

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年10月5日(05.10.2023)



(10) 国際公開番号

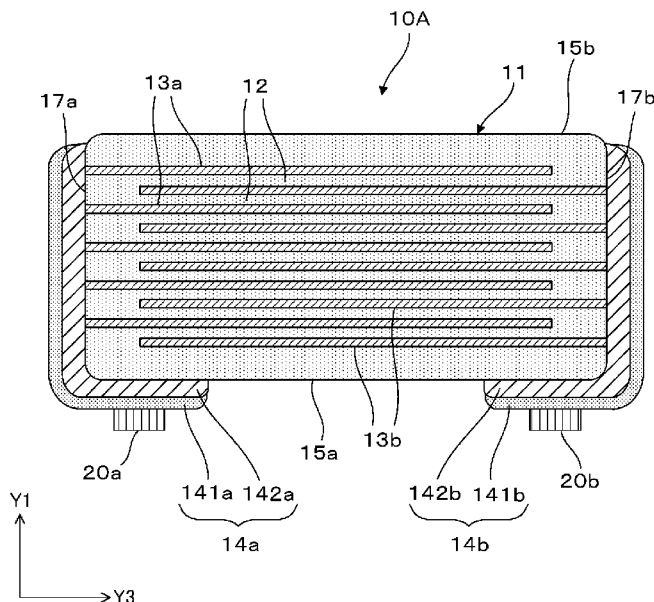
WO 2023/189718 A1

- (51) 国際特許分類:
H01G 4/30 (2006.01) H01G 4/228 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/010559
- (22) 国際出願日: 2023年3月17日(17.03.2023)
- (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 2022-055678 2022年3月30日(30.03.2022) 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: 大和龍太郎 (YAMATO, Ryutaro); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 山田忠輝 (YAMADA, Tadateru); 〒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). 鈴木祥一郎 (SUZUKI, Shoichiro); 〒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: 弁理士法人深見特許事務所 (FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(54) Title: MULTILAYER CERAMIC CAPACITOR

(54) 発明の名称: 積層セラミックコンデンサ

【図9】



(57) Abstract: A multilayer ceramic capacitor 10 comprises: a capacitor body 11 that includes a plurality of laminated dielectric layers 12, a plurality of first inner electrodes 13a, and a plurality of second inner electrodes 13b, and that has a first main surface 15a and a second main surface 15b that are opposite to each other in a first direction, a first side-surface and a second side-surface that are opposite to each other in a second direction orthogonal to the first direction, and a first end surface 17a and a second end surface 17b that are opposite to each other in a third direction orthogonal to the first



WO 2023/189718 A1

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(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))

direction and the second direction; a first external electrode 14a that is provided at least to the first main surface 15a, among the surfaces of the capacitor body 11, and that is electrically connected to the first inner electrodes 13a; a second external electrode 14b that is provided at least to the first main surface 15a, among the surfaces of the capacitor body 11, and that is electrically connected to the second inner electrodes 13b; a first bump 20a that is provided to a surface of the first main surface 15a side of the capacitor body 11, among the surfaces of the first external electrode 14a, and that is formed from one of Au, Cu, and Al; and a second bump 20b that is provided to a surface of the first main surface 15a side of the capacitor body 11, among the surfaces of the second external electrode 14b, and that is formed from the same material as the first bump 20a. The external electrodes 14a, 14b are not provided to the second main surface 15b of the capacitor body 11. The external electrode 14a is provided at a position in contact with at least the first bump 20a and includes a first metal layer 141a formed from the same material as the the first bump 20a. The second external electrode 14b is provided at a position in contact with at least the second bump 20b and includes a second metal layer 141b formed from the same material as the second bump 20b. The thickness of the first bump 20a and the thickness of the second bump 20b in the first direction is 4.5 μm or more.

(57) 要約 : 積層セラミックコンデンサ10は、積層された複数の誘電体層12、複数の第1の内部電極13aおよび複数の第2の内部電極13bを含み、第1の方向に相対する第1の主面15aおよび第2の主面15bと、第1の方向と直交する第2の方向に相対する第1の側面および第2の側面と、第1の方向および第2の方向に直交する第3の方向に相対する第1の端面17aおよび第2の端面17bとを有するコンデンサ本体11と、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられ、第1の内部電極13aと電気的に接続されている第1の外部電極14aと、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられ、第2の内部電極13bと電気的に接続されている第2の外部電極14bと、第1の外部電極14aの表面のうち、コンデンサ本体11の第1の主面15a側の表面に設けられ、Au、CuおよびAlのうちの1つからなる第1のバンプ20aと、第2の外部電極14bの表面のうち、コンデンサ本体11の第1の主面15a側の表面に設けられ、第1のバンプ20aと同じ材料からなる第2のバンプ20bとを備える。外部電極14a、14bは、コンデンサ本体11の第2の主面15bには設けられていない。第1の外部電極14aは、少なくとも第1のバンプ20aと接する位置に設けられ、第1のバンプ20aと同じ材料からなる第1の金属層141aを含み、第2の外部電極14bは、少なくとも第2のバンプ20bと接する位置に設けられ、第2のバンプ20bと同じ材料からなる第2の金属層141bを含む。第1の方向における第1のバンプ20aの厚みおよび第2のバンプ20bの厚みは、4.5μm以上である。

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] 超音波接合によって、半導体デバイスを基板に実装する方法が知られている。超音波接合は、金属同士が融点以下で固相接合するため、熱による影響が少なく、はんだを用いて接続する場合と比べて、接合部分の電気抵抗を小さくすることができるなどのメリットがある。

[0003] 超音波接合を利用した実装方法の一つとして、特許文献1には、半導体デバイスの電極と配線部品との間のバンプに超音波を印加して、半導体デバイスと配線部品とを電氣的に接続する方法が開示されている。具体的には、保持部によって、電極にバンプが設けられた半導体デバイスを保持し、保持した半導体デバイスをステージ上の配線部品に近づけて、バンプを配線部品に接触させる。続いて、配線部品に対して半導体デバイスを押圧しながら、保持部を超音波振動させることによって、バンプに超音波振動を伝達させて、半導体デバイスの電極と配線部品とを接合する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-9599号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ここで、半導体デバイスではなく、積層セラミックコンデンサに対して、上述した超音波接合を行うことが考えられる。積層セラミックコンデンサとして、積層された複数の誘電体層と複数の内部電極とを含み、一对の主面、一对の側面、および、一对の端面を有するコンデンサ本体の表面に外部電極が設けられた構造のものが知られている。特に、コンデンサ本体の両端面の

全体と、両端面のそれぞれから一对の主面および一对の側面に回り込むように外部電極が設けられた構造の積層セラミックコンデンサが一般的に知られている。

[0006] そのような構造の積層セラミックコンデンサを対象として、特許文献1に開示されている方法で超音波接合を行ってみると、積層セラミックコンデンサにクラックが発生する場合があることが分かった。

[0007] 本発明は、上記課題を解決するものであり、超音波接合を行う場合でもクラックの発生が少ない積層セラミックコンデンサを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の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、複数の第1の内部電極および複数の第2の内部電極を含み、第1の方向に相対する第1の主面および第2の主面と、前記第1の方向と直交する第2の方向に相対する第1の側面および第2の側面と、前記第1の方向および前記第2の方向に直交する第3の方向に相対する第1の端面および第2の端面とを有するコンデンサ本体と、

前記コンデンサ本体の表面のうち、少なくとも前記第1の主面に設けられ、前記第1の内部電極と電氣的に接続されている第1の外部電極と、

前記コンデンサ本体の表面のうち、少なくとも前記第1の主面に設けられ、前記第2の内部電極と電氣的に接続されている第2の外部電極と、

前記第1の外部電極の表面のうち、前記コンデンサ本体の前記第1の主面側の表面に設けられ、Au、CuおよびAlのうちの1つからなる第1のバンプと、

前記第2の外部電極の表面のうち、前記コンデンサ本体の前記第1の主面側の表面に設けられ、前記第1のバンプと同じ材料からなる第2のバンプと、

を備え、

前記第1の外部電極および前記第2の外部電極は、前記コンデンサ本体の

前記第2の主面には設けられておらず、

前記第1の外部電極は、少なくとも前記第1のバンプと接する位置に設けられ、前記第1のバンプと同じ材料からなる第1の金属層を含み、

前記第2の外部電極は、少なくとも前記第2のバンプと接する位置に設けられ、前記第2のバンプと同じ材料からなる第2の金属層を含み、

前記第1の方向における前記第1のバンプの厚みおよび前記第2のバンプの厚みは、4.5 μm 以上であることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明の積層セラミックコンデンサでは、コンデンサ本体の表面のうち、少なくとも第1の主面に第1の外部電極および第2の外部電極が設けられており、第2の主面には、第1の外部電極および第2の外部電極が設けられていない。また、第1の外部電極の表面のうち、コンデンサ本体の第1の主面側の表面には、第1のバンプが設けられ、第2の外部電極の表面のうち、コンデンサ本体の第1の主面側の表面には、第2のバンプが設けられている。そのような積層セラミックコンデンサを超音波接合するために、保持具によって、保持面がコンデンサ本体の第2の主面と接するようにコンデンサ本体を保持したときに、保持面と第2の主面とが平面同士で接することになり、接触面積が大きくなる。したがって、積層セラミックコンデンサを保持した保持具に超音波振動を印加すると、積層セラミックコンデンサは、コンデンサ本体の主面と平行な方向に振動するので、コンデンサ本体の側面や端面などへの応力集中が緩和され、クラックの発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第1の実施形態における積層セラミックコンデンサを模式的に示す斜視図である。

[図2]図1に示す積層セラミックコンデンサを| | - | | 線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[図3]図1に示す積層セラミックコンデンサを| | | - | | | 線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[図4]図1に示す積層セラミックコンデンサを|V-V線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[図5]コンデンサ本体の第2の主面の面積に対する、平坦領域の面積の割合を説明するための平面図である。

[図6]積層セラミックコンデンサに対して超音波接合を行う方法を説明するための図であって、(a)は、保持具によって、積層セラミックコンデンサを保持した状態を示し、(b)は、積層セラミックコンデンサの第1の外部電極の表面に設けられた第1のバンプ、および、第2の外部電極の表面に設けられた第2のバンプを、基板に設けられたランド電極と接触させた状態を示す。

[図7](a)は、第1の実施形態における積層セラミックコンデンサの変位方向および応力分布を示すシミュレーション結果を示す図であり、(b)は、第1の実施形態における積層セラミックコンデンサの応力分布のシミュレーション結果を示す斜視図である。(c)は、比較例の積層セラミックコンデンサの変位方向および応力分布を示すシミュレーション結果を示す図であり、(d)は、比較例の積層セラミックコンデンサの応力分布のシミュレーション結果を示す斜視図である。

[図8]本発明の第2の実施形態における積層セラミックコンデンサを模式的に示す斜視図である。

[図9]図8に示す積層セラミックコンデンサを|X-X線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[図10]図8に示す積層セラミックコンデンサをX-X線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[図11]本発明の第3の実施形態における積層セラミックコンデンサを模式的に示す斜視図である。

[図12]図11に示す積層セラミックコンデンサをX||-X||線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[図13]図11に示す積層セラミックコンデンサをX|||-X|||線に沿

って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[図14]本発明の第4の実施形態における積層セラミックコンデンサを模式的に示す斜視図である。

[図15]図14に示す積層セラミックコンデンサをX V - X V 線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[図16]図14に示す積層セラミックコンデンサをX V | - X V | 線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に本発明の実施形態を示して、本発明の特徴を具体的に説明する。

[0012] <第1の実施形態>

図1は、本発明の第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10を模式的に示す斜視図である。図2は、図1に示す積層セラミックコンデンサ10を| | - | | 線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。図3は、図1に示す積層セラミックコンデンサ10を| | | - | | | 線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。図4は、図1に示す積層セラミックコンデンサ10を| V - | V 線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。図3は、後述する第1の内部電極13aが設けられている位置の断面図であり、図4は、後述する第2の内部電極13bが設けられている位置の断面図である。

[0013] 積層セラミックコンデンサ10は、コンデンサ本体11と、コンデンサ本体11の表面に設けられた第1の外部電極14aと、コンデンサ本体11の表面に設けられた第2の外部電極14bと、第1の外部電極14aの表面に設けられた第1のバンプ20aと、第2の外部電極14bの表面に設けられた第2のバンプ20bとを備える。

