

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年10月3日(03.10.2024)



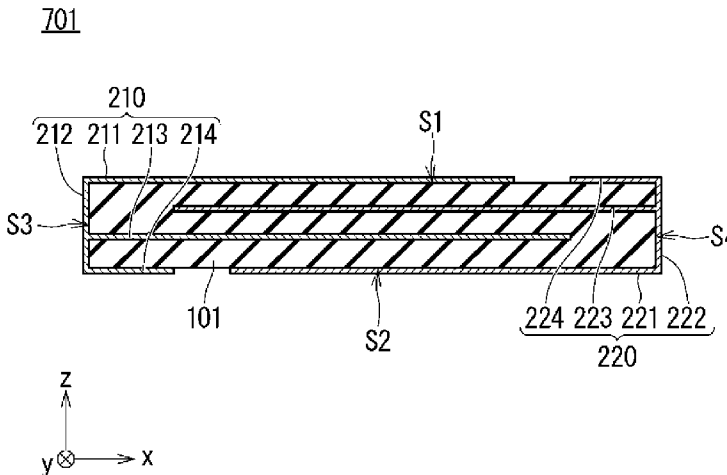
(10) 国際公開番号

WO 2024/202710 A1

- (51) 国際特許分類:
H01G 4/30 (2006.01) H01C 7/10 (2006.01)
H01C 7/02 (2006.01) H01F 27/29 (2006.01)
H01C 7/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/006012
- (22) 国際出願日: 2024年2月20日(20.02.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-055084 2023年3月30日(30.03.2023) JP
- (71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 小熊 勇(OGUMA Isamu); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 日比野 朝彦(HIBINO Tomohiko); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 藤井 鷹希(FUJII Takaki); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見1丁目4番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

(54) Title: MULTILAYERED CERAMIC ELECTRONIC COMPONENT

(54) 発明の名称: 積層セラミック電子部品



(57) Abstract: A ceramic part (101) has a first surface (S1) and a second surface (S2), which are opposite surfaces in a thickness direction. A first electrode (210) has a first portion (211) lying on the first surface (S1). A second electrode (220) has a second portion (221) lying on the second surface (S2). Each of the first surface (S1) and second surface (S2) of the ceramic part has a width dimension in a width direction and a length dimension in a length direction, the length dimension being greater than the width dimension but not greater than 1 mm, and further has a surface profile along the length direction including a thickness-direction warpage of 2 μm or greater.

(57) 要約: セラミック部(101)は厚み方向において互いに反対の第1の面(S1)および第2の面(S2)を有する。第1の電極(210)は第1の面(S1)上に配置された第1の部分(211)を有している。第2の電極(220)は、第2の面(S2)上に配置された第2の部分(221)を有している。セラミック部の第1の面(S1)および第2の面(S2)の各々は、幅方向における幅寸法と、長さ方向における、幅寸法よりも大きく1mm以下の長さ寸法と、厚み方向における2μm以上の反りを含む、長さ方向に沿った表面プロファイルと、を有している。

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))

明 細 書

発明の名称：積層セラミック電子部品

技術分野

[0001] 本発明は、積層セラミック電子部品に関するものである。

背景技術

[0002] 特開2006-005105号公報（特許文献1）は、積層体の変形を抑制することが意図された積層型電子部品を開示している。この積層型電子部品においては、第2の内部電極には、積層方向に直交する方向から見て第1の端面と第2の端面との中間よりも第2の端面側となる位置に、穴および切り欠きのうちの少なくとも一方が形成されている。これにより、積層体の第1の端面と第2の端面との中間に位置しかつ当該各端面に平行な積層体中心面よりも第1の端面側の部分に含まれる各内部電極の量と、積層体中心面よりも第2の端面側の部分に含まれる各内部電極の量との差が小さくなる。

[0003] 特開2019-009414号公報（特許文献2）は、積層圧電体と複数の内部電極とを有する積層圧電素子を開示している。この積層圧電体は、第1軸方向に対向する一对の主面と、上記第1軸方向に直交し長手方向である第2軸方向に対向する一对の端面と、上記第1軸方向および上記第2軸方向に直交する第3軸方向に対向する一对の側面とを有する。上記複数の内部電極は、上記積層圧電体の内部に配置され、上記第1軸方向に積層される。上記複数の内部電極のうち、上記積層圧電体の中央部に配置された中央内部電極の上記第3軸方向から見た第1断面は、上記中央内部電極の上記第2軸方向から見た第2断面よりも大きな起伏を有する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-005105号公報

特許文献2：特開2019-009414号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 上記の特開2019-009414号公報の積層圧電素子（セラミック圧電部品）は、長手方向に沿った変位性能を向上させることを意図している。一方、セラミック圧電部品に限定することなく広く積層セラミック電子部品について勘案すると、積層セラミック電子部品のサイズの上限の制約がある中で、電気特性の向上が求められることが多い。電気特性の向上は、例えば、静電容量の向上である。
- [0006] 上記の特開2019-009414号公報の積層圧電素子（積層セラミック電子部品）の技術では、内部電極に大きな起伏を付与することに起因して、当該内部電極と他の電極とを隔てる圧電体（セラミック部）の厚みに大きなばらつきが生じ得ると考えられる。電極間を隔てるセラミック部の厚みのこの大きなばらつきは、絶縁信頼性に、無視できない悪影響を与え得ると考えられる。
- [0007] 本発明は以上のような課題を解決するためになされたものであり、その目的は、サイズの上限の制約がある中で絶縁信頼性に大きな悪影響を与えることなく電気特性が高められた積層セラミック電子部品を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0008] 態様1は、厚み方向と、前記厚み方向に垂直な幅方向と、前記厚み方向および前記幅方向に垂直な長さ方向と、を有する積層セラミック電子部品であって、前記厚み方向において互いに反対の第1の面および第2の面を有するセラミック部と、前記第1の面上に配置された第1の部分を有する第1の電極と、前記第2の面上に配置された第2の部分を有する第2の電極と、を備え、前記セラミック部の前記第1の面および前記第2の面の各々は、前記幅方向における幅寸法と、前記長さ方向における、前記幅寸法よりも大きく1mm以下の長さ寸法と、前記厚み方向における2 μ m以上の反りを含む、前記長さ方向に沿った表面プロファイルと、を有している。
- [0009] 態様2は、態様1に記載の積層セラミック電子部品であって、前記セラミ

ック部は、前記長さ方向において互いに反対の第3の面および第4の面を有しており、前記第1の電極は前記第3の面に配置された第3の部分を有しており、前記第2の電極は前記第4の面に配置された第4の部分を有している。

[0010] 態様3は、態様2に記載の積層セラミック電子部品であって、前記第1の電極は、前記セラミック部内に配置され前記第3の部分に接続された第1の内部電極層を有している。

[0011] 態様4は、態様3に記載の積層セラミック電子部品であって、前記第2の電極は、前記セラミック部内に配置され前記第4の部分に接続された第2の内部電極層を有している。

[0012] 態様5は、態様1から4のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品であって、前記表面プロファイルは複数の極値を有している。

[0013] 態様6は、態様5に記載の積層セラミック電子部品であって、前記第1の面および前記第2の面の少なくともいずれかは、前記第1の電極に覆われた領域と、前記第2の電極に覆われた領域との間に挟まれたスリット領域を有しており、前記第1の面および前記第2の面の各々の前記複数の極値のいずれか1つは、前記第1の面または前記第2の面の前記スリット領域に存在している。

[0014] 態様7は、態様5または6に記載の積層セラミック電子部品であって、前記複数の極値は第1の極値および第2の極値の2つの極値である。

[0015] 態様8は、態様7に記載の積層セラミック電子部品であって、前記長さ方向において前記第1の極値および前記第2の極値のそれぞれが第1の位置および第2の位置に位置しており、前記長さ方向における前記表面プロファイルの midpoint から前記第1の位置までの距離に比して、前記 midpoint から前記第2の位置までの距離の方が大きい。

[0016] 態様9は、態様8に記載の積層セラミック電子部品であって、前記表面プロファイルの両端の値がゼロとなるようなレベリングの下、前記第1の極値の絶対値に比して前記第2の極値の絶対値は小さい。

