



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104995396 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201380073267. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 12. 19

F02M 61/16(2006. 01)

(30) 优先权数据

G25D 1/10(2006. 01)

61/740, 708 2012. 12. 21 US

F02M 61/18(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 08. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/076321 2013. 12. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/100299 EN 2014. 06. 26

(71) 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 保罗·A·马丁森 巴里·S·卡彭特

大卫·H·雷丁杰

斯科特·M·施诺布里克

赖安·C·舍克

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 孙纪泉

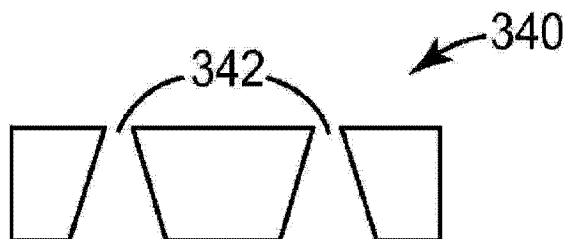
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

包括注塑的制备喷嘴的方法

(57) 摘要

本发明描述了制备燃料喷嘴的方法。更具体地,描述了包括注塑的制备燃料喷嘴的方法。所述注塑可包括聚合物注塑、粉末注塑、或微粉末注塑,所述微粉末注塑包括微金属注塑。以所描述的方法形成微结构可使用对能够进行多光子反应的材料的选择性曝光。



1. 一种制备燃料喷射器喷嘴的方法,所述方法包括:
提供能够进行多光子反应的第一材料;
使用多光子工艺在所述第一材料中形成第一微结构化图案;
在与所述第一材料不同的第二材料中复制所述第一微结构化图案,以制备包括所述第二材料中的第二微结构化图案的第一模具;
在第三材料中复制所述第二微结构化图案,以制备包括第三微结构化图案的第二模具,所述第三微结构化图案包括所述第三材料中的多个微结构;
在所述第三材料中的多个微结构的顶端附近将板定位在所述第二模具上方;
在位于所述第二模具上方的围绕所述第三微结构化图案的且位于所述板下方的区域中注塑第四材料;以及
移除所述板和所述第二模具,得到燃料喷射器喷嘴,所述燃料喷射器喷嘴包括第四材料,并且还包括多个通孔。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第四材料与所述第三材料相同,或者所述第四材料不同于所述第一材料、所述第二材料和所述第三材料。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中在第二材料中复制所述第一微结构化图案的步骤包括电铸所述第一微结构化图案。
4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中所述第二材料包括镍或镍合金。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第四材料包括聚合物、金属、陶瓷、或它们的任何组合。
6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法,其中所述第一材料包括聚(甲基丙烯酸甲酯)。
7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法,其中所述第一材料能够进行双光子反应。
8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中所述双光子反应包括同时发生的双光子吸收。
9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法,其中所述微结构包括三维直线体、三维曲线体、或它们的组合。
10. 根据权利要求 1 所述的方法,所述方法还包括移除所述燃料喷射器喷嘴的所述第四材料的剩余部分,以打开所述多个通孔。
11. 一种制备燃料喷射器喷嘴的方法,所述方法包括:
提供能够进行多光子反应的第一材料;
使用多光子工艺在所述第一材料中形成第一微结构化图案;
在与所述第一材料不同的第二材料中复制所述第一微结构化图案,以制备包括第二微结构化图案的模具,所述第二微结构化图案包括所述第二材料中的多个微结构;
在所述第二材料中的所述多个微结构的顶端附近将板定位在所述模具上方;
在位于所述模具上方的围绕所述第二微结构化图案的且位于所述板下方的区域中注塑第三材料;以及
移除所述板和所述模具,得到燃料喷射器喷嘴,所述燃料喷射器喷嘴包括所述第三材料,并且还包括多个通孔。
12. 根据权利要求 1 或 11 所述的方法,其中所述第三材料不同于所述第一材料和所述第二材料,或者所述第三材料与所述第二材料相同。

13. 根据权利要求 11 所述的方法,所述方法还包括移除所述燃料喷射器喷嘴的所述第三材料的剩余部分,以打开所述多个通孔。

14. 一种制备燃料喷射器喷嘴的方法,所述方法包括:

通过在第一材料中形成微结构化图案来形成模具,所述第一微结构化图案包括多个微结构;

在所述第一材料中的所述多个微结构的顶端附近将板定位在所述模具上方;

在位于所述模具上方的围绕所述微结构化图案的且位于所述板下方的区域中注塑与所述第一材料不同的第二材料;以及

移除所述板和所述模具,得到燃料喷射器喷嘴,所述燃料喷射器喷嘴包括所述第二材料,并且还包括多个通孔。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中形成微结构化图案通过端铣、磨削、EDM、或它们的任何组合来完成。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,所述方法还包括移除所述燃料喷射器喷嘴的所述第二材料的剩余部分,以打开所述多个通孔。

17. 一种制备燃料喷射器喷嘴的方法,所述方法包括:

提供能够进行多光子反应的第一材料;

使用多光子工艺在所述第一材料中形成第一微结构化图案;

在与所述第一材料不同的第二材料中复制所述第一微结构化图案,以制备包括所述第二材料中的第二微结构化图案的第一工具;

使用所述工具来形成包括多个微结构的第三微结构化图案以形成模具,所述第三微结构化图案是金属基底中的所述第二微结构化图案的反转图案;

在所述金属基底中的所述多个微结构的顶端附近将板定位在所述第二模具上方;

在位于所述模具上方的围绕所述第三微结构化图案的且位于所述板下方的区域中注塑第三材料;以及

移除所述板和所述模具,得到燃料喷射器喷嘴,所述燃料喷射器喷嘴包括所述第三材料,并且还包括多个通孔。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述工具为电极。

19. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述工具通过 EDM 在金属基底中形成第三微结构化图案。

20. 根据权利要求 17 所述的方法,所述方法还包括移除所述燃料喷射器喷嘴的所述第三材料的剩余部分,以打开所述多个通孔。

21. 根据权利要求 10、13、16 和 20 中任一项所述的方法,其中移除所述剩余部分通过背侧磨削、EDM、或它们的组合来完成。

22. 根据权利要求 1、11、14 和 17 中任一项所述的方法,所述方法还包括使所述燃料喷射器喷嘴脱粘、烧结所述燃料喷射器喷嘴、向所述燃料喷射器喷嘴的表面施加金属、或它们的任何组合。

