



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113777690 A

(43) 申请公布日 2021.12.10

(21) 申请号 202111170050.0

(22) 申请日 2021.10.08

(66) 本国优先权数据

202110568962.7 2021.05.24 CN

(71) 申请人 宁波市知行光学科技有限公司

地址 315400 浙江省宁波市余姚市天德商
都J幢1-20(自主申报)

(72) 发明人 张云雪 宋丹 何玉国 张钱依
黄安琳

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务
所(特殊普通合伙) 11463

代理人 衡滔

(51) Int. Cl.

G02B 5/32 (2006.01)

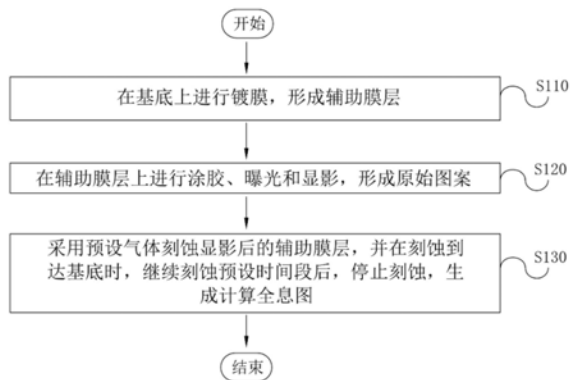
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

生成补偿器的方法

(57) 摘要

本申请公开了一种生成补偿器的方法,涉及光学技术领域,本申请的生成补偿器的方法,包括在基底上进行镀膜,形成辅助膜层;在辅助膜层上进行涂胶、曝光和显影,形成原始图案;采用预设气体刻蚀显影后的辅助膜层,并在刻蚀到达基底时,继续刻蚀预设时间段后,停止刻蚀,生成计算全息图;其中,基底的材料与辅助膜层的材料不同,预设气体在基底上的刻蚀速率与在辅助膜层上的刻蚀速率不同。故本申请通过在基底上增加辅助膜层,避免了在离子刻蚀过程中,由于刻蚀腔内不同区域离子浓度不同和其它刻蚀参数不同而导致的刻蚀速率不同,进一步避免了由于不同区域的刻蚀深度不均匀,而影响计算全息图的波前精度。



1. 一种生成补偿器的方法,其特征在于,包括:
在基底上进行镀膜,形成辅助膜层;
在所述辅助膜层上进行涂胶、曝光和显影,形成原始图案;
采用预设气体刻蚀显影后的所述辅助膜层,并在刻蚀到达所述基底时,继续刻蚀预设时间段后,停止刻蚀,生成计算全息图;
其中,所述基底的材料与所述辅助膜层的材料不同,所述预设气体在所述基底上的刻蚀速率与在所述辅助膜层上的刻蚀速率不同。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述在所述辅助膜层上显影,形成原始图案包括:
在所述辅助膜层上旋涂光刻胶;
利用具有预设图案的掩模版对所述光刻胶进行曝光显影。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述采用预设气体刻蚀显影后的所述辅助膜层,并在刻蚀到达所述基底时,继续刻蚀预设时间段后,停止刻蚀,生成全息图案之后,还包括:
去除所述辅助膜层上的残余光刻胶。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基底的材料为玻璃材料BK7,所述BK7中SiO₂的含量为65%-73%。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述辅助膜层的材料为石英,所述石英中SiO₂的含量大于99%。
6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述预设气体在所述基底上的刻蚀速率小于10nm/s。
7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述预设气体在所述辅助膜层上的刻蚀速率大于40nm/s。
8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述预设气体为CHF₃和/或CF₄和O₂的混合气体。
9. 根据权利要求1至8任一项所述的方法,其特征在于,所述辅助膜层的厚度范围为300nm-600nm。
10. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述光刻胶的厚度范围为300nm-800nm。

