(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101568889 B
(45)授权公告日 2013.03.20

(21)申请号 200780047940.4
(22)申请日 2007.10.26
(30)优先权数据
102007024237.0 2007.05.21 DE
102007024236.2 2007.05.21 DE
0621360.7 2006.10.26 GB
0625838.8 2006.12.22 GB
0705409.1 2007.03.21 GB
0705405.9 2007.03.21 GB
0705402.6 2007.03.21 GB
0705406.7 2007.03.21 GB
0705411.7 2007.03.21 GB
0705404.2 2007.03.21 GB
0705412.5 2007.03.21 GB
0705398.6 2007.03.21 GB
0705399.4 2007.03.21 GB
0705401.8 2007.03.21 GB
0705403.4 2007.03.21 GB
0705407.5 2007.03.21 GB
0705410.9 2007.03.21 GB
0705408.3 2007.03.21 GB
0709376.8 2007.05.16 GB
0709379.2 2007.05.16 GB
0714272.2 2007.07.23 GB
(85)PCT申请进入国家阶段日
2009.06.23
(86)PCT申请的申请数据
PCT/EP2007/061512 2007.10.26
(87)PCT申请的公布数据
WO2008/049912 EN 2008.05.02
(73)专利权人 视瑞尔技术公司
地址 卢森堡大公国蒙斯拜奇
(72)发明人 拉尔夫·郝斯勒
(74)专利代理机构 北京连和连知识产权代理有限公司 11278
代理人 王光辉
(51)Int.Cl.
G03H 1/22(2006.01)
G03H 1/02(2006.01)
(56)对比文件
CN 1711509 A,2005.12.21,
US 2006/0050340 A1,2006.03.09,
WO 2005/060270 A1,2005.06.30,
US 2006/0139711 A1,2006.06.29,
CN 1751525 A,2006.03.22,
审查员 李闻

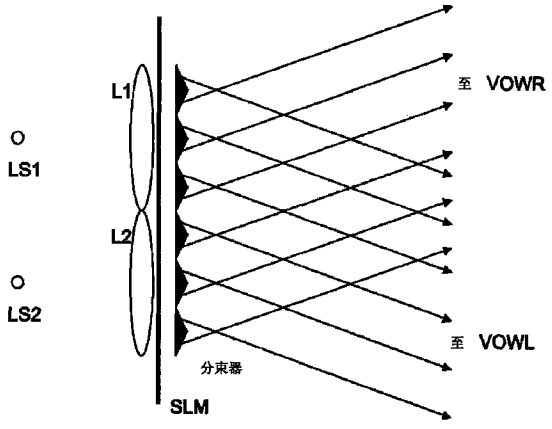
权利要求书 2 页 说明书 41 页 附图 22 页

(54)发明名称

全息显示装置

(57)摘要

一种包含2D光源阵列中的光源(L51、L52……)、2D透镜阵列中的透镜(L1、L2……)、空间光调制器(SLM)和分束器的全息显示装置,在该装置中,每个透镜有m个光源,且该光源是m对一地对应于透镜,分束器将离开SLM的光线分成两束,一束照明用于m只左眼的虚拟观察者窗口(VOWL),另一束照明用于m只右眼的虚拟观察者窗口(VOWR)。在一个例子中,m=1。优点是:2D编码具有垂直和水平聚焦以及垂直和水平移动视差。



CN 101568889 B

1. 一种全息显示装置，其包含 2D 光源阵列中的光源、2D 透镜阵列中的透镜、空间光调制器 (SLM) 以及分束器，在所述装置中，每个透镜有 m 个光源，且该光源是 m 对一的对应于透镜，分束器将离开空间光调制器 (SLM) 的光线分成两束，一束照明用于 m 只左眼的虚拟观察者窗口 (VOWL)，另一束照明用于 m 只右眼的虚拟观察者窗口 (VOWR)，m 具有大于 1 的值。

2. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，2D- 编码同时在水平和垂直方向提供全息重建。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，分束器是棱镜阵列，作为折射、衍射或者全息棱镜阵列；或者，在所述装置中，分束器是垂直棱镜的 1D 阵列，作为折射、衍射或者全息棱镜阵列；或者，在所述装置中，分束器是整合到空间光调制器 (SLM) 中的棱镜阵列，作为折射、衍射或者全息棱镜阵列；或者，在所述装置中，分束器是直接设置在空间光调制器 (SLM) 上的棱镜阵列，作为折射、衍射或者全息棱镜阵列。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，分束器是另一个透镜阵列；或者，在所述装置中，分束器是阻隔掩模；或者，在所述装置中，分束器是衍射光学元件。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，分束器包含具有棱镜元件的可控制的棱镜阵列。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，分束器包含具有棱镜元件的可控制的棱镜阵列，所述棱镜阵列是电润湿棱镜阵列形式的棱镜阵列，棱镜元件包含电极和填充有两种分隔液体的腔以及液体之间的分界面，液体之间的分界面的斜率可以通过对电极施加电压进行电控。

7. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，交换分束器和空间光调制器 (SLM) 的顺序。

8. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，每一个光源通过其相关联的透镜向观察者平面成像。

9. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，对于特定的观察者，光源阵列的间距和透镜阵列的间距使得所有光源图像在观察者平面即包含两个虚拟观察者窗口 (VOWs) 的平面中重叠。

10. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，存在附加场透镜。

11. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，为了提供充分的空间相干，透镜阵列的间距与典型的亚全息图的大小相似。

12. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，光源为小光源，或者为点光源。

13. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，透镜阵列是折射的、衍射的或者全息的。

14. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，用于左眼和右眼的全息图逐列交替。

15. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，为了适应立体图缩减，分束器的间距与空间光调制器 (SLM) 的间距相同，或者是其整数倍，或者分束器的

间距与空间光调制器 (SLM) 的间距略微不同，或者略微不同于空间光调制器 (SLM) 间距的整数倍。

16. 根据权利要求 1 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，实施光源追踪。

17. 根据权利要求 8 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，棱镜阵列在用于 m 只左眼的虚拟观察者窗口 (VOWL) 的位置产生一个强度包络正弦平方函数最大值并且在用于 m 只右眼的虚拟观察者窗口 (VOWR) 的位置产生另一个强度包络正弦平方函数最大值。

18. 根据权利要求 17 所述的全息显示装置，其特征在于，在所述装置中，虚拟观察者窗口 (VOW) 的高度小于或者等于与在空间光调制器 (SLM) 处衍射相关的垂直周期性间隔，且虚拟观察者窗口 (VOW) 的宽度小于或等于与在分束器处衍射相关的水平周期性间隔。

全息显示装置

[0001] 发明背景

1、技术领域

[0002] 本发明涉及用于生成三维图像的全息显示装置，特别是涉及编码计算机生成视频全息图 (CGHs) 的显示器。该显示装置生成三维全息重建。

2、背景技术

[0003] 计算机生成视频全息图 (CGHs) 在一个或多个空间光调制器 (SLMs) 中编码；该 SLMs 可以包括电或光可控单元。该单元通过编码相应视频全息图的全息值调制光的振幅和 / 或相位。可以这样计算 CGH：例如，通过相干光追踪，通过模拟由场景反射的光和参考光波之间的干涉，或者通过傅立叶变换或者菲涅耳变换。理想的 SLM 将能够表示任意复值数 (complex-valued numbers)，即分别控制入射光波的振幅和相位的复值数。然而，典型的 SLM 仅控制一个性质，要么是振幅，要么是相位，并且还有影响另一个性质的不期望的副作用。存在调制光振幅或相位的不同的方法，例如电寻址液晶 SLM(electrically addressed liquid crystal SLM)、光寻址液晶 SLM(optically addressed liquid crystal SLM)、磁光 SLM(magneto-optical SLM)、微镜装置 (micro mirror device) 或者声光调制器 (acousto-optic modulator)。光的调制可以是空间连续的或者是由单独可寻址单元组成的，是一维或二维地排列的、二进制的、多级的或连续的。

[0004] 在本发明中，术语“编码”表示将控制值提供给空间光调制器的区域以编码全息图以便从 SLM 重建 3D 场景的方式。就“SLM 编码全息图”而言，意味着在 SLM 上编码全息图。

[0005] 与纯粹的自动立体显示装置 (auto-stereoscopic displays) 不同，对于视频全息图，观察者看到三维场景的光波前的光学重建。3D 场景在观察 者眼睛和空间光调制器 (SLM) 之间延伸的空间中重建，或者可能甚至是在 SLM 后面重建。还可以用视频全息图编码 SLM 使得观察者看到在 SLM 前面重建的三维场景的物体以及其它在 SLM 上面或者在 SLM 前面重建的物体。

[0006] 空间光调制器的单元最好是被光穿过的透射单元，该单元的光线能够至少在规定位置及超过空间相干长度几毫米的位置产生干涉。这就至少允许一维全息重建具有足够的分辨率。这种光将被称为“充分相干光”。

[0007] 为了确保充分的时间相干性，由光源发出的光的光谱必须限制在足够窄的波长范围内，即必须是近单色光。高亮度 LEDs 的光谱带宽足够窄，能保证全息重建的时间相干性。SLM 的衍射角与波长成比例，这表明只有单色光源能导致物点的清晰重建。加宽的光谱将导致物点变宽和物体重建模糊。激光光源的光谱可以认为是单色的。LED 的谱线宽度足够窄有助于良好的重建。

[0008] 空间相干性与光源的横向延伸有关。传统光源，像 LEDs 或者冷阴极荧光灯 (Cold Cathode Fluorescent Lamps(CCFLs))，如果它们通过足够窄的孔径发射，也可以满足这样的需要。来自激光光源的光可以认为是从衍射极限内的点光源发出的，且依赖于模型的纯

度而导致物体的清晰重建，即每一个物点都在衍射极限内重建为一个点。

[0009] 来自空间相干光源的光横向延伸，并且引起重建物体模糊。模糊的总量由在特定位置重建的物点的变宽尺寸给出。为了使用用于全息重建的空间相干光源，必须在亮度和对有孔光源的横向延伸进行限制之间找到平衡。光源越小，其空间相干性越好。

[0010] 如果从与线光源的纵向延伸成直角的位置观察，可将线光源看作是点光源。因此光波可以在那个方向相干地传播，但在所有其它的方向不相干。

[0011] 一般而言，全息图通过在水平和垂直方向上的光波的相干重叠全息地重建场景。这样的视频全息图称为全视差全息图(full-parallax hologram)。在水平和垂直方向上可以观看到具有运动视差的重建物体，就向实物一样。然而，大视角需要在SLM的水平和垂直方向都具有高分辨率。

[0012] 通常，通过限制到仅水平视差(horizontal-parallax-only(HPO))的全息图来降低对SLM的要求。全息重建仅发生在水平方向，而在垂直方向没有全息重建。这导致重建物体具有水平运动视差。当垂直运动时透视图没有改变。HPO全息图在垂直方向需要的SLM的分辨率小于全视差全息图需要的SLM的分辨率。还可能有仅垂直视差(vertical-parallax-only(VPO))全息图，但不常见。全息重建仅发生在垂直方向，并且导致重建物体具有垂直运动视差。在水平方向没有运动视差。用于左眼和右眼的不同透视图必须分别产生。

[0013] 3、相关技术说明

[0014] 典型地，生成三维图像的装置缺乏紧凑性，即，它们需要复杂且庞大的光学系统(optical systems)，这使得它们不能用于便携式装置或者手持式装置，例如移动电话。例如US 4,208,086号专利文件描述的一种生成大规模的三维图像的装置，该装置的长度在米(metre)数量级。以参考引用的方式结合于此的WO 2004/044659(US2006/0055994)号专利文件，描述了一种厚度超出十厘米的重建视频三维图像的装置。因此，这些公知的装置对于移动电话或者其它便携式或者手持式小型显示装置来说太厚了。

[0015] 由申请人提交的WO 2004/044659(US2006/0055994)号专利文件描述了一种通过充分相干光的衍射重建三维场景的装置；该装置包括点光源或线光源、聚集光的透镜和空间光调制器。与传统的全息装置不同，SLM以透射方式在至少一个“虚拟观察者窗口”中重建3D场景（参见附录I和附录II对该术语或相关技术的描述）。每一个虚拟观察者窗口位于观察者的眼睛附近并且其大小受到限制，以便虚拟观察者窗口位于单衍射级中，以便每只眼睛在平截头形重建空间中看到完整的三维场景的重建，平截头形重建空间在SLM表面和虚拟观察者窗口之间延伸。为了能让全息重建无干扰，虚拟观察者窗口的大小必须不能超出重建的一个衍射级的周期性间隔。然而，其必须至少足够大到使观察者能够通过窗口看到整个3D场景的重建。另一只眼睛可以通过相同的虚拟观察者窗口观看，或者分配给其第二个虚拟观察者窗口，相应地该第二个虚拟观察者窗口由第二个光源产生。这里，典型地相当大的可见区(visibility region)限制在局部定位的 虚拟观察者窗口中。公知的解决方法以小型方式重建大面积是由传统的SLM表面的高分辨率引起的，将其减小到虚拟观察者窗口的尺寸。这导致这样的结果：在在使用合理的、大众水平计算设备的情况下，因几何学上的理由而较小的衍射角和当前的一代SLM的分辨率足以实现高质量实时全息重建。

[0016] 然而，公知的生成三维图像的方法显示出体积庞大、笨重的缺点，且由于SLM的大

表面积，因此需要用昂贵的透镜来聚集。结果，装置将具有很厚的厚度及很大的重量。当使用这样的大透镜时，由于边缘处 (margins)（即棱 (edges)）的偏差，重建质量明显降低，这样的事实呈现出其另一个缺点。使用包括透镜状阵列 (lenticular array) 的光源的改进在 US 2006/250671 号专利文件中公开，在这里以参考引用的方式结合于此，尽管该公开用于大面积视频全息图的情况。

[0017] US2004/0223049 号专利文件公开了生成三维图像的移动电话。然而，其所公开的三维图像是用自动立体显示 (autostereoscopy) 生成的。用自动立体显示生成三维图像的一个问题是：典型地，观察者感觉图像在显示装置里面，而观察者的眼睛趋于在显示装置的表面聚焦。在许多情况下，一段时间以后，观察者眼睛聚焦的位置和观察者感觉到的三维图像的位置之间的不一致会导致观察者不舒服。在三维图像由全息术 (holography) 生成的情况下，这个问题不会发生，或者明显地减少。

发明内容

[0018] 本发明的第一方面，是提供一种包含 2D 光源阵列中的光源、2D 透镜阵列中的透镜、SLM 和分束器的全息显示装置，在该装置中，每个透镜有 m 个光源，且该光源是 m 对一地对应于透镜，分束器将离开 SLM 的光线分成两束，一束照明用于 m 只左眼的虚拟观察者窗口，另一束照明用于 m 只右眼的虚拟观察者窗口。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，每个透镜有一个光源，且该光源是一对一地对应于透镜，即，m ＝ 1。

[0019] 全息显示装置可以具有发光二极管作为其光源。

[0020] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，2D 编码同时在水平和垂直方向提供全息重建。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，2D 编码不产生散光。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，可以具有垂直和水平聚焦以及垂直和水平运动视差的 2D 编码。

[0021] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，分束器是棱镜阵列。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，分束器是垂直棱镜的 1D 阵列。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，分束器棱镜阵列整合到 SLM 中或直接在 SLM 上，作为反射的、衍射的或者全息的棱镜阵列。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，分束器是另一个透镜阵列。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，分束器是阻隔掩模。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，分束器在 SLM 的后面。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，分束器在 SLM 的前面。

[0022] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，每一个光源通过其相关的透镜向观察者平面成像。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，对于特定观察者来说，光源阵列的间距和透镜阵列的间距使得所有光源图像在观察者平面即，包含两个 VOWs 的平面重合。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，存在附加场透镜。

[0023] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，为了提供充分的空间相干性，透镜阵列的间距与典型的亚全息图的尺寸相似。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，光源是小光源或者点光源。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，透镜阵列是折射的、衍射的或者全息的。

[0024] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，用于左眼和右眼的全息图逐列交替。

全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，为了适应立体图减缩，分束器的间距与 SLM 的间距相同，或者是 SLM 的间距的整数倍，或者分束器的间距略微不同于 SLM 的间距，或者略微不同于 SLM 的间距的整数倍。

[0025] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，分束器是衍射光学元件。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，实施光源追踪。

[0026] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，棱镜阵列在 VOWL 的位置产生一个强度包络正弦平方函数最大值，在 VOWR 的位置产生另一个强度包络正弦平方函数最大值。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，VOW 的高度小于或者等于与在 SLM 处衍射相关的垂直周期性间隔，且 VOW 的宽度小于或等于与在分束器处衍射相关的水平周期性间隔。

[0027] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，VOWs 的空间复用与 2D 编码相结合。

[0028] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，分束器是另一个静态的透镜阵列。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，分束器是另一个可变的透镜阵列。

[0029] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，为了提供足够的空间相干性，透镜阵列的间距与典型的亚全息图的尺寸相似，即，在一到几个毫米数量级。

[0030] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，用于左眼和右眼的全息图逐列交替。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，棱镜阵列的间距足够小，眼睛不能分辨棱镜结构，且棱镜结构不扰乱重建的图像。

[0031] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，使用布尔克哈特编码。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，使用振幅编码。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，使用相位编码。

[0032] 全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，VOWs 的分隔由包括封装液晶域的总成控制，使得电场控制每一个域的折射率和光偏转角。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，VOWs 的分隔由包括棱镜阵列的结构侧上的液晶层的总成控制，使得电场控制液晶折射率和光偏转角。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，VOWs 的分隔由电润湿棱镜阵列控制。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，棱镜阵列具有高填充因数，即接近 100％。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，观察者距 SLM 的距离在 20cm 到 4m 之间。全息显示装置可以是这样的装置：该装置中，屏幕对角线在 1cm 到 50 英寸之间。

[0033] 全息显示装置可以用背光源和显微透镜阵列照明。显微透镜阵列可以在显示装置的小区域提供局部相干性，该区域是显示装置的编码用于重建物体的特定点的重建的信息的唯一部分。显示装置可以包含反射偏振器。显示装置可以包含棱镜的光薄膜。

[0034] 本发明的另一方面，是提供包含使用上述显示装置的步骤的生成全息重建的方法。

[0035] 就“SLM 编码全息图”而言，意味着全息图在 SLM 上编码。

附图说明

[0036] 图 1 是包括单个 OASLM 和单个 OLED 阵列的全息显示装置的图解。

[0037] 图 2 是包括一对组件的全息显示装置的图解，其中每一个组件包含单个 OASLM 和单个 OLED 阵列。

[0038] 图 3 是移动三维显示装置的图解。

[0039] 图 4 是根据公知技术的全息显示装置的图解。

[0040] 图 5 是其中由单个 OLEDs 阵列控制两个 OASLMs 的全息显示装置的图解。

[0041] 图 6A 是全息显示装置的图解。

[0042] 图 6B 是适合实现紧凑性的全息显示装置的图解。

[0043] 图 7 是装有布拉格过滤全息光学元件以减少与较高衍射级相关的问题的全息显示装置的组件的图解。

[0044] 图 8 是装有布拉格过滤全息光学元件以提高由 OLED 阵列发出的光准直的全息显示装置的组件的图解。

[0045] 图 9 是全息显示装置的图解。

[0046] 图 10 是装有两个用于连续编码振幅和相位的 EASLMs 的全息显示装置的图解。

[0047] 图 11 是包括单个 EASLM 的全息显示装置的图解。

[0048] 图 12 是按照一种实施方式的全息显示装置的一个具体实施例的图解。

[0049] 图 13 是装有两个用于连续编码振幅和相位的 EASLMs 的全息显示装置的图解。

[0050] 图 14 是使用 MathCad(RTM) 得到的衍射模拟结果。

[0051] 图 15 是使用 MathCad(RTM) 得到的衍射模拟结果。

[0052] 图 16 是使用 MathCad(RTM) 得到的衍射模拟结果。

[0053] 图 17 是按照一种实施方式，在两个 EASLMS 之间具有透镜层的排列。

[0054] 图 18 是可以发生如光从一个 EASLM 传播到第二个 EASLM 这样的衍射过程的图解。

[0055] 图 19 是两个 EASLMS 的构造图解，光纤面板 (fibre optic face plate) 位于两个 EASLMs 之间。

[0056] 图 20 是光束控制元件 (beam steering element) 的图解。

[0057] 图 21 是光束控制元件的图解。

[0058] 图 22 是能够三维视觉通信的系统的图解。

[0059] 图 23 是将 2D 图像内容转换成 3D 图像内容的方法的图解。

[0060] 图 24 是按照一种实施方式的全息显示组件的一个实施例的图解。

[0061] 图 25 是包含 2D 光源阵列中的光源、2D 透镜阵列中的透镜、SLM 以及分束器的全息显示装置的示意图。分束器将离开 SLM 的光线分为两束，每一束分别照明用于左眼的虚拟观察者窗口 (VOWL) 和用于右眼的虚拟观察者窗口 (VOWR)。

[0062] 图 26 是包含光源阵列的两个光源、透镜阵列的两个透镜、SLM 以及分束器的全息显示装置的示意图。分束器将离开 SLM 的光线分为两束，每一束分别照明用于左眼的虚拟观察者窗口 (VOWL) 和用于右眼的虚拟观察者窗口 (VOWR)。

[0063] 图 27 是棱镜光束控制元件的横截面图。

具体实施方式

[0064] 现在说明不同的实施方式。

[0065] A. 红外 OLED 显示装置和 OASLM 的紧凑结合

[0066] 本实施方式提供了 OASLM 和红外光发射显示装置 (infra red lightemitting display) 的紧凑结合，红外光发射显示装置可以在 OASLM 上写图样，这样的结合在适宜的照明条件下能够生成三维图像。

[0067] OASLM包含感光器(photosensor)层和设置在传导电极之间的液晶(LC)层。当电压施加到电极时,入射在感光器层上的光图样(light pattern)转移到LC层用来调整读光束(read beam)。在公知技术中,入射光图样由写光束(write beam)提供,写光束由电寻址空间光调制器(EASLM)调整。EASLM由光源照明并且在OASLM上成像。通常,写光束是非相干的以避免散斑图样(speckle patterns),而读光束是相干的以能够生成衍射图样。

[0068] OASLM相对于EASLM的优点是:OASLM可以具有连续的、非像素化的或者非图样化的结构,而EASLM具有像素化结构。像素在光的空间分布中产生锐边缘:这样的锐边缘对应于高的空间频率。高的空间频率导致光远场内的宽角衍射特征。因此EASLM在光远场将产生不期望的光衍射假象,必须使用公知技术,如空间过滤将其移除。空间过滤需要光处理程序中的附加步骤,这使得装置更厚且导致光的浪费。基于OASLM装置的优点是:它们允许在OASLM中连续生成图样。连续的图样将在光束传播方向的横向任何特定方向上趋向于较少的光学强度突变。因此较少的突变相对由EASLM装置生成的像素边缘来说具有较低的高空间频率的集中度。对包含OASLM的装置来说,较低集中度的高空间频率可以使光学处理比包含EASLM的装置的光学处理更简单且更有效。此外,不同于EASLM,OASLM装置可以是双稳态装置。因此OASLM可以具有比EASLM装置更低的功率需求,可以延长便携式装置或手持式装置的电池寿命。

[0069] 在本实施方式中,描述了一种不需要成像光学器件的紧凑装置。用红 外OLED显示装置写OASLM。OLED显示装置直接附属于OASLM,从而形成没有成像光学器件的紧凑装置。为了组成OLED阵列,OLEDs可以是平铺的。OASLM可以由多个较小的平铺OASLMs组成。

[0070] OLED显示装置和OASLM的紧凑结合可以是透明的。透明的OLED显示装置是公知的,例如在下面将要描述的"OLED材料"部分中所描述的那样。在一个例子中,从与形成三维图像的一侧相对的一侧照明OLED显示装置和OASLM的紧凑结合,可见光通过OLED和OASLM透射向观察者。OLED显示装置最好发出写OASLM红外敏感感光器层的红外光(IR)。因为人类的眼睛对IR光不敏感,观察者将看不到任何源于IR写光束的光。

[0071] 在另一个例子中,OLED显示装置和OASLM的紧凑结合可以使得写光束和读光束在OASLM的相对侧入射。在另一个例子中,OLED显示装置和OASLM的紧凑结合可以使得反射层出现在与OLED显示装置相对的OASLM一侧,使得三维图像从OASLM的与OLED显示装置所在的一侧相同的一侧可见,照明光源也同样出现在OASLM与OLED显示装置相同的一侧:这是反射显示装置的例子。

[0072] 实施方式包括红外OLEDs阵列,红外发射OLEDs允许由OASLM透射的可见光的振幅或相位或者振幅和相位的某些结合的空间分布控制,使得全息图在OASLM内生成。OASLM可以包含一对涂有两层导电薄膜的间隔开的透明板,如US4,941,735号专利文件中所描述的,在这里以参考引用的方式结合于此。可以在一层导电薄膜上涂上连续的或不连续的光敏薄膜。双稳态铁电液晶(ferroelectric liquid crystal),或者一些其它类型的液晶可以限制在其它导电薄膜和光敏薄膜之间。可以将激活电压施加给导电薄膜。在OASLM中,在逐像素(pixel-by-pixel)的基础上,光的写光束可以编程或者激活光的读光束的偏振。写光束可以通过逐个地激活OASLM的光敏区来编程OASLM。相应编程的OASLM区域可以通过被写光束激活而转动读光束的偏振。

[0073] 图 1 中，公开了实施方式的一个例子。10 是提供平面区照明的照明设备，为了能够引起三维图像的生成，照明具有充分相干性。照明设备的一 个例子公开在 US2006/250671 号专利文件中，其用于大面积的视频全息图的情况，其中一个例子复制在图 4 中。如 10 表示的这样的设备可以以白光光源阵列，例如冷阴极荧光灯 (cold cathode fluorescent lamps) 或者白光发光二极管 (white-light light emitting diodes) 的形式发出入射到可以紧凑的聚焦系统的光，可以紧凑的聚焦系统例如是透镜状阵列或者微透镜阵列。可选择地，用于 10 的光源可以包含发出充分相干光的红、绿和蓝激光，或者红、绿和蓝发光二极管。然而，具有充分空间相干性的非激光光源（如发光二极管、OLEDs、冷阴极荧光灯）要好于激光光源。激光光源具有如下缺点 ：例如，在全息重建中引起激光散斑、相对而言费用较高，并且有对全息显示装置观察者或者装配全息显示装置的工作人员的眼睛有可能损害的安全问题。

