



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109545552 B

(45) 授权公告日 2021.11.23

(21) 申请号 201811107365.9

H01G 4/12 (2006.01)

(22) 申请日 2018.09.21

H01G 4/008 (2006.01)

H01G 4/232 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109545552 A

(43) 申请公布日 2019.03.29

(30) 优先权数据  
2017-181984 2017.09.22 JP  
2018-097683 2018.05.22 JP

(73) 专利权人 太阳诱电株式会社  
地址 日本东京都

(72) 发明人 新井纪宏 坂爪克郎 野崎刚  
石井真澄 有我穰二

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322  
代理人 龙淳 吕秀平

(56) 对比文件

- JP 2011210826 A, 2011.10.20
- CN 1796332 A, 2006.07.05
- CN 103515092 A, 2014.01.15
- CN 205582735 U, 2016.09.14
- CN 1770341 A, 2006.05.10
- CN 1505072 A, 2004.06.16
- CN 101628809 A, 2010.01.20
- CN 102034605 A, 2011.04.27
- JP 2004207629 A, 2004.07.22
- JP H0517138 A, 1993.01.26
- TW 493188 B, 2002.07.01
- CN 101333108 A, 2008.12.31
- CN 103140904 A, 2013.06.05

(51) Int. Cl.  
H01G 4/30 (2006.01)

审查员 陈兴来

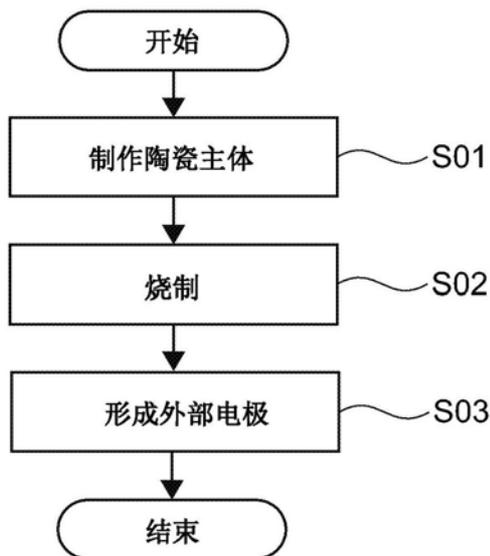
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

层叠陶瓷电容器

(57) 摘要

本发明提供能够确保高烧结性的层叠陶瓷电容器。层叠陶瓷电容器包括陶瓷主体、第一和第二内部电极以及第一和第二外部电极。陶瓷主体具有沿一轴方向层叠的多个陶瓷层,由多晶体形成,该多晶体以含有钙和锆且由通式 $ABO_3$ 表示的钙钛矿结构为主相,并且含有硅、硼和锂。第一和第二内部电极交替地配置在多个陶瓷层之间,与第一和第二外部电极连接。层叠陶瓷电容器中,在将陶瓷主体的体积设为 $V(\text{mm}^3)$ ,将多晶体中以主相的B位点元素浓度为100atm%时的锂浓度设为 $C_{Li}$  (atm%)时,满足 $0.2858V+0.4371 \leq C_{Li} \leq 0.1306V+3.0391$ 的关系。



1. 一种层叠陶瓷电容器,其特征在于,包括:

陶瓷主体,其具有沿一轴方向层叠的多个陶瓷层,所述陶瓷主体由多晶体形成,该多晶体以含有钙和锆且由通式 $ABO_3$ 表示的钙钛矿结构为主相,并且含有硅、硼和锂;

交替配置在所述多个陶瓷层之间的第一内部电极和第二内部电极;

设置在所述陶瓷主体的外表面的第一外部电极,该第一外部电极与所述第一内部电极连接;和

设置在所述陶瓷主体的外表面的第二外部电极,该第二外部电极与所述第二内部电极连接,

在将所述陶瓷主体的体积设为 $V$ ,单位为 $mm^3$ ,将所述多晶体中以所述主相的B位点元素浓度为100atm%时的锂浓度设为 $C_{Li}$ ,单位为atm%时,

满足 $0.2858V+0.4371 \leq C_{Li} \leq 0.1306V+3.0391$ 的关系。

2. 如权利要求1所述的层叠陶瓷电容器,其特征在于:

所述多晶体中以所述主相的B位点元素浓度为100atm%时的硅浓度为1.0atm%以上6.0atm%以下。

3. 如权利要求1或2所述的层叠陶瓷电容器,其特征在于:

所述多晶体中以所述主相的B位点元素浓度为100atm%时的硼浓度为1.0atm%以上6.0atm%以下。

4. 如权利要求1或2所述的层叠陶瓷电容器,其特征在于:

所述多晶体还含有锰,

所述多晶体中以所述主相的B位点元素浓度为100atm%时的锰浓度为0.5atm%以上5.5atm%以下。

5. 如权利要求1或2所述的层叠陶瓷电容器,其特征在于:

所述第一内部电极和第二内部电极以铜为主要成分。

6. 如权利要求1或2所述的层叠陶瓷电容器,其特征在于:

所述体积为 $0.001mm^3$ 以上 $5.000mm^3$ 以下。

7. 如权利要求1或2所述的层叠陶瓷电容器,其特征在于:

所述体积为 $0.001mm^3$ 以上 $0.006mm^3$ 以下。

## 层叠陶瓷电容器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及能够在高频区域使用的层叠陶瓷电容器。

### 背景技术

[0002] 伴随电子设备的高频化,对于电子设备所使用的层叠陶瓷电容器要求在高频区域的高Q值(品质系数)。例如专利文献1中公开了一种层叠陶瓷电容器,其通过使用电阻率小的铜作为内部电极,来实现Q值的提高。

