



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104345451 B

(45)授权公告日 2017.01.11

(21)申请号 201410378211.9

(22)申请日 2014.08.01

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104345451 A

(43)申请公布日 2015.02.11

(30)优先权数据

2013-161329 2013.08.02 JP

(73)专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)发明人 石原和幸 富冈雄一 黑川周一

(74)专利代理机构 北京魏启学律师事务所

11398

代理人 魏启学

(51)Int.Cl.

G02B 26/12(2006.01)

G03G 15/04(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开平8-248308 A,1996.09.27,

CN 1749805 A,2006.03.22,

CN 1869761 A,2006.11.29,

CN 101226277 A,2008.07.23,

CN 1979249 A,2007.06.13,

CN 101034205 A,2007.09.12,

CN 101038370 A,2007.09.19,

JP 特开2007-333914 A,2007.12.27,

审查员 孙晓康

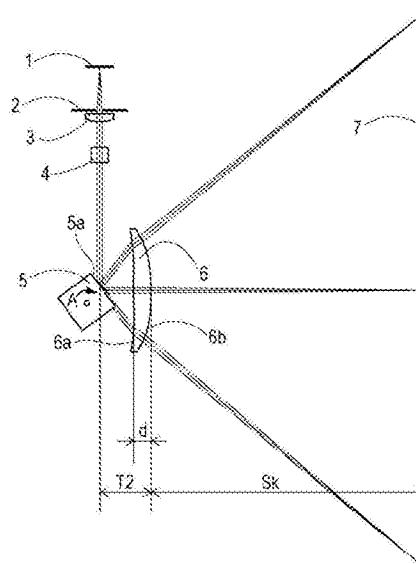
权利要求书2页 说明书18页 附图19页

(54)发明名称

光扫描设备及使用该光扫描设备的图像形成设备

(57)摘要

本发明提供一种光扫描设备及使用该光扫描设备的图像形成设备。光扫描设备包括：光源；偏转器，用于偏转来自所述光源的光束；以及成像光学系统，用于将在所述偏转器处偏转的光束引导至扫描面。由单个成像光学元件构成所述成像光学系统，其中，在所述成像光学系统的光轴上，满足条件 $0.15 \leq T2/Sk \leq 0.3$ 和 $0.03 \leq d/K \leq 0.08$ 。当通过 $Y = (K/B) \times \tan(B \times \theta)$ 表示由所述偏转器在扫描角度 θ 处偏转的光束在所述扫描面上的主扫描方向上的会聚位置Y时，在扫描角度 θ 最大的会聚位置Y处，满足条件 $0.3 \leq B \leq 0.6$ 。



1. 一种光扫描设备,其包括:

光源;

偏转器,用于偏转来自所述光源的光束;以及

成像光学系统,用于将在所述偏转器处偏转的光束引导至扫描面,

其特征在于,所述成像光学系统由单个成像光学元件构成,

当在所述成像光学系统的光轴上,从所述偏转器的偏转面到所述成像光学元件的出射面的距离为 T_2 ,从所述成像光学元件的出射面到所述扫描面的距离为 S_k ,所述成像光学元件的厚度为 d ,且所述成像光学元件的成像系数为 K 时,满足以下条件:

$$0.15 \leq T_2/S_k \leq 0.3,$$

$$0.03 \leq d/K \leq 0.08,$$

其中,在由

$$Y = (K/B) \times \tan(B \times \theta)$$

表示由所述偏转器在扫描角度 θ 处所偏转的光束在所述扫描面上的主扫描方向上的会聚位置 Y 的情况下,在所述扫描角度 θ 最大的会聚位置 Y 处,满足以下条件:

$$0.3 \leq B \leq 0.6,$$

其中, B 是扫描特性系数。

2. 根据权利要求1所述的光扫描设备,其中,满足以下条件:

$$0.8 \leq S_k/f_m \leq 1.2,$$

其中, f_m 表示所述成像光学元件在所述主扫描方向上的焦距。

3. 根据权利要求2所述的光扫描设备,其中,满足以下条件:

$$0.9 \leq S_k/f_m \leq 1.1。$$

4. 根据权利要求1所述的光扫描设备,其中,

在所述扫描角度 θ 最大的情况下,满足以下条件:

$$0.07 \leq \tan^2(B \times \theta) \leq 0.5。$$

5. 根据权利要求1所述的光扫描设备,其中,

在所述扫描角度 θ 最大的会聚位置 Y 处,满足以下条件:

$$0.45 \leq B \leq 0.6。$$

6. 根据权利要求1所述的光扫描设备,其中,满足以下条件:

$$0.15 \leq T_2/S_k \leq 0.27。$$

7. 根据权利要求1所述的光扫描设备,其中,满足以下条件:

$$0.04 \leq d/K \leq 0.07。$$

8. 根据权利要求1所述的光扫描设备,还包括:

控制单元,用于根据由 $\tan^2(B \times \theta)$ 表示的所述成像光学元件的局部倍率偏移,控制所述光源的调制定时。

9. 一种图像形成设备,其包括:

根据权利要求1~8中任一项所述的光扫描设备;

感光构件,其设置在所述扫描面上;

显影器,用于将所述光扫描设备在所述感光构件的感光面上所形成的静电潜像,显影为调色剂图像;

转印单元,用于将所显影的调色剂图像转印至转印材料上;以及
定影装置,用于将所转印的调色剂图像定影至所述转印材料上。

10.根据权利要求9所述的图像形成设备,还包括:

打印机控制器,用于将从外部装置所输入的代码数据转换成图像信号,并且将所述图像信号输入至所述光扫描设备。

光扫描设备及使用该光扫描设备的图像形成设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于诸如激光束打印机(LBP)、数字复印机和多功能打印机等的图像形成设备的光扫描设备。

背景技术

[0002] 存在减小光扫描装置及使用该光扫描装置的图像形成装置的尺寸和成本的需求。US2011/0080624提出了为了降低光扫描设备中所包括的成像光学系统的成本而仅使用一个成像透镜(成像光学元件)来构成成像光学系统。US2007/0127105公开了在仅具有一个成像透镜的光扫描设备中,将扫描面上的扫描速度配置成非匀速,从而能够在通过校正像场弯曲(像面弯曲)实现良好成像性能的同时,减小成像透镜的厚度。

[0003] 然而,US2011/0080624和US2007/0127105中的光扫描设备要求成像透镜距离偏转器足够远,以实现良好的成像性能,所以成像透镜的宽度大。因此,不能明显降低光扫描设备的尺寸,并且每一成像透镜的制造成本也高。

发明内容

[0004] 发现期望提供一种具有成像光学系统的光扫描设备,该成像光学系统被配置成仅包括一个成像光学元件,在从该成像光学元件实现良好的成像性能的同时,能够降低尺寸和成本。

[0005] 根据本发明的一个方面,一种光扫描设备,其包括:光源;偏转器,用于偏转来自所述光源的光束;以及成像光学系统,用于将在所述偏转器处偏转的光束引导至扫描面,其特征在于,所述成像光学系统由单个成像光学元件构成,当在所述成像光学系统的光轴上,从所述偏转器的偏转面到所述成像光学元件的出射面的距离为 T_2 ,从所述成像光学元件的出射面到所述扫描面的距离为 S_k ,所述成像光学元件的厚度为 d ,且所述成像光学元件的成像系数为 K 时,满足以下条件:

[0006] $0.15 \leq T_2/S_k \leq 0.3$,

[0007] $0.03 \leq d/K \leq 0.08$,

[0008] 其中,在由

[0009] $Y = (K/B) \times \tan(B \times \theta)$

[0010] 表示由所述偏转器在扫描角度 θ 处所偏转的光束在所述扫描面上的主扫描方向上的会聚位置 Y 的情况下,在所述扫描角度 θ 最大的会聚位置 Y 处,满足以下条件:

[0011] $0.3 \leq B \leq 0.6$,

[0012] 其中, B 是扫描特性系数。

[0013] 根据本发明的另一方面,一种图像形成设备,其包括:根据上述的光扫描设备;感光构件,其设置在所述扫描面上;显影器,用于将所述光扫描设备在所述感光构件的感光面上所形成的静电潜像,显影为调色剂图像;转印单元,用于将所显影的调色剂图像转印至转印材料上;以及定影装置,用于将所转印的调色剂图像定影至所述转印材料上。

[0014] 通过以下参考附图对典型实施例的说明,本发明的其他特征将显而易见。

附图说明

[0015] 图1A和1B是根据第一实施例的光扫描设备的主要部分的断面图。

[0016] 图2是示出第一实施例中对于 $Y=K\theta$ 的局部倍率偏移的图。

[0017] 图3是示出第一实施例中电校正之后的局部倍率偏移的图。

[0018] 图4是示出第一实施例中各图像高度处的点剖面的图。

[0019] 图5是示出第一实施例中在各图像高度处在主扫描方向上的线扩展函数(LSF)直径的图。

[0020] 图6A和6B是示出第一实施例中扫描面上的像面弯曲的图。

[0021] 图7是用于说明第一实施例中会聚值和成像性能之间的关系的图。

[0022] 图8是示出第二实施例中对于 $Y=K\theta$ 的局部倍率偏移的图。

[0023] 图9是示出第二实施例中电校正之后的局部倍率偏移的图。

[0024] 图10是示出第二实施例中在各图像高度处在主扫描方向上的LSF直径的图。

[0025] 图11A和11B是示出第二实施例中扫描面上的像面弯曲的图。

[0026] 图12A和12B是根据第三实施例的光扫描设备的主要部分的断面图。

[0027] 图13是示出第三实施例中对于 $Y=K\theta$ 的局部倍率偏移的图。

[0028] 图14是示出第三实施例中电校正之后的局部倍率偏移的图。

[0029] 图15是示出第三实施例中在各图像高度处在主扫描方向上的LSF直径的图。

[0030] 图16A和16B是示出第三实施例中扫描面上的像面弯曲的图。

[0031] 图17是示出第四实施例中对于 $Y=K\theta$ 的局部倍率偏移的图。

[0032] 图18是示出第四实施例中电校正之后的局部倍率偏移的图。

[0033] 图19是示出第四实施例中在各图像高度处在主扫描方向上的LSF直径的图。

[0034] 图20A和20B是示出第四实施例中扫描面上的像面弯曲的图。

[0035] 图21是示出第五实施例中对于 $Y=K\theta$ 的局部倍率偏移的图。

[0036] 图22是示出第五实施例中电校正之后的局部倍率偏移的图。

[0037] 图23是示出第五实施例中在各图像高度处在主扫描方向上的LSF直径的图。

[0038] 图24A和24B是示出第五实施例中扫描面上的像面弯曲的图。

[0039] 图25A和25B是根据比较例的光扫描设备的主要部分的断面图。

[0040] 图26是示出根据本发明实施例的图像形成设备的主要部分的示意图。

具体实施方式

[0041] 参考附图,详细说明本发明的实施例。以相同附图标记表示附图中相同的构件,并且省略重复说明。可以单独实现下述本发明的各实施例,或者在必要时、或在将各个实施例的要素或特征组合在单个实施例中是有利的情况下,可以作为多个实施例或者及其特征的组合来实现下述本发明的各实施例。

[0042] 注意,在下面的说明中,术语“主扫描方向”是指与偏转器的转动轴和成像光学系统的光轴垂直的方向(通过偏转器偏转光束的方向),并且术语“副扫描方向”是指与偏转器的转动轴平行的方向。另外,术语“主扫描断面”是指包括主扫描方向和成像光学系统的光

轴方向的断面(与副扫描方向垂直的断面),并且术语“副扫描断面”是指与主扫描方向垂直的断面。

[0043] 第一实施例

[0044] 详细说明根据本发明第一实施例的光扫描设备。图1A和1B是根据第一实施例的光扫描设备的主要部分的断面图。图1B示出主扫描断面,并且图1A示出副扫描断面。

[0045] 在本实施例中,从光源1发射的光束在开口光圈2处形成椭圆形,并且入射至耦合透镜3。穿过耦合透镜3的光束被大体变换成平行光,并且入射至变形透镜4。注意,大体平行光包括弱会聚光和弱发散光。变形透镜4在主扫描截面上具有正折射率,并且在主扫描截面处将入射光束变换成会聚光。变形透镜4的副扫描截面使光束在偏转器5的偏转面5a附近会聚光束,从而在主扫描方向上形成长线图像。

[0046] 通过偏转器5的偏转面5a处的反射,使得穿过变形透镜4的光束偏转,并且入射至用作成像光学元件的成像透镜6。根据本实施例的成像光学系统被配置成包括单个成像光学元件(成像透镜6)。将穿过成像透镜6的光束引导至扫描面(感光面)7。此时,成像透镜6的主扫描截面和副扫描截面在扫描面7附近形成点状图像。根据本实施例的光扫描设备运行,从而使得通过未示出的驱动单元,在箭头A的方向上以恒定速度转动偏转器5,以沿主扫描方向在扫描面7上扫描光,从而在扫描面7上形成静电潜像。

[0047] 例如,可以使用半导体激光器作为光源1,并且半导体激光器可以具有一个或者多个光发射器。尽管使用椭圆光圈作为根据本实施例的开口光圈2,但是这不是限制,并且可以使用矩形光圈等。另外,尽管在本实施例中,分别提供用于构成入射光学系统的耦合透镜3和变形透镜4,但是入射光学系统可以被配置成包括具有它们两者的光学功能的单个光学元件。具有四个偏转面的旋转多棱镜用作根据本实施例的偏转器5,但是这不是限制,并且面的数量可以是四个以上。

[0048] 成像透镜6具有入射面(第一面)6a和出射面(第二面)6b两个光学面(透镜面),其被配置成根据特定期望的扫描特性,在主扫描截面处,通过利用偏转面5a偏转的光束来扫描扫描面7。由于偏转面5a的附近和扫描面7的附近处于共轭关系,成像透镜6实现光学面倾斜误差(optical face tangle error,面倒れ)补偿(在偏转面5a的面倾斜误差的情况下减轻扫描面7上在副扫描方向上的扫描位置偏移)。

[0049] 根据本实施例的成像透镜6是通过注射成型所形成的塑料成型透镜,但是可以使用玻璃成型透镜替代用作成像透镜6。容易形成具有非球面形状的成型透镜,并且这适于大规模生产,因而可以通过将成型透镜用于成像透镜6来提高产量和光学性能。

[0050] 表1示出根据本实施例的光扫描设备的结构。

[0051] 表1

[0052]

入射光学系统结构/成像光学系统配置			成像透镜数据		
光源波长	$\lambda(\text{nm})$	790		面6a	面6b
激光器盖玻璃的厚度	d _{cg} (mm)	0.25000	R	1.37825E+02	-9.76141E-01
激光器盖玻璃的折射率	n ₀	1.51052	Ky	0.00000E+00	0.00000E+00
从发光点到开口光圈的距离	d ₀ (mm)	17.03000	B2u	0.00000E+00	0.00000E+00
从发光点到耦合透镜的第一面的距离	d _l (mm)	18.33000	B4u	-3.25357E-05	-1.37466E-05
耦合透镜的第一面的曲率半径	R ₁ (mm)	∞	B6u	7.96200E-08	-3.18584E-09
耦合透镜的第二面的曲率半径	R ₂ (mm)	-15.21639	B8u	-8.99197E-11	4.34223E-11
耦合透镜的第二面的非球面系数	C ₄	0.00000	B10u	2.00389E-14	-3.77244E-14
耦合透镜的厚度	d ₂ (mm)	3.00000	B12u	2.66311E-17	-5.34786E-18
耦合透镜的折射率	n ₁	1.76167	B2l	0.00000E+00	0.00000E+00
从耦合透镜的第二面到变形透镜的第一面的距离	d ₃ (mm)	13.52000	B4l	-4.80349E-05	-2.25543E-05
变形透镜的第一面的副扫描曲率半径	R _{s3} (mm)	26.99300	B6l	1.37181E-07	1.30793E-08
变形透镜的第一面的主扫描曲率半径	R _{m3} (mm)	908.49673	B8l	-2.04346E-10	3.94222E-12
变形透镜的第二面的副扫描曲率半径	R _{s4} (mm)	∞	B10l	1.02767E-13	3.89839E-14
变形透镜的第二面的主扫描曲率半径	R _{m4} (mm)	∞	B12l	1.06588E-17	-1.03781E-16
变形透镜的厚度	d ₄ (mm)	6.00000	r	-1.50770E+01	-5.78350E-00
变形透镜的折射率	n ₂	1.51052	kz	0.00000E+00	0.00000E+00
从变形透镜的第二面到轴上偏转面(5a)的距离	d ₅ (mm)	49.15000	E2u	-5.01550E-03	4.08621E-04
从轴上偏转面(5a)到成像透镜的第一面(6a)的距离	d ₆ (mm)	12.00000	E4u	4.69724E-05	-6.20656E-06
成像透镜的厚度(6a~6b)	d(mm)	5.80000	E6u	-1.83818E-07	3.33578E-08
成像透镜的折射率	n ₃	1.52397	E8u	3.40073E-10	-8.34965E-11
从成像透镜的第二面(6b)到扫描面(7)的距离	Sk(mm)	102.20000	E10u	-3.38532E-13	6.82989E-14
成像透镜的主扫描焦点距离	f _m (mm)	109.98882	E12u	1.85260E-16	5.80874E-18
成像透镜处光轴的Y方向偏心量	$\Delta Y(\text{mm})$	0.00000	E14u	0.00000E+00	0.00000E+00
入射光学系统的旋转多棱镜的主扫描入射角	α	90.00000	E2l	-4.93988E-03	5.19482E-04
感光鼓表面的打印范围	W(mm)	± 107	E4l	6.47965E-05	-6.32869E-06
最大扫描角度	θ_{Max}	± 52.598	E6l	-3.92962E-07	3.83646E-08
轴上图像高度处的成像系数	K	105.00000	E8l	1.02815E-09	-1.64185E-10
扫描特性系数	B	0.58824	F10l	-1.05983E-12	3.10730E-13
多棱镜的面的数量	m _{len}	4	E12l	2.09726E-16	-2.21980E-16
多棱镜的中心位置(光轴方向)	PX(mm)	-5.57090	E14l	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的中心位置(主扫描方向)	PY(mm)	-4.42910	M0,2	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的外接圆的半径	R _{pol}	10.00000	M1,2	-2.23544E-04	-1.76172E-04
开口直径(主扫描×副扫描)	椭圆(mm)	1.72×4.2	M0,3	0.00000E+00	0.00000E+00
*折射率为在波长790nm处所测量出的折射率			M1,3	0.00000E+00	0.00000E+00
			M0,4	3.66753E-03	3.13747E-03
			M1,4	0.00000E+00	0.00000E+00