[0074] 元件 10-13 可以是总计约几厘米的厚度，或更少。尽管在使用有色光源时滤色器 (colour filters) 不是必须的，但元件 11 可以包含滤色器阵列，使得有色光，如红、绿和蓝光的像素朝元件 12 发出。元件 12 是透明基板上的红外发射 OLEDs 阵列。该红外发射 OLEDs 阵列使得每一个红外发射 OLED 发射的光与元件 13 的方向上来自唯一对应的彩色像素的光平行且相干。元件 13 是 OASLM。关于 OASLM，红外发射 OLEDs 阵列提供写光束 ；由元件 11 透射的有色光束是读光束。处在距包括紧凑全息图生成器 15 的装置一定距离的点 14 的位置的观察者，在 15 的方向观察时可以观看到三维图像。设置元件 10、11、12 和 13，使得其物理接触，如固定的机械接触，每一个形成结构层使得整体是单个的整体物体。物理接触可以是直接的。或者如果在相邻层之间有涂有薄膜的薄的中间层，物理接触也可以是间接的。物理接触可以限制在确保相互准确对齐或者配准的的小范围内、或可以延伸到较大区域、或者是层的整个表面。物理接触可以通过被粘结在一起的层来实现，例如通过使用光学透射粘合剂，以形成紧凑的全息图生成器 15，或者通过任何其它合适的处理（还是参见以下标题为制造过程概述的部分）。

[0075] 元件 10 可以包括一个或两个用来增加显示装置亮度的棱镜光学薄膜 ：这样的薄膜例如在 US 5,056,892 和 US 5,919,551 号专利文件中已被公开， 尽管其它是公知的。元件 10 可以包括偏振光学元件，或者一组偏振光学元件。一个例子是线性偏振片。另一个例子是透射一个线性偏振态并且反射正交的线性偏振态的反射偏振器 ---- 例如，这样的偏振器在 US 5,828,488 号专利文件中描述，尽管其它是公知的。另一个例子是透射一个圆形偏振态并且反射正交的圆形偏振态的反射偏振器 ---- 例如，这样的偏振片在 US6,181,395 号专利文件中描述，尽管其它是公知的。元件 10 可以包括可以被压缩的聚焦系统，如透镜状阵列或者微透镜阵列。元件 10 可以包括其它在背光源技术领域公知的光学元件。

[0076] 图 4 是公知技术的侧视图，表示垂直聚焦系统 1104 的三个聚焦元件 1101、1102、1103 以柱透镜阵列的形式水平排列，该图来自 WO2006/119920 号专利文件，在这里以参考引用的方式结合于此。作为示例的水平线光源 LS_2 的几乎准直光束 (collimated beam) 穿过照明单元的聚焦元件 1102 并且投向观察者平面。根据图 4，多个线光源 LS_1，LS_2，LS_3，一个在另一个上方地排列。每一个光源发出在垂直方向充分地空间相干并且在水平方向空间非相干的光。这样的光通过光调制器 SLM 的透射单元 (transmissive cell)。该光只在垂直方向通过用全息图编码的光调制器 SLM 的单元衍射。聚焦元件 1102 在观察者平面 OP 内

以数个衍射级成像光源 LS_2，数个衍射级中只有一个是有用的。作为示例的由光源 LS2 发出的光束仅通过聚焦系统 1104 的聚集元件 1102。在图 4 中三束光束表示第一衍射级 1105、零级 1106 和负一级 1107。与单个点光源不同，线光源允许产生明显较高的发光强度。为每一个要重建的 3D 场景部分使用具有已经提高的效率且分配有一个线光源的若干全息区，提高有效的发光强度。另一个优点是，代替了激光和多个传统光源，其例如在狭缝光阑 (slotdiaphragm) 后面定位，还可以作为遮光器的一部分，生成充分相关光。

[0077] B. 两对 OLED 和 OASLM 结合的紧凑结合

[0078] 在另一个实施方式中，两对紧凑结合的 OLED 阵列和 OASLM 的结合可以用来依次以紧凑的方式调制光的振幅和相位。因此，由振幅和相位组成的复数，可以在逐像素的基础上在透射光中编码。

[0079] 本实施方式包含 IR-OLED 阵列和 OASLM 的第一个紧凑结合对以及 IR-OLED 阵列和 OASLM 的第二个紧凑结合对。

[0080] 第一对调制透射光的振幅，第二对调制透射光的相位。作为选择地，第一对调制透射光的相位，第二对调制透射光的振幅。每一个 IR-OLED 阵列和 OASLM 的紧凑结合对可以是以上 A 部分所描述的。IR-OLED 阵列和 OASLM 的两个紧凑结合对由 IR 过滤器隔开，该 IR 过滤器对可见光是透明的并且吸收 IR。

[0081] 在第一个步骤中，第一个 IR-OLED 阵列在第一个 OASLM 中写振幅调制的图样，在第二个步骤中，第二个 IR-OLED 阵列在第二个 OASLM 中写相位调制的图样。IR 过滤器阻止 IR 从 IR-OLED 阵列和 OASLM 的第一个紧凑结合对泄漏到 IR-OLED 阵列和 OASLM 的第二个紧凑结合对。IR 过滤器还阻止 IR 从 IR-OLED 阵列和 OASLM 的第二个紧凑结合对泄漏到 IR-OLED 阵列和 OASLM 的第一个紧凑结合对。然而，IR 过滤器从 IR-OLED 阵列和 OASLM 的第一个紧凑结合对中透射可见光用来作为 IR-OLED 阵列和 OASLM 的第二个紧凑结合对中的读光束。当观察者观察由容纳两个紧凑结合对的装置发出的光时，由于由第二个 OASLM 透射的光已经对其振幅和对其相位进行了调制，所以可以观看到三维图像。

[0082] 本领域的技术人员应当理解的是相位和振幅的调制有利于复数的表示。此外，OLED 显示装置和 OASLMs 都可以具有高分辨率。因此，本实施方式可以用于生成全息图，使得三维图像可以被观察者观看到。

[0083] 在图 2 中，公开了实施方式的一个例子。20 是提供平面区照明的照明设备，为了能够引起三维图像的生成，照明具有充分相干性。一个例子公开在 US 2006/250671 号专利文件中，其用于大面积的视频全息图的情况。如 20 表示的这样的设备可以以白光光源阵列，例如冷阴极荧光灯或者白光发光二极管的形式发出入射到可以紧凑的聚焦系统的光，可以紧凑的聚焦系统例如是透镜状阵列或者微透镜阵列。可选择地，20 的光源可以包含发出充分相干光的红、绿和蓝激光，或者红、绿和蓝发光二极管。然而，具有充分空间相干性的非激光光源（如发光二极管、OLEDs、冷阴极荧光 灯）要好于激光光源。激光光源具有如下缺点：例如，在全息重建中引起激光散斑、相对而言费用较高，并且有对全息显示装置观察者或者装配全息显示装置的工作人员的眼睛有可能损害的安全问题。

[0084] 元件 20-23、26-28 可以是总计约几厘米的厚度，或更少。尽管在使用有色光源时滤色器不是必须的，但元件 21 可以包含滤色器阵列，使得有色光，如红、绿和蓝光的像素朝元件 22 发出。元件 22 是透明基板上的红外发射 OLEDs 阵列。该红外发射 OLEDs 阵列使得

每一个红外发射 OLED 发射的光与元件 23 的方向上来自唯一对应的彩色像素的光平行且相干。元件 23 是 OASLM。关于 OASLM，红外发射 OLEDs 阵列提供写光束；由元件 21 透射的有色光束是读光束。元件 26 是阻挡 IR 光但透射可见光的红外过滤器，使得来自元件 22 的 IR 光不影响元件 27。元件 27 是 OASLM。元件 28 是透明基板上的红外发射 OLEDs 阵列。该红外发射 OLEDs 阵列使得每一个红外发射 OLED 发射的光与元件 27 的方向上来自唯一对应的彩色像素的光平行且相干。关于 OASLM 27，红外发射 OLEDs 阵列 28 提供写光束；由元件 26 透射的有色光束是读光束。对于透射光，元件 23 调制振幅，元件 27 调制相位。可选择地，元件 27 调制振幅，元件 23 调制相位。由于来自透明基板 28 上的红外发射 OLEDs 阵列的光在元件 26 的方向发出，元件 26 可以吸收 IR 光，从而阻止了来自元件 28 的光寻址 OASLM 23。这样的两个 OLED 阵列 22 和 28 在本质上相反的方向发光的构造，确保了两个 OASLMs 23 和 27 可以放置的非常接近。OASLMs 23 和 27 非常接近能够减少光学损耗的问题以及由光束发散引起的像素串扰问题：当 OASLMs 23 和 27 非常接近时，可以实现对有色光光束通过 OASLMs 不相重叠传播的更好的近似。图 2 中元件 27 和 28 的次序可以颠倒，但这并不是通过 OASLMs 23 和 27 实现有色光的光束之间的高透射和低串扰的目标的最佳构造。

[0085] 元件 20 可以包括一个或两个用来增加显示装置亮度的棱镜光学薄膜：这样的薄膜例如在 US 5,056,892 和 US 5,919,551 号专利文件中已被公开的，尽管其它是公知的。元件 20 可以包括偏振光学元件，或者一组偏振光学元件。一个例子是线性偏振片。另一个例子是透射一个线性偏振态并 且反射正交的线性偏振态的反射偏振器 ---- 例如，这样的偏振器在 US5,828,488 号专利文件中描述，尽管其它是公知的。另一个例子是透射一个圆形偏振态并且反射正交的圆形偏振态的反射偏振器 ---- 例如，这样的偏振片在 US 6,181,395 号专利文件中描述，尽管其它是公知的。元件 20 可以包括可以被压缩的聚焦系统，如透镜状阵列或者微透镜阵列。元件 20 可以包括其它在背光源技术领域公知的光学元件。

[0086] 处在距包括紧凑全息图生成器 25 的装置一定距离的点 24 的位置的观察者在 25 的方向观察时可以观看到三维图像。设置元件 20、21、22、23、26、27 和 28 使得相邻元件物理接触，如固定的机械接触，每一个形成结构层使得整体是单个的整体物体。物理接触可以是直接的。或者在相邻层之间有涂有薄膜的薄的中间层时，也可以是间接的。物理接触可以限制在确保相互准确对齐或者配准的小范围内、或可以延伸到较大区域、或者是层的整个表面。物理接触可以通过被粘结在一起的层来实现，例如通过使用光学透射粘合剂，以形成紧凑的全息图生成器 25，或者通过任何其它合适的处理（还是参见以下标题为制造过程概述的部分）。

[0087] 在图 2 中，在理想的情况下，OLEDs 22 和 28 的阵列发出充分准直的光。然而，OLEDs 会发出未充分准直的光，如朗伯（即，完全散射）分布中的光。OLED 光发射未充分准直时，OLEDs 可以处在尽可能接近其相应的 OASLM 的位置。这种情况下，就认为入射在 OASLM 表面的强度将以入射角余弦的平方的形式近似地变化。光以 45° 或者 60° 入射将导致各自的入射强度只有垂直入射光的一半或四分之一。因此假如 OLEDs 有足够的空间间隔、且相对于可见光像素尺寸来说足够地小、而且足够接近 OASLM，几何效应将导致空间跨越 OASLM 所产生的势差的明显变化，甚至在极限情况下 OLED 光发射分布是朗伯分布。在 OASLM 上 OLED 光垂直入射的点之间，入射红外光强度可以不降至零，这会导致对比度减小，这可以在装置

中实现。但如果其简化了装置的结构，对比度的减小是可以接受的。

[0088] 在图2中，在理想的情况下，OLEDs 22和28的阵列发出充分准直的光。然而，OLEDs会发出未充分准直的光，如朗伯（即，完全散射）分布中的光。OLED光发射未充分准直时，OLEDs的几何光分布可以通过使用布拉格滤过器(Bragg filter)全息光学元件修正，例如US 5,153,670号专利文件中描述的那样，在这里以参考引用的方式结合于此。布拉格滤过器全息光学元件与没有该元件相比，使得光准直或者较好的准直。布拉格滤过器全息光学元件的功能的例子如图8所示。图8中，80是OLED阵列，81是包含布拉格平面，如布拉格平面84的全息光学元件布拉格滤过器，82是OALSM。OLED阵列80中的单个OLED 83以85示意性所示的分布发射红外光。由OLED阵列80发出的光线86，在全息光学元件81中被散射，之后以近似垂直入射的方式入射到OASLM 82上。在这种方法中，可以实现入射到OASLM 82上的红外光的改进的准直。

[0089] 另一个实施方式在图5中公开。57是提供平面区照明的照明设备，为了能够引起三维图像的生成，照明具有充分相干性。例子公开在US2006/250671号专利文件中，用于大面积的视频全息图的情况。这样的设备可以以白光光源阵列，例如冷阴极荧光灯或者白光发光二极管的形式发出入射到可以紧凑的聚焦系统的光，可以紧凑的聚焦系统例如是透镜状阵列或者微透镜阵列50。可选择地，57的光源可以包含发出充分相干光的红、绿和蓝激光，或者红、绿和蓝发光二极管。然而，具有充分空间相干性的非激光光源（如发光二极管、OLEDs、冷阴极荧光灯）要好于激光光源。激光光源具有如下缺点：例如，在全息重建中引起激光散斑、相对而言费用较高，并且有对全息显示装置观察者或者装配全息显示装置的工作人员的眼睛有可能损害的安全问题。

[0090] 元件57可以包括一个或两个用来增加显示装置亮度的棱镜光学薄膜：这样的薄膜例如在US 5,056,892和US 5,919,551号专利文件中已被公开，尽管其它是公知的。元件57可以包括偏振光学元件，或者一组偏振光学元件。一个例子是线性偏振片。另一个例子是透射一个线性偏振态并且反射正交的线性偏振态的反射偏振器----例如，这样的偏振器在US 5,828,488号专利文件中描述，尽管其它是公知的。另一个例子是透射一个圆形偏振态并且反射正交的圆形偏振态的反射偏振器----例如，这样的偏振片在US6,181,395号专利文件中描述，尽管其它是公知的。元件57可以包括其它 在背光源技术领域公知的光学元件。

[0091] 元件57、50-54可以是总计约几厘米的厚度，或更少。尽管在使用有色光源时滤色器不是必须的，但元件51可以包含滤色器阵列，使得有色光，如红、绿和蓝光的像素朝元件52发出。元件52是透明基板上的红外发射OLEDs阵列。该红外发射OLEDs阵列使得对每一个彩色像素来说，包含两类红外发射OLED的唯一一对红外发射OLED发射的光与元件53的方向上来自其对应的彩色像素的光平行且相干。第一类红外发射OLED发射第一波长的红外光。第二类红外发射OLED发射不同于第一波长的第二波长的红外光。元件53是OASLM。元件54是另一个OASLM。关于OASLMs，红外发射OLEDs阵列提供写光束；由元件51透射的有色光束是读光束。OASLM 53被由OLED阵列52发出两个红外波长的第一波长控制。OASLM 53对由OLED阵列52发出的两个红外波长的第二波长不敏感，并且透射由OLED阵列52发出的两个红外波长的第二波长。OASLM54被由OLED阵列52发出两个红外波长的第二波长控制。OASLM 54对由OLED阵列52发出的两个红外波长的第一波长不敏感，或者通过

被OASLM 53将其吸收以及/或者反射这样的途径阻止第一红外波长的光到达OASLM 54，随后其在别处吸收，使得对第一红外波长不敏感的OASLM54不必满足必须是紧凑全息生成器55的要求。可选择地，可以用发出两个不同波长的单一型OLED，两个不同波长的相对强度取决于如跨越OLED的电压这样的参数。两个不同波长的发射可由时间复用控制。

[0092] 对于透射光，元件53调制振幅，元件54调制相位。可选择地，元件54调制振幅，元件53调制相位。这样的OLED阵列52发出两个不同波长的光的构造，确保了两个OASLMs 53和54可以放置的非常接近。OASLMs 53和54非常接近能够减少光学损耗的问题以及由光束发散引起的像素串扰问题：当OASLMs 53和54非常接近时，可以实现对有色光光束通过OASLMs不相重叠传播的更好的近似。

[0093] 处在距包括紧凑全息图生成器55的装置一定距离的点56的位置的观察者在55的方向观察时可以观看到三维图像。设置元件57、50、51、52、53和54使得相邻元件物理接触，如固定的机械接触，每一个形成结构层 使得整体是单个的整体物体。物理接触可以是直接的。或者在相邻层之间有涂有薄膜的薄的中间层时，也可以是间接的。物理接触可以限制在确保相互准确对齐或者配准的的小范围内、或可以延伸到较大区域、或者是层的整个表面。物理接触可以通过被粘结在一起的层来实现，例如通过使用光学透射粘合剂，以形成紧凑的全息图生成器55，或者通过任何其它合适的处理（还是参见以下标题为制造过程概述的部分）。

[0094] OASLM执行振幅调制时，在典型的构造中，入射的读光束通过使光束穿过线性偏振片而得以线性偏振。振幅调制由施加电场中的液晶旋光控制，电场由光敏层产生，影响了光的偏振态。在这样的装置中，离开OASLM的光通过另一个线性偏振片，能使强度减小，这是由光通过OASLM时偏振态的任何变化引起的。

[0095] OASLM执行相位调制时，在典型的构造中，入射的读光束通过使光束穿过线性偏振片而得以线性偏振，除非它们已经处于确定的线性偏振态。相位调制由施加电场的应用控制，电场由光敏层产生，影响了光的相态。在用向列相液晶执行相位调制的一个例子中，光轴方向固定在空间中，但双折射是施加电压的函数。在用铁电液晶执行相位调制的一个例子中，双折射是固定的，但光轴的方向由施加电压控制。在用任一种方法执行相位调制时，输出光束具有相对于输入光束的相位差，即施加电压的函数。可以执行相位调制的液晶单元的例子是弗里德里克兹(Freedericksz)单元排列，该排列中，使用正介电各向异性的向列相液晶的反平行校直域，正如US 5,973,817号专利文件所描述的，在这里以参考引用的方式结合于此。

[0096] C.EASLM和紧凑光源的紧凑结合

[0097] 本实施方式提供EASLM和充分相干的紧凑光源的紧凑结合，这样的结合能够在适宜的照明条件下生成三维图像。

[0098] 在本实施方式中，描述了不需要成像光学器件的EASLM和紧凑光源的紧凑结合。本实施方式提供光源、聚焦装置、电寻址空间光调制器(EASLM)以及可选择的分束器元件的紧凑结合，该结合能够在适宜的照明条件下生成三维图像。

[0099] 图11中，公开了实施方式的一个例子。110是提供平面区照明的照明设备，为了能够引起三维图像的生成，照明具有充分相干性。照明设备的一个例子公开在US 2006/250671号专利文件中，其用于大面积的视频全息图的情况，其中一个例子复制在图4

中。如 110 表示的这样的设备可以以白光光源阵列，例如冷阴极荧光灯或者白光发光二极管的形式发出入射到可以紧凑的聚焦系统的光，可以紧凑的聚焦系统例如是透镜状阵列或者微透镜阵列。可选择地，用于 110 的光源可以包含发出充分相干光的红、绿和蓝激光，或者红、绿和蓝发光二极管。红、绿和蓝发光二极管可以是有机发光二极管 (OLEDs)。然而，具有充分空间相干性的非激光光源（如发光二极管、OLEDs、冷阴极荧光灯）要好于激光光源。激光光源具有如下缺点：例如，在全息重建中引起激光散斑、相对而言费用较高，并且有对全息显示装置观察者或者装配全息显示装置的工作人员的眼睛有可能损害的安全问题。

[0100] 元件 110 的厚度可以是几厘米，或更少。在优选实施例中，为了提供充分相干的紧凑光源，元件 110-113 的厚度总计小于 3cm。尽管在使用有色光源时滤色器不是必须的，但元件 111 可以包含滤色器阵列，使得有色光，如红、绿和蓝光的像素朝元件 112 发出。元件 112 是 EASLM。元件 113 是可选择的分束器元件。

[0101] 处在距包括紧凑全息图生成器 115 的装置一定距离的点 114 的位置的观察者在 115 的方向观察时可以观看到三维图像。

[0102] 元件 110 可以包括一个或两个用来增加显示装置亮度的棱镜光学薄膜：这样的薄膜例如在 US 5,056,892 和 US 5,919,551 号专利文件中已被公开，尽管其它是公知的。元件 110 可以包括偏振光学元件，或者一组偏振光学元件。一个例子是线性偏振片。另一个例子是透射一个线性偏振态并且反射正交的线性偏振态的反射偏振器 ---- 例如，这样的偏振器在 US5,828,488 号专利文件中描述，尽管其它是公知的。另一个例子是透射一个圆形偏振态并且反射正交的圆形偏振态的反射偏振器 ---- 例如，这样的偏振器在 US 6,181,395 号专利文件中描述，尽管其它是公知的。元件 110 可以包括其它在背光源技术领域公知的光学元件。

[0103] EASLM 是这样的 SLM，其中的单元阵列中的每一个单元可以是电寻址的。每一个单元以某一方式，例如调制其透射的光的振幅，或者调制其透射的光的相位，或者调制器透射的光的振幅和相位的某一结合，作用于入射到其上的光。EASLM 的例子在 US 5,973,817 号专利文件中给出，在这里以参考引用的方式结合于此，该例子是相位调制 EASLM。液晶 EASLM 是 EASLM 的一个例子。磁光 EASLM 是 EASLM 的另一个例子。

[0104] 设置元件 110、111、112 和 113 使得其物理接触，如固定的机械接触，每一个形成结构层使得整体是单个的整体物体。

[0105] 物理接触可以是直接的。或者如果在相邻层之间有涂有薄膜的薄的中间层，物理接触也可以是间接的。物理接触可以限制在确保相互准确对齐或者配准的的小范围内、或可以延伸到较大区域、或者是层的整个表面。物理接触可以通过被粘结在一起的层来实现，例如通过使用光学透射粘合剂，以形成紧凑的全息图生成器 115，或者通过任何其它合适的处理（还是参见以下标题为制造过程概述的部分）。

[0106] 图 4 是公知技术的侧视图，表示垂直聚焦系统 1104 的三个聚焦元件 1101、1102、1103 以柱透镜阵列的形式水平排列。作为示例的水平线光源 LS_2 的几乎准直光束穿过照明单元的聚焦元件 1102 并且投向观察者平面 OP。根据图 4，多个线光源 LS1，LS2，LS3，一个在另一个上方地排列。每一个光源发出在垂直方向充分相干并且在水平方向非相干的光。这样的光通过光调制器 SLM 的透射单元。该光只在垂直方向通过用全息图编码的光调制器 SLM 的单元衍射。聚焦元件 1102 在观察者平面 OP 内以数个衍射级成像光源 LS_2，数个衍射

级中只有一个是有用的。作为示例的由光源 LS_2 发出的光束仅通过聚焦系统 1104 的聚集元件 1102。在图 4 中三束光束表示第一衍射级 1105、零级 1106 和负一级 1107。与单个点光源不同，线光源允许产生明显较高的发光强度。为每一个要重建的 3D 场景部分使用具有已经提高的效率且分配有一个线光源的若干全息区，提高有效的发光强度。另一个优点是，代替了激光和多个传统光源，其例如在狭缝光阑后面定位，还可以作为遮光器的一部分，生成充分相关光。

[0107] 通常，全息显示装置用于在虚拟观察者窗口中重建波前。如果波前出现，那么，其由实物产生。当观察者的眼睛位于虚拟观察者窗口中时，观察者看到重建物体，该虚拟观察者窗口可以是多个可能的虚拟观察者窗口 (VOWs) 中的一个。如图 6A 所示，全息显示装置包含以下组件 ：光源、透镜、SLM 和可选的分束器。

[0108] 为了便于制造可以显示全息图的 SLM 和紧凑光源的紧凑结合，单个光源和图 6A 中的单个透镜可以分别用光源阵列和透镜阵列 (lens array 或者 lenticular array) 代替，如图 6B 所示。在图 6B 中，光源照明 SLM，透镜使光源在观察者平面内成像。用全息图编码 SLM 且 SLM 调制正在入射的波前使得需要的波前可以在 VOW 中重建。可选的分束器元件可以用于生成数个 VOWs，例如，一个用于左眼的 VOW 和一个用于右眼的 VOW。

[0109] 如果使用光源阵列和透镜阵列 (lens array) 或者透镜状阵列 (lenticulararray)，阵列中的光源必须定位，使得光束通过透镜阵列或者透镜状阵列的所有透镜在 VOW 中重叠。

[0110] 图 6B 的设备有助于紧凑设计，可以用于紧凑全息显示装置。这样的全息显示装置有利于移动应用，如，用于移动电话或 PDA 中。典型地，这样的全息显示装置的屏幕具有一英寸或几英寸数量级对角线 (screendiagonal)。全息亚显示装置的屏幕具有小至一厘米对角线。适当的组件在下面详细说明。

[0111] 1) 光源 / 光源阵列

[0112] 在简单的例子中，可以使用固定的单个光源。如果观察者移动，为了在观察者的新位置产生可以观看到的图像，可以追踪该观察者并调整显示装置。这里，要么没有 VOW 的追踪，要么使用 SLM 后面的光束控制元件执行跟踪。

[0113] 可以通过由背光源照明的液晶显示装置 (LCD) 实现可配置的光源阵列。为了产生点或线光源阵列，仅将合适的像素转换到透射状态。这些光源的孔径必须足够小以保证充分空间相干性对物体进行全息重建。点光源阵列可以与包含 2D 排列的透镜的透镜阵列结合使用。线光源阵列最好与 包含平行排列的柱透镜的透镜状阵列结合使用。

[0114] OLED 显示装置最好用作光源阵列。作为自发射装置，其比 LCD 更加紧凑且更加高效节能 ：LCD 中大部分产生的光被例如滤色器这样的元件吸收或者处于不在完全透射状态的像素中。然而，即使考虑到 OLED 显示装置以比 LCD 显示装置更加高效节能的方式提供光的情况，LCDs 也可以具有总体优于 OLED 显示装置的成本优势。当 OLED 显示装置用作光源阵列时，仅启动那些对在眼睛的位置生成 VOW 是必不可少的像素。OLED 显示装置可以具有像素的 2D 排列或者线光源的 1D 排列。每一个点光源的发射区或者每一个线光源的宽度必须足够小，以保证充分空间相干性对物体进行全息重建。此外，点光源阵列最好与包含 2D 排列的透镜的透镜阵列结合使用。线光源阵列最好与包含平行排列的柱透镜的透镜状阵列结合使用。

[0115] 2) 聚焦装置 :单个透镜、透镜阵列或透镜状阵列

[0116] 聚焦装置将（单个或多个）光源成像到观察者平面。由于 SLM 与聚焦装置非常接近，在 SLM 中编码的信息的傅立叶变换在观察者平面内进行。聚焦装置包含一个或数个聚焦元件。SLM 的位置和聚焦装置的位置可以交换。

[0117] 对于 EASLM 和充分相干的紧凑光源的紧凑结合来说，具有薄的聚焦装置是很必要的 :具有凸表面的传统折射透镜太厚了。取而代之的是，可以使用衍射或者全息透镜。该衍射或者全息透镜可以具有单个透镜的功能、透镜阵列的功能或透镜状阵列的功能。这样的材料可以作为表面浮凸 (surface relief) 的全息产品，由美国加利福尼亚州托兰斯市物理光学公司 (Physical Optics Corporation，Torrance，CA，USA) 供应。可选择地，也可以使用透镜阵列。透镜阵列包含 2D 排列的透镜，每一个透镜指定到光源阵列的一个光源。在另一个选择中，可以使用透镜状阵列。透镜状阵列包含 1D 排列的柱透镜，每一个透镜在光源阵列中具有对应的光源。正如前面所提到的，如果使用光源阵列和透镜阵列或者透镜状阵列，阵列中的光源必须定位，使得光束通过透镜阵列或者透镜状阵列的所有透镜在 VOW 中重叠。

