

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 26/10

G03G 15/00



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01125402.5

[45] 授权公告日 2005 年 7 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1211685C

[22] 申请日 2001.5.25 [21] 申请号 01125402.5

[30] 优先权

[32] 2000. 5. 25 [33] JP [31] 154681/2000

[32] 2001. 4. 27 [33] JP [31] 132474/2001

[71] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 石原圭一郎

审查员 张春伟

[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

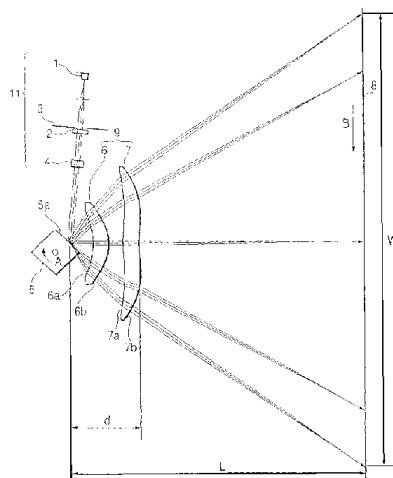
代理人 李 强

权利要求书 7 页 说明书 31 页 附图 20 页

[54] 发明名称 光扫描设备和使用该光扫描设备的
成像装置

[57] 摘要

一种光扫描设备包括：入射光学系统，用于使从光源装置发射的光入射到一偏转装置；以及，扫描光学装置，用于使由所述偏转装置反射和偏转的光束成像到一待扫描表面。该扫描光学装置具有在偏转装置一侧的一第一透镜和在待扫描表面一侧的一第二透镜。第一透镜在主扫描方向具有正光焦度，在副扫描方向具有负光焦度。第一透镜在主扫描方向的光焦度大于第二透镜在主扫描方向的光焦度，并且第二透镜在副扫描方向具有正光焦度。



1. 一种光扫描设备, 包括: 入射光学装置, 用于使从光源装置发射的光束入射到偏转装置; 以及扫描光学装置, 用于使由所述偏转装置反射和偏转的光束成像到待扫描表面上, 其特征在于: 所述扫描光学装置具有在所述偏转装置一侧的一个第一透镜, 和在所述待扫描表面一侧的一个第二透镜, 所述第一透镜沿主扫描方向具有正光焦度, 而沿副扫描方向具有负光焦度, 所述第一透镜沿主扫描方向的光焦度大于所述第二透镜沿主扫描方向的光焦度, 所述第二透镜在副扫描方向具有正光焦度, 以及所述第一透镜和所述第二透镜位于相对于所述偏转装置的偏转面到所述待扫描表面之间距离的中点更靠近所述偏转装置的位置。

2. 根据权利要求1的光扫描设备, 其特征在于: 当所述扫描光学装置在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_m 且所述第二透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时, 满足条件

$$-0.5 \leq \Phi_{2m}/\Phi_m \leq 0.15.$$

3. 根据权利要求1的光扫描设备, 其特征在于: 所述第一和第二透镜都是非球面透镜, 其两个表面的主扫描截面形状都是非弧形形状。

4. 根据权利要求1的光扫描设备, 其特征在于: 所述扫描光学装置具有多个子午非对称表面, 其主扫描截面形状在通过光轴的主扫描方向不对称变化。

5. 根据权利要求4的光扫描设备, 其特征在于: 所述子午非对称表面形成于所述第二透镜的面对着待扫描表面的透镜表面上。

6. 根据权利要求1的光扫描设备, 其特征在于: 所述第一和第二透镜分别都是非球面透镜, 其两个表面在副扫描方向的曲率半径在通过光轴的至少一侧沿主扫描方向、向着离开光轴的方向连续变化。

7. 根据权利要求1的光扫描设备, 其特征在于: 所述扫描光学装置具有多个弧矢不对称变化表面, 其副扫描方向的曲率半径在通过光轴的主扫描方向不对称地变化。

8. 根据权利要求7的光扫描设备, 其特征在于: 所述多个弧矢不对称变化表面中有两个或两个以上的弧矢变形表面, 其副扫描方向的曲率半径的大小在通过光轴的主扫描方向上不同, 在所述两个或两个以上的弧矢变形表面上, 在

副扫描方向的曲率半径变得比在光轴上的曲率半径大的侧面都处于相对于光轴的同一侧，或者在副扫描方向的曲率半径变得比在光轴上的曲率半径小的侧面都处于相对于光轴的同一侧。

9. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：所述扫描光学装置具有多个主和次不对称表面，其为子午不对称表面，并且也是弧矢不对称变化表面。

10. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：当所述第一透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} ，所述扫描光学装置在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_m 时，满足条件

$$0.85 \leq \Phi_{1m}/\Phi_m \leq 1.3.$$

11. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：当所述第一透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} ，所述第二透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时，满足条件

$$-0.8 \leq \Phi_{1s}/\Phi_{2s} \leq -0.4.$$

12. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：当所述第一透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} ，所述第一透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} ，所述第二透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} ，以及所述第二透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时，满足条件

$$\Phi_{1s} < \Phi_{2m} < \Phi_{1m} < \Phi_{2s}.$$

13. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：当所述第一透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} ，所述第一透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} ，所述第二透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} ，以及所述第二透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时，满足条件

$$|\Phi_{2m}| < |\Phi_{1m}| < |\Phi_{1s}| < |\Phi_{2s}|.$$

14. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：当面对着偏转装置的所述第一透镜表面在主扫描方向的曲率半径和其在副扫描方向的曲率半径被分别定义为 R_{1m} 和 R_{1s} ，面对着待扫描表面的所述第一透镜表面在主扫描方向的曲率半径和其在副扫描方向的曲率半径被分别定义为 R_{2m} 和 R_{2s} ，面对着偏转装置的所述第二透镜表面在主扫描方向的曲率半径和其在副扫描方向的曲率半径被分别定义为 R_{3m} 和 R_{3s} ，以及面对着待扫描表面的所述第二透镜表面在主扫

描方向的曲率半径和其在副扫描方向的曲率半径被分别定义为 R_{4m} 和 R_{4s} 时，
满足条件

$$R_{1m} < R_{2m} < 0 < R_{4m} < R_{3m}$$

$$R_{2s} < R_{1s} < 0$$

5

$$R_{3s} < R_{4s} < 0$$

$$R_{1m} < R_{1s} < 0$$

$$R_{2s} < R_{2m} < 0$$

$$|R_{4s}| < R_{4m}.$$

15 15. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：所述第一和第二透镜的
全部表面的有效端部比透镜表面顶点更偏移向所述偏转装置。

16. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：当所述扫描光学装置的 f
 θ 系数被定义为 k ，它的有效扫描宽度被定义为 W 时，满足条件

$$k/W \leq 0.6.$$

15 17. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：当从所述偏转装置的偏
转面到所述待扫描表面的距离被定义为 L ，有效扫描宽度被定义为 W 时，满足
条件

$$L/W \leq 0.8.$$

20 18. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：当从所述偏转装置的偏
转面到面对所述待扫描表面的第二透镜表面的距离被定义为 d ，有效扫描宽度
被定义为 W 时，满足条件

$$d/W \leq 0.2.$$

19. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：当从所述偏转装置的偏
转面到面对所述待扫描表面的第二透镜表面的距离被定义为 d ，从所述偏转装
置的偏转面到待扫描表面的距离被定义为 L 时，满足条件

25

$$d/L \leq 0.25.$$

20. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：所述第一和第二透镜每
个都包括一个复曲面透镜，其两个表面都是复曲面表面。

21. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：所述第一透镜是弯月透
镜，其在主扫描方向上的形状使它的凸面面对所述待扫描表面。

30 22. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：所述入射光学装置具有

聚光镜，用于将从所述光源装置发射的光束转换成基本平行的光束。

23. 根据权利要求1的光扫描设备，其特征在于：从所述光源装置发出多束光束。

24. 根据权利要求23的光扫描设备，其特征在于：所述入射光学装置具有
5 聚光镜，用于将从所述光源装置发射的光束转换成会聚光束。

25. 根据权利要求24的光扫描设备，其特征在于：当从所述偏转装置的偏转面到所述聚光镜的会聚点的距离被定义为S，所述扫描光学装置的f θ 系数被定义为k时，满足条件

$$|S|/k \geq 5$$

10 26. 一种成像装置，设置有：上述权利要求1到25的任意一种光扫描设备；设置在待扫描表面上的光敏元件；用于将通过由所述光扫描设备扫描的光束形成于所述光敏元件上的静电潜像显影成为调色剂图像的显影装置；用于把显影的调色剂图像转印到转印材料上的转印装置；和用于定影转印到转印材料上的调色剂图像的定影装置。

15 27. 一种成像装置，设置有：上述权利要求1到25的任意一种光扫描设备；和打印机控制器，用于把从外部设备输入的代码数据转换成为图像信号，并将其输入到所述光扫描设备。

28. 一种光扫描设备，包括：入射光学装置，用于将从光源装置发射的光束入射到偏转装置；以及扫描光学装置，用于将从所述偏转装置反射和偏转的光束成像到待扫描表面上，其特征在于：所述扫描光学装置具有两个或多个光学元件，所述光学元件包括最靠近所述偏转装置一侧的第一光学元件，最靠近
20 所述待扫描表面一侧的第二光学元件，所述第一光学元件在主扫描方向具有正光焦度，在副扫描方向具有负光焦度，所述第二光学元件在副扫描方向具有正光焦度，并且在所述扫描光学装置中包含的两个或多个光学元件中，所述第一
25 光学元件在主扫描方向的光焦度最大，以及，所述第一光学元件和第二光学元件位于相对于所述偏转装置的偏转面到所述待扫描表面之间距离的中点更靠近所述偏转装置的位置。

29. 根据权利要求28的光扫描设备，其特征在于：当所述第一光学元件在主扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi 1m$ ，在副扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi 1s$ ，和
30 所述第二光学元件在主扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi 2m$ ，在副扫描方向的光

焦度被定义为 $\Phi 2s$ 时, 满足条件

$$\Phi 1s < \Phi 2m < \Phi 1m < \Phi 2s.$$

30. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 当所述第一光学元件在主扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi 1m$, 在副扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi 1s$, 和
5 所述第二光学元件在主扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi 2m$, 在副扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi 2s$ 时, 满足条件

$$|\Phi 2m| < |\Phi 1m| < |\Phi 1s| < |\Phi 2s|.$$

31. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 所述第一光学元件是弯月透镜, 其主扫描方向上的形状使其凸面面对所述待扫描表面。

10 32. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 当所述扫描光学装置的 $f\theta$ 系数被定义为 k , 其有效扫描宽度被定义为 W 时, 满足条件

$$k/W \leq 0.6.$$

33. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 当从所述偏转装置的偏转面到所述待扫描表面的距离被定义为 L , 有效扫描宽度被定义为 W 时, 满足
15 条件

$$L/W \leq 0.8.$$

34. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 当从所述偏转装置的偏转面到面对所述待扫描表面的所述第二光学元件表面的距离被定义为 d , 有效扫描宽度被定义为 W 时, 则满足条件

20
$$d/W \leq 0.2.$$

35. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 当从所述偏转装置的偏转面到面对所述待扫描表面的所述第二光学元件表面的距离被定义为 d , 从所述偏转装置的偏转面到所述待扫描表面的距离被定义为 L 时, 满足条件

$$d/L \leq 0.25.$$

25 36. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 所述第一光学元件或第二光学元件是透镜。

37. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 所述第一光学元件或第二光学元件是反射镜。

30 38. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 所述第一光学元件和第二光学元件是透镜。

39. 根据权利要求38的光扫描设备, 其特征在于: 当面对着偏转装置的所述第一透镜表面在主扫描方向的曲率半径和其在副扫描方向的曲率半径被分别定义为 $R1m$ 和 $R1s$, 面对着待扫描表面的所述第一透镜表面在主扫描方向的曲率半径和其在副扫描方向的曲率半径被分别定义为 $R2m$ 和 $R2s$, 面对着偏转装置的所述第二透镜表面在主扫描方向的曲率半径和其在副扫描方向的曲率半径被分别定义为 $R3m$ 和 $R3s$, 以及面对着待扫描表面的所述第二透镜表面在主扫描方向的曲率半径和其在副扫描方向的曲率半径被分别定义为 $R4m$ 和 $R4s$ 时, 满足条件

$$R1m < R2m < 0 < R4m < R3m$$

$$R2s < R1s < 0$$

$$R3s < R4s < 0$$

$$R1m < R1s < 0$$

$$R2s < R2m < 0$$

$$|R4s| < R4m.$$

40. 根据权利要求38的光扫描设备, 其特征在于: 所述第一和第二透镜的全部表面的有效端部比透镜表面顶点更偏移向所述偏转装置。

41. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 第一光学元件或第二光学元件具有一个衍射光学元件。

42. 根据权利要求41的光扫描设备, 其特征在于: 所述第一光学元件是衍射光学元件, 当面对着所述偏转装置的衍射光学元件的衍射表面在主扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi d1$, 而面对着所述待扫描表面的衍射光学元件的衍射表面在主扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi d2$ 时, 满足条件

$$\Phi d1 \times \Phi d2 < 0$$

$$|\Phi d2| > |\Phi d1|.$$

43. 根据权利要求28的光扫描设备, 其特征在于: 从所述光源装置发出多束光束。

44. 一种成像装置, 设有: 上述权利要求28到43的任意一种光扫描设备; 设置在所述待扫描表面上的光敏元件; 用于将通过由所述光扫描设备扫描的光束形成于所述光敏元件上的静电潜像显影成为调色剂图像的显影装置; 用于把所述显影的调色剂图像转印到转印材料上的转印装置; 和用于定影转印到转印

材料上的调色剂图像的定影装置。

45. 一种成像装置，设有：上述权利要求28到43的任意一种光扫描设备；和打印机控制器，用于把从外部设备输入的代码数据转换成为图像信号，并将其输入到所述光扫描设备。

光扫描设备和使用该光扫描设备的成像装置

5 本发明涉及一种光扫描设备和使用该光扫描设备的成像装置，特别适于诸如激光束打印机或数字复印机这类具有例如适于通过多面反射镜作为光偏转器，反射和偏转一束或多束从光源装置发射的光束，并通过具有 $f\theta$ 特性的 $f\theta$ 透镜系统对待扫描表面进行光学扫描从而记录图像信息的电照相处理的装置。

本发明尤其涉及一种光扫描设备，其中构成扫描光学装置的多个透镜的形状
10 被适当地设置，从而校正主扫描方向和副扫描方向的像场的曲率、 $f\theta$ 特性和在副扫描方向的放大率波动，从而总是能获得良好的图像，并且本发明还涉及使用该光扫描设备的成像装置。

迄今为止，在诸如激光束打印机的光扫描设备中，从光源装置发出并根据图像信号光调制的光束通过包括例如可旋转多面反射镜的光偏转器周期性偏转，并
15 通过具有 $f\theta$ 特性的 $f\theta$ 透镜系统在光敏记录介质（光敏鼓）的表面上会聚成光斑形状，并且光学扫描记录介质的表面，从而实现图像记录。

附图中图18是现有技术的光扫描系统的关键部分示意图。在这个图中，从光源装置91发射的发散光束通过准直透镜94转变成大致平行的光束，这个光束（光通量）由孔径光阑93成形，并进入仅仅在副扫描方向才有偏转光焦度的柱面透镜94。
20 已经进入到柱面透镜94的光束中，在主扫描剖面部分原样出射，而在副扫描剖面部分会聚并成像为基本上线性图像，靠近由可旋转的多面反射镜组成的光偏转器95的偏转面95a。

由光偏转器95的偏转面95a反射和偏转的光束被导向光敏鼓的表面，光敏鼓作为将要通过具有 $f\theta$ 特性的 $f\theta$ 透镜系统96扫描的表面97，光偏转器95沿箭头A
25 的方向旋转，从而沿箭头B方向（主扫描方向）光扫描光敏鼓表面97，实现图像信息的记录。

为了在这种光扫描设备中实现高准确率的图像信息记录，重要的是像场的曲率在整个待扫描表面被很好地校正，并且光斑直径要均一，当光敏鼓的表面被光扫描时要保持速度相等（ $f\theta$ 特性），在副扫描方向的横向放大率在整个有效扫描区域内进行均匀校正，并且在副扫描方向上光斑直径均一的，在使用发射多束
30

光的光源装置的多光束扫描设备中，在副扫描方向的横向放大率在整个有效扫描区域内进行均匀校正，扫描线之间的间距也保持恒定。迄今为止，已经提出了满足这种光学特性的多种光扫描设备或 $f\theta$ 透镜系统。

例如，日本专利申请公开7-318796公开了一种 $f\theta$ 透镜系统，由都在其入射面一侧具有柱面透镜表面并且在其出射面一侧具有复曲面表面的玻璃复曲面透镜和塑料复曲面透镜组合构成。然而，在此公开中，一个表面是柱状表面，因此这就存在一个问题，即关于上面提到的像差校正的自由度较小，从而上述像差校正较困难。所以，在本发明中，所有构成 $f\theta$ 透镜系统的 $f\theta$ 透镜都是由在它的两面都具有复曲面的复曲面透镜构成，后面将有描述。另外，上面提到的每个 $f\theta$ 透镜使它的两面都是由非弧形的主扫描截面形状构成，并使它在副扫描方向的曲率半径连续变化，从而使上面提到的像差得到很好的校正。同时，上面提到的公开中没有副扫描放大率的描述，没有考虑减小在副扫描方向聚焦波动的敏感性程度以及统一校正正在将扫描表面的有效扫描区域的副扫描放大。本发明考虑到这些问题，并能够构建一种适于高精度记录图像信息的光扫描设备。

同样，在日本专利申请公开7-318796的实施例1中，玻璃复曲面透镜22在主扫描方向的扫描表面14一侧的光焦度比塑料复曲面透镜21在主扫描方向的多面反射镜12一侧的光焦度大，因此，在实现紧凑性方面存在问题。在日本专利申请公开7-318796的实施例2中，塑料复曲面透镜21在副扫描方向的光焦度和玻璃复曲面透镜22在副扫描方向的光焦度都是正的，因此存在如下问题，即当两个透镜21和22被带到靠近多面反射镜12侧时，副扫描放大率增加。

另一方面，对于紧凑并且低成本的激光束打印机、数字复印机等，在成像设备中也要求相似的条件。

能够同时满足这些需求的技术，例如在日本专利申请公开10-232346中有提出。在这个公开中，像场弯曲和畸变被很好地校正，并且图像高度对光斑直径变化等的影响得以减小。

然而，为使光扫描设备更进一步紧凑，需要缩短 $f\theta$ 透镜系统的焦距，加宽其视场角，并将 $f\theta$ 透镜靠近作为偏转装置的多面反射镜。所有这些都是导致像差校正困难的因素，并且还存在一个问题，当紧凑性达到后，在一个宽的视场角区域像场的弯曲、 $f\theta$ 特性，和副扫描方向的放大率波动不能很好地校正。

而且，在加宽视场角后又产生另一个问题。迄今为止，从光源装置发射的光

束相对于 $f\theta$ 透镜系统的光轴倾斜地入射到多面反射镜的偏转面，此时，光束被偏转面反射的反射位置持续地并且相对于扫描中心不对称地变化。这种反射位置的不对称变化尤其影响成像位置，并且使获得平坦的像场弯曲变得困难。

上述偏转位置的不对称变化是由从光源装置发射的光束相对于 $f\theta$ 透镜系统的光轴倾斜入射引起的，因此，这可以通过使从光源装置发射的光束从 $f\theta$ 透镜系统的光轴方向入射来消除，但是这样的配置不合理，光束必须从 $f\theta$ 透镜系统的外部入射，因此，由于反射位置不对称变化引起的像场弯曲的不对称不能消除。

因此，例如日本专利申请公开4-60608和日本专利申请公开9-265041公开了多种例子，其中将垂直不对称引入到构成 $f\theta$ 透镜系统的 $f\theta$ 透镜的子午方向形状。

然而，为达到 $f\theta$ 透镜系统的紧凑性，即使在超过 $\pm 47^\circ$ 视场角的宽视场角的情况下，也必须很好地校正像场弯曲、 $f\theta$ 特性和副扫描方向的放大率波动，而这些还不够理想。

此外，为了使光扫描设备对应于多光束，还需要使从准直透镜发射的光束成为基本平行的光束，以减少在主扫描方向的晃动。

此外，在日本专利申请公开10-333069中公开了一种结构，其中为了解决在多光束扫描光学系统中产生的由于扫描位置而引起的扫描线之间相对间距变化的问题，扫描透镜和校正透镜在副扫描方向的光焦度分布被设计成能获得在副扫描方向校正像场弯曲的效果。然而，最靠近扫描表面的校正透镜在主扫描方向的光焦度最大，因此存在实现紧凑性的困难。

此外，在日本专利申请公开5-5852中，为了实现明亮的 $f\theta$ 透镜系统， $f\theta$ 透镜系统是双单元双透镜结构，并规定了副扫描方向放大率 β ，副扫描方向复合焦距 f_s 以及副扫描方向第三及第四表面的曲率半径 r_{y3} 及 r_{y4} 之间的关系。然而，靠近可旋转多面反射镜的第一透镜在主扫描方向的光焦度比靠近待扫描表面的第二透镜在主扫描方向光焦度要小，因此在获得紧凑性方面存在问题。

本发明的目标是提供一种光扫描设备，其中适当地设置多个构成扫描光学系统的透镜的形状，从而很好地校正沿主扫描方向的像场弯曲和畸变和沿副扫描方向的像场弯曲和放大率波动，并且，尽管它的结构紧凑，但仍然适于副扫描放大率被抑制至很低的高分辨率打印；还提供一种使用这种光扫描设备的成像装置。