[0017] 態様10は、態様7から9のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品であって、前記第2の極値の絶対値は、 $0.2\mu\text{m}$ 以上、かつ前記第1の極値の絶対値の半分未満である。

発明の効果

[0018] 上記態様によれば、サイズの上限の制約がある中で絶縁信頼性に大きな悪影響を与えることなく電気特性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]実施の形態1における積層セラミック電子部品の構成を概略的に示す上面図である。

[図2]図1の線1-1に沿う概略断面図である。

[図3]実施の形態1における積層セラミック電子部品のセラミック部の表面プロファイルを模式的に示す図である。

[図4]図3に対応した表面プロファイルの測定結果の一例を示すグラフ図である。

[図5]実施の形態1における積層セラミック電子部品の製造方法の第1工程を概略的に示す部分断面図である。

[図6]実施の形態1における積層セラミック電子部品の製造方法の第2工程を概略的に示す部分断面図である。

[図7]実施の形態2における積層セラミック電子部品のセラミック部の表面プロファイルを模式的に示す図である。

[図8]図7に対応した表面プロファイルの測定結果の一例を示すグラフ図である。

[図9]本発明の実施の形態3における積層セラミック電子部品の構成を概略的に示す断面図である。

[図10]本発明の実施の形態4における積層セラミック電子部品の構成を概略的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。なお、以下

の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付しその説明は繰返さない。また図面間での方向の関係を理解しやすくするために、一部の図に、 x y z 直交座標系が示されている。

[0021] <実施の形態 1>

図 1 は、本実施の形態における積層セラミック電子部品 701 の構成を概略的に示す上面図である。図 2 は、図 1 の線 1-1 に沿う概略断面図である。積層セラミック電子部品 701 は、厚み方向 (z 方向) と、厚み方向に垂直な幅方向 (y 方向) と、厚み方向および幅方向に垂直な長さ方向 (x 方向) とを有している。積層セラミック電子部品 701 は、セラミック部 101 と、第 1 の電極 210 と、第 2 の電極 220 とを有している。積層セラミック電子部品 701 は、チップ状の電子部品であってよく、例えばチップコンデンサである。

[0022] セラミック部 101 は絶縁体からなっていてよい。セラミック部 101 は、厚み方向において互いに反対の第 1 の面 S1 および第 2 の面 S2 を有している。第 1 の面 S1 と第 2 の面 S2 とは互いにおおよそ平行である。またセラミック部 101 は、長さ方向において互いに反対の第 3 の面 S3 および第 4 の面 S4 を有していてよい。第 3 の面 S3 と第 4 の面 S4 とは互いにおおよそ平行であってよい。またセラミック部 101 は、幅方向において互いに反対の第 5 の面 S5 および第 6 の面 S6 を有していてよい。第 5 の面 S5 と第 6 の面 S6 とは互いにおおよそ平行であってよい。セラミック部 101 は、長さ寸法 (x 方向における寸法) と、幅寸法 (y 方向における寸法) と、厚み寸法 (z 方向における寸法) とを有している。長さ寸法は、幅寸法および厚み寸法の各々よりも大きい。幅寸法は厚み寸法よりも大きくてよい。長さ寸法は 0.5 mm 以上 1 mm 以下であってよい。幅寸法は 0.1 mm 以上 0.3 mm 以下であってよい。厚み寸法は、0.03 mm 以上 0.07 mm 以下であってよい。

[0023] 第 1 の電極 210 は、第 1 の面 S1 上に配置された部分 211 (第 1 の部分) を含む。さらに、第 1 の電極 210 は第 3 の面 S3 上に配置された部分

212（第3の部分）を含んでよい。また第1の電極210は第2の面S2上に配置された部分214を有してよい。また第1の電極210は、セラミック部101内に配置された第1の内部電極層213を有してよく、第1の内部電極層213は、部分212に接続されていてよい。第1の電極210は、例えば白金（Pt）電極である。

[0024] 第2の電極220は、第2の面S2上に配置された部分221（第2の部分）を含む。さらに、第2の電極220は第4の面S4上に配置された部分222（第4の部分）を含んでよい。また第2の電極220は第1の面S1上に配置された部分224を有してよい。また第2の電極220は、セラミック部101内に配置された第2の内部電極層223を有してよく、第2の内部電極層223は、部分222に接続されていてよい。第2の電極220は、例えばPt電極である。

[0025] 第2の電極220は、厚み方向においてセラミック部101を介して第1の電極210に対向する部分を含む。これにより、第1の電極210と第2の電極220との間に静電容量が形成される。

[0026] 第1の面S1および第2の面S2の少なくともいずれかは、第1の電極210に覆われた領域と、第2の電極220に覆われた領域との間に挟まれたスリット領域を有してよい。スリット領域はいずれの電極にも覆われていない。本実施の形態においては、図2に示されているように、第1の面S1および第2の面S2の各々がスリット領域を有している。

[0027] セラミック部の第1の面S1および第2の面S2の各々は、幅方向（y方向）における幅寸法と、長さ方向（x方向）における長さ寸法と、厚み方向（z方向）における厚み寸法とを有している。長さ寸法は、幅寸法および厚み寸法の各々よりも大きい。長さ寸法は、0.5mm以上1mm以下であってよい。

[0028] 図3は、本実施の形態1における積層セラミック電子部品701のセラミック部101の第1の面S1および第2の面S2の各々の、長さ方向（x方向）に沿った表面プロファイルを模式的に示す図である。第1の面S1は、

表面プロファイル $H_1(x)$ を有している。表面プロファイル $H_1(x)$ は、表面プロファイル $H_1(x)$ の両端が $x = E_{L1}$ および $x = E_{R1}$ によって表されるときに $H_1(E_{L1}) = H_1(E_{R1}) = 0$ が満たされるようなレベリングの下での、 z 方向における第1の面 $S1$ の表面高さを表している。正の高さは表面が突出することを表し、負の高さは表面が窪むことを表す。なお表面プロファイルの両端の位置である $x = E_{L1}$ および $x = E_{R1}$ は、測定上の理由で、第1の面 $S1$ の両端の位置に代わって、第1の面 $S1$ の端から $50\mu\text{m}$ 程度内側の位置であってよい。

[0029] 同様に、第2の面 $S2$ は、表面プロファイル $H_2(x)$ を有している。表面プロファイル $H_2(x)$ は、表面プロファイル $H_2(x)$ の両端が $x = E_{L2}$ および $x = E_{R2}$ によって表されるときに $H_2(E_{L2}) = H_2(E_{R2}) = 0$ が満たされるようなレベリングの下での、 z 方向における第2の面 $S2$ の表面高さを表している。正の高さは表面が突出することを表し、負の高さは表面が窪むことを表す。なお表面プロファイルの両端の位置である $x = E_{L2}$ および $x = E_{R2}$ は、測定上の理由で、第2の面 $S2$ の両端の位置に代わって、第2の面 $S2$ の端から $50\mu\text{m}$ 程度内側の位置であってよい。

[0030] 第1の面 $S1$ の表面プロファイル $H_1(x)$ は $x = x_1$ において極値 H_{1M} を有している。第2の面 $S2$ の表面プロファイル $H_2(x)$ は $x = x_2$ において極値 H_{2M} を有している。極値 H_{1M} は極大値であり、極値 H_{2M} は極小値である。なお変形例として、極値 H_{1M} が極小値であり、極値 H_{2M} が極大値であってもよい。本実施の形態においては、第1の面 $S1$ の表面プロファイル $H_1(x)$ および第2の面 $S2$ の表面プロファイル $H_2(x)$ の各々は、1つの極値のみを有している。

[0031] 極値 H_{1M} の絶対値および極値 H_{2M} の絶対値はおおよそ同じ値であり、それらの平均値に対して、例えば10%以内の値である。また位置 x_1 および x_2 はおおよそ同じ値であり、それらの平均値に対して、例えば10%以内の値である。セラミック部101の厚みがおおよそ均一である場合、表面プロファイル $H_1(x)$ と表面プロファイル $H_2(x)$ とは、互いに正負が反転され

