

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101401172 B

(45) 授权公告日 2011.01.26

(21) 申请号 200780008389.2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2007.02.15

H01C 7/02 (2006.01)

(30) 优先权数据

10-2006-0022653 2006.03.10 KR

10-2006-0057122 2006.06.23 KR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.09.09

(56) 对比文件

WO 2005/088654 A1, 2005.09.22,

CN 1477652 A, 2004.02.25,

CN 1547219 A, 2004.11.17,

JP 2005-294673 A, 2005.10.20,

CN 1274932 A, 2000.11.29,

审查员 李惟芬

(86) PCT申请的申请数据

PCT/KR2007/000811 2007.02.15

(87) PCT申请的公布数据

W02007/105865 EN 2007.09.20

(73) 专利权人 卓英社有限公司

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 崔光辉 赵晟秀 金善基

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286

代理人 韩明星 张军

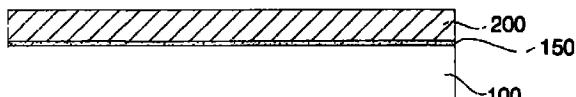
权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 7 页

(54) 发明名称

陶瓷组件元件、陶瓷组件及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供了一种陶瓷组件元件、陶瓷组件及其制造方法。该陶瓷组件元件包括：绝缘陶瓷基体，在其表面上形成有孔，所述绝缘陶瓷基体被预先焙烧；功能陶瓷片，结合到绝缘陶瓷基体并具有电学特性。通过在绝缘陶瓷基体上形成用于功能陶瓷片的生片，并在预定的温度和压力下挤压用于功能陶瓷片的生片，使得生片的一部分被迫进入孔中并被锚固，来将功能陶瓷片物理结合到绝缘陶瓷基体，并且通过以这样的方式焙烧锚固的生片来将功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体，即，生片的功能氧化物通过固相扩散渗入绝缘陶瓷基体以形成扩散结合层。



1. 一种陶瓷组件元件,包括:

绝缘陶瓷基体,在其表面上形成有孔,所述绝缘陶瓷基体被预先焙烧;

功能陶瓷片,结合到绝缘陶瓷基体并具有电学特性,

其中,通过在绝缘陶瓷基体上形成用于功能陶瓷片的生片,并在预定的温度和压力下挤压用于功能陶瓷片的生片,使得生片的一部分被迫进入孔中并被锚固,来将功能陶瓷片物理结合到绝缘陶瓷基体,并且通过以这样的方式焙烧锚固生片来将功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体,即,生片的功能氧化物通过固相扩散渗入绝缘陶瓷基体以形成扩散结合层。

2. 如权利要求1所述的陶瓷组件元件,其中,生片包含按重量计为40%至80%的固体功能氧化物和按重量计为5%至30%的固体粘合剂。

3. 如权利要求1所述的陶瓷组件元件,其中,功能陶瓷片的厚度比绝缘陶瓷基体的厚度的一半小。

4. 如权利要求1所述的陶瓷组件元件,其中,通过研磨、形成多个槽或蚀刻来对绝缘陶瓷基体进行表面处理,从而增加绝缘陶瓷基体和功能陶瓷片之间的结合强度。

5. 如权利要求1所述的陶瓷组件元件,其中,功能陶瓷片包含介电陶瓷材料、压电陶瓷材料、磁性陶瓷材料和半导体陶瓷材料的特性中的任意一种。

6. 如权利要求1所述的陶瓷组件元件,其中,绝缘陶瓷基体包含硅、氧化铝和氮化铝中的任意一种。

7. 如权利要求1所述的陶瓷组件元件,其中,孔是从由晶粒中的孔、晶粒之间的孔和由表面处理提供的孔组成的组中选择的一种。

8. 一种陶瓷组件,包括:

绝缘陶瓷基体,在其表面上形成有孔,所述绝缘陶瓷基体被预先焙烧;

功能陶瓷片,结合到绝缘陶瓷基体并具有电学特性;

两个或更多的电极,电连接到功能陶瓷片,

其中,通过在绝缘陶瓷基体上形成用于功能陶瓷片的生片,并在预定的温度和压力下挤压用于功能陶瓷片的生片,使得生片的一部分被迫进入孔中并被锚固,来将功能陶瓷片物理结合到绝缘陶瓷基体,并且通过以这样的方式焙烧锚固的生片来将功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体,即,生片的功能氧化物通过固相扩散渗入绝缘陶瓷基体以形成扩散结合层。

9. 一种陶瓷组件,包括:

绝缘陶瓷基体,在其表面上形成有孔,所述绝缘陶瓷基体被预先焙烧;

功能陶瓷片,结合到绝缘陶瓷基体并具有电学特性;

内电极,结合到功能陶瓷片并与功能陶瓷片电连接;

外电极,电连接到内电极的暴露部分,

其中,通过在绝缘陶瓷基体上形成用于功能陶瓷片的生片,并在预定的温度和压力下挤压用于功能陶瓷片的生片,使得生片的一部分被迫进入孔中并被锚固,来将功能陶瓷片物理结合到绝缘陶瓷基体,并且通过以这样的方式焙烧锚固的生片来将功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体,即,生片的功能氧化物通过固相扩散渗入绝缘陶瓷基体以形成扩散结合层。

10. 如权利要求 9 所述的陶瓷组件,其中,内电极结合到功能陶瓷片的表面,陶瓷组件还包括结合到所述功能陶瓷片以覆盖内电极的辅助功能陶瓷片,且辅助功能陶瓷片具有与功能陶瓷片相同的电学特性。

11. 如权利要求 9 所述的陶瓷组件,其中,功能陶瓷片具有由多个片形成的堆叠结构。

12. 如权利要求 9 所述的陶瓷组件,其中,内电极由从由 Ag、Pd、Pt、Au、Ni、Cu、W 和 Ag-Pd 合金组成的组中选择的材料形成。

13. 一种陶瓷组件元件,包括:

绝缘陶瓷基体,在其表面上形成有孔,所述绝缘陶瓷基体被预先焙烧;

第一功能陶瓷片,结合到绝缘陶瓷基体的顶表面并具有电学特性;

第二功能陶瓷片,结合到绝缘陶瓷基体的底表面并具有与第一功能陶瓷片的电学特性不同的电学特性,

其中,通过在绝缘陶瓷基体上形成用于第一功能陶瓷片和第二功能陶瓷片的生片,并在预定的温度和压力下挤压用于第一功能陶瓷片和第二功能陶瓷片的生片,使得生片的一部分被迫进入孔中并被锚固,来将功能陶瓷片物理结合到绝缘陶瓷基体的顶表面和底表面,并且通过以这样的方式焙烧锚固的生片来将功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体的顶表面和底表面,即,生片的功能氧化物通过固相扩散渗入绝缘陶瓷基体以形成扩散结合层。

14. 如权利要求 13 所述的陶瓷组件元件,其中,形成通孔以使其穿透绝缘陶瓷基体的顶表面和底表面,在通孔中形成电极以将第一功能陶瓷片和第二功能陶瓷片电连接。

15. 一种陶瓷组件元件,包括:

绝缘陶瓷基体,在其表面上形成有孔,所述绝缘陶瓷基体被预先焙烧;

第一功能陶瓷片,结合到绝缘陶瓷基体并具有电学特性;

第二功能陶瓷片,结合到第一功能陶瓷片并具有与第一功能陶瓷片的电学特性不同的电学特性,

其中,通过在绝缘陶瓷基体上形成用于第一功能陶瓷片的生片,并在预定的温度和压力下挤压用于第一功能陶瓷片的生片,使得生片的一部分被迫进入孔中并被锚固,来将第一功能陶瓷片物理结合到绝缘陶瓷基体,并且通过以这样的方式焙烧锚固的生片来将第一功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体,即,生片的功能氧化物通过固相扩散渗入绝缘陶瓷基体以形成扩散结合层。

16. 一种制造陶瓷组件元件的方法,所述方法包括以下步骤:

在其表面上形成有孔且被预先焙烧的绝缘陶瓷基体上形成生片;

向绝缘陶瓷基体挤压生片,使得生片的一部分渗入孔中并被锚固,且物理结合到绝缘陶瓷基体;

从生片中去除粘合剂;

在预定条件下焙烧生片;

通过焙烧将生片转变为具有电学特性的功能陶瓷片,同时通过扩散结合层将功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体,其中,在生片的焙烧过程中由功能氧化物的从生片向绝缘陶瓷基体中的固相扩散和渗透来形成所述扩散结合层。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其中,在比绝缘陶瓷基体的焙烧温度低预定值的温度下执行焙烧生片的步骤。

18. 一种制造陶瓷组件元件的方法,所述方法包括以下步骤:

在其表面上形成有孔且被预先焙烧的绝缘陶瓷基体上形成生片;

向绝缘陶瓷基体挤压生片,使得生片的一部分渗入孔中,并物理结合到绝缘陶瓷基体;

从生片中去除粘合剂;

在预定条件下焙烧生片;

通过焙烧将生片转变为具有电学特性的功能陶瓷片,同时通过扩散结合层将功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体,其中,在生片的焙烧过程中由功能氧化物的从生片向绝缘陶瓷基体中的固相扩散和渗透来形成所述扩散结合层;

形成与功能陶瓷片电连接的外电极。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中,生片形成在绝缘陶瓷基体的顶表面上,所述方法还包括在绝缘陶瓷基底的顶表面、生片的顶表面或生片的顶表面和底表面的每个上形成内电极,其中,外电极与内电极电连接。

20. 如权利要求 19 所述的方法,还包括以下步骤:

用激光修整功能陶瓷片以使绝缘陶瓷基体的表面暴露,修整后的功能陶瓷片比内电极宽;

形成钝化层,所述钝化层结合到绝缘陶瓷基体的暴露的表面并覆盖内电极。

## 陶瓷组件元件、陶瓷组件及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种陶瓷组件元件、陶瓷组件及其制造方法。  
[0002] 随着电子仪器要求具有高功能性,为了电子仪器的高集成度而使用了更多功能陶瓷组件。这种功能陶瓷元件的示例包括片式压敏电阻器和片式热敏电阻器,其中,片式压敏电阻器通过保护半导体元件免于静电放电等来防止电子仪器的故障,当周围温度变化时,片式热敏电阻器改变电阻来通知有源元件(诸如极端温度条件的微电脑)。

### 背景技术

[0003] 这种传统的功能陶瓷元件(例如,由日本Murata公司制造的片式热敏电阻器和由TDK公司制造的片式压敏电阻器)通过传统的芯片堆叠工艺制造。在芯片堆叠工艺中,顺序地堆叠并印刷由金属氧化物和粘合剂材料形成的生片(green sheet)以及为生片提供电连接的内电极。重复执行该操作,然后对堆叠结构执行挤压操作和焙烧操作以提高堆叠结构的机械强度并获得所需的电学特性。

[0004] 由这种芯片堆叠工艺制造的功能陶瓷组件包括内电极和由通过焙烧转变的生片形成的功能陶瓷片。功能陶瓷片包括有源层和覆盖层,其中,有源层被内电极电激活,覆盖层形成在有源层的顶表面和底表面上以保护有源层并提高功能陶瓷片的机械强度。

### 发明内容

[0005] 技术问题

[0006] 由于通过上述堆叠工艺只利用生片和内电极制造功能陶瓷组件,所以该功能陶瓷组件具有如下缺点:

