

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 26/10 (2006.01)

B41J 3/00 (2006.01)

G03G 15/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510008115.6

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 100414343C

[22] 申请日 2005.2.6

[21] 申请号 200510008115.6

[30] 优先权

[32] 2004.2.6 [33] JP [31] 2004-030983

[73] 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

共同专利权人 东芝泰格有限公司

[72] 发明人 白石贵志

[56] 参考文献

JP 2001-103248 A 2001.4.13

JP 8-211315 A 1996.8.20

US 6347003 B1 2002.2.12

审查员 顾雯雯

[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 王彦斌

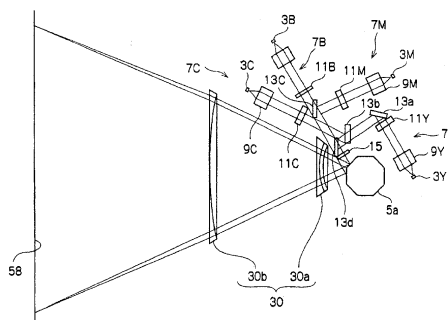
权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 19 页

[54] 发明名称

光学扫描装置和成像装置

[57] 摘要

本发明的目的是提供一种光学扫描装置和成像装置，该成像装置即使在温度变化时，可以利用简单的结构，减小在副扫描方向由不同光导鼓形成的多个像的位移。本发明的光束扫描装置具有一个光偏转装置、偏转前的光学系统和偏转后的光学系统，该偏转前的光学系统可以使多个光源发出的光束进入该光偏转装置，该偏转后光学系统包括第一光学部件，该第一光学部件用于将光偏转装置反射的光束成像在相应光束的被扫描表面上。在偏转前光学系统的一个位置上，配置第二光学部件，该第二光学部件在副扫描方向的正的或者负的放大率与第一光学部件的放大率相反，光束共同地穿过该第二光学部件，并使光束隔一定距离进入副扫描方向。本发明的成像装置具有本发明的光束扫描装置。



1. 一种光束扫描装置，其特征在于，包括：

单个的光偏转装置；

偏转前光学系统，该偏转前光学系统允许多个光源发出的光束进入到该光偏转装置；

偏转后光学系统，该偏转后光学系统包括第一光学部件，该第一光学部件用于使从该光偏转装置反射的光束成像在相应光束的被扫描表面上；

其中，在偏转前光学系统的一个位置上配置第二光学部件，该第二光学部件的负的放大率与第一光学部件在副扫描方向的放大率正负相反，该位置允许光源发出的光束同时通过，并允许光源发出的光束进入副扫描方向而隔开一定距离。

2. 如权利要求 1 所述的光束扫描装置，其特征在于，还在光源和第二光学部件之间配置对应于光源的多个第三光学部件，该第三光学部件使光源发射的光束得到预定的特征。

3. 如权利要求 1 所述的光束扫描装置，其特征在于，该第二光学部件是透镜。

4. 如权利要求 1 所述的光束扫描装置，其特征在于，该第二光学部件是具有不相等间隔刻线的透射衍射光栅。

5. 一种光束扫描装置，其特征在于，包括多个光学部件，所述多个光学部件是配置在盒体上并按间隔 L 提供朝向多个感光体的多个扫描线，其中，当将所述盒体、用于对所述感光体进行定位的支架以及驱动用于重合成像于所述多个感光体上的像的带的轴各自的线膨胀系数分别设为 α_H 、 α_F 以及 α_S 时，并且，当将在由反光镜将从偏转面到被扫描面的光路反射展开时的在副扫描方向的被扫描面上的光束位置之间的间隔设为 BP 时，选定特征使得光束在副扫描方向的间隔以每单位温度仅 $-(\alpha_H - 2 \times \alpha_F + \alpha_S) \times L + \alpha_H \times BP$ 偏移；

所述光学部件包括偏转后光学系统的第一光学部件和偏转前光学

系统的第二光学部件，其中，第二光学部件在副扫描方向具有负放大率，与第一光学部件在副扫描方向的放大率符号相反。

6. 如权利要求5所述的光束扫描装置，其特征在于，作为所述光学部件，还包括：单个的光偏转装置；

所述第一光学部件用于使来自所述光偏转装置的反射光束成像在相应光束的被扫描面上；

所述第二光学部件设置在这样的位置上，即，来自所述光源的光束在该位置隔开距离地入射在副扫描方向上，并且所述第二光学部件允许来自光源的光束入射到所述光偏转装置。

7. 一种光束扫描装置，其特征在于，包括：

单个的光偏转装置；

偏转前光学系统，该偏转前光学系统包括第二光学部件，该偏转前光学系统允许来自多个光源的光束入射到所述光偏转装置；以及

偏转后光学系统，该偏转后光学系统包括第一光学部件，该第一光学部件用于使来自所述光偏转装置的反射光束成像在相应光束的被扫描面上；

选定包括所述光偏转装置、所述偏转前光学系统以及所述偏转后光学系统的组成部分的特征，使得在由反光镜将从偏转面到被扫描面的光路反射展开时被扫描面上来自光源的光束的间隔随着温度的上升而变小，其中，第二光学部件在副扫描方向具有负放大率，与第一光学部件在副扫描方向的放大率符号相反。

8. 如权利要求7所述的光束扫描装置，其特征在于，在下述的位置上设置所述第二光学部件，在该位置上，来自所述光源的光束共同通过，并且来自所述光源的光束隔开距离地入射在副扫描方向。

9. 一种成像设备，其特征在于，包括：

光束扫描装置，该光束扫描装置具有单个的光偏转装置、允许来自多个光源的光束入射到所述光偏转装置的偏转前光学系统以及包括第一光学部件的偏转后光学系统，所述第一光学部件用于使来自所述光偏转装置的反射光束成像在相应光束的被扫描表面上；

感光体，该感光体具备被扫描面，在该被扫描面上根据来自所述光束扫描装置的光束形成潜像；以及

第二光学部件，该第二光学部件设置在所述偏转前光学系统这样的位置上，即，在该位置上，来自所述光源的光束共同通过，并且来自所述光源的光束隔开距离地入射在副扫描方向，而且，所述第二光学部件具有相对于所述第一光学部件在副扫描方向的放大率正负相反的负的放大率。

10. 一种成像设备，其特征在于，包括：

多个感光体；

定位所述感光体的支架；

箱体；

在其上重合成像于所述感光体的像的带；

驱动所述带的轴；以及

多个光学部件，所述多个光学部件配置在箱体上并按间隔 L 提供朝向感光体的多个扫描线，其中，当将所述箱体、所述支架以及所述轴各自的线膨胀系数分别设为 α_H 、 α_F 、 α_S ，并将在由反射镜将从偏转面到被扫描面的光路反射展开时在副扫描方向的被扫描面上的光束位置间的间隔设为 BP 时，选定特征使得光束在副扫描方向的间隔仅以每单位温度 $-(\alpha_H - 2 \times \alpha_F + \alpha_S) \times L + \alpha_H \times BP$ 偏移；

所述光学部件包括偏转后光学系统的第一光学部件和偏转前光学系统的第二光学部件，其中，第二光学部件在副扫描方向具有负放大率，与第一光学部件在副扫描方向的放大率符号相反。

11. 一种成像设备，其特征在于，包括：

光束扫描装置，该光束扫描装置包括单个的光偏转装置、允许来自多个光源的光束入射到所述光偏转装置的包括第二光学部件的偏转前光学系统、以及包括第一光学部件的偏转后光学系统，其中，所述第一光学部件用于使来自所述光偏转装置的反射光束成像在相应光束的被扫描表面上，并且，所述光束扫描装置选定所述光偏转装置、所述偏转前光学系统以及所述偏转后光学系统各组成部分的特征，使得

在从偏转面到被扫描面的光路反射展开时在被扫描面上的来自光源的光束之间的间隔随着温度的上升而变小；以及

感光体，该感光体具备被扫描面，在该被扫描面上根据来自所述光束扫描装置的光束形成潜像；

其中，第二光学部件在副扫描方向具有负放大率，与第一光学部件在副扫描方向的放大率符号相反。

光学扫描装置和成像装置

发明背景

本发明涉及成像装置例如激光印刷机和数字复印机以及用在这种成像装置中的光束扫描装置。

例如，这样形成多鼓轮式的彩色成像装置，使得在光导鼓上形成多个像，这些像在记录介质上彼此重叠，形成一个像。这种成像装置利用多个对应于分色分量的成像部分和光束扫描装置（激光曝光装置）。该光学扫描装置提供多个对应于颜色分量的成像信息，即向成像部分提供多个激光束。

在这种彩色成像装置中，必须在光导鼓上形成像的位置关系，特别是在副扫描方向形成位置关系，以便得到没有色移（彩色重合误差）的彩色像。然而在光源和光导鼓之间装有多多个光学部件，这些光学部件受到环境温度和湿度的影响，因此通常会不时地造成色移。

为了降低在副扫描方向的色移，美国专利 No.6337757 提出了一种方法。

在这种方法中，相应颜色分量的偏转前光学系统装有混合柱面透镜，该光学系统配置在各个颜色分量的光源和各个颜色分量共用的偏转器之间。该复合柱面透镜由玻璃柱面透镜和塑料柱面透镜构成，前者在副扫描方向具有正的放大率，光束以偏心和倾斜的方式穿过该透镜，后者在副扫描方向具有负的放大率。结果，对于各个颜色分量可以降低由于环境温度变化造成的在副扫描方向的位移。

