



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107533255 A

(43)申请公布日 2018.01.02

(21)申请号 201580079123.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.04.23

G02F 1/13357(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.10.23

G02B 6/00(2006.01)

G02B 27/22(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/027399 2015.04.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/171705 EN 2016.10.27

(71)申请人 镭亚股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 D.A.法塔尔

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 张晓明

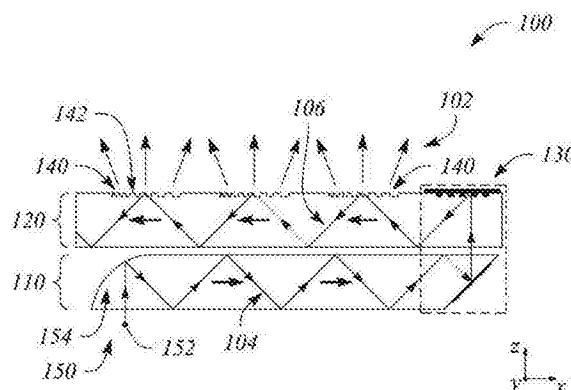
权利要求书3页 说明书16页 附图5页

(54)发明名称

基于双光导光栅的背光以及使用该背光的
电子显示器

(57)摘要

基于双光导光栅的背光将第一光导中以第一方向引导的光以第二方向重定向进入基于光栅的背光的第二光导中。基于双光导光栅的背光包括第一光导、第二光导和重定向耦合器，该重定向耦合器配置为将来光束从第一光导以第二方向重定向进入第二光导中。基于双光导光栅的背光进一步包括衍射光栅，该衍射光栅配置为将重定向光束的一部分从第二光导中衍射地耦合出来作为耦出光束，该耦出光束以预定的主角度方向往远离第二光导表面的方向定向。



1. 一种基于双光导光栅的背光,包括:
第一板光导,配置为在第一方向上以非零传播角度引导光束;
第二板光导,配置为在第二方向上接收和引导重定向光束;
重定向耦合器,配置为将所述第一板光导的被引导光束往所述第二方向重定向进入所述第二板光导,作为所述重定向光束;和
衍射光栅,配置为将来自所述第二板光导的所述重定向光束的部分从所述第二板光导衍射地耦合出来,作为以预定主角度方向远离所述第二板光导的表面定向的耦出光束。
2. 根据权利要求1所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述被引导光束在垂直于所述第一板光导的平面的平面中准直。
3. 根据权利要求1所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述第一板光导和所述第二板光导实际上彼此平行,并且其中所述被引导光束的所述第一方向实际上与所述重定向光束的第二方向相反。
4. 根据权利要求1所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述重定向耦合器包括在所述第一板光导的输出端处以及在所述第二板光导的输入端处的角反射器。
5. 根据权利要求1所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述重定向耦合器包括倾斜镜和光栅耦合器,所述倾斜镜配置为将从所述第一板光导接收的所述被引导光束朝向所述光栅耦合器反射,所述光栅耦合器配置为将来自所述倾斜镜的所述反射光束往所述第二方向衍射为所述重定向光束,所述重定向光束在所述第二板光导中被引导。
6. 根据权利要求5所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述重定向耦合器还包括第二镜,所述第二镜配置为将来自所述光栅耦合器的次级衍射产物的光往所述第二方向反射并重定向,以增强所述第二板光导中的所述重定向光束。
7. 根据权利要求5所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述倾斜镜配置为将来自所述第一板光导的所述被引导光束向所述光栅耦合器反射,以在光栅耦合器处提供实际上为直角的反射光束的入射。
8. 根据权利要求5所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述光栅耦合器包括反射衍射光栅。
9. 根据权利要求1所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述重定向耦合器包括准直镜。
10. 根据权利要求1所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述衍射光栅包括多波束衍射光栅,其配置为将所述重定向光束的所述部分耦合出来作为多个耦出光束,所述多个耦出光束中的一光束与所述多个耦出光束中的其他光束具有不同的主角度方向。
11. 根据权利要求10所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述多波束衍射光栅是线性啁啾衍射光栅。
12. 根据权利要求10所述的基于双光导光栅的背光,其中,具有不同主角度方向的所述多个耦合出光束形成光场,所述光场配置为提供对应于三维(3D)电子显示器的不同视图的像素。
13. 根据权利要求1所述的基于双光导光栅的背光,还包括光源,所述光源耦合到所述第一板光导的输入端,所述输入端面对与所述重定向耦合器相邻的输出端,所述光源提供被引导为多个不同颜色的光束的多个具有不同颜色的光。

14. 根据权利要求13所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述不同颜色的光束在所述第一板光导内以不同的颜色特定的非零传播角度被引导。

15. 根据权利要求13所述的基于双光导光栅的背光,其中,所述重定向耦合器包括配置为在所述第二方向上重定向所述不同颜色的光束的光栅耦合器,所述不同颜色的光束的每个通过所述光栅耦合器在不同的颜色特定的非零传播角度重定向进入所述第二板光导。

16. 一种电子显示器,包括如权利要求1所述的基于双光导光栅的背光,所述电子显示器还包括配置为调制所述耦出光束的光阀,所述衍射光栅位于相邻于所述光阀的所述第二板光导的表面处,其中,调制的耦出光束对应于所述电子显示器的像素。

17. 一种三维 (3D) 电子显示器,包括:

第一光导和第二光导;

重定向耦合器,配置为将来自所述第一光导的被引导光束耦合并重定向进入所述第二光导;

在所述第二光导的表面处的多波束衍射光栅阵列,所述多波束衍射光栅阵列配置为将所述第二光导中引导的重定向光束的部分衍射耦合出来,作为多个耦出光束,所述多个耦出光束具有表示所述3D电子显示器的不同视图的不同的主角度方向;和

光阀阵列,配置为调制所述耦出光束,调制的耦出光束表示与所述不同视图对应的像素。

18. 根据权利要求17所述的3D电子显示器,其中,所述第一光导和所述第二光导中的一个或两者包括板光导,所述第一光导和第二光导彼此实际上共面布置,并且其中所述第一光导和第二光导配置为将光作为准直光束以非零传播角度引导。

19. 根据权利要求17所述的3D电子显示器,其中,所述重定向耦合器包括倾斜镜和反射光栅耦合器,所述倾斜镜配置为将来自所述第一光导的所述被引导光束向所述反射光栅耦合器反射,所述反射光栅耦合器配置为将来自倾斜镜的反射的所述被引导光束衍射进入所述第二光导,作为在所述第二光导内的重定向的被引导光束。

20. 根据权利要求17所述的3D电子显示器,其中,所述多波束衍射光栅是包括彼此间隔开的弯曲凹槽和弯曲脊之一的啁啾衍射光栅。

21. 根据权利要求17所述的3D电子显示器,还包括光源,其光学地耦合到所述第一光导的输入端,所述输入端面对与所述重定向耦合器相邻的所述第一光导的输出端,所述光源包括沿着所述第一光导的输入端布置的多个光发射器,以通过所述第一光导提供以实际上平行的条带引导的对应的多个光束。

22. 根据权利要求21所述的3D电子显示器,其中,所述第一光导在所述被引导光束的传播方向上的光学长度比多个不同的被引导光束沿着所述第一光导扩散的距离大,所述光学长度比所述距离大各个实际上平行的条带之间间隔的大约一半。

23. 根据权利要求21所述的3D电子显示器,其中,对应于实际上平行的条带的每个的多个光发射器包括配置为发射红光的第一光发射器、配置为发射绿光的第二光发射器、以及配置为发射蓝光的第三光发射器,所述3D电子显示器是3D彩色电子显示器。

24. 根据权利要求23所述的3D电子显示器,其中,所述第一光发射器是红色发光二极管(LED),所述第二光发射器是绿色LED,并且所述第三光发射器是蓝色LED。

25. 根据权利要求23所述的3D电子显示器,其中,所述重定向耦合器包括光栅耦合器,

配置为将不同颜色的被引导光束以对应的不同的颜色特定的非零传播角耦合并重定向进入所述第二光导中,所述多波束衍射光栅配置为以对应的不同颜色特定的传播角度衍射地耦合出所述重定向的被引导的不同颜色光束的部分作为对应的不同的颜色特定的光场,所述不同的颜色特定的光场配置为提供对应于所述3D电子显示器的不同视图的颜色像素,所述颜色特定的光场具有彼此实际相似的锥角,并且以彼此不同的颜色生成表示实际相似的3D电子显示视图的颜色特定像素。

26. 一种采用双光导的基于光栅的背光操作的方法,所述方法包括:

在第一板光导中以非零传播角度的引导光作为被引导光束,所述被引导光束被准直;
使用重定向耦合器重定所述被引导光束到第二板光导中作为重定向的被引导光束;以及

使用在所述第二板光导的表面处的衍射光栅衍射地耦合出所述重定向的被引导光束的部分,以产生在预定的主角度方向上远离所述第二板光导定向的耦出光束。

27. 根据权利要求26所述的基于光栅的背光操作的方法,其中,重定所述被引导光束包括:

将来自所述第一板光导的所述被引导光束朝向光栅耦合器反射;以及
使用所述光栅耦合器将反射光束衍射地重定向到所述第二板光导中作为所述重定向的被引导光束。

28. 根据权利要求26所述的基于光栅的背光操作的方法,其中,所述被引导光束是多个不同的彩色光束,所述不同的彩色光束以相应的不同的颜色特定的非零传播角度在所述第一板光导中被引导,并且其中重定向所述被引导光束包括使用光栅耦合器以不同的颜色特定的非零传播角度将不同的彩色光束衍射地重定向到所述第二板光导中。

29. 根据权利要求26所述的基于光栅的背光操作的方法,其中,衍射地耦合出所述重定向的被引导光束的部分包括采用多波束衍射光栅以产生多个耦出光束,所述多个耦出光束以对应于3D电子显示器的不同视图的多个不同主角度方向被引导离开所述第二板光导。

30. 根据权利要求29所述的基于光栅的背光操作的方法,其中,所述多波束衍射光栅是包括彼此间隔开的弯曲凹槽和弯曲脊之一的线性啁啾衍射光栅。

31. 根据权利要求29所述的基于光栅的背光操作的方法,还包括使用多个光阀来调制所述多个耦出光束,来自所述多个耦出光束的调制光束形成对应不同的视图的所述3D电子显示器的像素。

基于双光导光栅的背光以及使用该背光的电子显示器

- [0001] 相关申请的交叉引用
[0002] 不适用。
[0003] 关于联邦政府资助研究或开发的声明
[0004] 不适用。

背景技术

[0005] 电子显示器是用于向各种各样设备和产品的用户传达信息的几乎无处不在的媒介。最常见的电子显示器包括阴极射线管 (CRT)、等离子显示面板 (PDP)、液晶显示器 (LCD)、电致发光显示器 (EL)、有机发光二极管 (OLED) 和主动矩阵 OLED (AMOLED) 显示器、电泳显示器 (EP) 和采用机电或电流光调制的各种显示器 (例如, 数字微镜装置、电润湿显示器等)。通常, 电子显示器可以被分类为主动显示器 (即, 发光的显示器) 或被动显示器 (即, 调制由另一来源提供的光的显示器)。主动显示器最明显的例子有 CRT、PDP 和 OLED/AMOLED。在考虑发射的光时通常被分类为被动显示器的是 LCD 和 EP 显示器。被动显示器通常具有吸引人的性能特征, 包括但不限于固有的低功耗, 但由于缺乏发射光的能力, 在许多实际应用中可能会发现一些受限的使用。

