

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480041831.8

[51] Int. Cl.

H04N 9/31 (2006.01)

G02B 26/08 (2006.01)

H04N 5/74 (2006.01)

G02B 27/18 (2006.01)

[43] 公开日 2007年2月21日

[11] 公开号 CN 1918918A

[22] 申请日 2004.12.17

[21] 申请号 200480041831.8

[30] 优先权

[32] 2003.12.30 [33] US [31] 10/748,653

[86] 国际申请 PCT/US2004/042629 2004.12.17

[87] 国际公布 WO2005/067308 英 2005.7.21

[85] 进入国家阶段日期 2006.8.18

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 布鲁斯·L·坎农

加里·B·金斯利

弗雷德里克·R·恩斯特龙

彼得·R·厄勒

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 顾红霞 张天舒

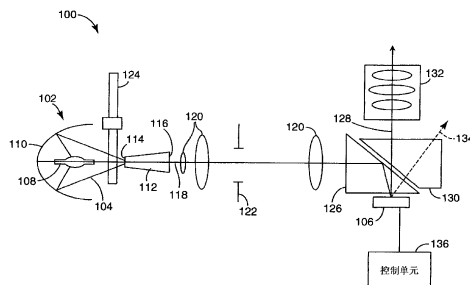
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于照明显示器的对比度和亮度增强孔

[57] 摘要

本发明特别适用于其中一部分多余光束与图像光束重叠的投影系统。这种重叠降低图像对比度。在本发明中，在积分器(112)改变照明图像显示器件(106)的光束形状的同时，使用孔(122)限制多余光束的范围。积分器(112)改变照明光束，从而使光集中在照明光束中通过孔(122)的那些区域中。当在投影系统中同时使用孔和积分器时，可以同时增强图像亮度和图像对比度。



1. 一种图像显示系统，包括：
积分器，其能够在由圆形输入光束照明时产生非圆形输出光束；
图像显示单元，其设置在所述非圆形输出光束的路线上；以及
非圆形孔，其设置在所述非圆形输出光束的路线上，位于所述积分器和所述图像显示单元之间。
2. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括产生圆形输入光束的光源。
3. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述积分器为锥形隧道积分器。
4. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括设置为对入射在所述图像显示单元上的光进行滤色的滤色镜单元。
5. 根据权利要求 1 所述的系统，还包括将所述图像显示单元产生的图像光束进行投影的投影透镜单元。
6. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述图像显示单元包括可倾斜反射镜的阵列。
7. 根据权利要求 6 所述的系统，还包括将所述图像显示单元产生的图像光束进行投影的投影透镜单元。
8. 根据权利要求 7 所述的系统，还包括设置在所述图像显示单元与所述投影透镜单元之间的全内反射棱镜单元。
9. 根据权利要求 7 所述的系统，其中，所述投影透镜单元包括

具有中心的投影透镜光瞳,所述投影透镜光瞳的中心与图像光束的中心光线不重合。

10. 根据权利要求 6 所述的系统,其中,所述可倾斜反射镜可以围绕各自的轴线旋转,所述轴线与枢轴线平行。

11. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,所述非圆形输出光束具有长轴和短轴,并且所述长轴和所述短轴都与所述枢轴线不平行。

12. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,所述非圆形输出光束具有长轴和短轴,并且所述长轴与所述枢轴线平行。

13. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述非圆形孔包括具有长尺寸的孔,所述非圆形输出光束具有长尺寸,所述非圆形输出光束的长尺寸与所述非圆形孔的长尺寸不平行。

14. 一种光学系统,包括:

光源,其能够产生具有与传播方向垂直的非圆形横截面的照明光束;

图像显示单元,其由所述照明光束照明;以及

非圆形孔,其设置在所述具有非圆形横截面的照明光束的路线上,所述非圆形孔设置在所述光源和所述图像显示单元之间。

15. 根据权利要求 14 所述的系统,其中,所述图像显示单元包括可倾斜反射镜的阵列,所述反射镜可以围绕各自的反射镜轴线倾斜,所述反射镜轴线与枢轴线平行。

16. 根据权利要求 15 所述的系统,其中,所述非圆形孔具有长尺寸,所述长尺寸与所述枢轴线平行。

17. 根据权利要求 15 所述的系统, 其中, 所述照明光束的非圆形横截面限定长尺寸和与所述长尺寸垂直的短尺寸, 所述长尺寸和所述短尺寸与所述枢轴线不平行。

18. 根据权利要求 17 所述的系统, 其中, 所述具有非圆形横截面的照明光束具有椭圆形横截面, 所述椭圆形横截面限定分别对应于所述长尺寸和所述短尺寸的长轴和短轴。

19. 根据权利要求 15 所述的系统, 其中, 照明光束的非圆形横截面限定长尺寸和与所述长尺寸垂直的短尺寸, 所述长尺寸和所述短尺寸中的一个与所述枢轴线平行。

20. 根据权利要求 19 所述的系统, 其中, 所述具有非圆形横截面的照明光束具有椭圆形横截面, 所述椭圆形横截面限定分别对应于所述长尺寸和所述短尺寸的长轴和短轴。

21. 根据权利要求 14 所述的系统, 其中, 所述具有非圆形横截面的照明光束具有椭圆形横截面。

22. 根据权利要求 14 所述的系统, 其中, 所述光源包括产生第一光束的发光单元和隧道积分器, 所述第一光束被输入到所述隧道积分器, 所述隧道积分器的输出包括具有椭圆形横截面的照明光束。

23. 根据权利要求 14 所述的系统, 还包括设置为将从所述图像显示单元接收的图像光束进行投影的投影透镜单元。

24. 根据权利要求 23 所述的系统, 其中, 所述投影透镜单元包括具有中心的投影透镜光瞳, 所述投影透镜光瞳的中心与所述图像光束的中心光线不重合。

25. 根据权利要求 14 所述的系统，还包括设置在照明光中用于对入射在所述图像显示单元上的光进行滤色的滤色镜单元。

26. 根据权利要求 14 所述的系统，其中，所述椭圆形横截面限定长轴，所述非圆形孔具有与所述长轴不平行的长尺寸。

用于照明显示器的对比度和亮度增强孔

技术领域

本发明涉及光学显示器，更具体地说，涉及用于照明光学显示器的光学系统。

背景技术

用于将图像投影到屏幕上的投影系统使用多种不同的部件以提供成像器的有效照明。投影系统典型情况下使用灯产生照明光，同时将几个光学元件置于灯和图像显示器件之间以便将光传递到图像显示器件。图像显示器件将图像施加在光束上。可以通过不同的机理实现该功能，例如像采用摄影幻灯片一样通过吸收，或者像采用液晶显示器（LCD）一样通过偏振，或者像采用可单独编址的可倾斜反射镜的微机械阵列一样通过使光偏转。

