

(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2月15日(15.02.2024)

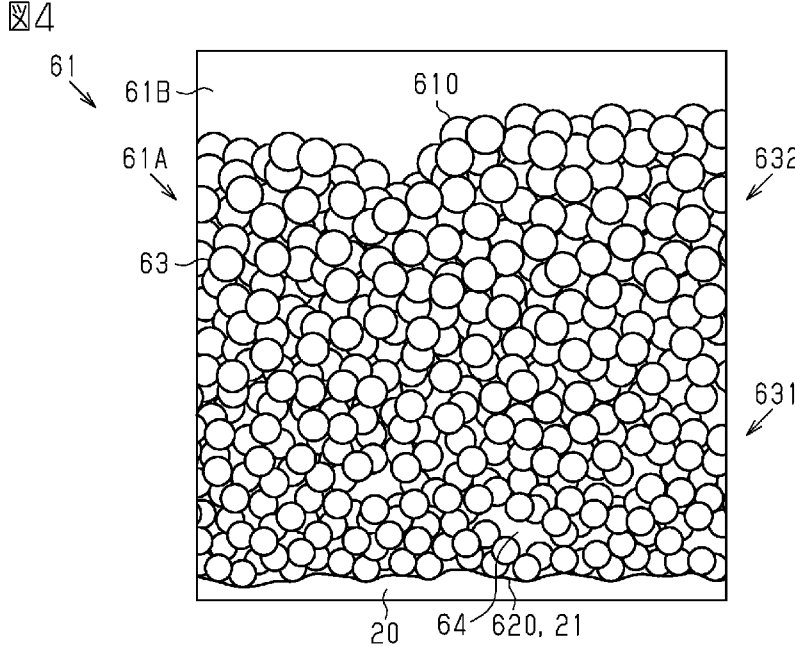


(10) 国際公開番号
WO 2024/034425 A1

- (51) 国際特許分類:
H01G 9/048 (2006.01) *H01C 7/10* (2006.01)
H01C 7/00 (2006.01) *H01F 27/29* (2006.01)
H01C 7/02 (2006.01) *H01G 4/008* (2006.01)
H01C 7/04 (2006.01) *H01G 4/30* (2006.01)
H01C 7/06 (2006.01) *H01G 9/042* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/027678
- (22) 国際出願日: 2023年7月28日(28.07.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-126338 2022年8月8日(08.08.2022) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
- JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 大川 紀行 (OOKAWA Noriyuki);
〒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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: ELECTRONIC COMPONENT, AND METHOD FOR MANUFACTURING 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: This electronic component comprises: an element body (20); and a first external electrode (61) that covers an outer surface (21) of the element body (20). The first external electrode (61) has a first base electrode (61A), and a first metal layer (61B) that covers the outer surface (610) of the first base electrode (61A). The first base electrode (61A) contains copper and silicon. At least a portion of the copper is in the form of copper particles (63) having a flatness ratio of at most 0.5. When the first base electrode (61A) is viewed in cross-section, a silicone resin (64), which contains silicon, is distributed to be filled between a plurality of copper particles (63).



WO 2024/034425 A1

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：電子部品は、素体 (20) と、素体 (20) の外表面 (21) の一部を覆う第1外部電極 (61) を備えている。第1外部電極 (61) は、第1下地電極 (61A) 及び第1下地電極 (61A) の外表面 (610) を覆う第1金属層 (61B) を有している。第1下地電極 (61A) は、銅及びケイ素を含有している。銅の少なくとも一部は、扁平率が0.5以下の銅粒子 (63) になっている。第1下地電極 (61A) を断面視したとき、ケイ素であるシリコン樹脂 (64) は、複数の銅粒子 (63) の間を充填するように分布している。

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] 本発明は、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に記載された電子部品は、素体と、内部電極と、外部電極と、を有している。内部電極は、素体の内部に位置している。外部電極は、下地電極及び金属層を有している。下地電極は、素体の外表面の一部を覆っている。金属層は、下地電極の外表面を覆っている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5206440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おいて、金属層を形成する際、下地電極の外表面にめっき液を塗布する。このとき、めっき液が、下地電極の内部に侵入してしまうことがある。めっき液が下地電極の内部に浸入すると、下地電極及び金属層の剥がれなどの原因となるため、好ましくない。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するため、本開示の一様態は、素体と、前記素体の外表面の一部を覆う外部電極と、を備え、前記外部電極は、下地電極及び前記下地電極の外表面を覆う金属層を有し、前記下地電極は、銅及びケイ素を含有しており、前記銅の少なくとも一部は、扁平率が0.5以下の銅粒子になっており、前記下地電極を断面視したとき、前記ケイ素は、複数の前記銅粒子の間を充填するように分布している電子部品である。

[0006] 上記構成によれば、下地電極において銅粒子の周りにケイ素が隙間なく分布している。つまり、下地電極は、密度の高い緻密な膜となっている。した

がって、上記構成によれば、例えば、金属層を形成するためのめっき液等が下地電極に侵入することを抑制できる。

[0007] また、上記課題を解決するため、本発明は、素体を準備する積層体準備工程と、銅成分及びケイ素成分を含有する導電体ペーストを前記素体の外表面に塗布する導電体塗布工程と、前記導電体ペーストが塗布された前記素体を加熱して、前記導電体ペーストを下地電極にする硬化工程と、前記下地電極を形成した前記素体をめっき液に浸漬して、前記下地電極の外表面に金属層を形成するめっき工程と、を有し、前記ケイ素成分の硬化開始温度は、前記銅成分の焼結開始温度より高く、且つ前記ケイ素成分の硬化開始温度と、前記銅成分の焼結開始温度との差は、100度以下である電子部品の製造方法である。

[0008] 上記構成によれば、導電体ペーストにおいて銅成分の焼結の方が、ケイ素成分の硬化よりも先に開始される。この開始温度の違いにより、ケイ素成分は、銅粒成分同士の間隙に充填される。したがって、焼結された電子部品では、下地電極において銅粒子の周りにケイ素が隙間なく分布している。つまり、下地電極は、密度の高い緻密な膜となっている。したがって、上記構成によれば、例えば金属層を形成するためのめっき液等が下地電極に侵入することを抑制できる。

発明の効果

[0009] 金属層が下地電極に侵入することを抑制する。

図面の簡単な説明

[0010] [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の3-3線に沿う断面図である。

[図4]図4は、電子部品の第1下地電極の断面の拡大図である。

[図5]図5は、電子部品の第1下地電極の断面の拡大図である。

[図6]図6は、電子部品における第1下地電極の外表面を拡大した模式図である。

[図7]図7は、試験対象を焼成したときの、重量減少率と温度との関係を示すグラフである。

[図8]図8は、電子部品の製造方法を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] <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。

[0012] <電子部品>

図1に示すように、電子部品10は、積層セラミックコンデンサである。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。加えて、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。

[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、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、異なる方向を向いている。6個の平面22は、第1正方向X1を向く第1端面22Aと、第1負方向X2を向く第2端面22Bと、4つの側面22Cに大別される。4つの側面22Cは、それぞれ

、第3正方向Z1を向く面と、第3負方向Z2を向く面と、第2正方向Y1を向く面と、第2負方向Y2を向く面と、である。

[0014] 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。

[0015] 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。

[0016] 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。素体20の材質は、誘電体セラミックである。具体的には、素体20の材質は、BaTiO₃を主成分とする。また、素体20の材質は、CaTiO₃、SrTiO₃、CaZrO₃等を主成分としてもよい。また、素体20の材質は、副成分として、Mn化合物、Co化合物、Si化合物または希土類化合物等を含んでいてもよい。

[0017] 図3に示すように、電子部品10は、配線として4つの第1内部電極41及び4つの第2内部電極42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。

[0018] 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、Niである。また、第1内部電極41の材質は、Ni、Cu、Ag、Au、Pt、Sn、Pd等の金属、又はこれらの金属を含む合金をさらに含んでいてもよい。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4

1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の順に、交互に合計8つの内部電極が並んでいる。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、4つの第1内部電極41及び4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。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。

