」が存在しない箇所において、膜部51の外表面53に沿う方向に少なくとも10 $\mu$ m以上の範囲を測定範囲とする。そして、当該測定範囲において、白色干渉法により、膜部51の外表面53の算術平均粗さを測定する。

[0035] 充填部52は、素体20の幾何中心GCに最も近い位置に存在する空隙2

3を埋めている。なお、図3に示すように、素体20の幾何中心GCとは、素体20の内部に位置している第1内部電極41及び第2内部電極42を含めた、素体20の中心点である。ここで、後述するとおり、ガラスの材料となる液体が素体20の外表面21から内部に浸透していくことで、充填部52が形成される。したがって、充填部52が素体20の幾何中心GCに最も近い位置に存在する空隙23を埋めていれば、充填部52は、素体20の略全ての空隙23を埋めているとみなせる。

[0036] 充填部52が素体20の幾何中心GCに最も近い位置に存在する空隙23を埋めているか否かは、電子顕微鏡を用いて、素体20の幾何中心GCを含む断面を撮像することで確認できる。なお、素体20を切断する際の加工精度などによって、幾何中心GCから多少ずれることは許容される。厳密な意味での幾何中心GCに対して、第1軸Xに沿う方向での素体20の寸法の5%程度ずれていても、幾何中心GCであるとみなす。この点、第2軸Yに沿う方向、第3軸Zに沿う方向のずれについても同様である。

[0037] 上記のとおり、充填部52は、素体20の略全ての空隙23を埋めていることから、素体20の体積に対する充填部52の総体積の割合を充填率としたとき、充填率は、空隙率と略同一である。したがって、充填率は、空隙率と同様に、0.5%以上2.5%以下である。このように、充填部52が素体20の略全ての空隙23を埋めているという前提においては、充填率を測定することにより、空隙率を間接的に測定することもできる。

[0038] なお、充填率の算出方法は、空隙率の算出方法と同様である。まず、電子顕微鏡を用いて、素体20の任意の断面における10 $\mu$ m四方の領域を撮像する。そして、複数の断面において同様の範囲を撮像し、撮像した複数の画像における、充填部52の面積の積算値と、10 $\mu$ m四方の撮像領域の面積の積算値と、を求める。そして、「充填部52の面積の積算値/撮像領域の面積の積算値」に100を乗算したものが充填率である。したがって、本実施形態においては、充填率は、百分率で示される。

[0039] (電子部品の製造方法について)

次に、電子部品10の製造方法について説明する。

図5に示すように、電子部品10の製造方法は、素体準備工程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、溶液投入工程S16と、保護材形成工程S17と、内部電極露出工程S18と、導電体塗布工程S19と、導電体硬化工程S20と、めっき工程S21と、をさらに備えている。

[0040] まず、素体準備工程S11を行う。素体準備工程S11では、6つの平面22を有する直方体状の素体20を準備する。すなわち、この段階での素体20は、R面取りする前の状態である。たとえば、まず、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、未焼成の積層体としての素体20を形成する。その後、この未焼成の素体20を高温で焼成することで、素体20を準備する。なお、上記セラミックスのシートは、内部に複数の空隙を有している。そのため、準備した素体20は、内部に複数の空隙23を有している。

[0041] 次に、図5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、素体準備工程S11で準備した素体20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。たとえば、バレル研磨により、素体20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。

[0042] 次に、図5に示すように、溶媒投入工程S13を行う。図6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5に示すように、触媒投入工程S14を行う。図7に示すように、触媒投入工程S14では、まず、反応容器81内の溶媒82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 4 の加水分解を促進する触媒として機能する。

[0043] 次に、図 5 に示すように、素体投入工程 S 1 5 を行う。図 8 に示すように、素体投入工程 S 1 5 では、反応容器 8 1 内に、上述したように R 面取り加工工程 S 1 2 においてあらかじめ形成した複数の素体 2 0 を投入する。

[0044] 次に、図 5 に示すように、溶液投入工程 S 1 6 を行う。図 9 に示すように、溶液投入工程 S 1 6 では、反応容器 8 1 内に、金属アルコキシド 8 4 及びシラン化合物 8 5 を投入する。金属アルコキシド 8 4 は、液状のオルトケイ酸テトラエチル（以下、「TEOS」という。）である。なお、TEOS は、テトラエトキシシランと呼称されることもある。シラン化合物 8 5 は、液状の GPTMS である。GPTMS は、TEOS に対して、0.12 以上 1 未満の重量比で投入される。具体的には、GPTMS は、TEOS に対して、約 0.43 の重量比で投入される。

[0045] また、本実施形態において、溶液投入工程 S 1 6 において投入する金属アルコキシド 8 4 及びシラン化合物 8 5 を含む溶液の量は、素体 2 0 の空隙率と、素体投入工程 S 1 5 において投入した素体 2 0 の外表面 2 1 の面積を基に算出している。具体的には、まず、素体 2 0 の 1 個当たりについて、素体 2 0 の空隙 2 3 を埋めるために必要な当該溶液の量と、素体 2 0 の外表面 2 1 を覆う膜部 5 1 を形成するために必要な当該溶液の量との和を算出する。この和に、素体投入工程 S 1 5 において投入した素体 2 0 の数を乗算することで、必要な金属アルコキシド 8 4 及びシラン化合物 8 5 の量を算出する。

[0046] 次に、図 5 に示すように、保護材形成工程 S 1 7 を行う。保護材形成工程 S 1 7 では、複数の空隙 2 3 を埋める充填部 5 2 及び素体 2 0 の外表面 2 1 を覆う膜部 5 1 からなる保護材 5 0 を形成する。保護材形成工程 S 1 7 は、細別すると、充填・成膜工程 S 1 7 a と、乾燥工程 S 1 7 b と、膜硬化工程 S 1 7 c と、に区別できる。

