



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106462087 B

(45)授权公告日 2019.09.06

(21)申请号 201580008070.4

(22)申请日 2015.02.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106462087 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据
10-2014-0016625 2014.02.13 KR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.08.10

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2015/001489 2015.02.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/122721 KO 2015.08.20

(73)专利权人 株式会社LG化学
地址 韩国首尔

(72)发明人 朴正帖 郑镇美 郑有珍 辛富建

(74)专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

代理人 李静 黄丽娟

(51)Int.Cl.
G03F 7/26(2006.01)
G03F 7/20(2006.01)
H01J 1/30(2006.01)

(56)对比文件
JP H11237744 A,1999.08.31,
US 2011236833 A1,2011.09.29,
WO 2013158543 A1,2013.10.24,
审查员 于国良

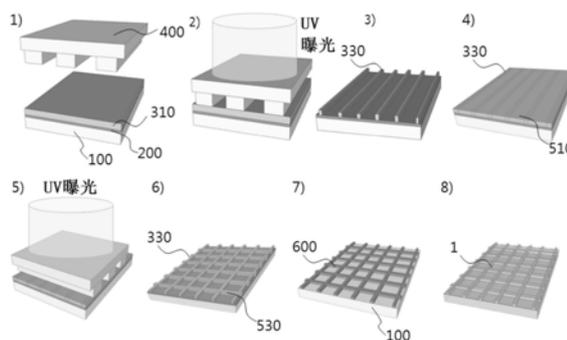
权利要求书2页 说明书16页 附图14页

(54)发明名称

透明光掩模及其制造方法及用其形成导电网格图案的方法

(57)摘要

本发明涉及一种制造母模的方法、由该方法制造的母模、制造透明光掩模的方法、由该方法制造的透明光掩模以及使用该透明光掩模制造导电网格图案的方法。



1. 一种用于制造透明光掩模的方法,包括:

1) 在基板上形成第一光敏材料层;

2) 通过使刻有线形图案的透明光掩模与所述第一光敏材料层的上表面接触形成第一光敏材料图案层;

3) 在具有所述第一光敏材料图案层的所述基板上形成第二光敏材料层;

4) 使刻有所述线形图案的所述透明光掩模与所述第二光敏材料层的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的所述线形图案交叉而在所述基板上形成第二光敏材料图案层;

5) 蚀刻所述基板上未形成所述第一光敏材料图案层和所述第二光敏材料图案层的部分;

6) 通过去除所述第一光敏材料图案层和所述第二光敏材料图案层制造具有凸出网格图案的母模;

7) 在所述母模上形成透明树脂层;以及

8) 从所述母模上去除所述透明树脂层。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,步骤1)中的所述基板包括配置在其一个表面上的导电层,以及

步骤5)是通过蚀刻所述导电层上未形成所述第一光敏材料图案层和所述第二光敏材料图案层的部分来制造导电网格图案的步骤。

3. 如权利要求2所述的方法,还包括:

在步骤6)之后,蚀刻所述基板上未形成所述导电网格图案的部分;以及去除所述导电网格图案。

4. 如权利要求1所述的方法,还包括:

在步骤4)之后,在具有所述第一光敏材料图案层和所述第二光敏材料图案层的所述基板上形成第三光敏材料层;以及

在所述基板上形成第三光敏材料图案层。

5. 根据权利要求1至4中的任一项制造的透明光掩模,所述透明光掩模具有线宽为100nm以上900nm以下的凹入网格图案。

6. 如权利要求5所述的透明光掩模,其中,所述凹入网格图案的深度是50nm以上10 μ m以下。

7. 如权利要求5所述的透明光掩模,其中,所述凹入网格图案的间距是2 μ m以上500 μ m以下。

8. 如权利要求5所述的透明光掩模,其中,所述透明光掩模包括聚二甲基硅氧烷(PDMS)类聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚氨酯丙烯酸酯(PUA)、聚苯乙烯(PS)、聚碳酸酯(PC)、聚乙烯醇(PVA)、环烯烃共聚物(COP)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚乙烯醇缩丁醛(PVB)或它们的共聚物中的至少一种。

9. 如权利要求5所述的透明光掩模,还包括:

不透明图案层,所述不透明图案层配置在刻有所述凹入网格图案的所述透明光掩模的表面上。

10. 如权利要求9所述的透明光掩模,其中,所述不透明图案层的图案是路由器图案。

11. 如权利要求9所述的透明光掩模,其中,所述不透明图案层包括金属或碳类材料。
12. 如权利要求5所述的透明光掩模,包括:
中空圆柱形基板;
配置在所述基板的外周面上的包覆层,所述包覆层具有线宽为100nm以上900nm以下的凹入网格图案;以及
配置在所述圆柱形基板内部的紫外灯。
13. 一种用于制造导电网格图案的方法,包括:
①在包括导电层的基板的所述导电层上形成光敏材料层;
②通过使权利要求5所述的透明光掩模与所述光敏材料层的上表面接触形成光敏材料网格图案层;
③蚀刻所述导电层上未形成所述光敏材料网格图案层的部分;以及
④去除所述光敏材料网格图案层以制造导电网格图案。
14. 如权利要求13所述的方法,其中,步骤②包括在所述透明光掩模与所述光敏材料层的所述上表面接触之后向所述透明光掩模辐射一次紫外线的步骤。
15. 如权利要求14所述的方法,其中,所述紫外线的强度是10mJ/cm²以上200mJ/cm²以下。
16. 如权利要求13所述的方法,其中,所述导电网格图案的线宽是100nm以上900nm以下。
17. 如权利要求13所述的方法,其中,所述导电层包括银(Ag)、铜(Cu)、铝(Al)、金(Au)、镍(Ni)、钛(Ti)、钼(Mo)、钨(W)、铬(Cr)和铂(Pt)中的至少一种金属,或其中的两种或更多种金属的合金。

透明光掩模及其制造方法及用其形成导电网格图案的方法

技术领域

[0001] 本申请要求于2014年02月13日在韩国知识产权局提交的韩国专利申请号10-2014-0016625的优先权和权益,其全部内容通过引用并入本说明书中。

[0002] 本发明涉及一种用于制造母模(master mold)的方法、由该方法制造的母模、用于制造透明光掩模的方法、由该方法制造的透明光掩模以及使用该透明光掩模制造导电网格图案的方法。

背景技术

[0003] 为了改善用户的可携带性,便携式终端机,例如智能电话、互联网装置和便携式游戏装置需要更轻薄的外观。

[0004] 便携式终端机具有有限的尺寸而不方便用户通过使用菜单键、数字键和方向键来进行所需的功能,因此便携式终端机目前配置为用户观看屏幕时通过使用触摸屏使用户能够直接选择显示在屏幕上的菜单项。

[0005] 触摸屏能够使用户在观看屏幕时触控显示在屏幕上的菜单项以进行所需的功能,因此触摸屏需要由透明材料形成,并且包括用于探测用户的触摸输入的触控电极。

[0006] 触控电极通常由在触摸屏上具有交叉结构的两根电极线形成,而且所述两根触控电极线可以在分开的片中或在一个片中形成以确定用户的触摸输入。

[0007] 具有格状结构的触摸屏采用电容法,传感器电极图案由多个交叉的第一导电侧线(conductive-side line)和第二导电侧线形成。当触摸对象靠近具有格状结构的触摸屏时,互相水平和垂直连接的第一和第二导电侧线收集接近点变化的电容,而且触摸屏分析所收集的信号并探测触摸输入。

[0008] 触摸屏的电极采用电阻高于导电金属的电阻但具有高透光率的透明金属氧化物,例如铟锡氧化物(ITO)。

[0009] 透明金属氧化物由于功函数大、电导性相对不高,因此在具有小的表面积的装置中没有问题,但是当表面积增加时具有产生电压降的缺点。

[0010] 当透明金属氧化物形成在透明膜例如PET膜上时,对膜产生与沉积时间成比例的表面损坏,并且产生阴离子影响,使得难以制造大的触摸屏。

[0011] 为了克服所述问题,US专利公开号2010-0156840公开了一种通过使用具有网格结构的触控电极探测触摸输入的触摸屏传感器。

[0012] 但是,具有网格结构的触控电极可以被视觉识别,或者可以通过网格图案表现出莫尔效应。

[0013] 当具有网格结构的触控电极的线宽降低时,视觉识别和莫尔效应降低,但微米图案可实现的线宽有限,而且实现具有小于 $1\mu\text{m}$ 的亚微米级线宽的超细网格结构的方法需要大笔加工费,使得在大规模制造和使触控电极变大方面有问题。

[0014] 因此,需要对能够实现具有小于 $1\mu\text{m}$ 的亚微米级线宽的超细网格结构的合理制造方法进行研究。

发明内容

[0015] 技术问题

[0016] 本发明提供一种用于制造母模的方法、由该方法制造的母模、用于制造透明光掩模的方法、由该方法制造的透明光掩模以及使用该透明光掩模制造导电网格图案的方法。

[0017] 技术方案

[0018] 本发明提供一种用于制造母模的方法,包括:a)在基板上形成第一光敏材料层;b)通过使刻有线形图案的透明光掩模与所述第一光敏材料层的上表面接触形成第一光敏材料图案层;c)在具有所述第一光敏材料图案层的基板上形成第二光敏材料层;d)使刻有线形图案的透明光掩模与所述第二光敏材料层的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料图案层;e)蚀刻基板上未形成第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的部分;以及f)去除所述第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层。

[0019] 此外,本发明提供一种根据所述制造母模的方法制造的母模,所述母模具有线宽为100nm以上900nm以下的凸出网格图案。

[0020] 本发明提供一种用于制造透明光掩模的方法,包括:1)在基板上形成第一光敏材料层;2)通过使刻有线形图案的透明光掩模与所述第一光敏材料层的上表面接触形成第一光敏材料图案层;3)在具有所述第一光敏材料图案层的基板上形成第二光敏材料层;4)使刻有线形图案的透明光掩模与所述第二光敏材料层的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料图案层;5)蚀刻基板上未形成第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的部分;6)通过去除所述第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层制造具有凸出网格图案的母模;7)在所述母模上形成透明树脂层;以及8)从所述母模上去除所述透明树脂层。

[0021] 此外,本发明提供一种通过所述制造透明光掩模的方法制造的透明光掩模,所述透明光掩模具有线宽为100nm以上900nm以下的凹入网格图案。

[0022] 此外,本发明提供一种用于制造导电网格图案的方法,包括:Ⓐ在包括导电层的基板的导电层上形成光敏材料层;Ⓑ通过使透明光掩模与所述光敏材料层的上表面接触形成光敏材料网格图案层;Ⓒ蚀刻导电层上未形成光敏材料网格图案层的部分;以及Ⓓ去除所述光敏材料网格图案层以制造导电网格图案。

[0023] 有益效果

[0024] 根据本发明,可以通过简单的光方法制造具有亚微米级线宽的超细网格结构的电极。

[0025] 与现有薄膜上的金属氧化物类透明电极相比,根据本发明制造的具有亚微米级线宽的超细网格结构的电极可以克服氧化物层的固有表面电阻值的局限,使得所述电极非常容易应用至大面积透明电极中。

[0026] 在使用塑料基板的情况下,即使基板由于细线的结构弯曲或弯折时,也可以有效地将局部集中的应力分布至基板上,使得所述电极可以容易地应用至柔性电子装置上。

[0027] 通过本发明的制造方法制造的网格电极很容易使用在电子装置的触控面板的电极结构中。

[0028] 本发明可以通过使用柔性相位差掩模诱导光敏层均匀接触,使得具有平面、非平

面或曲面的圆柱形模具中容易形成图案,因此可以通过自动化工艺,例如基于圆柱形卷模的卷对卷工艺(roll to roll process)容易地应用亚微米级的网络网格结构。

[0029] 本发明可以通过使用透明柔性基板作为光掩模形成和重叠具有各种尺寸的大面积图案,或在圆柱形模具的圆柱形曲面上划分或独立地形成具有不同形状的图案,从而提高加工的自由度。

