

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

G02B 26/10



## [12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 97108745.8

[43]公开日 1998年6月24日

[11]公开号 CN 1185591A

[22]申请日 97.12.19

[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 蒋世迅

[30]优先权

[32]96.12.19 [33]JP[31]354464 / 96

[32]97.3.13 [33]JP[31]078932 / 97

[71]申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 藤林和夫 星浩二

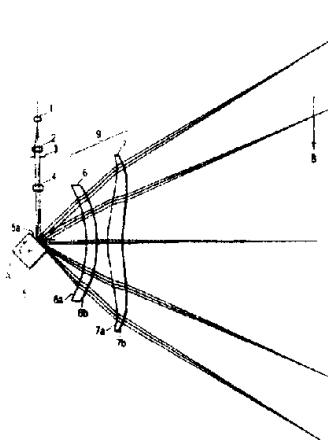
加藤学 石部芳浩

权利要求书 7 页 说明书 19 页 附图页数 11 页

[54]发明名称 光学扫描设备

[57]摘要

一种光学扫描设备包括：光源装置；第一光学元件；偏转元件；第二光学元件；第三光学元件。第三光学元件有一球面透镜和一复曲面透镜，从偏转元件一侧按以上顺序排列，球面透镜的两个表面构成正屈光度的弯月形，其凹面朝向偏转元件，复曲面透镜有两个透镜表面，形成主扫描截面内非球面状，且在扫描中心附近构成正屈光度的弯月形，其凸面朝向偏转元件。



# 权利要求书

---

1. 一种光学扫描设备，它包括：

光源装置；

第一光学元件，用于将所述光源装置射出的光束转换成会聚光束；

偏转元件，用于使所述光源装置射出的光束发生偏转；

第二光学元件，它把所述第一光学元件射出的光束会聚到所述偏转元件的偏转面，沿主扫描方向成纵向直线形；以及

第三光学元件，它把被所述偏转元件偏转的光束聚焦成扫描面上一个光点形状，

其中所述第三光学元件有一球面透镜和一复曲面透镜，并从偏转元件一侧按以上顺序排列，球面透镜的两个表面构成一个正屈光度的弯月形，其凹面朝向偏转元件，复曲面透镜的两个透镜表面形成主扫描截面上的非球面状，且构成一个在扫描中心附近正屈光度的弯月形，其凸面朝向偏转元件。

2. 按照权利要求1的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜是这样构成的，在主扫描截面上其透镜表面的曲率在所述扫描面一侧从透镜中心到透镜边缘连续地变化，曲率的符号在复曲面透镜中间部分发生反转。

3. 按照权利要求1的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜是用模制塑料做成的。

4. 按照权利要求1的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜是这样构成的，其两个透镜表面中至少一个透镜表面的曲率在所述偏转元件一侧或在副扫描截面的扫描面一侧沿主扫描方向连续地变化。

5. 按照权利要求4的光学扫描设备，其中所述至少一个透镜表面的曲率沿主扫描方向连续地变化，相对于透镜中心是面对称的。

6. 按照权利要求1的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜是这样构成的，主扫描方向上复曲面透镜的对称轴相对于主扫描面内所述扫

描面的法线是倾斜的。

7. 按照权利要求 1 的光学扫描设备，若其中所述球面透镜和所述复曲面透镜在主扫描截面上的焦距分别为  $f_6$  和  $f_7$ ，则此两个焦距满足下列条件：

$$1.6 < f_6/f_7 < 2.4$$

8. 按照权利要求 1 的光学扫描设备，所述复曲面透镜在主扫描截面上朝向光源装置平移开其中心。

9. 按照权利要求 1 的光学扫描设备，其中所述第三光学元件是这样安排的，若所述偏转元件与所述扫描面之间副扫描截面的扫描面上有效图像中心部分的角放大率为  $r_{sc}$ ，则角放大率  $r_{sc}$  满足以下条件：

$$0.25 < r_{sc} < 0.67$$

10. 按照权利要求 1 的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜在副扫描面上的屈光本领从透镜中心到透镜边缘连续地变弱，所述第三光学元件是这样安排的，若所述偏转元件与所述扫描面之间副扫描截面的扫描面上有效图像中心部分的角放大率为  $r_{sc}$ ，整个图像区域上任意位置处的角放大率为  $r_{s0}$  则此两个角放大率满足以下条件：

$$0.9 < r_{s0}/r_{sc} < 1.25$$

11. 一种光学扫描设备，它包括：

光源装置；

第一光学元件，用于将所述光源装置射出的光束转换成会聚光束；

偏转元件，用于使所述光源装置射出的光束发生偏转；

第二光学元件，它把所述第一光学元件射出的光束会聚到所述偏转元件的偏转面，沿主扫描方向成纵向直线形；以及

第三光学元件，它把被所述偏转元件偏转的光束聚焦成扫描面上一个光点形状，

其中所述第三光学元件有一球面透镜和一复曲面透镜，并从偏转元件一侧按以上顺序排列，球面透镜构成一个正屈光度的弯月形，其凹面朝向偏转元件，复曲面透镜的两个透镜表面形成主扫描截面上的非球面状，且构成一个在扫描中心附近正屈光度的弯月形，其凸面朝向

偏转元件，以及

若其中所述球面透镜和所述复曲面透镜在主扫描截面上的焦距分别为  $f_6$  和  $f_7$ ，则此两个焦距满足以下条件：

$$1 < f_6/f_7 < 10$$

12. 按照权利要求 11 的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜是这样构成的，复曲面透镜的透镜表面在主扫描截面上的曲率在所述扫描面一侧从透镜中心到透镜边缘连续地变化，曲率的符号在透镜中间部分发生反转。

13. 按照权利要求 11 的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜是用模制塑料做成的。

14. 按照权利要求 11 的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜是这样构成的，复曲面透镜的两个透镜表面中至少一个透镜表面的曲率在所述偏转元件一侧或在副扫描截面的扫描面一侧沿主扫描方向连续地变化。

15. 按照权利要求 14 的光学扫描设备，其中所述至少一个透镜表面的曲率沿主扫描方向连续地变化，相对于透镜中心是面对称的。

16. 按照权利要求 11 的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜是这样构成的，主扫描方向上复曲面透镜的对称轴相对于主扫描面内所述扫描面的法线是倾斜的。

17. 按照权利要求 11 的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜在主扫描截面上朝向光源装置平移开其中心。

18. 按照权利要求 11 的光学扫描设备，其中所述第三光学元件是这样安排的，若所述偏转元件与所述扫描面之间副扫描截面的扫描面上有效图像中心部分的角放大率为  $r_{sc}$ ，则此角放大率  $r_{sc}$  满足以下条件：

$$0.25 < r_{sc} < 0.67$$

19. 按照权利要求 11 的光学扫描设备，其中所述复曲面透镜在副扫描截面上的屈光本领从透镜中心到透镜边缘连续地变弱，所述第三光学元件是这样安排的，若所述偏转元件与所述扫描面之间副扫描截

面的扫描面上有效图像中心部分的角放大率为  $r_{sc}$ ，整个图像区域上任意位置处的角放大率为  $r_{so}$ ，则此两个角放大率满足以下条件：

$$0.9 < r_{so}/r_{sc} < 1.25$$

20. 一种激光束打印机，它包括：

光源装置；

第一光学元件，用于将所述光源装置射出的光束转换成会聚光束；

偏转元件，用于使所述光源装置射出的光束发生偏转；

第二光学元件，它把所述第一光学元件射出的光束会聚到所述偏转元件的偏转面，沿主扫描方向成纵向直线形；

记录介质；以及

第三光学元件，它把被所述偏转元件偏转的光束聚焦成所述记录介质表面上一个光点形状，

其中所述第三光学元件有一球面透镜和一复曲面透镜，并从偏转元件一侧按以上顺序排列，球面透镜的两个表面构成一个正屈光度的弯月形，其凹面朝向偏转元件，复曲面透镜的两个透镜表面形成主扫描截面上的非球面状，且构成一个在扫描中心附近正屈光度的弯月形，其凸面朝向偏转元件。

21. 按照权利要求 20 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜是这样构成的，复曲面透镜的透镜表面在主扫描截面上的曲率在所述扫描面一侧从透镜中心到透镜边缘连续地变化，曲率的符号在透镜中间部分发生反转。

22. 按照权利要求 20 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜是用塑料模制成的。

23. 按照权利要求 20 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜是这样构成的，复曲面透镜的两个透镜表面中至少一个透镜表面的曲率在所述偏转元件一侧或在副扫描截面的记录介质表面一侧沿主扫描方向连续地变化。

24. 按照权利要求 23 的激光束打印机，其中所述至少一个透镜表面的曲率沿主扫描方向连续地变化，相对于透镜中心是面对称的。

25. 按照权利要求 20 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜是这样构成的，复曲面透镜在主扫描方向的对称轴相对于主扫描面内所述记录介质表面的法线是倾斜的。

26. 按照权利要求 20 的激光束打印机，若其中所述球面透镜和所述复曲面透镜在主扫描截面上的焦距分别为  $f_6$  和  $f_7$ ，则此两个焦距满足以下条件：

$$1.6 < f_6/f_7 < 2.4$$

27. 按照权利要求 20 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜在主扫描截面上朝向光源装置平移开其中心。

28. 按照权利要求 20 的激光束打印机，其中所述第三光学元件是这样安排的，若所述偏转元件与所述记录介质表面之间副扫描截面的记录介质表面上有效图像中心部分的角放大率为  $r_{sc}$ ，则此角放大率  $r_{sc}$  满足以下条件：

$$0.25 < r_{sc} < 0.67$$

29. 按照权利要求 20 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜在副扫描面上的屈光本领从透镜中心到透镜边缘连续地变弱，所述第三光学元件是这样安排的，若所述偏转元件与所述记录介质表面之间副扫描截面的记录介质表面上有效图像中心部分的角放大率为  $r_{sc}$ ，整个图像区域上任意位置处的角放大率为  $r_{s0}$ ，则此两个角放大率满足以下条件：

$$0.9 < r_{s0}/r_{sc} < 1.25$$

30. 一种激光束打印机，它包括：

光源装置；

第一光学元件，用于将所述光源装置射出的光束转换成会聚光束；

偏转元件，用于使所述光源装置射出的光束发生偏转；

第二光学元件，它把所述第一光学元件射出的光束会聚到所述偏转元件的偏转面，沿主扫描方向成纵向直线形；

记录介质；以及

第三光学元件，它把被所述偏转元件偏转的光束聚焦成所述记录介

质表面上一个光点形状，

其中所述第三光学元件有一球面透镜和一复曲面透镜，并从偏转元件一侧按以上顺序排列，球面透镜构成一个正屈光度的弯月形，其凹面朝向偏转元件，复曲面透镜的两个透镜表面形成主扫描截面上的非球面状，且构成一个在扫描中心附近正屈光度的弯月形，其凸面朝向偏转元件，以及