包括注塑的制备喷嘴的方法

技术领域

[0001] 本公开涉及制备喷嘴的方法。更具体地,本公开涉及制备可被用作燃料喷射器或者燃料喷射器系统的部件的喷嘴的方法。

背景技术

[0002] 在许多内燃机中,燃料喷射器对于精确地控制燃料和空气的混合是重要的,从而确保在最低残余烃类情况下的高效燃烧。为使效率最大化并使排放最小化,通过对燃料喷射器系统仔细的设计可实现减少未烧尽的烃类。

[0003] 燃料喷射器系统的设计和总效率的中心是对一个或多个燃料喷射器喷嘴的构造,因为该燃料喷射器喷嘴引导、控制和定形燃料进入发动机燃烧部分的喷雾。燃料喷射器喷嘴通常由很难将精确设计元件或复杂构造(诸如薄型规格金属压印件)牢靠地结合进来的工艺形成。其他方法,诸如形成倒像喷嘴工具,通常要求多个高代价(金钱和时间二者)的制造步骤,诸如对由该工具压印的每个聚合物预成形品进行电铸并进一步磨削或平整化每个预成形品以获得通孔。存在对制造步骤的高代价最小化同时仍然允许精确控制喷嘴形状和尺寸的工艺的需要。

发明内容

[0004] 在一个方面,本公开描述了一种制备燃料喷射器喷嘴的方法。更具体地,本公开描述了一种方法,包括提供能够进行多光子反应的第一材料,使用多光子工艺在该第一材料中形成第一微结构化图案,在与第一材料不同的第二材料中复制第一微结构化图案,以制备包括该第二材料中的第二微结构化图案的第一模具,以及在第三材料中复制第二微结构化图案,以制备包括第三微结构化图案的第二模具,该第三微结构化图案包括第三材料中的多个微结构。另外,本公开描述了在第三材料中的多个微结构的峰近侧将板定位在第二模具上方,在位于第二模具上方的围绕第三微结构化图案的且位于板下方的区域中注塑第四材料,以及移除板和第二模具,得到燃料喷射器喷嘴,其包括第四材料并且还包含多个通孔。

[0005] 在一些实施例中,第三材料可与第一材料和第二材料不同。在其他实施例中,第三材料可与第二材料相同。第四材料可与第三材料相同,或者可与第一材料、第二材料和第三材料不同。在一些实施例中,在第二材料中复制第一微结构化图案包括电铸第一微结构化图案。在此类实施例中,第二材料可为镍或镍合金。在一些实施例中,第四材料可由聚合物、金属或陶瓷组成。第一材料可由聚(甲基丙烯酸甲酯)组成,和/或可为能够进行双光子反应的材料,该双光子反应可能为同时发生的双光子吸收。在一些实施例中,所描述的微结构可为三维直线体,或三维曲线体。

[0006] 另外,所描述的方法可还包括如下步骤:移除燃料喷射器喷嘴的第四材料的剩余部分以打开多个通孔。此步骤可通过背侧磨削或EDM来实现。该工艺另外的步骤可包括使燃料喷射器脱粘,烧结燃料喷射器,以及向燃料喷射器喷嘴的表面施加金属。

[0007] 在另一方,本公开描述了制备燃料喷射器喷嘴的方法,其包括提供能够进行多光子反应的第一材料以及使用多光子工艺在第一材料中形成第一微结构化图案。另外,该方法包括在与第一材料不同的第二材料中复制第一微结构化图案,以制备包括第二微结构化图案的模具,该第二微结构化图案包括第二材料中的多个微结构,在第二材料中的多个微结构的峰近侧将板定位在模具上方,在位于模具上方的围绕第二微结构化图案的且位于板下方的区域中注塑第三材料,以及移除板和模具,得到燃料喷射器喷嘴,其包括第三材料并且还包括多个通孔。

[0008] 在一些实施例中,第三材料可与第一材料和第二材料不同。在其他实施例中,第三材料可与第二材料相同。所描述的方法可还包括如下步骤:移除燃料喷射器喷嘴的第三材料的剩余部分,以打开多个通孔。此步骤可通过背侧磨削或 EDM 来实现。该工艺的另外步骤可包括使燃料喷射器脱粘,烧结燃料喷射器,以及向燃料喷射器喷嘴的表面施加金属。在另一方面,本公开描述了一种制备燃料喷射器喷嘴的方法,包括通过在第一材料中形成微结构化图案来形成模具,该第一微结构化图案包括多个微结构,以及在模具中多个微结构的峰近侧将板定位在第一模具上方。另外,该方法包括在位于模具上方的围绕微结构化图案的且位于板下方的区域中注塑与第一材料不同的第二材料,以及移除该板和模具,得到燃料喷射器喷嘴,其包括第二材料并且还包括多个通孔。

[0009] 在一些实施例中,形成微结构化图案可通过端铣来实现。在其他实施例中,形成微结构化图案可通过背侧磨削或 EDM 来实现。所描述的方法可还包括如下步骤:移除燃料喷射器喷嘴的第二材料的剩余部分,以打开多个通孔。此步骤可通过背侧磨削或 EDM 来实现。该工艺的另外的步骤可包括使燃料喷射器脱粘,烧结燃料喷射器,以及向燃料喷射器喷嘴的表面施加金属。

[0010] 在仍然另一个方面,本公开描述了一种制备燃料喷射器喷嘴的方法,包括提供能够进行多光子反应的第一材料以及使用多光子工艺在第一材料中形成第一微结构化图案。该方法还包括在与第一材料不同的第二材料中复制第一微结构化图案,以制备包括第二材料中的第二微结构化图案的工具,使用该工具在金属基底中形成包括多个微结构的第三微结构化图案以形成模具,该第三微结构化图案是第二微结构化图案的反转图案,在金属基底中的多个微结构的峰近侧将板定位在模具上方,在位于模具上方的围绕第三微结构化图案的且位于板下方的区域中注塑第三材料,以及移除该板和模具,得到燃料喷射器喷嘴,其包括第四材料并且还包括多个通孔。

[0011] 在一些实施例中,该工具可为电极。该工具可通过 EDM 在金属基底中形成微结构化图案。所描述的方法可还包括如下步骤:移除燃料喷射器喷嘴的第三材料的剩余部分,以打开多个通孔。此步骤可通过背侧磨削或 EDM 来实现。该工艺的另外的步骤可包括使燃料喷射器脱粘,烧结燃料喷射器,以及向燃料喷射器喷嘴的表面施加金属。