[0030] 本发明可以容易地制造刻有凸出的亚微米级网格图案的母模。

[0031] 本发明可以容易地制造刻有凹入的亚微米级网格图案的透明光掩模。

附图说明

[0032] 图1和2描述了相移光刻的原理。

[0033] 图3说明了基于光学相移光刻制造亚微米级网格图案的难度。

[0034] 图4是根据本发明第一示例性实施方案制造母模的方法的流程图。

[0035] 图5是根据本发明第二示例性实施方案制造母模的方法的流程图。

[0036] 图6是根据本发明第三示例性实施方案制造母模的方法的流程图。

[0037] 图7是根据本发明一个示例性实施方案制造透明光掩模的方法的流程图。

[0038] 图8是使用根据本发明的一个示例性实施方案制造的透明光掩模制造导电网格图案的方法的流程图。

[0039] 图9是具有实施例1的线宽为40 μm 的线形图案(重复周期80 μm)的铬空白掩模的扫描电镜(SEM)图像。

[0040] 图10是根据实施例1制造的刻有线形图案的透明光掩模的SEM图像。

[0041] 图11是根据实施例1制造的光敏网格图案的示意图和SEM图像。

[0042] 图12是根据实施例1制造的导电网格图案的示意图和光学显微镜图像。

[0043] 图13是根据实施例1制造的母模的示意图和SEM图像。

[0044] 图14是刻有根据实施例1制造的凹入网格图案的透明光掩模的示意图和SEM图像。

[0045] 图15是通过使用刻有根据实施例1的凹入网格图案的透明光掩模制造的导电网格图案的示意图和SEM图像。

[0046] 图16是根据本发明的另一个示例性实施方案将路由器(router)图案加入到透明光掩模中并且制造包括所述路由器图案的导电网格图案的方法的流程图。

[0047] <参考数字和符号的说明>

[0048] 1:具有凸出网格图案的母模

[0049] 5:透明树脂层

[0050] 10:具有凹入网格图案的透明光掩模

[0051] 20:基板

[0052] 30:导电层

[0053] 40:光敏材料层

[0054] 50:光敏材料网格图案层

[0055] 60:导电网格图案

[0056] 70:不透明图案层

[0057] 80:另外的光敏材料图案层

- [0058] 100:基板
- [0059] 200:导电层
- [0060] 310:第一光敏材料层
- [0061] 330:第一光敏材料图案层
- [0062] 400:刻有线形图案的透明光掩模
- [0063] 510:第二光敏材料层
- [0064] 530:第二光敏材料图案层
- [0065] 600:导电网格图案
- [0066] 800:阴影掩模或屏蔽掩模
- [0067] 900:路由器图案

具体实施方式

[0068] 在下文中,将详细描述本发明。

[0069] 与现有的基于金属氧化物例如氧化铟锡(ITO)的透明电极相比,具有亚微米级线宽的网络结构的电极通过使用具有高电导率的金属在形成导电图案时具有能使线宽最小化和透射比最大化的电极结构,而且所述电极容易应用至大面积的柔性电子装置中。当将具有导电层的电极应用至柔性电子装置中时,由于柔性基板和导电层之间机械弹性模量的差异大,导电层会不可避免地破裂。当将所述具有亚微米级线宽的网络结构的电极应用至柔性电子装置中时,即使基板被细线的结构弯曲或弯折,也可以有效地将局部集中的应力分散至基板上,使得所述电极可以非常容易地应用至柔性电子装置中。

[0070] 用于制造现有纳米结构的技术在制造电极上有局限性,因此已尝试了一种新技术。代表性地使用了一种利用软光刻法的微/纳米图案化技术,所述软光刻法是指通过使用柔性有机材料制造图案或结构而无需现有摄影中使用的复杂装置的新转移方法。

[0071] 为了通过利用相移光刻法制造具有亚微米级线宽的网络结构,已经提出了一种通过利用电子束光刻法将具有棋盘形状的凹凸图案之间的间距控制为具有亚微米体制(regime)的制造相移光刻掩模的方法。

[0072] 当将形成有图案的柔性基板用作光掩模时,如图1所示,由于图案凸部分与图案凹部之间的边界界面处的介质(例如玻璃 $n=1.45$)与空气($n=1.0$)之间的折射率的差异,产生入射UV光的相位差。当考虑图案的高度 d 和入射UV光的波长的相位差变为 2π 的整数比时,局部产生破坏性干扰,因此相移光刻使用如图2所示的UV光强度在凸出图案边界或凹入图案边界的局部区域变得接近0的零点(null point)的现象。因此,即使通过使用普通廉价的UV灯也可以容易地获得1微米以下的亚微米级的图案。

[0073] 考虑到可通过使用普通空白掩模获得的图案的分辨率($R=k\lambda/NA$ (k :工艺指数, λ :光源的波长, NA :镜头的孔径比)),相移光刻法的优点在于即使不使用昂贵的极端UV光源也能够通过使用廉价的UV灯获得亚微米级图案。此外,相移光刻法还具有如下优点:当相位差光掩模由柔性材料形成时,圆柱形模具通过柔性基板的性能具有非常高的粘合性,因此可以在平面或非平面(曲面)基板的整个区域上形成均匀的图案。

[0074] 通过使用相移光刻法非常容易制造具有亚微米体制的线宽 $w(<1\mu\text{m})$ 的线形图案,但是为了制造具有超细线宽而应用至透明电极中的图案彼此连接和交叉的网格结构,必须

制造图案基础掩模使得图案之间的间距 d 接近于线宽 w ($d \approx w$)。这是因为在相移光刻中,通过相位差光掩模中具有三维凸凹形状的图案的转角的边界界面处局部表现出破坏性干扰的近场诱导图案光敏的方法使图案图案化为图案沿转角闭合的结构。因此,为了实现图案彼此连接和交叉的网格结构,技术难度在于需要将相位差光掩模的单元图案之间的间距控制为亚微米体制。

[0075] 通过图3的描述,当使用图3(a)所示的相位差光掩模来制造网格图案时,图3(b)所示的四边形图案之间的间距 d 与相位差光掩模的凸出图案之间的间距 g 成比例增加。为了克服所述问题并制造网格图案,如图3d(c)所示,当将相位差光掩模的凸出图案之间的间距 g 控制为具有小于 $1\mu\text{m}$ 的亚微米尺寸时,可以制造如图3(d)所示的网格图案。

[0076] 如图3(c)所示,缺点在于,为了将相位差光掩模的凸出图案之间的间距 g 控制为具有小于 $1\mu\text{m}$ 的亚微米尺寸,必须使用昂贵的超细图案化设备,例如电子束或离子束,制造过程具有高难度,而且由于基于高真空度的图案加工使得所述方法难以应用使电极变大。

[0077] 本发明提供一种用于制造母模的方法,包括:a)在基板上形成第一光敏材料层;b)通过使刻有线形图案的透明光掩模与所述第一光敏材料层的上表面接触形成第一光敏材料图案层;c)在具有所述第一光敏材料图案层的基板上形成第二光敏材料层;d)使刻有线形图案形成的透明光掩模与所述第二光敏材料层的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料图案层;e)蚀刻基板上未形成第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的部分;以及f)去除所述第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层。

[0078] 步骤a)是在基板上形成第一光敏材料层的步骤。

[0079] 所述基板的类型没有特别限制,但是可以选自本领域中通常使用的基板。具体地,所述基板可以是透明基板,例如,所述透明基板可以包括石英、玻璃和塑料中的至少一种或由其中的至少一种形成。

[0080] 所述基板可以包括石英或由石英形成。石英具有优异的UV区域带中波长的透射率,优异的耐磨性和优异的机械性能。在此情况下,当主图案的形状在随后复制时可以通过使用UV固化树脂确保用于诱导固化的UV透射率。

[0081] 所述基板的厚度没有特别限制,但是当使用模具或相位差掩模基于卷对卷制造塑料基板时,所述基板的厚度可以是 $40\mu\text{m}$ 以上 $400\mu\text{m}$ 以下。

[0082] 步骤a)中的基板可以包括在其一个表面上设置的导电层。

[0083] 所述导电层可以包括银(Ag)、铜(Cu)、铝(Al)、金(Au)、镍(Ni)、钛(Ti)、钼(Mo)、钨(W)、铬(Cr)和铂(Pt)中的至少一种金属,或其中两种或更多种金属的合金。

[0084] 所述导电层可以包括透明金属氧化物。

[0085] 所述透明金属氧化物的类型没有特别限制,但是可以选自本领域中通常使用的透明金属氧化物。例如,所述透明金属氧化物可以包括氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化铝锌(AZO)、氧化铟锌锡(IZTO)、氧化铝锌-银-氧化铝锌(AZO-Ag-AZO)、氧化铟锌-银-氧化铟锡(IZO-Ag-IZO)、氧化铟锡-银-氧化铟锡(ITO-Ag-ITO)、和氧化铟锌锡-银-氧化铟锡(IZTO-Ag-IZTO)中的至少一种。

[0086] 所述导电层的堆叠方法没有特别限制,但是可以是例如热沉积、溅镀、电子束沉积、层压加工法或溶液涂覆法。

[0087] 当使用溶液涂覆法作为导电层的堆叠方法时,导电层可以通过使用导电金属前体、导电金属氧化物前体、纳米粒子、纳米线、导电纺织品和导电聚合物中的至少一种形成在基板上。

[0088] 所述导电层的厚度(高度)没有特别限制,但是可以是5nm以上10 μ m以下。

[0089] 形成在所述导电层上的第一光敏材料层可以通过将光敏材料组合物应用至导电层上来形成。包含在光敏材料组合物中的光敏材料的类型没有特别限制,但是所述光敏材料对根据曝光的显影剂具有不同的溶解度,而且当光敏材料在图案形成之后通过热处理固化时,可以建立更稳定的加工条件。

[0090] 所述光敏材料组合物可以是正型光敏材料组合物或负型光敏材料组合物,而且没有特别限制。所述光敏材料组合物可以是正型光敏材料组合物。

[0091] 所述光敏材料组合物的固体含量可以根据所使用的光敏材料的粘度和固体而变化,但是基于光敏材料组合物的总重量,例如10重量%以上60重量%以下。

[0092] 所述第一光敏材料层的厚度可以是0.01 μ m以上10 μ m以下。

[0093] 步骤b)是通过使刻有线形图案的透明光掩模与所述第一光敏材料层的上表面接触形成第一光敏材料图案层的步骤。

[0094] 所述透明光掩模可以是凸刻线形图案的透明光掩模。

[0095] 所述透明光掩模可以是相位差柔性掩模,具体地,所述掩模可以是由具有亚微米尺寸周期的凹凸形状的柔性材料制成的接触掩模。刻有凸出线形图案的透明光掩模可以具有线形凹部和线形凸部。在此情况下,凸部的线宽和凹部的线宽可以彼此相同或不同,凸部的线宽和凹部的线宽可以彼此相同。

[0096] 在所述透明光掩模中,当凸部的线宽和凹部的线宽彼此相同时,一个凸部的线宽和一个凹部的线宽可以定义为凹凸部分的周期。例如,当所述透明光掩模的凹凸部分的周期为80 μ m时,该周期可以指线宽为40 μ m的凸部和线宽为40 μ m的凹部。

[0097] 所述透明光掩模的凹凸部分的周期决定由透明光掩模形成的光敏材料图案的间距。例如,当所述透明光掩模的凹凸部分的周期为80 μ m时,由所述透明光掩模形成的光敏材料图案的间距可以是40 μ m。在此情况下,光敏材料图案的间距是指任一图案的线宽的纵向上的中心线和与该图案相邻的另一个图案的线宽的纵向上的中心线之间的距离。

[0098] 对所述透明光掩模的材料没有特别限制,只要所述透明光掩模的材料是具有高透射率和低杨氏模量的柔性材料即可,但是所述透明光掩模可以包括例如聚二甲基硅氧烷(PDMS)类聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚氨酯丙烯酸酯(PUA)、聚苯乙烯(PS)、聚碳酸酯(PC)、聚乙烯醇(PVA)、环烯烃共聚物(COP)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚乙烯醇缩丁醛(PVB)或它们的共聚物中的至少一种。具体地,所述透明光掩模可以包括PDMS类聚合物,但实质上并不局限于此。

[0099] 所述凸刻在透明光掩模中的线形图案的线宽可以根据所需的最终实现的图案而变化。考虑到使用的UV光源的波长,由破坏性干扰造成的近场光学图案的形成,以及图案的凹凸部分的压低部分由于透明光掩模的柔性材料的下降,凸刻在透明光掩模上的线形图案的线宽可以是2 μ m以上500 μ m以下。

[0100] 所述透明光掩模中形成的凹凸部分的周期可以通过等式1和2根据所制造的网格电极决定透射率的网格间距和表面电阻值来设计和预测,并且具有由网格电极的线宽和电

