



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104871051 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201380053539. 7

W · 霍海泽尔

(22) 申请日 2013. 08. 09

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(30) 优先权数据

代理人 朱君 刘春元

12180247. 4 2012. 08. 13 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2015. 04. 13

G02B 6/00(2006. 01)

F21V 8/00(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/066687 2013. 08. 09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/026918 DE 2014. 02. 20

(71) 申请人 拜耳材料科技股份有限公司

地址 德国莱沃库森

(72) 发明人 T · 费克 F · K · 布鲁德 R · 哈根

G · 瓦尔策 T · 罗勒 H · 贝内特

D · 赫内尔 M · S · 魏泽

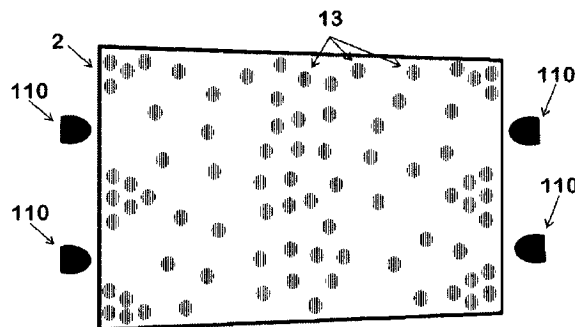
权利要求书2页 说明书18页 附图9页

(54) 发明名称

具有输出耦合元件的导光板

(57) 摘要

本发明涉及一种用于显示屏的平面光分布模块,包括光导板,可经由至少一个侧面耦合的光能够通过该光导板借助全反射进行传播,并且包括至少一个平面的输出耦合装置(2),所述输出耦合装置被安装在所述光导板(1)的一个或者两个主面上、与所述光导板处于光学接触并且包括多个在其内所构造的全息光学元件(13),所述全息光学元件被这样设计,使得其能够将光从所述光导板(1)输出耦合,其中,所述光分布模块的特征在于,所述全息光学元件(13)相互独立地在至少一个与所述输出耦合装置(2)的表面平行的空间轴上具有至少300 μm的延伸。本发明另外还涉及一种光学显示器,尤其是一种光电显示器,其中,所述全息光学元件(13)相互独立地具有至少1.5倍于液晶模组像素大小的面积。



1. 一种用于显示器的平面光分布模块,包括光导板,可经由至少一个侧面耦合的光能够通过所述光导板借助全反射进行传播,并且包括至少一个平面输出耦合装置(2),所述输出耦合装置安装在所述光导板(1)的主面的一个或者两个上、与所述光导板处于光学接触并且具有多个在其中构造的全息光学元件(13),所述全息光学元件这样设计,使得其能够将光从所述光导板(1)输出耦合,其特征在于,所述全息光学元件(13)相互独立地在与所述输出耦合装置(2)的表面平行伸展的至少一个空间轴上具有至少 $300\mu\text{m}$ 的延伸,并且具有至少1.5倍于所述显示器的像素的大小的面积。

2. 根据权利要求1所述的光分布模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)彼此独立地在至少一个与输出耦合装置(2)的表面平行伸展的空间轴上具有至少为 $400\mu\text{m}$ 的延伸,尤其是至少 $500\mu\text{m}$,优选至少 $800\mu\text{m}$ 或者甚至至少 $1000\mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的光分布模块,其特征在于,在所述输出耦合装置(2)内,布置至少30个全息光学元件(13),尤其是至少50个。

4. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)相互独立地在所述输出耦合装置(2)的表面上具有圆形、椭圆形或多边形、尤其是三角形、四角形、五角星或六角形、梯形或者平行四边形的截面,和/或,输出耦合装置(2)的各个全息光学元件(13)部分地重叠,其中,尤其是所述输出耦合装置(2)的表面基本完全由所述全息光学元件占满。

5. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)不规则地布置在所述输出耦合装置(2)中。

6. 根据权利要求5所述的光分布模块,其特征在于,对于所述全息光学元件(13)在所述输出耦合装置(2)中的布置,不存在二维的重复序列,和/或,每个面上的全息光学元件(13)的数量由所述输出耦合装置(2)的至少一个边缘向着中心递增。

7. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)构造在所述输出耦合装置(2)中,并且自所述输出耦合装置(2)的面侧之一一起向所述输出耦合装置延展和/或完全穿过所述输出耦合装置,其中,所述输出耦合装置(2)尤其是以所述全息光学元件(13)位于其上的那些面侧与所述光导板(1)处于接触。

8. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在于,所述输出耦合装置(2)或者所述光导板(1)设有反射层7,所述反射层安装在与光的输出耦合方向相对的面侧上。

9. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)的衍射效率不同,其中,所述全息光学元件(13)的衍射效率尤其是沿着光到所述光导板(1)中的入射方向递增。

10. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)至少可在 400 至 800nm 的波长范围内将光从所述光导板(1)输出耦合,和/或,所述全息光学元件(13)可以波长选择性的方式输出耦合光,其中,尤其存在至少三组全息光学元件(13),其分别针对红光、绿光和蓝光是波长选择性的。

11. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)是这样设计的,使得通过所述全息光学元件输出耦合的光横向地完全穿过所述输出耦合装置(2)。

12. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在於,所述全息光学元件(13)是这样设计的,使得所输出耦合的光被反射并且在输出耦合后横向地穿过所述光导板(1)。

13. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在於,所述全息光学元件(13)被设计为体积栅格。

14. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在於,在所述光导板(1)的两个面侧上分别布置至少一个输出耦合装置(2),和/或,在所述光导板(1)的一个面侧上布置至少两个输出耦合装置(2)。

15. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在於,至少三个输出耦合装置(2a, 2b, 2c)布置在所述光导板(1)的面侧上,其中,所述三个输出耦合装置(2a, 2b, 2c)分别包括针对正好一种光色的波长选择性的全息光学元件(13),尤其是对于红光、绿光和蓝光的波长选择性的全息光学元件。

16. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在於,所述输出耦合装置(2)具有 $0.5\ \mu\text{m}$ 至 $100\ \mu\text{m}$ 的厚度,尤其是 $0.5\ \mu\text{m}$ 至 $40\ \mu\text{m}$,优选至少为 $5\ \mu\text{m}$ 的厚度。

17. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在於,所述输出耦合装置(2)包含卤化银乳剂、二色明胶、光折变材料、光致变色材料和/或感光聚合物,尤其是包含光引发系统和可聚合写入单体的感光聚合物,优选包含光引发系统、可聚合写入单体和交联基体聚合物的感光聚合物。

18. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在於,在所述光导板(1)和/或输出耦合装置(2)的光在其上被辐射的面侧上布置至少一个扩散器(5),所述扩散器优选与所述光导板(1)和/或所述输出耦合装置(2)间隔开优选小于或等于 0.1mm ,尤其是小于或等于 0.05mm 。

19. 根据上述权利要求中任一项所述的光分布模块,其特征在於,所述全息光学元件(13)具有扩散器功能。

20. 一种光学显示器,尤其是电视机、移动电话、电脑等诸如此类的显示器,其包括具有可借助控制单元接通的多个像点的平面液晶模块,并且包括平面光分布模块,所述光分布模块包括可经由至少一个侧面耦合的光能够通过其借助全反射进行传播的光导板以及至少一个平面输出耦合装置(2),所述输出耦合装置安装在所述光导板(1)的主面的一个或者两个上、与所述光导板处于光学接触并且具有多个在其内所构造的全息光学元件(13),所述全息光学元件被这样设计,使得其能够将光从所述光导板(1)在到平面液晶模块的方向上输出耦合,其特征在於,所述全息光学元件(13)相互独立地具有至少1.5倍、优选2倍并且尤其优选3倍于所述液晶模块的像素大小的面积。

21. 根据权利要求20所述的光学显示器,其特征在於,使用发射仅基本蓝光的光源(110),其中,借助于量子轨道内的Q点在所述光源(110)内、在所述输出耦合装置(2)的所述全息光学元件(13)内、在扩散器(5)内或者在滤色器(4)内进行向绿光和红光的颜色转换。

22. 根据权利要求20或21所述的光学显示器,其特征在於,所述光分布模块为这样的根据权利要求1至19中任一项所述的光分布模块。

具有输出耦合元件的导光板

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于显示屏的平面光分布模块,包括光导板,可经由至少一个侧面被耦合的光能够通过所述光导板借助全反射进行传播,并且包括至少一个平面的输出耦合装置,所述输出耦合装置安装在所述光导板的主面的一个或者两个上、与所述光导板处于光学接触并且包括多个在其内所构造的全息光学元件,所述全息光学元件被这样设计,使得其能够将光从所述光导板输出耦合。本发明另外还涉及一种光学显示器,尤其是一种具有光分布模块的光电显示器。

背景技术

[0002] 液晶显示器已经获得了广泛的应用。其有各种大小尺寸。由移动电话、游戏机里的小型 LC 显示器,到用于笔记本电脑、平板电脑、桌面监视器的中型显示器,再到例如用于电视机、广告牌、建筑安装中的大型应用。

[0003] 通常在背光模组 (Backlight Unit, 简称 BLU) 中使用冷阴极光源和发光二极管 (LED) 来产生光。这些光源的发光特性是这样的,使得其发出相对无定向的光。基本上使用两种结构:直接照明和侧边照明。

[0004] 在直接照明 (直接 BLU) 中,发光体被安装到显示器的背面。这样的优点在于,光非常均匀地分布在显示器面板的表面上,这对于电视机是非常重要的。另外,如果在直接照明中使用 LED,LED 也会变暗,这就能够使显示器的对比值变得更高。其不足是低成本,因为需要大量光源。

[0005] 由于这个原因,侧边照明在市场上越来越普遍。其中的光源仅被安装在光导板的边缘上。边缘上的光在该光导板内被耦合并且通过全反射被传播到光导板内。通过安装在所述光导板的表平面上的光输出耦合元件,光由此就被向前转向至 LC 面板的方向。典型的光输出耦合元件是由白色构成的印刷图样、光导板表面的粗化处理或者是压印的屈光结构。这些结构的数量和密度可自由选择,并允许正好均匀地照亮显示器。

[0006] 在高分辨率 LC 显示器的进一步发展中,要试图找到显示器可能实现更加节能并且具有更高成像质量的途径。其中的一个重要方面是扩大色空间 (Gamut) 和均匀的照亮 (亮度分布)。

[0007] 色空间的扩大是通过提高各个像素的颜色保真度来实现的。随之而来的就是要利用红、绿、蓝像素的频谱分布越来越窄。也可设想让滤色器的频谱分布变得更加受限,但就涉及到光输出的成本,提高了耗电。因此有利的是,使用发光光谱受限的光源,例如发光二极管或激光二极管。

[0008] 在现有技术中所使用的光输出耦合元件,例如白反射色或者表面粗化,显示出朗伯辐射体的无向的色散特性。这一方面导致有多个光程,这些光程必须通过位于光导板与 LC 面板之间的扩散器 - 薄膜和棱镜 - 薄膜重新被均匀化,然后再次被定向,以便形成适合 LC 面板的光分布。

[0009] 除了这些反射或者说折射的输出耦合元件之外,还对光导板上起衍射作用的表面

结构加以说明：

[0010] 在 US 2006/0285185 中说明了一种光导板,在所述光导板中,所成型的衍射表面结构的密度是符合输出耦合效率的。但有效效率仅取决于栅格结构内的频率,被看作是低效。

[0011] US 2006/0187677 说明了一种光导板,在所述光导板内,需要通过不同的容积效率和不同的定向为所成型的衍射表面结构调节出均匀的亮度分布。

[0012] 由 US 2010/0302798 已知,要利用通过向衍射的表面结构压印上层结构所带来的两种空间频率。US 2011/0051035 说明了通过在表面结构内更进一步的切割(“切口”)进行类似的调整,以便能够将输出耦合特性与输出耦合效率单独地加以优化。

[0013] Park 等(Optics Express 15(6),2888-2899(2007)) 报告了关于点阵的衍射点式表面结构,但由此仅达到 62% 的光强均匀性。

[0014] US 5,650,865 说明了双重全息图的使用,这种双重全息图是由反射-和透射-体积全息图构成的。两种全息图均挑选窄频谱宽度的光并且将光由一个特定的角度从光导板中垂直地导出。其中,三原色的双重全息图在几何结构上与 LC 面板的像素相匹配。两个像素画全息图相互之间的定位及其与 LC 面板的像素的校准,需要的投入极大且非常困难。

[0015] US 2010/0220261 说明了用于液晶显示器的照明装置包括光导板,所述光导板包含体积全息图,以便使激光灯转向。其中,体积全息图被定位为相互之间具有特殊的间隔并且斜插入光导板。但在光导板内制造体积全息图的成本非常高。

[0016] 由 GB 2260203 已知使用体积全息图作为光导板上的颜色选择栅格,其中,各体积全息图均具有沿着入射方向递增的输出耦合效率。其中,颜色选择栅格在空间上与透光的数字化光调制器的像素相配合,这对于分辨率越来越高的显示器面板而言就需要过高的成本,因而十分昂贵。