然而在上述常规方法中，对于各个颜色分量，应当配置塑料柱面透镜（当颜色分量是黄色、深红色、深蓝色和黑色时，需要四个塑料柱面透镜），否则将增加装置的复杂性和成本。

当复合柱面透镜向光轴方向移动，以便进行聚焦调节，将光束聚焦在成像表面（光导鼓的表面）时，复合柱面透镜使得光束以偏心和

倾斜的方式透过。因此在成像表面上的照射位置（光束位置）发生改变。

发明概要

本发明的目的是提供一种光束扫描装置和成像装置，这种成像装置能够用简单的结构，补偿由于环境的变化造成的像光束位置在副扫描方向的飘移，并能降低这些像之间的位移。

本发明的第一方面是光束扫描装置，该装置包括：单个光偏转装置；偏转前光学系统，该系统可以使多个光源发射的光束进入该光偏转装置；偏转后光学系统，包括第一光学部件，用于将光偏转装置偏转的光束成像在相应光束的被扫描表面上，其特征在于，在偏转前光学系统的一个位置上，配置第二光学部件，该部件在副扫描方向具有与第一光学部件放大率相反的正的或者负的放大率，该第二光学部件可以同时通过光源发出的光束，并使得光源发出的光束可以分开一定距离进入副扫描方向。

本发明的第二方面是光束扫描装置，该光束扫描装置的特征在于包括多个光学部件，这些部件配置在盒子内，并可以向多个间距为 L 的光敏电阻装置提供多个扫描线，其中用 αH 、 αF 和 αS 分别表示盒子的线膨胀系数、固定光敏电阻装置支架的线膨胀系数和驱动传送带轴的线膨胀系数，在光敏电阻传感器鼓轮上显示的像，重叠在该传送带上，当用 BP 表示光路从偏转面偏转到被扫描表面时，在被扫描表面上沿副扫描方向的光束位置之间的间距时，可以选择部件的特性，使得在副扫描方向的光束位置，单位温度仅偏移—— $(\alpha H - 2 \times \alpha F + \alpha S) \times L + \alpha H \times BP$ 。

本发明的第三方面是一种光束扫描装置，其特征在于包括：单一光偏转装置；偏转前光学系统，该系统使多个光源发出的光束进入光偏转装置；偏转后光学系统，包括第一光学部件，用于将光偏转装置偏转的光束，成像在相应光束的被扫描表面上，其中可以选择光学组成部分包括光偏转装置、偏转前光学系统和偏转后光学系统的特性，使得从偏转面偏转到被扫描表面的光路偏转展开时，从光源射出的光

束在被扫描表面上的间隔，在温度升高时变小。

按照本发明的光束扫描装置和成像装置，即使在周围环境例如温度变化时，也可以采用简单的结构，降低在副扫描方向不同光导鼓所成像的位移。

附图的简要说明

图 1 是示意截面图，示出一种成像装置，该成像装置采用一个实施例的多光束光学扫描装置；

图 2 是示意平面图，示出装在图 1 所示成像装置光束扫描装置中的光学部件配置；

图 3 是示意截面图，说明图 2 所示光束扫描装置中，切断光偏转装置的偏转位置和偏转后光学系统扫描方向中心后的状态；

图 4A 和 4B 是说明示意图，说明环境变化补偿光学部件 15 的作用；

图 5 是说明示意图，说明受温度变化影响的各个参数的正常状态；

图 6 是说明示意图，说明在扫描线位置（激光束照射位置）波动的影响；

图 7 是说明示意图，示出在光导鼓的位置波动的影响；

图 8 是图表，说明该实施例第一具体例子中，在光学部件各个表面光轴上的曲率、间隔、相应光学部件的折射率等；

图 9 是图表，示出该实施例第一具体例子中，光学部件的偏心量和倾斜量；

图 10A-10F 是图表，示出该该实施例第一具体例子中各个光学部件的各个表面的曲面多项式系数；

图 11 是图表，示出该实施例第一具体例子中环境改变补偿光学部件 15 的近轴放大率特性；

图 12 是图表，示出该实施例第一具体例子中，温度上升 15℃ 时位置的变化；

图 13 是图表，示出该实施例第二具体例子中，在光学部件各个表面的光轴上的曲率、间隔和相应光学部件的折射率；

图 14 是图表, 示出该实施例第二具体例子中, 光学部件的偏心量和倾斜量;

图 15A 和 15B 是图表, 示出该实施例第二具体例子中, 各个光学部件各个表面的曲面多项式系数;

图 16 是图表, 示出该实施例第二具体例子中, 环境变化补偿光学部件 15 的近轴部分放大率特性;

图 17 是图表, 示出该实施例第二具体例子中, 温度升高 15°C 时位置的变化;

图 18 是图表, 示出该实施例比较例子中, 各光学部件表面光轴上的曲率、间隔和相应光学部件折射率;

图 19 是图表, 示出该实施例比较例子中, 光学部件的偏心量和倾斜量;

图 20 是图表, 示出该实施例比较例子中, 环境变化补偿光学部件 15 的近轴部分放大率特性;

图 21 是图表, 示出该实施例比较例子中, 温度上升 15°C 时位置的变化。

优选实施例的详细说明

下面参考附图, 说明本发明优选实施例的光束扫描装置和成像装置。

(A) 一个实施例

下面说明本发明一个实施例的光束扫描装置和成像装置。此实施例的光束扫描装置是多光束光学扫描装置。

图 1 示出彩色成像装置, 该成像装置采用本实施例的多光束光学扫描装置。在这种彩色成像装置中通常采用四个部分, 这四个部分由四种像信息部分和不同的装置构成, 在该像信息部分中, 颜色被分成为黄色 (Y)、深红色 (M)、深蓝色 (C) 和黑色 (B) 的相应分量, 该不同装置形成对应于 Y、M、C 和 B 的相应颜色分量的像; 因此, 在以下的说明和附图中, 在参考编号上加上 Y、M、C 和 B, 以便区分相应颜色分量的像信息和对应于这些像信息的装置。

在图 1 中成像装置 100 具有第一至第四成像部分 50Y、50M、50C 和 50B，这些部分形成分色的像：黄色像、深红色像、深蓝色像和黑白像。

该成像部分 50Y、50M、50C 和 50B 按此顺序接连配置在光束扫描装置 1 的下面，配置的位置对应于颜色分量像的激光束 L（Y、M、C 和 B）经多光束光学扫描装置 1 的第三偏转反射镜 37Y、37M、37C、和第一偏转反射镜 33B 射出的位置。下面将参考图 2、3 说明这些成像部分。

传送带 52 配置在相应成像部分 50（Y、M、C 和 B）的下面，该传送带传送记录介质材料，由成像装置部分 50（Y、M、C 和 B）形成的像转印到该记录介质上。

该传送带 52 桥接在传送带驱动辊 56 和张紧辊 54 之间，该传送带利用未示出的马达向箭头表示的方向转动。该传送带 52 以预定速度向传送带驱动辊 56 转动的方向以预定速度转动，并在成像部分 50（Y、M、C 和 B）的下面进行直线移动。

该成像部分 50（Y、M、C 和 B）具有光导鼓 58Y、58M、58C 和 58B，这些鼓轮为圆筒形鼓轮，被形成为可以沿图 1 的顺时针方向转动。分别在光导鼓 58Y、58M、58C 和 58B 上形成对应于这些像的静电潜像。

分别围绕光导鼓 58（Y、M、C 和 B）配置充电装置 60Y、60M、60C 和 60B；显像装置 62Y、62M、62C 和 62B；转印装置 64Y、64M、64C 和 64B；清洁装置 66Y、66M、66C 和 66B 和放电装置 68Y、68M、68C 和 68B，即按此顺序沿光导鼓 58（Y、M、C 和 B）的转动方向配置。充电装置 60（Y、M、C 和 B）将预定的电位加在光导鼓 58（Y、M、C 和 B）的表面上。显像装置 62（Y、M、C 和 B）提供调色剂，使得颜色对应于在光导鼓 58（Y、M、C 和 B）的表面上形成的静电潜像，从而使像显现出来。该转印装置 64（Y、M、C 和 B）对着光导鼓 58（Y、M、C 和 B），传送带 52 夹在转印装置 64（Y、M、C 和 B）和光导鼓 58（Y、M、C 和 B）之间，该转印装置将光导鼓 58

(Y、M、C 和 B) 上形成的显影图像, 转印到传送带 52 上, 或者记录介质上, 即由传送带 52 传送的记录纸 P 上。该清洁装置 66 (Y、M、C 和 B) 除去由转印装置 64 (Y、M、C 和 B) 转印显影图像以后留在光导鼓 58 (Y、M、C 和 B) 上的残留调色剂。在转印装置 64 (Y、M、C 和 B) 转印显影图像以后, 该放电装置 68 (Y、M、C 和 B) 去除在光导鼓 58 (Y、M、C 和 B) 上的剩余电位。

将潜像写在光导鼓 58 (Y、M、C 和 B) 的光束是光导鼓 58 上沿副扫描方向的一个或者多个光束, 该光束由光束扫描装置 1 的反射镜 37Y、37M、37C 和 33B 反射。

颜色分量的激光束 LY、LM、LC 和 LB (可能是多个光束的合成光束) 射到位于充电装置 60 (Y、M、C 和 B) 和显像装置 62 (Y、M、C 和 B) 之间的与相应颜色分量有关的光导鼓 58 (Y、M、C 和 B) 的表面上。

纸盒 70 配置在传送带 52 的下面, 该纸盒装有记录介质即纸张 P, 由成像部分 50 (Y、M、C 和 B) 形成的像转印到该纸张 P 上。

输纸辊 72 配置在纸盒 70 的一个端部, 靠近张紧辊 54。该输纸辊 72 形成为大约半月形, 将装在纸盒 70 的纸张 P 从顶部一张接一张地输送出去。

阻挡辊 74 配置在输纸 72 和张紧辊 54 之间。该阻挡辊 74 使纸盒 70 中输出的一张纸 P 的前端, 与形成在成像部分 50B (黑色) 的光导鼓 58B 的显影图像前端相一致。

吸引辊 76 基本上经输送带 52, 配置在张紧辊 54 的外周面上, 沿纸的传送方向位于阻挡辊 74 和第一成像部分 50Y 之间, 邻接张紧辊 54。该吸引辊 76 在预定时间, 向阻挡辊 74 输送的一张纸 P, 提供预定的静电吸引力。吸引辊 76 的轴线平等于张紧辊 54 的轴线。

