



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97122809.4

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1105330C

[22] 申请日 1997.10.9 [21] 申请号 97122809.4

[30] 优先权

[32] 1996.10.9 [33] JP [31] 287690/1996

[71] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 天明良治

审查员 方慧聪

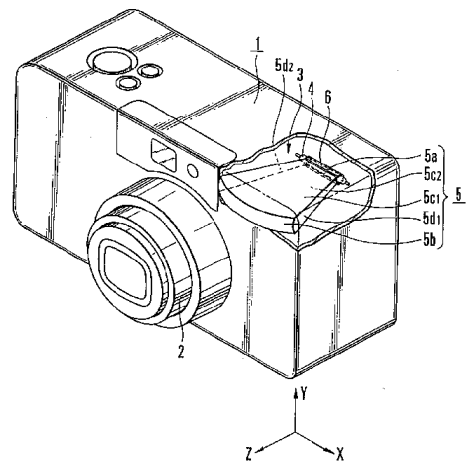
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 蒋世迅

权利要求书 5 页 说明书 25 页 附图 17 页

[54] 发明名称 照明装置和摄影设备

[57] 摘要

一种闪光装置，包括一个光源和一个将此光源发出的光束投射至物体上的光学系统，此光学系统具有一个呈锥状朝向光源的透明部件。此透明部件具有一个入射表面，一个与该入射表面相对的出射表面，和一个位于该入射表面和该出射表面之间的反射表面。由光源发出的部分光束入射至所述入射表面并经所述反射表面反射后由所述出射表面出射。



ISSN 1008-4274

1. 一种闪光装置, 包括:

闪光放电管 (4), 用于提供闪光; 及

光学系统 (5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13), 具有沿垂直于所述闪光放电管 (4) 的方向延伸的一个光轴 (L_{AB}), 用于把从所述闪光放电管 (4) 发射的光投射到物体上, 所述光学系统具有透明部件 (5; 7; 8; 9; 10), 所述透明部件具有入射表面 (5a; 7a; 8a; 9a; 10a), 凸向物体的出射表面 (5b; 7b; 8b; 9b), 和位于入射表面 (5a; 7a; 8a; 9a; 10a) 与出射表面 (5b; 7b; 8b; 9b) 之间的反射表面 ($5C_1, 5C_2; 7C_1, 7C_2; 8C_1, 8C_2, 9C_1, 9C_2; 10C_1, 10C_2$), 并且从所述闪光放电管 (4) 发射的光的一部分被入射到入射表面 (5a; 7a; 8a; 9a; 10a) 上, 然后, 在反射表面上被反射之后从出射表面 (5b; 7b; 8b; 9b) 出射, 其特征在于,

所述入射表面 (5a; 7a; 8a; 9a; 10a) 和所述出射表面 (5b; 7b; 8b; 9b) 位于整个长度都包含在所述透明部件 (5; 7; 8; 9; 10) 中的直线延伸光轴 (L_{AB}) 上, 其中所述反射表面 ($5C_1, 5C_2; 7C_1, 7C_2; 8C_1, 8C_2, 9C_1, 9C_2; 10C_1, 10C_2$) 连续连接所述入射表面 (5a; 7a; 8a; 9a; 10a) 与所述出射表面 (5b; 7b; 8b; 9b), 并且以朝向所述放电闪光管 (4) 的锥状形式相互倾斜, 不与所述光轴 (L_{AB}) 相交。

2. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 其中所述光学系统具有一个凹面反射镜, 用于将所述光源发出的光反射向所述入射表面。

3. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 其中透明部件由塑料或玻璃制成。

4. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 其中所述反射表面由一全反射表面, 或一具有反射膜的表面形成。

5. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 其中所述入射表面具有正折射本领。

6. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 其中所述出射表面具有正折射

本领。

7. 如权利要求 6 所述的闪光装置, 其中所述入射表面具有正折射本领。

8. 如权利要求 6 所述的闪光装置, 其中所述出射表面在其中央部分具有一个有正折射本领的凸表面, 并在其边缘部分具有一个倾斜的平面表面。

9. 如权利要求 6 所述的闪光装置, 其中所述出射表面具有一个有正折射本领的凸表面。

10. 如权利要求 6 所述的闪光装置, 其中所述出射表面具有一个有正折射本领的菲涅耳透镜。

11. 如权利要求 6 所述的闪光装置, 其中所述出射表面具有多个凸表面, 每个都具有所述的正折射本领。

12. 如权利要求 11 所述的闪光装置, 其中所述多个凸表面具有不同曲率。

13. 如权利要求 6 所述的闪光装置, 其中所述出射表面的光轴相对于所述光学系统的光轴倾斜或平行偏离。

14. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 其中所述出射表面具有一相对所述光学系统光轴倾斜的平面表面, 所述倾斜的平面表面使由其出射的全部光束发生偏折。

15. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 还包括使由所述光源出射的光散射的装置, 所述装置设置在或靠近所述入射表面处。

16. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 其中所述出射表面为矩形。

17. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 其中所述入射表面为矩形。

18. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 其中所述光学系统具有一个用于使由所述出射表面出射的光聚集的透镜。

19. 如权利要求 18 所述的闪光装置, 其中所述透镜为菲涅耳透镜。

20. 如权利要求 1 所述的闪光装置, 其中所述光源具有一个沿垂直于所述光学系统光轴方向延伸的闪光放电管。

21. 如权利要求 20 所述的闪光装置, 其中所述光学系统沿该垂直

方向延伸，并具有一反射镜用于将所述闪光放电管发出的光束反射向所述透明部件。

22. 如权利要求 21 所述的闪光装置，其中所述透明部件为一平行于含该垂直方向的平面的片状部件，并且其中每个所述入射表面和出射表面皆具有在所述垂直方向为长边的矩形形状。

23. 如权利要求 22 所述的闪光装置，其中令闪光放电管的弧长为 HL，令闪光放电管的内外径分别为 H1 和 H2，令所述入射表面在该垂直方向的长度为 DX，而在垂直于所述垂直方向的长度为 DY，满足下列条件：

$$H1 \leq DY \leq 2 \times H2,$$

$$HL \leq DX \leq HL + 8, \text{ 其中单位为 mm.}$$

24. 如权利要求 22 所述的闪光装置，其中令所述反射表面相对于所述入射表面的倾斜角为 β ，若所述反射表面为曲面，则该倾斜角为该曲面切线相对于所述入射表面的倾斜角；并令所述透明部件的折射率为 n，满足下列条件：

$$\{\sin^{-1}(1/n)\}/3 \leq \beta.$$

25. 如权利要求 22 所述的闪光装置，其中所述出射表面具有一凸形曲面，令该凸形表面切线相对与所述入射表面垂直的平面的倾斜角为 α ，令所述反射表面相对于所述入射表面的倾角为 β ，若所述反射表面为曲面，则该倾斜角为该曲面切线相对所述入射表面的倾角；令所述光源发出的光束相对于所述入射表面的最大入射角为 θ_{\max} ，并令所述透明部件的折射率为 n，满足下列条件：

$$\alpha \leq 2\beta - \sin^{-1}((\sin\theta_{\max})/n) + \sin^{-1}(1/n).$$

26. 如权利要求 22 所述的闪光装置，其中所述透明部件由塑料或玻璃制成。

27. 如权利要求 22 所述的闪光装置，其中所述反射表面由一能全反射光的表面，或一具有反射膜的表面形成。

28. 如权利要求 22 所述的闪光装置，其中所述入射表面具有正折射本领。

29. 如权利要求 22 所述的闪光装置, 其中所述出射表面具有正折射本领。

30. 如权利要求 29 所述的闪光装置, 其中所述入射表面具有正折射本领。

31. 如权利要求 30 所述的闪光装置, 其中所述出射表面在其中央部分具有一个有正折射本领的凸形表面, 并在其边缘部分具有一个倾斜的平面表面。

32. 如权利要求 30 所述的闪光装置, 其中所述出射表面具有一个有正折射本领的凸形表面。

33. 如权利要求 30 所述的闪光装置, 其中所述出射表面具有一个有正折射本领的菲涅耳透镜。

34. 如权利要求 30 所述的闪光装置, 其中所述出射表面具有多个凸形表面, 每个都具有所述的正折射本领。

35. 如权利要求 34 所述的闪光装置, 其中所述多个凸形表面具有不同曲率。

36. 如权利要求 30 所述的闪光装置, 其中所述出射表面的光轴相对于所述光学系统的光轴倾斜或平行偏离。

37. 如权利要求 22 所述的闪光装置, 其中所述出射表面具有相对于所述光学系统光轴倾斜的平面表面, 所述倾斜的平面表面使由其出射的全部光束发生偏折。

38. 如权利要求 22 所述的闪光装置, 还包括使由所述光源出射的光散射的装置, 所述装置设置在或靠近所述入射表面处。

39. 如权利要求 22 所述的闪光装置, 其中所述光学系统具有一个用于使由所述出射表面出射的光聚集的透镜。

40. 如权利要求 39 所述的闪光装置, 其中所述透镜为菲涅耳透镜。

41. 一种包括一个具有根据权利要求 1 至 40 任一所述闪光装置的机身的摄影设备。

42. 如权利要求 41 所述摄影设备, 其中所述闪光装置是可移动

的。

43. 如权利要求 42 所述摄影设备, 其中所述闪光装置设置在所述机身的顶部。

44. 如权利要求 41 所述摄影设备, 还包括一个镜筒。

照明装置和摄影设备

本发明涉及一种照明装置和一种摄影设备，并且特别地，涉及一种在安装于照相机机身时，适于有效地与机身的摄影操作联动而将照明光（闪光）投射到物体上的光学设备。

安装于照相机机身某一部分并且与照相机机身的摄影操作联动型式不同光学设备（闪光装置）。

例如，日本公开实用新型申请 NO.昭 57-150826 提出了一种照明装置，它以如下方式设置，使用时，其发射部分保持并固定在远离照相机摄影光轴的位置，而不使用时，此发射部分向前倾斜并与照相机外形合为一体。

日本公开专利申请 NO.昭 59-165037 提出了一种照明装置，它设置为通过精确排列一个聚光部分的大量纤维束来获得预定的光分布，在此聚光部分中由闪光放电管发出的光束以带状形式得以积聚。

日本公开专利申请 NO.平 8-2342 光学部件 7 提出了一种照明装置，它包括发射装置和一个将此发射装置发出的光投射至物体上的光学部件，此光学部件设置为通过光学部件沿其径向导引发射光并使之弯曲积聚最终将光投射向物体。

一般地，安装在一个尺寸小重量轻的照相设备中的照明装置（闪光装置）需要具有如下特点。

（a1）尺寸小重量轻。

（a2）由光源装置发出的照明光能够有效地投射向物方。

因此，本发明目的在于提供一种改进的照明装置如闪光装置，它能高效利用光能。

本发明的另一个目的为提供一种摄影设备，如静态照相机，数字照相机或视频摄像机，它具有能高效利用光能的闪光装置。

本发明提供了如下的一种结构，它包括一个光源和一个将此光源发出的光投射至物体上的光学系统，此光学系统具有一个呈锥状朝向光源的透明部件。此锥状透明部件具有一个入射表面，一个与该入射表面相对的出射表面，和一个位于该入射表面和该出射表面之间的反射表面。由光源发出的光入射至入射表面并经反射表面反射后由出射表面出射。

根据本发明，所述光学系统具有或者不具有一个凹面反射镜，以将光源发出的光反射向入射表面。

根据本发明，所述透明部件由塑料或玻璃制成。

根据本发明，所述反射表面由一全反射表面，或一具有反射膜的表面，或一具有此两种表面的表面所构成。

根据本发明，所述入射表面具有或者不具有正折射本领（其焦距值非无穷大而为一正的有限值）。

根据本发明，所述出射表面具有或者不具有正折射本领。

根据本发明的一个方面，所述出射表面在其中央部分具有一个正折射本领的凸形表面，并在其边缘部分具有一个倾斜的平表面。

本发明的另一方面具有一个正折射本领的菲涅耳透镜，或者该菲涅耳透镜制作在出射表面上，或者该菲涅耳透镜设置在出射表面的附近。

根据本发明的另一个方面，所述出射表面具有多个凸形表面，每个都具有所述的正折射本领及相同或不同曲率。

根据本发明的另一个方面，具有正折射本领的所述出射表面的光轴相对于所述光学系统的光轴倾斜或平行偏离。

根据本发明的另一个方面，所述出射表面具有一相对所述光学系统光轴倾斜的平表面，此倾斜的平表面使由其出射的全部光束发生偏折。

本发明的另一方面还包括使光源出射光散射的装置，该装置设置在或靠近入射表面处。

根据本发明的另一个方面，所述出射表面为矩形，且所述入射表面

也为矩形。

根据本发明的另一个方面，所述光源具有一个闪光放电管，它沿垂直于光学系统光轴的方向延伸，而此光学系统沿所述垂直方向延伸，并具有一反射镜用于将所述闪光放电管发出的光束反射至所述透明部件。所述透明部件为一平行于含所述垂直方向的平面的片状部件，所述入射表面和出射表面皆具有在所述垂直方向为长边的矩形形状。令闪光放电管的弧长为 HL，令闪光放电管的内外径分别为 H1 和 H2，令入射表面在所述垂直方向的长度为 DX，而在垂直于所述垂直方向的长度为 DY，则满足下列条件：

$$H1 \leq DY \leq 2 \times H2,$$

$$HL \leq DX \leq HL + 8。 \text{（单位：mm）}$$

令反射表面相对于入射表面的倾斜角（若反射表面为曲面，则为曲面切线相对于入射表面的倾斜角）为 β ，并令所述透明部件的折射率为 n ，则满足下列条件：

$$\{\sin^{-1}(1/n)\}/3 \leq \beta$$

所述出射表面具有一凸形曲面，令该凸形曲面切线相对于与所述入射表面垂直的平面的倾斜角为 α ，令所述反射表面相对于所述入射表面的倾角（若反射表面为曲面，则为曲面切线相对入射表面的倾角）为 β ，令光源发出的光束相对于所述入射表面的最大入射角为 θ_{\max} ，并令所述透明部件的折射率为 n ，则满足下列条件：

$$\alpha \leq 2\beta - \sin^{-1}((\sin\theta_{\max})/n) + \sin^{-1}(1/n)$$

本发明的上述及其它目的、特征和优点，通过结合附图对本发明优选实施例的下列详细描述将更为清楚。

图 1 为根据本发明第一实施例的照明装置的主要部分概略透视图，此照明装置设置在照相机机身的顶部；

图 2 为图 1 所示照明装置采用的光学部件一种实施例的示意图；

图 3 为图 1 所示照明装置采用的光学部件另一种实施例的示意图；

图 4 为图 1 所示照明装置采用的光学部件再一种实施例的示意图；

图 5 为图 1 所示照明装置采用的一种光学部件的示意图；

- 图 6 为图 1 所示照明装置采用的一种光学部件的示意图；
- 图 7 为图 1 所示照明装置采用的一种光学部件的示意图；
- 图 8 为图 1 所示照明装置采用的光学部件的光分布特性示意图；
- 图 9 为图 1 所示照明装置采用的光学部件的部分光路示意图；
- 图 10 为本发明第二实施例的一种光学部件的示意图；
- 图 11 为本发明第二实施例的一种光学部件的示意图；
- 图 12 为本发明第二实施例的一种光学部件的示意图；
- 图 13 为第二实施例中的光学部件的光分布特性示意图；
- 图 14 为第二实施例中的光学部件的光分布特性示意图；
- 图 15 为根据本发明第三实施例的照明装置的主要部分概略剖视图；
- 图 16 为根据本发明第四实施例的照明装置的主要部分概略透视图；
- 图 17 为根据本发明第四实施例的照明装置的主要部分概略平面图；
- 图 18 为根据本发明第四实施例的照明装置的主要部分概略前视图；
- 图 19 为根据本发明第五实施例的照明装置的主要部分概略平面图；
- 图 20 为根据本发明第六实施例的照明装置的主要部分概略透视图，此照明装置设置在照相机机身的顶部；
- 图 21 为根据本发明第六实施例的照明装置的主要部分概略剖面图；
- 图 22 为根据本发明第六实施例的照明装置的主要部分概略剖面图；
- 图 23 为根据本发明第七实施例的照明装置的主要部分概略透视图；以及
- 图 24 为根据本发明第七实施例的照明装置的主要部分概略平面图。

