



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109154681 A

(43)申请公布日 2019.01.04

(21)申请号 201780026319.3

(22)申请日 2017.04.25

(30)优先权数据

2016-088904 2016.04.27 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.10.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/016306 2017.04.25

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/188225 JA 2017.11.02

(71)申请人 株式会社可乐丽

地址 日本冈山县

(72)发明人 内田厚 唐井贤 石田浩司

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.

G02B 3/00(2006.01)

G02B 5/02(2006.01)

G02B 5/10(2006.01)

G03B 21/00(2006.01)

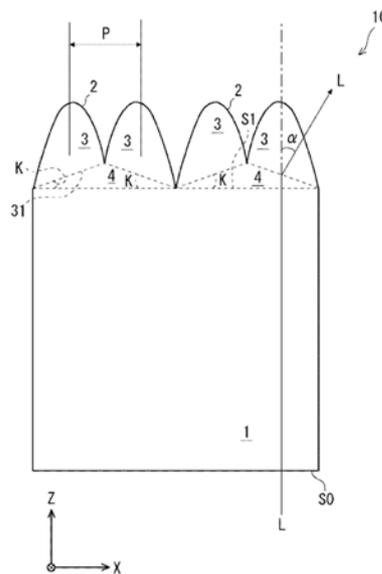
权利要求书2页 说明书12页 附图14页

(54)发明名称

扩散板以及投影式放映装置

(57)摘要

本发明提供在投影图像时能够得到良好的外观品质的扩散板。透过型的扩散板(10)具有在光入射面以及光射出面的至少一个面设置的微透镜角度调制分布组。微透镜角度调制分布组(2)具有:多个微透镜(3);以及角度调制部(4),其具有使自多个微透镜(3)分别射出的主要光的方向微小地角度调制的角度调制分布。将主要光的波长λ[μm]和微透镜(3)的平均排列周期P[μm]之比λ/P设为θ[rad],使多个微透镜(3)分别射出的主要光的方向以调制角度α[rad]调制时,调制角度α和θ的比α/θ满足0.1<α/θ<10.0。



1. 一种透过型的扩散板,其具有基板,该基板具有用于入射光的光入射面和使入射的所述光透过之后射出的光射出面,其中,

该透过型的扩散板具有在所述光入射面以及所述光射出面的至少一个面设置的微透镜角度调制分布组,

所述微透镜角度调制分布组具有:多个微透镜;以及角度调制部,其具有使自所述多个微透镜分别射出的主要光的方向微小地角度调制的角度调制分布,

将所述主要光的波长 $\lambda[\mu\text{m}]$ 和所述微透镜的平均排列周期 $P[\mu\text{m}]$ 之比 $\lambda/P$ 设为 $\theta[\text{rad}]$ ,

在使所述多个微透镜分别射出的主要光的方向以调制角度 $\alpha[\text{rad}]$ 调制时,

所述调制角度 $\alpha$ 和所述 $\theta$ 的比 $\alpha/\theta$ 满足 $0.1 < \alpha/\theta < 10.0$ 。

2. 根据权利要求1所述的扩散板,其特征在于,

所述微透镜角度调制分布组以周期性重复的规定的图案设置于所述基板。

3. 根据权利要求2所述的扩散板,其特征在于,

所述微透镜的底面的形状为四边形,

在所述微透镜角度调制分布组中,所述多个所述微透镜以成为行数 $n_1$ 、列数 $n_2$ 的行列的方式配置,

行数 $n_1$ 以及列数 $n_2$ 是自2到9的自然数。

4. 根据权利要求2或3所述的扩散板,其特征在于,

两种以上的所述微透镜角度调制分布组以周期性重复的规定的图案设置于所述基板。

5. 根据权利要求2或3所述的扩散板,其特征在于,

两种以上的所述微透镜角度调制分布组随机地进行分布,或者按照密度函数进行分布。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的扩散板,其特征在于,

所述比 $\alpha/\theta$ 随机地进行分布,或者按照密度函数进行分布。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的扩散板,其特征在于,

所述微透镜角度调制分布组具有两种以上的微透镜。

8. 一种扩散板和使用该扩散板的投影式放映装置,该扩散板为权利要求1~7中任一项所述的扩散板,该投影式放映装置利用了权利要求1~7中任一项所述的扩散板,该扩散板和投影式放映装置的特征在于,

将自扩散板观察到的投影侧的瞳径设为 $\theta_i[\text{rad}]$ 时,所述 $\theta$ 满足

$$0.1 \times \theta_i \leq \theta \leq 4 \times \theta_i。$$

9. 一种反射型的扩散板,其具有基板,其中,

该反射型的扩散板具有在所述基板的主面的至少一个面设置的微反射镜角度调制分布组,

所述微反射镜角度调制分布组具有:多个微反射镜;以及角度调制部,其具有使自所述多个微反射镜分别反射的主要光的方向微小地角度调制的角度调制分布,

所述微反射镜具有与凸透镜或者凹透镜相同的形状,

将所述主要光的波长 $\lambda[\mu\text{m}]$ 和所述微反射镜的平均排列周期 $P[\mu\text{m}]$ 之比 $\lambda/P$ 设为 $\theta[\text{rad}]$ ,

在使所述多个微反射镜分别射出的主要光的方向以调制角度 $\alpha[\text{rad}]$ 调制时,

所述调制角度 $\alpha$ 和所述 $\theta$ 的比 $\alpha/\theta$ 满足,  
 $0.025 < \alpha/\theta < 2.5$ 。

## 扩散板以及投影式放映装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及扩散板以及投影式放映装置。

### 背景技术

[0002] 使用利用了微透镜阵列的扩散板来作为平视显示器、激光放映仪等的屏幕。在利用了微透镜阵列的情况下,与利用乳白色半透明板(日文:乳半板)、磨砂玻璃等的扩散板的情况相比,具有能够抑制激光的斑点噪音的优点。

[0003] 在专利文献1中记载有图像形成装置,其具有扩散板,该扩散板使用激光放映仪以及排列有多个微透镜而成的微透镜阵列,该激光放映仪将激光作为光源,对由排列多个像素而形成的影像进行投影。在利用了微透镜阵列的情况下,能够使入射的光适当地扩散,并且能够自由地设计所需的扩散角。

[0004] 在专利文献2、3以及非专利文献1中记载有利用两个微透镜阵列的屏幕。在仅利用一个微透镜阵列的情况下,容易发生亮度偏差、颜色偏差。在专利文献2、3以及非专利文献1中记载有通过利用两个微透镜阵列从而能够抑制发生这样的亮度偏差。

[0005] 另外,在专利文献3中记载有如下技术:利用排列有具有不同特性的微透镜而成的一个微透镜阵列,能够抑制由于周期构造发生的衍射光以及干涉光引起的亮度偏差的发生。

[0006] 在专利文献4中记载了如下方法:将微透镜设置成具有垂直的侧表面的活塞形状(堤状突起部),或者按照预先确定出用于定义细微构造的形状或位置的参数中的至少一个参数的概率密度函数进行随机分布,从而改善由于由细微构造的周期性引起的衍射斑所产生的亮度偏差、颜色偏差。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2010-145745号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2012-226300号公报

[0011] 专利文献3:日本特表2007-523369号公报

[0012] 专利文献4:日本特表2004-505306号公报

[0013] 非专利文献

[0014] 非专利文献1:H.Urey and K.D.Powell,“Microlens-array-based exit-pupil expander for full-color displays”,APPLIED OPTICS Vol.44,No.23,p.4930-4936

### 发明内容

[0015] 发明要解决的问题

[0016] 在专利文献3中没有记载能够抑制亮度偏差的发生的微透镜的具体的形状、排列。另外,若为了使颜色偏差变为颜色均匀、亮度偏差变为亮度均匀,例如向微透镜的曲率和配置位置等多个参数同时赋予随机分布,则在将扩散板使用于屏幕的情况下,存在例如投影

图像时颗粒感变强等的画质变差这样的问题。

[0017] 在专利文献4中,以距基板的主面的高度不同的活塞形状使多个微透镜呈堤状突起,向多个微透镜分别赋予不同的相位差,从而抑制衍射光以及干涉光的发生。并且,通过利用具有多个曲率半径的微透镜,作为扩散板整体能够得到均匀的扩散特性。但是,当将其用于屏幕时,例如存在在投影图像时所谓的颗粒感变强等的图像外观品质变差这样的问题。

[0018] 本发明提供一种在投影图像时能够得到良好的外观品质的扩散板。

[0019] 用于解决问题的方案

[0020] 本发明的透过型的扩散板具有基板,该基板具有用于入射光的光入射面以及使入射的所述光透过之后射出的光射出面,其中,

[0021] 该透过型的扩散板具有在所述光入射面以及所述光射出面的至少一个面设置的微透镜角度调制分布组,

[0022] 所述微透镜角度调制分布组具有:多个微透镜;以及角度调制部,其具有使自所述多个微透镜分别射出的主要光的方向微小地角度调制的角度调制分布,

[0023] 将所述主要光的波长 $\lambda$ [ $\mu\text{m}$ ]和所述微透镜的平均排列周期 $P$ [ $\mu\text{m}$ ]之比 $\lambda/P$ 设为 $\theta$ [rad],

[0024] 在使所述多个微透镜分别射出的主要光的方向以调制角度 $\alpha$ [rad]调制时,

[0025] 所述调制角度 $\alpha$ 和所述 $\theta$ 的比 $\alpha/\theta$ 满足 $0.1 < \alpha/\theta < 10.0$ 。

[0026] 另外,该扩散板的特征也可以是,所述微透镜角度调制分布组以周期性重复的规定的图案设置于所述基板。

[0027] 另外,该扩散板的特征也可以是,所述微透镜的底面的形状为四边形,在所述微透镜角度调制分布组中,所述多个所述微透镜以成为行数 $n_1$ 、列数 $n_2$ 的行列的方式配置,行数 $n_1$ 以及列数 $n_2$ 是自2到9的自然数。

[0028] 另外,该扩散板的特征也可以是,两种以上的所述微透镜角度调制分布组以周期性重复的规定的图案设置于所述基板。

[0029] 另外,该扩散板的特征也可以是,两种以上的所述微透镜角度调制分布组随机地进行分布,或者按照密度函数进行分布。

[0030] 另外,该扩散板的特征也可以是,所述比 $\alpha/\theta$ 随机地进行分布,或者按照密度函数进行分布。

[0031] 另外,该扩散板的特征也可以是,所述微透镜角度调制分布组具有两种以上的微透镜。

[0032] 另外,该扩散板的特征也可以是,在将自扩散板观察到的投影侧的瞳径设为 $\theta_i$ [rad]时,所述 $\theta$ 满足 $0.1 \times \theta_i \leq \theta \leq 4 \times \theta_i$ 。

[0033] 另外,本发明的投影式放映装置利用上述那样的扩散板。

[0034] 另外,本发明的反射型的扩散板具有基板,

[0035] 该反射型的扩散板具有在所述基板的主面的至少一个面设置的微反射镜角度调制分布组,

[0036] 所述微反射镜角度调制分布组具有:多个微反射镜;以及角度调制部,其具有使自所述多个微反射镜分别反射的主要光的方向微小地角度调制的角度调制分布,

- [0037] 所述微反射镜具有与凸透镜或者凹透镜相同的形状，
- [0038] 将所述主要光的波长 $\lambda$  [ $\mu\text{m}$ ] 和所述微反射镜的平均排列周期 $P$  [ $\mu\text{m}$ ] 之比 $\lambda/P$ 设为 $\theta$  [rad]，
- [0039] 在使所述多个微反射镜分别射出的主要光的方向以调制角度 $\alpha$  [rad] 调制时，
- [0040] 所述调制角度 $\alpha$ 与所述 $\theta$ 的比 $\alpha/\theta$ 满足，
- [0041]  $0.025 < \alpha/\theta < 2.5$ 。
- [0042] 发明的效果
- [0043] 采用本发明，能够提供在投影图像时能够得到良好的外观品质的扩散板。

