



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117413209 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 16

(21) 申请号 202280033920.6

(22) 申请日 2022.05.11

(30) 优先权数据

20215575 2021.05.17 FI

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.11.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2022/050316 2022.05.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/243598 EN 2022.11.24

(71) 申请人 迪斯帕列斯有限公司

地址 芬兰埃斯波

(72) 发明人 伊斯莫·瓦尔蒂艾宁

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

专利代理师 卜劲鸿

(51) Int.Cl.

G02B 5/18 (2006.01)

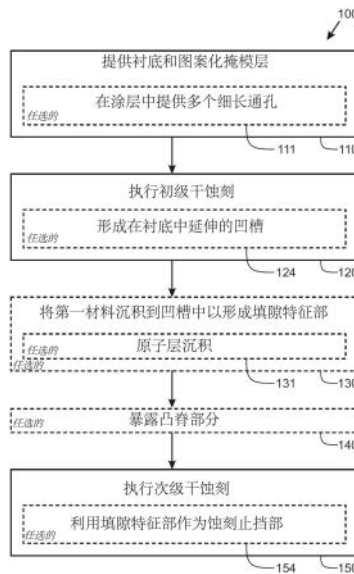
权利要求书1页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

用于制造闪耀光栅的方法

(57) 摘要

本公开涉及一种用于制造闪耀光栅的方法 (100)。所述方法 (100) 包括提供衬底和位于所述衬底上的图案化掩模层的步骤 (110)；对所述衬底执行初级干蚀刻 (120)，使得初级离子朝向初级蚀刻方向加速以撞击所述衬底，以及对所述衬底执行次级干蚀刻 (150)，使得次级离子朝向次级蚀刻方向加速以撞击所述衬底。所述初级蚀刻方向在所述光栅横截平面上的初级投影和所述次级蚀刻方向在所述光栅横截平面上的次级投影分别垂直于所述闪耀刻面方向和所述防闪耀刻面方向中的一者和另一者延伸，且朝向在所述光栅横截平面上的投影垂直于所述闪耀刻面方向的方向被加速的离子被准直以形成用于蚀刻所述衬底的经准直的离子束。



1. 一种用于制造闪耀光栅的方法(100),所述闪耀光栅包括凸脊,所述凸脊具有面向闪耀刻面方向的闪耀刻面和面向防闪耀刻面方向的防闪耀刻面,所述闪耀刻面方向与所述防闪耀刻面方向沿着光栅横截平面延伸,所述方法包括:

提供衬底和位于所述衬底上的图案化掩模层的步骤(110),

对所述衬底执行初级干蚀刻(120),使得初级离子朝向初级蚀刻方向加速以撞击所述衬底,以及

对所述衬底执行次级干蚀刻(150),使得次级离子朝向次级蚀刻方向加速以撞击所述衬底;

其中所述初级蚀刻方向在所述光栅横截平面上的初级投影和所述次级蚀刻方向在所述光栅横截平面上的次级投影分别垂直于所述闪耀刻面方向和所述防闪耀刻面方向中的一者和另一者延伸,且朝向在所述光栅横截平面上的投影垂直于所述闪耀刻面方向的方向上被加速的离子被准直以形成用于蚀刻所述衬底的经准直的离子束。

2. 根据权利要求1所述的方法(100),其中所述执行初级干蚀刻(120)的过程包括形成在所述衬底(124)中沿所述初级蚀刻方向延伸的凹槽,所述方法(100)包括将第一材料沉积到所述凹槽(130)中以形成填隙特征部,且所述执行次级干蚀刻(150)的过程包括利用所述填隙特征部作为蚀刻止挡部(154)。

3. 根据权利要求2所述的方法(100),其中所述方法(100)包括在所述执行次级干蚀刻(150)的过程之前暴露所述衬底的凸脊部分(140)。

4. 根据权利要求2或3所述的方法(100),其中所述将第一材料沉积到所述凹槽(130)中的过程包括原子层沉积(131)步骤。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法(100),其中所述衬底与所述掩模层之间的界面沿着基础平面延伸,且所述初级投影或所述次级投影垂直于所述基础平面延伸。

6. 根据权利要求5所述的方法(100),其中所述初级蚀刻方向或所述次级蚀刻方向垂直于所述基础平面延伸。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法(100),其中所述衬底与所述掩模层之间的界面沿着基础平面延伸,且所述初级投影和所述次级投影相对于所述基础平面倾斜延伸。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法(100),其中所述提供衬底和图案化掩模层的步骤(110)的过程包括在布置于所述衬底上的涂层中提供多个细长通孔的步骤(111)以形成所述掩模层,所述多个细长通孔垂直于所述光栅横截平面延伸。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的方法(100),其中在初级蚀刻条件下,所述初级离子表现出与所述掩模层的第一初级化学反应性和与所述衬底的高于所述第一初级化学反应性的第二初级化学反应性,并且/或者在次级蚀刻条件下,所述次级离子表现出与所述掩模层的第一次级化学反应性和与所述衬底的高于所述第一次级化学反应性的第二次级化学反应性。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的方法(100),其中所述闪耀光栅被形成到波导的面上以用于将光耦合到所述波导中和/或将光从所述波导中耦合出来。

11. 根据权利要求1至9中任一项所述的方法,其中所述闪耀光栅被形成到纳米压印印章的接触面上。

用于制造闪耀光栅的方法

技术领域

[0001] 本公开涉及衍射光栅。特定地,本公开涉及闪耀光栅。

背景技术

[0002] 普通的表面浮雕(surface-relief)衍射光栅,即所谓的二元光栅,包括多个凸脊和凹槽,其中凸脊的顶部和凹槽的底部彼此平行地延伸。存在用于制造这类二元光栅的众所周知的制造过程。在这类二元光栅的情况下,法向入射光被衍射,使得在负衍射级和正衍射级两者中产生相等的衍射效率。此效应是由二元光栅横截面轮廓的镜像对称性引起的。

[0003] 在许多应用中,例如,在许多基于波导的显示结构中,优先朝向一个或多个特定衍射级的衍射可能是期望的,而衍射到其它衍射级中可被视为光损耗。为了将光优先导向特定的衍射级,必须使用具有非镜像对称的横截面轮廓的光栅。这类非对称光栅的一个实例是具有三角形或锯齿形横截面轮廓的所谓的闪耀光栅。

[0004] 通常,使用基于灰度光刻的过程来制造闪耀光栅。尽管这类过程已经被改进以产生具有可接受特性的光栅,但是由于典型的灰度光刻抗蚀剂的低对比度,使用灰度光刻产生的闪耀光栅的特征(尤其是顶点)通常是相对圆形的。这种与理想闪耀轮廓的偏离可能会降低使用灰度光刻产生的闪耀光栅的衍射效率和/或增加由这类光栅引起的光学散射。

[0005] 鉴于上述情况,可能希望开发与闪耀光栅相关的新解决方案。

发明内容

[0006] 提供概述是为了以简化的形式介绍一些概念,将在下面的详细描述中进一步描述这些概念。此概述不旨在识别所要求保护的主题的关键特征或基本特征,也不旨在用于限制所要求保护的主题的范围。

[0007] 在本说明书中,提供一种用于制造闪耀光栅的方法,所述闪耀光栅包括凸脊,所述凸脊具有面向闪耀刻面方向的闪耀刻面和面向防闪耀刻面方向的防闪耀刻面,所述闪耀刻面方向与防闪耀刻面方向沿着光栅横截平面延伸。所述方法包括提供衬底和位于所述衬底上的图案化掩模层;对所述衬底执行初级干蚀刻,使得初级离子朝向初级蚀刻方向加速以撞击所述衬底,以及对所述衬底执行次级干蚀刻,使得次级离子朝向次级蚀刻方向加速以撞击所述衬底。

