

(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11月4日 (04.11.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/219005 A1

- (51) 国际专利分类号:
G03F 7/00 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/090554
- (22) 国际申请日: 2021年4月28日 (28.04.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010354559.X 2020年4月29日 (29.04.2020) CN
- (71) 申请人: 中国科学院光电技术研究所 (THE INSTITUTE OF OPTICS AND ELECTRONICS, THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国四川省成都市双流350信箱, Sichuan 610209 (CN)。
- (72) 发明人: 罗先刚 (LUO, Xiangang); 中国四川省成都市双流350信箱, Sichuan 610209 (CN)。 郭迎辉 (GUO, Yinghui); 中国四川省成都市双流350信箱, Sichuan 610209 (CN)。 蒲明博 (PU, Mingbo);

中国四川省成都市双流350信箱, Sichuan 610209 (CN)。 李雄 (LI, Xiong); 中国四川省成都市双流350信箱, Sichuan 610209 (CN)。 马晓亮 (MA, Xiaoliang); 中国四川省成都市双流350信箱, Sichuan 610209 (CN)。 高平 (GAO, Ping); 中国四川省成都市双流350信箱, Sichuan 610209 (CN)。

- (74) 代理人: 中科专利商标代理有限责任公司 (CHINA SCIENCE PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市海淀区西三环北路87号3层312, Beijing 100089 (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, IT, 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,

(54) Title: METHOD FOR PREPARING MICRO-NANO STRUCTURE

(54) 发明名称: 一种微纳结构的制备方法

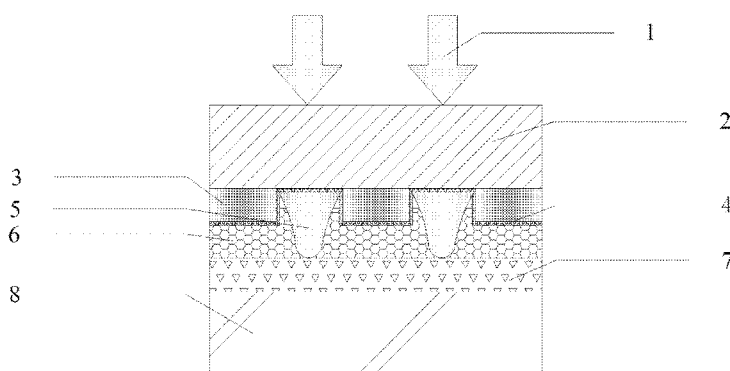


图 2

(57) Abstract: A method for preparing a micro-nano structure, comprising: sequentially forming a reflective layer (7) and a fluid polymer layer (6) on a surface of a substrate (8); press-fitting the substrate (8) and a mask plate (2) having a micro-nano pattern, so that the fluid polymer layer (6) is pressed into a light-transmitting region (5) of the mask plate (2), and the fluid polymer layer (6) is solidified; and performing exposure, under the combined action of transmitted light and light reflected by the reflective layer (7), a fluid polymer in the light-transmitting region (5) being photosensitive, so as to obtain a micro-nano structure. The method solves the problem of diffraction limitation, reduces the transmission loss of evanescent waves by means of reflection-type optical field enhancement, increases the processing resolution, reduces the difficulty and cost of mask processing by using a method combining shallow pressing and exposure, and also reduces pattern defects.



WO 2021/219005 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, 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))。

(57) 摘要: 一种微纳结构的制备方法, 包括: 在基片 (8) 表面依次形成反射层 (7)、流体聚合物层 (6); 将基片 (8) 与带微纳图形的掩模版 (2) 加压贴合, 使流体聚合物层 (6) 挤压进入掩模版 (2) 的透光区 (5), 并使流体聚合物层 (6) 固化; 曝光, 在透射光以及反射层 (7) 反射光的共同作用下使透光区 (5) 的流体聚合物感光, 得到微纳结构。这种方法解决了衍射受限的问题, 通过反射式光场增强降低倏逝波的传输损耗, 提高了加工分辨力, 采用浅压结合曝光的方法, 降低了掩模加工难度及成本, 也降低了图形缺陷。

一种微纳结构的制备方法

本公开要求于 2020 年 04 月 29 日提交的、申请号为 202010354559.X 的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

- 5 本公开涉及微纳米制造技术领域，具体涉及一种微纳结构的制备方法。

背景技术

近年来，大量的研究报道表明具有微纳米特征尺度的人工结构可以
10 极大的增强微纳光子器件、微纳电子器件、微纳机电系统、微纳米能源及显示器件的性能。而作为这些微纳米尺度结构和器件制造的基础，低成本、高分辨力、高产出、大面积的新型纳米加工技术/方法的需求极为迫切。

传统微纳制造技术主要分为三类：直写类、光刻类和压印类。直写
15 类微纳制造技术虽然具有高的分辨力，但加工效率较低，不适用于大规模批量生产。光刻类微纳制造技术在效率、材料和工艺的兼容性等方面具有较强的技术优势，但受瑞利准则的理论限制，要提高曝光分辨力，需要采用更短的曝光波长和更高数值孔径的物镜，但是不断的缩小曝光波长及提高物镜数值孔径伴随着的是成本的不断激增。压印类微纳制造
20 技术是近年来发展到一种低成本的加工技术，由于不涉及曝光过程，图形形状和质量直接由压模决定，因此加工分辨力没有物理极限及邻近效应；但由于高分辨力的压模制造成本高昂，且复制图形存在缺陷多，对准和套刻精度不高，不能加工多层微纳结构图形，制约了其大规模推广应用。

25

发明内容

(一) 要解决的技术问题

针对上述问题，本公开提供了一种微纳结构的制备方法，用于至少部分解决传统微纳制造方法加工效率较低、制造成本高、图形缺陷多等
5 技术问题。

(二) 技术方案

本公开一方面提供了一种微纳结构的制备方法，包括：在基片表面依次形成反射层、流体聚合物层；将基片与带微纳图形的掩模版加压贴合，使流体聚合物层挤压进入掩模版的透光区，并使流体聚合物层固化；
10 曝光，在透射光以及反射层反射光的共同作用下使透光区的流体聚合物感光，得到微纳结构。

