

[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 200410031906.6

[51] Int. Cl.

G02B 26/12 (2006.01)

G03G 15/00 (2006.01)

B41J 2/44 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 2 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1300621C

[22] 申请日 2004.3.31

[21] 申请号 200410031906.6

[30] 优先权

[32] 2003.9.4 [33] JP [31] 312843/2003

[32] 2004.3.9 [33] JP [31] 065790/2004

[73] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 石部芳浩

[56] 参考文献

US6489982B2 2002.12.3

US6590688B2 2003.7.8

US6473215B1 2002.10.29

US6388791B2 2002.5.14

审查员 刘 冀

[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 王以平

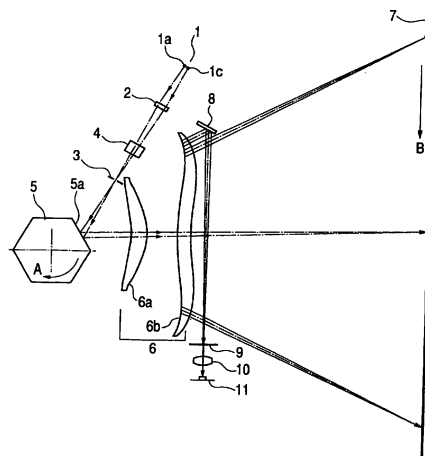
权利要求书 8 页 说明书 39 页 附图 23 页

[54] 发明名称

多束光扫描光学装置以及使用它的图像形成
装置

[57] 摘要

本发明提供降低从多个发光单元射出的各光束的成像位置的偏移,最适宜高速并且高画质的多束光扫描光学装置以及使用它的图像形成装置。在包含具有在主扫描方向上具有间隔的多个发光单元的光源装置(1);改变从该光源装置射出的多条发散光束的状态的第1光学系统(2);限制通过该第1光学系统的多条光束的光束宽度的光阑(3);反射被该光阑限制的多条光束的偏向装置(5);把在该偏向装置上反射的多条光束成像在被扫描面(7)上的第2光学系统(6);控制该被扫描面上的扫描开始位置的定时的写出位置同步信号检测装置的多束光扫描光学装置中,如满足规定条件式那样地设定各要素。



1、一种多束光扫描光学装置，是包含具有在主扫描方向和副扫描方向上具有间隔的3个或3个以上的发光单元的光源装置；将从该光源装置射出的3条或3条以上的发散光束的状态改变为其它状态的第1光学系统；限制通过该第1光学系统的3条或3条以上的光束的至少主扫描方向的光束宽度的光阑；反射通过该光阑的3条或3条以上的光束的旋转多面镜；在被扫描面上把在该旋转多面镜上反射的3条或3条以上的光束成像为成像点的第2光学系统；检测该被扫描面上的成像点的扫描开始位置的定时信号的写出位置同步信号检测装置的多束光扫描光学装置，其特征在于：

该写出位置同步信号检测装置具有写出位置同步信号检测元件、被配置在该写出位置同步信号检测元件和该旋转多面镜的光路之间的缝隙状部件，

该写出位置同步信号检测装置通过该写出位置同步信号检测元件检测出在该旋转多面镜上反射并通过了该第2光学系统的光束，而检测出该被扫描面上的扫描开始位置的定时信号，

把该3个或3个以上的发光单元中的离开最远的发光单元之间的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ；

把该第1光学系统的焦点距离设置为 f_1 ；

把从该光阑到该旋转多面镜的偏向面的距离设置为 L_1 ；

把该第2光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ；

把入射到该被扫描面上的3条或3条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的副扫描方向的角度平均值设置为 α ；

把入射到任意扫描位置的该被扫描面上的3条或3条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的主扫描方向的角度平均值设置为 β ；

把作为该平均值 β 的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M(\beta)$ ；

把该3条3条以上的光束通过该缝隙状部件时的扫描位置中的主扫

描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$;

把根据在该被扫描面上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每 1 英寸的像素数设置为 N_M ;

把从该 3 个或 3 个以上的发光单元中的离开最远的发光单元射出的 2 条光束的该被扫描面上的成像点的副扫描方向的间隔设置为 P 时, 满足下式的条件:

$$\left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} (\delta M_{(\beta)} - \delta M_{(BD)}) \right| \leq \frac{25.4}{3 N_M},$$

其中, $\delta M_{(\beta)}$ 、 $\delta M_{(BD)}$ 定义为从配置在与该第 1 光学系统的光轴最近的位置上的发光单元射出的光束的焦点偏移量。

2、一种多束光扫描光学装置, 是包含具有在主扫描方向和副扫描方向上具有间隔的 3 个或 3 个以上的发光单元的光源装置; 将从该光源装置射出的 3 条或 3 条以上的发散光束的状态改变为其它状态的第 1 光学系统; 限制通过该第 1 光学系统的 3 条或 3 条以上的光束的至少主扫描方向的光束宽度的光阑; 反射通过该光阑的 3 条或 3 条以上的光束的旋转多面镜; 在被扫描面上把在该旋转多面镜上反射的 3 条或 3 条以上的光束成像为成像点的第 2 光学系统; 检测该被扫描面上的成像点的扫描开始位置的定时信号的写出位置同步信号检测装置的多束光扫描光学装置, 其特征在于:

该写出位置同步信号检测装置具有与第 2 光学系统独立的第 3 光学系统、写出位置同步信号检测元件、配置在该写出位置同步信号检测元件和第 3 光学系统的光路之间的缝隙状部件,

该写出位置同步信号检测装置通过该写出位置同步信号检测元件检测出在该旋转多面镜上反射并通过了该第 3 光学系统的光束, 而检测出该被扫描面上的成像点的扫描开始位置的定时信号,

把该 3 个或 3 个以上的发光单元中的离开最远的发光单元之间的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ;

把该第 1 光学系统的焦点距离设置为 f_1 ;

把从该光阑到该旋转多面镜的偏向面的距离设置为 L_1 ;

把该第 2 光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ;

把该第 3 光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_3 ;

把入射到该被扫描面上的 3 条或 3 条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的副扫描方向的角度平均值设置为 α ;

把入射到任意扫描位置的该被扫描面上的 3 条或 3 条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的主扫描方向的角度平均值设置为 β ;

把作为该平均值 β 的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(\beta)}$;

把该 3 条或 3 条以上的光束通过该缝隙状部件时的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$;

把根据在该被扫描面上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每 1 英寸的像素数设置为 N_M ;

把从该 3 个或 3 个以上发光单元中的离开最远的发光单元射出的 2 条光束的该被扫描面上的成像点的副扫描方向的间隔设置为 P 时, 满足下式的条件:

$$\left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(\beta)} - \frac{S_1 L_1}{f_1 f_3} \delta M_{(BD)} \right| \leq \frac{25.4}{3 N_M},$$

其中, $\delta M_{(\beta)}$ 、 $\delta M_{(BD)}$ 定义为从配置在与该第 1 光学系统的光轴最近的位置上的发光单元射出的光束的焦点偏移量。

3、根据权利要求 1 所述的多束光扫描光学装置, 其特征在于: 上述写出位置同步信号检测装置使用由上述旋转多面镜反射的 3 条或 3 条以上的光束的全部, 控制上述被扫描面上的扫描开始位置的定时。

4、根据权利要求 2 所述的多束光扫描光学装置, 其特征在于: 上述写出位置同步信号检测装置使用由上述旋转多面镜反射的 3 条或 3 条以上的光束的全部, 控制上述被扫描面上的扫描开始位置的定时。

5、根据权利要求 1 所述的多束光扫描光学装置, 其特征在于: 上述缝隙状部件能够沿着入射到该缝隙状部件中的 3 条或 3 条以上的光束的行进方向移动。

6、根据权利要求 2 所述的多束光扫描光学装置, 其特征在于: 上述

缝隙状部件能够沿着入射到该缝隙状部件中的3条或3条以上的光束的行进方向移动。

7、根据权利要求1所述的多束光扫描光学装置，其特征在于：上述缝隙状部件能够在相对于入射到该缝隙状部件的3条或3条以上的光束的行进方向大致垂直的截面内转动。

8、根据权利要求2所述的多束光扫描光学装置，其特征在于：上述缝隙状部件能够在相对于入射到该缝隙状部件的3条或3条以上的光束的行进方向大致垂直的截面内转动。

9、根据权利要求1所述的多束光扫描光学装置，其特征在于：在上述旋转多面镜上反射的入射到上述写出位置同步信号检测元件的光束通过第2光学系统。

10、一种图像形成装置，其特征在于包括：权利要求1至9的任意1项所述的多束光扫描光学装置；被配置在上述被扫描面上的感光体；通过由上述多束光扫描光学装置扫描的光束，把被形成在上述感光体上的静电潜像作为调色剂像进行显像的显像器；把被显像的调色剂像转印到被转印材料上的转印器；把被转印的调色剂像定影在被转印材料上的定影器。

11、一种图像形成装置，其特征在于包括：

权利要求1~9的任意1项所述的多束光扫描光学装置；

打印机控制器，它把从外部机器输入的代码数据变换为图像信号，输入到上述多束光扫描光学装置。

12、一种彩色图像形成装置，其特征在于包括：各自被配置在权利要求1至9的任意1项所述的多束光扫描光学装置的被扫描面上，形成相互不同颜色的图像的多个像承载体。

13、权利要求12所述的彩色图像形成装置，其特征在于还包括：打印机控制器，它把从外部机器输入的颜色信号变换为不同颜色的图像数据，并输入到各个多束光扫描光学装置。

14、一种多束光扫描光学装置，是包含具有在主扫描方向和副扫描方向上具有间隔的3个或3个以上的发光单元的光源装置；将从该光源

装置射出的3条或3条以上的发散光束的状态改变为其它状态的第1光学系统；限制通过该第1光学系统的3条或3条以上的光束的至少主扫描方向的光束宽度的光阑；反射通过该光阑的3条或3条以上的光束的旋转多面镜；在被扫描面上把在该旋转多面镜上反射的3条或3条以上的光束成像为成像点的第2光学系统；检测该被扫描面上的成像点的扫描开始位置的定时信号的写出位置同步信号检测装置的多束光扫描光学装置，其特征在于：

该写出位置同步信号检测装置具有写出位置同步信号检测元件，

该写出位置同步信号检测装置通过该写出位置同步信号检测元件检测出在该旋转多面镜上反射并通过了该第2光学系统的光束，而检测出该被扫描面上的扫描开始位置的定时信号，

在把该3个或3个以上的发光单元中的离开最远的发光单元之间的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ；

把该第1光学系统的焦点距离设置为 f_1 ；

把从该光阑到该旋转多面镜的偏向面的距离设置为 L_1 ；

把该第2光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ；

把入射到该被扫描面上的3条或3条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的副扫描方向的角度值的平均值设置为 α ；

把入射到任意扫描位置的该被扫描面上的3条或3条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的主扫描方向的角度值的平均值设置为 β ；

把作为该平均值 β 的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M(\beta)$ ；

把该3条或3条以上的光束在该写出位置同步信号检测元件的受光面中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$ ；

把根据该被扫描面上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每1英寸的像素数设置为 N_M ；

把从该3个或3个以上的发光单元中的离开最远的发光单元射出的2条光束的在该被扫描面上的成像点的副扫描方向的间隔设置为 P 时，满足以下公式的条件：

$$\left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} (\delta M_{(\beta)} - \delta M_{(BD)}) \right| \leq \frac{25.4}{3N_M},$$

其中， $\delta M_{(\beta)}$ 、 $\delta M_{(BD)}$ 定义为从配置在与该第 1 光学系统的光轴最近的位置上的发光单元射出的光束的焦点偏移量。

15、一种多束光扫描光学装置，是包含具有在主扫描方向和副扫描方向上具有间隔的 3 个或 3 个以上的发光单元的光源装置；将从该光源装置射出的 3 条或 3 条以上的发散光束的状态改变为其它状态的第 1 光学系统；限制通过该第 1 光学系统的 3 条或 3 条以上的光束的至少主扫描方向的光束宽度的光阑；反射通过该光阑的 3 条或 3 条以上的光束的旋转多面镜；在被扫描面上把在该旋转多面镜上反射的 3 条或 3 条以上的光束成像为成像点的第 2 光学系统；检测该被扫描面上的成像点的扫描开始位置的定时信号的写出位置同步信号检测装置的多束光扫描光学装置，其特征在于：

该写出位置同步信号检测装置具有与第 2 光学系统独立的第 3 光学系统、写出位置同步信号检测元件，

该写出位置同步信号检测装置通过该写出位置同步信号检测元件检测出在该旋转多面镜上反射并通过了该第 3 光学系统的光束，而检测出该被扫描面上的扫描开始位置的定时信号，

把该 3 个或 3 个以上的发光单元中的离开最远的发光单元之间的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ；

把该第 1 光学系统的焦点距离设置为 f_1 ；

把从该光阑到该旋转多面镜的偏向面的距离设置为 L_1 ；

把该第 2 光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ；

把该第 3 光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_3 ；

把入射到该被扫描面上的 3 条或 3 条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的副扫描方向的角度平均值设置为 α ；

把入射到任意扫描位置的该被扫描面上的 3 条或 3 条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的主扫描方向的角度平均值设置为 β ；

把作为该平均值 β 的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为

$\delta M_{(\beta)}$;

把该 3 条或 3 条以上的光束在该写出位置同步信号检测元件的受光面中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$;

把根据在该被扫描面上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每 1 英寸的像素数设置为 N_M ;

把从该 3 个或 3 个以上的发光单元中的离开最远的发光单元射出的 2 条光束的该被扫描面上的成像点的副扫描方向的间隔设置为 P 时, 满足下式的条件:

$$\left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(\beta)} - \frac{S_1 L_1}{f_1 f_3} \delta M_{(BD)} \right| \leq \frac{25.4}{3 N_M},$$

其中, $\delta M_{(\beta)}$ 、 $\delta M_{(BD)}$ 定义为从配置在与该第 1 光学系统的光轴最近的位置上的发光单元射出的光束的焦点偏移量。

16、根据权利要求 14 所述的多束光扫描光学装置, 其特征在于: 上述写出位置同步信号检测装置使用在上述旋转多面镜上反射的 3 条或 3 条以上的光束的全部, 控制上述被扫描面上的扫描开始位置的定时。

17、根据权利要求 14 所述的多束光扫描光学装置, 其特征在于: 在上述旋转多面镜上反射的入射到上述写出位置同步信号检测元件上的光束通过第 2 光学系统。

18、一种图像形成装置, 其特征在于包括: 权利要求 14 至 17 的任意 1 项所述的多束光扫描光学装置; 被配置在上述被扫描面上的感光体; 通过由上述多束光扫描光学装置扫描的光束, 把形成在上述感光体上的静电潜像作为调色剂像进行显像的显像器; 把被显像的调色剂像转印到被转印材料上的转印器; 把被转印的调色剂像定影在被转印材料上的定影器。

19、一种图像形成装置, 其特征在于包括: 权利要求 14~17 所述的多束光扫描光学装置; 打印机控制器, 它把从外部机器输入的代码数据变换为图像信号, 输入到上述多束光扫描光学装置中。

20、一种彩色图像形成装置, 其特征在于包括: 各自被配置在权利要求 14 至 17 的任意 1 项所述的多束光扫描光学装置的被扫描面上, 形

成相互不同颜色的图像的多个像承载体。

21、权利要求 20 所述的彩色图像形成装置，其特征在于还包括：打印机控制器，它把从外部机器输入的颜色信号变换为不同颜色的图像数据并输入到各个多束光扫描光学装置中。

多束光扫描光学装置 以及使用它的图像形成装置

技术领域

本发明涉及多束光扫描光学装置以及使用它的图像形成装置，特别适用于使用具有多个发光单元的光源装置实现高速、高记录密度的，例如具有电子照相程序的激光打印机以及数字复印机、多功能打印机等图像形成装置。

背景技术

图23是以往的多束光扫描光学装置的主扫描光学装置的主扫描方向的主要部分截面图(主扫描截面图)。在同一图中，具有多个发光单元(发光点)的，例如从多光束半导体激光器91射出的多条光束由视准透镜92变换为大致平行光束或者收敛光束，由光孔光阑93限制该光束截面的大小，入射到圆柱透镜94。入射到圆柱透镜94的光束在主扫描截面内以原来的状态出射，在副扫描截面内收敛并在作为光偏向器的多面反射镜95的偏向面95a附近成像为在主扫描方向上延伸的焦线形状。而后通过在图中箭头A方向上以一定角速度转动的多面反射镜95的偏向面95a反射后偏向扫描的各个光束，由f θ 透镜96聚光在由感光磁鼓等组成的被扫描面97上聚光成点状，在图中箭头B方向上以一定速度扫描。由此在作为记录介质的感光磁鼓面97上进行图像记录。

在这样的多束光扫描光学装置中，为了正确地控制图像的写出位置，一般是在写出图像信号之前设置写出位置同步信号检测装置。

在此在图23中，78是折返镜(BD反射镜)，把用于检测感光磁鼓97上的扫描开始位置的定时的写出位置同步信号检测用的光束(BD光束)反射到后述的BD传感器81一侧。79是缝隙状部件(BD缝隙)，被配置在与感光磁鼓面97光学等效的位置上。80是BD透镜，是用于把BD反射镜78和BD传感器81设置为光学共轭关系的透镜，修正BD反

射镜 78 的偏移。81 是作为写出位置同步信号检测元件的光传感器（BD 传感器）。在此，BD 反射镜 78、BD 缝隙 79、BD 透镜 80、BD 传感器 81 等各要素构成写出位置同步信号检测装置（BD 光学系统）的一要素。在同一图中，检测来自 BD 传感器 81 的输出信号，调整向感光磁鼓面 97 上记录图像时的写出位置的定时。

在这样的多束光扫描光学装置中，如图 24 所示那样，如果把多个发光单元 A、B（在同一图中为了方便表示了 2 个发光单元 A、B，但 3 个以上也一样）在纵向上排列配置在副扫描方向上，则因为在被扫描面上的副扫描方向各自的扫描线的间隔比记录密度还大幅度打开，所以通常如图 25 所示把多个发光单元 A、B 倾斜配置在主扫描方向上，通过调整其倾斜角度 δ ，使在被扫描面上的副扫描方向各自的扫描线间隔与记录密度一致地正确进行调整。

在上述以往的各种构成的多束光扫描光学装置中，因为把多个发光单元 A、B 倾斜配置在主扫描方向上，所以如图 26 所示，从多个发光单元 A、B 射出的各光束到达在多面反射镜 95 的偏向面 95 上离开主扫描方向的位置，并且因为从多面反射镜 95 的偏向面 95 反射的各光束的角度也各自不同，所以在被扫描面 97 上在相互偏离主扫描方向的位置上成像为点（光线 A 和光线 B）。

因而，在这样构成的多束光扫描光学装置中，只以规定时间 δT 错开定时发送图像信号，使得从某一基准发光单元射出的光束在被扫描面上成像的位置上与从另一发光单元射出的光束的成像位置一致。

只错开 δT 时间时的偏向面被设定为图的 95a' 的角度，此时被反射的光线由于被反射到 B' 方向，即与光线 A 相同的方向（角度），因而相互的点的成像位置一致。

但是，这时因某种原因，例如当因保持光学系统的光学单元和被扫描面的位置误差、在该光学单元上可以组装光学零件时的组装误差等，发生了主扫描焦点偏离（f0 透镜 96 的光轴方向的焦点偏离）的情况下，例如在此如果假设被扫描面 97 从正确位置偏离到 97' 的位置，则从同一图中可知，各个光线的成像位置在主扫描方向上只产生 δY_1 的偏离。

