



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107004504 A

(43)申请公布日 2017.08.01

(21)申请号 201580065212.0

(22)申请日 2015.12.15

(30)优先权数据

102014118749.0 2014.12.16 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.05.22

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/079813 2015.12.15

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/096870 DE 2016.06.23

(71)申请人 追踪有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 宫内安晴 帕沃尔·杜德赛克

埃德蒙·派尔 京特·普德米奇

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

代理人 章蕾

(51)Int.Cl.

H01G 4/12(2006.01)

H01G 4/30(2006.01)

H01L 23/15(2006.01)

H01L 23/498(2006.01)

H01C 7/105(2006.01)

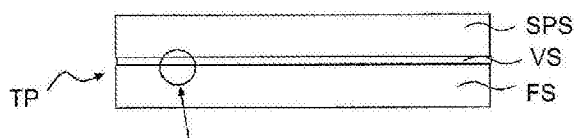
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

不变形的陶瓷基片及其制造方法

(57)摘要

本发明提供了一种基片,其中第一陶瓷功能层通过连接层(VS)被陶瓷夹层(SPS)夹紧,起到降低侧面烧结收缩的作用。所述功能层(FS)和所述夹层(SPS)是不含玻璃的,或者只含重量百分比低于5%的玻璃,而所述连接层(VS)包含玻璃组分或玻璃层。



1. 用于电器件的基片，
 - 具有第一陶瓷功能层，
 - 具有连接层 (VS)，
 - 具有陶瓷夹层 (SPS)，其中
 - 所述陶瓷功能层 (FS) 通过所述连接层 (VS) 与所述陶瓷夹层 (SPS) 连接形成所述基片 (TP)，
 - 在所述陶瓷功能层 (FS) 中集成着可与所述电器件相互连接的无源元件，
 - 所述功能层 (FS) 和所述夹层 (SPS) 不含玻璃或者只含重量比小于5%的玻璃，
 - 所述连接层 (VS) 包含玻璃组分或者是玻璃层。
2. 根据权利要求1所述的基片，
其中所述连接层 (VS) 的厚度是0.5-10 μm 。
3. 根据权利要求1或2所述的基片，
其中所述连接层 (VS) 除了玻璃组分外还包含未烧结的陶瓷填充物质。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的基片，
其中所述夹层 (SPS) 具有烧结温度，所述烧结温度在所述功能层 (FS) 和所述连接层 (VS) 的烧结温度之上。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的基片，
其中所述夹层 (SPS) 具有相对较低的热膨胀系数 CTE_S ，其低于所述功能层 (FS) 的热膨胀系数 CTE_F 。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的基片，
具有第一连接层 (VS2) 和第二夹层 (SPS2)，其中所述第二夹层通过所述第二连接层与所述功能层 (FS) 背向所述第一夹层的表面相连，因此所述基片在层顺序、材料和层厚方面均具有对称的结构。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的基片，
其中所述至少一个连接层 (VS) 包含Si和/或Ge、B和K的氧化物作为主要组成部分，它们整体上占到所述连接层70%的重量比，其中高度烧结的填充物质填补了所述连接层中的其余份额。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的基片，
其中所述功能层 (FS) 包括由压敏材料构成的层，并且具有至少两个电极层 (EL1、EL2)。
9. 根据权利要求1至7中任一项所述的基片，
其中所述功能层 (FS) 从NTC或PTC陶瓷层、片式多层陶瓷电容器、铁素体层、压电层和LTCC陶瓷中选出。
10. 根据权利要求8或9中任一项所述的基片，
其中所述功能层 (FS) 具有至少两个电工陶瓷特性不同的不同分层 (FS1、FS2) 和至少三个金属化平面，它们在结构上构成用于实现不同无源元件的电极，其中不同的无源元件集成在所述功能层中。
11. 根据权利要求1至10中任一项所述的基片，
其中所述夹层 (SPS) 是基于高度烧结的氧化物和化合物如 ZrO_2 、 MgO 、 SrCO_3 、 BaCO_3 或

MgSiO₄的层。

12. 一种用来制造根据权利要求1所述的基片的方法,其具有以下步骤:

- a) 设置陶瓷功能层的生坯膜,在其中事先形成所述无源电元件;
- b) 将相对薄的玻璃颗粒层布置在所述生坯膜上;
- c) 将陶瓷夹层的生坯膜布置在所述玻璃颗粒上;
- d) 在高于所述玻璃颗粒和所述陶瓷功能层的烧结温度的温度下对所述结构进行烧结;
- e) 所述结构受控冷却,其中会产生具有1-10 μ m厚玻璃层的坚固复合物,并且所述侧面烧结收缩控制在每根轴线小于3%的数值内。

