



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105980935 B

(45)授权公告日 2019.11.05

(21)申请号 201580008057.9

(72)发明人 朴正帖 辛富建 金在镇 李钟炳

(22)申请日 2015.02.13

郑镇美 郑有珍

(65)同一申请的已公布的文献号

(74)专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限

公司 11327

申请公布号 CN 105980935 A

代理人 李静 黄丽娟

(43)申请公布日 2016.09.28

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

G03F 7/26(2006.01)

10-2014-0016625 2014.02.13 KR

G03F 7/20(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01J 1/30(2006.01)

2016.08.10

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据

JP H11237744 A, 1999.08.31,

PCT/KR2015/001487 2015.02.13

US 2011236833 A1, 2011.09.29,

(87)PCT国际申请的公布数据

WO 2013158543 A1, 2013.10.24,

W02015/122720 K0 2015.08.20

审查员 于国良

(73)专利权人 株式会社LG化学

权利要求书2页 说明书12页 附图10页

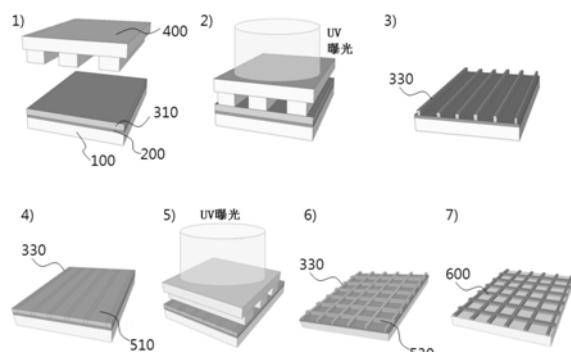
地址 韩国首尔

(54)发明名称

形成导电网格图案的方法及由其制造的网
格电极和层叠体

(57)摘要

本发明涉及一种制造导电网格图案的方法、
由该方法制造的网格电极和层叠体。



1. 一种制造导电网格图案的方法,包括:
 - a) 在包括导电层的基板的导电层上形成第一正型光敏材料层;
 - b-1) 在使刻有线形图案的透明光掩模与所述第一正型光敏材料层的上表面接触之后,将紫外线照射至所述透明光掩模上;
 - b-2) 去除所述透明光掩模,使用显影剂使所述第一正型光敏材料层显影,并形成第一正型光敏材料图案层;以及
 - b-3) 固化所形成的第一正型光敏材料图案层;
 - c) 在具有所述第一正型光敏材料图案层的所述导电层上形成第二正型光敏材料层;
 - d) 使所述刻有线形图案的透明光掩模与所述第二正型光敏材料层的上表面接触,使得所述第一正型光敏材料图案层的线形图案与该透明光掩模的线形图案交叉而在所述导电层上形成第二正型光敏材料图案层;
 - e) 蚀刻所述导电层上未形成所述第一正型光敏材料图案层和所述第二正型光敏材料图案层的部分;以及
 - f) 去除所述第一正型光敏材料图案层和所述第二正型光敏材料图案层以制造导电网格图案,
- 其中,所述导电网格图案的线宽是100nm以上900nm以下。
2. 如权利要求1所述的方法,该方法还包括:
在步骤d)之后,在其上形成有所述第一正型光敏材料图案层和所述第二正型光敏材料图案层的所述导电层上形成第三正型光敏材料层;以及
在所述导电层上形成第三正型光敏材料图案层。
3. 如权利要求1所述的方法,其中,所述透明光掩模的线形图案的线宽是2μm以上500μm以下。
4. 如权利要求1所述的方法,其中,所述导电层包含银(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以上金属的合金。
5. 如权利要求1所述的方法,其中,所述导电层包括透明金属氧化物。
6. 如权利要求1所述的方法,其中,所述导电层包含氧化铟锡(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-氧化铟锌(IZO-Ag-IZO)、氧化铟锡-银-氧化铟锡(ITO-Ag-ITO)、和氧化铟锌锡-银-氧化铟锌锡(IZTO-Ag-IZTO)中的至少一种。
7. 如权利要求1所述的方法,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)、聚乙二醇(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)或其共聚物中的至少一种。
8. 如权利要求1所述的方法,其中,所述导电层的厚度是5nm以上10μm以下。
9. 如权利要求1所述的方法,其中,所述第一正型光敏材料层和所述第二正型光敏材料层的厚度分别是0.01μm以上10μm以下。
10. 如权利要求1所述的方法,其中,所述步骤b-1) 和d) 分别包括在使所述透明光掩模与所述第一正型光敏材料层或所述第二正型光敏材料层的上表面接触之后,将强度为

10mJ/cm²以上200mJ/cm²以下的紫外线照射至该透明光掩模上。

11. 如权利要求1所述的方法,其中,在步骤a)中,形成所述导电层的方法包括热沉积、溅镀、电子束沉积、层压加工法或溶液涂覆法。

12. 一种层叠体,包括:

基板;

配置在所述基板上的导电层;

配置在所述导电层上的第一正型光敏材料线形图案;以及

配置在所述导电层上并且与所述第一正型光敏材料线形图案交叉的第二正型光敏材料线形图案,

其中,所述第一正型光敏材料线形图案和所述第二正型光敏材料线形图案的线宽分别是100nm以上900nm以下。

13. 如权利要求12所述的层叠体,还包括:

配置在所述导电层上的第三正型光敏材料线形图案。

14. 如权利要求12所述的层叠体,其中,所述导电层包含银(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以上金属的合金。

15. 如权利要求12所述的层叠体,其中,所述导电层包含透明金属氧化物。

16. 如权利要求12所述的层叠体,其中,所述导电层包含氧化铟锡(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-氧化铟锌(IZO-Ag-IZO)、氧化铟锡-银-氧化铟锡(ITO-Ag-ITO)、和氧化铟锌锡-银-氧化铟锌锡(IZTO-Ag-IZTO)中的至少一种。

形成导电网格图案的方法及由其制造的网格电极和层叠体

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，上述申请的全部内容通过引用的方式并入本说明书中。

[0002] 本发明涉及一种制造导电网格图案的方法、由该方法制造的网格电极和层叠体。

背景技术

[0003] 便携式终端例如智能电话、互联网装置和便携式游戏装置需要更轻薄的外观以为使用者提高可携带性。

[0004] 便携式终端具有有限的尺寸而使使用者不便通过使用菜单键、数字键和方向键实现所需的功能，因此便携式终端目前配置为在使用者观看屏幕时通过使用触摸屏使得使用者能够直接选择显示在屏幕上的菜单项。

[0005] 触摸屏使使用者能够在观看屏幕时触摸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，并且包括用于检测使用者的触摸输入的触摸电极。

[0006] 触摸电极通常由在触摸屏中具有交叉结构的两条电极线形成，而且所述两条触摸电极线可以形成于不同的片材中，或形成于一个片材中，以测定使用者的触摸输入。

[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第一导电侧线和第二导电侧线形成。当触摸对象接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处变化的电容，触摸屏分析所收集的信号并检测触摸输入。

[0008] 触摸屏的电极采用透明金属氧化物，例如电阻高于导电金属但具有高的光学透过率的铟锡氧化物(ITO)。

[0009] 透明金属氧化物在具有小的表面积的装置中没有问题。由于逸出功大，导电性相对不高，当表面积增加时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，与沉积时间成比例地产生膜的表面损坏，并且产生阴离子冲击，使得难以制造大的触摸屏。

[0011] 为了克服上述问题，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摸电极检测触摸输入的触摸屏传感器。

[0012] 但是，具有网格结构的触摸电极可以被视觉识别，或者由于网格图案可以展现莫尔效应。

[0013] 当具有网格结构的触摸电极的线宽缩小时，视觉识别和莫尔效应减少，但在微细图案的可实现线宽上有限制，而且实现具有小于1μm的次微米级线宽的超细网格结构的方法需要较高的加工成本，使得在大量制造和制造大的触摸电极上有问题。

[0014] 因此，需要有关能够实现具有小于1μm的次微米级线宽的超细网格结构的合理制造方法的研究。

发明内容

[0015] 技术问题

[0016] 本发明提供了一种用于制造导电网格图案的方法、由该方法制造的网格电极和层叠体。

[0017] 技术方案

[0018] 本发明提供了一种制造导电网格图案的方法,包括:a)在包括导电层的基板的导电层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而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导电层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该透明光掩模的线形图案交叉而在导电层上形成第二光敏材料图案层;e)蚀刻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;以及f)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以制造导电网格图案。

[0019] 此外,本发明提供了一种通过所述方法制造的网格电极,该网格电极包括具有100nm以上900nm以下的线宽的导电网格图案。

[0020] 此外,本发明提供了一种层叠体,该层叠体包括:基板;配置在所述基板上的导电层;配置在所述导电层上的第一光敏材料线形图案;以及配置在所述导电层上并且与所述第一光敏材料线形图案交叉的第二光敏材料线形图案。

