

(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8月8日(08.08.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/161946 A1

(51) 国際特許分類:
H01G 4/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/000593

(22) 国際出願日: 2024年1月12日(12.01.2024)

(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 2023-012256 2023年1月30日(30.01.2023) JP

(71) 出願人: 太陽誘電株式会社 (**TAIYO YUDEN CO.,LTD.**) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋二丁目7番19号 Tokyo (JP).

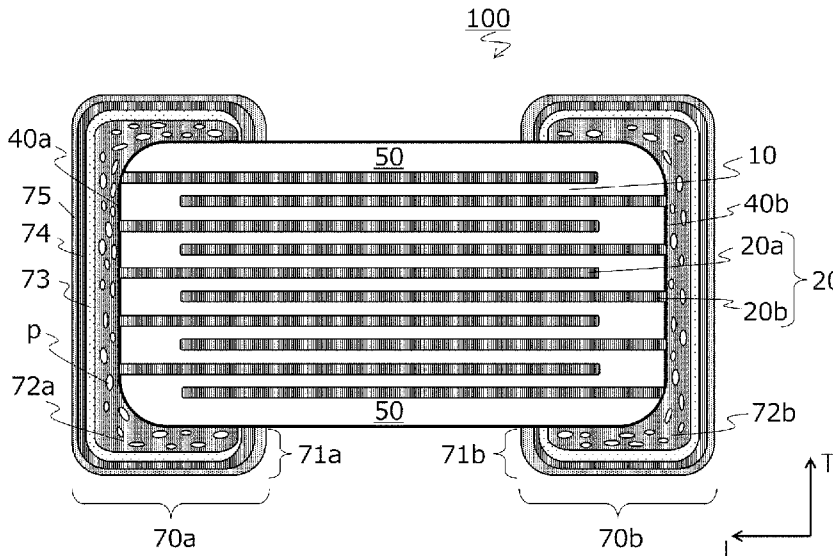
(72) 発明者: 金田 和巳 (**KANEDA Kazumi**);
〒1040031 東京都中央区京橋二丁目7番19号 太陽誘電株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 相田 悟, 外 (**AIDA Satoru et al.**);
〒1040031 東京都中央区京橋1-19-4 T A F 京橋ビル2階 京橋知財事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(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:** A multilayer ceramic capacitor according to one aspect of the present invention includes: a capacitor section, in which a dielectric layer formed from dielectric porcelain and an internal electrode having a metal as a main component are alternately stacked; and a protection section including a cover layer formed from dielectric porcelain and disposed at both ends in a stacking direction of the capacitor section, and a side margin layer formed from dielectric porcelain and disposed at both ends in a direction perpendicular to the stacking direction of the capacitor section. The multilayer ceramic capacitor further includes: a multilayer chip having an extraction surface on which the internal electrode is extracted; and a terminal section that electrically connects the internal electrodes extracted on the extraction surface of the multilayer chip to each other, and that is formed on the surface of the protection section. The terminal section includes an external electrode that contacts the protection section, has nickel as a main component element, and includes a porous

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, 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))

metal section including a plurality of flat pores arranged along the surface of the terminal section.

(57) 要約: 本発明の一側面に係る積層セラミックコンデンサは、誘電体磁器で形成された誘電体層と金属を主成分とする内部電極とが交互に積層された容量部、及び前記容量部の積層方向両端部に配置された、誘電体磁器で形成されたカバー層と、前記容量部の積層方向と垂直な方向の両端部に配置された、誘電体磁器で形成されたサイドマージン層とを含む保護部を備え、かつ前記内部電極が引き出される引出面を有する積層チップ、並びに前記積層チップの前記引出面上に引き出された前記内部電極同士を電氣的に接続し、前記保護部の表面に形成された端子部を有し、かつ前記端子部が、前記保護部に接触し、ニッケルを主成分元素とし、前記端子部の表面に沿って配向する複数の扁平形状のポアを含む多孔質金属部を有する外部電極を備えるものである。

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] 積層セラミックコンデンサとして、誘電体層と内部電極とが交互に積層され、前記内部電極が、積層方向に平行な、互いに対向する1対の引出面に、1層おきに引き出され、前記引き出された内部電極同士がそれぞれ外部電極で接続され、前記外部電極が、前記引出面から、積層方向端部に配置されたセラミック製のカバー層の表面へと、回り込むように形成された構造を有するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 前述の構造を有する積層セラミックコンデンサは、外部電極のカバー層表面に回り込んだ部分を、端子部として回路基板と接続することで、回路基板に実装される。このように回路基板に実装された積層セラミックコンデンサでは、回路基板の撓みによって、端子部の、引出面とは反対側に位置する端部近傍に、応力が集中する。このため、使用時に大きな撓み変形が想定される回路基板に実装される場合、前述の構造を有する積層セラミックコンデンサには、カバー層からの外部電極の剥離、並びにカバー層へのクラックの発生、及び発生したクラックが内部電極まで達することによるショート故障、を抑制することが求められる。

[0004] 基板の撓み変形による、外部電極の剥離ないしカバー層へのクラックの発生を抑制する手段として、特許文献1及び特許文献2にはそれぞれ、外部電極を、ガラス等のセラミックを含むものとし、その含有量を位置によって特定のものとするが開示されている。

[0005] また、特許文献3には、積層セラミックコンデンサに生じる応力や歪みを緩和しつつ、高い信頼性を実現するために、カバー層に、積層方向に直交する方向に沿って配向する複数のポアを含ませることが開示されている。

[0006] さらに、特許文献4には、積層セラミックコンデンサを製造する際の、外部電極ペーストとセラミック積層体との焼成収縮挙動の違いによるクラックの発生を抑制しつつ、外部電極ペーストに対する共材の添加量を抑えてめっき処理への悪影響を低減する手段として、外部電極に含まれる共材に、カバ一層の主成分よりも熱膨張係数の小さなものを用いることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2018-32788号公報

特許文献2：特開2022-129225号公報

特許文献3：特開2020-141091号公報

特許文献4：特開2018-98327号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 近年、積層セラミックコンデンサには、回路基板の撓み変形に起因した故障のさらなる抑制が求められている。特に、車載用の回路基板に実装される積層セラミックコンデンサにおいて、この傾向は顕著である。

[0009] 回路基板の撓み変形に起因した故障を効果的に抑制するためには、上述した、端子部の、引出面とは反対側に位置する端部近傍に対する応力集中を緩和することが効果的である。

[0010] そこで、本発明は、回路基板に実装した際に、回路基板の撓み変形に起因した応力の集中を緩和することができる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

[0011] 本発明者は、前述の問題を解決するために種々の検討を行ったところ、外部電極の端子部に、複数の空隙（ポア）を内包させることで、外部電極が応力に対して局所的に変形しやすくなり、特定箇所への応力集中を緩和できる

ことを見出し、本発明を完成するに至った。

[0012] すなわち、前記課題を解決するための本発明の第1の側面は、誘電体磁器で形成された誘電体層と金属を主成分とする内部電極とが交互に積層された容量部、及び前記容量部の積層方向両端部に配置された、誘電体磁器で形成されたカバー層と、前記容量部の積層方向と垂直な方向の両端部に配置された、誘電体磁器で形成されたサイドマージン層とを含む保護部を備え、かつ前記内部電極が引き出される引出面を有する積層チップ、並びに前記積層チップの前記引出面上に引き出された前記内部電極同士を電氣的に接続し、前記保護部の表面に形成された端子部を有し、かつ前記端子部が、前記保護部に接触し、ニッケルを主成分元素とし、前記端子部の表面に沿って配向する複数の扁平形状のポアを含む多孔質金属部を有する外部電極を備える積層セラミックコンデンサである。