为达到上述目标,本发明的光扫描设备包括一个入射光学装置,用于使从光源装置发射的光入射到偏转装置;以及,一个扫描光学装置,用于使由偏转装置反射和偏转的光束成像到待扫描表面,其特征在于该扫描光学装置具有在偏转装置一侧的一个第一透镜和在待扫描表面一侧的一个第二透镜,第一透镜在主扫描方向具有正光焦度且在副扫描方向具有负光焦度,第一透镜在主扫描方向的光焦度大于第二透镜在主扫描方向的光焦度,第二透镜在副扫描方向具有正光焦度。

在上述光扫描设备中,当扫描光学装置在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_m ,第二透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时,条件

$$-0.5 \leq \Phi_{2m}/\Phi_m \leq 0.15$$

得到了满足。

在上述光扫描设备中,第一透镜和第二透镜位于相对于偏转装置的偏转面到待扫描表面之间距离的中点更靠近偏转装置的位置。

在上述光扫描设备中,第一和第二透镜都是非球面透镜,其全部两个表面的主扫描截面形状都是非弧形形状。

在上述光扫描设备中,扫描光学装置具有多个子午非对称表面,其主扫描截面形状在通过光轴的主扫描方向不对称变化。

在上述光扫描设备中,子午非对称表面形成于面对待扫描表面的第二透镜的透镜表面上。

在上述光扫描设备中,第一和第二透镜分别都是非球面透镜,其中两个表面在副扫描方向的曲率半径在通过光轴的至少一侧沿主扫描方向离开光轴连续变化。

在上述光扫描设备中,扫描光学装置具有多个弧矢不对称变化表面,它的副扫描方向的曲率半径通过光轴沿主扫描方向不对称变化。

在上述光扫描设备中,两个或更多的多个弧矢不对称变化表面是弧矢变形表面,它的副扫描方向的曲率半径的大小通过光轴沿主扫描方向不同,在两个或多个弧矢变形表面的两个或多个上,在副扫描方向的曲率半径变得比在光轴上的曲率半径大的一侧都处于相对于光轴的同侧,或者在副扫描方向的曲率半径变得比在光轴上的曲率半径小的一侧都处于相对于光轴的同侧。

在上述光扫描设备中,扫描光学装置具有多个主和次不对称表面,它是子午不对称表面,并且也是弧矢不对称变化表面。

在上述光扫描设备中，当第一透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} ，扫描光学装置在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_m 时，满足条件

$$0.85 \leq \Phi_{1m}/\Phi_m \leq 1.3.$$

在上述光扫描设备中，当第一透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} ，第二透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时，满足条件

$$-1.8 \leq \Phi_{1s}/\Phi_{2s} \leq -0.4.$$

在上述光扫描设备中，当第一透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} ，第一透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} ，和第二透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时，第二透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时，满足条件

$$\Phi_{1s} < \Phi_{2m} < \Phi_{1m} < \Phi_{2s}.$$

在上述光扫描设备中，当第一透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} ，第一透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} ，和第二透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时，第二透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时，满足条件

$$|\Phi_{2m}| < |\Phi_{1m}| < |\Phi_{1s}| < |\Phi_{2s}|.$$

在上述光扫描设备中，当面对偏转装置的第一透镜的表面在主扫描方向的曲率半径被定义为 R_{1m} ，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为 R_{1s} ，面对待扫描表面的第一透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为 R_{2m} ，和前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为 R_{2s} ，面对偏转装置的第二透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为 R_{3m} ，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为 R_{3s} ，面对待扫描表面的第二透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为 R_{4m} ，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为 R_{4s} ，则满足条件

$$R_{1m} < R_{2m} < 0 < R_{4m} < R_{3m}$$

$$R_{2s} < R_{1s} < 0$$

$$R_{3s} < R_{4s} < 0$$

$$R_{1m} < R_{1s} < 0$$

$$R_{2s} < R_{2m} < 0$$

$$|R_{4s}| < R_{4m}.$$

在上述光扫描设备中，第一和第二透镜的全部表面的有效端部比透镜表面顶

点更偏移向偏转装置。

在上述光扫描设备中，当扫描光学装置的 $f\theta$ 系数被定义为 k ，它的有效扫描宽度被定义为 W ，则满足条件

$$k/W \leq 0.6.$$

- 5 在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到待扫描表面的距离被定义为 L ，有效扫描宽度被定义为 W ，则满足条件

$$L/W \leq 0.8.$$

在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到面对待扫描表面的第二透镜表面的距离被定义为 d ，有效扫描宽度被定义为 W ，则满足条件

- 10 $d/W \leq 0.2.$

在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到面对待扫描表面的第二透镜的表面的距离被定义为 d ，从偏转装置的偏转面到待扫描表面的距离被定义为 L ，则满足条件

$$d/L \leq 0.25.$$

- 15 在上述光扫描设备中，第一和第二透镜都包括一个复曲面透镜，其两个表面都具有复曲面表面。

在上述光扫描设备中，第一透镜是弯月透镜，其主扫描方向形状是使它的凸面面对待扫描表面。

- 20 在上述光扫描设备中，入射光学装置具有聚光镜，用于将从光源装置发射的光束转换成基本平行的光束。

在上述光扫描设备中，从光源装置发出多束光束。

在上述光扫描设备中，入射光学装置具有聚光镜，用于将从光源装置发射的光束转换成会聚射束。

- 25 在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到聚光镜的会聚点的距离被定义为 S ，扫描光学装置的 $f\theta$ 系数被定义为 k ，则满足条件

$$|S|/k \geq 5.$$

- 30 另外，本发明的成像装置设有：上述光扫描设备；一个光敏元件，设在待扫描表面上；一个显影装置，用于将通过由光扫描设备扫描光束形成于光敏元件上的静电潜像显影成为调色剂图像；一个转印装置，用于把显影的调色剂图像转印到转印材料上；和一个定影装置，用于定影转印的调色剂图像到转印材料上。

另外, 本发明的成像装置设有上述光扫描设备, 还包括一个打印机控制器, 用于转换从外部设备输入的代码数据成为图像信号, 并将其输入到光扫描设备。

另外, 本发明的光扫描设备是这样一种光扫描设备, 它包括: 入射光学装置, 用于将从光源装置发射的光束入射到偏转装置; 扫描光学装置, 用于将偏转装置反射和偏转的光束成像到待扫描表面, 其特征在于扫描光学装置具有在偏转装置一侧的一个第一透镜和在待扫描表面一侧的一个第二透镜, 第一和第二透镜每个都包括一个复曲面透镜, 其两个表面都具有复曲面, 第一透镜在副扫描方向具有负光焦度, 第二透镜在副扫描方向具有正光焦度。

在上述光扫描设备中, 当扫描光学装置在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ
10 Φ_m , 第二透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时, 满足条件

$$-0.5 \leq \Phi_{2m}/\Phi_m \leq 0.15.$$

在上述光扫描设备中, 第一透镜和第二透镜位于相对于从偏转装置的偏转面到待扫描表面之间距离的中点内更靠近偏转装置的位置。

在上述光扫描设备中, 第一和第二透镜每个都是非球面透镜, 其中两个表面的主扫描截面形状都是非弧形形状。

在上述光扫描设备中, 扫描光学装置具有多个子午非对称表面, 它的主扫描截面形状在通过光轴的主扫描方向不对称变化。

在上述光扫描设备中, 子午非对称表面形成在第二透镜的面对待扫描表面的透镜表面。

在上述光扫描设备中, 第一和第二透镜每个都是非球面透镜, 其两个表面在副扫描方向的曲率半径在通过光轴的至少一侧沿主扫描方向离开光轴连续变化。

在上述光扫描设备中, 扫描光学装置具有多个弧矢不对称变化表面, 它的副扫描方向的曲率半径通过光轴沿主扫描方向不对称变化。

在上述光扫描设备中, 两个或更多的多个弧矢不对称变化表面是弧矢变形表面, 它的副扫描方向的曲率半径的大小通过光轴沿主扫描方向不同, 在两个或多个弧矢变形表面的两个或多个上, 在副扫描方向的曲率半径变得比在光轴上的曲率半径大的一侧都处于相对于光轴的同侧, 或者在副扫描方向的曲率半径变得比在光轴上的曲率半径小的一侧都处于相对于光轴的同侧。

在上述光扫描设备中, 扫描光学装置具有多个主和次不对称表面, 它是子午
30 不对称表面, 并且也是弧矢不对称变化表面。

在上述光扫描设备中, 当第一透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} , 扫描光学装置在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_m 时, 满足条件

$$0.85 \leq \Phi_{1m}/\Phi_m \leq 1.3.$$

在上述光扫描设备中, 当第一透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} , 第二透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时, 满足条件

$$-0.8 \leq \Phi_{1s}/\Phi_{2s} \leq -0.4.$$

在上述光扫描设备中, 当第一透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} , 第一透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} , 和第二透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时, 第二透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时, 满足条件

$$\Phi_{1s} < \Phi_{2m} < \Phi_{1m} < \Phi_{2s}.$$

在上述光扫描设备中, 当第一透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} , 第一透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} , 和第二透镜在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时, 第二透镜在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时, 满足条件

$$|\Phi_{2m}| < |\Phi_{1m}| < |\Phi_{1s}| < |\Phi_{2s}|.$$

在上述光扫描设备中, 当面对偏转装置的第一透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为 R_{1m} , 前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为 R_{1s} , 面对待扫描表面的第一透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为 R_{2m} , 前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为 R_{2s} , 面对偏转装置的第二透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为 R_{3m} , 前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为 R_{3s} , 面对待扫描表面的第二透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为 R_{4m} , 前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为 R_{4s} , 则满足条件

$$R_{1m} < R_{2m} < 0 < R_{4m} < R_{3m}$$

$$R_{2s} < R_{1s} < 0$$

$$R_{3s} < R_{4s} < 0$$

$$R_{1m} < R_{1s} < 0$$

$$R_{2s} < R_{2m} < 0$$

$$|R_{4s}| < R_{4m}.$$

在上述光扫描设备中, 第一和第二透镜的全部表面的有效端部比透镜表面顶

点更偏移向偏转装置。

在上述光扫描设备中，当扫描光学装置的 $f\theta$ 系数被定义为 k ，它的有效扫描宽度被定义为 W ，则满足条件

$$k/W \leq 0.6.$$

- 5 在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到待扫描表面的距离被定义为 L ，有效扫描宽度被定义为 W ，则满足条件

$$L/W \leq 0.8.$$

在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到面对将扫描的表面的第二透镜的表面的距离被定义为 d ，有效扫描宽度被定义为 W ，则满足条件

- 10 $d/W \leq 0.2.$

在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到面对将扫描的表面的第二透镜的表面的距离被定义为 d ，从偏转装置的偏转面到将扫描的表面的距离被定义为 L ，则满足条件

$$d/L \leq 0.25.$$

- 15 在上述光扫描设备中，第一透镜是弯月透镜，其主扫描方向的形状是使它的凸面面对待扫描表面。

在上述光扫描设备中，入射光学装置具有聚光镜，用于将从光源装置发射的光束转换成基本平行的光束。

在上述光扫描设备中，从光源装置发出多束光束。

- 20 在上述光扫描设备中，入射光学装置具有聚光镜，用于将从光源装置发射的光束转换成会聚光束。

在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到聚光镜的会聚点的距离被定义为 S ，扫描光学装置的 $f\theta$ 系数被定义为 k ，则满足条件

$$|S|/k \geq 5.$$

- 25 同时，本发明的成像装置是设置有上述光扫描设备的成像装置，还包括一个光敏元件，设于待扫描表面上；一个显影装置，用于将通过由光扫描设备扫描光束形成于光敏膜上的静电潜像显影成为调色剂图像；一个转印装置，用于转印显影的调色剂图像到转印材料上；和一个定影装置，用于定影转印的调色剂图像到转印材料上。

- 30 同时，本发明的成像装置是设置有上述光扫描设备的成像装置，还包括一个

打印机控制器，用于转换从外部设备输入的代码数据成为图像信号，并将其输入到光扫描设备。

同时，本发明的光扫描设备是这样一种光扫描设备，它包括：入射光学装置，用于将从光源装置发射的光束入射到偏转装置；扫描光学装置，用于将从偏转装置反射和偏转的光束成像到待扫描表面，其特征在于扫描光学装置具有两个或多个光学元件，包括最靠近偏转装置一侧的第一光学元件，最靠近待扫描表面一侧的第二光学元件，第一光学元件在主扫描方向具有正光焦度，在副扫描方向具有负光焦度，所述第二光学元件在副扫描方向具有正光焦度，并且在扫描光学装置中包含的两个或多个光学元件中，第一光学元件在主扫描方向的光焦度最大。

在上述光扫描设备中，当第一光学元件在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} ，在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} ，和第二光学元件在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时，在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时，满足条件

$$\Phi_{1s} < \Phi_{2m} < \Phi_{1m} < \Phi_{2s}.$$

在上述光扫描设备中，当第一光学元件在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} ，在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} ，和第二光学元件在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时，在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时，满足条件

$$|\Phi_{2m}| < |\Phi_{1m}| < |\Phi_{1s}| < |\Phi_{2s}|.$$

在上述光扫描设备中，第一光学元件是弯月透镜，其在主扫描方向的形状是使其凸面面对待扫描表面。

在上述光扫描设备中，当扫描光学装置的 $f\theta$ 系数被定义为 k ，其有效扫描宽度被定义为 W ，则满足条件

$$k/W \leq 0.6.$$

在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到待扫描表面的距离被定义为 L ，有效扫描宽度被定义为 W ，则满足条件

$$L/W \leq 0.8.$$

在上述光扫描设备中，第一光学元件和第二光学元件位于相对于偏转装置的偏转面到待扫描表面之间距离的中点更靠近偏转装置的位置。

在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到面对待扫描表面的第二光学元件表面的距离被定义为 d ，有效扫描宽度被定义为 W ，则满足条件

$$d/W \leq 0.2.$$

在上述光扫描设备中，当从偏转装置的偏转面到面对待扫描表面的第二光学元件表面的距离被定义为d，从偏转装置的偏转面到待扫描表面的距离被定义为L，则满足条件

$$d/L \leq 0.25.$$

在上述光扫描设备中，第一光学元件或第二光学元件是透镜。

在上述光扫描设备中，第一光学元件或第二光学元件是反射镜。

在上述光扫描设备中，第一光学元件和第二光学元件是透镜。

在上述光扫描设备中，当面对偏转装置的第一透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为R1m，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为R1S，面对待扫描表面的第一透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为R2m，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为R2s，面对偏转装置的第二透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为R3m，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为R3s，面对待扫描表面的第二透镜表面在主扫描方向的曲率半径被定义为R4m，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为R4s，则满足条件

$$R1m < R2m < 0 < R4m < R3m$$

$$R2s < R1s < 0$$

$$R3s < R4s < 0$$

$$R1m < R1s < 0$$

$$R2s < R2m < 0$$

$$|R4s| < R4m.$$

在上述光扫描设备中，第一和第二透镜的全部表面的有效端部比透镜表面顶点更偏移向偏转装置。

在上述光扫描设备中，第一光学元件或第二光学元件具有一个衍射光学元件。

在上述光扫描设备中，第一光学元件是衍射光学元件，当面对偏转装置的衍射光学元件衍射表面在主扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi d1$ ，面对待扫描表面的衍射光学元件衍射表面在主扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi d2$ ，则满足条件

$$\Phi d1 \times \Phi d2 < 0$$

$$|\Phi d2| > |\Phi d1|$$

在上述光扫描设备中，从光源装置发出多束光束。

此外，本发明的成像装置设置有上述光扫描设备；一个光敏元件，设在待扫描表面上；一个显影装置，用于将通过由光扫描设备扫描光束形成于光敏元件上的静电潜像显影成为调色剂图像；一个转印装置，用于转印显影的调色剂图像到
5 转印材料上；和一个定影装置，用于定影转印的调色剂图像到转印材料上。

此外，本发明的成像装置设置有上述光扫描设备，和一个打印机控制器，用于转换从外部设备输入的代码数据成为图像信号，并将其输入到光扫描设备。

图1A和1B是本发明的实施例1的主要部件的截面图。

图2显示本发明实施例1中的 $f\theta$ 透镜的每个表面的子午线的非球面位移量。

10 图3显示本发明实施例1中的 $f\theta$ 透镜的每个表面的子午线的非球面位移量。

图4显示本发明实施例1中的 $f\theta$ 透镜的每个表面在副扫描方向的曲率半径（弧矢线R）。

图5显示本发明实施例1中的 $f\theta$ 透镜的每个表面在副扫描方向的曲率半径（弧矢线R）。

15 图6显示本发明实施例1中的 $f\theta$ 透镜的像差。

图7A和7B是本发明实施例2的主要部件的截面图。

图8显示本发明实施例2中 $f\theta$ 透镜的每个表面在副扫描方向的曲率半径（弧矢线R）。

20 图9显示本发明实施例2中的该 $f\theta$ 透镜的每个表面在副扫描方向的曲率半径（弧矢线R）。

图10显示本发明实施例2中的 $f\theta$ 透镜的像差。

图11A、11B和11C是本发明实施例3的主要部件的截面图。

图12显示本发明实施例3中 $f\theta$ 透镜的每个表面在副扫描方向的曲率半径（弧矢线R）。

25 图13显示本发明实施例3中 $f\theta$ 透镜的每个表面在副扫描方向的曲率半径（弧矢线R）。

图14显示本发明实施例3中的 $f\theta$ 透镜的像差。

图15A和15B是本发明实施例4的主要部件的截面图。

图16显示本发明实施例4中的 $f\theta$ 透镜的像差。

30 图17是显示采用本发明光扫描光学系统的一例电照像打印机结构的主要部件

的截面图。

图18是根据现有技术的光扫描设备的主要部件的示意图。

图19A和19B是本发明实施例5的主要部件的截面图。

优选实施例描述

5 (缩短全长)

扫描光学装置由两个(或三个或更多)透镜(或诸如反射镜或衍射光学元件等光学元件)组成,这些透镜的复合焦距是扫描光学元件的焦距 f 。即,扫描光学装置的后侧主平面在远离朝向偏转装置的待扫描表面的位置,其间的距离是扫描光学元件的焦距 f 。

- 10 在此时,假定 f 是一个固定值,为了缩短全长(从偏转装置到待扫描表面的距离),需要缩短从偏转装置到扫描光学元件的前侧主平面之间的距离。

下面将参考图1A和1B进行详细的描述。

- 此时,扫描光学装置的前侧和后侧主平面的位置由第一和第二透镜的光焦度配置(光焦度分布)确定,各主平面靠近光焦度较强的透镜。结果,第一透镜在
15 主扫描方向的光焦度比第二透镜7在主扫描方向的光焦度大($\phi_{m1} > \phi_{m2}$),因此,各主平面可以位于靠近第一透镜6的位置,从而缩短了从偏转装置5到扫描光学装置9的前侧主平面之间的距离。

即,可以缩短全长从而实现光扫描设备的紧凑性。

- 另外,关于缩短全长的方法,这里有一个缩短扫描光学装置9的焦距 f 的方法。当扫描光学装置9的焦距 f 被缩短时,根据关系式 $Y=f\theta$,在待扫描表面8上的扫描有效范围是相同的,因此视场角 θ 变大。此时,第一透镜6在主扫描方向的光焦度比第二透镜7在主扫描方向的光焦度大($\phi_{m1} > \phi_{m2}$),因此,即使在宽视场角的图像高度的情况下,在主扫描方向执行校正也变得容易,也就有可能构建一个具有使其全长缩短的扫描光学装置。另外,第一和第二透镜的厚度可以
25 制造得较小,从而可以实现光扫描设备的紧凑性并降低成本。

第二透镜7作用在于很好地校正不能被第一透镜6完全校正的主扫描方向性能(特别是 $f\theta$ 特性)。第二透镜7也可以安置在靠近待扫描表面8的位置,但可以安置在靠近第一透镜6的位置,并且透镜的有效直径和光箱可以制造得很小,从而实现光扫描设备的紧凑性并降低成本。

- 30 (副扫描放大率的减小)

下面将参考图1A和1B对副扫描放大率的减小进行详细描述。

副扫描放大率 β_s 由下式表示:

$$\beta_s = b/a$$

5 根据从扫描光学装置9的前侧主平面到物点侧焦点位置之间的距离 a , 和从扫描光学装置9的后侧主平面到像点侧焦点位置之间的距离 b 进行计算, 并且在一般扫描光学装置9中为负号, 但在这里, 取其绝对值作为副扫描放大率。

在一般扫描光学装置9中, 物点侧焦点位置被设置成靠近偏转装置的偏转表面5a, 像点侧焦点位置被设置成靠近待扫描表面8。

10 如本发明实施例中一样, 当获得了紧凑的扫描光学装置, 并且第一透镜6和第二透镜7位于多面反射镜5附近时, a 变短, b 变长, 从而提供一种副扫描方向放大率较高的结构。

下面对副扫描方向放大率和副扫描方向的焦点移动或表面倾斜量之间的关系进行描述。

15 多面反射镜5的表面倾斜的影响随着副扫描放大率正比增大。在副扫描方向的焦点移动与副扫描放大率的平方成正比。在如同本发明实施例中的扫描光学装置9中, 第一透镜6和第二透镜7位于多面反射镜5的附近, 副扫描方向焦点移动的影响和多面反射镜的表面倾斜非常明显, 因此产生问题。当副扫描放大率较高时, 即使距离 a 和 b 变化很小, 副扫描放大率也将大幅度变化, 因为副扫描放大率是“距离比”。即, 由于扫描光学装置9副扫描放大率的变高, 通过使第一透
20 镜6在副扫描方向的光焦度为负值以及使第二透镜7在副扫描方向的光焦度为正值来减小副扫描放大率的效果增大。同样, 减小与副扫描放大率平方成正比的副扫描方向焦点移动的敏感度效应也特别大。