若其中所述球面透镜和所述复曲面透镜在主扫描截面上的焦距分别为  $f_6$  和  $f_7$ ，则此两个焦距满足以下条件：

$$1 < f_6/f_7 < 10$$

31. 按照权利要求 30 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜是这样构成的，主扫描截面上复曲面透镜的透镜表面曲率在所述记录介质表面一侧从透镜中心到透镜边缘连续地变化，曲率的符号在透镜的中间部分发生反转。

32. 按照权利要求 30 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜是用模制塑料做成的。

33. 按照权利要求 30 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜是这样构成的，复曲面透镜的两个透镜表面中至少一个透镜表面的曲率在所述偏转元件一侧或在副扫描截面的记录介质表面一侧沿主扫描方向连续地变化。

34. 按照权利要求 33 的激光束打印机，其中所述至少一个透镜表面的曲率沿主扫描方向连续地变化，相对于透镜中心是面对称的。

35. 按照权利要求 30 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜是这样构成的，复曲面透镜在主扫描方向的对称轴相对于主扫描平面内所述记录介质表面的法线是倾斜的。

36. 按照权利要求 30 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜在主扫描截面上朝向光源装置平移开其中心。

37. 按照权利要求 30 的激光束打印机，其中所述第三光学元件是这样安排的，若所述偏转元件与所述记录介质表面之间副扫描截面的记录介质表面上有效图像中心部分的角放大率为  $r_{sc}$ ，则此角放大率  $r_{sc}$

满足以下条件：

$$0.25 < r_{sc} < 0.67$$

38. 按照权利要求 30 的激光束打印机，其中所述复曲面透镜在副扫描截面上的屈光本领从透镜中心到透镜边缘连续地变弱，所述第三光学元件是这样安排的，若所述偏转元件与所述记录介质表面之间副扫描截面的记录介质表面上有效图像中心部分的角放大率为  $r_{sc}$ ，整个图像区域上任意位置处的角放大率为  $r_{so}$ ，则此两个角放大率满足以下条件：

$$0.9 < r_{so}/r_{sc} < 1.25$$

# 说 明 书

---

## 光学扫描设备

本发明涉及光学扫描设备，更具体说，涉及适合这样一些装置使用的光学扫描设备，这些装置用旋转多面镜等构成的光学偏转器，使光源装置发出并被调制的光，发生偏转及反射，之后，通过一个有  $f\theta$  特性的光学成像系统，使光在扫描表面一个区域上扫描，把图像信息记录在其上，这类装置诸如带电子照像处理的激光束打印机（LBP）设备或数字复印机。

像激光束打印机之类的常用光学扫描设备中，按图像信号调制并从光源装置发出的光束，被光学偏转器，例如旋转多面镜（多面镜）规则地偏转，光束通过有  $f\theta$  特性的光学成像系统，在光敏记录介质（光敏鼓）表面会聚成点状，使光束在该表面的一个区域上扫描，以使该表面作图像记录。

图 1 是个示意图，它画出一个常用光学扫描设备的主要部分，是一个在主扫描方向内的截面图。图中，光源装置 11 发出的发散光经准直透镜 12 变成近似平行的光束，光阑 13 限制光束大小（光量），之后，光束入射到柱面透镜 14，该透镜只在副扫描方向上有预定的屈光度。入射到柱面透镜 14 的平行光束，出来时在主扫描截面内仍像入射时那样的平行光线。在副扫描截面内，光束被会聚在旋转多面镜（多面镜）构成的光学偏转器 15 的偏转表面 15a 上，聚焦成近似于直线图像。

之后，光学偏转器 15 的偏转表面 15a，使光束偏转，偏转光束通过有  $f\theta$  特性的光学成像系统（ $f\theta$  透镜） 16，落在作为扫描面的光敏鼓 18 的表面，通过沿箭头 A 所指方向旋转光学偏转器 15，使光束在光敏鼓 18 表面上一块区域上扫描，从而完成图像信息的记录。

为了进行高精度的图像信息记录，此类光学扫描设备需要在扫描表面整个区域，对场曲作很好校正，才能得到大小均匀的光点，为了得到入射光角度与像高之间的正比关系，还需有畸变（ $f\theta$  特性）。至今已提出了各

种满足这种特性的光学扫描装置或校正光学系统（ $f\theta$  透镜）。

另一方面，激光束打印机，数字复印机等的尺寸及售价都在下降，也要求光学扫描设备的尺寸及售价都下降。

为了同时满足这些要求，已提出了多种含单个  $f\theta$  透镜的光学扫描装置，例如，日本专利发布 No. 61-48684，日本公布专利申请号 No. 63-157122，日本公布专利申请号 No. 4-104213，日本公布专利申请号 No. 4-50908（相应的美国专利号 No. 5,111,219），等等。

日本专利公开 No. 61-48684，日本公布专利申请号 No. 63-157122 等等，从这些专利及申请中披露的内容看，是用一个凹表面在光学偏转器一侧的单一透镜作为  $f\theta$  透镜，把从准直透镜出来的平行光束会聚在记录介质表面。还有，日本公布专利申请号 No. 4-104213 披露，用一个凹表面在光学偏转器一侧而复曲面在像平面一侧的单一透镜作为  $f\theta$  透镜，经准直透镜成为会聚光的光束，入射到  $f\theta$  透镜上。日本公布专利申请号 No. 4-50908（相当于美国专利号 No. 5-111,219）披露，用一个单一透镜作为  $f\theta$  透镜，该透镜的两个表面都是高阶的非球面，经准直透镜后成为会聚光的光束，入射到  $f\theta$  透镜上。

然而，上述常用的光学扫描装置，有如下问题。日本专利发布 No. 61-48684 公布的设备中，在副扫描方向上，仍然存在场曲；因为平行光束要聚焦在扫描表面上，焦距  $f$ ，即  $f\theta$  透镜到扫描表面的距离是长的，于是，产生了难于制作小型光学扫描装置的问题。

日本公布专利申请号 No. 63-157122 提出的设备，其问题在于难以模制法制作  $f\theta$  透镜，因为其厚度太厚，这是使售价增加的原因。

日本公布专利申请号 No. 4-104213 提出的设备，其问题是仍然存在畸变，以及作为光学偏转器的多面镜，由于安装误差，引起周期性抖动。

日本公布专利申请号 No. 4-50908 提出的设备，由于使用高阶非球面的  $f\theta$  透镜，像差已得到很好校正，然而在副扫描方向上，光点的大小随像的高度改变，这是因为光学偏转器与扫描表面间的副扫描方向上，放大倍数不均匀。

除了上面指出的之外，还提出过由两个透镜组成  $f\theta$  透镜的光学扫描装

置，例如，日本公布专利申请号 No. 56-36622，日本公布专利申请号 No. 61-175607，等等。所提出的 fθ 透镜组，其截面形状由球面或微弱的非球面构成，而使用这些 fθ 透镜组，似乎很难减小尺寸，降低售价，和增加清晰度。

本发明的一个目的，是提供一个光学扫描设备，它是小型的，适合于高清晰度打印，其中，为把准直透镜来的会聚光经偏转器聚焦在扫描表面，用了由两个透镜组成的 fθ 透镜，并恰当地安排构成 fθ 透镜的两个透镜的结构，从而很好地校正了场曲及畸变，并防止了光点大小随像高而改变。

本发明的光学扫描设备是这样的一种光学扫描设备，它包括：第一光学元件，用于把光源装置发出的光变成会聚光束；第二光学元件，用于在主扫描方向的纵向把光束聚焦成线状，落在偏转元件的偏转面上；第三光学元件，用于把经偏转元件偏转的光束，聚焦在扫描表面并成点状，其中第三光学元件有一球面透镜和一复曲面透镜，并按顺序从偏转元件一侧排列，球面透镜两表面组成正屈光度的弯月形，其凹面朝向偏转元件，复曲面透镜在主扫描截面上有两个非球面形的透镜表面，这两个表面在扫描中心附近构成正屈光度的弯月形，其凸面朝向偏转元件。

本发明的光学扫描设备，其特征尤其在前述复曲面透镜的结构：在主扫描截面内，前述扫描表面侧的透镜表面曲率，从透镜中央到透镜边缘连续地改变，且曲率的符号在中间部分变号；

其特征还在于：前述复曲面透镜是用塑料模制成的；

其特征还在于前述复曲面透镜的结构：该透镜在前述偏转元件一侧或在扫描表面一侧的两个透镜表面中，至少有一个透镜表面，其曲率在副扫描截面内沿主扫描方向连续地改变。

其特征还在于，所述至少一个透镜表面的曲率，沿主扫描方向连续地变化，相对于透镜中心是面对称的；

其特征还在于前述复曲面透镜的结构：透镜主扫描方向的对称轴，在主扫描平面内，相对于所述扫描平面的法线是倾斜的，

其特征还在于，若前述球面透镜焦距及前述复曲面透镜在主扫描截面内的焦距分别为 f6 和 f7，须满足下列条件：

$$1.6 < f_6/f_7 < 2.4;$$

其特征还在于，前述复曲面透镜在主扫描截面内，沿朝向光源装置方向平移开其中心；

其特征还在于第三光学元件的结构：如果在前述偏转元件及前述扫描表面间的副扫描截面内的扫描表面上的有效图像中心区域的角放大率是  $r_{sc}$ ，那么该角放大率须满足下列条件：

$$0.25 < r_{sc} < 0.67; \text{或者}$$

其特征还在于，前述复曲面透镜在副扫描截面内，其屈光本领从透镜中央到透镜边缘连续变弱，且其特征在于第三光学元件的结构：在前述偏转元件及扫描表面间的副扫描截面内的扫描表面的有效图像中心区域，若其角放大率是  $r_{sc}$ ，而在整个成像区任意位置上的角放大率是  $r_{so}$ ，则两个角放大率须满足下列条件：

$$0.9 < r_{so}/r_{sc} < 1.25.$$

本发明的另一个光学扫描设备是这样的光学扫描设备，它包括：第一光学元件，用于把光源装置发出的光变成会聚光束；第二光学元件，用于在主扫描方向的纵向，把光束聚焦成线状，落在偏转元件的偏转面上；第三光学元件，用于把经偏转元件偏转的光束，聚焦在扫描表面并成点状，其中第三光学元件有一球面透镜和一复曲面透镜，并按顺序从偏转元件一侧排列，球面透镜两表面组成正屈光度的弯月形，其凹面朝向偏转元件，复曲面透镜在主扫描截面上有两个非球面形的透镜表面，这两个表面在扫描中心附近成正屈光度的弯月形，其凸面朝向偏转元件，其中若球面透镜的焦距和复曲面透镜在主扫描截面上的焦距分别为  $f_6$  和  $f_7$ ，则两个焦距须满足下列条件：

$$1 < f_6/f_7 < 10.$$

本发明的上述光学扫描设备，其特征尤其在前述复曲面透镜的结构：在主扫描截面内，前述扫描表面侧的透镜表面曲率，从透镜中央到透镜边缘连续地改变，且曲率的符号在中间部分变号；