[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、積層されている。

- [0025] 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、銅とガラスとである。また、第1下地電極61Aは、焼結体である。
- [0026] 図3に示すように、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。また、第1金属層61Bの一部は、第1下地電極61Aからはみ出ている。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金属層61Bは、第1下地電極61Aの内部に浸透していない。
- [0027] 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、積層されている。
- [0028] 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、銅とガラスとである。また、第2下地電極62Aは、第1下地電極61Aと同様に、焼結体である。
- [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。また、第2金属層62Bの一部は、第2下地電極62Aからはみ出ている。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、第2金属層62Bは、第2下地電極62Aの内部に浸透していない。
- [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が積層されてい

い。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。

[0031] <第1下地電極及び第2下地電極の構成>

第1下地電極61Aは、銅とケイ素とを含有している。また、第1下地電極61Aは、焼結体である。なお、以下では、第1下地電極61Aを代表して説明するが、第2下地電極62Aについても同様である。

[0032] 第1下地電極61Aにおける、ケイ素に対する銅の重量比は、0.5以上、且つ2以下である。図4に示すように、第1下地電極61Aにおける銅の少なくとも一部は、銅粒子63である。また、第1下地電極61Aにおけるケイ素は、シリコン樹脂64として存在している。なお、シリコン樹脂64は、シロキサン結合と、Si-C結合とからなるポリマーである。

[0033] 銅粒子63の扁平率Fは、0.5以下である。したがって、銅粒子63は、概ね球状の外観である。なお、以下のようにして、扁平率Fを算出する。まず、図6に示すように、走査透過電子顕微鏡(STEM)にて、銅粒子63の輪郭を画像処理で取得する。画像は、例えば、20万倍以上等の倍率に調整された走査透過電子顕微鏡によって取得される。撮影のパラメータは、加速電圧を200kVとし、集束レンズ絞りを#3とした。撮影の前処理として白金のスputタコーティングを実施した。この条件において取得した画像を解析し、1つの銅粒子63の縁と縁とを繋ぐ線分のうち、最も長い線分の半分の長さを長半径aとする。また、長半径aと直交し、銅粒子63の縁と縁とを繋ぐ線分の半分の長さを短半径bとする。このとき、扁平率Fは、以下の式に基づいて算出される。(式1) $F = 1 - (b/a)$ そして、式1を用いて、5つの粒子の扁平率Fを同様に算出し、当該5つの粒子の扁平率Fの平均を、銅粒子63全体の扁平率Fとする。

[0034] 図4に示すように、ここで、第1下地電極61Aを、第1下地電極61Aの内面620側の第1部分631と、第1下地電極61Aの外表面610側の第2部分632と、に二等分する。なお、内面620は、第1下地電極61Aのうち、素体20に近い側の境界面である。外表面610は、第1下地

電極 6 1 A のうち、素体 2 0 とは反対側の外面である。なお、第 1 下地電極 6 1 A を二等分する位置は、後述の第 1 下地電極 6 1 A の厚さ H の平均値を二等分する箇所である。

[0035] 図 4 に示すように、銅粒子 6 3 の粒径の平均値は、第 1 部分 6 3 1 と、第 2 部分 6 3 2 とで異なる。具体的には、第 1 部分 6 3 1 での銅粒子 6 3 の粒径の平均値は、第 2 部分 6 3 2 での銅粒子 6 3 の粒径の平均値よりも小さい。すなわち、第 1 部分 6 3 1 に位置する銅粒子 6 3 の粒径は、第 2 部分 6 3 2 に位置する銅粒子 6 3 の粒径に対して、小さいものが多い。そして、全体としては、第 1 下地電極 6 1 A 内において内面 6 2 0 に向かうほど、銅粒子 6 3 の粒径が小さくなっていく。

[0036] 銅粒子 6 3 の粒径とは、長半径 a と短半径 b との平均の 2 倍の長さである。そして、第 1 部分 6 3 1 での銅粒子 6 3 の粒径の平均値とは、第 1 部分 6 3 1 に位置する 5 つの銅粒子 6 3 の粒径の平均値とする。第 2 部分 6 3 2 での銅粒子 6 3 の粒径の平均値とは、第 2 部分 6 3 2 に位置する 5 つの銅粒子 6 3 の粒径の平均値とする。

[0037] 図 5 に示すように、ケイ素としてのシリコーン樹脂 6 4 は、網目状に分布している。具体的には、第 1 下地電極 6 1 A を断面視したとき、シリコーン樹脂 6 4 は、複数の銅粒子 6 3 の間を充填するように分布している。この実施形態では、複数の銅粒子 6 3 同士が概ね点接触していることを反映して、シリコーン樹脂 6 4 は、網目状に分布している。また、シリコーン樹脂 6 4 の一部は、塊状になっている。塊状のシリコーン樹脂 6 4 は、網目状になっているシリコーン樹脂 6 4 の一部が、凝縮したものである。特に、第 1 部分 6 3 1 は、第 2 部分 6 3 2 に比べて、塊状のシリコーン樹脂 6 4 の割合が多くなっている。

[0038] 第 1 下地電極 6 1 A の第 1 部分 6 3 1 におけるシリコーン樹脂 6 4 の割合は、第 1 下地電極 6 1 A の第 2 部分 6 3 2 におけるシリコーン樹脂 6 4 の割合よりも高い。なお、シリコーン樹脂 6 4 の割合は、以下のようにして算出する。まず、第 1 下地電極 6 1 A の断面を、走査型電子顕微鏡 (SEM-E

DX)で撮影する。画像は、例えば、20万倍以上等の倍率に調整された走査型電子顕微鏡によって取得される。撮影のパラメータは、スポット径を5とし、時定数をRate 1とし、積算回数を100回とした。次に、撮影した画像について、一定の正方形の範囲内におけるシリコン樹脂64が占める面積を算出する。そして、上記正方形の面積に対するシリコン樹脂64の面積を、シリコン樹脂64の割合とする。このとき、第1部分631からはみ出さないように正方形の範囲を定め、シリコン樹脂64の割合を算出する。そして、第1部分631の範囲内で、3点以上、シリコン樹脂64の割合を算出し、これらの平均値を、第1部分631でのシリコン樹脂64の割合とする。なお、第2部分632についても同様である。

[0039] 第1下地電極61Aにおける内面620から外表面610までの最短距離を厚さHとしたとき、第1下地電極61Aの厚さHの平均値は、700nmである。なお、第1下地電極61Aの厚さHは、以下のようにして算出する。まず、第1下地電極61Aの外表面610と内面620とを含む断面を、走査透過電子顕微鏡で撮影する。撮影のパラメータは、上記の走査透過電子顕微鏡を用いた撮影の条件と同じとする。次に、撮影した画像について、第1下地電極61Aの外表面610に沿う方向における範囲を特定する。この範囲において、少なくとも5 μ m以上の測定範囲について、第1下地電極61Aの断面積を画像処理によって算出する。そして、算出した測定範囲における第1下地電極61Aの断面積を、測定範囲である長さで除算することで、第1下地電極61Aの厚さHを算出する。つまり、第1下地電極61Aの厚さHは、測定範囲における厚さである。

[0040] 図5に示すように、第1下地電極61Aは、銅粒子63の間に、シリコン樹脂64等の合成樹脂が存在しない空隙PAを有している。第1下地電極61Aにおける空隙PAの割合は、5%未満である。このように、第1下地電極61Aにおける空隙PAの割合が、5%未満であれば、シリコン樹脂64が銅粒子63の間を充填するようにして分布しているといえる。なお、図5において、空隙PAは、模式的に図示している。

[0041] 第1下地電極61Aにおける空隙PAの割合は、以下のように測定した空隙率を用いる。まず、走査透過電子顕微鏡において、倍率を20万倍以上として1辺500nmの正方形の範囲で第1下地電極61Aを観察する。当該範囲において、銅粒子63及びシリコン樹脂64のない箇所、すなわち空隙PAの総面積を、画像処理にて算出する。そして、空隙PAの総面積と、観察範囲の面積と、の比から空隙率を算出する。この工程を第1下地電極61Aの4箇所において繰り返し、それぞれの範囲の空隙率の平均値を第1下地電極61Aにおける空隙PAの割合とする。