[0047] まず、充填・成膜工程 S 1 7 a を行う。充填・成膜工程 S 1 7 a では、ま

ず、溶液投入工程 S 1 6 によって金属アルコキシド 8 4 及びシラン化合物 8 5 が反応容器 8 1 内に投入されてから、上述した溶媒投入工程 S 1 3 で開始した溶媒 8 2 の攪拌を、所定時間だけ続ける。これにより、金属アルコキシド 8 4 は、触媒である水酸化物イオンによって加水分解する。そして、シラン化合物 8 5 が存在しない場合に比べて、金属アルコキシド 8 4 同士の縮合重合反応は、ゆっくりと進む。換言すると、縮合重合反応によって生じる金属アルコキシド 8 4 の粒子は、比較的長期間に亘って 1 分子あたりの体積が小さいままである。したがって、素体 2 0 の外表面 2 1 に付着した金属アルコキシド 8 4 は、溶液と共に素体 2 0 内部の空隙 2 3 に侵入する。その後、空隙 2 3 内で金属アルコキシド 8 4 の縮合重合反応が進んで、金属アルコキシド 8 4 の粒子が大きくなっていく。その結果、空隙 2 3 内に、充填部 5 2 が形成される。一方、金属アルコキシド 8 4 が加水分解すると、加水分解された金属アルコキシド 8 4 及びシラン化合物 8 5 が、素体 2 0 の外表面 2 1 に付着する。そして、素体 2 0 の外表面 2 1 に付着した金属アルコキシド 8 4 同士が縮合重合することで、膜部 5 1 が形成される。したがって、充填・成膜工程 S 1 7 a では、反応容器 8 1 内における液相反応によって、ゾル状の膜部 5 1 及びゾル状の充填部 5 2 からなる保護材 5 0 が形成される。

[0048] 次に、乾燥工程 S 1 7 b を行う。乾燥工程 S 1 7 b では、充填・成膜工程 S 1 7 a の後に、素体 2 0 を反応容器 8 1 から取り出して、乾燥させる。これにより、ゾル状の保護材 5 0 は乾燥され、ゲル状の膜部 5 1 及びゲル状の充填部 5 2 からなる保護材 5 0 となる。

[0049] 次に、膜硬化工程 S 1 7 c を行う。膜硬化工程 S 1 7 c では、乾燥工程 S 1 7 b によりゲル状の保護材 5 0 を形成した素体 2 0 を、140 度以上 160 度以下の温度で焼成する。具体的には、150 度の温度で焼成する。これにより、ゲル状の膜部 5 1 及びゲル状の充填部 5 2 が硬化する。すなわち、ゲル状であった保護材 5 0 全体が硬化する。なお、この段階では、保護材 5 0 の膜部 5 1 は、素体 2 0 の外表面 2 1 の全域を覆っている。

[0050] 次に、内部電極露出工程 S 1 8 を行う。内部電極露出工程 S 1 8 では、素

体20の第1端面22A及び第2端面22Bを覆う膜部51を除去することで、第1内部電極41及び第2内部電極42を露出させる。本実施形態においては、素体20の第1端面22Aの全域及び第2端面22Bの全域を対象として、膜部51をレーザにより切削して除去する。

[0051] 次に、導電体塗布工程S19を行う。導電体塗布工程S19では、素体20の外表面21の一部と、膜部51の外表面53の一部に導電体ペーストを塗布する。具体的には、素体20の第1端面22A及び素体20の4つの側面22Cの第1正方向X1側の一部を覆う膜部51と、素体20の第2端面22B及び素体20の4つの側面22Cの第1負方向X2側の一部を覆う膜部51と、の2箇所に導電体ペーストを塗布する。なお、本実施形態において、導電体ペーストは銀粒子及び有機樹脂を含んでいる。

[0052] 次に、導電体硬化工程S20を行う。導電体硬化工程S20では、導電体ペーストが塗布された素体20を加熱することで、導電体ペーストを硬化させる。本実施形態においては、約200度で加熱する。導電体塗布工程S19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。

[0053] 次に、めっき工程S21を行う。めっき工程S21では、電気めっきを行うことで、第1下地電極61Aの表面に、第1金属層61Bを形成する。また、第2下地電極62Aの表面に、第2金属層62Bを形成する。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。

[0054] (本実施形態の効果について)

(1) 上記構成によれば、保護材50は、シラン化合物を含むガラスである。そして、このシラン化合物が、炭素数が3以上の炭素鎖を有していることから、保護材50の製造過程においてガラスが素体20内部の空隙23に入り込みやすい。その結果、保護材50は、素体20の外表面21を覆う膜部51だけでなく、空隙23に充填された充填部52を有する。このように

、素体20の空隙23に保護材50の一部である充填部52が充填されていれば、素体20における空隙23を起点として素体20にクラック等が生じることを防げる。

[0055] (2) 上記実施形態において、膜部51の厚さTは、20nm以上1000nm以下である。膜部51の厚さTが20nmよりも薄い場合、膜部51と第1外部電極61及び第2外部電極62との密着性が不十分となる虞がある。一方で、膜部51の厚さTが1000nmより大きい場合、膜部51を焼成する際に、膜部51の外表面53の温度と、膜部51の素体20側の面の温度の差が大きくなり得る。そのため、膜部51の外表面53と、膜部51の素体20側の面と、で焼成の程度に差が生じ得る。したがって、膜部51の厚さTが20nm以上1000nm以下であれば、第1外部電極61及び第2外部電極62の十分な密着性を得られ、且つ、均一な焼成もしやすい。

[0056] (3) 上記実施形態において、空隙率は0.5%以上2.5%以下である。この程度の空隙率であれば、上記実施形態の製造方法において、略すべての空隙23を保護材50の充填部52で埋めることができる。したがって、空隙23に充填された充填部52を形成するにあたって、特殊な工程、特殊な製造設備等を要しない。

[0057] (4) 上記実施形態において、膜部51の外表面53の算術平均粗さは、6nm以上100nm以下である。膜部51の外表面53の算術平均粗さが6nm未満の場合、膜部51と、第1外部電極61及び第2外部電極62と、の間にアンカー効果が生じにくく、十分な密着性が得られない虞がある。一方、膜部51の外表面53の算術平均粗さが100nmより大きい場合、膜部51の外表面53に摩擦力が発生しやすくなり、摩擦に伴う破損が生じる虞がある。したがって、膜部51の外表面53の算術平均粗さが6nm以上100nm以下であれば、十分な密着性が得られ、且つ、摩擦に起因する破損が発生しにくい。

[0058] (5) 上記実施形態において、充填部52は、素体20の幾何中心GCに

最も近い位置に存在する空隙23を埋めている。すなわち、保護材50は、素体20の空隙23を略すべて埋めているとみなせる。このように空隙23が十分に埋められていれば、素体20の強度向上効果を確実に得られる。

[0059] (6) 上記実施形態によれば、電子部品10の製造方法は、溶液投入工程S16と、保護材形成工程S17と、を備える。金属アルコキシド84及び炭素数が3以上の炭素鎖を有するシラン化合物85を投入することにより、膜部51及び充填部52を形成できる。したがって、既存の製造方法に大幅な変更を加えることなく、素体20の強度を向上できる。

[0060] (7) 上記実施形態によれば、溶液投入工程S16又は保護材形成工程S17において、シラン化合物85は、エポキシ基、メルカプト基、アミノ基、ビニル基、メタクリル基、から選ばれる1種類以上の官能基を有する。これらの官能基を有するシラン化合物85は、比較的に入手しやすく、また、生成もしやすい。そのため、製造が容易である。

