



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102576115 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 11

(21) 申请号 201080037450. 8

(74) 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有限公司 11278

(22) 申请日 2010. 06. 18

代理人 贺小明

(30) 优先权数据

102009027129. 5 2009. 06. 23 DE

102009027093. 0 2009. 06. 23 DE

102009028984. 4 2009. 08. 28 DE

(51) Int. Cl.

G02B 6/00 (2006. 01)

G02B 26/02 (2006. 01)

G09G 3/34 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 02. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/058619 2010. 06. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02010/149583 DE 2010. 12. 29

(71) 申请人 视瑞尔技术公司

地址 卢森堡卢森堡蒙斯拜奇

(72) 发明人 伯·克罗尔 杰拉尔德·菲特雷尔

拉尔夫·豪斯勒 诺伯特·莱斯特

史蒂夫·布施贝克

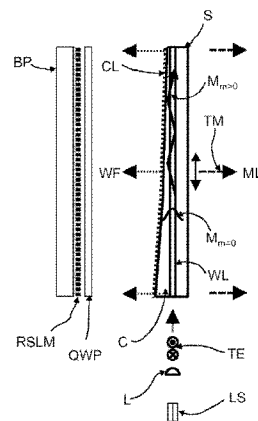
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 8 页

(54) 发明名称

用于直视显示的照明单元

(57) 摘要

本发明涉及具有用于照明可控的反射空间光调制器的平板光纤 (planer optical fiber) 和至少一个光源装置 (LS, L) 的照明单元, 其中, 光纤包含光传导核心 (light conducting core) 和覆层 (cladding), 光调制器包含像素矩阵, 光源装置设置在光纤的一侧, 并且从至少一个光源 (LS) 发出的光在光纤片层内传播。根据本发明的照明单元, 其特征在于, 平板光纤包含具有偏振敏感功能的偏转覆层 (CL), 用于对在光纤中传播的光的短暂波场进行输出耦合并偏转, 覆层的厚度在光的传播方向上减小。



1. 照明单元,包含实质上平板的光波导和至少一个光源装置,用于照明可控的空间光调制器,其中光波导包含光传导核心和覆层,光调制器包含像素矩阵,光源装置设置在光波导的一侧,并且从光源装置的至少一个光源发出的光通过光波导传播,其特征在于,平板光波导包含覆层顶部的具有偏振敏感功能或预设输出耦合特性的偏转层,用于对在光波导中传播的光的短暂波场进行输出耦合并偏转,覆层的厚度在光的传播方向上逐渐减小。

2. 根据权利要求1所述的照明单元,其特征在于,覆层的厚度从光进入波导一侧开始沿光传播方向至波导的对侧逐渐减小。

3. 根据权利要求1或2所述的照明单元,其特征在于,空间光调制器为反射型,包含转变射出的光的入口偏振的层,使得在所述层的第二通道之后实现可设定的出口偏振。

4. 根据权利要求3所述的照明单元,其特征在于,所述层为 $\lambda/4$ 层、结构层或非结构层。

5. 根据权利要求1至3中的一项所述的照明单元,其特征在于,从光源装置发射的光在一个方向上部分相干,或在两个方向上均不相干。

6. 根据权利要求3至5中的一项所述的照明单元,其特征在于,散射层实现偏振选择偏转。

7. 根据权利要求3至5中的一项所述的照明单元,其特征在于,偏振选择偏转通过具有微棱镜阵列的层实现,其中,微棱镜阵列的几何形状最佳地适于需要实现的散射角度。

8. 根据权利要求1至7中的一项所述的照明单元,其特征在于,偏转层包含至少一个全息体光栅。

9. 根据权利要求1至8中的一项所述的照明单元,其特征在于,从光源装置中发出的光是相干的。

10. 根据权利要求5或9所述的照明单元,其特征在于,电湿润棱镜元件阵列或光偏转层设置在沿光传播方向上照明单元之后,其中,偏转是可变地可控的。

11. 根据权利要求10所述的照明单元,其特征在于,像素矩阵和电湿润棱镜元件阵列或其他光偏转层之间的距离在10-15倍于相干方向上像素矩阵的像素周期的范围内。

12. 根据权利要求1至11中的一项所述的照明单元,其特征在于,光在至少一个方向上以校准的方式在光波导中传播,或光沿“之”字形路径在光传导核心中传播。

13. 根据权利要求1至12中的一项所述的照明单元,其特征在于,覆层逐渐变薄实质上呈指数分布。

14. 根据权利要求8所述的照明单元,其特征在于,覆层包含实质上恒定的厚度,并且体光栅具有以指数方式增加的输出耦合效率。

15. 根据权利要求9所述的照明单元,其特征在于,覆层包含恒定的厚度,并且光传导核心包含沿光传播方向增加的厚度。

16. 根据权利要求1所述的照明单元,其特征在于,所述空间光调制器为透射型。

17. 根据权利要求1至16中的一项所述的照明单元,其特征在于,偏转层包括发光层,特别是用于将UV光转化为白光的荧光层。

18. 根据权利要求1至17中的一项所述的照明单元,其特征在于,光传导核心和覆层包含沿光路的彼此之间的折射率差 Δn ,以增加短暂减少的场进入覆层的穿透深度。

19. 根据权利要求8所述的照明单元,其特征在于,体光栅通过对衍射效率的第二个峰

值上过曝光制造。

20. 根据权利要求 1 至 19 中的一项所述的照明单元,其特征在于, $\lambda/4$ 板 (Y4) 或延迟片设置在沿光传播方向上输出耦合侧的下游。

21. 根据权利要求 1 至 20 中的一项所述的照明单元,其特征在于,反射或透射光调制器 (SLM) 设置在沿光传播方向上输出耦合侧的下游。

22. 根据权利要求 1 至 20 中的一项所述的照明单元,其特征在于,反射光调制器 (SLM) 设置在沿光传播方向上输出耦合侧的下游,所述光调制器包含具有预设的散射特征的反射层。

23. 根据权利要求 1 至 22 中的一项所述的照明单元,其特征在于,透射或反射光束偏转装置 (TR) 设置在沿光传播方向上输出耦合侧的下游。

24. 根据权利要求 1 至 23 中的一项所述的照明单元,其特征在于,光束偏转装置 (TR) 包含至少一个透射或反射电湿润元件阵列或衍射装置 (BG1, BG2)。

25. 根据权利要求 22 至 24 中的一项所述的照明单元,其特征在于,光调制器 (SLM) 制成用于调制与光调制器 (SLM) 作用的光的相位,在反射光调制器 (SLM) 和照明单元 (FRL) 之间提供分光器和波束组合装置 (BC)。

26. 根据权利要求 20 至 25 中的一项所述的照明单元,其特征在于,光调制器 (SLM) 制成用于调制与光调制器 (SLM) 作用的光的相位,光调制器 (SLM) 包括反射电湿润元件 (Z) 的矩阵。

27. 根据权利要求 1 至 26 中的一项所述的照明单元,其特征在于,从照明单元 (FRL) 中射出的光穿过照明单元 (FRL),在反射之后实质上不偏转。

28. 光调制器装置,包含反射光调制器 (RSLM),其特征在于,由权利要求 1 至 27 中任一项所述的照明单元 (FLU) 为其照明,其中,反射光调制器 (RSLM) 包含至少一个偏振过滤器 (PM)、具有像素 (P1, ..., Pn) 矩阵的可寻址的透射层和具有回射器 (RR) 矩阵的透射基层。

29. 根据权利要求 28 所述的光调制装置,其特征在于,反射光调制器 (RSLM) 的像素 (P1, ..., Pn) 矩阵包含至少一种可由系统控制器 (CU) 控制的 LC 材料,用于调制偏振光的相位和 / 或幅度不同定向的至少两个 LC 模式。

30. 根据权利要求 28 或 29 中的一项所述的光调制器装置,其特征在于,3D 场景全息的相位和幅度值可在反射光调制器 (RSLM) 的像素 (P1, ..., Pn) 中编码。

31. 具有权利要求 1 至 27 中的一项所述的照明单元和 / 或具有权利要求 28 至 30 中的一项所述的光调制装置的直视显示器,其特征在于,空间光调制器设置在由光传播方向看去的照明单元的下游。

用于直视显示的照明单元

[0001] 本发明涉及包含至少一个光源装置和用于照明可控的反射空间光调制器的平板光波导 (planar light waveguide) 的照明单元, 其中, 光波导包含光传导核心 (light conducting core) 和覆层 (cladding), 光调制器包含像素矩阵, 光源装置设置在光波导的一侧, 并且从至少一个光源发出的光通过光波导传播。空间光调制器设计作为直视显示器的显示面板。

[0002] 照明单元可以作为背光或前光 (也分别被称为透射光和反射光照明装置), 通常用于照明直视显示的透射或反射可控空间光调制器 (SLM)。光可以是相干或非相干的。优选地, 使用非相干光操作的显示装置作为 2D 显示器用于自动立体 3D 的呈现。例如, 在全息显示装置中须使用相干光。

[0003] 本发明应用的范围包括用于自动立体和全息图的三维呈现的直视显示器。

[0004] 在市售的用于呈现二维图像或视频的平板电视显示器中, 需要以高分辨率在整个表面上实现明亮和均匀的照明。作为显示面板的空间光调制器 (SLM) 必须在大角度范围内发光。现有技术中公知有多种这类显示器的物理形式。

[0005] 其中大部分具有平板光波导 (LWG)。平板光波导通常包含具有不同折射率的至少一个光传导核心和覆层。入射光通过平板光波导以光线锥或全内反射 (TIR) 情况下的波场形式传播, 并射出照明显示面板。可选地, 光无反射地传导, 并通过覆层作为不同模式的短暂波场射出。

[0006] 在具有背光或前光的显示装置和平板光波导中, 需要考虑很多情况以能够实现最佳设计的照明装置。首先, 这涉及平板光波导自身的物理形式, 包含用于光入射和出射的机构。其次, 这涉及包括提供光的光源的光源装置的物理形式。另外, 必须考虑到显示装置是透射型还是反射型。

[0007] 与平板电视显示器相比, 用于信息的三维呈现的自动立体或全息显示装置中的照明单元必须满足若干或更多或不同要求。要呈现的信息写入显示装置的 SLM。用写入 SLM 的信息调制光源发出的光, 通常, SLM 同时作为屏幕或显示面板。因此, 有必要严格确保光线锥平行入射到空间光调制器上, 并实现 SLM 的高刷新率 (refresh rate)。

[0008] 要求具有例如 240 帧 / 秒的非常高刷新率的空间光调制器才能够实现信息的三维呈现。在显示装置中用于光调制的 SLM 面板通常为液晶 (LC) 型 SLM, 如 LCoS 型的反射式 SLM, 所述空间光调制器目前高清 (HD) 的刷新率实现大于 400 帧 / 秒。使用在 15V 下运行的 256×256 像素的 LCoS 阵列已经实现了 1085 帧 / 秒的刷新率。