## 附图说明

- [0044] 图1A是实施方式1的扩散板的俯视图。
- [0045] 图1B是实施方式1的扩散板的剖视图。
- [0046] 图2是表示与实施方式1的扩散板的主面垂直的剖面的剖面轮廓的一个具体例子的图。
- [0047] 图3是表示实施方式1的扩散板的一个具体例子的微透镜阵列中的高度分布的图。
- [0048] 图4是表示实施方式1的扩散板的制造方法的流程图。
- [0049] 图5是表示实施方式1的微透镜阵列的设计工序的流程图。
- [0050] 图6是表示实施方式1的多个基准微透镜的剖面轮廓的图。
- [0051] 图7是表示实施方式1的扩散板的角度调制部的一个具体例子的高度分布的图。
- [0052] 图8是表示实施方式1的扩散板的模具制造工序的流程图。
- [0053] 图9是表示用于制造实施例1的扩散板的压模的激光显微镜观察图像的图。
- [0054] 图10是横跨用于制造实施例1的扩散板的压模的微透镜阵列形状部的中心的剖面轮廓。
- [0055] 图11是表示实施方式1的扩散板的角度调制部的另一个具体例子的高度分布的图。
- [0056] 图12是向实施例1的扩散板投影的图像。
- [0057] 图13是图12所示的实施例1的扩散板的、朝向纸面地放大左上部后的图像。
- [0058] 图14是向实施例2的扩散板投影的图像。
- [0059] 图15是图14所示的扩散板的、朝向纸面地放大左上部后的图像。
- [0060] 图16是向比较例1的扩散板投影的图像。
- [0061] 图17是图16所示的比较例1的扩散板的、朝向纸面地放大左上部后的图像。
- [0062] 图18是向比较例2的扩散板投影后的图像。
- [0063] 图19是图18所示的比较例2的扩散板的、朝向纸面地放大左上部后的图像。

## 具体实施方式

- [0064] [实施方式1]
- [0065] 参照附图来说明实施方式1的扩散板。
- [0066] (扩散板的形状)
- [0067] 图1A是实施方式1的扩散板的俯视图。图1B是实施方式1的扩散板的剖视图。在图

1B中,为了易于观察,省略了剖面线的记载。如图1A以及图1B所示,扩散板10包含角度调制分布组2(也称为微透镜角度调制分布组。)和具有主面S0、S1的基板1。角度调制分布组2具有:多个微透镜3,该多个微透镜3按照角度调制分布分别发出具有不同光轴的主要光;以及角度调制部4。在基板1的主面S1呈格子状排列有角度调制分布组2即由多个微透镜3和角度调制部4组成的一组,而成为微透镜阵列。角度调制部4例如为四棱锥体、四棱锥台,多个微透镜3支承于角度调制部4中的多个棱锥面的各棱锥面。在此,例如,使光L向扩散板10的基板1的主面S0入射。如此一来,基板1使光L透过,光L到达角度调制分布组2。进一步,角度调制分布组2中的角度调制部4以及微透镜3使光L透过,光L自微透镜3射出。该射出的主要光的方向相对于向扩散板10的基板1的主面S0入射的光L的方向以调制角度 $\alpha$ 进行调制。换言之,源自射出的光L的主要光的光轴和向扩散板10的基板1的主面S0入射的光L的光轴交叉,该角度为调制角度 $\alpha$ 。在此,主面S0是光入射面的一个例子,微透镜3的表面是光射出面的一个例子。

[0068] 另外,也可以是,使光L向扩散板10的基板1的主面S1侧入射,在使该光L透过基板1之后,自主面S0射出。另外,扩散板10可以是使光透过的透过型扩散板,也可以是使光反射的反射型扩散板。

[0069] 如图1B所示,在与基板1的主面S1垂直的剖面中,多个微透镜3的底面31相对于主面S1稍微倾斜。底面31彼此相互倾斜的相邻的微透镜3彼此以周期性重复的方式配置于基板1的主面S1上。具体地说,这样相邻的微透镜3彼此在主面S1上以规定的间距P(也称为平均排列周期P。)排列。规定的间距P也可以使用相邻的微透镜3彼此的各中心间距离。如此,各个微透镜3的透镜参数除了基本的微透镜形状的成分以外还具有角度调制成分。

[0070] 另外,扩散板10也可以组装于投影式放映装置。投影式放映装置(省略图示)具有扩散板10和向扩散板10投影投影光的放映装置。

[0071] (扩散板的一个具体例子)

[0072] 图2表示与实施方式1的扩散板的一个具体例子的主面垂直的剖面的剖面轮廓。在图2中示出分别与扩散板10中的角度调制分布组2和主面S1相当的位置、高度。图2的纵轴表示该一个具体例子的扩散板的基板中的距与扩散板10的基板1的规定的部位相当的部位的高度。具体地说,与主面S1相当的主面的高度大约为 $0.7[\mu\text{m}]$ 。

[0073] 图3是表示实施方式1的扩散板的一个具体例子的微透镜阵列中的高度分布的图。该微透镜阵列为正方形形状的板,其一边的长度为 $44\mu\text{m}$ 。该微透镜阵列是包含角度调制成分的微透镜的能够周期性重复的基本单位的一个具体例子。在此,角度调制以与微透镜相同的间距P设定,在X方向和Y方向上分别具有斜率,在此,将由 $2\times 2$ 即纵向2行横向2列的总共4种微小的倾斜形成的组合设为角度调制分布组。在微透镜阵列中以其周期性重复的方式在基板上呈规定的图案排列。在扩散板10的基板1的主面S1上铺设具有角度调制成分的微透镜。图3的纵轴以及横轴表示主面S1上的坐标,以浓淡的不同来表示距主面S1的高度。在图3中颜色越浓则距离主面S1越近,颜色越淡则距离主面S1的高度越高。如图3所示,优选为,将多个微透镜呈格子状配置在主面S1上。

[0074] 在图3所示的剖面轮廓的一个具体例子的扩散板中,角度调制分布组是按照一个角度调制分布配置的微透镜的重复单位,具体地说,是 $2\text{个}\times 2\text{个}$ ,换言之是纵向2行横向2列的组合。另外,角度调制分布组不限于该组合,也可以是例如 $3\text{个}\times 3\text{个}$ ,换言之是纵向3行

横向3列的组合,另外,是(2~9)个 $\times$ (2~9)个,换言之是纵向2行~9行、横向2列~9列的组合即可。即,多个微透镜以行数 $n_1$ 、列数 $n_2$ 的行列配置在基板上,行数 $n_1$ 以及列数 $n_2$ 是从2到9的自然数即可。另外,也可以是10个以上 $\times$ 10个以上的组合。另外,在图3中将微透镜配置成格子状,但格子状的配置不限于矩形格子,也可以利用方形格子、正三角形格子、菱形格子、平行体格子等。另外,多个微透镜的底面的形状不限于正方形或者长方形这样的矩形,也可以是四边形、六边形、其它多边形。在该情况下,即使针对角度调制分布的组合,只要以能够填充该配置的方式使单位构造周期性重复即可。另外,优选的是,多个微透镜周期性地排列于主面S1上。

[0075] (制造方法)

[0076] 接着,参照图4来说明实施方式1的扩散板的制造方法。图4是表示实施方式1的扩散板的制造方法的流程图。扩散板10的制造方法具有:设计用于表现期望的光扩散特性的微透镜阵列的工序(ST100);制作该微透镜阵列的模具的工序(ST200);以及利用模具向树脂转印微透镜阵列的形状的工序(ST300)。

[0077] (透过型扩散板的制造方法)

[0078] 在此,以扩散板10为透过型扩散板的情况为例,来依次说明各工序。

[0079] (微透镜阵列设计工序S100)

[0080] 如图4以及图5所示,在微透镜阵列设计工序S100中,分开地设计作为基准的基准微透镜30的形状(参照图6)和角度调制分布(参照图7)。图5是表示实施方式1的微透镜阵列的设计工序的流程图。

[0081] 首先,确定用于扩散板10的材料的光学物性(特别是折射率)、使用波长以及所需的扩散特性的规格(ST110)。

[0082] 接着,进行基准微透镜30的形状设计(ST120)。基准微透镜30的形状可以是球面也可以是非球面,只要是满足需求的扩散特性的规格的形状即可。在扩散板10的设计中使用的基准微透镜30的种类可以是多种,但优选的是在满足所需的特性的范围内以更少的种类进行设定。在此,在图6中示出表示实施方式1的多个基准微透镜的X方向的剖面轮廓的图。具体地说,在图6中,作为基准微透镜30的形状例,示出排列有具有单一曲率的球面透镜而成的微透镜阵列的X方向的剖面轮廓。在图6中示出与支承基准微透镜30的基板1(省略图示)的主面S1相当的位置。

[0083] 在扩散板10中,多个微透镜30尽可能地以较高的密度填充,基准微透镜30的底面优选为正方形、长方形或者正六边形等的能够最密装填的形状。但是,在期望扩散板10的光学特性具有各向异性的情况下等不限于此,也可以任意地设定基准微透镜30的底面的形状以及长宽比。

[0084] 接着,确定基准微透镜30的配置(ST130)。具体地说,确定主面S1上的单位区域中的基准微透镜30的配置图案、间距P。在此,在面向投影式放映装置的扩散板中,间距P是重要的设计要素,优选的是,根据自扩散板观察到的投影侧的瞳径设定间距P。具体地说,投影侧是投影式放映装置所具有的投影装置所在的那一侧。

[0085] 当将扩散板的微透镜的间距设为P,波长设为 $\lambda$ 时,透过扩散板的光的衍射光的间隔即衍射光间隔 $\Delta d$ 是近似于 $\lambda/P$ 的值。在扩散板的衍射光间隔 $\Delta d$ 不是与自扩散板观察到的投影侧的瞳径 $\theta_i$ 相同程度以下,即,在大幅度地超过自扩散板观察到的投影侧的瞳径 $\theta_i$

的情况下,由于会更强烈地视觉辨识衍射光,因此影像品质显著地下降。因此,扩散板的衍射光间隔 $\Delta d$ 优选为 $4 \times \theta_i$ 以下且 $0.1 \times \theta_i$ 以上。即,扩散板的衍射光间隔 $\Delta d$ 、波长 $\lambda$ 、扩散板的微透镜的间距 $P$ 、自扩散板观察到的投影侧的瞳径 $\theta_i$ 之间的关系能够利用以下的关系式1以及2来表示。

[0086]  $\Delta d \doteq \theta = \lambda/P$  (关系式1)

[0087]  $0.1 \times \theta_i \leq \theta \leq 4 \times \theta_i$  (关系式2)

[0088] 例如,在利用 $\theta_i = 3.3$  [deg]的投影式放映装置的情况下,当设定为 $\lambda = 630$  nm、 $P = 22$   $\mu$ m时,衍射光间隔 $\Delta d$ 使用关系式1而大约近似为 $1.6$  [deg],大约为 $0.5 \times \theta_i$ ,由于满足关系式2,因此优选。另外,如图3所示,优选为,将基准微透镜30呈格子状配置在主面 $S_1$ 上。

