



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102472918 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 17

(21) 申请号 201080037120. 9

(22) 申请日 2010. 08. 17

(30) 优先权数据

61/235, 928 2009. 08. 21 US

12/621, 275 2009. 11. 18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 02. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/045676 2010. 08. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/022342 EN 2011. 02. 24

(73) 专利权人 微软公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 A. 特拉维斯 T. 拉奇 N. 埃默顿

S. 巴蒂彻

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 景军平 刘鹏

(51) Int. Cl.

G02F 1/13357(2006. 01)

G02B 6/00(2006. 01)

(56) 对比文件

KR 10-2008-0009490 A, 2008. 01. 29,

KR 10-2008-0055051 A, 2008. 06. 19,

JP 特开 2000-106021 A, 2000. 04. 11,

CN 1700072 A, 2005. 11. 23,

审查员 王振佳

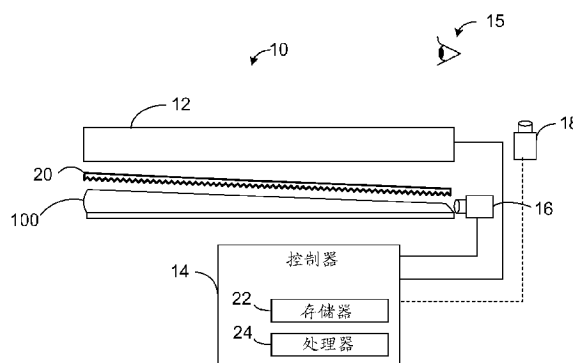
权利要求书2页 说明书10页 附图13页

(54) 发明名称

经由平板灯扫描光的准直

(57) 摘要

本发明公开了各种实施例, 这些实施例涉及扫描从光学准直器发射的光的方向。例如一个公开的实施例提供一种用于扫描准直光的系统, 该系统包括光楔、光注入系统和控制器。光楔包括细端、与细端相对的粗端、至少部分在粗端与细端之间延伸的查看表面以及与查看表面相对的背表面。光楔的粗端还包括端反射器, 端反射器包括多面透镜结构。光注入系统被配置成向光楔的细端中注入光, 并且控制器被配置成控制光注入系统沿着光楔的细端注入光的位置。



1. 一种用于扫描准直光的系统,所述系统包括:
光波导,包括:
第一端,
第二端,与所述第一端相对,
查看表面,至少部分在所述第一端与所述第二端之间延伸,
背表面,与所述查看表面相对,以及
端反射器,设置于所述光波导的所述第二端,所述端反射器包括多面透镜结构和衍射光栅中的一项或者多项;
光注入系统,配置成向所述光波导的所述第一端中注入光;以及
控制器,配置成控制所述光注入系统沿着所述光波导的所述第一端注入光的位置。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述光注入系统包括沿着所述光波导的所述第一端布置的多个光源,每个光源被配置成沿着所述光波导的所述第一端在不同位置向所述光波导的所述第一端中注入光。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述控制器被配置成使所述多个光源中的两个或者更多光源并行照射以沿着多个方向显示图像。
4. 根据权利要求2所述的系统,其中所述控制器被配置成使所述多个光源中的一个光源照射以沿着一个方向显示图像。
5. 根据权利要求2所述的系统,其中所述控制器被配置成使所述多个光源相继照射以显示自由体视图像。
6. 根据权利要求2所述的系统,还包括头部追踪相机,并且其中所述控制器还被配置成从所述头部追踪相机接收数据并且创建头部追踪数据。
7. 根据权利要求6所述的系统,其中所述系统还包括两个或者更多可选模式,所述可选模式包括专用模式和公用模式,所述专用模式用于将准直光引向单个查看者,所述公用模式用于将准直光引向多个查看者;并且
其中所述控制器还被配置成根据所述系统的模式和所述头部追踪数据来使所述多个光源中的一个或者多个光源照射。
8. 根据权利要求2所述的系统,其中所述控制器还被配置成使所述多个光源相继照射以向一个或者多个查看者显示一个或者多个图像。
9. 根据权利要求1所述的系统,其中所述光注入系统包括沿着所述光波导的所述第一端布置的漫射屏幕以及配置成生成沿着所述漫射屏幕扫描的激光束的光源。
10. 根据权利要求1所述的系统,还包括与所述查看表面相邻设置并配置成从所述查看表面接收光且对从所述查看表面接收的光进行重定向的光重定向器。
11. 一种经由光波导扫描准直光的方法,所述光波导包括第一端、与所述第一端相对并且包括端反射器的第二端、在所述第一端与所述第二端之间延伸的查看表面以及与所述查看表面相对的背表面,所述方法包括:
向所述光波导的所述第一端中注入光;
经由全内反射向所述端反射器递送光;
从所述端反射器内反射光;
以临界反射角从所述查看表面发射第一部分光;

以与所述临界反射角相等的角度从所述背表面内反射第二部分光,然后在从所述背表面内反射所述第二部分光之后从所述查看表面发射所述第二部分光;并且

变化沿着所述光波导的所述一端向所述光波导中注入光的位置。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中向所述一端中注入光包括从光源注入光,所述光源被配置成生成沿着漫射屏幕扫描的激光束,所述漫射屏幕沿着所述光波导的所述一端布置,并且其中变化沿着所述光波导的所述一端向所述光波导中注入光的位置包括沿着所述漫射屏幕扫描所述激光束。

13. 根据权利要求 11 所述的方法,其中向所述一端中注入光包括从多个光源注入光,并且其中变化沿着所述光波导的所述一端向所述光波导中注入光的位置包括有选择地使所述多个光源中的一个光源照射。

经由平板灯扫描光的准直

背景技术

[0001] 许多灯在壳内包括配置成在希望的方向上集中光的光源。例如在探照灯或者灯塔的情况下,该集中使得光可以视为被准直,因为射线以平行方式从光中显现。在许多情况下也希望可以扫描准直方向。这可以用常规灯例如通过旋转整个灯或者绕着光源旋转透镜和镜来完成。然而这样的扫描机制可能由于几何和其它因素而不适合于在一些设备(比如显示设备)中使用。

发明内容

[0002] 因而这里公开了涉及扫描准直光的各种实施例。例如一个公开的实施例提供一种用于扫描准直光的系统,该系统包括光楔、配置成向光楔中注入光的光注入系统以及控制器。光楔包括细端、与细端相对的粗端、至少部分在粗端与细端之间延伸的查看表面以及查看表面相对的背表面。光楔的粗端还包括端反射器,端反射器包括多面透镜结构。控制器被配置成控制光注入系统以控制光注入系统沿着光楔的细端注入光的位置。

[0003] 提供这一发明内容以简化形式介绍下文在具体实施方式中进一步描述的概念的选择。这一发明内容并非旨在确定要求保护的主体内容的关键特征或者必要特征、也并非为了用来限制要求保护的主体内容的范围。另外,要求保护的主体内容并不限于如下实施方式,这些实施方式解决在本公开内容的任何部分中提到的任何或者所有缺点。

附图说明

[0004] 图 1 示出了配置成扫描准直光束的光学系统的一个实施例。

[0005] 图 2 是示出了光楔的一个实施例的示意平面图。

[0006] 图 3 和图 4 示出了经过图 2 的实施例的截面图的射线迹线。

[0007] 图 5 示出了图 2 的实施例的端反射器的示意放大横截面图。

[0008] 图 6 和图 7 示出了经过图 2 的实施例的射线迹线作为如下路径,这些路径经过图 2 的实施例的成堆的复制物。

[0009] 图 8 和图 9 图示了沿着图 2 的光楔的细端在不同位置通过向光楔中注入光来扫描准直光。

[0010] 图 10 示出了如下流程图,该流程图图示了扫描准直光的方法的一个实施例。

[0011] 图 11 示出了如下流程图,该流程图图示了使用准直光在显示设备上使用不同模式来显示公用和专用信息的方法的一个实施例。

[0012] 图 12 示出了如下流程图,该流程图图示了用于使用准直光显示自由体视图像(autostereoscopic image)的方法的一个实施例。

[0013] 图 13 示出了包括多个光源的光注入系统的一个实施例。

[0014] 图 14 示出了包括单个机械可扫描光源的光注入系统的一个实施例。

[0015] 图 15 示出了包括声光调制器、激光器和漫射屏幕的光注入系统的一个实施例。

[0016] 图 16 示出了如下流程图,该流程图图示了使用准直光向不同查看者并行显示不

同图像的方法的一个实施例。

具体实施方式

[0017] 这里公开了涉及经由平板灯扫描准直光的各种实施例。平板灯是具有平坦表面(光从该平坦表面发射)的面板。可以使用这样的灯例如作为用于液晶显示器(LCD)面板的背光。一些平板灯可以例如包括容纳于壳内的多个荧光灯管,这些灯管包括如下漫射器面板,光经过该漫射器面板射出面板。其它平板灯可以包括用于向希望的目的地递送来自光源的光的光楔。光楔是如下光导,该光导允许在光楔的边缘输入的光在达到临界内反射角并且射出光楔之前经由全内反射在光楔内散开(fan out)。

[0018] 当前平板灯常用作漫射光源。然而在一些情形中可能希望从平板灯发射准直光。例如在一些使用环境中可能希望经由 LCD 面板显示图像,从而仅可以从某些角度看见图像,由此保持显示的信息为既定查看者所专用。使用准直光从背后照亮 LCD 面板可以允许构造这样的显示器,因为如果光射线从显示器向查看者的眼睛行进则才可以看见显示器上的图像。

[0019] 另外就这样的显示器而言可能希望可以扫描照射方向,从而可以移动可以查看图像的角度。此外,在三维物体的一对视图或者数对视图之间切换液晶面板上的图像时如果可以在一对眼睛或者数对眼睛之间来回迅速切换照射方向,则可以显示三维图像。因此这里公开了与如下平板灯有关的实施例,这些平板灯发射准直光并且允许扫描光的准直角度。在附图中将注意到,可以未按比例绘制所示实施例的视图并且可以夸大一些特征的纵横比以使所选特征或者关系更容易看见。

[0020] 图 1 示出了呈计算设备形式的光学系统的一个实施例,该计算设备包括配置成输出准直光的显示器。光学系统 10 包括空间光调制器 12 和准直光扫描系统。空间光调制器 12 包括如下像素的阵列,每个像素可以用来在颜色和强度方面调制来自背光的光。在一些实施例中,空间光调制器可以包括液晶显示设备,但是也可以使用其它光调制设备。控制器(比如控制器 14)可以向空间光调制器 12 提供显示数据。当查看者 15 在准直光的光路中并且空间光调制器 12 已经利用从控制器 14 供应的图像调制准直光时,图像可以让查看者 15 可见。

[0021] 光学系统 10 还包括光注入系统 16 和光楔 100。一些实施例还可以包括与光楔 100 的查看表面相邻设置的可选头部追踪相机 18 和光重定向器 20。如下文更具体描述的那样,在光注入到光楔 100 的细端中时,准直光从光楔 100 的查看表面发射。准直光以相对于光楔 100 的查看表面的平面而言的小角度射出光楔 100。光重定向器 20 可以用来将准直光重新引向空间光调制器 12。任何适当结构可以用作光重定向器 20。在一些实施例中,光重重定向器 20 可以例如包括棱镜膜。

[0022] 光注入系统 16 可以被配置成沿着光楔 100 的细端向一个或者多个位置注入光。通过变化向光楔 100 的细端中注入光的位置,可以调节离开光楔 100 的查看表面的准直光的方向。

[0023] 在图 13 中所示一个实施例中,光注入系统 16 可以包括与光楔 100 的细端相邻设置的多个单独可控光源(比如发光二极管(LED)或者其它适当光源)。对照射哪个光源或者并行照射哪些光源进行变化允许控制准直光从光楔 100 发射的方向。例如可以从图 13 中的

