

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610164137.6

[51] Int. Cl.

G02B 26/10 (2006.01)

G03G 15/04 (2006.01)

G03G 15/01 (2006.01)

G03G 15/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 100470300C

[22] 申请日 2006.12.6

[21] 申请号 200610164137.6

[30] 优先权

[32] 2005.12.6 [33] JP [31] 2005-352347

[73] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 五十岚润

[56] 参考文献

US5111219A 1992.5.5

US6141133A 2000.10.31

WO2004/063790A1 2004.7.29

US4352541 1982.10.5

US5883732A 1999.3.16

US4934772 1990.6.19

审查员 于晓芳

[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

代理人 王 萍

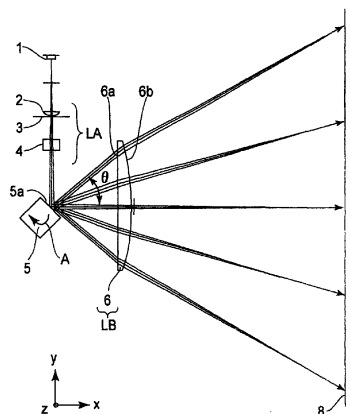
权利要求书 3 页 说明书 29 页 附图 12 页

[54] 发明名称

光学扫描系统以及使用其的成像设备

[57] 摘要

本发明公开了一种光学扫描系统以及具有其的成像设备，在一个优选形式中，光学扫描系统包括：光源设备，用于以扫描的方式使来自所述光源装置的光束偏转的偏转装置，以及成像光学系统，用于使被偏转装置偏转的光束在待扫描的扫描表面上成像，所述成像光学系统包括单个成像光学元件，光出射表面相对于主扫描截面具有凸形形状，其中满足关系 $0.5 \leq \phi_m / \phi_p \leq 0.9$, $0 < dp / kp \leq 0.09$ 。其中， ϕ_p 是成像光学元件在光轴上相对于主扫描方向的焦距， ϕ_m 是其在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦距， dp 是其在光轴上的厚度， k_p 是其在光轴上的 $k - \theta$ 系数。



1、一种光学扫描系统，包括光源装置，用于以扫描方式使来自所述光源装置的光束偏转的偏转装置，以及成像光学系统，用于使被所述偏转装置偏转的光束在待扫描的扫描表面上成像，

其特征在于，所述成像光学系统包括单个成像光学元件，光出射表面相对于主扫描截面具有凸形形状，并且满足关系

$$0.5 \leq \varphi_m/\varphi_p \leq 0.9$$

$$0 < dp/kp \leq 0.09$$

其中， φ_p 是所述成像光学元件在光轴上相对于主扫描方向的焦距， φ_m 是所述成像光学元件在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦距， dp 是所述成像光学元件在光轴上的厚度，而 kp 是所述成像光学元件在光轴上的 $k-\theta$ 系数，

其中，满足关系

$$1.1 \leq V_m/V_p \leq 1.5$$

其中， V_p 是在光轴上扫描表面上的扫描速度，而 V_m 是在最外面的离轴部分的扫描速度。

2、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统，其中，所述偏转装置按恒定的角速度以扫描的方式使来自所述光源装置的光束偏转，并且其中满足关系

$$0.1 \leq V \leq 0.5$$

其中， V 是所述单个成像光学元件的第三级失真像差系数。

3、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统，其中，满足关系

$$N \leq 1.6$$

其中， N 是所述单个成像光学元件的折射率。

4、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统，其中，满足关系

$$30^\circ \leq \theta_{\max} < 90^\circ$$

其中， $\theta_{\max}$ 是所述偏转装置用于在扫描表面上的有效扫描宽度内进行扫描的最大偏转角。

5、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统，其中，满足关系

$$|\beta_s| \leq 3.0$$

其中, β_s 是所述单个成像光学元件在光轴上相对于副扫描截面的成像放大率。

6、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统, 其中, 入射到所述单个成像光学元件上的光束是相对于主扫描截面的会聚光。

7、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统, 其中, 所述单个成像光学元件具有光入射表面, 该表面具有相对于主扫描截面的非弧形形状。

8、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统, 其中, 所述单个成像光学元件包括光入射表面和光出射表面, 所述光入射表面和光出射表面具有相对于主扫描截面的凸形形状。

9、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统, 其中, 所述单个成像光学元件具有光入射表面和光出射表面, 其中至少一个表面具有相对于副扫描方向从光轴朝着离轴部分沿着主扫描方向缩小的焦度。

10、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统, 其中, 所述单个成像光学元件具有光入射表面和光出射表面, 其中至少一个表面具有相对于副扫描截面的非弧形形状。

11、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统, 其中, 所述单个成像光学元件在光轴上相对于副扫描截面的成像放大率和它在最外面的离轴部分的成像放大率具有10%或更小的差异。

12、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统, 其中, 所述单个成像光学元件在光轴上相对于副扫描截面的成像放大率和它在最外面的离轴部分的成像放大率具有5%或更小的差异。

13、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统, 其中, 相对于副扫描截面, 来自所述光源装置的光束在相对于所述偏转装置的偏转面的法线而倾斜的方向上投射到所述偏转装置上。

14、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统, 其中, 所述光源装置包括多个发光部分, 它们被设置成彼此独立地被调制。

15、根据权利要求 1 所述的光学扫描系统, 其中满足以下关系:

$$0.02 < dp/kp \leq 0.07 \quad (2a)$$

$$1.15 \leq Vm/Vp \leq 1.45 \quad (3a)$$

16、一种成像设备，包括：

权利要求 1-15 中的任何一个所述的光学扫描系统；

位于待扫描的扫描表面上的感光材料；

显影设备，用于显影通过由所述光学扫描系统扫描的光束形成在所述感光材料上的静电潜像，以便产生调色剂图像；

转印设备，用于将显影的调色剂图像转印到转印材料上；以及
定影装置，用于将转印的调色剂图像定影在转印材料上。

17、一种成像设备，包括：

权利要求 1-15 中的任何一个所述的光学扫描系统；以及

打印机控制器，用于将从外部机器提供的代码数据转换为成影像信号，并将成影像信号输入到所述光学扫描系统中。

18、一种彩色成像设备，包括：

权利要求 1-15 中的任何一个所述的光学扫描系统；以及

多个图像承载构件，每一个构件都位于待由所述光学扫描系统进行扫描的扫描表面上，用于形成不同颜色的图像。

19、根据权利要求 18 所述的彩色成像设备，进一步包括打印机控制器，用于将从外部机器提供的色彩信号转换为不同颜色的成影像数据，并将成影像数据输入到对应的光学扫描系统中。

光学扫描系统以及使用其的成像设备

技术领域

本发明涉及光学扫描系统以及使用该光学扫描系统的成像设备。本发明例如适用于诸如激光束打印机、数字复印机或多功能打印机之类的具有电子照相制版术的成像设备。

背景技术

在激光束打印机的光学扫描系统中，根据成影像（imagewise）信号，以光学方式从光源调制并发射光束，然后，通过具有旋转多面反射镜的光偏转器，周期性地使光束发生偏转。经过如此偏转的光束通过具有 $k-\theta$ 特征（稍后描述）的成像光学系统被聚焦到感光记录介质（感光鼓）表面上的光点，通过成像光学系统对鼓表面进行光学扫描，从而进行图像记录。

图 16 是这样的光学扫描系统的主要部分的示意图。

在图 16 中，从光源装置 161 发出的发散光束由准直透镜 162 转换成平行光束，之后，它被光阑 163 限制，光束进入只在副扫描方向具有预定的折光力的柱面透镜 164。只要涉及主扫描截面，入射到柱面透镜 164 的平行光线就保持其状态地从那里出射。只要涉及副扫描截面，光束就会聚，并作为线性图像在包括旋转多面反射镜的偏转装置 165 的偏转面（反射面）165a 上成像。

经过偏转装置 165 的偏转面 165a 偏转的光束，被具有 $k-\theta$ 特征的成像光学系统 166 引向作为待扫描的扫描表面的感光鼓表面 168 上。通过在箭头 A 的方向旋转偏转装置 165，在箭头 B 的方向以光学方式扫描感光鼓表面 168，从而在其上记录成影像数据。

在这样的光学扫描系统中，为了对成影像数据进行高精度的记录，要求在整个扫描表面对像场弯曲进行很好的校正，并且，图像平面上

的光点直径对于不同的图像高度是均匀的。已经提出了各种建议提供满足这样的光学特性或具有校正光学系统（成像光学元件）的光学扫描系统来实现这种要求。

另一方面，在诸如激光束打印机或数字复印机之类的成像设备中，对整个结构的小型化和简单的要求是强烈的，同样，光学扫描系统的情况也是如此。

关于光学扫描系统，已经提出了一些建议，以试图满足这样的要求，其中，成像光学系统由单个成像光学元件（成像透镜）构成（参见专利文件 No. 1、2、3 和 4）。

在专利文件 No. 1 中，成像透镜由具有比较高的折射率（1.8）的材料制成，利用该成像透镜确保获得令人满意的成像性能，尽管成像透镜的厚度薄。

在专利文件 No. 2 中，虽然光学扫描透镜使用单个成像透镜元件，但是，仍可以实现大偏转角度扫描，另外，还可以有效地校正主扫描方向和副扫描方向上的像场弯曲。

在专利文件 No. 3 中，在成像透镜的主扫描方向的透镜表面中使用较高阶的非球面表面，利用这种表面对像差特性进行很好的校正。

在专利文件 No. 4 中，利用副扫描方向上的沿着主扫描方向、在成像透镜的有效部分内并独立于主扫描方向的曲率连续地变化的曲率，形成成像透镜的多个透镜表面的至少两个表面。利用此方案，根据两个表面的弯曲，控制副扫描方向上主平面的位置，对于不同的图像高度副扫描放大率保持恒定，从而光点直径也保持恒定。

[专利文件]

- 1、日本专利申请公开，公开号No. S54-87540
- 2、日本专利申请公开，公开号No. H1-302217
- 3、日本专利申请公开，公开号No. H4-50908
- 4、日本专利申请公开，公开号No. H9-33850

发明内容

然而，在专利文件 No. 1 中，使用诸如玻璃材料之类的具有高折射率的透镜材料制造非常不方便，因为成本将增大。

在专利文件 No. 2 中，由于成像透镜必须具有大的厚度，因此，透镜模压将难以实施。

在专利文件 No. 3 中，光偏转器和扫描表面之间的副扫描截面中的成像放大率（副扫描放大率）是不均匀的。这意味着存在副扫描方向上的光点直径将随图像高度而变化的可能性。

在专利文件 No. 4 中，至少两个透镜表面被弯曲以控制主平面位置，从而提供恒定的放大率，以便保持副扫描放大率恒定。这意味着，必须完全彼此独立地控制主扫描截面中的表面形状和副扫描截面中的表面形状。为此，并且为了缩小透镜厚度，主扫描方向上的透镜形状应该具有大的非球面量。然而，如果使用在主扫描方向具有大的非球面量的透镜，则由于透镜表面的小的误差或由于透镜设置错误，会导致光学性能显著恶化。特别地，在这样的光学性能恶化中，例如，副扫描方向上的扫描线弯曲直接导致扫描线高度以及扫描线倾斜的偏差，更严重地，不能通过调整在系统内提供的反射镜等等来校正这些情况。为了最大限度地减小这样的扫描线弯曲，必须准确地严格根据设计设置透镜和透镜表面，或者，必须添加透镜调节机构来调节它们，以确保设计设置。

另一方面，在彩色成像设备中，通过在诸如纸张之类的转印材料上重叠在四个感光部件（感光鼓）的表面上形成的四种颜色 Y（黄色）、M（品红）、C（青色）和 Bk（黑色）的图像，来产生彩色图像。因此，如果分别对应于这些感光部件的光学扫描系统的扫描线发生弯曲，会导致四种颜色之间的扫描线形状的误差，从而导致在转印材料上产生的图像中的颜色重合失调。如此，图像质量将大大降低。

因此，本发明的目的是提供一种光学扫描系统和成像设备，利用它们，构成成像光学系统的单个成像光学元件的厚度可以缩小，并且利用简单的结构就可取得良好的成像性能。

根据实现上述目的的本发明的一个方面，提供一种光学扫描系统，

包括：光源装置；用于以扫描的方式使来自所述光源装置的光束发生偏转的偏转装置；以及成像光学系统，用于使被所述偏转装置偏转的光束在待扫描的扫描表面上成像，其中，所述成像光学系统包括单个成像光学元件，光出射表面相对于主扫描截面具有凸形形状，以及其中，满足关系

$$0.5 \leq \varphi_m / \varphi_p \leq 0.9$$

$$0 < d_p / k_p \leq 0.09$$

其中， φ_p 是所述成像光学元件在光轴上相对于主扫描方向的焦度 (power)， φ_m 是所述成像光学元件在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度， d_p 是所述成像光学元件在光轴上的厚度，而 k_p 是所述成像光学元件在光轴上的 $k-\theta$ 系数。