[0089] 返回至图5,继续针对扩散板10的设计中的微透镜阵列设计工序(ST100)进行说明。在实施ST130之后对角度调制部4进行设计,该角度调制部4使基准微透镜30相对于基板1的主面 $S_1$ 以微小的角度倾斜(ST140)。在扩散板10中,每个微透镜的间距 $P$ 具有微小的倾斜,该倾斜根据透镜间距 $P$ 、投影侧的瞳径 $\theta_i$ 来确定。微小倾斜量利用上述的关系式1,根据自微透镜阵列的间距 $P$ 计算的衍射光间隔 $\Delta d$ 来确定。当设为 $\lambda = 630$  nm、 $P = 22$   $\mu$ m时,衍射光间隔 $\Delta d$ 大约为 $1.6$  [deg]。

[0090] 在此,针对角度调制分布组内的具有不同的微小倾斜量的部位的数量的影响进行说明,如图7所示,在将微透镜3(参照图1B)以 $2 \times 2$ 即横向2行纵向2列配置于角度调制部4(参照图1B)而成的四棱锥图案角度调制分布组(也称为金字塔图案角度调制分布组。)中,各个衍射斑能够分离成4个。图7是表示实施方式1的扩散板的角度调制部的一个具体例子的高度分布的图。

[0091] 另外,如图11所示,在将微透镜3(参照图1B)以 $3 \times 3$ 即横向3行纵向3列配置于角度调制部4(参照图1B)而成的四棱锥台图案角度调制分布组中,能够将衍射斑分离成9个。图11是表示实施方式1的扩散板的角度调制部的另一个具体例子的高度分布的图。越增加角度调制分布组内的具有不同的微小倾斜量的部位的数量,越能够分离衍射斑,但由于若比扩散板上的放映仪的像素尺寸大则效果变小,因此通常优选为基本的角度调制分布组的尺寸为像素尺寸的2倍以下。另外,若像素尺寸为 $100$   $\mu$ m左右,微透镜的间距为 $11$   $\mu$ m左右,则 $9 \times 9$ 即横向9行纵向9列程度的角度调制分布组与像素尺寸相当,因此,在该一个具体例子中,将微透镜3以 $9 \times 9$ 即横向9行纵向9列配置于角度调制部4而成的角度调制分布组2成为最大,优选为其以下。

[0092] 在此,将相同的角度调制分布组2重复地排列于基板1的设置在设计上容易实现,但存在看起来扩散板的外观具有周期性图案的几何图案或者与该几何图案类似的图案、或者引起外观不良的可能性。因此,虽然设计复杂,但通过将两种以上的多个角度调制分布组2以周期性重复的方式配置,或者使两种以上的角度调制分布组2随机分布,或者按照某种规则、密度函数进行排列,从而能够减少周期性的几何图案。

[0093] 另外,在容易产生周期性的几何图案的放映仪投影系统中,不使用角度调制分布组2,而使该放映仪投影系统所具备的微透镜具有微小的倾斜,该微透镜射出的主要光的方向以规定的微透镜调制角度 $\alpha$ 进行调制(参照图1B)。换言之,微透镜调制角度 $\alpha$ 是根据角度调制分布使主要光改变的角度,用于确定分离的衍射光的间隔。微透镜分别具有不同的微透镜调制角度 $\alpha$ 。将主要波长 $\lambda$  [ $\mu$ m]和微透镜的间距 $P$  [ $\mu$ m]之比设为 $\theta$ 。在这样的透过型扩散

板中,比 $\theta$ 和微透镜调制角度 $\alpha$ 之间的关系满足如下关系式,

[0094]  $0.1 < \alpha / \theta < 10.0$  (关系式3)

[0095] 如上所示,通过调整微透镜调制角度 $\alpha$ 、主要波长 $\lambda$ 、微透镜的间距 $P$ 等的各个因素,能够使周期性的几何图案减少。

[0096] 另外,即使在扩散板10为反射型扩散板的情况下,比 $\theta$ 和微透镜调制角度 $\alpha$ 之间的关系满足如下关系式,

[0097]  $0.025 < \alpha / \theta < 2.5$  (关系式4)

[0098] 如上所示,通过调整微透镜调制角度 $\alpha$ 、主要波长 $\lambda$ 、微透镜的间距 $P$ 等的各个因素,从而能够使周期性的几何图案减少。

[0099] 在此,举出将微透镜3以 $2 \times 2$ 即横向2行纵向2列配置于角度调制部4而成的角度调制分布的一个具体例子,进一步详细地说明角度调制分布的角度设计。

[0100] 在微透镜3的间距 $P$ 为 $22\mu\text{m}$ 、向扩散板10入射的光的主要波长 $\lambda$ 为 $630\text{nm}$ 的情况下,衍射光间隔 $\Delta d$ 为大约 $1.6\text{deg}$ ,因此衍射光分离通常在其以下即可,更优选为一半以下。

[0101] 然而,存在相对于扩散板10的基准面具体地说是主面 $S_0$ 垂直入射的光。此时,当将角度调制分布的角度调制部4的相对于基板1的主面 $S_1$ 倾斜的斜面角度设为 $K$ (参照图1B),将微透镜3的折射率设为 $n$ 时,通过角度调制部4的光大约近似地改变 $(n-1) \times K[\text{deg}]$ 的量。即,能够大约近似为 $\alpha \approx (n-1) \times K$ 。因此,在将微透镜3以 $2 \times 2$ 即横向2行纵向2列配置于角度调制部而成的角度调制分布中,一个衍射斑以 $\pm (n-1) \times K[\text{deg}]$ 的间隔分离。例如,若成为 $K = 1.6[\text{deg}]$ ,则利用角度调制部4而改变大约 $0.8[\text{deg}]$ 。

[0102] 接着,生成角度调制分布组2的形状信息(ST150)。具体地说,通过求出如图7所示的角度调制部4的XY平面上的各位置的高度(Z方向上的位置)和图6所示的基准微透镜30的XY平面上的各位置的高度(Z方向上的位置)之和,从而计算出图1A、图1B以及图2所示的角度调制分布组2的各位置中的高度。即,在ST150结束之后,微透镜阵列的多个微透镜3的高度方向(Z方向)上的位置成为将在XY平面上的各位置中的角度调制部4的高度和基准微透镜30的高度合计的位置。

[0103] 扩散板10的光学特性能够利用基于标量理论的波动光学计算方法求出。包含具有最佳的角度调制分布的角度调制部4和多个微透镜3的微透镜阵列的设计存在大量的组合,因此,优选的是,利用计算机探索最佳的组合。

[0104] (具有微透镜形状的微反射镜的反射型扩散板的制造方法中的微透镜阵列设计工序S100)

[0105] 接着,考虑扩散板10为反射型扩散板且多个微透镜3具有凸透镜形状的情况。另外,在反射型扩散板中,形成于表面的扩散图案不会透过光,因此严格来讲不是透镜,相当于镜子,虽然例如称为“微反射镜”是合适的,但对于具有该透镜状的凹凸形状的镜子,在本说明书中也称为“微透镜”。在反射型扩散板的情况下具有与透过型相比微小的角度调制分布的效果表现得更强的特征,因此,对于角度调制分布的设计必须注意。另外,在此,考虑多个微透镜3具有凸透镜形状的情况,但也可以是多个微透镜3具有凹透镜形状。

[0106] 对于上述的透过型扩散板的制造方法中示出的透过型的设计例,在反射型中,若将角度调制部4相对于基板1的主面 $S_1$ 倾斜的斜面角度设为 $K$ ,则由此入射光改变 $2 \times K[\text{deg}]$ 。即能够大约近似 $\alpha \approx 2 \times K$ 的量。衍射光间隔不依赖于透过或者反射,因此,若例如微

透镜阵列的衍射光间隔  $\Delta d$  为  $1.6[\text{deg}]$ , 则斜面角度  $K$  设定为大约  $0.4[\text{deg}]$ , 产生与上述的透过型扩散板的制造方法中的设计例同等的效果。因此, 在反射型扩散板中, 比  $\theta$  和微透镜调制角度  $\alpha$  之间的关系满足如下关系式为佳,

[0107]  $0.025 < \alpha / \theta < 2.5$ 。

[0108] 根据设计数据来加工微透镜阵列的方法能够利用机械加工、利用了掩膜的光刻法、无掩膜光刻法、蚀刻法、激光切除法等多种加工方法。利用这些技术来制造模具, 并利用模具对树脂进行成形, 由此制造由微透镜阵列形成的扩散板 10。也可以将模具直接作为反射型的扩散板来使用。扩散板 10 的成形方法从卷对卷成形、热压成形、利用了紫外线固化性树脂的成形、注塑成形等大量的成形方法中适当选择即可。在用作反射型的扩散板的情况下, 在具有微透镜阵列的曲率的透镜面上形成 Al (铝) 等的反射膜后再进行利用即可。

[0109] (模具制造工序 ST200 以及树脂成形工序 ST300)

[0110] 接着, 针对通过激光扫描型的无掩膜光刻法和电铸来制作模具的模具制作工序 (ST200)、通过利用该模具和紫外线固化性树脂的成形来成形出扩散板 10 的树脂成形工序 (ST300), 一边参照图 4 以及图 8 一边更详细地说明。图 8 是表示实施方式 1 的扩散板的模具制造工序的流程图。

[0111] 无掩膜光刻法包括: 向基板上涂敷光致抗蚀剂的抗蚀剂涂敷工序 (ST210); 向光致抗蚀剂曝光细微图案的曝光工序 (ST220); 以及对曝光之后的光致抗蚀剂进行显影而得到具有细微图案的母板的显影工序 (ST230)。

[0112] 首先, 在抗蚀剂涂敷工序 (ST210) 中, 向基板上涂敷正类型的光致抗蚀剂。光致抗蚀剂的涂敷膜的膜厚为欲形成的细微图案的高度以上的厚度即可。优选的是, 针对涂敷膜实施  $70^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$  的烘焙处理。

[0113] 接着, 在曝光工序 (ST220) 中, 针对涂敷工序中涂敷的光致抗蚀剂, 通过在扫描激光束的同时照射该激光束, 从而对光致抗蚀剂进行曝光。激光束的波长与光致抗蚀剂的种类相对应地选定即可, 能够选择例如  $351\text{nm}$ 、 $364\text{nm}$ 、 $458\text{nm}$ 、 $488\text{nm}$  ( $\text{Ar}^{+}$  激光的振荡波长)、 $351\text{nm}$ 、 $406\text{nm}$ 、 $413\text{nm}$  ( $\text{Kr}^{+}$  激光的振荡波长)、 $352\text{nm}$ 、 $442\text{nm}$  ( $\text{He}-\text{Cd}$  激光的振荡波长)、 $355\text{nm}$ 、 $473\text{nm}$  (半导体激励固体激光的脉冲振荡波长)、 $375\text{nm}$ 、 $405\text{nm}$ 、 $445\text{nm}$ 、 $488\text{nm}$  (半导体激光) 等。

[0114] 在微透镜 3 的曝光工序 (ST220) 中, 将激光功率调制为由微透镜 3 的形状和抗蚀剂感光度确定出的值, 同时使激光束在抗蚀剂上扫描。通过利用物镜聚光, 从而在抗蚀剂上使激光在焦点处汇聚。抗蚀剂上的激光光斑是通常具有有限直径的高斯分布。因此, 即使使激光功率呈阶梯状变化, 向抗蚀剂曝光的光量分布也不会呈阶梯状, 而成为具有固定的倾斜的光量分布。通过利用激光曝光的这种性质, 能够造型出平滑的斜面形状。

[0115] 接着, 在显影工序 (ST230) 中, 对曝光之后的光致抗蚀剂进行显影。光致抗蚀剂的显影能够通过各种公知的方法进行实施。能够使用的显影液没有特别的限制, 例如, 能够利用四甲基氢氧化铵 (TMAH) 等的碱性显影液。另外, 在显影工序 (ST230) 中, 与曝光量相对应地使光致抗蚀剂去除, 从而形成光致抗蚀剂的细微图案形状。例如, 在曝光工序 (ST220) 中, 在利用正类型抗蚀剂以与凹透镜的形状相对应的激光功率进行曝光的情况下, 能够得到在光致抗蚀剂形成有凹透镜形状的微透镜 3 的母板。

