

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B28B 1/26 (2006.01)

B22F 3/22 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680008225.5

[43] 公开日 2008 年 3 月 12 日

[11] 公开号 CN 101142066A

[22] 申请日 2006.3.10

[21] 申请号 200680008225.5

[30] 优先权

[32] 2005.3.14 [33] EP [31] 05101939.6

[86] 国际申请 PCT/IB2006/050751 2006.3.10

[87] 国际公布 WO2006/097875 英 2006.9.21

[85] 进入国家阶段日期 2007.9.14

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 M·A·弗舒伦 J·德格拉夫

T·A·科普

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 李亚非 刘红

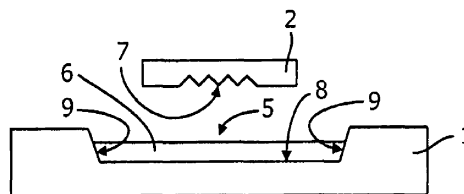
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

生产具有表面结构的器件的方法、陶瓷器件以及这种方法的应用

[57] 摘要

一种制造具有表面结构(4)的器件的方法,包括:提供液体介质中颗粒的悬浮液,该颗粒易于烧结。提供具有结构化表面(7)的模压元件(2),所述结构化表面配有所述表面结构(4)的至少一部分的阴压痕,提供包括收受器(5)的模子(1),在所述收受器(5)中引入一些所述悬浮液(6),以及将模压元件(2)的结构化表面(7)施加到收受器中的悬浮液。所述模子的收受器具有至少一个多孔壁(8,9)。在施加所述模压元件(2)的结构化表面(7)的同时所述液体介质的至少一部分通过多孔壁(8,9)被排出。



1. 一种制造具有表面结构(4)的器件的方法, 包括:
提供颗粒在液体介质中的悬浮液, 其中该颗粒是易于烧结的,
提供具有结构化表面(7)的模压元件(2), 所述结构化表面(7)
配有所述表面结构(4)的至少一部分的阴压痕,
提供包括收受器(5)的模子(1),
 - 在所述收受器(5)中引入一些所述悬浮液(6), 以及
 - 将所述模压元件(2)的所述结构化表面(7)施加到所述收受器中的所述悬浮液中, 其特征在于, 所述模子的所述收受器具有至少一个多孔壁(8, 9), 并且, 在施加所述模压元件(2)的所述结构化表面(7)的同时至少一部分所述液体介质被通过所述多孔壁(8, 9)排出。
2. 根据权利要求1所述的方法, 其中提供所述结构化表面(7)的所述模压元件(2)的至少一部分至少临时地由易变形的材料制成。
3. 根据权利要求2所述的方法, 其中所述易变形的材料是弹性的。
4. 根据前述权利要求的任一项所述的方法, 其中所述收受器的底壁(8)包括多孔壁, 所述多孔壁具有基本上各向同性的孔密度。
5. 根据前述权利要求的任一项所述的方法, 其中所述收受器(5)配有基本上平面的底面。
6. 根据前述权利要求的任一项所述的方法, 包括提供基本上没有粘合剂物质的悬浮液。
7. 根据前述权利要求的任一项所述的方法, 包括以如下方式施加所述模压元件(2)的所述结构化表面(7), 使得在所述一些悬浮液上施加的压力基本上等于或低于由于所述模压元件(2)所受的万有引力引起的压力与大气压力之和的压力。
8. 根据前述权利要求的任一项所述的方法, 包括从所述一些悬浮液(6)基本上排出所有液体介质, 以留下粉末压坯(3)作为残留物, 并随后烧结所述粉末压坯(3)。
9. 在制造具有反射和/或折射表面结构的陶瓷光学器件期间对根据前述权利要求的任一项所述的方法的应用。

10. 一种可以利用根据权利要求 1-8 的任一项所述的方法获得的陶瓷器件。

生产具有表面结构的器件的方法、陶瓷器件 以及这种方法的应用

技术领域

本发明涉及一种生产具有表面结构的器件的方法，该方法包括：
提供颗粒在液体介质中的悬浮液，该颗粒是易于烧结的，
提供具有结构化表面的模压元件，所述结构化表面配有所述表面结构的至少一部分的阴压痕，
提供包括收受器的模子，
在收受器中引入一些悬浮液，以及
将模压元件的结构化表面施加到收受器中的悬浮液。
本发明还涉及这种方法的应用。
本发明还涉及可以利用这种方法获得的陶瓷器件。