た関数におおよそ対応する。極値 H_{1M} および極値 H_{2M} の各々は $2\mu\text{m}$ 以上である。極値 H_{1M} および極値 H_{2M} のそれぞれを表面プロファイル $H_1(x)$ および表面プロファイル $H_2(x)$ の反りとみなす。よって反りの大きさは $2\mu\text{m}$ 以上である。また反りの大きさは、積層セラミック電子部品701を表面実装用に好適なものとする観点で、 $10\mu\text{m}$ 以下であってよい。

[0032] 図4は、表面プロファイル $H_1(x)$ (図3参照)の測定結果の一例を示すグラフ図である。この測定方法の例について、以下に説明する。なお表面プロファイル $H_2(x)$ (図3参照)の測定方法についてもこれと同様である。

[0033] まず、積層セラミック電子部品701の、第1の面S1 (図2)に対応する面、具体的には図1に示された面に対して、レーザースキャナによる表面プロファイル測定が行われる。スキャンは、図1の線| | - | |に示されているように、y方向における中央近傍を、x方向に沿って行われる。スキャン結果の、x方向における両端は、様々な要因によって測定ばらつきが大きくなることから、各端の長さ $50\mu\text{m}$ 程度の範囲のデータは削除されてよく、この削除後の両端が、 $x = E_{L1}$ および $x = E_{R1}$ (図3)に対応する。この時点で、 $x = E_{L1}$ と $x = E_{R1}$ との間での500点以上のx位置について、高さ情報が準備されるよう、測定が行われる。そして、前後20点の高さ情報を使用することによって、スムージングされた表面プロファイルを算出する。

[0034] 次に、第1の面S1上における、電極領域 (第1の電極210または第2の電極220が設けられた領域) と、非電極領域 (第1の電極210および第2の電極220のいずれも設けられていない領域) とによって形成される段差の影響を除去するために、表面プロファイルの、非電極領域に対応する区間については、電極領域に対応する区間に基づく多項式近似によって補完された表面プロファイルに置換される。これにより、第1の面S1上における第1の電極210および第2の電極220の厚みをほぼ均一とみなすことができる場合については、セラミック部101の第1の面S1の表面プロファイル $H_1(x)$ を十分な精度で取得することができる。なお第1の面S1上

における第1の電極210および第2の電極220の厚みが均一とみなせない場合は、断面写真観察の結果に基づいた補正が行われてもよい。また表面プロファイル $H_1(x)$ の評価目的に鑑みて、明白な測定誤差、または、極めて局所的な値のばらつきは、当該評価において無視されてよい。

[0035] 図5および図6のそれぞれは、積層セラミック電子部品701（図2）の製造方法の第1および第2工程を概略的に示す部分断面図である。

[0036] 図5を参照して、仕掛品600が形成される。仕掛品600は、基材161、162と、グリーン積層体150とを有している。グリーン積層体150は基材161と基材162との間に保持されている。基材161、162は、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムである。グリーン積層体150は、厚み方向に積層されたグリーンシート151～153を有している。

[0037] 基材161とグリーンシート151との界面F1は、グリーン積層体150から積層セラミック電子部品701（図2）が得られたときの第1の面S1に対応する。基材161は、グリーンシート151の成形のためにスラリーが塗布された基材であってよい。同様に、基材162とグリーンシート153との界面F2は、グリーン積層体150から積層セラミック電子部品701（図2）が得られたときの第2の面S2に対応する。基材162は、グリーンシート153の成形のためにスラリーが塗布された基材であってよい。

[0038] グリーンシート151とグリーンシート152との界面F3には、焼成されることによって第2の内部電極層223（図2）となる電極ペースト層（図示せず）が形成されている。グリーンシート152とグリーンシート153との界面F4には、焼成されることによって第1の内部電極層213（図2）となる電極ペースト層（図示せず）が形成されている。界面F1には、焼成されることによって第1の電極210の部分211および第2の電極220の部分224となる電極ペースト層（図示せず）が形成されてよい。なおこの電極ペースト層の一部または全部は、基材161が除去された後に、

追って塗布されてもよい。界面F2には、焼成されることによって第1の電極210の部分214および第2の電極220の部分221となる電極ペースト層（図示せず）が形成されてよい。なおこの電極ペースト層の一部または全部は、基材162が除去された後に、追って塗布されてもよい。

[0039] グリーンシート151～153は、図中、矢印で示されるような積層プレス工程の結果、互いに付着している。言い換えれば、グリーンシート151～153によってグリーン積層体150が構成されている。積層プレス工程は、例えば、仕掛品600を挟んだ1対の金型（図示せず）に対して、図5における矢印で示された圧力を加えることによって行われてよい。積層プレス工程は加熱されながら行われてよい。積層プレス工程の条件は、例えば、荷重100kN、温度80度、保持時間60秒である。

[0040] 図6を参照して、次に、追加プレス工程が行われる。具体的には、仕掛品600がその積層方向（図中、縦方向）に沿って1対の金型間に配置される。仕掛品600と一方の金型との間には弾性部材1100が挿入される。そして、1対の金型間で仕掛品600がプレスされる。

[0041] 弾性部材1100は、仕掛品600に対向する表面S8を有している。表面S8は、非平坦形状を有していてよく、この非平坦形状は、表面プロファイル $H_1(x)$ に対応していてよい。典型的な量産工程においては、1つの仕掛品600から、焼成されることによって多数の積層セラミック電子部品701となる多数の未焼成体が切り出されることになる。その場合、表面S8は、多数の積層セラミック電子部品701の各々の極値 H_{1M} に対応した周期で多数の凸形状を含む波状面であってよい。波状面が有する波形状のx方向における周期は、焼成前のセラミック部101の長さ寸法（x方向における寸法）以下である。また波形状の振幅は、付与したい反りの大きさに応じて適宜設定される。

[0042] 弾性部材1100は、例えば、厚み8mm、ゴム硬度16を有するシリコンゴムからなる。ゴム硬度は、JIS K 6249 タイプA デュロメータにて測定された値であってよい。

- [0043] 追加プレス工程は、加熱されながら行われてよい。追加プレス工程の条件は、例えば、荷重100kN、温度60度、保持時間60秒である。このように、追加プレス工程における温度は、室温よりも高く、かつ前述の積層プレス工程の温度よりも低い温度とされてよい。反りの大きさを調整するために、荷重、温度および保持時間の値は、上記条件に記された値から、例えば20%程度の範囲で増加または低減されてよい。
- [0044] また追加プレス工程は複数回繰り返されてもよい。複数回の追加プレスにおいて、仕掛品600と弾性部材1100との相対的位置は、同じであってもよく、異なってもよい。後者の方法によれば、弾性部材1100の表面S8を複雑化することなしに、より複雑な表面プロファイルH₁(x)を得ることができる。
- [0045] 次に、グリーン積層体150から、焼成されることによって積層セラミック電子部品701となる未焼成体が切り出される。量産工程においては、通常、1つのグリーン積層体150から多数の未焼成体が切り出される。未焼成体を焼成することによって積層セラミック電子部品701が得られる。なお、前述したように、適当なタイミングで電極ペースト層の追加的な塗布が行われてよい。この塗布が上記焼成後になされた場合は、電極ペースト層のための追加的な焼成が行われる。
- [0046] 本実施の形態1によれば、セラミック部101(図3)が有意な反りを有する。これにより、第1の電極210および第2の電極220(図2)の実効的な長さが大きくなる。よって、サイズの上限の制約がある中で絶縁信頼性に大きな悪影響を与えることなく、電気特性、例えば静電容量を高めることができる。
- [0047] <実施の形態2>
- 図7は、本実施の形態におけるセラミック部102の第1の面S1および第2の面S2の各々の、長さ方向(x方向)に沿った表面プロファイルを模式的に示す図である。図8は、第1の面S1の表面プロファイルの測定結果の一例を示すグラフ図である。本実施の形態2においては、セラミック部1

01 (図3) に代わってセラミック部102 (図7) が用いられている。本実施の形態のこれ以外の構成については、積層セラミック電子部品701 (図2: 実施の形態1) の構成と同様であるため、その説明を繰り返さない。また表面プロファイルの定義およびその測定方法についても、図3 (実施の形態1) の場合と同様であるため、その説明を省略する。

