



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104884989 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 02

- (21) 申请号 201380068231. X G02B 27/18(2006. 01)
- (22) 申请日 2013. 12. 18 G03B 27/54(2006. 01)
- (30) 优先权数据 G03G 15/04(2006. 01)
 - 2012-284439 2012. 12. 27 JP H04N 1/028(2006. 01)
 - H04N 1/036(2006. 01)
- (85) PCT国际申请进入国家阶段日 G02B 3/00(2006. 01)
 - 2015. 06. 26 G02B 3/06(2006. 01)
- (86) PCT国际申请的申请数据
 - PCT/JP2013/085017 2013. 12. 18
- (87) PCT国际申请的公布数据
 - W02014/104264 EN 2014. 07. 03
- (71) 申请人 佳能株式会社
 - 地址 日本东京
- (72) 发明人 斋贺丈庆 寺村昌泰 宫岛悠
- (74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
 - 利商标事务所 11038
 - 代理人 罗银燕
- (51) Int. Cl.
 - G02B 13/26(2006. 01)

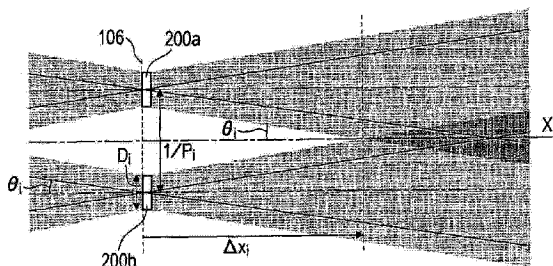
权利要求书3页 说明书29页 附图19页

(54) 发明名称

光学装置、图像形成装置和图像读取装置

(57) 摘要

一种光学装置包含：光源，该光源包含沿第一方向排列的多个发光点；和成像光学系统，该成像光学系统包含沿所述第一方向排列的多个透镜光学系统。所述成像光学系统在光接收面上形成所述多个发光点的图像。在第一截面中和第二截面中，输入到所述光接收面的成像光束的发散角的最大值的半值、分辨率以及在所述光接收面上所形成的多个发光点的每个图像的大小满足预定的条件。



1. 一种光学装置,包括:

光源,该光源包含沿第一方向排列的多个发光点;和
 成像光学系统,该成像光学系统包含沿所述第一方向排列的多个透镜光学系统;
 其中,所述成像光学系统在光接收表面上形成所述多个发光点的图像;
 并且其中,满足以下的条件:

[数学 1]

$$0.8 \leq \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \tan \theta_m}{1 - P_m D_m \tan \theta_s} \leq 1.2$$

这里,在与所述第一方向和透镜光学系统的轴方向平行的第一截面中, θ_m 代表输入到所述光接收表面的成像光束的发散角的最大值的半值, P_m 代表分辨率,并且 D_m 代表在所述光接收表面上所形成的多个发光点的每个图像的大小,并且

在与所述第一方向垂直的第二截面中, θ_s 代表输入到所述光接收表面的成像光束的发散角的最大值的半值, P_s 代表分辨率,并且 D_s 代表在所述光接收表面上所形成的多个发光点的每个图像的大小。

2. 根据权利要求 1 的光学装置,其中, θ_m 是作为有效发散角的最大值的半值的 θ_m' ,并且 θ_s 是作为有效发散角的最大值的半值的 θ_s' 。

3. 根据权利要求 1 的光学装置,其中,所述成像光学系统在第一截面中在所述光接收表面上执行多个发光点中的每一个的正立等大成像,并且在第二截面中在所述光接收表面上执行多个发光点中的每一个的倒立成像。

4. 根据权利要求 1 的光学装置,其中,所述多个透镜光学系统分别具有变形表面。

5. 根据权利要求 1 的光学装置,其中,所述多个透镜光学系统分别包含沿透镜光学系统的光轴方向排列的多个透镜部分。

6. 根据权利要求 1 的光学装置,其中,所述成像光学系统在第二截面中为放大系统。

7. 根据权利要求 1 的光学装置,其中,所述多个发光点为有机发光器件。

8. 一种光学装置,包括:

光源,该光源包含沿第一方向排列的多个发光点;和
 成像光学系统,该成像光学系统包含沿所述第一方向排列的多个透镜光学系统;
 其中,所述成像光学系统在光接收表面上形成所述多个发光点的图像;
 并且其中,满足以下的条件:

[数学 10]

$$0.8 \leq \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \frac{n_m p}{T}}{1 - P_m D_m} \leq 1.2$$

这里,在与所述第一方向和透镜光学系统的轴方向平行的第一截面中, p 代表所述多个透镜光学系统的阵列间距, n_m 代表来自所述多个发光点中的一个的光线通过的透镜光学系统的最大数量, P_m 代表分辨率,并且 D_m 代表在所述光接收表面上所形成的多个发光点的每个图像的大小,并且

在与所述第一方向垂直的第二截面中, T 代表所述成像光学系统的最大有效宽度, P_s 代表分辨率,并且 D_s 代表在所述光接收表面上所形成的多个发光点的每个图像的大小。

9. 根据权利要求 8 的光学装置,其中,所述最大数量 n_m 为最大有效数量 n_m' 。

10. 根据权利要求 8 的光学装置,满足 $n_m \leq 4$ 的条件。

11. 根据权利要求 8 的光学装置,其中,所述成像光学系统在第一截面中在所述光接收表面上执行多个发光点中的每一个的正立等大成像,并且在第二截面中在所述光接收表面上执行多个发光点中的每一个的倒立成像。

12. 根据权利要求 8 的光学装置,其中,所述多个透镜光学系统分别具有变形表面。

13. 根据权利要求 8 的光学装置,其中,所述多个透镜光学系统分别包含沿透镜光学系统的光轴方向排列的多个透镜部分。

14. 一种图像形成装置,包括:

光学装置,该光学装置包含:

光源,该光源包含沿第一方向排列的多个发光点,和

成像光学系统,该成像光学系统包含沿所述第一方向排列的多个透镜光学系统;

其中,所述成像光学系统在光接收表面上形成所述多个发光点的图像;

其中,满足以下的条件:

[数学 1]

$$0.8 \leq \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \tan \theta_m}{1 - P_m D_m \tan \theta_s} \leq 1.2$$

这里,在与所述第一方向和透镜光学系统的轴方向平行的第一截面中, θ_m 代表输入到所述光接收表面的成像光束的发散角的最大值的半值, P_m 代表分辨率,并且 D_m 代表在所述光接收表面上所形成的多个发光点的每个图像的大小,并且

在与所述第一方向垂直的第二截面中, θ_s 代表输入到所述光接收表面的成像光束的发散角的最大值的半值, P_s 代表分辨率,并且 D_s 代表在所述光接收表面上所形成的多个发光点的每个图像的大小;

显影单元,该显影单元被配置为将通过所述光学装置在设置在感光部件上的感光表面上形成的静电潜像显影为调色剂图像;

转印单元,该转印单元被配置为将所显影的调色剂图像转印到转印介质;以及

定影单元,该定影单元被配置为将所转印的调色剂图像定影到转印介质中;

其中,所述成像光学系统被设置为使得与所述第一方向和透镜光学系统的光轴方向垂直的第二方向为所述感光部件的旋转方向。

15. 一种光学装置,包括:

成像光学系统,该成像光学系统包含沿第一方向排列的多个透镜光学系统;

其中,所述成像光学系统在光接收表面上形成原稿的图像;

并且其中,满足以下的条件:

[数学 26]

$$0.8 \leq \frac{P_m \tan \theta_m}{P_s \tan \theta_s} \leq 1.2$$

这里,在与所述第一方向和透镜光学系统的轴方向平行的第一截面中, θ_m 代表输入到光接收单元的成像光束的发散角的最大值的半值,并且 P_m 代表分辨率,并且

在与所述第一方向垂直的第二截面中， θ_s 代表输入到所述光接收表面的成像光束的发散角的最大值的半值，并且 P_s 代表分辨率。

16. 根据权利要求 15 的光学装置，其中， θ_m 是作为有效发散角的最大值的半值的 θ_m' ，并且 θ_s 是作为有效发散角的最大值的半值的 θ_s' 。

17. 一种光学装置，包括：

成像光学系统，该成像光学系统包含沿第一方向排列的多个透镜光学系统；

其中，所述成像光学系统在光接收表面上形成原稿的图像；

并且其中，满足以下的条件：

[数学 27]

$$0.8 \leq \frac{P_m n_m p}{P_s T} \leq 1.2$$

这里，在与所述第一方向和透镜光学系统的轴方向平行的第一截面中， p 代表所述多个透镜光学系统的阵列间距， n_m 代表来自多个发光点中的一个的光线通过的透镜光学系统的最大数量， P_m 代表分辨率，并且

在与所述第一截面垂直的第二截面中， T 代表所述成像光学系统的最大有效宽度，并且 P_s 代表分辨率。

18. 根据权利要求 17 的光学装置，其中，所述最大数量 n_m 为最大有效数量 n_m' 。

19. 一种图像读取装置，包括：

光学装置，该光学装置包含：

成像光学系统，该成像光学系统包含沿第一方向排列的多个透镜光学系统，

其中，所述成像光学系统在光接收表面上形成多个发光点的图像；

其中，满足以下的条件：

[数学 26]

$$0.8 \leq \frac{P_m \tan \theta_m}{P_s \tan \theta_s} \leq 1.2$$

这里，在与所述第一方向和透镜光学系统的轴方向平行的第一截面中， θ_m 代表输入到所述光接收表面的成像光束的发散角的最大值的半值，并且 P_m 代表分辨率，并且

在与所述第一方向垂直的第二截面中， θ_s 代表输入到所述光接收表面的成像光束的发散角的最大值的半值，并且 P_s 代表分辨率；

照明单元，该照明单元被配置为照射原稿；

光接收器单元，该光接收器单元被设置在所述成像光学系统的像面处、被配置为接收光通过所述成像光学系统被会聚在其上的原稿的光线；以及

驱动单元，该驱动单元被配置为沿与所述第一方向和透镜光学系统的光轴方向垂直的第二方向改变所述成像光学系统与原稿之间的相对位置。

光学装置、图像形成装置和图像读取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光学装置,并且更特别地涉及适当地应用到例如图像形成装置或图像读取装置的光学装置。

背景技术

[0002] 近年来,已开发了包含具有由多个透镜构成的透镜阵列的光学装置的图像形成装置和图像读取装置。与通过多棱镜扫描感光部件的配置和通过使用多个透镜和镜子读取图像的配置等相比,该配置使得能够实现装置大小和成本的降低。

[0003] PTL 1 公开了沿一个方向(第一方向)排列多个透镜的透镜阵列。该多个透镜中的每一个在与第一方向和光轴方向平行的截面(第一截面)内执行物体的正立等大成像,并且在与第一方向垂直的截面(第二截面)内执行物体的倒立等大成像。与在第一截面中执行正立等大成像的光学系统相比,该配置使得透镜放大率(power)能够在第二截面内更小。这在实现分辨率和光可用效率二者上是有利的。

[0004] 现在,除了分辨率以外,让我们考虑作为透镜阵列的成像能力的表示的场深度。场深度表示可在图像场位置前后获得预定分辨率的光轴上的范围。通常,具有大的场深度的透镜阵列具有较低的光可用效率,并且,具有大的光可用效率的透镜阵列具有较低的场深度。并且,透镜阵列在第一和第二截面内必须具有确保的分辨率,因此,必须对两个截面内的共同场深度给予考虑。

[0005] 但是,在 PTL 1 中公开的透镜阵列在从阵列光源的发光点接收光线的输入时没有考虑第一和第二截面二者内的共同场深度。也就是说,在 PTL 1 中描述的透镜阵列具有第一截面中的场深度和第二截面中的场深度不同的配置。共同场深度由两个截面中的场深度中的较小者确定,因此,根据 PTL 1 的透镜阵列在一个截面中具有确保的不必要大的场深度。因此,在 PTL 1 中公开的透镜阵列不是用于实现分辨率和光可用效率二者的最佳配置,因为在一个截面处以超过共同场深度的量损失光可用效率。

[0006] 并且,根据阵列光源的每个发光点的位置,透镜阵列的共同场深度也不同。因此,必须考虑发光点的差异,以实现分辨率和光可用效率二者,但是,关于在 PTL 1 中描述的透镜阵列,不存在考虑发光点的差异的公开或暗示。

[0007] 引文列表

[0008] 专利文献

[0009] PTL 1 日本专利公开 No. 63-274915

发明内容

[0010] 已经发现,期望提供在第一和第二截面中的每一个处实现光可用效率和成像能力二者的光学装置。

[0011] 根据本发明的方面的光学装置包含:光源,该光源包含沿第一方向排列的多个发光点;和成像光学系统,该成像光学系统包含沿所述第一方向排列的多个透镜光学系统。所

述成像光学系统在光接收表面上形成所述多个发光点的图像。满足以下的条件：

[0012] [数学 1]

$$[0013] \quad 0.8 \leq \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \tan \theta_m}{1 - P_m D_m \tan \theta_s} \leq 1.2$$

[0014] 这里,在与所述第一方向和透镜光学系统的轴方向平行的第一截面中, θ_m 代表输入到所述光接收表面的成像光束的发散角(孔径角)的最大值的半值, P_m 代表分辨率,并且 D_m 代表在所述光接收表面上所形成的多个发光点的每个图像的大小,并且

[0015] 在与所述第一方向垂直的第二截面中, θ_s 代表输入到所述光接收表面的成像光束的发散角(孔径角)的最大值的半值, P_s 代表分辨率,并且 D_s 代表在所述光接收表面上所形成的多个发光点的每个图像的大小。

[0016] 从以下参照附图的示例性实施例的描述,本发明的进一步特征将变得清楚。

附图说明

[0017] 图 1A ~ 1C 是根据第一实施例的光学装置的主要部分的示意图。

[0018] 图 2 是用于描述场深度的概念图。

[0019] 图 3A ~ 3D 是示出根据第一实施例的发光点成像的方式的示图。

[0020] 图 4A 和图 4B 是用于描述如何排列场深度的示图。

[0021] 图 5A 和图 5B 是示出根据第一实施例的成像光学系统的场深度特性的示图。

[0022] 图 6A 和图 6B 是示出根据第二实施例的成像光学系统的场深度特性的示图。

[0023] 图 7A ~ 7D 是示出根据第三实施例的发光点成像的方式的示图。

[0024] 图 8A 和图 8B 是示出根据第三实施例的成像光学系统的场深度特性的示图。

[0025] 图 9 是示出根据第三实施例的透镜光学系统的物体高度与光可用效率之间的关系的关系的示图。

[0026] 图 10A ~ 10D 是示出根据第四实施例的发光点成像的方式的示图。

[0027] 图 11A 和图 11B 是示出根据第四实施例的成像光学系统的场深度特性的示图。

[0028] 图 12A ~ 12D 是示出根据第五实施例的发光点成像的方式的示图。

[0029] 图 13A 和图 13B 是示出根据第五实施例的成像光学系统的场深度特性的示图。

[0030] 图 14A ~ 14C 是根据第六实施例的光学装置的主要部分的示意图。

[0031] 图 15A ~ 15D 是示出根据第六实施例的发光点成像的方式的示图。

[0032] 图 16A 和图 16B 是示出根据第六实施例的成像光学系统的场深度特性的示图。

[0033] 图 17 是根据实施例的图像形成装置的主要部分的示意图。

具体实施方式

[0034] 以下将参照附图进行关于本发明的实施例的描述。

[0035] 图 1A ~ 1C 是应用到图像形成装置的根据第一实施例的光学装置的主要部分的示意图。图 1A 示出第一截面(X-Y 截面),图 1B 示出第二截面(Z-X 截面),并且图 1C 是从光轴方向(X 方向)的前视图。根据本实施例的光学装置包括包含排列在物体面上的多个发光点的光源 101 和将从光源 101 发射的多个光线会聚在光接收表面 106(像面)上的成像光学系统 105。

[0036] 光源 101 包含沿第一方向 (Y 方向) 以相等的间隔排列的多个发光点。可对发光点使用 LED、有机电致发光 (EL) 器件 (元件)、激光器件等。诸如感光鼓的感光部件被设置在光接收表面 106。在光学装置要被应用到图像读取装置的情况下, 定位原稿代替光源 101, 并且, 诸如 CMOS 传感器等的光接收器传感器 (线传感器) 定位在光接收表面 106 代替感光部件。

[0037] 成像光学系统 105 是包括包含沿第一方向排列的多个透镜单元的成像单元 102 和 104 以及用于遮蔽杂散光线的遮蔽部分 103 的透镜阵列。如图 1C 所示, 成像单元 102 和 104 被配置为沿以相同的间隔沿第一方向排列相同形状的多个透镜部分的透镜行的第二方向 (Z 方向) 具有一行。以下, 设置在相同光轴上的成像单元 102 和 104 中的透镜部分将被统一描述为透镜光学系统 105a。

[0038] 透镜光学系统 105a 的透镜表面 102a、102b、104a 和 104b 均具有变形非球面形态 (变形表面)。遮蔽部分 103 用于允许通过成像单元 102 的光线中的有助于成像的光线通过且遮蔽无助于成像的杂散光线。在以下的描述中, 不考虑遮蔽部分 103 的厚度 (第二方向上的厚度)。

[0039] 如图 1A 所示, 成像单元 102 的透镜部分在与第一方向和透镜光学系统 105a 的光轴方向平行的第一截面 (X-Y 截面) 中在中间成像面 A 上会聚从光源 101 发射的多个光线。注意, 中间成像面 A 是成像单元 102 形成光源 101 (物体面) 的中间图像即执行物体面的中间成像的假想面。中间成像面 A 存在于光源 101 与光接收表面 106 (像面) 之间的大致中间的位置。暂时会聚在中间成像面 A 处的光线进入成像单元 104 的每个透镜部分, 并且, 进一步会聚在光接收表面 106 处。也就是说, 成像单元 104 在光接收表面 106 上形成光源 101 的中间图像的图像。换句话说, 中间图像在光接收表面 106 上再成像。

[0040] 因此, 根据本实施例的成像光学系统 105 (透镜光学系统 105a) 是在 X-Y 截面中在光接收表面 106 上执行发光点的正立等大成像的系统, 即, 是正立等大成像系统。另一方面, 如图 1B 所示, 在与第一方向垂直的第二截面 (Z-X 截面) 中, 成像光学系统 105 (透镜光学系统 105a) 是在不执行中间成像的情况下在光接收表面 106 上执行发光点的倒立等大成像的系统, 即, 是倒立等大成像系统。虽然成像单元 102 和 104 实际上会聚无数的光线, 但在图 1A 中仅示出几个特征光线。

[0041] 在表 1 中表示根据本实施例的成像光学系统 105 的特性。

[0042] [表 1]

[0043]