[0061] (8) 上記実施形態によれば、溶液投入工程S16において、GPTMSを、TEOSに対して0.12以上1未満の重量比で反応容器81内に投入する。TEOSに対して、上記の割合でGPTMSを投入することにより、TEOSの縮合重合反応の速度を低下させる効果を十分に得つつ、保護材50を簡便に製膜できる。

[0062] (9) 上記実施形態によれば、電子部品10の製造方法は、導電体塗布工程S19及び導電体硬化工程S20を備える。そして、導電体ペーストは、材料として樹脂を含んでいる。そのため、第1外部電極61及び第2外部電極62は樹脂を含んでいる。すなわち、第1外部電極61及び第2外部電極62は樹脂電極である。樹脂電極であれば、銀等からなる金属電極に比べて、低い温度で焼成可能である。したがって、焼成に要するエネルギーコストを低減できる。また、保護材50の材質はいわゆる有機無機ハイブリッドであるため、膜部51に対する各外部電極の高い密着性が得られる。

[0063] (10) 上記実施形態によれば、充填部52及び膜部51は、140度以上160度以下の温度による焼成で形成可能である。それにより、素体20

の材料として、セラミックス等の材料よりも耐熱性が低い材料を使用できる。したがって、素体20の材料の選択性が高くなる。また、焼成に要するエネルギーコストを低減することもできる。

[0064] <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。

[0065] ・電子部品10は、負特性サーミスタ部品に限られない。たとえば、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。

[0066] ・素体20の材質は、上記実施形態の例に限られない。また、素体20の材質は、内部に空隙を有するものであれば、焼結体に限らず適用しうる。たとえば、素体20の材質は、樹脂と金属粉体とのコンポジット体、繊維、熱硬化性樹脂等の素材であってもよい。

[0067] ・素体20の形状は、上記実施形態の例に限られない。たとえば、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。たとえば、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鏝部とを有していてもよい。

[0068] ・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。

・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。

[0069] ・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。たとえば

、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。

[0070] ・第1内部電極41、第2内部電極42、第1外部電極61及び第2外部電極62の材質は問わない。第1内部電極41及び第2内部電極42と、それぞれに対応する第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ればよい。例えば、第1内部電極41及び第2内部電極42の材質は、銀、銅などの導電性の材質であってもよい。また、第1外部電極61及び第2外部電極62の材質は、樹脂電極でなくてもよい。例えば、樹脂を含まない銀とガラスの混合物からなる電極であってもよい。また、第1外部電極61及び第2外部電極62において、樹脂と混合する導電性フィラーの材質は、銀に限らない。例えば、銅であってもよい。

[0071] ・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。たとえば、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。

[0072] ・保護材50は、素体20の外表面21のすべての領域を覆っていてもよい。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、保護材50が覆う範囲は、適宜変更されればよい。

[0073] ・保護材50のうち、第1下地電極61Aに覆われている部分について、保護材50に含まれるガラスは、第1下地電極61Aにおけるガラス中に拡散していることもある。つまり、保護材50と第1下地電極61Aに含まれるガラスとが一体化していることもある。この点、第2下地電極62Aについても同様である。

[0074] ・膜部51の厚さTの平均値は、20nm未満でもよいし、1000nmより大きくてもよい。どのような厚さTであっても、保護材50を有していることにより、これらを有していない場合に比べて素体20の強度を向上できる。

[0075] ・膜部51の外表面53の算術平均粗さは、6nm未満でもよいし、10

0 nmより大きくてもよい。電子部品10の寸法、電子部品10に求められる強度などに応じて、膜部51の外表面53の算術平均粗さは適宜に変更できる。

[0076] ・膜部51の外表面53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、白色干渉法の代わりに、レーザ顕微鏡、原子間力顕微鏡、触針式プロファイリングシステム等の機器を使用してもよい。

[0077] ・充填部52は、素体20の幾何中心GCに最も近い位置の空隙23を埋めていなくてもよい。つまり、充填部52は、素体20の空隙23のうち少なくとも一部を埋めていけばよい。

[0078] ・充填率は、0.5%未満でもよいし、2.5%より大きくてもよい。換言すると、充填部52が略全ての空隙23を埋めていると仮定した場合に、空隙率が0.5%未満でもよいし、2.5%より大きくてもよい。空隙率が小さくても、充填部52が空隙23を埋めていけば、多少なりとも(1)の効果は得られる。また、空隙率が大きくとも、溶液投入工程S16及び保護材形成工程S17の条件等によっては、全ての空隙23を充填部52で埋めることができ得る。

[0079] ・溶媒投入工程S13において投入する溶媒82は、上記実施形態の例に限られず、金属アルコキシド84を相応に分散できる液体であればよい。

・溶媒投入工程S13は、触媒投入工程S14や素体投入工程S15の後に行ってもよい。溶媒投入工程S13は、溶液投入工程S16及び触媒投入工程S14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S13を省いてもよい。この場合、たとえば、触媒を含む水溶液83に含まれる水の量が相応に多ければ、金属アルコキシド84は液相で反応する。また、触媒を含む水溶液83が溶媒82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。

[0080] ・触媒を含む水溶液83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、触媒として金属アルコキシド84の加水分解を促

進できる。また、酸性の水溶液であっても、触媒として金属アルコキシド 84 の加水分解を促進できる。さらに、中性の水溶液であっても、加水分解を促進できるイオン等の、触媒として機能する物質が含まれていればよい。

[0081] ・触媒は、触媒を含む水溶液 83 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 81 内に投入してもよく、この場合には触媒が反応容器 81 内に生成されたことによって、触媒が反応容器 81 内に投入されたとみなせる。また、たとえば、触媒を含む固体状の化合物を反応容器 81 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。

[0082] ・素体投入工程 S15 は、触媒投入工程 S14 より先に行われてもよい。また、素体投入工程 S15 を触媒投入工程 S14 より先に行う場合には、溶液投入工程 S16 は、触媒投入工程 S14 や素体投入工程 S15 より先に行われてもよい。少なくとも、素体投入工程 S15 は、溶液投入工程 S16 及び触媒投入工程 S14 のいずれかの工程よりも先に行われていればよい。

[0083] ・上記実施形態の電子部品 10 の製造方法において、金属アルコキシド 84 に代えて、金属アルコキシド 84 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、溶液投入工程 S16 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、たとえば、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、たとえば、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。

[0084] ・溶液投入工程 S16 は、反応容器 81 外で金属アルコキシド 84 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84を生成してもよい。たとえば、金属アルコキシド84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84が生成されたことによっても、金属アルコキシド84が反応容器81内に投入されたとみなせる。