[0007] (1) 由于生片由昂贵的金属氧化物形成,所以产品也昂贵。

[0008] (2) 由于通过生片的多个堆叠操作形成功能陶瓷组件,所以堆叠的生片的厚度累积偏差即使在焙烧之后还存在,因此最终产品的厚度偏差大。

[0009] (3) 由于覆盖层通常比形成在覆盖层之间的有源层厚,所以在挤压工艺中,压力没有充分地传递到有源层。因此,有源层的厚度变得不均匀,并且最终产品的特性劣化。

[0010] (4) 由于覆盖层的厚度应该足够大以保持机械强度,所以最终产品的厚度增加。

[0011] (5) 难以通过结合不同类型的材料制造多功能陶瓷组件。这是因为很难找到具有相同热膨胀系数和焙烧温度的不同类型的功能陶瓷材料以制造期望的多功能陶瓷组件。

[0012] (6) 由于表现出电学特性的有源层被覆盖层覆盖,所以难以补充产品的电学特性并难以通过在堆叠工艺后执行附加工艺来提高良率。

[0013] 堆叠工艺的一个示例是用于片式陶瓷感应器和片式陶瓷感应器模块的低温共烧陶瓷(LTCC)工艺。然而,由于只使用生片和内电极,所以这种LTCC技术具有相同的缺点。

[0014] 另一种制造功能陶瓷组件的方法使用用于片式电阻器的传统工艺。在该方法中,通过将功能陶瓷粉末和粘合剂、乳化剂等混合来制备功能陶瓷浆料,然后通过丝网印刷将功能陶瓷浆料涂覆到绝缘陶瓷基体(例如氧化铝基体)上。然后,在预定温度下焙烧功能

陶瓷浆料。在由该方法制造的产品中，绝缘陶瓷基体保持产品的机械强度和尺寸稳定性，并且作为功能陶瓷片的浆料层通过焙烧工艺表现出电学特性。然而，由于通过印刷法形成功能陶瓷片，所以这种使用片式电阻器制造工艺的厚膜印刷法具有下述缺点：

[0015] (1) 由于通过丝网印刷形成功能陶瓷片，所以功能陶瓷片的厚度由于丝网的散布和乳化的不均匀性而不均匀。具体地说，当功能陶瓷片具有大面积时，功能陶瓷片的厚度具有大的偏差，增加最终产品的电学特性的分散度。

[0016] (2) 难以通过丝网印刷形成厚的功能陶瓷片。即，存在形成具有期望电学特性的功能陶瓷片的限制。此外，重复用于形成厚的功能陶瓷片的丝网印刷是不方便的并且是昂贵的。

[0017] (3) 由于功能陶瓷浆料的粘度应当被调整在一定范围内以进行丝网印刷，所以功能陶瓷片的电学特性受到限制。

[0018] (4) 由于通过丝网印刷、干燥和焙烧来形成功能陶瓷片，而没有挤压生片，所以功能陶瓷片的金属氧化物没有充分地致密化，从而使最终产品的电学特性劣化。

[0019] (5) 在焙烧工艺之后，功能陶瓷片没有稳定地结合到绝缘陶瓷基体。因此，即使受到轻微的热冲击或机械冲击，功能陶瓷片也会容易裂开或与绝缘陶瓷基体分离。

[0020] (6) 由于厚膜印刷工艺的精度限制，所以难以制造精密的产品。

[0021] 由于上述缺点，通过丝网印刷法制造的组件仅用于片式电阻器产品。

[0022] 利用生片堆叠工艺和印刷工艺制造的功能陶瓷组件的示例包括：日本 KOA 公司制造的片式热敏电阻器 (NT73 系列) 和德国 VISHAY 公司制造的片式热敏电阻器。这些功能陶瓷组件通过应用片式电阻器制造方法的印刷工艺来制造，以降低功能陶瓷组件的价格。然而，由于印刷方法的上述缺点，所以材料选择受到限制，并且难以制造高精度产品 ( $\pm 1\%$ )。因此，这些公司正在试图排除这些问题。

[0023] 在相关领域的另一种方法中，使用附加粘合剂来制造陶瓷组件。具体地说，绝缘陶瓷基体和功能陶瓷片通过单独的焙烧工艺来制备，然后利用附加粘合剂来将功能陶瓷片结合到绝缘陶瓷基体。然而，由于使用附加粘合剂，所以该方法使制造工艺复杂并增加制造成本。此外，难以制造小尺寸产品。

[0024] 在相关领域的又一种方法中，像在半导体制造工艺中那样，通过真空沉积、等离子体涂覆或热喷射在绝缘陶瓷基体上形成功能陶瓷目标来制造薄的功能陶瓷组件。然而，该方法需要昂贵的设备，例如真空室。此外，难以开发出适合该方法的电学功能材料。此外，虽然可以容易地将功能陶瓷片形成为很薄的厚度，但是难以将功能陶瓷片形成为稍厚的厚度，从而限制陶瓷组件的电学特性。

[0025] 第 2005-294673 号日本专利公开中披露了一种由 Matsushita 电气工业提出的抗静电组件。该抗静电组件包括基底和形成在基底上的压敏电阻器层。压敏电阻器层由至少包含氧化铋的材料形成。通过烧结压敏电阻器层和基底以使氧化铋扩散到基底中，以在基底中形成氧化铋扩散层。

[0026] 然而，在上述方法中，只形成扩散层不能在大量生产组件的过程中可靠地结合压敏电阻器层和氧化铝基底。即，由于仅提供扩散层的方法具有下述缺点，所以该方法难以制造具备电学和机械可靠性的产品：

[0027] (1) 用简单的堆叠工艺，生片不能均匀地且可靠地结合到氧化铝基底的表面。因

此,在粘合剂燃尽(去除有机溶剂的工艺)和焙烧工艺过程中会出现下面的两个问题。

[0028] 换言之,在焙烧工艺过程中,在形成在氧化铝基底上的生片中沿X、Y和Z轴出现焙烧收缩,然而,氧化铝基底和生片之间的结合强度不够大到足以控制焙烧收缩。因此,压敏电阻器层会与氧化铝基底完全分离。

[0029] 虽然压敏电阻器层没有与氧化铝基底完全分离,但是压敏电阻器层会部分地离开氧化铝基底。这导致压敏电阻器层在将包含压敏电阻器层的氧化铝基底分为单个片的工艺过程中破裂或损坏,从而劣化最终产品的物理、电学和机械特性。

[0030] (2) 包含在压敏电阻器层中的氧化铋是熔点为825°C的玻璃添加剂。含有低熔点的玻璃添加剂的压敏电阻器组合物在1000°C以下焙烧,以防止由于氧化铋完全熔化而导致压敏电阻器层的电学特性劣化。

[0031] 因此,当包含氧化铋的压敏电阻器层和氧化铝基底在1000°C以下焙烧时,可以理解的是,结合是由于氧化铋熔化而引起的玻璃结合,因此结合区域容易受到热冲击影响,并且难以具有可靠的电学特性。

#### [0032] 技术方案

[0033] 本发明的一个目的在于提供一种陶瓷组件元件、陶瓷组件及其制造方法。

[0034] 本发明的另一目的在于提供一种可以大大降低的成本制造的陶瓷组件。

[0035] 本发明的另一个目的在于提供一种具有足够的机械强度的轻且纤细的陶瓷组件。

[0036] 本发明的另一目的在于:通过致密化工艺形成具有均匀厚度并保持高密度的功能陶瓷片,提供一种具有良好的电学特性的可靠的陶瓷组件。

[0037] 本发明的另一目的在于提供一种陶瓷组件,其中,功能陶瓷片可靠地结合到绝缘陶瓷基体,而不使用附加粘合剂。

[0038] 本发明的另一目的在于提供一种陶瓷组件,其中,可容易地将功能陶瓷片形成为期望的厚度。

[0039] 本发明的另一目的在于提供一种通过组合具有各种功能氧化物的生片而具有各种电学特性的陶瓷组件。

[0040] 本发明的另一目的在于提供一种通过降低产品的电学特性的分散度来提高良率的陶瓷组件。

[0041] 本发明的另一目的在于提供一种陶瓷组件,通过将各种用于形成功能陶瓷片的生片的合适组合结合到绝缘陶瓷基体,能够容易地将该陶瓷组件形成为期望的厚度。

[0042] 本发明的另一目的在于提供一种可以通过将不同类型的功能陶瓷片结合到绝缘陶瓷基体来实现多功能的陶瓷组件。

[0043] 本发明的另一目的在于提供一种陶瓷组件,通过在陶瓷组件的制造工艺中增加附加工艺(例如激光修整)来控制最终产品的特性,使该陶瓷组件具有可容易地调整的特性,从而提高良率。

#### [0044] 有利效果

[0045] 如上所述,本发明具有如下的各种优点:

[0046] 通过焙烧预先制备绝缘陶瓷基体,通过等温等压挤压将生片物理结合到绝缘陶瓷基体。然后,通过焙烧将生片转变为功能陶瓷片,同时,由于金属氧化物通过固相扩散从功能陶瓷片转移到绝缘陶瓷基体中,所以在绝缘陶瓷基体和功能陶瓷片之间形成扩散结合

层。扩散结合层提高绝缘陶瓷基体和功能陶瓷片之间的结合强度,因此可制造可靠的功能陶瓷组件而没有裂纹或弯曲。

[0047] 此外,因为与传统的功能陶瓷片相比,该功能陶瓷片具有更小的厚度,所以可节省用于功能陶瓷片的昂贵的金属氧化物,因此可降低陶瓷组件的制造成本。

[0048] 此外,由于通过高温焙烧预先制备绝缘陶瓷基体,所以虽然功能陶瓷片薄,但是陶瓷组件可具有足够的机械强度。因此,可制造薄、轻且坚固的陶瓷组件。

[0049] 此外,由于功能陶瓷片具有均匀的厚度和高密度,因此可改善产品的电学特性和厚度的分散度,从而提高良率。

[0050] 此外,因为可在绝缘陶瓷基体上形成不同类型的功能陶瓷片,所以可制造多功能陶瓷组件。

## 附图说明

[0051] 通过结合附图对本发明的优选实施例进行的详细描述,本发明的上述目标和其他优点将变得更加清楚,在附图中:

[0052] 图1是根据本发明的陶瓷组件元件的示意性剖视图;

[0053] 图2是示出绝缘陶瓷基体和结合到该绝缘陶瓷基体的功能陶瓷片的剖面的照片;

[0054] 图3是示出绝缘陶瓷基体的表面的照片;

[0055] 图4至图8是示出具有图1的陶瓷组件元件的示例性陶瓷组件的剖视图;

[0056] 图9是示出根据本发明的制造陶瓷组件的方法的流程图;

[0057] 图10中的(a)至(i)是示出图9的方法的视图;

[0058] 图11是通过图9的方法制造的陶瓷组件的透视图;

[0059] 图12是沿图11的线10-10'截取的剖视图。

## 具体实施方式

[0060] 根据本发明的一方面,提供一种陶瓷组件元件,该陶瓷组件元件包括:绝缘陶瓷基体,在其表面上形成有孔,并且绝缘陶瓷基体被预先焙烧;功能陶瓷片,结合到绝缘陶瓷基体并具有电学特性。通过在绝缘陶瓷基体上形成用于功能陶瓷片的生片,并在恒定的温度和压力下挤压用于功能陶瓷片的生片,使得生片的一部分被迫进入孔中并锚固,来将功能陶瓷片物理结合到绝缘陶瓷基体,并且通过以这样的方式焙烧锚固的生片,从而将功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体,即,生片的功能氧化物通过固相扩散渗入绝缘陶瓷基体以形成扩散结合层。

