



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114296175 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 08

(21) 申请号 202210077932.0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2017.07.14

G02B 5/32 (2006.01)

(30) 优先权数据

G03H 1/00 (2006.01)

62/362,602 2016.07.15 US

G02B 27/01 (2006.01)

62/366,076 2016.07.24 US

G06F 3/01 (2006.01)

62/507,500 2017.05.17 US

(62) 分案原申请数据

201780044006.0 2017.07.14

(71) 申请人 光场实验室公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J·S·卡拉夫 B·E·比弗森

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 魏利娜

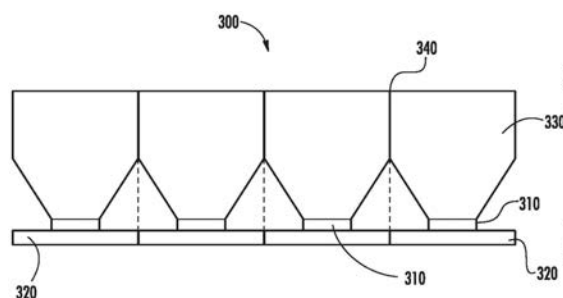
权利要求书1页 说明书37页 附图38页

(54) 发明名称

利用二维、光场和全息中继器的能量传播和横向安德森局域化

(57) 摘要

本申请公开利用二维、光场和全息中继器的能量传播和横向安德森局域化,并且公开呈现光场和全息能量源的横向安德森局域化的图像中继器元件。所述中继器元件可以包含具有一个或更多个结构的中继器元件主体,其中所述结构可以串联、并联和/或成堆叠配置地联接。所述结构可以具有多个表面,使得通过所述中继器元件传播的能量波可以经历空间放大或缩小。



1. 一种装置,其包括:

由一个或多个结构形成的中继器元件,所述中继器元件具有第一表面、第二表面、横向定向和纵向定向;

其中所述第一表面的表面积不同于所述第二表面;

其中所述中继器元件包括在所述第一表面和所述第二表面之间的倾斜轮廓部分;

其中在所述第一表面和所述第二表面之间传播的能量波由于所述纵向定向上的传输效率远远高于所述横向定向上的传输效率而大体上平行于所述纵向定向行进;

其中通过所述中继器元件的所述能量波引起空间放大或空间缩小;以及

其中向所述第一表面呈现均匀轮廓的能量通过所述第二表面,以便大体上填充具有相对于所述第二表面的法线成 $\pm 10^\circ$ 的开启角度的光锥区,而与所述第二表面上的位置无关。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中通过所述第一表面的所述能量波具有第一分辨率,其中通过所述第二表面的所述能量波具有第二分辨率,并且其中所述第二分辨率不小于所述第一分辨率的约50%。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述一个或多个结构包含玻璃、碳、光纤、光学膜、塑料、聚合物或其混合物。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述中继器元件包含在所述纵向定向上成堆叠配置的多个元件,其中所述多个元件中的第一元件包含所述第一表面,且所述多个元件中的第二元件包含所述第二表面。

5. 根据权利要求4所述的装置,其中所述第一元件和所述第二元件中的每一个引起所述能量波的空间放大。

6. 根据权利要求4所述的装置,其中所述第一元件和所述第二元件中的每一个引起所述能量波的空间缩小。

7. 根据权利要求4所述的装置,其中所述第一元件引起所述能量波的空间放大,且所述第二元件引起所述能量波的空间缩小。

8. 根据权利要求4所述的装置,其中所述第一元件引起所述能量波的空间缩小,且所述第二元件引起所述能量波的空间放大。

9. 根据权利要求4所述的装置,其中成所述堆叠配置的所述多个元件包含多个面板。

10. 根据权利要求9所述的装置,其中所述多个面板具有不同长度。

利用二维、光场和全息中继器的能量传播和横向安德森局域化

[0001] 本申请是国际申请日为2017年07月14日、进入国家阶段日为2019年01月15日的名称为“利用二维、光场和全息中继器的能量传播和横向安德森局域化”的中国专利申请201780044006.0 (PCT/US2017/042275)的分案申请。

技术领域

[0002] 本公开大体上涉及超高分辨率全息能量源的实施,且更具体来说,涉及利用横向安德森局域化的原理的通用型能量波中继器。

背景技术

[0003] 通过Gene Roddenberry的《星际迷航 (Star Trek)》推广的“全息甲板”室内的交互式虚拟世界的梦想最初是在20世纪初由作家Alexander Moszkowski设想出来的,近一个世纪以来它一直是科幻和技术创新的灵感来源。然而,除了文学、媒体以及儿童和成年人的集体想象之外,这种体验并不具有令人信服的实施方案。

发明内容

[0004] 公开高分辨率二维能量源系统,其使用中继电器元件以供光场和全息能量源利用光学中继器和横向安德森局域化。

[0005] 在一个实施例中,用于能量源系统的装置包含由一个或多个结构形成的中继器元件,所述中继器元件具有第一表面、第二表面、横向定向和纵向定向。在此实施例中,第一表面的表面积不同于第二表面,且中继器元件包含在第一表面和第二表面之间的倾斜轮廓部分。

[0006] 在操作中,第一表面和第二表面之间的能量波传播由于纵向定向上的传输效率远远高于横向定向上的传输效率而大体上平行于纵向定向行进,并且通过中继器元件的能量波引起空间放大或空间缩小。

[0007] 在一个实施例中,通过第一表面的能量波具有第一分辨率,而通过第二表面的能量波具有第二分辨率,且第二分辨率不小于第一分辨率的约50%。在另一实施例中,如果在呈现给第一表面时具有均匀轮廓,那么能量波可通过第二表面,从而在每个方向上以在前向方向上的能量密度辐射,所述能量密度大体上填充具有相对于第二表面的法线成约 $\pm 10^\circ$ 的开启角度的光锥区,而与第二表面上的位置无关。

[0008] 在一个实施例中,中继器元件的一个或多个结构包含玻璃、碳、光纤、光学膜、塑料、聚合物或其混合物。在另一实施例中,装置的中继器元件包含在纵向定向上成堆叠配置的多个元件,其中多个元件中的第一元件包含第一表面,且多个元件中的第二元件包含第二表面。

[0009] 在一个实施例中,第一元件和第二元件中的每一个引起能量的空间放大。在另一实施例中,第一元件和第二元件中的每一个引起能量的空间缩小。在又一实施例中,第一元

件引起能量的空间放大,且第二元件引起能量的空间缩小。在又一实施例中,第一元件引起能量的空间缩小,且第二元件引起能量的空间放大。

[0010] 在一些实施例中,成堆叠配置的多个元件包含多个面板。在其它实施例中,多个面板具有不同长度。在一些其它实施例中,多个面板是松散相干光学中继器。

[0011] 在一个实施例中,中继器元件的倾斜轮廓部分可以是成角度的、线性的、弯曲的、锥形的、有刻面的或相对于中继器元件的垂直轴成一非垂直角度对齐的。在一些实施例中,中继器元件包含折射率随机变化性,使得能量在横向定向上局域化。在其它实施例中,横向定向上的折射率随机变化性以及纵向定向上的最小折射率变化使得能量波沿着纵向定向具有高得多的传输效率,且沿着横向定向具有空间局域化。

[0012] 在一些实施例中,中继器元件的第一表面配置成从能量源单元接收能量,所述能量源单元具有宽度不同于第一表面和第二表面中的至少一个的宽度的机械外壳。在其它实施例中,机械外壳包含具有透镜的投影系统,以及安置为邻近于所述透镜的多个能量源面板,所述多个能量源面板是平面的、非平面的或其组合。

[0013] 在一个实施例中,多个能量源面板布置成各种配置,包含以下中的至少一个:倾斜、以一角度对齐、交错、轴上、轴外、旋转、平行、垂直或其任何组合。在一些实施例中,多个能量源面板布置成径向对称配置。在其它实施例中,投影系统包含通过波导的聚焦能量传输,并且还包含处于一非对齐角度的远心透镜中继器元件。

[0014] 在一个实施例中,装置还包含在中继器元件和投影系统之间的弯曲能量源。在一些实施例中,第一表面是平面的且第二表面是平面的,或第一表面是平面的且第二表面是非平面的,或第一表面是非平面的且第二表面是平面的,或第一表面是非平面的且第二表面是非平面的。

[0015] 在其它实施例中,第一表面是凹形的且第二表面是凹形的,或第一表面是凹形的且第二表面是凸形的,或第一表面是凸形的且第二表面是凹形的,或第一表面是凸形的且第二表面是凸形的。

[0016] 在一个实施例中,第一表面和第二表面中的至少一个是凹形的。在另一实施例中,第一表面和第二表面中的至少一个是凸形的。

[0017] 在一个实施例中,能量源系统包含在第一和第二方向上布置的多个中继器元件,其中多个中继器元件中的每一个具有折射率随机变化性,且在相应中继器元件的第一表面和第二表面之间沿着纵向定向延伸。在此实施例中,多个中继器元件中的每一个的第一和第二表面大体上沿着由第一和第二方向限定的横向定向延伸,而纵向定向大体上垂直于横向定向。在一些实施例中,横向定向上的折射率随机变化性以及纵向定向上的最小折射率变化使得能量波沿着纵向定向具有高得多的传输效率,且沿着横向定向具有空间局域化。

[0018] 在一个实施例中,多个中继器系统可在第一方向或第二方向上布置,以分别沿着第一方向或第二方向形成单个平铺表面。在一些实施例中,如本领域技术人员可以了解的,多个中继器元件布置成具有至少2x2配置的矩阵,或布置成包含但不限于3x3配置、4x4配置、3x10配置以及其它配置的其它矩阵。在其它实施例中,单个平铺表面之间的缝隙在为单个平铺表面的最小尺寸的两倍的观察距离处可能无法察觉。

[0019] 在一个实施例中,多个中继器元件中的每一个配置成沿着纵向定向传输能量,其中通过多个中继器元件传播的能量波由于折射率随机变化性而在纵向定向上具有高于横

向定向的传输效率,使得能量在横向定向上局域化。在一些实施例中,在中继器元件之间传播的能量波可由于纵向定向上的传输效率远远高于横向定向上的传输效率而大体上平行于纵向定向行进。在一些实施例中,横向定向上的折射率随机变化性以及纵向定向上的最小折射率变化使得能量波沿着纵向定向具有高得多的传输效率,且沿着横向定向具有空间局域化。

[0020] 在一个实施例中,系统的多个中继器元件中的每一个的第一和第二表面大体上可沿着横向定向弯曲。在另一实施例中,多个中继器元件可以在第一和第二方向上一体地形成。在又一实施例中,多个中继器元件可以在第一和第二方向上组装。

[0021] 在一个实施例中,多个中继器系统可在第一方向或第二方向上布置,以分别沿着第一方向或第二方向形成单个平铺表面。在一些实施例中,如本领域技术人员可以了解的,多个中继器元件布置成具有至少2x2配置的矩阵,或布置成包含但不限于3x3配置、4x4配置、3x10配置以及其它配置的其它矩阵。在其它实施例中,单个平铺表面之间的缝隙在为单个平铺表面的最小尺寸的两倍的观察距离处可能无法察觉。

[0022] 在一些实施例中,多个中继器元件包含玻璃、碳、光纤、光学膜、塑料、聚合物或其混合物。在其它实施例中,多个中继器元件引起能量的空间放大或空间缩小。在一些实施例中,多个中继器元件包含多个面板,其中面板可具有不同长度,或其中面板可以是松散相干光学中继器。

[0023] 在一个实施例中,系统的多个中继器元件中的每一个包含在相应中继器元件的第一和第二表面之间的倾斜轮廓部分,其中倾斜轮廓部分可以是成角度的、线性的、弯曲的、锥形的、有刻面的或相对于多个中继器元件的垂直轴成一非垂直角度对齐的。

[0024] 在一些实施例中,多个中继器元件中的每一个的第一表面可配置成从能量源单元接收能量,所述能量源单元包含宽度不同于第一表面和第二表面中的至少一个的宽度的机械外壳。在另一实施例中,机械外壳包含具有透镜的投影系统,以及安置为邻近于所述透镜的多个能量源面板,所述多个能量源面板是平面的、非平面的或其组合。

[0025] 在一个实施例中,通过第一表面的能量波具有第一分辨率,而通过第二表面的能量波具有第二分辨率,且第二分辨率不小于第一分辨率的约50%。在另一实施例中,如果在呈现给第一表面时具有均匀轮廓,那么能量波可通过第二表面,从而在每个方向上以在前向方向上的能量密度辐射,所述能量密度大体上填充具有相对于第二表面的法线成约 $\pm 10^\circ$ 的开启角度的光锥区,而与第二表面上的位置无关。

[0026] 在一些实施例中,多个能量源面板可被布置成各种配置,包含以下中的至少一个:倾斜、以一角度对齐、交错、轴上、轴外、旋转、平行、垂直或其任何组合。在其它实施例中,多个能量源面板布置成径向对称配置。

[0027] 在一个实施例中,投影系统包含通过波导的聚焦能量传输,并且还包含处于一非对齐角度的远心透镜中继器元件。在另一实施例中,系统还包含在多个中继器元件和投影系统之间的弯曲能量源。

[0028] 在一个实施例中,能量源系统包含:配置成提供能量表面的多个能量源单元,所述多个能量源单元具有第一间距;安置为邻近于能量源的多个中继器元件,所述多个中继器元件具有第二间距,第二间距小于第一间距,其中多个能量源单元中的第一能量源单元配置成具有第一视场,所述第一视场由通过第一能量源单元的能量传播路径的角度范围限

定,且其中安置在能量传播路径中的多个中继器元件的子集配置成重新分布能量传播路径,使得通过多个中继器元件的子集的能量传播路径的角度范围具有比第一视场宽的第二视场。

[0029] 在一个实施例中,多个能量源单元中的每一个能量源单元是像素。在另一实施例中,多个能量源单元中的每一个能量源单元是锥形中继器元件。在一些实施例中,能量传播路径是光路径。在其它实施例中,能量源设置在多个能量源单元的表面上。

[0030] 在一个实施例中,其上设置有能量源的表面是虚拟表面,其中虚拟表面是配置成接收从多个能量源单元中继的能量的表面。

[0031] 在一些实施例中,多个中继器元件包含面板、中继器元件和光纤。在其它实施例中,多个中继器元件中的每一个可用于重新分布通过能量传播路径的能量,其中纵向定向上的传输效率由于多个中继器元件中的每一个的折射率随机变化性而高于横向定向,使得能量在横向定向上局域化。在其它实施例中,横向定向上的折射率随机变化性以及纵向定向上的最小折射率变化使得能量波沿着纵向定向具有高得多的传输效率,且沿着横向定向具有空间局域化。

[0032] 在一个实施例中,能量源系统包含多个柔性中继器元件,每一柔性中继器元件配置成在相应中继器元件的第一和第二端部之间传输能量,其中多个柔性中继器元件的第一端部光学联接到多个能量源单元,所述多个能量源单元与多个柔性中继器元件的第二端部间隔开,并且其中多个柔性中继器元件的第二端部进行绑定以形成聚合能量表面。

[0033] 在一些实施例中,多个柔性中继器元件包含多个松散相干光学中继器。在其它实施例中,聚合能量表面是系统的端部部分,在端部部分处的能量相对于来自能量源单元的能量在空间上未放大。在另一实施例中,聚合能量表面是系统的端部部分,在端部部分处的能量相对于来自能量源单元的能量在空间上放大。在又一实施例中,聚合能量表面是系统的端部部分,在端部部分处的能量相对于来自能量源单元的能量在空间上缩小。

[0034] 在一个实施例中,能量源系统包含具有不同的第一和第二材料的中继器元件,所述第一和第二材料在横向定向和纵向定向中的至少一个定向上布置在大体上重复的内部结构中,使得中继器元件在纵向定向上具有高于横向定向的传输效率,其中能量可用于提供到中继器元件的第一端部,所述能量在第一端部处具有第一分辨率,其中中继器元件的第一端部配置成在横向定向和纵向定向中的至少一个定向上具有大体上重复的内部结构的间距,所述间距大致等于或小于在横向定向上第一端部处的能量的第一分辨率,并且其中离开中继器元件的第二端部的能量具有第二分辨率,其中第二分辨率不小于第一分辨率的50%。在另一实施例中,如果在呈现给第一表面时具有均匀轮廓,那么能量波可通过第二表面,从而在每个方向上以在前向方向上的能量密度辐射,所述能量密度大体上填充具有相对于第二表面的法线成约 $\pm 10^\circ$ 的开启角度的光锥区,而与第二表面上的位置无关。

[0035] 在一个实施例中,中继器元件包含不同于第一和第二材料的第三材料,其中第三材料在横向定向和纵向定向中的至少一个定向上布置在大体上重复的内部结构中。在另一实施例中,中继器元件包含不同于第一和第二材料的第三材料,其中第三材料在横向定向和纵向定向中的至少一个定向上布置在大体上随机化的内部结构中。在一些实施例中,横向定向上的折射率随机变化性以及纵向定向上的最小折射率变化使得能量波沿着纵向定向具有高得多的传输效率,且沿着横向定向具有空间局域化。

[0036] 在一个实施例中,中继器元件的第一端部的中心部分配置成使能量入口光锥区大体上垂直于中继器元件的第一端部表面而对齐。在另一实施例中,中继器元件的第二端部的中心部分配置成使能量出口光锥区大体上垂直于中继器元件的第二端部表面而对齐。在又一实施例中,中继器元件的第一端部的中心部分配置成使能量入口光锥区不垂直于中继器元件的第一端部表面而对齐,其中中继器元件的第一端部包含非平面端部表面。

[0037] 在一个实施例中,中继器元件的第二端部的中心部分配置成使能量出口光锥区不垂直于中继器元件的第二端部表面而对齐,其中中继器元件的第二端部包含非平面端部表面。

[0038] 在一个实施例中,中继器元件包含端部表面的第一区域,其中中继器元件的第二端部包含端部表面的第二区域。在另一实施例中,中继器元件的第一和第二端部中的每一个包含多个分散的端部部分。

[0039] 在一些实施例中,中继器元件包含玻璃、碳、光纤、光学膜、塑料、聚合物或其混合物。在一些实施例中,中继器元件引起能量的空间放大或空间缩小。

[0040] 在一个实施例中,中继器元件包含具有多个面板的堆叠配置。在一些实施例中,多个面板具有不同长度,或多个面板是松散相干光学中继器。

[0041] 在一个实施例中,中继器元件包含倾斜轮廓部分,其中倾斜轮廓部分可以是成角度的、线性的、弯曲的、锥形的、有刻面的或相对于中继器元件的垂直轴成一非垂直角度对齐的。在另一实施例中,能量是从能量源单元接收,所述能量源单元具有宽度不同于中继器元件的第一和第二端部中的至少一个的宽度的机械外壳。在又一实施例中,机械外壳包含具有透镜的投影系统,以及安置为邻近于所述透镜的多个能量源面板,所述多个能量源面板是平面的、非平面的或其组合。

[0042] 在一个实施例中,多个能量源面板布置成各种配置,包含以下中的至少一个:倾斜、以一角度对齐、交错、轴上、轴外、旋转、平行、垂直或其任何组合。在另一实施例中,多个能量源面板布置成径向对称配置。在一些实施例中,投影系统包含通过波导的聚焦能量传输,并且还包含处于一非对齐角度的远心透镜中继器元件。

[0043] 在一个实施例中,系统还包含在中继器元件和投影系统之间的弯曲能量源。在一些实施例中,中继器元件的第一和第二端部均为平面的,或中继器元件的第一和第二端部均为非平面的,或中继器元件的第一端部是非平面的且中继器元件的第二端部是平面的,或中继器元件的第一端部是非平面的且中继器元件的第二端部是非平面的。

[0044] 在一些实施例中,中继器元件的第一和第二端部均是凹形的,或中继器元件的第一端部是凹形的且中继器元件的第二端部是凸形的,或中继器元件的第一端部是凸形的且中继器元件的第二端部是凹形的,或中继器元件的第一和第二端部均是凸形的。

[0045] 在一个实施例中,中继器元件的第一和第二端部中的至少一个是凹形的。在另一实施例中,中继器元件的第一和第二端部中的至少一个是凸形的。

[0046] 根据以下详细描述和所附权利要求书,所属领域的技术人员将清楚本公开的这些和其它优点。

附图说明

[0047] 图1是说明用于能量引导系统的设计参数的示意图;

- [0048] 图2是说明具有主动装置区域的带机械外壳的能量系统的示意图；
- [0049] 图3是说明能量中继器系统的示意图；
- [0050] 图4是说明粘合在一起且紧固到底座结构上的能量中继器元件的实施例的示意图；
- [0051] 图5A是说明通过多核光纤中继的图像的实例的示意图；
- [0052] 图5B是说明通过光学中继器中继的图像的实例的示意图，所述光学中继器具有横向安德森局域化原理的特性；
- [0053] 图6是示出从能量表面传播到观察者的光线的示意图；
- [0054] 图7说明内部反射的基本原理的正交视图；
- [0055] 图8说明进入光纤的光线的正交视图和在中继器的出口处产生的锥形光分布；
- [0056] 图9说明通过传统的多核光纤中继的实例图像的正交视图，传统的多核光纤可由于光纤的特性而展现出像素化和光纤噪声；
- [0057] 图10说明通过光学中继器中继的实例图像的正交视图，所述光学中继器具有安德森局域化原理的特性；
- [0058] 图11说明根据本公开的一个实施例的锥形能量中继器镶嵌布置的正交视图；
- [0059] 图12说明根据本公开的一个实施例的两个串联复合锥形能量中继器的正交视图，这两个锥形能量中继器均具有面向能量源的缩小端部；
- [0060] 图13说明根据本公开的一个实施例的复合锥形能量中继器的正交视图，其中第二锥形进行旋转以使缩小端部与第一锥形的缩小端部匹配；
- [0061] 图14说明根据本公开的一个实施例的具有3:1放大因数以及最后观察到的附接能量源的光角的光锥中继器配置的正交视图；
- [0062] 图15说明根据本公开的一个实施例的图14的光锥中继器的正交视图，但是在光锥中继器的能量源侧上的弯曲表面使得能量源的整体视角增大；
- [0063] 图16说明根据本公开的一个实施例的图15的光锥中继器的正交视图，其中在能量源侧上的表面是非垂直的，但是是平面的；
- [0064] 图17说明图14的光学中继器和照明光锥区的正交视图，其中在能量源的侧上的表面是凹形的；
- [0065] 图18说明根据本公开的一个实施例的图17的光锥中继器和照明光锥区的正交视图，其中在能量源的侧上具有相同的凸形表面，但是输出能量表面几何结构是凹形的；
- [0066] 图19说明根据本公开的一个实施例的联接在一起的多个光锥模块的正交视图，所述多个光学锥形模块具有弯曲能量源侧表面且用于从垂直的能量源表面形成能量源可视图图像；
- [0067] 图20A说明根据本公开的一个实施例的联接在一起的多个光锥模块的正交视图，所述多个光锥模块具有垂直的能量源侧几何结构和围绕中心轴线呈放射状的凸形能量源表面；
- [0068] 图20B说明根据本公开的一个实施例的联接在一起的多个光锥中继器模块的正交视图，所述多个光锥中继器模块具有垂直的能量源侧几何结构和围绕中心轴线呈放射状的凸形能量源侧表面；
- [0069] 图21说明根据本公开的一个实施例的多个光锥中继器模块的正交视图，其中每一

能量源独立地配置成使得可视输出光线比在能量源处观察到的更均匀；

[0070] 图22说明根据本公开的一个实施例的多个光锥中继器模块的正交视图，其中能量源侧和能量源均配置有各种几何结构以提供对输入和输出光线的控制；

[0071] 图23说明多个光锥中继器模块的布置的正交视图，所述光锥中继器模块的各个输出能量表面已进行研磨以形成围绕观察者的无缝凹形圆柱形能量源，其中中继器的源端部是平坦的且各自结合到能量源；

[0072] 图24说明根据本公开的一个实施例的使用基于光锥中继器投影的技术的图像生成的正交视图；

[0073] 图25说明根据本公开的一个实施例的图24的五个偏移投影源的布置的正交视图，所述偏移投影源生成来自锥形光学中继器的输出可视光线所需的各个图像，其中主光线角由指定配置产生；

[0074] 图26说明根据本公开的一个实施例的图24的变化形式的正交视图，其中投影源通过径向对称配置汇聚以在能量源模块上重叠图像；

[0075] 图27说明其中五个光锥中继器模块对齐的实施例的正交视图，每一光锥中继器模块具有独立计算的凹形能量源侧表面和独立计算的凸形能量源配置，五个投影源中的每一个以径向汇聚方式配置，从而提供对输入、输出和可视视角轮廓的控制；

[0076] 图28说明根据本公开的一个实施例的利用图27的模块但是其中每一投影仪都照亮每个光学中继器的布置的正交视图；

[0077] 图29说明根据本公开的一个实施例的包含额外光学面板的系统的正交视图，所述额外光学面板提供能量源和锥形之间的机械偏移；

[0078] 图30说明根据本公开的一个实施例的包含额外光学面板的系统的正交视图，所述额外光学面板提供能量源和锥形之间的机械偏移；

[0079] 图31说明具有九个光学中继器的阵列的实施例，但是所述阵列具有五种不同交错长度的面板，从而为系统内的每一个能量源的机械外壳提供足够间隙；

[0080] 图32说明根据本公开的一个实施例的联接在一起的多个能量源的正交视图，其中未通过利用松散和/或弯曲光学中继器进行任何放大；

[0081] 图33说明根据本公开的一个实施例的图32的正交视图，其中向主动显示器侧添加额外的锥形能量中继器以缩小图像并为整个显示器提供更小的尺寸；

[0082] 图34说明根据本公开的一个实施例的布置的正交视图，其中第一锥形光学中继器用于形成缩小能量源表面，第二松散相干光学中继器或弯曲光学中继器用于传播图像并匹配为机械设计提供的额外光学面板或锥形；

[0083] 图35说明根据本公开的一个实施例的实施例的正交视图，所述实施例能够依据光学中继器元件在整个阵列中的位置以不同角度倾斜光学中继器面板，从而去除具有有限机械外壳间距的空隙；

[0084] 图36说明根据本公开的一个实施例的产生有光锥中继设计的一般几何结构的正交视图；

[0085] 图37说明轴外观察者在缩小端部结合到发出空间均匀光分布的显示器的情况下将从离开锥形的放大端部的光观察到的阴影；

[0086] 图38说明轴外观察者将在锥形阵列的无缝输出能量表面上观察到的阴影，其中每

一锥形的缩小端部结合到发出空间均匀光分布的显示器；

[0087] 图39说明根据本公开的一个实施例的用于视场延伸的额外光学中继器的正交视图,其中具有细光纤间距和较高NA的光学面板展现出跨越能量源表面的均匀性的增加和视角的增加；

[0088] 图40说明根据本公开的一个实施例的图39的设计应用于传统显示器以增加有效视角而不用除视场延伸光学面板以外的任何其它光学元件的正交视图；

[0089] 图41说明根据本公开的一个实施例的从单个锥形的放大端部发出的主光线角的正交视图,所述单个锥形具有抛光的非平面表面和受控制的放大率；

[0090] 图42说明根据本公开的一个实施例的锥形阵列可控制在空间中通过锥形的表面和放大率设计呈现的全光的正交视图；以及

[0091] 图43说明根据本公开的一个实施例的系统中的单个中继器元件的设计的正交视图,所述单个中继器元件具有连接到交错中继器元件的一个支腿的能量源、连接到交错中继器元件的另一支腿的能量传感器,其中中继器元件包含所述两个支脚中的每一个以及交错的单个能量表面。

具体实施方式

[0092] 全息甲板(统称为“全息甲板设计参数”)的实施例提供足以迷惑人类感觉受体以使其相信在虚拟、社交和交互环境内接收到的能量脉冲真实的能量刺激,从而提供:1)在没有外部配件、头戴式眼镜或其它外围设备的情况性下的双眼视差;2)任何数目个观察者同时的整个视体中的准确运动视差、阻挡和不透明度;3)通过眼睛对所有所感知光线的同步汇聚、调节和缩瞳的视觉焦点;以及4)汇聚具有足够密度和分辨率的能量波传播以超过视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉和/或平衡的人类感觉“分辨率”。

[0093] 基于迄今为止的常规技术,我们距离能够按照如全息甲板设计参数(包含视觉、听觉、体感、味觉、嗅觉和前庭系统)所提出的令人信服的方式实现所有感受野有数十年,甚至几个世纪。

[0094] 在本公开中,术语光场和全息可互换使用以限定用于刺激任何感觉受体反应的能量传播。尽管初始公开可能是指通过全息图像和立体触觉的能量表面的电磁和机械能传播的实例,但是本公开中可以设想所有形式的感觉受体。此外,本文中所公开的沿着传播路径的能量传播的原理可适用于能量发射和能量捕获。

[0095] 当今存在的许多技术通常不幸地与全息图混淆,所述全息图包含透镜印刷、佩珀尔幻象(Pepper's Ghost)、无眼镜立体显示器、水平视差显示器、头戴式VR和AR显示器(HMD),以及其它概括为“配镜(fauxlography)”的此类幻象。这些技术可能会展现出真正的全息显示器的一些所要特性,但是它们无法通过任何足以实现四个识别出的全息甲板设计参数中的至少两个的方式刺激人类视觉反应。

[0096] 常规技术尚未成功实现这些挑战以产生足以用于全息能量传播的无缝能量表面。存在各种实施立体和方向复用光场显示器的方法,包含视差屏障、微元(hogel)、体元、衍射光学器件、多视图投影、全息漫射器、旋转镜、多层显示器、时序显示器、头戴式显示器等,但是常规方法可能会涉及对图像质量、分辨率、角度采样密度、大小、成本、安全性、帧速率等的损害,这最终使得技术不可行。

[0097] 为了实现视觉、听觉、体感系统的全息甲板设计参数,需要研究和理解相应系统中的每一个的人类敏锐度来传播能量波,以便充分迷惑人类感觉受体。视觉系统能够分辨到大致1弧分,听觉系统可以区分小到三度的位置差异,且手部的体感系统能够辨别分隔2-12mm的点。尽管测量这些敏锐度的方式各种各样且相互矛盾,但是这些值足以理解刺激能量传播的感知的系统和方法。

[0098] 在所提到的感觉受体中,人类视觉系统到目前为止是最敏感的,因为即使是单个光子也可诱发感觉。出于此原因,这一介绍的大部分将集中在视觉能量波传播,且联接在所公开的能量波导表面内的分辨率低得多的能量系统可将适当的信号汇聚以诱发全息感觉感知。除非另外指出,否则所有公开内容适用于所有能量和感觉域。

[0099] 在给定视体和观察距离的情况下计算视觉系统的能量传播的有效设计参数时,所要能量表面可设计成包含数千兆像素的有效能量位置密度。对于宽视体或近场观察,所要能量表面的设计参数可包含数百千兆像素或更多的有效能量位置密度。相比而言,所要能量源可设计成依据输入环境变量,针对立体触觉的超声波传播具有能量位置密度的1到250个有效百万像素,或针对全息声音的声学传播具有36到3,600个有效能量位置的阵列。重要的是注意在所公开的双向能量表面架构的情况下,所有组件都可配置成形成适用于任何能量域的结构来实现全息传播。