投影系统的重要特性包括图像的亮度和对比度。经常会出现下面情况，即一个特性可以得到改进，但是却以牺牲另一个特性为代价。因此，重要的是能够在减小对图像亮度的负面影响的同时增大对比度，并且在减小对对比度的负面影响的同时增大图像亮度。

发明内容

本发明特别适用于一部分多余光束与图像光束重叠的投影系统。这种重叠降低图像对比度。在本发明中，在积分器改变照明图像显示器件的光束形状的同时使用孔限制多余光束的范围。积分器改变照明光束，从而使光集中于照明光束中通过孔的那些区域中。当在投影系统中同时使用孔和积分器时，可以同时增强图像亮度和图像对比度。

本发明的一个实施例涉及一种图像显示系统，该图像显示系统具有在由圆形输入光束照明时产生非圆形输出光束的积分器，以及设

置在非圆形输出光束路线上的图像显示单元。非圆形孔设置非圆形输出光束的路线上，位于积分器和图像显示单元之间。

本发明的另一个实施例涉及一种光学系统，该光学系统具有能够产生具有与传播方向垂直的椭圆形横截面的照明光束的光源。图像显示单元由照明光束照明。非圆形孔设置在具有椭圆形横截面的照明光束的路线上，非圆形孔设置在光源和图像显示单元之间。

本发明的上面概述并非旨在描述本发明的每个示出的实施例或每个实施方式。后面的附图和详细说明更具体地举例说明了这些实施例。

附图说明

结合附图考虑下面对本发明的各种实施例的详细说明，可以更全面地理解本发明，其中：

图 1 示意性地示出根据本发明原理的投影系统的实施例；

图 2A 示意性地示出可倾斜微反射镜阵列；

图 2B 示意性地示出可倾斜反射镜阵列如何产生图像光束、废弃光束和未转换光束；

图 3 示意性地示出根据本发明原理的改变光束形状的光积分器的实施例；

图 4A 和图 4B 示意性地示出用于解释本发明原理的等效光学系统的实施例；

图 5A 至图 5C 示意性地示出投影系统中的照明光束、图像光束、废弃光束和未转换光束的位置和形状；以及

图 5D 和图 5E 示意性地示出在根据本发明原理的投影系统的不同实施例中，照明光束、图像光束、废弃光束和未转换光束的位置和形状。

本发明可以具有各种变型和可选形式，在附图中作为示例显示了本发明的细节，并且在下面将进行详细说明。然而，应该理解，其意图并非将本发明限制在所描述的具体实施例中。相反，其意图是本发明将包括位于所附权利要求书限定的本发明的精神和范围内的所

有修改、等同物和替代方案。

具体实施方式

本发明适用于图像投影系统，并且特别适用于采用可倾斜反射镜阵列将图像施加在光束上的图像投影系统。

如果缩小照明光或投影光的光圈，那么可以增强多种类型的图像投影系统产生的图像的对比度。在一些情况下，光瞳光圈缩小不必为圆形的或者对称的，以便最好地增强图像对比度。该情况的一个例子是使用可倾斜微反射镜阵列的图像显示器件。因此，光是使用角度分离调制的照明和投影路线。例如，这种器件可以从 Texas Instruments, Plano, TX 获得，产品名称为 DLP®（数字光处理器）和 DMD®（可变形反射镜器件）。

对于使用可倾斜反射镜阵列的图像显示器件特别有用的投影系统 100 的实施例示意性地示于图 1 中。光源 102 产生用于照明图像显示器件 106 的光 104。光源 102 可以包括弧光灯 108 和反射器 110，其中反射器 110 收集来自弧光灯 108 的光并且将收集的光沿着光学路线引导到图像显示器件 106。

积分器 112 用于使图像显示器件 106 上的照明光 104 的强度分布更均匀。积分器 112 可以为隧道积分器。光 104 在入射端 114 进入隧道积分器 112 并且从输出端 116 离开。通过在隧道积分器 112 的反射壁上的多次反射使光均匀，使得发射的照明光 118 在输出端 116 处名义上是均匀的。例如，积分器 112 可以由中空反射隧道形成，其中由前表面反射器限定隧道壁。经由隧道内的前表面反射器的多次反射使输出光 118 均匀。在另一种方法中，隧道积分器 112 可以由实心透明体，例如玻璃体构成，其中经由透明体的壁上的全内反射使输出光 118 均匀。实心体还可以设置有位于其壁上的反射涂层，使得光的反射不仅仅依赖全内反射。积分器 112 能够改变其中通过的光束的形状。例如，当来自光源 102 的输入光束 104 在形状上为圆形时，均匀化的光束 118 不是圆形的。例如，均匀化的光束 118 可以是椭圆形的。下面将参考图 3 更详细地讨论隧道积分器中的非圆形均匀化光束的

产生。

光学传递装置 120 用于将均匀化的输出光 118 传递到图像显示器件 106。光学传递装置 120 通常布置为将积分器 112 的输出端 116 的图像传递到图像显示器件 106 的成像表面上。因此，积分器 112 可以具有输出孔，输出孔的高宽比匹配图像显示器件 106 的高宽比。孔 122 可以设置在积分器 112 与图像显示器件 106 之间。

选色器 124 可以位于灯 108 与图像显示器件 106 之间的某一点上。在所示实施例中，选色器 124 设置为靠近积分器 112 的输入端 114。选色器 124 每次仅仅传输一个色带内的光，图像显示器件 106 在控制单元 136 的控制下同步地施加对应于所选色带的图像。经过很短的时间之后，选色器 124 选择下一色带，图像显示器件同步地施加对应于下一色带的图像。对于所有色带重复该过程，然后对于每个连续的图像帧重复该过程。即使在任一时刻只投影了一种颜色，观察者的眼睛也会结合所产生的图像，从而看到多个颜色的图像。选色器 124 可以为用于选择期望色带的任何合适的器件。例如，选色器 124 可以为色轮，即旋转到不同位置以便允许不同色带的光通过的滤色镜。还可以使用其它类型的选色器。