[0021] 有益效果

[0022] 根据本发明,可以通过简单的光学处理制造具有次微米级线宽的超细网格结构的电极。

[0023] 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次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,因此很容易将电极应用于大面积透明电极。

[0024] 在使用塑料基板的情况下,即使当基板由于细线的结构而弯曲或弯折,也可以将局部集中的应力有效分散至基板,使得电极可以容易地应用于柔性电子装置。

[0025] 通过本发明的制造方法制造的网格电极非常容易用于电子装置的触摸面板的电极结构中。

[0026] 本发明通过使用软相位差掩模可以诱导光敏层的均匀接触,使得容易地在具有平面、非平面或曲面的圆柱形模具上形成图案,因此可以容易地将次微米级的网状网格结构应用于自动化工艺例如基于圆柱形辊模具的卷对卷工艺中。

[0027] 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,或在圆柱形辊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,从而提高工艺的自由度。

附图说明

[0028] 图1和2描述了相移光刻的原理。

[0029] 图3说明了根据光学相移光刻制造次微米级网格图案的困难。

[0030] 图4图示地说明了根据本发明制造网格电极的过程。

[0031] 图5是实施例1的具有40μm线宽的线形图案(重复周期为80μm)的铬空白掩模的光学显微镜图像。

- [0032] 图6是根据实施例1制造的透明光掩模的光学显微镜图像。
- [0033] 图7是根据实施例1制造的光敏网格图案的示意图和光学显微镜图像。
- [0034] 图8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。
- [0035] 图9是根据实施例1制造的导电网格图案的低倍率放大和高倍率放大的扫描电镜(SEM)图像。
- [0036] 图10是在Al蚀刻之前的光敏材料网格图案的SEM图像。
- [0037] 图11是在Al蚀刻之后的导电网格图案的SEM图像。
- [0038] 图12是根据本发明制造的具有200nm以下线宽的图案的SEM图像。
- [0039] 图13说明了根据本发明制造的具有导电网格图案($110 \times 110\text{mm}^2$)且其中没有莫尔效应的基板的透明度。
- [0040] 图14图示地说明了根据本发明的另一个示例性实施方案制造加入了路由器图案的电极的过程。
- [0041] <参考数字和符号的说明>
- [0042] 100:基板
- [0043] 200:导电层
- [0044] 310:第一光敏材料层
- [0045] 330:第一光敏材料图案层
- [0046] 400:刻有线形图案的透明光掩模
- [0047] 510:第二光敏材料层
- [0048] 530:第二光敏材料图案层
- [0049] 600:导电网格图案
- [0050] 710:第三光敏材料层
- [0051] 730:第三光敏材料图案层
- [0052] 800:铬空白掩模
- [0053] 900:路由器图案

具体实施方式

- [0054] 在下文中,将详细描述本发明。
- [0055] 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,具有次微米级线宽的网状结构的电极通过使用具有高导电性的金属形成导电图案具有能够使线宽最小化和使透明度最大化的电极结构,而且容易应用于大面积和柔性电子装置。当将具有导电层的电极应用于柔性电子装置时,由于柔性基板和导电层之间机械弹性模量大的差异,导电层会不可避免地损坏。当将具有次微米级线宽的网状结构的电极应用于柔性电子装置时,即使基板由于细线的结构而被细线的结构弯曲或弯折,也可以将局部集中的应力有效分散至基板,使得电极可以非常容易地应用于柔性电子装置。
- [0056] 用于制造现有纳米结构的技术在制造电极上有局限性,因此已尝试了新的技术。代表性地使用了利用软光刻的微/纳米图案化技术,软光刻方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的光刻中使用的复杂装置的新转移方法。
- [0057] 为了通过利用相移光刻制造具有次微米级线宽的网格结构,已经提出了通过利用

电子束光刻将具有棋盘形状的凹凸图案之间的间距控制为具有次微米尺寸来制造相位差光刻掩模的方法。

[0058] 当由图案形成的柔性基板用作光掩模时,如图1所示,图案凸出部分与图案凹入部分之间的边界界面处介质(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。当鉴于图案的高度和入射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,因此相移光刻利用如图2所示的在凸出图案边界或凹入图案边界的局部区域中形成UV光强度接近0的零点的现象。因此,即使使用一般的廉价的UV灯也可以容易地获得小于1微米的次微米级的图案。

[0059] 考虑到可以使用普通空白掩模获得的图案的分辨率($R=k1/NA$ (k:工艺指数,1:光源的波长,NA:透镜的孔径比)),相移光刻具有即使在不使用昂贵的极UV光源的情况下也能够通过使用廉价的UV灯获得次微米级图案的优点。此外,相移光刻还具有如下优点:当相位差光掩模由柔性材料形成时,相位差光掩模由于柔性基板而对圆柱形模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。

[0060] 通过利用相移光刻非常容易制造具有次微米规格线宽w(<1μm)的线形图案,但是为了制造待应用于透明电极的其中具有超细线宽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与线宽w相似(d≈w)。这是因为在相移光刻中,通过藉由在相位差光掩模的具有三维凸出和凹入形状的图案的角落的边界界面处局部表现出破坏性干扰的近场来诱导图案的光敏作用的方法,图案被图案化为沿着角落封闭的结构。因此,为了实现图案彼此连接和交叉的网格结构,存在需要将相位差光掩模的单元图案之间的间距控制成具有次微米规格的技术困难。

[0061] 通过描述图3,当使用图3(a)中所示的相位差光掩模来制造网格图案时,在图3(b)中示出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,当如图3(c)所示将相位差光掩模的凸出图案之间的间距g控制成具有小于1μm的次微米尺寸时,可以制造如图3(d)所示的网格图案。

[0062] 缺点在于,为了如图3(c)中所示将相位差光掩模的凸出图案之间的间距控制成具有小于1μm的次微米尺寸,必须使用昂贵的超细图案设备例如电子束或离子束,制造过程难度高,而且由于基于高真空的图案加工使得所述方法难以应用以使电极变大。

[0063] 本发明涉及一种制造导电网格图案的方法。具体而言,本发明涉及一种制造具有次微米规格(<1μm)的线宽的导电网格图案的方法。

[0064] 本发明提供了一种制造导电网格图案的方法,该方法包括:在包括导电层的基板的导电层上形成第一光敏材料图案层和具有与所述第一光敏材料图案层的线形图案交叉的线形图案的第二光敏材料图案层;蚀刻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;以及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导电网格图案。

[0065] 本发明提供了一种制造导电网格图案的方法,该方法包括:a)在包括导电层的基板的导电层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而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导电层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该透明光掩模的线形图案交叉而在

导电层上形成第二光敏材料图案层；e) 蚀刻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；以及f) 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以制造导电网格图案。

[0066] 步骤a) 是在包括导电层的基板的导电层上形成第一光敏材料层的步骤。

[0067] 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。具体而言，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。

[0068] 基板可以包括石英或由石英形成。石英具有优异的UV区带中波长的透过率，优异的耐磨性和优异的机械性能。在此情况下，当随后复制主图案的形状时，可以通过使用UV固化树脂确保用于诱导固化的UV线的透过率。

[0069] 基板的厚度没有特别限制，但是当基于卷对卷使用模具或相位差掩模制造塑料基板时，基板的厚度可以是40μm以上400μm以下。

[0070] 导电层可以包含银(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以上金属的合金。

[0071] 导电层可以包括透明金属氧化物。

[0072] 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含选自氧化铟锡(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-氧化铟锌(IZO-Ag-IZO)、氧化铟锡-银-氧化铟锡(ITO-Ag-ITO)、和氧化铟锌锡-银-氧化铟锌(IZTO-Ag-IZTO)中的至少一种。

[0073] 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。

[0074] 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在基板上形成。

[0075] 导电层的厚度(高度)没有特别限制，但是可以是5nm以上10μm以下。

[0076] 在所述导电层上形成的第一光敏材料层可以通过将光敏材料组合物涂布至导电层上来形成。光敏材料组合物中包含的光敏材料的类型没有特别限制，但是当光敏材料根据曝光而对显影剂具有不同的溶解度并且光敏材料在图案形成之后通过热处理而固化时，可以建立更稳定的工艺条件。

[0077] 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，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。

[0078] 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，但是例如，基于光敏材料组合物的总重量，可以为10重量%以上60重量%以下。

[0079] 第一光敏材料层的厚度可以是0.01μm以上10μm以下。

[0080] 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而形成第一光敏材料图案层的步骤。

[0081] 透明光掩模可以是凸刻有线形图案的透明光掩模。

[0082] 透明光掩模可以是相位差软掩模，具体而言，所述掩模可以是由具有凹凸形状和

次微米尺寸周期的软材料制成的接触掩模。

[0083] 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,并且凸部的线宽和凹部的线宽可以彼此相同。