附图说明

[0012] 图 1A-1J 为制备喷嘴的方法的中间示意性横截面正视图。

[0013] 图 2A-2H 为制备喷嘴的另一方法的中间示意性横截面正视图。

[0014] 图 3A-3E 为制备喷嘴的另一方法的中间示意性横截面正视图。

具体实施方式

[0015] 应当理解,在本领域中,术语“喷嘴”可具有多种不同的含义。在一些具体的参考文献中,术语“喷嘴”具有广泛的定义。例如,美国专利公布 2009/0308953 A1 (Palestrant 等人) 公开了“雾化喷嘴”其包括多个元件,这些元件包括闭塞室 50。这区别于对本文所提出的喷嘴的理解和定义。例如,当前描述的喷嘴将大体对应于 Palestrant 等人所述的孔插入部 24。一般来讲,当前描述的喷嘴可被理解为雾化喷雾系统的最终锥形部分,喷雾最终从该最终锥形部分喷出;例如参见韦氏字典 (Merriam Webster's dictionary) 对喷嘴的定义 (“带有锥形部或收缩部的短管,用来 (在软管上) 加速或引导流体的流动”),参考美国专利 5,716,009 (Ogihara 等人) 可获得进一步理解。同样在该参考中,流体喷射“喷嘴”被广泛定义为多件式阀元件 10;参见卷 4,26-27 行 (“充当流体喷射喷嘴的燃料喷射阀 10...”)。本申请中使用的对当前的术语“喷嘴”的定义和理解应涉及第一孔板 130 和第二孔板 132,并且还可能涉及例如套筒 138 (参见 Ogihara 等人的专利的图 14 和图 15),该套筒位于燃料喷雾器近侧。对本文所描述的术语“喷嘴”的相似理解用在美国专利 5,127,156 (Yokoyama 等人) 中。该专利中,喷嘴 10 独立于附接或集成的结构的元件诸如旋流器 12 来定义, (参见图 1(II))。当术语“喷嘴”涉及整个说明书下文和权利要求时,应牢记上文定义的理解。喷嘴也可指喷嘴板或喷嘴阵列;即,单个部件上的通孔的集合。相似地,一起制造的并且随后被切割开或者以其他方式分开的喷嘴组、喷嘴阵列、或者喷嘴板也限制在喷嘴的该定义下。

[0016] 图 1A 为材料 100 的一部分的横截面示意性正视图。材料 100 可为任何合适的化合物或物质。在一些实施例中,材料 100 的一个或多个部分能够进行多光子反应。该表述“能够进行多光子反应”应理解为意指该材料能够通过同时吸收多光子来进行多光子反应。例如,材料 100 能够通过同时吸收双光子来进行双光子反应。例如,能够进行多光子反应的合适的材料和材料体系描述于例如美国专利 7,583,444 (DeVoe 等人)、美国专利 7,941,013 (Marttila 等人)、以及名称为“高性能多光子可固化反应性物质 (Highly Functional Multiphoton Curable Reactive Species)”的 PCT 公开 WO 2009/048705 A1 中。

[0017] 在一些情况下,材料 100 可为光反应性组合物,该光反应性组合物包括能够进行酸性引发或自由基引发的化学反应的至少一种反应性物质,以及至少一种多光子光引发剂体系。适用于光反应性组合物中的反应性物质包括可固化物质和不可固化物质两者。示例性可固化物质包括加成可聚合单体和低聚物以及加成可交联聚合物 (诸如可自由基聚合的或可交联的烯键式不饱和物质,包括例如丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、聚 (甲基丙烯酸甲酯) 和某些乙烯基化合物,诸如苯乙烯),以及阳离子可聚合的单体和低聚物和阳离子可交联的聚合物 (其最常见为酸性引发的并且包括例如环氧化物、乙烯基醚、氰酸酯等) 等等、以及它们的混合物。示例性不可固化物质包括反应性聚合物,在酸性引发或自由基引发的反应时,该反应性聚合物的溶解度可增大。此类反应性聚合物包括例如具有酯基团的水性不溶解聚合物,该酯基团能够被光生酸转换成水性可溶的酸性基团 (例如,聚 (4-叔-丁氧羰基氧代苯乙烯)。不可固化物质还包括化学增幅光致抗蚀剂。

[0018] 所述多光子光引发剂体系使聚合能够被限制或局限于用于曝光所述第一材料的聚光束的焦区。这种体系优选为包括至少一种多光子光敏剂、至少一种光引发剂 (或电子

受体)以及任选地至少一种电子供体的双组分体系或三组分体系。

[0019] 材料 100 可被定位在基底 102 上。材料 100 可基于特定应用使用任何合适的涂布方法涂布在基底 102 上。例如,材料 100 可通过溢涂(flood coating)来涂布在基底 102 上。其它示例性方法包括刮涂、凹口涂布、逆辊涂布、凹版涂布、喷涂、棒涂、旋涂和浸涂。

[0020] 根据特定应用和受到使用的方法,基底 102 可来自多种膜、片材和其他表面(包括硅圆片和玻璃板)。在一些情况下,基底 102 是足够平坦的,使得材料 100 具有均匀的厚度。在一些情况下,材料 100 可以块体形式被曝光。在这些情况下,基底 102 可不包括在制造工艺中。在一些情况下,诸如当该工艺包括不止一个电铸步骤时,基底 102 可为导电的或半导电的。

[0021] 接下来,材料 100 可选择性曝光于具有足够强度的入射光中来导致由曝光区域中的第一材料同时吸收多个光子。该曝光可通过能够提供具有足够强度的光的任何方法来实现。示例性曝光方法在 2007 年 3 月 27 日提交的名称为“用于制备微针、微针阵列、母板和复制工具的工艺(Process For Making Microneedles, Microneedle Arrays, Masters, And Replication Tools)”的共同拥有和转让的美国专利申请公布 2009/0099537 中有所描述。

