

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[ 51 ] Int. Cl<sup>7</sup>

G02B 27/09

G02B 5/04 F21V 13/04



# [12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 98804262.2

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1153994C

[22] 申请日 1998.3.27 [21] 申请号 98804262.2

[30] 优先权

[32] 1997. 4. 22 [33] US [31] 08/841,436

[86] 国际申请 PCT/US1998/006178 1998.3.27

[87] 国际公布 WO1998/048312 英 1998.10.29

[85] 进入国家阶段日期 1999.10.18

[71] 专利权人 美国 3M 公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 丹尼斯·F·范德韦夫

艾伦·J·赫伯特

审查员 曾 楠

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

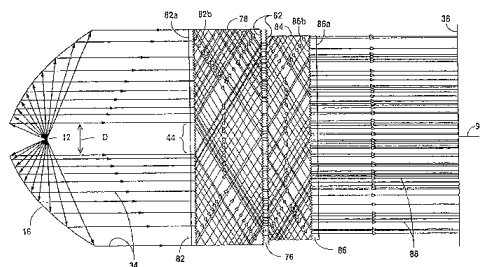
代理人 张民华

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 10 页

[54] 发明名称 投影显示用的棱镜光束均化器

[57] 摘要

一种用于均化来自一光源的光线的装置，它包括一第一多棱镜表面、一第二多棱镜表面和一连接第一多棱镜表面与第二多棱镜表面的反射壳体。该装置可被用于一液晶显示投影系统中。除了该装置外，该系统还包括：一抛物线反射准直器；一定中心于抛物线反射准直器的灯，该灯射出被抛物线反射准直器反射的光线；以及，一液晶显示器，设置该显示器能接收通过第一多棱镜表面、反射壳体和第二多棱镜表面的光线。



ISSN 1008-4274

1. 一种用于将来自一光源(12)的光线(34)均化的装置(50)，其特征在于，该装置包括：

一输入棱镜元件(54)；

一输出棱镜元件(56)；以及

5 一连接输入棱镜元件与输出棱镜元件的直管(52)。

2. 按照权利要求 1 的装置，其特征在于，输入棱镜元件包括一透明的盘，该盘具有一平滑表面(54a)和一开有棱镜槽的表面(54b)。

3. 按照权利要求 2 的装置，其特征在于，开有棱镜槽的表面具有多条同心的棱镜槽(62)。

10 4. 按照权利要求 3 的装置，其特征在于，每一条同心的棱镜槽的横截面形状为一等边三角形(62a)。

5. 按照权利要求 4 的装置，其特征在于，输出棱镜元件与输入棱镜元件相同且两者平行放置，输出棱镜元件的开有棱镜槽的表面与输入棱镜元件的开有棱镜槽的表面相对。

15 6. 按照权利要求 1 至 5 中任一项的装置，其特征在于，来自光源的诸光线在直管内通过输入棱镜元件和输出棱镜元件时径向颠倒。

7. 按照权利要求 1 至 5 中任一项的装置，其特征在于，直管是圆筒形的和内部反射的，其中，输入棱镜元件和输出棱镜元件的每一个具有半径  $R$  和光线偏转角  $\delta$ ，直管长度等于  $R \tan \delta$ 。

20 8. 一种用于将来自一光源的光线均化的装置(70)，其特征在于，该装置包括：

一输入棱镜元件(82)；

一公共棱镜元件(76)；

一输出棱镜元件(86)；以及

25 一连接输入棱镜元件、公共棱镜元件和输出棱镜元件的管子。

9. 按照权利要求 8 的装置，其特征在于，公共棱镜元件包括一透明的盘，该盘具有彼此平行的两个侧表面，一个是第一开有棱镜槽的表面，另一个是第二开有棱镜槽的表面。

10. 按照权利要求 9 的装置，其特征在于，输入棱镜元件和输出棱镜元件各  
30 有一平滑表面和一开有棱镜槽的表面，输入棱镜元件和输出棱镜元件的开有棱镜槽的表面分别平行于并分别指向第一开有棱镜槽的表面和第二开有棱镜槽的表面。

11. 按照权利要求 8 至 10 中任一项的装置，其特征在于，所述管子包括一

连接输入棱镜元件和公共棱镜元件用的第一直管(78)和一连接公共棱镜元件和输出棱镜元件用的第二直管(84)。

12. 按照权利要求 8 至 10 中任一项的装置, 其特征在于, 每个开有棱镜槽的表面具有诸条同心槽, 每一条的横截面形状为一等边三角形。

5 13. 按照权利要求 11 或 12 的装置, 其特征在于, 来自光源的诸光线在直管内通过输入棱镜元件和第二开有棱镜槽的表面时径向颠倒, 并且再沿径向颠倒, 从而获得方位如最初的但均匀性较最初强的且无暗斑的诸光线。

14. 按照权利要求 11 的装置, 其特征在于, 第一直管将输入棱镜元件与公共棱镜元件分隔一  $R_1 \tan \delta_1$  的距离, 其中, 输入棱镜元件和公共棱镜元件的半径都为  $R_1$ , 光线的偏转角为  $\delta_1$ ; 第二直管将输出棱镜元件与公共棱镜元件分隔一  $R_2 \tan \delta_2$  的距离, 其中, 输出棱镜元件和公共棱镜元件的每一个具有半径  $R_2$  和光线偏转角  $\delta_2$ 。

10

15. 一种用于将来自一光源的光线均化的装置(100), 其特征在于, 该装置包括一实心圆柱体(102), 该圆柱体具有一第一平面端和一第二平面端, 该第一平面端具有诸同心的棱镜槽(62), 第二平面端具有诸同心的棱镜槽(62)。

15

16. 按照权利要求 15 的装置, 其特征在于, 该实心圆柱体是一透明玻璃或塑料。

17. 按照权利要求 15 或 16 的装置, 其特征在于, 每条同心的棱镜槽的横截面形状都为一具有两底角  $\alpha$  和一光线偏转角  $\delta$  的等腰三角形, 其中  $\delta$  等于  $\pi/2 - \alpha$ ,  $\alpha$  等于  $\arctan(n \sin(\delta)/(n \cos(\delta) - 1))$ 。

20

18. 按照权利要求 15 或 16 的装置, 其特征在于, 该实心圆柱体的长度为  $R/\tan(\delta)$ , 其中的  $R$  是该圆柱体的半径。

19. 一种液晶显示投影系统, 该系统包括:

一抛物线反射准直器(16);

25 一定中心于抛物线反射准直器的灯(12), 该灯射出被抛物线反射准直器反射的光线; 其特征在于, 还包括:

一输入棱镜元件(54), 该表面设置在被抛物线反射准直器反射的光线中;

一输出棱镜元件(56);

一连接输入棱镜元件与输出棱镜元件的直管(52); 以及

30 一液晶显示器(36), 设置该显示器能接收通过输入棱镜元件、直管和输出棱镜元件的光线。

20. 按照权利要求 19 的系统, 其特征在于, 直管是圆筒形的和内反射的, 并将输入棱镜元件与输出棱镜元件分隔一  $R \tan \delta$  的距离, 其中输入棱镜元件和输出棱镜元件的每一个具有半径  $R$  和光线偏转角  $\delta$ 。

## 投影显示用的棱镜光束均化器

技术领域

- 5 本发明总的涉及投影显示器，更具体说，涉及一种电子阀型的投影显示用的小型棱镜光束均化器。

背景技术

- 产生均匀而准直的光束的高强度光源对于投影显示系统显得愈加重要。收集来自如一金属卤化物灯的高强度电弧光源的光线的一种最普通而有效的方法采用了一个与该灯轴向安装的抛物线或椭圆反光镜。对于如这一种和其他的反射集光器，由于三个主要因素使在光阀处的亮度不均匀，并产生投影像。一个因素是在反射器的周边区域里的投影亮度的减小。另一因素是灯电极、灯罩和在该反射器的一中心区附近的电线的阴影效应。第三个因素是反射器上的一顶孔，通常通过该孔安装该灯。

- 特别对于投影显示用途来说，已采用了几种技术以提高来自光源和反射集光器的光线的均匀性。一种技术使用了位于一光源与一光阀之间的单独的一对多透镜布置方案。这种技术最初在 Schering 的美国专利 2,183,249 和 Rantsch 的美国专利 2,186,123 和 2,326,970 中被描述过。近期，例如在 Lehureau 的欧洲专利申请 512893、Matsumoto 的美国专利 4,769,750、Nakayama 的欧洲专利申请 646828 和 Masumoto 的美国专利 5,418,583 中已描述了该种技术的变化情况。

- 另一技术使用了一种无成像光管或光导，以在一出口孔形成一均匀的光束。Marshall 在《SPIE Proceedings》1979 年版第 176 卷第 161-167 页上的题为“锥形光导聚光器：一种设计途径”描述了这种技术。这种技术的无成像反射器进一步在 Duwaer 的美国专利 5,146,258、Casio 的日本专利 380221、Shibatani 的美国专利 5,459,592、Fujitsu 的日本专利 7301800 和 Dolgoff 的欧洲专利申请 676902 中描述过。

