



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102272657 B

(45) 授权公告日 2013. 09. 25

(21) 申请号 200980154161. 3

代理人 王光辉

(22) 申请日 2009. 11. 10

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G02B 27/22 (2006. 01)

102008043621. 6 2008. 11. 10 DE

H04N 13/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2011. 07. 08

US 2001/0001566 A1, 2001. 05. 24,

(86) PCT申请的申请数据

CN 101014911 A, 2007. 08. 08,

PCT/EP2009/064896 2009. 11. 10

US 2008/0012850 A1, 2008. 01. 17,

(87) PCT申请的公布数据

W02010/052331 DE 2010. 05. 14

US 5696552 A, 1997. 12. 09,

(73) 专利权人 视瑞尔技术公司

审查员 张玥

地址 卢森堡蒙斯拜奇

(72) 发明人 拉尔夫·豪斯勒

(74) 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有

限公司 11278

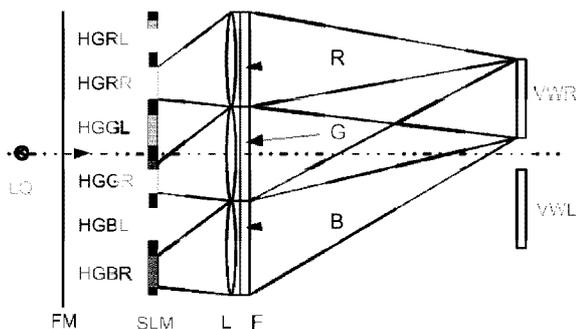
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

全息彩色显示器

(57) 摘要

具有普遍可用的像素设置的已知显示器在渲染 3D 物体的彩色全息重建方面,当这样的重建依赖应用空间复用的重建方法时,具有某些缺点。本发明的方案提供了在全息显示器中的光学图像分离装置上直接应用滤色器,以及将显示器的光学部件与编码的全息图结合在一起,由此避免已知的缺点。根据本发明,具有 RGB 基色的平行、垂直色条的滤色器与图像分离装置关联,所述色条以周期性的方式在滤色器中水平地重复。光调制器包含针对每个基色的两个记录的全息图的序列,其在针对左侧观察者眼睛和右侧观察者眼睛的六个像素列中交错,其中该序列以周期性的方式水平地重复。滤色器和全息图的周期以同等的扩展程度彼此相对设置,其中色条和至少两个具有所述色条之基色的全息图的像素列与分离元件关联。



1. 一种全息彩色显示设备,其在光路中包含光源装置、聚焦光学装置、可控光调制器和具有垂直分离元件的光学成像分离装置,其中垂直地聚焦的光学装置通过光调制器的可控像素将充分相干光成像至观察者平面,所述像素以矩阵形式设置,并且其中光叠加以形成用于观察者眼睛的可见区域,并且其中光学成像分离装置的分离元件使像素列成像到用于每个观察者眼睛的各个可见区域中,在像素列中,全息图被同步地编码,其特征在于:

- 成像分离装置分配有外部滤色器,其材料包含基色 RGB 的平行垂直色条,基色 RGB 在该滤色器中在水平方向上周期性地重复,

- 光调制器包含针对每个基色的两个记下的全息图的序列,该全息图针对左侧和右侧的观察者眼睛在六个像素列中交错,其中该全息图序列在该光调制器中在水平方向上周期性地重复,以及

- 该滤色器和该全息图的周期具有相同的大小,并且彼此相关地设置,这样每个分离元件分配有滤色器的一个色条和具有该色条的基色之全息图的至少两个像素列,以此生成多色可见区域。

2. 根据权利要求 1 所述的全息彩色显示设备,其特征在于,分配到基色的色条的像素列包含全息图,其已针对该基色而计算。

3. 根据权利要求 2 所述的全息彩色显示设备,其特征在于,一个可见区域包含针对左侧观察者眼睛的所有像素列的叠加的有色图像,另一个可见区域包含针对右侧观察者眼睛的所有像素列的叠加的有色图像,由此为观察者双眼全息地生成多色三维物体。