[0014] コンデンサ本体11は、積層された複数の誘電体層12、複数の第1の内部電極13aおよび複数の第2の内部電極13bを含む。ここでは、誘電体層12、第1の内部電極13aおよび第2の内部電極13bが積層されている方向を積層方向と呼ぶ。コンデンサ本体11は、第1の内部電極13aと

第2の内部電極13bとが積層方向において、誘電体層12を介して交互に複数積層された構造を有する。

[0015] コンデンサ本体11は、全体として直方体状の形状を有する。本実施形態におけるコンデンサ本体11は、角部および稜線部が丸みを帯びている。角部は、コンデンサ本体11の3面が交わる部分であり、稜線部は、コンデンサ本体11の2面が交わる部分である。すなわち、コンデンサ本体11は、角部および稜線部が丸みを帯びていることにより、完全な直方体ではないが、6つの外表面を有し、全体として直方体ととらえることができる形状を有する。

[0016] コンデンサ本体11は、第1の方向Y1に相対する第1の主面15aおよび第2の主面15bと、第1の方向Y1と直交する第2の方向Y2に相対する第1の側面16aおよび第2の側面16bと、第1の方向Y1および第2の方向Y2に直交する第3の方向Y3に相対する第1の端面17aおよび第2の端面17bとを有する。第1の主面15aは、コンデンサ本体11の表面のうち、後述する第1のバンプ20aおよび第2のバンプ20bが設けられる側の表面である。第1の方向Y1、第2の方向Y2、および、第3の方向Y3のうちの任意の2つの方向は、互いに直交する方向である。

[0017] 本実施形態では、図2に示すように、積層方向は、第2の方向Y2である。すなわち、第1の側面16aと第2の側面16bとが相対する方向に、複数の誘電体層12、複数の第1の内部電極13aおよび複数の第2の内部電極13bが積層されている。

[0018] 本実施形態における積層セラミックコンデンサ10は、超音波接合による実装に適した構造を有する。このため、コンデンサ本体11のヤング率は、 67 GPa 以上であることが好ましい。コンデンサ本体11のヤング率が 67 GPa 以上であることにより、積層セラミックコンデンサ10に印加される超音波振動が、後述する第1のバンプ20aおよび第2のバンプ20bにより伝わりやすくなる。

[0019] 誘電体層12は、例えば、 BaTiO_3 、 CaTiO_3 、 SrTiO_3 、 SrZ

rO_3 、または、 $CaZrO_3$ などを主成分とするセラミック材料からなる。これらの主成分に、Mn化合物、Fe化合物、Cr化合物、Co化合物、Ni化合物などの主成分よりも含有量の少ない副成分が添加されていてもよい。

[0020] 第1の内部電極13aおよび第2の内部電極13bは、例えば、Ni、Ag、Pd、Au、Cu、Ti、または、Crなどの金属、または、上述した金属を主成分とする合金などを含有している。第1の内部電極13aおよび第2の内部電極13bは、共材として、誘電体層12に含まれる誘電体セラミックと同じセラミック材料を含んでいてもよい。第1の内部電極13aにおける共材の含有割合は、例えば、第1の内部電極13a全体の20体積%以下である。第2の内部電極13bにおける共材の含有割合も同様である。

[0021] 図3に示すように、第1の内部電極13aは、第3の方向Y3における第1の端面17a側において、コンデンサ本体11の第1の主面15aに引き出され、後述する第1の外部電極14aと電氣的に接続されている。

[0022] 図4に示すように、第2の内部電極13bは、第3の方向Y3における第2の端面17b側において、コンデンサ本体11の第1の主面15aに引き出され、後述する第2の外部電極14bと電氣的に接続されている。

[0023] なお、コンデンサ本体11には、第1の内部電極13aおよび第2の内部電極13bの他に、第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bと電氣的に接続されていない内部電極が含まれていてもよい。また、複数設けられている第1の内部電極13aの全ての材質が同じである必要はなく、一部が異なってもよい。さらに、1つの第1の内部電極13aにおいて、部分的に材質が異なってもよい。第2の内部電極13bについても同様である。

[0024] 第1の内部電極13aと第2の内部電極13bとが誘電体層12を介して対向することにより静電容量が形成され、これにより、コンデンサとして機能する。

[0025] 第1の外部電極14aは、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられ、第1の内部電極13aと電氣的に接続されて

いる。本実施形態では、第1の外部電極14aは、図1～図4に示すように、コンデンサ本体11の表面のうち、第1の主面15aにのみ設けられている。第1の外部電極14aは、コンデンサ本体11の第1の主面15aに引き出されている複数の第1の内部電極13aを覆う態様で設けられており、第2の外部電極14bとは離間している。

[0026] 第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられ、第2の内部電極13bと電氣的に接続されている。本実施形態では、第2の外部電極14bは、図1～図4に示すように、コンデンサ本体11の表面のうち、第1の主面15aにのみ設けられている。第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の第1の主面15aに引き出されている複数の第2の内部電極13bを覆う態様で設けられており、第1の外部電極14aとは離間している。

[0027] 第1の外部電極14aは、少なくとも、後述する第1のバンプ20aと接する位置に設けられ、第1のバンプ20aと同じ材料からなる第1の金属層141aを含む。本実施形態では、第1の外部電極14aは、第1の下地電極層142aと、第1の下地電極層142aの上に配置された第1の金属層141aとを含む。

[0028] 第1の下地電極層142aは、例えば、以下で説明するような焼付け電極層、樹脂電極層、および、薄膜電極層などの層のうち、少なくとも1つの層を含む。

[0029] 焼付け電極層は、ガラスと金属とを含む層であり、1層であってもよいし、複数層であってもよい。焼付け電極層は、例えば、Cu、Ni、Ag、Pd、Ti、Cr、および、Auなどの金属、またはそれらの金属を含む合金などを含む。

[0030] 焼付け電極層は、ガラスおよび金属を含む導電性ペーストをコンデンサ本体11に塗布して焼き付けることによって形成される。焼き付けは、未焼成のコンデンサ本体の焼成と同時に行ってもよいし、焼成によってコンデンサ本体11を作製した後に行ってもよい。

- [0031] 樹脂電極層は、例えば、導電性粒子と熱硬化性樹脂とを含む層として形成することができる。樹脂電極層を形成する場合には、焼付け電極層を形成せずに、コンデンサ本体 11 の上に直接形成するようにしてもよい。樹脂電極層は、1層であってもよいし、複数層であってもよい。
- [0032] 薄膜電極層は、例えば、金属粒子が堆積した $1\ \mu\text{m}$ 以下の層であり、スパッタ法または蒸着法などの既知の薄膜形成法により形成することができる。
- [0033] 第1の金属層 141a は、例えば、めっきにより形成される。第1の金属層 141a の厚みは、 $0.3\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。第1の金属層 141a の厚みを $0.3\ \mu\text{m}$ 以上とすることにより、超音波接合をより確実に行うことができる。
- [0034] ただし、第1の外部電極 14a の構成が上述した構成に限定されることはない。例えば、第1の外部電極 14a が第1の金属層 141a だけで構成されていてもよい。また、第1の金属層 141a がめっき層である場合に、第1の下地電極層 142a と第1の金属層 141a の間に、別の金属からなるめっき層、例えば、Niめっき層が設けられていてもよい。
- [0035] 第2の外部電極 14b は、少なくとも、後述する第2のバンプ 20b と接する位置に設けられ、第2のバンプ 20b と同じ材料からなる第2の金属層 141b を含む。本実施形態では、第2の外部電極 14b は、第2の下地電極層 142b と、第2の下地電極層 142b の上に配置された第2の金属層 141b とを含む。
- [0036] 第2の下地電極層 142b は、例えば、上述したような焼付け電極層、樹脂電極層、および、薄膜電極層などの層のうち、少なくとも1つの層を含む。
- [0037] 第2の金属層 141b は、例えば、めっきにより形成される。第2の金属層 141b の厚みは、 $0.3\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。第2の金属層 141b の厚みを $0.3\ \mu\text{m}$ 以上とすることにより、超音波接合をより確実に行うことができる。
- [0038] ただし、第2の外部電極 14b の構成が上述した構成に限定されることは

ない。例えば、第2の外部電極14bが第2の金属層141bだけで構成されていてもよい。また、第2の金属層141bがめっき層である場合に、第2の下地電極層142bと第2の金属層141bとの間に、別の金属からなるめっき層、例えば、Niめっき層が設けられていてもよい。

[0039] 第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の第2の主面15bには設けられていない。本実施形態では、第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の第2の主面15bだけでなく、第1の側面16a、第2の側面16b、第1の端面17aおよび第2の端面17bにも設けられていない。

[0040] コンデンサ本体11の第1の主面15a、第2の主面15b、第1の側面16a、第2の側面16b、第1の端面17aおよび第2の端面17bは、略平坦である。上述したように、角部および稜線部が丸みを帯びているので、コンデンサ本体11の各表面は、完全な平坦ではない。ただし、コンデンサ本体11の第2の主面15bの面積に対する、第2の主面15bの平坦領域の面積の割合は、0.8以上であることが好ましい。このことを、図5を参照しながら説明する。

[0041] 図5に示すように、コンデンサ本体11の第2の主面15bのうち、第3の方向Y3の寸法を L_a 、第2の方向Y2の寸法を W_a とし、丸みを帯びている部分を除いた平坦領域30の第3の方向Y3の寸法を L_b 、第2の方向Y2の寸法を W_b とする。また、角部における曲率半径を R_a とする。第3の方向Y3の寸法 L_a と L_b は、次式(1)の関係を満たし、第2の方向Y2の寸法 W_a と W_b は、次式(2)の関係を満たす。

$$L_b = L_a - 2R_a \quad (1)$$

$$W_b = W_a - 2R_a \quad (2)$$

[0042] すなわち、コンデンサ本体11の第2の主面15bの平坦領域30は、第2の主面15bのうち、第3の方向Y3の両側に位置する丸みを帯びている領域、および、第2の方向Y2の両側に位置する丸みを帯びている領域を除いた領域である。ここでは、コンデンサ本体11の第2の主面15bの面積

S_aを、次式(3)に示すように、L_a×W_aと定義する。また、第2の主面15bの平坦領域30の面積S_bを、次式(4)に示すように、L_b×W_bと定義する。

$$S_a = L_a \times W_a \quad (3)$$

$$S_b = L_b \times W_b \quad (4)$$

[0043] したがって、コンデンサ本体11の第2の主面15bの面積S_aに対する、第2の主面15bの平坦領域30の面積S_bの割合K₁は、次式(5)で表される。

$$K_1 = (L_a - 2R_a) \times (W_a - 2R_a) / (L_a \times W_a) \quad (5)$$

[0044] すなわち、式(5)で示される、コンデンサ本体11の第2の主面15bの面積S_aに対する、第2の主面15bの平坦領域30の面積S_bの割合K₁が0.8以上であることが好ましい。第2の主面15bの面積S_aに対する、第2の主面15bの平坦領域30の面積S_bの割合K₁が0.8以上であることにより、後述するように、超音波接合を行う際、コンデンサ本体11の第2の主面15bと保持具の保持面とが接する十分広い面積を確保することができ、クラックの発生をより効果的に抑制することができる。

[0045] 図3および図4に示すように、第1の外部電極14aの表面のうち、コンデンサ本体11の第1の主面15a側の表面には、第1のバンプ20aが設けられている。また、第2の外部電極14bの表面のうち、コンデンサ本体11の第1の主面15a側の表面には、第2のバンプ20bが設けられている。

[0046] 第1のバンプ20aは、固相接合に適したAu、CuおよびAlのうちの1つからなる。第2のバンプ20bは、第1のバンプ20aと同じ材料からなる。また、上述したように、第1の外部電極14aの第1の金属層141aは、第1のバンプ20aと同じ材料からなり、第2の外部電極14bの第2の金属層141bは、第2のバンプ20bと同じ材料からなる。すなわち、第1のバンプ20a、第2のバンプ20b、第1の金属層141a、およ