[0116] 接着, 在电铸工序 (ST240) 中, 通过利用镍金属蒸镀等, 在具有通过无掩膜光刻法

中的曝光工序以及显影工序形成的细微图案的光致抗蚀剂表面形成金属膜,从而制作模具。

[0117] 接着,在电铸工序(ST240)中,首先,通过镍金属蒸镀等,向具有细微图案的光致抗蚀剂表面实施导电化处理。并且,通过电铸,在镍蒸镀膜表面呈板状堆积镍直到成为期望的厚度。

[0118] 接着,在剥离工序(ST250)中,当将在电铸工序(ST240)中形成的镍板自光致抗蚀剂母板剥离时,得到形成有反转转印光致抗蚀剂上的凹透镜形状而成的凸透镜形状的模具(压模)。在需要凹透镜形状的情况下再次进行电铸工序即可。

[0119] 接着,在树脂成形工序(ST300)中,利用通过模具制造工序(ST200)形成的压模来成形树脂。

[0120] 进一步具体地说,首先,在压模的表面适量地涂敷例如光固化树脂。接着,在光固化树脂上覆盖基材。具体地说,利用手压辊将基材按压于光固化树脂,并且在将多余的光固化树脂挂掉的同时使基材覆盖于光固化树脂上。接着,自基材侧照射紫外光,使光固化树脂固化。另外,基材使用能够透过紫外光等光的材质。接着,将基材自压模剥离。在自压模剥离的基材上形成有光固化树脂的层。并且,向光固化树脂的层反转转印压模的构造,从而形成微透镜阵列。如上所述,能够制造扩散板10。

[0121] (具有微透镜形状的微反射镜的反射型扩散板的制造方法)

[0122] 在将扩散板10用作反射型的扩散板的情况下,通过在例如形成有微透镜阵列的构件的表面上真空蒸镀铝反射膜,从而形成微反射镜。并且,使光入射至微反射镜的铝表面,并使该光反射即可。另外,在为微透镜阵列仅形成于基板的单面的构件的情况下,也可以设为自基板的平面侧入射光,在形成有铝反射膜的微透镜阵列面处使光反射的结构。形成有该铝反射膜的微透镜阵列面也称为微反射镜。

[0123] 另一方面,扩散板10存在具有未形成反射膜的微透镜阵列面和形成有反射膜的平面的情况。在这种情况下,使光向未形成反射膜的微透镜阵列面入射,并在形成有反射膜的平面侧使光反射。

[0124] 并且,扩散板10存在具有在两个面成形有微透镜阵列的基板的情况。在这种情况下能够成为如下结构:在入射光的入射面侧,调整该反射膜的膜厚而形成半反射镜,在入射面的背面侧,以使反射率成为大致100%的方式调整该反射膜的膜厚。由此,扩散板10具有表背两个面的两个微透镜阵列。另外,根据需要,也可以为了保护铝反射膜而涂覆保护层。

[0125] 如上所示,在本发明的扩散板10中,角度调制部4分别支承多个微透镜3,向多个微透镜3赋予角度调制功能的角度调制分布组2以周期性重复的方式呈规定图案地配置。由此,由衍射产生的斑分离成多个,能够不对颗粒感造成影响地使亮度偏差、颜色偏差降低。由此,能够提供兼顾亮度偏差、颜色偏差较少的光学特性和良好的外观品质的扩散板。

[0126] 实施例

[0127] 接着,说明本实施方式的扩散板10的实施例。

[0128] 在实施例1中,利用所述的实施方式1的扩散板的制造方法,分成主面S1上的微透镜阵列和角度调制部4地进行设计。

[0129] 在实施例1的扩散板的设计中,假设向扩散板投影的放映仪光源的光瞳变宽,投影侧的瞳径 $\theta_i$ 为3.3deg(0.0576rad),假设主要光的波长 $\lambda$ 为630nm。由此,微透镜的间距P[ $\mu\text{m}$ ]

根据关系式1和2而处于 $\lambda/(4\theta_i) < P < \lambda/(0.1\theta_i)$ 之间即可,成为 $P=22[\mu\text{m}]$ 。由此,波长 $\lambda[\mu\text{m}]$ 和微透镜的间距 $P[\mu\text{m}]$ 之比 $\theta[\text{rad}]$ 成为 $\theta=0.0286[\text{rad}]$ ,因此,各微透镜调制角度 $\alpha[\text{rad}]$ 处于 $0.1 < \alpha/\theta < 10.0$ 的范围即可,成为 $\alpha=0.0269(=1.54[\text{deg}])$ ,成为 $\alpha/\theta \approx 0.94$ 。本实施例中的角度调制分布在X方向、Y方向上均具有 $1.54[\text{deg}]$ 的微小倾斜,另外,对于各自的倾斜角度而言,以成为四棱锥状、或者金字塔状的倾斜分布的方式确定斜率的方向。另外,角度调制分布组2配置为,以 $2 \times 2$ 即横向2行纵向2列为一个单位,在基板的主面上周期性地重复。图7示出设计好的角度调制部4。

[0130] 接着,对于微透镜3的形状进行说明。微透镜3的透镜形状也可以利用通常的旋转对称形状,在该情况下,微透镜3的剖面以下述的关系式5表示。在此,C表示曲率 $[1/\mu\text{m}]$ , $K_E$ 表示圆锥系数,r表示距中心轴的距离,z表示以中心轴和透镜面的交点为基准的垂度。曲率C利用曲率半径R而表示为 $C=1/R$ 。

[0131] [数1]

$$[0132] \quad Z = \frac{-Cr^2}{1 + \sqrt{1 - (K_E + 1)C^2r^2}} \quad (5)$$

[0133] 本实施例的扩散板所利用的基准微透镜30的剖面形状以下述的关系式6表示。在此,基准微透镜30是具有长方形的底面的环形图案透镜,在X方向以及Y方向上分别定义曲率。在此,将透镜的中心轴作为原点, $r_x$ 表示X方向上的距中心轴的距离, $r_y$ 表示Y方向上的距中心轴的距离, $C_x$ 表示X方向(XZ平面)的曲率 $[1/\mu\text{m}]$ , $C_y$ 表示Y方向的曲率 $[1/\mu\text{m}]$ , (XZ平面)的 $K_x$ 表示X方向(XZ平面)的圆锥系数, $K_y$ 表示Y方向(YZ平面)的圆锥系数。

[0134] [数2]

$$[0135] \quad Z = \frac{-Cr_x^2}{1 + \sqrt{1 - (K_x + 1)C_x^2r_x^2}} + \frac{-Cr_y^2}{1 + \sqrt{1 - (K_y + 1)C_y^2r_y^2}} \quad (6)$$

[0136] 在本实施例的扩散板中,将微透镜3的间距设为 $P_x=22\mu\text{m}$ , $P_y=22\mu\text{m}$ ,将X方向的曲率半径 $R_x[\mu\text{m}]$ 设为作为球面透镜( $K_x=0$ )的曲率半径 $R_x[\mu\text{m}]=40$ 。将Y方向的曲率半径 $R_y[\mu\text{m}]$ 设为作为球面透镜( $K_y=0$ )的曲率半径 $R_y[\mu\text{m}]=22$ 。另外,将全部的基准微透镜30的最低部分的高度设为基准高度。

[0137] 通过对角度调制部4的XY平面上的各位置的高度(Z方向上的位置)和基准微透镜30的XY平面上的各位置的高度(Z方向上的位置)进行求和,从而计算出角度调制分布组2的XY平面上的各位置的高度。由此,能够求出角度调制分布组2的形状。

[0138] 基于上述的内容,设计出扩散板10表面的大约 $30\text{mm} \times 60\text{mm}$ 的微透镜阵列区域(ST100)。利用该设计数据,经由所述的模具制作工序(ST200),得到形成有具有多个凸透镜形状的微透镜阵列形状部的压模。图9表示由共聚焦激光显微镜观察该压模的透镜形状得到的观察图像,图10表示横跨微透镜阵列形状部的中心的剖面轮廓。即,图9是表示用于制造实施例1的扩散板的压模的激光显微镜观察图像的图。图10是横跨用于制造实施例1的扩散板的压模的微透镜阵列形状部的中心的剖面轮廓。如图9以及图10所示,压模10a具有与扩散板10的角度调制分布组2(参照图2)相对应的角度调制分布组对应部2a以及与扩散板10的微透镜3相对应的微透镜对应部3a。微透镜对应部3a的一边的长度为 $22\mu\text{m}$ 。并且,压模

10a包含与扩散板10的基板1(参照图1B)相对应的基板对应部1a以及与角度调制部4相对应的角度调制部对应部4a。另外,在图10中,为了容易理解,放大地绘制出角度调制部对应部4a的一个部位即角度调制对应部要素41a。角度调制对应部要素41a具有朝向上方呈三角形状突出的形状,该斜面以随着其位置越远高度越高的方式倾斜。如图10所示,微透镜对应部3a具有凸出的凸透镜形状。另外,位于位置 $62\mu\text{m}\sim 84\mu\text{m}$ 的微透镜对应部3a与角度调制对应部要素41a同样地,以位置越远高度越高的方式倾斜。即,在图9以及图10中能够确认形成有设置有微小的倾斜的多个凸透镜形状。

[0139] 接着,利用图9所示的压模,进行利用了光固化树脂的成形。作为基材,利用厚度 $0.3\text{mm}$ 的聚碳酸酯薄膜,使折射率 $1.52$ 的丙烯酸类光固化树脂流入压模和基材之间进行成形,从而制作出实施例1的扩散板。

[0140] 在图12中示出如下图像,利用采用LED光源的放映仪,向通过成形得到的本实施例的扩散板投影白色图像,并使利用凹面镜使透过光反射之后的像再次被玻璃面反射,再利用数字照相机拍摄得到的图像。即,图12是投影在实施例1的扩散板的图像。图13是图12所示的实施例1的扩散板的、朝向纸面地放大左上部后的图像。

[0141] 图14是投影在实施例2的扩散板的图像。实施例2的扩散板,除了角度调制部的设计以外,利用与本实施例同样的设计方法进行了设计。在实施例2的扩散板中,角度调制部为四棱锥台状换言之为戴头四棱锥状,角度调制部的角度调制分布由 $3\times 3$ 即横向3行纵向3列的角度调制分布组形成,基本的斜面角度设定为 $1.04[\text{deg}]$ 。图15是图14所示的扩散板的、朝向纸面地放大左上部后的图像。

[0142] 图11中示出与实施例2的各位置相对的高度。在此,四个角处的微透镜在X方向以及Y方向上设定为 $1.04[\text{deg}]$ ,该表面以其高度朝向 $3\times 3$ 的角度调制分布组的处于中心的微透镜变高的方式倾斜。另外,与该 $3\times 3$ 的角度调制分布组的中心的微透镜相邻的四个微透镜以其高度仅在X方向或者Y方向上朝向中心变高 $1.04[\text{deg}]$ 的方式倾斜。配置于该 $3\times 3$ 的角度调制分布组的中心的微透镜没有倾斜,具体地说,设定相对于基板实质上平行的平面。以该 $3\times 3$ 的角度调制分布组为基本单位,在基板1的主面S1上以周期性重复或者铺设的方式进行配置。

[0143] (与相关技术的比较例的比较结果1)

[0144] 接着,对于将实施例1和实施例2与相关技术的比较例1相比较的结果进行说明。图16是投影在比较例1的扩散板的图像。图17是图16所示的比较例1的扩散板的、朝向纸面地放大左上部后的图像。