[0118] 通过透镜阵列或透镜状阵列的透镜的光对于相对于其它透镜的其中一个透镜来说是不相干的。因此，在 SLM 上编码的全息图由亚全息图组成，每一个亚全息图对应一个透镜。每一个透镜的孔径必须足够大，以确保重建物体有足够的分辨率。可以使用口径与全息图中编码区的典型尺寸近似的透镜，例如已经在 US2006/0055994 号专利文件中描述的。这意味着每个透镜应当具有一毫米或者几毫米数量级的口径。

[0119] 3) SLM

[0120] 在 SLM 上编码全息图。通常，全息图的编码由复数的 2D 阵列组成。因此，理想的 SLM 应当能够调制通过 SLM 的每一个像素的局部光束的振幅和相位。然而，典型的 SLM 能够调制振幅或者相位并且不是独立地调制振幅和相位。

[0121] 振幅调制 SLM 可以与迂回相位编码 (with detour-phase encoding)，例如布尔克哈特编码 (Burckhardt encoding) 结合使用。其缺点是需要用三个像素编码一个复数，且重建的物体亮度低。

[0122] 相位调制 SLM 引起较高亮度的重建。例如，所谓的 2 相编码可以用于需要两个像素编码一个复数的情况。

[0123] 尽管 EASLMs 具有锐利清晰的边缘的特性，导致在它们的衍射图样中出现不需要的较高衍射级，但使用软孔径可以减少或消除该问题。软孔径是没有锐利透射切断的孔径。软孔径透射功能的一个例子是具有高斯剖面 (Gaussian profile) 的软孔径。高斯剖面在衍射系统中是有利的，这是公知的。原因在于存在这样的数学结果 :高斯函数的傅立叶变换本身就是高斯函数。因此，与透射通过在透射剖面具有中尖锐切断的孔径的情况不同，除了横向尺度参数以外，光束强度剖面函数未被衍射改变。可以提供高斯透射剖面的片式阵列。当这些片式阵列与 EASLM 孔径对齐时，与在光束透射剖面中具有锐利切断的系统相比，系统将不存在较高衍射级，或者将明显减少。高斯过滤器或者软孔径过滤器阻止了来自高空间频率的衍射伪像。高斯过滤器或软孔径过滤器将用于左眼和右眼的虚拟观察者窗口之间 的串扰 (crosstalk) 减至最少。

[0124] 4) 分束器元件

[0125] 将 VOW 限制在在 SLM 中编码的信息的傅立叶变换的一个周期性间隔中。对于目前使用的最大分辨率的 SLMs，VOW 的尺寸是 10mm 数量级。在一些情况下，这对于在没有追踪的全息显示装置的应用来说太小了。解决该问题的一个方法是 VOWs 的空间复用：产生超过一个 VOWs。在空间复用的情况下，VOWs 从 SLM 上的不同位置同时产生。这可以通过分束器实现。例如，用 VOW1 的信息编码 SLM 上的一组像素，用 VOW2 的信息编码 SLM 上的另一组像素。分束器分开了来自这两组的光使得 VOW1 和 VOW2 在观察者平面并置。较大的 VOW 可以通过 VOW1 和 VOW2 的无缝平铺产生。复用还可以用来产生用于左眼和右眼的 VOWs。在那样的情况下，不需要无缝并置且在一个或多个用于左眼的 VOWs 和一个或多个用于右眼的 VOWs 之间可以存在间隙。必须注意的是一个 VOW 的较高衍射级在其它 VOWs 上没有重叠。

[0126] 分束器元件的简单例子是 US2004/223049 号专利文件中描述的由在中间具有透明区的黑条 (black stripes) 组成的视差栅格 (parallax barrier)，在这里以参考引用的方式结合于此。另一个例子是 US2004/223049 号专利文件中描述的透镜片 (lenticular sheet)。分束器元件的另一个例子是透镜阵列和棱镜掩膜 (prism masks)。在紧凑全息显示装置中，典型地，期望存在分束器元件，原因在于典型的虚拟观察者窗口的 10mm 的尺寸仅对一只眼睛来说足够大，这对于具有两只相隔约 10cm 的眼睛的典型的观察者来说是不令人满意的。然而，作为空间复用的另一选择，可以使用时间复用 (temporal multiplexing)。在缺少空间复用的情况下，并不是必须使用分束器元件。

[0127] 空间复用还可以用于生成彩色全息重建。对于空间彩色复用来说，有用于每一个彩色成分红、绿和蓝的单独的像素组。这些组在 SLM 上空间分隔，且同时用红、绿和蓝光照明。用适用于物体的各个彩色成分的全息图编码每一个组。每一个组重建其彩色成分的全息物体重建。

[0128] 5) 时间复用

[0129] 在时间复用的情况下，从 SLM 上的同一位置相继产生 VOWs。这可以通过交替光源位置且同时再编码 SLM 来实现。交替光源的位置必须是使得在观察者平面上具有 VOWs 的无缝并置。如果时间复用足够快，即对整个周期来说大于 25Hz，则眼睛将看到连续扩大的 VOW。

[0130] 复用还可以用于产生用于左眼和右眼的 VOWs。在那样的情况下，不需要无缝并置并且在一个或多个用于左眼的 VOWs 和一个或多个用于右眼的 VOWs 之间存在间隙。该复用可以是空间的或者是时间的。

[0131] 空间和时间的复用还可以相结合。例如，三个 VOWs 是空间复用以对一只眼睛产生扩大的 VOW。这个扩大的 VOW 是时间复用以产生用于左眼的扩大的 VOW 以及用于右眼的扩大的 VOW。

[0132] 必须注意的是一个 VOW 的较高衍射级在其它 VOWs 中没有重叠。

[0133] 用于扩大 VOWs 的复用最好与 SLM 的再编码一起使用，原因在于，当观察者移动时，其提供具有连续变动的视差的扩大的 VOW。为了简单化，不具有再编码的复用将在扩大的 VOW 的不同部分提供重复的内容。

[0134] 时间复用还可以用于生成彩色全息重建。对于时间复用，三色成分的全息图相继在 SLM 上编码。三个光源随着在 SLM 上再编码而同时转换。如果整个周期重复得足够快，即大于 25Hz，则眼睛看到连续的彩色重建。

[0135] 6) 处理不需要的较高衍射级

[0136] 如果较大的 VOW 通过平铺较小的 VOWs 产生，那么一个 VOW 的较高衍射级会导致在其它 VOWs 中有干扰串扰，除非采用了避免该问题的步骤。例如，如果每一个 VOW 处在在 SLM 中编码的信息的傅立叶变换的零衍射级中，那么一个 VOW 的第一衍射级会与邻近的 VOW 重叠。这样的重叠会导致干扰的背景，如果不需要的图像的强度超过所需图像强度的 5%，那么该背景会变的特别透明。在那样的情况下，需要抵偿或者抑制较高的衍射级。

[0137] 如果照明 SLM 的角保持恒定，可以使用静态角过滤器。这就是如果 全息显示装置不具有追踪或者分束器元件，如光束控制元件处在 SLM 后面的位置的情况。静态角过滤器可以是布拉格滤过器或者法布里 - 珀罗标准具 (Fabry Perot Etalon)。

[0138] 在 SLM 引起包含不需要的衍射级的几何光强度分布时，几何光强度分布可以通过使用布拉格滤过器全息光学元件修正，如 US 5,153,670 号专利文件中描述的。布拉格滤过器全息光学元件引起的光强度分布不同于缺少该元件情况下的光强度分布。布拉格滤过器全息光学元件的功能的例子如图 7 所示。在图 7 中，70 是 SLM，71 是包含布拉格平面，如布拉格平面 74 的全息光学元件布拉格滤过器。SLM70 中的单个单元 73 有助于如 75 所示的衍射光强度分布。所示的光线 76 被 SLM 70 衍射，在全息光学元件 71 中经历散射，随后在不同于最初传播方向的方向透射到 70 和 71 之间。如果 70 和 71 之间的光线 76 传播的方向对应不需要的第一级衍射光，很明显布拉格滤过器 71 已经成功将光改变到不同的方向，这对可能干扰观察者的不需要的光伪像来说是不利的，该观察者典型地处在 70 的近似垂直方向。

[0139] 用于抑制衍射级的可调的法布里 - 珀罗标准具在 DE 10 2006 030 503 号专利申请中公开。所公开的是 :两个共面的玻璃板之间的 LC 层用部分反射的涂层涂覆。在涂层上光束的每一个反射中，光束都部分反射且部分透射。透射的光束干涉，且它们之间的相位差决定干涉是建设性的还是破坏性的，如同在标准的法布里 - 珀罗标准具中一样。对于特定的波长，干涉和透射随着光束的入射角而变化。对于特定的光传播方向，干涉可以通过改变 LC 的折射率来调整。折射率由施加到跨越 LC 层的电场控制。因此，可以调整角透射特征，而且如有需要的话，在法布里 - 珀罗标准具总体限制内，对于透射，或者反射来说，可以选择衍射级。例如，如果法布里 - 珀罗标准具配置成零级最佳透射、一级最佳反射，仍然会有一些不需要的二级或较高级的透射。该装置有利于在法布里 - 珀罗标准具总体限制内，根据需要静态或连续选择透射或反射的特定衍射级。

[0140] 空间过滤器可以用于选择衍射级。这些空间过滤器可以处于 SLM 和 VOW 之间的位置并且包含透明区和不透明区。这些空间过滤器可以用于 透射所需要的衍射级同时阻止不需要的衍射级。这些空间过滤器可以是静态的或可配置的。例如，设置在 SLM 和 VOW 之间的 EASLM 可以作为可配置空间过滤器。

[0141] 7) 眼睛追踪

[0142] 在 EASLM 和具有眼睛追踪的充分相干紧凑光源的紧凑结合中，眼睛位置检测器可以检测观察者眼睛的位置。然后一个或多个 VOWs 在眼睛位置被自动定位使得观察者能够通过 VOWs 看到重建的物体。

[0143] 然而，追踪并不总是实用的，尤其对于便携式装置或者在手持式装置中，原因在于用于该性能的所需附加设备以及电源要求的限制。没有追踪，观察者必须用手调整显示装

置的位置。这是容易实现的，因为在优选实施例中，紧凑显示装置是可以包含在PDA或者移动电话中的手持式装置。由于PDA或移动电话的使用者通常趋向于垂直注视显示装置，因此不需要额外努力使VOWs与眼睛对齐。公知的是：为了达到最佳的观看条件，手持装置的使用者将趋于自动朝向手上的装置，正如WO01/96941号专利文件所描述的例子一样，其在这里以参考引用的方式结合于此。因此，在这样的装置中，对使用者眼睛进行追踪以及包含例如扫描镜的复杂且非紧凑的追踪光学元件是没有必要的。但是如果对设备和电源的额外要求不构成额外的负担，眼睛追踪可以用于这样的装置。

[0144] 如果没有追踪，EASLM和充分相干紧凑光源的紧凑结合需要VOWs足够大以便简化显示装置的调整。VOW的尺寸最好是眼睛瞳孔尺寸的数倍。这可以通过使用具有小间距的SLM的单个大的VOW，或者通过使用具有大间距的SLM的多个小VOWs以平铺的形式来实现。

[0145] VOWs的位置由光源阵列中的光源的位置确定。为了让VOWs适于眼睛的位置，眼睛位置检测器检测眼睛的位置并且设置光源的位置。这一类的追踪在US2006/055994和US2006/250671号专利文件中有描述。

[0146] 可选择地，当光源在固定位置时，VOWs可以移动。光源追踪需要对来自光源的光的入射角的变化相对不敏感的SLM。如果光源为了移动VOW的位置而移动，那么就难以实现紧凑光源和SLM的紧凑结合，原因 在于这样的构造意味着在紧凑结合中存在可能的不正常光传播条件。在这样的情况下，在显示装置中具有固定的光学路径并且在显示装置中光束控制元件作为最后的光学组件是有利的。

[0147] 图20和21表示的是可以提供这些性质的光束控制元件。该光束控制元件在显示装置的输出处改变光束的角度。其可以具有用于x-和y-追踪的可控棱镜的光学性质以及/或者用于z-追踪的可控透镜的光学性质。例如，图20和21的光束控制元件中的任一个，或两个都可以在单个装置中使用。光束控制元件是可控的衍射元件或可控的折射元件。可控的折射元件可以包含填充液晶的腔阵列，其嵌入具有各向同性线性电偶极极化易感传感器的矩阵中。该腔具有棱镜或者透镜的形状。电场的应用控制了液晶的有效折射率，因此促进了光束控制。电场可以因元件而异以产生因元件而异的光束控制性质。电场施加在图20所示的透明电极之间。液晶具有单轴折射性质，并且可以选择，使得垂直于其光轴的折射率等于基质材料(hostmaterial)或者“矩阵”的折射率。其它构造对本领域的技术人员来说将是显而易见的。基质材料具有各向同性的折射率。如果通过施加适当的电场，使液晶的光轴与图20所示的z方向对齐，那么沿着z方向传播的平面波在其通过光束控制元件时将不经历折射，原因在于其没有经历任何垂直于其坡印亭矢量(Poynting vector)的折射率变化。然而，如果跨越电极施加电场，使得液晶的光轴垂直于z方向，沿z方向传播的平行于光轴偏振的平面波在其通过光束控制元件时将经历最大折射，原因在于其经历系统可以提供的沿着其偏振方向的最大可能的折射率变化。通过选择适当的跨越基质材料的电场，折射度可以在这两种极端情况之间调整。

[0148] 如果腔是棱镜形而不是透镜形的，则光束控制可以完成。光束控制的适合的棱镜形状表示在图21中。如果通过施加适当的电场，使液晶的光轴与图21所示的z方向对齐，那么沿着z方向传播的平面波在其通过光束控制元件时将不经历折射，原因在于其在偏振方向上没有经历任何折射率变化。然而，如果跨越电极施加电场，使得液晶的光轴垂直于z方向，沿的z方向传播的平行于光轴偏振的平面波在其通过光束控制元件时将经历最大折

射，原因在于其经历系统可以提供的垂直于其的坡印亭矢量的最 大可能的折射率变化。通过选择适当的跨越基质材料的电场，折射度可以在这两种极端情况之间调整。

[0149] 8) 例子

[0150] 现在将描述 EASLM 和充分相干的紧凑光源的紧凑结合的例子，在适宜的照明条件下，该结合能够生成三维图像，该结合可以包含在 PDA 或移动电话中。EASLM 和充分相干的紧凑光源的紧凑结合包含作为光源阵列的 OLED 显示装置、EASLM 以及透镜阵列，如图 12 所示。

[0151] 根据 VOW（图 12 中以 OW 表示）所需要的位置，激活 OLED 显示装置中特定的像素。这些像素照明 EASLM 并且通过透镜阵列成像到观察者平面中。在 OLED 显示装置中透镜阵列的每一个透镜至少激活一个像素。由于图中特定的尺寸，如果像素间距 (pixel pitch) 是 20μm，可以用 400μm 的横向增量追踪 VOW。该追踪是准连续的。

[0152] OLED 像素是具有仅部分空间相干的光源。部分相干导致模糊的物点重建。由于图中特定的尺寸，如果像素宽度是 20μm，用 100μm 的横向模糊重建距显示装置 100mm 距离的物点。这对于人类视觉系统的分辨率来说是足够的。

[0153] 通过透镜阵列的不同透镜的光之间没有明显的相干性。相干要求限于透镜阵列的每一个单独透镜中。因此，重建物点的分辨率由透镜阵列的间距决定。因此典型的透镜间距将是 1mm 数量级以确保对人类视觉系统来说足够的分辨率。如果 OLED 间距是 20μm，这意味着透镜间距与 OLED 间距的比率是 50 ： 1。如果每个透镜仅照明单个 OLED，这意味着每 $50^2 = 2,500$ 个 OLEDs 中仅一个 OLED 将被照明。因此，该显示装置将是低功耗显示装置。在这里，全息显示装置和传统的 OLED 显示装置的不同之处在于 ：前者在观察者的眼睛的位置聚光，而后者将光发射到 2π 球面度。鉴于传统 OLED 显示装置达到大约 1,000cd/m^2 的光亮度，发明人计算了本实施方式中的光亮度，在实际应用中，照明的 OLED 应该达到 1,000cd/m^2 的数倍的光亮度。

[0154] VOW 限制在在 SLM 中编码的信息的傅立叶光谱的一个衍射级中。如 果 SLM 的像素间距为 10μm 且需要两个像素编码一个复数，即如果使用相位调制 EASLM 上的 2- 相编码，则波长为 500nm 处的 VOW 具有 10mm 的宽度。VOW 可以通过空间或者时间复用由 VOWs 以平铺的方式扩大。在空间复用的情况下，需要附加光学元件，如分束器。

[0155] 彩色全息重建可以通过时间复用来实现。彩色 OLED 显示装置的红、绿和蓝像素用具有适合于红、绿和蓝光波长的全息图的 SLM 的同步再编码相继激活。

[0156] 该显示装置可以包含检测观察者眼睛位置的眼睛位置检测器。眼睛位置检测器与控制 OLED 显示装置像素的激活的控制单元相连。

[0157] 在 SLM 上编码的全息图的计算最好在外部编码单元中进行，原因在于其需要高的计算能力。然后显示装置数据发送到 PDA 或者移动电话使之能够显示全息生成的三维图像。

[0158] 作为实际的例子，可以使用由日本三洋 (RTM) 爱普生 (RTM) 映像元器件株式会社生产的 2.6 英寸屏幕对角线的 XGA LCD EASLM。亚像素间距是 17μm。如果将其用于构建 RGB 全息显示装置，随着全息图编码的振幅调制，在距 EASLM 0.4m 距离的位置，计算出观察窗口横跨 1.3mm。对于单色的情况，计算出的观察窗口横跨 4mm。如果使用相同的构造，但用具有两相编码的相位调制实施，则计算出的观察窗口横跨 6mm。如果使用相同的构造，但

用具有开诺式 (Kino) 形成编码的相位调制实施，则计算出的观察窗口横跨 12mm。

[0159] 存在其它高分辨率 EASLM 的例子。日本精工 (RTM) 爱普生 (RTM) 株式会社已经发售单色 EASLMs，例如像素间距为 15μm、1.3 英寸屏幕对角线面板的 D4 :L3D13U。该公司已经发售相同面板系列的、屏幕对角线长度为 0.9 英寸、像素间距为 10μm 的 D5 :L3D09U-61G00 面板。2006 年 12 月 12 日，该公司宣布发售相同面板系列的、屏幕对角线长度为 0.7 英寸、像素间距为 8.5μm 的 D5 :L3D07U-81G00 面板。如果将 1.3 英寸的 D4 :L3D13U 用于构建单色全息显示装置，以布尔克哈特振幅调制全息图的编码，在距 EASLM 0.4m 距离的位置，计算出的 VOW 横跨 5.6mm。

[0160] D. 一对 EASLMs 的紧凑结合

[0161] 在另一个实施方式中，两个 EASLMs 的结合可以用于以紧凑的方式依次调制光的振幅和相位。因此，由振幅和相位组成的复数，可以在逐像素的基础上，在透射光中编码。

[0162] 本实施方式包含两个 EASLMs 的紧凑结合。第一个 EASLM 调制透射光的振幅，第二个 EASLM 调制透射光的相位。作为选择地，第一个 EASLM 调制透射光的相位，第二个 EASLM 调制透射光的振幅。每一个 EASLM 可以是以上 C 部分所描述的。除了这里所使用的两个 EASLMs 以外，整个总成可以是 C 部分所描述的。两个 EASLMs 的调制特征的其它相当于促进了振幅和相位的独立调制的结合也是可能的。

[0163] 在第一个步骤中，第一个 EASLM 用振幅调制的图样编码。在第二个步骤中，第二个 EASLM 用相位调制的图样编码。因为由第二个 OASLM 透射的光的振幅和相位已经被进行了调制，所以当观察者观看由容纳两个 EASLMs 的装置所发出的光时，可以观看到三维图像。

[0164] 本领域的技术人员应当理解的是相位和振幅的调制促进了复数的表示法。此外，EASLMs 可以具有高分辨率。因此，本实施方式可以用于生成全息图使得观察者可以观看到三维图像。

[0165] 在图 13 中，公开了实施方式的一个例子。130 是提供平面区照明的照明设备，为了能够引起三维图像的生成，平面区的照明具有充分相干性。照明设备的一个例子公开在 US 2006/250671 号专利文件中，用于大面积的视频全息图的情况，其中一个例子复制在图 4 中。如 130 表示的这样的设备可以以白光光源阵列，例如冷阴极荧光灯或者白光发光二极管的形式发出入射到可以紧凑的聚焦系统的光，可以紧凑的聚焦系统例如是透镜状阵列或者微透镜阵列。可选择地，130 的光源可以包含发出充分相干光的红、绿和蓝激光，或者红、绿和蓝发光二极管。红、绿和蓝发光二极管可以是有机发光二极管 (OLEDs)。然而，具有充分空间相干性的非激光光源（如发光二极管、OLEDs、冷阴极荧光灯）要好于激光光源。激光光源具有如下缺点 :例如，在全息重建中引起激光散斑、相对而言费用较高，并且有对全息显示装置观察者或者装配全息显示装置的工作人员的眼睛有可能损害的安全问题。

[0166] 元件 130 可以包括一个或两个用来增加显示装置亮度的棱镜光学薄膜 :这样的薄膜例如在 US 5,056,892 和 US 5,919,551 号专利文件中已被公开，尽管其它是公知的。元件 130 可以包括偏振光学元件，或者一组偏振光学元件。

[0167] 一个例子是线性偏振片。另一个例子是透射一个线性偏振态并且反射正交的线性偏振态的反射偏振器 ---- 例如，这样的偏振器在 US 5,828,488 号专利文件中描述，尽管其它是公知的。另一个例子是透射一个圆形偏振态并且反射正交的圆形偏振态的反射偏振器 ---- 例如，这样的偏振片在 US6,181,395 号专利文件中描述，尽管其它是公知的。元件

130 可以包括可以被压缩的聚焦系统，如透镜状阵列或者微透镜阵列。元件 130 可以包括其它在背光源技术领域公知的光学元件。

[0168] 元件 130 的厚度可以是几厘米，或更少。在优选实施例中，为了提供充分相干的紧凑光源，元件 130-134 的厚度总计小于 3cm。尽管在使用有色光源时滤光器不是必须的，但元件 131 可以包含滤色器阵列，使得有色光，如红、绿和蓝光的像素朝元件 132 发出。元件 132 是 EASLM。元件 133 是 EASLM。元件 134 是可选择的分束器元件。对于透射光，元件 132 调制振幅，元件 133 调制相位。可选择地，元件 133 调制振幅，元件 132 调制相位。EASLMs 132 和 133 非常接近能够减少光学损耗的问题以及由光束发散引起的像素串扰问题：当 EASLMs 132 和 133 非常接近时，可以实现对有色光光束通过 OASLMs 不相重叠传播的更好的近似。处在距包括紧凑全息图生成器 136 的装置一定距离的点 135 的位置的观察者在 136 的方向观察时可以观看到三维图像。

[0169] 设置元件 130、131、132 和 134 使得相邻元件物理接触，如固定的机械接触，每一个形成结构层使得整体是单个的整体物体。物理接触可以是直接的。或者在相邻层之间有涂有薄膜的薄的中间层时，也可以是间接的。物理接触可以限制在确保相互准确对齐或者配准的小范围内、或可以延伸 到较大区域、或者是层的整个表面。物理接触可以通过被粘结在一起的层来实现，例如通过使用光学透射粘合剂，以形成紧凑的全息图生成器 136，或者通过任何其它合适的处理（还是参见以下标题为制造过程概述的部分）。

[0170] EASLM 执行振幅调制时，在典型的构造中，入射的读光束通过使光束穿过线性偏振片而得以线性偏振。振幅调制由施加电场中的液晶旋光控制，影响了光的偏振态。在这样的装置中，离开 EASLM 的光通过另一个线性偏振片，能使强度减小，这是由光通过 EASLM 时偏振态的任何变化引起的。

[0171] EASLM 执行相位调制时，在典型的构造中，入射的读光束通过使光束穿过线性偏振片而得以线性偏振，除非它们已经处于确定的线性偏振态。相位调制由施加电场的应用控制，影响了光的相态。在用向列相液晶执行相位调制的一个例子中，光轴方向固定在空间中，但双折射是施加电压的函数。在用铁电液晶执行相位调制的一个例子中，双折射是固定的，但光轴的方向由施加电压控制。在用任一种方法执行相位调制时，输出光束具有相对于输入光束的相位差，即施加电压的函数。可以执行相位调制的液晶单元的例子是弗里德里克兹单元排列，该排列中，使用正介电各向异性的向列相液晶的反平行校直域，正如 US 5,973,817 号专利文件所描述的。

[0172] 在紧凑全息显示装置中使用的紧凑总成包含两个以较小或者极小分隔相连接的 EASLMs。在优选实施例中，SLMs 具有相同的像素数目。由于两个 EASLMs 距观察者的距离是不相等的，所以两个 EASLMs 的像素间距需要略微的不同（但大致是相同的）以抵偿相对于观察者不同距离的影响。通过第一个 SLM 的像素的光通过第二个 SLM 的相应像素。因此，光由这两个 SLMs 调制，并且可以实现振幅和相位的独立复合调制。例如，第一个 SLM 是振幅调制，第二个 SLM 是相位调制。同样，两个 SLMs 共同促进振幅和相位的独立调制的调制特征的任何其它结合也是可能的。

[0173] 必须注意的是已经通过第一个 SLM 的像素的光仅通过第二个 SLM 的 相应像素。如果来自第一个 SLM 的光通过第二个 SLM 的不相应的邻近的像素，将发生串扰。该串扰会导致图像质量的下降。这里有四种对于减少像素间串扰问题的可行的方法。这些方法也可以

应用于 B 部分的实施方式，这对本领域的技术人员来说是显而易见的。

[0174] (1) 第一个且最简单的方法是用直接将两个 SLMs 与对齐的像素连接或者粘合到一起。在引起光的发散传播的第一个 SLM 的像素处将发生衍射。SLMs 之间的间隔必须足够小，例如保持在第二个 SLM 的相邻像素之间的串扰可接受的水平。例如，对于 10μm 的像素间距，两个 EASLMs 的间隔必须小于或等于 10-100μm 数量级。这对于传统制造的 SLMs 是很难达到的，原因在于玻璃罩 (cover glass) 的厚度是 1mm 数量级。相反，最好在一个步骤中制作夹层结构，在 SLMs 之间仅有小的分隔层。制造过程概述的部分所列出的制作方法可以用于制造包括被较小或极小距离分隔的两个 EASLMs 的装置。