下面参照附图说明本发明的优选实施例。

图1为设置于一个照相机（摄影设备）机身顶部的本发明照明装置的第一实施例主要部件的概略透视图。图2至7为显示了图1所示照明装置中导引照明光束的不同类型光学部件的主要部分的剖面图。

图1所示照相机包括一个照相机机身1（摄影设备）和一个保持摄影透镜的镜筒部分2。照相机机身1的垂直与水平方向及其光轴方向在下文分别称作Y轴，X轴和Z轴。

照明装置（发射部分单元）3设置在照相机机身1的右顶部，用于沿水平方向（X方向）或垂直方向（Y方向）滑动。照明装置3包括一柱状闪光放电管（光源装置）4，用于发射闪光；一反射镜（反射器）6，用于将闪光放电管4发出的射向除前方外各个方向的光束，例如射向后方（与物方相反方向）的光束，聚集并反射至物方，该反射镜6具有一维方向曲率并设置为内表面反射光束；一个导引照明光束的光学部件（光导）5，用于聚集由闪光放电管4直接入射至光学部件5的光束和经由反射镜6反射后入射至光学部件5的光束，并向物方有效投射一既定形状的光束。

光学部件5为由玻璃、塑料或类似材料制成的片状透明部件。光学部件5包括一入射表面5a，闪光放电管4一侧的光束由此进入光学部件5；上下表面5c（上表面5c₁和下表面5c₂）和侧表面5d（5d₁和5d₂），他们皆用作反射表面以全反射由入射表面5a入射的光束；和一个出射表面5b，直接由入射表面5a传导的光束和经由上下表面5c和侧表面5d一次或多次全反射的光束由此出射向物方。

入射表面5a和出射表面5b之间的部分在下面称作光导引部分。入射表面5a和出射表面5b在沿物体方向延伸的Z轴方向彼此相对，也即，入射表面5a和出射表面5b都设置在摄影透镜光轴延伸的直线上。入射表面5a和出射表面5b都制成平面或具有正或负折射本领的曲率的曲面（术语“曲面”此处用以指球面，非球面，椭圆面，二次曲面，柱面，复曲面和类似面）。入射表面5a和/或出射表面5b可部分制成曲面，而另一部分制成平面。

虽然第一实施例的出射表面 5b 如图 1 所示为曲面，但为简单起见，光学部件 5 的入射表面 5a 和出射表面 5b 在图 2 至 7 中画成平面。上和下表面 $5c_1$ 和 $5c_2$ 以及侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 都为与入射表面 5a 成大角度并向物方（向前）延伸的平面或曲面。

光学部件 5 的形状为，其出射表面 5b 的出射区域比入射表面 5a 的入射区域要大。例如，光学部件 5 的 XY 剖面形状为使得侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 之间的距离和/或上下表面 $5c_1$ 和 $5c_2$ 之间的距离由入射表面 5a 至出射表面 5b 以随机比率或以固定比率增加。

尤其，光学部件 5 的光导部分具有以固定比率或以高阶函数形式增加的 XY 剖面区域。

附带地，在第一实施例中，照明装置 3 可设置于照相机机身 1 的侧部，以便沿垂直方向（Y 方向）或水平方向（X 方向）滑动。

第一实施例的照明装置 3 中，由闪光放电管 4 发出的部分光束直接导引至光学部件 5 的入射表面 5a 上，而其余光束经反射镜 6 反射后导引至入射表面 5a。入射在入射表面 5a 上的部分光束直线传输并被导引至出射表面 5b，而其余光束由上下表面 5c 和/或侧表面 5d 全部反射并被导引至出射表面 5b。

通过此种方式，在光学部件 5 的内表面多次全反射之后，具有既定形状（例如，XY 截面的正方形和 X 轴方向较长的矩形）的高亮度照明光束由出射表面 5b 投射向物体。

特别地，来自闪光放电管 4 的光束的径向（Y 方向）光束在上下表面 $5c_1$ 和 $5c_2$ 处多次全反射，而轴向（X 方向）光束通过出射表面 5b 的曲面的折射得以有效会聚并投射向物体。

光学部件 5 的入射表面 5a 的形状从 Z 轴方向看为矩形，且入射表面 5a 在 X 轴方向的长度略大于闪光放电管 4 在 X 轴方向的有效弧长，而入射表面 5a 在 Y 轴方向的长度近似等于反射镜 6 的开口宽度，使得入射表面 5a 和反射镜 6 的开口之间不存在缝隙。这样，闪光放电管 4 发出的光束得以由入射表面 5a 有效接收。从 Z 轴方向看，出射表面 5b 为类似于入射表面 5a 的矩形开口。

下面描述第一实施例中用于导引照明光束的光学部件 5 的不同实施例。图 2 为光学部件 7 的主要部分的概略剖面图，光学部件 7 由片状光导制成，作为第一实施例中用于导引照明光束的光学部件的一种实施例。光学部件 7 包括一个入射表面 7a，具有由平面或曲面构成的多边形形状（例如正方形）；一个出射表面 7b，具有由大于入射表面 7a 面积的平面或曲面构成的多边形形状（例如正方形）；和上下表面 7c1 和 7c2 以及侧表面 7d1 和 7d2，他们都由和入射表面 7a 与出射表面 7b 以既定斜率相连的平面或曲面构成。光学部件 7 具有片状外形，例如整体为多棱柱（如四棱柱）。在图 2 中，为简单起见将入射表面 7a 和出射表面 7b 画作平面。一个闪光放电管（未画出）设置在距入射表面 7a 给定距离处。图 2 中，符号 V_d 表示入射表面 7a 的高度（沿 Y 轴方向，即沿固定在照相机机身中的光学部件 7 的垂直方向量得的入射表面 7a 尺寸），符号 A 表示沿其高度（Y）方向看的入射表面 7a 的中心位置（中心），符号 V_e 表示出射表面 7b 的高度，符号 B 表示出射表面 7b 的中心位置（中心），且符号 L 表示光学部件 7 的长度（沿 Z 轴方向量得的光学部件 7 尺寸）。连线 L_{ab} 为连接点 A 与点 B 的直线。（线 L_{ab} 以下称作光轴或照明光轴）。线 L_c 为通过出射表面 7b 的一端 C 并平行于光轴 L_{ab} 的轴线。

在第一实施例中，令光学部件 7 的长度为 L，将入射表面 7a 的高度 V_d 和出射表面 7b 的高度 V_e 设定如下：

$$0.03 < V_d / L < 0.3,$$

$$0.08 < V_e / L < 0.8,$$

使得照明区域在物体的垂直方向近似设定。

另外，将入射表面 7a 的宽度 H_d （沿 X 方向，即固定在照相机机身上的光学部件 7 的水平方向量得的入射表面 7a 尺寸）和出射表面 7b 的宽度 H_c 设定如下：

$$0.2 < H_d / L < 2.0,$$

$$0.3 < H_c / L < 3.0,$$

使得照明区域在物体的水平（X）方向近似设定。

以下描述关于由入射表面 7a 以最大入射角进入光学部件 7 的光束的传输状态，其中在入射表面 7a 前设置一对于所有角分量（光束）一样的均匀散射光源，即在入射表面 7a 高度 V_d 的所有点上所有角分量的光强（光分布）都是均匀的。

在这种情况下，在由入射表面 7a 的点入射表面 7a1 和入射表面 7a2 进入光学部件 7 的光束部分之间，小入射角的成分在光学部件 7 中直线传输并由出射表面 7b 出射，如图 2 所示。另一方面，大入射角的成分在光学部件 7 的表面 7c1 和 7c2 处全部反射，反射次数根据其相应入射角而定，并由出射表面 7b 出射。在所示例中，特殊成分在其由出射表面 7b 出射前全反射多达三次。此方式下面将参照图 2 所示光线追迹图加以说明。

在此光线追迹图中，实线 m_2 至 m_2' 代表经既定次数全反射后以其相应最大角度通过出射表面 7b 的中央部分 B 的光束成分。符号 m_2 至 m_2' 的下标代表相应光束的全反射次数，带有撇号的尾标表示由出射表面 7b 向上出射的光线，而不带有撇号的尾标表示由出射表面 7b 向下出射的光线。例如，符号 m_2 表示经两次全反射的通过点 B 的上部最大角光束，符号 m_0' 表示未经全反射直接由出射表面 7b 出射的下部最大角光束。

在此情况下，在中央部分 B 处的最大出射角（半视角）为 β_b ，并且可以看到，通过入射表面 7a 顶端点入射表面 7a1 的光束经两次全反射，并由出射表面 7b 的中央部分 B 出射。

在此光线追迹图中，两点点划线 n_3' 至 n_2 代表经既定次数全反射后以其相应最大角度通过出射表面 7b 的一端 C 的光线。在此例中，其上部画出了经最多两次全反射的光线，而下部画出了经最多三次全反射的光线。

端部 C 处的最大出射角为位于离光轴最远一侧的 β_{co} ，或者为最靠近光轴一侧的 β_{ci} 。角 β_{co} 和角 β_{ci} 对应于相应的最大全反射次数，角 β_{co} 为由出射表面 7b 出射光束的最大出射角。

上述数值具有如下关系：

$$\beta_{co} > \beta_b > \beta_{ci}。$$

上例中，尽管只对两点作了解释，即出射表面 7b 的中央部分 B 和端部 C，但通过其中间点的光线则呈现中间特性。与端部 C 相比，在每一中间点处，向外（由光轴 L_c 向光学部件 7 外侧）出射角的最大值 β_{co} 逐渐减小，而朝向光轴 L_{ab} 的最大角 β_{ci} 逐渐增大。若将光学部件 7 的光束入射角和出射角的最大值互相比，可以看到，光束的出射角最大值 β_{co} 与光束的入射角最大值 α 相比是非常小的。

从以上描述可明显看出，如果具有均匀光分布的光入射在入射表面 7a 上，则此光通过光学部件 7 变窄并由出射表面 7b 出射为一光束。该光束的光分布在中央部分 B 处关于光轴 L_{ab} 近似对称，但向边缘部分，光分布的中心逐渐向外侧偏移，并在端部 C 处达到最外侧。因此，在端部 C 处的最大值 β_o 成为通过光学部件 7 的光束的最大出射角。

如果具有不均匀光强分布的光束入射在入射表面 7a，则通过光束在上下表面 7c1 和 7c2 和/或侧面 7d1 和 7d2 处的重复全反射，使光强分布的不均匀性得以逐渐降低，从而由出射表面 7b 出射的为光强分布不均匀性较小的光束。这是因为，当入射光在这些以既定角度倾斜的全反射表面（上下表面 7c1 和 7c2 和/或侧面 7d1 和 7d2）重复全反射时，入射光的角分量通过倾斜角的偏移得以混合，而不是被保留。

相应地，在第一实施例中，通过上述方式适当设定光学部件的倾斜角和长度，使入射光束在由光学部件出射前，转换为具有较小不均匀光强分布和近似均匀光强分布的光。

第一实施例中图 2 所示光学部件 7 的一个特别数值例如下所示：

$$V_d=2.1 \quad L=25.0 \quad \alpha=75^\circ$$

$$V_e=7.0 \quad n=1.49171 \quad (\text{光学部件的光学材料折射率}) \quad (\text{丙烯酸树脂})$$

$$\beta_{co}=27.6^\circ \quad \beta_{ci}=-10.3^\circ \quad \beta_b=16.4^\circ。$$

在此数值例中，以最大入射角 $\alpha=75^\circ$ 入射的光束转换为在最大出射角 $\beta_{co}=27.6^\circ$ 角度内出射的窄光束。

虽然上述仅涉及光学部件的垂直方向，但类似说明适用于光学部件的水平方向。

图3和4各为显示一个不同光学部件的光路图，其光学部件的入射表面高度 V_d 与图7所示光学部件7相同而出射表面高度 V_e 不同于光学部件7。

图3显示了一种光学部件8，其出射表面8b的高度 V_e 与图2所示的光学部件7相比较小，而图4显示了一种光学部件9，其出射表面9b的高度 V_e 与图2所示的光学部件7相比较大。图3所示的光学部件8包括一个入射表面8a，所述出射表面8b，和上下表面 8_{c1} 和 8_{c2} ，而图4所示的光学部件9包括一个入射表面9a，出射表面9b，和上下表面 9_{c1} 和 9_{c2} 。

