

(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  
2022年10月6日(06.10.2022)



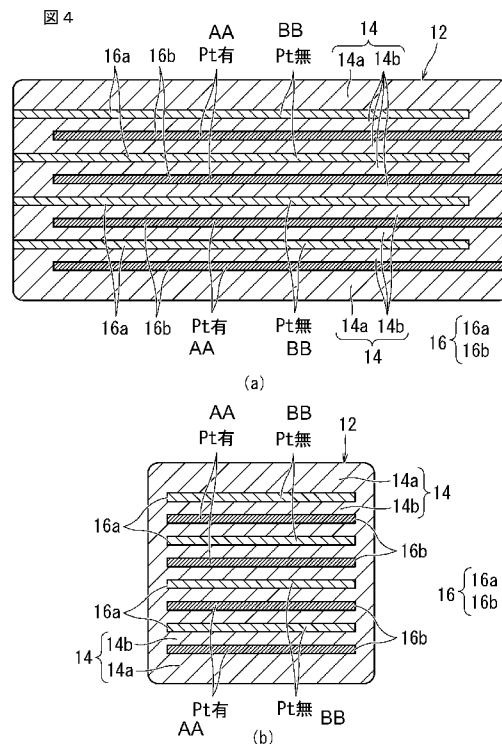
(10) 国際公開番号

WO 2022/210642 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01G 4/228 (2006.01) H01G 4/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/015285
- (22) 国際出願日: 2022年3月29日(29.03.2022)
- (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 2021-059696 2021年3月31日(31.03.2021) 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 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 山口 晋一 (YAMAGUCHI, Shinichi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 岡田 全啓 (OKADA, Masahiro); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町 4 丁目 2 番 2 1 号 イヨビル 3 階 岡田 特許事務所内 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: MULTILAYER CERAMIC CAPACITOR

(54) 発明の名称: 積層セラミックコンデンサ



(57) Abstract: Provided is a multilayer ceramic capacitor with which dielectric breakdown voltage can be further improved. A multilayer ceramic capacitor 10 is provided with a layered body 12, and external electrodes 24. The layered body 12 includes a layered plurality of dielectric layers 14, and a plurality of internal electrode layers 1 layered in alternation with the dielectric layers 14. The internal electrode layers 16 include first internal electrode layers 16a and second internal electrode layers 16b. In Ni contained in one of either the first internal electrode layers 16a or the second internal electrode

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))

layers 16b, Pt is solidly soluble, while in Ni contained in the other of the first internal electrode layers 16a and the second internal electrode layers 16b, Pt is not solidly soluble. The one of either the first internal electrode layers or the second internal electrode layers in which Pt is solidly soluble in Ni are connected to the cathode side during surface mounting.

(57) 要約：より絶縁破壊電圧を向上しうる積層セラミックコンデンサを提供する。積層セラミックコンデンサ10は、積層体12と外部電極24とを備える。積層体12は、積層された複数の誘電体層14と誘電体層14と交互に積層された複数の内部電極層16を含む。内部電極層16は、第1の内部電極層16aと第2の内部電極層16bとを有し、第1の内部電極層16aおよび第2の内部電極層16bのうちのいずれか一方に含まれるNiにPtが固溶しており、第1の内部電極層16aおよび第2の内部電極層16bのうちの他方に含まれるNiにPtが固溶していない。NiにPtが固溶する第1の内部電極層および第2の内部電極層のうちのいずれか一方は、実装時に、陰極側に接続される。

## 明 細 書

発明の名称： 積層セラミックコンデンサ

### 技術分野

[0001] 本発明は、積層セラミックコンデンサに関する。

### 背景技術

[0002] 近年、積層セラミックコンデンサは、小型化が急速に進んでおり、積層セラミックコンデンサに対する要求特性はより高く、高信頼性が求められている。

このような積層セラミックコンデンサは、一般的には、複数の誘電体セラミック層と複数の内部電極とが積層された有効誘電体部と、有効誘電体部の上下面に設けられ、誘電体セラミック層と同様の主成分を含むカバー層とを備えた構造となっている。

[0003] そして、積層セラミックコンデンサの小型化のために、誘電体セラミック層の薄層化が検討されている。積層セラミックコンデンサは、電圧が印加されると、有効誘電体部が積層方向に伸びる電歪効果が発生するが、通常、有効誘電体部の上下面に設けられているカバー層の厚みが薄い場合には、有効誘電体部の電歪効果による積層方向の伸びを抑える力が弱くなり、有効誘電体部の歪みが大きくなる。有効誘電体部の歪みが大きくなると、有効誘電体部の内部における歪みが集中した部分に電界が集中するようになり、その結果、積層セラミックコンデンサの絶縁破壊電圧が低下する。

[0004] このような課題を解決する手段として、たとえば、特許文献1に記載される積層セラミックコンデンサでは、カバー層がセラミック粒子を主体とし、カバー層のセラミック粒子間の空隙において、ガラス粒子が存在している空隙とガラス粒子が存在していない空隙との合計面積に対するガラス粒子の存在している空隙の面積の比率が単位面積当たりで80%以上であることを特徴とする。このような構成にすることで、特許文献1では、カバー層の強度を高め、電歪効果による積層方向の歪みを抑え、歪みが集中した空隙への電

界の集中を抑制し、絶縁破壊電圧の低下を抑制しうる技術が開示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特許第6 2 2 4 8 5 3号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1による構成では、電歪効果による積層方向の歪みに起因した絶縁破壊電圧のみしか対応することができない。すなわち、積層セラミックコンデンサを構成するセラミック素子の薄層化に伴うセラミック素子にかかる電界強度が高まることによる絶縁破壊電圧の低下の抑制には対応できない。

[0007] また、特許文献1による構成では、カバー層に存在するガラス成分が多くなるため、めっき液やフラックスの種類によってはガラスが溶解してしまい、耐湿性が低下する問題が生じることがある。

[0008] それゆえに、この発明の主たる目的は、より絶縁破壊電圧を向上しうる積層セラミックコンデンサを提供することである。

## 課題を解決するための手段

[0009] この発明にかかる積層セラミックコンデンサは、積層された複数の誘電体層を含み、積層方向に相対する第1の主面および第2の主面と、積層方向に直交する幅方向に相対する第1の側面および第2の側面と、積層方向および幅方向に直交する長さ方向に相対する第1の端面および第2の端面と、を含む積層体と、誘電体層上に配置され、第1の端面に露出する複数の第1の内部電極層と、誘電体層上に配置され、第2の端面に露出する複数の第2の内部電極層と、第1の内部電極層に接続され、第1の端面上に配置される第1の外部電極と、第2の内部電極層に接続され、第2の端面上に配置される第2の外部電極と、を備える積層セラミックコンデンサにおいて、第1の内部

電極層および第2の内部電極層は、交互に配置され、第1の内部電極層および第2の内部電極層は、Niを含み、第1の内部電極層および第2の内部電極層のうちのいずれか一方に含まれるNiにPtが固溶しており、第1の内部電極層および第2の内部電極層のうちの他方に含まれるNiにPtが固溶しておらず、NiにPtが固溶する第1の内部電極層および第2の内部電極層のうちのいずれか一方が、積層セラミックコンデンサの実装時に陰極側に接続される、積層セラミックコンデンサである。

[0010] この発明にかかる積層セラミックコンデンサによれば、第1の内部電極層および第2の内部電極層のうちのいずれか一方に含まれるNiにPtが固溶しており、第1の内部電極層および第2の内部電極層のうちの他方に含まれるNiにPtが固溶しておらず、NiにPtが固溶する第1の内部電極層および第2の内部電極層のうちのいずれか一方が、積層セラミックコンデンサの実装時に陰極側に接続されるので、積層セラミックコンデンサの絶縁破壊電圧を向上させることができる。

### 発明の効果

[0011] この発明によれば、より絶縁破壊電圧を向上しうる積層セラミックコンデンサを提供することができる。

[0012] この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明を実施するための形態の説明から一層明らかとなろう。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]この発明にかかる積層セラミックコンデンサの一例を示す外観斜視図である。

[図2]この発明にかかる積層セラミックコンデンサを示す図1の線I-Iにおける断面図である。

[図3]この発明にかかる積層セラミックコンデンサを示す図1の線I-I-I-I-I-Iにおける断面図である。

[図4] (a) は積層体の各内部電極層におけるPtの有無を示すLT断面の図解図であり、(b) はWT断面の図解図である。

[図5]実験例において、積層セラミックコンデンサの内部電極層におけるN i およびP t のマッピング分析を行う領域を示す図解図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0014] 1. 積層セラミックコンデンサ

この発明にかかる積層セラミックコンデンサについて説明する。図1は、この発明にかかる積層セラミックコンデンサの一例を示す外観斜視図である。図2は、この発明にかかる積層セラミックコンデンサを示す図1の線I-Iにおける断面図であり、図3は、この発明にかかる積層セラミックコンデンサを示す図1の線II-IIにおける断面図である。

