



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113296276 A

(43) 申请公布日 2021.08.24

(21) 申请号 202010111367.6

(22) 申请日 2020.02.24

(71) 申请人 宁波激智科技股份有限公司
地址 315040 浙江省宁波市高新区晶源路9号

(72) 发明人 李刚 夏寅 付坤 高斌基
王小凯 陈建文 唐海江 张彦

(74) 专利代理机构 北京德和衡律师事务所
11405
代理人 陈浩

(51) Int. Cl.
G02B 27/30 (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01)

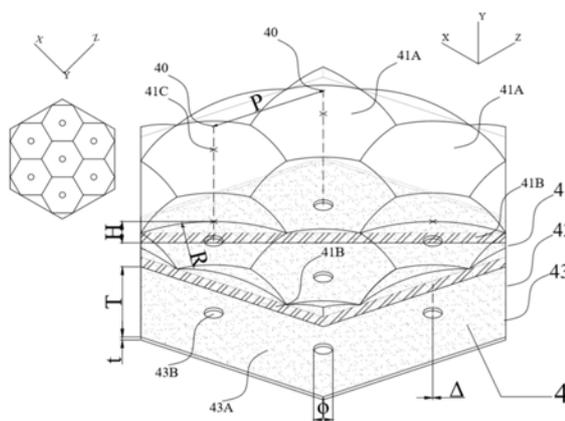
权利要求书1页 说明书16页 附图7页

(54) 发明名称

一种准直膜及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种准直膜,尤其涉及一种图像识别领域的准直膜及其制备方法。为了解决传统刚性准直片中两层准直光阑对位难的问题,本发明提供一种准直膜及其制备方法。所述准直膜依次包括准直透镜层、柔性基体层和一层准直孔层;所述准直透镜层包含微透镜阵列和肉厚,所述准直孔层包含准直孔阵列;所述准直孔阵列与微透镜阵列的分布完全一致;所述准直透镜层的微透镜阵列为有序排布。本发明提供的准直膜只包括一层准直孔层,解决了两层准直光阑对位难的问题。该准直膜能对图像单点像素处的漫射光进行一定程度的准直过滤,形成法向小波束光信号,并将其传输到相应光电感应器处,特别适用于大尺寸、超薄、甚至柔性的图像识别模组中。



1. 一种准直膜,其特征在于,所述准直膜依次包括准直透镜层、柔性基体层和准直孔层。
2. 根据权利要求1所述的准直膜,其特征在于,所述准直膜依次包括准直透镜层、柔性基体层和一层准直孔层。
3. 根据权利要求2所述的准直膜,其特征在于,所述准直透镜层包含微透镜阵列和肉厚,所述准直孔层包含准直孔阵列。
4. 根据权利要求3所述的准直膜,其特征在于,所述准直孔层包含遮光介质层和准直孔阵列。
5. 根据权利要求3所述的准直膜,其特征在于,所述准直孔阵列与微透镜阵列的分布完全一致。
6. 根据权利要求5所述的准直膜,其特征在于,每一个准直孔均在相对应微透镜的主光轴上;所述准直透镜层的微透镜阵列为有序排布。
7. 根据权利要求3所述的准直膜,其特征在于,所述准直透镜层的微透镜阵列与所述准直孔层的准直孔阵列均为有序排布。
8. 根据权利要求3所述的准直膜,其特征在于,在所述准直透镜层的微透镜阵列中,相邻的三个微透镜的主光轴的坐标相连形成正三角形,或者,相邻的四个微透镜的主光轴的坐标相连形成正方形;所述微透镜阵列中的微透镜紧密排列。
9. 根据权利要求3所述的准直膜,其特征在于,在所述准直透镜层中,相邻微透镜的主光轴的间距P为 $10\sim 50\mu\text{m}$,微透镜的半径R为 $6.1\mu\text{m}\sim 30.2\mu\text{m}$,准直透镜层的高度H为 $1.1\mu\text{m}\sim 27.4\mu\text{m}$,准直透镜层材质的折射率 n_1 为 $1.34\sim 1.7$;
在所述柔性基体层中,柔性基体层的厚度T为 $10\sim 50\mu\text{m}$,柔性基体层材质的折射率 n_2 为 $1.48\sim 1.7$;
在所述准直孔层中,准直孔层的厚度t为 $0.5\sim 7\mu\text{m}$,准直孔阵列中的准直孔的直径 ϕ 为 $1\sim 10\mu\text{m}$ 。
10. 根据权利要求1-9中任一项所述的准直膜的制备方法,其特征在于,所述准直膜的准直孔采用微聚焦法打孔;在所述制备方法中,使激光垂直照射准直透镜层,激光通过准直透镜层的微透镜聚焦,聚焦形成的光斑落在准直孔层上打出准直孔。

一种准直膜及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种准直膜,尤其涉及一种图像识别领域的准直膜及其制备方法。

背景技术

[0002] 在图像识别领域,常用的图像传感器如CMOS型或photo-TFT型,传感器模组中一般都含有准直器件,用以加强信噪比,提高识别率,减少串扰。准直器件的功能(如图1所示)主要是对图像单点像素处的漫射光进行准直过滤,形成的法向的准直光或接近准直的光(信号),可以顺利传输到相应光电感应器处,而偏离法向的大角度光(噪音)只能极少地甚至无法进入非对应的光电感应器处,由此信噪比得以加强。

[0003] 准直器件通常都具有顶部准直结构层和底部准直结构层:首先,顶层和底层双层准直结构需要精确对位,否则会大大降低信号光的强度(如图2所示);其次,需增加顶层(入光)准直结构和底层(出光)准直结构之间距离,或/和缩小微结构尺寸(如图3所示),以提高整体长径比,否则会增加串扰光的透过。

[0004] 传统的准直器件一般为刚性的准直片,如光纤集束切片,或是玻璃基两侧形成的微透镜(Microlens)、准直光阑等,这类刚性准直片普遍需保持较高的厚度,一方面用以保持长径比,一方面用以保持其机械性能,防止在应用环境中破碎。然而即便如此,这类刚性准直片仍然无法满足大尺寸的图像识别模组的应用。特别是还需要压缩整体厚度的应用场合(如超薄大屏手机),它将变得更脆,更易碎,生产良率更低,不论是性能,还是成本都无法满足需求。另外显而易见的是,此类刚性准直片更不可能在柔性图像识别模组中。

[0005] 除了光纤集束类的准直片(顶层和底层准直结构本就对齐),绝大多数刚性准直片均需要完成两层准直结构(准直光阑)的对位。然而,依次制备的两层结构要进行高精度对位,具有相当大的难度:首先,需要非常复杂、昂贵的双轴定位设备,定位过程繁琐、耗时,若准直结构尺度小于 $50\mu\text{m}$ (图像精度 $\text{DPI}>508$),点阵规模必会达到每平米上亿个点,生产效率极其低下;其次,这种对位方式实际上精度并不高,特别是准直结构的尺寸缩小,数量增加时,累积误差会变得愈发明显,导致信号光强度下降,而频繁地原点校正也将变得更加费时。

[0006] 综上,传统刚性准直片存在厚度高,厚度低的情况下易碎、性能差,两层准直结构(准直光阑)的对位难、良率低、产能低的问题,难以在大尺寸、超薄、柔性的图像识别领域中应用。

发明内容

[0007] 为了解决传统刚性准直片中两层准直光阑对位难的问题,本发明提供一种准直膜及其制备方法。本发明提供的准直膜只包括一层准直孔层,解决了两层准直光阑对位难的问题。

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明采用下述技术方案:

[0009] 本发明提供一种准直膜,所述准直膜依次包括准直透镜层、柔性基体层和准直孔

层。

[0010] 所述准直孔层为准直光阑。

[0011] 本发明提供的准直膜只包括一层准直光阑。本发明提供的准直膜只包括一层准直孔层。

[0012] 所述准直膜依次包括准直透镜层、柔性基体层和一层准直孔层。

[0013] 所述准直透镜层置于柔性基体的上表面,准直孔层置于柔性基体的下表面。

[0014] 所述准直透镜层包含微透镜阵列和肉厚。

[0015] 所述准直孔层包含准直孔阵列。

[0016] 所述准直孔层包含遮光介质层和准直孔阵列。

[0017] 所述准直孔层包含遮光介质和介质镂空后形成的准直孔阵列。

[0018] 所述准直孔阵列与微透镜阵列的分布完全一致。每一个准直孔均在相对应微透镜的主光轴上。进一步的,每一个准直孔的圆心均在相对应微透镜的主光轴上。

[0019] 所述准直膜采用微聚焦法打孔,所述准直孔阵列与微透镜阵列的分布完全一致,任意准直孔的圆心均在相应微透镜主光轴上,一对一高精度对位,对位偏差 $\Delta < 1\mu\text{m}$ 。所述柔性基体层的厚度 T 选自 $10\sim 50\mu\text{m}$,优选为 $25\sim 38\mu\text{m}$ 。

[0020] 所述准直透镜层的微透镜阵列为有序排布。

[0021] 所述准直透镜层的微透镜阵列与所述准直孔层的准直孔阵列均为有序排布。

[0022] 所述准直孔阵列中的一个准直孔与微透镜阵列中的一个微透镜的位置相对应,所述微透镜的主光轴与所述准直孔的中心相重合或其偏差小于 $1\mu\text{m}$ 。与一个准直孔位置相对应的一个微透镜称为这个准直孔的相对应微透镜。相邻的三个微透镜的主光轴的坐标相连形成正三角形(由三个互相交叠的微透镜的主光轴坐标连接而成),或者,相邻的四个微透镜的主光轴的坐标相连形成正方形(由四个互相交叠的微透镜的主光轴坐标连接而成)。

[0023] 所述微透镜阵列中的微透镜紧密排列。即相邻的微透镜相互接触或相互交叠。

[0024] 所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形(由三个互相交叠的微透镜的主光轴坐标连接而成)紧密排列,或正方形(由四个互相交叠的微透镜的主光轴坐标连接而成)紧密排列。

[0025] 进一步的,在所述准直透镜层中,相邻微透镜的主光轴的间距 P 为 $10\sim 50\mu\text{m}$,微透镜的半径 R 为 $6.1\mu\text{m}\sim 30.2\mu\text{m}$,准直透镜层的高度 H 为 $1.1\mu\text{m}\sim 27.4\mu\text{m}$,准直透镜层材质的折射率 n_1 为 $1.4\sim 1.6$;在所述柔性基体层中,柔性基体层的厚度 T 为 $10\sim 50\mu\text{m}$,柔性基体层材质的折射率 n_2 为 $1.5\sim 1.65$;在所述准直孔层中,准直孔层的厚度 t 为 $0.5\sim 7\mu\text{m}$,准直孔阵列中的准直孔的直径 ϕ 为 $1\sim 10\mu\text{m}$ 。

[0026] 所述微透镜的主光轴间距 P 均相同, P 选自 $10\sim 50\mu\text{m}$,优选为 $15\sim 30\mu\text{m}$,进一步优选为 $18\sim 25\mu\text{m}$ 。

[0027] 所述准直膜的微透镜将垂直入射的光线聚焦,在柔性基体层下表面形成直径为 D 的光斑, D 选自 $0.1\sim 7.8\mu\text{m}$,优选为 $0.5\sim 4.9\mu\text{m}$,进一步优选为 $1\sim 2\mu\text{m}$ 。

[0028] 所述光斑直径 D 由微透镜的曲率半径 R (球半径 R)、折射率 n_1 、准直透镜层厚度 H (微透镜顶点至基体上表面的垂直距离)以及柔性基体层的折射率 n_2 、厚度 T 共同确定。