[0061] 通过以上构造,可通过提供由锚固引起的物理结合和由扩散层引起的化学结合来实现高可靠性。

[0062] 生片可包括按重量计40%至80%的固体功能氧化物和按重量计5%至30%的固体粘合剂。

[0063] 功能陶瓷片可具有小于绝缘陶瓷基体的厚度的一半的厚度。

[0064] 可通过研磨(polish)形成多个槽或蚀刻来对绝缘陶瓷基体进行表面处理以提高绝缘陶瓷基体和功能陶瓷片之间的结合强度。

[0065] 功能陶瓷片可包括介电陶瓷材料、压电陶瓷材料、磁性陶瓷材料和半导体陶瓷材

料的特性中的任何一种特性。

[0066] 绝缘陶瓷基体可以是硅基绝缘陶瓷基体、氧化铝基绝缘陶瓷基体、氮化铝基绝缘陶瓷基体中的任何一种。

[0067] 可通过包括电连接到功能陶瓷片的两个或更多的电极来形成陶瓷组件。

[0068] 可通过进一步包括以下元件来形成陶瓷组件：内电极，结合到功能陶瓷片并与功能陶瓷片电连接；外电极，电连接到内电极的暴露部分。

[0069] 内电极可结合到功能陶瓷片的表面，并且陶瓷组件还可包括辅助功能陶瓷片，辅助功能陶瓷片结合到功能陶瓷片以覆盖内电极并具有与该功能陶瓷片的电学特性相同的电学特性。

[0070] 功能陶瓷片可具有由多个片形成的堆叠结构。

[0071] 内电极可由从由以下材料组成的组中选择的材料形成：Ag、Pd、Pt、Au、Ni、Cu、W 和 Ag-Pd 合金。

[0072] 根据本发明的另一方面，提供一种陶瓷组件元件，该陶瓷组件元件包括：绝缘陶瓷基体，在其表面上形成有孔，并且绝缘陶瓷基体被预先焙烧；第一功能陶瓷片，结合到绝缘陶瓷基体的顶表面并具有电学特性；第二功能陶瓷片，结合到绝缘陶瓷基体的底表面并具有与第一功能陶瓷片的电学特性不同的电学特性。通过在绝缘陶瓷基体上形成用于第一功能陶瓷片和第二功能陶瓷片的生片，并在恒定的温度和压力下挤压用于第一功能陶瓷片和第二功能陶瓷片的生片，使得生片的一部分被迫进入孔中并锚固，来将第一功能陶瓷片和第二功能陶瓷片物理结合到绝缘陶瓷基体的顶表面和底表面，并且通过以这样的方式焙烧锚固的生片来将第一功能陶瓷片和第二功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体的顶表面和底表面，即，生片的功能氧化物通过固相扩散渗入绝缘陶瓷基体以形成扩散结合层。可形成通孔使其穿透绝缘陶瓷基体的顶表面和底表面，在通孔中可形成电极以电连接第一功能陶瓷片和第二功能陶瓷片。

[0073] 根据本发明的另一方面，提供一种陶瓷组件元件，该陶瓷组件元件包括：绝缘陶瓷基体，在其表面上形成有孔，并且绝缘陶瓷基体被预先焙烧；第一功能陶瓷片，结合到绝缘陶瓷基体并具有电学特性；第二功能陶瓷片，结合到第一功能陶瓷片并具有与第一功能陶瓷片的电学特性不同的电学特性。通过在绝缘陶瓷基体上形成用于第一功能陶瓷片的生片，并在恒定的温度和压力下挤压用于第一功能陶瓷片的生片，使得生片的一部分被迫进入孔中并锚固，来将第一功能陶瓷片物理结合到绝缘陶瓷基体，并且通过以这样的方式焙烧锚固的生片来将第一功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体，即，生片的功能氧化物通过固相扩散渗入绝缘陶瓷基体以形成扩散结合层。

[0074] 根据本发明的再一个方面，提供一种制造陶瓷组件元件的方法，该方法包括以下步骤：在其表面上形成有孔且被预先焙烧的绝缘陶瓷基体上形成生片；将生片向绝缘陶瓷基体挤压，以迫使生片的一部分进入所述孔中并锚固，并且物理结合到陶瓷绝缘基体；从生片去除粘合剂；在预定条件下焙烧生片；通过焙烧将生片转变为具有电学特性的功能陶瓷片，同时，通过扩散结合层将功能陶瓷片化学结合到绝缘陶瓷基体，其中，在生片的焙烧过程中由功能氧化物的从生片向绝缘陶瓷基体中的固相扩散和渗透来形成所述扩散结合层。

[0075] 可在比焙烧绝缘陶瓷基体的温度低预定值的温度下执行焙烧生片的步骤。

[0076] 可通过进一步包括电连接到功能陶瓷片的外电极来制造陶瓷组件。

[0077] 生片可形成在绝缘陶瓷基体的顶表面上,该方法还包括在绝缘陶瓷基底的顶表面、生片的顶表面或生片的顶表面和底表面的每个上形成内电极,其中,外电极电连接到内电极。

[0078] 该方法还可包括以下步骤:用激光修整功能陶瓷片来暴露绝缘陶瓷基体的表面,修整后的功能陶瓷片比内电极宽;形成与绝缘陶瓷基体的暴露的表面结合并覆盖内电极的钝化层。

[0079] 本发明的方式

[0080] 现在,将参照附图详细地描述本发明的优选实施例。在附图中,为了强调本发明的特征,可改变元件的尺寸和形状。

[0081] 图1是根据本发明的陶瓷组件元件的示意性剖视图,图2是示出绝缘陶瓷基体和结合到该绝缘陶瓷基体的功能陶瓷片的剖面的照片,图3是示出绝缘陶瓷基体的表面的照片。

[0082] 参照图1,根据本发明的陶瓷组件元件包括通过焙烧形成的绝缘陶瓷基体100和结合到绝缘陶瓷基体100的顶表面并具有电学特性的功能陶瓷片200。

[0083] 功能陶瓷片200通过扩散结合层150结合到绝缘陶瓷基体100。当通过焙烧功能生片形成功能陶瓷片200时,生片的功能氧化物通过固相扩散渗透到绝缘陶瓷基体100中,形成扩散结合层150。

[0084] 参照图2和图3,绝缘陶瓷基体100的表面由多个具有不同大小的晶粒110组成(即,绝缘陶瓷基体100具有多晶结构)。孔形成在晶粒110中或在晶粒110之间(标号112表示在晶粒110中形成的孔,标号122表示在晶粒110之间的孔)。孔112和122与绝缘陶瓷基体100的表面粗糙度相关,并影响功能陶瓷片200的锚固(在后面描述)。此外,孔112和122作为在焙烧工艺过程中材料通过固相扩散传输的路径(在后面描述)。

[0085] 根据本发明,在绝缘陶瓷基体100上形成生片,并通过在恒定温度和压力下挤压生片而使生片与绝缘陶瓷基体100紧密相邻。然后,通过粘合剂燃尽工艺焙烧生片以将生片转变为功能陶瓷片200。同时,由于通过固相扩散迫使功能陶瓷片200的材料进入绝缘陶瓷基体100,所以在绝缘陶瓷基体100和功能陶瓷片200之间化学地形成扩散结合层150。

[0086] 虽然难以通过当前的科学分析确定扩散结合层150的相形态,但是扩散结合层150是由功能陶瓷片200的材料和绝缘陶瓷基体100的材料之间的中间材料形成的。扩散结合层150的性质(例如体积、电学特性、相状态)可根据焙烧温度、时间、压力等改变。然而,一旦扩散结合层150完全形成,扩散结合层150的性质就不会改变。

[0087] 可由预先焙烧过的多晶氧化铝或氮化铝形成绝缘陶瓷基体100。可在比焙烧用于功能陶瓷片200的功能生片的温度高至少200°C的温度下焙烧绝缘陶瓷基体100。否则,在焙烧生片以形成功能陶瓷片200时,绝缘陶瓷基体100会弯曲。此外,在从-55°C至300°C(使用陶瓷组件的通常的温度范围)的温度下,绝缘陶瓷基体100可保持10<sup>9</sup>欧姆或更高的绝缘电阻。

[0088] 现在将更充分地描述生片到功能陶瓷片的转变。

[0089] 术语“生片”总的来说用来表示具有大约几至十几微米的厚度的膜型片,生片通过以下方法形成:将具有预定的材料比率并含有功能金属氧化物的粉末与添加剂、稀释剂、粘合剂混合以形成液态浆料,并通过流延成型工艺(热空气干燥工艺)使挥发物质(例如稀

释剂和添加剂)从液态浆料中蒸发。生片是柔软的并容易撕裂,像纸一样。

[0090] 在形成生片的过程中,在粘合剂燃尽工艺过程中去除了90%或更多的粘合剂,随后,剩下的10%在焙烧工艺过程中去除。在焙烧工艺过程中,生片的功能金属氧化物通过化学反应而致密化,从而形成具有期望的机械特性和电学特性的功能陶瓷片。

[0091] 这种致密化机理利用在焙烧工艺过程中接收的热作为驱动力并如下操作:金属氧化物颗粒形成颈(neck)→材料转移至颗粒之间的孔中→孔减少→形成晶粒和晶界→晶粒生长(粗化)。焙烧工艺过程中的致密化朝着使Gibb's自由能最小化的方向进行。Gibb's自由能与金属氧化物颗粒的初始大小呈反比下降。即,金属氧化物颗粒的初始大小越小,则在同样的温度下,致密化进行的越快。

[0092] 下面,将描述生片的锚固。

[0093] 当由多晶氧化铝或氮化铝形成绝缘陶瓷基体100时,绝缘陶瓷基体100的孔112可具有小于1μm的大小,绝缘陶瓷基体100的孔122的大小可在1μm至3μm的范围内。由于形成在晶粒110中的孔112相对小,所以当向绝缘陶瓷基体100挤压生片时,难以将生片推入孔112中。另一方面,由于形成在晶粒110之间的孔122相对大,所以可通过挤压将生片推入孔122中,从而提高绝缘陶瓷基体100和生片之间的物理结合强度。

[0094] 当绝缘陶瓷基体100具有极平坦的表面,并将生片向绝缘陶瓷基体100挤压来结合时,绝缘陶瓷基体100和生片之间的结合强度取决于生片的粘合剂。然而,当绝缘陶瓷基体100的表面由于形成在晶粒110之间的孔122而有些粗糙时,通过挤压将生片推入孔122中。因此,由于这种锚固结构和生片的粘合剂的粘合力,因此生片可更牢固地结合到绝缘陶瓷基体100。这种锚固结构防止生片沿长度(X轴)方向和宽度(Y轴)方向收缩。此外,这种锚固效果增加形成在绝缘陶瓷基体100和功能陶瓷片200之间的扩散结合层150的面积,从而提高绝缘陶瓷基体100和功能陶瓷片200之间的化学结合强度。

[0095] 可通过下面的方法来提高锚固效果。具体地说,可对绝缘陶瓷基体100进行表面处理。例如,绝缘陶瓷基体100的表面可被研磨以增加表面粗糙度,或可在绝缘陶瓷基体100的表面上以预定的间隔形成预定长度的槽。可选地,可利用酸或等离子体对绝缘陶瓷基体100进行化学蚀刻来扩大孔112和122。