4. 根据权利要求 1 所述的全息彩色显示设备,其特征在于,通过水平地移置光调制器上的全息图的编码实现多色可见区域的水平追踪。

5. 根据权利要求 1 所述的全息彩色显示设备,其特征在于,像素列被图像分离装置的分离元件以散焦方式成像至观察者平面。

6. 根据权利要求 1 所述的全息彩色显示设备,其特征在于,每个分离元件额外地分配有另外的未激活的像素列,以增大立体对比度。

7. 根据权利要求 1 所述的全息彩色显示设备,其特征在于,用分离元件构造的光学图像分离装置的面附着于滤色器并且与后者形成一个单元。

全息彩色显示器

[0001] 本发明涉及全息显示器,其中通过空分色彩复用生成三维物体的彩色重建,并且其中该重建从可见区域是可见的。

[0002] 由申请人提交的 DE 10 2004 044 111 号专利文献公开了一种用于生成三维物体(3D 物体)的单色全息重建的全息显示设备。本发明以该显示器为基础。其包含作为主要部件的光源装置、聚焦光学装置、可控空间光调制器(SLM)和例如以双凸透镜实现的图像分离装置。

[0003] 为了使图保持一定的清楚度,在图 1a 的俯视图中显示了该可控光调制器 SLM 的像素矩阵的仅两个单色像素和该图像分离装置 L 的仅一个分离单元。此处该分离单元是双凸透镜的柱面透镜。3D 物体的两个分离的、成列交错的一维全息图写到该 SLM,该全息图分别重建那个物体的左和右视图。SLM 的两个像素列由一个柱面透镜覆盖,其中该柱面透镜与像素列平行设置。图 1b 的正视图中示意性地显示了以 I 和 r 标示的像素列的设置。与编码有关的像素间距标示为 SP。

[0004] 该柱面透镜使像素列 I 和 r 成像至观察者平面。同时,聚焦光学装置也使得在垂直方向上相干的光在 SLM 中调制之后成像至观察者平面,其中该光在那里重叠形成分别针对观察者左眼和右眼的可见区域 VWL 和 VWR。可见区域 VWL 和 VWR 是菱形的三维区域,每一个与观察者平面形成相交平面。为了能够感受 3D 物体的全息呈现,观察者眼睛必须位于所使用光的两个衍射级之间的那个相交平面中。如图中箭头所示,落于像素上、并且在垂直方向上空间相干并在水平方向上空间不相干的光,由例如线光源发射。

[0005] 没有同时在图 1a 至 1c 中显示光源装置和用作实现傅立叶转换(FT)的波光(wave-optical)装置的聚焦光学装置,即双凸透镜,此两者都在光路中置于 SLM 上游,由此保持图一定的清楚度。

[0006] 根据现有技术,为了生成包含基色 RGB 的彩色重建,针对每个颜色计算单独的全息图,并且将所有三个全息图同时或顺序地显示在 SLM。为了通过空分复用实现全息图的同时显示,这些全息图在空间上交错。三基色和两个观察者窗口由此意味着需要六倍的复用。用 RGB 光源发射的光同时照亮 SLM,并且相应地分配到 SLM 像素的标准滤色器为各像素滤过光。

[0007] 图 1c 示意性地显示了图 1b 的像素列 I 和 r 用于色彩 3D 呈现的标准设置的正视图。在此设置中,基色 R、G 和 B 三个矩形的子像素共同形成方像素。用 I 标示的列成像至左可见区域 VWL,用 r 标示的行成像至右可见区域 VWR。具有整合的滤色器 R、G 和 B 的三个子像素形成具有一定间距的方像素,该间距以 3SP 标示,与 1D 编码有关。1D 编码在此意为全息图具有垂直移动视差。由于仅具有相同波长的光能够干涉,与编码有关的间距 3SP 是单色 3D 呈现中的三倍。可见区域的垂直长度由此仅是单色显示中的 1/3。

[0008] 图 2a 显示了使用具备整合的 RGB 滤色器的 SLM 生成色彩全息 3D 呈现之不同的可能性。它们以 RRGGBB 的顺序被分配每个颜色两个子像素列和图像分离装置 L 的三个柱面透镜(见图 2b)。进一步,每个颜色的两个子像素列包含那个颜色的左和右全息图。参照图 2a,实现了子像素图像的完全重叠,由此形成可见区域 VWL 和 VWR,其比在先前所讨论的