[0015] 図1ないし図3に示すように、積層セラミックコンデンサ10は、直方体状の積層体12を含む。

[0016] 積層体12は、積層された複数の誘電体層14と複数の内部電極層16とを有する。さらに、積層体12は、積層方向xに相対する第1の主面12aおよび第2の主面12bと、積層方向xに直交する幅方向yに相対する第1の側面12cおよび第2の側面12dと、積層方向xおよび幅方向yに直交する長さ方向zに相対する第1の端面12eおよび第2の端面12fとを有する。この積層体12には、角部および稜線部に丸みがつけられている。なお、角部とは、積層体の隣接する3面が交わる部分のことであり、稜線部とは、積層体の隣接する2面が交わる部分のことである。また、第1の主面12aおよび第2の主面12b、第1の側面12cおよび第2の側面12d、ならびに第1の端面12eおよび第2の端面12fの一部または全部に凹凸などが形成されていてもよい。

[0017] 積層体12の誘電体層14は、外層部14aと内層部14bとを含む。外層部14aは、積層体12の第1の主面12a側および第2の主面12b側に位置し、第1の主面12aと第1の主面12aに最も近い内部電極層16との間に位置する誘電体層14、および第2の主面12bと第2の主面12bに最も近い内部電極層16との間に位置する誘電体層14である。そして、両外層部14aに挟まれた領域が内層部14bである。

[0018] 誘電体層 14 は、たとえば、誘電体材料により形成することができる。誘電体層 14 を構成する誘電体材料の粉末は、Ba および Ti を含むペロブスカイト型酸化物を主成分とすることが望ましい。なお、Ba の一部は Ca で置換されてもよく、Ti の一部は Zr で置換されてもよい。なお、誘電体層 14 には、主成分の他に、たとえば、希土類元素や、Mn、Mg、Si 等が副成分として含まれていてもよい。

[0019] 誘電体セラミックの原料粉末は、たとえば、固相合成法で作製される。具体的には、まず、主成分の構成元素を含む酸化物、炭酸物等の化合物粉末を所定の割合で混合し、仮焼する。なお、固相合成法の他に、水熱法等を適用してもよい。なお、本発明にかかる誘電体セラミックに対して、アルカリ金属、遷移金属、Cl、S、P、Hf 等が本発明の効果を妨げない量の範囲で含まれていてもよい。

[0020] 焼成後の誘電体層 14 の厚みは、0.5  $\mu$ m 以上 10  $\mu$ m 以下であることが好ましい。

[0021] 積層体 12 は、複数の内部電極層 16 として、たとえば略矩形状の複数の第 1 の内部電極層 16 a および複数の第 2 の内部電極層 16 b を有する。複数の第 1 の内部電極層 16 a および複数の第 2 の内部電極層 16 b は、積層体 12 の積層方向 x に沿って誘電体層 14 を挟んで等間隔に交互に配置されるように埋設されている。

[0022] 第 1 の内部電極層 16 a は、第 2 の内部電極層 16 b と対向する第 1 の対向電極部 18 a と、第 1 の内部電極層 16 a の一端側に位置し、第 1 の対向電極部 18 a から積層体 12 の第 1 の端面 12 e までの第 1 の引出電極部 20 a を有する。第 1 の引出電極部 20 a は、その端部が第 1 の端面 12 e に引き出され、積層体 12 から露出している。

第 2 の内部電極層 16 b は、第 1 の内部電極層 16 a と対向する第 2 の対向電極部 18 b と、第 2 の内部電極層 16 b の一端側に位置し、第 2 の対向電極部 18 b から積層体 12 の第 2 の端面 12 f までの第 2 の引出電極部 20 b を有する。第 2 の引出電極部 20 b は、その端部が第 2 の端面 12 f に

引き出され、積層体 12 から露出している。

[0023] 積層体 12 は、第 1 の対向電極部 18 a および第 2 の対向電極部 18 b の幅方向 y の一端と第 1 の側面 12 c との間および第 1 の対向電極部 18 a および第 2 の対向電極部 18 b の幅方向 y の他端と第 2 の側面 12 d との間に形成される積層体 12 の側部（以下、「Wギャップ」という。）22 a を含む。さらに、積層体 12 は、第 1 の内部電極層 16 a の第 1 の引出電極部 20 a とは反対側の端部と第 2 の端面 12 f との間および第 2 の内部電極層 16 b の第 2 の引出電極部 20 b とは反対側の端部と第 1 の端面 12 e との間に形成される積層体 12 の端部（以下、「Lギャップ」という。）22 b を含む。

[0024] 第 1 の内部電極層 16 a および第 2 の内部電極層 16 b は、たとえば、Ni を含む。

[0025] 第 1 の内部電極層 16 a および第 2 の内部電極層 16 b のうちのいずれか一方に含まれる Ni には、Pt が固溶している。そして、第 1 の内部電極層 16 a および第 2 の内部電極層 16 b のうちの他方に含まれる Ni には、Pt が固溶していない。なお、図 4 (a) および (b) に示す積層セラミックコンデンサ 10 では、第 1 の内部電極層 16 a に含まれる Ni には Pt が固溶しておらず、第 2 の内部電極層 16 b に含まれる Ni には Pt が固溶している例を示している。

[0026] そして、Pt が固溶している第 1 の内部電極層 16 a および第 2 の内部電極層 16 b のいずれか一方は、実装時に、陰極側に接続される。

[0027] 第 1 の内部電極層 16 a および第 2 の内部電極層 16 b のうちのいずれか一方に含まれる Ni に Pt が固溶するとき、Ni と Pt との合計に対する Pt のモル比が 2.6 mol % 以上 24.7 mol % 以下であることが好ましい。Ni と Pt との合計に対する Pt のモル比をこの範囲とすることで、絶縁破壊電圧を向上させ、かつ、高温負荷寿命を向上させることができる。

[0028] なお、第 1 の内部電極層 16 a および第 2 の内部電極層 16 b のうちのいずれか一方に含まれる Ni に Pt が固溶していることは、たとえば、WDX

(波長分散型X線分析法)により確認することができる。

[0029] 第1の内部電極層16aおよび第2の内部電極層16bは、さらに、誘電体層14に含まれるセラミックスと同一組成系の誘電体粒子を含んでいてもよい。

[0030] また、誘電体層14と内部電極層16には、Niや誘電体層14に含まれる元素から構成される異相が存在してもよい。

[0031] 内部電極層16の厚みは、0.2  $\mu\text{m}$ 以上2.0  $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、内部電極層16の枚数は、特に限定されない。

[0032] 積層体12の第1の端面12e側および第2の端面12f側には、外部電極24が配置される。外部電極24は、第1の外部電極24aおよび第2の外部電極24bを有する。

第1の外部電極24aは、積層体12の第1の端面12eの表面に配置され、第1の端面12eから延伸して第1の主面12a、第2の主面12b、第1の側面12cおよび第2の側面12dのそれぞれの一部分を覆うように形成される。この場合、第1の外部電極24aは、第1の内部電極層16aの第1の引出電極部20aと電氣的に接続される。

第2の外部電極24bは、積層体12の第2の端面12fの表面に配置され、第2の端面12fから延伸して第1の主面12a、第2の主面12b、第1の側面12cおよび第2の側面12dのそれぞれの一部分を覆うように形成される。この場合、第2の外部電極24bは、第2の内部電極層16bの第2の引出電極部20bと電氣的に接続される。

[0033] 積層体12内においては、第1の内部電極層16aの第1の対向電極部18aと第2の内部電極層16bの第2の対向電極部18bとが誘電体層14を介して対向することにより、静電容量が形成されている。そのため、第1の内部電極層16aが接続された第1の外部電極24aと第2の内部電極層16bが接続された第2の外部電極24bとの間に、静電容量を得ることができ、コンデンサの特性が発現する。

[0034] 第1の外部電極24aは、図2および図3に示すように、積層体12側か

ら順に、第1の下地電極層26aと第1の下地電極層26aの表面に配置された第1のめっき層28aとを有する。同様に、第2の外部電極24bは、積層体12側から順に、第2の下地電極層26bと第2の下地電極層26bの表面に配置された第2のめっき層28bとを有する。

[0035] 第1の下地電極層26aは、積層体12の第1の端面12eの表面に配置され、第1の端面12eから延伸して第1の主面12a、第2の主面12b、第1の側面12cおよび第2の側面12dのそれぞれの一部分を覆うように形成される。もっとも、第1の下地電極層26aは、積層体12の第1の端面12eの表面上にのみ配置されていてもよい。

また、第2の下地電極層26bは、積層体12の第2の端面12fの表面に配置され、第2の端面12fから延伸して第1の主面12a、第2の主面12b、第1の側面12cおよび第2の側面12dのそれぞれの一部分を覆うように形成される。もっとも、第2の下地電極層26bは、積層体12の第2の端面12fの表面上にのみ配置されていてもよい。