[0022] 在选择性曝光材料 100 之后,将所曝光的材料 100 放置在溶剂中以溶解具有较高溶剂溶解度的区域。可用于使所曝光的第一材料显影的示例性溶剂包括水性溶剂,诸如例如水(例如,pH 在 1 至 12 范围内的水)和水与有机溶剂的相容共混物(例如,甲醇、乙醇、丙醇、丙酮、乙腈二甲基酰胺、N-甲基吡咯烷酮等等、以及它们的混合物)的相容共混物;和有机溶剂。示例性的可用有机溶剂包括:醇(例如甲醇、乙醇和丙醇)、酮(例如丙酮、环戊酮和甲基乙基酮)、芳族化合物(例如甲苯)、卤烃(例如二氯甲烷和氯仿)、腈(例如乙腈)、酯(例如乙酸乙酯和丙二醇甲醚醋酸酯)、醚(例如乙醚和四氢呋喃)、酰胺(例如,N-甲基吡咯烷酮)等,以及它们的混合物。

[0023] 图 1B 为多光子母板 110 的横截面示意性正视图,其对应于所曝光和溶解的材料 100。多光子母板 110 包括第一微结构化图案 114,该第一微结构化图案包括至少一个第一微结构 114。为便于图解,第一微结构 114 的尺寸相对于多光子母板 110 的总体尺寸和厚度在图 1B 中未必按比例绘制和示出。第一微结构化图案 112 可具有任何合适的微结构构型,包括任何节距、形状或尺寸。在一些实施例中,微结构 114 可具有三维直线形状或者它们可具有三维曲线形状。每个微结构 114 可相同或者它们可随机、伪随机变化或者沿一个或多个轴线以梯度变化。如图 1A-1J 末尾所示,因为微结构 114 对于最终喷嘴的最终成形的部分是重要的,所以可要求精确控制多光子母板 110 的形成。

[0024] 在一些实施例中,尽管在图 1A-1J 中未示出,多光子母板 110 为金属化的或换句话说讲其通过在第一微结构化图案 114 的上表面涂布有薄的导电晶种层而被制成导电的。该导电晶种层可包括任何导电材料,包括例如银、铬、金和钛。在一些情况下,该晶种层可具有小于约 50nm、或小于约 40nm、或小于约 30nm、或小于约 20nm 的厚度。

[0025] 接下来,如图 1C 所示,晶种层被用于电铸多光子母板 110,或更具体地,电铸第一微结构化图案 112,从而得到形成在多光子母板 110 上的沉积材料 120。该电铸可使用任何合适的工艺变量,包括电铸溶液的成分、电流密度、电镀时间和基底速度。在一些实施例中,该电铸溶液可包含有机平整剂,例如硫化的烃基化合物、丙烯基磺酸、各种类型的聚乙二醇类、和硫代氨基甲酸酯,该硫代氨基甲酸酯包括二硫代氨基甲酸酯或硫脲和它们的衍生物。

沉积材料 120 可为任何合适的材料,包括银、钝化银、金、铯、铝、反射率增强的铝、铜、钴、铟、镍、铬、锡和合金,以及它们的组合。沉积材料 120 一般为与材料 100 不同的材料。

[0026] 该电铸工艺可在沉积材料 120 的一侧上得到粗糙或不平的电铸表面 122。如果需要,电铸表面 122 可被磨削或抛光从而得到沉积材料 120 的平滑表面 124,如图 1D 所示。合适的磨削方法可包括表面磨削和机械铣削。

[0027] 在一些实施例中,沉积材料 120 可直接沉积到多光子母板 110 上,而无需首先用晶种层来涂布第一微结构化图案 112。省略该步骤的合适的工艺包括,例如,溅射和化学气相沉积。换句话说讲,沉积材料 120 无需电铸。

[0028] 图 1E 示出模具 130(基本上对应于图 1D 中的沉积材料 120)从多光子母板 110 移除或者脱离。在一些实施例中,将模具 130 移除或脱离能够用手实现。在一些应用中,希望的是在模具 130 从多光子母板 110 移除之后,执行被示出为在图 1C 和图 1D 之间执行的磨削或抛光步骤。多光子母板 110 在模具 130 中留下形成第二微结构化图案 132 的印痕。第二微结构化图案大体对应于第一微结构化图案 112 的负像复制。在一些实施例中,因为模具 130 通过电铸工艺形成,模具 130 可具有从采用耐久性和耐磨性的金属继承的期望的物理特性。

[0029] 图 1F 示出用于形成底板 140 的模具 130。底板 140 可由任何合适的材料形成,该材料包括金属基底、陶瓷基底或聚合物基底,并可针对如下物理特性来选择,该物理特性诸如耐久性和高熔点或玻璃化转变温度,以在整个后续工艺步骤中不变形或保持形式。底板材料可与材料 100 和沉积材料 120 两者不同。在其他实施例中,底板材料可与沉积材料 120 相同。

[0030] 底板 140 可通过任何合适的方法,包括例如浇铸和固化法或注塑,来印上或换句话说讲致使与模具 130 的图案化表面(对应于图 1E 中的第二微结构化图案 132)适形。在一些实施例中,模具 130 可充当工具或电极以便通过放电机加工(EDM)来在底板 140 中复制第二微结构化图案 132。模具 130 可被使用多次以形成完整范围的底板 140,例如,如果期望底板 140 的长度是模具 130 的长度的两倍,则可使用模具 130 两次以形成两个相邻的微结构化图案,以此类推。相似地,模具 130 可被用来仅形成底板 140 的一部分中的图案;换句话说讲,在一些应用中可能希望在不完整整个底板 140 上形成微结构化图案。

[0031] 图 1G 示出在从模具 130 移除或换句话说讲脱离模具 130 之后的底板 140。底板包括第三微结构化图案 142,其应与第一微结构化图案 112 基本上相同并且基本上为第二微结构化图案 132 的负像。第三微结构化图案 142 包括一个或多个峰 144,峰 114 与在图 1B 中的多光子母板 110 上形成的第一微结构化图案 112 的微结构 114 基本上相同。在实施过程中,可通过制造工艺来引入微结构 114 和峰 144 之间的轻微变型。

[0032] 图 1H 示出底板 140 和顶板 150。顶板 150 可为任何合适的材料并且可具有任何合适的形状和尺寸。在一些实施例中,顶板 150 可以是与底板 140 相同的材料。顶板 150 可由金属或金属合金(诸如钢)来形成。在一些实施例中,顶板 150 的尺寸可被选择,使得该板在反复使用中耐磨和持久。顶板 150 可定位在底板 140 的峰近侧,并且在一些实施例中它们二者可接触。在一些实施例中,顶板 150 可具有成形的、结构化的、或微图案化的表面。底板 140 可被称为模具插入件。