[0100] 然而,目前实现全息甲板的主要挑战涉及可用视觉技术和电磁装置的局限性。鉴于基于相应感受野中的感觉敏锐度的所要密度的数量级差异,声学 and 超声波装置不太具有挑战性,但是不应低估复杂性。尽管存在分辨率超过所要密度的全息乳剂来对静态图像中的干扰图案进行编码,但是现有技术的显示装置受到分辨率、数据吞吐量和制造可行性的限制。迄今为止,没有一个单个的显示装置能够有意义地产生具有视觉敏锐度的近全息分辨率的光场。

[0101] 能够满足令人信服的光场显示器的所要分辨率的单个硅基装置的生产可能是不实际的,并且可能会涉及极其复杂的超出当前制造能力的制造工艺。对将多个现有显示装置平铺在一起的限制涉及由封装、电子器件、壳体、光学器件的物理大小形成的缝隙和空隙以及从成像、成本和/或大小角度来看会不可避免地导致技术不可行的数个其它挑战。

[0102] 本文中所公开的实施例可提供构建全息甲板的现实路径。

[0103] 现在在下文中参考附图描述实例实施例,附图形成本发明的一部分并说明可以实践的实例实施例。如在本公开和所附权利要求书中使用的,术语“实施例”、“实例实施例”和“示例性实施例”不一定指代单个实施例,但是它们可以指代单个实施例,并且各种实例实施例可易于组合和互换,同时不脱离实例实施例的范围或精神。此外,本文所使用的术语仅用于描述各种实例实施例,而不意图为限制性的。就此而言,如本文中所使用,术语“在……中”可包含“在……中”和“在……上”,并且术语“一”、“一个”和“所述”可包含单数引用和复数引用。另外,如本文中所使用,术语“通过(by)”还可依据上下文意指“根据(from)”。此外,如本文中所使用,术语“如果”还可依据上下文意指“当……时”或“在……时”。此外,如本文中所使用,词语“和/或”可以指代并涵盖相关联的所列物品中的一个或多个的任何和所有可能组合。

[0104] 全息系统考虑因素:

[0105] 光场能量传播分辨率概述

[0106] 光场和全息显示是多个投影的结果,其中能量表面位置提供在视体内传播的角度、颜色和亮度信息。所公开的能量表面为额外信息提供通过相同表面共存和传播以诱发其它感觉系统反应的机会。不同于立体显示器,观察到的汇聚能量传播路径在空间中的位置在观察者在视体中四处移动时不会变化,且任何数目个观察者可以同时现实空间中看见所传播的物体,就像它真的在现实空间中一样。在一些实施例,能量的传播可以定位于相同的能量传播路径中,但是是沿着相反的方向。例如,在本公开的一些实施例中,沿着能量传播路径的能量发射和能量捕获均为可能的。

[0107] 图1是说明与感觉受体反应的刺激相关的变量的示意图。这些变量可包含表面对角线01、表面宽度02、表面高度03、所确定目标座位距离18、从显示器04的中心起的目标座位视场、在本文中展示为眼睛05之间的样本的中间样本的数目、平均成人眼间间隔06、以弧分为单位的人眼的平均分辨率07、在目标观察者位置和表面宽度之间形成的水平视场08、在目标观察者位置和表面高度之间形成的竖直视场09、所得水平波导元件分辨率或元件10在表面上的总数10、所得竖直波导元件分辨率或元件11在表面上的总数11、基于眼睛之间的眼间间距和眼睛之间的角度投影的中间样本的数目的样本距离12,角度采样13可基于样本距离和目标座位距离18、从所要角度采样导出的每波导元件总分辨率Horizontal 14、从所要角度采样导出的每波导元件总分辨率Vertical 15,装置Horizontal是所确定数目个所要精密能量源的计数16,且装置Vertical是所确定数目个所要精密能量源的计数17。

[0108] 一种理解所要最小分辨率的方法可基于以下判据来确保视觉(或其它)感觉受体反应的足够刺激:表面大小(例如,84"对角线)、表面高宽比(例如,16:9)、座位距离(例如,距离显示器128")、座位视场(例如,120度或围绕显示器的中心+/-60度)、在一距离处的所要中间样本(例如,在眼睛之间的一个额外传播路径)、成人的平均眼间间隔(大致65mm),以及人眼的平均分辨率(大致1弧分)。应该依据特定应用设计参数将这些实例值视为占位符。

[0109] 另外,归于视觉感觉受体的这些值中的每一个可由其它系统代替以确定所要传播路径参数。对于其它能量传播实施例,可以考虑低至三度的听觉系统的角度敏感度,以及小至2-12mm的手部的体感系统的空间分辨率。

[0110] 尽管测量这些感觉敏锐度的方法各种各样且相互矛盾,但是这些值足以理解刺激虚拟能量传播的感知的系统和方法。考虑设计分辨率具有许多方式,并且下文提出的方法组合了实用产品考虑因素与感觉系统的生物分辨极限。如所属领域的普通技术人员将了解,以下概述是任何此类系统设计的简化,并且应该被视为仅用于示例性目的。

[0111] 在理解了感觉系统的分辨率极限的情况下,给定下式可以计算总能量波导元件密度,使得接收感觉系统无法辨别来自邻近元件的单个能量波导元件:

[0112] ● 表面高宽比 = $\frac{\text{宽度}(W)}{\text{高度}(H)}$

[0113] ● 表面水平大小 = 表面对角线 * $\left(\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{H}{W}\right)^2}}\right)$

[0114] ● 表面竖直大小 = 表面对角线 * $\left(\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W}{H}\right)^2}}\right)$

$$[0115] \quad \bullet \text{ 水平视场} = 2 * \operatorname{atan}\left(\frac{\text{表面水平大小}}{2 * \text{座位距离}}\right)$$

$$[0116] \quad \bullet \text{ 竖直视场} = 2 * \operatorname{atan}\left(\frac{\text{表面竖直大小}}{2 * \text{座位距离}}\right)$$

$$[0117] \quad \bullet \text{ 水平元件分辨率} = \text{水平 FoV} * \frac{60}{\text{眼睛分辨率}}$$

$$[0118] \quad \bullet \text{ 竖直元件分辨率} = \text{竖直 FoV} * \frac{60}{\text{眼睛分辨率}}$$

[0119] 上述计算得到大致32x18°视场,从而产生所要的大致1920x1080(舍入到最接近格式)能量波导元件。还可以约束变量,使得视场对于(u,v)来说是一致的,从而提供能量位置的更规则空间采样(例如,像素高宽比)。系统的角度采样采用限定的目标视体位置和在优化距离处的两个点之间的额外传播能量路径,给定下式:

$$[0120] \quad \bullet \text{ 样本距离} = \frac{\text{眼间距离}}{(\text{所要中间样本的数目}+1)}$$

$$[0121] \quad \bullet \text{ 角度采样} = \operatorname{atan}\left(\frac{\text{样本距离}}{\text{座位距离}}\right)$$

[0122] 在此情况下,利用眼间距离来计算样本距离,但是可以利用任何度量将适当数目个样本视为给定距离。考虑到上述变量,可能需要大致每0.57°一条光线,并且给定下式,可以确定每独立感觉系统的总系统分辨率:

$$[0123] \quad \bullet \text{ 每元件的位置}(N) = \frac{\text{座位FoV}}{\text{角度采样}}$$

$$[0124] \quad \bullet \text{ 总分辨率} H = N * \text{水平元件分辨率}$$

$$[0125] \quad \bullet \text{ 总分辨率} V = N * \text{竖直元件分辨率}$$

[0126] 在上述情形下,给定能量表面的大小和视觉敏锐度系统所实现的角度分辨率,所得能量表面可理想地包含大致400k x 225k个像素的能量分辨率位置,或90千兆像素的全息传播密度。所提供的这些变量只是出于示例性目的,并且优化能量的全息传播应该考虑许多其它感觉和能量计量考虑因素。在另一个实施例中,基于输入变量,可能需要1千兆像素的能量分辨率位置。在另一个实施例中,基于输入变量,可能需要1,000千兆像素的能量分辨率位置。

[0127] 目前的技术限制:

[0128] 主动区域、装置电子器件、封装和机械外壳

[0129] 图2说明具有带特定机械外观尺寸的主动区域22的装置20。装置20可包含用于供电和介接到主动区域22的驱动器24和电子器件24,所述主动区域具有如由x和y箭头展示的尺寸。此装置20不考虑用于驱动、供电和冷却组件的走线和机械结构,并且机械占用面积可通过引入排线到装置20中来进一步最小化。此类装置20的最小占用面积还可被称作具有如由M:x和M:y箭头展示的尺寸的机械外壳21。此装置20仅出于说明的目的,且定制电子器件设计可进一步减少机械外壳开销,但是几乎在所有情况中可能都并不是装置的主动区域的确切大小。在实施例中,此装置20说明电子器件在它关于微OLED、DLP芯片或LCD面板或目的是图像照明的任何其它技术的主动图像区域22时的依赖性。

[0130] 在一些实施例中,还可能考虑其它将多个图像聚合到更大的整体显示器上的投影技术。然而,这些技术可能会以投射距离、最短聚焦、光学质量、均匀场分辨率、色差、热特性、校准、对齐、额外大小或外观尺寸的更大复杂性为代价。对于大多数实际应用,托管数十或数百个这些投影源20可产生大得多且可靠性更低的设计。

[0131] 仅出于示例性目的,假设具有3840x 2160个站点的能量位置密度的能量装置,给定下式,可以确定能量表面所需的个别能量装置(例如,装置100)的数目:

[0132] ●
$$\text{装置}H = \frac{\text{总分辨率}H}{\text{装置分辨率}H}$$

[0133] ●
$$\text{装置}V = \frac{\text{总分辨率}V}{\text{装置分辨率}V}$$

[0134] 鉴于上述分辨率考虑因素,可能需要类似于图2中所示的那些的大致105x105个装置。应注意,许多装置由各种像素结构组成,所述像素结构可能映射到也可能不映射到规则网格上。在每一完整像素内存在额外子像素或位置的情况下,这些可用于生成额外分辨率或角密度。可以使用额外信号处理来确定如何依据像素结构的指定位置将光场转换成正确的(u,v)坐标,且额外信号处理可以是已知和校准的每一装置的显式特征。另外,其它能量域可涉及这些比和装置结构的不同处理,所属领域的技术人员将理解所要频率域中的每一个之间的直接内在关系。这将在后续公开内容中更详细地示出和论述。

[0135] 可以使用得到的计算值来理解产生完整的分辨率能量表面可能需要这些个别装置中的多少个。在此情况下,达到视觉敏锐度阈值可能需要大致105x 105或大致11,080个装置。从这些可用的能量位置制造无缝能量表面以进行足够的感觉全息传播存在挑战性和新颖性。

[0136] 无缝能量表面综述:

[0137] 能量中继器阵列的配置和设计

[0138] 在一些实施例中,公开实现由于装置的机械结构的限制而从个别装置的阵列无缝地生成高能量位置密度的挑战的方法。在实施例中,能量传播中继器系统可允许主动装置区域的有效大小增加以满足或超过机械尺寸,从而配置中继器阵列并形成单个无缝能量表面。

[0139] 图3说明此类能量中继器系统30的实施例。如所示,中继器系统30可包含安装到机械外壳32上的装置31,其中能量中继器元件33传播来自装置31的能量。中继器元件33可配置成具有减小任何空隙34的能力,在装置的多个机械外壳32被放置到多个装置31的阵列中时可产生所述空隙34。

[0140] 例如,如果装置的主动区域31是20mm x 10mm且机械外壳32是40mm x 20mm,那么能量中继器元件33可设计有2:1放大率,以产生在缩小端部上(箭头A)大致为20mm x 10mm且在放大端部上(箭头B)为40mm x 20mm的锥形形式,从而提供将这些元件33的阵列无缝地对齐在一起而不改变每一装置31的机械外壳32或与所述机械外壳32碰撞的能力。在机械上,中继器元件33可结合或熔合在一起以便对齐和抛光,从而确保装置31之间的缝隙空隙34最小。在一个此类实施例中,有可能实现小于眼睛的视觉敏锐度极限的缝隙空隙34。

[0141] 图4说明具有能量中继器元件41的底座结构40的实例,所述能量中继器元件41形成在一起且牢牢地紧固到额外机械结构43上。无缝能量表面42的机械结构提供通过结合或

安装中继器元件41、45的其它机械过程将多个能量中继器元件41、45串联联接到同一底座结构上的能力。在一些实施例中,每一中继器元件41可熔合、结合、粘合、压配、对齐或以其它方式附接到一起以形成所得的无缝能量表面42。在一些实施例中,装置48可安装到中继器元件41的后部上,并被动地或主动地对齐以确保维持在所确定容差内的适当能量位置对齐。

[0142] 在实施例中,无缝能量表面包括一个或多个能量位置,且一个或多个能量中继器元件堆叠包括第一和第二侧,且每一能量中继器元件堆叠被布置成形成单个无缝显示表面,从而沿着在一个或多个能量位置和无缝显示表面之间延伸的传播路径引导能量,其中终端能量中继器元件的任何两个邻近的第二侧的边缘之间的间隔小于最小可感知轮廓,所述最小可感知轮廓如由视力优于20/100的人眼在大于单个无缝显示表面的宽度的距离处的视觉敏锐度所限定。

[0143] 在实施例中,无缝能量表面中的每一个包括一个或多个能量中继器元件,每一能量中继器元件具有形成带横向和纵向定向的第一和第二表面的一个或多个结构。第一中继器表面具有不同于第二中继器表面的面积,从而产生正放大率或负放大率,且配置有明确的表面轮廓以供第一和第二表面通过第二中继器表面传递能量,从而大体上填充相对于在整个第二中继器表面上的表面轮廓的法线的 ± 10 度角。

[0144] 在实施例中,多个能量域可在单个能量中继器内或多个能量中继器之间配置,以引导包含视觉、声学、触觉或其它能量域的一个或多个感觉全息能量传播路径。

[0145] 在实施例中,无缝能量表面配置有能量中继器,所述能量中继器针对每一第二侧包括两个或更多个第一侧以同时接收和发射一个或多个能量域,从而在整个系统中提供双向能量传播。

[0146] 在实施例中,提供能量中继器作为松散相干元件。

[0147] 组件工程化结构的介绍:

[0148] 横向安德森局域化能量中继器的公开进展

[0149] 根据本文中针对诱发横向安德森局域化的能量中继器元件所公开的原理,可以显著优化能量中继器的特性。横向安德森局域化是通过横向无序但纵向一致的材料传输的光线的传播。

[0150] 这意味着相比于其中波干扰在纵向定向上继续时可能会完全限制横向定向上的传播的多个散射路径之间的随机化,产生安德森局域化现象的材料的效果受到全内反射的影响可能更小。

[0151] 最显著的额外益处是去除了传统的多核光纤材料的包层。包层是为了在功能上消除光纤之间的能量的散射,但是同时充当能量光线的屏障,从而将传输至少减少核心覆盖比(例如,核心覆盖比70:30将传输最多70%的所接收能量传输),并且另外在传播能量中形成强像素化图案。

[0152] 图5A说明这样一个非安德森局域化能量中继器50的实例的端视图,其中图像通过多核光纤中继,其中由于光纤的内在特性可以展现像素化和光纤噪声。对于传统的多模和多核光纤,由于核心的分散阵列的全内反射的特性,中继图像在本质上可为像素化的,其中核心之间的任何串扰将降低调制传递函数并增加模糊。用传统的多核光纤产生的所得图像往往会具有类似于图3所示的那些的残差固定噪声光纤图案。

[0153] 图5B说明通过能量中继器中继的相同图像55的实例,所述能量中继器包括具有横向安德森局域化的特性的材料,其中相比于图5A的固定光纤图案,中继图案具有更大密度的颗粒结构。在实施例中,包括随机化微观组件工程化结构的中继器诱发横向安德森局域化,且更高效地传输光,与可商购的多模玻璃光纤相比,传播的可分辨分辨率更高。

[0154] 横向安德森局域化材料特性在成本和重量两个方面均匀显著优势,其中类似的光学级玻璃材料的成本和重量可能比实施例内生成的相同材料的成本高10到100倍,其中所公开的系统和方法包括随机化微观组件工程化结构,相比于本领域中已知的其它技术,它们有大量机会来改进成本和质量。

[0155] 在实施例中,展示横向安德森局域化的中继器元件可在布置成三维栅格的三个正交平面中的每一个中包括多个至少两种不同组件工程化结构,且所述多个结构形成在三维栅格内的横向平面中的材料波传播特性的随机化分布及在三维栅格内的纵向平面中的材料波传播特性的类似值的通道,其中相较于横向定向,通过能量中继器传播的局域化能量波在纵向定向上具有更高传输效率。

[0156] 在实施例中,多个能量域可在单个横向安德森局域化能量中继器内或在多个横向安德森局域化能量中继器之间配置,以引导包含视觉、声学、触觉或其它能量域的一个或多个感觉全息能量传播路径。

[0157] 在实施例中,无缝能量表面配置有横向安德森局域化能量中继器,所述中继器针对每一第二侧包括两个或更多个第一侧以同时接收和发射一个或多个能量域,从而在整个系统中提供双向能量传播。

[0158] 在实施例中,横向安德森局域化能量中继器被配置为松散相干的或柔性的能量中继器元件。

[0159] 4D全光函数的考虑因素:

[0160] 通过全息波导阵列的能量的选择性传播

[0161] 如上文和本文中所论述的,光场显示系统大体上包含能量源(例如,照明源)和配置有足够能量位置密度的无缝能量表面,如上文论述中所阐述的。可以使用多个中继器元件从能量装置将能量中继到无缝能量表面。一旦能量被传送到具有必需的能量位置密度的无缝能量表面,能量就可以根据4D全光函数通过所公开的能量波导系统传播。如所属领域的普通技术人员将了解,4D全光函数在本领域中是众所周知的,且在本文中不另外详述。

[0162] 能量波导系统沿着无缝能量表面通过多个能量位置选择性地传播能量,所述无缝能量表面表示4D全光函数的空间坐标,其中结构配置成改变通过的能量波的角度方向,所述角度方向表示4D全光函数的角度分量,其中所传播的能量波可根据通过4D全光函数引导的多个传播路径而在空间中汇聚。

[0163] 现在参考图6,图6说明根据4D全光函数的4D图像空间中的光场能量表面的实例。本图示出了能量表面60到观察者62的光线轨迹,其描述了能量光线如何从视体内的各个位置汇聚在空间63中。如图所示,每一波导元件61限定描述通过能量表面60的能量传播64的四个信息维度。两个空间维度(在本文中称为 x 和 y)是在图像空间中观察到的物理多个能量位置,角度分量 θ 和 ϕ (在本文中称为 u 和 v)在通过能量波导阵列投影时可以在虚拟空间中观察到。一般来说,根据4D全光函数,在形成本文中所描述的全息或光场系统时,多个波导(例如,微透镜)能够沿着由 u 、 v 角度分量限定的方向将能量位置从 x 、 y 维度引导到虚拟

空间中的唯一位置。

[0164] 然而,本领域技术人员将理解,光场和全息显示技术的显著挑战源于不受控的能量传播,因为设计没有精确地考虑到以下中的任一个:衍射、散射、漫射、角度方向、校准、焦点、准直、曲率、均匀性、元件串扰以及促使有效分辨率降低及无法以足够的保真度精确地汇聚能量的大量其它参数。

[0165] 在实施例中,用于实现与全息显示相关联的挑战的选择性能量传播的方法可包含能量抑制元件以及大体上填充的波导孔径,其中近准直能量进入由4D全光函数限定的环境。

[0166] 在实施例中,能量波导阵列可针对每一波导元件限定多个能量传播路径,所述能量传播路径配置成在由针对沿着无缝能量表面的多个能量位置所规定的4D函数限定的唯一方向上,延伸通过并大体上填充波导元件的有效孔径,所述多个能量位置由定位成将每一能量位置的传播限制成仅通过单个波导元件的一个或多个元件抑制。

[0167] 在实施例中,多个能量域可在单个能量波导内或多个能量波导之间配置,以引导包含视觉、声学、触觉或其它能量域的一个或多个感觉全息能量传播。

[0168] 在实施例中,能量波导和无缝能量表面配置成接收和发射一个或多个能量域,以在整个系统中提供双向能量传播。

[0169] 在实施例中,能量波导配置成针对包含墙壁、桌子、地板、天花板、房间或基于其它几何结构的环境的任何无缝能量表面定向,利用数字编码、衍射、折射、反射、grin、全息、菲涅耳(Fresnel)等等波导配置传播能量的非线性或不规则分布,包含非传输空隙区域。在另一个实施例中,能量波导元件可配置成产生各种几何结构,所述几何结构提供任何表面轮廓和/或桌面浏览以使用户能够从成360度配置的能量表面的各个位置观察到全息图像。

[0170] 在实施例中,能量波导阵列元件可为反射表面,且所述元件的布置可为六边形的、方形的、不规则的、半规则的、弯曲的、非平面的、球状的、圆柱形的、倾斜规则的、倾斜不规则的、空间变化的和/或多层的。

[0171] 对于无缝能量表面内的任何组件,波导或中继器组件可包含但不限于光纤、硅、玻璃、聚合物、光学中继器、衍射、全息、折射或反射元件、光学面板、能量组合器、分束器、棱镜、偏振元件、空间光调制器、主动像素、液晶单元、透明显示器或展示安德森局域化或全内反射的任何类似材料。

[0172] 实现全息甲板:

[0173] 用于在全息环境内刺激人类感觉受体的双向无缝能量表面系统的聚合

[0174] 有可能通过将多个无缝能量表面平铺、融合、结合、附接和/或拼接在一起以形成任意大小、形状、轮廓或外观尺寸来构建无缝能量表面系统的大型环境,包含整个房间。每一能量表面系统可包括组合件,所述组合件具有底座结构、能量表面、中继器、波导、装置和电子器件,它们共同配置成用于双向全息能量传播、发射、反射或感测。

[0175] 在实施例中,平铺无缝能量系统的环境聚合以形成大型无缝平面或弯曲壁,所述壁包含包括高达给定环境中的所有表面的设施,且被配置为无缝、不连续平面、有刻面、弯曲、圆柱形、球状、几何或不规则几何结构的任何组合。

[0176] 在实施例中,对于戏剧或基于场所的全息娱乐,平面表面的聚合平铺块形成墙壁大小的系统。在实施例中,对于基于洞穴的全息设施,平面表面的聚合平铺块覆盖具有四个

到六个墙壁的房间,包含天花板和地板。在实施例中,对于沉浸式全息设施,弯曲表面的聚合平铺块产生圆柱形无缝环境。在实施例中,对于基于全息甲板的沉浸式体验,无缝球状表面的聚合平铺块形成全息圆顶。

[0177] 在实施例中,无缝弯曲能量波导的聚合平铺块沿着能量波导结构内的能量抑制元件的边界依照精确图案提供机械边缘,以结合、对齐或熔合邻近波导表面的邻近平铺机械边缘,从而产生模块化的无缝能量波导系统。

[0178] 在聚合平铺环境的另一实施例中,针对多个同时能量域,双向传播能量。在另一个实施例中,能量表面提供同时从相同能量表面显示和捕获的能力,其中波导被设计成使得光场数据可以通过波导由照明源投影,并同时通过相同能量表面接收。在另一个实施例中,可以利用额外深度感测和主动扫描技术来实现在正确的世界坐标中能量传播和观察者之间的交互。在另一个实施例中,能量表面和波导可用于发射、反射或汇聚频率以诱发触觉感觉或体触觉反馈。在一些实施例中,双向能量传播和聚合表面的任何组合是可能的。

[0179] 在实施例中,系统包括能量波导,所述能量波导能够通过能量表面双向发射和感测能量,其中一个或多个能量装置独立地与两个或更多个路径能量组合器配对,以将至少两个能量装置配对到无缝能量表面的相同部分,或一个或多个能量装置固定在能量表面后面并靠近固定到底座结构上的额外组件,或靠近在用于轴外直接或反射投影或感测的波导的FOV的前面和外部的的位置,并且得到的能量表面实现能量的双向传输,从而使得波导能够汇聚能量,第一装置能够发射能量,第二装置能够感测能量,并且其中信息经处理以执行计算机视觉相关任务,包括但不限于4D全光眼睛和视网膜对传播能量图案内的干扰的跟踪或感测、深度估计、接近、运动跟踪、图像、颜色或声音形成,或其它能量频率分析。在另一个实施例中,所跟踪位置基于双向所捕获数据和投影信息之间的干扰进行主动计算并修正能量位置。

[0180] 在一些实施例中,包括超声波传感器、可见电磁显示器和超声波发射装置的三个能量装置的多个组合针对组合成单个第二能量中继器表面的传播能量的三个第一中继器表面中的每一个进行共同配置,其中所述三个第一表面中的每一个包括特定于每一装置的工程化的特性,并且两个工程化波导元件分别针对超声波和电磁能配置以提供独立引导和汇聚每一装置的能量的能力,且大体上不受配置成用于单独能量域的其它波导元件的影响。

[0181] 在一些实施例中,公开一种实现高效制造以去除系统伪影并产生与编码/解码技术一起使用的所得能量表面的几何映射的校准程序,以及用于将数据转换成适合基于校准配置文件进行能量传播的校准信息的专用集成系统。

[0182] 在一些实施例中,串联的额外能量波导和一个或多个能量装置可集成到系统中以产生不透明全息像素。

[0183] 在一些实施例中,包括能量抑制元件、分束器、棱镜、主动视差屏障或偏振技术的额外波导元件可为集成的,以便提供大于波导直径的空间和/或角度分辨率或用于其它超分辨率目的。

[0184] 在一些实施例中,所公开的能量系统还可配置为可穿戴双向装置,例如虚拟现实(VR)或扩增现实(AR)。在其它实施例中,能量系统可包含调整光学元件,所述调整光学元件使所显示的或接收到的能量聚焦在观察者的空间中的确定平面附近。在一些实施例中,波

导阵列可并入到全息头戴式显示器中。在其它实施例中,系统可包含多个光学路径,以使观察者能够看到能量系统和现实世界环境(例如,透明的全息显示器)。在这些情况下,除了其它方法之外,系统可呈现为近场。

[0185] 在一些实施例中,数据的传输包括具有可选择或可变压缩比的编码过程,所述编码过程接收信息和元数据的任意数据集;分析所述数据集并接收或分配材料特性、向量、表面ID、新像素数据,从而形成更稀疏的数据集,并且其中接收到的数据可包括:2D、立体、多视图、元数据、光场、全息、几何结构、向量或向量化元数据,并且编码器/解码器可提供包括图像处理的实时或离线转换数据的能力,以用于:2D;2D加深度、元数据或其它向量化信息;立体、立体加深度、元数据或其它向量化信息;多视图;多视图加深度、元数据或其它向量化信息;全息;或光场内容;在具有或不具有深度元数据的情况下通过深度估计算法;以及逆光线跟踪方法通过特征化4D全光函数以适当方式将通过各种2D、立体、多视图、立体、光场或全息数据的逆光线跟踪产生的所得转换数据映射到现实世界坐标中。在这些实施例中,所需的总数据传输可为比原始光场数据集少多个数量级的传输信息。

[0186] 光学图像中继器和锥形元件

[0187] 极其致密的光纤束可以用多种材料制造,以使得光能够在具有像素一致性和高传输率的情况下进行中继。光纤沿着玻璃、塑料或类似介质的透明纤维引导光。这一现象受被称作全内反射的概念控制。在光线包含在材料的临界角内且光线从更致密的材料的方向入射时,光线将在具有不同折射率的两个透明光学材料之间全内反射。

[0188] 图7说明内反射70的基本原理的正交视图,其详述最大接受角 θ_{72} (或材料的NA)、具有不同折射率的核心材料74和包覆材料76,以及反射光线78和折射光线79。一般来说,光的透射率在每次反射时减少小于0.001%,且直径约为50微米的光纤每英尺可具有3,000次反射,这有助于理解光透射与其它复合光学方法相比较时可达到的有效程度。

[0189] 可以用斯涅尔定律计算入射角(I)和折射角(R)之间的关系: $\frac{\sin \theta_I}{\sin \theta_R} = \frac{n_2}{n_1}$,其中 n_1 是空气的折射率,且 n_2 是核心材料74的折射率。

[0190] 光纤领域的技术人员将理解与聚光能力、最大接受角和理解光如何通过光纤材料行进所需的其它计算相关联的其它光学原理。理解这个概念很重要,因为光纤材料应该被视为光的中继器,而不是聚焦方法,如在以下实施例内将描述。

[0191] 理解离开光纤的光的角度分布对于本公开来说很重要,并且可能与基于入射角而预期的情况不同。从光纤出射的方位角往往会随着最大接受角、光纤的长度和直径以及材料的其它参数而快速变化,出射光线往往会呈现为圆锥形状,如由入射角和折射角所限定。

[0192] 图8展示进入光纤82的光线84如何能够以具有特定方位角 θ 的圆锥形状光分布86形式离开。通过穿过光纤照射激光指示器并且在表面上以各种距离和角度观察输出光线,可以观察到这种效果。在整个锥形区域(例如,不仅仅是圆锥形状的半径)上具有光分布的出口的圆锥形状将是所提出的设计向前发展的重要概念。

[0193] 光纤材料中的传输损耗的主要来源是包层、材料长度和在接受角之外的光线的光损耗。包层是围绕较大束内的每一个别光纤的材料,用于隔离核心并帮助减少光线在个别光纤之间行进。除了包层之外,可以使用额外的不透明材料来吸收在接受角之外的光,这被称作外部吸收(EMA)。这两种材料均可在对比度、散射和多个其它因素方面帮助改进观察到

的图像质量,但是可能会减少从入口到出口的整体光传输。为简单起见,可以使用核心被覆盖的百分比来理解光纤的大致传输潜力,因为这可能是光损耗的一个原因。在大多数材料中,核心覆盖比可在大致约50%到约80%的范围内,但是其它类型的材料也可以使用,并且将在下面的讨论中进行研究。

[0194] 每一光纤可能能够分辨每光纤直径大致0.5个摄影线对,因此在中继像素时,每像素具有大于单个光纤可为至关重要的。在一些实施例中,可以利用每像素十二个左右,或者可以接受三个或更多个光纤,因为每一个光纤之间的平均分辨率在利用这些材料时有助于减少相关联的MTF损耗。

[0195] 在一个实施例中,光纤可实施为光纤面板的形式。面板是一系列单光纤或多光纤或多个多光纤,它们熔合在一起以形成真空密封的玻璃板。当呈现给面板的一侧的图像可以高效率地传输到外部表面时,这个板可以被视为在理论上为零厚度的窗口。传统上,这些面板可以约6微米或更大的间距用个别光纤构建,但是可以实现更高的密度,虽然包层材料的有效性可能会最终降低对比度和图像质量。

[0196] 在一些实施例中,光纤束可为锥形的,从而产生具有不同大小的像素的相干映射和每一表面的相称放大。例如,放大端部可以指光纤元件中具有较大光纤间距和较高放大率的一侧,且缩小端部可以指光纤元件中具有较小光纤间距和较低放大率的一侧。产生各种形状的过程可涉及加热和制造所要放大率,从而可以物理方式将光纤的最初间距从它们的最初大小变成较小间距,由此改变接受角,这取决于锥形上的位置和NA。另一因素是制造过程可能会歪斜光纤相对于平坦表面的垂直度。锥形设计等等的一个挑战是每个端部的有效NA可能会大致与放大百分比成比例地改变。例如,具有比2:1的锥形可具有直径为10mm的缩小端部和直径为20mm的放大端部。如果原始材料具有为0.5的NA,且间距为10微米,那么缩小端部将具有大致为1.0的有效NA和5微米的间距。得到的接受角和出口角也可成比例地改变。可以执行更复杂的分析来理解这一过程的严格结果,且本领域的普通技术人员能够执行这些计算。出于此论述的目的,这些概述足以理解成像含义以及整个系统和方法。