[0036] 第1の下地電極層26aおよび第2の下地電極層26b（以下、単に下地電極層ともいう）は、それぞれ、焼付け層や薄膜層などから選ばれる少なくとも1つを含むが、ここでは焼付け層で形成された第1の下地電極層26aおよび第2の下地電極層26bについて説明する。

焼付け層は、ガラスと金属とを含む。焼付け層の金属としては、たとえば、Cu、Ni、Ag、PdまたはAg-Pd合金、Au等から選ばれる少なくとも1つを含む。また、焼付け層のガラスとしては、B、Si、Ba、Mg、AlおよびLi等から選ばれる少なくとも1つを含む。焼付け層は、複数層であってもよい。焼付け層は、ガラスおよび金属を含む導電性ペーストを積層体12に塗布して焼き付けたものであり、誘電体層14および内部電極層16と同時に焼成したものでよく、誘電体層14および内部電極層16を焼成した後に焼き付けたものでよい。焼付け層のうちの最も厚い部分の厚みは、10 $\mu$ m以上50 $\mu$ m以下であることが好ましい。

[0037] 焼付け層の表面に、導電性粒子と熱硬化性樹脂とを含む樹脂層が形成され

てもよい。なお、樹脂層は、焼付け層を形成せずに積層体 1 2 上に直接形成してもよい。また、樹脂層は、複数層であってもよい。樹脂層のうちの最も厚い部分の厚みは、 $20\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

また、薄膜層は、スパッタ法または蒸着法等の薄膜形成法により形成され、金属粒子が堆積された $1\mu\text{m}$ 以下の層である。

[0038] 第 1 のめっき層 2 8 a は、第 1 の下地電極層 2 6 a を覆うように配置される。具体的には、第 1 のめっき層 2 8 a は、第 1 の下地電極層 2 6 a の表面の第 1 の端面 1 2 e に配置され、第 1 の下地電極層 2 6 a の表面の第 1 の主面 1 2 a および第 2 の主面 1 2 b ならびに第 1 の側面 1 2 c および第 2 の側面 1 2 d にも至るように設けられていることが好ましい。なお、第 1 の下地電極層 2 6 a が、積層体 1 2 の第 1 の端面 1 2 e の表面上にのみ配置される場合には、第 1 のめっき層 2 8 a は、第 1 の下地電極層 2 6 a の表面のみを覆うように設けられていればよい。

同様に、第 2 のめっき層 2 8 b は、第 2 の下地電極層 2 6 b を覆うように配置される。具体的には、第 2 のめっき層 2 8 b は、第 2 の下地電極層 2 6 b の表面の第 2 の端面 1 2 f に配置され、第 2 の下地電極層 2 6 b の表面の第 1 の主面 1 2 a および第 2 の主面 1 2 b ならびに第 1 の側面 1 2 c および第 2 の側面 1 2 d にも至るように設けられていることが好ましい。なお、第 2 の下地電極層 2 6 b が、積層体 1 2 の第 2 の端面 1 2 f の表面上にのみ配置される場合には、第 2 のめっき層 2 8 b は、第 2 の下地電極層 2 6 b の表面のみを覆うように設けられていればよい。

[0039] また、第 1 のめっき層 2 8 a および第 2 のめっき層 2 8 b（以下、単にめっき層ともいう）としては、たとえば、Cu、Ni、Sn、Ag、Pd、Ag-Pd 合金、Au 等から選ばれる少なくとも 1 種の金属または当該金属を含む合金が用いられる。

めっき層は、複数層によって形成されてもよい。この場合、めっき層は、Ni めっき層と Sn めっき層の 2 層構造であることが好ましい。Ni めっき層が、下地電極層の表面を覆うように設けられることで、下地電極層が積層

セラミックコンデンサ 10 を実装する際のはんだによって侵食されることを防止するために用いられる。また、Niめっき層の表面に、Snめっき層を設けることにより、積層セラミックコンデンサを実装する際に、実装に用いられるはんだの濡れ性を向上させ、容易に実装することができる。

[0040] めっき層一層あたりの厚みは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $15\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、めっき層は、ガラスを含まないことが好ましい。さらに、めっき層は、単位体積あたりの金属割合が99体積%以上であることが好ましい。

[0041] 次に、第1の下地電極層26aおよび第2の下地電極層26bがめっき電極からなる場合について説明する。

第1の下地電極層26aは、第1の内部電極層16aと直接接続されるめっき層から構成され、積層体12の第1の端面12eの表面に直接に配置され、第1の端面12eから延伸して第1の主面12a、第2の主面12b、第1の側面12cおよび第2の側面12dのそれぞれの一部分を覆うように形成される。

また、第2の下地電極層26bは、第2の内部電極層16bと直接接続されるめっき層から構成され、積層体12の第2の端面12fの表面に直接に配置され、第2の端面12fから延伸して第1の主面12a、第2の主面12b、第1の側面12cおよび第2の側面12dのそれぞれの一部分を覆うように形成される。

ただし、第1の下地電極層26aおよび第2の下地電極層26bがめっき層から構成されるためには、前処理として積層体12上に触媒が設けられる。

[0042] めっき層からなる第1の下地電極層26aは、第1のめっき層28aにて覆うことが好ましい。同様に、めっき層からなる第2の下地電極層26bは、第2のめっき層28bにて覆うことが好ましい。

[0043] 第1の下地電極層26aおよび第2の下地電極層26b、ならびに、第1のめっき層28aおよび第2のめっき層28bは、たとえば、Cu、Ni、

S n、P b、A u、A g、P d、B i、Z nから選ばれる1種の金属または当該金属を含む合金のめっきを含むことが好ましい。

たとえば、内部電極層16としてN iを用いた場合、第1の下地電極層26aおよび第2の下地電極層26bとしては、N iと接合性のよいC uを用いることが好ましい。

また、第1のめっき層28aおよび第2のめっき層28bとしては、はんだ濡れ性のよいS nやA uを用いることが好ましく、第1の下地電極層26aおよび第2の下地電極層26bとしては、はんだバリア性能を有するN iを用いることが好ましい。

[0044] 第1のめっき層28aおよび第2のめっき層28bは必要に応じて形成されるものであり、第1の外部電極24aは第1の下地電極層26aのみから構成され、第2の外部電極24bは第2の下地電極層26bのみから構成されたものであってもよい。また、第1のめっき層28aおよび第2のめっき層28bを、第1の外部電極24aおよび第2の外部電極24bの最外層として設けてもよく、第1のめっき層28aまたは第2のめっき層28b上に他のめっき層を設けてもよい。

[0045] めっき層一層あたりの厚みは、1  $\mu$ m以上15  $\mu$ m以下であることが好ましい。また、めっき層は、ガラスを含まないことが好ましい。さらに、めっき層は、単位体積あたりの金属割合が99体積%以上であることが好ましい。

[0046] 積層体12、第1の外部電極24aおよび第2の外部電極24bを含む積層セラミックコンデンサ10の長さ方向zの寸法をL寸法とし、積層体12、第1の外部電極24aおよび第2の外部電極24bを含む積層セラミックコンデンサ10の積層方向xの寸法をT寸法とし、積層体12、第1の外部電極24aおよび第2の外部電極24bを含む積層セラミックコンデンサ10の幅方向yの寸法をW寸法とする。

積層セラミックコンデンサ10の寸法は、特に限定されないが、長さ方向zのL寸法が0.2mm以上3.2mm以下、幅方向yのW寸法が0.1mm

m以上2.5 mm以下、積層方向xのT寸法が0.1 mm以上2.5 mm以下である。なお、長さ方向zのL寸法は、幅方向yのW寸法よりも必ずしも長いとは限らない。また、積層セラミックコンデンサ10の寸法は、マイクロ스코プにより測定することができる。

[0047] 2. 積層セラミックコンデンサの製造方法

次に、本発明にかかる積層セラミックコンデンサの製造方法について説明する。

[0048] (a) 誘電体原料粉末の作製

最初に、主成分であるBaTiO<sub>3</sub>粉末が用意される。具体的には、BaCO<sub>3</sub>粉末、TiO<sub>2</sub>粉末が所定量秤量され、ボールミルにより一定時間混合された後、熱処理を行い、主成分のBaTiO<sub>3</sub>粉末が得られる。

[0049] なお、誘電体層14を構成する誘電体材料の粉末は、BaおよびTiを含むペロブスカイト型酸化物を主成分とすることが望ましい。

[0050] 次に、副成分であるDy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、MnOおよびSiO<sub>2</sub>の各粉末が用意される。そして、主成分であるBaTiO<sub>3</sub>100mol部に対してDy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が0.75mol部、MgOが1mol部、MnOが0.2mol部、SiO<sub>2</sub>が1mol部となるように秤量する。これらの粉末が主成分のBaTiO<sub>3</sub>粉末と配合され、ボールミルにより一定時間混合された後、乾燥、乾式粉碎され、原料粉末が得られる。