[0017] 此外,在分辨率不断增加的显示器中使用上述方法,也增加了生产成本。因此,格点与显示器上越来越小的像素之间的精确定向也尤其带来了难题。

发明内容

[0018] 因此,本发明的目的在于,提供一种更好的显示器设计,其尤其是具有非常平面且密集的光分布模块,能够将光有效均匀地透射到透光的数字化光调制器上。此外,所述光分布模块还需要能够减少光源的数量并且由此使得生产光学显示器的成本更低。另外,所述光分布模块还需要适用于高分辨率显示器。

[0019] 所述目的是在一种如开头所述类型的光分布模块中通过这样一种显示器来实现的,所述显示器包括光导板,可经由至少一个侧面被耦合的光能够通过所述光导板借助全反射进行传播,并且包括至少一个平面的输出耦合装置,所述输出耦合装置安装在所述光导板的主面的一个或者两个上、与该光导板处于光学接触并且包括多个在其内所构造的全息光学元件,所述全息光学元件被这样设计,使得其能够将光从所述光导板输出耦合,其中,所述光分布模块的特征在于,所述全息光学元件相互独立地在至少一个平行于所述输出耦合装置表面的空间轴上具有至少 300 μm 的延伸并且具有至少 1.5 倍于所述显示器的像素大小的面积。

[0020] 其中,本发明的根本认知是,区别于目前常见的设计,所述全息光学元件与显示器

的各个像素之间不需要任何离散的分配,因此,各个全息光学元件能够具有要比显示器像素明显更大的面积的延伸。这样一种光分布模块就能够更简单地进行生产,并且具有更低的结构高度,即便是在高分辨率显示器中—也就是说像素相当小的显示器中,也能够实现各像素的均匀照亮。因此,根据本发明的光分布模块的全息光学元件例如具有至少 1.5 倍于显示器的像素大小的面积,尤其是至少为 2 倍或 3 倍的面积。

[0021] 换句话说,据此,在使用根据本发明的光分布模块时,也不需要全息光学元件照亮显示器的离散像素。取而代之的是,通过使用这种更大的全息光学元件,就能够散射且均匀地照亮显示器的背景。

[0022] 那么,在根据本发明的光分布模块中,来自光导板的光就被定向地输出耦合,并且通过全息光学元件在该光导板上的分布,达到均匀的光输出耦合。另外,例如还能够改变全息光学元件的形状、大小、衍射效率和 / 或衍射方向,或者借助全息光学元件进行波长选择。

[0023] 换句话说,通常所使用的光源是在较宽的角度范围内将光耦合到光导板中。在此全息光学元件对这些光束加以挑选,并且将那些不符合布拉格条件的光束留在光导板内。通过巧妙地选择全息光学元件的形状和大小或者衍射效率或者其在光导板上的分布或者通过衍射方向或者通过波长选择或者通过将这些特性其中的两者或多者相组合,就能够均匀地调节扩散器上的光均匀度。因此,光导板就用作光容器,全息光学元件“提取”其中的光并且将其对准定向地输出耦合到扩散器上。下面会更详细地对这种方案和更多其他方案加以说明。

[0024] 适用于作为根据本发明的显示器的光源的包括:等离子发射灯,例如冷阴极荧光灯或者其他例如含激发复合体的等离子光源;固体光源,例如基于无机材料或有机材料的发光二级光(LED),优选所谓的白光二极管,其包含紫外线和 / 或蓝光以及传统色的磷光,其中,传统色的磷光还可包含这些半导体的纳米颗粒(所谓的量子点,Q点),其—如专业人员所知—在用蓝光或者紫外线激发后在相应的红色、绿色和 / 或蓝色的光谱范围内具有很高的发光效率。优选 Q 点具有尽可能窄的发光带宽。此外,也适用由至少三种单色的、即例如红色、绿色和蓝色的 LED 构成的组合;由至少三种单色、即例如红色、绿色和蓝色的激光二极管构成的组合;或者是由单色的 LED 和激光二极管构成的组合,因此,就能够通过组合产生原色。替选方案是,还可在以蓝光 LED 照明的轨道状元件内产生原色,所述元件包含有适合的 Q 点,以便将传统的、窄带宽的红光和绿光以较高的效率混合成 LED 的蓝光。所述—也可通过所注册的商标名“Quantum Rail(离子轨道)”获得的—轨道状元件可被定位在由蓝光 LED 或者蓝光激光二极管构成的阵列前。

[0025] 制造在透明层中的全息光学元件,可通过多种方法实现。可使用与待要制造的模型相对应的掩模,其中,所述掩模具有与该模型相对应的开口(正掩模)。这样来设计全息的曝光,使得通过掩模要么对参考光束,要么对信号光束,或者要么对这两者在其强度或者偏振上局部地加以修正。这种掩模还可由金属、塑料、硬纸板等等制成,由此具有光束在这些位置上能够通过或者其偏振被改变的开口或区域,借助用第二光束在全息记录胶片内的干涉,来制造全息光学元件。在仅一个光束碰触到记录材料或者是两个光束的偏振状态相互正交的那些区域内,进行记录材料的曝光,该曝光导致小全息光学元件。

[0026] 如果需要为全息光学元件形成局部不同的衍射效率,那么可使用灰色滤光片,所

述灰色滤光片会局部地调整信号光束与参考光束的光束比 (beam ratio), 并且由此使得干涉场的幅度随着位置发生改变, 干涉场的幅度就决定了全息光学元件的衍射效率。灰色滤光片可以通过例如印花玻璃片或者是透明的、基本没有双折射的塑料薄膜来实施, 其被放置到掩模上。理想情况下, 灰色滤光片是通过数字印刷技术、例如喷墨印刷或者激光印刷来实现的。

[0027] 除了灰色滤光片, 还可使用一种元件, 所述元件局部地改变两个记录光束的至少其中一个光束的偏振状态, 因为由此同样能够影响干涉场的幅度。适合的元件包括例如线性偏振器、 $\lambda/4$ 波片 (Lambda-Viertel **Plättchen**) 或 $\lambda/2$ 波片 (Lambda-Halbe **Plättchen**)。线性偏振器也可例如起到如灰色滤光片的作用。

[0028] 如果不仅想要单一的全息栅格, 还想要扩散器特性一同印入全息光学元件, 那么, 就可通过光学扩散器来修正信号光束。其中, 掩模可被放置在扩散器上, 以便在该处实现空间的匹配。同样也可类似地用掩模来修正参考光束。在后者情况下, “信号”- 信息被分配给参考光束和信号光束, 因为参考光束以掩模界定范围, 信号光束输入扩散器特性。另外还可能的是, 首先生成扩散器的主全息图, 在第二全息的曝光步骤中, 用来在透明层生成真正的全息光学元件。如果使用主全息图, 正掩模就只被需要用来生成主全息图, 并且在后面的副本生成时必要时可放弃它。

[0029] 光分布模块的输出耦合装置例如可借助掩模方法 (正掩模), 借助通过灰色滤光片、偏振滤光器来改变光束比, 通过使用扩散器, 通过由灰色滤光片的不相干曝光 (负掩模), 通过单个全息光学元件的连续光学打印来实现, 在此仅列出一些例子。输出耦合装置的修正可例如通过由辐射、化学溶胀或收缩来擦除全息图; 通过机械的后续加工或者通过这些方法的两种或多种的组合来进行。

[0030] 如果想使用多个不同的具有全息光学元件的层, 可优选单独地制造这些层, 然后在层合步骤中或者通过胶粘法将其涂敷到彼此上。如果使用具有不同衍射角度的不同全息光学元件, 就为其每一组使用各自的掩模并且相应地修正光束的几何形状。在此连续地进行曝光。

[0031] 如果不同的全息光学元件是对于不同的重建频率使用的, 就为其每一组使用各自的掩模并且相应地使用另一种激光。在此可连续地进行曝光。同样, 每个掩模开口可设有定义颜色分配的滤色器。然后, 可连续地、也可同时地借助由红、绿、蓝构成的白色激光进行曝光。如果另外还要改变滤色器对于发射光束的吸收, 还可同时调整衍射效率。

[0032] 如果全息光学元件相接或者相重叠, 就可完全放弃掩模, 而仅使用玻璃片 / 塑料薄膜来进行曝光。

[0033] 除了正掩模以外, 还可使用负掩模。其中, 通过不相干曝光来给被曝光的区域减低感光性。在这种预曝光之后, 在记录胶片的剩余区域上进行真正的全息曝光。这里的不相干曝光可用不同的感光度进行。这样, 就可将每个区域调节为由较少减感至完全减感。

[0034] 后续的全息曝光现可重新通过颜色选择和 / 或方向选择的方式进行, 以便通过不相干曝光借助负掩模进行衍射效率的调节, 在第二步骤中通过正掩模进行颜色选择和 / 或方向选择。记录材料的减感是通过负掩模来进行的, 以便由此界定没有全息光学元件的区域。然后, 借助三个正掩模, 连续地将红色、绿色和蓝色的全息光学元件用各种激光写入记录材料。同样可能的是, 每个掩模开口也可设有定义颜色分配的滤色器。然后, 可连续地、

也可同时地借助由红、绿、蓝构成的白色激光进行曝光。

[0035] 在另一种适用于在输出耦合装置内制造全息光学元件的方法中,各个全息光学元件是被连续地光学打印的。其中,要么是通过 x-y 平移台导引记录材料经过光学写入头,要么借助 x-y 定位单元将光学写入头导引到记录材料上方。在此先后单个地经过每个位置,并且借助干涉曝光来影印全息光学元件。在此这种方法尤其适用于单个全息光学元件的重建方向的轻微调整,这是因为可通过旋转光学写入头或者记录材料实现轻微的调整。写入头当然也可包含其他功能,例如借助多个激光或者通过柔性的灰度滤波器或者可调整信号-参考光束比的偏振元件来进行颜色选择。

[0036] 另外属于本发明范畴的是,首先将全息光学元件以平面地覆盖到光导板表面的方式进行涂敷,并且在下一个步骤中构成为单个的全息光学元件,其方式为有针对性地擦除范围内的全息图或者说局部地影响其在可见光谱的不同波长范围内的衍射特性。但这例如并非仅限于同样通过掩模进行,其方式为例如用红外射线使全息图脱色或者使用其他适合于记录材料的擦除方法。

[0037] 另外,可例如以扫描的方式通过有针对性的局部溶胀或收缩,针对可见光谱的不同光谱范围,来调整全息光学元件 x-y 的衍射特性。适合的媒介例如是可与有光化性的光束交联且具有合适的折射系数的单体,其在局部漫射,然后交联。这种方式可优选在使用感光聚合物作为记录材料的情况下采用。

[0038] 最后可能的是,可借助可开孔且可转换的薄膜材料来制造全息光学元件。其中,整体的栅格结构被曝光,模型的结构以机械的方式被开孔,并且例如通过层合步骤被转换成波导器。

[0039] 输出耦合装置优选由体积全息图的记录材料构成。适合的材料例如包括卤化银乳剂、二色明胶、光折变材料、光致变色材料或者感光聚合物。其中对于工业具有重要意义的基本上是卤化银乳剂和感光聚合物。能够向卤化银乳剂中写入非常亮且对比度明显的全息图,但要保护湿敏的薄膜以便确保足够的长时稳定性,需要很高的投入。对感光聚合物有很多种基本的材料概念,所有感光聚合物的共通点是光引发系统和可聚合的写入单体。

[0040] 此外,这些组成部分被嵌入载体物质、例如热塑性粘结剂、已交联或未交联的粘结剂、液晶、溶胶凝胶或者纳米多孔玻璃中。另外,可有针对性地通过特殊的添加剂来量体裁衣地调节更多的特性。在一种特殊的实施方式中,感光聚合物还可包含软化剂、稳定剂和/或其他添加剂。这尤其是在涉及包含有感光聚合物的交联型基体聚合物、如 EP 2172505A1 所述的情况下尤其有利。其中所述的感光聚合物作为光引发剂具有可根据所需要的波长被模块化调整的光引发系统、含有光化性可聚合基团的写入单体和高交联基体聚合物。如果如 WO 2011054796 中所述那样选出、添加适合的附加剂,就可生产出非常有利的材料,该材料在其光学特性、可研制性以及可加工性方面均形成了具有工业效益的材料。根据这种方法,适合的附加剂尤其是氨基甲酸酯,其优选至少一个氟原子取代。这种材料在其机械特性方面能够在很大范围内进行调节,并且能够由此无论是在未曝光的状态、还是在曝光状态下均符合多重要求 (WO 2011054796A1)。上述感光聚合物可不仅可通过卷对卷工艺流程 (WO 2010091795),也可通过印刷工艺 (EP 2218742) 来制造。

[0041] 另外,输出耦合装置可具有层结构,例如光学透明衬底和感光聚合层。在此尤其优选将含有感光聚合物的输出耦合装置直接层合到光导板上。同样可这样实施输出耦合装

置,使得感光聚合物被两个热塑薄膜包围。在这种情况下,尤其优选借助光学透明的胶黏剂薄膜将两个靠近感光聚合物的热塑薄膜的其中一个放置到光导板上。

[0042] 输出耦合装置的热塑薄膜层优选由透明塑料构成。尤其优选使用基本无双折射的材料,例如非结晶热塑体。适合的包括聚甲基丙烯酸甲酯、三乙酸纤维素酯、非结晶聚酰胺、非结晶聚酯、非结晶聚碳酸酯和环烯烃(COC)或者甚至上述聚合物的混合。为此也可使用玻璃。