び、第2の金属層141bは、全て同じ材料からなる。

[0047] 第1の方向Y1における第1のバンプ20aおよび第2のバンプ20bの厚みは、4.5 μm 以上である。第1のバンプ20aおよび第2のバンプ20bの厚みが異なる複数の積層セラミックコンデンサを作製して、超音波接合を行ったところ、少なくとも厚みが4.5 μm 以上であれば、接合が可能であることを発明者が確認済みである。

[0048] 第1のバンプ20aおよび第2のバンプ20bは、スクリーン印刷法やディスペンス法など、任意の方法で形成することが可能である。

[0049] (製造方法)

上述した積層セラミックコンデンサ10の製造方法の一例を以下で説明する。

[0050] 初めに、セラミックグリーンシートおよび内部電極用導電性ペーストをそれぞれ用意する。セラミックグリーンシート、および、内部電極用導電性ペーストはそれぞれ、有機バインダおよび有機溶剤を含む公知のものを用いることができる。

[0051] 続いて、セラミックグリーンシートに内部電極用導電性ペーストを印刷することによって、内部電極パターンを形成する。内部電極用導電性ペーストの印刷は、例えば、スクリーン印刷やグラビア印刷などの印刷方法を用いることができる。

[0052] 続いて、内部電極パターンが形成されていないセラミックグリーンシートを所定枚数積層し、その上に、内部電極パターンが形成されたセラミックグリーンシートを順次積層し、その上に、内部電極パターンが形成されていないセラミックグリーンシートを所定枚数積層して、マザー積層体を作製する。

[0053] 続いて、マザー積層体を、剛体プレス、静水圧プレスなどの方法により、積層方向にプレスした後、押切り、ダイシング、レーザなどの切断方法により、所定のサイズにカットする。この後、バレル研磨などにより、角部および稜線部に丸みをつけた後、所定のプロファイルで焼成することによって、

コンデンサ本体 11 を得る。

[0054] 続いて、コンデンサ本体 11 の表面のうち、少なくとも第 1 の主面 15 a に外部電極用導電性ペーストを塗工して焼き付けることによって、第 1 の下地電極層 142 a および第 2 の下地電極層 142 b を形成する。外部電極用導電性ペーストは、公知のものを用いることができる。

[0055] 続いて、第 1 の下地電極層 142 a および第 2 の下地電極層 142 b の上にめっき処理を施すことによって、第 1 の金属層 141 a および第 2 の金属層 141 b を形成する。

[0056] 最後に、第 1 の金属層 141 a と接する位置に第 1 のバンプ 20 a を形成し、第 2 の金属層 141 b と接する位置に第 2 のバンプ 20 b を形成する。上述したように、第 1 のバンプ 20 a および第 2 のバンプ 20 b は、スクリーン印刷法やディスペンス法などの方法で形成することが可能である。

[0057] 上述した工程により、積層セラミックコンデンサ 10 を製造することができる。ただし、積層セラミックコンデンサ 10 の製造方法が上述した製造方法に限定されることはなく、別の製造方法によって積層セラミックコンデンサ 10 を製造することが可能である。

[0058] (実装方法)

本実施形態における積層セラミックコンデンサ 10 を、超音波接合によって実装する方法を以下で説明する。

[0059] まず、図 6 (a) に示すように、保持面 40 a が平面である保持具 40 によって、積層セラミックコンデンサ 10 を保持する。具体的には、保持具 40 は、保持面 40 a がコンデンサ本体 11 の第 2 の主面 15 b と接した状態で積層セラミックコンデンサ 10 を保持する。上述したように、コンデンサ本体 11 の第 2 の主面 15 b には、第 1 の外部電極 14 a および第 2 の外部電極 14 b が設けられていない。

[0060] 保持具 40 は、保持面 40 a がコンデンサ本体 11 の第 2 の主面 15 b と接した状態で積層セラミックコンデンサ 10 を保持できるものであればどのようなものでもよい。一例として、保持具 40 は、吸引によって積層セラミ

ックコンデンサ10を保持面40aに吸着保持するコレットである。

[0061] 続いて、図6(b)に示すように、保持具40によって保持した積層セラミックコンデンサ10を、基板41に設けられたランド電極42a, 42bと当接させる。具体的には、第1のバンプ20aを第1のランド電極42aと当接させ、第2のバンプ20bを第2のランド電極42bと当接させる。

[0062] 続いて、保持具40によって、積層セラミックコンデンサ10をランド電極42a, 42bに向かって押圧しながら、保持具40に超音波振動を印加する。超音波振動の印加時に、積層セラミックコンデンサ10を加熱するようにしてもよい。印加する超音波振動は、コンデンサ本体11の主面15a, 15bと平行な方向の振動である。基板41が水平面上に配置されている場合、コンデンサ本体11の主面15a, 15bと平行な方向は、水平方向である。これにより、第1のバンプ20aが潰れ、第1のバンプ20aを介して、第1の外部電極14aの第1の金属層141aと第1のランド電極42aが接合される。また、第2のバンプ20bが潰れ、第2のバンプ20bを介して、第2の外部電極14bの第2の金属層141bと第2のランド電極42bが接合される。

[0063] 上述したように、本実施形態における積層セラミックコンデンサ10では、保持具40の保持面40aと接するコンデンサ本体11の第2の主面15bには、第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bが設けられていない。したがって、保持具40の保持面40aと、コンデンサ本体11の第2の主面15bとは、平面同士が接することになる。このため、保持具40の保持面40aがコンデンサ本体11の第2の主面15bと接した状態で保持具40に超音波振動を印加することにより、積層セラミックコンデンサ10は、コンデンサ本体11の主面15a, 15bと平行な方向に振動する。これにより、超音波振動を印加したときに、コンデンサ本体11の第1の側面16a、第2の側面16b、第1の端面17aおよび第2の端面17bなどへの応力集中が緩和されるので、クラックの発生を抑制することができる。

- [0064] また、保持具40の保持面40aと接するコンデンサ本体11の第2の主面15bには、第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bが設けられていないので、外部電極が設けられている構成と比べて、保持面40aとコンデンサ本体11との接触面積が大きい。これにより、超音波振動を印加したときに、保持面40aと接触するコンデンサ本体11の第2の主面15bに加わる衝撃荷重が緩和されるので、クラックの発生を抑制することができる。
- [0065] 特に、コンデンサ本体11の第2の主面15bの面積 S_a に対する、第2の主面15bの平坦領域30の面積 S_b の割合 K_1 が0.8以上である構成とすることにより、保持具40の保持面40aとコンデンサ本体11との接触面積をより大きくすることができ、クラックの発生をより抑制することができる。
- [0066] このように、本実施形態における積層セラミックコンデンサ10は、超音波接合による実装に適しているので、例えば、はんだを用いた接合時にフラックス残渣の影響が懸念されるような実装箇所に、超音波接合によって実装することが可能となる。
- [0067] ここで、コンデンサ本体11の第1の主面15aにのみ第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bを設けた本実施形態の積層セラミックコンデンサと、外部電極がコンデンサ本体の全ての表面に設けられた比較例の積層セラミックコンデンサとに対して、超音波振動を印加して超音波接合を行ったときの振動の様子、および、応力分布をシミュレーションにより調べた。比較例の積層セラミックコンデンサでは、コンデンサ本体の一对の端面の全体と、一对の端面のそれぞれから、一对の主面および一对の側面に回り込む態様で外部電極が設けられている。
- [0068] 図7(a)は、超音波振動を印加したときに、本実施形態の積層セラミックコンデンサ10の変位方向および応力分布を示すシミュレーション結果を示す斜視図であり、図7(b)は、本実施形態の積層セラミックコンデンサ10の応力分布のシミュレーション結果を示す図である。図7(c)は、超

音波振動を印加したときに、比較例の積層セラミックコンデンサ50の変位方向を示すシミュレーション結果を示す図であり、図7(d)は、比較例の積層セラミックコンデンサ50の応力分布のシミュレーション結果を示す斜視図である。なお、図7(a)および図7(c)は、コンデンサ本体の端面側から見たときの図である。

[0069] 図7(b)および図7(d)は、積層セラミックコンデンサを第3の方向Y3の中心の位置で切断した半分のみを示している。図7(a)～(d)では、応力分布を濃淡で示しているが、黒色のように、色が濃い部分は、応力が集中している領域である。

[0070] 超音波振動を印加したときに、本実施形態の積層セラミックコンデンサ10は、図7(a)に示すように、水平方向に変位する。これに対して、比較例の積層セラミックコンデンサ50は、図7(c)に示すように、斜め下に変位する。すなわち、比較例の積層セラミックコンデンサ50は、コンデンサ本体の第2の主面の一部の領域に設けられている外部電極が保持具40の保持面40aと当接し、保持面40aと当接する外部電極の稜線部が丸みを帯びていることにより、超音波振動が印加されたときに、水平方向ではなく、斜め下に変位する。

[0071] また、超音波振動が印加されたときに、本実施形態の積層セラミックコンデンサ10では、図7(b)に示すように、局所的に応力が集中する部分がほとんど無い。したがって、超音波接合を行った場合に、クラックの発生が抑制される。

[0072] これに対して、比較例の積層セラミックコンデンサ50では、図7(d)に示すように、端面、主面および側面において、応力が集中する領域が存在する。このため、超音波接合を行ったときに、応力の集中に起因して、クラックが発生する可能性がある。

[0073] 本実施形態の積層セラミックコンデンサ10と、上述した比較例の積層セラミックコンデンサ50に対して、超音波接合を行ったときのクラックの発生の有無を調べた。ここでは、本実施形態の積層セラミックコンデンサ10

と、比較例の積層セラミックコンデンサ50のそれぞれについて、複数のサンプルを用意し、超音波振動の振幅を変更して、クラックの発生の有無を調べた。印加する超音波振動の振動時間は0.5秒とし、超音波振動の印加時に積層セラミックコンデンサに加える荷重は5Nとした。クラックの発生数は、本実施形態の積層セラミックコンデンサ10の場合、3個のサンプル数のうちの発生数を、比較例の積層セラミックコンデンサ50の場合、5個のサンプル数のうちの発生数を示している。調べた結果を表1に示す。

[0074] [表1]

振幅 (μm)	本発明の積層セラミックコンデンサのクラック発生数	比較例の積層セラミックコンデンサのクラック発生数
0.25	0/3	5/5
0.50	0/3	5/5
0.75	0/3	5/5

[0075] 表1に示すように、超音波振動の振幅を0.25 μm 、0.50 μm 、および、0.75 μm としたときのいずれの場合も、本実施形態の積層セラミックコンデンサ10の全てのサンプルについて、クラックは発生しなかった。一方、比較例の積層セラミックコンデンサ50では、超音波振動の振幅を0.25 μm 、0.50 μm 、および、0.75 μm としたときの全ての場合において、5個のサンプルの全てにクラックが発生した。

[0076] <第2の実施形態>

第2の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Aも、第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10と同様に、第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられており、第1の主面15aと相対する第2の主面15bには設けられていない。ただし、第2の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Aは、第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10と比べて、コンデンサ本体11のより広い表面に第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bが設けられている。

[0077] 図8は、第2の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Aを模式的に示す斜視図である。図9は、図8に示す積層セラミックコンデンサ10AをI-X-I-X線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。図10は、図8に示す積層セラミックコンデンサ10AをX-X線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[0078] 本実施形態では、図9および図10に示すように、積層方向は、第1の方向Y1である。すなわち、第1の主面15aと第2の主面15bとが相対する方向に、複数の誘電体層12、複数の第1の内部電極13aおよび複数の第2の内部電極13bが積層されている。

[0079] 図9に示すように、第1の内部電極13aは、コンデンサ本体11の第1の端面17aに引き出され、第1の外部電極14aと電氣的に接続されている。第1の内部電極13aは、コンデンサ本体11の第2の端面17bには引き出されていない。

[0080] 図9に示すように、第2の内部電極13bは、コンデンサ本体11の第2の端面17bに引き出され、第2の外部電極14bと電氣的に接続されている。第2の内部電極13bは、コンデンサ本体11の第1の端面17aには引き出されていない。

[0081] 上述したように、第1の外部電極14aは、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられている。本実施形態では、第1の外部電極14aは、図8～図10に示すように、コンデンサ本体11の表面のうち、第1の主面15aおよび第1の端面17aに設けられている。第1の外部電極14aは、コンデンサ本体11の第1の端面17aに引き出されている複数の第1の内部電極13aを覆う態様で設けられていれば、第1の端面17aの全体に設けられていてもよいし、一部に設けられていてもよい。