多个光源照射单个光源 1302。在如图 14 中所示其它实施例中,单个机械可扫描光源 1402 可以用来变化沿着光楔的细端注入光的位置。光源的位置可以从光楔 100 的一侧(比如位置 1404)向光楔 100 的相对侧(比如位置 1406)变化。在如图 15 中所示又一实施例中,光注入系统 16 可以包括光源 1502 和漫射屏幕 1504。漫射屏幕 1504 与光楔 100 的细端相邻定位并且沿着该细端延伸。光可以在光源 1502 生成的激光束引向漫射屏幕 1504 并且漫射光从漫射屏幕 1504 反射到光楔 100 的细端中时注入到光楔 100 的细端中。光源 1502 可以包括激光器和用于控制激光束的方向的声光调制器或者液晶全息图。激光束可以如图所示引向位置 1506,或者激光束可以从漫射屏幕 1504 的一侧(比如位置 1508)向漫射屏幕 1504 的相对侧(比如位置 1510)扫描。

[0024] 由于光楔 100 被配置成准直光,所以从单个位置注入光可以使准直光能够在单个方向上发射,从而仅可从窄角度范围查看投影图像。这可以允许在专用模式中显示信息。另一方面,从多个位置并行地注入光可以使准直光能够在多个方向上发射,这可以允许可从更宽的角度范围查看投影图像。这样的显示模式可以在这里称为公用模式。将理解这些显示模式的实例出于示例的目的加以描述而并非旨在以任何方式进行限制。

[0025] 返回图 1,控制器 14 可以被配置成根据系统的模式来独立和有选择地照射光注入系统 16 的每个光源。以这样的方式,控制器 14 可以控制光注入系统 16 沿着光楔的细端注入光的位置。此外,控制器 14 还可以被配置成向空间光调制器 12 提供显示数据并且从头部追踪相机 18 接收数据。来自头部追踪相机 18 的数据可以由控制器 14 分析以确定查看者的头部和/或眼睛的位置。来自头部追踪相机 18 的数据可以是原始图像数据,或者可以预处理该数据,从而在向控制器 14 传送数据之前提取图像的各种特征。控制器 14 也可以确定和存储用于光学系统 10 的模式并且根据该模式控制光学系统 10。控制器 14 可以是配置成执行可以存储于计算机可读存储介质(比如存储器 22)中的指令的任何计算设备。处理器 24 可以用来执行存储于存储器 22 中的指令,其中该指令包括用于为光学系统 10 实现控制方法的例程。

[0026] 将理解,出于举例的目的来描述光学系统 10,并且根据本公开内容的光学准直器可以使用于任何适当使用环境中。另外将理解,光学系统(比如在图 1 的实施例中描绘的光学系统)可以包括未图示的各种其它系统和能力(包括但不限于基于视觉的触摸检测系统)。

[0027] 接着参照图 2,光楔 100 被配置成准直来自与光楔 100 的细端 110 相邻设置的光源 102 的光,从而准直光如图 2 中的射线迹线所示的那样射出光楔 100 的查看表面 150。术语“查看表面”表明查看表面 150 比与查看表面 150 相对的背表面(在图 2 中不可见)更接近查看者。查看表面和背表面中的每个表面由侧面 130 和 140、细端 110 和粗端 120 界定。在图 2 中,查看表面 150 面向纸面的查看者,并且背表面被光楔 100 的这一视图隐藏。

[0028] 配置光楔 100 使得向细端 110 的光界面中注入的光射线随着它们迫近包括端反射器 125 的粗端 120 而经由全内反射散开。在描绘的实施例中,端反射器 125 以具有曲率中心 200 的均匀曲率半径弯曲,并且光源 102 在端反射器 125 的焦点注入光,该焦点位于曲率半径的一半处。在粗端 120 处,每条光射线与每个其它光射线相平行地从端反射器 125 反射。光射线从粗端 120 朝着细端 110 行进直至光射线以查看表面 150 的临界反射角与查看表面 150 相交并且光射线作为准直光射出。在一个替代实施例中,端反射器 125 可以是抛

物线形或者具有用于准直光的其它适当曲率。

[0029] 在包括与细端 110 相邻并且沿着细端 110 设置的多个光源的实施例, 为了校正场曲率(field curvature)和 / 或者球面像差, 可能希望略微缩短光楔 100 的侧面 130 和 140, 从而使位于中心线 210 任一侧的光源可以留在端反射器 125 的焦点内。缩短侧面 130 和 140 可以如曲线 115 所示使细端 110 凸起。可以通过使用射线跟踪算法跟踪经过光楔 100 以光楔 100 的查看表面 150 的临界反射角返回的射线直至射线到达在近端 110 附近的焦点来发现适当曲率。

[0030] 图 3 和图 4 示出了经过光楔 100 的示意横截面图的射线迹线。图 3 示出了经过光楔 100 的第一射线 300 的路径, 而图 4 示出了经过光楔 100 的第二射线 400 的路径, 其中射线 300 和 400 表示如下射线, 这些射线位于向光楔 100 的细端 110 中输入的光锥的相对侧面。如图 3 和图 4 中可见, 射线 300 从与光楔 100 的细端 110 相邻的查看表面 150 射出, 而射线 400 从与光楔 100 的粗端 120 相邻的查看表面 150 射出。

[0031] 一旦射线 300 和 400 相对于查看表面 150 的法线以小于或等于临界内反射角的角度与查看表面 150 相交, 则射线 300 和 400 就射出查看表面 150。这一临界角可以这里称为“第一临界角”。类似地, 当射线相对于查看表面 150 的法线以大于第一临界内反射角的角度与查看表面 150 相交时, 射线在光楔 100 中内反射。另外, 当射线相对于背表面 160 的法线以大于临界内反射角的角度与背表面 160 相交时, 射线在光楔 100 中内反射。这一临界角在这里可以称为“第二临界角”。

[0032] 如下文参照图 5 更具体说明的那样, 可能希望第一临界角和第二临界角不同, 从而以第一临界角在背表面 160 上入射的光朝着查看表面 150 反射回。这可以有助于防止经过背表面 160 的光损失, 因此可以增加光楔 100 的光学效率。第一临界角是光楔 100 的折射率和与查看表面 150 成界面的材料(例如空气或者包覆层)的折射率的函数, 而第二临界角是与背表面 160 相邻的材料和光楔 100 的折射率的函数。在一些实施例(比如图 3-4 中所示实施例)中, 包覆层 170 可以仅涂敷到背表面 160, 从而查看表面 150 与空气成界面。在其它实施例中, 查看表面 150 可以包括折射率与背表面 160 不同的包覆层(未示出)。

[0033] 任何适当的一种或者多种材料可以用作包覆层以实现用于光楔的查看表面和 / 或背表面的所需临界内反射角。在一个实例性实施例中, 光楔 100 由折射率为 1.492 的聚甲基丙烯酸甲酯或者 PMMA 形成。空气的折射率近似为 1.000。这样, 无包覆层的表面的临界角近似为 42.1 度。类似地, 实例性包覆层可以包括特氟纶 AF (Wilmington, Delaware 的 EI DuPont de Nemours & Co.) (折射率为 1.33 的无定形含氟聚合物(amorphous fluoropolymer))。具有特氟纶 AF 的 PMMA 表面包覆层的临界角为 63.0 度。将理解, 这些实例出于示例的目的加以描述而并非旨在以任何方式进行限制。

[0034] 光楔 100 和端反射器 125 的配置可以被配置成在均匀光注入到细端 110 中时使查看表面 150 的大部分被均匀照射并且也使注入光的大部分射出查看表面 150。如上文提到的那样, 光楔 100 沿着它的长度变细, 从而在细端 110 注入的射线经由全内反射向端反射器 125 透射。端反射器 125 包括多面透镜结构, 该多面透镜结构被配置成相对于查看表面 150 和背表面 160 中的每个表面的法线减小射线角度。此外, 光楔 100 从粗端 120 到细端 110 的渐减厚度使射线角度随着射线朝着细端 110 行进而相对于每个表面的法线渐减。当射线以比第一临界角更小的角度在查看表面 150 上入射时, 射线将射出查看表面 150。

[0035] 在一些实施例中,光源 102 可以定位于端反射器 125 的焦点处。在这样的实施例中,端反射器 125 可以以如下曲率半径弯曲,该曲率半径为光楔 100 的长度的两倍。在图 3-4 的实施例中,配置光楔 100 的锥角(taper angle)使得在粗端 120 和查看表面 150 的拐角包括直角并且在细端 120 和背表面 160 的拐角包括直角。当细端 110 在端反射器 125 的焦点处时,细端 110 为粗端 120 的厚度的一半。在其它实施例中,这些结构中的每个结构可以具有任何其它适当配置。

[0036] 在描绘的实施例中,端反射器 125 从侧面 130 向侧面 140 并且从查看表面 150 向背表面 160 呈球形弯曲。在其它实施例中,端反射器 125 可以从查看表面 150、背表面 160 以及查看表面 150 和背表面 160 如果延伸则将汇合的曲率中心以均匀曲率半径呈圆柱形弯曲。呈圆柱形弯曲的端反射器可以比呈球形弯曲的端反射器 125 更强地抵制凹陷(sag),这可以在大型应用中是有益的。其它适当曲率例如可以用于端反射器 125 (比如抛物线形)。此外,端反射器 125 在与侧面 130 和 140 垂直的平面中的曲率可以不同于端反射器 125 在与侧面 130 和 140 平行的平面中的曲率。

[0037] 如上文提到的那样,可能希望查看表面 150 和背表面 160 的临界反射角不同以有助于防止经过背表面 160 的光损失。在图 5 (该图示出了图 2-4 中的光楔的实施例的端反射器 125 的示意性放大横截面图)中图示了这一点。端反射器 125 包括如下多面透镜结构,该多面透镜结构包括以相对于粗端 120 的表面成角度布置的多个面。多个面在与查看表面 150 相向的面(比如面 530)和与背表面 160 相向的面(比如面 540)之间交替。端反射器 125 符合如上文描述的大体曲率而端反射器法线 542 和端反射器法线 532 朝着曲率中心延伸。多个面中的每个面具有相对于端反射器的表面法线而言的高度和角度。例如与查看表面 150 相向的多面中的一个面具有相对于端反射器法线 532 和面法线 534 而言的高度 538 和角度 536。作为另一实例,与背表面 160 相向的多面中的一个面具有相对于端反射器法线 542 和面法线 544 而言的高度 548 和角度 546。

[0038] 多个面中的每个面的高度可以影响射出查看表面 150 的准直光的均匀性和亮度。例如更大的面可能创建与理想焦距不同的光路,这可能引起菲涅耳条带(Fresnel banding)。这样,在这样的条带可能引起问题的实施例中,可能希望多个面中的每个面的高度例如小于 500 微米,从而这样的条带可见性更低。

[0039] 类似地,多个面中的每个面的角度也可能影响射出查看表面 150 的准直光的均匀性和亮度。射线 500 图示了面角度可能如何影响经过光楔 100 的射线路径。射线 500 注入到细端 110 中,通过光楔 100 行进并且撞击端反射器 125。射线 500 的一半撞击与查看表面 150 相向的面 530。撞击面 530 的射线 500 的部分作为射线 510 朝着查看表面 150 反射。射线 510 相对于查看表面 150 的法线以小于或等于第一临界内反射角的角度与查看表面 150 相交,因此作为射线 512 射出查看表面 150。

[0040] 射线 500 的另一半撞击与背表面 160 相向的面 540。撞击面 540 的射线 500 的部分作为射线 520 朝着背表面 160 反射。由于查看表面 150 与背表面 160 之间的临界角不同,射线 520 相对于背表面 160 的法线以大于第二临界内反射角的角度与背表面 160 相交,因此作为射线 522 朝着查看表面 150 反射。射线 522 然后相对于查看表面 150 的法线以小于或等于第一临界内反射角的角度与查看表面 150 相交,因此作为射线 524 射出。以这一方式,从端反射器 125 反射的光的大部分(并且在一些实施例中为基本上全部)射出查看表面