- 另一有关的途径是在完全封闭一光源的一空间里使用了复合散射。光线从一出口孔射出。W0 公开物 91/18315 描述了该途径。

提供来自一反射抛物线集光器的较均匀的光束的另一途径包括设置一在一光源与一光阀之间带有一强的中心梯度的非球面校正透镜。Mitsutake 的欧洲专利申请 545052 描述了该途径。Shibatani 的美国专利 5,459,592、Ricoh

的日本专利 7321003 和 NEC 的日本专利 8201759 描述了其他类型的补偿透镜或光束反射棱镜。

尽管有这些技术，传统技术有其许多缺点。例如，折射光束均化装置能将附加的色散引入投影光学。在传播光线方面，反射光管光束均化器或光线积分器均不是很有效，通常其体积也不是很紧凑的。同样，位于一光源与光阀之间的光束偏转棱镜能根本上改变光线在光阀处的入射角，从而，在将光线聚焦于投影棱镜方面产生问题。

### 发明内容

10 本发明的目的是提供一种棱镜光束均化器，用于例如带有一光阀或 LCD 光源的投影显示器，该均化器的结构能克服许多这样的缺点。

为此，本发明提供一种用于将来自一光源的光线均化的装置，该装置包括：一输入棱镜元件；一输出棱镜元件；以及，一连接输入棱镜元件与输出棱镜元件的直管。

15 在上述的装置中，输入棱镜元件包括一透明的盘，该盘具有一平滑表面和一开有棱镜槽的表面。

在上述的装置中，开有棱镜槽的表面具有多条同心的棱镜槽。

在上述的装置中，每一条同心的棱镜槽的横截面形状为一等边三角形。

在上述的装置中，输出棱镜元件与输入棱镜元件相同且两者平行放置，输出棱镜元件的开有棱镜槽的表面与输入棱镜元件的开有棱镜槽的表面相对。

在上述的装置中，来自光源的诸光线在直管内通过输入棱镜元件和输出棱镜元件时径向颠倒。

在上述的装置中，直管是圆筒形的和内部反射的，其中，输入棱镜元件和输出棱镜元件的每一个具有半径  $R$  和光线偏转角  $\delta$ ，直管长度等于  $R \tan \delta$ 。

25 此外，本发明提供还一种用于将来自一光源的光线均化的装置，该装置包括：一输入棱镜元件；一公共棱镜元件；一输出棱镜元件；以及，一连接输入棱镜元件、公共棱镜元件和输出棱镜元件的管子。

在上述的装置中，公共棱镜元件包括一透明的盘，该盘具有彼此平行的两个侧面，一个是第一开有棱镜槽的表面，另一个是第二开有棱镜槽的表面。

30 在上述的装置中，输入棱镜元件和输出棱镜元件各有一平滑表面和一开有棱镜槽的表面，输入棱镜元件和输出棱镜元件的开有棱镜槽的表面分别平行于并分别指向第一开有棱镜槽的表面和第二开有棱镜槽的表面。

在上述的装置中，所述管子包括一连接输入棱镜元件和公共棱镜元件用的第一直管和一连接公共棱镜元件和输出棱镜元件用的第二直管。

在上述的装置中，每个开有棱镜槽的表面具有诸条同心槽，每一条的横截面形状为一等边三角形。

在上述的装置中，来自光源的诸光线在直管内通过输入棱镜元件和第二开有棱镜槽的表面时径向颠倒，并且再沿径向颠倒，从而获得方位如最初的但均匀性较最初强的且无暗斑的诸光线。

在上述的装置中，第一直管将输入棱镜元件与公共棱镜元件分隔一  $R_1 \tan \delta_1$  的距离，其中，输入棱镜元件和公共棱镜元件的半径都为  $R_1$ ，光线的偏转角为  $\delta_1$ ；第二直管将输出棱镜元件与公共棱镜元件分隔一  $R_2 \tan \delta_2$  的距离，其中，输出棱镜元件和公共棱镜元件的每一个具有半径  $R_2$  和光线偏转角  $\delta_2$ 。

此外，本发明还提供一种用于将来自一光源的光线均化的装置，该装置包括一实心圆柱体，该圆柱体具有一第一平面端和一第二平面端，该第一平面端具有诸同心的棱镜槽，第二平面端具有诸同心的棱镜槽。

在上述的装置中，该实心圆柱体是一透明玻璃或塑料。

在上述的装置中，每条同心的棱镜槽的横截面形状都为一具有两底角  $\alpha$  和一光线偏转角  $\delta$  的等腰三角形，其中  $\delta$  等于  $\pi/2 - \alpha$ ， $\alpha$  等于  $\arctan(n \sin(\delta)/(n \cos(\delta) - 1))$ 。

在上述的装置中，该实心圆柱体的长度为  $R/\tan(\delta)$ ，其中的  $R$  是该圆柱体的半径。

此外，本发明还提供一种液晶显示投影系统，该系统包括：一抛物线反射准直器(16)；一定中心于抛物线反射准直器的灯(12)，该灯射出被抛物线反射准直器反射的光线；一输入棱镜元件(54)，该表面设置在被抛物线反射准直器反射的光线中；一输出棱镜元件(56)；一连接输入棱镜元件与输出棱镜元件的直管(52)；以及，一液晶显示器(36)，设置该显示器能接收通过输入棱镜元件、直管和输出棱镜元件的光线。

在上述的系统中，直管是圆筒形的和内反射的，并将输入棱镜元件与输出棱镜元件分隔一  $R \tan \delta$  的距离，其中输入棱镜元件和输出棱镜元件的每一个具有半径  $R$  和光线偏转角  $\delta$ 。

#### 附图说明

图 1 是一传统的灯和抛物线反射器装置的剖面图；

图 2 是一传统的光阀投影系统的简化的侧视图；

图 3 表示了从带有一中心灯安装孔的一抛物线集光器反射来的诸条代表性光线；

图 4 表示使用了带有一中心灯安装孔的一抛物线集光器的情况下，在光阀

处所形成的光线分布情况；

图 5 是按照本发明的诸实施例的一棱镜光束均化器单元的立体图；

图 6 是按照本发明的诸实施例，沿着由图 5 中的线 A-A' 所示的该棱镜光束均化器单元的直径剖取的它的剖面图；

5 图 7 是图 5 的棱镜光束均化器单元的一棱镜元件的一放大的剖面图，详细表示了按照本发明的诸实施例，在该元件的一表面上的几条圆形微棱镜槽和该元件的其他平表面；

图 8 表示了按照本发明的诸实施例，使用一个单元棱镜光束均化器，从带有一中心灯安装孔的一抛物线集光器反射来的诸条代表性光线；

10 图 9 表示了按照本发明的诸实施例，具有一个单元棱镜光束均化器、使用带有一中心灯安装孔的一抛物线集光器的情况下，在光阀处所形成的光线分布；

图 10 是按照本发明的诸实施例，一双单元棱镜光束均化器的一剖面图；

15 图 11 表示按照本发明的诸实施例，使用一双单元棱镜光束均化器，从带有一中心灯安装孔的一抛物线集光器反射来的诸条代表性光线；

图 12 表示了按照本发明的诸实施例，具有一双单元棱镜光束均化器、使用带有一中心灯安装孔的一抛物线集光器的情况下，在光阀处所形成的光线分布；

20 图 13 表示按照本发明的诸实施例，由固体折射材料形成的另一个棱镜光束均化器单元；

图 14 表示按照本发明的诸实施例，由两个带有指向朝外的微棱镜槽的折射元件形成的又一个棱镜光束均化器单元。

### 具体实施方式

25 参阅图 1，一传统的灯与抛物线反射器装置 10 包括一如一金属卤化物型灯的电弧放电灯管 12，该灯安装在一抛物线反射准直器 16 的一中心顶孔 14 中。这装置 10 是一有效的集光系统，是已经应用如一液晶显示(LCD)投影仪的电子投影显示中的典型系统。用该装置 10，由于一灯罩 18 和带有灯 12 的导线 20 的一前电极引起的中心阴暗的缘故，在准直的被反射的光束的中心造成一暗区。抛物线反射准直器 16 的、通过其安装灯 12 用的中心顶孔 14 也产生了该反射光束的中心暗区。此外，反射的光强通常朝着抛物线准直器 16 的外周而减小。这些结果形成一高度不均匀的反射光束。