[0197] 横向安德森局域化

[0198] 尽管在20世纪50年代引入了安德森局域化原理,但是直到最近材料和工艺才的技术突破才使得能够在光学传输中切实地研究原理。横向安德森局域化是通过横向无序但纵向恒定的材料传输的波的传播,同时波在横向平面中没有漫射。

[0199] 在现有技术内,已经通过实验观察到横向安德森局域化,在实验中,通过拉制随机混合且熔合在一起的具有不同RI的数百万个个别光纤股来制造光纤面板。当在面板的一个表面上扫描输入光束时,相对表面上的输出光束在输入光束的横向位置之后。因为安德森局域化在无序介质中展现出不存在波的漫射,所以在与针对有序光纤中继器的先前计算相比时,一些基础物理学是不同的。这意味着相比于其中波干扰在纵向定向上继续时可能会完全限制横向定向上的传播的多个散射路径之间的随机化,产生安德森局域化现象的光纤的效果受到全内反射的影响更小。

[0200] 图9说明通过传统的多核光纤90中继的实例图像的正交视图,传统的多核光纤90可由于光纤的特性而展现出像素化和光纤噪声。图10说明根据本公开的一个实施例的通过展示出安德森局域化原理的特性的光纤100中继的相同图像的正交视图。

[0201] 在实施例中,横向安德森局域化材料有可能像具有较高MTF的可商购的多模玻璃

图像光纤的最高质量那样好地或比它更好地传输光。对于多模和多核光纤,由于核心的分散阵列的全内反射的特性,中继图像在本质上是像素化的,其中核心之间的任何串扰将降低MTF并增加模糊。用多核光纤产生的所得图像往往会具有残差固定噪声光纤图案,如图10中所说明。相比之下,图11说明相同的通过实例材料样本中继的图像,所述样本展现出横向安德森局域化原理的特性,其中噪声图案看起来更像是颗粒结构,而不是固定光纤图案。

[0202] 展现安德森局域化现象的光学中继器的另一显著优势是它们可以由聚合材料制造,从而使成本和重量减小。通常由玻璃或其它类似材料制成的类似的光学级材料的成本可能比用聚合物生成的相同尺寸的材料成本高十到一百(或更多)倍。另外,如果高达材料的大部分的密度是空气和其它轻量塑料,那么聚合物中继器光学器件的重量可以减少10到100倍。为避免疑义,此处在本公开中包含展现安德森局域化特性的任何材料,即使材料不满足上述成本和重量建议也如此。本领域技术人员将理解,上述建议是适用于大量类似玻璃产品不包含的商业用途的单个实施例。显著的额外益处是使横向安德森局域化起作用不需要光纤包层,对于传统的多核光纤来说,防止光在光纤之间的散射需要所述光纤包层,但是光纤包层同时阻挡了一部分光线,由此使传输至少减少核心覆盖比(例如,核心覆盖比70:30将传输最多70%的所接收照明)。

[0203] 另一显著益处是能够产生许多较小部分,这些部分可以在没有缝隙的情况下结合或熔合,因为在传统意义上材料基本上没有边缘,并且依据将两个或更多个片件合并在一起的过程,任何两个片件的合并几乎与将组件生成为单个片件相同。对于大型应用,这对没有大规模基础设施或工具成本的制造商的能力来说具有显著的益处,并且提供了用其它方法不可能实现的生成单片材料的能力。传统的塑料光纤具有这些益处中的一些,但是由于包层,通常仍然会包含具有一些距离的缝隙线。

[0204] 提出展现横向安德森局域化的光学中继器可以由一个或多个构建块结构构造,每一构建块结构具有受控制的折射率RI、约为可见光的波长的大小(约1 μ m),以及便于沿着结构的长轴传输电磁能的细长形状。结构应该被布置成使得在整个光学中继器长度中纵向形成具有最小RI变化的通道,但是RI在横向平面中随机变化。在可见电磁能量波中继器的一个实施例中,选择折射率偏移约为0.1的两个构建块结构,包含聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA,RI为1.49)和聚苯乙烯(PS,RI为1.59)的细长粒子。第一和第二结构进行布置,与光学结合剂互混,然后固化。在一个实施例中,材料比可为50:50。

[0205] 横向安德森局域化是适用于电磁波、声波、量子波等的传输的普遍的波现象。形成展现横向安德森局域化的能量波中继器所需的一个或多个构建块结构各自具有约为对应波长的大小。构建块的另一关键参数是在用于那些构建块的材料中的能量波的速度,所述速度包含电磁波的折射率和声波的声阻抗。例如,构建块大小和折射率可以变化以适应从X射线到无线电波的电磁波谱中的任何频率。

[0206] 出于此原因,本公开中关于光学中继器的论述不仅可以推广到完整的电磁波谱,还可以推广到声学能量和许多其它类型的能量。出于此原因,将经常使用术语能量源、能量表面和能量中继器,即使论述是集中于一种特定的能量形式,例如可见电磁波谱。

[0207] 为避免疑义,材料数量、过程、类型、RI等等仅仅是示例性的,且本文中不包含任何展现安德森局域化特性的光学材料。另外,本文中不包含对无序材料和过程的任何使用。

[0208] 应注意,本公开中提到的光学设计的原理大体上适用于所有形式的能量中继器,

且针对特定产品、市场、外观尺寸、安装等所选择的设计实施方案可能需要也可能不需要实现这些几何结构,但是出于简化的目的,所公开的任何方法包含所有潜在的能量中继器材料。

[0209] 能量镶嵌阵列

[0210] 为了进一步解决由于对个别能量波源的机械要求的限制而从所述个别能量波源的阵列无缝地生成高分辨率的挑战,可以采用锥形光学中继器来增加主动显示区域的有效大小,以满足或超过将锥形阵列无缝拼接在一起并形成单个连续的电磁能表面所需的机械尺寸。

[0211] 例如,如果能量波源的主动区域是20mm x 10mm,且机械外壳是40mm x 20mm,那么锥形能量中继器可设计有2:1的放大率,以产生在缩小端部上为20mm x 10mm(当切割时)且在放大端部上为40mm x 20mm(当切割时)的锥形,从而提供将这些锥形的阵列无缝地对齐在一起而不改变或妨碍每一能量波源的机械外壳的能力。

[0212] 图11在正交视图中说明根据本公开的一个实施例的这样一个锥形能量中继器镶嵌布置110。在一个实施例中,中继器装置110可包含两个或更多个中继器元件112,每一中继器元件112由一个或多个结构形成,每一中继器元件112具有第一表面114、第二表面116、横向定向(大体上平行于表面114、116)和纵向定向(大体上垂直于表面114、116)。在一个实施例中,第一表面114的表面积可不同于第二表面116的表面积。例如,第一表面114的表面积可大于或小于第二表面116的表面积。在另一实施例中,第一表面114的表面积可与第二表面116的表面积相同。能量波可从第一表面114传递到第二表面116,或从第二表面116传递到第一表面114。

[0213] 在一个实施例中,中继器元件装置110的中继器元件112包含在第一表面114和第二表面116之间的倾斜轮廓部分118。在操作中,第一表面114和第二表面116之间的能量波传播可在纵向定向上具有高于横向定向的传输效率,且通过中继器元件112的能量波可引起空间放大或空间缩小。换句话说,通过中继器元件装置110的中继器元件112的能量波可经历增加的放大或减小的放大。在一些实施例中,用于形成中继器元件装置110的一个或多个结构可包含玻璃、碳、光纤、光学膜、塑料、聚合物或其混合物。

[0214] 在一个实施例中,通过第一表面114的能量波具有第一分辨率,而通过第二表面116的能量波具有第二分辨率,且第二分辨率不小于第一分辨率的约50%。在另一实施例中,如果在呈现给第一表面时具有均匀轮廓,那么能量波可通过第二表面,从而在每个方向上以在前向方向上的能量密度辐射,所述能量密度大体上填充具有相对于第二表面的法线成约 $\pm 10^\circ$ 的开启角度的光锥区,而与第二表面上的位置无关。

[0215] 在一些实施例中,第一表面114可配置成从能量波源接收能量,所述能量波源包含宽度不同于第一表面114和第二表面116中的至少一个的宽度的机械外壳。

[0216] 这些锥形能量中继器以机械方式结合或熔合在一起,以便对齐、抛光,并确保波能量源之间的最小可能缝隙空隙是可能的。在一个此类实施例中,通过使用以热方式匹配到锥形材料的环氧树脂,有可能实现50 μ m的最大缝隙空隙。在另一实施例中,将锥形阵列置于压缩和/或热下的制造过程提供将元件熔合在一起的能力。在另一实施例中,使用塑料锥形可以更容易进行化学熔合或热处理来形成结合而不需要额外进行结合。为避免疑义,可以使用任何方法来将阵列结合在一起,明确地说,只包含重力和/或力的结合。

[0217] 光纤镶嵌设计

[0218] 以一种符合特定容差规范的方式固持多个组件可能需要机械结构。在一些实施例中,锥形中继器元件的表面114、116可具有任何多边形形状,包括但不限于圆形、椭圆形、卵形、三角形、方形、矩形、平行四边形、梯形、菱形、五边形、六边形等等。在一些实例中,对于非方形锥形,例如矩形锥形,中继器元件110可进行旋转以具有平行于整体能量源的最大尺寸的最小锥形尺寸。此方法实现了能量源的优化,从而在从能量源的中心点观察时由于放大中继器元件的接受光锥区而展现出对光线的最小抑制。例如,如果所要能量源大小是100mm x 60mm,且每一锥形能量中继器是20mm x 10mm,那么中继器元件可进行对齐和旋转,使得可以进行组合3x 10锥形能量中继器元件的阵列以产生所要能量源大小。在本文中完全没有表明不可以利用替代性配置为6x 5矩阵以及其它组合的阵列的阵列。由3x10布局组成的阵列的表现通常比替代性的6x5布局更好。

[0219] 尽管能量源系统的最简单形式由单个锥形能量中继器元件组成,但是可以联接多个元件以形成质量或柔性增加的单个能量源模块。这样一个实施例包含其中缩小端部附接到能量源上的第一锥形能量中继器和连接到第一中继器元件的第二锥形能量中继器,其中第二光锥的缩小端部接触第一中继器元件的放大端部,从而生成等于两个单独的锥形放大率的乘积的总放大率。

[0220] 图12说明根据本公开的一个实施例的呈串联120形式的两个复合光学中继器锥形的正交视图,锥形122、124均具有面向能量源表面126的缩小端部。在本实例中,输入NA针对锥形124的输入是1.0,但是针对锥形122的输出仅为约0.16。注意,输出除以总放大率6,总放大率6是锥形124的放大率2和锥形122的放大率3的乘积。这一方法的一个优势是考虑到能量源的各种尺寸,能够定制第一能量波中继器而不用改变第二能量波中继器。它另外提供了在不改变第一中继器元件的设计的情况下改变输出能量表面的大小的柔性。还展示了显示器126和机械外壳128。

[0221] 图13说明根据本公开的一个实施例的复合锥形能量中继器130的正交视图,其中第二锥形134进行旋转以使缩小端部与第一锥形132的缩小端部匹配。这具有与图12所示类似的优点。对于能量波,它具有在两个缩小端部匹配时部分地恢复光的初始角度的额外优点,尽管抑制的光线无法恢复,但是出口角的可控程度可以更高。再次,0.5的输入NA可以减小等于系统的总放大率1.5的倍数,得到输出值0.3。

[0222] 在一些实施例中,中继器元件可包含在纵向定向上成堆叠配置的多个中继器元件,例如图12和13中示出的那些。在这些堆叠配置中,多个元件中的第一元件(例如,124)可包含第一表面(例如,接近能量源表面126的表面),且多个元件中的第二元件(例如,122)包含第二表面(例如,距离能量源表面126最远的表面)。第一元件和第二元件中的每一个可分别或共同引起能量的空间放大或空间缩小,如上文所论述。

[0223] 在一个实施例中,通过第一表面的能量波可具有第一分辨率,而通过第二表面的能量波可具有第二分辨率,其中第二分辨率不小于第一分辨率的约50%。在另一实施例中,如果在呈现给第一表面时具有均匀轮廓,那么能量波可通过第二表面,从而在每个方向上以在前向方向上的能量密度辐射,所述能量密度大体上填充具有相对于第二表面的法线成约+/-10度的开启角度的光锥区,而与第二表面上的位置无关。

[0224] 在一个实施例中,成堆叠配置的多个元件可包含多个面板(在图29中最佳地示

出)。在一些实施例中,多个面板可具有不同长度,或为松散相干光学中继器(在图31到35中最佳地示出)。在其它实施例中,多个元件可具有类似于图11的倾斜轮廓部分的倾斜轮廓部分,其中倾斜轮廓部分可为成角度的、线性的、弯曲的、锥形的、有刻面的或相对于中继器元件的垂直轴成一非垂直角度对齐的。在又一实施例中,中继器元件可包含折射率随机变化性,使得能量在横向定向上局域化。在其它实施例中,横向定向上的折射率随机变化性以及纵向定向上的最小折射率变化使得能量波沿着纵向定向具有高得多的传输效率,且沿着横向定向具有空间局域化。这将在后续附图和论述中更详细地描述。

[0225] 现返回图12,在操作中,第一表面可配置成从能量源单元(例如,126)接收能量波,所述能量源单元包含宽度不同于第一表面和第二表面中的至少一个的宽度的机械外壳128。在一个实施例中,通过第一表面的能量波可具有第一分辨率,而通过第二表面的能量波可具有第二分辨率,使得第二分辨率不小于第一分辨率的约50%。在另一实施例中,如果在呈现给第一表面时具有均匀轮廓,那么能量波可通过第二表面,从而在每个方向上以在前向方向上的能量密度辐射,所述能量密度大体上填充具有相对于第二表面的法线成约 $\pm 10^\circ$ 的开启角度的光锥区,而与第二表面上的位置无关。

[0226] 在一个实施例中,机械外壳128可包含具有透镜236的投影系统234(在图24中最佳地示出)和安置为邻近于所述透镜的多个能量源面板,所述多个能量源面板是平面的、非平面的或其组合(在图24到28和30到31中最佳地示出)。如这些后续附图中所示,在一些实施例中,多个能量源面板(例如,242、252、262、274)可布置成各种配置,包含以下中的至少一个:倾斜、以一角度对齐、交错、轴上、轴外、旋转、平行、垂直或其任何组合。在其它实施例中,多个能量源面板可布置成径向对称配置(在图27、28和30中最佳地示出)。在一个实施例中,投影系统还可包含通过波导的聚焦能量传输,并且还可包含处于一非对齐角度的远心透镜中继器元件。这些实施例以及其它实施例将在后续附图和论述中更详细地描述。

[0227] 柔性能量源和弯曲能量中继器表面的使用

[0228] 有可能产生具有弯曲表面的某些能量源技术或能量投影技术。例如,在一个实施例中,对于能量源,可以使用弯曲OLED显示面板。在另一实施例中,对于能量源,可以利用无焦点激光投影系统。在又一实施例中,可以采用具有宽到足以在投影表面上保持聚焦的景深的投影系统。为避免疑义,这些实例是出于示例性目的而提供,且决不限本技术描述的技术实施方案的范围。

[0229] 鉴于光学技术基于光学配置的主光线角(CRA)产生转向光锥区的能力,通过利用弯曲能量表面或可以保持具有已知光输入角和相应的输出修正角的完全聚焦的所投影图像的弯曲表面可以提供更理想的所观察光角。

[0230] 在一个此类实施例中,光学中继器元件的能量表面侧可以针对每一模块弯曲成圆柱形、球状、平面或非平面抛光配置(本文中称为“几何结构”或“几何”),其中能量源源于一个或多个源模块。每一有效发光能量源具有其自身的相应视角,所述视角通过畸变过程改变。利用这一弯曲能量源或类似面板技术实现了更不容易发生畸变的面板技术以及每一有效像素的CRA或最佳视角的重新配置。

[0231] 图14说明根据本公开的一个实施例的具有3:1放大因数以及最后观察到的附接能量源的光角的光学中继器锥形配置140的正交视图。光学中继器锥形具有1.0的输入NA,放大因数为3:1,从而产生大致为0.33的输出光线的有效NA(此处涉及许多其它因素,这仅供

简化参考),其中平面和垂直的表面在锥形能量中继器的任一端部上,且能量源附接到缩小端部上。如果仅利用这一方法,能量表面的视角可大致为输入角度的1/3。为避免疑义,可另外利用具有1:1的有效放大率的类似配置(利用光学面板或其它方式),或任何其它光学中继器类型或配置。

[0232] 图15说明与图14相同的锥形能量中继器模块150,但是现在能量源侧上的表面具有弯曲几何配置152,同时与能量源侧154相对的表面具有平面表面且垂直于模块150的光轴。利用这一方法,鉴于如图15中例示的弯曲表面152,输入角(例如,见152附近的箭头)可基于此几何结构进行偏置,并且输出角(例如,见154附近的箭头)可进行调节以更加独立于表面上的位置,这与图14的情形不同,但是每一有效发光源的可视出口光锥区可小于整体能量源。当考虑特定能量表面时,这可为有利的,所述特定能量表面针对可用光线的更宽或更大压缩的密度,优化观察到的光角。

[0233] 在另一实施例中,输出角的变化可通过使图15的能量表面的形状成凸形(如图17到18中所示)来实现。如果进行了此类改变,那么光在能量表面152的边缘附近的输出光锥区将朝向中心转向。

[0234] 在一些实施例中,中继器元件装置可包含在中继器元件和投影系统之间的弯曲能量源(未示出)。在一个实例中,中继器元件装置的两个表面均可为平面的。替代地,在其它实例中,一个表面可为平面的,且另一表面可为非平面的,或反过来。最后,在另一实例中,中继器元件装置的两个表面均可为非平面的。在其它实施例中,非平面表面可为凹形表面或凸形表面,以及其它非平面配置。例如,中继器元件的两个表面均可为凹形的。在替代方案中,两个表面均可为凸形的。在另一实例中,一个表面可为凹形的,且另一表面可为凸形的。本领域技术人员应理解,本文中设想并公开了具有平面、非平面、凸形表面和凹形表面的多个配置。

[0235] 图16说明根据本公开的另一实施例的光学中继器锥形160的正交视图,其中在能量源侧上的表面162是非垂直的,但是是平面的。为了阐述能量源侧几何结构中的重要可定制变化,图16说明仅形成能量源侧的非垂直但平面的几何结构的结果以供与图15比较,且进一步展示直接控制光1、2、3的输入接受光锥区角度和输出可视发射光锥区角度的能力,这些角度有可能具有无限的潜在表面特征。

[0236] 依据应用,还有可能设计能量源配置,其中能量源是非垂直几何配置,同时能量源侧保持垂直,或能量源和能量源侧几何配置均展现各种非垂直几何配置。利用这一方法,也许可以进一步增加对输入和输出能量源观察到的光角的控制。

[0237] 在一些实施例中,锥形还可为非垂直的,以优化特定视角。在一个此类实施例中,可将单个锥形切成四分体,然后重新组装,其中每个锥形围绕个别光学中心轴线旋转180度,以使锥形的缩小端部背对重新组装的四分体的中心,由此优化视场。在其它实施例中,非垂直锥形还可直接制造,以使得缩小端部上的能量源之间的间隙增加,同时不会增加物理放大端部的大小或尺寸。本文中公开了这些和其它锥形配置。

[0238] 图17说明图14的光学中继器和照明光锥区的正交视图,其中在能量源170的侧上具有凹形表面。在此情况下,与图14相比,输出光的光锥区在输出能量表面平面的边缘附近的分叉程度明显大于能量源侧平坦的情况。

[0239] 图18说明图17的光锥中继器和照明光锥区的正交视图,其中在能量源的侧上具有

相同的凸形表面。在本实例中,输出能量表面180具有凹形几何结构。相比于图17,凹形输出表面180上的输出光的光锥区因为由此几何配置产生的光的输入接受光锥区和出口光锥区而在能量源表面上更加准直。为避免疑义,所提供的实例仅为说明性的,且并不意图规定明确的表面特征,其中依据输出能量表面所需的视角和光密度以及由能量源自身产生的光的角度,可以采用输入能量源侧和输出能量表面的任何几何配置。

[0240] 在一些实施例中,多个中继器元件可进行串联配置。在一个实施例中,串联的任两个中继器元件可另外利用有意畸变的参数联接在一起,使得一个元件相对于另一元件的逆畸变有助于以光学方式减少任何此类伪影。在另一实施例中,第一光锥展现光学桶形畸变,且第二光锥可制造成展现这一假影的反转以产生光学枕形畸变,使得当聚合在一起时,所得信息部分或完全地消除由这两个元件中的任一个引入的任何此类光学畸变。这可以另外适用于任何两个或更多个元件,使得可以串联地应用复合校正。

[0241] 在一些实施例中,有可能制造单个能量源板、电子器件等等,以产生呈小型和/或轻型外观尺寸的能量源阵列等等。通过这种布置,进一步并入光学中继器镶嵌件,使得光学中继器的端部可以与相比于个别组件和电子器件具有极小外观尺寸的能量源主动区域对齐。使用这一技术,可以使用具有较小外观尺寸的装置,如监视器、智能电话等等。

[0242] 图19说明根据本公开的一个实施例的联接在一起的多个光锥中继器模块192的组合件190的正交视图,其中光锥中继器模块192具有弯曲能量源侧表面196且用于从多个垂直的输出能量表面192形成最佳可视图像194。在此情况下,锥形中继器模块192并联地形成。尽管只示出了一排锥形中继器模块192,但是在一些实施例中,具有类似于图12和13中示出的那些的堆叠配置的锥形还可成行地并联联接在一起,以形成连续的无缝可视图像194。

[0243] 现在返回图19,每一锥形中继器模块192可独立地操作,或者可基于光学中继器的阵列进行设计。如本图中所示,具有光锥中继器192a、192b、192c、192d、192e的五个模块对齐在一起,从而产生更大的光锥输出能量表面194。在此配置中,输出能量表面194可为垂直的,且五个能量源侧196a、196b、196c、196d、196e中的每一个可围绕中心轴线进行畸变,从而使得整个阵列能够用作单个输出能量表面,而不是用作个别模块。另外,也许可以通过计算输出观察到的光角并确定能量源侧几何结构所需的理想表面特征来进一步优化这个组合件结构190。图19说明这样一个实施例,其中多个模块联接在一起,且能量源侧曲率考虑到较大输出能量表面观察到的光角。尽管示出了五个中继器模块192,但是本领域技术人员应了解,可依据应用将更多或更少个中继器模块联接在一起。

[0244] 在一个实施例中,图19的系统包含在第一和第二方向上(例如,跨行或成堆叠配置)布置的多个中继器元件192,其中所述多个中继器元件中的每一个具有折射率随机变化性,且在相应中继器元件的第一和第二表面之间沿着纵向定向延伸。在一些实施例中,多个中继器元件中的每一个的第一和第二表面大体上沿着由第一和第二方向限定的横向定向延伸,其中纵向定向大体上垂直于横向定向。在其它实施例中,横向定向上的折射率随机变化性以及纵向定向上的最小折射率变化使得能量波沿着纵向定向具有高得多的传输效率,且沿着横向定向具有空间局域化。

[0245] 在一个实施例中,多个中继器系统可在第一方向或第二方向上布置,以分别沿着第一方向或第二方向形成单个平铺表面。在一些实施例中,如本领域技术人员可以了解的,

多个中继器元件布置成具有至少2x2配置的矩阵,或布置成包含但不限于3x3配置、4x4配置、3x10配置以及其它配置的其它矩阵。在其它实施例中,单个平铺表面之间的缝隙在为单个平铺表面的最小尺寸的两倍的观察距离处可能无法察觉。

[0246] 在一些实施例中,多个中继器元件192中的每一个在横向定向上具有折射率随机变化性,同时在纵向定向上具有最小折射率变化,从而使得能量波沿着纵向定向具有高得多的传输效率,且沿着横向定向具有空间局域化。在中继器由多核光纤构造的一些实施例中,在每一中继器元件内传播的能量波可在纵向定向上行进,所述纵向定向通过光纤在这一定向上的对齐确定。

[0247] 在其它实施例中,多个中继器元件192中的每一个配置成沿着纵向定向传输能量,并且其中通过多个中继器元件传播的能量波由于折射率随机变化性而在纵向定向上具有高于横向定向的传输效率,使得能量在横向定向上局域化。在一些实施例中,在中继器元件之间传播的能量波可由于纵向定向上的传输效率远远高于横向定向上的传输效率而大体上平行于纵向定向行进。在其它实施例中,横向定向上的折射率随机变化性以及纵向定向上的最小折射率变化使得能量波沿着纵向定向具有高得多的传输效率,且沿着横向定向具有空间局域化。

[0248] 图20A说明根据本公开的一个实施例的联接在一起的多个光锥中继器模块的布置200的正交视图,所述布置200具有垂直能量源侧几何结构202a、202b、202c、202d、202e和围绕中心轴线呈放射状的凸形能量源表面204。图20A说明图19的配置,其具有垂直的能量源侧几何结构和围绕中心轴线呈放射状的凸形能量源。

[0249] 图20B说明根据本公开的另一实施例的联接在一起的多个光学中继器模块的布置206的正交视图,所述布置206具有垂直的能量源表面208的几何结构和围绕中心轴线呈放射状的凸形能量源侧表面209。

[0250] 在一些实施例中,通过围绕中心半径以圆柱弯曲形状配置能量中继器阵列的源侧以及具有平坦能量输出表面,可以解耦输入能量源接受角和输出能量源发射角,并且可能可以更好地对齐每一能量源模块与能量中继器接受光锥区,所述能量中继器接受光锥区自身可由于对例如能量锥形中继器放大率、NA以及其它因素的参数的约束而受限。

[0251] 图21说明根据本公开的一个实施例的多个能量中继器模块的布置210的正交视图,其中每一能量输出表面独立地配置成使得可视输出光线更均匀。图21说明类似于图20A的配置的配置,但是考虑到更大的组合能量输出表面,每一能量中继器输出表面独立地配置成使得可视输出光线更均匀(或更不均匀,这取决于所采用的确切几何结构)。

[0252] 图22说明根据本公开的一个实施例的多个光学中继器模块的布置220的正交视图,其中发射能量源侧和能量中继器输出表面均配置有各种几何结构,从而产生对输入和输出光线的显式控制。为此目的,图22说明具有图14的五个模块的配置,其中发射能量源侧和中继器输出表面均配置有弯曲几何结构,从而实现输入和输出光线的更好控制。

[0253] 图23说明多个光学中继器模块的布置225的正交视图,所述布置225的各个输出能量表面已配置成形成围绕观察者的无缝凹形圆柱形能量源表面,其中中继器的源端部是平坦的且各自结合到能量源。

[0254] 在图23所示的实施例中,且类似地在图19、20A、20B、21和22所示的实施例中,系统可包含在第一和第二方向上布置的多个能量中继器,其中在每一个中继器中,能量在限定

纵向定向的第一和第二表面之间传输,每一个中继器的第一和第二表面大体上沿着由第一和第二方向限定的横向定向延伸,其中纵向定向大体上垂直于横向定向。同样在此实施例中,通过多个中继器传播的能量波由于横向定向上的折射率随机变化性以及纵向定向上的最小折射率变化而在纵向定向上具有高于横向定向的传输效率。在每一中继器由多核光纤构造的一些实施例中,在每一中继器元件内传播的能量波可在纵向定向上行进,所述纵向定向通过光纤在这一定向上的对齐确定。

[0255] 在一个实施例中,类似于上文所论述的实施例,大体来说,多个中继器元件中的每一个的第一和第二表面可沿着横向定向弯曲,且多个中继器元件可以在第一和第二方向上一体地形成。多个中继器可在第一和第二方向上组装,可布置成具有至少2x2配置的矩阵,并且可包含玻璃、光纤、光学膜、塑料、聚合物或其混合物。在一些实施例中,多个中继器的系统可在第一方向或第二方向上布置,以分别沿着第一方向或第二方向形成单个平铺表面。如上所述,本领域技术人员可以了解,多个中继器元件可以布置成其它矩阵,包括但不限于3x3配置、4x4配置、3x10配置以及其它配置。在其它实施例中,单个平铺表面之间的缝隙在为单个平铺表面的最小尺寸的两倍的观察距离处可能无法察觉。

[0256] 对于能量中继器的镶嵌件,可包含以下实施例:第一和第二表面均可为平面的、第一和第二表面中的一个可为平面的且另一个可为非平面的,或第一和第二表面均可为非平面的。在一些实施例中,第一和第二表面均可为凹形的,第一和第二表面中的一个可为凹形的且另一个可为凸形的,或第一和第二表面均可为凸形的。在其它实施例中,第一和第二表面中的至少一个可为平面的、非平面的、凹形的或凸形的。

[0257] 在一些实施例中,多个中继器可引起能量源的空间放大或空间缩小,包括但不限于电磁波、光波、声学波以及其它类型的能量波。在其它实施例中,多个中继器还可包含多个能量中继器(例如,例如能量源的面板),其中多个能量中继器具有不同宽度、长度以及其它尺寸。在一些实施例中,多个能量中继器还可包含松散相干光学中继器或光纤。

[0258] 投影技术在光束转向中的使用

[0259] 对于用于光束转向的柔性能量源和投影技术的各种实施方案,还可能利用投影技术及进一步控制输出可视角度。

[0260] 图24说明根据本公开的一个实施例的使用基于光学中继器投影的技术而不是先前描述的基于面板的方法的图像生成的正交视图。投影仪机械外壳234含有显示器,所述显示器使用透镜226投影到锥形光学中继器236的缩小端部上。

[0261] 在最简单的形式中,已知的投影仪由能量源面板(或如本领域中已知的光调制器等等)、光源和聚焦透镜226组成。一些现有技术的实施方案可以通过利用准直或受控光来减少聚焦元件或能量源面板的使用,并且与此实施例同样相关。通过简化投影的针孔描述的图示(为避免疑义,这只是为了说明,而不是如何设计投影系统或相关可视光线),来自所投影图像的每一可视像素形成明确限定的可视光线。传统上,这些光线投影到更多朗伯表面上,所述朗伯表面容易散射光并产生更均匀的图像。然而,如果利用传统上用于保持包含偏振状态的光的某些反射特性的银幕,那么所投影图像往往会保持投影系统的更多视角依赖性,并在观察到的图像中形成不均匀性,包含所投影图像的热点或渐晕。

[0262] 尽管这些特性在传统上并不理想且避免用于投影成像应用,但是通过光纤中继特定光角的能力具有大量潜在的观察到的能量源特性。

[0263] 如图24中所示,在一些情况下,利用单个投影源234和单个光学中继器236(类似于图14中示出的光学中继器)可产生极其不同的观察到的输出结果。此方法的依赖性是基于产生投影系统与光锥中继器的能量源侧之间的距离的通过投影系统产生的像素内所含的每个像素的进入角,以及视场、孔径、照明方法和由投影技术的光学和光透射系统限定的其它特征。

[0264] 假设针孔投影系统(仅为简单起见),图24说明当单个投影仪投影到如图24中所说明的光学材料的单个能量源侧上时从能量源表面产生的光线的相对视角依赖性。由位于所投影图像的边缘处的像素限定的最宽角度产生的所得可视输出照明光锥区可能与通过具有相同所得所投影图像大小或像素间距的基于面板的能量源处理的相同像素不同。这可能是由于相较于通过基于投影的技术描述的更加成角度保持(more angularly retaining)的方法,来自基于面板的能量源的光的角度分布相对均匀。