[0096] 如上所述,功能陶瓷片200通过功能陶瓷片200的粘合剂(物理结合)、扩散结合层150(化学结合)和锚固结构很牢固地结合到绝缘陶瓷基体100。此外,可使用中间材料来提高功能陶瓷片200和绝缘陶瓷基体100之间的结合强度。单种金属氧化物或几种金属氧化物的组合物可被用作中间材料。适当地选择中间材料以使其能够通过固相扩散转移到绝缘陶瓷基体100和功能陶瓷片200中以形成扩散结合层。中间材料以生片的形式制备,并设置在绝缘陶瓷基体100和用于功能陶瓷片200的另一个生片之间。随后,绝缘材料与用于功能陶瓷片200的生片一起焙烧。因此,当选择中间材料时,与绝缘陶瓷基体100和用于功能陶瓷片200的生片的热膨胀系数和焙烧条件比较,应该考虑中间材料的热膨胀系数和焙烧条件。此外,形成在功能陶瓷片200和中间材料之间以及绝缘陶瓷基体100和中间材料之间的扩散结合层应该提供绝缘和化学结合强度。

[0097] 适当地选择用于功能陶瓷片200的生片的焙烧条件以防止劣化功能陶瓷片200的特性。例如,用于压敏电阻器的(Pr基)陶瓷材料可在大气中在从1100°C至1250°C的温度范围内焙烧1小时至3小时。此外,根据组成比率,用于PTC热敏电阻器和电容器的(BaTiO<sub>3</sub>)

基)陶瓷材料可在大气中或还原气氛中在从950°C至1350°C的温度范围内焙烧0.1小时至3小时。

[0098] 根据最终产品的类型,形成在绝缘陶瓷基体100上的生片可包含介电陶瓷材料、磁性陶瓷材料、压电陶瓷材料或半导体陶瓷材料。此外,可根据包含在生片中的陶瓷材料通过焙烧生片来预先制备绝缘陶瓷基体100。

[0099] 当功能陶瓷片200需要具有高频特性时,优选地,绝缘陶瓷基体100具有30或更低的介电常数。另一方面,当功能陶瓷片200的频率特性不重要时,绝缘陶瓷基体100的介电常数不受限制。

[0100] 简言之,通过焙烧预先制备绝缘陶瓷基体100,并在绝缘陶瓷基体100上挤压生片。随后,生片通过粘合剂燃尽工艺和焙烧工艺转变为功能陶瓷片200。在这些工艺过程中,功能氧化物材料通过固相扩散从生片转移到绝缘陶瓷基体100中,从而形成扩散结合层150。由于扩散结合层150,功能陶瓷片200可以可靠地结合到绝缘陶瓷基体100。

[0101] 图4至图8是示出具有图1的陶瓷组件元件的示例性陶瓷组件的剖视图。

[0102] 参照图4,绝缘陶瓷基体100和功能陶瓷片200通过形成在它们之间的扩散结合层150彼此结合。电极500形成在该结合结构的外侧上并与功能陶瓷片200电连接。虽然电极500可分别形成在彼此相对的外侧上,但是,根据最终产品的类型,电极500可形成在该结合结构的三个外侧上。可选地,可在功能陶瓷片200的表面上形成钝化层300,使得功能陶瓷片200不被暴露。这将在下面描述。

[0103] 参照图5,第一功能陶瓷片200和第二功能陶瓷片200a分别通过扩散结合层150和150a结合到绝缘陶瓷基体100的顶表面和底表面。第一功能陶瓷片200和第二功能陶瓷片200a具有不同的电学特性。电极500形成在该结合结构的外侧上并与第一功能陶瓷片200和第二功能陶瓷片200a电连接。可在第一功能陶瓷片200和第二功能陶瓷片200a的表面上形成钝化层300和300a,使得第一功能陶瓷片200和第二功能陶瓷片200a不被暴露。

[0104] 采用这种结构,由于第一功能陶瓷片200和第二功能陶瓷片200a由具有不同电学特性的陶瓷材料形成,所以可获得多功能的陶瓷组件。同时,以与所描述的方式相同的方式制备绝缘陶瓷基体100。

[0105] 在图5中示出的本实施例中,使用不同的生片来形成第一功能陶瓷片200和第二功能陶瓷片200a。因此,如果生片需要相似的焙烧条件,则可一起焙烧生片以形成第一功能陶瓷片200和第二功能陶瓷片200a。否则,先焙烧需要较高焙烧温度的一个生片,然后焙烧另一个。

[0106] 这种多功能陶瓷片结构用于制造高静电容量压敏电阻器和陶瓷滤波器。例如,当第一功能陶瓷片200由(Pr基)压敏电阻器组合物形成并且第二功能陶瓷片200a由电容器组合物形成时,则最终产品可具有3pF至1uF的静电电容,比单个压敏电阻器的3pF至1nF的静电电容大。此外,当陶瓷组件通过改变内电极布置而被构造为三端子结构时,可为EMI滤波器提供具有ESD功能的多功能装置。

[0107] 优选地,可形成通孔并使该通孔穿透绝缘陶瓷基体100,然后可通过形成在通孔中的电极将第一功能陶瓷片200和第二功能陶瓷片200a彼此电连接。

[0108] 在本实施例中,第一功能陶瓷片200和第二功能陶瓷片200a分别结合到绝缘陶瓷

基体 100 的顶表面和底表面。然而,如图 6 所示,第一功能陶瓷片 200 和第二功能陶瓷片 200a 可顺序地结合到绝缘陶瓷基体 100 的顶表面。

[0109] 参照图 7,一对内电极 210 和 210a 结合到功能陶瓷片 200 并彼此电连接。电极 500 形成在该结合结构的外侧上并分别与内电极 210 和 210a 电连接。在本实施例中,由于可在焙烧工艺后测量电学特性,所以内电极材料以带状方式形成在功能陶瓷片 200 上,然后利用激光修整将内电极材料图案化以形成内电极 210 和 210a。即,可通过该激光修整来调节电学特性。

[0110] 具有与功能陶瓷片 200 的电学特性相同的电学特性的辅助功能陶瓷片可结合到功能陶瓷片 200 以覆盖内电极 210 和 210a。这样,可改善或扩展电学特性。

[0111] 虽然在本实施例中内电极 210 和 210a 均形成在功能陶瓷片 200 的顶表面上,但是内电极 210 和 210a 均可形成在绝缘陶瓷基体 100 的顶表面上。可选地,如图 8 所示,内电极 210 和 210a 中的一个可形成在功能陶瓷片 200 的顶表面上,另一个可形成在绝缘陶瓷基体 100 的顶表面上或功能陶瓷片 200 的底表面上。

[0112] 可通过利用浆料丝网印刷预定的图案并利用热空气使印刷图案干燥来形成内电极 210 和 210a。浆料可包括贵金属(例如银(Ag)-钯(Pd)、钯(Pd)、铂(Pt)、金(Au)和银(Ag))中的一种,或诸如镍(Ni)、铜(Cu)和钨(W)的金属中的一种。上述内电极材料不与大多数其它材料反应。因此,当内电极 210 和 210a 形成在绝缘陶瓷基体 100 和生片之间,且焙烧生片以形成功能陶瓷片 200 时,在内电极 210 和 210a 占据的部分,材料不会通过固相扩散从生片转移到绝缘陶瓷基体 100 中。然而,在未被内电极 210 和 210a 占据的其它部分发生材料转移,并且这种材料转移在一定程度上延伸到被内电极 210 和 210a 占据的部分,使得功能陶瓷片 200 能牢固地结合到绝缘陶瓷基体 100。

[0113] 当内电极 210 和 210a 由具有 40% 至 80% 的金属含量的浆料形成时,其中,该金属含量与用于功能陶瓷片 200 的生片的固体含量相同,内电极 210 和 210a 可与生片一起焙烧。

[0114] 此外,当意图在功能陶瓷片 200 的顶表面和底表面上形成内电极 210a 和 210 时,绝缘陶瓷基体 100、内电极 210 和功能陶瓷片 200 可一起焙烧。然后,内电极 210a 可由相对不贵重的金属(例如银(Ag))形成在功能陶瓷片 200 的顶表面上,以降低内电极的成本。优选地,内电极 210a 可通过丝网印刷由具有 40% 至 80% 的金属含量的浆料形成。

[0115] 本发明的上述实施例具有下面的优点。

[0116] 绝缘陶瓷基体通过焙烧工艺预先制备,然后在恒定的温度和压力下在绝缘陶瓷基体上挤压生片,从而生片能够通过生片中包含的粘合剂紧密地结合到绝缘陶瓷基体。挤压操作使生片的厚度均匀并提高生片的密度。随后,通过焙烧将生片致密化并转变为功能陶瓷片,同时,金属氧化物材料通过固相扩散从生片转移到绝缘陶瓷基体的孔中并与绝缘陶瓷基体进行化学反应,从而形成扩散结合层。由于该扩散绝缘层,功能陶瓷片能够稳固地结合到绝缘陶瓷基体。

[0117] 此外,可对预先制备的绝缘陶瓷基体进行表面处理。例如,可研磨绝缘陶瓷基体的表面以增加其粗糙度,或可在绝缘陶瓷基体的表面中以预定的间隔形成预定长度的槽。可选地,可利用酸或等离子体化学蚀刻绝缘陶瓷基体。在绝缘陶瓷基体被表面处理之后,生片被压到绝缘陶瓷基体上并被焙烧。在这种情况下,由于生片的一部分通过挤压动作被推到

绝缘陶瓷基体的表面中（锚固结构）并且随后焙烧生片，所以由于这种锚固结构，可以使生片更稳固地结合到绝缘陶瓷基体。此外，这种锚固结构防止生片在焙烧过程中沿左右方向收缩，并通过提供多得多的接触面来提高固相扩散。

[0118] 此外，由于在恒定的压力和温度下挤压薄生片，所以生片可接收足够的压力提高其密度，随后，通过焙烧将生片转变为功能陶瓷片。因此，可减小功能陶瓷片的厚度偏差，因此可降低功能陶瓷片的电学特性分散度。

[0119] 此外，可显著地提高机械结合强度。即，由于绝缘陶瓷基体在高温下预先焙烧，所以虽然生片非常薄，但可以获得足够的机械强度。

[0120] 此外，可大大降低制造成本。这是因为由昂贵的金属氧化物材料制成的薄生片可被用作具有电学特性的有源层。与传统的芯片堆叠工艺相比，原料成本可降低到至少 25%。

[0121] 现在将描述一种根据本发明的制造功能陶瓷组件的方法。

[0122] 图 9 是示出根据本发明的制造功能陶瓷组件的方法的流程图，图 10 中的 (a) 至 (i) 是示出图 9 中的方法的视图。

[0123] 参照图 10 中的 (a)，在操作 S71 中，预先制备在恒定温度下焙烧的绝缘陶瓷基体 100。在下面的描述中主要陈述单个陶瓷组件；然而，在实际工艺中，通过划线将单个绝缘陶瓷基体晶片（例如，尺寸为  $60 \times 50 \times 0.25\text{mm}$ ）分为多个对应的区域来形成多个陶瓷组件。