极所使用的金属材料的特性引起的值。所述透明光掩模的凹凸部分的周期可以是20μm以上160μm以下。

[0101] (等式1)

$$[0102] \quad R_{S,TOT} = \xi \frac{\rho_G}{t_G f_F}$$

[0103] (等式2)

$$[0104] \quad T_{TOT} = T_{sub} \times (1 - f_F)^2$$

[0105] 在此情况下， ρ_G 和 t_G 分别表示导电网格的电阻率和厚度， ξ 是由形成金属层的工艺引起的工艺校正系数， f_F 表示金属层占据基板的面积比，即填充因子。 T_{sub} 表示基板的透射率， T_{TOT} 表示包括导电网格的基板的最终透射率。

[0106] 所述透明光掩模的线形凸出图案的高度，即凸部的高度可以是50nm以上500μm以下。

[0107] 当所述透明光掩模与第一光敏材料层的上表面接触时，刻有线形图案的透明光掩模的表面可以与第一光敏材料层的上表面接触。在此情况下，由于所述透明光掩模的折射率与空气的折射率之间的差异使入射进透明光掩模的紫外线产生相位差，而且由于破坏性干扰，在图案的凸部和凹部的边界，即透明光掩模与空气接触的界面上紫外线强度可以为接近0的零点。

[0108] 步骤b)可以包括：b-1)在使透明光掩模与第一光敏材料层的上表面接触之后在所述透明光掩模上辐射紫外线；

[0109] b-2)去除所述透明光掩模，通过使用显影剂使所述第一光敏材料层显影，并形成第一光敏材料图案层；以及

[0110] b-3)固化所形成的第一光敏材料图案层。

[0111] 在步骤b-1)中，所述第一光敏材料层通过透明光掩模分为辐射紫外线的部分和未辐射紫外线的部分，而且第一光敏材料层的辐射紫外线的部分可以对显影剂具有高溶解度。

[0112] 在步骤b-1)中，所辐射的紫外线的强度没有特别限制，但是，可以是例如10mJ/cm²以上200mJ/cm²以下。

[0113] 在步骤b-2)中使用的显影剂没有特别限制，只要显影剂能够熔融第一光敏材料层的辐射紫外线的部分即可，但是所述显影剂可以是碱性显影剂，例如氢氧化钾(KOH)。

[0114] 步骤b)还可以包括在步骤b-2)之后干燥所形成的第一光敏材料图案层。在此情况下，可以使包含在所述第一光敏材料图案层中的溶剂等气化。

[0115] 用于干燥所述第一光敏材料图案层的温度没有特别限制，只要温度能够使包含在所述第一光敏材料图案层中的溶剂等气化即可。

[0116] 在步骤b-3)中，固化的第一光敏材料图案层可以硬化和固定。

[0117] 在步骤b-3)中，用于固化第一光敏材料图案层的温度可以是150℃以上250℃以下。

[0118] 在步骤b)中形成的第一光敏材料图案层可以是固化的第一光敏材料图案层。在此情况下，当在具有第一光敏材料图案层的导电层上进行形成第二光敏材料图案层的工艺时，可以少损坏或不损坏图案，例如固化的第一光敏材料图案层分离或熔融。

- [0119] 所述第一光敏材料图案层的线形图案的线宽可以是100nm以上900nm以下。
- [0120] 步骤c)是在具有第一光敏材料图案层的基板上形成第二光敏材料层的步骤。
- [0121] 所述第二光敏材料层的厚度可以与所述第一光敏材料图案层的厚度(高度)相同或接近。所述第二光敏材料层的厚度可以根据所述第一光敏材料图案层的厚度(高度)而变化,但是可以是例如0.01 μm 以上10 μm 以下。
- [0122] 所述第二光敏材料层可以通过在具有第一光敏材料图案层的导电层上应用光敏材料组合物来形成。
- [0123] 所述形成第二光敏材料层的光敏材料组合物可以与所述形成第一光敏材料层的光敏组合物相同或不同。
- [0124] 步骤d)是使刻有线形图案的透明光掩模与所述第二光敏材料层的上表面接触,以使所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料图案层的步骤。
- [0125] 在步骤d)中,刻有线形图案的透明光掩模与第二光敏材料层的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉,而且此处,“交叉”是指刻有线形图案的透明光掩模与第二光敏材料层的上表面接触使得第一光敏材料图案层的线形图案与相位差柔性掩模的线形图案正交或具有预定的角度。
- [0126] 步骤d)可以包括:d-1)在使透明光掩模与所述第二光敏材料层的上表面接触后向透明光掩模上辐射紫外线;
- [0127] d-2)去除透明光掩模,通过使用显影剂使所述第二光敏材料层显影,然后形成第二光敏材料图案层;以及
- [0128] d-3)固化所形成的第二光敏材料图案层。
- [0129] 步骤d)还可以包括在步骤d-2)之后干燥所形成的第二光敏材料图案层。
- [0130] 步骤d-1)、d-2)和d-3)以及干燥步骤可以引用步骤b-1)、b-2)和b-3)以及干燥步骤的描述,而且所述步骤可以分别在与步骤b-1)、b-2)和b-3)以及干燥步骤相同或不同的条件下独立进行。
- [0131] 所述在步骤d)中形成的第二光敏材料图案层可以是固化的第二光敏材料图案层。
- [0132] 所述在步骤d)中的透明光掩模可以引用前面提及的透明光掩模的描述。
- [0133] 所述在步骤d)中的透明光掩模可以与步骤b)中的透明光掩模相同或不同。
- [0134] 所述第二光敏材料图案层的线形图案的线宽可以是100nm以上900nm以下。
- [0135] 根据本发明的另一个具体实施例,可以通过使基板上的光敏材料图案化三次或更多次来制造另外的亚微米图案或微米图案。
- [0136] 在步骤d)之后,所述方法还可以包括:在具有第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的基板上形成第三光敏材料层;以及在所述基板上形成第三光敏材料图案层。
- [0137] 所述第三光敏材料层的厚度可以与所述第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的厚度(高度)相同或接近。所述第三光敏材料层的厚度可以根据所述第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的厚度(高度)而变化,但是可以是例如0.01 μm 以上10 μm 以下。
- [0138] 所述第三光敏材料层可以通过在具有第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的基板上应用光敏材料组合物来形成。
- [0139] 所述形成第三光敏材料层的光敏材料组合物可以与所述形成第一光敏材料层和

第二光敏材料图案层中的至少一种光敏组合物相同或不同。

[0140] 在本发明的另一个示例性实施方案中,形成所述第三光敏材料图案层的步骤可以是使刻有线形图案的透明光掩模与所述第三光敏材料层的上表面接触,使得第一光敏材料图案层的线形图案与第二光敏材料图案层的线性图案中的至少一种与所述透明光掩模的线形图案交叉或平行而在导电层上形成第三光敏材料图案层的步骤。

[0141] 通过增加所述步骤,可以通过重叠或连接亚微米图案或微米图案制造在形成具有三角形、矩形、正方形或多边形排列等的图案形状的网格电极。

[0142] 步骤e) 是通过蚀刻基板上未形成第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的部分来制造导电网格图案的步骤。

[0143] 步骤e) 中的蚀刻过程可以通过使用普通干式蚀刻或湿式蚀刻方法进行,但是考虑到具有微米线宽的导电图案的可靠性和产品的缺陷,所述蚀刻过程优选可以通过干式蚀刻方法进行。

[0144] 当在步骤d) 之后形成额外的光敏材料图案层时,步骤e) 可以是蚀刻导电层中未形成第一光敏材料图案层、第二光敏材料图案层和额外的光敏材料图案层的部分的步骤。

[0145] 当在步骤d) 之后形成第三光敏材料图案层时,步骤e) 可以是蚀刻导电层中未形成第一光敏材料图案层、第二光敏材料图案层和第三光敏材料图案层的部分的步骤。

[0146] 步骤f) 是去除所述第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的步骤。

[0147] 所述去除第一和第二光敏材料图案层的方法没有特别限制,并且可以采用本领域中通常使用的方法。

[0148] 当在步骤d) 之后形成额外的光敏材料图案层时,可以在步骤f) 中去除所述第一光敏材料图案层、第二光敏材料图案层和额外的光敏材料图案层。

[0149] 当在步骤d) 之后形成第三光敏材料图案层时,可以在步骤f) 中去除所述第一光敏材料图案层、第二光敏材料图案层和第三光敏材料图案层。

[0150] 所述方法还可以包括:g) 蚀刻基板上未形成导电网格图案的部分;以及h) 在步骤f) 之后去除所述导电网格图案。

[0151] 步骤g) 中的蚀刻过程可以通过使用普通干式蚀刻或湿式蚀刻方法进行,但是可以优选为通过干式蚀刻方法进行。

[0152] 步骤g) 中的蚀刻过程的条件可以与步骤e) 中的蚀刻过程的条件相同或不同。在步骤g) 和e) 中,考虑到待蚀刻的目标彼此不同,步骤g) 和e) 的蚀刻过程条件可以彼此不同。

[0153] 所述去除导电网格图案的方法没有特别限制,可以采用本领域通常使用的方法。

[0154] 步骤f) 中去除所述光敏材料层的过程的条件可以与步骤h) 中去除导电网格图案的过程的条件相同或不同。在步骤f) 和h) 中,考虑到待去除的目标彼此不同,步骤f) 和h) 过程的条件可以彼此不同。

[0155] 如图4所示,根据本发明的第一示例性实施方案的制造母模的方法可以包括:a) 在基板100上形成第一光敏材料层310;b) 通过使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第一光敏材料层310的上表面接触形成第一光敏材料图案层330;c) 在具有所述第一光敏材料图案层330的基板上形成第二光敏材料层510;d) 使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第二光敏材料层510的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料图案层530;e) 蚀刻基板上未形成第一

光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层305的部分;以及f)去除所述第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层以制造母模。

[0156] 如图5所示,根据本发明的第二示范性实施方案的制造母模的方法可以包括:a)在包括导电层200的基板100的导电层200上形成第一光敏材料层310;b)通过使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第一光敏材料层310的上表面接触形成第一光敏材料图案层330;c)在具有所述第一光敏材料图案层330的基板上形成第二光敏材料层510;d)使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第二光敏材料层510的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料图案层530;e)通过蚀刻导电层上未形成第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530的部分形成导电网格图案600;以及f)去除所述第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530以制造母模。

[0157] 如图6所示,根据本发明的第三示范性实施方案的制造母模的方法可以包括:a)在包括导电层200的基板100的导电层200上形成第一光敏材料层310;b)通过使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第一光敏材料层310的上表面接触形成第一光敏材料图案层330;c)在具有所述第一光敏材料图案层的基板上形成第二光敏材料层510;d)使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第二光敏材料层510的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料图案层530;e)通过蚀刻导电层上未形成第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530的部分形成导电网格图案600;f)去除所述第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530;以及g)蚀刻基板上未形成导电网格图案530的部分;以及h)去除所述导电网格图案530以制造母模。

[0158] 本发明提供了一种通过所述制造母模的方法制造的母模,该母模具有线宽为100nm以上900nm以下的凸出网格图案。

[0159] 对所述母模的描述可以引用所述对制造母模的方法的描述。

[0160] 所述母模可以是在基板上具有集成凸出网格图案的母模或具有凸出导电网格图案的母模。

[0161] 如图4或6所示,所述母模可以是在基板100上具有集成凸出网格图案的母模1或具有如图5所示具有凸出导电网格图案600的母模1。

[0162] 所述母模还可以包括通过另外的光敏材料图案层形成的另外的亚微米级图案或微米级图案。具体地,所述网格电极还可以包括路由器图案层。

[0163] 本发明提供了一种用于制造透明光掩模的方法,包括:1)在基板上形成第一光敏材料层;2)通过使刻有线形图案的透明光掩模与所述第一光敏材料层的上表面接触形成第一光敏材料图案层;3)在具有所述第一光敏材料图案层的基板上形成第二光敏材料层;4)使刻有线形图案的透明光掩模与所述第二光敏材料层的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料图案层;5)蚀刻基板上未形成第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的部分;6)通过去除所述第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层制造具有凸出网格图案的母模;7)在所述母模上形成透明树脂层;以及8)从所述母模上去除所述透明树脂层。

[0164] 对所述制造透明光掩模的方法的描述可以引用对所述制造母模的方法的描述。

[0165] 步骤1)的基板可以包括配置在其一个表面上的导电层,步骤5)可以是通过蚀刻导电层上未形成第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的部分来制造导电网格图案的步骤。

[0166] 所述方法还可以包括:蚀刻基板上未形成导电网格图案的部分;以及在步骤6)之后去除所述导电网格图案。

[0167] 在步骤4)之后,所述方法还可以包括:在形成有第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的基板上形成第三光敏材料层;以及在所述基板上形成第三光敏材料图案层。