[0033] 图 1I 示出注塑步骤。注入材料 160 填充底板 140 和顶板 150 之间的腔。对本领

域的技术人员显而易见的是,图 1I 的二维表示是为了便于图解,并且底板 140 和顶板 150 之间的区域可代表三维体积。换句话说,尽管底板 140 的峰之间的中间腔看似隔离,但是可存在通道 - 尽管二维上不可见 - 允许注入材料 160 来填充另外明显的隔离空间。

[0034] 图 1I 仅仅为注塑步骤的示意性表示,并且可包括用于该工艺的其它必要部件,包括例如,侧壁、注口、合适的输入线、以及必要的以从树脂获得合适流动性的加热元件。注入材料 160 流入到形成在底板 140 和顶板 150 之间的腔中,注入材料 160 可被保持在或低于注入材料 160 形成足够刚性的部件的温度。注塑工艺的合适参数,诸如仔细控制压力以完全填充板之间的体积。

[0035] 注入材料 160 可为任何材料并且可依据与注入该材料一起使用的工艺。例如,注塑步骤可为聚合物注塑。对应地,注入材料 160 可部分地或完全地为聚合物、聚合物树脂、或氟化聚合物。可针对材料的流变性(包括玻璃化转变温度和熔点)来选择材料。

[0036] 在一些实施例中,注塑步骤可包括粉末注塑步骤,诸如金属注塑(MIM)。该工艺中的注入材料 160 可为金属粉末和粘结剂二者的化合物,该粘结剂可包括若干聚合物物质。金属粉末和粘结剂被均质化并且随后被加热,以与标准聚合物注塑相似的方式被注入冲模或模具中,并冷却使该化合物成形为期望的形式。这将形成被称为“生坯(green)”部件。而对于注塑步骤需要的粘结剂,在最终的模制部件中可能不是期望的。在这种情况下,需要脱粘步骤,其中模制的生坯部件根据具体的和仔细控制的温度特征图被加热以通过热降解来消除粘结剂。在一些实施例中,可通过用有机溶剂溶解粘结剂来完成脱粘,或者可通过提供包含催化剂的气氛来完成。在消除粘结剂之后,烧结部件。烧结需要加热 - 但低于金属的熔点 - 以通过原子扩散来增大模制部件的密度。在一些情况下,烧结可实现相对于理论最大值的好于 90%、95%、97% 或 99% 的密度。

[0037] 在一些实施例中,注塑步骤可包括微金属注塑(μ MIM)。微金属注塑非常类似于传统金属注塑,然而由于较小的特征结构尺寸(通常以成十或成百微米测量),在结合对模具成形工艺更精确控制中,需要较小粒度的金属粉末。本文所述的用来形成模具的具有精确特征结构控制的若干技术可有利地与微金属注塑工艺(诸如例如多光子曝光工艺)一起使用。相关技术,微陶瓷注塑(μ CIM)(其中使用陶瓷粉末代替金属粉末)具体地由于获得较小粉末晶粒尺寸的能力,在一些应用中可为有利的。较小的粉末晶粒尺寸可提高用于复制极度复杂的特征结构而增强保真的能力。 μ MIM 和 μ CIM 二者的通用术语为微粉末注塑(μ PIM)。

[0038] 注入材料 160 可与底板材料相同或相似。然而,在一些实施例中,注入材料 160 将与材料 100、沉积材料 120 和底板 140 的材料不同。

[0039] 在图 1J 中示出完成的部件。由于底板 140 和顶板 150 的形状,喷嘴阵列 170 可包括一个或多个通孔 172。同样,图 1J 为三维部件的二维横截面表示:尽管喷嘴阵列 170 看似为三个部分,但是在其他横截面中该阵列极可能是连接的。因为通孔 172 与在该工艺各处使用的微结构化图案有关,该微结构化图案包括多光子母板 110 上的第一微结构化图案 112,因此可通过精确控制每个微结构 114 来实现对通孔 172 的形状和外形的精确控制。在一些实施例中,可希望后形成处理,诸如背侧磨削或 EDM 来打开通孔 172 或通过任何合适的工艺来向喷嘴阵列 170 的表面涂布或施加金属以使其结合期望的属性诸如耐化学品性、耐磨性、或防污性。

[0040] 值得注意的是,因为可迅速地 and 牢靠地反复进行注塑步骤,因此产生高容量的部件不成问题,因为高容量步骤(即,需要为每个部件执行的步骤)与较少的好时操作一致。另外,本文所述的方法可包含最多一个高容量步骤,这与传统工艺相反,其中不得不为每个部件执行若干步骤。相比于传统工艺,所述方法的效率可节约时间和成本。例如,代替电铸每个部件,电铸步骤可仅被执行一次,从而得到许多部件,从而导致节约大量时间和成本。相似地,在一些实施例中,注模的部件无需进一步磨削来打开通孔,这与传统工艺相反,其中每个部件都需要被磨削。

[0041] 图 2A-2H 为示出制备喷嘴的另一种方法的中间示意性横截面。为避免冗余,不对图 2A-2H 重述对图 1A-1J 的随附描述,但是对应的描述可被假设施用到对应步骤。图 2A 对应于图 1A,包括材料 200(对应于图 1A 的材料 100)和基底 202(与图 1A 的基底 102 对应)。材料和基底可包括任何材料,包括如先前描述的方法中的材料、能够进行多光子反应的材料。

[0042] 如图 2B 所示,在材料 200 被选择性曝光于合适的辐射并被溶解后,包括第一微结构化图案 212 的多光子母板 210 被形成。需注意,第一微结构化图案 212 基本上为图 1B 中第一微结构化图案 112 的负像。

[0043] 多光子母板 210 然后具有晶种并电铸有沉积材料 220,这可形成粗糙表面 222,如图 2C 所示。沉积材料 220 可为在任何工艺条件下施用的任何材料,条件包括上文结合图 1C 所描述的那些。如图 2D 所示,粗糙表面 222 可被磨削或抛光来形成沉积材料 220 的平滑表面 224

[0044] 图 2E 示出底板 230(基本上对应于图 2D 中的从多光子母板 210 移除的具有平滑表面 224 的沉积材料 220)。底板 230 包括第二微结构化图案 232,该第二微结构化图案基本上为第一微结构化图案 212 的负像。第二微结构化图案 232 包括微结构 234。需注意,图 2A-2H 中示出的负像工艺(如此命名,因为初始多光子母板是最终的板的负像)从沉积材料生成底板,而图 1A-1J 所示的正像工艺(如此命名,因为多光子母板与最终的板基本上相同)使用中间模具来生成底板。根据应用和相关制造工艺,每个方法可能是有利的。