[0006] 为了克服与发射光相关联的被动显示器的局限性, 许多被动显示器耦合到外部光源。耦合的光源可以允许这些原本的被动显示器发光并且实际上作为主动显示器起作用。这种耦合的光源的例子是背光。背光是被放置在原本的被动显示器后面以照亮被动显示器的光源 (通常是板光源)。例如, 背光可以耦合到 LCD 或 EP 显示器。背光发射通过 LCD 或 EP 显示器的光。所发射的光被 LCD 或 EP 显示器调制, 然后再从 LCD 或 EP 显示器发射调制的光。背光通常配置为发射白光。然后使用彩色滤色器将白光转换成显示器中使用的各种颜色。例如, 彩色滤色器可以放置在 LCD 或 EP 显示器的输出 (较不常见) 或背光和 LCD 或 EP 显示器之间。

附图说明

[0007] 结合附图参考以下的详细描述, 可以更容易地理解根据本文所述的原理的示例和实施例的各种特征, 其中相同的附图标记表示相同的结构元件, 并且其中:

[0008] 图 1A 示出了根据与本文所述的原理一致的实施例的示例中的基于双光导光栅的背光的横截面图。

[0009] 图 1B 示出了根据与本文所述的原理一致的另一实施例的示例中的基于双光导光栅的背光的横截面图。

[0010] 图 2A 示出了根据与本文所述的原理一致的实施例的示例中的重定向耦合器的横截面图。

[0011] 图 2B 示出了根据与本文所述的原理一致的另一实施例的示例中的重定向耦合器的横截面图。

[0012] 图 3A 示出了根据与本文所述的原理一致的实施例的示例中的包括多波束衍射光栅的基于双光导光栅的背光 100 的部分的横截面图。

[0013] 图3B示出了根据与本文所述的原理一致的实施例的示例中的包括多波束衍射光栅的图3A的基于双光导光栅的背光的部分的透视图。

[0014] 图4示出了根据与本文所描述的原理一致的实施例的示例中的三维(3D)电子显示器的框图。

[0015] 图5示出了根据与本文所述的原理一致的实施例的示例中的基于光栅的背光操作的方法的流程图。

[0016] 某些示例和实施例具有作为上述参考图中所示的特征的附加和代替之一的其它特征。下面参考上述参考图对这些和其它特征详细说明。

具体实施方式

[0017] 根据本文所述的原理的实施例提供采用双光导的基于光栅的背光。具体地,本文描述的背光采用第一光导以沿第一方向传播光束以及第二光导以沿第二方向传播重定向的光束。重定向耦合器配置为重定向第一光导的光束以在第二光导中产生重定向的光束。此外,使用多个衍射光栅来从第二光导中衍射地散射或耦合出光,并且以远离衍射光栅的方向(例如,以电子显示器的观察方向)引导耦出光。此外,根据某些实施例,在第一光导中传播的光束可以以预定的方式扩散到相邻的光束中。例如,扩散可以减少或实际上消除没有扩散时可能发生的(例如,由于缺乏光束的准直中的均匀性而导致的)“条纹(striping)”。根据各种实施例,减少的条纹可以提供更均匀或一致的衍射光栅照明,并且进而改善由衍射散射产生的耦出光的均匀性。

[0018] 根据各种实施例,由衍射光栅产生的耦出光形成定向到诸如电子显示器观察方向的预定方向上的多个光束。根据本文所描述的原理的各种实施例,多个光束中的光束可以具有彼此不同的主角度方向。具体地,多个光束可以在观察方向上形成或提供光场。此外,在某些实施例中,光束可以表示多个原色。具有不同主角度方向的光束(也称为“不同定向光束(the different directed light beams)”),并且在某些实施例中,表示不同颜色的光束可用于显示包括三维(3D)信息的信息。例如,不同定向的不同颜色的光束可以被调制并且用作“裸眼(glasses free)”3D彩色电子显示器的彩色像素。

[0019] 本文中,“光导(light guide)”被定义为使用全内反射在结构内引导光的结构。具体地,光导可以包括在光导的工作波长处实际上是透明的芯。在各种实施例中,术语“光导(light guide)”通常是指采用全内反射以在光导的电介质材料与围绕该光导的材料或介质之间的界面处引导光的电介质光波导。根据定义,全内反射的条件是光导的折射率大于邻近光导材料表面的周围介质的折射率。在某些实施例中,除了或代替上述折射率差以外光导可以包括涂层,以进一步促进全内反射。例如,涂层可以是反射涂层。光导可以是多个光导中的任何一个,包括但不限于板或引导板和引导条中的之一或两者。

[0020] 此外本文中,当应用于光导时,作为“板光导(plate light guide)”中的术语“板(plate)”被定义为分段或差分平面层或片材,其有时被称为“平板(slab)”引导。具体地,板光导被定义为配置为在由光导的顶表面和底表面(即,相对表面)限定的两个实际正交的方向上引导光的光导。此外,根据本文的定义,根据某些实施例,顶表面和底表面都彼此分离,并且可以至少在差异方面实际上彼此平行。也就是说,在板光导的任何差异小的区域内,顶表面和底表面实际上平行或共面。

[0021] 在其他实施例中,板光导可以具有楔形形状,其中顶表面和底表面之间的空间随着穿过板光导的距离的函数而变化。具体地,在某些实施例中,楔形形状可以包括随着从楔形板光导的输入端(例如,邻近光源)到的输出端或终端的距离而增加的顶表面到底表面的间隔。例如,这种楔形光导可以提供在输入端引入的光的准直(例如垂直准直)。

[0022] 在某些实施例中,板光导可以是实际上平坦的(即,限制于平面上),因此板光导是平面光导。在其他实施例中,板光导可以在一个或两个正交维度上弯曲。例如,板光导可以在单个维度上弯曲以形成圆柱形板光导。然而,任何曲率都具有足够大的曲率半径,以确保在板光导中保持全内反射以引导光。

[0023] 根据本文描述的各种实施例,衍射光栅(例如,多波束衍射光栅)可用于将光散射或耦合出光导(例如,板光导)而作为光束。本文中,“衍射光栅(diffraction grating)”通常被定义为多个特征(即,衍射特征),其设置为提供入射在衍射光栅上的光的衍射。在某些实施例中,该多个特征可以以周期性或准周期性方式设置。例如,衍射光栅可以包括以一维(1-D)阵列布置的多个特征(例如,材料表面中的多个凹槽)。在其他示例中,衍射光栅可以是特征的二维(2-D)阵列。例如,衍射光栅可以是材料表面上的凸起或孔洞的2-D阵列。

[0024] 因此,根据本文中的定义,“衍射光栅(diffraction grating)”是提供入射在衍射光栅上的光的衍射的结构。如果光从光导入射到衍射光栅上,则所提供的衍射或衍射散射可以导致并因此被称为“衍射耦合(diffractive coupling)”,衍射光栅可以通过衍射将光耦合出光导。衍射光栅还通过衍射(即,以衍射角度)重定向或改变光的角度。具体地,作为衍射的结果,离开衍射光栅的光(即,衍射光)通常具有与入射到衍射光栅上的光(即,入射光)的传播方向不同的传播方向。本文中通过衍射的光的传播方向的变化称为“衍射重定向(diffractive redirection)”。因此,衍射光栅可以被理解为包括衍射特征的结构,该衍射特征使入射在衍射光栅上的光衍射地重定向,并且如果光从光导入射,则衍射光栅也可以将来自光导的光衍射地耦合出来。

[0025] 此外,根据本文的定义,衍射光栅的特征被称为“衍射特征(diffractive feature)”,并且可以是在表面处、表面内及表面上的一个或多个衍射特征(即,其中“表面(surface)”指的是两种材料之间的边界)。表面可以是板光导的表面。衍射特征可以包括衍射光的各种结构中的任何一种,包括但不限于凹槽、脊、孔洞及凸起中的一个或多个,并且这些结构可以是在表面处、表面内及表面上的一个或多个。例如,衍射光栅可以包括在材料表面内的多个平行的凹槽。在另一示例中,衍射光栅可以包括从材料表面上升突出的多个平行的脊。衍射特征(无论是凹槽、脊、孔洞、凸起等)可以具有提供衍射的各种横截面形状或轮廓中的任何一种,包括但不限于正弦曲线、矩形轮廓(例如,二进制衍射光栅)、三角形轮廓和锯齿轮廓(例如,闪耀光栅)中的一个或多个。

[0026] 根据本文的定义,“多波束衍射光栅(multibeam diffraction grating)”是产生包括多个光束的耦出光的衍射光栅。此外,根据本文的定义,由多波束衍射光栅产生的多个光束中的光束具有彼此不同的主角度方向。具体地,根据定义,由于多波束衍射光栅对入射光的衍射耦合和衍射重定向,多个光束中的光束具有与多个光束中的其他光束不同的预定主角度方向。该多个光束可以表示光场。例如,多个光束可以包括具有八个不同主角度方向的八个光束。例如,八个光束(即,多个光束)的组合可以表示光场。根据各种实施例,各种光束的不同主角度方向由栅距或间距以及多波束衍射光栅的衍射特征在各个光束的原点处

相对于入射到多波束衍射光栅上的光的传播方向的取向或旋转的组合所确定。

[0027] 根据本文描述的各种实施例,通过衍射光栅(例如,多波束衍射光栅)耦合出光导的光表示电子显示器的像素。具体地,具有多波束衍射光栅以产生具有不同主角度方向的多个光束中的光束的光导,可以是电子显示器的背光的一部分,或者可以与电子显示器一起使用,诸如但不限于,“裸眼(glasses free)”三维(3D)电子显示器(也称为多视图或“全息(holographic)”电子显示器或自动立体显示器)。这样,通过使用多波束衍射光栅而从光导耦合出的被引导的光产生的不同定向的光束,可以是或表示3D电子显示器的“像素(pixels)”。此外,如上所述,不同定向的光束可以形成光场。

[0028] 本文中,“准直(collimating)”镜被定义为具有弯曲形状的镜子,其配置为准直由准直镜反射的光。例如,准直镜可以具有以抛物线曲线或形状为特征的反射表面。在另一示例中,准直镜可以包括成形的抛物面镜。“成形的抛物面(shaped parabolic)”是指以确定的方式成形的抛物面镜的弯曲反射面与“真实(true)”的抛物曲线有所偏离,以达到预定的反射特性(例如,准直度)。在某些实施例中,准直镜可以是连续的镜子(即,具有实际上平滑的、连续的反射表面),而在其它实施例中,镜子可以包括提供光准直的菲涅耳反射器(Fresnel reflector)或菲涅耳镜(Fresnel mirror)。根据各种实施例,由准直镜提供的准直量可以在预定的准直程度或准直量中根据不同的实施例而有所不同。此外,准直镜可以配置为在两个正交方向(例如,垂直方向和水平方向)中的一个或两者上提供准直。也就是说,根据各种示例,准直镜可以包括在两个正交方向中的一个或两者中的抛物线或成形的抛物线形状。