[0168] 步骤8)可以是通过从母模上去除透明树脂层制造具有凹部网格图案的透明光掩模的步骤,在步骤8)之后,所述方法还可以包括在刻有凹入网格图案的透明光掩模的表面上配置刻有贯通图案的阴影掩模或屏蔽掩模,沉积不透明材料以及形成不透明图案层。

[0169] 所述不透明图案层的材料没有特别限制,只要所述不透明图案层的材料是不透明的并且可以用于沉积过程即可,但是可以是例如金属或碳类材料。

[0170] 所述刻在阴影掩模或屏蔽掩模中的图案没有特别限制,但是例如,当导电层具有用于触控面板的网格图案时,所述刻在光掩模中的图案可以是路由器图案。所述路由器图案是可以与用于触控面板的网格图案连接并且可以与外部柔性印刷电路板连接的构造。

[0171] 如图16的1)至3)所示,可以通过在刻有凹入网格图案的透明光掩模10的表面上配置刻有贯通图案的阴影掩模或屏蔽掩模以及沉积不透明材料来形成不透明图案层70。

[0172] 所述透明树脂层没有特别限制,只要所述透明树脂层可以是透明的并且当从母模上被去除时保持图案的形式即可。例如,所述透明树脂层可以包括例如聚二甲基硅氧烷(PDMS)类聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚氨酯丙烯酸酯(PUA)、聚苯乙烯(PS)、聚碳酸酯(PC)、聚乙烯醇(PVA)、环烯烃共聚物(COP)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚乙烯基丁二烯(PVB)或它们的共聚物中的至少一种。具体地,所述透明树脂层可以包括PDMS-类聚合物,但实质上并不局限于此。

[0173] 如图4和7所示,根据本发明的第一示例性实施方案的制造透明光掩模的方法可以包括:1)在基板100上形成第一光敏材料层310;2)通过使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第一光敏材料层310的上表面接触形成第一光敏材料图案层330;3)在具有所述第一光敏材料图案层330的基板上形成第二光敏材料层510;4)使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第二光敏材料层510的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料图案层530;5)蚀刻基板上未形成第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530的部分;6)通过去除所述第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530制造具有凸出网格图案的母模1;7)在所述母模1上形成透明树脂层5;以及8)从所述母模1上去除所述透明树脂层以制造具有凹入网格图案的透明光掩模10。

[0174] 如图5和7所示,根据本发明的第二示例性实施方案的制造透明光掩模的方法可以包括:1)在包括导电层200的基板100的导电层200上形成第一光敏材料层310;2)通过使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第一光敏材料层310的上表面接触形成第一光敏材料图案层330;3)在具有所述第一光敏材料图案层的基板上形成第二光敏材料层510;4)使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第二光敏材料层510的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料

图案层530;5)通过蚀刻导电层上未形成第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530的部分制造导电网格图案600;6)通过去除所述第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530制造具有凸出网格图案的母模1;7)在所述母模1上形成透明树脂层5;以及8)从所述母模1上去除所述透明树脂层以制造具有凹入网格图案的透明光掩模10。

[0175] 如图6和7所示,根据本发明的第三示例性实施方案的制造透明光掩模的方法可以包括:1)在包括导电层200的基板100的导电层200上形成第一光敏材料层310;2)通过使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第一光敏材料层310的上表面接触形成第一光敏材料图案层330;3)在具有所述第一光敏材料图案层的基板上形成第二光敏材料层510;4)使刻有线形图案的透明光掩模400与所述第二光敏材料层510的上表面接触,使得所述第一光敏材料图案层的线形图案与所述透明光掩模的线形图案交叉而在基板上形成第二光敏材料图案层530;5)通过蚀刻导电层上未形成第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530的部分制造导电网格图案600;6)通过去除所述第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530,蚀刻基板上未形成导电网格图案530的部分,并去除所述导电网格图案530来制造具有凸出网格图案的母模1;7)在所述母模1上形成透明树脂层5;以及8)从所述母模1上去除所述透明树脂层以制造具有凹入网格图案的透明光掩模10。

[0176] 本发明提供一种通过所述制造透明光掩模的方法制造的透明光掩模,所述透明光掩模具有线宽为100nm以上900nm以下的凹入网格图案。

[0177] 对所述透明光掩模的描述可以引用上面描述。

[0178] 所述凹入网格图案的深度可以是50nm以上10 μ m以下。

[0179] 所述凹入网格图案的间距可以是2 μ m以上500 μ m以下。具体地,所述凹入网格图案的间距可以是10 μ m以上80 μ m以下。

[0180] 所述透明光掩模可以包括聚二甲基硅氧烷(PDMS)类聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚氨酯丙烯酸酯(PUA)、聚苯乙烯(PS)、聚碳酸酯(PC)、聚乙烯醇(PVA)、环烯烃共聚物(COP)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚乙烯基丁二烯(PVB)或它们的共聚物中的至少一种。

[0181] 所述透明光掩模还可以包括配置在所述刻有凹入网格图案的透明光掩模的表面上的不透明图案层。

[0182] 所述不透明图案层的形式没有特别限制,但是,例如,当所述导电层具有用于触控面板的网格图案时,刻在光掩模中的图案可以是路由器图案。

[0183] 本发明提供一种用于制造导电网格图案的方法,包括:Ⓐ在包括导电层的基板的导电层上形成光敏材料层;Ⓑ通过使本发明的透明光掩模与所述光敏材料层的上表面接触形成光敏材料网格图案层;Ⓒ蚀刻导电层上未形成光敏材料网格图案层的部分;以及Ⓓ去除所述光敏材料网格图案层以制造导电网格图案。

[0184] 对所述用于制造导电网格图案的方法的描述可以引用上面描述。

[0185] 如图8所示,根据本发明的一个示例性实施方案的用于制造导电网格图案的方法可以包括:Ⓐ在包括导电层30的基板20的导电层30上形成光敏材料层40;Ⓑ通过使本发明的透明光掩模10与所述光敏材料层40的上表面接触形成光敏材料网格图案层50;Ⓒ蚀刻导电层上未形成光敏材料网格图案层50的部分;以及Ⓓ去除所述光敏材料网格图案层50以制

造导电网格图案60。

[0186] 所述导电层可以包括银(Ag)、铜(Cu)、铝(Al)、金(Au)、镍(Ni)、钛(Ti)、钼(Mo)、钨(W)、铬(Cr)和铂(Pt)中的至少一种金属或其中两种或更多种金属的合金。

[0187] 所述导电层可以包括透明金属氧化物。

[0188] 所述透明金属氧化物的类型没有特别限制,但是可以选自本领域中通常使用的透明金属氧化物。例如,所述透明金属氧化物可以包括氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化铝锌(AZO)、氧化铟锌锡(IZTO)、氧化铝锌-银-氧化铝锌(AZO-Ag-AZO)、氧化铟锌-银-氧化铟锡(IZO-Ag-IZO)、氧化铟锡-银-氧化铟锡(ITO-Ag-ITO)、和氧化铟锌锡-银-氧化铟锡(IZTO-Ag-IZTO)中的至少一种。

[0189] 步骤⑤可以包括在透明光掩模与光敏材料层的上表面接触之后向透明光掩模辐射一次紫外线的步骤。

[0190] 所述第一光敏材料层通过透明光掩模分为向其上辐射紫外线的部分和未向其上辐射紫外线的部分,而且第一光敏材料层上辐射紫外线的部分可以对显影剂具有高溶解度。

[0191] 所辐射的紫外线的强度没有特别限制,但是,可以是例如 $10\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $200\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以下。

[0192] 步骤⑤还可以包括去除透明光掩模,通过使用显影剂使光敏材料层显影然后形成光敏材料图案层的步骤。

[0193] 所述显影剂没有特别限制,只要显影剂是能够熔融光敏材料层上辐射紫外线的部分的溶液即可,但是所述显影剂可以是碱性显影剂,例如氢氧化钾(KOH)。

[0194] 在所述显影步骤之后,所述方法还可以包括干燥所形成的光敏材料网格图案层。在此情况下,可以使包含在所述光敏材料网格图案层中的溶剂等气化。

[0195] 用于干燥所述光敏材料网格图案层的温度没有特别限制,只要温度能够使包含在所述光敏材料网格图案层中的溶剂等气化即可。

[0196] 步骤⑤还可以包括固化所形成的光敏材料网格图案层。

[0197] 在所述固化步骤中,所固化的光敏材料网格图案层可以硬化和固定。

[0198] 在所述固化步骤中,所述用于固化光敏材料网格图案层的温度可以是 150°C 以上 250°C 以下。

[0199] 所述制造本发明的导电网格图案的方法可以应用至卷对卷工艺中。

[0200] 当将所述制造本发明的导电网格图案的方法应用至卷对卷工艺中时,透明光掩模可以包括中空圆柱形基板、配置在所述中空圆柱形基板的外圆周面上并具有线宽为 100nm 以上 900nm 以下的凹入网格图案的包覆层(blanket)以及配置在所述圆柱形基板内部的紫外灯。

[0201] 所述具有凹入网格图案的包覆层通过本发明制造透明光掩模的方法制造,并且由可设置在所述中空圆柱形基板的外周面上的柔性材料构成。所述包覆层的材料没有特别限制,只要所述包覆层的材料可以设置在所述中空圆柱形基板的外周面上即可,但是可以包括例如聚二甲基硅氧烷(PDMS)类聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚氨酯丙烯酸酯(PUA)、聚苯乙烯(PS)、聚碳酸酯(PC)、聚乙烯醇(PVA)、环烯烃共聚物(COP)、聚对苯二甲酸

乙二醇酯 (PET) 和聚乙烯基丁二烯 (PVB) 或它们的共聚物中的至少一种。具体地,所述覆盖层的材料可以是聚二甲基硅氧烷类聚合物。

[0202] 在此情况下,所述中空圆柱形基板材料没有特别限制,只要所述中空圆柱形基板材料能够使紫外线穿过并且具有能够抵抗透明光掩模旋转时施加的冲击的机械性能即可,但是所述中空圆柱形基板材料可以是石英或玻璃。

[0203] 当将所述方法应用至卷对卷工艺中时,配置有导电网格图案的基板可以是柔性膜。例如,所述基板可以是塑料膜,而且所述塑料膜的材料没有特别限制,并且可以采用本领域中通常使用的材料。

[0204] 所制造的导电网格图案的线宽可以是100nm以上900nm以下。

[0205] 在本发明中,所述“网格”是指网络形状,并且可以包括其中两根或更多根线交叉的形状和正交网格图案。

[0206] 所述导电网格图案可以是其中两组线彼此正交的网格图案。水平方向的第一组线形图案的间距可以与垂直方向的第二组线形图案的间距相同或不同。具体地,第一组线形图案的间距可以与第二组线形图案的间距相同。

[0207] 第一组线形图案的线宽和第二组线形图案的线宽各自可以是100nm以上900nm以下。

[0208] 第一和第二组线形图案的各自间距可以是2 μ m以上500 μ m以下。具体地,第一和第二组线形图案的各自间距可以是10 μ m以上80 μ m以下。

[0209] 所述网格电极还可以包括通过另外的光敏材料图案层形成的附加的亚微米图案或微米图案。具体地,所述网格电极还可以包括路由器图案层。

[0210] 所述网格电极可以用作用于触控面板的网格电极、用于有机发光装置的辅助电极、用于有机发光装置的金属电极以及用于有机太阳能电池的网格电极中的至少一种。具体地,所述网格电极可以是用于触控面板的网格电极。

[0211] 当所述步骤⑥的透明光掩模包括配置在所述刻有凹入网格图案的透明光掩模的表面上不透明图案层时,可以通过使配置有不透明图案层的透明光掩模与光敏材料层的上表面接触形成另外的光敏材料图案层和光敏材料网格图案层。

[0212] 如图16的4)和5)所示,当所述透明光掩模10包括配置在所述刻有凹入网格图案的透明光掩模10的表面上不透明图案层70时,可以通过使具有不透明图案层的透明光掩模与光敏材料层的上表面接触形成另外的光敏材料图案层80和光敏材料网格图案层50。

[0213] 所述另外的光敏材料图案层的图案没有特别限制,但是,例如,当导电层具有用于触控面板的网格图案时,所述刻在光掩模中的图案可以是路由器图案。

[0214] 当在步骤⑥中在导电层上形成另外的光敏材料图案层和光敏材料网格图案层时,步骤③可以是蚀刻导电层上未形成所述光敏材料网格图案层和另外的光敏材料图案层的部分的步骤。

[0215] 如图16的5)和6)所示,当在导电层上形成另外的光敏材料图案层80与光敏材料网格图案层50时,可以蚀刻导电层20上未形成所述光敏材料网格图案层50和另外的光敏材料图案层80的部分。