[0013] また、前記課題を解決するための本発明の第2の側面は、ニッケルを主成分元素とする金属粒子と窒化ホウ素粒子とを含む外部電極用ペーストを準備すること、誘電体磁器組成物の粉末を準備すること、前記誘電体磁器組成物の粉末をバインダと混合し、シート状に成形して生シートを得ること、前記生シート上に、金属を含む内部電極パターンを形成すること、前記内部パターンが形成された生シートを所定の枚数積層し、積層方向両端部にカバー層用生シートを配置した後、圧着して生積層体を得ること、前記生積層体を個片化し、前記内部電極パターンが引き出される引出面を有すると共に、該引出面及び前記カバー層用生シートにそれぞれ直交するサイドマージン層用生シートと、前記カバー層用生シートとを含む保護部用生シートを有する焼成前積層チップを得ること、前記焼成前積層チップからバインダを除去すること、バインダ除去後の前記焼成前積層チップの、前記保護部用生シートの表面に、互いに間隔を置いて位置するように、前記外部電極用ペーストを付着させて、一对の外部電極パターンを形成すること、並びに前記外部電極パターンを形成した焼成前積層チップを焼成して焼結体を得ることを含む、積層セラミックコンデンサの製造方法である。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、回路基板に実装した際に、回路基板の撓み変形に起因した応力の集中を緩和することができる積層セラミックコンデンサを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の第1の実施形態に係る積層セラミックコンデンサの構造を示す模式図（長さ方向断面図）である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る積層セラミックコンデンサの構造を示す模式図（幅方向断面図）である。

[図3]ポアが端子部の表面に沿って配向している状態、及びポアの長径及び短径を示す模式図である。

[図4]第1の実施形態の第1変形例に係る積層セラミックコンデンサの構造を示す模式図（長さ方向断面図）である。

[図5]第1の実施形態の第2変形例に係る積層セラミックコンデンサの構造を示す模式図（長さ方向断面図）である。

[図6]第1の実施形態の第3変形例に係る積層セラミックコンデンサの構造を示す模式図（長さ方向断面図）である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照しながら、本発明の構成及び作用効果について、技術的思想を交えて説明する。但し、作用機構については推定を含んでおり、その正否は、本発明を制限するものではない。

[0017] [積層セラミックコンデンサ]

<第1の実施形態>

本発明の第1の側面に係る積層セラミックコンデンサの実施形態を、第1の実施形態として図1に示す。第1の実施形態に係る積層セラミックコンデンサ100は、直方体の形状で、互いに直行する3つの軸、すなわち、長さ方向であるL軸、幅方向であるW軸、及び高さ方向であるT軸に対してそれぞれ直交する面を1対ずつ備える。直方体は、数学的に定義される直方体に

限られず、全体形状を観察した際に直方体と認識される形状であればよい。このため、稜部や角部が丸みを帯びているもの、稜部が曲線であるもの、及び構成する面が曲率の小さい曲面となっているものも、本開示における直方体に該当する。セラミックコンデンサ 100 の長さ (L) 方向の寸法、幅 (W) 方向の寸法、高さ (T) 方向の寸法は、それぞれ独立して任意の値を取りうるものであり、その大小関係も限定されない。例えば、(L 方向の寸法) > (W 方向の寸法) $\geq$ (T 方向の寸法) となってもよく、また (W 方向の寸法) > (L 方向の寸法) となってもよく、(T 方向の寸法) > (W 方向の寸法) となってもよい。

[0018] 第 1 の実施形態に係る積層セラミックコンデンサ 100 は、図 1 (LT 断面) 及び図 2 (WT 断面) にその断面図を模式的に示すように、誘電体磁器で形成された誘電体層 10 と、金属を主成分とする内部電極 20 とが、T 方向に交互に積層された積層チップ 30 を備える。積層チップ 30 は、積層方向 (T 方向) 両端部に、誘電体磁器で形成されたカバー層 50 を備える。また、積層チップ 30 は、長さ方向 (L 方向) に対向し、内部電極 20 が引き出される、一对の引出面 40a 及び 40b を有する。すなわち、積層チップ 30 は、内部電極 20a が L 方向に引き出される引出面 40a と、内部電極 20b が L 方向に引き出される引出面 40b とを有する。積層チップ 30 は、W 方向に対向する 1 対の側面上、すなわち引出面 40a 及び 40b、並びにそれぞれのカバー層 50 に直交する側面上に、サイドマージン層 60 を備える。第 1 の実施形態に係る積層セラミックコンデンサ 100 は、積層チップ 30 の引出面 40a 及び 40b 上に引き出された前記内部電極同士を電氣的に接続し、カバー層 50 の一方の表面に端子部 71a 及び 71b をそれぞれ形成する、一对の外部電極 70a 及び 70b を備える。なお、第 1 の実施形態に係る積層セラミックコンデンサ 100 では、端子部 71a 及び 71b がカバー層 50 の表面に形成されているが、第 1 の側面に係る積層セラミックコンデンサは、端子部 71a 及び 71b が、サイドマージン層 60 の表面に形成されたものであってもよい。

[0019] 以下、第1の実施形態に係る積層セラミックコンデンサ100を構成する各部分について詳述する。

[0020] (誘電体層)

誘電体層10は、誘電体磁器で形成される。誘電体磁器の組成は、特に限定されず、積層セラミックコンデンサに要求される特性に応じて適宜選択すればよい。好ましい誘電体磁器の組成としては、チタン酸バリウム(BaTiO_3)を主成分とするものが例示される。誘電体層10は、以下に示す添加元素を含んでいてもよい。添加元素としては、Mo、Nb、Ta、W、Mg、Mn、V、Cr、及び希土類元素(Y、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、TmおよびYb)、並びにCo、Ni、Li、B、Na、K、及びSiから選択される少なくとも1種が例示される。添加元素は、元素単体で含まれていてもよく、酸化物、窒化物、炭化物をはじめとする化合物の形態で含まれていてもよい。また、添加元素は、主成分であるチタン酸バリウムに固溶した状態で存在してもよく、主成分を構成する元素又は他の添加元素と、異相を形成していてもよい。

[0021] (内部電極)

内部電極20は、金属を主成分とする。金属の種類は特に限定されないが、誘電体層10との同時焼成が可能で、かつ安価であることから、ニッケル(Ni)を主成分元素とするものが好ましい。ここで、本明細書における「主成分元素」とは、原子百分率(原子%)で表した含有量が最も多い元素を意味する。

[0022] 内部電極20は、金属の他に、誘電体層10を構成する誘電体磁器と同様の組成を有する誘電体粉末や、ガラス成分を含有してもよい。

[0023] (保護部(カバー層及びサイドマージン層))

カバー層50及びサイドマージン層60は、誘電体層10及び内部電極20を保護する保護部として機能する。

[0024] カバー層50及びサイドマージン層60は、電氣的絶縁性が高く、水分等の劣化因子の透過性が低いものであれば、その材質は限定されない。積層セ

ラミックコンデンサ１００を製造する際に焼成中の収縮を均一にすることや、積層セラミックコンデンサ１００内における内部応力を緩和すること等の観点からは、カバー層５０及びサイドマージン層６０の材質を、誘電体層１０を形成する誘電体磁器と同じものとするのが好ましい。

[0025] （外部電極）

外部電極７０ａは、積層チップ３０の引出面４０ａ上に引き出された内部電極２０ａ同士を電氣的に接続し、一方のカバー層５０の表面に端子部７１ａを形成する。外部電極７０ｂは、積層チップ３０の引出面４０ｂ上に引き出された内部電極２０ｂ同士を電氣的に接続し、表面に端子部７１ａが形成されたカバー層の表面に、端子部７１ａと所定の間隔を空けて、端子部７１ｂを形成する。なお、外部電極７０ａ及び７０ｂはそれぞれ、引出面４０ａ及び４０ｂから端子部７１ａ及び７１ｂが形成されないカバー層５０及びサイドマージン層６０へと回り込むように形成されてもよい。

[0026] 端子部７１ａ及び７１ｂはそれぞれ、カバー層５０に接触し、ニッケルを主成分元素とし、端子部７１ａ及び７１ｂの表面に沿って配向する複数の扁平形状のポアｐを含む多孔質金属部７２ａ及び７２ｂを有する。多孔質金属部７２ａ及び７２ｂは、複数のポアｐを含むことで、ヤング率が低くなっており、回路基板に実装した際に該基板から受ける応力に対して変形しやすくなっている。このため、基板から応力を受けた際に変形することで、端子部７１ａ及び７１ｂとカバー層５０との界面、及びカバー層５０に加わる応力を緩和して、端子部７１ａ及び７１ｂの剥離及びカバー層５０へのクラックの発生を抑制することができる。また、複数のポアｐの配置及び形状が、端子部７１ａ及び７１ｂの表面に沿って配向する扁平形状であることで、厚さ方向（Ｔ方向）のヤング率の低下度合いを、面内方向（ＬＷ面内方向）に比べて抑えることができ、応力を緩和した際に生じる多孔質金属部７２ａ及び７２ｂのＴ方向の変形に起因した、積層セラミックコンデンサ１００の実装高さの変化を抑えることができる。