[0043] 此外,输出耦合装置还可包含卤化银乳剂、二色明胶、光折变材料、光致变色材料和/或感光聚合物,尤其是包含光引发系统和可聚合写入单体的感光聚合物,优选包含光引发系统、可聚合写入单体和交联基体聚合物的感光聚合物。

[0044] 在根据本发明的光分布模块的另一种扩展方案中,全息光学元件不规则地布置在输出耦合装置内。这尤其有利,因为通过这种方式能够达到均匀的照亮。分别根据用其灯光输入该光分布模块内的光源的类型、数量和定向会在光导板内存在其他的光束比,因此,这也非常重要。这些差异可通过上述做法来加以均衡。换句话说,在本发明的这种扩展方案中,全息光学元件无需均匀的布置,来实现光从光导板的均匀输出耦合。

[0045] 全息光学元件在输出耦合装置内不规则的布置尤其是指,对于全息光学元件在输出耦合装置内的布置而言,不存在任何二维的重复顺序,换句话说,即不包括全息光学元件的任何规律性重复的、等距离的布置。

[0046] 全息光学元件的无周期性布置例如可通过一种物理模型来说明,在该模型中,作为初始配置,设定规则的点栅格具有点距 a ,其中,每个点对应一个全息光学元件。对栅格的每个点均分配点质量,与其后面四个相邻点中的每一个通过拉簧相连接。该拉簧以特定的量预紧,也就是说,该弹簧的静止长度要小于栅格点之间的平均间距。

[0047] 该弹簧的弹簧常数在统计上被给定为围绕平均值分布。接着,确定整个系统的能量的最大值。从中得出的点质量的位置构成了具有所需要的特性的栅格:

[0048] 此外,两个相邻点的平均间距为 a 。栅格是非周期性的。没有任何方向是突出的,对于大于 a 的值而言,自相关函数迅速下降。可通过在弹簧常数的值上的散射来控制这种下降的陡度。

[0049] 为了能够计算出栅格的自相关函数,必须首先将该栅格与函数对应起来。这可通过这种方式实现,即:所有位于该栅格的线条上的点 (x, y) 对应于值1,所有其余的点对应于值0。可以公知的方式(详见例如E. Oran Brigham, FFT/快速傅里叶变换, R. Oldenbourg出版社,慕尼黑/维也纳1982)(E. Oran Brigham, FFT/Schnelle Foimer-Transformation, R. Oldenbourg Verlag, München/Wien 1982)测定自相关函数,作为这个函数 $f(x, y)$:

$$Z(x, y) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x^*, y^*) \cdot f(x^* + x, y^* + y) dx^* dy^*}{\int_{-\infty}^{\infty} (f(x^*, y^*))^2 dx^* dy^*}$$

[0050]

[0051] 在具有严格周期性的栅格、如边长为 a 的正方形栅格中,函数 $Z(x, y)$ 在所有 $x = n \cdot a$ 或者 $y = n \cdot a$ 且 n 作为整数的点上具有相同的幅度的最大值,也就是不取决于值 n 。只要这个栅格是以短程有序保持不变、长程有序则反之的方式变形,最大值的高度就随着 n 的递增而迅速降低。

[0052] 全息光学元件的以这样方式进行的布置具有这样的优点,即:其在视觉上看起来更不容易像是周期性栅格。因此,栅格的平均间距可被选得更大,并且可降低制造成本。此外,由于平均的栅格线间距更大,输出耦合装置的透光性也得以提高。还避免了出现莫尔效应。

[0053] 在根据本发明的光分布模块的有利扩展方案中,全息光学元件是以这种方式布置的,即:每个表面上的全息光学元件的数量自输出耦合装置的至少一个边缘向着中心递增。这种布置尤其适用于输出耦合装置的那些与光导板的侧面相对应的边缘,光源的光是在所述光导板上被输入的。因此,就此而言,当存在两个被布置在光导板的相对侧面上的光源的情况下,在这两个相对边缘的表面上的全息光学元件的数量就向着输出耦合装置的中心递增。如果在光导板的三个或四个侧面上布置光源,那么,就对应地采用上述分布。如果所述光源涉及点状光源,那么,另外分别在靠近光导板的边缘的点状光源之间布置更多数量的输出耦合元件,则更加有利。如果在光导板的边缘上定位一个或多个光源,就采用类似的设计。

[0054] 在根据本发明的光分布模块中规定了,在输出耦合装置内存在多个全息光学元件。根据本发明,多个是指,在输出耦合装置内存在至少 10 个全息光学元件,有利的是至少 30 个全息光学元件,优选至少 50 个,进一步优选至少 70 个,尤其优选至少 100 个。

[0055] 在根据本发明的光分布模块的进一步设计中,全息光学元件被设计在输出耦合装置内并且自输出耦合装置的其中一个面侧起向其内延伸和/或完全穿透输出耦合装置。在这样一种实施方式中,尤其优选输出耦合装置以全息光学元件位于其上的那个面侧与光导板接触。通过这种方式,就能够在光导板与输出耦合装置之间形成非常有效的光学接触,由此提高全息光学元件的输出耦合效率。

[0056] 在本发明的框架内,另外还可规定,输出耦合装置或者光导板设有反射层,所述反射层被放置在与光的输出耦合装置相对的面侧上。这例如可通过经蒸镀、溅镀或者其他工艺设置金属的反射层来实现。由此能够提高输出耦合效率,或者说降低光强损耗。

[0057] 根据本发明的光分布模块的另一种优选的实施方式,全息光学元件的衍射效率是有差异的,其中,全息光学元件的衍射效率沿着光入射光导板的方向自输出耦合装置的边缘起尤其是递增的。如果设置相对的光源,衍射效率就自光源在其上将光射入光导板的侧边缘起,向着其中心有利地递增。如果在光导板的三个或四个侧边缘上设置光源,就相对应地采用上述针对衍射效率的布置。如果所述光源涉及点状光源,那么,另外分别在靠近光导板边缘的点状光源之间的衍射效率更高,则更加有利。

[0058] 在本发明的框架内,尤其优选全息光学元件能够至少在 400 至 800nm 的波长范围内将光从光导板输出耦合。尽管如此,也可设定覆盖更广波长范围的全息光学元件。反之,也可使用仅覆盖一段可见光波长范围的、尤其是例如仅红光、蓝光或绿光或者说另外可选黄光的全息光学元件。通过这种方式,可实现各光色由来自光导板的白光的颜色选择输出耦合。最后,本发明的一种非常优选的实施方式在于光分布模块,全息光学元件可通过所述光分布模块分波长地输出耦合,其中,存在尤其是至少三组的全息光学元件,其分别是针对红光、绿光和蓝光进行波长选择的,其中,还可选采用针对黄光的第四组。

[0059] 在根据本发明的光分布模块的另一种扩展方案中可规定,这样来设计全息光学元件,使得通过其被输出耦合的光在横向上完全穿过输出耦合装置。因而换句话说,可使用透

射的输出耦合装置。这种透射输出耦合装置的替选方案或者补充方案是,还可以这种方式来设计全息光学元件,使得所输出耦合的光被反射并且在输出耦合后横向穿过光导板。也就是换句话说,这样的反射的输出耦合装置被布置在光导板的处在与光分布模块的辐射方向相对的侧上的面侧上。其中,还可在这样的反射的输出耦合装置的外表面上设置反射层。这个反射层可如上所述地实施,存在于被蒸镀或溅镀的金属层内。

[0060] 对于在本发明中所使用的全息光学元件而言,可采用多种可能的扩展形式,其中,扩展尤其优选是作为体积栅格。在根据本发明的光分布模块的进一步优选的扩展方案中,可在光导板的两个面侧上分别布置至少一个输出耦合装置,和/或,至少两个输出耦合装置被布置在光导板的一个面侧上。如果在光导板的其中一个面侧上设置多个输出耦合装置,那么就进一步优选,至少有三个输出耦合装置被布置在光导板的其中一个面侧上,其中,这三个输出耦合装置分别包括可正好感应到至少一种光色、尤其是红光、绿光和蓝光的波长的全息光学元件。换句话说,在这样的实施方式中,三个输出耦合装置中的每个输出耦合装置均有选择性地从光导板输出耦合出一种光色,即例如红光、绿光或蓝光。

[0061] 输出耦合装置可具有各种所设置的功能所需要的厚度。尤其可用具有层厚 $\geq 0.5 \mu\text{m}$,优选 $\geq 5 \mu\text{m}$ 以及 $\leq 100 \mu\text{m}$,尤其优选 $\geq 10 \mu\text{m}$ 以及 $\leq 40 \mu\text{m}$ 的光聚合层来实现,使得仅有特定所选出的波长被衍射。例如可能的是,将三个分别为层厚 $\geq 5 \mu\text{m}$ 的光聚合层层合到彼此上,并且分别在事先单独地写入。也可仅使用 $\geq 5 \mu\text{m}$ 的光聚合层,如果所有的至少为三种的颜色选择全息图同时或者先后或者在时间上部分重叠地被写入这个光聚合层内。上述选择的替选方案是,还可使用 $\leq 5 \mu\text{m}$ 、优选 $\leq 3 \mu\text{m}$ 以及尤其优选 $\leq 3 \mu\text{m}$ 并 $\geq 0.5 \mu\text{m}$ 的光聚合层。在这种情况下,仅写入单全息图,优选以这样的波长写入,该波长接近可见电磁光谱范围的光谱中心或者接近照明系统的波长最长和最短的发光区域的两个波长的几何平均值。

[0062] 在根据本发明的光分布模块的进一步优选的扩展方案中,全息光学元件彼此独立地在至少一个平行于输出耦合装置表面的空间轴上具有至少为 $400 \mu\text{m}$ 的延伸,尤其是至少 $500 \mu\text{m}$,优选至少 $800 \mu\text{m}$ 或者甚至至少 $1000 \mu\text{m}$ 。通过使用这种更大的全息光学元件,就能够散射且均匀地照亮显示器的背景。另外,光分布模制的制造也更加简单。

[0063] 被用于根据本发明的光分布模块的全息光学元件可具有任意形状。因此,所述全息光学元件就可彼此独立地在输出耦合装置的表面内具有圆形的、椭圆形的或者多角形、尤其是三角、四角、五角或六角形的、梯形的或者平行四边形的截面。在这些形状中,上述的全息光学元件在至少一个平行于输出耦合元件表面延展的空间轴上的延伸分别指的是最小的延伸。

[0064] 这些形状设计还包括这样一些实施方式,在其中,全息光学元件例如以条带形状布置,该条带由输出耦合装置的侧边缘一直延伸到相对的侧边缘。这些条带可平行于输出耦合装置的侧边缘,但或也可以任意其他的角度布置。其中,各个被设计为条带状的全息光学元件平行于彼此延伸,但或者也可彼此成角度。

[0065] 根据本发明的光分布模块的另一种扩展方案,输出耦合装置的全息光学元件部分相互重叠,其中,尤其是输出耦合装置的表面基本上完全被全息光学元件占满。

[0066] 分别根据输出耦合装置的制造方法(例如通过光学印刷),可制造离散的全息光学元件,其相互邻接或者甚至与相邻的全息光学元件相重叠。那么,就可有两个以上的全息

光学元件彼此相接且相叠地重叠。如果使用其他制造方法（例如灰度级掩模），在全息光学元件之间，甚至可不形成任何离散的分界。在这种情况下，灰度级掩模的印刷工艺的成像效果（例如通过打印头的分辨率、灰区成像的着色量进行说明）决定了全息光学元件基本的大小、形状、衍射效率等。印刷流程的分辨率通常是通过 $\text{dpi} = \text{每英寸点数}$ 来表示的，其中，在这种情况下，是基于需要至少 100 个单个墨滴以便通过掩模来界定全息光学元件。

[0067] 在本发明中，可规定，光分布模块具有扩散器，其被布置在由光分布模块和输出耦合装置构成的组合的那个光被辐射的平面上，其中，所述扩散器优选靠只在光导板和 / 或输出耦合装置上，而不形成光学接触。这优选通过经粗化处理的表面或者是光导板或扩散器的表面上的颗粒状间隔物来实现。通过表面性状所形成的间距优选小于或等于 0.1mm，优选小于或等于 0.05mm。扩散器涉及一种片状的元件，其具有散射层或由此构成。通过这种方式，可形成一种非常均匀的光分布。

[0068] 尤其有利的是，除了上述第一扩散器以外，还设置另一个扩散器，其在辐射方向上被定位在所述第一扩散器的后面并与此平行地间隔开来。上述涉及第一扩散器的优选值也适用于这另外的间隔。换句话说，根据本发明的光分布模块可选择包括一个或多个扩散器。