[0009] 相比透射式 SLM, 反射式 SLM 通常包含较高的填充因子, 因此, 如果用于全息显示装置, 允许进一步抑制不期望的相干光的衍射级。

[0010] 在 LC 显示器中, LC 层厚度的减半意味着刷新率增大四倍。另外, 成倍增加电压也使最大可实现的刷新率值增大四倍。这是由于在用于计算最大可实现的刷新率值的公式中 LC 层厚度和应用于 LC 层的电压取平方。由于整个表面区域对导体、晶体管和电容均有效, 因此, 使用不透明的电路载体 (底板), 可以轻松实现电压、频率和电流的增加。

[0011] 除了必要的高刷新率, 还对光波导的光校准发射提出很多要求。为了实现信息的

高质量三维呈现,除了空间光调制器整个表明的均匀照明,射出的波阵面有必要进行确定的校准。这对于将要生成的重建形式的全息呈现特别重要。全息信息可以是例如由三维场景的物点组成的目标,其以空间光调制器像素的幅度和相位值的形式进行编码。由空间光调制器发出的波阵面表示每个编码的物点。

[0012] 由照明单元发出的波阵面的角度范围被称为“平面波角度谱 (angular spectrum of plane waves)”。在实际操作中已经发现,平面波角度谱将导致模糊重建的物点,其中,平面波阵面包含在相干方向上大于 $1/60^\circ$ 的发射角的相互偏离。在优化条件下,人眼可以观察到所述模糊。因此,全息显示器的平面波发射角度谱至少应所述在相干方向上的 $1/70^\circ$ 至 $1/40^\circ$ 的范围之间。在不相干方向上,其宽度应至少足够照明人眼瞳孔。

[0013] 因此,照明空间光调制器的校准波阵面须具有确定的相对于彼此的反射角,以克服给将要生成的重建带来的负面照明感应影响。在自动三维呈现中,光线锥的校准增强显示装置的图像质量。此处应选取使得其他人眼的眼睛瞳孔不能得到照明的平面波角度谱。

[0014] 例如,通过使用设置在平板 LWG 上或其内部的体光栅,可以实现相干光的校准发射。其代表透明层的堆积,并可以描述为在 X 和 Y 方向上的折射率调制分配;具有透射和反射体光栅。由两个或多个相干或至少部分相干波的干涉产生 3D 体光栅。由参数确定体光栅的结构,例如材料中的波长和用于记录的光的干涉波阵面之间的局部角。通常,体光栅制成使能量的确定部分可以以特定角度范围射出。在重建期间,布拉格衍射条件应用于这些光栅。

[0015] 然而,为了能够实现使用具有平板光波导以及如本发明提出的体光栅的照明单元射出小于 $1/20^\circ$ 的平面波角度谱的限制,要求体光栅厚度约为 $500 \mu\text{m}$ 。现在,如果考虑 $1/60^\circ$ 的人眼角度分辨能力极限,体光栅必须具有约 1mm 的层厚度。角度选择取决于重建的实际几何形状。

[0016] 所述现象来源于 Kogelnik 的“耦合波理论 (coupled wave theory)”。然而,该理论仅针对在第一布来格衍射级重建的体光栅,即,只应用于此。

[0017] 由于需要在干涉波阵面之间实现非常大的角度,因此,根据所述理论,记录例如在整个内部反射构造内工作的全息光栅在技术上具有复杂性。需要大的棱镜和液体指数匹配材料(油)达到大的偏转角。另外,所述设计将引起体光栅的层厚度变大、角度选择性变窄,并且接近可获得的材料分辨率极限的小光栅周期变短。

[0018] 因此,本发明目的在于以更低的成本制造照明单元中需要的体光栅。

[0019] 还需要考虑与具有体光栅的照明单元相关的其他问题。

[0020] 如果例如以全内反射方式传播的光得到较好地校准,那么对于简易调整,较大的角度选择性是具有优势的。由于反射体光栅比透射体光栅包含更宽的角度选择性,因此,这可以通过反射体光栅实现。

[0021] 体光栅越厚,衍射率 $\eta(\theta_{in})$ 的角度选择性越小。这意味着仅在小角度下可以获得接近于 1 的高衍射率。这仅在光传导层射出小角度范围时可以利用。

[0022] 如果例如通过全内反射传播的光的校准太宽,那么有利于实现足够窄的角度选择性,以得到窄的平面波角度谱。这通过厚的透射体光栅实现。

[0023] 因此,可以通过选择体光栅的参数实现对实际将要射出的光的调整。

[0024] 另外,应注意的是,光栅周期变得越短,射出的光的发射角越大。这可以带来在体

光栅中使用的光栅材料的分辨率问题。另外,在制作体光栅的时候必须考虑人眼的分辨能力极限,即,约为 $1/60^\circ$ 。如果考虑所述极限,照明单元,如全息显示器中的照明单元,必须实现范围在 $1/20^\circ$ 至 $1/60^\circ$ 之间的平面波角度谱,以使用较好校准的光照明空间光调制器。

[0025] 通常人眼间距为 65mm。假设距离显示面板 1m,这对应于 3.72° 角。在距离观察者 1m 的位置处,这是由光波导发出的平面波在非相干方向上的平面波的角度范围的尺寸限定,从该非相干方向对其他眼睛造成串扰。

[0026] 衍射级加宽不仅发生在相干方向上,也发生在非相干方向上。当考虑这一现象时,所选的非相干方向上的发射角度应小于根据几何光学计算得出的必要值。

[0027] 平板光波导优选地用于平板显示器的照明单元,以实现那些显示装置的平面。其借助其他光学组件设计,使得显示器优选地以大角度范围发出光,以增大显示器前的观察空间。

[0028] US 6 648 485 B1 号文献公开了楔形光波导,即,一种非共面光波导,其中光通过多重反射方式传播并用于平面显示器的均匀照明。为了控制射入光波导的光的角分布,楔形的整个表面例如装有散射的表面轮廓。另外,楔形的尺寸使光在其穿过光波导传播期间保持阻止(frustrated)全内反射 (FTIR) 条件。

[0029] 然而,为了确保要求全息显示装置的照明单元的角度选择性,楔形角的角度需要远小于 1° 。根据所述文件,这对于光波导是不现实的。

[0030] JP 2007234385 A 号文献公开了用于平面显示器的具有楔形光波导的背光,其中,背光包含彩色 LED 光源。它们的光可以通过设计为抛物面镜形式的反射器以发散、汇聚或平行方式射入楔形。目的是对平面显示器的整个表面均匀照明。参考所述文献的附图 14,以斜角离开光波导的光的出射角受随后光学组件的作用,如,棱镜板,因而光的传播角度远大于 $1/60^\circ$ 。

[0031] 在 W02004/109380A1 号文献中,光源发出的光通过柱面镜射入屏幕显示的楔形波导的最宽面。光以多重反射方式穿过波导。发射的光通过棱镜箔在波导上均匀分布,其中,发射角度不小于 15° 。

[0032] 包含上述文献描述的具有现有技术已知的光波导的平面显示器,由于其发射特征,不适于满足快速转换显示装置的照明单元的庞大要求。它们不提供在全息直视显示装置中生成近乎完美的重建对象的可能。

[0033] 因此,本发明的目的在于,提供基于平板光波导的平面照明单元,用于具有非常高的刷新率的直视显示装置。经光波导传播并从中射出的光将具有确定的发射角,用于均匀照明可控空间光调制器 (SLM),其中,需要由射出的光保持的角度范围随实际编码而变化。由平板光波导射出的平面波的角度谱将在任何情况下小于 $1/20^\circ$,以便能够实现体光栅必要的层厚度。

[0034] 照明单元还必须具备无需太多额外努力即可为全彩呈现提供光的能力。

[0035] 以非相干方向射入的光的水平波的角度谱应足够宽,以允许在观察者或多个观察者开始移动时开始跟踪操作有稍许延迟,并通常在非相干方向上减小所需的跟踪准确性。

[0036] 少数单独的光学组件只用于照明单元,这些将使用经验证的简单并具有成本效益的制造技术制成。

[0037] 本发明的另一目的在于设计平面照明单元,以允许在与显示装置中的电湿润(EW)棱镜元件阵列一起使用时,将空间光调制器的各个调制器元件与各个电湿润棱镜元件一对一分配。由于电湿润棱镜元件以大偏转角加宽平面波的角度谱,落入电湿润棱镜元件的平面波的角度谱选取足够小,这样即使入射角很大,也不会对其他眼睛产生串扰。

[0038] 解决方案基于照明单元,其包含至少一个光源装置和用于照明可控空间光调制器的平板光波导,其中,光波导包含光传导核心和覆层,光调制器具有像素矩阵,光源装置设置于光波导侧面,从至少一个光源发出的光通过光波导传播。

[0039] 根据本发明,通过以下方案达到目的,平板光波导在覆层顶部包含具有偏振敏感的功能或具有可指明的输出耦合特性的偏转层,用于输出耦合并偏转射入光波导中的光的短暂波场,其中,覆层制成其厚度沿光传播方向逐渐减小。

[0040] 覆层的厚度从波导的光进入侧开始沿光向波导对侧传播的方向变小。所述锥度具有指数分布。

[0041] 在第一优选实施例中,照明单元的形式为前光或反射光类型的照明装置。要照明的空间光调制器为反射类型,包含转变射出的光的入口偏振的层,从而在层的第二通道之后实现可设定的出口偏振。所述层为 $\lambda/4$ 层、结构层或非结构层。从光源装置传出的光可以是完全相干、在一个方向上部分相干或在两个方向上都不相干,这取决于实际使用的光源。

[0042] 对于偏振敏感的输出耦合和偏转,可以在照明单元中设置散射层或层状微棱镜阵列。微棱镜阵列的几何形状必须最佳地适用于要实现的散射角。这取决于照明单元是否用于照明自动立体显示器或全息直视显示的显示面板。

[0043] 照明单元的另一实施例中,用于偏振敏感的输出耦合和偏转的偏转层包含至少一个全息体光栅。

[0044] 另外,可以在显示装置中光传播方向上照明单元之后设置电湿润棱镜元件阵列或光偏转层,其中,偏转是可变地可控的。这种设置使得在相干方向上,像素矩阵与电湿润棱镜元件阵列或其他光偏转层之间的距离处在 < 15 像素矩阵的像素期间的范围内。之后才能实现像素和电湿润棱镜元件一对一分配,而不出现串扰。取值范围由根据本发明的照明单元的数学验证(近场模拟)得出。

[0045] 在照明单元中,光通过光传导核心以校准方式在至少一个方向上传播。然而,光也可以沿之字形路径传播。如果光传导核心是非共面的,即,如果不是平板光波导,而是楔形的光传导核心,那么在每个反射之后产生的之字形模式增强。增强的之字形模式渗透至覆层的更深层,并可被体光栅获取,并向 SLM 偏转。

[0046] 为了满足相关的平整度要求,照明单元中具有多个物理形式和组件的组合。首先,覆层可以具有恒定的厚度,体光栅可以制成具有以指数形式增加的输出耦合效率。

[0047] 其次,覆层可以具有另一恒定厚度,并结合光传导核心,所述光传导核心的厚度沿光传播方向变大。

[0048] 在第二优选实施例中,照明单元为背光或光透射类型的照明装置的形式,其中,空间光调制器为透射类型。例如,此处可以使用紫外光发射光源。在所述设置中,偏转层包含用于将紫外光转化为白光的荧光层。