另外，图3和4各显示了分别由出射表面8b(9b)的中央部分B和端部C对应其各自全反射次数以最大出射角出射的光线的路径。各标记尾标的含义类似于前面关于图2的描述。

现在比较图3和4中所示的光学部件8和9与图2中所示的光学部件7。在图3的光学部件8中，其出射表面8b的高度 V_e 比光学部件7小，出现在其中央部分B的光线经过最多四次全反射，而出现在其端部C的光线则经过最多五次全反射，从而分别到达出射表面8b的上述两点处的光线包含了比光学部件7中经更多次数重复全反射的成分。在上述两点处的最大出射角 β_b 、 β_o 和 β_i 比光学部件7中的大，而各最大出射角 β_b 、 β_o 和 β_i 之间的差别比光学部件7中的小。换句话说，由出射表面8b各点出射的光线在一个相当宽的区域内呈近似连续分布，而不管其各点的位置，即，为均匀聚光的聚光性能要低于光学部件7。

为了与图2所示光学部件7的数值例作一比较，下面列出图3所示光学部件8的一个数值例：

$$V_d=2.1 \quad L=25.0 \quad \alpha=75^\circ$$

$$V_e=4 \quad n=1.49171 \quad (\text{光学部件的光学材料折射率}) \quad (\text{丙烯酸树酯})$$

$$\beta_{c0}=35.6^\circ \quad \beta_{c1}=-28.4^\circ \quad \beta_b=29.4^\circ.$$

然后，将图4所示的光学部件9，其出射表面9b的高度 V_e 比图2所示的光学部件7大，与光学部件7进行比较而言。在图4的光学部件9中，出现在出射表面9b中央部分B的光线经过最多一次全反射，

而出现在出射表面 9b 端部 C 的光线则经过最多两次全反射。相应地，在上述两点处的最大出射角 β_b 、 β_{co} 和 β_{ci} 比光学部件 7 中的小，各最大出射角 β_b 、 β_{co} 和 β_{ci} 的角分量比光学部件 7 中要窄。

各最大出射角 β_b 、 β_{co} 和 β_{ci} 之间的差别比光学部件 7 中的大，并且随着在各出射点由出射表面 9b 出射的光线的中心方向越来越远离光轴 L_{AB} ，光线的中心出射方向的倾斜越来越大。换句话说，由于出射表面 9b 宽于出射表面 7b，通过混合由出射表面 9b 各出射点出射的光束所获得的光分布特性具有如下特征，尽管靠近光轴 L_{AB} 的区域会比靠近边缘部分的区域明亮，也可使中央区域非常明亮。这就是说，有可能获得具有较小均匀性和高方向性的光分布。

为了与图 2 所示光学部件 7 的数值例作一比较，下面列出图 4 所示光学部件 9 的一个数值例：

$$Vd=2.1 \quad L=25.0 \quad \alpha=75^\circ$$

$$Ve=12 \quad n=1.49171 \quad (\text{光学部件的光学材料折射率}) \quad (\text{丙烯酸树脂})$$

$$\beta_{co}=29.4^\circ \quad \beta_{ci}=4.8^\circ \quad \beta_b=9.9^\circ.$$

虽然以上说明针对的光学部件都具有相同的长度 L 、不同高度 Ve 的出射表面和相同高度 Vd 的入射表面，但第一实施例也适用于具有不同长度 L 、相同高度 Ve 的出射表面和相同高度 Vd 的入射表面的光学部件。如果长度 L 具有一定的自由度，会出现下述倾向。

如果长度 L 较大，会得到在出射表面具有均匀光强分布和高方向性的光分布，出射角的最大值会趋近于图 2、3 和 4 中的角度 θ 。因为不易受光学部件入射表面上光入射时的不均匀光分布，例如光源的不均匀光分布的影响，所以此光分布是均匀的。这是因为全反射次数增加，并且在入射时光源的光分布特性得以减弱。

另一方面，如果长度 L 较小，出射表面的光强分布会呈现山形光分布特性，在光轴附近的出射光强较高，向边缘部分逐渐变低，并且其照明区域趋于比图 2、3 和 4 中的角度 θ 宽。在此情况下，其光分布易受在光入射在光学部件的入射表面时的不均匀光分布，例如光源的不均匀光分布的影响。这是因为全反射次数少，并且入射时的光源特性

直接反映在出射光特性上。

虽然在光学部件的上述各实施例中，相应光学部件 7，8 和 9 的光导部分的上下表面 $7_{c1}, 7_{c2}; 8_{c1}, 8_{c2};$ 和 $9_{c1}, 9_{c2}$ 为简单起见画成平面，但是这些上下表面不必限于平面，也可采用任意形状例如曲面。

在上下表面为曲面的情况下，由入射表面直接传输至出射表面而未接触上下表面的光线不受影响，呈现与上述各例光学部件类似的光分布特性，但是大入射角的分量则受到各反射表面形状的影响，呈现下述特性。

如果光束射至所述任一曲面，此光束的分布特性将根据曲面形状而改变。与上下表面为平面的光学部件相比，在采用外曲面（凸形曲面）的光学部件中，尽管全反射次数有所减少，但由于每次全反射的角度调整量增加，使得其方向性增加。换句话说，采用这种曲面对于增强光在由光学部件出射后仅在一特定方向的分布是有效的，例如，若反射后光束被导引至光轴 L_{AB} 上，可获得中央部分非常明亮的光分布。然而，整个光分布容易变得不均匀，并且易受光束入射时不均匀光分布（例如光源的不均匀光分布）的影响。

另一方面，与上下表面为平面的光学部件相比，在采用内曲面（凹面）的光学部件中，尽管全反射次数增加，但每次全反射的角度调整量减小。因为由入射表面直接传输至出射表面的光束数减少，出射光束的光分布不易受入射时不均匀光分布的影响，使得有可能通过采用比由平面表面构成的光学部件短的结构，获得均匀的光分布。

下面参照图 5 至 7 说明第一实施例中光学部件优选形状的数值关系。

首先考虑理想状态，如果采用的光学部件的各上下表面 $5c_1$ 和 $5c_2$ 的倾斜角 θ 如下确定：

$$\theta = \sin^{-1}((\sin \beta_{c0})/n), \quad (n: \text{光学部件的材料折射率})$$

并且光学部件的长度 L 无限延伸，则可最有效地获得以最大出射角 β_{c0} 的照明。然而，事实上这种形状是大到不实际的。

在实际情况下，光学部件的各上下表面 $5c_1$ 和 $5c_2$ 的倾斜角 θ 要做得

小于上述值，以使整个出射角变窄，并且使光学部件的长度 L 降至实际长度，使在此条件下不能完全控制的漏光与 β_{c0} 一致。

图 5 至 7 显示了基于以上理论计算的第一实施例中光学部件的不同形状。

图 5 至 7 各显示了用于获得相应于最大入射角 α 的最大出射角 β_{c0} 的结构。在图 5 所示结构中，允许最多一次全反射，并使倾斜角 θ_1 和长度 L_1 为最小。在图 6 所示结构中，允许最多两次全反射，并使倾斜角 θ_2 和长度 L_2 为最小。在图 7 所示结构中，允许最多四次全反射，并使倾斜角 θ_3 和长度 L_3 为最小。

最大全反射次数 N 与实现该种最小形状的倾斜角 θ 之间的关系为：

$$N \cdot \theta = \{ \sin^{-1}((\sin \alpha)/n) - \sin^{-1}((\sin \beta_{c0})/n) \} / 2$$

并且此时光学部件的最短长度 L 如下确定：

$$L = \frac{d \cdot \cos \theta}{2} \cdot \frac{\cot \{ \sin^{-1}((\sin \alpha)/n) \} + \cot \theta}{\cot(2N+1) \cdot \theta - \cot \{ \sin^{-1}((\sin \alpha)/n) \}} \times \sqrt{1 + \cot^2(2N+1) \cdot \theta} - (d/2) \cdot \cot \theta$$

由上述关系，通过利用全反射能够有效控制光分布的光学部件形状的必要条件为，光学部件的倾斜角 θ 小于对应于最少全反射次数即一次全反射的值 θ_1 ，并且光学部件的长度 L 大于对应于最少全反射次数的长度 L_1 。

此关系由下式给定：

$$\theta \leq \{ \sin^{-1}((\sin \alpha)/n) - \sin^{-1}((\sin \beta_{c0})/n) \} / 2$$

$$L \geq \frac{d \cdot \cos \theta}{2} \cdot \frac{\cot \{ \sin^{-1}((\sin \alpha)/n) \} + \cot \theta}{\cot 3\theta - \cot \{ \sin^{-1}((\sin \alpha)/n) \}} \times \sqrt{1 + \cot^2 3\theta} - (d/2) \cdot \cot \theta$$

下面说明图 5 至 7 所示形状的数值例。

令光学部件的入射表面高度为 V_d ，令光学部件的出射表面高度为

Ve, 令光学部件的长度为 L, 令光学部件各上下表面的倾斜角为 θ , 令入射时的最大有效入射角为 α , 令在出射表面的最大出射角为 β_{c0} , 并令光学部件的材料折射率为 n,

$V_d=2.1$ $n=1.49171$ (丙烯酸树脂) $\alpha=60^\circ$ $\beta_{c0}=3.0^\circ$ (V_d , n, α 和 β_{c0} 对于所有数值例都是一样的)

$\theta_1=7.953^\circ$ $L_1=18.1$ $V_{e1}=7.2$,

$\theta_2=3.977^\circ$ $L_2=20.6$ $V_{e2}=5.0$,

$\theta_3=1.988^\circ$ $L_3=30.6$ $V_{e3}=4.2$ 。

图 8 显示了如此获得的光分布特性。如所示, 最少全反射次数的形状呈现的特性曲线在中央部分达到最高峰值, 并向最大出射角 β_{c0} 降低。然而, 随着全反射次数的增加, 峰值趋于由中央部分向边缘部分移动。

利用这些特性, 有可能选择一种适于所需照明区域的照明光学系统。例如, 全反射次数多的形状适合用于均匀照明具有一定长度的平面, 因为这种形状能实现高亮度的边缘照明。全反射次少的形状适合用于以强的斑状光束照明上述平面的中央部分。

第一实施例的以上说明表明, 通过逐渐展宽光学部件的 XY 截面区域, 有可能获得照明光学系统所需的各种特性。然而, 第一实施例并不只限于上述形状, 例如下列各种形状的改变也是可以的。

(b1) 光学部件的各上下表面和/或侧表面不是具有不变的倾斜率而是具有多种不同的倾斜。

(b2) 光学部件的各上下表面和/或侧表面具有一个限定不变截面区域的部分或者具有一个限定减小截面区域的部分。

(b3) 光学部件的光轴 L_{AB} 不是直的而是以一恒定曲率弯曲的。特别地, 其上下表面或其侧表面沿着与光学部件的截面以一定比率增加的相同方向弯曲。

上述任一形状的改变不仅使得有可能实现照相机机身内空间的有效布置, 而且具有如下效果, 能实现均匀光分布并减小入射在光学部件的入射表面上的不均匀光分布。

如上所述，通过精确设定既定因素，例如光学部件的出射表面的高度和宽度，光学部件的长度 L ，其出射表面的长度和宽度，上下表面的形状，侧表面的形状以及入射表面和出射表面的表面形状，第一实施例有可能使得在有效利用光源出射光束时有效照明一个物体。

光学部件 5 和闪光放电管 4 在第一实施例中都用作光源装置，对比下面将加以说明。入射表面 5a 的面积越小，整个光学部件 5 可做得越小。

入射表面 5a 不遮挡光束的实际最小面积为对应于闪光放电管 4 的有效弧长部分形状的面积。此时，中央光的量可以增加，但边缘光的量大大降低，并且不能获得均匀光分布。另外，由于反射镜 6 的结构，若入射表面 5a 区域小于闪光放电管 4 的外径，则在反射镜 6 与光学部件 5 的入射表面 5a 之间存在缝隙，光线通过该缝隙，从而照明效率变低。

如果反射镜 6 制成沿其向前方向的开口尺寸内逐渐减小，以防止出现缝隙，则反射镜 6 内的反射次数增加，照明效率变低。另一方面，如果入射表面 5a 过宽，出射表面 5b 需要与入射表面 5a 面积的增加成比例扩大，从而整个光学部件 5 尺寸变大。

由于上述原因，若光学部件 5 的入射表面 5a 具有矩形形状，则该矩形在 Y 方向的长度最好如下确定：

$$H1 \leq DY \leq 2 \times H2,$$

其中 DY 表示所述矩形在 Y 方向的长度， $H1$ 和 $H2$ 分别表示闪光放电管 4 的内外径。

光学部件 5 在轴 (X) 向的长度以如下方式确定，以便可有效利用出射光。光学部件 5 的最小长度最好设定为等于闪光放电管 4 的弧长，光学部件 5 的最大长度则以下述方式确定，以便考虑闪光放电管 4 的夹持部分宽度和因光学部件 5 的长度增加引起的其整体尺寸的增加：

$$HL \leq DX \leq HL + 8 \text{ (mm)},$$

其中 DX 表示光学部件 5 的入射表面 5a 在 X 方向的长度， HL 表示闪光放电管 4 的弧长， mm 表示长度单位。

下面描述光学部件 5 的各侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 的结构。侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 最好制成使得所有光束都能不经入射任一侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 上而被导引至出射表面 $5b$ 。

特别地，如图 9 所示，各侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 的倾斜角最好如下确定：

$$\beta \geq \sin^{-1}(1/n),$$

其中 n 表示光学部件 5 的材料折射率。

然而，在某些实际情况下，各侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 的倾斜角 β 由于某些原因必须做小：例如，不可能获得水平（X）方向足够的开口区域或足够长度来聚集光学部件 5 边缘部分垂直方向的光束。在实际情况下，角 β 的实际允许值最大接近于上述角 β 的 $1/3$ 。特别地，实际允许角 β 最好如下确定：

$$\{\sin^{-1}(1/n)\}/3 \leq \beta。$$

附带地，如果各侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 为曲面，则角 β 为该曲面切线的倾斜角。如果将角 β 设定为小于该切线倾角的角度，则光束在经侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 反射之后，容易由出射表面 $5b$ 加以全反射，从而增加了光量的损失。如果为不产生光损耗而减小出射表面 $5b$ ，则未达到所需折射能力且对于小空间不能获得高聚光性能。