[0069] 扩散器的替选方案或补充方案是，可同样规定，全息光学元件本身具有扩散器功能。可早在制造过程中通过相应的照明技术来赋予全息光学元件这样的功能。

[0070] 同样也可仅基本地使用发蓝光的光源，并且这样来设计根据本发明的光分布模块，使得其仅对于蓝色的波长将光均匀地导向光调制器 L 的方向，其中，在光调制器的滤色器内，通过 Q 点为红色和绿色的像点执行光色转换。这种设计的优点是高光效，因为滤色器没有吸收任何光，而是仅转换光，并且，通过其单色（蓝色）的输出耦合装置，借助仅一层，简化了光分布模块的构型。

[0071] 本发明的另一主题涉及一种光学显示器，尤其是电视机、移动电话、电脑等的显示器，包括平面的液晶模组，所述液晶模块具有多个可借助控制单元被接通的像点，并且包括与所述液晶模块处于光学接触的平面光分布模块，其包括光导板，可经由至少一个侧面耦合的光能够通过所述光导板借助全反射进行传播，并且包括至少一个平面的输出耦合装置，所述输出耦合装置安装在所述光导板的主面的一个或者两个上、与所述光导板处于光学接触并且包括多个在其内所构造的全息光学元件，所述全息光学元件这样设计，使得其能够将光从所述光导板向着所述平面液晶模组的方向输出耦合，其中，所述显示器的特征在于，所述全息光学元件相互独立地在至少一个与所述输出耦合装置的表面平行伸展的空间轴上具有延伸，该延伸为像点在至少一个平行于所述液晶模组的表面的延伸的 1.5 倍，优选至少为 1.8 倍，进一步优选至少为 2 倍，尤其优选至少为 2.5 倍，完全优选至少为 3 倍。

[0072] 在根据本发明的光学显示器的改进方案中，所述显示器包括根据本发明的光分布模块。除了根据本发明的光分布模块以外，根据本发明的显示器通常还包括可透光的数字化空间光调制器和照明单元。由于根据本发明的光分布模块的极小的结构高度，其尤其适用于紧凑的薄型设计以及高能效的显示器，例如其在电视机、电脑屏幕、笔记本电脑、平板电脑、智能电话或其他类似应用中所需要的那样。

[0073] 在根据本发明的光学显示器的一种优选的扩展方案中，所述显示器仅基本地包含发蓝光的光源，其中，借助量子轨道中的 Q 点在光源内、在输出耦合装置的全息光学元件内、在扩散器内或者在滤色器内进行向绿光和红光的转换。

[0074] 如果放弃使用常见的后向显示器外壳并且不利用任何后向的反射,这些照明单元就还尤其适用于透明显示器,其在销售用显示器、展览窗的广告应用、飞机、车站和其他公共场所的透明信息屏、车顶内饰的汽车应用,汽车仪表盘和前窗玻璃内和其上内的信息显示、窗玻璃屏、具有透明门的销售用冷藏库或其他家用电器中获得广泛应用。理想情况下,其也可被实施为弯曲或柔性的显示器。

附图说明

[0075] 下面借助附图进一步阐述本发明。在该附图中示出:

[0076] 图 1 为根据本发明的显示器包括处于透射模式的全息光学元件的第一实施方式的剖面图;

[0077] 图 2 为根据本发明的显示器包括处于反射模式的全息光学元件的第二实施方式的侧面图;

[0078] 图 3 为根据本发明的显示器包括处于透射和反射模式的全息光学元件的第三实施方式的示意性侧面图;

[0079] 图 4 为根据本发明的显示器包括处于每一种原色的透射模式的多种全息光学元件的第四实施方式的示意性侧面图;

[0080] 图 5 为图 1 的示意性细节图,其中示出两个光束光程和光束其中一个通过全息光学元件向着包含透明层的扩散器(散射片)的方向扩散地、定向地衍射;

[0081] 图 6 为图 1 的示意性细节图,其中示出三个具有不同入射角的光束光程和光束其中一个通过全息光学元件的扩散地、定向地衍射;

[0082] 图 7 为图 6 的示意性细节图,其中示出三个从与图 6 相反的方向具有不同入射角的光束光程而没有光束的衍射;

[0083] 图 8 为图 2 的示意性细节图,其中示出一个光束光程和通过全息光学元件的扩散定向衍射,并且使用了另外的没有其他透明层的扩散器(散射片);

[0084] 图 9 为一种与图 8 替选的扩展方案,其包括起反射作用的全息光学元件;

[0085] 图 10 为图 2 的示意性细节图,其中示出一个光束光程以及仅仅通过全息光学元件的定向衍射,并且两个另外的通过透明层分隔开来的扩散器(散射片)的使用;

[0086] 图 11 为一种对图 9 替选的扩展方案,其包括起反射作用的全息光学元件;

[0087] 图 12 为包括全息光学元件的输出耦合装置的由斜上方的俯视图,所述全息光学元件具有沿入射方向递增的衍射效率;

[0088] 图 13 为包括全息光学元件的输出耦合装置的由斜上方的俯视图,所述全息光学元件具有沿入射方向递减的衍射效率;

[0089] 图 14 为包括全息光学元件的输出耦合装置的由斜上方的俯视图,所述全息光学元件具有沿入射方向递增的大小;

[0090] 图 15 为包括全息光学元件的输出耦合装置的由斜上方的俯视图,所述全息光学元件具有沿入射方向递减的大小;

[0091] 图 16 为包括全息光学元件的输出耦合装置的由斜上方的俯视图,所述全息光学元件在相互正交的平面内衍射光;

[0092] 图 17 为包括全息光学元件的输出耦合装置的由斜上方的俯视图,所述全息光学

元件在平面内衍射连续相互旋转 45° 步距的光；

[0093] 图 18 为包括全息光学元件的输出耦合装置的由斜上方的俯视图,所述全息光学元件衍射不同频率带(波长带)的光；

[0094] 图 19 为包括全息光学元件的输出耦合装置的由斜上方的俯视图,所述全息光学元件连续衍射不同频率带(波长带)的光,其中,在其内衍射光的平面连续相互旋转 45° 步距；

[0095] 图 20 为包括全息光学元件的输出耦合装置的由斜上方的俯视图,所述全息光学元件被按元素记录分组且部分地重叠,并且衍射频率带(波长带)改变的光；

[0096] 图 21 为输出耦合装置的由斜上方的俯视图,包括相同形状、衍射方向、衍射平面和衍射效率的全息光学元件的分布,其中,全息光学元件的分布确保了被定位在一个或多个端侧上的两个光源的均匀光分布；

[0097] 图 22 为输出耦合装置的由斜上方的俯视图,包括相互邻接且部分叠合的全息光学元件,所述全息光学元件具有相同的形状、衍射方向和衍射平面以及改变的衍射效率,其确保了被定位在一个或多个端侧上的两个光源的均匀光分布。

具体实施方式

[0098] 根据第一种优选的实施方式,如图 1 示意性所示,根据本发明的显示器 10 由光导板 1 和输出耦合装置 2 组成,所述输出耦合装置包含处于透射模式的以体积栅格为形式的全息光学元件 13。体积栅格在至少一个平行于输出耦合装置的表面伸展的空间轴上具有例如为 $300\ \mu\text{m}$ 、 $400\ \mu\text{m}$ 或甚至 $1000\ \mu\text{m}$ 的延伸。其中,光导板 1 和输出耦合装置 2 相互之间处于光学接触。如图所示,各个体积栅格不规则地相互间隔,其中,本发明并非仅限于这种布置。

[0099] 光导板 1 由一种透明塑料、优选一种基本无双折射的非结晶热塑体、尤其优选由聚甲基丙烯酸甲酯或聚碳酸酯构成。其中,光导板的厚度在 50 至 $3000\ \mu\text{m}$ 之间,优选在 200 至 $2000\ \mu\text{m}$ 之间,尤其优选在 300 至 $1500\ \mu\text{m}$ 之间。

[0100] 光导板 1 与输出耦合装置 2 之间的光学接触在此可通过输出耦合装置 2 直接层合到光导板 1 上而实现。同样可能的是,借助液体来实现该光学接触,理想状态下是对应于光导板 1 和输出耦合装置 2 的折射系数的液体。如果光导板 1 和输出耦合装置 2 的折射系数有所不同,该液体就需要具有这样的折射系数,其处于光导板 1 的折射系数与输出耦合装置 2 的折射系数之间。这类液体需要具有足够低的挥发性,以便持久的附着应用。同样可通过光学透明的(接触型)胶黏剂实现光学接触,这种胶黏剂是作为液体被涂敷的。同样可通过转移胶粘薄膜实现光学接触。光学透明胶黏剂和转移胶粘薄膜的折射系数在理想情况下应处于光导板 1 和输出耦合装置 2 的折射系数之间。优选借助液体胶黏剂和转移胶粘薄膜的光学接触。

[0101] 同样可以选择光导板 1 在一侧密封,优选在与靠近空气的侧上,例如可通过金属化方法(例如金属薄膜的层合、真空下的金属沉积法、涂覆由含金属的胶状体构成的分散体连同接下来的烧结或者通过涂覆含金属离子的溶液连同接下来的还原)实现。其中,制造反射层 7,其同样处于与光导板 1 的光学接触。

[0102] 同样可通过具有特别低的折射系数的涂层来改进波导特性,优选在光导板 1 的与

其他透明组件处于直接的光学接触且并未被全息光学元件 13 所覆盖的界面上。另外,可使用多层结构体,其具有交替的折射系数和层厚。这种具有反射特性的多层结构通常包括有机或无机的层,其层厚处于与待要反射的波长相同的数量级上。

[0103] 输出耦合装置 2 由体积全息图 13 的记录材料构成。典型的材料包括卤化银乳剂、光折变材料或感光聚合物。感光聚合物至少由一种光引发系统和可聚合的写入单体构成。特殊的感光聚合物可另外还包含软化剂、热塑性粘结剂和 / 或交联基体聚合物。优选包含交联基体聚合物的感光聚合物。尤其优选所述感光聚合物由光引发系统、一个或多个写入单体、软化剂和交联基体聚合物构成。

[0104] 另外,输出耦合装置 2 可具有层结构,例如光学透明衬底和感光聚合层。在此尤其有效的是,将含有感光聚合物的输出耦合装置 2 直接层合到光导板 1 上。

[0105] 同样可这样实施输出耦合装置 2,使得感光聚合物被两个热塑薄膜包围。在这种情况下,尤其优选借助光学透明的胶黏剂薄膜将两个靠近感光聚合物的热塑薄膜的其中一个放置到光导板 1 上。

[0106] 输出耦合装置 2 的热塑薄膜层优选由透明塑料构成。优选使用基本无双折射的材料,例如非结晶热塑体。适合的包括聚甲基丙烯酸甲酯、三乙酸纤维素酯、非结晶聚酰胺、非结晶聚酯、非结晶聚碳酸酯和环烯烃 (COC) 或者甚至上述聚合物的混合。为此也可使用玻璃。

[0107] 在一种优选的实施方式中,光分布模块包括扩散器 5,所述扩散器由透明的衬底 6 和漫散射层 6 构成。其中的扩散器是体积散射器。体散射层可由在可见范围内不吸收的有机或无机散射粒子构成,所述散射粒子被置入漆层内并且其优选被成型为类似球状。其中的散射粒子和漆层具有不同的折射系数。

[0108] 在另一种优选的实施方式中,光分布模块包括扩散器 5,所述扩散器由透明的衬底 6 和漫散射和 / 或荧光层 6' 构成。所述漫散射和 / 或荧光层可由在可见范围内不吸收的有机或无机散射粒子构成,这些散射粒子可完全或部分地被红色或绿色荧光 Q 点代替并且被置入漆层内。其中的散射粒子和漆层具有不同的折射系数。

[0109] 根据本发明的显示器 10 另外包括可投光的数字化光调制器 L,所述光调制器例如被设计为液晶模块,由滤色器 4、偏振器 8 和 9 以及由一种液晶面板 3 构成。其中,液晶模块可具有不同的结构形式,尤其是可使用专业人员熟知的液晶切换系统,该系统能够在不同的光束几何结构下实现特定的、有利有效的遮蔽。在此尤其要提到扭曲向列 (TN),超扭曲向列 (STN),双倍超扭曲向列 (DSTN),三倍超扭曲向列 (TSTN, Film-TN),垂直调整 (PVA, MVA),共面转换 (IPS), S-IPS (超级 IPS), AS-IPS (高级超级 IPS), A-TW-IPS (高级纯白 IPS), H-IPS (水平 IPS), E-IPS (增强 IPS), AH-IPS (高级高性能 IPS) 以及铁电性的像素化的光调制器。

[0110] 图 2 示出了根据本发明的显示器 10 的第二扩展方案,其与如图 1 的第一实施方式的不同在于,包括全息光学元件 13 的输出耦合装置 2 现被布置在光导板 1 的相对的侧面上并且在反射模式下衍射光。

[0111] 图 3 示出了根据本发明的显示器 10 的第三实施方式,所述实施方式相对于如图 1 的第一实施方式的不同在于,具有全息光学元件 13 的两个输出耦合装置 2 被布置在光导板 1 的两个平面上,其中,第一输出耦合装置 2 在透视模式下以及另一个输出耦合装置 2 在反