[0084] 在透明光掩模中,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,当透明光掩模的凹凸部分的周期为80 μm 时,该周期可以指凸部具有40 μm 的线宽和凹部具有40 μm 的线宽。

[0085] 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,当透明光掩模的凹凸部分的周期为80 μm 时,由透明光掩模形成的光敏材料图案的间距可以是40 μm 。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在的线宽的纵向上的中心线之间的距离。

[0086] 透明光掩模的材料没有特别限制,只要透明光掩模的材料是具有高透过率和低杨氏模量的柔性材料即可,但是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)或其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。

[0087] 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、以及由透明光掩模的柔性材料造成的图案的凹凸部分的凹陷部分的下降,凸刻在透明光掩模中的线形图案的线宽可以是2 μm 以上500 μm 以下。

[0088] 形成于透明光掩模中的凹凸部分的周期可以根据决定所制造的网格电极的透过率和表面电阻值的网格间距通过等式1和2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的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20 μm 以上160 μm 以下。

[0089] (等式1)

$$[0090] R_{S,TOT} = \xi \frac{\rho_G}{t_G f_F}$$

[0091] (等式2)

$$[0092] T_{TOT} = T_{sub} \times (1-f_F)^2$$

[0093] 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导致的工艺的校正系数,f_F表示金属层占据基板的面积比,即填充因子。T_{sub}表示基板的透过率,T_{TOT}表示包括导电网格的基板的最终透过率。

[0094] 所述透明光掩模的线形凸出图案的高度即凸部高度可以是50nm以上500 μm 以下。

[0095] 当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,由于透明光掩模的折射率与空气的折射率之间的差异产生入射至透明光掩模中的紫外线的相位差,而且由于破坏性干扰,会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)处形成紫外线强度接近0的零点。

[0096] 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, 将紫外线照射至透明光掩模上;

[0097] b-2) 去除透明光掩模, 使用显影剂使第一光敏材料层显影, 并形成第一光敏材料图案层; 以及

[0098] b-3) 固化所形成的第一光敏材料图案层。

[0099] 在步骤b-1) 中, 第一光敏材料层通过透明光掩模分成照射紫外线的部分和不照射紫外线的部分, 而且第一光敏材料层的照射紫外线的部分可以对显影剂具有高溶解度。

[0100] 在步骤b-1) 中, 所照射的紫外线的强度没有特别限制, 但是, 可以是例如 10mJ/cm^2 以上 200mJ/cm^2 以下。

[0101] 步骤b-2) 中使用的显影剂没有特别限制, 只要显影剂是能够使第一光敏材料层的照射紫外线的部分熔融的溶液即可, 但是所述显影剂可以是碱性显影剂, 例如氢氧化钾(KOH)。

[0102] 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, 可以使包含在第一光敏材料图案层中的溶剂等气化。

[0103] 用于干燥所述第一光敏材料图案层的温度没有特别限制, 只要该温度能够使包含在第一光敏材料图案层中的溶剂等气化即可。

[0104] 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。

[0105] 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°C 以上 250°C 以下。

[0106] 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过程时, 对图案的损坏可以较少或无损坏(例如固化的第一光敏材料图案层分离或熔融)。

[0107] 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。

[0108] 步骤c) 是在具有第一光敏材料图案层的导电层上形成第二光敏材料层的步骤。

[0109] 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。第二光敏材料层的厚度可以根据第一光敏材料图案层的厚度(高度)改变, 但是可以是例如 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下。

[0110] 第二光敏材料层可以通过将光敏材料组合物涂布在具有第一光敏材料图案层的导电层上来形成。

[0111] 形成第二光敏材料层的光敏材料组合物可以与形成第一光敏材料层的光敏材料组合物相同或不同。

[0112] 步骤d) 是使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该透明光掩模的线形图案交叉而在导电层上形成第二光敏材料图案层的步骤。

[0113] 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, 使得第一光敏材料图案层的线形图案与该透明光掩模的线形图案交叉, 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软掩模的线形图案正交或具有预定的角度。

[0114] 步骤d) 可以包括:d-1) 在使透明光掩模与第二光敏材料层的上表面接触之后, 将

紫外线照射至透明光掩模上；

[0115] d-2) 去除透明光掩模，使用显影剂使第二光敏材料层显影，并形成第二光敏材料图案层；以及

[0116] d-3) 固化所形成的第二光敏材料图案层。

[0117] 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。

[0118] 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b) 的干燥步骤的描述，而且该各步骤可以分别在与步骤b-1)、b-2) 和b-3) 以及b) 的干燥步骤相同或不同的条件下独立地进行。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 根据本发明的另一个具体实施例，可以通过在导电层上三次或更多次地图案化光敏材料来制造另外的次微米图案或微米图案。

[0124] 在步骤d) 之后，所述方法还可以包括：在其上形成有第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的导电层上形成第三光敏材料层；以及在导电层上形成第三光敏材料图案层。

[0125] 第三光敏材料层的厚度可以与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。第三光敏材料层的厚度可以根据第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的厚度(高度) 改变，但是可以是例如0.01μm以上10μm以下。

[0126] 第三光敏材料层可以通过将光敏材料组合物涂布在具有第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层的导电层上来形成。

[0127] 形成第三光敏材料层的光敏材料组合物可以与形成第一光敏材料层和第二光敏材料层中的至少一个的光敏材料组合物相同或不同。

[0128] 在本发明的示例性实施方案中，形成第三光敏材料图案层的步骤可以是在通过将具有透光部分和不透光部分的光掩模配置在第三光敏材料层上，同时与第三光敏材料层间隔开，而在导电层上形成第三光敏材料图案层的步骤。

[0129] 光掩模根据所刻的图案包括透光部分和不透光部分，而且所刻的图案可以是透光部分或不透光部分。光掩模的图案没有特别限制。例如，当导电层具有用于触摸面板的网格图案时，刻在光掩模中的图案可以是路由器图案。路由器图案是可以与用于触摸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。

[0130] 在本发明的另一个示例性实施方案中，形成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和第二光敏材料图案层的线形图案中的至少一者与透明光掩模的线形图案交叉或平行，以在导电层上形成第三光敏材料图案层的步骤。

[0131] 通过增加该步骤，可以通过重叠或连接次微米图案或微米图案来制造形成具有三角形、矩形、正方形或多边形排列的图案形状的网格电极。

[0132] 步骤e) 是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的步骤。

[0133] 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,蚀刻过程可以通过干式蚀刻方法进行。

[0134] 当在步骤d) 之后形成另外的光敏材料图案层时,步骤e) 可以是蚀刻导电层的未形成第一光敏材料图案层、第二光敏材料图案层和另外的光敏材料图案层的部分的步骤。

[0135] 当在步骤d) 之后形成第三光敏材料图案层时,步骤e) 可以是蚀刻导电层的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。

[0136] 步骤f) 是去除第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层以制造导电网格图案的步骤。

[0137] 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。

[0138] 当在步骤d) 之后形成另外的光敏材料图案层时,可以在步骤f) 中去除第一光敏材料图案层、第二光敏材料图案层和另外的光敏材料图案层。

[0139] 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。

[0140] 如图4所示,根据本发明的第一示例性实施方案的制造导电网格图案的方法可以包括: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与第一光敏材料层310的上表面接触而形成第一光敏材料图案层330;c) 在具有第一光敏材料图案层的导电层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与第二光敏材料层510的上表面接触,使得第一光敏材料图案层330的线形图案与透明光掩模的线形图案交叉而在导电层上形成第二光敏材料图案层530;e) 蚀刻导电层200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;以及f) 去除第一光敏材料图案层和第二光敏材料图案层以制造导电网格图案600。

[0141] 如图4和14所示,根据本发明的第二示例性实施方案的制造导电网格图案的方法可以包括: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;通过使刻有线形图案的透明光掩模400与第一光敏材料层310的上表面接触而形成第一光敏材料图案层330;在具有第一光敏材料图案层的导电层上形成第二光敏材料层510;使刻有线形图案的透明光掩模400与第二光敏材料层510的上表面接触,使得第一光敏材料图案层330的线形图案与透明光掩模的线形图案交叉以在导电层上形成第二光敏材料图案层530;在其上形成有第一光敏材料图案层330和第二光敏材料图案层530的导电层200上形成第三光敏材料层710;通过在将铬空白掩模800配置在第三光敏材料层710上,同时与第三光敏材料层710间隔开,而在导电层上形成第三光敏材料图案层730;蚀刻导电层200上未形成第一光敏材料图案层330、第二光敏材料图案层530和第三光敏材料图案层730的部分;以及去除第一光敏材料图案层330、第二光敏材料图案层530和第三光敏材料图案层730以制造路由器图案900和导电网格图案600。