13. 根据权利要求12所述的方法,

其中所述陶瓷功能层的生坯包含至少一个生坯膜,其中将所述玻璃颗粒层以膏状形式布置在所述至少一个生坯膜上,其中将膏或生坯膜作为所述陶瓷夹层的生坯布置在所述玻璃颗粒层上。

14. 一种用来制造根据权利要求1所述的基片的方法,其具有以下备选步骤:

- A) 为所述夹层 (SPS) 设置坚固的陶瓷板;
- B) 将相对薄的玻璃颗粒层 (GV) 布置在所述夹层上;
- C) 将陶瓷功能层 (GF) 的生坯布置在玻璃颗粒层 (GV) 上,并且在里面预先形成无源电元件;
- d) 在高于所述玻璃颗粒和所述陶瓷功能层的烧结温度的温度下对所述结构进行烧结;
- e) 所述结构受控冷却,其中会产生具有1-10 μ m厚玻璃层VS的坚固复合物,并且所述侧面烧结收缩控制在每根轴线小于3%的数值内。

15. 根据权利要求1-14所述的方法,

其还包括以下步骤:

- f) 在冷却之后执行机械的去除方法,其中再次去除所述夹层 (SPS)。

16. 根据权利要求15所述的方法,

其中使用喷砂、刷洗或擦拭作为去除方法。

17. 根据权利要求12至16中任一项所述的方法,

其中在步骤E) 或e) 之后,在所述坚固的复合物中使所述玻璃层之下的所述无源元件的最上方触点暴露出来,

其中在布置电器件的导电连接面时,使其与最上方的触点形成导电接触。

不变形的陶瓷基片及其制造方法

[0001] 说明书

[0002] 本发明涉及一种陶瓷基片,其可以包含集成在内的无源元件并且可以作为基底来安装电器件。此外,本发明还涉及一种用来制造这种基片的方法。

[0003] 已知的陶瓷基片具有至少一个功能层,该功能层中包含功能陶瓷,在其中实现或可以实现电器件。这种功能陶瓷可以从压敏陶瓷或其他电工陶瓷如铁电陶瓷、压电陶瓷、从NTC和PTC中选出的热敏陶瓷、片式多层陶瓷电容器(MLCC)、LTCC陶瓷(MCM)和其他陶瓷中进行选择。

[0004] 这些基片通过烧结生坯制成,生坯包含已经结构化的电极或未烧结的结构化的电极层。因此为了保持电极和界面的结构准确度,有利的是,生坯在烧结时只出现细微的侧面收缩。

[0005] 已知多种用来降低这种侧面收缩的方案。一种方案是,在烧结过程中将垂直于层面的力施加到生坯上,以此主要在垂直方向上造成收缩。另一方案是设置夹层,该夹层与功能陶瓷的生坯相连,由于与生坯的粘附效果而降低烧结时的侧面收缩。该夹层在烧结过程之后仍然是基片的组成部分。

[0006] 但还可行的是,将该夹层构造为炉层,其与生坯一起烧结并且在烧结过程之后从基底上去除。

[0007] 对于第二和第三种方法来说尤其重要的是,在夹层和功能层或生坯之间形成足够牢固的复合体,但由于陶瓷种类繁多,这一点很难实现。

[0008] 已知的方法使用至少在表面上玻璃占比达5%以上的夹层和/或功能层。只有通过玻璃占比,才能确保未烧结的夹层与之后的功能陶瓷的粘附。如果玻璃的重量占比在连接面两侧的层区域中小于例如5%,则不能确保这些层在烧结过程中的粘附效果并且通常会引起两个层的分层,并因此导致基底变形,在整体上提高制造时的废品率。

[0009] 但玻璃混合的缺点在于,它会使功能陶瓷的导电或绝缘特性退化。这一方面归因于含有玻璃的功能层成分不纯,其可能使功能陶瓷的特性明显退化到无法接受的地步。此外,一些玻璃组成成分还可能发生扩散并且引起功能陶瓷层的化学变化,这同样会造成退化。

[0010] 如果使用坚固的夹层,即将功能层的生坯设置在制好的陶瓷或制好的晶体上,则在少数情况下可能找到相互之间具有良好粘附性的材料组合。但可行的材料组合在数量方面很受限制,并且不能以这种方式夹紧所有的功能层。

[0011] 因此本发明的目的是,提供一种基片,其夹层和功能层可以相互良好地粘附并且烧结之后的侧面收缩程度明显降低。夹层和功能层的良好粘附不应该以降低功能层的导电和绝缘特性为代价。本发明的另一目的是,提供一种用来制造上述基片的方法。