[0048] 本実施の形態においては、第1の面S1の表面プロファイル $H_1(x)$ および第2の面S2の表面プロファイル $H_2(x)$ の各々は複数の極値を有している。具体的には、表面プロファイル $H_1(x)$ は第1の極値 $H_{1A}=H_1(x_{1A})$ と第2の極値 $H_{1B}=H_1(x_{1B})$ とを有している。言い換えれば、 x 方向において第1の極値 H_{1A} および第2の極値 H_{1B} のそれぞれが、位置 x_{1A} (第1の位置) および位置 x_{1B} (第2の位置) に位置している。また表面プロファイル $H_2(x)$ は第1の極値 $H_{2A}=H_2(x_{2A})$ と第2の極値 $H_{2B}=H_2(x_{2B})$ とを有している。言い換えれば、 x 方向において第1の極値 H_{2A} および第2の極値 H_{2B} のそれぞれが、位置 x_{2A} (第1の位置) および位置 x_{2B} (第2の位置) に位置している。

[0049] 第1の面S1および第2の面S2の各々の複数の極値のいずれか1つは、第1の面S1または第2の面S2のスリット領域に存在してよい。言い換えれば、 x 方向において、第1の面S1および第2の面S2の各々の複数の極値のいずれか1つの位置は、第1の面S1または第2の面S2のスリット領域の範囲内に含まれていてよい。例えば、第1の面S1の位置 x_{1B} と第2の面S2の位置 x_{2B} との各々が、第2の面S2のスリット領域 (図2を参照して、第2の面S2の、第1の電極210に覆われた領域と第2の電極220に覆われた領域との間に挟まれた領域) の範囲内に含まれていてよい。

[0050] 第1の極値 H_{1A} は極大値であり、第1の極値 H_{2A} は極小値であり、第2の極値 H_{1B} は極小値であり、第2の極値 H_{2B} は極大値である。第1の極値 H_{1A} の絶対値および第1の極値 H_{2A} の絶対値はおおよそ同じ値であり、それらの平均値に対して、例えば10%以内の値である。同様に、第2の極値 H_{1B} の絶対値および第2の極値 H_{2B} の絶対値はおおよそ同じ値であり、それらの平

均値に対して、例えば10%以内の値である。また位置 x_{1A} および x_{2A} はおおよそ同じ値であり、それらの平均値に対して、例えば10%以内の値である。同様に、位置 x_{1B} および x_{2B} はおおよそ同じ値であり、それらの平均値に対して、例えば10%以内の値である。セラミック部102の厚みがおおよそ均一である場合、表面プロファイル $H_1(x)$ と表面プロファイル $H_2(x)$ とは、互いに正負が反転された関数におおよそ対応する。なお変形例として、第1の極値 H_{1A} が極小値であり、第1の極値 H_{2A} が極大値であり、第2の極値 H_{1B} が極大値であり、第2の極値 H_{2B} が極小値であってもよい。

[0051] 第1の極値 H_{1A} は、表面プロファイル $H_1(x)$ において最大の絶対値を有する極値であり、第1の極値 H_{2A} は、表面プロファイル $H_2(x)$ において最大の絶対値を有する極値である。第1の極値 H_{1A} の絶対値および第1の極値 H_{2A} の絶対値は $2\mu\text{m}$ 以上である。これら以外の極値の絶対値は $0.2\mu\text{m}$ 以上であり、よって第2の極値 H_{1B} の絶対値および第2の極値 H_{2B} の絶対値は $0.2\mu\text{m}$ 以上である。第1の極値 H_{1A} の絶対値および第1の極値 H_{2A} の絶対値は、積層セラミック電子部品702を表面実装用に好適なものとする観点で、 $10\mu\text{m}$ 以下であってよい。表面プロファイル $H_1(x)$ において第2の極値 H_{1B} の絶対値は第1の極値 H_{1A} の絶対値の半分以下であってよく、表面プロファイル $H_2(x)$ において第2の極値 H_{2B} の絶対値は第1の極値 H_{2A} の絶対値の半分以下であってよい。第1の面S1の表面プロファイル $H_1(x)$ および第2の面S2の表面プロファイル $H_2(x)$ の各々は、図7に示されているように、2つの極値、言い換えれば第1および第2の極値のみを有してよい。変形例としてさらなる極値が付与される場合、このさらなる極値の絶対値は、第2の極値の絶対値よりも小さいが、 $0.2\mu\text{m}$ 以上である。言い換えれば、絶対値が $0.2\mu\text{m}$ 未満の値は極値とはみなさない。

[0052] x 方向における表面プロファイル $H_1(x)$ の midpoint (図7での x 方向における一点鎖線の位置) から位置 x_{1A} までの距離に比して、この midpoint から位置 x_{1B} までの距離の方が大きくてよい。同様に、 x 方向における表面プロファイル $H_2(x)$ の midpoint (図7での x 方向における一点鎖線の位置) から位置 x_{2A} ま

での距離に比して、この中点から位置 x_{2B} までの距離の方が大きくてよい。

[0053] 本実施の形態 2 によれば、セラミック部 102 (図 7) が有意な第 1 および第 2 の極値を有する。これにより、第 1 の電極 210 および第 2 の電極 220 (図 2) の実効的な長さが大きくなる。よって、サイズの上限の制約がある中で絶縁信頼性に大きな悪影響を与えることなく、電気特性、例えば静電容量を高めることができる。

[0054] <実施の形態 3>

図 9 は、本実施の形態 3 における積層セラミック電子部品 702 の構成を概略的に示す断面図である。積層セラミック電子部品 702 のセラミック部 103 は、実施の形態 1 におけるセラミック部 101 (図 3)、実施の形態 2 におけるセラミック部 102 (図 7)、またはこれらの変形例のセラミック部のいずれかと同様であってよい。

[0055] また積層セラミック電子部品 702 は、積層セラミック電子部品 701 (図 2) における第 1 の電極 210 および第 2 の電極 220 のそれぞれに代わって、第 1 の電極 230 および第 2 の電極 240 を有している。第 1 の電極 230 は、第 1 の面 S1 上に配置されており、図示された例においては第 1 の面 S1 の実質的に全体に配置されている。第 1 の電極 230 は、第 1 の面 S1 以外の面上には、配置されている必要はない。第 2 の電極 240 は、第 2 の面 S2 上に配置されており、図示された例においては、第 2 の面 S2 の実質的に全体に配置されている。第 2 の電極 240 は、第 2 の面 S2 以外の面上には、配置されている必要はない。また本実施の形態においては、内部電極層 213, 223 (図 2) も必要ではない。

[0056] なお、上記以外の構成については、上述した実施の形態 1 または 2 の構成とほぼ同じであるため、同一または対応する要素について同一の符号を付し、その説明を繰り返さない。

[0057] <実施の形態 4>

図 10 は、本実施の形態 4 における積層セラミック電子部品 703 の構成を概略的に示す断面図である。積層セラミック電子部品 703 のセラミック

部103は、実施の形態1におけるセラミック部101（図3）、実施の形態2におけるセラミック部102（図7）、またはこれらの変形例のセラミック部のいずれかと同様であってよい。

[0058] また積層セラミック電子部品702は、積層セラミック電子部品701（図2）における第1の電極210および第2の電極220のそれぞれに代わって、第1の電極250および第2の電極260を有している。第1の電極250は、第1の面S1上に位置する部分251を含む。また本実施の形態においては、第1の電極250は、第2の面S2上に位置する部分254と、第3の面S3の一部の上に位置する部分252とを含む。部分251は、図示された例においては第1の面S1の実質的に全体に配置されている。第2の電極260は、第2の面S2上において第1の電極250から離されて配置されている。第2の電極260は、第2の面S2以外の面上には、配置されている必要はない。また本実施の形態においては、内部電極層213、223（図2）も必要ではない。

[0059] なお、上記以外の構成については、上述した実施の形態1または2の構成とほぼ同じであるため、同一または対応する要素について同一の符号を付し、その説明を繰り返さない。

[0060] <実施例>

セラミック部101（図3：実施の形態1）を有する積層セラミック電子部品としての実施例1、セラミック部102（図3：実施の形態1）を有する積層セラミック電子部品としての実施例2A～2C、および、これら実施例と異なり平坦な第1の面S1および第2の面S2を有する比較例についての、静電容量の測定結果を、以下に示す。

[0061]

[表1]