例子中的要大。与编码有关的间距 SP 在此也足够大,以获得具有与在根据图 1b 的单色显示中相同垂直长度的可见区域。然而,具有这样的颜色子像素顺序的 SLM 在商业上是不可得的,并且由此不能用于全息重建方法。为了保持图清楚,没有在图 2b 中的每个像素中标示颜色 R、G 或 B。

[0009] 通常,可以在 SLM 的防护玻璃罩外部使用滤色器。然而,这具有缺点,即当在 SLM 的防护玻璃罩外部使用滤色器时,在像素设置和滤色器之间会有对应于约 1mm 玻璃板厚度的间隙。并且因为该颜色子像素的实质上更小的像素间距 ($< 100 \mu\text{m}$),因此,具有在一定情况下引起相邻子像素之间烦扰的串扰的衍射效应。如果光路以非直角的角度贯穿 SLM 和滤色器,进一步的串扰就会产生。如果通过移置光源将可见区域追踪至观察者,就是这种情况。对于实质上位于显示器的中心轴之外和以斜角感受光的观察者而言,已经针对一定颜色而计算的全息图的光不通过各自的滤色器。该观察者会因此感受到有缺陷的重建。在上述具有 1mm 玻璃防护罩厚度和 $100 \mu\text{m}$ 间距的例子中,对于大于 6° 的角度就是这种情况,而在更小的角度发生逐步衰减。因此显示器能使用的视角由此十分受限,并且显示器不能由多个使用者使用。

[0010] 当制造全息显示器的原型或小型系列时,这些缺点尤其严重,因为那时必须使用可商业购得的 SLM 面板或外部滤色器。因为这个理由,不利用 SLM 而是利用显示设备中的光学装置实现彩色呈现是有意义的。

[0011] 现有技术公知的是利用滤色器协同光学成像装置,例如微透镜,在显示设备中实现彩色呈现。

[0012] WO 99/50914 号专利文献描述了有色微透镜如何将由大光源发射的光聚焦到小的感光区,其可以是传感器或像素。在此微透镜的功能以单色微透镜的形式与滤色器的功能结合。该微透镜在制造过程中被赋予具有曲面的形状,该曲面形状对单色光的理想发射实现了一定的倾角。之后配置的在小区域内被单色光撞击的 LC 层的 LC 分子,充当开关并且根据该区域内的过滤器的颜色滤过光。处理器将三个单色光束结合而形成一个颜色像素,由此定义它的颜色和亮度。彩色显示设备由此能用单色微透镜制造,其中一个颜色像素总是由三个一组的这样的单色微透镜呈现。这样的设置适合用普通的可商业购得的彩色显示面板进行彩色呈现。然而,因为光被聚焦至像素,这种类型的彩色显示器不适合于以上涉及的全息重建原理。为了将光聚焦至观察者的眼睛,不得不在光路中配置额外的成像装置。这将增大平面显示器的结构深度和重量,然而,这应当避免。

[0013] US 5 682 215 号专利文献涉及具有微透镜阵列的彩色显示器,其中每个微透镜着有 RGB 之一的颜色。由于滤色器,该有色微透镜在穿过它们的光上实现了两个功能。为了改进显示亮度和孔径比,它特定地被聚焦至一个像素。在此,微透镜例如用颜料着色。同样,该彩色显示器只能在全息显示设备中使用,并且连同额外的光学部件一起利用如上述的全息重建方法生成可见区域。

[0014] 本发明的目的为,在具有可商业购得的像素阵列的显示设备中实现 3D 物体全息重建的彩色呈现,其中所述彩色重建是利用包括空分复用的重建方法生成的,并且其中从可见区域可见该重建。该可见区域会尽可能大,并且如果观察者移动至另一个位置,在全息显示设备之前在大角度范围内追踪它们到至少该一个观察者会是可能的。串扰会降至最低。此外,显示设备会保持其平面设计。

[0015] 该方案基于这样的全息显示设备：其在光路中包含光源装置、聚焦光学装置、可控光调制器和具有垂直设置的分离元件的光学成像分离装置，其中垂直地聚光的光学装置通过光调制器的以矩阵形式设置的可控像素将充分相干光成像至观察者平面，其中光叠加以形成用于观察者眼睛的可见区域，并且其中光学成像分离装置的分离元件使像素列成像到用于每个观察者眼睛的各个可见区域中，在像素列中，全息图被同步地编码。根据建议的方案，将外部滤色器直接装在光学成像分离装置上，并且彼此相关地设置光学部件和编码的全息图，这样克服现有技术的缺点。