30

参阅图 2，一传统的投影系统 30 包括图 1 所示的传统的灯与抛物线形反射器装置 10。该传统的投影系统 30 的中心位于一光轴线 32 上。来自沿轴向安

装在抛物线反射准直器 16 的中心顶孔 14 的电弧放电灯管 12 的光线由抛物线反射准直器 16 准直。标号为 34 的准直光线通过一调制传播光线阀门 36, 如液晶显示器, 并由一向场透镜 38 会聚于一投影透镜 40。该投影透镜 40 在一投影屏上 42 上形成一放大的 LCD 像。

- 5 结合起来看图 2 和 3, 来自抛物线反射准直器 16 的光线 34 照射于光阀 36 时这些光线被表示为简化的形式。从图 3 可以理解: 中心顶孔 14 和灯 12 怎样在灯阀 36 处造成一直径为 D 的暗区 44。

参阅图 4, 在光阀 36 处的一典型的光强度分布或照明图形 46 表示在该图形 46 的中心有一暗区 44。在该暗斑 44 的边缘, 光强度最大并朝着图形 46 的  
10 周边减小。由于位于抛物线反射准直器 34 的中心的中心顶孔 14 和灯 12 以及具有位于中心的光源的抛物线反射准直器的具体的反射特性的缘故, 就产生了这种图形。

参阅图 5, 一棱镜光束均化器单元 50 包括一直管 52。该直管 52 是刚性、中空和圆筒形的, 并有两平圆端。第一端固定有一输入棱镜元件 54。第二端固  
15 定有一相同的、但为相对的输出棱镜元件 56。该输入棱镜元件 54 和输出棱镜元件 56 各在其一个平表面上包括有多个邻接的同心的圆形微棱镜槽。元件 54 和 56 的每一个的其他平表面总是平而光滑的, 无明显的伤痕或偏差。直管 52 的半径和长度分别为 R 和 S。元件 54 和 56 的每一个也具有半径 R。该直管 52 的一内表面 58 是反射光线的。

20 参阅图 6, 输入棱镜元件 54 有一平滑的侧面 54a 和一开了微棱镜槽的侧面 54b。开了微棱镜槽的侧面 54b 形成有多个同心的微棱镜槽 62。每条微棱镜槽 62 有一顶角  $\alpha=60^\circ$ 。类似地, 输出棱镜元件 56 有一平滑的侧面 56a 和一开了微棱镜槽的侧面 56b。开了微棱镜槽的侧面 56b 也形成有多个同心的微棱镜槽 62。总的说来,  $S=R \times \tan \delta$ , 式中, R 是每个输入和输出棱镜元件 54 和 56  
25 和直管 52 的半径,  $\delta$  是当光线从输入棱镜元件 54 通过输出棱镜元件 56 时光线的偏转角。例如,  $\alpha=60^\circ$ ,  $\delta=60^\circ$ ,  $R=25$  毫米,  $S=14.4$  毫米。

在操作时, 该棱镜光束均化器单元 50 的中心在光轴线 60 上。该光轴线 60 指明了光线的方向, 首先接触于输入棱镜元件 54, 然后通过直管 52, 最后经过输出棱镜元件 56 射出。具有非均匀径向强度沿着光轴 60 方向射入的准直光  
30 线, 如来自图 2 的传统的投影系统 30 的传统的灯与抛物线形反射器装置 10 的准直光线, 经过输入棱镜元件 54 射入棱镜光束均化器单元 50, 并经过输出棱镜元件 56 以一较均匀分布的径向强度射出。

结合起来看图 6 和 7, 输入棱镜元件 54 和输出棱镜元件 56 的诸同心的微棱镜槽 62 中的每一条形成等边三角形棱镜 62a (如图 7 中放大的细节所示)。



输入棱镜元件 54 和输出棱镜元件 56 的开了微棱镜槽的侧面 54b 和 56b 在直管 52 内彼此朝里面对, 并分开一直管 52 的长度的距离  $S$ 。具有非均匀的径向强度的准直光束 34 进入单元 50。每条光线 34 借助在输入棱镜元件 54 内的全内反射 (TIR) 以偏转角  $\delta=60^\circ$  大致向上或向下偏斜(如图 6 和 7 所示)。有些光线 34 直接射到输出棱镜元件 56, 其他诸条光线在射到输出棱镜元件 56 之前被直管 52 的内反射表面 58 反射。

从输出棱镜元件 56 射出的每条光线保持其平行于光轴线 60 的原始入射方向。棱镜元件 54 与 56 的分离间距  $S$  是这样选择的, 即所有射到输入棱镜元件 54 中心附近的光线 34 被引导到输出棱镜元件 56 的边缘, 所有射到输入棱镜元件 54 边缘附近的光线 34 被引导到输出棱镜元件 56 的中心。所以, 进入输入棱镜元件 54 的准直光线的照射分布与从输出棱镜元件 56 射出时比较, 沿径向是相反的。

由于在棱镜元件 54 和 56 内的全反射或从直管 52 的内反射表面 58 的第一表面镜面反射而使所有的完全准直的光线发生偏转, 故在棱镜光束均化器单元 50 里未引入色散。所以, 这种光线偏转与棱镜元件 54 和 56 的折射率无关。即使相对于输入光源的完全准直发生略微的偏转, 那些在棱镜元件 54 和 56 的任一个表面折射的光线并无色散, 并分别在开了槽的表面 54b 和 56b 上内反射, 这是因为形成了诸开了槽的表面 54b 和 56b 的微棱镜槽 62 的诸  $60^\circ$  等边 (TIR) 微棱镜分别发挥了诸非扩散 (色散) 棱镜的作用。

结合起来看图 7 和 8, 棱镜光束均化器单元 50 较均匀地扩散了照射光阀 36 的光线 34。图 8 表示了在光阀 36 的平面处所形成的光线强度分布图形 64。经与图 4 比较后可注意到: 在图形 64 的中心无暗斑 44, 在整个图形 64 里的光强度基本上是均匀的。由于棱镜光束均化器单元 50 沿径向反过来改变了进入输入棱镜元件 54 而射出输出棱镜元件 56 的准直光线的照射分布情况, 故形成了这样的图形 64。

下面举一使用了棱镜光束均化器单元 50 的一 LCD 投影系统的实例:

一原型 LCD 投影系统能使用下述的诸专门的零件造成。— 250 瓦金属卤化物电弧放电灯管 (Ushio UMI-250-DC) 被沿轴向安装在一具有一焦距长为 5.1 毫米、输出孔径为 72 毫米的电铸抛物线反射器 (Opti-Forms POF5-4-AF) 中。— 具有一热反射分色涂层的尺寸为 75 毫米×75 毫米的低膨胀硼硅玻璃片插入抛物线反射器的输出孔与光束均化器单元之间。该光束均化器单元是一具有诸聚丙烯塑料微棱镜元件的一单元光束均化器, 每个元件是直径为 49 毫米而厚度为 2 毫米的盘。诸元件的等边三角形微棱镜的每个面的长度是 0.25 毫米。该光束均化器单元的一镀银的玻璃反射圆筒体的直径为 49 毫米以及长度为 14 毫

米。一 VGA 兼容的 1.3 英寸对角线的 LCD 模块(Seiko Epson #P13VM115/125)由该光束均化器单元射出的准直光线照射。一平凸形向场透镜将该 LCD 模块射出的准直光线聚焦在一聚焦为 75 毫米、 $f/2.5$  的、覆盖有消像散透镜的投影透镜(JML Optical Industries)。

- 5 参阅图 10, 一个双单元光束均化器 70 包括一第一单元 72 和一第二单元 74, 每个基本上是如图 5 和 6 所示的那种棱镜光束均化器单元 50。但是, 该双单元光束均化器 70 可包括一在第一单元 72 与第二单元 74 之间共有的公共的棱镜元件 76。该公共棱镜单元 76 包括在该单元 76 的两个相反的侧面上的两微棱镜槽 62。第一单元 72 包括一具有两端的第一直管 78。该第一直管 78 的一端固定有一具有一平滑侧面 82a 和一开有微棱镜槽的侧面 82b 的输入棱镜元件 82。该直管 78 的另一端固定有该公共棱镜元件 76。该第一直管 78 的半径为  $R_1$  以及其长度为  $S_1$ 。第二单元 74 也包括一具有两端的第二直管 84。该第二直管 84 的一端固定有公共棱镜元件 76, 另一端固定有一输出棱镜元件 86。该输出棱镜元件 86 具有一平滑侧面 86a 和一开有微棱镜槽的侧面 86b。该第一直管 10 78 的半径为  $R_2$  以及其长度为  $S_2$ 。

