

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2021 年 2 月 25 日 (25.02.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/031111 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02B 5/18 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/101537
- (22) 国际申请日: 2019 年 8 月 20 日 (20.08.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910757521.4 2019年8月16日 (16.08.2019) CN
- (71) 申请人: 诚瑞光学(常州)股份有限公司 (AAC OPTICS (CHANGZHOU) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省常州市综合保税区新纬一路, Jiangsu 213000 (CN)。
- (72) 发明人: 王晶(WANG, Jing); 中国江苏省常州市出口加工区新纬一路, Jiangsu 213000 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市恒申知识产权事务所(普通合伙) (HENSEN INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国广东省深圳市福田区南园路68号上步大厦10H, Guangdong 518000 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SURFACE RELIEF GRATING STRUCTURE

(54) 发明名称: 表面浮雕光栅结构的制作方法

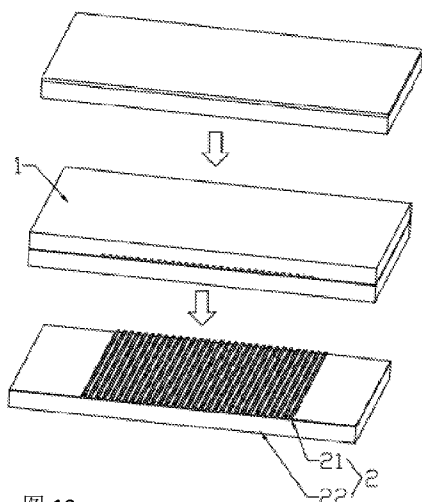


图 10

(57) Abstract: A method for manufacturing a surface relief grating structure (2). The method comprises grating motherboard (1,11,12,13,14,15,16) manufacturing and grating structure (2) transfer processes. During the grating motherboard (1,11,12,13,14,15,16) manufacturing process, a motherboard (1,11,12,13,14,15,16) coating process is added, and a metal film layer (102), the etching rate of which is different from that of a base substrate (101), is selected. During a motherboard (1,11,12,13,14,15,16) etching process, the power of an ion beam can be controlled to achieve the effect of accurately controlling the etching depth of the base substrate (101). In addition, an included angle between an emission line of the ion beam and one end face of the base substrate (101) that completes development is not a right angle, such that an inclined groove face is formed on an etched groove face, so as to obtain the grating motherboard (1,11,12,13,14,15,16) with a trapezoidal crevice. The method has a high ion beam etching efficiency, is suitable for processing a large area and use in mass production, and is widely applied. Relative to a laser direct writing method, pre-confirmed ion beam etching parameters are set, one-step forming is achieved, the efficiency and the degree of controllability are high, a target grating structure (2) can further meet the dimensional requirement, and the operation is simpler.

(57) 摘要：一种表面浮雕光栅结构(2)的制作方法, 包括光栅母板(1,11,12,13,14,15,16)制作以及光栅结构(2)转移过程, 光栅母板(1,11,12,13,14,15,16)制作过程中, 增加母板(1,11,12,13,14,15,16)镀膜过程, 选择刻蚀速率与衬底基材(101)不同的金属膜层(102), 在进行母板(1,11,12,13,14,15,16)刻蚀过程时, 可以控制离子束的功率而达到精准控制衬底基材(101)刻蚀深度的效果; 同时离子束的发射线与显影完成的衬底基材(101)一端面的夹角非直角, 使得刻蚀槽面形成倾斜槽面, 以达到带梯形夹缝的光栅母板(1,11,12,13,14,15,16)。离子束刻蚀效率高, 适合用于大面积的加工和量产使用, 应用很广泛。相对激光直写方法来说, 设置好预先确认的离子束刻蚀参数, 一次成型, 效率高且可控度高, 目标光栅结构(2)更能符合尺寸要求, 且操作更加简单。

表面浮雕光栅结构的制作方法

技术领域

本发明涉及光栅制作领域，尤其涉及一种表面浮雕光栅结构的制作方法。

背景技术

光栅是各类光谱分析仪器的重要元器件，在计量，成像，信息处理，继承光学和光通信等新兴领域被越来越多地采用。近年来，随着半导体工艺飞速发展，一种新型的光学应用产品也随之发展起来，这就是 AR（增强现实）产品。AR 是对现实的增强，是虚拟影像和现实影像的融合。目前市场上的头戴式 AR 设备多采用光学投射式原理，即通过安装在眼前的镜片实现真实场景和虚拟场景的融合。其中微软推出的 Hololens 这款产品是目前市场上，体验效果最佳的。它采用的是三层波导的表面浮雕光栅的方案，具体来说是通过三个区域（入射区，扩展区，出射区）的设计来实现的。入射区是耦入光栅，将被准直镜准直过后的光线耦合进波导实现全反射，光栅和波导的折射率越高越好；扩展区是偏折光栅的作用，改变光线的传输方向，实现光瞳在 x 方向的扩展，效率不需要很高，但随着传播其效率需要设计的越高；出射区实现光瞳在 y 方向的扩展并将光线耦出波导，也是随着传播递增。

其中闪耀光栅因为实现衍射最大值的位置从没有色散的零

级光谱转移到其他色散的衍射级上，效率很高，在入射区得到很大的应用；倾斜光栅也常常被应用在入射和出射区。扩展区的光栅由于其要求，需要的槽型光栅截面可以设计为不对称梯形。由于倾斜光栅和闪耀光栅的广泛应用，一般专利对其加工有涉及，但截面为不对称梯形的槽型光栅因为应用领域不多，研究较少。