配置			非球面形态							
分辨率	dpi	600	透镜表面 102a		透镜表面 102b		透镜表面 104b		透镜表面 104a	
波长	λ (nm)	780	R	0	R	0	R	0	R	0
折射率	n ($\lambda=780\text{nm}$)	1.486	k	0	k	0	k	0	k	0
透镜单元的第一方向上的 F-No.	Fno_m	3.90	A20	0.50277	A20	-0.82549	A20	0.82549	A20	-0.50277
透镜单元的第二方向上的 F-No.	Fno_s	1.30	A40	-0.51259	A40	0.29164	A40	-0.29164	A40	0.51259
透镜单元的第一方向上的放大率	β_m	-0.45	A60	-0.24716	A60	-0.55971	A60	0.55971	A60	0.24716
透镜单元的第一方向上的阵列间距	p (mm)	0.77	A80	0.08357	A80	-0.01894	A80	0.01894	A80	-0.08357
沿透镜单元的第一方向排列的 光学系统的数量	Nm (个)	291	A100	-6.91825	A100	-0.78249	A100	0.78249	A100	6.91825
沿透镜单元的第二方向排列的 光学系统的数量	Ns (个)	1	A02	0.15643	A02	-0.19504	A02	0.19504	A02	-0.15643
透镜单元可取入光的最大物体 高度	L (mm)	0.768	A22	-0.15873	A22	0.09481	A22	-0.09481	A22	0.15873
第一方向上的发光点的大小	Dm (μm)	42.30	A42	-0.15055	A42	-0.30023	A42	0.30023	A42	0.15055
第二方向上的发光点的大小	Ds (μm)	25.40	A62	5.65920	A62	3.06561	A62	-3.06561	A62	-5.65920
孔径大小			A82	-13.83601	A82	-6.53977	A82	6.53977	A82	13.83601
成像单元 102 的第一方向上的 孔径大小	Am1 (mm)	0.7	A04	-0.03679	A04	-0.00756	A04	0.00756	A04	0.03679
成像单元 102 的第二方向上的 孔径大小	As1 (mm)	244	A24	0.14799	A24	0.03211	A24	-0.03211	A24	-0.14799
成像单元 104 的第一方向上的 孔径大小	Am2 (mm)	0.7	A44	-1.03706	A44	-0.59005	A44	0.59005	A44	1.03706

[0044]

成像单元 104 的第二方向上的 孔径大小	As2 (mm)	2.44	A64	-1.89450	A64	-0.69876	A64	0.69876	A64	1.89450
布置			A06	0.01270	A06	0.00111	A06	-0.00111	A06	-0.01270
光源 101 与透镜表面 102a 之 间的距离	d1 (mm)	2.65	A26	-0.07715	A26	-0.00101	A26	0.00101	A26	0.07715
透镜表面 102a 与透镜表面 102b 之间的距离	d2 (mm)	1.25	A46	0.97142	A46	0.41327	A46	-0.41327	A46	-0.97142
透镜表面 102b 与透镜表面 104a 之间的距离	d3 (mm)	2.16	A08	-0.00611	A08	-0.00105	A08	0.00105	A08	0.00611
透镜表面 104a 与透镜表面 104b 之间的距离	d4 (mm)	1.25	A28	-0.01342	A28	-0.01827	A28	0.01827	A28	0.01342
透镜表面 104b 与光接收表面 106 之间的距离	d5 (mm)	2.65	A010	0.00128	A010	0.00010	A010	-0.00010	A010	-0.00128

[0045] 如果说在成像光学系统 105 的每个透镜部分处与光轴 (X 轴) 的交点为原点、沿第一方向与光轴正交的轴是 Y 轴且沿第二方向与光轴正交的轴是 Z 轴, 那么每个透镜表面的非球面形态由下式 (1) 表达, 这里, R 代表曲率半径, k 代表圆锥常数, 并且 A_{ij} ($i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots, j = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$) 是非球面常数。

[0046] [数学 2]

$$x = \frac{y^2 + z^2}{R} + \sum_{i=0}^8 \sum_{j=0}^8 A_{ij} y^{2i} z^{2j} \quad (1)$$

[0047]

[0048] 将参照图 2 描述设计根据本实施例的光学装置的方法。

[0049] 图 2 是示出在光接收表面 106 上形成的两个相邻的发光点的图像 (200a 和 200b) 以评价分辨率作为 P_i 的概念图。两个图像之间的间隔被设定为 $1/P_i$ 。图 2 中的 Δx_i 代表从光接收表面 106 到两个图像 200a 和 200b 由于散焦而开始重叠的位置的距离 (散焦容许值), 其表示衬度为 100% 时的场深度的半值。说“衬度为 100%”意味着两个图像 200a 和 200b 不重叠而完全分开 (分辨) 时的衬度。

[0050] 并且, θ_i 是形成图像的光束 (成像束) 的发散角 (孔径角) 的半值。从图 2 我们可以看出, 在构成形成图像 200a 的成像光束的多个光线中的最周边的光线与构成形成图像 200b 的成像光束的多个光线中的最周边的光线之间形成的角度的半值也是 θ_i 。 D_i 是在光接收表面 106 上形成的图像 200a 和 200b 的大小。注意, 当后缀 $i = m$ 时, 图 2 中的参数代表 X-Y 截面内的参数, 并且当后缀 $i = s$ 时代表 Z-X 截面内的参数。

[0051] 诸如下式 (2) 所示, 对于参数, 从图 2 导出以下的关系。

[0052] [数学 3]

$$[0053] \quad 2\Delta x_i \tan \theta_i = \frac{1}{P} - D_i \quad (2)$$

[0054] 对式 (2) 进行变换产生下式 (3) 所示的衬度为 100% 时的散焦容许值 Δx_i 。

[0055] [数学 4]

$$[0056] \quad \Delta x_i = \frac{1 - P_i D_i}{2P_i \tan \theta_i} \quad (3)$$

[0057] P_i 和 D_i 由在内置光学装置信息的图像形成装置 (或图像读取装置) 处设定的打印点大小决定, 并因此对于每个装置型号和每个打印模式是恒定的。并且, 成像光学系统 105 的光可用效率与成像光束的发散角 (孔径角) 的半值 θ_i 成比例, 并因此与 $\tan \theta_i$ 大致成比例。从式 (3) 我们可以进一步看出, Δx_i 与 $\tan \theta_i$ 成反比例。因此, 我们可以看出, 光可用效率和场深度处于反比例关系。

[0058] 为了确保两个截面内的分辨率并且同时实现光可用效率和成像能力二者, 让我们考虑使得 X-Y 截面和 Z-X 截面中的每一个处的场深度大致相等。使得 X-Y 截面和 Z-X 截面中的每一个处的场深度大致相等意味着满足以下的条件式 (4)。

[0059] [数学 5]

$$[0060] \quad 0.8 \leq \frac{\Delta x_s}{\Delta x_m} \leq 1.2 \quad (4)$$

[0061] 将式 (3) 代入到式 (4) 中产生以下的条件式 (5)。

[0062] [数学 1]

$$[0063] \quad 0.8 \leq \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \tan \theta_m}{1 - P_m D_m \tan \theta_s} \leq 1.2 \quad (5)$$

[0064] 第一和第二方向上的透镜光学系统 105a 的孔径大小在本实施例中被设计为满足式 (5)。因此, 可关于共同的场深度防止 X-Y 截面和 Z-X 截面二者中的场深度变得不必要地高。也就是说, 可以实现最佳光学配置, 以实现两个截面中的光可用效率和成像能力 (分辨

率)二者。

[0065] 这里将描述式(4)和(5)中的值的范围。通常,如果由于光学装置的部件布置误差出现像散差,那么共同场深度可下降20%左右那么多。构成光学装置的部件的布置误差的影响根据是处于X-Y截面内还是Z-X截面内而不同,因此,优选考虑该差异而设计配置,使得共同场深度具有一些余地。

[0066] 因此,考虑布置误差等的影响,根据本实施例的光学装置被配置,使得,如式(4)和(5)所示, Δx_s 与 Δx_m 之间的比包含在0.8~1.2的范围内。当 Δx_s 与 Δx_m 之间的比落在式(4)和(5)的范围外时,X-Y截面与Z-X截面之间的场深度的差变大,因此,不能在确保两个截面处的光可用效率的同时实现良好的成像能力。并且,如果可最大地抑制布置误差的影响,那么满足下式(6)的配置甚至是更期望的。

[0067] [数学6]

$$[0068] \quad 0.85 \leq \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \tan \theta_m}{1 - P_m D_m \tan \theta_s} \leq 1.15 \quad (6)$$

[0069] 下面,将描述每个发光点处的场深度的变化。首先,将参照图3A和图3B描述在X-Y截面中通过成像光学系统105在光接收表面106上成像的光源101的每个发光点的行为。

[0070] 图3A是示出位于一个透镜光学系统105a的光轴上(以下,称为“轴上物体高度处”)的发光点101a在X-Y截面中在光接收表面106上成像的方式的示图。从发光点101a发射的光线通过成像单元102暂时会聚在中间成像面A处,并随后通过成像单元104会聚在光接收表面106上。此时,从发光点101a发射的光线分别仅通过成像单元102和104中的每一个处的一个透镜部分。也就是说,在X-Y截面中,从轴上物体高度处的发光点发射的光线通过的透镜光学系统105a的数量是一个。注意,通过该透镜光学系统105a的光线中的最周边光线107ma在进入光接收表面106时的入射角的半值即从发光点101a发射的光线的成像光束的发散角的半值为7.32度的 θ_{ma} 。

[0071] 另一方面,图3B是示出光通过相邻的透镜光学系统105a的光轴之间的中间位置(以下,称为“中间物体高度处”)的发光点101b在X-Y截面中在光接收表面106上成像的方式的示图。以与从发光点101a发射的光线相同的方式,从发光点101b发射的光线通过成像单元102暂时会聚在中间成像面A处,并随后通过成像单元104会聚在光接收表面106上。此时,从发光点101b发射的光线通过成像单元102和104中的每一个处的两个透镜部分。也就是说,在X-Y截面中,从中间物体高度处的发光点发射的光线通过的透镜光学系统105a的数量是两个。注意,通过该透镜光学系统105a的光线中的最周边光线107mb在进入光接收表面106时的入射角的半值即从发光点101b发射的光线的成像光束的发散角的半值为13.46度的 θ_{mb} 。

[0072] 因此,在X-Y截面中从发光点发射的光线通过的透镜光学系统105a的数量根据发光点的位置而不同,因此,成像光束的发散角的半值 θ_m 也根据发光点的位置改变。注意,通过的透镜光学系统105a的最大(最多)数量用于从中间物体高度处的发光点(发光点101b)发射的成像光束。也就是说,由来自中间物体高度处的发光点(发光点101b)的光线形成的成像光束的发散角的半值 θ_m 可被认为是最大的(最大值)。因此,在光源101的发

光点中,从中间物体高度处的发光点发射的成像光束的场深度是最小的。

[0073] 确切地讲,来自中间物体高度处的发光点(发光点 101b)的成像光束的发散角的半值 θ_m 不是最大的。但是,成像光束的发散角的半值 θ_m 几乎完全由成像光束通过的透镜光学系统 105a 的数量决定,因此,如果其数量相同,则我们可以将由于发光点的位置而导致的差异视为不存在。因此,在本实施例中,在光源 101 中的多个发光点中,来自中间物体高度处的发光点(发光点 101b)的成像光束的发散角的半值 θ_m 被认为是最大的。

[0074] 下面,将参照图 3C 和图 3D 描述在 Z-X 截面中通过成像光学系统 105 在光接收表面 106 上成像的发光点 101a 和发光点 101b 的每个发光点的行为。

[0075] 如图 3C 所示,从发光点 101a 发射的光线通过成像单元 102 变为大致平行的光,并然后输入到成像单元 104 并且会聚在光接收表面 106 上。这里的成像光学系统 105 在 Z-X 截面中是倒立等大成像系统,因此,从发光点 101a 发射的光线通过的透镜光学系统 105a 的透镜行数为一个。在本实施例中,第二方向上的透镜行数为一行,因此,从发光点 101a 发射的光线仅通过一个透镜光学系统 105a。注意,通过该透镜光学系统 105a 的光线中的最周边光线 107sa 在进入光接收表面 106 时的入射角的半值即从发光点 101a 发射的光线的成像光束的发散角的半值为 21.14 度的 θ_{sa} 。

[0076] 如图 3D 所示,从发光点 101b 发射的光线通过成像单元 102 变为大致平行的光,并然后输入到成像单元 104 并且会聚在光接收表面 106 上。因此,以与从发光点 101a 发射的光线相同的方式,从发光点 101b 发射的光线也仅通过一个透镜光学系统 105a。注意,通过该透镜光学系统 105a 的光线中的最周边光线 107sb 在进入光接收表面 106 时的入射角的半值即从发光点 101b 发射的光线的成像光束的发散角的半值为与 θ_{sa} 相同的 21.14 的 θ_{sb} 。

[0077] 因此,通过本实施例,在 Z-X 截面中从发光点发射的光线通过的透镜光学系统 105a 的数量不根据发光点的位置而不同,因此,不管发光点的位置如何,成像光束的发散角的半值 θ_s 都是恒定的。也就是说,不管发光点的位置如何,场深度都是恒定的。

[0078] 因此,在根据本实施例的光学装置中,在 X-Y 截面中场深度在每个发光点位置处改变,而在 Z-X 截面中不管发光点的位置如何,场深度都是恒定的。

[0079] 让我们现在通过考虑以上所描述的每个发光点处的场深度的差异,考虑是否应在光源 101 处的任何发光点通过成像光学系统 105 成像时使得场深度在 X-Y 截面与 Z-X 截面之间相等(使得相同)。

[0080] 图 4A 和图 4B 是用于描述使得场深度相同的两个图案的示图。图 4A 和图 4B 示出通过点线 $-\Delta x_m$ 和 $+\Delta x_m$ 连接的与 X-Y 截面中的每个发光点对应的散焦容许值,并且,示出通过实线 $-\Delta x_s$ 和 $+\Delta x_s$ 连接的与 Z-X 截面中的每个发光点对应的散焦容许值。也就是说,点线 $-\Delta x_m$ 与 $+\Delta x_m$ 之间的间隔表示关于每个发光点的 X-Y 截面中的场深度,并且,实线 $-\Delta x_s$ 与 $+\Delta x_s$ 之间的间隔表示关于每个发光点的 Z-X 截面中的场深度。如从图 4A 和图 4B 可以理解的,X-Y 截面中的场深度在每个发光点位置处改变,而 Z-X 截面中的场深度不管发光点位置如何都是恒定的。

[0081] 图 4A 是在 X-Y 截面中的场深度最大的发光点位置处使得 X-Y 截面中的场深度和 Z-X 截面中的场深度相同的图案。此时,共同场深度等于 X-Y 截面中的最窄场深度,因此,仅关于共同场深度与 X-Y 截面中的最窄场深度之间的差的光可用效率损失。另一方面,图 4B

是在 X-Y 截面中的场深度最窄的发光点位置处使得 X-Y 截面和 Z-X 截面中的场深度相同的图案。此时,共同场深度等于 X-Y 截面中的最窄场深度和 Z-X 截面中的最窄场深度,因此,仅关于共同场深度与 X-Y 截面中的最宽场深度之间的差的光可用效率损失。

[0082] 在图 4A 和图 4B 所示的两个图案之间,光可用效率的损失量相同。也就是说,与图 4A 所示的图案相比,通过图 4B 所示的图案,可使得 Z-X 截面中的场深度更窄,这关于成像能力是有利的。因此,根据本实施例的光学装置被设计,使得,当场深度在 X-Y 截面中最窄时,即,当透镜光学系统 105a 中的中间物体高度处的发光点在光接收表面 106 上成像时,场深度在 X-Y 截面和 Z-X 截面中大致相同。

[0083] 如上所述,在本实施例中,当中间物体高度中的发光点在光接收表面 106 上成像时,场深度最小。此时,X-Y 截面中的成像光束的分散角的最大值的半值 θ_m 为 13.46 度,并且,Z-X 截面中的成像光束的分散角的最大值的半值 θ_s 为 21.14 度。并且,注意,根据本实施例的成像光学系统 105 在 X-Y 截面和 Z-X 截面中的每一个中在光接收表面 106 上形成光源 101 的发光点中的每一个的等大图像。因此,X-Y 截面中的光接收表面 106 上的图像大小 D_m 为等于发光点的大小的 $42.30 \mu\text{m}$,并且,Z-X 截面中的光接收表面 106 上的图像大小 D_s 为等于发光点的大小的 $25.40 \mu\text{m}$ 。注意,在 X-Y 截面和 Z-X 截面中,分辨率 P 被评价为 11.811p/mm(等同于 600dpi)。

[0084] 将这些数值代入到条件式 (5) 的中间部分中产生式 (7),并且,我们可以看到,满足条件式 (5) 和式 (6)。

[0085] [数学 7]

$$[0086] \quad \frac{P_m (1 - P_s D_s \tan \theta_m)}{P_s (1 - P_m D_m \tan \theta_s)} = 0.87 \quad (7)$$

[0087] 图 5A 和图 5B 是示出根据本实施例的成像光学系统 105 的 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的深度特性的示图。图 5A 示出轴上物体高度处的发光点在光接收表面 106 上成像时的场深度与衬度之间的关系。在每个衬度值处,X-Y 截面中的场深度比 Z-X 截面中的场深度大。另一方面,图 5B 示出中间物体高度处的发光点在光接收表面 106 上成像时的场深度与衬度之间的关系。在每个衬度值处,X-Y 截面中的场深度和 Z-X 截面中的场深度大体相同。

[0088] 表 2 示出中间物体高度处的发光点在光接收表面 106 上成像时对于每个衬度的 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的每一个的场深度及其比。

[0089] [表 2]

[0090]

衬度	Δx_m	Δx_s	$\Delta x_m / \Delta x_s$
100%	0.073	0.104	1.33
90%	0.113	0.125	1.03
80%	0.137	0.144	1.00
70%	0.156	0.156	0.98

60%	0.170	0.165	0.96
50%	0.183	0.173	0.94
40%	0.196	0.181	0.93

[0091] 表 2 表示在 40 ~ 90% 的衬度范围中场深度在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中大致相等。也就是说, 我们可以看出, 当中间物体高度处的发光点在光接收表面 106 上成像时, X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度相同。因此, 展示了根据本实施例的光学装置通过满足条件式 (5) 实现光可用效率和成像能力二者。X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度的比与式 (7) 中的数值不同的原因在于, 式 (7) 中的数值是理论值, 并且, 现实中存在由于成像光学系统 105 中的像差等的影响导致的误差。

[0092] 注意, 如上所述, 考虑衬度为 100% 时的场深度导出了条件式 (5), 因此从该观点, 应确认在 100% 的衬度处场深度在两个截面中相同 (大致相等)。但是, 如前所述, 由于不考虑成像光学系统 105 的像差, 因此在 100% 的衬度处确认是困难的。因此, 在向光学装置应用条件式 (5) 的情况下, 考虑成像光学系统 105 的像差的影响, 两个截面中的场深度的比优选在 80 ~ 90% 的衬度处被评价。

[0093] 并且, 要求实际图像形成装置 (和图像读取装置) 的是在 40 ~ 80% 的衬度处评价的场深度。虽然考虑 100% 的衬度处的场深度导出了条件式 (5), 但这可近似地应用到 40 ~ 80% 的衬度处的场深度。

[0094] 如上所述, 根据本实施例的光学装置可通过使得成像光学系统 105 在光接收表面 106 上对中间物体高度处的发光点成像时的场深度在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中大致相等, 在确保光可用效率的同时提供良好的成像能力。

[0095] 现在, 将考虑来自光源 101 的一个发光点的光线通过的透镜光学系统 105a 的最大数量进行关于条件式的描述。由于通过本实施例在 Z-X 截面中光线通过的透镜光学系统 105a 的数量不变, 因此, 我们将仅考虑在 X-Y 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 105a 的最大数量。

