



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104704407 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201380053455. 3

(22) 申请日 2013. 08. 09

(30) 优先权数据

12180245. 8 2012. 08. 13 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 04. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/066711 2013. 08. 09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/026923 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 W. 霍海泽尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 朱君 刘春元

(51) Int. Cl.

G02B 6/00(2006. 01)

F21V 8/00(2006. 01)

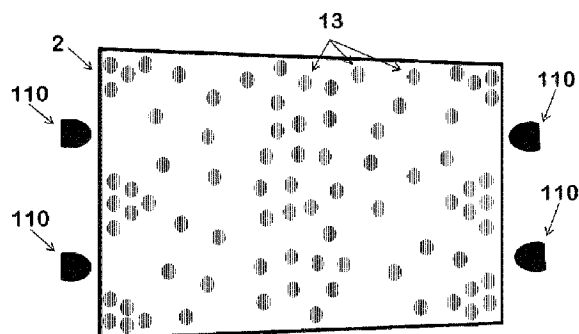
权利要求书2页 说明书17页 附图21页

(54) 发明名称

带有退耦元件的光引导板

(57) 摘要

本发明涉及用于显示器的平面光分配模块, 包括: 光引导板, 通过所述光引导板可经由至少一个侧面耦合进的光能够借助于全反射传播; 和至少一个安装在所述光引导板(1)的一个或两个主面上并与所述光引导板(1)光学接触的平面退耦设备(2), 其具有在其中构造的大量全息光学元件(13), 所述全息光学元件(13)被设计为使得光能够从所述光引导板(1)退耦, 其中所述光分配模块其特征在于, 在所述退耦设备(2)中无平移对称性地布置全息光学元件(13)。此外, 本发明涉及光学显示件, 尤其是电子显示器, 其含有根据本发明的光分配模块。



1. 用于显示器的平面光分配模块,其包括:光引导板,通过所述光引导板可经由至少一个侧面耦合的光能够借助于全反射传播;和至少一个安装在所述光引导板(1)的一个或两个主面上并与所述光引导板(1)光学接触的平面退耦设备(2),在所述退耦设备中布置大量全息光学元件(13),所述全息光学元件被设计为使得其能够从所述光引导板(1)退耦光,其特征在于,相关于至少两个空间维度无平移对称性地在所述退耦设备(2)中布置全息光学元件(13)并且所述全息光学元件(13)设计为体积格栅。

2. 根据权利要求1中所述的光分配模块,其特征在于,对于所述全息光学元件(13)在所述退耦设备(2)中的布置不存在两维的重复序列和/或每个单位面积的全息光学元件(13)的数量从所述退耦设备(2)的至少一个边缘向中间增长。

3. 根据权利要求1或2中所述的光分配模块,其特征在于,在所述退耦设备中(2)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配模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)在所述退耦设备(2)中构成并且从所述退耦设备(2)的平面侧之一出发延伸进入所述退耦设备(2)和/或完全穿过所述退耦设备(2),其中所述退耦设备(2)尤其利用如下的平面侧与所述光引导板(1)接触,所述全息光学元件(13)位于所述平面侧上。

5. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,所述退耦设备(2)或者所述光引导板(1)配备有反射层7,所述反射层安装在与光退耦方向相对的平面侧上。

6. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)的衍射效率是不同的,其中所述全息光学元件(13)的衍射效率尤其沿着进入所述光引导板(1)的光的入射方向增加。

7. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)能够至少在从400nm到800nm的波长范围从所述光引导板(1)退耦光和/或所述全息光学元件(13)能够波长选择性地退耦光,其中尤其存在至少三组全息光学元件(13),所述至少三组全息光学元件(13)分别波长选择性地用于红光、绿光和蓝光。

8. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)设计成使得通过所述全息光学元件(13)退耦的光横向地完全穿过所述退耦设备(2)。

9. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)设计成使得退耦的光被反射并且在所述退耦之后横向穿过所述光引导板(1)。

10. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,在所述光引导板(1)的两个平面侧上分别布置至少一个退耦设备(2)和/或在所述光引导板(1)的一个平面侧上布置至少两个退耦设备(2)。

11. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,在所述光引导板(1)的一个平面侧上布置至少三个退耦设备(2a、2b、2c),其中所述三个退耦设备(2a、2b、2c)分别针对恰好一个光颜色,尤其是针对红光、绿光和蓝光包含波长选择性的全息关系元件(13)。

12. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,所述退耦设备(2)具有从0.5 μ m到100 μ m的厚度,尤其是从0.5 μ m到40 μ m的厚度,优选地至少5 μ m的厚度。

13. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,所述退耦设备(2)包含银卤化物乳液、双色胶、光折射材料、光变色材料和/或光敏聚合物,尤其是包含光起

始系统和可聚合写入单体的光敏聚合物,优选的是包含光起始系统、可聚合写入单体和交联基质聚合物的光敏聚合物。

14. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)在至少一个相对所述退耦设备(2)的表面平行走向的空间轴中相互独立地具有至少300 μm ,尤其至少400 μm 或者甚至至少500 μm 的延伸。

15. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)在所述退耦设备(2)的表面中能够相互独立地具有环形的、椭圆形的或者多边形的,尤其是三角形、四边形、五边形或六边形的、梯形的或者平行四边形的横截面和/或退耦设备(2)的各个全息光学元件(13)部分地重叠,其中所述退耦设备(2)的表面尤其基本上完全被全息光学元件占据。

16. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,在所述光引导板(1)和/或退耦设备(2)的、其上射出光的平面侧上布置至少一个漫射器(5),所述至少一个漫射器(5)优选地与所述光引导板(1)和/或所述退耦设备(2)间隔开,所述间隔优选地小于或等于0.1 μm ,尤其小于或等于0.05 μm 。

17. 根据上述权利要求中任一项所述的光分配模块,其特征在于,所述全息光学元件(13)拥有漫射器功能。

18. 光学显示件,尤其是电视机、移动电话、计算机和类似物的显示器,其特征在于,所述显示件包括根据权利要求1到17中任一项所述的光分配模块。

19. 根据权利要求18的光学显示件,其特征在于,只使用基本上发射蓝光的光源(110),其中到绿光和红光的颜色转换借助于Q点在所述光源(110)中的量子轨道中、在所述退耦设备(2)的全息光学元件(13)中、在漫射器(5)中或者在颜色过滤器(4)中进行。