[0216] 当在步骤⑥中在导电层上形成另外的光敏材料图案层和光敏材料网格图案层时,

步骤④可以是通过去除所述另外的光敏材料图案层和光敏材料网格图案层制造导电网格图案的步骤。

[0217] 在下文中,将参照实施例详细地描述本发明。但是,列出下列实施例是为了说明本发明,但不是用来限制本发明。

[0218] [实施例]

[0219] [实施例1]

[0220] 制造柔性接触掩模

[0221] 如图9所示,使用具有线宽约为 $40\mu\text{m}$ 的线形图案(大约 $80\mu\text{m}$ 的重复周期)的铬(Cr)空白掩模并且使用光敏材料AZ1512(未稀释溶液)或SU8 25(稀释300%,丙二醇单甲醚醋酸酯(PGMEA))通过利用现有的光刻工艺制造图案,将聚二甲基硅氧烷(PDMS)聚合物和硬化剂以9:1的比例混合,将混合物倒至图案上,通过热固化使混合物凝固,将混合物与光敏材料图案分离以制造刻有线形图案的PDMS透明光掩模。所制造的透明光掩模的SEM图像在图10中示出。

[0222] 制造光敏材料图案

[0223] 通过真空溅镀工艺使铝(Al)以50nm的厚度沉积在石英上,然后通过铝(Al)上涂覆和干燥光敏材料形成第一光敏材料层。在此情况下,将第一光敏材料层的厚度调整至大约100nm至400nm。在透明光掩模与第一光敏材料层接触后,形成经过曝光(Karl Suss MA8掩模对准器)、显影(显影仪CPD18)和干燥的第一光敏材料图案层。在此情况下,将曝光量调整至 $10\text{mJ}/\text{cm}^2$ 至 $200\text{mJ}/\text{cm}^2$ 的范围。然后,将干燥的第一光敏材料图案层在 150°C 至 250°C 的温度下热处理大约10分钟并固化。接着,以与第一光敏材料图案层相同的顺序在配置有第一光敏材料图案层的铝上另外形成第二光敏材料层,然后将相同的透明光掩模旋转 90° 并使透明光掩模与第二光敏材料层接触,然后将第二光敏材料层曝光、显影、干燥和固化而在铝上形成第二光敏材料图案层。结果,在铝上制造线宽为100nm至900nm和间距为 $40\mu\text{m}$ 的光敏材料网格图案。所形成的光敏材料网格图案的示意图和SEM图像在图11中示出。

[0224] 制造导电网格图案

[0225] 利用在铝上制造的网格光敏图案作为蚀刻掩模通过干法蚀刻厚度为50nm的Al层制造导电网格图案。所制造的导电网格图案的示意图和光学显微镜图像在图12中示出。

[0226] 在此情况下,干法蚀刻的工艺条件表示如下。

[0227] 工艺压力:5m托

[0228] 气体种类和流速: $\text{BCl}_3:\text{Cl}_2=35:15\text{sccm}$

[0229] 蚀刻施加功率:ICP:RF=300:30W

[0230] 制造母模

[0231] 通过利用在石英上制造的厚度为50nm的铝网格图案作为蚀刻掩模将石英干法蚀刻成厚度为50nm以上 $10\mu\text{m}$ 以下的石英,然后除去铝网格图案以制造具有凸出网格图案的石英母模。

[0232] 所制造的母模的示意图和SEM图像在图13中示出。

[0233] 在此情况下,干法蚀刻的工艺条件表示如下。

[0234] 工艺压力:2m托

[0235] 气体种类和流速: $\text{C}_4\text{F}_8=30\text{sccm}$

[0236] 蚀刻施加功率:ICP:RF=10000:50W

[0237] 制造透明光掩模

[0238] 将聚二甲基硅氧烷 (PDMS) 聚合物和硬化剂以9:1的比例混合,将混合物倒至图案上,通过热固化使混合物凝固,将混合物与石英母模分离以制造刻有凹入网格图案的PDMS透明光掩模。PDMS透明光掩模的网格图案的深度为830nm,其间距为40 μ m,且其线宽为550nm。

[0239] 所制造的透明光掩模的示意图和SEM图像在图14中示出。

[0240] 制造导电网格图案

[0241] 通过真空溅镀工艺使铝 (Al) 以50nm的厚度沉积在石英上,然后通过铝 (Al) 上涂覆和干燥光敏材料来形成光敏材料层。在此情况下,将光敏材料层的厚度调整至大约100nm至400nm。在刻有凹入网格图案的透明光掩模与光敏材料层接触后,形成经过曝光 (Karl Suss MA8掩模对准器,1000W)、显影 (显影仪CPD18) 和干燥的光敏材料图案层。此情况下,将曝光量调整至10mJ/cm²至200mJ/cm²的范围。然后,将干燥的光敏材料图案层在150 $^{\circ}$ C至250 $^{\circ}$ C的温度下热处理大约10分钟然后固化。