[0029] 此外,如本文所使用的,冠词“一”旨在在专利技术中具有其普通含义,即“一个或多个”。例如,“一光栅”是指一个或多个光栅,因此,“光栅”在本文中是指“光栅(多个)”。此外,本文中提及的“顶”、“底”、“上方的”、“下方的”、“上”、“下”、“前”、“后”、“第一”、“第二”、“左”或“右”不作为本文中的限制。在本文中,除非另有明确说明,术语“约”当应用于值时,通常意味着在用于产生该值的设备的公差范围内,或意味着正或负10%、或正或负5%、或正或负1%。此外,本文所用的术语“实际上”意味着,大多数、或几乎全部、或全部、或在约51%至约100%的范围内的量。此外,本文的示例旨在仅是说明性的,并且是出于讨论目的而不是用于限制。

[0030] 根据本文所述的原理的某些实施例,提供了基于双光导光栅的背光。图1A示出了根据与本文所述的原理一致的实施例的示例中的基于双光导光栅的背光100的横截面图。图1B示出了根据与本文所述的原理一致的另一实施例的示例中的基于双光导光栅的背光100的横截面图。如图所示,基于双光导光栅的背光100配置为产生多个光束102。根据各种示例或实施例,多个光束102可以对应于采用基于双光导光栅的背光100的电子显示器的像素中所包含的信息。

[0031] 具体地,根据某些实施例,多个光束102可以在使用基于双光导光栅的背光100的电子显示器的观察方向上形成光场。由基于双光导光栅的背光100提供的多个光束102(以及在光场内)中的光束102可以配置为具有与多个光束中的其他光束102不同的主角度方向。此外,光束102可以具有预定方向(主角度方向)以及在光场内的相对窄的角展度。关于在三维(3D)电子显示器中的使用,光束102的主角度方向可以对应于3D电子显示器中特定视图的角度方向。这样,根据一些示例,光束102可以表示或对应于3D电子显示器的像素。

[0032] 在其他实施例中,多个光束中的光束102可以具有实际上相似的预定主角度方向(图1A-1B中未示出)。相似定向的光束102通常不会形成光场,而是代表由基于双光导光栅的背光100发射的实际上单向的光(例如,垂直于基于双光导光栅的背光100表面)。例如,相似定向的光束102可以用作二维(2D)电子显示器的背光。

[0033] 在某些实施例中,可以对由基于双光导光栅的背光100所产生的多个光束中的光束102进行调制(例如,通过如下所述的光阀)。例如,对于远离基于双光导光栅的背光100的不同角度方向定向的光束102的调制,对于动态3D彩色电子显示应用而言可能是特别有用的。也就是说,不同颜色的并且以特定观察方向定向的个别调制的光束102可以表示对应于该特定观察方向的3D电子显示器的动态彩色像素。同样,当光束102实际上是单向时,可以支持动态2D电子显示应用。

[0034] 如图1A-1B所示,基于双光导光栅的背光100包括第一板光导110。第一板光导110配置为将光(例如,从下面描述的光源)引导为被引导光束104。具体地,被引导光束104在第一方向(例如,如图1A和1B所示的右侧)被引导。此外,根据各种实施例,第一板光导110配置为以非零传播角引导被引导光束104。例如,第一板光导110可以包括配置为光波导的电介质材料。该电介质材料可以具有第一折射率,其大于围绕电介质光波导的介质的第二折射率。举例来说,折射率的差别配置为根据光导110的一个或多个引导模式促进被引导光束104的全内部反射。

[0035] 如本文所定义的,非零传播角度是相对于板光导110的表面(例如,顶表面或底表面)的角度。在一些示例中,被引导光束104的非零传播角度可以在大约十(10)度以及大约五十(50)度之间,或者在一些示例中,在大约二十(20)度以及大约四十(40)度之间,或者大约二十五(25)度以及约三十五(35)度之间。例如,非零传播角度可以是大约三十(30)度。在其他示例中,非零传播角度可以是大约20度、或大约25度、或大约35度。

[0036] 在一些示例中,被引导为被引导光束104的光以非零传播角度(例如,大约30-35度)被引入或耦合到第一板光导110中。例如,透镜(未示出)、镜子或类似反射器(例如,倾斜的准直反射器)、和棱镜(未示出)中的一个或多个可以促进将光耦合到第一板光导110输入端作为处于非零传播角度的光束。一旦被耦合到第一板光导110中,被引导光束104沿着第一板光导110以大致上远离输入端的第一方向传播(例如,通过图1A-1B中的沿着x轴的粗箭头所示出)。此外,被引导光束104通过以非零传播角度反射或者在板光导110的顶表面和底表面之间“弹跳(bouncing)”而传播(例如,由表示被引导光束104的光线的延长的且具有角度的箭头所示)。

[0037] 根据一些示例,通过将光耦合到板光导110中而产生的被引导光束104可以被准直(例如,可以是准直光束)。此外,根据一些示例,被引导光束104可以准直于与第一板光导110的表面的平面垂直的平面。例如,第一板光导110可以在定向在具有平行于x-y平面的顶表面和底表面的水平面中(例如,如图所示)。例如,被引导光束104可以在垂直平面(例如,x-z平面)中准直或实际上准直。在另一示例中,第一板光导110可以是楔形板光导110。例如,当第一板光导110为楔形时,顶表面或底表面之一可以平行于x-y平面。在某些实施例中,被引导光束104也可以在水平方向(例如,在x-y平面)中准直或实际上准直。

[0038] 本文中,“准直(collimated)”光束被定义为光束,该光束中的光线与光束中的其他光线实际上彼此平行(例如,被引导光束104)。此外,根据本文的定义,从准直光束发散或

散射出的光线不会被认为是准直光束的一部分。根据各种实施例,产生准直的被引导光束104的光的准直可以通过将光耦合到第一板光导110中的透镜或镜子(例如,倾斜的准直反射器等)来提供。

[0039] 在某些实施例中,第一板光导110是片状或板状光波导,其包括延长的实际上为平面片材的光学透明的电介质材料。实际上为平面片材的电介质材料配置为使用全内反射来引导被引导光束104。根据各种实例,第一板光导110的光学透明材料可以包括各种电介质材料的任一个,包括但不限于,一种或多种各种类型的玻璃(例如,二氧化硅玻璃、碱铝硅酸盐玻璃、硼硅酸盐玻璃等)和实际上光学透明的塑料或聚合物(例如,聚(甲基丙烯酸甲酯)或“丙烯酸玻璃(acrylic glass)”、聚碳酸酯等)。在一些示例中,第一板光导110还可以包括在第一板光导110的表面(例如,顶表面和底表面的一个或两者)的至少一部分上的包覆层(未示出)。根据一些示例,包覆层可以用于进一步促进全内反射。

[0040] 根据各种实施例,图1A-1B中所示的基于双光导光栅的背光100还包括第二板光导120。第二光导120配置为在第二方向(例如,如图所示的向左)上接收和引导重定向的光束106。在某些实施例中,第二方向可以实际上与第一方向相反。

[0041] 例如,如图1A-1B所示,第一板光导110和第二板光导120可以实际上彼此平行或共面(例如,如图所示,一种堆叠在另一者的顶部上)。如图1A-1B所示,作为示例而非限制,第一方向可以是正的x-方向,而第二方向可以是负的x-方向。在其他示例(未示出)中,第二方向可以实际上垂直于第一方向,或实际上相对于第一方向具有其他的角度。例如,当第一和第二板光导110、120实际上共面时,第一方向可以在x-方向上,而第二方向可以在y-方向(未示出)。在另外的示例中,第一方向可以是z-方向,第二方向可以在x-y平面中。换句话说,根据各种实施例,第二方向可以是实际上除第一方向之外的任何方向。

[0042] 根据各种实施例,第二板光导120可以实际上与第一板光导相似。具体地,第二板光导120可以片状或板状光波导,其包括延长的实际上为平面片材的光学透明的电介质材料,其配置为使用全内反射如上面关于第一板光导110所描述的方式来引导重定向的光束106。此外,根据一些示例,第二板光导120还可以包括在第二板光导120表面(例如,顶表面和底表面的一个或两者)的至少一部分上的包覆层(未示出),也如上文所述地进一步促进全内反射。

[0043] 如图1A和1B所示,根据各个实施例,基于双光导光栅的背光100还包括重定向耦合器130。重定向耦合器130配置为将第一板光导110的被引导光束104在第二方向上重定向为重定向光束106。根据各个实施例,重定向光束106接着会由第二板光导120接收和引导。换句话说,重定向耦合器130实际上将被引导光束104往新的或不同的方向上“转向(turns)”成为重定向光束106。如上所述,重定向光束106的第二方向与第一方向不同,并且可以实际上与被引导光束104的第一方向相反,如图1A-1B中的示例所示。根据某些实施例,重定向耦合器130可以在重定向光束106内保留或实际上保留被引导光束104的准直。

[0044] 图2A示出了根据与本文所述的原理一致的实施例的示例中的重定向耦合器130的横截面图。具体地,图2A中所示的重定向耦合器130是位于第一板光导110的输出端处和第二板光导120的输入端处的角反射器。重定向耦合器130的角反射器可以包括彼此成角度地布置的一对镜子132或同等的反射器(例如,全内反射或“TIR”镜,布拉格镜等)。角反射器的一对镜子132中的第一镜132'位于将被引导光束104从第一板光导110反射到角反射器的一

对镜子132的第二镜132"的位置。第二镜132"位于进一步将反射的光束反射到第二板光导120中的位置。具体地,第二镜132"相对于第一镜132'的位置,配置为以不同于第一镜132'的反射角的角度反射光。如此,第二镜132"的反射然后会产生重定向光束106(即,重定向反射的光束),并且使得重定向光束进入第二板光导120并由第二板光导120以第二方向引导。此外,在第一和第二镜132'、132"处的反射组合配置为提供在第二板光导120内具有预定非零传播角度的重定向光束106。根据本发明的各个实施例,第一板光导110中的被引导光束104的非零传播角度以及在第二板光导120中引导的重定向光束106的预定非零传播角度之间的关系,是由第一和第二镜132'、132"之间的相对取向,以及角反射器相对于第一和第二板光导110、120的取向,这两个因素所决定。

[0045] 例如,如图2A所示,角反射器的一对镜子132可以以彼此成90度角定向。因此,角反射器是后向反射器(即,90度角反射器)。此外,重定向耦合器130的角反射器可以相对于第一板光导110和第二板光导120中的一个或两者的平面倾斜。角反射器(或重定向耦合器130)的倾斜配置为提供重定向光束106的预定非零传播角度。例如,对于包括后向反射器或90度角反射器的重定向耦合器130,零度倾斜产生重定向光束106,其具有等同于被引导光束104的非零传播角度的预定非零传播角度,如图2A所示。