其特征还在于：前述复曲面透镜是用塑料模制成的；

其特征还在于前述复曲面透镜的结构：该透镜在前述偏转元件一侧

或在扫描表面一侧的两个透镜表面中，至少有一个表面，其曲率在副扫描截面内沿主扫描方向连续地改变；

其特征还在于，所述至少一个透镜表面的曲率，沿主扫描方向连续地变化，相对于透镜中心是面对称的。

其特征还在于，前述复曲面透镜的结构：在主扫描平面内，透镜主扫描方向的对称轴相对于所述扫描平面的法线是倾斜的；

其特征还在于，前述复曲面透镜在主扫描截面内，沿朝向光源装置方向平移开其中心；

其特征还在于第三光学元件的结构：在前述偏转元件及前述扫描表面间的副扫描截面内的扫描表面上有效图像中心区域，如果其角放大率是  $r_{sc}$ ，那么该角放大率须满足下述条件：

$$0.25 < r_{sc} < 0.67 ; \text{ 或者}$$

其特征还在于，前述复曲面透镜在副扫描截面内，其屈光本领从透镜中央到透镜边缘连续变弱，且其特征在于第三光学元件的结构：在前述偏转元件及扫描表面间的副扫描截面内扫描表面上有效图像中心区域，若其角放大率是  $r_{sc}$ ，在整个成像区任意位置上的角放大率是  $r_{s0}$ ，则两个角放大率须满足下述条件：

$$0.9 < r_{s0} < r_{sc} < 1.25 .$$

图 1 是一个示意图，表示普通光学扫描设备的光学系统主要部分；

图 2 是本发明第一个实施例中光学扫描设备主要部分的截面图，该截面是沿主扫描方向截取的；

图 3 是曲线图，画出本发明第一个实施例中场曲，畸变和角放大率变化；

图 4 是本发明第二个实施例中光学扫描设备主要部分的截面图，该截面是沿主扫描方向截取的；

图 5 是曲线图，画出本发明第二个实施例中场曲，畸变和角放大率变化；

图 6 是本发明第三个实施例中光学扫描设备主要部分的截面图，该截面是沿主扫描方向截取的；

图 7 是曲线图，画出本发明第三个实施例中场曲，畸变和角放大率变化；

图 8 是本发明第四个，第五个或第六个实施例中光学扫描设备主要部分的截面图，该截面是沿主扫描方向截取的；

图 9 是曲线图，画出本发明第四个实施例中场曲，畸变和角放大率变化；

图 10 是曲线图，画出本发明第五个实施例中场曲，畸变和角放大率变化；以及

图 11 是曲线图，画出本发明第六个实施例中场曲，畸变和角放大率变化。

图 2 是按照本发明第一个实施例中光学扫描设备主要部分的截面图，该截面是沿主扫描方向（主扫描截面）截取的。

在此说明书中，“主扫描方向”表示光束被光学偏转器的偏转反射面偏转而扫描的方向。此外，“主扫描面”表示光束作为时间的函数而形成的光束面，此光束被光学偏转器的偏转反射面偏转而扫描。

在此图中，参考数字 1 表示光源装置，例如，该光源装置是一半导体激光器。数字 2 表示作为第一光学元件的准直透镜，它将光源装置 1 射出的光束转换成主扫描面内一发散光束。数字 3 表示孔径光阑，它使穿过的光束为一圆形光点的光束。

数字 4 表示作为第三光学元件的柱面透镜，此柱面透镜只是在副扫描方向（垂直于图 2 平面的方向）有折射本领，它将穿过光阑 3 近似直线图像形式的光束聚焦到下述光学偏转器 5 的偏转反射表面 5a，该光束在沿着垂直于主扫描截面并包含光轴的副扫描截面内。因而，入射到光学偏转器 5 的光束是与主扫描方向成纵向的直线图像。

数字 5 表示光学偏转器，例如，它是一个由四个面构成的多面反射镜（旋转多面反射镜），此多面反射镜沿着图中箭头 A 的方向匀速转动，它被驱动装置，如电机驱动而旋转的。

数字 9 表示作为第三光学元件的  $f\theta$  透镜（光学成像系统）， $f\theta$  透镜有  $f\theta$  特性。第三光学元件 9 包括球面透镜 6 和复曲面透镜 7。第三光学元

件 9 将含有图像信息的光束会聚到光敏鼓 8 的表面，该光束是被光学偏转器 5 偏转反射的光束，光敏鼓 8 的表面是作为扫描面的记录介质，第三光学元件 9 还校正光学偏转器 5 偏转面的表面倾斜。

在本实施例中，从半导体激光器 1 射出的光束被准直透镜 2 转换成主扫描截面的会聚光束，光束（光量）受到孔径光阑 3 的限制，并使光束入射到柱面透镜 4。入射到柱面透镜 4 的光束从柱面透镜 4 射出后在主扫描截面仍保持原样。另一方面，此光束在副扫描截面会聚，以近似直线图像形式（与主扫描方向成纵向的直线图像）的光束聚焦到光学偏转器 5 的偏转面 5a 上。于是，被光学偏转器 5 偏转面 5a 偏转反射的光束被引入  $f\theta$  透镜，出射到光敏鼓 8 的表面，光敏鼓 8 表面上的区域是箭头 B 方向的光学扫描区，它是使光学偏转器 5 沿着箭头 A 方向转动产生的。这就完成了图像记录。

以下描述构成本实施例中第三光学元件 ( $f\theta$  透镜) 9 的球面透镜 6 和复曲面透镜 7 特征。

第三光学元件 9 是由两个透镜，即球面透镜 6 和复曲面透镜 7 组成，每个透镜有正的屈光度，在此实施例中恰当地确定两个透镜的屈光度分布，从而获得良好的场曲特性。

在此情况下，若球面透镜 6 和复曲面透镜 7 的焦距分别为  $f_6$  和  $f_7$ ，则此两个透镜的焦距要满足下列条件：

$$1 < f_6 < f_7 < 10 \quad (1)$$

若此条件式子 (1) 满足，则场曲和畸变得到很好校正，而且也减小了球面透镜 6 和复曲面透镜 7 的厚度，减小了用模制塑料或模制玻璃（玻璃模制品）方法制作透镜的流水周期，也减小了冷却过程中表面形状的变形。

在此实施例中，条件式子 (1) 较好的数值范围如下：

$$1.1 < f_6 < f_7 < 8.5 \quad (1a)$$

尤其是，在以下的范围内可以有更好的光学性能：

$$1.6 < f_6/f_7 < 2.4 \quad (1b)$$

若  $f\theta$  透镜 9 是由一个复曲面透镜组成，则只依靠复曲面透镜 7 的两个

透镜表面很难保持扫描面上整个区域的光点直径一致，很难保持场曲变化良好。

所以，在本实施例中，球面透镜 6 是有正屈光度的弯月形，且其凹面朝向偏转元件 5，从而很好地校正此实施例中的场曲。

为了充分地保持  $f\theta$  特性和场曲特性都良好，复曲面透镜 7 在主扫描截面上（在图 2 平面）是这样安排的：

两个透镜表面 7a, 7b 都是非球面；

复曲面透镜 7 是有正屈光度的弯月形，且其凸面在扫描中心（透镜中心）附近朝向偏转元件 5；以及

扫描面 8 一侧的透镜表面 7b 在主扫描方向的曲率从透镜中心（主扫描范围的中心）到透镜边缘连续地变化，且曲率的符号（正符号和负符号）在中间部分是反转的。

按照上述形状构成的复曲面透镜 7 在整个扫描范围内很好地校正了场曲和畸变。

另外，副扫描截面（与主扫描截面垂直截取的截面）上复曲面透镜 7 的两个透镜表面 7a, 7b 曲率安排成连续地变化，且曲率在主扫描方向上相对于离透镜中心的距离有面对称。有了这种安排可保持副扫描方向上图像特性良好。

$f\theta$  透镜 9 是这样构成的，若光学偏转器 5 与扫描面 8 之间副扫描截面的扫描面 8 上有效图像中心部分的角放大率为  $r_{sc}$ ，则此角放大率要满足下列条件：

$$0.25 < r_{sc} < 0.67 \quad (2)$$

在限制主扫描方向上  $f\theta$  透镜 9 的透镜长度同时，以上条件式子 (2) 是副扫描截面上保持图像特性良好的条件。在条件式子 (2) 下限以下，穿过球面透镜 6 和复曲面透镜 7 的有效光束就会扩大，就要增加两个透镜的厚度，因而失去了两个透镜的小型化。这是不可取的。在条件式子 (2) 上限以上，由塑料透镜构成的  $f\theta$  透镜 9 图像性能会随环境变化，如温度变化，变得不稳定。这也是不可取的。

另外，在本实施例中，副扫描截面上复曲面透镜 7 的屈光本领安排成

从透镜中心到透镜边缘连续地变弱，若光学偏转器 5 与扫描面 8 之间副扫描截面上有效图像中心部分的角放大率为  $r_{sc}$ ，整个图像区域上任何位置处的角放大率为  $r_{so}$ ，则 fθ 透镜 9 安排成满足下列条件：

$$0.9 < r_{so}/r_{sc} < 1.25 \quad (3)$$

此条件式子 (3) 是副扫描截面上从扫描面 8 中心部分到边缘部分保持光点直径一致的条件。超过条件式子 (3) 的上限，扫描面 8 边缘（在主扫描方向的图像边缘）的光点直径就小于中心部分的光点直径，这是不可取的。在条件式子 (3) 下限以下，扫描面 8 边缘处的光点直径就大于中心部分的光点直径，因而失去了副扫描截面上光点直径的一致性，这也是不可取的。另外，光点直径增大就会减弱光点的峰值强度，反过来又会因传播而使光点直径弥散，这是不可取的。

在本实施例中，条件式子 (3) 更佳的数值范围设定如下：

$$0.95 < r_{so}/r_{sc} < 1.21 \quad (3a)$$

在本实施例中，复曲面透镜 7 在主扫描方向的透镜形状是一非球面状的，可以表示为幂数高达 10 的函数，复曲面透镜 7 在副扫描方向的透镜形状是一个在图像高度方向上连续变化的球面。为了说明透镜形状，我们规定一个座标系统，例如，座标原点位于复曲面透镜 7 与光轴的交会点，取 X 轴为沿光轴方向，取 Y 轴为主扫描平面内沿垂直于光轴的轴方向，取 Z 轴为副扫描平面内沿垂直于光轴的轴方向。于是，对应于主扫描方向上母线方向的透镜表面可以用下列公式表示：

$$X = (Y^2/R) / [1 + \{1 - (1+K)(Y/R^2)\}^{1/2}] + B_4 Y^4 + B_6 Y^6 + B_8 Y^8 + B_{10} Y^{10}$$

(其中 R 是曲率半径，K，B<sub>4</sub>，B<sub>6</sub>，B<sub>8</sub>，B<sub>10</sub> 为非球面的各个系数。)

副扫描截面上的形状是这样规定的，各个曲率半径随主扫描方向上透镜表面座标的変化而连续地变化，主扫描平面上座标 Y 处的曲率半径  $r'$  可以用下列公式表示：

$$r' = r(1 + D_2 Y^2 + D_4 Y^4 + D_6 Y^6 + D_8 Y^8 + D_{10} Y^{10})$$

其中 r 是光轴上的曲率半径，D<sub>2</sub>，D<sub>4</sub>，D<sub>6</sub>，D<sub>8</sub>，D<sub>10</sub> 是各个系数。