[0124] 如上所述，绝缘陶瓷基体 100 可由氧化铝或氮化铝形成。在本实施例中，使用具有 96% 或更高纯度的厚度为  $250\text{ }\mu\text{m} \pm 5\text{ }\mu\text{m}$  的氧化铝基体。

[0125] 参照图 10 中的 (b)，在操作 S72 中，生片 202 在绝缘陶瓷基体 100 上形成为预定厚度。

[0126] 在本实施例中，通过对混合物执行  $120^{\circ}\text{C}$  至  $130^{\circ}\text{C}$  的流延成型工艺（热空气干燥型），生片 202 被形成为厚度为  $10\text{ }\mu\text{m}$  至  $60\text{ }\mu\text{m} \pm 0.5\text{ }\mu\text{m}$ 。所述混合物包括：具有氧化锌作为主要成分并具有氧化镨、氧化钴和氧化钕作为添加剂的按重量计为 1 份的混合物；按重量计为 0.2 至 0.4 份的粘合剂溶液（粘合剂溶液的固体含量按重量计为 0.1 至 0.2 份）；按重量计为 0.3 至 0.5 份的由甲苯（80%）和乙醇（20%）组成的溶剂。

[0127] 通常，生片的厚度的下限不会引起麻烦，然而，如果功能陶瓷片的厚度的上限超过  $60\text{ }\mu\text{m}$ ，则大量的溶剂残留在生片中，导致在焙烧工艺或其它工艺过程中的热变形。因此，优选地，例如当需要  $70\text{ }\mu\text{m}$  的生片时，使用  $30\text{ }\mu\text{m}$  和  $40\text{ }\mu\text{m}$  的生片的组合。在本实施例中，具有  $37\text{ }\mu\text{m} \pm 0.5\text{ }\mu\text{m}$  厚度的生片与具有  $30\text{ }\mu\text{m} \pm 0.5\text{ }\mu\text{m}$  厚度的生片一起使用。

[0128] 在被热空气干燥之后，生片 202 可包含按重量计为 40% 至 80% 的陶瓷固体含量和按重量计为 5% 至 30% 的粘合剂固体含量。生片 202 可以适当地形成在绝缘陶瓷基体 100 上，使得生片 202 可通过等温等压挤压附着到绝缘陶瓷基体 100（将在后面描述）。

[0129] 这里，如果生片 202 的陶瓷固体含量小于 40%，则出现不期望的问题。例如，在焙烧之后，生片 202（功能陶瓷片 200）过分地收缩并与绝缘陶瓷基体 100 分离。另一方面，如果生片 202 的陶瓷固体含量超过 80%，则由于生片 202 的粘合剂固体含量相对低，所以生片 202 不能通过等温等压挤压紧密地附着到绝缘陶瓷基体 100。此外，生片 202 的粘合剂固体含量至少为 5% 以改进生片 202 和绝缘陶瓷基体 100 之间的结合。如果粘合剂固体含量超过 30%，则与在生片 202 的陶瓷固体含量小于 40% 的情况下类似，在焙烧之后会出现诸如生片 202 过度收缩的问题。

[0130] 考虑最终产品的特性（例如，机械强度、由焙烧引起的物理变形和材料成本）来选择功能陶瓷片 200 的厚度。因此，生片 202 的厚度可选择为等于或小于绝缘陶瓷基体 100 的厚度的一半。

[0131] 随后，在操作 S73 中，第一内电极 210 形成在生片 202 的顶表面上，生片 202 具有  $30 \mu\text{m} \pm 0.5 \mu\text{m}$  的厚度并且形成在绝缘陶瓷基体 100 上（参见图 10 中的 (c)），具有  $37 \mu\text{m} \pm 0.5 \mu\text{m}$  的厚度的生片 204 形成在包括第一内电极 210 的生片 202 上以形成有源层（参见图 10 中的 (d)）。随后，对应于第一内电极 210 的第二内电极 210a 形成在生片 204 上（参见图 10 中的 (e)）。即，具有  $37 \mu\text{m} \pm 0.5 \mu\text{m}$  的厚度的生片 204 作为有源层形成在第一内电极 210 和第二内电极 210a 之间。然后，具有  $30 \mu\text{m} \pm 0.5 \mu\text{m}$  的厚度的生片 206 形成在包含第二内电极 210a 的生片 204 上，使得第二内电极 210a 不被暴露（参见图 10 中的 (f)）。包括第一内电极 210 和第二内电极 210a 的生片 202、204 和 206 的堆叠结构的总厚度为  $103 \mu\text{m} \pm 1.0 \mu\text{m}$ 。

[0132] 在操作 S74 中，绝缘陶瓷基体 100（在实际工艺中，绝缘陶瓷基体晶片）在划线之后被置于铝板或固定装置上，并利用真空成型乙烯来密封。随后，在  $80^\circ\text{C}$  的恒定温度下并在  $2200\text{psi}$  的预定压力下将绝缘陶瓷基体 100 挤压 3 分钟，然后在  $6000\text{psi}$  的恒定的压力下将绝缘陶瓷基体 100 挤压 15 分钟。

[0133] 如上所述，在等温等压挤压过程中，堆叠的生片 202、204 和 206 在厚度方向上被致密化，接触绝缘陶瓷基体 100 的生片 202 的粘合剂影响生片 202 和绝缘陶瓷基体 100 之间的物理结合。此外，由于如上所述用于绝缘陶瓷基体 100 的绝缘陶瓷基体晶片被划线分开，所以使用铝板或固定装置执行等温等压挤压，以防止晶片沿划线被不均匀的力折断。

[0134] 在等温等压挤压之后，与挤压前的堆叠结构的厚度  $103 \mu\text{m} \pm 1.0 \mu\text{m}$  相比，生片 202、204 和 206 的堆叠结构的厚度减小 15%，达到  $88 \mu\text{m} \pm 0.4 \mu\text{m}$ ，堆叠结构的厚度偏差也减小至  $\pm 0.4 \mu\text{m}$ 。

[0135] 在操作 S75 中，在  $310^\circ\text{C}$  下执行粘合剂燃尽工艺 12 小时，以从生片 202、204 和 206 的堆叠结构中去除有机粘合剂。

[0136] 参照图 10 中的 (g)，在操作 S76 中执行焙烧工艺。在焙烧过程中，生片 202、204 和 206 的堆叠结构转变为具有电学特性的功能陶瓷片 200。同时，金属氧化物材料通过由热引起的固相扩散从生片 202 转移至绝缘陶瓷基体 100 的孔 112 和 122 中（参见图 1），从而形成扩散结合层 150（参见图 1）。由于扩散结合层 150，因此功能陶瓷片 200 可更牢固地结合到绝缘陶瓷基体 100。

[0137] 在本实施例中，考虑到功能陶瓷片 200 的电学特性，在  $1150^\circ\text{C}$  下执行焙烧 3 小时。在焙烧之后，功能陶瓷片 200 的厚度变得均匀，并且与生片 202、204 和 206 的堆叠结构的厚度相比，功能陶瓷片 200 的厚度减小 50%，达到  $51.5 \mu\text{m} \pm 0.2 \mu\text{m}$ 。由生片 204 形成的有源层的厚度为  $18.1 \mu\text{m} \pm 0.1 \mu\text{m}$ 。由于生片 202、204 和 206 的堆叠结构薄，因此可在等温等压挤压操作过程中将足够的挤压力均匀地施加到堆叠结构。因此，用于有源层的生片 204 和用于覆盖层的生片 202 和 206 可具有良好的平整度，因此功能陶瓷片 200 可具有均匀的厚度。

[0138] 通过焙烧生片堆叠结构的收缩百分比为大约 50%。该收缩百分比是在传统的用于陶瓷组件的芯片堆叠工艺中通常观察到的 26% 的收缩百分比的大约两倍大。其原因可解释

如下。通过等温等压挤压工艺将生片充分地平坦化和致密化，并且生片的被推入到绝缘陶瓷基体 100 的孔 112 和 122 或其它表面处理部分中的部分防止生片沿长度 (X 轴) 方向和宽度 (Y 轴) 方向收缩。此外，通过固相扩散从生片转移到绝缘陶瓷基体 100 中的材料可有助于该高收缩百分比。

[0139] 参照图 10 中的 (h)，在操作 S77 中，以这样的方式通过激光修整来去除功能陶瓷片 200 的两侧：修整后的功能陶瓷片 200 具有比内电极 210 和 210a 稍大的宽度。结果，绝缘陶瓷基体 100 的表面被部分地暴露。该操作是在功能陶瓷片 200 上形成钝化层的预备步骤。当功能陶瓷片 200 具有半导体特性时，钝化层是必需的。另一方面，当功能陶瓷片 200 具有介电、压电或磁性特性时，可以选择性地省略钝化层。

[0140] 具体地说，由于诸如压敏电阻器和热敏电阻器的功能陶瓷片具有半导体特性（即，电流可流过这些半导体陶瓷片），所以在下面的用于外电极的电镀工艺中，电解液中包含的金属离子会附着到半导体陶瓷片的暴露到电镀环境中的部分上。在这种情况下，最终产品会短路，因此使用该产品的电子装置可能被损坏或破坏。此外，电镀电解液是强酸溶液，因此会导致功能陶瓷片被腐蚀。因此，当功能陶瓷片 200 是半导体陶瓷片时，应形成钝化层以防止这些问题。钝化层结合到绝缘陶瓷基体 100 的暴露部分，以完全覆盖功能陶瓷片 200。

[0141] 参照图 10 中的 (i)，在激光修整之后，在操作 S78 中在功能陶瓷片 200 上形成钝化层。具体地说，通过丝网印刷将包含柔性玻璃颗粒的浆料施加到功能陶瓷片 200，并在 700°C 至 800°C 下进行热处理。玻璃钝化层可形成为厚度为 1 μm 至 10 μm。当玻璃钝化层的厚度小于 1 μm 时，功能陶瓷片 200 的一些部分不会被玻璃钝化层覆盖。另一方面，当玻璃钝化层的厚度大于 10 μm 时，由于在热处理工艺过程中的热膨胀或其它原因，在钝化层上会出现聚块部分或破裂部分。即，在这种情况下，玻璃钝化层不会具有良好的平整度。

[0142] 钝化层 300 可足够宽以不暴露功能陶瓷片 200，并足够长以具有与两端相距至少 50 μm 的边缘。这可防止在下面的片折断中出现折断失效 (breaking failure)，或在形成外电极后，防止外电极与内电极 210 和 210a 之间的松动或接触不良。

[0143] 钝化层由具有稳定特性（例如电绝缘、耐化学性、防潮性和耐热性）的材料形成。当钝化层由玻璃类材料形成时，可通过丝网印刷法或分配法 (dispensing method) 等来形成钝化层。可选地，当钝化层由聚合物形成时，可通过真空热沉积、浸渍等来形成钝化层。

[0144] 随后，在操作 S79 中，通过沿划线折断绝缘陶瓷基底晶片将绝缘陶瓷基体晶片分为单个的陶瓷组件。在操作 S80 中，通过传统方法形成外电极（未示出）。

[0145] 具体地说，可通过浸渍法将外电极浆料（例如，银或银 - 环氧树脂浆料）施加到单个陶瓷组件的两端以覆盖暴露在所述两端的内电极 210 和 210a 来形成外电极。

[0146] 可利用各种方法来执行折断绝缘陶瓷基体晶片的步骤和形成外电极的步骤。例如，与在片式电阻器制造工艺中相似，可在首先折断绝缘陶瓷基体晶片之后形成外电极，然后可再将绝缘陶瓷基体晶片分为单个陶瓷组件。