[0012] 该目的按照本发明通过具有权利要求1所给出特征的基片即可解决。本发明其他有利的构造方案以及用来制造基片的方法从其他权利要求中得出。

[0013] 本发明借助布置在其间的连接层解决功能层和夹层之间粘附的问题。功能层和夹层均不含玻璃,或者只含重量百分比低于5%的少量玻璃,其通常不会使功能层或位于功能

层中的功能陶瓷的导电特性发生退化。连接层自身是玻璃层或者包含形成玻璃的组分，下称玻璃组分，如氧化物，它们在烧结过程中会转换成玻璃。

[0014] 这种基片的制作过程只会出现轻微的侧面烧结收缩并且不会变形，因为连接层确保了功能层和夹层之间的良好粘附。按本发明的基片的优点在于，功能层的导电特性不会受连接层的影响并因此也不会发生退化。

[0015] 所述连接层具有约0.5至10 μm 的层厚。借助这样相对较薄的层厚便已经确保，即使在功能层和/或夹层的表面结构较粗糙时，所述玻璃组分也可以完全包围着这两个层的陶瓷粒。这一点确保了最大的共同表面（分界面），并因此确保了最大程度的粘附。

[0016] 连接层还具有适当的热膨胀系数，其优选位于夹层和功能层的热膨胀系数之间。如果夹层被用作牺牲层且随后会被再次去除，则选择小于或等于功能层的膨胀系数作为连接层的热膨胀系数。

[0017] 连接层的流变特性以及热膨胀系数可以通过添加选出的填充物质颗粒进行调节。有利的填充物质可以选择例如与夹层相同的材料。这样确保与功能层或夹层的膨胀系数良好匹配。填充物质也可以用来调节连接层的其他物理特性。

[0018] 该玻璃组分或这些玻璃组分在烧结之前作为纯的玻璃颗粒或形成玻璃的氧化物存在于连接层中。此外，连接层优选不含活动的铁，这种铁会在功能层中向内扩展并且可能会使其特性退化。如果功能层是压敏陶瓷，尤其是在掺杂有锆的情况下，则更是要注意这一点。

[0019] 连接层的熔点可以位于功能层的熔点范围中，但通常小于功能层的熔点。但过大的熔点差异也是不利的。

[0020] 连接层还由在烧结过程中受控融合的材料构成。为了实现足够好的粘附效果，连接层也无需完全润湿夹层和功能层的表面。因此，可以降低润湿特性，而这并不会导致粘附效果明显降低。

[0021] 连接层优选包含用于派热克斯玻璃的玻璃组分，其特征在于较低的热膨胀系数CTE并且具有弹塑性。通过后者，在冷却时不会在所述连接层的内部产生过大的热张力。因此玻璃组分作为主要组成部分优选具有硅和/或锆、硼和钾或其他碱金属的氧化物。连接层的玻璃组分只可以从上述离子和氧化物中选出。但只要其他离子不是令人难以接受地改变派热克斯玻璃的特性，并且在此也不会使功能陶瓷的导电特性退化，则同样也是可行的。

[0022] 上述主要组成部分占了连接层至少70%的重量。坚固的高度烧结的填充物质填补了其余的份额。借助玻璃或玻璃组份的上述重量比和填充物质成分的上述占比上限，连接层就可以确保在夹层和功能层之间出现良好的机械连接效果。

[0023] 如果基片包含压敏陶瓷，其尤其相对于特定离子的扩散是敏感的并且可能会因此使自己的导电性能发生退化，则连接层或为此所用的玻璃或玻璃组分优选不含铝、镓、铬和钛。但在某些情况下也允许包含铝，前提是功能层的烧结温度低于铝可以在此功能陶瓷中发生扩散的温度，尤其是功能陶瓷从压敏材料中选出的情况。但对于共烧工艺来说，尤其对于LTCC陶瓷来说，铝没那么合适。

[0024] 如果功能层并非压敏陶瓷层，并且尤其是其他半导体层，则其他离子对于功能层的导电性而言可能是有害的，有利地是，避免其他离子成为中间层或为此所用的玻璃和玻璃组份的组成成分。

[0025] 功能陶瓷可以是铁素体、NTC陶瓷或PTC陶瓷。

[0026] 夹层具有明显高于功能层和连接层的烧结温度。这一点实现了下述烧结方法,即在烧结期间使夹层的结构保持不变,并且在烧结时且尤其在冷却之后使夹层对功能层起到夹紧作用。

[0027] 夹层可以是坚固的、因而致密的陶瓷。在这种情况下,相互良好地匹配不同的热膨胀系数是极为有利的。但夹层也可以是未烧结的粉末层,其中只有粘结剂被烧除。这种层也具有高的机械强度,使之可以作为夹层使用。该机械强度归因于范德华力。