[0027] 図１に示す第１の実施形態に係る積層セラミックコンデンサ１００では、

外部電極 70a 及び 70b における積層チップ 30 と接する部分全体に、多孔質金属部 72a 及び 72b が形成されたものであり、これにより、焼成時の熱応力に起因するクラックの発生を抑制することができる。ただし、本発明は、この形態に限定されるものではなく、端子部 71a 及び 71b がカバー層 50 と接触する箇所に多孔質金属部 72a 及び 72b が形成されてさえいれば、引出面 40a 及び 40b に接触する部分には、多孔質金属部 72a 及び 72b が形成されていなくてもよい。

[0028] ここで、本明細書において、「端子部の表面に沿って配向している」とは、図 3 に示すように、積層セラミックコンデンサ 100 を、引出面 40a 及び 40b に直交する任意の平面で切断して、その多孔質金属部 72a 及び 72b を顕微鏡にて観察したときに、視野中に確認されるポア p のうち、表面に位置する 2 点間の距離が最大となる長径 l_p が端子部の表面 s_t に対してなす角度 θ が、 0° 以上 15° 以下となるものの個数百分率が、30% 以上である状態をいう。前記個数百分率は、50% 以上であることが好ましく、70% 以上であることがより好ましい。

[0029] また、本明細書において、「扁平形状のポア」とは、前述した多孔質金属部 72a 及び 72b の観察において、長径 l_p が、これと直交する方向の最大寸法である短径 w_p の 1.5 倍以上であるポア p を意味する。

[0030] ポア p の長径 l_p の平均値は、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $6.0\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。ポア p の長径 l_p の平均値が $0.5\mu\text{m}$ 以上であることで、上述した応力緩和作用が顕著なものとなる。他方、ポア p の長径 l_p の平均値が $6.0\mu\text{m}$ 以下であることで、端子部 71a 及び 71b の機械的強度及び導電性を保持することができる。より優れた応力緩和作用を発現しつつ、機械的強度及び導電性を十分なものとする点からは、ポア p の長径 l_p の平均値は、 $1.0\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下とすることが、より好ましい。

[0031] ここで、ポア p の長径 l_p の平均値は、前述した多孔質金属部 72a 及び 72b の顕微鏡観察において、任意に選択された 10 個以上のポア p について長径 l_p を測定し、その平均値を算出することで決定する。顕微鏡の視野中に

10個以上のポアpが観察される場合には、ポアpを選択する際のデータの偏りを小さくするために、視野中に観察される全てのポアpの長径 l_p の平均値を算出することが好ましい。

[0032] 多孔質金属部72a及び72bは、図3に示すように、ポアpの周囲に、酸化ホウ素を含む領域720を有していてもよい。多孔質金属部72a及び72b中の酸化ホウ素を含む領域720は、焼結性の向上により強度が高くなる。このため、ポアpの周囲に酸化ホウ素が含まれると、この領域の強度が高まり、ポアpが存在することによる外部電極の破断強度の低下を抑制することができる。

[0033] ここで、多孔質金属部72a及び72bが、ポアpの周囲に酸化ホウ素を含む領域720を有することは、例えば、エネルギー分散型エックス線分光器(EDS)又は波長分散型エックス線分光器(WDS)を備えた透過型電子顕微鏡によって確認することができる。その際、使用する分光器の性能によっては、ホウ素の定量が困難な場合があるが、検出される特性X線の強度がバックグラウンドより高くなったことをもって、ホウ素が存在することの検出は可能である。

[0034] 多孔質金属部72a及び72bの、積層方向に平行な断面における、ポアpの面積百分率は、0.2%以上5.0%以下であることが好ましい。前記面積百分率が0.2%以上であることで、上述した応力緩和作用が顕著なものとなる。他方、前記面積百分率が5.0%以下であることで、端子部71a及び71bの機械的強度及び導電性を保持することができる。より優れた応力緩和作用を発現しつつ、機械的強度及び導電性を十分なものとする点からは、前記面積百分率は、0.5%以上2.0%以下であることが好ましい。このような、面積百分率のポアpは、互いに連結部を有さない、独立して存在するものであることが好ましい。また、ポアpは、多孔質金属部72a及び72bの内部でクローズドポアになっていることが好ましい。

[0035] ここで、前記面積百分率は、前述した多孔質金属部72a及び72bの顕微鏡観察において、視野中に観察されるポアpの総面積の、視野の面積に対

する百分率として算出される。ポア p の総面積の算出にあたっては、顕微鏡画像を、画像処理ソフトウェアを用いて適当な閾値で二値化した後、ポア p に相当する領域の面積を自動算出する方法が採用できる。

[0036] 多孔質金属部 7 2 a 及び 7 2 b の厚さ、すなわち T 方向の寸法は、0.5 μm 以上 30 μm 以下であることが好ましい。多孔質金属部 7 2 a 及び 7 2 b の厚さが 0.5 μm 以上であることで、上述した応力緩和作用が顕著なものとなる。他方、多孔質金属部 7 2 a 及び 7 2 b の厚さが 30 μm 以下であることで、積層セラミックコンデンサ 100 を小型化することができる。より優れた応力緩和作用を発現しつつ、積層セラミックコンデンサ 100 を小型化する点からは、多孔質金属部 7 2 a 及び 7 2 b の厚さは、0.7 μm 以上 8 μm 以下であることが、より好ましい。

[0037] 多孔質金属部 7 2 a 及び 7 2 b は、主成分元素としてニッケル (Ni) を含む。多孔質金属部 7 2 a 及び 7 2 b が Ni を主成分元素とすることで、積層チップ 30 との同時焼成が可能となり、これにより、内部に複数のポア p を有する構造が得られる。

[0038] 外部電極 7 0 a 及び 7 0 b における多孔質金属部 7 2 a 及び 7 2 b 以外の部分の材質は、導電性を有するものであれば限定されない。材質の一例としては、Ni の他に、銅 (Cu)、錫 (Sn)、パラジウム (Pd)、白金 (Pt)、銀 (Ag)、及び金 (Au) などの金属、これらのうちいずれかを主成分元素とする合金、並びに導電性樹脂等が挙げられる。外部電極 7 0 a 及び 7 0 b は、端子部 7 1 a 及び 7 1 b 以外の部分がこれらの材質から選択される 1 又は複数のもので構成されたものであってもよい。また、外部電極 7 0 a 及び 7 0 b は、端子部 7 1 a 及び 7 1 b が、多孔質金属部 7 2 a 及び 7 2 b の表面に、これらの材質から選択される 1 又は複数の層が形成された積層構造であってもよい。図 1 に示す第 1 の実施形態に係る積層セラミックコンデンサ 100 では、外部電極 7 0 a 及び 7 0 b は、多孔質金属部 7 2 a 及び 7 2 b の表面に、Cu 層 7 3、Ni 層 7 4、及び Sn 層 7 5 を、この順で形成した積層構造となっている。

[0039] <第1の実施形態の変形例(1)>

第1の実施形態の第1変形例としては、図4に示すような、前記多孔質金属部72a及び72bがそれぞれ、前記積層チップ側に位置する内側層721a及び721bと、内側層721a及び721bに対してそれぞれ前記積層チップと反対側に位置する外側層722a及び722bとを有し、内側層721aと外側層722a、及び内側層721bと外側層722bとで、積層方向に平行な断面におけるポアpの面積百分率がそれぞれ異なるものが挙げられる。

[0040] 第1変形例に係る積層セラミックコンデンサは、内側層721a及び721bの積層方向に平行な断面におけるポアpの面積百分率を R_1 とし、外側層722a及び722bの積層方向に平行な断面におけるポアpの面積百分率を R_2 としたときに、 $R_1 > R_2$ を満たすものであってよい。 R_1 と R_2 とがこのような関係にあることで、内側層721a及び721bのヤング率が、これと接するカバー層50により近いものとなり、焼成時の熱応力に起因するクラックの発生を抑制することができる。