[0242] 结果,在铝上制造线宽为100nm至900nm和间距为40 μ m的光敏材料网格图案。

[0243] 使用在铝上制造的光敏材料网格图案作为蚀刻掩模,通过干法蚀刻厚度为50nm的Al层制造导电网格图案。

[0244] 在此情况下,干法蚀刻的工艺条件表示如下。

[0245] 工艺压力:5m托

[0246] 气体种类和流速:BCl₃:Cl₂=35:15sccm

[0247] 蚀刻施加功率:ICP:RF=300:30W

[0248] 所制造导电网格图案的示意图和SEM图像在图15中示出。

[0249] 导电网格图案的高度为50nm,其间距为40 μ m,且其线宽为800nm。

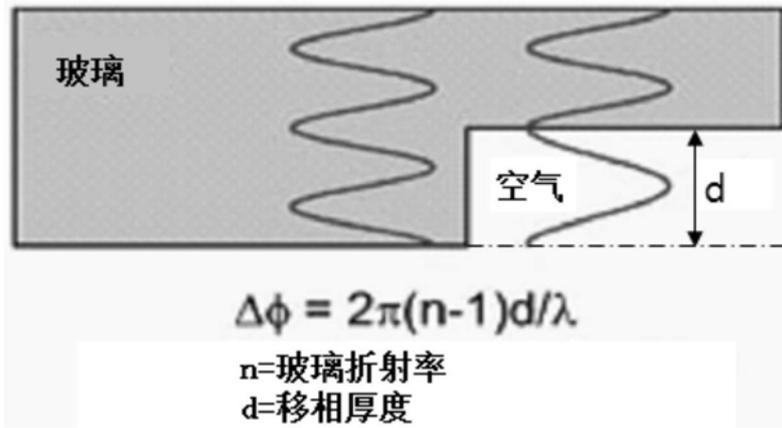


图1

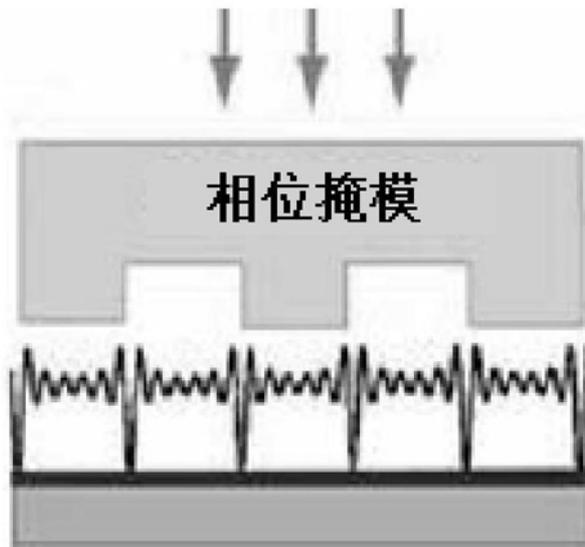


图2

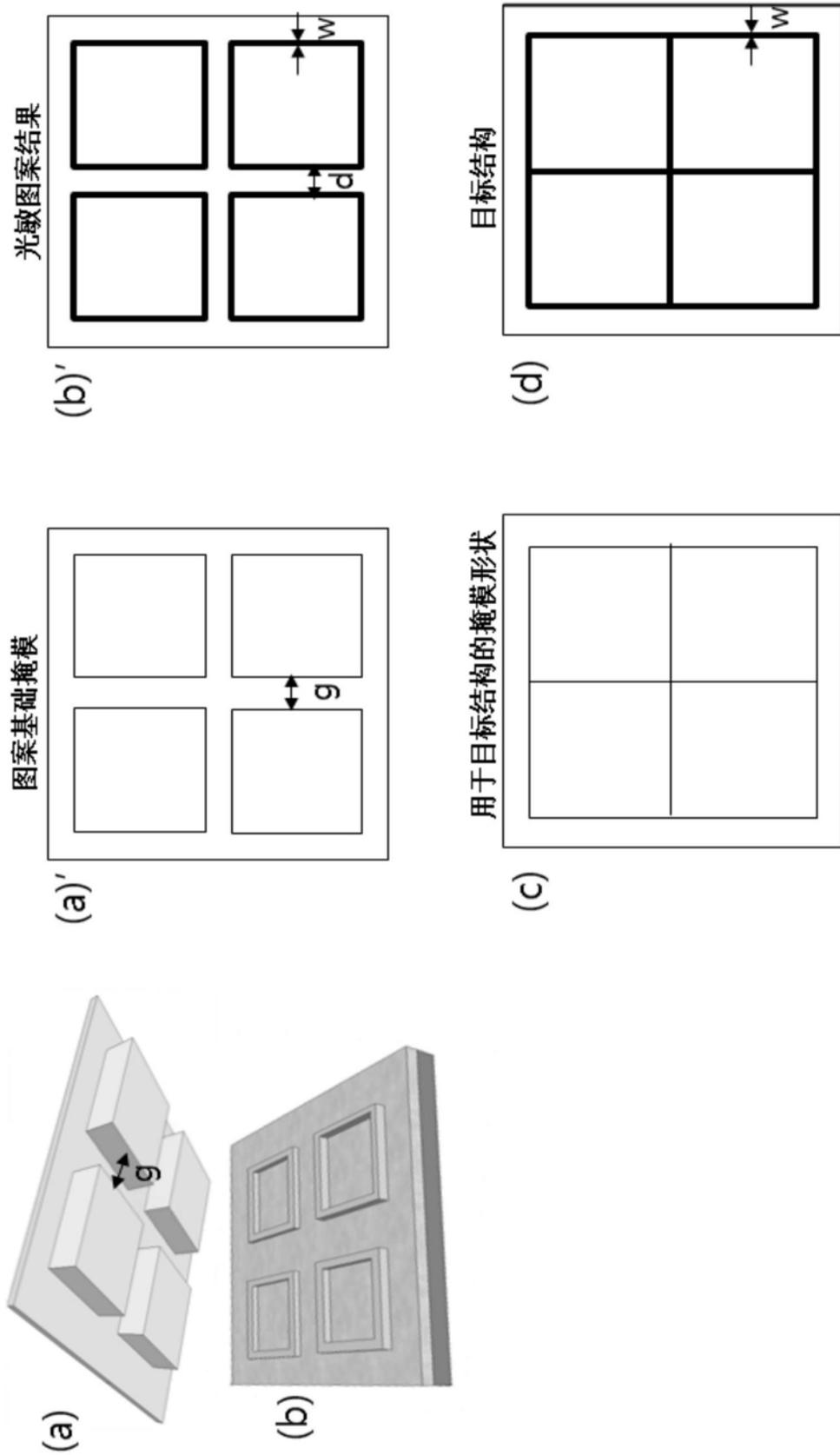


图3