[0082] 上述したように、第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられている。本実施形態では、第2の外部電極14bは、図8～図10に示すように、コンデンサ本体11の

表面のうち、第1の主面15aおよび第2の端面17bに設けられている。第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の第2の端面17bに引き出されている複数の第2の内部電極13bを覆う態様で設けられていれば、第2の端面17bの全体に設けられていてもよいし、一部に設けられていてもよい。

[0083] 本実施形態における積層セラミックコンデンサ10Aも、第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の第2の主面15bには設けられていない。したがって、第2の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Aも、第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10と同様に、超音波接合が行われたときにクラックの発生を抑制することができる。

[0084] なお、第2の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Aは、コンデンサ本体11の構造は異なるものの、基本的に第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10と同様の製造方法により製造することが可能である。

[0085] <第3の実施形態>

第3の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Bも、第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10と同様に、第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられており、第1の主面15aと相対する第2の主面15bには設けられていない。ただし、第3の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Bは、第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10および第2の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Aと比べて、コンデンサ本体11のより広い表面に第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bが設けられている。

[0086] 図11は、第3の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Bを模式的に示す斜視図である。図12は、図11に示す積層セラミックコンデンサ10BをX1-X1線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断

面図である。図13は、図10に示す積層セラミックコンデンサ10BをX111-X111線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[0087] 第2の実施形態と同様に、本実施形態でも、図12および図13に示すように、積層方向は、第1の方向Y1である。すなわち、第1の主面15aと第2の主面15bとが相対する方向に、複数の誘電体層12、複数の第1の内部電極13aおよび複数の第2の内部電極13bが積層されている。

[0088] 上述したように、第1の外部電極14aは、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられている。本実施形態では、第1の外部電極14aは、図11～図13に示すように、コンデンサ本体11の表面のうち、第1の主面15aと、第1の端面17a、第1の側面16aおよび第2の側面16bに設けられている。

[0089] 上述したように、第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられている。本実施形態では、第2の外部電極14bは、図11～図13に示すように、コンデンサ本体11の表面のうち、第1の主面15aと、第2の端面17b、第1の側面16aおよび第2の側面16bに設けられている。

[0090] 本実施形態における積層セラミックコンデンサ10Bも、第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の第2の主面15bには設けられていない。したがって、第3の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Bも、第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10と同様に、超音波接合が行われたときにクラックの発生を抑制することができる。

[0091] なお、第3の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Bは、コンデンサ本体11の構造は異なるものの、基本的に第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10と同様の製造方法により製造することが可能である。

[0092] <第4の実施形態>

第4の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Cも、第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10と同様に、第1の外部電極14aおよび第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の表面のうち、少なくとも第1の主面15aに設けられており、第1の主面15aと相對する第2の主面15bには設けられていない。第4の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Cは、第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10と外觀形状は同じであるが、コンデンサ本体11の構造が異なる。

[0093] 図14は、第4の実施形態における積層セラミックコンデンサ10Cを模式的に示す斜視図である。図15は、図14に示す積層セラミックコンデンサ10CをXV-XV線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。図16は、図14に示す積層セラミックコンデンサ10CをXVI-XVI線に沿って切断したときの構造を模式的に示す断面図である。

[0094] 第2および第3の実施形態と同様に、本実施形態でも、図15および図16に示すように、積層方向は、第1の方向Y1である。すなわち、第1の主面15aと第2の主面15bとが相對する方向に、複数の誘電体層12、複数の第1の内部電極13aおよび複数の第2の内部電極13bが積層されている。

[0095] 第1の実施形態における積層セラミックコンデンサ10と同様に、第1の外部電極14aは、図14～図16に示すように、コンデンサ本体11の表面のうち、第1の主面15aにのみ設けられている。また、第2の外部電極14bは、コンデンサ本体11の表面のうち、第1の主面15aにのみ設けられている。

[0096] 上述した各実施形態における積層セラミックコンデンサ10～10Bと異なり、本実施形態における積層セラミックコンデンサ10Cでは、第1の内部電極13aおよび第2の内部電極13bは、コンデンサ本体11のいずれの表面にも引き出されていない。コンデンサ本体11の内部には、複数の第1の内部電極13aと第1の外部電極14aとを電氣的に接続するための第1のビア導体21aと、複数の第2の内部電極13bと第2の外部電極14

bとを電氣的に接続するための第2のビア導体21bが設けられている。

[0097] 第1の内部電極13aには、第2のビア導体21bを挿通させるための第1の貫通孔131が設けられており、第2の内部電極13bには、第1のビア導体21aを挿通させるための第2の貫通孔132が設けられている。

[0098] 第1のビア導体21aは、コンデンサ本体11の内部に、第1の方向Y1に延伸する態様で設けられており、複数の第1の内部電極13aと電氣的に接続されている。第1のビア導体21aは、第2の内部電極13bに設けられている第2の貫通孔132を挿通しており、第2の内部電極13bとは絶縁されている。

[0099] 第1のビア導体21aは、少なくともコンデンサ本体11の第1の主面15aに露出している。図15および図16では、第1のビア導体21aがコンデンサ本体11の第2の主面15bに露出していない構成を示しているが、露出していてもよい。

[0100] 第2のビア導体21bは、コンデンサ本体11の内部に、第1の方向Y1に延伸する態様で設けられており、複数の第2の内部電極13bと電氣的に接続されている。第2のビア導体21bは、第1の内部電極13aに設けられている第1の貫通孔131を挿通しており、第1の内部電極13aとは絶縁されている。

[0101] 第2のビア導体21bは、少なくともコンデンサ本体11の第1の主面15aに露出している。図15および図16では、第2のビア導体21bがコンデンサ本体11の第2の主面15bに露出していない構成を示しているが、露出していてもよい。

[0102] 第1のビア導体21aおよび第2のビア導体21bの材質は任意であり、例えば、Ni、Cu、Ag、Pd、Pt、Fe、Ti、Cr、SnまたはAuなどの金属、またはそれらの金属を含む合金などを含む。

[0103] 第1の外部電極14aは、コンデンサ本体11の第1の主面15aに第1のビア導体21aが露出している位置に設けられており、第1のビア導体21aと電氣的に接続されている。第1のビア導体21aは、複数の第1の内

部電極 1 3 a と電氣的に接続されているので、第 1 の外部電極 1 4 a は、複数の第 1 の内部電極 1 3 a と電氣的に接続されている。

[0104] 第 2 の外部電極 1 4 b は、コンデンサ本体 1 1 の第 1 の主面 1 5 a に第 2 のビア導体 2 1 b が露出している位置に設けられており、第 2 のビア導体 2 1 b と電氣的に接続されている。第 2 のビア導体 2 1 b は、複数の第 2 の内部電極 1 3 b と電氣的に接続されているので、第 2 の外部電極 1 4 b は、複数の第 2 の内部電極 1 3 b と電氣的に接続されている。

[0105] 本実施形態における積層セラミックコンデンサ 1 0 C でも、第 1 の外部電極 1 4 a および第 2 の外部電極 1 4 b は、コンデンサ本体 1 1 の第 2 の主面 1 5 b には設けられていない。したがって、第 4 の実施形態における積層セラミックコンデンサ 1 0 C も、第 1 の実施形態における積層セラミックコンデンサ 1 0 と同様に、超音波接合が行われたときにクラックの発生を抑制することができる。

[0106] 第 4 の実施形態における積層セラミックコンデンサ 1 0 C は、基本的に第 2 の実施形態における積層セラミックコンデンサ 1 0 A および第 3 の実施形態における積層セラミックコンデンサ 1 0 B と同様の製造方法で製造することが可能であるが、第 1 のビア導体 2 1 a および第 2 のビア導体 2 1 b を形成する工程が必要である。

[0107] このため、第 2 の実施形態における積層セラミックコンデンサ 1 0 A および第 3 の実施形態における積層セラミックコンデンサ 1 0 B の製造方法と同様の方法でマザー積層体を作製した後、第 1 のビア導体 2 1 a を形成するための貫通孔と、第 2 のビア導体 2 1 b を形成するための貫通孔を形成する。貫通孔は、例えば、レーザー光線を照射することによって形成する。

[0108] 続いて、形成した貫通孔に、第 1 のビア導体 2 1 a および第 2 のビア導体 2 1 b を形成するための導電性ペーストを充填する。その後は、第 2 の実施形態における積層セラミックコンデンサ 1 0 A および第 3 の実施形態における積層セラミックコンデンサ 1 0 B の製造方法と同様に、マザー積層体をプレスし、所定のサイズにカットする工程へと続く。

[0109] 本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

符号の説明

- [0110] 10、10A、10B、10C 積層セラミックコンデンサ
- 11 コンデンサ本体
 - 12 誘電体層
 - 13a 第1の内部電極
 - 13b 第2の内部電極
 - 14a 第1の外部電極
 - 14b 第2の外部電極
 - 15a コンデンサ本体の第1の主面
 - 15b コンデンサ本体の第2の主面
 - 16a コンデンサ本体の第1の側面
 - 16b コンデンサ本体の第2の側面
 - 17a コンデンサ本体の第1の端面
 - 17b コンデンサ本体の第2の側面
 - 20a 第1のバンプ
 - 20b 第2のバンプ
 - 21a 第1のビア導体
 - 21b 第2のビア導体
 - 30 コンデンサ本体の一方の主面の平坦領域
 - 40 保持具
 - 40a 保持面
 - 41 基板
 - 42a 第1のランド電極
 - 42b 第2のランド電極
 - 141a 第1の金属層
 - 141b 第2の金属層

1 4 2 a 第1の下地電極層

1 4 2 b 第2の下地電極層

請求の範囲

[請求項1]

積層された複数の誘電体層、複数の第1の内部電極および複数の第2の内部電極を含み、第1の方向に相對する第1の主面および第2の主面と、前記第1の方向と直交する第2の方向に相對する第1の側面および第2の側面と、前記第1の方向および前記第2の方向に直交する第3の方向に相對する第1の端面および第2の端面とを有するコンデンサ本体と、

前記コンデンサ本体の表面のうち、少なくとも前記第1の主面に設けられ、前記第1の内部電極と電氣的に接続されている第1の外部電極と、

前記コンデンサ本体の表面のうち、少なくとも前記第1の主面に設けられ、前記第2の内部電極と電氣的に接続されている第2の外部電極と、

前記第1の外部電極の表面のうち、前記コンデンサ本体の前記第1の主面側の表面に設けられ、Au、CuおよびAlのうちの1つからなる第1のバンプと、

前記第2の外部電極の表面のうち、前記コンデンサ本体の前記第1の主面側の表面に設けられ、前記第1のバンプと同じ材料からなる第2のバンプと、

を備え、

前記第1の外部電極および前記第2の外部電極は、前記コンデンサ本体の前記第2の主面には設けられておらず、

前記第1の外部電極は、少なくとも前記第1のバンプと接する位置に設けられ、前記第1のバンプと同じ材料からなる第1の金属層を含み、

前記第2の外部電極は、少なくとも前記第2のバンプと接する位置に設けられ、前記第2のバンプと同じ材料からなる第2の金属層を含み、

前記第1の方向における前記第1のバンプの厚みおよび前記第2のバンプの厚みは、 $4.5\ \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする積層セラミックコンデンサ。

[請求項2] 前記第1の金属層および前記第2の金属層の厚みは、 $0.3\ \mu\text{m}$ 以上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。

[請求項3] 前記コンデンサ本体の前記第2の主面の面積に対する、前記第2の主面の平坦領域の面積の割合は、 0.8 以上であることを特徴とする請求項1または2に記載の積層セラミックコンデンサ。

[請求項4] 前記コンデンサ本体のヤング率は、 $67\ \text{GPa}$ 以上であることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の積層セラミックコンデンサ。

[請求項5] 前記第1の外部電極および前記第2の外部電極は、前記コンデンサ本体の表面のうち、前記第1の主面にのみ設けられていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の積層セラミックコンデンサ。