在所示实施例中，图像显示器件 106 为倾斜反射镜阵列。均匀化的照明光 118 可以经由全内反射 (TIR) 棱镜 126，例如如美国专利 NO. 5552922 中所述的棱镜被引导到图像显示器件 106 上，该专利以引用的方式并入本文。图像显示器件的反射镜具有两个倾斜状态：ON 状态和 OFF 状态。由处于 ON 状态的反射镜反射的光 128 被引导通过 TIR 棱镜 126 和补偿棱镜 130 到达投影透镜系统 132。由处于 OFF 状态的反射镜反射的光 134 沿着不到达投影透镜系统 132 的方向被引导通过棱镜 126 和 130，使得不投影废弃的 OFF 光 134。控制单元 136 与图像显示器件 106 连接以便控制反射镜阵列中反射镜的方向，并由此控制施加于图像光 128 上的图像。控制单元 136 还可以控制单个反射镜在 ON 状态中经历更长或更短的时间，从而控制图像的不同部分的亮度。

现在参考图 2A 和图 2B 更详细地解释倾斜反射镜阵列。图 2A 显

示具有反射镜 202 的阵列的倾斜反射镜阵列 200 的实施例的视图。每个反射镜 202 安装为可以围绕位于反射镜 202 的两个对角的铰链 204 旋转。在操作中，当将 ON 电压施加于反射镜 202 时，反射镜 202 旋转到 ON 位置，如图 2B 中所示的位置 202a。当反射镜 202 处于 ON 位置时，通过反射镜 202 将来自光源 217 的光 218 引导到投影透镜系统 232，成为 ON 光 228。当将 OFF 电压施加于反射镜 202 时，反射镜 202 旋转到 OFF 位置，如图中所示的位置 202b。当反射镜 202 处于 OFF 位置时，废弃光 234 被引导为不进入投影透镜系统 232 的孔。废弃光 234 可以入射在陷光器 236 上从而减少杂散光产生的问题。

当没有电压施加于反射镜 202 时，反射镜 202 可以运动到平面位置，如图 2B 中所示的位置 202c。在该情况下，任何入射在反射镜 202 上的光都被沿着 ON 光 228 与 OFF 光 234 之间的方向引导，成为未转换光 238。

在一种倾斜反射镜阵列 200 中，可以使反射镜 202 向平面位置 202c 的任一侧旋转 12° 。这里采用的惯例是照明光 218 沿着 -24° 方向入射在反射镜 202 上，ON 光 228 被沿着与未转换的平面位置 202c 垂直的 0° 方向引导，未转换光 238 被沿 $+24^\circ$ 方向引导，并且 OFF 光被沿 $+48^\circ$ 方向引导。更一般地说，如果可以使反射镜 202 倾斜角度 θ ，那么照明光 218 以角度 -2θ 入射在反射镜 202 上，ON 光 228 沿着 0° 方向传播，未转换光沿着 $+2\theta$ 方向传播，并且 OFF 光 234 沿着 $+4\theta$ 方向传播。

当通过照明光照明时，不管反射镜 202 的方向如何，倾斜反射镜阵列 200 通常会沿着未转换方向反射一些光。该未转换光是因为从非倾斜表面诸如安装反射镜 202 的基板等以及从包围反射镜 202 的框架反射光而产生。

图 3 中示意性地示出可以改变光束形状的分光器 300 的一个例子。分光器 300 为隧道分光器并且置于轴线 302 上。分光器 300 的两个侧面 304a 和 304b 相对于轴线 302 以角度 α 设置，因此与轴线 302 不平行。另两个侧面 306a 和 306b 与轴线 302 平行。因此，入射孔 308 具有尺寸 x 和 y ，输出孔 312 具有尺寸 x 和 y' ，其中 $y' > y$ 。

因为保持了系统的聚光率,所以更大的输出孔导致输出光束中的发散减小。因此,当输入光束 310 具有圆形角分布时,输出光束 314 具有在一个尺寸方向上压缩的角分布。在所示例子中,输出光束 314 具有椭圆形角分布,并且从输出孔 312 传播成为椭圆光束。在美国专利 No. 5625738 中更完整地说明了锥形隧道积分器,其内容以引用的方式并入本文。

可以理解,可以使用其它类型的积分器改变输入光束的形状。例如,积分器可以为具有非正方形或矩形的横截面形状的隧道积分器。例如,隧道积分器可以具有圆形输入端并且具有在一个尺寸方向上变小的本体,从而具有椭圆形输出端。

来自积分器的椭圆形输出光束可以与对比度增强光瞳一起使用,以便提供增强的亮度和对比度,现在将参考图 4A、图 4B 和图 5A 至图 5D 进行说明。形状改变积分器与投影系统的不同光瞳以及孔的相互作用非常复杂,因此下面的说明将逐步解释本发明的投影系统。

图 4A 中示意性地显示了等效投影系统 400 的视图。等效投影系统 400 保留了用于说明积分器与系统的光瞳以及孔一起使用所需的元件,但是为了清晰起见省略了对于该讨论所不需要的元件。

由光源 402 产生的光 404 传播通过积分器 408,到达图像显示器件 406。光 404 沿着与轴线 410 平行的方向入射在图像显示器件 406 上。光从图像显示器件沿着三个方向中的一个反射。对应于 ON 反射镜状态的图像光 412 最接近于与轴线 410 平行。对应于 OFF 反射镜状态的废弃光 414 最远离于与轴线 410 平行。未转换光 416 位于图像光 412 与废弃光 414 之间。孔 418 代表投影透镜系统的光瞳。假定在该说明阶段隧道积分器 408 不改变照明光束 404 的形状。

在图 5A 中示意性地示出了在与轴线 410 垂直的平面,例如由虚线标记的平面 419 内不同光束的相对位置。该图显示照明光束 404、图像光束 412、废弃光束 414 和未转换光束 416。图像光束 412 位于投影透镜光瞳 418 的中心并且将其填充。