在本发明的此方面的一种优选形式中，满足关系

$$1.1 \leq V_m / V_p \leq 1.5$$

其中， V_p 是在光轴上扫描表面上的扫描速度，而 V_m 是在最外面的离轴部分的扫描速度。

偏转装置可以按恒定的角速度以扫描方式使来自所述光源装置的光束发生偏转，并可以满足关系

$$0.1 \leq V \leq 0.5$$

其中， V 是所述单个成像光学元件的第三级 (第三) 失真像差系数。

可满足关系 $N \leq 1.6$ ，其中， N 是所述单个成像光学元件的折射率。

可满足关系 $30^\circ \leq \theta_{\max} < 90^\circ$ ，其中， $\theta_{\max}$ 是所述偏转装置用于在扫描表面上的有效扫描宽度内进行扫描的最大的偏转角。

可满足关系 $|\beta_s| \leq 3.0$ ，其中， β_s 是所述单个成像光学元件在光轴上相对于副扫描截面的成像放大率。

入射到所述单个成像光学元件上的光束可以是相对于主扫描截面的会聚光。

单个成像光学元件可以具有光入射表面，该表面具有相对于主扫描截面的非弧形形状。

单个成像光学元件可以包括光入射表面和光出射表面，所述光入

射表面和光出射表面具有相对于主扫描截面的凸形形状。

单个成像光学元件可以具有光入射表面和光出射表面，其中至少一个表面具有相对于副扫描方向从光轴朝着离轴部分沿着主扫描方向缩小的焦度。

单个成像光学元件可以具有光入射表面和光出射表面，其中至少一个表面具有相对于副扫描截面的非弧形形状。

所述单个成像光学元件在光轴上相对于副扫描截面的成像放大率和它在最外面的离轴部分的成像放大率可以具有 10% 或更小的差异。

所述单个成像光学元件在光轴上相对于副扫描截面的成像放大率和它在最外面的离轴部分的成像放大率可以具有 5% 或更小的差异。

相对于副扫描截面，来自所述光源装置的光束可以在相对于所述偏转装置的偏转面的法线而倾斜的方向投射到所述偏转装置上。

光源装置可以包括多个光发射部分，它们被设置成彼此独立地被调制。

根据本发明的另一个方面，提供一种成像设备，包括：如上所述的光学扫描系统；位于待扫描的扫描表面上的感光材料；显影设备，用于显影通过由所述光学扫描系统扫描的光束在所述感光材料上形成的静电潜像，以便产生调色剂图像；转印设备，用于将显影的调色剂图像转印到转印材料上；以及，定影设置，用于将转印的调色剂图像定影在转印材料上。

根据本发明的再一个方面，提供一种成像设备，包括：如上所述的光学扫描系统；以及打印机控制器，用于将从外部机器提供的代码数据转换为成影像信号，并将成影像信号输入到所述光学扫描系统中。

根据本发明的再一个方面，提供一种彩色成像设备，包括：如上所述的光学扫描系统；以及多个图像承载构件，每一个构件都位于待由所述光学扫描系统进行扫描的扫描表面上，用于形成不同颜色的图像。

在本发明的此方面的一个优选形式中，该彩色成像设备进一步包

括打印机控制器，用于将从外部机器提供的色彩信号转换为不同颜色的成影像数据，并将成影像数据输入到对应的光学扫描系统中。

简单来说，根据本发明，提供一种光学扫描系统或具有该光学扫描系统的成像设备，其中，单个成像光学元件的厚度可以缩小，并且可利用非常简单的结构，缩小由于成像光学元件的光学表面的任何偏心而导致的扫描线弯曲，以便可以令人满意地补偿不希望有的光点旋转。

通过下面参考附图对优选实施例进行的详细描述，本发明的这些目的及其他目的、特点、以及优点将变得显而易见。

附图说明

图 1 是根据本发明的第一实施例的光学扫描系统的沿着主扫描截面的示意图。

图 2 是根据本发明的第一实施例的光学扫描系统的沿着副扫描截面的示意图。

图 3A-3C 是说明本发明的第一实施例中的几何像差和副扫描放大率差异的图形。

图 4 是说明当本发明的第一实施例的成像光学元件正在偏移时扫描线位移的图形。

图 5 是根据本发明的第二实施例的光学扫描系统的沿着主扫描截面的示意图。

图 6 是根据本发明的第二实施例的光学扫描系统的沿着副扫描截面的示意图。

图 7A-7C 是说明本发明的第二实施例中的几何像差和副扫描放大率差异的图形。

图 8 是根据本发明的第三实施例的光学扫描系统的沿着主扫描截面的示意图。

图 9 是根据本发明的第三实施例的光学扫描系统的沿着副扫描截面的示意图。

图 10A-10C 是说明本发明的第三实施例中的几何像差和副扫描放大率差异的图形。

图 11 是说明本发明的第三实施例中的光点直径的示意图。

图 12 是根据本发明的一个实施例的成像设备的沿着副扫描截面的示意图。

图 13 是根据本发明的一个实施例的彩色成像设备的主要部分的示意图。

图 14 是说明透镜厚度的结构的示意图。

图 15 是说明确定离轴部分中主扫描方向上的焦度的方式的示意图。

图 16 是常规光学扫描系统的主要部分的示意图。

具体实施方式

现在将参考附图详细描述本发明的优选实施例。

[实施例 1]

图 1 是根据本发明的第一实施例的光学扫描系统的主要部分的沿着主扫描方向（主扫描截面）的剖面图。图 2 是根据本发明的第一实施例的光学扫描系统的主要部分的沿着副扫描方向（副扫描截面）的示意图。

在此说明书中，术语“主扫描方向”是指垂直于旋转多面反射镜的转动轴和成像光学系统的光轴的方向（即，光束被旋转多面反射镜反射地偏转（偏转地扫描）的方向）。术语“副扫描方向”是指平行于旋转多面反射镜的转动轴的方向。术语“主扫描截面”是指包含主扫描方向和成像光学系统的光轴的平面。术语“副扫描截面”是指垂直于主扫描截面的平面。

在图 1 和 2 中，附图标记1表示例如可包括半导体激光器的光源装置。光源装置 1 可以具有单个发光部分，也可以具有多个发光部分。

附图标记2 表示作为聚光光学系统的会聚透镜（变形透镜），它用于将从光源装置 1 发出的发散光束转换为会聚光束。附图标记3 表

示具有用于限制光束通过从而使射束配置成形的功能的孔径光阑。附图标记4表示只在副扫描截面(副扫描方向)具有预定的焦度的透镜系统(柱面透镜)。它用于将通过会聚透镜2的光束相对于副扫描截面聚焦于光偏转器5(稍后描述)的偏转面5a上,作为线性图像(在主扫描方向延伸的线性图像)。上文所描述的会聚透镜2和柱面透镜4的功能可以由同一个光学元件提供。诸如会聚透镜2、孔径光阑3和柱面透镜4之类的上文所描述的元件是输入光学系统LA的组件。

附图标记5表示作为偏转装置的光偏转器。它例如可以包括具有四个偏转面的多面反射镜(旋转多边形)。多面反射镜5可以由诸如电机(未显示)之类的驱动装置在图中的箭头A的方向并以预定的速度(恒定角速度)旋转。

LB表示具有聚光功能和 $k-\theta$ 特征的成像光学系统。它包括单个成像透镜(可以叫做“扫描透镜”或“ $k-\theta$ 透镜”)6,该透镜分别相对于主扫描方向(主扫描截面)和副扫描方向(副扫描截面)具有不同的焦度,并具有朝着扫描表面的方向凸出的光出射表面。

成像透镜6基于成影像信息,使由光偏转器5反射地偏转的光束作为光点在感光鼓表面(待扫描的扫描表面)8上成像。成像透镜具有在光偏转器5的偏转面5a和感光鼓表面8之间相对于副扫描截面提供光学上的共轭关系的附加功能,从而补偿偏转面的任何表面倾斜。

此实施例的成像透镜6包括通过模压过程生产的塑料透镜,折射率为1.5。由于在本实施例中不使用难以生产的玻璃材料作为成像透镜6,因此可获得较高的效率。此外,生产也更加容易。然而,在本实施例中,也可以使用诸如玻璃模压透镜之类的任何模压透镜。

附图标记8表示作为待扫描的扫描表面的感光鼓表面。 θ 表示用于在扫描表面上有效扫描宽度内进行扫描时光偏转器5的偏转角(扫描角)。

在本实施例中,来自半导体激光器1的发散光束通过会聚透镜2

被转换成会聚光束，然后，通过孔径光阑 3 限制光束（限制其光量）。然后，光束进入柱面透镜 4。只要涉及主扫描截面，入射到柱面透镜 4 的光束就保持其状态不变地从那里出射。只要涉及副扫描截面，光束就被进一步地会聚，并被作为线性图像（在主扫描方向延伸的线性图像）在光偏转器 5 的偏转面 5a 上聚焦。然后，光束被光偏转器 5 的偏转面 5a 偏转，随后，经过偏转的光束通过成像透镜 6 在感光鼓表面 8 上成像为光点。如此，通过在箭头 A 的方向旋转光偏转器 5，在箭头 B 的方向（主扫描方向）对感光鼓表面 8 进行光学扫描，从而将图像记录在感光鼓（记录介质）上。

在本实施例中，相对于主扫描截面，经过会聚透镜 2 转换的会聚光束通过光偏转器 5 入射到成像透镜 6 上。如此，利用此方案，即使成像透镜 6 的焦距小，光束也可以聚焦在扫描表面 8 上，而无需放大光程长度（即，不增大整个系统的尺寸）。这里，应当注意，入射到成像透镜上的光束不限于会聚光，它也可以是平行光。

本实施例中的成像透镜的折射面的表面配置可以表达如下。

与光轴的交点被作为原点，而光轴方向被作为 X 轴，包含在主扫描截面中并与光轴正交的轴作为 Y 轴，包含在副扫描截面中并与光轴正交的轴作为 Z 轴。则相对于对应于主扫描方向的子午线方向，表面配置可以通过下列公式来表达：

$$X = \frac{Y^2/R}{1 + \left(1 - (1+K)(Y/R)^2\right)^{1/2}} + B_4Y^4 + B_6Y^6 + B_8Y^8 + B_{10}Y^{10} \quad (1)$$

其中，R 是光轴上的子午线曲率半径，而 K, B₄, B₆, B₈ 和 B₁₀ 是非球面系数。此外，相对于对应于副扫描方向的径向线方向（是包含光轴并垂直于主扫描方向的方向），表面配置可以通过下列公式来表达：

$$S = \frac{Z^2/r'}{1 + \left(1 - (Z/r')^2\right)^{1/2}} \quad (2)$$

其中 $r' = r_0(1 + D_2Y^2 + D_4Y^4 + D_6Y^6 + D_8Y^8 + D_{10}Y^{10})$ ，其中，r₀ 是光轴上的径向线曲率半径，而 D₂, D₄, D₆, D₈ 和 D₁₀ 是系数。这里，在相应的位置包含子午线的法线并垂直于主扫描平面的平面中，限定离开光轴的径

向线曲率半径 r' 。虽然有关表面配置表达式的多项式使用了十阶的函数，但是，阶数也可以高于 10 阶，或也可以低于 10 阶。此外，关于表面配置表达式，可以使用任何其他公式，假如可得到有关表面表达式的类似自由度。甚至在该情况下也可获得本发明的有益效果。

下面的表 1 显示了根据本发明的第一实施例的数字示例 1 中的光学元件的光学布局以及成像光学元件的表面配置。

这里，非球面系数 $D2u-D10u$ 是确定光轴的相对两侧上其中一个方向（沿着主扫描方向的方向中的一个方向）中透镜表面的形状的系数。非球面系数 $D2l-D10l$ 是确定光轴的相对两侧上其他方向（沿着主扫描方向的方向中的其他方向）中透镜表面的形状的系数。

从表 1 可以看出，非球面系数 $D2u-D10u$ 不同于非球面系数 $D2l-D10l$ ，并且，在透镜表面的有效直径内，副扫描平面中的曲率从轴上（轴向）部分朝着离轴部分围绕光轴不对称地变化。

表 1

			扫描透镜形状	
轴向k- θ 系数 (mm/rad)	kp	150	第 1 表面 第 2 表面	
所使用的波长 (纳米)	λ	790	R	7.743E+02 -1.285E+02
扫描透镜折射率	N	1.5	K	0 0
光偏转器入射角 (度)	θ_i	90	B4	-2.227E-07 0
最大的偏转角 (度)	$\theta_{\max}$	40	B6	4.397E-11 0
光偏转器到扫描透镜 (毫米)	Sl	39.5	B8	0 0
扫描透镜中心厚度 (毫米)	dp	9.1	B10	0 0
扫描透镜到已扫描表面 (毫米)	Sk	13.11	r	0 -1.689E+01
扫描透镜最大的有效直径 (毫米)	$Y_{\max}$	39	D2u	0 1.886E-04
扫描透镜焦距 (毫米)	fp	221.1	D4u	0 -1.919E-08
准直器收敛度:	ro	374	D6u	0 0
光偏转器到自然收敛点 (毫米)			D8u	0 0
			D10u	0 0
			D2l	0 2.057E-04
			D4l	0 -2.265E-08
			D6l	0 0
			D8l	0 0
			D10l	0 0