槽型的光栅具有广泛的用途，按照截面形状分类为正玄光栅，闪耀光栅，阶梯光栅等。对于截面是梯形表面浮雕光栅，传统方法是先通过激光直写再显影，最后刻蚀得到的。激光直写就是利用强度可变的激光束对涂在基片表面的抗蚀材料变剂量的曝光，显影后在抗蚀层表面形成所要的浮雕轮廓。因其一次成型且无离散化近似，器件的制作精度和衍射效率比传统半导体工艺套刻制作的器件均有较大提高。

但是激光直写最大的问题是不能精确控制轮廓深度。加工的轮廓深度与曝光强度，扫描速度，抗蚀剂材料，显影配方，环境温度以及显影温度等多种因素有关，任何一个因素的影响都会引起轮廓深度误差，目前只能依赖操作人员的经验和恒定的工作条件来控制深度误差，工作效率低下，可控性低。

技术问题

本发明的目的在于提供一种效率高且可控度高的表面浮雕光栅结构的制作方法。

技术解决方案

本发明的技术方案如下：

一种表面浮雕光栅结构的制作方法，包括以下步骤：

S1、光栅母板制作，包括以下步骤：

母板镀膜：提供衬底基材，在所述衬底基材的表面镀上与所述衬底基材刻蚀速率不同的金属膜层，得到第一光栅母板；

母板涂胶：在所述第一光栅母板的所述金属膜层表面涂覆光刻胶层，得到第二光栅母板；

曝光显影：使用电子束对所述第二光栅母板的光刻胶层表面对应位置进行曝光，并通过显影液显影，得到剩余光刻胶层具有目标线宽夹缝的第三光栅母板；

母板刻蚀：采用离子束刻蚀所述第三光栅母板，其中，所述剩余光刻胶层、所述金属膜层以及所述衬底基材依次被刻蚀，所述离子束的发射线与所述显影完成的衬底基材表面的夹角非直角，以被刻蚀出只剩衬底基材且带梯形夹缝的目标光栅母板；

S2、光栅结构转移：将所述目标光栅母板的结构压印到待处理光栅结构的压印层上，得到目标光栅结构。

优选地，在所述曝光显影步骤中，具体包括以下过程：

根据目标光栅结构的形状，以衬底基材的垂直方向为投影方向，将所述衬底基材分为与所述目标光栅结构凸出区域投影重叠的第一区域以及与所述目标光栅结构凹陷区域投影重叠的第二区域；

使用电子束对处于所述第一区域内的光刻胶层表面进行曝光处理，使所述第一区域内的光刻胶层硬化；

再使用负性显影液显影以去除处于所述第二区域内的光刻胶层，得到的所述剩余光刻胶层为处于所述第一区域内的光刻胶层。

优选地，在所述使用电子束对处于所述第一区域内的光刻胶层表面进行曝光处理的过程中，所述处于所述第一区域内的光刻胶层包括光栅部分以及边缘部分，具体曝光过程包括：

光栅曝光：将边缘部分遮挡，使用电子束曝光光栅部分；

边缘曝光：将电子束曝光后的光栅部分遮挡，使用电子束曝光边缘部分。

优选地，在所述母板刻蚀的步骤中，依次进行金属刻蚀以及基材刻蚀过程。

优选地，金属刻蚀过程包括：

采用离子束刻蚀所述第三光栅母板，其中，所述处于所述第一区域内的光刻胶层以及处于所述第二区域内的金属膜层依次被刻蚀形成第四光栅母板，直至所述处于所述第一区域内的光刻胶层以及处于所述第二区域内的金属膜层均被刻蚀完成，所述衬底基材的第二区域露出，得到第五光栅母板；

优选地，基材刻蚀过程包括：

根据所述衬底基材的刻蚀速率与所述金属膜层的刻蚀速率控制相应功率，使用电感耦合反应离子刻蚀设备，刻蚀所述第五光栅母板，其中，处于所述第一区域内的金属膜层以及处于第二区域内的衬底基材同时被刻蚀形成第六光栅母板，直至所述第二

区域内的衬底基材达到目标刻蚀深度，得到目标光栅母板。

优选地，在所述基材刻蚀的过程中达到目标刻蚀深度后，还要进行以下过程：

清洗金属：使用酸性溶液清洗未刻蚀掉的处于所述第一区域内的金属膜层，以形成带梯形夹缝的光栅母板。

优选地，所述母板涂胶步骤中还包括以下过程：

将涂胶完成的衬底基材置于加热板加热，以去除多余溶剂，并用膜厚仪测量厚度，若厚度未达到指定要求，则继续重复母板涂胶过程，直至测量厚度达到目标厚度。

优选地，所述光栅结构转移采用纳米压印方法复制得到的所述目标光栅结构包括压印层以及玻璃基层，所述压印层上形成梯形夹缝，且所述玻璃基层显露于所述梯形夹缝底部。

优选地，所述梯形夹缝底部的宽度为 80-120nm。

有益效果

本发明的有益效果在于：

本发明的光栅母板制作过程中，增加母板镀膜过程，选择刻蚀速率与衬底基材不同的金属膜层，在进行母板刻蚀过程时，可以控制离子束的功率而达到精准控制衬底基材刻蚀深度的效果；同时离子束的发射线与显影完成的衬底基材一端面的夹角非直角，使得刻蚀槽面形成倾斜槽面，以达到带梯形夹缝的光栅母板。一组光栅母板可压印形成多组目标光栅结构，同时光栅结构的形成减少了曝光与显影过程，可以大大提高目标光栅结构的生产效率。