[0045] 图 2F 示出定位在底板 230 的峰近侧的顶板 240。顶板可同样为任何合适的材料,包括钢,并且可具有任何合适的尺寸或大小。出于示例和解释的方便性,本申请中使用术语“顶”和“底”,并且并非旨在为两个板的限制性特征,该两个板可根据本申请进行不同取向。

[0046] 图 2G 示出与图 1I 对应的说明书中描述的步骤相同或不同的注塑步骤。对于先前描述的方法,注入材料 250 可包括任何合适的聚合物、金属粉末、陶瓷、或它们的共混物,并且注塑步骤可包括传统注塑或粉末注塑,粉末注塑包括金属注塑、微金属注塑、或微陶瓷注塑。

[0047] 图 2H 中示出完成的喷嘴阵列 260,其包括通孔 262。喷嘴阵列 260 对应于图 1J 的喷嘴阵列 170,示出相同的、基本上相同的、或至少相似的部件可使用任一种方法来制造。

[0048] 图 3A-3E 示出用于制备燃料喷射器喷嘴的另一种方法的中间示意性横截面。对于图 2A-2H,相似的、先前解释的工艺步骤的详细描述不再被完全陈述,但是可假设施用,除非另有指示。

[0049] 图 3A 示出材料 300 的定位在基底 302 上部的部分。材料 300 可为任何合适的材料或材料的组合。然而,材料 300 并非是针对其进行多光子反应的能力来选择的,并且对应

地,不被选择性地暴露于光。相反,材料 300 应为可适合用作注塑模具中的底板的物质。在图 3A 和图 3B 之间,材料 300 可被以任何传统方法成形或形成,从而得到如图 3B 所示的底板 310,该方法诸如端铣、EDM、磨削、压印等等。在一些实施例中,底板 310 可由诸如 3D 打印之类的工艺直接生成,其中材料的层被沉积,以便形成期望的部件。

[0050] 底板 310 在一侧上具有包括微结构 314 的微结构化图案 312。该图案和微结构组可具有任何合适的尺寸、形状和节距或构型。图 3C 示出底板 310,其中顶板 314 放置在该底板的峰近侧。

[0051] 图 3D 示出注塑步骤,其可与图 2G 或图 1I 中任一者对应的说明书中描述的那些相同或相似。在那些情况下,注塑步骤可包括传统聚合物注塑、粉末注塑、或微粉末注塑,微粉末注塑包括微金属注塑和微陶瓷注。

[0052] 图 3E 示出在从注塑模具移除之后的最终部件。喷嘴阵列 340 包括通孔 342,其可具有任何合适的几何结构以适当的引导和控制燃料喷雾。喷嘴阵列 340 对应于图 2H 的喷嘴阵列 260 和图 1J 的喷嘴阵列 170 两者,证明该方法可获得与本文所述其他两个一般方法获得的基本上相同的最终部件。

[0053] 各种示例性实施例

[0054] 1. 一种制备燃料喷射器喷嘴的方法,所述方法包括:

[0055] 提供能够进行多光子反应的第一材料;

[0056] 使用多光子工艺在所述第一材料中形成第一微结构化图案;

[0057] 在与所述第一材料不同的第二材料中复制所述第一微结构化图案,以制备包括所述第二材料中的第二微结构化图案的第一模具;

[0058] 在第三材料中复制所述第二微结构化图案,以制备包括第三微结构化图案的第二模具,所述第三微结构化图案包括所述第三材料中的多个微结构。

[0059] 在所述第三材料中的所述多个微结构的峰近侧将板定位在所述第二模具上方;