在本实施例中，成像透镜 6 的光入射表面 6a 和光出射表面 6b 两者都具有凸形形状。

相对于主扫描截面（主扫描方向），光入射表面 6a 形成为非球面形状（非弧形形状），如可通过六阶的函数来表达的那样。另一方面，相对于副扫描截面，它形成为平面形状（非弧形形状）。这里，应该注意，副扫描截面中的光入射表面 6a 的形状不仅限于平面。例如，也可以使用非球面形状或椭圆形状。

至于光出射表面 6b，相对于主扫描截面，它形成为弧形形状，而

相对于副扫描截面（副扫描方向），它形成弧形形状，该形状可以通过四阶的函数来表达，并且具有根据主扫描方向而变化的曲率。

此实施例的成像透镜的光入射表面 6a 相对于主扫描截面具有非球面形状，利用此方案，对相对于主扫描方向的像场弯曲进行了很好的校正。另一方面，光出射表面 6b 相对于副扫描截面具有弧形形状，该形状根据主扫描方向变化，除此之外，其相对于副扫描方向的焦度，从轴向部分到离轴部分沿着主扫描方向降低。利用此方案，对副扫描方向上的像场弯曲进行了很好的校正。

在本实施例中，成像透镜 6 的材料的折射率用 N 来表示，则满足下列条件。

$$N \leq 1.6 \dots (3)$$

在如上文所描述的该实施例中，成像透镜 6 的材料的折射率 $N = 1.5$ ，这满足上面的条件 (3)。更好的是，条件 (3) 应该更改为如下。

$$N \leq 1.55 \dots (3a)$$

在本实施例中，用于在扫描表面 8 上的有效扫描宽度内进行扫描的光偏转器 5 的最大的偏转角用 $\theta_{\max}$ 来表示，其满足下列条件。

$$30^\circ \leq \theta_{\max} < 90^\circ \dots (4)$$

在本实施例中， $\theta = 40^\circ$ ，这满足上面的条件 (4)。利用此特点，此实施例能够满足较宽的视角。

更好的是，条件 (4) 可以更改为如下。

$$35^\circ \leq \theta \dots (4a)$$

此外，在本实施例中，成像透镜 6 在光轴上相对于副扫描截面的成像放大率（副扫描放大率）用 β_s 来表示，其满足下列条件。

$$|\beta_s| \leq 3.0 \dots (5)$$

在该实施例中， $\beta_s = -2.8$ ，这满足上面的条件 (5)。利用本实施例的此特点，可以确定光出射表面相对于主扫描截面的形状，以便副扫描放大率在有效图像区域内是恒定的。

通过满足在本实施例中的条件 (5)，成像透镜 6 相对于副扫描方向的焦度被集中到光出射表面。此外，径向线曲率半径在主扫描方向

随着与光轴的距离而连续地变化。利用此方案，副扫描方向上的像场弯曲、副扫描放大率以及整个扫描表面 8 上的扫描有效区域内的均匀性（恒定副扫描放大率）都同时得到了很好的校正。

更好的是，上面的条件 (5) 可以更改为如下。

$$|\beta_s| \leq 2.9 \quad \dots (5a)$$

此外，还可以设置下列条件。

$$2.0 \leq |\beta| \quad \dots (5b)$$

在该情况下，成像透镜的有效直径不会太大，优选情况下，可以降低透镜材料的成本。

如上文所描述的，此实施例满足了作为成像透镜的光学性能。然而，虽然可以满足光学性能，但是，还应该使透镜厚度变薄；否则，透镜模压过程将变得难以进行，因此，不可得到简单的成像透镜和简单的光学扫描系统。

现在请参看图 14，该图显示了成像透镜的透镜厚度的结构，将讨论如何使透镜厚度变薄的途径。

一般而言，由边缘厚度和下垂（sag）量确定透镜的中心厚度。边缘厚度是指在最外面的离轴部分，从透镜的光入射表面到光出射表面的距离。在使用塑性材料等等进行注模的情况下，需要某种程度的边缘厚度，以允许塑性材料被注入到模具中。

另一方面，下垂量是指在光轴方向，旁轴透镜表面和最外面的离轴透镜表面之间的距离。如果透镜具有强的焦度，则下垂量大，透镜厚度也大。

如上文所描述的，由于某种程度的边缘厚度对透镜生产是不可缺少的，因此，降低透镜厚度需要使光入射表面和光出射表面两者的下垂量都较小。

使下垂量变小相当于放松透镜在主扫描方向上的曲率，换句话说，使主扫描方向上的焦度较小。更具体来说，如果使离轴部分在主扫描方向上的焦度变小，则可获得较小的厚度。

考虑到上述情况，在本实施例中，使离轴部分在主扫描方向上的

焦度较小，由此，光入射表面和光出射表面两者的下垂量都降低。通过此，可以使可以由边缘厚度和下垂量确定的透镜厚度较小。

更具体来说，在本实施例中，成像光学元件在光轴上相对于主扫描方向的焦度用 φ_p 来表示，而成像光学元件在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度用 φ_m 来表示，则满足下列条件。

$$0.5 \leq \varphi_m / \varphi_p \leq 0.9 \dots (6)$$

这里，成像透镜在光轴上相对于主扫描方向的焦度 φ_p 可以被定义为如下，其中，成像透镜的材料的折射率用 N 来表示，光入射表面在光轴上相对于主扫描方向的曲率半径用 R_{p1} 来表示，光出射表面的曲率半径用 R_{p2} 来表示，成像透镜在光轴上的厚度用 d_p 来表示。

$$\varphi_p = (N-1) \left(\frac{1}{R_{p1}} - \frac{1}{R_{p2}} \right) + \frac{(N-1)^2}{N} \frac{d_p}{R_{p1}R_{p2}} \quad (7)$$

图 15 是说明如何确定成像透镜在离轴部分相对于主扫描方向的焦度 φ_m 的示意图。在图 15 中， R_{m1} 是指光入射表面在最大有效直径 Y_{m1} 处在主扫描方向中的曲率半径，而 R_{m2} 是指光出射表面在最大有效直径处的曲率半径。此外， θ_{o1} 是指在最大有效直径处入射到光入射表面的光束的主光线与光入射表面的法线之间定义的角度。此外， θ_{i1} 是指在通过了光入射表面的光束的主光线与光入射表面的法线之间定义的角度。此外， θ_{o2} 是指在光出射表面的最大有效直径处朝着光出射表面的方向在成像透镜中的光束的主光线与光出射表面的法线之间定义的角度，而 θ_{i2} 是指在通过了光出射表面的光束的主光线与光出射表面的法线之间定义的角度。最后， d_m 是指在最外面的离轴部分，从光入射表面到光出射表面的光程长度。那么，成像透镜在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度 φ_m 可以定义为如下。

$$\varphi_m = \frac{(N \cos \theta_{o1} - \cos \theta_{i1})}{R_{m1}} + \frac{(N \cos \theta_{o2} - \cos \theta_{i2})}{R_{m2}} - \frac{d_m}{N} \frac{(N \cos \theta_{o1} - \cos \theta_{i1})(N \cos \theta_{o2} - \cos \theta_{i2})}{R_{m1}R_{m2}} \dots (8)$$

这里，最大有效直径是指：相对于主扫描方向，在有效扫描区域内扫描最外面的离轴部分的光束的主光线通过透镜的位置。

上文所提及的条件 (6) 涉及成像透镜在光轴上相对于主扫描方

向的焦度 φ_p 与透镜在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度 φ_m 之间的比率。如果没有达到条件 (6) 的下限, 则与在光轴上相对于主扫描方向的焦度相比, 在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度将太弱, 以致于扫描表面上的相对于主扫描方向的光点直径将太大, 因此, 将中断卓越的成像。

另一方面, 如果超过了条件 (6) 的上限, 则在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度将类似于在光轴上相对于主扫描方向的焦度。这将导致光入射表面和光出射表面两者的透镜下垂量大, 因此导致透镜厚度增大, 因而在进行透镜模压时造成困难。此外, 生长间歇 (tact) 将延长, 这不利地导致成本提高。

在本实施例中, 成像透镜在光轴上相对于主扫描方向的焦度 φ_p 和透镜在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度 φ_m 之间的比率是 $\varphi_m/\varphi_p = 0.81$, 这满足了条件 (6)。

因此, 在本实施例中, 通过满足条件 (6), 使在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度弱于在光轴上相对于主扫描方向的焦度。利用此方案, 可以使光入射表面和光出射表面两者的下垂量较小, 因此, 可以使透镜厚度较薄。

更好的是, 条件 (6) 的数值范围可以更改为如下。

$$0.55 \leq \varphi_m/\varphi_p \leq 0.85 \dots(6a)$$

此实施例的成像透镜的中心厚度是 9.1 毫米, 这比常规成像透镜薄一些。因此, 在本实施例中, 由于塑料模压所造成的双折射、GI 等等的会影响会降低, 还可以使光点直径较小。此外, 还可以缩短透镜模压时间。因此, 实现了适用于进行高精度打印的光学扫描系统。

另一方面, 通过弱化在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度, $k-\theta$ 特征变为“不足 (under)”。 $k-\theta$ 特征意味着存在对于聚焦光束有效的关系, 该光束在位置 $Y = kpx\theta$ 处, 在图像平面 (扫描表面 8) 上以视角 (扫描角) θ 入射, 其中, Y 是距离光轴的高度, kp 是常数。换句话说, 它是指这样一种特征: 每单位视角待扫描的扫描宽度 (扫描速度) 在整个扫描表面中是均匀的。常数 kp 叫做“ $k-\theta$ 系数”。

如果入射到透镜上的光束是平行光，则常数 k_p 与旁轴焦距 f_p 取相同值，且系统具有 $f-\theta$ 特征。在该情况下， f_p 也叫做“ $f-\theta$ 系数”。

在本实施例中， $k-\theta$ 特征是“不足”。即，常数 k_p 随图像高度而变化。

为了使成像透镜具有这样的 $k-\theta$ 特征，离轴部分处每单位视角的扫描宽度必须等于光轴上每单位视角的扫描宽度。为此，与在光轴上相对于主扫描方向的焦度相比，离轴部分的在主扫描方向上的焦度应该在某种程度上强一些。

由于在本实施例中在离轴部分相对于主扫描方向的焦度弱一些，因此，成像透镜的 $k-\theta$ 特征是“不足”。然而，这没关系，因为只需通过电信号处理即可对它进行校正。

如果成像透镜在光轴上的厚度用 d_p 来表示，而光轴上的 $k-\theta$ 系数用 k_p 来表示，则在本实施例中，满足下列条件。

$$0 < d_p/k_p \leq 0.09 \quad \dots (9)$$

上面的条件 (9) 涉及成像透镜在光轴上的厚度 d_p 与轴向 $k-\theta$ 系数 k_p 之间的比率。如果不满足条件 (9)，则透镜厚度会增大，导致透镜模压中的困难。

在本实施例中，成像透镜在光轴上的厚度 d_p 和轴向 $k-\theta$ 系数之间的比率是 $d_p/k_p = 0.06$ ，这满足条件 (9)。

更好的是，条件 (9) 的数值范围可以更改为如下。

$$0.02 \, d_p/k_p \leq 0.07 \quad \dots (9a)$$

如果如上文所描述的，使在离轴部分相对于主扫描方向的焦度弱于在光轴上相对于主扫描方向的焦度，则在离轴部分的扫描速度变得比在光轴上的扫描速度更快。考虑到此情况，在本实施例中，如果在扫描表面上光轴上的扫描速度用 V_p 来表示，在最外面的离轴部分的扫描速度用 V_m 来表示，则满足下列条件。

$$1 \leq V_m/V_p \leq 1.5 \quad \dots (10)$$

在最外面的离轴部分的扫描速度 V_m 比光轴上的扫描速度 V_p 更快的事实意味着：当光轴上的 $k-\theta$ 系数用 k_p 表示，而最外面的离轴

部分的 $k-\theta$ 系数用 k_m 来表示时, 关系 $k_p < k_m$ 成立。

上面的条件 (10) 涉及在扫描表面上光轴上的扫描速度 V_p 与最外面的离轴部分的扫描速度 V_m 之间的比率。如果没有达到条件 (10) 的下限, 则在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的扫描速度将类似于在光轴上相对于主扫描方向的扫描速度。这会导致透镜厚度增大, 因而在进行透镜模压时造成困难。此外, 生长间歇将延长, 这会不利地导致成本提高。

如果超过了条件 (10) 的上限, 则与在光轴上相对于主扫描方向的扫描速度相比, 在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的扫描速度将太快, 以致于扫描表面上主扫描方向的光点直径将太大, 因此, 将中断卓越的成像。