[0049] 另外,光传导核心和覆层可以包含沿光路减小的彼此之间的折射率差异 Δn ,从而

实现使短暂的电磁场进入覆层的穿透深度增大。

[0050] 在照明单元的另一物理形式中,光传导核心为全息体光栅形式。所述形式提供具有同时对光进行传导和输出耦合功能的层。有不具有收缩性、因此不表现记录的光栅几何形状的任何变化的材料。

[0051] 即使反射体光栅总体上比透射体光栅显示更宽的角度选择性,但这可以在制造过程中修正。透射体光栅优选地通过对衍射效率的第二峰值上过曝光制造。这是为了实现其角度选择性的扩展,使得更宽的角度范围,如重建几何形状,可以偏转并因此射出。另外,因此可以允许更大的公差,并可以实现更高的总体照明效率。过曝光体光栅的这个选择可适用于相干光的重建和不相干光的重建。

[0052] 如果用于全息显示装置的照明单元中的光源的校准只产生 $> 1/20^\circ$ 的角度谱,即,如果其不能适当地校准,那么,必须将体光栅制成只射出小角度范围。为此,体光栅的角度选择性必须足够窄,例如,限制在 $< 1/20^\circ$ 的范围内。

[0053] 通过更高的衍射级,例如,通过第二布拉格衍射级,可以实现射出的平面波的角度谱减小。如果以第二布拉格衍射级重建 3D 场景,那么,如果体光栅具有均匀的厚度,实现相比于第一布拉格衍射级更小的衍射效率的角度谱。

[0054] 使用由第二布拉格衍射级制成的体光栅具有以下优势:

[0055] - 可以使用第一布拉格级记录第二布拉格级的光栅,这使得使用棱镜和指数匹配材料多余。这带来体光栅的生产中的成本优势。实现大偏转角度的体光栅通常必须使用大的棱镜和指数匹配浸液记录。

[0056] - 使用大的偏转角度在整个反射几何形状中工作的全息体光栅具有的光栅间隔 $\Lambda < 0.5 \mu\text{m}$ 。这反映了对于多种材料的分辨率极限,或至少接近于它。需要确保的光栅参数的再现能力减小到接近于材料的分辨率极限。

[0057] 显示相同的重建几何形状但在第二布拉格衍射级将其实现的体光栅的周期两倍于使用第一布拉格衍射级重建并因此远离全息材料的结构分辨率极限的体光栅的周期。这显著增加体光栅的参数的再现能力,并允许克服全息记录材料的分辨率极限。

[0058] - 使用第二布拉格衍射级层使体光栅的层厚度近乎减半成为可能,这对于限制射出的平面波的角度谱是有必要的。例如,厚度为 $250 \mu\text{m}$ 的层足以实现与上述的 $500 \mu\text{m}$ 相同的结果。

[0059] 这意味着体光栅的三明治结构在机械上和热力上更加稳定。需要的全息记录材料的数量也减半。

[0060] 另外,根据本发明可以设计另外的包含前光类照明单元 FLU 的实施例:

[0061] 具有反射光调制器的光调制装置包含至少一个面偏振过滤器、具有像素矩阵的可寻址的透射层,和具有回射器矩阵的透射基底层,上述照明单元的至少一个实施例可以照明所述光调制装置。

[0062] 光调制装置中的反射光调制器可以包含具有至少一种 LC 材料的像素矩阵,其提供至少两种用于调整相位的方向不同的 LC 模式和 / 或由系统控制器控制的偏振光的振幅。

[0063] 光调制装置中的反射光调制器的像素矩阵可以包含至少一种 LC 材料,所述材料可由系统控制器控制,用于至少两种用于调整偏振光的相位和 / 或振幅的方向不同的 LC 模式。

[0064] 在优选实施例中,3D 场景的全息图的相位和振幅值可以在光调制装置中的反射光调制器的像素中编码。

[0065] 直视显示器可以包含具有根据至少一个独立权利要求所述的至少一个优选实施例的创造性特征和 / 或结合光调制装置中的空间光调制器的照明单元,所述空间光调制器设置于沿光传播方向看去的照明单元的下游,并具有光调制装置的权利要求的特征。

[0066] 也就是说,本发明可用于反射型和透射型的直视显示器。因此,透射显示器优选地包含具有透射空间光调制器的照明单元,所述空间光调制器设置于沿光传播方向上照明单元的下游。在反射显示器中,反射光调制器设置于沿光传播方向上照明单元的上游。

[0067] 由于光传导核心、覆层和偏转层的创造性的结构和组合,优选地可以最大程度实现照明单元的平面设计。

[0068] 现在,将描述多种方法,其允许如下所述的实施例与根据本发明所述的照明单元一起实现。

[0069] 例如,可以沿光传播方向在输出耦合侧的下游设置 $\lambda/4$ 板或延迟板或延迟层。

[0070] 可以沿光传播方向在输出耦合侧的下游设置反射或透射光调制器。

[0071] 可以沿光传播方向在输出耦合侧的下游设置反射光调制器,所述光调制器包含具有预设的散射特征的反射层。特别地,所述方法优选地适于在直视显示器中呈现二维图像内容。

[0072] 可以沿光传播方向在输出耦合侧的下游设置反射或透射光束偏转装置。

[0073] 光束偏转装置可以包含至少一个透射或反射电湿润元件阵列或衍射装置。

[0074] 根据优选实施例,光调制器制成调制与光调制器相互作用的光的相位。在反射光调制器和照明单元之间提供分光镜 (beam splitter) 和光束合并器 (beam combiner) 装置。

[0075] 具体地,光调制器可以制成调制与光调制器相互作用的光的相位。光调制器包含反射电湿润元件的矩阵或阵列。

[0076] 照明单元射出的光优选地穿过照明单元,在反射后实质上不发生偏转。这可以实现,因为照明单元及设置在其下游的光学组件提供充足的性能。

[0077] 现在,将要描述可以通过实施上述方法实现的实施例。

[0078] 反射 LC 空间光调制器:

[0079] 由于此处提出的改变,如使用反射层在 SLM 上涂覆基底,可能以反射模式构成并操作这样的 SLM 或显示器。

[0080] 在反射 LC 显示器或 SLM 中,由于因其反射光两次穿过所述层,因此,所需的 LC 层厚度优选地减半。由于 LC 显示器的反应时间取决于层厚度的平方,因此可能实现高刷新率和低反应时间的显示器。

[0081] 在需要相干或至少部分相干照明的光学应用中,例如全息应用,优选地使用相位显示器。在多种类型的 LC 显示器中,如纵列 (VA) 显示器,具有调制范围在 2π 的相位调制的相位调制显示器的层厚度约为具有其他可比参数 (LC 材料、控制) 的常规调幅显示器的两倍。

[0082] 因此,反射相位调制显示器将要求与透射调幅 LC 显示大约相同的 LC 层厚度。因此,例如通过在实质上保持其他设计参数不变的同时增加反射层,改变常规透射调幅显示

器,使其可以作为反射相位调制显示器操作。

[0083] 通常,透射显示器的填充因子受导体(黑矩阵)等所需的表面积限制。这引起光的损失。在全息应用中,由于所述结构的衍射和减少的填充因子,更多的光进入更高级衍射。相反地,在反射显示器中,如果在反射层之后设置导体路径、薄膜晶体(TFTs)等,优选地可能获得更大的作用面积。

[0084] 因此,提供构建反射型的 LC 显示器或 TFT 显示器,并与提供反射光调制器(SLM)的前侧照明的照明装置结合使用。所述照明装置包含光波导,其中,穿过光波导传播的光优选地通过附加于其上的体光栅短暂射出。例如,在 DE102009028984.4 号文献中描述了所述照明装置。通常,可以相同的方式和结合如下描述的实施例使用根据本发明的照明单元。所述设置产生实质上校准的具有可指明偏振的光波场。优选地,照明装置或照明单元可以制成具有非常平面的设计。

[0085] 利用偏振分光器几何形状,光可以射入侧面。例如,线性偏振光可以通过体光栅偏转 60 度。体光栅设置在照明装置中,使得光实质上在其表面以直角离开照明装置。之后,光可以向 SLM 偏转。所述光之后由 SLM 反射。例如,利用延迟板转变光的偏振,一旦通过 SLM 反射,光可以不受任何阻碍穿过照明装置。

[0086] 通常,也可以通过大的表面积实现所述照明装置。

[0087] 典型的反射显示,例如,那些基于硅片液晶(LCoS)的反射显示器,只能得到小尺寸,因此不适用于与大面积照明装置结合。

[0088] 此处,照明装置设计并设置成使校对的光波场向光调制器传播,该光调制器以反射方式调制光波场的光。

[0089] 图 6 示出了具有反射式 SLM 的显示装置的一个实施例。此处,至少部分相干的光射入前光照明装置 FRL 并以均匀强度分布实质上校准地朝向 SLM 射出。 $\lambda/4$ 板用于改变由前光照明装置 FRL 射出的线性偏振光的偏振,该 $\lambda/4$ 板设置在前光照明装置 FRL 和光调制器 SLM 之间;光的偏振例如偏转 45 度。光落在 SLM 上并在此处根据 SLM 的实际控制状态进行调制(如通过控制装置控制,在图 6 中未示出)。反射式 SLM 反射所述光,反射的光再次穿过 $\lambda/4$ 板 Y4。这里,其再次偏转 45 度,使得通过 SLM 反射的光可以实质上无损失地且未偏转地穿过前光照明装置 FRL,以通过随后的偏转装置 TR 以可指明的方式进行偏转。

[0090] 用于相位调制和跟踪的前光和尖端倾斜微镜面空间光调制器:

[0091] 现有技术已知的被称为微镜面装置(DMD)的微镜面阵列可以作为空间光调制器使用。某些类型的微镜面阵列允许镜面(尖端)高度的变化,这可以用于由微镜面阵列反射的光的相位调制。其他类型允许微镜面倾斜。还已知,这两种调制类型可以在单个微镜面元件中结合。在 WO 2007/099458 A2 号文献中已提出充分利用这种结合为全息图本身编码。

[0092] 利用可以在 SLM 中编码的棱镜项,尖端倾斜的镜面也可以将全息编码与实际观察者眼睛位置的视窗跟踪(例如,在 WO 2006/066919 A1 号文献的跟踪部分所描述的)相结合。换句话说,该微镜面阵列的尖端功能对应于相位调制空间光调制器(包含相位连续)的功能,倾斜功能将实现跟踪功能(包含物镜)。特别地,相位连续应理解为,可以设置连续相位形状。可以通过使用尖端功能设置相邻镜面的高度差实现该相位连续,它在一个镜面元件向下一个镜面元件传递时存在多个 2π 的相位差异严格一致,用于镜面的实际倾斜。