[0175] 图 14 表示在二维模型中，对于距 10μm 宽的狭缝 (slit) 的不同距离计算的衍射的菲涅耳衍射曲线 (Fresnel diffraction profiles)，其中尺寸垂直于狭缝 (z)，并且横向至狭缝 (x)。均匀照明的狭缝处在 x 轴上 -5μm 和 +5μm 之间的位置，z 等于零微米。采用折射率为 1.5 的光透射介质，该介质可以代表会用于紧凑装置中的介质。采用真空波长为 633nm 的红光。绿光和蓝光的波长小于红光的波长，因此，红光的计算代表了红、绿和蓝三色的最强衍射效应。使用由位于美国马萨诸塞州尼德罕市的参数技术公司销售的 MathCad(RTM) 软件执行计算。图 15 表示保持集中在狭缝中心上的 10μm 宽度以内的强度的分数，作为距狭缝距离的函数。在距狭缝 20μm 距离的位置，图 15 表示大于 90％的强度依然在 10μm 狭缝宽度内。因此，大约小于 5％的像素强度将入射在该二维模型中的每一个邻近像素上。该计算是在像素之间零边界宽度的限制情况下进行的。像素间实际的边界宽度大于零，因此对于实际系统来说，串扰问题将比这里计算出来的要低。图 14 中，菲涅耳衍射曲线接近狭缝，比如在距狭缝 50μm 的位置，还有点近似于狭缝处的顶帽 (top-hat) 型强度函数。因此，没有宽的衍射特征接近狭缝。宽的衍射特征是 top-hat 函数的远场衍射函数的特征，是 正弦平方函数，正如所属技术领域公知的那样。在图 14 中对于距狭缝 300μm 距离的位置的情况，观察到宽衍射特征。这表示衍射效应可以由放置的足够接近的两个 EASLMs 控制，两个 EASLMs 放置的足够近的一个优点是 :衍射曲线的函数形式从远场的特征改变成在包含靠近垂直于狭缝的轴的光方面更加有效的函数形式。该优点是与全息术技术领域的技术人员的想法相反的，因为本领域的技术人员趋于认为当光通过小孔径的 SLM 时，会产生强烈的、明显的以及不可避免的衍射效应。因此，本领域的技术人员没有动机将两个 SLMs 放置的很近，因为他们认为这样会导致由衍射效应产生的不可避免的且严重的关于像素串扰的问题。

[0176] 图 16 表示强度分布作为距狭缝距离的函数的等值线图 (contour plot)。等值线在对数尺度 (logarithmic scale) 而不是线性尺度上绘制。使用十个总共包含 100 强度因子范围的等值线。对于距狭缝大约 50μm 内的距离来说，10μm 狭缝宽度的强度分布的大范围限制是清晰的。

[0177] 在另一个实施例中，可以减小第一个 EASLM 中像素的孔径面积以减少在第二个 EASLM 中的串扰问题。

[0178] (2) 第二种方法是在两个 SLMs 之间使用透镜阵列，如图 17 所示。透镜的数量最好与每一个 SLM 中像素的数量相同。两个 SLMs 的间距以及透镜阵列的间距可以略微不同以抵偿距观察者距离的不同。每一个透镜在第二个 SLM 的各个像素上成像第一个 SLM 的像素，如图 17 中的光束 171 所示。还有可以引起串扰的光穿过相邻透镜照明，如光束 172 所

示。如果其强度足够低或者其方向非常不同，这可能会被忽略，使得其不能到达 VOW。

[0179] 为了以足够的分辨率使像素成像，每一个透镜的数值孔径 (NA) 必须足够大。例如，对于 5μm 的分辨率需要 NA ～ 0.2。这意味着如果假定是几何光学，如果 SLM 和透镜阵列的间距是 10μm，那么透镜阵列和每一个 SLM 之间的最大距离约为 25μm。

[0180] 还可以对透镜阵列的一个透镜指定每一个 SLM 的多个像素。例如，第一个 SLM 的四个像素的组可以通过透镜阵列的透镜向第二个 SLM 的四 个像素的组成像。这样的透镜阵列的透镜的数目将是每一个 SLM 中的像素数目的四分之一。这允许透镜的较高 NA 和成像的像素的较高分辨率。

[0181] (3) 第三个方法是尽可能多的减小第一个 EASLM 的像素的孔径。从衍射的观点出发，被第一个 SLM 的像素照明的第二个 SLM 的区域由第一个 EASLM 的像素的孔径宽度 D 和衍射角决定，如图 18 所示。图 18 中，d 是两个 EASLMs 之间的距离，w 是出现在零级最大值的任意一侧的两个一级衍射最小值之间的距离。这是假设的弗劳恩霍夫衍射 (Fraunhoferdiffraction)，或者弗劳恩霍夫衍射的合理的近似。

[0182] 一方面，减少孔径宽度 D 减少了照明区的中心部分的直接投影面积，如图 18 中的虚线所示。另一方面，由于在弗劳恩霍夫衍射中衍射角与 1/D 成比例，所以衍射角增加。这增加了第二个 EASLM 上照明区的宽度 w。照明区的最宽度为 w。在弗劳恩霍夫衍射方式中，D 可以是确定的，使得其在特定间隔 d 处使用等式 $w = D+2d\lambda/D$ 将 w 降至最小，该等式来源于弗劳恩霍夫衍射中两个一级最小值之间的距离。

[0183] 例如，如果 λ 为 0.5μm，d 为 100μm 且 w 为 20μm，得到 D 的最小值为 10μm。在这个例子中，尽管弗劳恩霍夫方式在这个例子中不是很好的近似值，但这个例子说明了使用 EASLMs 之间的距离以弗劳恩霍夫衍射方式控制衍射过程的原理。

[0184] (4) 第四种方法是使用光纤面板在第二个 SLM 的像素上成像第一个 SLM 的像素。光纤面板由 2D 排列的平行光纤组成。因此典型的光纤长度和面板的厚度是几毫米，且跨越平板表面的对角线长度达到几英寸。例如，光纤的间距可以是 6μm。具有这样光纤间距的光纤面板由美国新泽西州巴灵敦的爱特蒙特光学有限公司 (Edmund Optics Inc.) 销售。每一个光纤将光从其一个末端导向另一个末端。因此，面板一侧的图像转移到另一侧，具有高分辨率且没有聚焦元件。

[0185] 这样的面板可以用作两个 SLMs 之间的分隔层，如图 19 所示。多模光纤优于单模光纤，因为多模光纤具有比单模光纤更好的耦合效率 (coupling efficiency)。当光纤的芯的折射率与液晶的折射率匹配时，耦合 效率最佳，因为其将菲涅耳逆反射损耗降到最低。

[0186] 在两个 SLMs 之间没有附加的玻璃罩。偏振器、电极和校直层直接附属于光纤面板。这些层的每一层都非常薄，即，1-10μm 数量级。因此，液晶 (LC) 层 LC1 和 LC2 紧邻面板。已经通过第一个 SLM 的像素的光被导向第二个 SLM 的各个像素。这将邻近像素的串扰降至最低。面板将第一个 SLM 的输出处的光分布转移到第二个 SLM 的输入处。平均而言，每一个像素至少应当有一个光纤。如果每一个像素少于一个光纤，平均而言，SLM 分辨率将损失，这将导致显示在全息显示装置中的图像质量的下降。

[0187] 图 19 中，第一个 SLM 调制振幅，第二个 SLM 调制相位。对于两个 EASLMs 来说，其它促进全复合调制的调制特征的结合也是可行的。

[0188] 用于在全息图中编码振幅和相位信息的紧凑排列的例子在图 10 中公开。104 是

提供平面区照明的照明设备，为了能够引起三维图像的生成，照明具有充分相干性。照明设备的一个例子公开在 US 2006/250671 号专利文件中，其用于大面积的视频全息图的情况。如 104 表示的这样的仪器可以以白光光源阵列，例如冷阴极荧光灯或者白光发光二极管的形式发出入射到可以紧凑的聚焦系统的光，可以紧凑的聚焦系统例如是透镜状阵列或者微透镜阵列 100。可选择地，用于 104 的光源可以包含发出充分相干光的红、绿和蓝激光，或者红、绿和蓝发光二极管。然而，具有充分空间相干性的非激光光源（如发光二极管、OLEDs、冷阴极荧光灯）要好于激光光源。激光光源具有如下缺点：例如，在全息重建中引起激光散斑、相对而言费用较高，并且有对全息显示装置观察者或者装配全息显示装置的工作人员的眼睛有可能损害的安全问题。

[0189] 元件 104 可以包括一个或两个用来增加显示装置亮度的棱镜光学薄膜：这样的薄膜例如在 US 5,056,892 和 US 5,919,551 号专利文件中已被公开，尽管其它是公知的。元件 104 可以包括偏振光学元件，或者一组偏振光学元件。一个例子是线性偏振片。另一个例子是透射一个线性偏振态并且反射正交的线性偏振态的反射偏振器 ---- 例如，这样的偏振器在 US 5,828,488 号专利文件中描述，尽管其它是公知的。另一个例子是透射一个圆形偏振态并且反射正交的圆形偏振态的反射偏振器 ---- 例如，这样的偏振器在 US 6,181,395 号专利文件中描述，尽管其它是公知的。元件 104 可以包括其它在背光源技术领域公知的光学元件。

[0190] 元件 104、100-103 可以是总计约几厘米的厚度，或更少。尽管在使用有色光源时滤光器不是必须的，但元件 101 可以包含滤色器阵列，使得有色光，如红、绿和蓝光的像素朝元件 102 发出。元件 102 是编码相位信息的 EASLM，例如弗里德里克兹单元。元件 103 是编码振幅信息 EASLM，例如传统的市售液晶显示装置。在这里由 107 表示的元件 102 中的每一个单元，与在这里由 108 表示的元件 103 中的相应单元对齐。然而，尽管元件 102 和 103 中的单元具有相同的横向距离或间距，但元件 102 中的单元小于元件 103 中的单元或者与元件 103 中的单元的尺寸相同，原因在于离开单元 (light exiting cell)107 的光在进入元件 103 中的进入单元 (enteringcell)108 之前，典型地，会经历一些衍射。如图 10 所示，编码振幅和相位的顺序可以颠倒。

[0191] 处在距包括紧凑全息图生成器 105 的装置一定距离的点 106 的位置的观察者在 105 的方向观察时可以观看到三维图像。为了形成紧凑全息图生成器 105，设置元件 104、100、101、102 和 103 为如上所述的物理接触。E. 用于物体的全息重建的，包含一对或两对 OLED 和 OASLM 结合、或者一个或两个 EASLMs 的紧凑结合的大放大倍率三维图像显示装置组件

[0192] 用于物体的全息重建的，包含一对或两对 OLED 和 OASLM 结合、或者一个或两个 EASLMs 紧凑结合的大放大倍率三维图像显示装置组件，示于图 24。该装置组件包括 SLM 和充分相干紧凑光源的紧凑结合（例如以上 A、B、C 和 D 部分的描述），该结合能够在适宜的照明条件下，生成在 VOW（图 24 中的 OW）中可观察到的三维图像，该装置元件例如可以包含在 PDA 或者移动电话中。SLM 和充分相干紧凑光源的紧凑结合包含光源阵列、SLM 和透镜阵列，如图 24 所示。图 24 中的 SLM 包含一对或两对 OLED 和 OASLM 结合、或者一个或两个 EASLMs 的紧凑结合，或者 一对结合的 OLED 及 OASLM 和 EASLM 的紧凑结合。

[0193] 在一个简单的例子中，可以如下形成光源阵列。单个光源例如单色 LED 紧邻孔径

阵列放置，使得孔径被照明。如果孔径是一维的狭缝阵列，由狭缝透射的光形成一维的光源阵列。如果孔径是二维的圆形阵列，照明的圆形组形成二维的光源阵列。典型的孔径宽度约为 20μm。这样的光源阵列适合于帮助生成用于一只眼睛的 VW。

[0194] 图 24 中，光源阵列处在距透镜阵列距离 u 的位置。光学阵列可以是图 1 的元件 10 的光源，并且可选择地，可以包括图 1 的元件 11。为了精确，光源阵列中的每一个光源处在距透镜阵列中其对应透镜距离 u 的位置。在优选实施例中，光源阵列平面和透镜阵列平面是平行的。SLM 可以放置在透镜阵列的任何一侧。VOW 处在距透镜阵列距离 u 的位置。透镜阵列中的透镜为由 f = 1/[1/u+1/v] 给出焦距 f 的汇聚透镜。在优选实施例中，v 在 300mm 到 600mm 范围内。在更优选的实施例中，v 约为 400mm。在优选实施例中，u 在 10mm 到 30mm 范围内。在更优选的实施例中，u 约为 20mm。放大倍率因子 M 由 v/u 给出。M 是由 SLM 调制的光源在 VOW 中放大的因子。在优选实施例中，M 在 10 到 60 范围内。在更优选的实施例中，M 约为 20。为了达到这样的具有良好全息图质量的放大因子，需要光源阵列和透镜阵列准确对齐。为了保持这样的准确对齐，且保持光源阵列和透镜阵列之间的相等距离，需要装置组件在组件的整个操作寿命中具有显著的机械稳定性。

[0195] VOW 可以是可追踪的或者不可追踪的。如果 VOW 是可追踪的，则依靠所需要的 VOW 的位置，激活光源阵列中的特定光源。激活的光源照明 SLM 并且通过透镜阵列成像到观察者平面。在光源阵列中为透镜阵列的每一个透镜至少激活一个光源。追踪是准连续的。如果 u 为 20mm 且 v 为 400mm，如果像素间距是 20μm，则 VOW 可以用 400μm 的横向增量追踪。该追踪是准连续的。如果 u 为 20mm 且 v 为 400mm，f 约为 19mm。

[0196] 光源阵列中的光源可以只具有部分空间相干性。部分相干性导致物点的模糊重建。如果 u 为 20mm 且 v 为 400mm，如果光源宽度为 20μm， 在距显示装置 100mm 的位置的物点进行重建就有 100μm 的横向拖尾。这对人类视觉系统的分辨率来说是足够的。

[0197] 在通过透镜阵列的不同透镜的光之间不必具有任何明显的相干性。相干性要求限于透镜阵列的每一个透镜。因此，重建物点的分辨率由透镜阵列的间距决定。典型的透镜间距为 1mm 数量级，以确保对人类视觉系统来说足够的分辨率。

[0198] VOW 限于在 SLM 中编码的信息的傅立叶光谱的一个衍射级中。如果 SLM 的像素间距为 10μm 且需要两个像素编码一个复数，即如果使用在相位调制 EASLM 上的 2- 相编码，则波长为 500nm 处的 VOW 具有 10mm 的宽度。VOW 可以由空间或时间复用通过 VOWs 以平铺的方式扩大。在空间复用的情况下，需要附加光学元件，如分束器。还可以用于本实施方式的其它复用的方法已在上述 C 部分描述。

[0199] 彩色全息重建可以通过时间复用来实现。彩色 OLED 显示装置的红、绿和蓝像素用具有适合于红、绿和蓝光波长的全息图的同时再编码的 SLM 相继激活。

[0200] 装置组件形成一部分的显示装置可以包含检测观察者眼睛位置的眼睛位置检测器。眼睛位置检测器与在光源阵列中控制光源的激活的控制单元相连。

[0201] 在 SLM 上编码的全息图的计算最好在外部编码单元中进行，原因在于其需要高的计算能力。然后显示装置数据发送到 PDA 或者移动电话使之能够显示全息生成的三维图像。

[0202] 作为实际的例子，可以使用由日本三洋 (RTM) 爱普生 (RTM) 映像元器件株式会社生产的 2.6 英寸屏幕对角线的 XGA LCD EASLM。亚像素间距是 17μm。如果将其应用于构

建RGB全息显示装置，随着全息图编码的振幅调制，在距EASLM 0.4m距离的位置，计算出观察窗口横跨1.3mm。对于单色的情况，计算出的观察窗口横跨4mm。如果使用相同的构造，但用具有两相编码的相位调制实施，则计算出的观察窗口横跨6mm。如果使用相同的构造，但用具有开诺式形成编码的相位调制实施，则计算 出的观察窗口横跨12mm。

[0203] 存在其它高分辨率EASLM的例子。日本精工(RTM)爱普生(RTM)株式会社已经发售单色EASLMs，例如像素间距为15μm、1.3英寸屏幕对角线面板的D4:L3D13U。该公司已经发售相同面板系列的、屏幕对角线长度为0.9英寸、像素间距为10μm的D5:L3D09U-61G00面板。2006年12月12日，该公司宣布发售相同面板系列的、屏幕对角线长度为0.7英寸、像素间距为8.5μm的D5:L3D07U-81G00面板。如果将1.3英寸的D4:L3D13U用于构建单色全息显示装置，以布尔克哈特振幅调制全息图的编码，在距EASLM 0.4m距离的位置，计算出的VW横跨5.6mm。

[0204] F.用于物体的全息重建的，包含一对或两对OLED和OASLM结合、或者一个或两个EASLMs的紧凑结合的三维图像显示装置

[0205] 一对或两对OLED和OASLM结合、或者一个或两个EASLMs的紧凑结合最好可以用于手持式三维显示装置，或者较大的三维显示装置，原因在于这样的结合可以是非常紧凑的。该结合可以整合到例如移动电话、卫星导航装置、汽车显示装置、计算机游戏装置、个人数字助理(PDA)、便携式电脑显示装置、台式电脑监视器或者小型电视显示器中。这样的三维显示装置最好仅用于单个使用者。该使用者处在总体上垂直于显示装置发光表面的位置并且在距显示装置一定距离的位置，该距离可以实现最佳观看，例如大约500mm的距离。为了达到最佳观看条件，公知的是手持式装置的使用者将会自动适应手上的装置，例如WO01/96941号专利文件描述的那样。因此，在这样的装置中，对使用者眼睛的追踪以及包含例如扫描镜的复杂且非紧凑的追踪光学元件是没有必要的。但是如果设备和电源没有构成额外的负担，眼睛追踪也可以用于这样的装置。

[0206] 用于物体的全息重建的，包括一对或两对OLED和OASLM结合、或者一个或两个EASLMs的紧凑结合的卫星导航三维图像显示装置的优点如下。驾驶员可以找到路线信息的三维图像，例如在下一个十字路口的操纵，三维图像信息比二维图像信息更为可取，原因在于三维图像信息与驾驶员在驾驶时的认知更紧密地对应。显示装置上的其它信息，如菜单命令 符号，可以三维地显示。显示装置上的一些或所有信息可以三维地显示出来。

[0207] 用于物体的全息重建的，包括一对或两对OLED和OASLM结合、或者一个或两个EASLMs的紧凑结合的车辆三维图像显示装置的优点如下。该装置能够在倒车操纵过程中或者当试图驾车穿过不比车辆宽很多的通道或者比车辆窄的通道时直接显示三维信息，例如靠近车辆的物体接近车保险杠（挡泥板）的三维图像，例如墙。在通道比车辆窄时，三维图像显示装置可以帮助驾驶员认识到车辆将不能通过通道。可以用来自安装在车辆内或车辆上的传感器的信息构建三维图像。其它车辆信息也可以在显示装置上三维地显示出来，例如速度、温度、发动机每分钟的转速，或者公知的在车辆中显示的其它信息。卫星导航信息可以在显示装置上三维地显示出来。显示装置上的一些或所有信息可以三维地显示出来。

[0208] 输出窗口的尺寸被傅立叶平面内的衍射图案的周期性间隔所限制。如果OLED显示装置，或者EASLM中的像素间距约为10μm，对于波长500nm的可见光来说，在距离500mm处虚拟观察者窗口(VOW)宽度约为10mm到25mm，这取决于在SLM中用于全息图的编码。这

对一只眼睛来说是足够宽的。用于另一只眼睛的第二个 VOW 可以通过空间光调制器的内容的空间或者时间复用来创建。在缺少追踪时，为了看到最佳的三维图像，观察者必须朝向并且移动装置和 / 或观察者本身，使得观察者的眼睛在 VOWs 中并且处于距装置最佳的距离。

[0209] 调整显示装置的位置和朝向的过程可以通过平铺多个 VOWs 轻松实现。两个或三个 VOWs 可以在 x- 和 y- 方向并列，以便可以通过 VOW 覆盖较大的区域。平铺可以通过空间或时间复用、或者通过空间和时间复用的结合来执行。

[0210] 在时间复用中，光按照时间顺序投向 VOWs。如果 VOWs 具有不同的内容，空间光调制器必须再编码。在空间复用中，用于不同的 VOWs 的内容在同一时间在空间光调制器中，但在空间光调制器的不同区域编码。分束器可以将来自空间光调制器的不同区的光分到不同的 VOWs。可 以使用空间和时间复用的结合。

[0211] 典型的用于移动电话或 PDA 的手持式三维显示装置的屏幕对角线尺寸的范围从一英寸到几英寸。全息亚显示装置可以具有小到 1cm 的屏幕对角线。

[0212] 三维图像显示装置可以转换成显示二维图像，例如通过对观察者的两只眼睛中的每一只眼睛显示同样的图像。

[0213] 包含一对或两对 OLED 和 OASLM 结合、或者一个或两个 EASLMs 的紧凑结合的三维图像显示装置的实施方式示于图 3。图 3 中的装置是移动电话 30，可以用移动电话 30 打电话，打电话时在在屏幕区 31 中显示适当地配有类似装置的另一方的三维视频图像。该移动电话配有用于移动通讯的天线 32。在另一个实施例中，天线可以在移动电话 30 的机体内。移动电话 30 配有两个分别拍摄使用者的右眼和左眼视图的摄像机 33 和 34。右眼和左眼视图包含立体图像数据。移动电话 30 配有用于数字、“*”和“#”符号的按键 35，按键 36 用于其它功能，例如屏幕菜单内的移动、退格或者开启或关闭单元。按键上显示的标记如″ ON″ ″ OFF″ 或″ 2″，阻止了单元的颠倒使用，从而阻止了三维视频通话中的双方观看到另一方颠倒。在使用中，观察者的两个眼睛以及两个摄像机 33 和 34 最好是共面的，并且使用者的面部最好处在接近垂直于屏幕区域 31 的位置。这样就确保了两个摄像机 33 和 34 拍摄了包含观察者眼睛的平面中的视差。观察者头部相对于显示装置的最佳观看位置是预先确定的，使得两个摄像机 33 和 34 在该位置得到观察者头部的最佳图像质量。在三维视频通话中的对方也同样如此，双方可以参与具有最佳图像质量的双向三维视频通话。为了确保每一个观察者在他们的面部位置精确地指向摄像机 33 和 34，可能希望确保每一只眼睛的虚拟观察者窗口不要比每一只眼睛大很多，原因在于如果这样的话将限制观察者对其摄像机方向的位置和方位误差的范围。通过将装置指向要照相的物体，该装置可以得到该物体的三维照片。可选择地，可以引导使用者通过使用装置屏幕上的小图标达到装置的最佳方位。该装置还可以实施眼睛追踪。在这里所描述的装置的格式和用途可以用于全息地、自动立体地或者通过任何其他方法生成三维图像的装置。

[0214] 在双向三维视频通话过程中，摄像机 33 和 34 分别拍摄使用者的右眼和左眼。从这些视图得到的数据用于在三维视频通话中在对方持有的相应的装置上构建三维视频图像。如果自动立体显示地生成三维图像，来自摄像机 33 和 34 的视图可以直接用于在自动立体显示装置中生成两只眼睛的图像。如果全息地生成三维图像，应当例如通过使用计算机生成全息图来处理包含来自摄像机 33 和 34 的视图的数据，以使允许将全息数据适当编码到一个或两个 SLMs 上。当全息地生成三维图像时，三维显示装置是全息显示装置。全息显示

装置提供与自动立体显示装置相反的、全深度的信息，即调节（眼睛聚焦）和视差。全息显示装置提供了物体的全息重建，即所有物体的全息重建对准正确的深度。

[0215] 这里所描述的手持式三维显示装置的应用包括保持双向三维视频通话。另一个应用包括用来显示物体的三维视图或者通话中对方的场景，例如，在购买之前浏览项目，或者检查物体的损坏。另一个应用包括可以确认个人的身份，这可以通过三维景象得到帮助。识别在外表上非常相似的个人，例如双胞胎，伪装的人的能力，通过三维景象可以得到帮助。另一个应用包括用视图观察个人，以取得进一步的联系，如在约会服务中，通过三维景象可以帮助得到决定。另一个应用包括用三维视图浏览成人内容的行为，观察者会更喜欢三维视图甚于二维视图。

[0216] 不同的个人具有不同的双眼间距。在一个实施方式中，具有物体全息重建的三维显示装置具有能使显示器的使用者改变投影左眼和右眼之间的虚拟观察者窗口的距离的菜单选项。根据菜单选项的选择，使用者按压装置键盘上的键，要么增加，要么减小虚拟观察者窗口之间的间隔。如果当注视显示装置且寻求观看三维图像时进行这样的操作，可以选择虚拟观察者窗口之间的间隔，这提供给观察者他们能够感受的最好的三维图像。然后所选择的距离可以储存作为用户偏好。如果不只一个人使用该装置，多个使用者的用户偏好可以储存在装置中。即使这样的装置有能力独立地追踪观察者眼睛的位置，也可以应用这样的菜单选项，原因在于，与追踪软件相比，使用者更愿意在虚拟观察者窗口之间选择更精确的距离。一旦做出这样的选择，可以加速追踪，因为在眼睛之间的距离成为固定参数之后，对于观察者眼睛来说，需要较少的精确位置确定。能够在两个虚拟观察者窗口之间选择优选的距离，还提供超过自动立体显示系统的优点，自动立体显示系统中左眼和右眼景象之间的距离趋于由装置的硬件固定。

[0217] G. 包含一对或两对 OLED 和 OASLM 结合、或者一个或两个 EASLMs 的紧凑结合的 2D 投影机

[0218] 除了如以上 F 部分描述的那样，光投影到许多个 VOWs 中以外，来自装置的光还可以投影在屏幕或墙或一些其它表面。因此，移动电话或者 PDA 或者一些其它装置中的三维显示装置还可以用作口袋型投影机 (pocket projector)。

[0219] 提高质量的全息投影可以通过使用调制入射光的振幅和相位的 SLM 得到。因此，复值全息图 (complex-valued hologram) 可以在 SLM 上编码，这引起在屏幕或墙上重建较高质量的图像。

[0220] 在前面章节描述的一对或两对 OLED 和 OASLM 结合、或者一个或两个 EASLMs 的紧凑结合可以用作投影机中的 SLM。由于紧凑尺寸的结合，投影机也将是紧凑的。该投影机甚至可以是与移动电话或者 PDA 或者一些其它装置相同的装置 ：其可以在“三维显示装置”和“投影机”模式之间切换。

[0221] 与传统的 2D 投影机相比，全息 2D 投影机具有这样的优点 ：不需要投影透镜且投影图像在光学远场的所有距离聚焦。如 WO2005/059881 号专利文件所公开的公知技术的全息 2D 投影机，使用单个 SLM，因此不能够复合调制。这里所公开的全息 2D 投影机能够复合调制并且因此具有较高的图像质量。