[0003] 作为内部电极使用铜的层叠陶瓷电容器的烧制温度,需要熔点比低熔点的铜还低。因此,在专利文献1所记载的层叠陶瓷电容器中,为了得到即使烧制温度低也能够得到充分的烧结性,使用硅、硼、锂等在烧制时形成液相的烧结助剂。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2009-7209号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 但是,在层叠陶瓷电容器的烧结过程中,容易挥发的锂的量发生变化。因此,为了充分获得由锂带来的提高烧结性的作用,需要在层叠陶瓷电容器的整个烧结过程中使锂的量处于适当的范围内。

[0009] 鉴于以上的情况,本发明的目的在于提供能够确保高的烧结性的层叠陶瓷电容器。

[0010] 用于解决课题的技术方案

[0011] 为了达成上述目的,本发明的一个方式的层叠陶瓷电容器包括陶瓷主体、第一和第二内部电极以及第一和第二外部电极。

[0012] 上述陶瓷主体具有沿一轴方向层叠的多个陶瓷层,上述陶瓷主体由多晶体形成,该多晶体以含有钙和锆且由通式 $ABO_3$ 表示的钙钛矿结构为主相,并且含有硅、硼和锂。

[0013] 上述第一和第二内部电极交替地配置在上述多个陶瓷层之间。

[0014] 上述第一外部电极设置在上述陶瓷主体的外表面,且与上述第一内部电极连接。

[0015] 上述第二外部电极设置在上述陶瓷主体的外表面,且与上述第二内部电极连接。

[0016] 在上述层叠陶瓷电容器中,在将上述陶瓷主体的体积设为 $V(\text{mm}^3)$ ,将上述多晶体中以上述主相的B位点元素浓度为100atm%时的锂浓度设为 $C_{Li}$ (atm%)时,

[0017] 满足 $0.2901V+0.4068 \leq C_{Li} \leq 0.1306V+3.0391$ 的关系。

[0018] 在该构成中,通过控制烧结后的陶瓷主体中的锂的量,能够使烧结过程的陶瓷主体中的锂的量在适当的范围内。即,该层叠陶瓷电容器通过使陶瓷主体中的锂的量为如上所述的量那样制造,能够确保陶瓷主体的高的烧结性。

[0019] 上述多晶体中以上述主相的B位点元素浓度为100atm%时的硅浓度可以为

1.0atm%以上6.0atm%以下。

[0020] 上述多晶体中以上述主相的B位点元素浓度为100atm%时的硼浓度可以为1.0atm%以上6.0atm%以下。

[0021] 在该构成中,能够有效地获得由硅和硼带来的使陶瓷主体的烧结性提高的作用。

[0022] 上述多晶体还可以含有锰。

[0023] 上述多晶体中以上述主相的B位点元素浓度为100atm%时的锰浓度可以为0.5atm%以上5.5atm%以下。

[0024] 在该构成中,通过锰的作用使陶瓷主体的绝缘性提高。因此,该层叠陶瓷电容器能够得到高的可靠性。

[0025] 上述第一和第二内部电极可以以铜为主要成分。

[0026] 本发明中,即使烧制温度低也能够确保陶瓷主体的烧结性。因此,在该层叠陶瓷电容器中,作为第一和第二内部电极的主要成分,能够使用熔点低的铜。由此,第一和第二内部电极的导电性变高,所以能够使层叠陶瓷电容器的Q值提高。

[0027] 上述体积可以为 $0.001\text{mm}^3$ 以上 $5.000\text{mm}^3$ 以下。

[0028] 上述体积可以为 $0.001\text{mm}^3$ 以上 $0.006\text{mm}^3$ 以下。

[0029] 在这些构成中,容易得到如上所述的本发明的效果。

[0030] 发明效果

[0031] 本发明能够提供能够确保高的烧结性的层叠陶瓷电容器。

## 附图说明

[0032] 图1是本发明的一个实施方式的层叠陶瓷电容器的立体图。

[0033] 图2是上述层叠陶瓷电容器的沿图1的A-A'线的截面图。

[0034] 图3是上述层叠陶瓷电容器的沿图1的B-B'线的截面图。

[0035] 图4是表示上述层叠陶瓷电容器的制造方法的流程图。

[0036] 图5是步骤S01中的陶瓷主体的分解立体图。

[0037] 图6是步骤S02中得到的陶瓷主体的立体图。

[0038] 图7是表示实施例和比较例的评价结果的曲线图。

[0039] 附图标记说明

[0040] 10…层叠陶瓷电容器

[0041] 11…陶瓷主体

[0042] 12、13…内部电极

[0043] 14、15…外部电极

[0044] E1、E2…端面

## 具体实施方式

[0045] 以下,参照附图,对本发明的实施方式进行说明。

[0046] 在附图中,适当地表示彼此正交的X轴、Y轴和Z轴。X轴、Y轴和Z轴在所有图中是共通的。

[0047] 1.层叠陶瓷电容器10的基本构成

[0048] 图1~3是表示本发明的一个实施方式的层叠陶瓷电容器10的图。图1是层叠陶瓷电容器10的立体图。图2是层叠陶瓷电容器10的沿图1的A-A'线的截面图。图3是层叠陶瓷电容器10的沿图1的B-B'线的截面图。