率。本发明的离子束刻蚀效率高，适合用于大面积的加工和量产使用，应用很广泛，设备资源多。相对激光直写方法来说，设置好预先确认的离子束刻蚀参数，一次成型，效率高且可控度高，目标光栅结构更能符合尺寸要求，且操作更加简单。

附图说明

图 1 为本发明表面浮雕光栅结构的制作方法的流程示意图；

图 2 为本发明光栅母板制作的流程示意图；

图 3 为本发明第一光栅母板的结构示意图；

图 4 为本发明第二光栅母板的结构示意图；

图 5 为本发明曝光显影形成第三光栅母板的示意图；

图 6 为本发明母板刻蚀的流程示意图；

图 7 为本发明母板刻蚀形成目标光栅母板的示意图；

图 8 为本发明目标光栅母板的结构正视图；

图 9 为本发明离子束刻蚀原理示意图；

图 10 为本发明光栅结构转移的示意图；

图 11 为本发明的光栅母板与光栅结构的结构示意图。

本发明的实施方式

下面结合附图和实施方式对本发明作进一步说明。

请参阅图 1-2，本发明公开了一种表面浮雕光栅结构的制作方法，包括以下步骤：

S1、光栅母板制作，包括以下步骤：

S11、母板清洗：提供衬底基材，将衬底基材置于清洗设备

中，放入无水乙醇以及丙酮中浸泡，去除残留有机物，然后使用大量去离子水冲洗、烘干；衬底基材一般选用硅片或塑料片。

S12、母板镀膜：在衬底基材 101 的表面镀上与衬底基材 101 刻蚀速率不同的金属膜层 102，得到第一光栅母板 11，如图 3 所示；

具体地，采用磁控溅射或者蒸镀机在衬底基材 101 上金属铬层，为刻蚀作准备。不同材质的刻蚀速率不同，基片与掩模刻蚀速度比称为选择比，选择比越大越有利基材刻蚀。由于基材与光刻胶刻蚀选择比过小，不能实现图形在基片上的转移，因此需要蒸镀金属铬层。

S13、母板涂胶：在第一光栅母板 11 的金属膜层 102 表面涂覆光刻胶层 103，得到第二光栅母板 12，如图 4 所示；

在金属铬层上涂一层负性光刻胶，光照后形成不可溶的物质，当胶浓度和旋涂速率不变时，单次旋涂的厚度不变，因此，需通过多次旋涂达到特定厚度；

膜厚与光刻胶浓度和旋涂速率的经验公式：

$$h = kc/\sqrt{w}$$

其中，h：膜厚；c：光刻胶浓度；w：旋涂速率；k：常数。

在光刻胶浓度一定的情况下，需要的膜厚越厚，则旋涂速率要求越快。

将涂胶完成的衬底基材 101 置于加热板加热，以去除多余溶剂，并用膜厚仪测量厚度，若厚度未达到指定要求，则继续重复

母板涂胶过程，直至测量厚度达到指定要求；热烘过程主要为了实现涂胶过程中厚度的均匀性。

S14、曝光显影：使用电子束光刻设备对所述第二光栅母板 12 的光刻胶层 103 表面对应位置进行曝光，并通过显影液显影，得到剩余光刻胶层 103 具有目标线宽夹缝的第三光栅母板 13；

电子束光刻设备，通过电子束曝光在光刻胶上实现光栅周期和线宽的精确控制，配合显影工序制备掩模。

请进一步参阅图 5，在曝光显影步骤中，具体包括以下过程：根据目标光栅结构的形状，以衬底基材 101 的垂直方向为投影方向，将衬底基材 101 分为与目标光栅结构凸出区域投影重叠的第一区域 1011 以及与目标光栅结构凹陷区域投影重叠的第二区域 1012；

使用电子束对处于第一区域 1011 内的光刻胶层 103 表面进行曝光处理，使第一区域 1011 内的光刻胶层 103 硬化；

处于第一区域 1011 内的光刻胶层 103 包括光栅部分 10111 以及边缘部分 10112，曝光过程包括以下两步：

首先采用电子束光刻设备将光刻胶上曝光出目标线宽的光栅结构的光栅部分 10111，边缘部分 10112 遮挡；由于电子束具有效率低、精度高的特点，所以在不同情况下，还可以采用效率相对高、精度相对低的激光束干涉进行曝光；

然后将曝光的光栅部分 10111 遮挡后，把边缘部分 10112 进行逐步曝光。

通过两步曝光过程，可以使得曝光精准度更高。

再使用负性显影液显影以去除处于第二区域 1012 内的光刻胶层 103，得到的剩余光刻胶层 103 为处于第一区域 1011 内的光刻胶层 103。

由于光刻胶层 103 为负性光刻胶，光照后形成不可溶的物质，在显影液中，未曝光的部分就会被溶解去除。

S15、母板刻蚀：采用离子束刻蚀第三光栅母板 13，其中，剩余光刻胶层 103、金属膜层以及衬底基材 101 依次被刻蚀，离子束的发射线与显影完成的衬底基材 101 表面的夹角非直角，以被刻蚀出只剩衬底基材 101 且带梯形夹缝的目标光栅母板；

请进一步参阅图 7-8，在母板刻蚀的步骤中，具体包括以下刻蚀过程：

S151、金属刻蚀：采用离子束刻蚀第三光栅母板 13，其中，处于第一区域 1011 内的光刻胶层 103 以及处于第二区域 1012 内的金属膜层 102 依次被刻蚀形成第四光栅母板 14，直至处于第一区域 1011 内的光刻胶层 103 以及处于第二区域 1012 内的金属膜层 102 均被刻蚀完成，衬底基材 101 的第二区域 1012 露出，得到第五光栅母板 15；