[0222] H. 使用一个或两个红外 OLED 显示装置和 OASLM 的紧凑结合的自动立体显示或全息显示装置

[0223] 红外 OLED 显示装置和 OASLM 的紧凑结合（如以上 A 部分描述）还可以用于自动立体显示装置 (ASD)，特别是移动电话或 PDA 中的手持式 ASD。尽管对于典型的观察者来说，ASD 不会像观看全息显示装置一样舒适，但在一些情况下，与全息显示装置相比，ASD 较便宜或者较易于 制造或者易于提供图像数据。ASD 提供多个观看区，借以每一个观看区显示 3D 场景的不同透视图。如果观察者的眼睛在不同的观看区，就会看到自动立体显示的图像。注意 ASD 和全息术 (holography) 之间的差别 :ASD 提供两个平面图像，而全息术提供 3D 场景中每一个物点的 z- 信息。

[0224] 通常 ASD 基于显示装置上的观看区的空间复用并且使用分束器元件，如透镜、阻隔掩模 (barrier masks) 或者棱镜掩膜 (prism masks)。阻隔掩模还被称为“视差栅格 (parallax barriers)”。缺点是，对于 ASD 来说，每一个观看区的分辨率典型地与观察区的数量成反比降低。但该缺点可以通过 ASD 可以具有的如上所描述的优点来补偿。

[0225] 红外 OLED 显示装置和振幅调制 OASLM 的紧凑结合（如以上 A 部分描述）可以用作具有高分辨率的振幅调制显示装置。如果红外 OLED 显示装置和振幅调制 OASLM 与分束器元件结合，可以构成高分辨率 ASD。由于空间复用，紧凑结合的高分辨率可以抵消分辨率的损失。

[0226] 对于需要一个或多个附加的 OASLM 组件的 ASD 来说，使用一个或多个 OLED 阵列和一个或多个 OASLMs 的紧凑结合（如以上 A 和 B 部分描述）的优点是无图样的 OASLM。包含分束器和 OLED 阵列的 ASD，由于有图样的 OLED，如在分束器周期和 OLED 周期之间的莫尔效应 (Moireeffects)，可以具有伪像。相反，紧凑结合的 OASLM 上的信息是连续的 :仅有分束器周期，基于周期的伪像没有出现。

[0227] ASD 光源可以是一个或多个光源，例如 LEDs、激光、OLEDs 或者 CCELs。光源不需要相干。如果使用白光光源，如果 ASD 要显示彩色图像，将在光源与光发射显示装置和振幅调制 OASLM 的紧凑结合之间需要滤色器层，例如红、绿和兰光滤色器。

[0228] 红外 OLED 显示装置和 OASLM 的紧凑结合（如以上 A 部分描述）也可以用于全息显示装置，最好是在移动电话或 PDA 中的手持式显示装置。在这里，全息显示装置基于显示装置上观看区的空间复用，并且使用分束器元件，如透镜、阻隔掩模或者棱镜掩膜。阻隔掩模还被称为“视差栅格”。红外 OLED 显示装置和 OASLM 的紧凑结合（如以上 A 部分描述）可以用作具有高分辨率的振幅调制显示装置。如果红外 OLED 显示装置和振幅调制 OASLM 与分束器元件结合，可以构成高分辨率全息显示装置。由于空间复用，紧凑结合的高分辨率可以抵消分辨率的损失。在另一个实施方式中，两对 OLED 阵列和 OASLM 的紧凑结合的结合可以用来依次以紧凑的方式调制光的振幅和相位，如 B 部分所描述。因此，由振幅和相位组成的复数，可以在逐像素的基础上，在透射光中编码。如果两对红外 OLED 显示装置和调制振幅的 OASLM 的紧凑结合与分束器元件相结合，可以构成高分辨率全息显示装置。由于空间复用，紧凑结合的高分辨率可以抵消分辨率的损失。具有分束器元件的全息显示装置可以提供多个观看区，而每一个观看区显示 3D 景象的不同透视图。如果观察者的眼睛在不同的观看区就会看到全息图像。

[0229] I. 三维通讯中所需的数据处理系统

[0230] 三维通讯中所需的数据处理系统如图 22 所示。在图 22 中，一方 220 与另一方 221 进行三维通讯。在构建图像中所用的摄像机数据可以用图 3 表示的移动电话装置 30 收集，

或者通过某些具有类似功能的装置收集。用于三维图像显示装置的数据处理可以在一方220的装置中执行，其可以是移动电话30或者类似的装置，或者可以在另一方221的装置中执行，但最好是在设置在两部移动电话之间的传输网络(transmission network)上的中间系统224中执行。传输网络包含第一连接(link)222、中间系统224以及第二连接223。两条连接222和223可以是无线连接或者非无线连接。中间系统224可以包括用于执行计算以能够显示三维图像例如计算机生成的全息图或者自动立体显示图像的计算机。在两部移动电话之间的传输网络中使用计算机执行计算是更可取的，因为计算将不会用尽移动电话的电池电源，而是可以使用总电源。设置在传输网络上的计算机可以用于同时完成用于许多个三维视频通话的图像处理，可以例如通过减少未使用的计算机处理能力的总量来允许计算资源的更有效的利用。如果其移动电话或类似装置所需的计算机能力减小，因为计算机需要更少的的计算电路和内存，并且所需的计算将通过设置在传输网络上的计算机完成，所以它们的重量将较小。最后，仅需要在设置在传输网络上，而不是在移动电 话或者类似装置上的计算机上安装执行计算的软件。这将减少移动电话的内存要求、软件盗版的范围，并将提高对任何存在于软件代码中的商机密的保护。尽管大部分三维图像显示装置所需的计算可以通过中间系统224完成，但一些图像的计算可以在数据传输之前由使用者装置完成。如果两个摄像机图像非常相似，如果两个图像作为第一图像和差分图像(difference image)发送，其中差分图像是两个图像之间的差分，则会有助于数据传输，原因在于，例如，差分图像自身可以更加容易地利用数据压缩技术，促进数据传输。同样地，三维图像像是装置可以执行一些图像计算，例如解压缩压缩的图像数据。

[0231] 在图22的系统的一个例子中，形成一对立体图像的第一图像和第二图像由使用者220的装置通过连接222发送到中间装置224。第二传输图像可以是两个立体图像之间的差分图像，原因在于差分图像将典型地需要比完整图像较少的数据。如果三维电话会话(telephone conversation)正在进行，第一图像本身可以表示为当前图像和较早的一个时间步长的图像之间的差分。类似地，第二图像可以表示为当前图像和较早的一个时间步长的图像之间的差分。然后中间装置224可以使用在2D和三维(3D)图像之间转换的计算程序从接收到的数据以其相应的深度图(depth map)计算二维(2D)图像，这是本领域公知的。在彩色图像的情况下，需要三原色的三成分2D图像，连同它们对应的深度图。然后对应于2D图像和深度图的数据可以通过连接223传输到使用者221的装置。使用者221的装置基于接收到的2D图像和深度图，在其紧凑的三维显示装置中编码全息图。为了有效利用传输带宽，在本系统中传输的数据可以接受公知的压缩程序，通过接收装置完成相应的解压缩。如果使用较少的数据压缩，数据压缩的最有效量用于平衡完成数据压缩或解压缩的移动装置的电池所需的能量与所需要的带宽的成本。

[0232] 中间装置224可以使用包含一组已知的3D图形的库，其可以试图与其计算出的3D数据进行匹配，或者可以使用包含一组已知的2D轮廓的库，其可以与进入的2D图像数据进行匹配。如果发现相对于公知形状的良好匹配，就可以加快计算进程，因为2D或3D可以相对于公知的图形 进行表达。可以提供3D图形库，例如一组体育明星，如主要的网球选手或足球选手的面部或身体图形，以及所有或者部分主要的体育场所的图形，例如著名的网球场或著名的足球场。例如，人的面部的3D图像可以表达为中间装置224所使用的那样，对面部表达加上变化，例如微笑或者皱眉，在头发长度中加上变化，例如头发可以长长或者剪

去，因为得到了储存的数据。如果连续出现一组差分，中间装置 224 所使用的数据可以由中间装置 224 更新，以清楚地表明中间装置 224 所使用的数据已经过时，例如，人的头发长度已经明显且长期地发生改变。如果中间装置 224 遇到其所使用的记录中发现没有很好的匹配的 2D 或 3D 图像，其可以增加新的图形到记录组中。

[0233] J. 将 2D 图像内容加速成 3D 图像内容的系统

[0234] 安全、广泛的采用三维显示技术的一个难题是这样的事实：历史上非常少的内容以三维格式生成，目前大多数内容仍然以二维格式生成。这在一定程度上是因为目前大多数所使用的图像录制设备仍然记录二维图像，没有可以用于三维图像显示装置中的数据。此外，目前观察者需要 3D 内容或者获得由 2D 内容生成的 3D 内容的机会有限。

[0235] 显然，需要一种支持从二维内容生成三维内容的系统。图 23 中给出一个系统，但是其它系统对本领域的技术人员来说是显而易见的。在图 23 中，电视播放公司 2300 继续播放二维电视图像 2304，即使三维显示仪器存在于观察者 2302 的家中。在本系统中，存在中间系统 2301，其具有将 2D 内容转换成 3D 内容 2305 的能力。这个转换过程可以通过观察者付费得以支持，或者可以通过其他方付费得以支持，例如广告客户 2303。在图 23 中，当电视公司 2300 播放广告客户 2303 的广告时，广告客户 2303 支付费用 2306 到中间系统 2301 以使用公知的将 2D 内容转换到 3D 内容的方法将 2D 内容转换成 3D 内容。广告客户通过 3D 电视广告呈现给观察者 2302 而从中获益，3D 电视广告比 2D 电视广告更引人注目。可选择地，观察者 2302 可以支付费用到中间系统 2301 以将他所接收到的一些或全部电视播出节目转换成 3D 格式。中间系统确保在合适的同步格式中提供 3D 内容，例如，确保如果 2D 图像提供有其相应的深度图，那么在同步方式 中提供两个数据集，即 3D 显示装置对相应的 2D 图像使用深度图，而不对非相应的 2D 图像使用深度图。3D 显示装置可以是全息显示装置、自动立体显示装置或者任何公知的 3D 显示装置。提供到 3D 显示装置的数据应当适合于 3D 显示装置的类型。与上述类似的系统还可以用于由除了电视播放公司以外的供应者，例如电影、录影等的供应商提供的内容。

[0236] 在可选择的系统中，观察者可以提供 2D 内容到中间系统，支付费用，作为回报而接收所提供的 2D 内容的 3D 版本，所提供的 2D 内容可以是，例如，家庭电影的 MP3 文件，或者其它视频内容或者图像内容，例如照片或图片。

[0237] 中间系统可以包括用于执行计算以能够显示三维图像，例如计算机生成全息图或者自动立体显示图像，的计算机。在传输网络中使用计算机，在 2D 内容供应商与希望观看 3D 内容的观察者之间完成计算是可取的，因为这与在观察者所处的位置中执行这样的过程相比更加有效率。计算机设置在传输网络上可以用于同时完成许多个 2D 到 3D 内容转换的图像处理，这可以允许计算资源的更有效的利用，例如通过减少未使用的计算机处理能力的总量。如果观察者的 3D 显示装置对计算处理能力的需求降低，因为计算机需要更少的的计算电路和内存，并且所需的计算将通过设置在传输网络上的计算机完成，其费用将降低。最后，仅需要在设置在传输网络上，而不是在观察者的 3D 显示装置上的计算机上安装执行计算的软件。这将减少观察者的 3D 显示装置的内存需求、软件盗版的范围，并将提高对任何存在于软件代码中的商业机密的保护。尽管大部分三维图像显示装置所需的计算可以通过中间系统完成，但一些图像的计算可以通过 3D 显示装置完成。三维图像显示装置可以执行一些图像计算，例如解压缩压缩的数据、或者从 2D 图像生成空间调制器的全息编码以及

其相应的深度图。

[0238] 在一个例子中，中间装置可以从接收到的2D图像，使用本技术领域公知的2D和3D图像转换的程序，计算对应于特定的2D图像的深度图。在彩色图像的情况下，需要三原色的三成分2D图像，连同它们对应的深度图。然后对应于2D图像和深度图的数据可以传输到观察者的3D显示装置。观察者的3D显示装置基于接收到的2D图像和深度图，在其空间光调制器中编码全息图。为了有效利用传输带宽，在本系统中传输的数据可以接受公知的压缩程序，通过接收装置完成相应的解压缩。如果使用较少的数据压缩，要使用的数据压缩的最有效量平衡提供到3D显示装置的数据解压缩功能的花费与所需要的带宽的花费。

[0239] 中间装置可以使用包含一组已知的3D图形的数据，其可以试图与其计算出的3D数据进行匹配，或者可以使用包含一组已知的2D轮廓，其可以与进入的2D图像数据进行匹配。如果发现相对于公知形状的良好匹配，就可以加快计算进程，因为2D或3D图像可以相对于公知的图形进行表达。可以提供3D图形库，例如一组体育明星，如主要的网球选手或足球选手的面部或身体图形，以及所有或者部分主要的体育场所的图形，例如著名的网球场或著名的足球场。例如，人的面部的3D图像可以表达为中间装置所使用的那样，对面部表达加上变化，例如微笑或者皱眉，在头发长度中加上变化，例如头发可以长长或者剪去，因为得到了储存的数据。如果连续出现一组差分，中间装置所使用的数据可以由中间装置更新，以清楚地表明中间装置224所使用的数据已经过时，例如，人的头发长度已经明显且长期地发生改变。如果中间装置遇到其所使用的记录中发现没有很好的匹配的2D或3D图像，其可以增加新的计算的3D图形到记录组中。

[0240] K. 观察者窗口的空间复用和2D编码

[0241] 本实施方式涉及与2D编码结合使用的全息显示装置的虚拟观察者窗口(VOWs)的空间复用。另外，全息显示装置可以是A、B、C或D部分所描述的，或者可以是任何公知的全息显示装置。

[0242] 公知的是：多个VOWs，例如一个用于左眼的VOW和一个用于右眼的VOW，可以通过空间或时间的复用产生。对于空间复用来说，两个VOWs在同一时间产生并且被分束器分隔，与自动立体显示装置类似，正如WO 2006/027228号专利文献描述的那样，在这里其以参考引用的方式结合于此。对于时间复用，VOW按时间顺序产生。

[0243] 然而，公知的全息显示系统存在一些缺点。对于空间复用来说，已经 使用照明系统，其在水平方向空间相干且基于水平线光源和透镜状阵列，例如来源于WO 2006/027228号专利文件的图4所示的公知技术。其具有这样的优点：可以使用来自自动立体显示装置的公知技术。

[0244] 然而，存在不可能在水平方向全息重建这样的缺点。而是使用所谓的1D编码，使得全息重建以及移动视差仅在垂直方向。因此，垂直聚焦点在重建物体的平面上，而水平聚焦点在SLM的平面上。这样的散光降低了空间视觉的质量，即，其降低了由观察者感觉到的全息重建的质量。同样地，时间复用系统的缺点在于它们需要快速的SLMs，这在所有显示尺寸中尚不能得到，即使能得到也会过分昂贵。

[0245] 仅2D编码在水平和垂直方向同时提供全息重建，因此2D编码不产生散光，散光降低了空间视觉的质量，即，其降低了由观察者感觉到的全息重建的质量。因此本实施方式的物体结合2D编码实现了VOWs的空间复用。

[0246] 在本实施方式中，将水平和垂直的局部空间相干的照明与将光分离成用于左眼VOW和用于左眼VOW的光束的分束器相结合。因此，分束器处的衍射要有所考虑。分束器可以是棱镜阵列，第二个透镜阵列（例如静态阵列，或者可变阵列，如图20所示）或者阻隔掩膜。

[0247] 本实施方式的一个例子表示在图25中。图25是包含2D光源阵列中的光源、2D透镜阵列中的透镜、SLM和分束器的全息显示装置的示意图。分束器将离开SLM的光分成两束，每一束分别照明用于左眼的虚拟观察者窗口(VOWL)和用于右眼的虚拟观察者窗口(VOWR)。在本例子中，光源的数量是一个或多个；透镜的数量等于光源的数量。

[0248] 在本例子中，分束器在SLM后面。分束器和SLM的位置还可以交换。

[0249] 本实施方式的一个例子以平面图表示在图26中，其中棱镜阵列用作分束器。照明包含n个元件2D光源阵列(LS1,LS2,...LSn)和n个元件2D透镜阵列(L1,L2,...Ln)，它们中只有两个光源和两个透镜表示在图26中。每一个光源通过与其相关的透镜成像到观察者平面。光源阵列的间距和透镜阵列的间距使得所有光源图像在观察者平面即，包含两个VOWs的平面重叠。图26中，左眼VOW(VOWL)和右眼VOW(VOWR)在图中未示出，因为它们设置在图的外面，在图的右边。可以增加附加的场透镜。为了提供足够的空间相干，透镜阵列的间距与典型的亚全息图的尺寸相同，即一到几个毫米数量级。照明在每一个透镜中水平地和垂直地空间相干，因为光源小，或者使用的是点光源或者作为2D透镜阵列。透镜阵列可以是折射的、衍射的或者全息的。

[0250] 在本例子中，分束器是垂直棱镜的1D阵列。在棱镜一个斜面上入射的光折射到左眼VOW(VOWL)，在棱镜的另一个斜面上入射的光折射到右眼VOW(VOWR)。源自相同LS和相同透镜的光线在穿过分束器之后依然相干。因此，具有垂直和水平聚焦以及垂直和水平移动视差的2D编码是可能的。

[0251] 在SLM上用2D编码编码全息图。用于左眼和右眼的全息图逐列交替，即存在用左眼和右眼全息信息编码的交替列。在每一个棱镜下最好存在具有左眼全息图信息的列和具有右眼全息图信息的列。可选择地，还可以在每一个棱镜的斜面下存在全息图的两个或多个列，例如，用于VOWL的三列后面接着是用于VOWR的三列。为了适应立体图减缩，分束器的间距可以与SLM的间距相同，或者是SLM的间距的整数倍（例如两倍或三倍），或者分束器的间距可以略小于SLM的间距，或者略小于SLM间距的整数倍（例如两倍或三倍）。

[0252] 来自具有左眼全息图的列的光重建用于左眼的物体并且照明左眼VOW(VOWL)；来自具有右眼全息图的列的光重建用于右眼的物体并且照明右眼VOW(VOWR)。因此，每一只眼睛感知到适当的再现。如果棱镜阵列的间距足够小，眼睛不能分辨棱镜结构，且棱镜结构不扰乱重建的图像。每一只眼睛看到具有完全聚焦和完全运动视差的再现，且没有散光。

[0253] 当用相干光照明分束器时，分束器的位置将存在衍射。可以认为分束器是产生多个衍射级的衍射光栅(diffraction grating)。倾斜棱镜斜面具有闪耀光栅(blazed grating)的效果。在闪耀光栅的位置，最大强度指向特定衍射级。在棱镜阵列处，一个最大强度从棱镜的一个斜面指向VOWL的位置处的衍射级，另一个最大强度从棱镜的另一个斜面指向VOWR的位置处的另一个衍射级。为了更加精确，将强度包络正弦平方函数中的最大值移动到这些位置，而衍射级在固定位置。棱镜阵列在VOWL的位置产生一个强度包络正弦平方函数最大值，在VOWR的位置产生另一个强度包络正弦平方函数最大值。其它衍射级的

强度较小（即正弦平方函数最大值窄）且不会导致干扰的串扰，因为棱镜阵列的填充因子大，例如接近 100％。

[0254] 为了为两个观察者提供 VOWs，或者为不止两个观察者提供 VOWs，通过使用更加复杂的棱镜阵列（例如，具有相同的顶角但不对称度不同的两类棱镜，彼此相邻、接着放置），可以产生更多的 VOWs，这对本领域的技术人员来说是显而易见的。然而，不能用静态棱镜阵列单独地追踪观察者。

[0255] 在另一个例子中，每个透镜可以使用超过一个光源。每个透镜附加的光源可以用于产生附加观察者的附加 VOWs。这在 WO 2004/044659(US2006/0055994) 号专利文件中描述，用于对于 m 个观察者、一个透镜和 m 个光源的情况。在该另一个例子中，使用每个透镜的 m 个光源和双重空间复用产生用于 m 个观察者的 m 个左 VOWs 和 m 个右 VOWs。每个透镜的 m 个光源是 m 对一的对应于每一个透镜，这里的 m 是整数。

[0256] 这里有本实施方式的一个例子。使用 20 英寸屏幕对角线，用以下参数：观察者距离 2m，垂直方向像素间距 69μm，水平方向像素间距 207μm，使用布尔克哈特编码，光波长为 633nm。布尔克哈特编码在垂直方向具有 69μm 的亚像素间距，VOW 的高度为 6mm（垂直周期）。忽略立体图减缩，垂直棱镜阵列的间距是 414μm，即，每一个全棱镜下有两列 SLM。因此，观察者平面内的水平周期为 3mm。这也是 VOW 的宽度。该宽度小于约 4mm 的直径的最佳眼睛瞳孔。在另一个相似的例子中，如果 SLM 具有小于 50μm 的间距，VOW 将具有 25mm 的宽度。

[0257] 如果成年人具有 65mm 的眼睛间隔（作为典型），棱镜必须使光偏转 ±32.5mm，此处光相交平面包含 VOWs。为了更加精确，强度包络正弦 平方函数最大值必须偏转 ±32.5mm。这对 2m 观察者距离来说对应于 ±0.93° 角。对于棱镜折光率 n ＝ 1.5 来说，合适的棱镜角是 ±1.86° 。棱镜角定义为基板和棱镜的斜边之间的角。

[0258] 对于 3mm 的观察者平面的水平周期来说，另一只眼睛处在约 21 衍射级（即 65mm 除以 3mm）的距离。因此 VOWL 中和 VOWR 中由与其它 VOW 有关的较高衍射级引起的串扰可忽略。

[0259] 为了实施追踪，追踪的最简单方法是光源追踪，即适应光源位置。如果 SLM 和棱镜阵列不在相同平面，在 SLM 像素和棱镜之间将存在由视差引起的干扰的相对横向偏移。这会导致干扰的串扰。上述例子中所述的 20 英寸屏幕对角线的像素可以在垂直于由每一个棱镜的尖端所描述的轴的方向上具有 70％的填充因子，即像素尺寸为每侧 145μm 活跃区和 31μm 非活跃边缘。如果棱镜阵列的结构区朝向 SLM，则棱镜阵列和 SLM 之间的分隔可以是约 1mm。没有串扰的水平追踪范围将是 ±31μm/1mm*2m ＝ ±62mm。如果容许小的串扰，该追踪范围将更大。该追踪范围不大，但其足以允许一些追踪的发生，使得观察者的眼睛将被较少的限制。

[0260] 最好通过将棱镜阵列整合到 SLM 中，或者直接设置在 SLM 上（作为折射、衍射或者全息棱镜阵列），可以避免 SLM 和棱镜阵列之间的视差。这对产品来说将是专用组件。可选择的是棱镜阵列的横向机械运动，尽管其不是优选的，因为移动机械部件将会使仪器复杂化。

[0261] 另一个关键问题是由棱镜角给定的 VOWs 的固定间隔。对于具有非标准眼睛间隔的观察者或者对于 z 追踪，这会导致复杂化。作为一种解决方案，可以使用包括包络液晶域

的总成，例如图 21 所示。然后电场可以控制折射率并因此控制偏转角。该解决方案可以纳入到棱镜阵列中，以接连地分别提供可变的偏转和固定的偏转。在另一个解决方案中，棱镜阵列的结构侧会被液晶层覆盖。然后电场会控制折射率并因此控制偏转角。如果 VOWs 所具有的宽度对于具有不同眼睛间隔的观察者和 z 追踪来说有足够的容差，则可变的偏转总成是非必要的。

[0262] 更复杂的解决方案是使用可控的棱镜阵列，例如，电湿润棱镜阵列（图 27 所示）或者填充液晶的棱镜（图 21 所示）。在图 27 中，具有棱镜元件 159 的层包含电极 1517、1518 和填充有两种分隔的液体 1519、1520 的腔。每一种液体填充腔的一个棱镜形部分。

[0263] 例如，液体可以是油和水。液体 1519、1520 之间的分界面的斜率依赖于施加到电极 1517、1518 的电压。如果液体具有不同的折射率，光束将经历取决于施加到电极 1517、1518 的电压的偏移。因此棱镜元件 159 作为可控的光束控制元件。对于申请人的需要为观察者眼睛追踪 VOWs 的实施方式的电子全息术的方法来说，这是重要的特征。由申请人提交的专利申请 DE 102007024237.0 和 DE 102007024236.2，描述了用棱镜元件为观察者眼睛追踪 VOWs，在这里以参考引用的方式结合于此。

[0264] 这里有一个用于紧凑的手持式装置的实施方式的例子。日本精工 (RTM) 爱普生 (RTM) 株式会社已经发售单色 EASLMs，例如 1.3 英寸屏幕对角线面板的 D4 :L3D13U。一个例子已使用 D4 :L3D13U LCD 面板作为 SLM 进行了说明。其具有 HDTV 分辨率 (1920 乘 1080 像素）、15μm 像素间距和 28.8mm 乘 16.2mm 的面板区。该面板通常用于 2D 图像投影显示装置。

[0265] 该例子适合于 633nm 的波场且 50em 的观察者距离的情况。迂回相位编码（布尔克哈特编码）用于这样的振幅调制 SLM :需要三个像素编码一个复数。这三个相关的像素垂直地排列。如果棱镜阵列分束器整合在 SLM 中，则棱镜阵列的间距是 30μm。如果在 SLM 和棱镜阵列之间存在间隔，则棱镜阵列的间距略微不同，以解决立体图的减缩。

[0266] VOW 的高度由 3*15μm = 45μm 的间距决定以编码一个复数，且其值是 7.0mm。VOW 的宽度由棱镜阵列的 30μm 间距决定，且其值是 10.6mm。这两个值都大于眼睛瞳孔。因此，如果 VOWs 位于眼睛的位置，每一只眼睛都可以看到全息重建。全息重建来自于 2D 编码全息图，因此其没有 1D 编码所固有的散光，如前面所描述。这确保空间视觉的高质量和深度影像的高质量。

[0267] 眼睛间隔为 65mm 时，棱镜必须使光偏转 ±32.5mm。为了更加精确，包络正弦平方强度函数的强度最大值必须偏转 ±32.5mm。这对 0.5m 观察者距离来说对应于 ±3.72° 角。对于棱镜折光率 n = 1.5 来说，合适的棱镜角是 ±7.44° 。棱镜角定义为基板和棱镜的斜边之间的角。

[0268] 对于 10.6mm 的观察者平面内的水平周期，另一只眼睛在约 6 衍射级（即 65mm 除以 10.6mm）的距离。因此由较高衍射级引起的串扰可以忽略，因为棱镜阵列具有高的填充因子，即接近 100％。