[0016] 该目的通过本发明实现，其中

[0017] - 成像分离装置直接分配有外部滤色器，其材料包含基色 RGB 的平行垂直色条，基色 RGB 在该滤色器中在水平方向上周期性地重复，

[0018] - 光调制器包含针对每个基色的两个记下的全息图的序列，该全息图针对左侧和右侧的观察者眼睛在六个像素列中交错，其中该全息图序列在该光调制器中在水平方向上周期性地重复，以及

[0019] - 该滤色器和该全息图的周期具有实质上相同的大小，并且彼此相关地设置，这样每个分离元件分配有滤色器的一个色条和具有该色条的基色之全息图的至少两个像素列，以此生成多色可见区域。

[0020] 根据本发明的另外实施例，分配到基色的色条的像素列包含全息图，其已针对该基色而计算。

[0021] 该周期性的分配用来实现一个可见区域包含针对左侧观察者眼睛的所有像素列的叠加的有色图像，和另一个可见区域包含针对右侧观察者眼睛的所有像素列的叠加的图像，由此为观察者双眼全息地生成多色三维物体。

[0022] 进一步提供通过水平地移置光调制器上的全息图的编码实现多色可见区域的水平追踪，这样当观察者移动至其他位置时他也能持续地看到全息重建。

[0023] 为了扩大可见区域，优选像素列被图像分离装置的分离元件以散焦方式成像至观察者平面。

[0024] 图像分离装置的每个分离元件能额外分配有许多未激活的像素列，以增大立体对比度。

[0025] 如果用分离元件构造的图像分离装置的面附着于滤色器并且与后者形成一个单元，能够简化全息显示设备的制造过程。

[0026] 本发明提供优于现有技术的下列优点：根据前述方法的彩色呈现允许彩色像素更小的可用间距和由此用于观察者眼睛更大的可见区域。相邻像素之间的串扰被光的特定光路降至最低。当光源被追踪时，能在广角范围内定位观察者。所有部件都是可商业购得的，并能由此在故障时可在任何时间容易地更换。进一步，它们能容易地相互对准，这在制造作为原型或小型系列的显示设备时尤为重要。

[0027] 将在下面结合附图借助于实施例详细描述本发明，其中

[0028] 图 1a 显示了根据现有技术的用于生成右和左可见区域的单色全息显示设备的主要部件。

[0029] 图 1b 显示了具有像素间距的标示的单色光调制器的两个像素列的正视图的细节。

[0030] 图 1c 显示了具有整合的滤色器和像素间距的标示的 SLM 的两个像素列正视图的细节。

[0031] 图 2a 显示了全息彩色显示器的细节,该显示器具有图像分离装置的分离元件和具有整合的滤色器的 SLM 的像素。

[0032] 图 2b 显示了具有整合的滤色器的 SLM 的两个像素列的正视图的细节。

[0033] 图 3a 显示了根据本发明的全息彩色显示器的细节,该显示器具有可商业购得的单色 SLM 面板、图像分离装置和分配的滤色器。

[0034] 图 3b 显示了图 3a 的 SLM 的细节,其中箭头标示出了根据本发明像素列被分配到色条,该像素列被分离元件覆盖。

[0035] 以上背景技术部分中已描述了图 1 和图 2。

[0036] 现在将参照图 3a 更加详细地说明本发明,图 3a 是显示了全息彩色显示器细节的俯视图。由光源 LQ 发射的相干光穿过聚焦光学装置 FM 照亮可商业购得的单色 SLM 的六个像素列。在光路中,该 SLM 后面是光学成像分离装置 L 和滤色器 F,其透明基质材料具有基色 RGB 的平行垂直色条,基色 RGB 在滤色器 F 中周期性地重复。以水平交错的方式将六个全息图写到该 SLM 的六个像素列。针对滤色器 F 每个基色 R、G 和 B 的两个全息图 HG 在针对左侧和右侧观察者眼睛的两个像素列中交错。这两个全息图被分配到一个分离元件,并且这种结构在整个 SLM 中以下列方式周期性地重复:HGRL(红色,左),HGRR(红色,右),HGGL(绿色,左……),HGGR, HGBL 和 HGBR。“左”和“右”应理解为是分别针对左和右可见区域 VWL 和 VWR 的一定颜色的全息图。两个周期,也就是图像分离装置 L 的周期和滤色器 F 的周期,和写到 SLM 的全息图 HG 具有大约同样的大小。两个周期大小上的一定差异是由透视缩短引起的,透视缩短缘于图像分离装置 L 和 SLM 之间微小的距离。但是这个差异小于 1%。该周期在水平方向上重复。