[0053] 通过下面的表达式定义根据本实施例的成像透镜6的透镜面的形状x,其中,透镜面和光轴的交点是原点,光轴方向上的轴是X轴,主扫描截面上与光轴垂直的轴是Y轴,并且副扫描截面上与光轴垂直的轴是Z轴。

[0054] $x = X + S$ (1)

$$[0055] \quad X = \frac{\frac{Y^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1 + K_y) \left(\frac{Y}{R}\right)^2}} + \sum_{n=1}^6 B_{2ni} Y^{2n} \quad \dots (2)$$

$$[0056] \quad S = \frac{\frac{Z^2}{r'}}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_z) \left(\frac{Z}{r'}\right)^2}} + \sum_{j=0}^1 \sum_{h=2}^4 M_{jh} Y^j Z^h \quad \dots (3)$$

$$[0057] \quad r' = r \left(1 + \sum_{n=1}^7 E_{2ni} Y^{2n} \right) \quad \dots (4)$$

[0058] 表达式(2)表示主扫描截面(XY断面)上的透镜面的形状(母线形状),并且表达式(3)表示任意图像高度Y处副扫描截面(ZX断面)上的透镜面的形状(子线形状)。如表达式(4)所示,透镜面的子线形状的曲率半径 r' 根据Y的值而改变。在表达式(2)和(4)中,将非球

面系数设置成 $Y \geq 0$ 是“上”、并且 $Y \leq 0$ 是下,并且表1示出非球面系数,从而使得“上”是 $i=u$ 、并且“下”是 $i=1$ 。

[0059] 接着说明用作为比较例的、根据相关技术的光扫描设备,以便于理解本发明的优点。

[0060] 图25A和25B是根据比较例的光扫描设备的主要部分的断面图。图25A示出主扫描截面,并且图25B示出副扫描截面。比较例与本实施例的不同在于:成像透镜6的配置和结构不同,并且包括耦合透镜3和变形透镜4以形成变形透镜8。是否包括耦合透镜3和变形透镜4与本实施例无关,因而这里仅说明成像透镜6的配置和结构。

[0061] 在比较例中,以恒定速度(恒定角速度)转动的偏转器5所偏转的光束,穿过成像透镜6,并且以恒定速度扫描扫描面7。在比较例中,成像透镜6与偏转器5的偏转面5a距离足够远,以实现扫描面7上光束的恒定速度(线性)和成像性能两者。此外,该比较例通过利用变形透镜8将来自光源1的光束在主扫描截面上变换成强会聚光,来缩短从偏转器5到扫描面7的距离。

[0062] 然而,由于成像透镜6与偏转器5必须距离足够远,因而在比较例中,成像透镜6的厚度和主扫描方向上的宽度大。下面将说明为了实现扫描面7上的光束的线性和成像性能两者,成像透镜6与偏转器5的偏转面5a距离足够远的必要性。

[0063] 为了在仅使用单个成像透镜6在扫描面7上形成良好图像的同时确保线性,需要主扫描截面处的透镜面的形状使得轴上图像高度($Y=0$)和轴外图像高度($Y \neq 0$)极大不同,如比较例一样。如果成像透镜6位置靠近偏转器5,则在穿过成像透镜6的光束的光瞳中,主扫描截面上的面形状的变化更加明显。因此,如果在比较例中,在确保线性的情况下,成像透镜6的位置靠近偏转器5,则彗星像差在主扫描截面处增大,从而导致更差的成像性能。

[0064] 因此,在比较例中,需要成像透镜6与偏转器5距离足够远以实现线性和成像性能两者,因而不能实现成像透镜6尺寸的充分减小。

[0065] 现详细说明根据本实施例的成像透镜6的配置和结构。根据本实施例的成像透镜6具有如下扫描特性:穿过成像透镜6的光束在扫描面7上不具有线性。赋予成像透镜6这样的扫描特性,实现将成像透镜6配置在偏转器5附近,并且减小成像透镜6的尺寸和光扫描设备的尺寸。根据本实施例的成像透镜6的扫描特性如下面的表达式(5)所示

$$[0066] \quad Y = \frac{K}{B} t \tan(B\theta) \quad \cdots (5)$$

[0067] 其中, θ 表示通过偏转器5的扫描角度(扫描场角), $Y(\text{mm})$ 表示在被偏转扫描角度 θ 之后光束在扫描面7的主扫描方向上的会聚位置(图像高度),并且 $K(\text{mm})$ 表示轴上图像高度处的成像系数。

[0068] 轴上图像高度是指光轴上的图像高度($Y=0$),并且对应于扫描角度 $\theta=0$ 。轴外图像高度是指光轴外的图像高度($Y \neq 0$),并且对应于扫描角度 $\theta \neq 0$ 。此外,术语“最大轴外图像高度”是指在扫描角度 θ 最大(最大扫描场角)时的图像高度。

[0069] 成像系数 K 是与当平行光的光束向成像透镜6入射时的扫描特性($f\theta$ 特性) $Y=f\theta$ 中的 f 相当的系数。也就是说,成像系数 K 是当除平行光以外的光束向成像透镜6入射时,为了使得会聚位置 Y 和扫描角度 θ 存在与 $f\theta$ 特性相同的比例关系所使用的系数。本实施例中轴上图像高度的成像系数 K 是 $K=105$,如表1所示。

[0070] 注意,表达式(5)中的B是用于确定根据本实施例的成像透镜6的扫描特性的系数(以下称为“扫描特性系数”),并且如表1所示,本实施例中, $B=0.588$ 。因此,当 $B=0$ 时,表达式(5)为 $Y=K\theta$,因而这相当于根据相关技术的光扫描设备中所使用的成像透镜的扫描特性 $Y=f\theta$ 。另外,当 $B=1$ 时,表达式(5)为 $Y=K\tan\theta$,这相当于摄像设备(照相机)等中所使用的透镜的投影特性 $Y=f\tan\theta$ 。也就是说,通过将表达式(5)中的扫描特性系数B设置在 $0\leq B\leq 1$ 的范围,则可以获得投影特性 $Y=f\tan\theta$ 和 $f\theta$ 特性 $Y=f\theta$ 之间的扫描特性。

[0071] 这里,如下面的表达式(6)所示,将表达式(5)对扫描角度 θ 进行微分,得出对于扫描角度 θ 的、扫描面7上的光束扫描速度。

$$[0072] \quad \frac{dY}{d\theta} = \frac{K}{\cos^2(B\theta)} \quad \dots (6)$$

[0073] 此外,将表达式(6)除以轴上图像高度处的速度 $dY/d\theta=K$,推导出下面的表达式(7)。

$$[0074] \quad \frac{\frac{dY}{d\theta}}{K} - 1 = \frac{1}{\cos^2(B\theta)} - 1 = \tan^2(B\theta) \quad \dots (7)$$

[0075] 表达式(7)表示相对于轴上图像高度、各轴外图像高度处的线性的偏移量,即,相对于轴上图像高度处的局部倍率、轴外图像高度处的局部倍率的偏移量(局部倍率偏移)。根据本实施例的光扫描设备具有局部倍率,因而,除 $B=0$ 的情况以外,光束的扫描速度在轴上图像高度和轴外图像高度处是不同的。也就是说,轴外图像高度处的扫描位置(每单位时间的扫描距离)根据局部倍率偏移延迟,从而使得如果没有考虑该局部倍率偏移,则导致图像形成设备所形成的图像的劣化(打印性能劣化)。

[0076] 因此,本实施例通过未示出的控制单元在 $B\neq 0$ 时根据局部倍率偏移来控制光源1的调制定时(发光定时),以电校正扫描位置,从而获得与确保线性的情况同样的良好的打印性能。

[0077] 另外,假定表达式(7)右边的局部倍率是 dBY ,并且最大扫描角度为 θ_{Max} ,则将成像透镜6优选配置成使得下面的表达式(8)成立。

$$[0078] \quad 0.07 \leq dBY = \tan^2(B\theta_{\text{Max}}) \leq 0.5 \dots (8)$$

[0079] 任何小于表达式(8)的下限的情况,都会导致局部倍率偏移过小,因而在使得成像透镜6靠近偏转面5a时,不能确保良好的成像性能。任何大于表达式(8)的上限的情况,都会导致局部倍率偏移过大,因而使得扫描位置的电校正变得困难。如表1所示本实施例中的最大场角 $\theta_{\text{Max}}=52.6^\circ$,因而局部倍率偏移为 $dBY=0.36$,这样使得表达式(8)成立。注意,当 $dBY=0.36$ 时,最大轴外图像高度处的扫描速度比轴上图像高度处的扫描速度快36%。

[0080] 另外,适当选择入射至成像透镜6的光束的种类(会聚光束、发散光束或者平行光),即,入射至成像透镜6的光束的会聚值,是提高扫描面7上的光束的成像性能的重要因素。以下是对成像透镜6的光轴上的会聚值 Sk/f_m 的详细说明,其中, f_m 表示主扫描方向上的焦距,并且 Sk 表示从成像透镜6的出射面6b到扫描面7的距离。

[0081] 图7是用于说明会聚值如何提升成像性能的图。图7所示的光扫描设备具有成像透镜的折射率为1的虚拟镜头,因而仅耦合透镜和变形透镜具有折射力。从图7中的光扫描设备的光源所发射的光,在耦合透镜处被转换成大体平行光,并且还通过变形透镜在主扫描

截面处被变换成强会聚光,而且在副扫描截面处会聚在偏转面5a附近。 R_m 表示从偏转面5a到主扫描截面处光束的会聚位置的距离,并且 T_c 表示在光轴上从偏转面5a到扫描面7的距离。

[0082] 这里,在偏转面5a处偏转的光束在主扫描截面处是会聚光,并且因此在未设置成像透镜的情况下,会聚在扫描面7后面的位置 R_m 处。偏转面5a处光束的偏转,将光束的会聚位置改变成以偏转面5a为圆心的半径 R_m 的圆弧状。换句话说,没有成像透镜,导致负的像面弯曲。因此,必须将成像透镜配置成生成正的像面弯曲,以从轴上图像高度到所有轴外图像高度,校正主扫描截面处扫描面7上的所有图像高度处的像面弯曲。

[0083] 生成成像透镜处的像面弯曲的一个方法,是在成像透镜的入射面和出射面处进行弯曲。然而,如果入射至成像透镜的光束的会聚值或者发散程度太大,则由弯曲所导致的校正量大,因而不能充分校正像面弯曲。另外,由于入射面和出射面之间位置的相对偏移,增大的弯曲量趋于导致更差的成像性能,因而从制造的角度来看也不理想。

[0084] 因此,优选将上述会聚值 S_k/f_m 设置成使得下面的表达式(9)成立。因此,可以在扫描面7上校正像面弯曲,并且因此可以提高成像性能。

$$[0085] \quad 0.8 \leq \frac{S_k}{f_m} \leq 1.2 \quad \dots (9)$$

[0086] 在会聚值 S_k/f_m 落在表达式(9)的下限以下的情况下,需要通过成像透镜生成强的正的像面弯曲,因而必须使得对轴外图像高度的折射力弱于对轴上图像高度的折射力。结果,表达式(7)中的局部倍率偏移增大,并且扫描位置的电校正量增大。在会聚值 S_k/f_m 超过表达式(9)的上限的情况下,需要使成像透镜6的主扫描截面处的折射力大,以通过成像透镜生成负的像面弯曲,这使得难以降低成像透镜6的厚度。

[0087] 更优选地,将会聚值 S_k/f_m 设置成使得下面的表达式(10)成立。

$$[0088] \quad 0.9 \leq \frac{S_k}{f_m} \leq 1.1 \quad \dots (10)$$

[0089] 通过将会聚值 S_k/f_m 设置成使得表达式(10)成立,能够降低成像透镜的透镜面处的弯曲量,并且因此可以获得更良好的成像性能。在本实施例中,如表1所示, $S_k=102.2$ 并且 $f_m=109.98$,因而会聚值为 $S_k/f_m=0.93$,从而使得表达式(9)以及表达式(10)成立,并且获得良好的成像性能。

[0090] 接着说明根据本实施例的光扫描设备的具体成像性能和打印性能。

[0091] 图2示出本实施例中在根据特性 $Y=K\theta$ 拟合扫描面7上的扫描位置时,各图像高度处的局部倍率偏移。在本实施例中,赋予成像透镜6根据表达式(5)的扫描特性,因而如图2所示,从轴上图像高度向着轴外图像高度,局部倍率逐渐增大。因此,不再需要快速改变主扫描截面处的透镜面形状来确保轴外图像高度处的线性,因而成像透镜6可以具有期望的扫描特性,并且可以获得良好的成像性能。

[0092] 图3示出相对于在基于表达式(5)的扫描特性对扫描面7上的扫描位置进行电校正之前的轴上图像高度处的局部倍率(图2)的、电校正之后的局部倍率偏移。一般来说,如果在具有 f_θ 特性的成像光学系统中,可以在所有图像高度将局部倍率偏移保持在2%内,则可以确保良好的打印性能。通过图3可知,在本实施例中,电校正之后的局部倍率偏移在所有图像高度约为1%,从而确保良好的打印性能。

[0093] 图4示出根据本实施例在扫描面7上各图像高度处的点剖面。图4示出在 $Y = \pm 107\text{mm}$ 、 $\pm 70\text{mm}$ 和 0mm 中的每一个时,从扫描面7在成像透镜6的光轴方向上 $X = \pm 2\text{mm}$ 和 0mm 的离焦时的点剖面。将各点剖面的水平等高线设置在相对于点的峰值光量50%、13.5%、5%和2%的位置处。通常,1.35%或者更大的旁瓣是有问题的,但是通过图4可知,在本实施例中,可以获得在各图像高度处具有很少旁瓣的良好的点剖面。

[0094] 图5示出通过表达式(7)所计算出的在各图像高度处在主扫描方向上的理想线扩展函数(LSF)和根据本实施例的LSF。这里在主扫描方向上的LSF直径,是在最大值的13.5%的位置处截取、通过累积各图像高度处副扫描方向上的点剖面所获得的光量剖面时的宽度。通过图5可知,在本实施例中,能够在所有图像高度处获得良好的几乎等光程的点剖面。

[0095] 图6A和6B是示出第一实施例中扫描面7上的像面弯曲的图,其中,图6A示出扫描面7上的主扫描像面弯曲,并且图6B示出扫描面7上的副扫描像面弯曲。通过图6A和6B看出,在本实施例中,适当校正主扫描像面弯曲和副扫描像面弯曲两者。

[0096] 因此,可以看出,根据本实施例的光扫描设备通过具有表达式(5)的扫描特性,实现良好的成像性能和打印性能。

[0097] 在表达式(5)中,优选将扫描特性系数B设置成使得下面的表达式(11)成立。

[0098] $0.3 \leq B \leq 0.6 \dots (11)$

[0099] 任何小于表达式(11)下限的情况,都会导致局部倍率偏移太小,因而在使得成像透镜6靠近偏转面5a时,不能确保良好的成像性能。任何大于表达式(11)的上限的情况,都会导致局部倍率偏移太大,因而扫描位置的电校正变得困难。更加优选将扫描特性系数B设置成使得下面的表达式(12)成立。

[0100] $0.45 \leq B \leq 0.6 \dots (12)$

[0101] 将扫描特性系数B设置成使得表达式(12)成立,使得能够获得更加好的成像性能。如上所述,本实施例中设置 $B = 0.588$,因而容易进行扫描位置的电校正,并且确保良好的成像性能。本实施例具有在所有图像高度处使得表达式(11)成立,更加优选使得表达式(12)成立的结构,如果在扫描角度 θ 最大时的会聚位置Y(最大轴外图像高度)处使得表达式(11),更加优选使得表达式(12)成立,则可以获得本发明的效果。

