



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101228391 B

(45) 授权公告日 2010.09.29

(21) 申请号 200680027033.9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2006.07.28

F21V 7/04 (2006.01)

(30) 优先权数据

60/703,644 2005.07.28 US

60/729,188 2005.10.21 US

(56) 对比文件

US 6871982 B, 2005.03.29, 全文.

审查员 黄非

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.01.24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/029671 2006.07.28

(87) PCT申请的公布数据

W02007/014371 EN 2007.02.01

(73) 专利权人 光处方革新有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J·C·米纳诺 P·本尼茨

J·查弗斯 W·弗里科夫

W·A·小帕克金

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 李玲

权利要求书 4 页 说明书 20 页 附图 34 页

(54) 发明名称

用于背光源和前灯的聚光本领 - 保持的照明
光学器件

(57) 摘要

一种亮度保持的非成像的背光源 (20), 它包括用于发射光线的发光光源 (10)、射入端 (21)、射出端 (23)、CPC 外形 (21) 以及微结构的小平面 (d, dd), 用于将向上反射的光线折射到这些小平面所共有的准直方向上。

1. 一种由透明电介质组成的亮度保持的非成像的背光源,包括:

发光光源,它将光线发射到限制孔径之外,该限制孔径确定了 $y-z$ 坐标平面并且具有用于确定 x 轴的表面法线;

输入端口,用于接收所述光线;

射入端,它具有用于确定第一 $y-z$ 边界的所述输入端口和用于确定第二 $y-z$ 边界的较大的输出端口,所述射入端具有从所述输入端口扩展到所述输出端口的 $x-y$ 外形,所述 $x-y$ 外形通过全内反射来起作用从而保持光源成像的 $x-y$ 角宽度反比于其亮度;

所述射入端是一个绕所述光源上的轴旋转而得到的表面以及扫过的外形,它是在负的 z 方向上倾斜了其允许角的复合抛物线集中器的上半部分的第一部分,所述扫过的外形起到了在所述扫过的外形的平面内准直光线的作用并且同时使所述光线沿着所述输出端口按一定的方位角来分布;以及

光线扩束射出端,它包括在 $x-y$ 平面内的平面波导,其 $y-z$ 边界光学耦合到所述射入端的所述输出端口以便从中接收光线,所述射出端具有旋转而得到的平滑的上表面,其外形是所述射入端的所述复合抛物线集中器外形的剩余部分,所述射出端具有由微结构小平面对构成的反射下表面,它是与所述上表面的所述旋转表面共轴旋转而得到的,所述小平面对包括与所述复合抛物线集中器外形的流线平行的表面以及带倾斜度的连接对角线表面,它在向上的 z 方向上反射所述接收的光线,调节所述对角线表面的倾斜度,使得所述向上反射的光线被折射到所述小平面对所共有的准直方向。

2. 一种亮度保持的非成像的背光源系统,包括:

发光光源,将光线发射到限制孔径之外;

复合抛物线集中器-形的射入端,它包括用于接收来自所述孔径的光的输入端口,所述复合抛物线集中器-形射入端在其中形成一束限制为允许角的光线;

线性光线扩束器,它包括一系列微结构的反射小平面对,每个小平面对具有和局部流线相切的表面以及另一个和所述复合抛物线集中器-形射入端的流线成一定角度的表面以便使所述光线偏转并形成横向发射线光源;和

光线扩束射出端,它包括用于接收所述偏转光线的平面波导,所述光线扩束射出端包括和所述复合抛物线集中器-形射入端的流线相切的平滑上表面以及具有多个小平面对的下表面,这些小平面对用于使接收到的光线偏转并穿过所述上表面从而形成一束光线,所述下表面小平面对包括一般平行于所述复合抛物线集中器-形射入端的所述流线的表面以及具有倾斜度且在向上的 z 方向上反射所述接收到的光的连接对角面,调节所述对角面的倾斜度,使得所述向上反射的光线被折射到所述下表面小平面对所共有的准直方向。

3. 如权利要求2所述的系统,其特征在于,所述复合抛物线集中器-形射入端三角形空间和所述复合抛物线集中器-形射入端的流线对准,所述复合抛物线集中器-形射入端和所述光线扩束射出端处于光学接触的状态中。

4. 如权利要求2所述的系统,其特征在于,所述复合抛物线集中器-形射入端与所述光线扩束射出端通过之间的空气隙被光学隔离,以及

所述线性光线扩束器的所述反射小平面对包括横向对准的线性小平面对,每一个所述小平面对包括一个正切于所述射入端的流线的面和另一个用于使所述光线朝着所述空气隙偏转从而传输到所述光线扩束射出端的倾斜面。

5. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,所述光线扩束射出端的所述下表面的所述小平面对形成了横断所述偏转光线的线性凹槽。

6. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,所述光线扩束射出端包括后向反射装置,它位于所述复合抛物线集中器 - 形射入端的相对边缘上。

7. 如权利要求 2 所述的系统,进一步包括:

一个或多个附加的光源,它们光学耦合到一个或多个附加的射入端。

8. 如权利要求 2 所述的系统,进一步包括:

漫射片,它位于所述光线扩束射出端附近。

9. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,所述下表面小平面的所述一般平行面是倾斜的,从而不被照明。

10. 如权利要求 2 所述的系统,进一步包括:

最上面的一块透明材料,它具有平的上表面以及与所述光线扩束射出端的所述上表面相符的下表面,并且低折射率透明材料层位于其间。

11. 如权利要求 2 所述的系统,进一步包括:

最下面的一块透明材料,它具有平的下表面以及与所述光线扩束射出端的所述带小平面的下表面相符的上表面,并且低折射率透明材料层位于其间。

12. 如权利要求 2 所述的系统,进一步包括:

平面反射器,它被定位成最接近所述光线扩束射出端的所述下表面;

四分之一波片,它位于所述平面反射器和所述光线扩束射出端的所述下表面之间;和

偏振 - 再循环反射器,它被定位成最接近所述光线扩束射出端的所述上表面。

13. 如权利要求 2 所述的系统,进一步包括:

附加的协同操作的复合抛物线集中器 - 形射入端,线性光线扩束器和光线扩束射出端被安排成使得光线扩束射出端的上表面和附加的光线扩束射出端的上表面贴合成具有两侧发射的单个块。

14. 一种由透明电介质组成的亮度保持的非成像的背光源,包括:

发光光源,它将光线发射到限制孔径之外,该限制孔径确定了 $y-z$ 坐标平面并且具有用于确定 x 轴的表面法线;

输入端口,用于接收所述光线;

射入端,它具有用于确定一个 $y-z$ 边界的所述输入端口以及用于确定另一个边界的较大的输出端口,所述输出端口是在 $y-z$ 平面和 $x-y$ 平面之间成一定角度的,所述射入端具有从所述输入端口扩展到所述输出端口的复合抛物线集中器 - 形的 $x-y$ 外形,所述 $x-y$ 外形通过全内反射而起作用以便将所述光线限制在一个横向的允许角内,所述射入端包括厚片的 $x-z$ 外形,其具有耦合到所述光源的复合抛物线集中器;

四分之一圆柱形转向棱镜,它和所述射入端的所述输出端口结合在一起;

上方的光线扩束射出端,它位于所述射入端附近并通过空气隙而与之隔离开,所述光线扩束射出端具有光学耦合到所述转向棱镜的输入端口,所述光线扩束射出端具有能够漫反射的下表面。

15. 如权利要求 14 所述的系统,其特征在于,所述光线扩束射出端也包括横向扫过的复合抛物线集中器外形的上表面,并且进一步包括具有平的上表面的上棱镜块,并且下表

面包括横向扫过的复合抛物线集中器外形,该外形与所述光线扩束射出端的所述复合抛物线集中器外形上表面一起形成空气隙。

16. 一种亮度保持的非成像的背光源,包括:

空气填充的射入端,它包括反射壁,这些反射壁围绕一个限制输入孔径并向外扩展到较大的出口,其中限制输入孔径确定了 $y-z$ 坐标平面并且具有用于确定 x - 轴的表面法线;

z - 轴圆柱透镜,用于填充所述出口;

y - 轴圆柱体,在所述 z - 轴圆周透镜的 $y-z$ 横截面的 z 为负值的一半上,该 y - 轴圆柱体以光学方式连接到所述 z - 轴圆柱透镜;和

平面光线扩束射出端,它以光学方式连接到所述 z - 轴圆柱透镜的 $y-z$ 横截面的 z 为正值的一半。

17. 一种白光平面光源,包括:

发光光源,它将光激励的光线发射到限制孔径之外;

射入端,它包括用于接收所述光线的输入端口、用于准直所述光线的内反射扩束外形以及用于形成准直光线的线的线微结构横向偏转器;

光线扩束射出端,用于接收所述准直光线的线,将其限制在平面波导内,在底部 $x-y$ 平面上具有微结构的小平面的射出端,用于形成准直光线的 z - 延伸片;

二向色滤光片,它被定位成与所述准直光线的片相交,对所述光激励光线实现光谱准入,而对较长波长的光致发光的光线实现光谱反射;和

光致发光材料层,它位于所述二向色滤光片附近以接收通过所述二向色滤光片的所述光激励光线并发射较长波长的光线作为响应。

18. 一种亮度保持的非成像的背光源系统,包括:

第一复合抛物线集中器 - 形的射入端,它包括用于接收来自光源的光线的输入端口,所述复合抛物线集中器形状在其中形成一束被限定在一个允许角内的光线;

第一线性光线扩束器,它包括一系列微结构反射小平面,每个都包括一个正切于局部流线场的面和另一个与所述第一复合抛物线集中器 - 形的射入端的流线成一定角度的面,从而使所述光线转向并形成横向发射的线光源;和

第一光线扩束射出端,它包括拱形波导,用于接收所述横向发射的线光源的所述光线,所述第一光线扩束射出端包括正切于所述第一复合抛物线集中器 - 形的射入端的流线的平滑上表面以及具有小平面的下表面,这些小平面对用于使光线偏转并通过所述上表面以形成平面准直光线,所述小平面对包括一般平行于所述流线的面以及具有倾斜度且在放射状向外的方向上反射所述接收的光线的连接对角面。

19. 如权利要求 18 所述的背光源系统,进一步包括:

漫射装置,它被定位成最接近所述拱形第一射出端的外圆周。

20. 如权利要求 18 所述的背光源系统,进一步包括:

第一背光源,它包括复合抛物线集中器 - 形的射入端、线性光线扩束器和光线扩束射出端;和

第二、第三和第四背光源,每个分别包括协同操作的复合抛物线集中器 - 形的射入端、线性光线扩束器和光线扩束射出端,使得该第一、第二、第三和第四背光源被设置成使得所述第一、第二、第三和第四背光源的拱形射出端统一形成一个完整的环带。

21. 一种前灯,包括:

射入端,它包括用于接收所述光线的输入端口、用于准直所述光线的内反射扩展外形以及用于形成准直光线的线的线微结构横向偏转器;

光线扩束射出端,用于接收所述准直光线的线,就其限定在平面波导内,在 x - y 表面上具有微结构小平面的射出端,用于形成准直光线的 z - 延伸片;

二向色滤光片,它被定位成与所述准直光线片相交,对所述光激励光线实现光谱准入,而对较长波长的光致发光的光线实现光谱反射;

光致发光材料层,位于所述二向色滤光片附近以接收通过所述二向色滤光片的光激励光线并发射较长波长的光线作为响应;

最下方的透明材料块,它具有平的下表面以及与所述光线扩束射出端的所述微结构小平面的射出端相符的上表面,并且低折射率的透明材料层位于其间;以及

最上方的平面反射器,使将要发射的向上的光激励光线返回并使其通过所述最下方的块。

用于背光源和前灯的聚光本领 - 保持的照明光学器件

[0001] 优先权要求

[0002] 本发明要求 2005 年 10 月 21 日提交的、题为“ETENDUE-CONSERVING ILLUMINATION OPTICS FOR BACKLIGHT AND FRONTLIGHT”的美国专利申请 No. 60/729, 188 的优先权, 并在此引入其全部内容作参考。

[0003] 本发明要求 2005 年 7 月 28 日提交的、题为“ETENDUE-CONSERVING ILLUMINATION OPTICS FOR BACKLIGHT AND FRONTLIGHT”的美国专利申请 No. 60/703, 644 的优先权, 并在此引入其全部内容作参考。

技术领域

[0004] 本发明一般涉及照明, 尤其涉及高亮度背光源和 / 或前灯。

背景技术

[0005] 具有接近光源亮度的输出亮度的器件通常被称作高亮度器件。与用于小显示器的数千平方毫米相比, 在很多情况下, 很难实现用于非常小的光源的高亮度器件, 例如单独的高功率 LED (例如, 具有约 2 平方毫米面积的 LED)。

[0006] 提供使用小光源的高亮度器件对于很多情况都是有益的。提供这样器件的成本和 / 或复杂度是受限制的。

发明内容

[0007] 一些实施例中给出了使用小光源的背光源 / 前灯的照明器件, 例如单独的高功率发光二极管 (LED)。这样的 LED 现在可以达到用于整个中等尺寸 (例如, 3") 的显示器的足够的发光度。当多个 LED 被用于照明一背光源时, 为了均匀性它们可以围绕着周界分布。但是, 使用一个单独的 LED, 在横跨出射孔径上会存在均匀性的问题, 因为单独的一个只能照明很小的面积。

[0008] 非成像光学器件的边缘光线原理阐明了光源聚光本领最小增长的规律, 非成像光学器件的中心主要数量。当计算具有常规正交坐标 x 和 y 的两维外形时, 可以计算在 $x =$ 常数线上的聚光本领, 从而可以使用 y 坐标和相对于它确定的、作为关于 y 轴乘以折射率 n 的方向余弦的光学方向余弦 q 。如果在点 y , 光学方向余弦 q_0 和 q_1 限定光线在该点发射, 因此 ($q_0(y) \leq q(y) \leq q_1(y)$), 并且这些限定被确定为沿着 y - 范围 ($y_0 \leq y \leq y_1$), 于是光线的

聚光本领 E 时相位空间面积, 由 $E = \int_{q_0}^{q_1} \int_{y_0}^{y_1} dy dq$ 给出。

[0009] 在三维中, 聚光本领是光源面积 A_s 和光源输出的投影立体角的乘积, 乘以围绕光源的光学介质的折射率 n 。假定立体角是锥形角, 于是三维中的聚光本领的表达式为:

$$[0010] \quad E = nA_s \sin^2 \theta$$

[0011] 其中, θ 是立体锥形角的离位角。如果该限定角 θ 在孔径处不恒定, 则表达式会更复杂。在 2π 球面度内的漫射朗伯 (Lambertian) 发光由 $\theta = 90^\circ$ 表示。这样的漫射输

出是来自 LED 芯片本身的发光的特征。

[0012] 理想的光学系统保持聚光本领,因此理想的准直器的扩大的输出面积使得其在窄的光束角内的有利的高强度,因为在被所有出射孔径点照明的方向上的强度是亮度和出口面积的乘积。另一方面,阳光集中器的聚焦点的小尺寸导致从其宽光束角的有利的高辐射。特别的,众所周知的复合抛物线集中器(CPC)在二维内是聚光本领受限的并且在3D中也近似。

[0013] 考虑,例如,Nichia 的白光 LED 模块 NSCW020,具有 0.77mm^2 的 Lambertian 发射面积。具有 3.5" 对角线的 LCD 的面积为 4000mm^2 ,提供了非常窄的聚光本领受限的输出角 $\theta = 0.8^\circ$ 。在这些实施例中,不是所有的出射孔径都是有光通过的,而是实际上紧密排列在一起,所以人眼不能够分辨它们。在一些应用中,最大性能(考虑到有效的出口面积)通过使用聚光本领受限的光学器件在器件操作的所有三个状态上获得:LED 光线的射入、扩束、和射出,始终保持亮度。射入包括对 LED 光线的第一次准直。光线扩束包括传播 LED 光线到线光源中并且实现第二次光线扩束,其在光线被射出的输出面积上传播线光源。出射光线应看起来是在出口面上具有均匀的亮度,并且整个器件应非常薄。这些实施例满足这两个标准。

[0014] 一些实施例进一步提供了亮度保持的非成像的背光源,其由透明电介质组成。该背光源包括:照明光源,它从限定孔径中发射光线,该孔径确定 $y-z$ 坐标平面并且具有用于确定 x -轴的表面法线;输入端口,用于接收所述光线;射入端,它具有用于确定第一 $y-z$ 边界的所述输入端口和用于确定第二 $y-z$ 边界的较大的输出端口,所述的射入端具有 $x-y$ 外形,其从所述的输入端口扩展到所述的输出端口,所述的 $x-y$ 外形通过全内反射来起作用从而保持光源成像的 $x-y$ 角宽度反比于其亮度;所述的射入端具有以在所述光源上的轴旋转得到的表面和扫过的外形,其是在负的 z 轴方向上倾斜允许角的复合抛物线集中器(CPC)的上半部分的第一部分,所述的扫过的外形起到在所述扫过的外形的平面内准直光线的作用并且衍射所述输出端口方位角地分布所述光线;并且光线扩束射出端包括在 $x-y$ 平面内其 $y-z$ 边界光学耦合到所述射入端的所述输出端口从而接收其中光线的平面波导,所述射出端具有平滑的其外形是所述射入端的所述 CPC 外形的剩余部分的旋转上表面,所述射出端具有反射下表面,其包括与所述上表面的所述旋转表面共轴的旋转微结构小平面微结构,所述小平面的表面包括与所述 CPC 外形的流线平行的表面和具有反射所述接收光线到向上的 z 方向的倾斜度的连接对角线表面,所述对角线表面的倾斜度被调节使得向上反射的光线被折射到与所述小平面的相同的准直方向。

[0015] 此外,一些实施例提供了一种亮度保持的非成像的背光源系统。这些系统可包括:发光光源,发射光线到限制孔径之外;CPC-形的射入端包括接收来自所述孔径的输入端口,所述 CPC-形射入端在其中形成限制为允许角的光线;线性光线扩束器包括微结构反射小平面的族,每个小平面的表面和局部的流线相切并且还和所述的 CPC-形射入端具有交角使得偏转所述光线并形成横向发射线光源;和光线扩束射出端包括接收所述偏转光线的平面波导,所述光线扩束射出端包括和所述 CPC-形射入端的流线相切的平滑上表面以及具有偏转输入光线通过所述上表面形成光线的小平面的下表面,所述下表面小平面的表面包括基本平行于所述 CPC-形射入端的流线的表面和具有反射所述接收光到向上的 z 方向的倾斜度的连接对角面,所述对角面的倾斜度被调节使得所述向上反射的光线被折射到与所述下表面小

平面相同的准直方向。

[0016] 另一些实施例中包括由透明电介质组成的亮度保持的非成像的背光源。这些背光源和 / 或系统包括发光光源, 发射光线到限制孔径之外, 其确定了 $y-z$ 坐标平面并且具有确定 x 轴的表面法线; 输入端口, 接收所述光线; 射入端, 具有确定一个 $y-z$ 边界的所述输入端口和确定另一个边界的较大的输出端口, 所述的输出端口在 $y-z$ 平面和 $x-y$ 平面之间成角, 所述射入端具有 CPC- 形的 $x-y$ 外形, 其从所述输入端口到所述输出端口扩展, 所述 $x-y$ 外形通过全内反射起到限制所述光线在一个横向允许的角度内, 所述射入端包括厚片的 $x-z$ 的外形, 其具有耦合到所述光源的 CPC; 四分之一圆柱形转向棱镜, 和所述射入端的所述输出端口结合在一起; 上光线扩束输出端, 设置在临近所述射入端并通过空气隙分离的位置, 所述光线扩束射出端具有光学耦合到所述转向棱镜的输入端口, 所述光线扩束射出端具有能够漫反射的下表面。

[0017] 一些实施例包括一种亮度保持的非成像的背光源, 其包括空气填充的射入端, 包括围绕一个限制输入孔径并向外扩展到较大的出口的反射壁, 其中限制输入孔径确定 $y-z$ 坐标平面并且具有确定 x - 轴的平面法线; z - 轴圆柱透镜, 填充所述出口; y - 轴圆柱形, 光学连接到所述 z - 轴圆柱透镜在所述 z - 轴圆周透镜的 $y-z$ 横截面的 z 为负值的一半上; 和平面光线扩束器, 光学连接到所述 z - 轴圆柱透镜的 $y-z$ 横截面的 z 为正值的一半上。

[0018] 另外, 一些实施例提供白光平面光源。这些光源中的一些包括照明光源, 从限制孔径向外发射光激励 (photostimulative) 的光线; 射入端, 包括接收所述光线的输入端口, 准直所述光线的内反射扩束外形, 和准直光线的线的线微结构横向偏转器; 光线扩束输出端, 接收准直光线的所述线, 限制其在平面波导内, 具有用于形成准直光线的 z - 延伸片的位于底部 $x-y$ 平面上的微结构小平面的射出端; 二向色滤光片, 位于横断所述准直光线的片的位置, 具有所述光激发所发出光线的光谱准入和较长波长的光激发所发出光线的光谱反射; 和光致发光材料层, 位于临近所述二向色滤光器的位置以接收所述通过所述二向色滤光器的光激光所发出的光线并发射响应的较长波长的光线。

[0019] 另外的实施例中提供亮度保持的非成像的背光源系统, 包括第一背光源, 其包括第一 CPC- 形的射入端, 包括接收来自光源的光线的输入端口, 所述 CPC 形使得形成在其中的光线限定在一个允许的角度内; 第一线性光线扩束器, 包括一系列微结构反射小平面, 每个都包括一个正切于局部流线场的面和另一个与所述第一 CPC- 形的射入端的流线成角度的面, 从而转向所述光线并形成横向发射线光源; 和第一光线扩束射出端, 包括拱形波导用于接收所述横向发射的线光源的所述光线, 所述第一光线扩束射出端包括正切于所述第一 CPC- 形的流线的平滑上表面和具有偏转光线通过所述上表面以形成平面准直光线的小平面的下表面, 所述小平面包括基本平行于所述流线的面和具有倾斜度的连接对角面, 该倾斜度反射所述接收的光线在放射向外的方向。

[0020] 一些实施例给出了前灯。这些前灯可以包括射入端, 包括接收所述光线的输入端口, 内反射放大外形, 其准直所述光线, 和用于形成准直光线的线的线微结构横向偏转器; 光线扩束射出端, 接收准直光线的所述线, 限定其在平面波导内, 在 $x-y$ 表面具有微结构小平面的射出端, 用于形成准直光线的 z - 延伸片; 二向色滤光器, 位于与所述准直光线片交叉的位置, 具有所述光激发所发出光线的光谱准入和较长波长的光激发所发出光线的光谱反射; 光致发光材料层, 位于临近所述二向色滤光器的位置以接收所述通过所述二向色滤

光器的光激发所发出的光线并发射响应的较长波长的光线；透明材料的最低区块，具有平面的下表面和与所述光线扩束射出端的所述微结构小平面的射出端等角的上表面，并且小折射率的透明材料层位于其间；以及最高平面反射器，将向上的光激发所发出的光线返回使其被发射通过所述最低区块。