下面说明光学部件 5 的出射表面 $5b$ 。出射表面 $5b$ 需要具有如下形状，使得所有以最大入射角 θ_{\max} 入射的光束在经侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 反射之后都能由出射表面 $5b$ 出射。

下面参照图 9 说明各数值关系。上述条件表示如下：

入射表面 $5a$ 的关系：

$$\psi = \sin^{-1}(\sin \theta_{\max}/n),$$

出射表面 $5b$ 的全反射条件：

$$\phi < \sin^{-1}(1/n)。$$

由于 $\phi = \alpha - (2\beta - \psi)$,

$$\alpha - (2\beta - \psi) < \sin^{-1}(1/n)。$$

因此 $\alpha \leq 2\beta - \sin^{-1}((\sin \theta_{\max})/n) + \sin^{-1}(1/n)。$

$$\cdots(1)$$

上式为以最大入射角 θ_{\max} 入射的光束在出射表面 5b 不发生全反射的条件。上式中，

α ：出射表面 5b 切线的倾斜角，

β ：侧表面 5d₁ 或 5d₂（反射表面）的倾斜角，或者在侧表面 5d₁ 或 5d₂ 为曲面时，侧表面 5d₁ 或 5d₂ 切线倾斜角的最大值，

θ_{\max} ：入射角的最大值，

n ：光学部件 5 的材料折射率。

下面说明本发明第二实施例。在第一实施例中，光强分布在中央部分与边缘部分之间有所不同，且光强分布的中心逐渐外移，逐点向边缘部分移动。相应地，光在照明平面上的分布趋势为，在中央部分明亮而向其边缘部分逐渐变暗。

第二实施例通过将出射表面制成具有正折射本领的曲面（如下所述，曲面形状是任意的）改善了这种趋势，并且实现了小尺寸和高方向性的照明光学相同。

图 10 画出了表示将出射表面 5b 制成曲面所需元件的符号。符号 R 表示出射表面 5b 的曲率半径。

下面描述根据本发明的光学部件的光学作用，它采用球面（透镜表面）曲面，用作具有正折射本领的出射表面。如果具有正折射本领的制成球面（透镜表面）曲面的出射表面 5b，用于具有最小倾斜角 θ 类似于图 3 所示形状的光导部分，则出射表面 5b 的中央部分 B 的照明角分布和端部 C 的照明角分布大致相同，并且在出射角 β_b 与各出射角 β_{ci} 和 β_{co} 之间没有实质区别。

在此情况下，照明平面 h 的光分布是理想的，因为它整体上是平坦均匀的，并且在边缘部分必要照明区域之外急剧降低。在这种倾斜角 θ 较小的情况下，若出射表面 5b 制成一个大曲率的表面，则会发生光的散射，不能达到所需效果。

如果具有正折射本领的曲面应用至光学部件为具有中间倾斜角 θ 的光导部分，类似于图 2 所示光导部分，则在中央部分 B 的光分布和在端部 C 的光分布在自身照明角内是大致相等的，但出射光束的中心却

发生倾斜。这种现象逐点相继发生在出射表面上，且出射方向的中心逐渐由中央部分移向边缘部分，直到在端部 C 处达到大致最大偏移量。

与上述曲面用于图 3 所示出射表面的情况相比，照明光束的光分布为，照明光量在边缘部分轻微而缓慢降低，实际有效照明区域（具有光强为中心 50% 的区域）变窄，且光损耗量增加。如果采用具有类似于图 4 所示光导部分最大倾斜角的光学部件，其光分布趋势类似于在前述曲面用于图 2 所示出射表面 5b 时所达到的趋势，但这种趋势增大，即，光分布变得更不均匀并且光损耗量增加。在第二实施例中，具有平面的上下表面的这种光学部件的特性，通过出射表面制成曲面得以有效校正。

下面说明最基本的校正方法。由于在出射表面端部 C 光强分布的中心大致与上（或下）表面的倾斜角 θ 相一致，通过曲面方式可有效实现使光束在端部 C 以近似平行于光轴 L_{AB} 出射的校正。另外，有必要逐渐改变所述曲面的特性而不使其影响到靠近光轴的中央部分。

第二实施例基于此原理，并通过例如图 10 所示方法实现校正，其中图 10 为光学部件的截面示意图。特别地，采用具有以光轴 L_{ab} 上点 E 为中心，曲率半径为 R 的表面作为校正表面，使得沿连接入射表面 5a 的端部 D 与出射表面 5b 的端部 C 的直线 DC 且以倾斜角 θ 传播的光线在所述曲面处折射并沿平行于光轴 L_{ab} 的方向传播。

端部 C 的数值关系表示为：

$$n \sin \xi = \sin(\xi + \theta), \quad \dots(2)$$

其中

n：光学部件的材料折射率，

ξ ：使光分布中心在端部 C 处经折射后平行于光轴的入射角。

若由图 10 所示关系找出出射表面 5b 的最佳曲率半径，则

$$R = \left(L \tan \theta + \frac{Vd}{2} \right) \sqrt{\frac{1 + \tan^2(\theta + \xi)}{\tan^2(\theta + \xi)}} \quad \dots(3)$$

由式(2)关系求得 V_d ，再把所得值代入式(3)，得到大致最佳曲率半径 R 。

图11和12分别显示了具有对应于图5和6所示光学部件形状且其出射表面5b分别具有满足式(3)的曲率的光导部件。图13和14显示了在出射表面5b具有这种曲率的前后光分布特性变化的一个例子。

由图11和12可以看出，如果在入射表面5a的光强分布均匀，则有可能在出射表面5b从中心至边缘的每一点上实现大致均匀的光分布。

下面说明一个实际数值例。如果图5和6所示值相同，则图11和12所示各光导部分的 ξ 和 R 根据式(2)和(3)取下述值：

$$\xi_1=16^\circ \quad R_1=8.9,$$

$$\xi_2=8^\circ \quad R_2=12.0。$$

图13和14说明了发光管的实际光分布特性，在如下条件下由其径向截面的测量，在图1所示结构中，柱状光源设置在距光学部件的入射表面1mm远处，光源除出射光经由射入光学部件的部分外，覆有一个反射镜。

在图13中，虚线表示采用图5光学部件时得到的光分布特性，而实线表示采用图11光学部件时得到的光分布特性。通过将出射表面5b制成曲面，可获得如下效果。

首先，视角边缘部分出现的小于中央部分光强而无助于实际照明的光束成分向光轴 L_{AB} 偏移，从而在中央较宽的区域实现了近似均匀的光分布。

相应地，在光强为光轴上光强50%区域的实际有效成分有大幅度增加，从而有可能实现高效低损耗照明。另外，由于不必增加光学部件的长度来获得这些特性，可使光学部件的整体外形最小化。

在所举例子中，照明区域由 60° 大幅度降至 40° ，并且在此照明区域内的光强分布保持大致均匀。所举例的分布在偏离中央部分各 10° 的相对位置处呈现峰值。这种分布取决于入射在光学部件的入射表面上的

光的特性，也就是说，光强分布特性受光源或反射镜的限制，出现这种分布的原因在于，在上述结构中，原先应该存在于或接近中心的光束由于出射表面制成曲面而减少。

在这种全反射次数较少的光学部件中，由于入射在入射表面上的光束的光强分布影响最终光的分布特性，所以下述校正是有效的。

(c1) 使入射在光学部件上光的光强分布独立于光源特性而均匀 (使入射表面成为漫射 (散射) 表面，或者在入射表面前插入漫射 (散射) 表面)。

(c2) 设定出射表面制成曲面的校正方式不是为了使所有点处的光强分布中心彼此一致，而是为了使光强分布中心对于每一点偏移一定量并使得偏移后的中心互相重叠。

特别地，对于校正 (c2)，需要采用如下方法，通过使出射表面曲率由式 (3) 值改变一定量来设定出射表面曲率的方法，或者制作并非简单曲面如球面而是能够校正入射在入射表面光的光分布的任意曲面的方法。

在前述设定所述曲率的方法中，需要指出，如果所述曲率过大，则有一部分光线在出射表面全反射而不能有效利用，而如果所述曲率过小，则不能达到足够的校正，不可能进行有效的聚光控制。

因此，使所述曲率接近于式 (3) 表示的曲率半径是有效的，特别是在出射表面的边缘部分不发生全反射的区域内。如果必须防止在出射表面的边缘部分发生全反射，则只在边缘部分增加所述曲率是有效的。这种全反射发生在下述情况下。

令光在入射表面的最大入射角为 α ，并令全反射总次数为 N ，在端部 C 以最大角出射的情况下可得下列条件，

$$\xi + \theta + \{ \sin^{-1}((\sin\alpha)/n - 2(N+1)\theta) \} < \sin^{-1}(1/n)。$$

$N=1$ 时所述曲率最大，并且需要满足下列条件：

$$\xi < \sin^{-1}(1/n) - \sin^{-1}((\sin\alpha)/n) + 3\theta。$$

如果不满足此条件，则增加边缘部分的曲率有助于使光束有效出射。

虽然在第二实施例中，出射表面制成曲面用作具有正折射本领的透镜部分，但此出射表面并不仅限于这种形状，可为如前所述的非球面，或者为节省空间也可采用片状透镜如菲涅耳透镜。

虽然在第二实施例中上面描述的为理想曲面，但接近于此理想曲面的形状也能起大体有效的作用，由式(2)和(3)得出的曲率半径 R 在最小值 $R_{\min}=R/2$ 与最大值 $R_{\max}=2R$ 之间大体有效。

下面参照图15说明本发明第三实施例。第三实施例目的在于有效的投射光束，并保持其通过利用在入射表面附近设置的光源的光分布特性在一个窄区域内得以改进的方向性。图15还表示了代表性的光路，它类似于第一和第二实施例的光路图。

第三实施例特点在于具有正折射本领的曲面设置为入射表面10a。下面参照图15说明第三实施例。

在图15中，数标4表示闪光放电管，数标6表示反射镜，数标10表示光学部件，入射表面10a制成具有正折射本领的曲面。在图15中，光路也以实线表示。另外，通过与第一和第二实施例的入射表面类似的平面的光线以双点划线表示，以示区别。

一般地，作为光源的闪光放电管4的出射表面小于光学部件10的入射表面10a，并且在入射表面10a产生大量趋于沿光轴 L_{AB} 发散的成分(光线)。尽管图15显示了由闪光放电管4中央部分出射的光束的光路，但几乎所有光束成分，其中部分由闪光放电管4直接传播至入射表面10a，而其余经反射镜6的后部反射重新通过闪光放电管4并入射在入射表面10a上，呈现类似于图15中所示光束的光路特性。如果通过利用这种光源与入射表面10a的位置关系来提高聚光性能，则将入射表面10a制成具有正折射本领的曲面是有效的。

如所示，与具有平面入射表面类型的光学部件相比，第三实施例使得有可能大幅度提高聚光性能。第三实施例还具有如下效果，即使在如前结合第一实施例所述的试图通过利用表面上下表面 10_{c1} 和 10_{c2} 的倾斜来改善方向性的情况下也能减小光学部件的整体长度。另外，如果将第三实施例与前面结合第二实施例所述的入射表面制成曲面的结

构类型相结合，可减缓入射表面的曲率，从而有可能产生例如减小光损耗并改善光利用效率的效果。

在第二和第三实施例每个中，一般透镜部分的曲面用作形成入射表面或出射表面的曲面。然而，本发明并不限于此种曲面，也可采用任意斜面、二次曲面、菲涅耳透镜等。

图 16 为显示根据本发明照明装置的第四实施例主要部分的概略透视图，图 17 和 18 为显示其主要部分的概略平面图和前视图。在图 16 中，相同的标记数字用于表示与图 1 所示相同的构成部件。

第四实施例仅在下述等方面区别于图 1 所示第一实施例。

(d1) 出射表面 5b 包括一个正折射本领的曲面 5_{b1} ，设置在以光轴为中心的中央部分；和与曲面 5_{b1} 相邻的平面 5_{b2} ，设置在相对的边缘部分。

(d2) 各平面 5_{b2} 具有由前述式 (1) 限定的倾斜角 α 。

(d3) 各上下表面 $5c_1$ 和 $5c_2$ 由自由曲面（任意形状例如曲面或非对称曲面的表面）组成，通过连续排列连结由入射表面 5a 和出射表面 5b 限定的平面的包络形成。

在根据第四实施例的光学部件 5 中，使出射表面 5b 的中央部分曲面 5_{b1} 的曲率尽可能大，以使曲面 5_{b1} 的尺寸得以减小（光学部件 5 缩短），出射表面 5b 的各边缘部分制成具有根据前述式 (1) 计算的最大角 α 的平面 5_{b2} ，并且曲面 5_{b1} 和各平面 5_{b2} 设定为互相邻接。

采用这种结构，有可能实现具有所需最小尺寸的高效聚光光学系统，它能免于由在出射表面 5b 全反射所导致的光损耗。

图 19 为显示构成根据本发明照明装置第五实施例的光学部件的主要部分的概略图。第五实施例区别图 16 所示第四实施例仅在于在出射表面 5b 的中央部分设置有彼此相邻的用于聚光的多个（图 19 为两个）凸形表面 $5bb_1$ 和 $5bb_2$ 。

出射表面的形状并不限于一个曲面而可以制成多个曲面，并且通过以多个曲面制成出射表面，有可能使光分布产生故意的偏离。

尽管在第五实施例中采用了具有大致相同形状的两个凸面，但本发

明不必限于这一种形状，也可采用两个较大和较小的凸面或多于两个的凸面。

通过以上述方式部分校正所述形状，可大致校正在照明平面上的局部光分布。

图 20 为显示第六实施例主要部分的示意图，其中根据本发明的照明装置 3 固定在照相机机身 1 上。在图 20 中，相同标记数字用以表示与图 1 所示相同的构件。

第六实施例与图 1 所示第一实施例仅区别在下列诸方面。

(e1) 在光学部件 5 的出射表面 5b 之前设置有一个楔形透明部件 (前面板) 11，用于沿向下方向或向摄影透镜折射光束。

(e2) 在光学部件 5 的上下表面分别设置有反射板 12，而在光学部件 5 的侧表面分别设置有反射板 13。各反射板 12 和 13 具有一个内表面，设置为用于导引光束进入光学部件 5 的反射表面，从而防止由光学部件 5 出射的光束被照相机机身 1 吸收。