[0265] 图25说明根据本公开的一个实施例的图25的五个偏移投影源242a、242b、242c、242d、242e的布置240的正交视图,所述布置240生成来自锥形光学中继器236的输出可视光线所需的各个图像,其中主光线角243由指定配置产生。利用此方法,有可能以平行光学配置投影来自一个或多个投影源242a、242b、242c、242d、242e的多个图像,其中可视光线可针对每一所述光线保持角度偏置。使用轴外投影光学器件可允许这些所限定图像中的每一个进行重叠,同时保持平行阵列结构,在轴外投影光学器件中能量源面板244从能量源透镜226的光轴移位与能量源面板和阵列中心之间的距离成比例的量。当相同图像呈现且校准到能量源侧时,此方法提供扩增能量源可视视角的能力,或投影不同图像并校准由视角限定的多个2D可视图像的能力,或针对全息和/或光场显示器更均匀地分布受控光角的能力。

[0266] 在其它实施例中,多个能量中继器236中的每一个可包含在相应中继器元件的第一和第二表面之间的倾斜轮廓部分,其中倾斜轮廓部分可以是成角度的、线性的、弯曲的、锥形的、有刻面的或相对于多个中继器元件的垂直轴成一非垂直角度对齐的。

[0267] 在操作中,类似于上文所论述,多个能量中继器中的每一个的第一表面可配置成从发射能量源单元接收能量波,所述发射能量源单元包含宽度(例如,每一个别单元242的整个长度和宽度)不同于第一表面和第二表面中的至少一个的宽度的机械外壳。在一个实施例中,通过第一表面的能量波具有第一分辨率,而通过第二表面的能量波具有第二分辨率,且第二分辨率不小于第一分辨率的约50%。在另一实施例中,如果在呈现给第一表面时具有均匀轮廓,那么能量波可通过第二表面,从而在每个方向上以在前向方向上的能量密度辐射,所述能量密度大体上填充具有相对于第二表面的法线成约 $\pm 10^\circ$ 的开启角度的光锥区,而与第二表面上的位置无关。

[0268] 机械外壳包含投影系统,所述投影系统具有依据位置使波能量转向的波导和安置为邻近于中继器元件的多个发射能量源,所述多个发射能量源是平面的、非平面的或其组合。在一些实施例中,多个发射能量源可布置成各种配置,包含以下中的至少一个:倾斜、以一角度对齐、交错、轴上、轴外、旋转、平行、垂直或其任何组合(在图26到28中最佳地示出)。在另一实施例中,多个发射能量源可布置成径向对称配置(在图26到28中最佳地示出)。这将在后续附图和论述中变得更加清楚。

[0269] 投影系统可包含通过波导的聚焦能量传输,并且还包含处于一非对齐角度的远心透镜中继器元件。系统还可包含在多个能量中继器和投影系统之间的弯曲能量源。

[0270] 另外可为有利的是通过汇聚投影系统来对齐投影源,从而在不具有光学偏移或光学偏移更小的情况下生成照明重叠。这可以径向、对称、不对称、平面旋转或上述的任何组合的形式执行,其中通过制造或校准过程获知确切距离和投影角度。

[0271] 在图25的变化形式中,根据本公开的一个实施例,投影源的布置在平面定向上利用旋转对齐,以在每一模块的能量源侧处产生重叠。

[0272] 图26说明根据本公开的一个实施例的图25的变化形式的正交视图,其中投影源262a、262b、262c、262d、262e的布置260通过径向对称配置汇聚以在能量源模块上重叠图像。

[0273] 当利用任何旋转汇聚时,还必须考虑所投影图像的所得基础以及可接受焦点,所述可接受焦点可能不是宽到足以在呈现给模块的能量源侧的所有像素上都保持聚焦的区域。

[0274] 为了适应图像建构,可能可以考虑到通过每一个别投影系统产生的所需确切移位来校准系统以投影扭曲图像,并且可以过度扫描由每一投影仪产生的图像圈,以便去除与所投影图像的最大宽度或高度对齐的任何投影区域,否则会导致没有照明信息。

[0275] 为了使用任何不足的光学系统的增加的可接受焦点范围,可以减小孔径尺寸以产生更宽景深,改变光学器件以适应所需的不同聚焦平面,利用采用更加准直的光源的其它投影技术和/或利用本领域中已知的任何其它投影变化形式。在一个此类实施例中,不管距离多少,MEM型投影系统都会使空间调制的准直光转向以产生无焦点图像。

[0276] 还有可能利用上述投影方法,其具有非垂直能量源侧和能量源表面配置以及模块阵列如先前在上述基于面板的能量源部分中所限定的配置。

[0277] 图27说明根据本公开的一个实施例的其中五个光锥中继器模块272a、272b、272c、272d、274e对齐的布置270的正交视图,每一光锥中继器模块具有独立计算的凹形能量源侧表面和独立计算的凸形能量源配置,且其中五个投影源274a、274b、274c、274d、274e以径向汇聚方式配置,从而产生对输入、输出和可视视角轮廓的极端控制。为避免疑义,图27是其中可能已利用任何表面几何结构且可能已采用任何投影配置,或依据特定能量源要求可能已利用这些方法与任何基于面板的方法的任何组合的一个示例性图解。

[0278] 图28说明利用图27的模块但是其中每一投影仪242a、242b、242c、242d、242e都照亮每个光学中继器的布置280的正交视图。来自每一个别投影源282的图像可通过多个光学中继器232细分。透镜阵列284的专用多元件微透镜将来自所有投影仪的重叠光聚焦到每一中继器的第一表面上。这在每一局部图像从投影仪离开时产生近远心光线。此架构不需要专用于每一光学中继器的多个投影源。

[0279] 在一些情况下,有可能产生微透镜阵列,所述微透镜阵列具有带图像圈的孔径,所述图像圈的直径与能量源侧直径相同(或类似,或有意以其它方式设计为能量源侧直径)(考虑到汇聚相机所需的任何过度扫描)。对于致密投影阵列,每一重叠图像可基于每一个生成的微透镜图像的CRA而略微偏移。可以实施更复杂的光学器件,以在微透镜阵列的出口处另外产生远心或近远心光线,从而有助于适应这种潜在的对齐挑战或伪影。

[0280] 另外有可能计算将产生从相应微透镜投影的图像的确切投影距离和/或CRA,其中轴外投影源可能不再与位于微透镜正下方的能量源侧模块对齐。以此方式,可能可以设计一种有意校正所投影的子图像以免添加更复杂的光学系统的系统。因为这个校正主要是去

除轴外畸变的移位,所以这个校正表示为偏移。实际上,它是需要额外的图像校准和特征化的偏移和扭曲。

[0281] 在一个此类实施例中,利用具有10个微透镜和10个光学中继器的五个投影源,其中投影仪N直接处理每一个能量源侧图像,每一投影仪N-1或N+1依照它相对于N投影仪的定向偏移1个模块(或由X表示的某一量),并且N-2或N+2依照它相对于N投影仪的定向偏移2个(或大于X的某一数目个)模块,以免单个投影阵列的视角增加。本说明仅出于示例性目的,并且可以与任何密度或先前描述的其它配置组合。另外,除了通过向投影群集应用预定校准量的校正偏移之外,有可能利用更复杂的光学系统来形成更加远心的光线,同时获得更加远心的结构的益处。

[0282] 为避免疑义,任何上述提出的配置可展现水平和/或阵列分布,且这些描述或说明中的所有内容都不应解释为单个水平或竖直配置。

[0283] 刚性和柔性能量中继器或弯曲中继器到光纤镶嵌设计的添加

[0284] 通常有利的是在发射能量源和输出能量表面之间引入额外的能量中继器以便具有更加高效的机械对齐。为此目的,对于能量源,可根据机械设计、对齐和/或校准过程的需要引入一个或多个光学面板、光纤、光学元件或额外中继器元件。图29说明包含额外光学面板292的系统290的正交视图,所述额外光学面板292提供能量源和锥形之间的机械偏移,这可为有利的。可引入多个额外光学元件,并且图29中所描绘的实施例仅出于示例性目的而提供。

[0285] 在具有许多并排光学中继器的系统中,可能需要通过沿着垂直于能量源的z轴偏移每一能量源的位置来像图29中所示出的那样使面板交错,以便为能量源的机械外壳提供间隙,同时不改变第一光锥的光学中心的位置。以此方式,可以存在相对于邻近能量源模块长度不同的面板或光锥,且这一交错可在阵列内的多个列或多个行中进行,以产生更高的整体机械密度,同时不用其它手段偏移能量源。

[0286] 图30仍然说明根据本公开的另一实施例的包含额外光学面板的系统300的正交视图。类似于图29的系统,图30的系统30具有不同的中继器表面(例如,凹形),同时光学面板和中继器元件的长度较短。本领域技术人员应了解,可以在任何光学配置中引入任何数目个额外中继器元件,不管有没有额外光学面板中继器元件。

[0287] 图31说明具有九个锥形光学中继器236的阵列的这样一个实施例,但是所述阵列具有五种不同交错长度的面板1到5,从而为整体能量源系统内的每一个能量源的机械外壳提供足够间隙。

[0288] 依据能量源像素间距和所需输出像素和角密度的细节,在以机械方式为所需机械外壳提供足够间隙时通常需要维持相同或减小主动图像区域尺寸。

[0289] 图32说明根据本公开的一个实施例的联接在一起的多个能量源326的布置320的正交视图,其中未通过利用松散和/或弯曲光学中继器进行任何放大。在不希望改变主动图像区域的最简单形式中,有可能利用松散相干光学中继器322、传像管或弯曲光学中继器。松散相干光学中继器322可设计有两个致密端部,以维持能量源侧和能量源区域之间的一致性。在一个实施例中,弯曲光学中继器或传像管可为设计有机械设计所需的指定曲线的挤压面板。一旦设计了松散或弯曲光学中继器,它们就可连续聚合以形成单个输出显示表面,并且另一边端部可接合到能量源的主动区域而不具有机械外壳干扰。图32说明其中多

个能量源联接在一起而没有任何放大的这样一个设计。

[0290] 在一个实施例中,系统320可包含多个柔性能量中继器322,每一柔性能量中继器配置成在相应中继器的第一和第二端部之间传输能量,其中多个柔性能量中继器的第一端部光学联接到多个发射能量源单元326,所述多个发射能量源单元326与多个柔性能量中继器的第二端部间隔开,并且其中多个柔性能量中继器的第二端部进行绑定以形成聚合输出能量表面324。在不具有额外锥形能量中继器的情况下,聚合输出能量表面可相对于来自发射能量源单元的能量在空间上不放大。如果锥形能量中继器附接到聚合输出能量表面上,那么聚合输出能量表面可中继到锥形的第二表面,所述第二表面可依据锥形放大或缩小而相对于来自发射能量源单元的能量在空间上缩小或放大。本领域技术人员应了解,上方针对中继器元件的公开内容可并入本文中。

[0291] 图33说明根据本公开的一个实施例的布置330的正交视图,所述布置330是其中向主动能量源添加额外光锥中继器332以缩小图像并向整体能量源提供更小尺寸的图32的布置。

[0292] 在一个实施例中,系统330可包含多个柔性中继器元件334,每一柔性中继器元件配置成在相应中继器元件的第一和第二端部之间传输能量,其中多个柔性中继器元件的第一端部光学联接到多个能量源单元336,所述多个能量源单元336与多个柔性中继器元件的第二端部间隔开,并且其中多个柔性中继器元件的第二端部进行绑定以形成聚合能量表面332。

[0293] 在一些实施例中,多个柔性中继器元件334包含多个松散相干光学中继器。在其它实施例中,聚合能量表面332是系统的端部部分,在端部部分处的能量相对于来自能量源单元336的能量在空间上未放大。在另一实施例中,聚合能量表面332是系统的端部部分,在端部部分处的能量相对于来自能量源单元336的能量在空间上放大。在又一实施例中,聚合能量表面332是系统的端部部分,在端部部分处的能量相对于来自能量源单元336的能量在空间上缩小。

[0294] 出于机械原因,可能有利的是提供一种锥形光学中继器,所述锥形光学中继器使能量源产生一定程度的放大以偏移需要添加的任何额外光学元件。以此方式,可能设计一种具有两个或三个(或更多个)光学元件的系统,其中第一锥形光学中继器具有放大尺寸,所述放大尺寸结合阵列中的其它锥形(若存在)等于具有联接松散相干光学中继器或弯曲光学中继器所需的放大率的恰当尺寸。此第二元件可直接附接到主动能量源区域或第三光学面板或锥形光学中继器上,如针对设计所优化的。

[0295] 图34说明根据本公开的一个实施例的布置340的正交视图,其中第一锥形光学中继器连接到带机械外壳342的显示器343,所述锥形光学中继器的光学缩小端部用于呈现缩小图像表面,第二松散相干光学中继器或弯曲光学中继器344用于传播缩小图像并匹配额外锥形光学中继器346,所述额外锥形光学中继器346是带有单个能量表面348的锥形光学中继器镶嵌件的部分。

[0296] 图35说明根据本公开的一个实施例的布置350的正交视图,所述布置350能够依据光学中继器元件在整体阵列中的位置以不同角度倾斜光学面板356,从而去除具有有限机械外壳间距的空隙并形成单个能量表面358。在另一个实施例中,还可构建非垂直面板来减小不需要完整锥形设计的能量源之间的较小空隙。在图35中,能量波源354可设置在电子驱

动器的机械外壳352内。

[0297] 为避免疑义,所提供的实例仅出于示例性目的,且可根据需要组合光学中继器元件的任何组合,或者光学中继器元件的任何组合可适用于实际、产品或机械目的。为了阐明,锥形光学中继器具有某一放大比率,放大比率可包含1:1,由此与光学中继器锥形相关的所有公开内容可被视为在光学中继器锥形、光学面板、弯曲光学中继器、松散相干光学中继器或这些特性和材料的任何其它使用之间可以互换,以便将多个能量源聚合成单个连续能量源。

[0298] 光纤的视图依赖性

[0299] 图36说明根据本公开的一个实施例的产生有光锥中继器设计360的一般几何结构的正交视图。光进入锥形的缩小端部362的角度在直径增加时变得更加准直,因为光线行进的介质不再平行,且所得出口角减小。然而,这些更加准直的光线可能会倾向成可能不垂直于能量源的表面的角度。反过来也是如此;进入锥形的放大端部的光线在直径减小时变得更不准直。图36说明产生有此类锥形中继器元件设计的一般几何结构的概念。

[0300] 在一个实施例中,系统可包含:配置成提供能量表面的多个能量源单元,所述多个能量源单元具有第一间距;安置为邻近于能量源的多个中继器元件,所述多个中继器元件具有第二间距,第二间距小于第一间距,其中多个能量源单元中的第一能量源单元配置成具有第一视场,所述第一视场由通过第一能量源单元的能量传播路径的角度范围限定,且其中安置在能量传播路径中的多个中继器元件的子集配置成重新分布能量传播路径,使得通过多个中继器元件的子集的能量传播路径的角度范围具有比第一视场宽的第二视场。

[0301] 在一些实施例中,多个能量源单元中的每一能量源单元是像素,或多个能量源单元中的每一能量源单元是锥形中继器元件,且能量传播路径是光路径。在其它实施例中,能量源设置在多个能量源单元的表面上。在一些实施例中,其上设置有能量源的表面是虚拟表面,其中虚拟表面是配置成接收从多个能量源单元中继的能量的表面。在其它实施例中,多个中继器元件包含面板、光学元件和光纤。

[0302] 在一个实施例中,多个中继器元件中的每一个可用于重新分布通过能量传播路径的能量,其中纵向定向上的传输效率由于多个中继器元件中的每一个的折射率随机变化性而高于横向定向,使得能量在横向定向上局域化。在另一实施例中,中继器元件的横向定向上的折射率随机变化性以及中继器元件的纵向定向上的最小折射率变化可引起通过中继器元件传播的能量波沿着纵向定向具有高得多的传输效率,且沿着横向定向具有空间局域化。

[0303] 当光源在下方并从上方观察锥形时,如果放置成缩小端部(能量源侧)朝下,那么观察光源的能力从轴外减小,且光源处的成像数据将会快速地在轴外消除对比度,直到它不再可见为止。这是因为缩小端部的接受角以与中继器定向相称的角度将可用光或图像中继到更加准直的光锥区中,从而降低基于放大比率观察光的能力。例如,如果锥形放大端部的NA为1且锥度为3:1,那么在完美情形下且在光源发出 $\pm 60^\circ$ 度光的情况下,3:1放大率将改变观察光源到大致为 $\pm 20^\circ$ 度的光锥区的能力,并产生大致为0.33的有效NA。这仅是用于示例性目的的近似值。

[0304] 图37说明轴外观察者在缩小端部结合到发出空间均匀光分布的能量源的情况下将从离开锥形370的放大端部的光观察到的阴影。如果锥形反向放置,那么可能是相反的情

况,其中从缩小端部的视场基于设计和材料的物理学而增加。

[0305] 图38说明轴外观察者将在锥形阵列380的无缝输出能量表面上观察到的阴影,其中每一锥形的缩小端部结合到发出空间均匀光分布的能量源。所出现的阴影是由于每一个别光学中继器表面上离开的光的光锥区的主光线角的倾斜的位置依赖性。这意味着能量源的光输出取决于视图。

[0306] 一般来说,由多个锥形和/或其它光纤元件的阵列构成的能量源的光输出的视图依赖性为2D能量源以及光场显示器不想要的特征。

[0307] 用于视场延伸的光学中继器

[0308] 可能可以使用额外中继器元件来增加任何光源的视角而不用引入额外的放大。

[0309] 图39说明根据本公开的一个实施例的用于视场延伸的额外光学中继器的正交视图,其中具有小至几微米的细间距和高于锥形的放大端部的NA的光学面板展现出跨越显示表面390的均匀性的增加和视角的增加。

[0310] 在此类实施例中,设计可由锥形光学中继器396组成,其中光学中继器面板395放置在距离锥形的放大端部几微米处,从而形成小空隙394。此距离可依据所需效果、面板光纤的间距、结合材料、面板材料或光学设计的其它要求来调节。面板的NA应该大于锥形出口的有效NA。在图39中,光的路径从锥形光学中继器的缩小端部392大体上沿着由线393显示的路径行进和显示表面。当这些条件满足时,来自锥形的光线以光锥区的形式离开,其中能量分布在光锥区半径上,从而形成一组光线397,所述一组光线397行进到具有较高光接受角的面板内所含的数个不同小光纤中,其方式为使得每一条光线现在针对它们相交的多个面板光纤中的每一个开始在轴外,这些轴外面板光纤各自生成其自身的出口光锥区398,其中光线离开前往现在还可以向右看的光学中心的左侧,且反之亦然。依据设计,这一实施方案能够实现高达接近光学面板材料的接受角的离开,这显著增加了均匀性。然而,锥形的出口角必须维持与面板的接受角的关系,其中离开锥形的光线必须在面板材料的接受角内形成光锥区,以便光线充分地形成从锥形通过光学面板的出口光线的更均匀分布。一个好的法则则是面板的NA应该是锥形的出口NA的2倍。

[0311] 在一个实施例中,可以形成用光纤构造的中继器元件,以提供在中继器元件的放大端部处具有2:1放大比率、9微米的光纤间距和0.5的NA的锥形。当光离开锥形的放大端部时,光只能在例如大致 $\pm 26.5^\circ$ 视场内观察,这是因为离开出口光锥区397的有效减小。具有1的NA和3微米的光纤间距的额外光纤面板可放置成距离锥形表面上方具有4.5微米空隙394,并且视角可增加到例如 $\pm 45^\circ$ 视场398。图39说明用于视场延伸的额外光纤光学中继器的这一方法。

[0312] 在另一个实施例中,向能量源或能量源表面或任何其它光学中继器平面应用不同的抛光剂。提供粗略抛光以产生类似磨砂玻璃的效果,从而漫射图像以实现增加的视角分布。这是以MTF为代价的,这取决于所应用的粗糙表面的程度。

[0313] 所公开实施例不限于光学中继器,因为这个方法可适用于任何其它发光源,只要面板的间距具有高于发光源的密度和带有足够大的接受角的NA即可。

[0314] 在一个实施例中,图39的光学中继器可并入在具有中继器元件396的系统内,所述中继器元件396具有不同的第一和第二材料,所述第一和第二材料在横向定向和纵向定向中的至少一个定向上布置在大体上重复的内部结构中,使得中继器元件在纵向定向上具有

高于横向定向的传输效率。在操作中,能量可用于提供到中继器元件396的第一端部392,所述能量在第一端部处具有第一分辨率,其中中继器元件396的第一端部392配置成具有大体上重复的内部结构在横向定向和纵向定向中的至少一个定向上的间距,所述间距大致等于或小于在横向定向上的第一端部处的能量的第一分辨率,其中离开中继器元件396的第二端部394的能量具有第二分辨率,其中第二分辨率不小于第一分辨率的50%。在另一实施例中,如果在呈现给第一表面时具有均匀轮廓,那么能量波可通过第二表面,从而在每个方向上以在前向方向上的能量密度辐射,所述能量密度大体上填充具有相对于第二表面的法线成约 $\pm 10^\circ$ 的开启角度的光锥区,而与第二表面上的位置无关。

[0315] 在另一实施例中,中继器元件396可包含不同于第一和第二材料的第三材料,其中第三材料在横向定向和纵向定向中的至少一个定向上布置在大体上重复的内部结构中。在又一实施例中,中继器元件396可包含不同于第一和第二材料的第三材料,其中第三材料在横向定向和纵向定向中的至少一个定向上布置在大体上随机化的内部结构中。

[0316] 在一个实施例中,中继器元件396的第一端部392的中心部分可配置成使能量入口光锥区大体上垂直于中继器元件396的第一端部表面而对齐。在另一实施例中,中继器元件396的第二端部394的中心部分可配置成使能量出口光锥区大体上垂直于中继器元件396的第二端部表面而对齐。在又一实施例中,中继器元件396的第一端部392的中心部分可配置成使能量入口光锥区不垂直于中继器元件396的第一端部表面而对齐,其中中继器元件396的第一端部392包含非平面端部表面。在又一实施例中,中继器元件396的第二端部394的中心部分可配置成使能量出口光锥区不垂直于中继器元件396的第二端部表面而对齐,其中中继器元件396的第二端部394包含非平面端部表面。

[0317] 在一个实施例中,中继器元件包含端部表面的第一区域,其中中继器元件的第二端部包含端部表面的第二区域。在另一实施例中,中继器元件的第一和第二端部中的每一个包含多个分散的端部部分。

[0318] 在一些实施例中,中继器元件包含玻璃、碳、光纤、光学膜、塑料、聚合物或其混合物。在一些实施例中,中继器元件引起能量的空间放大或空间缩小。

[0319] 在一个实施例中,中继器元件包含具有多个面板的堆叠配置。在一些实施例中,多个面板具有不同长度,或多个面板是松散相干光学中继器。

[0320] 在一个实施例中,中继器元件包含倾斜轮廓部分,其中倾斜轮廓部分可以是成角度的、线性的、弯曲的、锥形的、有刻面的或相对于中继器元件的垂直轴成一非垂直角度对齐的。在另一实施例中,能量是从能量源单元接收,所述能量源单元具有宽度不同于中继器元件的第一和第二端部中的至少一个的宽度的机械外壳。在又一实施例中,机械外壳包含具有透镜的投影系统,以及安置为邻近于所述透镜的多个能量源面板,所述多个能量源面板是平面的、非平面的或其组合。

[0321] 在一个实施例中,多个能量源面板布置成各种配置,包含以下中的至少一个:倾斜、以一角度对齐、交错、轴上、轴外、旋转、平行、垂直或其任何组合。在另一实施例中,多个能量源面板布置成径向对称配置。在一些实施例中,投影系统包含通过波导的聚焦能量传输,并且还包含成处于一非对齐角度的远心透镜中继器元件。

[0322] 在一个实施例中,系统还包含在中继器元件和投影系统之间的弯曲能量源。在一些实施例中,中继器元件的第一和第二端部均为平面的,或中继器元件的第一和第二端部

均为非平面的,或中继器元件的第一端部是非平面的且中继器元件的第二端部是平面的,或中继器元件的第一端部是非平面的且中继器元件的第二端部是非平面的。

[0323] 在一些实施例中,中继器元件的第一和第二端部均是凹形的,或中继器元件的第一端部是凹形的且中继器元件的第二端部是凸形的,或中继器元件的第一端部是凸形的且中继器元件的第二端部是凹形的,或中继器元件的第一和第二端部均是凸形的。

[0324] 在一个实施例中,中继器元件的第一和第二端部中的至少一个是凹形的。在另一实施例中,中继器元件的第一和第二端部中的至少一个是凸形的。

[0325] 图40说明根据本公开的一个实施例的图39的设计应用于传统能量源以增加有效视角而不用除视场延伸光学面板中继器395以外的任何其它光学元件的正交视图400。图40说明这设计对传统背光LCD的适用性,但是还可应用于投影、其它能量源类型和大量其它用途。在图40中,结构402表示传统显示器的像素间距,而光学面板中继器的个别光纤406具有小得多的间距。来自面板的光线F2的发射角形成比只来自显示器的光线F1宽的视场408。

[0326] 在一个实施例中,能量源系统400可包含:配置成提供能量表面的多个能量源单元402,所述多个能量源单元具有第一间距;安置为邻近于能量源的多个中继器元件406,所述多个中继器元件406具有第二间距,第二间距小于第一间距,其中多个能量源单元中的第一能量源单元配置成具有第一视场F1,所述第一视场F1由通过第一能量源单元402的能量传播路径的角度范围限定,且其中安置在能量传播路径中的多个中继器元件的子集配置成重新分布能量传播路径,使得通过多个中继器元件404的子集的能量传播路径的角度范围具有比第一视场宽的第二视场F2。

[0327] 在一个实施例中,多个能量源单元402中的每一个能量源单元402可为像素。在另一实施例中,多个能量源单元402中的每一个能量源单元402可为锥形中继器元件。在一些实施例中,能量传播路径是光路径。在其它实施例中,能量源设置在多个能量源单元402的表面上。

[0328] 在一个实施例中,其上设置有能量源的表面是虚拟表面,其中虚拟表面是配置成接收从多个能量源单元中继的能量的表面。

[0329] 在一些实施例中,多个中继器元件404包含面板和光纤。在其它实施例中,多个中继器元件404中的每一个可用于重新分布通过能量传播路径的能量,其中纵向定向上的传输效率由于多个中继器元件中的每一个的折射率随机变化性而高于横向定向,使得能量在横向定向上局域化。

[0330] 应注意,可以利用横向安德森局域化技术来产生光学面板以获得相同效果。虽然原理是材料不具有明确的光纤间距,但是锥形内的材料的NA值和随机分布在平面坐标中具有类似效果:使得光线在离开时具有增加的均匀性。

[0331] 为避免疑义,本公开的所有内容都不应解释为限制并有光源和光学中继器元件的设计的范围,所述光学中继器元件提供增加的材料的接受光锥区上的均匀性。

[0332] 中继器波导阵列设计

[0333] 图41说明根据本公开的一个实施例的从单个锥形能量中继器的放大端部发出的主能量光线角412的正交视图410,所述单个锥形能量中继器具有抛光的非平面表面414和受控制的放大率。图42说明图41中示出的锥形的整个阵列420可以如何控制在空间中通过锥形能量中继器表面和放大率的详细设计呈现的能量分布的正交视图。

[0334] 有可能基于所需出口角和材料的设计,以圆形形式对由锥形能量中继器的镶嵌件中的一个锥形制成的能量表面进行抛光。这样,即使不使用单独的能量波导元件,也有可能基于表面特征以及材料的放大率来直接控制所投影能量的方向。在聚合物介质中形成的锥形的制造过程可包含用于生成适当能量波导阵列表面的模制过程,所述能量波导阵列表面执行波导阵列的完整功能,或仅仅用以增强单独能量波导阵列的性能。

[0335] 还有可能形成锥形能量中继器的整个阵列,其中锥形具有相同大小,或比能量波导阵列中的单个元件大一些或小一些。然而,这需要每个锥形有效表示N个区域或的个区域的某一集合,还导致了更多个个别能量源组件,并且在给定将涉及的固定装置的数目的情况下,对齐变得极具挑战性。

[0336] 光学带、能量组合器以及通过单个双向能量表面的同时能量投影和感测

[0337] 尽管先前论述的实施例说明如何生成连续的无限分辨率显示表面,但是还有可能利用光学带或能量组合器将每一个锥形光学中继器路径分成第二交错路径。能量组合器是一种产生具有分成两个或更多个独立路径的交错中继器元件的单个能量表面的方法。尽管这可用于有效增加分辨率,但是它还可用于在获取能量波的同时感测所述能量波。

[0338] 图43说明此系统中的单个元件430的设计的正交视图,所述单个元件430由连接到交错中继器元件的一个支腿434的能量源432、连接到交错中继器元件的另一支腿433的能量传感器431组成,其中中继器元件由所述两个支脚433、434中的每一个以及由435形成的交错的单个能量表面构成。在图43中,还示出了能量波导阵列436,尽管它不是中继器元件的一部分,它用以将传出能量波转向到汇聚点438,并同时传入能量波转向到能量传感器。在一个实施例中,发射显示器用作能量源,且成像传感器用于检测来自显示器的光。图43说明此系统中的单个中继器元件的设计,所述单个中继器元件由一个双向能量表面、一个用于传播能量的交错段和用于在能量表面处接收能量的第二交错段组成。以此方式,这可以针对系统中的每个能量中继器模块重复以产生双向能量表面。

[0339] 通过这个方法,只利用单个中继器元件且不利用能量波导阵列,有可能以较高精确度实时地光学扫描指纹或触摸显示器的表面的任何其它物体,比如纸、文件等。通过逆校准过程,有可能校正所有光学伪影并生成极高质量的分辨率。

[0340] 在另一实施例中,用于用图像组合器进行图像捕捉的这个方法能够生成极其准确的“白板”或艺术表面,它可以极其精确地对位置作出响应,并交互式地绘制或执行任何数目个其它基于显示器的功能。

[0341] 额外实施例提供利用其中并入了能量波导阵列的这个方法的能力,如图43中所示。在电磁能量的实施例中,通过使用由阵列波导元件提供的三角测量,有可能以相对较高的精确度确定物体在环境中的空间位置。这对于接近的物体来说更加精确,并且当在不使用其它主动扫描技术的情况下确定与环境交互的多个物体的空间位置时,具有相对传输量的移动对象的成功度将更高。在另一个声能的实施例中,有可能以投影和检测机械压力差的方式传输和吸收声波。

[0342] 为避免疑义,所有光学技术可为玻璃、塑料、无序、相干、展现横向安德森局域化或其它光学或其它中继技术。另外,所提供的图式中的所有内容都不应对技术的任何单个实施或组合进行暗示、限制、指定、省略、要求等等。另外,所提供的设计是概念性的形式,且不按比例。

[0343] 架构内的各个组件可安装成数种配置,包含但不限于壁式安装、桌面安装、头部安装或技术的其它适当的实施方案。

[0344] 虽然上面已经描述了根据本文公开的原理的各种实施例,但是应该理解,它们仅以示例的方式呈现,且不具有限制性。因此,本公开的广度和范围不应受到上文所描述的示例性实施例中的任一者限制,而是应该仅根据由本公开发布的权利要求书和其等同物来定义。此外,上文优点及特征在所描述实施例中提供,且不应将此类所发布权利要求的应用限于实现上文优点中的任一个或全部的过程及结构。