	極値の数	反り	静電容量
比較例	0	0um	+/-0%
実施例1	1	3um	+0.2%
実施例2A	2	4um	+0.5%
実施例2B	2	5um	+0.8%
実施例2C	2	6um	+1.0%

[0062] 上記において、静電容量は、比較例を基準としての差異として示されている。なお静電容量の測定は、第1の面S1上の第1の電極210および第2の電極220（図1参照）にLCRメータの1対のプロブ電極を当てつつ周波数1kHzかつ振幅1V（ 0 ± 0.5 V）の電圧を印加することによって行われた。上記の測定結果から、比較例に比して各実施例の方が、より高い静電容量を有していることがわかった。

[0063] 上記の各実施の形態および各変形例で説明された各構成は、相互に矛盾しない限り適宜組み合わせたり、省略したりすることができる。

符号の説明

- [0064] 101～103：セラミック部
 150：グリーン積層体
 151～153：グリーンシート
 161, 162：基材
 210, 230, 250：第1の電極
 213：第1の内部電極層
 220, 240, 260：第2の電極
 223：第2の内部電極層
 600：仕掛品
 701～703：積層セラミック電子部品
 1100：弾性部材

S 1 : 第 1 の面

S 2 : 第 2 の面

請求の範囲

- [請求項1] 厚み方向と、前記厚み方向に垂直な幅方向と、前記厚み方向および前記幅方向に垂直な長さ方向と、を有する積層セラミック電子部品であって、
- 前記厚み方向において互いに反対の第1の面および第2の面を有するセラミック部と、
- 前記第1の面上に配置された第1の部分を有する第1の電極と、
- 前記第2の面上に配置された第2の部分を有する第2の電極と、
- を備え、
- 前記セラミック部の前記第1の面および前記第2の面の各々は、
- 前記幅方向における幅寸法と、
- 前記長さ方向における、前記幅寸法よりも大きく1mm以下の長さ寸法と、
- 前記厚み方向における $2\mu\text{m}$ 以上の反りを含む、前記長さ方向に沿った表面プロファイルと、
- を有している、積層セラミック電子部品。
- [請求項2] 請求項1に記載の積層セラミック電子部品であって、前記セラミック部は、前記長さ方向において互いに反対の第3の面および第4の面を有しており、前記第1の電極は前記第3の面に配置された第3の部分を有しており、前記第2の電極は前記第4の面に配置された第4の部分を有している、積層セラミック電子部品。
- [請求項3] 請求項2に記載の積層セラミック電子部品であって、前記第1の電極は、前記セラミック部内に配置され前記第3の部分に接続された第1の内部電極層を有している、積層セラミック電子部品。
- [請求項4] 請求項3に記載の積層セラミック電子部品であって、前記第2の電極は、前記セラミック部内に配置され前記第4の部分に接続された第2の内部電極層を有している、積層セラミック電子部品。
- [請求項5] 請求項1から4のいずれか1項に記載の積層セラミック電子部品で

あって、前記表面プロファイルは複数の極値を有している、積層セラミック電子部品。

[請求項6] 請求項5に記載の積層セラミック電子部品であって、
前記第1の面および前記第2の面の少なくともいずれかは、前記第1の電極に覆われた領域と、前記第2の電極に覆われた領域との間に挟まれたスリット領域を有しており、

前記第1の面および前記第2の面の各々の前記複数の極値のいずれか1つは、前記第1の面または前記第2の面の前記スリット領域に存在している、積層セラミック電子部品。

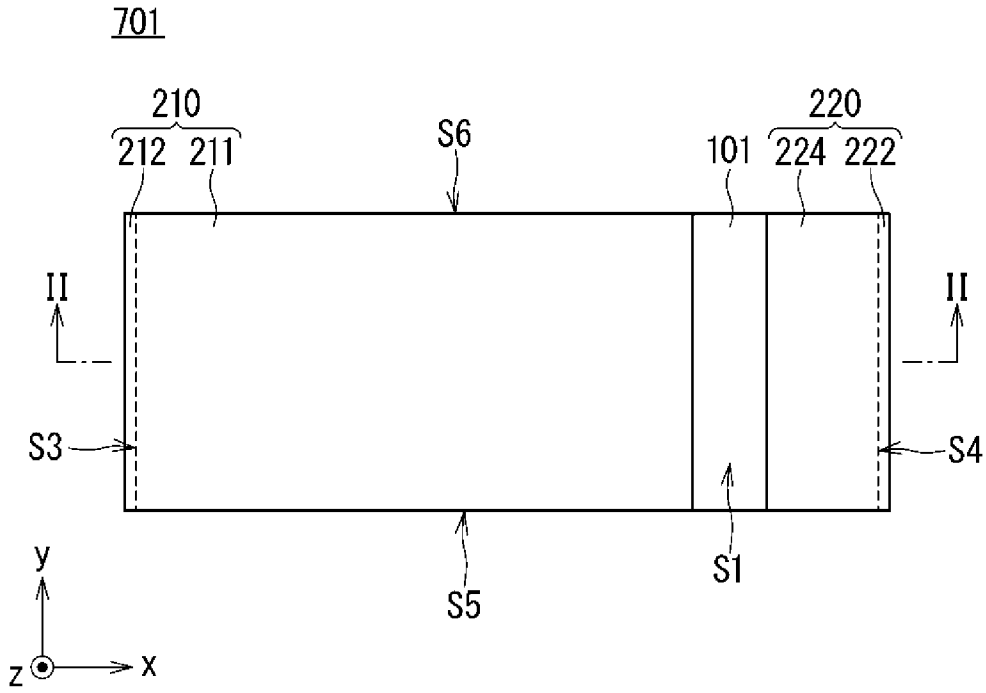
[請求項7] 請求項5に記載の積層セラミック電子部品であって、前記複数の極値は第1の極値および第2の極値の2つの極値である、積層セラミック電子部品。

[請求項8] 請求項7に記載の積層セラミック電子部品であって、
前記長さ方向において前記第1の極値および前記第2の極値のそれぞれが第1の位置および第2の位置に位置しており、前記長さ方向における前記表面プロファイルの midpoint から前記第1の位置までの距離に比して、前記 midpoint から前記第2の位置までの距離の方が大きい、積層セラミック電子部品。

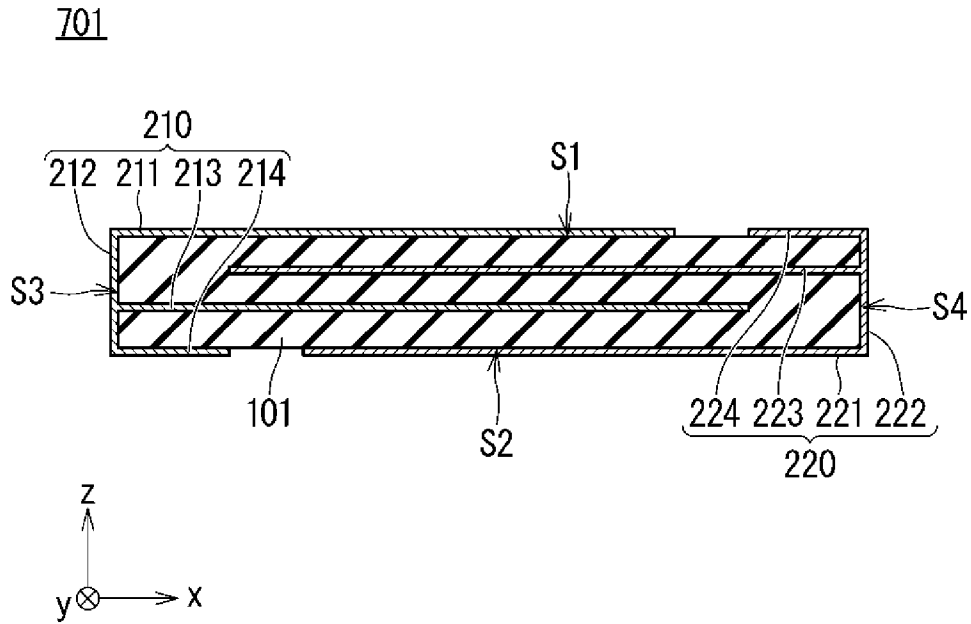
[請求項9] 請求項8に記載の積層セラミック電子部品であって、
前記表面プロファイルの両端の値がゼロとなるようなレベリングの下、前記第1の極値の絶対値に比して前記第2の極値の絶対値は小さい、積層セラミック電子部品。