带有退耦元件的光引导板

[0001] 本发明涉及用于显示器的平面光分配模块,其包括:光引导板,通过所述光引导板可经由至少一个侧面耦合进的光能够借助于全反射传播;和至少一个安装在所述光引导板的一个或两个主面上并与其光学接触的平面退耦设备,在所述退耦设备中布置大量全息光学元件,所述全息光学元件被设计为能够从光引导板(1)退耦光。此外,本发明还涉及光学显示件,尤其是电子显示器,所述电子显示器含有根据本发明的光分配模块。

[0002] 液晶显示件有着广泛散布。液晶显示件已经有许多尺寸。液晶显示件从移动电话、游戏电脑中的小型 LC 显示器到用于膝上型电脑、平板电脑、台式监视器的中型显示器直到例如针对电视机、广告牌和建筑安装的大型应用。

[0003] 通常将冷阴极射线源和发光二极管(LED)用在背面照明单元(背光单元,简称 BLU)中以便产生光。这些光源的辐射特性使得所述光源辐射相比较无方向性的光。基本上使用两种构造形式:直接照明和边缘照明。

[0004] 在直接照明(直接 BLU)中发光主体装配在显示器的背侧上。其具有如下优点:光非常均匀地分配在显示器面板尺寸上,这对于电视机而言是尤其重要的。此外,如果人们在直接照明中使用 LED,则其也能调光,这使显示器的对比度值提高成为可能。在此,缺点是高成本,原因在于需要大量射线源。

[0005] 因而,边缘照明最近越来越多地出现在市场中。在此射线源只装配在光引导板的边缘上。在该光引导板中,光在边缘耦合并通过全反射透射进内部。通过在光引导板平面侧上安装的光退耦元件,由此光向前朝向 LC 面板转向。在此,典型的光退耦元件是白颜料制成的印刷式样、光引导板表面的粗糙化或者冲压的光折射结构。这些结构的数量和密度能被自由地选择并且允许非常均匀地照射显示器。

[0006] 在高分辨 LC 显示器的进一步发展方案中,人们这样尝试,即,使得带有更佳呈现质量的节能显示器成为可能。在此重要的部分方面是加大颜色空间(域 Gamut)以及均匀照射(射线密度分配)。

[0007] 通过提高单个像素的颜色保真度,颜色空间得以加大。这伴随着使用红色像素、绿色像素和蓝色像素的越来越窄的谱分配。收紧颜色过滤器的谱分配是可想到的,然而带来光利用的成本并提高电流消耗。因此有利的是,使用以窄谱发射的光源,例如发光二极管或者激光二极管。

[0008] 当今现有技术中使用的光退耦元件、例如白色反射颜色或者表面粗糙化部示出朗伯射线无方向性的散射特性。这一方面导致大量光路,所述光路通过位于光引导板和 LC 面板之间的漫射器膜和棱镜膜重新均匀化并且随后必须再次对准,以便于提供合适于 LC 面板的光分配。

[0009] 除了这些反射性和/或折射性退耦元件之外,还描述在光引导板上起衍射作用的表面结构:

在 US 2006/0285185 中描述一种光引导板,其中成型的衍射表面结构的深度匹配于退耦的效率。然而,由于格栅结构中只有一个频率,所以,该有效的效率被认为是低的。

[0010] US 2006/0187677 教导一种光引导板,其中,成型的衍射表面结构应该通过不同的

填充因数和不同的取向来设定均匀的强度分配。

[0011] 由 US 2010/0302798 已知：通过上部结构压印入衍射表面结构中来使用两个空间频率。US 2011/0051035 教导通过在表面结构中其他的切割(“裁切”)所进行的类似匹配，以便于能够与退耦效率分开来优化退耦特征。

[0012] Park 等人 (Optics Express 15(6), 2888-2899 (2007)) 报道有关点矩阵衍射的点状表面结构，不过，由此只实现 62% 的强度均匀性。

[0013] US5650865 教导双全息图的使用，所述双全息图由反射体积全息图和透射体积全息图组成。所述两个全息图选择来自窄光谱宽度的光并且垂直地将来自特定角度的光偏转出光引导板。在此，三种基色的双全息图在几何方面分配给 LC 面板的像素。在此，两个像素化全息图相互间的定向及其关于 LC 面板的像素的校准是耗费大且困难的。

[0014] US 2010/0220261 描述用于液晶显示器的照明设备，其包含光引导板，所述光引导板包含体积全息图，以便于使激光转向。在此体积全息图以相互间的特定距离、倾斜地定位到光引导板中。然而，制造光引导板中的体积全息图是非常耗成本的。

[0015] 由 GB 2260203 已知的是：使用体积全息图作为光引导板上的颜色选择格栅，其中各个体积全息图有如下退耦效率，所述退耦效率沿入射方向增加。在此颜色选择格栅在空间上匹配于透光数字光调制器的像素，这对于越来越高分辨率的显示器面板而言是耗费大并由此是昂贵的。

[0016] 因此，本发明的任务是：提供带有特别扁平 and 紧凑光分配模块的更佳显示器设计，所述光分配模块能够将光有效地并均匀地投影到透光数字光调制器上。光分配模块应该还允许减少光源数量并且因此更低价地进行光学显示件的制造。

[0017] 该任务对于起初提及的类型的分配模块通过如下方式得以解决：相关于至少两个空间维度在退耦设备中无平移对称地布置全息光学元件并且将全息光学元件设计为体积格栅。

[0018] 在此本发明基于如下的认识，即相背于由现有技术已知的说明、尤其是由 GB 2260203 已知的说明，不需要均匀地布置全息光学元件，以便于使得来自光引导板的均匀光退耦成为可能。此外，对于根据本发明的解决方案不需要离散地分配退耦位置到显示器的各个像素。

[0019] 因此，对于根据本发明的光分配模块，能够定向地从光引导板退耦光并且通过全息光学元件在光引导板上的分配实现均匀的光退耦。额外地，例如还能够改变全息光学元件的形状、尺寸、衍射效率和 / 或衍射方向或者借助于全息光学元件进行波长选择。换言之，典型情况下所使用的光源将宽角度范围中的光耦合到光引导板中。在此，全息光学元件选择这些射线并且将不遵守布拉格条件的哪些射线保留在光引导板中。通过合适地选择光引导板上全息光学元件的形状和尺寸或者衍射效率或分配，或者通过衍射方向，或者通过选择波长，或者通过结合两个或更多的这些特征可能一致地设定漫射器中的光均匀性。因此光引导板用作光存储件，全息光学元件从所述光存储件中“抽取”光并且将所述光有目的地退耦到漫射器。这些可能性和其他可能性接下来还要详细地探讨。

[0020] 适于作为用于本发明显示器的光源的是等离子体发射灯，例如冷阴极荧光灯或其他，例如：包含激态复合物(Exciplex)的等离子光源；基于无机材料或者有机材料的固态光源，例如发光二极管(LED)，优选地所谓的白 LED，其包含紫外线和 / 或蓝色发射和转换