[0093] 物镜功能用于将来自显示器不同位置的光聚焦至可设定的位置或观察者平面上的可设定区域。例如, Z 跟踪, 即, 在显示器的轴向尺寸上 (即, 当观察者眼睛朝向或远离显示器移动) 跟踪观察者窗口, 要求可变的物镜功能。

[0094] 因此, 该设置包括前光型照明装置和组合空间光调制器 / 跟踪单元。这意味着, 与三明治设计相比的简化设计一方面包含实现跟踪的各个元件另一方面包含空间光调制器。

[0095] 用于反射设置的光束组合器:

[0096] 例如, 在欧洲专利申请 EP09163528 或德国专利申请 DE102009044910.8 中描述了所谓光束组合器 (BC) 的实施例。该光束组合器特别允许穿过空间光调制器中不同和 / 或邻近的像素的光束重叠, 因此, 该光束包含相对于光传播的主要方向侧向偏移的位置, 这样, 光束实质上穿过同一横截面区域 (即, 重叠), 并实质上沿同一方向传播。这些实施例 (萨瓦板 (Savart plate)、布拉格结构 (Bragg)、液晶偏振光栅 LCPG) 充分利用两个像素的不同偏振的光。

[0097] 在透射设置中, 需要相对于空间光调制器表面空间架构的延迟层, 例如, 对于来自两个要重叠的像素的光产生差异偏振的 $\lambda/2$ 板形式的延迟层。该延迟层必须与空间光调制器的像素几何形状完全一致。

[0098] 在反射设置中, 可以在前光 FRL 和反射空间光调制器之间设置光束组合器 BC。因此, 光穿过 BC 两次。所述结构在图 8 中示出。

[0099] 元件 BC 对在其路径上朝向像素的充分偏振的光具有分光器的功能。选择由前光 FRL 发出的光偏振, 并由 BC 分光, 使得 50% 落在空间光调制器的像素对的一个像素 P1 上, 50% 落在另一像素 P2 上。在其返回路径上 (即, 在由空间光调制器反射之后), 光 Po11 和 Po12 在相同路径上由光束组合器 BC 重新组合。

[0100] 根据空间光调制器的实际设计, 可以忽略两个像素前方架构的延迟层。例如, 以下描述的电湿润元件相位调制空间光调制器的示例。

[0101] 在需要特定的偏振用于调制的空间光调制器 (如上述的 LC 空间光调制器) 中, 可以在空间光调制器和光束组合器之间设置合适的结构延迟层。例如, 可以在每个其他像素 P1 之前设置 $\lambda/2$ 层 VZ, 使得在光进入空间光调制器之前偏振旋转 90 度, 并且一旦光离开空间光调制器, 其转回初始偏振。

[0102] 根据 DE10 2009 028 984.4 或根据本发明的照明单元的前光通常在前光和空间光调制器之间使用 $\lambda/4$ 层, 以使第二光程之后偏振偏转 90 度, 并且实质上可以穿越前光, 而在其返回路径上不发生偏转。如果与反射光束组合器相结合, 可以省略光束组合器之后的起偏器和照明装置之后的 $\lambda/4$ 层。之后, 选择空间光调制器像素的相位, 使得两个像素的相同相位对应于由两个相位值编码的复数的最小幅度, 并且包含相位转换 π 的相位对应于由两个相位值编码的复数的最大幅度。

[0103] 光在其与光束组合器相结合之后第二次穿过前光时, 根据像素的相位, 前光作为传输可设置的光并使其余光偏转的起偏器 (偏转光在图 8 中以点划线示出)。因此, 余光再次射入前光, 并且可以循环。图 8 为显示该设置的实施例的侧面示意图。附图标记 AP 表示在每一其他像素前面设置的孔, 其阻止从前光 FRL 射出的一部分光束 LS。

[0104] 无起偏器的前光和反射调幅 LC 空间光调制器 (2D 显示器):

[0105] 通常在两个交叉起偏器之间设置透射调幅 LC 空间光调制器。只有其偏振方向转

变的光才穿过空间光调制器。未转变部分被第二起偏器吸收。由于根据 DE 10 2009 028 984.4 或根据本发明的照明单元的前光在一个偏振方向上射进 / 出, 但穿过另一偏振方向笔直向前, 所以其也像在上述“用于反射设置的光束组合器”部分中描述的起偏器起作用。

[0106] 因此, 在具有前光类照明装置和调幅光调制器的设置中, 可以省略 $\lambda/4$ 板层和调幅器的起偏器。

[0107] 具有电湿润元件的反射相位调制空间光调制器:

[0108] WO 2009/050273 A2 号文献公开了利用电湿润 (EW) 原理的相位调制空间光调制器。该相位调制空间光调制器包含具有电湿润元件 Z 的电湿润元件设置, 电湿润元件例如其设置为矩阵形式, 并填充三种不相融合的液体 L1、L2、L1, 因此, 具有两个界面 G、G', 所述两个界面 G、G' 实质上方向平行。这在图 7A 中示出。

[0109] 光学路径的长度通过两个界面 G、G' 的平行倾斜变化, 该平行倾斜方式表示相位调制。这种设置具有以下优势: 具有很大的电湿润元件 Z 高度 H, 在界面 G、G' 倾斜时穿过电湿润元件 Z 的光束显示横向偏移 ΔL 、所述偏移根据实际设定的相位值变化。

[0110] 因此, 在此提出设计如图 7A 示例性所示的基于电湿润元件 Z 以反射方式工作的具有电湿润元件的相位调制空间光调制器, 在电湿润元件 Z 的基本区域 (底或盖) M 涂覆反射涂层。与透射实施例相比, 该设置具有较小的元件厚度 H 的优势。由于两次穿过电湿润元件 Z, 要在一个方向上实现的光的最大相位变化只有 π , 而不是 2π 。重要优势在于, 在光通过电湿润元件 Z 的途中给出的横向偏移 ΔL 在其返回途中被补偿, 因为其被给予相反方向的同样的横向偏移。因此, 光束离开反射电湿润元件 Z 时实质上没有任何横向偏移。所述具有电湿润元件的反射空间光调制器可以与根据 DE10 2009 028 984.4 号文献或根据本发明的照明装置结合。

[0111] 图 7A 和图 7B 对比了根据 WO 2009/050273 A2 号文献的具有电湿润元件的透射相位调制空间光调制器的电湿润元件 Z 和具有电湿润元件的反射相位调制空间光调制器的像素。附图标记 L1 和 L2 代表电湿润元件 Z 中不相融合的液体。两种不同液体 L1 和 L2 之间形成界面 G、G'。此处, 其中一种液体为极性液体, 另一种液体为非极性液体。在电湿润元件 Z 上提供的用于控制电湿润元件 Z 的电极和控制元件在图 7A 和 7B 中未示出。图中只示出了单个光束路径。箭头指示了光束的传播方向。

[0112] 使用反射电湿润元件跟踪:

[0113] 根据 DE 10 2009 028 984.4 号文献的照明装置或根据本发明的照明装置也可以以反射方式照明具有电湿润元件的电湿润元件阵列, 其电湿润元件以矩阵或其他常用方式设置, 用于偏转光束。如果电湿润元件 Z 的基础区域 M 是反射的, 那么两次穿过偏转光的界面 G。因此, 如果仅有一个界面, 以相同的棱镜角度 α 实现过大的偏转角 β 。

[0114] 考虑到对称性, 可以发现电湿润元件阵列或以反射方式运行的电湿润元件跟踪设置中的具有两种液体 L1、L2 的电湿润元件 Z 与以透射方式运行的两界面 G、G' 具有对称角度的具有三种液体 L1、L2、L1 的电湿润元件 Z 具有相同特性, 如, 偏转角度、截断 (光束撞击到 EW 元件的内壁, 不能离开 EW 元件) 和挤压 (如 DE102008000438.3 号文献所述的光线锥的压缩)。这在图 9A 和 9B 中示出。图 9A 示出了具有三种液体 L1、L2、L1 的电湿润元件 Z。虚线表示电湿润元件 Z 的对称平面 S。界面 G、G' 也在图中示出。图 9B 示出了具有两种液体 L1、L2 的反射电湿润元件 Z, 两种液体基本上是图 9A 所示的电湿润元件 Z 的一半。该电

湿润元件 Z 在右侧具有反射面 M。

[0115] 如图 9B 所示,在包含反射电湿润元件的电湿润元件阵列中,相较于图 9A 所示的具有三种液体的具有电湿润元件的电湿润元件阵列,特别从填充两种液体、制造过程(元件高度、电湿润元件阵列中每一电湿润元件的电极数量)和寻址的角度看,对结构和制造的要求更低。然而,通常也能以反射方式操作具有两种以上液体的其他类型的电湿润元件,例如,用于进一步增加偏转角范围。

[0116] 在此类反射电湿润元件跟踪设置 TR 中,前光 FRL 可以照明作为偏转单元的反射电湿润元件跟踪设置 TR, SLM 设置为在光学路径中跟在 EW 元件跟踪设置 TR 之后的最后一个元件。这类情况将使 SLM 能够处理光的倾斜通道。图 10A 示出了该组件设置。图中由左至右示出了反射式 EW 元件跟踪设置 TR、 $\lambda/4$ 板 Y4、前光 FRL 和面向观察者的 SLM 面板。

[0117] 然而,在光学路径中的组件总体上可以如下顺序:前光 FRL、 $\lambda/4$ 板 Y4、电湿润元件跟踪设置 TR、反射空间光调制器面板和穿过电湿润元件跟踪设置 TR 的第二行程。之后,电湿润元件跟踪设置 TR 的电湿润元件本身不是反射的,但仍然被光束两次穿过。之后,空间光调制器不能始终被以直角入射角照明,入射角小于图 10A 所示和上述的设置。参考图 10B,设置从左到右包含空间光调制器、电湿润元件跟踪设置 TR、 $\lambda/4$ 板 Y4 和前光 FRL。

[0118] 图 11 示出了根据本发明的显示装置的特别优选的实施例。在此,线性偏振光(用带点的圆或带叉的圆标记)射入前光 FRL 的光波导 LL。前光设计如 DE 102009028984.4 号文献或根据本发明的照明单元。体光栅 Vo1G 设置与光波导 LL 距离很小,由此,穿过光波导 LL 传播的光可以短暂射出。此时,射出的光 LS 再次进行线性偏振(用带点的圆或带叉的圆标记)。所述光 LS 得到校准,并向光调制器 SLM 传播。光束组合器 BC 设置在以前光 FRL 形式设计的照明装置和光调制器 SLM 之间。所述光束组合器 BC 将线性偏振光 LS 分离成两部分光。其中一部分光束实质上未经偏转穿过光束组合器 BC,射向光调制器 SLM 的像素 P1 并由像素 P1 调制及反射(图中示为灰色)。另一部分光束由光束组合 BC 偏转,射向光调制器 SLM 的像素 P2,并由光调制器 SLM 的像素 P2 调制并反射。由光调制器 SLM 调制并反射的部分光束之后通过光束组合器 BC 重组,形成一个光束 LSR。重组的光束 LSR 包含总体上为椭圆形并取决于写入像素对的相位值差的偏振。相位值选取成使得相对于右相位值对编码的复杂值的幅度,一部分光具有总共偏转 90 度(由双箭头表示)的偏振,与前光 FRL 射出的光束 LS 相反。这部分由光调制器 SLM 反射并由光束组合器 BC 重组的光束 LSR,实质上未经偏转穿过前光 FRL,同时其余部分的光重新射入前光。因此,前光 FRL 在光束组合器 BC 出口处具有偏振器的功能。光束 LSR 穿过第一体光栅 VG1,其在一个方向上例如以 30 度的角度偏转光束 LSR。偏转的光束穿过第二体光栅 VG2,该第二体光栅执行物镜的功能。第一衍射装置 BG1 在光学路径上设置在两个体光栅 VG1、VG2 的下游,用于在垂直方向上对从第二体光栅 VG2 发出的光束 LSF 进行偏转,以实现观察者跟踪。第二衍射装置 BG2 用于在水平方向上偏转光束,用于观察者跟踪。衍射装置 BG1、BG2 可以如 DE10 2009 027 100.7、DE 10 2009 028 626.8 号文献所述设计并控制,以实现跟踪。