S152、基材刻蚀：根据衬底基材 101 的刻蚀速率与金属膜层 102 的刻蚀速率控制相应功率，使用电感耦合反应离子刻蚀设备，刻蚀第五光栅母板，其中，处于第一区域 1011 内的金属膜层 102 以及处于第二区域 1012 内的衬底基材 101 同时被刻蚀形成第六

光栅母板 16，直至第二区域 1012 内的衬底基材 101 达到目标刻蚀深度，得到目标光栅母板 1。

电感耦合反应离子刻蚀设备的的气体类型以及功率多少都可以精准控制，只要能够确认衬底基材 101 与金属膜层 102 之间的选择比，即可计算得出最优控制功率，以达到目标的刻蚀深度，最终控制刻蚀深度和转移完整的光栅结构。

S153、清洗金属：使用酸性溶液清洗未刻蚀掉的处于第一区域 1011 内的金属膜层 102，以形成带梯形夹缝的光栅母板。

在本发明的一实施例中，在母板刻蚀的步骤中，实现离子束的发射线与显影完成的衬底基材 101 表面的夹角非直角的过程包括：将显影完成的衬底基材 101 固定，控制离子束旋转预设角度，使离子束的发射线倾斜照射入衬底基材 101 的表面。

在本发明的另一实施例中，在母板刻蚀的步骤中，实现离子束的发射线与显影完成的衬底基材 101 表面的夹角非直角的过程包括：将离子束固定，控制显影完成的衬底基材 101 旋转预设角度，使离子束的发射线倾斜照射入衬底基材 101 的表面。

请进一步参阅图 9，离子束的发射线倾斜照射入衬底基材 101 的表面，衬底基材 101 表面的金属膜层 102 为矩形膜层，未被金属膜层 102 遮挡的衬底基材 101 相应位置的离子束刻蚀速率相同且最深，形成刻蚀夹缝的底部；照射于金属膜层 102 侧壁的发射线，由于离子束刻蚀的金属膜层 102 厚度渐变，从而在金属膜层 102 刻蚀后的衬底基材 101 表面刻蚀形成第一倾斜角度的夹

缝侧壁；部分照射于金属膜层 102 表面并穿透金属膜层 102 侧壁的发射线，由于离子束刻蚀的金属膜层 102 厚度渐变，且与直接照射于金属膜层 102 侧壁的刻蚀效率不同，故而在金属膜层 102 刻蚀后的衬底基材 101 表面刻蚀形成第二倾斜角度的夹缝侧壁。第一倾斜角度的夹缝侧壁、第二倾斜角度的夹缝侧壁以及夹缝的底部形成完整的不对称梯形夹缝。

在本实施例中，通过对离子束的发射线倾斜角度以及金属膜层的刻蚀线宽的控制，可以实现梯形夹缝底部的宽度达到 80-120nm 之间的精度要求，可控性高，刻蚀完成的目标光栅结构质量更好。

S2、光栅结构转移，将光栅母板压印到待处理光栅结构的压印层 21 上，得到目标光栅结构 2。压印过程如图 10 所示，得到的目标光栅结构 2 包括压印层 21 以及玻璃基层 22，压印层 21 上形成梯形夹缝，且玻璃基层 22 显露于梯形夹缝底部。

请进一步参阅图 11，目标光栅母板为 1，目标光栅结构为 2，通过控制金属铬层的厚度（镀膜机可以精确控制镀层厚度）和旋转的角度来控制校对第一倾斜角度 c 和第二倾斜角度 d 和夹缝深度 h 。夹缝底部宽度 a 和夹缝开口宽度 b 通过电子束光刻设备程序控制其大小，或者也可以采用激光束干涉进行曝光控制 a 和 b 。

本发明的光栅母板制作过程中，增加母板镀膜过程，选择刻蚀速率与衬底基材 101 不同的金属膜层 102，在进行母板刻蚀过程时，可以控制离子束的功率而达到精准控制衬底基材 101 刻蚀

深度的效果；同时离子束的发射线与显影完成的衬底基材 101 一端面的夹角非直角，使得刻蚀槽面形成倾斜槽面，以达到带梯形夹缝的光栅母板，一组光栅母板可压印形成多组目标光栅结构，同时光栅结构的形成减少了曝光与显影过程，可以大大提高目标光栅结构的生产效率。本发明的离子束刻蚀效率高，适合用于大面积的加工和量产使用，应用很广泛，设备资源多。相对激光直写方法来说，设置好预先确认的离子束刻蚀参数，一次成型，效率高且可控度高，目标光栅结构更能符合尺寸要求，且操作更加简单。

以上的仅是本发明的实施方式，在此应当指出，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明创造构思的前提下，还可以做出改进，但这些均属于本发明的保护范围。

权利要求书

1、一种表面浮雕光栅结构的制作方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1、光栅母板制作，包括以下步骤：

母板镀膜：提供衬底基材，在所述衬底基材的表面镀上与所述衬底基材刻蚀速率不同的金属膜层，得到第一光栅母板；

母板涂胶：在所述第一光栅母板的所述金属膜层表面涂覆光刻胶层，得到第二光栅母板；

曝光显影：使用电子束对所述第二光栅母板的光刻胶层表面对应位置进行曝光，并通过显影液显影，得到剩余光刻胶层具有目标线宽夹缝的第三光栅母板；

母板刻蚀：采用离子束刻蚀所述第三光栅母板，其中，所述剩余光刻胶层、所述金属膜层以及所述衬底基材依次被刻蚀，所述离子束的发射线与所述显影完成的衬底基材表面的夹角非直角，以被刻蚀出只剩衬底基材且带梯形夹缝的目标光栅母板；