[0269] 这里有一个用于大的显示装置的实施方式的例子。全息显示装置可以设计成使用具有 50μm 像素间距和 20 英寸屏幕对角线的相位调制 SLM。对于作为 TV 的应用，对角线可能约为 40 英寸。该设计的观察者距离为 2m，波长为 633nm。

[0270] SLM 的两个相位调制像素用来编码一个复数。这两个相关的像素垂直地排列且对

应的垂直间距是 2*50μm = 100μm。对应整合在 SLM 中的棱镜阵列，棱镜阵列的水平间距也是 2*50μm = 100μm，因为每个棱镜包含两个斜面，且每个斜面用于 SLM 的一列。12.7mm 的 VOW 的最终宽度和高度大于眼睛瞳孔。因此，如果 VOW 位于眼睛处，则每一只眼睛都能够看到全息重建。全息重建来自于 2D 编码全息图，因此其没有 1D 编码所固有的散光。这确保空间视觉的高质量和深度影像的高质量。

[0271] 眼睛间隔为 65mm 时，棱镜必须使光偏转 ±32.5mm。为了更加精确，强度包络正弦平方函数中的最大值必须偏转 ±32.5mm。这对 2m 观察者距离来说对应于 ±0.93° 角。对于棱镜折光率 n = 1.5 来说，合适的棱镜角是 ±1.86° 。棱镜角定义为基板和棱镜的斜边之间的角。

[0272] 上述例子是观察者距 SLM 50cm 和 2m 距离的情况。更普遍地，实施方式可以应用于观察者距 SLM 的距离在 20cm 到 4m 之间的情况。屏幕对角线可以在 1cm（例如对于移动电话亚显示装置）到 50 英寸（例如大尺寸的电视机）之间。

[0273] 激光光源

[0274] RGB 固态激光光源，例如，基于 GaInAs 或者 GaInAsN 的材料，可以适于紧凑全息显示装置的光源，因为它们的紧凑性和它们的高度光方向 性。这样的光源包括由美国加利福尼亚州新光商事 (Novalux)(RTM) 株式会社生产的垂直腔表面发射激光器 (VCSEL)。这样的光源可以作为单个激光或者激光阵列提供，尽管每一个光源可以用于通过使用衍射光学元件用来产生多个光束。光束可以通过多模光纤，因为如果对于在紧凑全息装置中使用来说相干性太高，这样可以减小相干阶数，而不导致不需要的伪像，例如激光散斑图样。激光光源阵列可以是一维或者二维的。

[0275] OLED 材料

[0276] 红外发射 OLED 材料已经公开。例如，Del Carlo 等人已经从基于苝二酰亚胺掺杂三 -(8- 羟基喹啉）铝 (perylenediimide-dopedtris(8-quinolinolato)aluminium) 的 OLED 材料说明了电致发光 (electroluminescence)，如《Applied Physics Letters》第 88 卷，071117(2006) 所报道的那样。说明了 805nm 波长的电致发光。Domercq 等人在《PhysChem B》第 108 卷，8647-8651(2004) 中报道了近红外发射 OLED 材料。

[0277] OLED 材料在透明基板上的制备已经公开。例如，在 US 7,098,591 号专利文件中，OLED 材料在透明的氧化铟锡电极 (indium tin oxideelectrodes) 上制备。电极在透明基板上制备，透明基板可以是硼硅酸盐玻璃 (borosilicate glass)。这些组件可以与具有透明基板的 OLED 装置合成一体。可以使用射频磁控溅射 (radio frequency magnetron sputtering) 工具将氧化铟锡层溅射到基板上。可以使用包含氧化铟和氧化锡的氧化铟锡的靶 (target) 溅射。氧化铟锡层可以在可见范围内具有约 85％的光透射。为了避免会降低 OLED 材料的性能的局部增强电场的产生，氧化铟锡可以是光滑的。均方根粗糙度 (root mean square roughness) 最好小于约 2nm。一层或多层功能有机层可以沉积在图样化电极的表面。典型的有机层的厚度在 2nm 到 200nm 之间。为了形成有机层两侧的阳极和阴极，导电层可以设计到有机层上。装置可以用玻璃层密封，以保护活性层受到环境的破坏。

[0278] 制造过程概述

[0279] 以下说明制造图 2 所示的装置的过程的概述，但本过程的许多变化对 本领域的技术人员来说将是显而易见的。

[0280] 在制造图 2 所示的装置的过程中，选择透明基板。这样的基板可以是刚性基板，例如约 200μm 厚的硼硅酸盐玻璃薄板，或者可以是柔性基板，例如聚合物基板，例如聚碳酸酯、丙烯酸、聚丙烯、聚氨酯、聚苯乙烯、聚氯乙烯等基板。在玻璃上制备透明电极，正如前面章节所描述的那样。红外发射 OLED 材料沉积在玻璃上，在透明电极的相反侧装配电接点，正如前面章节所描述的，使得像素化的 OLED 红外光发射是可能的。玻璃基板可以具有用于 OLED 像素材料的凹口。可以将 IR-OLED 材料印在、喷涂在基板上，或者溶液化处理在基板上。然后将包覆层，也是电绝缘层，沉积在 OLED 像素层上。这样的包覆层可以是无机绝缘层，例如二氧化硅、氮化硅，或者碳化硅，或者其可以是聚合层，例如环氧树脂 (epoxy)。对于无机绝缘层，可以通过喷涂或者化学气相沉积来完成沉积，对于聚合层，可以通过印刷或者涂覆来完成沉积。包覆层，也是电绝缘层，可以具有几微米的或者小于十微米的厚度。然后包覆层被 OASLM 的光敏层涂覆。光敏层在红外光中敏感，在可见光中透明，并且可以具有几微米的厚度。这样的光学性质可以通过吸收红外光的染料提供。然后 OASLM 通过沉积液晶层完成，该液晶层容纳在两个导电层之间。液晶层可以配置成用于振幅调制或者用于相位调制，典型的液晶层具有几微米的厚度。然后将红外滤过层沉积在装置上。这可以是其中具有红外吸收颜料的聚合物膜的形式，或者可以是无机层，例如喷涂或者化学气相沉积生成的其中具有红外吸收成分的二氧化硅膜。

[0281] 两个 OASLM 装置之间的层必须足够厚，以确保存在于一个 OASLM 中的电场不会影响其它 OASLM 的性能。红外滤过层可以足够厚以实现该目的。然而，如果红外滤过层不够厚，层的厚度可以这样增加 :例如，通过使用光学胶粘剂将 OASLM 装置粘接到一片足够厚的玻璃上，或者通过沉积另外的光透明层，如前面描述的无机层或者聚合物层。然而 OASLM 装置必须不能离的很远而使光衍射效应不利地导致像素串扰。例如，如果像素宽度是 10 微米，那么 OASLM 层最好相距小于 100 微米。配置一个 OASLM 中的 LC 层以执行振幅调制 ;配置另一个 OASLM 中的 LC 层以 执行相位调制。

[0282] 装置的剩余部分可以用前面概述的对每一个 OASLM 和 OLED 层的方法制备。可选择地，装置的剩余部分可以作为之后粘接到装置第一部分上面的单独的单元制备，例如使用例如存在于 OASLM 层之间以确保足够间隔的玻璃层，其中存在于每一个 OASLM 中的电场不影响另一个 OASLM 操作。装置的剩余部分通过在装置的第一部分上沉积另一种材料制备，这样可以具有这样的优点 :将的第二个 OLED 层的像素与第一个 OLED 层的像素精确对齐很方便。

[0283] 作为对邻近 OASLM 且具有足够厚度的分隔层的替代，还可以使用涂覆导电透明电极，例如氧化铟锡的薄分隔层。该电极起到两个液晶层的共有电极的作用。此外，作为导电电极，其是等势面。因此，其屏蔽了电场并且阻止电场从一个 OASLM 向其它 OASLM 泄漏。

[0284] 可以通过上述步骤或者相似步骤构建的装置结构的例子在图 9 中给出。在使用中，用来自面 909 的充分相干可见光辐射照明图 9 中的装置结构 910，使得在点 911 处距装置一定距离的观察者可以观看三维图像，该观察者未在图中表示，该距离相对于装置成比例。装置中从 90 到 908 的层不必相互成比例。层 90 是基板层，例如玻璃层。层 91 是 OLED 底板层，其提供电力到 OLEDs，并且其可以是完全或者部分透明的。层 92 是红外发射 OLEDs 阵列。层 93 是用于至少部分红外光准直的布拉格滤过器全息元件。在一些实施方式中层 93 可以省略。层 94 是电绝缘层。层 95 是 OASLM 光传感器和电极层。层 96 是用于可见光

束的振幅调制的液晶层。层 97 是分隔层，特别是薄的分隔层。层 98 是透明电极层。层 99 是线性偏振器层。层 900 是透射可见光但阻止来自 OLED 阵列 92 和 906 的红外光的红外滤过器层。层 901 是用于可见光束的相位调制的液晶层。层 902 是分隔层，特别是薄的分隔层。层 903 是 OASLM 光传感器和电极层。层 904 是电绝缘层。层 905 是用于至少部分红外光准直的布拉格滤过器全息元件。在一些实施方式中，层 905 可以省略。层 906 是红外发射 OLEDs 阵列。层 907 是 OLED 底板层，其提供电力到 OLEDs，且其可以是完全或部分透明的。层 908 是平面的覆盖材料，例如玻璃。在制造中，可以通 过以基板层 90 开始并且依次沉积每一层直到加上最后的层 908 来构造装置 910。这样的步骤具有有助于在高精度制造的情况下对齐结构层的优点。可选择地，可以将层制成两个或多个部分并以足够的准直度粘接在一起。

[0285] 对于装置的制造，非常重要的是将不需要的双折射，例如不需要的应力双折射，保持到最小。应力双折射引起光的线性或圆形偏振态变成光的椭圆形偏振态。在具有理想的线性或圆形偏振态的装置中出现光的椭圆形偏振态将减小对比度和色彩保真度，并且将因此降低装置的性能。

[0286] 实施方式

[0287] 本领域的技术人员应当理解的是：对于上述实施例中的 OASLMs 来说，需要在可见光范围内透明但在红外光中吸收的光敏层。在可选择的实施方式中，光敏层可以是图样化的以具有透射可见光，如红、绿和蓝光束的透明间隙 (gaps)，以及对来自 OLEDs 的光敏感的非透明区。在这样的情况下，光敏材料不需要对可见光透明。此外，写光束不一定是红外光。在一个实施方式中，写光束可以由非基色显示色，如黄光发射 OLEDs 产生。因此两个 OASLMs 之间的滤过器需要对黄色具有强吸收，以阻挡黄光，但出于生产功能光显示器的目的，在其它光波长处依旧具有足够的透射。在另一个实施方式中，写光束可以由紫外放射 OLEDs 产生。因此两个 OASLMs 之间的滤过器需要对紫外光具有强吸收，以阻挡紫外光，但出于生产功能光显示器的目的，在其它可见光波长处依旧具有足够的透射。紫外发射 OLED 材料由 Qiu 等人发表在《Applied Physics Letters》第 79 期，2276(2001) 中以及 Wong 等人发表在《Org.Lett.》第 7(23) 期，5131(2005) 中。此外，尽管强调了使用 OLED 材料，但使用其它发光二极管材料，或者其它显示装置技术例如表面传导电子发射显示技术也是可以的。

[0288] 尽管这里所公开的实施方式强调了空间光调制器中的振幅和相位的连续编码，但对本技术领域的技术人员来说应当理解的是：振幅和相位的两个不恒等的结合，即通过乘以任何实数，但不是任何复数（除实数以外）而相等的非相关的两个结合的连续加权编码，原则上都可以用来编码全息图像素。原因在于，像素的可能的全息编码的向量空间在向量空间意义上 通过振幅和相位的任意两个不恒等的结合，即任何通过乘以任何实数，但不是任何复数（除实数以外）而相等的非相关的两个结合跨越。

[0289] 这里的附图中，所示的相对尺寸不一定成比例。

[0290] 在不背离本发明的范围内，本发明不同的变更和替换对本领域的技术人员来说将是显而易见的，应当理解的是，本发明不能被不适当地限制在这里所描述的实施例和实施方式中。

[0291] 附录 I

[0292] 技术简介

[0293] 以下章节作为用于实施本发明的一些系统中的几个关键技术的说明。

[0294] 在传统全息术中，观察者可以看到物体（可以是变化的景象）的全息重建；然而他距全息图的距离并不相关。在一个典型的光学排列中，重建发生在照明全息图的光源的图像平面上或者图像平面附近，因此重建发生在全息图的傅立叶平面上。因此，重建具有与重建的真实世界物体相同的远场光分布。

[0295] 一个早期的系统（在 WO 2004/044659 和 US 2006/0055994 号专利文件中描述）确定了非常不同的排列，其中重建的物体根本不在全息图的傅立叶平面上或者傅立叶平面附近。相反，虚拟观察者窗口区在全息图的傅立叶平面上；只有观察者的眼睛在这个位置，才可以看到正确的重建。全息图在 LCD（或者其它类空间光调制器）上编码和照明使得虚拟观察者窗口成为全息图的傅立叶变换（因此其是直接在眼睛上成像的傅立叶变换）；然后重建的物体是全息图的菲涅耳变换，因为其不在透镜的焦平面中。其却通过近场光分布（用球形波前建模，与远场分布的平面波前相反）确定。

[0296] 该重建可以出现在虚拟观察者窗口（其在前面描述过，在全息图的傅立叶平面中）和 LCD 之间的任何地方或者甚至出现在 LCD 的背后作为虚拟物体。

[0297] 该方法存在几种结果。首先，全息视频系统的设计师们面对的基本限制是 LCD（或者其它类光调制器）的像素间距。目标是能够用以合理的花 费购买的具有像素间距的 LCDs 实现大的全息重建。但在过去这是不可能的，原因如下。在傅立叶平面内的邻近衍射级之间的周期性间隔由 λD/p 给定，λ 是照明光的波长，D 是全息面到傅立叶平面的距离，p 是 LCD 的像素间距。但在传统的全息显示装置中，重建物体在傅立叶平面内。因此，重建物体必须保持小于周期性间隔；如果其较大，则其边缘将从邻近衍射级开始模糊重建。这导致非常小的重建物体 - 典型地只横跨几 cm，即使对于昂贵的、专业的小间距显示装置也是如此。但是用本方法，虚拟观察者窗口（其在上面描述过，位于全息图的傅立叶平面中）仅需要与眼睛瞳孔一样大。结果，即使具有中等间距尺寸的 LCDs 也可以使用。并且由于重建物体能够完全填满虚拟观察者窗口和全息图之间平截头，其实际上可以非常大，即，比周期性间隔大很多。此外，使用 OASLM 时，就没有像素化 (pixelation)，因此没有周期，这样，保持虚拟观察者窗口小于周期性间隔的限制就不再适用。

[0298] 还有另一个优点，其在一个变型中展开。当计算全息图时，以人们对重建物体的知识开始 - 如，您可以具有赛车的 3D 图像文件。该文件将描述从许多不同观看位置中看到的物体是什么样的。在传统的全息术中，生成赛车的重建所需要的全息图在计算密集型过程中从 3D 图像文件直接得到。但是虚拟观察者窗口的方法能提供不同的且计算更加有效的技术。以重建物体的一个平面开始，我们可以计算虚拟观察者窗口，因为其是物体的菲涅耳变换。然后我们对所有物体平面执行该方法，加和结果以产生累积的菲涅耳变换；这确定了跨越虚拟观察者窗口的波场。然后我们计算全息图作为该虚拟观察者窗口的傅立叶变换。由于虚拟观察者窗口包含物体的所有信息，所以仅单平面虚拟观察者窗口必须变换成全息图且不是多平面物体。如果从虚拟观察者窗口到全息面没有单变换步骤，但有像迭代傅立叶变换运算法则这样的迭代变换，这是非常有利的。每一个迭代步骤仅包含虚拟观察者窗口的单傅立叶变换而不是每个物体平面一个，结果是计算强度明显减少。

[0299] 虚拟观察者窗口的方法的另一个有趣的结果是所有重建特定物点所需要的信息包含在全息图的相对小的部分中；这与传统全息图截然不同， 传统全息图中重建特定物点

的信息跨越整个全息图分布。由于我们需要将信息编码到全息图的充分小的部分，意味着我们需要处理和编码的信息总量远低于传统全息图。这进而意味着传统计算装置（例如价格和性能适用于批量上市销售的装置的传统的数字信号处理器 (DSP)）甚至可以用于实时视频全息术。

[0300] 然而，存在一些不需要的结果。首先，距全息图的观看距离很重要－全息图以这样的方式编码和照明：仅当眼睛处在全息图的傅立叶平面时才能看到最佳重建；而在标准的全息图中，观看距离并不重要。但是，有多种技术用于减小 Z 灵敏度或者围绕减小 Z 灵敏度的设计，在实践中，全息重建的 Z 灵敏度通常不是极端的。

[0301] 还有，由于以这样的方式编码和照明全息图：仅在精确且小的观看位置（即精确地确定 Z，如上所述，而不确定 X 和 Y 坐标）可以看到最佳全息重建，所以需要眼睛追踪。由于具有 Z 灵敏度，因此存在多种用于减小 X、Y 灵敏度或者围绕减小 X、Y 灵敏度的设计的技术。例如，由于像素间距（将随着 LCD 制造业的进步）减小，虚拟观察者窗口尺寸将增大。此外，更加有效的编码技术（像开诺式编码 (Kinoform encoding)）有助于将周期性间隔的更大部分作为虚拟观察者窗口使用，因此增加了虚拟观察者窗口。

[0302] 上文所述假设我们正处理傅立叶全息图。虚拟观察者窗口在全息图的傅立叶平面内，即，在光源的图像平面内。作为优势，未衍射光在所谓的 DC 点 (DC-spot) 聚焦。该技术还可以用于虚拟观察者窗口不在光源的图像平面内的菲涅耳全息图。然而，应当注意的是，未衍射的光作为干扰背景是不可见的。需要注意的另一点是术语变换应当解释为包括与描述光传播的变换相等或近似的任何数学或计算技术。变换仅仅只是物理过程的逼近，通过麦克斯韦波动方程更加精确地定义；菲涅耳和傅立叶变换是二阶逼近，但具有这样的优点：(a) 由于它们是与微分相对的代数，可以以计算有效方法的方式处理它们，(b) 它们可以在光学系统中精确实施。

[0303] 进一步的详细介绍在美国专利申请US 2006-0138711 和US 2006-0139710 以及US 2006-0250671 中给出，这些内容在这里以参考引用的方式结合于此。

[0304] Appendix II

[0305] 附录 II

[0306] 本发明所使用的术语汇编

[0307] 计算机生成全息图

[0308] 计算机生成全息图 CGH 是从场景计算的全息图。CGH 可以包含表示重建场景所需要的代表光波的振幅和相位的复值数。例如 CGH 可以通过相干光追踪来计算、通过场景和参考波之间的干涉的模拟来计算，或者通过傅立叶变换或菲涅耳变换来计算。

[0309] 编码

[0310] 编码是向空间光调制器（例如，其构成单元，或者连续的 SLM，如 OASLM 的邻近区）提供视频全息图的控制值的程序。通常，全息图包含表示振幅和相位的复值数。

[0311] 编码区

[0312] 编码区是视频全息图的典型的空间限制区，该区编码单个场景点的全息图信息。空间限制可以由突然的截断或者由通过虚拟观察者窗口到视频全息图的傅立叶变换实现的平稳过渡来实现。

[0313] 傅立叶变换

[0314] 傅立叶变换用于计算在光调制器的远场中的光传播。波前由平面波描述。

[0315] 傅立叶平面

[0316] 傅立叶平面包含空间光调制器上的光分布的傅立叶变换。没有任何聚焦透镜，傅立叶平面无限大。如果聚焦透镜在光程中接近空间光调制器，则傅立叶平面等于包含光源图像的平面。

[0317] 菲涅尔变换

[0318] 菲涅尔变换用于计算空间光调制器的近场中的光传播。波前由球形波描述。光波的相位因子包含二次依赖于横向坐标的项。

[0319] 平截头

[0320] 虚拟平截头在虚拟观察者窗口和 SLM 之间重建，且在 SLM 后面延伸。场景在该平截头中重建。重建的场景的尺寸被该平截头限制，而不是被 SLM 的周期性间隔限制。

[0321] 成像光学器件

[0322] 成像光学器件是一个或多个用来形成光源的图像的光学组件，例如透镜、透镜状阵列，或者微透镜阵列。在这里参考没有成像光学有机的情况，即意味着在构建全息重建过程中，没有用成像光学器件在处在傅立叶平面和这里所描述的一个或两个 SLMs 之间的平面形成一个或两个 SLMs 的图像。

[0323] 光系统

[0324] 光系统可以包括像激光这样的相干光源或者像 LED 这样的部分相干光源。部分相干光源的时间和空间的相干必须足以有助于良好的场景重建，即，光谱线宽和发射表面的横向扩张必须足够小。

[0325] 虚拟观察者窗口 (VOW)

[0326] 虚拟观察者窗口是在观察者平面中的虚拟窗口，通过其能看到重建的 3D 物体。VOW 是全息图的傅立叶变换并且位于一个周期性间隔中以避免可见物体的多重重建。VOW 的尺寸必须至少是眼睛瞳孔的尺寸。如果至少一个 VOW 位于具有观察者追踪系统的观察者眼睛的位置，VOW 可以远小于观察者移动的横向范围。这有助于使用具有适中分辨率、因此周期性间隔小的 SLM。可以将 VOW 设想成锁眼，通过其可以看到 3D 物体，要么每只眼睛一个 VOW，要么两只眼睛一个 VOW。

[0327] 周期性间隔

[0328] 如果 CGH 在由单独可寻址单元组成的 SLM 中显示，则抽样 CGH。该抽样导致衍射图样的周期性重复。周期性间隔是 $\lambda D/p$，λ 是波场，D 是 全息图到傅立叶平面的距离，p 是 SLM 单元的间距。然而 OASLMs 不具有抽样，因此没有衍射图样的周期性重复；重复实际被有效抑制。

[0329] 重建

[0330] 用全息图编码的照明的空间光调制器重建原始光分布。该光分布用于计算全息图。理想地，观察者将不会从原始光分布中分辨出重建光分布。在大多数全息显示装置中重建场景的光分布。但是在我们的显示装置中，在虚拟观察者窗口中重建光分布。

[0331] 场景

[0332] 要重建的场景是真实的或者是计算机生成的三维光分布。作为特殊的例子，其还可以是二维光分布。场景可以构成排列在空间中的不同的固定的或移动的物体。

[0333] 空间光调制器 (SLM)

[0334] SLM 用来调制入射光的波前。理想的 SLM 将能够表示任意复合值数值，即分别控制光波的振幅和相位。然而，传统的 SLM 仅控制一个性质，要么是振幅、要么是相位，而且还有还影响另一个性质的不需要的副作用。