[0102] 还优选将本实施例配置成使得下面的表达式(13)成立。

[0103] $0.15 \leq \frac{T_2}{S_k} \leq 0.3 \dots (13)$

[0104] 其中, T_2 表示从偏转面5a到成像透镜6的出射面6b的距离,并且 S_k 表示从成像透镜6的出射面6b到扫描面7的距离。

[0105] 任何小于表达式(13)的下限的情况,都会导致成像透镜6太靠近偏转面5a,并且变得难以确保成像性能和打印性能。任何大于表达式(13)的上限的情况,都会导致成像透镜6太远离偏转面5a,并且光扫描设备的尺寸变大。

[0106] 还优选将本实施例配置成使得下面的表达式(14)成立。

[0107] $0.15 \leq \frac{T_2}{S_k} \leq 0.27 \dots (14)$

[0108] 使得表达式(14)成立的结构,使得能够实现光扫描设备尺寸的缩小,同时确保更好的成像性能和打印性能。通过表1可知,在本实施例中, $T_2 = d_6 + d = 17.8$,因而 $T_2/S_k =$

0.17,这样使得表达式(13)以及表达式(14)成立,从而使得在同时实现良好的成像性能和打印性能的同时,实现光扫描设备尺寸的缩小。

[0109] 还优选将本实施例配置成成像透镜6在光轴上的厚度d和上述成像系数K使得下面的表达式(15)成立。

$$[0110] \quad 0.03 \leq \frac{d}{K} \leq 0.08 \quad \dots (15)$$

[0111] 表达式(15)是用于将成像系数K与成像透镜6的厚度d相关联的表达式。需要根据扫描面7上的扫描宽度(打印区域)的大小(例如,A3、A4等),适当设置成像系数K。扫描宽度越大,则成像系数K越大。通常,在仅具有单个成像透镜的光扫描设备中,用于扫描A4大小的打印区域的成像系数是90~140,并且用于扫描A3大小的打印区域的成像系数是180~220。

[0112] 也就是说,表达式(15)根据扫描宽度的大小,设置适当的厚度条件。任何小于表达式(15)的下限的情况下,成像透镜6的边缘厚度都会变得太小,并且制造成像透镜6变得困难。任何大于表达式(15)上限的情况下,成像透镜6的厚度都会变得太大,并且成像透镜6的制造成本升高。

[0113] 还优选将本实施例配置成使得下面的表达式(16)成立。

$$[0114] \quad 0.04 \leq \frac{d}{K} \leq 0.07 \quad \dots (16)$$

[0115] 根据本实施例的光扫描设备处理A4大小的打印区域并且 $d/K=0.06$,这使得表达式(15)以及表达式(16)成立。因此,根据打印大小适当设置成像透镜6的厚度。

[0116] 因此,根据本实施例的光扫描设备,可以在确保良好的成像性能和打印性能的同时,实现低成本和小型化。

[0117] 第二实施例

[0118] 说明根据本发明第二实施例的光扫描设备。根据本实施例的光扫描设备的结构,与根据第一实施例的光扫描设备的结构大体相同,但是与第一实施例在以下方面有所不同:赋予变形透镜4负的折射力,以向成像透镜6入射发散光。为了校正扫描面7上的正的像面弯曲,成像透镜6被配置成校正负的像面弯曲的生成。表2示出根据本实施例的光扫描设备的结构。

[0119] 表2

[0120]

入射光学系统结构/成像光学系统配置			成像透镜数据		
光源波长	λ (nm)	790		面6a	面6b
激光器盖玻璃的厚度	dcg(mm)	0.25000	R	1.12482E+02	-9.13138E-01
激光器盖玻璃的折射率	n0	1.51052	Ky	0.00000E+00	0.00000E-00
从发光点到开口光圈的距离	d0(mm)	17.03000	B2u	0.00000E+00	0.00000E-00
从发光点到耦合透镜的第一面的距离	d1(mm)	18.33000	B4u	-3.35496E-05	-1.28268E-05
耦合透镜的第一面的曲率半径	R1(mm)	∞	B6u	7.60776E-08	-7.73488E-09
耦合透镜的第二面的曲率半径	R2(mm)	-15.21639	B8u	-7.34257E-11	4.05097E-11
耦合透镜的第二面的非球面系数	C4	0.00000	B10u	-3.65549E-15	-2.54276E-14
耦合透镜的厚度	d2(mm)	3.00000	B12u	3.95283E-17	-8.22427E-18
耦合透镜的折射率	n1	1.76167	B2l	0.00000E+00	0.00000E-00
从耦合透镜的第二面到变形透镜的第一面的距离	d3(mm)	13.52000	B4l	-4.61405E-05	-2.04719E-05
变形透镜的第一面的副扫描曲率半径	Rs3(mm)	26.99300	B6l	1.39378E-07	1.48274E-08
变形透镜的第一面的主扫描曲率半径	Rm3(mm)	-500.00000	B8l	-2.21765E-10	-6.94865E-12
变形透镜的第二面的副扫描曲率半径	Rs4(mm)	∞	B10l	1.07745E-13	5.34285E-14
变形透镜的第二面的主扫描曲率半径	Rm4(mm)	∞	B12l	4.21628E-17	-1.11447E-16
变形透镜的厚度	d4(mm)	6.00000	r	-2.57382E+01	-6.75366E-00
变形透镜的折射率	n2	1.51052	kz	0.00000E+00	0.00000E-00
从变形透镜的第二面到轴上偏转面(5a)的距离	d5(mm)	49.15000	E2u	-5.60162E-03	5.98926E-04
从轴上偏转面(5a)到成像透镜的第一面(6a)的距离	d6(mm)	12.50000	E4u	4.45262E-05	-6.86435E-06
成像透镜的厚度(6a到6b)	d(mm)	7.00000	E6u	-1.92213E-07	2.85804E-08
成像透镜的折射率	n3	1.52397	E8u	4.15189E-10	-7.22674E-11
从成像透镜的第二面(6b)到扫描面(7)的距离	Sk(mm)	105.50000	E10u	-4.33308E-13	8.80508E-14
成像透镜的主扫描焦点距离	fm(mm)	97.33645	E12u	1.66213E-16	-4.32626E-17
成像透镜处光轴的Y方向偏心量	ΔY (mm)	0.08000	E14u	0.00000E+00	0.00000E-00
入射光学系统的旋转多棱镜的主扫描入射角	α	90.00000	E2l	-3.48421E-03	7.24819E-04
感光鼓表面的打印范围	W(mm)	± 107	E4l	6.96891E-05	-490969E-06
最大扫描角度	θ_{Max}	± 53.562	E6l	-3.80845E-07	3.20408E-08
轴上图像高度处的成像系数	K	106.00000	E8l	9.18186E-10	-1.51934E-10
扫描特性系数	B	0.50000	E10l	-1.51129E-12	3.54085E-13
多棱镜的面的数量	men	4	E12l	1.49392E-15	-3.56975E-16
多棱镜的中心位置(光轴方向)	PX(mm)	-5.57090	E14l	0.00000E+00	0.00000E-00
多棱镜的中心位置(主扫描方向)	PY(mm)	-4.42910	M0,2	0.00000E+00	0.00000E-00
多棱镜的外接圆的半径	Rpol	10.00000	M1,2	1.51614E-04	-1.54086E-05
开口直径(主扫描×副扫描)	椭圆(mm)	1.72×4.2	M0,3	0.00000E+00	0.00000E-00
*折射率为在波长790 nm处所测量出的折射率			M1,3	0.00000E+00	0.00000E-00
			M0,4	2.20006E-03	2.39182E-03
			M1,4	0.00000E+00	0.00000E-00

[0121] 图8~11B以与第一实施例相同的方式,示出根据本实施例的光扫描设备的具体成像性能和打印性能。

[0122] 本实施例具有这样的结构:对于轴外图像高度的主扫描截面处的折射力,大于对于轴上图像高度的主扫描截面处的折射力,并且局部倍率偏移小于第一实施例。根据本实施例最大轴外高度处的局部倍率偏移为dBY=0.264,如图8所示。另外,如表2所示,本实施例的扫描特性系数为B=0.5,因而使得表达式(11)以及表达式(12)成立,并且获得与第一实施例相比,更接近f θ 特性的扫描特性。因此,与第一实施例相比,本实施例需要较少量的扫描位置的电校正,并且电校正更加容易。

[0123] 如图9所示,本实施例中电校正之后的局部倍率偏移最大不超过1.1%,因而可知能够确保良好的打印性能。另外,如图10所示,理想LSF直径和根据本实施例的LSF直径在各图像高度处大体相一致,因而可知在各图像高度处都能够确保良好的成像性能。此外,通过图11A和11B可知,在本实施例中,同样适当校正扫描面7上的主扫描像面弯曲和副扫描像面弯曲两者。

[0124] 注意,如表2所示, $S_k=105.5$ 并且 $f_m=97.34$,因而会聚值 $S_k/f_m=1.08$ 。因此,在使得表达式(9)以及表达式(10)成立的同时,可以使得成像透镜6更薄。还通过表2可知, $T_2=d_6+d=19.5$,因而 $T_2/s_k=0.18$,以使得表达式(13)以及表达式(14)成立,从而在同时实现良好的成像性能和打印性能的同时,实现光扫描设备的尺寸的缩小。此外,如表2所示, $d=7$ 并且 $K=106$,因而 $d/k=0.066$ 。因此,本实施例使得表达式(15)以及表达式(16)成立,因而可知,根据打印大小适当选择成像透镜6的厚度。

[0125] 因此,根据本实施例的光扫描设备,可以在确保良好的成像性能和打印性能的同时,实现低成本和小型化。

[0126] 第三实施例

[0127] 详细说明根据本发明第三实施例的光扫描设备。图12A和12B是根据本实施例的光扫描设备的主要部分的断面图,其中,图12A示出主扫描截面,并且图12B示出副扫描截面。

[0128] 不同于根据第一和第二实施例的光扫描设备,根据本实施例的光扫描设备是具有A3大小打印区域的光扫描设备。根据本实施例的耦合透镜3的透镜面具有非球面形状,从而使得能够消除在耦合透镜3处所发生的球面像差并且在使用多个光束时降低像面弯曲。然而,注意,耦合透镜3的透镜面的非球面形状与本发明无关,因而这可以与第一实施例的相同。

[0129] 在主扫描截面处赋予根据本实施例的变形透镜4负的折射力,以向成像透镜6入射发散光,这与第二实施例相同。然而,根据本实施例的变形透镜4的折射力大于根据第二实施例的变形透镜4的折射力。因此,为了校正扫描面7上的正的像面弯曲,根据本实施例的成像透镜6被配置成生成大于第二实施例的负的像面弯曲。表3示出根据本实施例的光扫描设备的结构。

[0130] 表3

[0131]

入射光学系统结构/成像光学系统配置			成像透镜数据		
光源波长	λ (nm)	790		面6a	面6b
激光器盖玻璃的厚度	d _{cg} (mm)	0.25000	R	4.81584E+03	-9.57535E+01
激光器盖玻璃的折射率	n ₀	1.51052	Ky	0.00000E+00	0.00000E+00
从发光点到开口光圈的距离	d ₀ (mm)	17.08500	B2u	0.00000E+00	0.00000E+00
从发光点到耦合透镜的第一面的距离	d ₁ (mm)	18.38500	B4u	-2.14942E-06	-1.14405E-06
耦合透镜的第一面的曲率半径	R ₁ (mm)	∞	B6u	1.06548E-09	-1.63119E-10
耦合透镜的第二面的曲率半径	R ₂ (mm)	-15.23333	B8u	-1.75548E-13	1.89282E-13
耦合透镜的第二面的非球面系数	C ₄	2.56270E-05	B10u	2.92148E-17	6.21629E-17
耦合透镜的厚度	d ₂ (mm)	3.00000	B12u	0.00000E+00	0.00000E+00
耦合透镜的折射率	n ₁	1.76167	B2l	0.00000E+00	0.00000E+00
从耦合透镜的第二面到变形透镜的第一面的距离	d ₃ (mm)	13.46500	B4l	-3.35241E-06	-2.00227E-06
变形透镜的第一面的副扫描曲率半径	R _{s3} (mm)	26.99300	B6l	3.36895E-09	6.70733E-10
变形透镜的第一面的主扫描曲率半径	R _{m3} (mm)	-528.39828	B8l	-3.26550E-12	-2.03693E-13
变形透镜的第二面的副扫描曲率半径	R _{s4} (mm)	∞	B10l	9.11915E-16	-7.25027E-16
变形透镜的第二面的主扫描曲率半径	R _{m4} (mm)	∞	B12l	0.00000E+00	0.00000E+00
变形透镜的厚度	d ₄ (mm)	6.00000	r	-4.50311E+01	-1.25397E+01
变形透镜的折射率	n ₂	1.51052	kz	0.00000E+00	0.00000E+00
从变形透镜的第二面到轴上偏转面(5a)的距离	d ₅ (mm)	49.15000	E2u	-7.38257E-04	-1.41428E-05
从轴上偏转面(5a)到成像透镜的第一面(6a)的距离	d ₆ (mm)	30.00000	E4u	-8.29809E-07	-5.33307E-07
成像透镜的厚度(6a到6b)	d(mm)	7.00000	E6u	4.72246E-09	3.39853E-10
成像透镜的折射率	n ₃	1.52397	E8u	-6.37448E-12	3.68045E-13
从成像透镜的第二面(6b)到扫描面(7)的距离	S _k (mm)	213.00000	E10u	2.51341E-15	-5.52296E-16
成像透镜的主扫描焦点距离	f _m (mm)	179.37276	E12u	0.00000E+00	0.00000E+00
成像透镜处光轴的Y方向偏心量	ΔY (mm)	0.00000	E14u	0.00000E+00	0.00000E+00
入射光学系统的旋转多棱镜的主扫描入射角度	α	70.00000	E2l	-2.74633E-03	-3.04482E-04
感光鼓表面的打印范围	W(mm)	± 156	E4l	1.38717E-05	4.52558E-07
最大扫描角度	$\theta_{\max}$	± 40.644	E6l	-3.69885E-08	1.18074E-09
轴上图像高度处的成像系数	K	207.00000	E8l	4.16772E-11	-6.02208E-12
扫描特性系数	B	0.58824	E10l	-1.57401E-14	4.91506E-15
多棱镜的面的数量	men	4	E12l	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的中心位置(光轴方向)	PX(mm)	-6.00655	E14l	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的中心位置(主扫描方向)	PY(mm)	-3.74978	M0,2	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的外接圆的半径	R _{pol}	10.00000	M1,2	-1.12962E-04	-7.46337E-05
开口直径(主扫描×副扫描)	椭圆(mm)	3.80×4.40	M0,3	0.00000E+00	0.00000E+00
*折射率为在波长790 nm处所测量出的折射率			M1,3	0.00000E+00	0.00000E+00
			M0,4	-2.41330E-05	3.80264E-05
			M1,4	0.00000E+00	0.00000E+00

[0132] 图13~16B以与第一实施例相同的方式,示出根据本实施例的光扫描设备的具体成像性能和打印性能。

[0133] 本实施例具有下面的结构:对于轴上图像高度的主扫描截面处的折射力和对于轴外图像高度的主扫描截面处的折射力之间的差,大于第二实施例。根据本实施例的最大轴外高度处的局部倍率偏移为 $dBY=0.197$,如图13所示。也就是说,本实施例具有局部倍率偏移小于第二实施例的结构。因此,与第二实施例相比,本实施例需要较少量的扫描位置的电校正,并且电校正变得容易。另外,如表3所示,本实施例的扫描特性系数为 $B=0.59$,因而使得表达式(11)以及表达式(12)成立,因此确保良好的成像性能和打印性能。

[0134] 如图14所示,本实施例中电校正之后的局部倍率偏移最大不超过0.7%,因而可知确保良好的打印性能。另外,如图15所示,理想LSF直径和根据本实施例的LSF直径在各图像高度处大体相一致,因而可知,在各图像高度处确保良好的成像性能。此外,通过图16A和

16B可知,在本实施例中同样适当校正扫描面7上的主扫描像面弯曲和副扫描像面弯曲两者。

[0135] 注意,在本实施例中,如表3所示, $S_k=213$ 并且 $f_m=179.37$,因而会聚值 $S_k/f_m=1.19$ 。这样使得表达式(9)成立,并且可以在确保良好的成像性能的同时,使得成像透镜6更薄。通过表3可知, $T_2=d_6+d=37$,因而 $T_2/S_k=0.17$,以使得表达式(13)、以及表达式(14)成立,从而在同时实现良好的成像性能和打印性能的同时,实现光扫描设备的尺寸的缩小。此外,如表3所示,在本实施例中, $d=7$ 并且 $K=207$,因而 $d/K=0.034$,这样使得表达式(15)成立。因此可知,根据打印大小而适当选择根据本实施例的光扫描设备的成像透镜6的厚度,并且该结构具有比第一和第二实施例更薄的成像透镜6。

[0136] 因此,根据本实施例的光扫描设备,在确保良好的成像性能和打印性能的同时,可以实现低成本和小型化。

[0137] 第四实施例

[0138] 说明根据本发明第四实施例的光扫描设备。根据本实施例的光扫描设备的结构,与根据第三实施例的光扫描设备的结构大体相同,但是在以下方面与第三实施例有所不同:以与第一实施例相同的方式,在主扫描截面处赋予变形透镜4以正的折射力,以向成像透镜6入射会聚光。注意,根据本实施例的变形透镜4的正的折射力,大于根据第一实施例的变形透镜4的正的折射力。表4示出根据本实施例的光扫描设备的结构。