生成补偿器的方法

技术领域

[0001] 本申请涉及光学的技术领域,具体而言,涉及一种生成补偿器的方法。

背景技术

[0002] 大口径复杂曲面(如非球面、离轴非球面、自由曲面等)反射镜是空间对地高分辨率光学遥感器的核心元件。由于面形精度要求极高,复杂曲面反射镜的加工、检测都面临巨大挑战。其检测技术一般为零位检测和非零位检测,零位检测技术中零位补偿器(Null lens)的应用较为广泛,Null lens根据工作原理可以分为透镜型Null lens和衍射型Null lens。

[0003] 衍射型Null lens主要采用计算全息图(Computer Generated Hologram,计算全息图,简称“CGH”)作为补偿器,和传统补偿器相比,CGH检测方法理论上可产生任意波前,同时具有设计残差小、结构简单、无组装误差、制作周期短、设计灵活等优点。

[0004] 根据制作工艺不同,CGH可分为振幅型和位相型两种。振幅型CGH所使用衍射级次的衍射效率较低,仅适用于检测表面反射率较高的材料如碳化硅和硅。为了提高检测过程中的条纹对比度,对于反射率不高的非球面镜片如微晶玻璃和融石英等材料需要使用位相型CGH,但位相型CGH的会引入更多的加工误差如刻蚀深度均匀性误差。

发明内容

[0005] 本申请的目的在于提供一种生成补偿器的方法,以改善位相型CGH的刻蚀深度均匀性。

[0006] 本申请实施例第一方面提供了一种生成补偿器的方法,包括:在基底上进行镀膜,形成辅助膜层;在所述辅助膜层上涂胶、曝光和显影,形成原始图案;采用预设气体刻蚀显影后的所述辅助膜层,并在刻蚀到达所述基底时,继续刻蚀预设时间段后,停止刻蚀,生成计算全息图;其中,所述基底的材料与所述辅助膜层的材料不同,所述预设气体在所述基底上的刻蚀速率与在所述辅助膜层上的刻蚀速率不同。

[0007] 于一实施例中,所述在所述辅助膜层上显影,形成原始图案包括:在所述辅助膜层上旋涂光刻胶;利用具有预设图案的掩模版对所述光刻胶进行曝光显影。

[0008] 于一实施例中,在所述采用预设气体刻蚀显影后的所述辅助膜层,并在刻蚀到达所述基底时,继续刻蚀预设时间段后,停止刻蚀,生成全息图案之后,还包括:去除所述辅助膜层上的残余光刻胶。

[0009] 于一实施例中,所述基底的材料为玻璃材料BK7,所述BK7中 SiO_2 (二氧化硅)的含量为65%-73%。

[0010] 于一实施例中,所述辅助膜层的材料为石英,所述石英中 SiO_2 (二氧化硅)的含量大于99%。

[0011] 于一实施例中,所述预设气体在所述基底上的刻蚀速率小于10nm/s。

[0012] 于一实施例中,所述预设气体在所述辅助膜层上的刻蚀速率大于40nm/s。

[0013] 于一实施例中,所述预设气体为 CHF_3 和/或 CF_4 和 O_2 的混合气体。

[0014] 于一实施例中,所述辅助膜层的厚度范围为300nm-600nm。

[0015] 于一实施例中,所述光刻胶的厚度范围为300nm-800nm。

[0016] 本申请与现有技术相比的有益效果是:

[0017] 本申请提供的生成补偿器的方法,在对基底进行刻蚀前,首先对基底进行镀膜,通过选用与基底材料不同、且更易刻蚀的辅助膜层材料,利用预设气体刻蚀不同材料的速率不同的特性,使补偿器的刻蚀深度可控,刻蚀的过程一旦达到基底层,刻蚀速率会降低,从而避免了在刻蚀的过程中,由于刻蚀腔内不同区域离子浓度不同和其它刻蚀参数不同而导致的刻蚀速率不同,进一步避免了由于不同区域的刻蚀深度不均匀,而影响计算全息图的波前精度的问题。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本申请的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0019] 图1为本申请一实施例示出的生成补偿器的方法的流程示意图。