[0049] 层叠陶瓷电容器10构成为能够适合在100MHz~2GHz左右的高频区域使用,能够作为例如高频用的电介质谐振器、滤波器等使用。具体来说,层叠陶瓷电容器10构成为兼具高频区域中的高Q值和高可靠性。

[0050] 层叠陶瓷电容器10包括陶瓷主体11、第一外部电极14和第二外部电极15。陶瓷主体11的外表面具有朝向X轴方向的第一和第二端面E1、E2、朝向Y轴方向的第一和第二侧面、以及朝向Z轴方向的第一和第二主面。

[0051] 另外,陶瓷主体11的形状并不限于上述形状。即,陶瓷主体11可以不是图1~3所示的长方体形状。例如,陶瓷主体11的各面也可以为曲面,陶瓷主体11作为整体还可以是带圆角的形状。

[0052] 第一外部电极14覆盖陶瓷主体11的第一端面E1。第二外部电极15覆盖陶瓷主体11的第二端面E2。外部电极14、15夹着陶瓷主体11在X轴方向上相对,作为层叠陶瓷电容器10的端子发挥作用。

[0053] 外部电极14、15从陶瓷主体11的第一和第二端面E1、E2起、向第一和第二主面以及第一和第二侧面延出。由此,外部电极14、15中,与图2所示的X-Z平面平行的截面和与X-Y平面平行的截面均呈U字形。

[0054] 另外,外部电极14、15的形状并不限于图1所示的形状。例如,外部电极14、15也可以从陶瓷主体11的端面E1、E2起仅向一个主面上延出,与X-Z平面平行的截面成为L字形。另外,外部电极14、15也可以不向任何的主面和侧面延出。

[0055] 外部电极14、15由电的良导体形成。作为形成外部电极14、15的电的良导体,能够举出以例如铜(Cu)、镍(Ni)、锡(Sn)、钯(Pd)、铂(Pt)、银(Ag)、金(Au)等为主要成分的金属或合金。

[0056] 陶瓷主体11由电介质陶瓷形成。陶瓷主体11具有被电介质陶瓷覆盖的第一内部电极12和第二内部电极13。内部电极12、13都是沿X-Y平面延伸的片状,沿Z轴方向交替地配置。

[0057] 即,内部电极12、13夹着陶瓷层在Z轴方向上相对。第一内部电极12被引出到陶瓷主体11的第一端面E1,与第一外部电极14连接。第二内部电极13被引出到陶瓷主体11的第二端面E2,与第二外部电极15连接。

[0058] 根据该构成,在层叠陶瓷电容器10中,当对第一外部电极14与第二外部电极15之间施加电压时,电压施加到第一内部电极12与第二内部电极13之间的多个陶瓷层。由此,在层叠陶瓷电容器10中蓄积了与第一外部电极14与第二外部电极15之间的电压相对应的电荷。

[0059] 层叠陶瓷电容器10为了在高频区域发挥稳定的性能,要求电容的温度变化小。因此,陶瓷主体11中,为了使各陶瓷层的电容的温度变化小,需要使用介电常数的温度变化小的电介质陶瓷。

[0060] 因此,陶瓷主体11由多晶体形成,该多晶体以含有介电常数的温度变化小的钙(Ca)和锆(Zr)且由通式 $ABO_3$  (“A”表示A位点元素,“B”表示B位点元素)表示的钙钛矿结构为

主相。钙 (Ca) 是A位点元素, 锆 (Zr) 是B位点元素。具体来说, 构成陶瓷主体11的多晶体的主相优选为以 $\text{Ca}_x\text{ZrO}_3$  ( $0.90 \leq x \leq 1.15$ ) 表示的组成。

[0061] 其中, 构成陶瓷主体11的多晶体的主相也可以根据需要将钙 (Ca) 和锆 (Zr) 的一部分置换为其他元素。例如, A位点元素的钙 (Ca) 的一部分可以用锶 (Sr) 置换。另外, B位点元素的锆 (Zr) 的一部分可以用钛 (Ti) 置换。

[0062] 另外, 构成陶瓷主体11的多晶体含有作为烧结助剂的硅 (Si)、硼 (B) 和锂 (Li)。这些元素在陶瓷主体11的烧结过程中形成液相。由此, 层叠陶瓷电容器10中, 能够使陶瓷主体11的烧结性提高。

[0063] 在陶瓷主体11的烧结过程中, 容易挥发的锂 (Li) 的量发生变化。因此, 为了充分获得由锂 (Li) 带来的陶瓷主体11的烧结性提高的作用, 需要在陶瓷主体11的整个烧结过程中使锂 (Li) 的量处于适当的范围内。

[0064] 本实施方式的层叠陶瓷电容器10中, 通过控制烧结后的陶瓷主体11中的锂 (Li) 的量, 能够使烧结过程的陶瓷主体11中的锂 (Li) 的量在适当的范围内。对层叠陶瓷电容器10的该构成的详情在后面叙述。

[0065] 构成陶瓷主体11的多晶体中的硅 (Si) 和硼 (B) 的量能够适当决定。例如, 硅 (Si) 和硼 (B) 的量优选在能够得到陶瓷主体11的高烧结性且不容易影响层叠陶瓷电容器10的性能的范围内决定。

[0066] 具体来说, 在构成陶瓷主体11的多晶体中, 以主相的B位点元素浓度为100atm%时的硅 (Si) 浓度优选为1.0atm%以上6.0atm%以下。另外, 在构成陶瓷主体11的多晶体中, 以主相的B位点元素浓度为100atm%时的硼 (B) 浓度优选为1.0atm%以上6.0atm%以下。