[0041] 第1変形例に係る積層セラミックコンデンサは、前記 R_1 と R_2 とが、 $R_2 > R_1$ を満たすものであってもよい。 R_1 と R_2 とがこのような関係にあることで、外側層722a及び722bの熱伝導率が小さくなり、外部からの熱が内部に伝わりにくくなるため、回路基板にはんだ付けする際の耐熱性が向上する。また、第1変形例では、多孔質金属部72a及び72bの表面に、Cu層73がそれぞれ形成されているため、前記 R_1 と R_2 とが、 $R_2 > R_1$ を満たす場合には、熱膨張係数が(Cu層73) > (外側層722a及び722b) > (内側層721a及び721b) > (カバー層50)の順に段階的に小さくなる。このため、外部からの応力が緩和されやすくなり、クラックが発生しにくくなる利点もある。

[0042] <第1の実施形態の変形例(2)>

第1の実施形態の第2変形例としては、図5に示すような、外部電極70a及び70bが引出面40a及び40bとそれぞれ接触する部分には、多孔

質金属部 7 2 a 及び 7 2 b が形成されていないものが挙げられる。外部電極 7 0 a 及び 7 0 b が、引出面 4 0 a 及び 4 0 b との接触箇所にはポアを含まないことで、引出面 4 0 a 及び 4 0 b にそれぞれ引き出された内部電極 2 0 a 及び 2 0 b との接触面積を十分に確保することができ、電気的特性に優れた積層セラミックコンデンサを得ることができる。

[0043] <第 1 の実施形態の変形例 (3)>

第 1 の実施形態の第 3 変形例としては、図 6 に示すような、端子部 7 1 a 及び 7 2 b が表面に形成されたカバー層 5 0 が、その表面に沿って配向する複数の扁平形状のポア p を含むものが挙げられる。端子部 7 1 a 及び 7 2 b に加えて、これらに接触するカバー層 5 0 にもポア p が含まれることで、カバー層 5 0 のヤング率も低下し、端子部 7 1 a 及び 7 1 b とカバー層 5 0 との界面、及びカバー層 5 0 に加わる応力の緩和作用がさらに顕著になる。

[0044] なお、上述した第 1 の実施形態の各変形例に係る積層セラミックコンデンサ 1 0 0 では、端子部 7 1 a 及び 7 1 b がカバー層 5 0 の表面に形成されているが、これらの変形例に係る積層セラミックコンデンサは、端子部 7 1 a 及び 7 1 b が、サイドマージン層 6 0 の表面に形成されたものであってもよい。

[0045] [積層セラミックコンデンサの製造方法]

<第 2 の実施形態>

本発明の第 2 の側面に係る積層セラミックコンデンサの製造方法は、ニッケルを主成分元素とする金属粒子と窒化ホウ素粒子とを含む外部電極用ペーストを準備すること、誘電体磁器組成物の粉末を準備すること、前記誘電体磁器組成物の粉末をバインダと混合し、シート状に成形して生シートを得ること、前記生シート上に、金属を含む内部電極パターンを形成すること、前記内部パターンが形成された生シートを所定の枚数積層し、積層方向両端部にカバー層用生シートを配置した後、圧着して生積層体を得ること、前記生積層体を個片化し、前記内部電極パターンが引き出される引出面を有すると共に、該引出面と前記カバー層用生シートに対してそれぞれ直交するサイド

マージン層用生シート、及び前記カバー層用生シートで形成された保護部用生シートを有する焼成前積層チップを得ること、前記焼成前積層チップからバインダを除去すること、バインダ除去後の前記焼成前積層チップの、前記保護部用生シートの表面に、互いに間隔を置いて位置するように、前記外部電極用ペーストを付着させて、一对の外部電極パターンを形成すること、並びに前記外部電極パターンを形成した焼成前積層チップを焼成して焼結体を得ることを含む。以下、各操作について詳述する。

[0046] (外部電極用ペーストの準備)

外部電極用ペーストは、ニッケルを主成分元素とする金属粒子、窒化ホウ素粒子及びビヒクルを混合して作製される。また、外部電極用ペーストは、市販の導体ペーストに、窒化ホウ素粒子を混合して作製されてもよい。混合には、三本ロールミル等の慣用されている装置を使用できる。内部電極用ペーストは、前述した各成分の他に、ガラスフリットや誘電体磁器組成物粒子を含むものであってもよい。

[0047] ニッケルを主成分とする金属粒子は、金属ニッケルの粒子であってもよく、原子百分率 (at %) でニッケルの含有割合が最も多い合金の粒子であってもよい。金属粒子の粒径は特に限定されず、通常のニッケルペーストないしニッケル合金ペーストに使用される径のものを使用できる。

[0048] 窒化ホウ素粒子の形状や粒径、及び外部電極用ペースト中の含有量は、いずれも限定されない。窒化ホウ素粒子は、後述するように、生成形体の焼成時に、外部電極中に形成されるポアの原型となる成分であるため、形成しようとするポアの形状、径及び量に応じて適宜決定すればよい。外部電極用ペースト中の含有量の例としては、0.01質量%以上1.0質量%以下が挙げられる。

[0049] 窒化ホウ素粒子は、六方晶系の結晶構造を有する六方晶窒化ホウ素粒子であることが好ましい。窒化ホウ素 (BN) としては、結晶構造の相違により、立方晶窒化硼素 (cBN) 及び六方晶窒化硼素 (hBN) が知られている。hBNは、粒子形状が、円盤状ないし扁平状のアスペクト比が高いもので

あるため、外部電極中に形成されるポアの形状を、アスペクト比の高い扁平状とすることができる。

[0050] ビヒクルに使用するバインダ及び溶剤の種類及び量も限定されず、外部電極用ペーストの粘度や取扱いのしやすさ等を考慮して適宜決定すればよい。

[0051] (誘電体磁器組成物粉末の準備)

誘電体磁器組成物の粉末は、その構成元素を含む各種原料粉末を所定の比率で混合し、予備焼成（仮焼成）することで得られる。各種原料粉末を所定の比率で混合する際に、上述した添加元素や焼結助剤等の各種添加物をさらに添加してもよく、仮焼成後の粉末に、これらの各種添加物をさらに添加してもよい。

[0052] 原料粉末を混合する方法は、不純物の混入を抑えつつ各粉末が均一に混合されるものであれば特に限定されず、乾式混合、湿式混合のいずれを採用してもよい。混合方法としてボールミルを用いた湿式混合を採用する場合には、例えば、部分安定化ジルコニア（PSZ）ボールを用い、エタノール等の有機溶媒又は水を分散媒とするボールミルによって8時間から60時間程度攪拌した後、分散媒を揮発乾燥すればよい。

[0053] 原料混合粉末の仮焼成条件は、前述の各種原料粉末が反応して所定の誘電体磁器組成物が得られるものであれば特に限定されない。一例として、大気中、800℃から1100℃の温度で、1時間から10時間焼成することが挙げられる。仮焼成後の粉末は、そのままの状態を生シートに加工してもよいが、ボールミルやスタンプミル等によって解砕することが、均一なスラリーを経て平滑な生シートが得られる点や、焼結性が高まる点で好ましい。

[0054] なお、誘電体磁器組成物粉末として市販のものが利用できる場合は、前述した原料粉末の混合及び仮焼成を行わず、この粉末に対して以後の操作を行ってもよい。

[0055] (生シートの作製)

生シートは、前述した誘電体磁器組成物の粉末を、バインダ及び分散媒と混合してスラリーを調製し、該スラリーをシート状に成形することで得られ

る。

[0056] バインダとしては、生シートの形状を保持できると共に、焼成に先立つバインダ除去処理により、炭素等を残存させることなく揮発するものを用いる。使用できるバインダの例としては、ポリビニルアルコール系、ポリビニルブチラール系、セルロース系、ウレタン系及び酢酸ビニル系のものが挙げられる。バインダの使用量も特に限定されないが、後工程で除去されるものであるため、所期の成形性・保形性が得られる範囲内で極力少なくすることが、原料コストを低減する点で好ましい。

[0057] 分散媒としては、仮焼粉末及びバインダの凝集を生じることがなく、後述する生シート成形後に揮発等により容易に除去できるものを用いる。使用できる分散媒の例としては、水及びアルコール系溶媒等が挙げられる。