在本实施例中, 通过满足条件 (10), 使在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的扫描速度比在光轴上相对于主扫描方向的扫描速度更快, 并且 $k-\theta$ 特征变为“不足”。利用此方案, 可以使成像透镜的下垂量较小, 因此, 可以使透镜厚度较薄。

在本实施例中, 光轴上的扫描速度 V_p 与最外面的离轴部分的扫描速度 V_m 之间的比率是 $V_m/V_p = 1.16$, 这满足条件 (10)。

更好的是, 上文所提及的条件 (10) 的数值范围可以更改为如下。

$$1.15 \leq V_m/V_p \leq 1.45 \quad \dots(10a)$$

此外, 在本实施例中, 如果 $k-\theta$ 特征变为“不足”, 则第三级 (第三) 失真像差系数 V 将从保持 $k-\theta$ 特征的情况下的值 $V = 2/3$ 偏离。考虑到此情况, 当成像透镜的第三级失真像差系数用 V 来表示时, 满足下列条件。

$$0.1 \leq V \leq 0.5 \quad \dots (11)$$

上文所提及的第三级失真像差系数 V 可以用下列公式来表达。即, 入射到光偏转器上的光束从光偏转器的偏转面到自然收敛点的距离用 r_0 来表示, 沿着光轴的从偏转面到扫描表面的距离用 L 来表示, 沿着光轴的从偏转面到成像透镜的光入射表面的距离用 S_1 来表示。此外, 成像透镜的材料折射率用 N 来表示, 成像透镜的光入

射表面的曲率半径用 R_1 来表示, 成像透镜在光轴上相对于主扫描方向的焦度用 φ 来表示。则给出下面的关系。

$$\begin{aligned}
 V = & \left(\frac{S_1(r_0 - S_1)}{r_0 L} \right)^3 \left(\left(\frac{N}{N-1} \right)^2 \varphi^3 + \frac{3N-1}{N-1} \frac{L}{r_0 - S_1} \varphi^2 + \frac{3N+2}{N} \left(\frac{L}{r_0 - S_1} \right)^2 \varphi \right) \\
 & - \frac{1}{R_1} \left(\frac{2N+1}{N-1} \varphi^2 + \frac{4(N+1)}{N} \frac{L}{r_0 - S_1} \varphi \right) + \left(\frac{1}{R_1} \right)^2 \frac{N+2}{N} \varphi \\
 & + 3 \left(\frac{S_1(r_0 - S_1)}{r_0 L} \right)^2 \left(- \left(\frac{N}{N-1} \right) \varphi^2 + \frac{2N+1}{N} \frac{L}{r_0 - S_1} \varphi \right) + \frac{1}{R_1} \frac{N+1}{N} \varphi \\
 & + \frac{S_1(r_0 - S_1)}{r_0 L} \left(3\varphi L + \frac{\varphi L}{N} \right) \\
 & \dots (12)
 \end{aligned}$$

根据表 1 中显示的参数值计算上文所描述的第三级失真像差系数 V 。

上文所提及的条件 (11) 调节成像透镜的第三级失真像差系数。如果没有达到条件 (11) 的下限, 则扫描表面上的相对于主扫描方向的光点直径将太大, 因而将中断令人满意的成像。此外, 如果 $V = 0$, 那么, 则成像透镜不利地具有 $f \cdot \tan \theta$ 特征。另一方面, 如果超过了条件 (11) 的上限, 透镜厚度将太大, 导致透镜模压中的困难。此外, 生长间歇将延长, 这会导致成本提高。此外, 如果 $V = 2/3$, 则成像透镜不利地具有 $f \cdot \theta$ 特征, 这会导致透镜厚度进一步增大。

在本实施例中, 通过满足条件 (11), 使在离轴部分相对于主扫描方向的扫描速度比在光轴上相对于主扫描方向的扫描速度更快。利用此方案, 可以使成像透镜的下垂量降低, 因此, 可以使透镜厚度较薄。

在本实施例中, 第三级失真像差系数 V 是 $V = 0.33$, 这满足了条件 (11)。

更好的是, 条件 (11) 的数值范围可以更改为如下。

$$0.15 \leq V \leq 0.45 \quad \dots (11a)$$

图 3A-3C 显示了几何像差和随着图像高度成像光学元件 (成像透镜) 的副扫描放大率的均匀性。从这些图可以看出, 像差被很好地校正到切合实际的水平, 并且由于图像高度而导致的副扫描放大率的

变化被抑制到 2% 或更小。这里，理想情况下，副扫描放大率随着图像高度的变化应该为 10% 或更小，更好的是为 5% 或更小。

图 4 显示了随着此实施例的成像透镜的每一个光学表面在 Z 方向偏离（偏离量是 50 μm ），在扫描表面上扫描线（在 Z 方向）的位移量。从图 4 看出，在该情况下扫描线的曲率（弯曲）量小。

即，从图 4 可以看出，即使由于将透镜安装到光学外壳（镜筒）中的误差或生产透镜过程本身的误差而导致成像透镜整个地在垂直于扫描表面的方向（Z 方向）移位，例如，也可以通过使成像透镜形状相当简单而没有任何拐点以及通过使成像透镜的副扫描放大率恒定，从而避免由于透镜偏心而导致的扫描线弯曲。

此外，从图 4 还可以看出，即使由于模具的安装精度不足而产生了光出射表面在 Z 方向相对于光入射表面的偏离，特别是在模压透镜的情况下，可以通过使成像透镜形状相当简单而没有任何拐点以及通过使成像透镜的表面的副扫描放大率恒定，从而类似地避免在扫描表面上由于向副扫描方向偏心而导致的扫描线弯曲。

在如上文所描述的该实施例中，通过单个成像透镜 6 提供成像光学系统 LB，并且使离轴部分相对于主扫描方向的焦度弱于在光轴上相对于主扫描方向的焦度。此外，使在离轴部分相对于主扫描方向的扫描速度比在光轴上相对于主扫描方向的扫描速度更快，以使 $k-\theta$ 特征为“不足”，从而降低成像透镜在离轴部分的下垂量。利用此实施例的此特点，使成像透镜 6 在光轴方向上的中心厚度较薄。如此，通过简单结构，降低了由于成像透镜的透镜表面的偏心导致的扫描线弯曲。

[实施例 2]

图 5 是根据本发明的第二实施例的光学扫描系统的沿着主扫描截面的示意图，图 6 是根据本发明的第二实施例的光学扫描系统的沿着副扫描截面的示意图。在图 5 和 6 中，对应于图 1 或 2 中所显示的组件通过相同的附图标记来表示。

此实施例与第一实施例的不同之处在于：成像透镜 16 的光入射表面 16a 和光出射表面 16b 具有不同的形状。剩余部分的结构和光

学功能类似于第一实施例，在本实施例中可获得类似的有益结果。

更具体地说，在图 5 和 6 中，LB 表示具有聚光功能和 $k-\theta$ 特征的成像光学系统（扫描光学系统）。成像光学系统由单个成像透镜（ $k-\theta$ 透镜）16 构成。本实施例的成像透镜 16 的光入射表面 16a 和光出射表面 16b 两者都形成为凸形形状。

更具体地说，光入射表面 16a 相对于主扫描截面形成为非球面形状，可以通过六阶的函数来表达。相对于副扫描截面，它形成为平面形状。另一方面，相对于主扫描截面，光出射表面 16b 形成为弧形形状，而相对于副扫描截面，它形成为弧形形状，该形状可以通过四阶的函数来表达，并且具有根据主扫描方向而变化的曲率。

在本实施例中，成像透镜 16 的光入射表面 16a 和光出射表面 16b 的形状如此设置，使得与在光轴上相对于主扫描方向的焦度相比，在离轴部分相对于主扫描方向的焦度比在第一实施例中更进一步地降低。利用本实施例的此特点，与第一实施例相比，使成像透镜 16 在光轴方向上的中心厚度变得薄得多。

下面的表 2 显示了根据本发明的第二实施例的数字示例 2 中的光学元件的光学布局以及成像光学元件的表面配置。

表 2

			扫描透镜形状		
轴向 k- θ 系数 (mm/rad)	kp	150	第 1 表面	第 2 表面	
所使用的波长 (纳米)	λ	790	R	6.710E+02	-2.026E+02
扫描透镜折射率	N	1.5	K	0	0
光偏转器入射角 (度)	θ_i	90	B4	-3.338E -07	0
最大的偏转角 (度)	θ_{max}	40	B6	5.838E-11	0
光偏转器到扫描透镜 (毫米)	S1	39.2	B8	0	0
扫描透镜中心厚度 (毫米)	dp	7	B10	0	0
扫描透镜到扫描表面 (毫米)	Sk	123.4	r	0	-1.617E+01
扫描透镜最大的有效直径 (毫米)	Y_{max}	40	D2u	0	2.620E-04
扫描透镜焦距 (毫米)	fp	312.4	D4u	0	-2.778E-08
准直器收敛度: 光偏转器到自然收敛点 (毫米)	ro	250	D6u	0	0
			D8u	0	0
			D10u	0	0
			D2l	0	2.840E-04
			D4l	0	-3.471E-08
			D6l	0	0
			D8l	0	0
			D10l	0	0

根据此实施例，成像透镜 16 在光轴上的副扫描放大率是 $\beta_s = -2.8$ ，这满足上文所描述的条件 (5)。在本实施例中，通过满足条件 (5)，确定了光出射表面在主扫描截面中的形状，以便副扫描放大率在有效图像区域内保持恒定。

此外，成像透镜 16 在光轴上相对于主扫描方向的焦度 ϕ_p 与其在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度 ϕ_m 之间的比率是 $\phi_m/\phi_p = 0.58$ ，这满足了条件 (6)。通过此，可以使成像透镜 16 的下

垂量较小，并可以使成像透镜 16 的中心厚度较薄。

此外，由于在本实施例中如在第一实施例中那样，在离轴部分相对于主扫描方向的焦度弱，因此，成像透镜的 $k-\theta$ 特征是“不足”。然而，这没关系，因为只需通过电信号处理即可对此进行校正。

在本实施例中，成像透镜16在光轴上的厚度 dp 与光轴上的 $k-\theta$ 系数之间的比率是 $dp/kp = 0.05$ ，这满足上文所提及的条件 (9)。

光轴上的扫描速度 Vp 与最外面的离轴部分的扫描速度 Vm 之间的比率是 $Vm/Vp = 1.29$ ，这满足上文所提及的条件 (10)。

在本实施例中，第三级失真像差系数 V 是 $V = 0.22$ ，这满足了上文所提及的条件 (11)。

图 7A-7C 显示了几何像差和随着图像高度成像光学元件（成像透镜）的副扫描放大率的均匀性。从这些图可以看出，像差被很好地校正到切合实际的水平，并且由于图像高度而导致的副扫描放大率的变化被抑制到 5% 或更小。这里，副扫描放大率随着图像高度的变化应该为 10% 或更小，更好的是为 5% 或更小。

根据本发明的此实施例，如上文所描述的那样设置各组件，通过它们，与第一实施例相比，可以提供在结构上更薄并且更简单的成像透镜和光学扫描系统。

[实施例 3]

图 8 是根据本发明的第三实施例的光学扫描系统的沿着主扫描截面的示意图，图9是根据本发明的第三实施例的光学扫描系统的沿着副扫描截面的示意图。在图 8 和 9 中，对应于图 1 或 2 中所显示的组件通过相同的附图标记来表示。

此实施例与第一实施例的不同之处在于：光源装置 81 包括多束激光器，从光源装置 81 发出的光束相对于副扫描截面，在倾斜的方向被投射到光偏转器 5 的偏转面 5a 上。此外，成像透镜 26 的光入射表面和光出射表面也具有不同的形状，光学扫描系统被集成到彩色成像设备中。剩余部分的结构和光学功能类似于第一实施例，同样可获得类似的有益结果。

更具体来说,在图 8 和 9 中,81 表示光源装置,其包括具有多个发光部分(发光点)的多束激光器。此实施例的多束激光器 81 提供多个光束的同时发射(在本实施例中为四个,但在图中只显示了一个光束),可以彼此独立地对它们进行调制。

LB 表示具有聚光功能和 $k-\theta$ 特征的成像光学系统(扫描光学系统)。它包括单个成像透镜($k-\theta$ 透镜)26。在本实施例中,成像透镜 26 的光入射表面 26a 和光出射表面 26b 两者都具有凸形形状。

光入射表面 26a 在主扫描截面中形成为非球面形状,可以通过十阶的函数来表达。另一方面,相对于副扫描截面,它形成为弧形形状,该形状可以通过十阶的函数来表达,并且具有根据主扫描方向而变化的曲率。光出射表面 26b 在主扫描截面中具有弧形形状,相对于副扫描截面,它形成为非球面形状,该形状可以通过十阶的函数来表达,并且具有根据主扫描方向而变化的并通过四阶函数来表达的曲率。