进一步地，将基片与带微纳图形的掩模版加压贴合包括：通过精密压力传递将基片与带微纳图形的掩模版加压贴合，使流体聚合物层均匀受压进入掩模版的透光区。

15 进一步地，通过精密压力传递将基片与带微纳图形的掩模版加压贴合中，精密压力传递的方法包括活塞类机械传递、压电执行机构传递、气膜传递、气压传递。

进一步地，将基片与带微纳图形的掩模版加压贴合之前还包括：将基片与带微纳图形的掩模版调平并接触。

20 进一步地，使透光区的流体聚合物固化还包括：将基片置于显影液中显影，去除未感光固化的流体聚合物，得到微纳结构。

进一步地，掩模版的微纳图形上还包括一层抗粘接层，抗粘接层的材料包括类金刚石薄膜、掺氟硅烷。

进一步地，流体聚合物层为高分辨力的流体聚合物材料，包括氟掺杂硅基共聚物或衍生物、乙烯醚基共聚物、丙烯酸基共聚物、杯芳烃基
25 分子玻璃、高酸解活性缩醛聚合物、聚对羟基苯乙烯基共聚物。

进一步地，在基片表面形成反射层的方法包括分子束外延结合低温退火、共溅射、高温溅射法。

进一步地，在基片表面形成流体聚合物层包括将流体聚合物旋涂在

反射层表面，形成流体聚合物层。

进一步地，反射层包括低损耗银反射层、低损耗铝反射层。

本公开另一方面提供了一种基于反射式光场增强的微纳光印制造方法，步骤如下：步骤 1、在基片表面沉积一层低损耗的反射层；步骤
5 2、将高分辨力的流体聚合物材料旋涂在反射层表面；步骤 3、在微纳米掩模版表面制作一层抗粘接层；步骤 4、通过机械装置将在反射层表面旋涂有高分辨力流体聚合物材料的基片与微纳米掩模版图形面调平并接触；步骤 5、通过精密压力传递方法将高分辨力的流体聚合物材料表面浅层挤压进入掩模版图形透光区；步骤 6、曝光，在反射层的作用下
10 使穿过掩模版图形的光场局域在透光区，使挤压进入掩模版图形透光区及到反射层之间的局部流体聚合物材料感光及固化；步骤 7、脱模后将基片放入显影液中显影，去掉未感光及固化的聚合物材料，得到复制后的图形。

进一步地，步骤 1 中低损耗的反射层制备方法为分子束外延结合低温退火、共溅射、高温溅射法。
15

进一步地，步骤 2 中高分辨力的流体聚合物材料为氟掺杂硅基共聚物或衍生物、乙烯醚基共聚物、丙烯酸基共聚物、杯芳烃基分子玻璃、高酸解活性缩醛聚合物、聚对羟基苯乙烯基共聚物。

进一步地，步骤 3 中抗粘接层为类金刚石薄膜、掺氟硅烷。

进一步地，步骤 5 中精密压力传递方法为活塞类机械传递、压电执行机构传递、气膜传递、气压传递。
20

进一步地，步骤 5 中压力传递方法为活塞类机械传递、压电执行机构传递、气膜传递、气压传递。

(三) 有益效果

本公开实施例提供的一种微纳结构的制备方法，通过反射式光场增强降低倏逝波的传输损耗，提高了加工分辨力，解决了衍射受限的问题；采用浅压结合曝光的方法，图形的深度主要由曝光的深度决定，降低了掩模加工难度及成本，同时挤压进入掩模的图形深度较浅，主要通过曝光提高图形的深度，因而极大程度的降低了图形缺陷。
25

附图说明

图 1 示意性示出了根据本公开实施例中微纳结构制备方法的流程图示意图；

5 图 2 示意性示出了根据本公开实施例中微纳结构的制备示意图；

图 3 示意性示出了根据本公开实施例在基片表面沉积反射层并旋涂流体聚合物材料后的剖面结构示意图；

图 4 示意性示出了根据本公开实施例在掩模版表面制作抗粘接层后的剖面结构示意图；

10 图 5 示意性示出了根据本公开实施例将在反射层表面旋涂有流体聚合物材料的基片与微纳米掩模版图形面调平并接触后的剖面结构示意图；

图 6 示意性示出了根据本公开实施例将流体聚合物材料表面浅层挤压进入掩模版图形透光区后的剖面结构示意图；

15 图 7 示意性示出了根据本公开实施例曝光完成后脱模的剖面结构示意图；

图 8 示意性示出了根据本公开实施例显影后得到复制后的图形剖面结构示意图；

附图标记说明：

- 20 1 紫外照明光源；
2 掩模版；
3 微纳图形；
4 抗粘接层；
5 透光区；
25 6 流体聚合物层；
7 反射层；
8 基片。

具体实施方式

为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本公开进一步详细说明。

本公开的实施例提供了一种微纳结构的制备方法，于基底上形成一层反射层，并采用浅压结合曝光的方法，提出了基于反射式光场增强的微纳光印制造方法的方案，对于前文问题的解决，提供了技术支撑。

图 1 示意性示出了根据本公开实施例中微纳结构的制备方法的流程图。

S1，在基片 8 表面依次形成反射层 7、流体聚合物层 6。

图 2 示意性示出了根据本公开实施例中微纳结构的制造方法示意图。在基片 8 表面沉积一层低损耗的反射层 7；再将高分辨率的流体聚合物材料旋涂在反射层 7 表面，请参见图 3。在进行紫外光曝光时，反射层 7 可将透射过来的紫外光进行反射，使透射区域的流体聚合物 6 感光，以降低倏逝波的传输损耗，提高了加工分辨力，不需要缩短曝光波长和提高物镜的数值孔径，降低了生产成本。流体聚合物层 6 中的流体聚合物材料具有高分辨率，适合用于制备微纳结构。

S2，将基片 8 与带微纳图形的掩模版 2 加压贴合，使流体聚合物层 6 挤压进入掩模版的透光区 5，并使流体聚合物层 6 固化。

图 4 为带微纳图形的掩模版 2 的剖面结构示意图。相比于传统的压印类微纳制造技术，压印过程中是将压印胶挤压进入模板中，再通过热固化或紫外固化形成图形，图形的深度由压模决定，因而压模的制造难度及成本较高；而本公开是采用浅压结合曝光的方法，图形的深度主要由曝光的深度决定，降低了掩模加工难度及成本。其次由于压印图形需要保证一定的深宽比，在脱模的过程中图形结构不可避免的由于受力原因，未中压模上分离，造成图形缺陷；而本方法挤压进入掩模的图形深度较浅，主要通过曝光提高图形的深度，因而极大程度的降低了图形缺陷。