[0037] 图 3b 示意性地显示了具有像素间距 SP 标示的单色 SLM 的像素列 l 和 r 的正视图。此图显示了像素列 l 和 r 的分配,该像素列具有滤色器 F 的各个色条 RGB,其中两个像素列始终被一个分离元件覆盖。分别在像素列下面的基色 R、G 和 B 的标示使得该分配表示清楚。与 SLM 上的 3D 物体编码有关的间距 SP 和在图 1a/1b 中表示的单色显示器的间距一样大。这样生成两个可见区域, VWL 和 VWR,其具有和在图 1a/1b 中表示的单色显示器的两个可见区域同样的大小。包含相应地编码的全息图的 SLM 的随后的像素列 l 和 r 交替成像至这些可见区域。标示为 HGRL、HGGL 和 HGBL 的所有列成像至左可见区域 VWL,并且标示为 HGRR、HGGR 和 HGBR 的所有列成像至右可见区域 VWR。每个可见区域由此拥有所有基色 RGB 的混合,并且观察者眼睛能看到 3D 物体的彩色重建。

[0038] 在 SLM 上能水平地移置全息图 HGRL、HGRR、HGGL、HGGR、HGBL 和 HGBR 的内容,以便水平地追踪可见区域 VWL 和 VWR 至移动到不同位置的观察者。由于这种移置仅可能是成列的,所以可见区域仅能不连续地移置。因此,为了使新定位的可见区域无缝地邻接至先前的位置,可见区域应足够宽。参考图 3a,像素列因此以散焦方式由柱面透镜成像,由此扩大可见区域的宽度。由于利用使用 1D 编码方法,成像方向是非编码的方向,可见区域的范围通过此散焦而增大。

[0039] 每个分离元件或每个柱面透镜还能分配有位于激活的像素列之间的额外的未激活的像素列。它们用于改善立体对比度。如果可见区域 VWL 和 VWR 部分重叠,立体对比度

会降低。如果不可能无间隙地使像素列成像或者如果它们重叠,插进这样未激活的像素列会是有利的。无缝邻接对于追踪可见区域是必须的,并且避免重叠对于高立体对比度是必须的。尽管插进未激活的像素列在两个可见区域 VWL 和 VWR 之间引起未照亮的间隙,但是当水平地追踪该可见区域时,例如通过将像素列移置一个全息图时,这个间隙会被照亮。

[0040] 分离元件使具有左全息图的所有像素列成像至观察者平面,在此平面它们在一定位置叠加,形成针对这些全息图的可见区域 VWL。这以与在单色显示设备中相同的方式发生。相应地,使具有右全息图的所有像素列成像至一可见区域 VWR,并在此可见区域叠加。

[0041] 滤色器 F 直接装在双凸透镜上,并过滤针对相应像素列的光。例如它们能配置在该双凸透镜的构造面。该结构的典型深度处于大约 $10\ \mu\text{m}$ 的范围内,由此比约 1mm 的 LCD 面板的玻璃防护罩的典型厚度要小得多。相比现有技术的像素和滤色器之间有距离的设置,因为透镜和滤色器之间的距离,干扰效应会以小得多的规模发生。这极大地降低了由衍射引起的串扰,并且扩大了追踪可见区域的角度范围。因为色条的间距与柱面透镜的间距相同,并且因为柱面透镜的间距大于像素间距,所以滤色器上的衍射效会降至最小。

[0042] 还能以棱镜掩模 (prism mask) 或光栅掩模 (barrier mask) 的形式实现光学成像分离装置。在光栅掩模中,滤色器的色条对应该掩模的透明区域。

[0043] 例如滤色器能通过胶片的彩色曝光廉价地制备,该胶片随后被对准和装在例如双凸透镜上。可选择地,还能将滤色器插在双凸透镜基底和柱面透镜结构之间。这比在 SLM 中配置过滤层要简单的多。