[0021] 对本发明的特性和优点的进一步理解可以通过参考下文中的对于发明的具体描述并结合相应的附图，其提供了应用本发明原理的说明性实施例。

附图说明

[0022] 对本发明的上述和其它方面、特征以及优点通过结合下列附图的下述更具体的描述变得更明显，其中：

[0023] 图 1A 是示出了实施例 LED 的俯视图，该 LED 与下列附图中的器件连接在一起从而利用其几乎全部的照明发射；

[0024] 图 1B 是示出了图 1A 中的 LED 的端视图；

[0025] 图 2A 是示出了背光源实施例的俯视图；

[0026] 图 2B 是示出了如图 2A 中的背光源的侧视图；

[0027] 图 2C 是示出了带有光线的如图 2A 中的背光源；

[0028] 图 2D 是示出了如图 2C 中的光线；

[0029] 图 3 是示出了具有边缘光线的 CPC 外形；

[0030] 图 4A 是示出了从流线切割的 CPC；

[0031] 图 4B 是示出了如图 4A 的 CPC 外形的特写视图；

[0032] 图 5A 是示出了倾斜于在先前垂直的出射表面的光线出射；

[0033] 图 5B 是示出了一个上述倾斜的出射表面的特写视图；

[0034] 图 5C 是示出了小平面的光学效果，光线轨迹示出如何评估制造容许性；

[0035] 图 6 是示出了具有内反射空间的线性组织的背光源；

[0036] 图 7A 是示出了 CPC- 反馈的线性凹槽的背光源的俯视图；

[0037] 图 7B 是示出了如图 7A 中的背光源的前视图；

[0038] 图 7C 是示出了如图 7A 中的背光源的透视分解视图；

[0039] 图 7D 是示出了如图 7A 中的背光源的射入端和射出端之间的接合处的特写视图；

[0040] 图 7E 是示出了如图 7A 中的背光源的射入端的透视图；

[0041] 图 7F 是示出了用于显示如图 7A 中的背光源的流线凹槽和射出表面的射出尖端的特写侧视图；

[0042] 图 8A 是示出了另一个准直背光源的俯视图；

[0043] 图 8B 是示出了如图 8A 中的背光源的倾斜仰视图；

[0044] 图 8C 是示出了如图 8A 中的背光源的一角的特写视图；

[0045] 图 8D 是示出了如图 8A 中的背光源的一角细节视图；

[0046] 图 9A 是示出了具有小的提取带 (extraction zone) 的另一个准直背光源的侧视图；

[0047] 图 9B 是示出了如图 9A 中的背光源的俯视图；

[0048] 图 10 是示出了透明的背光源；

- [0049] 图 11 是示出了双色的背光源；
- [0050] 图 12 是示出了更加集成的双色的背光源；
- [0051] 图 13A-E 是示出了具有底部射入端的折叠光路的背光源的侧视图和横截面图；
- [0052] 图 14A 是示出了正方形背光源系统的仰视图；
- [0053] 图 14B 是示出了如图 14A 中的背光源系统的一部分的特写视图；
- [0054] 图 14C 是示出了如图 14B 中的一部分的透视图；
- [0055] 图 14D 是示出了如图 14A 中的背光源系统的分解透视图；
- [0056] 图 14E 是示出了如图 14A 中的背光源系统的侧视图；
- [0057] 图 14F 是示出了用于显示可选择的漫射设置的如图 14A 中的背光源系统的侧视图；
- [0058] 图 14G 是示出了用于如图 14A 中的系统的射入端的横截面视图以及具有射入特性的光线扩束器；
- [0059] 图 14H 是示出了第一光线扩束器的上表面的特写视图，其中该第一光线束扩束器和如图 14A 中的系统的第二光线扩束器相连接；
- [0060] 图 14I 是示出了同一个第一光线扩束器的底面的细微凹槽的特写视图；
- [0061] 图 14J 是示出了同一系统的可选择的结构；
- [0062] 图 15A 是示出了背光源入口孔径的相空间图；
- [0063] 图 15B 是示出了标记的边沿的同一系统；
- [0064] 图 16A 是示出了孔径边缘光线；
- [0065] 图 16B 是示出了上述边缘光线的一半；
- [0066] 图 16C 是示出了总流线；
- [0067] 图 17A 是示出了这些流线如何形成射出端的外形；
- [0068] 图 17B 是示出了具有三个光线扇和射出表面的射出端的外形；
- [0069] 图 17C 是示出了具有任意发射器的射出端的外形；
- [0070] 图 18 是示出了直线射出端的外形；
- [0071] 图 19 是示出了具有直线上表面的另一个射出端；
- [0072] 图 20 是示出了由直线光线扩束器形成的背光源；
- [0073] 图 21 是示出了直线光线扩束器的端部尖端的特写视图；
- [0074] 图 22A、22B 和 22C 是示出了增厚光线扩束器的尖端的方法；
- [0075] 图 23 是示出了具有两个端到端结合的双背光源系统；
- [0076] 图 24 是示出了具有两个边对边结合的双背光源系统；
- [0077] 图 25 是示出了四重的背光源系统；
- [0078] 图 26 是示出了另一种四重的背光源系统；
- [0079] 图 27 是示出了适用于在四个侧面上开口的无缝嵌合的背光源；
- [0080] 图 28 是示出了如上的阵列背光源；
- [0081] 图 29 是示出了具有一个可选择的、角度 - 转向输入装置的背光源；
- [0082] 图 30 是示出了用于共面输入的同阵列的背光源；
- [0083] 图 31 是示出了在背光源中的折叠棱镜；
- [0084] 图 32 是示出了多个 -LED 背光源；

- [0085] 图 33 是示出了具有一个光致发光层的背光源；
- [0086] 图 34 是示出了配备荧光的背光源的透视分解图；
- [0087] 图 35 是示出了具有套筒的光线扩束器；
- [0088] 图 36 是示出了双向的光线扩束器；
- [0089] 图 37 是示出了前灯；
- [0090] 图 38 是示出了具有相同输出端的两侧光线扩束器；
- [0091] 图 39 是示出了具有不同输出端的两侧光线扩束器；
- [0092] 图 40 是示出了双两侧光线扩束器；
- [0093] 图 41 是示出了设置有荧光的前灯；
- [0094] 图 42 是示出了偏振循环的背光源；
- [0095] 图 43 是示出了包含有弯曲输出表面的抽出器的准直背光源；
- [0096] 图 44 是示出了具有半圆形输出表面的背光源；
- [0097] 图 45 是示出了两个被形成为就有全角输出的圆形光源的半圆形背光源。
- [0098] 相应的附图标记在附图中代表相应的部件。本领域技术人员可以意识到在附图中的元件为了简化和易于示出并且不一定是按比例绘出。例如，在图中的一些元件的尺寸可能相对于其它元件被放大，以帮助理解本发明各实施例。并且，通用的而公知的元件，其在商业可行的实施例中是有用的或必须的，通常为了便利本发明的这些不同的实施例的附图明了而没有绘出。

具体实施方式

[0099] 下面参考对几个实施例的具体描述和相应的附图更好地描述本发明的特征和优点，附图中示出了应用了本发明的原理的实施例。

[0100] 如上所述，用于产生近似等于其光源的输出照明的器件在一些情况下被等同于或者被指为高亮度器件。获得使用相对较小光源的高亮度的器件通常很困难，例如，与用于小的显示器的数千平方毫米相比，其具有大约 2 平方毫米面积的单个高功率 LED。这通常在输出角相应较小时可以实现，因此实际上所有的输出光基本是平行的，其通常在使用现有的 LED 时是不平行的（非常小的面积）或者结合有传统准直光学器件的 LED。而这种性能被称为准直背光源（或者前灯），这一术语被用于泛指相对宽角度的输出（例如， $\pm 30^\circ$ ）。

[0101] 一些实施例提供了具有在窄的角度范围上高的输出亮度的器件，并且具有高的空间均一性。并且，一些实施例提供了在相对较薄的外形中具有高的输出亮度的器件，而传统的透镜通常需要一定的厚度来实现如上的光线扩束。

[0102] 图 1A 是 Nichia 公司的示例性的发光二极管组件 10 的俯视图。最重要的是圆头长方形出射区域 11，其射出在表面法线 12 周围以朗伯 (Lambertian) 形式发射白光。图 1B 是同样结构的侧视图。两个视图根据比例给出了发光二极管组件的尺寸并且引入了笛卡尔坐标系，发光二极管组件 10 的表面法线为 x 方向，y 沿着长度方向，而 z 沿着宽度方向。发射器 11 的面积可以计算如下

$$[0103] \quad A_e = (1.8 - 0.45) * 0.45 + \pi * 0.45^2 / 4 = 0.77 \text{mm}^2.$$

[0104] 对于朗伯 (Lambertian) 光源发出的每一流明，强度为 $1/\pi$ 坎德拉。2.7 流明的额定发光度为相当高的照明， $2.7 / (\pi * 0.77) = 1.12 \text{candela/mm}^2 = 1,120,000 \text{nits}$ 。这是自

然太阳光亮度的三十倍,并且被称为“高亮度”。

[0105] 图 2A 是在 x-y 平面内的背光源 20 的俯视图。LED 发射区域 11 位于通过没有空气间隙的光学接触将其光线投射到射入端 (injector) 21 的位置。射入端 21 在其表面上包括 TIR- 反射体外形 22。长方形射出端 (ejector) 23 具有 4 : 3 的标准视频比,并且通过圆形凹槽 24 射出光线。这样的出射光线被射出到附图平面以外、朝向读者。出射的光线可操作的照明在 $\pm 25^\circ$ 的视角上具有最小亮度 600 尼特 (nits) 的液晶显示器 (未示出) 上。最小发光度的量为

[0106] $600 * (40.7 / 10,000) * n * \sin^2 25^\circ = 1.37$ 流明

[0107] 因此前述的 2.7 流明的 LED 发光度说明了光效率至少需要为 51%,在几个实施例中很容易实现,但是对于其它既需要准直性又需要空间均一性的其它系统中较难实现。

[0108] 图 2A 示出了外形 22 如何使用全内反射,如点 26r 处,形成笔形波束 25 和 26 从而调节如示例性点 P 所示的发射器 11 的角宽度 β (P)。反射体外形 22 是一个双曲线,其作为离轴角 θ 的函数来固有地调节角宽度 β ,从而在整个射出端 23 上均匀分布光通量。

[0109] 图 2B 示出了在 x-z 平面上、沿着背光源 20 的凹槽半径的截面图,以显示射入端 21 和具有用于出射光线的底部凹槽 24 的射出端 23。射出端 23 具有光线扩束 (在射入端 21 中具有第一光线扩束器) 和射出的功能。射入端 21 从 LED 发射器 11 的 0.45mm 宽度扩束到 3mm 的全厚度。

[0110] 图 2C 示出了穿过背光源 20 的同一结构的截面图,其具有 CPC 外形 21、射出端 23 和流线凹槽 24。水平切线 20T 示出了 CPC 外形 21 如何向下倾斜。同时示出还有平行边缘光线 27,朝着右边倾斜向下。

[0111] 图 2D 也示出了光线 27,但是为了清楚将背光源 20 移除。同时示出了朝着右边向上倾斜的平行边缘光线的集合 28,由于上述在 CPC 外形 21 水平方向以下的倾斜,其具有比光线 27 更小的倾斜度。光线扇 29 从光源的上边缘 (未示出,但是在图 2C 中被标记为 11) 行进。

[0112] 图 3 示出了容许角度为 α 的双边对称的 CPC 外形 30,其具有单位半宽度的入射孔径 31 和半宽度 $1/\sin \alpha$ 的出射孔径 32。容许角度 α 被绘制为 5° ,因此从外形 30 的入口到出射孔径的 CPC 长度为 $[(1/\sin \alpha) + 1] / \tan \alpha = 143$ 。示出角 2α 以突出 CPC31 内的每个点示出,光线全部充满这个角范围。平行下边缘 33 全部位于角 $-\alpha$ 内。上边缘光线 34 从入口 31 的下边缘以角度 α 向出口 32 的下边缘行进。位于光线 34 上的是多片段 35 的左端,平行于对称轴 36 而导向。这些片段被称作流线,因为位于其上的两侧的反射镜不改变 CPC31 的光线输出,并且由于是相切的从而不应扰乱光线流。流线将在之后结合图 16 更具体的描述。

[0113] 图 4A 示出了外形 40,填充有折射率为 n 的透明介质。顶面 41 和图 3 中的 CPC30 的上边缘相同,并且水平的底部边缘 42 和图 3 中的片段 35 相同。光线障碍 44 表示在流线片段 42 之间的光线照射。

[0114] 图 4B 示出了外形 40 左侧的特写视图,显示了上 CPC 表面 41 和流线片段 42,其通过直角片段 43 连接在一起。同时示出的还有光线障碍 44,其代表没有被流线扰乱的原始 2α 光线。如果它们实际上射出到空气中,对于小的 α ,它们将是 $2n\alpha$ 的宽度。如图 4A 和 4B 示出的器件被 CPC42 的流线、顶线 41 和出口片段 42 限制,其中顶线 41 也是流线。由于

来自图 2C 中的射出端 11 光线在到达出口片段 43 之前只在流线上反射,限制不会影响到 CPC。从而,可以得出在片段 43 的光线角度传输为 2α ,而这和在整个 CPC 内部的点是相同的。

[0115] 图 5A 示出了包括 CPC- 形状顶面 51 的外形 50,底部水平片段 52,和对角连接片段 53,倾斜为反射光线向上而形成垂直的光线障碍 54。对角连接片段 53 也被称作射出端面。在一个实际的器件中,片段 52&53 可以小到用肉眼无法看到,从而比这里示出的十倍还要多。由于人眼的视力模糊可以导致整个表面看起来具有均匀的亮度而不是倾斜的凹槽,如此高精度的技术实现使得感觉到的亮度成比例的下降。在出射顶面 51 后,这可以不改变光线障碍 54 的角宽度 2α 而实现。射出端面 53 的倾斜角 ρ 的个体价值被调节用于补偿顶面 51 的变化倾斜,从而所有的输出光线障碍 54 互相平行。

[0116] 为了实现这样的模糊,射出端面 53 需要足够的接近使得光线障碍 54 仅在顶面 51 外重叠。为了实现不可见,最大间隔在几个实施例中为大约 160μ 。否则漫射体可以替代器件从而凹槽结构不会被使用者看清楚。

[0117] 图 5B 示出了外形 50 上的射出端面 53 的一个表面的特写视图。边缘光线阵列 55,对向角 2α ,照射射出端面 53 的一个倾斜边缘,其全部内反射光线向上因此变成垂直的光线障碍 54。在射入模型部分,外表面角 56 为圆形,通常具有长度为光波长许多倍的半径。

[0118] 这一圆形在图 5C 中示出,其为一特写视图示出了圆形的外表面角 56 结合水平边缘 52 并示出了射出端面 53 的表面。圆形角 56 具有从曲率 C 的中心的半径 r,形成包括角度 ρ 的弧。边缘光线阵列 57 和主光线被散射到光线扇 58 和 59。向上的光线扇 58 在材料的临界角之内,因此可以出射背光源,而对角光线扇 59 包括不出射背光源的光线从而对其输出没有贡献。光线扇 58 的广角导致杂散光并且增加聚光本领。

[0119] 暂时回到图 2A,可以看到射入端 21,从光源 11 到射出端 23,具有接近射出端 23 本身的宽度。对于较窄的射入端宽度,图 6 中的优选实施例被揭示,虽然塑造更复杂。背光源 60 包括 LED 组件 10、在左边界 63 上具有 CPC 外形的射入端 62,全内反射偏转空间 64,和长方形射出端 65,底部具有线性反射凹槽 66。CPC 外形 63 从图 3 的外形 30 按比例增加,并且相似的变窄光源 10 的光线角范围。空间 64 可以由可伸缩插入物塑造。只要其中被空气填充,就存在内反射光线障碍 67。它们被塑形为传输恒定的照明到长方形输出端 65 的整个长方形表面(其具有光线扩束和出射的功能)。射出端 23 的横截面,如图 2B 示出,和图 6 中的长方形射出端 65 相同。

[0120] 图 7A 示出了背光源 70 的俯视图,包括 LED 组件 10、CPC 收集器 71、混合棒 72、具有流线和射出端面 74 的射入端 73(产生第一光线扩束器)、空气隙 75、和在底部上具有射出端面 77 的线性波纹凹槽的射出端 76(产生第二光线扩束器)。在 LED 组件 10 和 CPC71 之间是一个微小的空气隙,太小而不能画出,而不是系数匹配的粘胶。这是由于在 1.5-1.6 范围内的典型的折射系数不足以实现 LED 出射全 $\pm 90^\circ$,除非输出角很小。空气隙减小了在 CPC 中的范围到 $\pm \sin(1/n)$,或者大约为 40° 。除非提到,否则这里的每个耦合到 LED 的 CPC 在其和 LED 之间将具有这样的空气隙。

[0121] 图 7B 示出了背光源 70 的端面视图,示出了 LED 组件 10、CPC 收集器 71、混合棒 72,和流线以及射出端面 74。

[0122] 图 7C 示出了背光源 70 的底部透视图,示出了 LED 组件 10、CPC 收集器 71、混合棒

72、具有出射端面 74 的流线凹槽的射入端 73(产生第一光线扩束器)、空气隙 75、射出端 76(产生第二光线扩束器)、以及具有出射端面 77 的流线凹槽。

[0123] 图 7D 示出了图 7C 的特写视图,示出了射入端 73、射出端 76、流线台阶 74、空气隙 75、和射出端 76 角之间的连接。

[0124] 图 7E 示出了背光源 70 的高倾斜的透视侧视图,示出了 LED 光源 10、CPC71、混合棒 72、射入端 73、空气隙 75、射出端 76、和流线凹槽以及射出端面 77。

[0125] 图 7F 示出了就是射出端 76 端的另一个高倾斜的透视侧视图,示出了流线凹槽和射出端面 77 以及薄的尖端 78。凹槽的小型化使得尖端 78 太薄而不能用于实际射入模塑。因此,改进的优选实施例将在下面给出。

[0126] 图 8A 示出了背光源 80 的俯视图,包括 LED 组件 10、CPC 收集器 81、具有出射端面 83 的流线凹槽的射入端 82(产生第一光线扩束器)、窄的等角低折射率间隙 84、和具有包括回射角 86 的远端的射出端 85(产生第二光线扩束器并且出射光线)。仅仅从射出端 85 对于使用者的相对一侧可见的是全息漫射片 87,在随后的附图中可以更清楚的看到。

[0127] 图 8B 示出了背光源 80 的透视图,示出了 LED 组件 10、CPC 收集器 81、具有出射端面 83 的流线凹槽的射入端 82、窄的低折射率间隙 84、具有回射端角 86 的射出端 85、和全息漫射片 87。

[0128] 图 8C 示出了背光源 80 的特写视图,示出了射出端 85 的尖端,具有位于其上的漫射片 87。点划线 85p 示出了假定的射出端 85 外形的构造,超过最小可模塑厚度。改为,部件 85t 具有恒定的厚度,延伸到回射器 86,其照明端部件 85e,其为部件 85t 的远侧一半。

[0129] 图 8D 示出了射出端 85 的端部的透视特写视图,示出了后边缘凹槽的回射器 86 和全息漫射片 87。

[0130] 图 9A 示出了背光源 90 的横截面图,包括 LED91、CPC 顶部外形 92、和射出端面 93。这些射出端面位于流线凹槽的短的片段的一端,偏移以分裂总输出线。也就是,由流线形成的凹槽和射出端面不沿着射出端的侧面到侧面之间延伸而是具有一个限定的宽度。这样,射出端的出射端面是矩形而不是线状。因此输出光线障碍 94 是分隔开的点,使用者不易看清楚。边缘光线障碍 95 具有和内部输出光线障碍 94 相同的密度。

[0131] 图 9B 示出了背光源 90 的俯视图,示出了许多个光线障碍点的 94 的复杂图形。它们在尺寸和间距上被放大,原因是实际上它们太多太密集肉眼无法看清楚。

[0132] 图 10 示出了透视的背光源 100 的侧视图,包括 LED 光源 101、具有用于形成空气隙 103 的流线凹槽的射出端 102、和匹配后片 104。光线障碍 105 结合在一起用于形成使用者 107 的视觉强输出端 106,因此周围的光线 L1 被覆盖。同时,使用者 108 看到周围的光线 L2,相对的不受分离器 102 的流线表面干扰。

[0133] 图 11 示出了双色背光源 110,其包括由上背光源 111 和下背光源 115,每个都具有不同颜色的光源。宽角度输入光线扇 112,具有第一颜色,被背光源 111 传输到窄角度光线障碍 113。宽角度输入光线扇 116,具有第二颜色,被下背光源 115 传输到窄角度光线障碍 117。两个背光源横向的设置,从而光线障碍 117 在光线障碍 113 之间发光。为了清楚可见,第三个背光源没有堆叠在这两个上面示出,RGB 系统由此构造。

[0134] 如果第三个颜色不是必需的,更复杂的结构也是可行的。图 12 示出了双背光源 120,其包括第一颜色的上背光源 121 和第二颜色的反向下背光源 125,之间具有空气隙

129。背光源 121 传输宽角度输入 122 到光线障碍 123。下背光源 125 传输宽角度输入 126 到输出光线障碍 127 上,其最初向下但是通过反射镜表面 128 向上反射从而结合第一颜色的光线障碍。

[0135] 为了更好的结构紧凑,也可以将射入光器件放置在背光源下方。结构优选的实施例在底部入射种类之内是可行的,将光线向上或向下发射。

[0136] 图 13A 示出了背光源 131 的侧横截面图(上图)和平面横截面图(下图,由线 1310 确定),包括 LED1311、CPC 下部分 1312、四分之一棒 1313、抛物线上部分 1314、和上射出楔 1315,通过等角空气隙 1316 从 1314 分离。除了楔 1315 以外的其它部分是粘合在一起的,或者无空气隙的光学耦合在一起,到背光源 131 的其它部分。如图 13A 中的两个横截面所示,LED1311 光学耦合至的下部分 1312,其外形从延伸的垂直的外形 1312V 开始,通向 1312 的板状体。图 13a 的下半部横截面图示出了水平的 CPC 外形 1312C。CPC 下部分 1312 的底部外形的线性部分从外形 1312V 的端部延伸至点 A。从点 A 到点 B 是反射抛物线弧 1312p,具有在点 F 的焦距和轴 1312a。1312 的上半部外形从点 B 到点 F 延伸,然后水平的延伸至外形 1312V 的上部分。

[0137] 如图 13a 的上半部横截面图所示,反射圆形弧 1313C 确定了四分之一棒 1313 的外部外形。从点 C 到点 D 延伸有抛物线弧 1314P,具有在点 F 的焦距和轴 1314a,确定了上部分 1314 的上表面,以及楔 1315 的下表面。粘合在上部分 1314 的底部,但是不和下部分 1312 的平面上表面接触的,是白色薄膜漫反射器 1316。可以看到示例性光线 1317 由白色反射器 1316 漫射的散射向上,反射穿过器件而终止。示例性散射光线 1317S 被内反射向下在 1318 散射,其中一部分光线出射(escape),例如实施例光线 1319。一个散射光线,1318S,相似的被内反射向下,通过楔 1315 的平顶面。这说明了大部分从反射器 1316 散射的大部分截留的光线被循环返回到另一个光路(go)作为背光源输出穿过上射出端楔 1315。同时,这些出射光线的菲涅耳反射相似的循环,如光线 1319f 所示。内反射光线的循环更优的增加了背光源照明和其均一性。

[0138] 图 13B 示出了背光源 132 的侧横截面图(上图)和平面横截面图(下图),相似的包括 LED1321、下部分 1322、 $3/8^{\text{th}}$ 圆柱棒 1323、和抛物线楔上部分 1324,具有附着在其抛物形底部的漫反射层 1326,示出了示例性光线散射点 1326s。为了清楚可见,光线和它们的标记没有示出,和图 13a 中的相似。下部分 1322 具有增大外形 1322V,临近 LED1321 耦合至 1322 的位置。1322 的下表面也包括平下表面 1322f,反射抛物线弧 1322p,在点 A 到点 B 之间延伸具有焦点 F 和轴 1322a。反射圆形 135 弧 1323c 圈住棒 1323,光学连接到部分 1322 和 1324。

[0139] 有利的是在前两个实施例中的反射装置不是必需的,弱传导材料也是如此。图 13C 示出了背光源 133 的侧横截面图(上图)和平面横截面图(下图),其包括 LED1331、下中空反射部分 1332 具有横截面视点-线 1330、有透镜的半圆柱 1333、和上漫射-反射盘 1336,覆盖由漫射体 1334。光学循环是通过漫射薄膜 1334 的后散射,向后向下到反射器 1336。半圆形 1333c 确定了 1333 的外部外形,并且通过全内反射传输光线,接受从透镜 1333L 发出的光线,通过平出口面 1333f 向上和向后传输到盘 1336 上,用于由散射器 1336s 所示的进行漫射传输。透镜外形 1333L 和中空反射器 1332 相配合以收集来自 LED1331 的光线并且将其在 1333 的主体内导向传输。

[0140] 下两个优选的实施例使用上反射器来发射其输出光向下穿过下射入部分,但是在其它方面和图 13A 的形状几何相同。

[0141] 图 13D 示出了背光源 134 的侧横截面图(上图)和平面横截面图(下图,由线 1340 确定),包括 LED1341、CPC 下部分 1342、四分之一棒 1343、具有反射镀膜 1345 的抛物线上部分 1344、连接到平底部 1344 的漫射传输窗口 1346、在 1345 和下部分 1342 的平上表面之间具有空气隙(未示出)。在 CPC 外形 1342c 的两个侧面,越过微小的等角空气隙,是两个横向的厚片 1347,其构成了背光源的下输出表面。

[0142] 图 13E 示出了背光源 135 的侧横截面图(上图)和平面横截面图(下图),其包括 LED1351、具有横截面视点-线 1350 的下 CPC 部分 1352、具有流线凹槽 1355 的长方形上射出端 1354、和光学连接上部分和下部分的四分之一组件 1353。下视图是具有水平 CPC 外形 1352c 的下部分 1352 的横截面图,由发射器 1351 照明。从平面图中看不到的是可选择的横向厚片,如在图 13D 中的部件 1347 所示。背光源完全工作在镜模式下,没有漫射体,因此从每个凹槽有一个光源的小的成像,如光线 135L 的窄角度所示。

[0143] 图 14A 是长方形背光源 140 的仰视图,示出了光源 141,射入端、其包括准直器 142、和第一光线扩束器 143,射出端、其包括第二光线扩束器 144 并且具有射出端面(未示出)。低折射率传输层 145 结合放大器 143&144。直的底边 143e 具有与图 7D 中凹槽 74 相似的凹槽,并且其特意被制造很小而不能被人眼分辨,所以在图 14A 也没有示出。