[0029] 所述微透镜的曲率半径 R 选自 $6.1\sim 30.2\mu\text{m}$,准直透镜层厚度 H 选自 $1.1\sim 27.4\mu\text{m}$, R 和 H 不做优选,依据其他参数进行适配。

- [0030] 所述准直透镜层(即微透镜层)折射率 n_1 选自1.4~1.6,优选为1.5。
- [0031] 所述柔性基体层的折射率 n_2 ,选自1.5~1.65,依材质而异,不做优选,允许±0.02同材质不同工艺造成的误差。
- [0032] 所述准直膜的微透镜阵列与肉厚材质相同,材质均为透明聚合物。
- [0033] 进一步的,所述微透镜层的透明聚合物选自AR(Acrylic resin,丙烯酸树脂或改性丙烯酸改性树脂)、PC(聚碳酸酯)、PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)、PEN(聚萘二甲酸乙二醇酯)、PI(聚酰亚胺)、PS(聚苯乙烯)、SR(Silicon Resin,硅树脂)、FEP(全氟乙烯丙烯共聚物)或EVA(乙烯-醋酸乙烯共聚物)中的一种。进一步的,优选为,PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯)、PC、或PS中的一种。
- [0034] 所述准直膜的柔性基体层选自透明聚合物薄膜。所述柔性基体层可以弯曲。
- [0035] 进一步的,所述柔性基体层的透明聚合物薄膜的材质选自PET、PEN、PI、PC、PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯)、PP(聚丙烯)、PO(聚烯烃)、SR或COP(环烯烃共聚物)中的一种。进一步的,优选为,PET、PI、PC、或PMMA中的一种。
- [0036] 所述准直膜的准直孔层的遮光介质选自有机涂料、无机镀层中的一种或至少两种的组合。所述遮光介质的有机涂料选自不透明聚合物油墨体系。
- [0037] 进一步的,所述遮光介质的不透明聚合物油墨体系包含吸光物质以及聚合物固化体系。
- [0038] 进一步的,所述吸光物质选自碳质(如碳黑、碳纤维、石墨等)、碳化物(如碳化铬、碳化钛、碳化硼等)、碳氮化物(如碳氮化钛、碳氮化硼等)、硫化物(如硫化亚铁、二硫化钼、二硫化钴、硫化镍等)中的一种或至少两种的组合。
- [0039] 进一步的,所述遮光介质的聚合物固化体系可选自丙烯酸体系(AR)、聚氨酯体系(PU)、硅树脂体系(SR)、环氧树脂体系(EP)、密胺树脂体系(MF)、酚醛树脂体系(PF)、脲醛树脂体系(UF)、或热塑性弹性材料(例如:乙烯-醋酸乙烯共聚物,热塑性弹性体TPE或热塑性聚氨酯弹性体TPU)中的一种或至少两种的组合。
- [0040] 进一步的,所述聚合物固化体系可选自丙烯酸树脂体系、聚氨酯体系、有机硅体系、环氧树脂体系、或热塑性弹性材料中的一种或至少两种的组合。
- [0041] 所述遮光介质的无机镀层选自碳单质、碳化物、碳氮化物、硫化物中的一种或至少两种的组合。
- [0042] 所述准直膜的准直孔层的厚度 t 选自0.5~7 μm ,优选为1~5 μm ,进一步优选为2~3 μm 。
- [0043] 所述准直膜的准直孔层的准直孔直径 ϕ 选自1~10 μm ,进一步优选为3~5 μm 。
- [0044] 进一步的,所述柔性基体层厚度 T 可以为10 μm ~50 μm ,例如10 μm ,15 μm ,20 μm ,25 μm ,38 μm 或50 μm 。
- [0045] 进一步的,所述准直透镜层的相邻微透镜主光轴间距 P 可以为10 μm ~50 μm ,例如10 μm ,15 μm ,18 μm ,20 μm ,25 μm ,30 μm 或50 μm 。
- [0046] 进一步的,所述准直透镜层的微透镜曲率半径 R 可以为6.1 μm ~30.2 μm ,例如6.1 μm ,6.9 μm ,7.9 μm ,9.4 μm ,11.2 μm ,11.3 μm ,12 μm ,12.1 μm ,12.6 μm ,12.8 μm ,13.3 μm ,13.6 μm ,14 μm ,14.3 μm ,14.3 μm ,14.8 μm ,15 μm ,15.1 μm ,15.7 μm ,15.9 μm ,16 μm ,16.1 μm ,16.7 μm ,17 μm ,17.2 μm ,17.3 μm ,18 μm ,18.1 μm ,18.3 μm ,18.8 μm ,19.3 μm ,19.4 μm ,19.6 μm ,19.8 μm ,20 μm ,20.6 μm ,

20.8 μm , 21.6 μm , 22.5 μm , 25.6 μm , 或30.2 μm 。

[0047] 进一步的,所述准直透镜层厚度H可以为1.1 μm -27.4 μm ,例如1.1 μm , 2.4 μm , 2.5 μm , 3.0 μm , 3.1 μm , 3.2 μm , 3.5 μm , 3.8 μm , 4.1 μm , 5.0 μm , 5.8 μm , 6.0 μm , 6.2 μm , 6.8 μm , 7.2 μm , 7.8 μm , 8.5 μm , 8.6 μm , 8.7 μm , 9.2 μm , 10.4 μm , 10.7 μm , 10.8 μm , 11 μm , 11.1 μm , 11.4 μm , 11.5 μm , 12.9 μm , 13.6 μm , 14.1 μm , 14.6 μm , 15.0 μm , 15.4 μm , 16.3 μm , 17.3 μm , 18.1 μm , 19.8 μm , 20.5 μm , 21.3 μm , 22.2 μm , 22.7 μm , 25 μm , 或27.4 μm 。

[0048] 进一步的,所述微透镜在柔性基体层下表面形成的光斑直径D可以为0.1 μm -7.8 μm ,例如0.1 μm , 0.3 μm , 0.4 μm , 0.5 μm , 0.6 μm , 0.7 μm , 0.8 μm , 1.0 μm , 1.1 μm , 1.2 μm , 1.4 μm , 1.5 μm , 1.6 μm , 1.7 μm , 1.8 μm , 2.0 μm , 2.2 μm , 2.4 μm , 2.5 μm , 2.6 μm , 2.8 μm , 3.1 μm , 3.4 μm , 3.6 μm , 3.7 μm , 3.9 μm , 4.0 μm , 4.9 μm , 或7.8 μm 。

[0049] 进一步的,所述准直孔层的厚度t可以为0.5-7 μm ,例如0.5 μm , 1 μm , 2 μm , 3 μm , 4 μm , 5 μm , 或7 μm 。

[0050] 进一步的,所述准直孔直径 ϕ 可以为1-10 μm , 1 μm , 2 μm , 3 μm , 4 μm , 5 μm , 6 μm , 8 μm , 或10 μm 。

[0051] 进一步的,所述准直透镜层的折射率 n_1 可以为1.34-1.7,例如1.34, 1.4, 1.47, 1.48, 1.5, 1.59, 1.6, 1.65, 1.66, 或1.7。

[0052] 进一步的,所述柔性基材层的折射率 n_2 可以为1.48-1.7,例如1.48, 1.49, 1.5, 1.6, 1.65, 1.66或1.7。

[0053] 进一步的,本发明提供的准直膜,包括准直透镜层(41)、柔性基体层(42)(简称为基体)和准直孔层(43),准直透镜层置于基体的上表面,准直孔层置于基体的下表面,所述准直透镜层(41)包含微透镜阵列(41A)和肉厚(41B),所述准直孔层(43)包含遮光介质(43A)和介质镂空后形成的准直孔阵列(由一定数量准直孔(43B)构成)。

[0054] 在实施例1-24中,所述准直膜中的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,所述准直透镜层(41)的材质为PMMA,柔性基体层(42)的材质为PET,准直孔层(43)的遮光介质(43A)为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔(43B)。其它各项参数如下:

[0055] P为10~30 μm , R为9.4 μm -20.6 μm , H为3 μm -27.4 μm , n_1 为1.5;

[0056] T为25 μm , n_2 为1.65, D为0.3~4.0 μm ;

[0057] t为2.0 μm , ϕ 为4.0 μm 。进一步的,偏差 Δ 为0.18-0.90 μm 。

[0058] 在实施例25-30中,所述准直膜中准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,所述准直透镜层(41)的材质为PMMA,柔性基体层(42)的材质为PET,准直孔层(43)的遮光介质(43A)为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔(43B),所述其他各项参数如下:

[0059] P为10~25 μm , R为6.1 μm -19.8 μm , H为2.5 μm -10.7 μm , n_1 为1.5;

[0060] T为10-50 μm , n_2 为1.65, D为0.6~3.9 μm ;

[0061] t为1.0-3.0 μm , ϕ 为2.0-5.0 μm 。进一步的,偏差 Δ 为0.26-0.49 μm 。

[0062] 在实施例31-40中,所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,所述准直透镜层(41)的材质为PMMA,柔性基体层(42)的材质为PET,准直孔层(43)的遮光介质(43A)为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔(43B),其

他各项参数如下：

[0063] P为10~50 μm ,R为16 μm -30.2 μm ,H为1.1 μm -21.3 μm ,n1为1.5；

[0064] T为50 μm ,n2为1.65,D为0.1~7.8 μm ；

[0065] t为0.5 μm , ϕ 为1.0-8.0 μm 。进一步的,偏差 Δ 为0.21-0.88 μm 。

[0066] 在实施例41-47中,所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,所述准直透镜层(41)的材质为PMMA,柔性基体层(42)的材质为PET,准直孔层(43)的遮光介质(43A)为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔(43B),其他各项参数如下：

[0067] P为30 μm ,R为19.3 μm ,H为10.8 μm ,n1为1.5；

[0068] T为38 μm ,n2为1.65,D为3.6 μm ；

[0069] t为0.5-7 μm , ϕ 为5.0-10.0 μm 。进一步的,偏差 Δ 为0.46-0.99 μm 。

[0070] 在实施例48-57中,所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,所述准直透镜层(41)的材质为PMMA,进一步的,由光固化丙烯酸树脂聚合而成,折射率n1从1.4~1.6可调,当n2=1.65时,柔性基体层(42)的材质为PET,当n2=1.5时,柔性基体层(42)的材质为COP,准直孔层(43)的遮光介质(43A)为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔(43B),其他各项参数如下：

[0071] P为20-25 μm ,R为15.9-22.5 μm ,H为3.2-9.2 μm ,n1为1.4-1.6；

[0072] T为38-50 μm ,n2为1.5-1.65,D为0.5-3.6 μm ；

[0073] t为2.0 μm , ϕ 为4.0 μm 。进一步的,偏差 Δ 为0.25-0.66 μm 。

[0074] 在实施例58中,所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正方形紧密排列(如图7所示),所述准直透镜层(41)的材质为PMMA,柔性基体层(42)的材质为PET,准直孔层(43)的遮光介质(43A)为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔(43B),其他各项参数如下：

[0075] P为25 μm ,R为19.6 μm ,H为11.1 μm ,n1为1.5；

[0076] T为38 μm ,n2为1.65,D为3.9 μm ；

[0077] t为2.0 μm , ϕ 为4.0 μm 。进一步的,偏差 Δ 为0.69 μm 。

[0078] 本发明还提供所述准直膜的制备方法,所述准直膜的准直孔采用微聚焦法打孔。

[0079] 进一步的,所述制备方法中,使激光垂直照射准直透镜层,激光通过准直透镜层的微透镜聚焦,聚焦形成的光斑落在准直孔层上打出准直孔。通过该法制备的准直膜中,所述准直孔阵列与微透镜阵列的分布完全一致,任意准直孔的圆心均在相应微透镜的主光轴上。