在本实施例中,从光源装置 81 发出的四个光束被输入光学系统 LA 在相对于副扫描截面倾斜的方向投射到光偏转器 5 的偏转面 5a 上。

然后,经过光偏转器 5 的偏转面 5a 偏转的四个光束分别被成像透镜 26 引向相关的感光鼓表面 8 (图中只显示了一个感光鼓表面),从而记录不同颜色的成影像信号(成影像数据),以便实现高速彩色图像打印。

在本实施例中,成像透镜 26 的光出射表面 26b 相对于副扫描截面形成为非球面表面形状。通过此,可以校正当来自光源装置 81 的四个光束相对于副扫描截面倾斜地入射到光偏转器 5 的偏转面 5a 上时可能会产生的光点在扫描表面 8 上的旋转。

下面的表 3 显示了根据本发明的第三实施例的数字示例 3 中的光学元件的光学布局以及成像光学元件的表面配置。

表 3

			扫描透镜形状		
轴向 k- θ 系数 (mm/rad)	kp	150	第 1 表面	第 2 表面	
所使用的波长 (纳米)	λ	790	R	7.024E+02	-1.314E+02
扫描透镜折射率	N	1.5	K	7.37E+01	0
光偏转器入射角 (度)	θ_i	90	B4	-2.671E-07	0
最大的偏转角 (度)	θ_{max}	40	86	4.478E-11	0
光偏转器到扫描透镜 (毫米)	S1	39.5	B8	5.43E-15	0
扫描透镜中心厚度 (毫米)	dp	9.1	B10	-2.49E-18	0
扫描透镜到扫描表面 (毫米)	Sk	131.2	r	-1.50E+01	-9.72E+00
扫描透镜最大的有效直径 (毫米)	Ymax	39	D2	9.17E-04	0
扫描透镜焦距 (毫米)	fp	222.2	D4	-4.61E-08	0
准直器收敛度数: 光偏转器到自然收敛点 (毫米)	ro	374	D6	8.29E-13	0
			D8	4.04E-14	0
倾斜入射角度	θ_s	3	D10	-4.12E-17	0
			E2u	0	2.20E-04
			E4u	0	-2.97E-04
			E6u	0	1.53E-12
			E8u	0	9.65E-15
			E10u	0	-8.49E-18
			E2l	0	2.27E-04
			E4l	0	-2.97E-08
			E6l	0	1.29E-12
			E8l	0	4.85E-15
			E10l	0	-5.12E-18
			C40	0	1.12E-04
			C42	0	-6.85E-08
			C44	0	2.21E-11

在本实施例中，作为副扫描方向上的非球面组件，由下列公式确

定的值添加到上文所提及的公式 (2) 中。

$$S = C_{4-0}z^4 + C_{4-2}z^4y^2 + C_{4-4}z^4y^4 \quad (13)$$

通过向透镜表面添加此非球面组件，可以校正当来自光源装置 81 的四个光束相对于副扫描截面倾斜地入射到光偏转器 5 的偏转面 5a 上时可能会产生的光点在扫描表面上的旋转。

根据此实施例，成像透镜 26 在光轴上的副扫描放大率是 $\beta_s = -2.5$ ，这满足上文所描述的条件 (5)。在本实施例中，通过满足条件 (5)，确定了光出射表面相对于主扫描截面的形状，以便在有效图像区域内副扫描放大率保持恒定。

此外，成像透镜 26 在光轴上相对于主扫描方向的焦度 ϕ_p 与其在最外面的离轴部分相对于主扫描方向的焦度 ϕ_m 之间的比率是 $\phi_m/\phi_p = 0.82$ ，这满足了条件 (6)。通过此，可以使成像透镜 26 的下垂量为小，并可以使成像透镜 26 的中心厚度较薄。

此外，由于在本实施例中如在第一实施例中那样，在离轴部分相对于主扫描方向的焦度弱，因此成像透镜的 $k-\theta$ 特征是“不足”。然而，这没关系，因为只需通过电信号处理即可对此进行校正。

在本实施例中，成像透镜在光轴上的厚度 d_p 与光轴上的 $k-\theta$ 系数之间的比率是 $d_p/k_p = 0.06$ ，这满足上文所提及的条件 (9)。

光轴上的扫描速度 V_p 与最外面的离轴部分的扫描速度 V_m 之间的比率是 $V_m/V_p = 1.18$ ，这满足上文所提及的条件 (10)。

在本实施例中，第三级失真像差系数 V 是 $V = 0.33$ ，这满足了上文所提及的条件 (11)。

图 10A-10C 显示了几何像差和随着图像高度的成像光学元件（成像透镜）的副扫描放大率的均匀性。从这些图可以看出，像差被很好地校正到切合实际的水平，并且由于图像高度而导致的副扫描放大率的变化被抑制到 5% 或更小。这里，副扫描放大率随着图像高度的变化应该为 10% 或更小，更好的是为 5% 或更小。

图 11 是说明本实施例中的扫描表面上的光点形状的示意图。从图可以看出，当来自光源装置的多个光束在副扫描截面中倾斜地入射

到光偏转器 5 的偏转面 5a 上时可能会产生的光点在扫描表面上的旋转得到了很好的校正。

根据本发明的此实施例，如上文所描述的，与第一实施例相比，可以提供在结构上更薄并且更简单的成像透镜和光学扫描系统。

此外，此实施例的光学扫描系统使用多束激光器作为光源装置，来自光源装置的多个光束在副扫描截面中倾斜地入射到光偏转器的偏转面上。当这样的光学扫描系统集成到彩色成像设备中时，实现了高速和高质量的彩色成像设备。相应地，通过在副扫描截面中使成像透镜的光出射表面具有非弧形形状（非球面形状），可以很好地校正扫描表面上的不希望有的光点旋转。

[成像设备的实施例]

图 12 是根据本发明的一实施例的成像设备的主要部分在副扫描方向的示意图和剖面图。图中的附图标记104表示成像设备。

成像设备104例如接收从诸如个人计算机之类的外部机器 117 供给它的代码数据 D_c 。然后，代码数据 D_c 被该设备内的打印机控制器 111 转换为成影像数据（点数据） D_i 。

然后，将成影像数据 D_i 输入到根据上文所描述的在前实施例中的任何一个配置的光学扫描单元100中。光学扫描单元 100 产生已经根据成影像数据 D_i 调制的光束 103，并利用此光束 103，在主扫描方向对感光鼓 101 的感光表面进行扫描。

通过电机 115，在顺时针方向旋转感光鼓 101，它是静电潜像承载构件（感光部件）。通过此旋转，感光鼓 101 的感光表面在垂直于主扫描方向的副扫描方向相对于光束 103 而移动。

恰好在感光鼓101上面设置有充电辊 102，它与感光鼓表面接触，以均匀地对鼓表面进行充电。正在被光扫描单元 100 扫描的光束 103 被投射到已经由充电辊 102 充了电的感光鼓 101 表面上。

如上文所描述的，已经根据成影像数据 D_i 对光束 103 进行了调制。通过利用此光束 103 照射感光鼓 101，在感光鼓 101 表面上形成静电潜像。然后，通过显影设备 107 将如此形成的静电潜像显影为

调色剂图像，显影设备 107 位于光束 103 相对于感光鼓 101 的旋转方向的照射位置下游的位置，并与感光鼓 101 相接触。

由显影设备 107 如此显影的调色剂图像被通过转印辊 108 转印到感光鼓 101 下面的转印纸张（转印材料）112 上，转印辊 108 位于感光鼓 101 的对面。

转印纸张 112 存储在位于感光鼓前面（从图 12 中看为右侧）的纸张盒 109 中，但可以手动提供这些纸张。在纸张盒 109 的末尾部分有一个纸张提供辊 110，用于将盒 109 中的每一张纸 112 提供到纸张提供路径中。

以上文所描述的方式向其转印未定影的调色剂图像的纸张 112 被输送到位于感光鼓 101 后面（从图 12 中看为左侧）的定影装置。定影装置包括定影辊 113（该辊具有内置的定影加热器（未显示））和挤压辊 114，该挤压辊与定影辊 113 进行压力接触。从图像转印站提供的转印纸张 112 在定影辊 113 和挤压辊 114 之间的挤压接触区域的压力下加热，从而转印纸张 112 上的未定影的调色剂图像被定影在其上。

在定影辊 113 的后面有纸张排出辊 116，用于将定影了图像的纸张 112 排出到成像设备之外。

尽管在图 12 中没有显示，但除了上文所描述的数据转换功能之外，打印控制器 111 还具有各种功能，例如，对电机 115 或成像设备内的任何其他组件，以及光学扫描单元内的多边形电机（polygm motor）（稍后描述）进行控制。

对于在本发明中所使用的成像设备的记录密度没有特别的限制。然而，由于记录密度越高，所需的图像质量就越高，所以当根据本发明的第一至第三实施例的结构被引入到分辨率为 1200 dpi 或更高的成像设备中时，将更有效。

[彩色成像设备的实施例]

图 13 是根据本发明的一个实施例的彩色成像设备的主要部分的示意图。此实施例涉及串联式彩色成像设备，其中，提供了四个光学

扫描系统，以便彼此并行地在对应的感光鼓（图像承载构件）的表面上记录成影像数据。

在图 13 中，附图标记60 表示彩色成像设备，11、12、13 和 14 表示具有根据前面的实施例中的任何一个实施例的结构的光学扫描系统。附图标记21、22、23 和 24 是感光鼓（图像承载构件），而 31、32、33 和 34 分别是显影设备。附图标记51 表示传送皮带。

在图 13 中，彩色成像设备60例如从诸如个人计算机之类的外部机器 52 接收提供给它的色彩信号 R（红色）、G（绿色）和 B（蓝色）。这些色彩信号通过成像设备内的打印机控制器 53 转换为对应于 C（青色）、M（品红）、Y（黄色）和 K（黑色）的成影像数据（点数据）。

这些成影像数据被分别输入到光学扫描系统 11、12、13 和 14。作为响应，这些光学扫描系统产生已经根据相关的成影像数据调制过的光束 41、42、43 和 44。通过这些光束，在主扫描方向对感光鼓 21、22、23 和 24 的感光表面进行扫描。

在此实施例的彩色成像设备中，提供了四个光学扫描系统 11、12、13 和 14，这些光学扫描系统分别对应于 C（青色）、M（品红）、Y（黄色）和 K（黑色）这几种颜色。这些扫描系统彼此并行地工作，以将成影像信号分别记录在感光鼓 21、22、23 和 24 的表面上，以便可以以高速度打印彩色图像。

如上文所描述的，此实施例的彩色成像设备使用四个光学扫描系统 11、12、13 和 14，以便通过使用基于相应的图像数据的光束，分别在对应的感光鼓 21、22、23 和 24 的表面上产生不同颜色的潜像。然后，这些图像重叠地转印到记录片材（sheet）中，从而在其上产生单个全色图像。