[0008] 初级蚀刻方向在光栅横截平面上的初级投影和次级蚀刻方向在光栅横截平面上的次级投影分别垂直于闪耀刻面方向和防闪耀刻面方向中的一者和另一者延伸,且朝向在所述光栅横截平面上的投影垂直于闪耀刻面方向的方向被加速的(初级离子和次级离子的)离子被准直以形成用于蚀刻衬底的经准直的离子束。

[0009] 附图简单说明

[0010] 从下面参考附图阅读的详细描述中可以更好地理解本公开,在附图中:

[0011] 图1说明用于制造闪耀光栅的方法,

[0012] 图2A、2B、2C、2D和2E描绘用于制造闪耀光栅的方法的一系列后续阶段,

[0013] 图3A、3B、3C、3D、3E、3F、3G和3H示出用于制造闪耀光栅的另一方法的一系列后续阶段,以及

[0014] 图4A、4B、4C、4D、4E和4F说明用于制造闪耀光栅的又一方法的一系列后续阶段。

[0015] 除非有相反的具体说明,否则前述附图的任何附图可能都不按比例绘制,这使得所述附图中的任何元件相对于所述附图中的其它元件可能以不准确的比例绘制,以便强调所述附图的实施例的某些结构方面。

[0016] 使用相同的附图标记来指代附图中呈现的实施例的对应的(例如相同或相似的)元件。为了强调所述附图的实施例的某些结构方面,前述附图中的对应元件在所述附图中可以彼此不成比例。

具体实施方式

[0017] 图1说明用于制造闪耀光栅的方法100,所述闪耀光栅包括凸脊,所述凸脊具有面向闪耀刻面方向的闪耀刻面和面向防闪耀刻面方向的防闪耀刻面,所述闪耀刻面方向与防闪耀刻面方向沿着光栅横截平面延伸。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以与图1的实施例的方法100相同、相似或不同。

[0018] 在图1的实施例中,方法100包括提供衬底和位于衬底上的图案化掩模层的步骤110,执行衬底的初级干蚀刻120,使得初级离子朝向初级蚀刻方向加速以撞击衬底,以及执行衬底的次级干蚀刻150,使得次级离子朝向次级蚀刻方向加速以撞击衬底。

[0019] 在本说明书中,“干蚀刻”可以指通过暴露于离子轰击来移除材料。典型的干蚀刻技术包括反应离子蚀刻(RIE)、深度反应离子蚀刻(DRIE)、电感耦合等离子体反应离子蚀刻(ICP-RIE)、离子研磨、离子束蚀刻(IBE)、反应离子束蚀刻(RIBE)和其变体。

[0020] 在本说明书中,对衬底执行干蚀刻以使得特定离子“朝向”特定方向“加速”以撞击衬底,这可以指以平均速度(例如漂移速度)朝向特定方向提供离子。通常,这类离子可以借助电场朝向特定方向加速。

[0021] 在图1的实施例中,初级蚀刻方向在光栅横截平面上的初级投影和次级蚀刻方向在光栅横截平面上的次级投影分别垂直于闪耀刻面方向和防闪耀刻面方向中的一者和另一者延伸,且朝向在所述光栅横截平面上的投影垂直于闪耀刻面方向的方向被加速的(初级离子和次级离子的)离子被准直以形成用于蚀刻衬底的经准直的离子束。通常,这类初级蚀刻方向和次级蚀刻方向以及利用垂直于闪耀刻面方向的经准直的离子束用于蚀刻衬底可以有助于制造具有更尖锐或不太圆的特征(例如,顶点和/或刻面)的闪耀光栅。

[0022] 在本文中,“经准直的离子束”可以指从准直器朝向特定蚀刻方向(例如,初级蚀刻方向或次级蚀刻方向)传播的离子束。另外或替代地,从准直器朝向特定蚀刻方向传播的离子束可以被称为经准直的离子束,例如,前提是所述离子束与初级蚀刻方向的最大角度偏差为 4° 、 3° 或 2° 。在形成用于蚀刻衬底的经准直的离子束的情况下,可以在衬底的位置处确定这类最大角度偏差。

[0023] 如图1中使用虚线所指示,执行初级干蚀刻120的过程可任选地包括形成沿初级蚀刻方向在衬底124中延伸的凹槽,方法100可任选地包括将第一材料沉积到凹槽130中以形成填隙特征部,且执行次级干蚀刻150的过程可任选地包括利用填隙特征部作为蚀刻止挡部154。通常,在执行次级干蚀刻时利用填隙特征部作为蚀刻止挡部可以有助于制造具有更

尖锐、更不圆的特征和/或更光滑和/或更均匀的刻面的闪耀光栅。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括也可以不包括一个或多个这类特征。

[0024] 在本说明书中,“过程”可以指产生最终结果的一系列的一个或多个步骤。因此,过程可以是单步或多步过程。此外,过程可以被分割成多个子过程,其中这类多个子过程中的各个子过程可以共享也可以不共享共同步骤。

[0025] 在本文中,“步骤”可以指为了实现预定义的结果而采取的措施。例如,“原子层沉积步骤”可以指借以通过原子层沉积形成层的过程的步骤。

[0026] 如图1中再次使用虚线所指示,方法100可任选地包括在执行次级干蚀刻150的过程之前暴露衬底的凸脊部分140。通常,在执行次级干蚀刻的过程之前暴露衬底的凸脊部分可以有助于形成闪耀光栅,而无需借以移除在执行次级干蚀刻的过程期间释放的衬底部分的后处理步骤。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括也可以不包括在执行次级干蚀刻的过程之前暴露衬底的凸脊部分。

[0027] 此外,将第一材料沉积到凹槽中130的过程可以任选地包括原子层沉积131步骤。通常,包括原子层沉积步骤的将第一材料沉积到凹槽中的过程可以促进在较窄凹槽中形成填隙特征部和/或具有增加的均匀性。在其它实施例中,将第一材料沉积到凹槽中的过程可以包括也可以不包括原子层沉积步骤。

[0028] 如图1中也使用虚线所指示,提供衬底和图案化掩模层的步骤110的过程可以任选地包括在布置于衬底上的涂层中提供多个细长通孔的步骤111以形成掩模层,多个的8个细长通孔垂直于光栅横截平面延伸。在其它实施例中,提供衬底和图案化掩模层的过程可以包括也可以不包括在布置于衬底上的涂层中提供多个细长通孔以形成掩模层。

[0029] 在一实施例中,用于制造闪耀光栅的方法包括实施与图1的实施例的方法100的过程相对应的过程的步骤。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括实施与图1的实施例的方法100的非任选过程相对应的过程的步骤。通常,用于制造闪耀光栅的方法可以包括任意数量的附加过程或步骤,这些过程或步骤在本文中没有结合图1的实施例的方法100公开。

[0030] 用于制造闪耀光栅的方法的步骤实施与图1的实施例的方法100的任何过程相对应的过程,不需要以固定次序执行。然而,实施与方法100的提供衬底和图案化掩模层的步骤110的过程相对应的过程的任何步骤通常可以在实施与执行初级干蚀刻120和执行次级干蚀刻150的任何过程相对应的任何过程的步骤之前执行;实施与方法100的形成在衬底124中延伸的凹槽的过程相对应的过程的任何步骤通常可以在实施与将第一材料沉积到凹槽130中的过程相对应的任何过程的步骤之前执行;且实施与方法100的将第一材料沉积到凹槽130中的过程相对应的过程的任何步骤通常可以在实施与利用填隙特征部作为蚀刻阻挡部154的过程相对应的任何过程的步骤之前执行。