射膜是下衍射光。

[0112] 图 4 示出了根据本发明的显示器 10 的第四实施方式,所述实施方式相对于如图 1 的第一实施方式的不同在于,在光导板 1 的平面上彼此相叠地布置三个输出耦合装置 2a、2b、2c,其中,这些输出耦合装置 2a、2b、2c 其中的每一个均包含全息光学元件 13,其在透射模式下衍射光。其中,输出耦合装置 2a、2b、2c 中的每一个均衍射“红”“绿”“蓝”的其中一个原色,或者是所有的每一个输出耦合装置均衍射可见光的所有波长部分。原色红、绿、蓝的波长是通过所使用的光源的发光波长来确定的。也可使用比“红”、“绿”、“蓝”这三者更多的原色,例如还有“黄”等等。

[0113] 尤其是用层厚 $> 5 \mu\text{m}$ 的感光聚合物,能够成功实现使用多个仅针对特定的所选出的光源(例如红光、绿光和蓝光)衍射光的全息光学元件 13。在此可将三个分别为层厚 $> 5 \mu\text{m}$ 的光聚合层层合到彼此上,并且分别在事先单独地写入。同样可使用仅一个 $> 5 \mu\text{m}$ 的感光聚合物层,所有三种颜色选择的全息光学元件 13 同时或先后被写入其内。另外可使用 $< 5 \mu\text{m}$ 、优选 $< 3 \mu\text{m}$ 并且尤其优选 $< 3 \mu\text{m}$ 且 $> 0.5 \mu\text{m}$ 的感光聚合物层。在这种情况下,仅一个全息光学元件 13 优选以这样波长写入,该波长处于可见电磁光谱范围的光谱中心。这个全息光学元件 13 以其被写入的波长同样也可处于长波光源和短波光源的两个波长的几何中心。同样可考虑使用成本不高且具有足够强度的激光。优选 532nm 的 Nd:YVO4- 晶体激光和 514nm 的氩离子激光。

[0114] 最简单的全息光学元件 13 由衍射的栅格构成,所述栅格通过与该栅格对应的折射率调制衍射光。在此栅格结构是通过借助两个干涉的且相互相干的准直激光束以光电子的方式在记录材料的整个层厚内的曝光来制造的。其与所谓的模压全息图(embossed holograms)的不同在于,衍射效率可明显更高,理论上可达到 100%,通过活动层厚度调节频率选择性和角度选择性,并且,由于全息曝光的几何结构,基本存在调节相对应的衍射角度(布拉格条件)的自由。

[0115] 体积全息图的制造是已知的(H. M. Smith 在“Principles of Holography(全息学原理)”, Wiley-interscience 出版社,1969),可例如通过双光束干涉实现(S. Benton, “Holographic Imaging(全息成像)”, John Wiley&Sons,2008)。

[0116] 在 US 6824929 中说明了用于批量化复制反射-体积全息图的方法,其中,光敏材料被定位到主全息图上,接着借助相干光进行拷贝。同样已知透射全息图的制造。因此,例如 US 4,973,113 说明了一种借助滚筒复制的方法。

[0117] 尤其还要提到边缘全息图的制造,它需要特殊的曝光几何结构。除了由 S. Benton 所作的介绍(S. Benton,“全息成像”, John Wiley&Sons,2008,第 18 章)以及对于传统的二级和三级制造流程的概述(详见 Q. Huang, H. Caulfield, SPIE1600 卷)以外,还要参照 W0 94/18603,它说明了边缘照明和波导全息图。另外,在 W0 2006/111384 中基于一种特殊的光学适配器块的特殊制造方法。

[0118] 被包含在根据本发明的、具有定向激光灯的照明单元内的全息光学元件 13 优选为边缘全息图。这些尤其优选为体积栅格,因为它们是通过倾斜入射的光起作用的,所述光在全反射作用下耦合。

[0119] 在图 5 中示出了图 1 中的结构的一种截面。其中,由光源所耦合的光束 11 和 12 产生全反射并且在光导板 1 内传播。光导板 1 和空气之间或者说位于包含了全息光学元件

13 的输出耦合装置 2 的一侧以及界面上、可选的反射层 7 和空气之间的界面,作为全反射的界面。

[0120] 在光束 11 穿过输出耦合装置 2 时,没有任何光被衍射,因为其没有穿过任何衍射的绕射型光学元件 13(见位置 15)。光束同样没有在另一个全息光学元件 13 内被衍射,因为在该处不满足布拉格条件,而在光束 12 穿过输出耦合装置 2 时,在全息光学元件 13 内,光则向着透光的数字化空间光调制器的方向被衍射。其中,全息光学元件 13 同时显示出扩散特性,其在制造光学全息元件 13 时一同被照射。

[0121] 稍稍被扩散的散射的光束接触到由透明层 6 和扩散器层 6' 构成的扩散器 5,并且进一步被扩散。散射的扩散是有利的,以便能够基本依靠角度来观察显示器。现扩散器 5 上均匀的光强就对于全息光学元件 13 的位置非常重要。透明层 6 的厚度、所有全息光学元件 13 的衍射的发散角以及光源的位置就对此具有重要意义。专业人员可通过迭代模拟和试验针对特定的设计计算出最佳的分布。

[0122] 图 6 详细说明了全息光学元件 13 的角度选择。其中,光束 20 现被衍射,具有略微不同的入射角的光束 21 不符合布拉格条件,则没有被衍射。如果全息光学元件 13 是由多个频率选择性的子全息图(即例如针对红光、绿光和蓝光),就选择层厚 $> 5 \mu\text{m}$ 。角度选择是这样被选定的,使得其处在 1 至 6° 之间。这种方法的优点是,调整色的像差的可能,以及通过单独调整各种光色的衍射效率实现整体的光色调整。

[0123] 如果选择输出耦合装置 2 的层厚处在 $> 0.5 \mu\text{m}$ 至 $5 \mu\text{m}$ 的范围内,就制造了约为 5 至 30° 的角度选择,并且对于可见光的所有波长范围而言均具有良好的衍射效率。

[0124] 因为光源是在宽泛的角度范围内将光耦合到光导板 1 内的,全息光学元件 13 对这些光束加以选择并且将那些不符合布拉格条件的光束留在光导板 1 内。通过巧妙地选择全息光学元件的形状、大小或衍射效率或其在光导板上的分布或者是通过衍射方向或者通过波长选择或者通过将特性中的两者或多者相组合,就能够均匀地调节扩散器 5 上的光均匀度。因此,光导板 1 就相当于光容器,全息光学元件 13 从中“提取”光并且将其定向明确地输出耦合到扩散器 5 上。

[0125] 图 7 示出了类比的光束 25,其全部未被衍射,因为全息光学元件 13 以方向选择的方式衍射光。因此,在光导板 1 的边缘上被反射的光束不可被全息光学元件 13(位于位置 26 上)衍射。只有当这些光束重新在光导板 1 另外的边缘上被反射时,才能够重新衍射光。

[0126] 图 8 示出了在起透射作用的全息光学元件 13 内的另一种创造性的实施方式,其是以反射被读取并被使用的。光束 12 被射入光导板 1。在全反射作用下的传播后,该光束穿过输出耦合装置 2 内的全息光学元件 13 并且在位置 14 上在布拉格条件下被衍射。全息光学元件 13 将光束衍射成发散、漫射的光束,所述光束现在从光导板 1 输出后直接接触到扩散器 5,该扩散器然后重新产生角度分散,以致在照射未示出的透光的数字化空间光调制器 L 时形成均匀、发散的平面光。这种结构的优点是紧凑的结构形式,因为可放弃使用额外的间隔层。

[0127] 图 9 示出了另一种创造性的实施方式,在其中使用了起反射作用的全息光学元件 13。光束 12 被射入光导板 1。光在反向上穿过输出耦合装置 2 内的全息光学元件 13 并且在位置 14 上在布拉格条件下被衍射。全息光学元件 13 将光束衍射成发散、漫射的光束,所述光束现在从光导板 1 输出后直接接触到扩散器 5,该扩散器然后重新产生角度分散,以致

在照射未示出的透光的数字化空间光调制器 L 时形成均匀、发散的平面光。这种结构的优点是紧凑的结构形式,因为可放弃使用额外的间隔层。

[0128] 另外,如果全息光学元件 13 在透明层 2 内的密度和分布是这样的,使得已经通过元件 13 的扩散特性在透光的数字化空间光调制器 L 上实现了足够均匀的光分布,可在如图 5、图 8 和图 9 所示的扩展方案中放弃使用扩散器 5。尤其是如果使用更小型的全息光学元件 13 和 / 或相互重叠的全息光学元件 13,这就尤其有利,因为整个层结构可被设计得更薄。

[0129] 图 10 示出了在起透射作用的全息光学元件 13 内的另一种创造性的实施方式,其是以反射波读取并被使用的。光束 12 被射入光导板 1。在全反射作用下的传播后,该光束穿过输出耦合装置 2 内的全息光学元件 13 并且在位置 14 上在布拉格条件下被衍射。全息光学元件 13 将光束衍射成定向的光束,所述光束现在以光导板 1 中输出后首先接触到扩散器 5,光在此被发散地漫射。然后,这个光束在位置 16 上接触到第二扩散器 5,所述扩散器重新发散地漫射。第一扩散器 5 作用于光强的均匀,第二扩散器作用于发光角度的分散,以便能够实现显示器 10 较广阔的角度视野。这种结构的优点是衍射效率高,可以通过这样全息光学元件 13 达到这种高衍射效率。

[0130] 图 11 示出了与图 10 备选的一种实施方式,在其中使用了起反射作用的全息光学元件。光束 12 被射入光导板 1。光在反向上穿过输出耦合装置 2 内的全息光学元件 13 并且在位置 14 上在布拉格条件下被衍射。全息光学元件 13 将光束衍射成定向的光束,该光束现在从光导板 1 中输出后接触到扩散器 5 内的第一扩散层 6',光在此被发散地漫射。然后,这个光束在位置 16 上接触到第二扩散层 6',该扩散层重新发散地漫射。第一扩散器 6' 作用于光强的均匀,第二扩散器作用于发光角度的分散,以便能够实现显示器 10 较广阔的角度视野。这种结构的优点是衍射效率高,可以通过这样一种全息光学元件 13 达到这种高衍射效率。

[0131] 在图 12 至 19 中现示出了涉及到全息光学元件在输出耦合装置 2 内的布置的多种实施方式。其中涉及从显示器的用户方面看来的倾斜透视图。在图 12 中,在全反射作用下传播的光束 12 通过箭头来表示。输出的光束 17 在透视图中的是指向观看者的。在这种最简单的实施方式中,全息光学元件 13 被表示为圆圈。但对于形状的选择,没有任何限制。因此,除了圆形外,也可选择椭圆形、正方形、三角形、四角形、梯形、平行四边形或者任意其他形状。仅仅是从简化图形显示这个角度,而这样选定图中所示的圆圈。

[0132] 通常,在边缘照明 (edge-lit) 中,亮度并非均匀分布。图 12 示出了这样一种示例,在其中,是通过全息光学元件 30 至 36 的衍射效率递增,来由此补偿这样的横向的亮度分布的。其中可优选,衍射效率不仅采用线性的或几何形状的改变,而同样可采用可不规则改变的衍射效率。这对于光波导体的角的照明效果而言或者是由于光源的耦合特性而非常有利。

[0133] 在图 13 中示出了另一种可能的布置,以补偿光导板 1 内不同的亮度分布。其中,全息光学元件 40 至 46 之间的间隔是有变化的。这种布置的优点是,在制造所有全息光学元件 13 时,可选择相同的全息曝光条件。

[0134] 在图 14 中示出了另一种可能的布置,以补偿光导板 1 内不同的亮度分布。其中,全息光学元件 50 至 56 的大小是有变化的。这种布置的优点是,在制造所有全息光学元件 13 时,可选择相同的全息曝光条件。

[0135] 在图 15 中示出了另一种可能的布置,以补偿光导板 1 内不同的亮度分布。其中,与图 14 一样,全息光学元件 13 的大小是有变化的。与其所不同的是,选择了全息光学元件 60 至 61 的其他模式。这种布置的优点是,在制造所有全息光学元件 13 时,可选择相同的全息曝光条件。

[0136] 在图 16 中示出了另一种可能的布置,以补偿光导板 1 内不同的亮度分布。其中,全息光学元件 70 至 73 的衍射平面的方向是以 90° 步距改变的。这种布置的优点是,在光导板内处于全反射作用下的光束可直接地、并且由此可更有效地被输出耦合。如果光源被定位在光导板的多个边缘上而不是在光导板的一个边缘上,这种设计同样有效。

[0137] 在图 17 中示出了另一种可能的布置,以补偿光导板 1 内不同的亮度分布。其中,全息光学元件 70 至 77 的衍射平面的方向是以 45° 步距改变的。这种布置的优点是,在光导板内处于全反射作用下的光束可直接地、并且由此可更有效地被输出耦合。如果光源被定位在光导板的多个边缘上而不是在光导板的一个边缘以上,这种设计同样有效。要注意的是,原则上可使用全息光学元件 13 的各种形式的方向依赖性,并且,不会限于任何特定的角度。