下面的表 1 示出第一个实施例中代表透镜表面形状和其他各种特征的系数。图 3 是一个说明性的曲线图，画出第一个实施例中以中心点作为参照的场曲，畸变和角放大率变化的像差曲线。从图中可以看出，每一种像差已被校正到实际使用中不出问题的程度以下。

表 1  
(单位: mm, E-0X 表示  $10^{-X}$ )  
数 据

所用波长	$\lambda$ (nm)	780	复曲面透镜形状		
球面透镜折射率	ns	1.5255		第一面	第二面
复曲面透镜折射率	nt	1.5255	R	5.11296E+01	6.91590E+01
到多面镜入射角	$\theta_i$	-90.0	K	-1.04082E+01	-2.06725E+01
离开多面镜最大出射角	$\theta_{max}$	45.0	B4	-1.68576E-06	-2.33101E-06
多面镜 - 球面透镜	e1	25.0	B6	1.96558E-10	3.54333E-10
球面透镜中心厚度	d1	5.6	B8	-4.15803E-14	-1.10335E-13
球面透镜 - 复曲面透镜	e2	5.4	B10	6.03212E-18	1.67359E-18
复曲面透镜中心厚度	d2	8.0	r	-2.08401E+01	-1.05955E+01
复曲面透镜 - 扫描面	sk	113.5	D2	4.58480E-03	1.65382E-03
准直镜会聚度			D4	5.74867E-06	-6.59308E-07
多面镜 - 自然会聚点	fc	312.06	D6	2.52676E-08	-1.08325E-10
球面透镜曲率半径 R1	R1	-67.640	D8	-4.83224E-11	8.36075E-14
球面透镜曲率半径 R2	R2	-59.086	D10	1.67359E-18	2.26003E-19

球面透镜焦距	f6	725
复曲面透镜焦距	f7	323.7
焦距之比率	f6/f7	2.24
角放大率	r <sub>sc</sub>	0.40

在本实施例中，复曲面透镜 7 沿着扫描面 8 的法线方向朝向光源装

置平行移动 0.5mm。另外，复曲面透镜 7 是这样安排，主扫描方向上复曲面透镜 7 的对称轴相对于转轴按顺时针方向倾斜 25 分，该转轴穿过相对于扫描面 8 法线的主扫描平面内光学偏转器 5 一侧的透镜表面顶点。平行移动的参考物是平行于扫描面法线的主光线，此主光线是由光学偏转器 5 反射出的主光线。

复曲面透镜的表面形状相对于母线方向和子午线方向都是对称的，此子午线方向是相对于主扫描截面上复曲面透镜本身的光轴。

图 4 是按照本发明第二个实施例中光学扫描设备主要部分在主扫描方向的截面图（主扫描截面图）。在此图中，与图 2 所示元件相同的元件用相同的参照数字表示。

本实施例与图 2 所示第一实施例不同之处是，组成第三光学元件 29 的球面透镜 26 和复曲面透镜 27 是这样构成的，各个透镜的形状相对于四个面构成的多面反射镜是最佳的，如以下表 2 中所示。其他的结构和光学作用与以上第一个实施例中基本相同，因而得到相同的效果。

下面的表 2 示出第二个实施例中代表透镜表面形状和其他各种特征的系数。图 5 是一个说明性的曲线图，画出第二个实施例中以中心点作为参照的场曲，畸变和角放大率变化的像差曲线。从图中可以看出，每一种像差已被校正到实际使用中不出问题的程度以下。

表 2  
(单位: mm, E-0X 表示  $10^{-X}$ )  
数 据

所用波长	$\lambda$ (nm)	780	复曲面透镜形状		
球面透镜折射率	ns	1.5242		第一面	第二面
复曲面透镜折射率	nt	1.5242	R	4.12315E+01	4.76163E+01
到多面镜入射角	$\theta_i$	-90.0	K	-7.35357E+00	-1.06514E+01
离开多面镜最大出射角	$\theta_{max}$	45.0	B4	-2.19394E-06	-2.59911E-06
多面镜 - 球面透镜	e1	25.0	B6	1.53043E-10	1.77243E-10
球面透镜中心厚度	d1	5.6	B8	-1.12193E-13	-4.19341E-14
球面透镜 - 复曲面透镜	e2	5.4	B10	2.49607E-17	-2.73683E-17
复曲面透镜中心厚度	d2	8.0	r	-2.05362E+01	-1.06757E+01
复曲面透镜 - 扫描面	sk	113.5	D2	3.75941E-03	1.65667E-03
准直镜会聚度			D4	4.91305E-06	-6.73059E-07
多面镜 - 自然会聚点	fc	312.06	D6	+1.36972E-08	-9.92015E-11
球面透镜曲率半径 R1	R1	-43.465	D8	-2.45565E-11	8.32087E-14
球面透镜曲率半径 R2	R2	-38.995	D10	3.51609E-14	1.96687E-18

球面透镜焦距	f6	505.54
复曲面透镜焦距	f7	409.94
焦距之比率	f6/f7	1.233
角放大率	r <sub>sc</sub>	0.404

在本实施例中，复曲面透镜 27 沿着扫描面 8 的法线方向朝向光源装置平行移动 0.2mm。另外，复曲面透镜 27 是这样安排，主扫描方向上复曲面透镜 27 的对称轴相对于转轴按顺时针方向倾斜 25 分，该转轴穿过相对于扫描面 8 法线的主扫描平面内光学偏转器 5 一侧的透镜表面顶点。

图 6 是按照本发明第三个实施例中光学扫描设备主要部分在主扫

描方向的截面图（主扫描截面图）。在此图中，与图 2 所示元件相同的元件用相同的参照数字表示。

本实施例与图 2 所示第一个实施例不同之处是，组成第三光学元件 37 的球面透镜 36 和复曲面透镜 37 是这样构成的，各个透镜的形状相对于四个面构成的多面反射镜是最佳的，如以下表 3 所示。其他的结构和光学作用与以上第一个实施例中基本相同，因而得到相同的效果。

以下的表 3 示出第三个实施例中代表透镜表面形状和其他各种特征的系数。图 7 是一个说明性的曲线图，画出第三个实施例中以中心点作为参照的场曲，畸变和角放大率变化的像差曲线。从图中可以看出，每一种像差已被校正到实际使用中不出问题的程度以下。

表 3  
(单位: mm, E-0X 表示  $10^{-X}$ )  
数 据

所用波长	$\lambda$ (nm)	780	复曲面透镜形状		
球面透镜折射率	ns	1.5242		第一面	第二面
复曲面透镜折射率	nt	1.5242	R	6.23395E+01	1.13261E+02
到多面镜入射角	$\theta_i$	-90.0	K	-1.31335E+01	-5.22153E+01
离开多面镜最大出射角	$\theta_{max}$	45.0	B4	-1.47004e-06	-2.01508E-06
多面镜 - 球面透镜	e1	25.0	B6	2.19952E-10	1.89102E-10
球面透镜中心厚度	d1	5.6	B8	-8.37295E-14	-4.80242E-14
球面透镜 - 复曲面透镜	e2	5.4	B10	1.39711E-17	-1.54869E-17
复曲面透镜中心厚度	d2	9.15	r	-1.81836E+01	-1.02296E+01
复曲面透镜 - 扫描面	sk	112.35	D2	4.98453E-03	1.52646E-03
准直镜会聚度			D4	5.91930E-06	-6.58541E-07
多面镜 - 自然会聚点	fc	312.06	D6	1.85391E-08	-2.56142E-11
球面透镜曲率半径 R1	R1	-192.19	D8	-2.65573E-11	1.00622E-13
球面透镜曲率半径 R2	R2	-164.06	D10	3.46167E-14	-2.36684E-17

球面透镜焦距	f6	1996.9
复曲面透镜焦距	f7	248.50
焦距之比率	f6/f7	8.036
角放大率	r <sub>sc</sub>	0.424

在本实施例中，复曲面透镜 37 沿着扫描面 8 的法线方向朝向光源装置平行移动 0.4mm。另外，复曲面透镜 37 是这样安排的，主扫描方向上复曲面透镜 37 的对称轴相对于转轴按顺时针方向倾斜 25 分，该转轴穿过相对于扫描面 8 法线的主扫描平面内光学偏转器 5 一侧的透镜表面顶点。

本发明第四个，第五个和第六个实施例中光学扫描设备的描述如

下。在第四个，第五个和第六个实施例中，各个透镜的形状在主扫描截面内是相同的，图8是主要部分在主扫描方向的截面图（主扫描截面图），此图在第四个，第五个和第六个实施例中是共同的。在此图中，与图2所示元件相同的元件用相同的参照数字表示。

与上述图2所示第一个实施例不同的第四个，第五个和第六个实施例中每一个只是，

作为偏转元件的多面反射镜是由六个面构成，为的是用于高速打印机；和

组成第三光学元件的球面透镜和复曲面透镜是这样构成的，各个透镜的形状相对于六个面构成的多面反射镜是最佳的，如以下表4，表5或表6所示。

第四个，第五个或第六个实施例中每一个的其他结构和光学作用与上述第一个实施例中基本相同，因而得到相同的效果。

表4，表5或表6分别示出第四个，第五个或第六个实施例中代表透镜表面形状和其他各种特征的系数。图9，图10，或图11都是说明性曲线图，分别画出第四个，第五个或第六个实施例中以中心点作为参照的场曲，畸变和角放大率变化的像差曲线。从这些图中可以看出每一种像差已被校正到实际使用中不出问题的程度以下。

表 4  
(单位: mm, E-0X 表示  $10^{-X}$ )  
数 据

所用波长	$\lambda$ (nm)	780	复曲面透镜形状		
球面透镜折射率	ns	1.5242		第一面	第二面
复曲面透镜折射率	nt	1.5242	R	6.23341E+01	8.68550E+01
到多面镜入射角	$\theta_i$	-60.0	K	-9.37019E+00	-1.83238E+01
离开多面镜最大出射角	$\theta_{max}$	41.0	B4	-1.47610E-06	-1.86679E-06
多面镜 - 球面透镜	e1	36.4	B6	3.46212E-10	3.86512E-10
球面透镜中心厚度	d1	5.3	B8	-1.18693E-13	-1.22439E-13
球面透镜 - 复曲面透镜	e2	2.5	B10	1.71530E-17	1.09562E-17
复曲面透镜中心厚度	d2	7.8	r	-2.11003E+01	-1.15000E+01
复曲面透镜 - 扫描面	sk	122	D2	0.00000E+00	2.27836E-04
准直镜会聚度			D4	7.00000E-07	-1.18222E-07
多面镜 - 自然会聚点	fc	339.6	D6	0.00000E+00	2.93772E-10
球面透镜曲率半径 R1	R1	-260.40	D8	0.00000E+00	-1.80466E-13
球面透镜曲率半径 R2	R2	-150.90	D10	0.00000E+00	3.58710E-17

球面透镜焦距	f6	673.6
复曲面透镜焦距	f7	379.7
焦距之比率	f6/f7	1.77
角放大率	r <sub>sc</sub>	0.43

表 5  
(单位: mm, E-0X 表示  $10^{-X}$ )  
数 据.