[0085] ・金属アルコキシド84は、TEOSに限られない。たとえば、金属アルコキシド84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84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84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84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84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。

[0086] ・シラン化合物85は、炭素数が3以上の炭素鎖を有していれば、GPTMSに限られない。また、シラン化合物85は、エポキシ基、メルカプト基、アミノ基、ビニル基、メタクリル基、をいずれも有していなくてもよい。たとえば、シラン化合物85は、3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルトリエトキシシラン、3-(2-アミノエチル)アミノプロピルトリメトキシシラン、3-フェニルアミノプロピルトリメトキシシラン、(3-グリシドキシプロピル)メチルジメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン、n-プロピルトリメトキシシラン、イソブチルトリメトキシシラン、n-ヘキシルトリメトキシシラン、n-デシルトリメトキシシラン等のシラン化合物であってもよい。また、保護材形成工程S17を経た保護材50において、X線光電子分光法、フーリエ変換赤外分光光度計、ラマン分光法、エネルギー分散型X線分析法などの方法を用いることにより、保護材50にシラン化合物8

- 5が含まれていることを特定できる。
- [0087] ・溶液投入工程S 1 6において、金属アルコキシド8 4及びシラン化合物8 5を投入する順序は問わない。また、あらかじめ所定の割合で金属アルコキシド8 4及びシラン化合物8 5を混合した溶液を、反応容器8 1に投入してもよい。
- [0088] ・溶液投入工程S 1 6において、反応容器8 1に投入するシラン化合物8 5の金属アルコキシド8 4に対する重量比は、0. 1 2未満でもよいし、1以上でもよい。保護材5 0を形成できれば、素体2 0の強度を向上できる。
- [0089] ・保護材形成工程S 1 7において、保護材5 0を形成することができれば、膜硬化工程S 1 7 cは乾燥工程S 1 7 bの後でなくてもよい。たとえば、導電体硬化工程S 2 0において、導電体ペーストの焼成と併せて保護材5 0を硬化させてもよい。その場合は、導電体硬化工程S 2 0と膜硬化工程S 1 7 cとが同時に行われるとみなす。
- [0090] ・保護材形成工程S 1 7の膜硬化工程S 1 7 cにおいて、素体2 0の外表面2 1に付着した金属アルコキシド8 4及びシラン化合物8 5を含む溶液の焼成温度は、1 4 0度より低くてもよいし、1 6 0度より高くてもよい。焼成温度が高くても、素体2 0の材料としてセラミックス等の耐熱性が高い素材を使用すれば、保護材5 0を形成できる。
- [0091] ・内部電極露出工程S 1 8において、膜部5 1の除去方法は、レーザーによる切削に限らない。たとえば、イオンミリング、研磨等の方法を用いて、第1内部電極4 1及び第2内部電極4 2を露出してもよい。
- [0092] ・内部電極露出工程S 1 8において、第1内部電極4 1及び第2内部電極4 2と、それぞれに対応する第1下地電極6 1 A及び第2下地電極6 2 Aが電氣的に導通すれば、膜部5 1を除去する範囲は、上記実施形態の例に限られない。
- [0093] ・導電体硬化工程S 2 0は、導電体ペーストの加熱に限らない。たとえば、導電体ペーストとして、紫外線照射によって硬化される材料を使用した場合、紫外線照射をしてもよい。

[0094] ・第1内部電極41及び第2内部電極42との電氣的導通が確保できれば、導電体ペーストの材質は樹脂に限らない。導電体ペーストを塗布する箇所の算術平均粗さが大きい場合、アンカー効果による密着性は得られる。

[0095] <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、前記素体の外表面の一部又は全部を覆う保護材と、前記保護材の外表面の一部を覆う外部電極と、を有し、

前記素体は、内部に複数の空隙を有しており、

前記保護材は、炭素数が3以上の炭素鎖を有するシラン化合物を含むガラスであり、少なくとも一部の前記空隙に充填されている充填部と、前記素体の外表面を覆う膜部と、を有する電子部品。

[0096] [2]

前記膜部の厚さの平均値は、20nm以上1000nm以下である [1] に記載の電子部品。

[0097] [3]

前記素体の体積に対する前記充填部の総体積の割合は、0.5%以上2.5%以下である [1] 又は [2] に記載の電子部品。

[0098] [4]

前記膜部の外表面の算術平均粗さは、6nm以上100nm以下である [1] ~ [3] のいずれか1つに記載の電子部品。

[0099] [5]

前記外部電極は、樹脂を含む [1] ~ [4] のいずれか1つに記載の電子部品。

[6]

前記保護材は、前記素体の幾何中心に最も近い位置の前記空隙を埋めている [1] ~ [5] のいずれか1つに記載の電子部品。

[0100] [7]

内部に複数の空隙を有する素体を準備する素体準備工程と、  
反応容器内に前記素体を投入する素体投入工程と、  
前記反応容器内に、金属アルコキシド又は金属アルコキシド前駆体並びに、炭素数が3以上の炭素鎖を有するシラン化合物を含む溶液を投入する溶液投入工程と、  
前記素体の外表面において前記金属アルコキシドを加水分解及び縮合重合し、且つ、複数の前記空隙を埋める充填部及び前記素体の外表面を覆う膜部からなる保護材を形成する保護材形成工程と、を備える電子部品の製造方法。

[0101] [ 8 ]

前記溶液投入工程又は前記保護材形成工程において、前記シラン化合物は、エポキシ基、メルカプト基、アミノ基、ビニル基、メタクリル基、から選ばれる1種類以上の官能基を有する [ 7 ] に記載の電子部品の製造方法。

[0102] [ 9 ]

前記金属アルコキシドは、オルトケイ酸テトラエチルであり、  
前記シラン化合物は3-グリシドキシプロピルトリメトキシシランであり、  
前記溶液投入工程において、前記シラン化合物を、前記金属アルコキシドに対して、0.12以上1未満の重量比で前記反応容器内に投入する [ 7 ] 又は [ 8 ] に記載の電子部品の製造方法。

[0103] [ 1 0 ]

前記保護材形成工程のあとに、前記膜部の外表面に、樹脂を含む導電体を塗布する導電体塗布工程と、  
前記導電体を焼成して外部電極にする硬化工程と、を備える [ 7 ] ~ [ 9 ] のいずれか1つに記載の電子部品の製造方法。

[0104] [ 1 1 ]