[0028] 因此成本低廉、高度烧结、热膨胀系数低的材料是夹层材料的有利选择。

[0029] 举例来说,适当的材料包括高度烧结的氧化物和其他复合物如二氧化锆、氧化镁、碳酸钡或水杨酸镁。氮化物、碳化物和硼化物也是适当的,但它们不总是成本低廉的。氧化铝陶瓷也像其他折射材料一样同样适合用作夹层。

[0030] 对于夹层来说,选择的层厚大致相当于功能层的层厚。功能层的厚度指功能层所有分层的厚度,其除了由功能陶瓷构成的层以外,还包括用于电极的金属化层和其他辅助/中间层。夹层的层厚应该如此选择,即该层厚相当于功能层的至少一半层厚。

[0031] 但还可能的是,在按本发明的基片上设置在两个夹层,它们排布在功能层的相对而置的侧面上并且分别布置有连接层作为中间层。在测量这两个夹层的厚度时,需考虑由两个夹层构成的层厚的总和,最佳来说,该总和处于功能层层厚的50%和100%之间。

[0032] 功能层可以包含压敏材料,在其中构成压敏电阻。除了由压敏材料构成的功能陶瓷层以外,该功能层还包括至少两个电极层,优选多层结构,其中压敏陶瓷的多个分层与结构化的电极层在多层结构中交替存在。

[0033] 在功能层中也可以实现其他无源元件。片式多层陶瓷电容器(MLCC)同样具有多层结构,其中交替存在的电极层和功能陶瓷层提供了器件功能。

[0034] 功能层也可以具有内层连接,通过该内层连接要么使不同的金属化平面相互连接,要么使位于深处的电极层可以与功能层的表面相连。借助内层连接可以使位于深处的功能层连接至功能层的表面。

[0035] 该功能层还可以包括至少两个功能陶瓷分层,它们具有不同的电工陶瓷特性,它们一起具有至少三个金属化平面并且借助电极形成两个不同的无源电元件的结构。优选在功能陶瓷的每个分层内部分别实现至少一个无源元件。

[0036] 下面参照实施例和附图对本发明予以详述。这些附图用来展示本发明,因此仅仅是示意性的,并不符合实际比例。因此从这些附图中不能得出绝对的抑或相对的尺寸。

[0037] 其中:

[0038] 图1以示意性的横截面示出了第一个基片;

[0039] 图2以示意性的横截面示出了第二个基片;

[0040] 图3示出了图1或图2的一部分;

[0041] 图4A至4D示出了在制造按第一实施例的基片时的各方法阶段;

[0042] 图5A至5C示出了在制造按第二实施例的基片时的各方法阶段;

[0043] 图6以示意性的横截面示出了功能层,其示例性地具有集成在内的无源元件;

[0044] 图7示出了烧结之后的图6的功能层,其具有剩余的连接层;以及

[0045] 图8示出了在贴装导电连接面之后的图7的功能层。

[0046] 图1示出了按本发明的基片的简单实施例,其中夹层SPS借助连接层VS安装在第一功能层FS上。该功能层FS包含例如基于压敏陶瓷的功能陶瓷,其具有在内部构成的压敏电阻。

[0047] 制备玻璃用于连接层VS,其成分为重量占比78%的SiO₂、重量占比19%的三氧化二硼以及重量占比3%的氧化钙。这样的成分在膨胀系数方面与压敏陶瓷的材料相匹配。玻璃的软化点约为775°。

[0048] 连接层VS,例如以膏的形式,通过例如印刷的方式被布置在功能层FS上,而在膏体中包含以细密分散形式存在的上述玻璃组分。膏状的连接层VS的层厚大约是2至10μm。

[0049] 制造例如以二氧化锆为基础的生坯膜用于夹层SPS。将该生坯膜以覆膜的形式布置在连接层VS上,而连接层VS又布置在功能层FS上。

[0050] 随后,整个结构在约920℃的温度下进行烧结。连接层VS中的玻璃组分在此温度下熔化并且融合。在此,在夹层SPS的生坯膜中只有粘结剂被烧除,与此同时,夹层SPS的粒子结构在很大程度上得以保留,不会发生体积收缩。但这些粒子相互间保留了很高的强度,足以在烧结过程中使该基片或该结构获得夹紧的效果。在受控冷却到室温之后,得到图1所示的结构。