[0080] 进一步的,所述制备方法包括下述步骤：

[0081] (1) 采用透镜阵列(凹)模具,将准直透镜层在柔性基体层上表面成型(可采用光固化、热固化、热压成型等方式),形成透镜阵列(凸)；

[0082] (2) 采用湿法/干法涂布技术,在基体层下表面涂上/镀上遮光介质；

[0083] (3) 采用大面积平顶激光(高斯波束整形后的平行激光),以适当的低能量垂直照射微透镜阵列,通过每一个微透镜后均聚焦在遮光介质(即微聚焦法),并打出相应准直孔,产生相同分布的准直孔阵列,形成准直孔层。

[0084] 进一步的,所述微聚焦法包含以下特征：

[0085] (1) 采用波束整形后的平顶激光作为激光源,整形后辐照面积变大,能量密度降低;

[0086] (2) 必须从正面照射,较低能量密度,通过微透镜自身的微聚焦过程集中能量,实现高能量密度;

[0087] (3) 微聚焦的光斑在合理范围内要足够小,焦点位置需设计在PET下表面或更深处,让能量集中于遮光层(遮光介质);

[0088] (4) 对微透镜层普适性高,不规整微透镜层,如透镜排列精度、形状精度较差、间距不均甚至无序时,同样适用。

[0089] 进一步的,所述微聚焦法的过程(如图4所示)分为四个基本步骤:(a) 平顶激光(5)以合适的能量(过高孔太大,甚至烧到基体,过低,打不穿孔),打在准直膜半成品的准直透镜层(41),微透镜(41A)实现微聚焦,肉厚(41B)实现光斑面积的预缩小,最终激光穿过基体层(42),在遮光介质(43A)上聚焦成极小的光斑,实现能量的高度集中;(b) 由于遮光介质对光线的吸收,能量瞬间累积导致光斑位置的遮光介质被瞬间烧穿,并产生一些灰分,实际上前两步的过程仅需要微秒级别,非常迅速;(c) 灰分被抽走后,露出准直孔(43B),这些准直孔本就在微透镜主光轴(40)上,因此和微透镜(41A)高度对齐,避免了费时的对位过程,此时本发明的准直膜(4)已经是成品,包含完整的结构——准直透镜层(41)、基体层(42)、准直孔层(43);(d) 准直膜(4)此时已满足法向或接近法向的准直光高透过,在线生产时可以用普通强度的检验光源(如白光、绿光、三波灯)从微透镜面照射,光会从准直孔透出,使背面可以观察到透光孔阵列图像,并可以量化透过的光强,以此来检验打孔的品质,该过程可以轻易地在流水线上实现自动检测,特定位置抽检捕捉得到地图像也可以进行数据化分析(孔的大小、间距、阵列形态等)。

[0090] 相比本发明提供的微聚焦法打孔,传统的打孔方式会有较大的局限性(如图5所示):(a) 高斯激光(7),通过激光头的透镜组聚焦,从半成品背面方向打在遮光介质(43A)上;(b) 遮光层不同位置被依次烧穿,并产生一些灰分;(c) 当灰分抽走,便露出了准直孔。可以看到,整个对位过程需定位原点0(或称Mark点),正面的CCD(Charge Coupled Device电荷耦合器件)高清摄像头对准透镜光心,背面的激光头会与正面CCD镜头联动,寻找到相应准直孔位置,从而计算出第一点与位置的初始位移量(矢量或坐标差值),这个初始定位过程是非常耗时且复杂的,对设备要求也较高;然后,依据初始位移量和点间位移量即可计算定位出所有点位置,依次打出2~n个点,这个过程可以虽然可以利用振镜组缩短时间,然而n不可以设置太大,否则累积误差必然超过1 μ m,甚至会更大,特别是振镜会导致角度倾斜,光斑变大变形,误差累积越来越快;最后,当误差累积到不可接受时,需退回原点0,并重新寻找第一个点,即重复初始定位过程。纵观整个过程,虽然采用振镜组缩短时间,但由于n不可太大,需要频繁进行初始定位过程,因此导致该方法极为耗时、复杂又依赖设备,打孔过程不仅成本高而且精度低。

[0091] 进一步的,传统打孔方法的局限性还不止如此:上述定位第一个点,计算2~n的点的过程需要有一个前提条件,那就是微透镜的间距是完全准确的;事实上一方面,微透镜的模具也是通过激光打孔制备出来,必然会有误差,因此传统方式的对位误差会进一步增大,特别是模具精度并不那么高时;另一方面,有些特殊模具,所制备的不规整微透镜层,其微透镜的排列精度、形状精度较差,或设计的间距本就不均甚至无序。因此传统过程,变相又

增加了微透镜层的模具精度和制备成本,导致整个准直膜成本非常高,更不用说来实现不规则微透镜层的对位打孔(而本发明的微聚焦法可以轻松实现)。

[0092] 应当注意,微透镜阵列成型方式应根据透明聚合物种类和应用场合进行选择,本发明不做优选;遮光介质的涂布方式应根据遮光介质的种类进行选择,有机涂料需选择湿法涂布方式,无机镀层需选择干法涂布(即物理气相沉积)方式。

[0093] 应当注意,本发明提供的准直膜制备方法,适用于片材的生产,也适用于卷材的生产。

[0094] 该准直膜可以作为柔性准直器件用于图像传感器模组。该准直膜能对图像单点像素处的漫射光进行一定程度的准直过滤,形成法向小波束光信号,并将其传输到相应光电感应器处,特别适用于大尺寸、超薄、甚至柔性的图像识别模组中。

[0095] 与现有技术相比,本发明提供的准直膜,采用了厚度为10~50 μm 的聚合物薄膜作为柔性基体层,实现了准直器件的柔性、超薄、大尺寸化,特别适用于大尺寸、超薄、甚至柔性的图像识别模组中。

[0096] 与现有技术相比,本发明提供的准直膜,采用微聚焦法打孔,所述准直孔阵列与微透镜阵列的分布完全一致,每一个准直孔的圆心均在相应微透镜的主光轴上,一对一高精度对准,对位偏差 $<1\mu\text{m}$,不仅大大提高信号光的透过,允许准直结构进一步缩小(如微透镜和准直孔同步缩小)以减少串扰,提高了准直膜的信噪比,而且大大提高了生产效率,降低了成本。

[0097] 与现有技术相比,本发明提供的准直膜只包括一层准直孔层,根本上解决了两层准直光阑相互之间对位难的问题,且,厚度低,韧性好、不易碎,采用微聚焦法制备得到的准直孔的圆心在相应微透镜的主光轴上、准直孔与相应微透镜对位精确。本发明提供的准直膜的制备方法易于操作,能够大量生产,提高了生产良率。本发明提供的准直膜的性能优异,能通过准直光,过滤漫射光。本发明提供的准直膜可应用于大尺寸、超薄的图像识别模组中,使大尺寸、超薄、甚至柔性的图像识别模组的量产性大大提高,当应用于手机(OLED屏)等消费类电子产品的指纹解锁方案时,因其市场需求极大,且对超薄、大屏、柔性等特性有更高追求,本发明的准直膜优势明显。

附图说明

[0098] 图1为准直器件的基本原理示意图;

[0099] 图2为准直结构的对位精度对信号强度的影响;对位精度越高,信号强度越大;

[0100] 图3为准直结构的长径比对串扰强度的影响;长径比越高,串扰强度越小;

[0101] 图4为微聚焦法打孔原理;

[0102] 图5为传统打孔的对位误差累积过程;

[0103] 图6为本发明所提供的准直膜横截面示意图;

[0104] 图7为本发明所提供的准直膜立体示意图(正方形排列);

[0105] 图8为本发明所提供的准直膜立体示意图(正三角形排列);

[0106] 图9为对比例所提供的准直膜(准直片)横截面示意图;

[0107] 图10为本发明所提供的准直膜挡光性能(最小挡光角度)测试过程。

[0108] 其中:

- [0109] 1:目标图像
- [0110] 11~17:目标图像7个连续像素点
- [0111] 2:准直器件
- [0112] 21:顶部(入光)准直结构层
- [0113] 22:底部(出光)准直结构层
- [0114] 3:光电感应芯片
- [0115] 31~37:7个连续像素点所对应的光电感应器
- [0116] 4:本发明所提供的准直膜
- [0117] 4':对比例所提供的准直膜
- [0118] 40:准直结构的中轴(微透镜主光轴)
- [0119] 41:准直透镜层
- [0120] 41A:微透镜阵列
- [0121] 41B:肉厚
- [0122] 41C:微透镜顶点
- [0123] 42:基体层
- [0124] 43:准直孔层
- [0125] 43A:遮光介质
- [0126] 43B:准直孔
- [0127] 5:平顶波束激光
- [0128] 6:检验光源
- [0129] 7:高斯波束激光
- [0130] 0:激光器定位原点

具体实施方式

[0131] 为了更易理解本发明的结构及所能达成的功能特征和优点,下文将本发明的较佳的实施例,并结合图式做详细说明如下。

[0132] 对比例1

[0133] 如图9所示为用于对比的一个准直膜,包括准直透镜层41、柔性基体层(简称基体)42和准直孔层43,准直透镜层置于基体的上表面,准直孔层置于基体的下表面,所述准直透镜层41包含微透镜阵列41A和肉厚41B,所述准直孔层43包含遮光介质43A和介质镂空后形成的准直孔阵列(由一定数量准直孔43B构成);所述柔性基体层的厚度T为25 μm 。所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列(如图8所示)。所述微透镜的主光轴最小间距P为18 μm ,曲率半径R为12.6 μm ,准直透镜层厚度H(微透镜顶点至基体上表面垂直距离)为8.5 μm ,所述准直孔层的厚度t为2 μm ,准直孔直径 ϕ 为4 μm 。所述准直透镜层的微透镜阵列与肉厚的材质均为透明聚合物PMMA,折射率 n_1 为1.5,所述柔性基体层的材质为透明聚合物薄膜PET,折射率 n_2 为1.65,所述准直孔层43的遮光介质43A为无机镀层碳化钛。所述准直膜采用传统激光打孔方式(如图5所示)打出一个个准直孔43B,微透镜主光轴40与准直孔43B中心位置存在对位偏差,从激光器定位原点0朝一个方向逐个打孔,第一个孔的对位偏差为 Δ_1 ,第n个孔的对位偏差为 Δ_n , $\Delta_{n-1} < \Delta_n$ (n为大于2的自然数),存在n使对位偏差

Δ 超过 $1\mu\text{m}$ 甚至更大。透光系数 k 很容易下降,甚至会低于 0.6 ,达到“差”的评价水平。

[0134] 实施例1

[0135] 如图6所示为本发明提供的准直膜,包括准直透镜层41、柔性基体层42和准直孔层43,准直透镜层置于基体的上表面,准直孔层置于基体的下表面,所述准直透镜层41包含微透镜阵列41A和肉厚41B,所述准直孔层43包含遮光介质43A和介质镂空后形成的准直孔阵列(由一定数量准直孔43B构成);所述柔性基体层的厚度 T 为 $25\mu\text{m}$ 。所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列(如图8所示)。所述微透镜的主光轴最小间距 P 为 $18\mu\text{m}$,曲率半径 R 为 $12.6\mu\text{m}$,准直透镜层厚度 H 为 $8.5\mu\text{m}$,所述准直孔层的厚度 t 为 $2\mu\text{m}$,准直孔直径 ϕ 为 $4\mu\text{m}$ 。所述准直透镜层的微透镜阵列与肉厚的材质均为透明聚合物PMMA,折射率 n_1 为 1.5 ,所述柔性基体层的材质为透明聚合物薄膜PET,折射率 n_2 为 1.65 ,所述准直孔层的遮光介质43A为无机镀层碳化钛。所述准直膜采用微聚焦法打孔方式(如图4所示)打出准直孔43B,准直孔阵列与微透镜阵列的分布完全一致,任意准直孔的圆心均在相应微透镜主光轴40上,一对一高精度对准,准直孔的圆心与相对应的微透镜的主光轴的对位偏差 Δ 为 $0.47\mu\text{m}$, $<1\mu\text{m}$ 。打孔时激光恰恰微聚焦在PET下表面,光斑直径 D 为 $1.7\mu\text{m}$,最小挡光角度 θ 为 7.5° ,透光系数 k 为 0.98 ,整体上与对比例1性能优势明显。