前記保護材形成工程において、前記素体の外表面に付着した、前記金属アルコキシド及び前記シラン化合物を含む溶液を、140度以上160度以下

の温度で焼成する [7] ~ [10] のいずれか1つに記載の電子部品の製造方法。

### 符号の説明

- [0105] 10…電子部品  
20…素体  
21…外表面  
23…空隙  
50…保護材  
51…膜部  
52…充填部  
53…外表面  
T…厚さ

## 請求の範囲

- [請求項1] 素体と、前記素体の外表面の一部又は全部を覆う保護材と、前記保護材の外表面の一部を覆う外部電極と、を有し、  
前記素体は、内部に複数の空隙を有しており、  
前記保護材は、炭素数が3以上の炭素鎖を有するシラン化合物を含むガラスであり、少なくとも一部の前記空隙に充填されている充填部と、前記素体の外表面を覆う膜部と、を有する電子部品。
- [請求項2] 前記膜部の厚さの平均値は、20nm以上1000nm以下である請求項1に記載の電子部品。
- [請求項3] 前記素体の体積に対する前記充填部の総体積の割合は、0.5%以上2.5%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] 前記膜部の外表面の算術平均粗さは、6nm以上100nm以下である請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の電子部品。
- [請求項5] 前記外部電極は、樹脂を含む請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の電子部品。
- [請求項6] 前記保護材は、前記素体の幾何中心に最も近い位置の前記空隙を埋めている請求項1～請求項5のいずれか一項に記載の電子部品。
- [請求項7] 内部に複数の空隙を有する素体を準備する素体準備工程と、  
反応容器内に前記素体を投入する素体投入工程と、  
前記反応容器内に、金属アルコキシド又は金属アルコキシド前駆体並びに、炭素数が3以上の炭素鎖を有するシラン化合物を含む溶液を投入する溶液投入工程と、  
前記素体の外表面において前記金属アルコキシドを加水分解及び縮合重合し、且つ、複数の前記空隙を埋める充填部及び前記素体の外表

面を覆う膜部からなる保護材を形成する保護材形成工程と、を備える電子部品の製造方法。

[請求項8] 前記溶液投入工程又は前記保護材形成工程において、前記シラン化合物は、エポキシ基、メルカプト基、アミノ基、ビニル基、メタクリル基、から選ばれる1種類以上の官能基を有する

請求項7に記載の電子部品の製造方法。

[請求項9] 前記金属アルコキシドは、オルトケイ酸テトラエチルであり、前記シラン化合物は3-グリシドキシプロピルトリメトキシシランであり、

前記溶液投入工程において、前記シラン化合物を、前記金属アルコキシドに対して、0.12以上1未満の重量比で前記反応容器内に投入する

請求項7又は請求項8に記載の電子部品の製造方法。

[請求項10] 前記保護材形成工程のあとに、前記膜部の外表面に、樹脂を含む導電体を塗布する導電体塗布工程と、

前記導電体を焼成して外部電極にする硬化工程と、を備える

請求項7～請求項9のいずれか一項に記載の電子部品の製造方法。

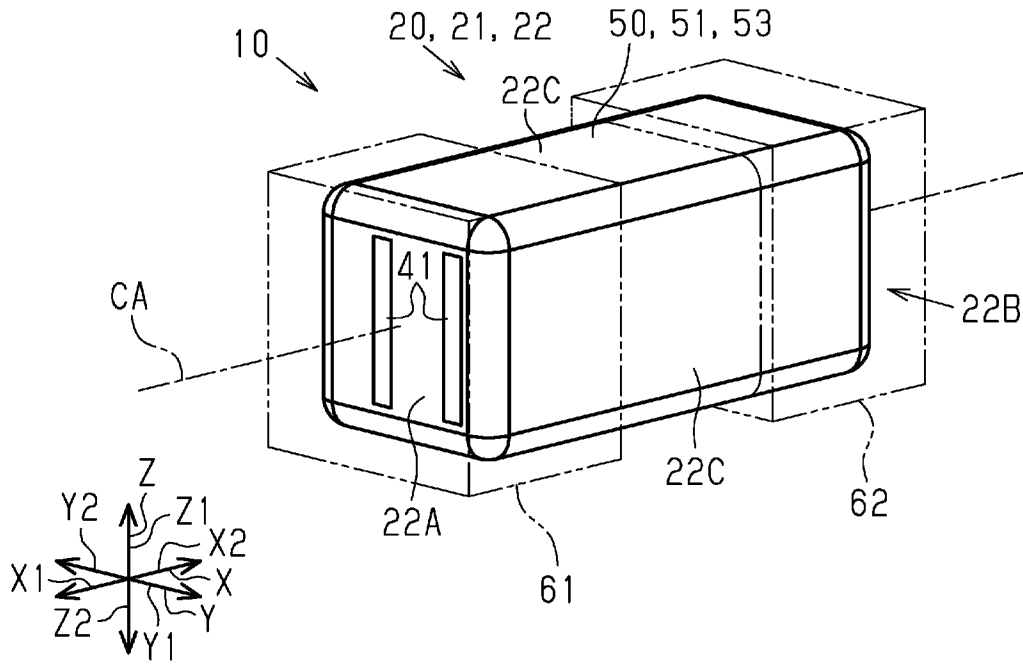
[請求項11] 前記保護材形成工程において、前記素体の外表面に付着した、前記金属アルコキシド及び前記シラン化合物を含む溶液を、140度以上160度以下の温度で焼成する

請求項7～請求項10のいずれか一項に記載の電子部品の製造方法

。

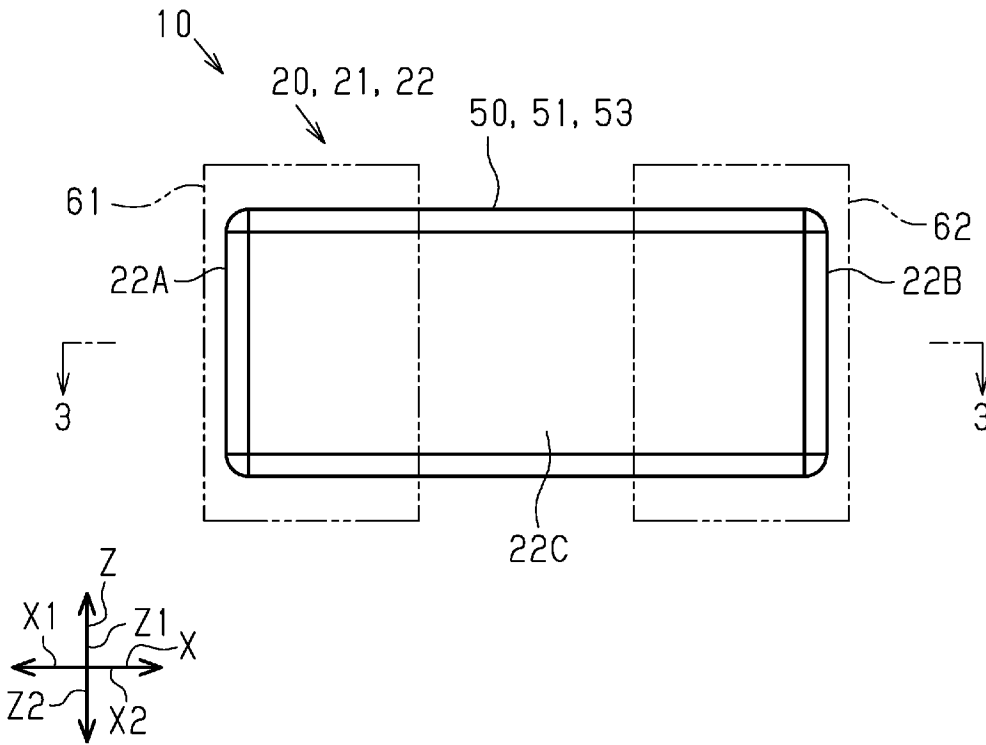
[図1]