[0139] 表4

[0140]

入射光学系统结构/成像光学系统配置			成像透镜数据		
光源波长	$\lambda(\text{nm})$	790		面6a	面6b
激光器盖玻璃的厚度	d _{cg} (mm)	0.25000	R	1.47243E+02	-8.24341E+02
激光器盖玻璃的折射率	n ₀	1.51052	K _y	0.00000E+00	1.33133E+01
从发光点到开口光圈的距离	d ₀ (mm)	17.08500	B _{2u}	0.00000E+00	0.00000E+00
从发光点到耦合透镜的第一面的距离	d ₁ (mm)	18.38500	B _{4u}	-1.24691E-06	-5.79789E-07
耦合透镜的第一面的曲率半径	R ₁ (mm)	∞	B _{6u}	1.30588E-10	-1.58682E-10
耦合透镜的第二面的曲率半径	R ₂ (mm)	-15.23333	B _{8u}	1.55839E-14	5.58243E-14
耦合透镜的第二面的非球面系数	C ₄	2.56270E-05	B _{10u}	-3.96292E-18	-5.09999E-18
耦合透镜的厚度	d ₂ (mm)	3.00000	B _{12u}	0.00000E+00	0.00000E+00
耦合透镜的折射率	n ₁	1.76167	B _{2l}	0.00000E+00	0.00000E+00
从耦合透镜的第二面到变形透镜的第一面的距离	d ₃ (mm)	13.46500	B _{4l}	-1.24691E-06	-5.88546E-07
变形透镜的第一面的副扫描曲率半径	R _{s3} (mm)	26.99300	B _{6l}	1.30588E-10	-1.43337E-10
变形透镜的第一面的主扫描曲率半径	R _{m3} (mm)	686.29077	B _{8l}	1.55839E-14	4.85970E-14
变形透镜的第二面的副扫描曲率半径	R _{s4} (mm)	∞	B _{10l}	-3.96292E-18	-3.95265E-18
变形透镜的第二面的主扫描曲率半径	R _{m4} (mm)	∞	B _{12l}	0.00000E+00	0.00000E+00
变形透镜的厚度	d ₄ (mm)	6.00000	r	-3.76311E+01	-1.51753E+01
变形透镜的折射率	n ₂	1.51052	k _z	0.00000E+00	0.00000E+00
从变形透镜的第二面到轴上偏转面(5a)的距离	d ₅ (mm)	49.15000	E _{2u}	3.09061E-04	1.55923E-04
从轴上偏转面(5a)到成像透镜的第一面(6a)的距离	d ₆ (mm)	45.00000	E _{4u}	7.81797E-07	9.70295E-08
成像透镜的厚度(6a到6b)	d(mm)	9.50000	E _{6u}	-3.02696E-10	-4.27306E-11
成像透镜的折射率	n ₃	1.52397	E _{8u}	2.22290E-13	2.90940E-15
从成像透镜的第二面(6b)到扫描面(7)的距离	Sk(mm)	195.50000	E _{10u}	-5.96371E-17	0.00000E+00
成像透镜的主扫描焦点距离	f _m (mm)	239.20466	E _{12u}	0.00000E+00	0.00000E+00
成像透镜处光轴的Y方向偏心量	$\Delta Y(\text{mm})$	0.00000	E _{14u}	0.00000E+00	0.00000E+00
入射光学系统的旋转多棱镜的主扫描入射角度	α	70.00000	E _{2l}	3.56826E-04	1.73693E-04
感光鼓表面的打印范围	W(mm)	± 156	E _{4l}	1.09793E-06	1.45969E-07
最大扫描角度	θ_{Max}	± 41.794	E _{6l}	-4.32447E-10	-5.60970E-11
轴上图像高度处的成像系数	K	209.00000	E _{8l}	4.28105E-13	3.23560E-15
扫描特性系数	B	0.35714	E _{10l}	-6.60837E-17	0.00000E+00
多棱镜的面的数量	men	4	E _{12l}	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的中心位置(光轴方向)	PX(mm)	-6.00655	E _{14l}	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的中心位置(主扫描方向)	PY(mm)	-3.74978	M _{0,2}	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的外接圆的半径	R _{pol}	10.00000	M _{1,2}	0.00000E+00	0.00000E+00
开口直径(主扫描×副扫描)	椭圆(mm)	3.80×2.60	M _{0,3}	0.00000E+00	0.00000E+00
*折射率为在波长790 nm处所测量出的折射率			M _{1,3}	0.00000E+00	0.00000E+00
			M _{0,4}	1.81265E-06	1.85124E-05
			M _{1,4}	0.00000E+00	0.00000E+00

[0141] 在本实施例中,如表4所示,做出 $Sk=195.5$ 并且 $f_m=239.20$ 的结构,因而会聚值 $Sk/f_m=0.817$,并且向成像透镜6入射相比第一实施例会聚值小的,即,会聚性强的光束。因此,本实施例使得表达式(9)成立,从而在确保良好成像性能的同时,实现更薄的成像透镜6。下面说明使得本实施例中入射至成像透镜6的光束的会聚值小于第一实施例的原因。

[0142] 通过表4可知,在本实施例中, $T_2=d_6+d=54.5$,因而 $T_2/Sk=0.279$ 。也就是说,根据本实施例的成像透镜6设置在比第一~第三实施例更靠近扫描面7的位置处。使得成像透镜6更靠近扫描面7,这样能够使得副扫描截面处的成像倍率降低,从而使得能够平衡主扫描图像平面灵敏度和副扫描图像平面灵敏度。

[0143] 此时,除非使得会聚值 Sk/f_m 更小,否则用于扫描扫描面7上的打印区域的扫描角度(最大扫描场角)变大,因而导致更大的成像透镜6的直径。因而,使得本实施例中的会聚

值 Sk/f_m 小于其他实施例的。本实施例使得表达式(13)成立,并且在实现成像性能和打印性能两者的同时,实现光扫描设备的尺寸的缩小。通常,会聚值 Sk/f_m 的减小,导致更大的局部倍率偏移,在本实施例中,使得成像透镜6的位置更靠近扫描面7,因而可以降低局部倍率偏移。

[0144] 图17~20B以与第一实施例相同的方式,示出根据本实施例的光扫描设备的具体成像性能和打印性能。

[0145] 如图17所示,根据本实施例的最大轴外高度处的局部倍率偏移是 $dBY=0.072$ 。也就是说,本实施例具有局部倍率偏移小于其他实施例的结构。因此,与其他实施例相比,本实施例需要较少量的扫描位置的电校正,并且电校正更加容易。另外,如表4所示,本实施例的扫描特性系数为 $B=0.36$,从而使得表达式(11)成立,并且获得与其他实施例相比更接近 $f\theta$ 特性的扫描特性。因此,本实施例需要相比其他实施例更少量的扫描位置的电校正,并且电校正更加容易。

[0146] 如图18所示,本实施例中电校正之后的局部倍率偏移最大不超过1.3%,因而可知确保良好的打印性能。另外,如图19所示,理想LSF直径和根据本实施例的LSF直径在各图像高度处大体相一致,因而可知在各图像高度处确保良好的成像性能。此外,通过图20A和20B可知,在本实施例中,同样适当校正扫描面7上的主扫描像面弯曲和副扫描像面弯曲两者。

[0147] 注意,如表4所示,根据本实施例, $d=9.5$ 并且 $K=209$,因而 $d/K=0.046$,这样使得表达式(15)以及表达式(16)成立。因此可知,根据打印大小适当选择成像透镜6的厚度。

[0148] 因此,根据本实施例的光扫描设备,可以在确保良好的成像性能和打印性能的同时,实现低成本和小型化。

[0149] 第五实施例

[0150] 详细说明根据本发明第五实施例的光扫描设备。根据本实施例的光扫描设备的结构,与根据第四实施例的光扫描设备的结构大体相同,并且在以下方面与第四实施例的相同:在主扫描截面处,赋予变形透镜4正的折射力,以向成像透镜6入射会聚光。但是,根据本实施例的变形透镜4的正的折射力,弱于根据第四实施例的变形透镜4的正的折射力。表5示出根据本实施例的光扫描设备的结构。

[0151] 表5

[0152]

入射光学系统结构/成像光学系统配置			成像透镜数据		
光源波长	$\lambda(\text{nm})$	790		面6a	面6b
激光器盖玻璃的厚度	d _{cg} (mm)	0.25000	R	1.95446E+02	-3.36241E+02
激光器盖玻璃的折射率	n ₀	1.51052	Ky	0.00000E+00	1.56919E+01
从发光点到开口光圈的距离	d ₀ (mm)	17.08500	B2u	0.00000E+00	0.00000E+00
从发光点到耦合透镜的第一面的距离	d ₁ (mm)	18.38500	B4u	-1.21721E-06	-5.36056E-07
耦合透镜的第一面的曲率半径	R ₁ (mm)	∞	B6u	1.03691E-10	-1.94373E-10
耦合透镜的第二面的曲率半径	R ₂ (mm)	-15.23333	B8u	9.42811E-15	5.57633E-14
耦合透镜的第二面的非球面系数	C ₄	2.56270E-05	B10u	-3.66316E-18	-1.02588E-17
耦合透镜的厚度	d ₂ (mm)	3.00000	B12u	0.00000E+00	0.00000E+00
耦合透镜的折射率	n ₁	1.76167	B2l	0.00000E+00	0.00000E+00
从耦合透镜的第二面到变形透镜的第一面的距离	d ₃ (mm)	13.46500	B4l	-1.32842E-06	-6.45515E-07
变形透镜的第一面的副扫描曲率半径	R _{s3} (mm)	26.99300	B6l	1.68496E-10	-1.31427E-10
变形透镜的第一面的主扫描曲率半径	R _{m3} (mm)	726.94820	B8l	3.32010E-15	3.81099E-14
变形透镜的第二面的副扫描曲率半径	R _{s4} (mm)	∞	B10l	-2.69925E-18	-3.74617E-18
变形透镜的第二面的主扫描曲率半径	R _{m4} (mm)	∞	B12l	0.00000E+00	0.00000E+00
变形透镜的厚度	d ₄ (mm)	6.00000	r	-6.42073E+01	-1.67881E+01
变形透镜的折射率	n ₂	1.51052	kz	0.00000E+00	0.00000E+00
从变形透镜的第二面到轴上偏转面(5a)的距离	d ₅ (mm)	49.15000	E2u	-4.56075E-04	5.36364E-05
从轴上偏转面(5a)到成像透镜的第一面(6a)的距离	d ₆ (mm)	43.00000	E4u	2.19802E-06	1.54594E-07
成像透镜的厚度(6a到6b)	d(mm)	9.50000	E6u	-2.13233E-09	-4.69246E-11
成像透镜的折射率	n ₃	1.52397	E8u	1.73592E-12	-6.17186E-15
从成像透镜的第二面(6b)到扫描面(7)的距离	Sk(mm)	197.50000	E10u	-5.22891E-16	-9.68623E-19
成像透镜的主扫描焦点距离	f _m (mm)	237.22689	E12u	0.00000E+00	0.00000E+00
成像透镜处光轴的Y方向偏心量	$\Delta Y(\text{mm})$	0.10000	E14u	0.00000E+00	0.00000E+00
入射光学系统的旋转多棱镜的主扫描入射角度	α	70.00000	E2l	-3.59904E-04	7.70465E-05
感光鼓表面的打印范围	W(mm)	± 156	E4l	3.32675E-06	2.96233E-07
最大扫描角度	θ_{Max}	± 41.230	E6l	-3.65733E-09	-1.67965E-10
轴上图像高度处的成像系数	K	210.00000	E8l	3.70292E-12	1.57270E-14
扫描特性系数	B	0.45455	E10l	-1.31350E-15	1.10029E-18
多棱镜的面的数量	men	4	E12l	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的中心位置(光轴方向)	PX(mm)	-6.00655	E14l	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的中心位置(主扫描方向)	PY(mm)	-3.74978	M0,2	0.00000E+00	0.00000E+00
多棱镜的外接圆的半径	R _{pol}	10.00000	M1,2	0.00000E+00	0.00000E+00
开口直径(主扫描×副扫描)	椭圆(mm)	3.80×2.60	M0,3	0.00000E+00	0.00000E+00
*折射率为在790 nm处所测量出的折射率			M1,3	0.00000E+00	0.00000E+00
			M0,4	-1.31070E-04	-6.42550E-05
			M1,4	0.00000E+00	0.00000E+00

[0153] 在本实施例中,如表5所示,Sk=197.5并且f_m=237.23,因而会聚值Sk/f_m=0.833,并且向成像透镜6入射比第四实施例会聚值大的,即,会聚性弱的光束。因此,本实施例使得表达式(9)成立,从而在确保良好成像性能的同时,实现更薄的成像透镜6。

[0154] 通过表5可知,在本实施例中,T₂=d₆+d=52.5,因而Ts/sk=0.266。也就是说,将根据本实施例的成像透镜6设置在比第四实施例更靠近偏转面5a的、并且比第三实施例更靠近扫描面7的位置处。可以使得成像透镜6的直径小于第四实施例,这是能够使得主扫描图像平面灵敏度和副扫描图像平面灵敏度比第三实施例得以更好平衡的结构。本实施例使得表达式(13)以及表达式(14)成立,并且在实现成像性能和打印性能两者的同时,实现光扫描设备的尺寸的缩小。

[0155] 图21~24B以与第一实施例相同的方式,示出根据本实施例的光扫描设备的具体成像性能和打印性能。

[0156] 如图21所示,根据本实施例最大轴外高度处的局部倍率偏移为dBY=0.125。也就是说,本实施例具有局部倍率偏移小于第一~第三实施例的结构。因此,本实施例可以比第四实施例更容易确保成像性能,并且与第三实施例相比,电校正更加容易。另外,本实施例

的扫描特性系数为 $B=0.45$,如表5所示,从而使得表达式(11)以及表达式(12)成立,并且确保良好的成像性能和打印性能。

[0157] 如图22所示,本实施例中电校正之后的局部倍率偏移最大不超过1.3%,因而可知确保良好的打印性能。另外,如图23所示,理想LSF直径和根据本实施例的LSF直径在各图像高度处大体相一致,因而可知在各图像高度处确保良好的成像性能。此外,通过图24A和24B可知,在本实施例中同样适当校正扫描面7上的主扫描像面弯曲和副扫描像面弯曲两者。

[0158] 注意,如表5所示,在本实施例中, $d=9.5$ 并且 $K=210$,因而 $d/K=0.045$,这样使得表达式(15)以及表达式(16)成立。因此可知,根据打印大小适当选择成像透镜6的厚度。

[0159] 因此,根据本实施例的光扫描设备,可以在确保良好的成像性能和打印性能的同时,实现低成本和小型化。

[0160] 图像形成设备

[0161] 图26是根据本发明实施例的图像形成设备104的主要部分的示意图(副扫描断面)。图像形成设备104包括根据上述实施例之一的光扫描设备(光扫描单元)100。

[0162] 如图26所示,图像形成设备104接收从诸如个人计算机等的外部装置117的代码数据Dc的输入。通过该设备内的打印机控制器111,将代码数据Dc转换成图像信号(点数据)Di。将图像信号Di输入给根据上述实施例之一的光扫描设备100。从光扫描设备100发射根据图像信号Di调制后的光束103,并且光束103在主扫描方向上扫描感光鼓101的感光面(扫描面)。打印机控制器111不仅进行上述数据转换,而且对诸如后述的电动机105等的、图像形成设备内的各种部件进行控制。

[0163] 利用电动机105,用作为静电潜像承载构件(感光构件)的感光鼓101顺时针方向转动。由于该转动,感光鼓101的感光面相对于光束103在副扫描方向上移动。将使得感光面均匀带电的充电辊102,设置在感光鼓101上方,以使它们接触。通过来自光扫描设备100的光束103照射充电辊102来对感光面充电。

[0164] 如上所述,基于图像信号Di调制光束103,因而通过光束103照射感光面,在感光面上形成静电潜像。设置在感光鼓101的转动方向的下流的与感光面接触设置的显影器107,从光束103的照射位置开始将静电潜像显影为调色剂图像。

[0165] 以对着感光鼓101的方式设置在感光鼓101下游的转印辊(转印单元)108,将通过显影器107所显影的调色剂图像转印至用作为转印材料的薄片112上。将薄片112储存在感光鼓101上游(图26的右边)的薄片盒109中,但是还可以进行手动薄片进给。在薄片盒109的边缘处设置进给辊110,从而将薄片盒109内的薄片112进给至输送路径。

[0166] 将如上所述转印了未定影的调色剂图像的薄片112进一步输送至感光鼓101下游(图26的左边)的定影装置。定影装置包括内置有定影加热器(未示出)的定影辊113和被设置成向定影辊113施压的加压辊114。定影装置在加热的同时,在定影辊113和加压辊114的加压部处对从转印辊108输送来的薄片112施压,从而将未定影的调色剂图像定影在薄片112上。此外,在定影辊113的下游设置排出辊对116,从而将定影了调色剂图像的薄片112从图像形成设备104排出到外部。