[0142] 本发明的制造导电网格图案的方法可以应用于卷对卷工艺。

[0143] 当将本发明的制造导电网格图案的方法应用于卷对卷工艺时,刻有线形图案的透明光掩模可以包括配置在中空圆柱形基板的外周面上且刻有线形图案的覆盖层,以及配置在圆柱形基板内部的紫外灯。

[0144] 在此情况下,中空圆柱形基板的材料没有特别限制,只要该中空圆柱形基板的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,但是中空圆柱形基板的材料可以是例如石英或玻璃。

[0145] 当将所述方法应用于卷对卷工艺时,具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,该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。

[0146] 本发明提供了一种网格电极,包括由前述方法制造的具有100nm以上900nm以下的线宽的导电网格图案。

[0147] 网格电极的描述可以引用上述制造导电网格图案的方法的描述。

[0148] 导电网格图案可以包含银(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以上金属的合金。

[0149] 例如,导电网格图案可以包含透明金属氧化物,具体而言,导电网格图案可以包含氧化铟锡(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-氧化铟锌(IZO-Ag-IZO)、氧化铟锡-银-氧化铟锡(ITO-Ag-ITO)、和氧化铟锌锡-银-氧化铟锌锡(IZTO-Ag-IZTO)中的至少一种。

[0150] 在本发明中,“网格”是指网形,并且可以包括两条或更多条线交叉的形状和正交网格图案。

[0151] 导电网格图案可以是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。具体而言,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。

[0152] 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。

[0153] 第一和第二组线形图案的间距各自可以是2μm以上500μm以下。具体而言,第一和第二组线形图案的间距各自可以是10μm以上80μm以下。

[0154] 网格电极还可以包括通过另外的光敏材料图案层形成的次微米图案或微米图案。具体而言,网格电极还可以包括路由器图案层。

[0155] 网格电极可以用作用于触摸面板的网格电极、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。具体而言,网格电极可以是用于触摸面板的网格电极。

[0156] 本发明提供了一种层叠体,该层叠体包括:基板;配置在所述基板上的导电层;配置在所述导电层上的第一光敏材料线形图案;以及配置在所述导电层上并且与所述第一光敏材料线形图案交叉的第二光敏材料线形图案。

[0157] 对所述层叠体的描述可以引用上面对制造导电网格图案的方法的描述。

[0158] 第一和第二光敏材料线形图案的高度没有特别限制,只要第一和第二光敏材料线形图案的高度彼此相同或接近即可,但是可以是例如0.01μm以上10μm以下。

[0159] 第一和第二光敏材料线形图案的线宽可以是100nm以上900nm以下。

[0160] 第一和第二光敏材料线形图案的间距各自可以是2μm以上500μm以下。具体而言,第一和第二光敏材料线形图案的间距各自可以是10μm以上80μm以下。

[0161] 层叠体还可以包括配置在导电层上的另外的次微米图案或另外的微米图案。

[0162] 层叠体还可以包括配置在导电层上的第三光敏材料图案。第三光敏材料图案根据用途可以是线形图案或与第一和第二光敏材料线形图案连接的第三图案，例如，第三光敏材料图案可以是与第一和第二光敏材料线形图案连接的路由器图案。

[0163] 第三光敏材料图案的厚度可以与第一和第二光敏材料线形图案的厚度(高度)相同或接近。第三光敏材料图案的厚度根据第一和第二光敏材料线形图案的厚度(高度)改变，但是可以是例如 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下。

[0164] 第一和第二光敏材料线形图案的材料可以彼此相同或不同。也就是说，第一和第二光敏材料线形图案的光敏材料组合物可以彼此相同或不同。

[0165] 第三光敏材料图案的材料可以与第一和第二光敏材料线形图案的材料中的至少一个相同或不同。形成第三光敏材料图案的光敏材料组合物可以与形成第一光敏材料线形图案和第二光敏材料线形图案中的至少一个光敏材料组合物相同或不同。

[0166] 导电层可以包含银(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以上金属的合金。

[0167] 导电层可以包括透明金属氧化物。例如，导电层可以包含氧化铟锡(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-氧化铟锌(IZO-Ag-IZO)、氧化铟锡-银-氧化铟锡(ITO-Ag-ITO)、和氧化铟锌锡-银-氧化铟锌锡(IZTO-Ag-IZTO)中的至少一种。

[0168] 在下文中，将参照下面实施例更详细地描述本发明。但是，列出的下列实施例是为了说明本发明，而并不是用于限制本发明。

[0169] <实施例1>

[0170] 制造软接触掩模

[0171] 如图5所示，使用具有大约 $40\mu\text{m}$ 线宽的线形图案(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)预聚物和硬化剂以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光学显微镜图像显示在图6中。

[0172] 制造光敏材料图案

[0173] 通过真空溅镀工艺使铝(Al)以 50nm 的厚度沉积在石英上，然后通过在铝(Al)上涂覆和干燥光敏材料来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 10mJ/cm^2 至 200mJ/cm^2 的范围。然后，将经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具有第一光敏材料图案层的铝上另外形成第二光敏材料层，然后通过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、干燥和固化而形成第二光敏材料图案层。结果，在铝上制得具有 100nm 至 900nm 的线宽和 $40\mu\text{m}$ 间距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光学显微镜图像显示在图7中。

[0174] 制造导电网格图案

[0175] 通过利用在铝上制得的网格光敏图案作为蚀刻掩模来干式蚀刻厚度为50nm的Al层,制得导电网格图案。所制得的导电网格图案的示意图和光学显微镜图像显示在图8中,其SEM图像显示在图9中。

