

(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  
2023年5月19日(19.05.2023)



(10) 国際公開番号

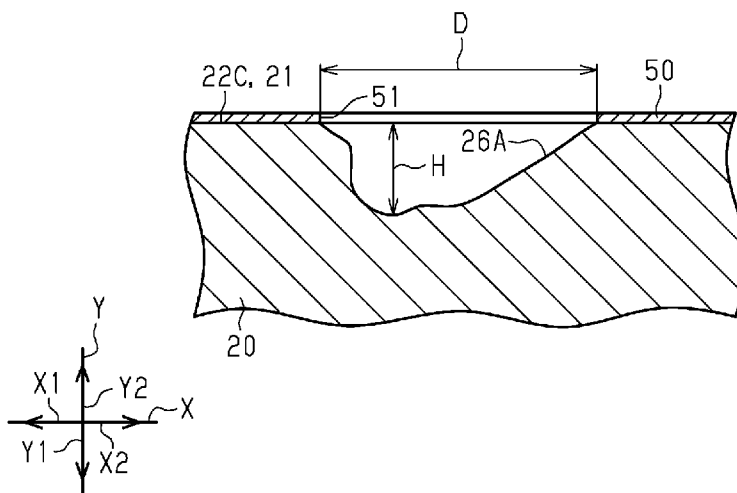
WO 2023/084858 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01F 17/04 (2006.01) H01C 7/04 (2006.01)  
H01G 4/30 (2006.01) H01C 7/18 (2006.01)  
H01F 27/29 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/030676
- (22) 国際出願日: 2022年8月10日(10.08.2022)
- (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 2021-182603 2021年11月9日(09.11.2021) 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
- 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). 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).
- (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,

(54) Title: ELECTRONIC COMPONENT

(54) 発明の名称: 電子部品

図5



(57) Abstract: An element (20) has a recess (26A) that is recessed from an outer surface (21). The inner surface of the recess (26A) is not covered with a glass film (50). When the recess (26A) is viewed facing in a direction orthogonal to the outer surface (21), at least a portion of an outer edge of the recess (26A) is curved. When the recess (26A) is viewed in a cross section orthogonal to the outer surface (21), at least a portion of the inner surface of the recess (26A) is curved.

WO 2023/084858 A1

KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 

(57) 要約：素体 (20) は、外表面 (21) から窪む窪み (26A) を有している。窪み (26A) の内面は、ガラス膜 (50) に覆われていない。外表面 (21) に直交する方向を向いて窪み (26A) を見たとき、窪み (26A) の外縁の少なくとも一部は、曲線状である。窪み (26A) を外表面 (21) に直交する断面で見たとき、窪み (26A) の内面の少なくとも一部は、曲線状である。

## 明 細 書

**発明の名称**：電子部品

### 技術分野

[0001] 本発明は、電子部品に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1に記載された電子部品は、素体と、素体の外表面を覆うガラス膜と、を備えている。ガラス膜は、素体の外表面を、隙間なく覆っている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-311676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に記載された電子部品には、外部からの衝撃が加わることがある。電子部品に外部からの衝撃が加わると、衝撃による荷重が、素体の表面における特定の箇所に集中して作用することがある。仮に大きな力が特定の箇所に集中して作用すると、その特定の箇所において素体の表面にクラックが生じるおそれがある。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するため、本発明は、素体と、素体の内部に位置している配線と、前記素体の外表面を覆うガラス膜と、を備え、前記素体は、前記外表面から窪む窪みを有しており、前記窪みの内面は、前記ガラス膜に覆われてなく、前記外表面に直交する方向を向いて前記窪みを視たとき、前記窪みの外縁の少なくとも一部は、曲線状であり、前記窪みを前記外表面に直交する断面で視たとき、前記窪みの内面の少なくとも一部は、曲線状である電子部品である。

[0006] 上記構成によれば、仮に素体の表面に衝撃が作用したとしても、その衝撃は窪みにおいて分断される。そのため、素体の表面の特定の箇所に集中して

衝撃が作用することは防げる。また、窪みの外縁の少なくとも一部及び内面の少なくとも一部は曲線状であるため、この曲線状の部分においては衝撃の方向が分散しやすい。さらに、窪みの内面は、ガラス膜に覆われていないため、ガラス膜を通じて外部からの衝撃が窪みの内面の特定の箇所に作用することも防げる。

### 発明の効果

[0007] 素体の表面の特定の箇所に集中して衝撃が作用することを防止できる。

### 図面の簡単な説明

[0008] [図1]電子部品の斜視図。

[図2]電子部品の側面図。

[図3]図2の3-3線に沿う断面図。

[図4]窪みの拡大平面図。

[図5]窪みの拡大断面図。

[図6]窪みの拡大断面図。

[図7]電子部品の製造方法を説明する説明図。

[図8]電子部品の製造方法を説明する説明図。

[図9]電子部品の製造方法を説明する説明図。

[図10]電子部品の製造方法を説明する説明図。

[図11]電子部品の製造方法を説明する説明図。

[図12]電子部品の製造方法を説明する説明図。

[図13]実施例と比較例との電子部品の比較結果を示す表。

### 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。また、断面図ではハッチングを付しているが、理解を容易にするために一部の構成要素のハッチングを省略している場合がある。

[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。

[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。そして、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個の平面状の平面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、互いに異なる向きに広がっている。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は、12個の境界面23を有している。境界面23は、隣り合う平面22同士の境界に存在する曲面を含んでいる。すなわち、境界面23は、例えば、隣り合う平面22を形成される角をR面取り加工することで形成される曲面を含んでいる。

[0014] また、素体20の外表面21は、8個の球面状のコーナ面24を有してい

る。コーナ面24は、隣り合う3つの平面22同士の境界部分である。換言すれば、コーナ面24は、3つの境界面23が交わる箇所の曲面を含んでいる。すなわち、コーナ面24は、例えば、隣り合う3つの平面22によって形成される角をR面取り加工することによって形成された曲面を含んでいる。

[0015] 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の外面21と同一視して符号を付している。

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、半導体である。具体的には、素体20の材質は、Mn、Fe、Ni、Co、Ti、Ba、Al、及びZnの少なくとも1つ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。

[0016] 図3に示すように、電子部品10は、配線として2つの第1内部電極41及び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。

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 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。

- [0020] 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。
- [0021] 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。
- [0022] 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。
- [0023] 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の材質は、ガラスである。本実施形態では、ガラスは二酸化ケイ素からなっている。
- [0024] 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。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。

- [0025] 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、ニッケル層の厚さは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。
- [0026] 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、銀とガラスとである。
- [0027] 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。図示は省略するが、第2金属層62Bは、第1金属層61Bと同様に、第2下地電極62A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、ニッケル層の厚さは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。
- [0028] 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及び図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。
- [0029] 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。そのため、第1外部電極61は、第1内部電極41と電氣的に接

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。

[0030] 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。そのため、第2外部電極62は、第2内部電極42と電氣的に接続している。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1内部電極41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においては、第1貫通部71の図示を省略する。