[0147] 图 11 和图 12 是通过图 9 的方法制造的陶瓷组件的透视图和剖视图。

[0148] 参照图 12，如果需要，可通过电镀工艺在外部端子 500 上顺序地形成镍镀层 510 和锡镀层 520，以允许陶瓷组件的表面安装。

[0149] 参见下面的表 1，将根据本发明实施例的通过上述方法利用压敏电阻器生片

制造的陶瓷组件与第一对比示例和第二对比示例做比较。通过传统的堆叠方法制造的 $0.30\text{mm}\pm0.05\text{mm}$ 陶瓷组件和 $0.50\text{mm}\pm0.05\text{mm}$ 陶瓷组件分别被选为第一对比示例和第二对比示例。

[0150] [表 1]

[0151]

构造		本发明实施例	第一对比示例	第二对比示例
		1005 尺寸 0.30t 产品	1005 尺寸 0.30t 产品	1005 尺寸 0.50t 产品
覆盖层	上	压敏电阻器 $30\ \mu\text{m}$	压敏电阻器 $180\ \mu\text{m}$	压敏电阻器 $290\ \mu\text{m}$
	下	氧化铝基体 $250\ \mu\text{m}$ 压敏电阻器 $30\ \mu\text{m}$	压敏电阻器 $180\ \mu\text{m}$	压敏电阻器 $280\ \mu\text{m}$
有源层		压敏电阻器 $37\ \mu\text{m}$ (一层)	压敏电阻器 $35\ \mu\text{m}$ (一层)	←
内电极		57%Pd	←	←
内电极厚度		$2.5\ \mu\text{m}$	←	←
涂覆层		上部玻璃印刷	全部聚合物涂覆	全部聚合物涂覆
端子		第一外电极	第一、第二外电极	第一、第二外电极
焙烧前总厚度		0.405mm	0.400mm	0.610mm
		上覆盖层和下覆盖层由 $50\ \mu\text{m}$ 、 $40\ \mu\text{m}$ 和 $30\ \mu\text{m}$ 的层堆叠形成		

[0152] 下面的表 2、表 3 和表 4 分别示出了表 1 中的实施例、第一对比示例和第二对比示例的特性值。表 2、表 3 和表 4 中的每个表的特性值由 20 个片式压敏电阻器样本测量。

[0153] 测量条件如下：

[0154] - 防潮性负荷试验 : $85\%$  RH、 $85^\circ\text{C}$ 、 $5.5\text{Vdc}$ 、 $500\text{hr}$

[0155] - 静电放电试验 :接触放电 ( $\pm 8\text{kV}$ , 10 次); 空气放电 ( $\pm 15\text{kV}$ , 10 次)

[0156] - 电压变化率 : $\Delta VB[\%] = (\text{最新值} - \text{初始值}) / \text{初始值} \times 100$

[0157] [表 2]

[0158]

样本	厚度		机械性能	电学性能			可靠性性能		
	有源	最终产品		弯曲强度	VB	IL	IR	防潮性 负荷	接触放 电
	[ $\mu\text{m}$ ]	[mm]	[kgf]	[V]	[ $\mu\text{A}$ ]	[ $\text{M}\Omega$ ]	$\Delta\text{VB}$ [%]	$\Delta\text{VB}$ [%]	$\Delta\text{VB}$ [%]
1	18.0	0.30	5.3	12.3	1.4	874	1.22	0.40	0.97
2	18.0	0.31	5.2	12.3	1.3	874	1.22	0.58	0.86
3	18.2	0.31	5.2	12.5	1.4	854	1.22	0.58	0.97
4	18.2	0.30	5.2	12.4	1.4	854	1.57	0.51	1.30
5	18.0	0.30	5.4	12.3	1.4	856	1.63	0.57	1.05
6	18.1	0.30	5.3	12.3	1.3	877	1.27	0.51	0.88
7	18.1	0.31	5.0	12.4	1.2	876	1.49	0.57	1.01
8	18.0	0.31	5.2	12.3	1.4	869	1.52	0.54	1.29
9	18.1	0.30	5.2	12.4	1.3	870	1.59	0.58	0.91
10	18.0	0.30	5.1	12.3	1.3	850	1.61	0.49	1.13
11	18.0	0.30	5.2	12.3	1.3	854	1.42	0.41	0.89
12	18.1	0.31	5.2	12.4	1.2	883	1.65	0.50	1.11
13	18.2	0.30	5.1	12.4	1.4	876	1.26	0.41	0.89
14	18.1	0.31	5.2	12.3	1.8	887	1.55	0.52	1.10
15	18.2	0.31	5.2	12.4	1.5	879	1.23	0.47	1.14
16	18.2	0.31	5.1	12.4	1.6	878	1.40	0.52	1.05
17	18.1	0.30	5.2	12.4	2.2	861	1.23	0.42	0.96
18	18.2	0.30	5.2	12.4	1.9	887	1.48	0.41	1.28
19	18.2	0.31	5.1	12.4	2.2	874	1.41	0.44	0.87
20	18.0	0.31	5.1	12.3	2.5	880	1.68	0.45	0.99
平均值	18.1	0.305	5.2	12.4	1.6	871	1.43	0.49	1.03
最大值	18.2	0.310	5.4	12.5	2.5	887	1.68	0.58	1.30
最小值	18.0	0.300	5.0	12.3	1.2	850	1.22	0.40	0.86
标准偏差	0.09	0.005	0.09	0.06	0.4	12	0.17	0.06	0.14

[0159] [表 3]

[0160]

样本	厚度		机械性能	电学性能			可靠性性能		
	有源	最终产品		弯曲强度	VB	IL	IR	防潮性 负荷	接触放 电
	[ $\mu\text{m}$ ]	[mm]	[kgf]	[V]	[ $\mu\text{A}$ ]	[ $\text{M}\Omega$ ]	$\Delta\text{VB}$ [%]	$\Delta\text{VB}$ [%]	$\Delta\text{VB}$ [%]
1	18.2	0.32	1.5	12.4	2.2	887	2.00	0.58	1.49
2	18.5	0.33	1.5	12.9	2.5	906	1.98	0.50	1.47
3	18.3	0.31	1.2	12.5	2.9	867	2.11	0.58	1.47
4	18.4	0.31	1.2	12.6	3.2	852	1.85	0.53	1.54
5	18.6	0.31	1.1	13.0	2.5	881	2.05	0.64	1.47
6	18.3	0.32	1.4	12.5	3.3	873	1.88	0.53	1.41
7	18.1	0.33	1.5	12.4	3.2	900	2.04	0.64	1.54
8	18.0	0.33	1.5	12.3	3.8	908	1.83	0.62	1.47
9	18.0	0.32	1.3	12.3	2.9	851	1.83	0.57	1.51
10	18.3	0.33	1.8	12.5	1.5	886	2.09	0.64	1.41
11	18.0	0.31	1.2	12.3	3.3	859	1.91	0.61	1.42
12	18.5	0.33	1.4	12.8	3.6	880	2.00	0.59	1.47

[0161]

13	18.1	0.31	1.2	12.4	3.2	906	2.01	0.53	1.43
14	18.1	0.33	1.8	12.3	2.7	893	1.97	0.62	1.49
15	18.3	0.33	1.7	12.5	3.3	864	1.99	0.57	1.47
16	18.7	0.33	1.7	13.2	3.2	898	2.19	0.52	1.41
17	18.4	0.31	1.2	12.6	2.9	873	1.98	0.56	1.54
18	18.1	0.32	1.5	12.4	2.4	893	1.88	0.54	1.47
19	18.4	0.31	1.4	12.6	2.8	859	1.99	0.61	1.45
20	18.3	0.32	1.4	12.5	2.89	881	1.43	0.49	1.03
平均值	18.3	0.321	1.4	12.6	2.9	881	1.95	0.57	1.45
最大值	18.7	0.330	1.8	13.2	3.8	908	2.19	0.64	1.54
最小值	18.0	0.310	1.1	12.3	2.5	851	1.43	0.49	1.03
标准偏差	0.2	0.009	0.21	0.25	0.5	18	0.15	0.05	0.11

[0162] [表 4]

[0163]

样本	厚度		机械性能	电学性能			可靠性性能		
	有源	最终产品		弯曲强度	VB	IL	IR	防潮性 负荷	接触放 电
	[ $\mu\text{m}$ ]	[mm]	[kgf]	[V]	[ $\mu\text{A}$ ]	[ $\text{M}\Omega$ ]	$\Delta\text{VB}$ [%]	$\Delta\text{VB}$ [%]	$\Delta\text{VB}$ [%]
1	18.4	0.53	2.2	12.8	2.1	889	1.94	0.59	1.47
2	18.0	0.50	2.1	12.3	2.1	865	1.98	0.53	1.53
3	18.1	0.51	2.1	12.4	2.1	885	2.07	0.52	1.41
4	18.7	0.52	2.0	13.1	2.1	876	2.05	0.60	1.47
5	18.3	0.50	2.0	12.5	1.9	896	1.88	0.58	1.52
6	18.3	0.52	2.3	12.5	2.2	895	2.05	0.61	1.54
7	18.8	0.50	1.9	13.5	1.8	893	2.20	0.64	1.40
8	18.2	0.52	1.9	12.4	1.8	885	2.10	0.55	1.41
9	18.3	0.53	2.0	12.5	1.9	869	1.88	0.53	1.54
10	18.7	0.52	2.3	13.2	2.1	894	2.05	0.56	1.53
11	18.3	0.50	2.2	12.5	1.9	864	1.97	0.56	1.51
12	18.0	0.53	2.2	12.3	2.1	900	1.86	0.61	1.42
13	18.9	0.52	2.0	13.8	1.9	864	2.15	0.62	1.43
14	18.1	0.53	2.0	12.4	1.8	897	1.84	0.59	1.49
15	18.3	0.50	1.9	12.5	2.0	872	2.11	0.59	1.49
16	18.1	0.52	2.1	12.4	1.9	863	1.91	0.59	1.48
17	18.6	0.50	2.2	13.0	1.9	871	2.07	0.61	1.54
18	18.1	0.53	2.2	12.4	1.9	866	1.98	0.53	1.52
19	18.8	0.51	2.2	13.6	1.8	889	2.18	0.61	1.44
20	18.3	0.52	2.1	12.5	2.0	880	1.43	0.49	1.03
平均值	18.4	0.52	2.1	12.7	2.0	881	1.99	0.58	1.46
最大值	18.9	0.53	2.3	13.8	2.2	900	2.20	0.64	1.54
最小值	18.0	0.50	1.9	12.3	1.8	863	1.43	0.49	1.03
标准偏差	0.28	0.01	0.13	0.47	0.1	13	0.17	0.04	0.11

[0164] 在本发明的实施例中,功能陶瓷片(有源层)具有均匀的厚度。因此,根据本发明实施例的陶瓷组件与第一对比示例和第二对比示例相比具有更好的电学特性(例如VB特性)。

[0165] 此外,本发明的陶瓷组件在机械性能(弯曲强度)上比第一对比示例和第二对比示例好很多。具体地说,本发明的陶瓷组件的弯曲强度是第二对比示例的弯曲强度的至少两倍高。这是因为本发明的绝缘陶瓷基体具有高机械强度。在需要纤细并且轻的片式压敏电阻器的电子设备的应用领域中,主要担心(例如机械强度或由热收缩导致的陶瓷部分的破裂)可通过使用本发明的陶瓷组件来避免。