[0345] 应当理解,在不脱离本公开的范围的情况下,可以在各种实施例中采用本公开的主要特征。所属领域的技术人员将认识到或能够使用不超过常规的实验来确定本文中所描述的具体方法的许多等同物。此类等同物被视为处于本公开的范围并且被权利要求书涵盖。

[0346] 另外,本文中的章节标题是出于与依据37CFR 1.77的建议一致而提供,或以其它方式提供组织性提示。这些标题不应限制或特征化可以从本公开发布的任何权利要求中所阐述的发明。确切地说且作为实例,虽然标题提及“技术领域”,但此类权利要求不应受到此标题下描述所谓技术领域的语言限制。此外,“背景技术”部分中对技术的描述不应理解为承认技术是本公开中的任何发明的现有技术。“发明内容”也不应视为所发布权利要求中阐述的发明的特征。此外,本发明中以单数形式对“发明”的任何参考不应用于争论在本发明中仅存在单个新颖性点。多项发明可根据从本公开发布的多个权利要求的限制来阐述,且此类权利要求相应地限定由此保护的发明和其等同物。在所有情况下,此类权利要求的范围应鉴于本公开而基于其自有优点加以考虑,而不应受到本文中阐述的标题约束。

[0347] 使用词语“一”在结合术语“包括”用在权利要求书和/或说明书中时可指“一个”,而且其还符合“一个或多个”、“至少一个”及“一个或超过一个”的含义。尽管本公开支持提及单独替代物和“和/或”的定义,但是除非明确指示提及单独替代物或替代物相互排斥,否则权利要求书中使用的术语“或(or)”用于指“和/或(and/or)”。在整个本申请中,术语“约”用于指示一个值包括用于确定所述值的装置、方法的误差的固有变化,或在研究受试者间存在的变化。总的来说但符合前文论述,本文中由“约”等近似词语修饰的数值可由所陈述的值变化至少 ± 1 、2、3、4、5、6、7、10、12或15%。

[0348] 如本说明书和权利要求书中所用,词语“包括”(和包括(comprising)的任何形式,例如“comprise”和“comprises”)、“具有”(和具有(having)的任何形式,例如“have”和“has”)、“包含”(和包含(including)的任何形式,例如“includes”和“include”)或“含有”(和含有(containing)的任何形式,例如“contains”和“contain”)是包含性或开放性的,且不排除其它未列出的要素或方法步骤。

[0349] 例如“在...时”、“等同”、“在...期间”、“完全”等比较、测量和时序词语应理解为意指“大体上在...时”、“大体上等同”、“大体上在...期间”、“大体上完全”等,其中“大体上”意指此类比较、测量和时序可用来实现暗含地或明确地陈述的所要结果。“附近”、“接近于”和“邻近”等与元件的相对位置相关的词语应意指足够接近以对相应的系统元件交互具有实质效果。其它近似词语类似地指代某种条件,所述条件在如此修饰时被理解为未必是绝对或完善的,但会被视为足够接近以使所属领域的技术人员保证指定所存在的条件。描述可变化的程度将取决于可形成多大的变化,且仍使所属领域的普通技术人员将修改的特征辨

识为仍具有未修改特征的所需特性和能力。

[0350] 如本文所用的术语“或其组合”是指在所述术语前面的所列项目的排列和组合。例如，A、B、C或其组合旨在包含以下至少一个：A、B、C、AB、AC、BC或ABC，并且如果次序在特定情况下较重要，则还有BA、CA、CB、CBA、BCA、ACB、BAC或CAB。继续此实例，明确包含含有一个或多个项目或项的重复的组合，例如BB、AAA、AB、BBC、AAABCCCC、CBBAAA、CABABB等。本领域技术人员将了解，除非另外从上下文显而易见，否则通常不存在对任何组合中的项目或项的数目的限制。

[0351] 本文中所公开和要求的组合物和/或方法都可以根据本公开在无不当实验的情况下制造和执行。尽管已在优选实施例方面描述了本公开的组合物和方法，但对于所属领域的技术人员来说显而易见的是，可在不脱离本公开的概念、精神和范围的情况下对组合物和/或方法以及在本文所描述的方法的步骤中或步骤序列中进行变化。对于所属领域的技术人员来说显而易见的所有此类类似取代和修改被视作属于所附权利要求书所限定的本公开的精神、范围和概念内。