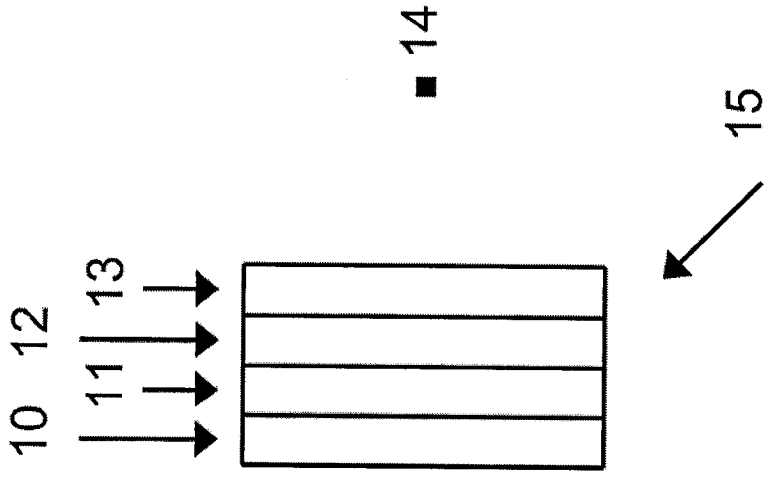


图 1

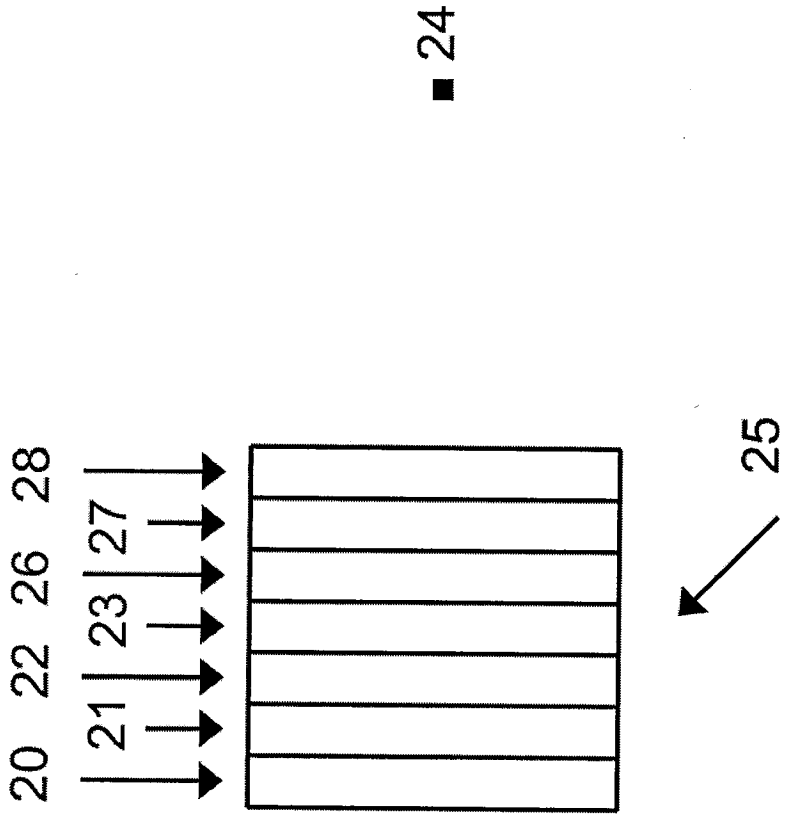


图 2

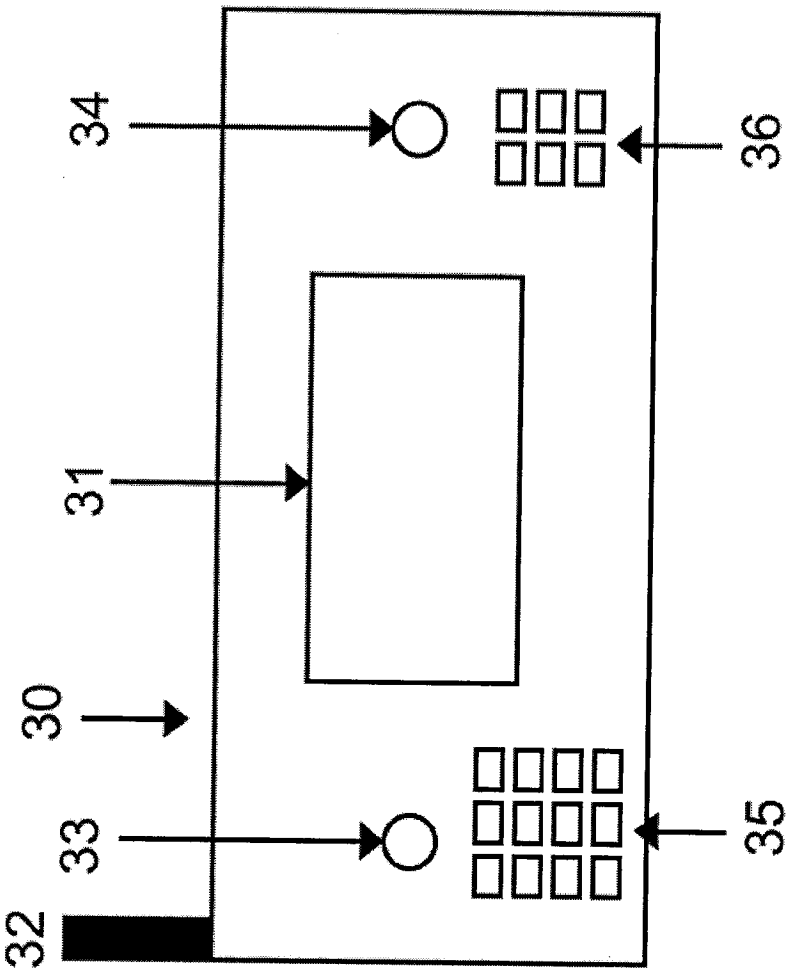


图 3

公知技术

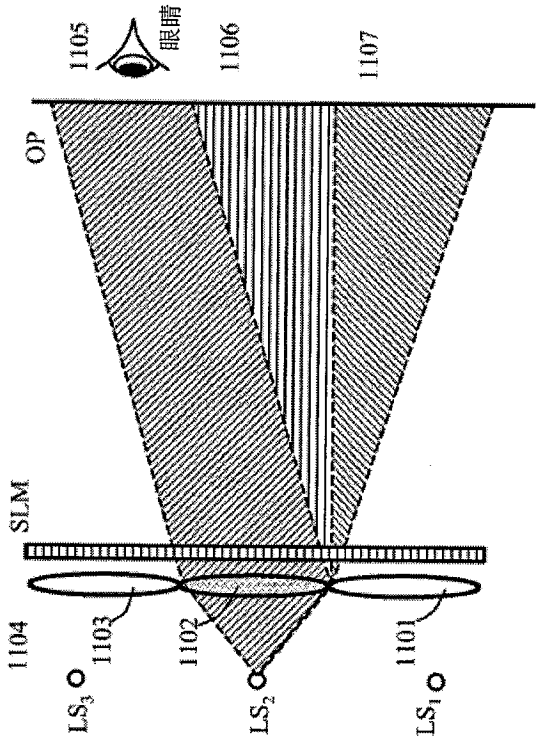


图 4

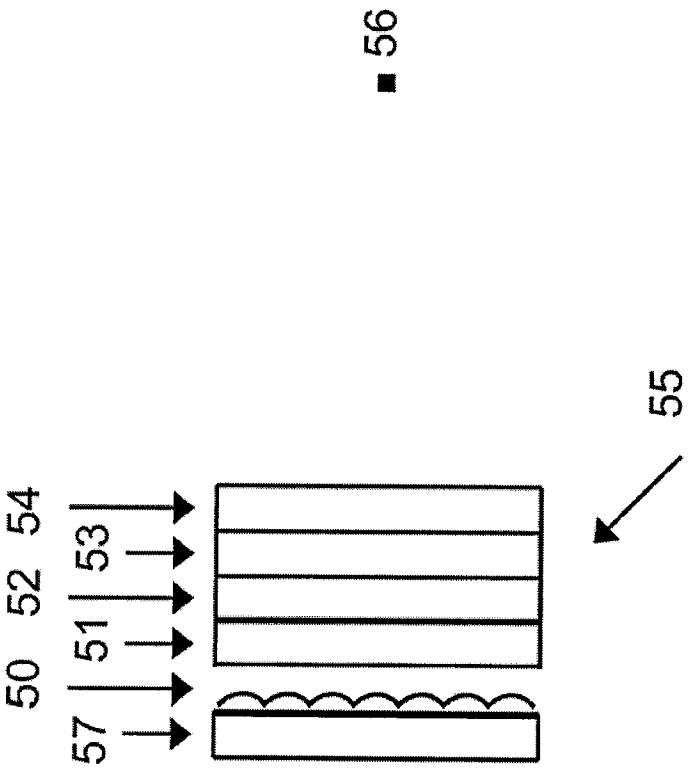


图 5

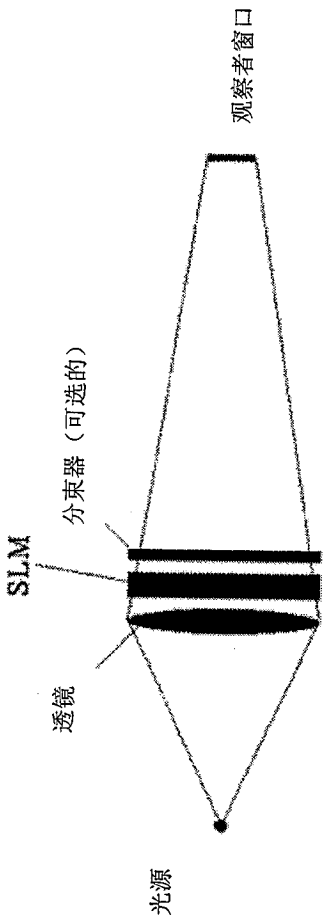


图 6A

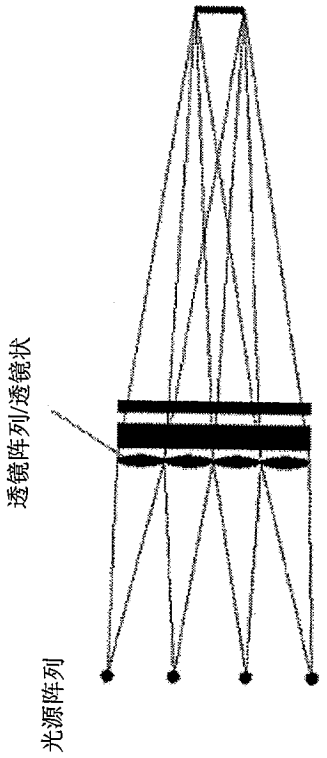


图 6B

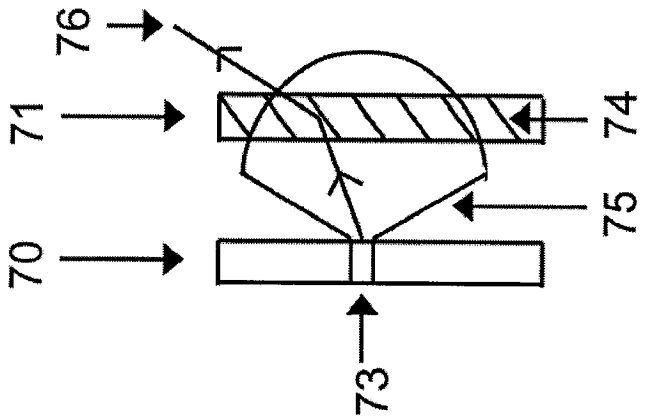


图 7

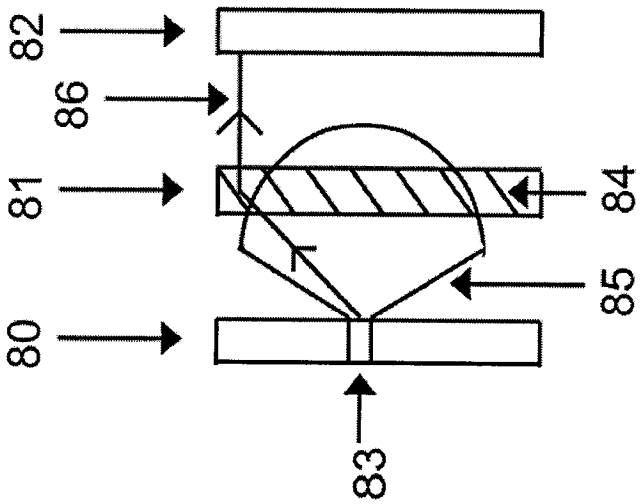


图 8

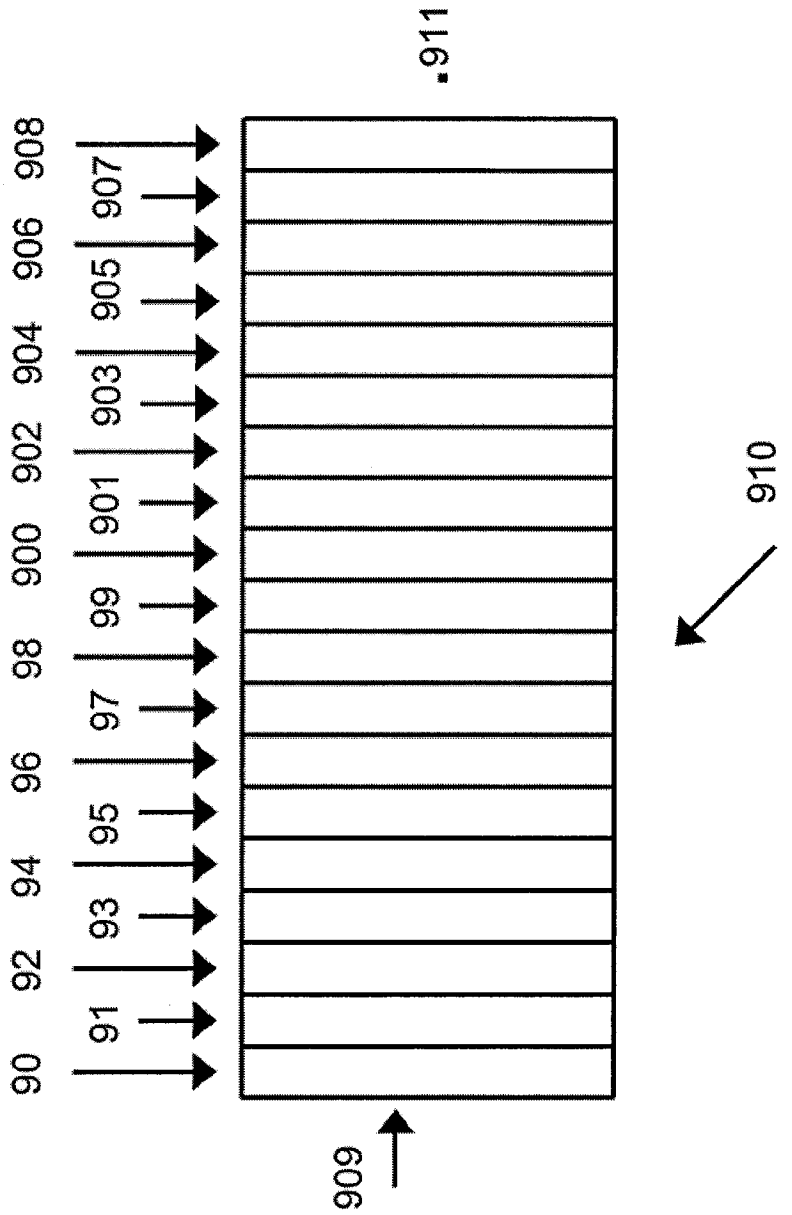

911
908
907
906
905
904
903
902
901
900
99
98
97
96
95
94
93
92
91
90
910
909

图 9

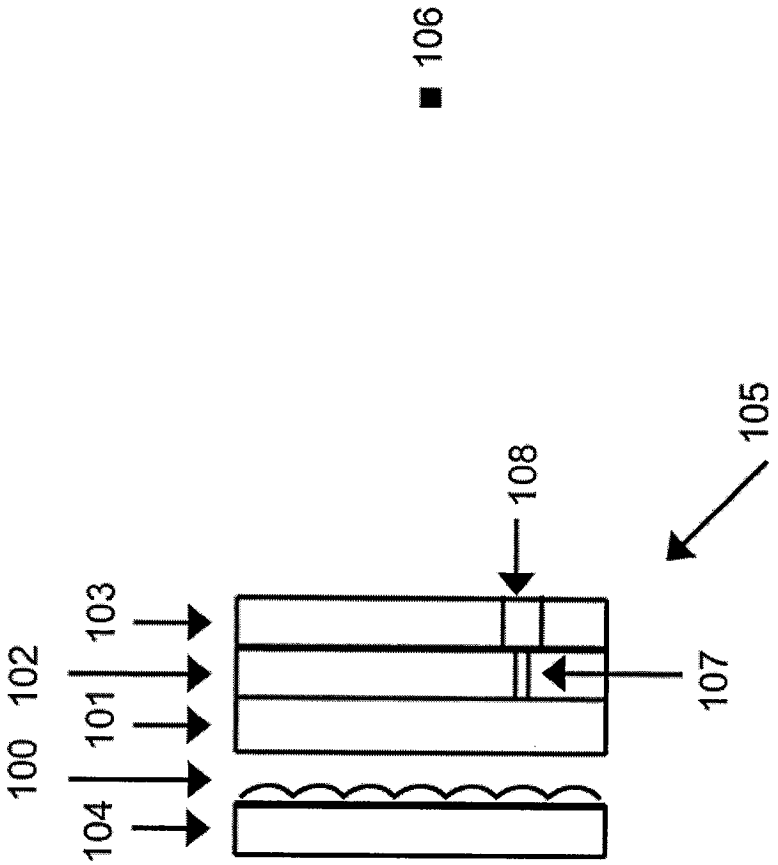


图 10

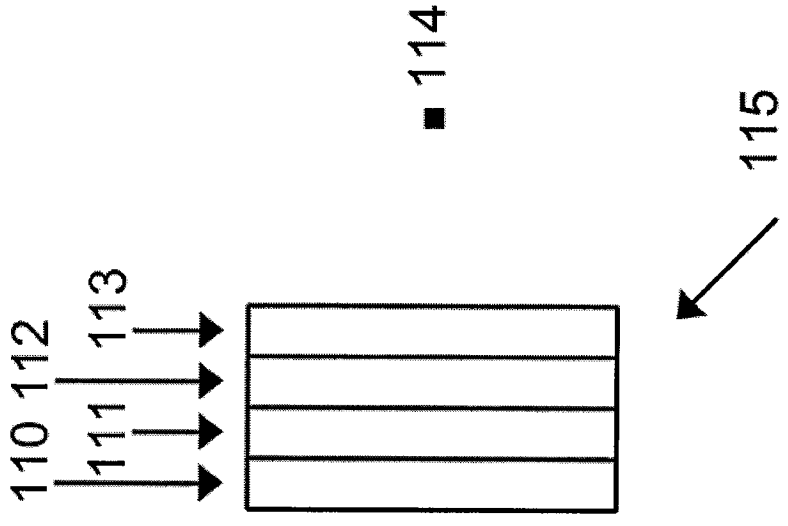


图 11

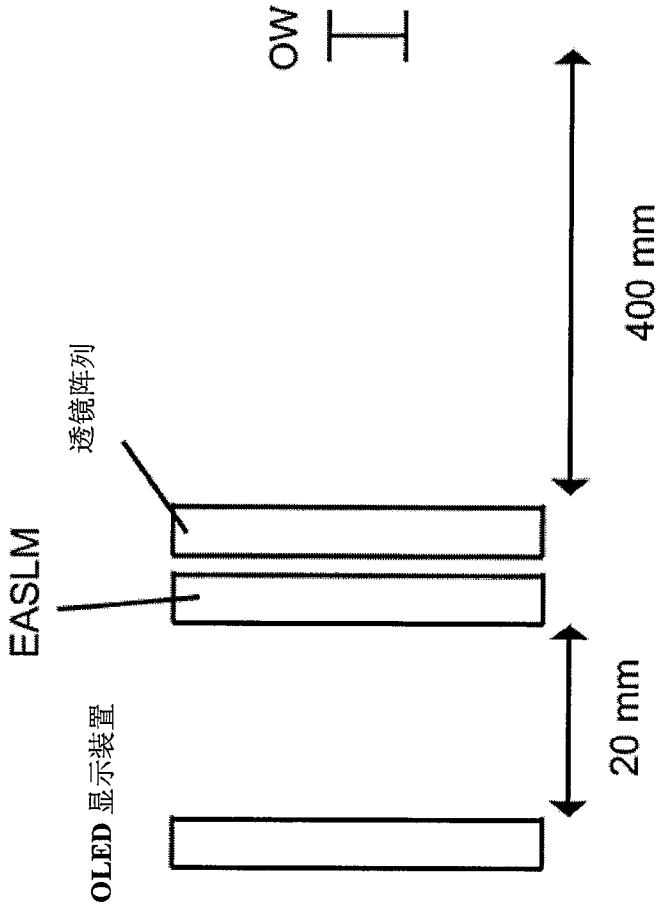


图 12

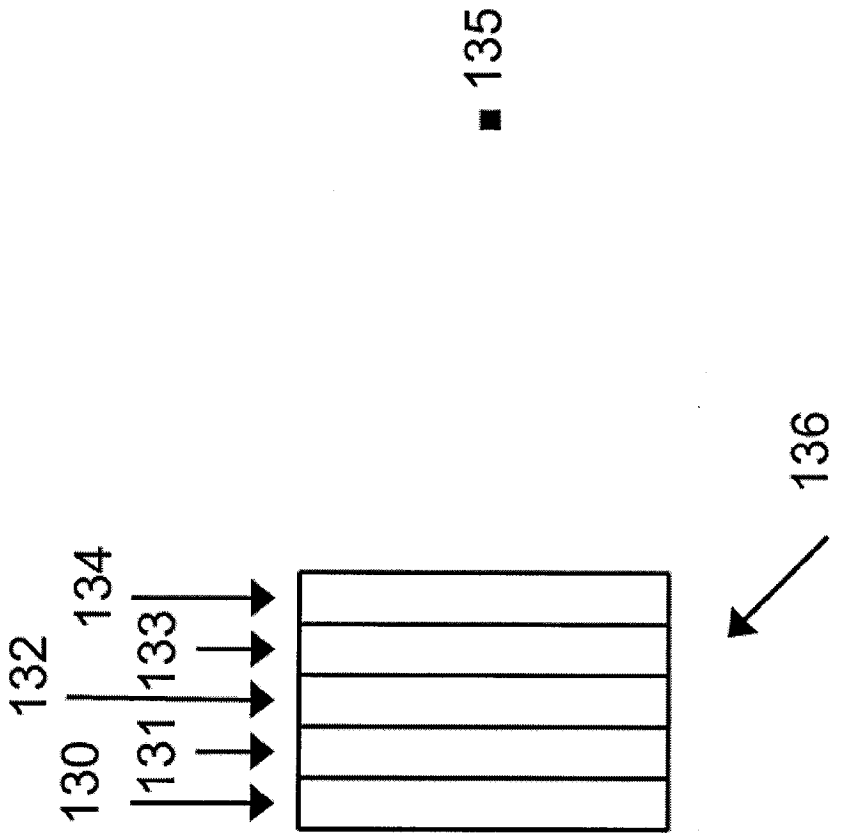


图 13

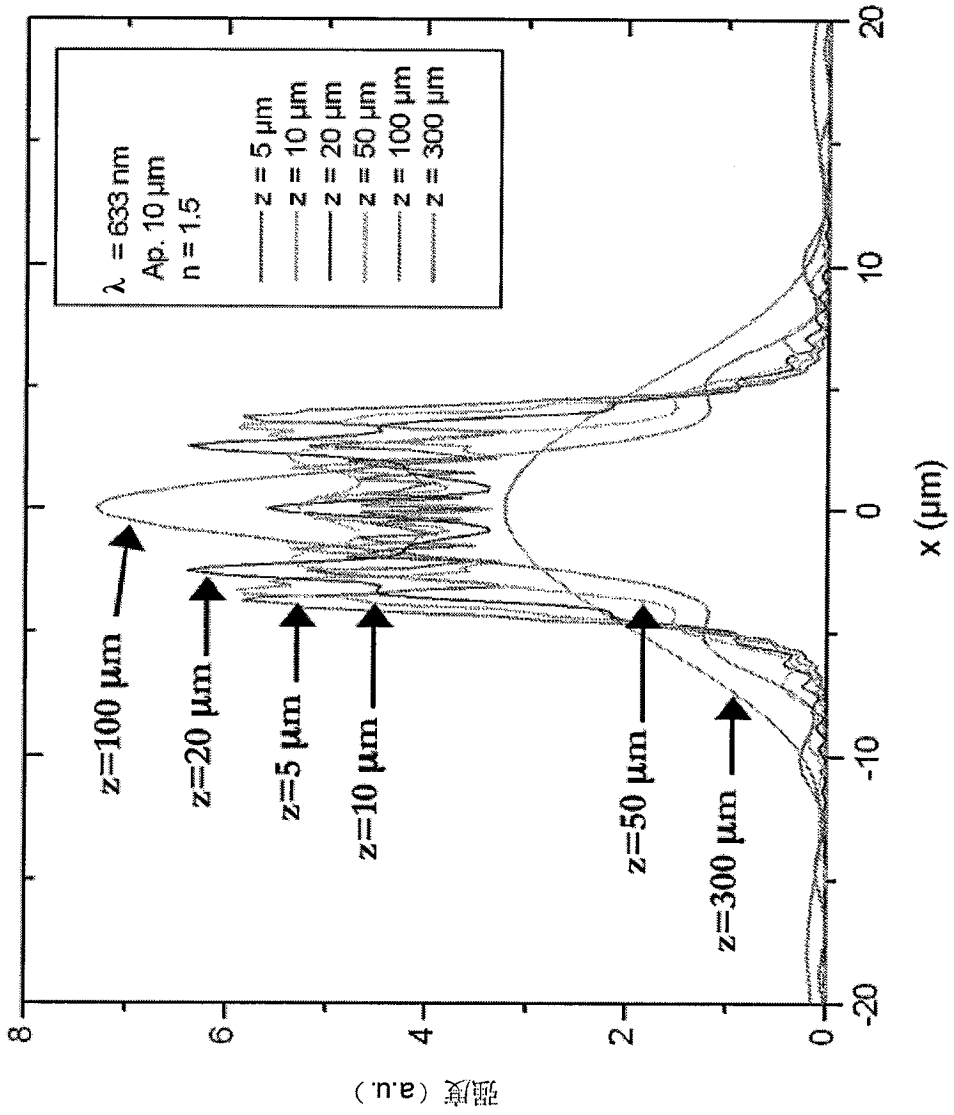

λ = 633 nm
Ap. 10 μm
n = 1.5
z = 5 μm
z = 10 μm
z = 20 μm
z = 50 μm
z = 100 μm
z = 300 μm
z=100 μm
z=20 μm
z=5 μm
z=10 μm
z=50 μm
z=300 μm
x (μm)
强度（a.u.）

图 14

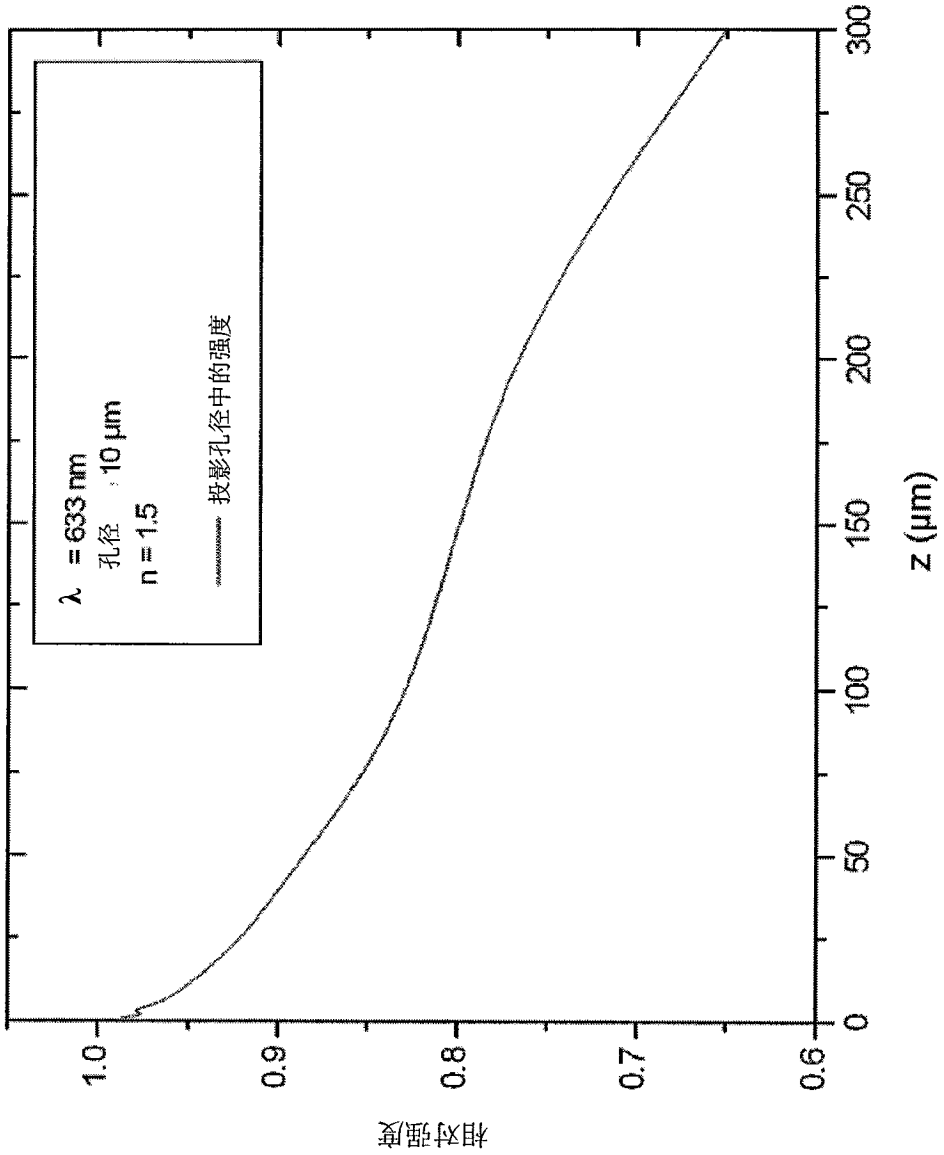

λ = 633 nm
孔径 : 10 μm
n = 1.5
投影孔径中的强度
相对强度
z (μm)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0
50
100
150
200
250
300