[0096] 来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 105a 的最大数量可由 $n_m = 1 +$ 整数部分 $(2 \times L/p)$ 表达, 这里, L 代表一个透镜光学系统 105a 可取入光线有关的最大物体高度, 并且 p 代表透镜光学系统的阵列间距。在 n_m 为奇数的情况下, 在 n_m 为偶数时当来自中间物体高度处的发光点的成像光束被输入到光接收表面 106 时, 发散角的半值 θ_m 最大 (最大值)。因此, 成像光束的发散角的最大半值 θ_m 的值根据 n_m 的值改变。

[0097] 现在, 通过透镜光学系统 105a 的第一方向上的阵列间距 p、光线通过的透镜光学系统 105a 的数量的最大值 n_m 和成像单元 104 与光接收表面 106 之间的距离 l, 上述的 X-Y 截面中的 $\tan \theta_m$ 被表达为下式 (8)。

[0098] [数学 8]

$$[0099] \quad \tan \theta_m = \frac{1}{l} \times n_m \times \frac{p}{2} = \frac{n_m p}{2l} \quad (8)$$

[0100] 并且, 通过成像光学系统 105 的第二方向上的最大有效宽度 (合理 (valid) 宽度)

T 和成像单元 104 与光接收表面 106 之间的距离 l , Z-X 截面中的 $\tan \theta_s$ 被表达为下式 (9)。

[0101] [数学 9]

$$[0102] \quad \tan \theta_s = \frac{1}{l} \times \frac{T}{2} = \frac{T}{2l} \quad (9)$$

[0103] 现在, 成像光学系统 105 的第二方向上的最大有效宽度 T 是成像光束在发光点处通过的区域的第二方向上的最大宽度。与根据本实施例的成像光学系统 105 一样, 在沿第二方向仅排列一个透镜行的配置中, 成像光学系统 105 的第二方向上的最大有效宽度 T 等于透镜光学系统 105a 的第二方向上的孔径宽度 (孔径大小)。

[0104] 式 (5) 可通过式 (8) 和 (9) 变换为式 (10)。

[0105] [数学 10]

$$[0106] \quad 0.8 \leq \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s}{1 - P_m D_m} \frac{n_m p}{T} \leq 1.2 \quad (10)$$

[0107] 通过本实施例, 阵列间距 p 、来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 105a 的最大数量 n_m 和成像光学系统 105 的第二方向上的最大有效宽度 T 被设定以满足式 (10)。因此, 可使得 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度大致相等。并且, 为了将成像能力的稳定性的降低抑制到 15%, 满足下一式 (11) 甚至是更优选的。

[0108] [数学 11]

$$[0109] \quad 0.85 \leq \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s}{1 - P_m D_m} \frac{n_m p}{T} \leq 1.15 \quad (11)$$

[0110] 透镜光学系统 105a 的阵列间距 p 在本实施例中为 0.77mm, 并且, 成像光学系统 105 的第二方向上的最大有效宽度 T 为等于透镜光学系统 105a 的孔径大小的 2.44mm。并且, 考虑来自场深度最小的中间物体高度处的发光点的光线, 来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 105a 的最大数量 n_m 为两个。 P_i 和 D_i 的值为如以上所描述的那样。将这些值代入到式 (10) 的中间部分中产生下式 (12), 因此, 可以看出, 满足条件式 (10) 和 (11)。

[0111] [数学 12]

$$[0112] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s}{1 - P_m D_m} \frac{n_m p}{T} = 0.88 \quad (12)$$

[0113] 中间部分的值在式 (12) 与 (7) 之间稍微不同, 但这是由于式 (8) 包含近似, 并且在基本思想上不存在差异。

[0114] 如上所述, 根据本实施例的光学装置的透镜光学系统的透镜光学系统被设计为满足式 (5) 或 (6)、或者式 (10) 或 (11)。因此, 中间物体高度处的发光点在光接收表面 106 上成像时的场深度在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中大致相等, 由此在确保光可用效率的同时实现良好的成像能力。

[0115] 第二实施例

[0116] 下面, 将详细描述根据本实施例的第二实施例的光学装置。与第一实施例中的组件相同或等同的组件将通过相同的附图标记表示, 并且, 简化或省略其描述。

[0117] 关于 Z-X 截面中光源 101 的发光点中的每一个的大小以及成像单元 104 具有的透镜部分的孔径大小,本实施例与第一实施例不同。具体而言,根据本实施例的光学装置具有光源的发光点的大小在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中相等即两个截面中的分辨率相等、并且与第一实施例相比成像单元 104 处的透镜部分的孔径大小 A_s 也改变的配置。

[0118] 此时,根据本实施例的成像光学系统 105 具有在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中执行等大成像的配置,因此,通过来自发光点中的每一个的光线在光接收表面 106 上形成的图像的大小在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中相等。也就是说, $D_m = D_s$ 成立,并且, $P_m = P_s$ 也成立,因此,上述的条件式 (5) 和式 (10) 为如下式 (13) 和 (14)。

[0119] [数学 13]

$$[0120] \quad 0.8 \leq \frac{\tan \theta_m}{\tan \theta_s} \leq 1.2 \quad (13)$$

[0121] [数学 14]

$$[0122] \quad 0.8 \leq \frac{n_m P}{T} \leq 1.2 \quad (14)$$

[0123] 在本实施例中,成像单元处的第二方向上的孔径大小 A_s 即成像光学系统 105 的第二方向上的最大有效宽度 T 为 1.70mm。因此,来自中间物体高度处的发光点的光线输入到光接收表面 106 时的 Z-X 截面中的成像光束的发散角的最大值半值 θ_s 的最大值为 15.07 度。此时,诸如来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 105a 的最大数量 n_m 的其它值相对第一实施例不变。因此,将这些值代入到式 (13) 和 (14) 的中间部分中产生下式 (15 和 16),并且,可以看出,满足条件式 (13) 和 (14)。

[0124] [数学 15]

$$[0125] \quad \frac{\tan \theta_m}{\tan \theta_s} = 0.89 \quad (15)$$

[0126] [数学 16]

$$[0127] \quad \frac{n_m P}{T} = 0.91 \quad (16)$$

[0128] 以与图 5A 和图 5B 相同的方式,图 6A 和图 6B 是示出根据本实施例的成像光学系统 105 的 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的深度特性的示图。图 6A 示出来自轴上物体高度处的发光点的光线的场深度与衬度之间的关系,并且,以与图 5A 相同的方式,在每个衬度值处, X-Y 截面中的场深度比 Z-X 截面中的场深度大。另一方面,图 6B 示出,关于来自中间物体高度处的发光点的光线,由于场深度与衬度之间的关系, X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度大致相等。

[0129] 表 3 示出中间物体高度处的发光点在光接收表面 106 上成像时对于每个衬度的 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的每一个的场深度及其比。

[0130] [表 3]

[0131]

衬度	Δx_m	Δx_s	$\Delta x_m / \Delta x_s$
100%	0.086	0.105	1.16
90%	0.119	0.128	1.07
80%	0.143	0.153	1.08

[0132]

70%	0.159	0.167	1.07
60%	0.171	0.181	1.09
50%	0.183	0.195	1.11
40%	0.198	0.219	1.13

[0133] 表 3 表示在 40 ~ 90% 的衬度范围中场深度在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中大致相等。因此,展示了根据本实施例的光学装置可通过被配置为满足条件式 (5) 和条件式 (10) 来在中间物体高度处的发光点在光接收表面 106 上成像时使得 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度相同。

[0134] 因此,通过根据本实施例的光学装置,不管诸如发光点大小等的参数值如何,都可在确保光可用效率的同时实现良好的成像能力。

[0135] 第三实施例

[0136] 下面,将详细描述根据本发明的第三实施例的光学装置。与第一实施例中的组件相同或等同的组件将通过相同的附图标记表示,并且,简化或省略其描述。

[0137] 关于一个光学系统可取入光线有关的最大物体高度 L 和成像光学的阵列间距 p 的值,本实施例与第一实施例不同。在表 4 中表示根据本实施例的成像光学系统的特性。

[0138] [表 4]

[0139]

配置			非球面形态							
分辨率	dpi	600	透镜表面 702a		透镜表面 702b		透镜表面 704b		透镜表面 704a	
波长	$\lambda(\text{nm})$	620	R	0	R	0	R	0	R	0
折射率	$n(\lambda=620\text{nm})$	1.534	k	0	k	0	k	0	k	0
透镜单元的第一方向上的 F-No.	Fno_m	3.90	A20	0.50277	A20	-0.82549	A20	0.82549	A20	-0.50277
透镜单元的第二方向上的 F-No.	Fno_s	1.30	A40	-0.51259	A40	0.29164	A40	-0.29164	A40	0.51259
透镜单元的第一方向上的放大率	β_m	-0.45	A60	-0.24716	A60	-0.55971	A60	0.55971	A60	0.24716
透镜单元的第一方向上的阵列间距	p(mm)	0.76	A80	0.08357	A80	-0.01894	A80	0.01894	A80	-0.08357
沿透镜单元的第一方向排列的 光学系统的数量	Nm(个)	291	A100	-6.91825	A100	-0.78249	A100	0.78249	A100	6.91825
沿透镜单元的第二方向排列的 光学系统的数量	Ns(个)	1	A02	0.15643	A02	-0.19504	A02	0.19504	A02	-0.15643
透镜单元可取入光的最大物 体高度	L(mm)	0.873	A22	-0.15873	A22	0.09481	A22	-0.09481	A22	0.15873
第一方向上的发光点的大小	Dm(um)	42.30	A42	-0.15055	A42	-0.30023	A42	0.30023	A42	0.15055
第二方向上的发光点的大小	Ds(um)	25.40	A62	5.65920	A62	3.06561	A62	-3.06561	A62	-5.65920
孔径大小			A82	-13.83601	A82	-6.53977	A82	6.53977	A82	13.83601
成像单元 702 的第一方向上	Am1(mm)	0.76	A04	-0.03679	A04	-0.00756	A04	0.00756	A04	0.03679

[0140]

的孔径大小										
成像单元 702 的第二方向上的 孔径大小	As1(mm)	244	A24	0.14799	A24	0.03211	A24	-0.03211	A24	-0.14799
成像单元 704 的第一方向上的 孔径大小	Am2(mm)	0.76	A44	-1.03706	A44	-0.59005	A44	0.59005	A44	1.03706
成像单元 704 的第二方向上的 孔径大小	As2(mm)	2.44	A64	-1.89450	A64	-0.69876	A64	0.69876	A64	1.89450
布置			A06	0.01270	A06	0.00111	A06	-0.00111	A06	-0.01270
光源 701 与透镜表面 702a 之间的距离	d1(mm)	2.65	A26	-0.07715	A26	-0.00101	A26	0.00101	A26	0.07715
透镜表面 702a 与透镜表面 702b 之间的距离	d2(mm)	1.25	A46	0.97142	A46	0.41327	A46	-0.41327	A46	-0.97142
透镜表面 702b 与透镜表面 704a 之间的距离	d3(mm)	2.16	A08	-0.00611	A08	-0.00105	A08	0.00105	A08	0.00611
透镜表面 704a 与透镜表面 704b 之间的距离	d4(mm)	1.25	A28	-0.01342	A28	-0.01827	A28	0.01827	A28	0.01342
透镜表面 704b 与光接收表 面 706 之间的距离	d5(mm)	2.65	A010	0.00128	A010	0.00010	A010	-0.00010	A010	-0.00128

[0141] 首先,将参照图 7A 和图 7B 描述在 X-Y 截面中通过成像光学系统 705 在光接收表面 706 上成像的光源 701 的每个发光点的行为。

[0142] 图 7A 是示出轴上物体高度处的发光点 701a 在 X-Y 截面中在光接收表面 706 处成像的方式的示图。从发光点 701a 发射的光线通过成像单元 702 暂时会聚在中间成像面 A 处,并随后通过成像单元 704 会聚在光接收表面 706 上。此时,从发光点 701a 发射的光线通过成像单元 702 和 704 中的每一个处的三个透镜部分。也就是说,从轴上物体高度处的发光点发射的光线通过的透镜光学系统 705a 的数量为三个。从图 7A 可以看出,光线的大部分输入到中间处(即,发光点 701a 所位于的轴上)的透镜光学系统 705a,而输入到该透镜光学系统 705a 的两侧的两个透镜光学系统 705a 的光线量稀少。

[0143] 另一方面,图 7B 是示出中间物体高度处的发光点 701b 在 X-Y 截面中在光接收表

面 706 上成像的方式的示图。以与从发光点 701a 发射的光线相同的方式,从发光点 701b 发射的光线通过成像单元 702 暂时会聚在中间成像面 A 处,并随后通过成像单元 704 会聚在光接收表面 706 上。此时,从发光点 701b 发射的光线通过成像单元 702 和 704 中的每一个处的两个透镜部分。也就是说,从中间物体高度处的发光点发射的光线通过的透镜光学系统 705a 的数量为两个。

[0144] 下面,将参照图 7C 和图 7D 描述在 Z-X 截面中通过成像光学系统 705 在光接收表面 706 上成像的发光点 701a 和发光点 701b 的每个发光点的行为。

[0145] 如图 7C 所示,从发光点 701a 发射的光线通过成像单元 702 变为大致平行的光,并然后输入到成像单元 704 并且会聚在光接收表面 706 上。这里的成像光学系统 705 在 Z-X 截面中是倒立等大成像系统,因此,从发光点 701a 发射的光线通过的透镜光学系统 705a 的透镜行数为第二方向上的透镜行数。在本实施例中,第二方向上的透镜行数为一行,因此,从发光点 701a 发射的光线仅通过一个透镜光学系统 705a。注意,通过该透镜光学系统 705a 的光线中的最周边光线 707sa 在进入光接收表面 706 时的入射角的半值即从发光点 701a 发射的光线的成像光束的发散角的半值为 20.27 度的 θ_{sa} 。

[0146] 并且,如图 7D 所示,从发光点 701b 发射的光线通过成像单元 702 变为大致平行的光,并然后输入到成像单元 704 并且会聚在光接收表面 706 上。因此,以与从发光点 701a 发射的光线相同的方式,从发光点 701b 发射的光线也仅通过一个透镜光学系统 705a。注意,通过该透镜光学系统 705a 的光线中的最周边光线 707sb 在进入光接收表面 706 时的入射角的半值即从发光点 701b 发射的光线的成像光束的发散角的半值为与 θ_{sa} 相同的 20.27 度的 θ_{sb} 。

[0147] 现在,让我们计算来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 705a 的最大数量。在本实施例中,一个透镜光学系统 705a 可取入光线有关的最大物体高度 L 为 0.87mm,并且,透镜光学系统 705a 的阵列间距 p 为 0.76。此时, n_m (在 X-Y 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 705a 的最大数量) = 1 + 整数部分 (2×L/p) = 3。注意, n_m 是奇数,因此,在来自中间物体高度处的发光点的成像光束被输入到光接收表面 706 时,发散角的半值 θ_{ms} 最大 (最大值)。因此,在 X-Y 截面中通过三个透镜光学系统 705a 的光线中的最周边光线 707ma 在进入光接收表面 706 时的入射角的半值为 20.06 度的 θ_{ma} , 其为成像光束的发散角的半值。

[0148] 另一方面,如上所述,在 Z-X 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 705a 的最大数量为 1 个的 n_s , 并且, X-Y 截面中的成像光束的发散角的半值为 20.27 度的 θ_s 。并且,成像单元的第二方向上的孔径大小 A_s 即成像光学系统 705 的第二方向上的最大有效宽度 T 为 2.44mm。

[0149] 将这些值代入到式 (5) 和 (10) 的中间部分中产生下式 (17) 和 (18)。

[0150] [数学 17]

$$[0151] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \tan \theta_m}{1 - P_m D_m \tan \theta_s} = 1.38 \quad (17)$$

[0152] [数学 18]

$$[0153] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s}{1 - P_m D_m} \frac{n_m p}{T} = 1.31 \quad (18)$$

[0154] 即,可以看出,式(17)和(18)的值不满足式(5)和(10)。

[0155] 与图5A和图5B相同,图8A和图8B是示出根据本实施例的成像光学系统705的X-Y截面中和Z-X截面中的深度特性的示图。图5A示出轴上物体高度处的发光点在光接收表面706上成像时的场深度与衬度之间的关系,并且,以与图5A的情况相同的方式,在每个衬度值处,X-Y截面中的场深度比Z-X截面中的场深度大。另一方面,图8B示出,由于中间物体高度处的发光点在光接收表面706上成像时的场深度与衬度之间的关系,X-Y截面中和Z-X截面中的场深度大体相同。

[0156] 表5示出中间物体高度处的发光点在光接收表面706上成像时对于每个衬度的X-Y截面中和Z-X截面中的每一个的场深度及其比。

[0157] [表5]

[0158]

衬度	Δ_{xm}	Δ_{xs}	$\Delta_{xm} / \Delta_{xs}$
100%	-	0.103	-
90%	0.105	0.120	1.12
80%	0.139	0.141	1.01
70%	0.157	0.155	0.98
60%	0.169	0.165	0.98
50%	0.181	0.174	0.98
40%	0.193	0.183	0.97

[0159] 表5表示,尽管式(17)和(18)的值不满足条件式(5)和(10),但也使得X-Y截面中和Z-X截面中的场深度在40至90%的衬度的范围内大致相等。

[0160] 原因在于,假定100%的衬度处的场深度而导出的条件式(5)和(10)被近似使用作为假定40~80%的衬度处的场深度的条件式。在第一和第二实施例中,即使在40~80%的衬度处进行评价的情况下,也可近似使用条件式(5)和(10)。但是,在不能应用近似且不能使用式(5)和(10)的情况下,需要假定通过40%~80%的衬度处的场深度执行评价的情况来创建与式(5)和(10)等同的表达式。

[0161] 让我们考虑在本实施例中通过40%~80%的衬度处的场深度进行评价的情况下不能使用式(5)和(10)的原因。在本实施例中,来自轴上物体高度的光线通过三个透镜光学系统705a。如从图7A可以看出的,在三个透镜光学系统705a中,通过两侧的两个透镜光学系统705a的光线非常稀少,并且,几乎所有的光线通过中间处的一个透镜光学系统705a。因此,关于通过两侧的两个透镜光学系统705a的光线必须设定考虑40~80%的衬度(两

个相邻的发光点重叠的容许范围)的 $\Delta x_i'$ 。

[0162] 图 9 示出关于成像光学系统 705 的某个透镜光学系统 705a 的物体高度与光可用效率之间的关系。如从图 9 可以看出的,随着发光点所位于的物体高度增加,可取入的光量增加,并且,不能从大于最大物体高度 L 的物体高度取入光线。现在,在定义假定 100% 的衬度的 Δx_i 的情况下,取入到透镜光学系统 705a 中的光线稀少的物体高度也必须被加以考虑。但是,在定义假定 40 ~ 80% 的衬度的 $\Delta x_i'$ 的情况下,关于光量不大于预定量的物体高度,透镜光学系统 705a 必须被认为不取入光线。

[0163] 因此,通过本实施例,假定 40 ~ 80% 的衬度时的一个透镜光学系统 705a 可取入光线的有效最大物体高度(合理最大物体高度) L' 被定义。然后,从作为处于或低于有效最大物体高度 L' 的物体高度的光线通过的透镜光学系统 705a 的最大有效数量(合理数量)的 n_i' 和来自处于或低于有效最大物体高度 L' 的每个物体高度的成像光束的分散的有效角(有效角)的半值 θ_i' 定义 $\Delta x_i'$ 。