[0144] 图 14B 示出了 LED 组件 141 和 CPC142 的特写俯视图,具有 x-yCPC 外形 142y。可以看到光线 141L 的光线束从出口 141e 向外发光,其具有大的角展开($\pm 41^\circ$)和小的空间展开。在准直出射孔径 142e 的出射光线束 142L 具有比 141L 光线的较小的角展开($\alpha = 15^\circ$),并且具有较大的(2.5 : 1)的空间展开。

[0145] 准直器 142 减小了光源 141 的角展开并且因此在空间上放大了光束。图 14C 是准直器 142 的特写透视图,示出了其具有长方形交叉的 CPC 的形状,由线性扫频 CPCx-y 外形 142y 和较窄的 CPCx-z 外形 142z 形成,正交的线性扫频。外形 142z 在线 142t 处被全部放大,并且厚度为恒定值。外形 142z 被制造为比外形 142y 窄,从而最小化全部的器件厚度。

[0146] 这一 CPC 构造对于这种准直功能是好的选择,因为可以简单的由注射塑料块制成而不需要其它的材料,由于其操作是依据全内反射,需要的只是模塑表面具有很小的粗糙度。虽然这样的 CPC 其它可行的准直器相比具有长度上的缺点,在几个示出的实施例中使用的 LED 光源的小型,因为其具有接近全部收集的 Lambertian 输出和小增长的延展性。如流线集中器 [附图标记 1] 的 CPC 的改进也是一个可行的准直器。

[0147] 图 14D 示出了背光源 140 的透视图,在分解的观看位置上, LCD147 位于其照明输出之上漫射器 146 在其和背光源 140 之间。

[0148] 图 14E 示出了的侧视图,也示出了位于背光源 140 和 LCD147 之间的漫射片 146。背光源 140 将准直输出光 140L 传输到漫射片 146,使得对向来自 LCD147 的输出光线 147L 的角度较宽。

[0149] 图 14F 示出了同一背光源 140,但是具有在 LCD147 上的漫射片 146。在可选择的优选实施例中,准直光线 140L 通过 LCD147 具有小的角展开,有利的使得 LCD 实现较高的像素间对比度。这一技术方案的不足在于漫射片 146 称为一个屏幕,使得使用者看到的不是 LCD 的像素,而是它们所成像的一个模糊的视像,由于光线 140L 从 LCD 像素到漫射片通过一

个小的距离传播。这一不足可以被减小到足够小而被忽略,具有本实施例中的较小的角展开。

[0150] 图 14G 示出了第一光线扩束器 143 的特写底部视图,部分地示出了准直器 142。光线 142L 来自准直器 142。可以看到第一光线扩束器 143 的上表面包括平面部分 145f 和抛物线弧部分 145p。只要光线 142L 具有均匀的发散,这一外形可以沿着第一光线扩束器 143 的底面产生的均匀的照明,其结构的尺寸为了清楚可见被放大示出。底面 143e 向上反射均匀被反射的光线,从这里光线 143L 向上传输,其传输通过第一光线放大器 145 的上表面并且射入射出端的第二光线扩束器 144。

[0151] 图 14H 示出了第一光线扩束器 143 的上表面的特写视图,其和第二光线扩束器 144 通过薄的粘合层 145g 连接在一起,包括具有比相邻射出端 143&144(1.495) 的折射率较低的折射率 (1.45)。理论的光线扇 R 被示出用于揭示在光线传输器上的入射角效应。在 $n = 1.495$ 和 $n = 1.45$ 之间,临界角为 76° , 导致‘TIR’光线偏转向下而剩余的光线被传输。小的折射率差异在本实施例中足以满足偏转的功能 145g。传输光线‘Tr’在它们原有的方向上传输,只有很小的横向偏移。

[0152] 图 14i 示出了第一光线扩束器 143 的底面 143e 的微小凹槽的特写视图,包括偏转小平面 d,由流线小平面 f 连接。如图 3 中的连接所示,流线是反射面,其留下全部的光线场不接触。在这种情况下,这样的反射不需要镜面表面,因为入射角足够高使得全内反射可以实现。术语“微结构”(microstructure) 被用来指光学结构,例如,小到不能通过人眼分辨。

[0153] 图 14J 示出了这样的微结构凹槽的可选择结构的特写视图。偏转小平面 dd 通过阴影表面 s 连接,其没有照明并且光学不活动的。

[0154] 图 14A 到图 14G 的背光源 140 执行在其内传输的两个正交的光线上的光束扩束。整个的 700 : 1 (面积上的) 的光线扩束对任何测量仪器都是很大的,然而其可以在背光源 140 的非常薄的厚度内实现。第一光线扩束,沿着 x 轴,通过线性光线扩束器 143。第二光线扩束,沿着 y 轴,通过平面扩束器 144。两个都具有同样的二维外形,其中之一在这里通过流线方法进行追溯。

[0155] 称作相位空间的数学术语在这里使用,其概念源自分析力学。在光学中,相位空间是空间坐标 (x, y, z) 和三个对应的光学动量系数 (p, q, r) 确定的。对应于 x 轴的光学动量是折射率 n 和角 α 的余弦,角 α 是光线和 x 轴的交角。另一个光学动量具有相同的定义。在 2D 的情况中,其中所有的光线被包含在 x-y 平面内,对于 y 轴的光学动量 q 也可以写作:

$$[0156] \quad q = n \sin(\alpha)$$

[0157] 其中 α 是光线关于 x 轴的交角,因此它和 y 轴的交角为 $90 - \alpha$,其余弦是 $\sin(\alpha)$ 。使用这些光学动量定义是根据通过相位空间的光线流是不能压缩的六维流体,具有和其容积以及照明强度相同的延展性。尤其对于光学有意义的是相位空间守恒定律,也被称为 Poincare (参考文献 1, p. 99) 的积分不变量。这些积分不变量一可以被表示为矢量场 J 的零散度,称作几何向量流量。在空间中的各处它指向最大照明的方向,其数值是最大值。任何矢量场具有积分曲线,定义为通过将矢量作为在每个点的运动矢量进行积分产生的路径。几何向量流量的积分线被称为流线。这些流线被用来确定光线扩束器的外形。

[0158] 在这里使用的光线扩束器的外形中,二维的相位空间满足清楚可理解。在光线扩束器的入口孔径的典范的边缘光线在两个边界位置参量 $y_0 = -L/2$ 和 $y_1 = L/2$ 处为 $q_0(y) = -n\sin(\alpha)$ 和 $q_1(y) = n\sin(\alpha)$ 。它们在 y - q 平面内形成了长方形的相位空间区的角。该长方形的区域是光线束的延伸区域,其中每一个在 y - q 平面内作为长方形内的一个点。该延伸区域是 $E = 2nL\sin(\alpha)$ 。这一原理在图 15 中被示出, $L = 3\text{mm}$ 和 $\alpha = 15.5^\circ$,示出了相位空间的参量 y 和 q 。相位空间区域 150 是由线 151($y = 1.5\text{mm}$)、152($y = -1.5\text{mm}$)、153($q = q_0 = -1.5*\sin 15.5^\circ = -0.4$)、和 154($q = q_1 = 0.4$) 限制的长方形。长方形的边缘代表边缘光线,其中的四个是角 C1 到 C4。

[0159] 在图 15a 中相位空间边界 153 和 151 以及 154、152 一起分别为下文中为 M_0 和 M_1 的边缘光线的集合。它们在图 15b 中清楚的示出,但是为了清楚可见比其实际位置向后。每个边缘光线集合在相位空间是连续的。这两个集合包括所有的边缘光线,例如,那些从孔径的点以 $\pm\alpha$ 发散的光线以及从孔径各端以 $+\alpha$ 或 $-\alpha$ 发散的光线。对应的光线在图 16b 中示出。

[0160] 图 16a 是示出了具有边缘光线 C1 和 C2 的孔径 A(3mm 宽)的在 x - y 平面内的图,对应于由图 15 中的角代表的光线。开梯形区域 162 由孔径 A 和光线轨迹 C3 和 C4 的限定。同时示出的还有边缘光线 C1 和 C2,在中心线 F_0 相交以确定三角形区域 161。示例性点 P 由限制光线 E 和 R 之间的照明,并且线 T 是它们的角等分线,标示了几何矢量流量 J 位于 P 的方向。

[0161] 图 16b 示出了光线集合 M_0 如何包括所有的光线平行于边缘光线 C4,并且所有的光线(除了 C3)漫射形成孔径 A 的右边缘。其它的光线集合, M_1 ,图示为在图 16b 中的镜面成像,分别具有光线 C3 和 C1 而不是 C2 和 C4。因此图 16a 的区域 162 中的所有的点和一个并且只有一个光束 M_0 以及一个并且只有一个光束 M_1 交叉。

[0162] 在图 16A 的区域 162 内,我们可以确定光线矢量场 $v_0(x, y)$ 和 $v_1(x, y)$,因此每个矢量场是对应的集合 M_0 和 M_1 的轨迹的各个位置处的正切,具有标量值,因此 $|v_0| = |v_1| = n$,其中 n 是在区域 162 中的介质的折射率。图 16b 示出了 $v_0(x, y)$ 的两个实施例,在矢量 165 和 166 处。由于 $v_0(x, y)$ 和 $v_1(x, y)$ 是光学矢量场,并且 $_{-}o_1(x, y) = v_1(x, y)$ 。因此,这些函数是短时距方程的解。曲线 $O_0 = \text{常数}$ 并且曲线 $O_1 = \text{常数}$ 是对应光束的波前。前者的实施例在图 16b 中以波前 167 和 168 示出。

[0163] 定义路径长度差异函数 $i(x, y) = (O_0(x, y) - O_1(x, y))/2$ 并且 $j(x, y) = (O_0(x, y) + O_1(x, y))/2$ 。这两个函数是正交的,因为 $_{-}i_{-}j = 0$ 。也注意到 $_{-}j = (_{-}O_0(x, y) + _{+}O_1(x, y))/2$ 各个位置等分边缘光线 M_0 和边缘光线 M_1 之间形成的角。通过这个,我们可以得到 $i = \text{常数}$,其各个位置对于 $_{-}j$ 的切线是光束的流线。

[0164] 图 16c 示出了从孔径 A 的流线的全体 160,包括中心线 F_0 和限制线 F_3 和 F_4 。对于线 F_0 , $i(x, y) = 0$,并且对于左边 $i < 0$,对于右边 $i > 0$,每个流线具有其 $i(x, y)$ 的特定值。在三角形区域 161 中,流线是垂直的直线。在三角形区域外而不是在图 16a 中的直线 C1 和 C2 之间的区域内,流线是共焦双曲线具有在孔径 A 一端的焦距。剩余的流线部分是在孔径 A 的一端具有焦距的抛物线并且倾斜 $\pm\alpha$ 角度。除了直线 F_0 、 F_3 和 F_4 ,图 16c 中的弯曲流线具有如图 14F 中的扩束器 144 的顶部侧面和如图 14G 的外形 145p 的形状。

[0165] 图 16c 中的流线的重要的一面是与这些流线结合的镜面表面不干扰其它的流线。

因此如果只有图 16C 中的孔径 A 的一部分实际使用,则全体 160 可以沿着任意流线被分割,例如黑线 F1。流线可以被用作此孔径 B 的光线扩束外形,甚至是用一个有些偏离 y 轴的孔径。这是因为射出端平面可以在一个新的 y 轴。

[0166] 图 17A 示出了光线扩束器 170 的结构,具有从 F1 到 F3 重复的图 16c 中的流线。顶面 171 沿着线 F1 到其具有点状水平线 L 的拦截处。台阶 172 可以看作 F1 下面的流线的片段。其尺寸为了清楚可见被放大,而实际的台阶通常比人的头发还要细。取决于设计参数,这些射出端用于全内反射并且因此,在这些情况下,其不需要镜面镀膜。

[0167] 设 T 为显示器上的微结构线的理想的发射长度而 N 是要设计的微结构的数量,例如, $N = 500$, 其中要设置 N 个流线。坐标原点为点 O。第一个台阶 172 沿着流线 F3 延伸直到 $x = T$ 。然后第一射出端面 173 被定位。这可以是一个反射器,其将光线射出光线扩束器。我们应该提前知道希望光线出射的方向。例如假定我们需要射出光线所以光线垂直离开光线扩束器到显示线 L。每个射出端面被计算为反射光线的线,所以光束的中心光线离开光线扩束器到所需要的方向。注意到,如果设计成功的话,中心光线在偏转曲线 171 处折射,因此当设计射出端时要考虑这样的折射。通常,射出端很小以致于可以考虑它们是直线的一部分,只被用来计算倾斜度。射出端面终止在我们确定流线的处。剩余的计算是对第一个的重复。

[0168] 图 17B 示出了光线扩束器 170,包括上偏转表面 171 和代表数百个实际结构特征的有小面的下表面。台阶 172 和射出端面 173 如图 17A 中所示。三个光线扇 174 示出用于阐释射出端 173 的作用。每个射出端面 173 被看走对于其输出光线 175 具有适合的角度使得其主要向上射出。

[0169] 一组更密集的输入光线可以产生一组更均匀的输出光线,但是牺牲了清晰度,如图 17C 所示,其也示出为由 $\alpha = \pm 15.5^\circ$ 限制的任意输出器 176。输出光线束 177 示出了基本相同的越过输出器 170 宽度的长度。具有许多个射出端,均一性可以很高。

[0170] 假设光线的辐射能对于其中的每一个光线是恒定的,则在给定表面上的照明和这一表面截取的单元面积聚光本领成比例。在 2D 的情况下,“表面”由“线”替代。上述设计过程确保了每个沿着显示器的单位长度的聚光本领基本恒定(数学上,对于微结构线上的点 $E/x = \text{常数}$),例如,照明沿着显示器为恒定的,如果光线具有相同的辐射能。当微结构的个数 N 增加时,近似值更优。

[0171] 如果 $E(x)$ 最小,其是通过微结构线上的点的边缘光线形成的最大角、具有坐标是 x 和 $E(x)$, 则

[0172]

$$\left. \frac{\partial E(x)}{\partial x} \right|_{\text{微结构线}} = \cos \phi(x) - \cos \varphi(x) \quad (2)$$

[0173] 作为图 17 中的流线的例子, E/x 恒定的,因为 E 和 ϕ 都是恒定的。

[0174] 如上所述的光线扩束器设计方法是用于 2D 空间的,例如,用于在光线扩束器外形的平面内的光线。此外,该方法假定输入光线的恒定半径,以及电介质材料的零吸收和每个反射的 100% 镜反射率,没有散射。由于这些假设实际是不可能实现,还需要更多的设计来优化设计。为了简易可行,我们假设设计的目的是实现在显示表面上的恒定照明,因为指定的照明变化量可以很容易适应。一般的,孔径尺寸 S 乘以 s ($S \geq s$, 假定例如 S 是在 y 轴上

的尺寸, s 是在如图 14C 上的 z 轴上的尺寸)。显示器也是具有尺寸 D 和 d ($D \geq d$) 的长方形, 假定例如 D 是在 x 轴上的尺寸和 d 是在图 14C 中的 y 轴上的尺寸)。我们继续考虑两个线性设计, 其在背光源设计中被混合。如图 14C 中所示, 准直器 142 通过交叉两个线性集中器形成, 每一个线性扫频型的设计。

[0175] 考虑到从光源射出的和包容在具有孔径侧面 S 的 LED 的对称平面中的光源。第一光线扩束器准直并扩束这些光线, 第二光线扩束器用于包容在 x - z 平面内的光源发出的光线

[0176] 1. 设置准直器孔径 (C 乘以 c) 的尺寸。这一尺寸可以是例如 $D \geq C \geq S$ 和 $d \geq c \geq s$ 。比率 C/S 和 c/s 确定了形成准直器的 2 个交叉的线性器件的准直。这两个线性器件被设计为恒定角发散的流线集中器 [1]。线性器件的发散角可以分别被称为 $\pm A$ 和 $\pm \alpha$ 。从而, 在准直器出射孔径处的 2D 光束的聚光本领为 $E = 2n_c C \sin(A)$ 和 $e = 2n_c C \sin(\alpha)$, 其中 n_c 是在准直器孔径处的折射率。当然, 这些聚光本领可以分别等同于在 LED 孔径的入射光束的聚光本领。因此, $\pm A$ 和 $\pm \alpha$ 角可以通过上述公式进行计算。

[0177] 2. 设计第一和第二光线扩束器, 根据上述的步骤, 例如, 假设在其它的情况下任意光线半径是恒定的 (例如等同于 1)。

[0178] 3. 计算通过光线轨迹在第一光线扩束器输出平面或在接近其的平面 $I_{1rr}(x, z)$ 内的照明, 考虑在之前设计中没有考虑到的现象 (吸收、散射、等等)。通过 Monte-Carlo 光线轨迹法计算这一函数, 输出平面分隔为小的单元, 入射到每个单元上的光线被计数。由于入射计数的变化量是计数值的平方根, 至少 1,000 的光线被每个单元接收, 确定了模拟的最小光线计数。照明被假定对于每个单元的点是大致恒定的。选择单元的大小, 使得其包括几个微结构, 例如多于四个。标准化对于单位全流量的照明: $\int I_{1rr}(x, z) dx dz = 1$ 。

[0179] 4. 计算 $R_1(x) = (\int dx) \int I_{1rr}(x, z) dz$ 。注意到 $R_1(x)$ 的平均值为 $1 = (\int R_1(x) dx) / (\int dx)$ 。

[0180] 5. 重新计算第一光线扩束器的外形, 假定光线 $R_1(x)$ 的半径取决于点 x , 其和微结构线相交。这样改进了射出端倾的斜度和放置。流线延伸到直到坐标 x 增加 $(\Delta x)_n = (1 - k(1 - R_1(x))) (\Delta x)_0$, 其中 $(\Delta x)_0$ 是均匀坐标增加最初设计的 $(\Delta x)_0 = T/N$ 并且 k 是要素 $0 < k \leq 1$ 。半径越大, 包含台阶的流线的部分越大, 因此减小了射出端的密度, 其因此减小了下一个反复的输出半径。 k 的最大值引起了较快的收敛但是也带来了更多的不稳定性。输出端倾斜可以在其新的位置上进行稍微的改变。第二光线扩束器使用相似的方式设计。

[0181] 6. 通过 Monte-Carlo 光线轨迹计算在第二光线扩束器输出平面 $I_{2rr}(x, y)$ 的照明 (该平面可以被显示)。标准化之得到 $\int I_{2rr}(x, y) dx dy = 1$ 。

[0182] 7. 计算 $R_2(y) = (\int dy) \int I_{2rr}(x, y) dx$ 。

[0183] 8. 重新计算第二光线扩束器外形, 考虑到光线半径为 $R_2(y)$, 其中 y 是光线的 y 坐标, 其与微结构线截取。考虑到流线台阶延伸到坐标 y 增加 $(\Delta y)_n = (1 - k(1 - R_2(y))) (\Delta y)_0$, 其中 $(\Delta y)_0$ 是初始重复增加的坐标、 k 是要素 $0 < k \leq 1$ 。重复步骤 6 直到 $R_2(y) \approx 1$ 。

[0184] 9. 由于在边沿上的边缘效应, 虽然 $R_2 \approx 1$, $I_{2rr}(x, y)$ 在 x 方向上是不均匀的。在这种情况下, 使用 $R_1(x) = (\int dx) \int I_{2rr}(x, y) dy$ 而不是 $R_1(x) = (\int dx) \int I_{1rr}(x, z) dz$, 重新设计第一光线扩束器 (步骤 4)。

[0185] 当由 $\pm \alpha$ 限定的均衡发射器在两个垂直于流线的平行理想反射镜之间发光时, 光线传播不确定的传播并且每个点可以“看到”全部 $\pm \alpha$ 的光线, 因此流线只是平行于直线。在这个基础上, 直的偏转器是可以想像的, 具有很多优点。

[0186] 图 18 示出了这样的直的偏转器, 由平行的流线 180 形成, 具有顶部平面 180 作为它的上偏转器。水平台阶 182 和倾斜射出端 183 连接。点划线 184, 连接射出端的上至高点, 也是直线, 确定其为真正的微结构下表面的外形。包含一种折射率 n 的材料, 包括上偏转器 181、下台阶 182 和射出端 183 的整个外形引导光线通过输入孔径 185。当射出端 183 相对垂直输出倾斜 45° 时, 全内反射工作在:

[0187] $\alpha < 45^\circ - \sin^{-1}(1/n) = 5.7^\circ$ 对于 $n = 1.58$

[0188] 比这个更宽的输入光线需要镀膜的射出端。

[0189] 增加该准入角 α 是可能的, 回顾图 16c 中示出了如何实现。孔径 A 的右半部, 和其所有的流线, 从中心流线 F0 到边缘线 F3, 是图 19 中的射出端的基础, 包括具有直顶部偏转器 191 的光线扩束器 190, 和向下延伸台阶 192 以及射出端 193。限定光线 C1 和 C2, 和图 16b 中所示的相同, 作为直的中心流线 F0。有利地是, 与图 18 中的相比, 光束的光线的平均反射数量较小并且沿着其宽度方向光线扩束器的厚度更恒定。这和注入模型更相关。点划线 194 和结合图 18 中的射出端的 184 相同, 在这里重新绘制以示出更优选的这种光线扩束器外形的厚度的连贯性。

[0190] 图 20 示出了背光源单元, 包括 LED 光源 201、射出端包括准直器 202、和第一线性光线扩束器 203, 和射出端包括第二平面光线扩束器 204, 其都具有平面偏转器上外形和弯曲小平面的下外形, 后者具有包括波纹拖台阶和倾斜射出表面的微结构。平面端 205 可以用于反射微光, 防止光损失。在相反侧的相对应的平面端, 在图 20 中不可见, 需要通过全部路径到达射出端的第一扩束器 203。否则, 在扩束器 204 的相邻角的照明会因为光线泄漏而急剧减小。和图 14H 中的情形相似, 线 206 是 CPC202 和光线扩束器 203 之间的分隔器, 具有比 CPC202 和扩束器 203 的折射率略小的特定折射率的光学黏合剂。同样的光学层在线 207 处, 在两个光线扩束器之间, 因此第一个可以起作用。

[0191] 当从中提取光线时, 光线扩束器的厚度趋向零。理论上, 在一端的厚度是射出端的厚度, 其趋近于零。这通常是塑料注模技术的缺陷。一些解决办法如下:

[0192] a) 光线扩束器的后部分保持为最小的可接受的数值, 如具有图 20 中的尖端 208, 在图 21 中示出的扩大的侧视图。平面光线扩束器的外形的端部 209 终止于端 - 反射器, 或者是镀膜反射器或者是线性如图 8D 中的表面 86 的回射器。图 21 示出了作为设计台阶 204s、具有直线偏转器 204t 的平面光线放大器 204 的射出端 204e 的基础的流线 210。示出了最小厚度 211, 在该点上反射镀膜凹口 204n 开始将线向上延伸到边缘反射器 209。这些凹口的右侧射出从这些反射器 209 反射回来的光线。流线 210 被反射回这些凹口, 因此它们射出和射出端 204e 相同的光线量。

[0193] b) 另一种避免在光线扩束器中的边缘薄度的办法是选择两个边缘光线束, 因此它们具有相同的焦散。这种情况下, 焦散称为光线的流线。该流线是其中两个边缘光线相同, 因此反射流线不需要引导光线。图 22a 示出了放大器和一半的用于确定光线扩束器 220 的设计的边缘光线的第一视图, 并且图 22b 示出了其它的边缘光线。光线放大器 220 包括进入孔径 221、上偏转表面 222、和微结构下射出端表面 223。点划直线 224 连接具有光线扩

束器 220 的尖端 220t 的入口孔径的底部边缘。偏转表面 222 目前终止在点 222e, 但是其外形应该继续沿着点划线 224 剩余的部分延伸, 在尖端 220t 的厚度逐渐为零。代替的, 外形可以被设计得更高以维持厚度, 而保持边缘照明不变。图 22a 示出了以限制角 $-\alpha$ 进入孔径 221 的光线束 225 的平行边缘光线。另一边缘光线的光线束 226 也被示出, 包括从偏转器 222 向下反射的边缘光线。图 22b 示出了以角 $+\alpha$ 进入孔径 221 的边缘光线的光线束 227。光线束 228 包括从孔径下边缘发出的光线, 在点划线 224 之上和光线束 227 的最下方光线之下成角。光线束 229, 在点划线 224 之间, 包括从微结构射出端 223 的台阶 (太小未示出) 反射的到达尖端 220t 的光线。点划线 224 是偏转器 222 在点 222e 的切线, 而它本身是边缘光线, 因此通过点 222e 没有需要向后偏转的光线。