[0136] 实际上,准直透镜结构参数组合并非局限上述实施例:针对同样准直滤光效果,可以根据准直透镜层的材质、折射率、柔性基体层的材质、折射率做各种各样的改变,例如相应改变 P 、 R 、 H 、 ϕ 、 t 等;针对同样厚度 t 准直孔的遮光效果,可以对遮光介质做各种各样的改变,例如改变有机涂料、无机镀层的种类、组合、甚至比例等。

[0137] 按照下述方式评价本发明提供的准直膜的性能。

[0138] (A) 挡光性能

[0139] 准直膜的最终重要的性能指标是挡住杂光的能力,一般用所能挡住斜射光的最小角度来评价。当准直膜各项参数确定时,可以通过常规光学模拟软件(Light tools、ZeMax、Tracepro等),或是理论计算得出能完全遮挡住斜射光的最小角度 θ 。如图10所示准直膜最小角度测试过程,本发明根据 θ 的大小(精确到 0.5°),将挡光性能进行了5个等级的划分,依次对应关系为:极优: $0^\circ \leq \theta < 5^\circ$ 、优: $5^\circ \leq \theta < 7.5^\circ$ 、良: $7.5^\circ \leq \theta < 10^\circ$ 、中: $10^\circ \leq \theta < 15^\circ$ 、差: $\theta \geq 15^\circ$ 。

[0140] (B) 透光性能

[0141] 准直膜另一重要的性能指标是透过信号光的能力。用垂直准直光源入射可以检验准直孔和微透镜之间的对位精度:当对齐程度足够高时,光斑始终在准直孔直径范围中,此时透光性能最好,透过率(透光率)最大(利用光学模拟或激光头高精度条件下的标准样测试得到,一般在 90% 附近);当对位误差增加时透过率会不断衰减;由于准直孔数量非常大,用该方式可以在宏观条件下测试出透过率变化,以此来比较对齐程度。本发明将测试所得的透过率与最高透过率(最高透过率指微透镜的主光轴与对应的准直孔的中心线完全重合的情况下测得的光透过率)的比值定义为透光系数 k ,对齐程度足够高时为 1 。本发明根据 k 的大小,将透光性能进行了5个等级的划分,依次对应关系为:极优: $1 \geq k > 0.95$ 、优: $0.95 \geq k > 0.9$ 、良: $0.9 \geq k > 0.8$ 、中: $0.8 \geq k > 0.6$ 、差: $k \leq 0.6$ 。

[0142] 显然,上述两个性能对于准直膜都是至关重要的: k 越大,信号越强; θ 越小,噪音越少;两个参数都对加强图像识别信噪比(SNR)有极大的帮助。

[0143] 实施例2-24

[0144] 如实施例1提供的准直膜,所述准直膜中的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,所述准直透镜层41的材质为PMMA,柔性基体层42的材质为PET,准直孔层43的遮光介质43A为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔43B,所述其他各项参数如表1所列。

[0145] 表1实施例1~24的设计参数和光学性能

[0146]

| 项目 | 准直透镜层参数 | | | | 柔性基体层参数 | | | 准直孔层参数 | | | 挡光性能 | | 透光性能 | |
|-------|---------|------|------|-----|---------|------|-----|--------|-----|------|------|----|------|----|
| | P | R | H | n1 | T | n2 | D | t | Φ | Δ | θ | 评价 | k | 评价 |
| 实施例1 | 18 | 12.6 | 8.5 | 1.5 | 25 | 1.65 | 1.7 | 2.0 | 4.0 | 0.47 | 7.5 | 良 | 0.98 | 极优 |
| 实施例2 | 18 | 13.3 | 11.0 | 1.5 | 25 | 1.65 | 1.4 | 2.0 | 4.0 | 0.44 | 6.5 | 优 | 0.98 | 极优 |
| 实施例3 | 18 | 14 | 13.6 | 1.5 | 25 | 1.65 | 1.2 | 2.0 | 4.0 | 0.42 | 6 | 优 | 0.99 | 极优 |
| 实施例4 | 18 | 14.8 | 16.3 | 1.5 | 25 | 1.65 | 1.1 | 2.0 | 4.0 | 0.41 | 5.5 | 优 | 0.99 | 极优 |
| 实施例5 | 15 | 11.3 | 6.0 | 1.5 | 25 | 1.65 | 1.2 | 2.0 | 4.0 | 0.32 | 7.5 | 良 | 0.99 | 极优 |
| 实施例6 | 15 | 12 | 8.7 | 1.5 | 25 | 1.65 | 1.0 | 2.0 | 4.0 | 0.30 | 6.5 | 优 | 0.99 | 极优 |
| 实施例7 | 15 | 12.8 | 11.4 | 1.5 | 25 | 1.65 | 0.8 | 2.0 | 4.0 | 0.28 | 6 | 优 | 0.99 | 极优 |
| 实施例8 | 15 | 13.6 | 14.1 | 1.5 | 25 | 1.65 | 0.7 | 2.0 | 4.0 | 0.27 | 5 | 优 | 1.00 | 极优 |
| 实施例9 | 10 | 9.4 | 3.0 | 1.5 | 25 | 1.65 | 0.4 | 2.0 | 4.0 | 0.25 | 7 | 优 | 1.00 | 极优 |
| 实施例10 | 10 | 10.3 | 5.8 | 1.5 | 25 | 1.65 | 0.4 | 2.0 | 4.0 | 0.20 | 6 | 优 | 1.00 | 极优 |
| 实施例11 | 10 | 11.2 | 8.6 | 1.5 | 25 | 1.65 | 0.3 | 2.0 | 4.0 | 0.23 | 5.5 | 优 | 1.00 | 极优 |
| 实施例12 | 10 | 12.1 | 11.5 | 1.5 | 25 | 1.65 | 0.3 | 2.0 | 4.0 | 0.18 | 5 | 优 | 1.00 | 极优 |
| 实施例13 | 20 | 13.6 | 10.4 | 1.5 | 25 | 1.65 | 2.0 | 2.0 | 4.0 | 0.60 | 7.5 | 良 | 0.96 | 极优 |
| 实施例14 | 20 | 14.3 | 12.9 | 1.5 | 25 | 1.65 | 1.8 | 2.0 | 4.0 | 0.58 | 7 | 优 | 0.97 | 极优 |
| 实施例15 | 20 | 15 | 15.4 | 1.5 | 25 | 1.65 | 1.6 | 2.0 | 4.0 | 0.56 | 6 | 优 | 0.98 | 极优 |
| 实施例16 | 20 | 15.7 | 18.1 | 1.5 | 25 | 1.65 | 1.4 | 2.0 | 4.0 | 0.54 | 5.5 | 优 | 0.98 | 极优 |
| 实施例 | 25 | 16.1 | 15.0 | 1.5 | 25 | 1.65 | 3.1 | 2.0 | 4.0 | 0.76 | 8 | 良 | 0.91 | 优 |

[0147]

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----|------|------|-----|----|------|-----|-----|-----|------|-----|---|------|----|
| 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 实施例18 | 25 | 16.7 | 17.3 | 1.5 | 25 | 1.65 | 2.8 | 2.0 | 4.0 | 0.73 | 7.5 | 良 | 0.93 | 优 |
| 实施例19 | 25 | 17.3 | 19.8 | 1.5 | 25 | 1.65 | 2.4 | 2.0 | 4.0 | 0.69 | 6.5 | 优 | 0.95 | 优 |
| 实施例20 | 25 | 18 | 22.2 | 1.5 | 25 | 1.65 | 2.2 | 2.0 | 4.0 | 0.67 | 6 | 优 | 0.96 | 极优 |
| 实施例21 | 30 | 18.8 | 20.5 | 1.5 | 25 | 1.65 | 4.0 | 2.0 | 4.0 | 0.90 | 8 | 良 | 0.84 | 良 |
| 实施例22 | 30 | 19.4 | 22.7 | 1.5 | 25 | 1.65 | 3.7 | 2.0 | 4.0 | 0.87 | 7.5 | 良 | 0.86 | 良 |
| 实施例23 | 30 | 20 | 25.0 | 1.5 | 25 | 1.65 | 3.4 | 2.0 | 4.0 | 0.84 | 7 | 优 | 0.88 | 良 |
| 实施例24 | 30 | 20.6 | 27.4 | 1.5 | 25 | 1.65 | 3.1 | 2.0 | 4.0 | 0.81 | 6 | 优 | 0.91 | 优 |

[0148] 注1:P为微透镜的主光轴最小间距,单位μm;R为微透镜的曲率半径,单位μm;H为准

直透镜层厚度,单位 μm ; n_1 为准直透镜层的折射率,无量纲单位; T 为柔性基体层的厚度,单位 μm ; n_2 为柔性基体层的折射率,无量纲单位; D 为经过微透镜聚焦后在柔性基体层下表面形成的光斑直径,单位 μm ; t 为准直孔层的厚度,单位 μm ; ϕ 为准直孔的直径,单位 μm ; θ 为准直膜可以滤掉的最小斜射光角度,用以衡量准直滤光效果,单位 $^\circ$; k 为准直膜实际透过率与最高透过率的比值,用以衡量准直孔与微透镜的对位精度。

[0149] 如表1所示,为 $25\mu\text{m}$ 厚度的柔性基底层上不同 P 值设计相对较优的实施例。当 P 值分别为10、15、18、20、25、 $30\mu\text{m}$ 时,各有四个实施例对应。可以发现,当 P 值和其他条件不变时,增加 R 值时,会让透镜变浅(指肉厚层的高度增加;而透镜的拱高,即透镜顶点至肉厚层上表面的高度变小),焦距变远,遮光层上微聚焦的光斑变大,因此还需配合 H 的增加,使焦点回归到遮光层上,光斑缩小, R 、 H 的配合变化,可以让微聚焦光斑直径 D 不断缩小,最小挡光角 θ 逐渐降低,挡光性能提升。针对透光性能,光斑直径 D 越接近开孔(准直孔)直径 ϕ 时,对位偏差 Δ 对透光率影响越大,稍有偏离,就会产生信号光的损失,而 D 相对 ϕ 较小时,对位偏差的影响就小,无论向哪个方向移动都仍在孔内。本发明提供的实施例1-24都固定开孔直径 ϕ 为 $4\mu\text{m}$,除了实施例21~23中 D 和 ϕ 比较接近外,其他实施例均保持一定的差异,透光系数 k 大于0.9。总体而言,实施例1-24绝大部分都可以达到挡光性能和透光性能双优以上的水准,是基于 $25\mu\text{m}$ 厚度柔性基底的较优实施效果。