背景技术

如上所述的方法的例子是已知的。Gebhardt, S. 等人的文章 “Fine Scale 1-3 Composites Fabricated by the Soft Mold Process: Preparation and Modeling” (Ferroelectrics, Vol. 241 (2000) pp. 67-73) 中含有对软模制工艺的评价，该工艺允许利用不同尺寸、性状和间距的杆制造 1-3 个复合体。如文中所述的，软模制工艺的思路是使用已经通过微系统技术结构化的主模具。在被评估的方法中，应用了硅主模具。通过深反应离子蚀刻工艺对它们进行结构化，该工艺提供了高长宽比的结构。从 Si 主模具取出很多软塑性模版并用陶瓷片填充。干燥之后，可以使陶瓷生坯脱模而没有缺陷。在粘合剂烧尽并在 PbO 受控气氛中烧结之后，用环氧树脂填充结构并通过研磨去除基底。所得的 1-3 个复合体随后被电极化 (electroded and poled)。

已知方法的缺点在于燃尽的粘合剂会由于陶瓷结构中较大的粒径而导致不规则表面。为了获得许多应用所用的充分光滑的表面，需要机械修整。这又是形成高长宽比结构的障碍。

发明内容

本发明的目的是提供上述种类的方法和陶瓷器件，其能够生产具有高表面质量的器件。

该目的是通过根据本发明的方法实现的，该方法的特征在于，模子的收受器具有至少一个多孔壁，且其特征不在于，在施加模压元件的结构化表面的同时至少一部分液体介质被通过所述多孔壁排出。

因为液体介质在施加模压元件的结构化表面的同时至少被部分排出，因此获得了高的充填密度。结果，只需要较少的粘合剂，优选一点也不需要，来保持生坯的形状稳定性。因为液体介质被通过多孔壁排出，因此其以均匀方式被排出且向表面结构之外的其它侧排出。这样获得了均质的生坯，该生坯可以在较低的烧结温度下被烧结成致密的压制坯。这又导致了较小的粒径，尤其是在表面结构的位置处。获得了更为光滑的表面。

在优选实施例中，提供所述结构化表面的所述模压元件的至少一部分至少临时地由易变形的材料制成。

于是，减小了在去除模压元件时生坯形变的风险。

优选地，所述易变形的材料是弹性的。

于是，该模压元件可以再次使用，因为它是弹性的意味着在形变之后它会返回其原来的形状。

在优选实施例中，所述收受器的底壁包括多孔壁，所述多孔壁具有基本上各向同性的孔密度。

这具有液体介质均匀排出的效果。结果，在所得的生坯中颗粒具有均匀分布。

在优选实施例中，所述收受器配有基本上平面的底面。

于是，实际上在表面结构的平面中没有材料性质的梯度，因为在至少一部分液体介质通过一个或多个多孔壁排出期间实际上没有梯度。

优选实施例包括提供基本上没有粘合剂物质，优选完全没有粘合剂物质的悬浮液。

于是，在形成生坯时不必烧掉粘合剂。因此在生坯中将存在更少的空隙，在烧结之后在完成的器件中也存在更少的空隙。由于在生坯中没有粘合剂，获得烧结用致密粉末压制坯所需的热处理将较不强烈。这又意味着要获得良好的表面质量只需要很少或不需要机械修

整。

优选地，该方法包括以如下方式施加所述模压元件的所述结构化表面，使得在所述一些悬浮液上施加基本上等于或低于由于所述模压元件所受的万有引力引起的压力与大气压力之和的压力。