[請求項10] 請求項7に記載の積層セラミック電子部品であって、前記第2の極値の絶対値は、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上、かつ前記第1の極値の絶対値の半分未満である、積層セラミック電子部品。

[図1]

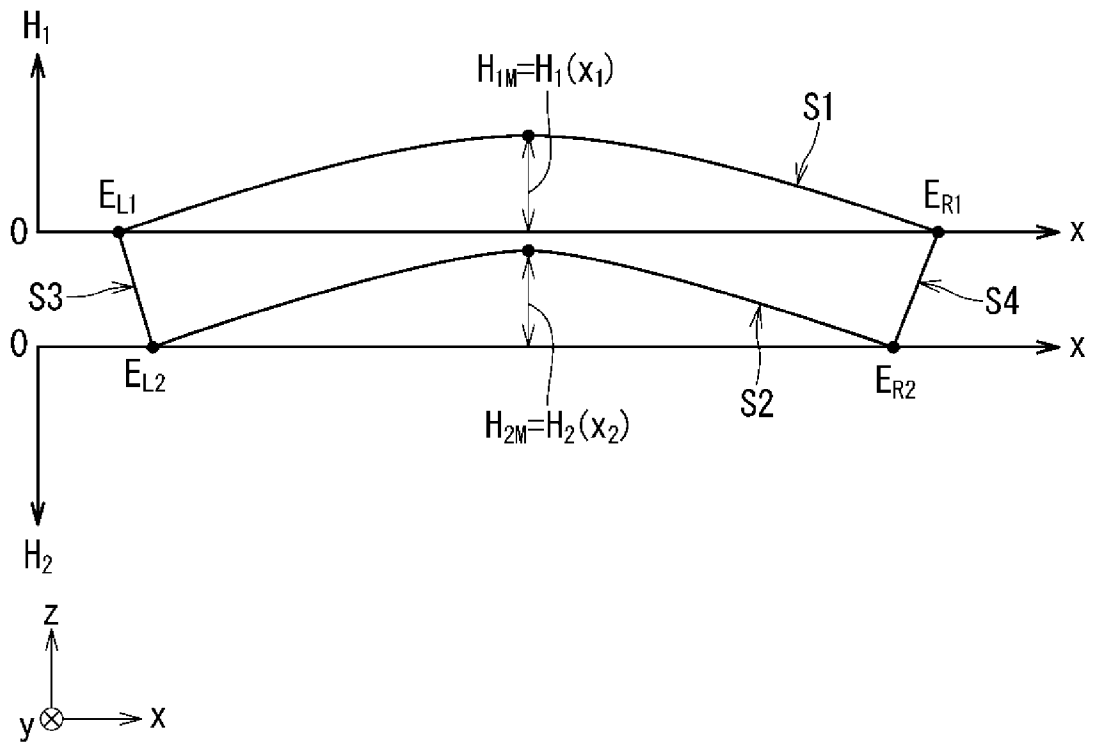


[図2]

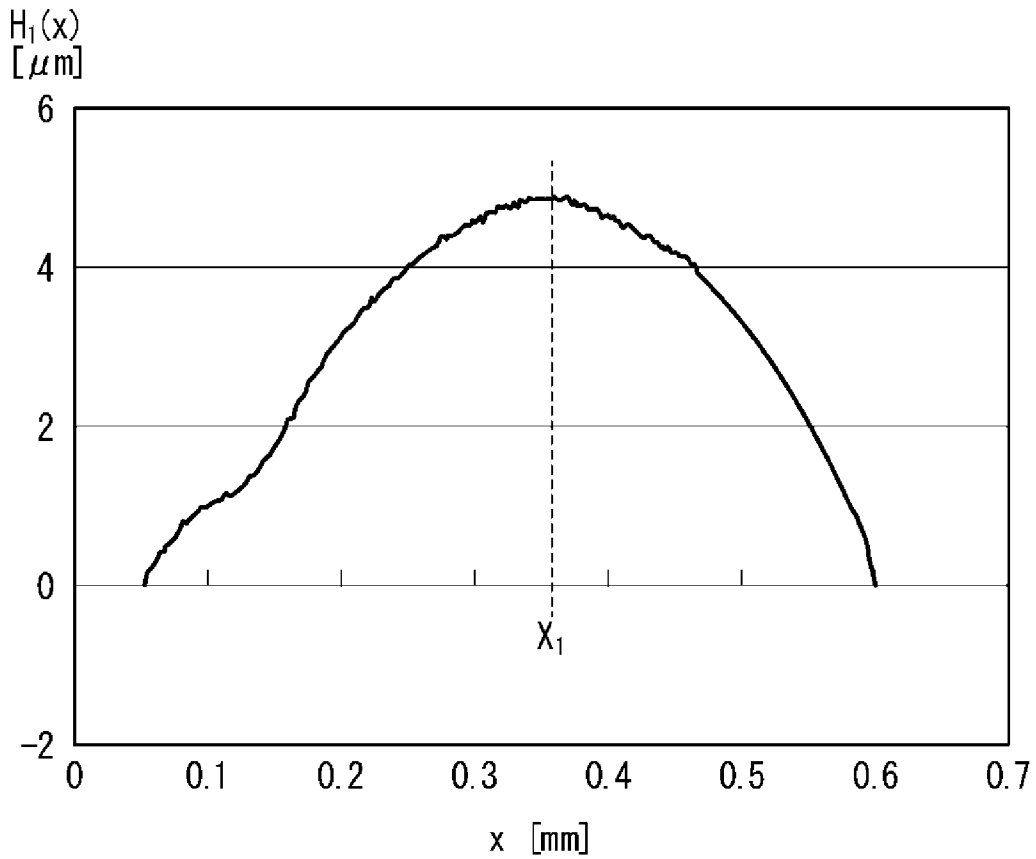


[図3]