S2、光栅结构转移：将所述目标光栅母板的结构压印到待处理光栅结构的压印层上，得到目标光栅结构。

2、根据权利要求1所述的表面浮雕光栅结构的制作方法，其特征在于，在所述曝光显影步骤中，具体包括以下过程：

根据目标光栅结构的形状，以衬底基材的垂直方向为投影方向，将所述衬底基材分为与所述目标光栅结构凸出区域投影重叠的第一区域以及与所述目标光栅结构凹陷区域投影重叠的第二

区域;

使用电子束对处于所述第一区域内的光刻胶层表面进行曝光处理,使所述第一区域内的光刻胶层硬化;

再使用负性显影液显影以去除处于所述第二区域内的光刻胶层,得到的所述剩余光刻胶层为处于所述第一区域内的光刻胶层。

3、根据权利要求 2 所述的表面浮雕光栅结构的制作方法,其特征在于,在所述使用电子束对处于所述第一区域内的光刻胶层表面进行曝光处理的过程中,所述处于所述第一区域内的光刻胶层包括光栅部分以及边缘部分,具体曝光过程包括:

光栅曝光:将边缘部分遮挡,使用电子束曝光光栅部分;

边缘曝光:将电子束曝光后的光栅部分遮挡,使用电子束曝光边缘部分。

4、根据权利要求 1 所述的表面浮雕光栅结构的制作方法,其特征在于,在所述母板刻蚀的步骤中,依次进行金属刻蚀以及基材刻蚀的过程。

5、根据权利要求 4 所述的表面浮雕光栅结构的制作方法,其特征在于,所述金属刻蚀包括以下过程:

采用离子束刻蚀所述第三光栅母板,其中,所述处于所述第一区域内的光刻胶层以及处于所述第二区域内的金属膜层依次被刻蚀形成第四光栅母板,直至所述处于所述第一区域内的光刻胶层以及处于所述第二区域内的金属膜层均被刻蚀完成,所述衬

底基材的第二区域露出，得到第五光栅母板。

6、根据权利要求 5 所述的表面浮雕光栅结构的制作方法，其特征在于，所述基材刻蚀包括以下过程：

根据所述衬底基材的刻蚀速率与所述金属膜层的刻蚀速率控制相应功率，使用电感耦合反应离子刻蚀设备，刻蚀所述第五光栅母板，其中，处于所述第一区域内的金属膜层以及处于第二区域内的衬底基材同时被刻蚀形成第六光栅母板，直至所述第二区域内的衬底基材达到目标刻蚀深度，得到目标光栅母板。

7、根据权利要求 6 所述的表面浮雕光栅结构的制作方法，其特征在于，在所述基材刻蚀的过程中达到目标刻蚀深度后，还要进行以下过程：

清洗金属：使用酸性溶液清洗未刻蚀掉的处于所述第一区域内的金属膜层，以形成带梯形夹缝的光栅母板。

8、根据权利要求 1 所述的表面浮雕光栅结构的制作方法，其特征在于，所述母板涂胶步骤中还包括以下过程：

将涂胶完成的衬底基材置于加热板加热，以去除多余溶剂，并用膜厚仪测量厚度，若厚度未达到指定要求，则继续重复母板涂胶过程，直至测量厚度达到目标厚度。

9、根据权利要求 1 所述的表面浮雕光栅结构的制作方法，其特征在于，所述将所述目标光栅母板的结构压印到待处理光栅结构的压印层上，得到的目标光栅结构包括压印层以及玻璃基层，所述压印层上形成梯形夹缝，且所述玻璃基层显露于所述梯形夹