[0145] 比较例1是利用相关技术制作出的微透镜阵列。比较例1的微透镜阵列除了不具有角度调制部以外,具有与实施例1的微透镜阵列相同的结构。即,比较例1的微透镜阵列仅由具有与实施例1的微透镜阵列相同形状的基准微透镜形成。

[0146] 如图12~图17所示,在实施例1以及实施例2中,颜色偏差与比较例1相比较少,颗粒感与比较例1相同,为良好。

[0147] (与相关技术的比较例的比较结果2)

[0148] 接着,对于将实施例1和实施例2与相关技术的比较例2相比较的结果进行说明。图18是投影在比较例2的扩散板的图像。图19是图18所示的比较例2的扩散板的、朝向纸面地放大左上部后的图像。

[0149] 比较例2是利用压模制造出专利文献4记载那样的具有随机性的微透镜阵列的例子。具体地说,比较例2的微透镜阵列按照预先确定出用于定义细微构造的形状或者位置的参数中的至少一个参数的概率密度函数进行随机分布。比较例2的扩散板设为与本实施例同样的环形图案透镜形状,各微透镜阵列的X方向的间距为 $60\mu\text{m}$ ,作为球面透镜( $K_x=0$ )的曲率半径 $R_x[\mu\text{m}]$ 为135.3、170.8、162.5、136.2,Y方向的间距为 $60\mu\text{m}$ ,作为非球面透镜( $K_y=-0.45$ )的曲率半径 $R_y[\mu\text{m}]$ 为58.5、57.9、65.8。各个微透镜在X方向或者Y方向上随机地设定这些透镜形状。

[0150] 在比较例2中,颜色偏差几乎确认不到,整体上表面粗糙,颗粒感较高。如图12~图15、图18以及图19所示,在实施例1以及实施例2中,颗粒感与比较例2相比较低,为良好。

[0151] 另外,本发明不限于上述实施方式,在不脱离主旨的范围内能够适当地变更。例如,在扩散板10上排列的微透镜3不限于透过型的透镜。也可以是,在反射型的扩散板10的主面S1上与微透镜3同样地呈格子状形成有具有与微透镜3同样的凹凸形状的光扩散图案(也称为微反射镜)。

[0152] 另外,也可以是,在扩散板10上配置有具有透镜功能的多个细微构造体来代替多个微透镜3。也可以是,具有透镜功能的细微构造体例如通过副波长的细微构造来形成折射率分布,从而使光折射。