[0031] (ガラス膜の貫通孔と素体の窪みについて)

図3に示すように、ガラス膜50は、複数の貫通孔51を有している。複数の貫通孔51は、ガラス膜50を貫通している。複数の貫通孔51は、ガラス膜50のうち、第1外部電極61及び第2外部電極62に覆われていない箇所に存在している。

[0032] 素体20は、複数の窪み26を有している。複数の窪み26は、素体20の外表面21から窪んでいる。窪み26は、貫通孔51の内側に繋がっている。そのため、外表面21に直交する方向を向いて電子部品10を視たときに、窪み26は、貫通孔51と重複している。複数の窪み26は、後述する窪み26A及び窪み26Bを含んでいる。

[0033] 図4に示すように、素体20の外表面21に直交する方向を向いて窪み26Aを視たとき、窪み26Aの外縁は、すべて曲線状となっている。具体的には、素体20の外表面21に直交する方向を向いて窪み26Aを視たとき、窪み26Aの外縁は、略円状となっている。なお、窪み26Aの外縁は、貫通孔51の開口と一致している。

[0034] 図5に示すように、窪み26Aを外表面21に直交する断面で視たとき、

窪み26Aの内面の一部は、曲線状となっている。また、窪み26Aの内面は、ガラス膜50に覆われていない。さらに、窪み26Aの内部空間には、他の部材が存在してなく、空隙になっている。

[0035] 外表面21に直交する方向を向いて窪み26Aを視たときに、窪み26の外縁で囲われる領域の面積を、窪み26Aの開口面積とする。このとき、1つ当たりの窪み26Aの開口面積は、 $1\mu\text{m}^2$ 以上 $2000\mu\text{m}^2$ 以下となっている。窪み26Aの開口面積の算出は、まず、電子顕微鏡で、外表面21に直交する方向を向いて、窪み26Aを撮影する。次に、撮影した画像を、輝度、彩度又は色彩の違いに基づき2値化することで、窪み26Aの外縁を特定する。そして、画像処理をすることにより、特定した窪み26Aの外縁で囲われている領域の面積を窪み26Aの開口面積として算出する。

[0036] さらに、窪み26Aの外縁の幾何中心を通り、且つ窪み26Aの外縁から外縁までの距離が最も長くなる箇所を、開口直径Dとする。なお、上述したとおり、窪み26Aの外縁は、略円形状である。このことから、窪み26Aに最も近似する仮想円を描き、その仮想円の中心を幾何中心、仮想円の直径を外縁から外縁までの最長距離とみなしてもよい。このとき、外表面21に直交し、且つ開口直径Dを含む断面において、開口直径Dに対する窪み26Aの最大深さHは、25%以上50%以下である。より具体的には、開口直径Dに対する窪み26Aの最大深さHは、30%である。なお、窪み26Aの最大深さHは、窪み26Aを外表面21に直交する断面で視たとき、窪み26Aの外縁と外縁とを繋ぐ仮想線に直交する方向において、当該仮想線から窪み26Aの内面までの最も長い距離である。

[0037] また、窪み26Aの内部空間の体積を窪み体積とする。窪み体積は、 $0.1\mu\text{m}^3$ 以上 $20000\mu\text{m}^3$ 以下となっている。窪み体積は、窪み26Aの内部空間を球欠と仮想して算出する。まず、窪み26Aの開口直径D及び最大深さHを測定する。次に、これらの値から球欠の体積を、窪み体積として算出する。

[0038] 図4に示すように、窪み26Aの内面には、素体20における複数のセラ

ミックス粒子の粒界が存在している。また、素体20の外表面21に直交する方向を向いて電子部品10を視たときに、窪み26Aの内面には、第1内部電極41及び第2内部電極42は存在していない。つまり、窪み26Aは、第1内部電極41及び第2内部電極42が露出するほど窪んではいない。

[0039] 図6に示すように、窪み26Bを外表面21に直交する断面で視たとき、窪み26Bの内面の一部は、曲線状となっている。また、窪み26Bの内面は、ガラス膜50に覆われていない。

[0040] 電子部品10は、充填物63を備えている。充填物63の材質は錫である。充填物63は、窪み26Bの内部空間に位置している。充填物63は、窪み26Bの内面全体を覆っている。また、充填物63の一部は、窪み26Bからはみ出していて、窪み26Bの外縁の外側にまで至っている。つまり、外表面21に直交する方向に電子部品10を視たときに、充填物63は、窪み26Bより広い範囲を覆っている。そのため、外表面21に直交する方向に電子部品10を視たときに、充填物63の外縁は、ガラス膜50における窪み26Bの近傍を覆っている。なお、窪み26Bにおける開口面積、開口直径D、最大深さH及び窪み体積については、窪み26Aと同様である。

[0041] また、外表面21の面積に対する、窪み26A及び窪み26Bを含めたすべての窪み26の開口面積の合計値の割合を、面積率とする。このとき、面積率は、0.1%以上60.0%以下となっている。面積率は、以下のように算出する。まず、外表面21のうちの側面22Cにおける測定範囲を含む画像を取得する。測定範囲は、1つの側面22Cにおいて、第1軸Xに沿う方向に延びる第1辺と、第1軸Xに直交する方向に延びる第2辺と、を有する長形状の範囲である。第1辺の寸法は、電子部品10における第1軸Xに沿う方向の寸法の0.4倍の寸法となっている。第1辺は、第1外部電極61及び第2外部電極62に接していない。第2辺の寸法は、当該側面22Cの第1軸Xに直交する方向の寸法の0.75倍の寸法となっている。次に、測定範囲を含む画像を、2値化して、窪み26か否かを区別する。次に、画像処理により、測定範囲におけるすべての窪み26の開口面積の合計値を

算出する。そして、測定範囲の面積に対する、測定範囲におけるすべての窪み26の開口面積の合計値の割合である面積率を算出する。

[0042] (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7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、水浸漬工程S19と、乾燥工程S20と、導電体塗布工程S21と、硬化工程S22と、めっき工程S23と、をさらに備えている。

[0043] 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、境界面23及びコーナ面24を備えない素体20である積層体を準備する。すなわち、積層体は、R面取りする前の状態であり、6つの平面22を有する直方体状である。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。

[0044] 次に、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で準備した積層体に対して境界面23及びコーナ面24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、曲面を有する境界面23及び曲面を有するコーナ面24が形成される。これにより、素体20が形成される。

[0045] 次に、溶媒投入工程S13を行う。図8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7に示すように、触媒投入工程S14を行う。図9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の攪拌を開始する。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。

[0046] 次に、図7に示すように、素体投入工程S15を行う。図10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。

[0047] 次に、図7に示すように、ポリマー投入工程S16を行う。図11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。

[0048] 次に、図7に示すように、金属アルコキシド投入工程S17を行う。図12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、オルトテトラケイ酸テトラエチルは、テトラエトキシシランと呼ばれることもある。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。

[0049] 次に、図7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。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、ポリマー84及び水分を含むガラス膜50が成膜さ