- 结合起来看图 10 和 11, 在操作时, 该双单元光束均化器 70 除去了发送光线 34 的光源中的任何中心障碍或抛物线形反射器顶孔的影响。双单元光束均化器 70 定中心在一光轴线 90 上。公共棱镜元件 76 与第二单元 74 的输出棱镜元件 86 之间的间隔  $S_2$  和直管 84 的反射圆筒体的半径  $R_2$  可调节, 以使得在直径为  $D$  的抛物线反射器的中心顶孔 14(如图 1 和 2 所示)的周边附近的准直光线 20 34 输出第二单元 74 时象接近于光轴线 90 的光线 88 一样。如此, 消除了一直径为  $D$  的中心障碍或由于抛物线顶孔所失去的光线的结果, 即暗斑 44。还有, 进入第一单元的周边的附近的准直光线 34 在第二单元 74 的周边的附近如平行光线 88 射出。最终射出的光束 88 的半径  $R_2$  小于入射光束 34 的半径  $R_1$ , 这里的  $R_2 \cong R_1 - D$ ,  $S_1 = R_1 \tan 60^\circ$ ,  $S_2 = R_2 \tan 60^\circ$ 。

使用该双单元光束均化器 70 时, 从具有一中心顶孔 14 的抛物线反射准直器 16 的光路表示在图 11 的原理里。射出的光束 88 的强度分布或照明图形 92 照射了光阀 36(如图 12 所示)。

- 引起注意的是: 不管是采用棱镜光束均化器单元 50 还是双单元光束均化器 70, 在每种情况下, 对于任何通过该光束均化器的每一条光线均维持着由放大尺寸的光源产生的准直角偏差。但是, 对于单个单元均化器 50 说来, 颠倒了出射光线的斜度, 而对于双单元光束均化器 70 来说, 保留了出射斜度。

参阅图 13, 另一种棱镜光束均化器单元 100 的一实施例是一材料例如为玻璃或塑料的透明的光学材料的实心圆柱体 102。在该实心圆柱体 102 的每个

平面端部上具有相同的一系列圆形的共心的微棱镜槽 62。如前面描述的诸实施例，这些微棱镜槽 62 组成一系列具有基角 $\alpha$ 的等腰三角形。诸准直的入射光线 34 在诸微棱镜槽 62 的棱镜面折射并在实心圆柱体 102 内以一偏转角 $\delta$ 偏转。为了减小被诸相邻的棱镜面对内部折射光线的阻挡，必须应用以下关系式：

$$\delta = \pi/2 - \alpha$$

此外，对于沿与入射光线 34 相同的方向被折射的射出光线 106，为了保持准直，在诸微棱镜槽 62 的每个表面必须应用下述关系式：

$$\alpha = \arctan(n \sin(\delta) / (n \cos(\delta) - 1))$$

式中： $n$  是组成实心圆柱体 102 的光学材料的折射率。从该实心圆柱体 102 的诸边缘反射的内部折射光线 104 通常具有一入射角 $\theta = \alpha$ ，在四周以空气为邻的情况下该角度超过临界角 $\theta_c = \arcsin(1/n)$ ，这样，光线 104 就进行了全内反射。所以，不需要在该光束均化器单元 100 的圆柱体 102 的表面上涂复另外的反射涂层。

通过调节另一个具有圆柱半径  $R$  的棱镜光束均化器单元 100 的长度  $S$ ，靠近于一光轴线 110 的入射光线 34 射出该光束均化器单元 100 成为靠近于实心圆柱体 102 的诸边缘或周边的光线 106。同样，靠近于光束均化器单元 100 的周边入射的光线 34 射出成为靠近于光轴线 110 的光线 106。总的说来， $S = R / \tan(\delta)$ 。例如，如果该光束均化器材料是折射率为  $n = 1.492$  的丙烯酸塑料，则 $\alpha = 63.4^\circ$ ， $\delta = 26.6^\circ$ ， $S = 49.9$  毫米（当  $R = 25$  毫米时）。如果该光束均化器材料是折射率为  $n = 1.523$  的光学冕牌玻璃，则 $\alpha = 62.9^\circ$ ， $\delta = 27.1^\circ$ ， $S = 48.8$  毫米（当  $R = 25$  毫米时）。尽管色散是由在其一入射表面的诸微棱镜槽 62 的诸折射棱镜引入的，由于没有最终的光线偏转，故在射出表面的相反的折射消除了色散。所以，该另一种棱镜光束均化器单元 100 无色散出现。

参阅图 14，第二个另外的棱镜光束均化器单元 120 的一个实施例包括一输入折射棱镜元件 122 和一输出折射棱镜元件 124。该两元件 122 与 124 被一由一圆筒体 126 包围的空气空间 125 分开。一反射涂层覆盖了该圆筒体 126 的一内表面。在元件 122 和 124 的诸外表面上形成有诸微棱镜槽 62。诸平表面 128 被限定为诸微棱镜槽 62 的诸等腰三角形的诸底边。入射准直光线 34 在诸微棱镜槽 62 的表面上折射，并在诸平表面 128 进一步折射。诸微棱镜槽 62 的诸等腰三角形有诸底角 $\alpha$ 。入射准直光线 34 在诸槽 62 的诸棱镜表面折射，并在输入折射棱镜元件 122 内以偏转角 $\beta$ 偏转。为了将相邻的诸棱镜表面对内部折射光线的阻挡减至最小程度，必须应用下述关系式：

$$\beta = \pi/2 - \alpha$$

在该空气空间 125 里的偏转角 $\delta$ 由在平表面 128 处的一另外的折射所确定，

并由下式得出：

$$\delta = \arcsin(n \sin(\beta))$$

此外，对于沿与入射光线 34 相同的方向被折射的射出光线 130，即，为了保持准直，对于每个元件 122 和 124 都必须应用下述关系式：

5       $\alpha = \arctan(n \sin(\beta) / (n \cos(\beta) - 1))$

式中：n 是组成元件 122 和 124 的光学材料的折射率。

通过调节第二个另外的具有圆柱半径 R 的棱镜光束均化器单元 120 的长度 S，靠近于一光轴线 132 的入射光线 34 射出该光束均化器单元 120 成为靠近于输出棱镜元件 124 的周边的诸平行光线 130。同样，靠近于输入棱镜元件 122 10 的周边的诸射入的光线 34 射出输出棱镜元件 124 成为靠近于光轴线 132 的诸光线 130。总的说来， $S = R / \tan(\delta)$ 。例如，如果棱镜元件 122 和 124 是折射率  $n = 1.492$  的丙烯酸塑料，则  $\alpha = 63.4^\circ$ ， $\delta = 41.9^\circ$ ， $S = 27.8$  毫米(当  $R = 25$  毫米时)。如果棱镜元件 122 和 124 是折射率  $n = 1.523$  的光学冕牌玻璃，则  $\alpha = 62.9^\circ$ ， $\delta = 43.9^\circ$ ， $S = 26.0$  毫米(当  $R = 25$  毫米时)。尽管色散由输入棱镜元件 122 的诸微 15 棱镜槽 62 的诸折射棱镜引入，但是由输入棱镜元件 124 的相反的折射消除了色散。所以，该第二个另外的棱镜光束均化器单元 120 无色散出现。

尽管以上图示并描述了本发明的诸实施例，在前面的揭示中和在有些情况下还是预期可作较多的修改变化和替换，可采用本发明的一些特征而不相应地使用其他特征。因此，能以较广的含义并与本发明的范围一致的方式说明所附 20 的诸权利要求。