[0046] 重定向耦合器130的角反射器的一对镜子132之间的角度关系,还可以采用其他不同于90度的角度。举例来讲,在这些其他角度关系中,仍然可以通过适当调整角反射器的一对镜子132和第一和第二板光导110、120之间的角度关系,来提供重定向光束106的预定非零传播角度。具体地,对于被引导光束104的给定非零传播角度来讲,重定向光束106的预定非零传播角度可以轻易地由镜子132'、132"之间的各种角度关系以及该对镜子132和板光导110、120之间的各种角度关系使用几何光学来确定。

[0047] 图2B示出了根据与本文所述的原理一致的另一实施例的示例中的重定向耦合器130的横截面图。如图2B所示,重定向耦合器130包括倾斜镜134和光栅耦合器136。根据各个实施例,“倾斜(tilted)”是指镜子134相对于第一板光导110的平面或表面具有倾斜角。倾斜镜134配置为将被引导光束104从第一板光导110的向光栅耦合器136反射为反射光束104'。需注意的是,倾斜镜134的倾斜角度不仅在光栅耦合器136处引导反射光束104',而且还确定了反射光束104'在光栅耦合器136处的入射角。

[0048] 光栅耦合器136包括配置为对从倾斜镜134接收的反射光束104'进行衍射的衍射光栅。具体地,根据各个实施例,光栅耦合器136将反射光束104'以第二方向衍射为重定向光束106,以使重定向光束106在第二板光导120中被引导。此外,倾斜镜134的反射与光栅耦合器136的衍射的组合,可以提供在第二板光导120内重定向光束106的预定非零传播角度。

[0049] 例如,当由倾斜镜134的倾斜角度提供的反射光束104'在光栅耦合器136上的入射角约为90度(或者是直角的入射角)时,光栅耦合器136的衍射配置为确定重定向光束106的预定非零传播角度。在某些实施例中,倾斜镜134的倾斜角度 α 配置为提供反射光束104'在光栅耦合器136的垂直入射角,其可以根据等式(1)确定

[0050]
$$\alpha = 45^\circ - \frac{\gamma}{2} \quad (1)$$

[0051] 其中 γ 是被引导光束104的非零传播角度,非零传播角 γ 和倾斜角 α 都是来自第一板光导110的平面的角度。

[0052] 在某些实施例中(例如,如图2B所示),重定向耦合器130还包括第二镜138。第二镜138配置为反射和重定向光栅耦合器136的次级衍射产生的光。具体地,第二镜138被定向成将次级衍射产生的光反射并重定向到第二方向,以增强第二板光导120中的重定向光束106。例如,重定向光束106可以对应于主要衍射产生的光(例如,正向的,第一级衍射产物)。如图所示,实线用于表示主要衍射产生的光(即,光束106),并且光栅耦合器136与第二镜138之间的虚线表示次级衍射产生的光。

[0053] 第二镜138可以被定向成在第二方向和非零传播角度处反射和重定向次级衍射产物(例如,负向的,第一级衍射产物),该非零传播角度约等于在第二板光导120中的重定向光束106的预定非零传播角度。这样,对应于反射和重定向次级衍射产物的光束106'(图2B中的虚线106')将有效地增加或增强重定向光束106,由此,根据某些实施例,使得重定向耦合器130相较于没有第二镜138的实施例而言,具有提升的效率。

[0054] 具体地,如上所述,在某些实施例中(例如,如图所示),倾斜镜134配置成将第一板光导110的被引导光束104朝向光栅耦合器136反射以提供反射光束104'在光栅耦合器136上实际上垂直的入射角。光栅耦合器136的衍射光栅的主要衍射产物可以是正向的一级衍射产物,其衍射角对应于重定向光束106的预定非零传播角度。另外,如图2B所示,第二镜138的方位可以为与光栅耦合器136成90度的角度。次级衍射产物可以是负向的一级衍射产物,其为相对于主要衍射产物(即,正向的一级衍射产物)具有90度关系。具有90度方位的第二镜138配置为将次级衍射产物,以实际上等同于重定向光束106的非零传播角度反射并重定向为第二板光导120中的光束106'。由此,重定向光束106由第二板光导120中的光束106'实际地增强。

[0055] 根据各种实施例,倾斜镜134实际上可以是任何可以反射或实际上反射被引导光束104的镜子或等效的反射器,并且其进一步被倾斜成配置为改变被引导光束104的方向的角度。例如,倾斜镜134可以包括金属或金属化表面(例如,镀银的镜子)。在另一示例中,倾斜镜134可以是布拉格镜。在其他实施例中,倾斜镜134由全内反射(TIR)实现,并且成为TIR镜。例如,倾斜镜134可以由第一板光导110的斜面提供,并且第一板光导110内的倾斜表面附近的TIR可以用作倾斜镜134。而且,第二镜138可以是实际上任何镜子或等效的反射器,包括但不限于金属或金属化的表面、布拉格镜和TIR镜。例如,可以通过金属化第二板光导120的端部来提供第二反射镜138。在另一示例中,第二板光导120的端部配置为提供次级衍射产物入射在作为第二镜138的第二板光导端部的TIR。

[0056] 根据某些实施例,上述一个或多个镜子可以是准直镜。例如,角反射镜132',132"中的一个或两者可以具有抛物线状的表面,以提供重定向光束106的准直(例如,在水平方向、垂直方向或两者上)。类似地,倾斜镜134和第二镜138中的一个或两种都可以是具有抛物线状的地面的准直镜,以准直反射光束104',从而产生准直(例如,垂直和水平准直中的一个或两者)的重定向光束106(例如,通过光栅耦合器136的衍射之后)。

[0057] 根据各种实施例,光栅耦合器136包括彼此间隔开以形成衍射光栅的衍射特征(例如,凹槽或脊)。在某些实施例中,衍射特征可以在第二板光导120的表面处、表面内或相邻于第二板光导的表面。例如,光栅耦合器136可以包括形成在重定向耦合器130中的第二板光导120的顶表面中的多个凹槽。根据各种实施例,衍射光栅在衍射特征之间包括均匀或实际均匀的间隔。此外,根据各种实施例,可以抑制衍射光栅的零级衍射产物。例如,衍射光栅

可以具有能够抑制零级衍射产物的选择性地选定衍射特征高度或深度(例如,脊的高度或凹槽的深度),以及占空比。在某些实施方案中,占空比可以在约百分之三十(30%)和约百分之七十(70%)之间。此外,在某些实施例中,高度或深度可以在大于零至大约五百纳米的范围内。例如,占空比可以是大约百分之五十(50),并且衍射特征高度或深度可以是大约一百四十(140)纳米。

[0058] 在某些实施例中,光栅耦合器136包括反射衍射光栅,诸如但不限于反射金属或金属化衍射光栅。图2B示出了包括衍射特征136a的光栅耦合器136,其作为在第二板光导120的顶表面上(或从顶表面突出)的脊。此外,衍射特征136a之间和之上的空间由反射材料层136b填充,诸如反射金属。反射金属可以包括但不限于铝、镍、银或金。与介电衍射光栅相比,使用反射衍射光栅可以提供更高的衍射效率(例如,第二板光导120的电介质材料中的凹槽或脊)。

[0059] 再次参考图1A和1B,基于双光导光栅的背光100还包括衍射光栅140。具体地,根据某些实施例,基于双光导光栅的背光100可以包括多个衍射光栅140。例如,多个衍射光栅140可以布置为或表示衍射光栅140的阵列。如图1A-1B所示,衍射光栅140位于第二板光导120的表面(例如,顶表面或前表面)。在其他示例(未示出)中,一个或多个衍射光栅140可以位于第二板光导120内。在其他实施例(未示出)中,一个或多个衍射光栅140可以位于或设置在第二板光导120的底面或背面。

[0060] 根据各种实施例,衍射光栅140配置为通过或使用衍射耦合(例如,也称为“衍射散射(diffractive scattering)”)将重定向光束106的一部分散射或耦合出第二板光导120。重定向光束106的该部分可以由衍射光栅140通过光导表面(例如,通过第二板光导120的顶表面或前表面)衍射耦合出来。此外,衍射光栅140配置为将重定向光束106的该部分衍射耦合出来成为耦出光束(例如,光束102)。

[0061] 根据各种示例,耦出光束102以预定的主角度方向远离光导表面定向。具体地,重定向光束106的耦合出部分通过多个衍射光栅140往远离光导表面的方向衍射地重定向为多个光束102。如上所述,根据某些示例,多个光束中的每个光束102,可以具有不同的主角度方向,并且该多个光束可以表示光场。根据其他示例,多个光束中的每个光束102可以具有实际上相同的主角度方向,并且与由具有不同主角度方向的光束的多个光束表示的光场不同,具有相同的主角度方向的多个光束可以表示实际上单向的光。

[0062] 根据各种实施例,衍射光栅140包括衍射光(即,提供衍射)的多个衍射特征142。衍射负责将重定向光束106的该部分从第二板光导120衍射耦合出来。例如,衍射光栅140可以包括第二板光导120的表面中的凹槽以及从第二板光导表面突出的脊中的一个或两者用作衍射特征142。凹槽和脊可以彼此平行或实际平行地布置,并且至少在某一点处垂直于将要由衍射光栅140耦合出来的重定向光束106的传播方向。

[0063] 在某些示例中,衍射特征可以被蚀刻、研磨或模制到表面中或施加在表面上。这样,衍射光栅140的材料可以包括第二板光导120的材料。如图1A所示,例如,衍射光栅140包括形成在第二板光导120的表面中的实际上平行的凹槽。在图1B中,例如,衍射光栅140包括从第二光导表面突出的实际上平行的脊。在其他示例(未示出)中,衍射光栅140可以被施加到第二光导120的表面或作为膜或层贴附或固定到第二光导120的表面上。

[0064] 多个衍射光栅140可以以各种不同的配置相对于第二板光导120布置。例如,多个

衍射光栅140可以行列的形式横跨光导表面设置(例如,作为阵列)。在另一示例中,多个衍射光栅140可以分组设置,并且该组可以以行和列设置。在又一示例中,多个衍射光栅140可以实际上随机地分布在第二板光导120的表面上。

[0065] 根据某些实施例,多个衍射光栅140包括多波束衍射光栅140。例如,全部或实际上全部的多个衍射光栅140可以为多波束衍射光栅140(即,多个多波束衍射光栅140)。根据各种实施例,多波束衍射光栅140是衍射光栅140,其配置为将重定向光束106的部分耦合出来,作为多个光束102(例如,如图1A和1B所示),具有不同的主角度方向的光束形成光场。