[0167] 变形例

[0168] 尽管说明了本发明的实施例,但是本发明不局限于这些实施例,此外,在本发明主旨的范围内,可以做出各种变形例和改变。

[0169] 例如,在根据上述实施例的光扫描设备中可以做出以下配置:在成像透镜6和扫描面7之间的光路上,设置反射构件(反射镜),以偏转穿过成像透镜6的光束,并且将其引导至扫描面。另外,可以做出下面的配置:将入射光学系统配置成在副扫描截面处将来自光源1的光束倾斜入射至偏转面5a。

[0170] 尽管参考典型实施例说明了本发明,但是应该理解,本发明不局限于所公开的典型实施例。

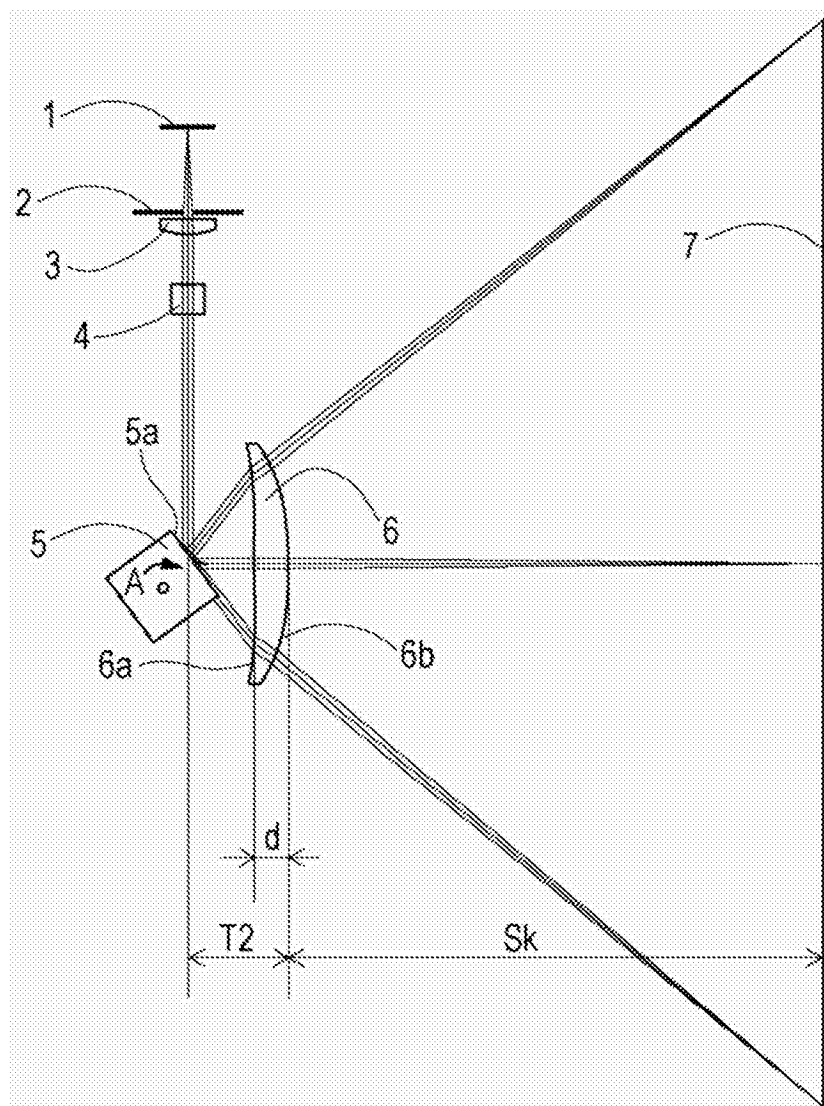


图1A

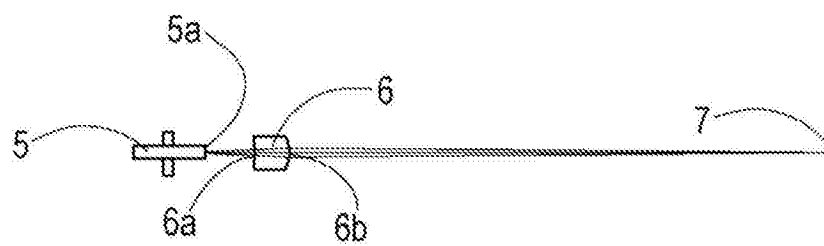


图1B

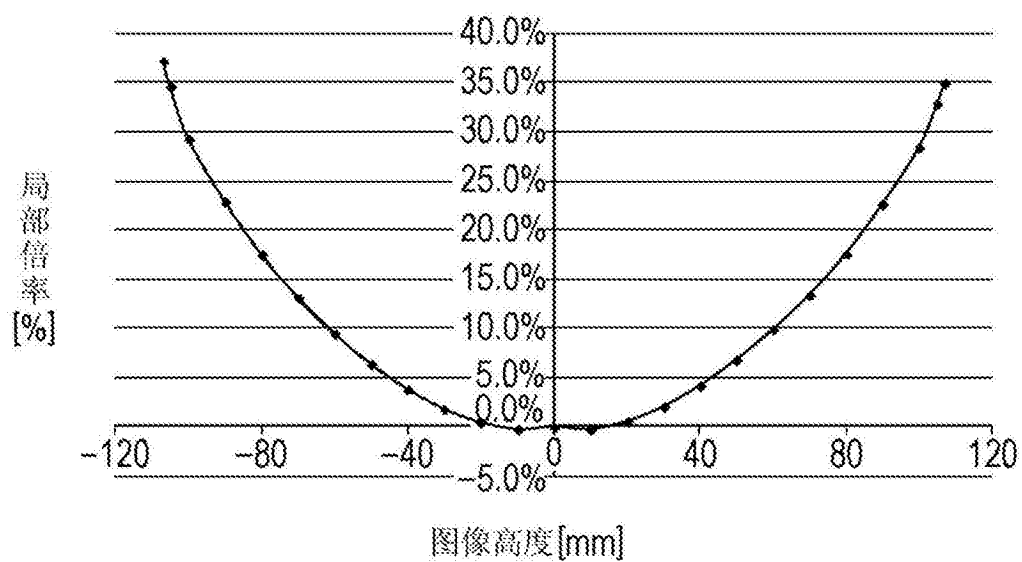


图2

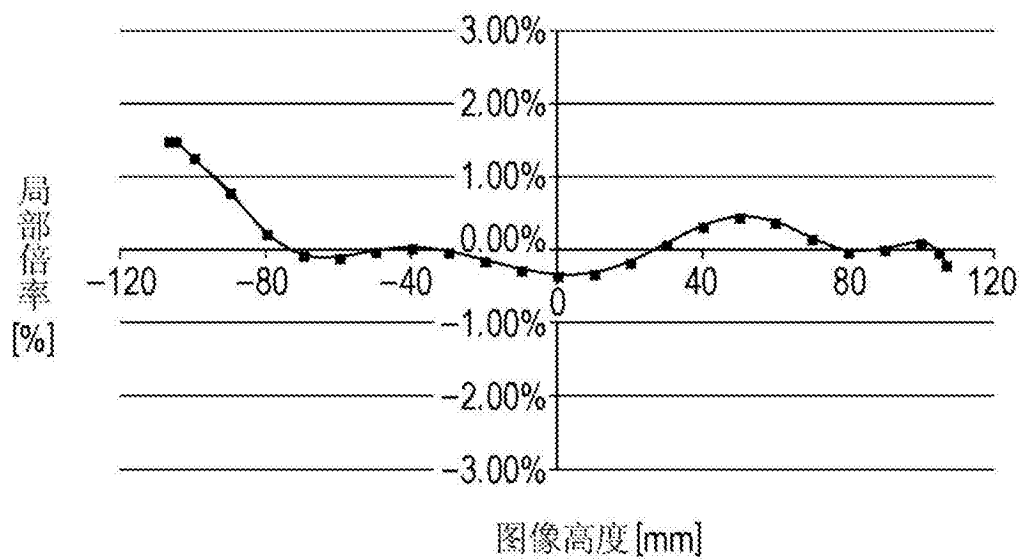


图3