[0153] 本申请主张以2016年4月27日提出的日本出愿特愿2016-088904为基础的优先权,这里引入该公开的全部内容。

[0154] 附图标记的说明

[0155] 10、扩散板、1、基板、2、(微透镜)角度调制分布组、3、微透镜、4、角度调制部。

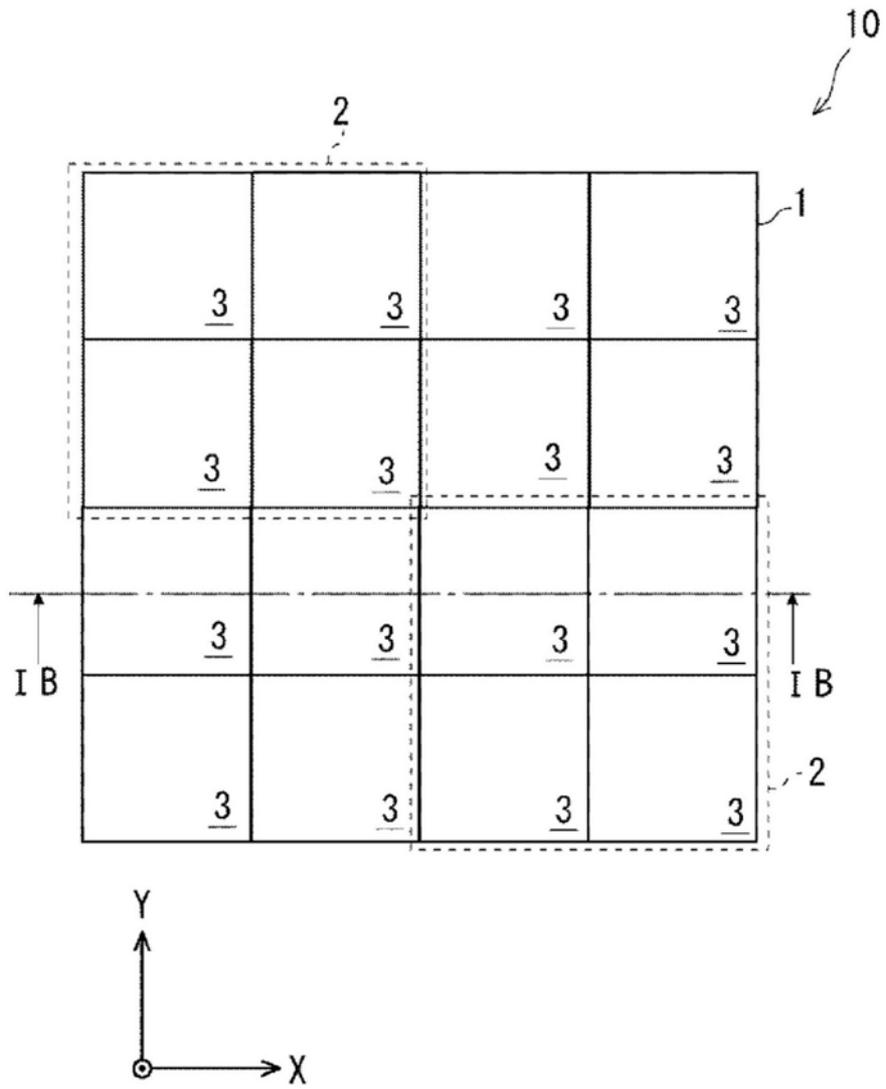


图1A

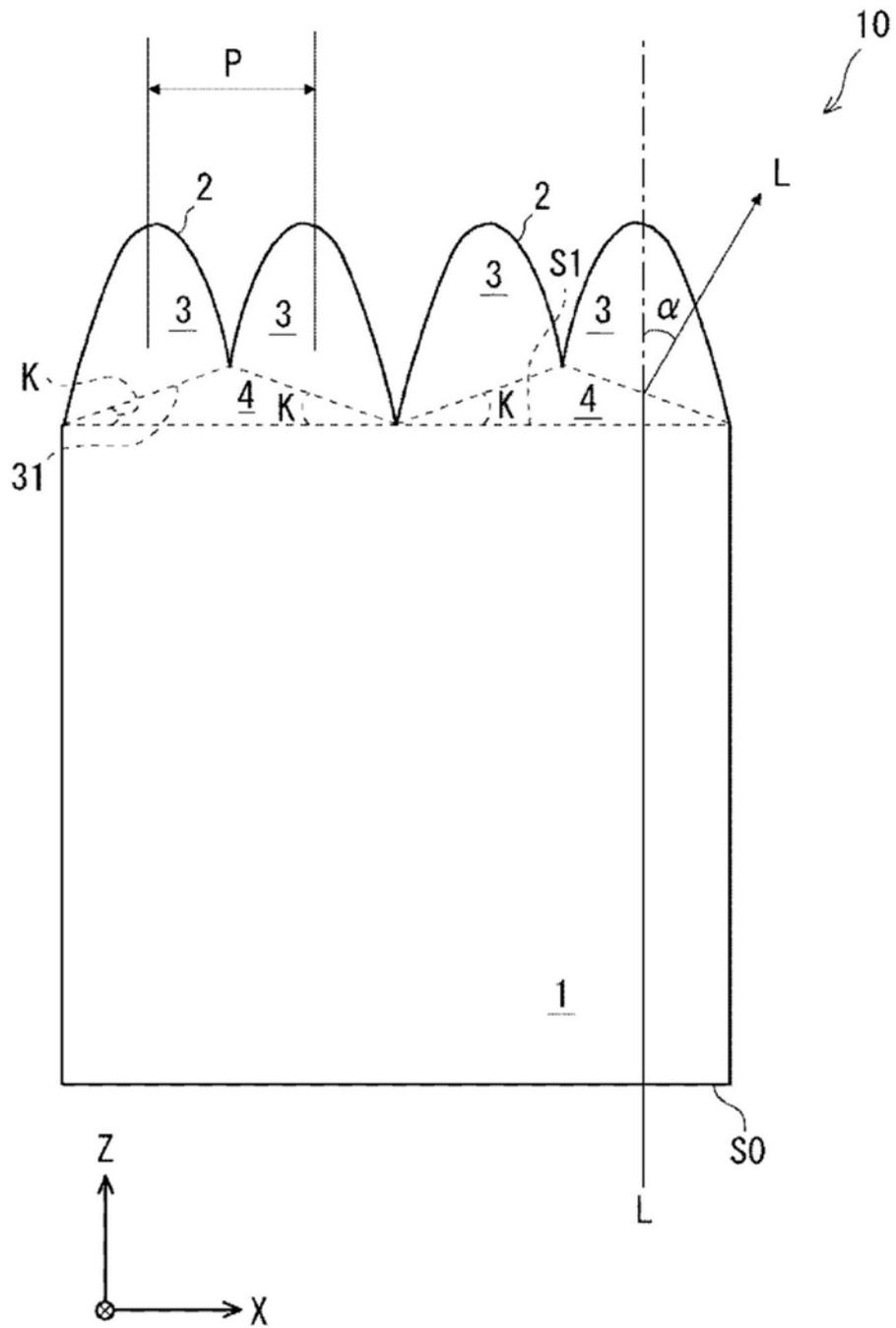


图1B

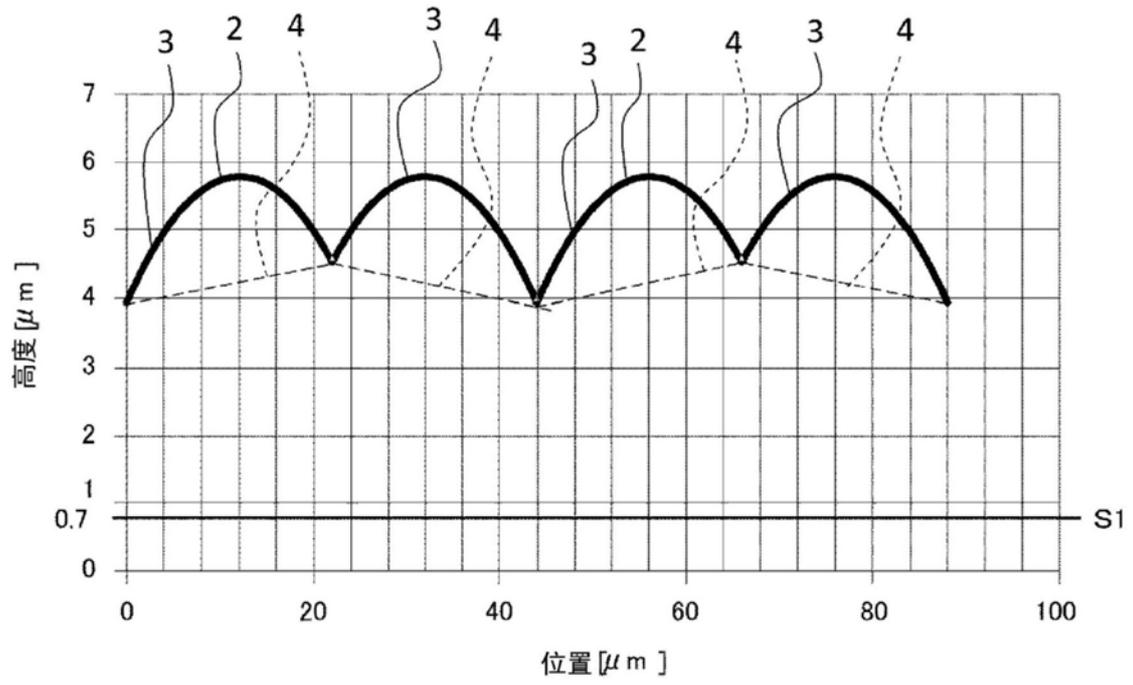


图2

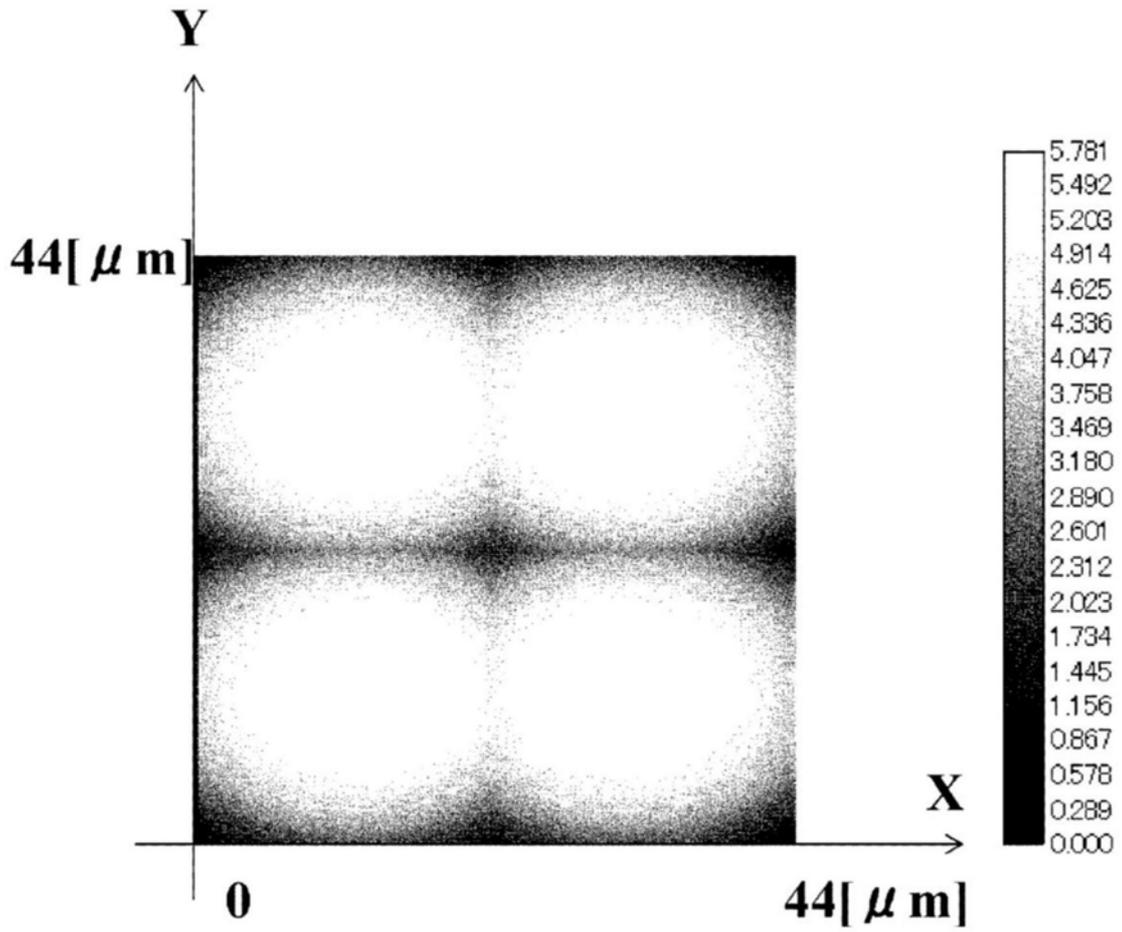


图3

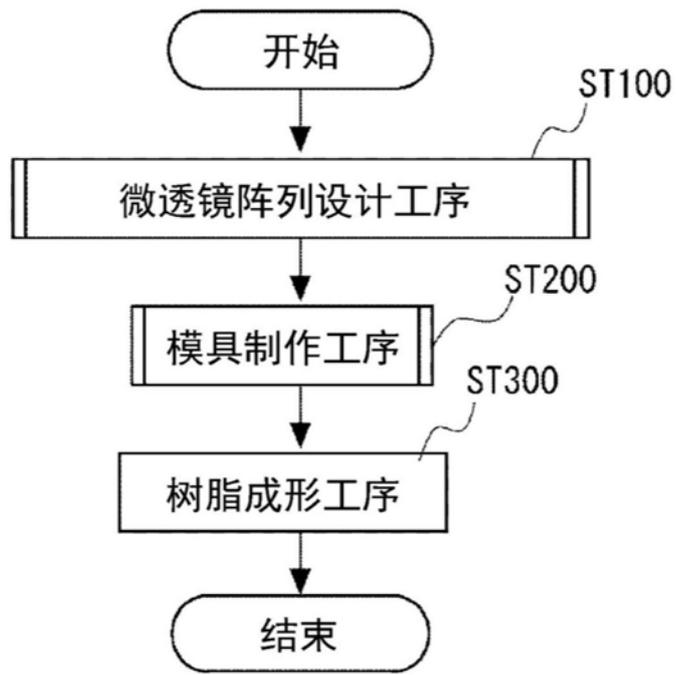