[0031] 图2A至2E,在本说明书中统称为图2,示意性地描绘根据一实施例的用于制造闪耀光栅200的方法的一系列后续阶段,所述闪耀光栅200包括凸脊210,所述凸脊210具有面对闪耀刻面方向212的闪耀刻面211和面对防闪耀刻面方向214的防闪耀刻面213,闪耀刻面方向212与防闪耀刻面213沿着光栅横截平面215延伸。在图2中,光栅横截平面215垂直于图2A到2E的附图的平面延伸。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括与图2的实施例的方法的阶段相似或不同的一系列阶段。

[0032] 图2的实施例可以根据参考和/或结合图1公开的任何实施例。另外或替代地,虽然在下文中没有明确说明,但图2的实施例通常可以包括参考和/或结合图1公开的任何实施例的任何特征。

[0033] 参考图2E,闪耀光栅200包括多个凸脊210,所述多个凸脊210中的每个凸脊具有面向闪耀刻面方向212的闪耀刻面211和面向防闪耀刻面方向214的防闪耀刻面213。在其它实施例中,闪耀光栅可以包括至少一个这类凸脊或多个(即至少两个)这类凸脊。

[0034] 参考图2A和2B,所述方法包括提供衬底220和位于衬底220上的图案化掩模层230。提供衬底220和图案化掩模层230的方法包括在衬底220上提供涂层232,并在涂层232中提供多个细长通孔231以形成掩模层230。多个细长通孔231垂直于光栅横截平面215延伸。

[0035] 图2的实施例的衬底220可以使用任何合适的施涂方法(例如旋涂、喷涂和/或喷墨印刷)由高折射率聚合物材料形成。在其它实施例中,衬底可以包括任何合适的材料,其可以使用任何合适的过程形成。

[0036] 图2的实施例的掩模层230可以由通过电子束蒸发沉积的氧化铝(AlO_2)形成。在其它实施例中,掩模层可以包括任何合适的材料,例如无机材料,包括氧化物和/或氮化物材料,例如氧化铝(AlO_2/AlO_x)、氧化钛(TiO_2/TiO_x)、氧化硅(SiO_2/SiO_x)和/或氮化硅(Si_2N_3/SiN_x),其可以使用任何合适的过程形成,所述过程例如溅射、蒸发、化学气相沉积(CVD)、等离子体增强化学气相沉积(PECVD)、电感耦合等离子体化学气相沉积(ICP-CVD)、原子层沉积(ALD)和/或其变体。

[0037] 图2的实施例的方法可以构成用于制造闪耀光栅的方法的实例,其中闪耀光栅被形成到波导的面上以用于将光耦合到波导中和/或将光从波导中耦合出来。因此,衬底220可以布置到波导270的面271上。在其它实施例中,闪耀光栅可经形成用于任何合适应用中的任何合适用途,例如,被形成到波导的面上以用于将光耦合到波导中和/或将光从波导中耦合出来。

[0038] 在衬底220布置到波导270的面271上的情况下,图2的实施例的闪耀光栅200被形成到布置到波导270上的附加材料层上。在其它实施例中,其中闪耀光栅被形成到波导的面上以用于将光耦合到波导中和/或将光从波导中耦合出来,所述闪耀光栅可以布置到也可以不布置到这类附加材料层上。在一些这类实施例中,闪耀光栅可以直接形成到波导中。

[0039] 在本公开中,“波导”可以指光波导。另外或替代地,波导可以指二维波导,其中光可以沿着所述波导的厚度方向被限制。

[0040] 此外,波导的“面”可以指所述波导的表面的从某个观察方向可见或面向某个观察方向的部分。另外或替代地,波导的面可以指适于或被配置成通过全内反射将光限制在所述波导中的表面。

[0041] 参考图2C,所述方法包括对衬底220执行初级干蚀刻,使得由白点示意性地指示的初级离子121朝向初级蚀刻方向122加速以撞击衬底220。

[0042] 在图2的实施例中,初级蚀刻方向122到光栅横截平面215上的初级投影123垂直于防闪耀刻面方向214延伸。在其它实施例中,初级蚀刻方向在光栅横截平面上的初级投影可以垂直于闪耀刻面方向或防闪耀刻面方向延伸。

[0043] 执行图2的实施例的初级干蚀刻的过程包括形成在衬底220中沿着初级蚀刻方向122延伸的凹槽240。在其它实施例中,执行初级干蚀刻的过程可以包括也可以不包括形成

这类凹槽。

[0044] 如图2B和2C中所指示,衬底与掩模层之间的界面222沿着基础平面260延伸,且初级投影123垂直于基础平面260延伸。基础平面260垂直于光栅横截平面215延伸。通常,垂直于基础平面延伸的初级投影或次级投影可使得能够形成具有直立的防闪耀刻面的闪耀光栅,这可以赋予增加的衍射效率。在其它实施例中,初级投影或次级投影可以垂直于也可以不垂直于基础平面延伸。

[0045] 在本文中,“基础平面”可以指衬底和掩模层之间的界面延伸时所沿循的虚拟表面。例如,在平坦界面的情况下,基础平面可以是平面的,或者例如,在弯曲界面的情况下,基础平面可以是弯曲的。

[0046] 在图2的实施例中,初级蚀刻方向122可以平行于光栅横截平面215延伸。因此,初级蚀刻方向122可以垂直于基础平面260延伸。通常,垂直于基础平面延伸的初级蚀刻方向或次级蚀刻方向可以使得能够利用更广泛的干蚀刻技术,包括反应离子蚀刻(RIE)和离子研磨。在其它实施例中,初级蚀刻方向或次级蚀刻方向可以垂直于也可以不垂直于基础平面延伸。例如,在一些实施例中,初级投影和次级投影中的每一个都可以相对于基础平面倾斜延伸。通常,相对于基础平面倾斜延伸的初级投影和次级投影可以使得能够形成具有倾斜的防闪耀刻面的闪耀光栅,这可以例如促进闪耀光栅的空间调制衍射效率。

[0047] 由于初级蚀刻方向122可以垂直于基础平面260延伸,因此执行图2的实施例的初级干蚀刻的过程可以包括RIE步骤。在RIE步骤期间,可以例如使用氧等离子体蚀刻衬底220。在其它实施例中,其中初级蚀刻方向或次级蚀刻方向垂直于基础平面延伸,执行初级干蚀刻的过程可以包括任何合适的步骤,例如RIE步骤和/或离子研磨步骤。

[0048] 参考图2D,所述方法包括对衬底220进行次级干蚀刻,使得用黑点示意性地指示的次级离子151朝向次级蚀刻方向152加速以撞击衬底220。

[0049] 在图2的实施例中,次级蚀刻方向152到光栅横截平面215上的次级投影153垂直于闪耀刻面方向212延伸。在其它实施例中,次级蚀刻方向在光栅横截平面上的次级投影可以垂直于闪耀刻面方向或防闪耀刻面方向延伸。

[0050] 在图2的实施例中,次级离子151被准直以形成用于蚀刻衬底220的经准直次级离子束。在其它实施例中,初级离子和/或次级离子可以被准直以形成用于蚀刻衬底的经准直初级离子束和/或经准直次级离子束。