电阻传感器 78 和 80 (因为图 1 是前视截面图, 所以只能见到后部传感器 80) 基本上经传送带 52 配置在传送带驱动辊 56 的外周面上, 位于传送带 52 的一个端部, 邻接传送带驱动辊 56。该电阻传感器 78 和 80 检测在传送带 52 上或者由传送带 52 传送的纸张 P 上形成的像

的位置。

传送带的清洁装置 82 配置在对应于传送带驱动辊 56 外周面上的传送带 52 上。该传送带清洁装置 82 除去粘在传送带 52 上的调色剂或者纸张 P 上的废物。

定影装置 84 沿一个方向配置，沿此方向，传送带 52 传送的纸张 P 与传送带驱动辊 56 分开，并继续被传送。该定影装置 84 将转印到纸张 P 上的显影图像定影在纸张 P 上。

图 2 和 3 示出用在图 1 所示彩色成像装置中多光束光学扫描装置的详细结构。在图 1 中，省去了多光束光学扫描装置偏转前光学系统，但在图 2 中，示出偏转前的光学系统。图 2 示出用下面说明的反射镜进行的反射，该反射镜将偏转光束分成相应颜色分量的激光束。

如图 2 所示，该多光束光学扫描装置仅用一个偏转装置 5 作偏转单元，该单元以预定的线速度将作为光源的激光部件射出的激光束，偏转到位于预定位置的成像表面上，即射到图 1 所示 4 个成像部分 50Y、50M、50C 和 50B 的光导鼓 58Y、58M、58C 和 58B 的预定位置。在此说明中，由光偏转装置 5 偏转激光束的方向称为主扫描方向。

光偏转装置 5 为多面体反射镜 5a，其中具有多个表面（例如 8 个表面）的平面反射镜配置成规则的多面体形状，该偏转装置 5 还具有马达 5b，该马达使多面体反射镜 5a 以预定速度转动。该多面体反射镜 5a 用例如铝制作。可以这样形成多面体反射镜 5a 的相应反射面，使得沿作为一个面的副扫描方向切开多面体反射镜 5a 后，在切断面上具有表面保护层例如二氧化硅，该副扫描方向的面包括多面体反射镜 5a 转动的方向，即垂直于主扫描方向的面。

偏转后光学系统 30 配置在光偏转装置 5 和成像表面之间。该偏转后光学系统 30 具有第一和第二成像透镜（所谓 f θ 透镜）30a 和 30b，该透镜可以使该光偏转装置 5 反射表面偏转到预定方向的激光束，获得预定的光学特性。该第一和第二成像透镜 30a 和 30b 设计成互相配合，使得成像表面和多面体反射镜表面的反射点在副扫描方向形成大概的共轭关系。结果，第一和第二成像透镜 30a 和 30b 可以防止在成

像表面上,由于多面体反射镜 5a 反射表面倾斜作用,造成的在副扫描方向的波动(各反射面的角度和通过反射面中轴的轴线之间的倾斜)。因此,在副扫描方向形成正的放大率。

第一和第二成像透镜 30a 和 30b 这样彼此配合,使得成像表面和反射面上反射点可以形成大致的共轭关系,从而可以防止在成像表面上,由于多面体反射镜 5a 反射表面倾斜作用,造成的在副扫描方向的波动(各反射面的角度和通过中心轴的轴线之间的倾斜)。因此第一和第二成像透镜 30a 和 30b 在副扫描方向具有正放大率。

另外,如图 3 所示,偏转后光学系统 30 具有第一反射镜 33Y、33M 和 33C 和 33B、第二反射镜 35Y、35M 和 35C 以及第三反射镜 37Y、37M 和 37C。由偏转后光学系统 30 第二成像透镜 30b 射出的黑色分量激光束 LB 由第一反射镜 33B 反射,使其射到光导鼓 58B。从第二成像透镜 30b 射出的其他颜色分量的激光束 LY、LM 和 LC 由第一反射镜 33Y、33M 和 33C、第二反射镜 35Y、35M 和 35C 以及第三反射镜 37Y、37M 和 37C 顺序反射,使其射到光导鼓 58Y、58M 和 58C 上。

光束扫描装置 1 具有 4 个光源 3Y、3M、3C 和 3B,各个光源包括一个或多个激光部件,这些激光部件发射分别射到光导鼓 58(Y、M、C 和 B)上的光束。即使包含多个激光部件的光源 3(Y、M、C 和 B)发射多个激光束时,从这些光源发出的激光束也能以一定程度的间隔相结合,使得激光束部件射出的成对的激光束一般变成一个激光束。

偏转前的光学系统 7(Y、M、C 和 B)配置在光源 3(Y、M、C 和 B)和光偏转装置 5 之间,该偏转前光学系统将光源 3(Y、M、C 和 B)射出的光束 L(Y、M、C 和 B)的光束斑点截面形状调节成预定的形状。

在通过有限焦点透镜 9(Y、M、C 和 B)使光源 3(Y、M、C 和 B)发出的辐射激光束 L(Y、M、C 和 B)得到预定的聚焦以后,利用光栏(图 2 未示出)将光束的截面形状调整到预定的形状。利用

玻璃柱面透镜 11 (Y、M、C 和 B) 可以进一步使仅在副扫描方向穿过光栏的激光束 L (Y、M、C 和 B) 获得预定的聚焦。该玻璃柱面透镜 11 (Y、M、C 和 B) 由例如 BK7 型玻璃构成。该激光束 L (Y、M、C 和 B) 随后利用光路合成单元 13a、13b、13c 和 13d 例如反射镜或者光束分裂器合成为大约一个光路(在主扫描方向中的一个光路,但是入射到光偏转装置 5 反射表面上的入射角或者位置在副扫描方向是稍微不同的)。该激光束 L (Y、M、C 和 B) 射向光偏转单元 5 的一个反射表面上。

有限焦点透镜 9 (Y、M、C 和 B) 由单透镜构成,在此单透镜中,例如将未示出的紫外固化的塑料非球面透镜与球面玻璃透镜或者非球面玻璃透镜层合在一起形成。

本实施例的特征在于环境变化补偿部件 15,该部件具有补偿由环境变化(例如温度变化)造成的副扫描方向位移的功能配置在未达到偏转装置 5 的激光束 L (Y、M、C 和 B) 的共同光路(大约聚合成一个光路)上。由塑料例如 COP (环烯聚合物) 或者 PMMA (聚甲基丙烯酸甲酯) 形成的不规则表面透镜,加在该环境变化补偿光学部件 15 上。该环境变化补偿光学部件 15 至少在副扫描方向具有负放大率。

图 4A 和 4B 是环境变化补偿光学部件 15 的原理说明图,图 4A 是示意图,示出没有安装环境变化补偿光学部件 15 的示意图,而图 4B 是装有环境变化补偿光学部件 15 情况的示意图。另外,图 4A 和 4B 示出在副扫描方向的光路,在该光路上,用透射表面取代光偏转装置 5 反射表面的反射。在图 4A 和 4B 中仅示出 4 个颜色分量激光束中的 2 个激光束(在这种情况下,该 2 个激光束暂定为激光束 LY 和 LB),在偏转后光学系统 30 中的第一和第二成像透镜 (f_θ 透镜) 30a 和 30b 视作为其功能相当于将两个透镜合在一起的功能。

在考虑温度变化时,作为应用于这装置的透镜,玻璃透镜优于塑料透镜。然而该第一和第二成像透镜 (f_θ 透镜) 30a 和 30b 必须确保在主扫描方向具有足够长度,在考虑到透镜和重量和成本之后,也可以采用塑料透镜。

在不配置环境变化补偿光学部件 15 的情况下,温度变化几乎不影响玻璃柱面透镜 11Y 和 11B。因此穿过玻璃柱面透镜 11Y 和 11B 的激光束 LY 和 LB 几乎不受温度变化的影响,因而可以沿同样的路径传播。然而,当温度上升时,由塑料透镜构成的第一和第二成像透镜(f_0 透镜) 30a 和 30b 受到部件尺寸变大和折射率变小这些因数的影响。结果正放大率降低,当激光束达到成像表面(光导鼓 58Y 和 58B)时,在副扫描方向产生很大的位移。在图 4A 中用长短线表示的光路代表这种情况。

相反,当配置环境变化补偿光学部件 15 时,穿过玻璃柱面透镜 11Y 和 11B 的激光束 LY 和 LB 穿过该环境变化补偿光学部件 15,然后再射到由塑料透镜构成的第一和第二成像透镜(f_0 透镜) 30a 和 30b 上。当采用具有负放大率的塑料透镜作环境变化补偿光学部件 15 时,在温度上升时,该环境变化补偿光学部件 15 所起的作用是使光偏转装置 5 的反射表面 5R 上的激光束之间的距离变小。即,该环境变化补偿光学部件 15 在温度上升时,是在塑料透镜构成的第一和第二成像透镜(f_0 透镜) 30a 和 30b 起作用方向的反方向起作用。因此,它起的作用是使激光束 LY 和 LB 成像表面(光导鼓 58Y 和 58B)的照射位置缩短。在设定环境变化补偿光学部件 15 的放大率和入射角时,可以随意调节照射位置的变化量,该变化量可以调节到在温度上升之前和上升之后大约相等。

已经研究了如果调节环境变化补偿光学部件 15 必须的被偿作用(环境变化补偿光学部件 15 的透镜特性),为了设定必须的补偿作用,必须知道由于整个装置环境变化(温度变化)造成的像飘移和色移。