缝底部。

10、根据权利要求 1 所述的表面浮雕光栅结构的制作方法，其特征在于，所述梯形夹缝底部的宽度为 80-120nm。

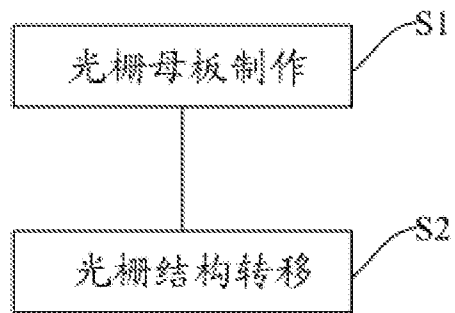


图 1

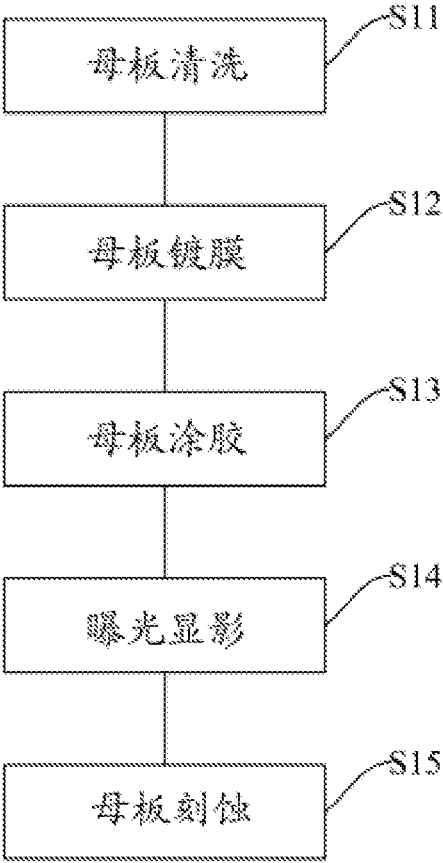


图 2

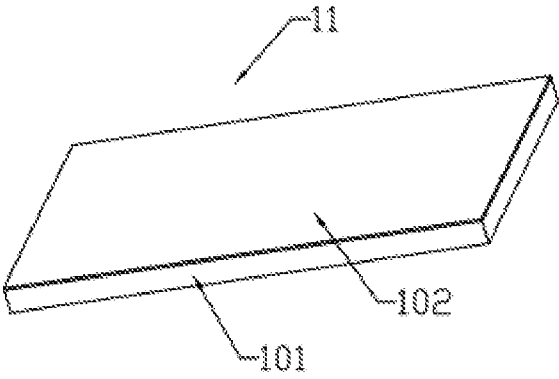


图 3

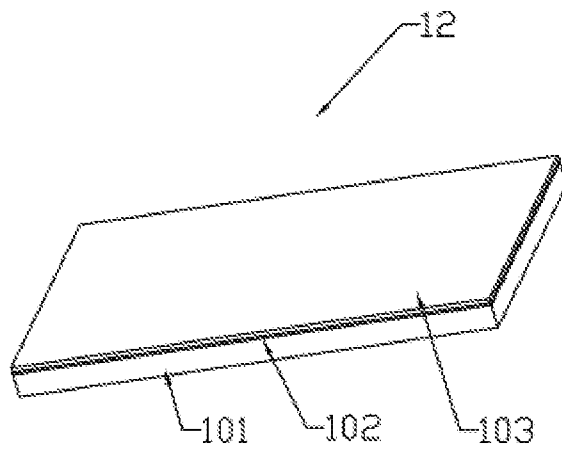


图 4

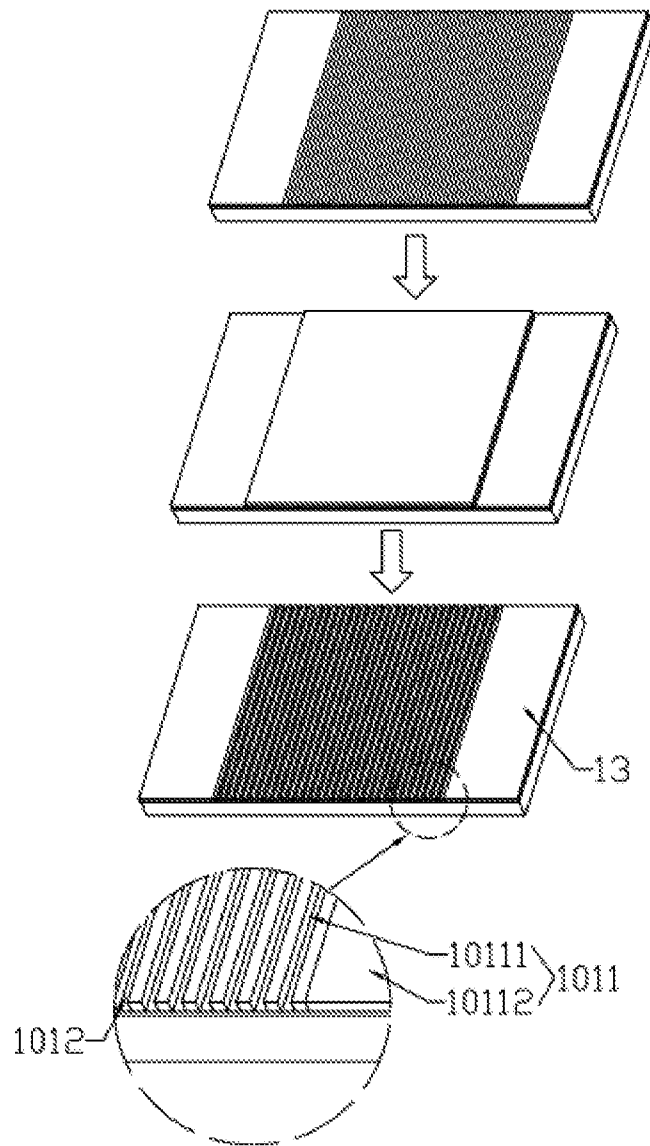


图 5

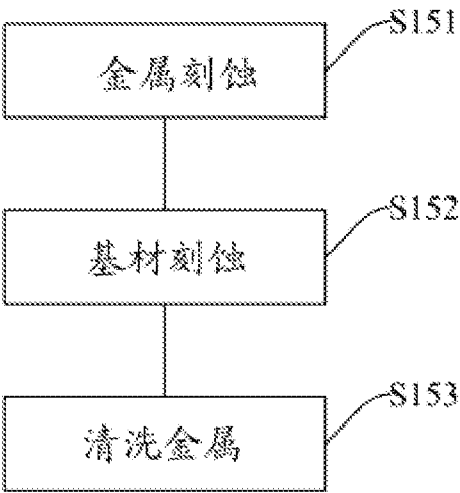


图 6

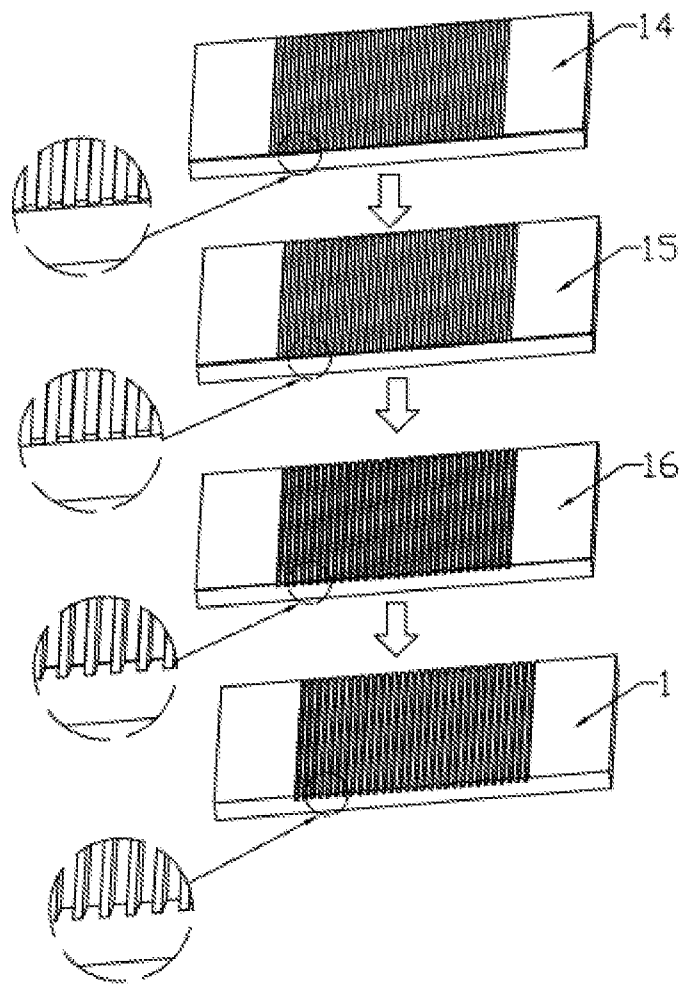


图 7

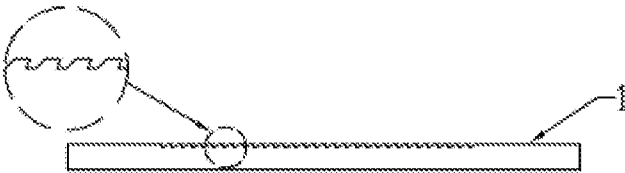


图 8

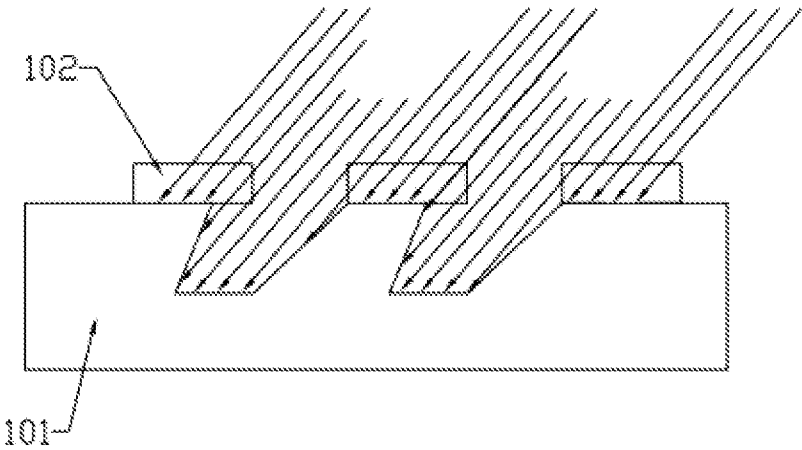


图 9

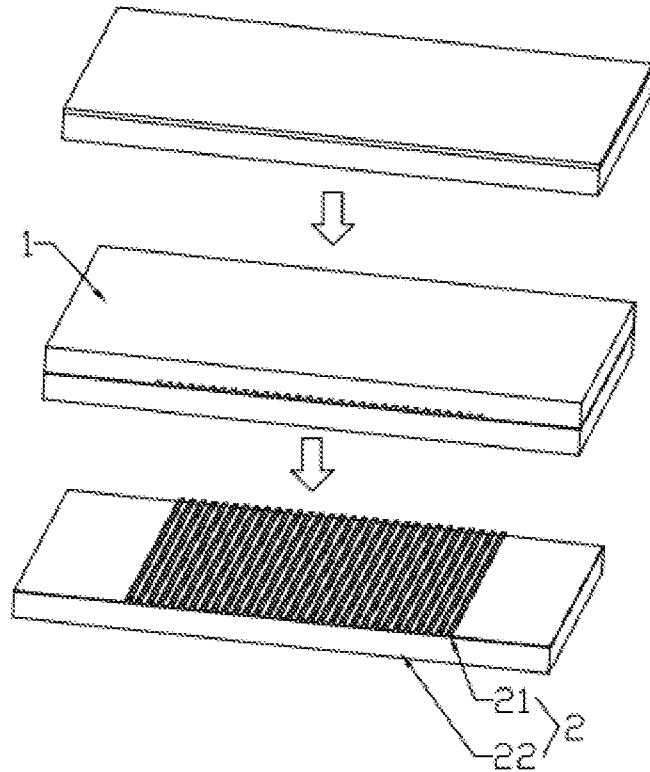


图 10

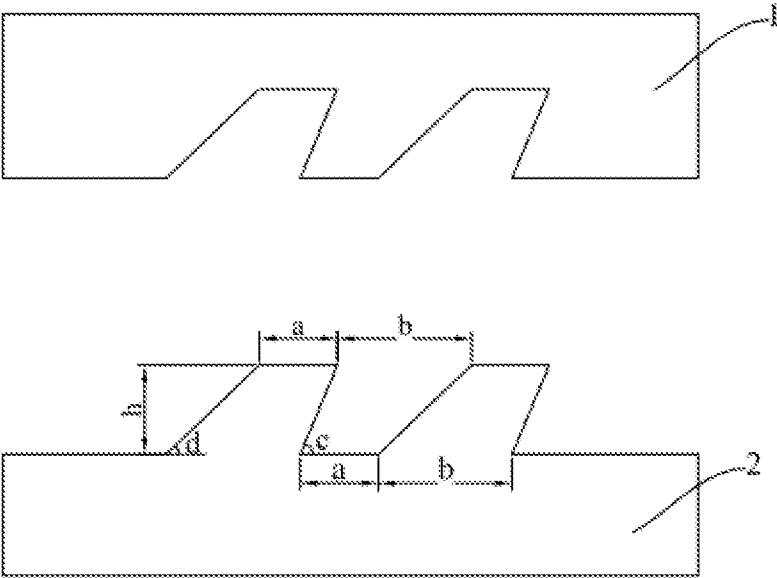


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/101537

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 5/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B 5/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 光栅, 刻蚀, 金属, 铜, 金, 银, 膜, 层, 浮雕, 结构, 制作, 母板, 压印, 梯形, relief, grating, metal, layer, film, ion, beam, etching, trapez+, tilt, incline, angle, double, two, mask, first, second, diagonal, photo, resist, rate, blaze, holograph, mother, board

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6033501 A (AGENCY OF IND. SCI. & TECHNOLOGY) 20 February 1985 (1985-02-20) description, page 2, column 4 to page 3, column 7, figures 1-6	1-5, 8-10
Y	JP 6033503 A (AGENCY OF IND. SCI. & TECHNOLOGY) 20 February 1985 (1985-02-20) description, column 5, figures 4-6	1-5, 8-10