以往，由于来自具有多个这样的发光单元的多光源（光源装置）的

光束产生主扫描方向的成像位置的偏移 δY_1 ，因而存在引起印字精度降低、画质劣化的问题。

作为解决这样的问题的方法，本申请人在前面提到的专利文献 1 中，公开了通过最佳地设定视准透镜的焦点距离、从可变光阑到多面反射镜的偏向面的距离、 $f\theta$ 透镜的主扫描方向的焦点距离、多光源的主扫描方向的发光点间隔等，有效地减轻来自上述多光源的光束在主扫描方向的成像位置的偏移 δY_1 的技术。

通过采取上述专利文献 1 的方式，可以把来自多光源的光束的主扫描方向的成像位置偏移 δY_1 减轻到使用上没有问题的水平。

[专利文献 1] USP6489982 公报

另一方面，如果入射到感光磁鼓面上的多条光束在感光磁鼓面上被正反射再次返回到半导体激光器等发光单元，则激光发振不稳定。另外，当上述正反射光返回光学系统时，由于光学系统的表面反射，反射光有可能再次回到感光磁鼓面产生重影现象。

因此，如图 27 所示那样设定为入射到感光磁鼓面的多条光束的主光线和该感光磁鼓面的法线所成的副扫描方向的角度成规定的角度 α 。由此取得在感光磁鼓面上的正反射光不返回到半导体激光器和光学系统那样的构成。图 27 是使用以往的多光源的多束光扫描光学装置的副扫描方向的主要部分截面图（副扫描截面图）。

在多束光扫描光学装置中，当采取这样的构成的情况下，如图 28 所示在感光磁鼓面上的多个扫描线的长度不同。由此，在感光磁鼓面上的特别是主扫描方向的端部上，在多个成像点的成像位置上产生主扫描方向的偏移。

该成像位置的主扫描方向的偏移依存于：副扫描截面内的入射到感光磁鼓面上的上述多光束的主光线和该感光磁鼓面的法线所成的角度的平均角 α 、入射到主扫描截面内的任意的扫描位置的感光磁鼓面上的多光束的主光线和该感光磁鼓面的法线所成的角度的平均值 β 、副扫描方向的分辨率（扫描线间距）、同时扫描的扫描线数（光源装置的发光单元的数）。

即，被扫描面 97 上的主扫描方向的成像位置偏移是将以下值相加的

值：因为把上述多条发光单元相对于主扫描方向在副扫描方向上倾斜配置而产生的位置偏移 δY_1 、因为把入射到感光磁鼓面上的多条光束的主光线和该感光磁鼓面的法线所成的副扫描方向的角度设置成规定的角度 α 而产生的位置偏移 δY_D 的偏移，因而存在引起印字精度减低、画质劣化的问题。

即，采用在上述专利文献 1 中公开的方法可以理解为：不仅减轻来自多光源的光束的主扫描方向的成像位置的偏移 δY_1 ，而且还需要考虑因为把入射到上述感光磁鼓面上的多条光束的主光线和该感光磁鼓面的法线所成的副扫描方向的角度设定为规定的角度 α 而产生的位置偏移 δY_D 。

发明内容

本发明的目的在于：提供一种不需要复杂的调整就能有效地降低从具有多个发光单元的光源装置射出的各光束的成像位置的偏移，最适宜高速并且高画质的多束光扫描光学装置及使用它的图像形成装置。

具有本发明的特征的多束光扫描光学装置是包含具有在主扫描方向和副扫描方向上具有间隔的 3 个或 3 个以上的发光单元的光源装置；将从该光源装置射出的 3 条或 3 条以上的发散光束的状态改变为其它状态的第 1 光学系统；限制通过该第 1 光学系统的 3 条或 3 条以上的光束的至少主扫描方向的光束宽度的光阑；反射通过该光阑的 3 条或 3 条以上的光束的旋转多面镜；在被扫描面上把在该旋转多面镜上反射的 3 条或 3 条以上的光束成像为成像点的第 2 光学系统；检测该被扫描面上的成像点的扫描开始位置的定时信号的写出位置同步信号检测装置的多束光扫描光学装置，其特征在于：

该写出位置同步信号检测装置具有写出位置同步信号检测元件、被配置在该写出位置同步信号检测元件和该旋转多面镜的光路之间的缝隙状部件，

该写出位置同步信号检测装置通过该写出位置同步信号检测元件检测出在该旋转多面镜上反射并通过了该第 2 光学系统的光束，而检测出该被扫描面上的扫描开始位置的定时信号，

把该 3 个或 3 个以上的发光单元中的离开最远的发光单元之间的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ;

把该第 1 光学系统的焦点距离设置为 f_1 ;

把从该光阑到该旋转多面镜的偏向面的距离设置为 L_1 ;

把该第 2 光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ;

把入射到该被扫描面上的 3 条或 3 条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的副扫描方向的角度平均值设置为 α ;

把入射到任意扫描位置的该被扫描面上的 3 条或 3 条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的主扫描方向的角度平均值设置为 β ;

把作为该平均值 β 的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(\beta)}$;

把该 3 条或 3 条以上的光束通过该缝隙状部件时的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$;

把根据在该被扫描面上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每 1 英寸的像素数设置为 N_M ;

把从该 3 个或 3 个以上的发光单元中的离开最远的发光单元射出的 2 条光束的该被扫描面上的成像点的副扫描方向的间隔设置为 P 时, 满足下式的条件:

$$\left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} (\delta M_{(\beta)} - \delta M_{(BD)}) \right| \leq \frac{25.4}{3 N_M},$$

其中, $\delta M_{(\beta)}$ 、 $\delta M_{(BD)}$ 定义为从配置在与该第 1 光学系统的光轴最近的位置上的发光单元射出的光束的焦点偏移量。

具有本发明的特征的多束光扫描光学装置是包含具有在主扫描方向和副扫描方向上具有间隔的 3 个或 3 个以上的发光单元的光源装置; 将从该光源装置射出的 3 条或 3 条以上的发散光束的状态改变为其它状态的第 1 光学系统; 限制通过该第 1 光学系统的 3 条或 3 条以上的光束的至少主扫描方向的光束宽度的光阑; 反射通过该光阑的 3 条或 3 条以上的光束的旋转多面镜; 在被扫描面上把在该旋转多面镜上反射的 3 条或 3 条以上的光束成像为成像点的第 2 光学系统; 检测该被扫描面上的成像

点的扫描开始位置的定时信号的写出位置同步信号检测装置的多束光扫描光学装置，其特征在于：

该写出位置同步信号检测装置具有与第 2 光学系统独立的第 3 光学系统、写出位置同步信号检测元件、配置在该写出位置同步信号检测元件和第 3 光学系统的光路之间的缝隙状部件，

该写出位置同步信号检测装置通过该写出位置同步信号检测元件检测出在该旋转多面镜上反射并通过了该第 3 光学系统的光束，而检测出该被扫描面上的成像点的扫描开始位置的定时信号，

把该 3 个或 3 个以上的发光单元中的离开最远的发光单元之间的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ；

把该第 1 光学系统的焦点距离设置为 f_1 ；

把从该光阑到该旋转多面镜的偏向面的距离设置为 L_1 ；

把该第 2 光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ；

把该第 3 光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_3 ；

把入射到该被扫描面上的 3 条或 3 条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的副扫描方向的角度平均值设置为 α ；

把入射到任意扫描位置的该被扫描面上的 3 条或 3 条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的主扫描方向的角度平均值设置为 β ；

把作为该平均值 β 的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(\beta)}$ ；

把该 3 条或 3 条以上的光束通过该缝隙状部件时的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$ ；

把根据在该被扫描面上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每 1 英寸的像素数设置为 N_M ；

把从该 3 个或 3 个以上发光单元中的离开最远的发光单元射出的 2 条光束的该被扫描面上的成像点的副扫描方向的间隔设置为 P 时，满足下式的条件：

$$\left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(\beta)} - \frac{S_1 L_1}{f_1 f_3} \delta M_{(BD)} \right| \leq \frac{25.4}{3 N_M},$$

其中， $\delta M(\beta)$ 、 $\delta M(BD)$ 定义为从配置在与该第 1 光学系统的光轴最近的位置上的发光单元射出的光束的焦点偏移量。

另外，上述写出位置同步信号检测装置使用在上述旋转多面镜上反射的所有 3 条或 3 条以上的光束，控制上述被扫描面上的扫描开始位置的定时。

另外，上述缝隙状部件可以沿着入射到该缝隙状部件的 3 条或 3 条以上的光束的行进方向移动。

另外，上述缝隙状部件可以在相对于入射到该缝隙状部件的 3 条或 3 条以上的光束的行进方向大致垂直的截面内转动。

另外，在上述旋转多面镜上反射的、入射到上述写出位置同步信号检测元件的光束通过第 2 光学系统。

具有本发明的特征的图像形成装置的特征在于包含：上述的多束光扫描光学装置；被配置在上述被扫描面上的感光体；通过由上述多束光扫描光学装置扫描的光束，把被形成在上述感光体上的静电潜像作为调色剂像进行显像的显像器；把显像出的调色剂像转印到被转印材料上的转印器；把被转印的调色剂像定影在被转印材料上的定影器。

具有本发明的特征的图像形成装置的特征在于包含：上述的多束光扫描光学装置；把从外部机器输入的代码数据变换为图像信号输入到上述多束光扫描光学装置中的打印机控制器。

具有本发明的特征的彩色图像形成装置的特征在于包含：被配置在上述多束光扫描光学装置的被扫描面上，形成相互不同颜色图像的多个像承载体。

另外上述彩色图像形成装置包含把从外部机器输入的彩色信号变换为不同颜色的图像数据，输入到各个多束光扫描光学装置的打印机控制器。

另外，具有本发明的特征的多束光扫描光学装置是包含具有在主扫描方向和副扫描方向上具有间隔的 3 个或 3 个以上的发光单元的光源装置；将从该光源装置射出的 3 条或 3 条以上的发散光束的状态改变为其它状态的第 1 光学系统；限制通过该第 1 光学系统的 3 条或 3 条以上的光束的至少主扫描方向的光束宽度的光阑；反射通过该光阑的 3 条或 3

条以上的光束的旋转多面镜；在被扫描面上把在该旋转多面镜上反射的3条或3条以上的光束成像为成像点的第2光学系统；检测该被扫描面上的成像点的扫描开始位置的定时信号的写出位置同步信号检测装置的多束光扫描光学装置，其特征在于：

该写出位置同步信号检测装置具有写出位置同步信号检测元件，

该写出位置同步信号检测装置通过该写出位置同步信号检测元件检测出在该旋转多面镜上反射并通过了该第2光学系统的光束，而检测出该被扫描面上的扫描开始位置的定时信号，

在把该3个或3个以上的发光单元中的离开最远的发光单元之间的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ；

把该第1光学系统的焦点距离设置为 f_1 ；

把从该光阑到该旋转多面镜的偏向面的距离设置为 L_1 ；

把该第2光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ；

把入射到该被扫描面上的3条或3条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的副扫描方向的角度平均值设置为 α ；

把入射到任意扫描位置的该被扫描面上的3条或3条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的主扫描方向的角度平均值设置为 β ；

把作为该平均值 β 的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(\beta)}$ ；

把该3条或3条以上的光束在该写出位置同步信号检测元件的受光面中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$ ；

把根据该被扫描面上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每1英寸的像素数设置为 N_M ；

把从该3个或3个以上的发光单元中的离开最远的发光单元射出的2条光束的在该被扫描面上的成像点的副扫描方向的间隔设置为 P 时，满足以下公式的条件：

$$\left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} (\delta M_{(\beta)} - \delta M_{(BD)}) \right| \leq \frac{25.4}{3 N_M},$$

其中， $\delta M_{(\beta)}$ 、 $\delta M_{(BD)}$ 定义为从配置在与该第1光学系统的

光轴最近的位置上的发光单元射出的光束的焦点偏移量。

具有本发明的特征的多束光扫描光学装置是包含具有在主扫描方向和副扫描方向上具有间隔的3个或3个以上的发光单元的光源装置；将从该光源装置射出的3条或3条以上的发散光束的状态改变为其它状态的第1光学系统；限制通过该第1光学系统的3条或3条以上的光束的至少主扫描方向的光束宽度的光阑；反射通过该光阑的3条或3条以上的光束的旋转多面镜；在被扫描面上把在该旋转多面镜上反射的3条或3条以上的光束成像为成像点的第2光学系统；检测该被扫描面上的成像点的扫描开始位置的定时信号的写出位置同步信号检测装置的多束光扫描光学装置，其特征在于：

该写出位置同步信号检测装置具有与第2光学系统独立的第3光学系统、写出位置同步信号检测元件，

该写出位置同步信号检测装置通过该写出位置同步信号检测元件检测出在该旋转多面镜上反射并通过了该第3光学系统的光束，而检测出该被扫描面上的扫描开始位置的定时信号，

把该3个或3个以上的发光单元中的离开最远的发光单元之间的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ；

把该第1光学系统的焦点距离设置为 f_1 ；

把从该光阑到该旋转多面镜的偏向面的距离设置为 L_1 ；

把该第2光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ；

把该第3光学系统的主扫描方向的焦点距离设置为 f_3 ；

把入射到该被扫描面上的3条或3条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的副扫描方向的角度平均值设置为 α ；

把入射到任意扫描位置的该被扫描面上的3条或3条以上的光束的主光线和该被扫描面的法线所成的主扫描方向的角度平均值设置为 β ；

把作为该平均值 β 的扫描位置中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M(\beta)$ ；

把该3条或3条以上的光束在该写出位置同步信号检测元件的受光面中的主扫描方向的焦点偏移量设置为 $\delta M(BD)$ ；

把根据在该被扫描面上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的

每 1 英寸的像素数设置为 N_M ;

把从该 3 个或 3 个以上的发光单元中的离开最远的发光单元射出的 2 条光束的该被扫描面上的成像点的副扫描方向的间隔设置为 P 时, 满足下式的条件:

$$\left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(\beta)} - \frac{S_1 L_1}{f_1 f_3} \delta M_{(BD)} \right| \leq \frac{25.4}{3 N_M},$$

其中, $\delta M_{(\beta)}$ 、 $\delta M_{(BD)}$ 定义为从配置在与该第 1 光学系统的光轴最近的位置上的发光单元射出的光束的焦点偏移量。

另外, 上述写出位置同步信号检测装置使用在上述旋转多面镜上反射的所有 3 条或 3 条以上的光束, 控制上述被扫描面上的扫描开始位置的定时。

另外在上述旋转多面镜上反射的、入射到上述写出位置同步信号检测元件的光束通过第 2 光学系统。

具有本发明特征的图像形成装置的特征在于包含: 上述的多束光扫描光学装置; 被配置在上述被扫描面上的感光体; 通过用上述多束光扫描光学装置扫描的光束把被形成在上述感光体上的静电潜像作为调色剂像进行显像的显像器; 把被显像的调色剂像转印到被转印材料上的转印器; 把被转印的调色剂像定影在被转印材料上的定影器。

另外, 图像形成装置包含: 上述的多束光扫描光学装置; 把从外部机器输入的代码数据变换为图像信号, 输入到上述多束光扫描光学装置中的打印机控制器。

作为本发明特征的彩色图像形成装置, 其特征在于包含: 各自被配置在上述的多束光扫描光学装置的被扫描面, 形成相互不同颜色的图像的多个像承载体。

另外, 彩色图像形成装置包含: 把从外部机器输入的颜色信号变换为不同颜色的图像数据, 输入到各个多束光扫描光学装置的打印机控制器。

可以从以下的附图、说明中知道进一步的特征。

附图说明

图 1 是本发明的实施例 1 的主扫描截面图。

图 2 是展示本发明的实施例 1 的多光束的扫描形态的主扫描截面图。

图 3 是展示本发明的实施例 1 的比较例子的主扫描截面图。

图 4 是本发明的实施例 1 的副扫描截面图。

图 5 是展示感光磁鼓面上的 2 条扫描线平行扫描状态的图。

图 6 是展示本发明的实施例 1 中的焦点偏移量 $\delta M_{(\beta)}$ 的图。

图 7 是展示本发明的实施例 1 中的焦点偏移量 $\delta M_{(\beta)}$ 的图。

图 8 是展示本发明的实施例 1 中的各数值数据的表。

图 9 是以 β 为横轴曲线化本发明的实施例 1 中的偏移量 δY_{focus} 的曲线图。

图 10 是以 β 为横轴曲线化本发明的实施例 1 中的偏移量 δY_D 的曲线图。

图 11 是以 β 为横轴曲线化将图 9 和图 10 所示的偏移量相加后的偏移量 δY 的曲线图。

图 12 是本发明的实施例 2 的主扫描截面图。

图 13 是展示本发明的实施例 2 中的焦点偏移量 $\delta M_{(\beta)}$ 的图。

图 14 是展示本发明的实施例 2 中的焦点偏移量 $\delta M_{(\beta)}$ 的图。

图 15 是展示本发明的实施例 2 中的各数值数据的表。

图 16 是以 β 为横轴曲线化本发明的实施例 2 中的偏移量 δY_{focus} 的曲线图。

图 17 是以 β 为横轴曲线化本发明的实施例 2 中的偏移量 δY_D 的曲线图。

图 18 以 $25.4/3N_M$ 为横轴曲线化将图 16 和图 17 所示的主扫描方向的成像位置的偏移量相加后的偏移量 δY 的曲线图。

图 19 是本发明的实施例 3 的主扫描截面图。

图 20 是展示本发明的实施例 4 的写出位置同步信号检测装置的放大图。

图 21 是展示本发明的图像形成装置的实施例的图。

图 22 是展示本发明的彩色图像形成装置的实施例的主要部分概略图。

图 23 是以往的多束光扫描光学装置的主扫描截面图。

图 24 是展示在以往的多束光扫描光学装置中的多光源的配置的图。

图 25 是展示在以往的多束光扫描光学装置中的多光源的配置的图。

图 26 是在以往的多束光扫描光学系统中产生了焦点偏移的情况下的说明图。

图 27 是说明入射到感光磁鼓上的光束和磁鼓法线的副扫描方向的配置的图。

图 28 是说明把入射到感光磁鼓的光束和磁鼓法线在副扫描方向上形成规定角度地配置的情况下扫描倍率不同的图。

具体实施方式

[实施例 1]

图 1 是本发明的实施例 1 的多束光扫描光学装置的主扫描方向的主要部分截面图（主扫描截面）。

在此，所谓主扫描方向是指和偏向装置的转动轴以及扫描光学元件的光轴垂直的方向（在偏向装置中是光束被反射（偏向扫描）的方向），所谓副扫描方向是指和偏向装置的转动轴平行的方向。另外，所谓主扫描截面是指与主扫描方向平行并且包含扫描光学系统的光轴的平面。另外，所谓副扫描截面表示和主扫描截面垂直的截面。

在同一图中 1 是光源装置，由在主扫描方向和副扫描方向上具有间隔的多个发光单元组成，在同一图中由具有 3 个发光单元（发光点）1a、1b、1c 的例如单片多光束半导体激光器等构成。但是，在同一图中为了简化图而省略了发光单元 1b。假设发光单元 1b 存在于发光单元 1a 和发光单元 1c 之间的任意位置。在此，发光单元数不限于 3 个，也可以是 4 个以上。