对图 5 所示的两个光导鼓的情况下(暂时说明黄色和黑色分量的两个光导鼓)的情况,进行研究。

射到两个光导鼓 58Y 和 58B 的光束 LY 和 LB 之间的间隔用 L 表示,光导鼓 58Y 和 58B 的半径用 r_d 表示,光导鼓 58Y 和 58B 的曝光点和转印点之间的角度用 α 表示,光导鼓 58Y 和 58B 的转速用 ω_d 表示,传送带驱动辊 56 轴的半径用 r_s 表示,而传送带驱动辊 56 的角速

度用 ωs 表示。在基准时间，公式（1）成立，为了将像重叠在纸张的一个位置上，必须在时间差 T 进行曝光，该时间差别由公式（2）表示，该时间差是用激光 LY 写入的时间和用激光 LB 写入的时间之间的差。

$$rd \times \omega d \doteq rs \times \omega s = v \quad \dots(1)$$

$$T = L/v \quad \dots(2)$$

(a) 激光束照射位置波动的影响

当图 5 所示的基准状态变化到图 6 所示激光束 LY 和 LB 的间隔仅飘移 ΔLH 时，由激光束 LB 写入的像达到转印点的时刻仅延后公式（3）表示的时间 ΔTH 。这意味着，由激光束 LB 形成的像飘移到后侧（副扫描方向为图 6 的右侧），仅飘移由公式（4）表示的距离。

$$\Delta TH \doteq \Delta LH/v \quad \dots(3)$$

$$v \times \Delta TH \doteq \Delta LH \quad \dots(4)$$

(b) 光导鼓位置波动的影响

当图 5 所示的基准状态改变到图 7 所示的两个光导鼓 $58Y$ 和 $58B$ 之间的距离仅飘移 ΔLF 时，激光束 LB 所写的像达到转印点的时刻仅迟延由公式（5）表示的时间 ΔTF 。这意味着，激光束 LB 的像飘移到前侧（副扫描方向为图 7 的左侧），仅飘移由公式（6）表示的距离。当两个光导鼓 $58Y$ 和 $58B$ 之间的距离仅改变 ΔLF 时，激光束 LB 的像其转印点仅改变 ΔLF 。总之，由激光束 LB 所写的像飘移到前侧（副扫描方向为图 7 的左侧），仅飘移由公式（7）表示的绝对值。在公式（7）中的“-”表示飘移方向，偏移到右侧用“+”表示。

$$\Delta TF \doteq -\Delta LF/v \quad \dots(5)$$

$$v \times \Delta TF \doteq -\Delta LF \quad \dots(6)$$

$$-2 \times \Delta LF \quad \dots(7)$$

(c) 轴半径波动的影响

当传送带驱动辊 56 的轴半径仅增加 Δrs 时，传送带驱动辊 56 的线性移动速度（ v ）加快，仅加快 $\Delta rs \times \omega s$ 。因此，在时间间隔 T 的传送带前移距离（传送带上的记录介质的前移距离）增大，增加的值由

公式(8)确定。这意味着,由激光束LB写的像飘移到后侧(副扫描方向为图6和图7所示的右侧),飘移值只由公式(8)确定的值。

$$\Delta rs \times \omega s \times T = L \times \Delta rs / rs \quad \dots(8)$$

使像在副扫描方向飘移的原因是在(a)-(c)中三种波动造成的,当同时存在三种或者两种波动时,按照方程(4、7、8),由激光束LB写出的像偏离基准状态的值,由公式(9)确定。

$$\Delta LH - 2 \times \Delta LF + L \times \Delta rs / rs \quad \dots(9)$$

用 αH 表示光学系统例如本实施例光束扫描装置1的安装部件(以后称盒子)的总线膨胀系数(总热膨胀系数),用 αF 表示光导鼓58Y和58B的支承部件(以后称为支架)的总线膨胀系数(总热膨胀系数),用 αS 表示传送带驱动辊(轴)56的总线膨胀系数(总热膨胀系数),用 t 表示温度升高。此时,可以分别用公式(10)到(12)表示三种波动 ΔLH 、 ΔLF 、 Δrs

$$\Delta LH = \alpha H \times L \times t \quad \dots(10)$$

$$\Delta LF = \alpha F \times L \times t \quad \dots(11)$$

$$\Delta rs = \alpha S \times rs \times t \quad \dots(12)$$

将公式(10)和(12)代入公式(9)时,得到公式(13)。该公式(13)表示温度上升 t 时,由激光束LB写入的像受到相应部分合成线膨胀系数(合成热膨胀系数)的影响从而飘移到后侧(副扫描方向为图5的右侧),仅飘移图5所示标准状态由公式(13)确定的值。

$$\alpha H \times L \times t - 2 \times \alpha F \times L \times t + L \times \alpha S \times rs \times t / rs = (\alpha H - 2 \times \alpha F + \alpha S) \times (L \times t) = \Delta \quad \dots(13)$$

按照公式(13),可以发现,当温度升高 t 时,激光束LB的照射位置移离温度升高前的位置,只向相反方向移动,移动量等于由公式(13)表示的绝对量 Δ ($-\Delta$)。假定只有激光束LB写入的像发生改变,上述说明成立,但是激光束LB和LY的照射位置均发生改变。因此方程(13)表示,当温度上升 t 时,光束LB和LY之间的距离仅改变 $-\Delta$ 。即,激光束LB和LY的光导鼓的照射位置不固定,但是激光LB和LY之间的距离仅相对移动 $-\Delta$,该移动量相反于公式(13)表示的量。结果,即使外部环境发生改变(特别是温度改变),多个像

也不会位移（维持精确的彩色重合）。

为了简化说明，说明两个激光束 LB 和 LY 的情况，但和上述实施例一样，同样的作用适用于四个激光束 LY、ML、LC 和 LB。

仅当沿副扫描方向的激光束之间的距离仅膨胀 $\alpha H \times BP \times t$ （此式中，BP 是从偏转表面反射到成像表面的光路反射展开时副扫描方向光束位置之间的间隙）时，该光学系统盒子的膨胀正好与射出盒子的激光束的间隙的波动相同。

因此，如果在反射镜展开时，被扫描表面（对应于光导鼓表面）的光束位置只飘移由公式（13'）表示的 Δ' ，则可以防止由于温度变化引起的颜色重叠的飘移。结果，可以降低没有准直控制时的色移量，或者可以加大准直控制的时间间隔。

$$-(\alpha H - 2 \times \alpha F + \alpha S) \times (L \times t) + \alpha H \times BP \times t = \Delta' \quad \dots (13')$$

该环境变化补偿光学部件 15，如参考图 4B 说明的，可以降低温度变化时被扫描表面上副扫描方向的位移，但是不能通过只将光束位移调节到零来完全消除彩色重合的飘移。为此，当温度上升 t 时，可以选择环境变化补偿光学部件 15 的特性和形状，使得在展开反射镜时，在被扫描表面上的光束位置仅偏移 $-(\alpha H - 2 \times \alpha F + \alpha S) \times (L \times t) + \alpha H \times BP \times t$ ，因而可以防止因为温度变化引起的彩色重合的飘移现象，可以降低无重合控制时的色移（彩色重合误差）量，或者可以增加重合控制的时间间隔。

一般说来，因为用钢材形成支架和轴，用铝或者塑料形成盒子，所以 $\alpha H > \alpha F \approx \alpha S$ ，因此 $-(\alpha H - 2 \times \alpha F + \alpha S) \times L < 0$ 成立。结果，当温度上升时，希望副扫描方向间隔的增加小于作为光学系统的 $\alpha H \times BP \times t$ 。

配置包含环境变化补偿光学部件 15 的最佳光学放大率装置，以便形成这种光学系统，该光学系统可以降低副扫描方向光束位置的位置波动并降低副扫描方向成像表面的温度依赖性。

（A-1）上述该实施例的第一具体例子

下面按照第一具体例子说明上述该实施例的光束扫描装置和成像装置。

在第一具体例子中, 光学系统盒子的材料是铸铝, 其线膨胀系数为 $\alpha_H=2.1 \times 10^{-5}$, 而确定光导鼓之间间隔的支架材料是铸铝, 其线性膨胀系数为 $\alpha_F=2.1 \times 10^{-5}$, 传送带驱动轴的材料是高速切削钢, 其线性膨胀系数为 $\alpha_S=1.15 \times 10^{-5}$, 而在两端的光导鼓 (黑色和黄色) 之间的间隔 L 为 225mm。

在温度上升 15°C ($t=15$) 的情况下, 按照公式 (13'), 作为在副扫描方向两端光束之间距离变化量 Δ' , 按照公式 (13'), 得到理想值 0.032 (这意味着, 在副扫描方向的照射位置完全不飘移, 即使温度变化, 而颜色重叠的飘移仅为 32 微米)。

图 8-11 是说明图表, 示出光学扫描装置 1 的数据, 作为在副扫描方向两端光束之间距离的变化量 Δ' , 该光束扫描装置在温度升高 15°C 时, 可以达到约 32 微米。

图 8-11 示出多面体反射镜 5a 内接圆的直径为 40.0mm 的情况, 主扫描方向是 y 方向, 副扫描方向是 z 方向, 而光轴方向是 x 方向 (“+”表示偏转前光学系统, “-”表示偏转后光学系统), 多面体反射镜 5a 的转动中心位置是使得, 在多面体反射镜 5a 反射面的局部坐标系上, 在 y 方向为 17.2mm, z 方向为 10.1mm。在这些附图中, 透镜表面的确定公式是公式 (14), 在此具体例子中, a_y 是 1, a_z 是 1。

$$x=(cuy \times y^2 + cuz \times z^2) / [1 + (1 - ay)^{1/2} \times cuy^2 \times y^2 - az \times cuz^2 \times z^2] + \sum a_{lm} \times y^l \times z^m \quad \dots$$

(14)