[0060] 在位于所述第二模具上方的围绕所述第三微结构化图案的且位于所述板下方的区域中注塑第四材料;以及

[0061] 移除所述板和所述第二模具,得到燃料喷射器喷嘴,所述燃料喷射器喷嘴包括第四材料并且还包含多个通孔。

[0062] 2. 根据实施例 1 所述的方法,其中所述第三材料与所述第一材料和所述第二材料不同。

[0063] 3. 根据实施例 1 所述的方法,其中所述第三材料与所述第二材料相同。

[0064] 4. 根据实施例 1 所述的方法,其中所述第四材料与所述第三材料相同。

[0065] 5. 根据实施例 1 所述的方法,其中所述第四材料与所述第一材料、所述第二材料和所述第三材料不同。

[0066] 6. 根据实施例 1 至 5 中任一项所述的方法,其中所述在第二材料中复制所述第一微结构化图案包括电铸所述第一微结构化图案。

[0067] 7. 根据实施例 6 所述的方法,其中所述第二材料包括镍或镍合金。

[0068] 8. 根据实施例 1 至 7 中任一项所述的方法,其中所述第四材料包括聚合物。

[0069] 9. 根据实施例 1 至 7 中任一项所述的方法,其中所述第四材料包括金属。

[0070] 10. 根据实施例 1 至 7 中任一项所述的方法,其中所述第四材料包括陶瓷。

- [0071] 11. 根据实施例 1 至 10 中任一项所述的方法,其中所述第一材料包括聚(甲基丙烯酸甲酯)。
- [0072] 12. 根据实施例 1 至 10 中任一项所述的方法,其中所述第一材料能够进行双光子反应。
- [0073] 13. 根据实施例 12 所述的方法,其中所述双光子反应包括同时发生的双光子吸收。
- [0074] 14. 根据实施例 1 至 13 中任一项所述的方法,其中所述微结构包括三维直线体。
- [0075] 15. 根据实施例 1 至 13 中任一项所述的方法,其中所述微结构包括三维曲线体。
- [0076] 16. 根据实施例 1 至 15 中任一项所述的方法,所述方法还包括移除所述燃料喷射器喷嘴的所述第四材料的剩余部分,以打开所述多个通孔。
- [0077] 17. 根据实施例 16 所述的方法,其中移除所述剩余部分通过背侧磨削来完成。
- [0078] 18. 根据实施例 16 所述的方法,其中移除所述剩余部分通过 EDM 来完成。
- [0079] 19. 根据实施例 1 至 18 中任一项所述的方法,所述方法还包括使燃料喷射器喷嘴脱粘。
- [0080] 20. 根据实施例 1 至 19 中任一项所述的方法,所述方法还包括烧结所述燃料喷射器喷嘴。
- [0081] 21. 根据实施例 1 至 20 中任一项所述的方法,所述方法还包括向燃料喷射器喷嘴的表面施加金属。
- [0082] 22. 一种制备燃料喷射器喷嘴的方法,所述方法包括:
- [0083] 提供能够进行多光子反应的第一材料;
- [0084] 使用多光子工艺在所述第一材料中形成第一微结构化图案;
- [0085] 在与所述第一材料不同的第二材料中复制所述第一微结构化图案,以制备包括第二微结构化图案的模具,所述第二微结构化图案包括所述第二材料中的多个微结构;
- [0086] 在所述第二材料中的所述多个微结构的峰近侧将板定位在所述模具上方;
- [0087] 在位于所述模具上方的围绕所述第二微结构化图案的且位于所述板下方的区域中注塑第三材料;以及
- [0088] 移除所述板和所述模具,得到燃料喷射器喷嘴,所述燃料喷射器喷嘴包括第三材料并且还包含多个通孔。
- [0089] 23. 根据实施例 22 所述的方法,其中所述第三材料与所述第一材料和所述第二材料不同。
- [0090] 24. 根据实施例 22 所述的方法,其中所述第三材料与第二材料相同。
- [0091] 25. 根据实施例 22 所述的方法,所述方法还包括移除所述燃料喷射器喷嘴的所述第三材料的剩余部分,以打开所述多个通孔。
- [0092] 26. 根据实施例 25 所述的方法,其中移除所述剩余部分通过背侧磨削来完成。
- [0093] 27. 根据实施例 25 所述的方法,其中移除所述剩余部分通过 EDM 来完成。
- [0094] 28. 根据实施例 22 至 27 中任一项所述的方法,所述方法还包括使所述燃料喷射器喷嘴脱粘。
- [0095] 29. 根据实施例 22 至 28 中任一项所述的方法,所述方法还包括烧结所述燃料喷射器喷嘴。

[0096] 30. 根据实施例 22 至 29 中任一项所述的方法,所述方法还包括向所述燃料喷射器喷嘴的表面施加金属。

[0097] 31. 一种制备燃料喷射器喷嘴的方法,所述方法包括:

[0098] 通过在第一材料中形成微结构化图案来形成模具,所述第一微结构化图案包括多个微结构;

[0099] 在所述第一材料中的所述多个微结构的峰近侧将板定位在所述模具上方;

[0100] 在位于所述模具上方的围绕所述微结构化图案的且位于所述板下方的区域中注塑与所述第一材料不同的第二材料;以及

[0101] 移除所述板和所述模具,得到燃料喷射器喷嘴,其包括所述第二材料,并且还包括多个通孔。

[0102] 32. 根据实施例 31 所述的方法,其中形成微结构化图案通过端铣来完成。

[0103] 33. 根据实施例 31 或 32 所述的方法,其中形成微结构化图案通过磨削来完成。

[0104] 34. 根据实施例 31 至 33 中任一项所述的方法,其中形成微结构化图案通过 EDM 来完成。

[0105] 35. 根据实施例 31 至 34 中任一项所述的方法,所述方法还包括移除所述燃料喷射器喷嘴的所述第二材料的剩余部分,以打开所述多个通孔。

[0106] 36. 根据实施例 35 所述的方法,其中移除所述剩余部分通过背侧磨削来完成。

[0107] 37. 根据实施例 35 所述的方法,其中移除所述剩余部分通过 EDM 来完成。

[0108] 38. 根据实施例 31 至 37 中任一项所述的方法,所述方法还包括使所述燃料喷射器喷嘴脱粘。

[0109] 39. 根据实施例 31 至 38 中任一项所述的方法,所述方法还包括烧结所述燃料喷射器喷嘴。

[0110] 40. 根据实施例 31 至 39 中任一项所述的方法,所述方法还包括向所述燃料喷射器喷嘴的表面施加金属。

[0111] 41. 一种制备燃料喷射器喷嘴的方法,所述方法包括:

[0112] 提供能够进行多光子反应的第一材料;

[0113] 使用多光子工艺在所述第一材料中形成第一微结构化图案;

[0114] 在与所述第一材料不同的第二材料中复制所述第一微结构化图案,以制备包括所述第二材料中的第二微结构化图案的第一工具;

[0115] 使用所述工具来形成包括多个微结构的第三微结构化图案以形成模具,所述第三微结构化图案是金属基底中的所述第二微结构化图案的负像;

[0116] 在所述金属基底中的多个微结构的峰近侧将板定位在所述第二模具上方;

[0117] 在位于所述模具上方的围绕所述第三微结构化图案的且位于所述板下方的区域中注塑第三材料;以及

[0118] 移除所述板和所述模具,得到燃料喷射器喷嘴,所述燃料喷射器喷嘴包括所述第三材料并且还包括多个通孔。

[0119] 42. 根据实施例 41 所述的方法,其中所述工具为电极。

[0120] 43. 根据实施例 41 或 42 所述的方法,其中所述工具通过 EDM 在金属基底中形成第三微结构化图案。

[0121] 44. 工具实施例 41 至 43 中任一项所述的方法,还包括移除所述燃料喷射器喷嘴的所述第三材料的剩余部分,以打开所述多个通孔。

[0122] 45. 根据实施例 44 所述的方法,其中移除所述剩余部分通过背侧磨削来完成。

[0123] 46. 根据实施例 44 所述的方法,其中移除所述剩余部分通过 EDM 来完成。

[0124] 47. 根据实施例 41 至 46 中任一项所述的方法,还包括使所述燃料喷射器喷嘴脱粘。

[0125] 48. 根据实施例 41 至 47 中任一项所述的方法,还包括烧结所述燃料喷射器喷嘴。

[0126] 49. 根据实施例 41 至 48 中任一项所述的方法,还包括向所述燃料喷射器喷嘴的表面施加金属。

[0127] 本说明书中引用的所有美国专利和专利申请(除了那些引用来阐明如本文所用的喷嘴的定义)全文以引用方式并入本文。不应当将本发明视为限于上述的特定实例和实施例,因为详细描述这种实施例是为了有助于说明本发明的各个方面。相反,本发明应被理解为涵盖本发明的所有方面,包括落在所附的权利要求书及其等同物所定义的本发明的范围内的各种修改、等同工艺和替代装置。