[0138] 在图 18 中示出了另一种可能的布置,以补偿光导板 1 内不同的亮度分布。其中,全息光学元件 80 至 82 在其内衍射光的光谱范围(颜色)是有变化的。在此提出,使用窄光色的光源,例如发射窄发光的二极管(LED),其具有 5 至 100nm 之间、优选 10 至 50nm 之间以及尤其优选 10 至 35nm 之间的带宽。这种布置的优点是,补偿光导板 1 内特定于原色的亮度分布。如已在图 4 中所示,可通过每一个输出耦合装置 2a、2b 和 2c 分别服务一个原色。当然也可在层 2 内,如图 1 所示,照亮全息光学元件 80 至 82。但重要的是,层厚至少为 $5\ \mu\text{m}$,以便形成充分窄频谱的布拉格条件。

[0139] 在由图 18 所使用的实施方式中,可在使用仅发蓝光的 LED 或者激光二极管作为光源时,仅仅使用那些适合蓝光光源波长的全息光学元件。然后,通过向一部分全息光学元件上涂覆适合的 Q 点来获得红光和绿光的光谱部分。那么,元件 80 至 82 表示全息光学元件,要么没有任何 Q 点被设置在该全息光学元件上,或者是,要么是发红光或者说绿光的 Q 点。也可将发红光和绿光的 Q 点的混合作为涂层。

[0140] 在图 19 中示出了另一种可能的布置,以补偿光导板 1 内不同的亮度分布。其中,全息光学元件 90-96(例如对于蓝光全部用 90 标记的、对于红光全部用 91 标记的、以及对于绿光用 92 标记的全息光学元件)在其内衍射光的光谱范围(颜色)与全息光学元件(以 93 至 96 标记)的衍射平面相结合,并且以 45° 步距改变。有利的是光均匀度的进一步调整和优化。

[0141] 在图 20 中示出了另一种可能的布置,以补偿光导板 1 内不同的亮度分布。其与在图 18 中所使用的相类似,其中使用了衍射光谱不同的全息光学元件 101 至 103。在图 20 中,全息光学元件 101 至 103 相互部分重叠地定位,并且对于可见光的特定的光谱范围具有高衍射效率。通过使用三个相互堆叠定位的独立层或者通过层内的结构,这就得以实现。前者具有这样的优点,即:记录介质的动态范围的要求(即制造全息栅格的能力)更低,并且可单独地进行层的制造,第二方案显示了一种更简化的结构,其能够实现更薄的层结构。

[0142] 图 20 示出了这样的情况,其能够借助负掩模和正掩模进行制造。通过负掩模实现记录材料的减感,因而由此界定了没有全息光学元件的区域。然后,借助三个正掩模,连续

地将红色、绿色和蓝色的全息光学元件用相应激光写入记录材料。

[0143] 在图 21 中示出了全息光学元件 13 的尤其优选的布置,以便补偿在由两个光源 110 照明的光导板 1 内不同的亮度分布。全息光学元件 13 具有同样的大小、衍射效率和衍射方向,其中,通过不同的密度分布和全息光学元件 13 相对于这两个光源 110 的布置,就能够在透明层 2 内实现均匀的光分布。其中,每个全息光学元件 13 的面的数量由光源位于其上的那些边缘起,朝向光导板 1 的中心递增。

[0144] 在图 22 中示出了另一种可能的布置,以便补偿在由两个光源 110 照明的光导板 1 内不同的亮度分布。全息光学元件 30 至 35 在衍射方向相同的同时,具有不同的衍射效率。此外,全息光学元件 30 至 35 相互重叠。

[0145] 附图标记列表

- [0146] (1) 光导板
- [0147] (2) 输出耦合装置
- [0148] (2a)-(2c) 输出耦合装置
- [0149] (3) 透射的像素化光调制器
- [0150] (4) 滤色器
- [0151] (5) 扩散器
- [0152] (6) 透明层
- [0153] (6') 扩散层
- [0154] (7) 反射层
- [0155] (8), (9) 偏振滤光器 (交叉)
- [0156] (10) 显示器
- [0157] (10') 照明单元
- [0158] (11) 不符合布拉格条件的光束
- [0159] (12) 符合布拉格条件的光束
- [0160] (13) 全息光学元件, 体积栅格
- [0161] (14) 光束衍射的位置
- [0162] (15) 其上没有发生任何衍射的位置
- [0163] (16) 扩散器内散射的位置
- [0164] (17) 发散式光束
- [0165] (20) 符合布拉格条件的光束
- [0166] (21) 不符合布拉格条件的光束
- [0167] (25) 不符合布拉格条件的光束
- [0168] (26) 其上没有发生任何衍射的位置
- [0169] (30)-(36) 大小相同及衍射效率不同的全息光学元件
- [0170] (40)-(46) 衍射效率相同且相互之间具有不同的窄空间位置的全息光学元件
- [0171] (50)-(56) 大小不同的全息光学元件
- [0172] (60)-(61) 矩形形状的全息光学元件
- [0173] (70)-(71) 在垂直定向上具有衍射效率的全息光学元件
- [0174] (72)-(73) 在水平定向上具有衍射效率的全息光学元件

- [0175] (74)-(77) 在对角定向上具有衍射效率的全息光学元件
- [0176] (80) 在绿光波长范围内具有衍射效率的全息光学元件
- [0177] (81) 在红光波长范围内具有衍射效率的全息光学元件
- [0178] (82) 在蓝光波长范围内具有衍射效率的全息光学元件
- [0179] (90) 在蓝光波长范围内具有衍射效率的全息光学元件
- [0180] (91) 在绿光波长范围内具有衍射效率的全息光学元件
- [0181] (92) 在红光波长范围内具有衍射效率的全息光学元件
- [0182] (93), (95) 具有对角衍射效率的全息光学元件
- [0183] (94) 具有水平衍射效率的全息光学元件
- [0184] (96) 具有垂直衍射效率的全息光学元件
- [0185] (101) 在绿光波长范围内具有衍射效率的、重叠的全息光学元件
- [0186] (102) 在红光波长范围内具有衍射效率的、重叠的全息光学元件
- [0187] (103) 在蓝光波长范围内具有衍射效率的、重叠的全息光学元件
- [0188] (110) 光源
- [0189] L 光调制器