图 8 示出光学部件表面光轴处的曲率、间隔以及光学部件的折射率。光学部件前后表面之间的距离对激光束 LY (在附图中表示为 $RAY1$, 同样表示适用于其他光束)、 LM ($RAY2$)、 LC ($RAY3$) 和 LB ($RAY4$) 中是共同的, 这时的数字表示在“共同”列内; 但也示出随激光束 LY ($RAY1$)、 LM ($RAY2$)、 LC ($RAY3$) 和 LB ($RAY4$) 而变的部分, 这时的数字表示在“ $RAY1$ - $RAY4$ ”列内。图 8 示出有限焦距透镜 9Y、9M、9C 和 9B 的出射面和其后各面的数据, 有限焦距透镜 9Y、9M、9C 和 9B 和成像位置之间的距离分别为 1159.4mm、1106.0mm、1136.0mm 和 1202.3mm。

图 9 示出局部坐标系中, 光学部件的偏心(偏离中心)和倾斜量, 光学部件以图 9 所示的偏心 and 倾斜方式配置。在图 8 和 9 中, 表面编号是相同的。

在图 8 和 9 中, 表面 No.2 表示玻璃柱面透镜 11(Y、M、C 和 B)的曲面侧, 而表面 No.3 表示平面侧。在表面 No.4 上的距离表示激光束 LY(RAY1)、LM(RAY2)、LC(RAY3)和 LB(RAY4)中射到表面 No.5 光学部件入射表面的共同距离。在表面 No.3 上说明的距离代表各个激光束的共同距离和实际距离之间的差。平面 No.5 和 6 分别表示作为光路合成单元(13d)的光束分离器的入射表面和出射表面。

平面 No.7 和 8 示出作为环境变化补偿光学部件 15 塑料透镜的入射面和出射面。在图 10A 中示出入射面的曲面多项式系数, 而图 10B 中示出出射面的曲面多项式系数。从图 8、10A 和 10B 可以清楚看出, 环境变化补偿光学部件 15 在主扫描方向具有曲面, 并具有负的放大率, 从而可以补偿在主扫描方面具有正放大率的偏转后光学系统的温度特性。由于温度变化造成的成像表面照射位置的飘移也发生在主扫描方向, 这种位移小于副扫描方向的位移, 在主扫描方向的曲面可以补偿这种位移。图 11 示出环境变化补偿光学部件 15(塑料透镜)的近轴部分放大率, 该放大率在副扫描方向(和正扫描方面)为负放大率。

表面 No.9 和 10 示出在偏转前一侧覆盖多面体反射 5a 盖玻璃(图 2 中未示出)的入射面和出射面。表面 No.11 表示偏转面, 而表面 No.12 和 13 表示在偏转后一侧盖玻璃的入射面和出射面。

表面 No.14 和 15 表示作为第一成像透镜 30a 的塑料透镜的入射面和出射面, 在图 10c 中示出入射面的曲面多项式系数, 在图 10D 中示出出射面的曲面多项式系数。表面 No.16 和 17 表示作为第二成像透镜 30b 的塑料透镜的入射面和出射面, 在图 10E 中示出入射面的曲面多项式系数, 而图 10F 中示出出射面的曲面多项式系数。

表面 No.18 示出整个光束扫描装置 1 的盖玻璃(图 2 未示出)的入射表面, 而表面 No.19 表示出射表面。在表面 No.20 上说明的距离

表示到激光束 LY (RAY1)、LM (RAY2)、LC (RAY3) 和 LB (RAY4) 射到成像表面 (光导鼓的表面) 的共同距离, 在表面 No.19 中说明的距离表示各个激光束的共同距离和实际距离的差。

当采用此具体例子的光束扫描装置 1 时, 如图 12 所示, 激光束 LY (RAY1, 黄色) 和激光束 LB (RAY4, 黑色) 向一个方向移动, 在此方向光束加宽 25 微米, 此值大于温度上升 15℃ 时盒子的膨胀。即, 在激光束的照射位置不动时, 向抵消 32 微米图像准直飘移量的方向移动。因此, 即使温度上升 15℃, 黄色和黑色的重叠也只飘移 7 微米。

同样, 在激光光束 LM (RAY2, 深红色) 和 LB (RAY4, 黑色) 之间的关系也使得 $L=75 \times 2=150$, 并且在光束不移动时, 图像准直飘移量为 22 微米。因为即使在温度上升 15℃ 时, 两个激光束之间的相对距离也向抵消方向移动 16 微米, 所以深红色和黑色的重叠也只飘移 6 微米。激光束 LC (RAY3, 深蓝色) 和 LB (RAY4, 黑色) 之间的关系也使得 $L=75$, 在光束不移动时, 图像准直飘移量为 11 微米。因为即使在温度上升 15℃, 两个激光束的相对距离向抵消方向移动 14 微米, 所以深蓝色和黑色的重叠也只飘移 3 微米。

另外, 在主扫描方向和副扫描方向的散焦变化量可减小到不超过 0.3。

(A-2) 该实施例的第二具体例子

下面按照第二具体例子说明上述该实施例的光束扫描装置和成像装置。

在第二具体例子中光学系统盒子的材料是碳纤维增强的聚碳酸酯树脂, 其线膨胀系数为 $\alpha_H=2.25 \times 10^{-5}$, 确定光导鼓之间间隔的支架材料是冷轧钢板, 其线膨胀系数 $\alpha_F=1.2 \times 10^{-5}$, 传送带驱动轴的材料是不锈钢, 其张膨胀系数为 $\alpha_S=1.04 \times 10^{-5}$, 两端的光导鼓 (黑色和黄色) 之间的间隔 L 是 225mm。

在温度上升 15℃ ($t=15$) 的情况下, 按照公式 (13'), 作为在副扫描方向两端光束之间距离的变化量 Δ' , 可以得到理想值 -0.030 (这

意味着,即使温度变化,在副扫描方向的照射位置也完全不飘移,此时颜色重叠的飘移为 30 微米)。

在第二具体例子中,确定偏转前光学系统光源(LD)、有限焦距透镜和玻璃柱面透镜高度的部件与固定所有整个光学部分的盒子分开,具体是,该部件用金属基体复合材料制作(用陶瓷增强材料作填料,与金属基体混合)。具有不同厚度的金属基体复合材料夹在光学系统盒子、光源(LD)、有限焦距透镜和玻璃柱面透镜之间,使得在副扫描方向的位置不同。

第二具体例子的偏转后光学系统与第一具体例子的偏转后光学系统相同。

图 13-16 是图表,相当于第一具体例子的图 8-11,仅示出偏转前的光学系统。

在第二具体例子中,如图 17 所示,当温度上升 15°C 时,在盒子膨胀时,该激光束 LY(RAY1,黄色)和 LB(RAY4,黑色)向一个方向移动,在此方向上,光束移动比盒子膨胀小 5 微米。即,光束 LY 和 LB 向抵消光束照射位置不变动时 30 微米的图像准直飘移量的方向移动。因此即使温度上升 15°C ,黄色和黑色的重叠也只飘移 25 微米(这一数字很大,但是在偏转前光学系统上不配置放大率为负的塑料透镜时,如下面说明的,其飘移达到 114 微米,因此 25 微米显著小于 114 微米)。

在第二具体例子中,主扫描方向和副扫描方向的散焦变化量降低到不超过 0.3。

在第二具体例子中,当温度上升时,被扫描表面上光束的间隔变小。

图 18-20 示出比较例子中光学系统的数据。在比较例子中,没有配置作为环境变化补偿光学部件 15 的塑料透镜。在比较例子中,偏转后光学系统与第二具体例子中的偏转后光学系统相同。

图 18 是图表,相当于第二具体例子中的图 13,图 19 是图表,相当于第二具体例子中的图 14,而图 20 是图表,相当于第二具体例子

中的图 16。

在比较例子中，如图 21 所示，激光束 LY (RAY1, 黄色) 和激光束 LB (RAY4, 黑色) 在温度上升 15°C 时，向激光束扩大的方向移动 84 微米。

在第一具体例子中，盒子部件、确定光导鼓之间间隔的支架部件和传送带驱动轴的组合例子中，相对于激光束照射位置不移动时的 32 微米的飘移量，图像准直飘移 84 微米。因此当温度上升 15°C 时，黄色和黑色的重叠飘移 52 微米。

在第二具体例子中，在盒子部件、确定光导鼓之间间隔的支架部件和传送带驱动轴的组合例子中，除光束不移动时 30 微米的图像准直飘移外，图像准直向相反方向飘移 84 微米。因此当温度上升 15°C，黄色和黑色的重叠飘移达到 114 微米。

可以明显看出，配置环境变化补偿光学部件 15 (塑料透镜) 可以减小温度变化造成的颜色重叠漂移。

另外，比较图 21 和 22 以及比较图 21 和 17，可以明显看出，在比较例子中，主扫描方向和副扫描方向的散焦变化量大于第一和第二具体例子中的变化量。

即使在偏转后光学系统中，副扫描方向的光腰位置随温度变化而变化，但是环境变化补偿光学部件 15 (塑料透镜) 配置在偏转前光学系统中，使得成像表面飘移的方向与偏转后光学系统发生飘移的方向相反，由此可以进行校正，结果可以降低副扫描方向的颜色重叠飘移，而且还可以降低没有图像准直控制的色移量，或者可以增加准直控制的时间间隔。

环境变化补偿光学部件 15 (塑料透镜) 配置在偏转前的光学系统上，不仅配置在副扫描方向，而且也配置在主扫描方向，因而可以产生同样的作用，从而防止由于环境变化造成的散焦。

(B) 另一实施例

上述实施例说明了最多四个像彼此重叠的成像装置。但是本发明适合于像的最大数目小于四个或者大于四个的成像装置。另外，重叠

像的颜色成份不限于不同的颜色成份。

上述实施例说明，将所有激光束引导到多面体反射镜的一个表面上，但本发明适用于采用多面体反射镜两个表面的装置。

上述实施例说明，环境变化补偿光学部件 15 是透镜（作为一个例子是塑料透镜），具有负的放大率，但是可以采用其他类型的具有类似入射和出射特性的光学部件。例如，可以应用具有不等间隔刻线的透射衍射光栅或者反射衍射光栅。