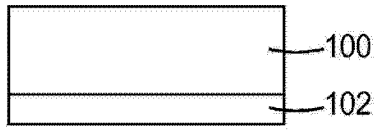


图 1A

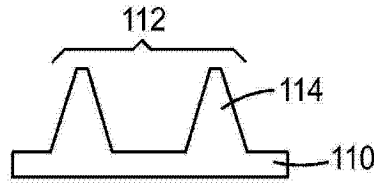


图 1B

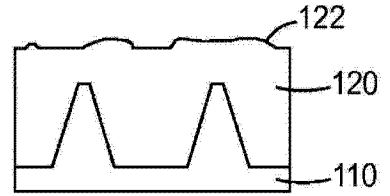


图 1C

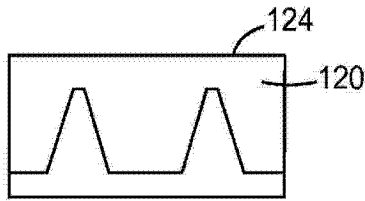


图 1D

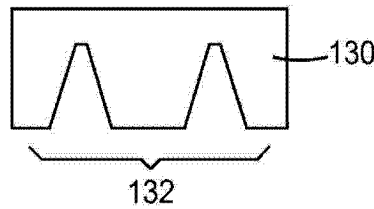


图 1E

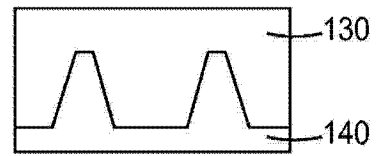


图 1F

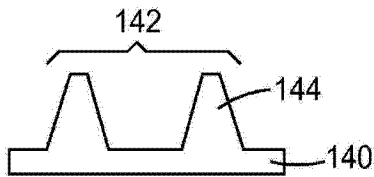


图 1G

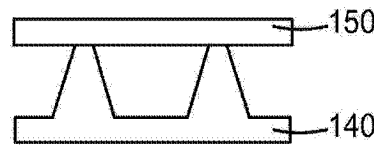


图 1H

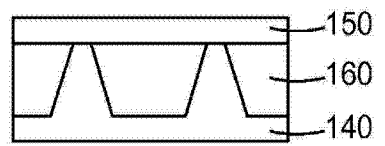


图 1I

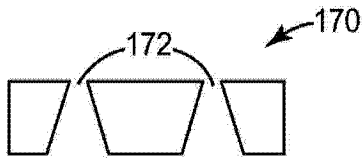


图 1J

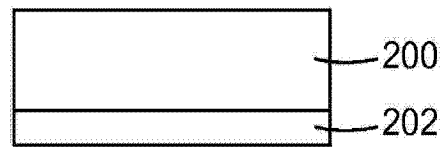


图 2A

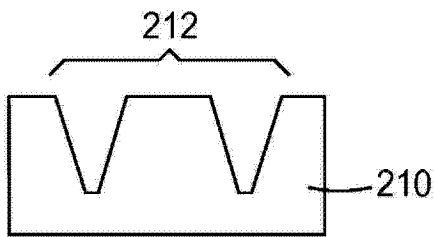


图 2B

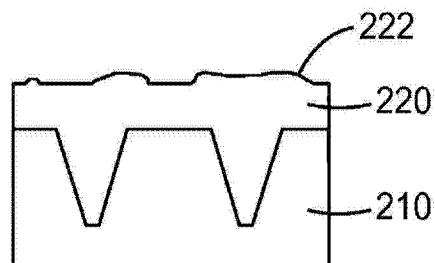


图 2C

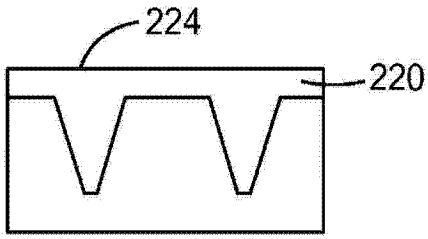


图 2D

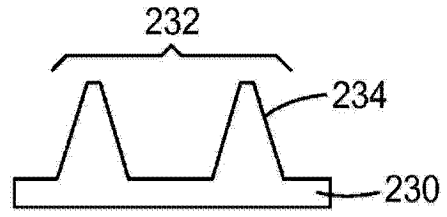


图 2E

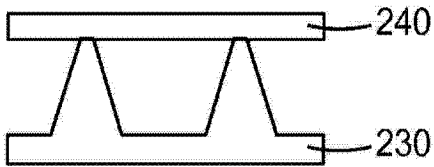


图 2F

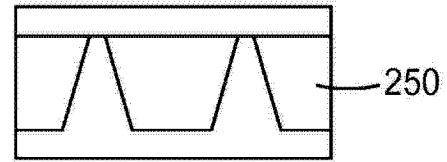


图 2G

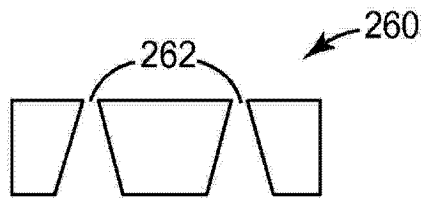


图 2H



图 3A

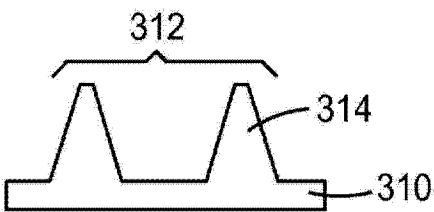


图 3B

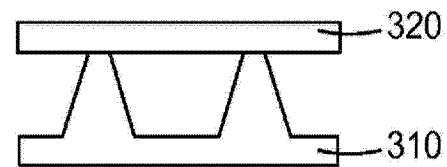


图 3C

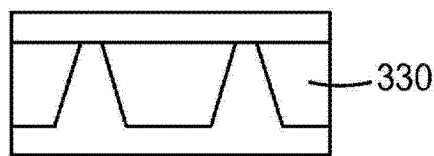


图 3D

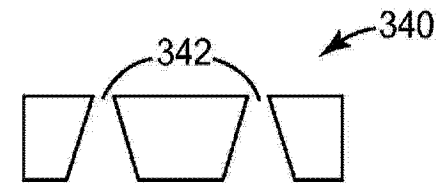


图 3E