[0020] 图2为本申请一实施例中步骤120的子步骤的流程示意图。

[0021] 图3为本申请一实施例示出的生成补偿器的工艺示意图。

[0022] 图4为本申请一实施例示出的生成补偿器的工艺示意图。

[0023] 图5为本申请一实施例示出的生成补偿器的工艺示意图。

[0024] 图6为本申请一实施例示出的生成补偿器的工艺示意图。

[0025] 图7为本申请一实施例示出的生成补偿器的工艺示意图。

[0026] 图8为本申请一实施例示出的生成补偿器的工艺示意图。

[0027] 附图标记:

[0028] 图标:1-补偿器;2-基底;3-辅助膜层;4-光刻胶。

具体实施方式

[0029] 术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述,并不表示排列序号,也不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0030] 此外,术语“水平”、“竖直”、“悬垂”等术语并不表示要求部件绝对水平或悬垂,而是可以稍微倾斜。如“水平”仅仅是指其方向相对“竖直”而言更加水平,并不是表示该结构一定要完全水平,而是可以稍微倾斜。

[0031] 在本申请的描述中,需要说明的是,术语“内”、“外”、“左”、“右”、“上”、“下”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该申请产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。

[0032] 在本申请的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是

机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。

[0033] 下面将结合附图对本申请的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0034] 请参照图1,其为本申请一实施例示出的生成补偿器1的方法的流程示意图。该方法包括如下步骤:

[0035] 步骤110:在基底2上进行镀膜,形成辅助膜层3。

[0036] 在上述步骤中,如图3所示,可选用玻璃作为基底2材料,如BK7,BK7是一种常见的硼硅酸盐冕玻璃,广泛用作可见光和近红外区域的光学材料,BK7的机械性能较好,具有良好的抗划伤性,且由于BK7的化学性能稳定,无需特殊处理研磨和抛光,可见谱区的透过性良好,气泡和杂质较少,对光学系统有不良影响的条纹和折射率的不均匀性也降低到几乎不产生影响的水平。因此,除透镜或棱镜之外,BK7也用于反射镜或分光镜基板或各种镀膜滤光片基板等的大部分光学元件中。

[0037] 于一实施例中,如图4所示,可选用石英作为辅助膜层3材料,膜层的厚度范围可以为300nm-600nm。

[0038] 步骤120:在辅助膜层3上进行涂胶、曝光和显影,形成原始图案。

[0039] 在上述步骤中,原始图案可以是位相型计算全息图的原始图案,为实现高的衍射效率,需要在补偿器1上制作位相型计算全息图,位相型计算全息图的原始图案上的条纹密度与条纹位置可以全面地记录光波的振幅和相位,而且能综合出复杂的物体全息图,因而具有较大的灵活性。

[0040] 于一实施例中,如图2所示,步骤120具体可以包括:

[0041] 步骤121:在辅助膜层3上旋涂光刻胶4。

[0042] 在上述步骤中,光刻胶4可以是负性光刻胶4也可以是正性光刻胶4。如图5所示,光刻胶4的厚度范围可以为300nm-800nm。

[0043] 步骤122:利用具有预设图案的掩模版对光刻胶4进行曝光显影。

[0044] 在上述步骤中,曝光显影后的结构如图6所示,掩模版的图案与需要的计算全息图的原始图案相同或相反。

[0045] 于一实施例中,利用具有预设图案的掩模版或直接使用激光直写设备对光刻胶进行曝光,然后进行显影工艺。

[0046] 于一实施例中,选用紫外光对光刻胶4进行曝光。

[0047] 步骤130:采用预设气体刻蚀显影后的辅助膜层3,并在刻蚀到达基底2时,继续刻蚀预设时间段后,停止刻蚀,生成计算全息图。

[0048] 在上述步骤中,刻蚀过程如图7所示,基底2的材料与辅助膜层3的材料不同,因而预设气体在基底2上的刻蚀速率与在辅助膜层3上的刻蚀速率不同,即刻蚀难易程度不同。且因为各位置的气体浓度不同,刻蚀速率也不同,必然会存在在基底2的不同位置,刻蚀速率也不同的情况发生,因此在刻蚀到达基底2时,继续刻蚀3s-5s,使各个需刻蚀的位置都得到充分刻蚀,进而改善刻蚀均匀性。