[0164] 在假定 40 ~ 80% 的衬度的情况下,本发明人从经验发现,当考虑有助于成像的光线时,有效最大物体高度 $L' = 0.85L$ 可被定义为一般规则。通过本实施例,物体高度 $L' = 0.85 \times 0.87 = 0.74\text{mm}$, 因此, n_m' (在 X-Y 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 705a 的最大有效数量) = $1 + \text{整数部分}(2 \times 0.85L/p) = 2$ 。注意, n_m' 是偶数,因此,当来自中间物体高度处的发光点的成像光束输入到光接收表面 706 时,发散角的半值 θ_m' 最大(最大值)。因此, X-Y 截面中的成像光束的有效发散角的最大值的半值为 13.98 度的 θ_m' 。

[0165] 另一方面,如上所述,在 Z-X 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 705a 的最大有效数量为 1 个的 n_s' , 并且,成像光束的最大有效发散角的半值为 21.31 度的 θ_s' 。并且,成像单元的第二方向上的孔径大小 A_s 即成像光学系统 705 的第二方向上的最大有效宽度 T 为 2.44mm。利用有效发散角 θ_i' 替代发散角 θ_i 且利用最大有效数量 n_m' 替代最大数量 n_m , 并且将这些值代入到式 (10) 的中间部分中产生下式 (19) 和 (20), 因此,我们可以看出,满足条件式 (5) 和 (10)。

[0166] [数学 19]

$$[0167] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \tan \theta_m}{1 - P_m D_m \tan \theta_s} = 0.89 \quad (19)$$

[0168] [数学 20]

$$[0169] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \frac{n_m p}{T}}{1 - P_m D_m} = 0.87 \quad (20)$$

[0170] 因此,通过根据本实施例的光学装置,通过假定 40 ~ 80% 的衬度而考虑有效发散角 θ_i' 或最大有效数量 n_m' 来执行设定,可在确保光可用效率的同时实现良好的成像能力。

[0171] 第四实施例

[0172] 下面,将详细描述根据本发明的第四实施例的光学装置。与第一实施例中的组件相同或等同的组件将通过相同的附图标记表示,并且,简化或省略其描述。本实施例与第一实施例的不同在于,每个透镜光学系统在 Z-X 截面中为放大光学系统,并且, Z-X 截面中的

发光点大小和光接收表面上的图像不是相同的大小。

[0173] 图 10A ~ 10D 是根据本实施例的光学装置的主要部分的示意图,其中,图 10A 和图 10B 示出 X-Y 截面,并且图 10C 和图 10D 示出 Z-X 截面。根据本实施例的光学装置包括包含排列在物体面上的多个发光点的光源 1001 和将从光源 1001 发射的多个光线会聚在光接收表面(像面)1006 上的成像光学系统 1005。

[0174] 成像光学系统 1005 是包含沿第一方向排列的多个透镜光学系统 1005a 和用于遮蔽杂散光线的遮蔽部分 1003 的透镜阵列。光学系统 1005a 包含设置在相同光轴上的成像单元 1002 和 1004。注意,与第一实施例不同,构成成像单元 1002 的透镜部分和构成成像单元 1004 的透镜部分具有不同的形状。因此根据本实施例的成像光学系统 1005 在 Z-X 截面中具有放大系统。成像单元 1002 的透镜表面 1002a 和 1002b 以及成像单元 1004 的透镜表面 1004a 和 1004b 均具有变形非球面形态(变形表面)。其非球面形态在上述式(1)中被表达。

[0175] 在表 6 中表示根据本实施例的成像光学系统 1005 的特性。

[0176] [表 6]

[0177]

配置			非球面形态							
分辨率	dpi	600	透镜表面 1002a		透镜表面 1002b		透镜表面 1004b		透镜表面 1004a	
波长	$\lambda(\text{nm})$	780	R	0	R	0	R	0	R	0
折射率	$n(\lambda=780\text{nm})$	1.486	k	0	k	0	k	0	k	0
透镜单元的第一方向上的 F-No.	Fno_m	3.90	A20	0.49353	A20	-0.84151	A20	0.84151	A20	-0.49353
透镜单元的第二方向上的 F-No.	Fno_s	1.30	A40	-0.51152	A40	0.29629	A40	-0.29629	A40	0.51152
透镜单元的第一方向上的放大率	β_m	-0.45	A60	-0.58605	A60	-0.45822	A60	0.45822	A60	0.58605
透镜单元的第一方向上的阵列间距	p(mm)	0.77	A80	0.55114	A80	-2.30492	A80	2.30492	A80	-0.55114
沿透镜单元的第一方向排列的 光学系统的数量	Nm(个)	291	A100	-6.18001	A100	8.30369	A100	-8.30369	A100	6.18001
沿透镜单元的第二方向排列的 光学系统的数量	Ns(个)	1	A02	0.20133	A02	-0.23125	A02	0.19949	A02	-0.03519
透镜单元可取入光的 最大物体高度	L(mm)	0.768	A22	-0.25709	A22	0.010385	A22	-0.02678	A22	0.14680
第一方向上的发光点	Dm(um)	42.30	A42	0.03333	A42	-0.41981	A42	0.22126	A42	0.28788

[0178]

的大小										
第二方向上的发光点的大小	Ds(um)	25.40	A62	5.65825	A62	3.25668	A62	-1.32747	A62	-2.40382
孔径大小			A82	-11.79314	A82	-6.03053	A82	1.49199	A82	23.62346
成像单元 1002 的第一方向上的孔径大小	Am1(mm)	0.7	A04	-0.02012	A04	0.00680	A04	0.00382	A04	0.01535
成像单元 1002 的第二方向上的孔径大小	As1(mm)	244	A24	0.16833	A24	0.01902	A24	-0.07111	A24	-0.19636
成像单元 1004 的第一方向上的孔径大小	Am2(mm)	0.7	A44	-0.85689	A44	-0.32633	A44	0.61214	A44	1.36064
成像单元 1004 的第二方向上的孔径大小	As2(mm)	2.44	A64	-2.75367	A64	-1.71326	A64	0.10789	A64	-5.64660
布置			A06	0.01283	A06	0.00356	A06	0.00032	A06	-0.00686
光源 1001 与透镜表面 1002a 之间的距离	d1(mm)	2.62	A26	-0.02314	A26	-0.01182	A26	-0.01030	A26	0.05265
透镜表面 1002a 与透镜表面 1002b 之间的距离	d2(mm)	1.27	A46	0.69981	A46	0.41193	A46	-0.62041	A46	-2.47916
透镜表面 1002b 与透镜表面 1004a 之间的距离	d3(mm)	2.16	A08	0.00714	A08	0.00306	A08	-0.00070	A08	-0.01322
透镜表面 1004a 与透镜表面 1004b 之间的距离	d4(mm)	1.27	A28	-0.00717	A28	0.02039	A28	0.02811	A28	-0.01344
透镜表面 1004b 与光接收表面 1006 之间的距离	d5(mm)	2.62	A010	-0.00170	A010	0.00340	A010	0.00348	A010	0.02919

[0179] 图 10A 是示出 X-Y 截面中的轴上物体高度处的发光点 1001a 通过成像光学系统 1005 在光接收表面 1006 上成像的方式的示图。图 10B 是示出 X-Y 截面中的中间物体高度处的发光点 1001b 在光接收表面 1006 上成像的方式的示图。从发光点 1001a 和 1001b 发射的光线通过成像单元 1002 暂时会聚在中间成像面 A 处,并随后通过成像单元 1004 会聚在光接收表面 1006 上。

[0180] 同样,通过本实施例,从发光点 1001a 发射的光线分别仅通过一个透镜光学系统 1005a,而从发光点 1001b 发射的光线分别通过透镜光学系统 1005a。从发光点 1001a 发射的光线的发散角的半值为 7.31 度的 θ_{ma} ,并且,从发光点 1001b 发射的光线的发散角的半值为 13.49 度的 θ_{mb} 。在 X-Y 截面中,光束的发散角的半值 θ_m 根据发光点的位置改变,因此,场深度根据发光点的位置而不同。

[0181] 另一方面,如图 7C 和图 7D 所示,从发光点 1001a 和 1001b 发射的光线通过成像单元 1002 变为平行光,并然后输入到成像单元 1004 并且会聚在光接收表面 1006 上。这里的成像光学系统 1005 在 Z-X 截面中是倒立等大成像系统,因此,从发光点 1001a 和 1001b 中的每一个发射的光线仅通过一个透镜光学系统 1005a。注意,从发光点 1001a 和 1001b 发射的光线的成像光束的发散角的半值均为 17.23 度的 θ_{sa} 和 θ_{sb} 。因此,在 Z-X 截面中,不管发光点的位置如何,半值 θ_s 都是恒定的,因此,不管发光点的位置如何,成像光束的入射角的半值也都是恒定的。

[0182] 如上所述,虽然 X-Y 截面中的成像光学系统 1005 的场深度根据发光点的位置而不同,但是,不管发光点的位置如何,Z-X 截面中的场深度都是恒定的。因此,根据本实施例的光学装置被设计,使得中间物体高度处的发光点在光接收表面 1006 上成像时的场深度在

X-Y 截面中和 Z-X 截面中大致相等。因此,可使得 X-Y 截面中的最小场深度和 Z-X 截面中的场深度大致相等,因此,可在确保最大光的同时使成像能力稳定。

[0183] 现在,让我们计算来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 1005a 的最大数量。在本实施例中,一个透镜光学系统 105a 可取入光线有关的最大物体高度 L 为 0.768mm,并且,透镜光学系统 7005a 的阵列间距 p 为 0.77mm。此时, n_m (在 X-Y 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 1005a 的最大数量) = 1 + 整数部分 ($2 \times L/p$) = 2。取 40 ~ 80% 的衬度的最大有效数量 n_m' 为 $n_m' = 1 +$ 整数部分 ($2 \times 0.85L/p$) = 2。并且, n_m 和 n_m' 相等,因此,在考虑 100% 的衬度和 40 ~ 80% 的衬度的两种情况下,均可通过满足条件式 (5) 和 (10) 的配置获得本发明的优点。

[0184] 在本实施例中, n_m 为偶数,因此,当来自中间物体高度处的发光点的成像光束被输入到光接收表面 1006 时,发散角的半值 θ_m 最大 (最大值)。因此,X-Y 截面中的成像光束的入射角的最大值的半值为 13.49 度。另一方面,如上所述,在 Z-X 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 1005a 的最大数量为 1 个的 n_s ,并且,成像光束的发散角的最大值的半值为 17.23 度的 θ_s 。并且,成像单元的第二方向上的孔径大小 A_s 即成像光学系统 1005 的第二方向上的最大有效宽度 T 为 2.44mm。

[0185] 根据本实施例的成像光学系统 1005 在 X-Y 截面和 Z-X 截面中在光接收表面 1006 上形成光源 1001 的发光点中的每一个的等大图像。因此,X-Y 截面中的光接收表面 1006 上的图像大小 D_m 为等于发光点的大小的 42.30 μm 。另一方面,成像光学系统 1005 以 1.3 的放大率执行光源 1001 的发光点的放大成像,因此,Z-X 截面中的光接收表面 1006 上的图像大小 D_s 为作为发光点的大小 (25.40 μm) 的 1.3 倍的 33.02 μm 。以与第一实施例相同的方式,在 X-Y 截面和 Z-X 截面中,分辨率 P 被评价为 11.811p/mm (等同于 600dpi)。

[0186] 将这些数值代入到条件式 (5) 和 (10) 的中间部分中产生式 (21) 和 (22),并且,我们可以看出,满足条件式 (5),但不满足式 (10)。

[0187] [数学 21]

$$[0188] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s}{1 - P_m D_m} \frac{\tan \theta_m}{\tan \theta_s} = 0.94 \quad (21)$$

[0189] [数学 22]

$$[0190] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s}{1 - P_m D_m} \frac{n_m p}{T} = 0.77 \quad (22)$$

[0191] 本实施例不满足条件式 (10) 的原因在于,根据本实施例的成像光学系统 1005 是放大光学系统,因此,上述的式 (8) 中的近似不成立。这样,除非通过 (8) 成立的光学系统,否则不能应用条件式 (10)。

[0192] 图 11A 和图 11B 是示出根据本实施例的成像光学系统 1005 的 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度特性的示图。图 11A 示出轴上物体高度处的发光点在光接收表面 1006 上成像时的场深度与衬度之间的关系,并且,以与图 5A 相同的方式,在每个衬度值处,X-Y 截面中的场深度比 Z-X 截面中的场深度大。另一方面,图 11B 示出,关于来自中间物体高度处的发光点的光线,由于场深度与衬度之间的关系,X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度大致相等。

[0193] 表 7 示出中间物体高度处的发光点在光接收表面 1006 上成像时对于每个衬度的 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的每一个的场深度及其比。

[0194] [表 7]

[0195]

衬度	Δx_m	Δx_s	$\Delta x_m / \Delta x_s$
100%	0.077	0.105	1.37
90%	0.116	0.141	1.21
80%	0.142	0.161	1.13
70%	0.158	0.175	1.10
60%	0.170	0.189	1.10
50%	0.183	0.203	1.09
40%	0.196	0.217	1.10

[0196] 表 7 表示在 40 ~ 80% 的衬度范围中可使得场深度在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中大致相等。因此,展示了可通过将根据本实施例的光学装置配置为满足条件式 (5) 来在中间物体高度处的发光点在光接收表面 106 上成像时使得 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度相同。

[0197] 因此,通过根据本实施例的光学装置,即使是放大光学系统,也可在确保光可用效率的同时实现良好的成像能力。

[0198] 第五实施例

[0199] 下面,将详细描述根据本发明的第三实施例的光学装置。与第一实施例中的组件相同或等同的组件将通过相同的附图标记表示,并且,简化或省略其描述。关于从一个发光点发射的光束通过的透镜光学系统的数量更大这一点,本实施例与第一实施例不同。

[0200] 图 12A ~ 12D 是根据本实施例的光学装置的主要部分的示意图,其中,图 12A 和图 12B 示出 X-Y 截面,并且图 12C 和图 12D 示出 Z-X 截面。根据本实施例的光学装置包括包含排列在物体面上的多个发光点的光源 1201 和将从光源 1201 发射的多个光线会聚在光接收表面(像面)1206 上的成像光学系统 1205。

[0201] 成像光学系统 1205 是包含沿第一方向排列的多个透镜光学系统 1205a 和用于遮蔽杂散光线的遮蔽部分 1203 的透镜阵列。光学系统 1205a 包含设置在相同光轴上的成像单元 1202 和 1204。以与第一实施例相同的方式,成像单元 1202 和 1204 分别具有以相等的间隔沿第一方向以相等的间隔排列的相同形态的透镜部分,并且,成像单元 1202 和 1204 关于光轴方向对称。成像单元 1202 的透镜表面 1202a 和 1202b 以及成像单元 1204 的透镜表面 1204a 和 1204b 均具有变形非球面形态(变形表面)。其非球面形态在上述式 (1) 中被表达。

[0202] 在表 8 中表示根据本实施例的成像光学系统 1205 的特性。

[0203] [表 8]

[0204]

配置			非球面形态							
分辨率	dpi	600	透镜表面 1202a		透镜表面 1202b		透镜表面 1204b		透镜表面 1204a	
波长	$\lambda(\text{nm})$	780	R	0	R	0	R	0	R	0
折射率	$n(\lambda=780\text{nm})$	1.486	k	0	k	0	k	0	k	0
透镜单元的第一方向上的 F-No.	Fno_m	6.90	A20	0.52414	A20	-1.27350	A20	1.27350	A20	-0.52414
透镜单元的第二方向上的 F-No.	Fno_s	1.31	A40	-2.34636	A40	0.73486	A40	-0.73486	A40	2.34636
透镜单元的第一方向上的放大率	βm	-0.24	A60	15.12691	A60	-4.60626	A60	4.60626	A60	-15.12691
透镜单元的第一方向上的阵列间距	p(mm)	0.52	A80	-216.13320	A80	8.52304	A80	-8.52304	A80	216.13320
沿透镜单元的第一方向排列的光学系统的数量	Nm(个)	221	A100	-11.14076	A100	-19.97629	A100	19.97629	A100	11.14076
沿透镜单元的第二方向排列的光学系统的数量	Ns(个)	1	A02	0.14572	A02	-1.15192	A02	1.15192	A02	-0.14572
透镜单元可取入光的最大物体高度	L(mm)	1.035	A22	-0.11646	A22	0.23666	A22	-0.23666	A22	0.11646
第一方向上的发光点的大小	Dm(μm)	42.30	A42	0.69251	A42	-0.73229	A42	0.73229	A42	-0.69251
第二方向上的发光点的大小	Ds(μm)	25.40	A62	-0.32243	A62	2.60923	A62	-2.60923	A62	0.32243
孔径大小			A82	0.12245	A82	-6.69795	A82	6.69795	A82	-0.12245
成像单元 1202 的第一方向上的孔径大小	Am1(mm)	0.50	A04	-0.01460	A04	0.00082	A04	-0.00082	A04	0.01460
成像单元 1202 的第二方向上的孔径大小	As1(mm)	2.44	A24	0.06767	A24	-0.00507	A24	0.00507	A24	-0.06767
成像单元 1204 的第一方向上的孔径大小	Am2(mm)	0.50	A44	-0.23917	A44	0.02710	A44	-0.02710	A44	0.23917
成像单元 1204 的第二方向上的孔径大小	As2(mm)	2.44	A64	0.62105	A64	-0.09276	A64	0.09276	A64	-0.62105
布置			A06	0.00261	A06	-0.00001	A06	0.00001	A06	-0.00001
光源 1201 与透镜表面 1202a 之间的距离	d1(mm)	3.30	A26	-0.02011	A26	0.00010	A26	-0.00010	A26	0.02011
透镜表面 1202a 与透镜表面 1202b 之间的距离	d2(mm)	0.90	A46	0.08062	A46	-0.00049	A46	0.00049	A46	-0.08062
透镜表面 1202b 与透镜表面 1204a 之间的距离	d3(mm)	1.36	A08	-0.00043	A08	0.00000	A08	0.00000	A08	0.00043
透镜表面 1204a 与透镜表面 1204b 之	d4(mm)	0.90	A28	0.00334	A28	0.00000	A28	0.00000	A28	-0.00334

[0205]

间的距离										
透镜表面 1204b 与 光接收表面 1206 之 间的距离	d5(mm)	3.30	A010	0.00003	A010	0.00000	A010	0.00000	A010	-0.00003

[0206] 图 12A 是示出 X-Y 截面中的轴上物体高度处的发光点 1201a 通过成像光学系统 1205 在光接收表面 1206 上成像的方式的示图。图 12B 是示出 X-Y 截面中的中间物体高度处的发光点 1201b 通过成像光学系统 1205 在光接收表面 1206 上成像的方式的示图。从发光点 1201a 和 1201b 发射的光线通过成像单元 1202 暂时会聚在中间成像面 A 处,并随后通过成像单元 1204 会聚在光接收表面 1206 上。

[0207] 关于从发光点 1201a 发射的光线通过三个透镜光学系统 1205a 并且从发光点 1201b 发射的光线通过四个透镜光学系统 1205a 这一点,本实施例与第一实施例不同。从发光点 1201a 发射的光线的发散角的半值为 11.81 度的 θ_{ma} ,并且,从发光点 1201b 发射的光线的发散角的半值为 15.59 度的 θ_{mb} 。在 X-Y 截面中,光束的发散角的半值 θ_m 根据发光点的位置改变,因此,场深度根据发光点的位置而不同。