[0176] 在此情况下,干式蚀刻的工艺条件显示如下。

[0177] 工艺压力:5m托

[0178] 气体种类和流速: $BCl_3:Cl_2=35:15\text{sccm}$

[0179] 蚀刻施加功率:ICP:RF=300:30W。

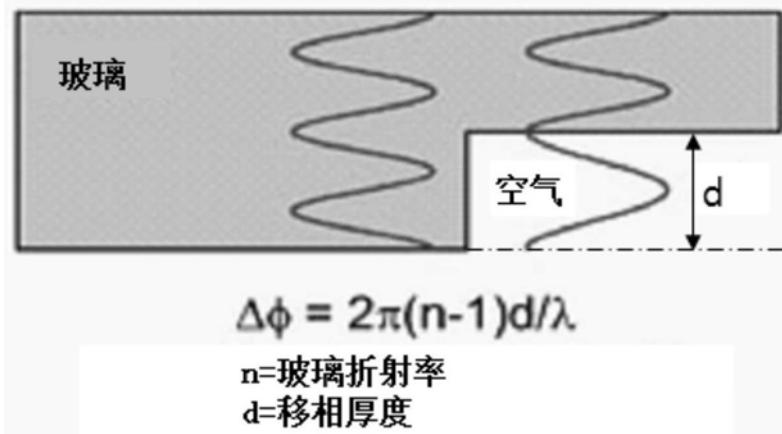


图1

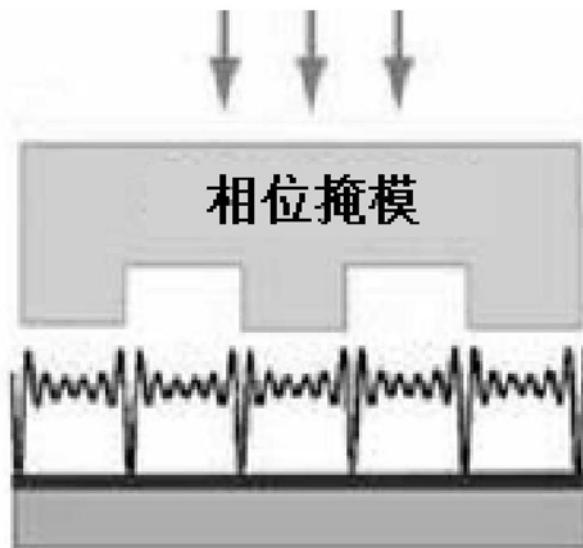