[0049] 于一实施例中,可以使用干法刻蚀法对辅助膜层3进行刻蚀,如RIE(反应离子刻蚀)或ICP(电感耦合等离子体刻蚀)。

[0050] 于一实施例中,预设气体刻蚀辅助膜层3的速率可以预先测定得到,比如可以在一

块与辅助膜层3材料相同的已知厚度的实验板上采用预设气体进行刻蚀,并记录预设气体刻蚀完已知厚度的实验板所需要的时间,从而得出预设气体刻蚀辅助膜层3的速率。在制作位相型计算全息图时,由于镀在基底2上的辅助膜层3厚度可知,预设气体刻蚀辅助膜层3的速率可知,因此可以计算出预设气体刻蚀完整辅助膜层3的时间,从而及时停止刻蚀,防止刻蚀深度不均匀,生成刻蚀误差较小的计算全息图。

[0051] 于一实施例中,辅助膜层3的材料可以为石英,辅助膜层3的厚度范围可以为300nm-600nm,石英中 SiO_2 (二氧化硅)的含量大于99%。

[0052] 于一实施例中,基底2的材料可以为玻璃材料BK7,BK7中 SiO_2 (二氧化硅)的含量范围为65%-73%。

[0053] 于一实施例中,预设气体为 CHF_3 (三氟甲烷)和/或 CF_4 (四氟化碳)和 O_2 的混合。

[0054] 在实际场景中,预设气体是针对 SiO_2 (二氧化硅)进行刻蚀, SiO_2 (二氧化硅)含量越高,刻蚀速度越快,基底2材料的 SiO_2 (二氧化硅)含量明显低于辅助膜层3材料的 SiO_2 (二氧化硅)含量,因此刻蚀的过程一旦达到基底2材料层,刻蚀速率会降低,因此预设气体在基底2上的刻蚀速率大于预设气体在辅助膜层3上的刻蚀速率。

[0055] 于一实施例中,预设气体在基底2上的刻蚀速率小于10nm/s,预设气体在辅助膜层3上的刻蚀速率大于40nm/s。

[0056] 步骤140:去除所述辅助膜层上的残余光刻胶。

[0057] 在本步骤中,去除光刻胶后的结构如图8所示,去除残余光刻胶方法可以为干法去胶,干法去胶是利用等离子体将光刻胶去除。以使用氧等离子体为例,辅助膜层上的光刻胶通过在氧等离子体中发生化学反应,生成气态的 CO_2 , CO_2 和 H_2O 可以由真空系统抽走,从而完成去胶过程。

[0058] 如图8所示,为本申请实施例由上述方法得到的补偿器1,其中生成的补偿器1包括:基底2、辅助膜层3和光刻胶4,辅助膜层3和光刻胶4设于基底2的表面。

[0059] 在实际场景中,若生成补偿器1的过程中,使用离子刻蚀的方法直接对基底2进行刻蚀,由于刻蚀腔内不同区域的离子浓度不同,其它刻蚀参数也有差异,导致刻蚀速率不同,会造成不同区域的刻蚀深度不均匀,而深度均匀性误差会对最终补偿器1的波前精度产生影响。因此,在本申请中,在对基底2进行刻蚀前,首先对基底2进行镀膜,可以将镀膜的精度控制在1%以内,令辅助膜层3的厚度均匀性较好。通过选用与基底2材料不同、且更易刻蚀的辅助膜层3,利用预设气体刻蚀不同材料的速率不同的特性,使补偿器1的刻蚀深度可控,刻蚀的过程一旦达到基底2层,刻蚀速率会降低,从而避免了在刻蚀的过程中,由于刻蚀腔内不同区域离子浓度不同和其它刻蚀参数不同而导致的刻蚀速率不同,进一步避免了由于不同区域的刻蚀深度不均匀,而影响计算全息图的波前精度的问题。