需要说明的是，这里通过加压的方式使流体聚合物层 6 挤压进入掩模版的透光区 5 并不是使流体聚合物层 6 完全填充整个透光区 5，而是

部分填充掩模版的透光区 5，挤压之后流体聚合物层 6 与掩模版 2 的基底之间还存在一定间隙，请参见图 6，通过该浅压的方式降低了对压模的高分辨率的要求，降低了压模的制造成本。同时，由于挤压进入掩模的图形深度较浅，降低了由于压模和基片 8 分离过程中由于受力不均匀而造成的图形缺陷。

S3，曝光，在透射光以及反射层反射光的共同作用下使透光区的流体聚合物感光，得到微纳结构。

在掩模版 2 上方使用紫外照明光源进行曝光，掩模版 2 上的掩模图形区 3 不透光，无掩模图形 3 的区域为透光区 5，光束穿透该透光区对该透光区中的流体聚合物层 6 进行感光，同时还有一部分光经过基片 8 上的反射层 7 进行反射，并使靠近反射层 7 的流体聚合物层 6 也进行感光，图 2 中的 5 为模拟得到的局域光场，类似于沙漏型，通过该反射层 7 的使用强降了低倏逝波的传输损耗，提高了加工分辨力。图 8 为显影后得到复制后的图形剖面结构示意图，即得到的微纳结构的剖面图。

在上述实施例的基础上，将基片 8 与带微纳图形的掩模版 2 加压贴合包括：通过精密压力传递将基片 8 与带微纳图形的掩模版 2 加压贴合，使流体聚合物层 6 均匀受压进入掩模版的透光区 5。

为了使得流体聚合物材料表面浅层挤压进入掩模版图形透光区，需要精确控制挤压的深度，通过压力传递的方式可以使得流体聚合物层 6 均匀受压进入透光区 5，且深度可控。

在上述实施例的基础上，通过精密压力传递将基片 8 与带微纳图形的掩模版 2 加压贴合中，精密压力传递的方法包括活塞类机械传递、压电执行机构传递、气膜传递、气压传递。

活塞类机械传递通过活塞单元沿着缸筒往复移动，通过精密控制将压力传导至基片 8 上，从而与掩模版 2 加压贴合。压电执行机构传递是基于压电效应的压力传递，由膜片将被测压力传递给压电元件，再由压电元件输出与被测压力成一定关系的电信号，由此精密控制对基片施加的压力。气膜传递是当气膜内压力大于气膜外压力时，就产生一定的气压差，气膜内气体就能将膜材支撑起来对基片施加压力。气压传递是通

过压缩气体实现压强变大，对基片施加压力。以上方式均可控制对基片施加压力的大小，且施加的压力均匀分布于基片表面，实现对挤压的深度精确控制，最终使得到的微纳结构具有高分辨率。

在上述实施例的基础上，将基片 8 与带微纳图形的掩模版 2 加压贴合之前还包括：将基片 8 与带微纳图形的掩模版 2 调平并接触。

在加压贴合之前，还需要通过机械装置将在反射层 7 表面旋涂有高分辨力流体聚合物材料的基片 8 与微纳米掩模版图形面调平并接触，请参见图 5，避免因为接触面不平造成的压入流体聚合物 6 的深度不均一，而带来图形的缺陷问题。

在上述实施例的基础上，使透光区的流体聚合物固化还包括：将基片 8 置于显影液中显影，去除未感光固化的流体聚合物，得到微纳结构。

图 7 为曝光完成后脱模的剖面结构示意图，脱模后将基片放入显影液中显影，去掉未感光及固化的聚合物材料，未感光及固化的材料主要位于掩模图形区 3 和反射层 7 之间，即掩模版图形区则复制到了基片 8，留下的图形即为掩模版 2 的透光区，最终在基片上得到复制后的图形，实现了图形从掩模版 2 上的转移，图 8 为显影后得到复制后的图形剖面结构示意图。

在上述实施例的基础上，将掩模版 2 的微纳图形 3 上还包括一层抗粘接层 4，抗粘接层 4 的材料包括类金刚石薄膜、掺氟硅烷。

图 4 为在微纳米掩模版表面制作抗粘接层 4 后的剖面结构示意图。类金刚石薄膜兼具了金刚石和石墨的优良特性，这里使用类金刚石薄膜作为抗粘接层，是因为其具有高硬度、良好的光学透明性，使之与流体聚合物层 6 不易黏结，且不影响后续的曝光过程。由于含氟聚硅氧烷具有低表面能、耐溶剂性、柔顺性、耐高低温性，具有良好的疏水疏油及抗污性，可以提高掩模版 2 的抗粘性能。

在上述实施例的基础上，流体聚合物层 6 为高分辨力的流体聚合物材料，包括氟掺杂硅基共聚物或衍生物、乙烯醚基共聚物、丙烯酸基共聚物、杯芳烃基分子玻璃、高酸解活性缩醛聚合物、聚对羟基苯乙烯基共聚物。

为了制备高分辨力的微纳结构，流体聚合物材料通常对材料性能有一定要求。例如包括分辨率小于 100 纳米，粘度小于 $5 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$ ，分子量小于 40，对比度大于 4 等等，氟掺杂硅基共聚物或衍生物、乙烯醚基共聚物、丙烯酸基共聚物、杯芳烃基分子玻璃、高酸解活性缩醛聚合物、聚对羟基苯乙烯基共聚物等等材料可用来制备本公开的流体聚合物层 6。

在上述实施例的基础上，在基片 8 表面形成反射层 7 的方法包括分子束外延结合低温退火、共溅射、高温溅射法。

反射层 7 的材料通常为金属或者是合金金属，主要通过真空镀膜、溅射的方式来实现沉积。分子束外延可以制备薄到几十个原子层的单晶薄膜，生长质量高，易于得到高质量的反射层 7。溅射具有易于控制、镀膜面积大和附着力强等优点，也易于得到高质量的反射层 7。