颜色的磷,其中转换颜色的磷还能够包含这种半导体纳米微粒(所谓的量子点、Q点),其(如专业人员已知的那样)在以蓝光或UV光激励之后在合适的红色和绿色以及必要时蓝色光谱范围内以高效率发射。优选的是带有光发射的尽可能狭窄的带宽的Q点。此外至少三个单色的,即例如红色的、绿色的和蓝色的LED的组合;至少三个单色的,即例如红色的、绿色的和蓝色的激光二极管的组合;或者单色LED和激光二极管的组合也是适用的,因此基色可通过组合来制造。备选地,基色也能够以蓝色LED照射、轨道状的元件中产生,所述元件包含合适的Q点,以便于将转换的、带有窄带宽的红光和绿光在此以高效率与LED的蓝光混合。轨道状元件(其在注册的商品名“Quantum Rail”下也是可得到的)能够定位在由蓝色LED或蓝色激光二极管构成的阵列之前。

[0021] 可以通过不同的方法在透明层中制造全息光学元件。有可能使用对应于待产生式样的掩膜,其中该掩膜包括对应于该式样的开口(正掩膜)。在此全息曝光以如下类型构造,即信号射线或参考射线或者两者通过掩膜在其强度或者极性上局部地修改。该掩膜能够尤其是由金属、塑料、硬纸板或者类似物生产并且因此包含如下开口或者区域,在所述开口或者区域的位置,射线穿过或者其极性改变并且借助全息记录膜中第二射线的干涉产生全息光学元件。在只有一个射线击中记录材料的地方或者两个射线的极性状态彼此正交的地方,进行记录材料的曝光,该曝光不会导致全息光学元件。

[0022] 如果要产生对于全息光学元件而言局部不同的衍射效率,则能够使用灰色过滤器,所述灰色过滤器局部地匹配信号射线和参考射线的射线比率(beam ratio)并且因此确定全息光学元件的衍射效率的干涉场的振幅随着位置不同而改变。灰色过滤器例如能够通过压制的玻璃片或者透明、基本上无双折射的、置于掩膜上的塑料膜来实现。理想地,灰色过滤器通过数字印刷技术、例如喷墨印刷或者激光印刷来实现。

[0023] 除了灰色过滤器之外,也能够使用如下元件,所述元件局部地改变两个写入射线中至少一个写入射线的极性状态,原因在于干涉场的振幅因此同样能够受影响。合适的元件例如是线性偏光器、四分之一波板或半波板。线性偏光器也能够如灰色过滤器那样起作用。

[0024] 如果人们不仅想将简单的全息格栅而且还将漫射器特性一同曝光进全息光学元件中,则在此信号射线能够通过光学漫射器修改。在此能够放置掩膜在漫射器上,以便于在此处能实现空间关联。同样也能够类似地利用掩膜来修改参考射线。在后一种情况中,“信号”信息在参考射线和信号射线上分配,原因在于参考射线利用掩膜定义区域,信号射线引入漫射器特性。另外可能的是:首先产生漫射器的主全息图,使用所述主全息图在第二全息曝光步骤中来产生透明层中实际的全息光学元件。当使用主全息图时,人们只针对其产生需要正掩膜以及在接下来的副本建立时也许能够弃用。

[0025] 光分配模块的退耦设备例如能够借助于掩膜方法(正掩膜),经由通过灰色过滤器、极性过滤器对射线-比率的变化,通过使用漫射器,通过借助灰色过滤器所进行的不相干曝光(负掩膜),通过顺序地对各个全息光学元件进行光学印刷来进行,只提到一些例子。修改退耦设备例如能够通过由射线、化学膨胀或收缩来消除全息图;通过机械后加工或者通过结合两个或者更多这些方法来进行。

[0026] 如果人们想使用带有全息光学元件的多个不同层,能够有利的是:分开制造它们并且接着相继地应用在层压步骤中或者在粘合方法中。当使用带有不同衍射角的不同全息

光学元件时,针对这些组中的每组使用自己的掩膜并且相应地修改射线几何形状。在此顺序地执行曝光。

[0027] 当针对不同的重构频率使用不同的全息光学元件时,针对这些组中的各组使用自己的掩膜并且相应地使用其他激光。在此能够顺序地执行曝光。同时可能的是:各掩膜开口配备有颜色过滤器,所述颜色过滤器定义颜色关联。因此能够借助于由红色、绿色和蓝色组成的白色激光顺序地也同时地进行曝光。此外,如果人们也还针对透射射线改变颜色过滤器的吸收,也能够同时匹配衍射效率。

[0028] 如果全息光学元件彼此毗邻或者重叠,那么能够完全弃用掩膜并且单单针对曝光使用玻璃板/塑料膜。

[0029] 除了正掩膜之外,也能够使用负掩膜。在此,被曝光区域通过不相干的预曝光来减少感光性。该预曝光后,在记录膜的余下区域中进行真正的全息曝光。在此,不相干的预曝光能够以不同的光强进行。该类型是有可能的,即设定每个区域从无减少感光性到完全减少感光性。

[0030] 现在,接下来的全息曝光能够再次颜色选择地和/或方向选择地进行,因此,以这种方式,通过借助于负掩膜进行的不相干预曝光来设定衍射效率,颜色选择性和/或方向选择性通过正掩膜以两个步骤进行。记录材料的减少感光性通过负掩膜进行,使得由此定义无全息光学元件的区域。然后利用三个正掩膜顺序地以相应的激光将红色、绿色和蓝色的全息光学元件写入记录材料。同样可能的是:各正掩膜开口配备有颜色过滤器,所述颜色过滤器定义颜色关联。然后能够借助于由红色、绿色和蓝色组成的白色激光顺序且同时地进行曝光。

[0031] 对其他适合于在退耦设备中产生全息光学元件的方法,顺序地对各个全息光学元件进行光学印刷。在此经由 x-y 移位台,记录材料移过光学写入头,或者光学写入头借助 x-y 定位单元被引在记录材料上。在此先后单独经过各个位置并且借助于干涉曝光而曝光进全息光学元件。在此该方法尤其还适用于简单匹配各个全息光学元件的重构方向,原因在于通过旋转光学写入头或者记录材料,简单匹配是可能的。写入头当然也能够包含其他的功能,例如通过使用多个激光或者通过灵活的灰度级过滤器或极化元件的颜色选择性,其能够匹配信号射线和参考射线的比率 (beam ratio)。