[0119] 本发明将借助实施例并结合附图详细描述,除另有说明外均为侧视图,其中

[0120] 图 1 示出了用于具有反射空间光调制器的显示装置的平面照明单元的第一实施例;

[0121] 图 2 示出了用于具有反射空间光调制器的显示装置的平面照明单元的第二实施

例和各部件以易于理解的方式拆解的电湿润棱镜元件阵列；

[0122] 图 3 示出了组装起来形成一个单元的反射式显示装置的图 2 的组件；

[0123] 图 4 为用于可以作为前光或背光使用的直视显示器的照明单元的透视图；

[0124] 图 5 为用于反射式光调制器照明的前光装置形式的平面照明单元的其他实施例的细节的俯视图；

[0125] 图 6 至 11 分别示出了本发明的实施例。

[0126] 相同的附图标记在附图和随后的说明中表示相同组件。

[0127] 本发明可用于直视显示器中的透射式和反射式显示装置。然而，由于反射式直视显示器具有更大优势，因此，以下将优选地描述用于反射式显示装置的平面照明单元的实施例。

[0128] 图 1 示出了用于反射式显示装置的平面照明单元的第一实施例。

[0129] 以下具有大面积表面的光学和电子部件由左至右以如下顺序设置：容纳显示装置功能性所需的电路和导体的具有电路载体的基层（底板，backplane, BP）、反射式光调制器 RSLM 和 $\lambda/4$ 层 QWP。现在，该设置之后是照明单元。其包括包含覆层 C 的光波导、光传导核心或波导 WL 以及基层 S。覆层 C 面向光调制器 RSLM 的一侧具有偏转层 CL。覆层 C 的厚度从光入射一侧向光波导的对侧沿传播方向减小，例如，由 $10\ \mu\text{m}$ 至 $2\ \mu\text{m}$ 。这种厚度逐渐变小对于将射出的光强度保持在固定水平上是必要的。由偏转层 CL 发射的波前 WF 在经过光传导核心 WL 和照明单元之后由光调制器 RSLM 反射，变为具有偏振 TM 的调制波前 ML，该偏振 TM 与最初偏振相比偏转 90° 。双箭头指示偏振 PM 的方向。

[0130] 光源装置设置在光波导的一侧，在图中为底部。其还包含在由至少一个光源 LS 发射的光的传播方向上设置的至少一个透镜 L。光的 E 场优选地处于光传导核心 WL 的平面上，因此该 E 场为横向电 (TE) 偏振。箭头指示光传播方向。图 4 详细示出了光源装置。

[0131] 另外，图 1 以及图 2 至 4 所示的波示出了在光波导的光传导核心 WL 中一种模式 $M_m = 0$ 的短暂波场，其传入相邻层，并向光调制器 RSLM 偏转。光在波导 WL 中传播得越远，则使用模式 $M_m > 0$ 产生的反射越多。一种模式表示光振动的特定类型。在波导 WL 中存在的反射越多，产生的模式 M 越多并对光的输出耦合和偏转作出的贡献越多。

[0132] 图 2 示出了用于具有反射式 SLM 和 EW 棱镜元件阵列的显示装置的平面照明单元的第二实施例。在该图中，为了更易理解，将各个元件拆开显示。

[0133] 三个主要部件由左至右设置。如图 1 所示，第一部件包含底板 BP、反射式光调制器 RSLM 和 $\lambda/4$ 层 QWP。

[0134] 第二中心组件包含作为偏转层 CL 使用的体光栅 VG、逐渐变薄的覆层 C、光传导核心 WL 以及基层 S。在穿过光波导之后，光以调制的波前 MWF 形式离开，并向第三组件行进。后者包含在直视显示中实现跟踪装置功能的电湿润棱镜元件阵列 EWPARG。

[0135] 光源装置设置在光波导的一侧，该图中为底部。其包含至少一个激光二极管 LD 形式的光源和至少一个箭头所示的光传播方向上的透镜 L。所示光具有在电场中显示在射入偏转层 CL 的偏振部分 TE 和 TM。

[0136] 由激光二极管 LD 发射的光通过透镜 L 校准，并穿过光传导核心 WL 传播作为 TE 偏振光。照明单元的功能性原理与图 1 所示相同，并将在下文中进一步描述。

[0137] 图 2 所示的反射式显示装置的结构足够平坦，以实现反射像素和 EWPARG 的元件之

间一一对应。这允许衍射引起的串扰保持最小化。

[0138] 图 3 示出了组装形式的图 2 的组件,其中,为了附图便于理解,仅示出了最重要的附图标记,与图 2 中所使用的附图标记相同。

[0139] 图 4 为用于可作为前光或背光使用的直视显示器的照明单元的透视图,其在这里发射相干光。激光二极管 LD 作为光源,其发射的光由杆状半圆柱透镜 L 导向,之后射入照明单元。后者包含基底 S、层形式的光传导核心 WL、覆层 C 和体光栅 VG。M 表示传导模式,TE 表示光导射入点的横向电场方向。穿过覆层 C 的短暂场将光提供至体光栅 VG。光的该提供部分向 SLM 衍射(此处未示出)。覆层 C 包含在入射方向上的锥度(图中未示出)。

[0140] 在照明单元上方,用点划线示出了校准的波前 WF,其例如以箭头所示方向传播用于对 SLM 照明。可以使用非相干 LED,而不是激光二极管。

[0141] 根据本发明的平面照明单元具有如下工作原理:参考图 1,由于短暂波场不能到达覆层 C 的表面,因此,穿过光传导核心 WL 的光最初平行穿过光传导核心。随着覆层 C 沿传播方向变薄,短暂波场更加接近覆层 C 表面,即,覆层与输出耦合光栅的界面。这补偿了光在光波导 WL 中传播时造成的光强度损失,因此,波导 WL 或光波导永久实现均匀发光的照明单元。一部分光离开波导,其余部分继续以 > 0 的模式沿“之”字形路线穿过波导 WL 传播。以一定角度存在的光被偏转层 CL 转向,使其作为校准波场 WF 落在光调制器 RSLM 上。这由点箭头表示。

[0142] 偏转层 CL 是对偏振敏感的,这意味着其对于入射光起偏振分光器的作用。其用于输出耦合和穿过光传导核心 WL 的光的短暂波场偏转。

[0143] 在被光调制器 RSLM 的反射像素调制之后,光再次穿过光调制器和照明单元的 $\lambda/4$ 层 QWP。在第二次经过 $\lambda/4$ 层 QWP 之后,光的初始偏振 TE 旋转 90 度。现在光具有 TM 偏振,并受到具有用于信息呈现的值的像素调制。光离开光波导校准为调制的波前 ML 并落在电湿润棱镜元件阵列 EWPARR 上(图 2 和图 3)。所述传播方向由三个破折线箭头表示。现在,波前 ML 具有与光传播方向垂直并与原始偏振方向垂直的偏振 TM。

[0144] 现在,将通过以前光形式用于反射式可控光调制器的平面照明单元的示例说明本发明的另一实施例,其在图 5 中以俯视图详细表示。

[0145] 光调制器为与公布的 DE102007063382A1 号文献所述相似的反射式可控光调制器。

[0146] 反射式可控光调制器 RSLM 包含至少一个具有回射器 RR 设置的透射基底层和至少一个具有像素 P_1, \dots, P_n 的像素阵列的透射可控层。每个回射器 RR 包含条状棱镜杆 PR,该棱镜杆具有两个相互成角度设置的反射棱镜面。棱镜杆 PR 并排设置,并与水平方向平行,其反射棱镜面紧贴透射基底层。第三面为棱镜杆 PR 上光射入和射出表面。棱镜杆 PR 上的这些光射入和射出表面与像素阵列的透射层相连,在实施例中,每一棱镜杆 PR 分配有两列像素 P_1 和 P_2 。

[0147] 透射可控层包含 LC 材料,其液晶可以包含不同的 LC 模式。在制造过程中,LC 材料可选地定向为条状,例如,作为像素阵列使用的 ECB 模式(垂直定向)和扭曲向列(twisted nematic, TN)模式。为了实现 LC 材料的定向,如现有技术已知的,在基底层设置对齐层(alignment layers),为了保持附图清晰,所述对齐层未在图 5 中示出。用于像素寻址的电极设置也未示出。像素 P_1, \dots, P_n 可由系统控制器 CU 寻址的调制控制装置个别控制,

其中,也可以共同寻址两个以上的像素以形成大像素。可以通过激活的矩阵结构控制像素 P_1, \dots, P_n 。所述激活的矩阵结构可以设置为例如反射式光调制器 RSLM 后部作为底板的 CMOS 矩阵。透射式像素电极可通过回射器 RR 的透射基层与底板接合。

[0148] 另外,偏振过滤器 PM 设置在反射式光调制器 RSLM 的光入射一侧,所述偏振过滤器包含用于垂直偏振的条状区域 VP 和用于入射光水平偏振的区域 HP,所述区域与像素列的位置和宽度相对应。如图 5 所示,两个紧邻区域 VP 和 HP 分别覆盖像素阵列中的像素 P_1 和 P_2 。具有例如含有大像素的可控像素阵列的偏振过滤器的条状区域的其他分配也可以用于偏振入射光。例如,如果 LC 材料不能提供 ECB 和 TN 模式,而是 VP 和 HP 模式,这是必要的。

[0149] 来自照明单元 FLU 的实质上校准的垂直偏振的光落在图 5 所示的反射式光调制器 RSLM 上,其中照明单元 FLU 可以包含图 1 至图 4 所示的电子和光学装置的多种组合。在该设置中,照明单元 FLU 包含偏振选择全息图(体光栅),该偏振选择全息图几乎完全偏转光的偏振的一个方向,同时透射偏振的其他方向,而不偏转。