[0067] 内部电极12、13由电的良导体形成, 作为层叠陶瓷电容器10的内部电极发挥作用。内部电极12、13优选以铜 (Cu) 为主要成分。由此, 在层叠陶瓷电容器中, 内部电极12、13的导电性变高, 所以ESR (等效串联电阻) 降低, 能够得到高的Q值。

[0068] 另外, 内部电极12、13也可以不以铜 (Cu) 为主要成分。在这种情况下, 内部电极12、13能够由以选自例如镍 (Ni)、钯 (Pd)、铂 (Pt)、银 (Ag)、金 (Au) 的一种或两种以上为主要成分的金属或合金形成。

[0069] 另外, 本实施方式涉及的层叠陶瓷电容器10的基本构成并不限定于图1~3所示的构成, 能够适当变更。例如, 内部电极12、13的个数和陶瓷层的厚度能够根据层叠陶瓷电容器10所要求的尺寸和性能适当地决定。

[0070] 2. 层叠陶瓷电容器10的制造方法

[0071] 图4是表示层叠陶瓷电容器10的制造方法的流程图。图5、6是表示层叠陶瓷电容器10的制造过程的图。以下, 按照图4, 适当地参照图5、6对层叠陶瓷电容器10的制造方法进行说明。

[0072] 2.1步骤S01: 制作陶瓷主体

[0073] 在步骤S01中, 制作未烧制的陶瓷主体11。未烧制的陶瓷主体11如图5所示, 通过将多个陶瓷片在Z轴方向上层叠并进行热压接来得到。通过对陶瓷片预先印刷规定图案的铜膏, 能够配置内部电极12、13。

[0074] 陶瓷片是将陶瓷浆料成型为片状的未烧制的电介质生片。陶瓷片例如使用辊式涂敷机、刮刀等成型为片状。陶瓷浆料的成分可以进行调整以得到上述组成的陶瓷主体11。

[0075] 具体来说,陶瓷浆料中含有:电介质陶瓷的预烧粉、 $\text{SiO}_2$ 等含硅(Si)粉末、BN等含硼(B)粉末、 $\text{Li}_2\text{CO}_3$ 等含锂(Li)粉末等。另外,陶瓷浆料中也可以含有 $\text{MnCO}_3$ 等含锰(Mn)粉末。

[0076] 2.2步骤S02:烧制

[0077] 在步骤S02中,对步骤S01中得到的未烧制的陶瓷主体11进行烧制。由此,陶瓷主体11烧结,得到图6所示的陶瓷主体11。陶瓷主体11的烧制例如能够在还原气氛下或低氧分压气氛下进行。陶瓷主体11的烧制条件能够适当决定。

[0078] 例如,由于在陶瓷主体11的烧制时锂(Li)会挥发,所以优选调整烧制条件以使得在烧制后的陶瓷主体11中留有适当量的锂(Li)。另外,烧制温度优选比作为内部电极12、13的主成分的铜(Cu)的熔点( $1084^\circ\text{C}$ )低,能够采用例如 $950^\circ\text{C}$ 。另外,烧制时间能够采用例如2小时。

[0079] 2.3步骤S03:形成外部电极

[0080] 在步骤S03中,通过在步骤S02中得到的陶瓷主体11上形成外部电极14、15,制作图1~3所示的层叠陶瓷电容器10。在步骤S03中,例如在陶瓷主体11的端面E1、E2上形成构成外部电极14、15的基底膜、中间膜和表面膜。

[0081] 更详细地说,在步骤S03中,首先,以覆盖陶瓷主体11的端面E1、E2的方式涂敷未烧制的电极材料。通过将所涂敷的未烧制的电极材料例如在还原气氛下或低氧分压气氛下进行热粘(烘烤),在陶瓷主体11上形成外部电极14、15的基底膜。

[0082] 然后,在热粘于陶瓷主体11的外部电极14、15的基底膜上,形成外部电极14、15的中间膜,进而形成外部电极14、15的表面膜。外部电极14、15的中间膜和表面膜的形成例如能够采用电解镀等湿镀。

[0083] 另外,也可以在步骤S02之前进行上述的步骤S03的处理中的一部分处理。例如,可以在步骤S02之前在未烧制的陶瓷主体11的端面E1、E2上涂敷未烧制的电极材料。由此,在步骤S02中,能够同时进行陶瓷主体11的烧制和电极材料的热粘。

[0084] 3.陶瓷主体11中的锂(Li)的量

[0085] 层叠陶瓷电容器10中,当陶瓷主体11的烧结性不充分时,会发生例如Q值的下降、以及特别是耐湿性等可靠性的下降等。为了在低的烧制温度下确保陶瓷主体11的高的烧结性,需要在陶瓷主体11中含有适当量的硅(Si)、硼(B)、锂(Li)。

[0086] 在陶瓷主体11的烧结过程中,硅(Si)和硼(B)的量不容易发生变化,而容易挥发的锂(Li)的量发生变化。因此,为了在陶瓷主体11的整个烧结过程中充分得到由锂(Li)带来的作用,需要使锂(Li)的量在适当的范围内。

[0087] 本实施方式的层叠陶瓷电容器10中,通过控制烧结后的陶瓷主体11中的锂(Li)的量,能够使烧结过程的陶瓷主体11中的锂(Li)的量在适当的范围内。由此,层叠陶瓷电容器10中,能够确保陶瓷主体11的高的烧结性。