[0032] 此外,在本发明的框架内,人们通过有目的地在区域中消除全息图或者对于可见光谱不同波长范围局部地影响所述光学元件的衍射特性,首先应用平坦覆盖在光引导板表面上的全息光学元件并且在接下来的步骤中结构化成单独的全息光学元件。然而,这例如能够非排他地同样通过掩膜发生,其方式是,人们例如以 UV 射线照射或者使用其他对记录材料而言匹配的消除方法。

[0033] 进一步地,例如能够以 x-y 扫描的方式通过有目的地局部膨胀或者收缩使全息光学元件的衍射特性匹配于可见光谱的不同光谱范围。合适的剂例如是能以光化性射线交联且有合适折射率的单体,所述单体局部地扩散并且然后交联。优选地,在使用光敏聚合物作为记录材料时,能够使用该过程。

[0034] 最后可能的是,借助于可模压的且可转移的膜材料产生全息光学元件。在此曝光统一的格栅结构,式样的结构以机械方式被模压并且转移到波导上,例如经由层压步骤。

[0035] 优选地退耦设备由用于体积全息图的记录材料组成。合适的材料例如是银卤化

物乳液、双色胶、光折射材料、光变色材料或者光敏聚合物。这些当中，银卤化物乳液和光敏聚合物实质上是工业中重要的。非常明亮和对比明显的全息图能写入银卤化物乳液，然而需要增加耗费用来保护对湿气敏感的膜，以便于保证足够的耐久性。对于光敏聚合物有多个基本的材料概念，所有光敏聚合物共同的是光起始系统和可聚合的写入单体。除此以外这些组成成分还能够被嵌入载体材料中，例如热塑性的粘合剂、交联或不交联的粘合剂、液晶、溶胶-凝胶或者纳米多孔玻璃。额外地，还能够适宜地通过特定的添加剂受控地 (mass-geschneidert) 调整其他特性。在一特别的实施方式中，光敏聚合物能够还包含增塑剂、稳定剂和 / 或其他添加剂。结合包含光敏聚合物的交联基质聚合物，这尤其是有利的 (如示例性地在 EP2172505A1 中描述的)。此处描述的光敏聚合物具有可模块化适应于所需波长的光起始系统作为光起始剂、具有光化性可聚合组的写入单体以及高度交联的基质聚合物。如果添加合适的添加剂，如在 WO 2011054796 中描述的那样选择的添加剂，则能够制造尤其有利的材料，所述材料根据其光学特性、可制造性和可加工性得到工业上受关注的材料。根据这些方法，合适的添加剂是氨基甲酸酯 (Urethane)，其优选地以至少一个氟原子替换。这些材料根据其机械特性在宽范围上调整并且由此不仅在未曝光的状态而且在曝光状态中能够匹配多样化的需求 (WO 2010054749 A1)。所描述的光敏聚合物不仅能够由滚动方法 (Rolle-zu-Rolle Verfahren) (WO2010091795) 而且能够由印刷方法 (EP2218742) 制造。

[0036] 此外，耦合设备能够拥有层构造，例如光透明的衬底和光敏聚合物层。在此尤其符合目的的是，将带有光敏聚合物的退耦设备直接层压在光引导板上。同样可能的是，退耦设备以如下方式实施，即光敏聚合物由两个热塑性膜包围。在此情况下特别有利的是，毗邻光敏聚合物的两个热塑性膜之一利用光学透明粘合剂膜安装于光引导板处。

[0037] 优选地，退耦设备的热塑性膜层由透明塑料组成。在此尤其优选地广泛使用无双折射的材料、例如非晶型热塑料。在此合适的是聚甲基丙烯酸甲酯、三乙酸纤维素、非晶型聚酰胺、非晶型聚酯、非晶型聚碳酸酯、环烯烃 (COC) 还或者所提及的聚合物的混合物。为此也能够使用玻璃。

[0038] 退耦设备能够进一步地包含银卤化物乳液、双色胶、光折射材料、光变色材料和 / 或光敏聚合物，尤其是包含光起始系统和可聚合的写入单体的光敏聚合物，优选的是包含光起始系统、可聚合的写入单体和交联的基质聚合物的光敏聚合物。

[0039] 无平移对称性的全息光学元件的布置例如能够通过物理模型来描述，其中带有点距离 a 的规则点格栅作为输出配置被采纳，其中每点对应于全息光学元件。为格栅的每点分配点群，所述点群通过拉力弹簧与其四个最近的邻居中的每个连接。这些拉力弹簧以某个值加力，这就是说，弹簧的静止长度小于格栅间的平均距离。

[0040] 弹簧的弹簧常数在统计上规定为围绕平均值分配。接着，确定整个系统能量的最小值。从中得到的点群位置构成带有所想要特性的格栅。

[0041] 两个相邻点的平均距离仍然是 a 。格栅是非周期性的。无特别突出的方向并且自相关函数针对大于 a 的值快速地降低。下降的斜率能够通过弹簧常数值中的分散操控。

[0042] 为了能够计算格栅的自相关函数，必须首先为该格栅分配一次函数。这能够以如下方式进行：为所有位于格栅线上的点 (x, y) 分配值 1 并且为所有其余点分配值 0。对于该函数 $f(x, y)$ 能够以本身已知的方式 (例如参见 E. Oran Brigham, FFT/ Schnelle

Fourier-Transformation, R. Oldenbourg Verlag, Muenchen/Wien 1982, 84 页 ff.) 确定自相关函数：

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

对于严格周期性的格栅，如边缘长度 a 的正方形格栅，函数 $Z(x, y)$ 在其中 $x=n*a$ 或 $y=n*a$ 的所有点中具有分别相等幅度的极点、更确切地说与值 n 无关，其中 n 为整数。一旦该格栅以如下方式变形，即保留低阶，相反地不保留高阶，极点高度随着 n 的增大迅速地降低。

[0043] 以这种方式实施的全息光学元件的布置有如下优点，即其在视觉上比带有平移对称性的格栅更不明显。由此能够更大地选择平均格栅距离并且减少制造成本。进而通过更大的平均格栅线距离来提高退耦设备的透光率。此外阻止出现莫尔 (Moiré) 效应。

[0044] 在根据本发明的光分配模块的有利设计方案中，全息光学元件以如下方式布置，即每个单位面积的全息光学元件数量从退耦设备的至少一个边缘向中间增长。该布置尤其适用于退耦设备的对应于光引导板的侧面的边缘，来自光源的光在该侧面上耦合进。就此而言，因此对于存在两个布置在光引导板的位置相对侧面上的光源的情况，每个单位面积的全息光学元件数量从退耦设备的这两个相对的边缘向中间增长。如果在光引导板的三个或者四个侧面上布置光源，那么之前提及的分配相对应地适用。如果光源是点状光源，那么此外，分别在点状光源之间靠近光引导板的边缘增加退耦元件的数量是有利的。当一个或多个光源定位在光引导板的边缘处时，类似地实现该设计方案。对于根据本发明的光分配模块规定：在退耦设备中存在大量全息光学元件。在本发明的意义上大量理解为在退耦设备中存在至少 10 个全息光学元件，优选地至少 30 个全息光学元件，优选地至少 50 个，更优选地至少 70 个，尤其优选地至少 100 个。