[0042] <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8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、導電体塗布工程S13と、硬化工程S14と、めっき工程S15と、をさらに備えている。

[0043] まず、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、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、金型プレスなどの手段により、積層されたシートを、積層方向に圧着する。その後、圧着したものを、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 2 3 及び曲面を有するコーナ面 2 4 が形成される。

[0045] 次に、導電体塗布工程 S 1 3 を行う。導電体塗布工程 S 1 3 では、素体 2 0 の第 1 端面 2 2 A の一部分と、素体 2 0 の第 2 端面 2 2 B の一部分と、の 2 箇所 に導電体ペーストを塗布する。具体的には、導電体ペーストを、第 1 端面 2 2 A の全域と 4 つの側面 2 2 C 上の一部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 上の一部を覆うように塗布する。

[0046] なお、導電体ペーストは、錯体インクである。そして、錯体インクの導電体ペーストは、以下のようにして作成される。まず、2-エチルヘキシルアミン等のアミン化合物と、2-アミノ-2-メチルプロパノール等のアルコールアミンをと、を混合する。そして、シリコーン樹脂等のケイ素成分を Cu 単独重量に対して 10-300 wt % 添加する。そして、金属塩をさらに添加し、溶解させて、導電体ペーストを作成する。すなわち、導電体ペーストは、銅成分及びケイ素成分を含有している。銅成分の焼結開始温度は 170 度であり、ケイ素成分の硬化開始温度は 250 度である。なお、銅成分の焼結開始温度、及びケイ素成分の硬化開始温度の定め方は後述する。

[0047] 次に、硬化工程 S 1 4 を行う。具体的には、硬化工程 S 1 4 は、導電体ペーストが塗布された素体 2 0 を加熱する。本実施形態では、窒素雰囲気において、導電体ペーストが塗布された素体 2 0 を加熱する。そして、300 度から 600 度の範囲内の温度で保持する。これにより、導電体ペーストが焼成される。導電体ペーストの焼成中には、まず、第 1 下地電極 6 1 A 及び第 2 下地電極 6 2 A 中に含まれる銅成分の焼結が開始される。銅成分の焼結が開始された時点において、ケイ素成分は、硬化しておらず、流動性を有している。したがって、ケイ素成分は、銅成分同士の間隙に充填される。そして、銅成分の焼結が開始された後、さらに温度がケイ素成分の硬化開始温度まで上昇すると、第 1 下地電極 6 1 A 及び第 2 下地電極 6 2 A 中に含まれるケイ素成分の硬化が開始される。すなわち、ケイ素成分の硬化開始温度は、銅

成分の焼結開始温度より高い。そして、銅成分が焼結することによって銅粒子63が生成される。また、ケイ素成分が硬化することによってシリコーン樹脂64が生成される。また、上述したように、ケイ素成分の硬化開始温度が、銅成分の焼結開始温度より高いことから、銅粒子63同士の間隙を埋める網目状のシリコーン樹脂64となる。この結果、上述したような第1下地電極61A及び第2下地電極62Aが形成される。なお、上述したように、ケイ素成分の硬化開始温度が、銅成分の焼結開始温度より高いことから、シリコーン樹脂64が銅粒子63の間隙を埋める緻密な膜となる。その結果、第1下地電極61A及び第2下地電極62Aにおける空隙PAの割合が小さくなる。ケイ素成分の硬化開始温度、及び銅成分の焼結開始温度をこのような大小関係に設定することで、空隙PAの割合を抑えることができる。

[0048] 次に、めっき工程S15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。

[0049] <銅成分の焼結開始温度及びケイ素成分の硬化開始温度について>

以下のようにして、銅成分の焼結開始温度を測定した。まず、銅成分で構成された錯体インクを作成する。そして、熱分析装置（Rigaku製 Thermo Plus EVO2）を使用して、焼成中の錯体インクの重量変化を測定した。

[0050] 焼結前の錯体インクの重量に対して、温度を600度としたときに減少した重量の割合を、重量減少率100%とする。そして、焼結を開始してからの重量減少率が99%となる温度を焼結開始温度とする。例えば、温度を600度としたときに焼結前から減少した量が10mgであった場合、重量減少量が9.9mg、すなわち重量減少率が99%となったときの温度を焼結開始温度とする。

[0051] 具体的には、鋳体インクを試験対象として、以下の条件で銅成分の焼結開始温度を測定した。試験開始時の温度は、40度とした。昇温速度は、10度/minとした。試験終了時の温度は、600度とした。図7に示すように、600度における重量減少量を100%と規格化した場合の99%重量減少量となるのは、温度が170度のときであった。すなわち、銅成分の焼結開始温度は、170度である。

[0052] また、以下のようにしてケイ素成分の硬化温度を測定した。測定試験では、ケイ素ペーストを引き延ばしたものを試験対象とした。そして、測定試験では、試験対象を焼成した。このとき、焼成温度の最大値を10度ずつ変化させて試験した。焼成後の試験対象を指で触り、タック性がなくなったと感じる温度を硬化開始温度とした。タック性については、JIS K 5600-1-1 4.3.5 (c)に基づいて、評価を行った。上記JISに基づく評価において塗面にすり跡がつかない状態を、本実施形態におけるタック性がない状態とみなす。なお、具体的には、上記試験の試験対象は、スライドガラス上に、厚み500 μ mでシリコン樹脂をスキージしたものである。試験では、まず、当該試験対象をホットプレート上に載せて、150度で試験片を10分間加熱した。その後、当該試験対象片に対し、上記JISに基づく評価を行った。その後、加熱温度を10度上昇させて試験対象を10分間加熱した後、再度上記JISに基づく評価を行った。このように、試験片の加熱温度を10度上昇させる毎に上記JISに基づく評価を行い、タック性がなくなったと感じる温度をケイ素成分の硬化開始温度とした。なお、測定は大気中で行った。本実施形態では、この試験において、ケイ素の硬化開始温度は、250度を示した。

[0053] <観察検査について>

下記の実施例1~12の電子部品、及び比較例1~4の電子部品を作成した。そして、これらの実施例の電子部品及び比較例の電子部品の第1下地電極を観察した。なお、実施例1~12の電子部品、及び比較例1~4の電子部品において、素体、各内部電極、第1金属層等の構成は同じとする。

[0054] <実施例1～実施例12、比較例1～4について>

以下、実施例1～実施例12、比較例1～比較例4の電子部品について説明する。

実施例1の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、1%である。実施例1の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、550nmである。実施例1の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.2である。

[0055] 実施例2の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、1%である。実施例2の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、550nmである。実施例2の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.4である。

[0056] 実施例3の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、3%である。実施例3の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、500nmである。実施例3の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.5である。

[0057] 実施例4の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、1%である。実施例4の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、750nmである。実施例4の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.2である。

[0058] 実施例5の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、3%である。実施例5の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、800nmである。実施例5の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.4である。

[0059] 実施例6の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、3%である。実施例6の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、750nmである。実施例6の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.5である。

[0060] 実施例7の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、2%

である。実施例7の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、1200nmである。実施例7の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.2である。

[0061] 実施例8の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、3%である。実施例8の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、1100nmである。実施例8の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.4である。

[0062] 実施例9の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、4%である。実施例9の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、1300nmである。実施例9の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.5である。

[0063] 実施例10の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、3%である。実施例10の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、1800nmである。実施例10の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.2である。

[0064] 実施例11の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、4%である。実施例11の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、1950nmである。実施例11の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.4である。

[0065] 実施例12の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、4%である。実施例12の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、2000nmである。実施例12の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.5である。

[0066] 比較例1の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、3%である。比較例1の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、350nmである。比較例1の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.2である。

[0067] 比較例2の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、5%

である。比較例2の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、750nmである。比較例2の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.6である。