至于外部机器 52，例如，可以使用具有 CCD 传感器的彩色图像读取器。在该情况下，此彩色图像读取器和彩色成像设备 60 将提供彩色数字复印机。

尽管参考这里所说明的结构描述了本发明，但是，它不只限于所

阐述的细节，本申请涵盖这样的修改或改变，只要它们在附后权利要求的范围内，或在它们的改进的范围内。

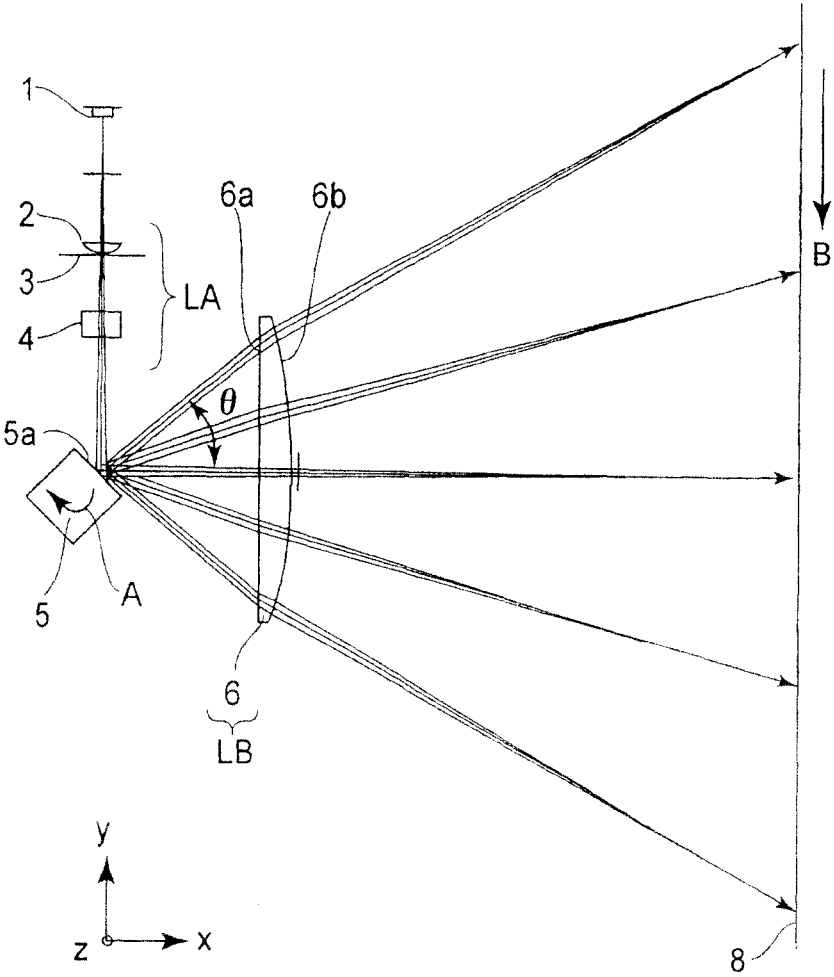


图 1

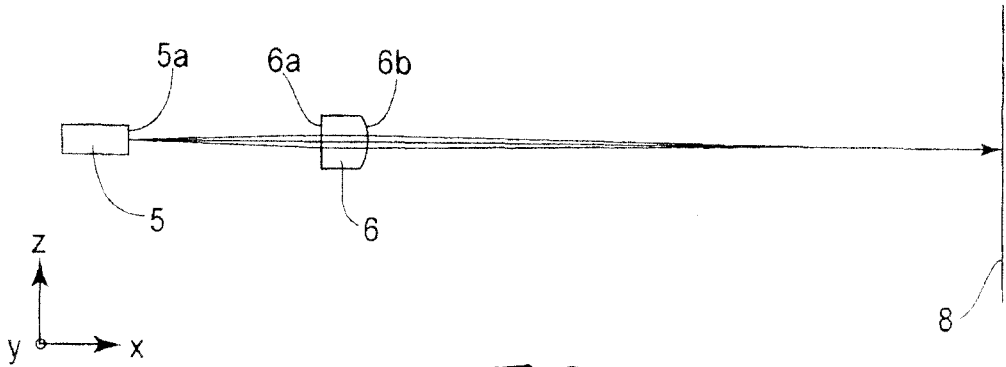


图 2

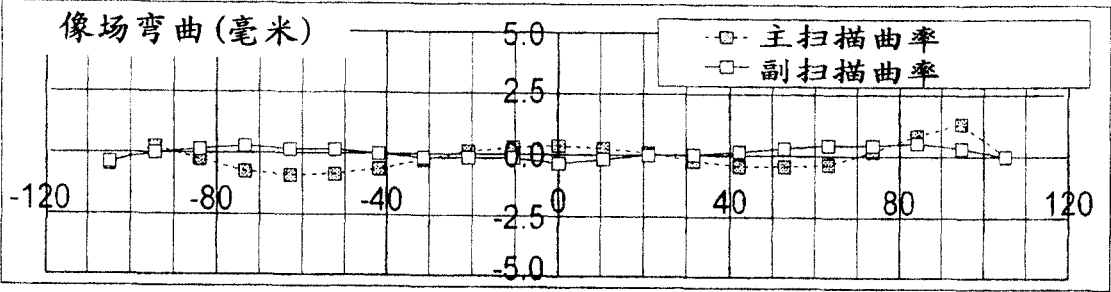


图 3A

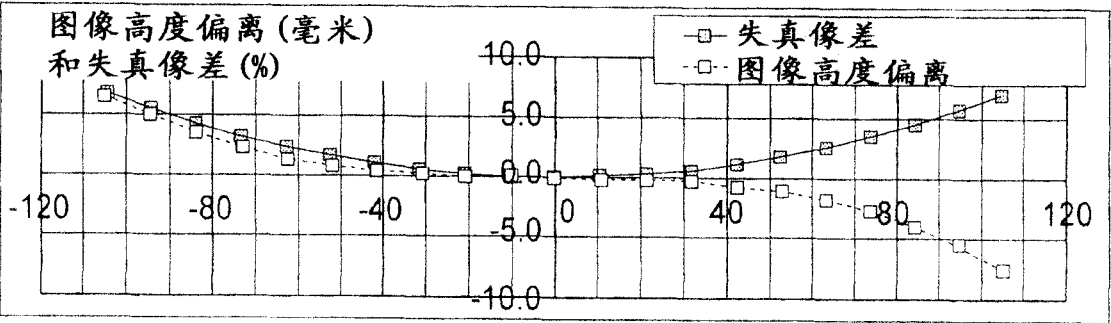


图 3B

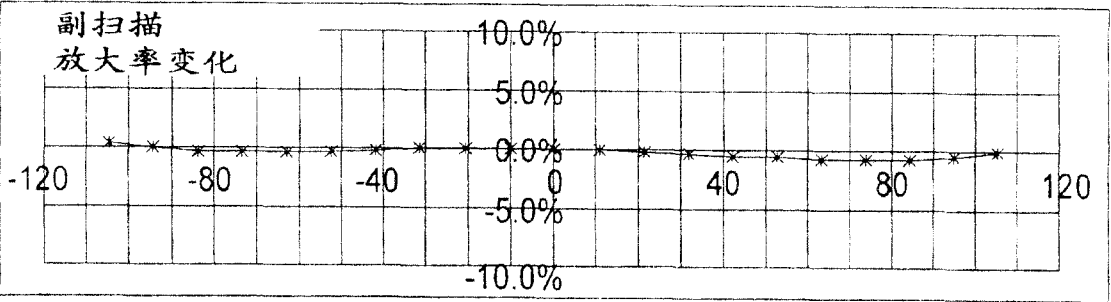


图 3C

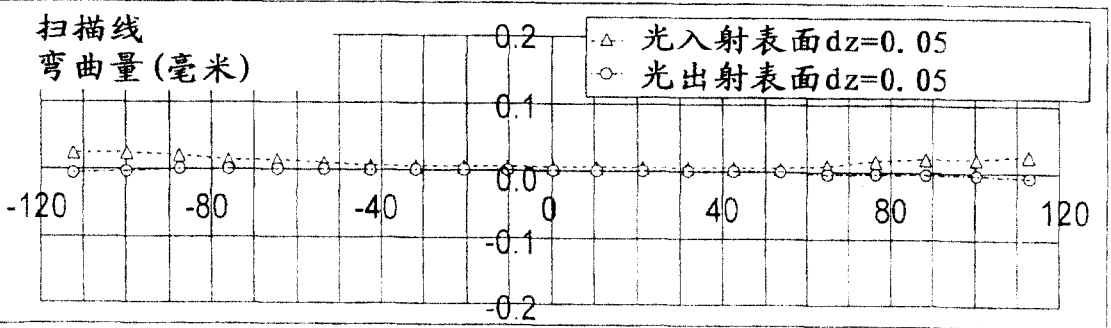


图 4