图4

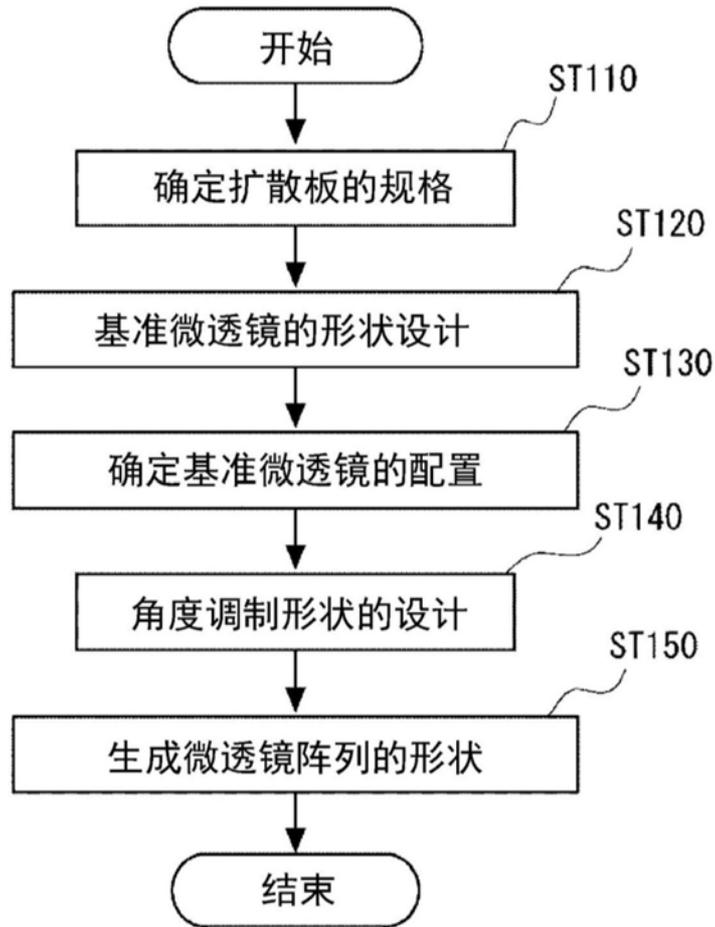


图5

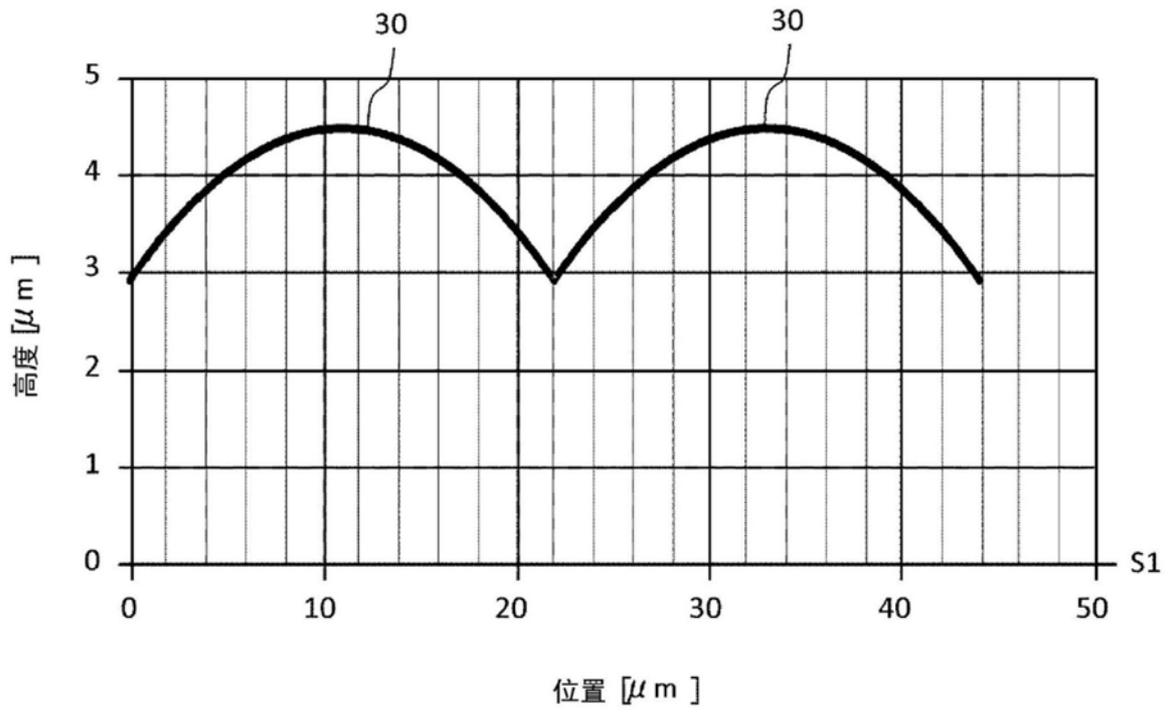


图6

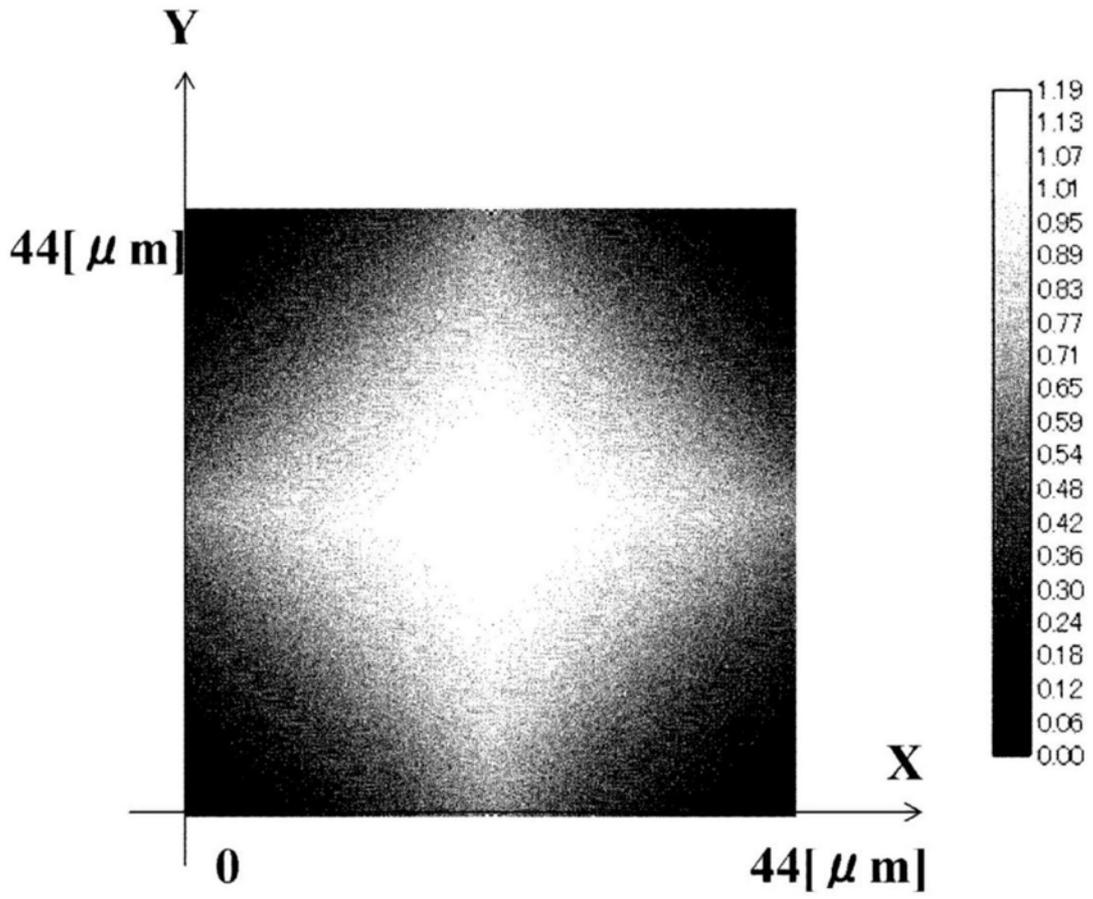


图7

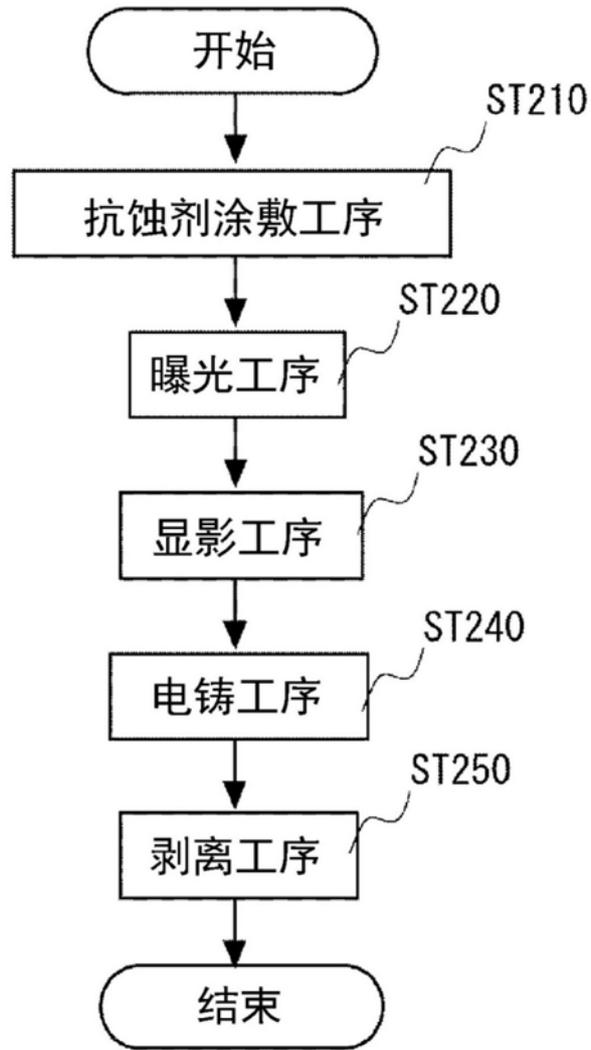


图8

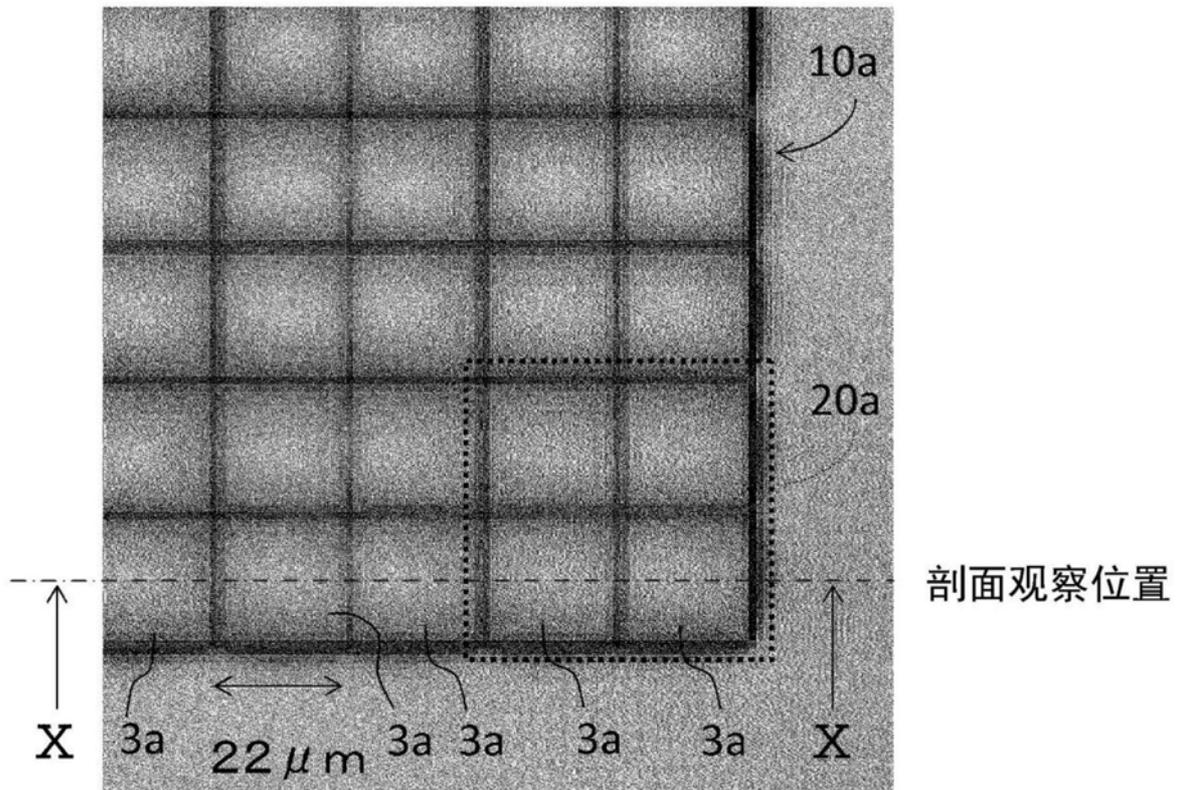


图9

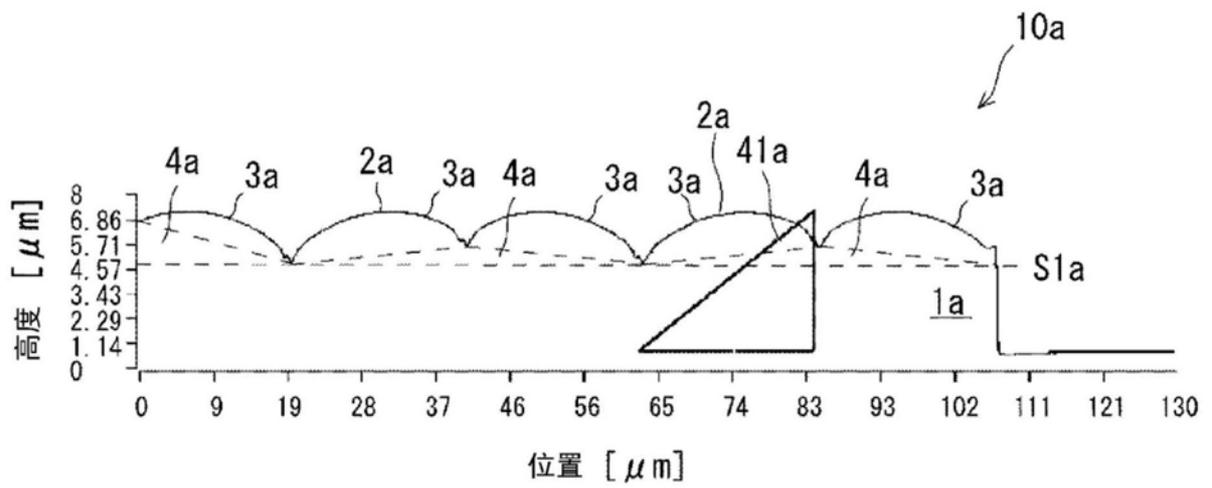


图10

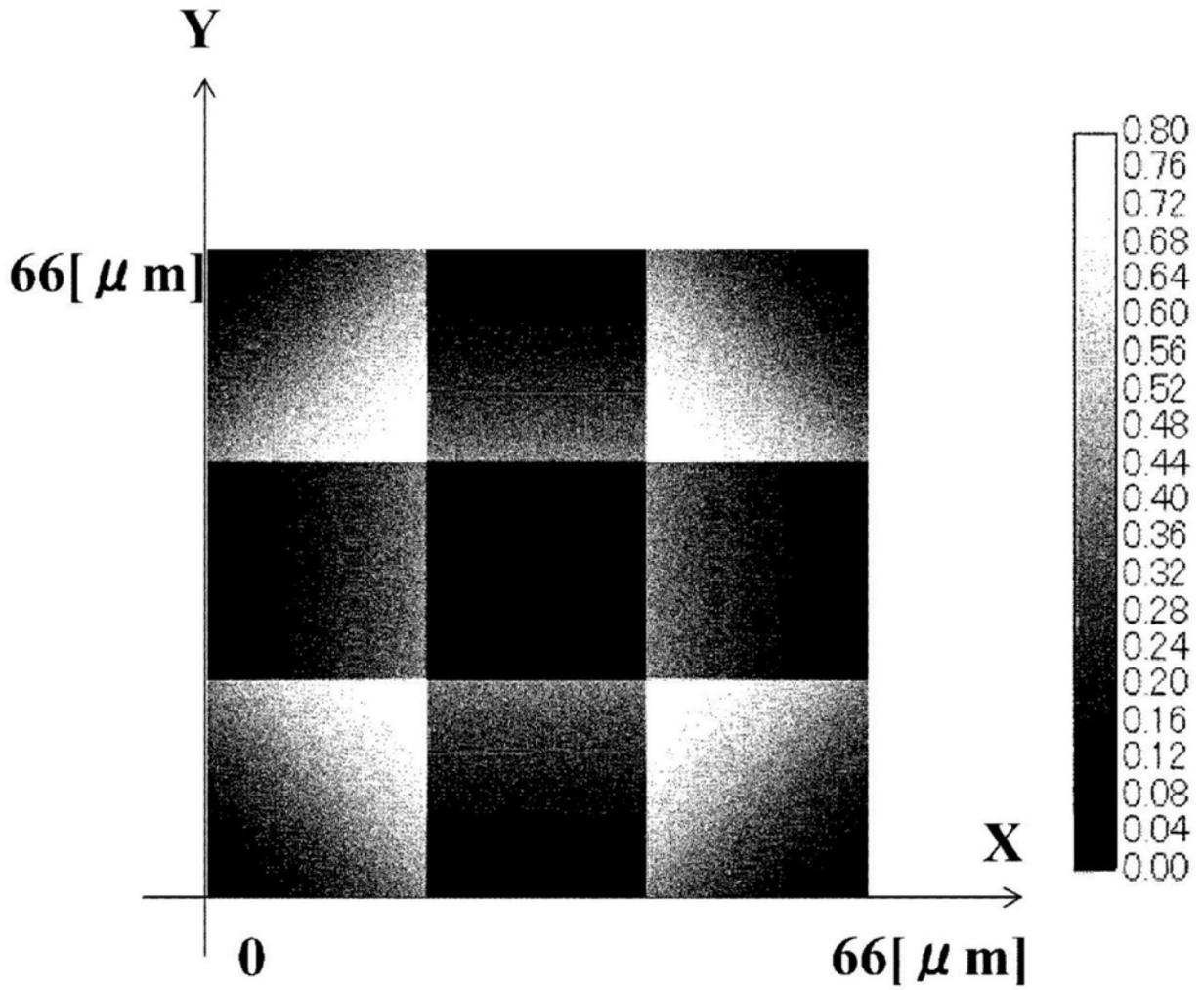


图11