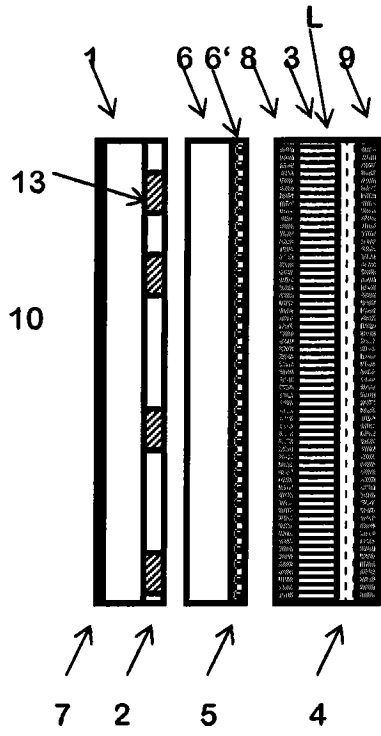


图 1

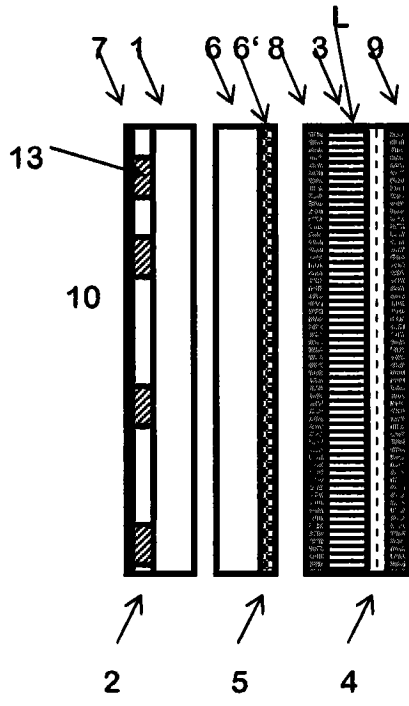


图 2

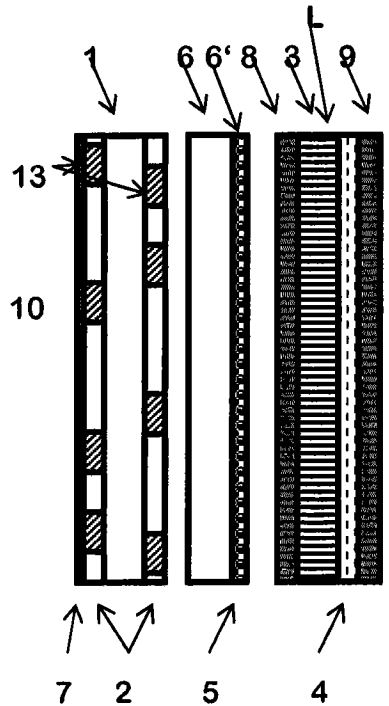


图 3

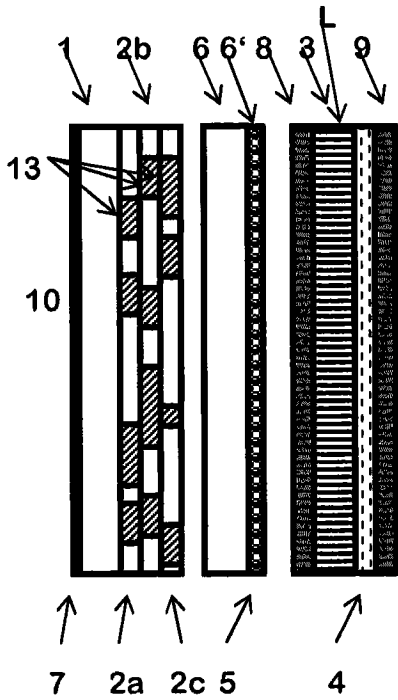


图 4

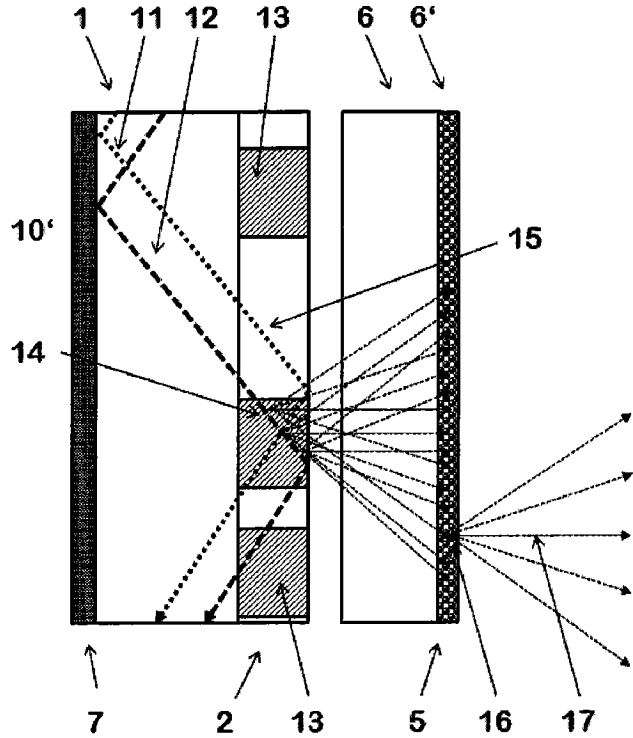


图 5

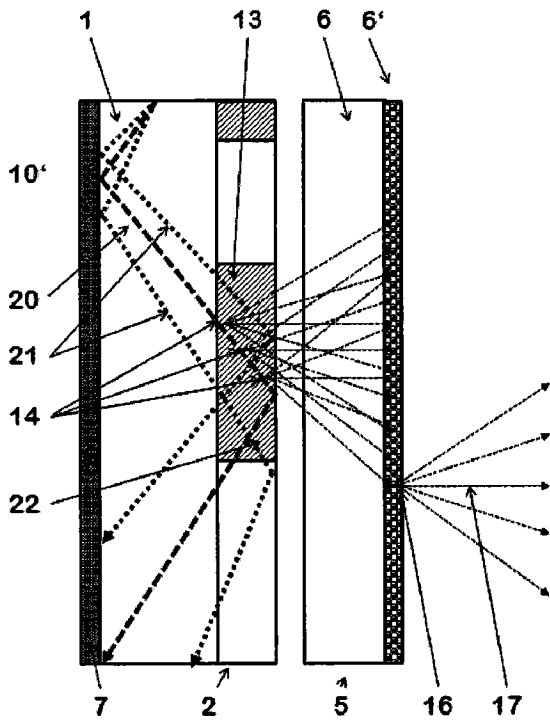


图 6

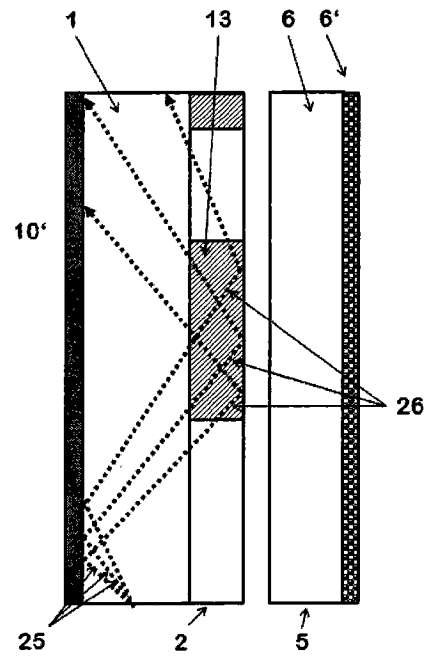


图 7

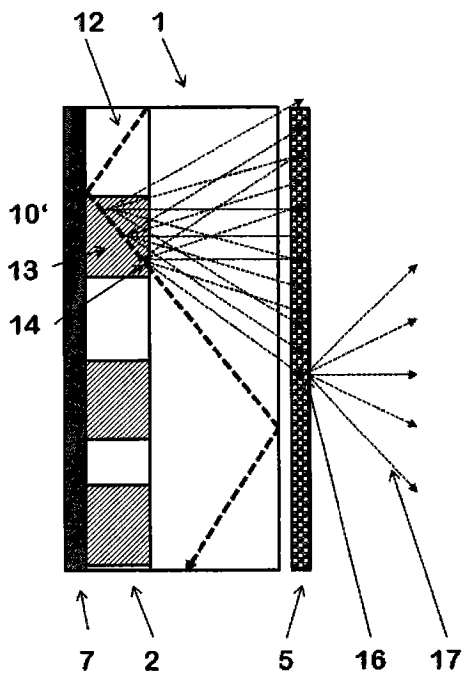


图 8

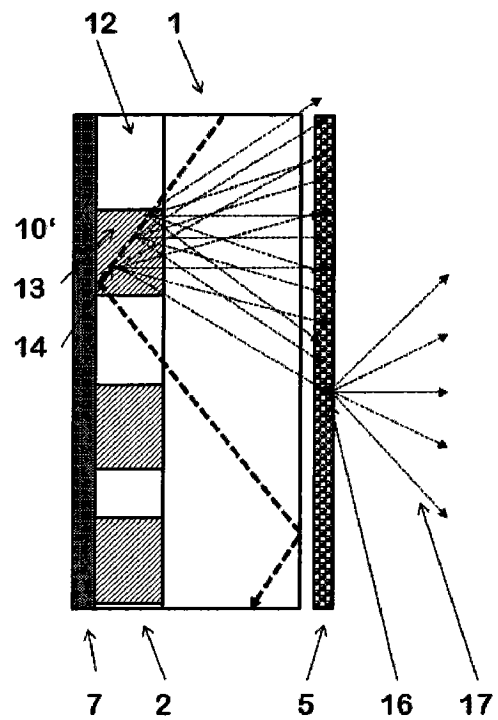


图 9

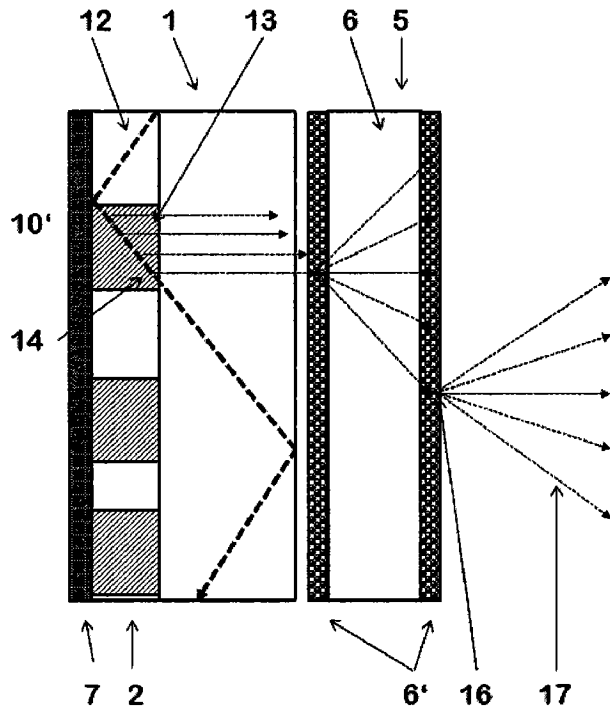


图 10