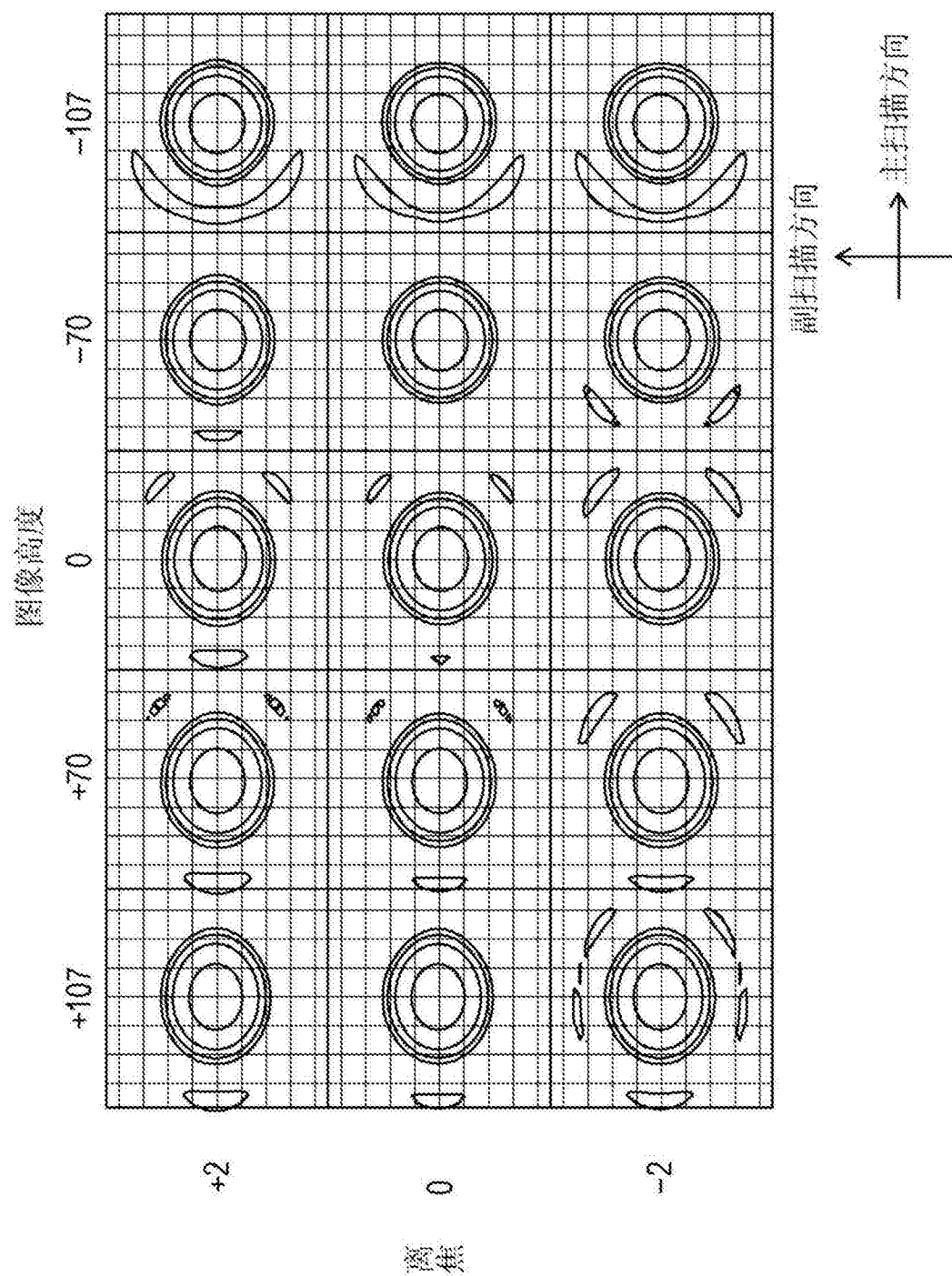


图4

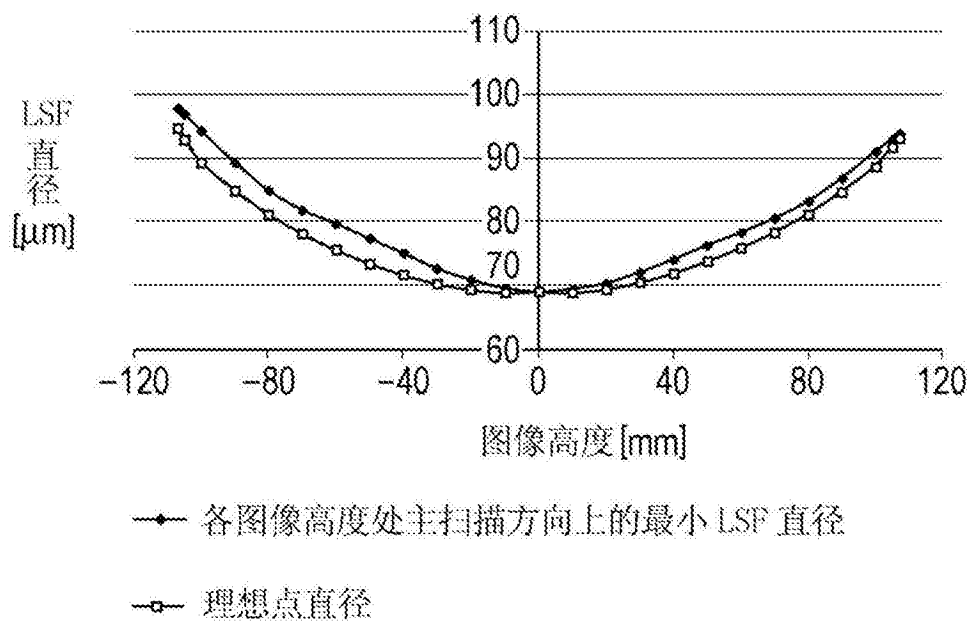


图5

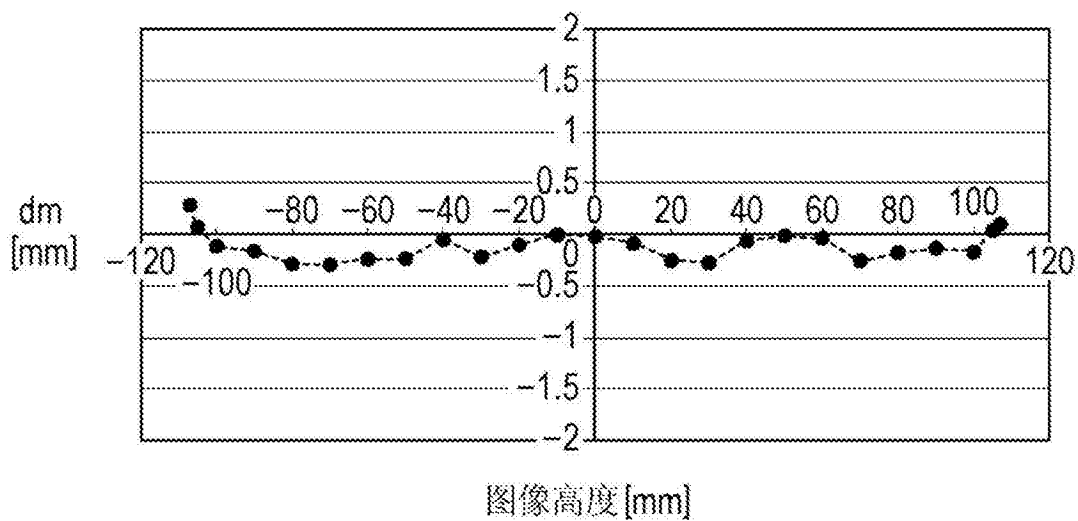


图6A

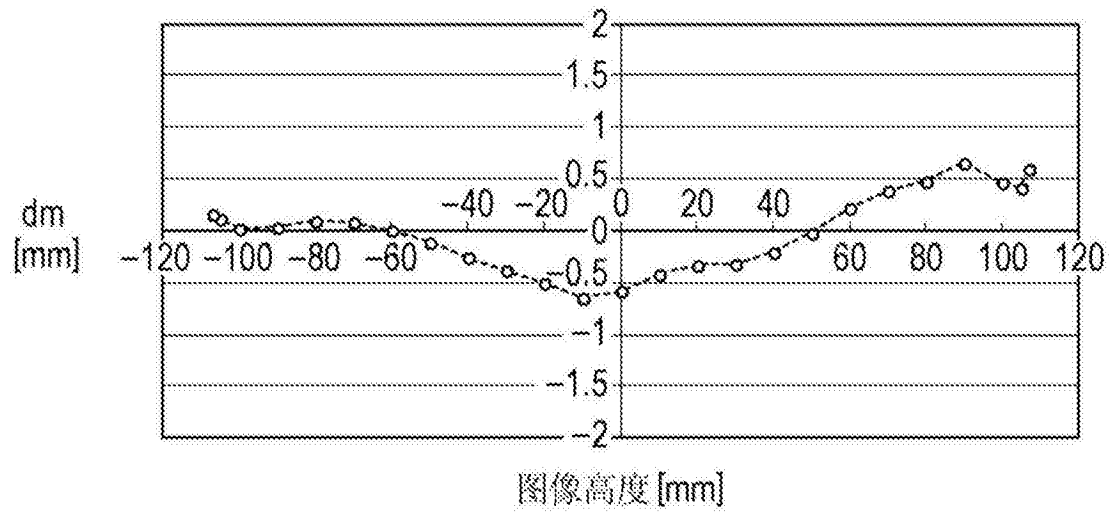


图6B

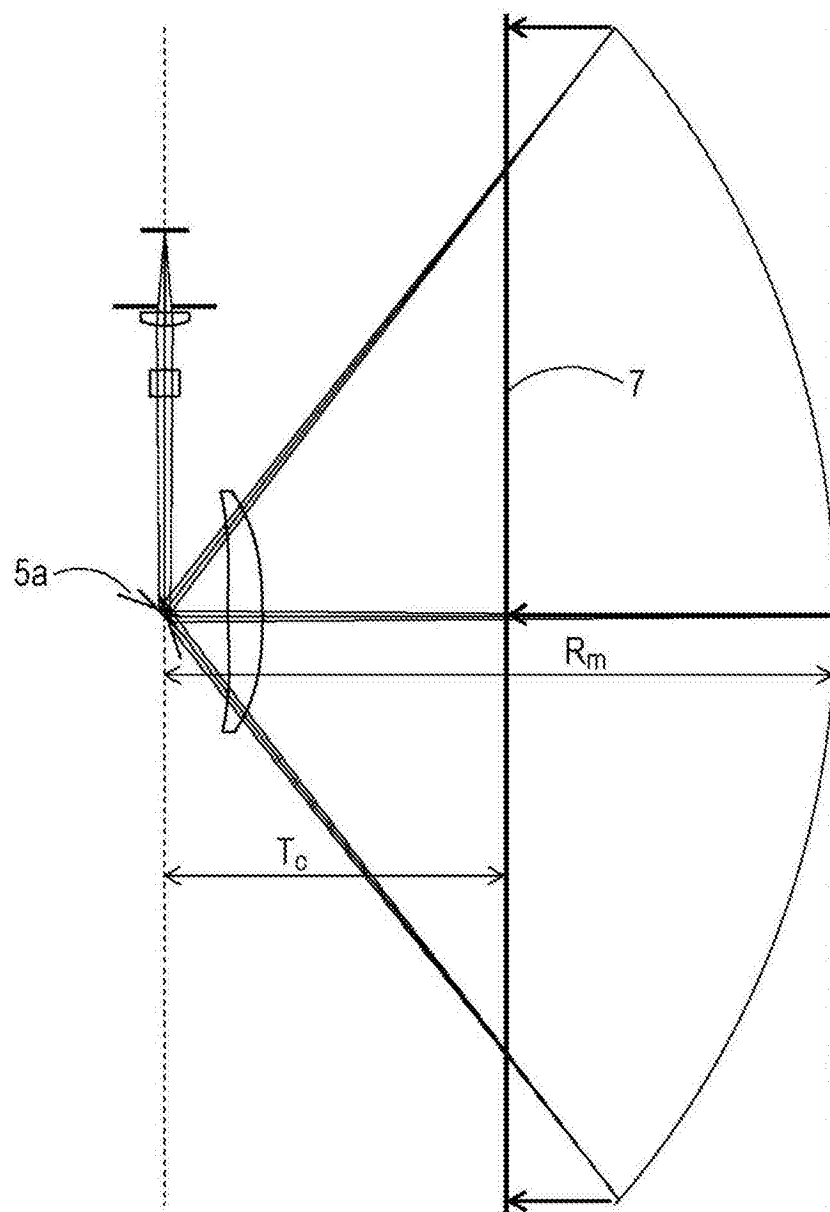


图7

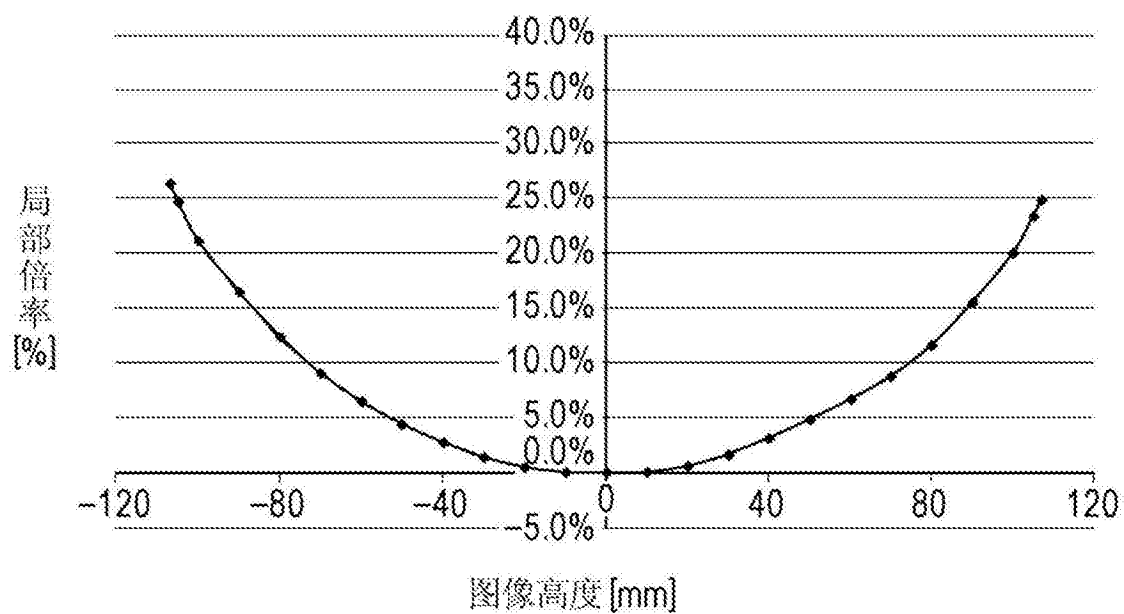


图8

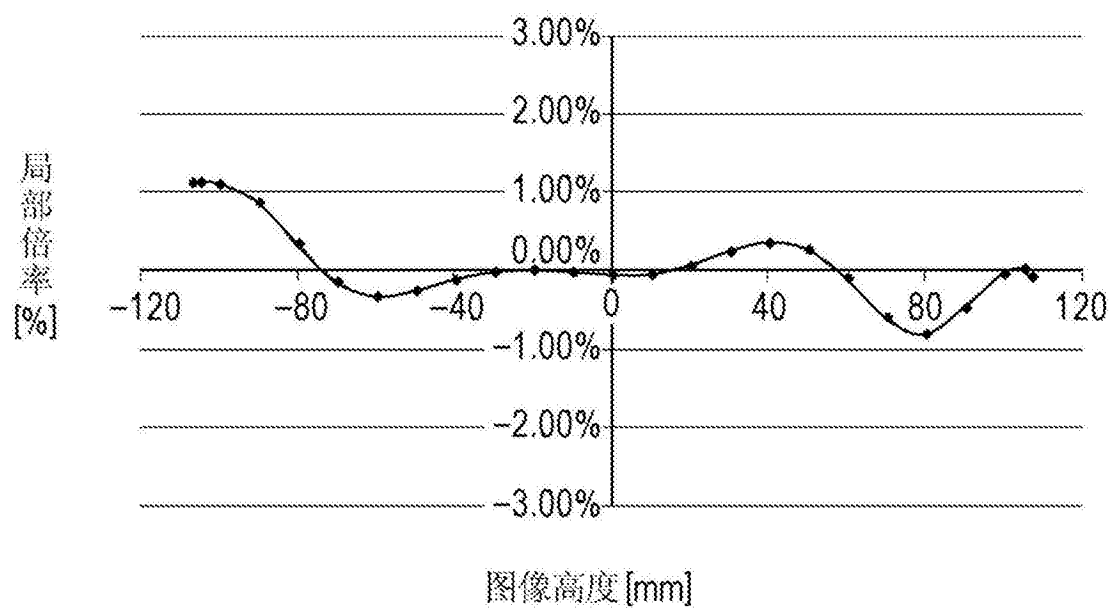


图9

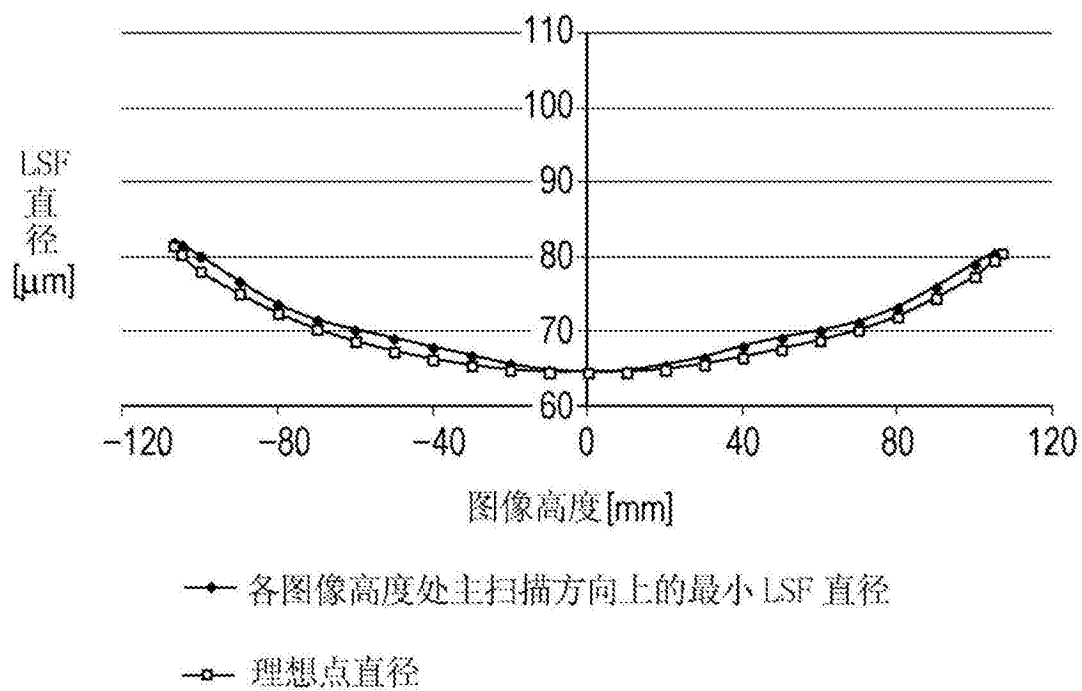


图10

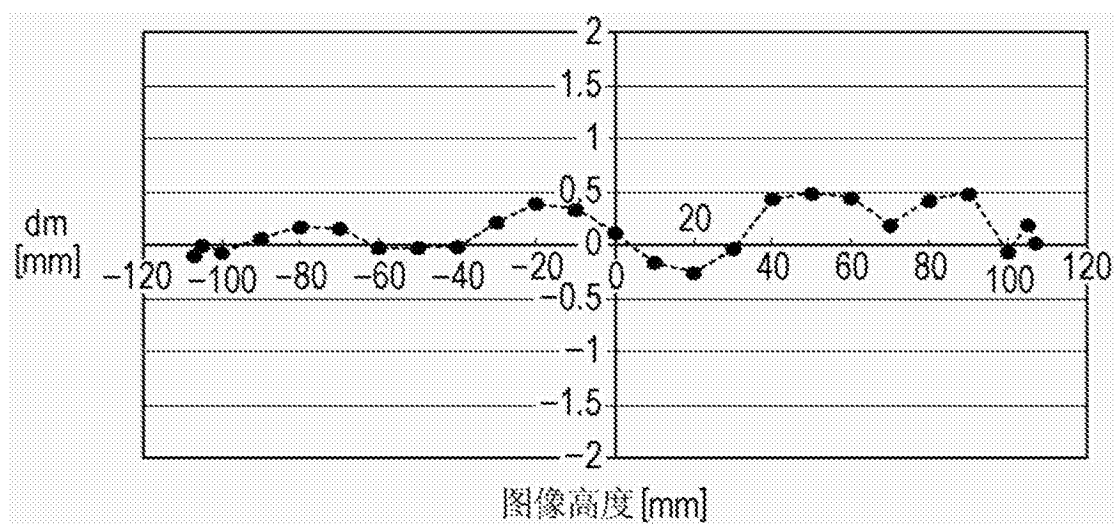


图11A

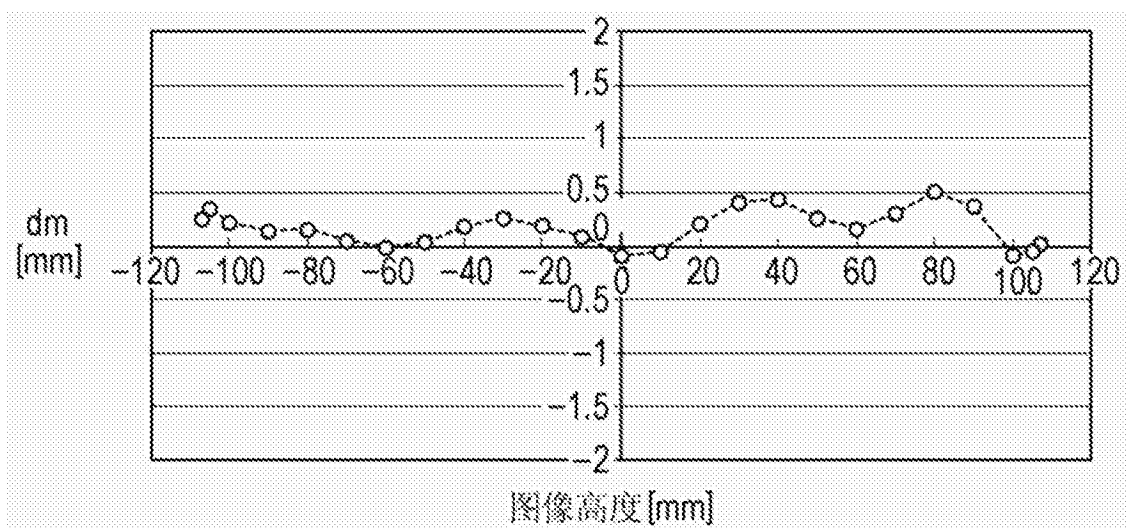


图11B