150。

[0041] 由于光由与查看表面 150 相向的多面和与背表面 160 相向的多面单独反射,以头到尾的定向方式布置的、重叠的、叠加的第一和第二图像在光从背表面被反射以射出查看表面时形成于查看表面 150 处。在这些图像之间的重叠程度可以取决于面 530 和 540 的角度。例如,如下文更具体说明的那样,两个图像在每个面具有相对于端反射器的表面法线而言的如下角度时完全重叠,该角度为九十度与第一临界反射角之差的八分之三。在这一实例中,向光楔 100 中输入的基本上所有光射出查看表面 150。从这个值改变面将减少图像之间的重叠量,从而在面的角度为 90 度与第一临界反射角之差的四分之一或者二分之一时仅显示两个图像中的一个图像或者另一图像。另外,从九十度与第一临界反射角之差的八分之三改变面的角度也使一些光从光楔 100 的细端(而不是从查看表面 150)射出。在面的角度为 90 度与第一临界反射角之差的四分之一或者二分之一时,也可以均匀照射查看表面,但是光的一半从光楔 100 的细端射出,因此损失光。将理解:根据希望的使用环境,使用除了九十度与第一临界反射角之差的八分之三之外的面角度来产生准直光可以是适当的。这样的使用环境可以包括但不限于如下环境,在这些环境中,任何非重叠光区域(将表现为相对于重叠区域具有更低强度)未处在用户观察的视野内,并包括但不限于其中可接受减弱光强度的环境。

[0042] 在一个替代实施例中,端反射器 125 的多面透镜结构可以包括衍射光栅。光栅方程可以用来针对给定的入射角和给定的光波长计算衍射角。由于衍射角依赖于光的波长,所以包括衍射光栅的端反射器可以在注入光为单色时合乎需要。

[0043] 图 6 和图 7 图示了经过光楔 100 的光的行进以作为如下射线路径以进一步图示图 5 中所示概念,这些路径经过成堆的光楔,每个光楔为光楔 100 的实施例的复制物。跟踪通过成堆的光楔复制物的射线,这在光学上等效于跟踪射线在光楔中的路径。因此,以这一方式将射线的每次内反射示为射线穿过从一个光楔到相邻光楔的边界的通路。在图 6 中,将查看表面示为成堆的光楔 600 中的最顶部楔的查看表面 620。将背表面示为成堆的光楔 600 中的最底部楔的背表面 630。成堆的光楔 600 的各粗端接合以形成如下近似曲线 640,该曲线定心在所有表面会聚的轴线 610 上。

[0044] 图 6 也描绘了两条光射线 650 和 660,其位于向光楔堆 600 的细端中注入的光锥的相对侧面上。对于每条射线 650 和 660,在从端反射器反射之后,射线的一半如实线 652 和 662 所示在光楔堆 600 的粗端附近(因此从所表示的光楔)显现,而射线的一半如虚线 654 和 664 所示从光楔堆的细端显现。以在这两个极端之间的任何角度注入的射线也将由端反射器中的多面图案拆分并且以相似方式从光楔的查看表面和背表面显现。以与射线 652 和 662 平行的方式射出查看表面 620 的射线由阴影区 602 表示。如上文提到的那样,将理解:通过在光楔的背表面上利用折射率比在光楔的查看表面上所利用的包覆层(未示出)更低的包覆层(未示出),表示为经过光楔的背表面 630 发射的射线可以替代地由背表面反射,然后从查看表面射出。以这一方式,可以从光楔的查看表面发射向这样的光楔的细端中注入的基本上所有光。

[0045] 为了均匀照射查看表面(例如其中从面 530 和 540 反射的图像完全重叠),在细端注入并且与端反射器的法线重合地朝着端反射器水平行进的射线从与查看表面相向的面反射并且向查看表面的中心行进从而以查看表面的临界角与查看表面相交。图 7 示出了这

样的射线经过成堆的光楔 700 的路径的示意性描绘。射线 710 在光楔的细端 702 注入并且作为射线 715 从端反射器 704 反射。射线 715 向查看表面 706 的中心行进从而以相对于查看表面法线 720 的临界反射角 730 与查看表面 706 相交。角度 732 与 734 之和为 90 度与临界反射角 730 之差。当光楔的细端为光楔的粗端厚度的一半时,楔的中心点为光楔的厚度的四分之三。使用傍轴近似(paraxial approximation),角度 732 为 90 度与临界反射角 730 之差的四分之三。水平线 722 平行于注入射线 710,因而角度 740 等于角度 732。根据反射定律,入射角等于反射角,因而面角度可以是角度 740 的一半。因此,为了均匀照射查看表面,如上文提到的那样,与查看表面相向的每个面可以相对于端反射器的表面法线形成如下角度,该角度为 90 度与临界反射角 730 之差的八分之三。

[0046] 图 8 和图 9 示出了如何可以沿着光楔的细端在不同位置通过向图 2 的光楔中注入光来变化准直光的方向。具体而言,可以通过将光注入位置向右移位来向左移动准直方向,反之亦然。在每个图中,为求简洁,图示了在图 8 和图 9 中分别在 800 和 900 处示出的准直光的单个像素的可视位置。另外,示出了从光点行进到光楔的光界面拐角的线,并且示出了中心线 810 以更清楚地示出在光注入位置移动时光像素相对于光楔的移动。

[0047] 在图 8 中,光在第一位置从光源 802 注入到细端 110 的右侧中。如由可视位置 800 处的像素所示的那样,将准直光的方向引向中心线 810 的左侧。在图 9 中,光在第二位置从光源 902 注入到细端 110 的左侧中。准直光的方向如由可视位置 900 处的像素所示的那样引向中心线 810 的右侧。将理解,可以通过以希望的距离间隔改变光沿着光楔 100 的细侧的注入位置来平滑地或者以任何所需大小的步阶来扫描准直光。这样的显示模式可以在这里称为扫描模式。

[0048] 图 10 示出了经由光波导扫描准直光的实例性方法的流程图。光波导可以包括第一端、与第一端相对并且包括端反射器的第二端、在第一端与第二端之间延伸的查看表面以及与查看表面相对的背表面。在一个实施例中,光波导为图 2 的光楔,其中光楔的细端为光波导的第一端,而光楔的粗端为光波导的第二端。在一个替代实施例中,光波导可以具有恒定厚度(例如第一端和第二端为相同厚度)。光波导可以包括折射率在第一端与第二端之间线性变化的、在查看表面和 / 或背表面上的包覆层。这一实施例将在光注入到光波导的第一端中时与光楔相似地表现。在又一实施例中,光波导可以具有恒定厚度、在第一端与第二端之间线性变化的折射率以及具有恒定折射率的在查看表面和 / 或背表面上的包覆层。这一实施例也将在光注入到光波导的第一端中时与光楔相似地表现。

[0049] 返回图 10,方法 1000 通过向光波导的第一端中注入光而始于 1010。如上文描述的那样,光例如可以由配置成沿着光波导的第一端机械移动的光源注入。在另一实施例中,多个光源可以沿着光波导的第一端布置,每个光源被配置成沿着光波导的第一端在不同位置向光波导的第一端中注入光。光可以由多个光源中的一个或者多个光源注入。在又一实施例中,可以通过越过与光波导的第一端相邻定位且沿着该第一端延伸的漫射屏幕扫描激光束来注入光。

[0050] 接着,在 1020 处,经由全内反射向端反射器递送注入光。在 1030 处,可以从端反射器内反射光。从端反射器内反射的光可以从第一组面和第二组面反射,第一组面中的每个面具有至少部分指向查看表面的法线,而第二组面中的每个面具有至少部分指向背表面的法线。另外,在一些实施例中,第一组面中的每个面可以具有如下角度,该角度为 90 度与

临界反射角之差的八分之三,而第二组面中的每个面可以具有如下角度,该角度为 90 度与临界反射角之差的八分之三。在其它实施例中,面可以具有未引起光强度不适当变化的其它适当角度。在又一实施例中,端反射器可以包括衍射光栅。

[0051] 由于端反射器上的面布置成具有角度,在 1040 处,可以从查看表面发射一部分光,该部分光以临界反射角与查看表面相交。接着在 1505 处,可以变化光沿着光波导的第一端注入到光波导中的位置。在一个实施例中,可以通过向希望的位置机械移动光源来变化沿着光波导的第一端的位置,然后可以在希望的位置通过光源注入光。在另一实施例中,可以通过有选择地照射沿着光波导的第一端布置的多个光源中的光源来变化沿着光波导的第一端的位置。在又一实施例中,可以通过越过与光波导的第一端相邻定位并且沿着该第一端延伸的漫射屏幕扫描激光器来变化沿着光波导的第一端的位置。通过变化光注入的位置,可以变化准直光的方向。如图 8 和图 9 中所示,向光波导 100 的细端 110 的左侧中注入光可以在光楔 100 的右侧的方向上发射准直光,反之亦然。

[0052] 图 11 示出了如下实例性例程的流程图,该实例性流程可以用来实现一种使用准直光在相同光学系统(比如光学系统 10)上在不同模式期间显示公用和专用信息的方法。在描述图 11 之前,将理解,在图 11-12 和图 16 的描述中使用术语“楔”并非旨在于使这一实施例的适用性限于光学楔形光导,并是也可以使用如上文描述的具有可变折射率的光导。

[0053] 返回图 11,在 1110 处,确定光学设备的显示模式。如果显示模式为公用模式,则该例程从 1110 行进到 1150。如果显示模式为专用模式,则该例程行进到 1120。

[0054] 当显示模式为专用时,在 1120 处,可以确定查看者的位置。可以通过使控制器 14 使用从头部追踪相机 18 接收的头部追踪数据来确定查看者的位置,或者该位置例如可以假设为直接在光学系统 10 前面。在 1130 处,可以将查看者的位置与沿着光楔的细端的一个或者多个位置相关联。可以选择沿着光楔的细端的位置,从而例如当在每个位置注入光时,查看者处在从光学系统 10 发射的准直光的光路中。在 1140 处,可以沿着光楔的细端向一个或者多个位置注入光。在单个位置从单个光源注入光可以提供光学系统 10 的最窄视野。然而可能希望通过在多个位置注入光来加宽视野。如果查看者的计算位置并不确切(比如头部追踪算法例如与查看者的移动速度相比缓慢的话),则加宽视野可以提供裕度(margin)。将理解,视野可以由显示器的用户控制,从而可以向围绕显示器定位于任何适当位置的任何数目的用户显示专用图像。该例程在 1140 之后结束。

[0055] 可以以循环方式连续重复方法 1100,从而如果查看者移动,则可以更新查看者的位置。通过更新查看者的位置以及沿着光楔细端的关联位置,使来自光学系统 10 的准直光可以在查看者移动时跟随查看者。

[0056] 当显示模式为公用时,在 1150 处,可以关联宽视野与沿着光楔的细端的多个位置。例如在一些情形中,可以并行照射所有光源,或者可以并行照射光源的子集。在任一情况下,如在 1160 处所示,光沿着光楔的细端注入到多个位置,并且可以用宽视野显示图像。

[0057] 显示器的公用模式可以用不同方式用来向不同数目的查看者显示图像。例如可能希望向可以直接查看显示屏幕的任何查看者显示图像。在这一情况下,可以通过照射沿着光楔的细端布置的多个光源中的所有光源来获得宽视野。另一方面,公用模式的一些使用可以表现专用显示器的某些特性。例如可以配置显示器使得银行出纳员和客户可以以显示器的与银行出纳员或者客户不同的角度各自看见可以向查看者隐藏的图像。在这样的模式