[0208] 另一方面,如图 10C 和图 10D 所示,在 Z-X 截面中,从发光点 1201a 和 1201b 发射的光线通过成像单元 1202 变为平行光,并然后输入到成像单元 1204 并且会聚在光接收表面 1206 上。这里的成像光学系统 1205 在 Z-X 截面中是倒立等大成像系统,因此,从发光点 1201a 和 1201b 中的每一个发射的光线仅通过一个透镜光学系统 1205a。注意,从发光点 1201a 和 1201b 发射的光线的成像光束的发散角的半值为均为 22.47 度的 θ_{sa} 和 θ_{sb} 。因此,在 Z-X 截面中,不管发光点的位置如何,成像光束的入射角的半值 θ_s 都是恒定的,因此,不管发光点的位置如何,场深度也都是恒定的。

[0209] 如上所述,虽然 X-Y 截面中的成像光学系统 1205 的场深度根据发光点的位置而不同,但是,不管发光点的位置如何,Z-X 截面中的场深度都是恒定的。因此,根据本实施例的光学装置被设计,使得中间物体高度处的发光点在光接收表面 1206 上成像时的场深度在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中大致相等。因此,可使得 X-Y 截面中的最小场深度和 Z-X 截面中的场深度大致相等,因此,可在确保最大光的同时使成像能力稳定。

[0210] 现在,让我们计算来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 1205a 的最大数量。在本实施例中,一个透镜光学系统 105a 可取入光线有关的最大物体高度 L 为 1.035mm,并且,透镜光学系统 1205a 的阵列间距 p 为 0.52。因此, n_m (在 X-Y 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 1205a 的最大数量) = 1 + 整数部分 ($2 \times L/p$) = 4。并且,假定 40 ~ 80% 的衬度的最大数量 $n'_m = 1 +$ 整数部分 ($2 \times 0.85L/p$) = 4。由于 n_m 和 n'_m 相等,因此,在考虑 100% 的衬度和 40 ~ 80% 的衬度的两种情况下,均可通过满足条件式 (5) 和 (10) 的配置获得本发明的优点。

[0211] 在本实施例中, n_m 为偶数,因此,当来自中间物体高度的发光点的成像光束被输入到光接收表面 1206 时,发散角的半值 θ_m 最大 (最大值)。此时,X-Y 截面中的成像光束的入射角的最大值的半值为 15.59 度。另一方面,如上所述,在 X-Y 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 1205a 的最大数量为 1 个的 n_s ,并且,成像光束的发散角的半值为 22.47 度的 θ_s 。并且,成像单元的第二方向上的孔径大小 A_s 即成像光学系统 1205 的第二方向上的最大有效宽度 T 为 2.44mm。

[0212] 根据本实施例的成像光学系统 1205 在 X-Y 截面和 Z-X 截面中的每一个中在光接

收表面 1206 上形成光源 1201 的发光点中的每一个的等大图像。因此, X-Y 截面中的光接收表面 1206 上的图像大小 D_m 为等于发光点的大小的 $42.30 \mu\text{m}$ 。Z-X 截面中的光接收表面 1206 上的图像大小 D_s 为相同的 $25.40 \mu\text{m}$ 。以与第一实施例相同的方式, 在 X-Y 截面和 Z-X 截面中, 分辨率 P 被评价为 11.811p/mm (等同于 600dpi)。

[0213] 将这些数值代入到条件式 (5) 和 (10) 的中间部分中产生式 (23) 和 (24), 并且, 我们可以看出, 满足条件式 (5) 和 (10)。

[0214] [数学 23]

$$[0215] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \tan \theta_m}{1 - P_m D_m \tan \theta_s} = 0.94 \quad (23)$$

[0216] [数学 24]

$$[0217] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s n_m p}{1 - P_m D_m T} = 1.19 \quad (24)$$

[0218] 以与第一实施例相同的方式, 图 13A 和图 13B 是示出根据本实施例的成像光学系统 1205 的 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的深度特性的示图。图 13A 示出轴上物体高度处的发光点在光接收表面 1206 上成像时的场深度与衬度之间的关系, 并且, 以与图 5A 相同的方式, 在每个衬度值处, X-Y 截面中的场深度比 Z-X 截面中的场深度大。另一方面, 图 13B 示出, 当中间物体高度处的发光点在光接收表面 1206 上成像时, 由于场深度与衬度之间的关系, X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度大致相等。

[0219] 表 9 示出中间物体高度处的发光点在光接收表面 1206 上成像时对于每个衬度的 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的每一个的场深度及其比。

[0220] [表 9]

[0221]

衬度	Δx_m	Δx_s	$\Delta x_m / \Delta x_s$
100%	0.060	0.086	1.46
90%	0.134	0.127	0.96
80%	0.167	0.141	0.85
70%	0.190	0.156	0.82
60%	0.212	0.170	0.79
50%	0.232	0.183	0.77
40%	0.257	0.196	0.74

[0222] 表 9 表示在 40 ~ 90% 的衬度范围中可使得场深度在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中大致相等。因此, 展示了可通过将根据本实施例的光学装置配置为满足条件式 (5) 和 (10) 来在中间物体高度处的发光点在光接收表面 1206 上成像时使得 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的

场深度相同。因此,通过根据本实施例的光学装置,即使来自每个发光点的光线通过的透镜光学系统的数量增加,也可在确保光可用效率的同时实现良好的成像能力。

[0223] 注意,通过本实施例,每个透镜光学系统的 X-Y 截面中的放大率必须根据来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统的数量的增加而增加,但增加的放大率也使像差增加,这是不期望的。因此,考虑透镜光学系统的成像能力, n_m 和 n_m' 优选为四个或更少。

[0224] 第六实施例

[0225] 下面,将详细描述根据本发明的第三实施例的光学装置。与第一实施例中的组件相同或等同的组件将通过相同的附图标记表示,并且,简化或省略其描述。本实施例是根据第一实施例的透镜光学系统被分成顶部和底部且其中的一个以透镜光学系统的半间距沿第一方向偏移的配置。

[0226] 图 14A ~ 14C 是根据本实施例的光学装置的主要部分的示意图。图 14A 示出 X-Y 截面,图 14B 示出 Z-X 截面,并且图 14C 是从 X 方向的前视图。根据本实施例的光学装置包括包含排列在物体面上的多个发光点的光源 1401 和将从光源 1401 发射的多个光线会聚在光接收表面 1406 上的成像光学系统 1405。

[0227] 成像光学系统 1405 是包含沿第一方向排列的多个透镜光学系统 1405a 和用于遮蔽杂散光线的遮蔽部分 1403 的透镜阵列。透镜光学系统 1405a 包含位于相同光轴上的成像单元 1402 和 1404。与第一实施例不同,成像单元 1402 和 1404 分别沿第二方向包含两个透镜行。每个透镜行由以相等的间隔沿第一方向排列的相同形状的两个透镜部分配置而成。构成成像单元 1402 和 1404 中的每一个的两个透镜行被配置,使得构成第一实施例中的每个透镜单元的透镜行被分成顶部和底部且以透镜单元阵列间隔的半间距沿第一方向偏移。成像单元 1402 和成像单元 1404 的位置关于光轴方向对称。

[0228] 成像单元 1402 的透镜表面 1402a ~ 1402d 和成像单元 1404 的透镜表面 1404a ~ 1404d 分别具有变形非球面形态(变形表面)。其非球面形态在上述式(1)中被表达。

[0229] 在表 10 中表示根据本实施例的成像光学系统 1405 的特性。

[0230] [表 10]

[0231]

配置			非球面形态							
分辨率	dpi	600	透镜表面 1402a, 1402c		透镜表面 1402b, 1402d		透镜表面 1404b, 1404d		透镜表面 1404a, 1404c	
			R	0	R	0	R	0	R	0
波长	$\lambda(\text{nm})$	780	k	0	k	0	k	0	k	0
折射率	$n(\lambda=780\text{nm})$	1.486	k	0	k	0	k	0	k	0
透镜单元的第一方向上的 F-No.	Fno_m	3.90	A20	0.50277	A20	-0.82549	A20	0.82549	A20	-0.50277
透镜单元的第二方向上的 F-No.	Fno_s	1.30	A40	-0.51259	A40	0.29164	A40	-0.29164	A40	0.51259
透镜单元的第一方向上的放大 率	β_m	-0.45	A60	-0.24716	A60	-0.55971	A60	0.55971	A60	0.24716
透镜单元的第一方向上的阵列 间距	p(mm)	0.77	A80	0.08357	A80	-0.01894	A80	0.01894	A80	-0.08357
沿透镜单元的第一方向排列的 光学系统的数量	Nm(个)	291	A100	-6.91825	A100	-0.78249	A100	0.78249	A100	6.91825
沿透镜单元的第二方向排列的 光学系统的数量	Ns(个)	1	A02	0.15643	A02	-0.19504	A02	0.19504	A02	-0.15643
透镜单元可取入光的最大物体 高度	L(mm)	0.768	A22	-0.15873	A22	0.09481	A22	-0.09481	A22	0.15873
第一方向上的发光点的大小	Dm(μm)	42.30	A42	-0.15055	A42	-0.30023	A42	0.30023	A42	0.15055
第二方向上的发光点的大小	Ds(μm)	25.40	A62	5.65920	A62	3.06561	A62	-3.06561	A62	-5.65920
孔径大小			A82	-13.83601	A82	-6.53977	A82	6.53977	A82	13.83601
成像单元 1402 的第一方向上的 孔径大小	Am1(mm)	0.7	A04	-0.03679	A04	-0.00756	A04	0.00756	A04	0.03679
成像单元 1402 的第二方向上的 孔径大小	As1(mm)	1.22	A24	0.14799	A24	0.03211	A24	-0.03211	A24	-0.14799
成像单元 1404 的第一方向上的 孔径大小	Am2(mm)	0.7	A44	-1.03706	A44	-0.59005	A44	0.59005	A44	1.03706
成像单元 1404 的第二方向上的 孔径大小	As2(mm)	1.22	A64	-1.89450	A64	-0.69876	A64	0.69876	A64	1.89450
布置			A06	0.01270	A06	0.00111	A06	-0.00111	A06	-0.01270
光源 1401 与透镜表面 1402a 之 间的距离	d1(mm)	2.65	A26	-0.07715	A26	-0.00101	A26	0.00101	A26	0.07715
透镜表面 1402a 与透镜表面 1402b 之间的距离	d2(mm)	1.25	A46	0.97142	A46	0.41327	A46	-0.41327	A46	-0.97142
透镜表面 1402b 与透镜表面 1404a 之间的距离	d3(mm)	2.16	A08	-0.00611	A08	-0.00105	A08	0.00105	A08	0.00611
透镜表面 1404a 与透镜表面 1404b 之间的距离	d4(mm)	1.25	A28	-0.01342	A28	-0.01827	A28	0.01827	A28	0.01342
透镜表面 1404b 与光接收表面 1406 之间的距离	d5(mm)	2.65	A010	0.00128	A010	0.00010	A010	-0.00010	A010	-0.00128

[0232] 图 15A 是示出 X-Y 截面中的轴上物体高度处的发光点 1401a 通过成像光学系统 1405 在光接收表面 1406 上成像的方式的示图。图 15B 是示出 X-Y 截面中的 Z-X 中的中间物体高度处的发光点 1401b 在光接收表面 1406 上成像的方式的示图。

[0233] 现在,关于中间物体高度处的发光点 1401b 的位置,本实施例与上述的其它实施例不同。具体而言,发光点 1401b 不位于沿第一方向(Y 方向)相邻的透镜光学系统 1405a 的光轴之间的中间位置处,而位于沿第二方向(Z 方向)相邻的透镜光学系统 1405a 的光轴之间的中间位置处。这是因为,透镜光学系统 1405a 具有被分成顶部和底部且以半间距偏移的配置。

[0234] 从发光点 1401a 和 1401b 中的每一个发射的光线通过成像单元 1402 暂时会聚在中间成像面 A 处,并随后通过成像单元 1404 会聚在光接收表面 1406 上。在 X-Y 截面中从发光点 1401a 和 1401b 发射的光线的发散角的半值分别为 7.32 度和 13.38 度的 θ_{ma} 和 θ_{mb} 。

[0235] 另一方面,如图 15C 和图 15D 所示,在 Z-X 截面中从发光点 1401a 和 1401b 发射的

光线通过成像单元 1402 变为大致平行的光,并然后输入到成像单元 1404 并且会聚在光接收表面 1406 上。从发光点 1401a 和 1401b 发射的光线的成像光束的发散角的半值为均为 21.14 度的 θ_{sa} 和 θ_{sb} 。因此,在 Z-X 截面中,不管发光点的位置如何,半值 θ_s 都是恒定的,因此,不管发光点的位置如何,场深度也都是恒定的。

[0236] 如上所述,虽然 X-Y 截面中的成像光学系统 1405 的场深度根据发光点的位置而不同,但是,不管发光点的位置如何,Z-X 截面中的场深度都是恒定的。因此,根据本实施例的光学装置被设计,使得中间物体高度处的发光点在光接收表面 1406 上成像时的场深度在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中大致相等。因此,可使得 X-Y 截面中的最小场深度和 Z-X 截面中的场深度大致相等,因此,可在确保最大光的同时使成像能力稳定。

[0237] 现在,让我们计算来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 1405a 的最大数量。在式 (10) 要被应用到如本实施例那样沿第二方向排列多个透镜行的配置的情况下,必须考虑输入最周边的光线的透镜行。因此,考虑作为在 X-Y 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 1405a 的最大数量的 n_m 和透镜光学系统 1405a 的第一方向上的孔径大小 A_m 。具体而言,我们将考虑将式 (10) 应用到 $n_m \times A_m$ 的值最大的透镜行。

[0238] 在本实施例中,一个透镜光学系统 105a 可取入光线有关的最大物体高度 L 为 0.768mm,并且,透镜光学系统 1405a 的阵列间距 p 为 0.77mm。此时, n_m (在 X-Y 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 705a 的最大数量) = 1 + 整数部分 ($2 \times L/p$) = 2。并且,取 40 ~ 80% 的衬度的最大有效数量 n_m' 为 $n_m' = 1 +$ 整数部分 ($2 \times 0.85L/p$) = 2。并且,对于上下透镜光学系统 1405a 二者,第一方向上的孔径大小 A_m 为 0.7mm,因此, $n_m \times A_m = 1.4\text{mm}$ 成立。 $n_m \times A_m$ 的值在本实施例中对于上下透镜光学系统 1405a 是相等的,因此,可通过在任一行处满足条件式 (5) 和 (10) 的配置获得本发明的优点。并且, n_m 和 n_m' 相等,因此,在考虑 100% 的衬度和 40 ~ 80% 的衬度的两种情况下,均可通过满足条件式 (5) 和 (10) 的配置获得本发明的优点。

[0239] 在本实施例中, n_m 是偶数,因此,在来自中间物体高度处的发光点的成像光束被输入到光接收表面 1406 时,发散角的半值 θ_{ms} 最大 (最大值)。此时, X-Y 截面中的成像光束的入射角的最大值的半值为 13.38 度。另一方面,如上所述,在 Z-X 截面中来自一个发光点的光线通过的透镜光学系统 1405a 的最大数量为 2 个的 n_s , 并且,成像光束的发散角的半值为 21.14 度的 θ_s 。并且,对于上下透镜行的透镜光学系统 1405a 的孔径大小 A_s 为 1.22mm, 因此,成像光学系统 1405 的第二方向上的最大有效宽度 T 为 2.44mm。

[0240] 根据本实施例的成像光学系统 1405 在 X-Y 截面和 Z-X 截面中的每一个中在光接收表面 1406 上形成光源 1401 的发光点中的每一个的等大图像。因此, X-Y 截面中的光接收表面 1406 上的图像大小 D_m 为等于发光点的大小的 $42.30 \mu\text{m}$, 并且, Z-X 截面中的光接收表面 1406 上的图像大小 D_s 为等于发光点的大小的 $25.40 \mu\text{m}$ 。以与第一实施例相同的方式,在 X-Y 截面和 Z-X 截面中,分辨率 P 被评价为 11.81lp/mm (等同于 600dpi)。

[0241] 将这些数值代入到条件式 (5) 和 (10) 的中间部分中产生下式 (25) 和 (26), 并且,我们可以看出,满足条件式 (5) 和 (10)。

[0242] [数学 25]

$$[0243] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s \tan \theta_m}{1 - P_m D_m \tan \theta_s} = 0.86 \quad (25)$$

[0244] [数学 12]

$$[0245] \quad \frac{P_m}{P_s} \frac{1 - P_s D_s}{1 - P_m D_m} \frac{n_m p}{T} = 0.88 \quad (26)$$

[0246] 以与第一实施例相同的方式,图 16A 和图 16B 是示出根据本实施例的成像光学系统 1405 的 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的深度特性的示图。图 16A 示出轴上物体高度处的发光点在光接收表面 1406 上成像时的场深度与衬度之间的关系。并且,图 16B 示出每个透镜光学系统 1405a 的中间物体高度处的发光点在光接收表面 1406 上成像时的场深度与衬度之间的关系。图 16B 示出 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度大致相等。

[0247] 表 11 示出中间物体高度处的发光点在光接收表面 1406 上成像时对于每个衬度的 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的每一个的场深度及其比。

[0248] [表 11]

[0249]

衬度	Δx_m	Δx_s	$\Delta x_m / \Delta x_s$
100%	0.089	0.104	1.09
90%	0.139	0.125	0.84
80%	0.166	0.144	0.82
70%	0.186	0.156	0.82
60%	0.207	0.165	0.79
50%	0.226	0.173	0.76
40%	0.245	0.181	0.74

[0250] 表 11 表示在 70 ~ 100% 的衬度范围中可使得场深度在 X-Y 截面中和 Z-X 截面中大致相等。因此,展示了可通过将根据本实施例的光学装置配置为满足条件式 (5) 和 (10) 来在中间物体高度处的发光点在光接收表面 1406 上成像时使得 X-Y 截面中和 Z-X 截面中的场深度相同。

[0251] 因此,通过根据本实施例的光学装置,即使具有透镜行被上下分割的配置,也可在确保光可用效率的同时实现良好的成像能力。

[0252] 图像形成装置

[0253] 图 17 是根据本发明的实施例的彩色图像形成装置 33 的主要部分的示意图 (Z-X 截面图)。彩色图像形成装置 33 是具有四个在上述的实施例中示出的光学装置 (曝光单元) 中的任意一个的串联型彩色图像形成装置,每个光学装置联合地曝光感光鼓的光接收表面 (感光表面)。彩色图像形成装置 33 包含具有实施例中所示出的配置中的一个的光

学装置 17、18、19 和 20、用作图像承载部件的感光鼓 21、22、23 和 24、显影单元 25、26、27 和 28、传送带 34 和定影单元 37。光学装置 17、18、19 和 20 分别被设置为使得成像光学系统的第二方向匹配感光鼓 21、22、23 和 24 的副扫描方向 (Z 方向), 其为感光鼓的旋转方向。

[0254] 在图 17 中, 彩色图像形成装置 33 从诸如个人计算机等的外部设备 35 接收 R(红色)、G(绿色) 和 B(蓝色) 的彩色信号的输入。这些彩色信号通过装置内的打印机控制器 36 被转换成 C(青色)、M(品红色)、Y(黄色) 和 K(黑色) 的图像信号(点数据), 并且被输入到各光学装置 17、18、19 和 20。除了信号转换以外, 打印机控制器 36 控制彩色图像形成装置 33 的每个部分。