在上述实施例的基础上，在基片 8 表面形成流体聚合物层 6 包括将流体聚合物旋涂在反射层 7 表面，形成流体聚合物层。

旋涂的主要优点是易于获得密度较大的涂层，涂层厚度比较均匀，这里采用旋涂流体聚合物层 6 的方式主要是为了获得厚度均匀的涂层，以保证后续挤压流体的深度一致。

在上述实施例的基础上，反射层 7 包括低损耗银反射层、低损耗铝反射层。

这里用于反射层的材料有银、银合金(如 Ag-Pd 合金)、铝、铝合金(如 Al-Ti 合金)，该类材料均表现出高反射率，能最大限度地减少倏逝波的传输损耗，提高了加工分辨力。

下面以两个具体实施例对本公开进行详细描述。

实施例 1

制作 200nm 线宽分辨力、300nm 深度的光印图形，其具体的制作过程如下：

(1) 选择厚度为 0.35mm 厚度的石英基片作为衬底；采用分子束外延结合低温退火镀膜方式在基片表面沉积一层 50nm 厚度的低损耗银反射层。

(2) 在银反射层表面旋涂一层 300nm 厚度的高分辨力流体聚合物材料，相当于前述步骤 S1。

(3) 通过加热蒸发的方式在 200nm 线宽分辨力的铬掩模版表面形成一层均匀的单分子抗粘剂层。

5 (4) 采用被动调平机械结构将旋涂有高分辨力流体聚合物材料的基片与在 200nm 线宽分辨力的铬掩模版图形面调平并接触。

(5) 通过在基片背面施加 0.2MPa 的气压方式，将厚度为 100nm 的高分辨力流体聚合物材料表面挤压进入掩模版图形透光区，并加热固化，相当于前述步骤 S2。

10 (6) 打开中心波长为 365nm 的紫外曝光光源，在功率为 0.2mW/cm² 的条件下，曝光 20s；在反射层的作用下使穿过掩模版图形的光场局域在透光区，使挤压进入掩模版图形透光区及到反射层之间的局部流体聚合物材料感光。

(7) 曝光完成后，将基片与掩模分离，实现脱模；并将基片放入
15 显影液中在 22℃ 温度条件下显影 20 s，以去掉未感光及固化的聚合物材料，得到 200nm 分辨力、300nm 深度的光印图形，相当于前述步骤 S3。

实施例 2

制作 30nm 线宽分辨力、50nm 深度的光印图形，其具体的制作过程如下：

20 (1) 选择厚度为 0.21mm 厚度的硅片作为衬底；采用铝和铜共溅射的镀膜方式在基片表面沉积一层 60nm 厚度的低损耗铝反射层。

(2) 在铝反射层表面旋涂一层 50nm 厚度的高分辨力流体聚合物材料，相当于前述步骤 S1。

25 (3) 通过加热蒸发的方式在 30nm 线宽分辨力的钼掩模版表面形成一层均匀的单分子抗粘剂层。

(4) 采用三点主动调平系统将旋涂有高分辨力流体聚合物材料的基片与在 30nm 线宽分辨力的钼掩模版图形面调平并接触。调平过程实时监测并调整三点的间隙值。

(5) 通过压电执行机构在基片背面施加 200N 的压力，将厚度为

20nm 的高分辨力流体聚合物材料表面挤压进入掩模版图形透光区，并加热固化，相当于前述步骤 S2。

(6)打开中心波长为 365nm 的紫外曝光光源，在功率为 0.2mW/cm² 的条件下，曝光 10s；在反射层的作用下使穿过掩模版图形的光场局域在透光区，使挤压进入掩模版图形透光区及到反射层之间的局部流体聚合物材料感光。

(7)曝光完成后，将基片与掩模分离，实现脱模；并将基片放入显影液中在 0℃温度条件下显影 40 s，以去掉未感光及固化的聚合物材料，得到 30nm 分辨力、50nm 深度的光印图形，相当于前述步骤 S3。

10 本公开相比于传统直写类微纳制造技术，虽然本方法也需采用直写方法制作掩模，但通过该掩模可以低成本批量复制微纳结构，加工效率远远高于传统直写类微纳制造技术；相比于传统光刻类微纳制造技术，本方法解决了衍射受限的问题，通过反射式光场增强降低倏逝波的传输损耗，提高了加工分辨力，不需要缩短曝光波长和提高物镜的数值孔径；
15 相比于传统的压印类微纳制造技术，压印过程中是将压印胶挤压进入模板中，再通过热固化或紫外固化形成图形，图形的深度由压模决定，因而压模的制造难度及成本较高；而本方法是采用浅压结合曝光的方法，图形的深度主要由曝光的深度决定，降低了掩模加工难度及成本；其次由于压印图形需要保证一定的深宽比，在脱模的过程中图形结构不可避免的由于受力原因，未中压模上分离，造成图形缺陷；而本方法挤压进入掩模的图形深度较浅，主要通过曝光提高图形的深度，因而极大程度的降低了图形缺陷。

以上所述的具体实施例，对本公开的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本公开的具体实施
25 例而已，并不用于限制本公开，凡在本公开的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

权利要求

1、一种微纳结构的制备方法，其特征在于，包括：

在基片（8）表面依次形成反射层（7）、流体聚合物层（6）；

5 将所述基片（8）与带微纳图形的掩模版（2）加压贴合，使所述流体聚合物层（6）挤压进入所述掩模版的透光区（5），并使所述流体聚合物层（6）固化；

曝光，在透射光以及所述反射层反射光的共同作用下使所述透光区的流体聚合物感光，得到所述微纳结构。

10 2、根据权利要求 1 所述的微纳结构的制备方法，其特征在于，所述将所述基片（8）与带微纳图形的掩模版（2）加压贴合包括：

通过精密压力传递将所述基片（8）与带微纳图形的掩模版（2）加压贴合，使所述流体聚合物层（6）均匀受压进入所述掩模版的透光区（5）。

15

3、根据权利要求 2 所述的微纳结构的制备方法，其特征在于，所述通过精密压力传递将所述基片（8）与带微纳图形的掩模版（2）加压贴合中，精密压力传递的方法包括活塞类机械传递、压电执行机构传递、气膜传递、气压传递。