倾斜反射镜阵列的一个问题在于:未转换光 416 不仅被反射,而且因为反射镜阵列的规则图案而被衍射。因此,未转换光束 416

被示意性显示为被衍射光 420 区域包围的阴影区域。衍射光 420 区域的实际形状取决于几个因素，并且不一定精确地如图中所示。衍射光 420 与图像光束 412 的一部分以及废弃光束 414 的一部分重叠。衍射光与图像光束 412 重叠的程度取决于多个因素，包括图像显示器件 406 上反射镜的尺寸和间距。较高分辨率的图像需要较小的反射镜，这导致衍射角变大。因此，随着图像显示器件的分辨率增大，衍射光 420 更多地进入图像光束 412 中。重叠的衍射光 420 降低图像的对比度，因为其可以将光引入图像应该为黑暗的区域，因此，图像的黑暗状态可以具有高于期望值的光强度。

降低衍射光 420 与图像光的重叠程度的一个方法是：在保持图像显示器件 406 和透镜光瞳 418 的相同位置的同时，改变照明光束 404 在图像显示器件 406 上的入射角度。在图 4B 中以虚线显示旋转的光源 402a 和积分器 408a。如果将入射光束 404a 相对于轴线 410 旋转角度 $-\beta$ ，那么所产生的图像光束 412a、废弃光束 414a 和未转换光束 416a 都旋转角度 $+\beta$ 。在图 4B 中使用虚线显示旋转的光束 404a、412a、414a 和 416a。作为该旋转的结果，图像光束 412a、废弃光束 414a 和未转换光束 416a 都相对于透镜光瞳 418 偏移，如图 5B 所示。而且，衍射光 420a 偏移远离透镜光瞳的中心，因此，相对于图 5A 所示的情况，降低了衍射光 420a 与透镜光瞳 418 重叠的程度。与图 5A 所示的情况相比，图像光束 412a 的移动导致图像亮度有一些损失，但是，当可倾斜反射镜可以倾斜 $\pm 12^\circ$ 的角度时，在大约 2° 到 3° 范围内的 β 旋转只导致亮度的少量降低以及图像对比度的显著增强。可接受的 β 值可以根据具体应用选择。更高的 β 值导致亮度降低。

可以通过将非圆形照明孔 422 引入照明光束 404a 中来实现对比度的进一步增强。孔 422 具有与倾斜反射镜所安装的扭转铰链平行的长尺寸和与扭转铰链垂直的短尺寸。在美国专利 No. 5442414 以及 2001 年 6 月由 Texas Instruments 出版的“DLP™ Projector System Optics Contrast-Enhancement Techniques (DLP™ 投影系统光学对比度增强技术)”应用报告中进一步说明了这种孔，上述文献的内容以

引用的方式并入本文。照明孔 422 用于阻挡照明光束 404a 中的至少一部分，该部分增强衍射光 420a 中与投影透镜光瞳 418 重叠的那部分。而且，因为图像光束 412a 从投影透镜光瞳 418 偏离，所以图像光束 412a 的一部分没有进入光瞳 418。因此，孔 422 还可以阻挡照明光束 404a 中的一部分，该部分增强图像光束 412a 中没有进入光瞳 418 的部分。

图 5C 显示孔 422 如何影响投影系统 400 内不同光束的横截面形状。图 5C 假设孔 422 具有“猫眼”形状，其长尺寸与轴线 424 平行。然而，可以理解，也可以使用其它形状的孔 422。光束 404b 显示在通过猫眼孔 422 之后的照明光的形状和位置。通过使用孔 422 产生光束 412b、414b 和 416b，这些光束称为孔径光束。图中标记出光束 404a、412a、414a 和 416a 中被孔 422 阻挡的部分 426。孔径图像光束 412b 具有与照明光束 404b 相同的形状，在所示实施例中，孔径图像光束 412b 的一个边匹配投影透镜的光瞳 418。而且，孔径废弃光束 414b 和孔径未转换光束 416b 具有与孔径照明光束 404b 相同的形状。由孔径未转换光 416b 产生的孔径衍射光 420b 延伸进入光瞳 418 的部分小于非孔径衍射光 420a 延伸进入光瞳 418 的部分，并且可以完全排除在光瞳之外。因为衍射光进入光瞳 418 的量更小，因此图像的对比度进一步增强。

可以用积分器改变照明光束的形状以便采用更多的光照明图像显示器件。上面参考图 3 描述了这种积分器。例如，如果积分器 408a 为锥形隧道积分器，那么可以将照明光束的形状改变为椭圆形。所产生的照明光束 404c 显示于图 5D 中。图中标记出椭圆光束 404c 中被孔 422 阻挡的那部分 428。椭圆光束 404c 具有与所显示图像的边平行的长轴 430，同时使孔 422 的轴线 424 与图像显示器件 406 的可倾斜微反射镜的铰链平行。因此，椭圆光束 404c 的长轴 430 与孔 422 的轴线 424 不平行。

孔径椭圆照明光束 404c 的形状由锥形积分器 408a 设置为近似匹配图像显示器件 406 的高宽比。因为在光束 404c 为椭圆形时更多的光通过孔 422，因此锥形积分器 408a 的使用将导致投影的图像更

亮。

将图像显示器件 406 的图像产生区域 406a 的投影叠加在图 5D 和图 5E 所示角度空间中的形状上。图像产生区域 406a 是图像显示器件 406 中被可倾斜反射镜遮盖的区域。在图 5D 和 5E 中以虚线显示图像产生区域 406a。为了清晰起见，在图 5A 至图 5C 中省略了图像产生区域 406a 的投影。

来自积分器 408a 的输出光的发散在至少一个尺寸方向上变窄，如果假定与锥形隧道积分器相关的光学损失和与非锥形隧道积分器相关的光学损失大致相同，那么照明光束 404c 的强度就高于照明光束 404b 的强度。因此，更多照明光通过孔 422，落在图像显示器件 406 的图像产生区域 406a 上，因此所产生的图像更亮。因此，改变照明光束形状的积分器诸如锥形隧道积分器等的使用允许产生更亮的图像。可以理解，即使锥形隧道积分器引入的光学损失比非锥形隧道积分器更多，但只要增大的损失不大于由使用锥形积分器所产生的强度增大，那么使用锥形积分器仍然有利。