[0060] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

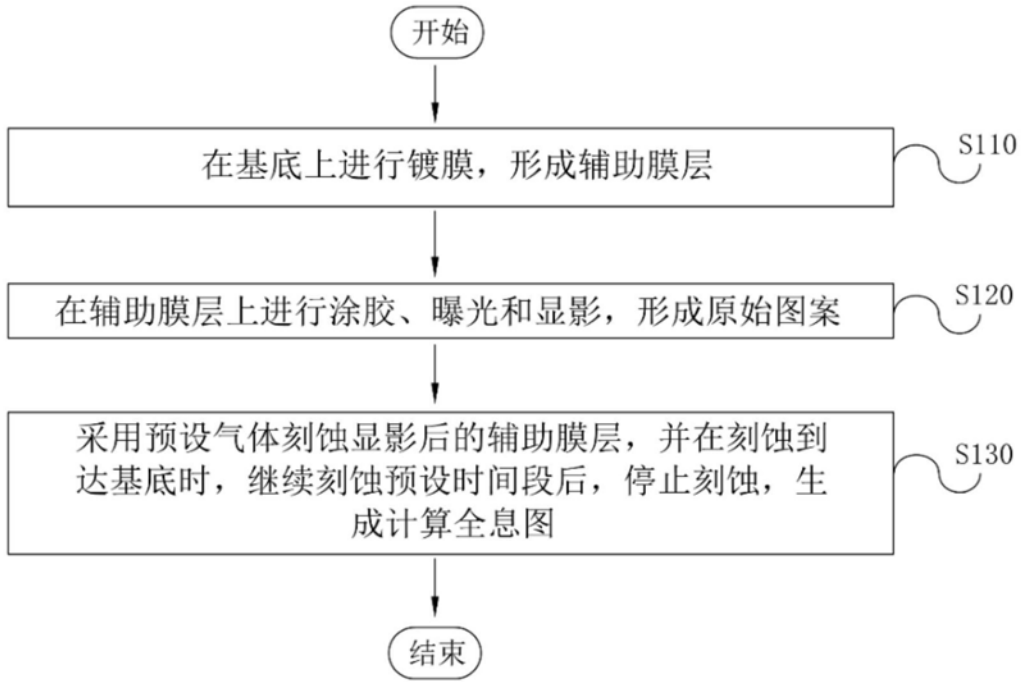


图1

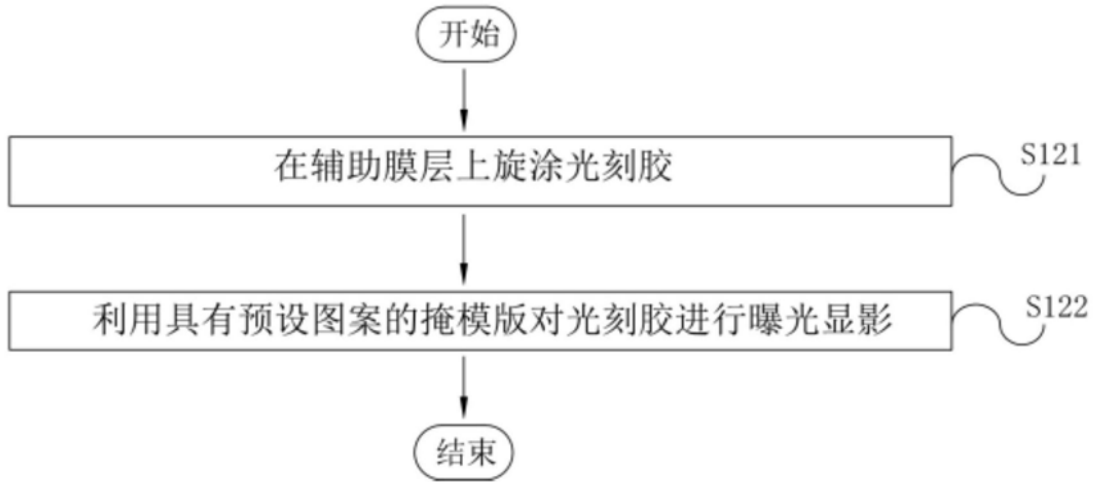


图2



图3

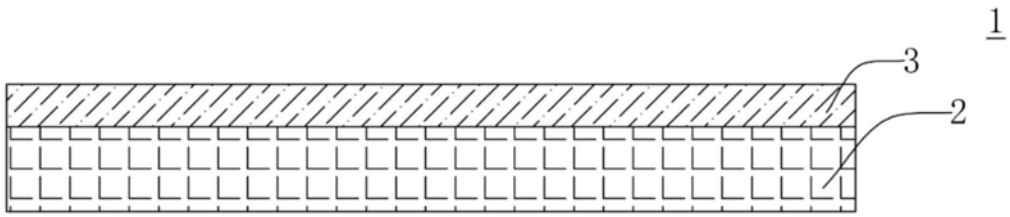