[0150] 实施例25-30

[0151] 如实施例1提供的准直膜,所述准直膜中准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,所述准直透镜层41的材质为PMMA,柔性基体层42的材质为PET,准直孔层43的遮光介质43A为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔43B,所述其他各项参数如表2所列。

[0152] 表2 实施例25~30的设计参数和光学性能

| 项目 | 准直透镜层参数 | | | | 柔性基体层参数 | | | 准直孔层参数 | | | 挡光性能 | | 透光性能 | |
|-------|---------|------|------|-------|---------|-------|-----|--------|--------|----------|----------|----|------|----|
| | P | R | H | n_1 | T | n_2 | D | t | ϕ | Δ | θ | 评价 | k | 评价 |
| 实施例25 | 10 | 6.1 | 4.1 | 1.5 | 10 | 1.65 | 1.7 | 1.0 | 2.0 | 0.49 | 12 | 中 | 0.87 | 良 |
| 实施例26 | 10 | 6.9 | 3.1 | 1.5 | 15 | 1.65 | 1.1 | 1.0 | 2.0 | 0.33 | 7.5 | 良 | 0.96 | 极优 |
| 实施例27 | 10 | 7.9 | 2.5 | 1.5 | 20 | 1.65 | 0.6 | 1.0 | 2.0 | 0.29 | 5.5 | 优 | 0.99 | 极优 |
| 实施例28 | 25 | 15.1 | 10.7 | 1.5 | 25 | 1.65 | 3.9 | 3.0 | 5.0 | 0.49 | 11 | 中 | 0.92 | 优 |
| 实施例29 | 25 | 17.3 | 7.8 | 1.5 | 38 | 1.65 | 2.5 | 3.0 | 5.0 | 0.35 | 7 | 优 | 0.97 | 极优 |
| 实施例30 | 25 | 19.8 | 6.2 | 1.5 | 50 | 1.65 | 1.6 | 3.0 | 5.0 | 0.26 | 5 | 优 | 0.99 | 极优 |

[0153] 注1同表1。

[0154] 如表2所示,为不同柔性基体厚度的实施例25~30。实施例25~27分别为 $P=10\mu\text{m}$,其他参数不变的条件下, $T=10、15、20\mu\text{m}$ 的一组准直膜,实施例28~30分别为 $P=25\mu\text{m}$,其他参数不变的条件下, $T=25、38、50\mu\text{m}$ 的另一组准直膜。当 T 不断增加时,为保持微聚焦效果(焦点始终落在基体下表面与遮光层附近且光斑尽量缩小),微透镜结构显然需要变浅,即固定 P 值和折射率搭配的情况下, R 值增加, H 变低(相比于表1实施例的差异,焦距设计已经随着 T 的增加进行适配,因而 H 不需要增加,反而是下降的)。可以发现,其他条件不变时,厚

度T增加,有助于结构变浅,光斑D缩小,最小挡光角 θ 降低,挡光性能提升,且透光系数也进一步提升。因此,在厚度能允许的范围里(超薄应用越来越普遍,太厚也是不允许的),用相对较厚的基体,对准直膜的性能提高是有帮助的,符合大长径比的准直膜性能更优的原理(如图3所示原理)。综合上述,本发明中T选自10~50 μm ,进一步优选为25~38 μm 。

[0156] 实施例31-40

[0157] 如实施例1提供的准直膜,所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,所述准直透镜层41的材质为PMMA,柔性基体层42的材质为PET,准直孔层43的遮光介质43A为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔43B,所述其他各项参数如表3所列。

[0158] 表3 实施例31~40的设计参数和光学性能

| 项目 | 准直透镜层参数 | | | | 柔性基体层参数 | | | 准直孔层参数 | | | 挡光性能 | | 透光性能 | |
|--------------|---------|------|------|-----|---------|------|-----|--------|--------|----------|----------|----|------|----|
| | P | R | H | n1 | T | n2 | D | t | ϕ | Δ | θ | 评价 | k | 评价 |
| [0159] 实施例31 | 10 | 16 | 1.1 | 1.5 | 50 | 1.65 | 0.1 | 0.5 | 5.0 | 0.21 | 5 | 极优 | 1.00 | 极优 |
| 实施例32 | 15 | 17 | 2.4 | 1.5 | 50 | 1.65 | 0.5 | 0.5 | 5.0 | 0.25 | 5 | 优 | 1.00 | 极优 |
| 实施例33 | 20 | 18.3 | 4.1 | 1.5 | 50 | 1.65 | 1.0 | 0.5 | 5.0 | 0.30 | 5.5 | 优 | 1.00 | 极优 |
| 实施例34 | 25 | 19.8 | 6.2 | 1.5 | 50 | 1.65 | 1.6 | 0.5 | 5.0 | 0.36 | 6 | 优 | 0.99 | 极优 |
| 实施例35 | 30 | 21.6 | 8.7 | 1.5 | 50 | 1.65 | 2.6 | 0.5 | 5.0 | 0.46 | 7 | 优 | 0.97 | 极优 |
| [0160] 实施例36 | 40 | 25.6 | 14.6 | 1.5 | 50 | 1.65 | 4.9 | 0.5 | 5.0 | 0.69 | 8.5 | 良 | 0.87 | 良 |
| 实施例37 | 20 | 18.3 | 4.1 | 1.5 | 50 | 1.65 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 0.35 | 2 | 极优 | 0.78 | 中 |
| 实施例38 | 25 | 19.8 | 6.2 | 1.5 | 50 | 1.65 | 1.6 | 0.5 | 2.0 | 0.46 | 3.5 | 极优 | 0.89 | 良 |
| 实施例39 | 30 | 21.6 | 8.7 | 1.5 | 50 | 1.65 | 2.6 | 0.5 | 3.0 | 0.61 | 5 | 极优 | 0.88 | 良 |
| 实施例40 | 50 | 30.2 | 21.3 | 1.5 | 50 | 1.65 | 7.8 | 0.5 | 8.0 | 0.88 | 12 | 中 | 0.88 | 良 |

[0161] 注1同表1。

[0162] 如表3所示,对比实施例31~36可以发现,当其他条件不变,P值不断增大,R值变大,若保持原深宽比,按照相似原则,焦距会变远,因而H变大。即便能控制焦距,但仍无法防止光斑半径D以及 θ 增加,相同开孔直径下,k也会因此下降。因此,总体而言,P值变大是不利于准直膜性能的,这也符合大长径比的准直膜性能更优的原理(如图3所示原理)。此外,对比实施例37与33,38与34,39与35,当光斑D足够小时,可以通过调整激光能量使开孔直径 ϕ 减小,并不一定局限一个固定值,可以发现开孔直径降低后可以进一步提高挡光性能,但透光效果会有所降低。实施例40的P值为50 μm ,相应的R和H都较大,整体而言对于本发明的准直膜而言,微透镜尺寸已经达到设计上限,包括光斑直径D也较大(D特别小,尤其是小于0.5 μm 也并不好,容易造成单点能量过高,烧伤基体)导致开孔直径 ϕ 达到上限8 μm ,同时最小挡光角 θ 为12度也较大,挡光性能并不算太好。综合上述,本发明中P选自10~50 μm ,优选为15~30 μm ,进一步优选为18~25 μm 。 ϕ 选自1~10 μm (10 μm 来自实施例47),进一步优选为3~5 μm 。D选自0.1~7.8 μm ,优选为0.5~4.9 μm ,进一步优选为1~2 μm 。

[0163] 实施例41-47

[0164] 如实施例1提供的准直膜,所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,所述准直透镜层41的材质为PMMA,柔性基体层42的材质为PET,准直孔层43的遮光介质43A为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔43B,所述其他各项参数如表4所列。

[0165] 表4 实施例41~47的设计参数和光学性能

[0166]

| 项目 | 准直透镜层参数 | | | | 柔性基体层参数 | | | 准直孔层参数 | | | 挡光性能 | | 透光性能 | |
|--------------|---------|------|------|-----|---------|------|-----|--------|--------|----------|----------|----|------|----|
| | P | R | H | n1 | T | n2 | D | t | ϕ | Δ | θ | 评价 | k | 评价 |
| 实施例41 | 30 | 19.3 | 10.8 | 1.5 | 38 | 1.65 | 3.6 | 0.5 | 5.0 | 0.46 | 9.5 | 良 | 0.94 | 优 |
| 实施例42 | 30 | 19.3 | 10.8 | 1.5 | 38 | 1.65 | 3.6 | 1.0 | 5.0 | 0.51 | 9 | 良 | 0.93 | 优 |
| 实施例43 | 30 | 19.3 | 10.8 | 1.5 | 38 | 1.65 | 3.6 | 2.0 | 5.0 | 0.58 | 8.5 | 良 | 0.93 | 优 |
| [0167] 实施例44 | 30 | 19.3 | 10.8 | 1.5 | 38 | 1.65 | 3.6 | 3.0 | 5.0 | 0.64 | 8 | 良 | 0.93 | 优 |
| 实施例45 | 30 | 19.3 | 10.8 | 1.5 | 38 | 1.65 | 3.6 | 4.0 | 6.0 | 0.75 | 8.5 | 良 | 0.95 | 优 |
| 实施例46 | 30 | 19.3 | 10.8 | 1.5 | 38 | 1.65 | 3.6 | 5.0 | 8.0 | 0.87 | 9.5 | 良 | 0.97 | 极优 |
| 实施例47 | 30 | 19.3 | 10.8 | 1.5 | 38 | 1.65 | 3.6 | 7.0 | 10.0 | 0.99 | 10.5 | 中 | 0.98 | 极优 |

[0168] 注1同表1。

[0169] 如表4所示,为不同准直孔层厚度t的实施例41~47。对比第一组实施例41~44或对比第二组实施例45~47可知,在其他条件不变时,增加t有助于提高挡光性能,t太薄并非优选值。由于激光打孔一般会形成较小深宽比的空洞,因而开孔直径往往比t要大一些,因此实际上当t太厚时,会导致开孔直径过大(如第二组实施例)反而逐渐降低挡光性能。本发明中t选自0.5~7 μm ,优选为1~5 μm ,进一步优选为2~3 μm 。

[0170] 实施例48-57

[0171] 如实施例1提供的准直膜,所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,所述准直透镜层41的材质为PMMA,进一步的,由光固化丙烯酸树脂聚合而成,折射率n1从1.4~1.6可调,当n2=1.65时,柔性基体层42的材质为PET,当n2=1.5时,柔性基体层42的材质为COP,准直孔层43的遮光介质43A为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔43B,所述其他各项参数如表5所列。