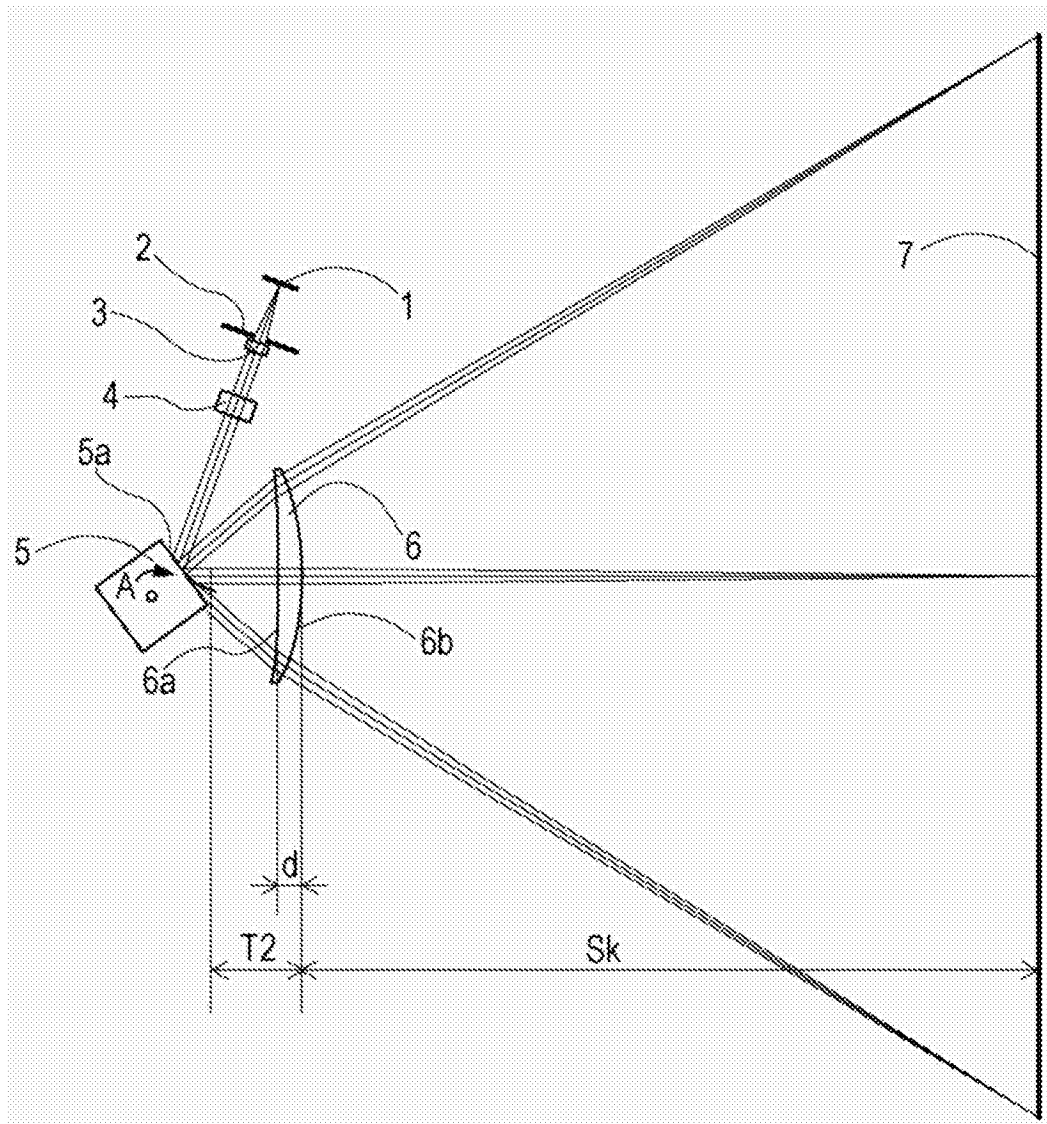


图12A

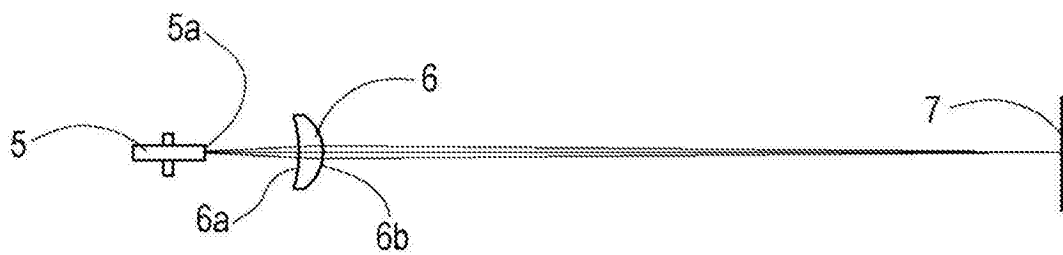


图12B

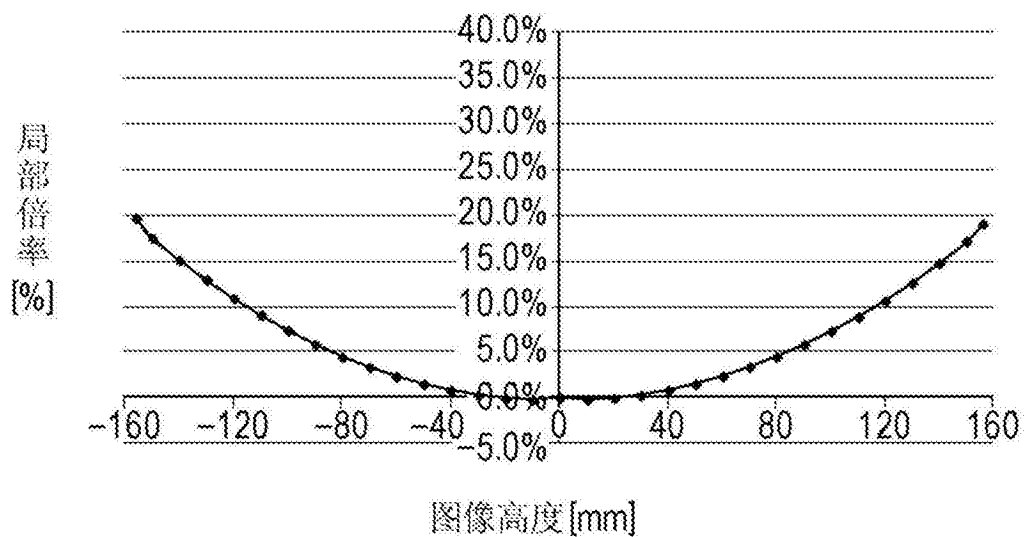


图13

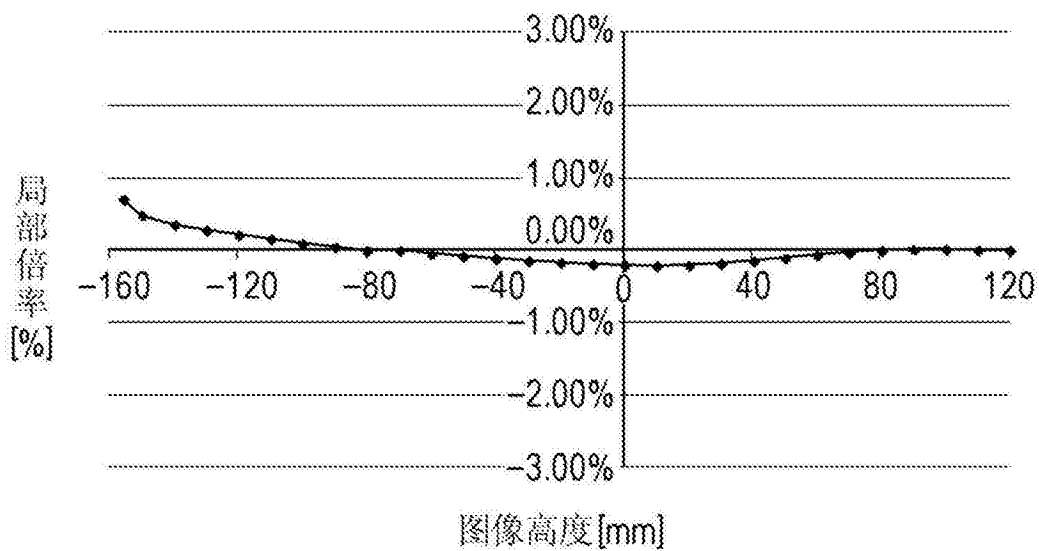


图14

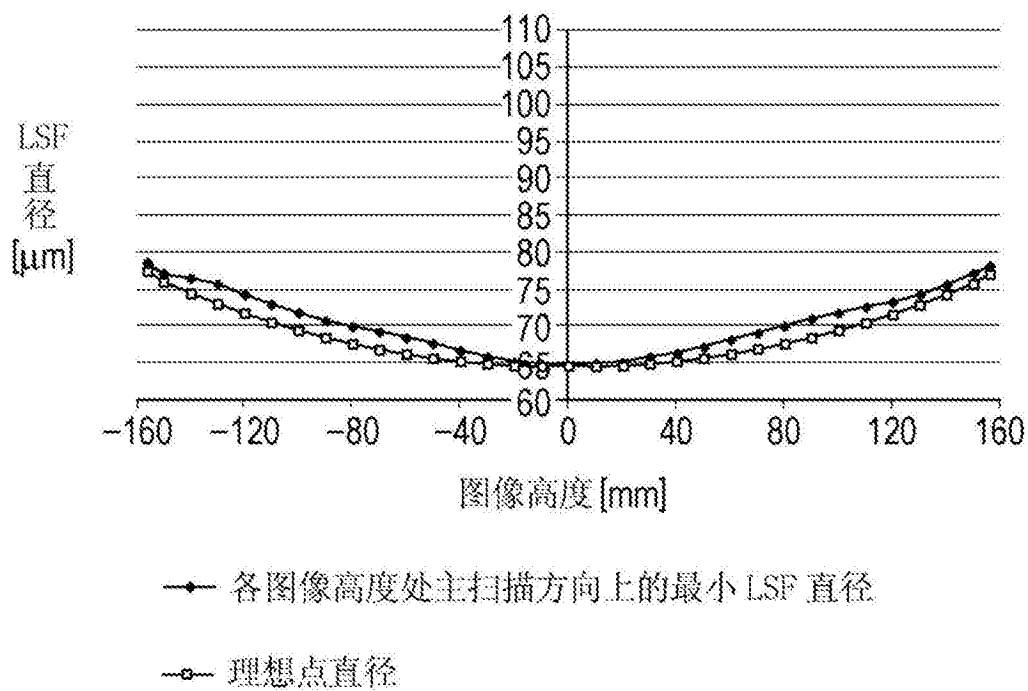


图15

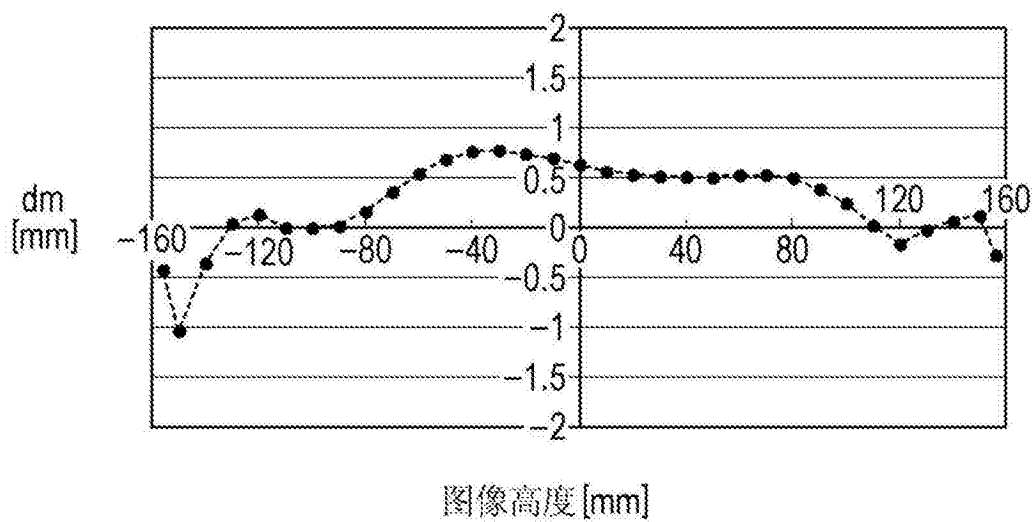


图16A

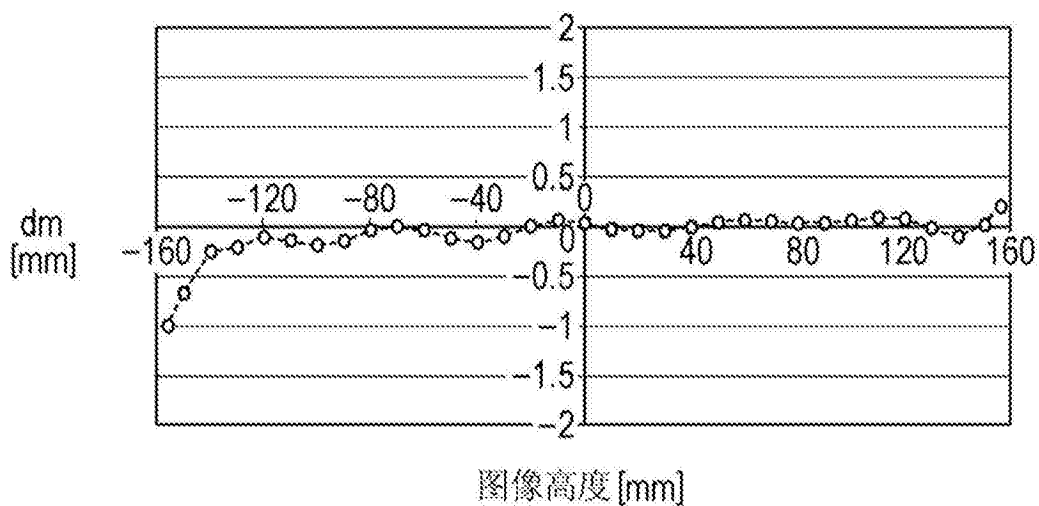


图16B

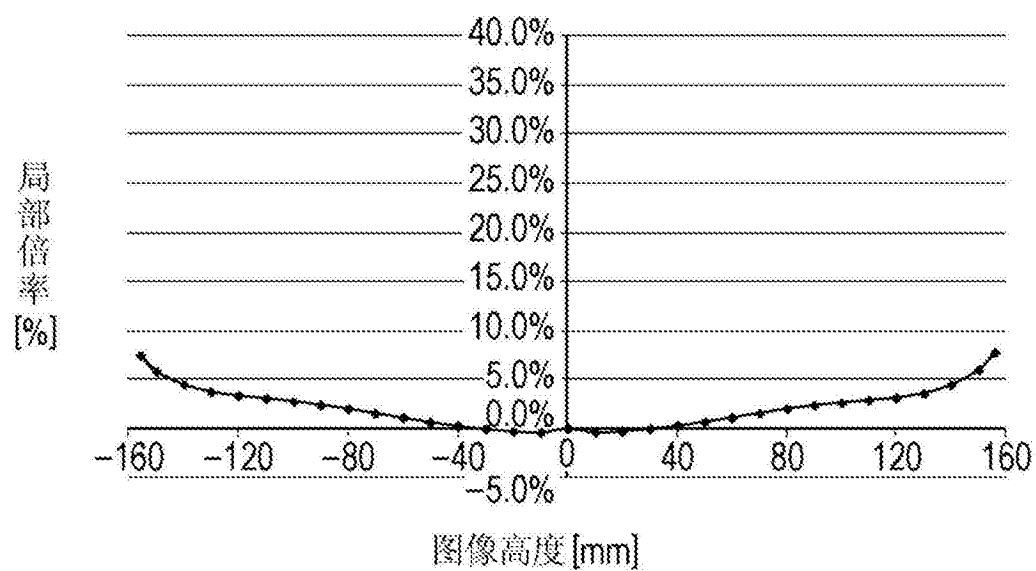


图17

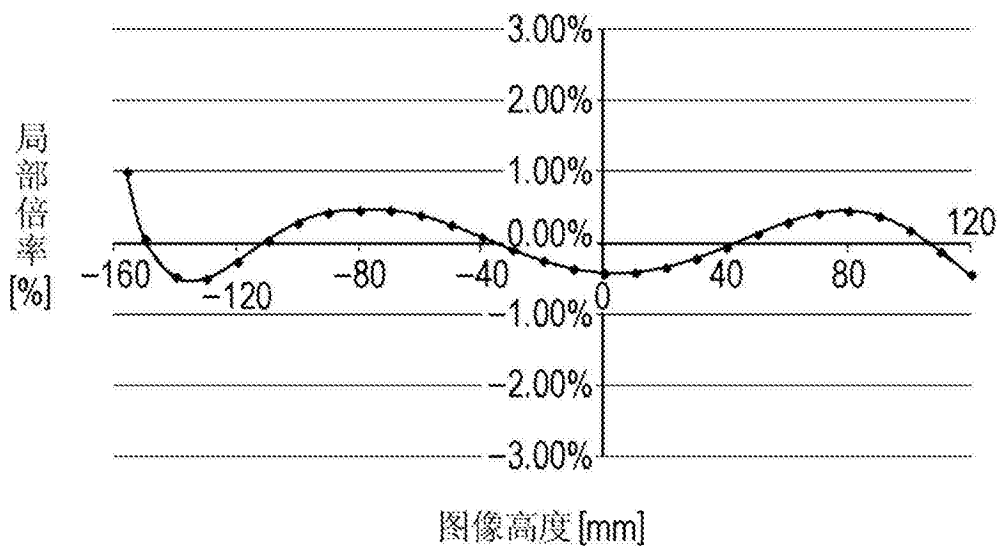
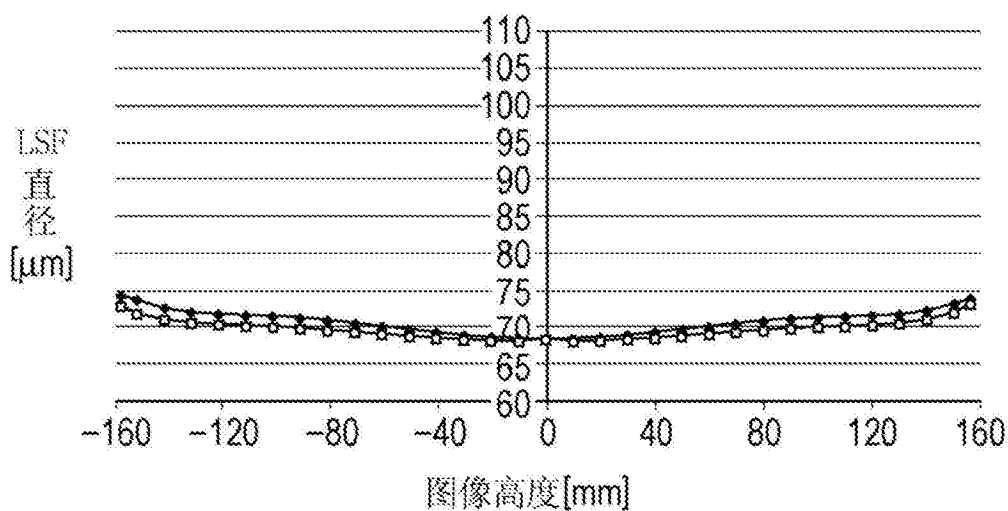