图2

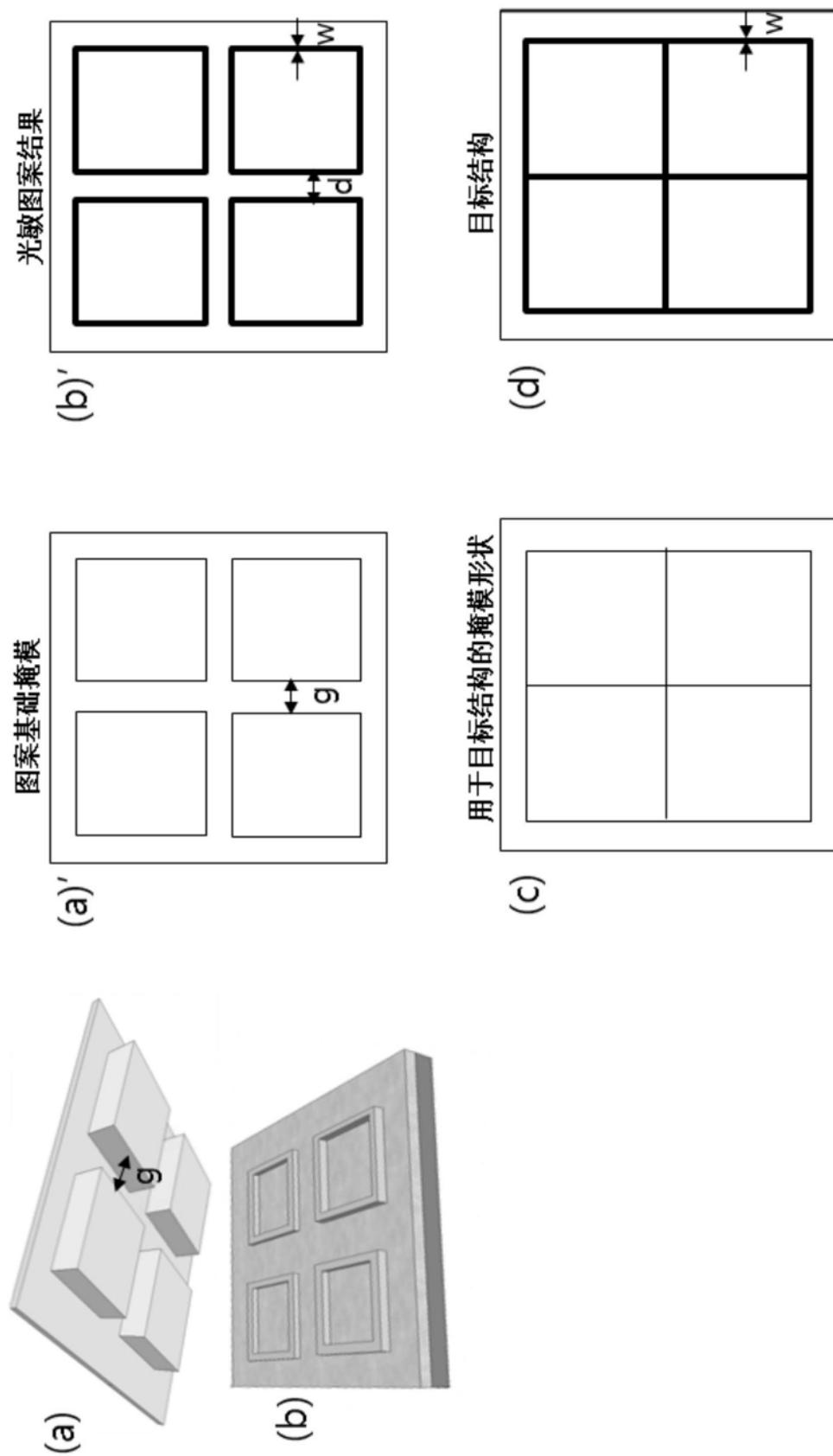


图3

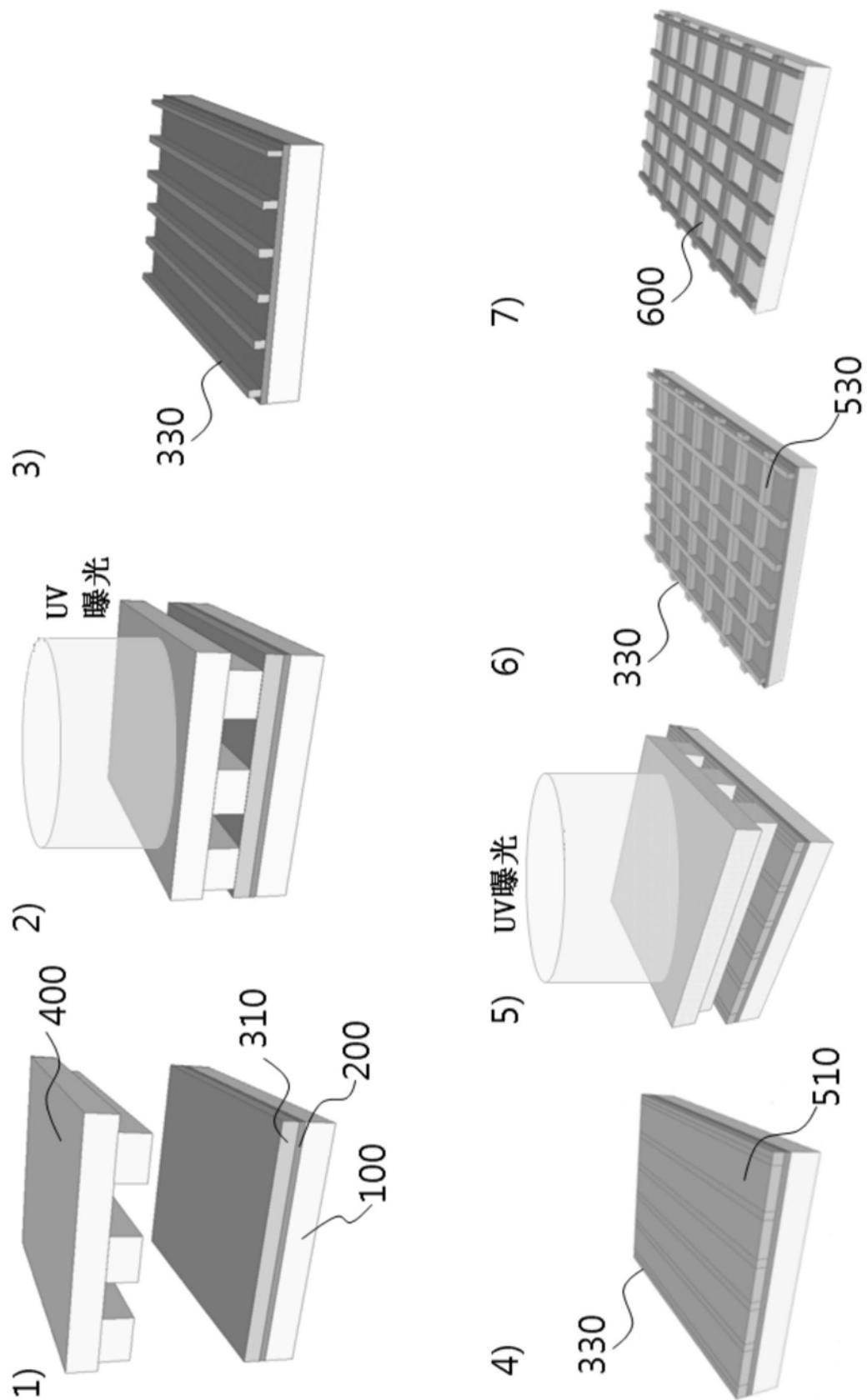


图4

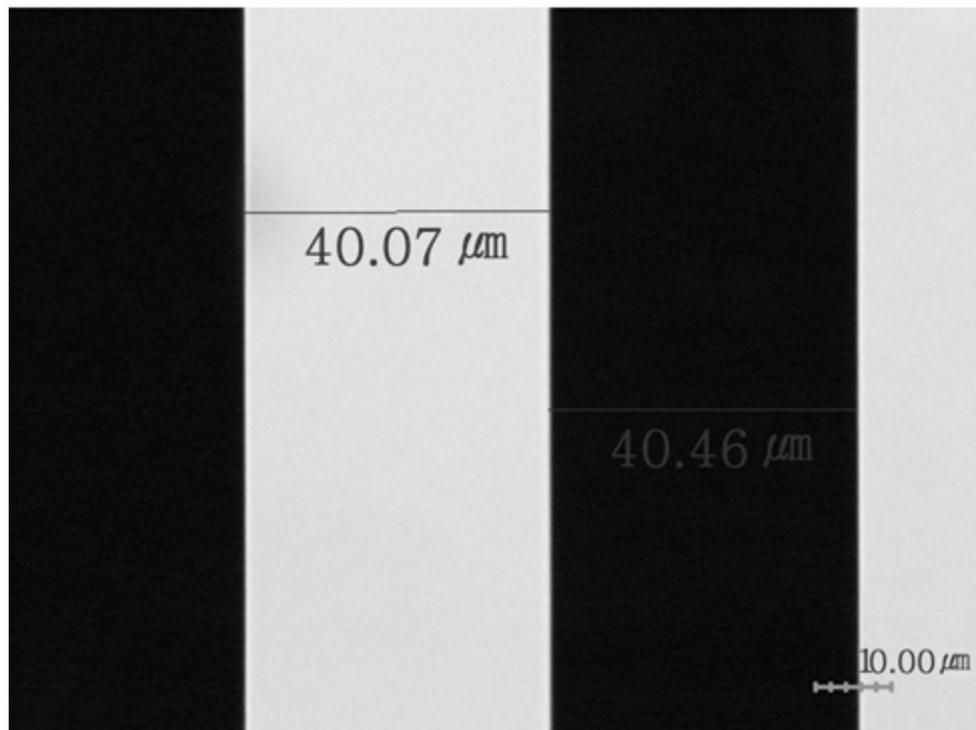


图5

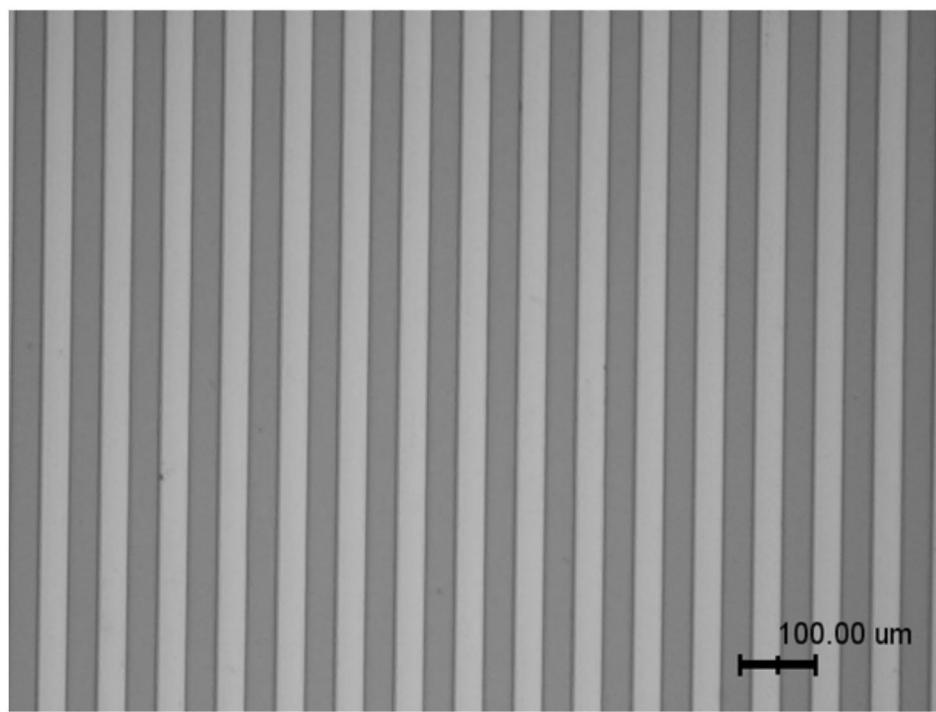