[0044] 借助滤色器生成有色光的替代方案是使用着色的分离元件,其中三基色 R、G 和 B 的周期被分配到三个分离元件。

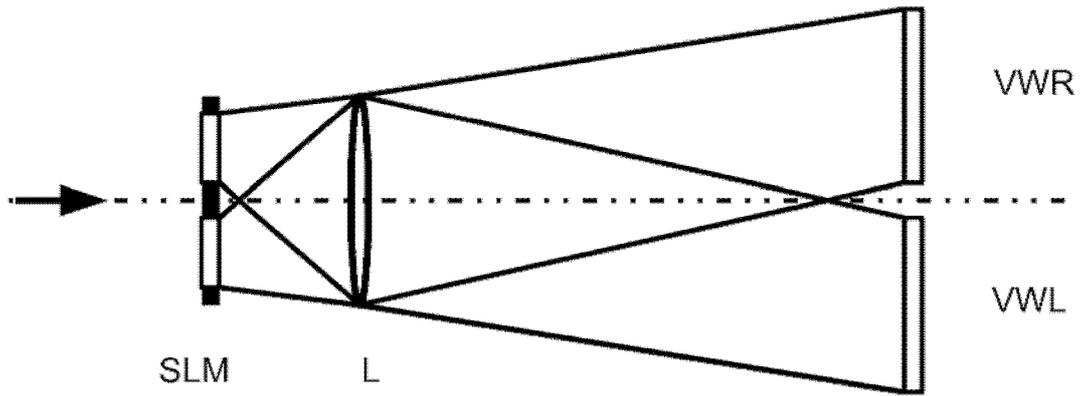


图 1a

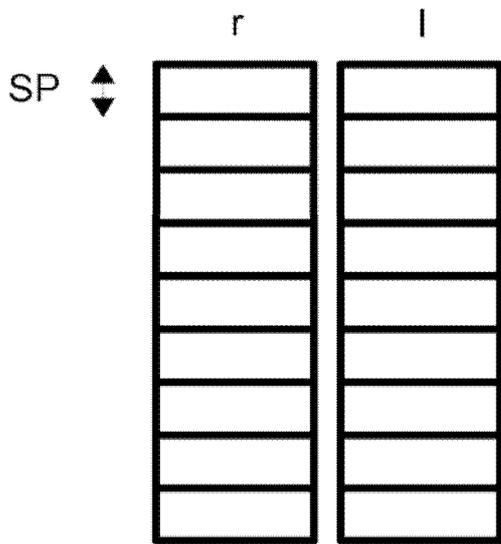