[0058] スラリーには、分散剤、可塑剤及び増粘剤等のスラリーの性状を調節する成分を添加してもよい。

[0059] 上記混合粉末を、バインダ及び分散媒と混合する方法は、不純物の混入を防ぎつつ各成分が均一に混合されるものであれば特に限定されない。一例として、ボールミル混合が挙げられる。

[0060] 調製されたスラリーをシート状に成形して生シートを得る方法としては、ドクターブレード法等の慣用されている方法を採用できる。

[0061] (内部電極パターンの形成)

前述した生シート上への金属を含む内部電極パターンの形成は、内部電極用ペーストを、所定のパターンで生シート上に印刷ないし塗布する方法や、金属膜を、蒸着ないしスパッタリングにより、所定のパターンで生シート上に形成する方法により行うことができる。

[0062] 内部電極用ペーストを用いて内部電極パターンを形成する場合、使用する内部電極用ペーストは、内部電極を形成する金属の粒子とビヒクルとを、三本ロールミルにて混合することで得られる。内部電極用ペーストは、前述した各成分の他に、ガラスフリットや誘電体磁器組成物粒子を含むものであってもよい。

[0063] 使用するビヒクルに含まれるバインダ及び溶剤の種類及び量も限定されず、内部電極用ペーストの粘度、取扱いのしやすさ及び生シートとの相性等を考慮して適宜選択すればよい。

[0064] 生シート上への内部電極用ペーストの印刷は、例えば、所定の内部電極パターンが形成されたスクリーンマスクを用いて実施できる。印刷の際には、積層セラミックコンデンサとした際にサイドマージン部となるスペースを空けて印刷してもよい。

[0065] (生積層体の作製)

生積層体は、内部電極パターンを形成した生シートを所定の枚数積層し、該生シート同士を圧着して得られる。積層及び圧着は、慣用されている方法で行えばよく、積層した生シート同士を加熱しながら積層方向にプレスし、バインダの作用で熱圧着する方法等を採用できる。

[0066] 積層及び圧着に際しては、積層方向の両端部に、積層セラミックコンデンサとした際にカバー層となる生シートを追加する。この場合、追加する生シートは、内部電極パターンを印刷した生シートと同一の組成であっても、これとは異なる組成であってもよい。焼成時の収縮率を揃える観点からは、追加する生シートの組成は、前述の内部電極パターンを形成した生シートと同一又は類似の組成であることが好ましい。上述した第1の実施形態の第3変形例のように、カバー層を、その表面に沿って配向する複数の扁平形状のポアを含むものとする場合には、カバー層形成用の生シート中に、窒化ホウ素粒子を混合すればよい。

[0067] (焼成前積層チップの作製)

焼成前積層チップは、生積層体を、個々の積層チップの形状に分割する個片化によって得られる。個片化により、内部電極パターンが引き出される引出面が形成される。個片化には、ダイシングソーやレーザー切断機等の慣用されている手段を採用できる。

[0068] (バインダの除去)

得られた焼成前積層チップは、加熱によりバインダが揮発除去される。加

熱条件は、バインダの揮発温度及び含有量を考慮して適宜設定すればよい。
一例として、窒素（ N_2 ）雰囲気中、 $200^{\circ}C$ から $500^{\circ}C$ の温度で5時間から20時間保持することが挙げられる。

[0069] （外部電極用ペーストの付着）

外部電極用ペーストの付着は、バインダが除去された焼成前積層チップの、少なくとも一方のカバー層用生シートの表面に、互いに間隔を置いて位置するように、上述した外部電極用ペーストを付着させることで行う。外部電極用ペーストを付着させる方法としては、印刷やディップ等が挙げられる。

[0070] このとき、外部電極用ペーストは、製造する積層セラミックコンデンサの構造に応じて、焼成前積層チップの引出面にも付着させてもよく、さらに対向するもう一方のカバー層用生シートの表面にも付着させてもよい。

[0071] 上述した第1の実施形態の第1変形例のように、外部電極を、内側層と外側層とで積層方向に平行な断面におけるポアの面積百分率が異なる多孔質金属部を備えるものとする場合には、窒化ホウ素粒子の含有率の異なる複数種類の外部電極用ペーストを準備し、これを順番に付着させればよい。

[0072] また、上述した第1の実施形態の第2変形例のように、外部電極を、引出面と接触する部分には多孔質金属部が形成されていないものとする場合には、別途準備した窒化ホウ素粒子を含まない外部電極用ペーストを引出面に付着させた後、窒化ホウ素粒子を含む外部電極用ペーストをカバー層に付着させればよい。また、この場合、窒化ホウ素粒子を含む外部電極用ペーストをカバー層用生シートにのみ付着させた状態で後述する焼成を行い、その後、引出面に外部電極の残部を形成してもよい。

[0073] （焼成前積層チップの焼成）

焼成前積層チップの焼成は、外部電極ペーストが付着した焼成前積層チップを、所定の温度に加熱することで行う。焼成の条件は、誘電体磁器組成物の焼結性、並びに内部電極用ペースト及び外部電極用ペーストにそれぞれ含まれる金属の、耐熱性及び耐酸化性等を考慮して、適宜設定すればよい。焼成条件の例としては、窒素（ N_2 ）と水素（ H_2 ）と水蒸気（ H_2O ）とを混合

した還元性雰囲気中、 1000°C から 1350°C で5分から2時間保持することが挙げられる。焼成後に、窒素(N_2)ガス雰囲気中又は低酸素雰囲気中で、 600°C ～ 1000°C に保持する再酸化処理を行ってもよい。焼成により、誘電体磁器組成物の粉末が焼結して誘電体層となり、内部電極パターンが焼結して内部電極となり、外部電極用ペーストが焼結して外部電極となる。

[0074] 焼成の過程で、外部電極用ペースト中の窒化ホウ素粒子は、その粒径が大きいことと、焼成雰囲気が還元性雰囲気であることとに起因して、誘電体の焼結が進み、誘電体磁器の微細構造がある程度形成される 1000°C 前後まで安定に存在する。そして、その後のさらなる昇温及び温度保持により、窒素(N_2)を放出して分解し、ホウ素(B)の一部は揮発し、残部が B_2O_3 を生成して保護層へと拡散することで、焼成前に存在していた場所から消失する。こうして、外部電極用ペースト中の窒化ホウ素粒子が存在した場所には、窒化ホウ素粒子の形状に対応したポアが残される。また、ポアの周囲に位置する金属部分には、酸化ホウ素を含む領域が形成される。このようにして、外部電極中に、多孔質金属部が形成される。

[0075] なお、前述のようなポアの形成過程は、窒化ホウ素粒子を含む外部電極用ペーストを、還元性雰囲気にて焼成した場合に特有のものである。窒化ホウ素粒子を含む外部電極用ペーストを使用した場合でも、大気中等の酸化性雰囲気中で焼成した場合には、窒化ホウ素が低温で B_2O_3 となって消失し、窒化ホウ素が消失した箇所が金属粒子の粒成長によって埋められるため、十分な応力緩和作用を有するポアが形成されにくい。また、粒子状の樹脂をはじめとする、より低温で消失する材料を含む外部電極用ペーストでは、該材料が消失した箇所が金属粒子の粒成長によって埋められるため、ポアは形成されない。さらに、焼成温度で消失しないセラミック粒子等を含む外部電極用ペーストでは、該材料がそのまま残存するため、ポアは形成されない。

[0076] 焼成により得られた焼結体は、必要に応じて引出面上に外部電極を形成し、積層セラミックコンデンサとされる。また、焼結体の表面に形成された外

部電極上に、めっきや蒸着等の手段により、導電性の層を形成した後、積層セラミックコンデンサとされてもよい。

[0077] 第2の実施形態で得られる積層セラミックコンデンサは、前述のような過程により外部電極中に多孔質金属部が形成されるため、多孔質金属部中のポアとの境界近傍に、ホウ素が存在するものとなる。また、多孔質金属部中のホウ素濃度は、ポアから離れるほど低くなる。このため、外部電極中に多孔質金属部が存在し、そのポアの近傍にホウ素が検出され、該ホウ素の濃度がポアから離れるほど低くなる積層セラミックコンデンサは、第2の実施形態で得られたものとの推定が可能である。多孔質金属部中にホウ素が存在すること、及びその濃度分布は、上述したように、エネルギー分散型エックス線分光器（EDS）又は波長分散型エックス線分光器（WDS）を備えた透過型電子顕微鏡によって確認することができる。その際、使用する分光器の性能によっては、ホウ素の定量が困難な場合があるが、検出される特性X線の強度を測定箇所同士で比較することで、ホウ素が存在すること、及び測定箇所によるホウ素濃度の大小関係の把握は可能である。