[0051] 图1所示的结构现在就可以作为电器件的基底使用了。但还可能的是,在进一步加工成基底之前,再次去除具有粒状结构的夹层SPS。为此提供了机械的去除方法,例如借助适当的颗粒状介质,例如二氧化锆,进行喷砂清理,借助研磨颗粒或刷子进行湿式擦拭。刷除可以分阶段进行,其中在一系列分步步骤中使用不同硬度的刷子,在最后的方法步骤中使用最软的刷子刷除。

[0052] 在烧结之前和之后确定功能层的尺寸,从而算出侧面的收缩。这里指出,按本发明的基片具有沿x、y轴测量小于1.0%的侧面收缩。超过此程度的收缩被夹层阻止。

[0053] 图2示出了按本发明的基片TP的另一实施例,其中第一夹层SPS1借助第二连接层VS2与第二夹层SPS2相对而置。所述排布因此以功能层FS为镜面呈现出对称结构。第二夹层的布置与第一夹层的布置是一样的。这两个夹层SPS1、SPS2或同步布置,或连续地依次布置。而烧结步骤对于这两个夹紧层而言是共同进行的。

[0054] 图3示出了按本发明的基片TP在夹层SPS、连接层VS和功能层FS之间的分界面处的结构。功能层FS通过烧结压缩并且是无孔的。其表面具有一定的剩余粗糙度,原因在于夹层SPS的粒子结构。相反,夹层SPS还具有颗粒结构,原本存在于中间腔中的粘结剂在烧结过程中从此颗粒结构中被烧除。这些颗粒在夹层SPS中相互具有良好的粘附性,并且从机械层面上使该夹层稳定,因此可以实现夹紧效果。

[0055] 连接层VS紧贴在功能层FS和夹层SPS的两个表面上,并且通过面积扩大的分界面产生高的粘附效果。连接层VS和夹层SPS及功能层FS的各表面之间的边界层称为分界面。

[0056] 图4A至4D示出了制造按第一实施例的基片的各方法阶段。在连接层VS的预备阶段,在功能层FS的生坯GF上布置玻璃膏层GV,层厚最多10μm。图4示出了此种排布。现在在玻璃膏层GV上布置夹层SPS,方法是例如以覆膜的形式在其上布置一层生坯膜GS,该生坯膜在粘结剂中包含基于二氧化锆的高度烧结的陶瓷颗粒的紧密填料。

[0057] 随后对此结构进行烧结,其中夹层SPS的生坯膜GS在很大程度上保留自己的体积,因为在其中只有粘结剂被烧除。连接层VS的玻璃膏层GV变软并且在夹层SPS的多孔表面上

融合。

[0058] 功能层FS的生坯膜结构GF也进行烧结并在此期间通过压缩产生烧结收缩。但该收缩只体现为从生坯膜结构GF过渡为功能层FS时层厚的降低。该层厚从按图4B的原始d1降低至按图4C的d2。侧面收缩通过夹层SPS的夹紧效果得以避免。在烧结之后进行的冷却时,该结构在很大程度上保持形状和尺寸稳定,并且只缩减热膨胀。

[0059] 如果将夹层SPS作为牺牲层使用,则它们在随后必须被去除,如图4C中通过箭头标出的一样。

[0060] 图4D示出了在夹层去除之后的排布。功能层FS现在只由玻璃层覆盖,相当于原来的连接层VS。由于玻璃层或连接层的硬度更大,它相对于所选的去除方法在机械方面上是稳定的。

[0061] 图5A至5C示出了制造按第二实施例的基片的各方法阶段。该实施例以采取坚固基板形式的夹层SPS为基础,在夹层上布置连接层VS的玻璃膏GV,薄层厚度最大10 μ m。图5A示出了在此方法阶段中的排布。

[0062] 现在在玻璃颗粒层GV上例如以覆膜形式布置功能层FS的生坯膜GF或生坯膜填垛。但还可能的是,以覆膜形式逐个布置功能层的生坯膜。图5B示出了在此方法阶段中的排布,其具有以覆膜形式布置的功能层FS的生坯膜。

[0063] 在接下来的步骤中进行烧结,类似于图4A至4D的描述。在烧结和冷却时,夹层SPS对功能层FS的夹紧作用在此阻止了侧面的烧结收缩,因此烧结收缩只在垂直于层面的方向上出现。而功能层FS或各个功能层FS的膜垛的层厚相反会发生缩减,如图5B和5C所示。