结果, 本发明扫描光学装置的紧凑性上效果较大。

(其凸面朝向将要扫描表面8的弯月形形状)

25 下面将参考图1A和1B进行详细描述。

当从偏转装置5到扫描光学装置的前侧主平面的距离在主扫描方向缩短, 第一透镜6做成其凸面朝向待扫描表面8的弯月透镜, 则主扫描性能(特别是在主扫描方向的像场弯曲)可以被很好地校正。弯月透镜使其主平面在凸面朝向的方向, 并且第一透镜6位于靠近偏转装置5的位置。由于第一透镜6甚至在副扫描方向
30 向也有光焦度, 所以副扫描放大率变得越来越高, 在副扫描方向的焦点移动和表

面倾斜量的敏感度也增加。因而，使第一透镜6在副扫描方向的光焦度为负值，并且使第二透镜7在副扫描方向的光焦度为正值从而减小副扫描放大率变得很重要。

（非球面效应）

5 下面将参考图1A和1B进行详细描述。

在第一透镜6上设有一个负非球面，从而使它成为如下形状，其中从光轴朝向外围部分的光焦度变小，从而校正在宽视场角的图像高度沿主扫描方向的像场弯曲。

同样，在第二透镜7上设有正非球面，从而使它成为如下形状，其中从光轴朝向外围部分的光焦度变大，从而校正在宽视场角的图像高度的 $f\theta$ 特性。

第一和第二透镜的两个面都做成非球面形状，该形状在入射面和出射面弯曲，从而构造对于在主扫描方向的性能校正为最佳的形状。

图1A是根据本发明的实施例1的光扫描装置在主扫描方向的主要部件的截面图（主扫描方向视图），图1B是图1A的主要部件在副扫描方向的截面图（副扫描方向视图）。

这里，由偏转装置反射并偏转（偏转和扫描）的光束的方向被定义为主扫描方向（子午方向），与扫描光学装置的光轴和主扫描方向正交的方向被定义为副扫描方向（弧矢方向）。

在图1A中，数标1代表光源装置，包括例如半导体激光器。数标3代表调节由之通过的光束直径的孔径光阑。数标2代表用作聚光镜的准直透镜，它转换从光源装置发射的光成为基本上平行的光束。数标4代表柱面透镜（变形透镜），它仅仅在副扫描方向具有预定的光焦度，并使穿过准直透镜2的基本上平行的光束在副扫描剖面中光偏转器5（后面将有说明）的偏转面（反射面）5a附近成像为大致线形图像。诸如孔径光阑3、准直透镜2和柱面透镜4的各元件构成入射光学装置11的元件。

作为偏转装置的光偏转器5包括例如四面结构的多面反射镜（旋转多面反射镜），通过诸如电机等驱动装置（未显示）驱动以沿箭头A的方向恒速旋转。

数标9代表具有聚光功能和 $f\theta$ 特性的扫描光学装置（ $f\theta$ 透镜系统），并且该扫描光学装置9具有第一和第二透镜6和7，其形状后面将有描述。本实施例的第一和第二透镜6和7的每一个都由复曲面透镜构成，它的两个面都是复曲面，

第一透镜6在主扫描方向具有正光焦度，在副扫描方向具有负光焦度，第二透镜7在副扫描方向具有正光焦度，并使通过光偏转器5反射和偏转并基于图像信息的光束成像到作为待扫描表面的光敏鼓表面8上，并通过使光偏转器5的偏转面5a和待扫描面8在副扫描方向彼此光学共轭而具有倾斜校正功能。

- 5 在本实施例中，从半导体激光器1发出的光束其光通量被孔径光阑3限制，经由准直透镜2转变成基本平行的光束，并进入柱面透镜4。已经进入柱面透镜4并处于主扫描剖面那部分基本平行光束照原样从那里出射。同样，处于副扫描截面的那部分基本平行光束会聚并作为基本上线性图像（沿主扫描方向延伸的线性图像）成像在光偏转器5的偏转面5a上。然后，由光偏转器5的偏转面5a反射和偏转的光束，通过第一和第二透镜6和7以光斑状成像到光敏鼓的表面8上，光偏转器5沿箭头A方向旋转，从而对光敏鼓的表面8沿箭头B方向（主扫描方向）进行等速光学扫描。因此，影像记录形成于作为记录介质的光敏鼓表面8上。

下面将对构成本发明的 $f\theta$ 透镜系统9的第一和第二 $f\theta$ 透镜6和7的特征进行描述。

- 15 在本发明中， $f\theta$ 透镜系统9的正光焦度（偏转光焦度）适当地分配在第一透镜6和第二透镜7中，从而在主扫描方向和副扫描方向获得良好的像场弯曲特性。

- 此外，在本实施例中，在主扫描截面，第一透镜6被制成正弯月透镜，其凹面面对多面反射镜5，第二透镜7的光轴附近被制成弯月透镜，其凸面面对多面反射镜5并具有很小的光焦度。特别是制成第一透镜6的光焦度大于第二透镜7的光焦度，由此提供的结构即使在紧凑的光扫描装置中也能够很好地校正主扫描方向的场曲特性和 $f\theta$ 特性。

- 20 此外，在副扫描截面，第一透镜6被制成负弯月透镜，其凹面面对多面反射镜5，第二透镜7被制成为双凸透镜。因此，即使在紧凑的光扫描装置中，其中后侧主平面位于相对于第二透镜7更靠近待扫描表面8，并且 $f\theta$ 透镜系统9位于靠近多面反射镜5的位置（ $d=31.4$ 毫米， d 是从多面反射镜5的偏转面5a到面对待扫描表面8的第二透镜7的表面7b之间的距离），在副扫描方向的放大率也可被限制到一个较小的值 $\beta=-3.29$ 。

- 25 在本实施例中，第一和第二透镜6和7的子午形状由一个非球面形状构成，该非球面形可以用一个高达十六次的函数表示。例如若第一和第二透镜6、7与光

轴的交点被定义为起点，光轴方向被定义为x轴，与主扫描方向的光轴正交的轴被定义为y轴，则对应于主扫描方向的子午方向由下式表示：

$$x = \frac{Y^2/R}{\sqrt[3]{1 - (1+k)(Y/R)^2}} + B_4Y^4 + B_6Y^6 + B_8Y^8 + B_{10}Y^{10} + B_{12}Y^{12} + B_{14}Y^{14} + B_{16}Y^{16} \quad \dots (A)$$

5 (这里R是子午曲率半径，K、B₄、B₆、B₈、B₁₀、B₁₂、B₁₄和B₁₆是非球面系数)，并且在主扫描方向，距离光轴Y的位置的副扫描方向曲率半径R_{s*}由下式表示：

$$R_{s*} = R_s \times (1 + D_2Y^2 + D_4Y^4 + D_6Y^6 + D_8Y^8 + D_{10}Y^{10}) \quad \dots (B)$$

10 (这里R_s是在光轴上的副扫描方向曲率半径，D₂、D₄、D₆、D₈和D₁₀是弧矢系数)。

下面的表1显示代表在本实施例中的f_θ透镜系统9非球面形状的系数和其它特性。

在本实施例中，f_θ透镜系统9的光轴与射向待扫描表面8有效扫描宽度中心的光线重叠，并且不使第一和第二透镜6和7位移和倾斜。

15 第一和第二透镜6和7每个都是非球面透镜，其两个表面的子午形状（主扫描截面形状）是非弧形的，并且此两个表面在副扫描方向的曲率半径（弧矢半径R）连续变化，且独立于沿光轴至少一侧主扫描方向离开光轴的子午形状，在子午方向的非球面量的分布和在弧矢方向的偏移量被适当地确定，从而获得更好的像场弯曲特性，和f_θ特性以及副扫描放大率的恒定性。

20 图2显示给予第一透镜6的表面6a和6b的子午形状的非球面位移量，图3显示给予第二透镜7的表面7a和7b的子午形状的非球面位移量。在图2和3中，横坐标代表沿主扫描方向到光轴的距离，光源侧和光源相对侧（透镜的垂直方向，主扫描方向）都用绝对值指示。纵坐标轴代表子午形状沿光轴方向的变化量，符号+（正）代表朝向待扫描面8的位移量，符号-（负）代表朝向多面反射镜的位移量。

25 在光源侧的子午形状用实线表示，在光源相对侧（关于f_θ透镜系统9的光轴与光源相对的一侧）的子午形状用虚线表示。面对多面反射镜5的第一透镜6的表面6a是对称于通过光轴的垂直方向（主扫描方向）的形状，但是其它表面6b、7a和7b是子午非对称表面，其中在主扫描方向离开光轴相等距离的子午形

状沿光轴方向移位，其位移量在通过光轴的垂直方向（主扫描方向）不同（主扫描截面形状沿通过光轴的垂直方向（主扫描方向）非对称变化）。另外，在第一和第二透镜6和7的所有表面6a, 6b, 7a和7b的有效端部（射向待扫描表面8有效扫描末端的光线通过的该透镜表面位置），表面顶点（与光轴的交点）更朝向多面反射镜5移位的子午形状。因此主扫描方向的场曲特性和 $f\theta$ 特性能更好地得到校正。

图4是显示第一透镜6的表面6a和6b的弧矢形状 $R(R_s)$ 的偏移，图5是显示第二透镜7的表面7a和7b的弧矢形状 $R(R_s)$ 的偏移。第一透镜6的两个表面6a和6b在光源侧（在横坐标轴的正侧）的弧矢形状 R 较大，弧矢形状 R 变化从而沿主扫描方向朝向光轴连续变小，并且朝向光源相对侧变得更小。面对多面反射镜5的第二透镜7的表面7a的弧矢形状 R 在光源相对侧较大，弧矢形状 R 变化从而沿主扫描方向朝向光轴连续变小，并且在从光轴朝向光源侧时变得更小，而在此过程的转折点处变得更大。此外，面对将要扫描表面8的第二透镜7的表面7b变化，从而使弧矢形状 R 可以在通过光轴的垂直方向（主扫描方向）不对称变大。

此时，第一和第二透镜6和7的所有表面6a, 6b, 7a和7b都是非球形表面，其中弧矢形状 R 沿主扫描方向离开光轴变化，第一透镜6的两个面6a和6b和面对多面反射镜5的第二透镜7的表面7a的弧矢形状 R 在通过光轴的垂直方向（主扫描方向）不对称变化，形成弧矢不对称变化表面。另外，第一透镜6的两个面6a和6b被制成弧矢变形面，其中在光源侧的弧矢形状 R 被制成比在光轴上的弧矢形状 R 大，在光源相对侧的弧矢形状 R 被制成比在光轴上的弧矢形状 R 小，面对多面反射镜5的第二透镜7的表面7a被制成弧矢变形面，其中在光源侧的弧矢形状 R 被制成比在光轴上的弧矢形状 R 大，第一透镜6的两个面6a和6b的弧矢形状 R 变得比在光轴上的弧矢形状 R 大的一侧，和前述弧矢形状 R 变得比在光轴上的弧矢形状 R 小的一侧都处在相对于光轴的相同侧。因此在副扫描方向的像场弯曲和副扫描放大率的均匀性得到很好校正。

因此，在本实施例中的 $f\theta$ 透镜系统9具有多个主和次不对称表面，它们是子午不对称表面，也是弧矢不对称变化表面，如上所描述的一样。

在本实施例中，为了很好地校正在主扫描方向的场曲和畸变，和在副扫描方向的场曲以及放大率波动，以及为了达到宽的视场角和整个装置的紧凑性，最好能满足至少下列条件之一。

(A1) 当第一透镜6在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} , $f\theta$ 透镜系统9在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_m 时, 满足条件

$$0.85 \leq \Phi_{1m}/\Phi_m \leq 1.3 \quad \dots (1)$$

条件表达式(1)是用于很好地校正主扫描方向的场曲和 $f\theta$ 特性两者的条件。如果条件表达式(1)背离, 则使这些相配合将变得困难。如果特别是条件表达式(1)的上限值背离, 则校正 $f\theta$ 特性将变得困难, 如果条件表达式(1)的下限值背离, 则校正场曲将变得困难。

在本实施例中, $\Phi_m=0.00923$, $\Phi_{1m}=0.00898$, 和

$$\Phi_{1m}/\Phi_m=0.974$$

用满足上述条件表达式(1)的光焦度配置构造所述透镜系统。

(A2) 当第一透镜6在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} , 第二透镜7在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时, 满足条件

$$-1.8 \leq \Phi_{1s}/\Phi_{2s} \leq -0.4 \quad \dots (2)$$

条件表达式(2)是用于减小副扫描放大率的条件。如果条件表达式(2)背离, 则使得校正副扫描方向的像场弯曲变得很困难。如果条件表达式(2)的下限值背离, 则减小副扫描放大率的效果将变得很小。

在本实施例中, $\Phi_{1s}=-0.02447$, $\Phi_{2s}=0.04713$, 和

$$\Phi_{1s}/\Phi_{2s}=-0.519$$

用满足上述条件表达式(2)的光焦度配置构造所述透镜系统。

(A3) 当第一透镜6在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} , 其在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1s} , 以及第二透镜7在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时, 其在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时, 满足条件

$$\Phi_{1s} < \Phi_{2m} < \Phi_{1m} < \Phi_{2s} \quad \dots \dots (3)$$

条件表达式(3)是用于满足在主扫描方向和副扫描方向的场曲、 $f\theta$ 特性、以及副扫描放大率减小的条件。通过满足条件表达式(3), 即使在紧凑型光扫描设备和紧凑型 $f\theta$ 透镜系统中也可以满足上述项目。如果条件表达式(3)背离, 则同时满足上述项目将变得很困难。

在本实施例中, $\Phi_{1m}=0.00898$, $\Phi_{1s}=-0.02447$, $\Phi_{2m}=3.03E-6$, $\Phi_{2s}=0.04713$, 用满足上述条件表达式(3)的光焦度配置构造所述透镜系统。

(A4) 当第一透镜6在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{1m} , 其在副扫描方向

的光焦度被定义为 Φ_{1s} , 和第二透镜7在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时, 其在副扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2s} 时, 满足条件

$$|\Phi_{2m}| < |\Phi_{1m}| < |\Phi_{1s}| < |\Phi_{2s}| \quad \dots \quad (4)$$

条件表达式(4)是用于满足在主扫描方向和副扫描方向的场曲、 $f\theta$ 特性、
5 以及副扫描放大率减小的条件。通过满足条件表达式(4), 即使在紧凑型光扫描设备和紧凑型 $f\theta$ 透镜系统中也可以满足上述项目。如果条件表达式(4)背离, 则同时满足上述项目将变得很困难。

在本实施例中, $\Phi_{1m}=0.00898$, $\Phi_{1s}=-0.02447$, $\Phi_{2m}=3.03E-6$, $\Phi_{2s}=0.04713$, 用满足上述条件表达式(4)的光焦度配置构造所述透镜系统。

10 通过满足上述条件表达式(1)或/和(2), 就可能构建一个扫描光学系统(光扫描设备), 其中在主扫描方向和副扫描方向的像场弯曲和 $f\theta$ 特性通过紧凑型 $f\theta$ 透镜系统9而得到很好的校正, 并且在副扫描方向的放大率的波动可以减小, 从而将在副扫描方向对聚焦运动的敏感度限制到较小的水平。

(A5) 当 $f\theta$ 透镜系统9的 $f\theta$ 系数被定义为 k , 在待扫描表面8的有效扫描宽度
15 被定义为 W , 则满足条件

$$k/W \leq 0.6 \quad \dots \quad (5)$$

$f\theta$ 系数(mm/rad)是这样一个系数, 即当视场角是 θ (rad)和在待扫描表面8的图像高度是 Y (mm)时, 通过它下列表达式关系能够成立。

$$Y = k \times \theta$$

20 在此时, 在主扫描方向, 入射到偏转装置5的光束是平行光束, $f\theta$ 系数 k 将变得等于 $f\theta$ 透镜系统9的焦距。

在本实施例中, 有效扫描宽度 $w=214$ (mm), $f\theta$ 系数 $k=110$ (mm/rad), 和

$$k/W=0.51$$

所述透镜系统是用满足上述条件表达式(5)的宽视场角(± 56.20)构建
25 的。

(A6) 当从多面反射镜5的偏转面5a到待扫描表面8的距离被定义为 L , 有效扫描宽度被定义为 W , 则满足条件

$$L/W \leq 0.8 \quad \dots \quad (6)$$

在本实施例中, 从多面反射镜5的偏转面5a到将扫描的表面8的距离 $L=134$ 毫
30 米, 由此获得 $L/W=0.63$, 因此满足上述条件表达式(6), 从而实现整个设备的

紧凑性。

(A7) 当从多面反射镜5的偏转面5a到面对将扫描的表面8的第二透镜7的表面7b的距离被定义为d, 有效扫描宽度被定义为W, 则满足条件

$$d/W \leq 0.2 \quad \cdots (7)$$

5 在本实施例中, 从多面反射镜5的偏转面5a到面对将扫描的表面8的透镜7的表面7b的距离d=30.72毫米,

$$d/W=0.14$$

满足上述条件表达式(7), 从而实现整个设备的紧凑性。

(A8) 当从多面反射镜5的偏转面5a到面对将扫描的表面8的第二透镜7的表面7b的距离被定义为d, 从多面反射镜5的偏转面5a到将扫描的表面8的距离被定义为L, 则满足条件

$$d/L \leq 0.25 \quad \cdots (8)$$

在本实施例中,

$$d/L=0.23$$

15 满足上述条件表达式(8), 从而实现整个设备的紧凑性。

图6显示本实施例中在主扫描方向和副扫描方向的像场弯曲率、畸变($f\theta$ 特性)副扫描放大率。在图6中, 图像高度的+(正)侧指示光源侧, 它的-(负)侧指示光源侧的相对侧。将会看到每个像差都被校正到几乎没有问题的水平。因此, 可以提供一种光扫描设备, 其中在待扫描表面8的整个有效扫描区域, 在主扫描方向和副扫描方向的光斑直径变得很均匀, 于是始终能够获得很好的图像。

(A9) 当 $f\theta$ 透镜系统9在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_m , 第二透镜7在主扫描方向的光焦度被定义为 Φ_{2m} 时, 满足条件

$$-0.5 \leq \Phi_{2m}/\Phi_m \leq 0.15 \quad \cdots (16)$$

条件表达式(16)是用于构建更紧凑的扫描光学装置的条件。如果条件表达式(16)背离, 将很难构建更紧凑的扫描光学装置。如果特别是条件表达式(16)的上限值背离, 则将第二透镜7放置于第一透镜6的附近变得很困难。如果条件表达式(16)的下限值背离, 则第一透镜6的曲率变得非常尖锐, 从而在主扫描方向的像差校正将变得很困难。

此外, 第一透镜6和第二透镜7位于更靠近偏转装置5的地方, 而不是更靠近从偏转装置5的偏转表面到待扫描表面8的距离的中点。

〈实施例2〉

图7A是根据本发明的实施例2的主要部件在主扫描方向的截面图（主扫描剖面图），图7B是在副扫描方向的图7A的主要部件在副扫描方向的截面图（副扫描剖面图）。在图7A和7B中，与图1A和1B所示的元件相同的元件用相同的参考
5 标记表示。

本实施例与前述实施例1的区别在于：第一透镜和第二透镜（复曲面透镜）6和7在副扫描方向的曲率半径（弧矢形状R）彼此不同。在其它点上，本实施例的结构和光学功能基本上与实施例1的相同，因此获得类似效果。

即，在根据本实施例的光扫描设备中，在副扫描剖面，第一透镜6被制造成
10 使其凹面面对多面反射镜5的负弯月透镜，第二透镜7被制造成使其凹面面对多面反射镜5的正弯月透镜。因此，即使在紧凑型扫描光学系统中，其中的后侧主平面位于更靠近待扫描表面8而不是第二透镜7的位置，f θ 透镜系统9位于靠近多面反射镜5的位置（d=31.4毫米），副扫描放大率被限制到一个较小值，即， $\beta = -3.21$ 。因此，在副扫描方向对焦点波动的敏感度和多面反射镜表面倾斜的
15 影响可以减小。

在此时，第一透镜6面对多面反射镜5的表面6a在主扫描方向的曲率半径被定义为R1m，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为R1s，面对待扫描表面8的第一透镜6的表面6b在主扫描方向的曲率半径被定义为R2m，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为R2s，面对多面反射镜5的第二透镜7的表面7a在主扫描方向的曲率半径被定义为R3m，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为R3s，面对待扫描表面8的第二透镜7的表面7b在主扫描方向的曲率半径被定义为R4m，前述表面在副扫描方向的曲率半径被定义为R4s，则满足条件

$$R1m < R2m < 0 < R4m < R3m \quad \dots (9)$$

$$R2s < R1s < 0 \quad \dots (10)$$

$$R3s < R4s < 0 \quad \dots (11)$$

$$R1m < R1s < 0 \quad \dots (12)$$

$$R2s < R2m < 0 \quad \dots (13)$$

$$|R4s| < R4m \quad \dots (14)$$

条件表达式（9）是用于通过紧凑型f θ 透镜系统9很好地校正主扫描方向的像场弯曲和f θ 特性的条件，条件表达式（10）和（11）是用于减小在副扫描
30 的像场弯曲和f θ 特性的条件，条件表达式（10）和（11）是用于减小在副扫描

方向放大率的条件。条件表达式(12)、(13)和(14)是有效满足在副扫描方向像场弯曲的条件。

图8显示第一透镜6的表面6a和6b在弧矢方向的曲率半径 $R(R_s)$ 的偏移的示图,图9是显示第二透镜7的表面7a和7b在弧矢方向的曲率半径 $R(R_s)$ 的偏移的示图。第一透镜6的表面6a和6b在弧矢方向的曲率半径 R 在光源侧较大,并在沿主扫描方向朝向光轴连续变小,在朝向光源侧的相对侧变得更小。面对多面反射镜5的第二透镜7的表面7a弧矢方向的曲率半径 R 在光源装置1侧较大,在沿主扫描方向朝向光轴连续变小,并且在从光轴朝向光源相对侧变成恒定。此外,面对待扫描表面8的第二透镜7的表面7b在弧矢方向的曲率半径 R 变化,从而使在通过光轴的垂直方向(主扫描方向)对称变大。