[0068] 比較例3の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、8%である。比較例3の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、750nmである。比較例3の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.7である。

[0069] 比較例4の電子部品において、第1下地電極における空隙の割合は、4%である。比較例4の電子部品において、第1下地電極における厚さHの平均値は、2200nmである。比較例4の電子部品において、銅粒子の扁平率は、0.3である。

[0070] <観察検査の結果について>

以下、実施例1～実施例12、比較例1～比較例4の電子部品の観察検査の結果について説明する。

[0071] 第1下地電極に対して外観の観察検査を行った。検査では、先ず、光学顕微鏡を用いて、素体の第1端面側から、第1下地電極を観察した。そして、第1下地電極におけるクラックの有無、及び膜切れの有無を判定した。膜切れは、第1下地電極が、第1端面全面を被覆できていない場合に、発生していると判定した。なお、第1下地電極の外観の観察は、第1下地電極上に第1金属層を形成する前の状態で行った。

[0072] 実施例1～12、比較例2、3の電子部品において、第1下地電極の外観に問題は見られなかった。すなわち、実施例1～12、比較例2、3の電子部品の第1下地電極は、素体の第1端面全面を覆う連続的な膜であった。比較例1の電子部品の第1下地電極では、膜切れが観測された。また、比較例4の電子部品の第1下地電極では、クラックが観測された。

[0073] 実施例1～12、比較例1の観察結果から、第1下地電極の厚さの平均値が500nmより小さい場合に、膜切れが観測されることが分かった。換言すると、第1下地電極の厚さの平均値は、500nm以上であると好ましい

といえる。

[0074] また、実施例1～12、比較例4の観察結果から、第1下地電極の厚さの平均値が2000nmより大きい場合に、クラックが観測されることが分かった。換言すると、第1下地電極の厚さの平均値は、2000nm以下であると好ましいといえる。

[0075] 第1下地電極の断面の観察検査を行った。具体的には、第1下地電極に対するめっき液の侵入の有無を観察した。まず、第1下地電極の断面画像を、走査型電子顕微鏡（SEM-EDX）によって撮影した。撮影は、20万倍以上の倍率とし、異なる4つの断面に対して行った。各断面において、第1下地電極の外表面から、第1下地電極61Aの厚さの平均値の10%以上の厚さ以上内側の位置に第1金属層の成分が検出された場合に、めっき液の侵入ありと判定した。なお、判定では、観察した4つの断面のうち、1つでもめっき液の侵入が見られた場合に、めっき液の侵入ありと判定した。

[0076] 実施例1～12の第1下地電極において、めっき液の侵入は観測されなかった。比較例1～4において、めっき液の侵入が観測された。すなわち、実施例1～12、比較例1の観察結果から、第1下地電極の厚さの平均値が500nmより小さい場合に、第1下地電極に対してめっき液が侵入することが分かった。換言すると、第1下地電極の厚さの平均値は、500nm以上であると好ましいといえる。

[0077] また、実施例1～12、比較例4の観察結果から、第1下地電極の厚さの平均値が2000nmより大きい場合に、第1下地電極に対してめっき液が侵入することが分かった。換言すると、第1下地電極の厚さの平均値は、2000nm以下であると好ましいといえる。

[0078] また、実施例1～12、比較例2、3の観察結果から、銅粒子の扁平率が、0.5より大きい場合に、第1下地電極に対してめっき液が侵入することが分かった。換言すると、銅粒子の扁平率は、0.5以下であると好ましいといえる。

[0079] また、実施例1～12、比較例2、3の観察結果から、第1下地電極の空

隙率が5%以上である場合に、第1下地電極に対してめっき液が侵入することが分かった。換言すると、第1下地電極の空隙率は、5%未満であると好ましいといえる。

[0080] <本実施形態の効果>

本実施形態の効果について説明する。なお、以下では、第1下地電極61Aに関する効果を代表して説明するが、第2下地電極62Aにおいても同様の効果を奏する。

[0081] (1) 上記実施形態において、銅粒子63の周りにシリコーン樹脂64が隙間なく分布している。つまり、第1下地電極61Aは、密度の高い緻密な膜となっている。したがって、上記構成によれば、例えば、第1金属層61Bを形成するためのめっき液等が第1下地電極61Aに侵入することを抑制できる。

[0082] (2) シリコーン樹脂64の方が、銅粒子63に比べて他の部材との密着力が高い。上記実施形態では、第1下地電極61Aの第1部分631でのシリコーン樹脂64の割合は、第1下地電極61Aの第2部分632でのシリコーン樹脂64の割合よりも高い。換言すると、シリコーン樹脂64は、第1下地電極61Aのうち、内面620に露出している可能性が高い。そのため、シリコーン樹脂64が素体20に密着しやすく、第1下地電極61Aが素体20から剥がれにくい。

[0083] (3) 上記実施形態において、第1下地電極61Aの厚さHの平均値は、700nmである。第1下地電極61Aの厚さHの平均値がこの値である場合、焼結時に発生する応力を低減できる。また、第1下地電極61Aの厚さHの平均値は、500nm以上、2000nm以下の範囲内である。したがって、この構成によれば、上記観察検査の結果より、第1下地電極61Aに膜切れ、及びクラックが発生することを抑制できる。さらに、この構成によれば、第1金属層61Bを形成するためのめっき液等が第1下地電極61Aに侵入することを抑制できる効果が高いといえる。

[0084] (4) 上記実施形態において、第1下地電極61Aの第1部分631での

銅粒子63の粒径の平均値は、第1下地電極61Aの第2部分632での銅粒子63の粒径の平均値よりも小さい。すなわち、内面620において粒径の小さな銅粒子63が密集しやすい。これにより、第1下地電極61Aと第1内部電極41との電氣的接続が確かになりやすい。

[0085] (5) 上記実施形態では、硬化工程S14において、導電体ペーストにおいて銅成分の焼結の方が、ケイ素成分の硬化よりも先に開始される。上述したように、この開始温度の違いにより、ケイ素成分は、銅粒成分同士の隙間に充填される。このような開始温度の違いを利用すれば、ケイ素が網目状に分布した構造を第1下地電極61Aにおいて実現しやすい。

[0086] (6) 上述したように、硬化工程S14においてケイ素成分が、銅成分の間の隙間に分布される。これにより、銅成分の焼結の進行が抑制される。その結果、形成される銅粒子63の粒径が大きくなりにくい。すなわち、上記実施形態によれば、焼結時に銅粒子63が過剰に大きくなることによる応力を抑制できる。

[0087] (7) 銅成分の焼結開始温度と、ケイ素成分の硬化開始温度との差が大きいと、ケイ素成分が硬化する前に、銅成分同士が連結して膜状になることがある。このように、銅成分が膜状に連結してしまうと、ケイ素成分が網目状に分布しにくくなる。上記実施形態のように、銅成分の焼結開始温度と、ケイ素成分の硬化開始温度との差が、約80度であれば、上記のように銅成分が膜状に連結してしまうことは防げる。

[0088] <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実施することができる。

[0089] ・上記実施形態において、電子部品10は、積層セラミックコンデンサに限られない。例えば、電子部品10は、素体20と、第1外部電極61と、第2外部電極62と、を有する圧電部品、サーミスタ、及びインダクタなどでもよい。

[0090] ・上記実施形態において、素体20の材質は、誘電体、圧電体、フェライ

ト等の磁性体、及び合成樹脂と金属とのコンポジット体等でもよい。

・上記実施形態において、導電体ペーストは、ナノインクであってもよい。ナノインクである場合、以下のようにして作成される。ナノ金属粉を、セロソルブ類、カルピトール類、炭化水素類、及び芳香族類などを含む溶媒に分散させる。そして、シリコーン変性の各種樹脂、又は、シリコーン樹脂、又はゾルゲル系材料等を、Cu単独重量に対して10-300wt%添加する。このようにしてナノインクの導電体ペーストを作成してもよいし、異なる方法であってもよい。