[0051] (b) 積層セラミックコンデンサの製造

次に、原料粉末にポリビニルブチラール系バインダおよびエタノール等の有機溶剤を加えて、ボールミルにより湿式混合し、スラリーが調整される。このセラミックスラリーが、ドクターブレード法によりシート成形され、たとえば、厚み1.9 μmのセラミックグリーンシートが得られる。

[0052] 次に、第1の内部電極層16aを形成するための、内部電極用導電性ペースト1が用意される。導電性粉末として、Ni粉末が用意され、ポリビニルブチラール系バインダおよびエタノールなどの有機溶剤を加えて、ボールミルにより湿式混合し、内部電極用導電性ペースト1が作製される。

[0053] さらに、第2の内部電極層16bを形成するための内部電極用導電性ペースト2が用意される。導電性粉末として、Ni-Pt合金粉末が用意され、ポリビニルブチラール系バインダおよびエタノールなどの有機溶剤を加えて、ボールミルにより湿式混合し、内部電極用導電性ペースト2が作製される。なお、用意されるNi-Pt合金粉末は、Pt/(Ni+Pt)比率が、たとえば、2.3mol%以上25.5mol%以下となるように調整される。

[0054] 続いて、セラミックグリーンシートの表面に、用意した内部電極用導電性ペースト1を印刷し、第1の内部電極層16aのための印刷パターンが形成される。このシートは、印刷後グリーンシート1とされる。

[0055] 一方、セラミックグリーンシートの表面に、用意した内部電極用導電性ペースト2を印刷し、第2の内部電極層16bのための印刷パターンが形成される。このシートは、印刷後グリーンシート2とされる。

[0056] なお、内部電極用導電性ペースト1および内部電極用導電性ペースト2は、スクリーン印刷やグラビア印刷などの公知の方法により、セラミックグリーンシートに対して印刷することができる。

[0057] 続いて、印刷後グリーンシート1の上に印刷後グリーンシート2が積まれる。この2層のグリーンシートを1組として、それを印刷パターンの引き出されている側が互い違いになるように、複数枚積層し、積層体ブロックが作製される。

[0058] その後、積層体ブロックが所定の形状寸法に切断され、未焼成の積層体チップが切り出される。なお、このとき、バレル研磨などにより積層体の角部や稜線部に丸みをつけてもよい。

[0059] 続いて、切り出された未焼成の積層体チップが、たとえば、N<sub>2</sub>雰囲気にて350℃の温度で加熱し、バインダが燃焼された後、酸素分圧10<sup>-12</sup>MPa以上10<sup>-10</sup>MPa以下のH<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>Oガスからなる還元雰囲気中において、20℃/minで昇温し、1200℃以上1265℃以下にて20分焼成される。内部電極層中のPt量が多いほど内部電極層が焼結しにくくなるため、

焼成温度を高く設定する必要がある。

[0060] 次に、焼成後の積層体 1 2 の両端面に外部電極用導電性ペーストが塗布され、焼き付けられ、第 1 の内部電極層 1 6 a と電氣的に接続される第 1 の外部電極 2 4 a の第 1 の下地電極層 2 6 a および第 2 の内部電極層 1 6 b と電氣的に接続される第 2 の外部電極 2 4 b の第 2 の下地電極層 2 6 b が形成される。外部電極用導電性ペーストは、たとえば、 $B_2O_3-SiO_2-BaO$  系ガラスフリットが含有される Cu ペーストが用いられる。また、焼き付けは、 $N_2$  雰囲気中において  $900^{\circ}C$  で行われる。

[0061] 続いて、必要に応じて、第 1 の下地電極層 2 6 a を覆うように、第 1 のめっき層 2 8 a が形成され、第 2 の下地電極層 2 6 b を覆うように、第 2 のめっき層 2 8 b が形成される。

第 1 のめっき層 2 8 a および第 2 のめっき層 2 8 b が Ni めっき層で形成される場合は、その形成方法として湿式電解めっきが用いられる。

なお、第 1 のめっき層 2 8 a および第 2 のめっき層 2 8 b は、2 層構造で形成される場合、必要に応じて、湿式電解めっきの方法で、それぞれの Ni めっき層の表面に Sn めっき層が形成される。

[0062] 上述のようにして、本実施の形態にかかる積層セラミックコンデンサ 1 0 が製造される。

[0063] なお、上述した製造方法では、Ni と Pt からなる合金による内部電極層を形成する手段として Ni-Pt 合金を主成分とする粉末を用いた導電性ペーストを使用した。これに限るものではなく、Ni 粉末または Ni を主成分とする合金粉末に Pt 金属、Pt を含む合金または Pt 化合物を混合した導電性ペーストを使用してもよい。

[0064] また、上述した製造方法では、印刷後グリーンシート 1 の上に印刷後グリーンシート 2 を積んだうえ、この 2 層のグリーンシートを 1 組として、それを印刷パターンの引き出されている側が互い違いになるように、複数枚積層し、積層体ブロックが作製されているが、印刷後グリーンシート 2 の上に印刷後グリーンシート 1 を積んだうえ、この 2 層のグリーンシートを 1 組として

、それを印刷パターンの引き出されている側が互い違いになるように、複数枚積層し、積層体ブロックが作製されてもよい。

[0065] この発明にかかる積層セラミックコンデンサ10によれば、第1の内部電極層16aおよび第2の内部電極層16bのうちのいずれか一方に含まれるNiにはPtが固溶している。そして、第1の内部電極層16aおよび第2の内部電極層16bのうちの他方に含まれるNiには、Ptが固溶しておらず、NiにPtが固溶する第1の内部電極層16aおよび第2の内部電極層16bのうちのいずれか一方が、積層セラミックコンデンサの実装時に陰極側に接続されるので、積層セラミックコンデンサの絶縁破壊電圧を向上させることができる。

このように、電界集中による絶縁破壊電圧を抑制しうるメカニズムは、以下のように考えられる。すなわち、内部電極層16に含まれるNiの一部をPtで置換すると、金属（電極）の仕事関数が高くなる。その金属を陰極側に配置すると、陰極におけるセラミックと内部電極層の界面のショットキー障壁が高くなり、電界集中が緩和されると考えられる。その結果、積層セラミックコンデンサ10の絶縁破壊電圧が向上したものと考えられる。

[0066] また、この発明にかかる積層セラミックコンデンサ10によれば、第1の内部電極層16aおよび第2の内部電極層16bのうちのいずれか一方に含まれるNiにPtが固溶するとき、NiとPtとの合計に対するPtのモル比が2.6mol%以上24.7mol%以下であると、NiとPtとの合計に対するPtのモル比をこの範囲とすることで、絶縁破壊電圧を向上させ、かつ、高温負荷寿命を向上させることができる。

### [0067] 3. 実験例

次に、上述した本発明にかかる積層セラミックコンデンサ10の効果を確認するために、積層セラミックコンデンサの絶縁破壊電圧および高温負荷寿命の評価する実験を行った。

#### [0068] (1) 評価のための試料の作製

以下、上述の製造方法を使用して、以下の条件に基づいて実験例の各試料

(試料番号1ないし試料番号20)の積層セラミックコンデンサが作製された。

[0069] (a) 設計条件

積層セラミックコンデンサのサイズ(設計値)は、長さ×幅×高さ=1.0mm×0.5mm×0.5mmであり、複数の内部電極層の間に介在する誘電体層一層あたりの厚みは、1.5μmであり、内部電極層の平均厚みは0.9μmであった。また、内部電極層の総数は、150層とした。誘電体層の材料の主成分は、BaTiO<sub>3</sub>とした。外部電極の構造は、下地電極層をCuペーストの焼付け層とし、めっき層をNiめっきとSnめっきの2層構造とした。

[0070] (b) 各試料の製造条件

試料番号1ないし試料番号7は、印刷後グリーンシート1の上に印刷後グリーンシート2を積み、この2層のグリーンシートを1組として、それを印刷パターンの引き出されている側が互い違いになるように複数枚積層し、積層体Aを得た。すなわち、第1の内部電極層のNiにPtは固溶しておらず、第2の内部電極層に含まれるNiにPtが固溶している。試料番号1ないし試料番号7では、第2の内部電極層に含まれるNiに固溶されるPtの含有量を変化させた。このため、第2の内部電極層において、Pt/(Ni+Pt)比率が、試料番号1は2.3mol%とし、試料番号2は2.6mol%とし、試料番号3は7.8mol%とし、試料番号4は13.5mol%とし、試料番号5は19.3mol%とし、試料番号6は24.7mol%とし、試料番号7は25.5mol%となるようにNi-Pt合金粉末を用意した。

[0071] また、試料番号8ないし試料番号14は、印刷後グリーンシート2の上に印刷後グリーンシート1を積み、この2層のグリーンシートを1組として、それを印刷パターンの引き出されている側が互い違いになるように複数枚積層し、積層体Bを得た。すなわち、第1の内部電極層に含まれるNiにPtが固溶しており、第2の内部電極層のNiにPtは固溶していない。試料番