图18



- 各图像高度处主扫描方向上的最小 LSF 直径
- 理想点直径

图19

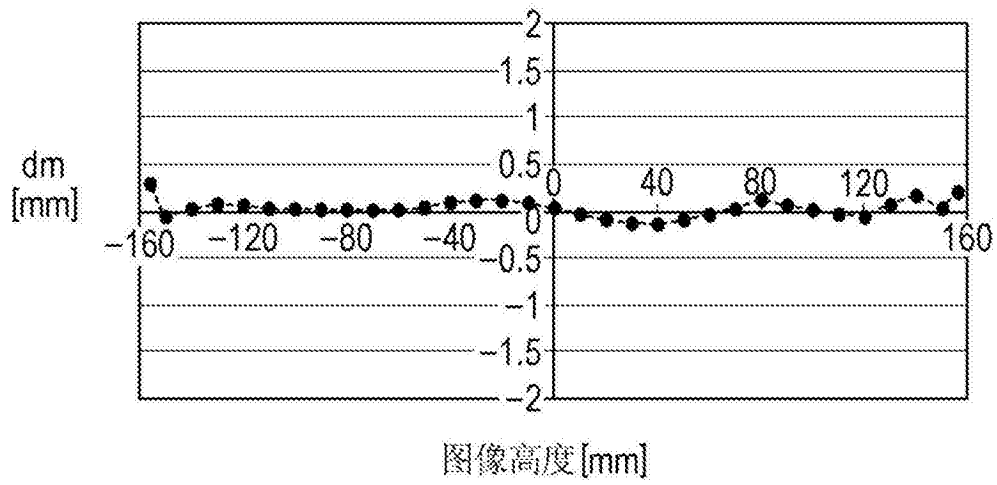


图20A

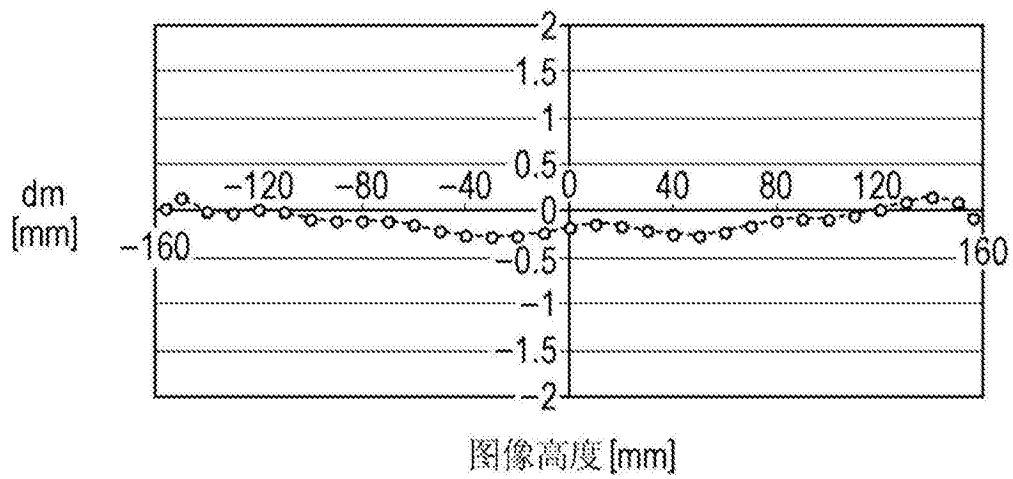


图20B

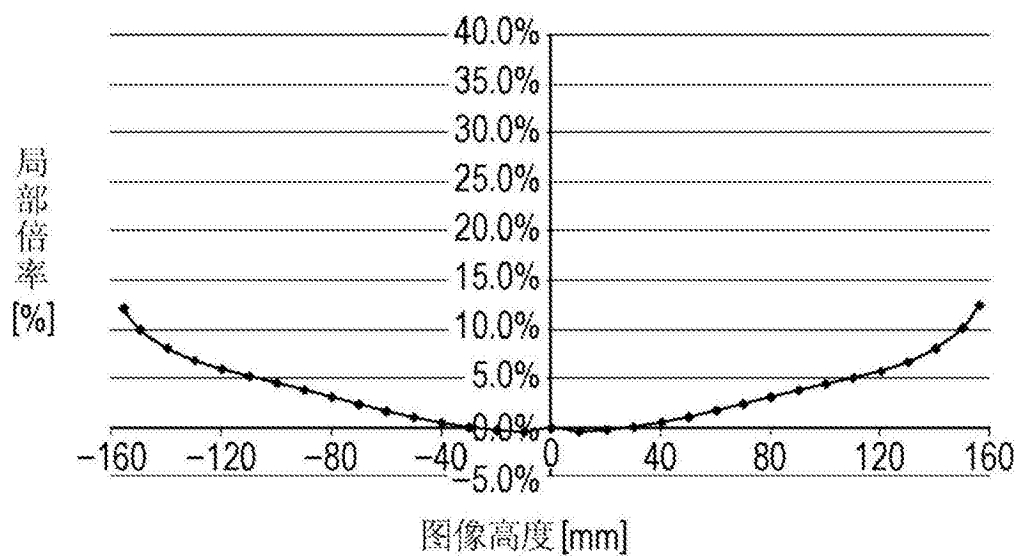


图21

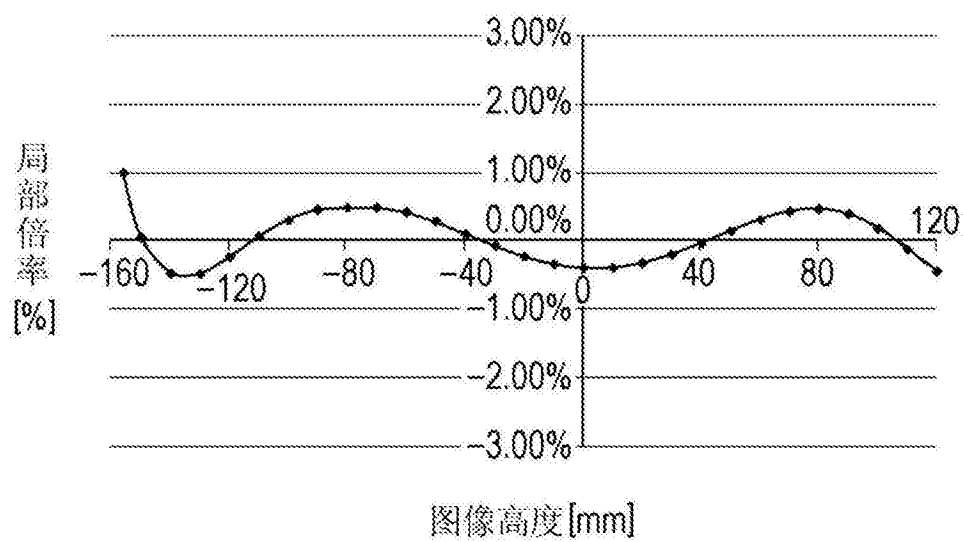


图22

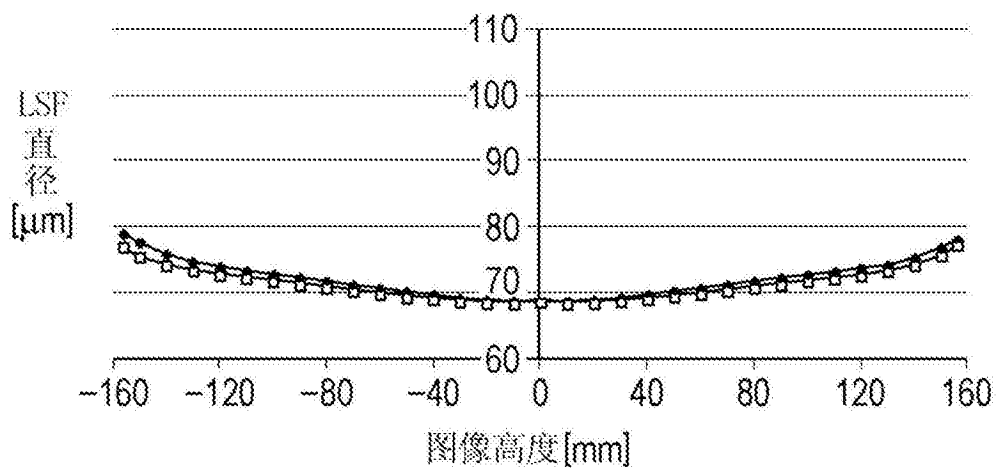


图23

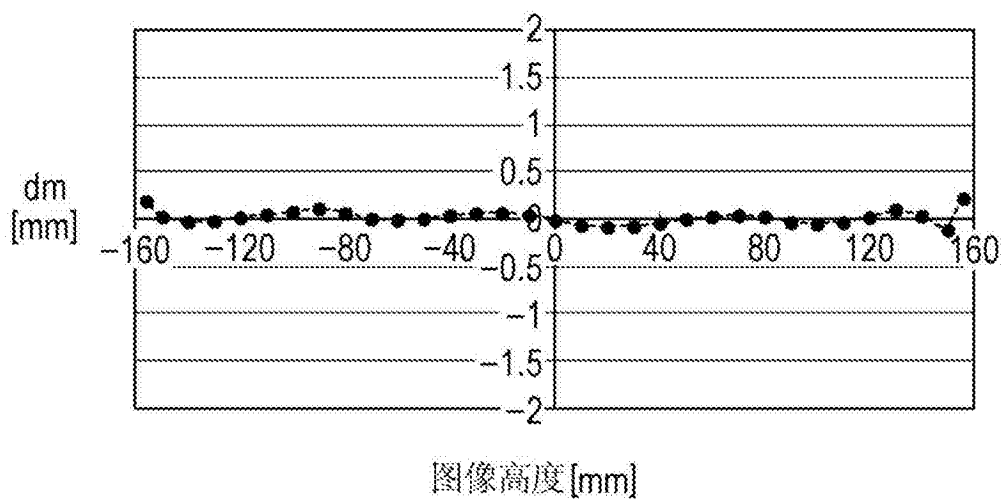
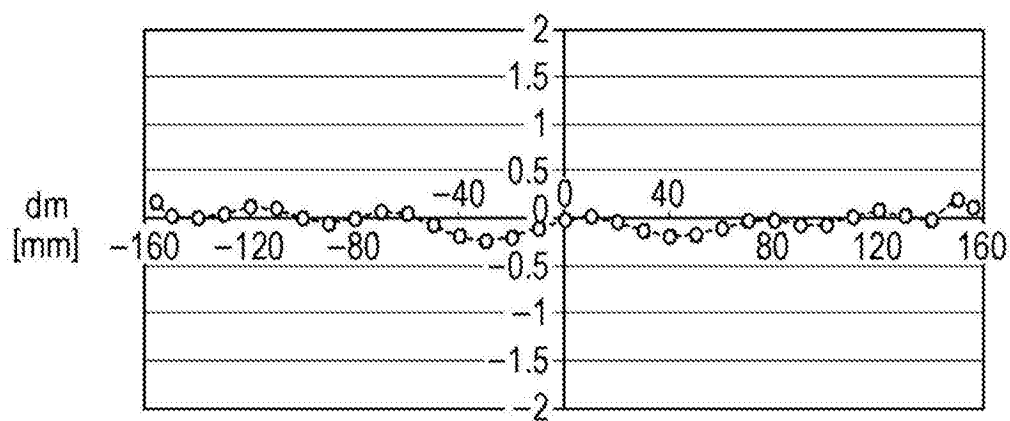


图24A



图像高度[mm]

图24B

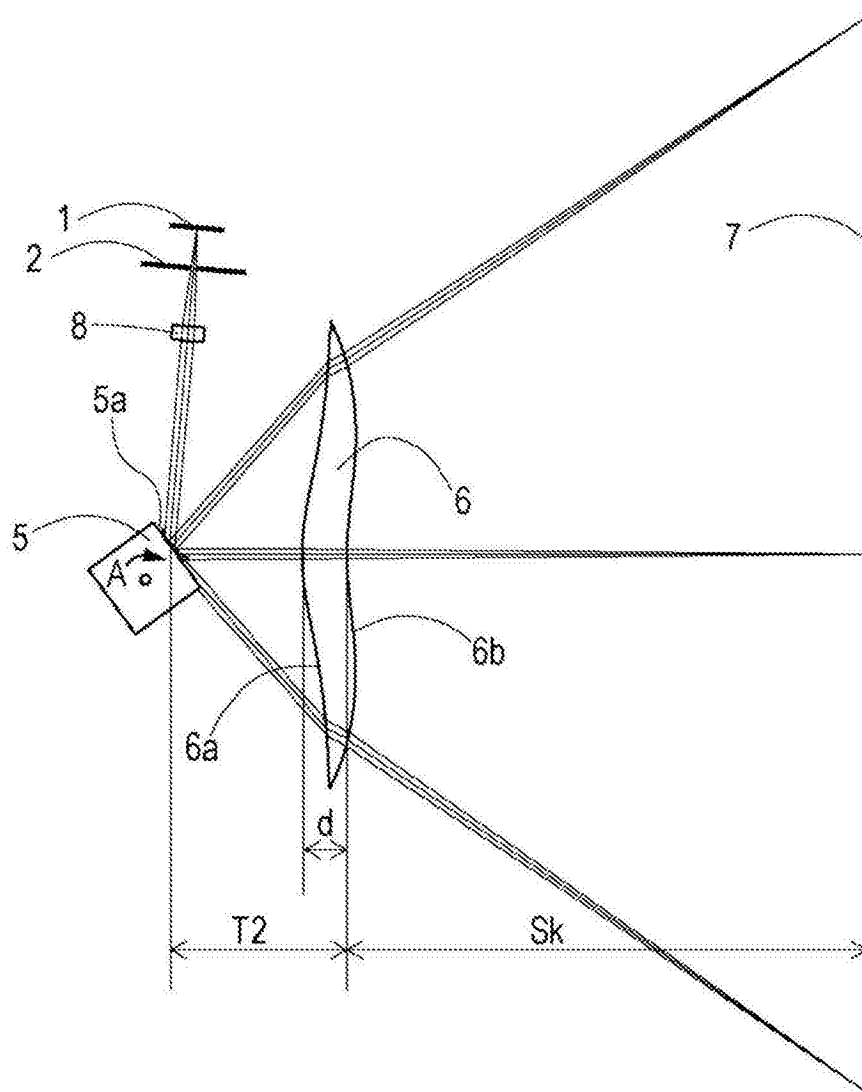


图25A

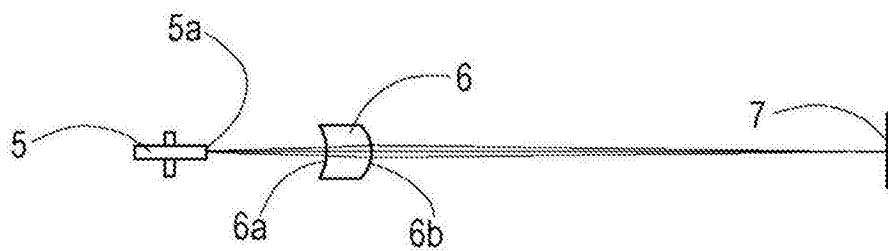


图25B

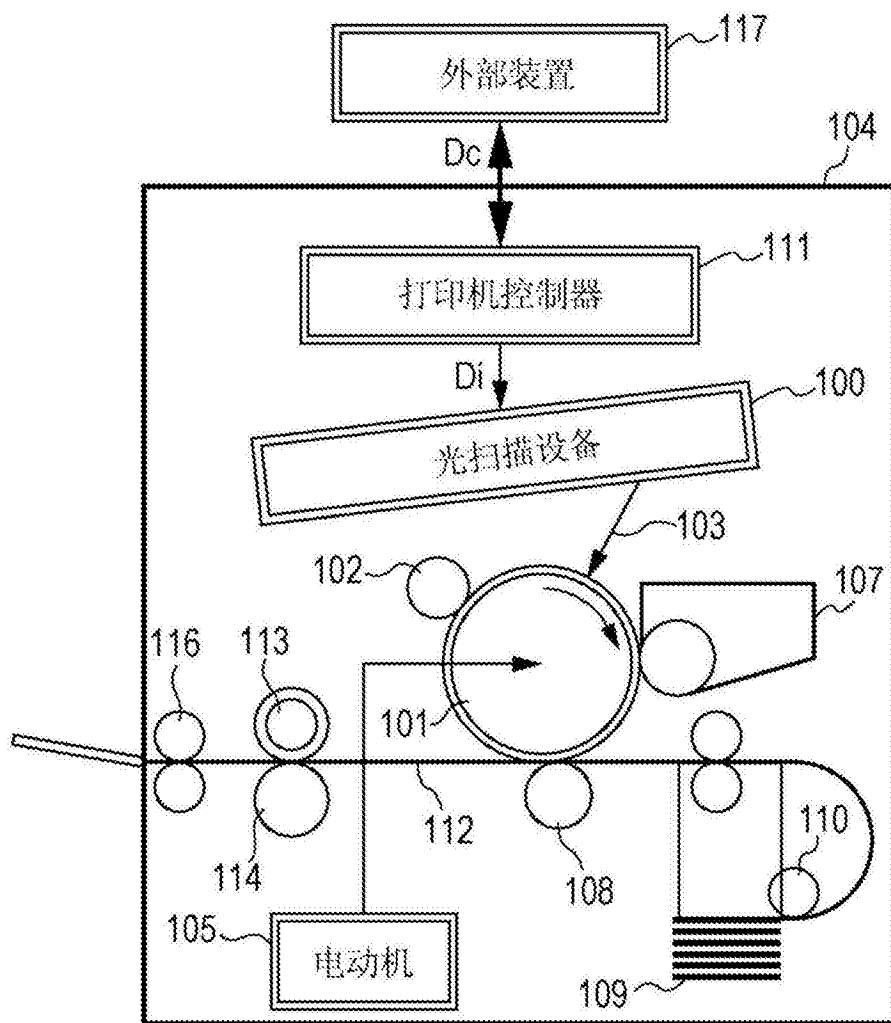


图26