[0045] 在根据本发明的光分配模块的另一构造方案中，全息光学元件在退耦设备中构成并且从退耦设备的平面侧之一出发延伸完全穿过退耦设备和 / 或进入退耦设备。在这种实施方式中尤其优选的是，退耦设备利用全息光学元件位于其上的平面侧与光引导板接触。以这种方式能够在光引导板和退耦设备之间产生尤其有效的光接触，由此改善全息光学元件的退耦效率。

[0046] 另外在本发明的框架内规定：给退耦设备或者光引导板配备反射层，所述反射层安装在位于光退耦方向对面的平面侧上。这例如能够通过施加金属反射层经由气相沉积、溅射或者其他技术来实现。由此能够提高退耦效率或者减少强度损失。

[0047] 按照根据本发明的光分配模块的另一优选实施方式，全息光学元件的衍射效率是不同的，其中全息光学元件的衍射效率尤其从退耦设备的边缘出发沿着进入光引导板的光的入射方向增加。如果提供相对的光源，那么衍射效率从侧边缘（在所述侧边缘上光源耦合光进入光引导板）出发向其中间以有利的方式增加。如果在光引导板的三或四个侧边缘处

提供光源,那么上述的布置以相应的方式适用于衍射效率。如果光源是点状光源,那么额外地有利的是,分别在点状光源间靠近光引导板的边缘增加衍射效率。

[0048] 在本发明的框架内尤其有利的是,全息光学元件能够至少在从 400nm 到 800nm 的波长范围退耦来自光引导板的光。尽管如此也能够提供覆盖较宽波长范围的全息光学元件。相反地,也能够使用仅仅覆盖可见波长范围的区段的全息光学元件,例如尤其只是红光、蓝光或绿光或额外可选的黄光的范围。通过这种方式能够实现从光引导板的白光的各个光颜色的颜色选择性退耦。因此本发明的尤其优选的实施方式由如下光分配模块组成,在所述光分配模块中全息光学元件能够波长选择性地退耦光,其中尤其存在至少三组全息光学元件,所述全息光学元件针对红光、绿光和蓝光分别是波长选择性的,其中也能够针对黄光可选地使用第四组。

[0049] 在根据本发明的光学分配模块的另一设计方案中能够规定,以如下方式设计全息光学元件,即通过所述全息光学元件退耦的光横向地完全穿过退耦设备。换言之,即能够使用可透射的退耦设备。作为这些可透射的退耦设备的替换或者附加,也能够以如下方式设计全息光学元件,即反射退耦的光并且在退耦之后横向穿过光引导板。换言之这就是说,在光引导板的、位于与光分配模块的照射方向相对侧的平面侧上布置这种反射性退耦设备。在此在这种反射性退耦设备的外平面上还能够提供反射层。如上面那样实施的那样,该反射层能够由气相沉积的或者溅射的金属层组成。

[0050] 对于本发明框架内使用的全息光学元件,能够采用大量可能的设计形式,其中尤其优选的是设计为体积格栅。在根据本发明的光分配模块的另一有利的设计方案中,能够在光引导板的两个平面侧上分别布置至少一个退耦设备和 / 或在光引导板的一个平面侧上布置至少两个退耦设备。如果在光引导板的平面侧之一上提供多个退耦设备,那么进一步优选的是,在引导板的一个平面侧上布置至少三个退耦设备,其中所述三个退耦设备分别针对恰恰一个光颜色,尤其是针对红光、绿光和蓝光包含波长敏感的全息光学元件。换言之之在这种实施方式中,三个退耦设备中的每个选择性地从光引导板退耦一个光颜色,即例如红光、绿光或蓝光。

[0051] 退耦设备能够具有所提供函数所需的每个厚度。尤其是能利用 $\geq 0.5\mu\text{m}$, 优选地 $\geq 5\mu\text{m}$ 并且 $\leq 100\mu\text{m}$, 尤其优选地 $\geq 10\mu\text{m}$ 并且 $\leq 40\mu\text{m}$ 的光敏聚合物层厚度达到:只衍射确定选出的波长。例如有可能的是,上下相叠地层压三个分别 $\geq 5\mu\text{m}$ 的光敏聚合物层厚度并且事先分别分开写入 (beschreiben)。也能够只用一个 $\geq 5\mu\text{m}$ 的光敏聚合物层 (当全部至少三个颜色选择性全息图同时地或者相继地或者部分地在时间上重叠地写入该光敏聚合物层时)。作为对于之前描述的选择的备选,也能够采用 $\leq 5\mu\text{m}$, 优选地 $\leq 3\mu\text{m}$ 并且尤其优选地 $\leq 3\mu\text{m}$ 且 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 的光敏聚合层厚度。对于这种情况,只有单个全息图优选地以如下波长写入,所述波长靠近可见电磁光谱范围的光谱中部或者靠近照明系统的两个最长波发射范围和最短波发射范围的两个波长的几何中部。

[0052] 在根据本发明的光分配模块的另一个有利设计方案中,全息光学元件在至少一个相对退耦设备表面平行走向的空间轴中相互独立地具有至少 $300\mu\text{m}$, 尤其至少 $400\mu\text{m}$ 或者甚至至少 $500\mu\text{m}$ 的延伸。该设计方案尤其有利的原因是:本发明的框架内不需要全息光学元件照亮显示器的离散像素。取而代之,通过使用这种较大的全息光学元件来实现显示器背面漫射和均匀的照射。

[0053] 用于根据本发明的光分配模块的全息光学元件能够有任意的形状。因此，全息光学元件能够相互独立地在退耦设备的表面中具有环形的、椭圆形的或者多边形的，尤其三角形、四边形、五边形或六边形的、梯形的或者平行四边形的横截面。该形状设计也包括如下实施方式，在所述实施方式中例如以条带形式布置全息光学元件，它们从退耦设备的侧边缘向相对侧边缘延伸。这些条带能够平行于退耦设备的侧边缘布置而或者以任意其他的角度布置。在此，条带状构成的各个全息光学元件能够相互平行地走向而或者也成角度。