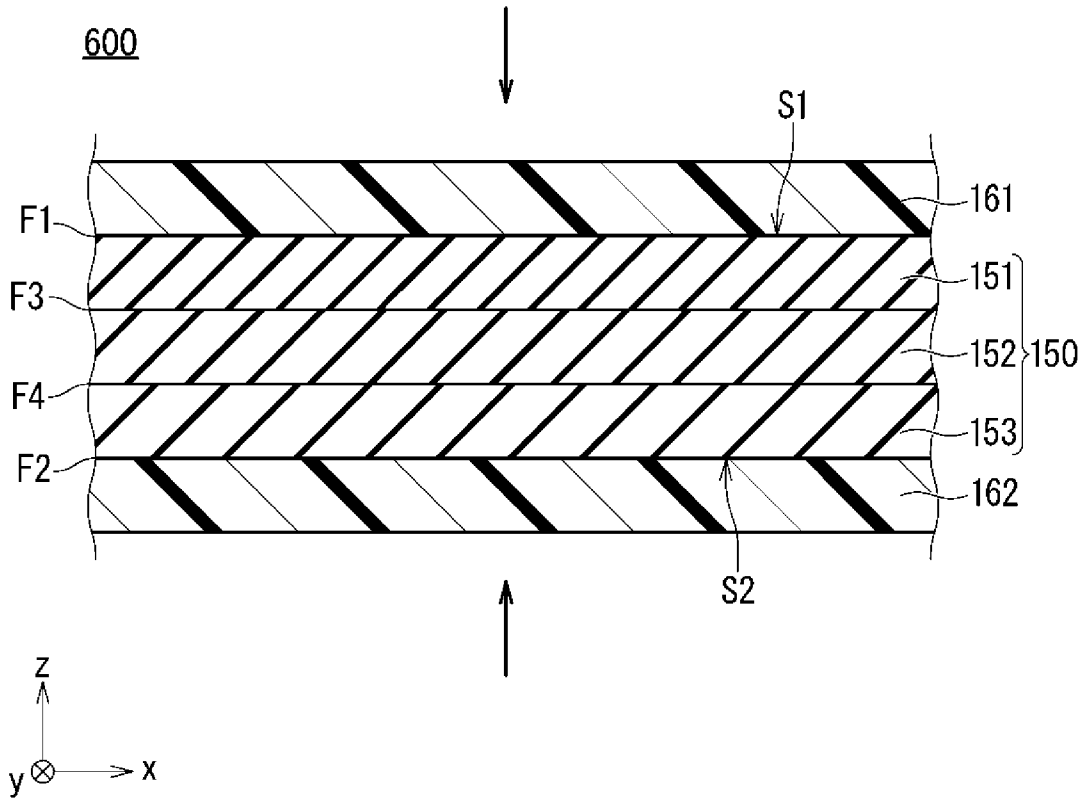
101



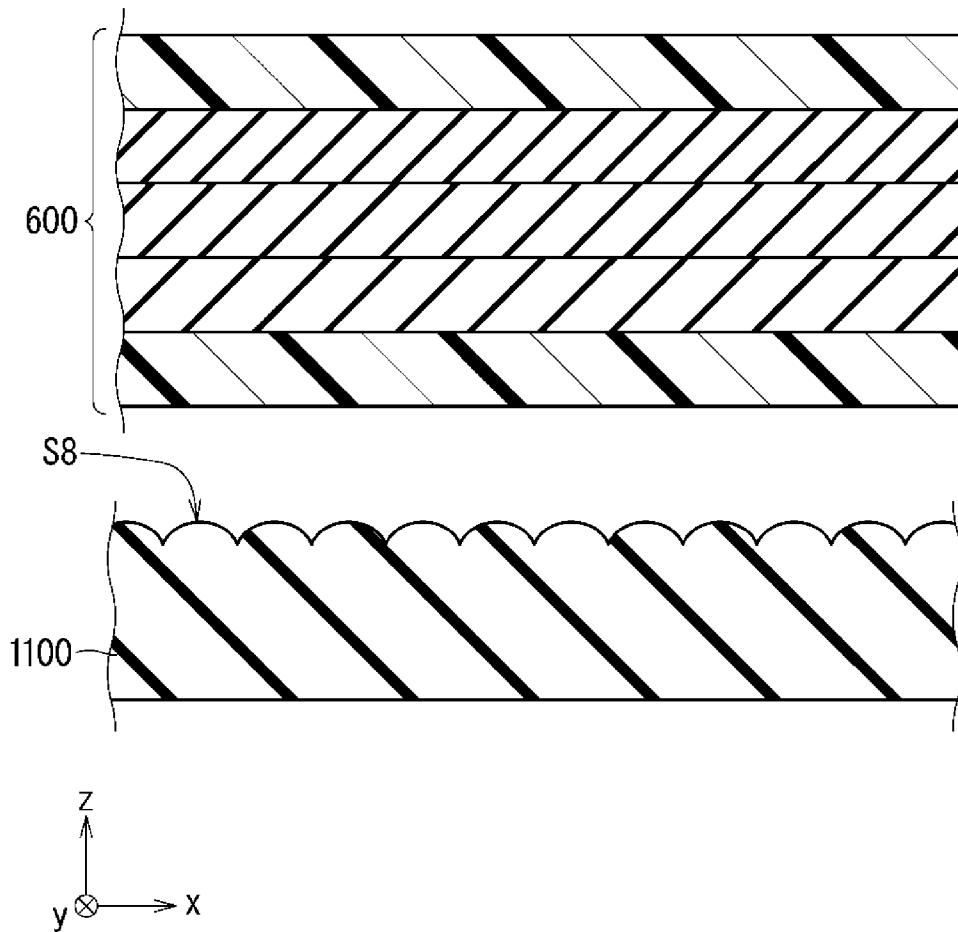
[図4]



[図5]

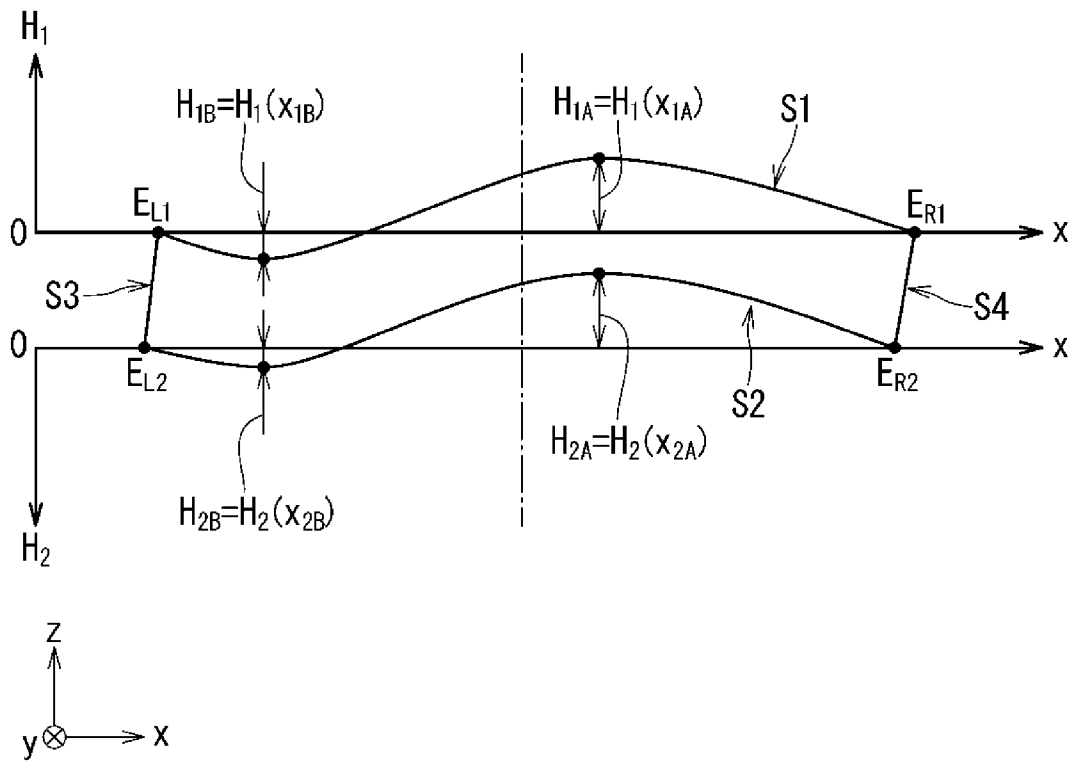


[図6]

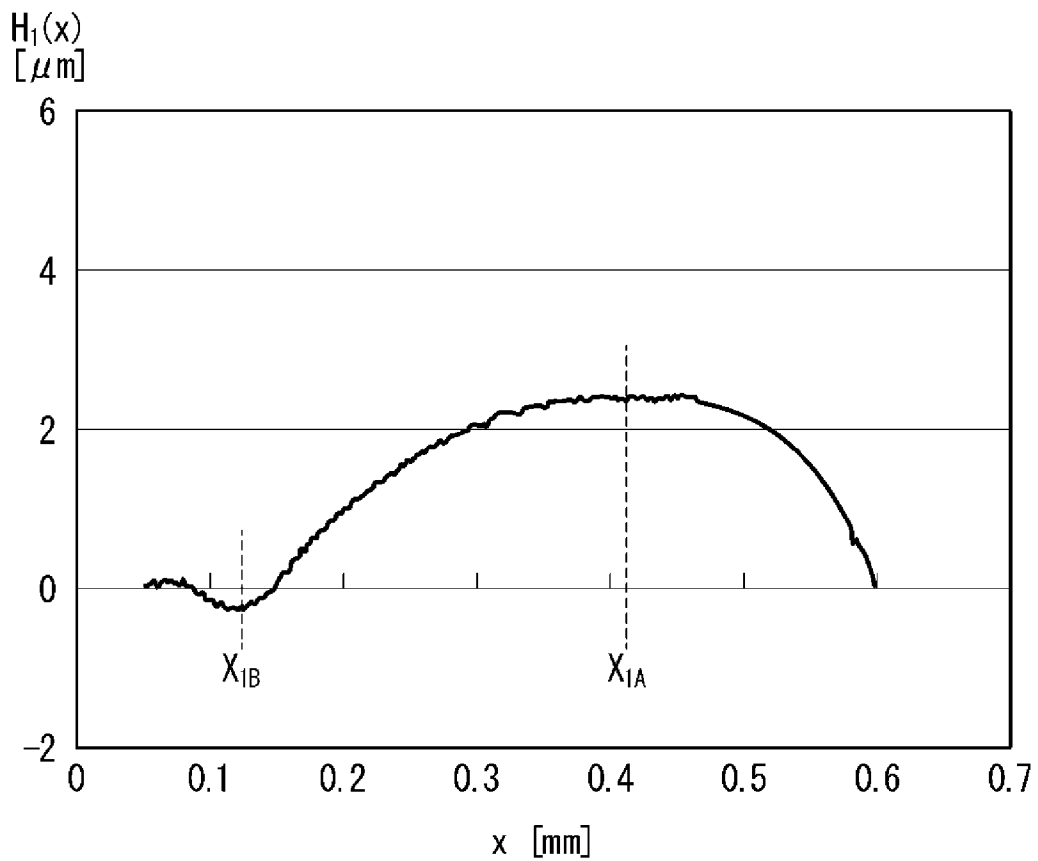


[図7]