[0064] 图6示出了示例性的无源元件,其可以集成在生坯膜GF的膜垛中,该生坯膜之后成为功能层FS。在功能陶瓷的每两个分层FS1、FS2、...之间分别排布有一个结构化的电极层EL,用于实现无源元件。这些电极层EL与至少两个内层连接DK1、DK2中的一个交替相连,即第一电极层EL1与第一内层连接DK1相连,而电极层EL2反之与第二内层连接DK2相连。这种器件结构可以借助例如压敏陶瓷实现并且在此构成压敏电阻。该压敏电阻是一种保护器件,其在达到可设置的临界电压时,将电流从第一电极导向或导出至第二电极。如果该临界电压小于过压,则可以以这种方式在达到临界电压时可靠地将电压导出。

[0065] 但图6所示的结构也可以是一种片式多层陶瓷电容器,其中陶瓷功能层FS的分层由电介质构成。通过在第一和第二电极层EL1、EL2之间施加电压,在这两个电极之间形成电容。

[0066] 图7示出了图6所示的无源元件,其作为夹层烧结和去除之后的工艺产物。现在在功能层FS上只存在着原先夹紧层VS的玻璃层。

[0067] 接下来,可以在一个单阶段或多阶段的过程中,在内层连接DK敞开的上方端部上和原先连接层VS的玻璃层表面上的相邻的边缘区域中制造连接面AF。在第一分步步骤中,可以在原先连接层VS的玻璃层中制造出一个通孔VA,例如通过无电流金属镀膜的方式。随后在该填充的通孔VA上制造金属的导电连接面AF,例如通过印刷和烙印触点的方式。但还可能的是,以电镀方式布置该触点。图8示出了在此方法阶段中的排布。

[0068] 在连接面AF上现在可以以导电和机械方式安装电器件,其中将基片用作器件的载体。通过集成的无源元件可以在基片中实现保护功能,即保护器件免受过压。但在此基片中也可以以其他无源元件的形式实现相应无源元件的功能,并且与器件相连。

[0069] 本发明只借助少量选出的实施例进行阐述,因此并不局限于这里描述的实施方式和/或附图。本发明只通过权利要求加以定义,并且在此范畴内还包括其他变形方案。权利要求特征的子组合也被视为符合本发明的内容

[0070] 附图标记列表

[0071]	TP	基片
	FS	陶瓷功能层
	SPS	陶瓷夹层
	VS	连接层
	GV	连接层的玻璃膏层
	CTE	热膨胀系数
	GF	陶瓷功能层的生坯
	GS	陶瓷夹层的生坯
[0072]	FS1、FS2	功能层的分层
	GS	夹层的生坯膜
	AF	导电连接面
	VA	通过连接层的通孔