[0054] 按照根据本发明的光分配模块的另一个设计可能性，退耦设备的各个全息光学元件部分地重叠，其中退耦设备的表面尤其基本上完全被全息光学元件占据。

[0055] 根据退耦设备的制造方法（例如通过光学印刷）能够产生离散的全息光学元件，所述全息光学元件相互毗邻或者也与相邻的光学元件重叠。因此，多于两个全息光学元件也可能相互和上下重叠。如果人们使用其他制造方法（例如灰度掩模（Graustufenmasken））也能够在全息光学元件之间没有给出离散的边界。在该情况下，灰度掩模的印刷过程的成像性能（例如通过印刷头、针对灰色区域表示的墨定量的分辨率给出）决定全息光学元件的基本尺寸、形状、衍射效率等。典型情况下，印刷过程的分辨率以 dpi= 每英寸点给出，其中在该上下文中出发点如下，即为了通过灰掩膜定义全息光学元件需要至少 100 个单个小印刷头。

[0056] 本发明框架内能够规定：光分配模块包括漫射器，该漫射器布置在由光分配板和退耦设备构成的组合的、光在其上发出的平面侧上，其中优选地在光引导板和 / 或退耦设备上放置漫射器，而没有形成光接触。这优选地通过粗糙的表面或者光引导板或漫射器表面上的颗粒状间距件实现。通过表面条件调整的间距优选地小于或等于 $0.1\mu\text{m}$ ，尤其小于或等于 $0.05\mu\text{m}$ 。漫射器是板状的元件，该元件具有散射层或者由此组成。以该方式能够产生特别均匀的光分配。

[0057] 特别有利的是，除了之前提到的第一漫射器之外还提供另一漫射器，该漫射器在辐射方向上定位在第一漫射器之后且平行地与第一漫射器间隔开。上面相对于第一漫射器提及的优选值适用于其他的间隔。换言之根据本发明的光分配模块可选地包括一个或多个漫射器。

[0058] 作为对漫射器的替代或者附加，能够同样规定：全息光学元件本身已经用于漫射器功能。能够在制造时已经通过相应的照明技术给予全息光学元件这种功能。

[0059] 同样可能的是只使用实质上发射蓝光的光源并且设计根据本发明的光分配模块的方式使得该光分配模块只针对蓝色波长将光均匀地转向光调制器 L 的方向，其中在光调制器的颜色过滤器中针对红色和绿色图像点通过 Q 点执行颜色转换。该设计的优点在于高的光效率，原因在于颜色过滤器不吸收光，而只转换，并且因为光分配模块的布局通过其单色（蓝色）退耦设备通过只使用一层而简化。

[0060] 本发明的另一主题涉及光学显示件，尤其是电视机、移动电话、计算机和类似物的显示器，其中显示件包含根据本发明的光分配模块。除了根据本发明的光分配模块之外，根据本发明的显示器通常包括透光数字化的空间光调制器和照明单元。基于根据本发明的光分配模块的低结构高度，这尤其合适于紧凑的、薄的设计和节能显示器，如电视机、计算机屏幕、膝上型电脑、平板电脑、智能手机或其他类似应用所需要的。

[0061] 在根据本发明的光学显示件的以优选设计方案中，其包含实质上只发射蓝光的光

源,其中借助于 Q 点转成绿光和红光的颜色转换在光源的量子轨道中、退耦设备的全息光学元件中、在漫射器或者颜色过滤器中进行。

[0062] 当人们弃用通常背面的显示器外壳和不用背面的镜像(Verspiegelung)时,这些照明单元也尤其适用于透明的显示器,其在销售点显示器、橱窗中广告应用、机场、火车站和其他公共场所上的透明信息板、内顶板中以及作为仪表板以及汽车前档玻璃中和之上的信息显示器的汽车应用中、窗玻璃片中、带有透明门的商用冰箱或者其他家具中得到多样化应用。在期望的情况下其也能够实施为弯曲或者柔性的显示器。

[0063] 接下来根据附图进一步解释本发明。在附图中

图 1 示出在透射模式中带有全息光学元件的根据本发明显示器第一实施方式的截面视图,

图 2 示出在反射模式中带有全息光学元件的根据本发明显示器的第二实施方式的示意性的侧面视图,

图 3 示出在透射和反射模式中带有全息光学元件的根据本发明显示器的第三实施方式的示意性的侧面视图,

图 4 示出在针对各个原色的透射模式中带有三种不同类型全息光学元件的根据本发明显示器的第四实施方式的示意性侧面视图,

图 5 示出图 1 示意性细节视图,该细节视图呈现两个光路以及射线之一通过全息光学元件在包含透明层的漫射器(散射板)的方向上定向的衍射,

图 6 示出图 1 示意性的细节视图,该细节视图呈现带有不同入射角的三个光路以及射线之一通过全息光学元件的漫射的、定向的衍射,

图 7 示出图 6 示意性的细节视图,该细节视图呈现带有不同入射角来自与图 6 相反方向无射线衍射的三个光路,

图 8 示出图 2 示意性的细节视图,该细节视图呈现光路和通过全息光学元件的漫射的、定向的衍射以及使用无另外透明层的额外漫射器(散射板),

图 9 示出带有反射作用的全息光学元件的对于图 8 备选的设计方案,

图 10 示出图 2 示意性的细节视图,该细节视图呈现光路和通过全息光学元件仅仅定向的衍射以及使用由透明层分开的两个额外的漫射器(散射板),

图 11 示出带有反射作用的全息光学元件的对于图 9 备选的设计,

图 12 以斜上方俯视图示出带有全息光学元件的退耦设备,该退耦设备的衍射效率沿着入射方向增长,

图 13 以斜上方俯视图示出带有全息光学元件的退耦设备,该退耦设备的间距沿着入射方向降低,

图 14 以斜上方俯视图示出带有全息光学元件的退耦设备,该退耦设备的尺寸沿着入射方向增长,

图 15 以斜上方俯视图示出带有矩形全息光学元件的退耦设备,其间隔在横向上降低,

图 16 以斜上方俯视图示出带有全息光学元件的退耦设备,其在相互正交的平面中衍射光,

图 17 以斜上方俯视图示出带有全息光学元件的退耦设备,它们在以 45° 的步长彼此接连地旋转的平面中衍射光,

图 18 以斜上方俯视图示出带有全息光学元件的退耦设备,其衍射不同频带(波长带)的光,

图 19 以斜上方俯视图示出带有全息光学元件的退耦设备,其接连衍射不同频带(波长带)的光,它们在其中衍射光的平面以 45° 的步长彼此接连地旋转,

图 20 以斜上方俯视图示出带有分组为元件组(Elementsätzen)、部分重叠的全息光学元件的退耦设备,所述全息光学元件衍射频率带(波长带)变化的光,

图 21 以斜上方俯视图示出带有相同形状、衍射方向、衍射平面和衍射效率的全息光学元件的分配的退耦设备,其中全息光学元件的分配保证两个光源均匀的光分配,所述光源定位在一个或多个端侧上,