所用波长	$\lambda$ (nm)	780	复曲面透镜形状		
				第一面	第二面
球面透镜折射率	ns	1.5242			
复曲面透镜折射率	nt	1.5242	R	6.23341E+01	8.68550E+01
到多面镜入射角	$\theta_i$	-60.0	K	-9.37019E+00	-1.83238E+01
离开多面镜最大出射角	$\theta_{max}$	41.0	B4	-1.47610E-06	-1.86679E-06
多面镜 - 球面透镜	e1	36.4	B6	3.46212E-10	3.86512E-10
球面透镜中心厚度	d1	5.3	B8	-1.18693E-13	-1.22439E-13
球面透镜 - 复曲面透镜	e2	2.5	B10	1.71530E-17	1.09562E-17
复曲面透镜中心厚度	d2	7.8	r	-2.11003E+01	-1.15000E+01
复曲面透镜 - 扫描面	sk	122	D2	1.50000E-03	7.05420E-04
准直镜会聚度			D4	-6.50000E-07	-5.30841E-07
多面镜 - 自然会聚点	fc	339.6	D6	0.00000E+00	1.72712E-10
球面透镜曲率半径 R1	R1	-260.40	D8	0.00000E+00	-1.21162E-14
球面透镜曲率半径 R2	R2	-150.90	D10	0.00000E+00	-8.50250E-18

球面透镜焦距	f6	673.6
复曲面透镜焦距	f7	379.7
焦距之比率	f6/f7	1.77
角放大率	r <sub>sc</sub>	0.43

表 6  
(单位: mm, E-0X 表示  $10^{-X}$ )  
数 据

所用波长	$\lambda(\text{nm})$	780	复曲面透镜形状		
球面透镜折射率	ns	1.5242		第一面	第二面
复曲面透镜折射率	nt	1.5242	R	6.23341E+01	8.68550E+01
到多面镜入射角	$\theta_i$	-60.0	K	-9.37019E+00	-1.83238E+01
离开多面镜最大出射角	$\theta_{\max}$	41.0	B4	-1.47610E-06	-1.86679E-06
多面镜 - 球面透镜	e1	36.4	B6	3.46212E-10	3.86512E-10
球面透镜中心厚度	d1	5.3	B8	-1.18693E-13	-1.22439E-13
球面透镜 - 复曲面透镜	e2	2.5	B10	1.71530E-17	1.09562E-17
复曲面透镜中心厚度	d2	7.8	r	-2.11003E+01	-1.15000E+01
复曲面透镜 - 扫描面	sk	122	D2	2.47000E-03	9.61160E-04
准直镜会聚度			D4	-1.38000E-06	-8.93747E-07
多面镜 - 自然会聚点	fc	339.6	D6	-1.76000E-09	2.33314E-10
球面透镜曲率半径 R1	R1	-260.40	D8	+1.70000E-12	1.30810E-15
球面透镜曲率半径 R2	R2	-150.90	D10	-4.00000E-16	-7.97730E-18

球面透镜焦距	f6	673.6
复曲面透镜焦距	f7	379.7
焦距之比率	f6/f7	1.77
角放大率	r <sub>sc</sub>	0.43

在第四个, 第五个或第六个实施例的每一个中, 球面透镜和复曲面透镜沿着扫描面的法线方向朝向光源装置都平行移动 0.2mm。另外, 第四个, 第五个或第六个实施例中每一个的复曲面透镜是这样安排, 主扫描方向上复曲面透镜的对称轴相对于转轴按顺时针方向倾斜 36 分, 该转轴穿过相对于扫描面法线的主扫描平面内偏转元件 5 一侧的透镜表面顶点。

本发明能够很好地校正包括场曲和畸变在内的像差，通过下述安排能够最大限度减小图像高度等因素对光点直径变化的影响，这种安排是，恰当设定 fθ 透镜中两个透镜的透镜形状，用两个透镜构成的 fθ 透镜将来自准直透镜的会聚光束经光学偏转器聚焦到扫描面上，因而本发明能够制成小型且适用于高清晰度打印的光学扫描设备。

利用两个透镜构成 fθ 透镜的这一种安排， fθ 透镜中每一个透镜沿着光轴方向的厚度可以做得薄些，若两个透镜是用模制塑料做成，就可以减少模制方法的流水周期，因而能够实现价格低廉的光学扫描设备。

说 明 书 附 图

图 1

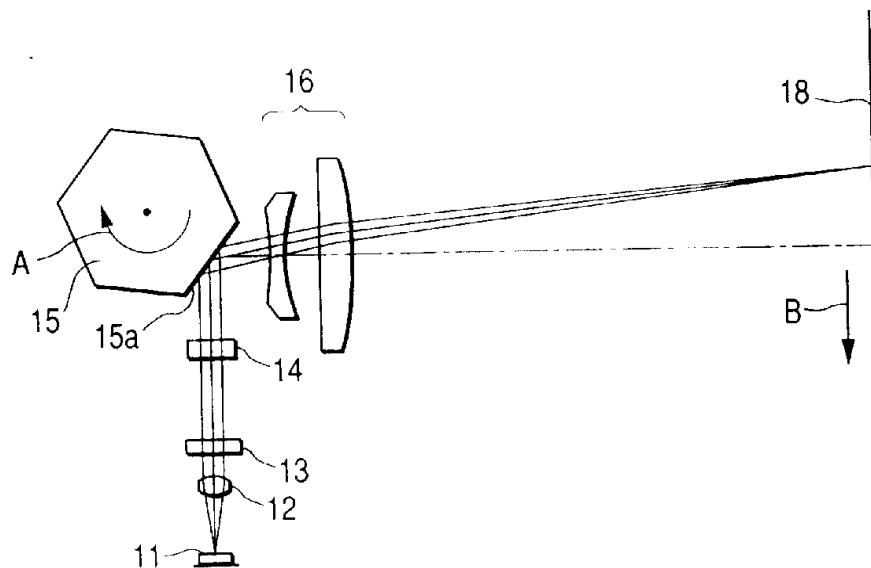
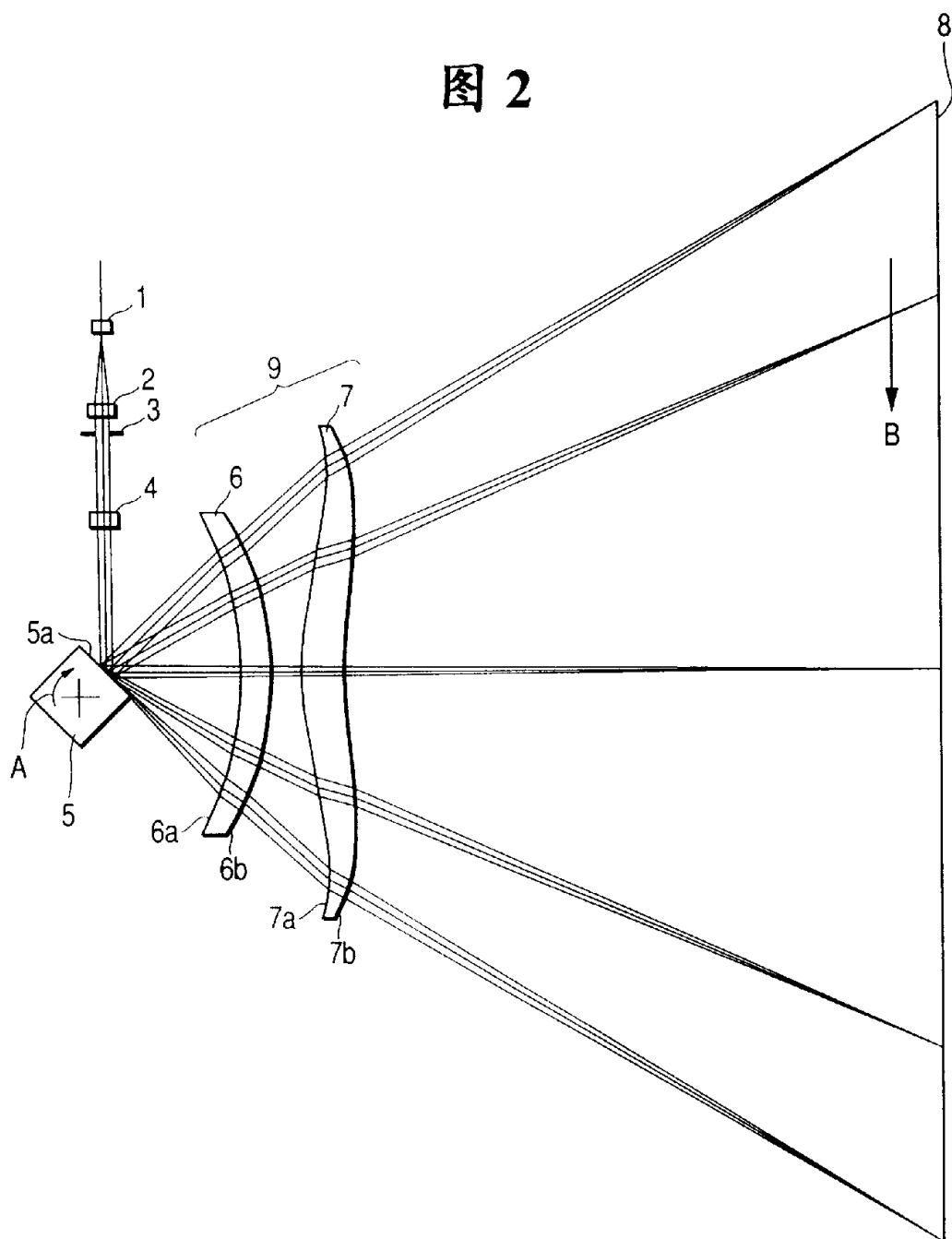