2 是作为第 1 光学系统的变换光学元件（视准透镜），改变从多束半

导体激光器 1 射出的 3 条发散光束的聚光状态。进而，所谓改变发散光束的聚光状态就是改变发散程度，或者把发散光束改变为平行光束，或者改变为收敛光束。

4 是圆柱透镜，只在副扫描截面内具有规定的折射力。3 是光孔光阑（光阑），被配置在视准透镜 2 和光偏向器 5 之间，限制入射光束的光束宽度。

5 是作为偏向装置的光偏向器，例如由多面反射镜（旋转多面镜）构成，由多面反射镜电机等驱动装置（未图示）驱动而在图中箭头 A 方向上以一定速度转动，由此把入射光束反射到主扫描方向上。

6 是作为具有 $f\theta$ 特性的第 2 光学系统的 $f\theta$ 透镜系统（成像光学系统），由第 1、第 2 $f\theta$ 透镜 6a、6b 的 2 块透镜组成，在副扫描截面内在使偏向面 5a 和被扫描面 7 具有大致共轭关系的同时，把基于由光偏向器 5 反射的图像信息的光束成像在作为被扫描面的感光磁鼓面 7 上。进而， $f\theta$ 透镜系统可以由单一或者 3 块以上的透镜构成，也可以包含衍射光学元件构成，另外，不仅是透镜系统，也可以是反射光学系统。

7 是作为被扫描面的感光磁鼓面。

8 是折返镜（BD 反射镜），把用于检测感光磁鼓面 7 上的扫描开始位置的定时的写出位置同步信号检测用的光束（BD 光束）反射到后述的 BD 传感器 11。

9 是缝隙状部件（BD 缝隙），被配置在和感光磁鼓面 7 光学等效的位置或者其附近上。

10 是同步检测用的成像透镜（BD 透镜），其构成是通过使 BD 反射镜 8 和 BD 传感器 11 处于共轭关系，即使 BD 反射镜 8 的反射面失去作用也始终使光束入射到 BD 传感器。

11 是同步检测元件（BD 传感器），在本实施例中，使用检测来自 BD 传感器 11 的输出信号得到的同步信号（BD 信号），控制对感光磁鼓面 7 上的图像记录的扫描开始位置的定时。

进而，BD 反射镜 8、BD 缝隙 9、BD 透镜 10 还有 BD 传感器 11 等

各要素构成写出位置同步信号检测装置(BD光学系统)的一个要素。写出位置同步信号检测装置使用经由光学偏向器5通过f θ 透镜系列6的光束,控制被扫描面上的扫描开始位置的定时。

在本实施例中,对应于图像信息从多束半导体激光器1射出的3条发散光束由视准透镜2变换聚光状态,入射到圆柱透镜4。入射到圆柱透镜4的3条光束在主扫描截面内以原状态射出,在副扫描截面内收敛并由光孔光阑3限制其截面形状,在光偏向器5的偏向面5a附近成像为在主扫描方向上拉长延伸的焦线状。

因为在多束半导体激光器1上至少各自在主扫描方向上隔开配置3条光束,所以3条光束在主扫描截面内以各自不同的角度入射到偏向面5a。

而后,在光偏向器5的偏向面5a上被发射的3条光束由f θ 透镜系统6在感光磁鼓面7上成像为点,通过使该光偏向器5在箭头A方向转动,使该感光磁鼓面7在箭头B方向(主扫描方向)上等速光扫描。由此在作为记录介质的感光磁鼓面7上进行图像记录。

在本实施例中,如以下那样进行在各光束各自在感光磁鼓面7上的写出开始点的确定。

检测多条光束到达被设置在感光磁鼓面7的主扫描方向的上游一侧的BD传感器11的定时(BD检测),对各光束各自独立地进行该BD检测,把从该BD检测开始到规定的延迟时间后作为写出开始。

为了更正确地检测各光束到达BD传感器11的定时,在BD传感器11的前方,在各光束的成像位置(相当于感光磁鼓面7的位置)上设置BD缝隙9,在各光束通过BD缝隙9时从BD传感器11的输出达到一定值以上时输出BD信号,从此时开始到一定的延迟时间T1后发送图像信号。

通过对各个光束进行该动作,各光束(扫描光束)的写出位置一致。

进而,在图1中,描绘出从发光单元1a射出在偏向反射面5a上向右反射的光线、从发光单元1c射出在偏向反射面5a上向右反射的光线

大致平行地在同一方向上反射，但如对以往技术的说明的那样，相对从发光单元 1a 射出在偏向反射面 5a 上向右方向反射的光线，从发光单元 1c 射出在偏向反射面 5a 上向右方向反射的光线仅延迟规定时间 δT 。在图 1 中，没有注意描绘仅错开 δT 时间的光线。

图 2 是展示在本发明的实施例 1 中，3 条光线扫描感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的大致中央部分时的状态的主扫描截面图。和上述图 1 一样，为了简化图而省略了发光单元 1b。假设发光单元 1b 存在于发光单元 1a 和发光单元 1c 中间。

在同一图中，如果把两端的发光单元 1a、1c 的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ，把视准透镜 2 的焦点距离设置为 f_2 ，把从光阑 3 到光偏向器 5 的偏向面 5a 的距离设置为 L_1 ，把从视准透镜 2 到光偏向器 5 的偏向面 5a 的距离设置为 L_2 ，把 f θ 透镜系统 6 的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ，则从偏向面 5a 上的各发光单元 1a、1c 射出的各光束的主光线的隔开量 h 可以用下式表示。

[公式 5]

$$h = S_1 \times \frac{L_1}{f_1}$$

在偏向面 5a 上反射的各个光束以与上述同样的角度入射到 f θ 透镜系统 6 中。因而射出 f θ 透镜系统 6 后的各个光束的主光线形成的角度的正切可以用下式近似。

[公式 6]

$$\frac{h}{f_2} = \frac{S_1}{f_2} \times \frac{L_1}{f_1}$$

上式右边的值可以容易地理解为表示主扫描的焦点（f θ 透镜系统 6 的光轴方向的焦点）偏离 1（mm）时的从发光单元 1a、1c 射出的各光束在感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的成像位置的偏移量。

因而，当把图 2 的主扫描位置的实际主扫描的焦点偏移量设置为 δM 时，这时从发光单元 1a、1c 射出的各光束在感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_1 可以用下式表示。

[公式 7]

$$\delta Y_1 = \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M \quad \text{式 (1)}$$

因而，当存在主扫描的焦点偏移量（在此所谓的焦点偏移量，定义为从多个发光单元中的被配置在距离视准透镜 2 的光轴最近的位置上的发光单元射出的光束的焦点偏移量。在本实施例中，是从发光单元 1b 射出的光束的焦点偏移量。） δM 的情况下，如上所述，即使用被设置在感光磁鼓面 7 的主扫描方向上游一侧的 BD 传感器 11 对各光束分别独立地进行 BD 检测，在从发光单元 1a、1c 射出的各光束在感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的成像位置也产生 δY_1 的偏移。

在此说明的现象适合于各光束通过 BD 缝隙 9 时。如果把在各光束通过 BD 缝隙 9 时的扫描位置中的主扫描的焦点偏移量（在此所谓的焦点偏移量，定义为从多个发光单元中的被配置在距离视准透镜 2 的光轴最近的位置上的发光单元射出的光束的焦点偏移量。在本实施例中，是从发光单元 1b 射出的光束的焦点偏移量。）设置为 $\delta M_{(BD)}$ ，则此时从发光单元 1a、1c 射出的各光束的 BD 缝隙 9 中的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{BD} 可以用下式表示。

[公式 8]

$$\delta Y_{BD} = \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(BD)} \quad \text{式 (2)}$$

因而，当在各光束通过 BD 缝隙 9 时的扫描位置上存在主扫描的焦点偏移量 $\delta M_{(BD)}$ 的情况下，在从发光单元 1a、1c 射出的各光束的 BD 检测中只以上述偏移量 δY_{BD} 产生相对偏移。

由此，在对感光磁鼓面 7 进行图像记录的有效扫描区域中，例如即使没有主扫描焦点偏移，当通过 BD 缝隙 9 时的扫描位置，即在 BD 检测位置中存在主扫描的焦点偏移 $\delta M_{(BD)}$ 的情况下，只以上述 δY_{BD} 的量在从发光单元 1a、1c 射出的各光束的 BD 检测定时产生偏移。因此，作为其结果，容易地理解为在有效扫描区域中从发光单元 1a、1c 射出的各光束在感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的成像位置产生如式 (2) 所示的 δY_{BD} 的偏移。

进而在对感光磁鼓面 7 进行图像记录的有效扫描区域中存在主扫描

的焦点偏移 δM ，并且在 BD 检测位置中存在主扫描的焦点偏移 $\delta M_{(BD)}$ 的情况下，在有效扫描区域中从发光单元 1a、1c 射出的各光束的在感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的成像位置在产生式 (1) 所示的 δY_1 的偏移的同时，因为在只以式 (2) 所示的 δY_{BD} 的量从发光单元 1a、1c 射出的各光束的 BD 检测定时产生偏移，所以作为其结果，容易地理解为在有效扫描区域中在 BD 检测定时的偏移量被抵消，最终剩下只有 $\delta Y_1 - \delta Y_{BD}$ 量的成像位置偏移。

即，当把 3 个发光单元 1a、1b、1c 中的两端的发光单元 1a、1c 的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ；把视准透镜 2 的焦点距离设置为 f_1 ；

把从光阑 3 到偏向器 5 的偏向面 5a 的距离设置为 L_1 ；

把 f0 透镜系统 6 的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ；

把入射到感光磁鼓面 7 的 3 条光束的主光线和该感光磁鼓面 7 的法线所成的角度的平均值是 β 的任意的扫描位置中的，主扫描的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(\beta)}$ ，把该 3 条光束通过缝隙 9 时在扫描位置中的主扫描的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$ 时，

在对感光磁鼓面 7 进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{focus} 可以用下式表示。

[公式 9]

$$\delta Y_{focus} = \delta Y_1 - \delta Y_{BD} = \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(\beta)} - \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(BD)} = \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} (\delta M_{(\beta)} - \delta M_{(BD)}) \quad \text{式 (3)}$$

从式 (3) 可以理解为，如果在对感光磁鼓面 7 进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描的焦点偏移量 $\delta M_{(\beta)}$ 与在 BD 检测位置中主扫描的焦点偏移量 $\delta M_{(BD)}$ 是相同的量，则主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{focus} 变为零。

在此作为比较例，图 3 是展示光孔光阑 3 存在于视准透镜 2 的位置时的和图 2 同样的主扫描截面图。和图 2 一样，为了简化图而省略了发光单元 1b。假设发光单元 1b 存在于发光单元 1a 和发光单元 1c 中间。

这种情况下在偏向面 5a 上从发光单元 1a、1c 射出的各光束的主光

线的隔开量 h' 可以用下式表示。

[公式 10]

$$h' = S_1 \times \frac{L_2}{f_1}$$

因而,当把图 3 的扫描位置中的实际主扫描的焦点偏移量设置为 δM 的情况下,此时从发光单元 1a、1c 射出的各光束在感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的成像位置的偏移量 $\delta Y_1'$ 可以用下式表示。

[公式 11]

$$\delta Y_1' = \frac{S_1 L_2}{f_1 f_2} \delta M$$

同样,如果把各光束在通过 BD 缝隙 9 时的扫描位置中的主扫描的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$,则此时从发光单元 1a、1c 射出的各光束在 BD 缝隙 9 上的主扫描方向的成像位置的偏移量 $\delta Y_{BD}'$,可以用下式表示。

[公式 12]

$$\delta Y_{BD}' = \frac{S_1 L_2}{f_1 f_2} \delta M_{(BD)}$$

因而,如图 3,所示当光孔光阑 3 存在于视准透镜 2 的位置上的情况下,在对感光磁鼓面 7 进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量 $\delta Y_{focus}'$ 可以用下式表示。

[公式 13]

$$\delta Y_{focus}' = \delta Y_1' - \delta Y_{BD}' = \frac{S_1 L_2}{f_1 f_2} (\delta M_{(\theta)} - \delta M_{(BD)}) \quad \text{式 (4)}$$

在此,如果比较式 (3) 和式 (4),则可以理解为下式的关系成立。

[公式 14]

$$\delta Y_{focus} = \frac{L_1}{L_2} \delta Y_{focus},$$

这表示与如图 3 所示的光孔光阑 3 存在于视准透镜 2 的位置上的情况相比,如图 2 所示把光孔光阑 3 配置在接近偏向面 5a 的一方,可以在对感光磁鼓面 7 进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量抑制为很小。

在本实施例中,通过把光孔光阑 3 配置在靠近偏向面 5a 的位置上,即使存在有效扫描区域中的主扫描的焦点偏移、进行 BD 检测时的扫描位置上的主扫描的焦点偏移等,也可以有效地抑制在对感光磁鼓面 7 上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量,由此实现适宜高速并且高画质的多束光扫描光学装置。

图 4 是本发明的实施例 1 的多束光扫描光学装置的副扫描截面图。在同一图中在和图 1 所示的要素相同的要素上标注同一符号。

在本实施例中,如来自感光磁鼓面 7 的正反射光不再次返回光学系统那样,在副扫描截面内,设定成入射到感光磁鼓面 7 的多条(在本实施例中是 3 条)光束的主光线和该感光磁鼓面 7 的法线所成的角度为不是零的规定的角度(平均值)。

在采取这样的构成的情况下,如上所述如图 28 所示,在感光磁鼓面上的 3 条扫描线的长度不同。因而,在感光磁鼓面上的特别是主扫描方向的端部上,在 3 个成像点的成像位置上产生主扫描方向的偏移。

该成像位置的主扫描方向的偏移依存于:入射到副扫描截面内的感光磁鼓面 7 的 3 条光束的主光线和该感光磁鼓面 7 的法线所成角度的平均值 α 、入射到主扫描截面内的任意的扫描位置的该感光磁鼓面 7 上的 3 条光束的主光线和该感光磁鼓面 7 的法线所成角度的平均值 β 、从 3 个发光单元 1a、1b、1c 中的两端的发光单元 1a、1c 射出的各光束在感光磁鼓面 7 上的成像点的副扫描方向的间隔 P、还有副扫描方向的分辨率。

图 5 是表示在感光磁鼓面 7 上 2 条扫描线平行扫描状态的主要部分斜视图。进而,在同一图中为了简化图而省略了来自发光单元 1b 的光束。

在同一图中考虑把主扫描方向设置为 Y 轴，把副扫描方向，即感光磁鼓移动的方向设置为 Z 轴，把感光磁鼓面 7 的法线方向设置为 X 轴的正交坐标系。

假设 XY 平面和主扫描面所成角度（入射到副扫描截面内的感光磁鼓 7 的光束的主光线和感光磁鼓面的法线所成角度）为 α 。这时，基于由从两端的发光单元 1a、1c 的 2 个发光单元射出的 2 条光束产生的成像点扫描被扫描面上的 2 条扫描线在光束的行进方向上产生光路长度差 δL ，在把同时扫描感光磁鼓面 7 上的各扫描线的副扫描方向的间隔设置为 P 时，可以用下式表示该光路长度差 δL 。

[公式 15]

$$\delta L = P \sin \alpha$$

以下，如果假设入射到任意扫描位置上的感光磁鼓面 7 上的光束的主光线和 f θ 透镜系统的光轴所成角度（入射到主扫描截面内的任意的扫描位置的感光磁鼓面 7 上的光束的主光线和该感光磁鼓面 7 的法线所成角度）为 β ，则在同一图中的感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_D 可以用下式表示。

[公式 16]

$$\delta Y_D = P \sin \alpha \tan \beta \quad \text{式 (5)}$$

因而，在本实施例中的感光磁鼓 7 面上的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY 的总绝对值为将用式(3)表示的 δY_{focus} 和用式(5)表示的 δY_D 相加的量，可以用下式表示。

[公式 17]

$$|\delta Y| = \left| \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} (\delta M_{(A)} - \delta M_{(BD)}) + P \sin \alpha \tan \beta \right|$$

一般主扫描方向的成像点的位置偏移容易通过根据感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每 1 英寸 (25.4mm) 的像素间距超过 1/3 来确认，不能忽略对图像的影响。

因而，当把根据感光磁鼓 7 面上的主扫描方向的分辨率确定的主扫

描方向的每 1 英寸的像素数设置为 N_M 时, 上述 δY 必须满足以下条件的式 (6)。

[公式 18]

$$|\delta Y| = \left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} (\delta M_{(\beta)} - \delta M_{(BD)}) \right| \leq \frac{25.4}{3 N_M} \quad \text{式 (6)}$$

在本实施例中的构成是, 设:

3 个发光单元 1a、1b、1c 中的两端的发光单元 1a、1c 的主扫描方向的间隔为 S_1 ; 视准透镜 2 的焦点距离为 f_1 ;

从光阑 3 到偏向器 5 的偏向面 5a 的距离为 L_1 ;

f0 透镜系统 6 的主扫描方向的焦点距离为 f_2 ;

入射到副扫描截面内的感光磁鼓面 7 的 3 条光束的主光线和该感光磁鼓面 7 的法线所成的角度的平均值为 α ;

入射到主扫描截面内的任意扫描位置的感光磁鼓面 7 上的 3 条光束的主光线和该感光磁鼓面 7 的法线所成的角度的平均值为 β ;

作为该平均值 β 的扫描位置中的主扫描的焦点偏移量为 $\delta M_{(\beta)}$;

3 条光束通过缝隙 9 时在扫描位置中的主扫描的焦点偏移量为 $\delta M_{(BD)}$;

如满足上述式 (6) 那样, 根据由感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每 1 英寸的像素数 N_M 、从 3 个发光单元 1a、1b、1c 中的两端的发光单元 1a、1c 射出的各光束在感光磁鼓面 7 上的成像点的副扫描方向的间隔 P , 最适宜地确定上述各值。

由此, 有效地抑制在感光磁鼓面 7 上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量, 由此实现适宜高速并且高画质的多束光扫描光学装置。

表 1、表 2 展示了本发明的实施例 1 的多束光扫描光学装置的诸特性。

[表 1]

表 1

使用基准波长	λ	nm	780
发光点数	n		3
发光点间隔	1	mm	0.10000
两端的发光点间隔	S1	mm	0.20000
半导体激光器玻璃盖片厚度	d _{cg}	mm	0.25000
半导体激光器玻璃盖片折射率	n ₀		1.51072
发光点~视准透镜第 1 面	d ₀	mm	23.67000
视准透镜第 1 面曲率半径	R ₁	mm	182.21200
视准透镜厚度	d ₁	mm	2.00000
视准透镜折射率	n ₁		1.76203
视准透镜第 2 面曲率半径	R ₂	mm	-20.83080
视准透镜第 1 面~圆柱透镜第 1 面	d ₂	mm	22.26000
圆柱透镜第 1 面副扫描方向曲率半径	R _{s3}	mm	26.99300
圆柱透镜第 1 面主扫描方向曲率半径	R _{m3}	mm	∞
圆柱透镜厚度	d ₃	mm	6.00000
圆柱透镜折射率	n ₃		1.51072
圆柱透镜第 2 面曲率半径	R ₄	mm	∞
圆柱透镜第 2 面~光孔光阑	d ₄	mm	16.43000
光孔光阑~多面镜偏向反射面	d ₅ (=L ₁)	mm	31.95000
多面镜偏向发射面~第 1f ₀ 透镜第 1 面	d ₆	mm	24.50000
第 1f ₀ 透镜厚度	d ₇	mm	8.00000
第 1f ₀ 透镜折射率	n ₇		1.52420
第 1f ₀ 透镜第 2 面~第 2f ₀ 透镜第 1 面	d ₈	mm	15.36871
第 2f ₀ 透镜厚度	d ₉	mm	7.00000
第 2f ₀ 透镜折射率	n ₉		1.52420
第 2f ₀ 透镜第 2 面~被扫描面	d ₁₀	mm	119.08129
f ₀ 透镜主扫描方向焦点距离	f ₂	mm	136.23663
在副扫描面内的磁鼓入射光束和磁鼓法线所成角度	α	度	6.00000
入射光学系统多面镜入射角	γ	度	60.00000
视准透镜焦点距离	f ₁	mm	24.63640
多面镜外接圆半径	r	mm	20.00000
最大扫描角度	η	度	45.00000
主扫描方向每 1 英寸的像素数	N _m		600
副扫描方向每 1 英寸的像素数	N _s		600
多面反射镜面数	men		6