号8ないし試料番号14では、第1の内部電極層に含まれるNiに固溶されるPtの含有量を変化させた。このため、第1の内部電極層において、 $Pt / (Ni + Pt)$  比率が、試料番号8は2.3mol%とし、試料番号9は2.6mol%とし、試料番号10は7.8mol%とし、試料番号11は13.5mol%とし、試料番号12は19.3mol%とし、試料番号13は24.7mol%とし、試料番号14は25.5mol%なるようにNi-Pt合金粉末を用意した。

[0072] また、試料番号15ないし試料番号19は、印刷後グリーンシート2のみを用いて印刷パターンの引き出されている側が互い違いになるように複数枚積層し、積層体Cを得た。すなわち、第1の内部電極層および第2の内部電極層に含まれるNiにPtがいずれも固溶している。試料番号15ないし試料番号19では、第1の内部電極層および第2の内部電極層のそれぞれに含まれるNiに固溶されるPtの含有量を変化させた。このため、第1の内部電極層および第2の内部電極層において、 $Pt / (Ni + Pt)$  比率が、試料番号15はいずれも2.3mol%とし、試料番号16はいずれも7.8mol%とし、試料番号17はいずれも13.5mol%とし、試料番号18はいずれも19.3mol%とし、試料番号19はいずれも24.7mol%となるようにNi-Pt合金粉末を用意した。

[0073] また、試料番号20は、印刷後グリーンシート1のみを用いて印刷パターンの引き出されている側が互い違いになるように複数枚積層し、積層体Dを得た。すなわち、第1の内部電極層および第2の内部電極層に含まれるNiにPtは固溶していない。

[0074] これらの積層体のLW面の上面（積層の積み終わり側の面）をL方向に3等分した領域であって、Ni-Pt合金粉末を含む内部電極用導電性ペースト2が引き出されている側に、Niを主成分とするペーストを長さ方向zに約0.1mm、幅方向yに約0.2mmの大きさの図形で印刷し、外部電極の形成後でも、どちらの端面にPtが固溶された内部電極層が引き出されているかが判別できるようにした。

なお、本実験例では、上述した方法により、Ptの固溶された内部電極層が引き出されている側を判別できるようにしたが、判別さえできれば、その手段は問わない。

[0075] また、各試料番号に対する試料数は、40個（総数800個）準備し、試料番号ごとに、うち20個を絶縁破壊電圧の測定に用い、残りの20個を高温負荷試験に用いた。

[0076] （２）評価項目および評価方法

（a）内部電極層中にPtが存在することの確認

上述のようにして作製した表1の各試料（積層セラミックコンデンサ）について、以下に説明する方法により、内部電極層中にPtが存在することを確認した。

[0077] ・研磨

各試料を垂直になるように立てて、各試料の周りを樹脂で固めた。このとき、各試料のWT面が露出するようにした。続いて、研磨機により、WT面を研磨した。積層セラミックコンデンサの長さ方向zの1/2程度の深さで研磨を終了し、WT面を露出させた。そして、研磨による内部電極層のダレをなくすために、研磨終了後、イオンミリングにより、研磨表面を加工した。

[0078] ・内部電極層におけるマッピング分析

図5に示すとおり、WT面の長さ方向zの1/2程度において、試料の内部電極層が積層されている領域を積層方向xに3等分に分割し、それぞれの幅方向yにおける中央部を、上部領域、中間領域、下部領域と3つの領域に分けた。そして、それぞれの領域の中央部付近をマッピング領域とし、その各マッピング領域において、WDX（波長分散型X線分析法）によりNiおよびPtのマッピング分析を行った。その結果、各試料番号の試料について、内部電極層にPtが含有されるとき、 $Pt / (Ni + Pt)$  比率が、所望の含有量であることが確認された。

なお、試料番号1ないし試料番号7では、第1の内部電極層におけるPt

の含有量は、いずれも検出下限以下であった。また、試料番号 8 ないし試料番号 14 では、第 2 の内部電極層における Pt の含有量は、いずれも検出下限以下であった。さらに、試料番号 20 では、第 1 の内部電極層および第 2 の内部電極層における Pt の含有量は、いずれも検出下限以下であった。

[0079] (b) 絶縁破壊電圧の測定

作製した試料を 20 個サンプリングし、LW 面の上面の印を確認して、Pt が Ni に固溶した内部電極層が絶縁破壊電圧測定器のどちらの極に接続しているかを確認して、積層セラミックコンデンサを測定器に設置した。そして、昇圧速度を 100 V/秒として絶縁破壊電圧を測定し、絶縁破壊電圧の平均値として求めた。絶縁破壊電圧が 240 V 未満の試料を不良と判定した。

[0080] (c) 高温負荷試験

また、作製した別の試料を 20 個サンプリングし、LW 面の上面の印を確認して Pt が Ni に固溶した内部電極層が高温負荷試験機のどちらの極に接続しているかを確認して、積層セラミックコンデンサを試験機に設置した。そして、150℃、40 V で高温負荷試験を行い、絶縁抵抗が 10 kΩ 以下になった時間を故障と判定した。この故障時間から平均故障時間 (MTTF : Mean Time To Failure) を算出し、比較を行った。MTTF が 31 時間未満の試料を不良と判定した。

[0081] (3) 評価結果

各試料番号に対する積層セラミックコンデンサの各評価結果を表 1 に示す。なお、表中の\*印を付した試料番号は、本発明の範囲外である。特に、試料番号 15 ないし試料番号 19 は、第 1 の内部電極層および第 2 の内部電極層のいずれも Pt が固溶されている試料を参考例として示している。

[0082]

[表1]

| 試料番号 | 積層体 | 陰極に接続される<br>内部電極層のPtの濃度<br>(mol%) | 陽極に接続される<br>内部電極層のPtの濃度<br>(mol%) | 焼成温度<br>(°C) | 絶縁破壊電圧<br>(V) | MTTF<br>(hr) |
|------|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------|--------------|
| 1    | A   | 2.3                               | 検出下限以下                            | 1210         | 250           | 30.2         |
| 2    | A   | 2.6                               | 検出下限以下                            | 1210         | 282           | 32.4         |
| 3    | A   | 7.8                               | 検出下限以下                            | 1220         | 278           | 31.0         |
| 4    | A   | 13.5                              | 検出下限以下                            | 1230         | 287           | 32.5         |
| 5    | A   | 19.3                              | 検出下限以下                            | 1240         | 280           | 35.1         |
| 6    | A   | 24.7                              | 検出下限以下                            | 1245         | 285           | 34.2         |
| 7    | A   | 25.5                              | 検出下限以下                            | 1260         | 248           | 24.1         |
| * 8  | B   | 検出下限以下                            | 2.3                               | 1210         | 225           | 29.8         |
| * 9  | B   | 検出下限以下                            | 2.6                               | 1210         | 222           | 23.4         |
| * 10 | B   | 検出下限以下                            | 7.8                               | 1220         | 219           | 22.2         |
| * 11 | B   | 検出下限以下                            | 13.5                              | 1220         | 228           | 21.6         |
| * 12 | B   | 検出下限以下                            | 19.3                              | 1240         | 228           | 22.1         |
| * 13 | B   | 検出下限以下                            | 24.7                              | 1245         | 230           | 20.9         |
| * 14 | B   | 検出下限以下                            | 25.5                              | 1265         | 197           | 17.3         |
| * 15 | C   | 2.3                               | 2.3                               | 1210         | 280           | 23.1         |
| * 16 | C   | 7.8                               | 7.8                               | 1220         | 273           | 23.4         |
| * 17 | C   | 13.5                              | 13.5                              | 1230         | 271           | 22.3         |
| * 18 | C   | 19.3                              | 19.3                              | 1240         | 275           | 22.7         |
| * 19 | C   | 24.7                              | 24.7                              | 1245         | 266           | 21.8         |
| * 20 | D   | 検出下限以下                            | 検出下限以下                            | 1200         | 230           | 31.3         |

[0083] 表1に示すように、本発明の範囲外である、試料番号8ないし試料番号14に係る試料は、第1の内部電極層に含まれるNiにPtが固溶しており、第2の内部電極層に含まれるNiにPtが固溶しておらず、Ptが固溶して

いない第2の内部電極層が陰極側に接続されるので、試料番号8ないし試料番号14のいずれの試料も、絶縁破壊電圧が240未満と不良であるとともに、平均故障時間(MTTF)は31時間未満であり、不良であることが確認された。

[0084] また、本発明の範囲外である、試料番号20に係る試料は、第1の内部電極層および第2の内部電極層に含まれるNiにPtは固溶していないので、絶縁破壊電圧が240V未満であり、不良であることが確認された。

[0085] 一方、試料番号1ないし試料番号7に係る試料は、第2の内部電極層に含まれるNiにPtが固溶しており、第1の内部電極層に含まれるNiにPtが固溶しておらず、Ptが固溶している第2の内部電極層が陰極側に接続されているので、試料番号1ないし試料番号7のいずれの試料も、絶縁破壊電圧が240V以上であり、良好な結果が得られることが確認された。