此时,第一和第二透镜6和7的所有表面6a,6b,7a和7b都是非球面表面,其中弧矢半径 R (弧矢方向的曲率半径)离开光轴沿主扫描方向改变,第一透镜6的两个面6a和6b和面对多面反射镜5的第二透镜7的表面7a的弧矢半径 R 在通过光轴的垂直方向(主扫描方向)不对称变化,形成弧矢不对称变化表面。另外,第一透镜6的两个表面6a和6b被制成弧矢变形面,其光源侧的弧矢半径 R 被制成比在光轴上的弧矢半径 R 大,在光源相对侧的弧矢半径 R 被制成比在光轴上的弧矢半径 R 小,并且面对多面反射镜5的第二透镜7的表面7a被制成弧矢变形面,其光源侧弧矢半径 R 被制成比在光轴上的弧矢半径 R 大,在光源相对侧的弧矢半径 R 等于光轴上的弧矢半径 R (在弧矢方向的曲率半径恒定),第一透镜6的两个表面6a和6b的弧矢半径 R 大于光轴上弧矢半径 R 的一侧,和它们小于光轴上弧矢半径 R 的一侧都处于相对于光轴的相同侧。此外,第一透镜6的两个表面6a和6b的弧矢半径 R 大于光轴上的弧矢半径 R 的一侧,和面对多面反射镜5的第二透镜7的表面7a的弧矢半径大于光轴上弧矢半径 R 的一侧相对于光轴一致。因此在副扫描方向的像场弯曲和副扫描放大率的均匀性得到很好校正。

这里的“弧矢半径”是指弧矢方向的曲率半径。

下面的表2显示代表在本实施例中的 $f\theta$ 透镜系统9的非球面形状的各个系数和其它特性。

图10显示本发明的实施例中在主扫描方向和副扫描方向的场曲、畸变($f\theta$ 特性)和副扫描放大率。在图10中,图像高度的+ (正)侧指示光源侧,它的- (负)侧指示光源侧的相对侧。将会看到每个像差都被校正到几乎没有问题的水

平。因此，在待扫描表面8的整个区域，在主扫描方向和副扫描方向的光斑直径变得很均匀，从而可以提供一种始终能够获得很好图像的光扫描设备。

<实施例3>

图11A是本发明实施例3的多光束扫描设备在主扫描方向的主要部件截面图（主扫描剖面图），图11B是图11A在副扫描方向的主要部件截面图（副扫描剖面图）。在图11A和11B中，与图7A和7B所示元件相同的元件用相同的参考标记表示。

本实施例与前述实施例2的区别在于：光源装置1由发射两束光的多半导体激光器构成，第一透镜和第二透镜（复曲面透镜）6和7在副扫描方向的曲率半径（弧矢半径 R ）彼此不同。在其它点上，本实施例的结构和光学功能基本上与实施例2的相同，因此获得类似的效果。

即，在本实施例中，从半导体激光器31发射的两束光，其光通量由孔径光阑3加以限制，通过准直透镜2转变成基本上平行的光，并进入柱面透镜4。进入到柱面透镜4的基本平行光束的主扫描截面部分照原样出射。在副扫描截面，该光束通过柱面透镜4会聚并作为基本上是线性图像（在主扫描方向延伸的线性图像）成像到光偏转器5的偏转面5a。由光偏转器5的偏转面5a反射和偏转的两束光束，通过第一和第二透镜6和7在光敏鼓的表面8上成像为光斑形状，光偏转器5沿箭头A方向旋转，从而以等速沿箭头B方向（主扫描方向）光学扫描光敏鼓的表面8。因此，图象记录形成于作为记录介质的光敏鼓的表面8上。

在使用多光束的光扫描设备中，最好使各光束扫描的行之间的间距保持恒定，并且重要的是在副扫描方向的场曲和副扫描放大率在每个图像高度是一致的。于是，在本实施例中，如图12和13所示，优选设置第一和第二透镜6和7在副扫描方向的曲率半径。

图12是显示第一透镜6的两个表面6a和6b的弧矢半径 R （ R_s ）的偏差的示图，图13是表示第二透镜7的表面7a和7b的弧矢半径 R （ R_s ）的偏差的示图。

在本实施例中，如图12和13所示，构成 $f\theta$ 透镜系统9的第一和第二透镜6和7的所有表面6a, 6b, 7a和7b被制造成弧矢变化表面，其上副扫描方向曲率半径的尺寸之间关系在通过光轴的垂直方向（主扫描方向）变化，并且制成弧矢不对称变化表面，其在副扫描方向的曲率半径在通过光轴的垂直方向（主扫描方向）不对称变化。

下面的表3显示代表在本实施例的 $f\theta$ 透镜系统9的非球形面形状的各个系数和其它特性。

图14显示在本实施例中的主扫描方向和副扫描方向的场曲、畸变($f\theta$ 特性)和副扫描放大率。图像高度的+(正)侧指示光源侧,它的-(负)侧指示光源侧的相对侧。如图14所示,在副扫描方向的场曲和放大率波动被很好校正,并且可以提供一种多光束扫描装置,其中的 $f\theta$ 透镜系统9可以构造成在副扫描方向的扫描行之间间隔和光斑直径始终保持恒定,因此始终保持良好。

<实施例4>

图15A是根据本发明实施例4的多光束扫描设备在主扫描方向的主要部件截面图(主扫描截面图),图15B是图15A在副扫描方向主要部件的截面图(副扫描截面图)。在图15A和15B中,与图11A和11B所示元件相同的元件用相同的参考标记表示。

本实施例与前述实施例3的区别在于从光源装置31发射的两束光束是弱会聚光。在其它点上,本实施例的结构和光学功能基本上与实施例3的相同,因此获得类似效果。

即,在图15A中,数标42代表将从光源装置31发射的光束转变成弱会聚光的聚光镜。

在本实施例中,从半导体激光器31发出的两束光束其光通量被孔径光阑3限制,经由聚光镜42转变成弱会聚光束,并进入柱面透镜4。进入柱面透镜4的基本平行光束的主扫描截面部分照原样出射。此外,在副扫描截面,光束会聚并作为基本上线性图像(在主扫描方向延伸的线性图像)成像在光偏转器5的偏转面5a。由光偏转器5的偏转面5a反射和偏转的两束光束,通过第一和第二透镜6和7在光敏鼓的表面8上成像为光斑形状,光偏转器5沿箭头A方向旋转,从而以等速沿箭头B方向(主扫描方向)光学扫描光敏鼓的表面8。因此,图像记录形成于作为记录介质的光敏鼓的表面8上。

在本实施例中,从多个半导体激光器31发出的两束光束,经由聚光镜42转变成弱会聚光束,并共享 $f\theta$ 透镜系统9的光焦距。在主扫描方向,第一透镜6被制成正弯月透镜,其凹面面对多面反射镜5,第二透镜7的光轴附近被制成为弱负弯月透镜,其凸面面对多面反射镜5。因此,从多面反射镜5的偏转表面5a到待扫描表面8的距离L(全长),以及从多面反射镜5的偏转面5a到面对待扫描表面8的

第二透镜7的表面7b之间的距离d(透镜最后表面位置)被设置得较紧凑。

在本实施例中，全长L=130毫米，透镜最后表面位置d=30.00毫米，从而提供一种较前述实施例1到3更紧凑的多光束扫描设备。

在本实施例中，如前述实施例1到3，第一透镜6在主扫描方向的光焦度被制成比第二透镜7在主扫描方向的光焦度大，从而提供一种即使在紧凑型光扫描设备中也能很好地校正主扫描方向的场曲特性和fθ特性的结构。

另外，在本实施例中，每个元件被设置成使得当从多面反射镜5的偏转面5a到聚光镜42的会聚点的距离被定义为S，fθ透镜系统9的fθ系数被定义为k，则满足条件

$$|S|/k \geq 5 \quad \dots (15)$$

条件表达式(15)是用于消除在多光束照射光敏鼓时由会聚光束在主扫描方向的晃动引起的主扫描方向晃动的条件。如果条件表达式(15)背离，则从光源装置发射的光束的会聚程度将变得很严重，因此会聚光束主扫描方向的晃动将变得太大，这就不可能消除在光束入射到光敏鼓上时产生的主扫描方向晃动。

在本实施例中，从多面反射镜5的偏转面5a到通过聚光镜42后的会聚光束会聚点的距离是S=751毫米，fθ系数k=109(mm/rad)，并且

$$|S|/k=6.89,$$

从而满足上述条件表达式(15)，因此由会聚光束引起的两束光之间的晃动被限制到基本上没有问题的范围内。

下面的表4显示表示本实施例中fθ透镜的非球面形状的各个系数和其它特性。

图16表示在主扫描方向和副扫描方向的场曲、畸变(fθ特性)和副扫描放大率。在图16中，图像高度的+(正)侧指示光源侧，它的-(负)侧指示光源侧的相对侧。将会看到每个像差都被校正到几乎没有问题的水平。因此，在待扫描表面8的整个区域，在主扫描方向和副扫描方向的光斑直径变得很均匀，从而可以提供一种始终能够获得良好图像的多光束光扫描设备。

图11C显示根据实施例3和4的多个半导体激光器的各个配置。如图11C所示，两个发射点A和B在主扫描方向和副扫描方向都具有间隙。

本发明也可以应用于具有三个或多个发射点的光学装置。

〈实施例5〉

本发明并不仅限于双透镜系统，其中上面所示的实施例2的 $f\theta$ 透镜系统9包括第一透镜6和第二透镜7。在第一透镜6和第二透镜7之间可以放置一个或多个透镜。

即，本发明的扫描光学装置9可以包括三个或多个透镜。

5 图19A和19B显示了其中的 $f\theta$ 透镜系统9是三透镜系统的例子。

图19A是根据本发明实施例5的光扫描设备在主扫描方向的主要部件的截面图（主扫描截面图），图19B是图19A在副扫描方向的主要部份的截面图（副扫描截面图）。在图19A和19B中，与图1A和1B所示元件相同的元件用相同的参考标记表示。

10 本实施例与前述实施例2的区别在于在第一透镜6和第二透镜7（都是复曲面透镜）之间放置了一个第三透镜10。在其它点上，本实施例的结构和光学功能基本上与实施例2的相同，因此获得类似效果。

此外，第一透镜6、第二透镜7和第三透镜10位于更靠近偏转装置5的位置，而不是更靠近从偏转装置5的偏转表面到待扫描表面8的距离的中点。

15 即，在主扫描方向，第一透镜6被制成正弯月透镜，其凹面面对多面反射镜5，第二透镜7的光轴附近被制成为弯月透镜，其凸面面对多面反射镜5并且光焦度很小，并且三个透镜中第一透镜6在主扫描方向的光焦度最大，从而提供了一种结构，即使在紧凑的光扫描装置中也能够很好地校正主扫描方向的像场弯曲特性，和 $f\theta$ 特性。

20 此外，在副扫描截面，第一透镜6被制成负弯月透镜，其凹面面对多面反射镜5，第二透镜7被制成为正弯月透镜，其凹面面对多面反射镜5。因此，即使在紧凑的光扫描装置中，其中后侧主平面位于更靠近待扫描表面8而距第二透镜7较远，其在副扫描方向的放大率也被限制到一个较小的水平。因此，在副扫描方向对焦距波动的敏感度和多面反射镜表面倾斜的影响可被减小。

25 如果本发明被设计成如下，最靠近多面反射镜5的第一透镜6在主扫描方向具有正光焦度，在副扫描方向具有负光焦度，并且在三个透镜6、7和10中，最靠近偏转装置5的第一透镜6在主扫描方向的光焦度最大，最靠近待扫描表面8的第二透镜7在副扫描方向具有正屈光焦度，则即使 $f\theta$ 透镜系统9靠近偏转装置5， $f\theta$ 透镜系统9的主平面位置也可以靠近待扫描表面8的位置，并且可以实现其副
30 扫描放大率被限制得很低的紧凑型光扫描设备。

即，假定通过缩短从多面反射镜5到 $f\theta$ 透镜系统9的前侧主平面的距离使 $f\theta$ 透镜系统9的尺寸缩小至 K ，最好在三个透镜中，最靠近多面反射镜5的第一透镜6在主扫描方向的光焦度为最大，并且在副扫描方向，最好成为这样一个结构，即减小尺寸缩小了的 $f\theta$ 透镜系统9在副扫描方向的偏心敏感度，而使第一透镜5具有负光焦度，使第二透镜具有正光焦度。

此外，至少在主扫描方向和副扫描方向之一具有光焦度的第三透镜10可以由一个至少在主扫描方向和副扫描方向之一具有光焦度的反射镜，或一个至少在主扫描方向和副扫描方向之一具有光焦度的衍射光学元件取代。

本实施例也可以应用于多半导体激光器中。

10 同样，在本实施例5中，实施例1的条件表达式(3)、(4)、(5)、(6)和(9)到(14)成立。

同样，在如上所述的本实施例5中，可以获得与实施例2相似的效果。

另外，当如图19A和19B中所示，第一透镜6、第二透镜7和第三透镜10位于更靠近偏转装置5的地方，而不是更靠近从偏转装置5的偏转表面到待扫描表面8的15 距离的中点时，实施例1中的条件表达式(7)和(8)在实施例5中也成立。

<实施例6>

本发明并不限于双透镜系统，其中上面所示的实施例1到4的扫描光学装置9包括第一透镜6和第二透镜7。实施例1到4中的第一透镜6和第二透镜7之一也可以由一个至少在主扫描方向和副扫描方向之一具有光焦度的反射镜，或一个至少20 在主扫描方向和副扫描方向之一具有光焦度的衍射光学元件取代。

并且，第一透镜6和第二透镜7都可以用反射镜或衍射光学元件取代。

即，在扫描光学装置中，最靠近偏转装置5的第一光学元件并不限于第一透镜6，而可以是在主扫描方向具有正光焦度，在副扫描方向具有负光焦度的反射镜或衍射光学元件。最靠近待扫描表面8的第二光学元件不限于第二透镜7，25 也可以是在副扫描方向具有正光焦度的反射镜或衍射光学元件。

然而，最靠近偏转装置5的第一光学元件在主扫描方向的光焦度为最大。

另外，本发明的扫描光学装置不限于由第一光学元件和第二光学元件组成的双透镜系统。

如实施例5中一样，一种至少在主扫描方向和副扫描方向之一具有光焦度的30 一个或多个镜子，或至少在主扫描方向和副扫描方向之一具有光焦度的衍射光学

元件的光学元件，或至少在主扫描方向和副扫描方向之一具有光焦度的透镜，可以设置在第一光学元件和第二光学元件之间。

同样，在如上所述的本实施例6中，可以获得与实施例1相似的结果。

此外，在本实施例中，第一光学元件和第二光学元件可以设置在偏转装置5和待扫描表面之间，并不局限于如下形式，即第一透镜6和第二透镜7位于更靠近偏转装置5的地方，而不是更靠近从偏转装置5的偏转表面到待扫描表面8的距离的中点这样的结构。本发明还可用于形成这样一种结构，其中最靠近待扫描表面的第二光学元件位于更靠近待扫描表面8的位置，而不是更靠近从偏转装置5的偏转表面到待扫描表面8的距离的中点。

然而，优选地当考虑到副扫描放大率减小的效应时，在第一光学元件和第二光学元件位于更靠近偏转装置5的位置，而不是更靠近从偏转装置5的偏转表面到待扫描表面8的距离的中点这样的结构中，能更明显地获得本发明的效果。

同样，在本实施例6中，实施例1的条件表达式(3)、(4)、(5)和(6)成立。

另外，当第一光学元件和第二光学元件位于更靠近偏转装置5的位置，而不是更靠近从偏转装置5的偏转表面到待扫描表面8的距离的中点时，实施例1中的条件表达式(7)和(8)在实施例6中也成立。

如果最靠近偏转装置5的第一光学元件是衍射光学元件，为了校正主扫描方向的场曲，当面对偏转装置5的衍射光学元件的衍射表面在主扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi d1$ ，面对待扫描表面8的衍射光学元件的衍射表面在主扫描方向的光焦度被定义为 $\Phi d2$ ，最好满足条件：

$$\begin{aligned} \Phi d1 \times \Phi d2 < 0 \\ |\Phi d2| > |\Phi d1| \end{aligned}$$

(成像设备)

图17是显示本发明的成像设备的实施例在副扫描方向主要部件的截面图。在图17中，参考数标104代表成像设备。代码数据Dc从诸如个人计算机等外设117输入到该成像设备114中。通过在设备中的打印机控制器111将该代码数据Dc转换成图像数据(点数据)Di。该图像数据Di被输入到具有实施例1到6中所示结构的光扫描元件100中。根据该图像数据Di调制的光束103从该光扫描元件100中发出，并且由该光束103沿主扫描方向扫描光敏鼓101的光敏表面。

作为静电潜像承载元件（光敏元件）的光敏鼓101由电机115顺时针方向旋转。通过这种旋转，光敏鼓101的光敏表面在与主扫描方向正交的副扫描方向相对于光束103移动。在光敏鼓101上，设有用于向光敏鼓101的表面均匀充电的充电辊102，从而接触该表面。由光扫描元件100扫描的光束103可以施加到由充电
5 辊102充电的光敏鼓101的表面。

如前所述，在图像数据Di的基础上调制光束103，通过该施加到光敏鼓101表面的光束103，在光敏鼓101的表面形成静电潜像。该静电潜像作为调色剂图像由显影装置107显影，显影装置107位于相对于光敏鼓101的旋转方向在光束103施加位置的更下游的位置与光敏鼓101靠接。

10 由显影装置107显影的调色剂图像由转印辊108转印到作为转印材料的纸张112上，其中转印辊108位于光敏鼓101的下方，从而与光敏鼓101相对。纸张112存放在位于光敏鼓101的前方（图17中右方）的纸盒109内，但也可以手动送纸。输送辊110位于纸盒109的一侧末端部分，将纸盒109内的纸张112输送到传送通路中。

15 已经通过上述方式转印有未定影调色剂图像的纸张112，被更进一步传送至位于光敏鼓101后方（图17中左方）的定影装置。定影装置包括其中具有定影加热器（未显示）的定影辊113和设置成与定影辊113压力接触的压力辊114，并且在通过定影辊113和压力辊114之间的压力接触部分对纸张加压的同时，加热从转印部分传送来的纸张112，从而将未定影调色剂定影到纸张112上。卸纸辊116
20 位于定影辊113的后部，用于从成像设备中卸出已定影的纸张112。

尽管未在图17中显示，打印机控制器111不仅进行前述数据转换，而且控制成像设备中的多种部件，包括光扫描单元中的电机115，和多面反射镜电机等等，这在后面将有描述。

25 根据本发明，如前所述，从光源装置发射的光束由具有多个透镜的光扫描装置通过偏转装置成像到待扫描表面，适当地设置多个透镜的形状，从而使在主扫描方向的场曲和畸变，以及在副扫描方向的场曲和放大率波动可以得到很好地校正，因此可以获得一种尽管结构紧凑，但仍然其副扫描放大率被限制得很低适用于高分辨率打印的光扫描装置，和使用这种光扫描装置的成像设备。

30 特别是，根据权利要求1、29和56的发明，在主扫描方向和副扫描方向的场曲均匀性， $f\theta$ 特性和副扫描放大率可得到很好的校正，副扫描放大率可限制得