(e3) 光学部件 5 的出射表面 5b 具有一个近光轴的曲面中央部分和远离光轴的平面边缘部分。

图 21 为显示图 20 所示照明装置 3 的主要部件的概略平面图，图 22 为显示图 20 所示照明装置 3 的主要部件的概略剖面图。图 21 和 22 各显示了由闪光放电管发出的光束通过光学部件 5 和楔形透明部件 11 射向物方的光路。

如图 21 和 22 所示，由闪光放电管 4 发出的光束在光学部件 5 的入射表面 5a 折射一次并抵达出射表面 5b，并由出射表面 5b 的大曲率加以聚集。

在部分光束由出射表面 5b 出射之后，它们由反射板 12 或 13 反射并由前面板 11 出射。前面板 11 在其截面内具有均匀的厚度，因而不影响光分布。

另一方面，在由闪光放电管 4 发出的光束中，对光学部件 5 的入射表面 5a 具有特大入射角的光束，在侧表面 5d₁ 和 5d₂ 发生一次全反射，然后由出射表面 5b 折射并从出射表面 5b 出射。

以此方式，具有大入射角的成分通过利用在侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 的全反射同样得到有效控制。

然而，如前所述，如果以此方式采用在侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 的反射，则光束在出射表面 $5b$ 发生全反射，从而可能发生光损耗。

在第六实施例中，根据此点，各侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 的倾斜角设定为 $\beta=30^\circ$ ，出射表面 $5b$ 的倾斜角设定为 $\alpha=45^\circ$ ，光学部件 5 的长度 L 设定为 15.0，光学部件 5 在 X 方向的长度设定为 26.0，从而在出射表面 $5b$ 基本不发生光损耗。

由图 21 所示光学部件的形状还可看出，光学部件 5 对于由闪光放电管 4 和反射镜 6 组成的出射部分的光轴中心为非对称的。特别地，出射表面 $5b$ 对于光轴 L_{AB} 向左（图 21 中，向上）偏心。

相应地，在光束通过光学部件 5 时，光束中心向左偏移。这样通过使照明方向对于位于有限远处（例如，2 米）的物体向左偏移一定量，可实现有效照明（以校正象差），因为闪光放电管 4 的出射部分位于照相机的摄影光学系统的右上侧，如图 20 所示。

图 22 显示了包括闪光放电管 4 中心的垂直截面，并且显示了由闪光放电管 4 的大致中心（光轴中心）出射的光束的光路。

如图 22 所示，对光学部件 5 具有小入射角的成分（光束）直接由光学部件 5 出射，而具有大入射角的成分在光学部件 5 的侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 重复全反射，并由光学部件 5 沿大致恒定的方向出射。尽管未画出，但有关光学部件 5 的上下表面 $5c_1$ 和 $5c_2$ 具有大倾斜角的边缘光束，也可得到大体类似的控制和聚集。

在此情况下，尽管聚光部分短而至前面板 11 的距离长，但是由于反射板 13 的存在使在聚光部分聚集的光束的光分布得以保持并投射向物体。

另外，在第六实施例中，前面板 11 沿其截面具有变化的厚度，如图 22 所示。这是为了校正与图 21 所示水平截面形状类似的象差。由于在图 20 所示照相机结构中需要使光轴中心向下，故使前面板 11 由上至下逐渐变厚，如图 22 所示，从而使得光轴中心向下一定量。

附带地，前面板 11 的水平厚度也可变化，以使光束能在水平方向折射。另外，闪光放电管 4 的光轴中心与光学部件 5 和出射表面 5b 的照明光轴 L_{AB} 彼此偏离，以提高照明效率。

第六实施例也可以下列方式设置。

(f1) 光学部件的出射表面具有一矩形曲面，且该矩形曲面相对光学部件的入射表面倾斜。

(f2) 光学部件的出射表面制成多个曲面，且相对光学部件入射表面的法线非对称设置。

通过上述结构的结合，有可能实现高效率薄尺寸的照明装置，考虑到象差校正它能最佳适应于柱状光源。

图 23 为显示根据本发明照明装置的第七实施例主要部分的概略透视图。图 24 为图 23 所示主要部分的概略平面图。

在图 20 所示第六实施例中，由于光学部件 5 的出射表面 5b 的曲率较大，在照明装置安装于光学设备机身（或照相机机身）时，光学部件 5 的侧面部分可插入一个较深位置。

由于此原因，在第七实施例中，为使整个照明装置最小化，设置有在水平（X）方向具有正折射本领的菲涅耳透镜 14 与光学部件 5 的出射表面 5b 相连或分隔一微小距离。

在图 23 和 24 中，相同的标记数字用以表示与图 1 所示相同的构件。在第七实施例中，菲涅耳透镜 14 设置在出射表面上，以便有效地聚集由闪光放电管 4 出射的光束并将其投射向物体。

附带地，在第七实施例中，可使菲涅耳透镜 14 的表面倾斜，以使菲涅耳透镜 14 的光轴中心与出射部分的光轴中心偏离，从而实现象差校正。

在第七实施例中，光学部件 5 的上下表面 $5c_1$ 和 $5c_2$ 以及侧表面 $5d_1$ 和 $5d_2$ 也可为平面表面，以利于光学部件 5 的制造。

附带地，根据本发明的摄影设备（例如照相机）以如下方式设置，使得相应实施例的任一照明装置固定在或可滑动地装配在照相机机身上，从而以高照明效率照明物体。

图 1

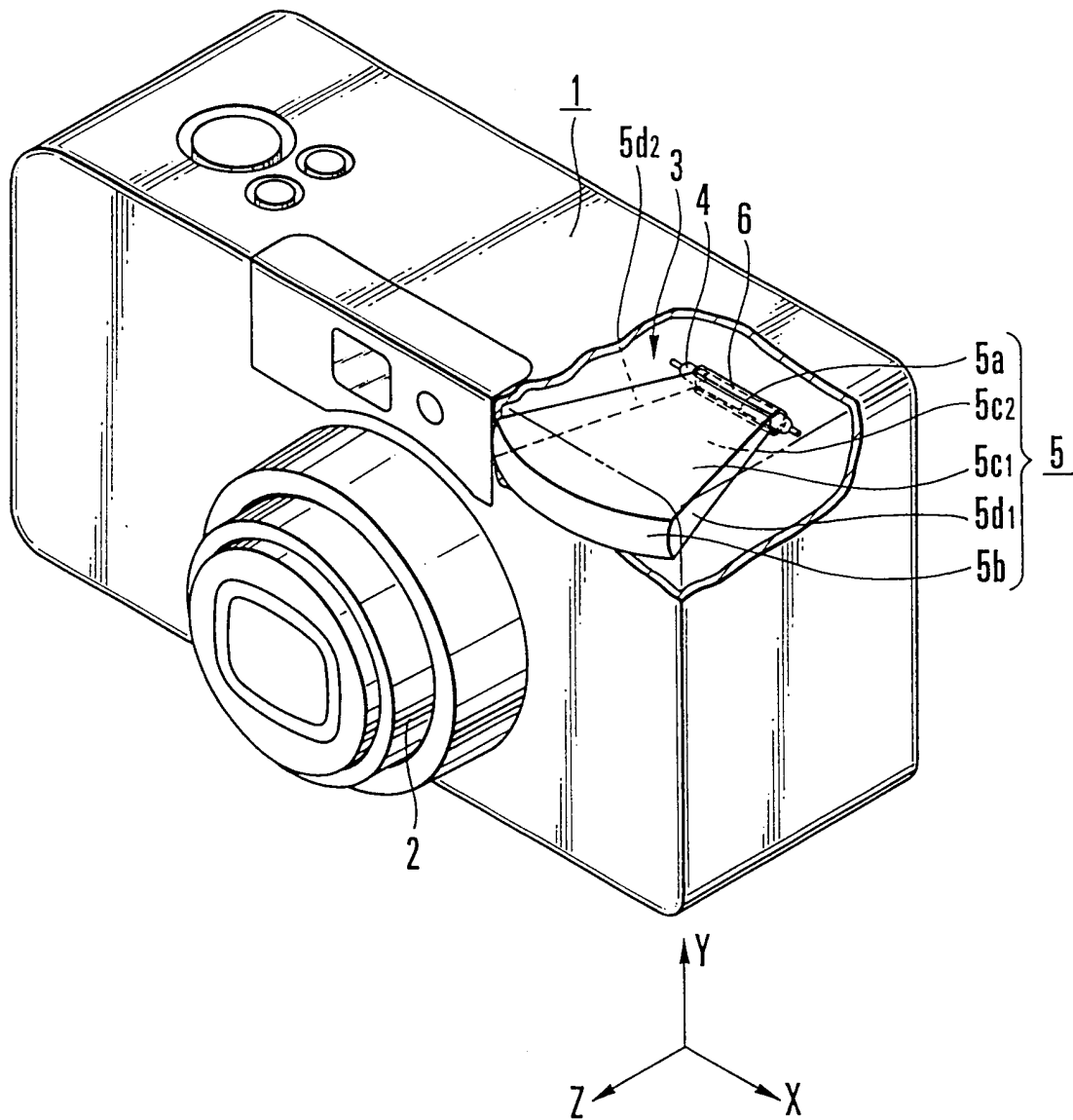
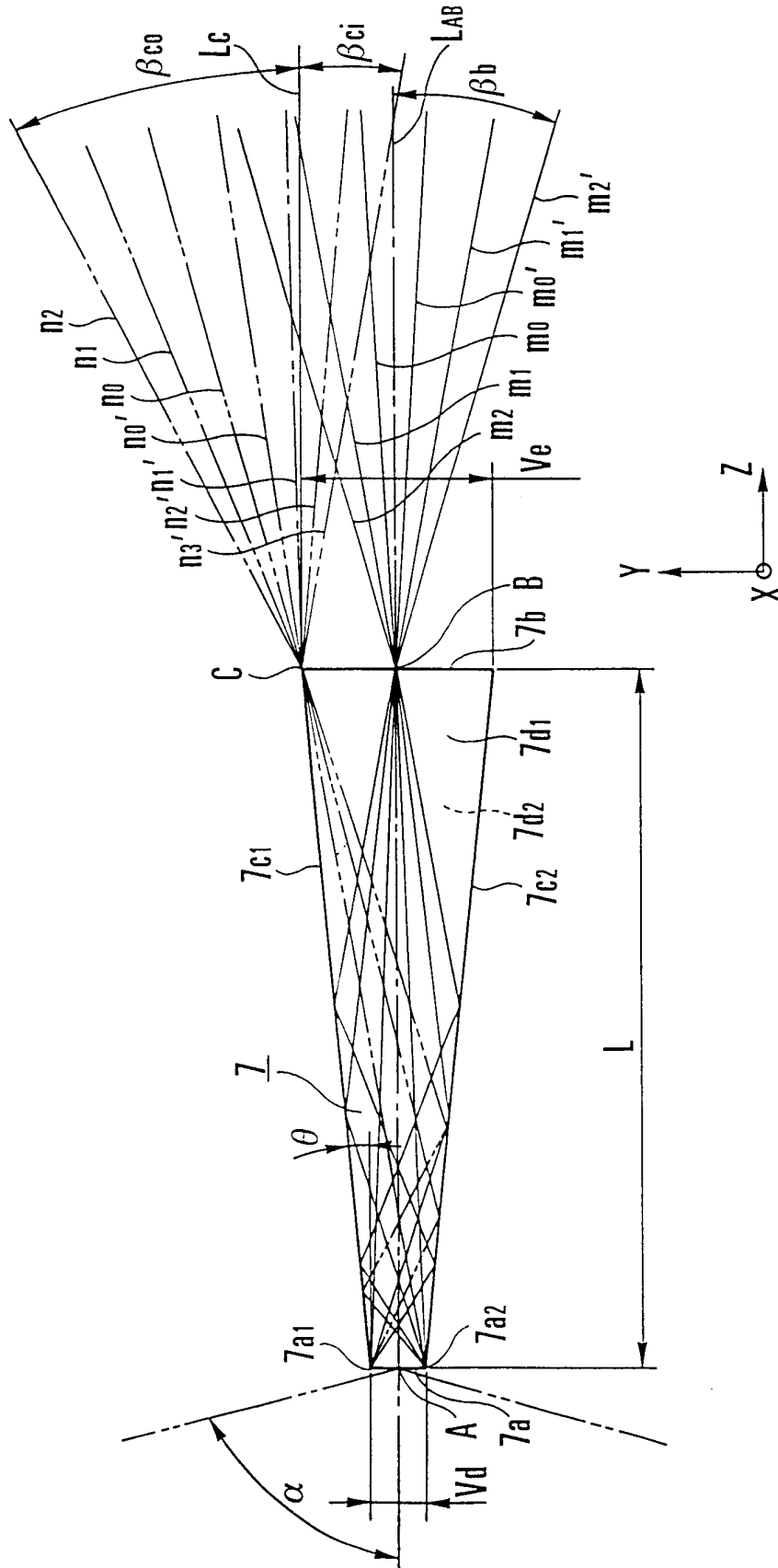