[0255] 分别从光学装置 17、18、19 和 20 发射根据颜色图像信号调制的曝光光 29、30、31、32。曝光光 29、30、31、32 曝光通过省略示出的带电辊带电的感光鼓 21、22、23 和 24 的感光表面, 从而在每个的感光表面上形成静电潜像。随后, 感光鼓 21、22、23 和 24 的感光表面上的静电潜像通过各显影单元 25、26、27 和 28 被显影为调色剂图像。每个颜色的调色剂图像通过利用省略示出的转印单元重叠到转印介质上而被转印, 并然后通过定影单元被定影, 由此完成一个填充颜色图像。

[0256] 图像读取装置

[0257] 具有根据上述的实施例中的任意一个的配置的光学装置可被用于图像读取装置中。在这种情况下, 通过定位在成像光学系统的物体面处的原稿和定位在像面(光接收表面)处的光接收器单元, 配置光学装置。由例如 CCD 传感器或 CMOS 传感器等配置而成的线传感器可用作光接收器单元。并且, 可通过将作为上述的外部设备 35 的图像读取装置连接到彩色图像形成装置 33 来配置彩色数字影印机。

[0258] 图像读取装置可通过包含光源的照明单元照射原稿、将光束(反射光或透射光)会聚在成像光学系统上、以及通过光接收器单元的传感器面接收光。此时, 成像光学系统被定位为使得其第二方向匹配原稿与成像光学系统之间的相对位置被改变的方向(副扫描方向), 由此, 可沿副扫描方向依次读取原稿。

[0259] 注意, 图像读取装置中的照明单元不限于光源, 可以使用向原稿引导外部光的配置。这里, 图像读取设备具有的光接收器单元的光接收表面处的原稿上的图像可设想为由无限小的点构成。因此, 在向与图像读取装置有关的光学装置应用上述的式(5)和(10)的情况下, 可以设定 $D_1 = 0$ 并且如下式(27)和(28)那样进行变换。

[0260] [数学 26]

$$[0261] \quad 0.8 \leq \frac{P_m \tan \theta_m}{P_s \tan \theta_s} \leq 1.2 \quad (27)$$

[0262] [数学 27]

$$[0263] \quad 0.8 \leq \frac{P_m n_m p}{P_s T} \leq 1.2 \quad (28)$$

[0264] 修改

[0265] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明, 但应理解, 本发明不限于所公开的示例性实施例。随附权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有这样的修改以及等同的结构和功能。

[0266] 例如,实施例在以上被描述为通过革新透镜部分的第一方向和第二方向上的设计孔径大小来满足式(5)的配置,但满足式(5)的光学装置的设计方法不限于此。例如,可以利用关于第一方向和第二方向的光源的发光点的大小进行革新以满足式(5)的配置。

[0267] 并且,实施例中的成像光学系统的透镜表面具有由式(1)表达的非球面形态,但本发明不限于此,并且可以利用由其它的表达式表达的非球面形态。并且,虽然发光点在Z-X截面中在没有中间成像的情况下在光接收表面上倒立成像,但是,与X-Y截面一样,发光点可在中间成像之后在光接收表面上正立成像。

[0268] 并且,对于实施例中的成像光学系统描述了排列两行成像单元的配置,但成像单元的数量不限于此,并且可以配置具有三个或更多个成像单元的成像光学系统。并且,虽然第六实施例中的成像单元具有沿第二方向具有两个透镜行的配置,但可以配置沿第二方向具有三个或更多个透镜行的成像单元。

[0269] 并且,虽然根据实施例的光源被描述为单独沿第一方向排列多个发光点的配置,但可以利用沿第二方向排列发光点的多个行且以交错的布局排列多个发光点的配置。该配置使得更大量的发光点能够被密集地排列,而不考虑与沿第一方向相邻的其它发光点的间隔,因此可进一步提高分辨率。

[0270] 上述的图像形成装置和图像读取装置的记录密度不被限制。但是,当考虑到记录密度越高需要的图像质量越高时,根据上述的实施例的光学装置在1200dpi或更高的图像形成装置中表现更大的优点。