[0066] 根据各种实例,多波束衍射光栅140可以包括啁啾衍射光栅140(即,啁啾多波束衍射光栅)。根据定义,“啁啾(chirped)”衍射光栅140是展示或者具有随着啁啾衍射光栅140的幅度或长度而改变衍射特征的衍射间隔的衍射光栅。此外,在本文中,变化的衍射间隔被定义为“啁啾(chirp)”。如此,从第二板光导120衍射耦合出的重定向光束106离开或从啁啾衍射光栅140作为光束102以不同的衍射角度发射,其中,该衍射角度是指对应于横跨该啁啾衍射光栅140上不同点的衍射角度。通过预定义的啁啾可知,啁啾衍射光栅140负责多个光束中的耦出光束102的相应的预定且不同的主角度方向。

[0067] 图3A示出了根据与本文所述的原理一致的实施例的示例中的包括多波束衍射光栅140的基于双光导光栅的背光100的一部分的横截面图。图3B示出了根据与本文所述原理一致的实施例的示例中的包括多波束衍射光栅140的图3A的双光导光栅的背光部分的透视图。作为示例而非限制,图3A所示的多波束衍射光栅140包括在第二板光导120的表面中的凹槽。例如,图3A中所示的多波束衍射光栅140可以表示图1A所示的基于凹槽的衍射光栅140中的一个。

[0068] 如图3A-3B(以及作为示例而非限制的图1A-1B)所示,多波束衍射光栅140是啁啾衍射光栅。具体地,如图所示,衍射特征142在多波束衍射光栅140的第二端140''处比在第一端140'处更靠近在一起。此外,所示衍射特征142的衍射间隔d从第一端140'到第二端140''线性变化。在某些示例中,啁啾衍射光栅140可以具有或展示出随距离而线性变化的啁啾衍射间隔d。如此,啁啾衍射光栅140可以被称为“线性啁啾(linearly chirped)”衍射光栅。

[0069] 在某些实施例中,当重定向光束106在第二板光导中从多波束衍射光栅140的第一端140'到多波束衍射光栅140的第二端140''的方向上传播时(例如,如图3A所示),使用多波束衍射光栅140将光耦合出第二板光导120而产生的光束102可能发散(即,成为发散的光束102)。另一方面,根据其他示例(未示出),聚合的光束102会在重定向光束106在第二板光导120中往相反方向传播时产生,即从多波束衍射光栅140的第二端140''往第一端140'传播时产生。

[0070] 在另一示例(未示出)中,啁啾衍射光栅140可以呈现衍射间隔d的非线性啁啾。用于实现啁啾衍射光栅140的各种非线性啁啾包括但不限于指数啁啾、对数啁啾或随着另一个实际上不均匀或随机但仍然单调的方式变化的啁啾。也可以使用非单调啁啾,包括但不限于正弦啁啾或三角形或锯齿形啁啾。也可以使用任何这些类型的啁啾组合。

[0071] 如图3B所示,多波束衍射光栅140包括在第二板光导120的啁啾且弯曲的(即,多波束衍射光栅140是弯曲的,啁啾衍射光栅)表面中、表面处或表面上的衍射特征142(例如,凹槽或脊)。如图3A-3B中标有'106'的粗箭头所示,重定向光束106具有相对于多波束衍射光栅140和第二板光导120的入射方向。还示出了在第二板光导120的表面指向远离多波束衍

射光栅140方向的多个耦出或发射光束102。图中所示出的光束102以多个不同的预定主角度方向发射。具体地,如图所示,发射光束102的不同的预定主角度方向在方位角和高度方面都不同(例如,形成光场)。根据各种示例,衍射特征142的预定啁啾和衍射特征142的弯曲都可以对发射光束102的相应多个预定的不同主角度方向负责。

[0072] 例如,由于弯曲,多波束衍射光栅140内的衍射特征142可以具有相对于在第二板光导120中引导的重定向光束106的入射方向不同的方位。具体地,衍射特征142位于第一点的方位或位于多波束衍射光栅140内的方位,与衍射特征142在相对于被引导光束入射方向的另一个点或位置处的方位不同。根据某些示例,对于耦出的或发射光束102,光束102的主角度方向 $\{\theta, \phi\}$ 的方位分量 ϕ 可以由衍射特征142在光束102的起点(即,入射的重定向光106被耦合出的点)方位角 ϕ_f 决定,或者可以与之对应。因此,至少以其各自的方位分量 ϕ 而言,多波束衍射光栅140内的衍射特征142的变化方位会产生具有不同的主角度方向 $\{\theta, \phi\}$ 的不同光束102。

[0073] 具体地,在沿着衍射特征142的曲线的不同点,多波束衍射光栅140中与弯曲的衍射特征142相关联的“底层衍射光栅(underlying diffraction grating)”具有不同的方位角 ϕ_f 。通过“底层衍射光栅”,其意味着多个非弯曲衍射光栅的衍射光栅叠加产生多波束衍射光栅140的弯曲衍射特征。因此,沿着弯曲衍射特征142的给定点处,曲线具有通常不同于沿着弯曲衍射特征142的另一点处的方位角 ϕ_f 的特定方位角 ϕ_f 。此外,特定方位角 ϕ_f 导致从给定点发射的光束102的主角度方向 $\{\theta, \phi\}$ 的相应方位分量 ϕ 。在某些示例中,衍射特征142(例如,凹槽、脊等)的曲线可以表示圆的一部分。该圆可以与光导表面共面。在其他示例中,该曲线可以表示椭圆的或其他弯曲形状一部分,例如与光导表面共面的曲面。

[0074] 在其他示例中,多波束衍射光栅140可以包括“分段(piecewise)”弯曲的衍射特征142。具体地,尽管衍射特征142本身可能不描述实际上平滑或连续的曲线,但是在多波束衍射光栅140内的沿着衍射特征142的不同点处,衍射特征142仍然可以具有相对于重定向光束106的入射方向以不同的角度定位。例如,衍射特征142可以是包括多个实际上为直线段的凹槽,每个段具有与相邻段不同的取向。总之,根据各种实施例,这些段的不同角度可以近似于曲线(例如,圆的一段)。在另外的示例中,衍射特征142可以仅在多波束衍射光栅140内的不同位置处具有相对于的被引导光的入射方向具有不同的方位,而不接近特定曲线(例如,圆形或椭圆形)。

[0075] 再次参考图1A-1B,根据某些实施例,基于双光导光栅的背光100还包括光源150。例如,光源150可以耦合到第一板光导110的与输出端相对的输入端,该输出端与重定向耦合器130相邻。在某些实施例中,光源150包括多个光发射器152。光发射器152(或更一般地,光源150)配置为向第一板光导110提供光作为被引导的光104,即,作为被引导光束104。根据某些实施例,所提供的光包括多个不同颜色的光,根据各种实施例,当耦合到板光导110中时,其配置为被引导为多个不同的彩色光束104。例如,多个光发射器152配置为产生多种不同颜色的光。

[0076] 根据某些实施例,不同颜色104的被引导光束配置为在第一板光导110内以不同的颜色特定的非零传播角度被引导。例如,红色被引导光束104可以以第一非零传播角度耦合到第一板光导110内并在其内传播;绿色被引导光束104可以以第二非零传播角度耦合到第一板光导110内并在其内传播;并且蓝色被引导光束104可以以第三非零传播角度耦合到第

一板光导110内并在其内传播。此外,相应的第一,第二和第三非零传播角度彼此不同。

[0077] 如图1A所示,通过说明而不是限制,光源150还可以包括倾斜的抛物线形状的反射器154。不同颜色特定的非零传播角度可以分别由多个光发射器中彼此横向偏移的红色,绿色和蓝色的光发射器152(图1A中未单独示出)提供,例如,该些光发射器将光从第一板光导110的输入端反馈或发送进入倾斜且抛物线形状的发射器154。具体地,根据各种实施例,与倾斜的抛物线形状的反射器154的结合的横向偏移的不同颜色的发射器152配置为将不同颜色的光(例如,红光、绿光和蓝光)以对应的不同颜色特定的非零传播角度耦合进第一板光导110。

[0078] 在这些实施例中的某些实施例中,当将不同颜色的被引导光束104重定向到第二板光导120中成为对应于不同颜色的重定向光束106时,重定向耦合器130可以保留或实际上保留颜色特定的非零传播角度。具体地,不同颜色的被引导光束104之间的颜色特定的角度差异可以在重定向时被实际保留。例如,实现为后向反射器的重定向耦合器130可以将不同颜色被引导光束104的颜色特定的非零传播角度保留在相应的不同颜色的重定向光束106中。或者,重定向耦合器130可以调整、增强或以其他方式改变一个或多个颜色特定传播角度,并且根据其他实施例,在重定向进入第二板光导120时仍然保持颜色特定传播角度之间的差异。

[0079] 根据其他实施例,不同颜色的被引导光束104配置为以相似或甚至相同的非零传播角度在第一板光导110内传播。根据这些实施例,重定向耦合器130可以配置为向不同颜色的重定向光束106提供不同的颜色特定的非零传播角度。例如,光源150可以配置为产生并将红光、绿光和蓝光中的每一个以实际上相同的非零传播角度(例如,与不同的颜色特定的非零传播角度相反的方式)引入第一板光导110中。在该示例中,重定向耦合器130可以包括光栅耦合器,其配置为将红色、绿色和蓝色被引导光束往第二方向相应的不同的颜色特定的非零传播角度重定向进入第二板光导120中。例如,光栅耦合器可以实际上类似于上述光栅耦合器136。例如,如上所述,重定向耦合器130还可以包括倾斜的镜子,以将红色、绿色和蓝色的被引导光束反射进入倾斜的镜子中。

[0080] 在各种实施例中,光源150可以包括实际上光的任何光源,包括但不限于发光二极管(LED)和激光器。在某些实施例中,光源150可以产生具有由特定颜色表示的窄带光谱的实际上为单色的光。具体地,颜色可以是或表示原色(例如,电子显示器)。例如,光源150可以产生代表多种原色的多种不同颜色的光。例如,原色可以包括红光、绿光和蓝光。此外,原色可以是彩色电子显示器的原色,其中原色根据颜色模型来选择,诸如但不限于,配置为支持彩色电子显示器的色域的红-绿-蓝(RGB)颜色模型。

[0081] 根据某些实施例,光源150可以是包括多个LEDs的多色光源。例如,多个的LEDs可以表示彩色电子显示器的原色的不同颜色。具体地,例如,LED可以包括产生RGB颜色模型的红光的红色LED,产生RGB颜色模型的绿光的绿色LED以及产生RGB颜色模型的蓝光的蓝色LED。在某些实施例中,光源150可以包括沿着第一板光导110的输入端布置的光发射器152的线性阵列。例如,每个光发射器可以包括红色LED、绿色LED和蓝色LED。光源150可以配置为产生准直光(例如,使用准直反射器或透镜)。例如,图1A所示的倾斜的成形抛物面的反射器154可以配置为当将光从光发射器152耦合进入第一板光导110中时产生准直光束104。根据各种实施例,实际上可以将任何准直器(例如准直透镜,准直反射器等)插入在图1A中的