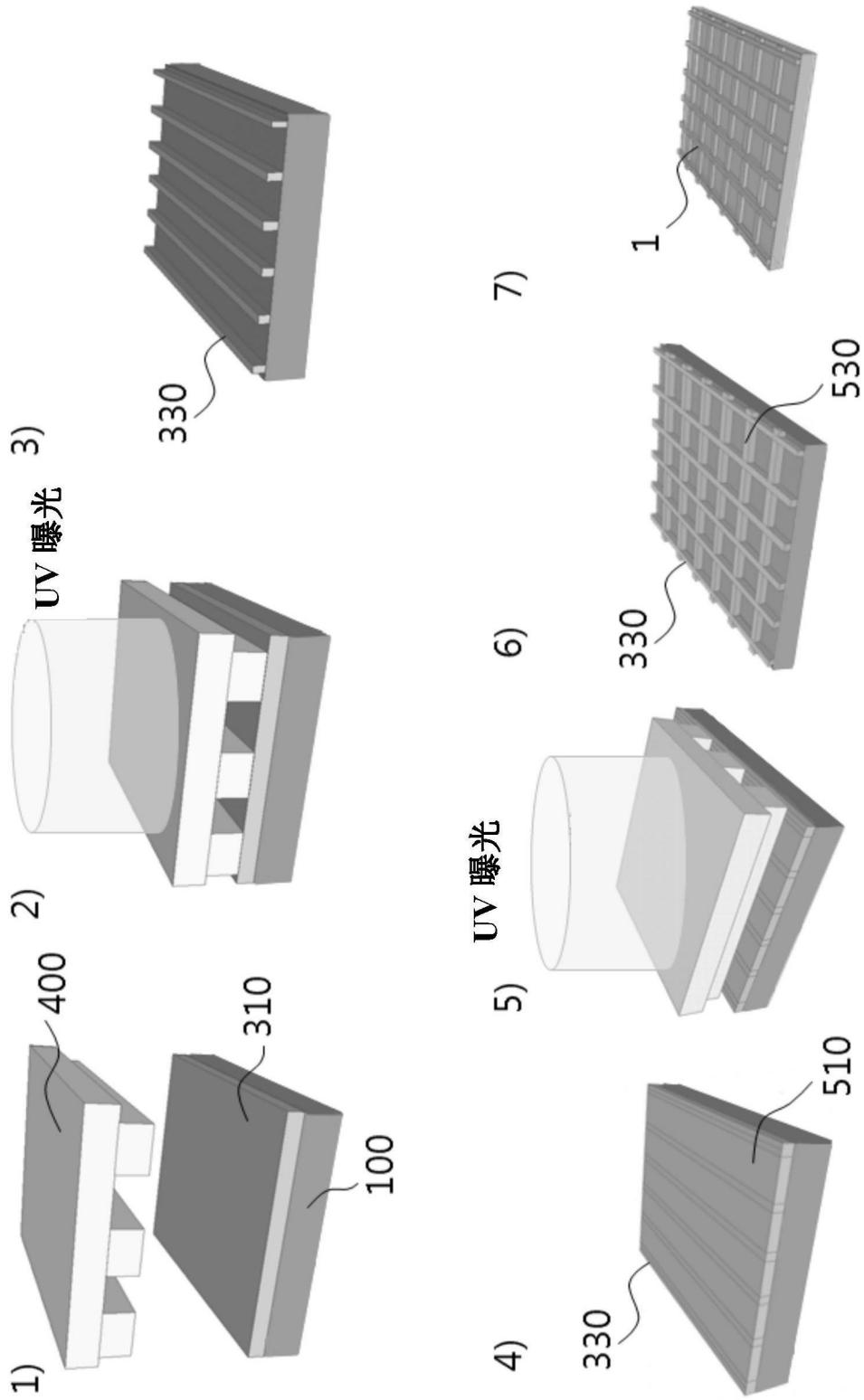


图4

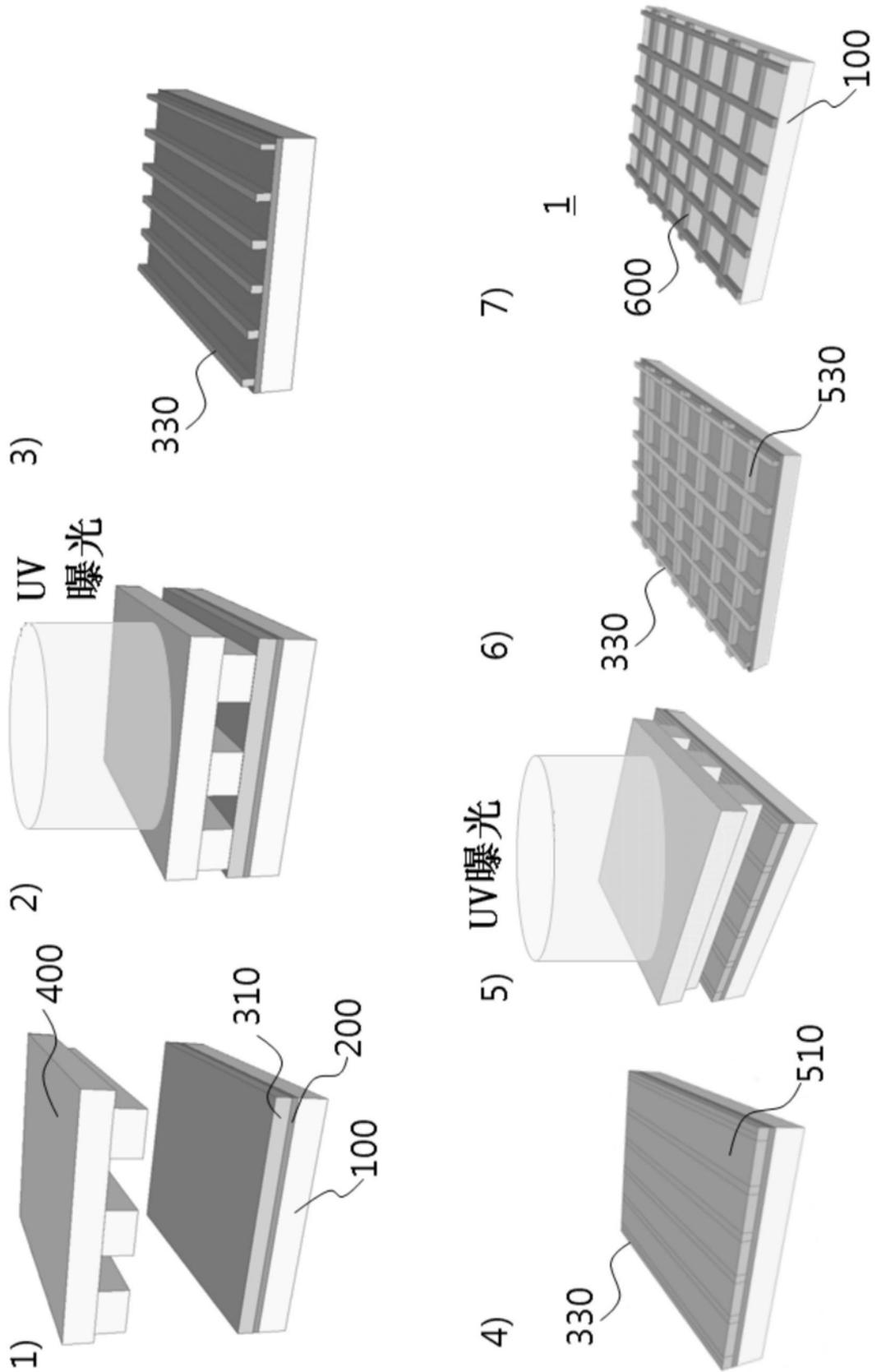


图5

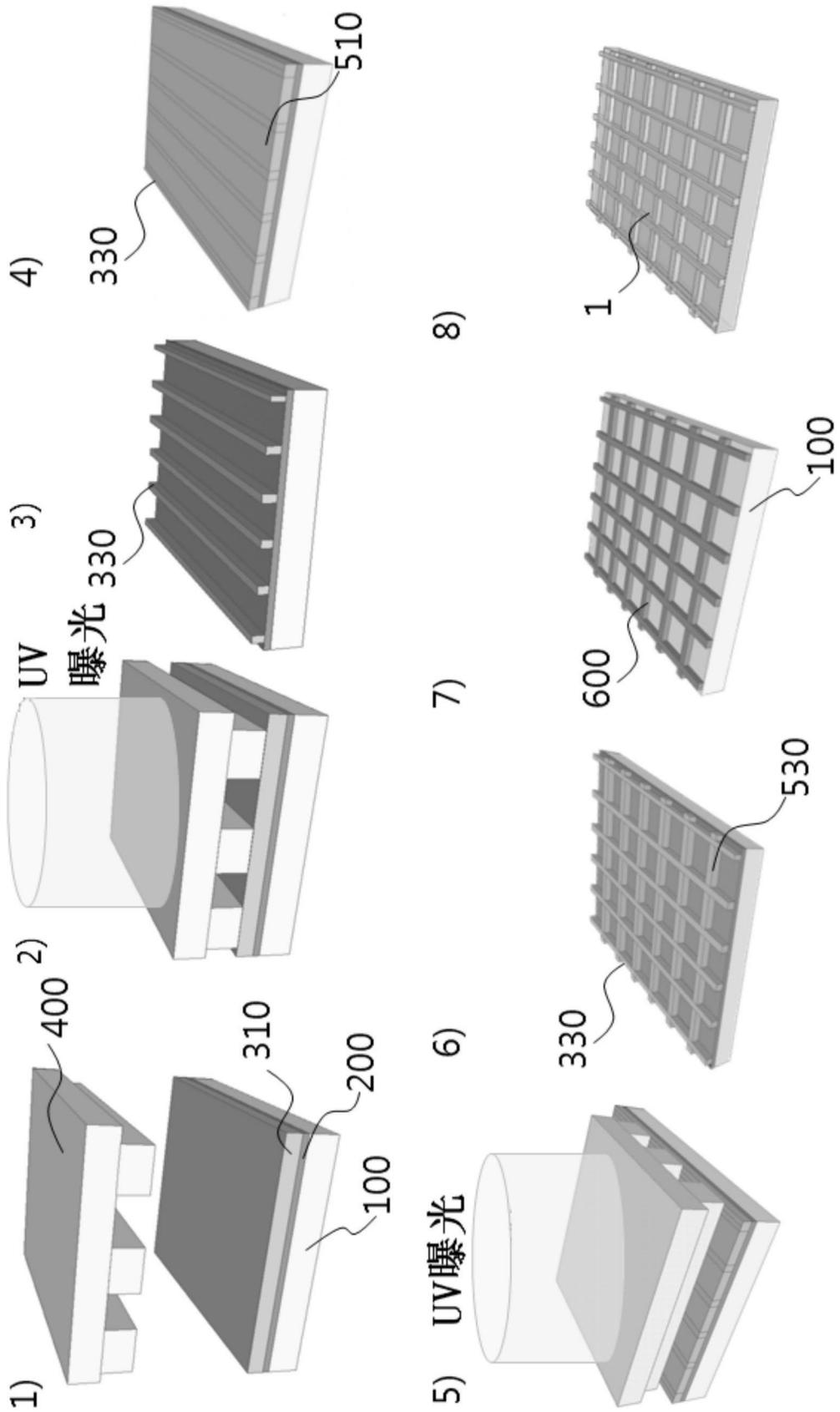


图6

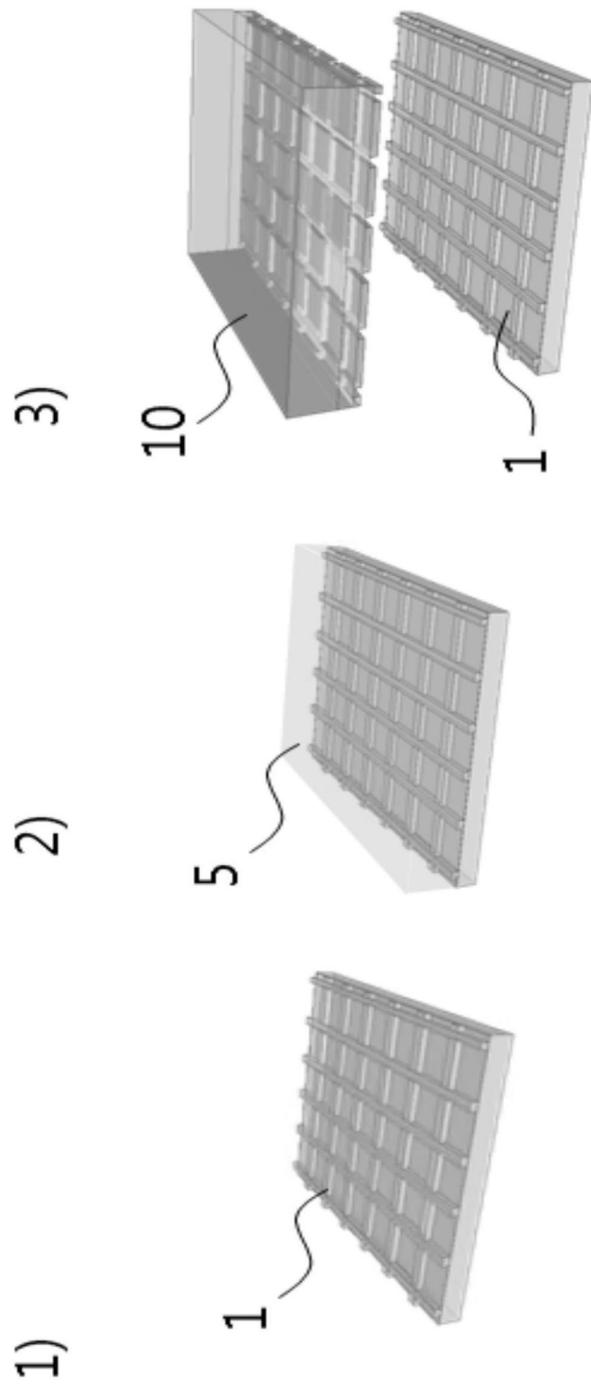


图7

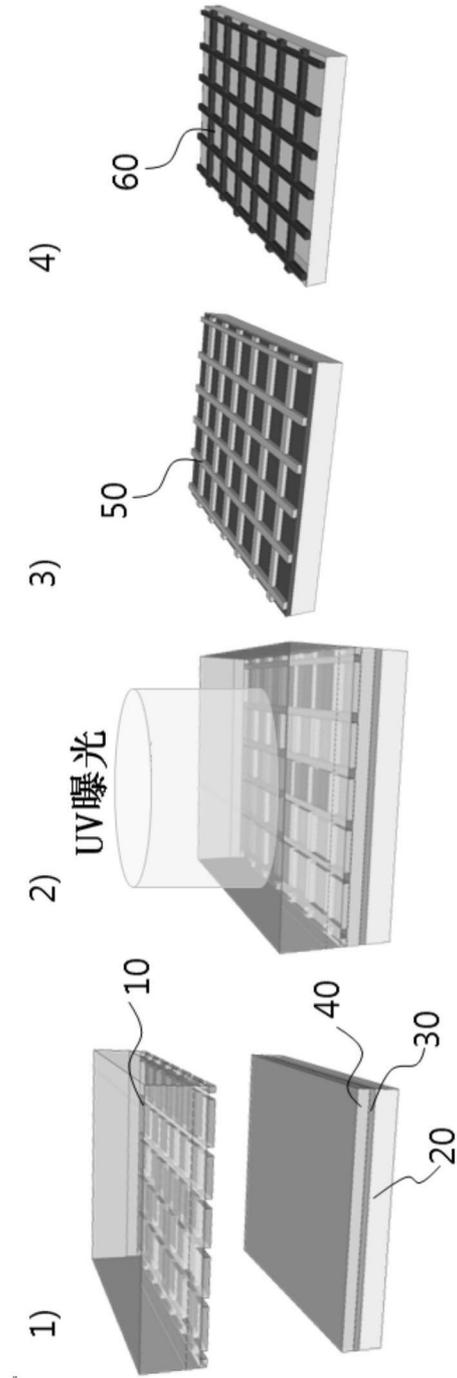


图8

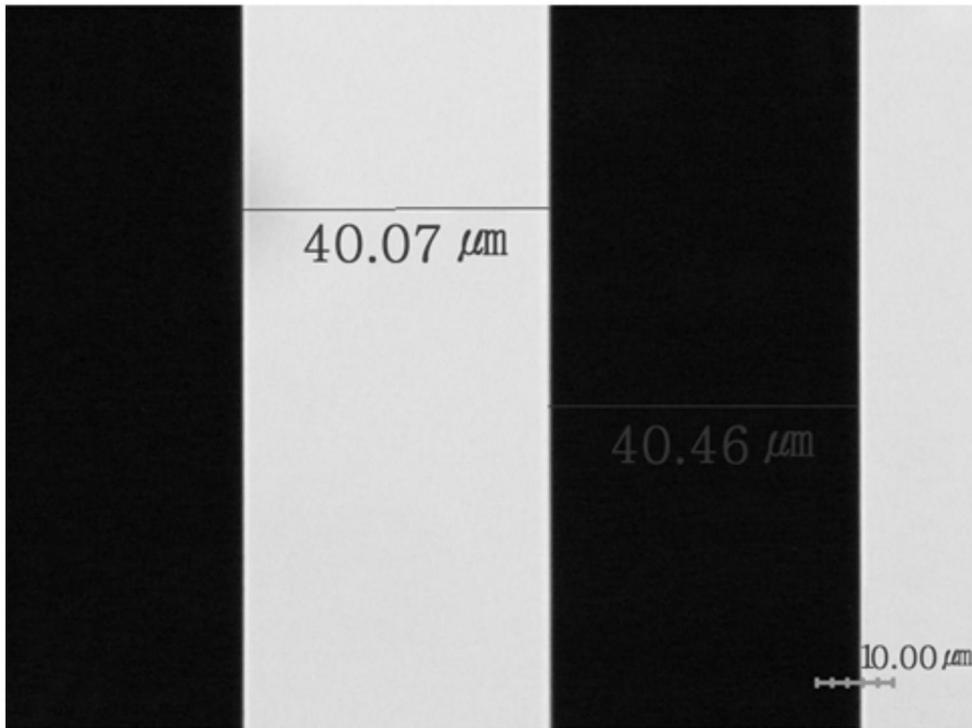


图9

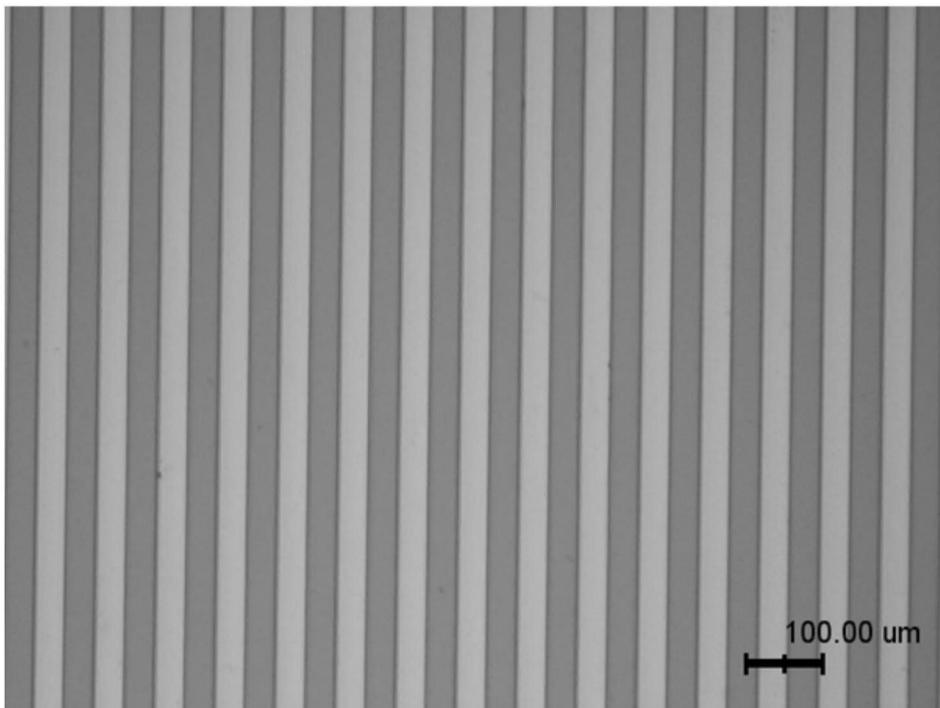


图10

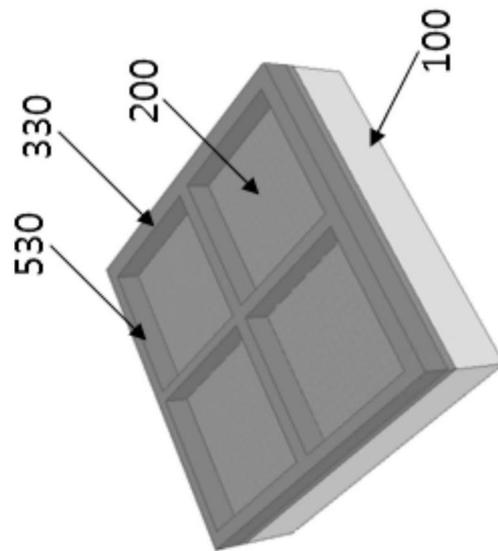


图11

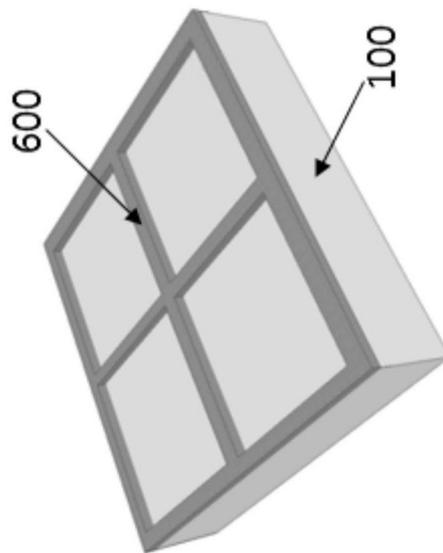
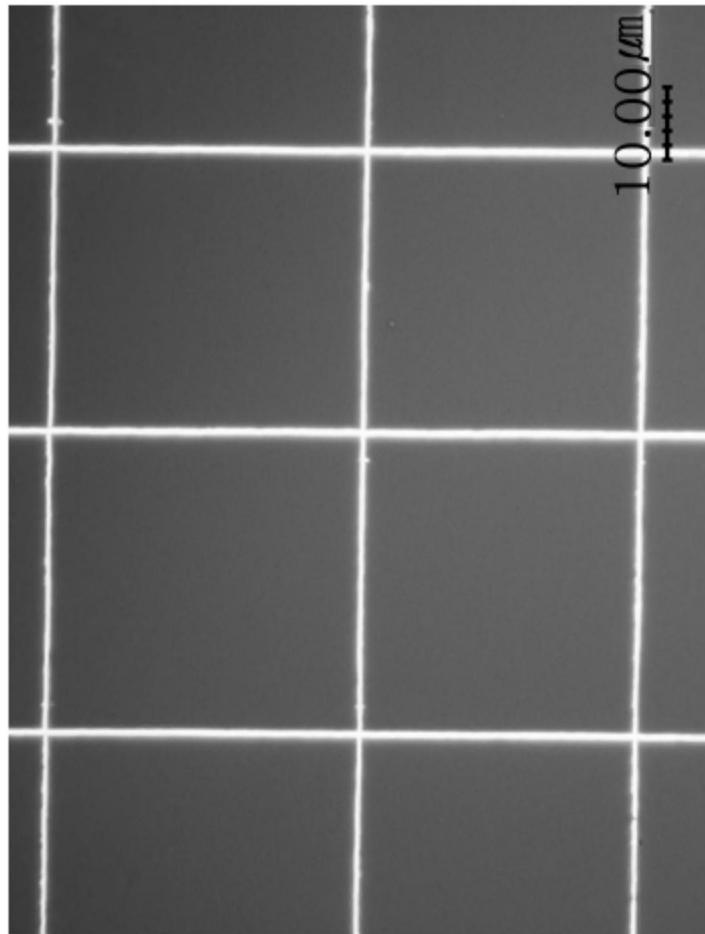