图 2



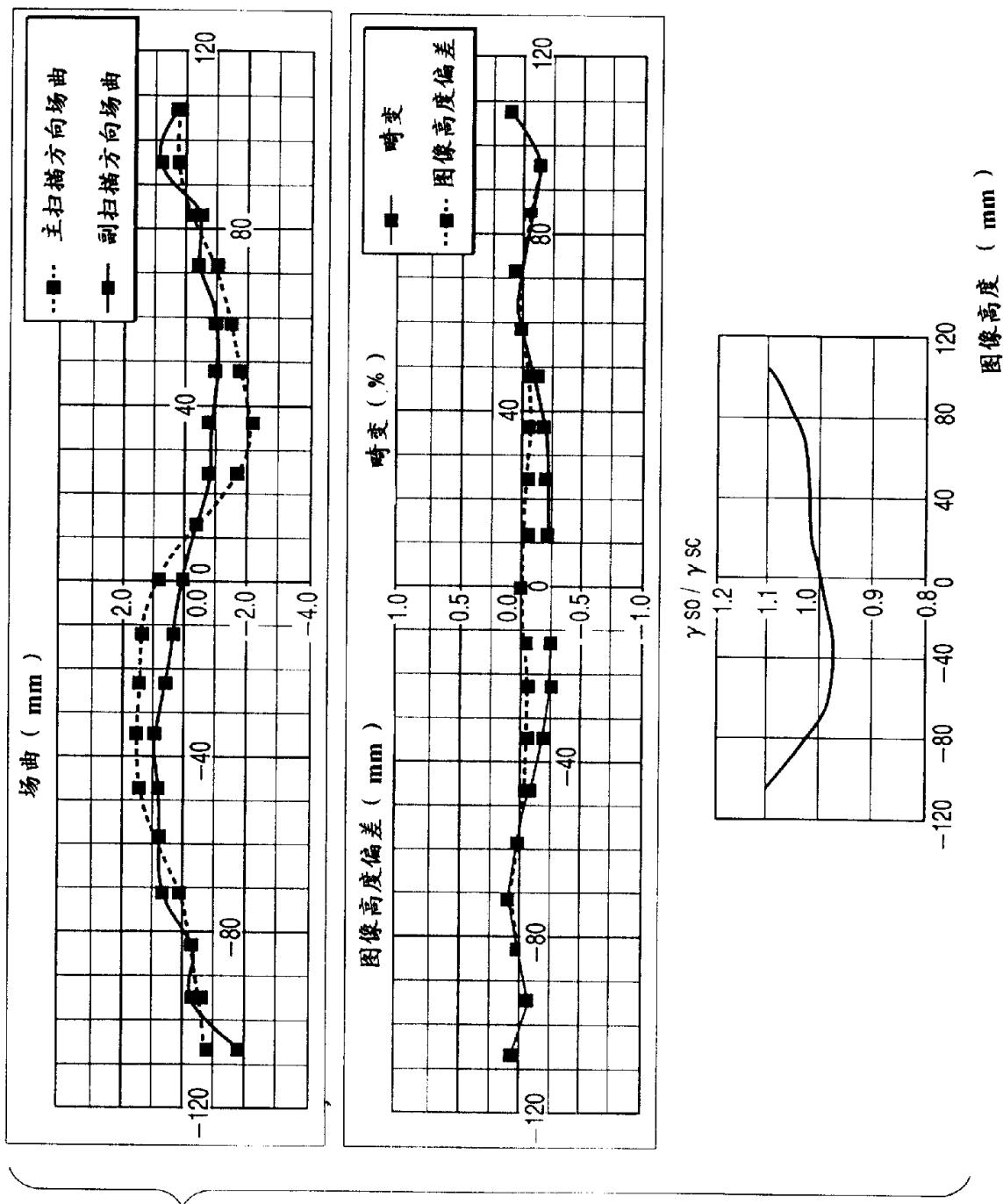
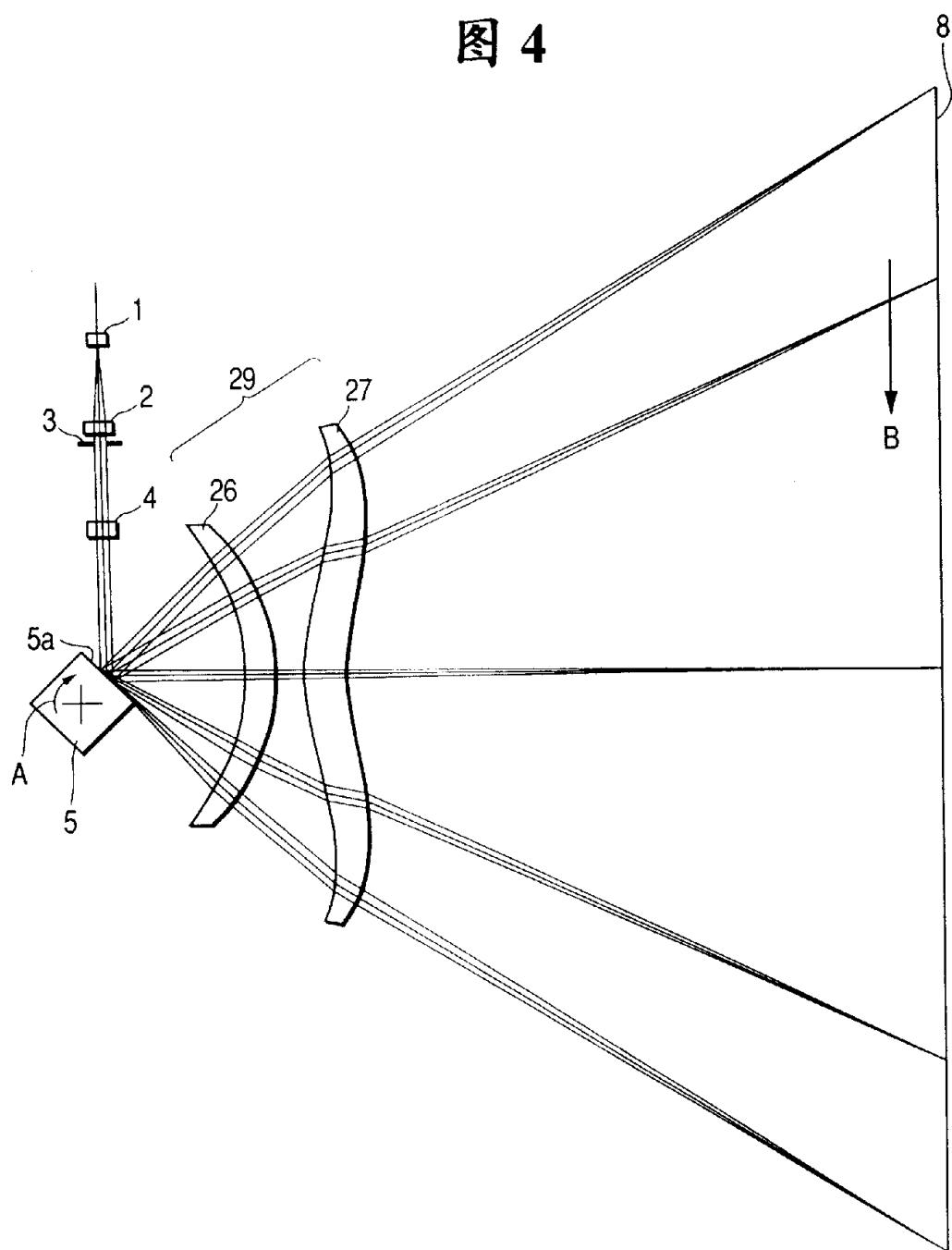


图 3

图 4



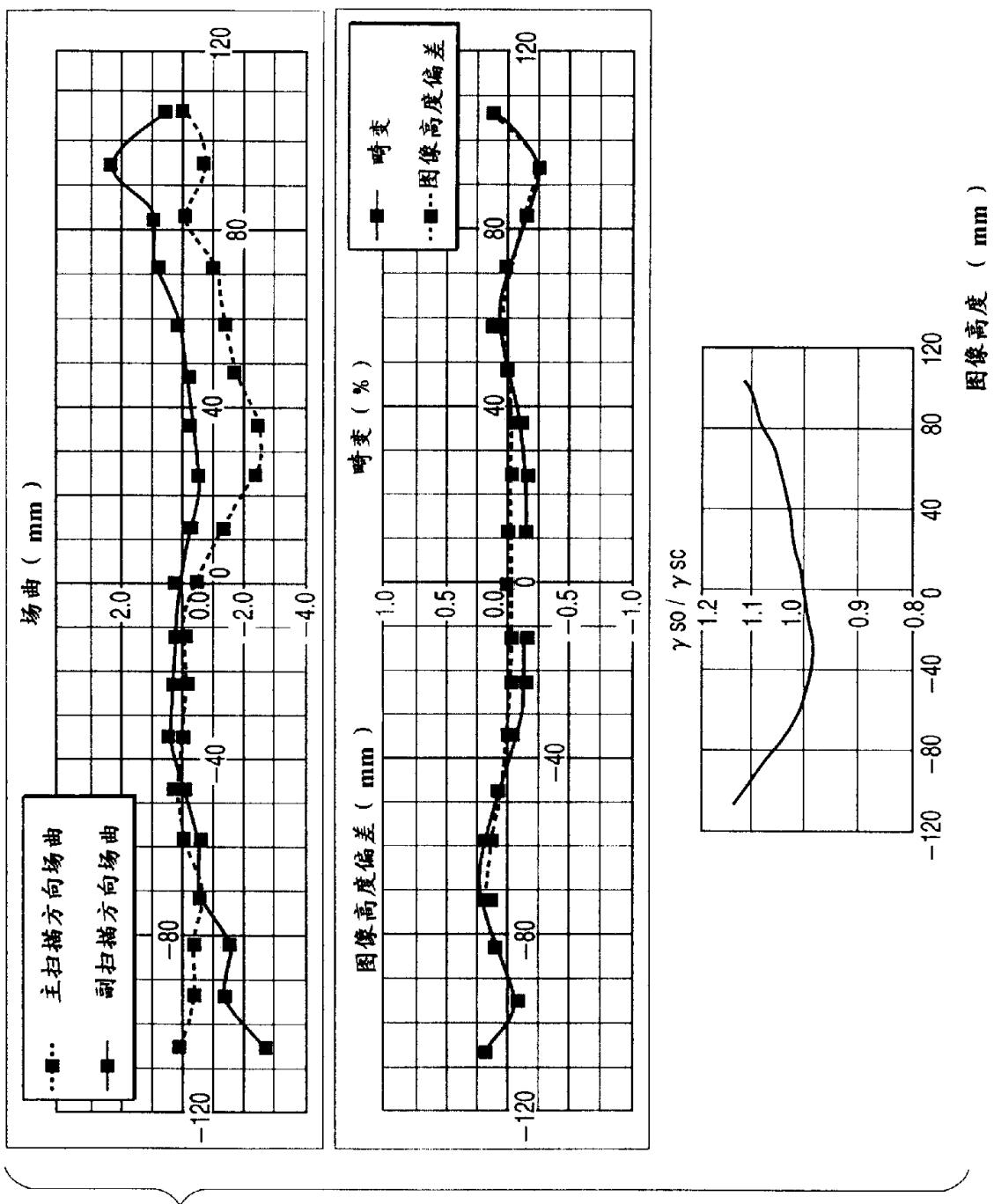
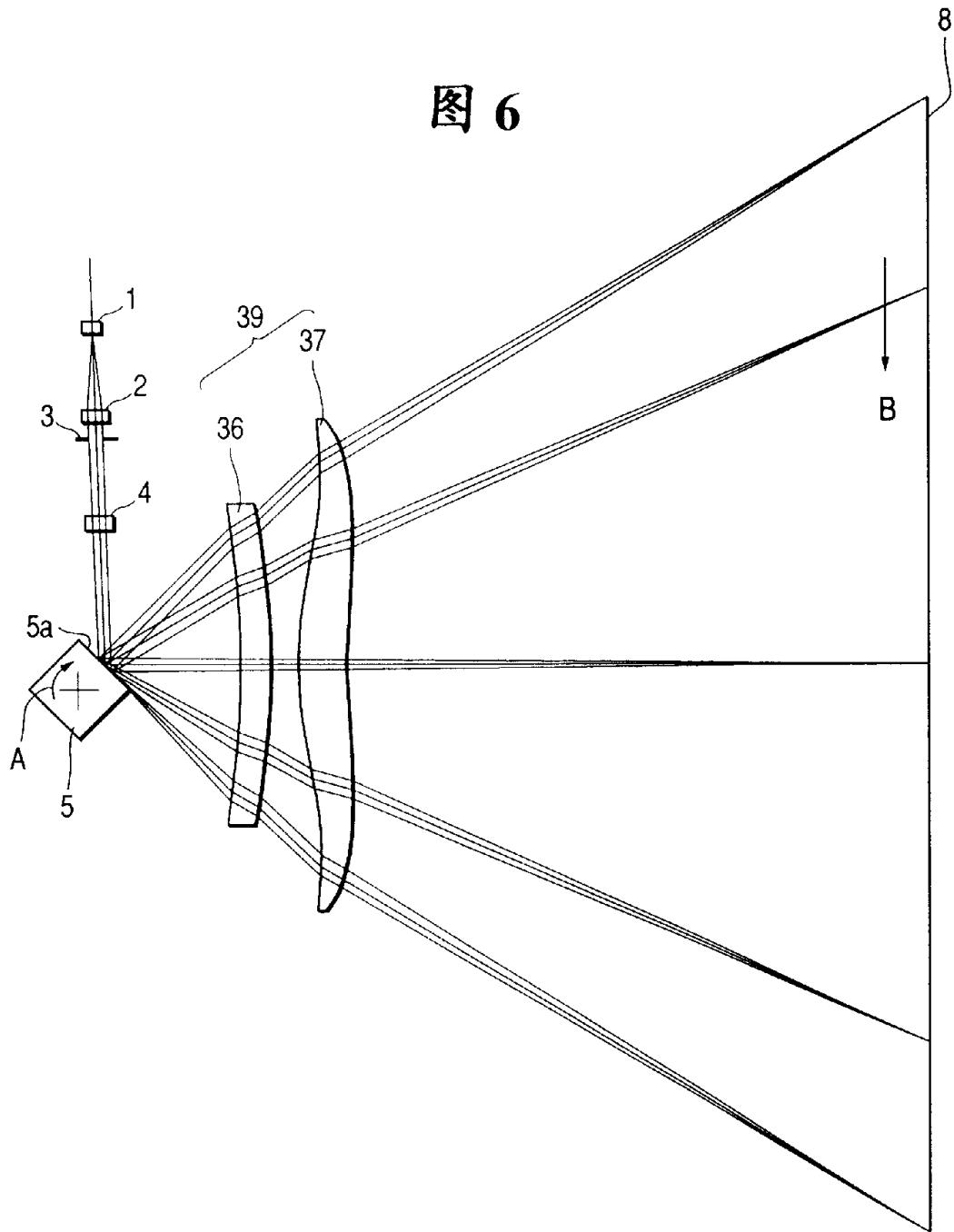