光源150和第一板光导110之间,以提供准直光束104。

[0082] 根据本文描述的原理的某些实施例,提供三维(3D)电子显示器。3D电子显示器配置为发射具有不同方向的调制光束作为3D电子显示器的像素。3D电子显示器配置为显示3D信息(例如,3D图像)。在某些示例中,3D电子显示器是自动立体或裸眼的3D电子显示器。具体地,根据各种示例,经调制的、具有不同定向的光束中的不同光束可以对应于与3D电子显示器相关联的不同“视图(views)”。例如,不同的视图可以提供由3D电子显示器显示的信息的“裸眼(glasses free)”(例如,自动立体,全息等)表示。

[0083] 图4示出了根据与本文所述的原理一致的实施例的3D电子显示器200的框图。3D电子显示器200可以用于呈现3D信息,诸如但不限于3D图像。具体地,图4所示的3D电子显示器200配置为以不同的主角度方向发射调制光束202,其代表对应于3D电子显示器200的不同视图的像素。在图4中,作为示例而非限制,调制光束202被示为发散(例如,与汇聚相反)。在某些实施例中,光束202还可以表示不同的颜色,并且3D电子显示器200可以是3D彩色电子显示器。

[0084] 图4所示的3D电子显示器200包括配置为引导光的第一光导210和第二光导220。第二光导220中的被引导光是成为由3D电子显示器200发射的调制光束202的光的来源。根据某些实施例,第一光导210可以是板光导,并且可以实际上与上文中所述的基于双光导光栅的背光100的第一板光导110类似。此外,根据某些实施例,第二光导220可以是板光导,并且可以实际上也与上文所述的基于双光导光栅的背光100的第二双光导板120类似。例如,第一和第二光导210、220可以各自是平板光波导,其包括配置为通过全内反射引导光的平板介电材料。在某些实施例中,作为板光导的第一光导210和第二光导220可以彼此实际上共面布置(例如,如图1A-1B中所示)。

[0085] 在其他实施例中,第一光导210和第二光导220中的一个或两者可以包括带状光导。例如,根据本文的定义,第一光导210和第二光导220中的一个或两者可以包括彼此相邻的多个实际上平行的带状光导,以近似板光导布置,因此被认为是“板(plate)”光导的形式。然而,例如,这种形式的板光导的相邻带状光导可以将光限制在各个带状光导内,并且实际上防止泄漏到相邻带状光导中(即,与“真实(true)”的板光导的实际上连续的片状材料不同)。

[0086] 根据各种实施例,每个第一和第二光导210、220内的被引导的光配置为以非零传播角度作为光束传播。在某些实施例中,被引导的光可以包括多个不同颜色的被引导光束。此外,根据某些实施例,在第一光导210和第二光导220中的一个或两者中的被引导光束可以被准直(即,光可以被引导为准直的或实际准直的光束)。例如,第一和第二光导210、220可以配置为分别在各自光导210、220中以非零传播角度将光引导为准直光束。

[0087] 如图4所示,3D电子显示器200还包括重定向耦合器230。重定向耦合器230配置为将被引导光束从第一光导210耦合并重定向到第二光导220。根据某些实施例,重定向耦合器230可以实际上类似于上述关于基于双光导光栅的背光100所描述的重定向耦合器130。例如,在某些实施例中,重定向耦合器230可以包括角反射器(例如,如图2A中所示)。

[0088] 在另一个实施例中,重定向耦合器230可以包括倾斜镜和反射光栅耦合器(例如,如图2B所示)。倾斜镜和反射光栅耦合器可以实际上类似于上文所述的重定向耦合器130的倾斜镜134和光栅耦合器136。具体地,倾斜镜可以配置为将被引导光束从第一光导210朝向

反射光栅耦合器反射。接着,反射光栅耦合器可以配置为将从倾斜镜接收的反射的被引导光束衍射并重定向到第二光导220中,作为在第二光导220内引导的重定向的光束。

[0089] 图4中所示的3D电子显示器200还包括多波束衍射光栅240的阵列。例如,多波束衍射光栅240的阵列可以位于第二光导220的表面中、表面上或表面处。根据各种实施例,阵列中的多波束衍射光栅240配置为将第二光导210内引导的重定向光束的一部分衍射地耦合出来作为多个具有不同主角度方向的耦出光束204,该耦出光束代表或对应于3D电子显示器200的不同视图。在某些实施例中,多波束衍射光栅240可以实际上类似于上文所述的基于双光导光栅的背光100的多波束衍射光栅140。

[0090] 例如,多波束衍射光栅240的阵列可以包括啁啾衍射光栅。在某些实施例中,多波束衍射光栅240的衍射特征(例如,凹槽、脊等)是弯曲的衍射特征。例如,弯曲的衍射特征可以包括弯曲(即,连续弯曲或分段弯曲)的脊或凹槽,以及作为随着横跨阵列中的多波束衍射光栅240之间的距离的函数变化的弯曲衍射特征之间的间隔。在某些实施例中,多波束衍射光栅240可以是具有弯曲衍射特征的啁啾衍射光栅。

[0091] 如图4所示,3D电子显示器200还包括光阀阵列250。光阀阵列250包括多个配置成调制多个光束中的耦出光束204的光阀。具体地,光阀阵列250的光阀调制耦出光束204,以提供作为或表示3D电子显示器200的像素的调制的光束202。此外,不同的调制的光束202可以对应于3D电子显示器200的不同视图。在各种示例中,可以在光阀阵列250中使用不同类型的光阀,包括但不限于一个或多个液晶(LC)光阀、电润湿光阀和电泳光阀。通过示例,图4中使用的虚线强调光束202的调制。

[0092] 此外,如图4所示,根据某些实施例,3D电子显示器200还可以包括光源260。光源260光学地耦合到第一光导210的输入端,该第一光导210的输入端与重定向耦合器230相邻的输出端相对。在某些实施例中,光源260实际上类似于上文所述的关于基于双光导光栅的背光100。具体地,光源260可以包括多个光发射器(例如,LED)。

[0093] 例如,在某些实施例中,光源260可以包括沿着第一光导210的输入端布置的多个光发射器(例如,LED),以在第一光导210内提供对应的多个被引导光束。多个被引导光束可以横跨第一光导210从其输入端到其输出端实际上平行的条带中被引导。例如,光源260的光发射器可以被布置为线性阵列,每个光发射器在第一光导210内产生不同的准直的被引导光束。在某些实施例中,第一光导210在被引导光束的传播方向上的光学长度,大于多个不同的被引导光束沿着第一光导210扩散的距离,该光学长度比该距离大各个实际上平行的条带之间间隔的大约一半。换句话说,第一光导光学长度足够长,使得相邻的准直的被引导光束扩散到彼此中。

[0094] 根据某些实施例,光源260可以配置为产生不同颜色的光(即,是彩色光源)。由此,在某些实施例中,3D电子显示器200可以是3D彩色电子显示器200。例如,多个光发射器可以包括配置为发射第一颜色的光(例如,红光)的第一光发射器,配置为发射第二颜色的光(例如,绿光)的第二光发射器,以及配置为发射第三颜色的光(例如,蓝光)的第三光发射器。例如,第一光发射器可以是红色发光二极管(LED),第二光发射器可以是绿色LED,并且第三光发射器可以是例如蓝色LED。在其他示例中,例如,光发射器可以包括红色LED、绿色LED和蓝色LED中的每一个,因此是彩色光发射器。

[0095] 在某些光源260是彩色光源的实施例中,重定向耦合器230可以包括光栅耦合器,

其配置为将不同颜色的光束以不同的颜色特定的非零传播角度反射并重定向进入第二光导220。此外,颜色特定的传播角度可以配置为从多波束衍射光栅240产生耦合出的彩色光束204,其形成配置成提供对应于3D电子显示器200的不同视图的彩色像素的颜色特定的光场。根据各种实施例,颜色特定的光场可以具有彼此实际相似的锥角,并且因此产生尽管以不同的颜色表示的彼此实际上相似的3D电子显示视图的颜色特定像素。

[0096] 根据本文描述的原理的某些示例,提供了基于光栅的背光操作的方法。图5示出了根据与本文所述原理一致的实施例中的示例中的基于光栅的背光操作的方法300的流程图。如图5所示,基于光栅的背光操作的方法300包括以非零传播角度的第一板光导中引导310光成为被引导光束。根据某些实施例,被引导光束被准直。在某些实施例中,第一板光导实际上类似于上文所述的关于基于双光导光栅的背光100的第一板光导110。

[0097] 基于光栅的背光操作的方法300还包括使用重定向耦合器将被引导光束重定向320到第二板光导中作为重定向的被引导光束。根据某些实施例,第二板光导实际上类似于上文关于基于双光导光栅的背光100所描述的第二板光导120。此外,根据某些实施例,重定向320引导光束采用的重定向耦合器实际上类似于上述基于双光导光栅的背光100的重定向耦合器130。例如,重定向耦合器可以包括角反射器,或其他用于将来自第一板光导中的第一传播方向的被引导光束重定向320到第二板光导的第二传播方向的装置。

[0098] 在某些实施例中,重定向320被引导光束包括将来自第一板光导的被引导光束向光栅耦合器反射。反射被引导光束可以采用与上述重定向耦合器130的倾斜镜134实际相似的倾斜镜。重定向320被引导光束进一步包括使用光栅耦合器将反射光束衍射地重定向到第二板光导中作为重定向的被引导光束。根据某些实施例,光栅耦合器可以实际上类似于上文关于基于双光导光栅的背光100所述的光栅耦合器。在采用光栅耦合器的某些实施例中,重定向320被引导光束可以进一步包括使用第二镜或类似反射器(例如,第二镜可以为但不限于上述第二镜138)重新定向由光栅耦合器产生的次级衍射产物。

[0099] 根据某些实施例,被引导光束可以是在第一板光导中引导的多个不同颜色光束中的光束。在某些实施例中,引导310不同颜色光束的光包括以不同的颜色特定的非零传播角度引导每个不同颜色的光束。此外,重定向320被导的光束,其中光束是多个不同颜色的光束,重定向320被导的光束包括利用光栅耦合器将每个不同颜色的光束以不同的颜色特定的非零传播角衍射地重新定向进入第二板光导中。

[0100] 如图5所示,基于光栅的背光操作的方法300还包括使用在第二板光导的表面处的衍射光栅将重定向的被引导光束的一部分衍射地耦合出来330。衍射地耦合出330重定向的被引导光束的部分配置为以预定的主角度方向往远离第二板光导的方向产生耦合出光束。

[0101] 根据各种示例,衍射光栅位于第二板光导的表面处、表面中或表面上。衍射光栅可以在其表面上形成为凹槽、脊等。在其他示例中,衍射光栅可以包括在第二板光导表面上的膜。在一些示例中,衍射光栅实际上类似于上面关于基于双光导光栅的背光100所描述的衍射光栅140。具体地,衍射光栅可以是多波束衍射光栅,其配置为从重定向的被引导光束的衍射耦合出来330的部分产生多个光束。多波束衍射光栅可以实际上类似于上述的多波束衍射光栅140,包括但不限于包括彼此间隔开的弯曲的凹槽和弯曲脊之一的啁啾衍射光栅。在其他示例中,衍射光栅位于其他地方,包括但不限于在第二板光导内。