[0091] ・上記実施形態において、導電体ペーストを錯体インクとする場合の材料は、上記実施形態の例に限定されない。例えば、アミン化合物は1級アミン、2級アミン、3級アミンのいずれでもよく、さらにN原子の数は限定されない。例えば、オクチルアミン、ヘキシルアミン等の1級アミン、ジ-n-ブチルアミン等の2級アミン、N,N-ジメチルヘキシルアミン等の3級アミンであってもよい。また、アミン化合物は、アルコールアミンやジアミン等でもよく、N原子とOH基との位置関係は、 α 、 β 、 γ 位等指定されない。さらに、1分子中のNとO原子の数も特に限定されない。例えば、2-ジメチルアミノエタノール、2-エチルアミノエタノール等の α ヒドロキシアミン、3-アミノ-1-プロパノール、4-アミノ-2-ブタノール等の β ヒドロキシアミンであってもよい。さらに、エチレンジアミン等のジアミンでもよいし、ピペラジン等の環状ジアミンであってもよい。また、ケイ素成分は、例えば、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、フェノール樹脂等のシリコーン変性の各種樹脂、及びゾルゲル材料等であってもよい。また、金属塩として、ギ酸、酢酸、シュウ酸、その他有機酸等からなる金属塩を採用してもよい。この種の金属塩としては、例えば、無水ギ酸銅が挙げられる。

[0092] ・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の数は、上記実施形態の例に限定されない。第1内部電極41は、4つより少なくともよいし、多くてもよい。この点、第2内部電極42についても同様である。

- [0093] ・上記実施形態において、電子部品10は、ガラス膜を備えていてもよい。その場合、例えば、ガラス膜は素体20の外表面21の一部の領域を覆うように形成すればよい。つまり、素体20を覆うガラス膜が存在していても、第1内部電極41と第1外部電極61との電氣的接続、及び第2内部電極42と第2外部電極62との電氣的接続が確保されていればよい。
- [0094] ・上記実施形態において、第1下地電極61Aの第1部分631でのシリコン樹脂64の割合は、第1下地電極61Aの第2部分632でのシリコン樹脂64の割合に対して、低くてもよいし、同じでもよい。この点、第2下地電極62Aについても同様である。
- [0095] ・上記実施形態において、第1下地電極61Aの厚さHの平均値は、上記実施形態の例に限定されない。なお、焼成時に発生する応力を低減するためには、第1下地電極61Aの厚さHの平均値は、500nm以上、且つ2000nm以下であると好ましい。この点、第2下地電極62Aについても同様である。
- [0096] ・上記実施形態において、第1下地電極61Aの第1部分631での銅粒子63の粒径の平均値は、第1下地電極61Aの第2部分632での銅粒子63の粒径の平均値と同じでもよいし、小さくてもよい。この点、第2下地電極62Aについても同様である。
- [0097] ・上記実施形態において、ケイ素は、シリコン樹脂64に限定されない。例えば、ケイ素は、シリカ（二酸化ケイ素）等であってもよい。
- ・上記実施形態において、複数回に分けて硬化工程S14を実施してもよい。すなわち、焼成を複数回に分けて実施してもよい。
- [0098] ・上記実施形態において、導電体ペーストの銅成分の焼結開始温度と、ケイ素成分の硬化開始温度との差は、上記実施形態の例に限定されない。ただし、銅成分を球状に保つために、これらの開始温度の差は、100度以下とすることが好ましい。
- [0099] ・上記実施形態において、ケイ素成分の硬化開始温度の測定は、異なる方法でもよい。

・上記実施形態において、銅成分の焼結開始温度の測定は、異なる方法でもよい。例えば、先ず、銅成分で構成されたナノ粉のペレットを作成する。そして、熱機械分析装置TMA（日立ハイテクサイエンス製 TA7000）を使用して、焼成中のペレットの収縮を測定する。具体的には、直径5mm及び高さ5mmの円柱状のペレットを試験対象として、焼成中の当該ペレットの高さを測定する。そして、高さ及び温度の2次元グラフとしたときに、高さが変曲点となる温度を焼結開始温度とする。

[0100] ・上記実施形態のめっき工程S15において、第1金属層61Bは、スパッタ等の他の方法によって形成されてもよい。この点、第2金属層62Bも同様である。

・上記実施形態において、第1金属層61Bの材質は、上記実施形態の例に限定されない。例えば、第1金属層61Bは、ニッケルのみであってもよいし、錫のみであってもよいし、他の材質を含んでいてもよい。例えば、第1金属層61Bの材質は、銅、銀、金、パラジウムなどであってもよい。この点、第2金属層62Bも同様である。

[0101] ・上記実施形態において、銅粒子63は、銅成分を含む合金であってもよい。例えば、銅粒子63は、銀、金、パラジウム、ニッケルなどの金属と、銅との合金であってもよい。

[0102] 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を覆う外部電極と、を備え、前記外部電極は、下地電極及び前記下地電極の外表面を覆う金属層を有し、前記下地電極は、銅及びケイ素を含有しており、前記銅の少なくとも一部は、扁平率が0.5以下の銅粒子になっており、前記下地電極を断面視したとき、前記ケイ素は、複数の前記銅粒子の間を充填するように分布している電子部品。

[0103] [2] 前記下地電極を、前記素体側に位置する第1部分と前記素体とは反対側の第2部分とに二等分したとき、前記第1部分での前記ケイ素の割合は、前記第2部分での前記ケイ素の割合よりも高い[1]に記載の電子部品。

[0104] [3] 前記下地電極の外表面とは反対側の前記素体側の面から前記下地電極の外表面までの最短距離を厚さとしたとき、前記下地電極の前記厚さの平均値は、500nm以上、且つ2000nm以下である[1]または[2]に記載の電子部品。

[0105] [4] 前記下地電極を、前記素体側に位置する第1部分と前記素体とは反対側の第2部分とに二等分したとき、前記第1部分での前記銅粒子の粒径の平均値は、前記第2部分での前記銅粒子の粒径の平均値よりも小さい[1]～[3]のいずれか1つに記載の電子部品。

[0106] [5] 前記ケイ素は、シリコン樹脂である[1]～[4]のいずれか1つに記載の電子部品。

[6] 素体を準備する積層体準備工程と、銅成分及びケイ素成分を含有する導電体ペーストを前記素体の外表面に塗布する導電体塗布工程と、前記導電体ペーストが塗布された前記素体を加熱して、前記導電体ペーストを下地電極にする硬化工程と、前記下地電極を形成した前記素体をめっき液に浸漬して、前記下地電極の外表面に金属層を形成するめっき工程と、を有し、前記ケイ素成分の硬化開始温度は、前記銅成分の焼結開始温度より高く、且つ前記ケイ素成分の硬化開始温度と、前記銅成分の焼結開始温度との差は、100度以下である電子部品の製造方法。

符号の説明

- [0107] 10…電子部品
20…素体
61…第1外部電極
61A…第1下地電極
61B…第1金属層
62…第2外部電極
62A…第2下地電極
62B…第2金属層
63…銅粒子