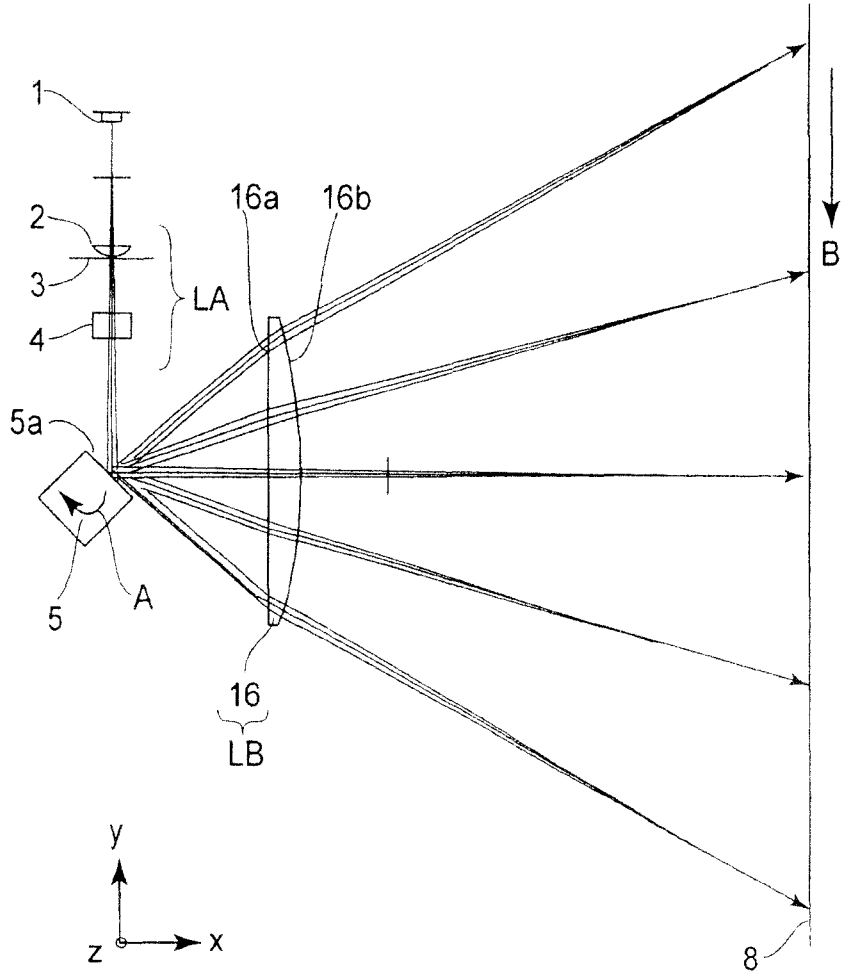


图 5

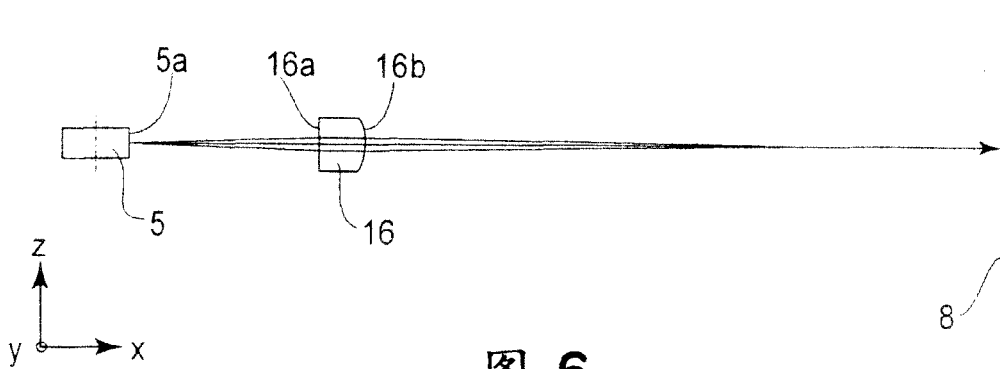


图 6

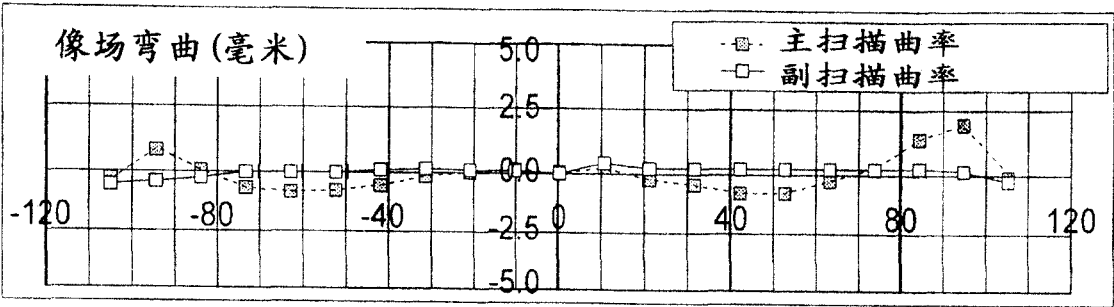


图 7A

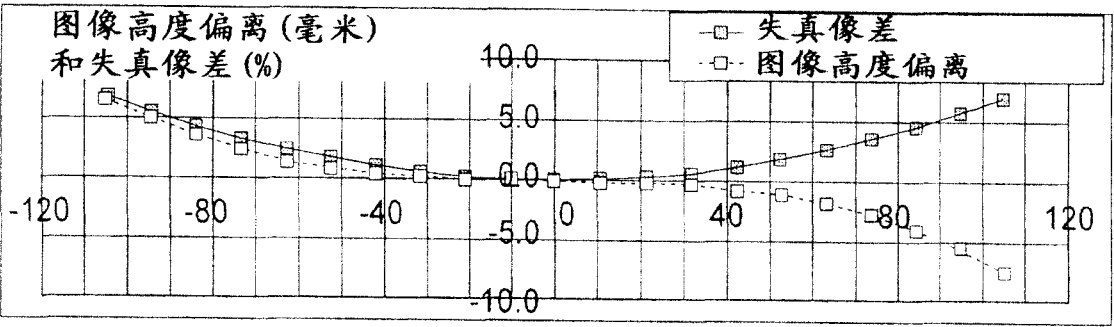


图 7B

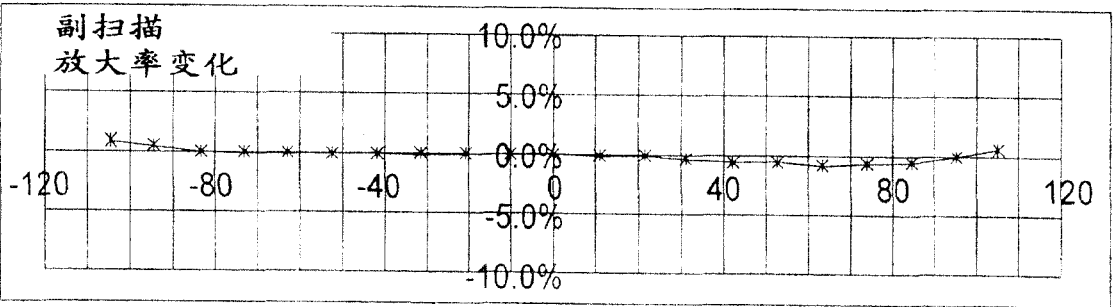


图 7C

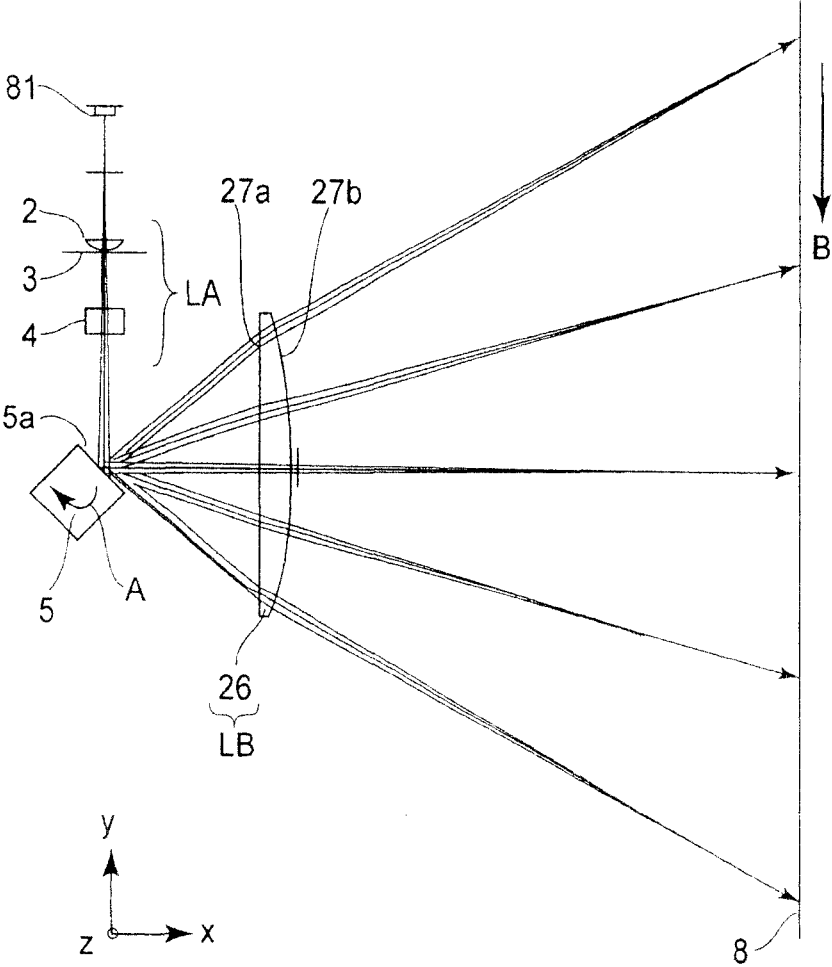


图 8

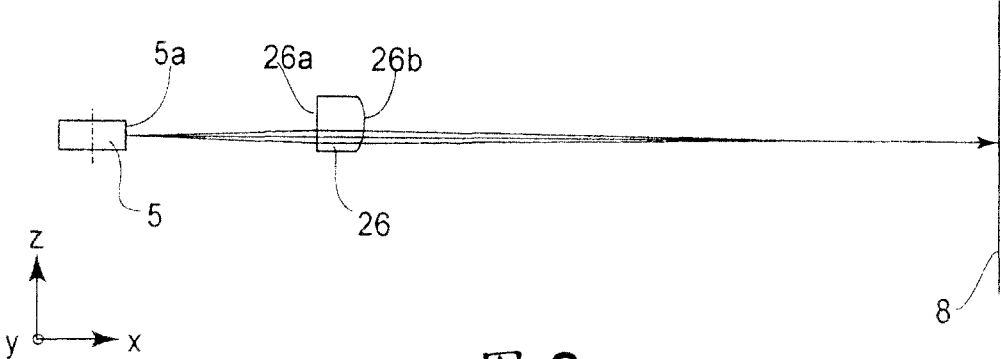
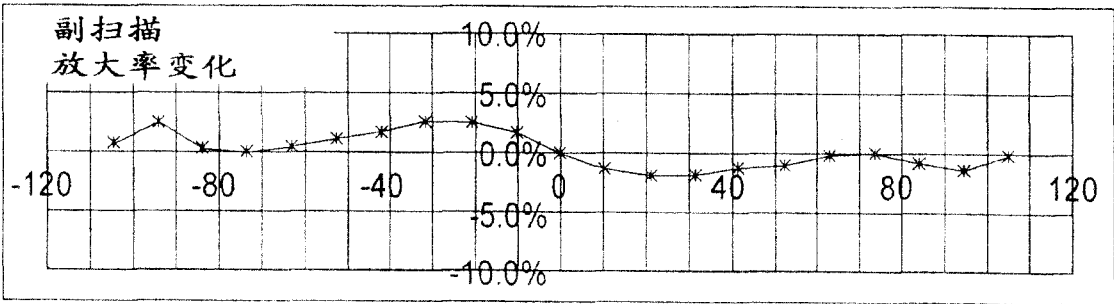
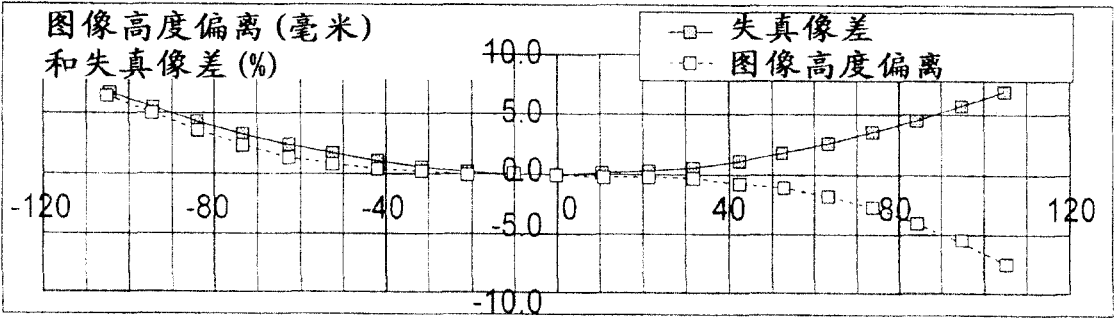
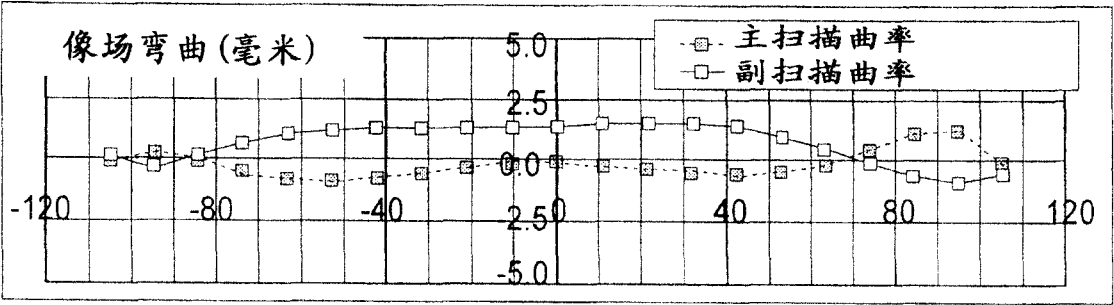