れる。

- [0050] 次に、水浸漬工程 S 1 9 を行う。水浸漬工程 S 1 9 では、成膜工程 S 1 8 において所定時間だけ攪拌を続けた後に、素体 2 0 を反応容器 8 1 から取り出して、水に浸漬させる。これにより、素体 2 0 の外表面 2 1 に吸着していたポリマー 8 4 の一部が水に溶解することにより、ガラス膜 5 0 のガラス成分のうちの一部が部分的に脱落する。
- [0051] 次に、乾燥工程 S 2 0 を行う。乾燥工程 S 2 0 では、素体 2 0 を水から取り出して、乾燥させる。これにより、ゾル状のガラス膜 5 0 は乾燥され、ゲル状のガラス膜 5 0 となる。
- [0052] 次に、導電体塗布工程 S 2 1 を行う。導電体塗布工程 S 2 1 では、ガラス膜 5 0 の表面のうち、素体 2 0 の第 1 端面 2 2 A を覆う部分を含む一部分と、素体 2 0 の第 2 端面 2 2 B を覆う部分を含む一部分と、の 2 箇所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 2 2 A の全域と 4 つの側面 2 2 C 上の一部とのガラス膜 5 0 を覆うように塗布する。また、導電体ペーストを、第 2 端面 2 2 B の全域と 4 つの側面 2 2 C 上の一部とのガラス膜 5 0 を覆うように塗布する。
- [0053] 次に、硬化工程 S 2 2 を行う。具体的には、硬化工程 S 2 2 は、ガラス膜 5 0 及び導電体ペーストが塗布された素体 2 0 を加熱する。これにより、ゲル状のガラス膜 5 0 から水及びポリマー 8 4 が気化することで、図 3 に示すように、素体 2 0 の外表面 2 1 を覆うガラス膜 5 0 が焼成され、硬化する。このとき、上述した水浸漬工程 S 1 9 においてガラス膜 5 0 の一部が脱落した箇所を境に、熱収縮量の違いによって、ガラス膜 5 0 を貫通する貫通孔 5 1 が形成される。これとともに、導電体塗布工程 S 2 1 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 6 1 A 及び第 2 下地電極 6 2 A が形成される。このように、導電体塗布工程 S 2 1 と硬化工程 S 2 2 とによって、下地電極形成工程が構成されている。つまり、本実施形態において硬化工程 S 2 2 は、ガラス膜 5 0 を硬化させる工程としてだけではなく、下地電極形成工程の一部工程も兼ねている。

[0054] 本実施形態においては、硬化工程S 2 2における加熱の際に、第1内部電極4 1と第1下地電極6 1 A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6 1 A側に、第1内部電極4 1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4 1から第1下地電極6 1 Aに向かって第1貫通部7 1がガラス膜5 0を貫通して延びることで、第1内部電極4 1と第1下地電極6 1 Aとが接続する。この点、第2内部電極4 2と第2下地電極6 2 Aとを接続する第2貫通部7 2においても同様である。

[0055] 次に、めっき工程S 2 3を行う。第1下地電極6 1 A及び第2下地電極6 2 Aの部分に、電気めっきを行う。具体的には、めっき工程S 2 3では、まず、ニッケルの電気めっきを行う。これにより、第1下地電極6 1 Aの表面に、第1金属層6 1 Bのニッケル層が形成される。また、第2下地電極6 2 Aの表面に、第2金属層6 2 Bのニッケル層が形成される。

[0056] 上述したとおり、このめっき工程S 2 3の時点では、ガラス膜5 0は貫通孔5 1を備えている。したがって、素体2 0の一部は、貫通孔5 1を介して外部に露出している。そして、貫通孔5 1から露出する素体2 0は、ニッケルの電気めっきの際に使用するめっき液により、一部浸食される。これにより、素体2 0のうち、貫通孔5 1から露出する箇所には、窪み2 6が形成される。

[0057] めっき工程S 2 3では、次に、錫の電気めっきを行う。これにより、第1金属層6 1 Bのニッケル層の表面に、第1金属層6 1 Bの錫層が形成される。また、第2金属層6 2 Bのニッケル層の表面に、第2金属層6 2 Bのニッケル層が形成される。さらに、素体2 0が半導体であるため、窪み2 6の内部もめっきされる。そのため、複数の窪み2 6のうちの一部の窪み2 6 Bには、錫からなる充填物6 3が形成される。このようにして、電子部品1 0が形成される。

[0058] (比較試験について)

ここで、上述した製造方法によって製造した電子部品1 0の実施例1～実

施例6と、比較例の電子部品と、について、熱衝撃試験、衝撃膜剥がれ試験、及びマイグレーション試験の試験結果を比較した。

- [0059] 図13に示すように、実施例1の電子部品10において、第1外部電極61及び第2外部電極62におけるニッケル層の厚さは、 $2\mu\text{m}$ である。実施例1の電子部品10の窪み26の開口面積は、 $1.8\mu\text{m}^2$ である。実施例1の電子部品10の窪み26の面積率は、 $0.1\%$ である。実施例1の電子部品10の窪み26の窪み体積は、 $0.5\mu\text{m}^3$ である。
- [0060] 実施例2の電子部品10において、第1外部電極61及び第2外部電極62におけるニッケル層の厚さは、 $4\mu\text{m}$ である。実施例2の電子部品10の窪み26の開口面積は、 $7.1\mu\text{m}^2$ である。実施例2の電子部品10の窪み26の面積率は、 $0.5\%$ である。実施例2の電子部品10の窪み26の窪み体積は、 $4.1\mu\text{m}^3$ である。
- [0061] 実施例3の電子部品10において、第1外部電極61及び第2外部電極62におけるニッケル層の厚さは、 $6\mu\text{m}$ である。実施例3の電子部品10の窪み26の開口面積は、 $28.5\mu\text{m}^2$ である。実施例3の電子部品10の窪み26の面積率は、 $1.8\%$ である。実施例3の電子部品10の窪み26の窪み体積は、 $31.8\mu\text{m}^3$ である。
- [0062] 実施例4の電子部品10において、第1外部電極61及び第2外部電極62におけるニッケル層の厚さは、 $8\mu\text{m}$ である。実施例4の電子部品10の窪み26の開口面積は、 $114.7\mu\text{m}^2$ である。実施例4の電子部品10の窪み26の面積率は、 $6.8\%$ である。実施例4の電子部品10の窪み26の窪み体積は、 $246.9\mu\text{m}^3$ である。
- [0063] 実施例5の電子部品10において、第1外部電極61及び第2外部電極62におけるニッケル層の厚さは、 $10\mu\text{m}$ である。実施例5の電子部品10の窪み26の開口面積は、 $429.0\mu\text{m}^2$ である。実施例5の電子部品10の窪み26の面積率は、 $45.4\%$ である。実施例5の電子部品10の窪み26の窪み体積は、 $1684.1\mu\text{m}^3$ である。
- [0064] 実施例6の電子部品10において、第1外部電極61及び第2外部電極6