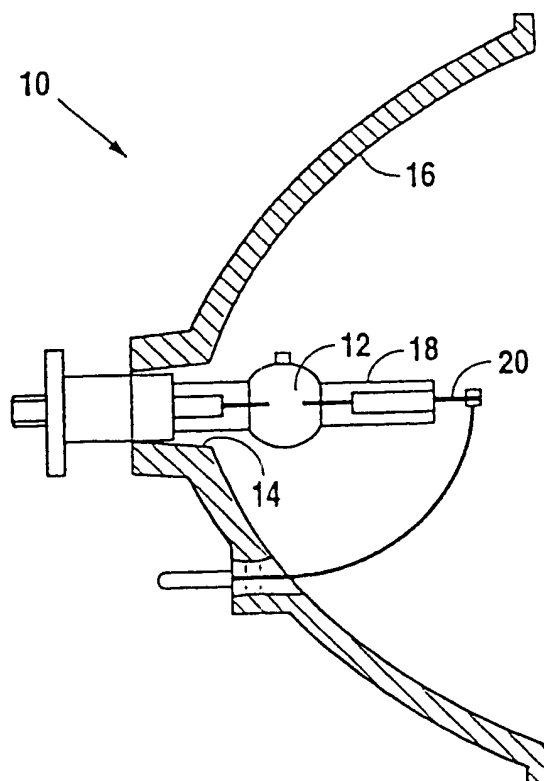


图 1

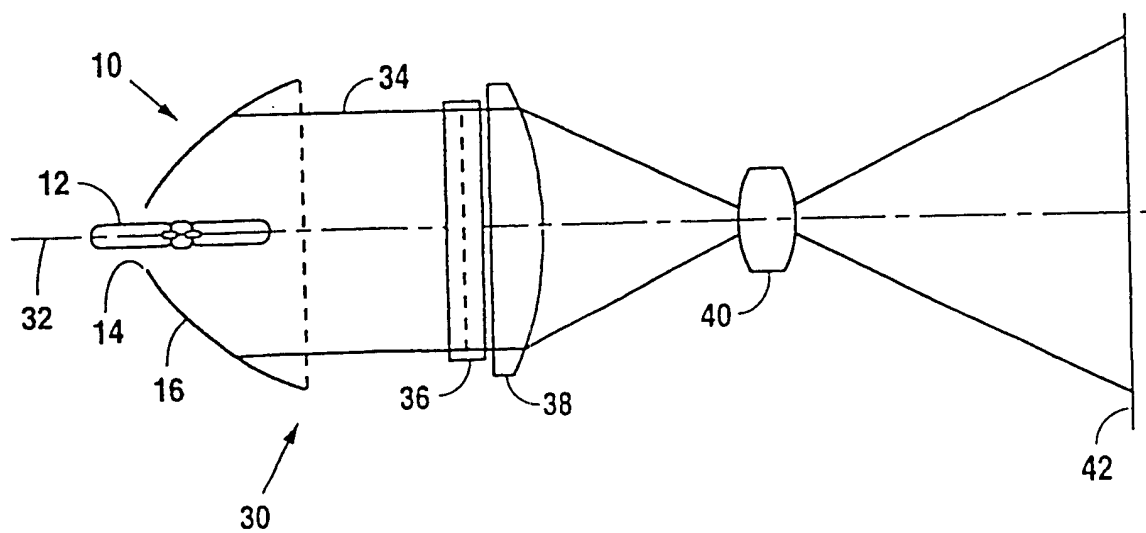


图 2

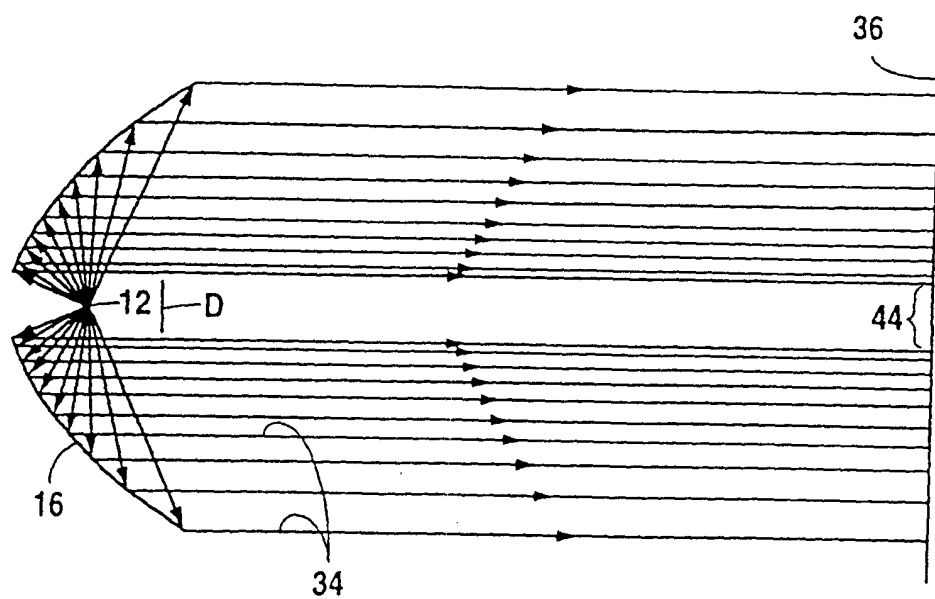


图 3

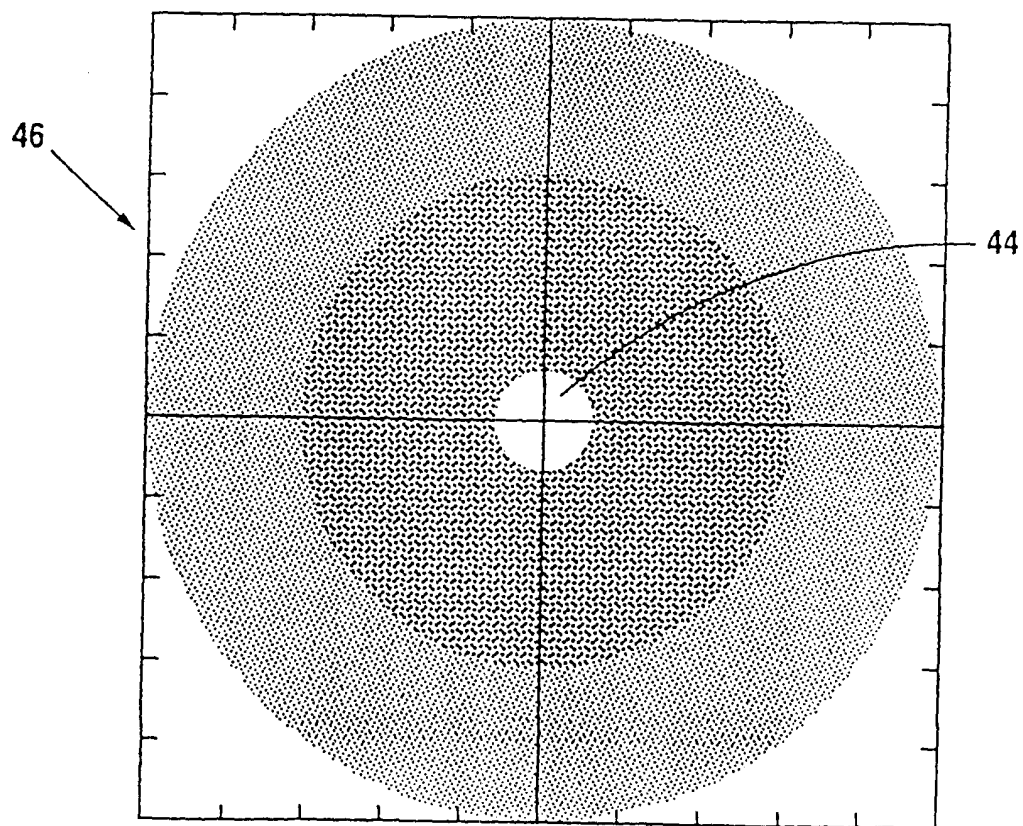