另外，上述实施例说明，可以根据公式（13'）确定环境变化补偿光学部件 15 的补偿作用，但是，进行补偿时不一定考虑公式（13'）。例如，当扫描光学单位中的温度上升高于单元外部的上升时，如参考图 4B 说明的可以这样确定补偿机构，使得其温度依赖关系与成像透镜（第一和第二成像透镜）的依赖关系相反。即，即使考虑到光学系统的盒子、确定光导鼓之间间隔的支架和传送带驱动轴材料的线膨胀系数，也不一定确定补偿机构。

上述实施例说明，按照公式（13）补偿像位移的部件主要由环境变化补偿光学部件 15 构成，该部件配置在偏转前光学系统中多个激光束共同的位置。该部件可以配置在多个激光束中一些激光束的光路上，该部件可以通过相反的正向或者副向位移，补偿由公式（13）得到的像的飘移。例如，环境变化补偿光学部件 15 可以配置在合成两个光路形成的位置上。

上述实施例说明中考虑了光学系统盒子、确定光导鼓之间的支架和传送带驱动轴这 3 个部件的线性膨胀系数，但是考虑的部件数目可以小于或者大于三个。

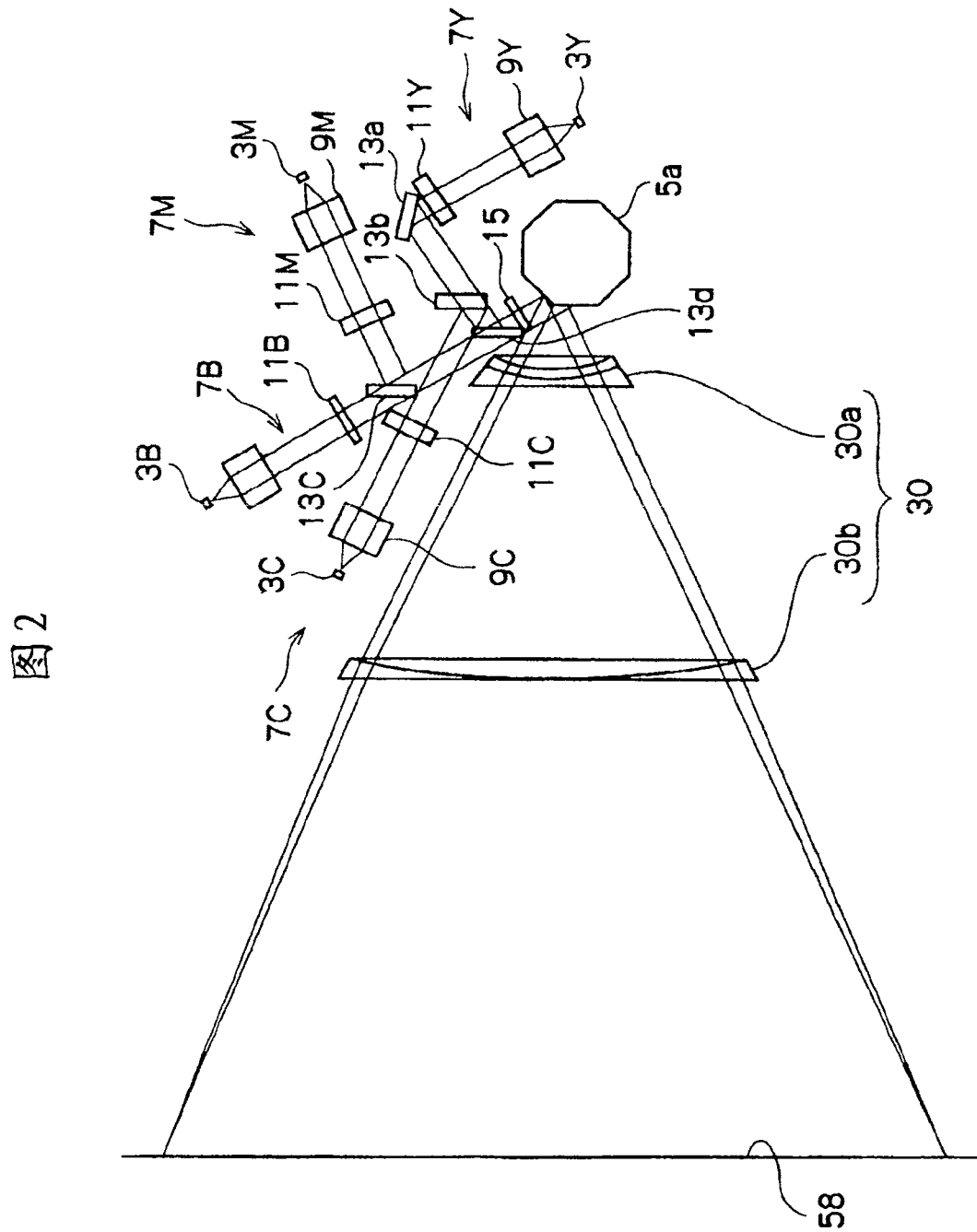


图 3

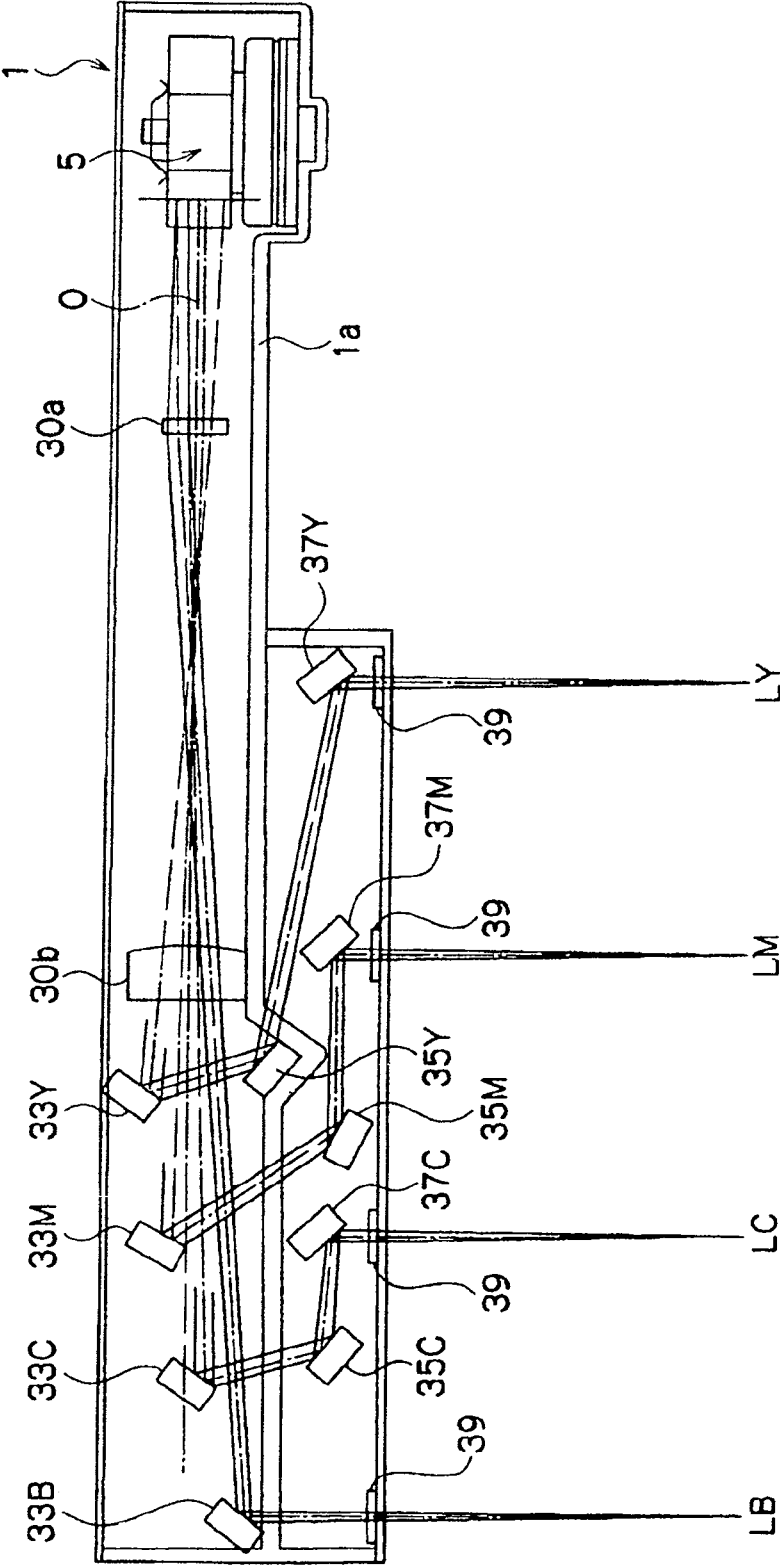


图 4

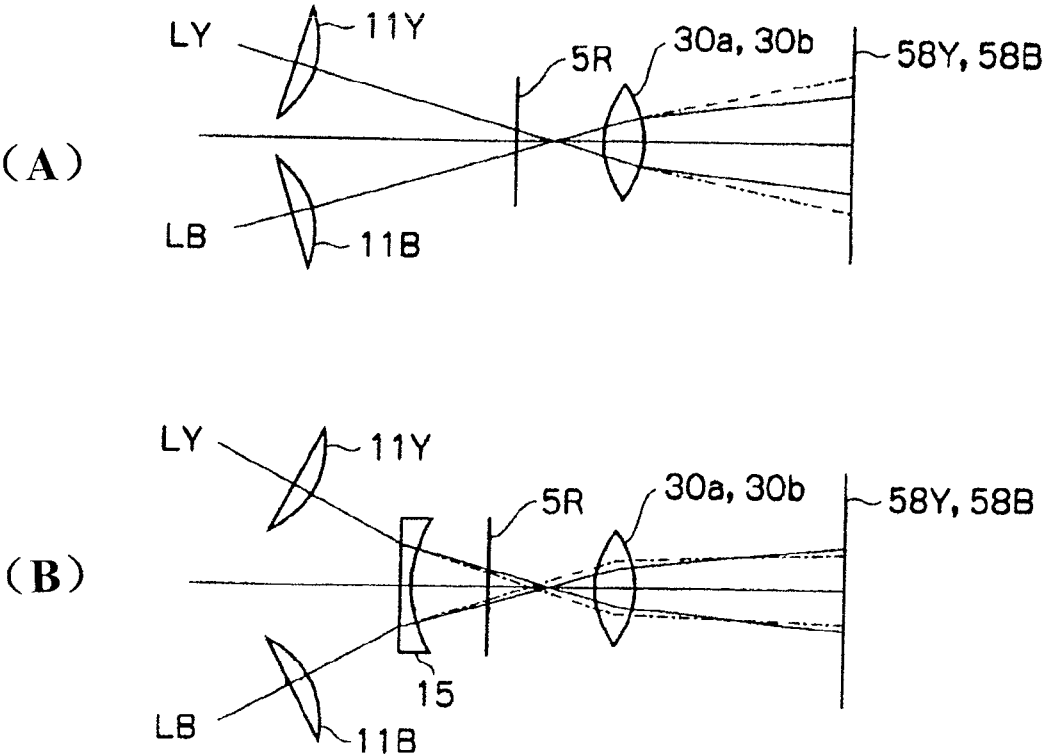


图 5

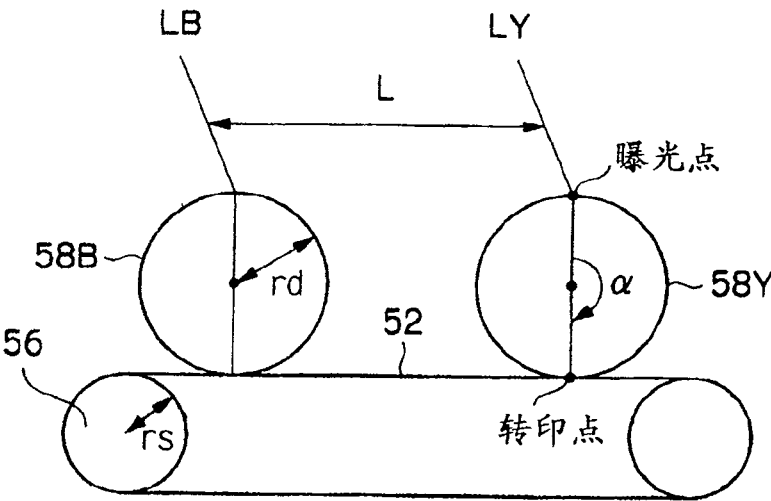


图 6

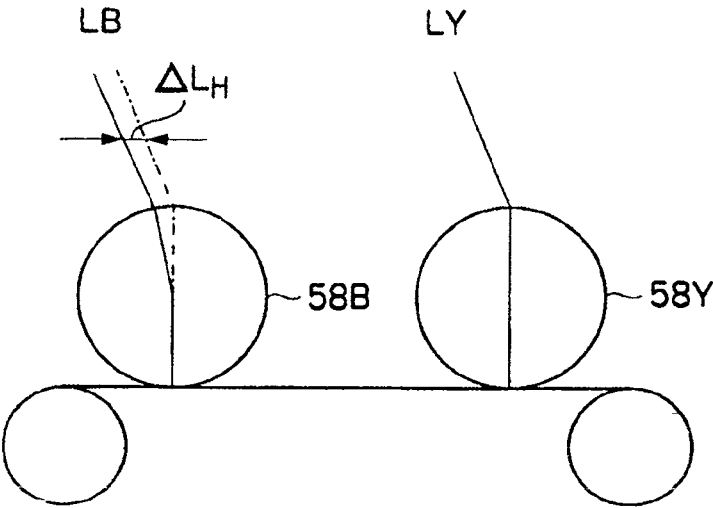


图 7

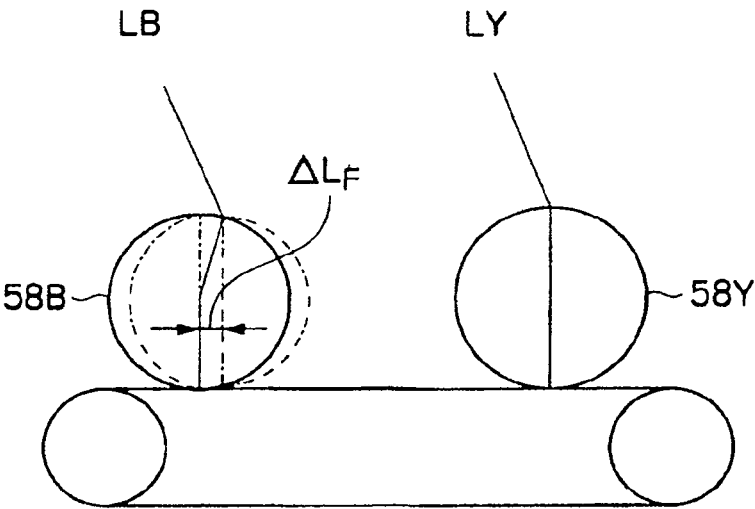


图8

多面体反射镜的内接圆直径 40.0 Y Z
多面体反射镜的旋转中心位置 17.2 10.1
(从多面体反射面局部座标系见到的位置)
有限焦点透镜的成像位置 RAY1 RAY2 RAY3 RAY4 玻璃(BK7):1.514
 1159.4 1106.0 1136.0 1202.3 塑料透镜 :1.507

面 No.	曲率		TH				折射率 N	备注
	主扫描 CUY	副扫描 CUZ	共同	RAY1	RAY2	RAY3	RAY4	
1				33.3	33.3	33.3	33.3	
2	0	0.0183	5.0					1.514
3				-11.6	-13.3	-12.7	-10.1	
4			67.9					
5			10.0					1.514
6			0.5					
7	0.00122	0.00783	3.0					1.507 图10A
8	0.00292	0.02973	31.2					图10B
9			2.0					1.514
10			11.1					
偏转前光学系								
偏转面								
11			-6.8					
12			-2.0					-1.514
13			-25.3					
14	0.01917	-0.0698	-5.6					-1.507 图10C
15	0.02308	0.0113	-129.7					图10D
16	0.00098	-0.0128	-5.9					-1.507 图10E
17	0.00246	0.01158	-131.5					图10F
18			-2.0					-1.514
19				-0.1	0.0	0.1	0.0	
20			-83.0					
偏转后光学系								

图9

各局部座标系的偏心和倾斜数据

面 No.	偏心							倾斜角			
	Y方向			Z方向				绕z轴		绕y轴	
	共同	共同	RAY1	RAY2	RAY3	RAY4	共同	RAY1	RAY2	RAY3	RAY4
偏转前光学系											
1			9.1	1.7	-2.9	-9.6		-0.0675	-0.0136	0.0153	0.0675
2											
3											
4											
5											
6											
7		-0.2									
8		0.2									
9							-1.0197				
10	-1.4						1.0197				
偏转面											
偏转后光学系											