2におけるニッケル層の厚さは、 $12\ \mu\text{m}$ である。実施例6の電子部品10の窪み26の開口面積は、 $1963.5\ \mu\text{m}^2$ である。実施例6の電子部品10の窪み26の面積率は、 $58.6\%$ である。実施例6の電子部品10の窪み26の窪み26の窪み体積は、 $16493.4\ \mu\text{m}^3$ である。

[0065] 比較例の電子部品は、上述の水浸漬工程S19を省いて製造した。そのため、比較例の電子部品は、貫通孔51及び窪み26を全く備えていない。また、比較例の電子部品において、第1外部電極61及び第2外部電極62におけるニッケル層の厚さは、 $2\ \mu\text{m}$ である。

[0066] 熱衝撃試験は、次のように行った。まず、評価対象の電子部品の試料数は30個とした。次に、評価対象の電子部品を、基板へ実装した。次に、電子部品が実装された基板を、 $-55\text{℃}$ から $125\text{℃}$ へと温度変化させることを1サイクルの熱衝撃とし、これを100サイクル行った。その後、熱衝撃を加える前と比べて、ガラス膜50に存在するクラックが増加した場合にはNG (No Good) とし、変化していない場合にはG (Good) とした。

[0067] 衝撃膜剥がれ試験は、次のように行った。まず、評価対象の電子部品の試料数は1000個とした。次に、評価対象の電子部品を1つの容器内に入れて、容器ごと互いに擦れ合うように揺動させた。その後、1000個の電子部品において、ガラス膜50が部分的に素体20から剥がれている電子部品の数が10個以上の場合にはNGとし、10個未満である場合にはGとした。

[0068] マイグレーション試験は、次のように行った。まず、評価対象の電子部品の試料数は、18個とした。次に、評価対象の電子部品を、基板へ実装した。次に、温度 $125\text{℃}$ 、且つ湿度 $95\%$ の状態、印加電圧を $3.2\text{V}$ 以下として72時間経過させた。その後、マイグレーションによる外部電極間の短絡の発生の有無を評価した。18個の電子部品において、マイグレーションが発生している数が1個以上の場合にはNGとし、0個の場合にはGとした。

[0069] 実施例1～実施例6の電子部品10において、熱衝撃試験の評価結果は、Gであった。また、実施例1～実施例6の電子部品10において、衝撃膜剥がれ試験の評価結果は、Gであった。一方で、比較例の電子部品において、熱衝撃試験の評価結果は、NGであった。また、比較例の電子部品において、衝撃膜剥がれ試験の評価試験は、NGであった。

[0070] なお、熱衝撃試験においてガラス膜50にクラックが生じたときには、素体20の表面のうち、ガラス膜50のクラックに対応する箇所にも、集中して衝撃が作用したはずである。また、ガラス膜50が素体20から剥がれるときには、その剥がれの起点としてガラス膜50にクラックが生じる。したがって、素体20の表面のうち、ガラス膜50の剥がれの起点に対応する箇所にも、集中して衝撃が作用したはずである。つまり、熱衝撃試験の評価結果及び衝撃膜剥がれ試験の評価結果が共にGであるということは、素体20の表面の特定の箇所に集中して衝撃が作用することを防止できているということである。

[0071] さらに、実施例1～実施例5の電子部品10において、マイグレーション試験の評価結果は、Gであった。一方で、実施例6の電子部品10において、マイグレーション試験の評価結果は、NGであった。

[0072] (実施形態の作用及び効果について)

(1) 上記実施形態によれば、仮に素体20の外表面21に衝撃が作用したとしても、その衝撃は、窪み26において分断される。そのため、素体20の外表面21の特定の箇所に集中して衝撃が作用することは防げる。また、窪み26の外縁の一部及び内面の一部は曲線状であるため、これら曲線状の部分においては、衝撃の方向が分散しやすい。さらに、窪み26の内面は、ガラス膜50に覆われていないため、ガラス膜50を通じて外部からの衝撃が窪み26の内面の特定の箇所に作用することも防げる。

[0073] (2) 上記実施形態によれば、複数の窪み26は、それぞれガラス膜50の貫通孔51と繋がっている。そのため、上述した製造方法のように、第1外部電極61及び第2外部電極62を形成するめっき工程S23において窪

み26を形成できるので、窪み26を形成するための工程を別途採用する必要はない。

[0074] (3) 上記実施形態によれば、充填物63が、窪み26Bの内部空間に存在している。充填物63は、比較的柔らかい金属であり、衝撃を緩和する緩衝物として機能する。そのため、電子部品10の外部から窪み26Bに向かって力が加わっても、充填物63によってその衝撃を緩和できる。よって、電子部品10の外部からの力が素体20に直接伝わることを緩和できる。

[0075] (4) 上記実施形態によれば、窪み26の開口面積は、 $1\mu\text{m}^2$ 以上 $2000\mu\text{m}^2$ 以下である。つまり、窪み26の開口面積は、過度に大きくない。よって、窪み26が大きすぎることにより、素体20の強度に影響を与えることを防げる。

[0076] (5) 上記実施形態によれば、窪み26の面積率は、0.1%以上60.0%以下である。この範囲の面積率であれば、複数の窪み26が連なって大きな窪みとなり、その大きな窪みが素体20の強度に悪影響を与えることを防げる。

[0077] (6) 上記実施形態によれば、窪み26の内部空間の体積である窪み体積は、 $0.1\mu\text{m}^3$ 以上 $20000\mu\text{m}^3$ 以下である。この範囲での窪み体積であれば、窪み26が第1内部電極41又は第2内部電極42に至ることは考えにくい。

[0078] (7) 上記実施形態によれば、窪み26Aの開口直径Dに対する窪み26Aの最大深さHは、25%以上である。このように窪み26Aがある程度の最大深さHを有することで、素体20の表面に力が作用したときの力の分断効果を確実に発揮できる。また、窪み26Aの開口直径Dに対する窪み26Aの最大深さHは、50%以下である。そのため、窪み26Aは、全体として外表面21に沿う方向に長い形状となる。したがって、窪み26を起点として、素体20に割れなどが生じることは防げる。

[0079] <その他の実施形態>

上記実施形態は以下のように変更して実施することができる。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組み合わせて実施することができる。

[0080] ・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。

[0081] ・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鏝部とを有していてもよい。

[0082] ・素体20の材質は、上記実施形態の例に限られない。例えば、素体20の材質は、樹脂と金属粉体のコンポジット体であってもよい。

・素体20の外表面21は、境界面23及びコーナ面24を有していなくてもよい。例えば、素体20の外表面21のうち、隣り合う平面22の境界が面取り形状になっていない場合、当該境界には、曲面が存在しない。そのため、このような場合には、境界面23及びコーナ面24が存在しないこともある。

[0083] ・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。

[0084] ・第1外部電極61のニッケル層の厚さは、 $0.5\mu\text{m}$ 未満であってもよいし、 $10\mu\text{m}$ より大きくてもよい。上記実施形態の製造方法によれば、ニッケルの電気めっきによって、窪み26が形成される。第1外部電極61のニッケル層の厚さを、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下とすれば、窪み26の大きさ等を、マイグレーション試験の観点から好ましい範囲に形成できる。一