[0194] 因此偏转器 222 的外形可以通过任意的上述点划线 224 完成, 只要其连接点 222e 和尖端 220t。图 22c 示出了具有由曲线 222c 延伸的上偏转 222 的光线扩束器 220, 其基本跟随底部表面 223 的外形, 从而维持厚度。

[0195] c) 图 23 示出了如何将另一个光线扩束器关于图 21 中的端 - 反射器 209 对称的放置, 其可以被去除。双背光源 230 包括左背光源 233 和右背光源 234, 分别由 LED231 和 232 照明。它们的结合线 235 相当于图 21 中的端 - 反射器 209。

[0196] 背光源也可以沿着如图 20 中的平面的侧边 205 并行的连接。图 24 示出了双背光源 240, 由 LED241 和 242 照明。由背光源 243 和右背光源 244 沿着线 245 连接, 该线可以自由通过该线。

[0197] 最后, 这两种连接方式可以结合在一起形成四重背光源。图 25 示出了四个背光源 240, 包括左手的背光源 251 和 252 以及右手的背光源 253 和 254。在中心线 255 上有背光源的侧面, 并且沿着中心线 256 设有其端部。

[0198] 不同的四重背光源可以由更多的并行的连接装置形成。图 26 示出了背光源 260 的透视图, 包括两个相同的右手背光源模块 261 和两个左手模块 262。反射端线 263 可以用于连接两个这样的四重背光源成为八重背光源 (未示出)。这样的大范围的嵌合容量是没有先例的并且对于生产具有高像素数量的大屏幕 LCD 是有用的。生产因素使得保持像素数量的增长变得困难, 而将 LCD 并行的连接在一起会简单一些, 如果它们的寻址线被预先合适地配置使得不排除具有黑竖框的连续的像素。

[0199] 但是, 图 26 的结构, 示出了单独的背光源只连接它们的三个边缘, 因为第四个被输入端占用了。希望的是具有单独的背光源, 其可以连接在它的四个侧边上, 用于均衡的平面光源的大范围的无缝嵌合。

[0200] 图 27 示出了背光源 270, 由位于准直光器件 272 上的光输入端口 271、射入端 273 (其包括第一光线扩束器)、射入端楔 274, 射出端 275 (包括第一光线扩束器)、和射出端楔 275 组成。在射入端 273 和射入端楔 274 之间的空气隙产生从准直器 272 射出的光线的射入端 273 的主体内的全内反射。相似的, 在 275 上和 276 下的空气隙产生 275 内的, 从 273 的外台阶 273s 射出的光线的, 全内反射。这些台阶的尺寸比实际在背光源中使用的微台阶的放大后示出, 并且减少了数量。

[0201] 图 28 示出了嵌合背光源 280, 由通过 289 的单个背光源 281 组成, 每个都和图 27 中的背光源 270 相同。这些背光源彼此在四个侧边上相邻, 形成了无缝嵌合。单独的准直器。例如示出的 283c 和 284c, 在同一平面内是不利的, 因为需要 LED 光源共用同一个电路

板,会增加可观的成本。

[0202] 图 29 示出了背光源 290,和图 27 中的背光源 270 的所有方面都相同,除了角转向装置 291,在图的右下方放大示出。它包括入口 CPC292、转向管 293、和混合棒 294。转向管 293 在除了抛物圆柱 295 以外的所有侧面上是平面。这一技术在 2005 年 3 月 3 日的美国专利申请 No. 60/658, 713、2004 年 9 月 29 日提交的美国专利申请 No. 60/614, 565、2004 年 9 月 22 日提交的美国专利申请 No. 60/612, 558、2004 年 4 月 23 日提交的美国专利申请 No. 60/564, 847 和 2005 年 4 月 25 日的美国专利申请 No. 11/115, 055 中有所揭示,其被发明人要求了这些申请的优先权,都具有标题“用于发光二极管的光学复印”,并且在这里作为参考文献进行引用。

[0203] 图 30 示出了无缝嵌合的背光源 300,由九个如图 29 中所示的模块组成。输入端口 301,有利地是共面的,使 LED 能够使用单个的电路板(未示出)。输入端 302,具有如图 29 中所示的角转向装置,可以通过注模来制造,然后机器结合到长补偿-模的射出端 303,每个多重的背光源作为单个元件。相似的,上射出端楔 304 在多重背光源上延伸。

[0204] 光学折叠可以减少一个背光源占用的空间。图 31 示出了准直的背光源 310,其中棱镜 313 被用来折叠准直器在进入第一光线扩束器 314 之前的输出。如前所述,折射率下降粘合剂被用在沿着偏转表面 314d 上,以及透镜 313 的边界和第一光线扩束器 314 上。

[0205] 图 32 示出了另一种减小尺寸的办法,同时增加输出发光度(和聚光本领)。背光源 320 具有两个 LED 光源 321a 和 321b,分别具有准直器 322a 和 322b。看不到的是可能的第二对 LED 和准直器,只是在示出的这些下面。这些使得背光源可以在相同的输出照明下,尺寸上变为两倍大(并且面积为四倍大)。

[0206] 考虑到图 14D 和 14E 中的漫射器 246,有一种替换这样漫射器的选择。图 33 是射出端光线扩束器 330 的侧视图,包括入口孔径 331、上偏转表面 332、和尺寸放大的流线台阶 333s 以及射出端 333e 一起示出的下微结构表面 333。进入孔径 331 的光线由光线扇 336 示出,但是不同于其中具有白光传输的前述实施例,这些只有蓝光波长,来自波长为 453nm 的蓝色 LED。从背光源 330 出射的蓝色光由光线扇 337 表示,示出为从垂直方向显著的倾斜。这使得射出端 333e 单独通过全内反射工作,用于角度展开的大数值,消除了之前所述的需要在射出端上镀膜。当这样的倾斜输出对于照明 LCD 不合适时,这里其照明上光致发光层 334。

[0207] 蓝色敏感层 334 可以例如是大范围的荧光层,其吸收一些蓝光 337 并且有利地散射剩余的光线。只要高折射率的荧光微粒组合层 334 是波长的尺寸或者微粒范围,就可以获得这样的散射。被称为毫微米荧光,具有小于二十倍的荧光粒子,是透镜的并且因此不散射其不吸收的蓝光部分。光线扇 338 代表微范围的荧光层 334 的白光 Lambertian 发射。因为这样的发射发生的和向下的情况一样多,二向色滤光器 335 位于荧光层 334 的下方,从而范围这些白光发射到荧光层用于循环,其增加了一层发射的照明。二向色滤光器 335 可以传输在光线束 337 的角度的蓝色波长,但是不传输由荧光层 334 产生的更长的波长。进一步,滤光器 335 反射所有由荧光层 334 以大入射角散射的蓝光,从而只有一小部分蓝光没有被循环使用。

[0208] 图 34 示出了背光源系统 340 的分解透视图,包括具有蓝色 LED341b 的准直背光源 341、二向色滤光器 342、和光致发光层 343。这样的层对于现在使用的荧光 LCD 背光源具有

高的效率、亮度和均匀性。荧光层将蓝色光散射使得没有吸收的蓝光以任意方向离开荧光层的前面,例如,具有 Lambertian 密度。二向色滤光器 342 用来向后发射光致发光层 343 的发射光到一个前向的方向用来“循环”。前面的示出了嵌合背光源的图也可以使用大的荧光层,其对于大屏幕 LCD 电视是有益的。

[0209] 在这些光线扩束器的下微结构表面的外形中,射出端只占有每个小平面的一个小部分。这意味着投射到微结构表面上的偏转表面上的光线通常在两次折射后通过第二光线扩束器。为了补偿这些,称作清洁器的新的元件可以被添加在第二平面光线扩束器的两侧。使用这些元件的目的是使得第二光线扩束器看起来是一个透明的部分。清洁器的一个表面是平面而另一个是其折射率可以被略去的样本 (copy of surface) 表面。图 35 示出了平面光线扩束器 351 的侧视图,示出了上面的偏转表面 - 清洁器 352 和下面的微结构表面 - 清洁器 353。如图所示,折射率空隙必须保持在每个清洁器和光线扩束器之间。对于其间的材料的最大折射率由光线扩束器 351 内部的光线 TIR 所需要的条件确定,但是其不会明显小于它们所连接的材料折射率。

[0210] 图 36 示出了平顶的波长扩束器 360 和清洁器 361。平顶 360u 不需要清洁器。

[0211] 图 37 示出了如何使用清洁器为用于前灯做好准备。系统 370 包括平面光线扩束器 371、清洁器 372、LCD373 和为了清楚可见而移除了一部分的后向反射器 374。由于第二光线扩束器加上清洁器对于外部的使用者是透明的,因此 LCD 可以通过光线扩束器看到。

[0212] 进入光线扇 375 可以看到产生由光线束 376 示出的输出光线。反射光线 377 通过 LCD373 返回并且作为光线束 378 通过微结构表面的部分穿过射出端之间的空隙,其将经历一次被清洁器 372 消除的折射。

[0213] 没有后向反射镜 374,该前灯系统使得单独的 LCD 从两侧都可以看见。

[0214] 本发明的前灯系统不仅仅限于 LCD,因为它以可以用在图画、油画、等等的装饰性照明。

[0215] 图 38 示出了两侧照明如何实现的,通过具有第一和第二微结构表面 381 和 382 的光线扩束器 380。扩束器 380 不是全部对称的,因为两个微结构表面的射出端可以替换。因此射出端 382e 照明相对的台阶 381s,就像射出端 382e 照明相对的台阶 382s。

[0216] 射出的光线不需要在射出端的两侧的同个方向上。图 39 示出了具有产生垂直输出光 391r 的上微结构 391 和产生倾斜输出 392r 的下微结构 392 的光线扩束器 390。

[0217] 图 40 示出了双光线扩束系统的另一种结构,其包括输入光 401i 从左侧反馈的上光线扩束器 401 和输入光 402i 从右侧反馈的下光线扩束器 402。发射器 401e 临近发射器 402e,两个扩束器之间是完全对称的。

[0218] 前灯方案使得一个荧光层,例如图 33 中的 334,没有二向色滤光器 (例如,335) 并且仍具有高的效率。图 41 示出了这样的方案的分解侧视图,具有平面光线扩束器 411 和在其下方的清洁器 412。光线扩束器 411 具有导向荧光转换层 413 的光线输出端 411r,具有后向反射器 414 循环向上的光线,因此没有后向散射光损失。反射到荧光层 413r 的光线通过光线扩束器穿过流线台阶 411s 到达 LCD415。

[0219] 一个透明的系统也被用于循环偏振光线。图 42 示出了偏振 - 循环背光源系统 420 的分解透视图,包括 LED 光源 421、具有准直器 422 的射入端、第一光线扩束器 423、具有第二光线扩束器 424 的射出端、偏振滤光片 425 和 LCD426。滤光片 425 提供了用于 LCD426 的

偏振光的通路,并且向后反射正交的偏振光通过背光源 424 到四分之一波片延迟器 426 和后向反射器 427。该光线然后范围通过延迟器 426,通过的两个通路使得循环光线具有合适的偏振态,并且显著的增强器件输出和效率。

[0220] 该偏振循环方案也可以用于图 42 中的第一光线扩束器 423。如此使用对于反射偏振片、四分之一波长延迟器和反射薄膜需要较小的空间,其是优点,并且也能够实现前灯或者背光源照明。图 42 只示出了偏振-循环方案在平面光线扩束器 424 中使用的情况,意味着只有背光源照明是可行的。

[0221] 优选的实施例迄今揭示了照明平的表面的构造,因为现有的液晶显示器是严格的平面的。对于未来的等角的显示器,一些实施例也具有弯曲的输出表面。

[0222] 图 43 示出了光源 431 反馈两个贴面器件外形。平直的点划线 432 示出了接收来自 CPC 外形 433 的反射光线的流线射出端平面。点划线 434 示出了接收来自单一曲线 435 的反射光线的流线射出端的任意拱形外形并且将光线通过线 434 向外出射。

[0223] 图 44 示出了光源 441 和位于半圆上的流线射出端凹槽 442。螺旋表面 443 反射光线从光源 441 到凹槽 442 上。

[0224] 图 45 示出了半圆形光源 451 和 455,设置在用于形成完整的圆形的位置。围绕它们的是圆柱形漫射器 456,其位置的设置使得出射光线障碍 457 被漫射到 Lambertian 输出 458。

[0225] 一些实施例中给出了限制聚光本领的背光源和/或前灯,具有非成像光学射入端,其通常包括用于接收来自例如 LED 的小型光源和光线扩束器的光线的准直器。该射入端准直器限定了光线在一个精确的允许角,例如 $\pm 15^\circ$,而光线扩束器具有流线定向反射器,其横向偏转部分准直的光线如同光线沿着其长度产生线阵列的方向进行传播。该偏转的光线进入平面波导,被称为射出端,其传播到输出区域(射出端起光线扩束器的作用),从这里光线作为准直光线被向上和向外射出,通过在波导底部上的射出端面。大体上全部,和在一些实施例中全部的在波导内的光线被镜面反射,因此它保持其原有的亮度。断断续续的射出端表面比其照明的 LCD 的像素小,减小了视亮度。该准直输出更有利于在 LCD 中使用,并且较宽的角度可以通过位于其顶面的全息漫射器实现。

[0226] 对于至少几个和几个实施例相关的概念的较好的理解可以在以下的参考文献中找到:(1)R. Winston, • J. C. Mifiano, P. Benitez, " Nonimaging Optics ", Elsevier Academic Press, 2004 ;(2)K. K_l_nt_r, S. Matsumoto, and T. Onishi, " Functional light-guide plate characterized by optical microdeflector and micro-reflector for LCD backlight ", IEICE TRANS. ELECTRON., E84-C, 1637-1646 (2001) ;(3)Di Feng, Yingbai Yan, Xingpeng Yang, Guofan Jin and Shoushan Fan, " Novel light-guide plate for liquid crystal display backlight ", J. Opt. A :Pure Appl. Opt., 7, 111-117 (2005) ;(4)Di Feng, Guofan Jin, Yingbai Yan, Shoushan Fan, " High quality light guideplates that can control the illumination angle based on microprism structures ", Applied Physics Letters, 85, 6016-6018 (2004), 在此引用这些文献作为参考文献。

[0227] 本发明的揭示通过特定的实施例和应用进行描述,对于本领域的普通技术人员容易想到各种其它改变和变型而不偏离本发明的范围。前述的描述包括实施本发明的最佳模式,但是只是为了阐明本发明的基本原理的目的。

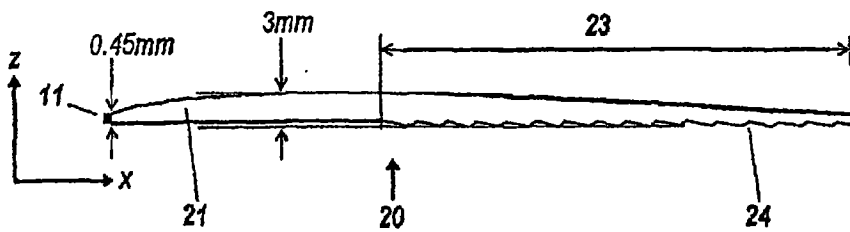
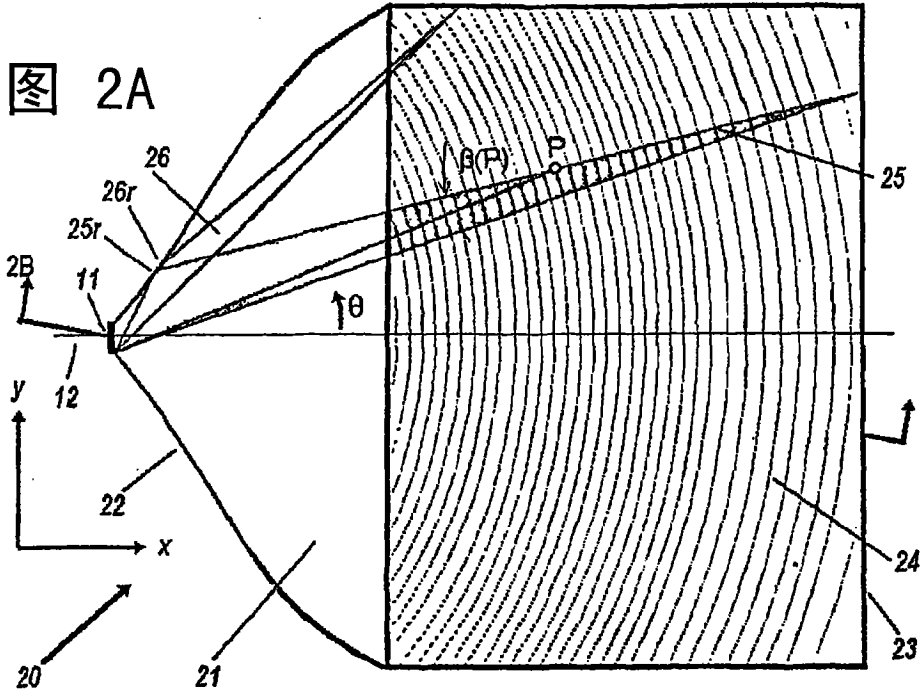
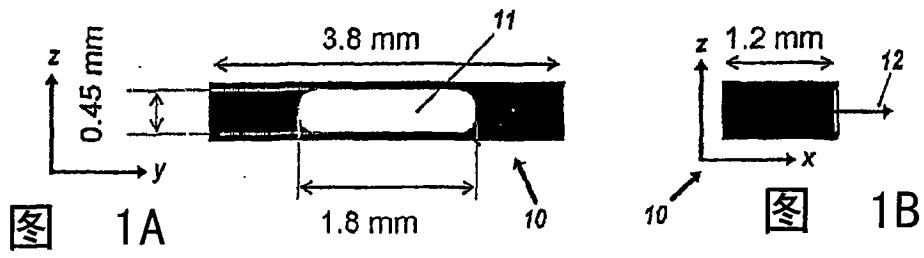