[0088] 另外,陶瓷主体11中,可以看到烧结后的锂(Li)的适当量的范围有随着体积发生变化的趋势。更详细地说,实验确认到,在陶瓷主体11中,有体积越大,烧结后的锂(Li)的量需要越多的趋势。

[0089] 以下,对用于弄清楚烧结后的陶瓷主体11的锂(Li)的适当量的范围的实验进行说明。该实验中,首先制作了陶瓷主体11的体积、和陶瓷主体11中的锂(Li)的量不同的层叠陶瓷电容器10的多个样品。

[0090] 陶瓷主体11的体积 $V(\text{mm}^3)$ 能够用图2、3所示的X轴方向的尺寸 $L(\text{mm})$ 、Y轴方向的尺寸 $W(\text{mm})$ 和Z轴方向的尺寸 $T(\text{mm})$ ,通过 $L \times W \times T$ 计算出包含内部电极12、13的体积。陶瓷主体11的各尺寸 $L$ 、 $W$ 、 $T$ 用陶瓷主体11的X轴、Y轴和Z轴方向的中央部测量。

[0091] 陶瓷主体11中的锂(Li)的量,作为以构成陶瓷主体11的多晶体的主相的B位点元素浓度为100atm%时的锂(Li)浓度 $C_{\text{Li}}$ (atm%)来计算。构成陶瓷主体11的多晶体的主相的B位点元素浓度例如能够作为锆(Zr)浓度得到。

[0092] 即,锂(Li)浓度 $C_{\text{Li}}$ 表示以锆(Zr)浓度为基准的相对的锂(Li)浓度。锆(Zr)和锂(Li)的浓度能够通过电感耦合等离子体(ICP:Inductively Coupled Plasma)发光分析来定量。

[0093] 对各样品进行了Q值和耐湿性的评价。本实验中,通过Q值和耐湿性的评价对陶瓷主体11的烧结性进行间接评价。Q值的评价在频率1GHz的条件下进行。耐湿性的评价在温度85°C、湿度85%,施加额定电压的2倍的电压200小时的条件下进行。

[0094] Q值的评价中,将标准值的1.5倍以上的样品视为合格。耐湿性的评价中,将电阻值为10M $\Omega$ 以上的样品视为合格。然后,将Q值和耐湿性的评价均合格的样品作为陶瓷主体11的烧结性充分的样品,当做实施例。另一方面,将Q值和耐湿性的评价的至少一者为不合格的样品作为陶瓷主体11的烧结性不充分的样品,当做比较例。

[0095] 图7是表示各样品的评价结果的曲线图。图7的横轴表示陶瓷主体11的体积 $V$ 。图7的纵轴表示以构成陶瓷主体11的多晶体的主相的B位点元素浓度为100atm%时的锂(Li)浓度 $C_{\text{Li}}$ 。另外,将实施例用圆形标记的绘点表示,将比较例用 $\times$ 形标记的绘点表示。

[0096] 根据图7可知,实施例的绘点是在锂(Li)浓度 $C_{\text{Li}}$ 的特定范围内分布,比较例的绘点分布在该范围的上下。因此,通过采用了分布了实施例的绘点的范围的条件,能够确保陶瓷主体11的高的烧结性。

[0097] 图7表示了通过用最小二乘法对构成实施例的绘点所分布的范围的最上部的绘点进行拟合而得到的曲线。该曲线用“ $C_{\text{Li}}=0.1306V+3.0391$ ”表示。其中,确定系数 $R^2$ 为0.9489,显示了良好的拟合。

[0098] 另外,图7表示了通过用最小二乘法对构成实施例的绘点所分布的范围的最下部的绘点进行拟合而得到的曲线。该曲线用“ $C_{\text{Li}}=0.2858V+0.4371$ ”表示。其中,确定系数 $R^2$ 为0.9777,显示了良好的拟合。

[0099] 因此,图7的实施例的绘点所分布的范围由以下的式子表示。

$$[0100] \quad 0.2858V+0.4371 \leq C_{\text{Li}} \leq 0.1306V+3.0391$$

[0101] 即,在层叠陶瓷电容器10的陶瓷主体11中,通过以满足该式子的关系的方式来制作,能够确保高的烧结性。

[0102] 另外,以上述的式子为基准的陶瓷主体11的烧结性的控制,在陶瓷主体11的体积 $V$ 为 $0.001\text{mm}^3$ 以上 $5.000\text{mm}^3$ 以下的情况下更有效,在陶瓷主体11的体积 $V$ 为 $0.001\text{mm}^3$ 以上 $0.006\text{mm}^3$ 以下的情况下更为有效。

[0103] 4.其它实施方式

[0104] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但本发明不仅限于上述的实施方式,当然也可以进行各种变更。