図1



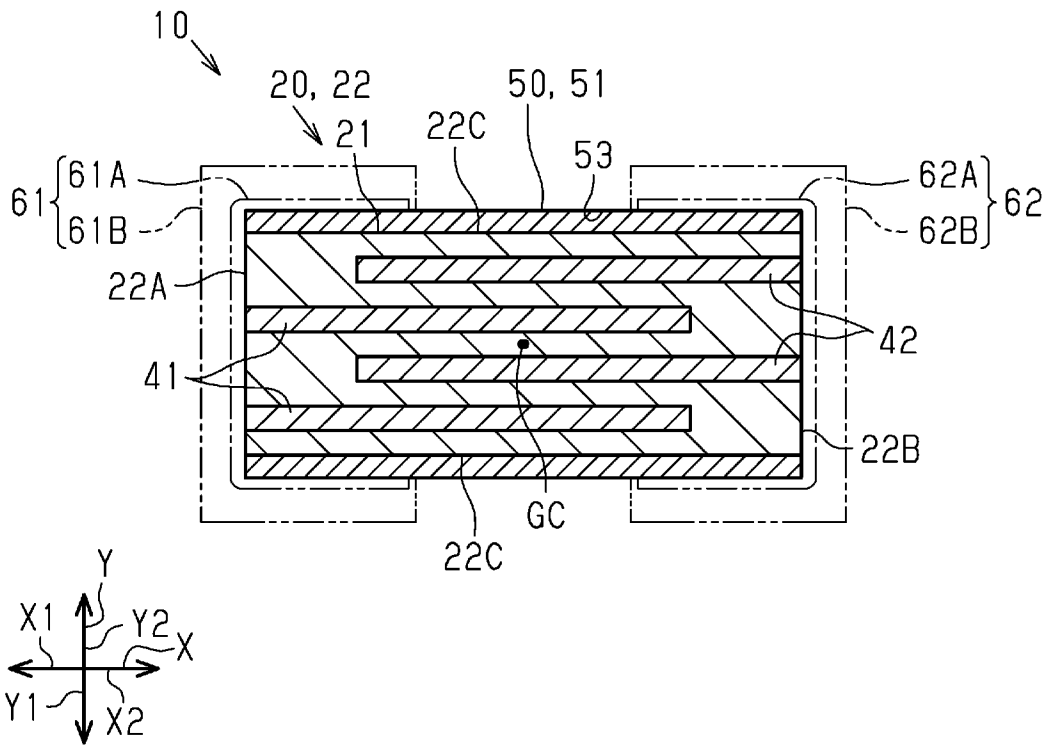
[図2]

図2



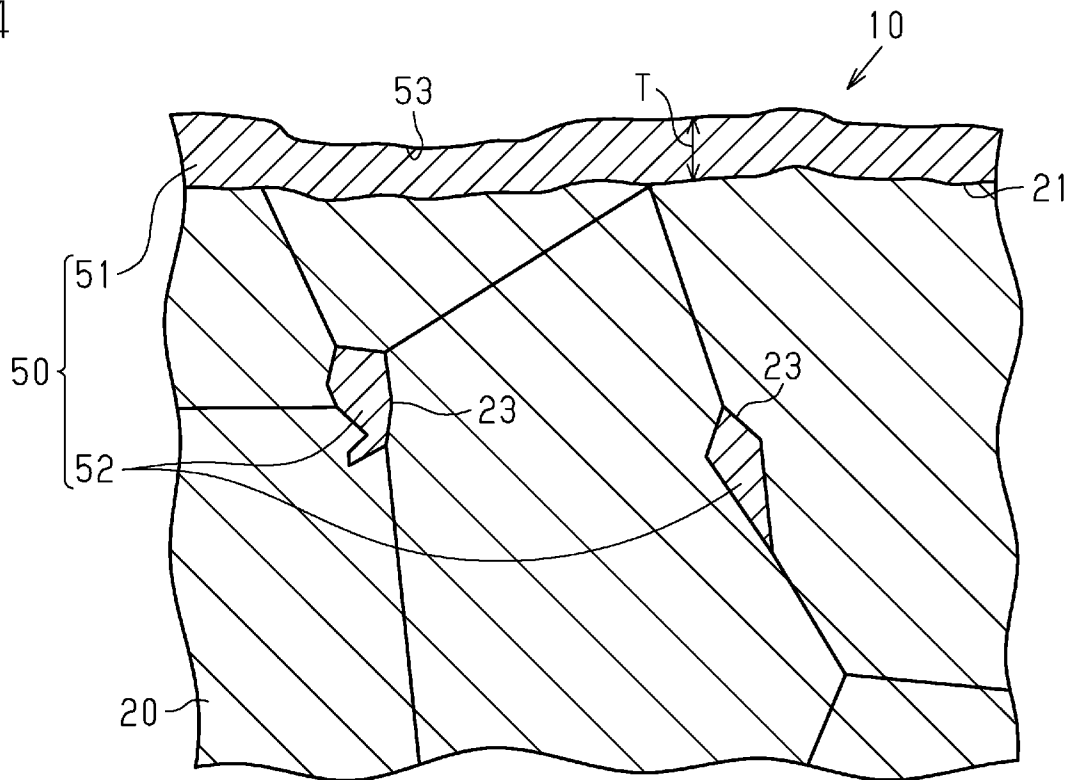
[図3]