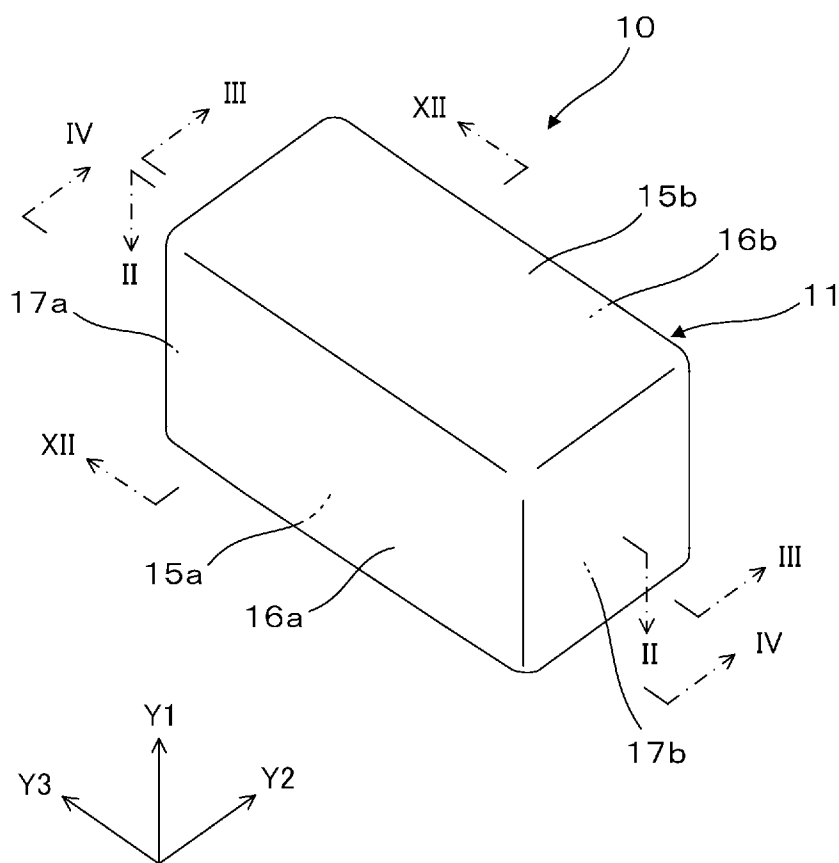
[請求項6] 前記第1の外部電極は、前記コンデンサ本体の表面のうち、前記第1の主面および前記第1の端面に設けられており、
前記第2の外部電極は、前記コンデンサ本体の表面のうち、前記第1の主面および前記第2の端面に設けられていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の積層セラミックコンデンサ。

[請求項7] 前記第1の外部電極は、前記コンデンサ本体の表面のうち、前記第1の主面、前記第1の端面、前記第1の側面および前記第2の側面に設けられており、

前記第2の外部電極は、前記コンデンサ本体の表面のうち、前記第1の主面、前記第2の端面、前記第1の側面および前記第2の側面に設けられていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の積層セラミックコンデンサ。

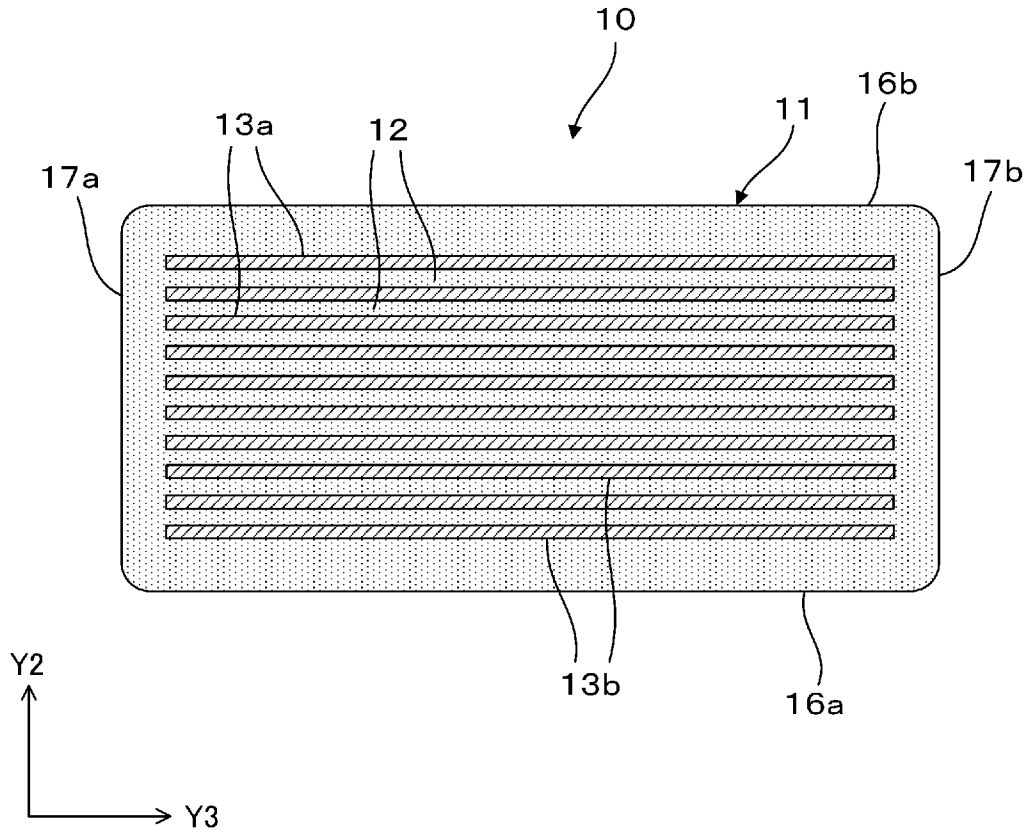
[図1]

【図1】



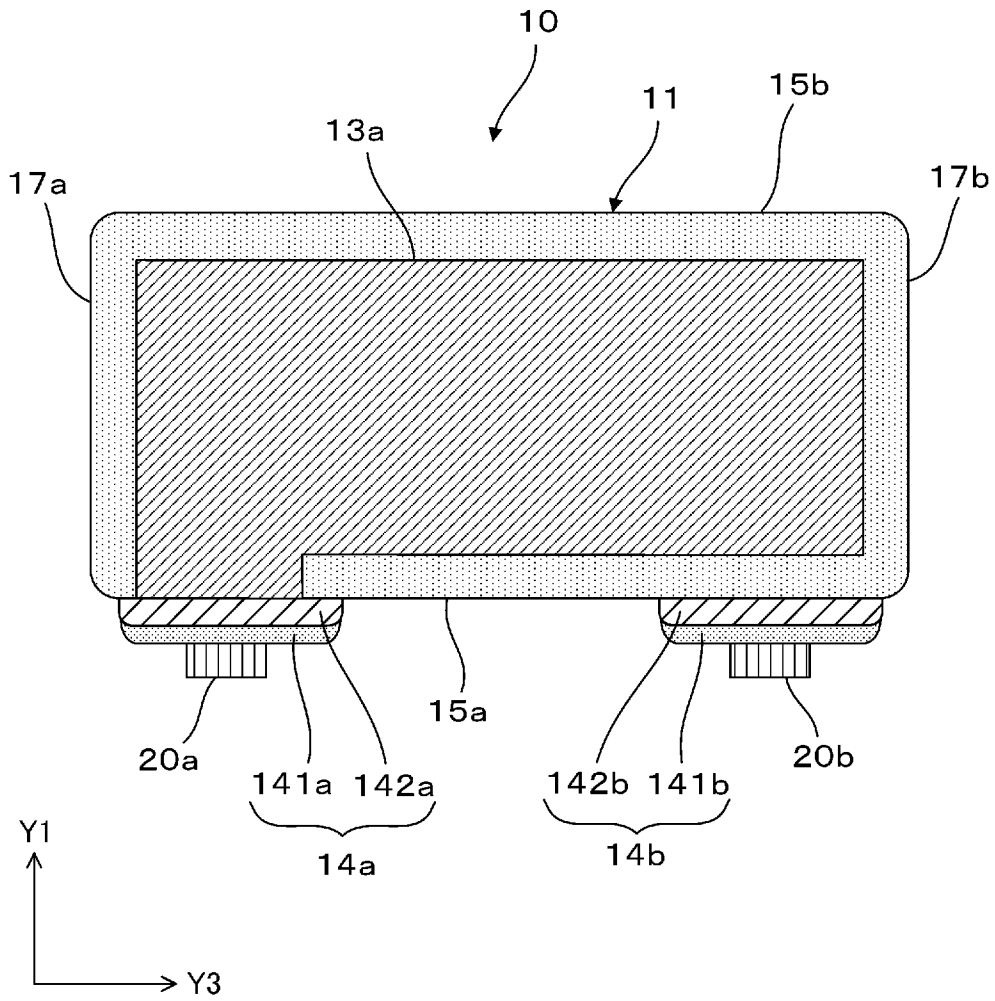
[図2]

【図2】



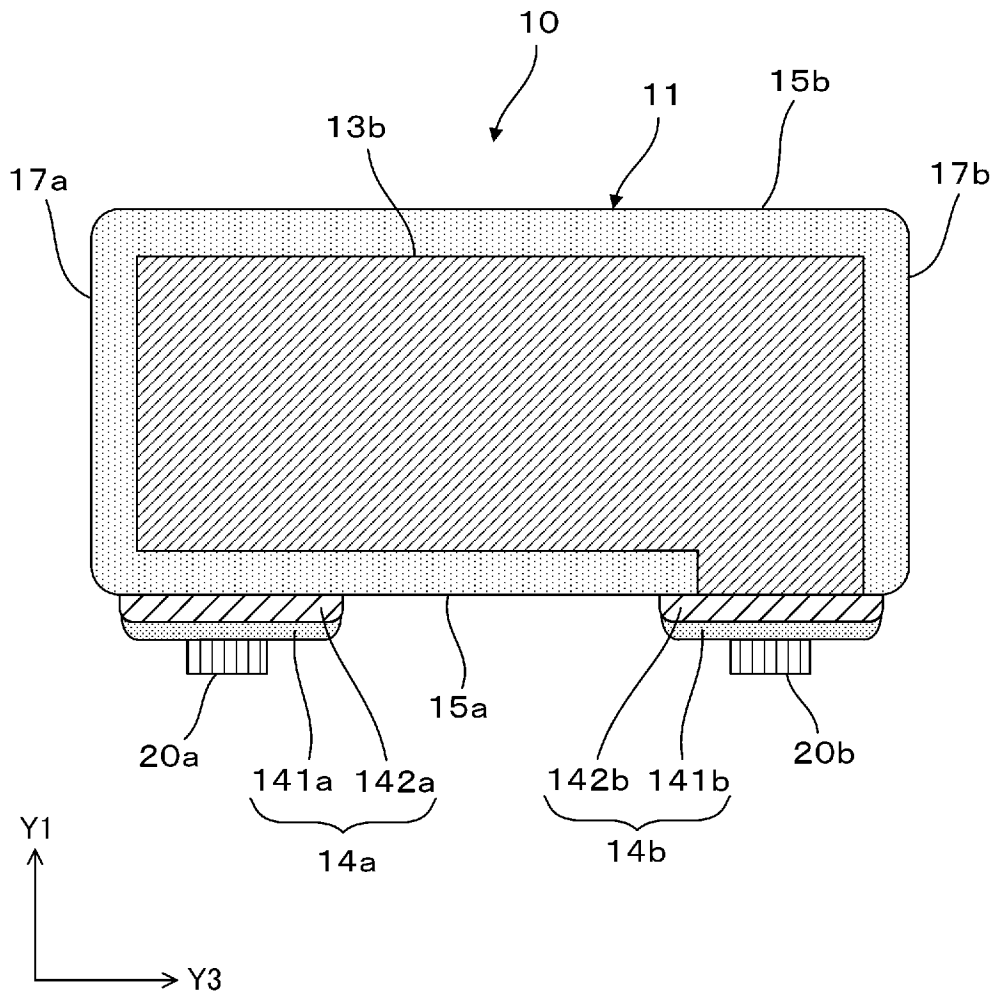
[図3]