[0086] さらに、試料番号2ないし試料番号6に係る試料は、第2の内部電極層において、 $Pt / (Ni + Pt)$  比率が、2.6mol%以上24.7mol%以下である場合、絶縁破壊電圧がより向上し、平均故障時間(MTTF)も、31時間以上の良好な結果が得られることが確認された。

[0087] 電界集中による絶縁破壊電圧を抑制しうるメカニズムは、以下のように考えられる。すなわち、内部電極層16に含まれるNiの一部をPtで置換すると、金属(電極)の仕事関数が高くなる。その金属を陰極側に配置すると、陰極におけるセラミックと内部電極層の界面のショットキー障壁が高くなり、電界集中が緩和されると考えられる。その結果、積層セラミックコンデンサ10の絶縁破壊電圧が向上したものと考えられる。

[0088] なお、Ptの濃度が、2.6mol%より少ない場合、ショットキー障壁を高める効果が小さいと考えられる。一方、Ptの濃度が24.7mol%より大きい場合、焼成温度が高くなり、対極側の内部電極層(Ptの濃度が検出下限以下)が過焼結となり球形化することで誘電体セラミック素子が圧迫されて肉薄化し、その部分に電界が集中したため、絶縁破壊電圧が低下したと推定される。

[0089] また、参考例として示される試料番号 15 ないし試料番号 19 に係る試料は、第 1 の内部電極層および第 2 の内部電極層に含まれる Ni に Pt がいずれも固溶しているので、試料番号 15 ないし試料番号 19 のいずれの試料も絶縁破壊電圧が、240 V 以上であることが確認された。

[0090] また、以上のように、本発明の実施の形態は、前記記載で開示されているが、本発明は、これに限定されるものではない。

すなわち、本発明の技術的思想及び目的の範囲から逸脱することなく、以上説明した実施の形態に対し、機序、形状、材質、数量、位置又は配置等に関して、様々の変更を加えることができるものであり、それらは、本発明に含まれるものである。

## 符号の説明

- [0091] 10 積層セラミックコンデンサ
- 12 積層体
- 12a 第 1 の主面
- 12b 第 2 の主面
- 12c 第 1 の側面
- 12d 第 2 の側面
- 12e 第 1 の端面
- 12f 第 2 の端面
- 14 誘電体層
- 14a 外層部
- 14b 内層部
- 16 内部電極層
- 16a 第 1 の内部電極層
- 16b 第 2 の内部電極層
- 18a 第 1 の対向電極部
- 18b 第 2 の対向電極部
- 20a 第 1 の引出電極部

- 20 b 第2の引出電極部
- 22 a 側部（Wギャップ）
- 22 b 端部（Lギャップ）
- 24 外部電極
  - 24 a 第1の外部電極
  - 24 b 第2の外部電極
- 26 a 第1の下地電極層
- 26 b 第2の下地電極層
- 28 a 第1のめっき層
- 28 b 第2のめっき層
- x 積層方向
- y 幅方向
- z 長さ方向

## 請求の範囲

### [請求項1]

積層された複数の誘電体層を含み、積層方向に相對する第1の主面および第2の主面と、積層方向に直交する幅方向に相對する第1の側面および第2の側面と、積層方向および幅方向に直交する長さ方向に相對する第1の端面および第2の端面と、を含む積層体と、

前記誘電体層上に配置され、前記第1の端面に露出する複数の第1の内部電極層と、

前記誘電体層上に配置され、前記第2の端面に露出する複数の第2の内部電極層と、

前記第1の内部電極層に接続され、前記第1の端面上に配置される第1の外部電極と、

前記第2の内部電極層に接続され、前記第2の端面上に配置される第2の外部電極と、

を備える積層セラミックコンデンサにおいて、

前記第1の内部電極層および前記第2の内部電極層は、交互に配置され、

前記第1の内部電極層および前記第2の内部電極層は、 $Ni$ を含み、

前記第1の内部電極層および前記第2の内部電極層のうちのいずれか一方に含まれる $Ni$ に $Pt$ が固溶しており、

前記第1の内部電極層および前記第2の内部電極層のうちの他方に含まれる $Ni$ に $Pt$ が固溶しておらず、

$Ni$ に $Pt$ が固溶する前記第1の内部電極層および前記第2の内部電極層のうちのいずれか一方が、前記積層セラミックコンデンサの実装時に陰極側に接続される、積層セラミックコンデンサ。

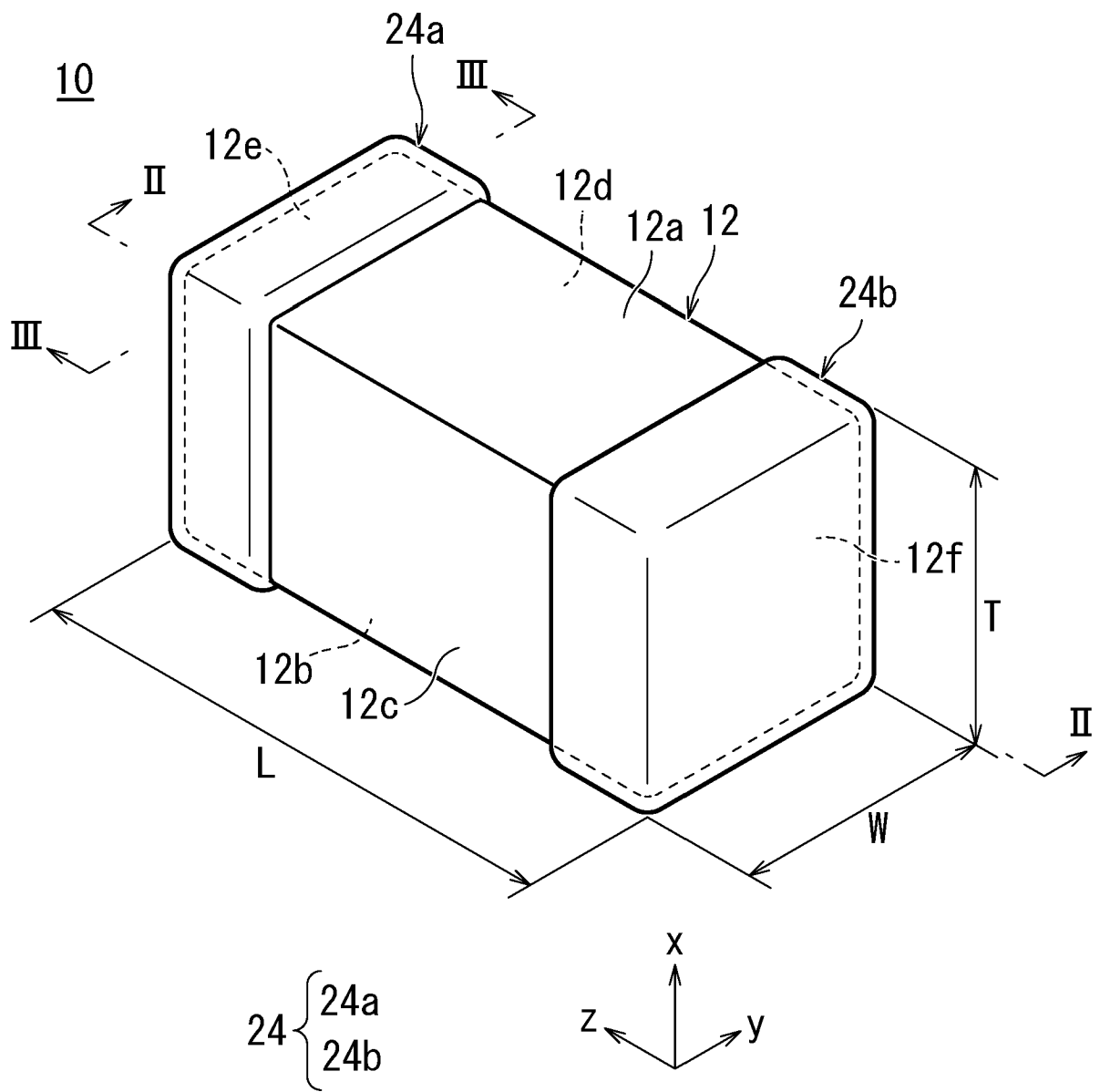
### [請求項2]

$Ni$ に $Pt$ が固溶する前記第1の内部電極層および前記第2の内部電極層のうちのいずれか一方の $Pt/(Ni + Pt)$ 比率が、 $2.6 \text{ mol}\%$ 以上 $24.7 \text{ mol}\%$ 以下であることを特徴とする、請求項