图 2B

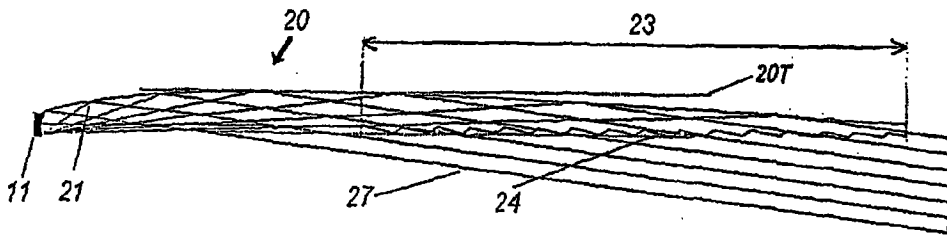


图 2C

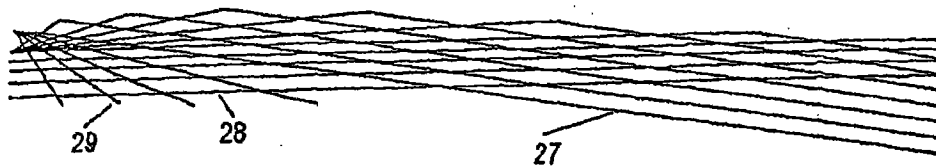


图 2D

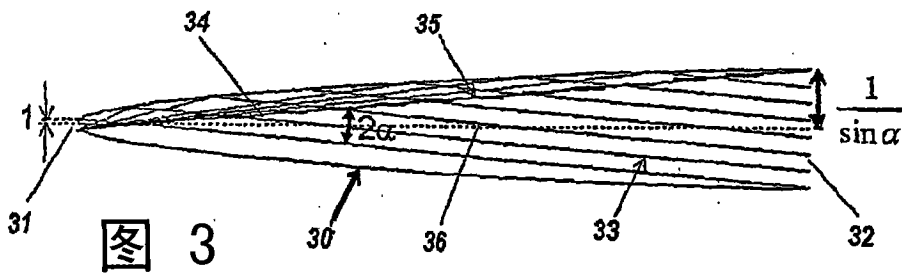


图 3

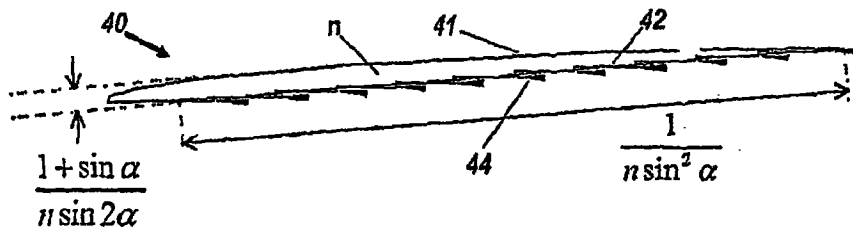


图 4A

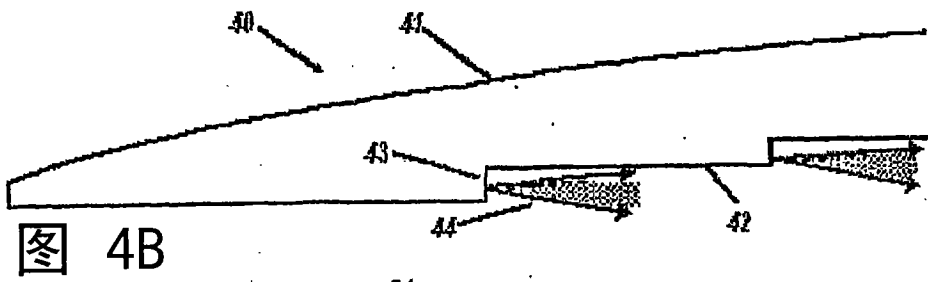


图 4B

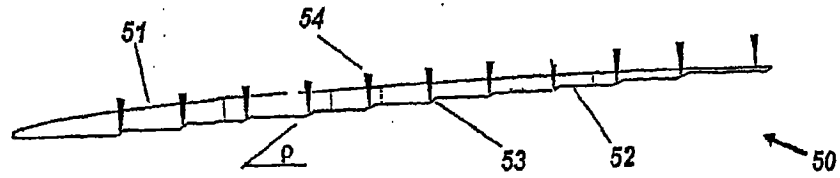


图 5A

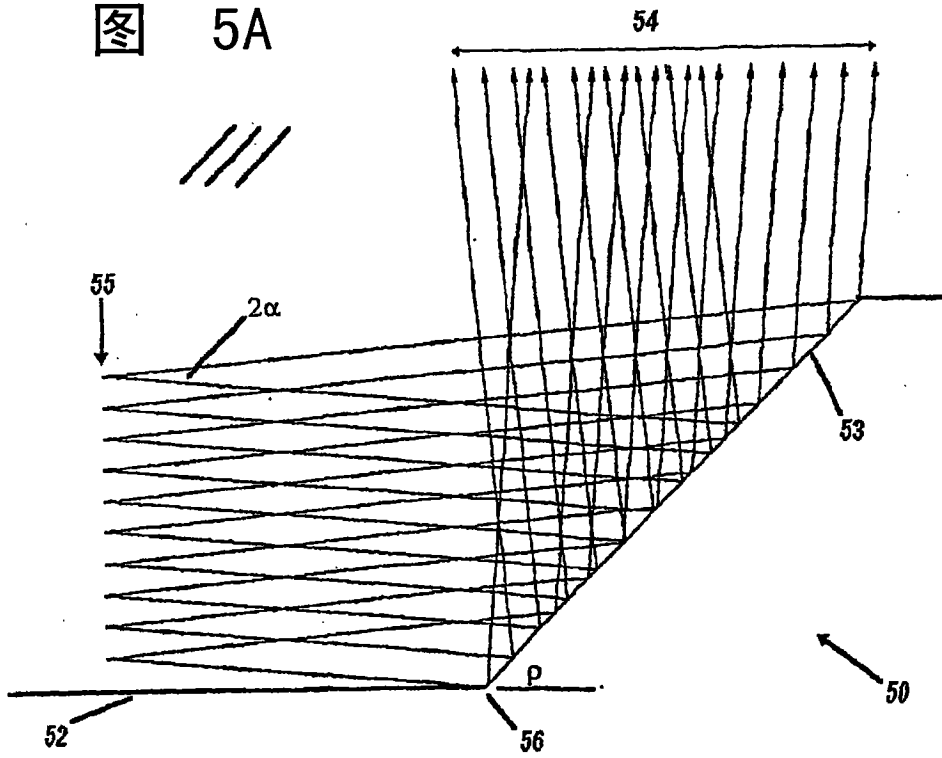


图 5B

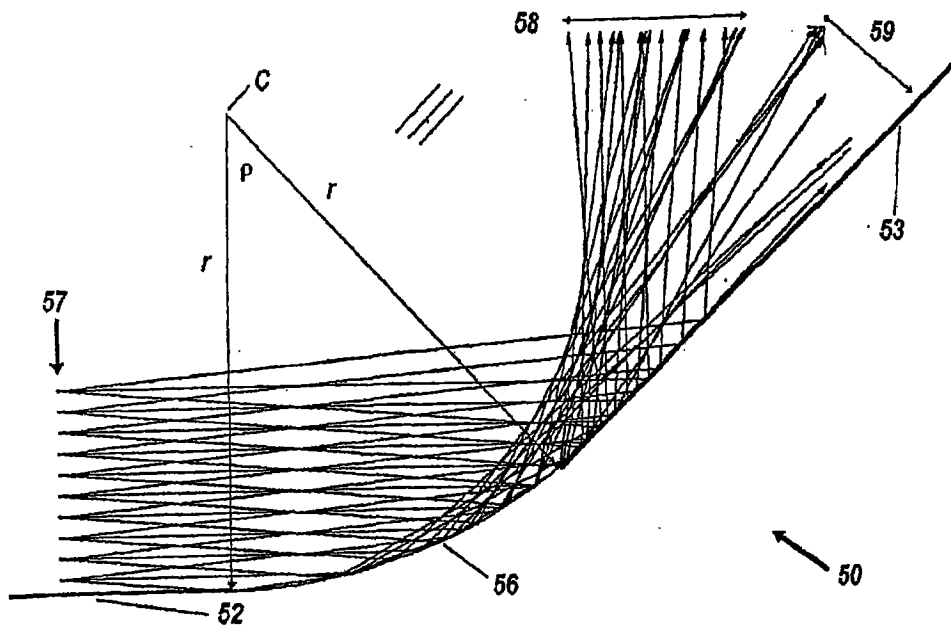


图 5C

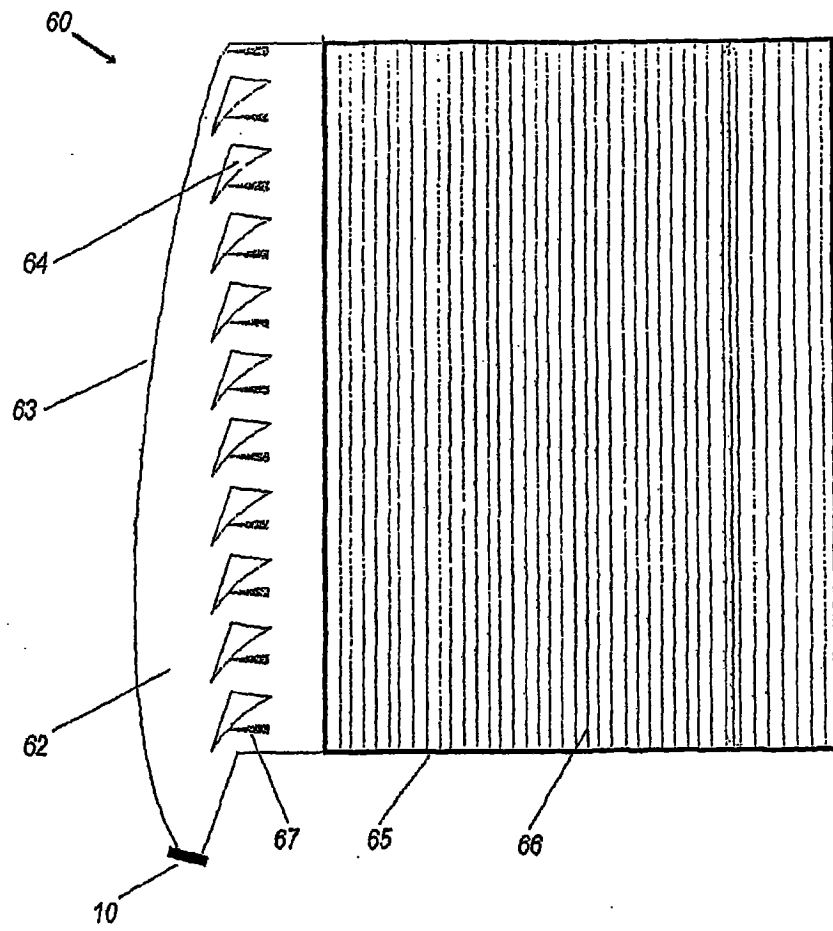


图 6

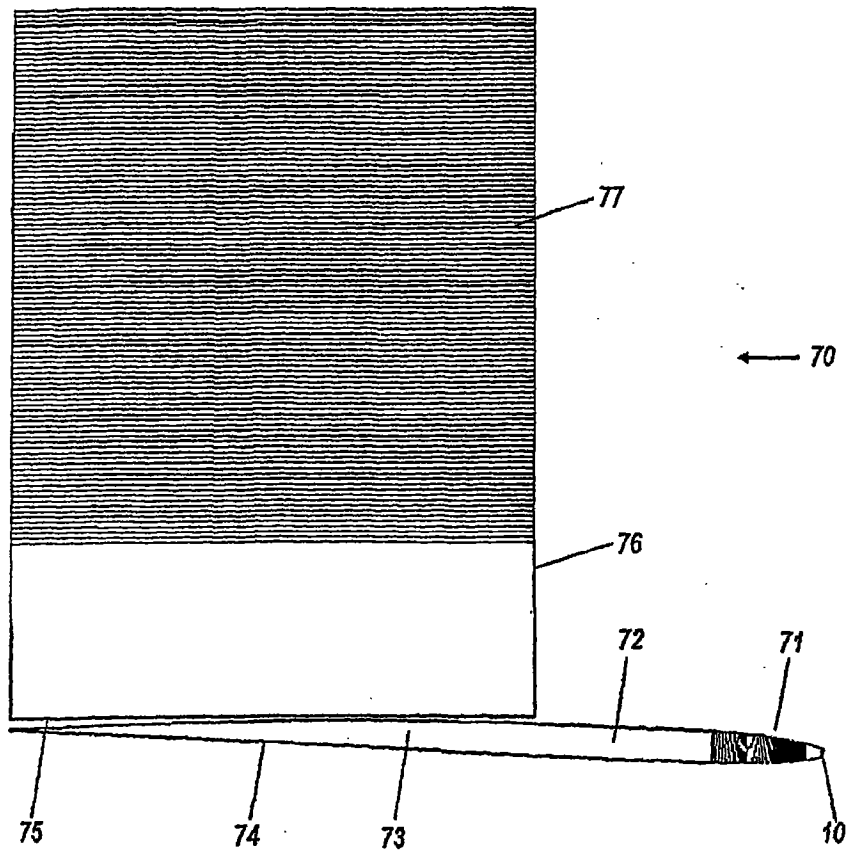


图 7A

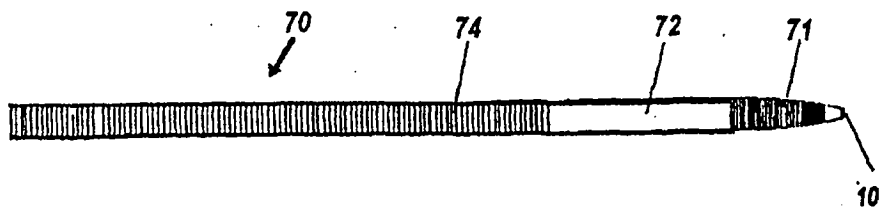


图 7B

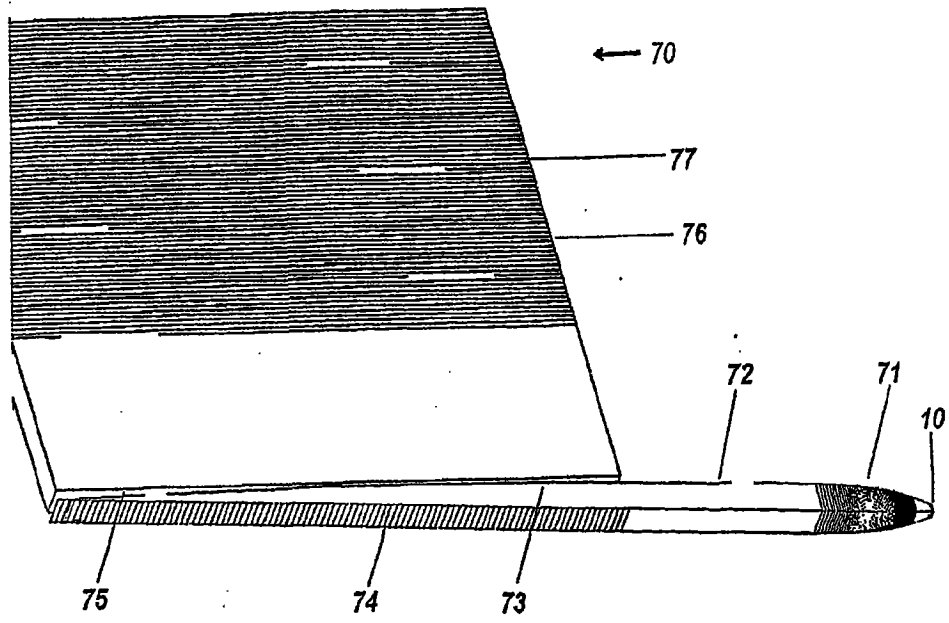


图 7C

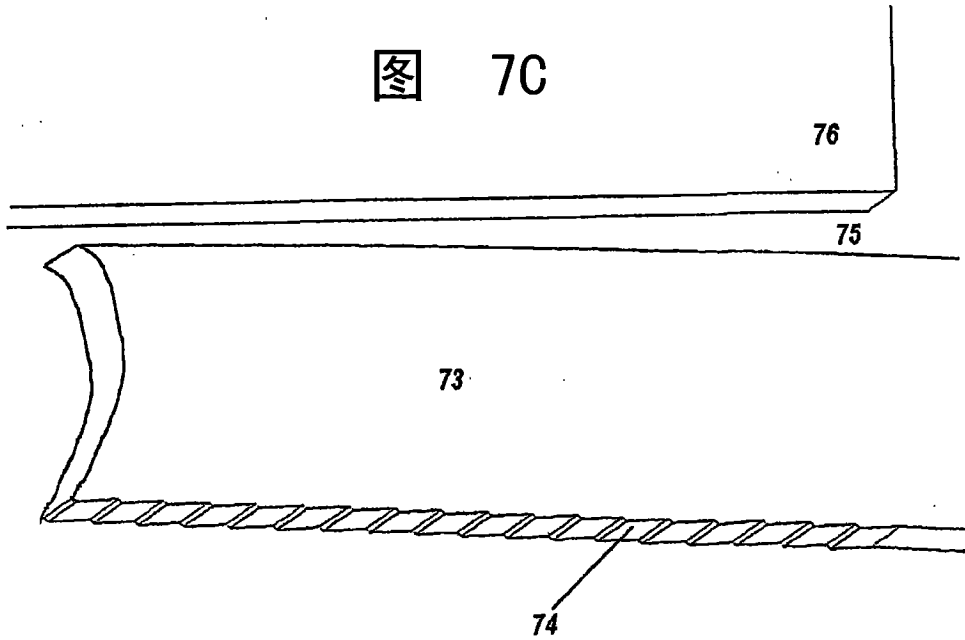


图 7D

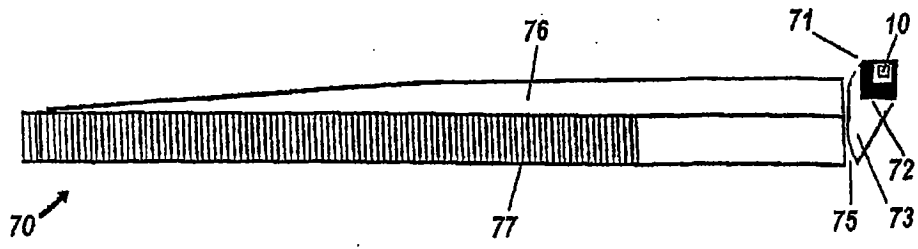


图 7E

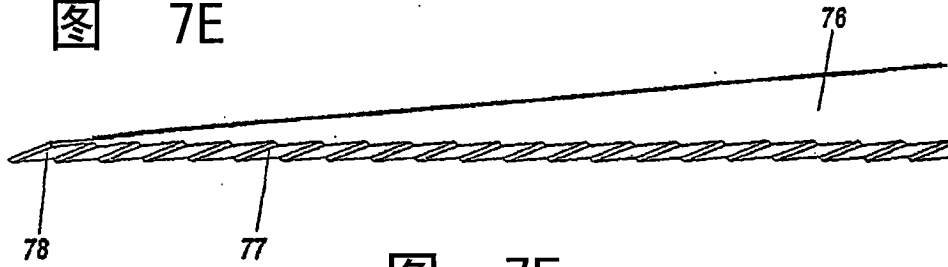


图 7F

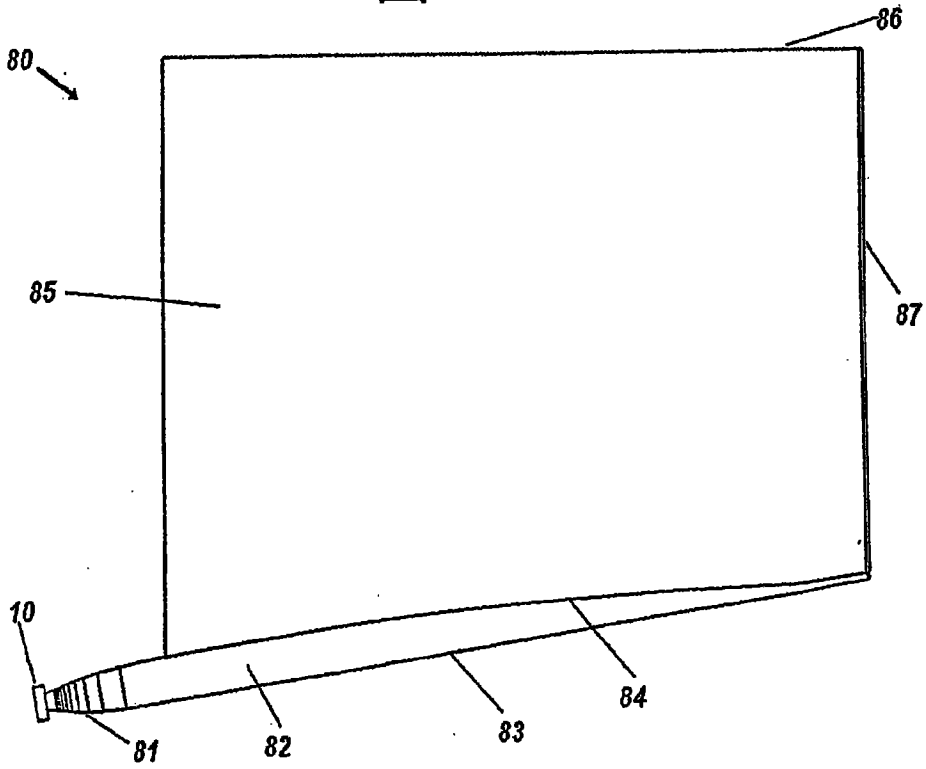


图 8A

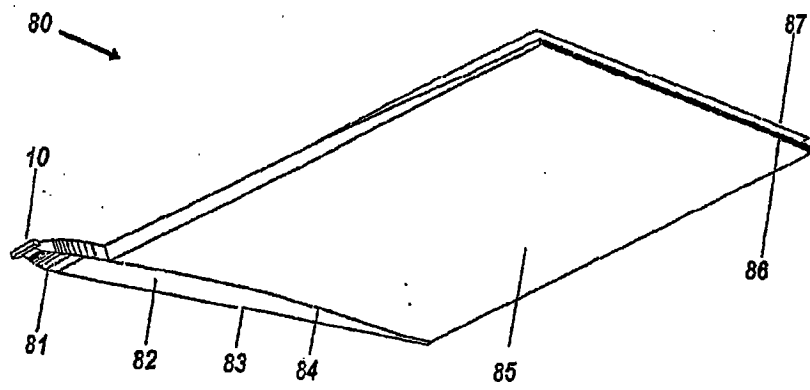


图 8B

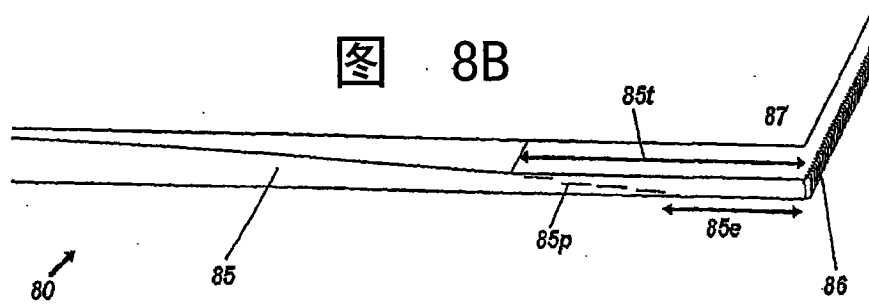


图 8C

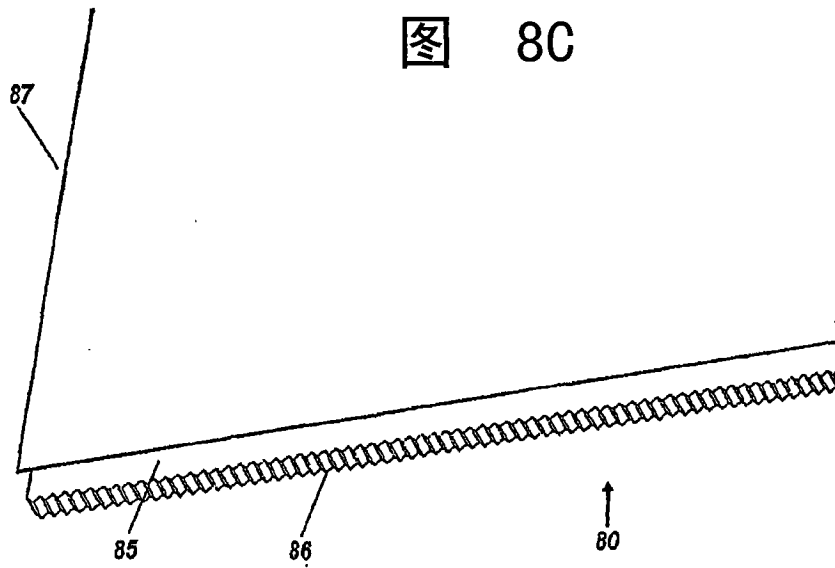


图 8D