图 4

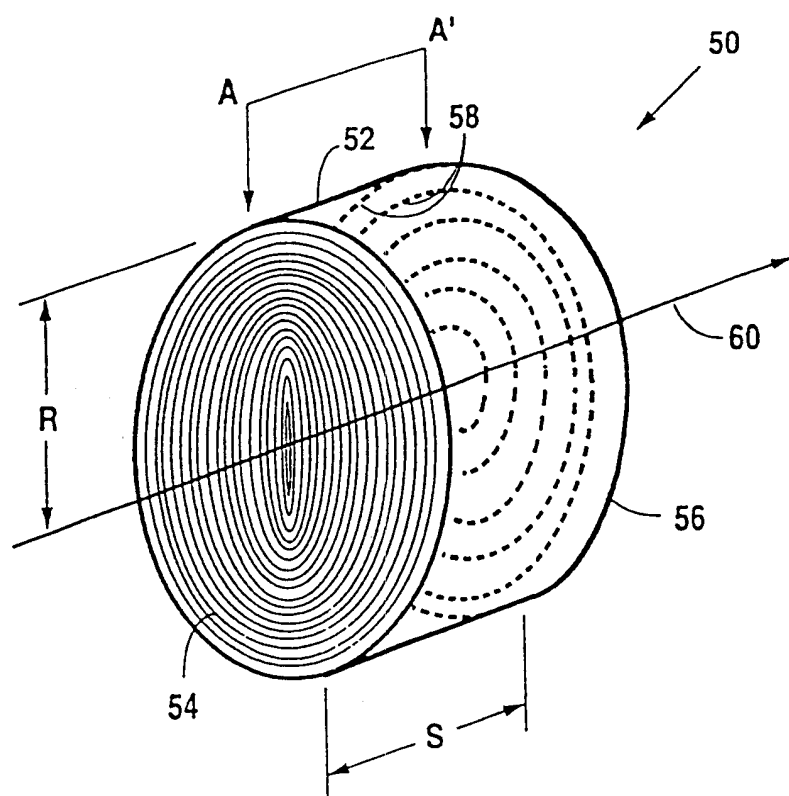


图 5

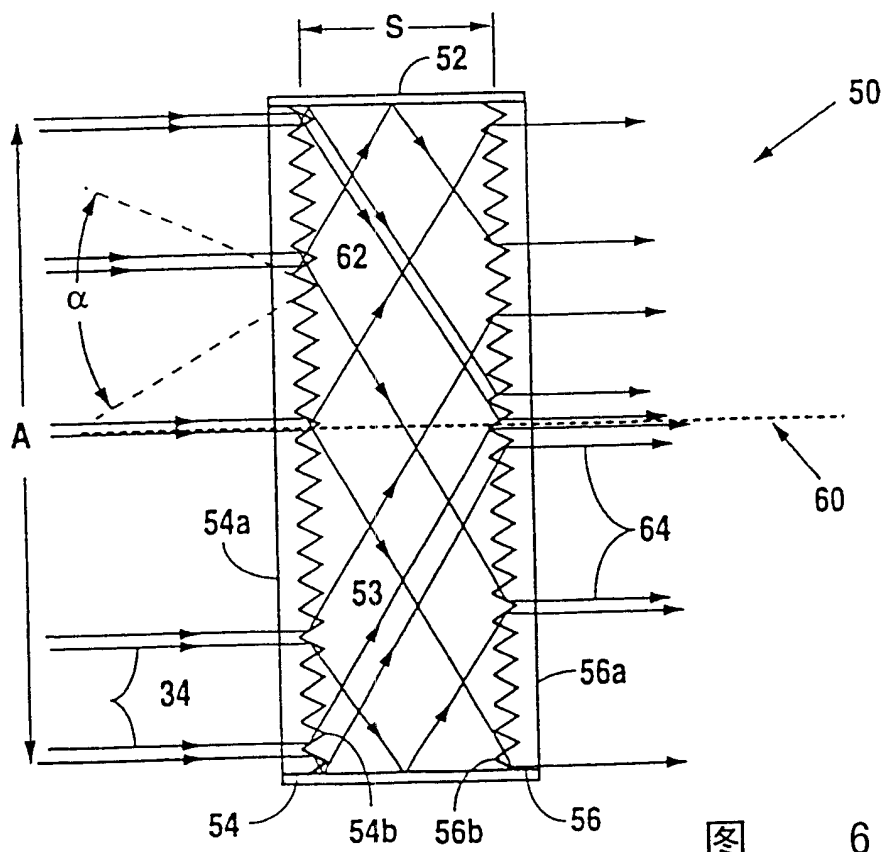


图 6

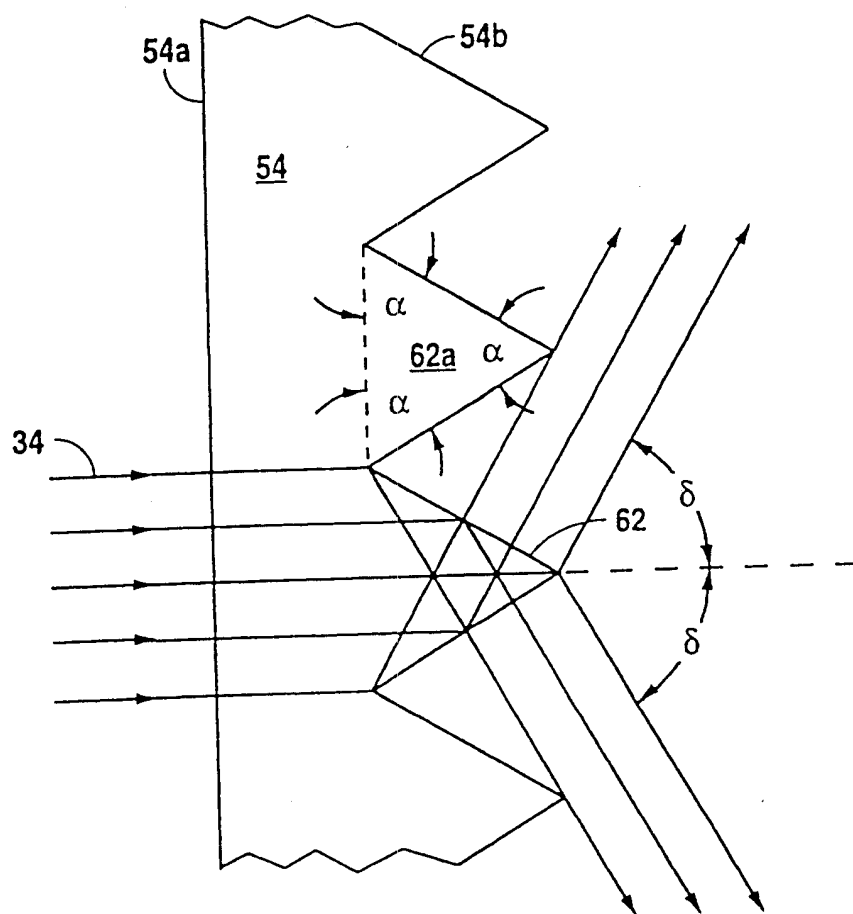


图 7