図3



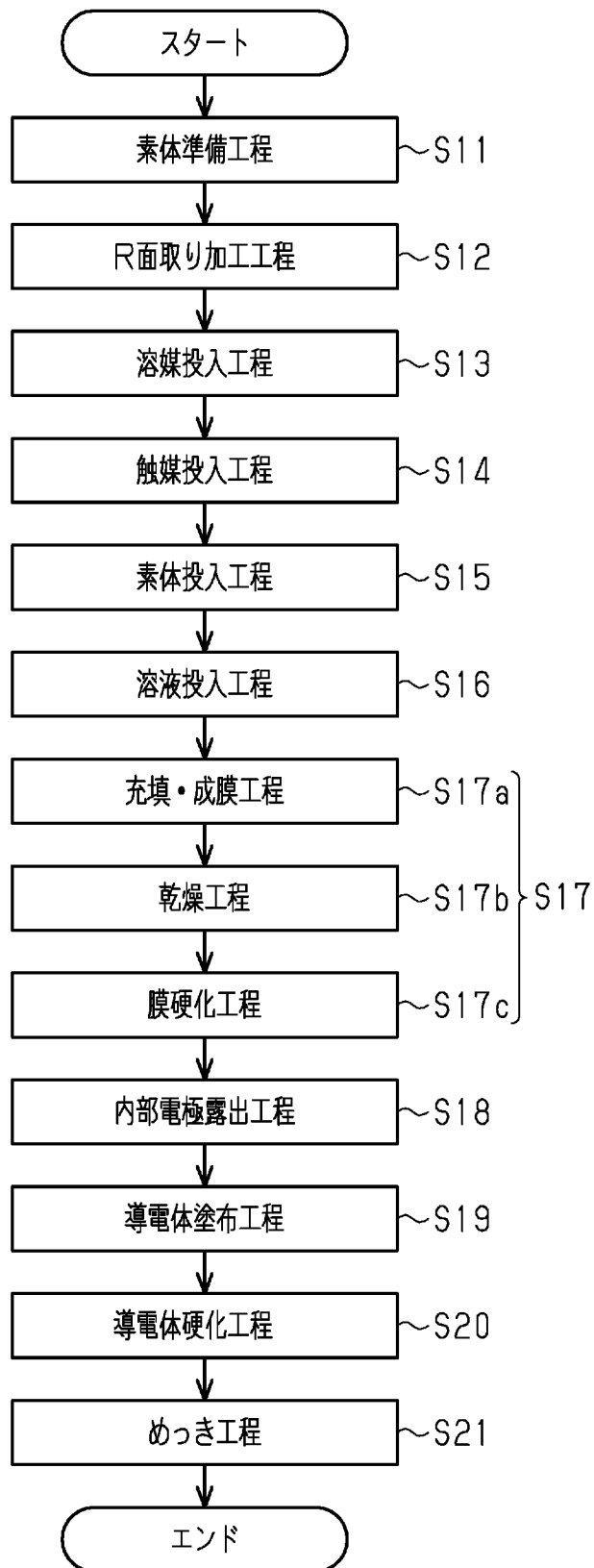
[図4]

図4



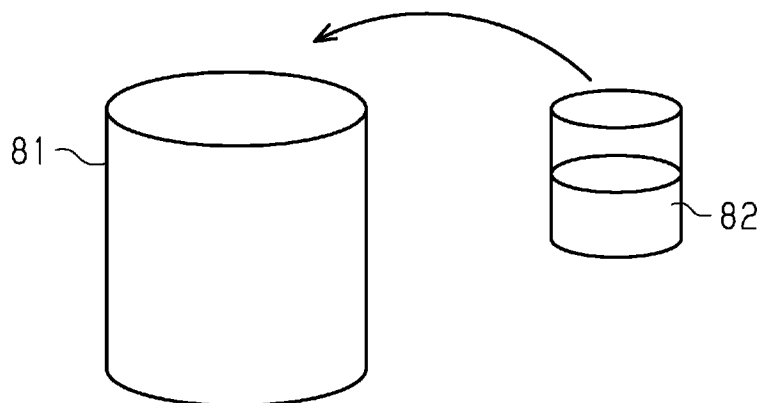
[図5]

図5



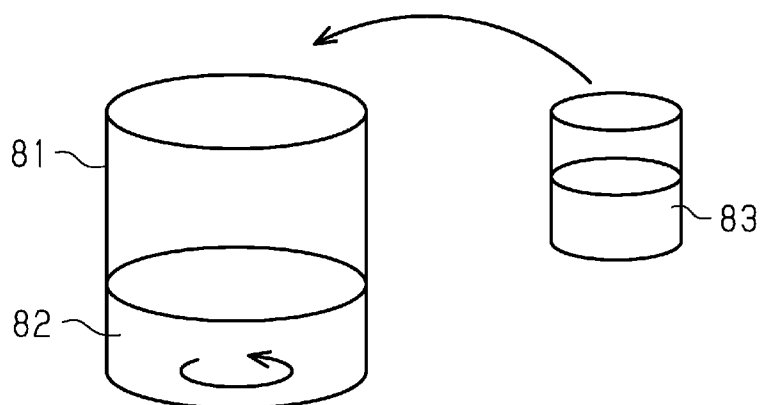
[図6]

図6



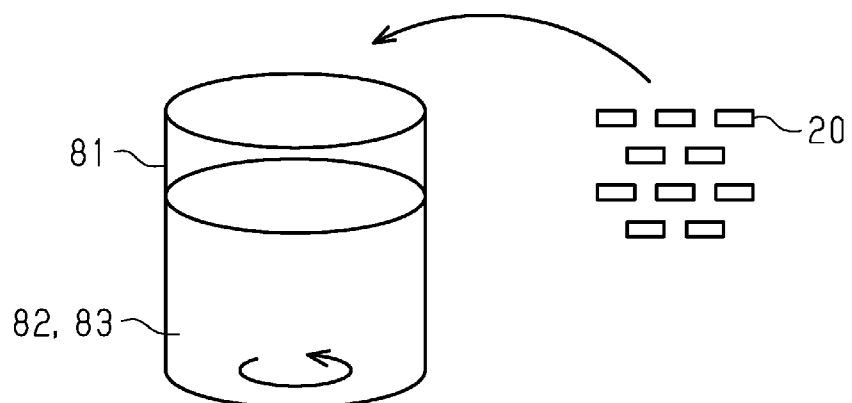
[図7]