[0078] 本明細書では、以下の技術も開示される。

[0079] （付記1）

誘電体磁器で形成された誘電体層と金属を主成分とする内部電極とが交互に積層された容量部、及び

前記容量部の積層方向の両端部に配置された、誘電体磁器で形成されたカバー層と、前記容量部の積層方向と垂直な方向の両端部に配置された、誘電体磁器で形成されたサイドマージン層とを含む保護部を備え、かつ

前記内部電極が引き出される引出面を有する積層チップ、並びに

前記積層チップの前記引出面上に引き出された前記内部電極同士を電氣的に接続し、

前記保護部の表面に形成された端子部を有し、かつ

前記端子部が、前記保護部に接触し、ニッケルを主成分元素とし、前記端子部の表面に沿って配向する複数の扁平形状のポアを含む多孔質金属部を有する

外部電極

を備える積層セラミックコンデンサ。

[0080] (付記2)

前記多孔質金属部が、前記扁平状のポアの周囲に酸化ホウ素を含む領域を有する、(付記1)に記載の積層セラミックコンデンサ。

[0081] (付記3)

前記外部電極が、前記積層チップと接触する部分全体に前記多孔質金属部を有する、(付記1)又は(付記2)に記載の積層セラミックコンデンサ。

[0082] (付記4)

前記ポアの長径の平均値が、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $6.0\mu\text{m}$ 以下である、(付記1)から(付記3)のいずれかに記載の積層セラミックコンデンサ。

[0083] (付記5)

前記多孔質金属部の、積層方向に平行な断面における、前記ポアの面積百分率が 0.2% 以上 5.0% 以下である、(付記1)から(付記4)のいずれかに記載の積層セラミックコンデンサ。

[0084] (付記6)

前記多孔質金属部の厚さが $0.5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下である、(付記1)から(付記5)のいずれかに記載の積層セラミックコンデンサ。

[0085] (付記7)

前記多孔質金属部が、前記積層チップ側に位置する内側層と、該内側層に対して前記積層チップと反対側に位置する外側層とを有し、前記内側層の積層方向に平行な断面における前記ポアの面積百分率を R_1 とし、前記外側層の積層方向に平行な断面における前記ポアの面積百分率を R_2 としたときに、 $R_1 > R_2$ を満たす、(付記1)から(付記6)のいずれかに記載の積層セラミックコンデンサ。

[0086] (付記 8)

前記多孔質金属部が、前記積層チップ側に位置する内側層と、該内側層に対して前記積層チップと反対側に位置する外側層とを有し、前記内側層の積層方向に平行な断面における前記ポアの面積百分率を R_1 とし、前記外側層の積層方向に平行な断面における前記ポアの面積百分率を R_2 としたときに、 $R_2 > R_1$ を満たす、(付記 1) から (付記 6) のいずれかに記載の積層セラミックコンデンサ。

[0087] (付記 9)

前記多孔質金属部は、前記引出面と接触する部分には形成されていない、(付記 1)、(付記 2) 又は (付記 4) から (付記 8) のいずれかに記載の積層セラミックコンデンサ。

[0088] (付記 10)

前記端子部が表面に形成された前記保護部が、その表面に沿って配向する複数の扁平形状のポアを含む、(付記 1) から (付記 9) のいずれかに記載の積層セラミックコンデンサ。

[0089] (付記 11)

ニッケルを主成分元素とする金属粒子と窒化ホウ素粒子とを含む外部電極用ペーストを準備すること、

誘電体磁器組成物の粉末を準備すること、

前記誘電体磁器組成物の粉末をバインダと混合し、シート状に成形して生シートを得ること、

前記生シート上に、金属を含む内部電極パターンを形成すること、

前記内部パターンが形成された生シートを所定の枚数積層し、積層方向両端部にカバー層用生シートを配置した後、圧着して生積層体を得ること、

前記生積層体を個片化し、前記内部電極パターンが引き出される引出面を有すると共に、該引出面及び前記カバー層用生シートにそれぞれ直交するサイドマージン層用生シートと、前記カバー層用生シートとを含む保護部用生シートを有する焼成前積層チップを得ること、

前記焼成前積層チップからバインダを除去すること、
バインダ除去後の前記焼成前積層チップの、前記保護部用生シートの表面に、互いに間隔を置いて位置するように、前記外部電極用ペーストを付着させて、一对の外部電極パターンを形成すること、並びに
前記外部電極パターンを形成した焼成前積層チップを焼成して焼結体を得ること
を含む、積層セラミックコンデンサの製造方法。

[0090] (付記 1 2)

前記窒化ホウ素粒子が、六方晶窒化ホウ素粒子である、(付記 1 1) に記載の積層セラミックコンデンサの製造方法。

産業上の利用可能性

[0091] 本発明によれば、回路基板に実装した際に、回路基板の撓み変形に起因した応力の集中を緩和することができる積層セラミックコンデンサを提供することができる。このような積層セラミックコンデンサは、撓み試験の条件が特に厳しい、車載用回路基板にも適用可能な点で有用である。

符号の説明

[0092] 1 0 0 積層セラミックコンデンサ

1 0 誘電体層

2 0、2 0 a、2 0 b 内部電極

3 0 積層チップ

4 0 a、4 0 b 引出面

5 0 カバー層

6 0 サイドマージン層

7 0 a、7 0 b 外部電極

7 1 a、7 1 b 端子部

7 2 a、7 2 b 多孔質金属部

7 2 0 酸化ホウ素を含む領域

7 2 1 a、7 2 1 b 内側層

7 2 2 a、7 2 2 b 外側層

7 3 C u 層

7 4 N i 層

7 5 S n 層

p ポア

l_p ポアの長径

w_p ポアの短径

s_t 端子部の表面

請求の範囲

- [請求項1] 誘電体磁器で形成された誘電体層と金属を主成分とする内部電極とが交互に積層された容量部、及び
- 前記容量部の積層方向の両端部に配置された、誘電体磁器で形成されたカバー層と、前記容量部の積層方向と垂直な方向の両端部に配置された、誘電体磁器で形成されたサイドマージン層とを含む保護部を備え、かつ
- 前記内部電極が引き出される引出面を有する積層チップ、並びに
- 前記積層チップの前記引出面上に引き出された前記内部電極同士を電氣的に接続し、
- 前記保護部の表面に形成された端子部を有し、かつ
- 前記端子部が、前記保護部に接触し、ニッケルを主成分元素とし、前記端子部の表面に沿って配向する複数の扁平形状のポアを含む多孔質金属部を有する外部電極
- を備える積層セラミックコンデンサ。
- [請求項2] 前記多孔質金属部が、前記扁平状のポアの周囲に酸化ホウ素を含む領域を有する、請求項1に記載の積層セラミックコンデンサ。
- [請求項3] 前記外部電極が、前記積層チップと接触する部分全体に前記多孔質金属部を有する、請求項1に記載の積層セラミックコンデンサ。
- [請求項4] 前記ポアの長径の平均値が、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $6.0\mu\text{m}$ 以下である、請求項1に記載の積層セラミックコンデンサ。
- [請求項5] 前記多孔質金属部の、積層方向に平行な断面における、前記ポアの面積百分率が 0.2% 以上 5.0% 以下である、請求項1に記載の積層セラミックコンデンサ。
- [請求項6] 前記多孔質金属部の厚さが $0.5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下である、請求項1に記載の積層セラミックコンデンサ。
- [請求項7] 前記多孔質金属部が、前記積層チップ側に位置する内側層と、該内

側層に対して前記積層チップと反対側に位置する外側層とを有し、前記内側層の積層方向に平行な断面における前記ポアの面積百分率を R_1 とし、前記外側層の積層方向に平行な断面における前記ポアの面積百分率を R_2 としたときに、 $R_1 > R_2$ を満たす、請求項1に記載の積層セラミックコンデンサ。