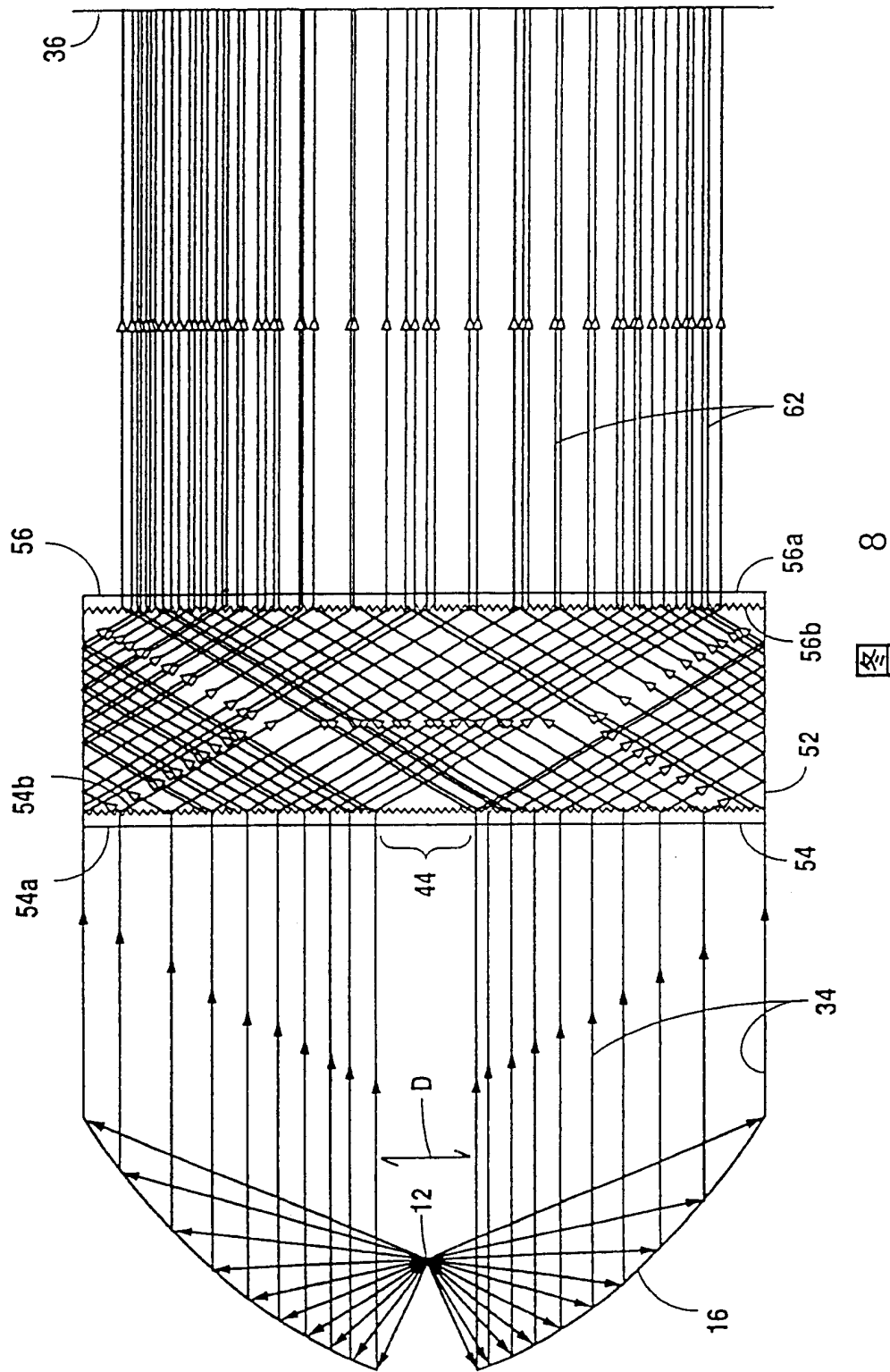


图 8

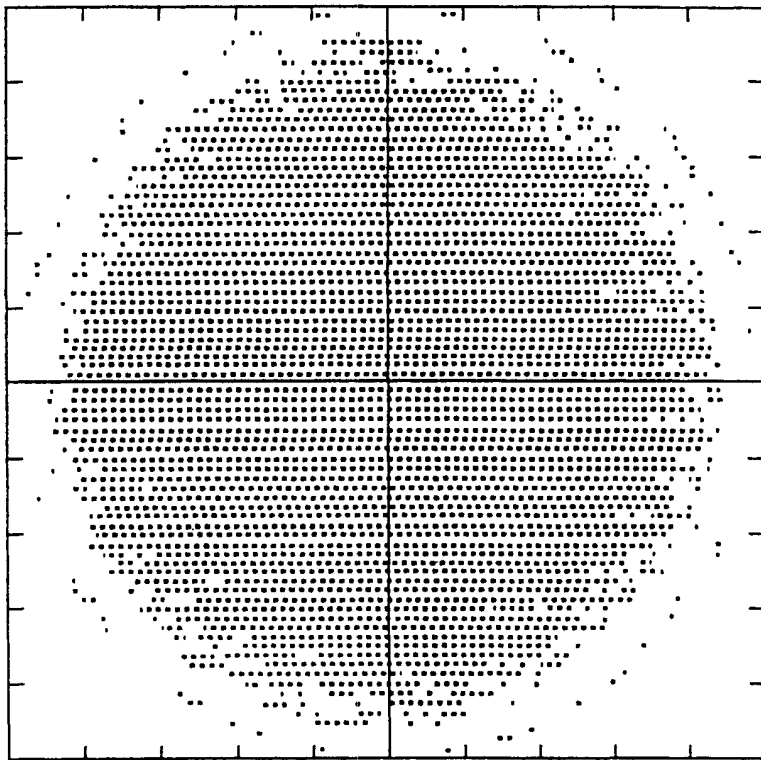


图 9

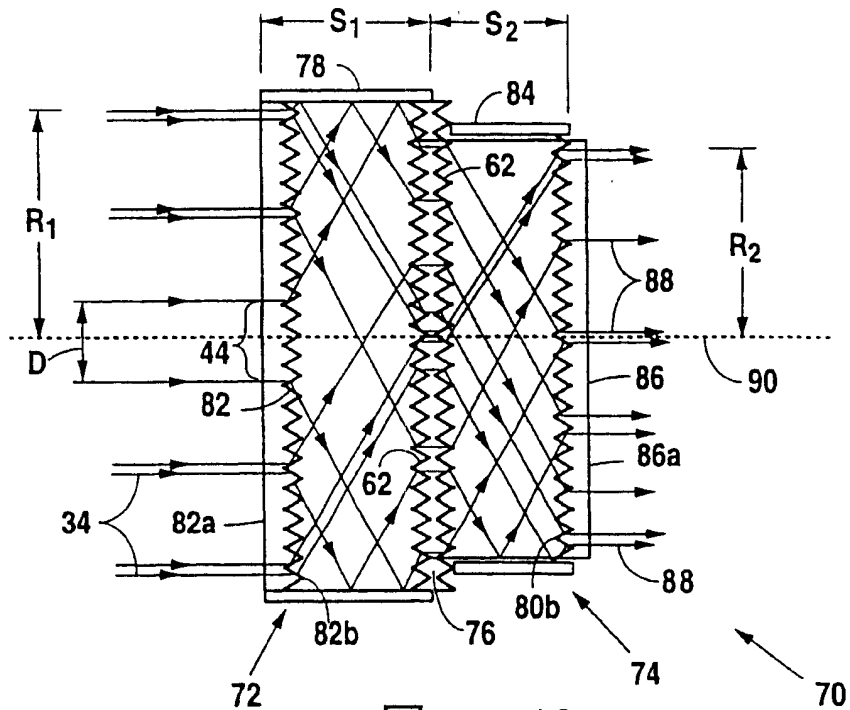
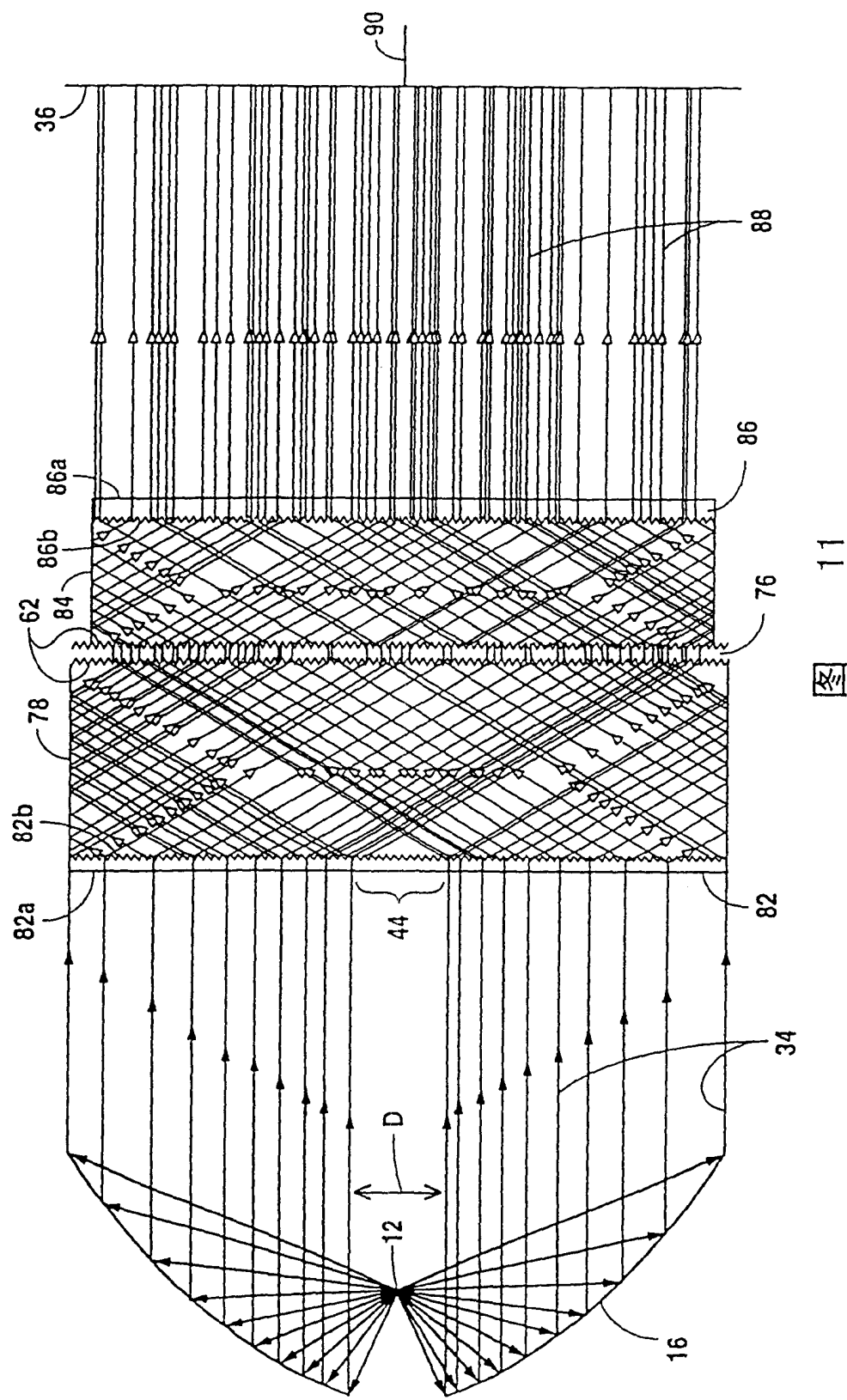