6 4 …シリコーン樹脂

6 3 1 …第 1 部分

6 3 2 …第 2 部分

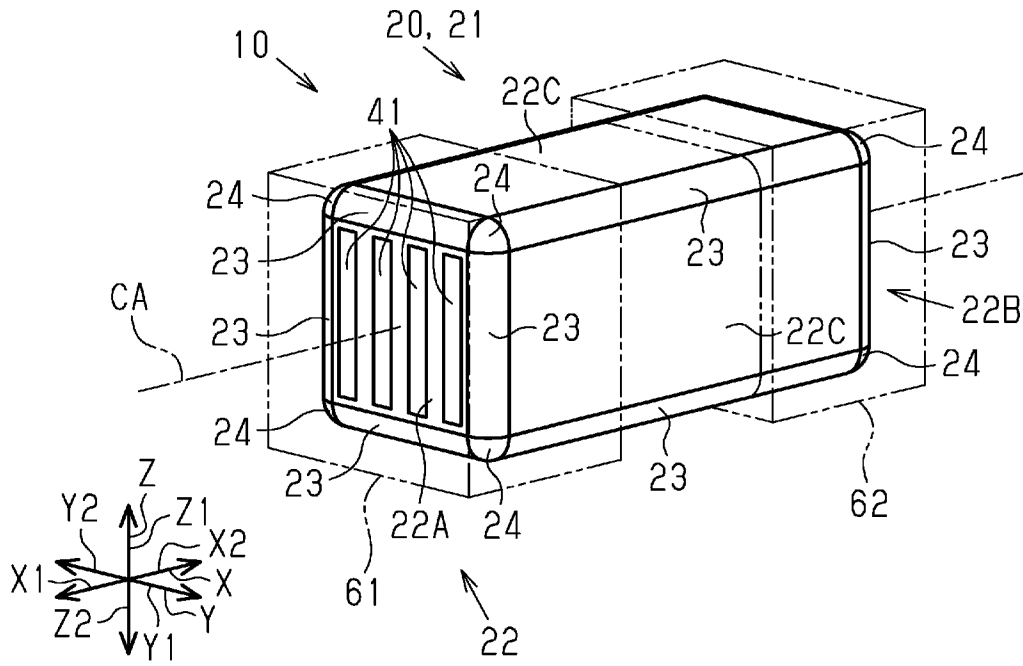
請求の範囲

- [請求項1] 素体と、
前記素体の外表面の一部を覆う外部電極と、
を備え、
前記外部電極は、下地電極及び前記下地電極の外表面を覆う金属層を有し、
前記下地電極は、銅及びケイ素を含有しており、
前記銅の少なくとも一部は、扁平率が0.5以下の銅粒子になっており、
前記下地電極を断面視したとき、前記ケイ素は、複数の前記銅粒子の間を充填するように分布している
電子部品。
- [請求項2] 前記下地電極を、前記素体側に位置する第1部分と前記素体とは反対側の第2部分とに二等分したとき、前記第1部分での前記ケイ素の割合は、前記第2部分での前記ケイ素の割合よりも高い
請求項1に記載の電子部品。
- [請求項3] 前記下地電極の外表面とは反対側の前記素体側の面から前記下地電極の外表面までの最短距離を厚さとしたとき、
前記下地電極の前記厚さの平均値は、500nm以上、且つ2000nm以下である
請求項1または2に記載の電子部品。
- [請求項4] 前記下地電極を、前記素体側に位置する第1部分と前記素体とは反対側の第2部分とに二等分したとき、前記第1部分での前記銅粒子の粒径の平均値は、前記第2部分での前記銅粒子の粒径の平均値よりも小さい
請求項1～3のいずれか1項に記載の電子部品。
- [請求項5] 前記ケイ素は、シリコン樹脂である
請求項1～4のいずれか1項に記載の電子部品。

[請求項6] 素体を準備する積層体準備工程と、
銅成分及びケイ素成分を含有する導電体ペーストを前記素体の外表面に塗布する導電体塗布工程と、
前記導電体ペーストが塗布された前記素体を加熱して、前記導電体ペーストを下地電極にする硬化工程と、
前記下地電極を形成した前記素体をめっき液に浸漬して、前記下地電極の外表面に金属層を形成するめっき工程と、
を有し、
前記ケイ素成分の硬化開始温度は、前記銅成分の焼結開始温度より高く、
且つ前記ケイ素成分の硬化開始温度と、前記銅成分の焼結開始温度との差は、100度以下である
電子部品の製造方法。

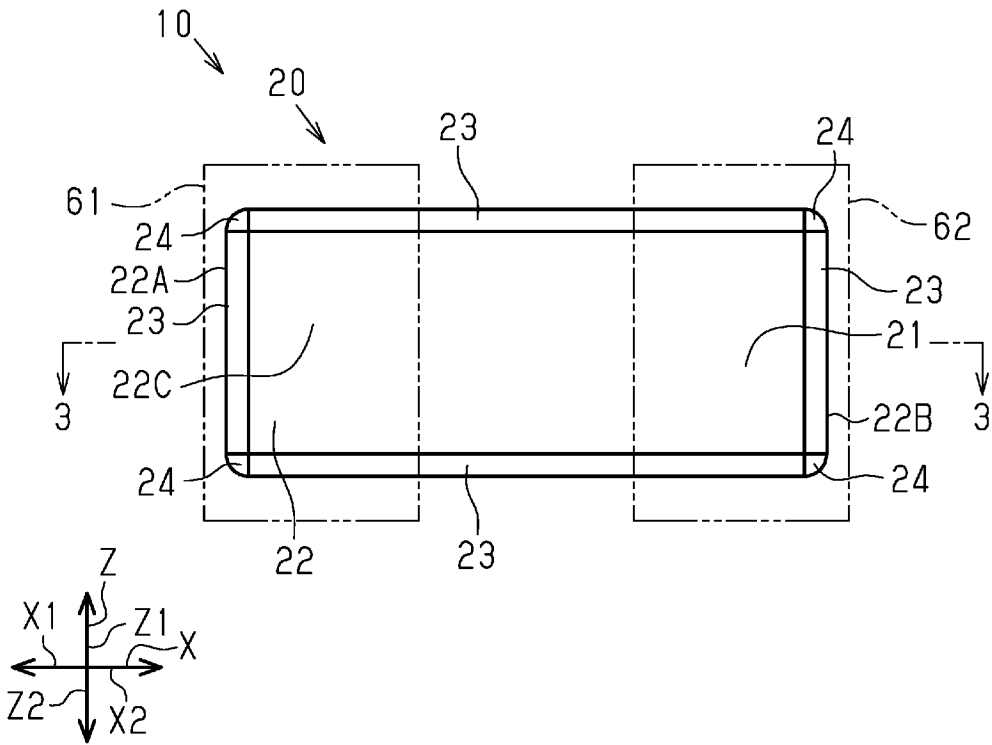
[図1]

図1



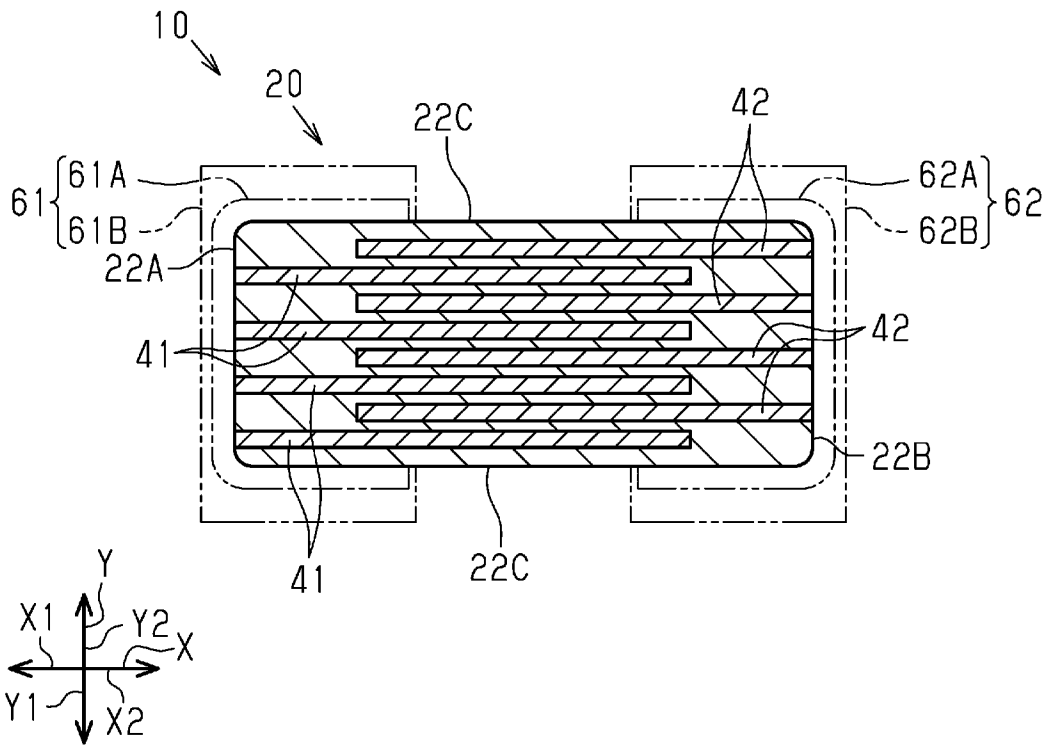
[図2]