【図3】



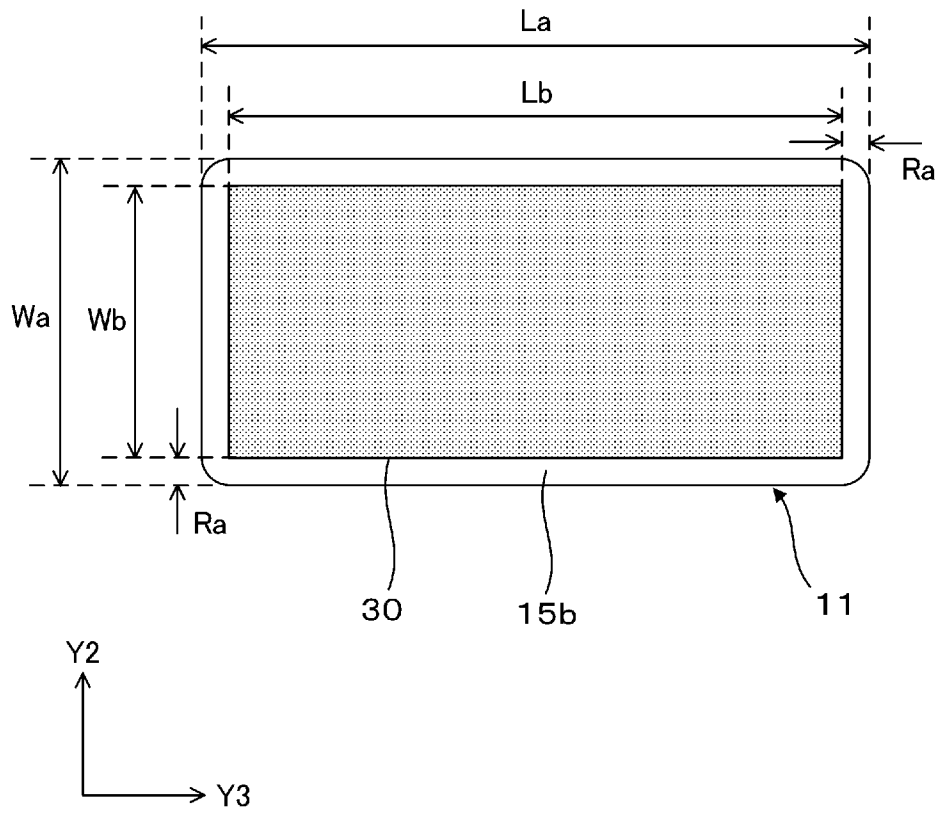
[図4]

【図4】



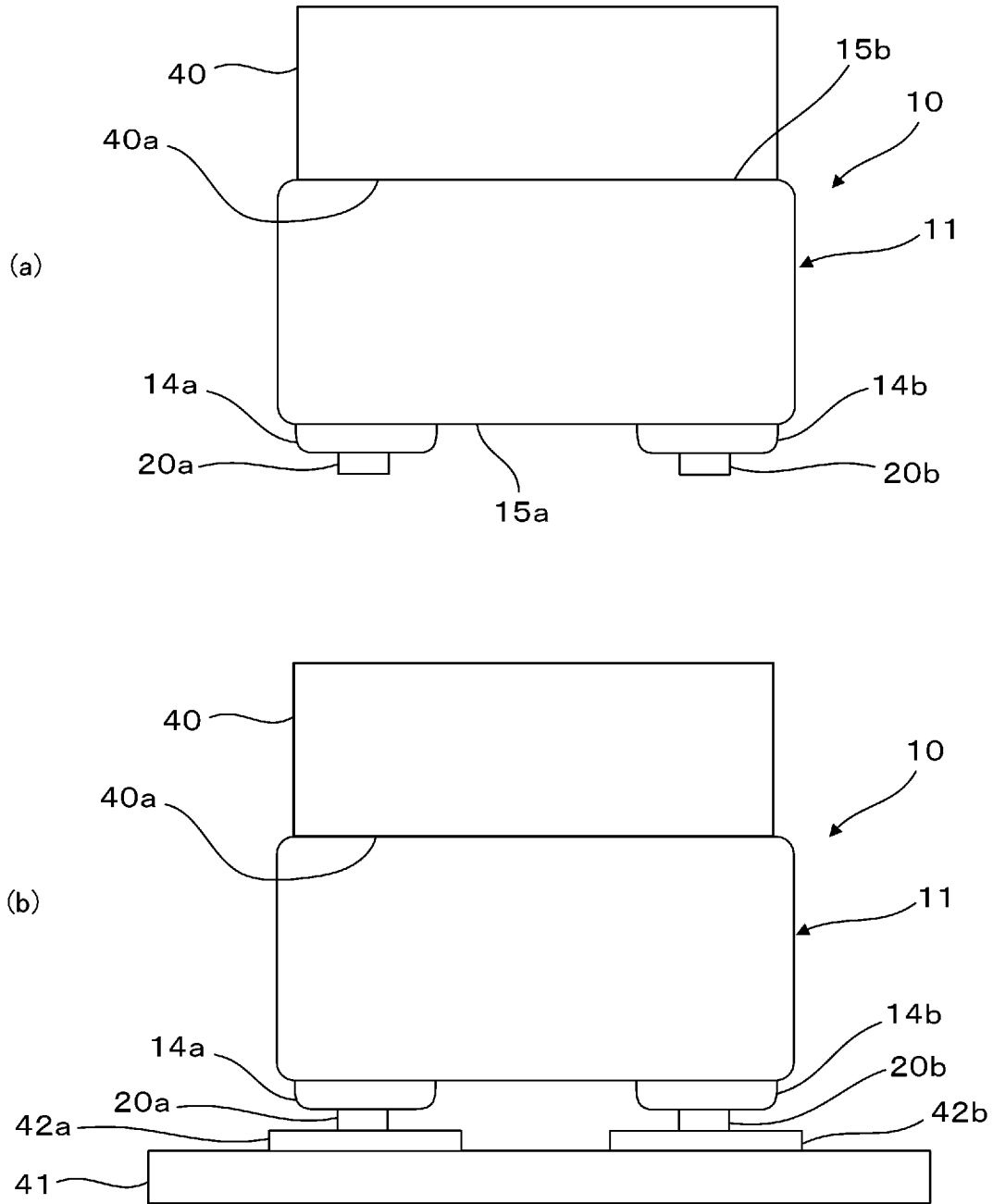
[図5]

【図5】



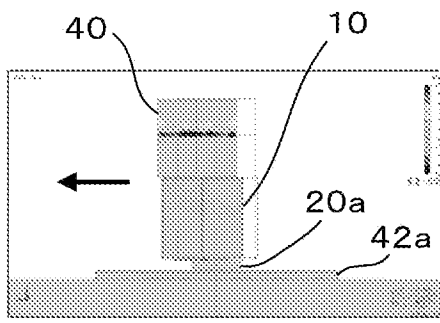
[図6]

【図6】

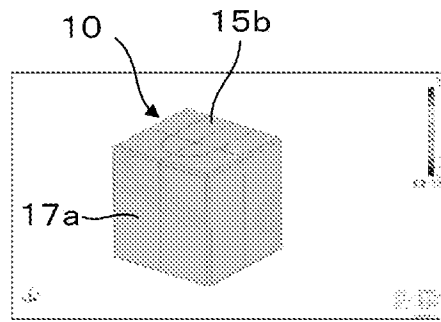


[図7]

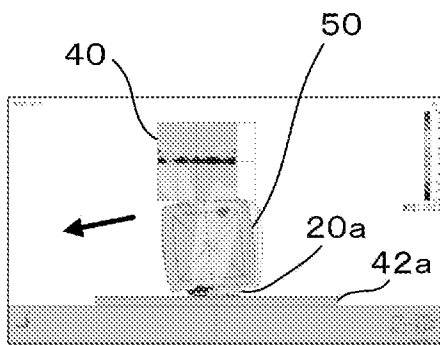
【図7】



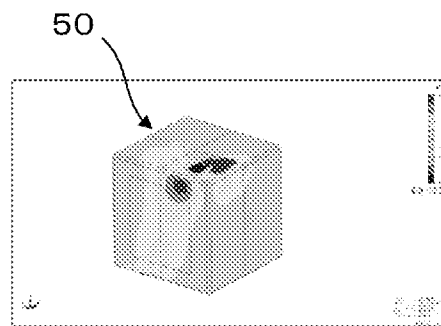
(a)



(b)



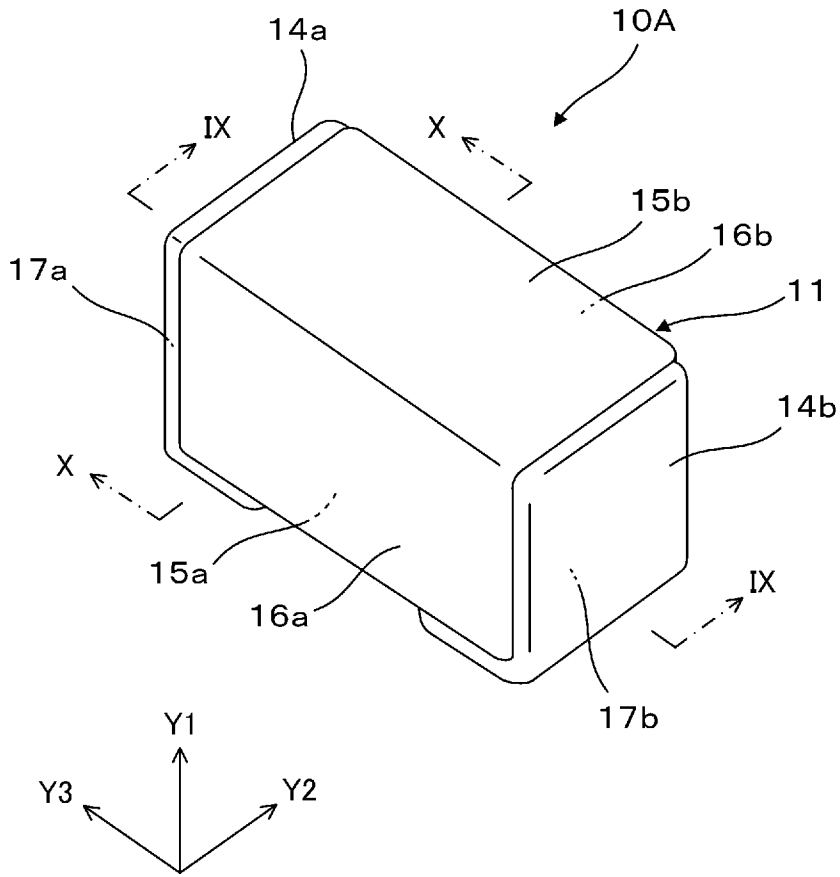
(c)



(d)

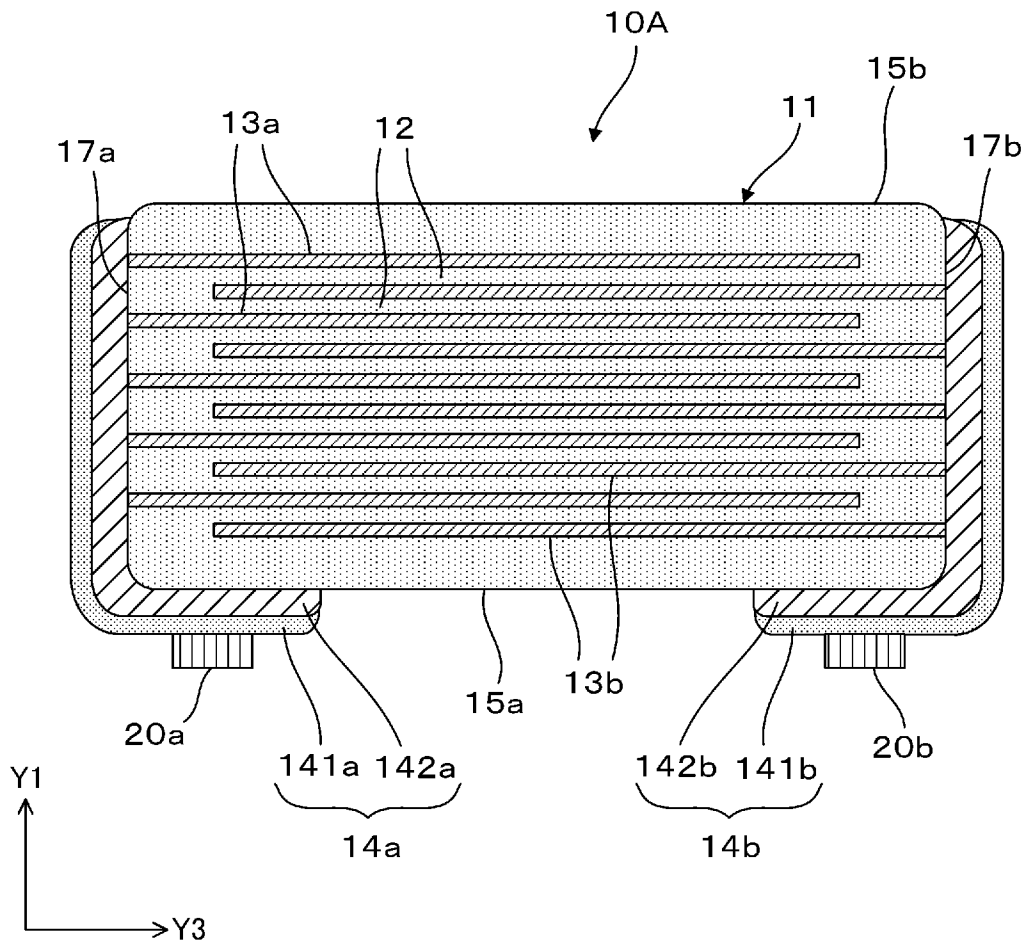
[図8]