中,可以基于既定查看者的就坐 / 站立位置预先确定引导准直光的方向,或者可以通过相机或者其它适当方法确定引导准直光的方向。

[0058] 图 16 示出了如下流程图,该流程图图示了利用准直光向多个查看者并行显示专用图像(相同或者不同图像)的另一实施例。方法 1600 始于 1610,其中确定最大查看者数目。在 1620 处,将当前查看者设置成第一查看者。在 1630 处,比较当前查看查看者编号与最大查看者数目。如果当前查看者编号超过最大查看者数目,则该例程将结束。如果当前查看者编号小于或者等于最大查看者数目,则该例程可以在 1640 继续。

[0059] 在 1640 处,确定当前查看者的位置。可以通过使用头部追踪数据来确定该位置,可以预先确定该位置(例如位置的数目和 / 或方位可以由用户或者管理员控制和 / 或设置)等。在 1650 处,关联图像与当前查看者。图像也可以与其它查看者关联,从而多个查看者可以看见相同图像。在 1650 处,也可以关联沿着光楔 100 的细端 110 的位置与当前查看者。可以选择沿着细端 110 的位置,从而当沿着光楔 100 的细端 110 在该位置注入光时,当前查看者将处在光学系统 10 发射的准直光的光路中。在 1660 处,可以在空间光调制器 12 上调制图像。在 1670 处,可以使用光注入系统 16 向光楔 100 的细端 110 中注入光,由此向当前查看者呈现图像。在 1680 处,停止向光楔 100 的细端 110 中注入光。在 1690 处,递增当前查看者编号,然后该方法在 1630 处继续。

[0060] 方法 1600 可以置于循环中并且重复,从而可以向一个或者多个查看者并行地呈现一个或者多个图像。如果足够快地重复例程(例如刷新速率足够高),则查看者的眼睛可以将与该查看者关联的时分复用图像合成为无闪烁图像。每个查看者具有不同感知,但是大于 60Hz 的刷新速率可以合乎需要。

[0061] 图 12 示出了如下实例性例程的流程图,该例程用来实现经由准直光显示自由体视图像的方法。这样的显示模式在这里可以称为自由体视模式。在 1210 处,确定查看者的第一只眼的位置和第二只眼的位置。在 1220 处,将第一图像和沿着光楔的细端的第一位置与查看者的第一只眼相关联。第一图像例如可以是三维物体的视图(如由查看者的左眼所见的视图)。当沿着光楔的细端在第一位置注入光时,左眼可以处在光学系统 10 发射的准直光的光路中。在 1230 处,在空间光调制器 12 上调制第一图像,并且在 1240 处,沿着光楔的细端向第一位置注入光,由此向用户的第一只眼呈现第一图像。

[0062] 在 1250 处,停止沿着光楔的细端向第一位置注入光,并且在 1260 处,将第二图像和沿着光楔的细端的第二位置与查看者的第二只眼关联。第二图像例如可以是三维物体的视图(如查看者的右眼所见的视图)。例如当沿着光楔的细端在第二位置注入光时,右眼可以处在光学系统 10 发射的准直光的光路中。在 1270 处,在空间光调制器 12 上调制第二图像。在 1280 处,可以沿着光楔的细端向第二位置注入光,由此向用户的第二只眼呈现第二图像。

[0063] 在 1290 处,停止沿着光楔的细端向第二位置注入光。然后可以重复方法 1200,从而向一只眼显示第一组图像而向另一只眼显示第二组图像。如果足够快地重复例程(例如刷新速率足够高),则查看者的眼睛可以将时分复用图像合成为无闪烁图像。每个查看者具有不同感知,但是大于 60Hz 的刷新速率可以合乎需要。

[0064] 当查看者可以移动她的头部并且相应地看见图像改变时,可以提升三维效果。为了产生这一效果,可以快速地接连显示多个侧向相邻的图像,从而每个图像从略微不同的

查看角度可见。例如在一个实施例中,多个侧向相邻的图像可以包括 32 个图像,这 32 个图像表示三维场景的 32 个视图。由于查看者的每只眼以略微不同角度查看显示器,所以每只眼可以看见不同图像并且场景表现为三维。此外,多个查看者也可以在向他们的每只眼呈现不同图像时看见三维图像。

[0065] 为了查看者看见图像,来自图像的光应当会聚于查看者的眼睛处。图 1 中的光学系统 10 可以在空间光调制器 12 为小型(例如瞳孔尺寸)时实现自由体视查看。随着空间光调制器 12 的尺寸增加,光学系统 10 可以包括附加光学元件(比如与空间光调制器 12 相邻的菲涅耳透镜)。

[0066] 将理解,这里描述的计算设备可以是配置成执行这里描述的任何适当计算设备。例如计算设备可以是主机计算机、个人计算机、膝上型计算机、便携数字助理(PDA)、具有计算机功能的无线电话、联网计算设备或者其它适当计算设备,并且可以经由计算机网络(比如因特网)相互连接。这些计算设备通常包括处理器以及相关联的易失性和非易失性存储器并且配置成使用易失性存储器的部分和处理器来执行存储于非易失性存储器中的程序。如这里所用的那样,术语“程序”指代可以由这里描述的一个或者多个计算设备执行或者利用的软件或者固件部件并且意味着涵盖个别的或者成组的可执行文件、数据文件、库、驱动器、脚本、数据库记录等。将理解,可以提供如下计算机可读存储介质,该介质具有存储于其上的程序指令,这些程序指令在由计算设备执行时使计算设备执行上文描述的方法并且引起上文描述的系统的运行。

[0067] 将理解,出于举例的目的而呈现这里描述的用于扫描准直光的具体配置和 / 或方法,并且将不会在限制意义上考虑这些具体实施例或者实例,因为诸多变化是可能的。本公开内容的主题内容包括这里公开的各种过程、系统和配置以及其它特征、功能、动作和 / 或性质的所有新颖和非显而易见的组合以及子组合及其任何和所有的等同物。