Y	CN 109656098 A (ANKON MEDICAL TECHNOLOGIES (SHANGHAI) CO., LTD.) 19 April 2019 (2019-04-19) description, paragraphs [0041]-[0046], figures 1a-1e	1-5, 8-10
A	CN 104142530 A (INSTITUTE OF PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 12 November 2014 (2014-11-12) entire document	1-10
A	US 2005199582 A1 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 15 September 2005 (2005-09-15) entire document	1-10
A	CN 102360093 A (SOOCHOW UNIVERSITY) 22 February 2012 (2012-02-22) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 April 2020

Date of mailing of the international search report

24 April 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/101537

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	6033501	A	20 February 1985	None			
JP	6033503	A	20 February 1985	JP	H0217001	B2	19 April 1990
CN	109656098	A	19 April 2019	None			
CN	104142530	A	12 November 2014	CN	104142530	B	17 August 2016
US	2005199582	A1	15 September 2005	JP	2005257778	A	22 September 2005
CN	102360093	A	22 February 2012	WO	2013056637	A1	25 April 2013
				US	9864113	B2	09 January 2018
				US	2014353141	A1	04 December 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/101537

A. 主题的分类

G02B 5/18(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G02B 5/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI, CNPAT, WPI, EPDOC: 光栅, 刻蚀, 金属, 铜, 金, 银, 膜, 层, 浮雕, 结构, 制作, 母板, 压印, 梯形, relief, grating, metal, layer, film, ion, beam, etching, trapez+, tilt, incline, angle, double, two, mask, first, second, diagonal, photo, resist, rate, blaze, holograph, mother, board