[0166] 例如,当片式压敏电阻器用作小尺寸片式LED(发光二极管)的抗静电装置时,片式压敏电阻器应该薄但坚固。在这种情况下,虽然用传统的堆叠方法制造的第一对比示例具有可接受的0.30t的厚度,但是第一对比示例不合适,因为它会在制造片式LED的工艺(例如,环氧树脂模制或框架折断(frame breaking)工艺)过程中受到热冲击或机械冲击而损坏或破坏。然而,根据本发明实施例的片式压敏电阻器可被用于小尺寸的LED而没有上述问题。

[0167] 此外,与第一对比示例和第二对比示例的厚度偏差相比,本实施例的最终产品具

有更小的厚度偏差。这是因为在第一对比示例和第二对比示例中堆叠多个 30 μm、40 μm 和 50 μm 的生片（功能陶瓷片）的同时，累积偏差增加。

[0168] 此外，在本发明的本实施例中，使用了便宜的氧化铝基体，使得功能陶瓷片所需的昂贵的功能陶瓷材料的量可减至第一对比示例的对应的 0.30t 产品的功能陶瓷材料的量的大约 1/6 倍，并可减至第二对比示例的对应的 0.50t 的产品的功能陶瓷材料的量的大约 1/9 倍。因此，根据本发明的陶瓷组件的制造成本可显著地降低。由于本发明的这种成本节约的特性，本发明可以有效地应用到需要大量功能陶瓷材料的片式产品（例如使用氧化钴 ( $Co_3O_4$ ) 的 NTC 热敏电阻器或 4520 尺寸的电容器（长 4.5mm × 宽 2.0mm）中。

[0169] 虽然已经详细描述了本发明的示例性实施例，但是应该了解，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，本领域技术人员可以进行各种修改。本发明的可能的修改示例性地解释如下：

[0170] (1) 功能陶瓷可分为以下类别，并可用于各种陶瓷组件：

[0171] a. 介电陶瓷 : $BaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$  或  $MgTiO_3$  基电容器陶瓷、频率滤波器陶瓷、天线陶瓷等。

[0172] b. 半导体陶瓷 : $BaTiO_3$  基 PTC 热敏电阻器陶瓷，包括  $Mn_3O_4$ 、 $NiO$  和  $Co_3O_4$  的至少两种的 NTC 热敏电阻器陶瓷，以及  $ZnO$  或  $SrTiO_3$  基压敏电阻器陶瓷等。

[0173] c. 磁性陶瓷 : $Mn-Zn$  铁氧体或  $Ni-Zn$  铁氧体、或  $Mn-Zn$  铁氧体基珠陶瓷 (bead ceramic)、感应器陶瓷等。

[0174] d. 压电陶瓷 : $BaTiO_3$  基陶瓷、 $PbTiO_3$  基陶瓷等。

[0175] (2) 可根据陶瓷组件的类型（例如压敏电阻器、珠子 (bead)、热敏电阻器或电容器等）设置内电极。

[0176] (3) 当不同类型的功能陶瓷片形成在绝缘陶瓷基体的顶表面和底表面上时，可实现具有多功能的单个陶瓷组件。在这种情况下，可如下构造不同类型的功能陶瓷片：

[0177] a. 高容量压敏电阻器 :压敏电阻器 - 电容器 [X7R、Y5V、Z5U]

[0178] b. ESD、EMI 滤波器 :压敏电阻器 - 电容器或压敏电阻器 - 感应器。

[0179] (4) 在上述实施例中，多个生片堆叠在绝缘陶瓷基体上，并且在生片处形成一对内电极。然而，本发明不限于此构造。例如，单个生片可被用来形成功能陶瓷片，然后内电极可被形成在单个生片上。在这种情况下，陶瓷组件可被实现为不用内电极表现出电学特性。

[0180] (5) 在上述实施例中，在晶粒中和晶粒之间具有孔的多晶材料被用作绝缘陶瓷基体，以提高功能陶瓷片和绝缘陶瓷基体之间的结合强度。然而，本发明不限于此。例如，倘若单晶材料允许形成由通过固相扩散的材料转移和化学反应而产生的扩散结合层，则单晶材料（例如硅或氧化铝）可被用于绝缘陶瓷基体。

[0181] 因此，本发明的范围不是由对本发明的详细描述限定，而是由权利要求书限定，所述范围内的所有不同都将被解释为包含在本发明内。

[0182] 如上所述，本发明具有如下的各种优点：

[0183] 通过焙烧预先制备绝缘陶瓷基体，通过等温等压挤压将生片物理结合到绝缘陶瓷基体。然后，通过焙烧将生片转变为功能陶瓷片，同时，由于金属氧化物通过固相扩散从功能陶瓷片转移到绝缘陶瓷基体中，所以在绝缘陶瓷基体和功能陶瓷片之间形成扩散结合层。扩散结合层提高绝缘陶瓷基体和功能陶瓷片之间的结合强度，因此可制造可靠的功能