図2



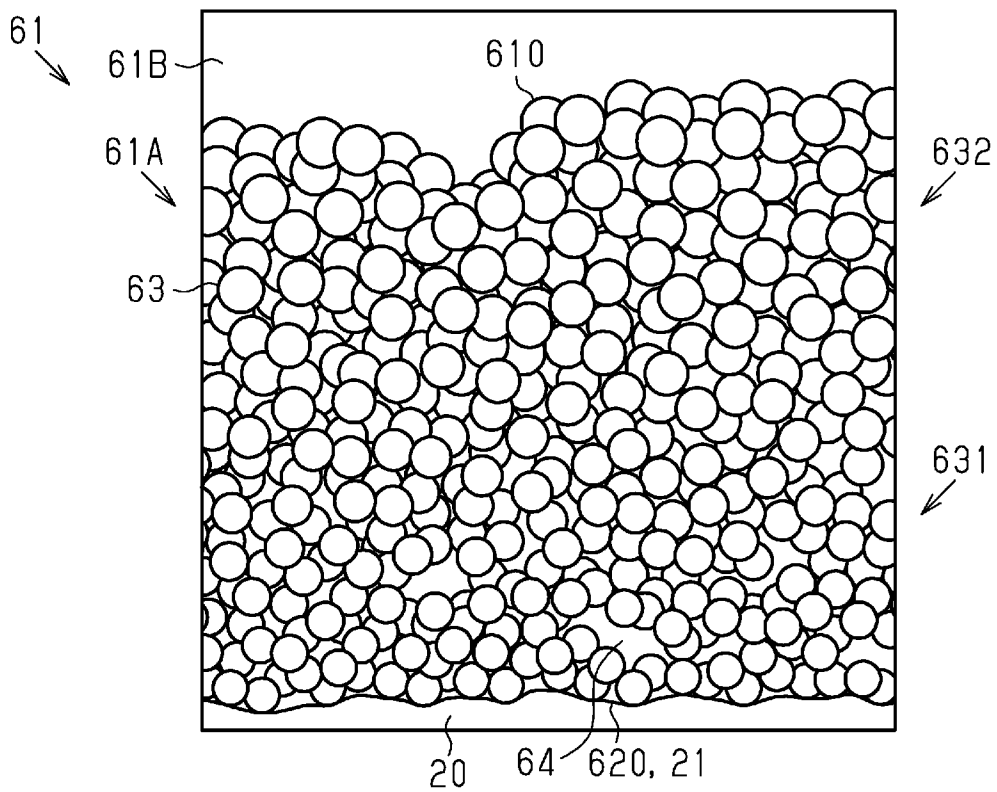
[図3]

図3



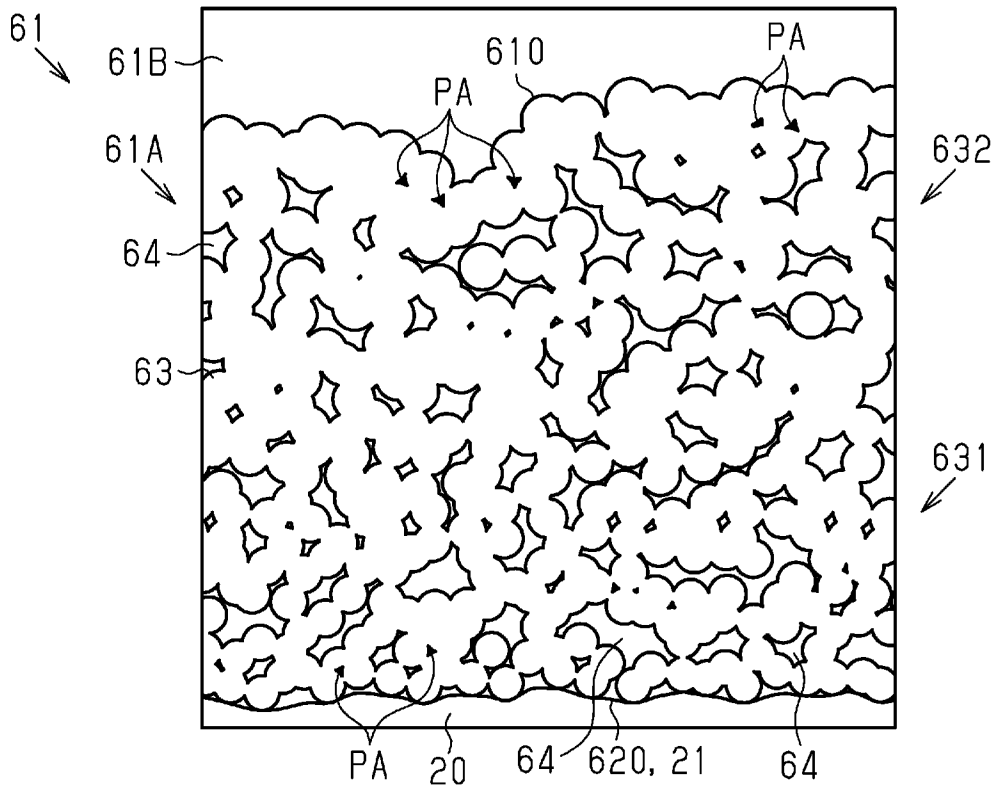
[図4]

図4



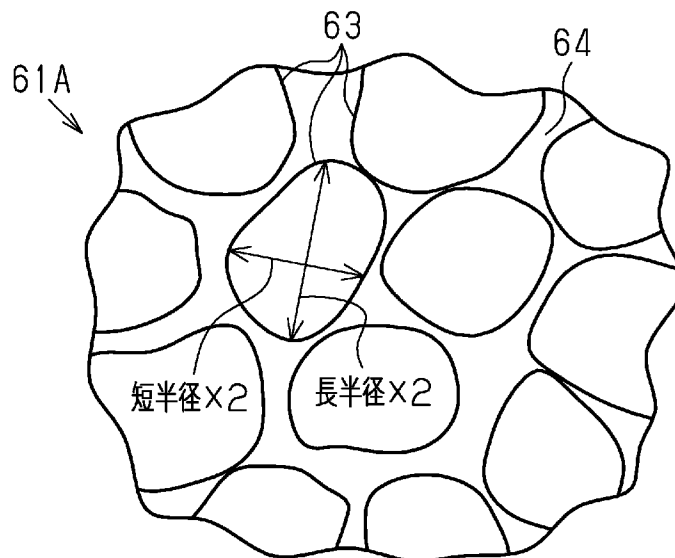
[図5]

図5



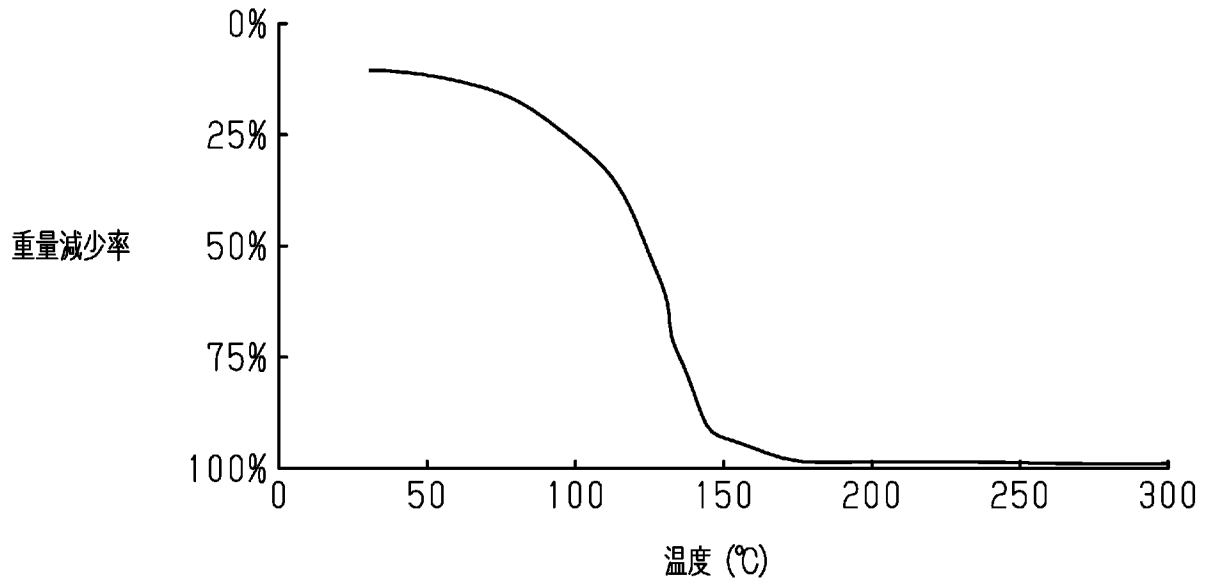
[図6]