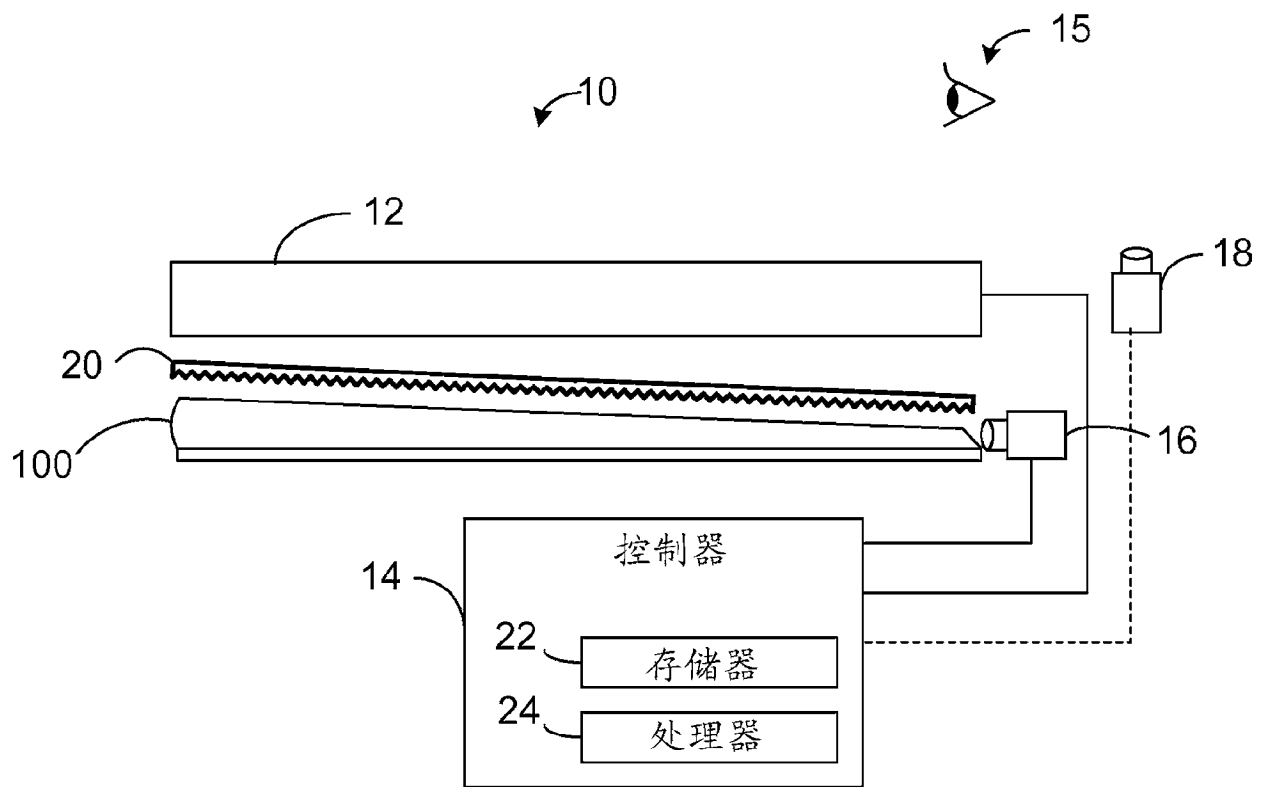


图 1

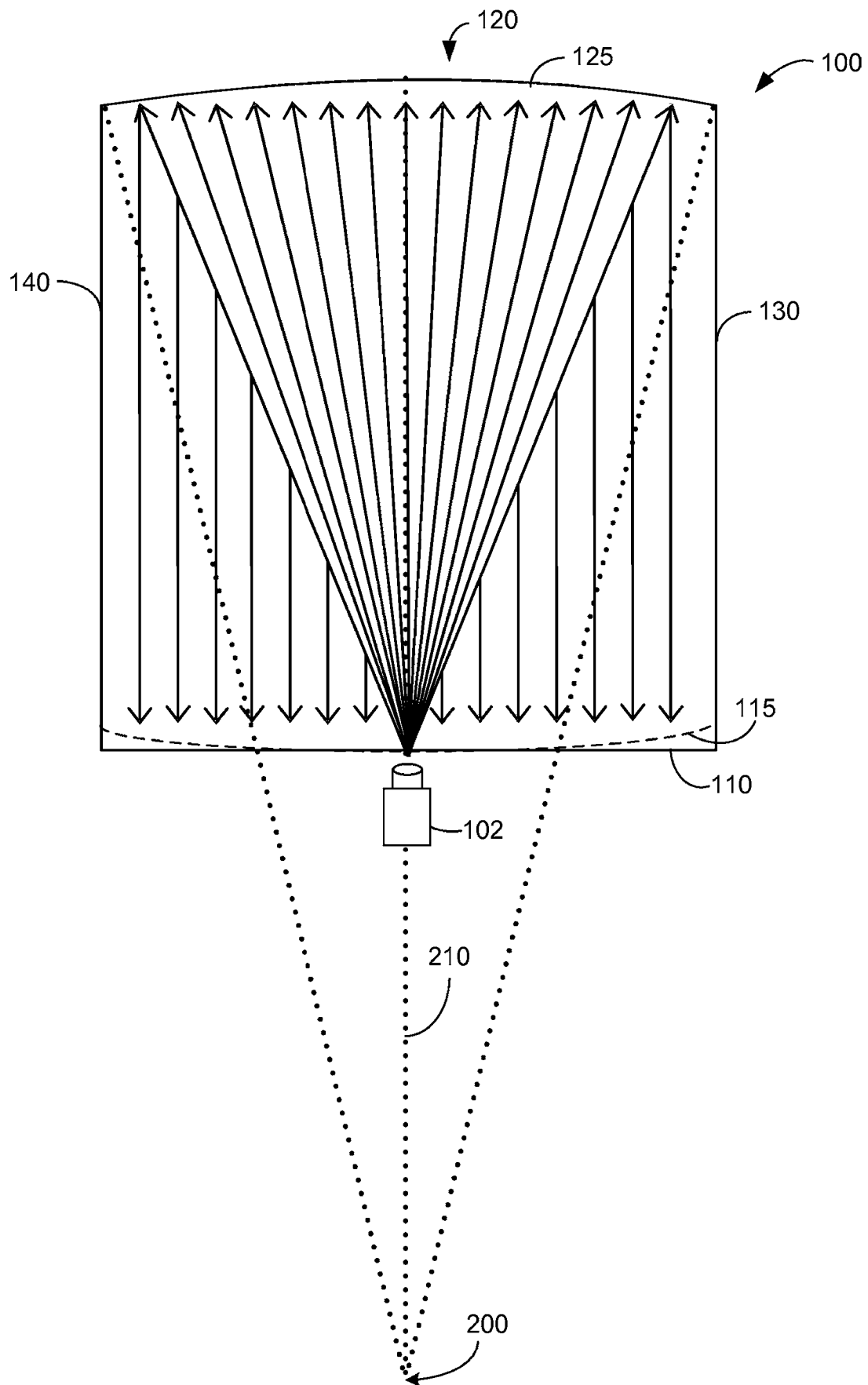


图 2

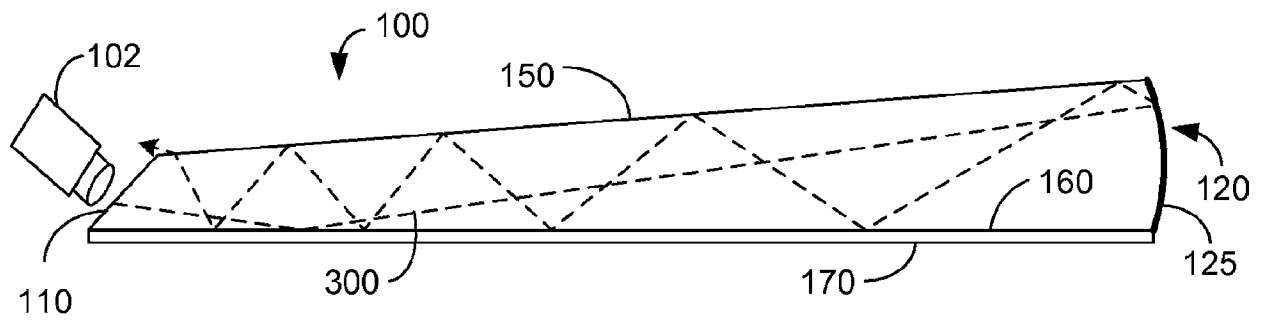


图 3

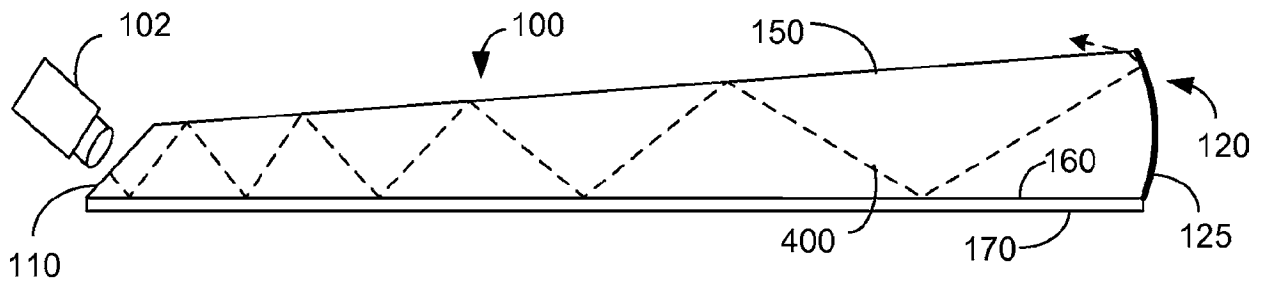


图 4