如果将图像显示器件 406 用于投影宽屏幕电视图像，那么图像产生区域 406a 的高宽比可以为，例如 16:9。可以理解，光束 412、412a、412b、412c、414、414a、414b、414c、416、416a、416b 和 416c 在图中显示为没有任何来自图像显示器件 406 本身的孔径效应。

通过使用孔 422 和锥形隧道积分器 408a 产生光束 412c、414c 和 416c，这些光束称为孔径椭圆光束。孔径椭圆图像光束 412c 具有与孔径椭圆照明光束 404c 相同的形状。而且，孔径椭圆废弃光束 414c 和孔径椭圆未转换光束 416c 具有与孔径椭圆照明光束 404c 相同的形状。由孔径椭圆未转换光束 416c 产生的孔径衍射光 420c 没有延伸进入光瞳 418。因为减少了进入光瞳 418 的衍射光量，于是进一步增强了图像的对比度。因此，非圆形孔 422 与锥形隧道积分器 408a 的组合导致亮度增强和对比度增强。

实例

下面将使用数字模型研究使用锥形隧道积分器和猫眼孔的有效

性。在模型中，假设锥形隧道积分器的输入为 $4.5\text{mm} \times 4.5\text{mm}$ ，其输出为 $4.5\text{mm} \times 8\text{mm}$ ，从而对应于高宽比 16:9。和图 3 中所示的实施例一样，假设锥形隧道积分器的侧面为平坦的。因为在通过隧道积分器时保持聚光率，所以输出孔在一个尺寸方向上变大的事实导致该尺寸方向上的光发散减小。因此，输出光被压缩成如下椭圆形：即，其短轴长度与长轴长度的比率等于输出孔的宽度与高度的比率。因此，椭圆光束的短轴与长轴的比率为 $4.8/8=0.5625$ 。

将圆形光束 404a 的相对面积作为 1，因此椭圆光束 404c 具有 0.5625 的相对面积。通过猫眼孔之后的圆形光束的面积为 0.788，而通过猫眼孔之后的椭圆光束的面积为 0.5262。因此，93.5% ($=0.5262/0.5625$) 的椭圆光束通过猫眼孔，然而只有 78.8% 的圆形光束通过猫眼孔。因此，当使用椭圆光束时，照明图像显示器件的效率大大提高。因此，锥形隧道积分器的使用至少部分地补偿由倾斜照明光束引起的亮度损失。

可以使用与上述实施例相比较的多种投影系统变化形式，同时这些变化形式位于权利要求书的范围内。例如，非圆形孔不一定为猫眼孔，而是可以形成为其它形状，同时仍然有效减少与图像光束重叠的衍射光量。另外，积分器不一定只产生椭圆光束，而是可以产生其它非圆形形状的光束。

而且，可倾斜反射镜阵列不一定具有相对于图像显示器件形成的图像对角设置的扭转铰链，铰链也可以与图像的一侧平行。在该情况下，可以将非圆形孔的长尺寸设置为与铰链平行，产生的结果是椭圆光束的长轴可以与非圆形孔的长尺寸平行。在图 5E 中示意性地示出了这种情况，该图显示具有与非圆形孔 422 的长尺寸 424 平行的长轴 430 的非圆形光束 404d。在所示实施例中，来自积分器 408a 的光束 404d 稍微过填充孔 422，因此光束 404d 的一些部分 428 被孔 422 阻挡。图像光束 412d 是孔 422 的投影尺寸。图像产生区域 406a 具有与光束 404d 的长轴 430 平行的边，产生的结果是比图 5C 中所示的情况更有效地照明图像显示器件 406。而且，衍射光 420d 与未转换光束 416d 一起存在，另外存在废弃光束 414d。

尽管上述说明描述了使用锥形隧道积分器产生入射在非圆形孔上的非圆形照明光束，但是并不认为本发明受到如此限制。能够产生具有与传播方向垂直的非圆形横截面的光束的光源还可以使用产生非圆形光束的其它方法，例如通过使用折射光学器件、衍射光学器件或其它反射光学器件诸如弯曲的反射光学器件等。

不应该认为本发明只限于上述具体实施例，而是应该理解为，本发明包括所附权利要求书中明确提出的本发明的所有方面。在阅读本说明书后，本发明所属领域的技术人员将很容易明白适用于本发明的各种修改、等同处理以及多种结构。权利要求书旨在包括这些修改和设计。