20

4、根据权利要求 1 所述的微纳结构的制备方法，其特征在于，所述将所述基片（8）与带微纳图形的掩模版（2）加压贴合之前还包括：将所述基片（8）与带微纳图形的掩模版（2）调平并接触。

25

5、根据权利要求 4 所述的微纳结构的制备方法，其特征在于，所述使所述透光区的流体聚合物固化还包括：

将所述基片（8）置于显影液中显影，去除未感光固化的流体聚合物，得到所述微纳结构。

6、根据权利要求 1 所述的微纳结构的制备方法，其特征在于，所述掩模版（2）的微纳图形（3）上还包括一层抗粘接层（4），所述抗粘接层（4）的材料包括类金刚石薄膜、掺氟硅烷。

5 7、根据权利要求 1 所述的微纳结构的制备方法，其特征在于，所述流体聚合物层（6）为高分辨力的流体聚合物材料，包括氟掺杂硅基共聚物或衍生物、乙烯醚基共聚物、丙烯酸基共聚物、杯芳烃基分子玻璃、高酸解活性缩醛聚合物、聚对羟基苯乙烯基共聚物。

10 8、根据权利要求 1 所述的微纳结构的制备方法，其特征在于，所述在基片（8）表面形成反射层（7）的方法包括分子束外延结合低温退火、共溅射、高温溅射法。

15 9、根据权利要求 8 所述的微纳结构的制备方法，其特征在于，所述在基片（8）表面形成流体聚合物层（6）包括将所述流体聚合物旋涂在所述反射层（7）表面，形成流体聚合物层。

10、根据权利要求 8 所述的微纳结构的制备方法，其特征在于，所述反射层（7）包括低损耗银反射层、低损耗铝反射层。

20

11、一种基于反射式光场增强的微纳光印制造方法，其特征在于，步骤如下：

步骤 1、在基片表面沉积一层低损耗的反射层；

步骤 2、将高分辨力的流体聚合物材料旋涂在反射层表面；

25 步骤 3、在微纳米掩模版表面制作一层抗粘接层；

步骤 4、通过机械装置将在反射层表面旋涂有高分辨力流体聚合物材料的基片与微纳米掩模版图形面调平并接触；

步骤 5、通过精密压力传递方法将高分辨力的流体聚合物材料表面浅层挤压进入掩模版图形透光区；

步骤 6、曝光，在反射层的作用下使穿过掩模版图形的光场局域在透光区，使挤压进入掩模版图形透光区及到反射层之间的局部流体聚合物材料感光及固化；

5 步骤 7、脱模后将基片放入显影液中显影，去掉未感光及固化的聚合物材料，得到复制后的图形。

12、根据权利要求 11 所述的一种基于反射式光场增强的微纳光印
10 制造方法，其特征在于：所述步骤 1 中低损耗的反射层制备方法为分子束外延结合低温退火、共溅射、高温溅射法。

13、根据权利要求 11 所述的一种基于反射式光场增强的微纳光印
15 制造方法，其特征在于：所述步骤 2 中高分辨力的流体聚合物材料为氟掺杂硅基共聚物或衍生物、乙烯醚基共聚物、丙烯酸基共聚物、杯芳烃基分子玻璃、高酸解活性缩醛聚合物、聚对羟基苯乙烯基共聚物。

14、根据权利要求 11 所述的一种基于反射式光场增强的微纳光印
20 制造方法，其特征在于：所述步骤 3 中抗粘接层为类金刚石薄膜、掺氟硅烷。

15、根据权利要求 11 所述的一种基于反射式光场增强的微纳光印
25 制造方法，其特征在于：所述步骤 5 中精密压力传递方法为活塞类机械传递、压电执行机构传递、气膜传递、气压传递。

16、根据权利要求 11 所述的一种基于反射式光场增强的微纳光印
30 制造方法，其特征在于：所述步骤 5 中压力传递方法为活塞类机械传递、压电执行机构传递、气膜传递、气压传递。