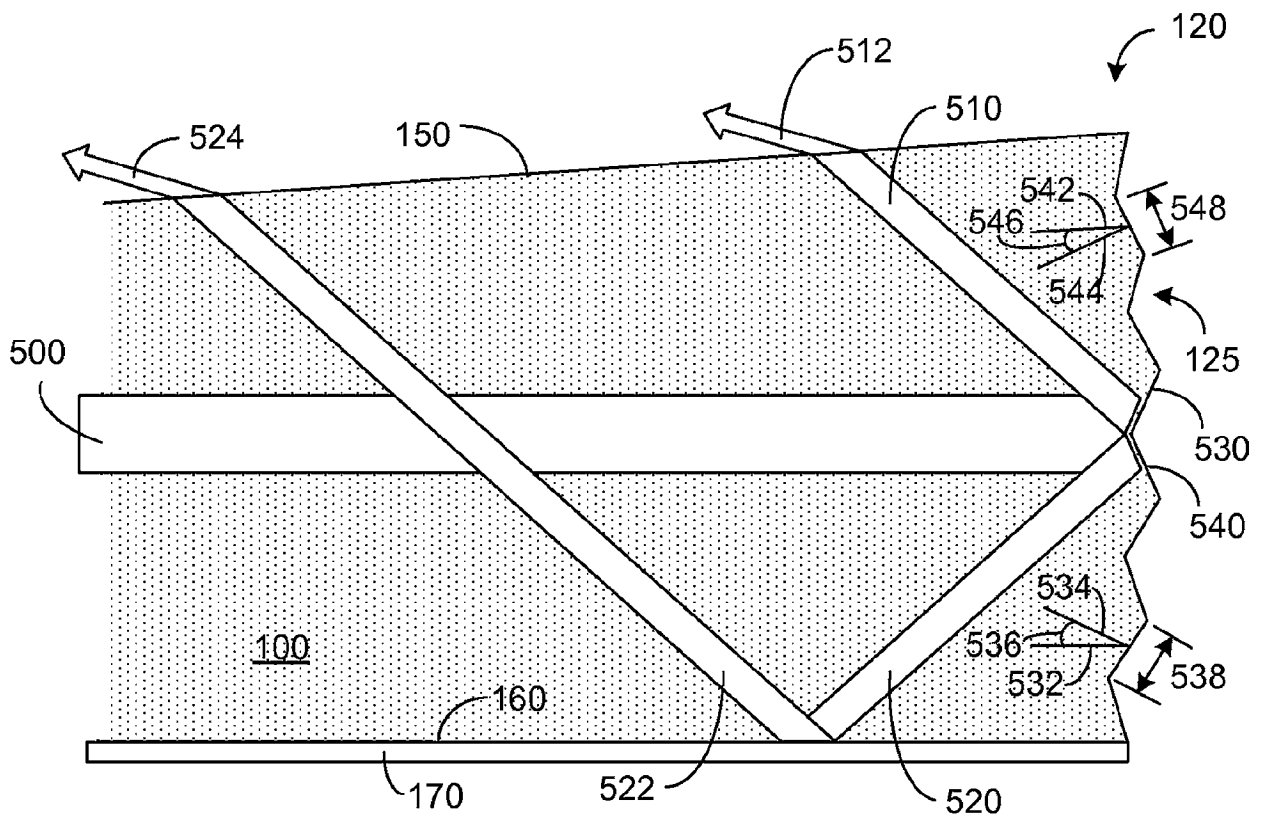


图 5

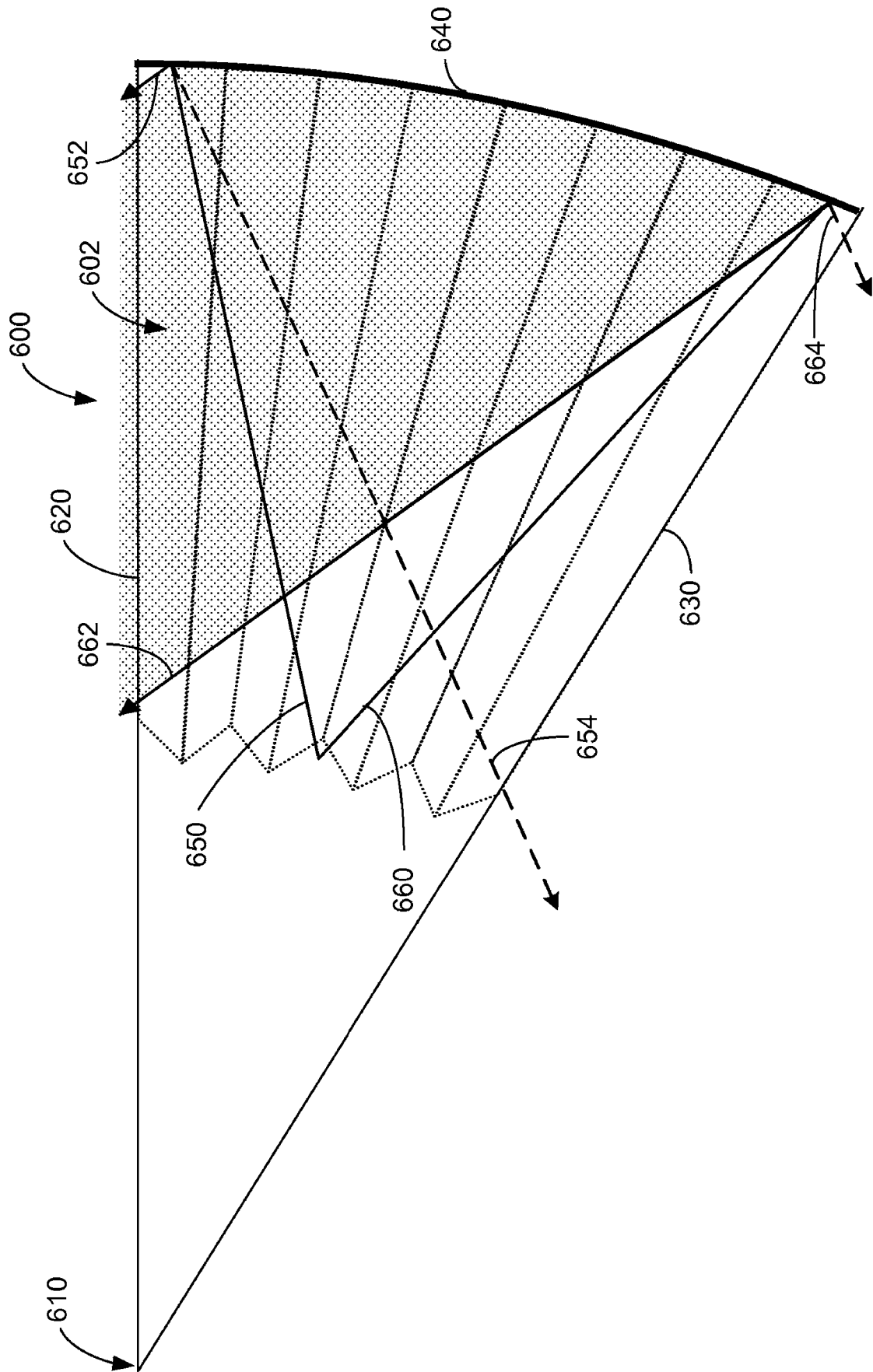


图 6

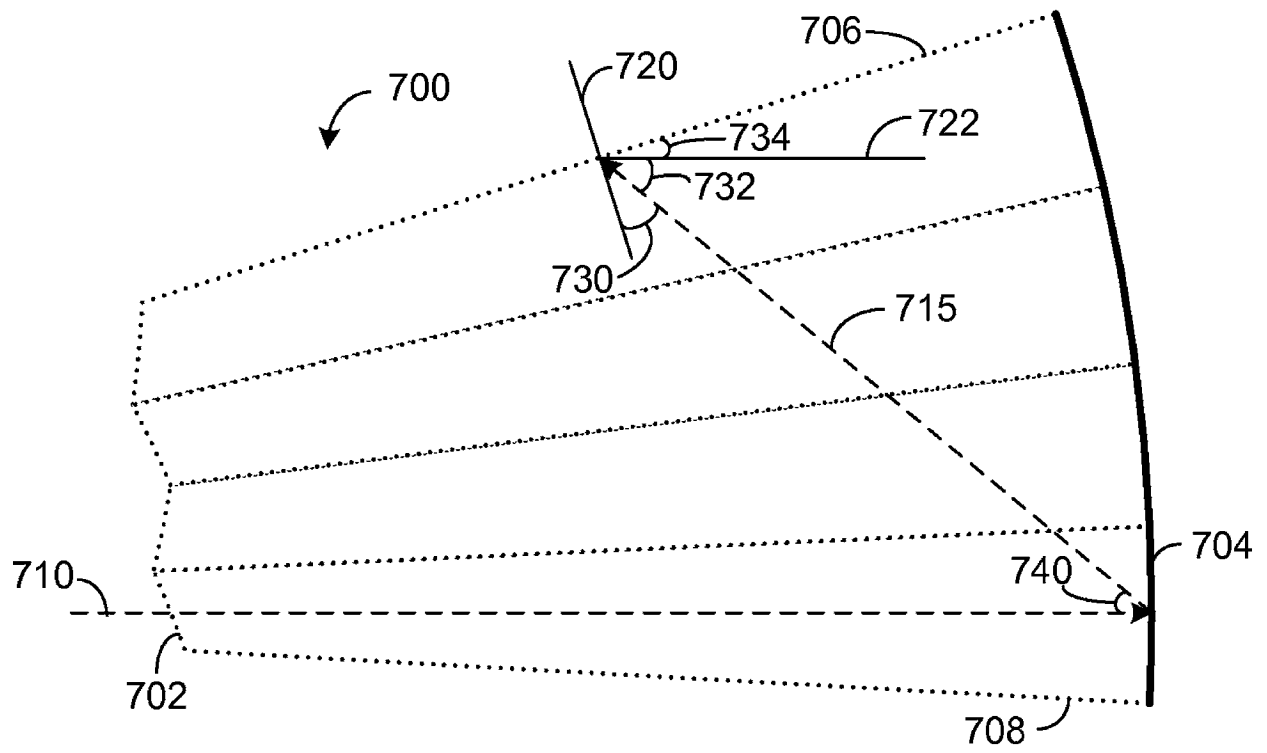


图 7

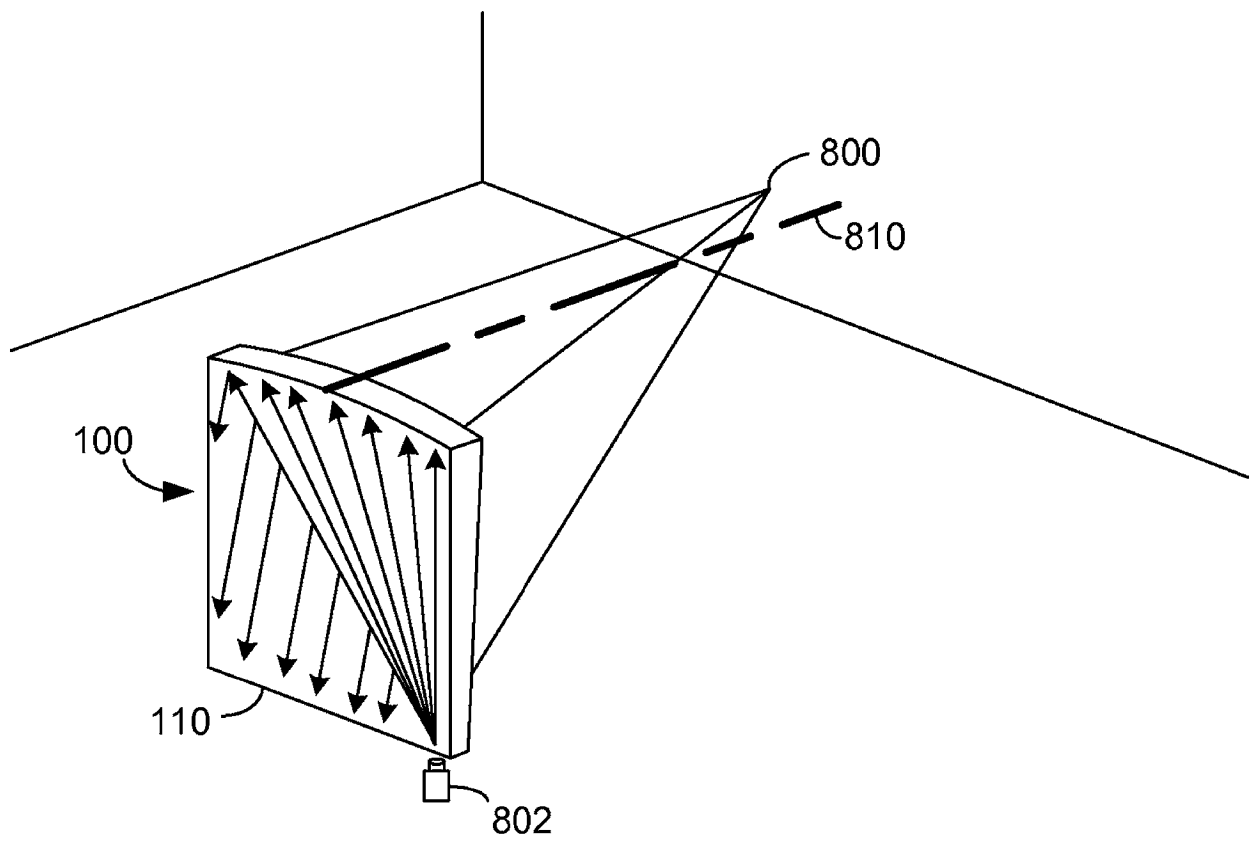


图 8