[表 2]

表 2

f0 透镜形状			
第 1f0 透镜			
第 1 面		第 2 面	
R	-62.04392	R	-35.19858
k	-4.61089E+00	ku	-2.12978E+00
B4	2.85204E-06	B4u	-4.48178E-07
B6	0.00000E+00	B6u	2.06135E-09
B8	0.00000E+00	B8u	-2.36403E-14
B10	0.00000E+00	B10u	0.00000E+00
r	-62.04392	r	-59.17710
D2	1.05181E-03	D2u	-6.23751E-05
D4	3.61021E-06	D4u	-1.98025E-06
D6	-4.19737E-09	D6u	2.96105E-09
D8	-7.32799E-12	D8u	0.00000E+00
D10	2.27434E-14	D10u	0.00000E+00
		D21	-3.52689E-04
		D41	-5.64873E-07
		D61	1.90799E-09
		D81	0.00000E+00
		D101	0.00000E+00
第 2f0 透镜			
第 1 面		第 2 面	
R	88.19567	R	86.69997
k	-5.32797E-01	ku	-1.69591E+01
B4	-4.52682E-06	B4	-3.21654E-06
B6	2.28022E-09	B6	1.39488E-09
B8	-7.45817E-13	B8	-3.76115E-13
B10	8.42430E-17	B10	2.16568E-17
r	-37.27270	r	-13.92790
D2	3.60879E-03	D2	1.26219E-03
D4	3.97486E-06	D4	-1.11752E-06
D6	6.17920E-11	D6	6.81607E-10
D8	-5.22544E-13	D8	-2.44767E-13
D10	0.00000E+00	D10	3.64930E-17

其中, f_0 透镜主扫描截面的非球面形状(母线截面非球面形状), 在以各透镜面和光轴的交点为原点, 以光轴方向为 X 轴, 以在主扫描截面内和光轴正交的轴为 Y 轴, 以在副扫描截面内和光轴正交的轴为 Z 轴时, 可以用下式表示。

[公式 19]

$$x = \frac{y^2/R}{1 + (1 - (1+k)(y/R)^2)^{1/2}} + B_4 y^4 + B_6 y^6 + B_8 y^8 + B_{10} y^{10} + B_{12} y^{12} + B_{14} y^{14} \quad (a)$$

进而, R 是近轴曲率半径, k 、 $B_4 \sim B_{10}$ 是非球面系数。

另一方面, 副扫描截面形状是与(子线截面形状)主扫描方向的透镜面坐标是 y 的地方的母线非球面垂直的截面内的曲率半径 r' 用下式表示的形状。

[公式 20]

$$r' = r (1 + D_2 y^2 + D_4 y^4 + D_6 y^6 + D_{10} y^{10}) \dots\dots (b)$$

即, 是根据透镜长度方向的位置, 子线截面的曲率半径连续变化的形状。

进而, r 是光轴上的曲率半径, $D_2 \sim D_{10}$ 是各系数。

在此当各系数因 y 的值的正负而不同的情况下, 在 y 的值是正值时, 是作为系数使用带下标 u 的 $D_{2u} \sim D_{10u}$ 计算出的曲率半径, 当 y 值是负值时, 是作为系数使用下标 i 的 $D_{2i} \sim D_{10i}$ 计算出的曲率半径 r' 。

图 6 是展示以像高 (mm) 为横轴, 把入射到本实施例的主扫描截面内的任意扫描位置的感光磁鼓面 7 上的 3 条光束的主光线和该感光磁鼓面 7 的法线所成角度的平均值是 β 的在扫描位置上的主扫描的交点偏移量 $\delta M_{(\beta)}$ 以曲线表示的曲线图。在此, 作为曲线的右端的像高 114.1mm 是进行 BD 检测的像高, 这里的交点偏移量是 $\delta M_{(BD)}$, 该量为 0.99047mm。

图 7 是设上述曲线的横轴为入射到主扫描截面内的任意的扫描位置的感光磁鼓面 7 上的 3 条光束的主光线和该感光磁鼓面 7 的法线所成角度的平均值 β 的图。在此, 作为曲线右端的角度 β 是在 28.78 度进行 BD 检测的像高, 这里的交点偏移量是 $\delta M_{(BD)}$, 该量为 0.99047mm。

图 8 是本实施例中的感光磁鼓面 7 上的光束的扫描像高、入射到主

扫描截面内的任意的扫描位置的感光磁鼓面 7 上的 3 条光束的主光线和感光磁鼓面 7 的法线所成角度的平均值 β 、上述 $\delta M_{(\beta)}$ 等的数值数据。

图 9 是以 β 为横轴把本实施例的上述式 (3) 的值, 即在感光磁鼓面 7 上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{focus} 曲线化的曲线图。

在本实施例中, 多个发光单元的个数是 3, 入射到副扫描截面内的感光磁鼓面 7 上的 3 条光束的主光线和感光磁鼓面 7 的法线所成角度的平均值 α 是 6 度, 根据感光磁鼓面 7 上的副扫描方向的分辨率确定的副扫描方向的每 1 英寸的像素数 N_s 是 600。图 10 是以 β 为横轴, 把通过将这时的上述式 (5) 的值, 即在副扫描截面内入射到感光磁鼓面 7 上的 3 条光束的主光线和感光磁鼓面 7 的法线所成的角度设定为不是零的规定的角度 α 所产生的在有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_D 曲线化的曲线图。

将图 9 和图 10 所示的主扫描方向的成像位置的偏移量相加, 取其绝对值的量是上述条件式 (6) 的左边,

[公式 21]

把该量 $|\delta Y| = \left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} (\delta M_{(\beta)} - \delta M_{(BD)}) \right|$ 和上述条件式的右边的值 $25.4/3N_M$ 以 β 为横轴曲线化的曲线图如图 11 所示。

在本实施例中, 如图 11 所示, 通过满足上述条件式 (6), 以有效地抑制在感光磁鼓面 7 上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量。由此实现适宜高速并且高画质的多束光扫描光学装置。

在本实施例中, 通过使用在光源装置中具有 3 个以上的发光单元的光源装置, 实现能够与更高速化对应的形式。如果进一步增加发光单元的个数则对进一步高速化有利。但是, 对于在本实施例中使用的单片多束半导体激光器, 如果把多个发光单元的间隔设定得小, 则因为衰减、

交调失真等特性容易劣化,所以现行的发光单元的间隔大多是 0.1mm。因而,发光单元的个数越增加,则上述的 S_1 的值越大, δY_{focus} 、 δY_D 的量容易增大,即在有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量容易增大,难以得到高画质的图像输出,但在本实施例中,通过满足上述条件式(6)来降低光束的成像位置的偏移,可以得到高画质的图像。上述条件式(6)是为了得到在发光单元的个数特别是在3个以上的情况下的高画质的图像输出的重要条件。

进而,在本实施例中,说明了把 BD 缝隙 9 配置在 BD 透镜 10 的跟前一侧的构成,但不是必须另外设置 BD 缝隙 9,也可以省略 BD 透镜 10,在 BD 缝隙 9 的位置上,即在各光束的成像位置(相当于感光磁鼓 7 的位置)上直接配置作为写出位置同步信号检测元件的 BD 传感器 11。这种情况下, BD 传感器 11 的传感器一面(受光面)的端部边缘当然可以起到和 BD 缝隙 9 同样的效果。

[实施例 2]

图 12 是本发明的实施例 2 的多束光扫描光学装置的主扫描截面图。在同一图中,在与图 1 所示的要素相同的要素上标注了同一符号。

在本实施例中与上述实施例 1 不同之处在于,由 3 个发光单元 1a、1b、1c 构成光源装置 12,并且由 BD 透镜 13、BD 缝隙 14、还有 BD 传感器 11 等构成写出位置同步信号检测装置,通过满足后述的条件式(11)来降低从各发光单元 1a、1b、1c 射出的各光束的成像位置的偏移。其他的构成以及光学作用与实施例 1 大致相同,由此可以得到同样的效果。

即,在同一图中,12 是光源装置,具有在主扫描方向和副扫描方向上具有间隔的 3 个发光单元 1a、1b、1c,例如由多束半导体激光器构成。进而,省略 3 个发光单元 1a、1b、1c 的描述。在此,发光单元的数并不限于 3 个,也可以是 4 个以上。

13 是作为第 3 光学系统的同步检测用的成像透镜(BD 透镜),把在光偏向器 5 上反射的 BD 光束导入到 BD 传感器 11。14 是缝隙(BD 缝隙),被配置在 BD 透镜 13 的成像位置或者其附近。

本实施例的多束光扫描光学装置和实施例 1 不同, 用于检测感光磁鼓 7 上的扫描开始位置定时的写出位置同步信号检测用的光束 (BD 光束), 其构成是通过用于把未通过 f_0 透镜 6 的 BD 光束导入 BD 传感器 11 的另一 BD 透镜 13 进行 BD 检测。该 BD 透镜 13 由使在偏向面 5a 反射的光束在主扫描截面内的 BD 缝隙 14 的位置上成像, 在副扫描截面内使偏向面 5a 和 BD 缝隙 14 处于共轭关系的畸变透镜构成。

在本实施例的多束光扫描光学装置中, 因为 BD 光束通过与 f_0 透镜 6 不同的另一 BD 透镜 13, 所以容易地理解为即使在感光磁鼓面 7 上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描的交点偏移 δM 、在 BD 检测位置上主扫描的焦点偏移 $\delta M_{(BD)}$ 是相同的量, 主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{focus} 也不为零。

本实施例和上述的实施例 1 一样, 当把入射到在感光磁鼓面 7 上进行图像记录的有效扫描区域中的感光磁鼓面 7 上的 3 条光束的主光束和该感光磁鼓面 7 的法线所成的角度的平均值是 β 的任意扫描位置上的主扫描的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(\beta)}$ 的情况下, 这时从发光单元 1a、1b、1c 射出的各光束在感光磁鼓 7 面上的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_1 可以用下式表示。

[公式 22]

$$\delta Y_1 = \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(\beta)} \quad \text{—式 (7)}$$

另外, 同样如果把各光束通过 BD 缝隙 9 时的在扫描位置中的主扫描的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$, 把 BD 透镜 13 的主扫描方向的焦点距离设置为 f_3 , 则此时从发光单元 1a、1b、1c 射出的各光束的在 BD 缝隙 9 上的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{BD} 可以用下式表示。

[公式 23]

$$\delta Y_{BD} = \frac{S_1 L_1}{f_1 f_3} \delta M_{(BD)} \quad \text{—式 (8)}$$

因而, 本实施例和上述的实施例 1 一样,

在把3个以上的发光单元1a、1b、1c中的两端的主扫描方向的间隔设置为 S_1 ;

把视准透镜2的焦点距离设置为 f_1 ;

把从光阑3到偏向器5的偏向面5a的距离设置为 L_1 ;

把f0透镜6的主扫描方向的焦点距离设置为 f_2 ;

把BD透镜13的主扫描方向的交点距离设置为 f_3 ;

把入射到主扫描截面内的任意扫描位置的感光磁鼓面7上的3条以上的光束的主光线和该感光磁鼓面7的法线所成角度的平均值是 β 的扫描位置上的主扫描的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(\beta)}$;

把2条光束通过缝隙9时的扫描位置中的主扫描的焦点偏移量设置为 $\delta M_{(BD)}$ 时,

在感光磁鼓面7上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{focus} 可以用以下公式表示。

[公式24]

$$\delta Y_{focus} = \delta Y_1 - \delta Y_{BD} = \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(\beta)} - \frac{S_1 L_1}{f_1 f_3} \delta M_{(BD)} \quad \text{—式(9)}$$

从式(9)可知,在本实施例中,可以理解为即使在感光磁鼓面7上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描的交点偏移量 $\delta M_{(\beta)}$ 、在BD检测位置上主扫描的焦点偏移量 $\delta M_{(BD)}$ 是相同的量,主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{focus} 也不为零。

以下,因入射到副扫描截面内的感光磁鼓面7上的3条光束的主光线和该感光磁鼓面7的法线所成角度的平均值 α 产生的主扫描方向的偏移量 δY_D 和上述实施例1一样,可以用下式表示。

[公式25]

$$\delta Y_D = P \sin \alpha \tan \beta \quad \text{—式(10)}$$

因而,本实施例中的感光磁鼓面7上的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY 的总绝对值是将用式(9)表示的 δY_{focus} 和用式(10)表示的 δY_D 相加后的量,可以用下式表示。

[公式 26]

$$|\delta Y| = \left| \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(\beta)} - \frac{S_1 L_1}{f_1 f_3} \delta M_{(BD)} + P \sin \alpha \tan \beta \right|$$

一般主扫描方向的成像点的位置偏移容易根据由感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每 1 英寸 (25.4mm) 的像素间距超过 1/3 来确认, 对图像的影响不能忽视。

因而, 当把根据感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每 1 英寸的像素数设置为 N_M 时, 上述 δY 必须满足以下的条件式 (11)。

[公式 27]

$$|\delta Y| = \left| P \sin \alpha \tan \beta + \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(\beta)} - \frac{S_1 L_1}{f_1 f_3} \delta M_{(BD)} \right| \leq \frac{25.4}{3N_M} \quad \text{式 (11)}$$

在本实施例中, 设:

3 个以上的发光单元 1a、1b、1c 中的两端的发光单元 1a、1c 的主扫描方向的间隔为 S_1 ;

视准透镜 2 的焦点距离为 f_1 ;

从该光阑 3 到偏向器 5 的偏向面 5a 的距离为 L_1 ;

f0 透镜 6 的主扫描方向的焦点距离为 f_2 ;

BD 透镜 13 的主扫描方向的焦点距离为 f_3 ;

入射到副扫描截面内的感光磁鼓面 7 的 3 条光束的主光线和该感光磁鼓面 7 的法线所成的角度的平均值为 α ;

入射到主扫描截面内的任意扫描位置的感光磁鼓面 7 上的 3 条光束的主光线和该被扫描面的法线所成的角度的平均值为 β ;

作为该平均值 β 的扫描位置上的主扫描的焦点偏移量为 $\delta M_{(\beta)}$;

3 条光束通过缝隙 14 时在扫描位置中的主扫描的焦点偏移量为 $\delta M_{(BD)}$;

如满足上述式 (11) 那样, 根据由感光磁鼓面 7 上的主扫描方向的分辨率确定的主扫描方向的每 1 英寸的像素数 N_M 、从 3 个发光单元 1a、

1b、1c射出的各光束在感光磁鼓面7上的成像点的副扫描方向的间隔P，最适宜地确定上述各值。

由此，有效地抑制在感光磁鼓面7上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量，由此实现适宜高速并且高画质的多束光扫描光学装置。

表3、表4展示了本发明的实施例2的多束光扫描光学装置的诸特性。

[表 3]

表 3

使用基准波长	λ	nm	780
发光点数	n		3
发光点间隔	l	mm	0.05000
两端的发光点间隔	S1	mm	0.10000
半导体激光器玻璃盖片厚度	d _{cg}	mm	0.25000
半导体激光器玻璃盖片折射率	n ₀		1.51072
发光点~视准透镜第1面	d ₀	mm	18.33000
视准透镜第1面曲率半径	R1	mm	∞
视准透镜厚度	d ₁	mm	3.00000
视准透镜折射率	n ₁		1.76203
视准透镜第2面曲率半径	R2	mm	-15.21639
视准透镜第1面~圆柱透镜第1面	d ₂	mm	29.38200
圆柱透镜第1面副扫描方向曲率半径	R _{s3}	mm	19.21300
圆柱透镜第1面主扫描方向曲率半径	R _{m3}	mm	∞
圆柱透镜厚度	d ₃	mm	3.00000
圆柱透镜折射率	n ₃		1.52420
圆柱透镜第2面曲率半径	R4	mm	∞
圆柱透镜第2面~光孔光阑	d ₄	mm	7.19000
光孔光阑~多面镜偏向反射面	d ₅ (=L1)	mm	28.36000
多面镜偏向发射面~第1f ₀ 透镜第1面	d ₆	mm	10.50000
第1f ₀ 透镜厚度	d ₇	mm	6.50000
第1f ₀ 透镜折射率	n ₇		1.52420
第1f ₀ 透镜第2面~第2f ₀ 透镜第1面	d ₈	mm	7.12000
第2f ₀ 透镜厚度	d ₉	mm	6.60000
第2f ₀ 透镜折射率	n ₉		1.52420
第2f ₀ 透镜第2面~被扫描面	d ₁₀	mm	103.28000
f ₀ 透镜主扫描方向焦点距离	f ₂	mm	109.00000
在副扫描面内的磁鼓入射光束和磁鼓法线所成角度	α	度	10.00000
入射光学系统多面镜入射角	γ	度	85.00000
视准透镜焦点距离	f ₁	mm	19.96823
BD透镜主扫描方向焦点距离	f ₃	mm	42.71700
多面反射镜外接圆半径	r	mm	10.00000
最大扫描角度	η	度	56.24448
主扫描方向每1英寸的像素数	N _m		600
副扫描方向每1英寸的像素数	N _s		600
多面反射镜面数	men		4

[表 4]

表 4

f0 透镜形状			
第 1f0 透镜			
第 1 面		第 2 面	
R	-26.48140	R	-19.75260
k	-1.49902E+00	k	-8.11549E-01
B4	2.62745E-05	B4	1.30249E-05
B6	-5.63823E-08	B6	3.59039E-03
B8	0.00000E+00	B8	-9.03558E-11
B10	0.00000E+00	B10	0.00000E+00
r	-11.60330	r	-29.99770
D2u	1.66782E-02	D2u	-4.74335E-02
D4u	-2.05511E-05	D4u	-7.89235E-04
D6u	0.00000E+00	D6u	5.72932E-06
D8u	0.00000E+00	D8u	-9.37297E-09
D10u	0.00000E+00	D10u	0.00000E+00
D21	-9.72676E-05	D21	-1.03896E-02
D41	-7.39144E-06	D41	8.82172E-05
D61	0.00000E+00	D61	-3.60050E-07
D81	0.00000E+00	D81	5.30588E-10
D101	0.00000E+00	D101	0.00000E+00
第 2f0 透镜			
第 1 面		第 2 面	
R	84.79910	R	82.56960
k	-8.42997E+00	k	-8.26049E-01
B4u	-1.54001E-05	B4u	-2.19243E-05
B6u	1.37412E-08	B6u	2.45322E-08
B8u	-2.69944E-12	B8u	-2.67301E-11
B10u	-2.15513E-15	B10u	2.10166E-14
B12u	7.93243E-19	B12u	-8.35950E-18
B14u	0.00000+00	B14u	1.04822E-21
B41	-1.71719E-05	B41	-2.31502E-05
B61	1.72463E-08	B61	2.67547E-08
B81	-4.67025E-12	B81	-2.92126E-11
B101	-1.99776E-15	B101	2.29436E-14
B121	7.71718E-19	B121	-8.50899E-18
B141	0.00000E+00	B141	6.12529E-22
R	-78.88030	r	-10.05710
D2u	4.13213E-02	D2u	1.77203E-03
D4u	-3.82144E-05	D4u	-4.56816E-06
D6u	-1.21474E-08	D6u	6.29186E-09
D8u	2.14803E-11	D8u	-4.13362E-12
D10u	0.00000E+00	D10u	1.05481E-15
D21	0.00000E+00		
D41	0.00000E+00		
D61	0.00000E+00		
D81	0.00000E+00		
D101	0.00000E+00		