[0172] 表5 实施例48~57的设计参数和光学性能

| 项目 | 准直透镜层参数 | | | | 柔性基体层参数 | | | 准直孔层参数 | | | 挡光性能 | | 透光性能 | |
|--------------|---------|------|-----|-----|---------|------|-----|--------|--------|----------|----------|----|------|----|
| | P | R | H | n1 | T | n2 | D | t | ϕ | Δ | θ | 评价 | k | 评价 |
| [0173] 实施例48 | 25 | 17.2 | 7.8 | 1.5 | 38 | 1.65 | 2.4 | 2.0 | 4.0 | 0.54 | 6.5 | 优 | 0.95 | 优 |
| 实施例49 | 25 | 18.8 | 6.8 | 1.6 | 38 | 1.65 | 1.7 | 2.0 | 4.0 | 0.47 | 5.5 | 优 | 0.98 | 极优 |
| 实施例50 | 25 | 15.9 | 9.2 | 1.4 | 38 | 1.65 | 3.6 | 2.0 | 4.0 | 0.66 | 8 | 良 | 0.88 | 良 |
| 实施例51 | 25 | 18.1 | 7.2 | 1.5 | 38 | 1.5 | 2.2 | 2.0 | 4.0 | 0.52 | 6 | 优 | 0.96 | 极优 |
| 实施例52 | 25 | 20 | 6.2 | 1.6 | 38 | 1.5 | 1.6 | 2.0 | 4.0 | 0.46 | 5 | 优 | 0.98 | 极优 |
| 实施例53 | 20 | 18.3 | 4.1 | 1.5 | 50 | 1.65 | 1.0 | 2.0 | 4.0 | 0.30 | 4.5 | 极优 | 0.99 | 极优 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|-----|------|-----|----|------|----|
| [0174] 实施例54 | 20 | 20.8 | 3.5 | 1.6 | 50 | 1.65 | 0.6 | 2.0 | 4.0 | 0.26 | 4 | 极优 | 1.00 | 极优 |
| 实施例55 | 20 | 15.9 | 5.0 | 1.4 | 50 | 1.65 | 1.5 | 2.0 | 4.0 | 0.35 | 4.5 | 极优 | 0.98 | 极优 |
| 实施例56 | 20 | 19.6 | 3.8 | 1.5 | 50 | 1.5 | 0.8 | 2.0 | 4.0 | 0.28 | 4 | 极优 | 1.00 | 极优 |
| 实施例57 | 20 | 22.5 | 3.2 | 1.6 | 50 | 1.5 | 0.5 | 2.0 | 4.0 | 0.25 | 3.5 | 极优 | 1.00 | 极优 |

[0175] 注1同表1。

[0176] 如表5所示,为不同折射率搭配的实施例48~57。对比第一组实施例48~52可知,在其他条件不变时:1.增加n1(对比实施例50、48、49或对比实施例51、52)有助于缩小光斑D,降低 θ 并提高挡光性能,n1=1.6时最佳,n1=1.4时最差;2.降低n2(实施例51、52与实施例48、49对比)同样有效。对比第二组实施例53~57,折射率影响的规律仍相同,然由于第二组结构较浅,性能本就足够优异,因此影响并没有那么大。对于n1而言,太高或太低折射率的成型材料选择面会比较窄,而对于n2而言,更多的是考虑柔性基体本身的物理性能和透光率等性能,而折射率仅用于准确设计结构而已。因此,本发明中n1选自1.4~1.6,优选为1.5。n2选自1.5~1.65,依据材料差异,不做优选。

[0177] 实施例58

[0178] 如实施例48提供的准直膜,所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正方形紧密排列(如图7所示),所述准直透镜层41的材质为PMMA,柔性基体层42的材质为PET,准直孔层43的遮光介质43A为无机镀层碳化钛,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔43B,所述其他各项参数如表6所列。

[0179] 表6 实施例48、58的设计参数和光学性能

| 项目 | 准直透镜层参数 | | | | 柔性基体层参数 | | | 准直孔层参数 | | | 挡光性能 | | 透光性能 | |
|--------------|---------|------|------|-----|---------|------|-----|--------|--------|----------|----------|----|------|----|
| | P | R | H | n1 | T | n2 | D | t | ϕ | Δ | θ | 评价 | k | 评价 |
| [0180] 实施例48 | 25 | 17.2 | 7.8 | 1.5 | 38 | 1.65 | 2.4 | 2.0 | 4.0 | 0.54 | 6.5 | 优 | 0.95 | 优 |
| 实施例58 | 25 | 19.6 | 11.1 | 1.5 | 38 | 1.65 | 3.9 | 2.0 | 4.0 | 0.69 | 7.5 | 良 | 0.86 | 良 |

[0181] 注1同表1。

[0182] 从表6可知,当其他参数不变时,微透镜的分布方式从正三角形改为正方形,依然可以通过R、H的搭配设计,获得一款准直膜。但准直膜的性能相对于正三角形的分布稍差。主要原因是因为正方形分布没有正三角形致密,对角线与P之间的比值,正方形更大,因而

相同P值,正方形排布的球冠显得更凸一些,从而导致光斑更散,D更大,同时 θ 上升,挡光效果变差,D变大又同时导致透光性能变差。当然,正方形排布并非不可取,为达到相同效果,需要设计更小的P值即可。本发明不再赘述更多正方形分布的实施例,正方形分布始终在本发明的保护范围内。

[0183] 实施例59-80

[0184] 如实施例53~57提供的准直膜,所述准直膜的准直透镜阵列与准直孔阵列均为正三角形紧密排列,准直透镜层微透镜的主光轴最小间距P为20 μm ,曲率半径R为18.3 μm ,准直透镜层总厚4.1 μm ,柔性基体层厚度50 μm ,准直孔层厚度为2 μm ,准直孔直径 ϕ 为4 μm ,所述准直膜采用微透镜打孔方式打出准直孔43B,微透镜与准直孔对位误差 Δ 均 $<1\mu\text{m}$ 。挡光角度 θ 均小于 5° ,挡光性能极优,透光系数k均大于0.95,透光性能极优。所述准直透镜层的材质、柔性基体层的材质以及准直孔层遮光介质的材质如表7所列,准直透镜层折射率n1和柔性基体层折射率n2依据材质,依材质而异,且允许 ± 0.02 同材质不同工艺造成的误差,表中不再列出。

[0185] 表7 实施例59~80的设计参数和光学性能

[0186]

| 项目 | 准直透镜层 | | 柔性基体层 | | 准直孔层参数 | | |
|-----------|-------|------|-------|------|--------|------------------|----------------------|
| | 材质 | n1 | 材质 | n2 | 遮光介质 | 遮光介质的聚合物 固化体系 | 遮光介质的 材质或吸光 物质 |
| 实施例 59 | PC | 1.6 | PET | 1.65 | 无机镀层 | / | 碳化钛 |
| 实施例 60 | PET | 1.65 | PET | 1.65 | 无机镀层 | / | 碳单质 |
| 实施例 61 | PEN | 1.66 | PET | 1.65 | 无机镀层 | / | 碳化铬 |
| 实施例 62 | PI | 1.7 | PET | 1.65 | 无机镀层 | / | 碳化硼 |
| 实施例 63 | PS | 1.59 | PET | 1.65 | 无机镀层 | / | 碳氮化钛 |
| 实施例 64 | SR | 1.47 | PET | 1.65 | 无机镀层 | / | 碳氮化硼 |
| 实施例 65 | FEP | 1.34 | PET | 1.65 | 无机镀层 | / | 硫化亚铁 |
| 实施例 66 | EVA | 1.48 | PET | 1.65 | 无机镀层 | / | 二硫化钼 |
| 实施例 67 | PMMA | 1.5 | PEN | 1.66 | 无机镀层 | / | 二硫化钴 |
| 实施例 68 | PMMA | 1.5 | PI | 1.7 | 无机镀层 | / | 硫化镍 |
| 实施例 69 | PMMA | 1.5 | PC | 1.6 | 有机涂层 | AR | 炭黑 |
| 实施例 70 | PMMA | 1.5 | PMMA | 1.48 | 有机涂层 | PU | 碳纤维 |
| 实施例 71 | PMMA | 1.5 | PP | 1.49 | 有机涂层 | SR | 石墨 |
| 实施例 72 | PMMA | 1.5 | PO | 1.49 | 有机涂层 | EP | 碳化钛 |
| 实施例 | PMMA | 1.6 | PET | 1.65 | 有机涂层 | MF | 碳化铬 |

[0187]

| | | | | | | | |
|-----------|------|-----|-----|------|------|-----|------|
| 73 | | | | | | | |
| 实施例 74 | PMMA | 1.6 | PET | 1.65 | 有机涂层 | PF | 碳化硼 |
| 实施例 75 | PMMA | 1.6 | PET | 1.65 | 有机涂层 | UF | 碳氮化钛 |
| 实施例 76 | PMMA | 1.6 | PET | 1.65 | 有机涂层 | EVA | 碳氮化硼 |
| 实施例 77 | PMMA | 1.6 | PET | 1.65 | 有机涂层 | TPE | 硫化亚铁 |
| 实施例 78 | PMMA | 1.6 | PET | 1.65 | 有机涂层 | TPU | 二硫化钼 |
| 实施例 79 | PMMA | 1.6 | PET | 1.65 | 有机涂层 | AR | 二硫化钴 |
| 实施例 80 | PMMA | 1.6 | PET | 1.65 | 有机涂层 | AR | 硫化镍 |

[0188] 注1同表1。

[0189] 注2:对于准直透镜层同种材质,成型方式不限于光固化、热固化、注塑、热压等。

[0190] 如表7所示,比较实施例59~80可知,改变材质前后,若材质的折射率相同或接近,对准直膜的性能影响不会太大。

[0191] 应当注意,以上所述,仅为本发明的几种典型的实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡是根据本发明内容所做的均等变化与修饰,均涵盖在本发明的专利范围内。