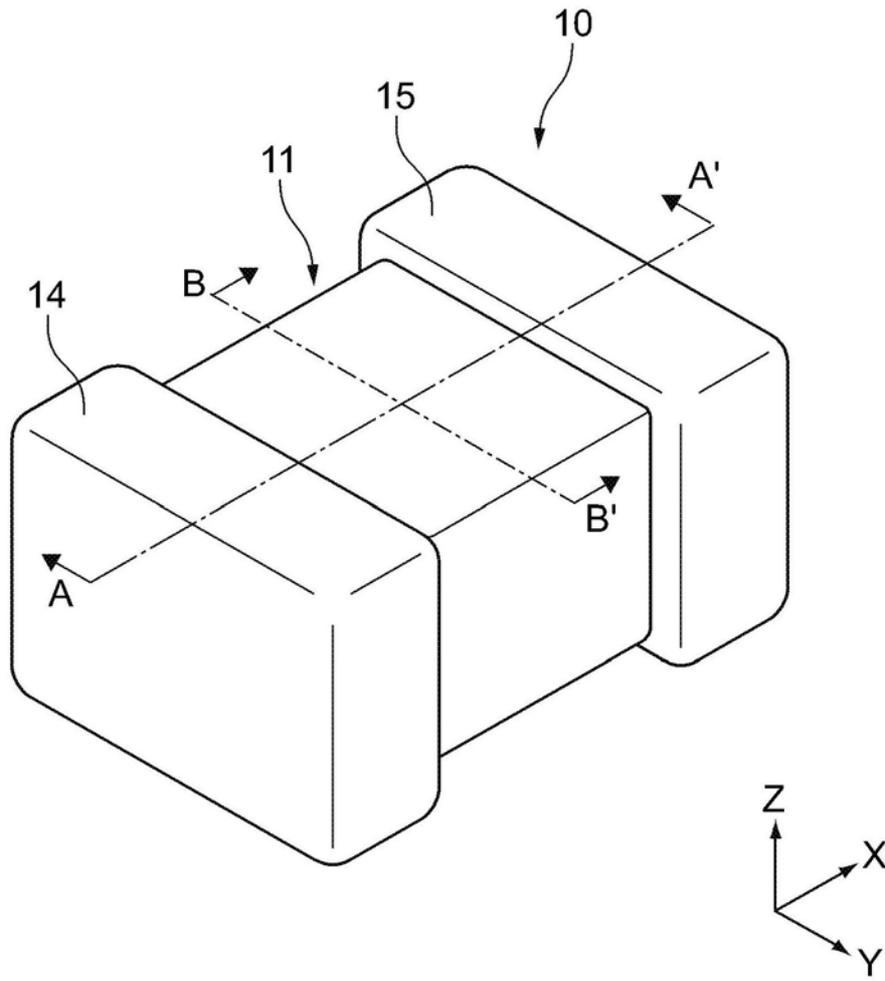


图1

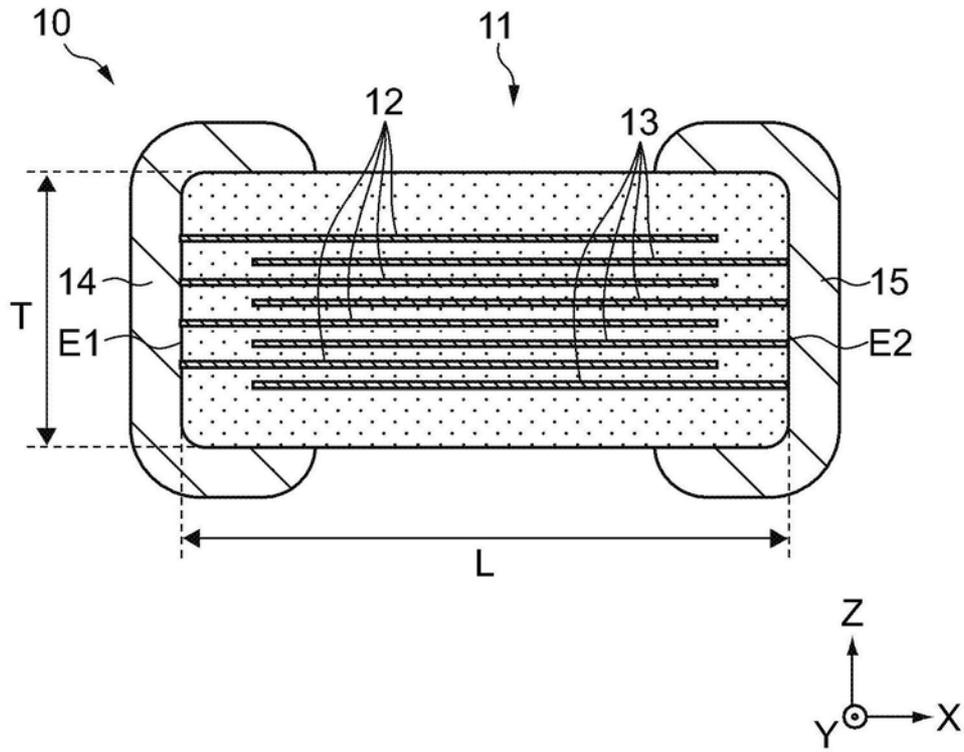


图2