图12

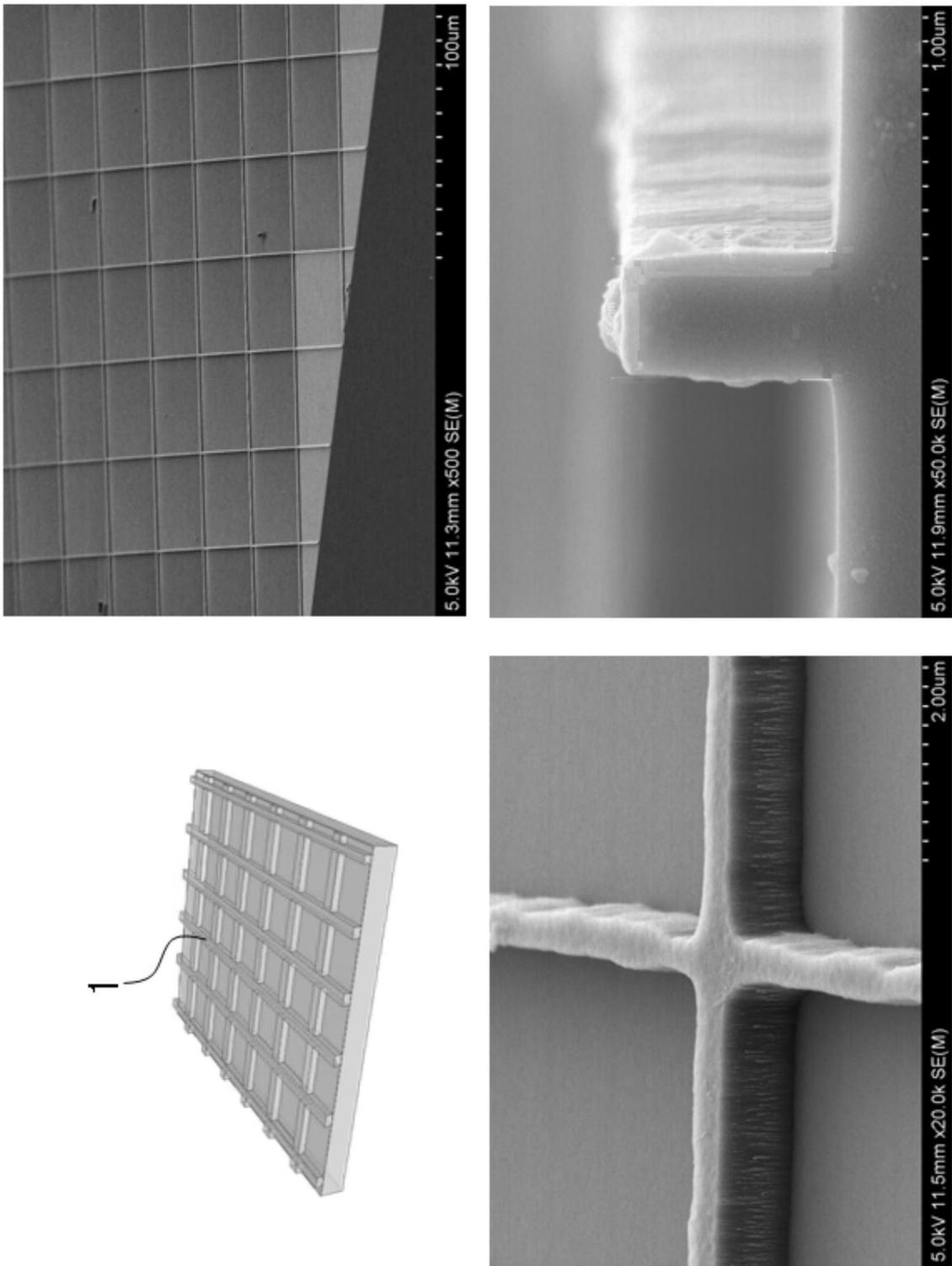


图13

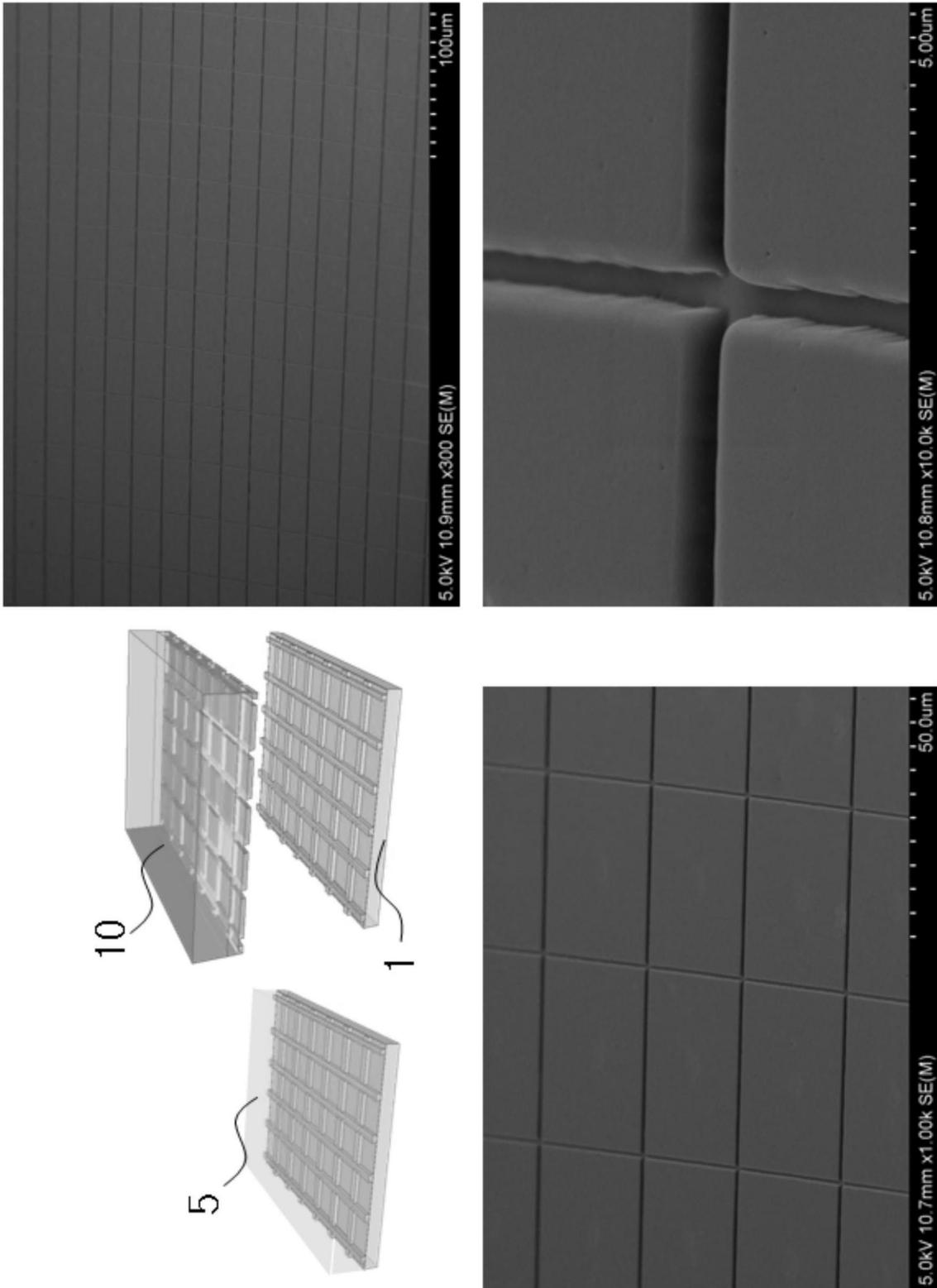


图14

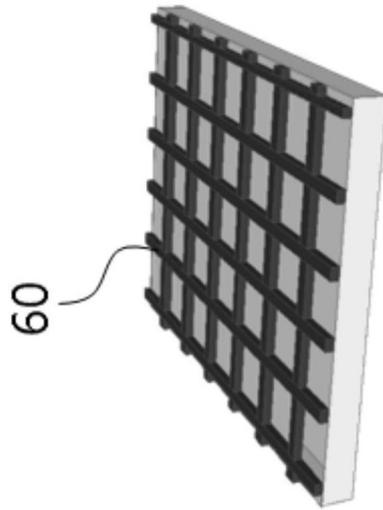
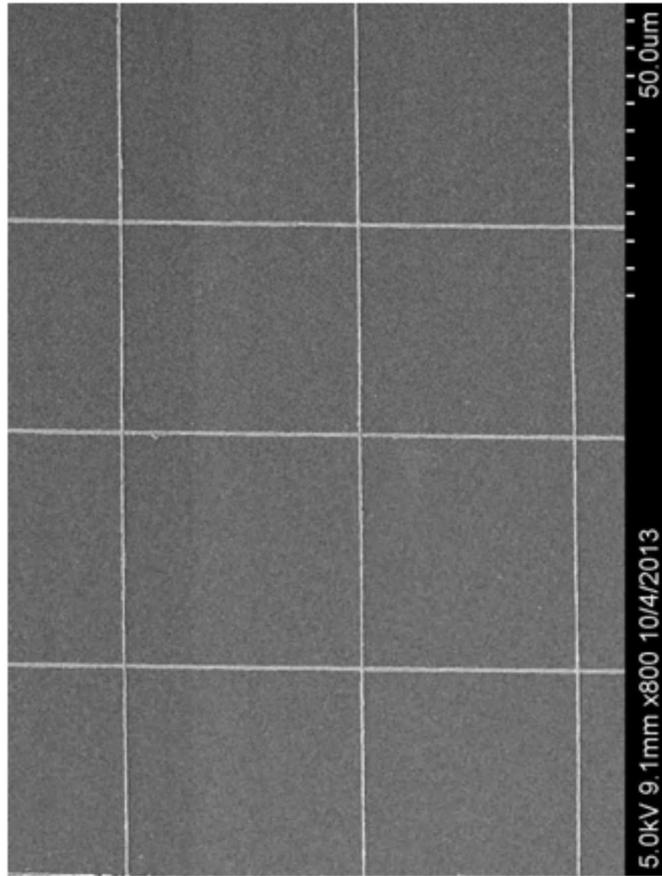


图15

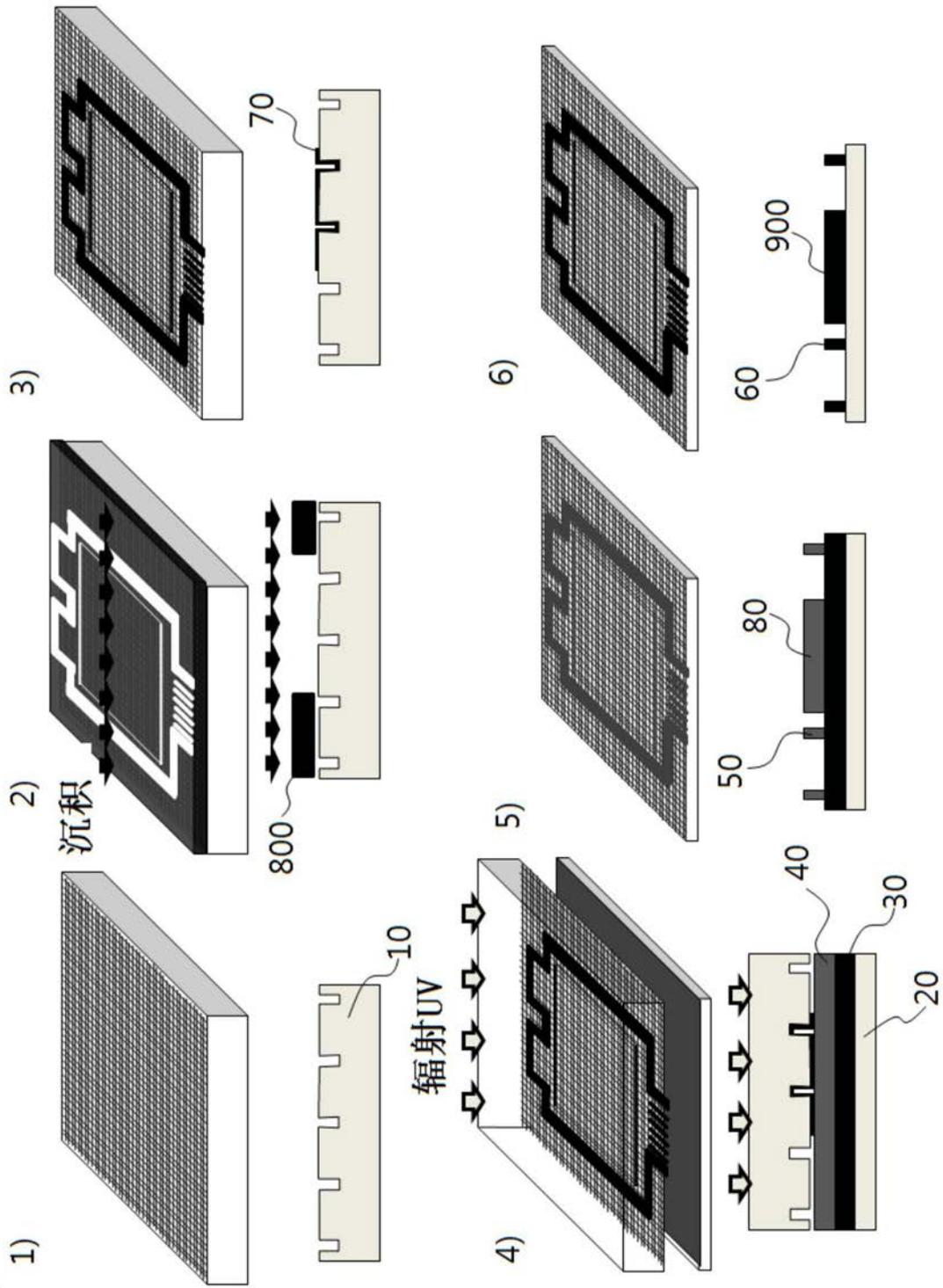


图16