这具有如下效果：在排出液体介质时形成的粉末压坯中减小了应力。低应力有助于避免粉末压坯中的充填密度差异。

优选实施例包括从所述一些悬浮液基本上排出所有液体介质，留下粉末压坯作为残留物，并随后烧结所述粉末压坯。

因为基本上所有液体介质都排出了，烧结工艺主要仅为熔化颗粒所需要。结果，烧结工艺可以保持相对简洁。此外，所需的烧结温度更低。这本身有助于实现更低的表面粗糙度。

根据本发明的另一方面，在制造具有反射和/或折射表面结构的陶瓷光学器件期间应用根据本发明的方法。

由于通常陶瓷器件所固有的属性，陶瓷光学器件是非常合乎需要的。这些有利的属性包括低热膨胀系数、高热稳定性、高折射率、介电性质、高热导率和紫外线（UV）通量下的稳定性。通过应用根据本发明的方法，可以以较低的成本获得具有高长宽比和相对于光学波长（ $\sim 380\text{-}800\text{nm}$ ）低表面粗糙度的光学器件。具体而言，在很大程度上避免了复杂的机器加工（研磨、抛光）。

根据本发明的另一方面，提供了一种可以利用根据本发明的方法获得的陶瓷器件。

该器件的特征在于，相对而言没有因机械加工而造成的记号并且表面粗糙度低，该表面粗糙度的值在迄今为止不用这种机械修整无法获得的范围之内。具体而言，表面粗糙度低于 800nm ，更优选的低于 400nm 。于是入射到表面上的光不会被严重散射。该器件的优选实施例特征在于所具有的结构化表面有着比机加工所能获得的更为复杂的形状。

附图说明

将参考附图更详细地解释本发明，其中：

图 1A-1D 示出了生产陶瓷器件的方法中的非常示意性方式的几个步骤；以及

图 2 为比较在 1900°C 下烧结的陶瓷器件的表面粗糙度和在 1500°C 下烧结的陶瓷器件的表面粗糙度的示意图。

具体实施方式

在图 1 中，示出了用于生产粉末压坯 3 的模子 1 和模压元件 2，粉末压坯 3 在上表面上具有表面结构 4。模子 1 包括收受器 5。将易于烧结的颗粒（优选为陶瓷材料）的一些悬浮液浇注到模子 1 中，获得如图 1A 所示的台。

示范性成分包括但不限于氧化物、碳化物、氮化物、硅化物、硼化物、硅酸盐、钛酸盐、锆酸盐及其混合物，以及铝、钡、铍、硼、钙、镁、镧及其他镧系元素、铅、硅、钨、钛、锆及其混合物。在任何情况下，该器件包括易于烧结的材料，优选为氧化物，即该材料具有在热的影响下不实际液化而聚集的属性。在有利实施例中，使用对可见波长的光透明的陶瓷材料以便生产光学器件。用于本目的合适的陶瓷的例子包括 Al_2O_3 和 YAG。候选材料的其他例子包括 AlON 、 MgAl_2O_4 、 Y_2O_3 、 $\text{Si}_2\text{Al}_6\text{O}_{13}$ 、 AlN 、 SiC 、 SiN 、 MgO 、 SiO_2 、 Li_2O 和 ZrO_2 。

颗粒悬浮于其中的液体介质可以包括混合物。在优选而简单的实施例中，液体介质的主要成分是水。可以使用例如分散剂的添加剂以为悬浮液赋予所需的性质。不过，优选使用基本上没有任何粘合物质的悬浮液。粘合剂是粘着地作用以在烧结前将颗粒保持在一起的物质。由于悬浮液没有粘合剂，因此在使器件成形之后不需要烧尽它们。烧尽粘合剂会在所得的粉末压坯中留下空隙。需要高温烧结来除去这些空隙。这些因素使得表面粗糙度不利地增大。

在优选实施例中，颗粒具有主要在 0.01-25 μm 范围内，更优选 0.01-2 μm 范围内的粒径分布。这有助于在干燥时获得高充填密度。适合的粉末可以从 Konoshima Chemical Company Ltd. 获得。

模压元件 2 具有结构化表面 7，该结构化表面 7 提供了至少一部分表面结构 4 的阴压痕。因此，这是在形成表面结构 4 后从粉末压坯 3 的上表面突出的一部分表面结构 4 的阴形。