图 2



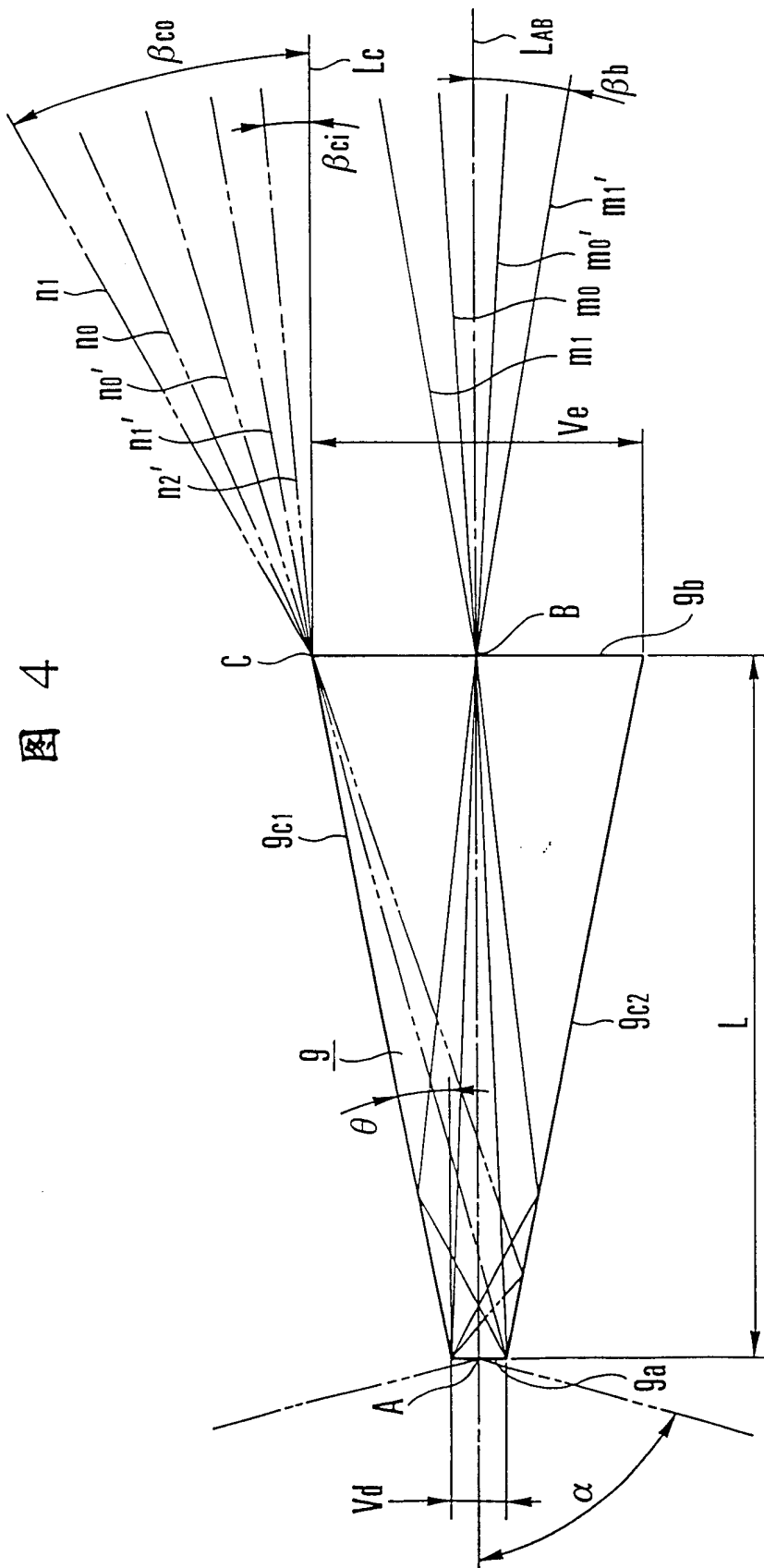


图 4

图 5

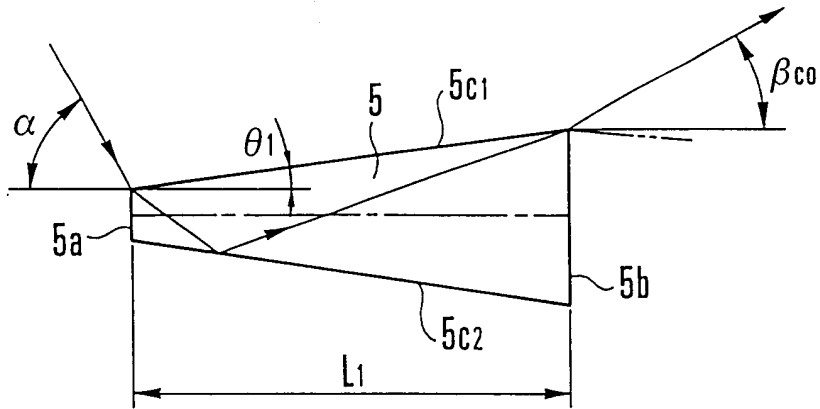


图 6

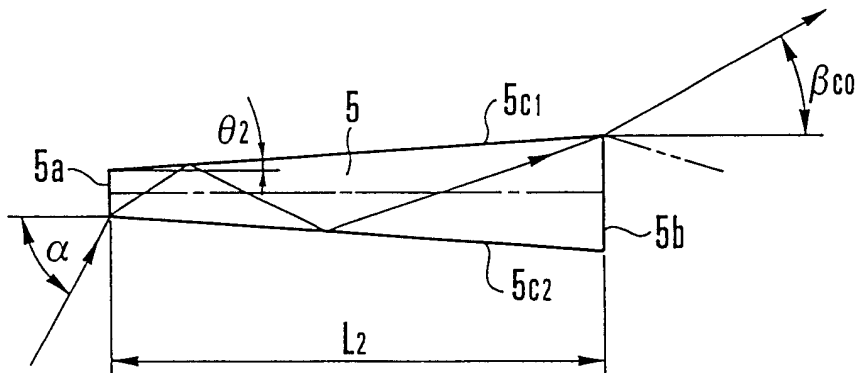


图 7

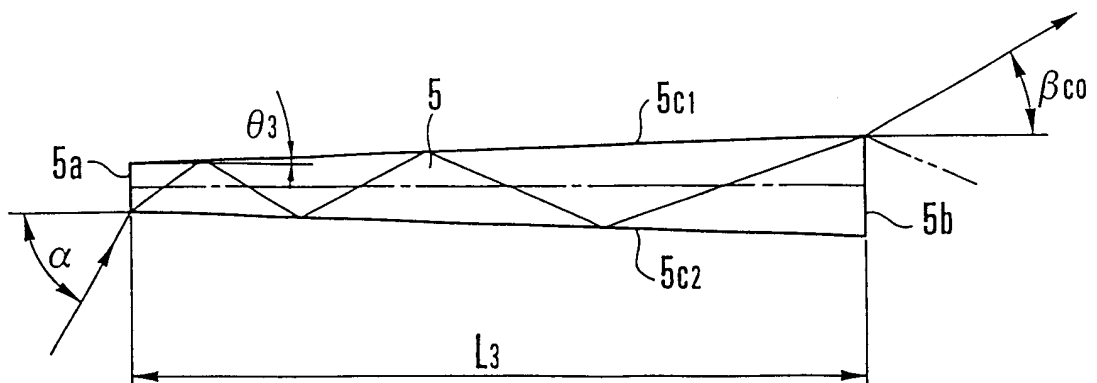


图 8

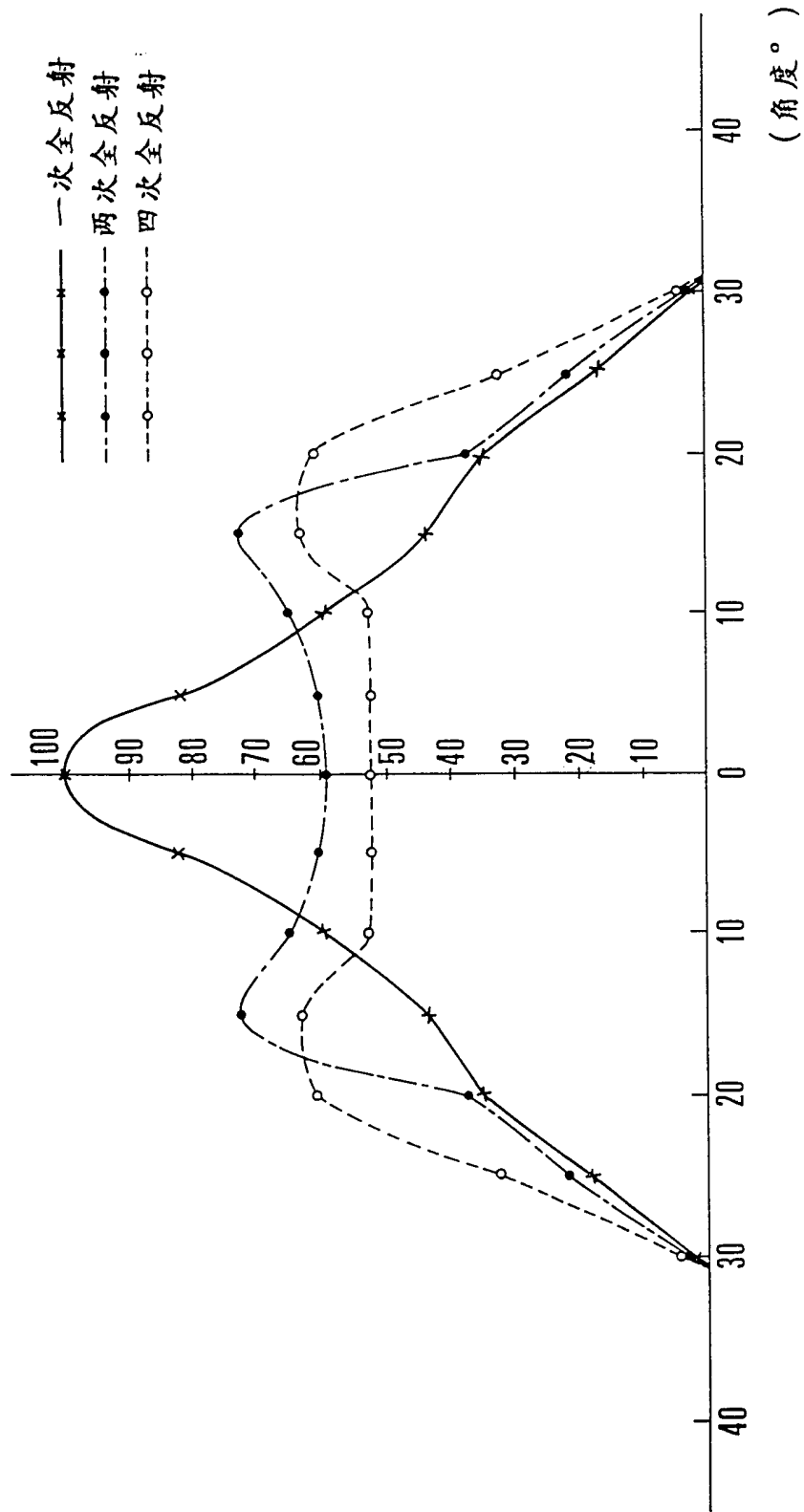


图 9

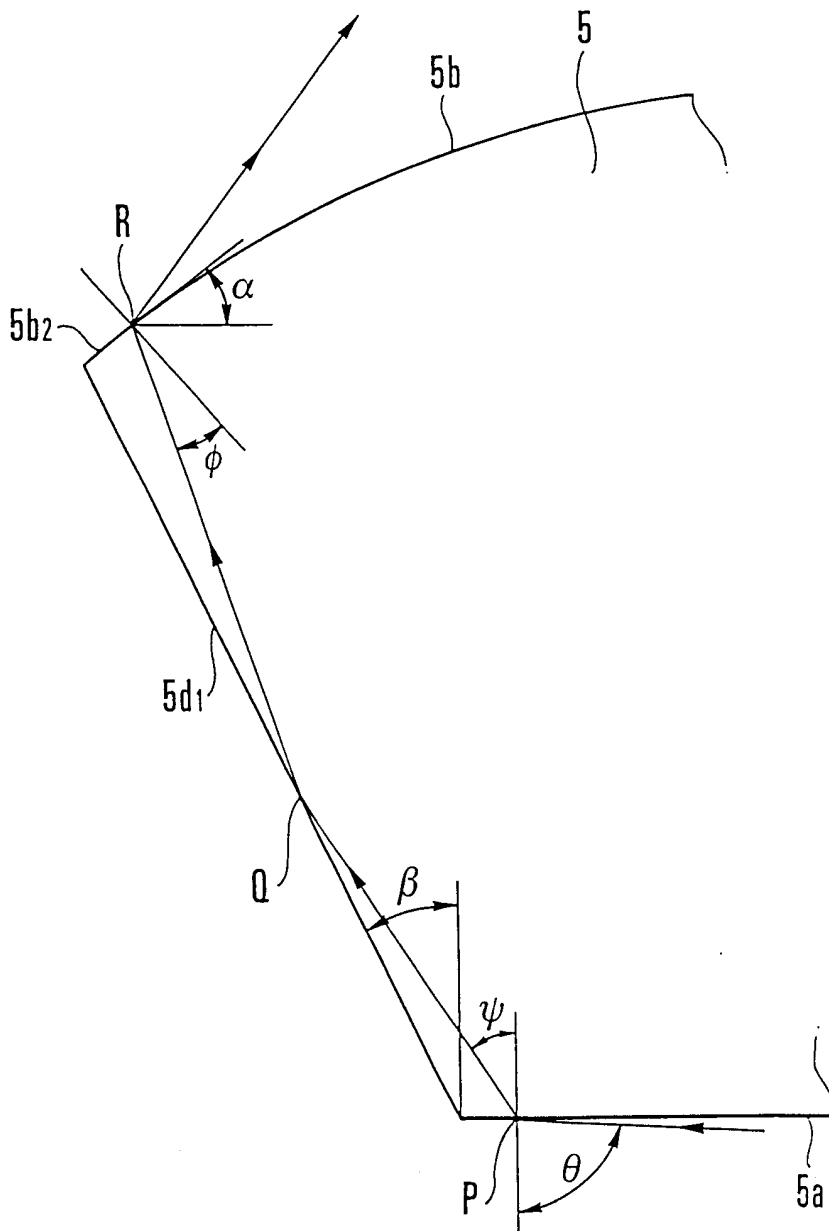


图 10