[0271] 本申请要求2012年12月27日提交的日本专利申请No. 2012-284439的权益,在此通过全部引用而合并于此。

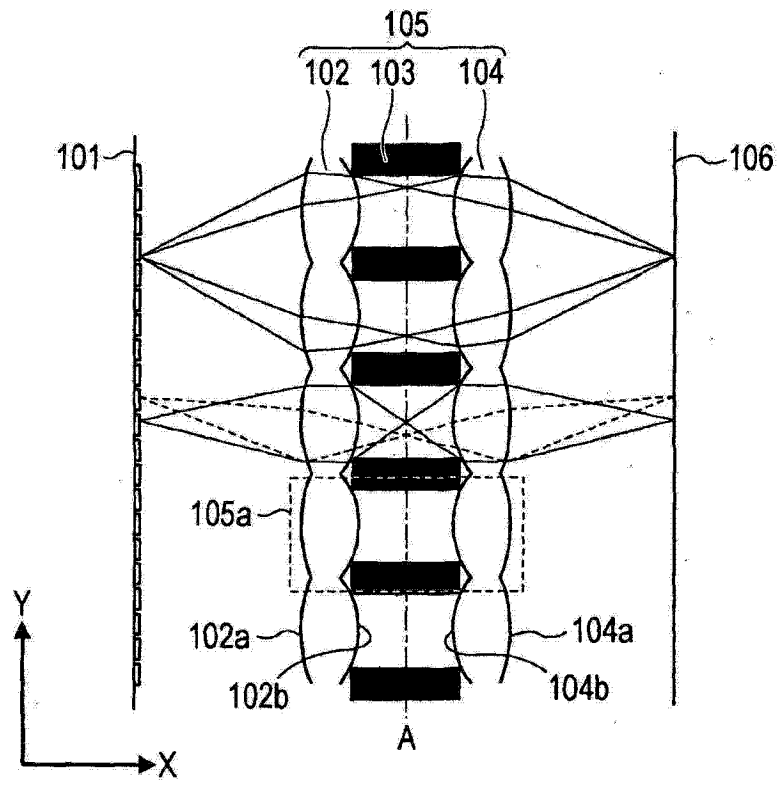


图 1A

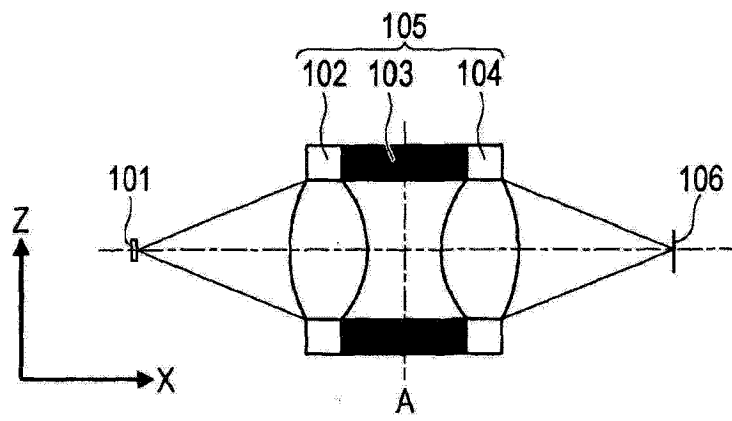


图 1B

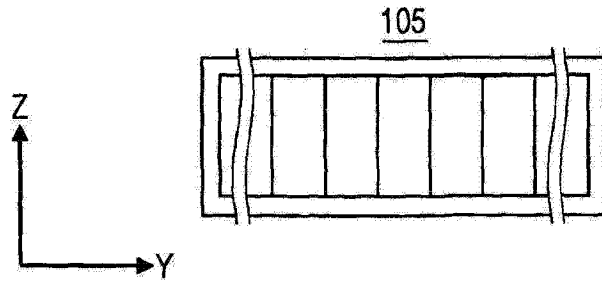


图 1C

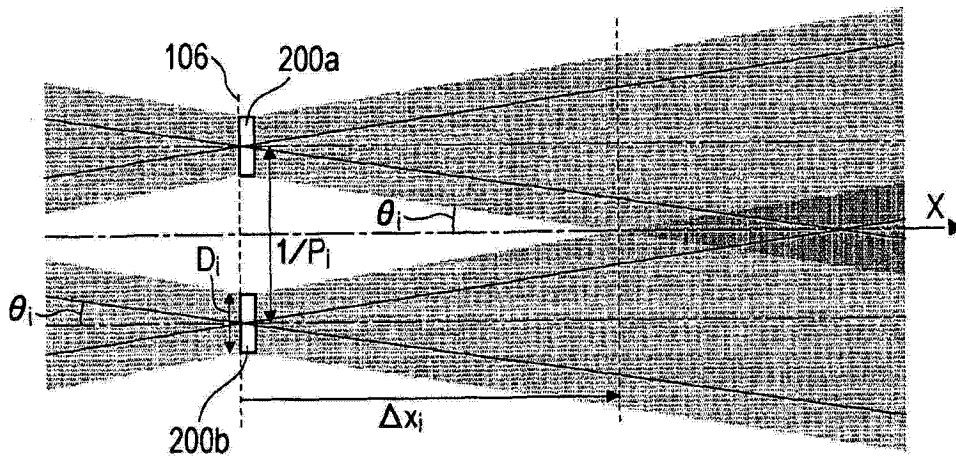


图 2

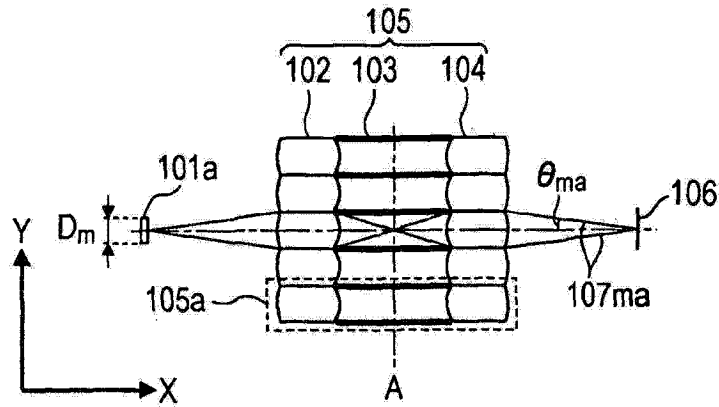


图 3A

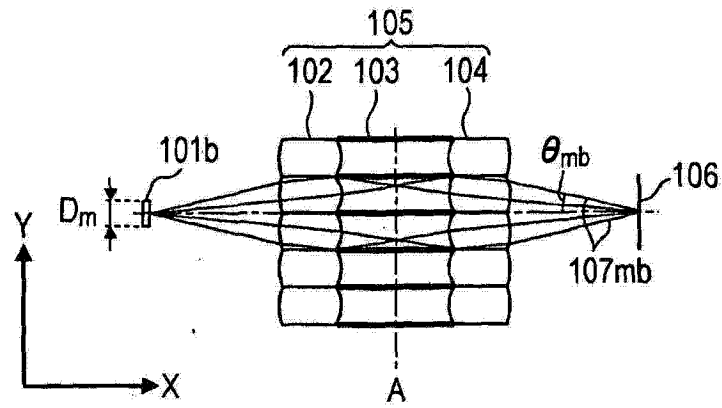


图 3B

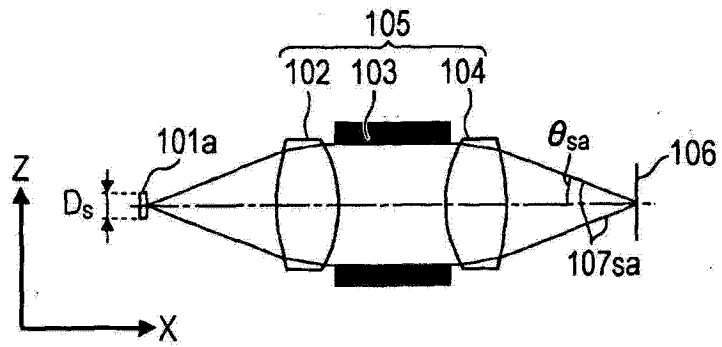


图 3C

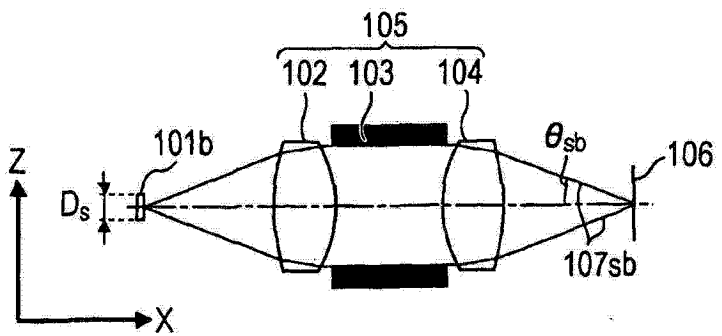


图 3D

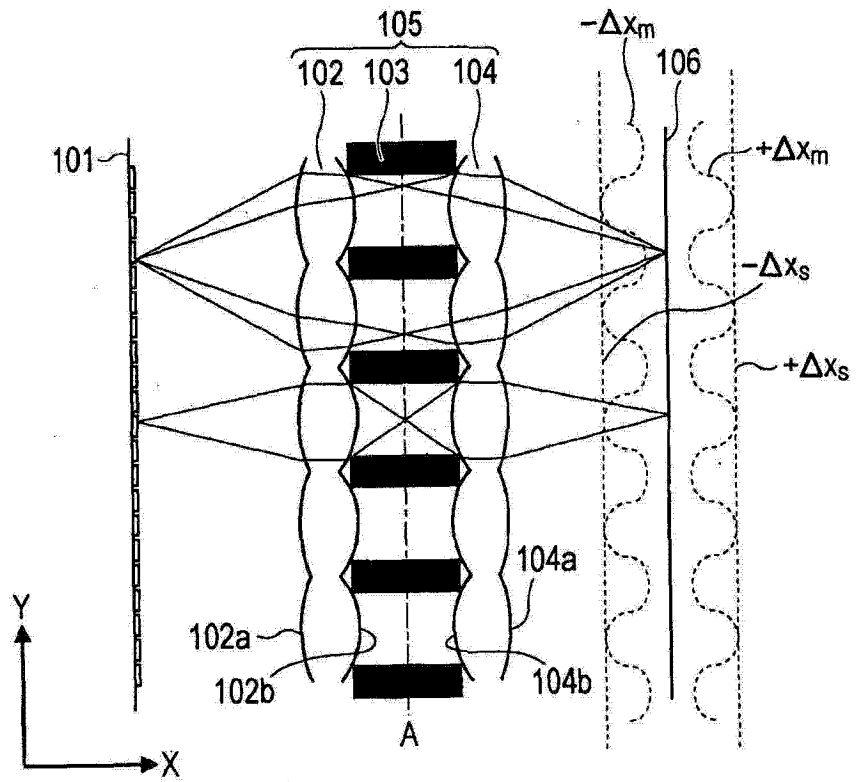


图 4A

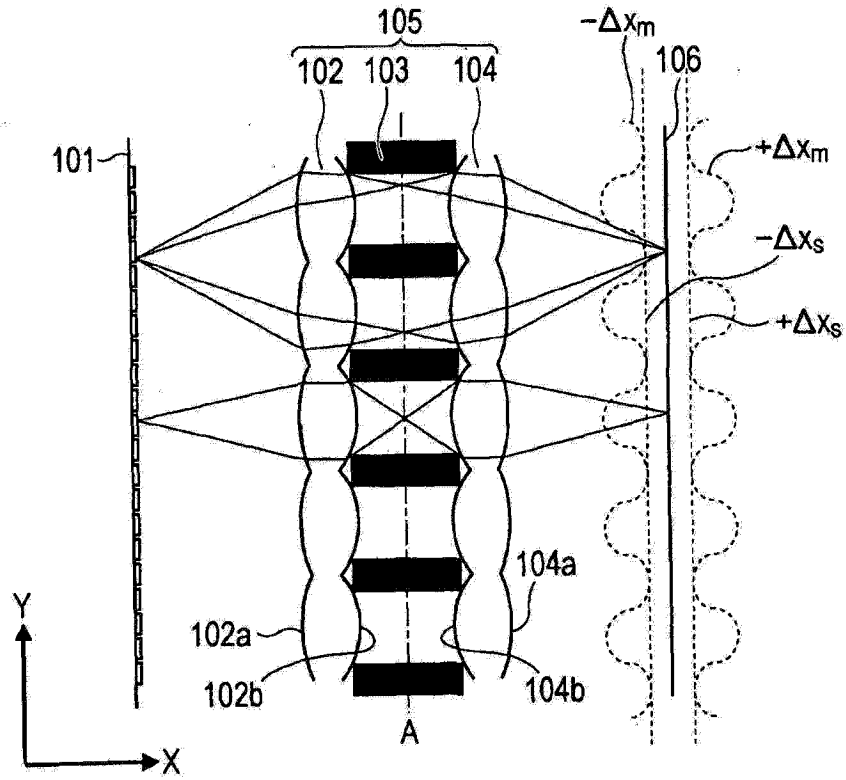


图 4B

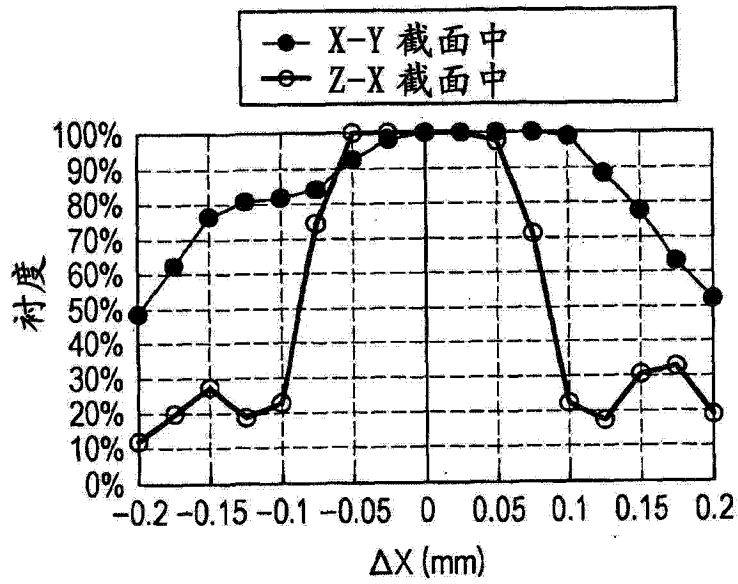


图 5A

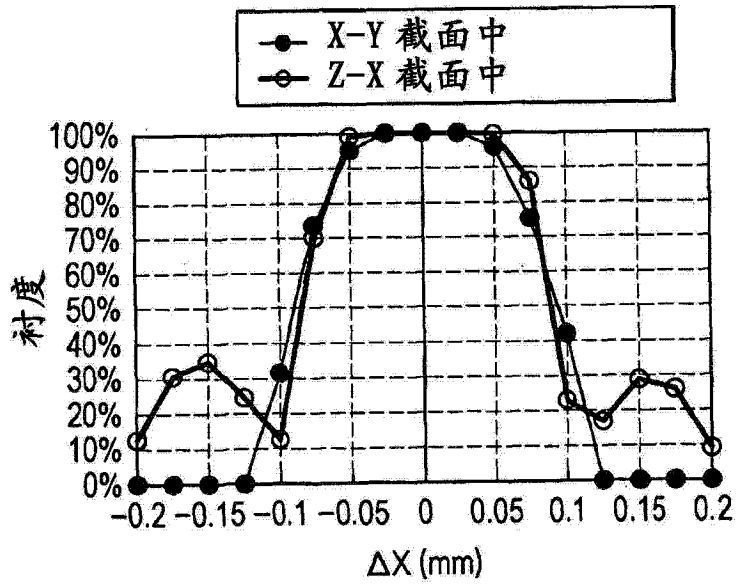


图 5B

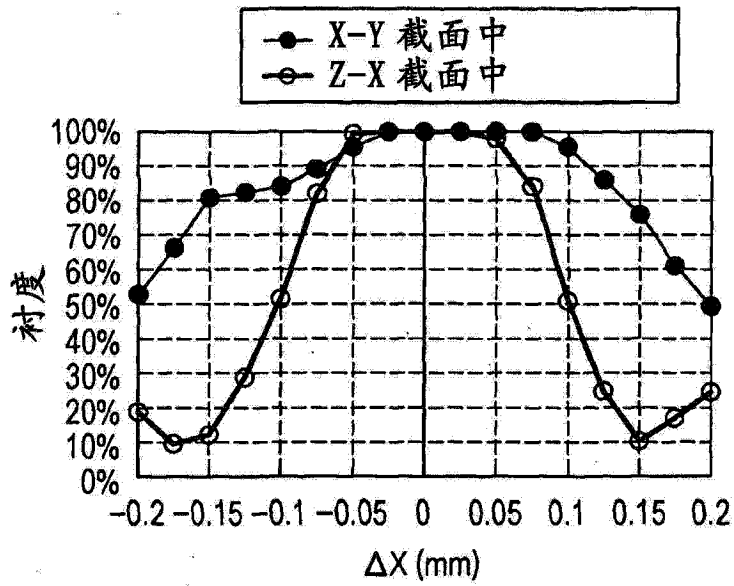


图 6A

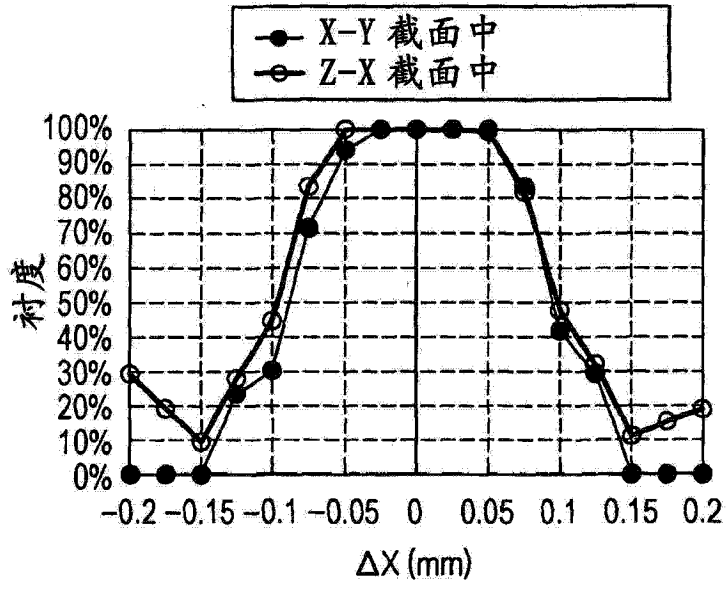


图 6B

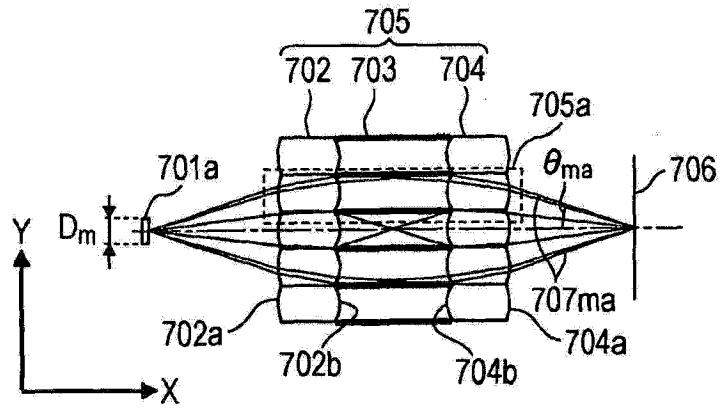


图 7A

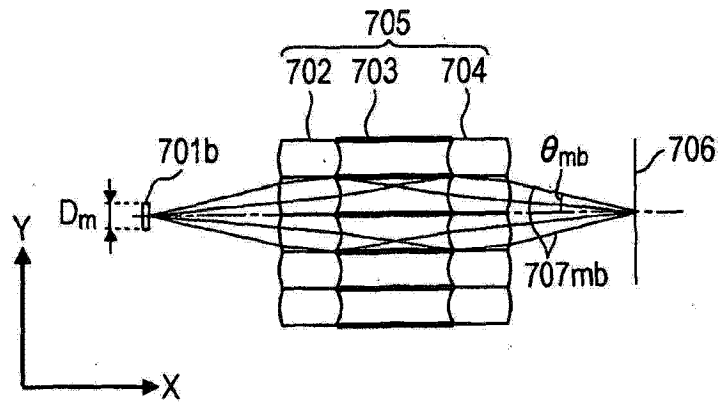


图 7B

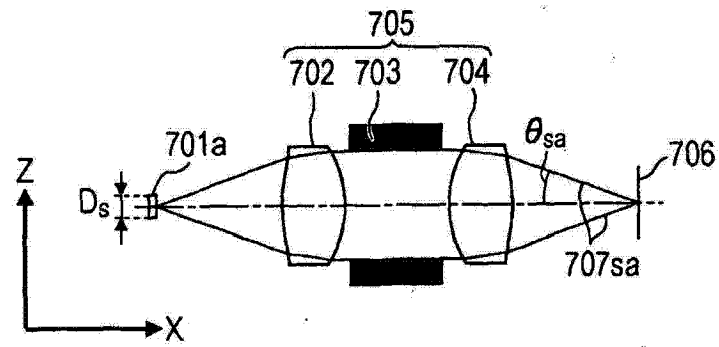


图 7C

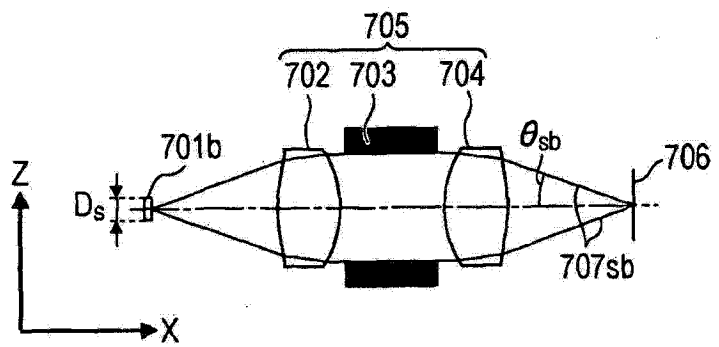


图 7D

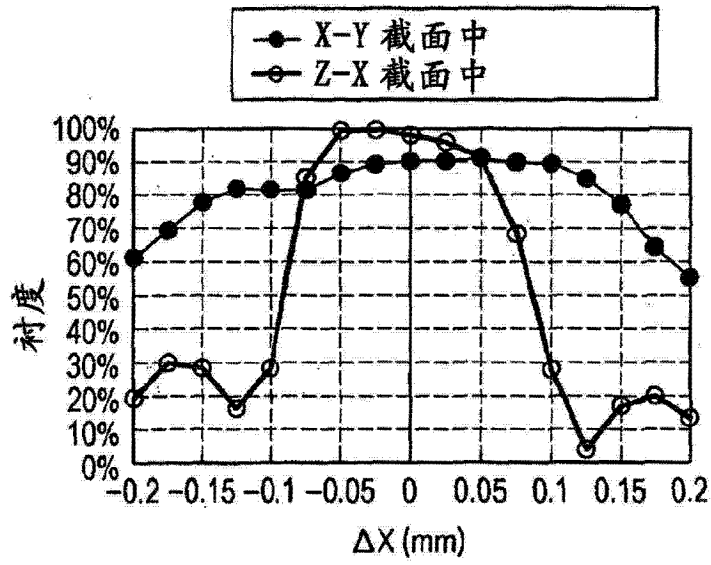


图 8A

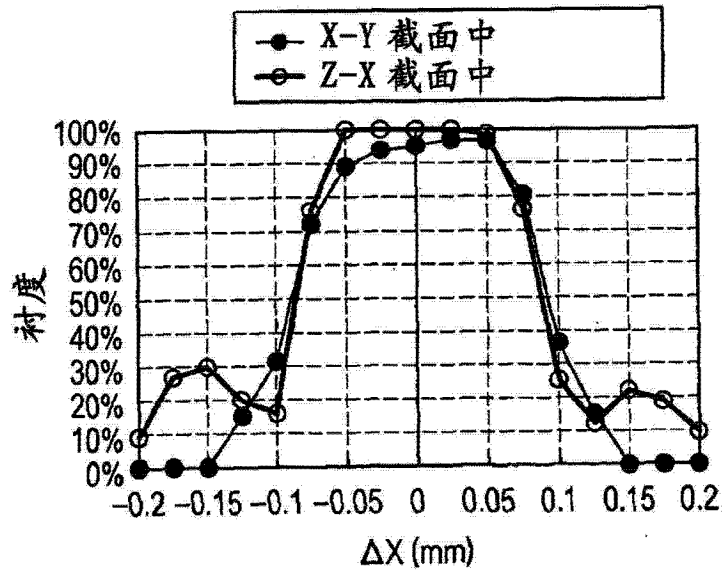


图 8B

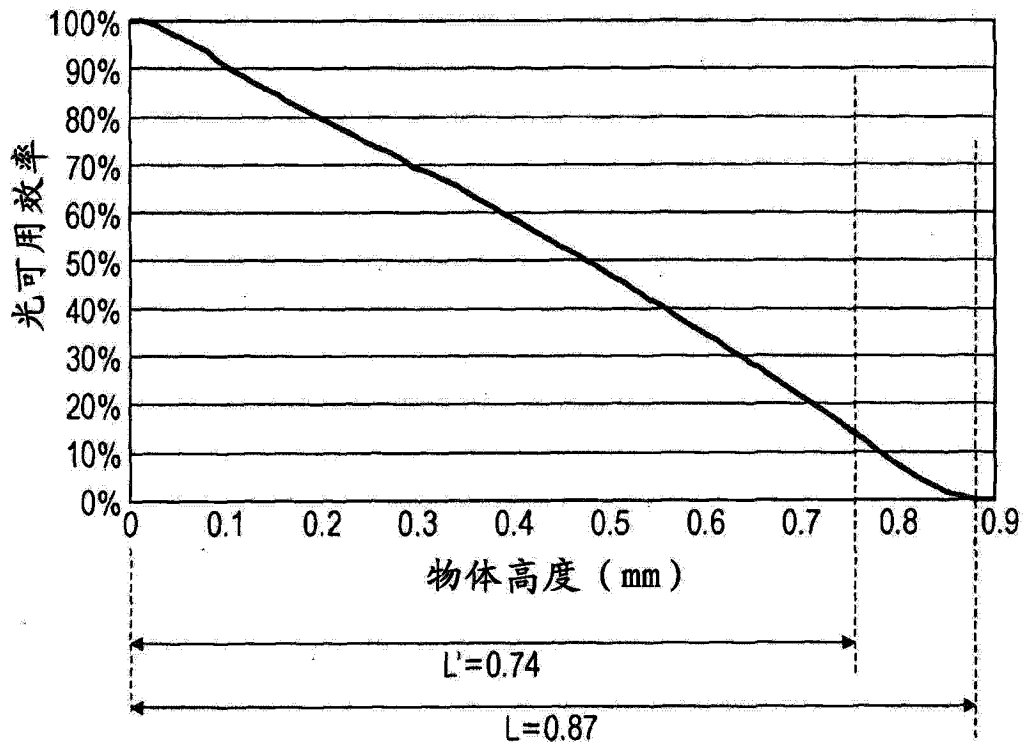


图 9