【図8】



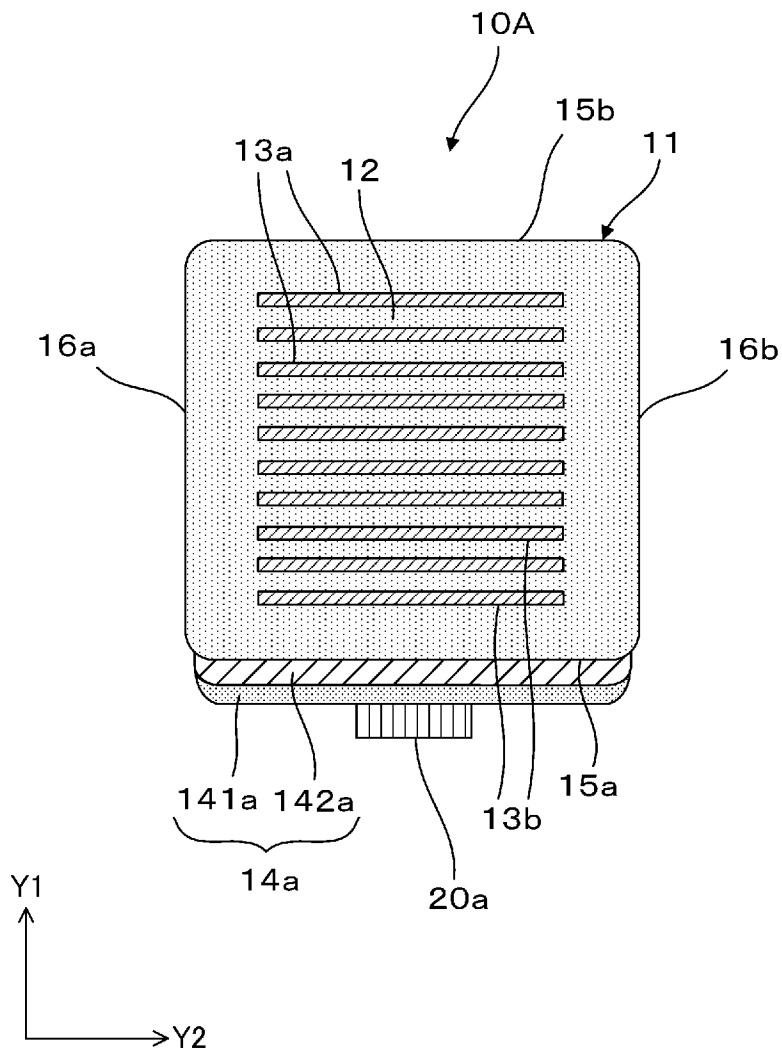
[図9]

【図9】



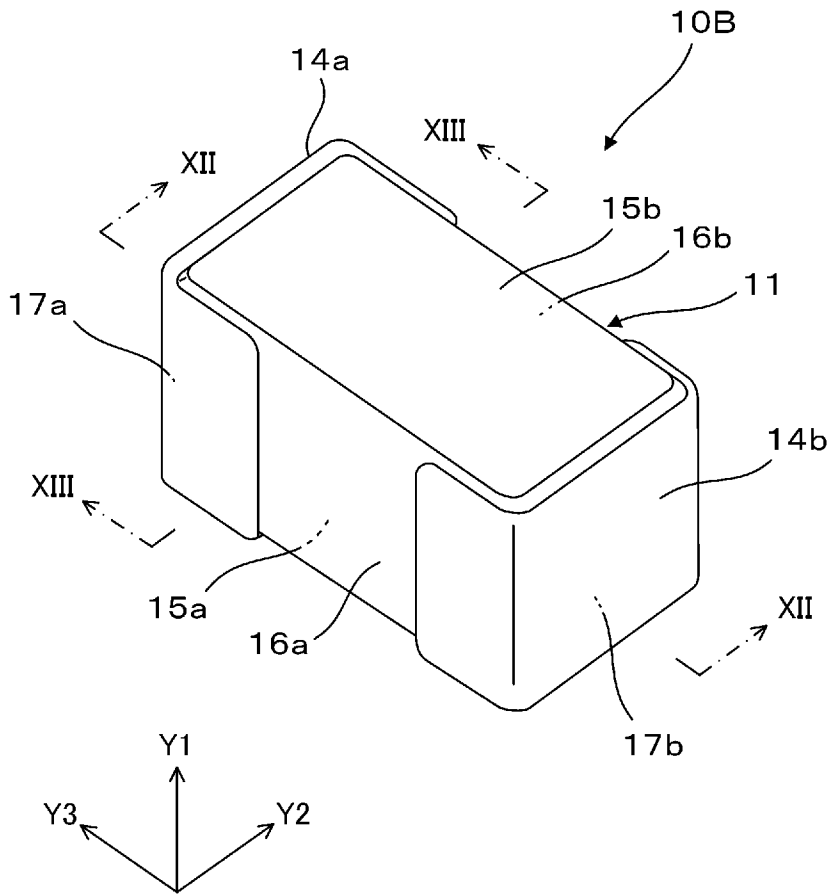
[図10]

【図10】



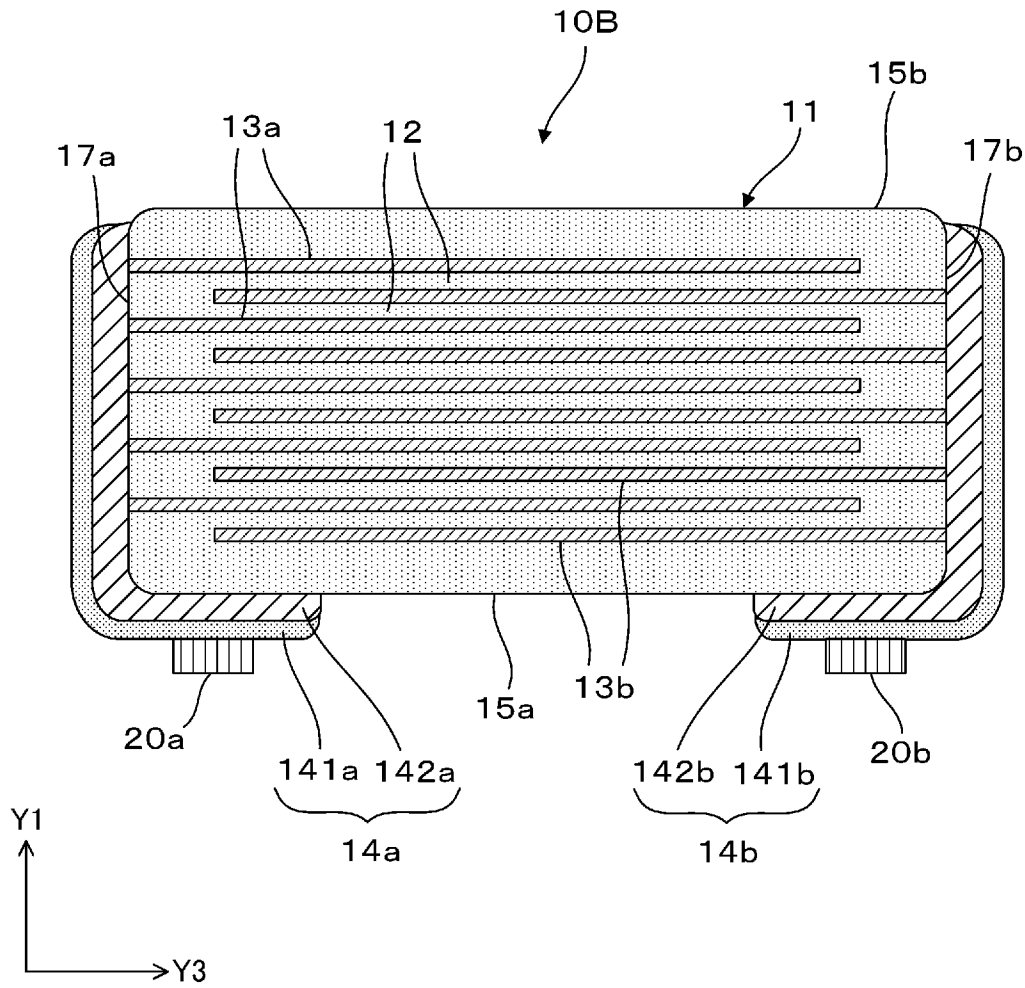
[図11]

【図11】



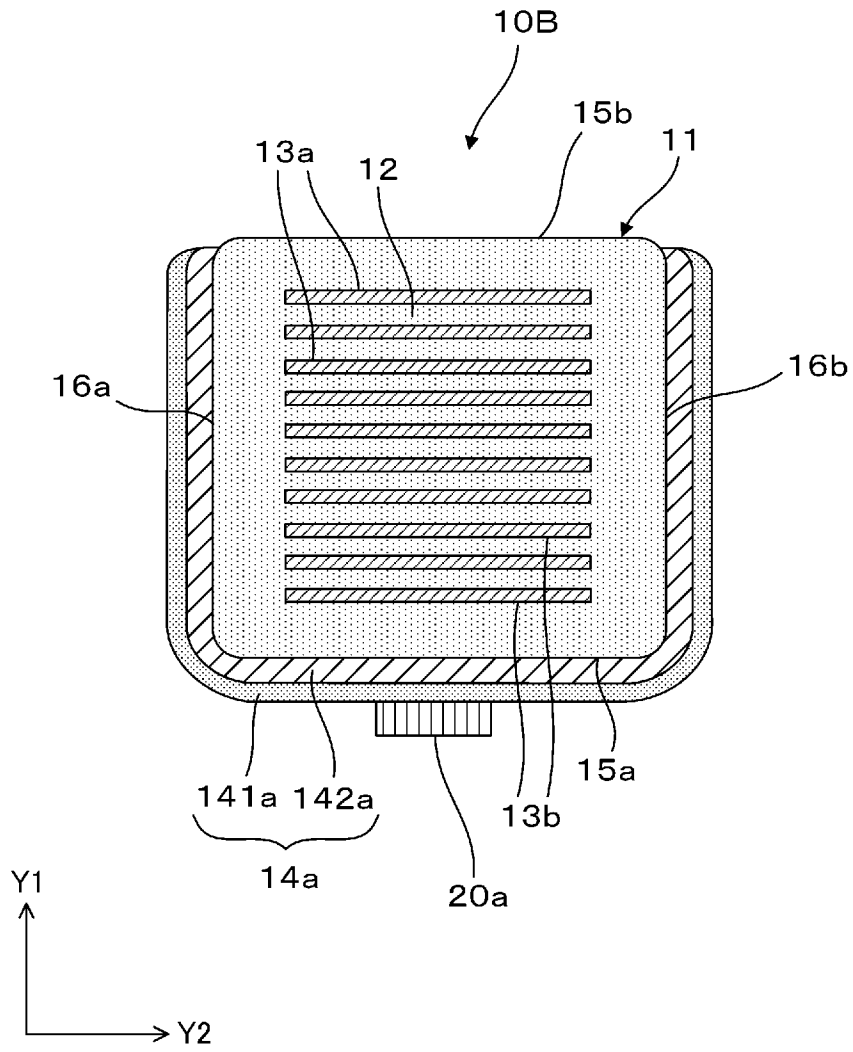
[図12]