方で、例えば、第1外部電極61のニッケル層の厚さが、10 $\mu$ mより大きくても、熱衝撃試験や衝撃膜剥がれ試験の評価結果は良好であった。すなわち、第1外部電極61のニッケル層の厚さが、10 $\mu$ mより大きくても、素体20の表面の特定の箇所に集中して衝撃が作用することを防げる。この点、第2外部電極62についても同様である。

[0085] ・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。なお、第1金属層61Bがニッケル層を有していると、実施形態で例示した製造方法によって、素体20に窪み26を形成できる。この点、第2外部電極62についても同様である。

[0086] ・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。

[0087] 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、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。

- [0088] ・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。
- [0089] ・ガラス膜50は、第1端面22A及び第2端面22B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が覆う範囲は、適宜変更されればよい。
- [0090] 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。
- [0091] ・窪み26について、窪み26の開口直径Dの長さに対する窪み26の最大深さHは、25%未満であってもよいし、50%より大きくてもよい。このように、窪み26の形状によって、開口直径Dと最大深さHとの関係は、適宜変更されればよい。例えば、窪み26が複数繋がってもよいし、窪み26が相当に深く窪んでいてもよい。
- [0092] ・窪み26について、窪み体積は、 $20000\mu\text{m}^3$ より大きくてもよい。例えば、素体20が相応に大きい場合には、窪み体積が相応に大きくても、素体20の強度を担保できる。
- [0093] ・窪み26について、窪み26の面積率は、60.0%より大きくてもよい。例えば、素体20の大きさが相応に大きければ、窪み26の面積率が相応に大きくても、素体20の強度を担保できる。
- [0094] ・窪み26について、開口面積は、 $2000\mu\text{m}^2$ より大きくてもよい。例えば、素体20の大きさが相応に大きければ、開口面積が相応に大きくても、素体20の強度を担保できる。
- [0095] ・複数の窪み26は、内部空間に何も存在しない窪み26A及び内部空間に充填物63が存在する窪み26Bの一方のみを有していてもよい。例えば、複数の窪み26は、内部空間に充填物63が存在する窪み26Bを有していてもよい。

- [0096] ・ 充填物 6 3 は、窪み 2 6 B の内面全体を覆っていてもよい。つまり、充填物 6 3 は、窪み 2 6 B の内面の内の一部のみを覆っていてもよい。この場合、充填物 6 3 は、窪み 2 6 B からみ出していない。すなわち、外表面 2 1 に直交する方向に電子部品 1 0 を視たときに、充填物 6 3 は、窪み 2 6 B より狭い範囲を覆っていてもよい。充填物 6 3 は、少なくとも窪み 2 6 B の内部空間に位置していればよい。
- [0097] ・ 貫通孔 5 1 について、外表面 2 1 に直交する方向を向いて電子部品 1 0 を視たときに、貫通孔 5 1 は、窪み 2 6 の外縁より大きい大きさでもよいし、窪み 2 6 の外縁より小さい大きさであってもよい。なお、貫通孔 5 1 の大きさが、窪み 2 6 の外縁より小さい場合、ガラス膜 5 0 は、窪み 2 6 の内面から浮いたような状態となる。この場合でも、ガラス膜 5 0 は窪み 2 6 の内面と接触していないので、窪み 2 6 の内面はガラス膜 5 0 に覆われていない。
- [0098] ・ 電子部品 1 0 の製造方法は、上記実施形態の例に限られない。例えば、窪み 2 6 を機械的に切削することで形成してもよいし、ガラス膜 5 0 を、シート状の薄膜を素体 2 0 に張り付けることで形成してもよい。この場合、ガラス膜 5 0 が貫通孔 5 1 を有していなくてもよい。

## 符号の説明

- [0099] 1 0 … 電子部品  
2 0 … 素体  
2 1 … 外表面  
2 6 … 窪み  
4 1 … 第 1 内部電極  
4 2 … 第 2 内部電極  
5 0 … ガラス膜  
5 1 … 貫通孔  
6 1 … 第 1 外部電極  
6 2 … 第 2 外部電極

- 6 3 … 充填物
- 7 1 … 第 1 貫通部
- 7 2 … 第 2 貫通部
- 8 1 … 反応容器
- 8 2 … 溶媒
- 8 3 … 水溶液
- 8 4 … ポリマー
- 8 5 … 金属アルコキシド

## 請求の範囲

- [請求項1] 素体と、前記素体の内部に位置している配線と、前記素体の外表面を覆うガラス膜と、を備え、  
前記素体は、前記外表面から窪む窪みを有しており、  
前記窪みの内面は、前記ガラス膜に覆われてなく、  
前記外表面に直交する方向を向いて前記窪みを視たとき、前記窪みの外縁の少なくとも一部は、曲線状であり、  
前記窪みを前記外表面に直交する断面で視たとき、前記窪みの内面の少なくとも一部は、曲線状である  
電子部品。
- [請求項2] 前記ガラス膜は、当該ガラス膜を貫通する貫通孔を有しており、  
前記窪みは、前記貫通孔と繋がっている  
請求項1に記載の電子部品。
- [請求項3] 前記配線としての内部電極と、  
前記内部電極に電氣的に接続しているとともに、前記電子部品の外部に露出している外部電極と、をさらに備え、  
前記素体の材質は、半導体を含み、  
前記外部電極は、錫を含む錫層を有しており、  
前記窪みの内部空間には、錫が存在している  
請求項2に記載の電子部品。
- [請求項4] 前記外部電極は、ニッケルを含むニッケル層を有しており、  
前記ニッケル層の厚さは、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下である  
請求項3に記載の電子部品。
- [請求項5] 前記外表面に直交する方向を向いて前記窪みを視たときに、前記窪みの前記外縁で囲われる領域の面積を、前記窪みの開口面積としたとき、  
前記窪みの前記開口面積は、 $1\ \mu\text{m}^2$ 以上 $2000\ \mu\text{m}^2$ 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。

[請求項6]

前記外表面に直交する方向を向いて前記窪みを視たときに、前記窪みの前記外縁で囲われる領域の面積を、前記窪みの開口面積としたとき、

前記外表面の面積に対する、すべての前記窪みの前記開口面積の合計値の割合は、0.1%以上60.0%以下である

請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の電子部品。

[請求項7]