図6



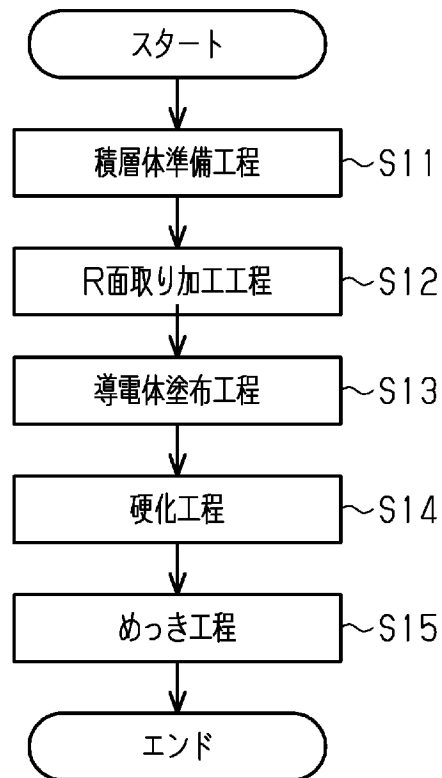
[図7]

図7



[図8]

図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/027678

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<p>H01G 9/048(2006.01)i; H01C 7/00(2006.01)i; H01C 7/02(2006.01)i; H01C 7/04(2006.01)i; H01C 7/06(2006.01)i; H01C 7/10(2006.01)i; H01F 27/29(2006.01)i; H01G 4/008(2006.01)i; H01G 4/30(2006.01)i; H01G 9/042(2006.01)i</p> <p>FI: H01G9/048; H01C7/00 400; H01C7/02; H01C7/04; H01C7/06; H01C7/10; H01F27/29 123; H01G4/008 500; H01G4/30 201G; H01G4/30 311E; H01G4/30 513; H01G4/30 516; H01G9/042</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H01G9/048; H01C7/00; H01C7/02; H01C7/04; H01C7/06; H01C7/10; H01F27/29; H01G4/008; H01G4/30; H01G9/042		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
<p>Published examined utility model applications of Japan 1922-1996</p> <p>Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023</p> <p>Registered utility model specifications of Japan 1996-2023</p> <p>Published registered utility model applications of Japan 1994-2023</p>		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2016/186053 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 24 November 2016 (2016-11-24) paragraphs [0019], [0020], [0041], [0043], [0045], [0047], [0052], [0057]-[0062], [0084]-[0094], [0108]-[0120]	1, 3
A		2, 4-6
A	JP 2021-019123 A (TDK CORP.) 15 February 2021 (2021-02-15) paragraphs [0063], [0075]	1-6
A	JP 2022-057923 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 11 April 2022 (2022-04-11) paragraphs [0046], [0050], fig. 5	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
18 August 2023		12 September 2023
Name and mailing address of the ISA/JP		Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2023/027678

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2016/186053	A1	24 November 2016	US 2018/0068788 A1 paragraphs [0041], [0042], [0064], [0066]-[0068], [0071], [0076], [0082]-[0086], [0120]- [0136], [0163]-[0184]	
-----				CN 107615421 A	
JP	2021-019123	A	15 February 2021	US 2021/0027945 A1 paragraphs [0086], [0098]	
-----				CN 112289585 A	
JP	2022-057923	A	11 April 2022	US 2022/0102078 A1 paragraphs [0090], [0097], [0098], fig. 5	
-----				CN 114334449 A	
-----				KR 10-2022-0044142 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01G 9/048(2006.01)i; H01C 7/00(2006.01)i; H01C 7/02(2006.01)i; H01C 7/04(2006.01)i; H01C 7/06(2006.01)i; H01C 7/10(2006.01)i; H01F 27/29(2006.01)i; H01G 4/008(2006.01)i; H01G 4/30(2006.01)i; H01G 9/042(2006.01)i FI: H01G9/048; H01C7/00 400; H01C7/02; H01C7/04; H01C7/06; H01C7/10; H01F27/29 123; H01G4/008 500; H01G4/30 201G; H01G4/30 311E; H01G4/30 513; H01G4/30 516; H01G9/042</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））</p> <p>H01G9/048; H01C7/00; H01C7/02; H01C7/04; H01C7/06; H01C7/10; H01F27/29; H01G4/008; H01G4/30; H01G9/042</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>X</td> <td>WO 2016/186053 A1 (株式会社村田製作所) 24.11.2016 (2016 - 11 - 24) [0019]-[0020], [0041], [0043]-[0045], [0047], [0052], [0057]-[0062], [0084]-[0094], [0108]-[0120]</td> <td>1, 3</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>2, 4-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2021-019123 A (TDK株式会社) 15.02.2021 (2021 - 02 - 15) [0063], [0075]</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2022-057923 A (株式会社村田製作所) 11.04.2022 (2022 - 04 - 11) [0046], [0050], 図5</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table> <p><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。</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>“&” 同一パテントファミリー文献</p>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	X	WO 2016/186053 A1 (株式会社村田製作所) 24.11.2016 (2016 - 11 - 24) [0019]-[0020], [0041], [0043]-[0045], [0047], [0052], [0057]-[0062], [0084]-[0094], [0108]-[0120]	1, 3	A		2, 4-6	A	JP 2021-019123 A (TDK株式会社) 15.02.2021 (2021 - 02 - 15) [0063], [0075]	1-6	A	JP 2022-057923 A (株式会社村田製作所) 11.04.2022 (2022 - 04 - 11) [0046], [0050], 図5	1-6
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号															
X	WO 2016/186053 A1 (株式会社村田製作所) 24.11.2016 (2016 - 11 - 24) [0019]-[0020], [0041], [0043]-[0045], [0047], [0052], [0057]-[0062], [0084]-[0094], [0108]-[0120]	1, 3															
A		2, 4-6															
A	JP 2021-019123 A (TDK株式会社) 15.02.2021 (2021 - 02 - 15) [0063], [0075]	1-6															
A	JP 2022-057923 A (株式会社村田製作所) 11.04.2022 (2022 - 04 - 11) [0046], [0050], 図5	1-6															
国際調査を完了した日	18.08.2023	国際調査報告の発送日	12.09.2023														
名称及びあて先	日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）	清水 稔 5D 8525 電話番号 03-3581-1101 内線 3551														

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/027678

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2016/186053	A1	24.11.2016	US	2018/0068788	A1	
				[0041]-[0042], [0064], [0066]-[0068], [0071], [0076], [0082]-[0086], [0120]-[0136], [0163]- [0184]			
				CN	107615421	A	
JP	2021-019123	A	15.02.2021	US	2021/0027945	A1	
				[0086], [0098]			
				CN	112289585	A	
JP	2022-057923	A	11.04.2022	US	2022/0102078	A1	
				[0090], [0097]-[0098], FIG. 5			
				CN	114334449	A	
				KR	10-2022-0044142	A	