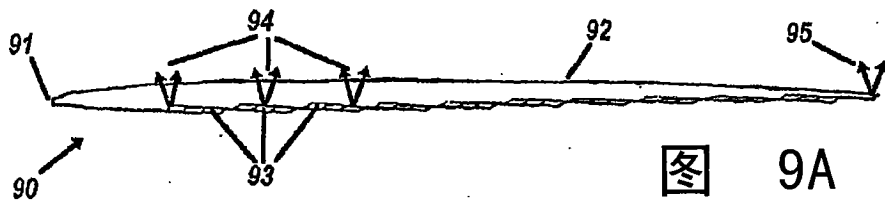


图 9A

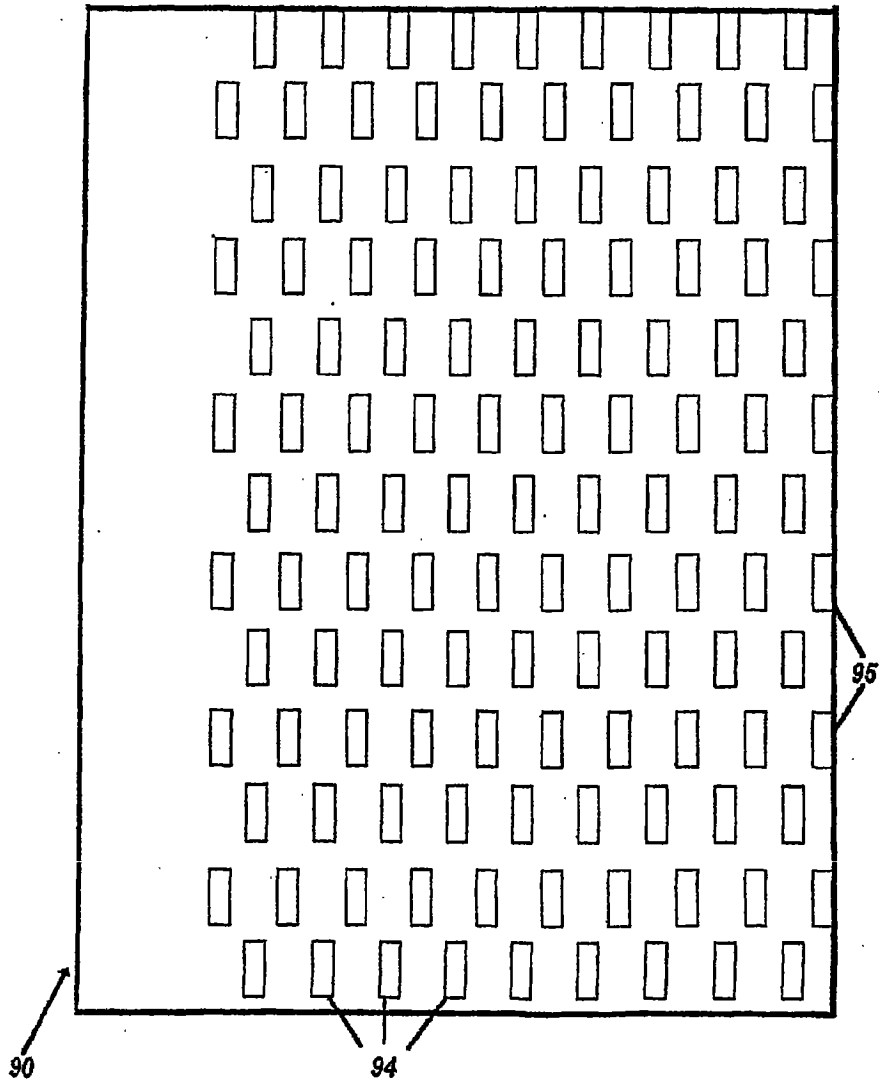


图 9B

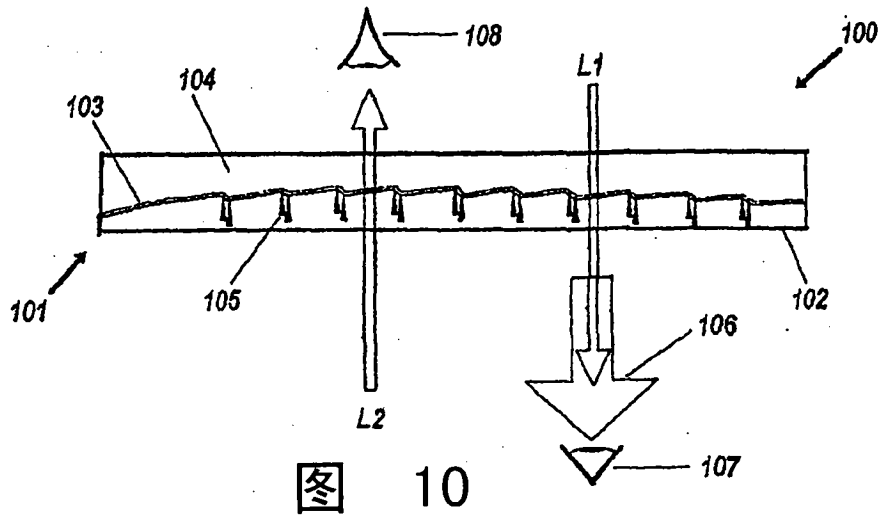


图 10

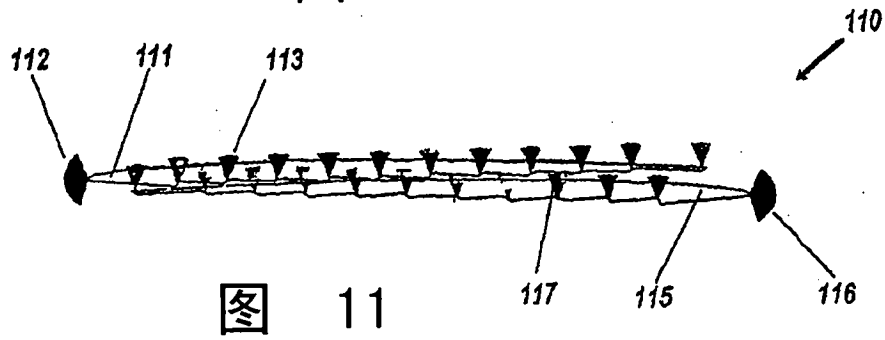


图 11

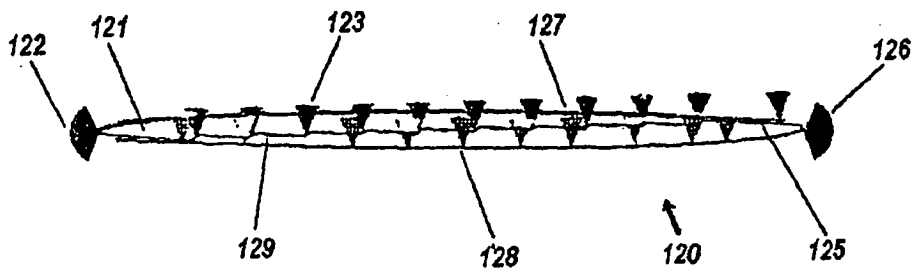


图 12

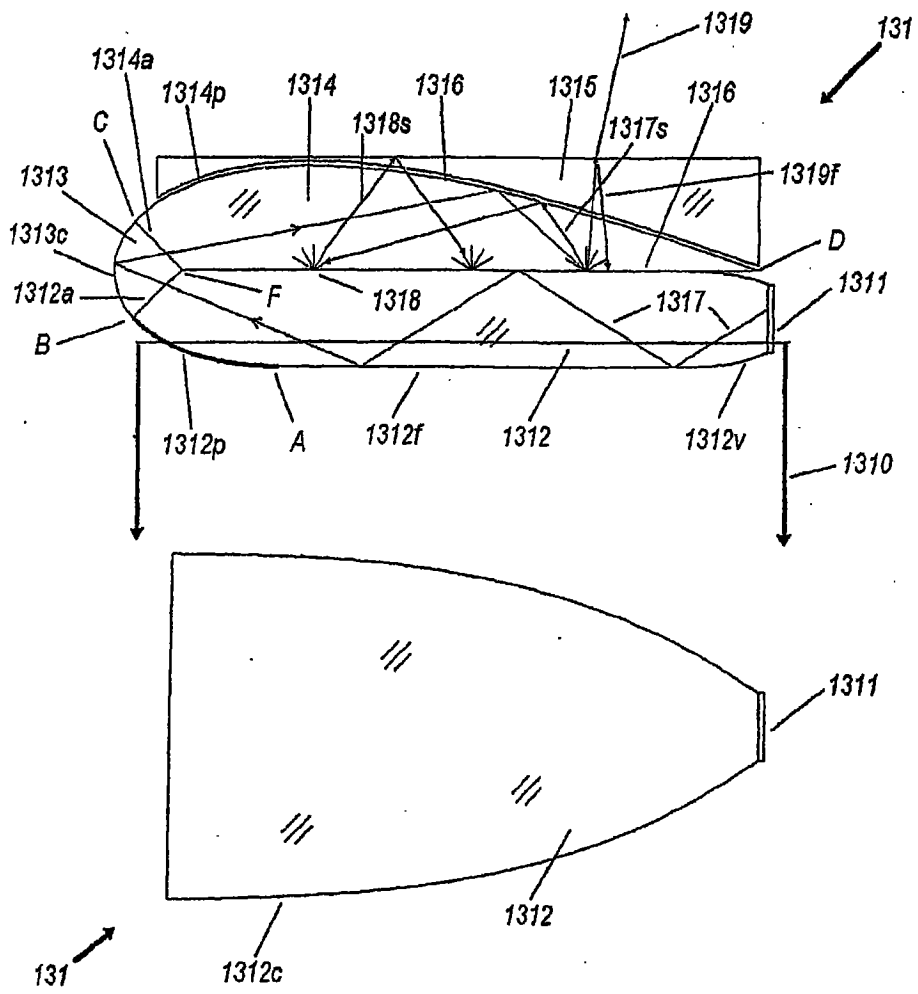


图 13A

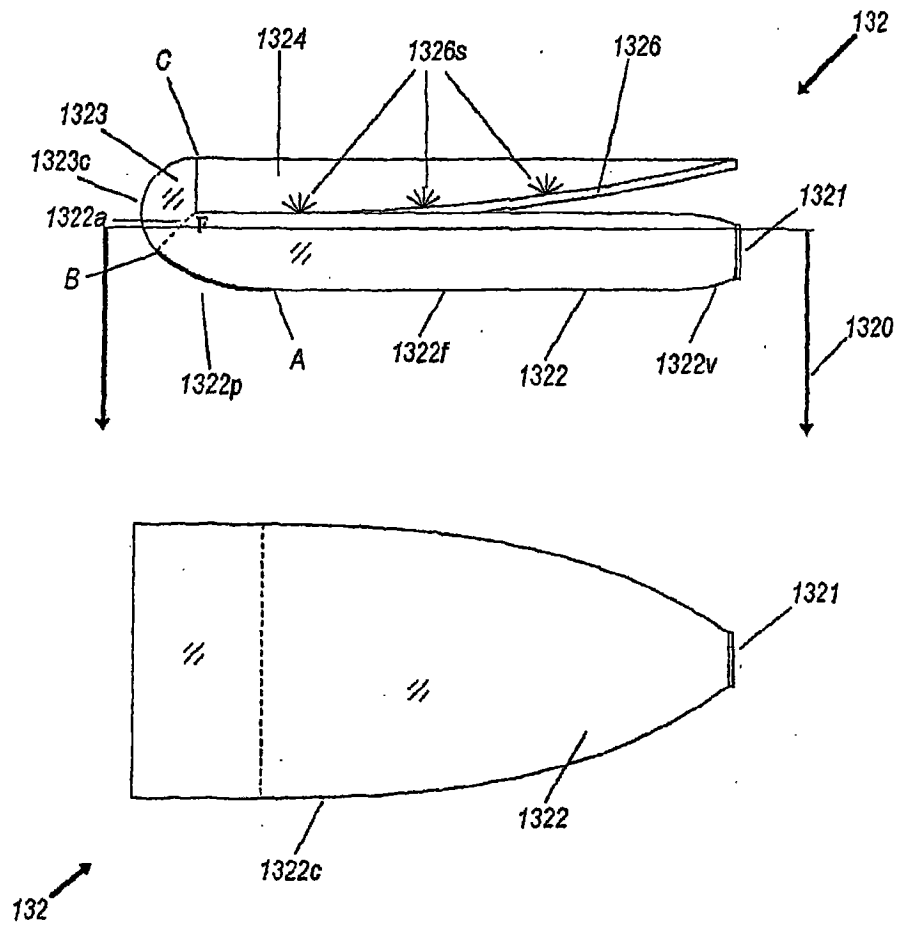


图 13B

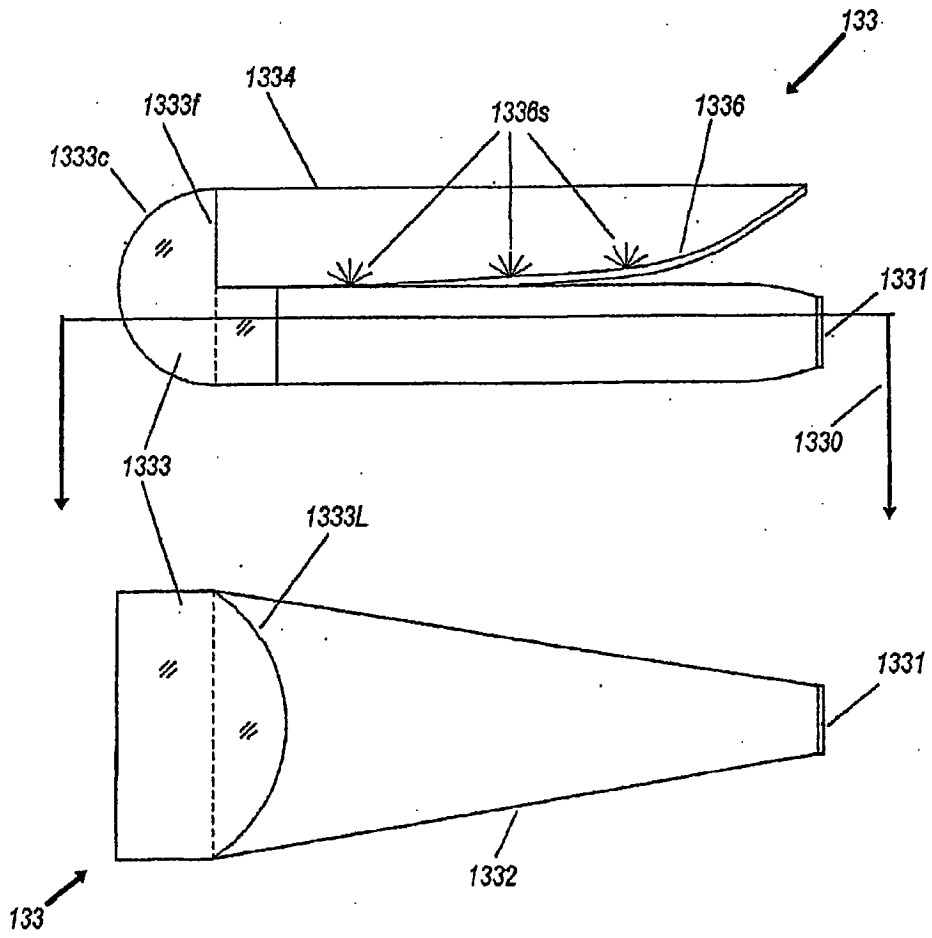


图 13C

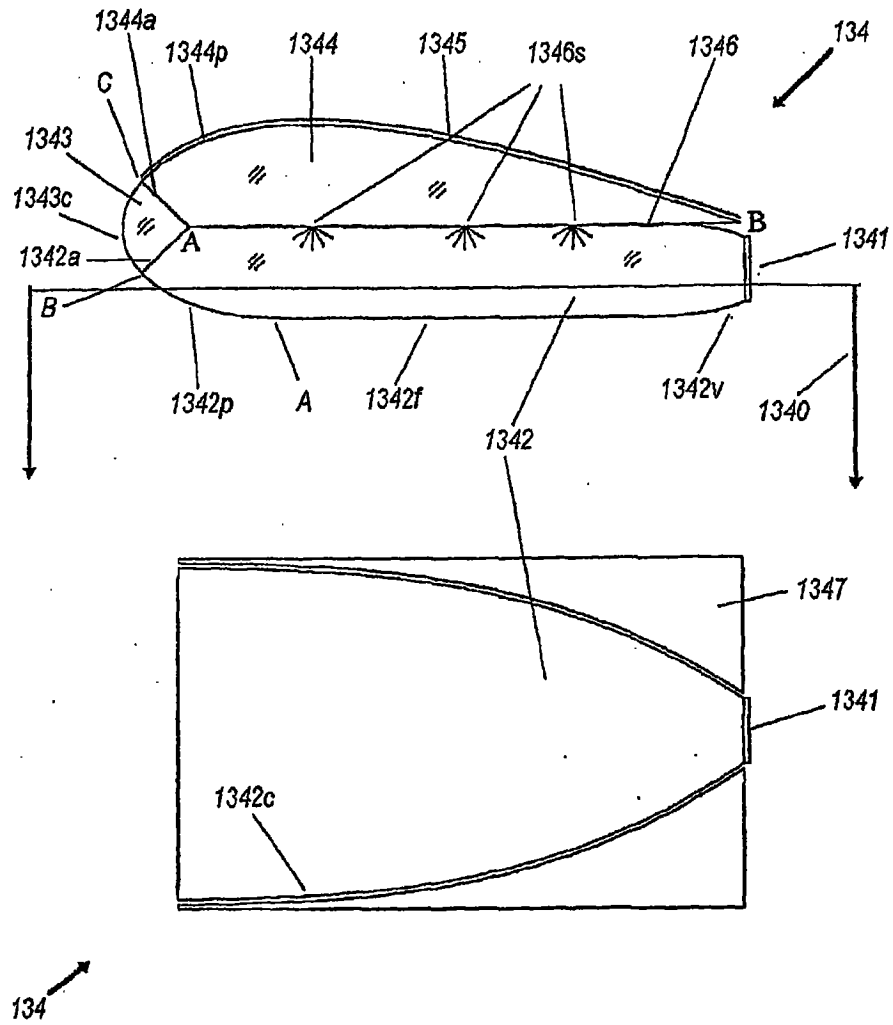


图 13D

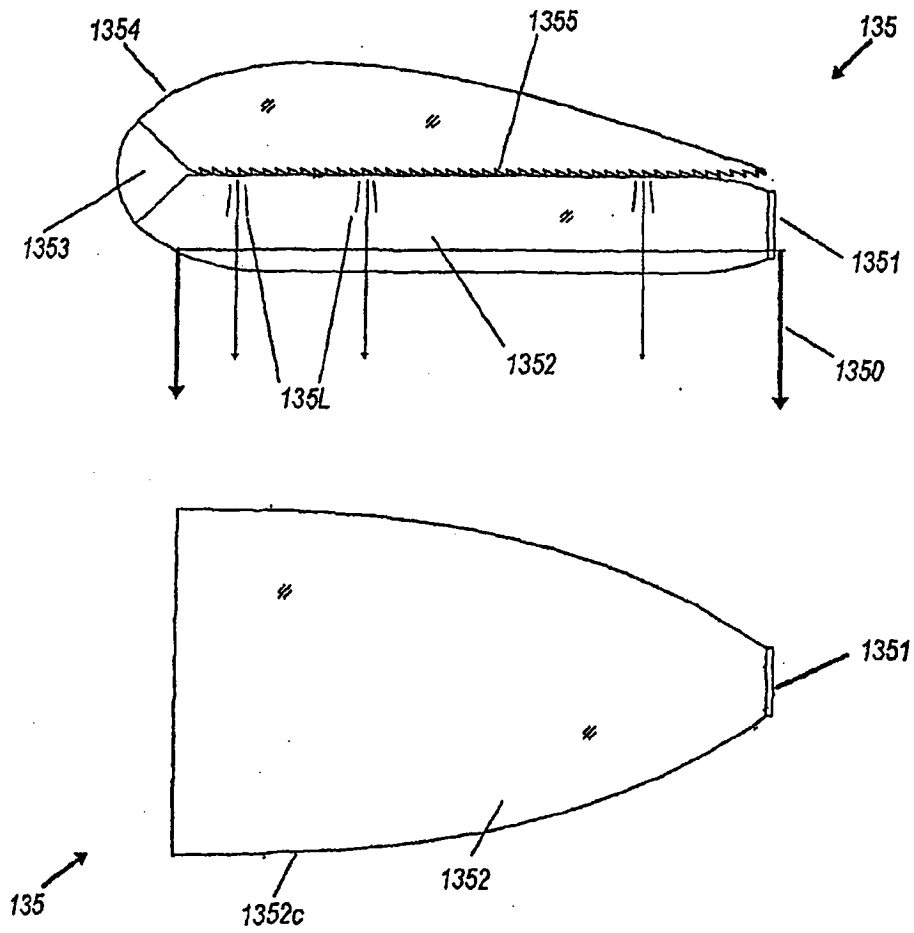


图 13E

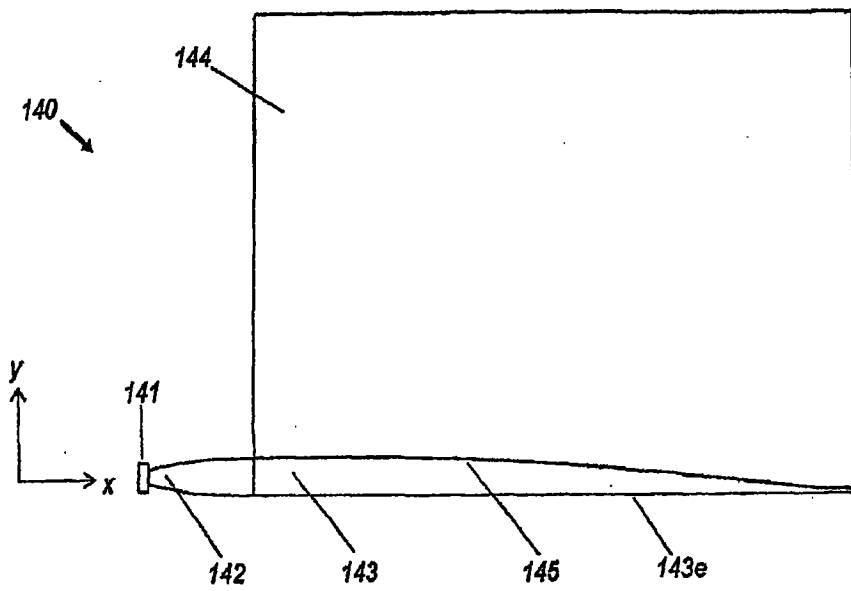


图 14A

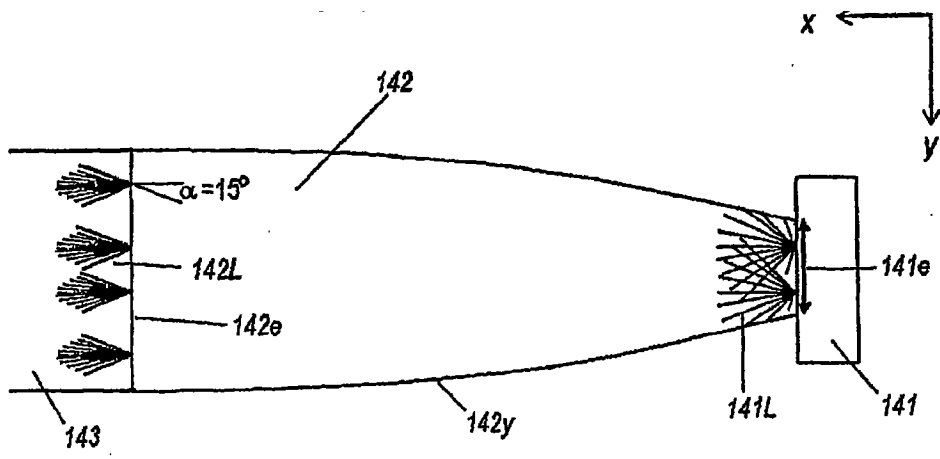


图 14B

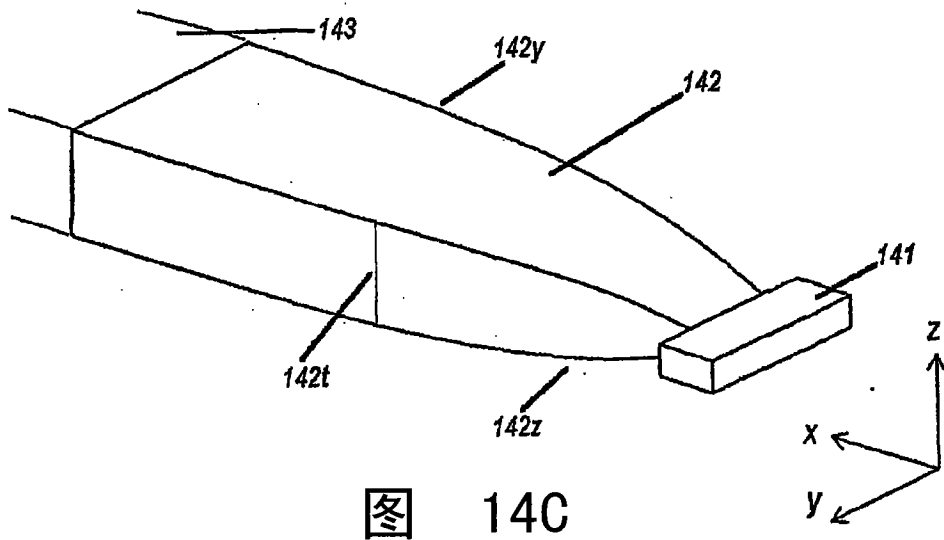


图 14C

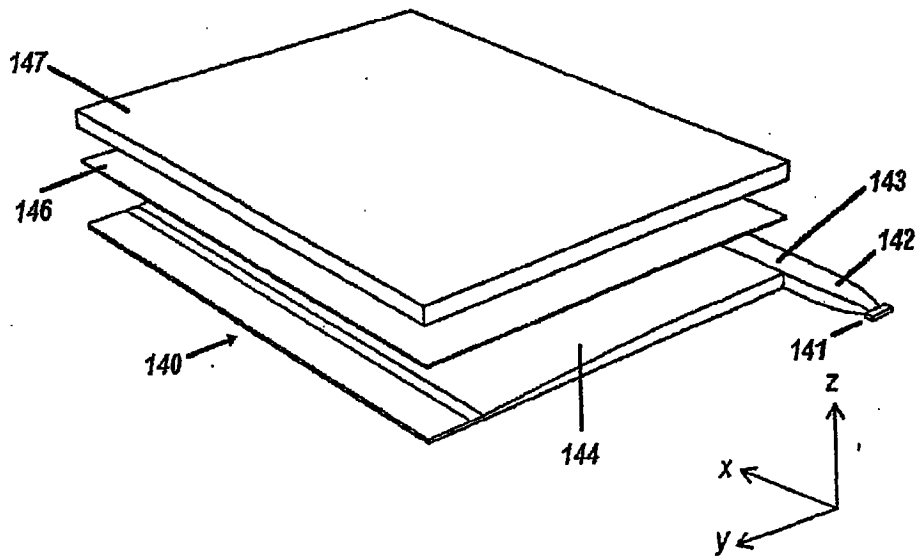


图 14D

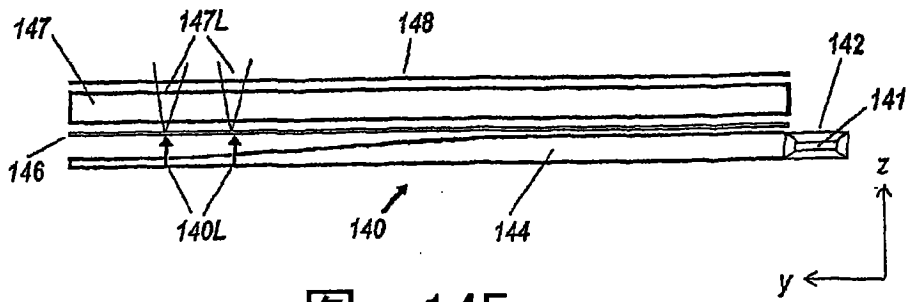


图 14E

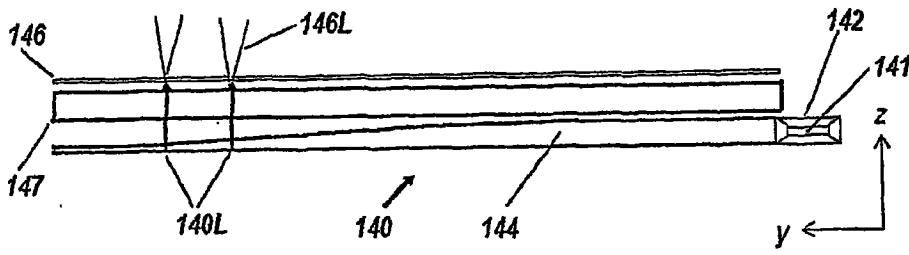


图 14F

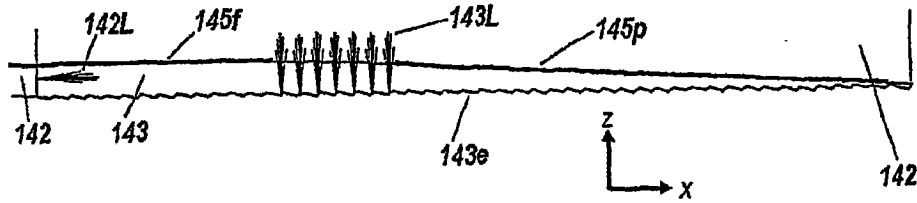


图 14G

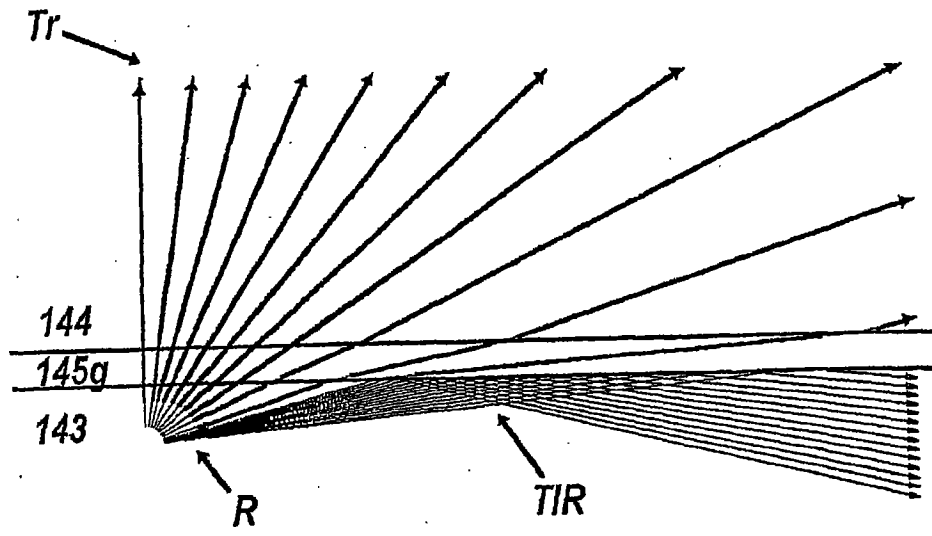


图 14H

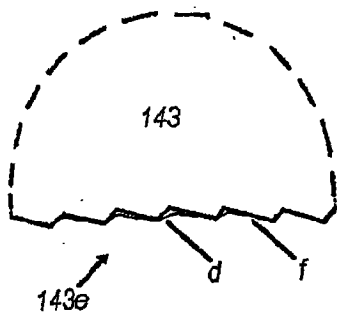


图 14I