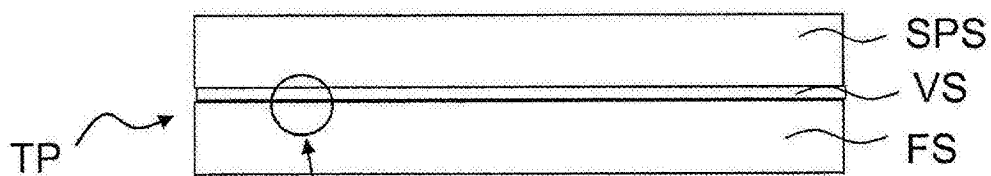


图1

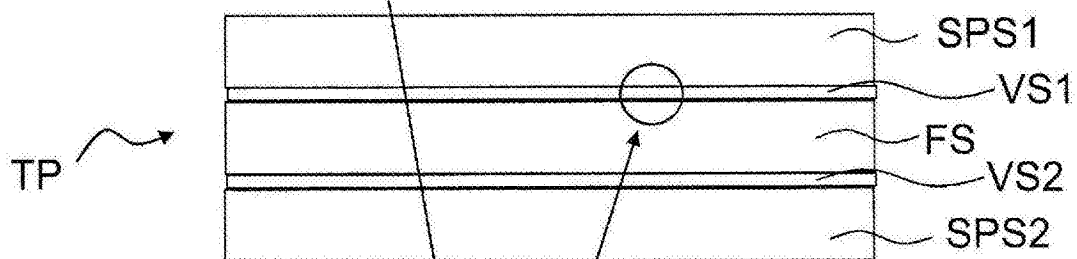


图2

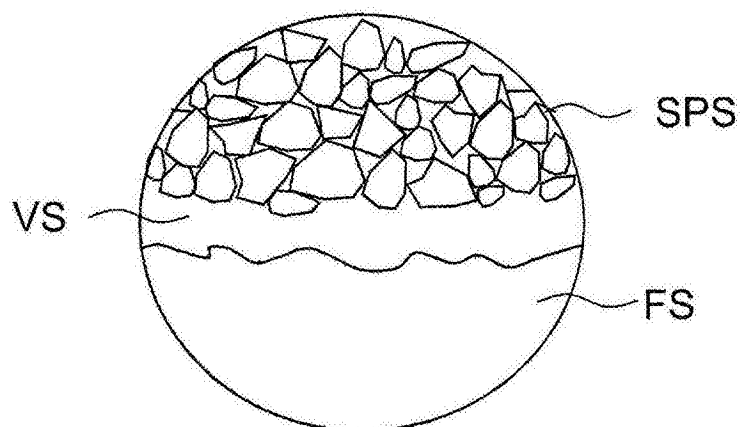


图3

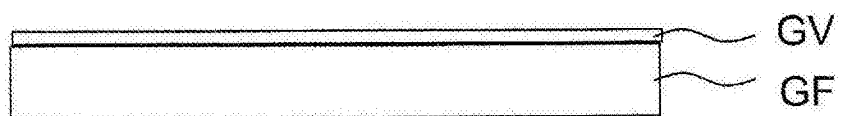


图4A

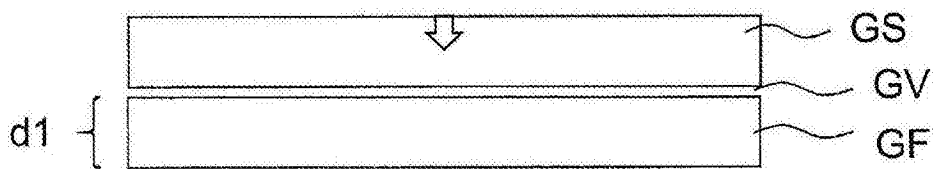


图4B

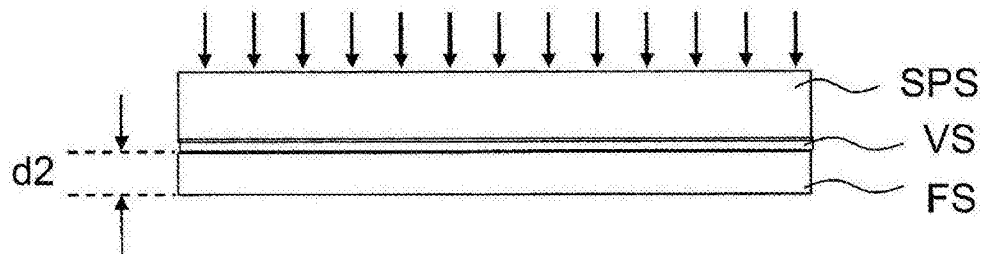


图4C