图 1B 示出了已经将结构化表面 7 施加到收受器中该一些悬浮液 6 的阶段。在本文中，施加结构化表面 7 表示将至少一部分结构化表面 7 浸没在该一些悬浮液 6 中。于是，使模压元件从一侧接触到悬浮液，

即从暴露表面一侧接触到悬浮液。以下将更完全地描述模压元件 2。现在，要注意模压元件 2 的优选实施例仅仅留下浮在该一些悬浮液 6 上。限制了其在垂直于施加其的方向的方向中的运动。不必一定限制其在垂直方向上的运动，即在施加方向上的运动。优选地，除了模压元件 2 的万有引力引起的压力之外，不向该一些悬浮液 6 施加其他压力。在其他实施例中，例如通过伺服机构控制模压元件 2 的位置。然后，在干燥颗粒悬浮液以形成粉末压坯 3 时在悬浮液上施加更少的压力。

收受器 5 由至少一个多孔壁限定，该多孔壁优选包括底壁 8，以及可选的侧壁 9。在施加模压元件 2 的结构化表面 7 时，通过一个或多个多孔壁排出该一些悬浮液中包含的液体介质的至少一部分。优选孔尺寸是这样的，其使得通过毛细管力从收受器 5 提取出液体介质。孔直径小于平均颗粒大小。在优选实施例中，孔直径在 $0.05-5\ \mu\text{m}$ 的范围内。

在该优选实施例中，（多孔）底壁 8 基本上是平面。也就是说，高度变化至少比要形成的表面结构 4 的变化低一个数量级。粉末压坯 3 与具有表面结构 4 的一侧相反的表面是光滑和平面的。优选收受器的每个多孔壁上的孔密度也是各向同性的，以提供具有均匀粒径的粉末压坯 3。

在备选实施例（未示出）中，收受器 5 的（多孔）底壁具有带形状的或结构化表面。这具有如下优点：只需很少额外的制造工作就可以增加可以获得的生坯形状的范围。例如，有形状的壁可以为生坯表面赋予一定的曲率。收受器 5 的结构化底壁将配有表面结构的阴压痕，该表面结构的阴压痕将在由模压元件 2 提供的表面结构 4 的相反侧上提供。

在从图 1B 所示的阶段过渡到图 1C 所示的阶段期间基本上所有的液体介质都被排出，从而在收受器 5 中留下粉末压坯。于是，模压元件 2 的结构化表面 7 和粉末压坯 3 的表面结构 4 之间的接触被打破。从模子 1 中去除粉末压坯 3，获得图 1D 中所示的阶段。然后烧结粉末压坯 3。

在优选实施例中，模子 1 由与易于烧结的颗粒相同的材料制成，或者至少具有相同的主要成分。这样通过减小对模子 1 的粘附力而有

助于粉末压坯 3 的脱离。可选地,在底壁 8 和侧壁 9 上提供额外涂层以促进从模子 1 释放粉末压坯 3。

模压元件 2,或至少提供结构化表面 7 的部分,由易变形的材料制成,以进一步防止在与模压元件 2 的接触破裂时生坯变形。在一些实施例中,模压元件 2 基本上是刚性的,且通过热处理而变形,例如熔化或燃烧,或分解。在优选实施例中,模压元件 2 是可以再次使用的,因此,由弹性体材料,诸如 PDMS(硅橡胶)制成。也可以使用在软模制工艺中通用的其他材料。可以对结构化表面 7 进行涂覆,使其亲水或疏水和/或降低与粉末压坯 3 中的颗粒的粘附力。使用弹性模量较低的模压元件 2 来形成包括具有较高长宽比的特征的表面结构。选择这样一个值,使得在模压元件 2 的表面受到与粉末压坯 3 的断裂应力具有相同数量级的张力时,模压元件 2 变形的程度与粉末压坯 3 中的粒径具有相同的数量级。

在图 1D 所示阶段之后,烧结粉末压坯 3。由于装填良好,通过图 1A-1D 所示的方法可以获得小颗粒的均匀分布,可以获得小的粒径。具体而言,粉末压坯 3 的装填比利用不同技术(例如注射成型或压延加工)形成时好得多。这允许在较低温度下进行烧结。对于 Al_2O_3 粉末压坯 3,烧结温度的值优选在 1000°C - 1500°C 的范围内,更优选地在 1100°C - 1500°C 的范围内。图 2 示出了与使用这样的较低温度相关的有利效果。