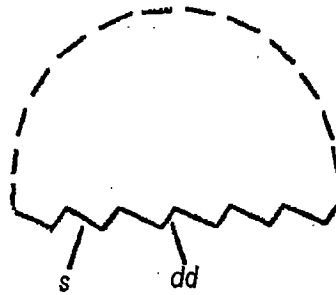


图 14J

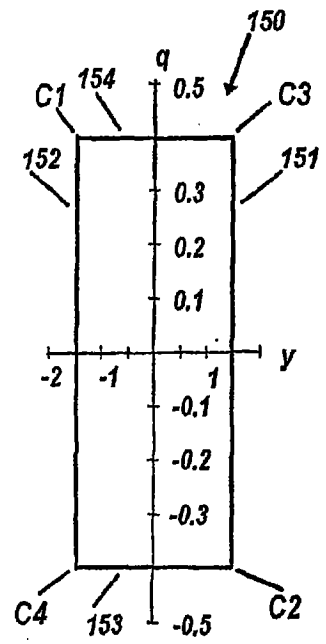


图 15a

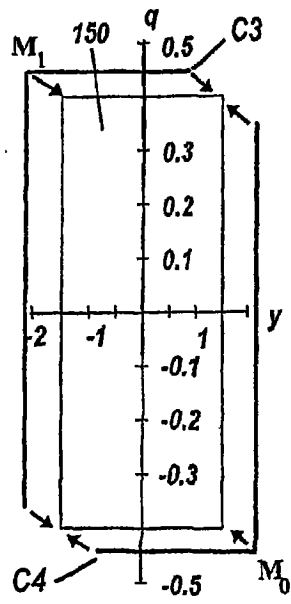


图 15b

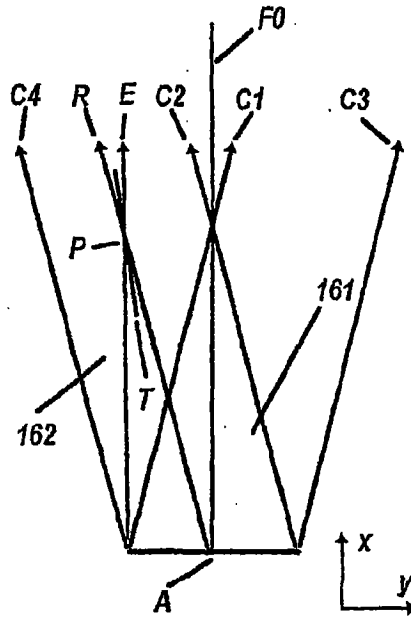


图 16a

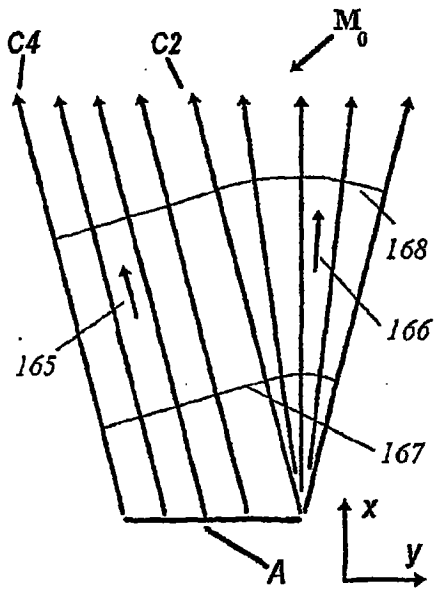


图 16b

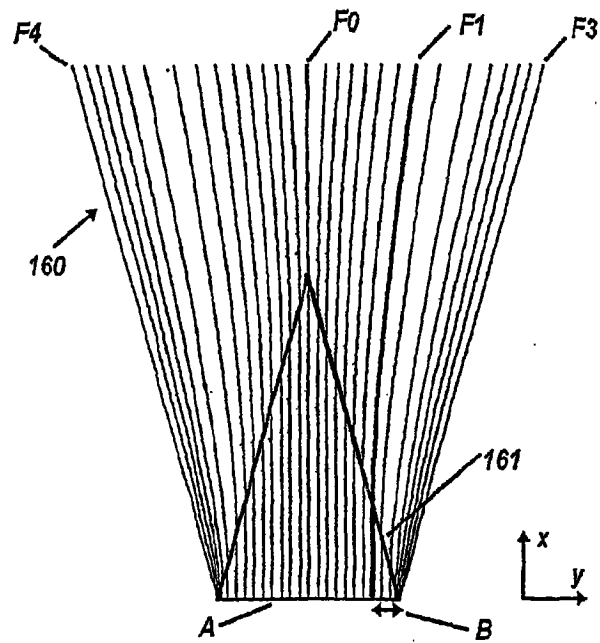


图 16c

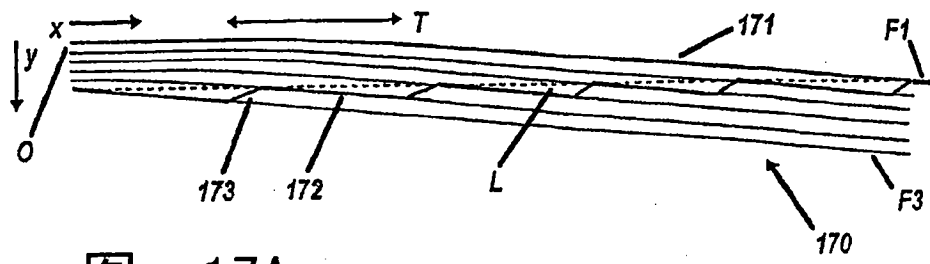


图 17A

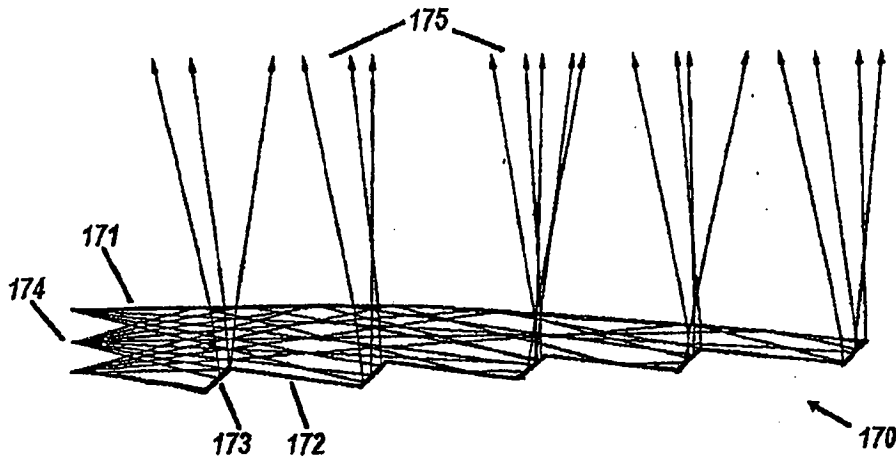


图 17B

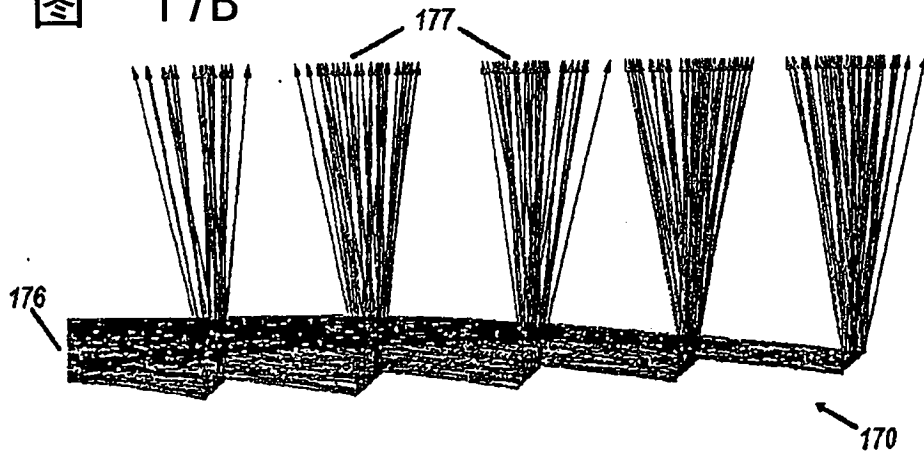


图 17C

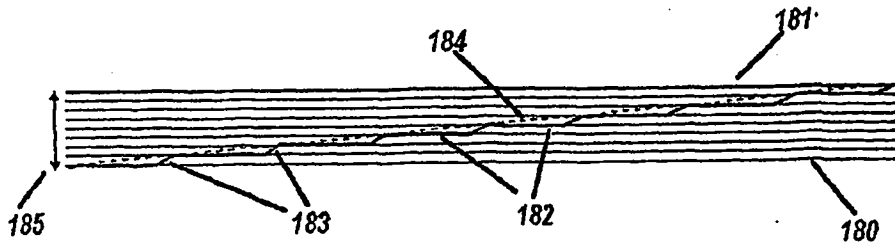


图 18

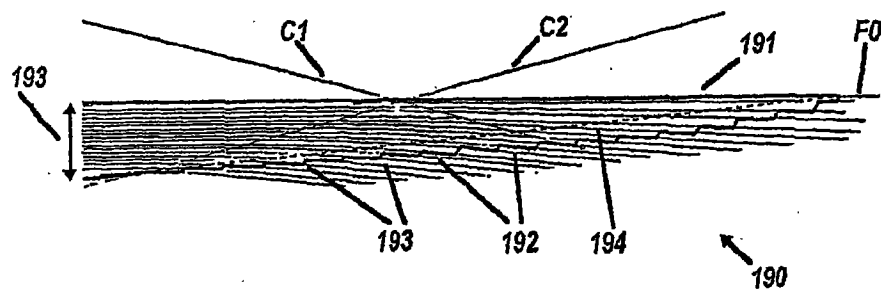


图 19

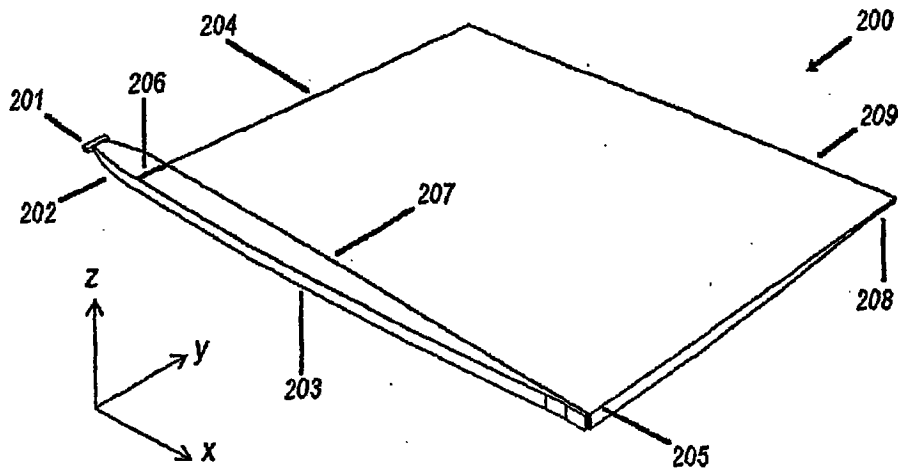


图 20

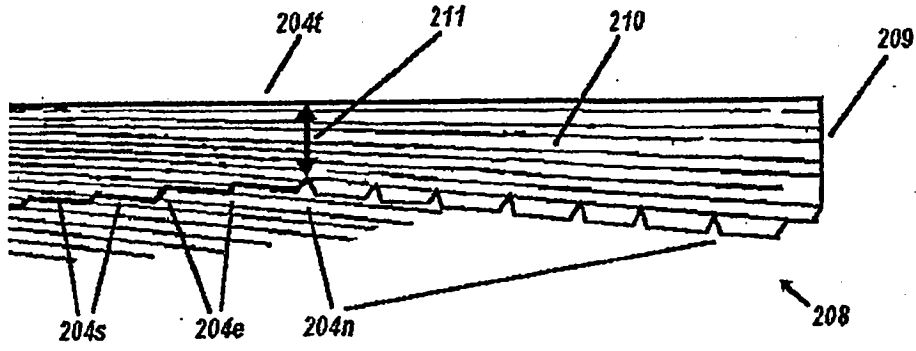


图 21

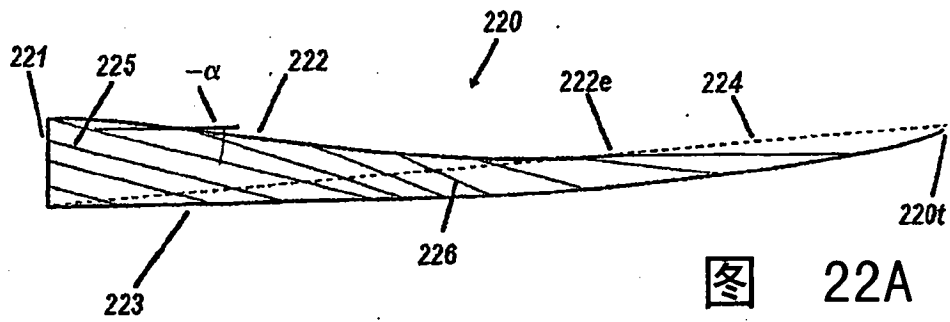


图 22A

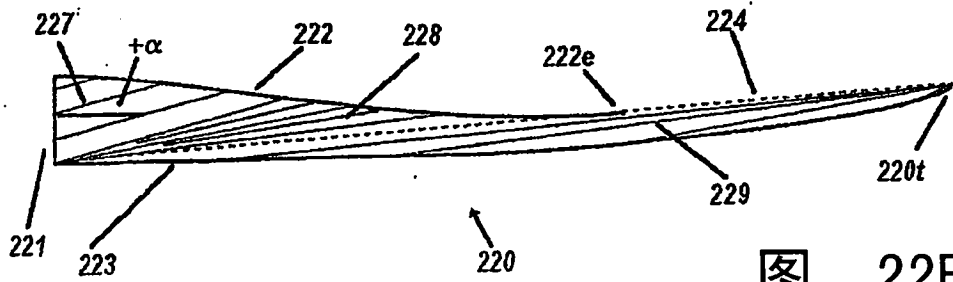


图 22B

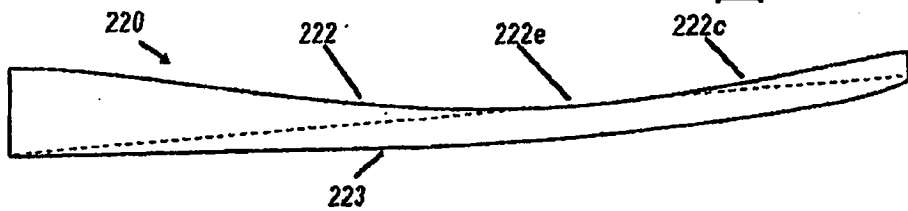


图 22C

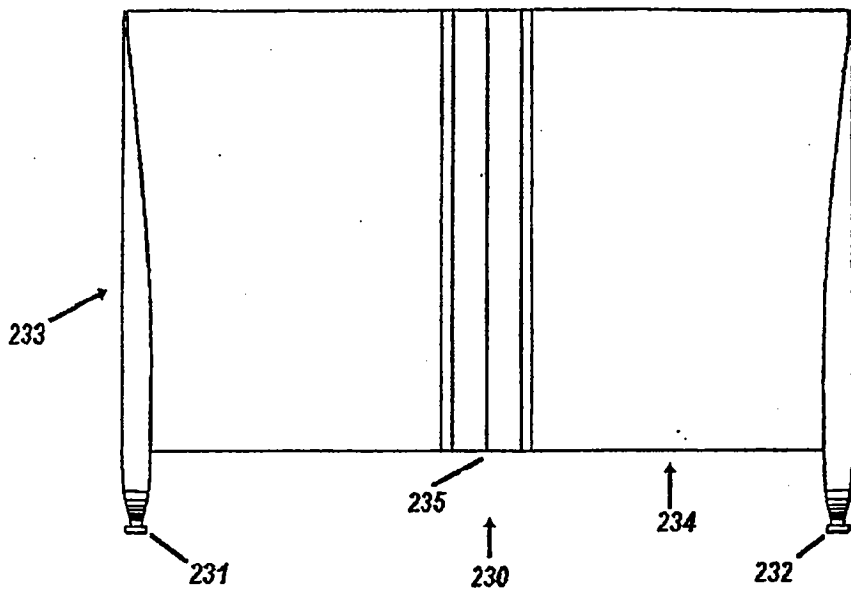


图 23

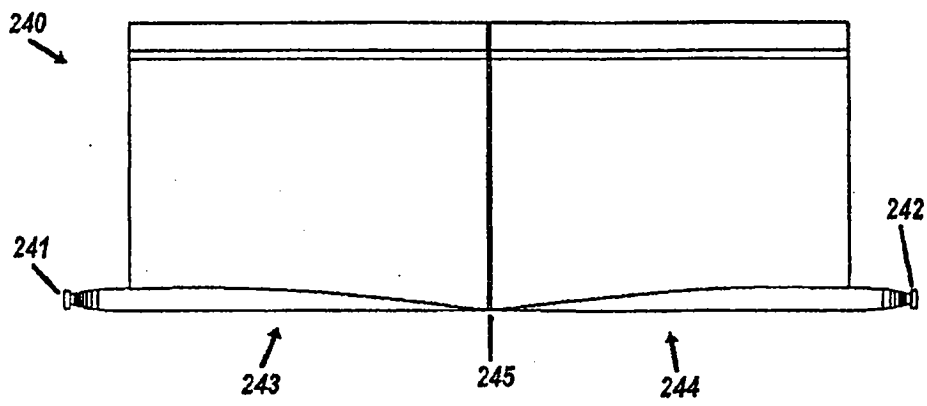


图 24

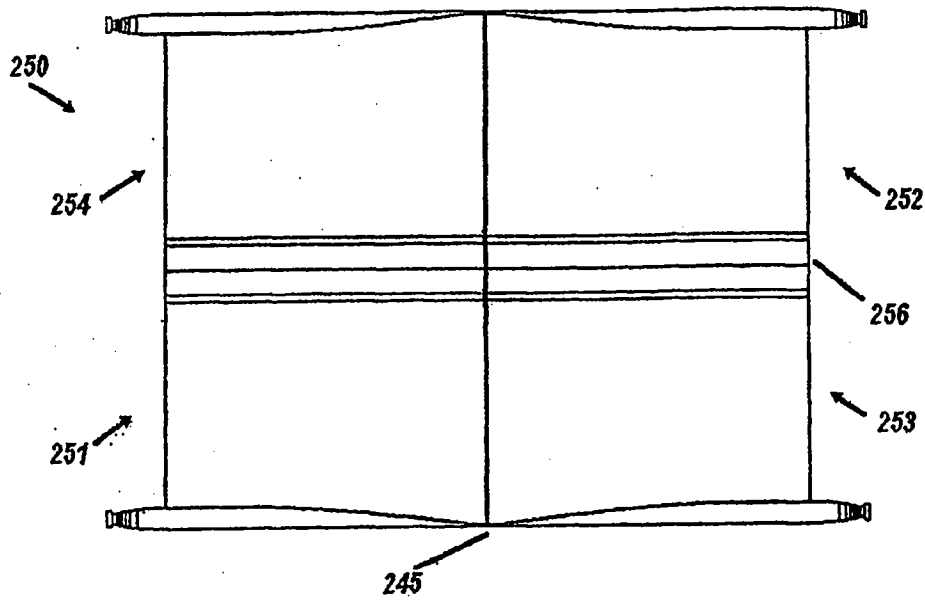