图 15

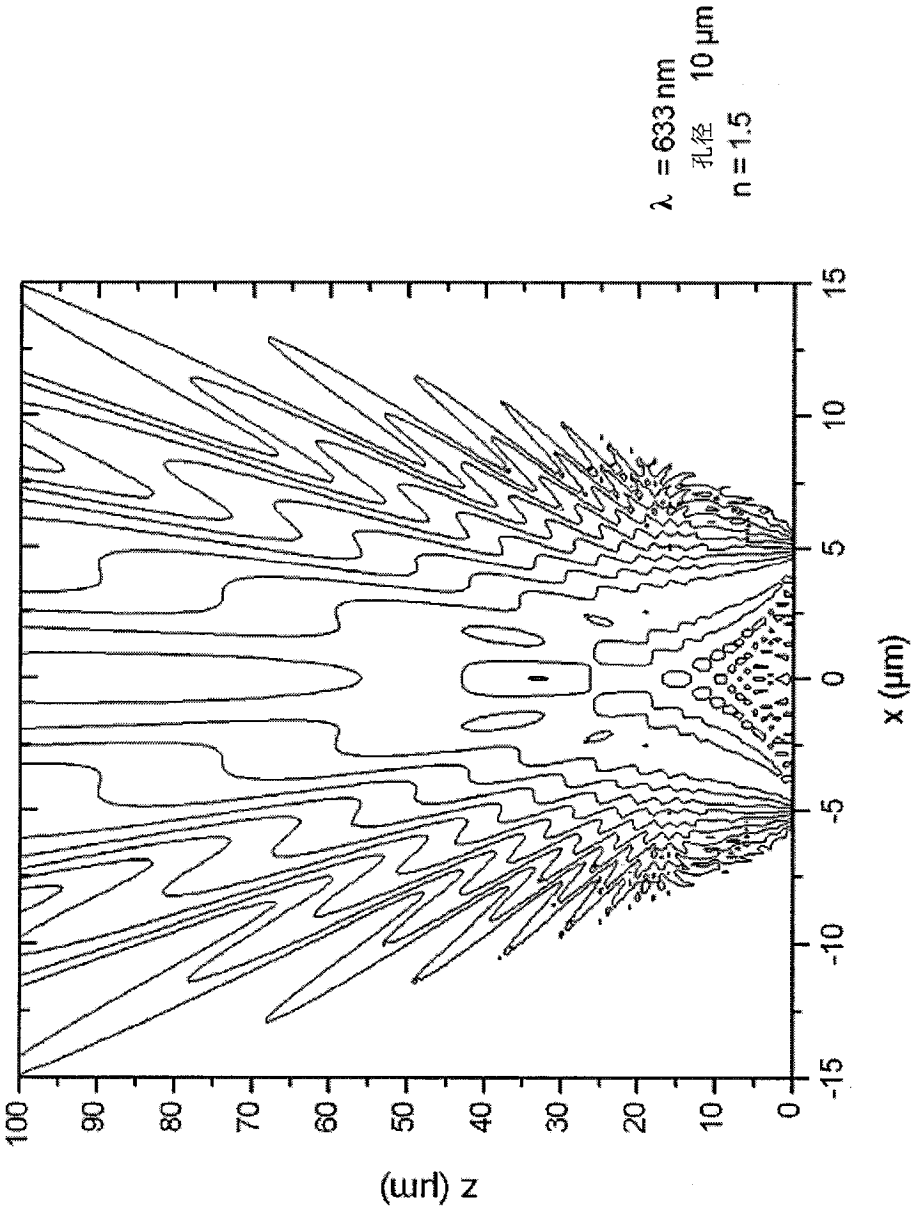

λ = 633 nm
孔径 10 μm
n = 1.5
z (μm)
x (μm)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
15
10
5
0
-5
-10
-15

图 16

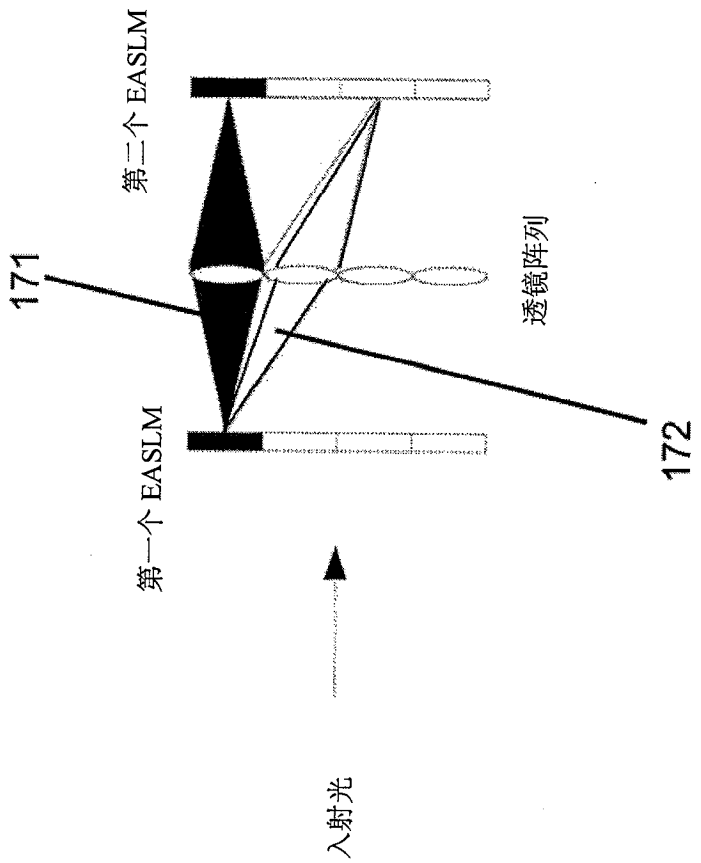


图 17

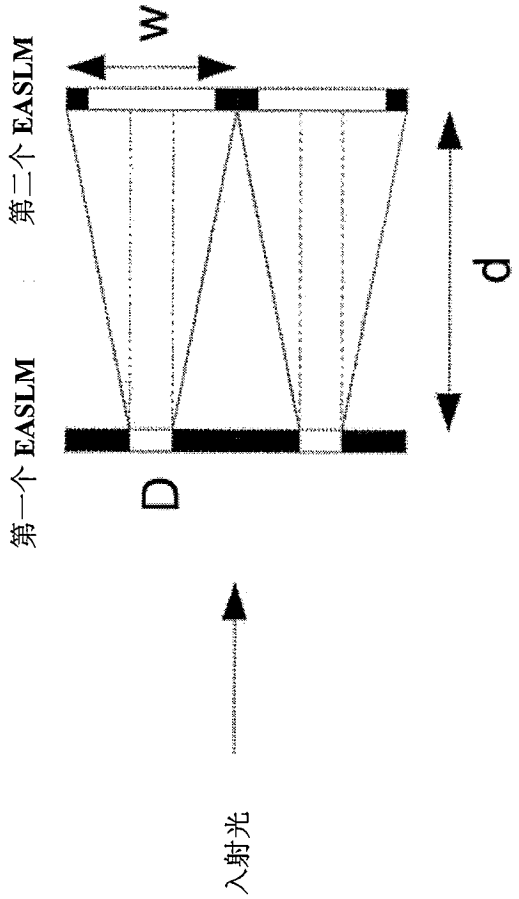


图 18

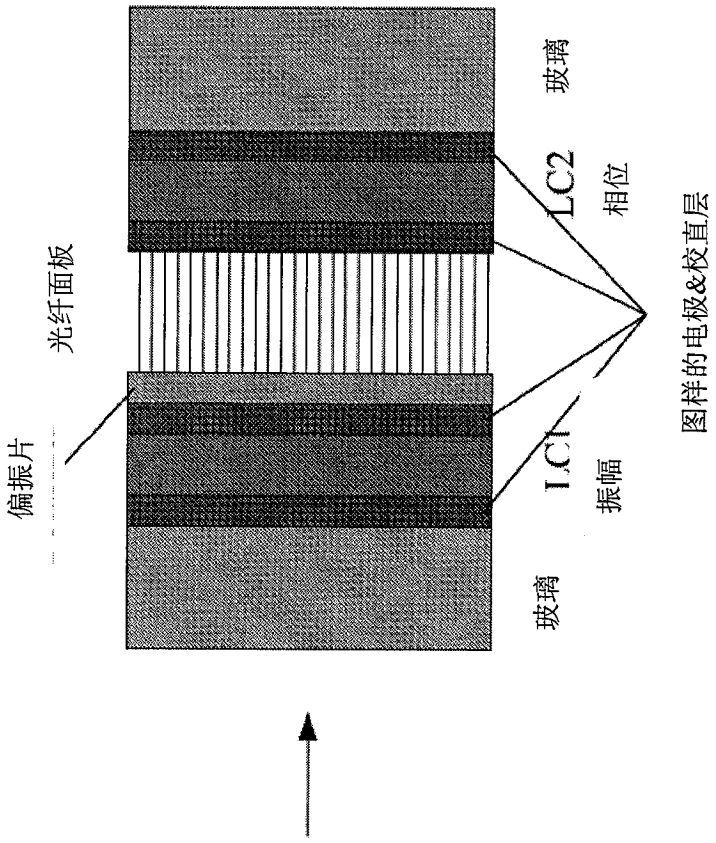


图 19

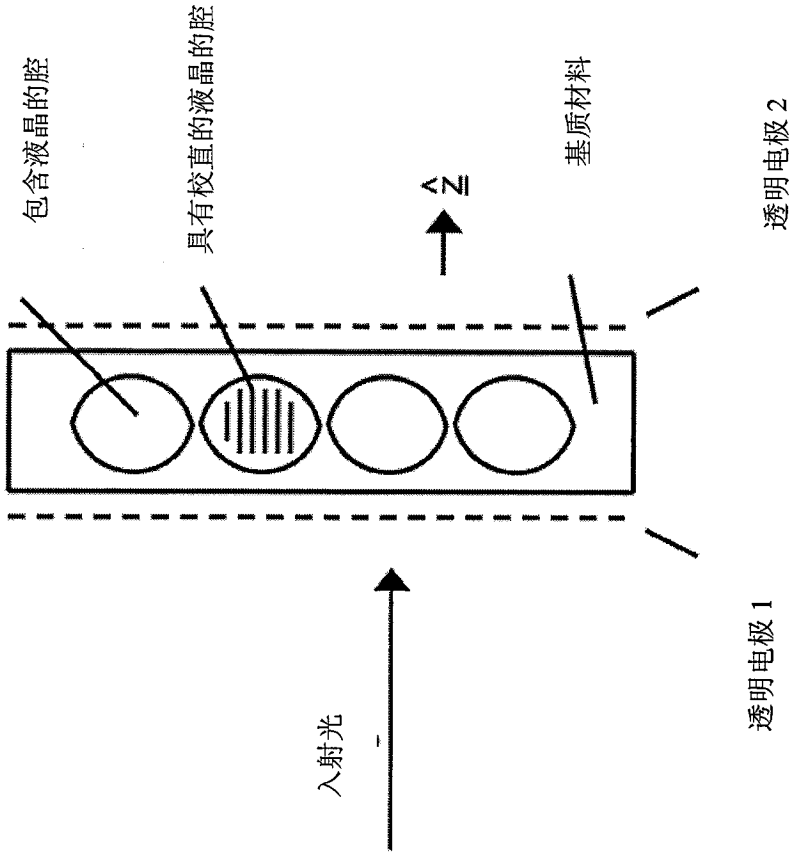


图 20

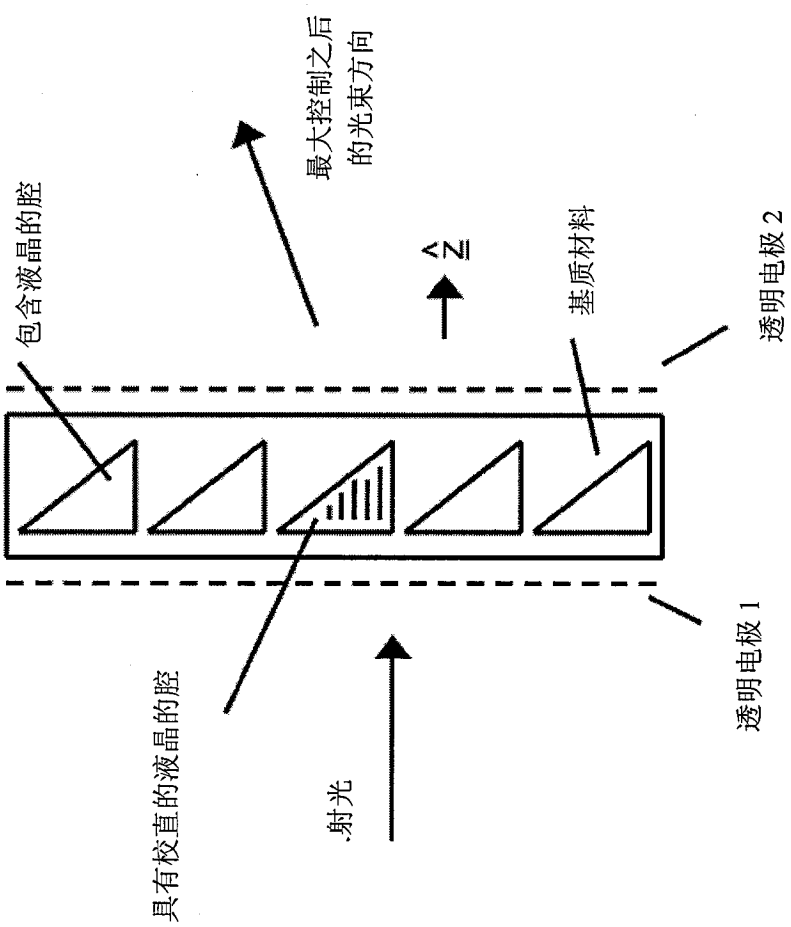

包含液晶的腔
最大控制之后的光束方向
Z
基质材料
透明电极 2
具有校直的液晶的腔
射光
透明电极 1

图 21

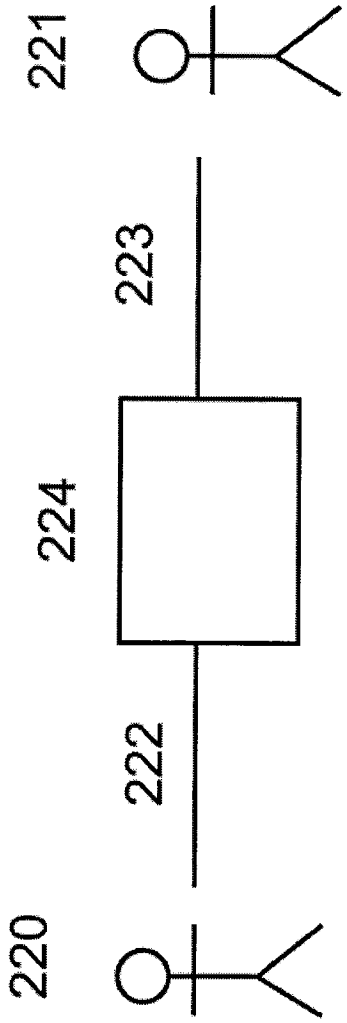

221
223
224
222
220

图 22

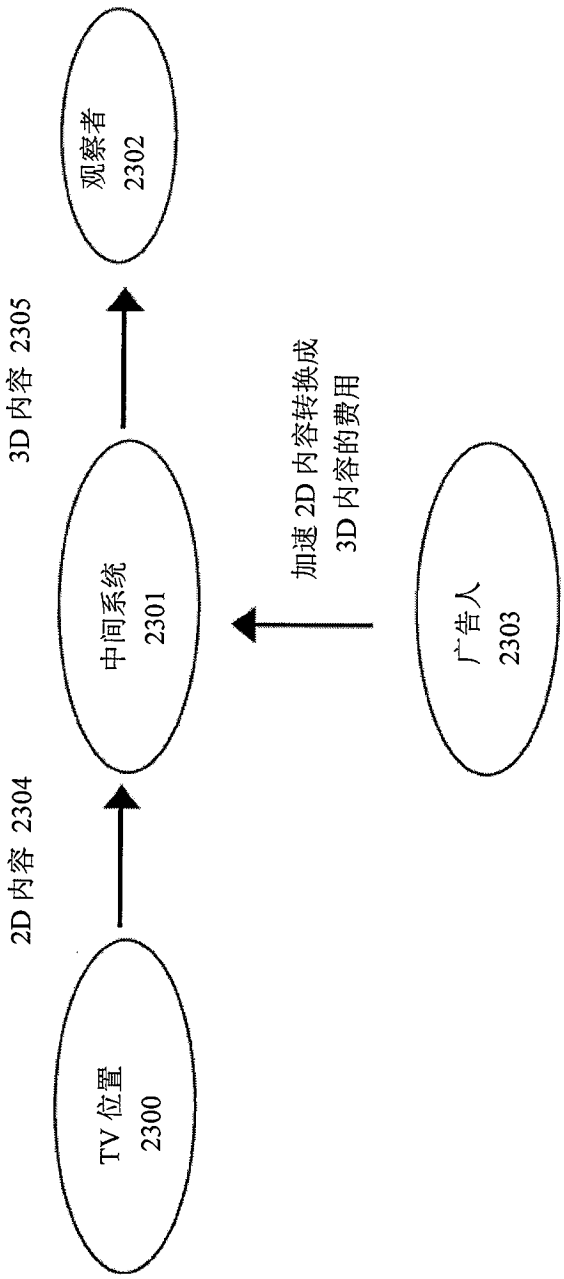

观察者
2302
3D 内容 2305
中间系统
2301
加速 2D 内容转换成
3D 内容的费用
广告人
2303
2D 内容 2304
TV 位置
2300

图 23

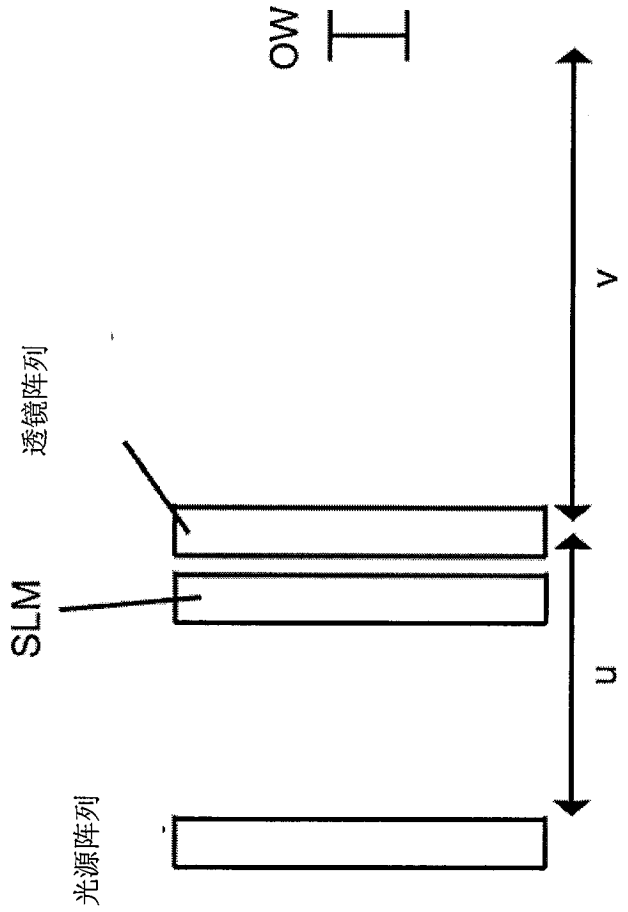


图 24

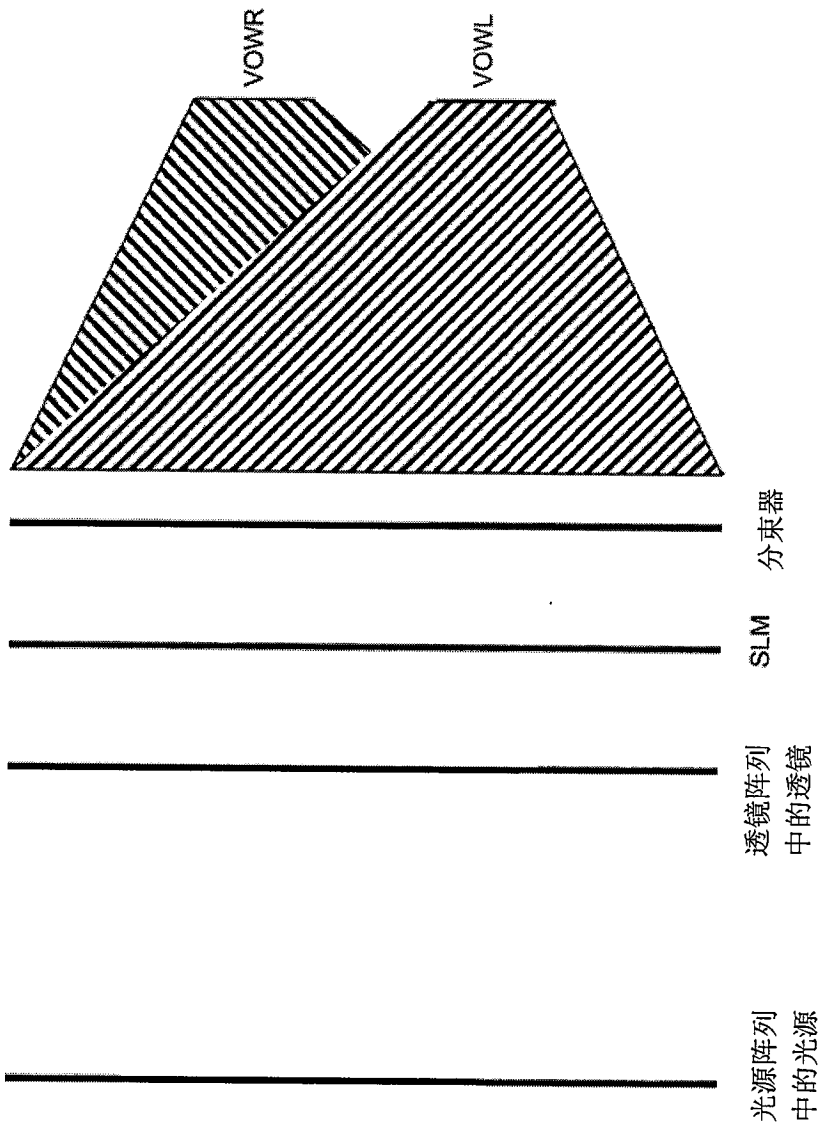


图 25

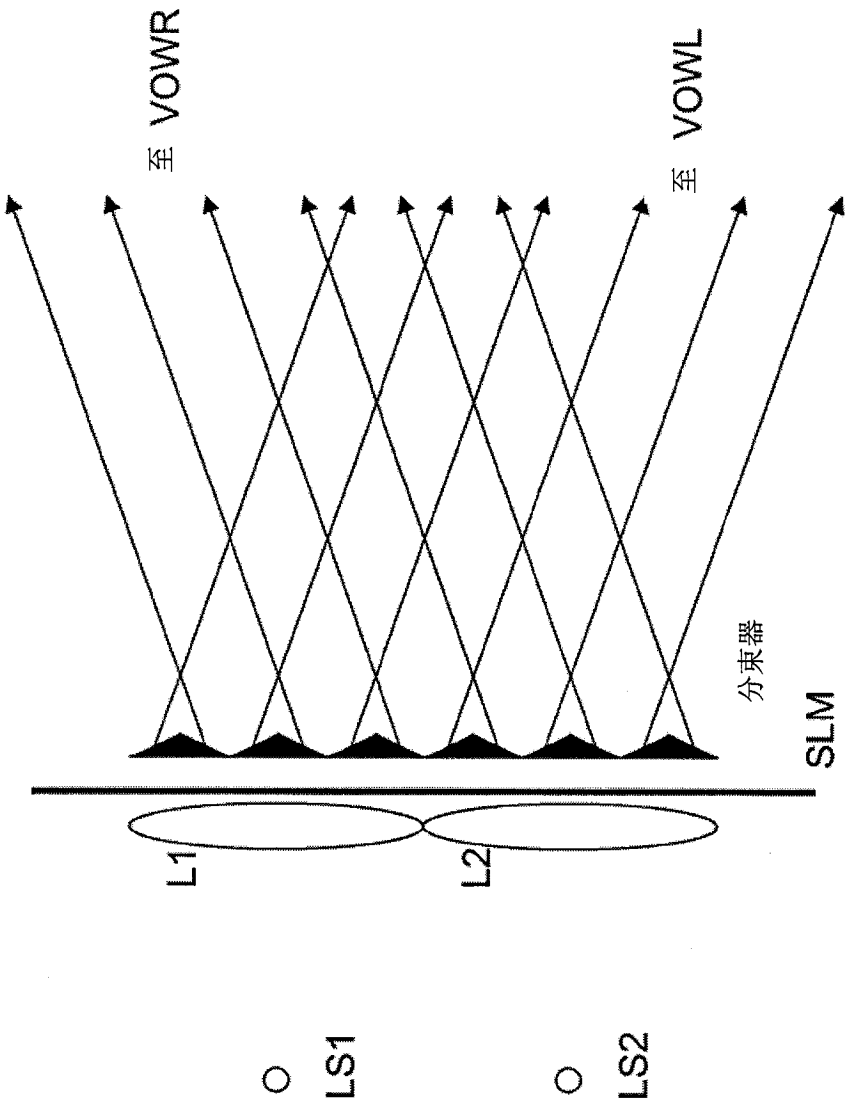


图 26

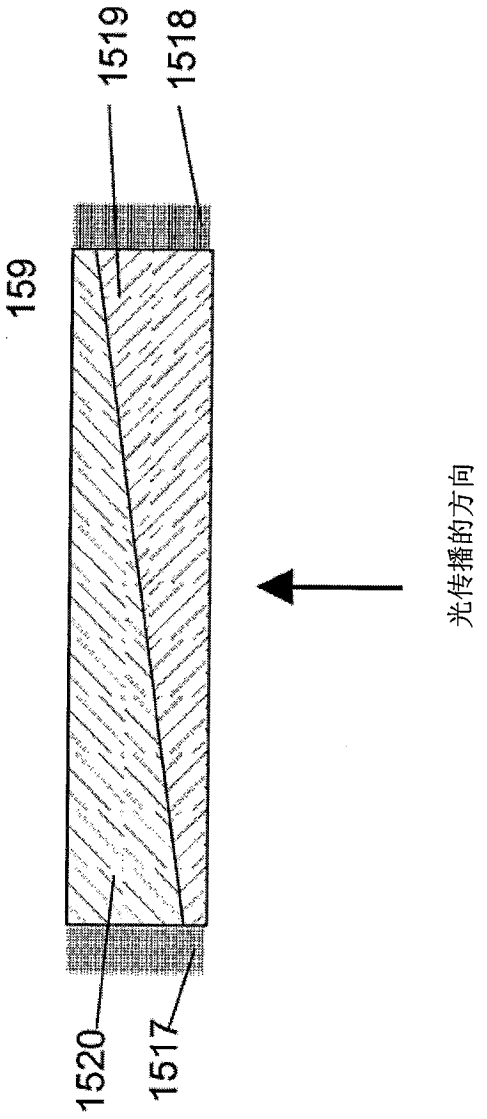


图 27