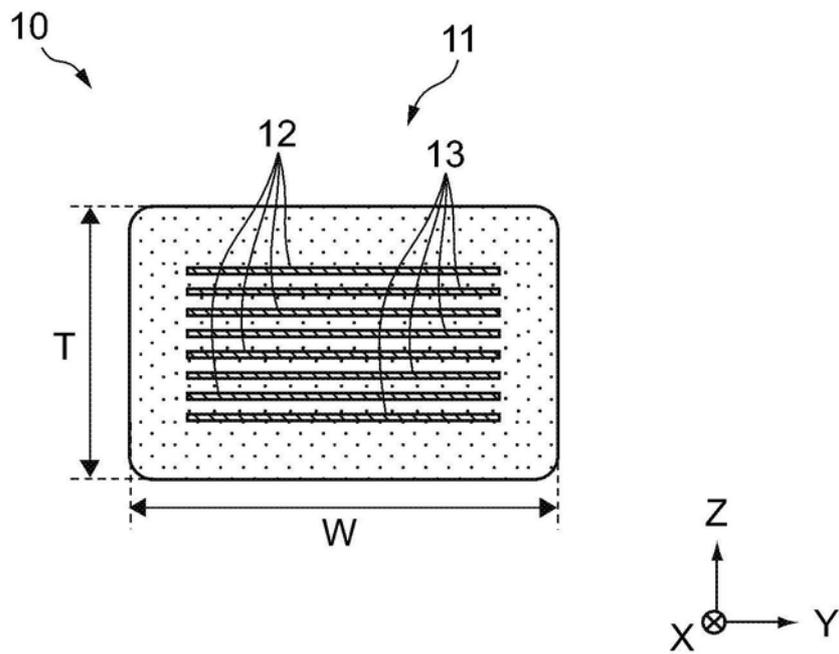


图3

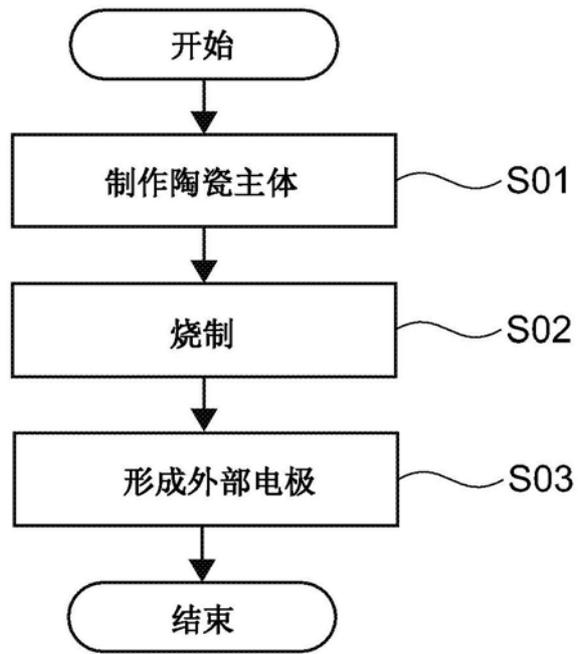


图4

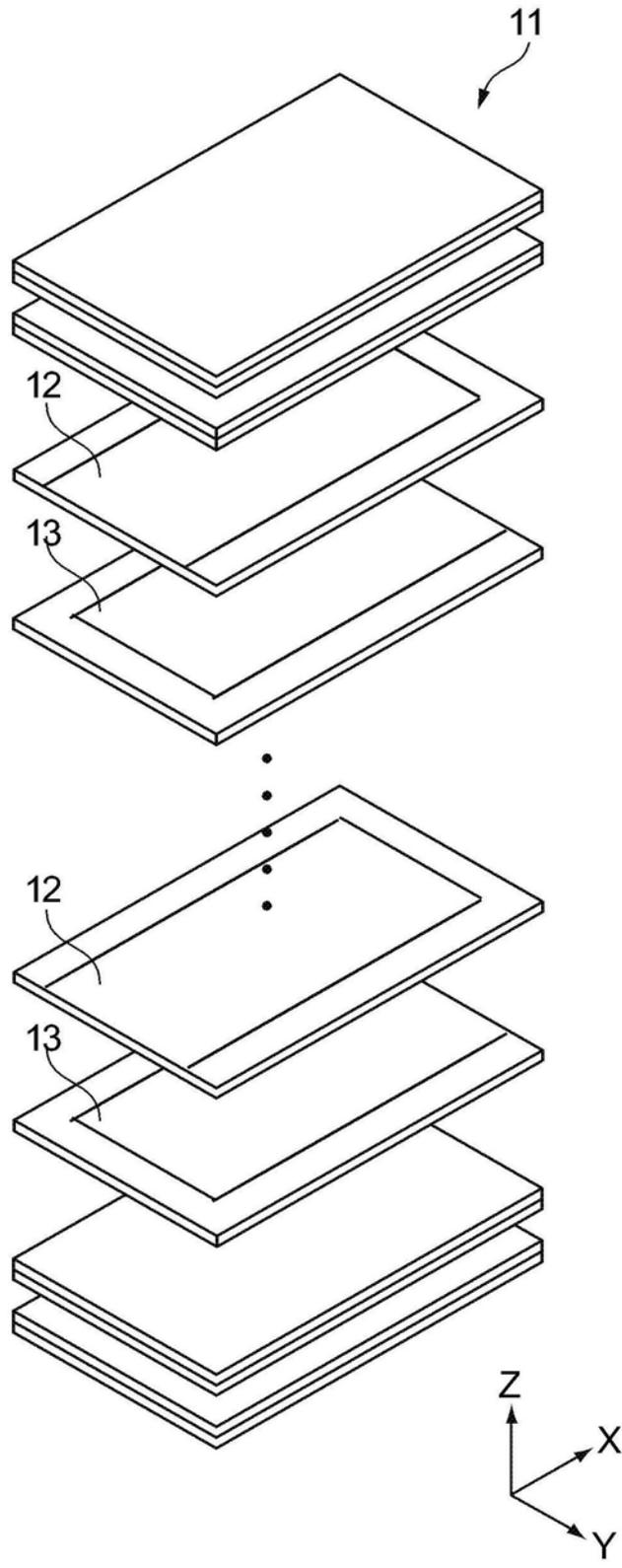