图4D

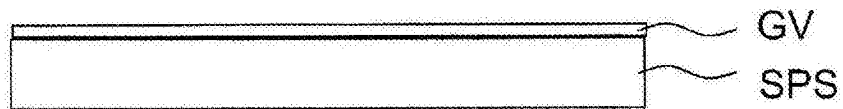


图5A

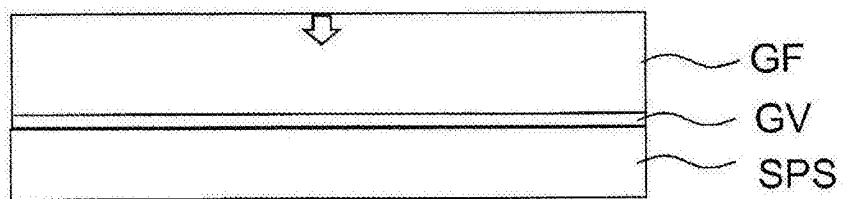


图5B

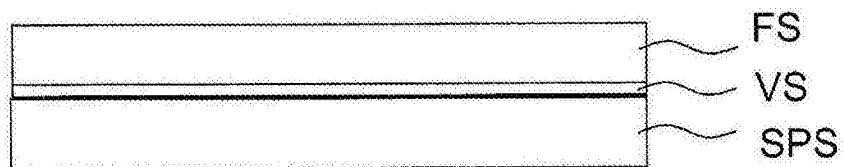


图5C

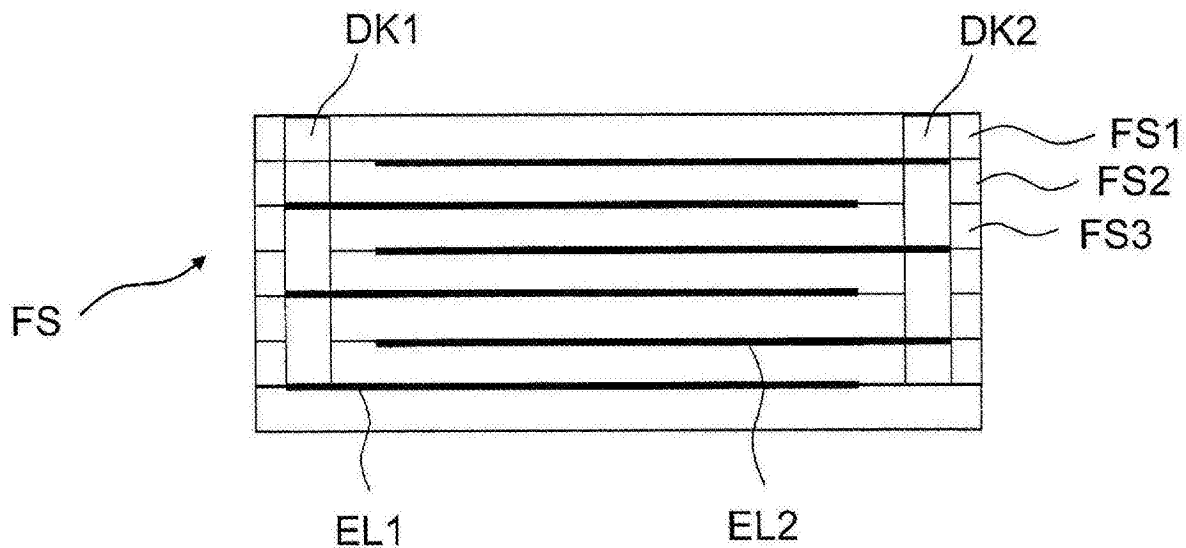


图6

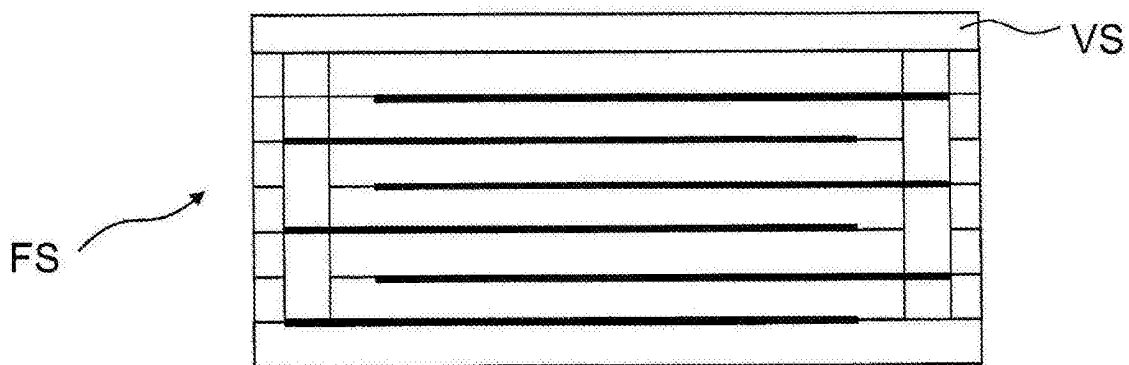


图7

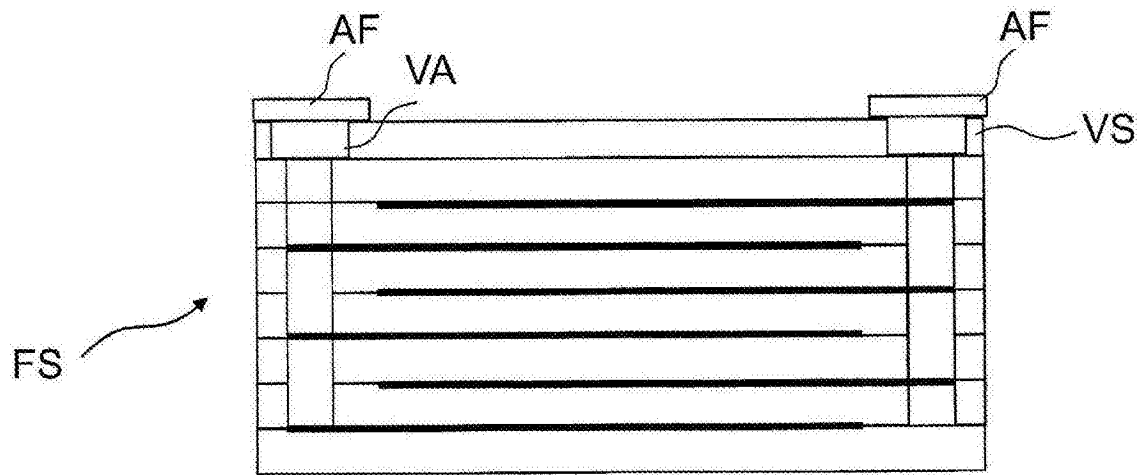


图8