图 25

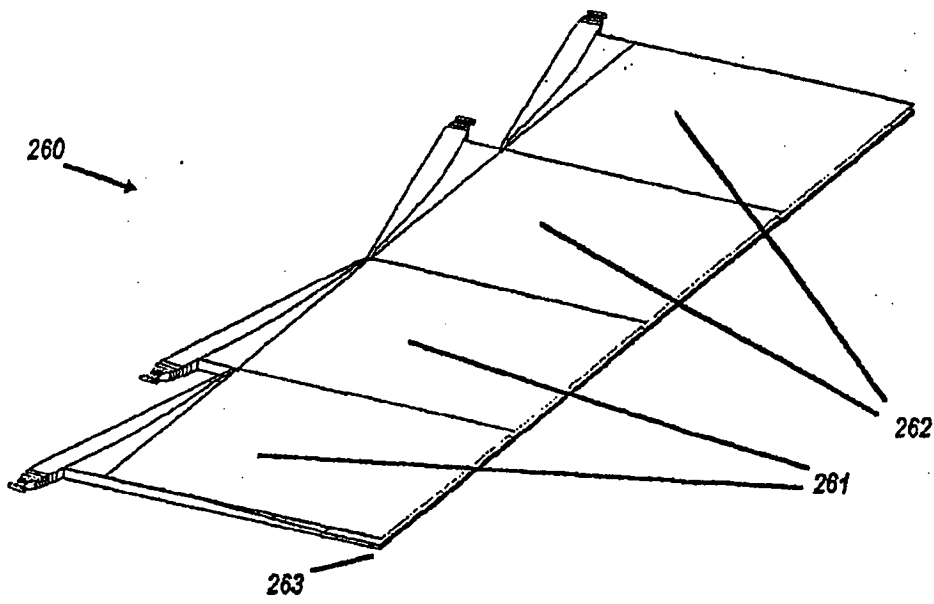


图 26

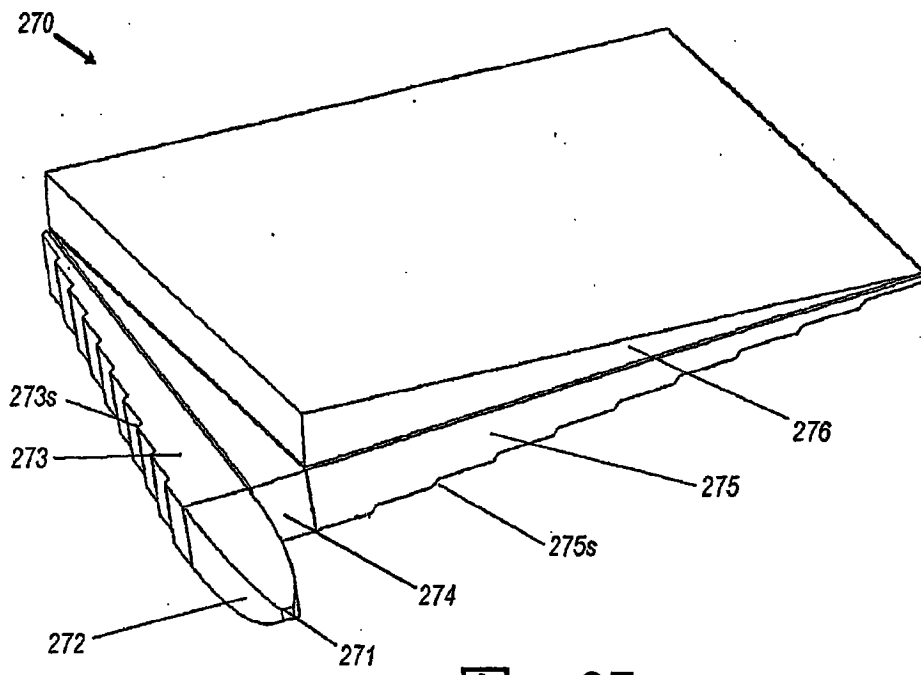


图 27

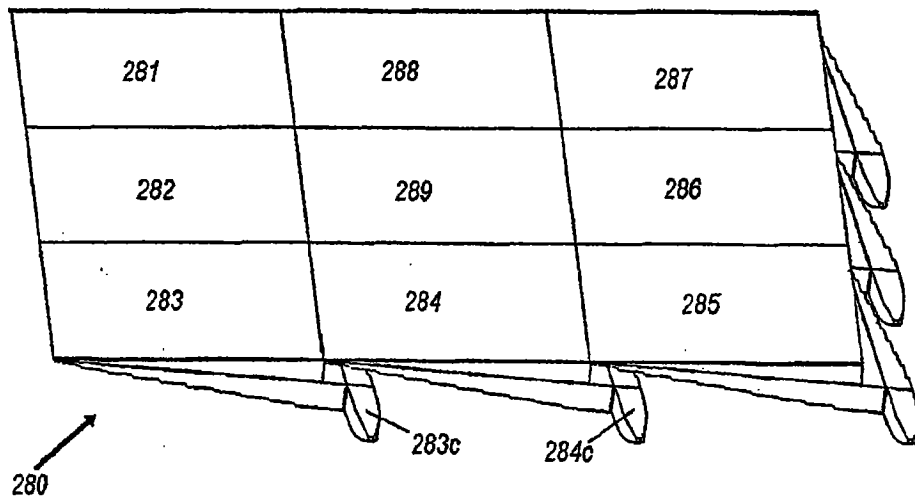


图 28

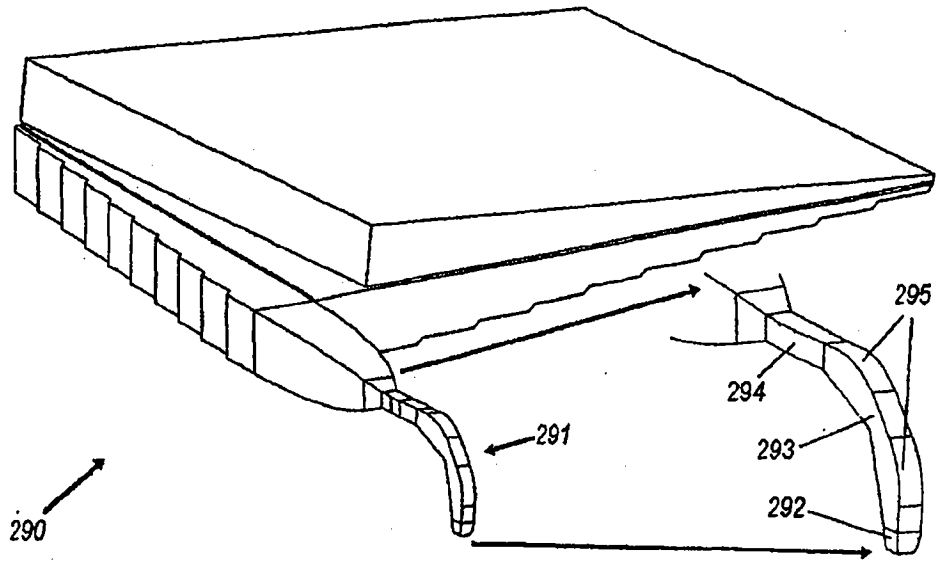


图 29

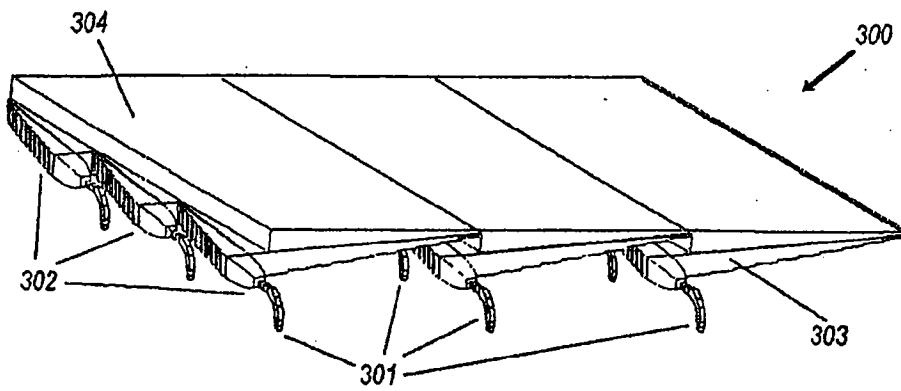


图 30

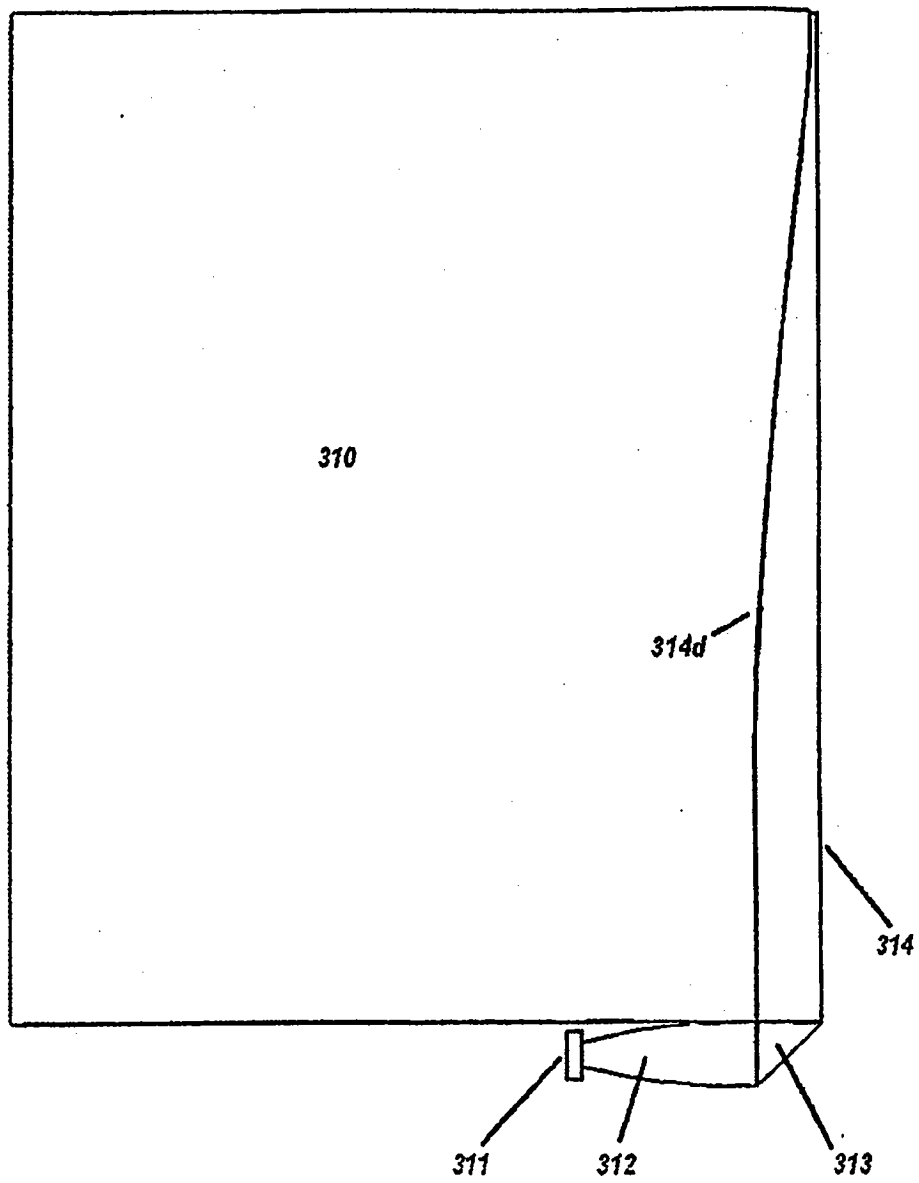


图 31

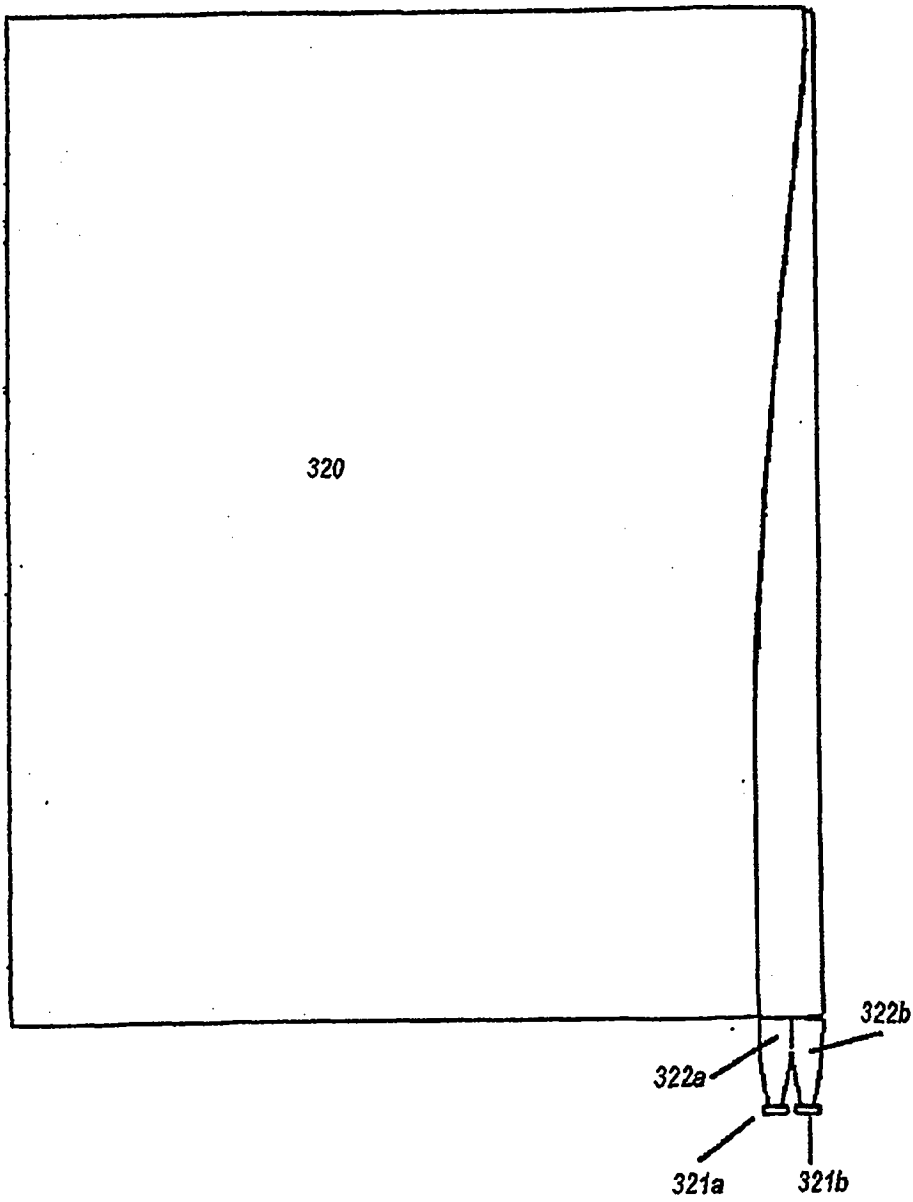


图 32

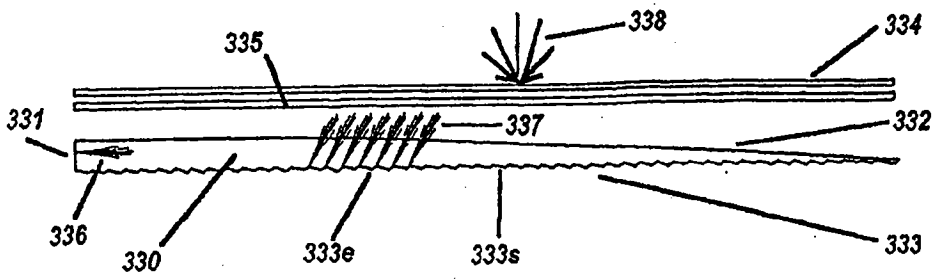


图 33

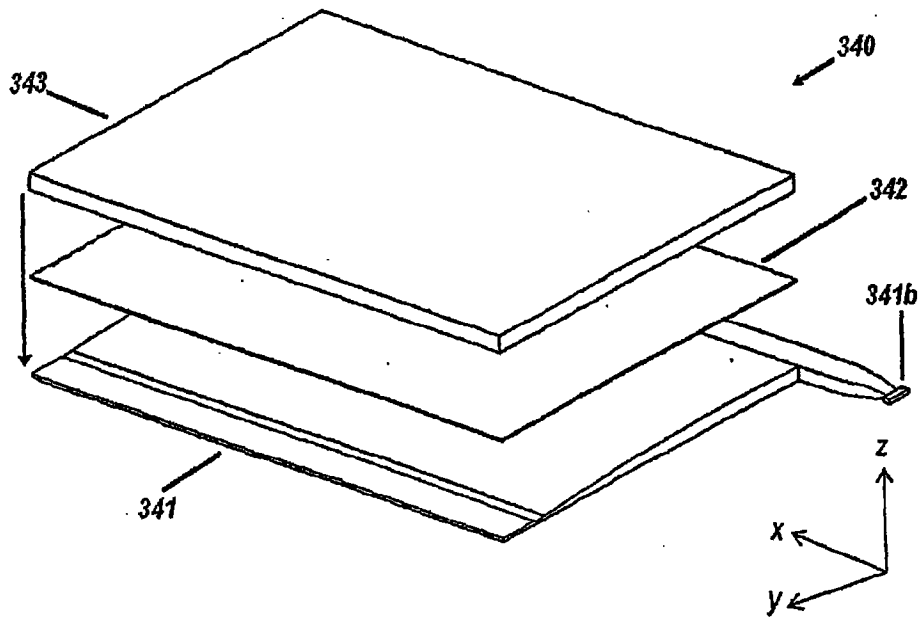


图 34

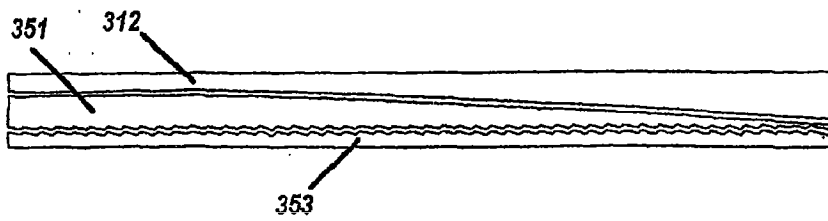


图 35

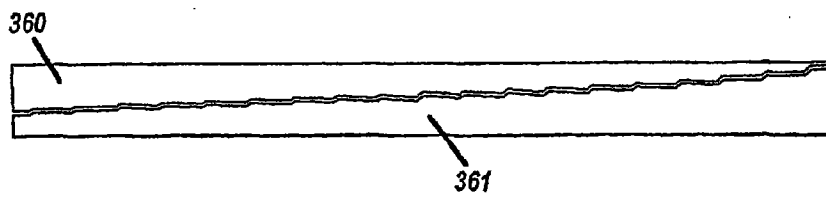


图 36

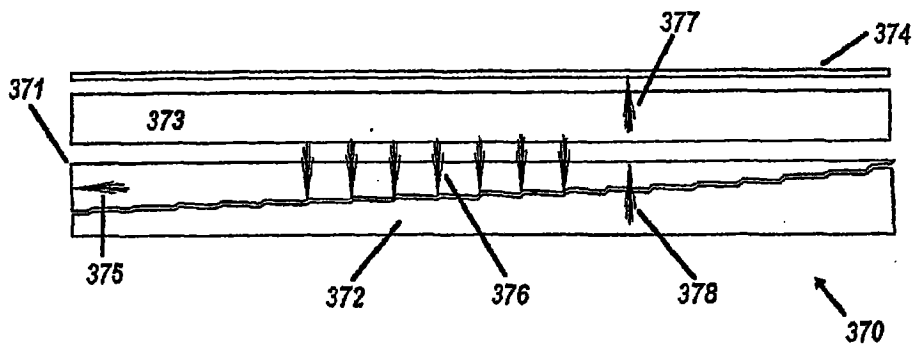


图 37

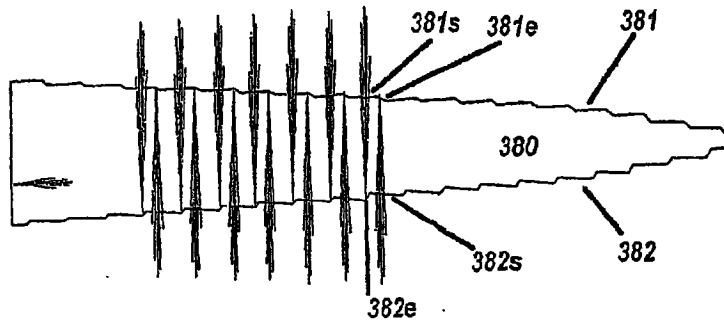


图 38

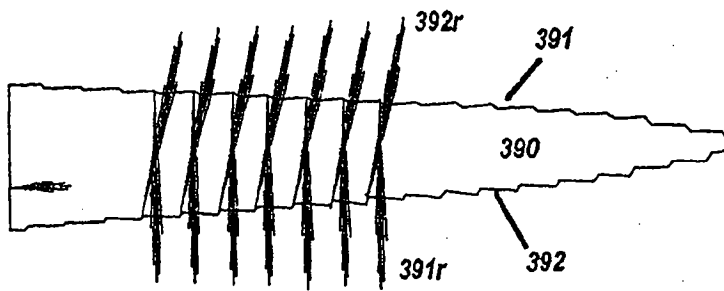


图 39

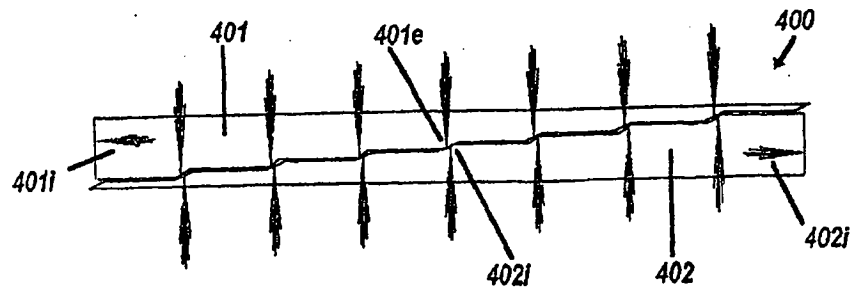


图 40

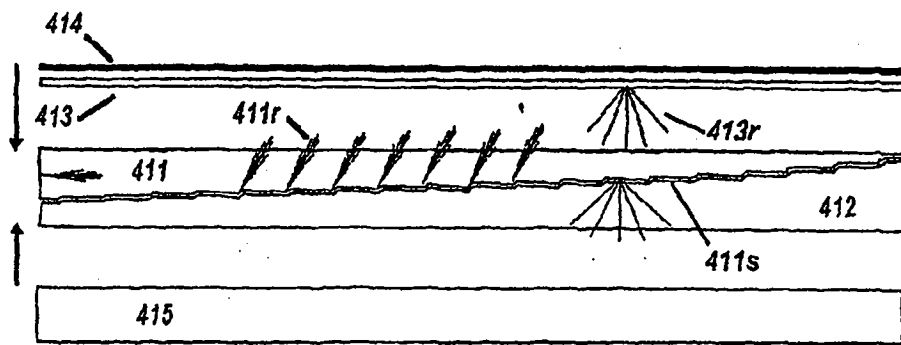


图 41

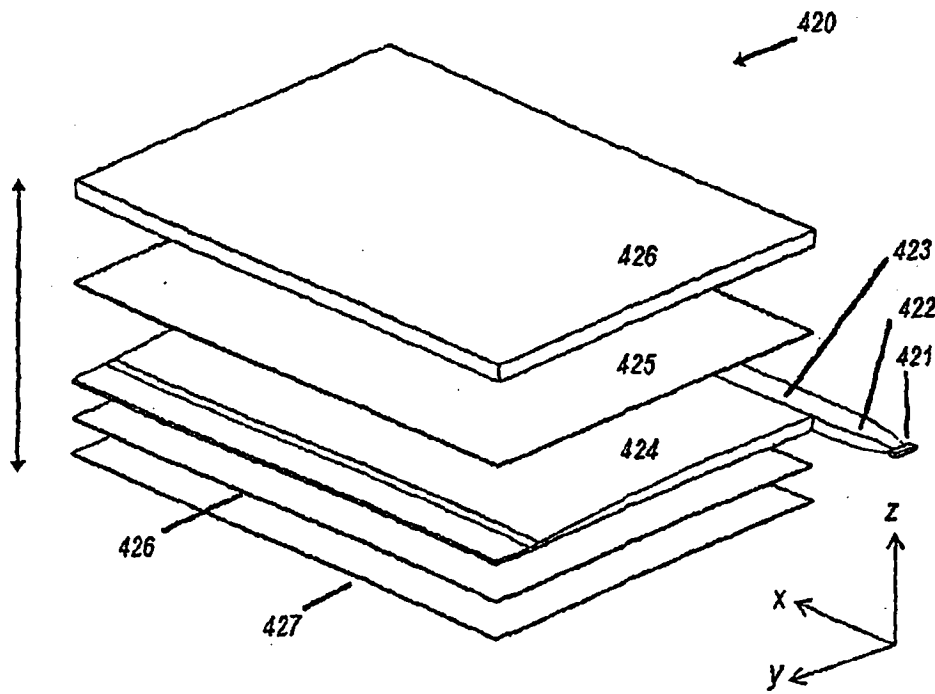


图 42

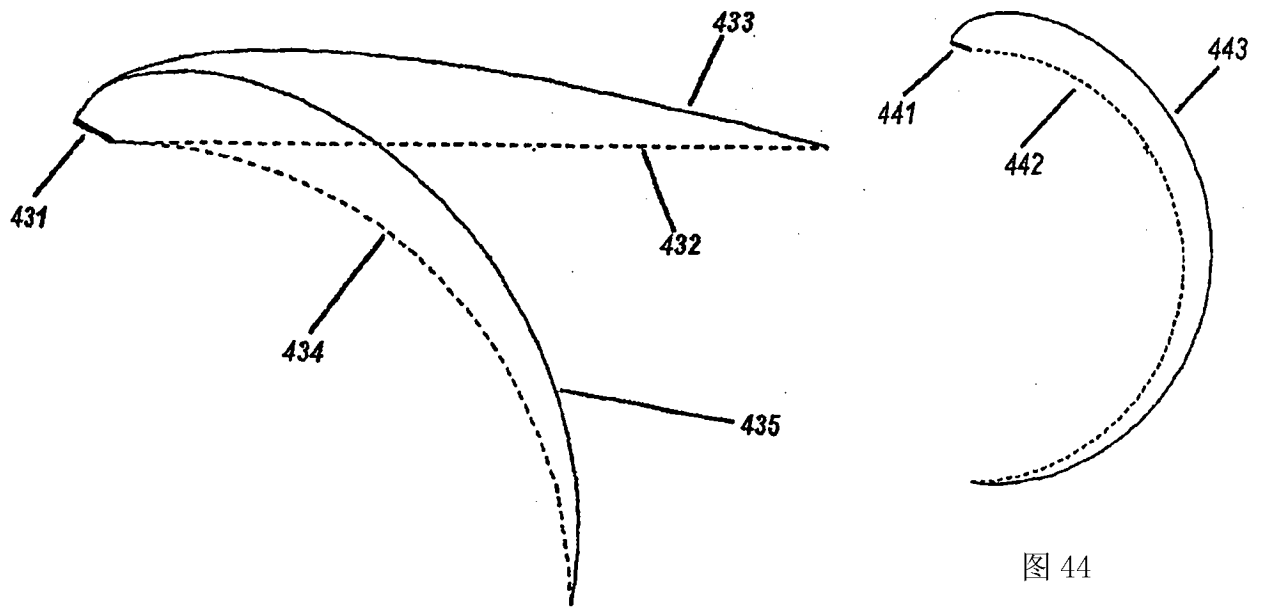


图 43

图 44

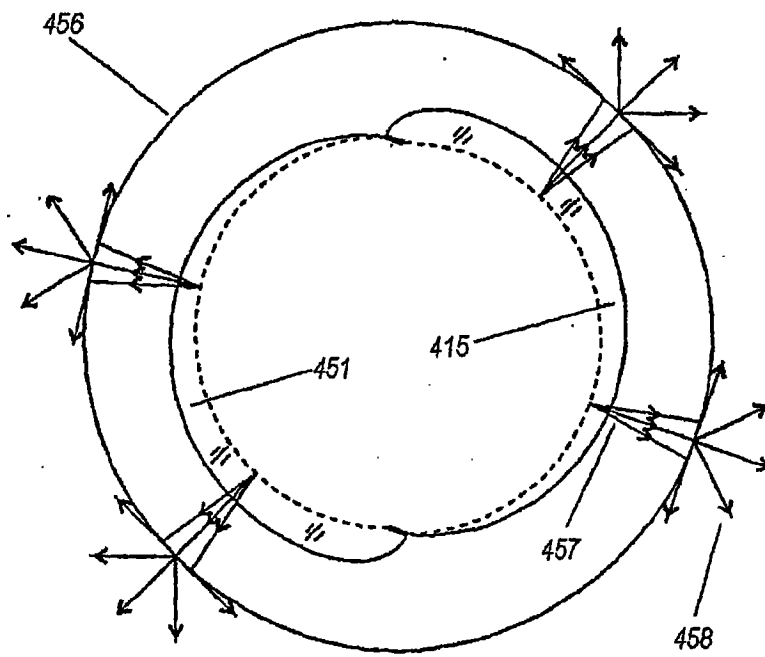


图 45