前記窪みの1つ当たりの内部空間の体積は、 $0.1 \mu\text{m}^3$ 以上20000  $\mu\text{m}^3$ 以下である

請求項1～請求項6のいずれか1項に記載の電子部品。

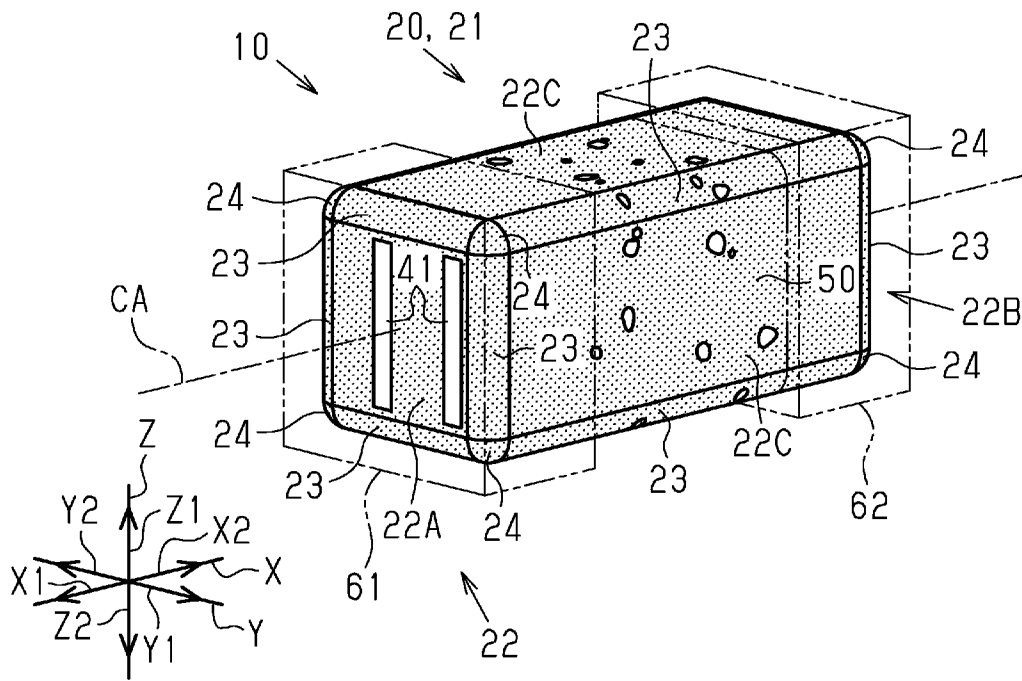
[請求項8]

前記外表面に直交するとともに前記窪みの前記外縁の幾何中心を通り、且つ前記窪みの前記外縁から前記幾何中心を挟んで反対側の前記外縁までの距離である開口直径が最も長くなる断面で視たとき、前記開口直径の長さに対する前記窪みの最大深さは、25%以上50%以下である

請求項1～請求項7のいずれか1項に記載の電子部品。

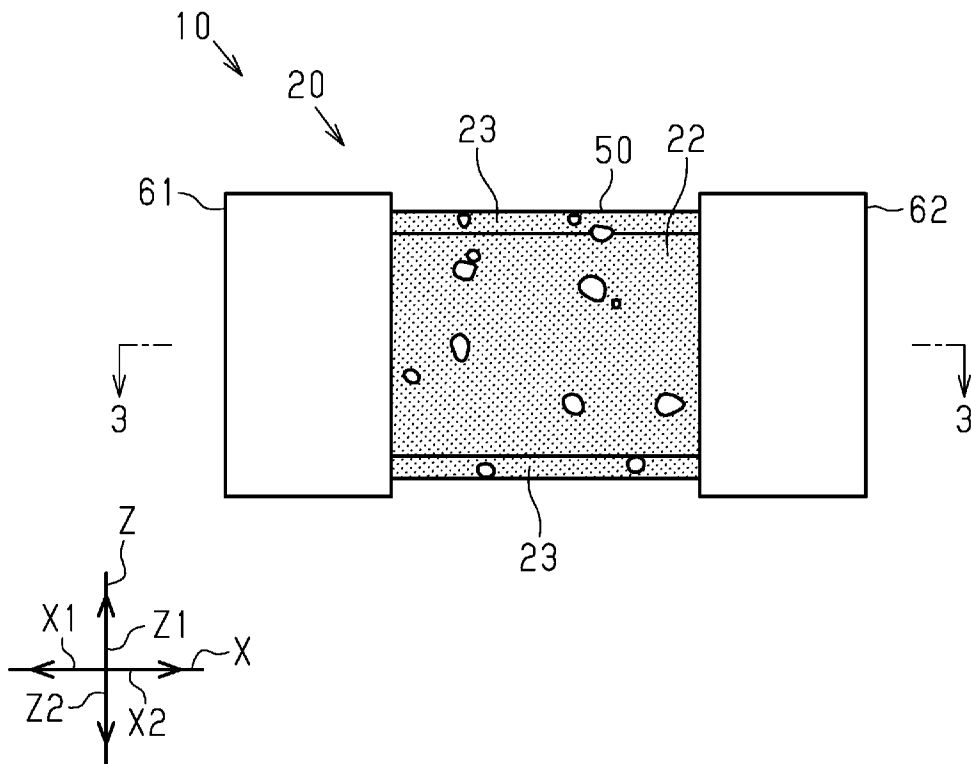
[図1]

図1



[図2]