图 2 示出了利用氧化铝作为陶瓷材料,通过本文提供的方法制造的烧结陶瓷器件的表面形态。一条曲线是关于在 1500°C 下烧结的器件的,另一条是关于在 1900°C 下烧结的器件的。在较低温度下烧结的一个具有光学光滑的表面几何结构,这与另一个相反。注意,没有抛光标记,例如划痕、蚀刻的晶粒边界等。这与表面结构中包括的特征的高长宽比一起构成了可以通过上述方法获得的陶瓷器件的特征。

具有通过上述方法制得的表面结构的器件范例包括在平面表面中具有杯形凹坑的特征。杯形凹坑具有从表面测量的 0.13mm 的深度。它们被形成平行六面体形状,具有 1mm 的正方形底部。底部位于表面的平面中。由于使用上述方法可以获得的粒径小,因此可以将杯形凹坑的边以及角点保持在严格容限范围内。

通常,这里所述的方法适于获得包括长宽比至少为 3.5 最大为大

约 10 的特征的表面结构。这里，长宽比被定义为特征的长度除以其宽度。凹坑的长度对应于从提供其的表面测量的其深度，而独立特征（例如柱）的长度等于其从表面突出的距离。宽度对应于其在表面平面中的最小横向尺寸。特征可以具有毫米或微米范围内的尺寸。下限大约为通过烧结器件可以获得的典型粒径的六倍，通常刚好小于一个微米。上限在大约 10cm 的范围内。

可以使用上述方法制造的器件范例包括用于众多应用的材料为各种不同陶瓷的各种结构。器件的范例包括热管、超声换能器、刀头和骨生长传感器，所有这些都具有微米尺度的特征。

当器件由光学透明或反射的材料制成时，可以制作光学器件。可以涂布涂层以为表面结构 4 赋予反射属性。光学器件的范例包括用于发光二极管的高折射率准光器透镜（菲涅耳透镜和“普通”透镜）、用于 LED 且具有高热导率的衬底、用于记录装置的球面或非球面透镜等。

所有这些应用都有利地利用了由于（优选）使用软模压元件 2、稳定性良好的悬浮液、具有适当毛细管力和适中的烧结温度的模子 1 而获得的有利属性。

应当注意，上述实施例阐明而非限制本发明，本领域的技术人员将能设计出许多备选的实施例而不脱离所附权利要求书的范围。在权利要求书中，置于括号内的任何附图标记都不应被理解为对权利要求的限制。“包括”一词不排除在权利要求列举的元件或步骤之外存在其他元件或步骤。元件前的“一”或者“一个”不排除存在多个这样的元件。简单的事实在于，在互不相同的从属权利要求中记载了特定的手段并不表明不能有利地利用这些手段的组合。