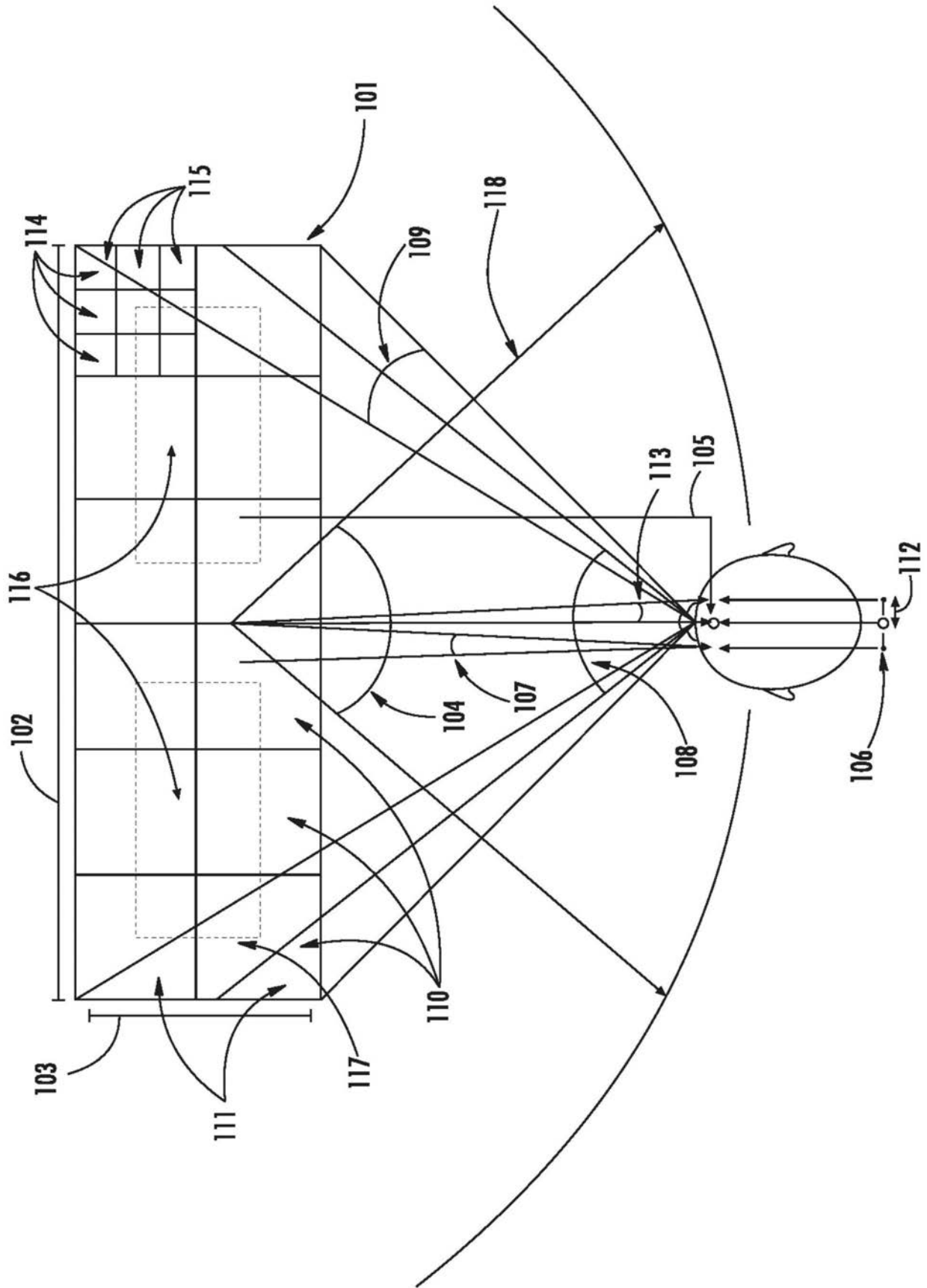


图1

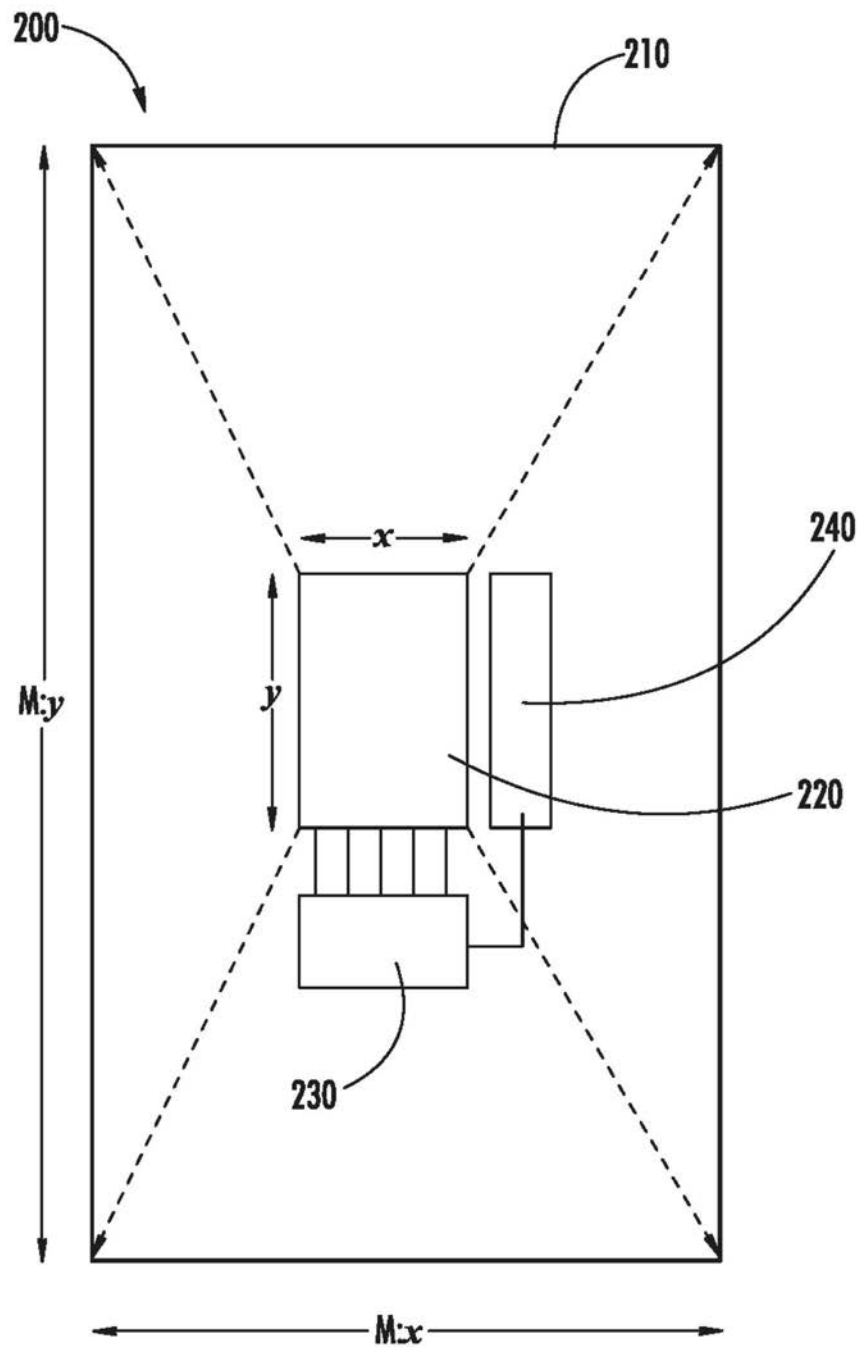


图2

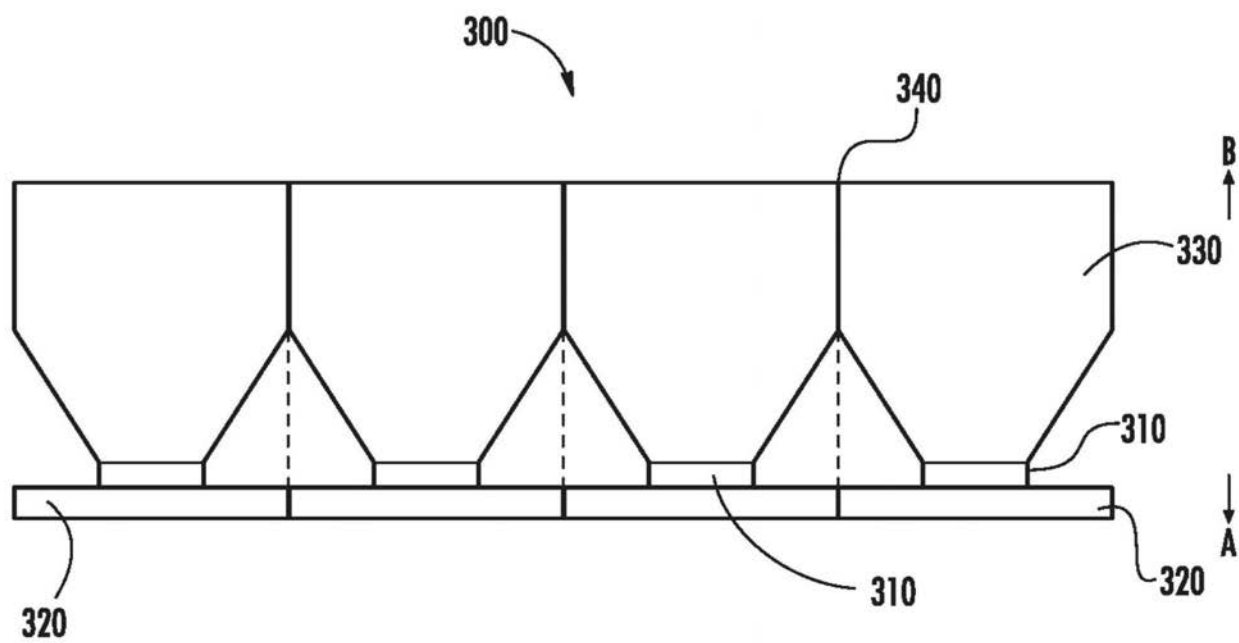


图3

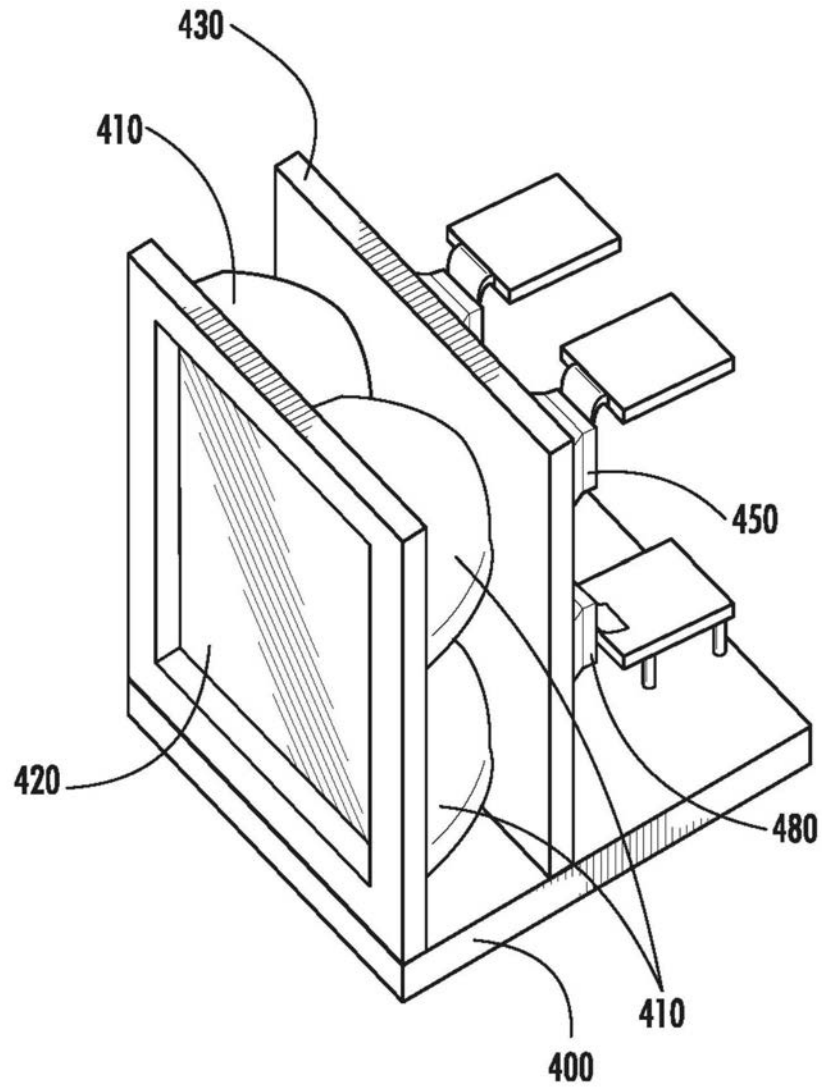


图4

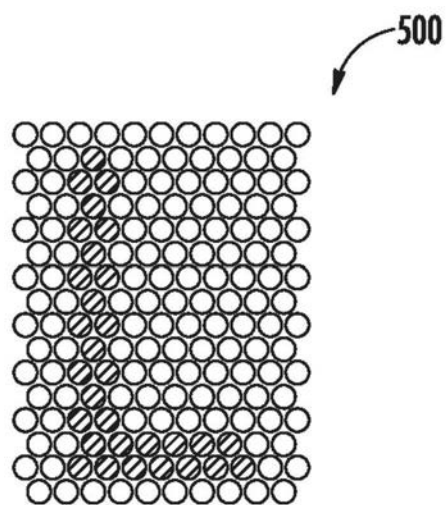


图5A



图5B

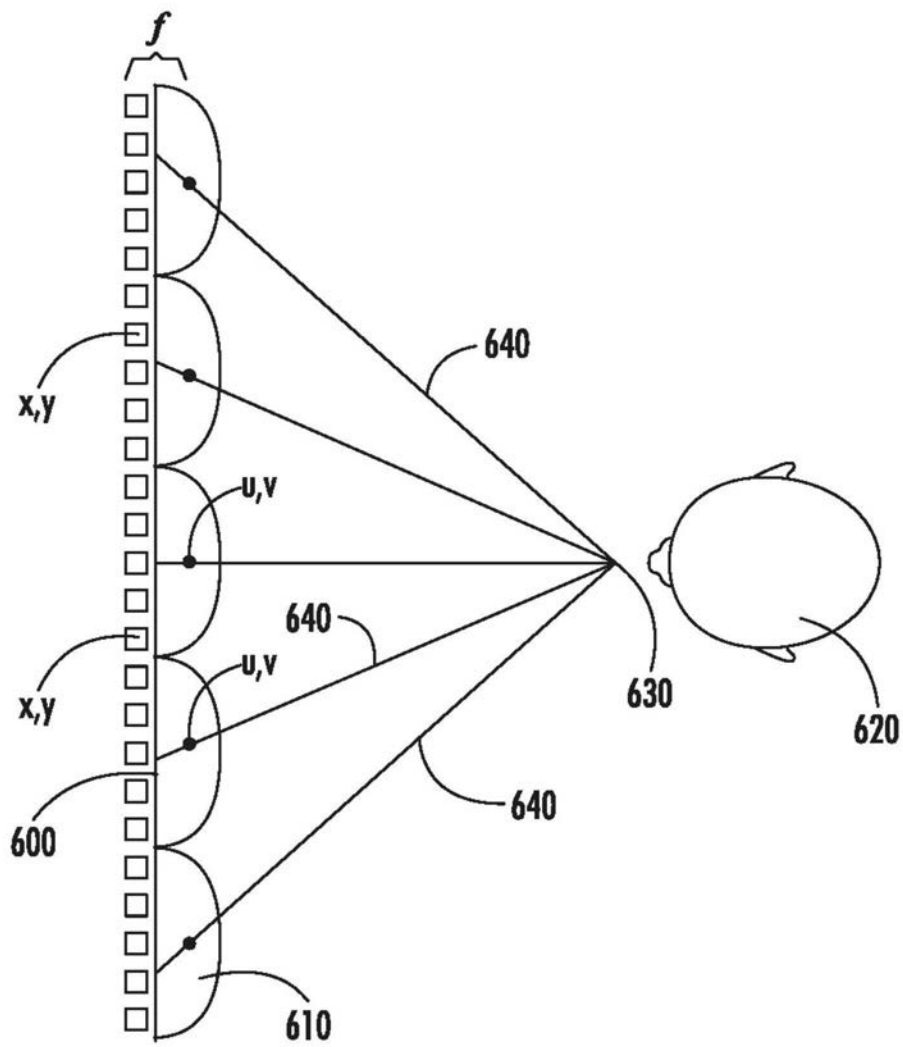


图6

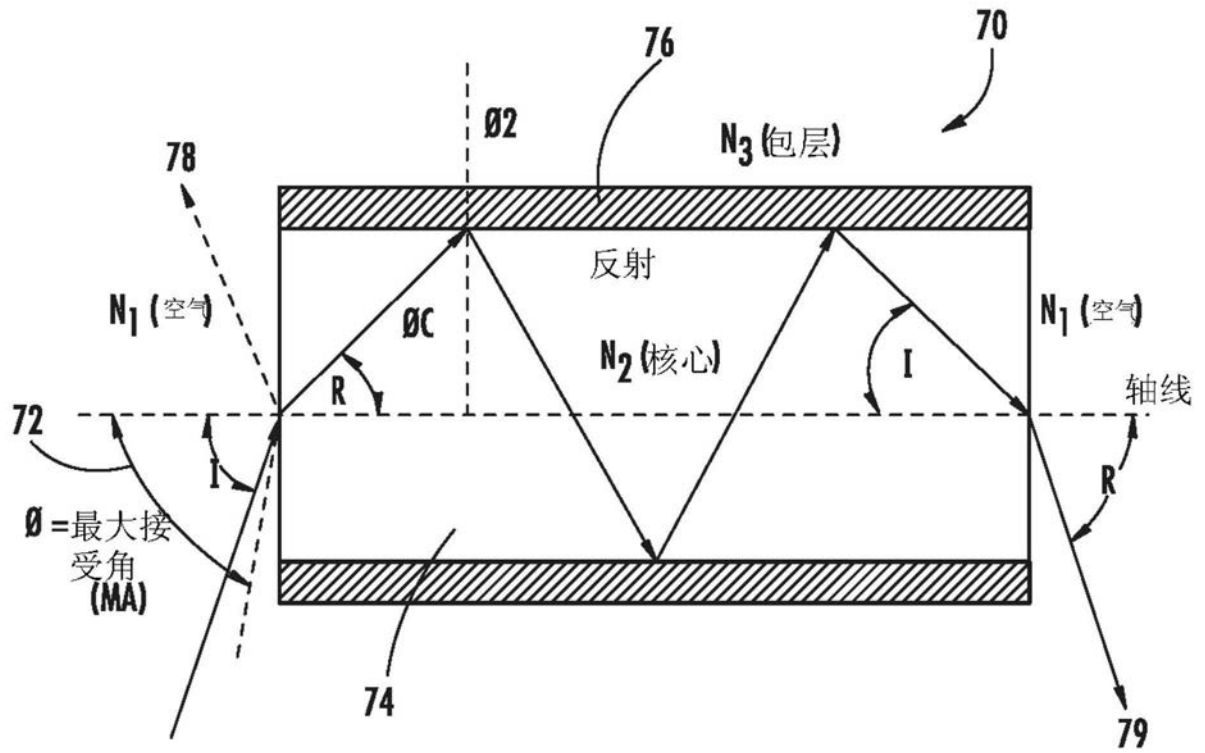


图7

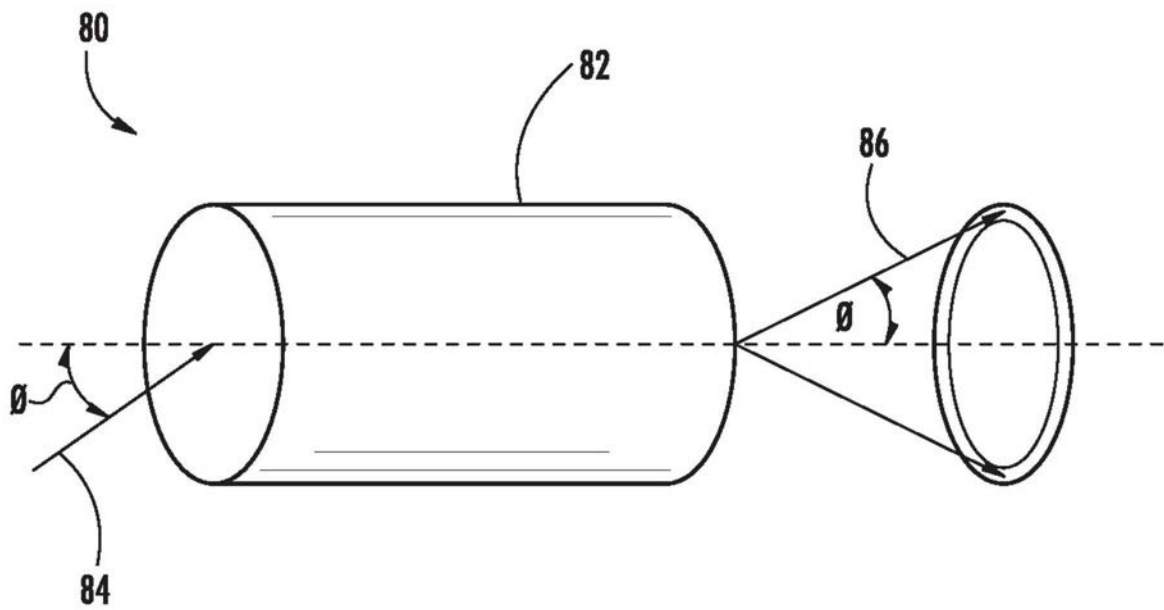


图8

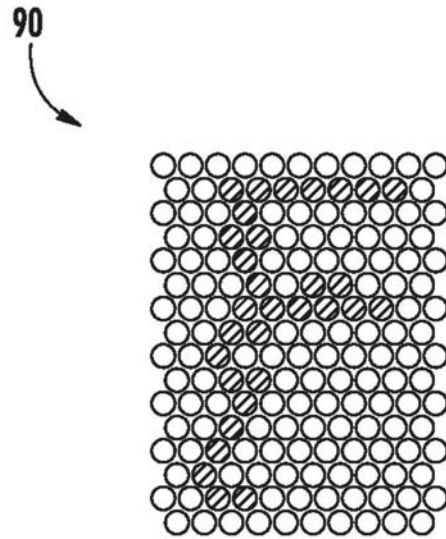


图9

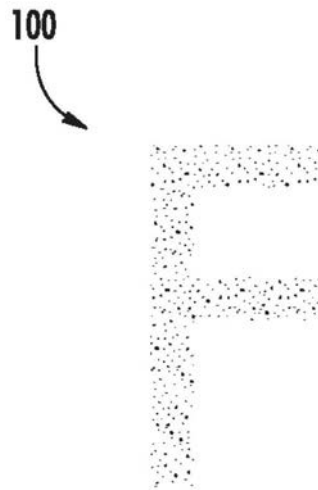


图10

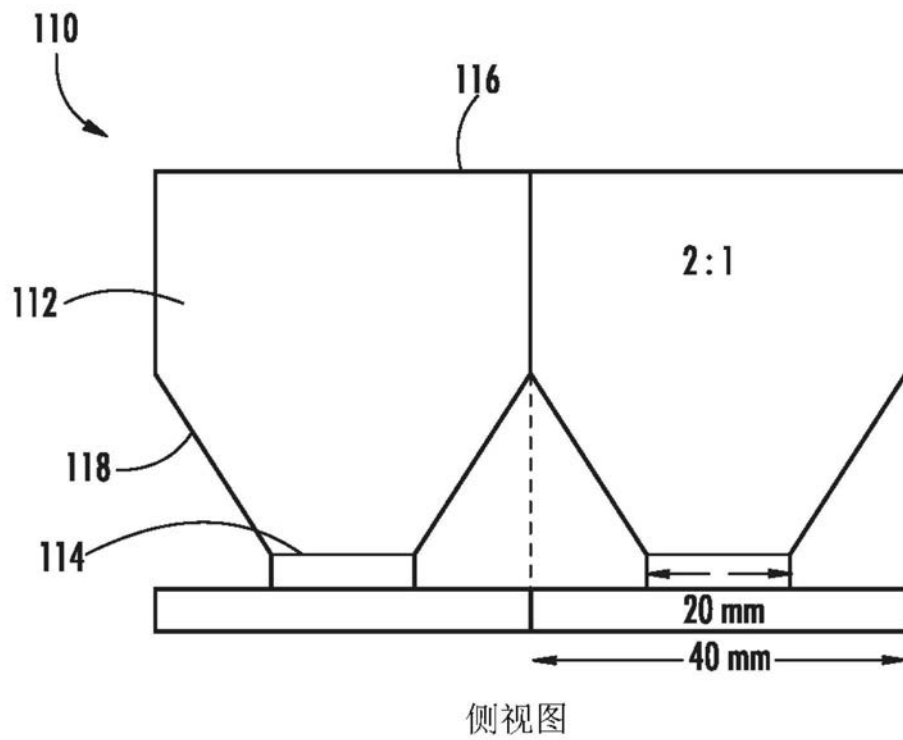


图11

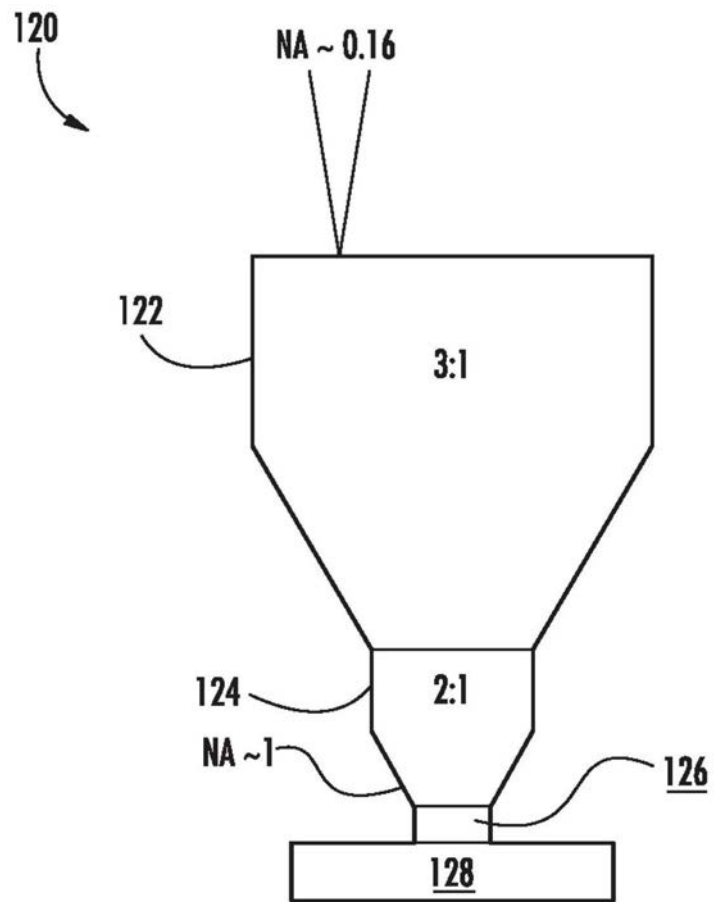


图12

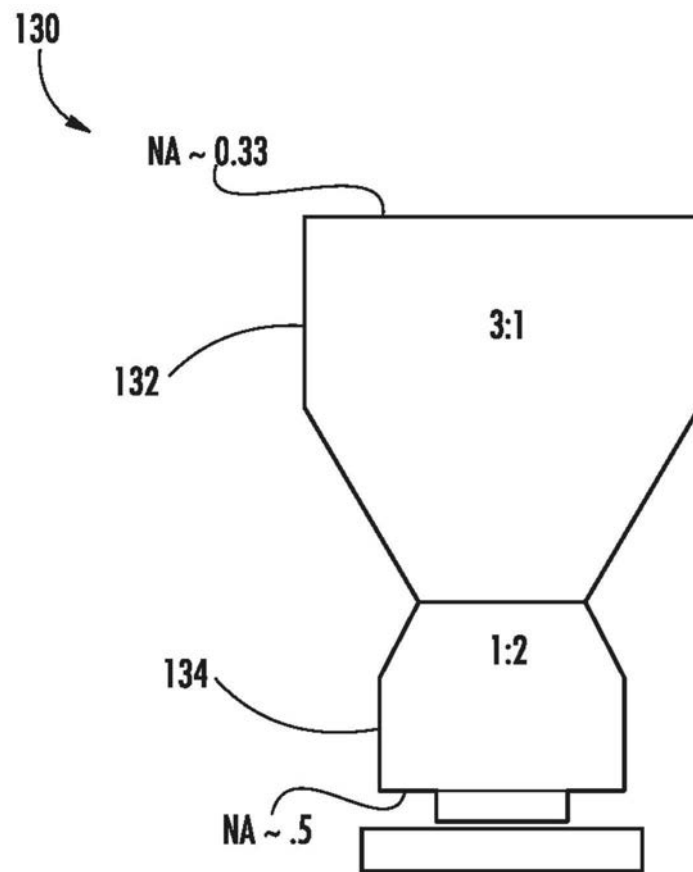


图13

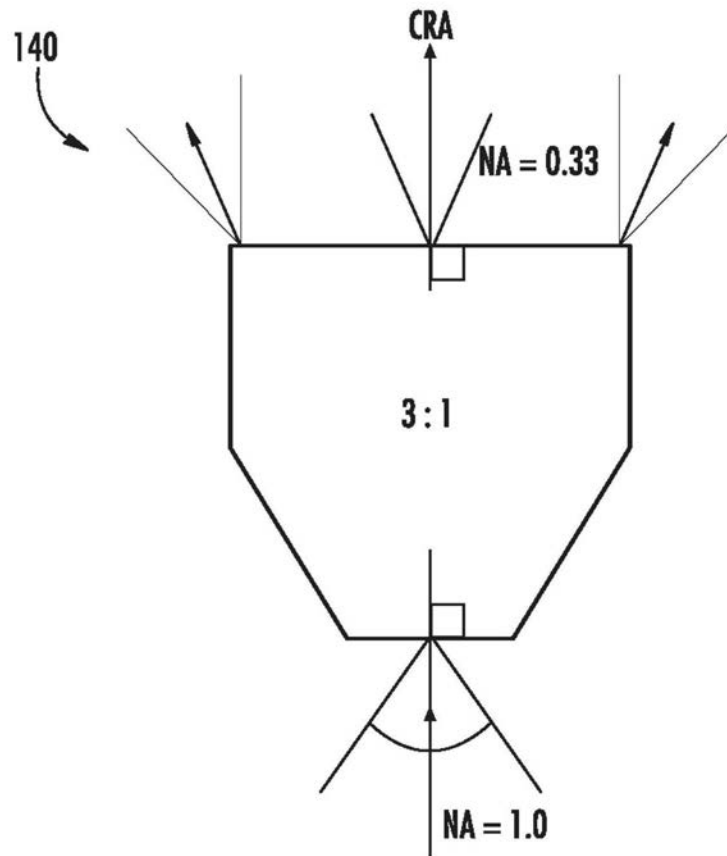


图14

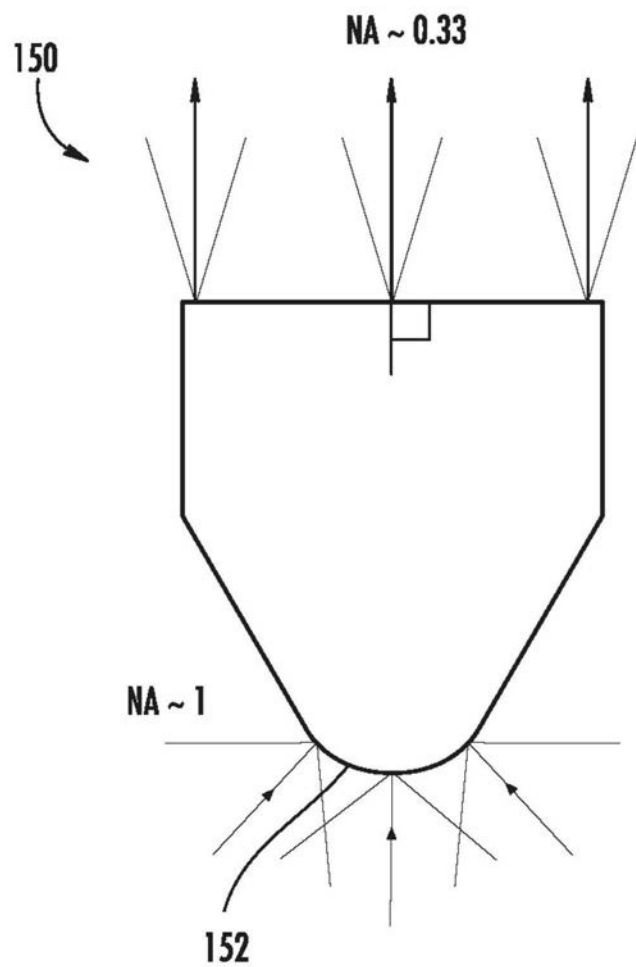


图15