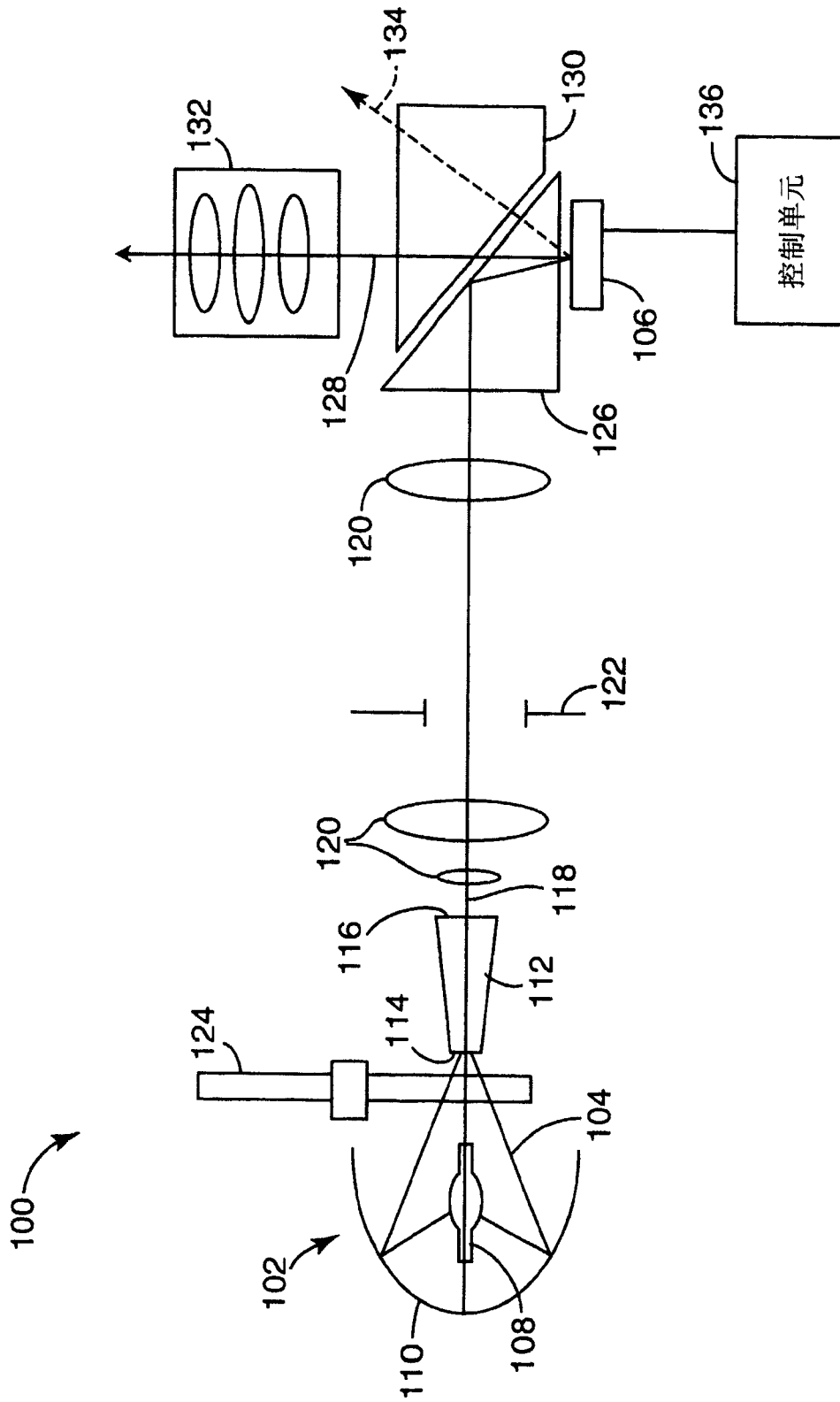


图 1

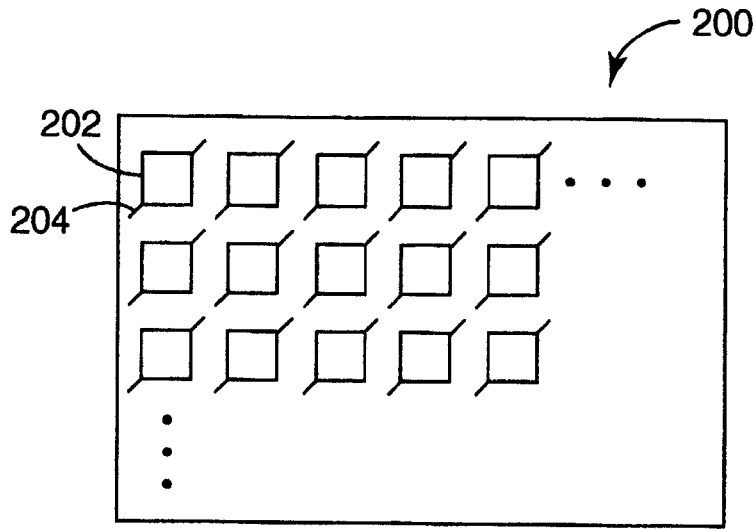


图 2A

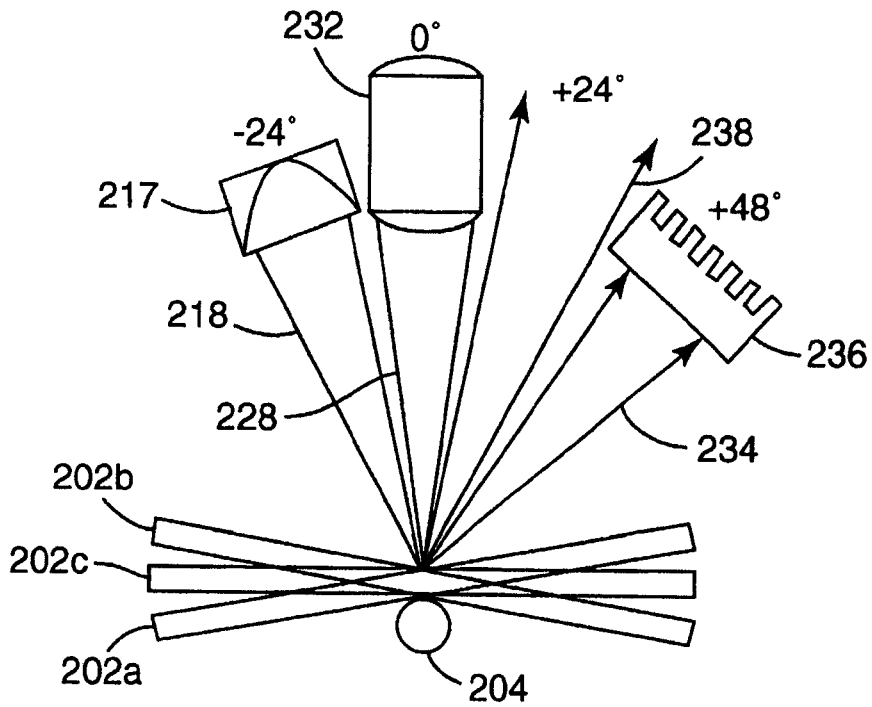


图 2B

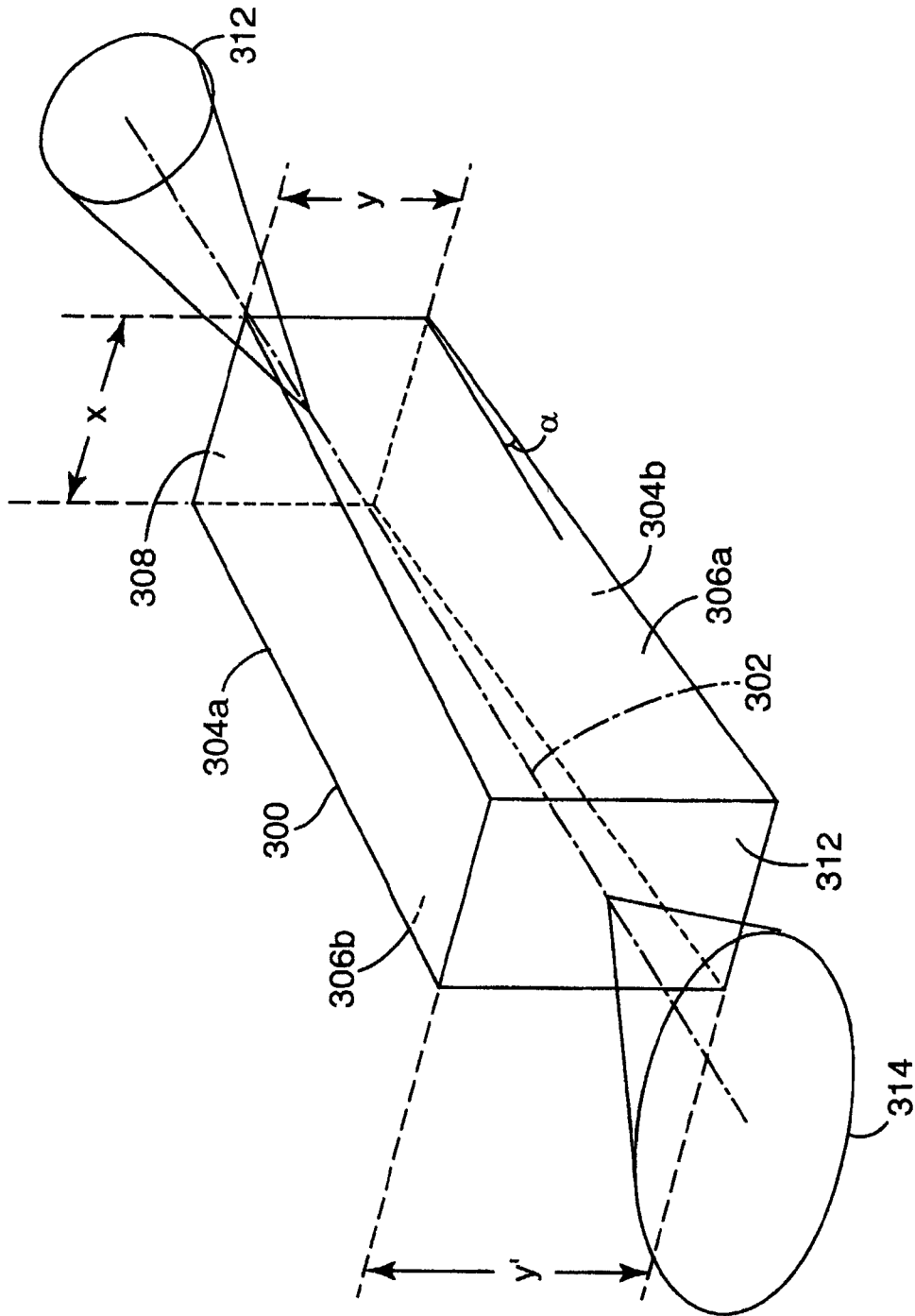