图4

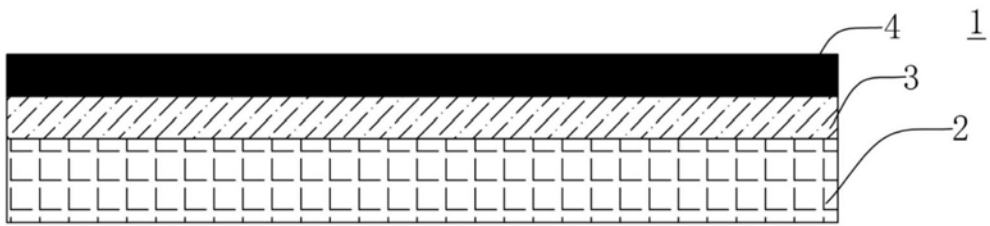


图5

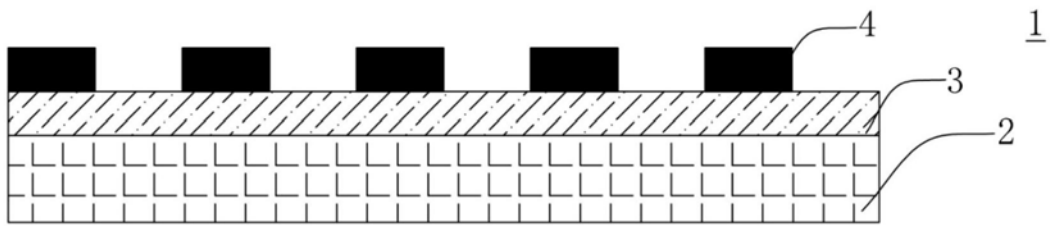


图6

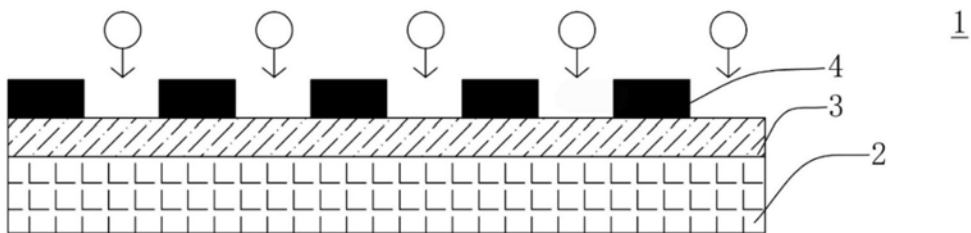


图7

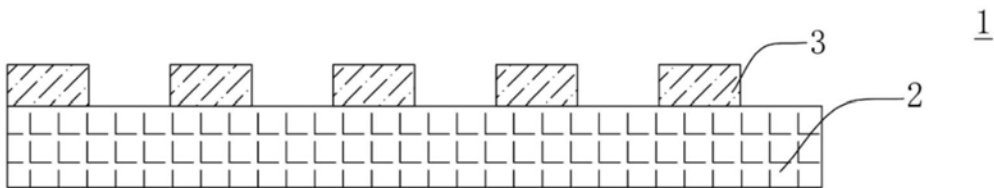


图8