[0051] 执行图2的实施例的次级干蚀刻的过程可以包括RIBE步骤。在这类RIBE步骤期间,可以例如使用氧等离子体蚀刻衬底220。在其它实施例中,执行干蚀刻的过程可以包括任何合适的步骤,例如IBE和/或RIBE步骤,其中离子朝向在光栅横截平面上的投影垂直于闪耀刻面方向的方向被加速,且所述离子被准直以形成用于蚀刻衬底的经准直的离子束。

[0052] 参考图2E,所述方法还包括后处理步骤,由此在执行次级干蚀刻的过程中释放的衬底220的部分被移除以形成多个凸脊210。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括也可以不包括这类后处理步骤。

[0053] 图2的实施例的后处理步骤可以实施为湿清洗步骤,例如水浸步骤。在其它实施例中,其中用于制造闪耀光栅的方法包括后处理步骤,由此在执行次级干蚀刻的过程中释放的衬底部分被移除以形成一个或多个凸脊,后处理步骤可以任何合适的方式实施,例如实施为湿清洗步骤,例如水浸步骤。

[0054] 在图2的实施例中,在初级蚀刻条件下(即,在执行初级干蚀刻的过程中),初级离子121可以表现出与掩模层230的第一初级化学反应性和与衬底220的高于第一初级化学反应性的第二初级化学反应性。此外,在次级蚀刻条件下(即,在执行次级干蚀刻的过程中),次级离子151可以表现出与掩模层230的第一次级化学反应性和与衬底220的高于第一次级化学反应性的第二次级化学反应性。通常,利用这类反应性离子蚀刻衬底可以增加干蚀刻过程的选择性,这又可以促进制造具有更尖锐、更不圆的特征的闪耀光栅。其中利用这种反应性离子的干蚀刻技术的实例包括RIE、DRIE、ICP-RIE、RIBE和其变体。在其它实施例中,在初级蚀刻条件下,初级离子可以表现出也可以不表现出与掩模层的第一初级化学反应性和与衬底的高于第一初级化学反应性的第二初级化学反应性,且/或在次级蚀刻条件下,次级离子可以表现出也可以不表现出与掩模层的第一次级化学反应性和与衬底的高于第一次级化学反应性的第二次级化学反应性。

[0055] 图3A至3H,在本说明书中统称为图3,示意性地描绘根据一实施例的用于制造闪耀光栅200的方法的一系列后续阶段,所述闪耀光栅200包括凸脊210,所述凸脊210具有面对闪耀刻面方向212的闪耀刻面211和面对防闪耀刻面方向214的防闪耀刻面213,闪耀刻面方向212与防闪耀刻面213沿着光栅横截平面215延伸。在图3中,光栅横截平面215垂直于图3A到3H的附图的平面延伸。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括与图3的实施例的方法的阶段相似或不同的一系列阶段。

[0056] 图3的实施例可以根据参考和/或结合图1和2中的任一图公开的任何实施例。另外或替代地,尽管下文没有明确地陈述,但图3的实施例通常可以包括参考和/或结合图1和2中的任一图公开的任何实施例的任何合适的特征。

[0057] 参考图3A到3C,所述方法包括提供衬底220和位于衬底220上的图案化掩模层230,包括在衬底220上提供涂层232并在涂层232中提供多个细长通孔231以形成掩模层230,以及对衬底220执行初级干蚀刻,使得由白点示意性地指示的初级离子121朝向初级蚀刻方向122加速以撞击衬底220。

[0058] 在图3的实施例中,初级蚀刻方向122到光栅横截平面215上的初级投影123垂直于防闪耀刻面方向214延伸。此外,执行图3的实施例的初级干蚀刻的过程包括形成在衬底220中沿着初级蚀刻方向122延伸的凹槽240。

[0059] 由于提供衬底和图案化掩模层以及执行图3的实施例的初级干蚀刻的过程可以根据上文参考图2公开的内容来实施,因此为了简洁起见,此处省略这些过程的进一步细节。

[0060] 参考图3D和3E,所述方法包括将第一材料250沉积到凹槽240中以形成填隙特征部251,且在将第一材料250沉积到凹槽240中的过程之前,移除图案化掩模层230。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括也可以不包括将第一材料沉积到凹槽中以形成填隙特征部。在实施例中,其中用于制造闪耀光栅的方法包括将第一材料沉积到凹槽中以形成填隙特征部,所述方法可以包括也可以不包括在将第一材料沉积到凹槽中的过程之前移除图案化掩模层。

[0061] 图3的实施例的第一材料250可以通过等离子体增强化学气相沉积(PECVD)沉积的氧化铝(AlO_2 或 AlO_x)。在其它实施例中,掩模层可以包括任何合适的材料,其可以使用任何合适的过程形成,例如氧化物或氮化物材料,例如氧化铝(AlO_2 / AlO_x)、氧化钛(TiO_2 / TiO_x)、氧化硅(SiO_2 / SiO_x)或氮化硅(Si_2N_3 / SiN_x)或其混合物。第一材料通常可以使用任何

合适的沉积方法来沉积,所述沉积方法例如溅射、蒸发、化学气相沉积(CVD)、PECVD、电感耦合等离子体化学气相沉积(ICP-CVD)、原子层沉积(ALD)和/或其变体。

[0062] 参考图3F,所述方法包括在执行次级干蚀刻的过程之前暴露衬底220的凸脊部分221。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括也可以不包括在执行次级干蚀刻的过程之前暴露衬底的凸脊部分。

[0063] 在图3的实施例中,暴露衬底220的凸脊部分221的过程可以包括另外的干蚀刻步骤。换句话说,覆盖凸脊部分221的第一材料250的至少一部分可以使用干蚀刻方法进行蚀刻。在其它实施例中,其中用于制造闪耀光栅的方法包括暴露衬底的凸脊部分,所述暴露凸脊部分的过程可以任何合适的方式实施。

[0064] 参考图3G,所述方法包括对衬底220执行次级干蚀刻,使得由黑点示意性地指示的次级离子151朝向次级蚀刻方向152加速以撞击衬底220。次级离子151被准直以形成用于蚀刻衬底220的经准直次级离子束。

[0065] 在图3的实施例中,执行次级干蚀刻的过程包括利用填隙特征部251作为蚀刻止挡部。在其它实施例中,执行次级干蚀刻的过程可以包括也可以不包括利用填隙特征部作为蚀刻止挡部。

[0066] 在图3的实施例中,填隙特征部251从凸脊部分221朝向防闪耀刻面方向214布置。在其它实施例中,填隙特征部可以从凸脊部分朝向闪耀刻面方向或朝向防闪耀刻面方向布置。在其它实施例中,其中次级蚀刻方向在光栅横截平面上的次级投影垂直于闪耀刻面方向和防闪耀刻面方向中的一者延伸,填隙特征部可以从凸脊部分朝向闪耀刻面方向和防闪耀刻面方向中的另一者布置。

[0067] 参考图3H,所述方法还包括后处理步骤,由此移除填隙特征部251。这类步骤可以实施为例如湿法蚀刻步骤。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括也可以不包括这类后处理步骤。

[0068] 图4A至4F,在本说明书中统称为图4,示意性地描绘根据一实施例的用于制造闪耀光栅200的方法的一系列后续阶段,所述闪耀光栅200包括凸脊210,所述凸脊210具有面对闪耀刻面方向212的闪耀刻面211和面对防闪耀刻面方向214的防闪耀刻面213,闪耀刻面方向212与防闪耀刻面213沿着光栅横截平面215延伸。在图4中,光栅横截平面215垂直于图4A到4F的附图的平面延伸。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括与图4的实施例的方法的阶段相似或不同的一系列阶段。