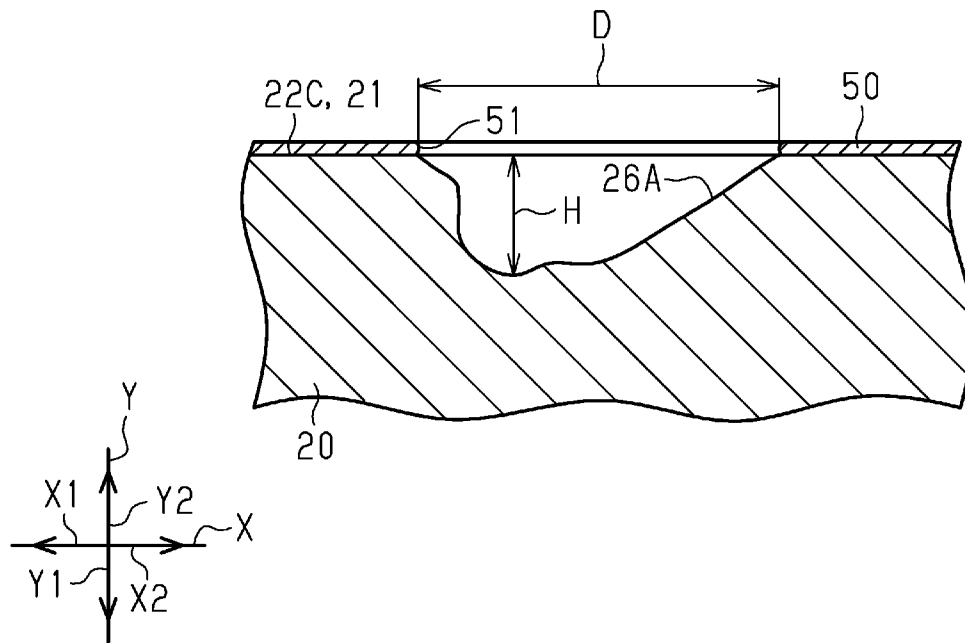
図2





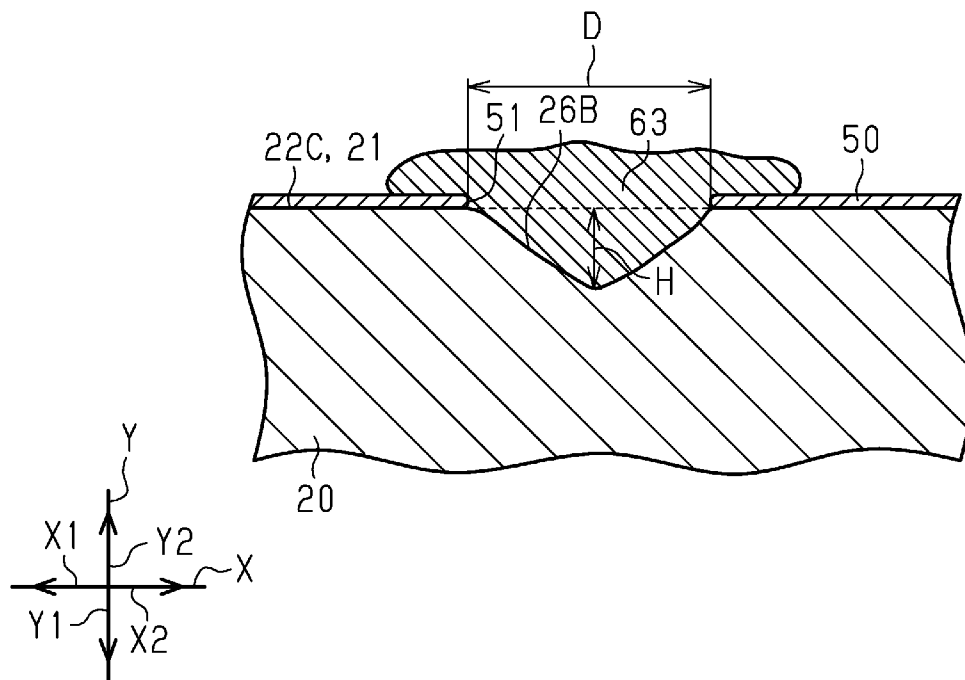
[図5]

図5



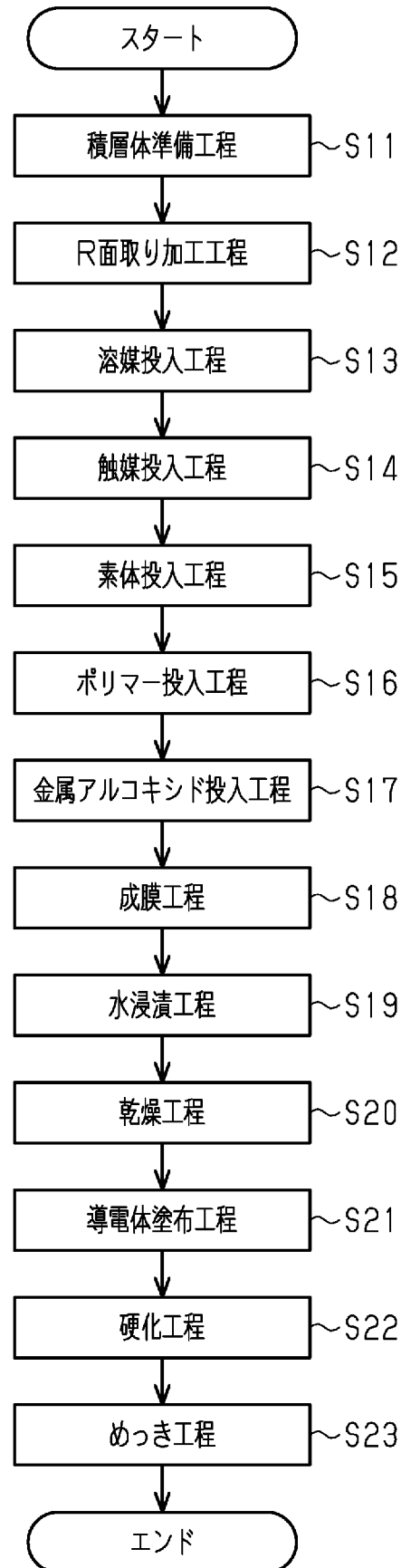
[図6]

図6



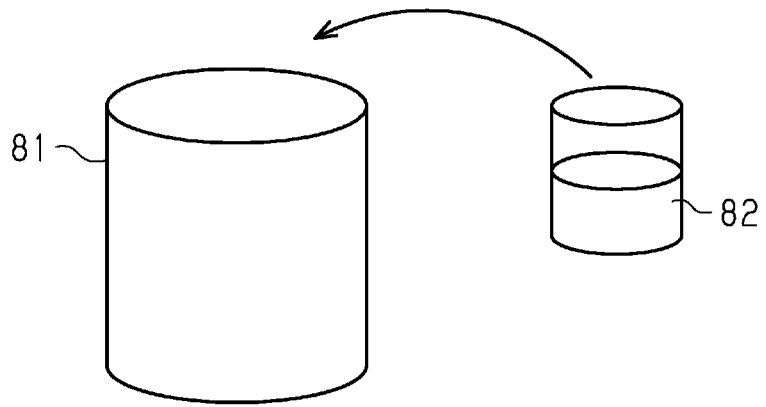
[図7]

図7



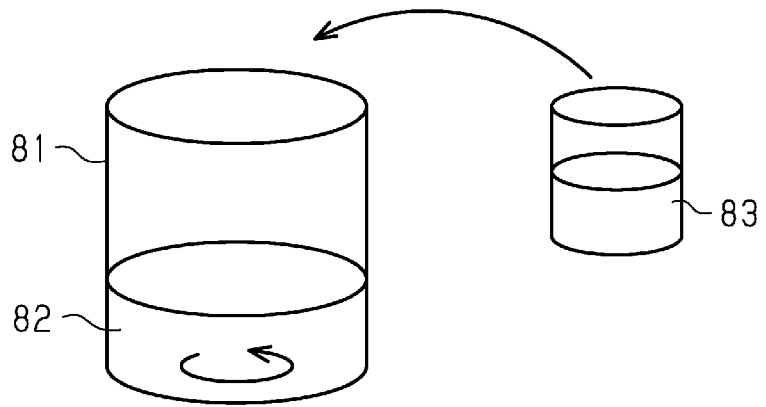
[図8]

図8



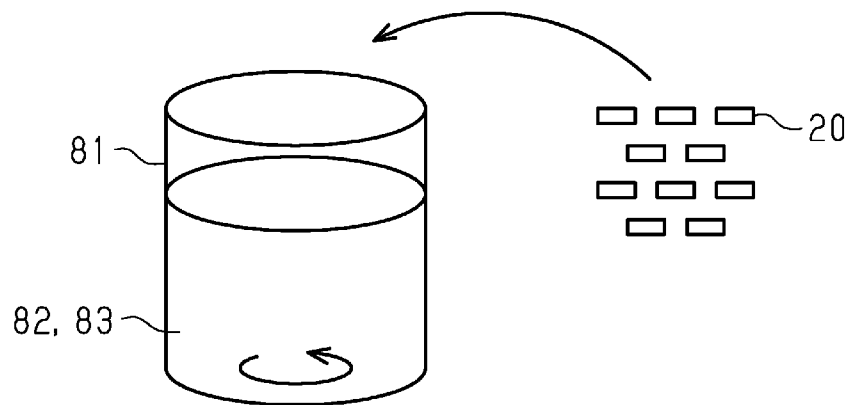
[図9]