图 5

图 6



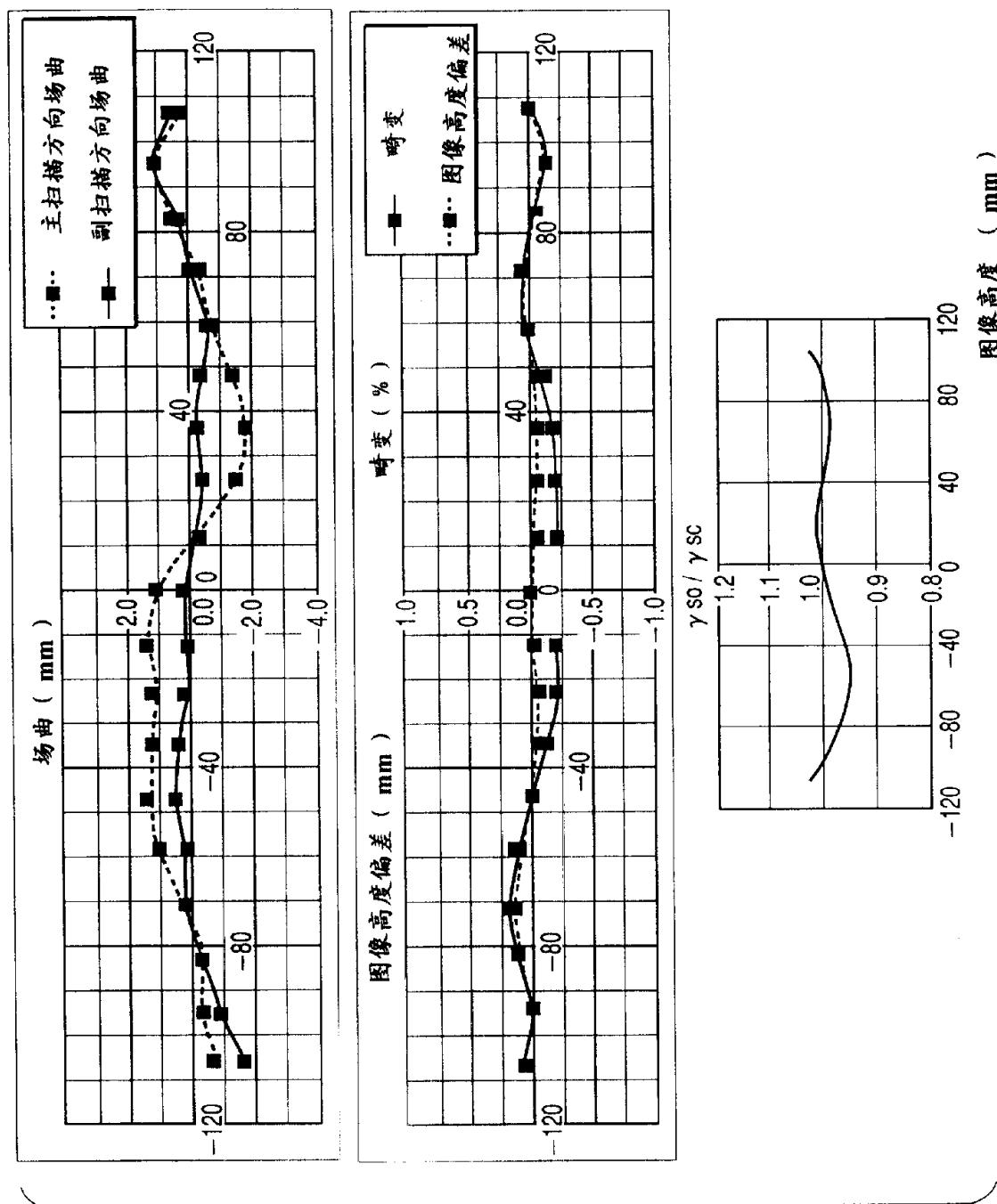
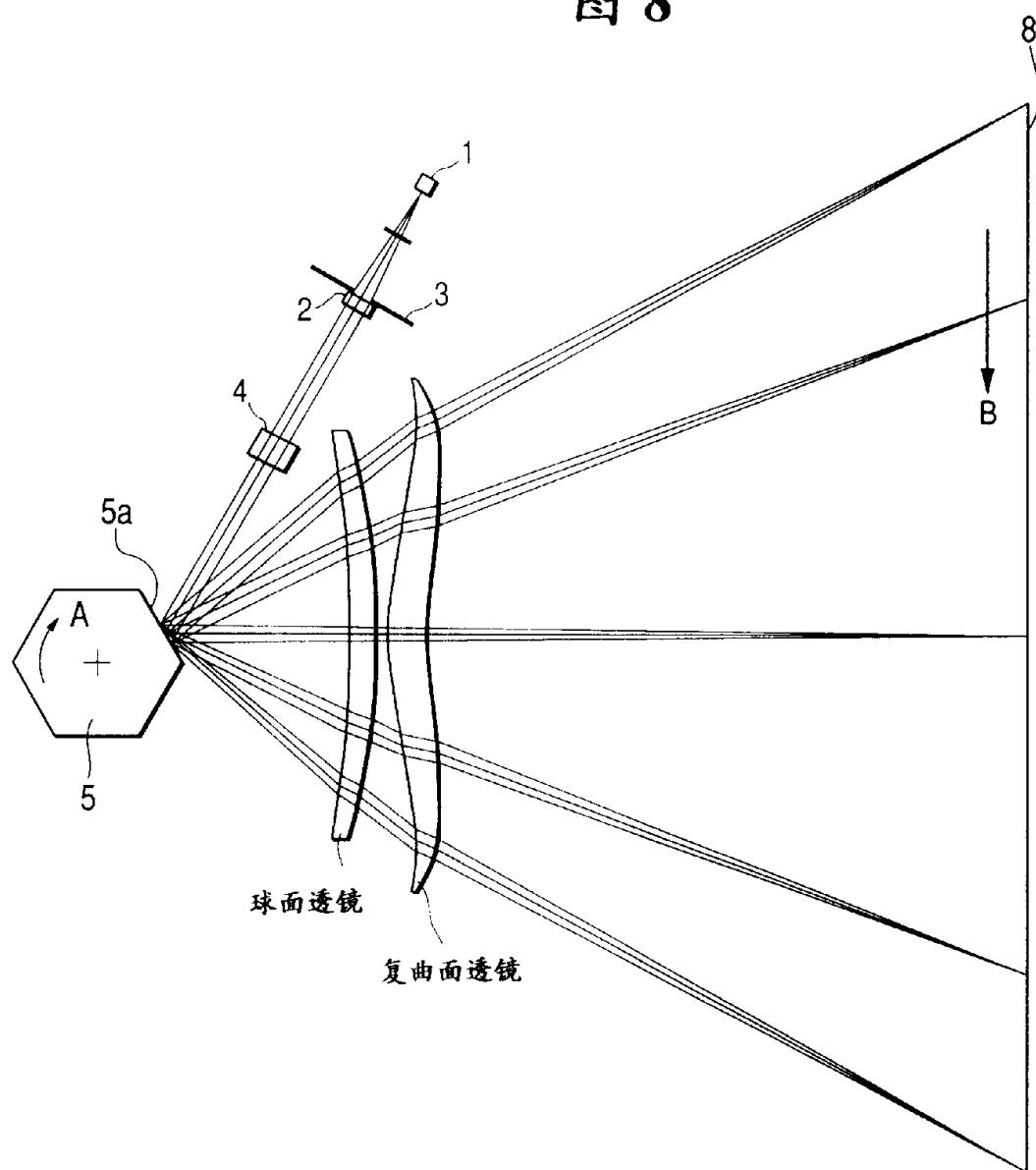