[請求項8] 前記多孔質金属部が、前記積層チップ側に位置する内側層と、該内側層に対して前記積層チップと反対側に位置する外側層とを有し、前記内側層の積層方向に平行な断面における前記ポアの面積百分率を R_1 とし、前記外側層の積層方向に平行な断面における前記ポアの面積百分率を R_2 としたときに、 $R_2 > R_1$ を満たす、請求項1に記載の積層セラミックコンデンサ。

[請求項9] 前記多孔質金属部は、前記引出面と接触する部分には形成されていない、請求項1に記載の積層セラミックコンデンサ。

[請求項10] 前記端子部が表面に形成された前記保護部が、その表面に沿って配向する複数の扁平形状のポアを含む、請求項1から9のいずれか1項に記載の積層セラミックコンデンサ。

[請求項11] ニッケルを主成分元素とする金属粒子と窒化ホウ素粒子とを含む外部電極用ペーストを準備すること、
誘電体磁器組成物の粉末を準備すること、
前記誘電体磁器組成物の粉末をバインダと混合し、シート状に成形して生シートを得ること、
前記生シート上に、金属を含む内部電極パターンを形成すること、
前記内部パターンが形成された生シートを所定の枚数積層し、積層方向両端部にカバー層用生シートを配置した後、圧着して生積層体を得ること、
前記生積層体を個片化し、前記内部電極パターンが引き出される引出面を有すると共に、該引出面及び前記カバー層用生シートにそれぞれ直交するサイドマージン層用生シートと、前記カバー層用生シート

とを含む保護部用生シートを有する焼成前積層チップを得ること、

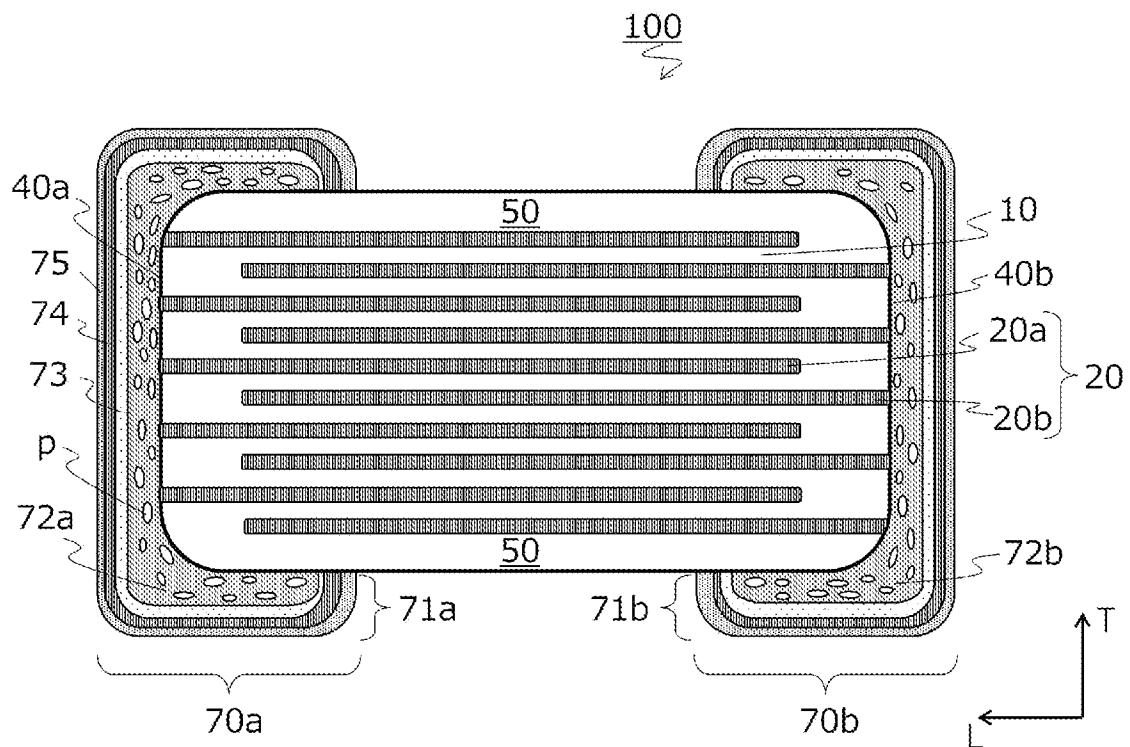
前記焼成前積層チップからバインダを除去すること、

バインダ除去後の前記焼成前積層チップの、前記保護部用生シートの表面に、互いに間隔を置いて位置するように、前記外部電極用ペーストを付着させて、一对の外部電極パターンを形成すること、並びに
前記外部電極パターンを形成した焼成前積層チップを焼成して焼結体を得ること

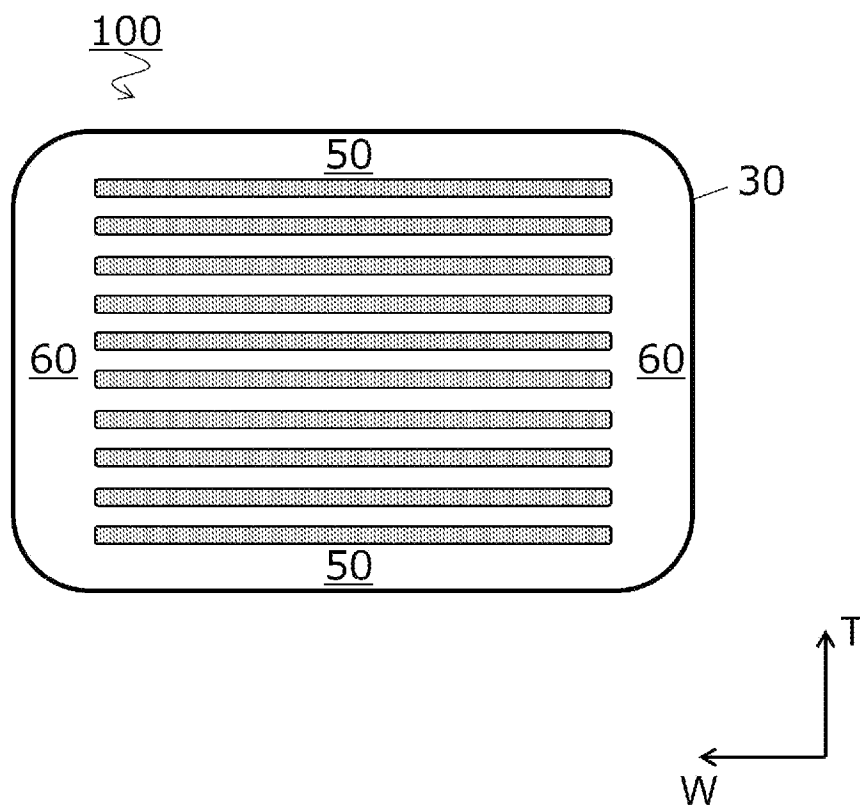
を含む、積層セラミックコンデンサの製造方法。

[請求項12] 前記窒化ホウ素粒子が、六方晶窒化ホウ素粒子である、請求項11に記載の積層セラミックコンデンサの製造方法。

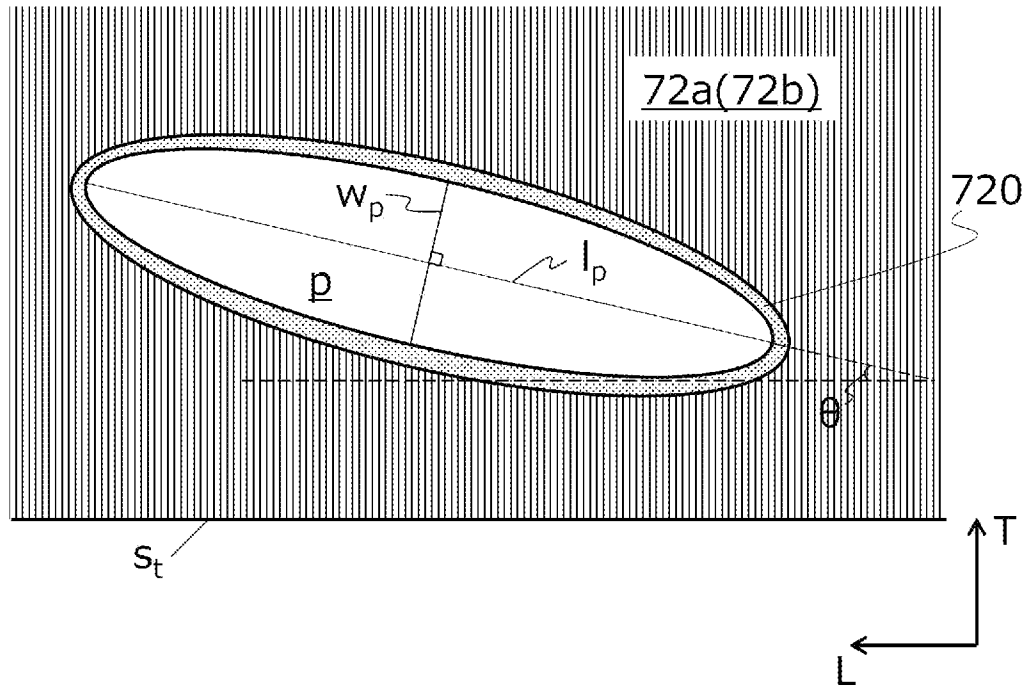
[図1]