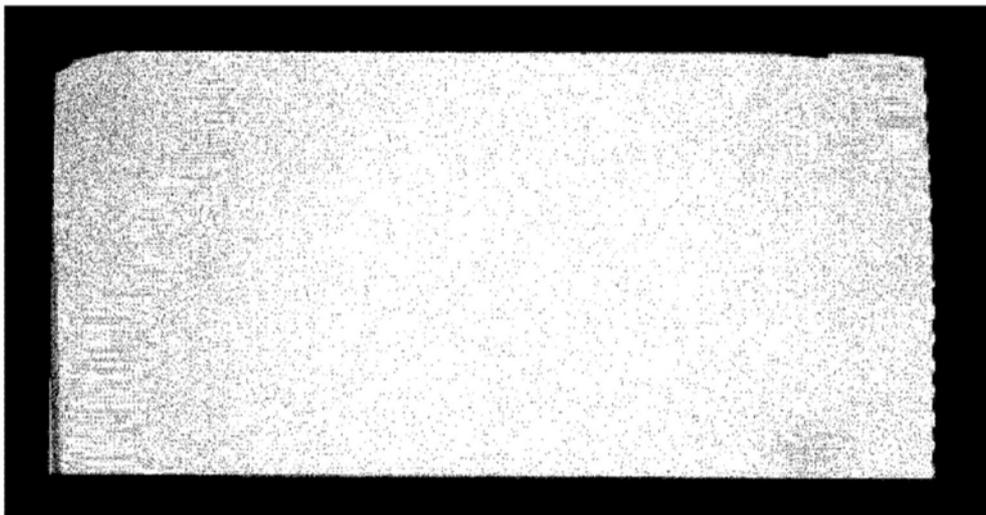


图12

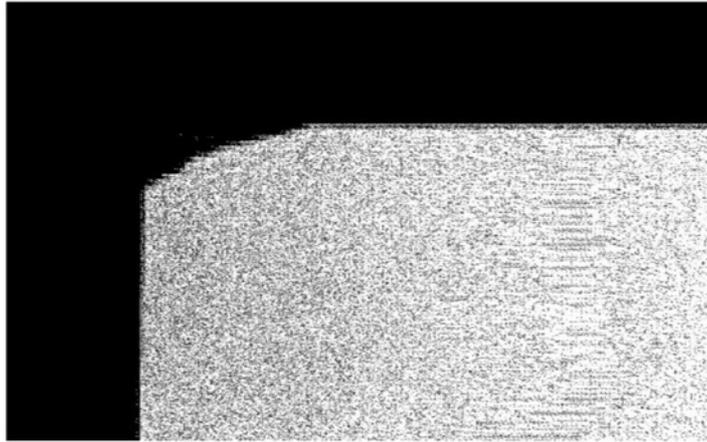


图13

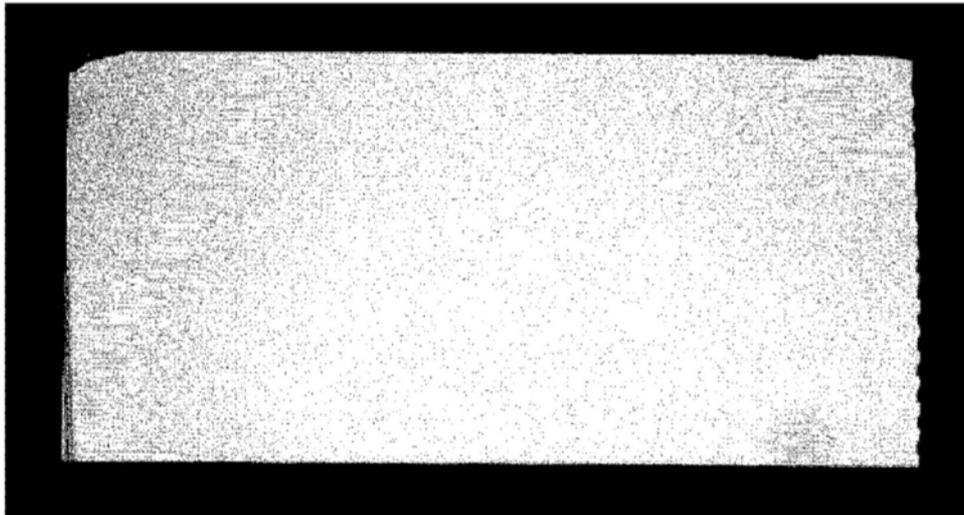


图14

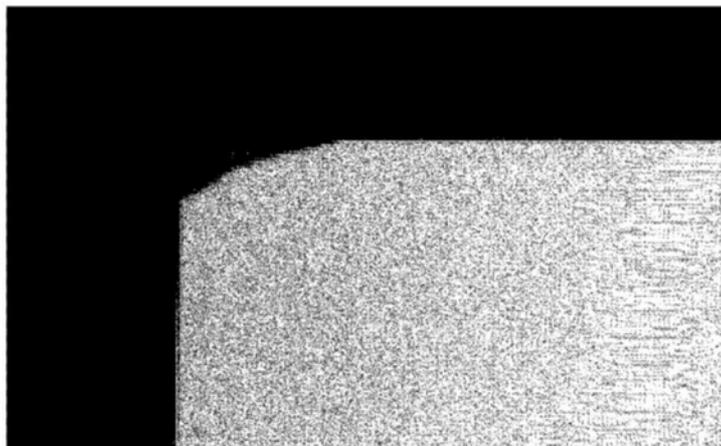


图15

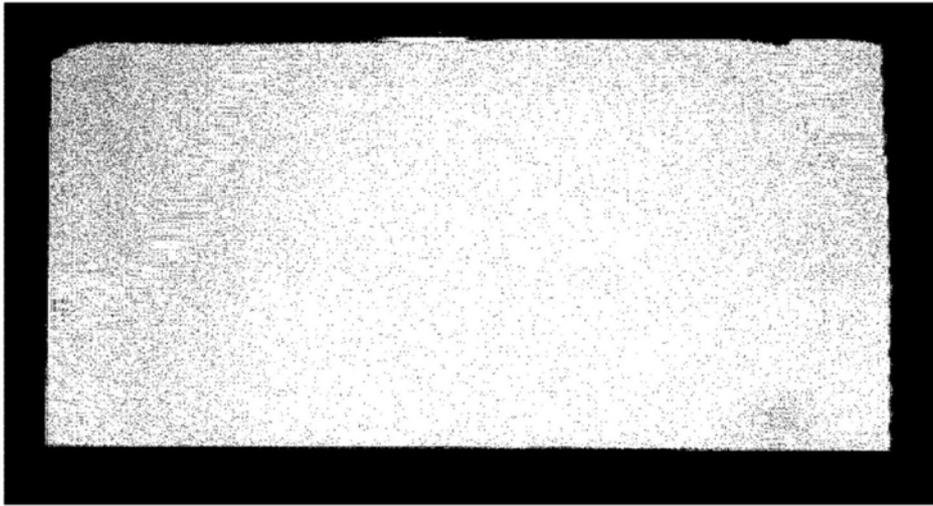


图16

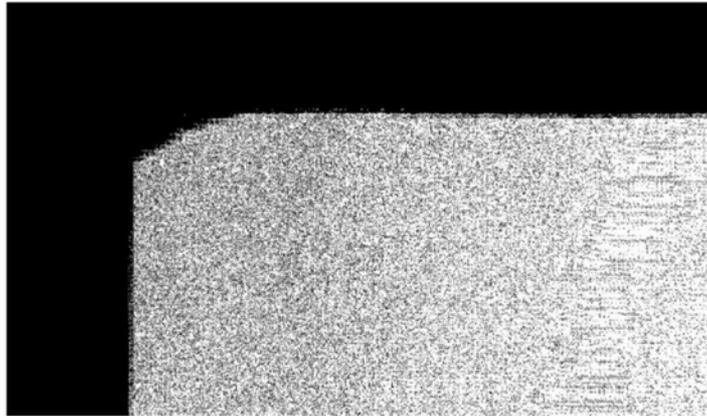


图17

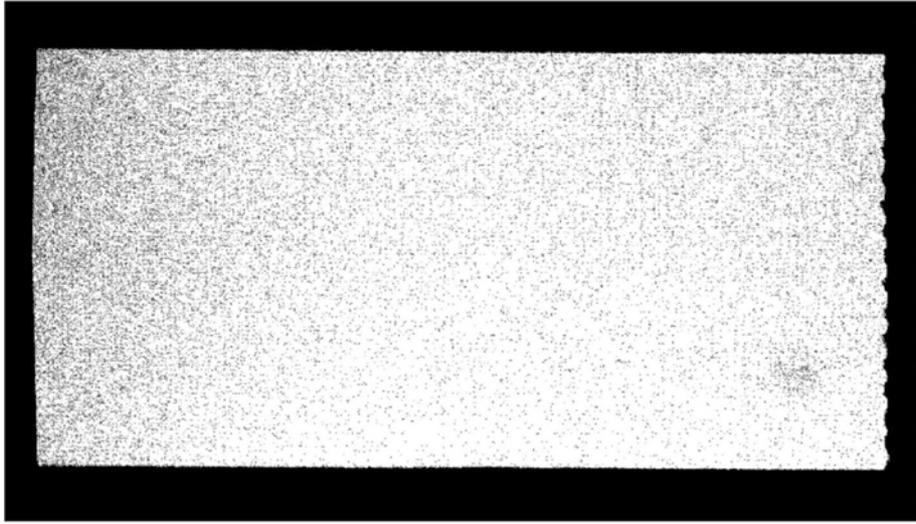


图18

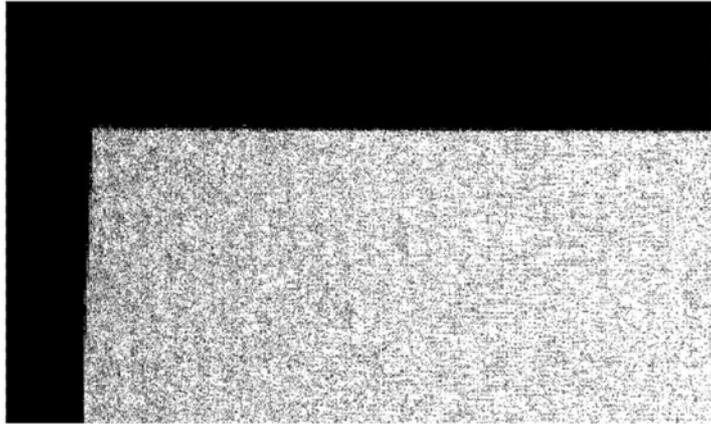


图19