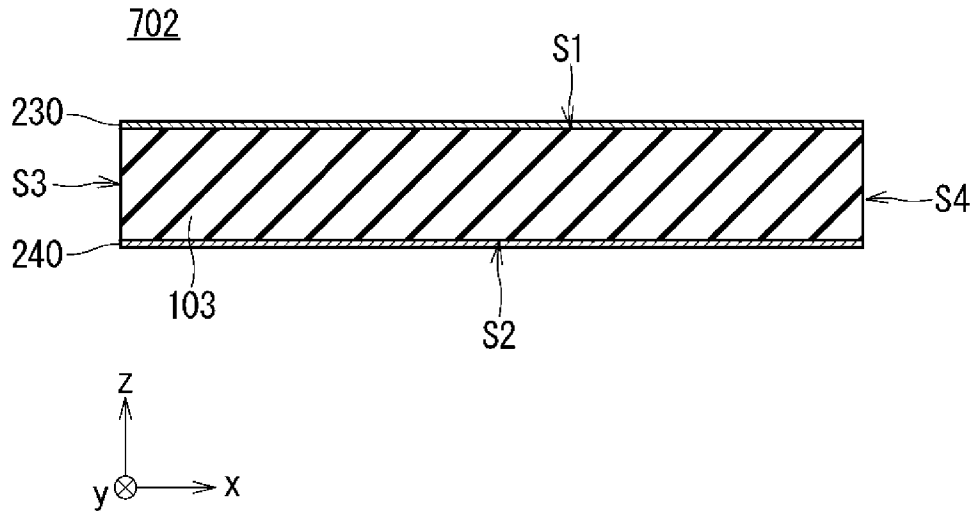
102



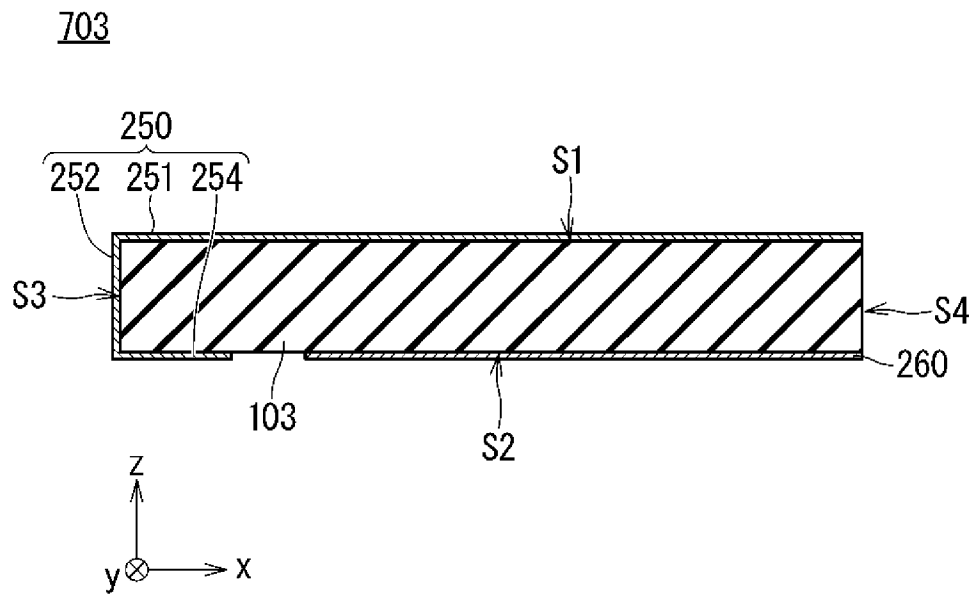
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/006012

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01G 4/30 (2006.01)i; H01C 7/02 (2006.01)i; H01C 7/04 (2006.01)i; H01C 7/10 (2006.01)i; H01F 27/29 (2006.01)i FI: H01G4/30 201K; H01C7/02; H01C7/04; H01C7/10; H01F27/29 120; H01G4/30 201F; H01G4/30 512; H01G4/30 513		
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; H01C7/02; H01C7/04; H01C7/10; H01F27/29		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2022-142240 A (MURATA MFG. CO., LTD.) 30 September 2022 (2022-09-30) claims, paragraphs [0081], [0206]-[0223], fig. 16	1-10
A	JP 2014-110417 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 12 June 2014 (2014-06-12) entire text, all drawings	1-10
A	WO 2011/145453 A1 (MURATA MFG. CO., LTD.) 24 November 2011 (2011-11-24) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2020-009949 A (NGK INSULATORS LTD.) 16 January 2020 (2020-01-16) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2001-044066 A (KYOCERA CORP.) 16 February 2001 (2001-02-16) entire text, all drawings	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "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 25 April 2024		Date of mailing of the international search report 14 May 2024
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/JP2024/006012

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2022-142240 A	30 September 2022	US 2022/0301777 A1 claims, paragraphs [0114], [0248]-[0266], fig. 16	
		US 2023/0420189 A1	
JP 2014-110417 A	12 June 2014	US 2014/0151101 A1 entire text, all drawings	
WO 2011/145453 A1	24 November 2011	US 2013/0069490 A1 entire text, all drawings	
JP 2020-009949 A	16 January 2020	US 2020/0020844 A1 entire text, all drawings	
JP 2001-044066 A	16 February 2001	(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; H01C 7/02(2006.01)i; H01C 7/04(2006.01)i; H01C 7/10(2006.01)i; H01F 27/29(2006.01)i FI: H01G4/30 201K; H01C7/02; H01C7/04; H01C7/10; H01F27/29 120; H01G4/30 201F; H01G4/30 512; H01G4/30 513		
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; H01C7/02; H01C7/04; H01C7/10; H01F27/29		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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
X	JP 2022-142240 A（株式会社村田製作所）30.09.2022（2022-09-30） 特許請求の範囲,段落[0081],[0206]-[0223],図16	1-10
A	JP 2014-110417 A（サムソン エレクトロメカニクス カンパニーリミテッド.） 12.06.2014（2014-06-12） 全文,全図	1-10
A	WO 2011/145453 A1（株式会社村田製作所）24.11.2011（2011-11-24） 全文,全図	1-10
A	JP 2020-009949 A（日本碍子株式会社）16.01.2020（2020-01-16） 全文,全図	1-10
A	JP 2001-044066 A（京セラ株式会社）16.02.2001（2001-02-16） 全文,全図	1-10
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 25.04.2024	国際調査報告の発送日 14.05.2024	
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） 田中 晃洋 5D 3800 電話番号 03-3581-1101 内線 3549	

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/JP2024/006012

引用文献			公表日	パテントファミリー文献		公表日
JP	2022-142240	A	30.09.2022	US 2022/0301777	A1	
				特許請求の範囲,段落		
				[0114], [0248]-[0266], 図16		
				US 2023/0420189	A1	

JP	2014-110417	A	12.06.2014	US 2014/0151101	A1	
				全文, 全図		

WO	2011/145453	A1	24.11.2011	US 2013/0069490	A1	
				全文, 全図		

JP	2020-009949	A	16.01.2020	US 2020/0020844	A1	
				全文, 全図		

JP	2001-044066	A	16.02.2001	(ファミリーなし)		