[0069] 图4的实施例可以根据参考和/或结合图1到3中的任一图公开的任何实施例。另外或替代地,尽管在下文没有明确地陈述,但图4的实施例通常可以包括参考和/或结合图1到3中的任一图公开的任何实施例的任何特征。

[0070] 参考图4A,所述方法包括提供衬底220和位于衬底220上的图案化掩模层230。图2的实施例的方法可以构成用于制造闪耀光栅的方法的实例,由此闪耀光栅被形成到纳米压印印章的接触面上。因此,图2的实施例的衬底220可以是具有接触面281的纳米压印印章280。

[0071] 在图4的实施例中,纳米压印印章280可以由单晶硅形成。在其它实施例中,纳米压印印章可以由任何合适的材料形成或包括任何合适的材料。例如,在一些实施例中,纳米压印印章可以包括由不同材料形成的多个堆叠层。

[0072] 如图4A所指示,衬底220和掩模层230之间的界面222沿着垂直于光栅横截平面215延伸的基础平面260延伸。

[0073] 参考图4B,所述方法对衬底220执行初级干蚀刻,使得由白点示意性地指示的初级离子121朝向初级蚀刻方向122加速以撞击衬底220。在图4的实施例中,初级离子121被准直以形成用于蚀刻衬底220的经准直初级离子束。在其它实施例中,初级离子可以被准直以形成用于蚀刻衬底的经准直初级离子束,也可以不被准直。

[0074] 在图4的实施例中,初级蚀刻方向122到光栅横截平面215上的初级投影123垂直于闪耀刻面方向212延伸。此外,执行图4的实施例的初级干蚀刻的过程包括形成在衬底220中沿着初级蚀刻方向122延伸的凹槽240。

[0075] 参考图4C,所述方法包括将第一材料250沉积到凹槽240中以形成填隙特征部251。在其它实施例中,用于制造闪耀光栅的方法可以包括也可以不包括将第一材料沉积到凹槽中以形成填隙特征部。

[0076] 在图4的实施例中,将第一材料250沉积到凹槽240中的过程包括原子层沉积步骤。换句话说,沉积到凹槽240中的第一材料250的至少一部分是使用原子层沉积来沉积的。图3的实施例的第一材料250可以是氧化铝(AlO_2 或 AlO_x)。在其它实施例中凸脊部分中将第一材料沉积到凹槽中的过程包括原子层沉积步骤,可以使用任何合适类型的第一材料。

[0077] 参考图4D,所述方法包括在执行次级干蚀刻的过程之前暴露衬底220的凸脊部分221。在图4的实施例中,暴露衬底220的凸脊部分221的过程可以包括例如用于移除掩模层230和覆盖凸脊部分221的第一材料250的剥离步骤。

[0078] 参考图4E,所述方法包括对衬底220执行次级干蚀刻,使得由黑点示意性地指示的次级离子151朝向次级蚀刻方向152加速以撞击衬底220。执行次级干蚀刻的过程包括利用填隙特征部251作为蚀刻止挡部。填隙特征部251从凸脊部分221朝向防闪耀刻面方向212布置。

[0079] 在图4的实施例中,次级蚀刻方向152可以平行于光栅横截平面215延伸。因此,次级蚀刻方向152可以垂直于基础平面260延伸。由于次级蚀刻方向152可以垂直于基础平面260延伸,因此执行图4的实施例的初级干蚀刻的过程可以包括RIE步骤。

[0080] 最后,参考图3F,所述方法还包括后处理步骤,由此例如通过湿法蚀刻移除填隙特征部251。

[0081] 应理解,上述实施例可以彼此组合使用。几个实施例可以组合在一起以形成另一实施例。

[0082] 对于本领域技术人员来说,显而易见的是,随着技术的进步,本发明的基本思想可以各种方式实施。因此,本发明和其实施例不限于上述实例,相反,它们可以在权利要求的范围内变化。

[0083] 应理解,上述任何益处和优点可以涉及一个实施例,也可以涉及几个实施例。实施例不限于解决任何或所有所述问题的实施例,或者具有任何或所有所述益处和优点的实施例。

[0084] 术语“包括”在本说明书中用于指包括其后的特征或动作,但不排除一个或多个附加特征或动作的存在。还将理解,对“一个”项目的引用是指这些项目中的一个或多个。

[0085] 参考标记

- [0086] 100方法154利用填隙特征部作为蚀110提供衬底和图案化掩模刻止挡部
- [0087] 层200闪耀光栅
- [0088] 111在涂层中提供多个细长210凸脊
- [0089] 通孔 211闪耀刻面
- [0090] 120 执行初级干蚀刻 212 闪耀刻面方向
- [0091] 121 初级离子 213 防闪耀刻面
- [0092] 122 初级蚀刻方向 214 防闪耀刻面方向
- 123 初级投影 215 光栅横截平面
- 124 形成在衬底中延伸的凹 220 衬底槽
- 221凸脊部分130将第一材料沉积到凹槽
- 222界面中 230掩模层
- 131 原子层沉积 231 通孔
- [0093] 140 暴露凸脊部分 232 涂层
- [0094] 150 执行次级干蚀刻 240 凹槽
- [0095] 151 次级离子 250 第一材料
- [0096] 152 次级蚀刻方向 251 填隙特征部
- 153 次级投影 260 基础平面
- [0097] 270 波导
- [0098] 271 面
- [0099] 280 纳米压印印章281 接触面