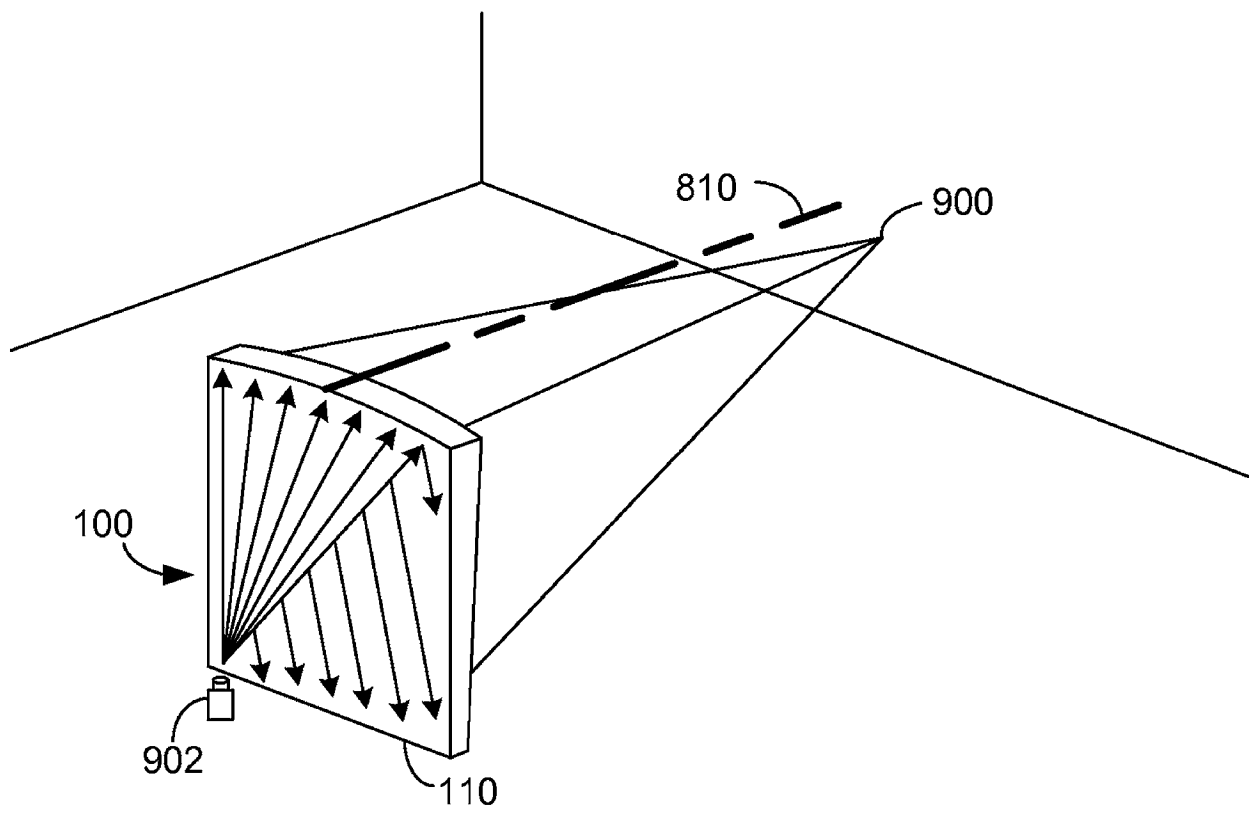


图 9

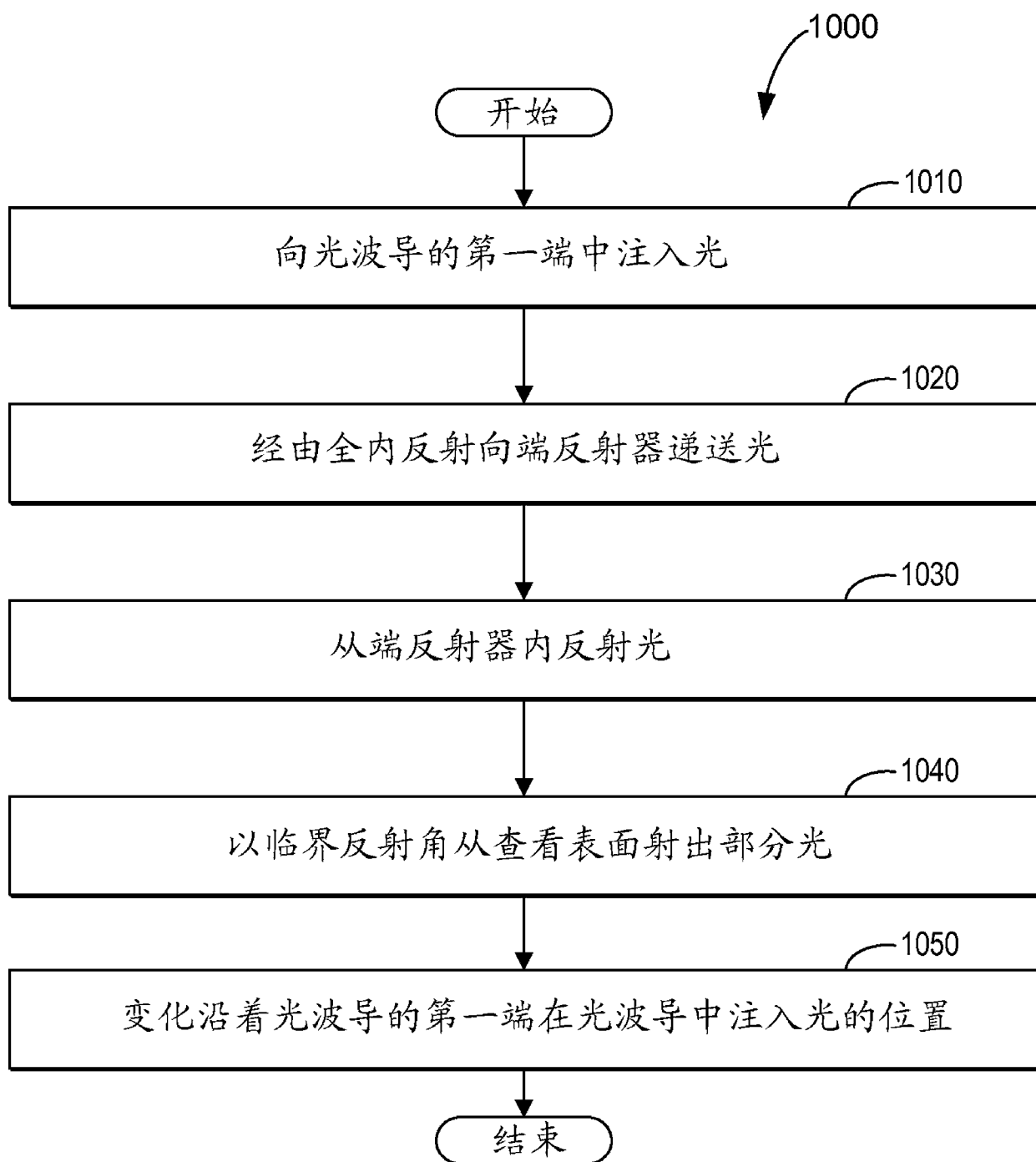


图 10

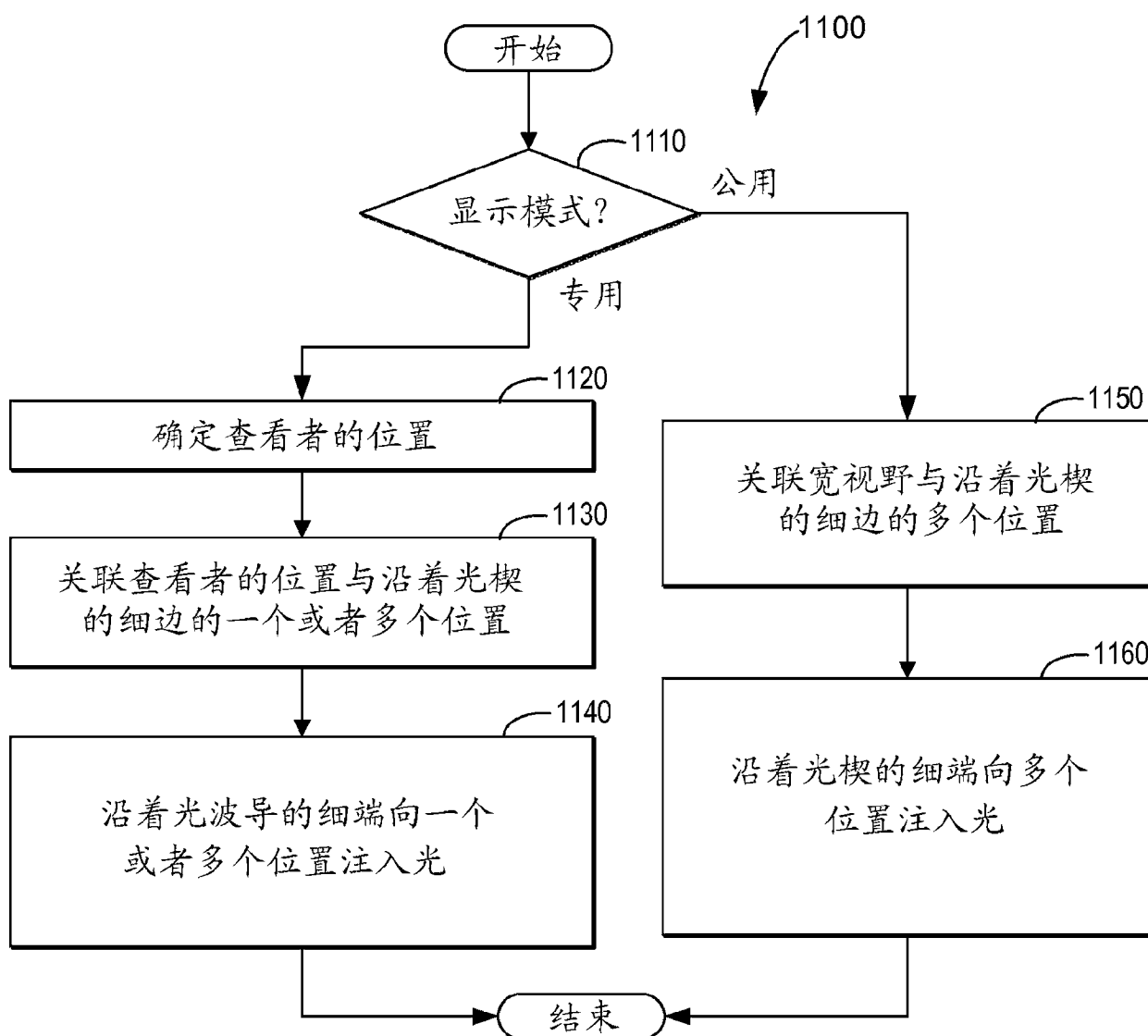


图 11

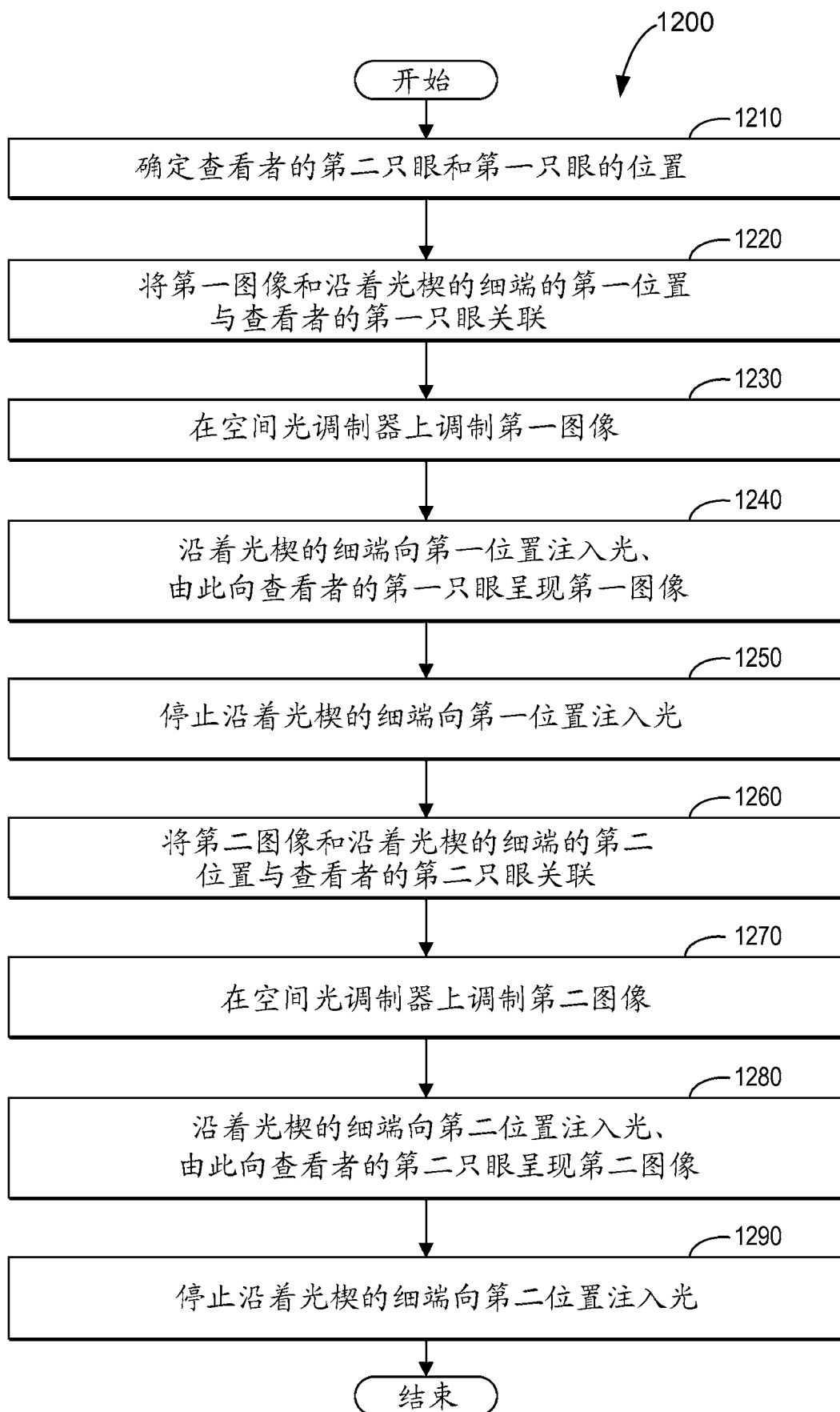


图 12