图6

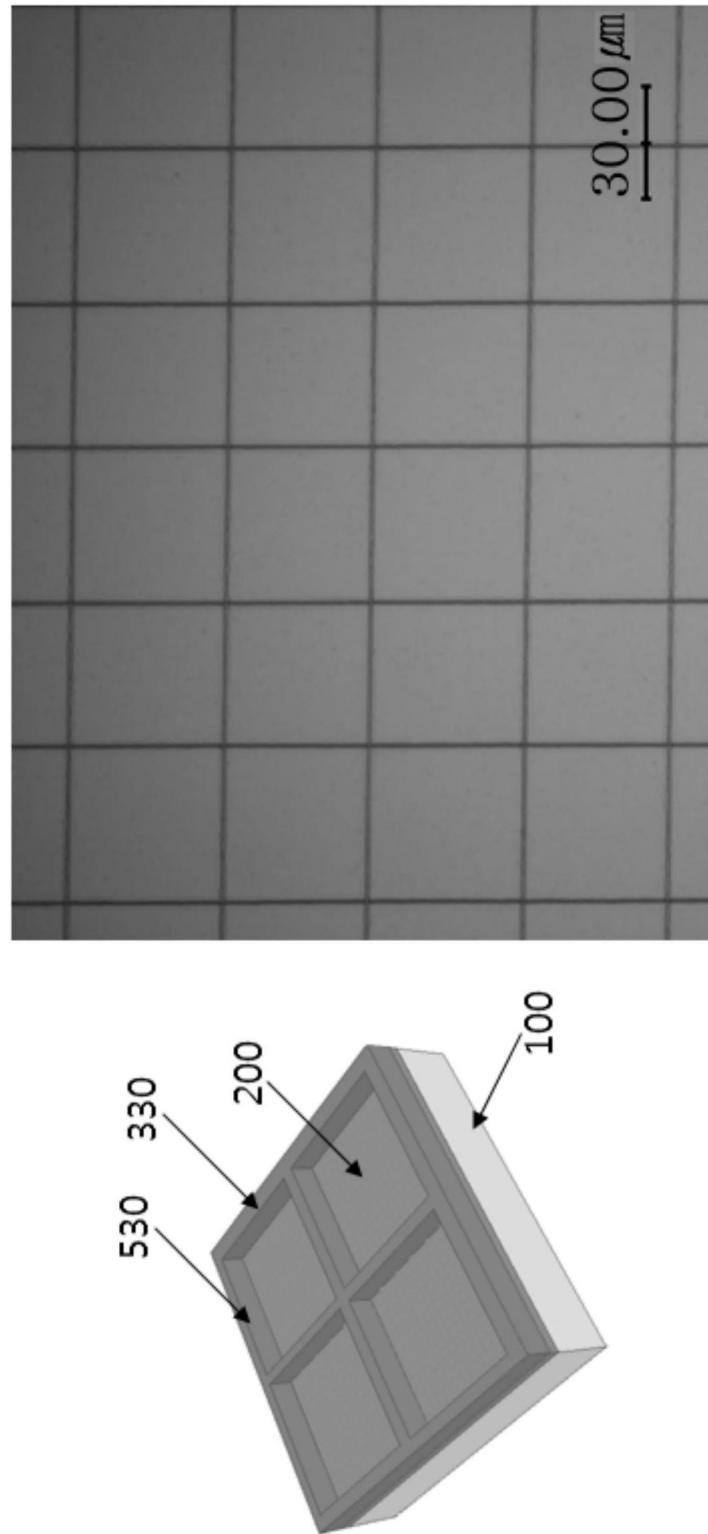


图7

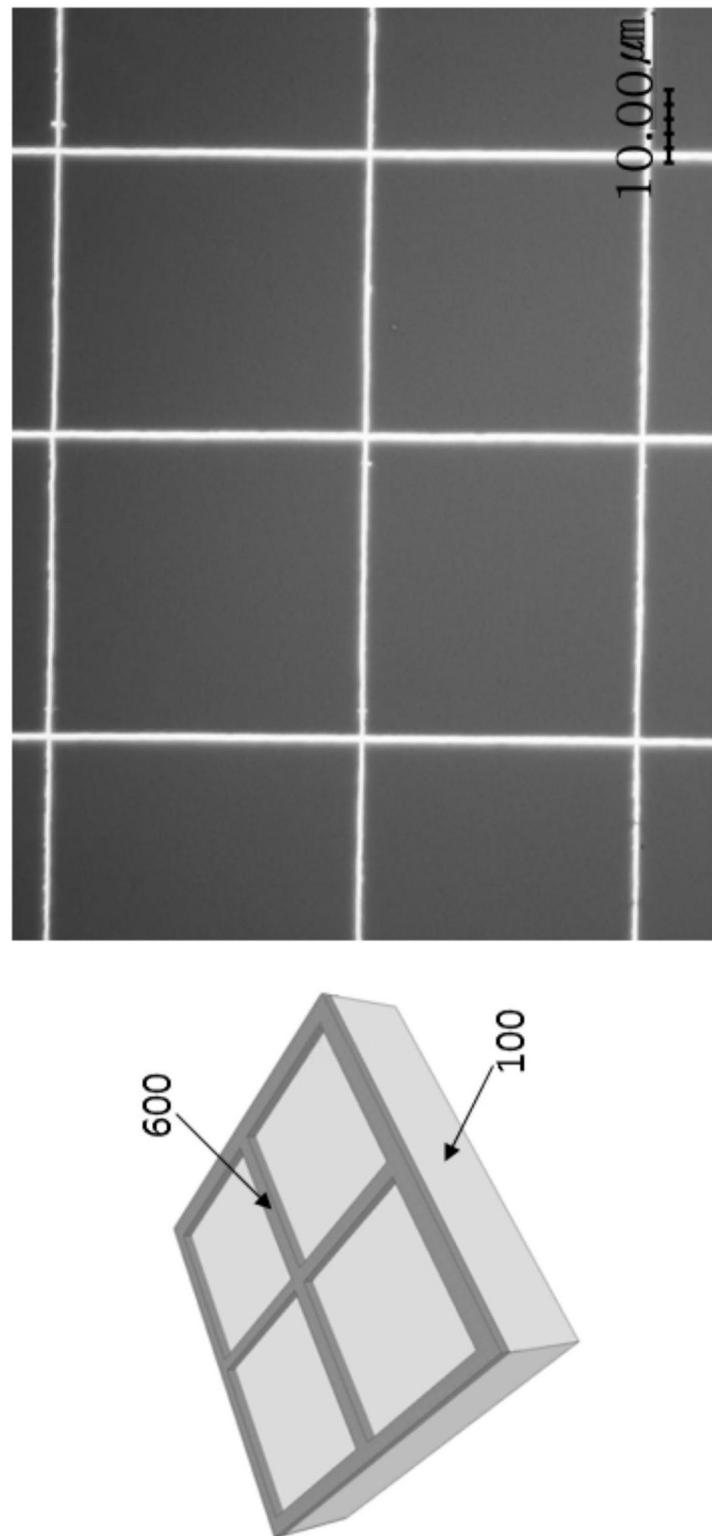


图8

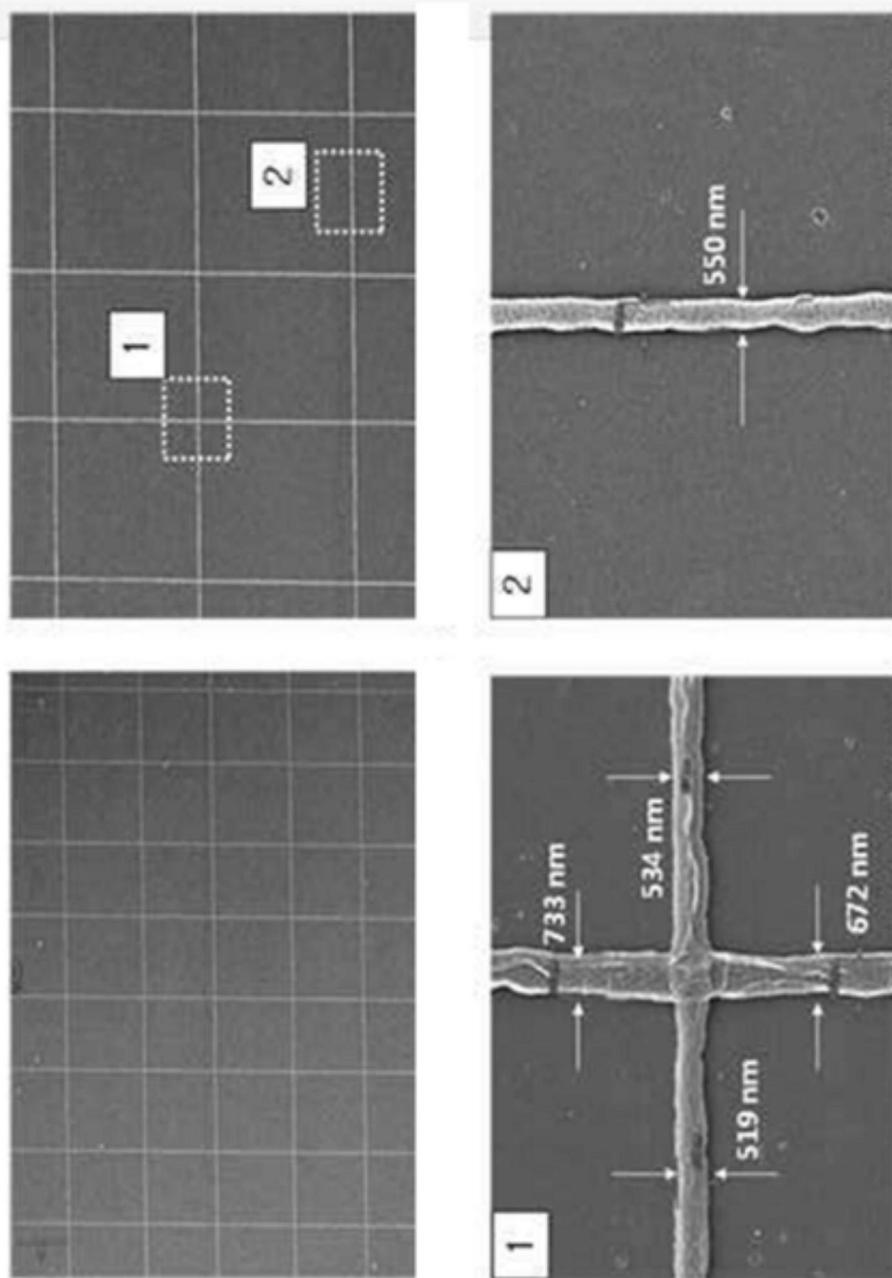


图9

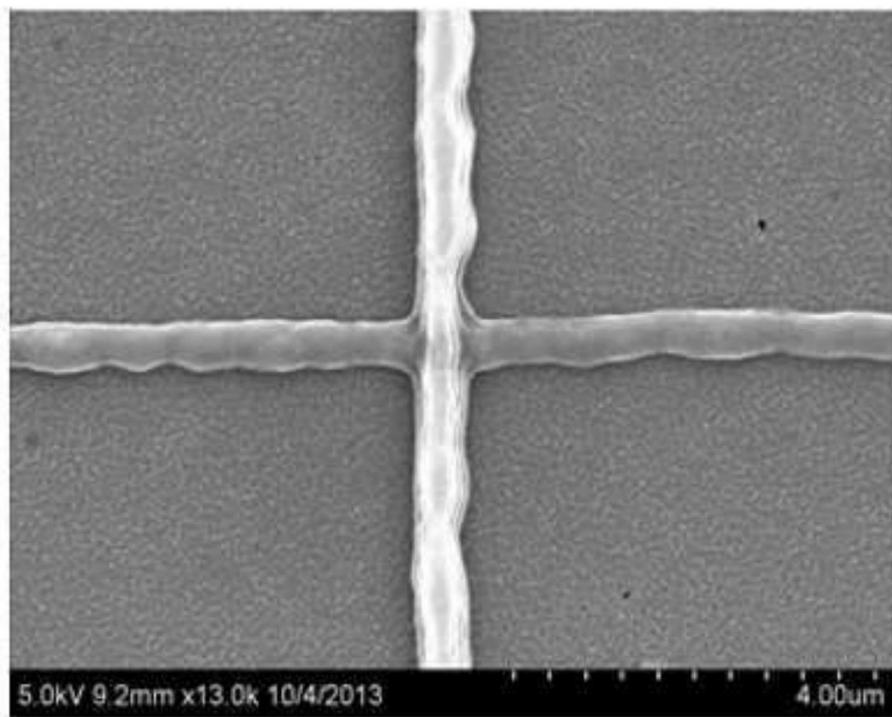