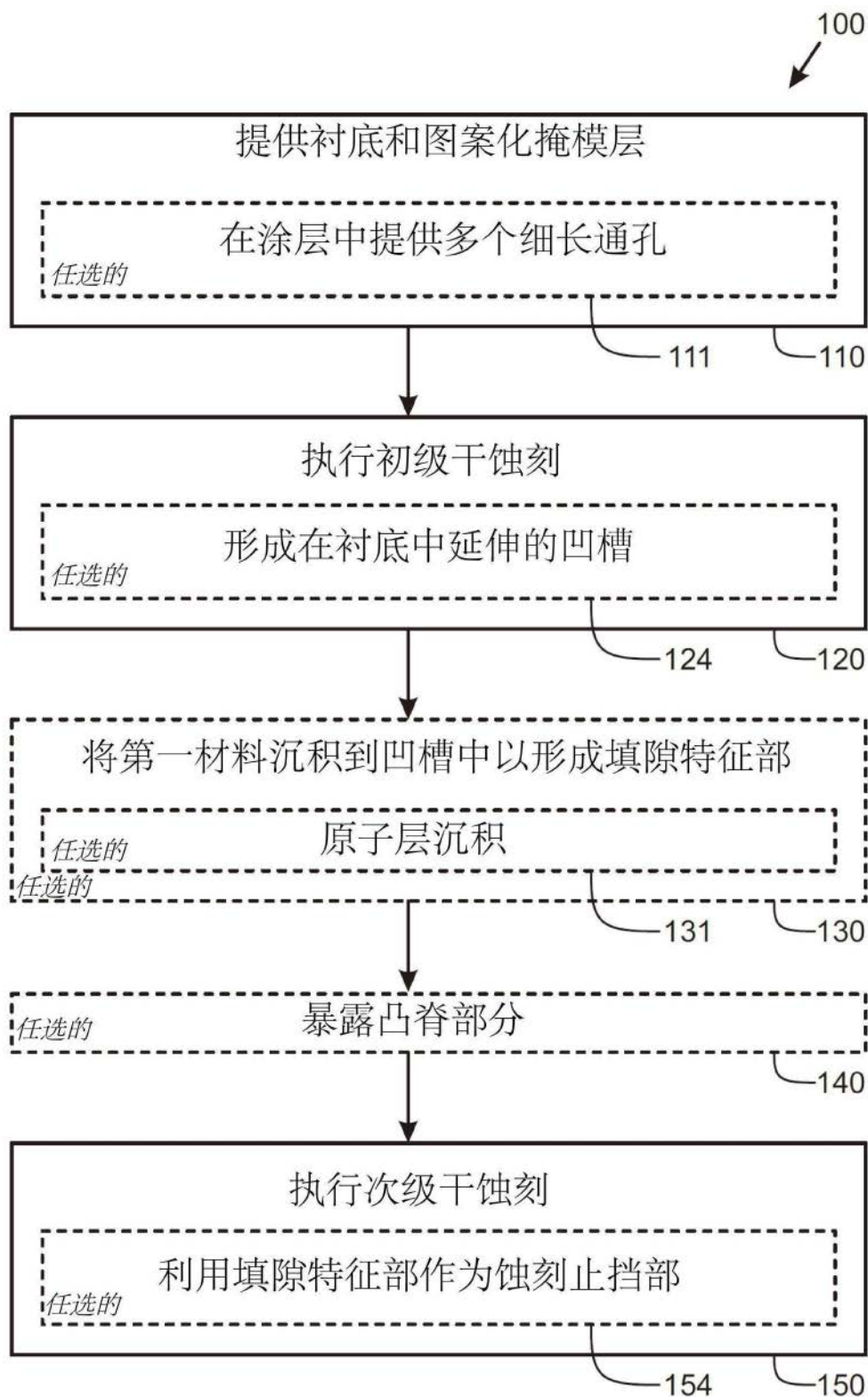


图1

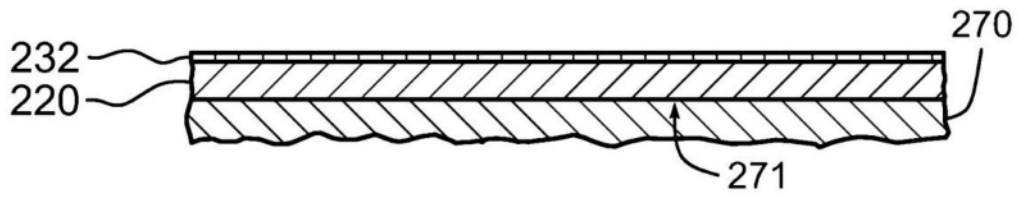


图2A

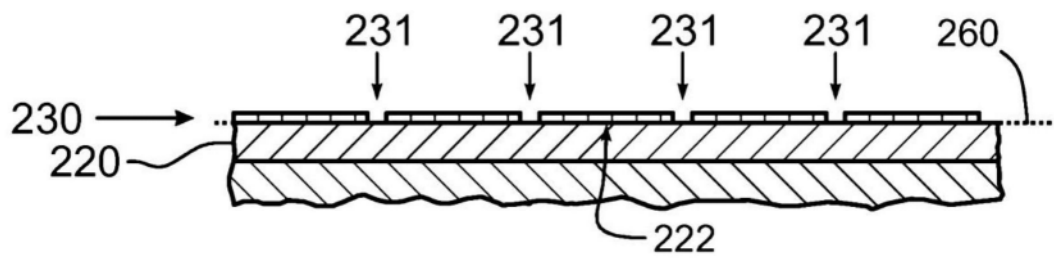


图2B

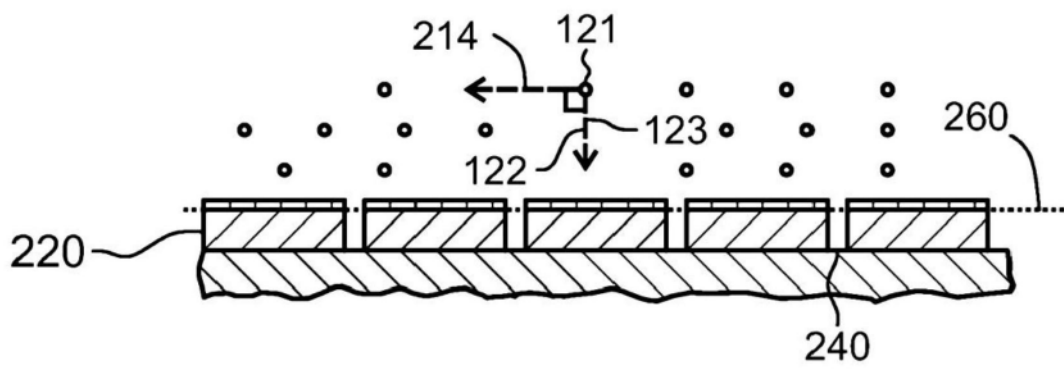


图2C

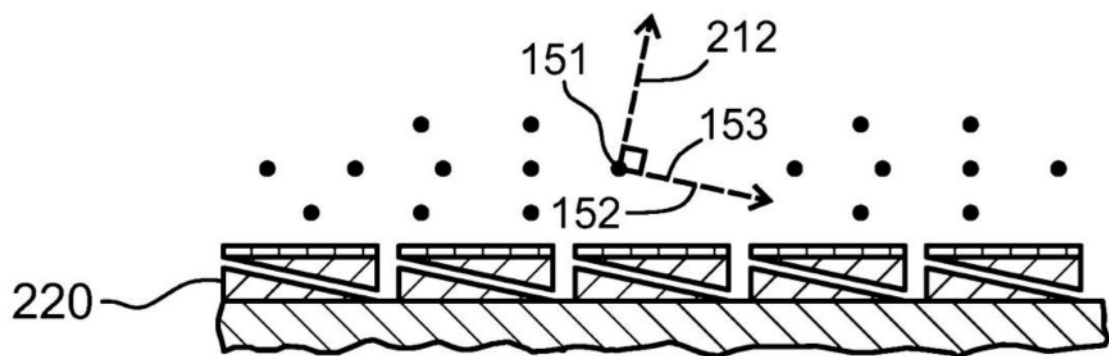


图2D

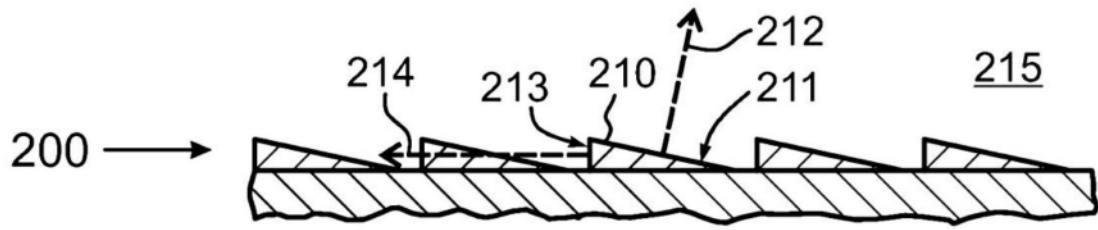


图2E

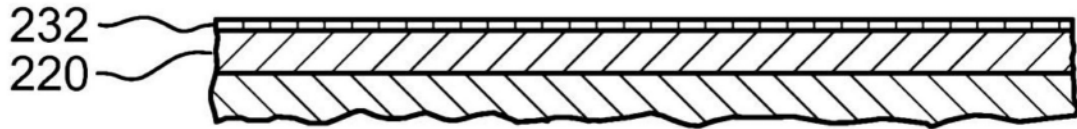