很小，并且在副扫描方向对聚焦波动的敏感度也被减小。

另外，在主扫描方向的场曲和 $f\theta$ 特性可得到很好的校正，并且在紧凑型光扫描装置中，前面提到的像差也同样可得到很好地校正。

根据本发明，在主扫描方向的场曲和 $f\theta$ 特性可得到很好的校正，并且在紧凑型光扫描装置中，前面提到的像差也同样可得到很好地校正。

根据本发明，在主扫描方向的场曲和 $f\theta$ 特性可得到更好的校正，并且在紧凑型光扫描装置中，前面提到的像差也同样可得到很好地校正。

根据本发明，由偏转装置引起的在主扫描方向的场曲以及 $f\theta$ 特性的不对称可得到校正。

根据本发明，对由偏转装置引起的在主扫描方向的场曲特性和 $f\theta$ 特性的不对称的校正效果可以很大。

根据本发明，由偏转装置引起的在副扫描方向的场曲特性和副扫描放大率的不对称可得到校正。

根据本发明，对由偏转装置引起的在副扫描方向的场曲特性和副扫描放大率的不对称的校正效果可以很大。

根据本发明，在一个或多个表面上，副扫描方向的曲率半径向相同方向弯曲，因此，对由偏转装置引起的在副扫描方向的场曲特性和副扫描放大率的不对称的校正效果可以很大。

根据本发明，对由偏转装置在主扫描方向和副扫描方向的场曲特性和 $f\theta$ 特性以及副扫描放大率的不对称的校正效果可以很大。

根据本发明，在主扫描方向的宽视场角区域的场曲和 $f\theta$ 特性可得到满足。

根据本发明，由于偏转装置的偏心导致的晃动可得到校正。

根据本发明，在施加多光束到光敏鼓上时产生的主扫描方向晃动可通过汇聚光束在主扫描方向的晃动而消除。

图1A

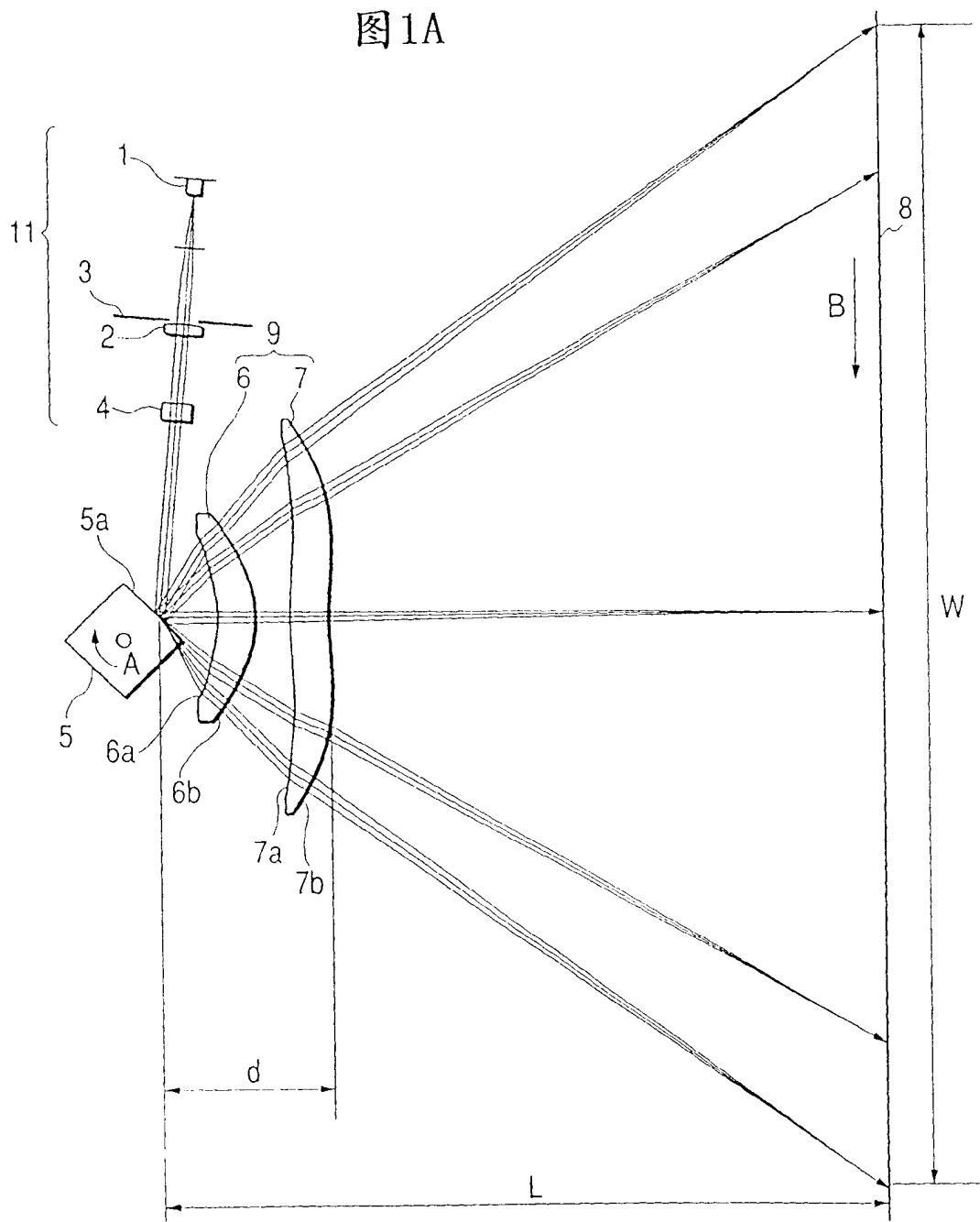


图1B

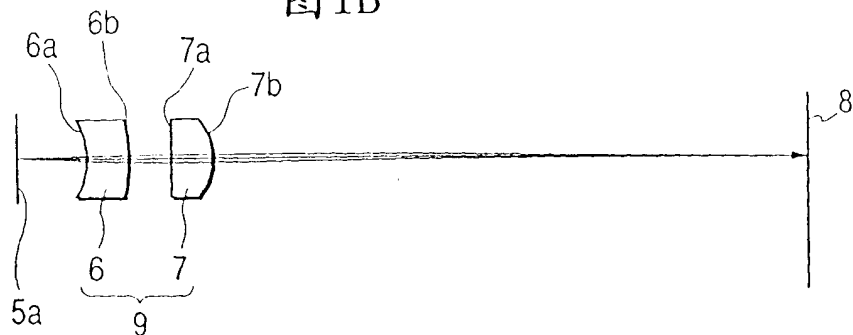


图2

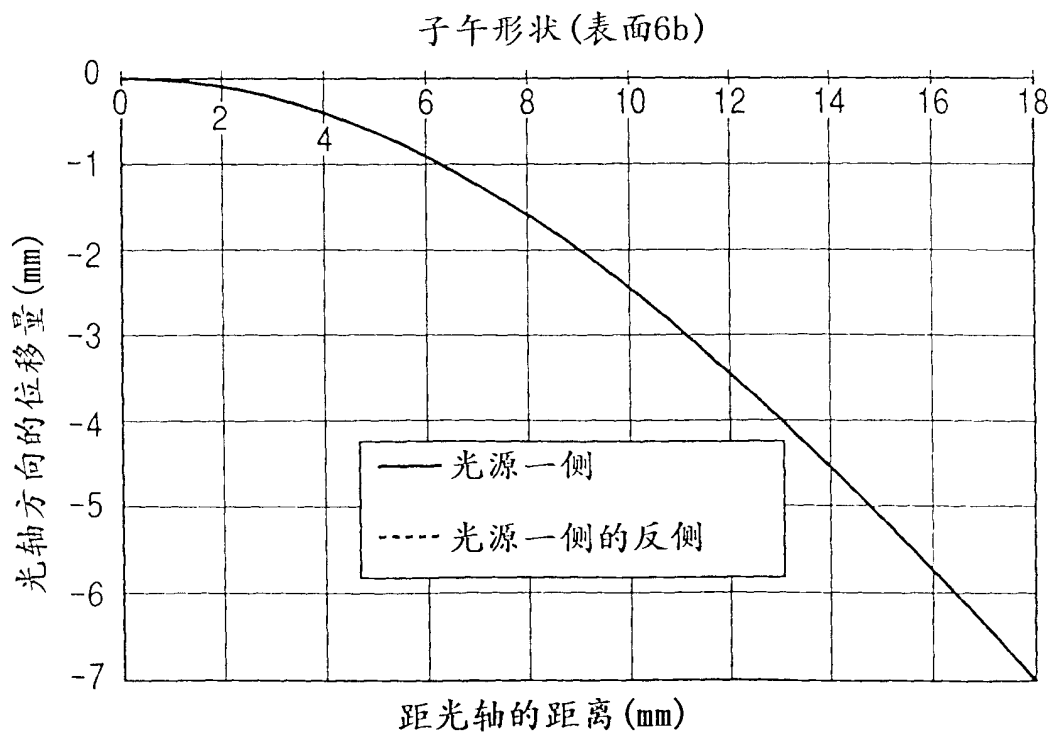
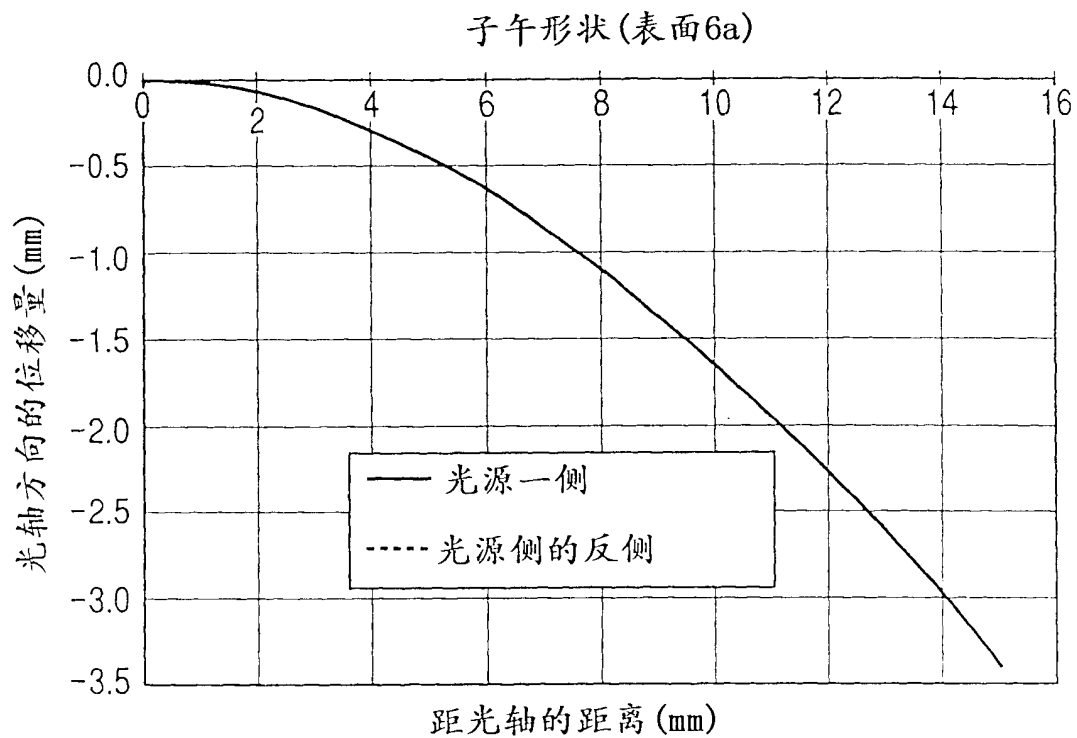


图3

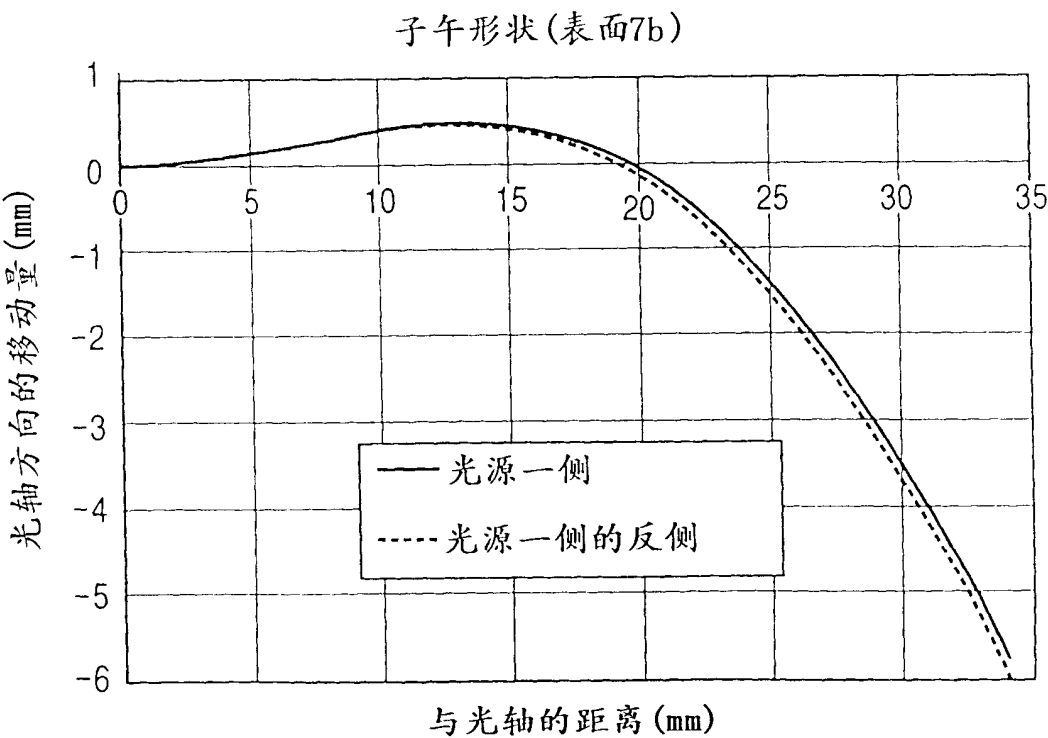
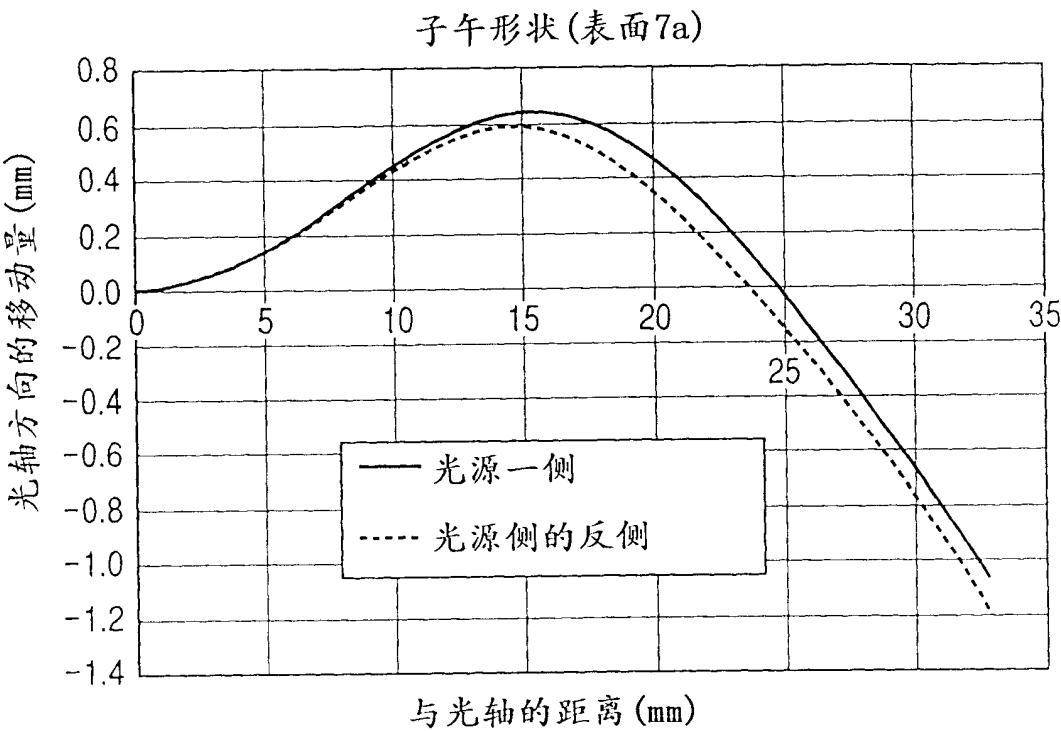


图4

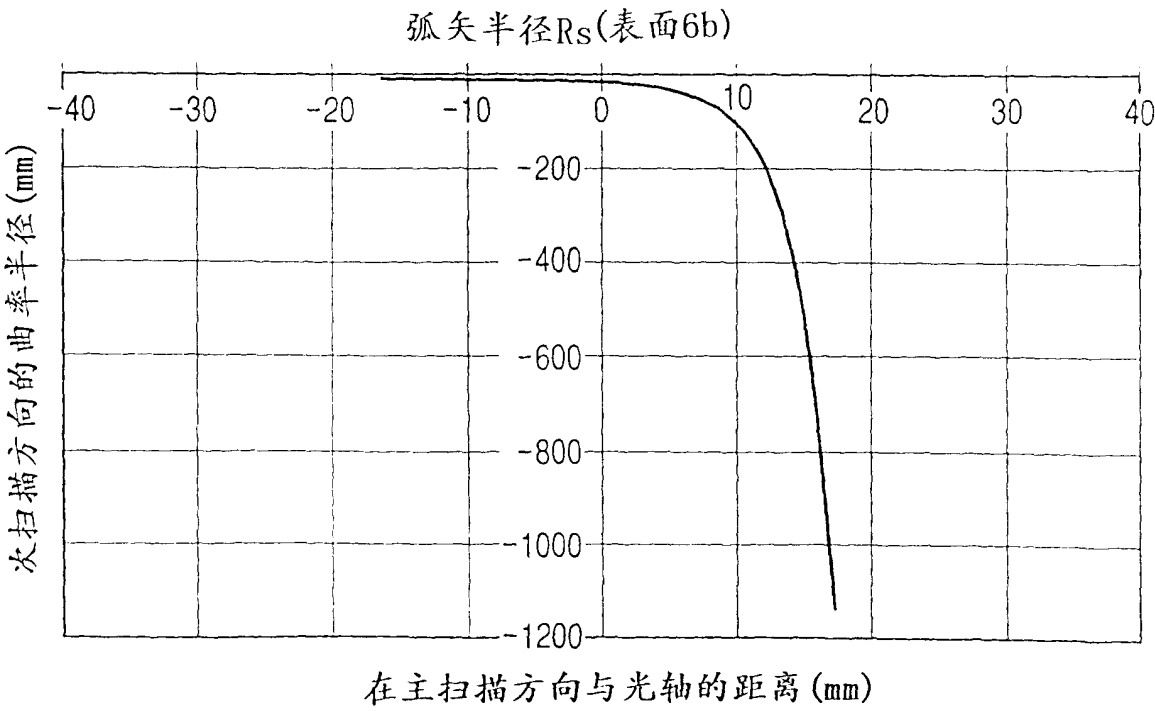
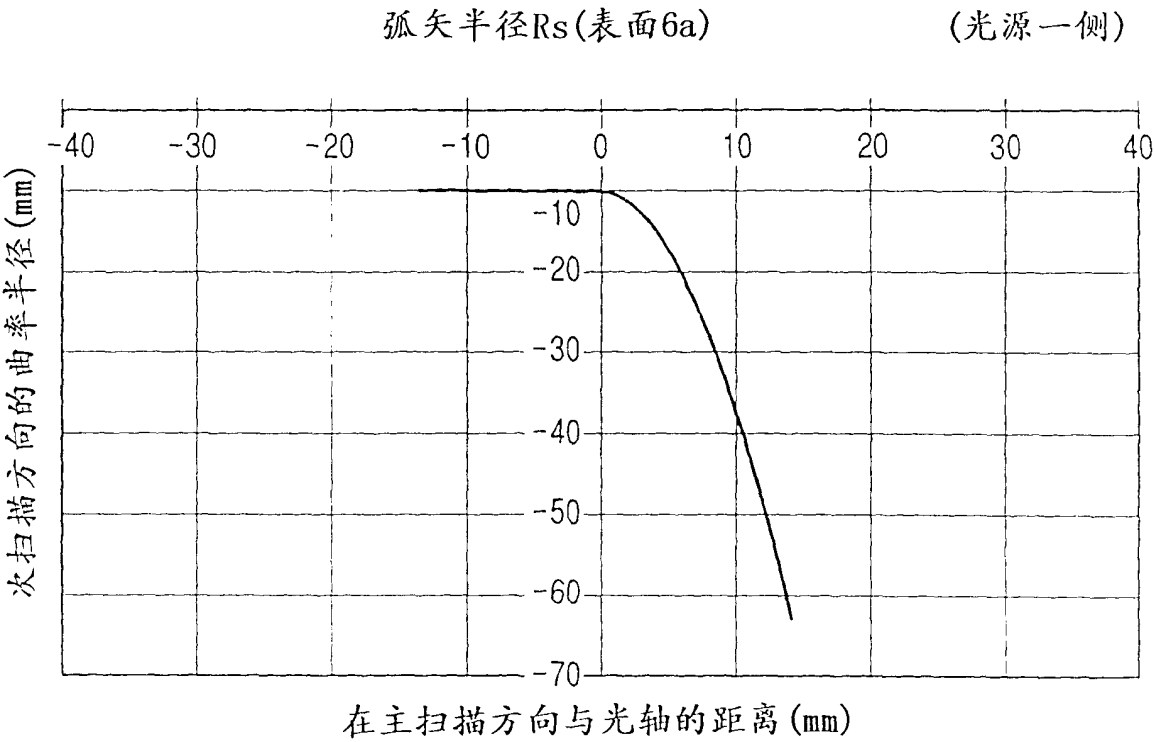