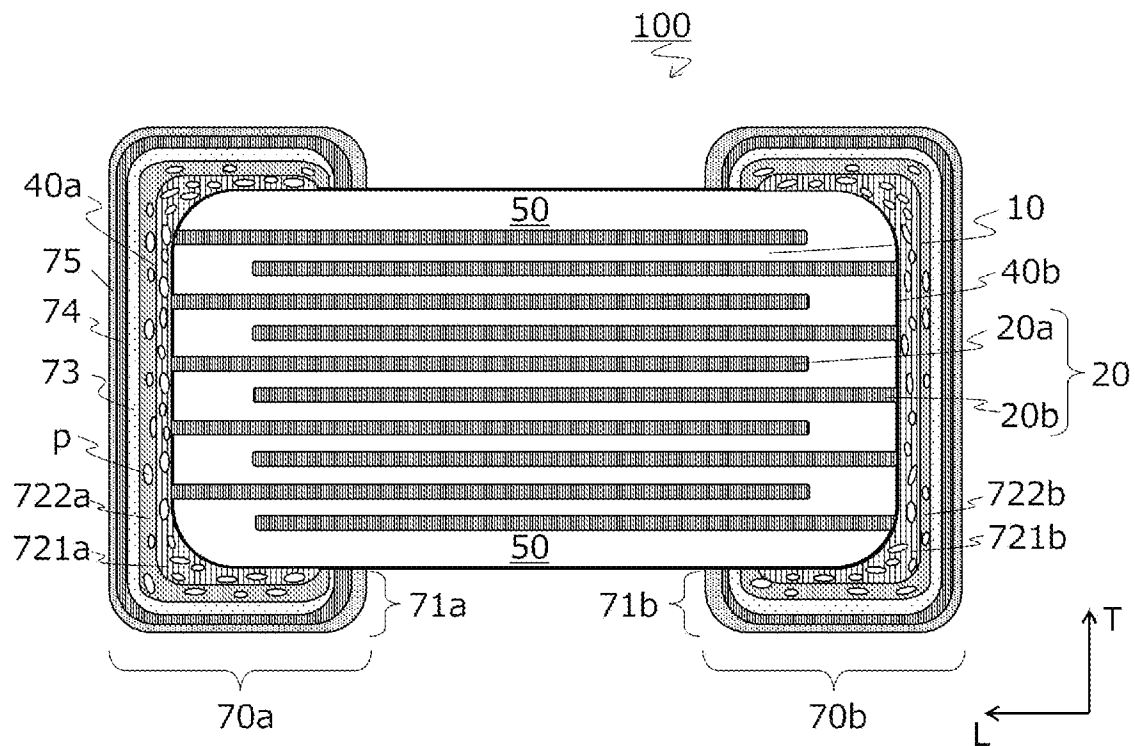
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/000593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01G 4/30 (2006.01)i FI: H01G4/30 201G; H01G4/30 201F; H01G4/30 513; H01G4/30 516; H01G4/30 311E; H01G4/30 517 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 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.
Y	JP 5-003132 A (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) 08 January 1993 (1993-01-08) paragraphs [0015], [0018], [0022]-[0023], [0028], fig. 1	1-12
Y	JP 2020-141091 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 03 September 2020 (2020-09-03) paragraphs [0046]-[0048], [0057], [0066], fig. 2-3	1-12
Y	JP 04-236412 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 25 August 1992 (1992-08-25) paragraph [0010], fig. 3	7
Y	JP 2001-250740 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 14 September 2001 (2001-09-14) paragraphs [0017], [0039], fig. 1	8
Y	JP 2012-033621 A (KYOCERA CORP.) 16 February 2012 (2012-02-16) paragraphs [0007], [0025]-[0026], fig. 1	9
A	JP 05-055076 A (DKS CO. LTD.) 05 March 1993 (1993-03-05)	1-12
☒ 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 “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 04 March 2024		Date of mailing of the international search report 19 March 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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/045625 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 02 April 2015 (2015-04-02)	1-12
A	JP 2020-126958 A (TDK CORP.) 20 August 2020 (2020-08-20)	1-12
A	JP 2004-235375 A (KYOCERA CORP.) 19 August 2004 (2004-08-19)	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/000593

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	5-003132	A	08 January 1993	(Family: none)	
JP	2020-141091	A	03 September 2020	(Family: none)	
JP	04-236412	A	25 August 1992	(Family: none)	
JP	2001-250740	A	14 September 2001	(Family: none)	
JP	2012-033621	A	16 February 2012	(Family: none)	
JP	05-055076	A	05 March 1993	(Family: none)	
WO	2015/045625	A1	02 April 2015	US 2016/0196922	A1
				CN 105531774	A
				KR 10-2016-0042098	A
JP	2020-126958	A	20 August 2020	US 2020/0251283	A1
				KR 10-2020-0096873	A
				CN 111540605	A
JP	2004-235375	A	19 August 2004	(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

FI: H01G4/30 201G; H01G4/30 201F; H01G4/30 513; H01G4/30 516; H01G4/30 311E; H01G4/30 517

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

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
Y	JP 5-003132 A（三菱マテリアル株式会社）08.01.1993（1993-01-08） 段落 [0015]、[0018]、[0022] - [0023]、[0028]、第1図	1-12
Y	JP 2020-141091 A（太陽誘電株式会社）03.09.2020（2020-09-03） 段落 [0046] - [0048]、[0057]、[0066]、図2-3	1-12
Y	JP 04-236412 A（株式会社東芝）25.08.1992（1992-08-25） 段落 [0010]、図3	7
Y	JP 2001-250740 A（株式会社村田製作所）14.09.2001（2001-09-14） 段落 [0017]、[0039]、図1	8
Y	JP 2012-033621 A（京セラ株式会社）16.02.2012（2012-02-16） 段落 [0007]、[0025] - [0026]、図1	9
A	JP 05-055076 A（第一工業製薬株式会社）05.03.1993（1993-03-05）	1-12
A	WO 2015/045625 A1（株式会社村田製作所）02.04.2015（2015-04-02）	1-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ 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

04.03.2024

国際調査報告の発送日

19.03.2024

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）

多田 幸司 5D 5292

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
A	JP 2020-126958 A (T D K株式会社) 20.08.2020 (2020 - 08 - 20)	1-12
A	JP 2004-235375 A (京セラ株式会社) 19.08.2004 (2004 - 08 - 19)	1-12

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/JP2024/000593

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	5-003132	A	08.01.1993	(ファミリーなし)	
JP	2020-141091	A	03.09.2020	(ファミリーなし)	
JP	04-236412	A	25.08.1992	(ファミリーなし)	
JP	2001-250740	A	14.09.2001	(ファミリーなし)	
JP	2012-033621	A	16.02.2012	(ファミリーなし)	
JP	05-055076	A	05.03.1993	(ファミリーなし)	
WO	2015/045625	A1	02.04.2015	US 2016/0196922	A1
				CN 105531774	A
				KR 10-2016-0042098	A
JP	2020-126958	A	20.08.2020	US 2020/0251283	A1
				KR 10-2020-0096873	A
				CN 111540605	A
JP	2004-235375	A	19.08.2004	(ファミリーなし)	