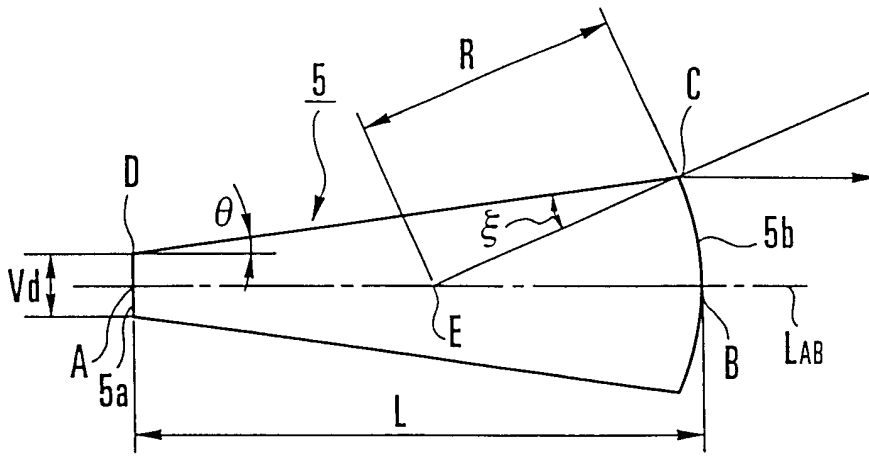


图 11

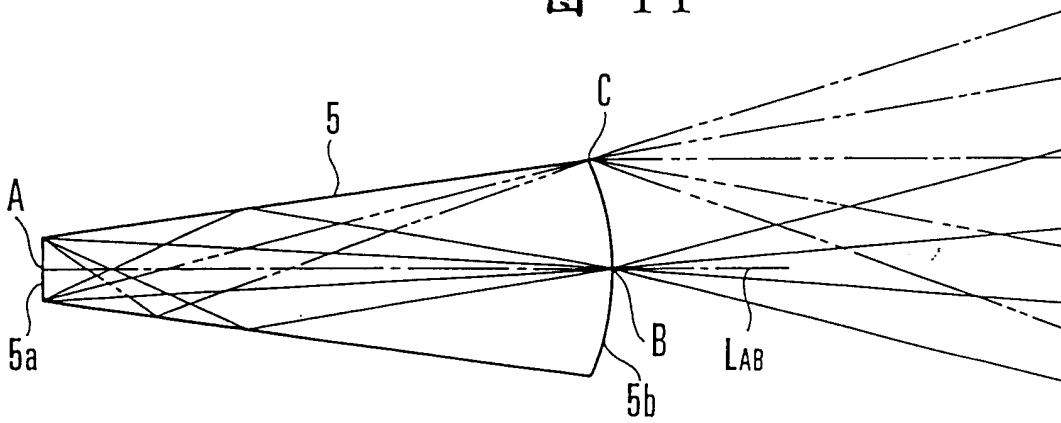


图 12

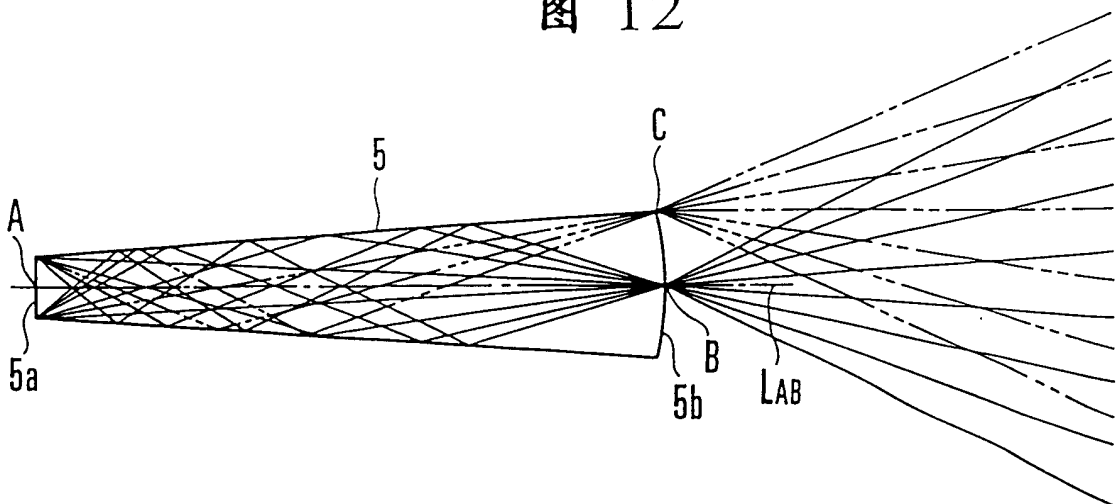


图 14

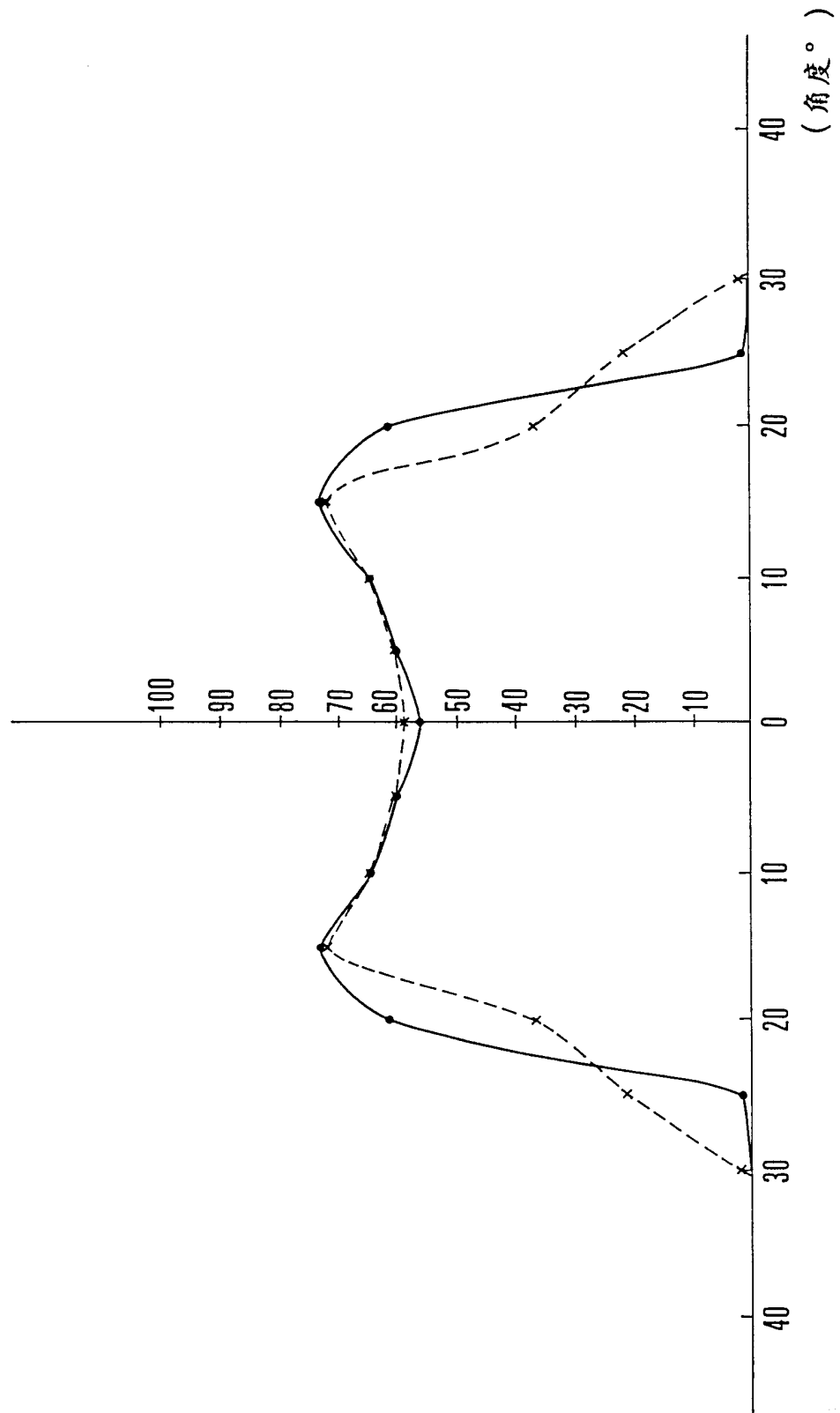


图 15

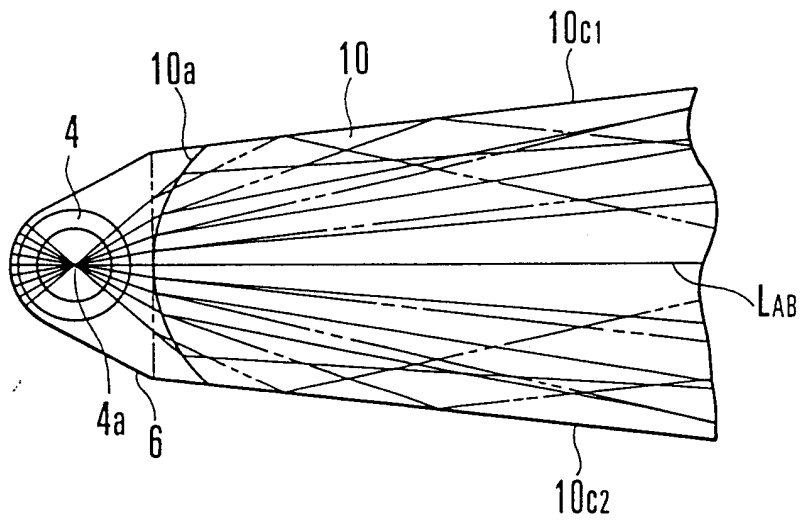


图 16

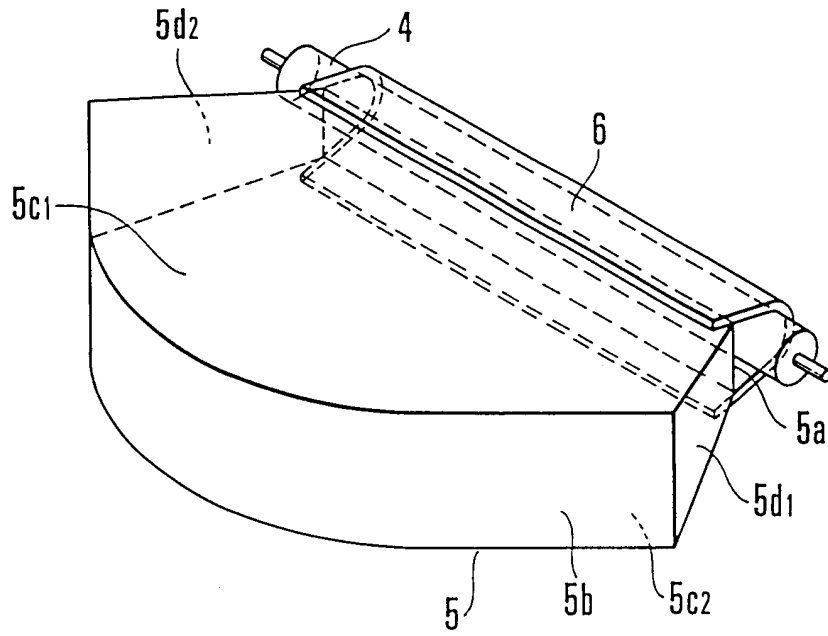


图 17

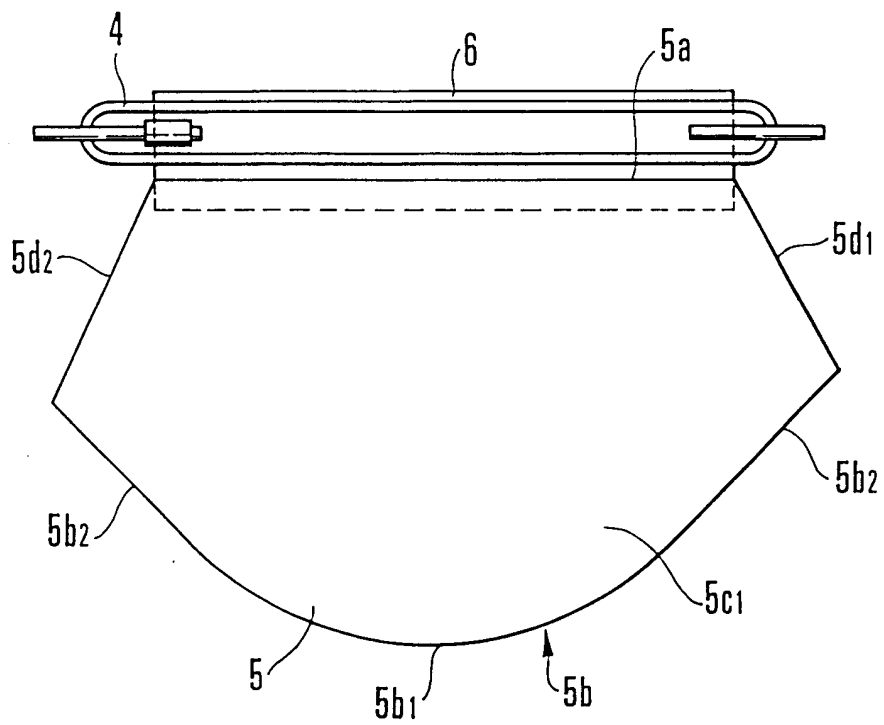