图5

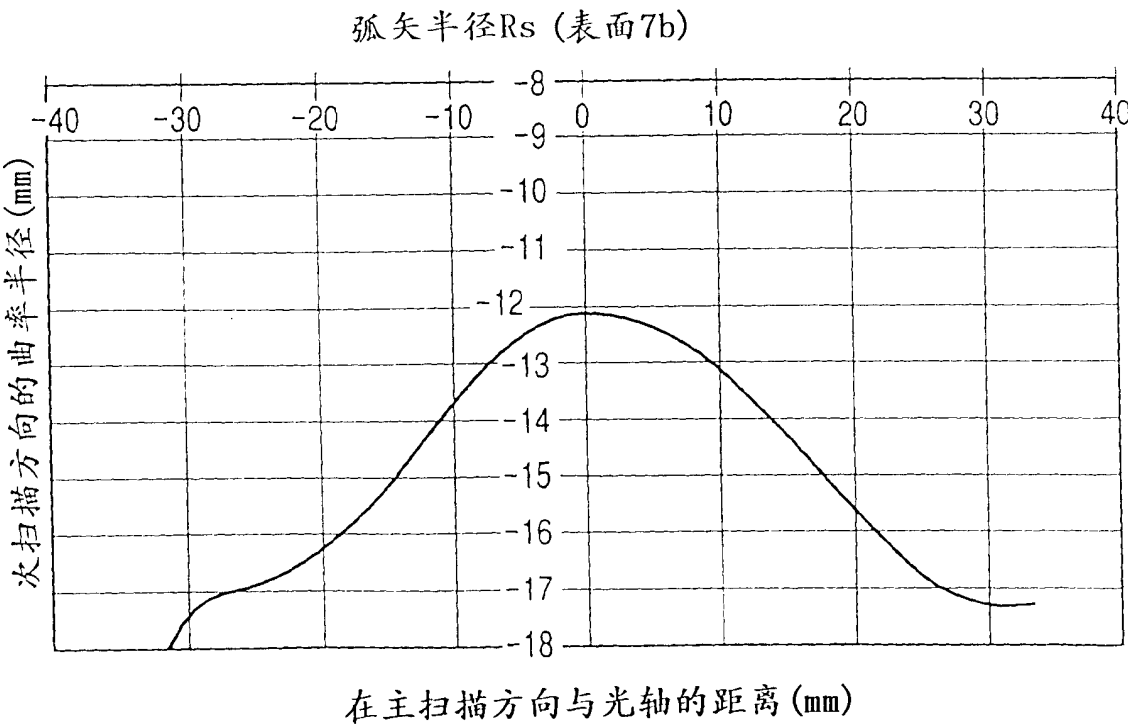
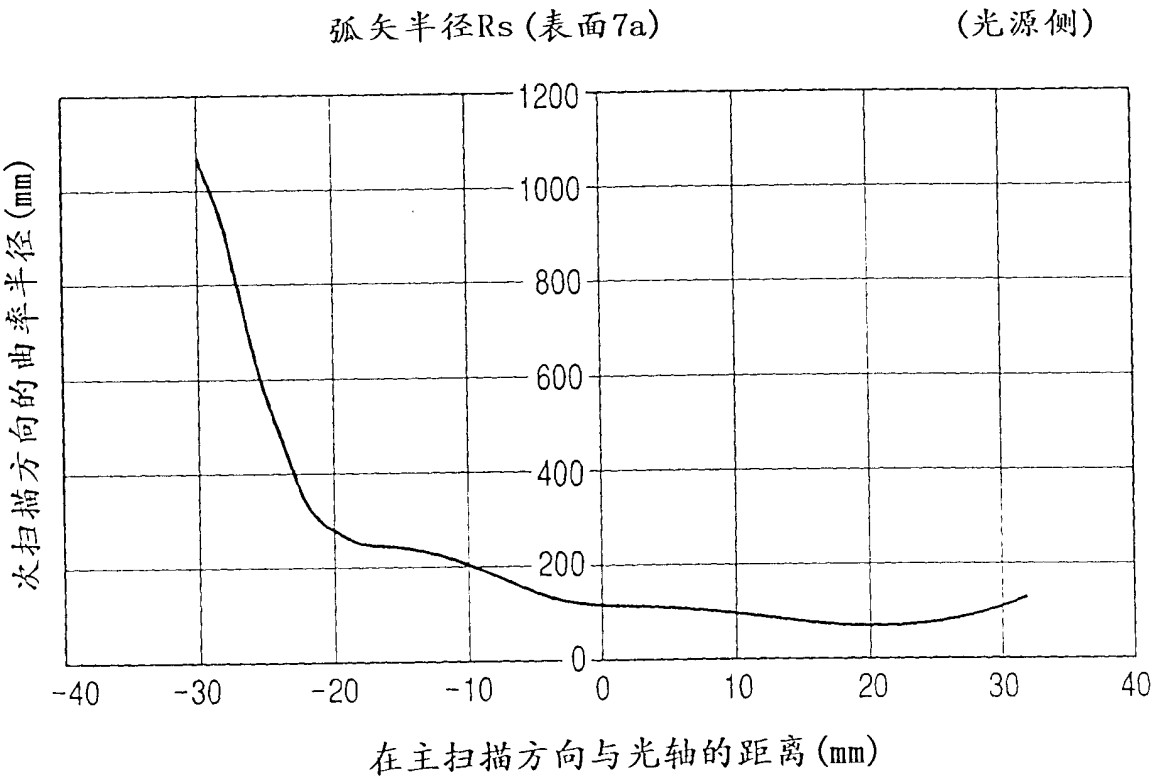


图6

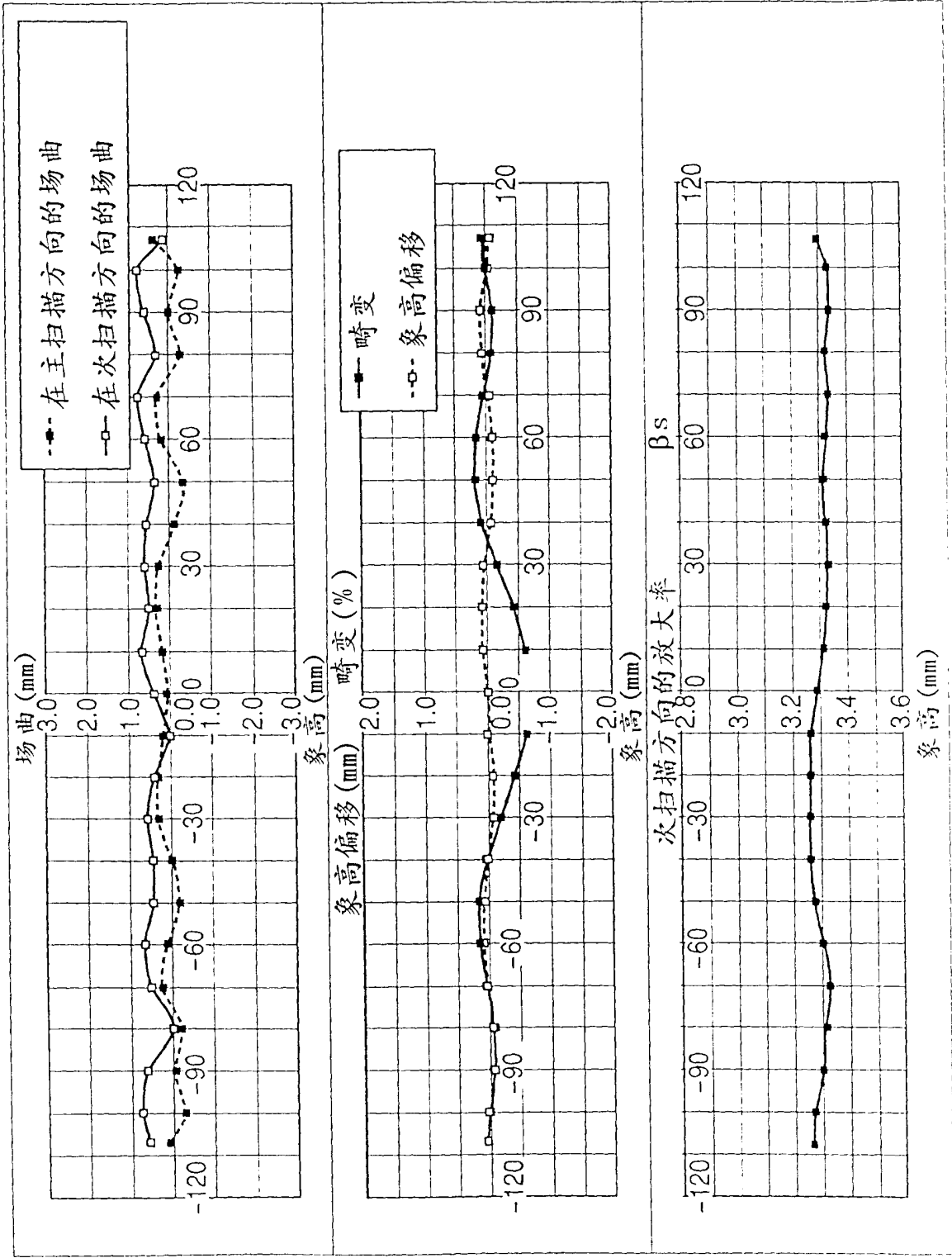


图7A

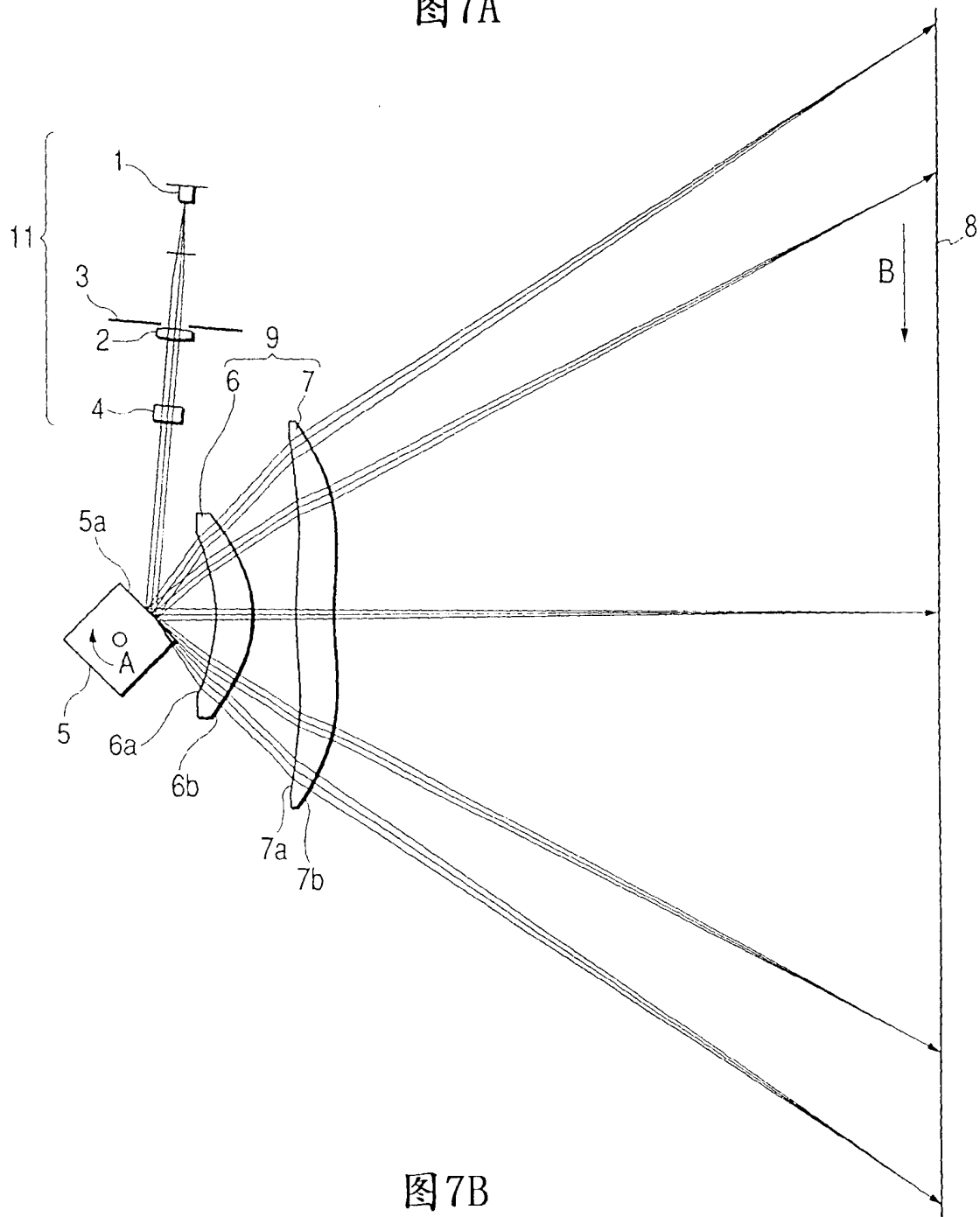


图7B

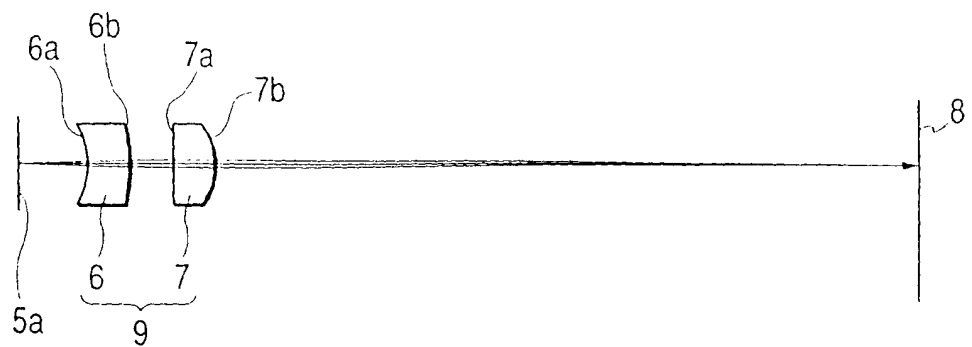


图8

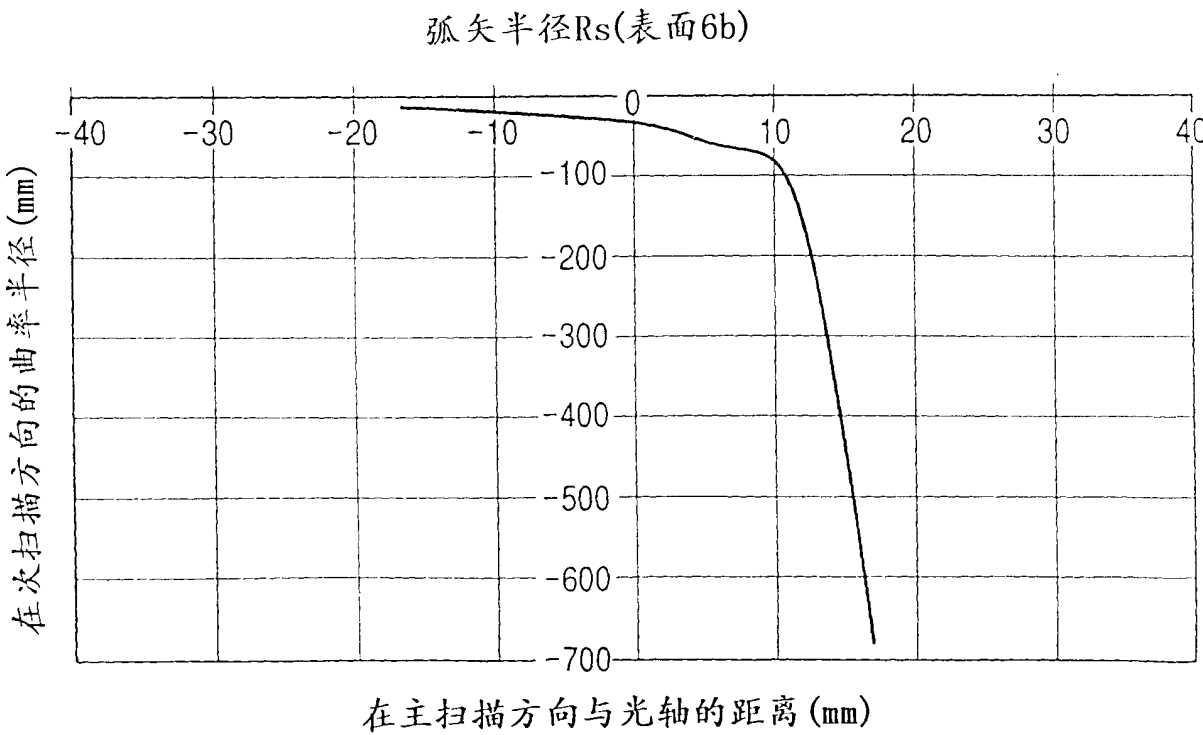
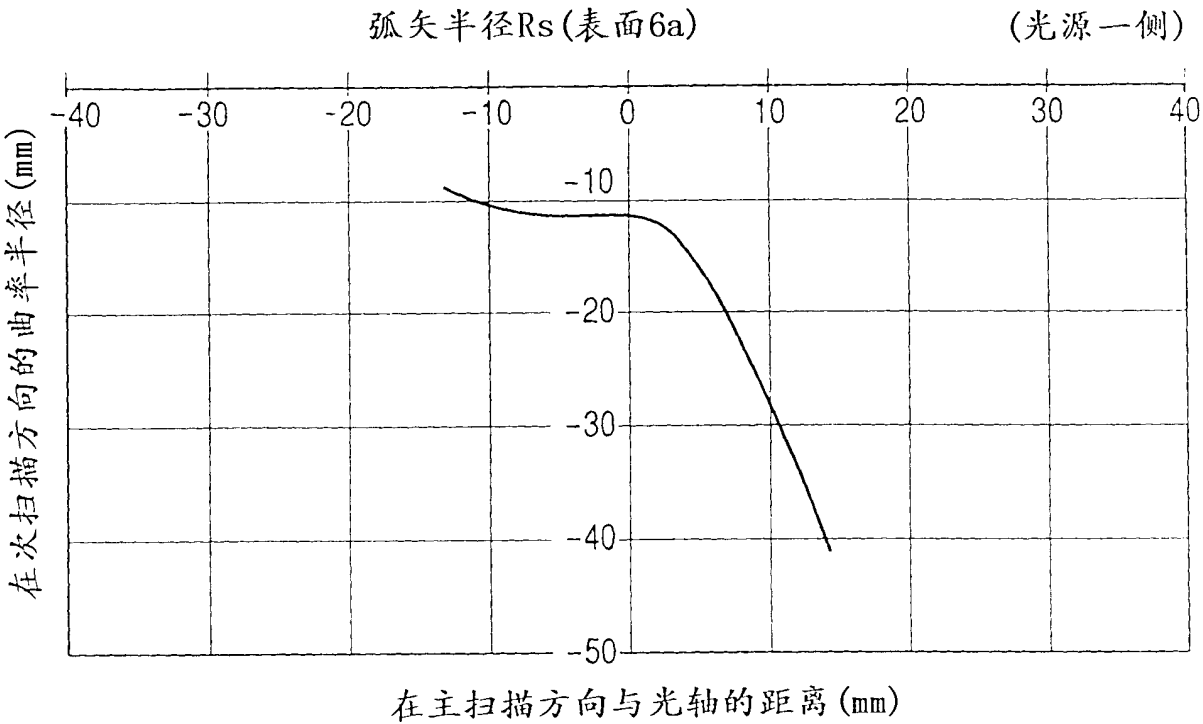


图9

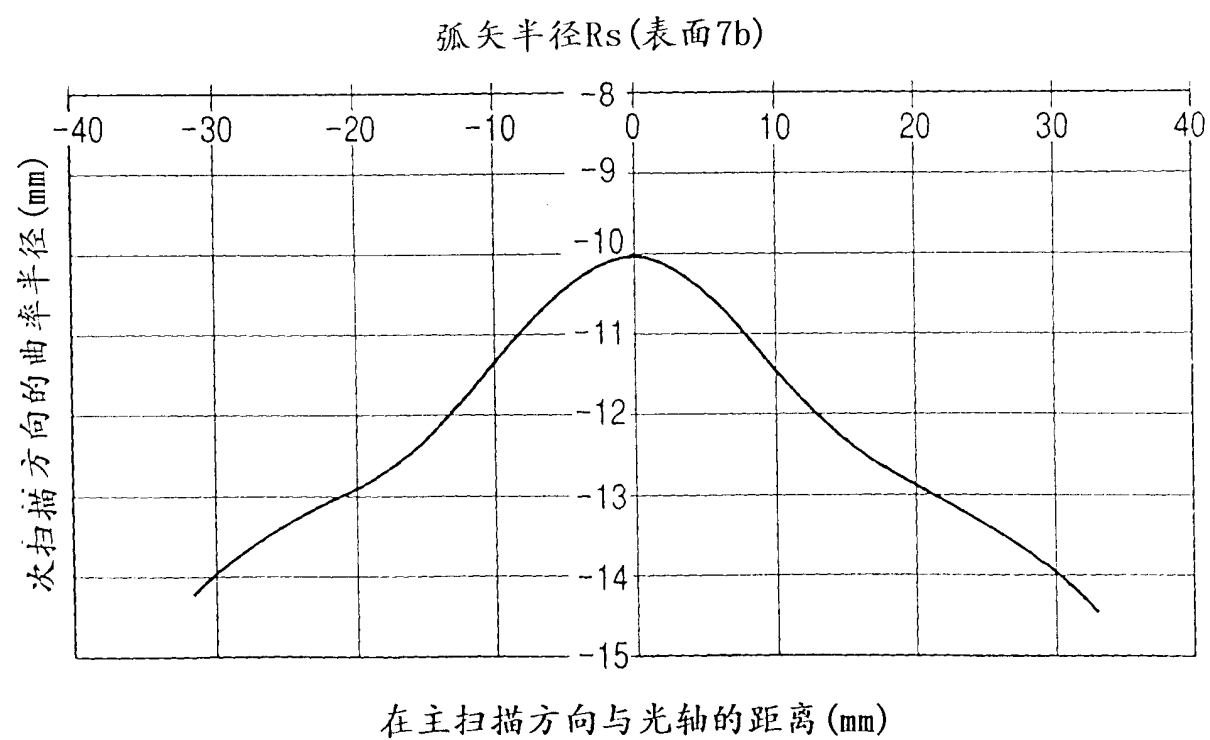
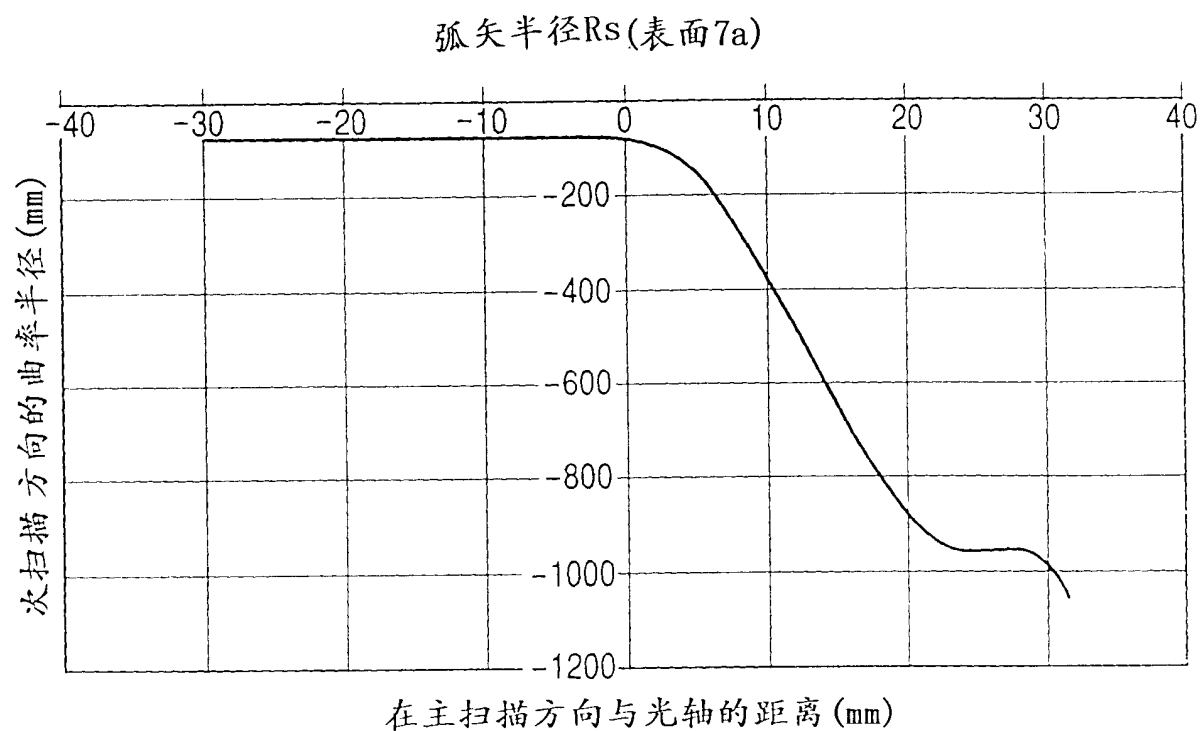