1/8

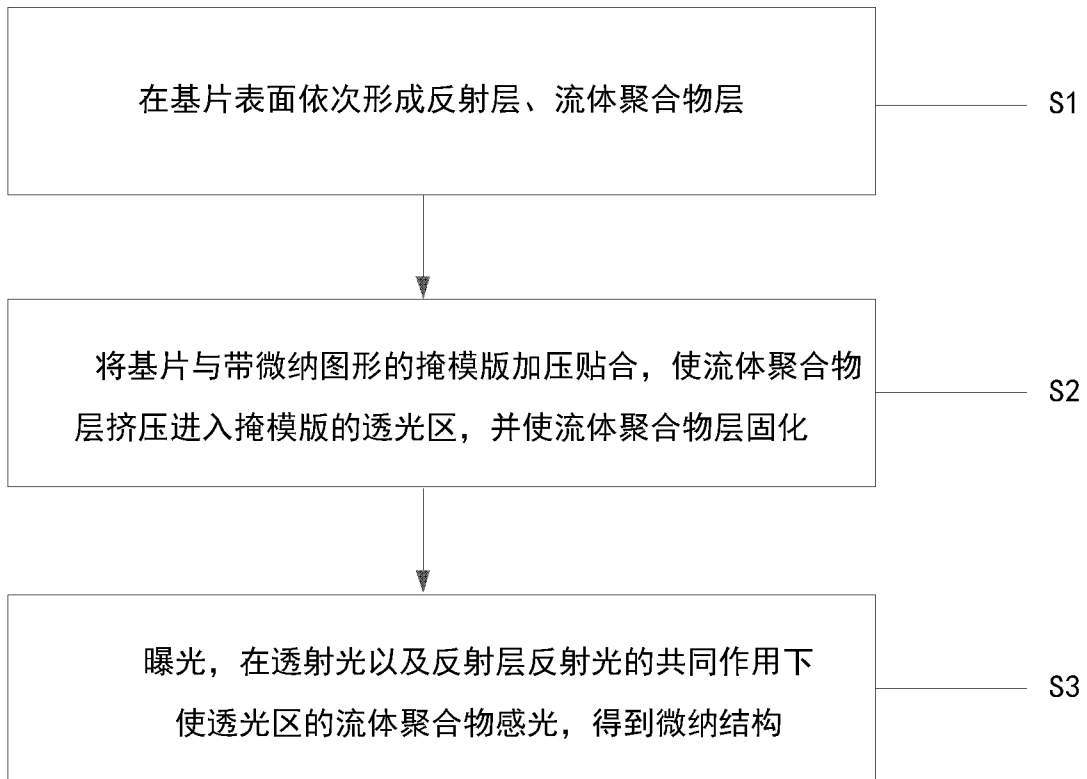


图 1

2/8

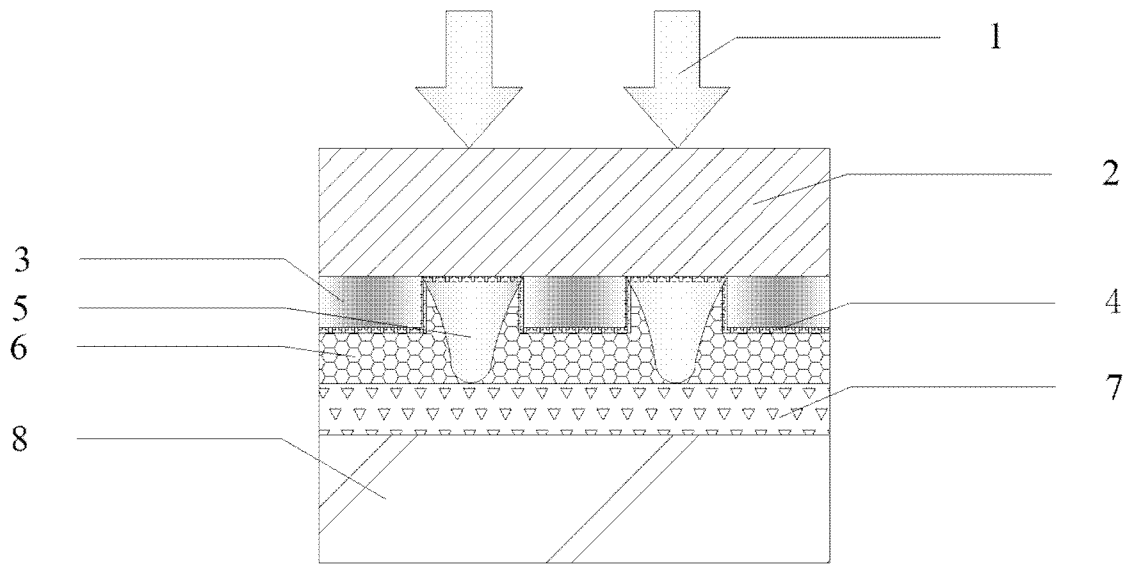


图 2

3/8

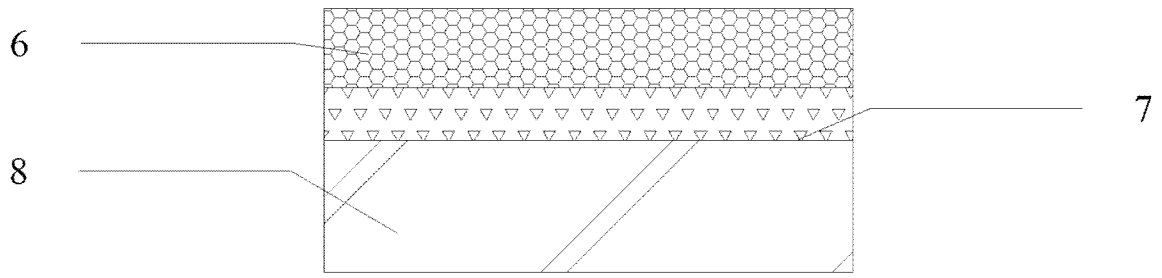


图 3

4/8

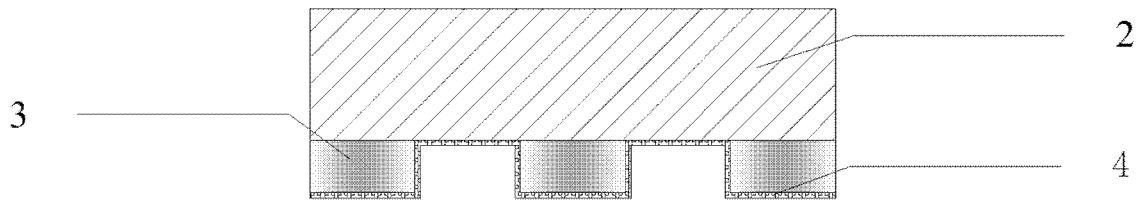


图 4

5/8

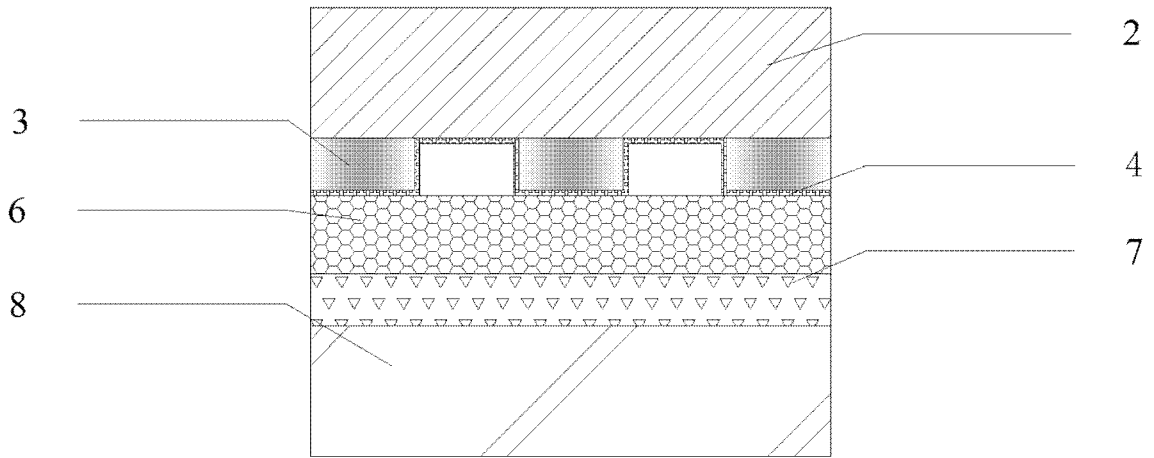


图 5

6/8

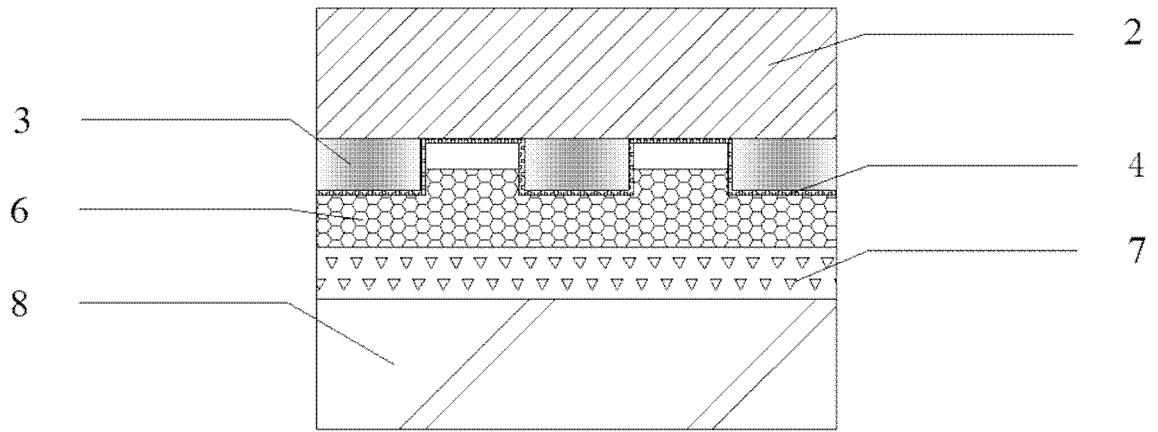


图 6

7/8

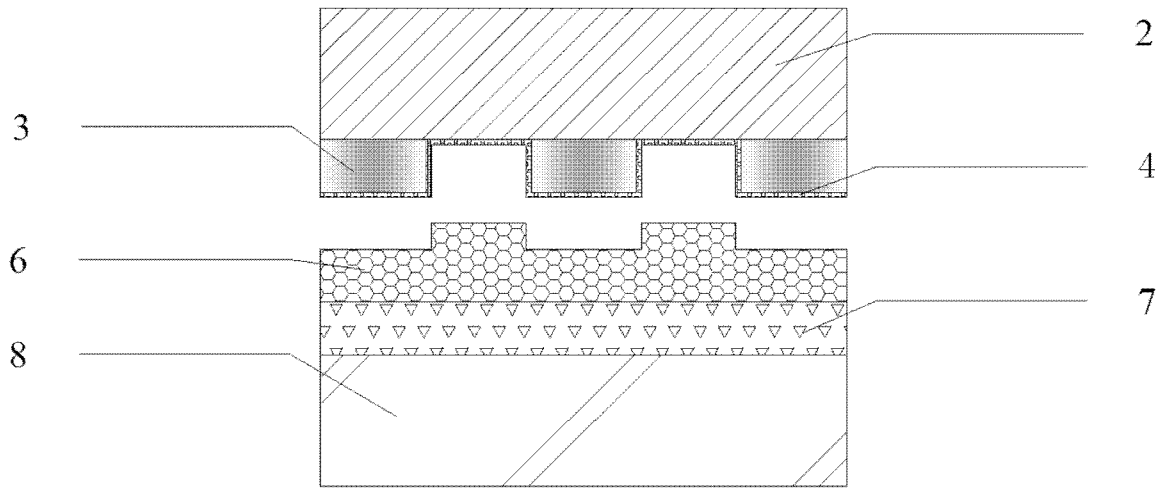


图 7

8/8

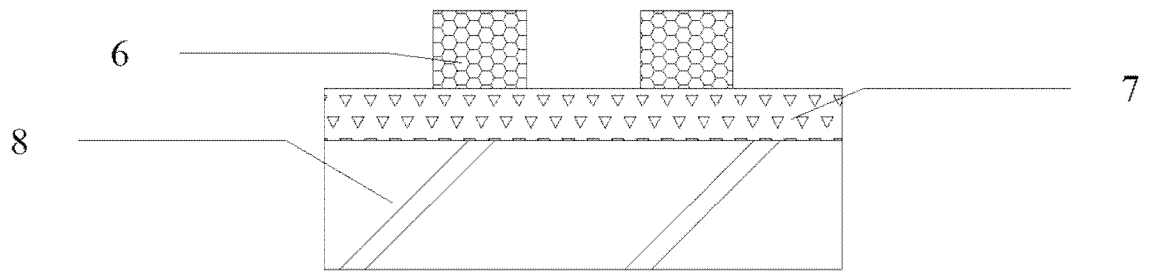


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/090554

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G03F 7/00(2006.01)i; G03F 7/20(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) G03F7; H01L21		
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) CNABS, CNTXT, VEN, WOTXT, USTXT, EPTXT, CNKI, CJFD: 压印, 印制, 挤压, 压入, 加压, 曝光, 光刻, 反射, 金属, 膜, 层, 提高, 增强, 分辨力, 分辨率, 减少, 降低, 减小, 损耗, expos+, litho+, nano+, stamp+, emboss+, imprint+, impress+, reflect+, metal+, layer?, film?, sheet?, resolution, resolv+, power, ability, definition, distinguishability, loss+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111522206 A (INSTITUTE OF OPTICS AND ELECTRONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 11 August 2020 (2020-08-11) claims 1-6, description paragraphs [0001]-[0045], figures 1-7	1-16
A	CN 1434349 A (HEWLETT PACKARD CO., LTD.) 06 August 2003 (2003-08-06) description page 3 lines 17-26, page 6 line 13- page 8 line 6, figures 4A-5D	1-16
A	CN 107561857 A (SOUTH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 09 January 2018 (2018-01-09) description, paragraphs [0078]-[0099], and figures 1.1-2.5	1-16
A	CN 106558477 A (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING COMPANY LIMITED) 05 April 2017 (2017-04-05) entire document	1-16
A	US 8728380 B2 (CHOU STEPHEN Y) 20 May 2014 (2014-05-20) entire document	1-16
A	CN 103488046 A (SHANGHAI INTEGRATED CIRCUIT RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER LTD.) 01 January 2014 (2014-01-01) entire document	1-16
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 27 July 2021		Date of mailing of the international search report 05 August 2021
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 Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/090554