図9



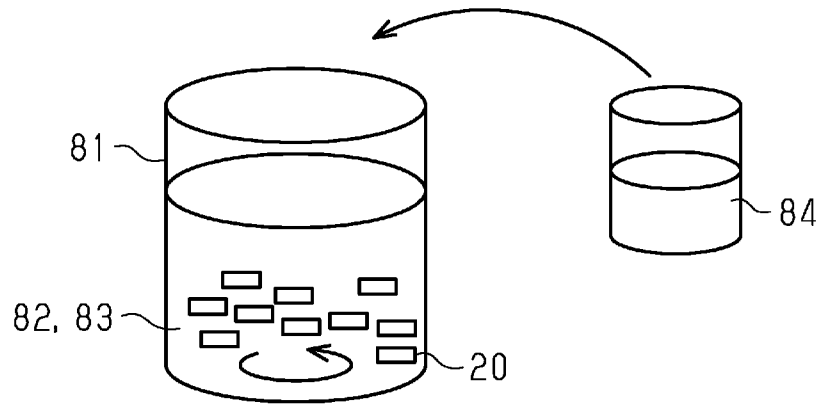
[図10]

図10



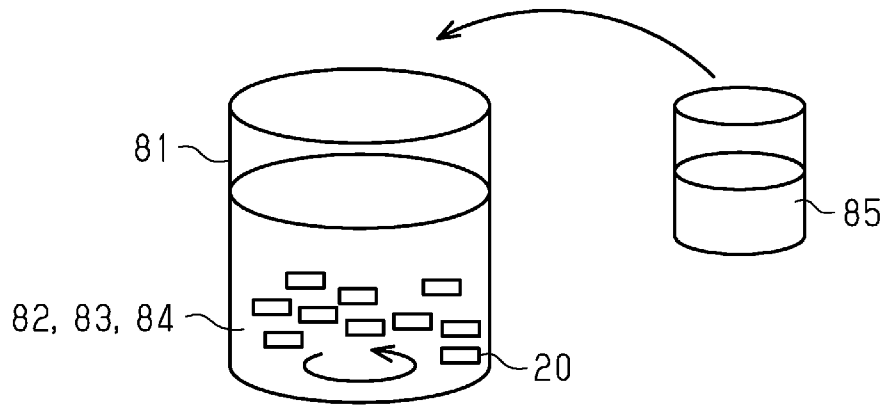
[図11]

図11



[図12]

図12



[図13]

図13

例	めっき	窪み			評価		
	Ni層厚さ ( $\mu\text{m}$ )	開口面積 ( $\mu\text{m}^2$ )	面積率 (%)	窪み体積 ( $\mu\text{m}^3$ )	熱衝撃試験	衝撃膜剥 がれ試験	マイグレー ション試験
実施例1	2	1.8	0.1	0.5	G	G	G
実施例2	4	7.1	0.5	4.1	G	G	G
実施例3	6	28.5	1.8	31.8	G	G	G
実施例4	8	114.7	6.8	246.9	G	G	G
実施例5	10	429.0	45.4	1684.1	G	G	G
実施例6	12	1963.5	58.6	16493.4	G	G	NG
比較例1	2	0	0	0	NG	NG	G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/030676

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>H01F 17/04</b> (2006.01)i; <b>H01G 4/30</b> (2006.01)i; <b>H01F 27/29</b> (2006.01)i; <b>H01C 7/04</b> (2006.01)i; <b>H01C 7/18</b> (2006.01)i FI: H01C7/04; H01G4/30 201K; H01G4/30 201G; H01G4/30 516; H01G4/30 512; H01F27/29 G; H01F17/04 Z; H01C7/18		
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) H01F17/04; H01C7/04; H01C7/18; H01G4/30; H01F27/29		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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 2010-080703 A (TDK CORP) 08 April 2010 (2010-04-08) paragraph [0043], fig. 1	1-8
A	JP 2004-311676 A (MURATA MFG CO LTD) 04 November 2004 (2004-11-04) paragraph [0013]	1-8
A	CN 109478465 A (MODA-INNOCHIPS CO., LTD.) 15 March 2019 (2019-03-15) paragraphs [0037]-[0039], [0057], fig. 1-2	1-8
A	JP 2011-176238 A (TDK CORP) 08 September 2011 (2011-09-08) paragraphs [0010]-[0021]	1-8
A	US 2019/0141825 A1 (MODA-INNOCHIPS CO., LTD.) 09 May 2019 (2019-05-09) entire text, all drawings	1-8
<input 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>25 October 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>01 November 2022</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**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2022/030676</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2010-080703 A	08 April 2010	(Family: none)	
JP 2004-311676 A	04 November 2004	(Family: none)	
CN 109478465 A	15 March 2019	WO 2018/004276 A1	
		KR 10-2018-0003910 A	
		TW 201807798 A	
JP 2011-176238 A	08 September 2011	(Family: none)	
US 2019/0141825 A1	09 May 2019	WO 2017/209448 A1	
		KR 10-2017-0135146 A	
		TW 201803232 A	
		CN 109076723 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01F 17/04(2006.01)i; H01G 4/30(2006.01)i; H01F 27/29(2006.01)i; H01C 7/04(2006.01)i; H01C 7/18(2006.01)i FI: H01C7/04; H01G4/30 201K; H01G4/30 201G; H01G4/30 516; H01G4/30 512; H01F27/29 G; H01F17/04 Z; H01C7/18		
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）） H01F17/04; H01C7/04; H01C7/18; H01G4/30; H01F27/29 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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	JP 2010-080703 A (TDK株式会社) 08.04.2010 (2010-04-08) [0043], 図1	1-8
A	JP 2004-311676 A (株式会社村田製作所) 04.11.2004 (2004-11-04) [0013]	1-8
A	CN 109478465 A (MODA-INNOCHIPS CO., LTD.) 15.03.2019 (2019-03-15) [0037]-[0039], [0057], 図1-2	1-8
A	JP 2011-176238 A (TDK株式会社) 08.09.2011 (2011-09-08) [0010]-[0021]	1-8
A	US 2019/0141825 A1 (MODA-INNOCHIPS CO., LTD.) 09.05.2019 (2019-05-09) 全文、全図	1-8
<input 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。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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	25.10.2022	国際調査報告の発送日 01.11.2022
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）  北原 昂 5D 5381  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/JP2022/030676

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2010-080703 A	08.04.2010	(ファミリーなし)	
JP 2004-311676 A	04.11.2004	(ファミリーなし)	
CN 109478465 A	15.03.2019	WO 2018/004276 A1 KR 10-2018-0003910 A TW 201807798 A	
JP 2011-176238 A	08.09.2011	(ファミリーなし)	
US 2019/0141825 A1	09.05.2019	WO 2017/209448 A1 KR 10-2017-0135146 A TW 201803232 A CN 109076723 A	