[0150] 用双箭头表示平行于绘图平面的偏振方向,用点表示垂直于绘图平面的偏振方向。垂直偏振的光可以仅穿过由偏振过滤器 PM 的偏振区域 VP 垂直处理的像素 P_1 。具有水平偏振区域 HP 的像素 P_2 不透射光。由于方向性 LC 材料的 ECB 模式,光在像素 P_1 处获得相位调制。根据 LC 层的厚度和给定的双折射,如果以上述控制设置,可以实现光达到 2π 相位调制。光经过棱镜杆 PR 的回射器 RR 的两次反射,因此,在保持原始偏振的同时,光导向返回与入射方向平行。在穿过像素 P_2 时,由于 LC 材料的 TN 模式,根据系统控制器 CU 输出的控制信号,偏振方向可以翻转达到 90° 。由这些控制信号设定的 LC 材料的翻转角度确定可以通过水平偏振区域 HP 的光的量,从而,可以在 0 至 1 的范围内调制光的幅度。因此,可以互不影响地调制光的相位和幅度。水平偏振的光落在照明单元 FLU 上,而不受干扰且不向观察者眼睛(未示出)偏转地穿过照明单元 FLU。

[0151] 参考图 5,在先后穿过调幅像素 P_1 和 P_2 之后,还可以对光进行单独的相位调制,该调制在控制相位调制像素 P_1 时可以考虑或补偿。

[0152] 在 LC 材料中具有复值的光的调制可选地也可以具有均匀的非结构化的偏振器,该 LC 材料在反射式光调制器中导向为 ECB 和 TN 模式。之后,必须由控制器确定是否考虑像素 P_1 或 P_2 分别作为相位调制或调幅像素。根据本发明,该光调制器由照明单元 FLU 照明,所述照明单元 FLU 应该优选地包含体积全息图作为输出耦合光栅。在其从反射式光调制器返回的路径上,光可以以小角度选择性穿过体积全息图,来抑制高衍射级。

[0153] 利用具有 LC 模式 ECB 和 TN 的反射式光调制器 RSLM 和具有根据本发明的照明单元的示例,已经描述了可以由单一光调制执行的表现光的幅度和相位的复值调制。然而,也可能对其他 LC 模式进行组合,用于 LC 材料分子的定向,允许在 0 至 2π 的范围内相位调制和在 0 至 1 范围内的透过率。

[0154] 调制可以覆盖对于相位 0 至 2π 和对于幅度 0 至 1 的值的的全部范围,这是必要的。另外,应该满足以下条件,即像素 P_2 的出口偏振与像素 P_1 的入口偏振垂直。这样的反射式光调制器可以产生相位和幅度调制波前,从而优选地省略其他的光束组合器。

[0155] 例如,像素可选地以 ECB 和 TN 模式工作的光调制器的制造可以包括作为对齐层并可以照片架构方式制做的聚酰亚胺层的应用。例如,如果 LC 材料显示表面的结构方向性,其可以与像素阵列的防护玻璃对齐。防护玻璃可以具有裸露的高度轮廓,以使像素 P_1 和 P_2

上的 LC 层具有不同厚度。

[0156] 光调制器装置包含至少一个如图 5 所示的反射式可控光调制器 RSLM 和根据本发明作为前光的平面照明单元 FLU, 所述照明单元根据图 1 至 4 中的一幅或多幅图设计。在反射式可控光调制器中, 由于不同的 LC 模式, 始终可以设置至少两个临近的像素调制相位和 / 或幅度, 其中, 如图 5 所示, 始终可以在水平方向和 / 或垂直方向上控制至少两个像素。光调制器装置优选地可以用于三维场景的重建的全息显示。也可以与装置组合, 用于光束偏转和聚焦。

[0157] 图 1 所示的偏转层可以是微棱镜阵列层, 所述微棱镜阵列的几何形状最佳适用于要实现的散射角度。另外, 散射层可以实现非相干光的偏振选择偏转。

[0158] 在要实现的一个实施例中, 光传导核心和覆层之间的折射率差异 Δn 通过光在核心中的进一步传播减小。因此, 短暂场进入覆层的渗透深度同时增加。

[0159] 当两个组件, 即核心和覆层, 结合时, 构造可以是: 一个组件 (如, 覆层) 的折射率增加, 或另一组件 (例如, 核心) 的折射率减小, 或二者皆是。这意味着当光传播可以不同方式实现时, 核心与覆层之间的折射率差异 Δn 减小。

[0160] 在覆层例如以气相沉积在核心上制造期间或核心制造期间, 这必须考虑。例如, 可以改变沿光传播路径上的材料的成分, 以影响射出光强度。

[0161] 在本实施例中, 基底 S 具有低折射率 n , 而波导 WL 具有高折射率 n , 随后的覆层 C 具有低折射率 N 。随后的体光栅 VG 的材料也具有低折射率 n 。照明单元也可以用于与透射显示装置相结合。之后, 从光传播的方向看去, 在 SLM 的上游依次设置 $\lambda/4$ 板和具有背板的基板。然而, 在该设置中, 并非整个基板都可用于容纳电路和导线。

[0162] 如果在另外的实施例中, 偏转层设置为荧光层, 并且如果使用 UV 光, 那么可能产生用于标准 2D 显示的白光。后者也可以用于 3D 内容的自动立体呈现。

[0163] 由于均匀照明是必要的, 在覆层和偏转层之间局部表现的强度因素和输出耦合效率优选为常数。输出耦合效率由偏转层的实际设计决定。

[0164] 可选地, 光传导核心也可以设计为 $45^\circ / -45^\circ$ “之” 字形设置, 以全内反射模式工作。厚度为 1mm 的照明单元较难实现大面积显示面板。然而, 也可以通过将 SLM 像素在 EWP 元件上成像实现可容忍厚度的增加。然而, 孔眼掩模应该用于一个或两个附件的微透镜阵列。其目的在于, 抑制从相邻像素而并非从分配给各 EW 元件的像素发出的光的串扰。

[0165] EW 棱镜与光调制器设置得越近, 其避免衍射引起串扰的效果越好。

[0166] 可以提供具有厚度小于 1mm 的平板光波导的照明单元, 用于具有所述实施例的反射式光调制器。这使得反射式直视显示器的非常平坦的设计成为可能。由于它也可以使用非相干光操作, 因此, 它也可以用于自动立体显示装置和 2D 显示装置。

[0167] 例如那些基于 LCoS、微镜、微尖反射器或反射磁光 SLM 的反射式光调制器也可以用作小单元 (tile), 来组装形成更大面积。然而, 间隙尺寸对于使用者必须是不可见的, 例如, 100 μm 。