图5

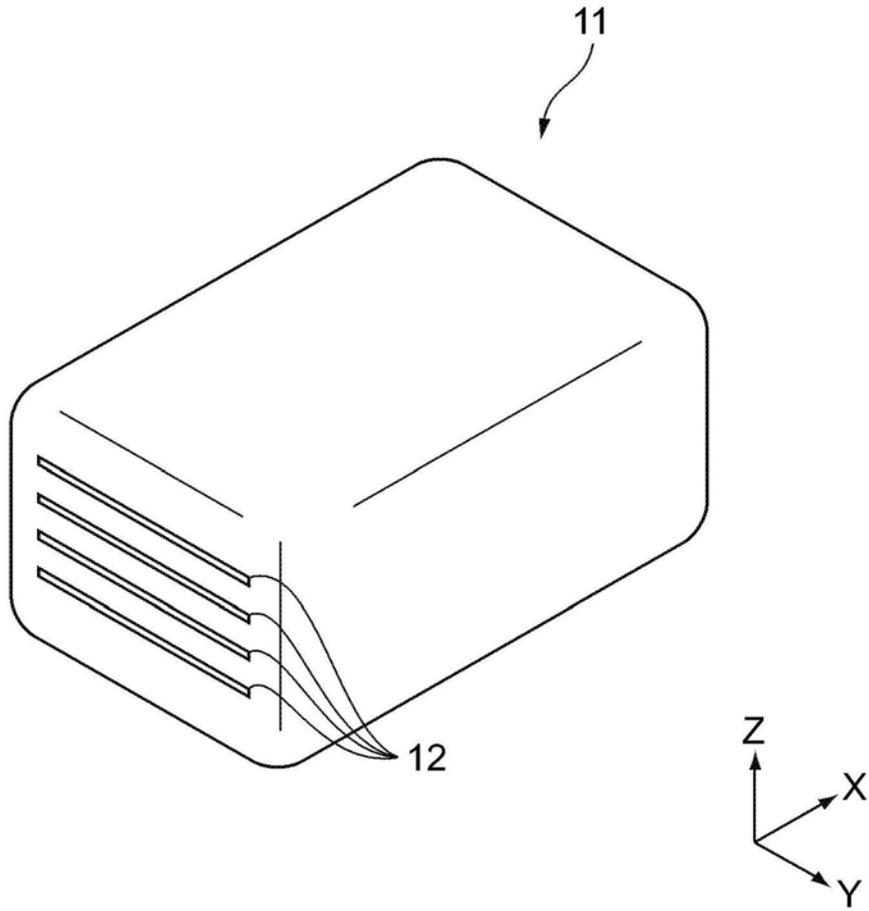


图6

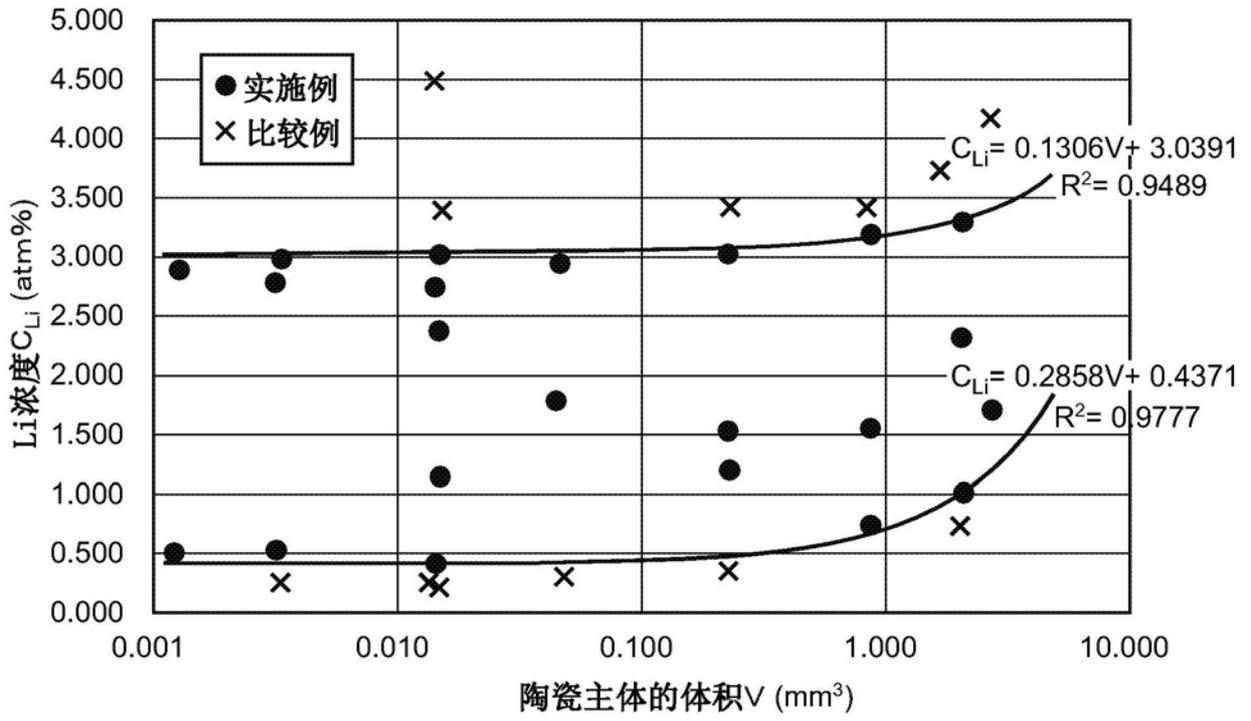


图7