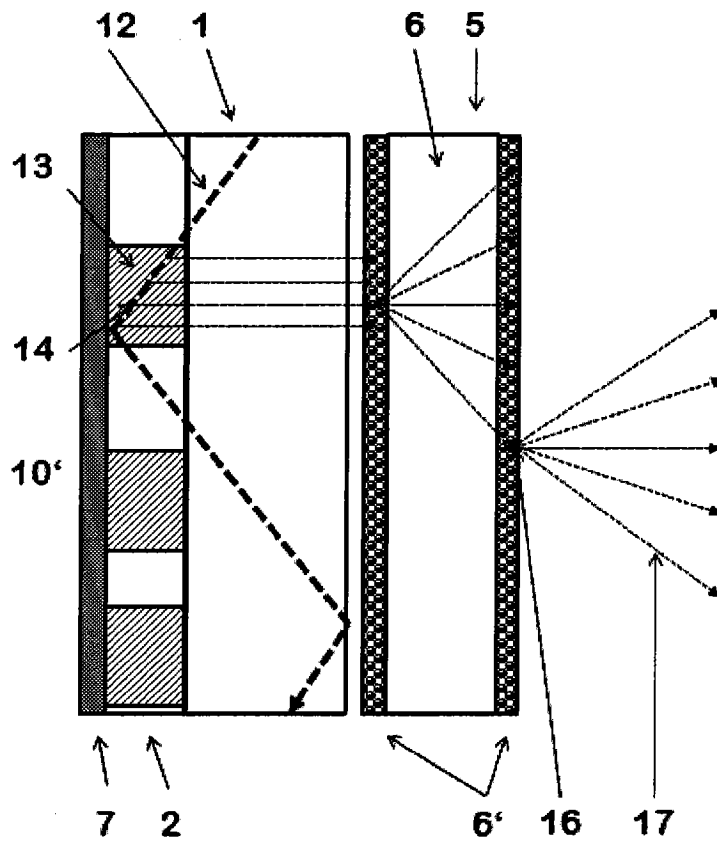


图 11

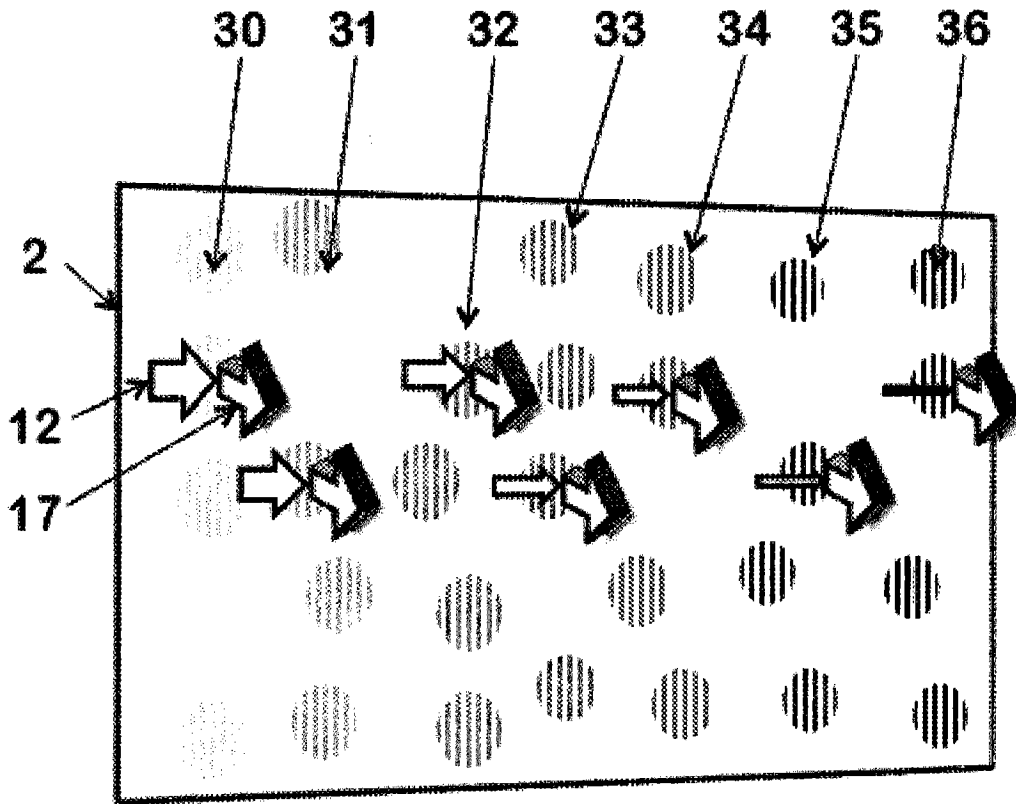


图 12

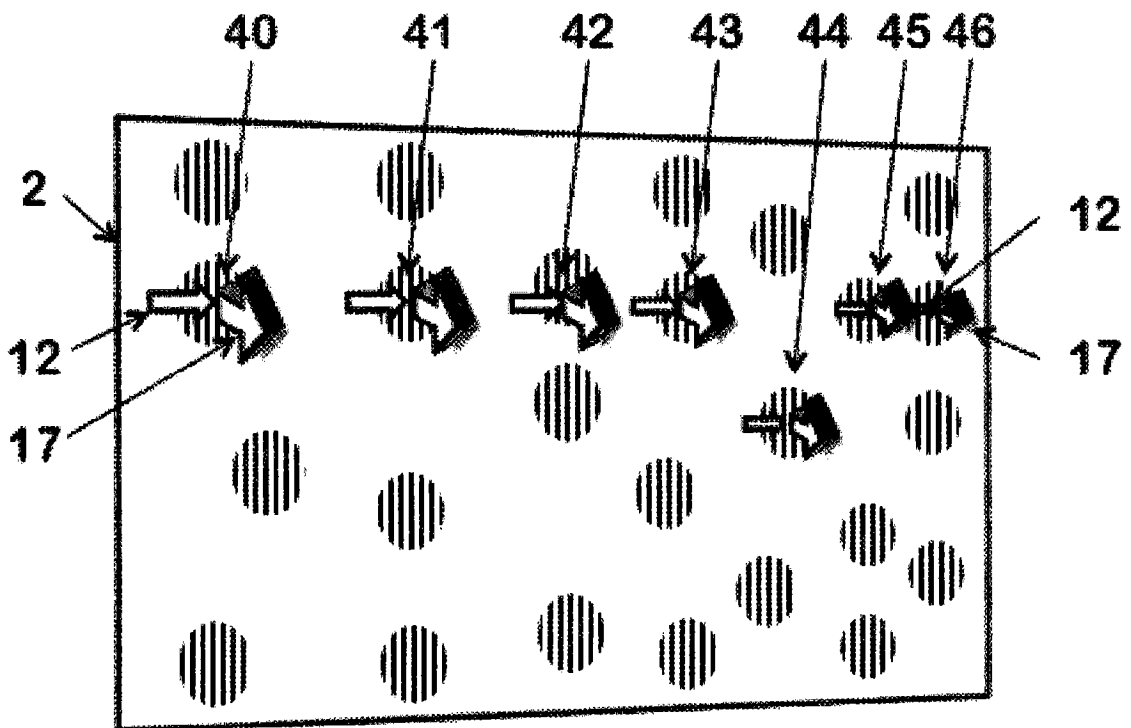


图 13

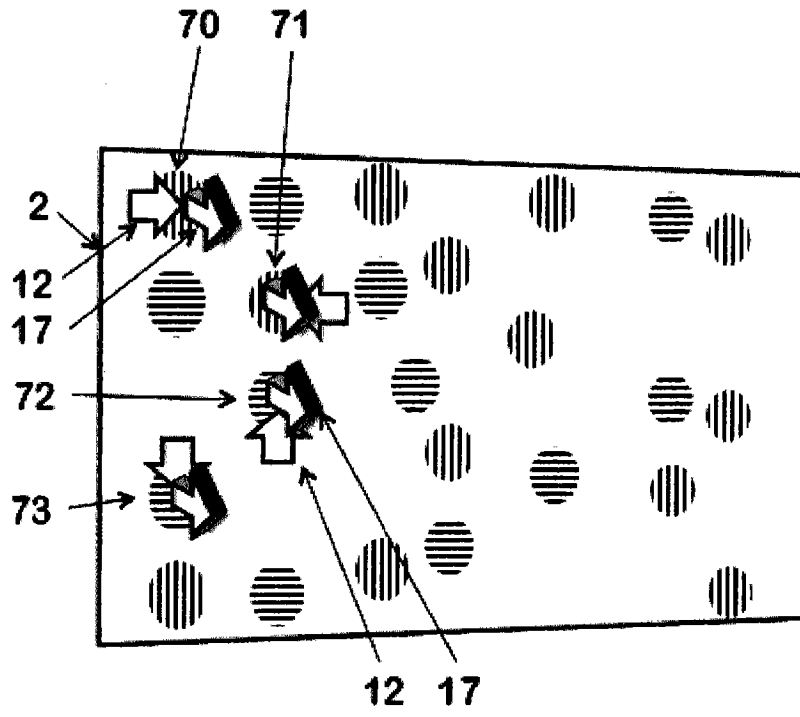


图 16

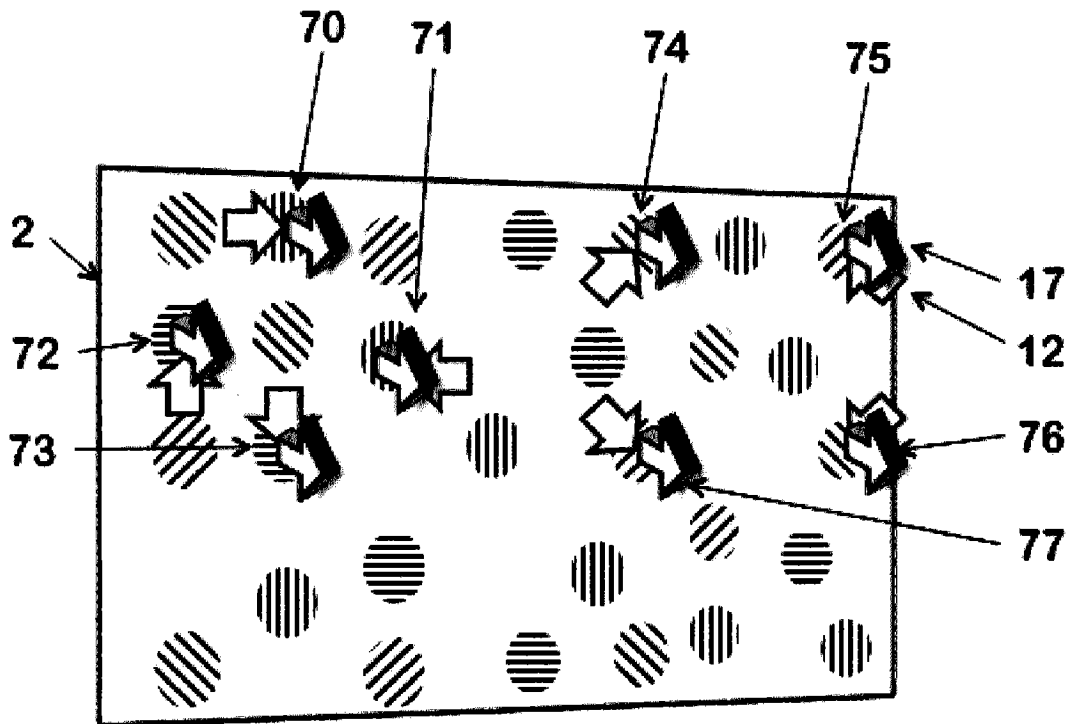


图 17

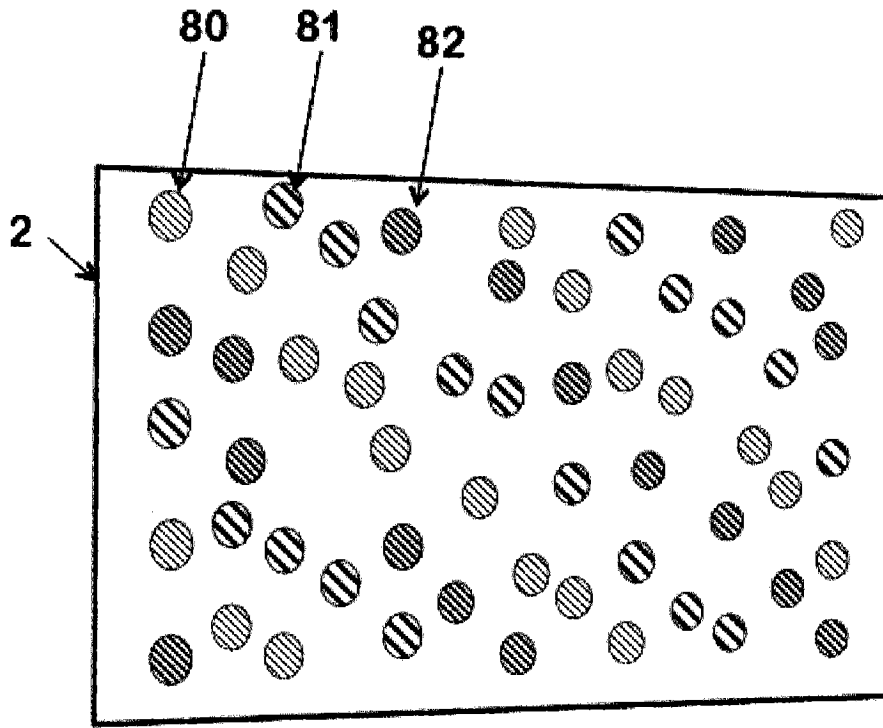


图 18

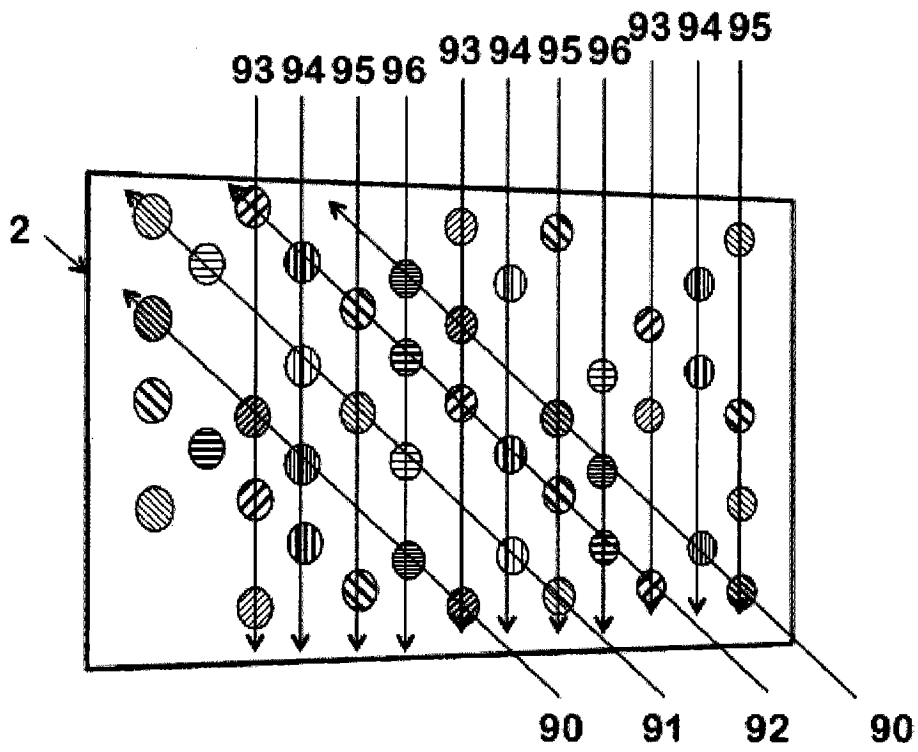


图 19

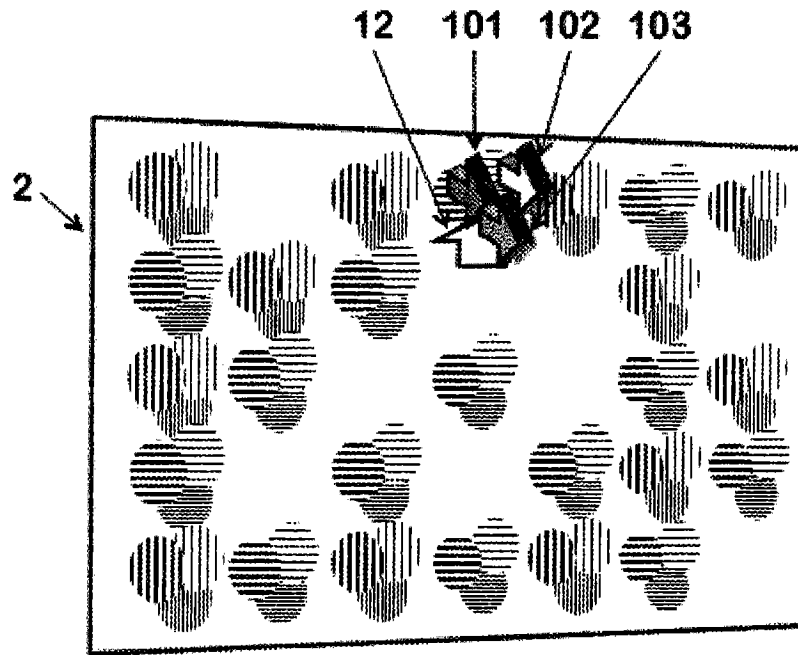


图 20

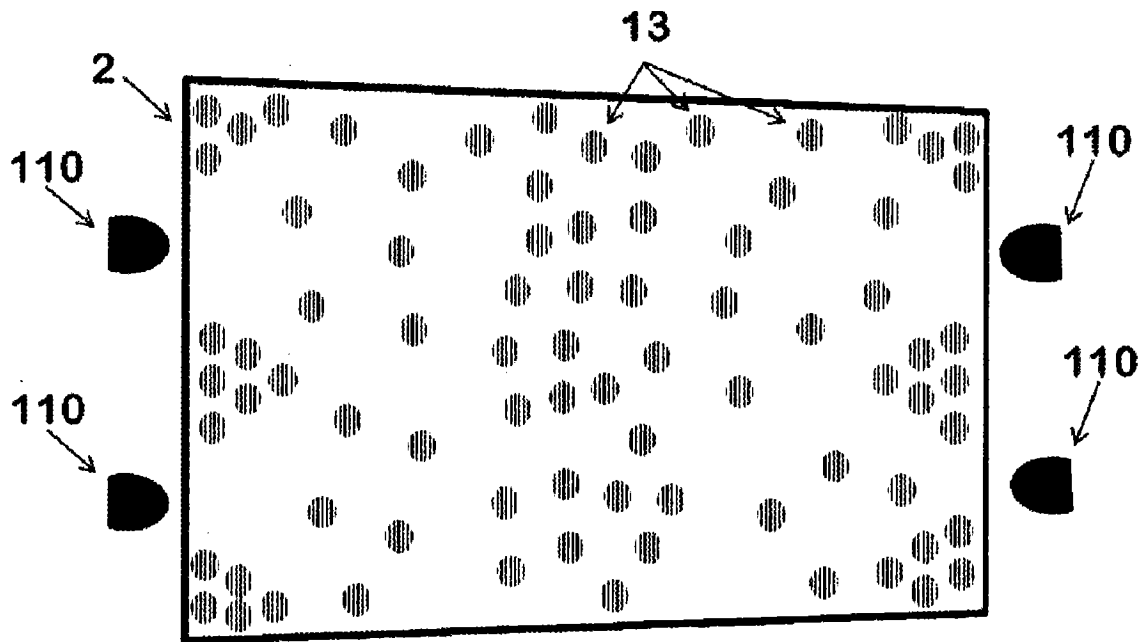


图 21

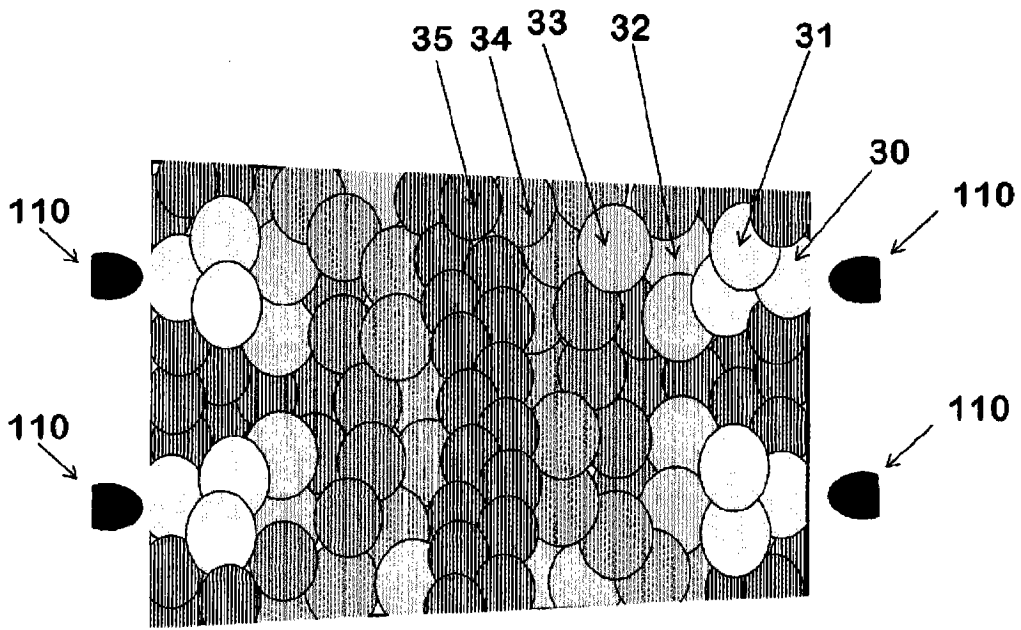


图 22