进而,可以用上述的式(a)、(b)表示本实施例中的f θ 透镜的主扫描截面的非球面形状(母线截面非球面形状)以及副扫描截面的形状(子线截面形状)。

图13是展示以像高(mm)为横轴,把入射到本实施例的主扫描截面内的任意扫描位置的感光磁鼓面7上的3条光束的主光线和该感光磁鼓面7的法线所成角度的平均值是 β 的扫描位置中的主扫描的焦点偏移量 $\delta M_{(\beta)}$ 曲线化的曲线图。

图14是以入射到主扫描截面内的任意的扫描位置的感光磁鼓面7上的3条光束的主光线和该感光磁鼓面7的法线所成角度的平均值 β 为上述曲线的横轴的图。

图15是本实施例中的感光磁鼓面7上的光束的扫描像高、入射到主扫描截面内的任意扫描位置的感光磁鼓面7上的3条光束的主光线和感光磁鼓面7的法线所成角度的平均值 β 、上述 $\delta M_{(\beta)}$ 等的数值数据。

另外,BD检测把由光偏向器5的偏向面5a反射的光束设定在以75度反射的角度上,其中的焦点偏移量 $\delta M_{(BD)}$ 为0.3mm。

图16是以 β 为横轴,把本实施例的上述(9)式的值,即在感光磁鼓面7上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{focus} 曲线化的曲线图。

在本实施例中,多个发光单元的个数是3,入射到副扫描截面内的感光磁鼓面7上的3条光束的主光线和该感光磁鼓面7的法线所成角度的平均值 α 是10度,根据感光磁鼓面7上的副扫描方向的分辨率确定的副扫描方向的每1英寸的像素数Ns是600。图17是展示以 β 为横轴,通过把这时的上述式(10)的值,即在副扫描截面内入射到感光磁鼓面7上的3条光束的主光线和该感光磁鼓面7的法线形成的角度设置成不是零的规定的角度而产生的、有效扫描区域上的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_D 曲线化的曲线图。

加算图16和图17所示的主扫描方向的成像位置的偏移量相加,取得其绝对值的量是上述条件式(11)的左边,

[公式 28]
把该量 $|\delta Y| = \left| \frac{S_1 L_1}{f_1 f_2} \delta M_{(s)} - \frac{S_1 L_1}{f_1 f_3} \delta M_{(sD)} + P \sin \alpha \tan \beta \right|$ 和上述条件式的右边的值 $25.4/3N_M$ 以 β 为横轴曲线化的图如图 18 所示。

在本实施例中，如图 18 所示，通过满足上述条件式 (11)，可以有效地抑制在感光磁鼓面 7 上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY 。由此实现适宜高速并且高画质的多束光扫描光学装置。

进而，在本实施例中，说明了把 BD 缝隙 14 配置在 BD 传感器 11 的跟前的构成，但不是必须另外设置 BD 缝隙 14，也可以在 BD 缝隙 9 的位置上，即在各光束的成像位置（相当于感光磁鼓 7 的位置）上直接配置作为写出位置同步信号检测元件的 BD 传感器 11。这种情况下，BD 传感器 11 的传感器一面（受光面）的端部边缘当然可以起到与 BD 缝隙 9 同样的功能。

进而，在以上的各实施例 1、2 中，作为光源装置 1 虽然说明了使用 1 个多束单片半导体激光器的实施例，但本发明并不限于此，例如使用多束半导体激光器，用光束合成棱镜等装置进行光束合成的形式也可以适用。

这种情况下，两端的发光单元 1a、1c 的主扫描方向的间隔 S_1 ，取在用各个多束半导体激光器的光束合成棱镜合成的前面的虚像位置上存在发光单元的情况的 S_1 的值是不言而喻的。

另外，作为单片半导体激光器，端面发光型的半导体激光器和主扫描方向以及副扫描方向上都隔开地 2 维地配置发光单元的面发光型的半导体激光器可以适用于本发明。

另外，作为具有 $f\theta$ 特性的第 2 发光系统的成像光学系统 6 由第 1、第 2 的 $f\theta$ 透镜 6a、6b 的 2 块透镜构成，但本发明并不限于此。例如，也可以是 1 块透镜、3 块以上的透镜，也可以是把曲面反射镜和衍射光学元件组合为透镜的状况。

[实施例 3]

图 19 是本发明的实施例 3 的多束光扫描光学装置的主扫描截面图。在同一图中，在与图 1 所示的主要要素相同的要素上标注相同号码。

在本实施例中与上述实施例 1 不同之处在于：把 BD 缝隙 19 设置成沿着入射到该 BD 缝隙 19 的多光束的行进方向可以移动。其他构成以及光学作用和实施例 1 大致相同，由此可以得到同样效果。

即，在同一图中，19 是 BD 缝隙，形成可以沿着入射到该 BD 缝隙 19 的多束光的行进方向移动的构成。

在本实施例中，BD 像高因为被设定在图像有效区域的外侧，所以 f0 透镜的 BD 光束通过的部分位于透镜的端部位置。因此，一般在 f0 透镜的加工时特别在端部加工误差容易增大，还容易产生焦点偏移。

另外，当用塑料成型形成 f0 透镜的情况等下，特别容易产生透镜端部的性能离散，还容易产生焦点偏差。

在本实施例中，如上所述当产生 BD 像高的焦点偏移的情况下，通过根据该焦点偏移量使 BD 缝隙 19 沿着光束的行进方向移动，来修正该 BD 缝隙 19 上的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{BD} 。

由此，有效地抑制在感光磁鼓面 7 上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向成像位置的偏移量，由此实现适宜高速并且高画质的多束光光学扫描装置。

进而，在本实施例中，说明了把 BD 缝隙 9 配置在 BD 透镜 10 的跟前的构成，但不必须另外设置 BD 缝隙 9，也可以省略 BD 透镜 10，在 BD 缝隙 9 的位置上，即、各光束的成像位置（相当于感光磁鼓面 7 的位置）上直接配置 BD 传感器 11。这种情况下，BD 传感器 11 的传感器面端部的边缘起到与 BD 缝隙 9 同样的功能。在这样的构成的情况下，通过使 BD 传感器 11 自身沿着光束行进方向移动，可以得到同样的效果。

进而，本实施例当然也可以适用于上述的实施例 2 中。

[实施例 4]

图 20 是本发明的实施例 4 的多束光扫描光学装置的写出位置同步信

号检测装置的放大图。在同一图中，在与图 1 所示的要素相同的要素上标注了相同符号。

在本实施例中与上述实施例 1 的不同之处在于：把 BD 缝隙 29 设置成在相对于入射到该 BD 缝隙 29 的多光束的行进方向大致垂直的截面内可以转动的构成。其他的构成以及光学作用与实施例 1 大致相同，由此可以得到同样的效果。

即，在同一图中，29 是 BD 缝隙，形成相对于入射到该缝隙 29 的多光束的行进方向大致垂直的截面内可以转动的构成。

相对于上述实施例 3 中所述的 BD 像高的焦点偏移，在本实施例中设置成通过使 BD 缝隙 29 在相对于入射到该 BD 缝隙 29 的多光束的行进方向大致垂直的截面内旋转，来修正该 BD 缝隙 29 上的主扫描方向的成像位置的偏移量 δY_{BD} 的构成。

由此，有效地抑制在感光磁鼓面 7 上进行图像记录的有效扫描区域中的主扫描方向的成像位置的偏移量，由此实现适宜高速并且高画质的多束光光学扫描装置。

进而，在本实施例中，说明了把 BD 缝隙 9 配置在 BD 透镜 10 的跟前的构成，但不必须另外设置 BD 缝隙 9，也可以省略 BD 透镜 10，在 BD 缝隙 9 的位置上，即、各光束的成像位置（相当于感光磁鼓面 7 的位置）上直接配置 BD 传感器 11。这种情况下，BD 传感器 11 的传感器面端部的边缘起到与 BD 缝隙 9 同样的功能。在这样的构成的情况下，通过使 BD 传感器 11 自身在沿着光束行进方向大致垂直面内旋转，可以得到同样的效果。

进而，本实施例当然也可以适用于上述的实施例 2 中。

（图像形成装置）

图 21 是展示本发明的图像形成装置的实施例的副扫描方向的主要截面图。在图中，符号 104 表示图像形成装置。在该图像形成装置 104 中，从个人计算机等外部机器 117 输入代码数据 Dc。该代码数据 Dc 由装置内的打印机控制器 111 变换为图像数据（点数据）Di。该图像数据 Di 被

输入到具有实施例 1~4 所示之一的构成的多束光扫描光学装置 100。而后,从该多束光扫描光学装置 100 射出根据图像数据 D_i 调制的光束 103,由该光束 103 在主扫描方向上扫描感光磁鼓 101 的感光面。

作为静电潜像载体(感光体)的感光磁鼓 101 由电机 115 驱动而顺时针转动。而后,随着该转动,感光磁鼓 101 的感光面相对于光束 103,在与主扫描方向正交的副扫描方向上移动。在感光磁鼓 101 的上方,设置使感光磁鼓 101 的表面与一样带电的带电滚轮 102 表面接触。而后,向通过带电滚轮 102 带电的感光磁鼓 101 的表面上,照射由上述多束光扫描光学装置 100 扫描的光束 103。

如上所述,根据图像数据 D_i 调制光束 103,通过照射该光束 103 使感光磁鼓 101 的表面形成静电潜像。由比上述光束 103 的照射位置还在感光磁鼓 101 的转动方向的下游一侧与感光磁鼓 101 接触那样地设置的显像器 107,把该静电潜像作为调色剂像进行显像。

在感光磁鼓 101 的下方,由被配置成与感光磁鼓 101 相对的转印滚轮 108 把由显像器 101 显像的调色剂像转印到作为被转印材料的纸张 112 上。纸张 112 被收纳在感光磁鼓 101 的前方(图 21 中右侧)的纸盒 109 内,但也可以手动供纸。在纸盒 109 端部上配设供纸滚轮 110,把纸盒 109 内的纸张 112 送入传送路。

由此,转印有未定影调色剂像的纸张 112 进一步被搬运到感光磁鼓 101 后方(图 21 中左侧)的定影器。定影器在内部由具有定影加热器(未图示)的定影滚轮 113 和压接在该定影滚轮 113 上那样配置的加压滚轮 114 构成,从转印单元搬运来的纸张 112 在定影滚轮 113 和加压滚轮 114 的压接单元上被加压并加热,由此定影纸张 112 上的未定影调色剂像。进而在定影滚轮 113 的后方配设排纸滚轮 116,把定影的纸张 112 排出到图像形成装置外。

虽然在图 21 中未图示,但打印机控制器 111 不只是进行前面说明的数据变换,还进行包含电机 115 在内的图像形成装置内的各单元、上述的多束光扫描光学装置内的多面反射镜电机等的控制。

(彩色图像形成装置)

图 22 是展示本发明的彩色图像形成装置的实施例的主要部分概略图。本实施例是并行排列 4 个多束光扫描光学装置, 在作为像承载体的感光磁鼓面上记录图像信息的复式的彩色图像形成装置。在图 22 中, 60 是彩色图像形成装置, 61、62、63、64 是具有各实施例 1~4 所示之一构成的多束光扫描光学装置, 21、22、23、24 是作为各种像承载体的感光磁鼓, 32、32、33、34 是各显像器、51 是输送带。进而, 在图 22 中具有把在显像器中显像的调色剂像转印到被转印材料上的转印器(未图示)、把被转印的调色剂像定影在被转印材料上的定影器(未图示)。

在图 22 中, 从个人计算机等外部机器 52 向彩色图像形成装置 60 输入 R(红)、G(绿)、B(蓝)的各颜色信号。这些颜色信号由装置内的打印机控制器 53 变换为 C(蓝绿色)、M(洋红)、Y(黄)、B(黑)的各图像数据(点数据)。这些图像数据被分别输入到多束光扫描光学装置 61、62、63、64。而后, 从这些多束光扫描光学装置射出根据各图像数据调制的光束 41、42、43、44, 由这些光束在主扫描方向扫描感光磁鼓 21、22、23、24 的感光磁鼓面。

本实施例中的彩色图像形成装置排列 4 个多束光扫描光学装置(61, 62, 63, 64), 各自与 C(蓝绿色)、M(洋红)、Y(黄)、B(黑)的各颜色对应, 各自平行地在感光磁鼓 21、22、23、24 面上记录图像信号(图像信息), 高速印刷彩色图像。

本实施例中的彩色图像形成装置如上所述, 由 4 个多束光扫描光学装置 61、62、63、64 使用基于各个图像数据的光束, 把各颜色的潜像形成在与各个对应的感光磁鼓 21、22、23、24 面上。其后, 多重转印在记录材料上形成 1 张全颜色的图像。

作为上述外部机器 52, 也可以使用具备例如 CCD 传感器的彩色图像读取装置。这种情况下, 由该彩色图像读取装置、彩色图像形成装置 60 构成彩色数字复印机。

如果采用本发明, 则通过适宜地设定各要素的值使得满足条件式(6)

或者条件式(11),不需要复杂的调整就可以有效地降低从具有多个发光单元的光源装置射出的多条光束的成像位置的偏移,由此可以适宜于高速并且高画质的多束光扫描光学装置以及使用它的图像形成装置。