图3A

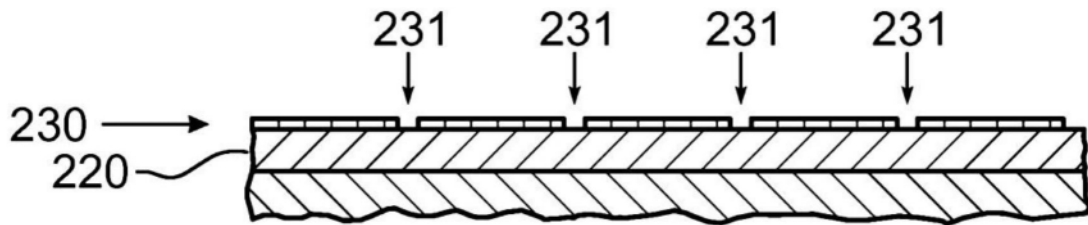


图3B

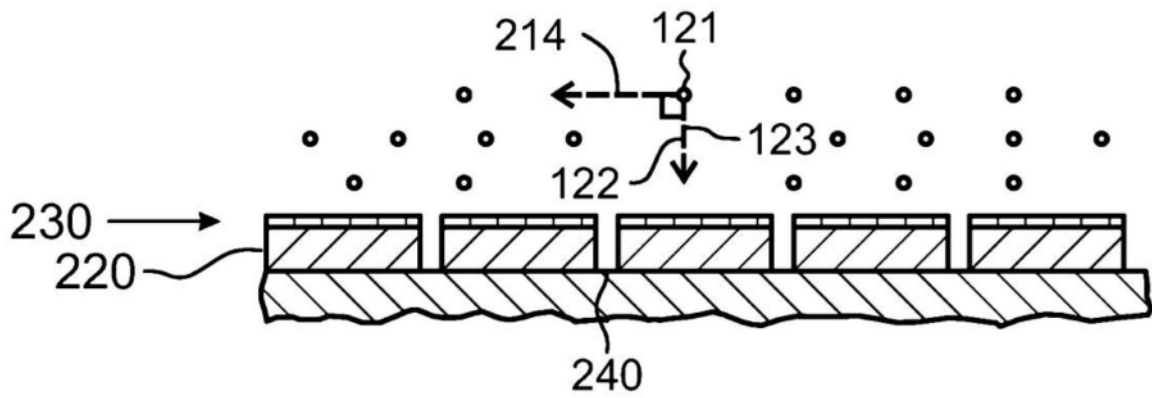


图3C

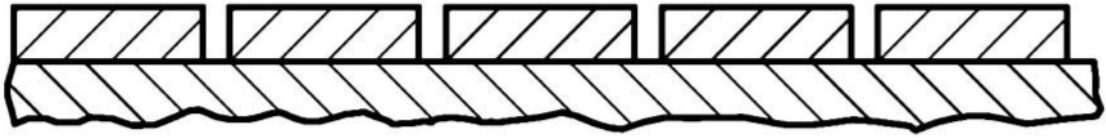


图3D

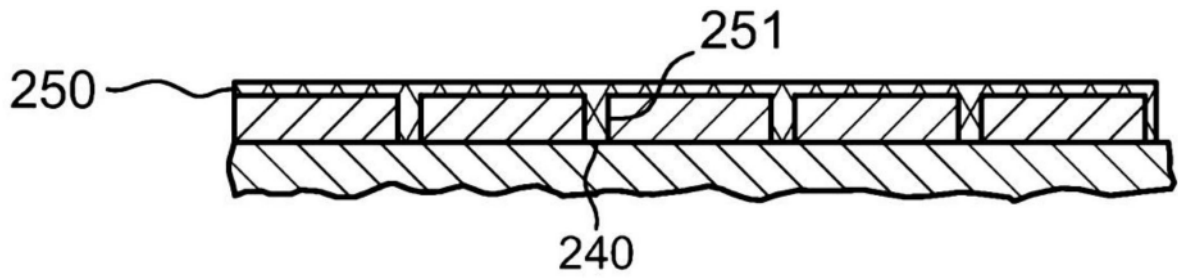


图3E

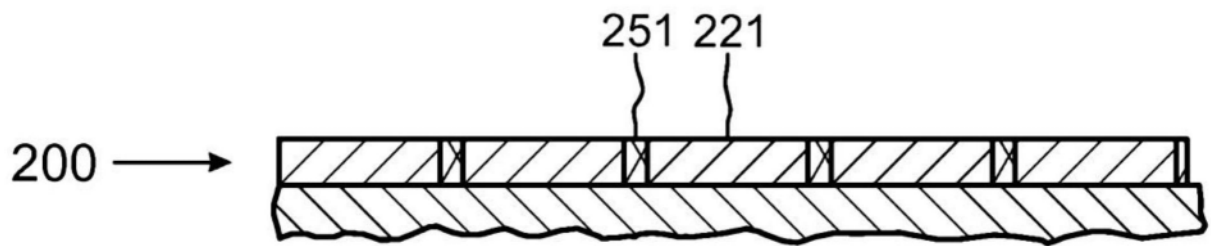


图3F

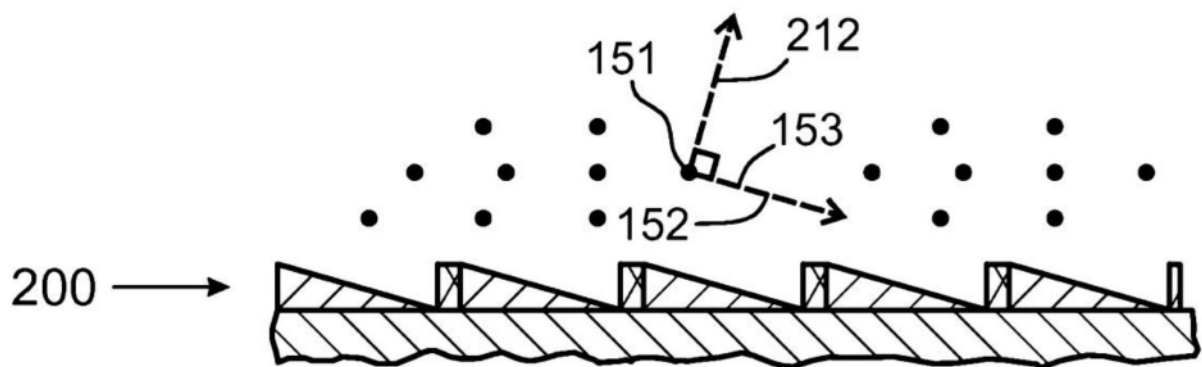


图3G