[0102] 根据各种实施例,基于光栅的背光操作的方法300的重定向的被引导光的衍射耦

合出330的部分可以产生指向远离第二光导的表面的多个发射(或耦出)光束。多个光束中的每个发射光束以预定的主角度方向往远离表面的方向定向。具体地,当衍射光栅是多波束衍射光栅时,多个光束中的发射光束可以具有与多个光束中的其它发射光束不同的主角度方向。

[0103] 根据某些实施例,多个光束中的发射光束可以对应于采用基于光栅的背光的电子显示器的像素。具体地,当多波束衍射光栅用于衍射耦合出330重定向的被引导光的部分时,多个耦出的(或发射的)光束可以对应于三维(3D)电子显示器的不同视图的不同的主角度方向往远离第二板光导的方向定向。因此,电子显示器可以是3D电子显示器。在其他实施例中,电子显示器可以是2D电子显示器。

[0104] 在某些实施例中,基于光栅的背光操作的方法300还包括使用多个光阀调制340多个光束中的发射光束。具体地,衍射地耦合出330的多个发射光束,经由通过或者与对应的多个光阀相互作用而被调制。根据某些实施例,从多个光阀发射的调制光束可以形成采用基于光栅的背光(包括3D电子显示器)的电子显示器的像素。例如,调制340的光束可以提供3D电子显示器(例如,裸眼的3D电子显示器)的多个视图。

[0105] 在一些示例中,用于调制340多个发射光束的多个光阀实际上类似于上面关于3D电子显示器200描述的光阀阵列250。例如,光阀可以包括液晶灯阀门。在另一示例中,光阀可以是另一种类型的光阀,包括但不限于电润湿光阀和电泳光阀。根据某些实施例(例如,当使用彩色光发射器时),调制340可以在颜色特定的基础上应用。

[0106] 因此,已经描述了采用双光导的基于光栅的背光,3D电子显示器和基于光栅的背光操作的方法的示例。应当理解,上述示例仅仅是表示本文所述原理的许多具体示例和实施例中的一些的说明。显然,本领域技术人员可以容易地设计出许多其它的布置,而不脱离由所附权利要求限定的范围。