图1

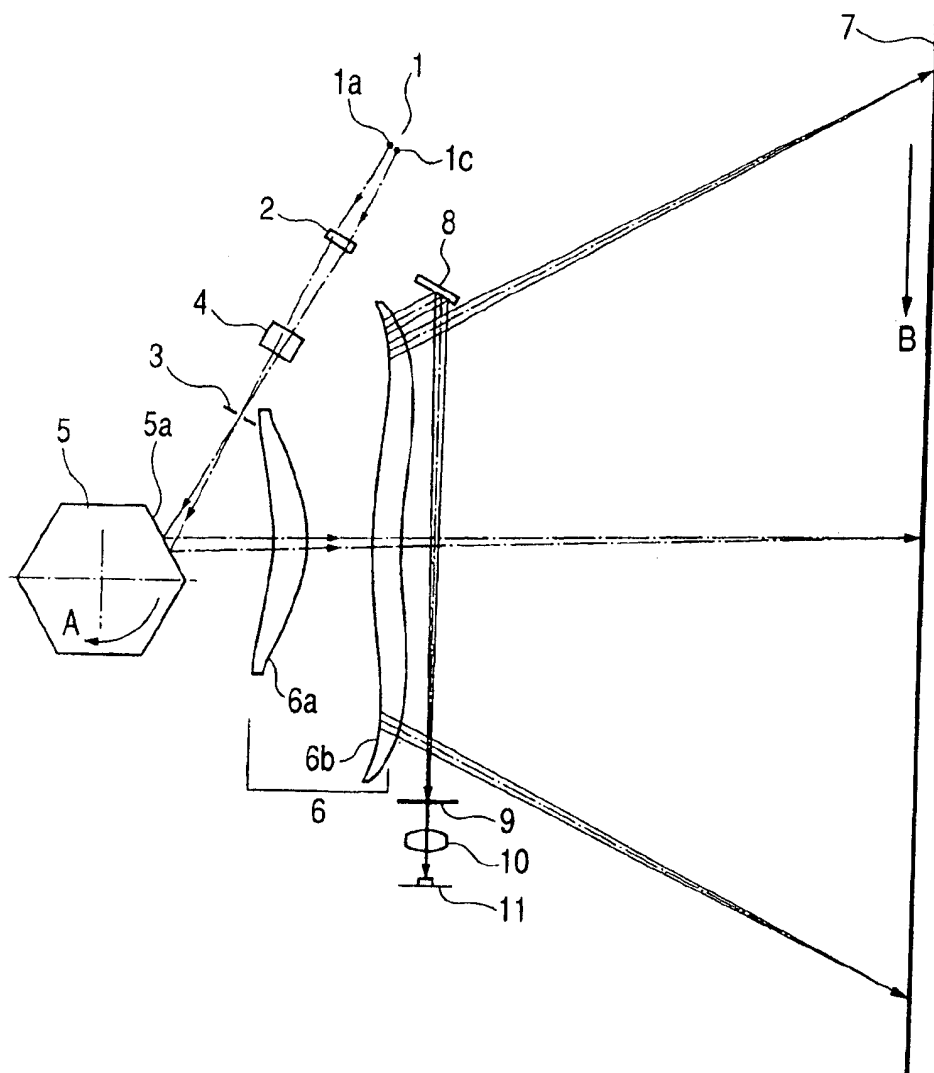


图 2

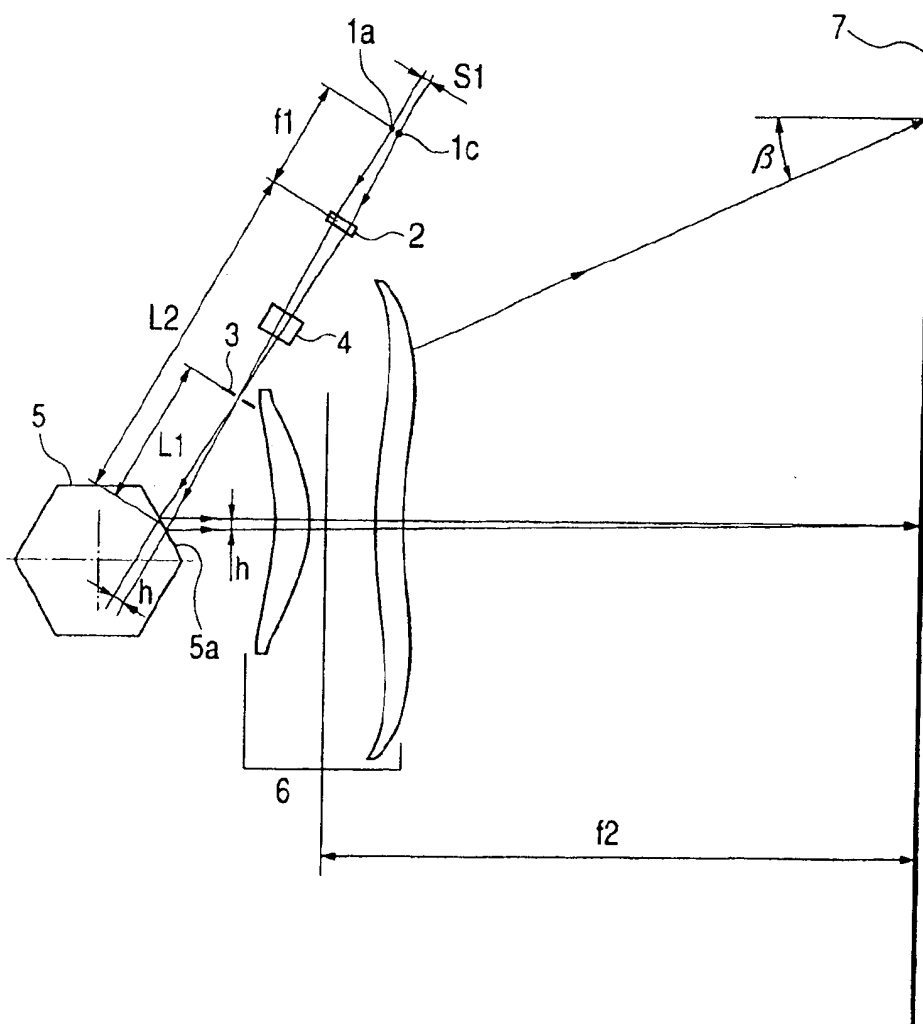


图 3

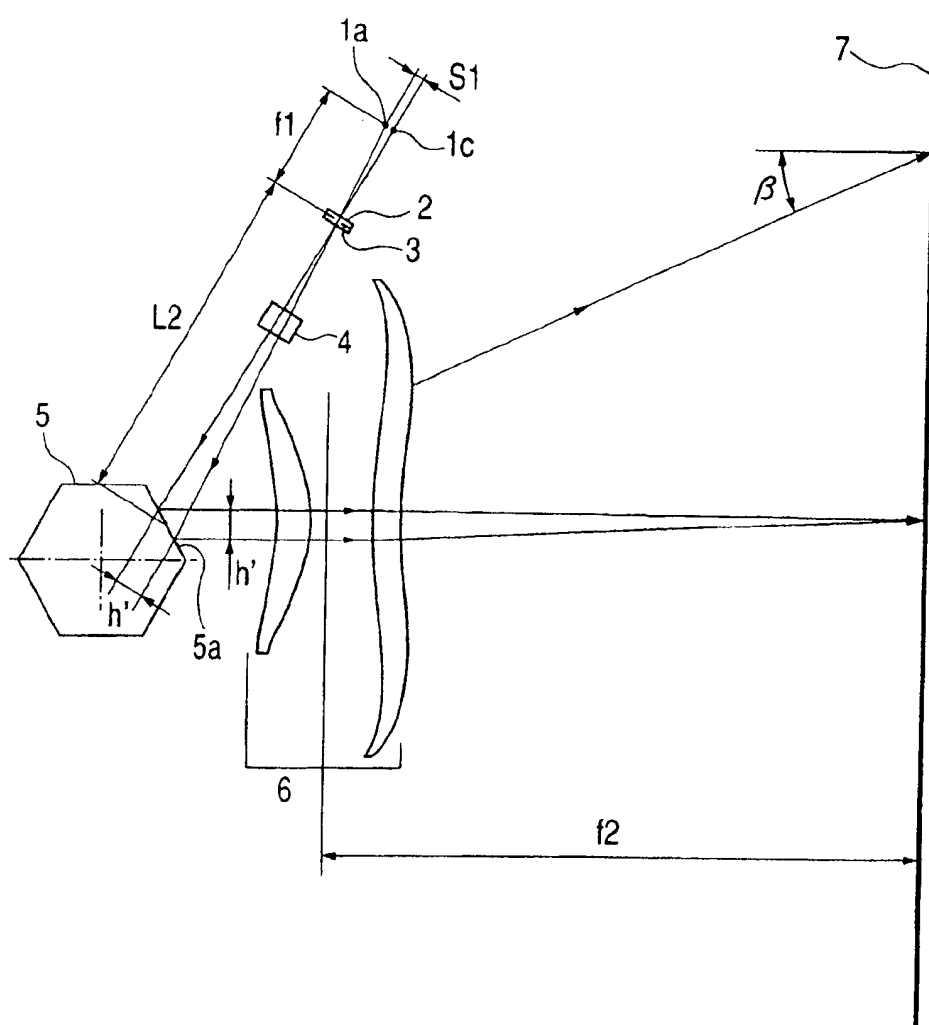


图 4

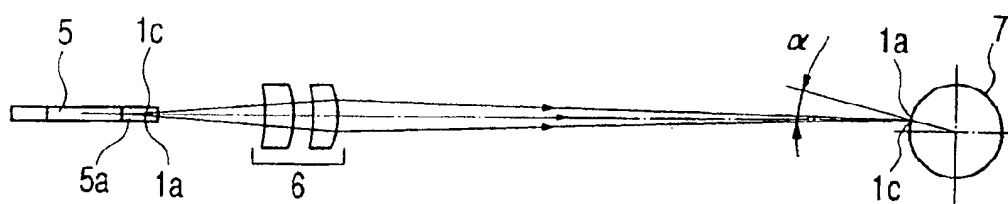


图 5

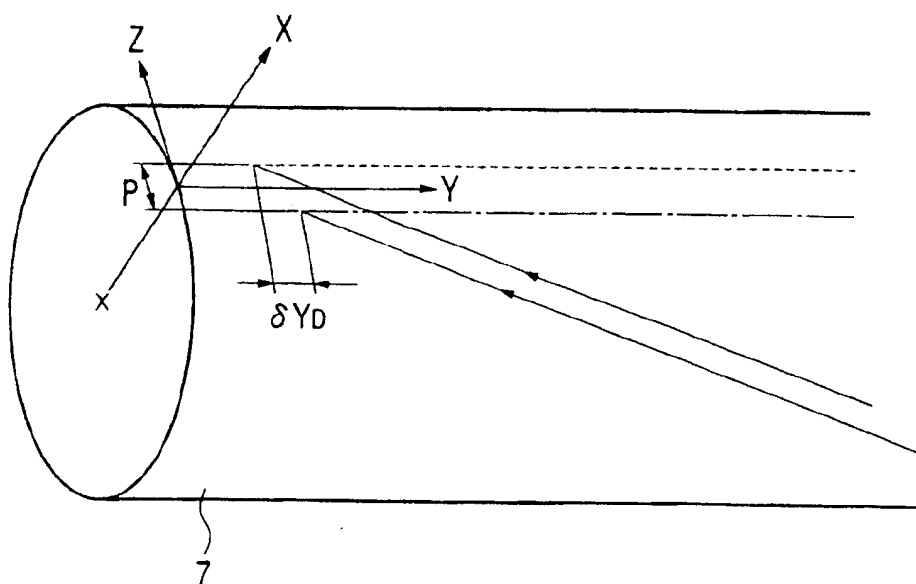


图6

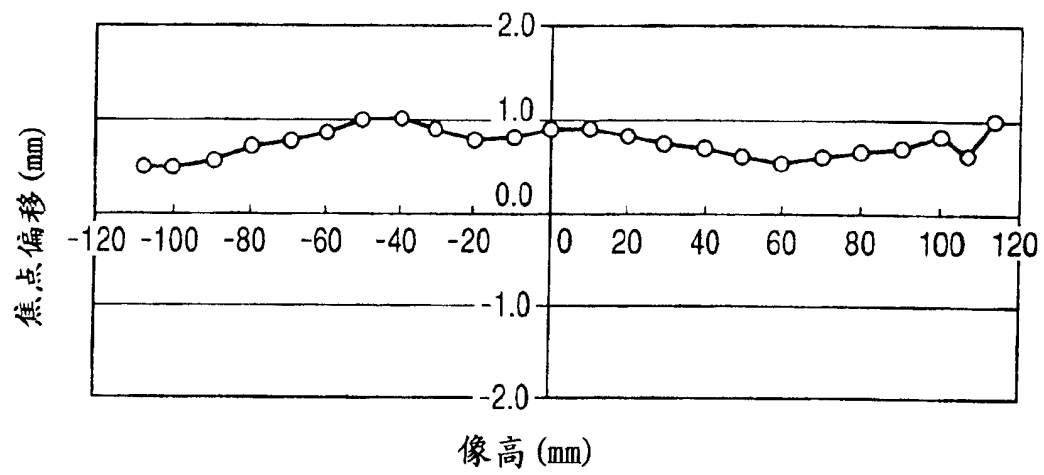


图7

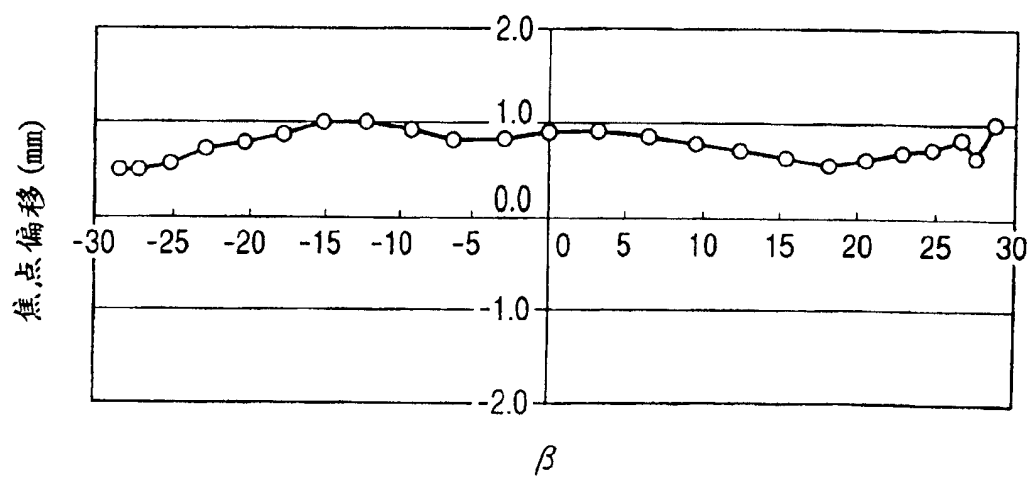


图 8

	像高	β	$\tan(\beta)$	$\delta M(\beta)$
BD像高	114.1	28.77910	0.54928	0.99047
有效扫描端部	107.0	27.52186	0.52105	0.59029
	100.0	26.39717	0.49634	0.80363
	90.0	24.63632	0.45860	0.68853
	80.0	22.63971	0.41707	0.64509
	70.0	20.41161	0.37213	0.57634
	60.0	17.96705	0.32428	0.51706
	50.0	15.32079	0.27396	0.59464
	40.0	12.49762	0.22165	0.68772
	30.0	9.53238	0.16792	0.74905
	20.0	6.46262	0.11327	0.83248
	10.0	3.32387	0.05808	0.91093
	0.0	0.14897	0.00260	0.90295
	-10.0	-3.03099	-0.05295	0.82136
	-20.0	-6.18621	-0.10839	0.79833
	-30.0	-9.28701	-0.16352	0.90100
	-40.0	-12.30174	-0.21807	1.02527
	-50.0	-15.19655	-0.27163	1.00502
	-60.0	-17.94007	-0.32376	0.87183
	-70.0	-20.50927	-0.37407	0.79034
	-80.0	-22.88949	-0.42220	0.72092
	-90.0	-25.06569	-0.46770	0.55486
	-100.0	-27.02814	-0.51014	0.48505
有效扫描端部	-107.0	-28.29328	-0.53829	0.49679