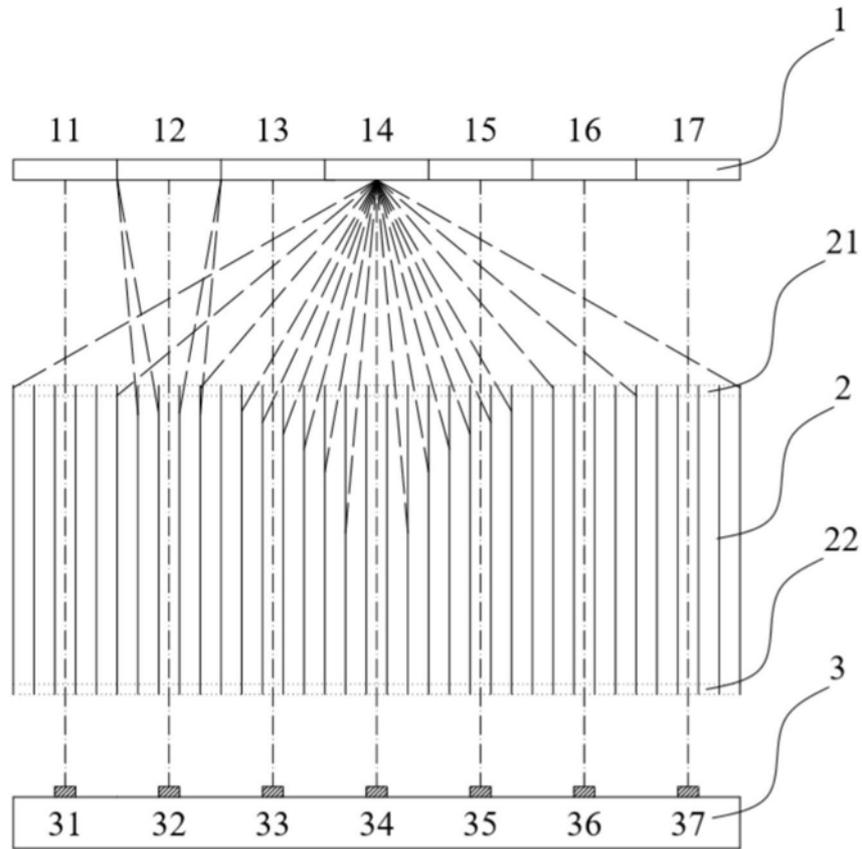


图1

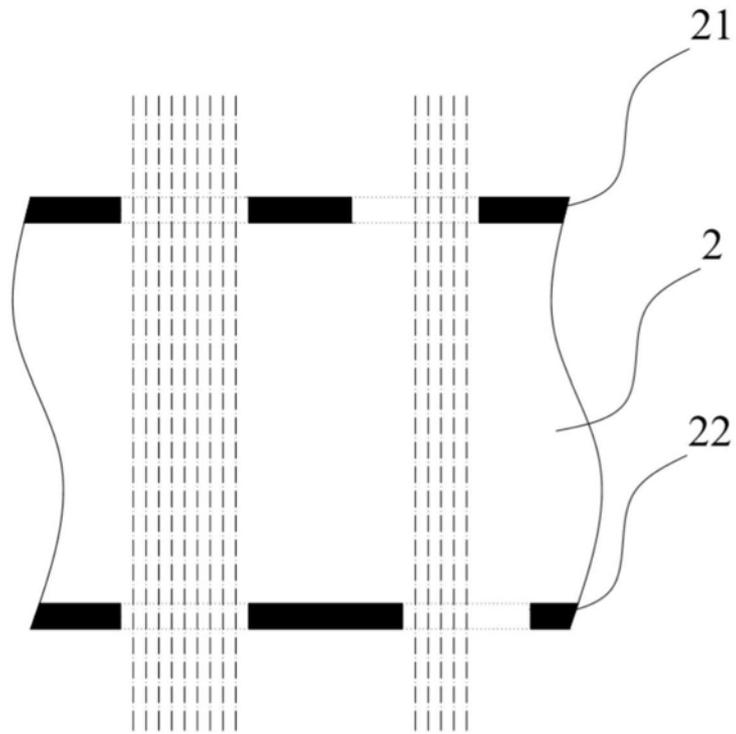


图2

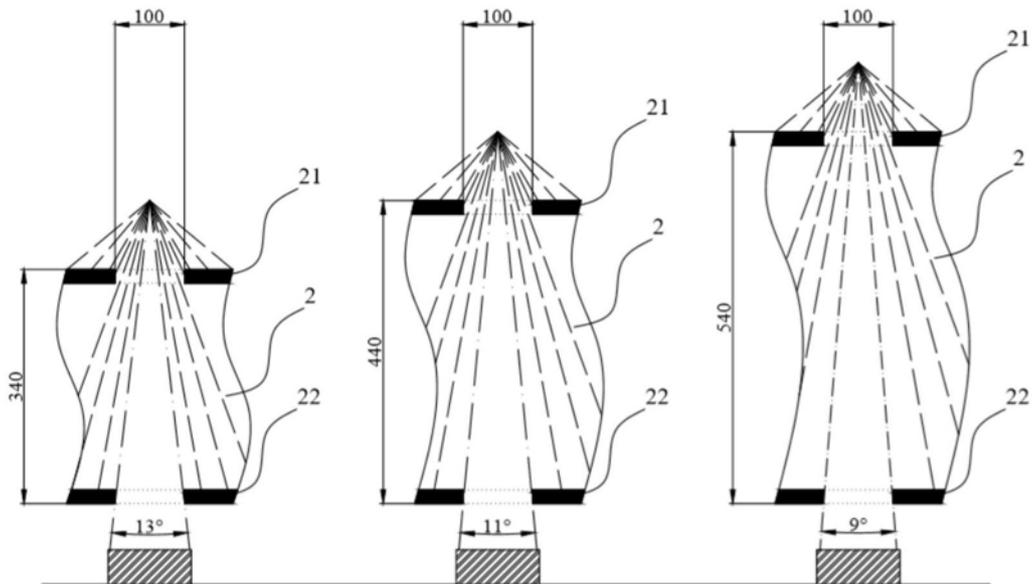


图3

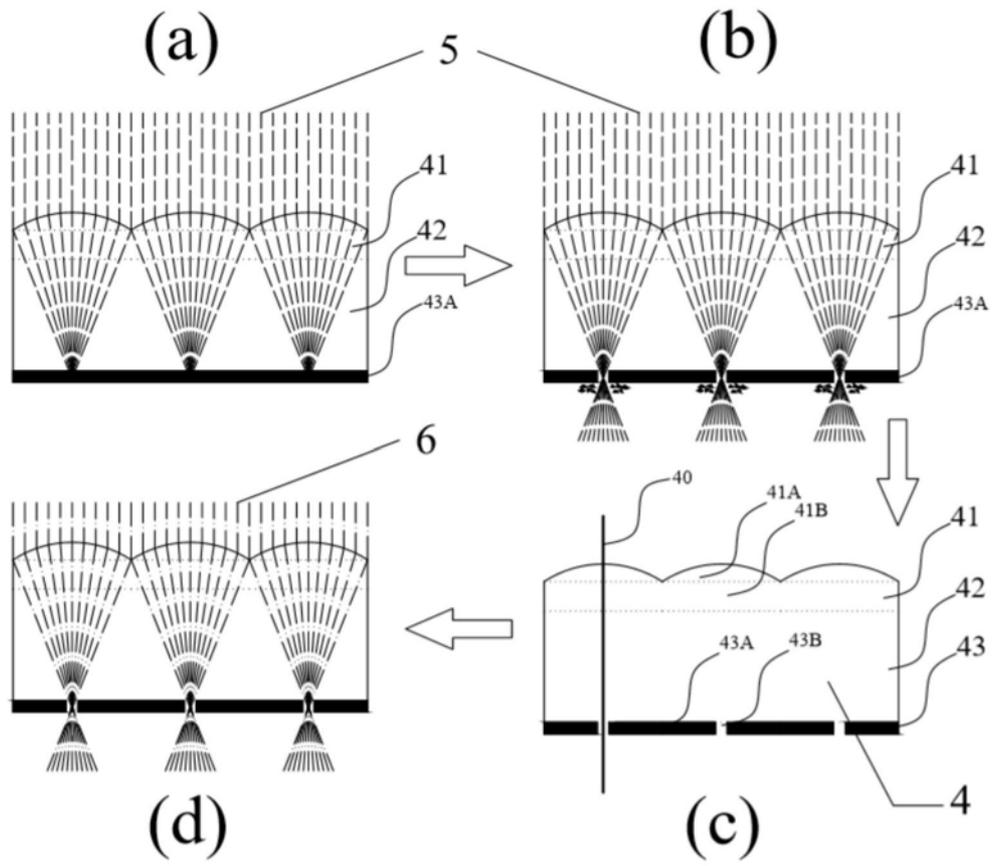


图4

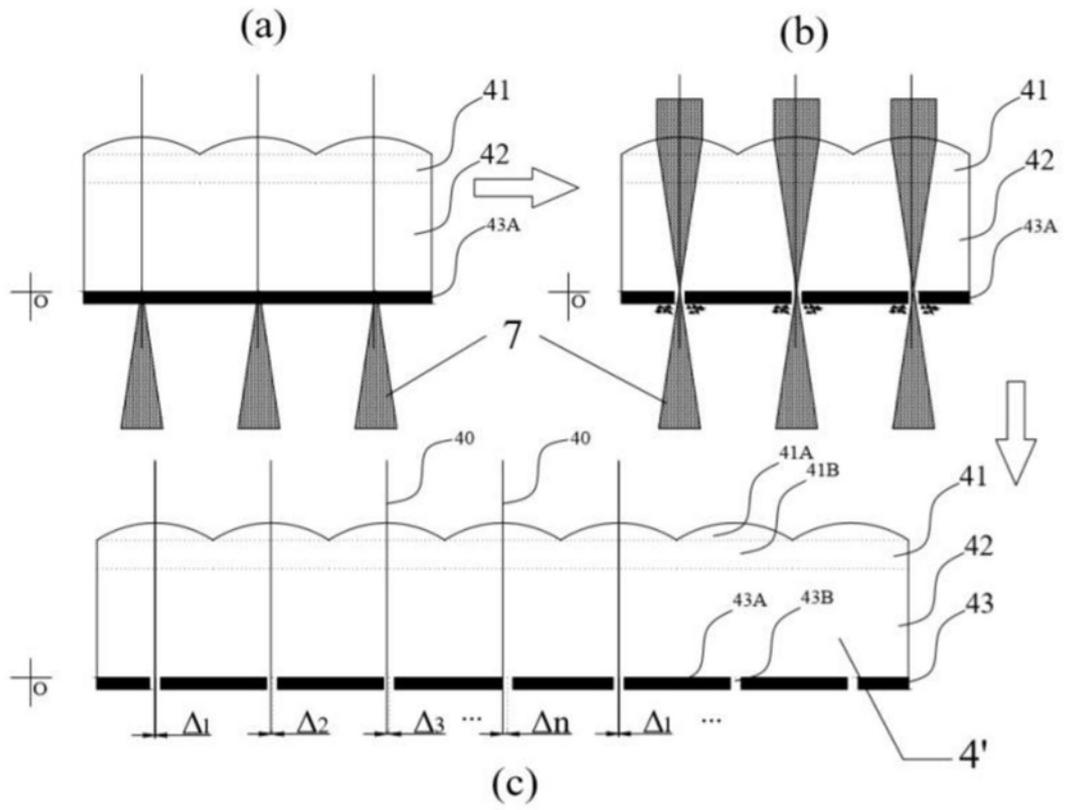


图5