图 1b

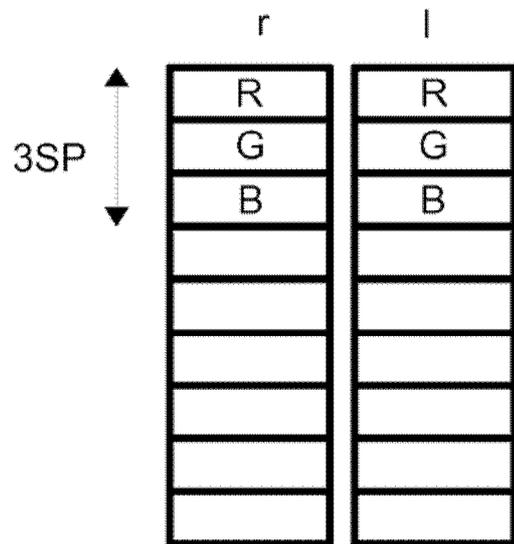


图 1c

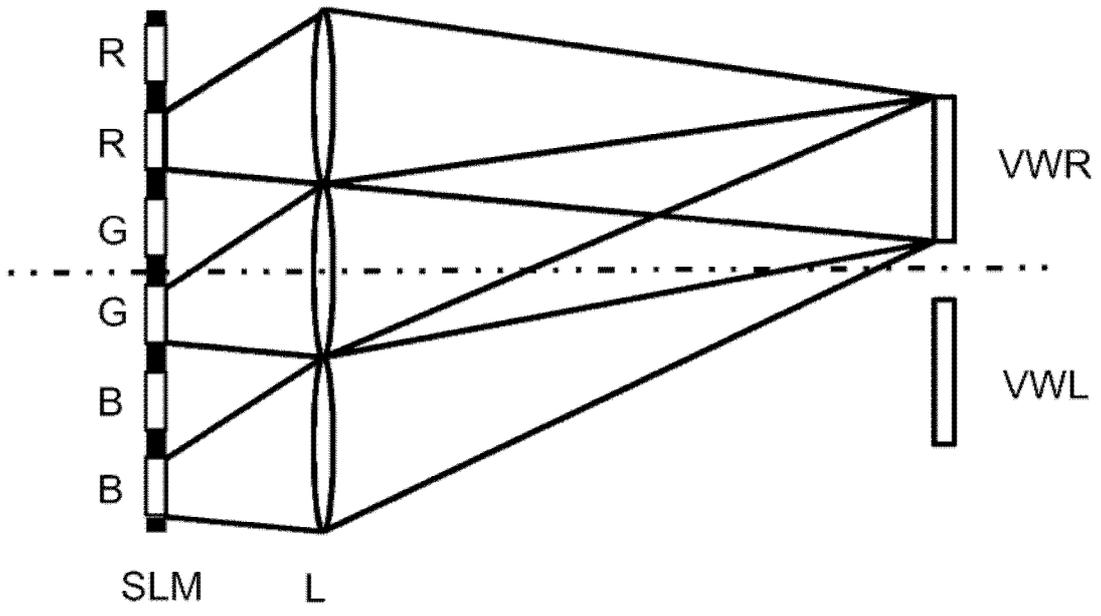


图 2a