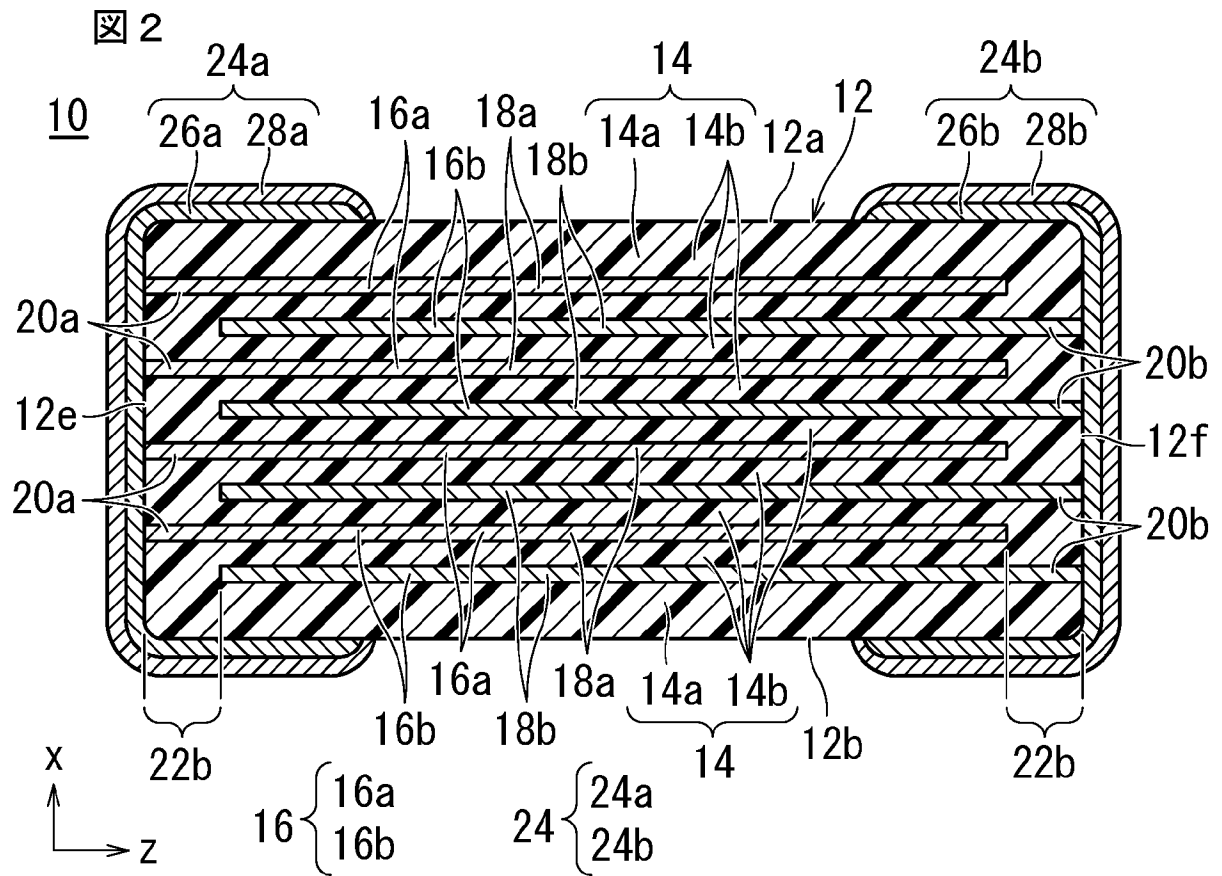
1 に記載の積層セラミックコンデンサ。

[図1]

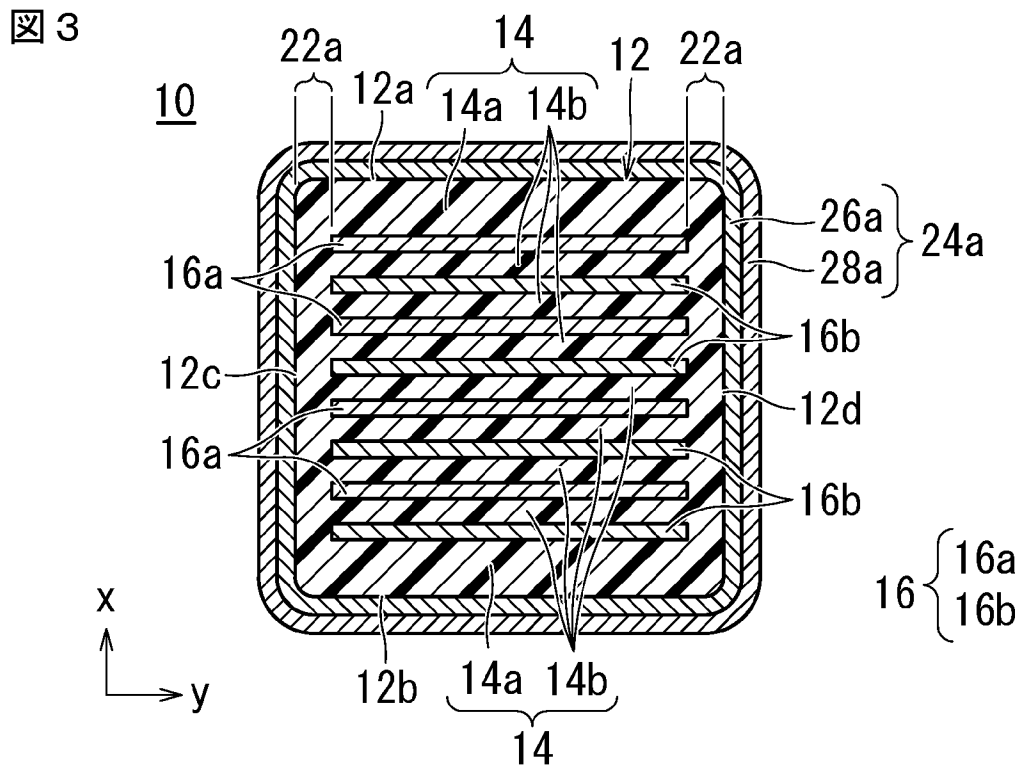
図 1



[図2]

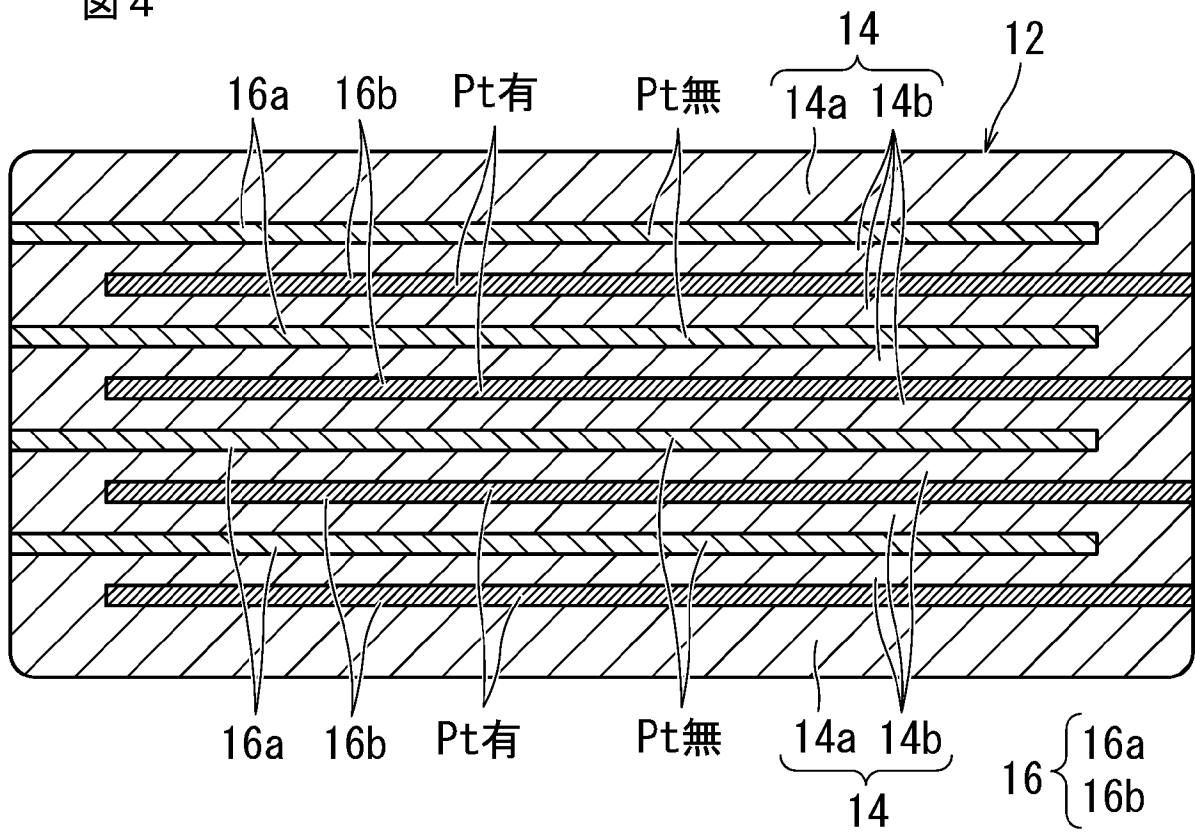


[図3]