图9

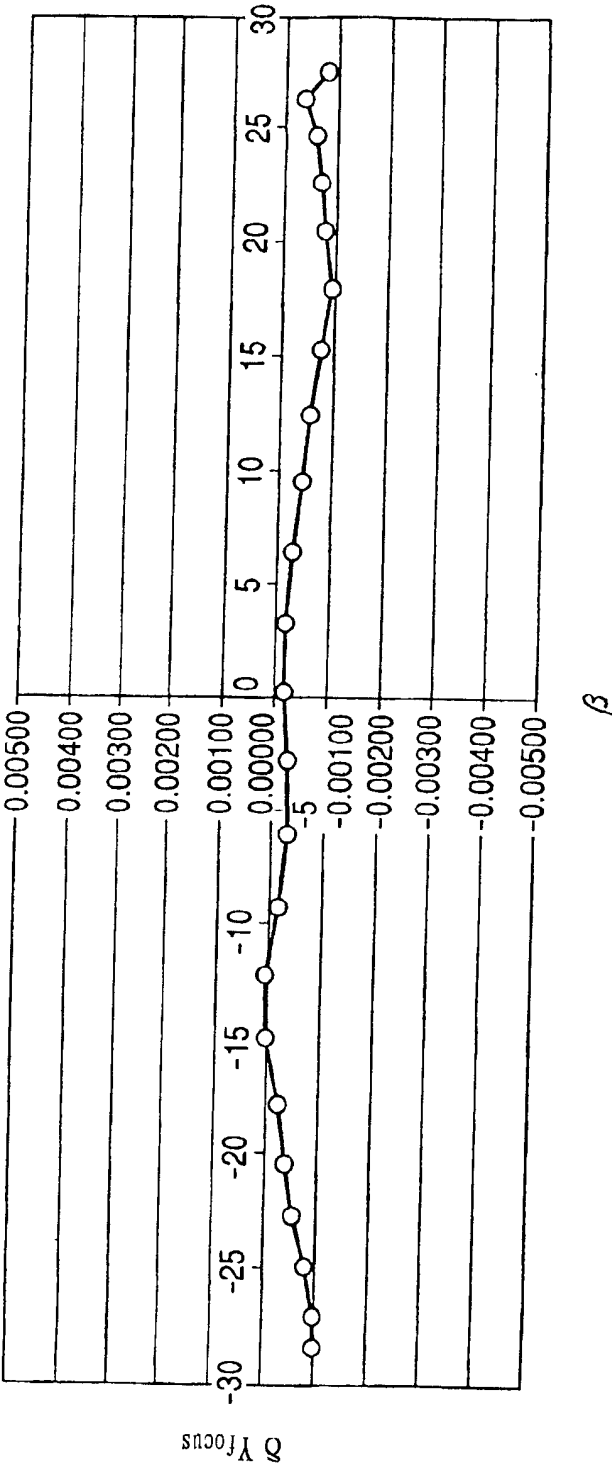


图10

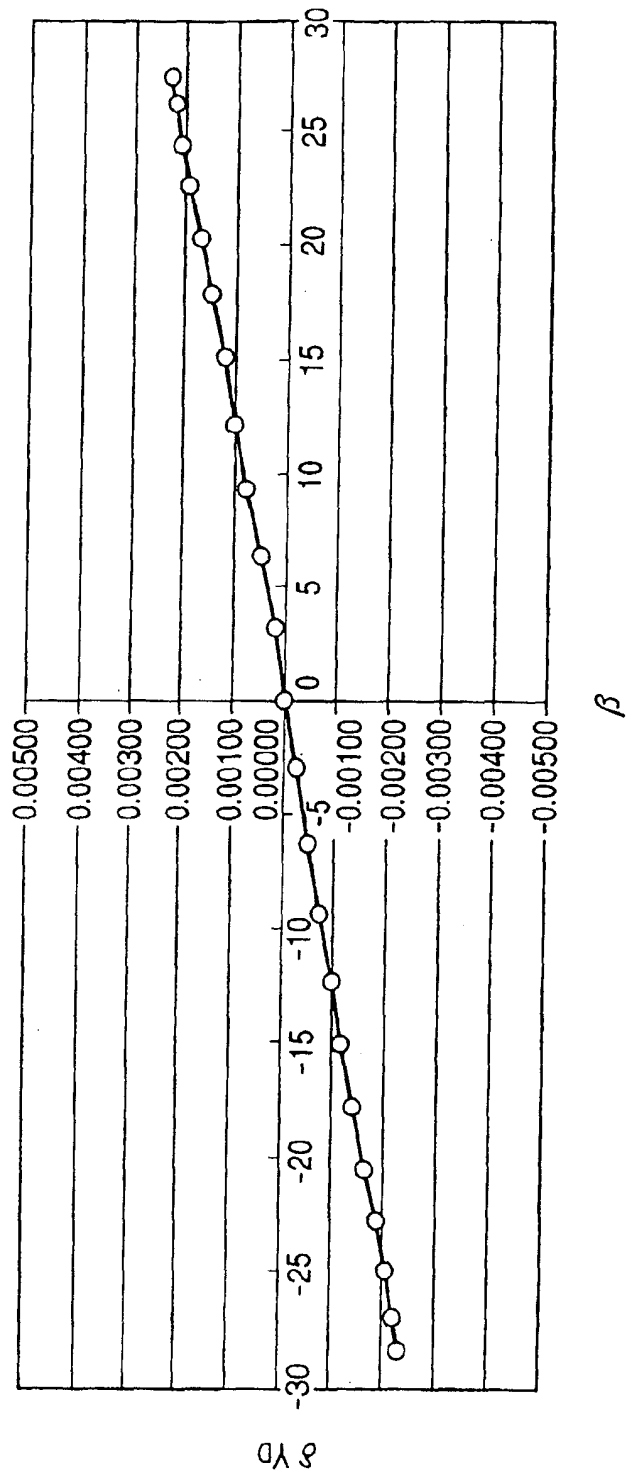


图 11

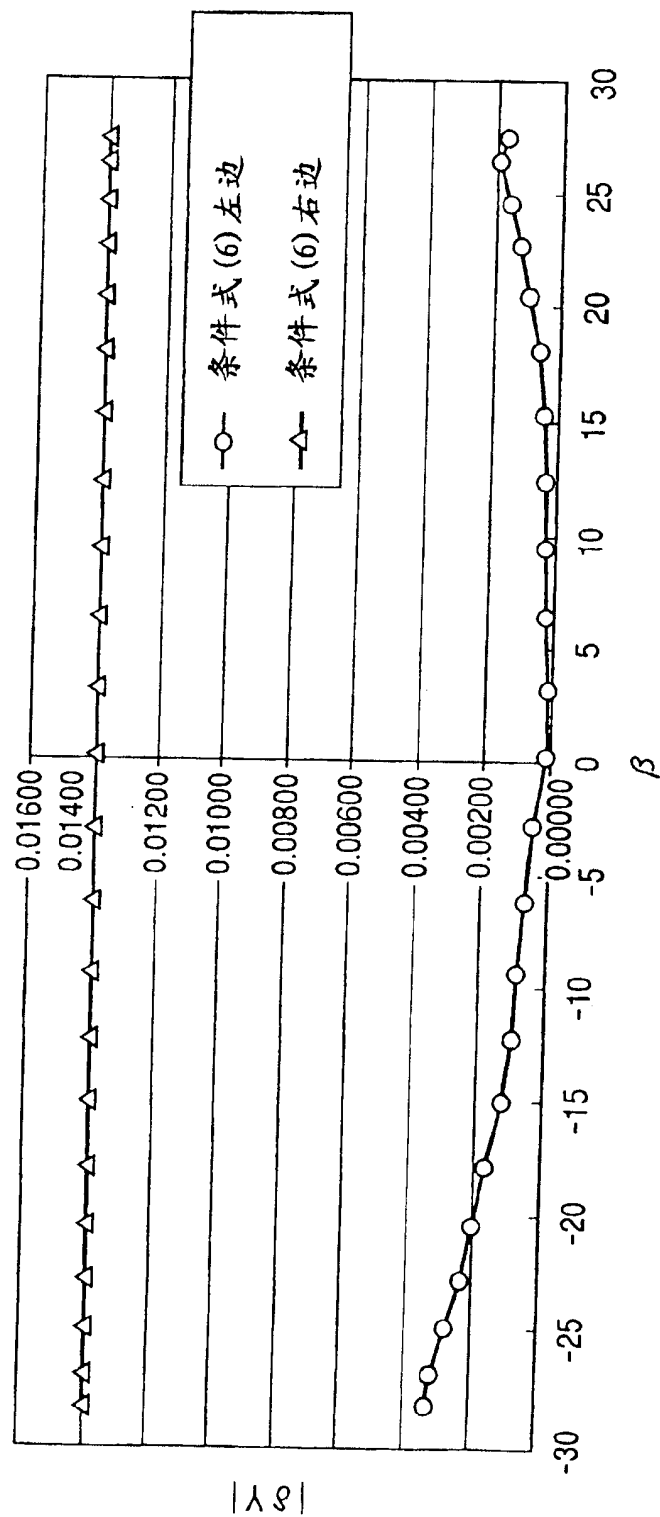


图12

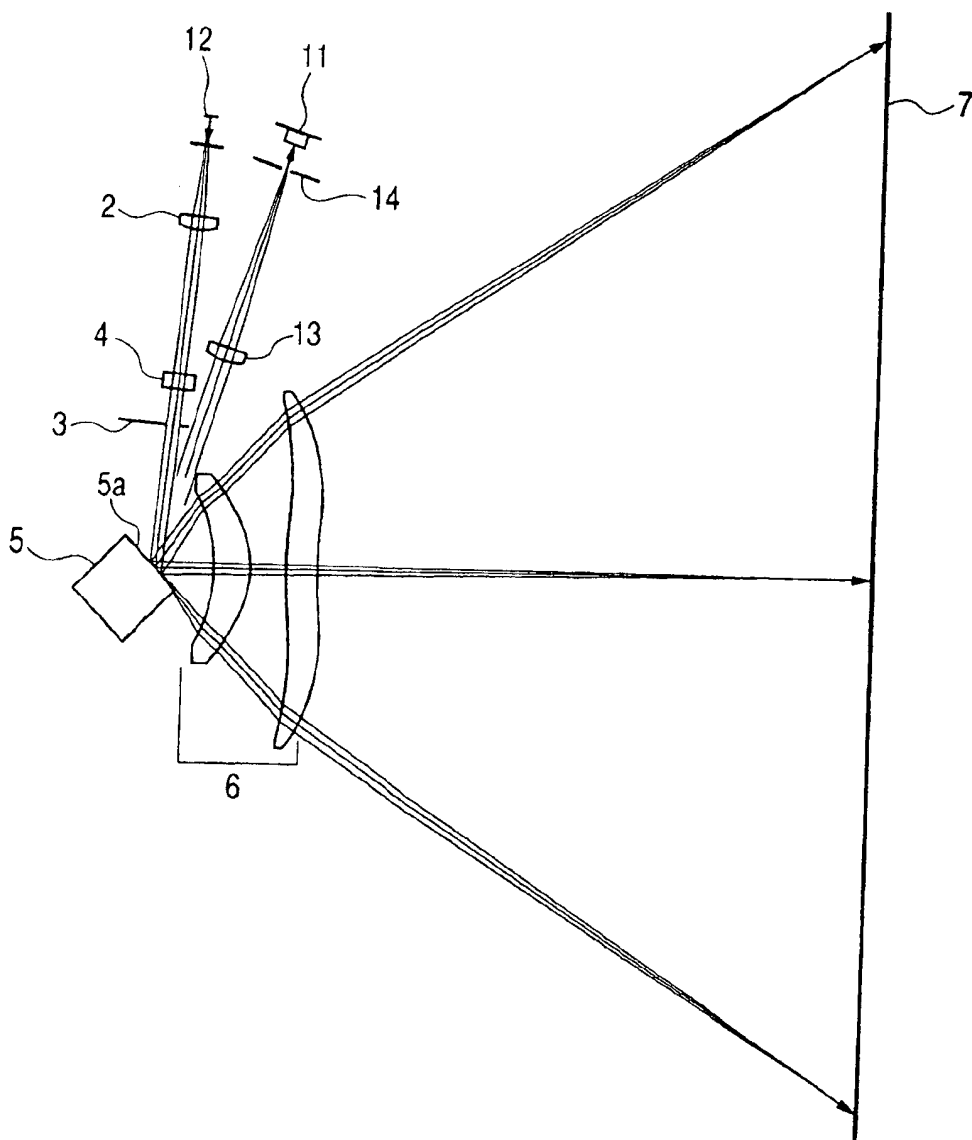


图13

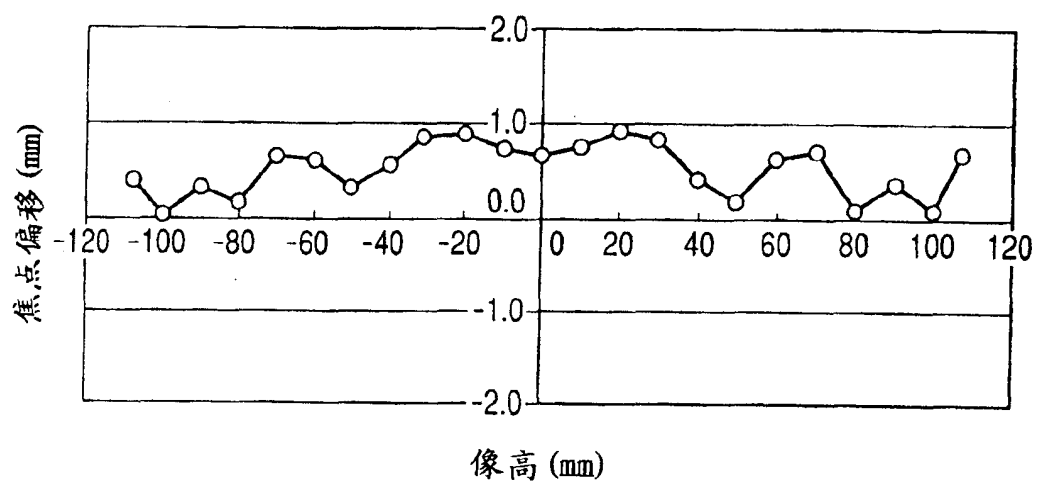


图14

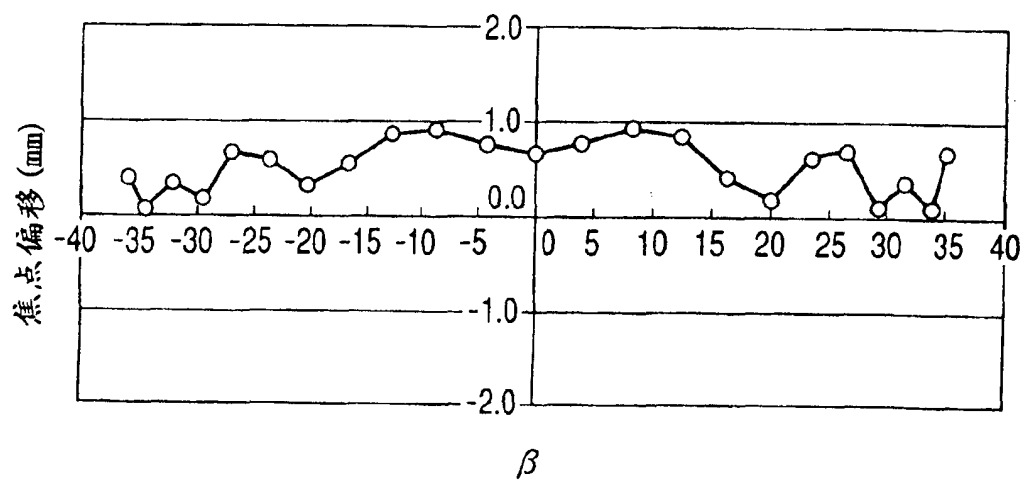


图 15

	像高	β	$\tan(\beta)$	$\delta M(\beta)$
有效扫描端部	107.0	34.93362	0.69848	0.68087
	100.0	33.61331	0.66473	0.09951
	90.0	31.44978	0.61160	0.36995
	80.0	29.04196	0.55527	0.10995
	70.0	26.37108	0.49578	0.69631
	60.0	23.37510	0.43222	0.62936
	50.0	20.03816	0.36472	0.18099
	40.0	16.38689	0.29407	0.39433
	30.0	12.48289	0.22138	0.83714
	20.0	8.40556	0.14777	0.93216
	10.0	4.22665	0.07390	0.76345
	0.0	0.00000	0.00000	0.65924
	-10.0	-4.23262	-0.07401	0.73708
	-20.0	-8.42855	-0.14818	0.88715
	-30.0	-12.53348	-0.22231	0.86244
	-40.0	-16.47721	-0.29578	0.54114
	-50.0	-20.18326	-0.36760	0.31214
	-60.0	-23.59199	-0.43672	0.58860
	-70.0	-26.67820	-0.50247	0.65970
	-80.0	-29.45567	-0.56475	0.16849
	-90.0	-31.97472	-0.62426	0.30462
	-100.0	-34.25236	-0.68094	0.05607
有效扫描端部	-107.0	-35.65104	-0.71728	0.38300