图 10



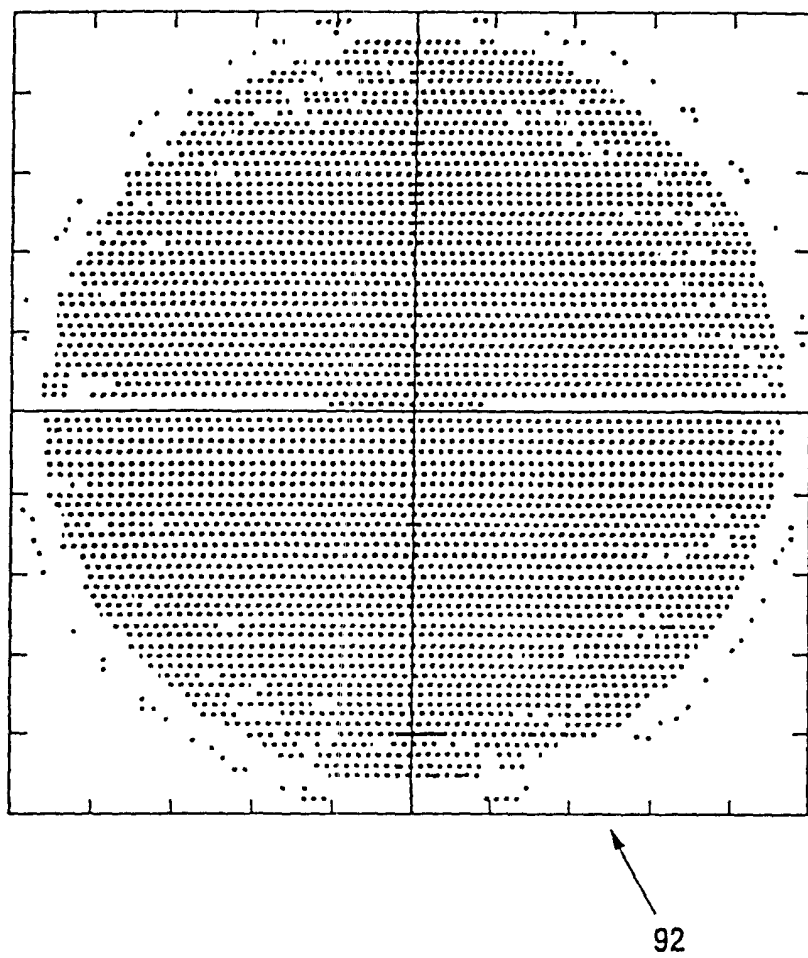


图 12

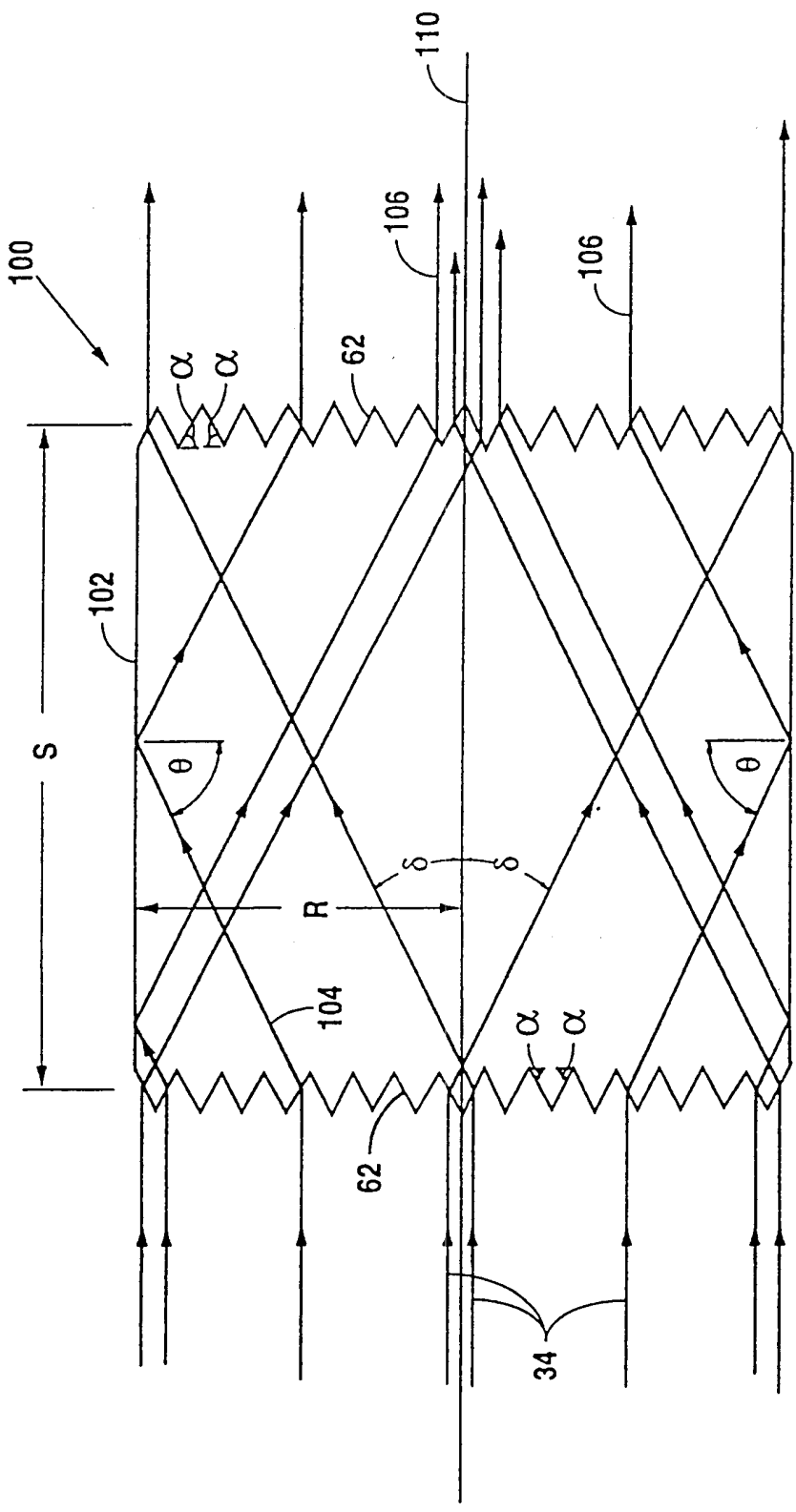


图 13

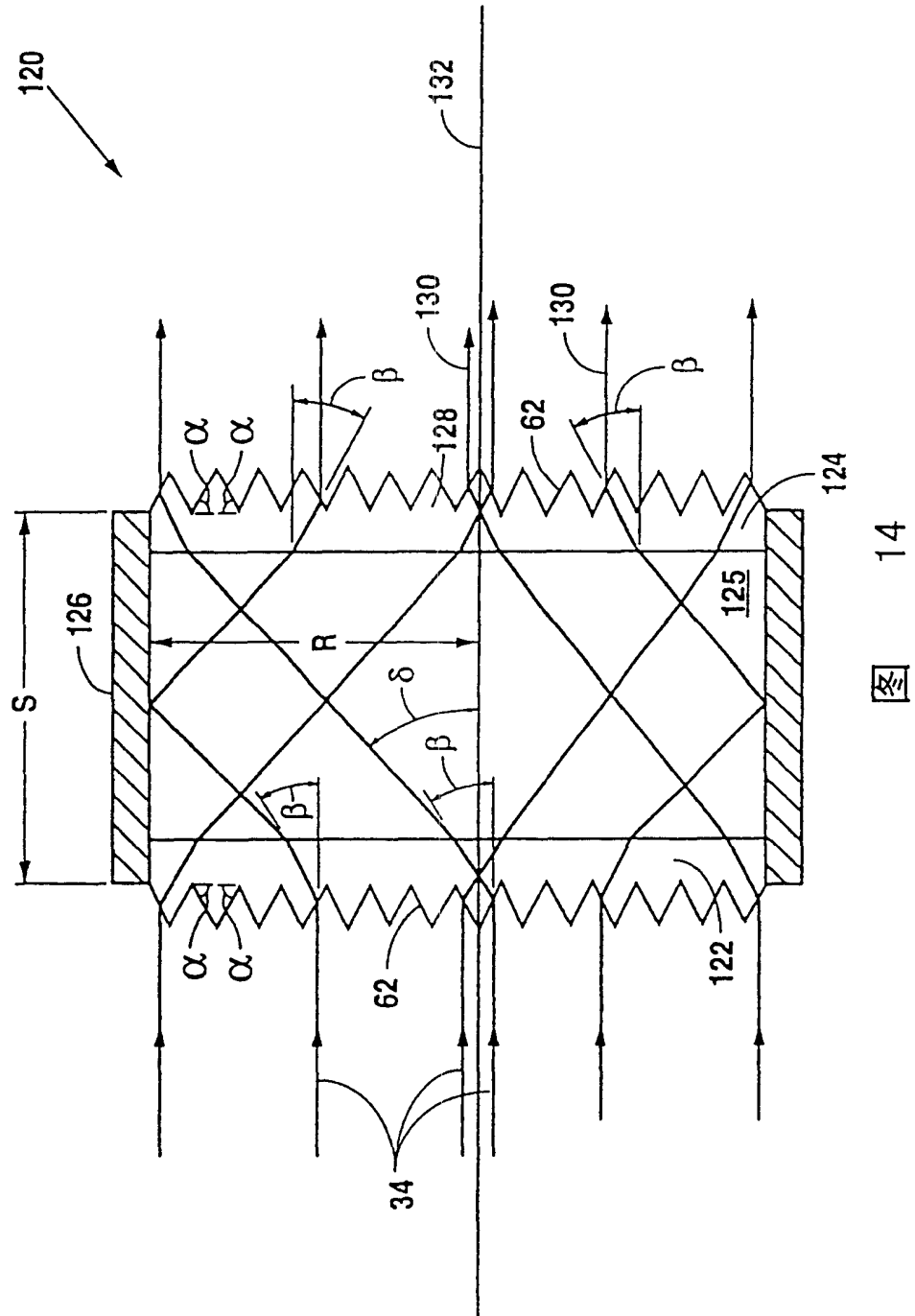


图 14