图10

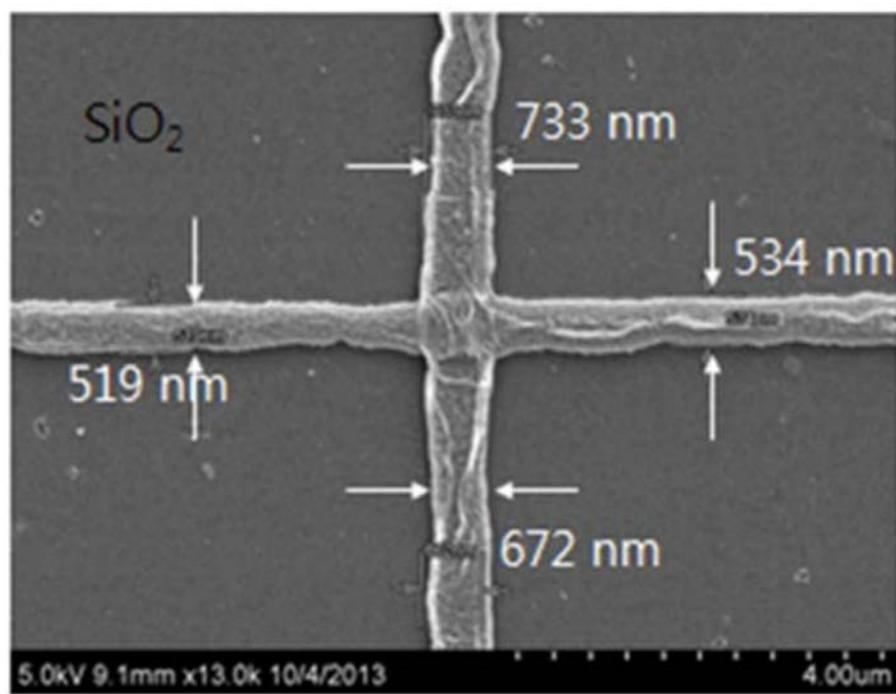


图11

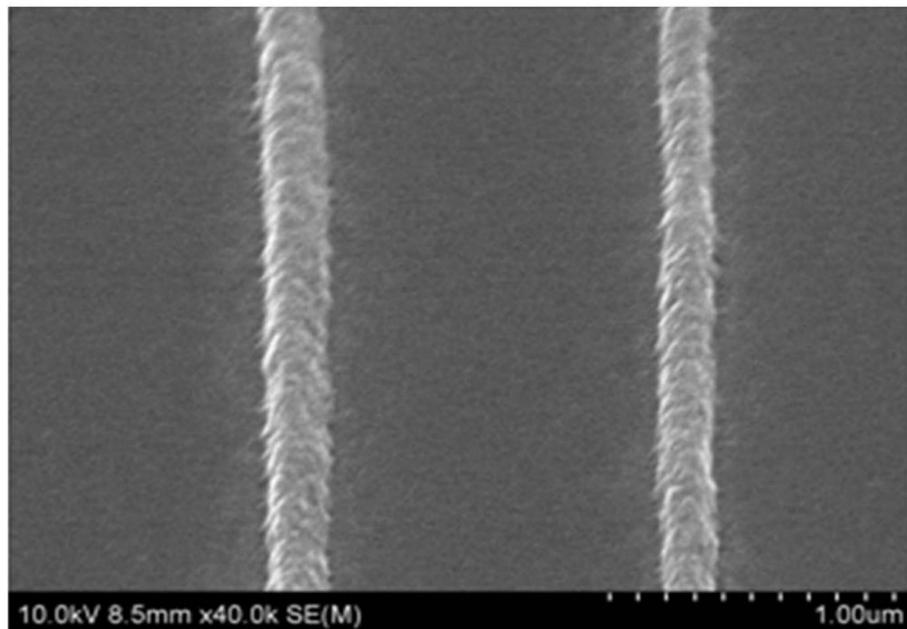


图12

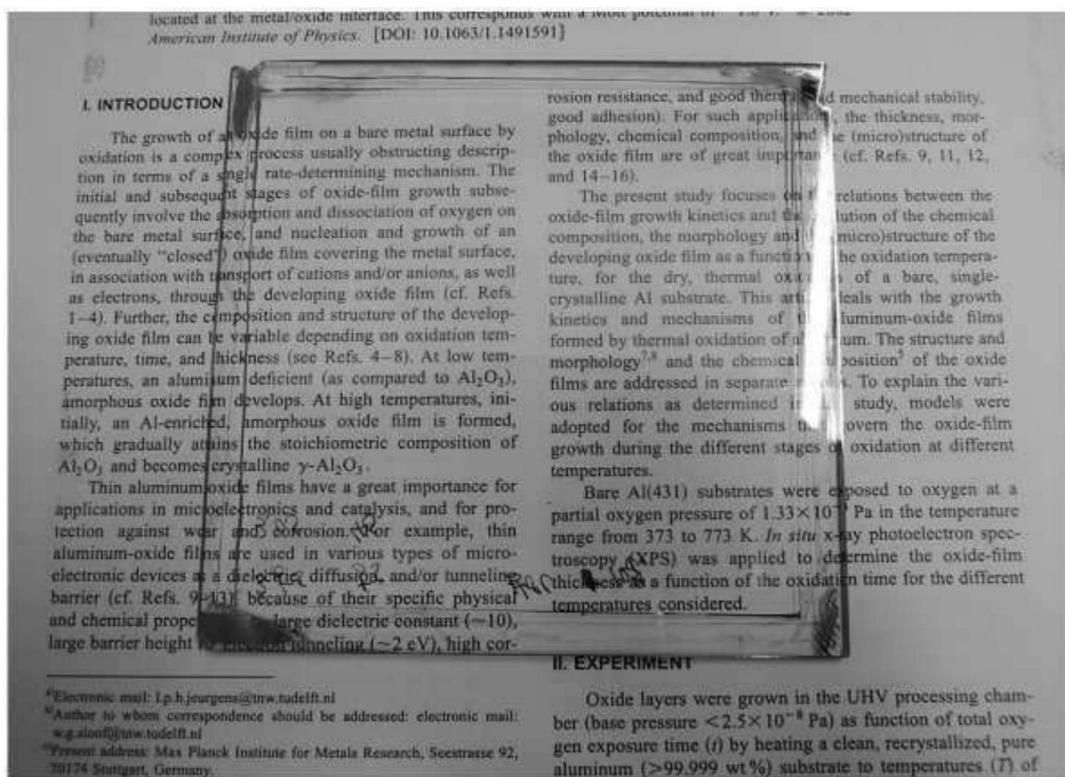


图13

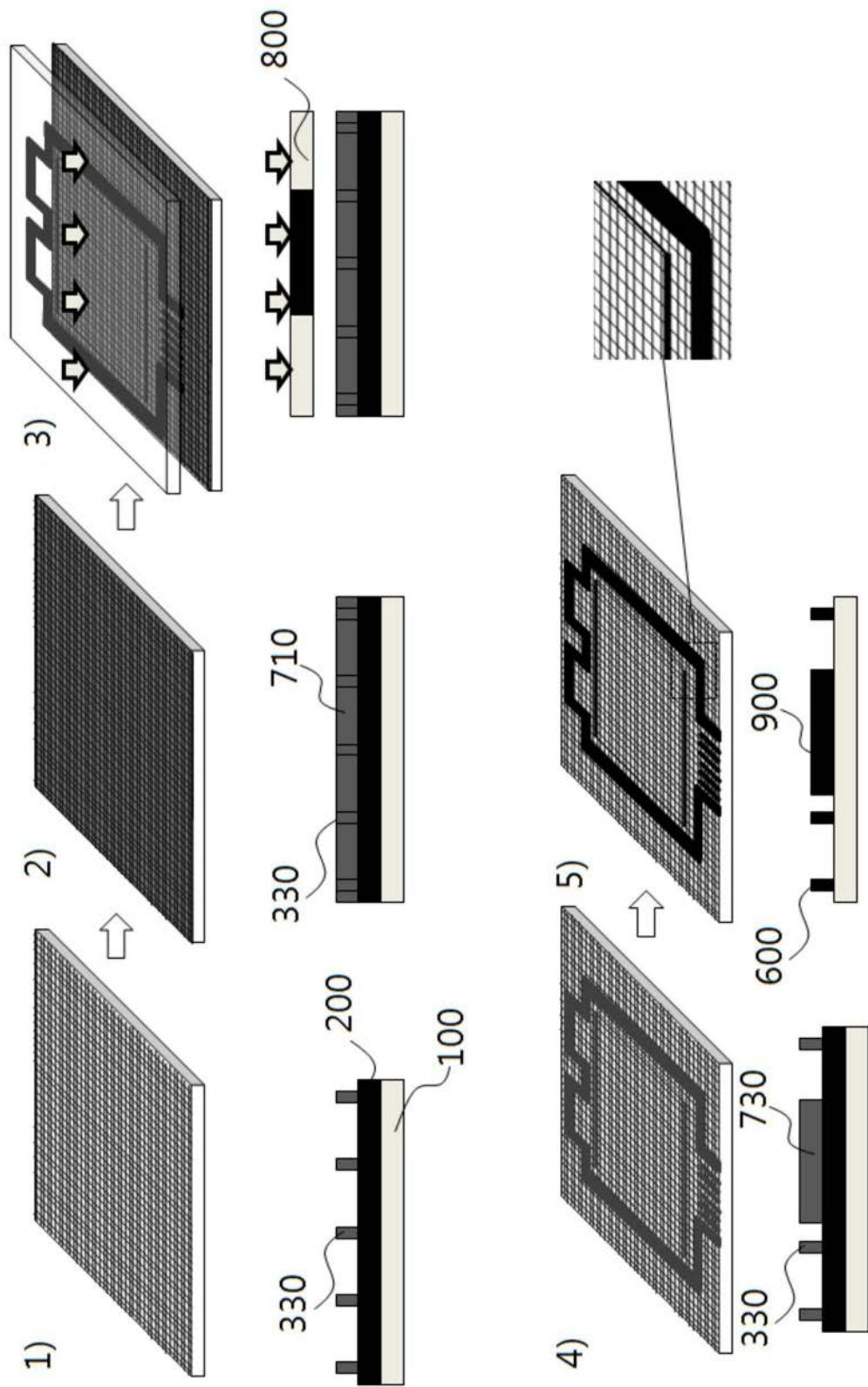


图14