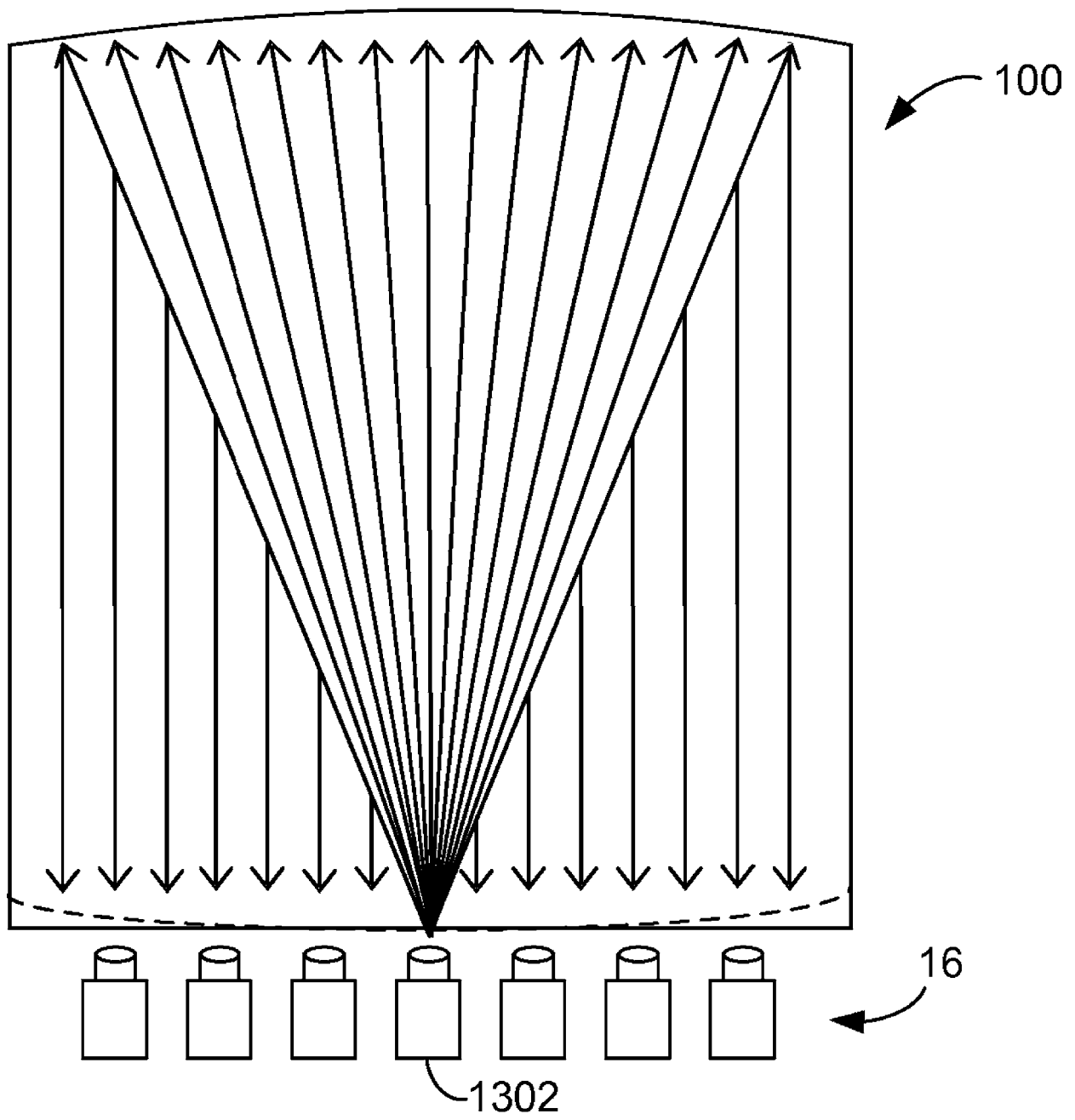


图 13

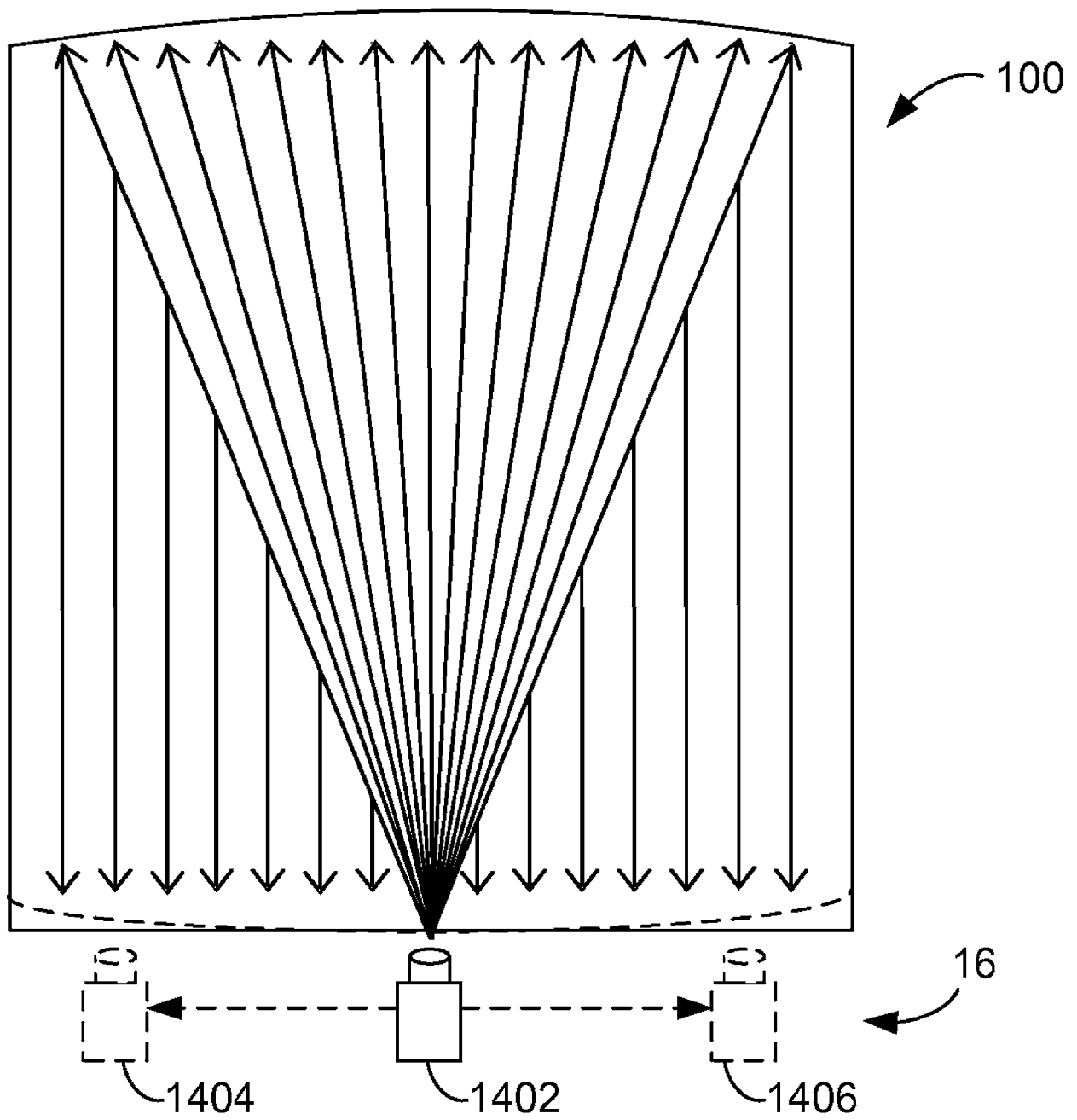


图 14

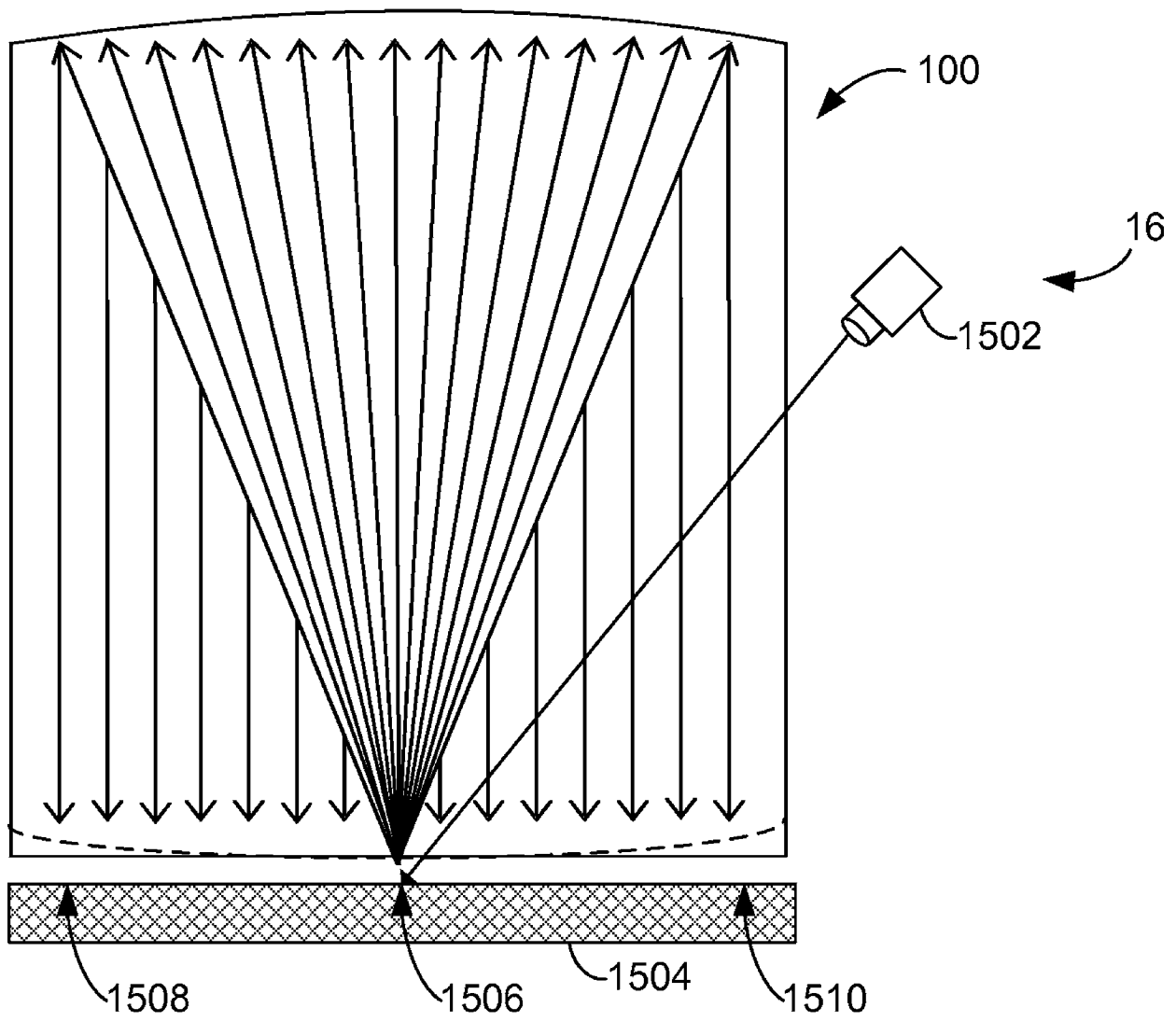


图 15

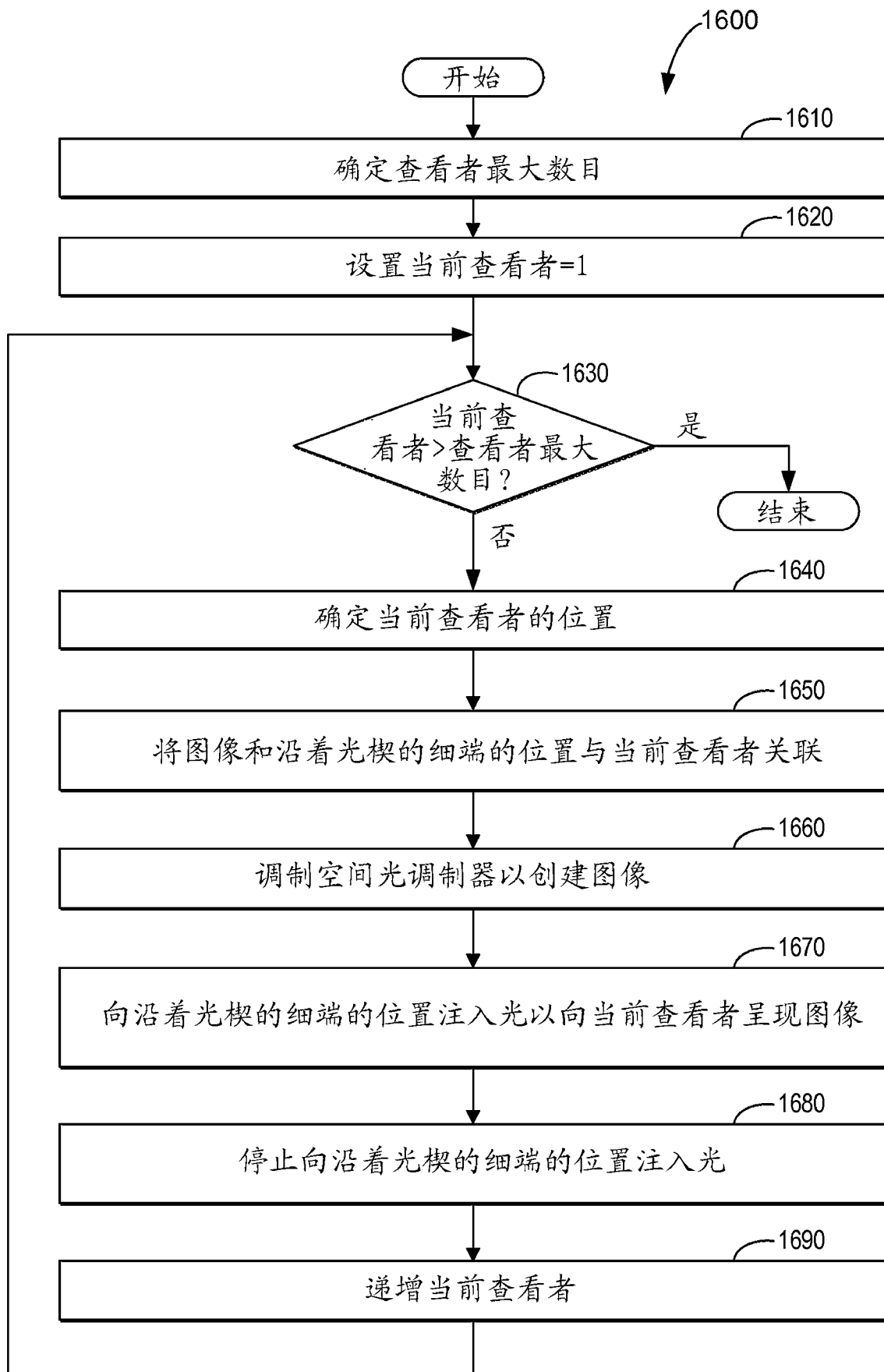


图 16