图10

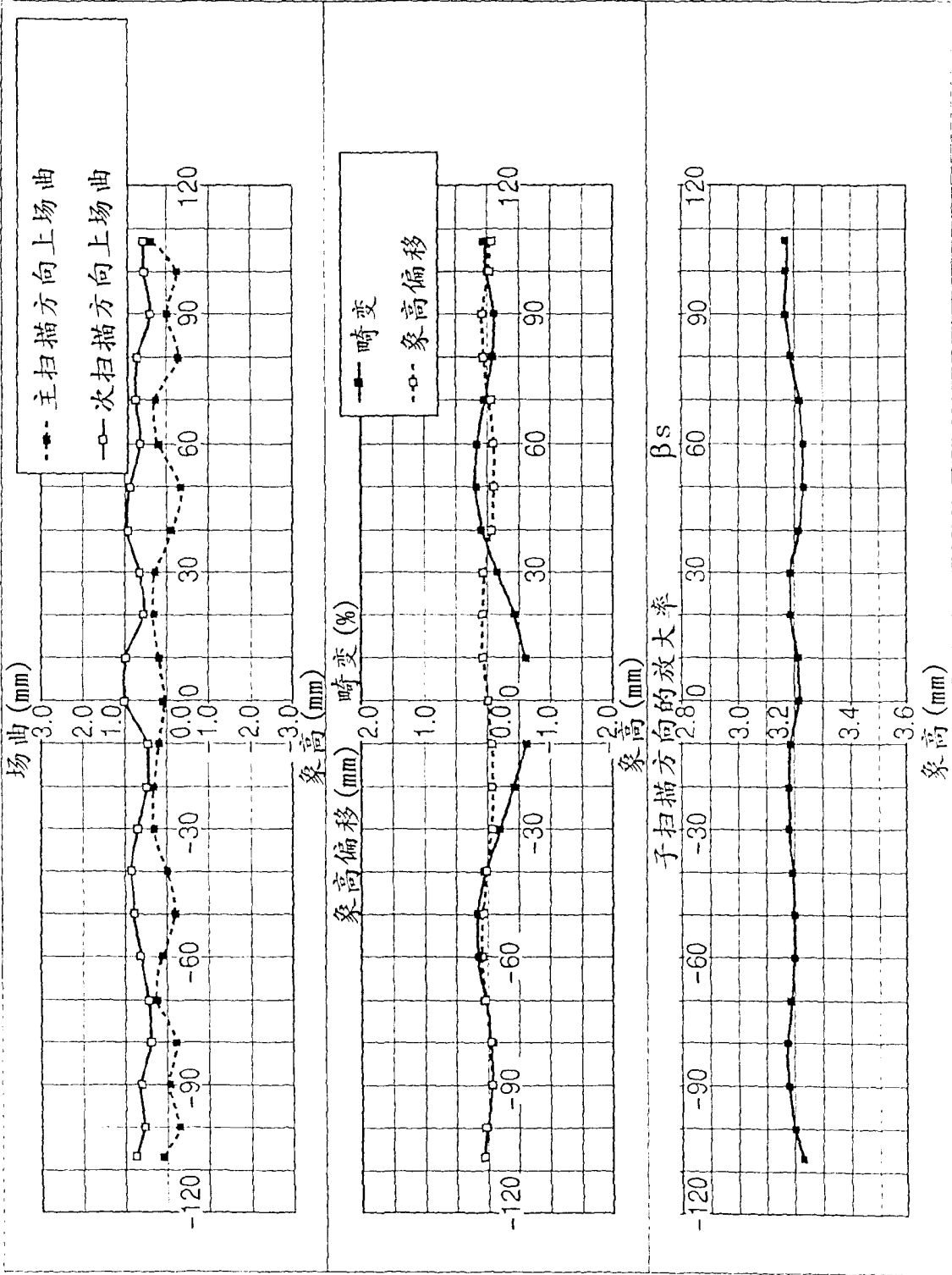


图11A

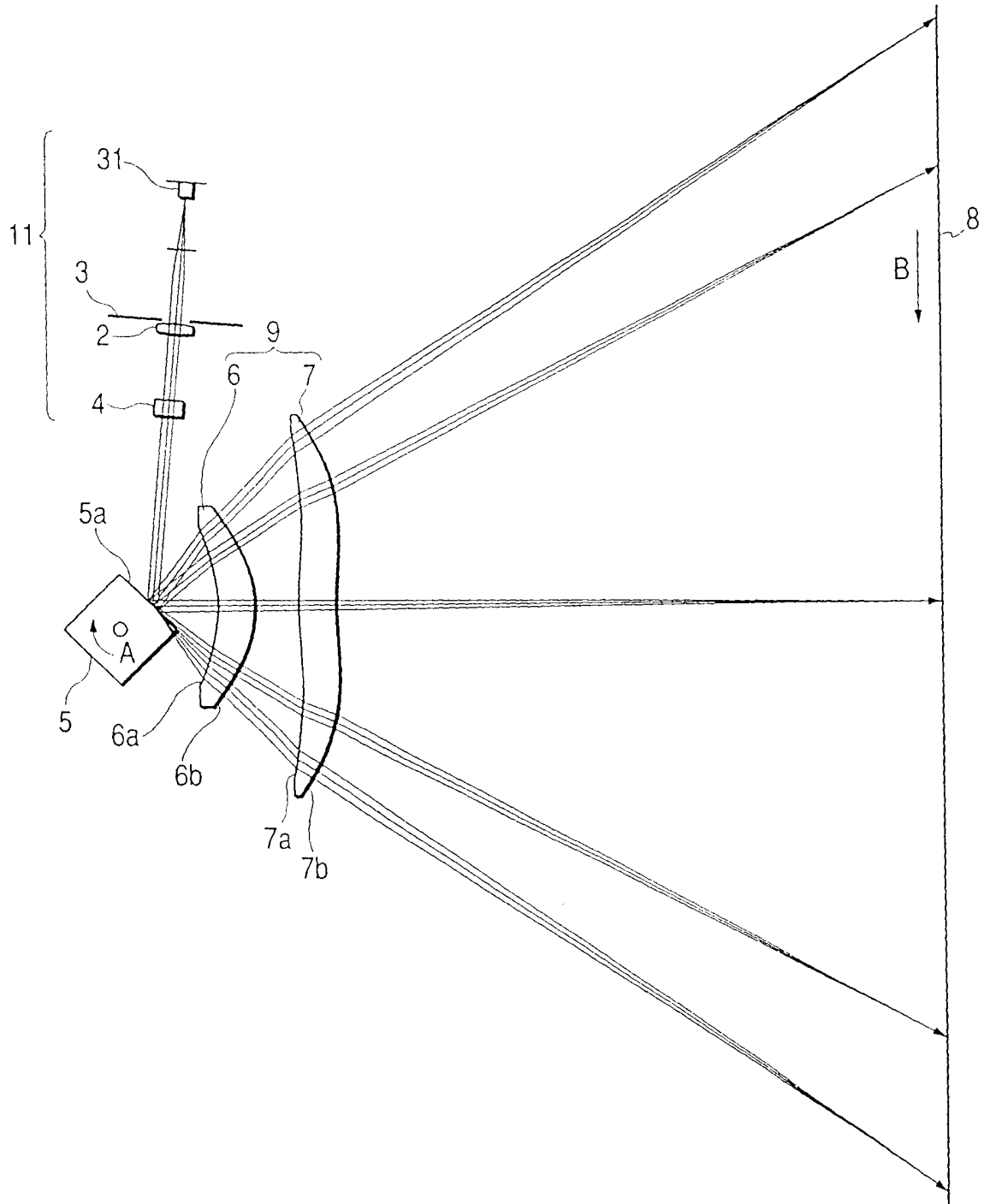


图11B

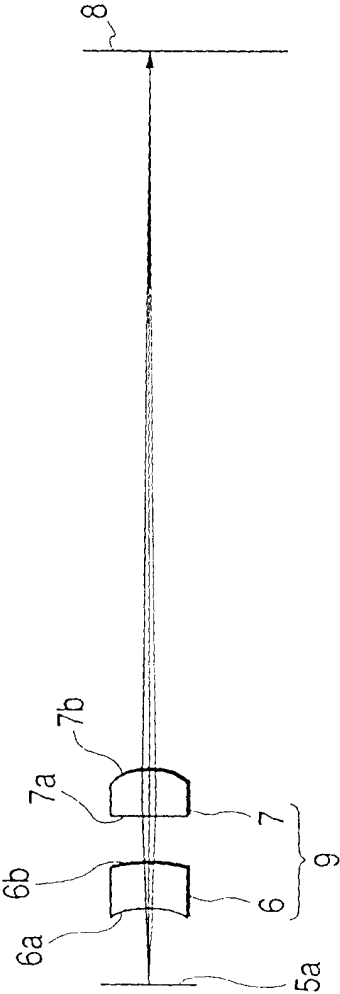


图11C

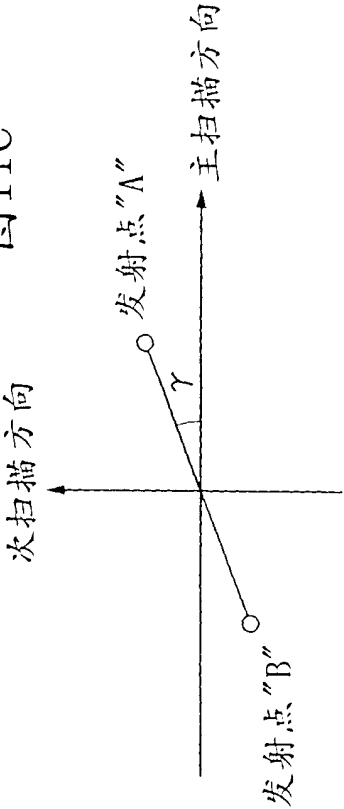


图12

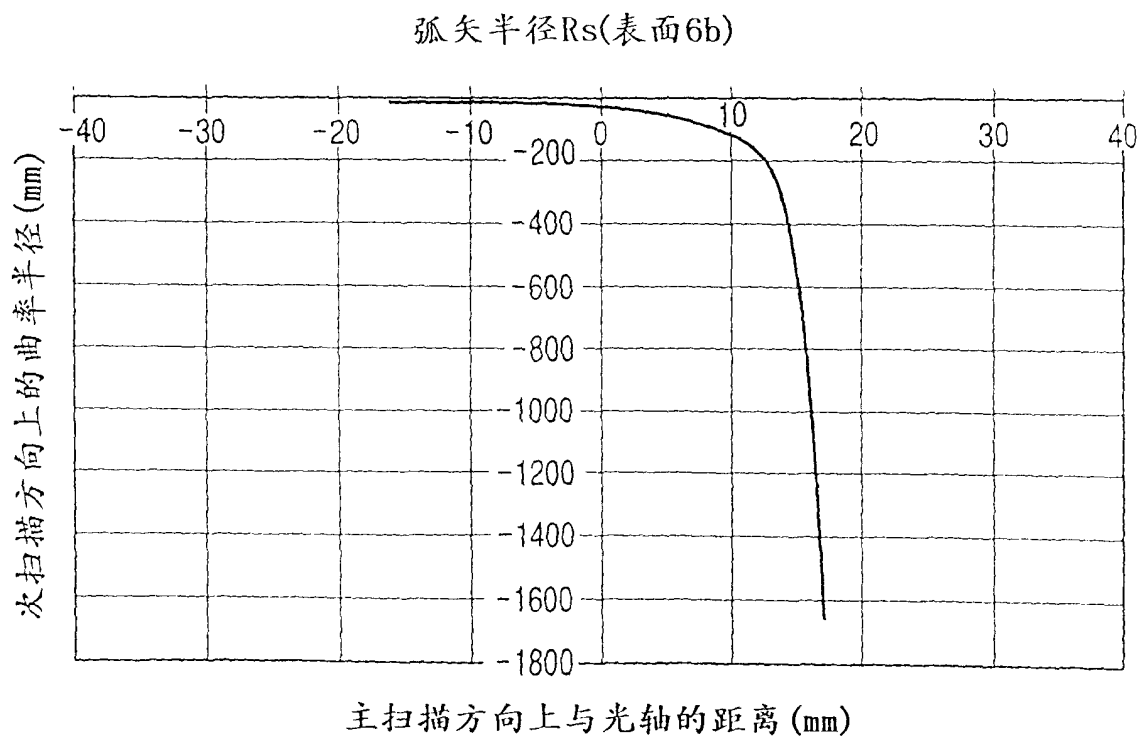
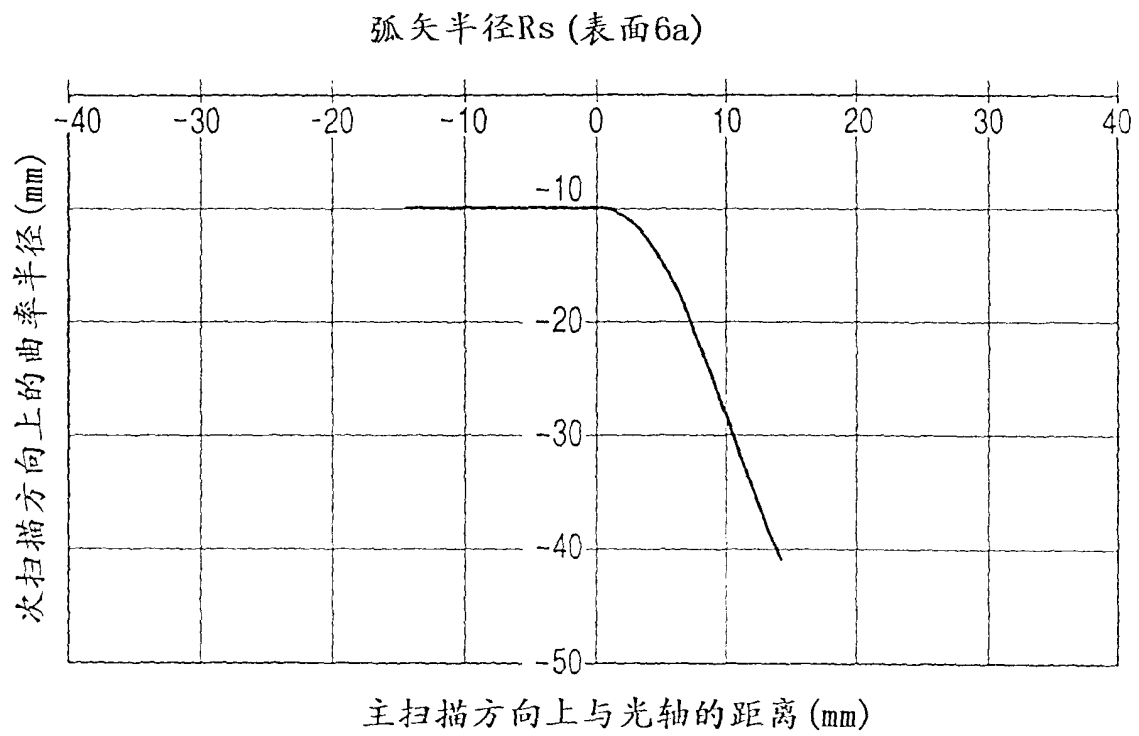


图13

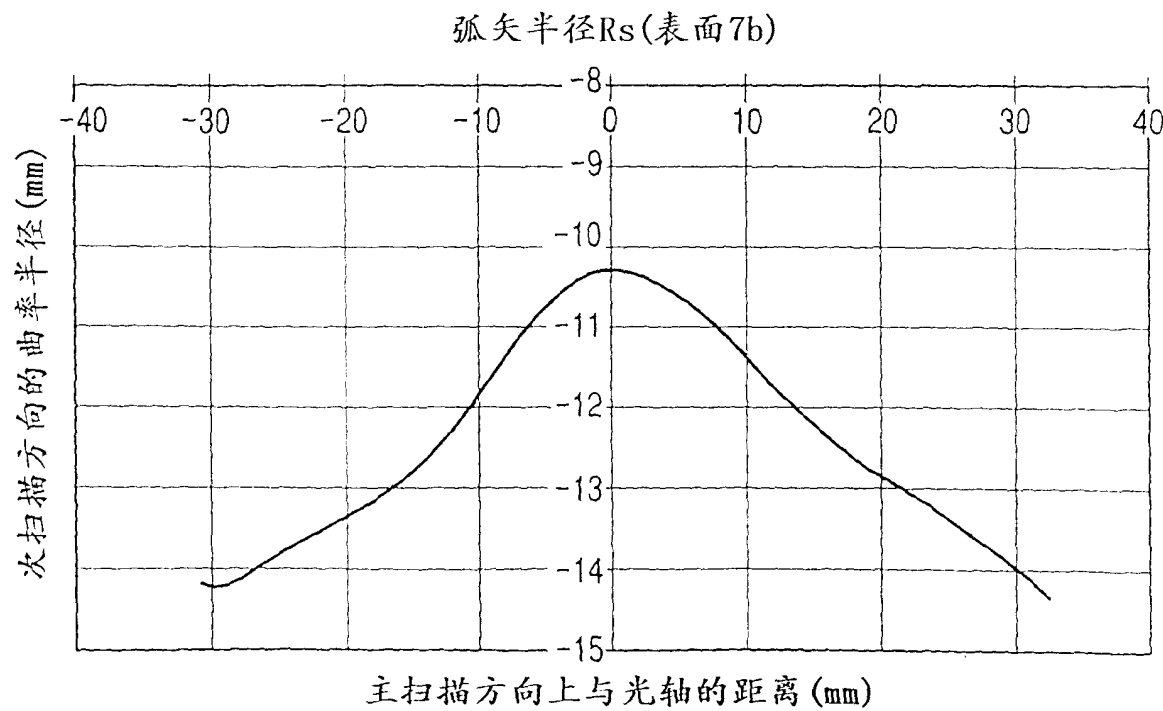
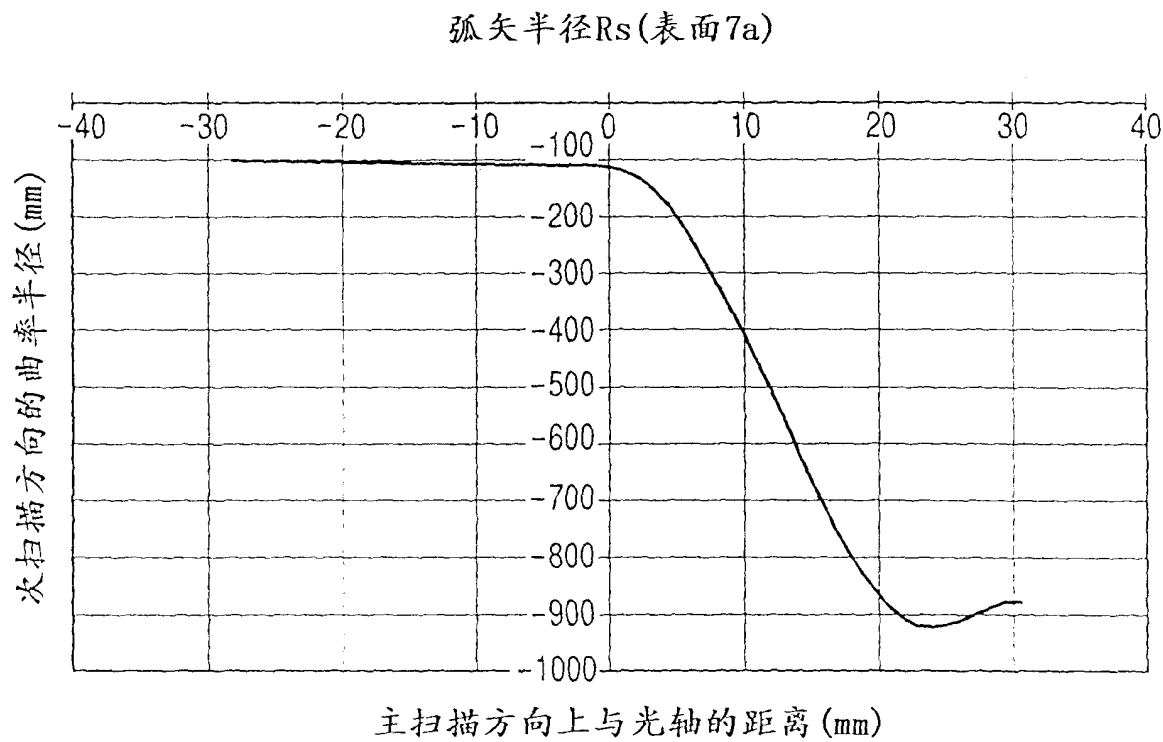