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)	
CN	111522206	A	11 August 2020	None		
CN	1434349	A	06 August 2003	JP	4242145 B2	18 March 2009
				JP	2003249444 A	05 September 2003
				US	6653030 B2	25 November 2003
				EP	1331516 B1	20 December 2006
				DE	60310460 D1	01 February 2007
				TW	200302506 A	01 August 2003
				TW	I271785 B	21 January 2007
				EP	1331516 A2	30 July 2003
				US	2003138704 A1	24 July 2003
				KR	20030080183 A	11 October 2003
				EP	1331516 A3	15 October 2003
				DE	60310460 T2	13 December 2007
CN	107561857	A	09 January 2018	WO	2019056586 A1	28 March 2019
CN	106558477	A	05 April 2017	US	10468249 B2	05 November 2019
				US	2017092495 A1	30 March 2017
				US	2020066524 A1	27 February 2020
				CN	106558477 B	06 December 2019
				TW	201712729 A	01 April 2017
				TW	I587364 B	11 June 2017
US	8728380	B2	20 May 2014	US	2008143019 A1	19 June 2008
CN	103488046	A	01 January 2014	US	2015370161 A1	24 December 2015
				CN	103488046 B	22 October 2019
				WO	2015043321 A1	02 April 2015

<p>A. 主题的分类</p> <p>G03F 7/00(2006.01)i; G03F 7/20(2006.01)i</p> <p>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</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G03F7; H01L21</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS, CNTXT, VEN, WOTXT, USTXT, EPTXT, CNKI, CJFD: 压印, 印制, 挤压, 压入, 加压, 曝光, 光刻, 反射, 金属, 膜, 层, 提高, 增强, 分辨力, 分辨率, 减少, 降低, 减小, 损耗, expos+, litho+, nano+, stamp+, emboss+, imprint+, impress+, reflect+, metal+, layer?, film?, sheet?, resolution, resolv+, power, ability, definition, distinguishability, loss+</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 111522206 A (中国科学院光电技术研究所) 2020年 8月 11日 (2020 - 08 - 11) 权利要求1-6, 说明书第[0001]-[0045]段, 附图1-7</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1434349 A (惠普公司) 2003年 8月 6日 (2003 - 08 - 06) 说明书第3页第17-26行, 第6页第13行-第8页第6行, 附图4A-5D</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107561857 A (南方科技大学) 2018年 1月 9日 (2018 - 01 - 09) 说明书第[0078]-[0099]段, 附图1.1-2.5</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106558477 A (台湾积体电路制造股份有限公司) 2017年 4月 5日 (2017 - 04 - 05) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 8728380 B2 (CHOU STEPHEN Y) 2014年 5月 20日 (2014 - 05 - 20) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103488046 A (上海集成电路研发中心有限公司) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 111522206 A (中国科学院光电技术研究所) 2020年 8月 11日 (2020 - 08 - 11) 权利要求1-6, 说明书第[0001]-[0045]段, 附图1-7	1-16	A	CN 1434349 A (惠普公司) 2003年 8月 6日 (2003 - 08 - 06) 说明书第3页第17-26行, 第6页第13行-第8页第6行, 附图4A-5D	1-16	A	CN 107561857 A (南方科技大学) 2018年 1月 9日 (2018 - 01 - 09) 说明书第[0078]-[0099]段, 附图1.1-2.5	1-16	A	CN 106558477 A (台湾积体电路制造股份有限公司) 2017年 4月 5日 (2017 - 04 - 05) 全文	1-16	A	US 8728380 B2 (CHOU STEPHEN Y) 2014年 5月 20日 (2014 - 05 - 20) 全文	1-16	A	CN 103488046 A (上海集成电路研发中心有限公司) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文	1-16
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 111522206 A (中国科学院光电技术研究所) 2020年 8月 11日 (2020 - 08 - 11) 权利要求1-6, 说明书第[0001]-[0045]段, 附图1-7	1-16																					
A	CN 1434349 A (惠普公司) 2003年 8月 6日 (2003 - 08 - 06) 说明书第3页第17-26行, 第6页第13行-第8页第6行, 附图4A-5D	1-16																					
A	CN 107561857 A (南方科技大学) 2018年 1月 9日 (2018 - 01 - 09) 说明书第[0078]-[0099]段, 附图1.1-2.5	1-16																					
A	CN 106558477 A (台湾积体电路制造股份有限公司) 2017年 4月 5日 (2017 - 04 - 05) 全文	1-16																					
A	US 8728380 B2 (CHOU STEPHEN Y) 2014年 5月 20日 (2014 - 05 - 20) 全文	1-16																					
A	CN 103488046 A (上海集成电路研发中心有限公司) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文	1-16																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 7月 27日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 8月 5日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>高洁</p> <p>电话号码 (86-10)62085752</p>																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/090554

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)
CN	111522206	A	2020年 8月 11日	无			
CN	1434349	A	2003年 8月 6日	JP	4242145	B2	2009年 3月 18日
				JP	2003249444	A	2003年 9月 5日
				US	6653030	B2	2003年 11月 25日
				EP	1331516	B1	2006年 12月 20日
				DE	60310460	D1	2007年 2月 1日
				TW	200302506	A	2003年 8月 1日
				TW	1271785	B	2007年 1月 21日
				EP	1331516	A2	2003年 7月 30日
				US	2003138704	A1	2003年 7月 24日
				KR	20030080183	A	2003年 10月 11日
				EP	1331516	A3	2003年 10月 15日
				DE	60310460	T2	2007年 12月 13日
CN	107561857	A	2018年 1月 9日	WO	2019056586	A1	2019年 3月 28日
CN	106558477	A	2017年 4月 5日	US	10468249	B2	2019年 11月 5日
				US	2017092495	A1	2017年 3月 30日
				US	2020066524	A1	2020年 2月 27日
				CN	106558477	B	2019年 12月 6日
				TW	201712729	A	2017年 4月 1日
				TW	1587364	B	2017年 6月 11日
US	8728380	B2	2014年 5月 20日	US	2008143019	A1	2008年 6月 19日
CN	103488046	A	2014年 1月 1日	US	2015370161	A1	2015年 12月 24日
				CN	103488046	B	2019年 10月 22日
				WO	2015043321	A1	2015年 4月 2日