11							-1.0197				
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18								-0.4485	-0.2592	-0.0941	0.4103
19								0.4485	0.2592	0.0941	-0.4103
20											

$\frac{m}{n}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	-0.00018	0	1.2E-06	0	-1.6E-08	0	0	0
2	-0.00099	0	1.1E-06	0	-9.8E-09	0	-6.8E-10	0	0	0
4	-3.9E-06	0	-1.4E-08	0	7.34E-10	0	3.89E-11	0	0	0
6	-2.1E-08	0	4.18E-11	0	2.83E-11	0	-2.3E-13	0	0	0

图 10A

$\frac{m}{n}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	-0.0003	0	1.4E-08	0	4.4E-09	0	0	0
2	0.000168	0	9.41E-07	0	3.1E-08	0	1.67E-09	0	0	0
4	-6.2E-06	0	2.84E-08	0	-1.1E-10	0	-3.3E-11	0	0	0
6	2.73E-08	0	1.07E-10	0	-3E-11	0	3.37E-13	0	0	0

图 10B

$\frac{m}{n}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0.00945	0.000722	-5E-06	-2.8E-06	1.3E-10	5.85E-09	7.6E-12	-7.8E-12	-1E-14	2.75E-15	0	0
2	0.016347	8.55E-05	-1.5E-05	1.74E-07	-1.5E-08	-2.3E-10	2.76E-12	3.23E-13	-6.9E-14	-2.3E-16	7.59E-17	0	0
4	0.000288	-1.3E-07	-2.4E-07	-6.1E-09	-1.6E-09	2.52E-11	9.48E-12	-1.3E-14	-1.5E-15	-5E-17	-1.1E-17	0	0
6	-4.2E-06	-2.9E-09	3.71E-08	3.55E-10	-5.5E-11	-1.1E-12	-3.5E-13	-4.3E-15	8.15E-16	9.46E-18	-4.6E-19	0	0
8	3.71E-08	4.67E-10	-7.8E-10	-4.5E-12	3.79E-12	-1.2E-14	-4.6E-15	1.45E-16	-3.2E-18	-2E-19	6.55E-21	0	0

图 10C

$\frac{m}{n}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0.005489	0.001004	-4.6E-06	-2.3E-06	-2.2E-09	2.98E-09	5.38E-12	-2.4E-12	-4.5E-15	-5.8E-16	0	0
2	-0.00277	8.87E-05	-4.8E-06	1.29E-07	-8.5E-09	-5.4E-11	1.77E-11	4.32E-14	-8.2E-14	8.43E-17	5.8E-17	0	0
4	0.000233	-3.8E-07	-1.8E-08	-5.1E-09	-2E-09	2.67E-11	3.81E-12	-3.6E-14	1.11E-14	-2.6E-17	-1.5E-17	0	0
6	-6.3E-06	8E-09	2.18E-08	2.4E-10	5.03E-11	-1.2E-12	-3.4E-13	-4E-16	2.49E-16	3.45E-18	5.23E-20	0	0
8	5.24E-08	-2.6E-10	-5.6E-10	3.06E-12	2.05E-12	-2.5E-14	-2.3E-15	9.25E-17	9.32E-19	-9.8E-20	1.49E-22	0	0