图 3

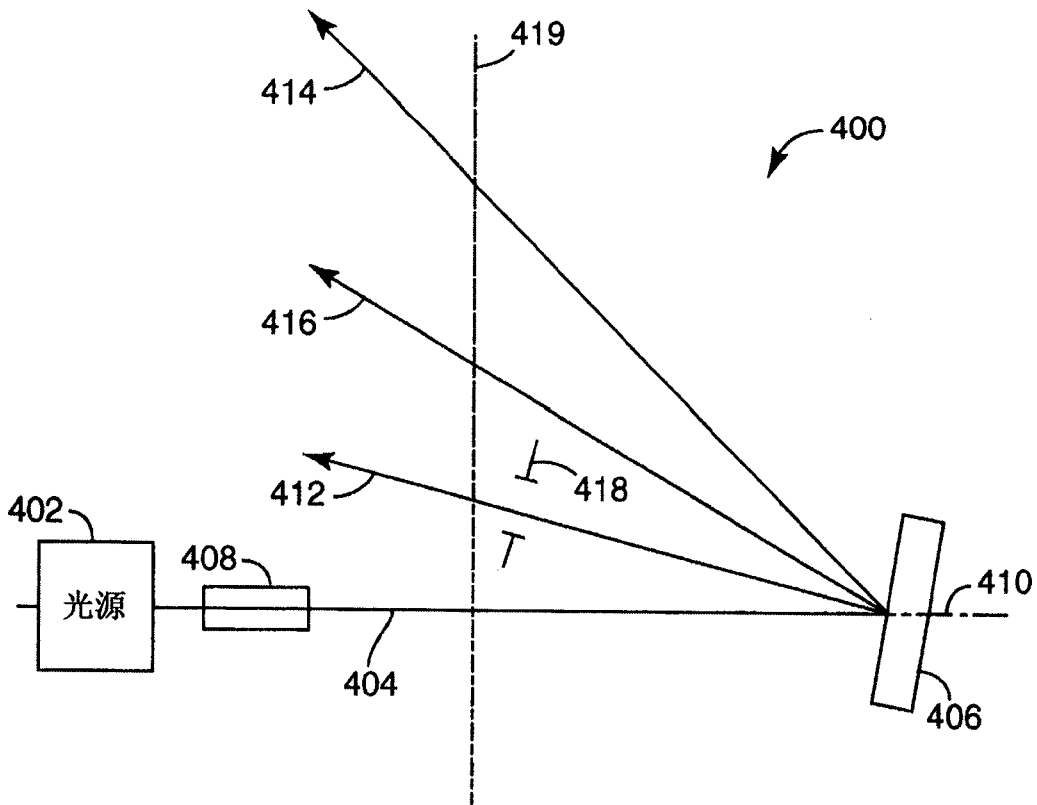


图 4A

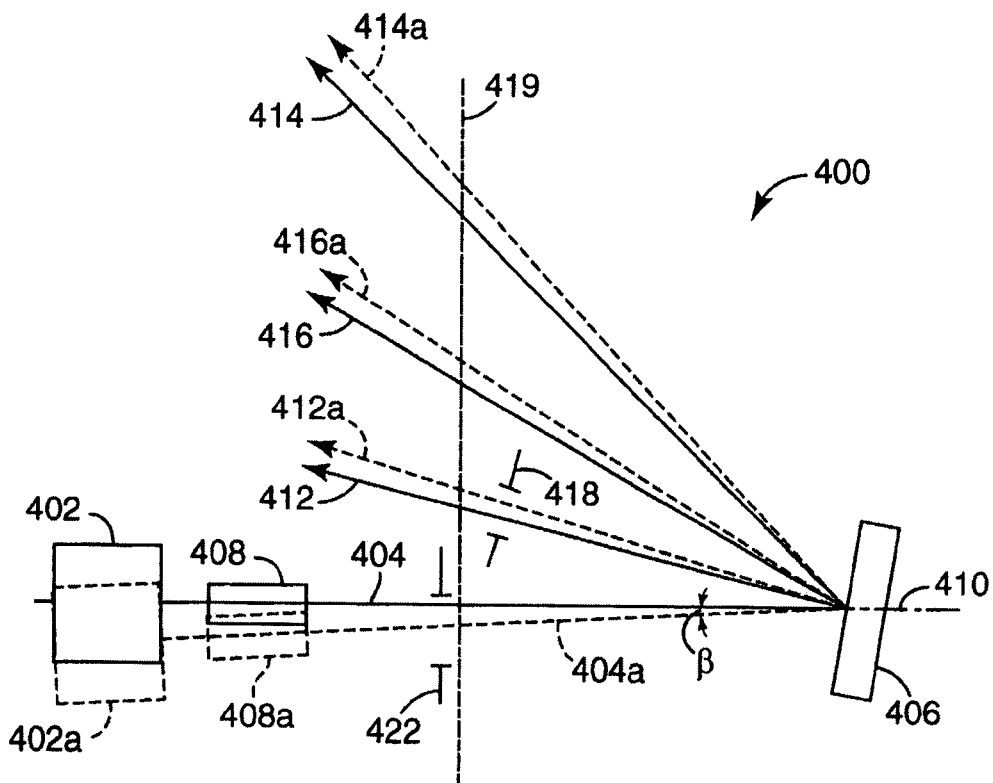


图 4B

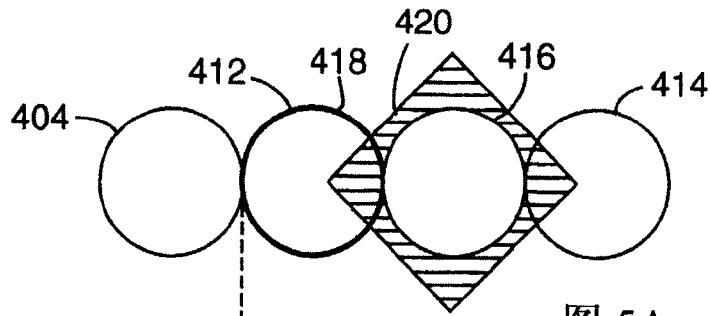


图 5A