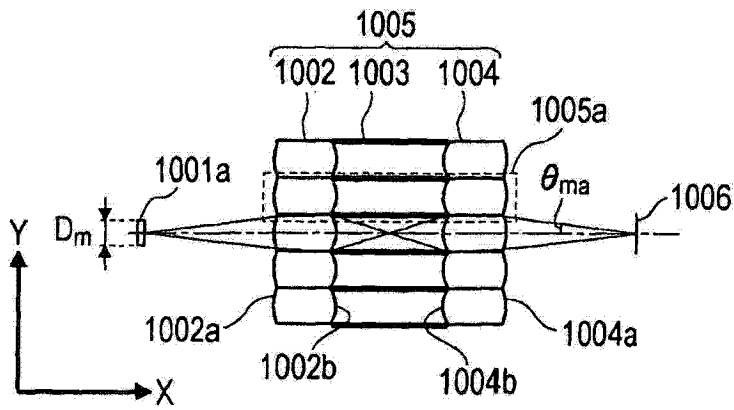


图 10A

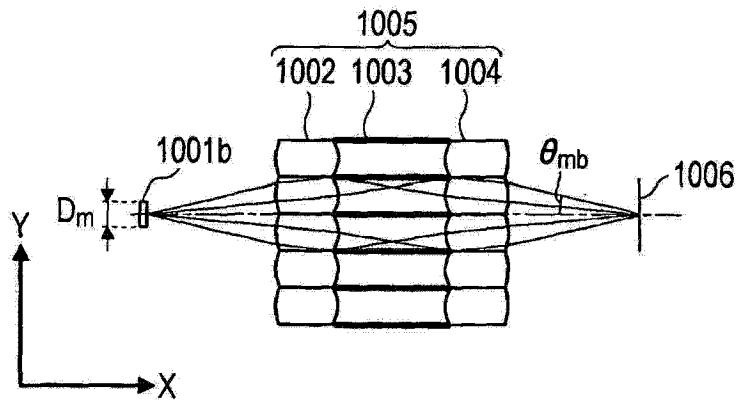


图 10B

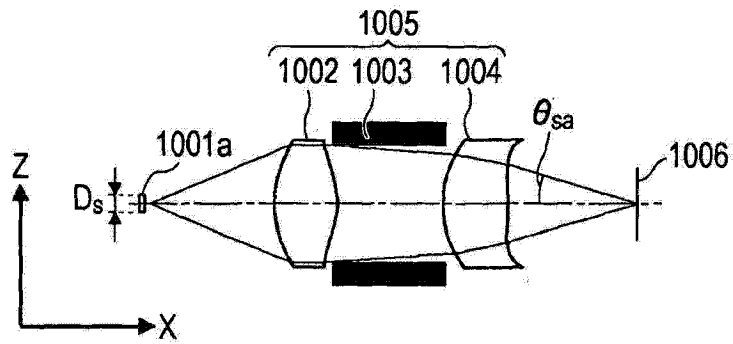


图 10C

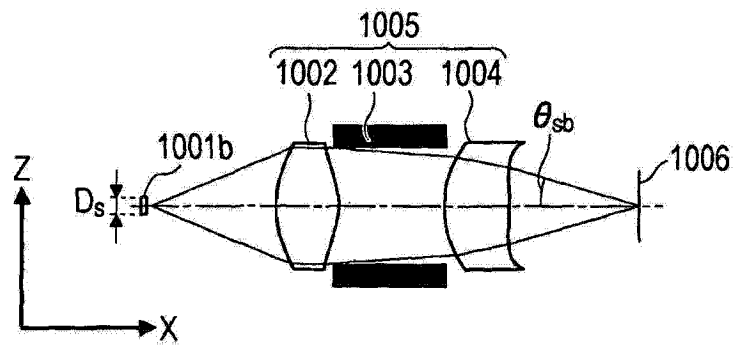


图 10D

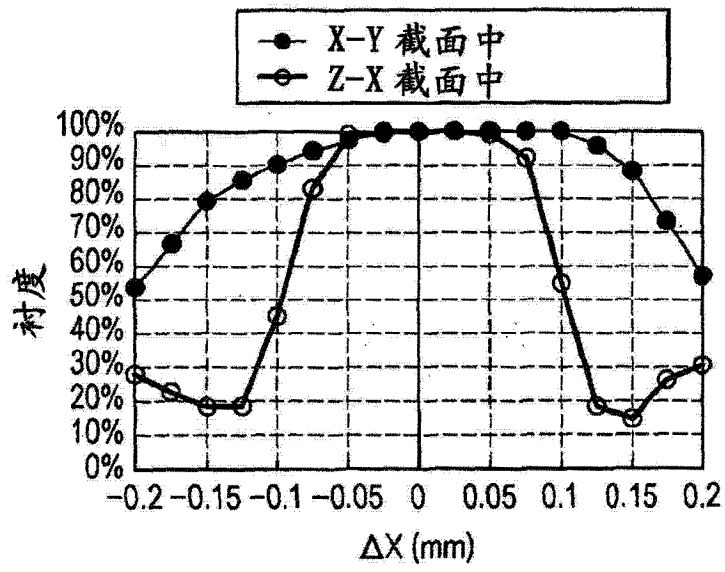


图 11A

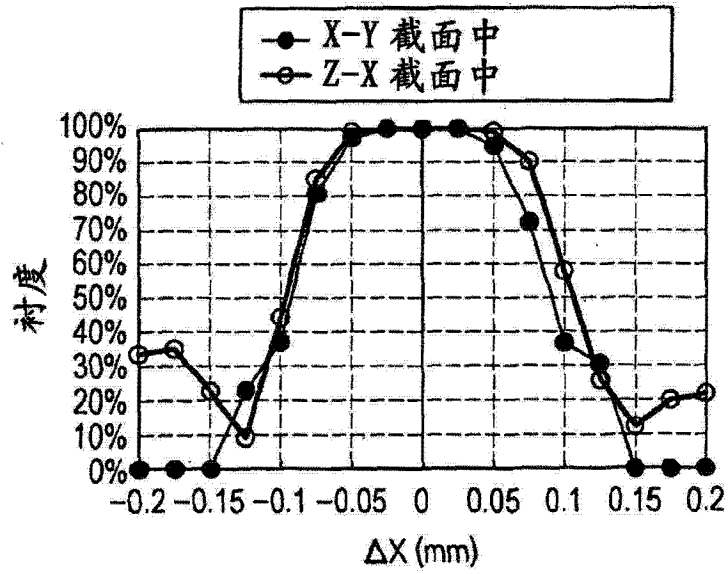


图 11B

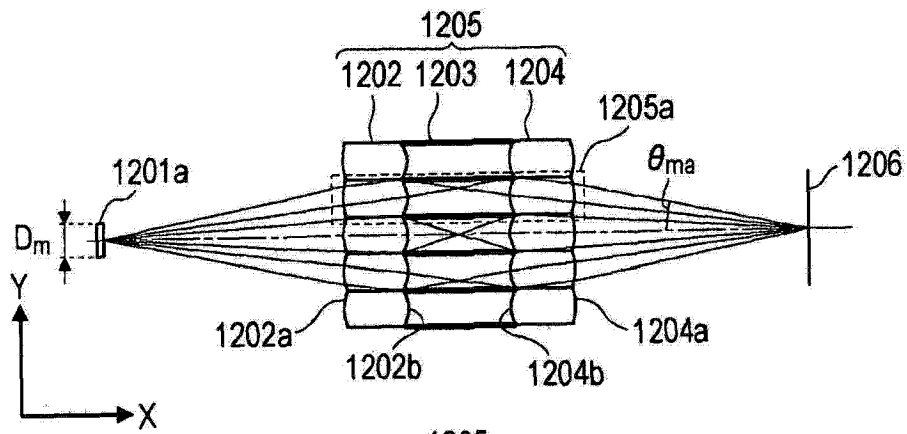


图12A

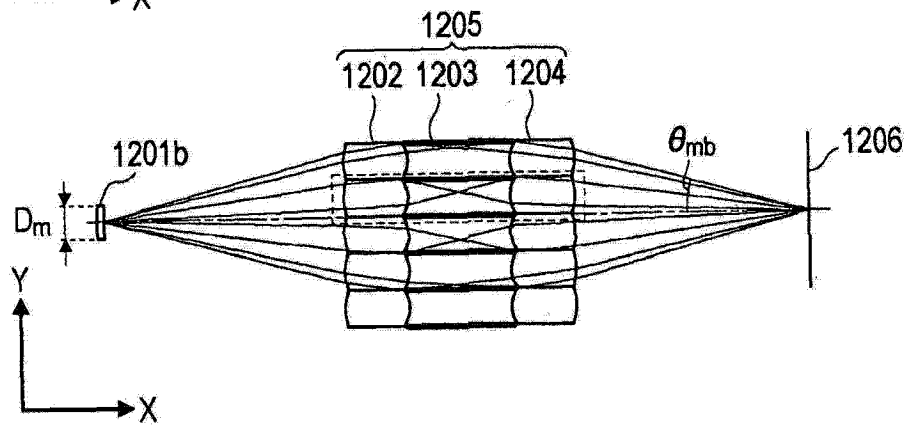


图12B

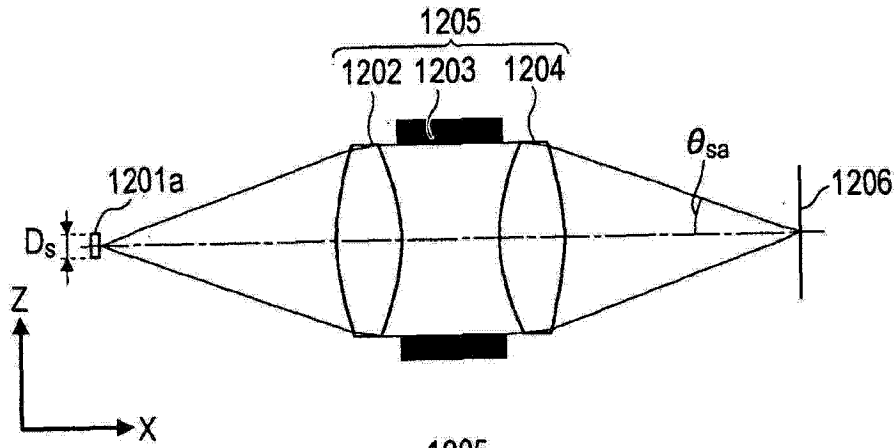


图 12C

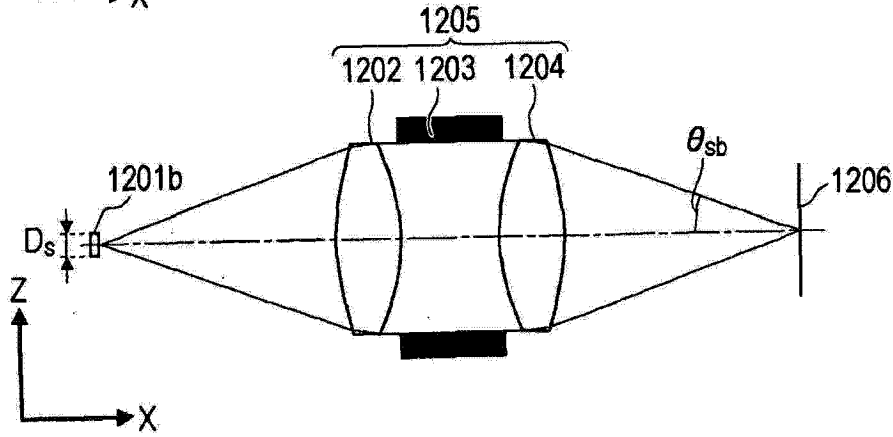


图 12D

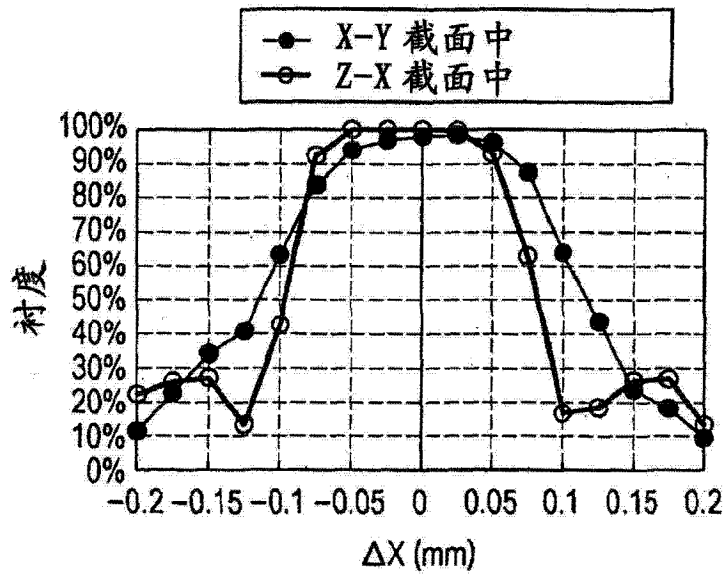


图 13A

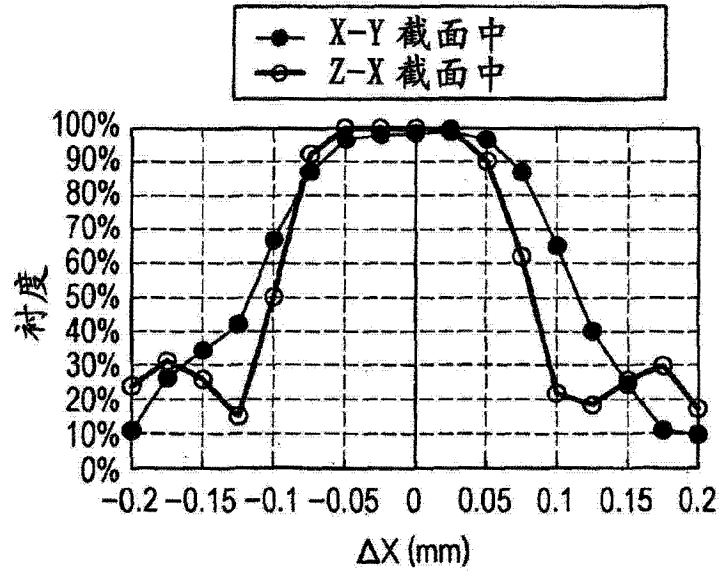


图 13B

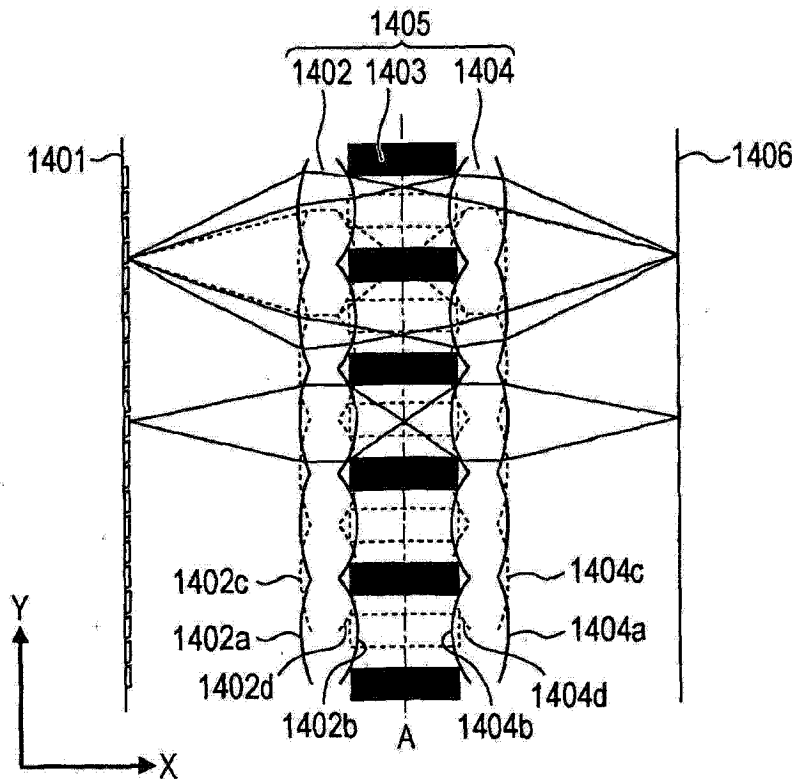


图 14A

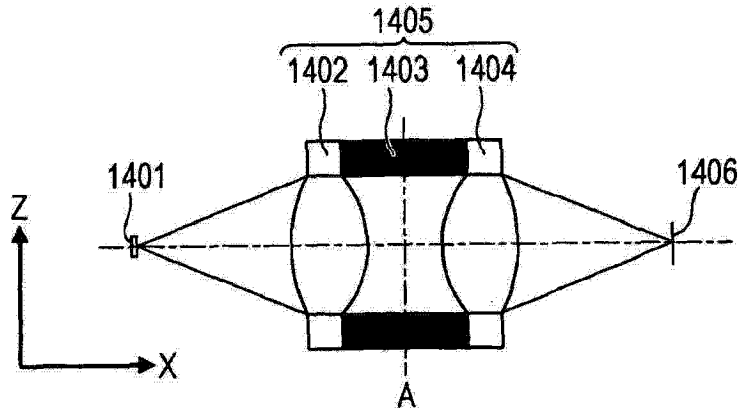


图 14B

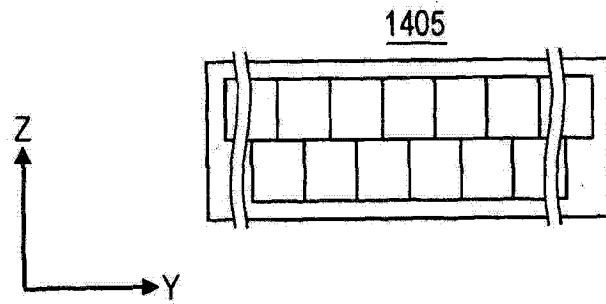


图 14C

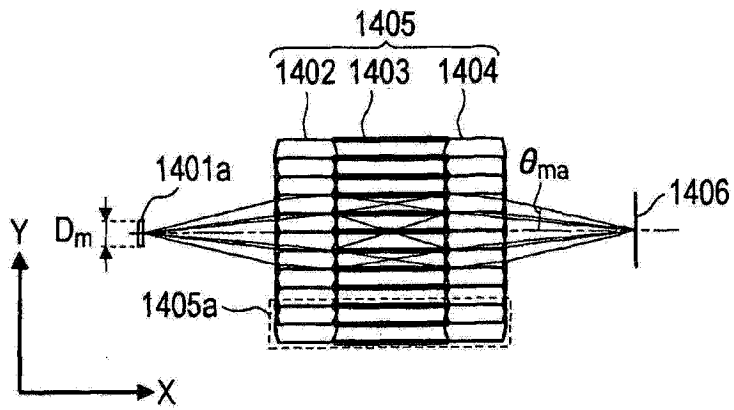


图 15A

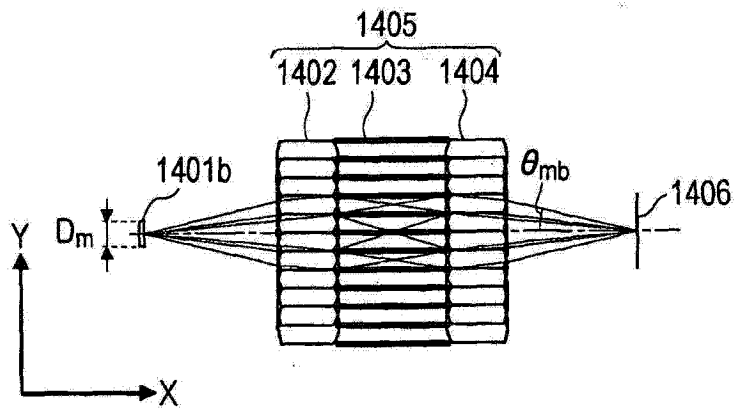


图 15B

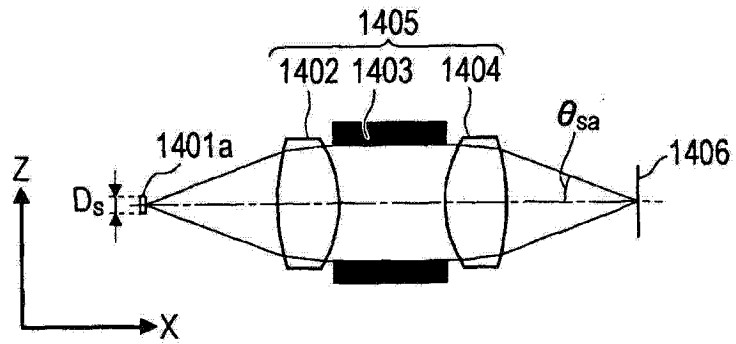


图 15C

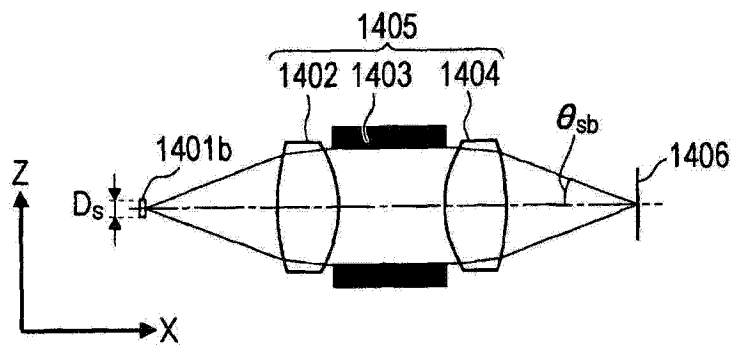


图 15D

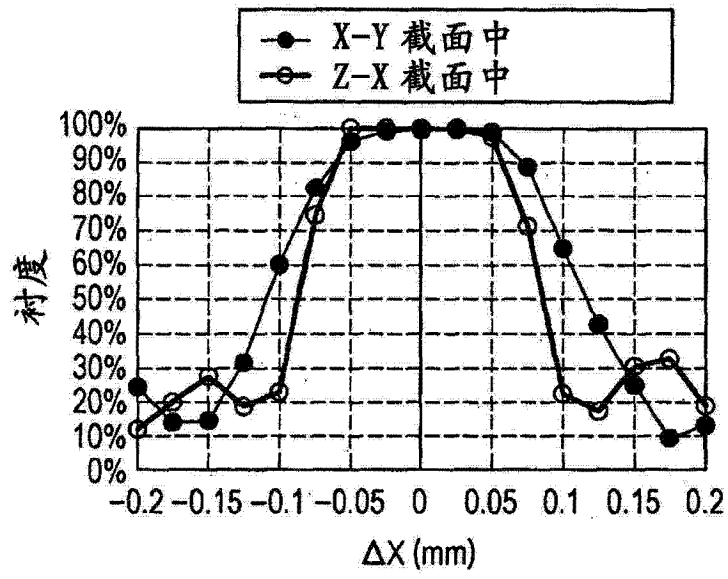


图 16A

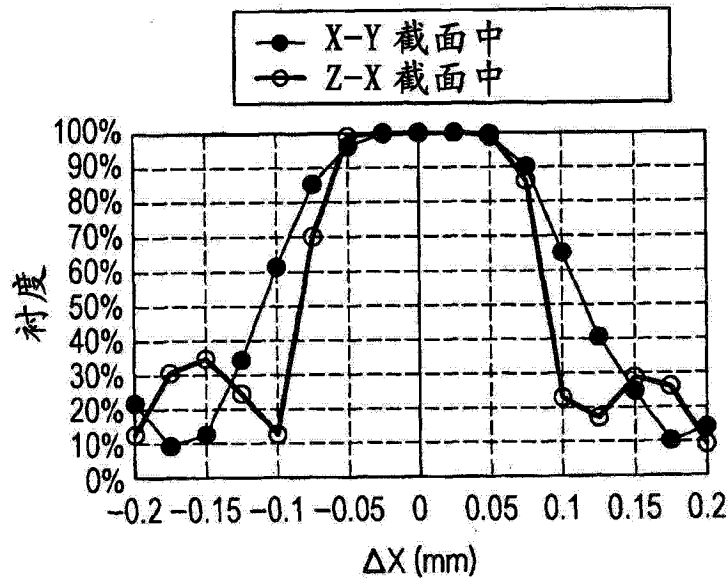


图 16B

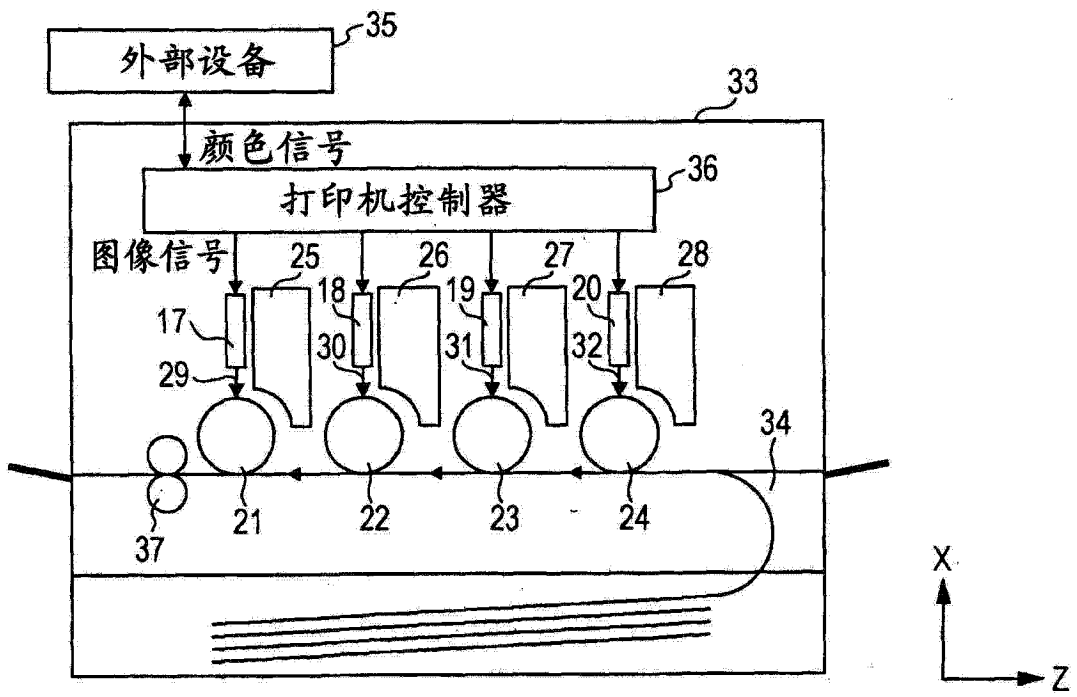


图 17