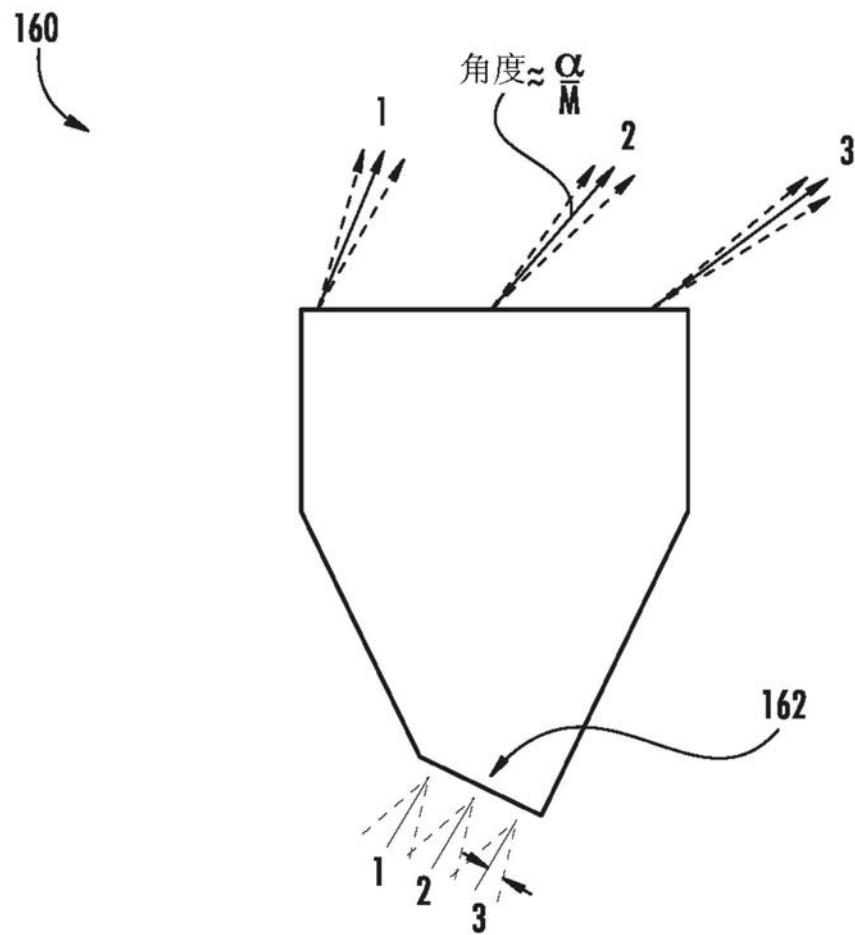


图16

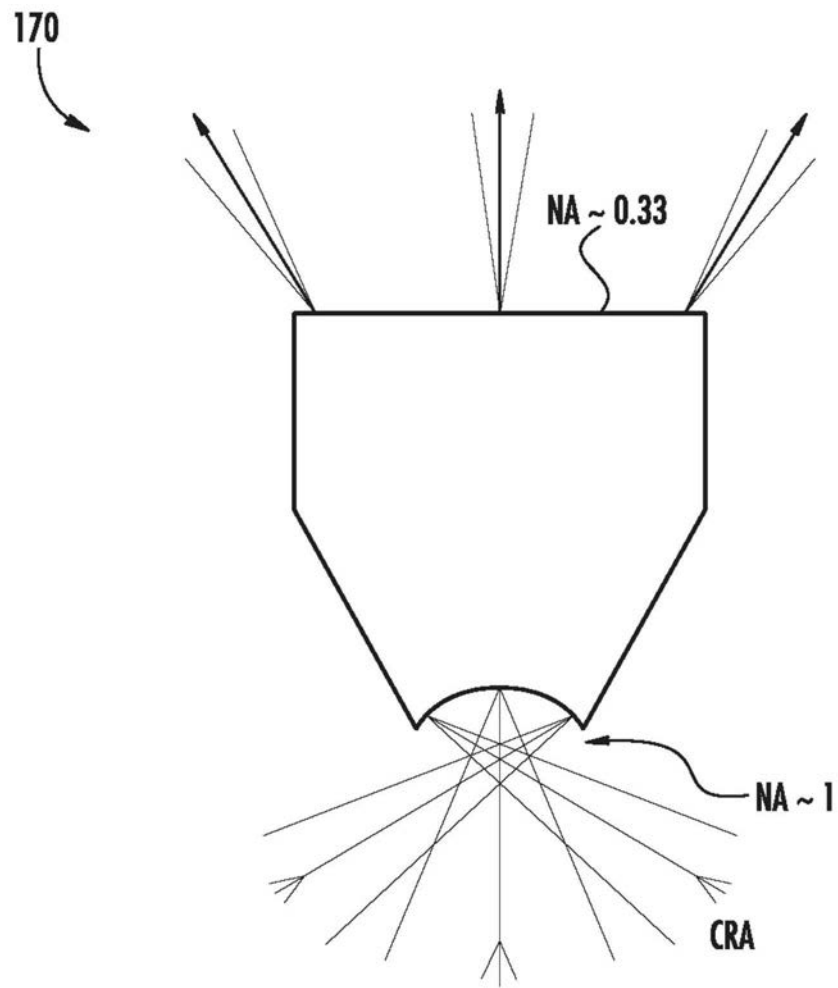


图17

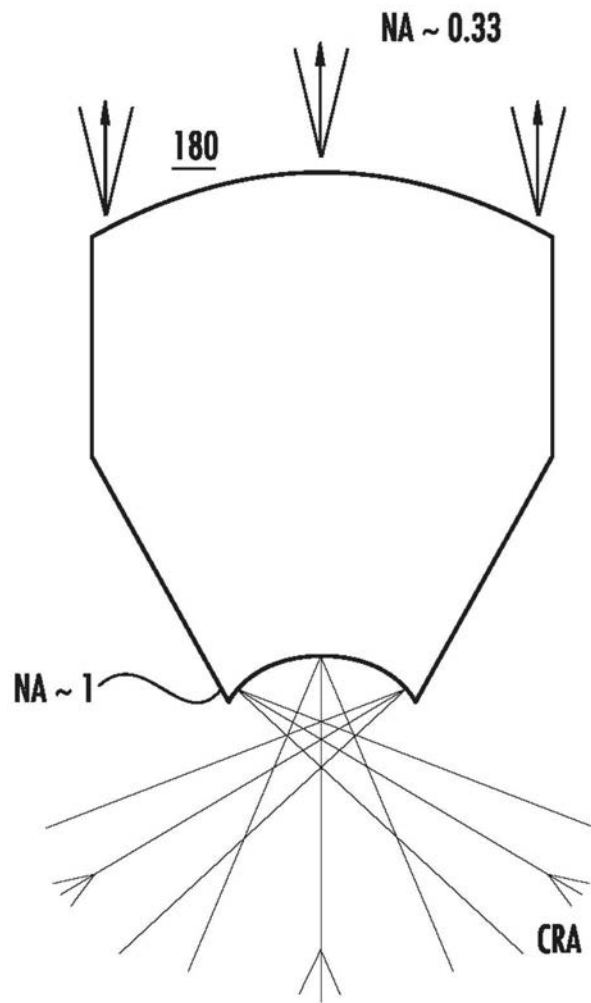


图18

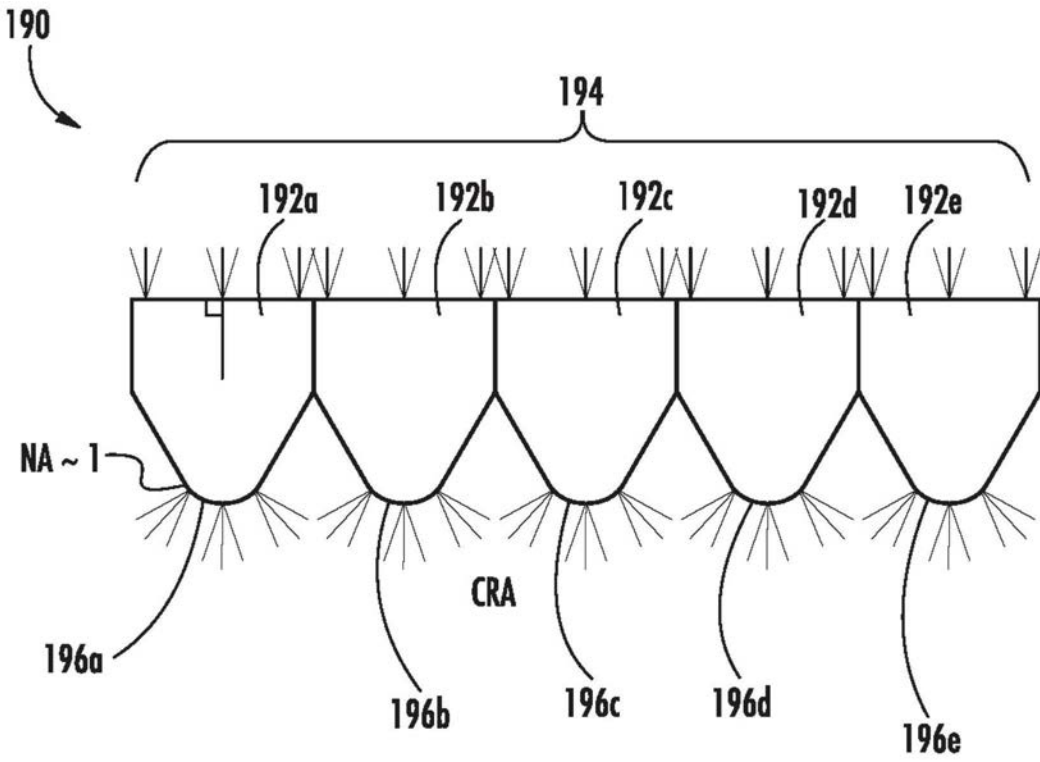


图19

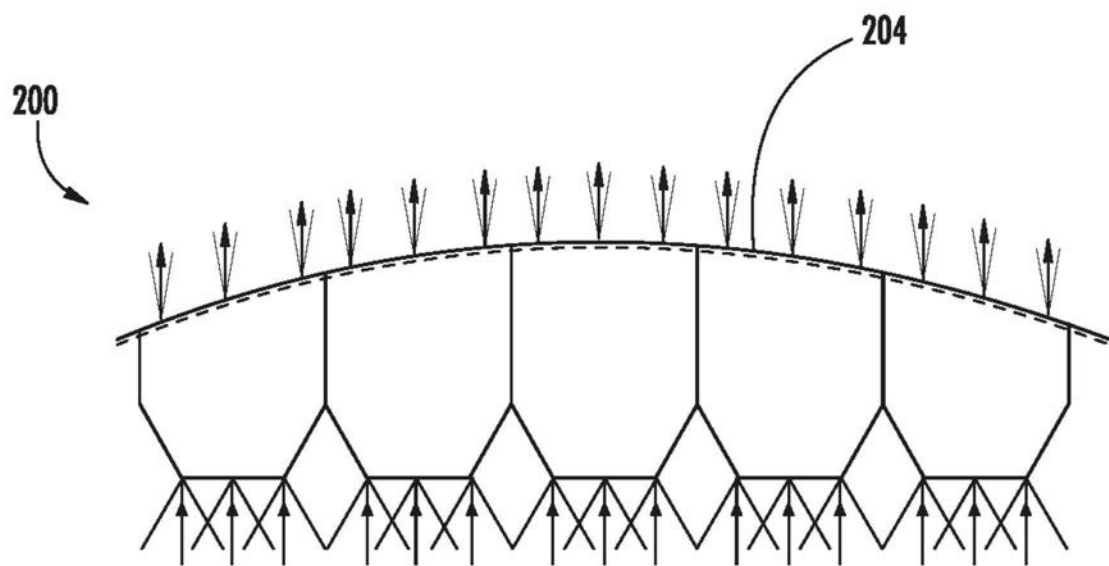


图20A

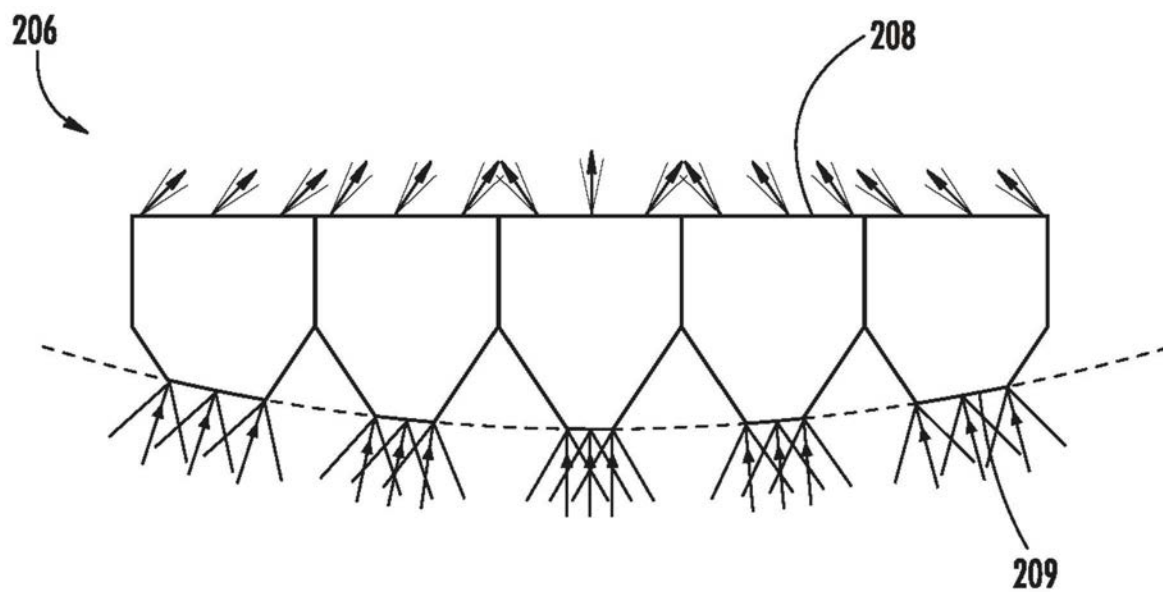


图20B

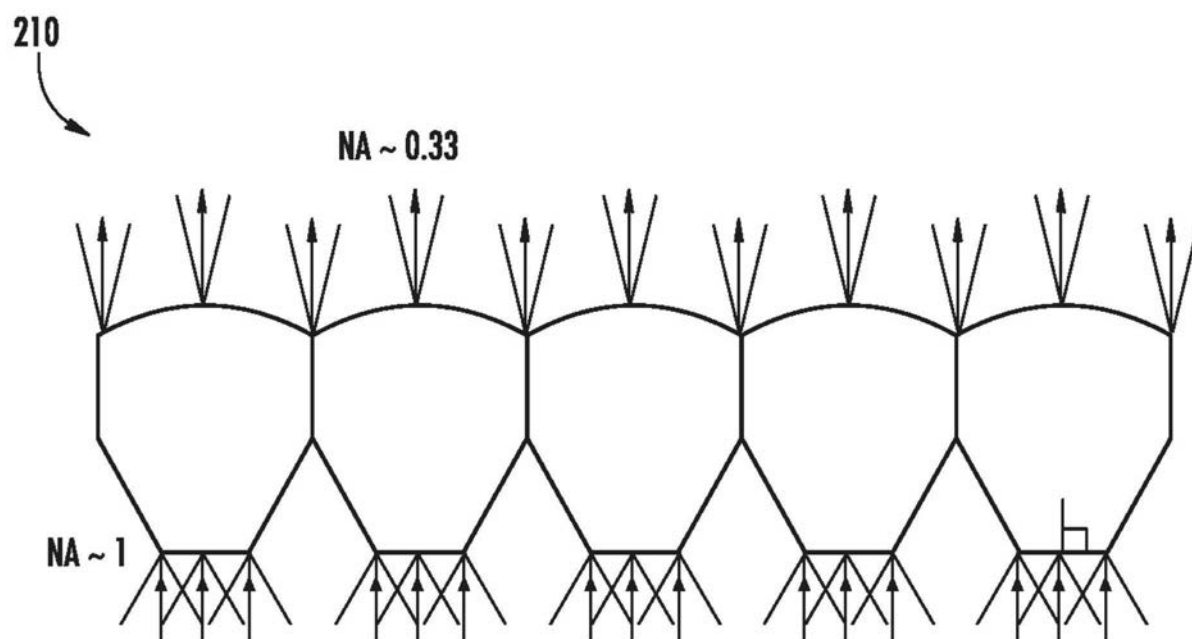


图21

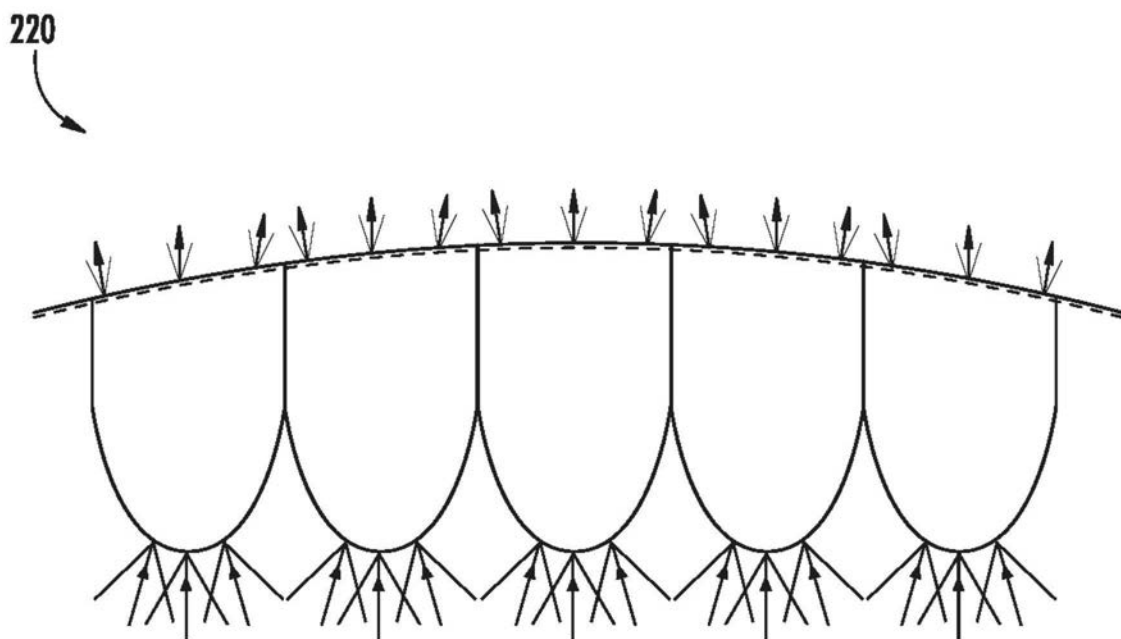


图22A

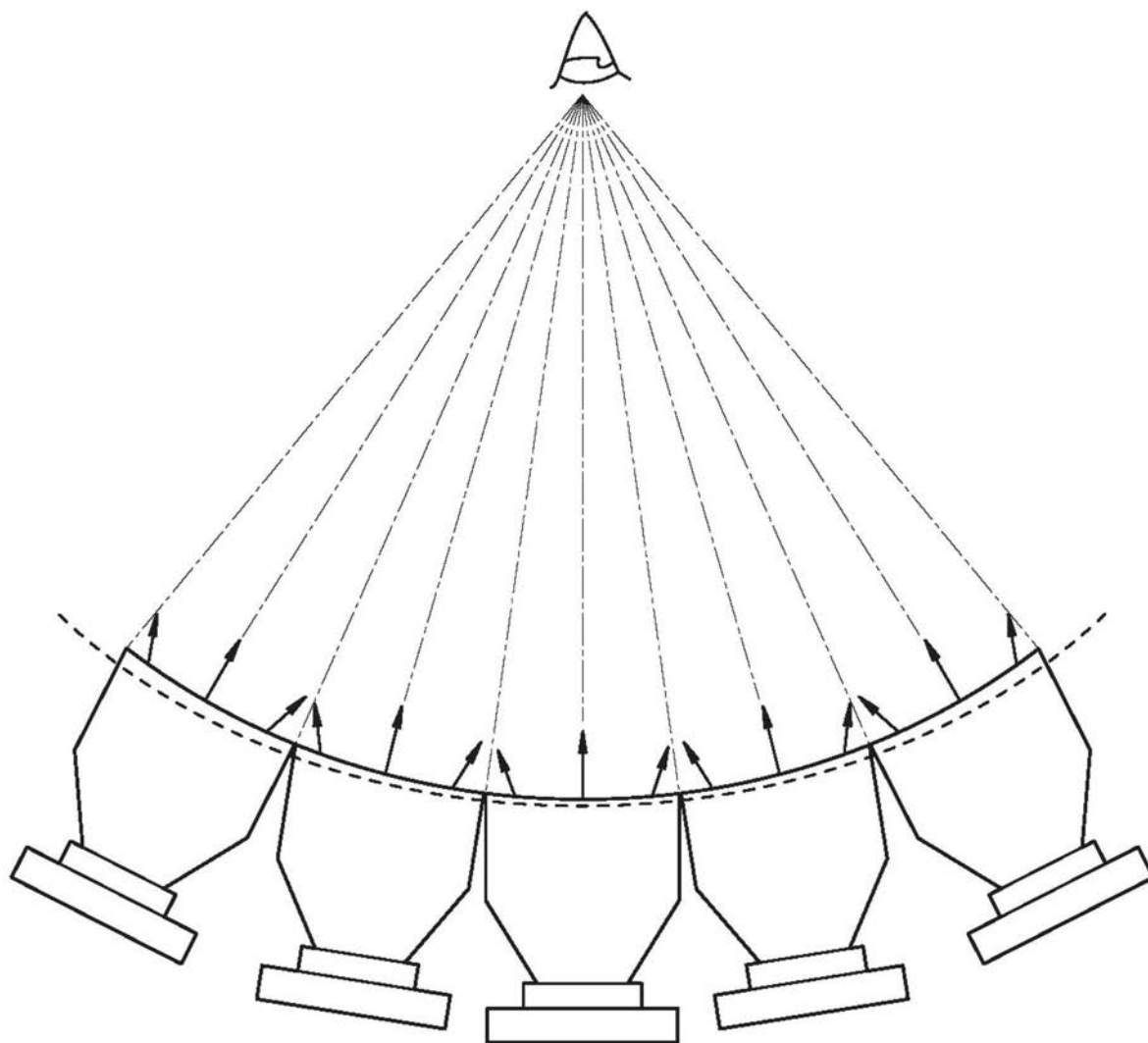
225

图22B

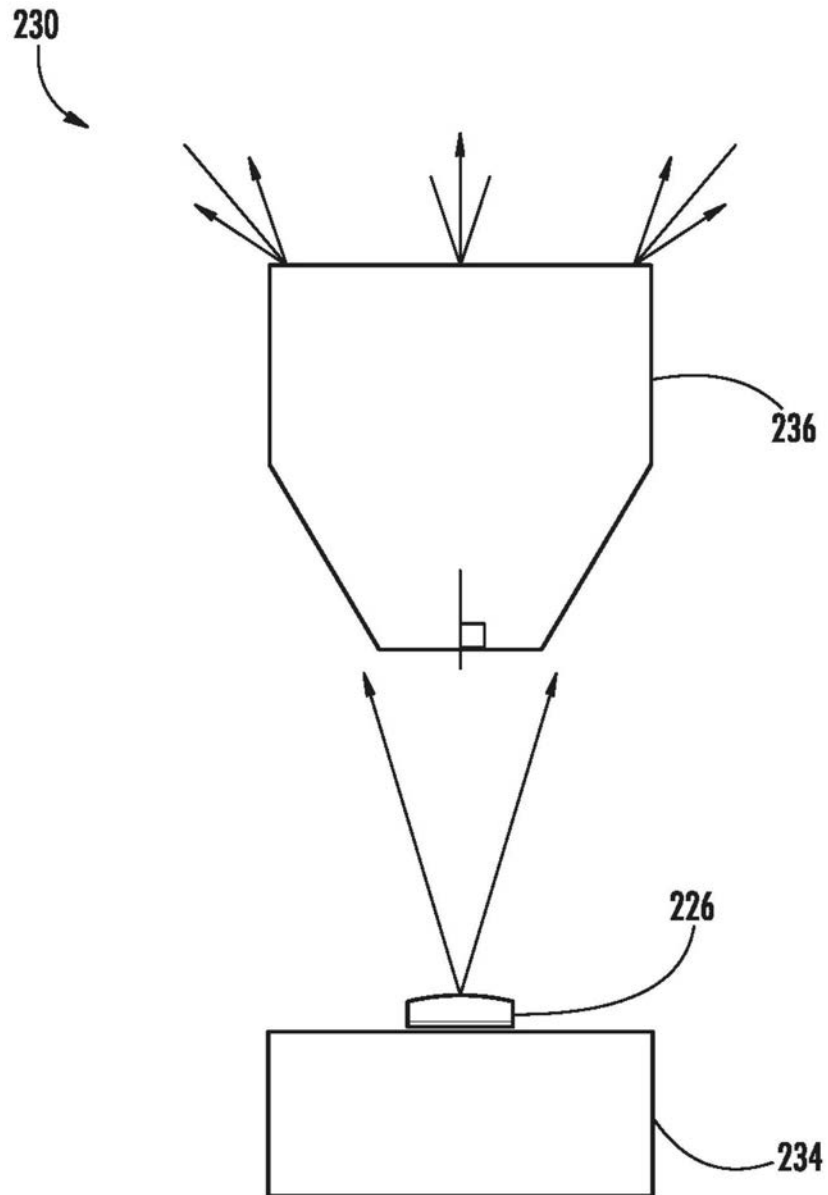


图23

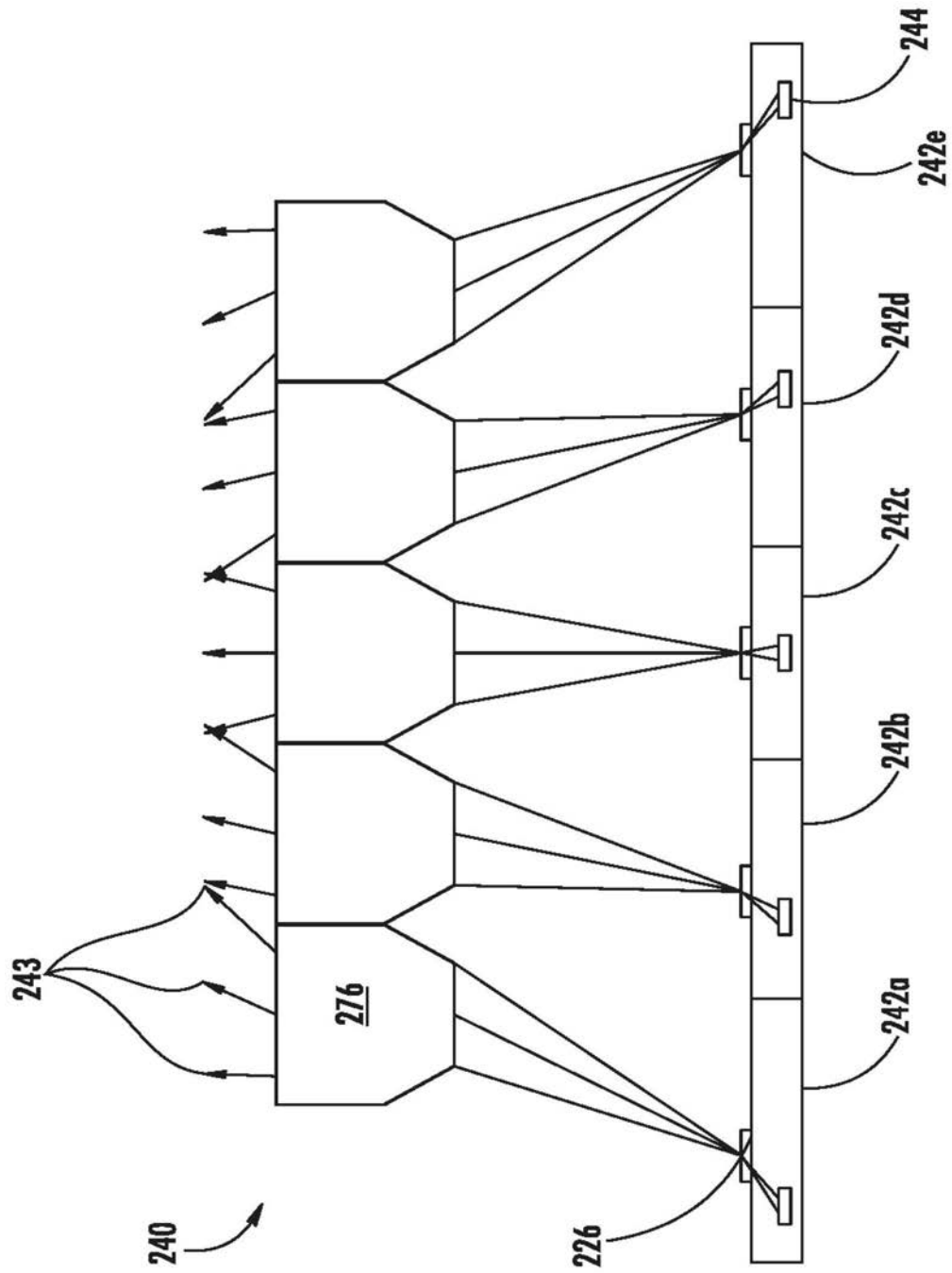


图24

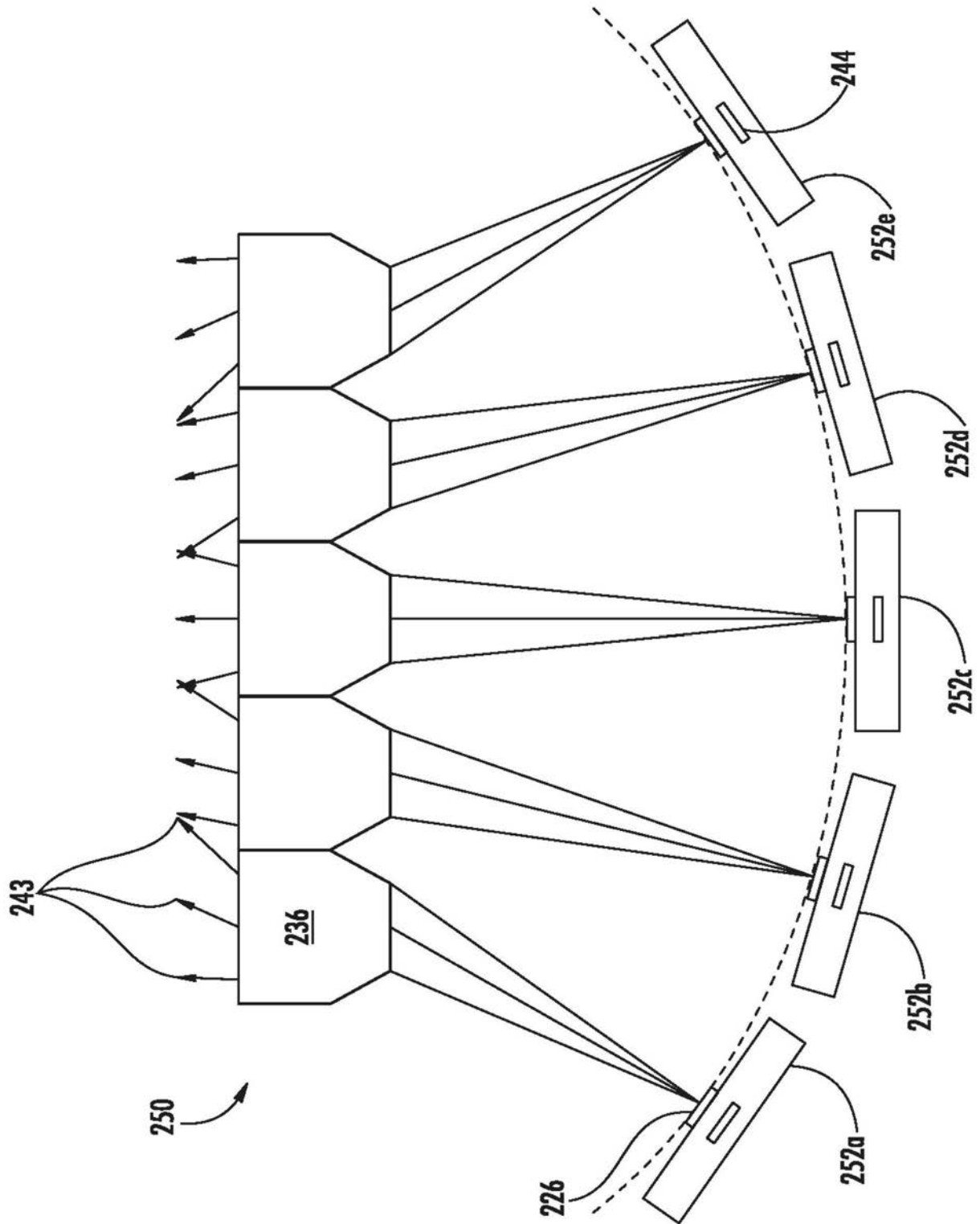


图25

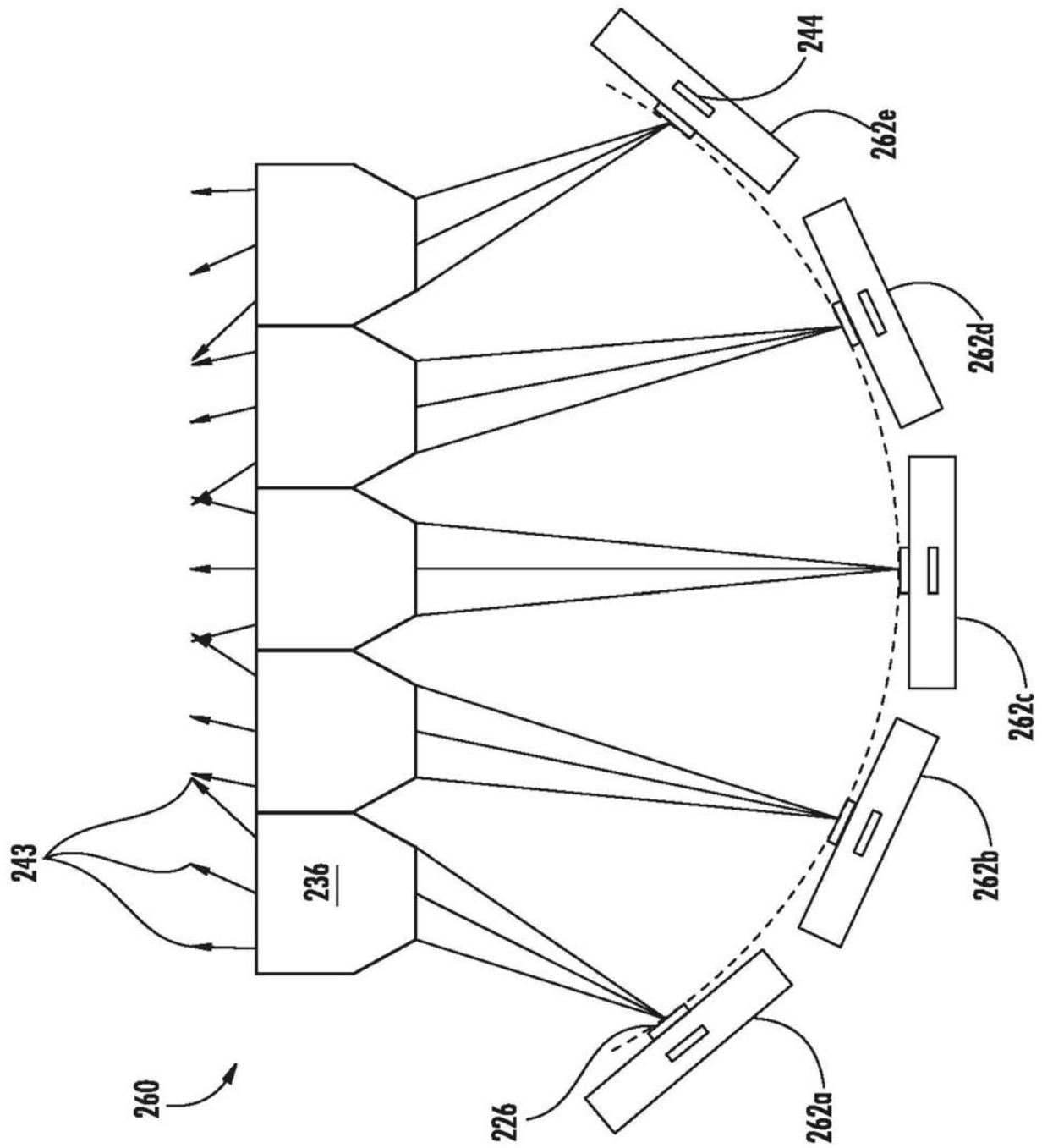


图26

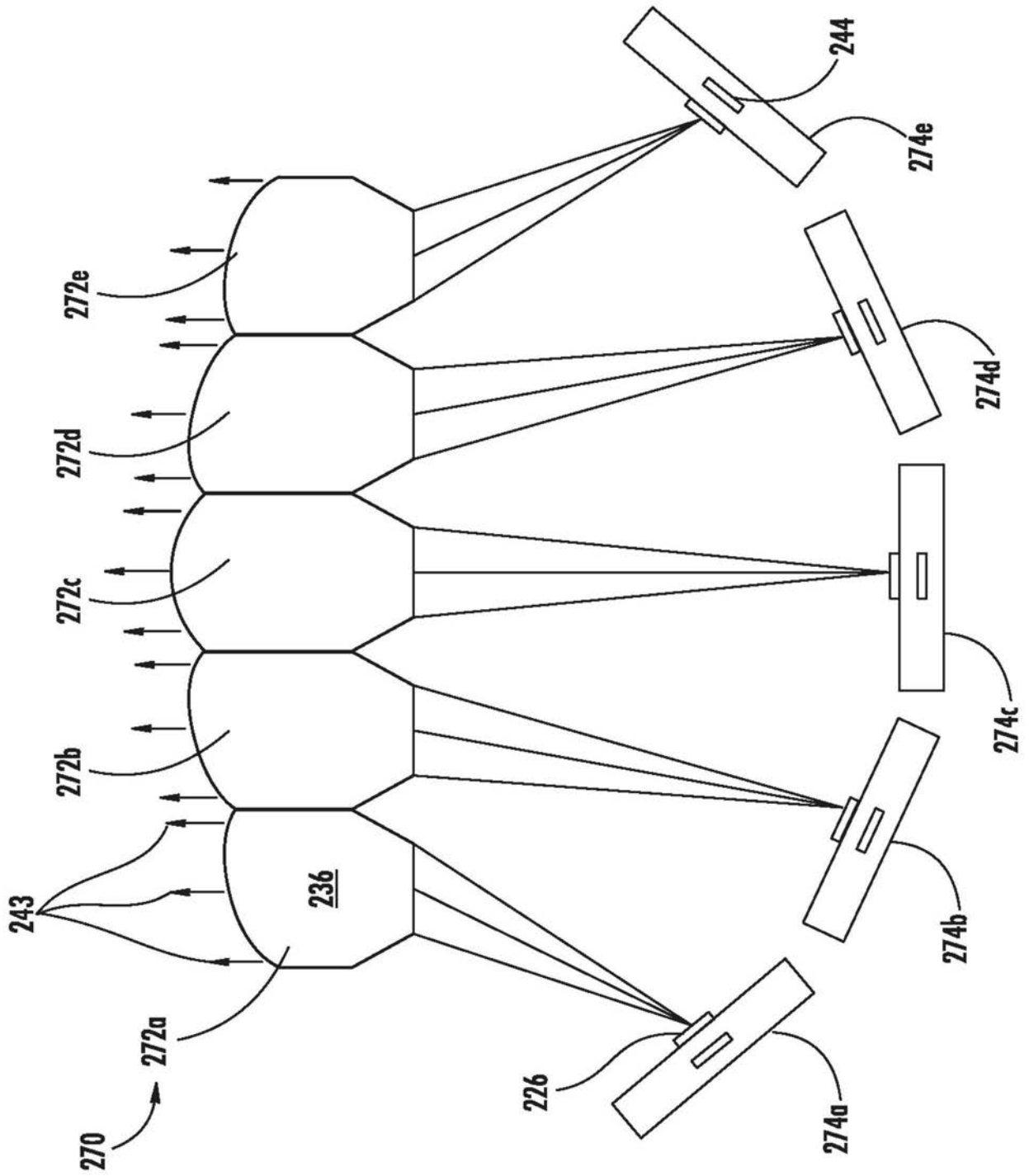


图27

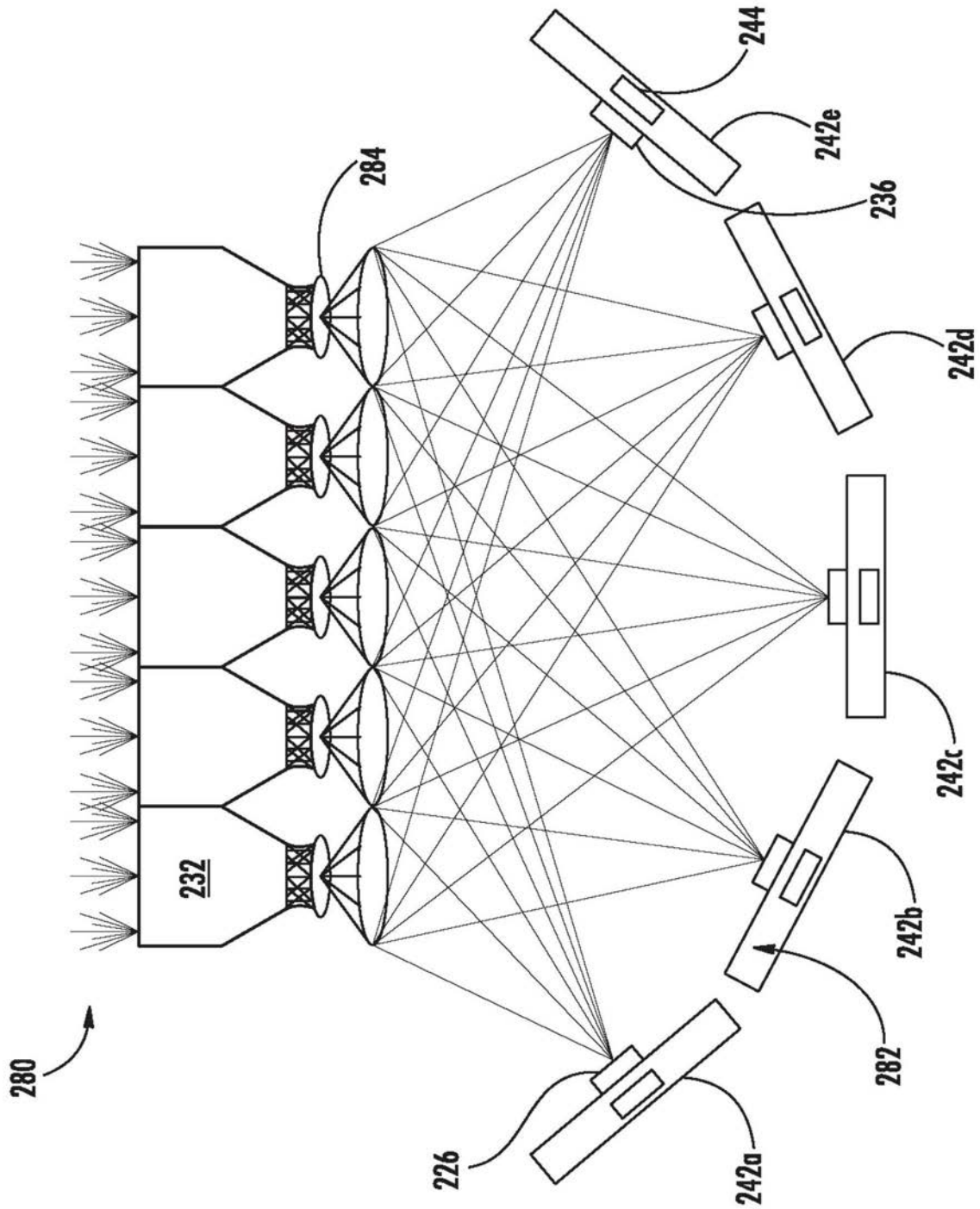


图28