图 18

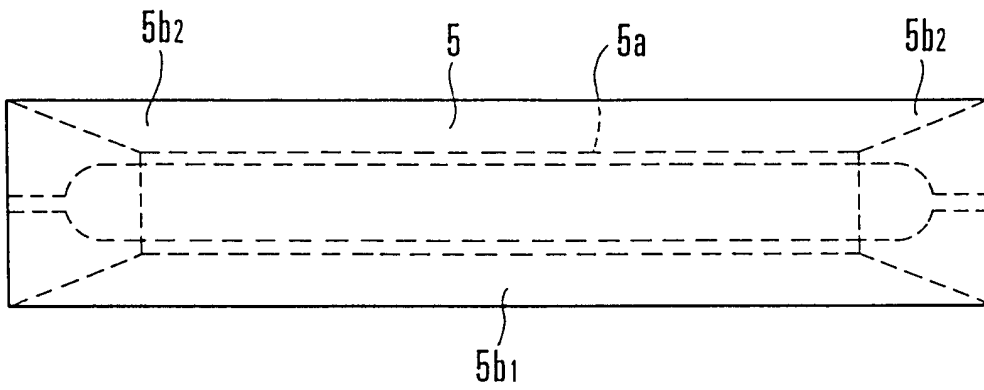


图 19

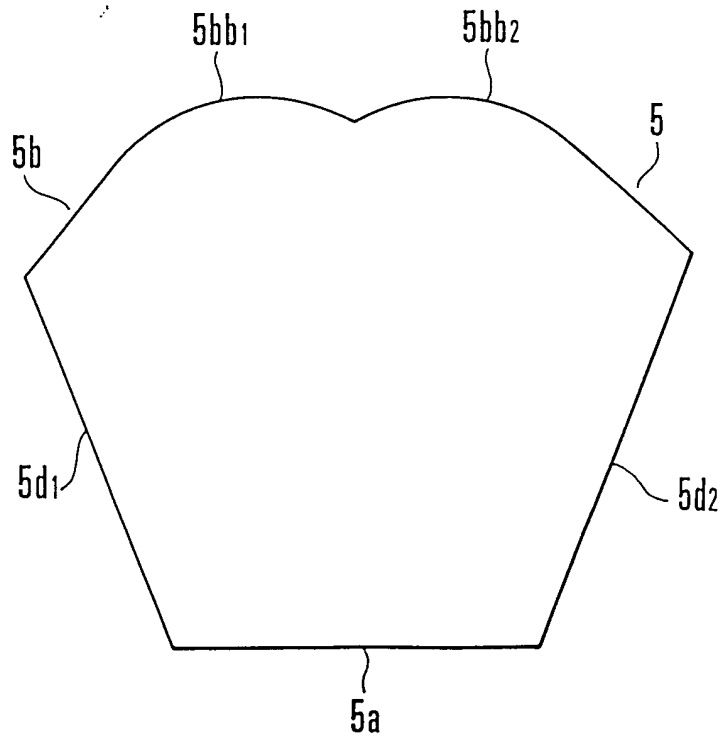
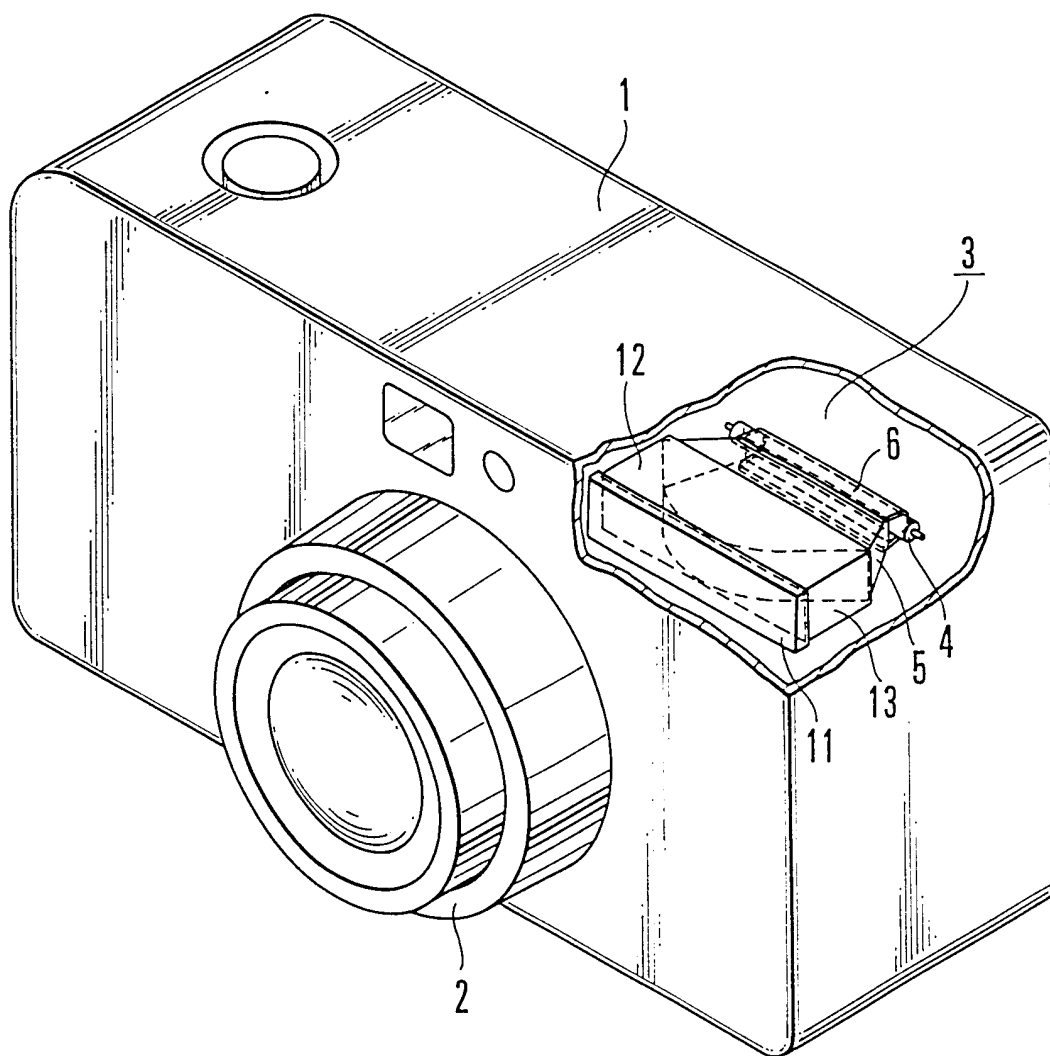


图 20



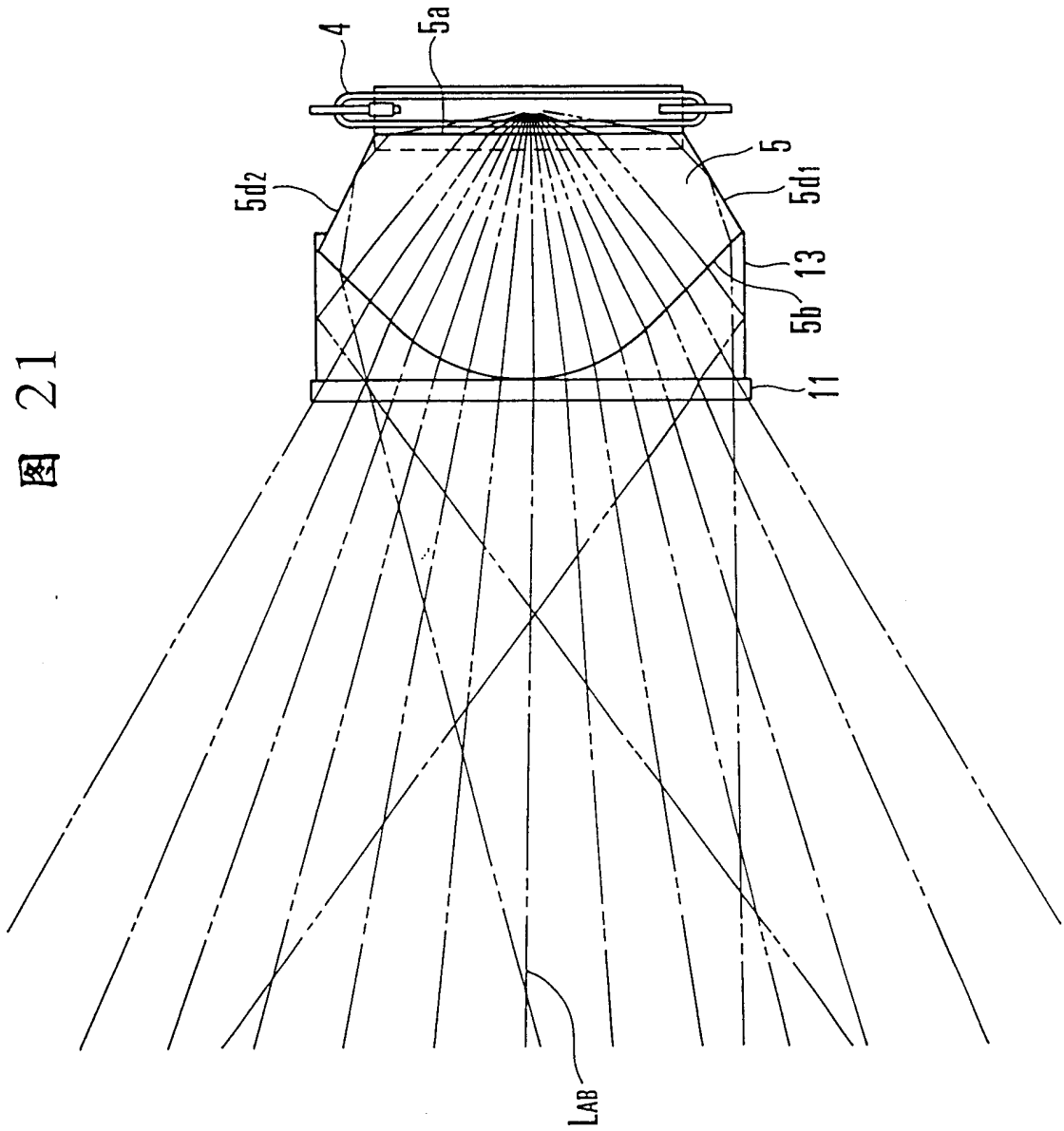


图 21

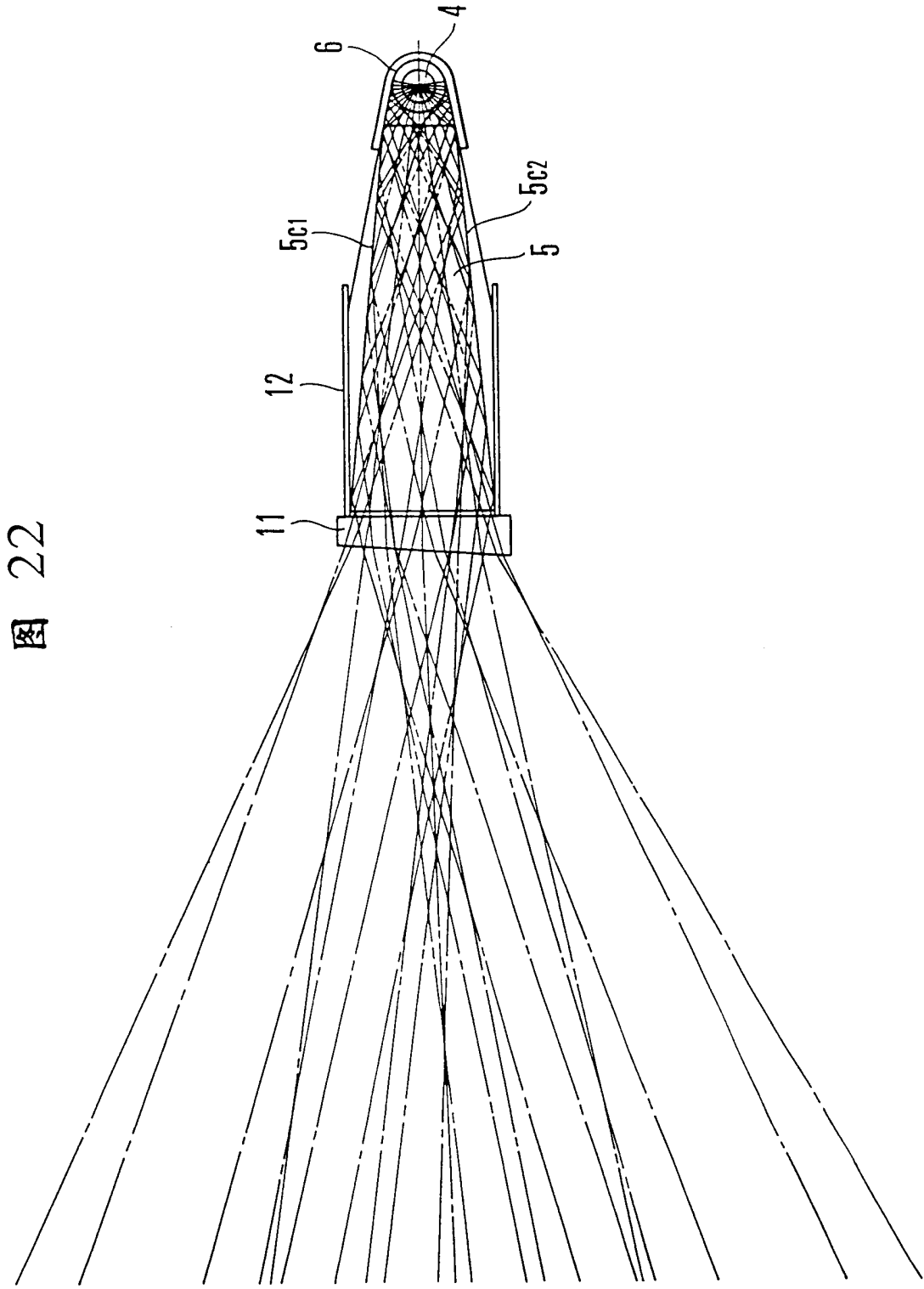


图 22

图 23

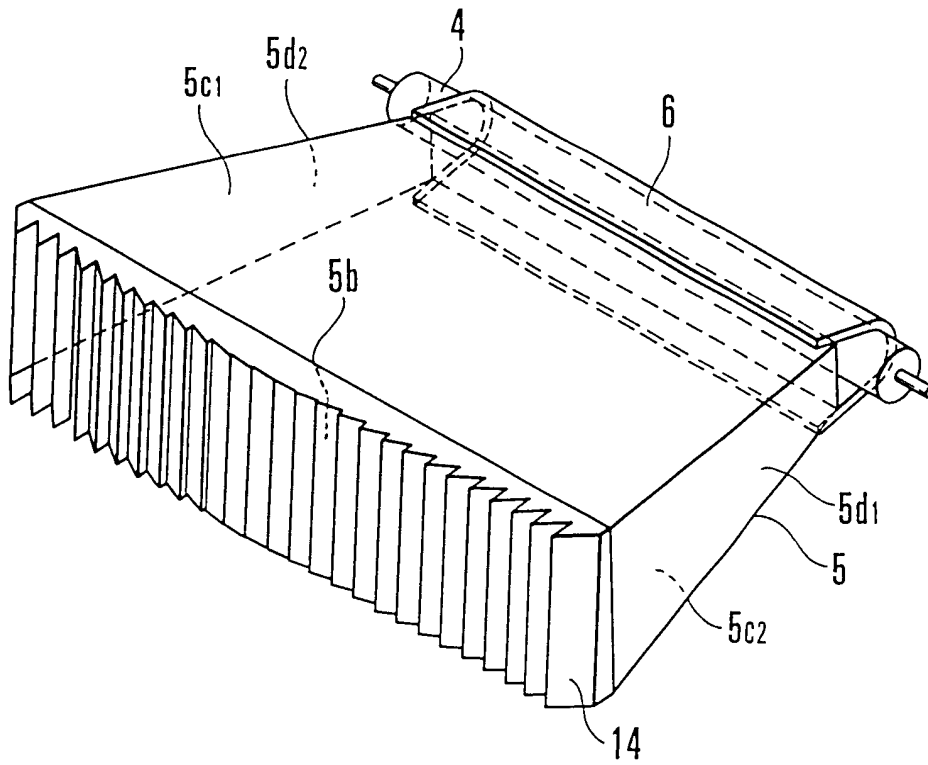


图 24