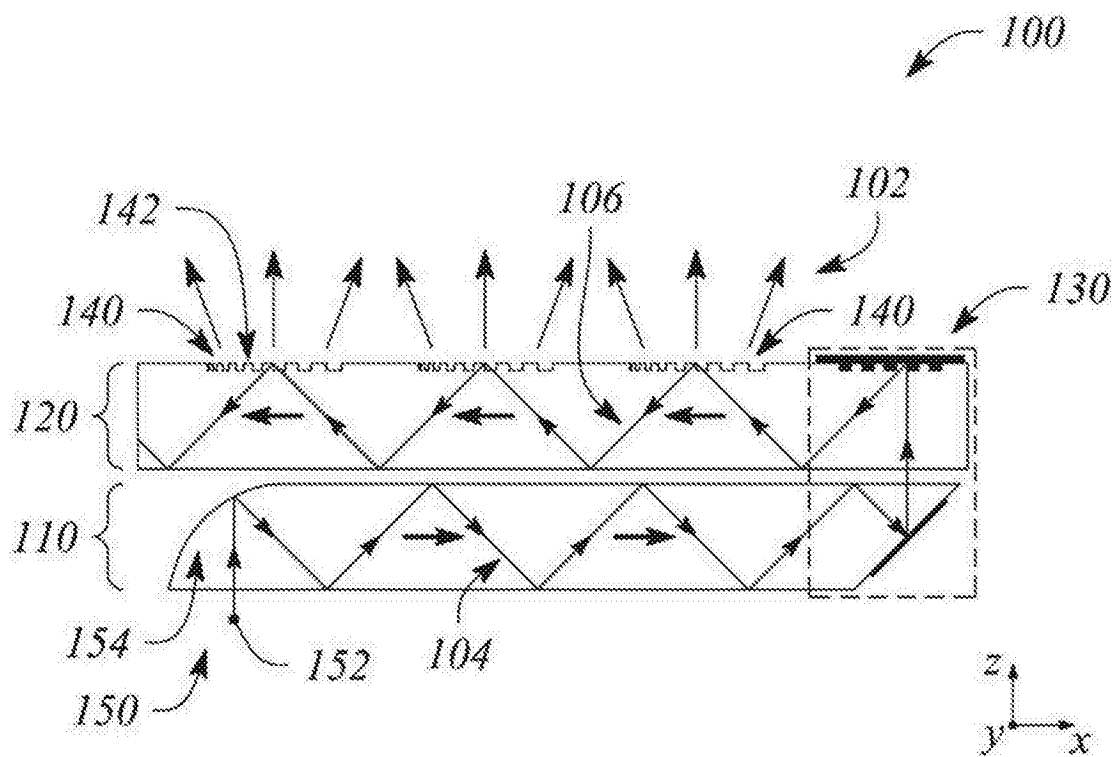


图1A

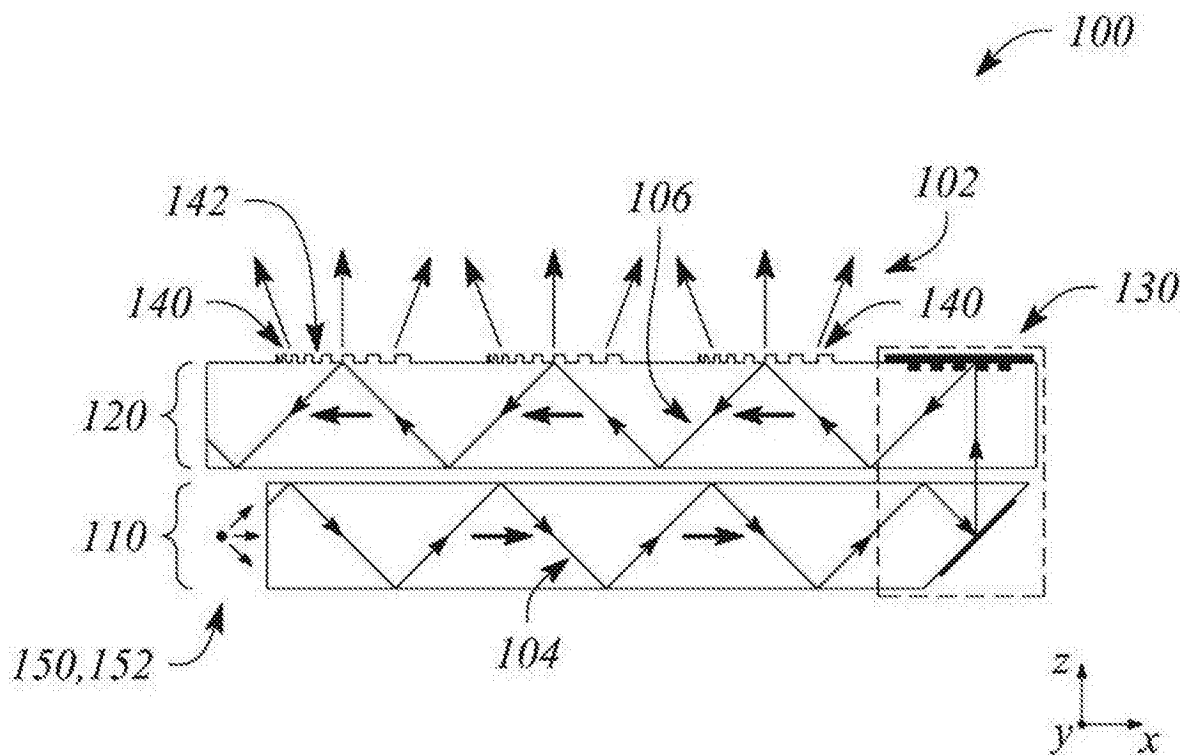


图1B

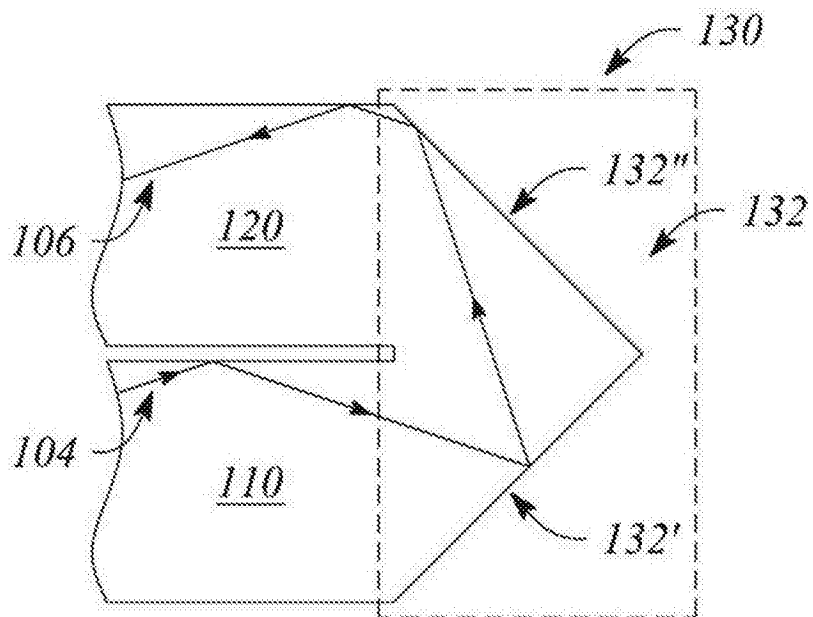


图2A

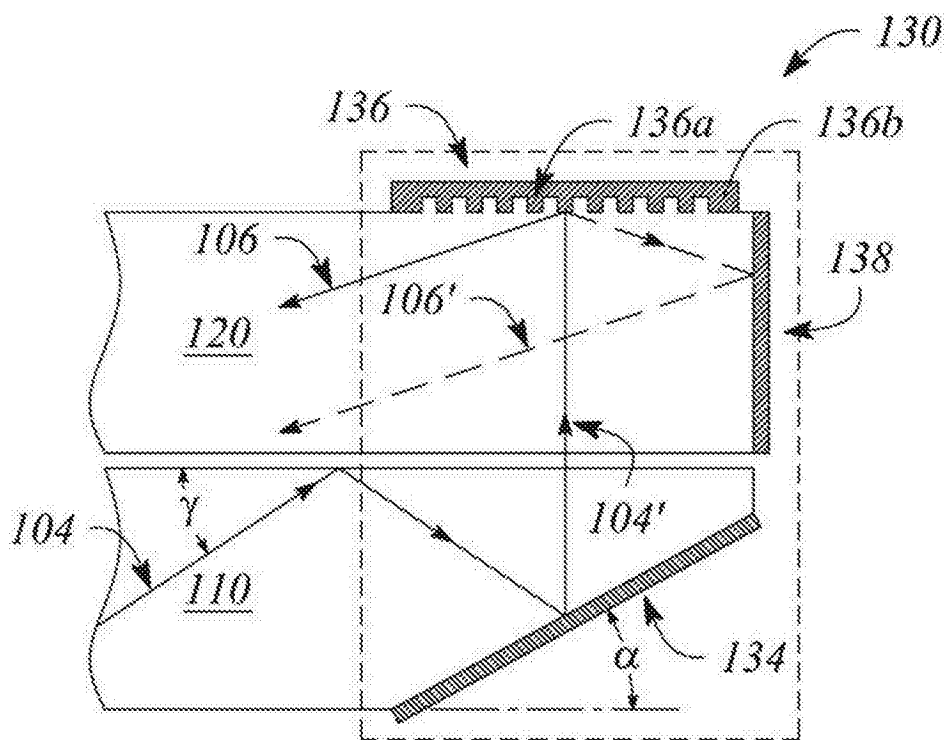


图2B

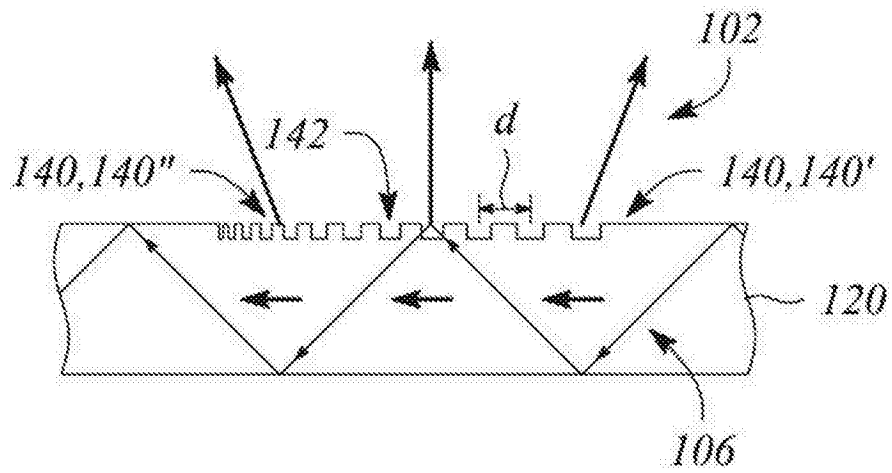


图3A

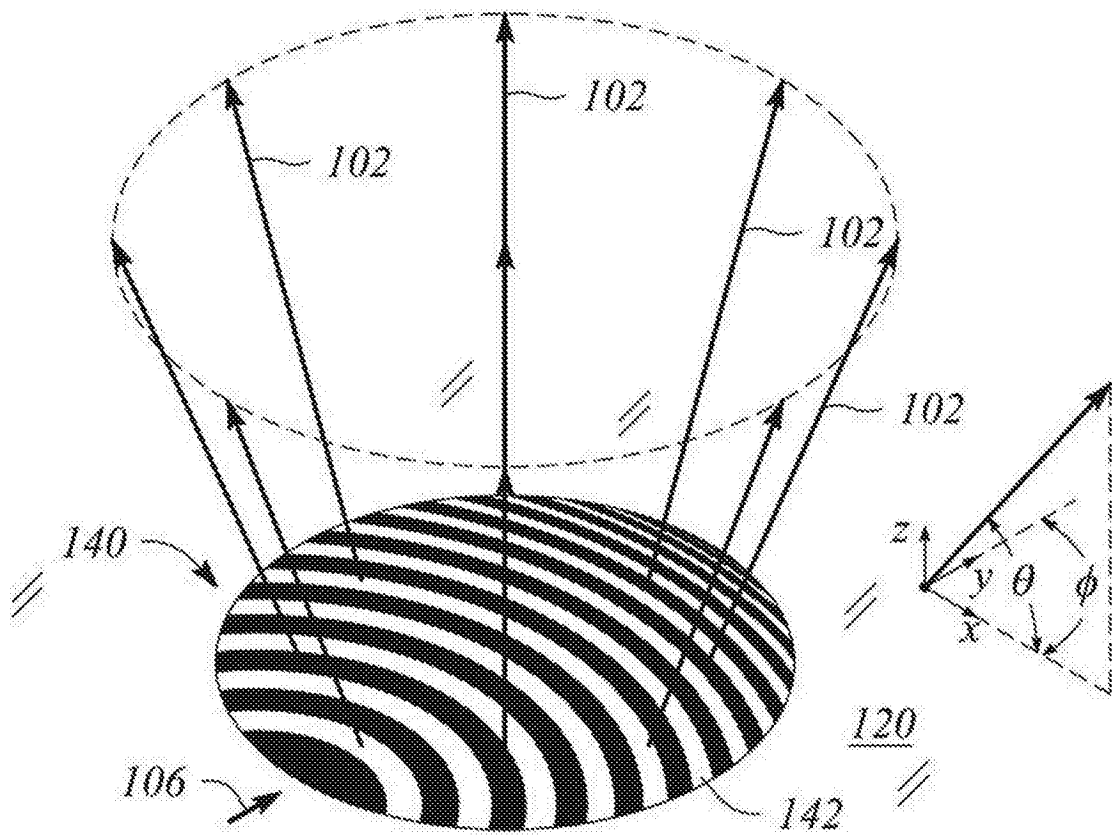


图3B

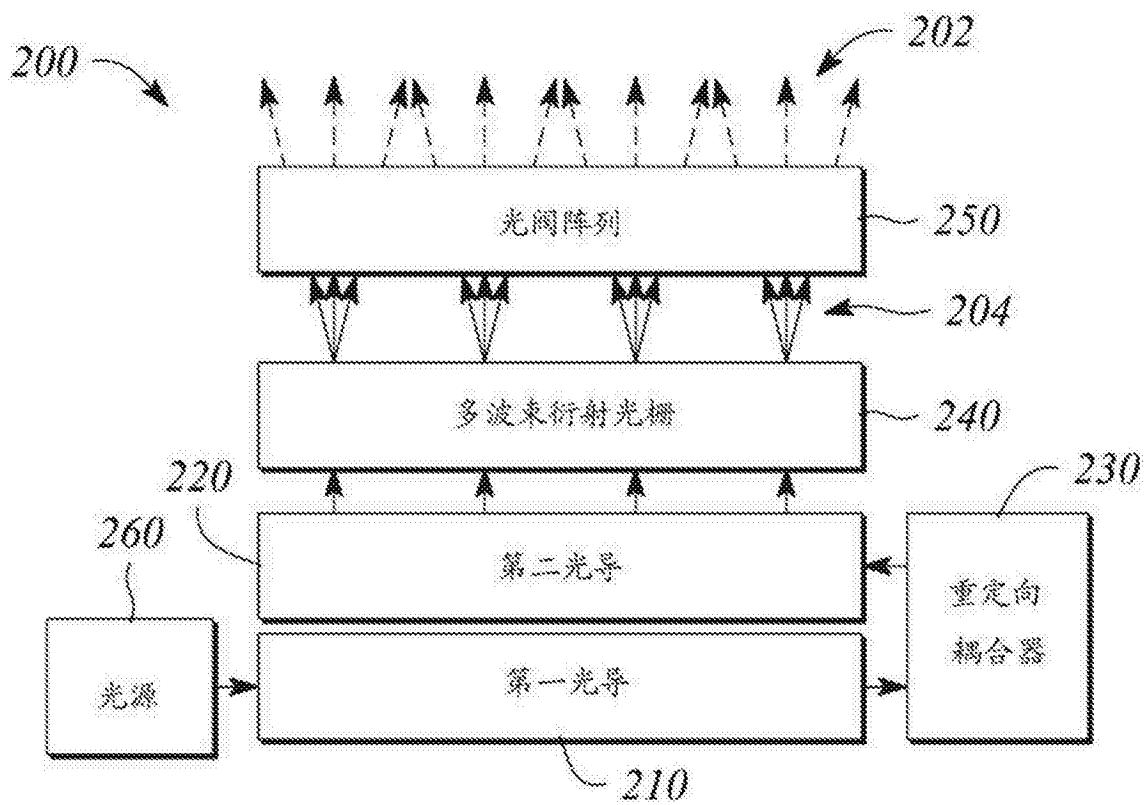


图4

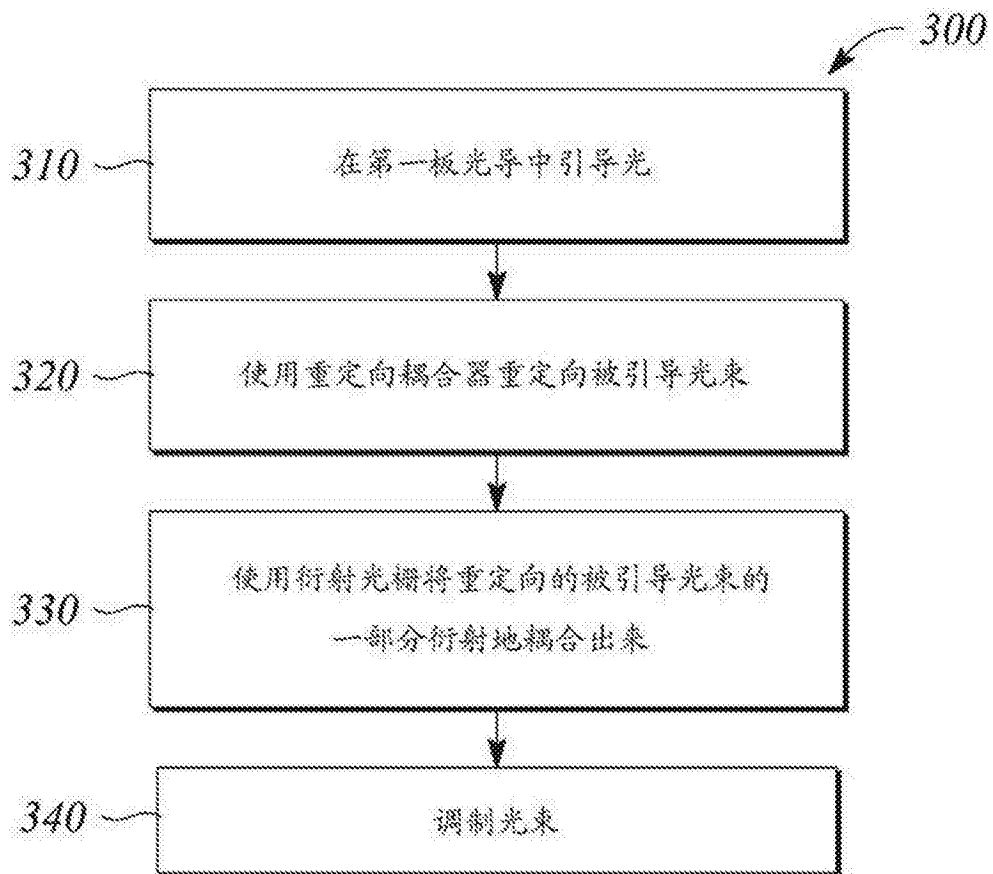


图5