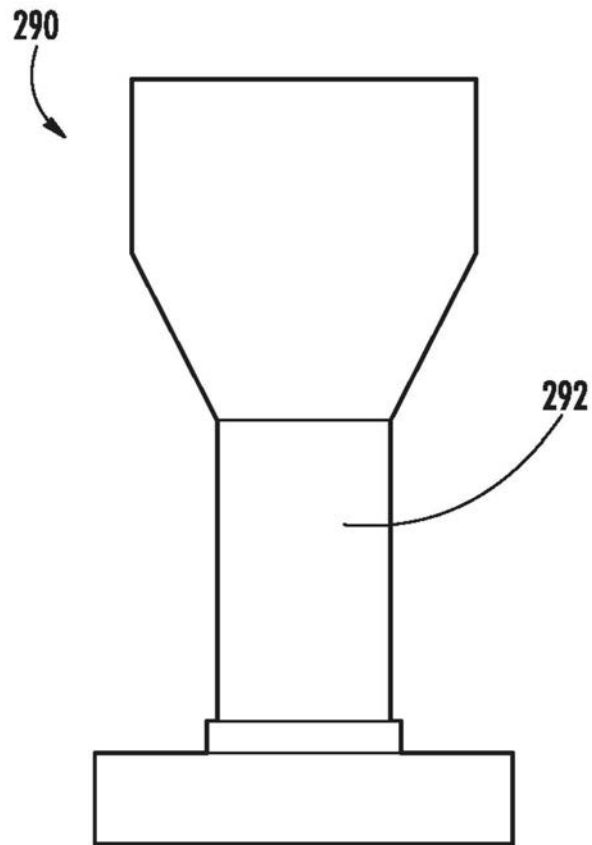


图29

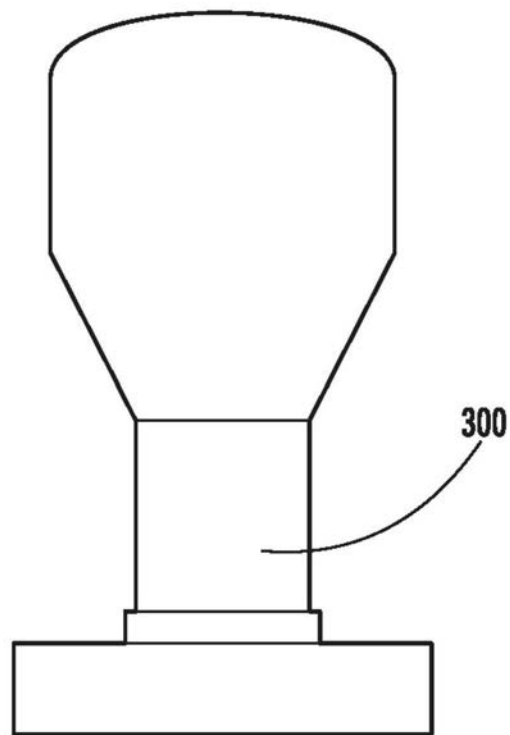


图30

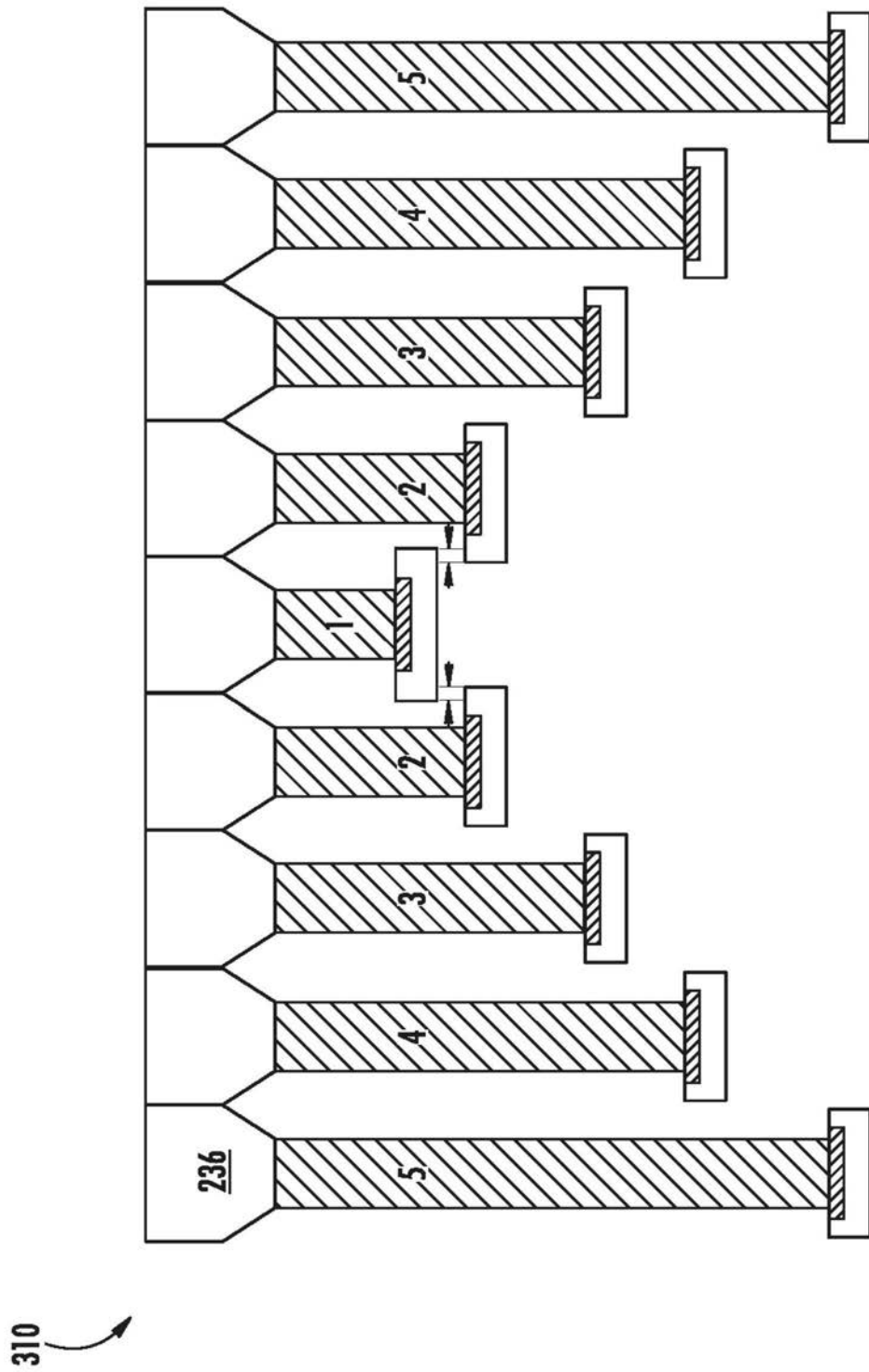


图31

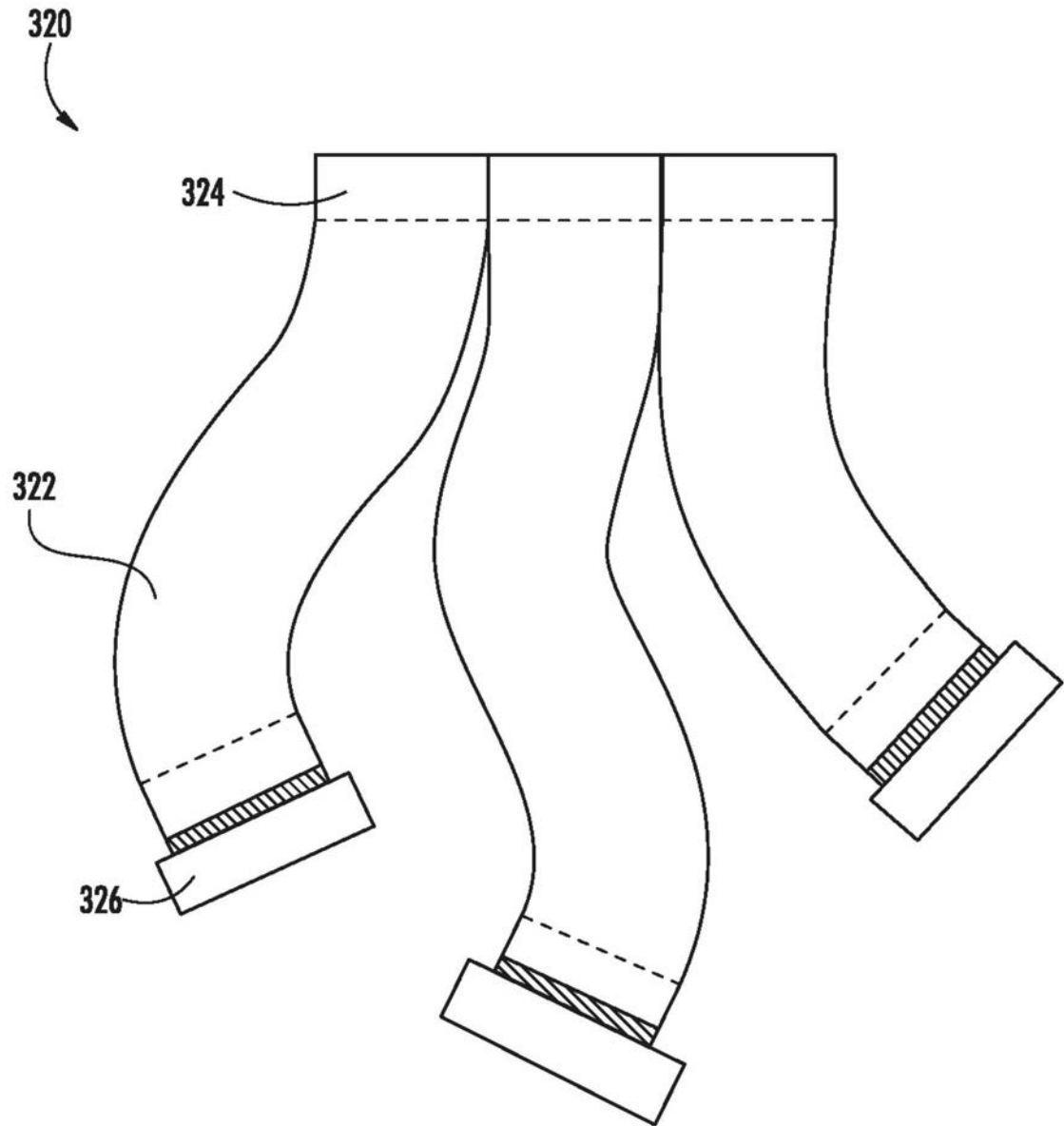


图32

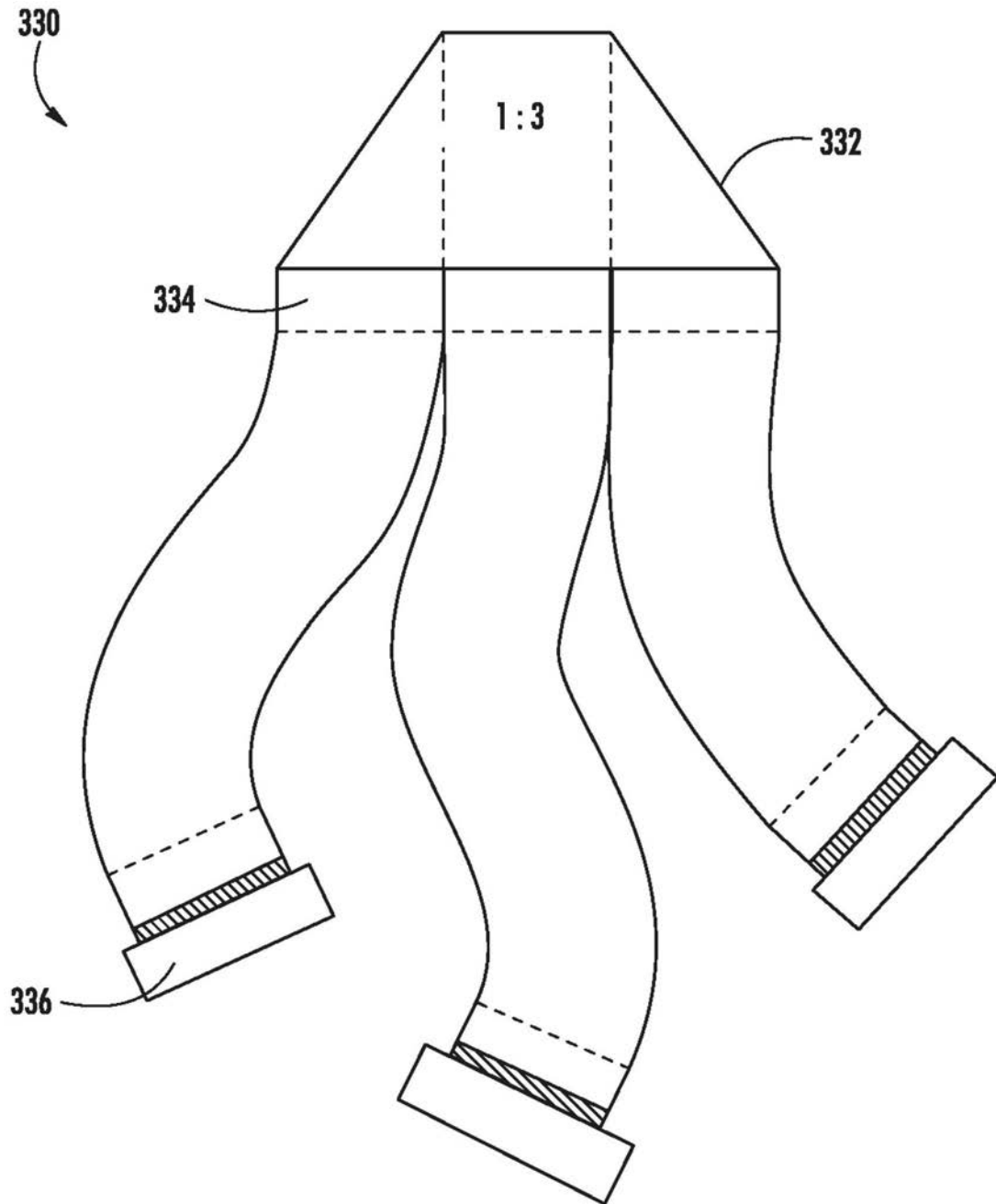


图33

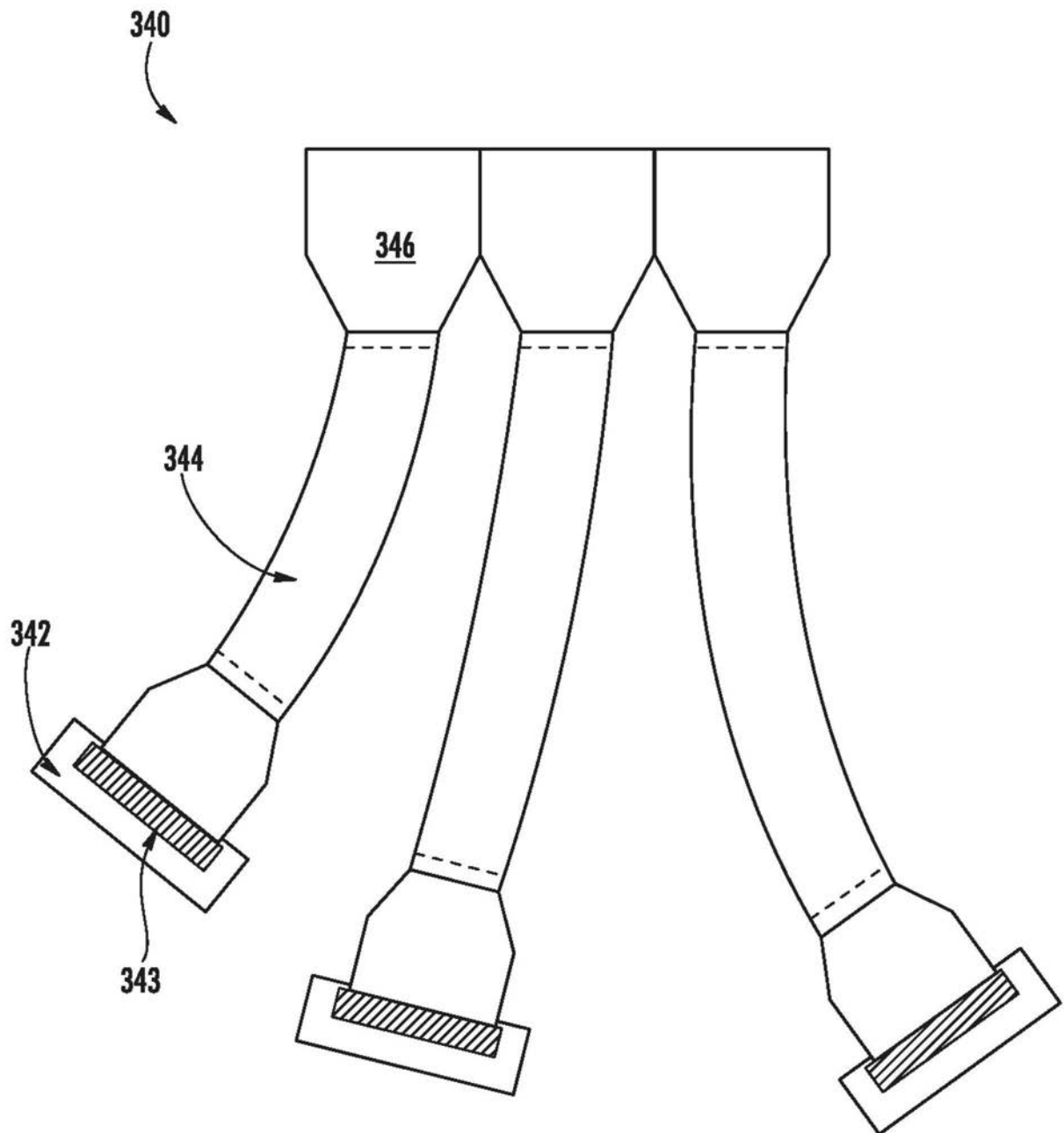


图34

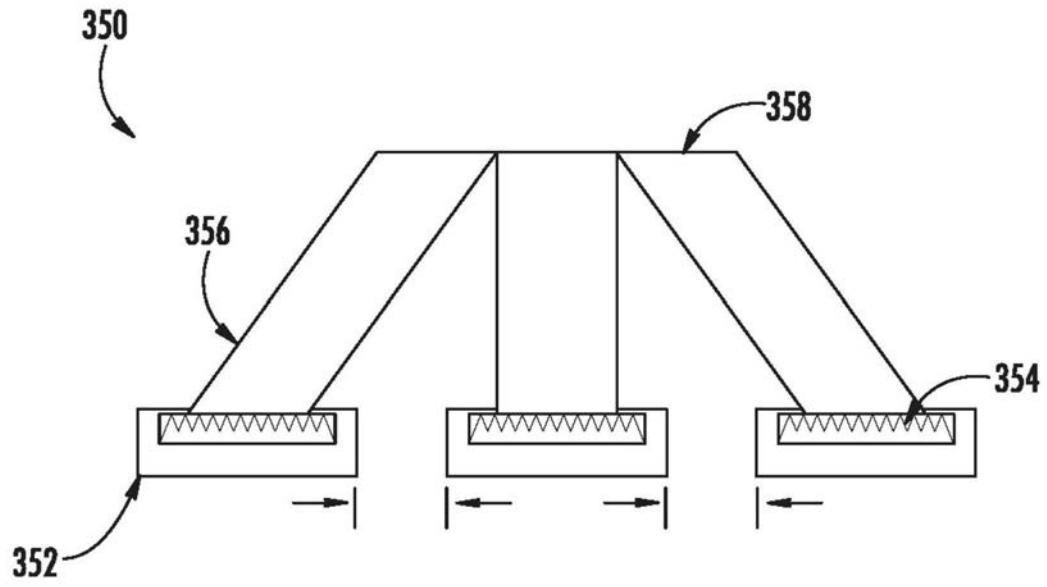


图35

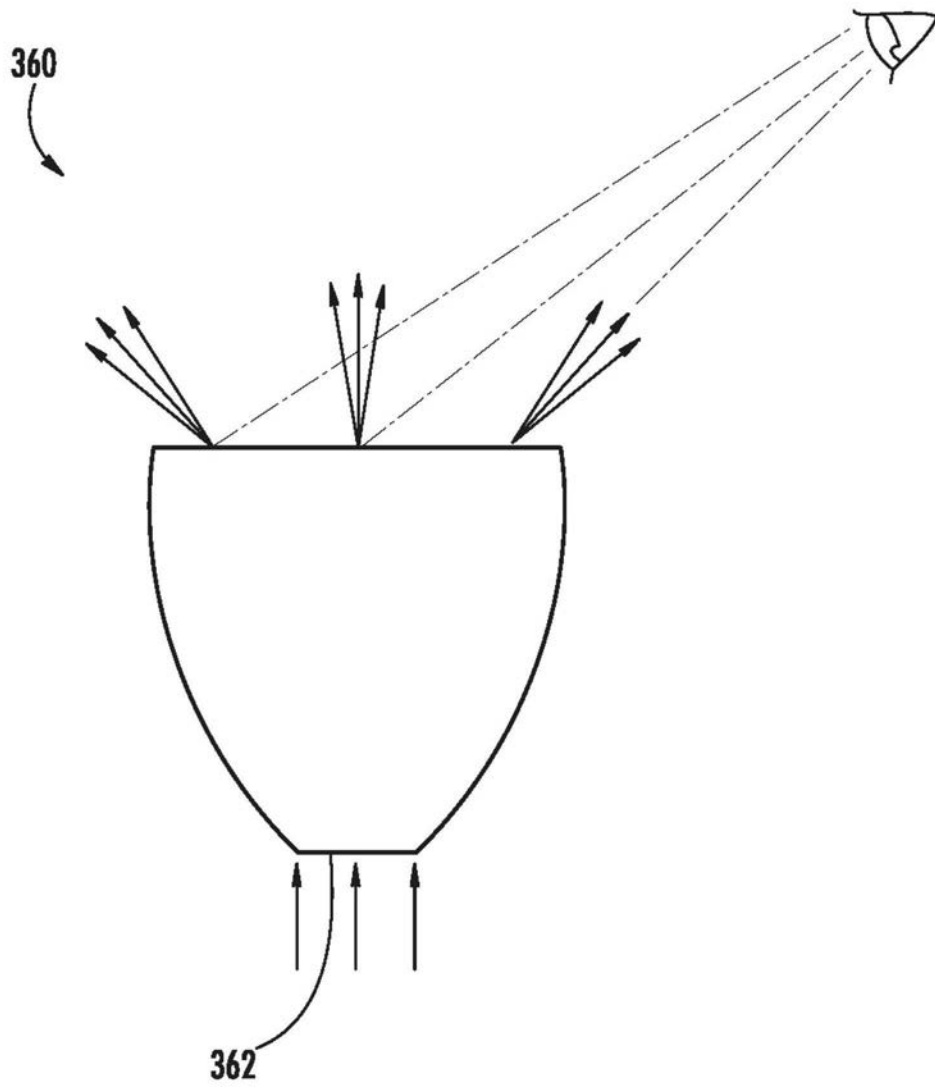


图36

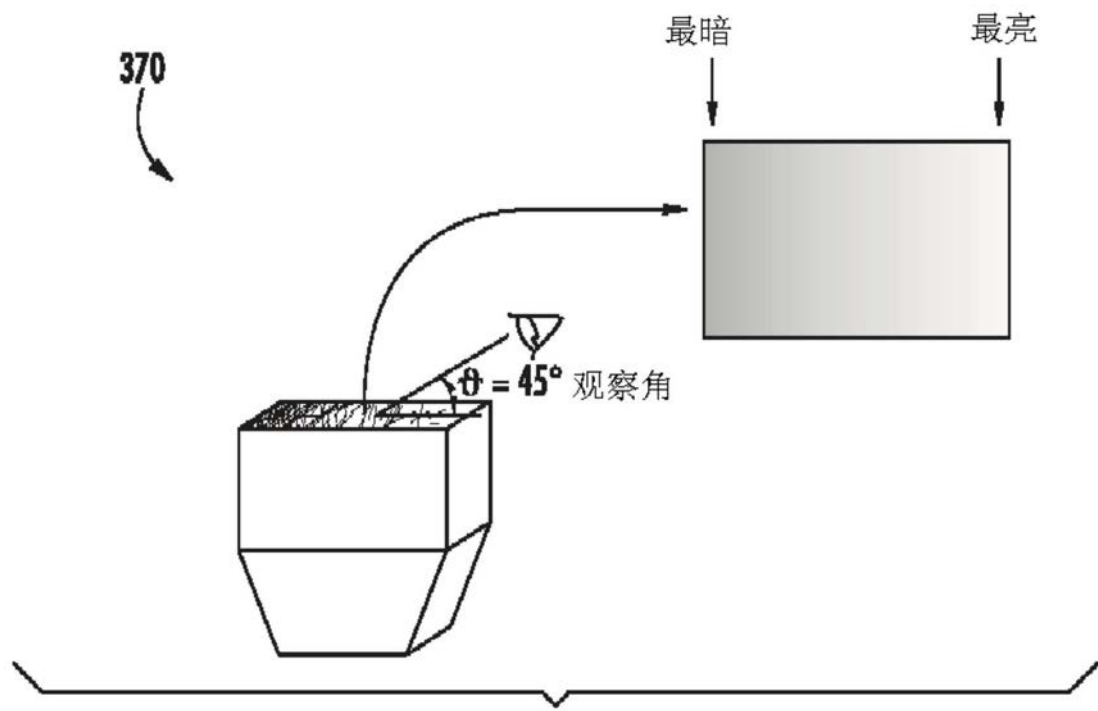


图37

图37

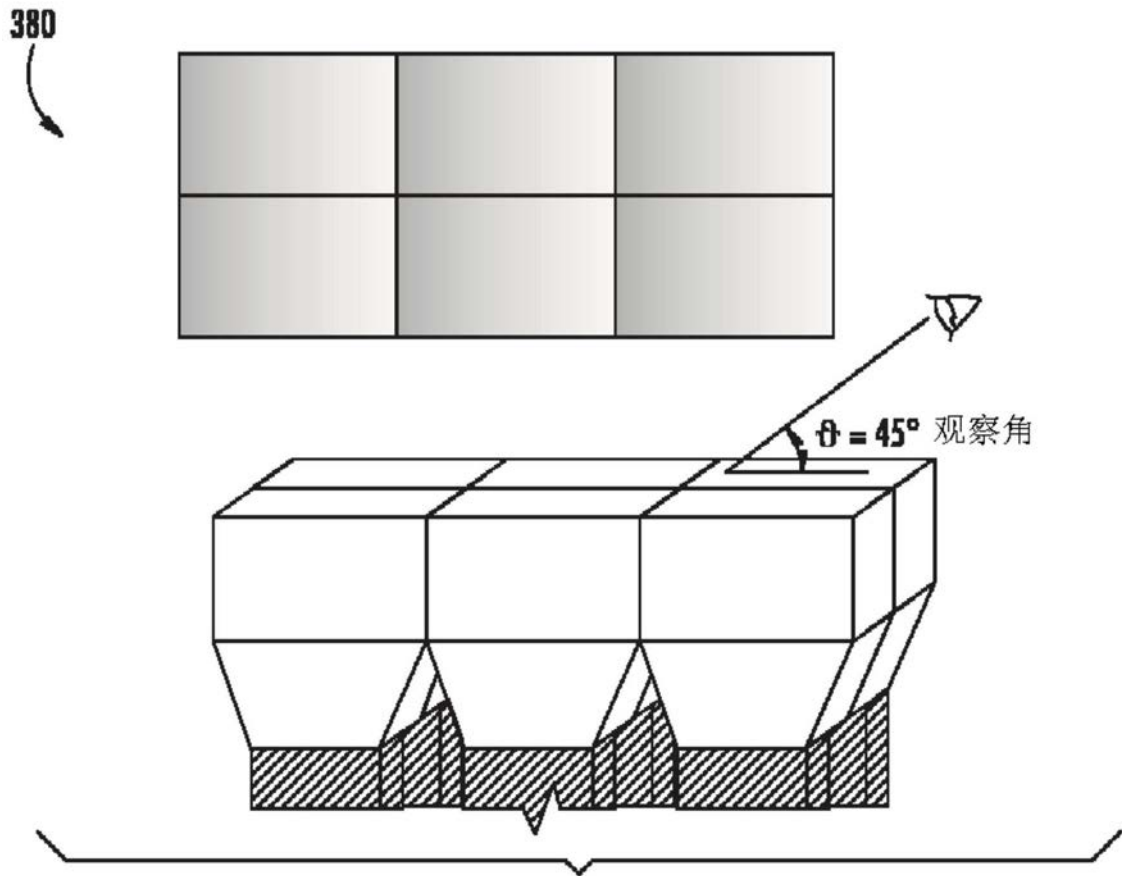


图38

图38

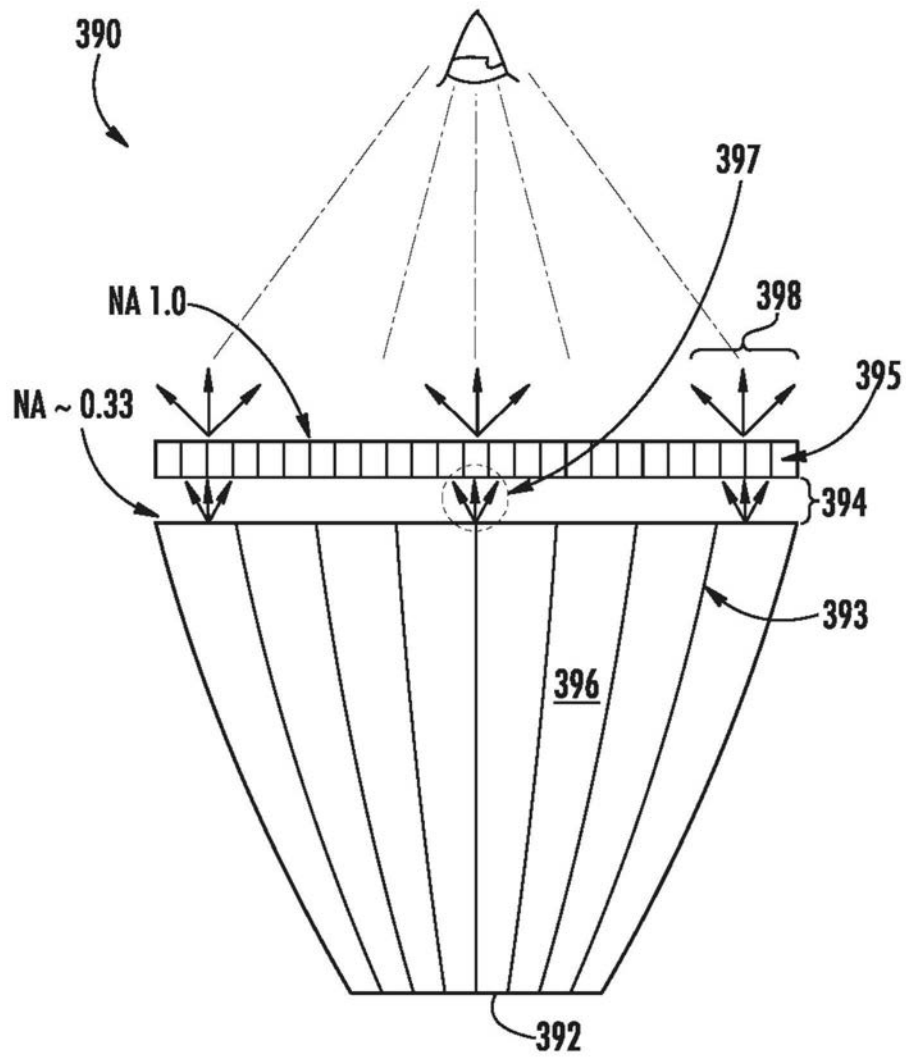


图39

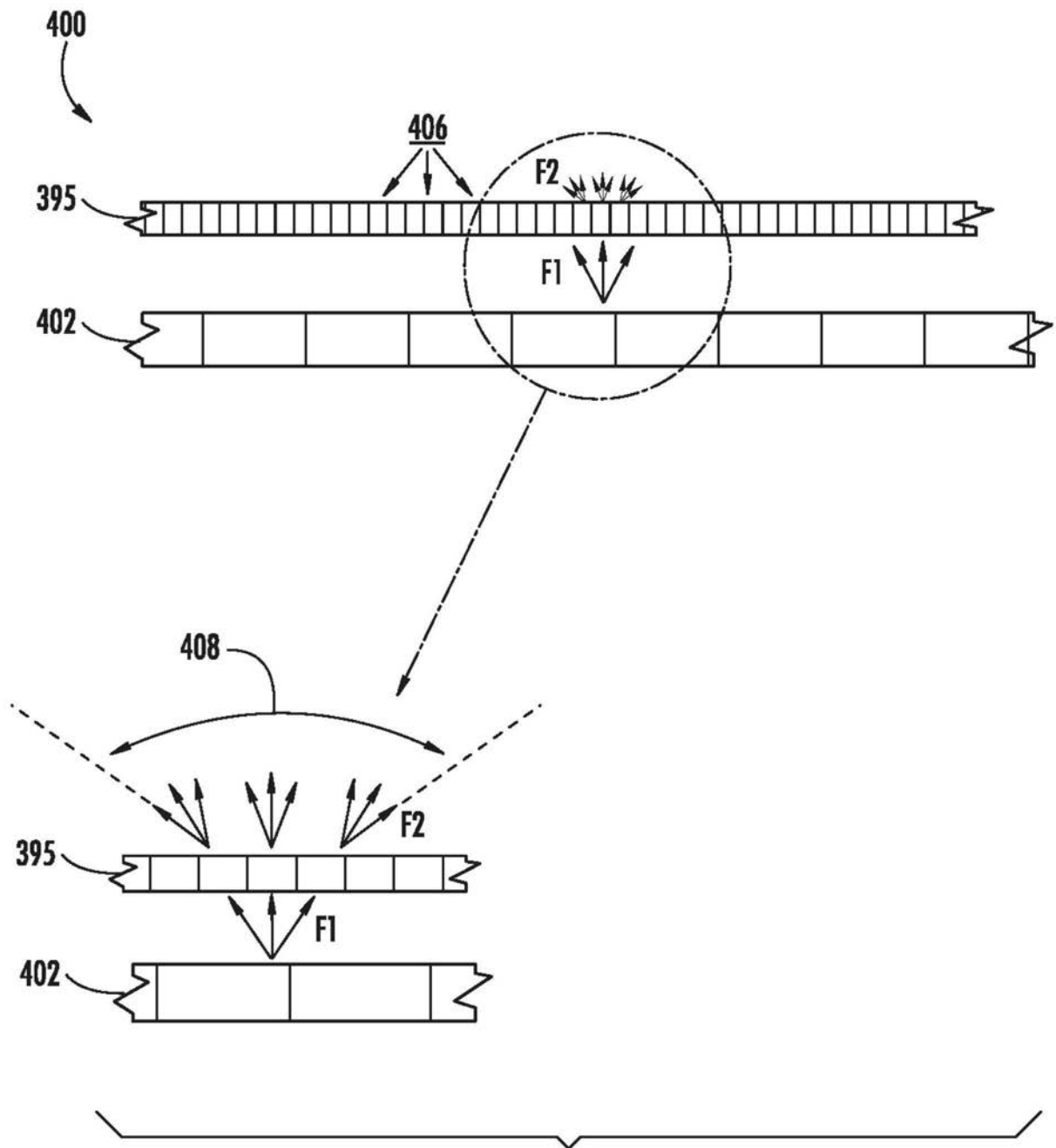


图40

图40

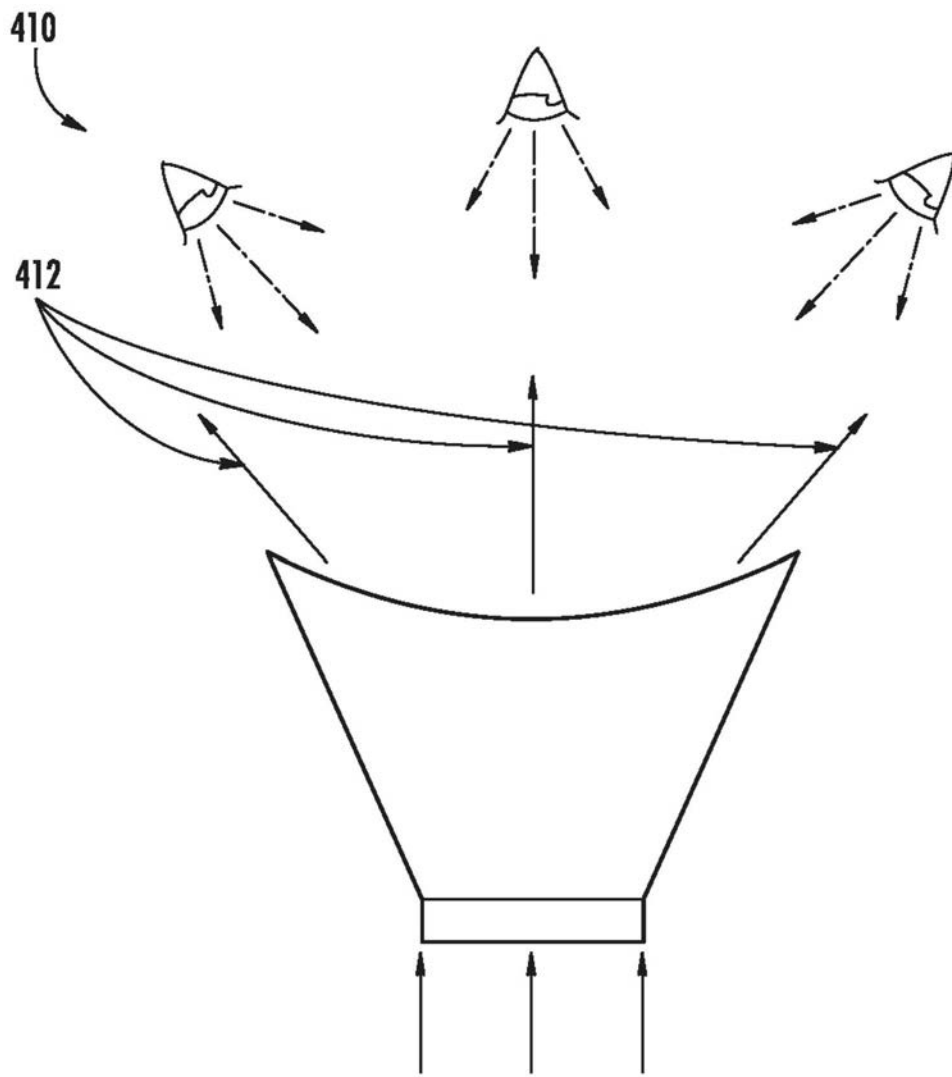


图41

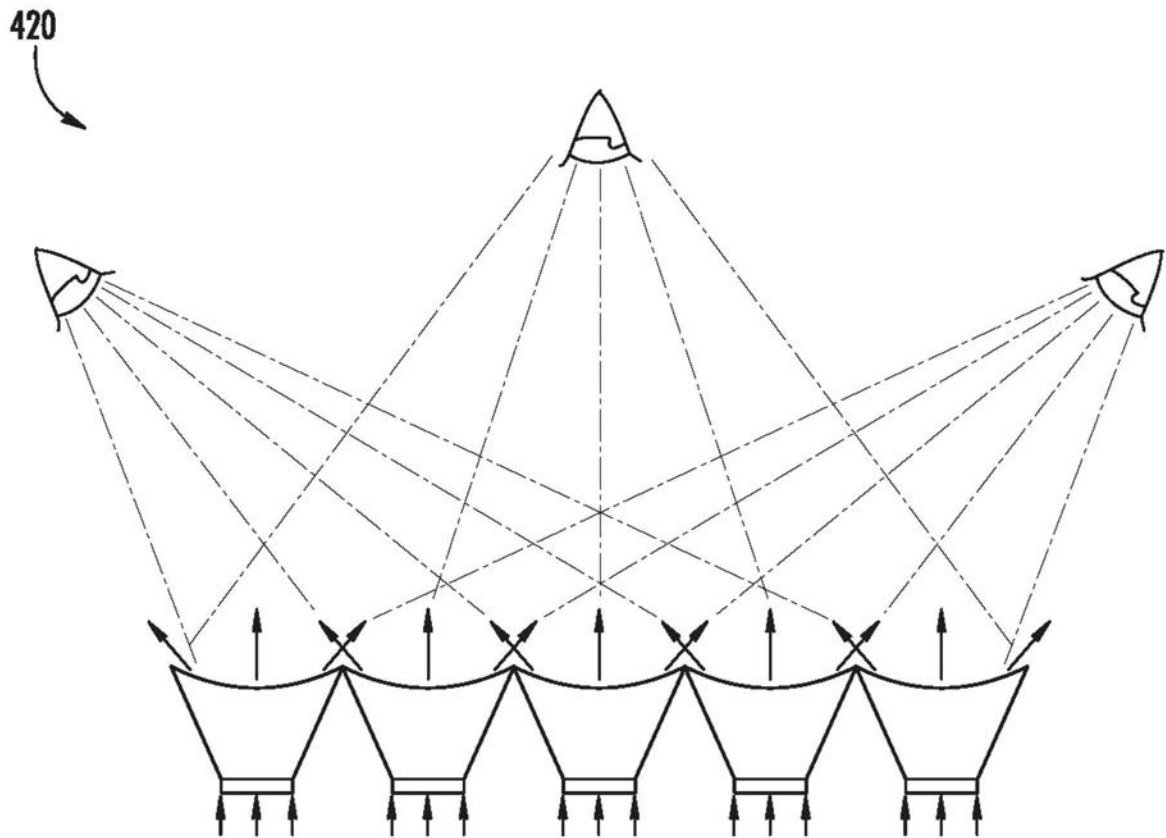


图42

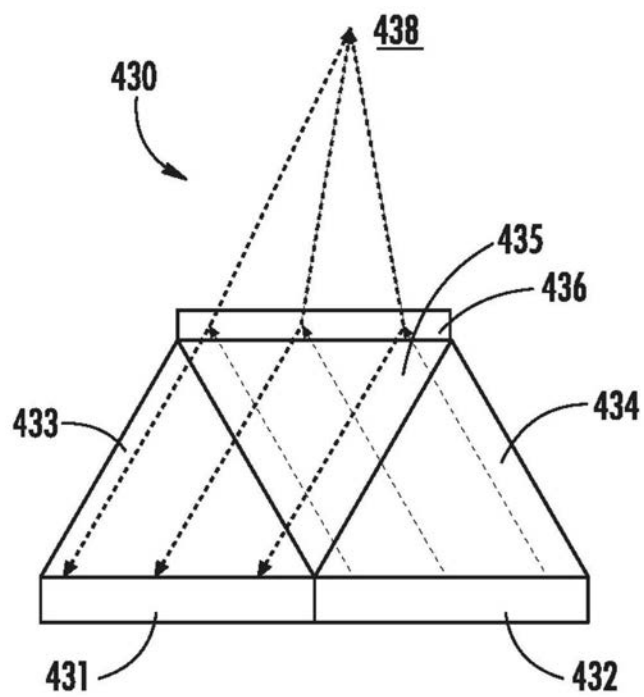


图43