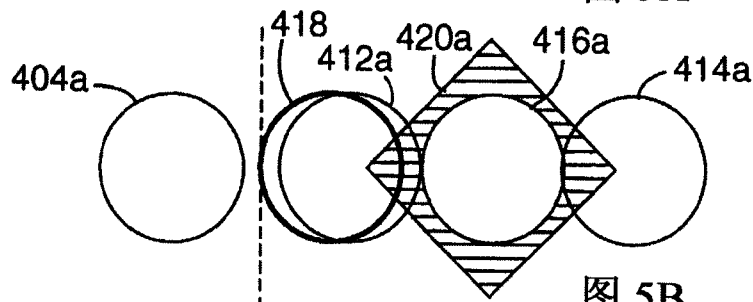


图 5B

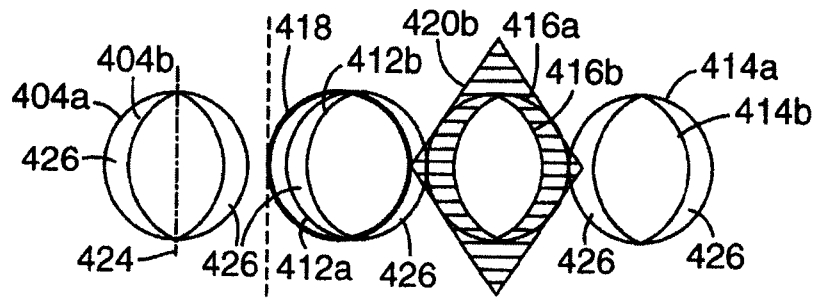


图 5C

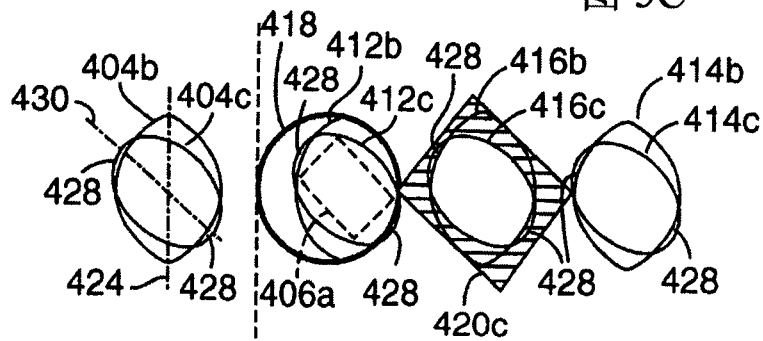


图 5D

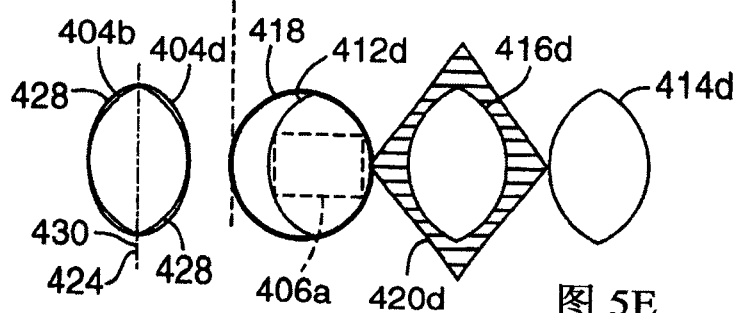


图 5E