[0168] 可以在 EW 棱镜元件阵列之前设置线网格偏振器, 以实现无瑕疵的 TM 偏振状态。

[0169] 最后, 必须说明的是, 应该理解, 上述实施例主要用于说明权利要求的教导, 但权利要求的教导并不限于这些实施例。

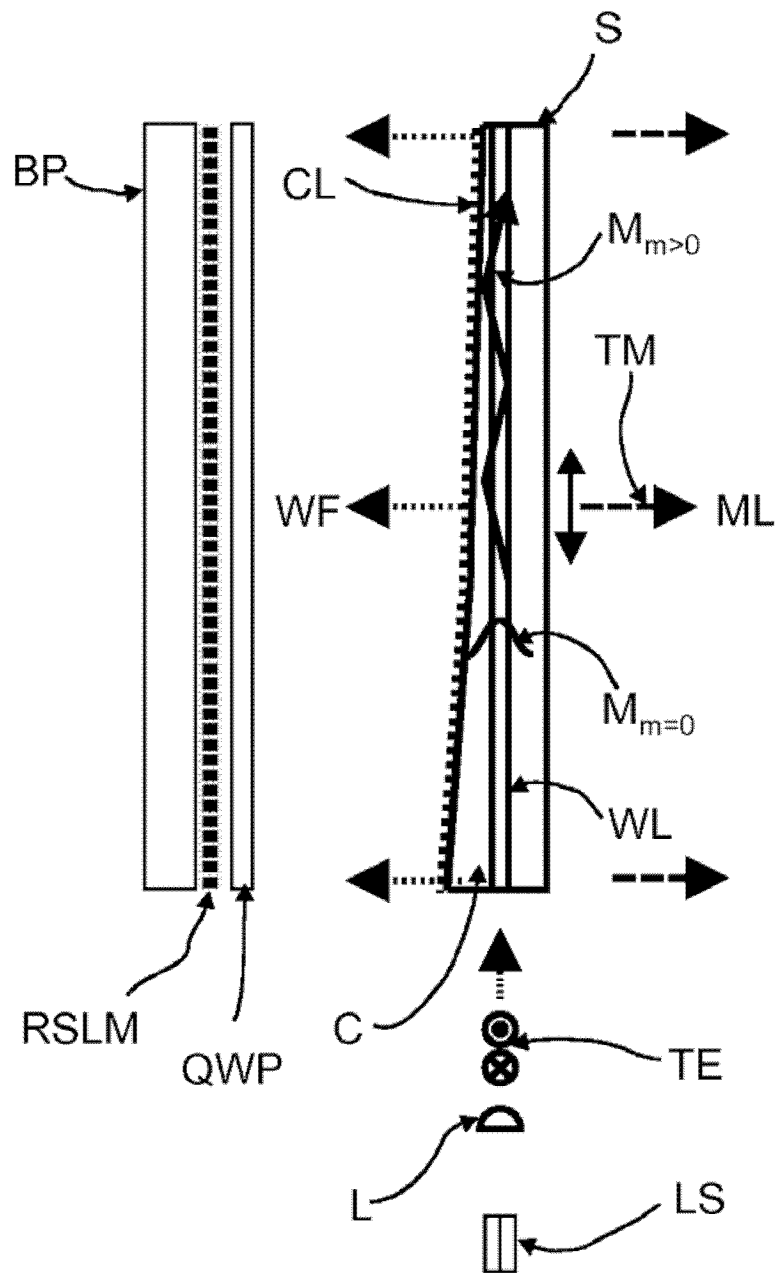


图 1

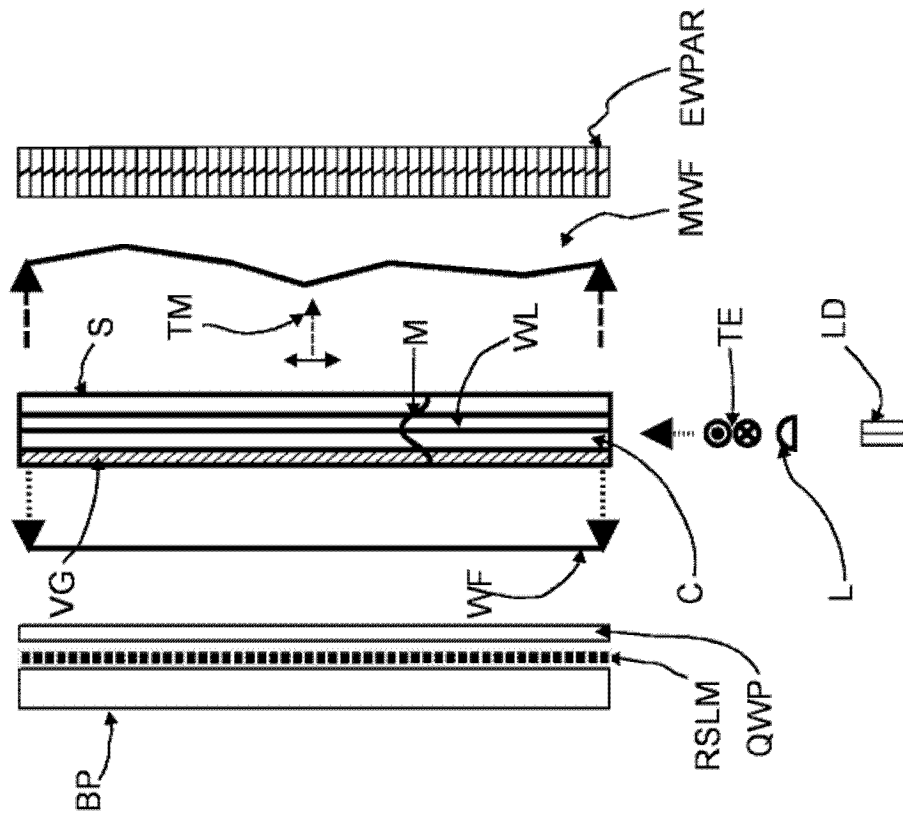


图 2

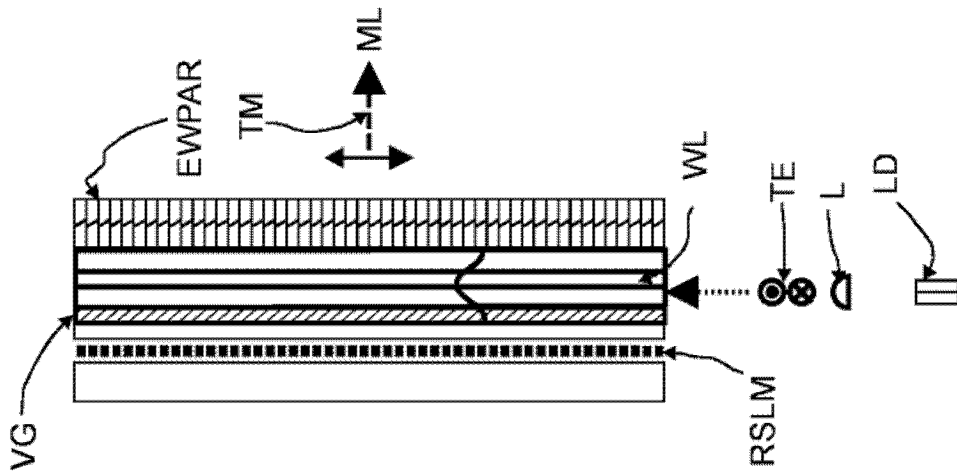


图 3

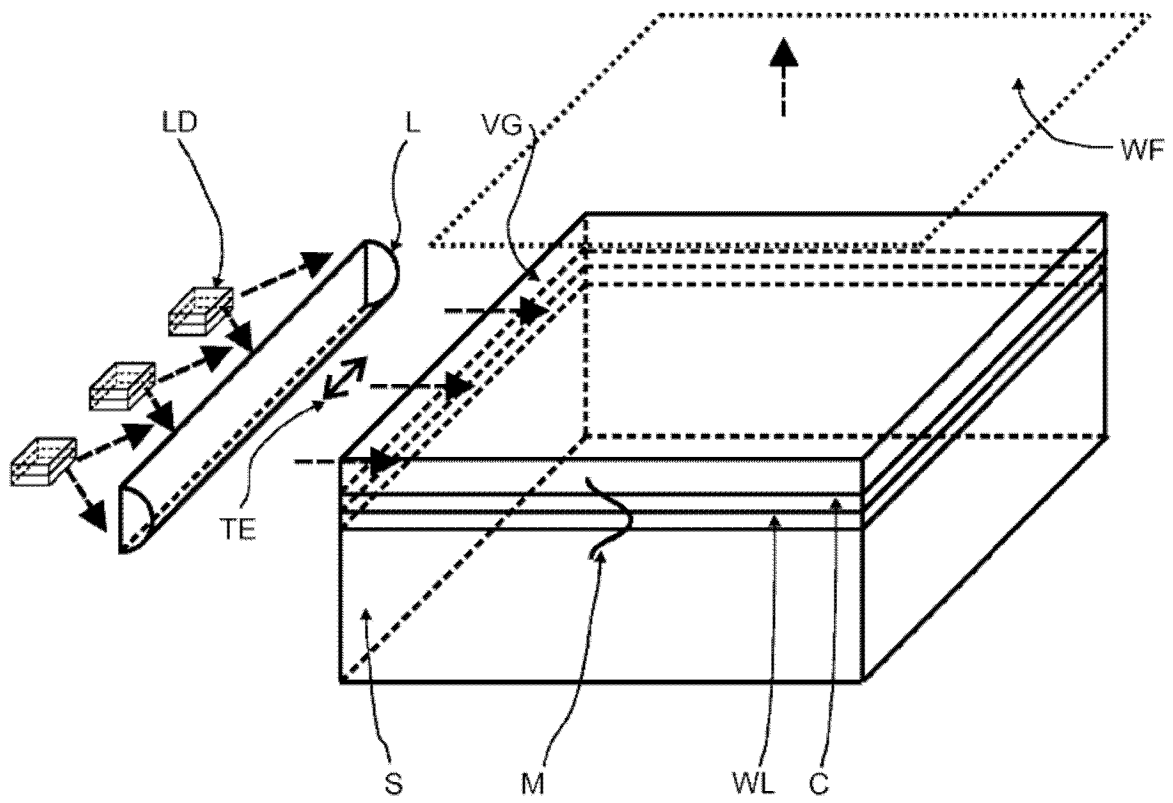


图 4

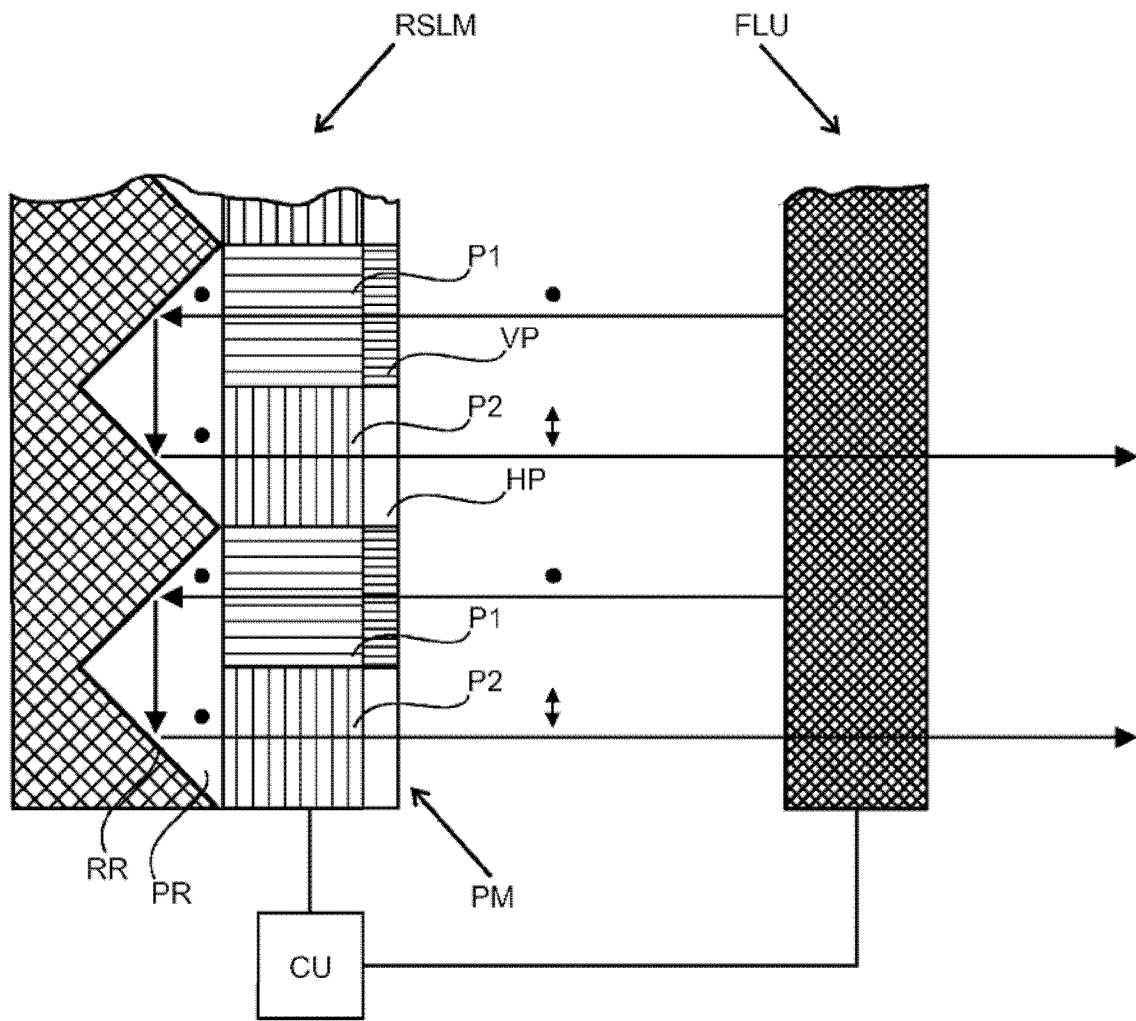


图 5