图 9



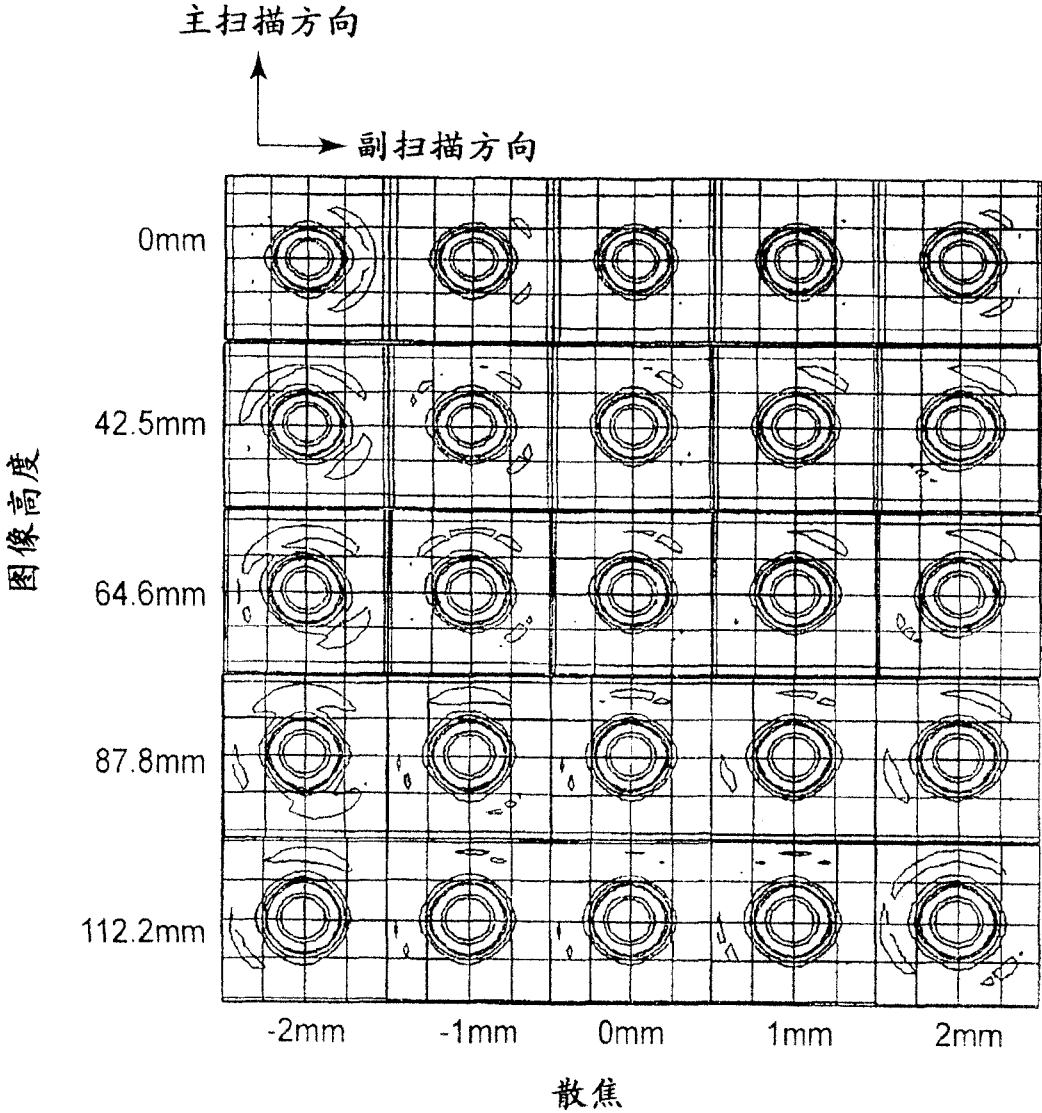


图 11

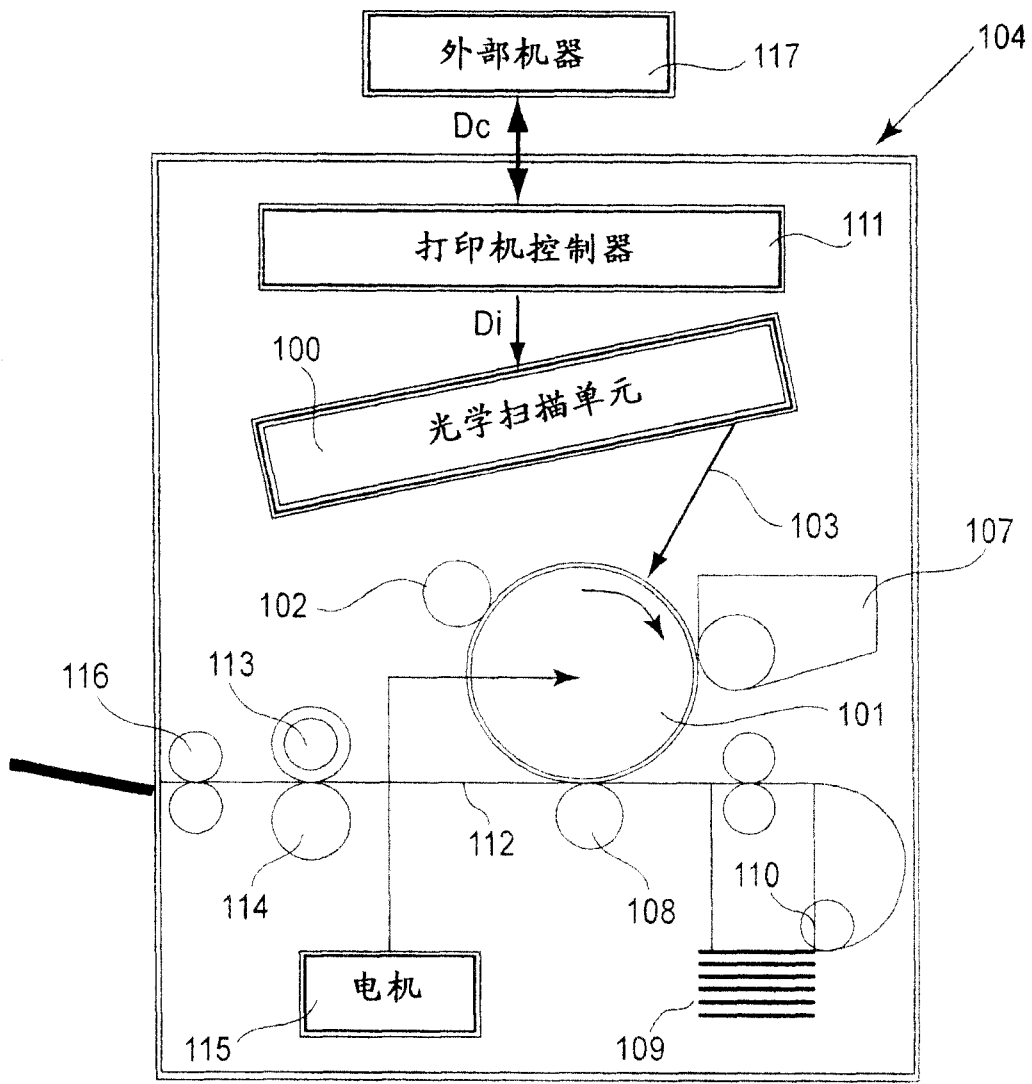


图 12

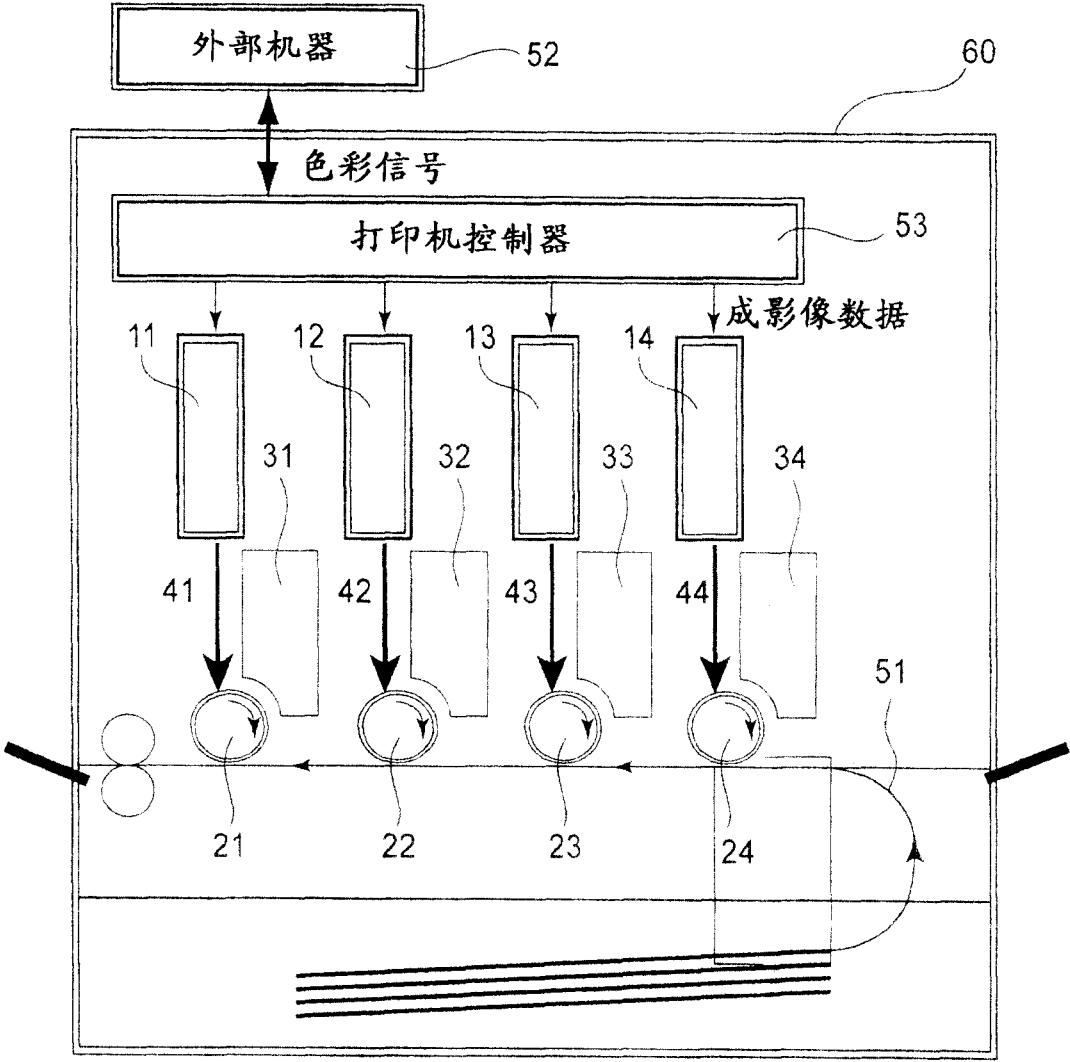


图 13

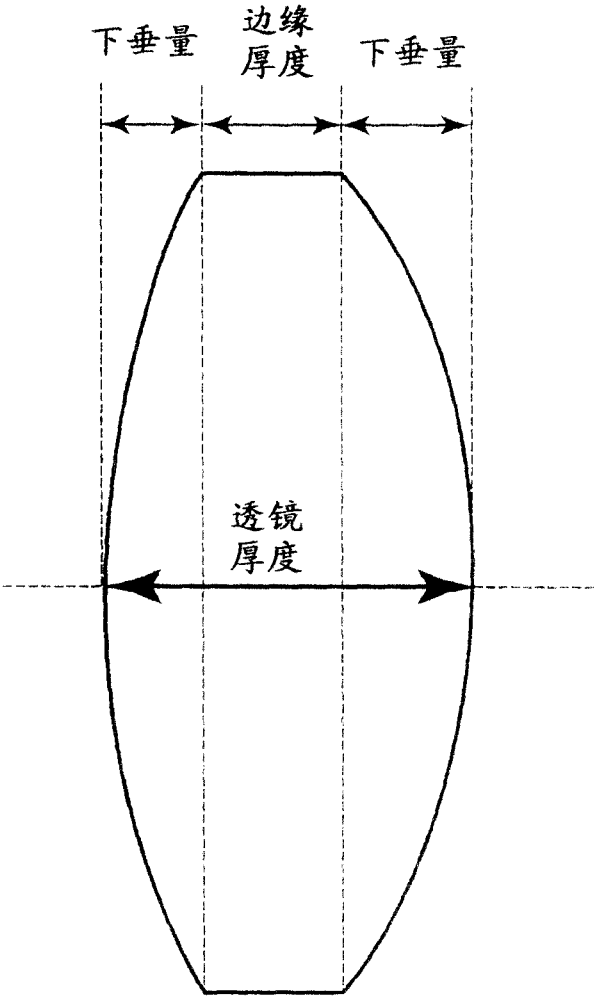


图 14

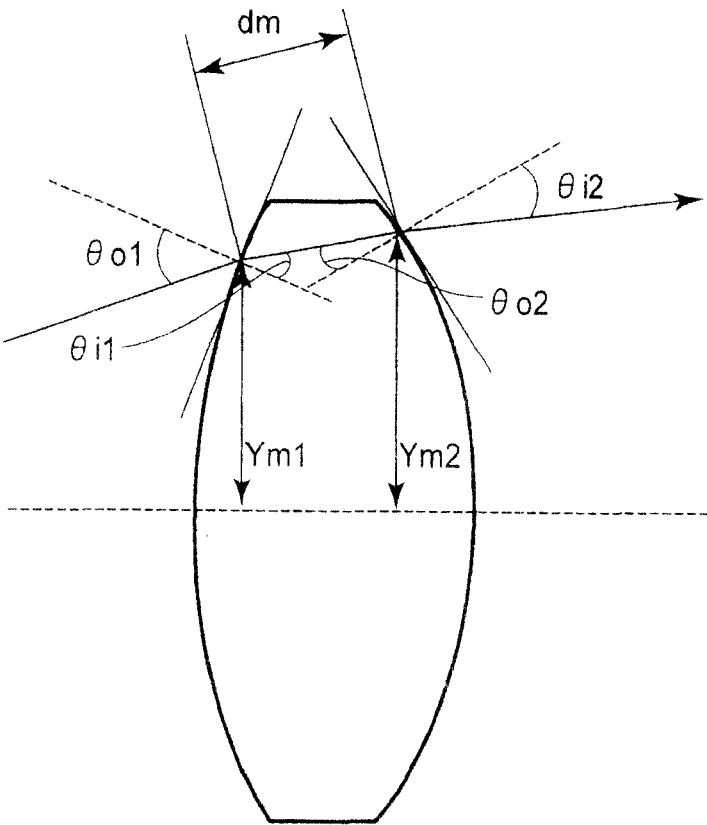


图 15

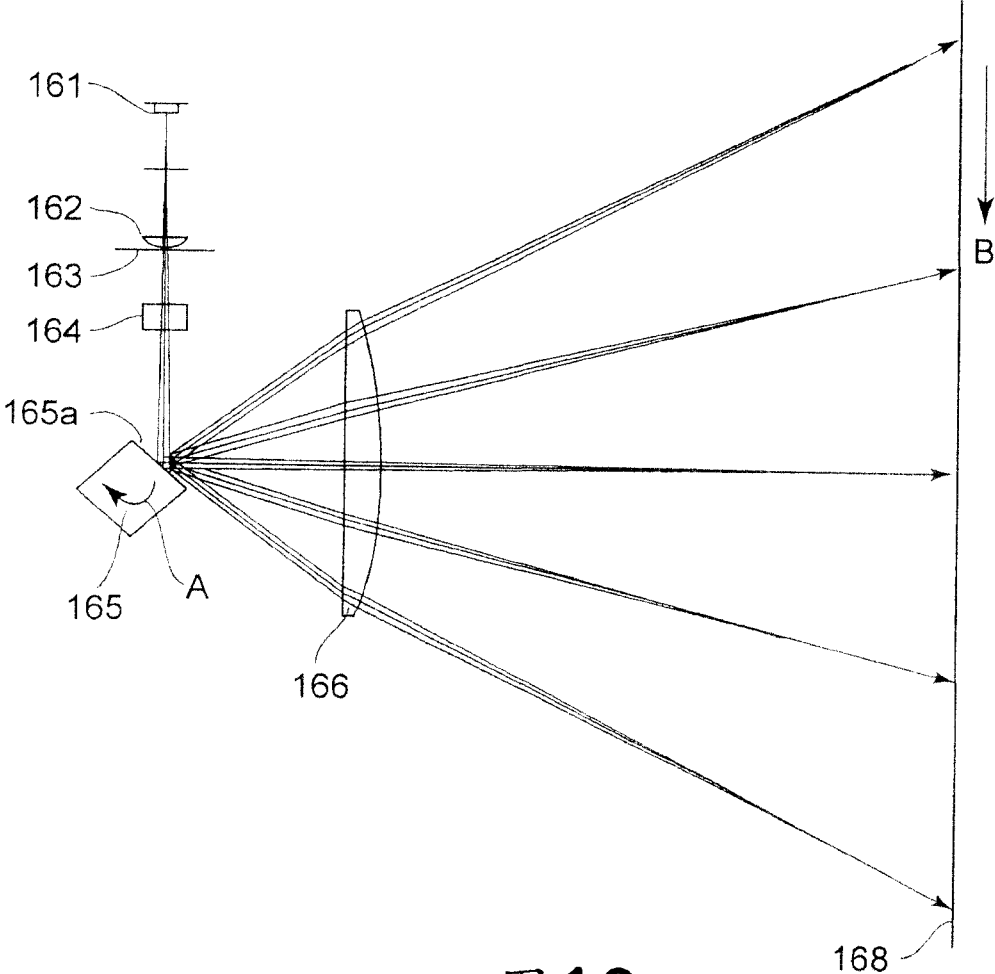


图 16