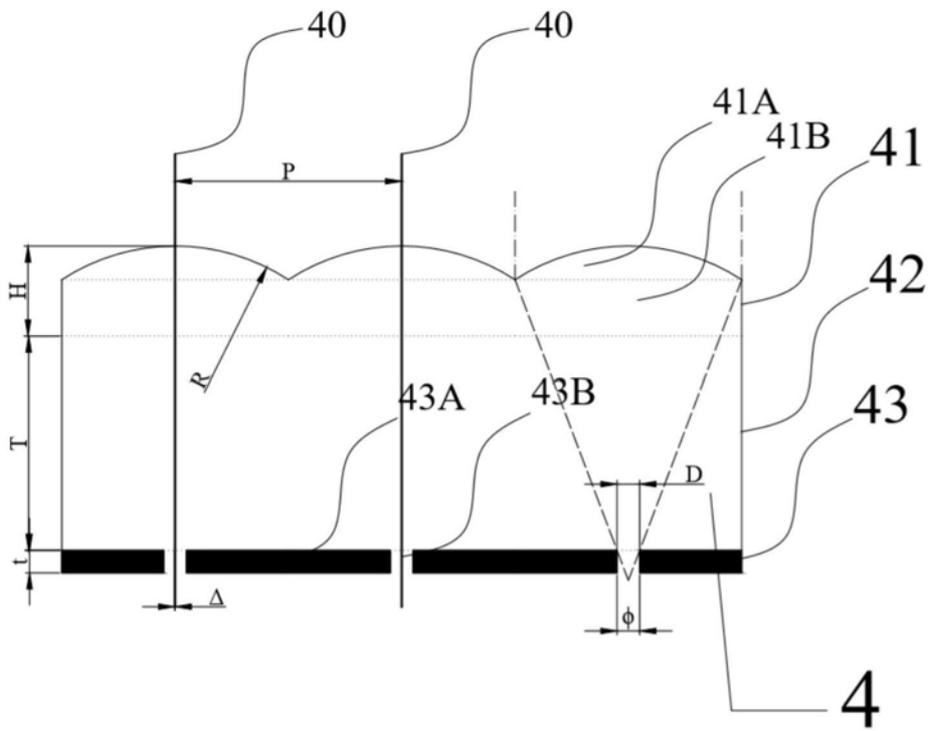


图6

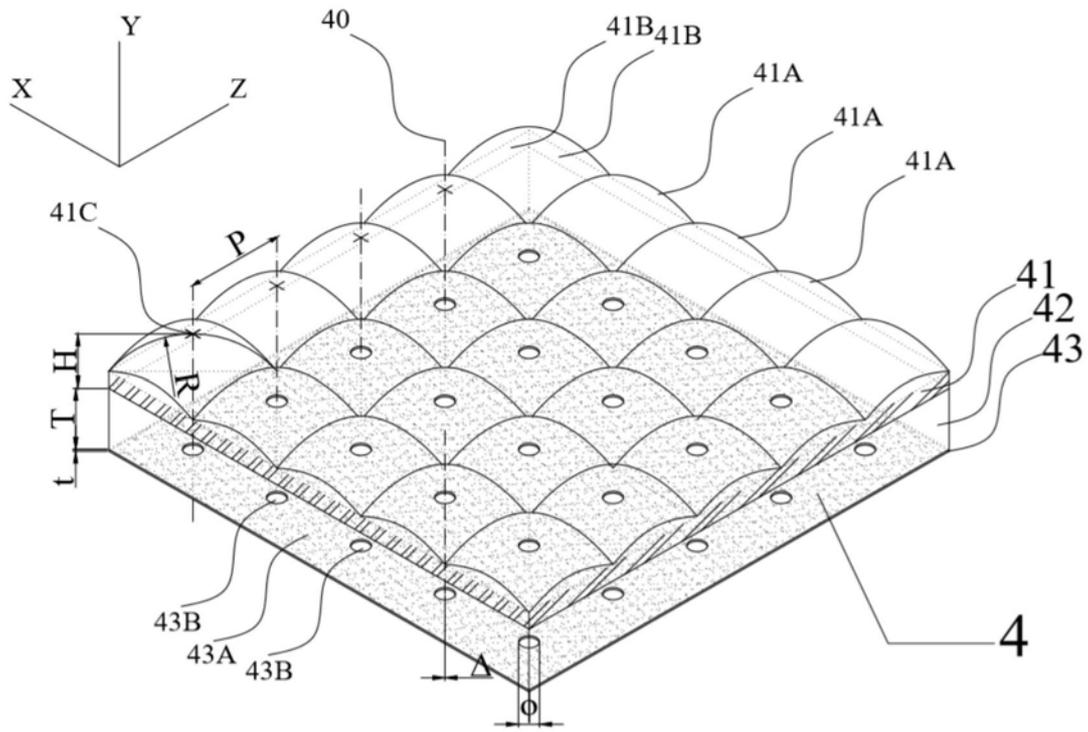


图7

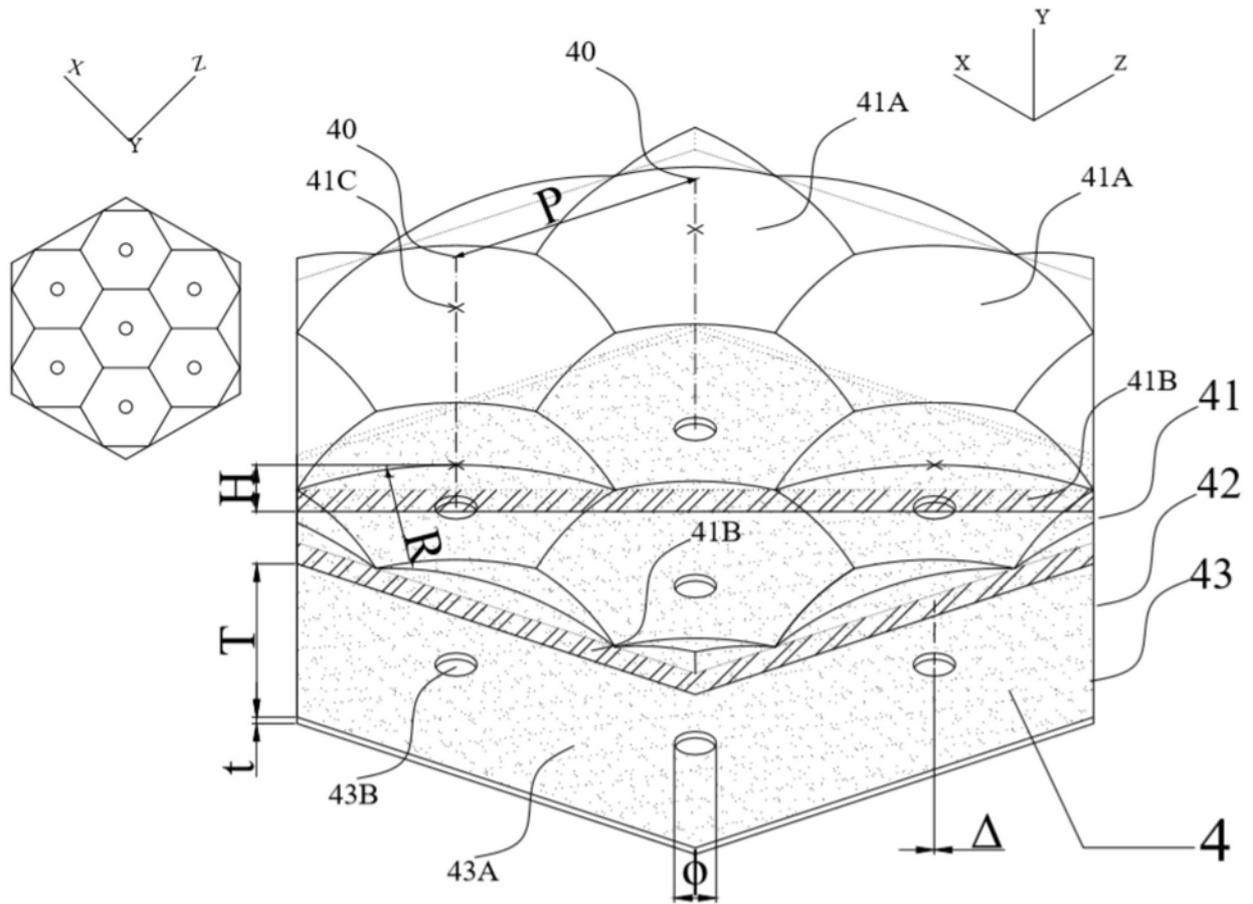


图8

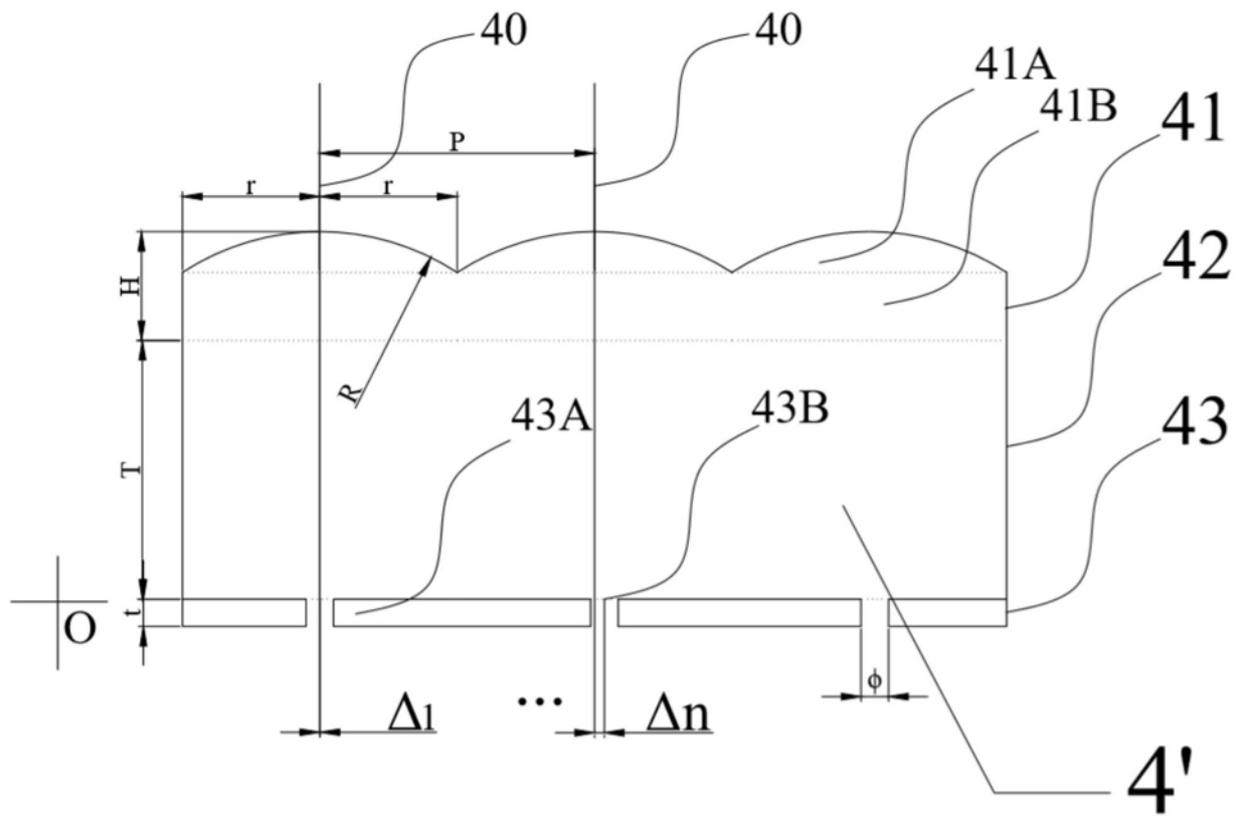


图9

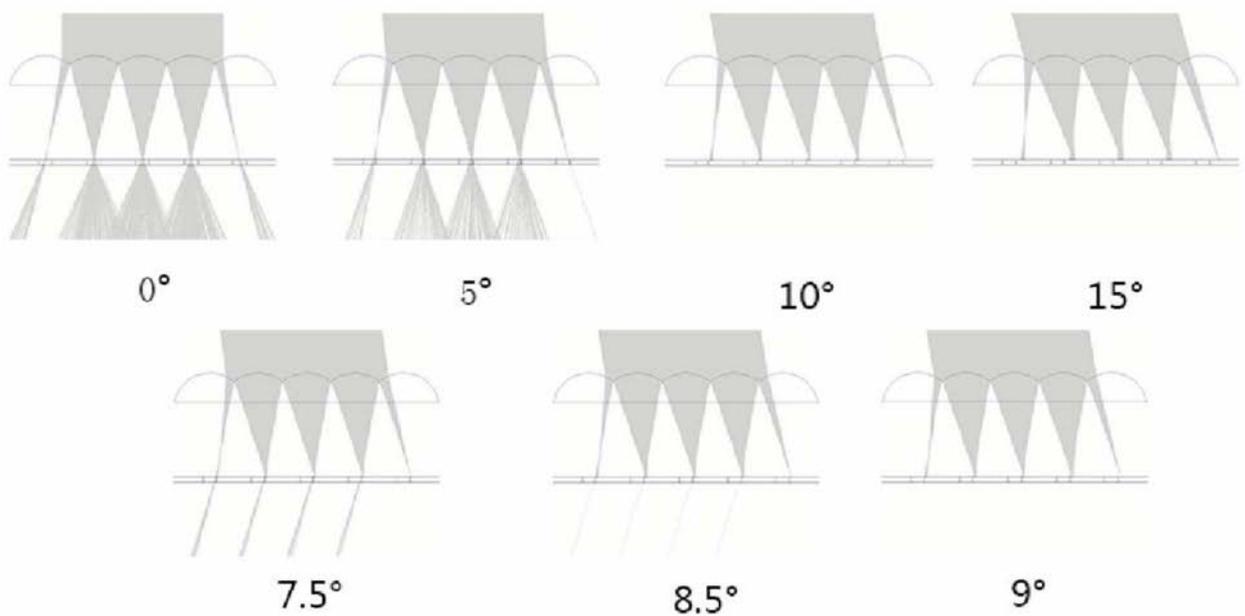


图10