图 10D

$\frac{m}{n}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	-0.00538	1.44E-05	4.46E-07	-1E-07	3.35E-11	1.34E-11	2.62E-15	-8.2E-16	1.7E-19	-2.6E-21	-4.1E-24	4.44E-25
2	0.001464	-4.9E-06	4.02E-07	-3.4E-10	6.72E-11	-1.3E-13	-1.1E-14	-1.5E-18	-1.1E-18	5.92E-23	2.97E-23	1.35E-26	3.51E-28
4	4.83E-06	-3.8E-09	-4.4E-10	-2E-12	3.63E-14	-6.5E-17	1.72E-17	-9.6E-21	4.26E-22	6.72E-24	-4.9E-26	-2.9E-28	-5.7E-30
6	3.43E-09	1.98E-10	-2.5E-12	1.27E-15	-5E-16	-8.7E-20	9.2E-20	2.07E-23	2.25E-23	-5.5E-27	1.12E-27	5.88E-30	-1E-31
8	6.8E-11	-1.5E-13	-4.3E-15	-1.8E-16	-6.5E-18	-2.8E-21	-2.3E-22	1.78E-24	7.66E-26	9.08E-29	-2.4E-30	-3.8E-33	-5.9E-34

图 10E

$\frac{m}{n}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	-0.00753	-0.00082	6E-07	-5.7E-09	2.38E-11	2.29E-12	1.48E-15	3.23E-16	3.94E-19	-6.4E-20	-7.5E-24	1.53E-24
2	-0.00196	-4.9E-06	2.1E-07	-2.3E-10	4.25E-11	-1.2E-13	-2.5E-15	-1.9E-18	-1.5E-18	1.69E-22	-1.8E-25	-2.2E-26	9.23E-28
4	3.37E-06	-4.4E-09	-2.8E-10	-2.3E-12	7.38E-14	2.05E-16	-5.2E-18	-4.3E-20	2.17E-21	1.63E-24	-4.2E-26	4.11E-28	-5.4E-30
6	4.89E-09	1.91E-10	-3.5E-12	-3.1E-15	1.72E-16	3.34E-19	-8.8E-21	1.97E-23	2.11E-23	1.7E-26	1.37E-27	2.68E-30	-7.9E-32
8	5.81E-11	-1.9E-13	7.99E-16	-1.2E-16	-8.2E-18	-4.9E-21	3.17E-22	-3E-25	2.01E-26	2.39E-28	-2.6E-30	2.21E-33	-3.2E-34

FIG.10F

图11

	近轴部曲率		各个面的放大率		等效间隔	透镜的近轴部放大率
	入射面	出射面	入射面	出射面		
主扫描	8.630E-04	2.324E-03	4.37E-04	-1.18E-03	1.99096	-0.000739667
副扫描	5.855E-03	3.007E-02	2.97E-03	-1.52E-02	1.99096	-0.012181346

图12

温度上升15度时的变化量

	副扫描方向 的光束位置	主扫描方向 的散焦	副扫描方向 的散焦	副扫描方向 的光束位置	$\alpha_H \times BP \times t$	RAY4基准光束 间隔变化量 $-\alpha_H \times BP \times t$ 的差
ray1	0.018	0.3	0.2	7.7	0.002	0.025
ray2	0.007	0.2	0.1	0.3	0.000	0.016
ray3	0.003	0.2	0.2	-6.0	-0.002	0.014
ray4	-0.012	0.3	0.1	-10.2	-0.003	0.000

RAY1副扫描方向的移动量-RAY4副扫描方向的移动量 (RAY1的 $\alpha_H \times BP \times t$ - RAY4的 $\alpha_H \times BP \times t$) 0.025

图13

多面体反射镜的内接圆直径 40.0
Y Z
多面体反射镜的旋转中心位置 17.2 10.1
(按多面体反射面局部座标系见到的位置)

有限焦点透镜成像位置 RAY1 RAY2 RAY3 RAY4
1062.8 996.9 1014.0 1063.1

面 No.	曲率		TH				折射率 N	备注
	主扫描 cu _y	副扫描 cu _z	共同	RAY1	RAY2	RAY3	RAY4	
1				33.3	33.3	33.3	33.3	
2	0	0.0183	5.0					1.514
3				-11.3	-13.9	-13.5	-11.4	
4			67.9					
5			10.0					1.514
6			0.5					
7	0.00118	0.00775	3.0					1.507
8	0.00295	0.02979	31.0					图15A
9			2.0					图15B
10			11.1					

偏转前光学系

玻璃(BK7):1.514
塑料透镜 :1.507

图14

各局部座标系的偏心、倾斜数据

面 No.	偏心				倾斜角					
	y 方向 共同	z方向				对z轴 共同	对y轴			
		共同	RAY1	RAY2	RAY3		RAY4	RAY1	RAY2	RAY3
1			9.0	1.7	-2.7	-9.1	-0.0644	-0.0132	0.0151	0.0644
2										
3										
4										
5										
6										
7		0.1								
8		-0.1								
9							-1.0197			
10	-1.4						1.0197			

偏转前光学系

偏转前光学系

图15A

$\frac{m}{l}$	0	1	2	3	4	5	6
0	0	0	-0.00022	0	1.2E-06	0	-2.1E-08
2	-0.0011	0	1.09E-06	0	-7.3E-09	0	-3.2E-10
4	-4.4E-06	0	-1.5E-08	0	7.66E-10	0	4.22E-11
6	-2.2E-08	0	4.01E-11	0	3.13E-11	0	-1.5E-13

图15B

$\frac{m}{l}$	0	1	2	3	4	5	6
0	0	0	-0.00026	0	1.41E-06	0	-3E-09
2	0.000299	0	9.59E-07	0	2.92E-08	0	1.58E-09
4	-5.6E-06	0	2.94E-08	0	-2.6E-10	0	-3.7E-11
6	2.96E-08	0	1.75E-10	0	-3.1E-11	0	5.83E-13

图 16

	近轴部曲率		各面放大率		等效间隔	透镜的近轴 部放大率
	入射面	出射面	入射面	出射面		
主扫描	7.305E-04	2.433E-03	3.70E-04	-1.23E-03	1.99096	-0.000861679
副扫描	5.542E-03	3.039E-02	2.81E-03	-1.54E-02	1.99096	-0.012508064

图17

温度上升15度时的变化量

	副扫描方向 的光束位置	主扫描方向 的散焦	副扫描方向 的散焦	副扫描方向 的光束位置 (BP)	$\alpha_H \times BP \times t$	RAY4基准光束 间隔变化量 $-\alpha_H \times BP \times t$ 的差
ray1	0.000	0.2	0.0	9.4	0.003	-0.005
ray2	0.000	0.1	0.0	1.1	0.000	-0.002
ray3	0.004	0.1	0.1	-5.2	-0.002	0.004
ray4	-0.001	0.2	0.0	-9.4	-0.003	0.000

RAY1副扫描方向的移动量-RAY4副扫描方向的移动量 (RAY1的 $\alpha_H \times BP \times t$ - RAY4的 $\alpha_H \times BP \times t$) -0.005

图18

多面体反射镜的内接圆直径 40.0 Y Z
多面体反射镜的旋转中心位置 17.2 10.1
(从多面体反射面局部座标系见到的位置)

有限焦点透镜成像位置 RAY1 RAY2 RAY3 RAY4
5518.7 4106.4 4336.0 5579.3

面 No.	曲率		TH				折射率 N	备注
	主扫描 Cuy	副扫描 Cuz	共同	RAY1	RAY2	RAY3	RAY4	
1				33.3	33.3	33.3	33.3	
2	0	0.0183	5.0					1.514
3				-0.2	-3.1	-2.6	-0.1	
4			67.9					
5			10.0					1.514
6			14.3					
7			2.0					1.504
8			11.1					

偏转前光学系

玻璃(BK7):1.514
塑料透镜 :1.507

图19

各局部座标系的偏心、倾斜数据

面 No.	偏 心				倾 斜 角						
	y 方 向		z 方 向				对 z 轴		对 y 轴		
	共同	共同	RAY1	RAY2	RAY3	RAY4	共 同	RAY1	RAY2	RAY3	RAY4
1			5.3	0.5	-1.9	-5.3		-0.0216	0.0009	0.0042	0.0216
2											
3											
4											
5											
6											
7							-1.0197				
8	-1.4						1.0197				

偏转前光学系

偏转前光学系

图 20

	近轴部曲率		各面放大率		等效间隔	透镜的近轴 部放大率
	入射面	出射面	入射面	出射面		
主扫描	0.000E+00	0.000E+00	0.00E+00	0.00E+00	0	0
副扫描	0.000E+00	0.000E+00	0.00E+00	0.00E+00	0	0

图21

温度上升15度时的变化量

	在副扫描方向 的光束位置	主扫描方向 的散焦	副扫描方向 的散焦	光束位置 (BP)	$\alpha_H \times BP \times t$	间隔变化量 $-\alpha_H \times BP \times t$ 的差
ray1	0.045	0.7	1.9	7.4	0.002	0.084
ray2	0.005	0.7	2.0	0.5	0.000	0.047
ray3	-0.017	0.7	2.0	-5.1	-0.002	0.027
ray4	-0.045	0.7	1.9	-9.1	-0.003	0.000

RAY1副扫描方向的移动量- RAY4副扫描方向的移动量 (RAY1的 $\alpha_H \times BP \times t$ - RAY4的 $\alpha_H \times BP \times t$) 0.084