图 22 以斜上方俯视图示出带有相互毗邻且部分重叠的全息光学元件的退耦设备,所述全息光学元件具有相同的形状和衍射方向和衍射平面以及变化的衍射效率,所述衍射效率保证两个光源均匀的光分配,所述光源定位在一个或多个端侧上。

[0064] 根据第一优选的实施方式(如图 1 中示意性地示出),根据本发明的显示器 10 由光引导板 1 和退耦设备 2 组成,该退耦设备包含以透射模式中体积格栅形式的全息光学元件 13。在此光引导板 1 和退耦设备 2 相互光接触。

[0065] 光引导板 1 由透明塑料组成,优选地由基本上无双折射非晶型的热塑料组成,特别优选地由聚甲基丙烯酸甲酯或聚碳酸酯组成。在此光引导板厚度在 $50\mu\text{m}$ 到 $3000\mu\text{m}$ 之间,优选地在 $200\mu\text{m}$ 到 $2000\mu\text{m}$ 之间,特别优选地在 $300\mu\text{m}$ 到 $1500\mu\text{m}$ 之间。在光引导板 1 和退耦设备 2 之间的光接触在此能够通过直接将退耦设备 2 层压到光引导板 1 上来实现。同样可能的是,借助流体实现光接触,理想化地是对应于光引导板 1 和退耦设备 2 的折射率的流体。如果光引导板 1 和退耦设备 2 的折射率不同,那么流体应该具有位于光引导板 1 和退耦设备 2 的折射率之间的折射率。这种类型的流体针对持久的粘合应用应该有足够低的挥发性。光接触同样能够通过光学透明(接触)粘合材料实现,该粘合材料应用为流体。同样能够通过转移粘合材料膜来实现光接触。同样理想化地,光学透明粘合材料和转移粘合材料的折射率应该位于光引导板 1 和退耦设备 2 的折射率之间。优选的是借助于流体粘合材料和转移粘合材料的光接触。

[0066] 同样可能的是,可选地在一侧上镜像光引导板 1,优选地在毗邻空气的侧上,如同能够通过金属化方法(例如金属膜的层压、真空中的金属沉积法、通过随后的烧结施加由含金属胶体制成的分散剂或者通过利用随后的还原步骤施加含金属离子的溶剂)实现的那样。在此产生反射层 7,该反射层同样地与光引导板 1 光接触。

[0067] 同样可能的是:通过带有特别低折射率的涂层改善波导特性,优选地在光引导板 1 的边界面上所述涂层与其他透明部件直接光接触并且不被全息光学元件 13 覆盖。此外,可能的是:使用有交替折射率和层厚度的多层构造。这种类型的带有反射特性的多层构造通常包含有机或无机层,这些层的层厚度具有与待反射的一个或多个波长相同的数量级。

[0068] 退耦设备 2 由用于体积全息图 13 的记录材料组成。典型的材料是全息银卤化物乳液、双色胶或者光敏聚合物。光敏聚合物至少由光起始系统和可聚合的写入单体组成。特定的光敏聚合物能够额外地还包含增塑剂、热塑性的粘合剂和 / 或交联基质聚合物。优选的是包含交联基质聚合物的光敏聚合物。特别优选的是:光敏聚合物由光起始系统、一个或多个写入单体、增塑剂以及交联的基质聚合物组成。

[0069] 此外,退耦设备 2 还能够拥有层结构,例如光透明的衬底和光敏聚合物层。在此尤其符合目的是:退耦设备 2 利用光敏聚合物直接层压在光引导板 1 上。

[0070] 同样可能的是:以如下方式实施退耦设备 2,即光敏聚合物被两个热塑性膜包围。在该情况中特别有利的是:毗邻光敏聚合物的两个热塑性膜之一利用光学透明粘合材料膜安装在光引导板 1 处。

[0071] 退耦设备 2 的热塑性膜层由透明塑料组成。在此优选地使用基本上无双折射的材料、例如非晶型热塑料。在此合适的是聚甲基丙烯酸甲酯、三乙酸纤维素、非晶型聚酰胺、聚碳酸酯和环烯烃(COC) 还或者是所提及的聚合物的混合。为此也能够使用玻璃。

[0072] 在一优选的实施方式中,光分配模块包括漫射器 5,该漫射器由透明衬底 6 和漫射散射的层 6' 组成。在此漫射器是体积散射。漫射散射层能够由在可见范围不吸收的有机或无机的散射颗粒(*Streuteilchen*) 组成,其嵌入漆层中并且优选地形成球状。在此散射颗粒和漆层有不同的折射率。

[0073] 在另一优选实施方式中,光分配模块包括漫射器 5,该漫射器由透明衬底 6 和漫射散射的和 / 或荧光层 6' 组成。漫射散射或荧光层能够由在可见范围不吸收的有机或无机散射颗粒组成,其能够全部或者部分地通过红色或绿色荧光的 Q 点代替并且嵌入漆层中。在此散射颗粒和漆层具有不同的折射率。

[0074] 根据本发明的显示器 10 进一步地包括透光的数字化光调制器 L,其例如构成为由颜色过滤器 4、偏光器 8 和 9 以及由液晶面板 3 组成的液晶模块。在此液晶模块能够有不同的构造形式,尤其能够使用专业人员已知的液晶开关系统,所述液晶开关系统对于不同的射线几何形状能够实现确定的、有利的、有效的遮光。在此尤其要提到扭曲相列(TN)、超级扭曲相列(STN)、双超级扭曲相列(DSTN)、三超级扭曲相列(TSTN、膜-TN)、垂直对准(PVA、MVA)、平面转换(IPS)、S-IPS(超级 IPS)、AS-IPS(高级超级 IPS)、A-TW-IPS(高级真白 IPS)、H-IPS(水平 IPS)、E-IPS(增强 IPS)、AH-IPS(高级高性能 IPS) 和铁电像素化的光调制器。

[0075] 图 2 示出根据本发明的显示器 10 的第二设计方案,该显示器与来自图 1 的第一实施方式相比不同之处在于:包含全息光学元件 13 的退耦设备 2 现在布置在光引导板 1 的相对侧面上并且在反射模式中衍射光。