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	JP 6033501 A (AGENCY OF IND. SCI. & TECHNOLOGY) 1985年 2月 20日 (1985 - 02 - 20) 说明书第2页第4栏-第3页第7栏, 图1-6	1-5, 8-10
Y	JP 6033503 A (AGENCY OF IND. SCI. & TECHNOLOGY) 1985年 2月 20日 (1985 - 02 - 20) 说明书第5栏, 图4-6	1-5, 8-10
Y	CN 109656098 A (上海安翰医疗技术有限公司) 2019年 4月 19日 (2019 - 04 - 19) 说明书第[0041]-[0046]段, 图1a-1e	1-5, 8-10
A	CN 104142530 A (中国科学院物理研究所) 2014年 11月 12日 (2014 - 11 - 12) 全文	1-10
A	US 2005199582 A1 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 2005年 9月 15日 (2005 - 09 - 15) 全文	1-10
A	CN 102360093 A (苏州大学) 2012年 2月 22日 (2012 - 02 - 22) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布, 或在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 4月 16日

国际检索报告邮寄日期

2020年 4月 24日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

王京阳

电话号码 86-(10)-53962396

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/101537

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
JP	6033501	A	1985年 2月 20日	无			
JP	6033503	A	1985年 2月 20日	JP	H0217001	B2	1990年 4月 19日
CN	109656098	A	2019年 4月 19日	无			
CN	104142530	A	2014年 11月 12日	CN	104142530	B	2016年 8月 17日
US	2005199582	A1	2005年 9月 15日	JP	2005257778	A	2005年 9月 22日
CN	102360093	A	2012年 2月 22日	WO	2013056637	A1	2013年 4月 25日
				US	9864113	B2	2018年 1月 9日
				US	2014353141	A1	2014年 12月 4日