图16

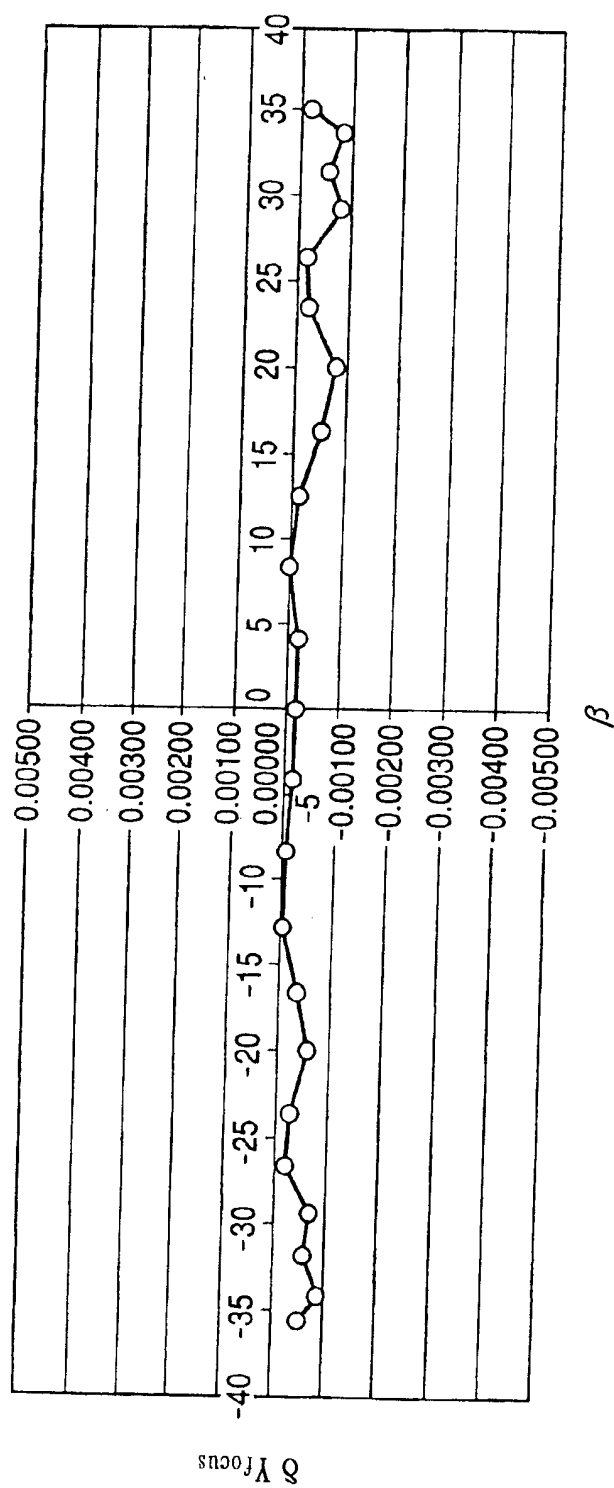


图 17

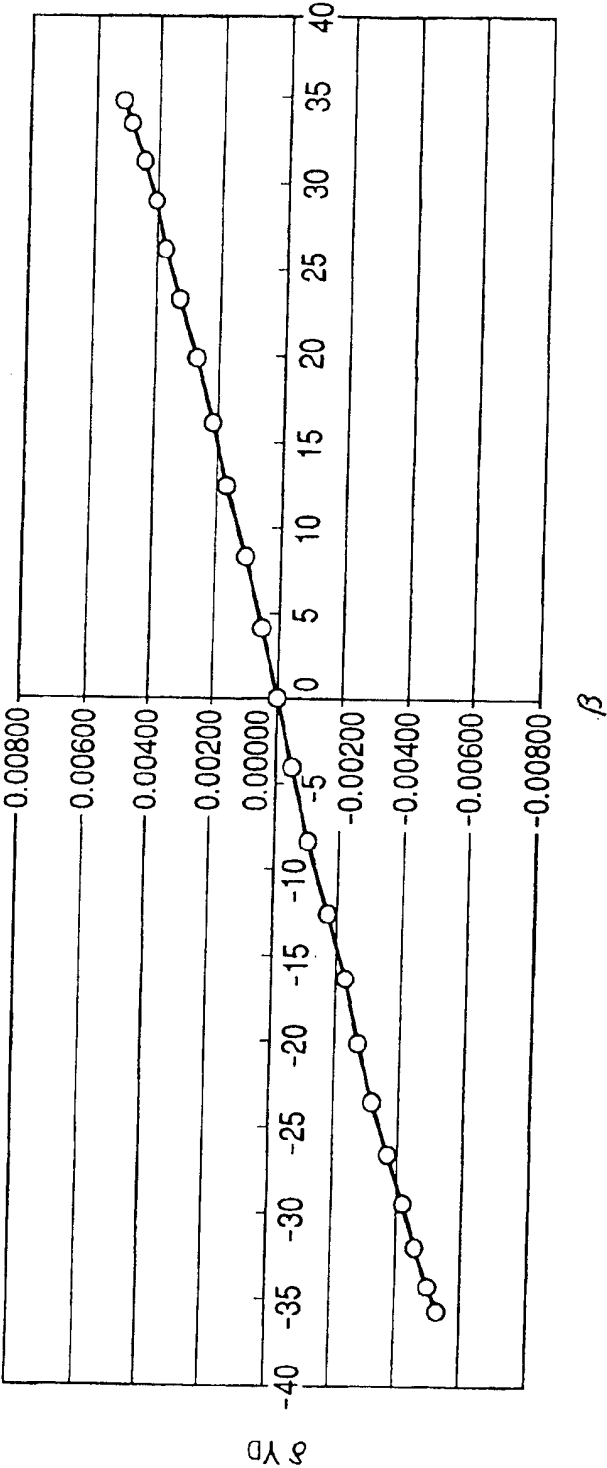


图 18

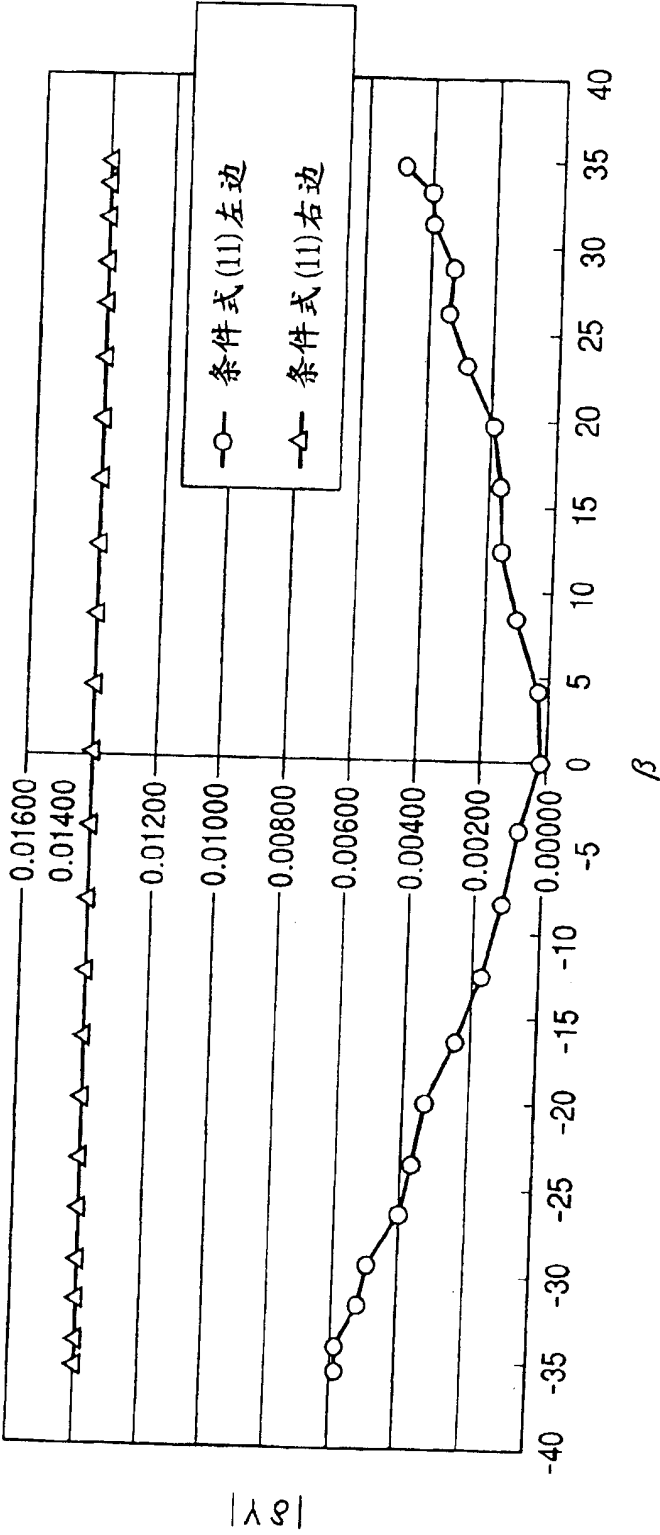


图 19

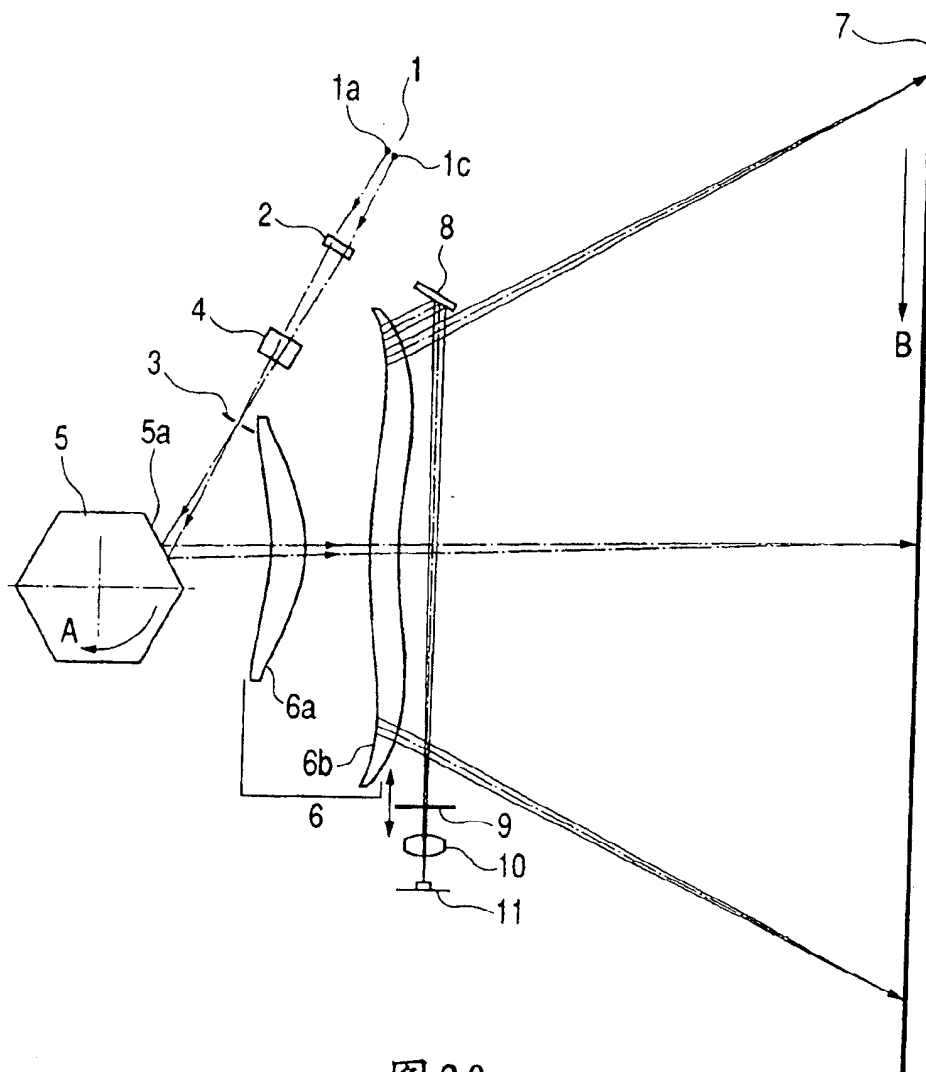


图 20

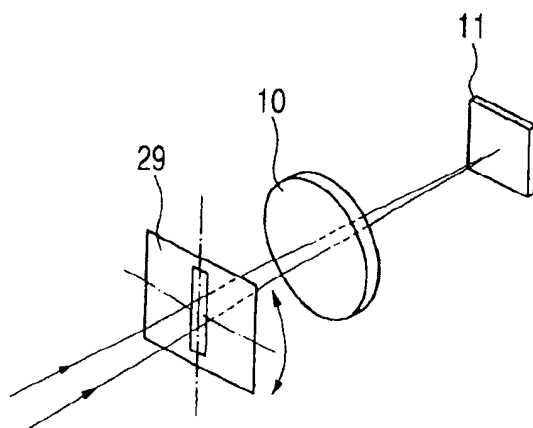


图 21

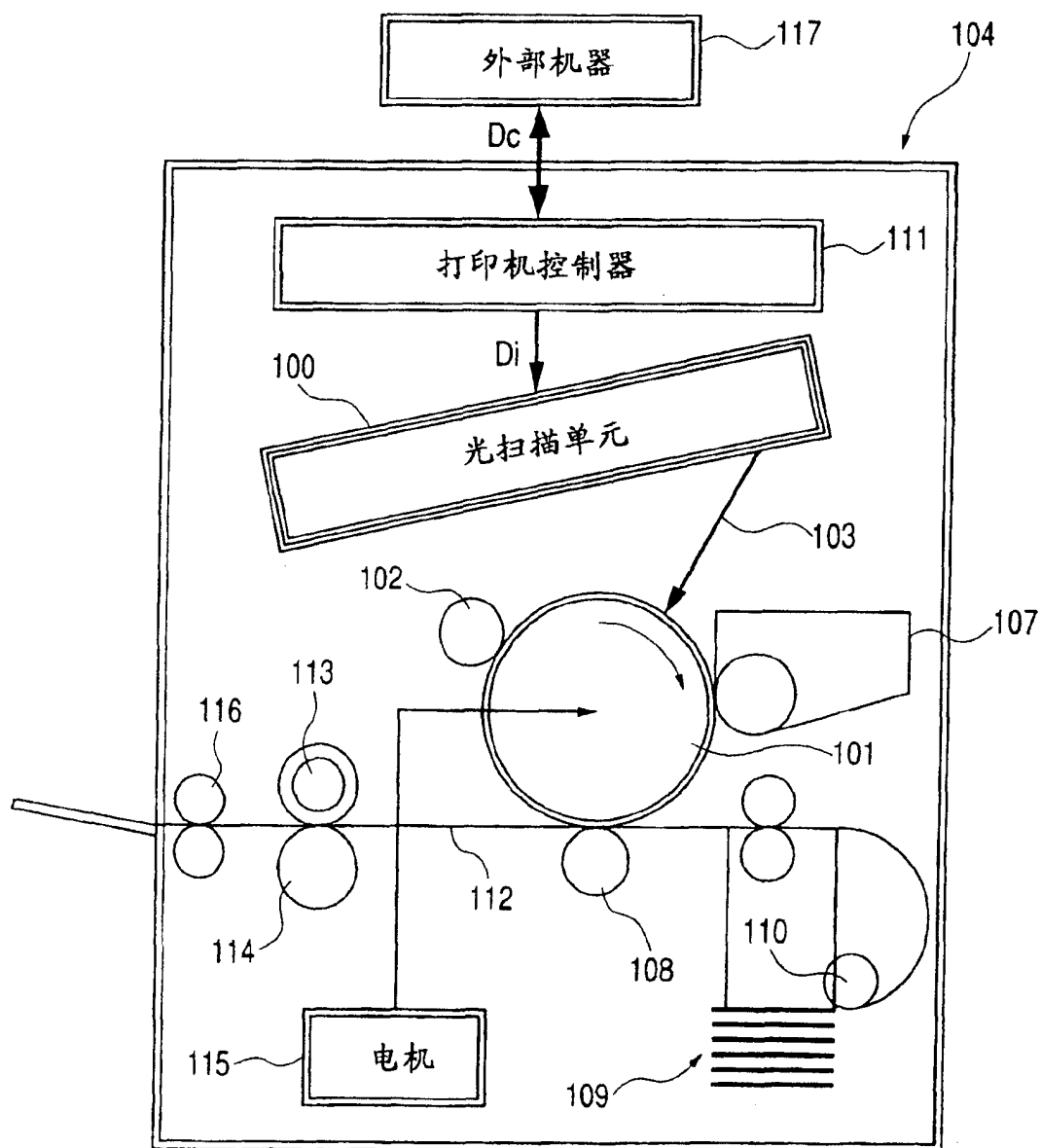


图 22

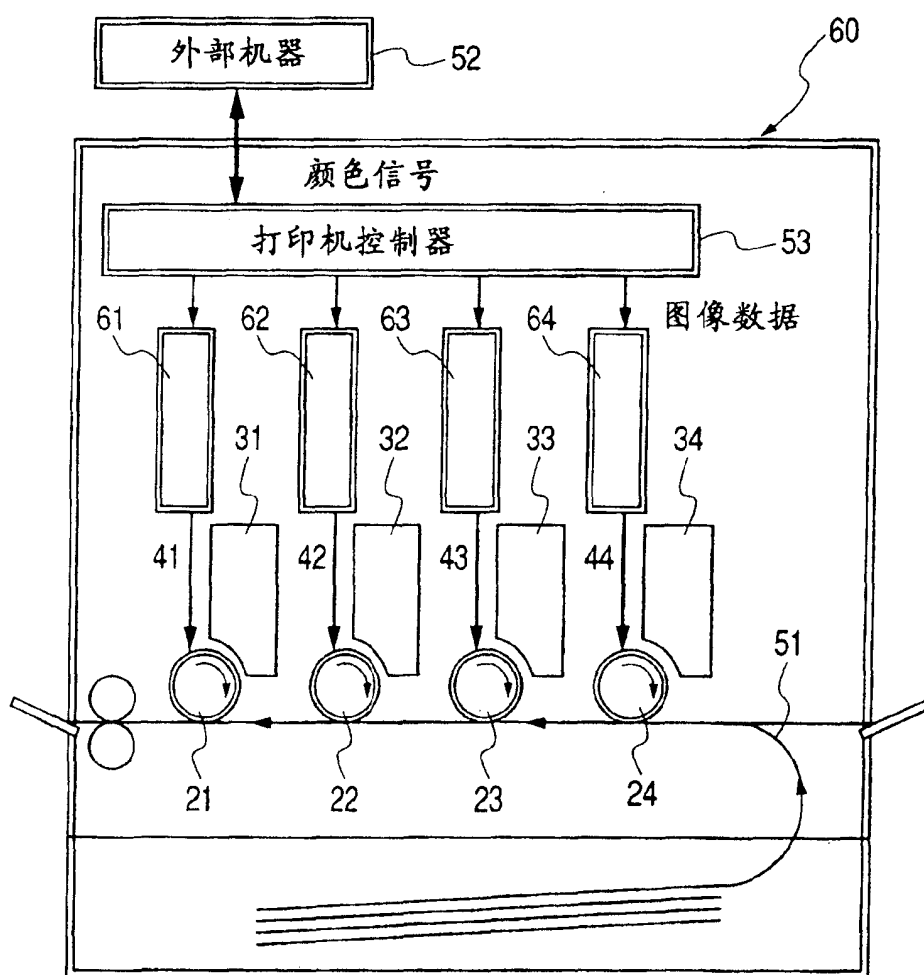


图 23

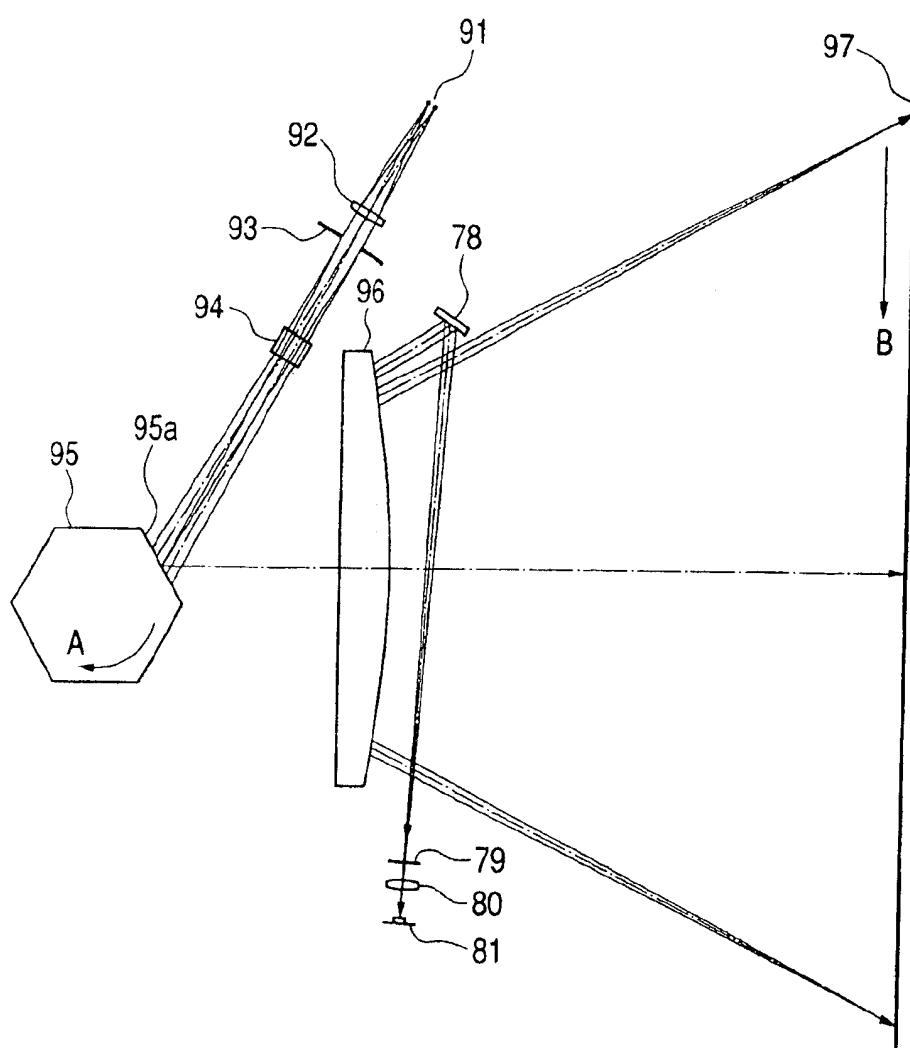


图 24

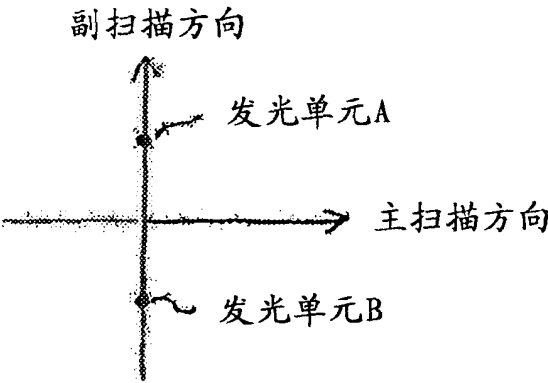


图 25

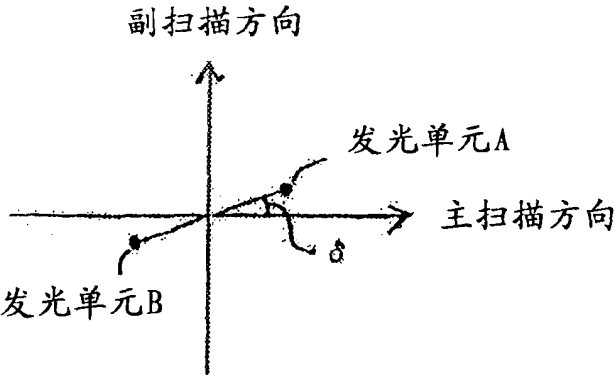


图 26

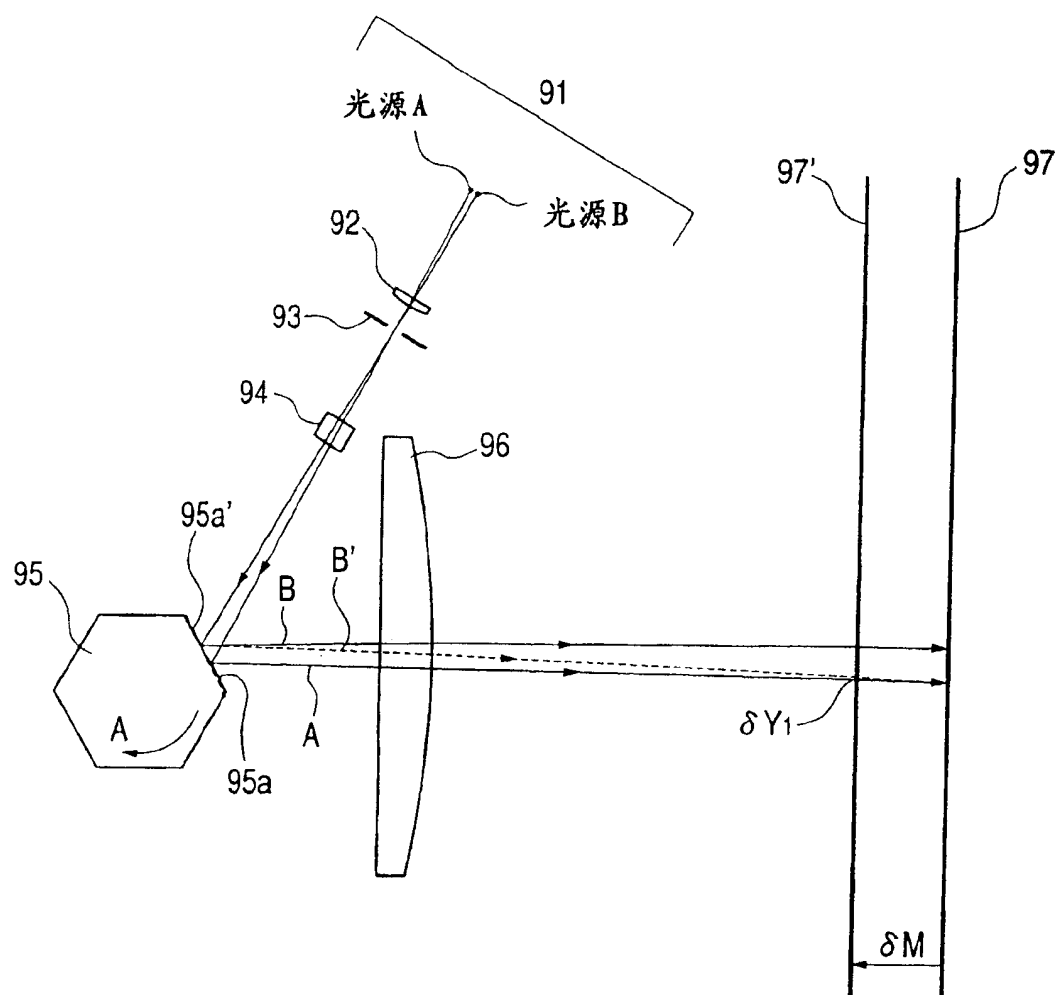


图 27

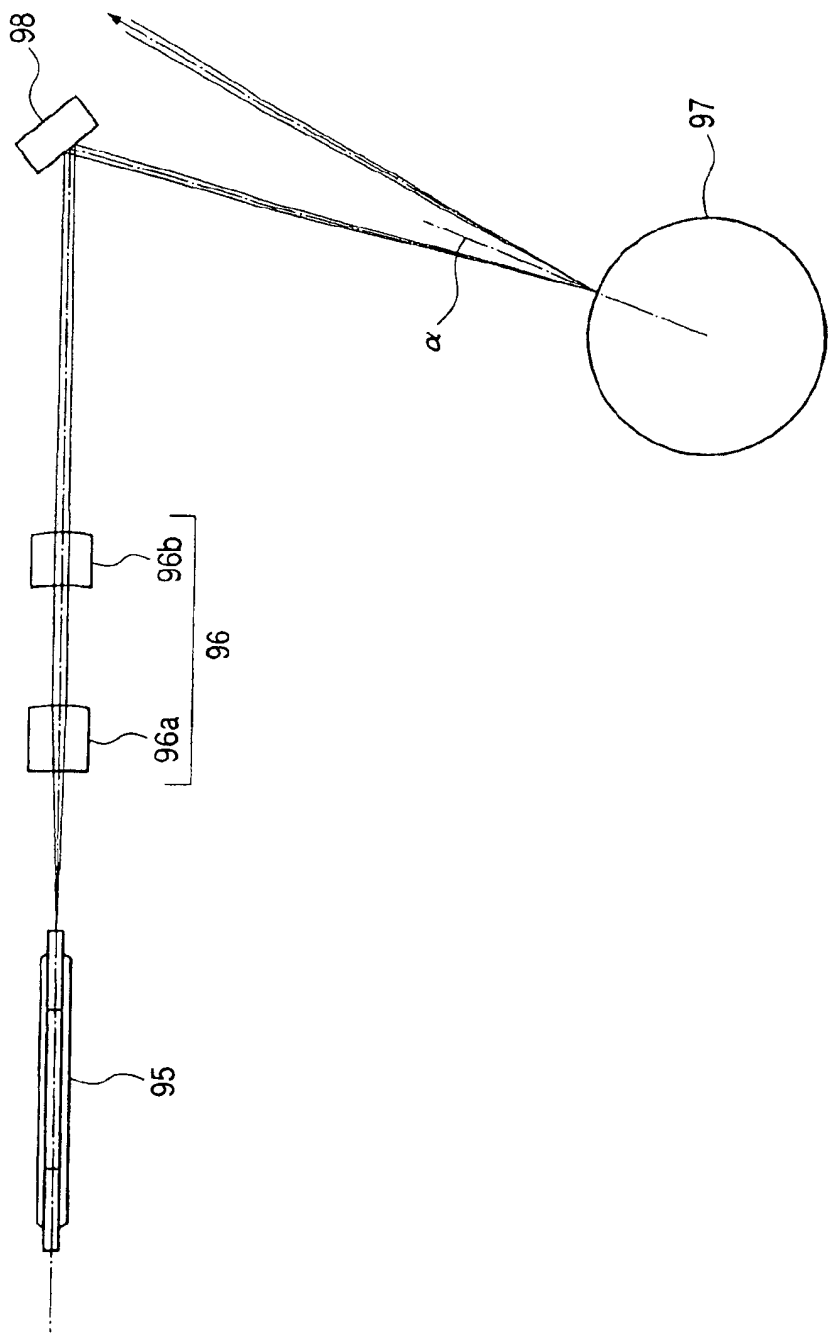


图 28