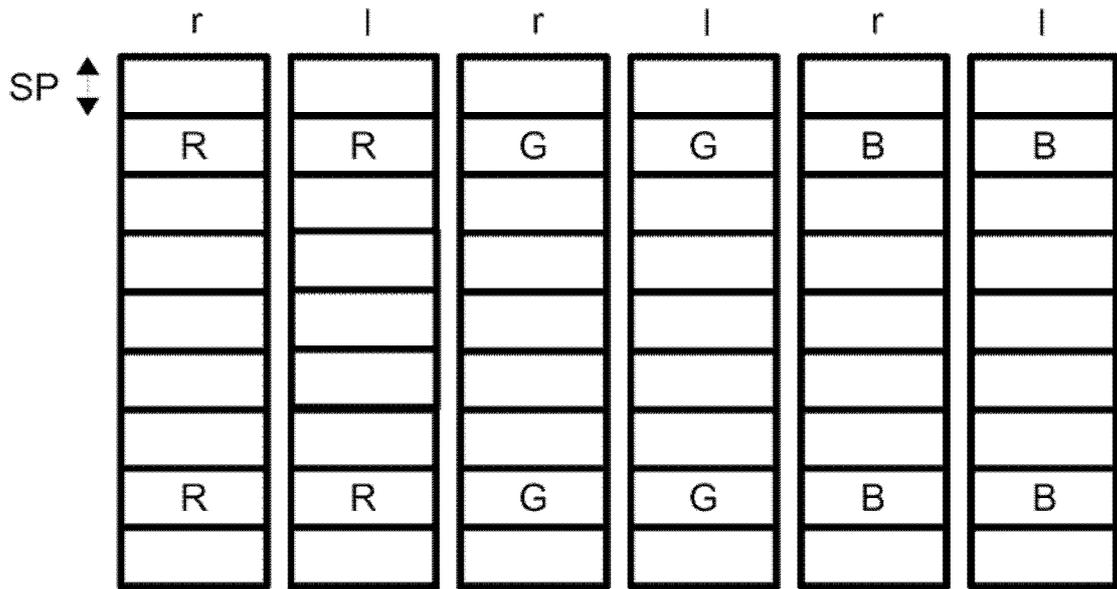


图 2b

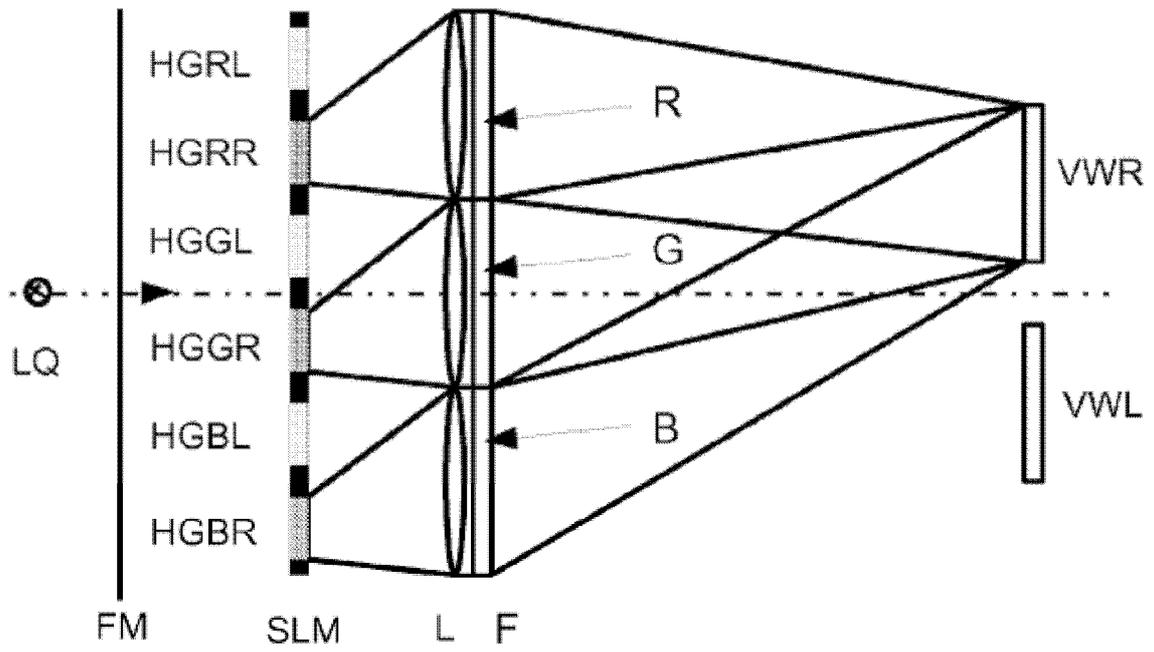


图 3a

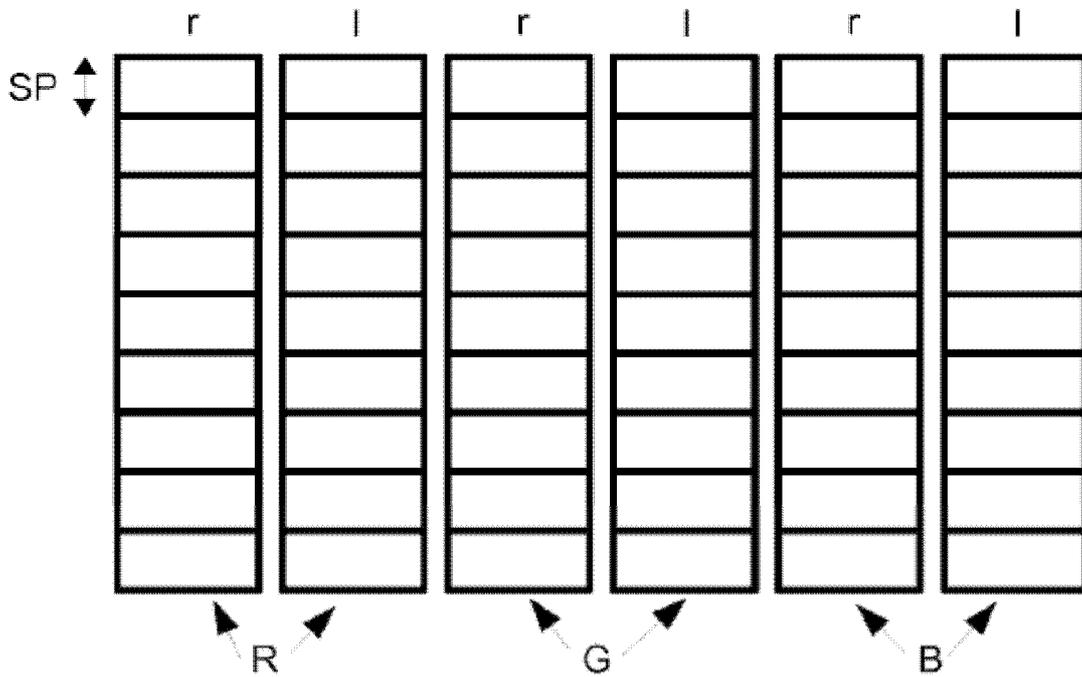


图 3b