【図12】



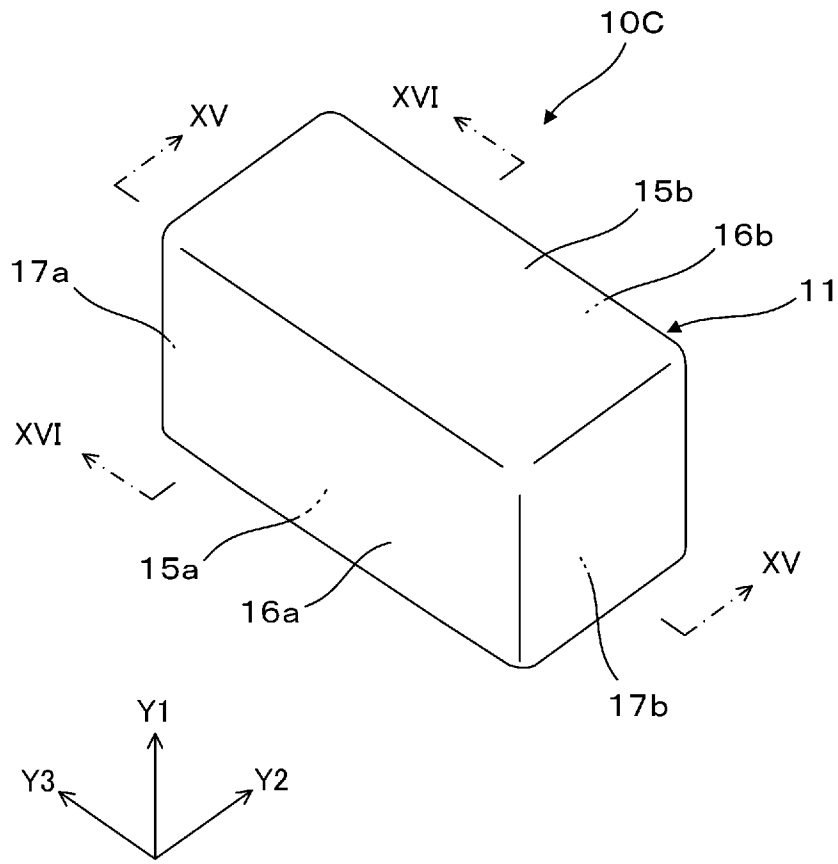
[図13]

【図13】



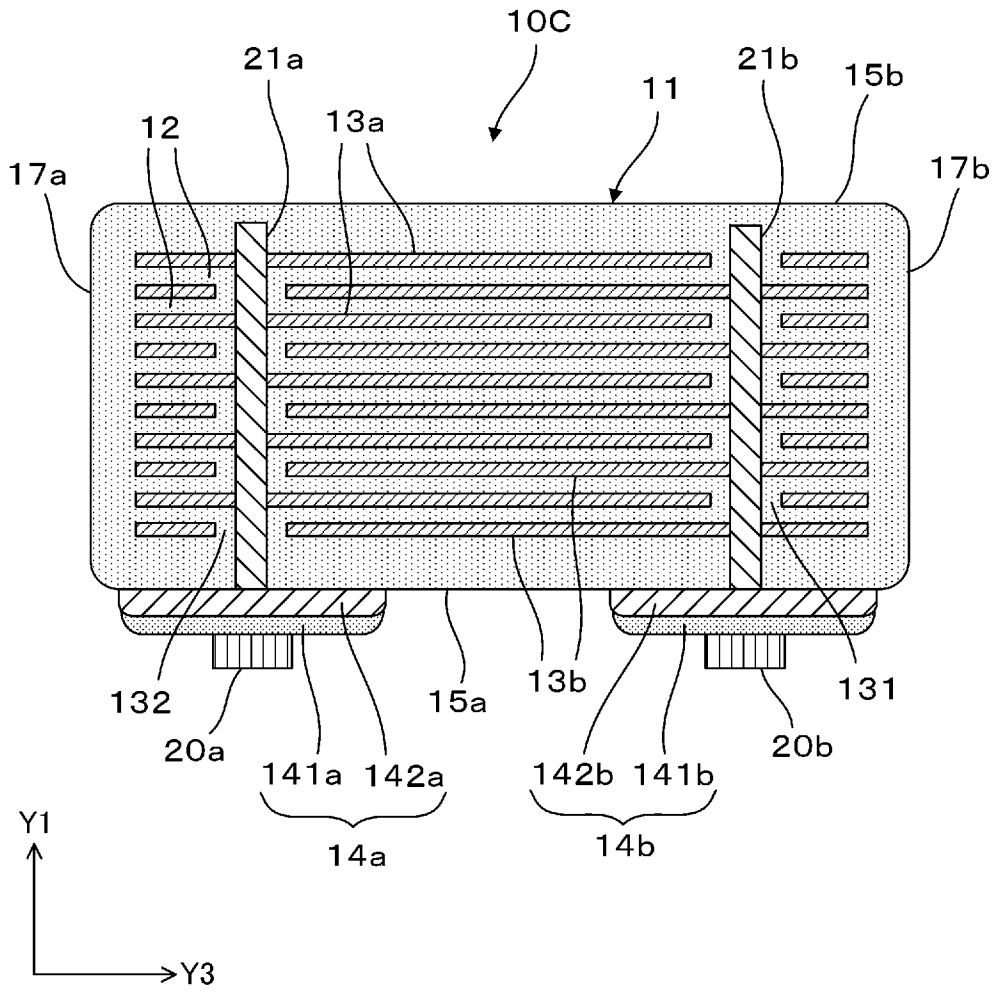
[図14]

【図14】



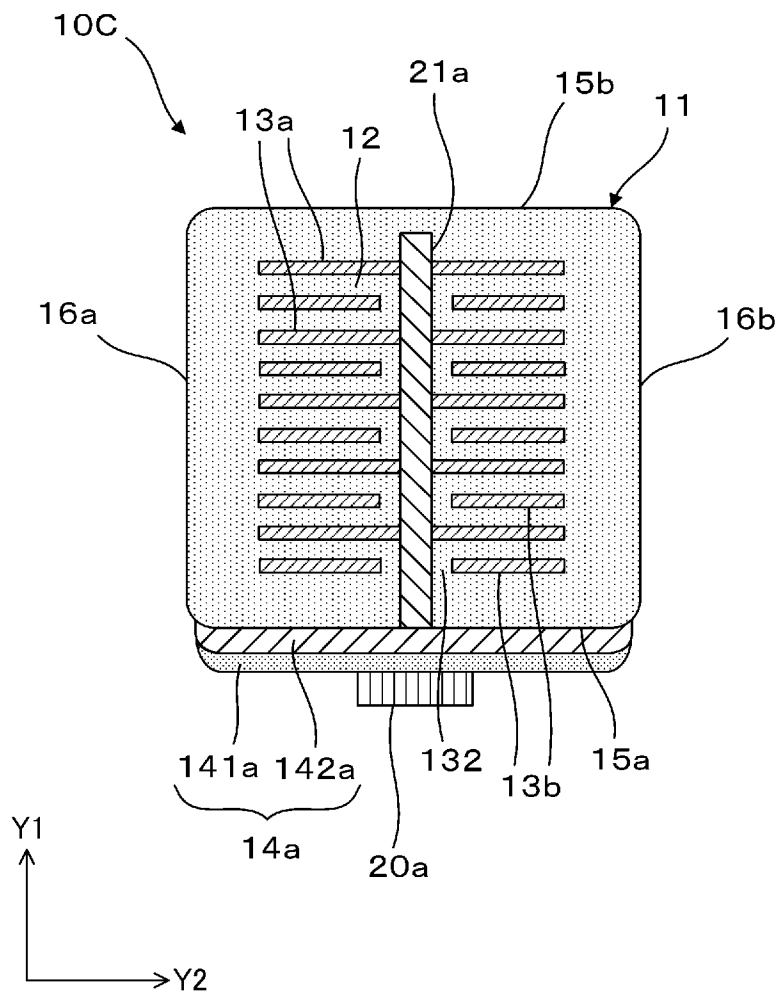
[図15]

【図15】



[図16]

【図16】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/010559

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01G 4/30</i> (2006.01)i; <i>H01G 4/228</i> (2006.01)i FI: H01G4/30 513; H01G4/228 A; H01G4/30 201F; H01G4/30 201G; H01G4/30 201H; H01G4/30 516		
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) H01G4/30; H01G4/228		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-537328 A (EPCOS AG) 11 September 2008 (2008-09-11) paragraphs [0011], [0012], [0014], [0024], [0038]-[0044], [0057], [0058], fig. 1A, 1B, 5A, 5B	1, 3, 5-6
A		2, 4, 7
Y	JP 2009-016395 A (KYOCERA KINSEKI CORP.) 22 January 2009 (2009-01-22) paragraphs [0002], [0032], fig. 1	1, 3, 5-6
A		2, 4, 7
Y	JP 2008-302588 A (CANON INC.) 18 December 2008 (2008-12-18) paragraph [0008]	1, 3, 5-6
A		2, 4, 7
Y	JP 11-067585 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 09 March 1999 (1999-03-09) paragraph [0008], fig. 12	5
A		2, 4, 7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 May 2023		Date of mailing of the international search report 30 May 2023
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

International application No.

PCT/JP2023/010559

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 050564/1991 (Laid-open No. 004451/1993) (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 22 January 1993 (1993-01-22), paragraphs [0022], [0025], fig. 8, 10	5
A		2, 4, 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/010559

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2008-537328	A	11 September 2008	US 2009/0116168 A1 paragraphs [0011], [0012], [0014], [0025], [0060]-[0065], [0079], [0080], fig. 1A, B, 5A, 5B	
				WO 2006/108397 A1	
JP	2009-016395	A	22 January 2009	(Family: none)	
JP	2008-302588	A	18 December 2008	(Family: none)	
JP	11-067585	A	09 March 1999	(Family: none)	
JP	5-004451	U1	22 January 1993	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01G 4/30(2006.01)i; H01G 4/228(2006.01)i FI: H01G4/30 513; H01G4/228 A; H01G4/30 201F; H01G4/30 201G; H01G4/30 201H; H01G4/30 516										
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）） H01G4/30; H01G4/228										
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										
<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>			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									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y A	JP 2008-537328 A (エプコス アクチエンゲゼルシャフト) 11.09.2008 (2008 - 09 - 11) [0011]-[0012], [0014], [0024], [0038]-[0044], [0057]-[0058], 図1A, 図1B, 図5A, 図5B	1, 3, 5-6 2, 4, 7								
Y A	JP 2009-016395 A (京セラキンセキ株式会社) 22.01.2009 (2009 - 01 - 22) [0002], [0032], 図1	1, 3, 5-6 2, 4, 7								
Y A	JP 2008-302588 A (キャノン株式会社) 18.12.2008 (2008 - 12 - 18) [0008]	1, 3, 5-6 2, 4, 7								
Y A	JP 11-067585 A (株式会社村田製作所) 09.03.1999 (1999 - 03 - 09) [0008], 図12	5 2, 4, 7								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 17.05.2023	国際調査報告の発送日 30.05.2023									
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									

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	日本国実用新案登録出願3-050564号(日本国実用新案登録出願公開5-004451号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (株式会社村田製作所)	5
A	22.01.1993 (1993-01-22) [0022], [0025], 図8, 図10	2, 4, 7

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/JP2023/010559

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2008-537328 A	11.09.2008	US 2009/0116168 A1 [0011]-[0012], [0014], [0025], [0060]-[0065], [0079]-[0080], FIG 1A, FIG B, FIG 5A, FIG 5B WO 2006/108397 A1	
JP 2009-016395 A	22.01.2009	(ファミリーなし)	
JP 2008-302588 A	18.12.2008	(ファミリーなし)	
JP 11-067585 A	09.03.1999	(ファミリーなし)	
JP 5-004451 U1	22.01.1993	(ファミリーなし)	