图14

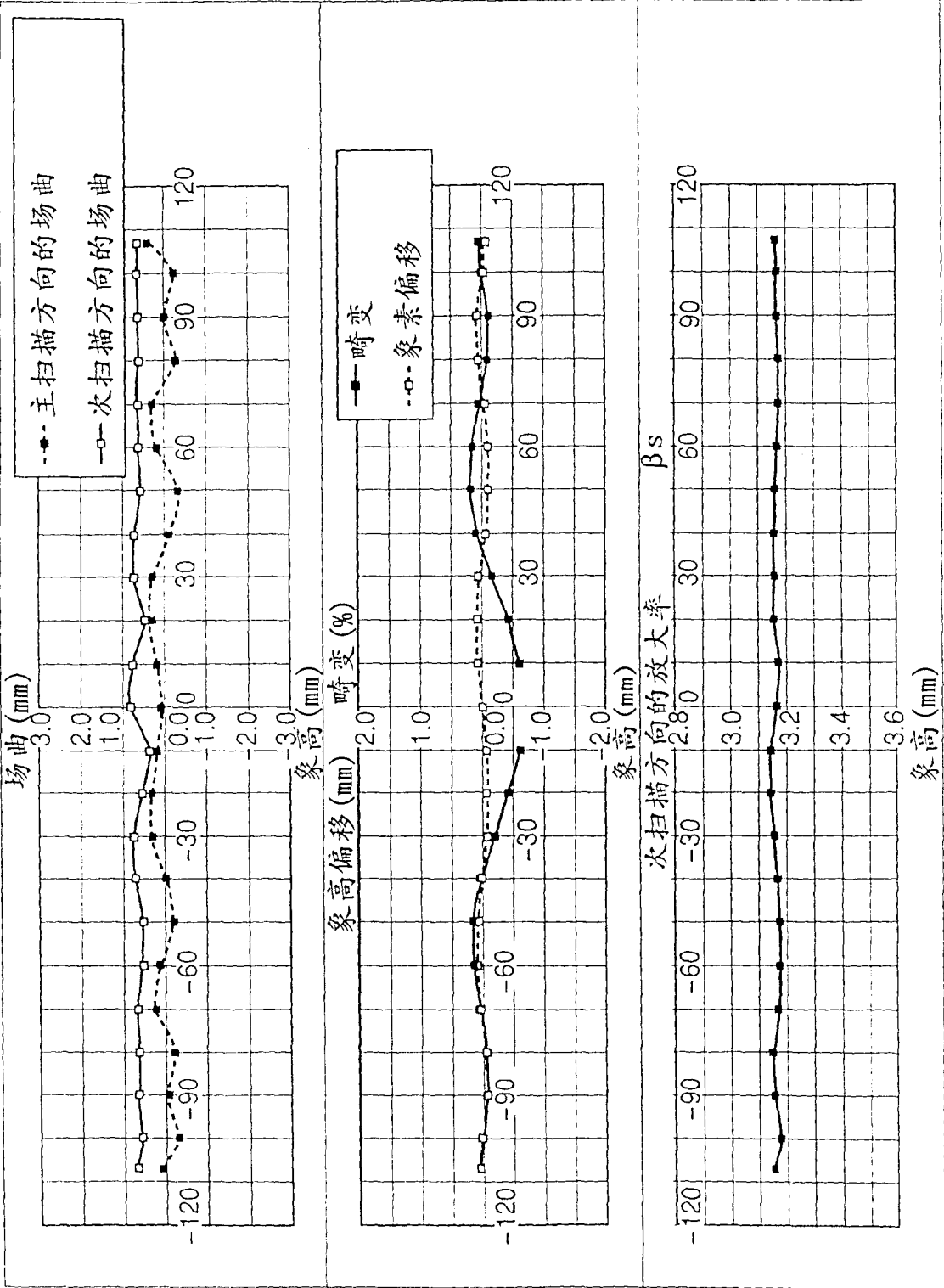


图15A

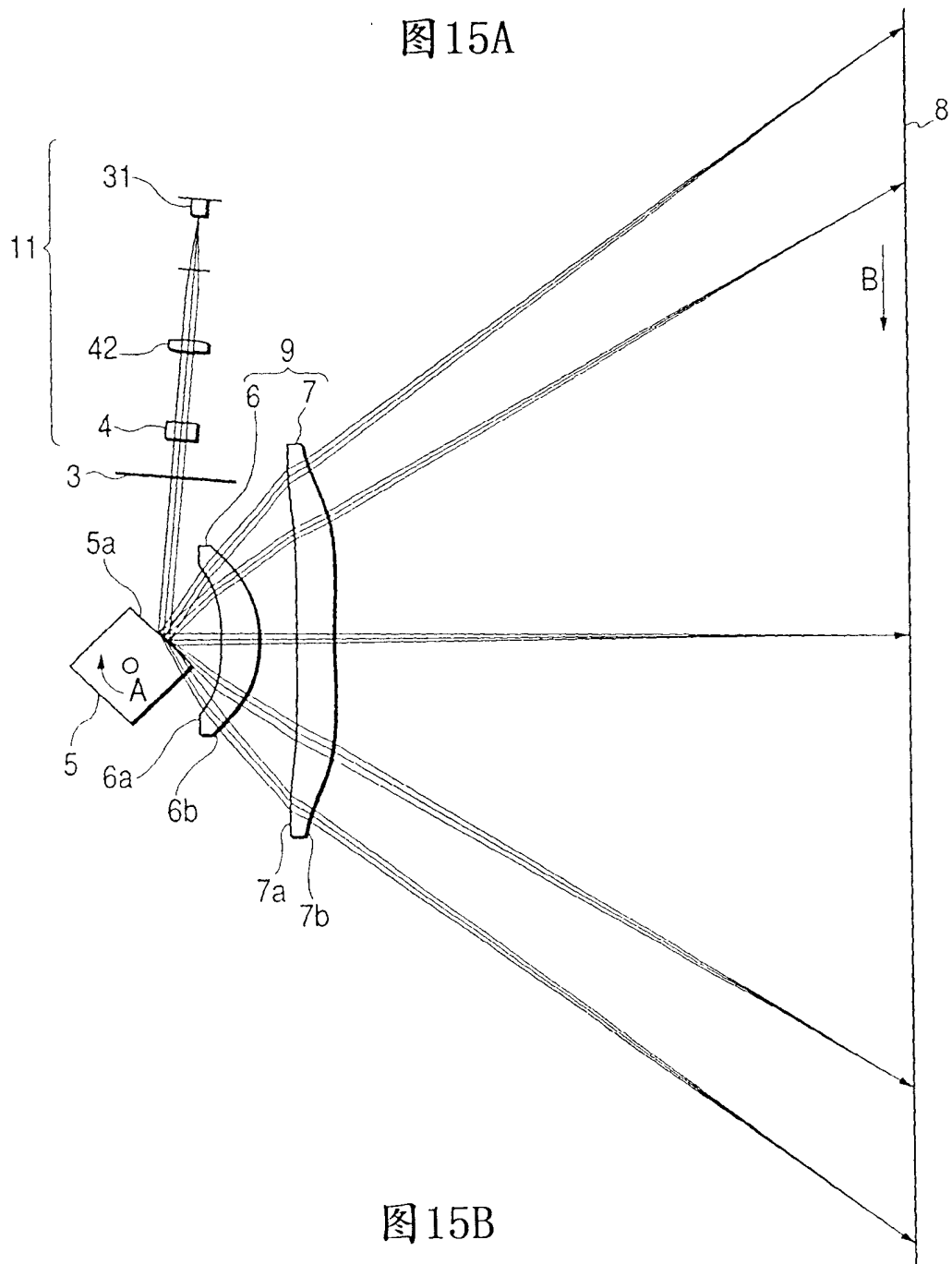


图15B

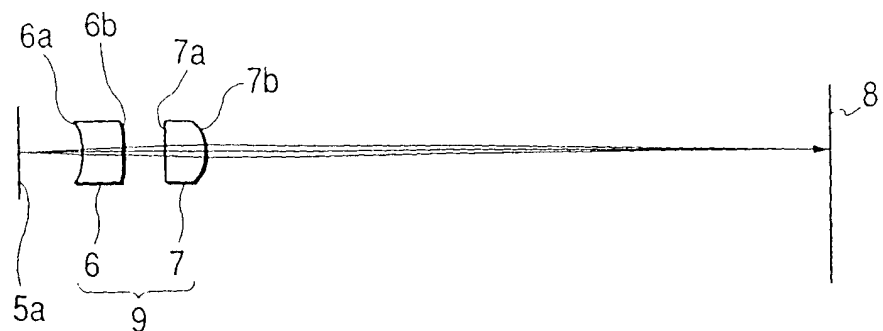


图16

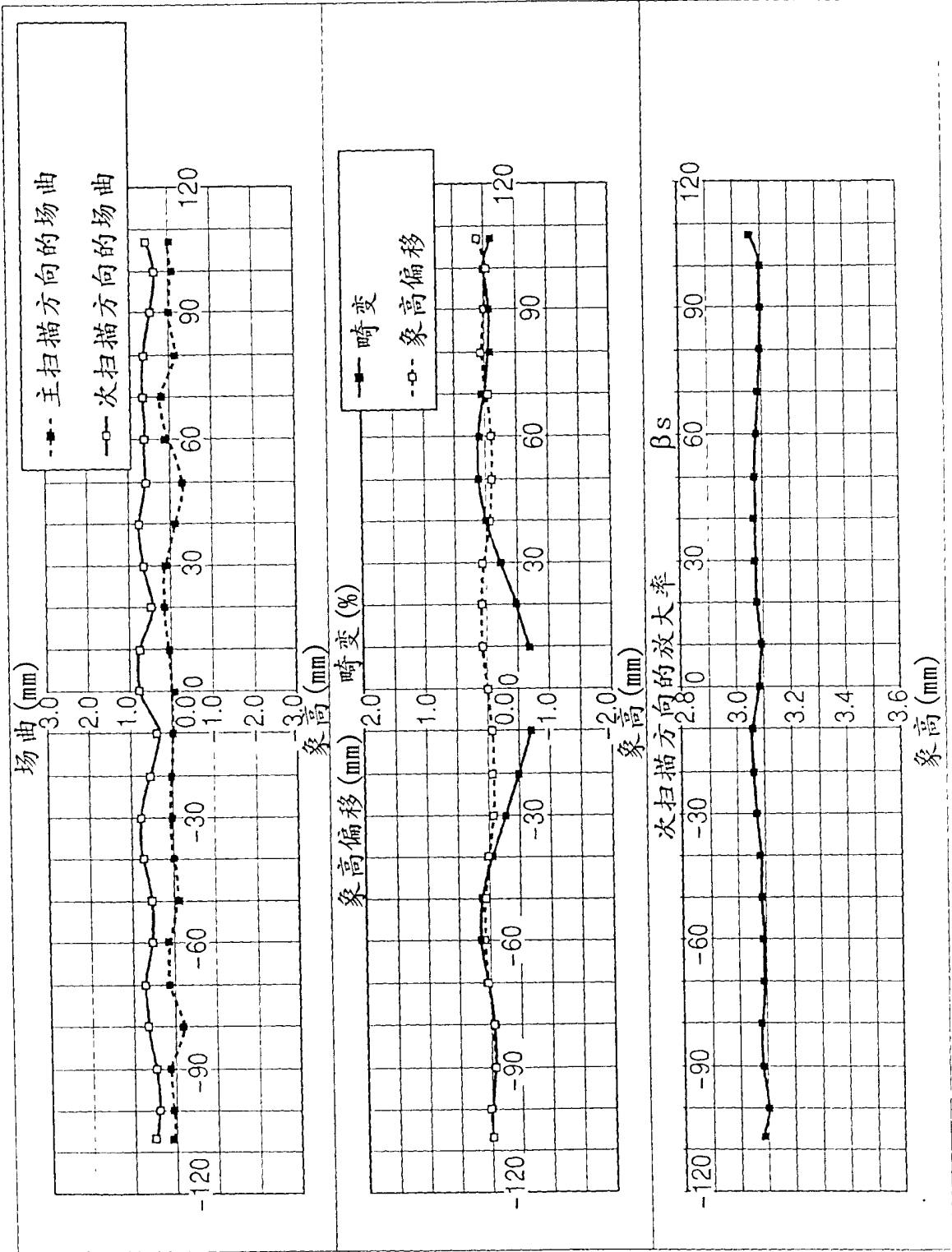


图17

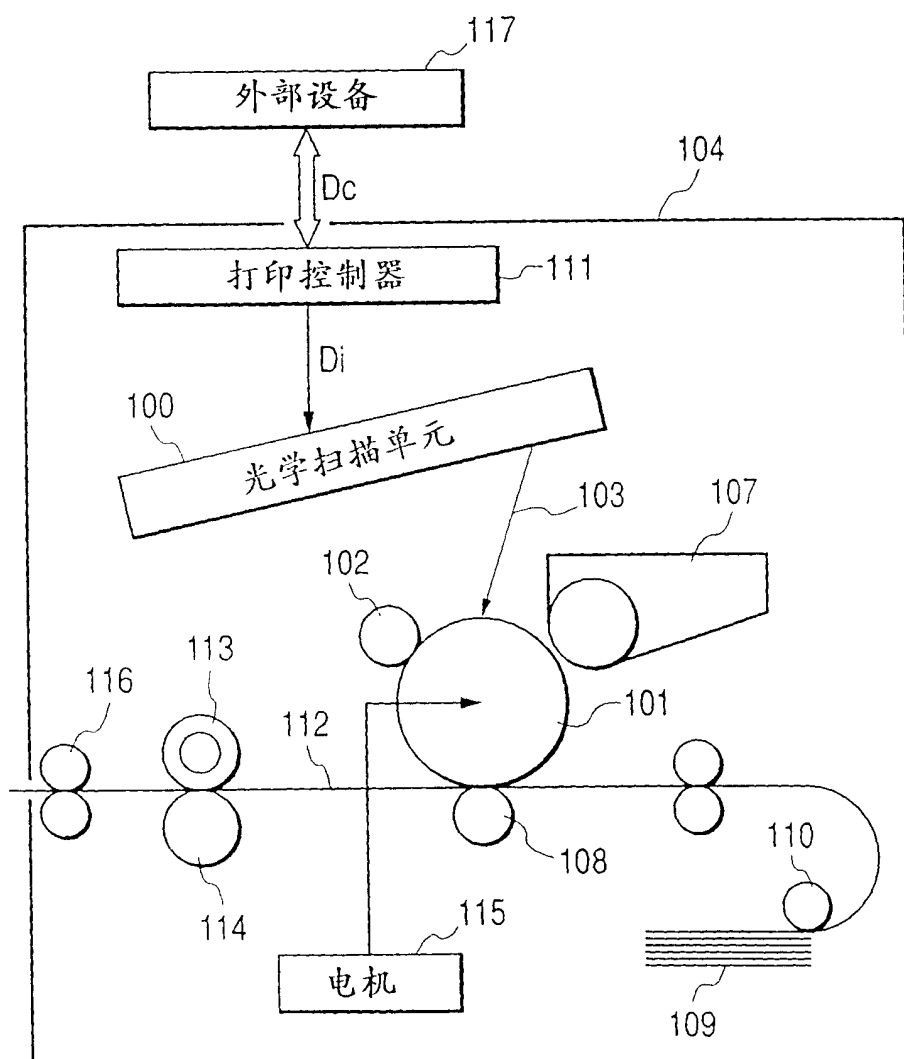


图 18

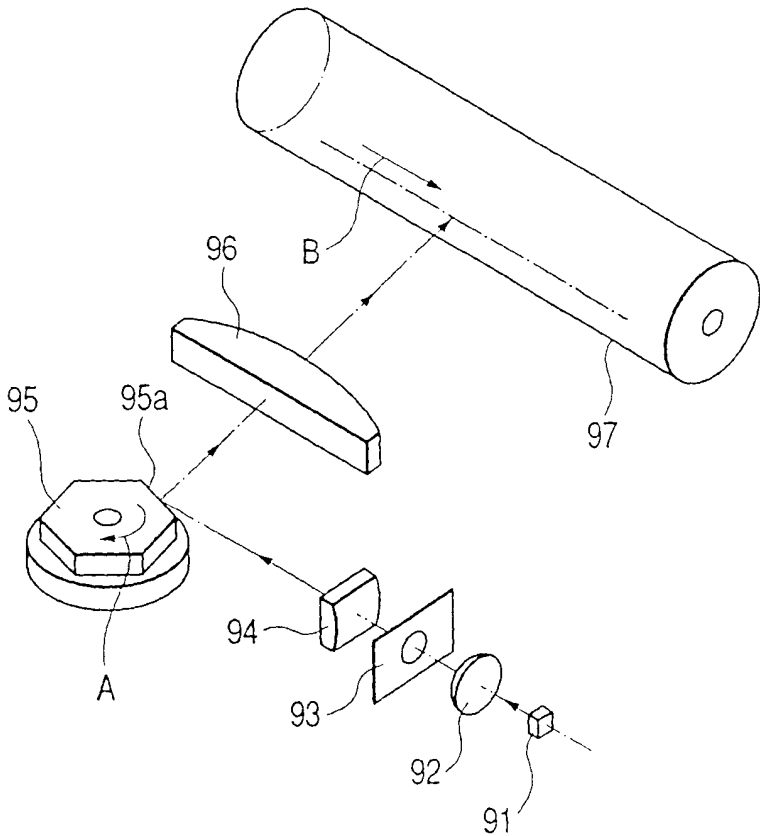


图19A

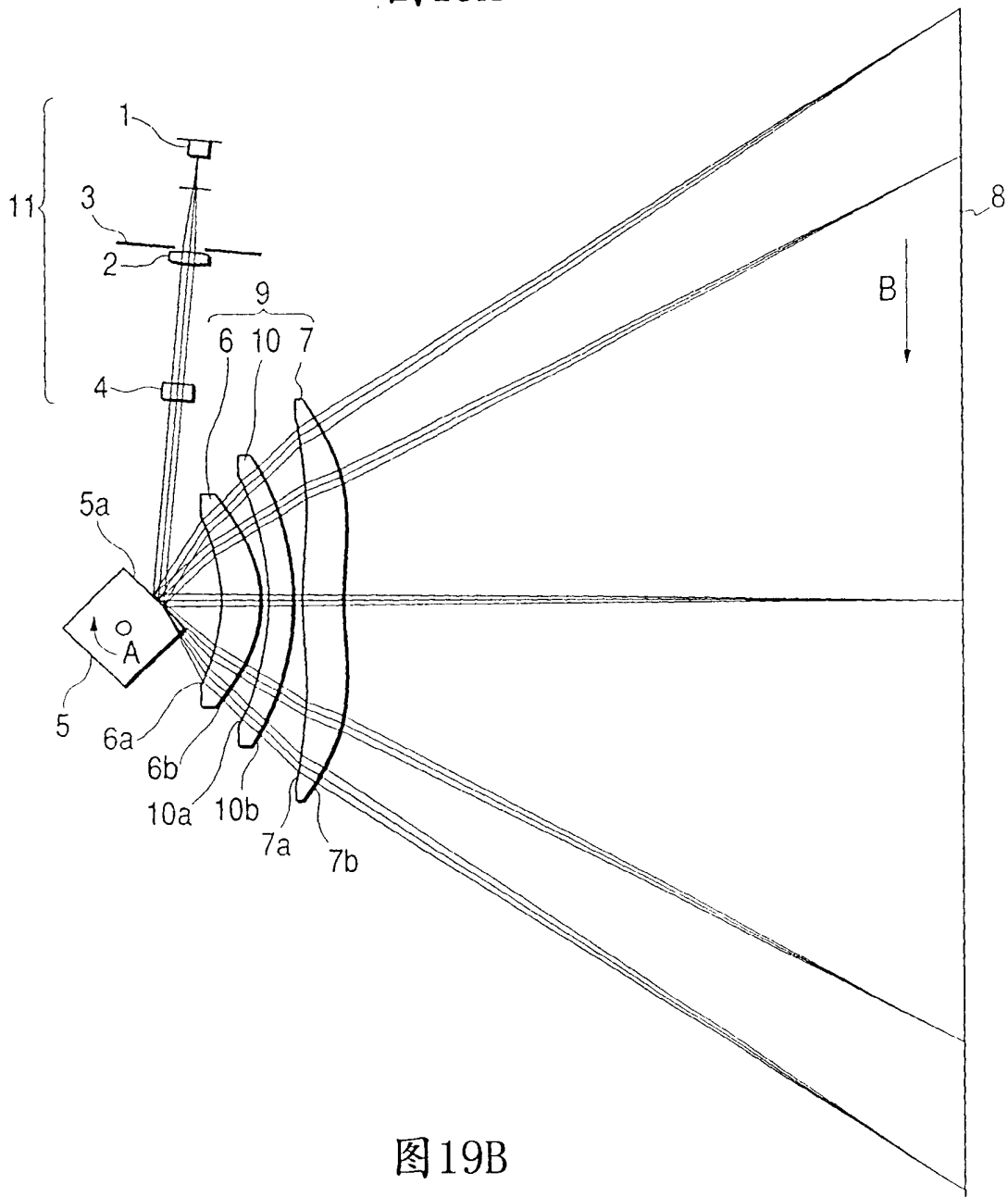


图19B