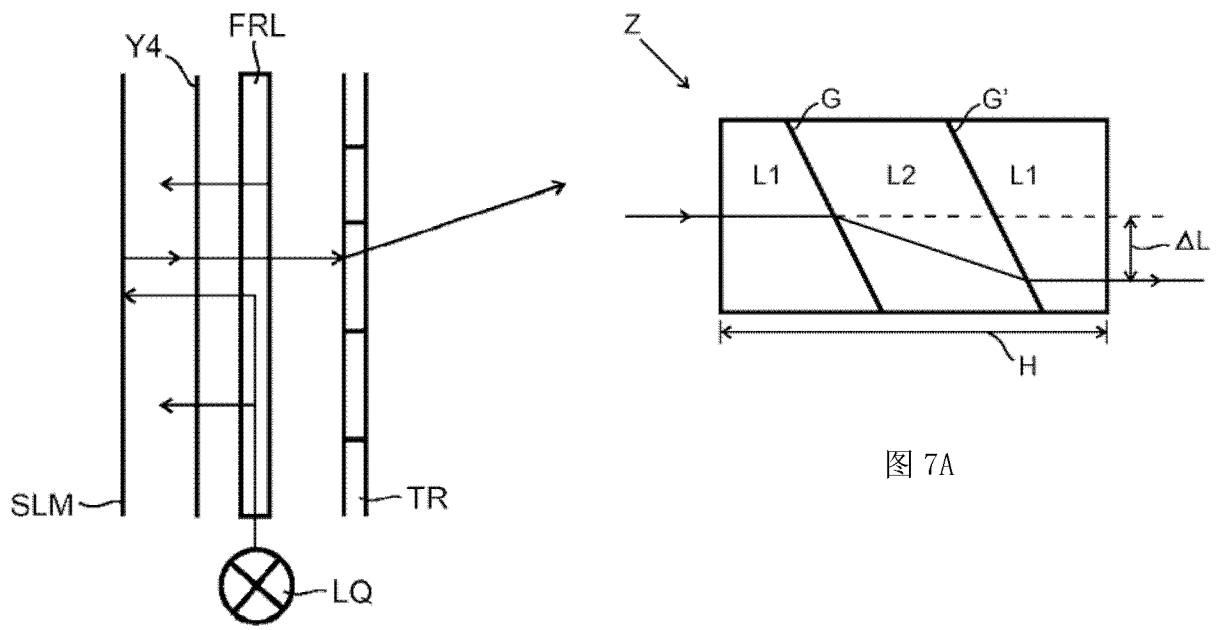


图 7A

图 6

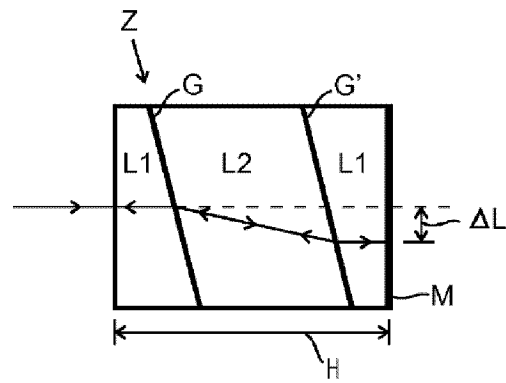


图 7B

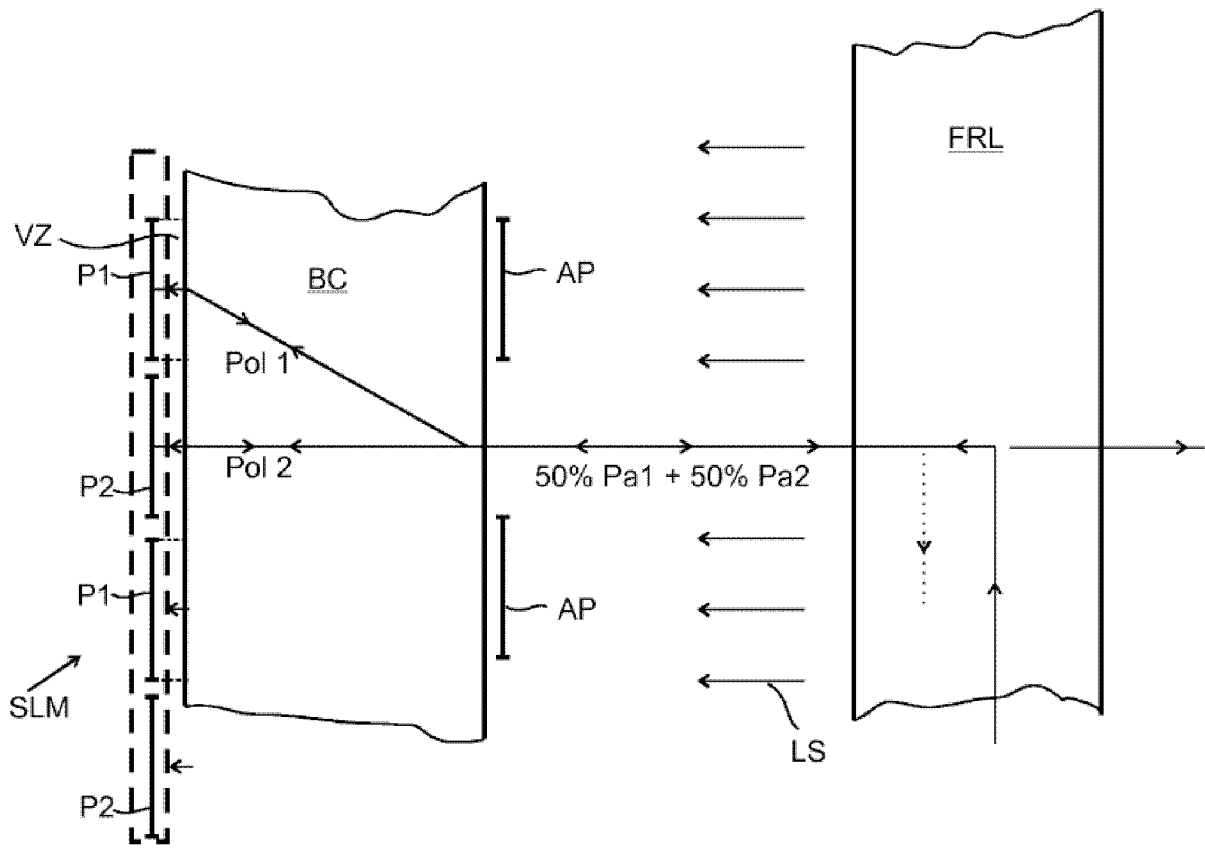


图 8

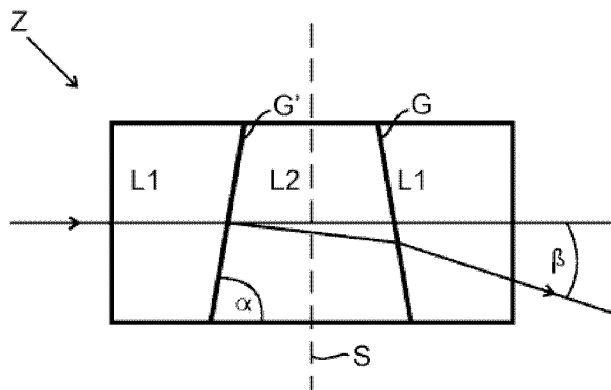


图 9A

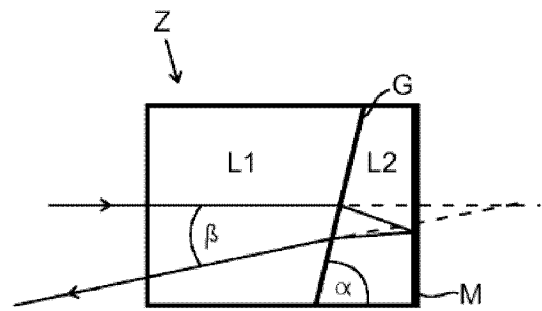


图 9B

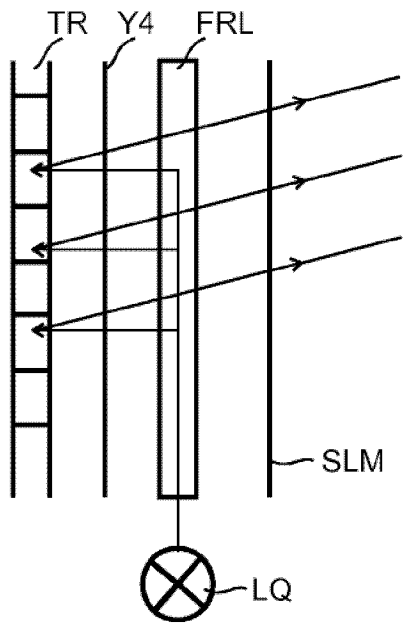


图 10A

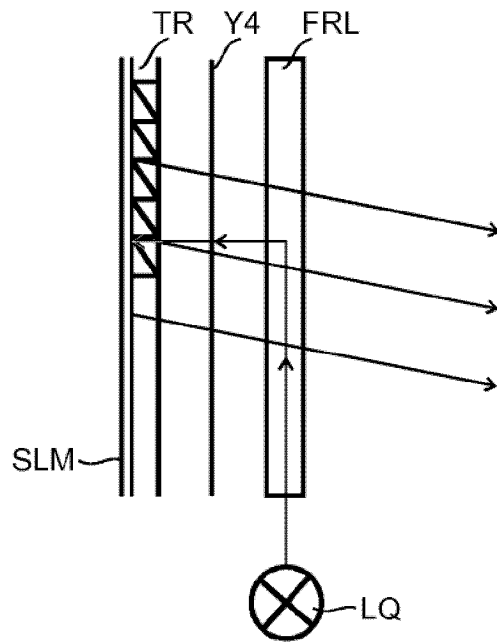


图 10B

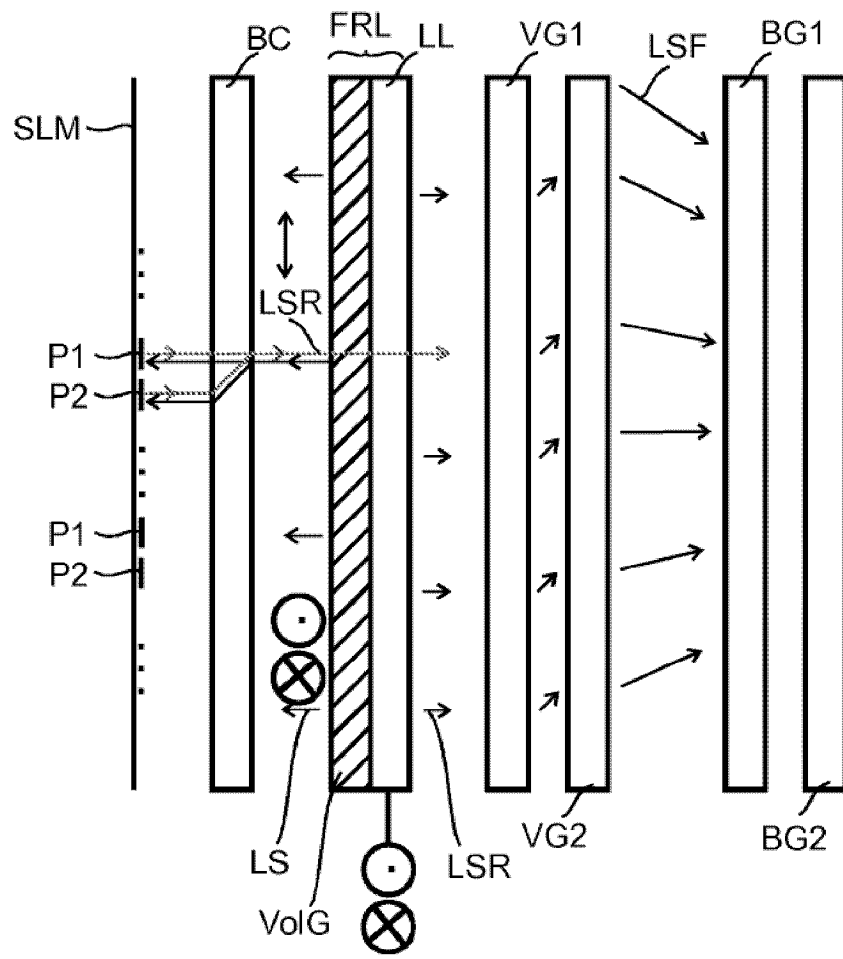


图 11