图 7

图 8



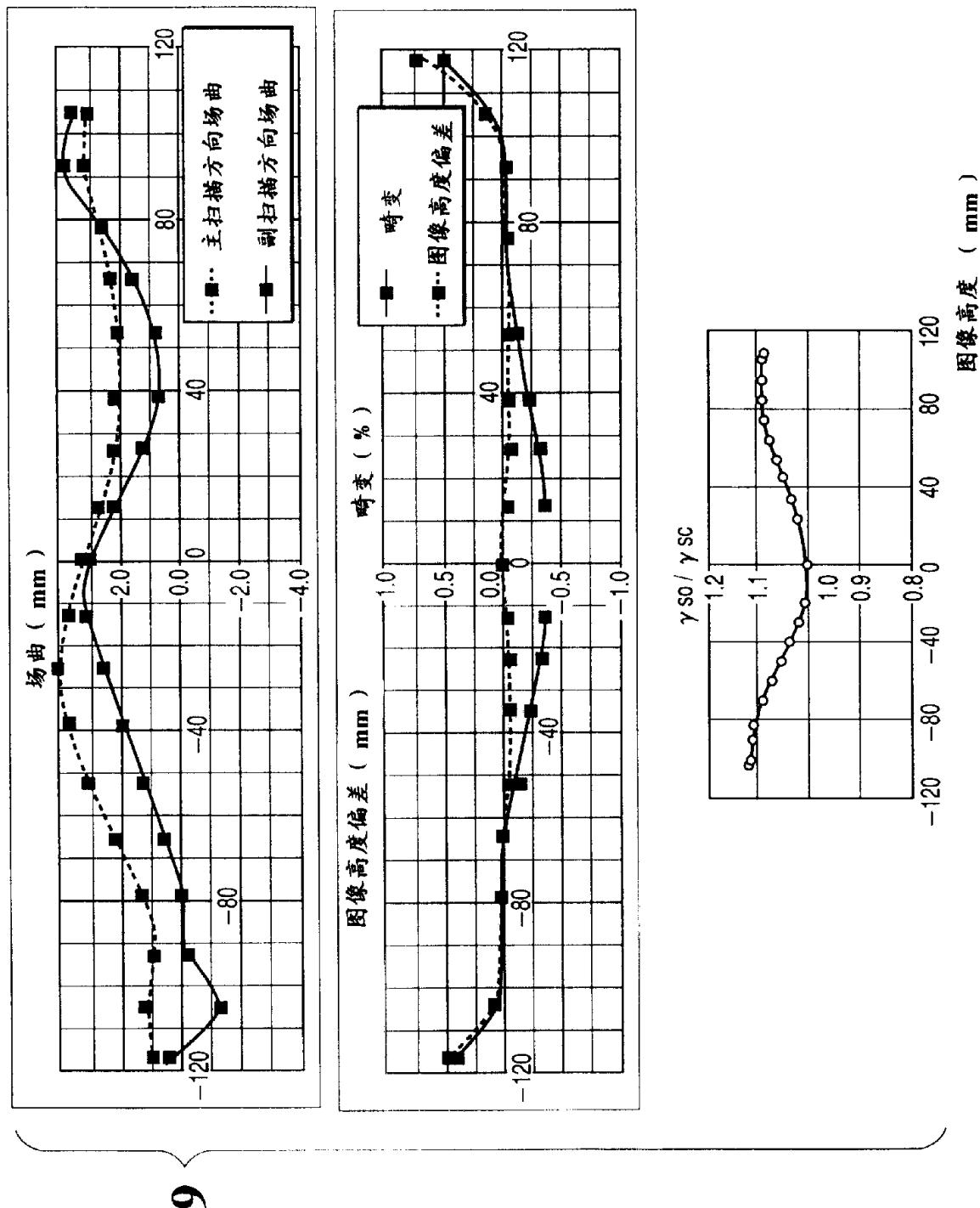


图 9

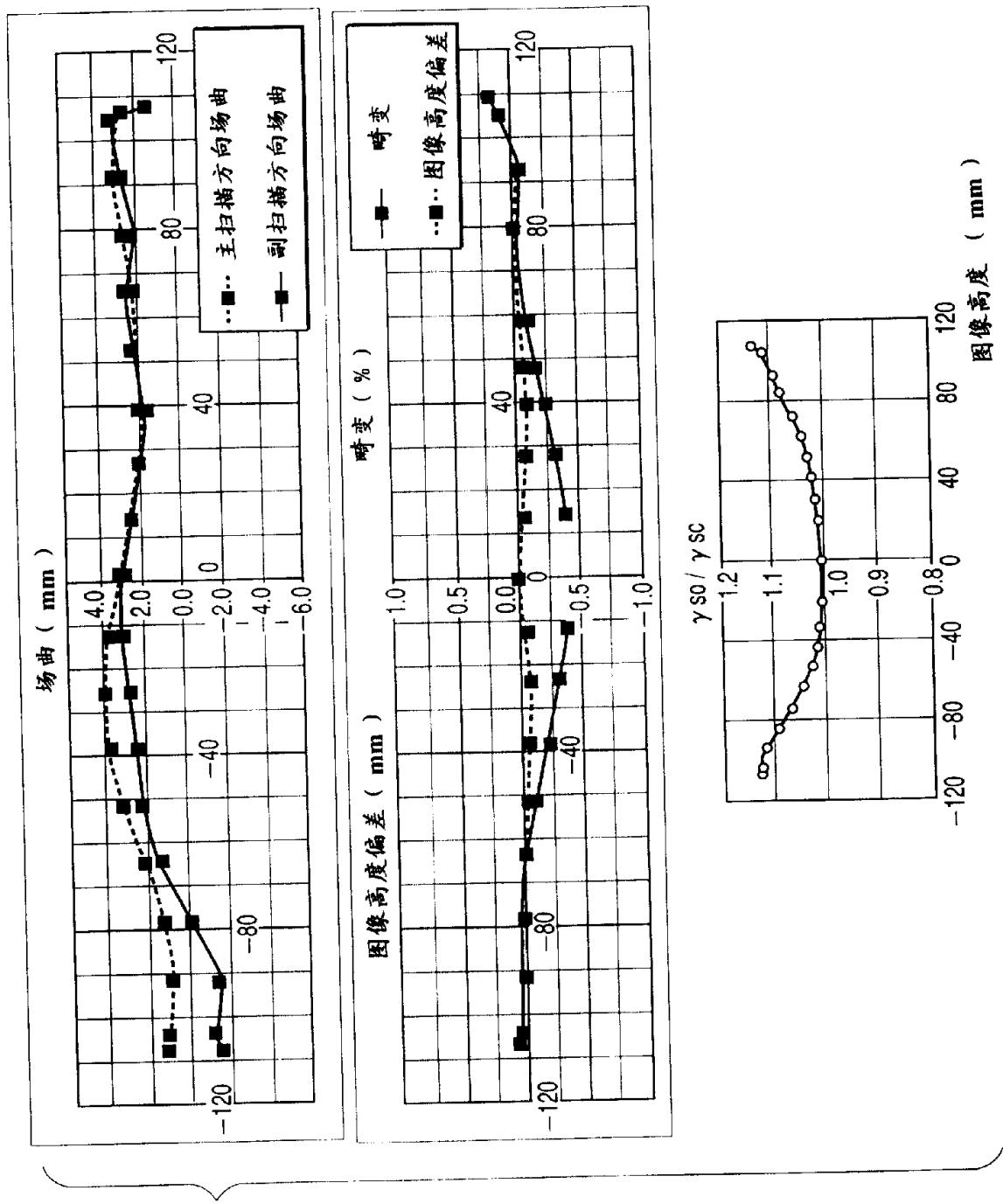


图 10

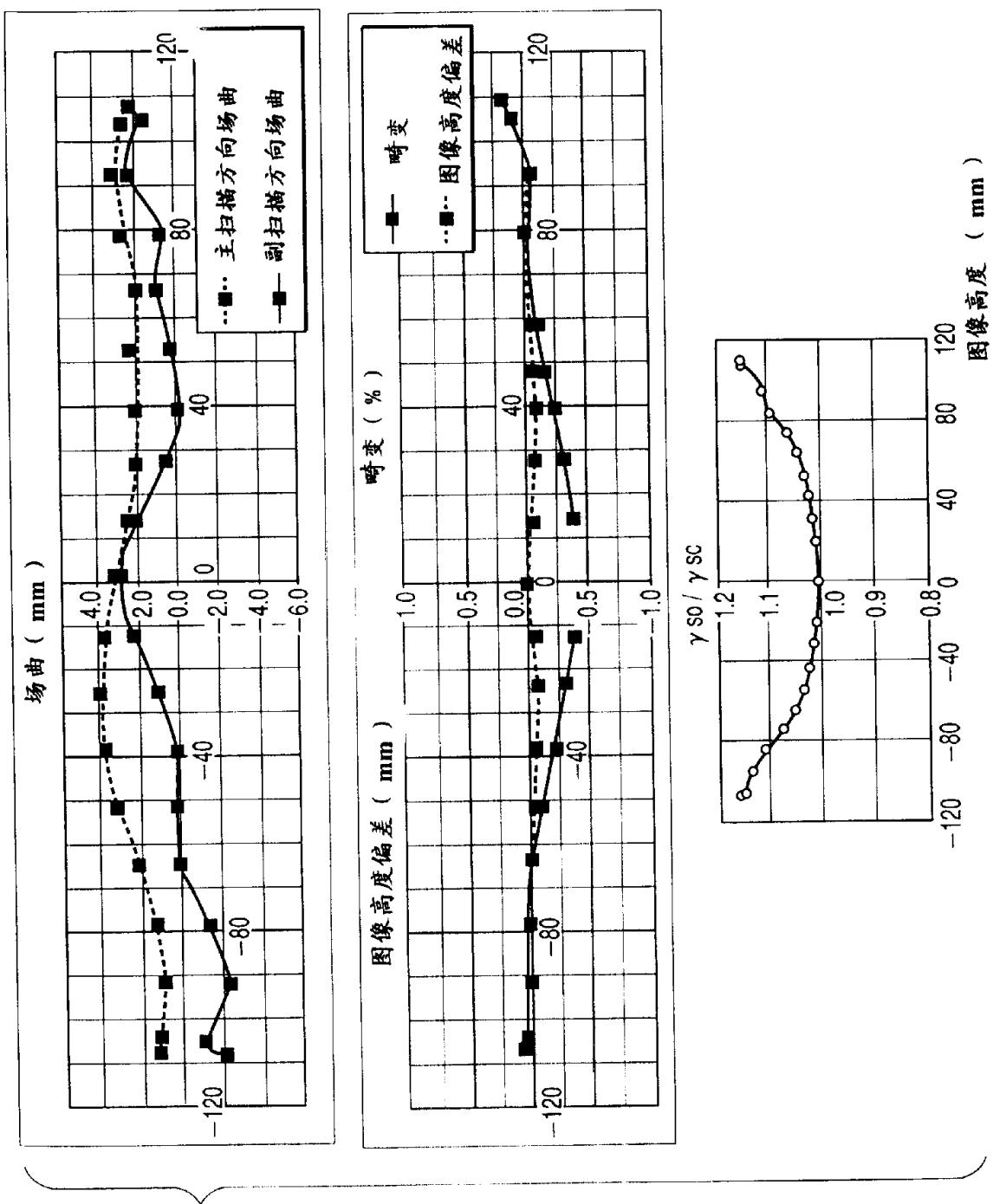


图 11