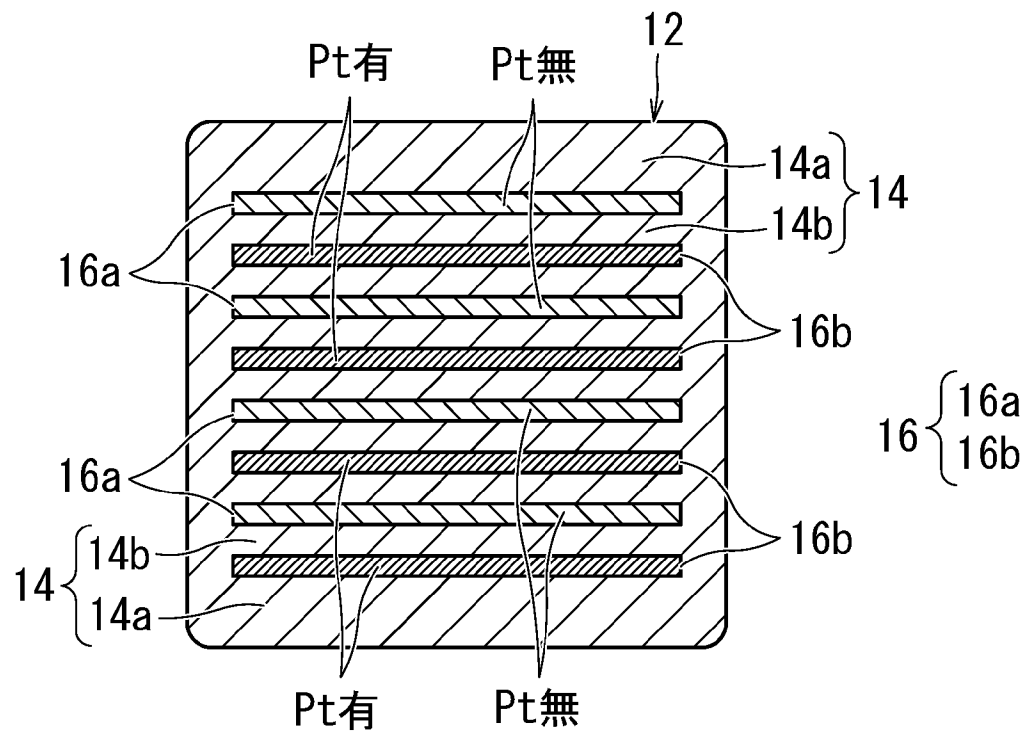


[図4]

図 4



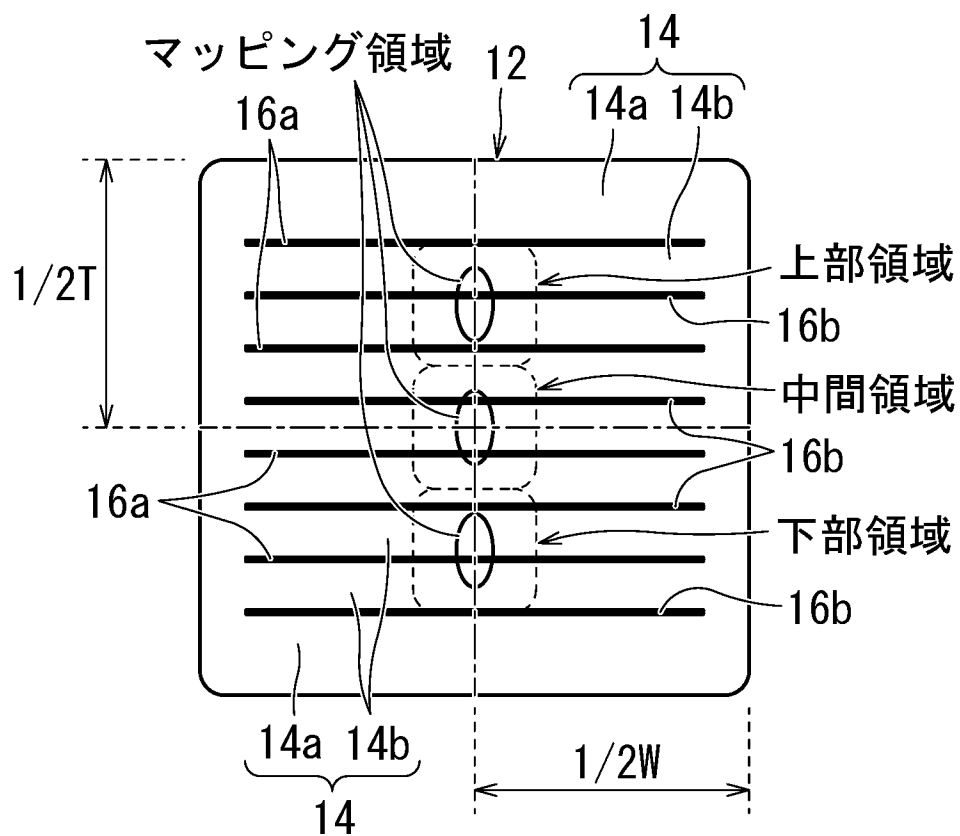
(a)



(b)

[図5]

図 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/015285

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01G 4/228**(2006.01)i; **H01G 4/30**(2006.01)i

FI: H01G4/30 201D; H01G4/30 201C; H01G4/30 514; H01G4/30 516; H01G4/228 G

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01G4/228; H01G4/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

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)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | WO 2004/070748 A1 (TDK CORPORATION) 19 August 2004 (2004-08-19)<br>paragraphs [0054]-[0100], [0134]-[0157], table 4, fig. 1 | 1-2                   |
| A         | JP 2016-143764 A (TAIYO YUDEN KK) 08 August 2016 (2016-08-08)<br>paragraphs [0008]-[0014], [0033]-[0036], fig. 1-3          | 1-2                   |
| A         | JP 2016-143709 A (TAIYO YUDEN KK) 08 August 2016 (2016-08-08)<br>paragraphs [0053]-[0067], fig. 1-6                         | 1-2                   |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2022

Date of mailing of the international search report

28 June 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
Japan

Authorized officer

Telephone No.

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

International application No.

**PCT/JP2022/015285**

| Patent document<br>cited in search report |             |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                                                                                            | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|----|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| WO                                        | 2004/070748 | A1 | 19 August 2004                       | US 2006/0138590 A1<br>paragraphs [0078]-[0132],<br>[0168]-[0215], table 4, fig. 1<br>EP 1594146 A1<br>CN 1768402 A |                                      |
| JP                                        | 2016-143764 | A  | 08 August 2016                       | (Family: none)                                                                                                     |                                      |
| JP                                        | 2016-143709 | A  | 08 August 2016                       | US 2016/0225525 A1<br>paragraphs [0082]-[0096], fig.<br>1-6                                                        |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                        |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|--|------------------------------------------|--|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H01G 4/228(2006.01)i; H01G 4/30(2006.01)i<br>FI: H01G4/30 201D; H01G4/30 201C; H01G4/30 514; H01G4/30 516; H01G4/228 G                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                        |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 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））<br>H01G4/228; H01G4/30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                        |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br><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 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                        |                | 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      |                           |  |                                          |  |
| 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                                                                                           |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 国際調査で使用了電子データベース（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<br>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<br>請求項の番号 |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | WO 2004/070748 A1 (TDK株式会社) 19.08.2004 (2004 - 08 - 19)<br>段落 [0054] - [0100], [0134] - [0157], 表4, 図1 | 1-2            |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | JP 2016-143764 A (太陽誘電株式会社) 08.08.2016 (2016 - 08 - 08)<br>段落 [0008] - [0014], [0033] - [0036], 図1-3   | 1-2            |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | JP 2016-143709 A (太陽誘電株式会社) 08.08.2016 (2016 - 08 - 08)<br>段落 [0053] - [0067], 図1-6                    | 1-2            |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <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。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                        |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table> |                                                                                                        |                | * 引用文献のカテゴリー | “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 | “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの | “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 | “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 | “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 | “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） | “&” 同一パテントファミリー文献 | “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 |  |
| * 引用文献のカテゴリー                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | “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                                        |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | “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                                                        |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | “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                                    |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “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）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | “&” 同一パテントファミリー文献                                                                                      |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                        |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 国際調査を完了した日<br><br>17.06.2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 国際調査報告の発送日<br><br>28.06.2022                                                                           |                |              |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>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）<br><br>上谷 奈那 5D 6298<br><br>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/JP2022/015285

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献                                                                                           | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| WO   | 2004/070748 | A1 | 19.08.2004 | US 2006/0138590 A1<br>段落 [0078] - [0132],<br>[0168] - [0215], 表4, 図1<br>EP 1594146 A1<br>CN 1768402 A |     |
| JP   | 2016-143764 | A  | 08.08.2016 | (ファミリーなし)                                                                                             |     |
| JP   | 2016-143709 | A  | 08.08.2016 | US 2016/0225525 A1<br>段落 [0082] - [0096], 図<br>1-6                                                    |     |