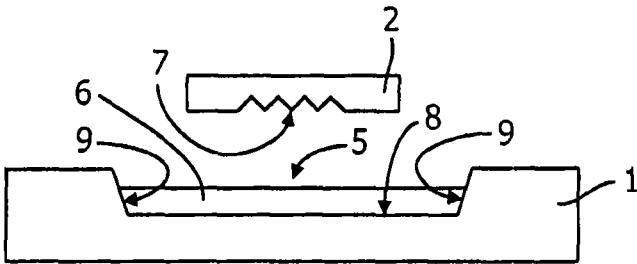


图 1A

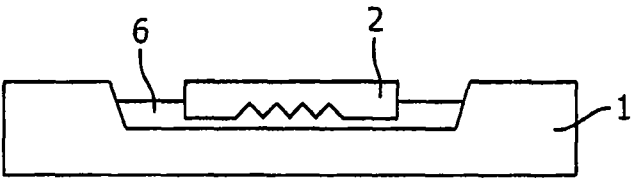


图 1B

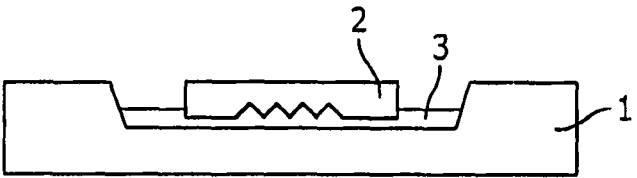


图 1C



图 1D

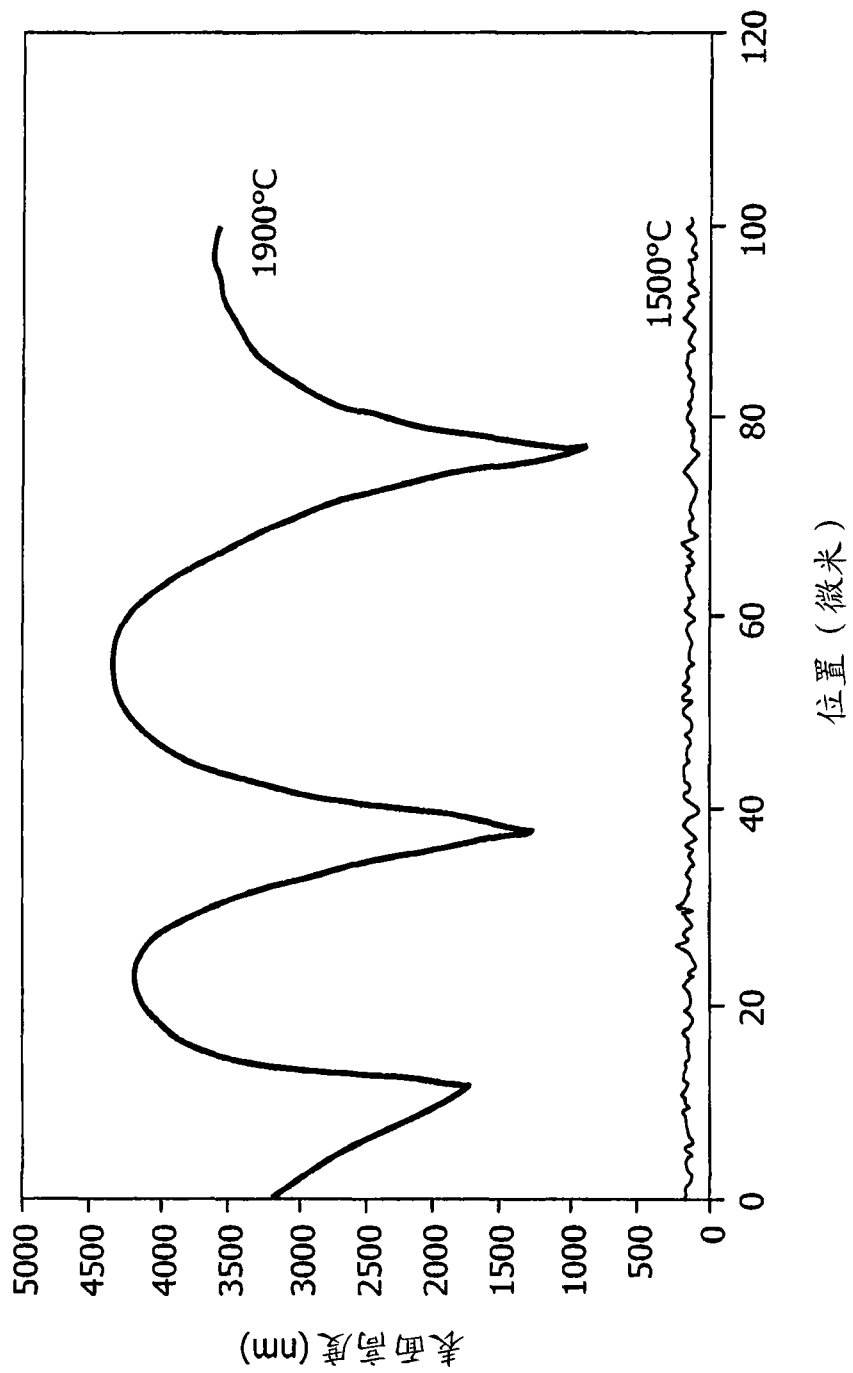


图 2