陶瓷组件而没有裂纹或弯曲。

[0184] 此外,因为与传统的功能陶瓷片相比,该功能陶瓷片具有更小的厚度,所以可节省用于功能陶瓷片的昂贵的金属氧化物,因此可降低陶瓷组件的制造成本。

[0185] 此外,由于通过高温焙烧预先制备绝缘陶瓷基体,所以虽然功能陶瓷片薄,但是陶瓷组件可具有足够的机械强度。因此,可制造薄、轻且坚固的陶瓷组件。

[0186] 此外,由于功能陶瓷片具有均匀的厚度和高密度,因此可改善产品的电学特性和厚度的分散度,从而提高良率。

[0187] 此外,因为可在绝缘陶瓷基体上形成不同类型的功能陶瓷片,所以可制造多功能陶瓷组件。

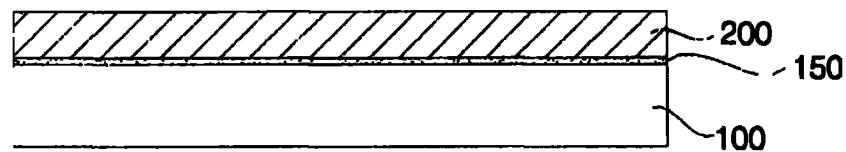


图 1

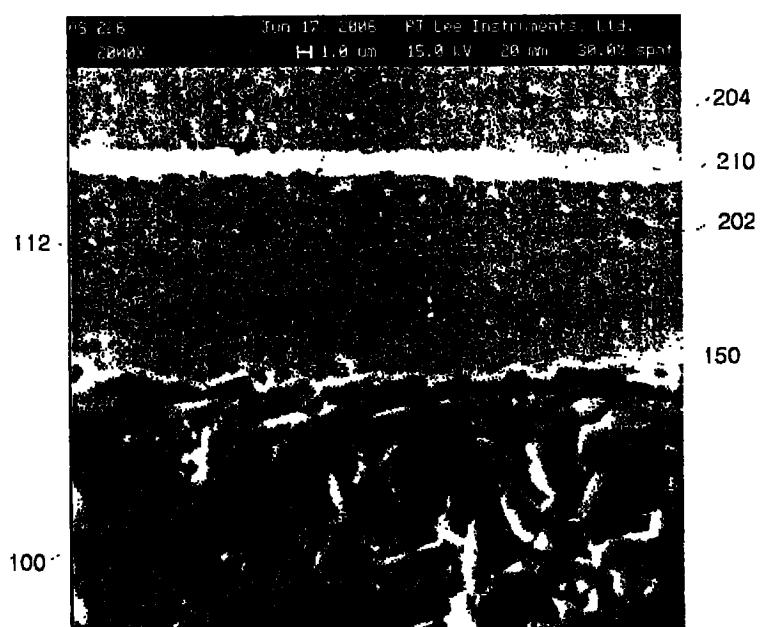


图 2

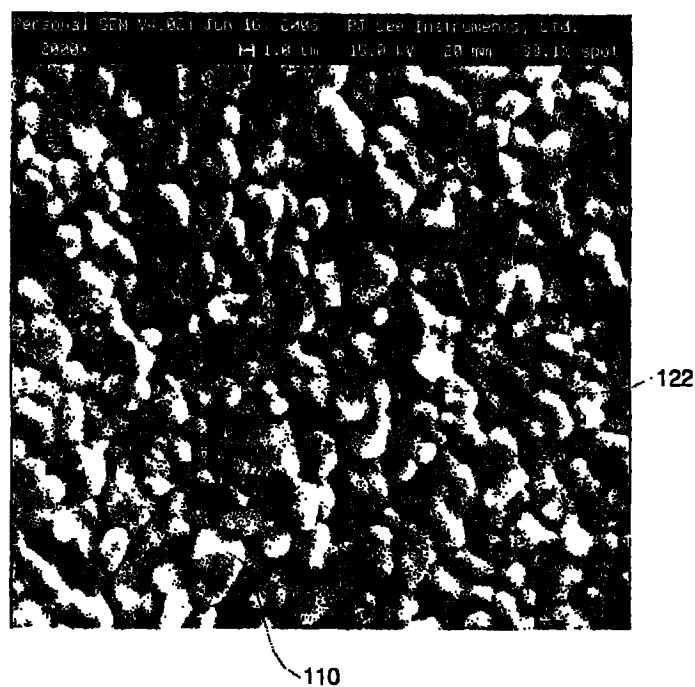


图 3

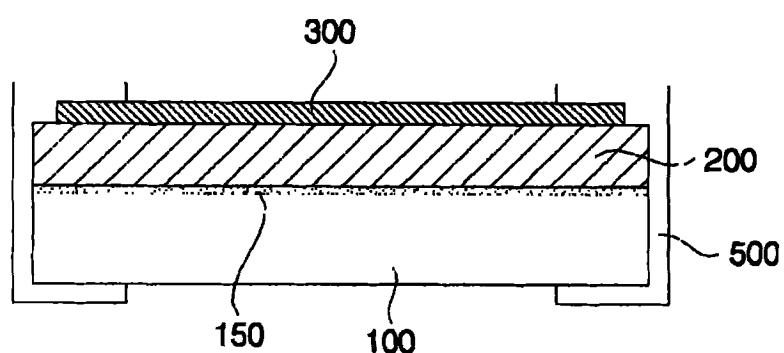


图 4

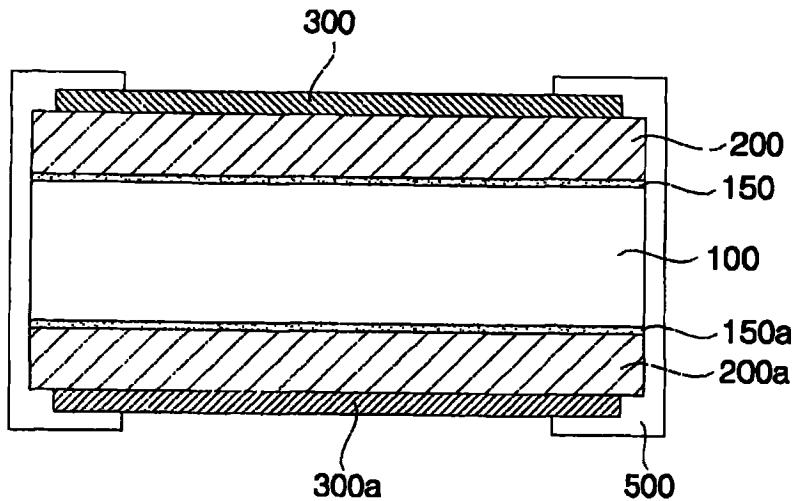


图 5

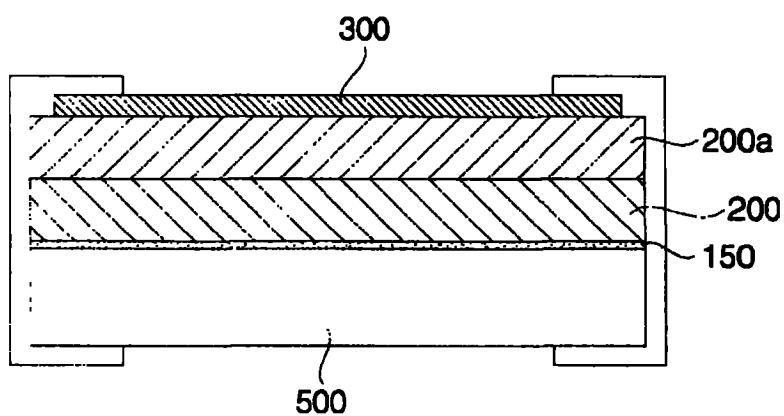


图 6

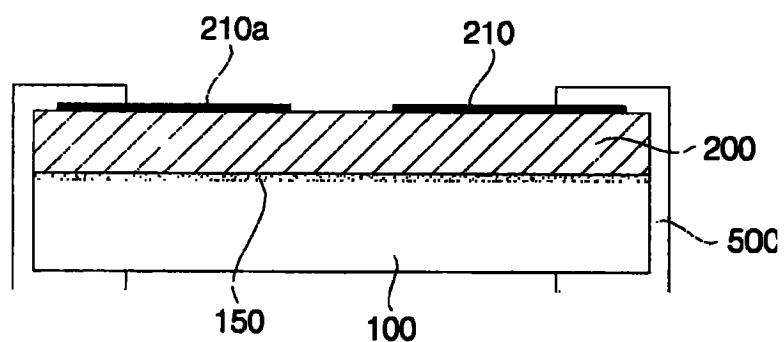


图 7

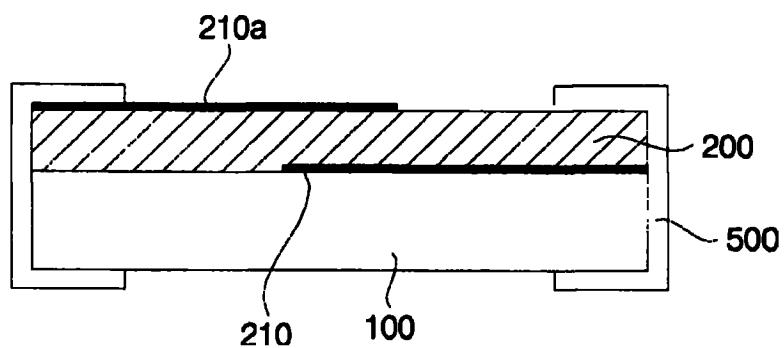


图 8

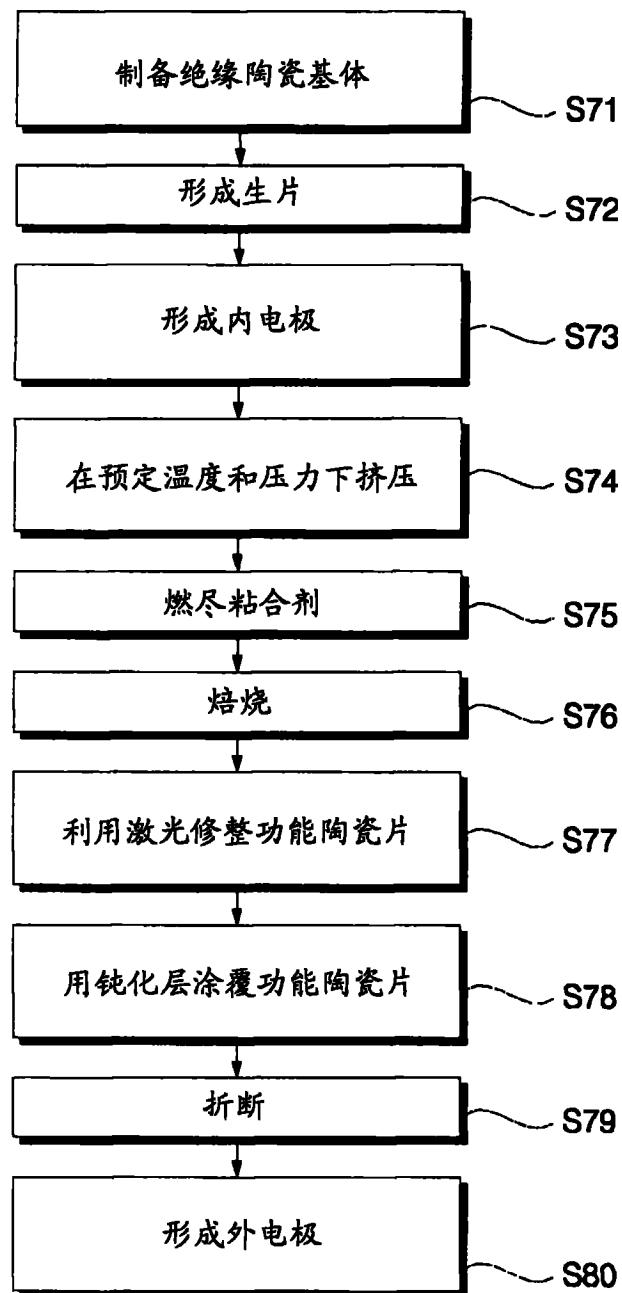


图 9

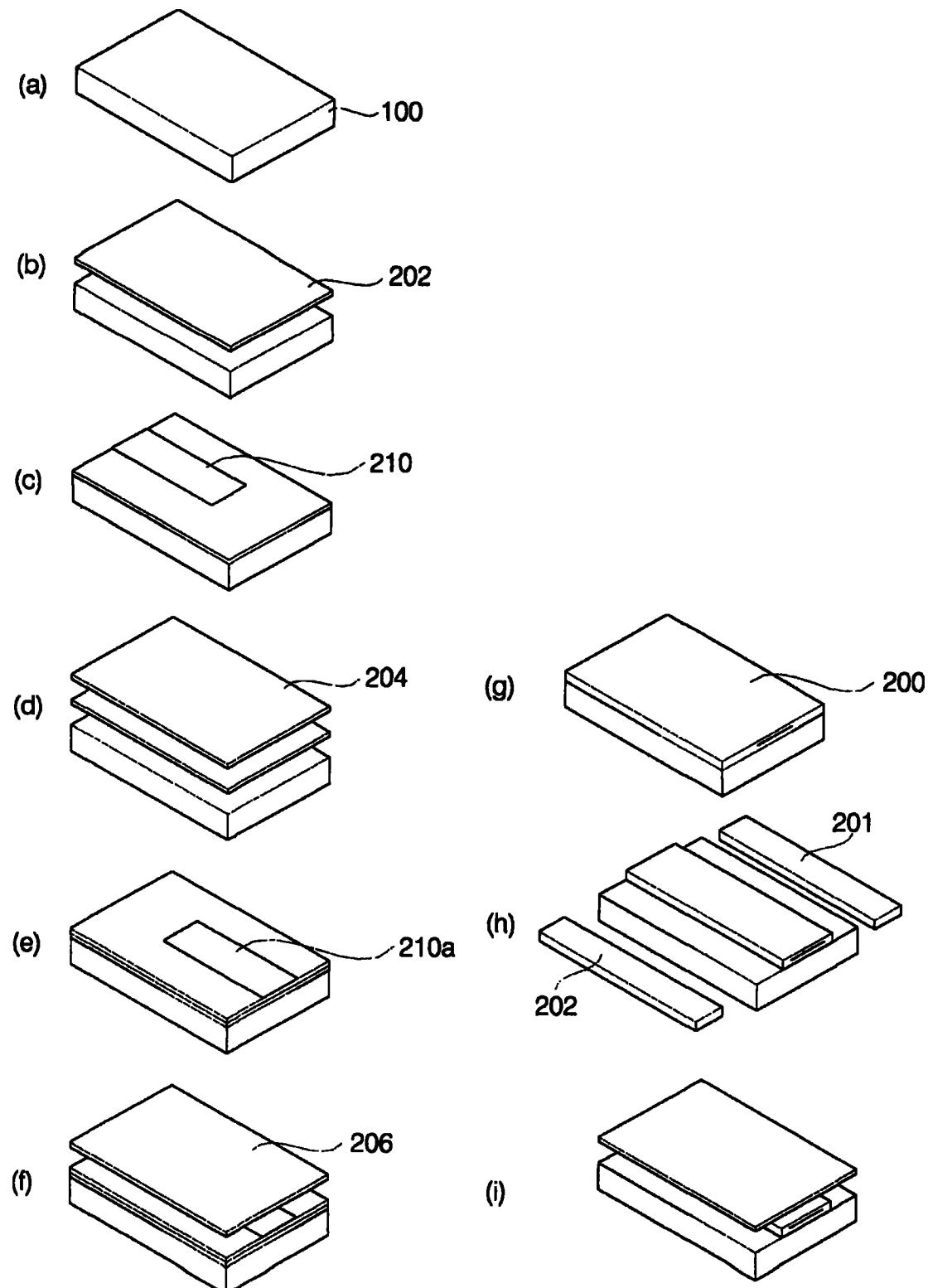


图 10

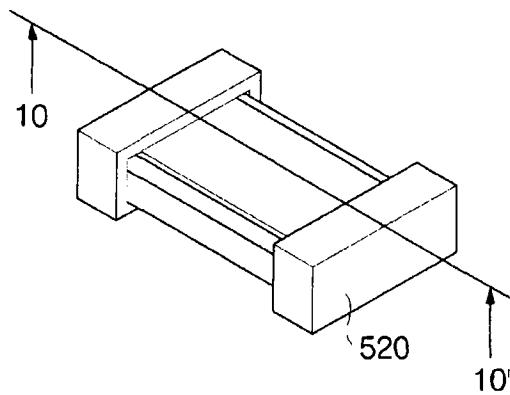


图 11

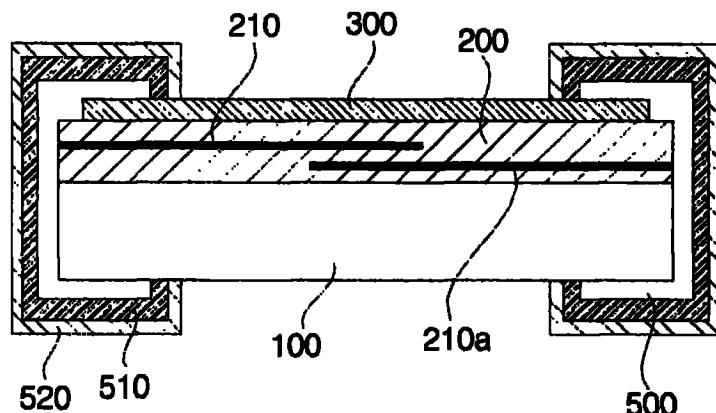


图 12