図7



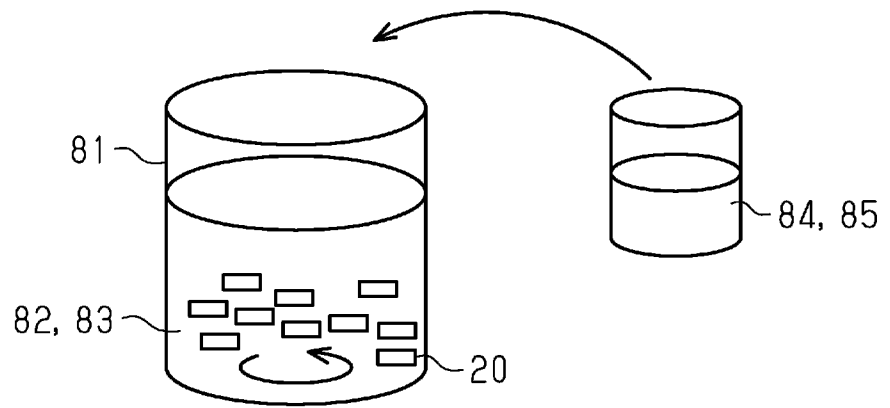
[図8]

図8



[図9]

図9



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/030254

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>H01C 1/034</b> (2006.01)i; <b>H01C 7/04</b> (2006.01)i; <b>H01C 17/02</b> (2006.01)i; <b>H01F 27/02</b> (2006.01)i; <b>H01G 4/224</b> (2006.01)i FI: H01C1/034; H01C7/04; H01C17/02; H01F27/02 120; H01G4/224 100		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01C1/034; H01C17/02; H01G4/224; H01F27/02; H01C7/04		
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)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021-27163 A (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) 22 February 2021 (2021-02-22) paragraphs [0020]-[0049], [0058]-[0065], fig. 1-4, 7	1-11
A	JP 4-282802 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 07 October 1992 (1992-10-07) paragraphs [0005], [0019], fig. 3	1-11
A	JP 2017-147336 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 24 August 2017 (2017-08-24) paragraphs [0012]-[0040]	1-11
A	US 2016/0042864 A1 (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 11 February 2016 (2016-02-11) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2021-19002 A (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) 15 February 2021 (2021-02-15) paragraphs [0038]-[0046]	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>01 November 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>14 November 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/030254

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-97008 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 12 April 1996 (1996-04-12) paragraph [0011]	1-11
A	JP 2003-197406 A (MARUWA KK) 11 July 2003 (2003-07-11) paragraphs [0006], [0011]-[0014]	1-11

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/030254**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-27163	A	22 February 2021	US 2021/0166846 A1 paragraphs [0035]-[0066], [0077]-[0113], fig. 1-4, 7	
				WO 2020/040197 A1	
				CN 112640005 A	
				KR 10-2021-0046669 A	
JP	4-282802	A	07 October 1992	(Family: none)	
JP	2017-147336	A	24 August 2017	(Family: none)	
US	2016/0042864	A1	11 February 2016	KR 10-2016-0016385 A	
JP	2021-19002	A	15 February 2021	(Family: none)	
JP	8-97008	A	12 April 1996	(Family: none)	
JP	2003-197406	A	11 July 2003	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01C 1/034(2006.01)i; H01C 7/04(2006.01)i; H01C 17/02(2006.01)i; H01F 27/02(2006.01)i; H01G 4/224(2006.01)i FI: H01C1/034; H01C7/04; H01C17/02; H01F27/02 120; H01G4/224 100</p>																							
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01C1/034; H01C17/02; H01G4/224; H01F27/02; H01C7/04</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			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													
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																						
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2021-27163 A（三菱マテリアル株式会社）22.02.2021（2021 - 02 - 22） 段落0020-0049, 0058-0065, 図1-4, 7</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 4-282802 A（太陽誘電株式会社）07.10.1992（1992 - 10 - 07） 段落0005, 0019, 図3</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2017-147336 A（株式会社村田製作所）24.08.2017（2017 - 08 - 24） 段落0012-0040</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016/0042864 A1（SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.）11.02.2016（2016 - 02 - 11） 全文, 全図</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2021-19002 A（三菱マテリアル株式会社）15.02.2021（2021 - 02 - 15） 段落0038-0046</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 8-97008 A（松下電器産業株式会社）12.04.1996（1996 - 04 - 12） 段落0011</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			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	JP 2021-27163 A（三菱マテリアル株式会社）22.02.2021（2021 - 02 - 22） 段落0020-0049, 0058-0065, 図1-4, 7	1-11	A	JP 4-282802 A（太陽誘電株式会社）07.10.1992（1992 - 10 - 07） 段落0005, 0019, 図3	1-11	A	JP 2017-147336 A（株式会社村田製作所）24.08.2017（2017 - 08 - 24） 段落0012-0040	1-11	A	US 2016/0042864 A1（SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.）11.02.2016（2016 - 02 - 11） 全文, 全図	1-11	A	JP 2021-19002 A（三菱マテリアル株式会社）15.02.2021（2021 - 02 - 15） 段落0038-0046	1-11	A	JP 8-97008 A（松下電器産業株式会社）12.04.1996（1996 - 04 - 12） 段落0011	1-11
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	JP 2021-27163 A（三菱マテリアル株式会社）22.02.2021（2021 - 02 - 22） 段落0020-0049, 0058-0065, 図1-4, 7	1-11																					
A	JP 4-282802 A（太陽誘電株式会社）07.10.1992（1992 - 10 - 07） 段落0005, 0019, 図3	1-11																					
A	JP 2017-147336 A（株式会社村田製作所）24.08.2017（2017 - 08 - 24） 段落0012-0040	1-11																					
A	US 2016/0042864 A1（SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.）11.02.2016（2016 - 02 - 11） 全文, 全図	1-11																					
A	JP 2021-19002 A（三菱マテリアル株式会社）15.02.2021（2021 - 02 - 15） 段落0038-0046	1-11																					
A	JP 8-97008 A（松下電器産業株式会社）12.04.1996（1996 - 04 - 12） 段落0011	1-11																					
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																							
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</p>																							
<p>国際調査を完了した日</p> <p>01.11.2023</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>14.11.2023</p>																						
<p>名称及びあて先</p> <p>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</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>木下 直哉 5D 3858</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3551</p>																						



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/JP2023/030254

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-27163	A	22.02.2021	US 2021/0166846 A1 段落0035-0066, 0077-0113, 図1-4, 7 WO 2020/040197 A1 CN 112640005 A KR 10-2021-0046669 A	
JP	4-282802	A	07.10.1992	(ファミリーなし)	
JP	2017-147336	A	24.08.2017	(ファミリーなし)	
US	2016/0042864	A1	11.02.2016	KR 10-2016-0016385	A
JP	2021-19002	A	15.02.2021	(ファミリーなし)	
JP	8-97008	A	12.04.1996	(ファミリーなし)	
JP	2003-197406	A	11.07.2003	(ファミリーなし)	