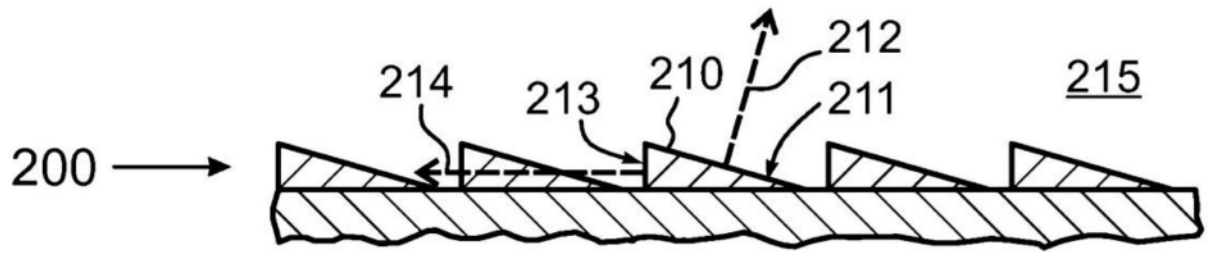


图3H

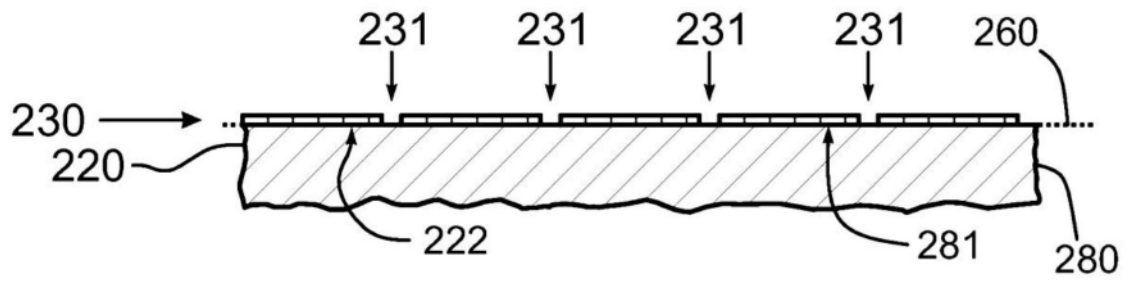


图4A

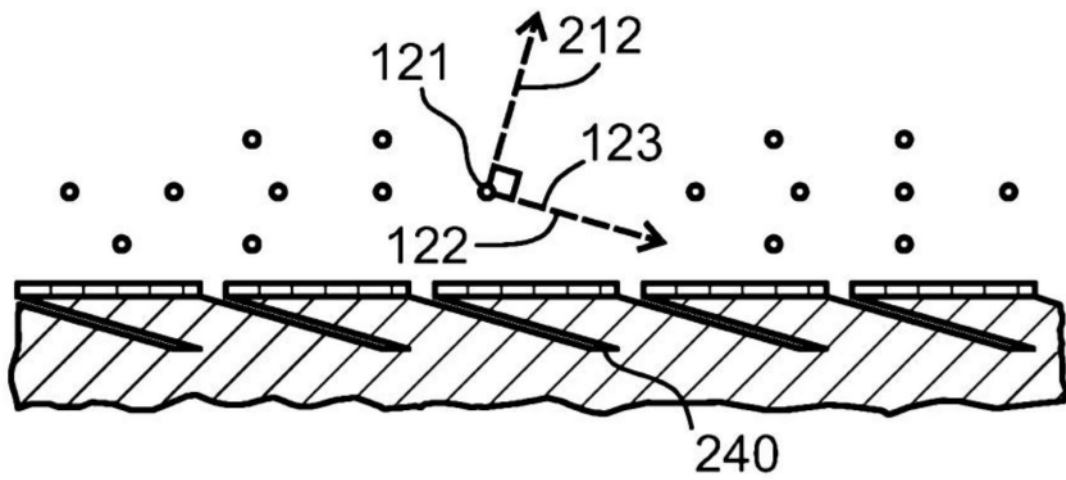


图4B

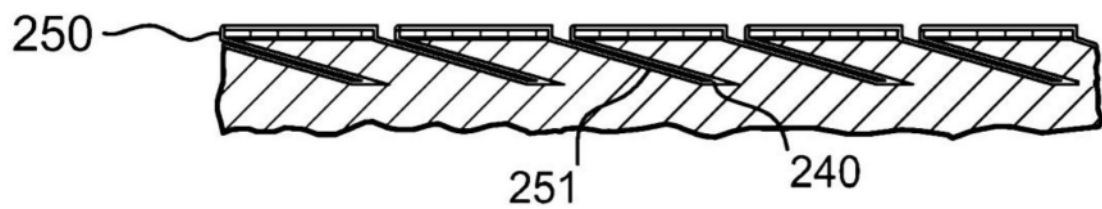


图4C

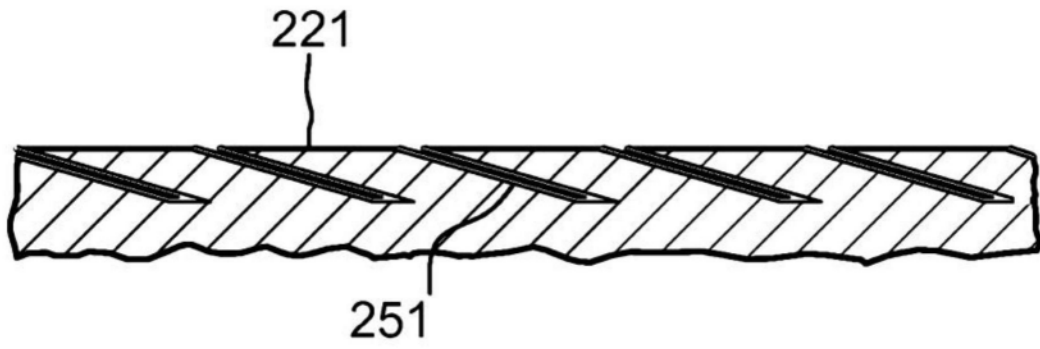


图4D

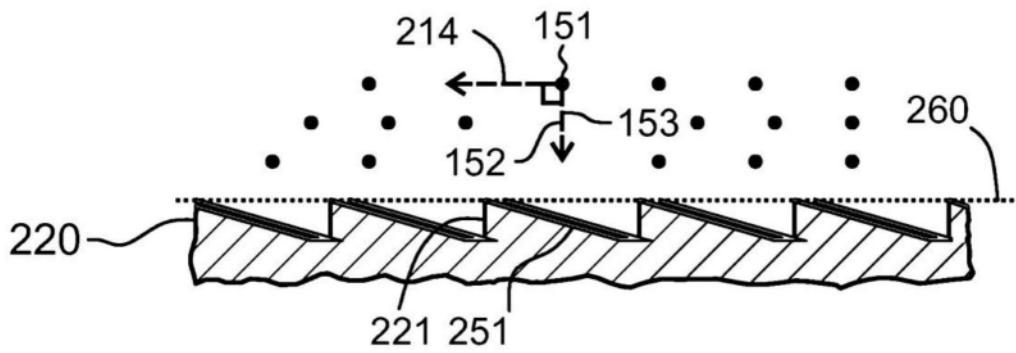


图4E

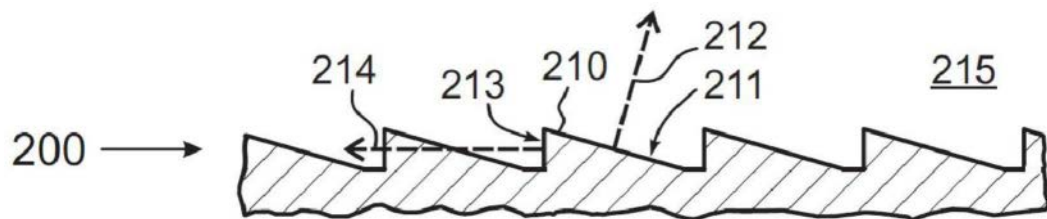


图4F