[0076] 图 3 示出根据本发明的显示器 10 的第三实施方式,该显示器与来自图 1 的第一实施方式相比不同之处在于:在光引导板 1 的两个平面侧上布置带有全息光学元件 13 的两个退耦设备 2,其中第一退耦设备 2 在透射模式中衍射光并且另一个退耦设备 2 在反射模式中衍射光。

[0077] 图 4 示出根据本发明的显示器 10 的第四实施方式,该显示器与来自图 1 的第一实施方式相比不同之处在于:在光引导板 1 的平面侧上上下相叠地布置三个退耦设备 2a、2b、2c,其中,这些退耦设备 2a、2b、2c 的每个包含全息光学元件 13,这些全息光学元件在透射模式中衍射光。在此可能的是,退耦设备 2a、2b、2c 的每个只衍射基色“红”、“绿”和“蓝”之一而或者全部退耦设备衍射可见光的全部波长分量中的每个。基色红、绿和蓝的波长通过所使用光源的发射波长来确定。也可能的是,使用多于这三种基色“红”、“绿”和“蓝”,例如也使用“黄”和类似的。

[0078] 使用只针对选出的确定光源(例如红、绿和蓝)衍射光的多个全息光学元件 13 尤其通过 $>5\ \mu\text{m}$ 的光敏聚合物层厚度来实现。在此可能的是,上下层压三个分别 $>5\ \mu\text{m}$ 的光敏聚

合物层厚度并且分别预先分开写入。同样可能的是,只使用 $>5\mu\text{m}$ 的光敏聚合物层,而全部三个颜色选择性全息光学元件 13 同时或相继写入该层中。此外,可能的是,使用 $<5\mu\text{m}$,优选地 $<3\mu\text{m}$ 以及特别优选地 $<3\mu\text{m}$ 且 $>0.5\mu\text{m}$ 的光敏聚合物层。对于该情况只写入一个全息光学元件 13,优选地通过位于可见电磁光谱范围的光谱中部的波长写入。同样地,用来写入全息光学元件 13 的该一个波长也能够位于长波长光源和短波长光源的两个波长的几何中部。同样要考虑的是,提供节约成本且足够强度的激光。优选的是 532nm 的 Nd:YVO4- 水晶激光和 514nm 的氩离子激光。

[0079] 最简单的全息光学元件 13 由衍射格栅组成,其通过对应于该格栅的折射率调制来衍射光。在此,格栅结构通过借助于两个干涉、校准和彼此相干的激光射线的曝光光子化地(photonisch)在记录材料的整个层厚度内产生。该格栅结构与所谓的表面全息图(模压全息图)的不同之处在于:衍射效率能够明显更高并且理论上达到 100%,频率选择性和角度选择性通过活性层厚度来调整并且通过全息图曝光的几何形状存在调整相应衍射角(布拉格条件)的很大程度自由度。

[0080] 制造体积全息图是已知的(H. M. Smith in “Principles of Holography” Wiley-Interscience 1969) 并且例如能够通过双射线干涉进行(S. Benton, “Holographic Imaging”, John Wiley & Sons, 2008)。

[0081] 在 US 6824929 中描述用来大规模复制反射-体积全息图的方法,其中光敏感材料定位在主全息图上并且接着借助于相干的光来复制。形成透射全息图同样是已知的。因此例如 US 4973113 描述借助滚动复制(Rollenreplikation)的方法。

[0082] 尤其是也参考边缘发光(edgelit)全息图的形成,这需要特定的曝光几何形状。除了由 S. Benton (S. Benton, “Holographic Imaging”, John Wiley & Sons, 2008, 18 章) 和常规的两步和三步形成方法(参见 Q. Huang, H. Caulfield, SPIE 1600 卷, International Symposium on Display Holography (1991), 182 页)的概述也参考描述边缘照明和波导全息图的 WO 94/18603。另外,基于特定的光学适配器块的特别形成方法在 WO 2006/111384 中公开。

[0083] 在根据本发明的带有定向激光的曝光单元中包含的全息光学元件 13 优选是边缘发光(edgelit)的全息图。这些是特别优选的体积格栅,原因在于它们利用陡峭的入射光工作,该光在全反射下耦合进。

[0084] 图 5 中示出来自图 1 的构造的区段。从光源耦合进的光射线 11 和 12 在此遵循全反射并且在光引导板 1 中传播。光引导板 1 和空气和 / 或在一侧上可选的反射层 7 之间的边界面以及包含全息光学元件 13 的退耦设备 2 与空气的边界面用作全反射的边界面。当退耦设备 2 包含另外的热塑性层(例如作为保护或衬底膜)时,那么全反射于是在直接接触空气的层处发生。

[0085] 当光射线 11 穿过退耦设备 2 时不衍射光,原因在于该光射线不穿过衍射的光学元件 13 (参见位置 15)。同样,该射线在另一全息光学元件 13 中不衍射,原因在于此处不满足布拉格条件,而当光射线 12 在全息光学元件 13 中穿过退耦设备 2 时,该光在透光数字化的空间光调制器的方向上衍射。在此,全息光学元件 13 同时示出漫射器特性,所述特性在制造全息光学元件 13 时一同曝光进。

[0086] 略微扩宽的漫射的光射线击中漫射器 5 (其由透明层 6 和漫射层 6' 构成) 并且继

续扩宽。这种漫射的扩宽是有利的,以便于实现很大程度上不依赖角度地观察显示器。对于全息光学元件 13 的位置重要的是现在漫射器 5 位置上均匀的光强。在此,透明层 6 的厚度、全部全息光学元件 13 的衍射的发散角以及光源的位置是相关的。专业人员能够通过迭代地模拟和尝试来查明对于特定设计最优的分配。

[0087] 图 6 详细地描述全息光学元件 13 的角度选择。在此只衍射出射线 20,与此同时具有略微不同入射角(其不遵守布拉格条件)的光射线 21 不被衍射。如果全息光学元件 13 由多个频率选择性的部分全息图(即例如针对红光、绿光和蓝光)组成,选择层厚度 $>5\mu\text{m}$ 。在此角度选择选择为其在 1° 到 6° 之间。该方法的优点是颜色偏差的匹配可能性和通过针对每个颜色单独匹配衍射效率进行的一般性颜色匹配。

[0088] 如果人们在 $>0.5\mu\text{m}$ 到 $5\mu\text{m}$ 的范围选择退耦设备 2 的层厚度,则产生在大约 5° 到 30° 的角度选择并且对可见光的所有波长范围有好的衍射效率。

[0089] 因为光源在宽角度范围内将光耦合进光引导板 1,所以全息光学元件 13 选择这些射线并且在光引导板 1 中保留不遵守布拉格条件的射线。通过适宜地选择形状和尺寸或者衍射效率或者全息光学元件 13 在光引导板上的分配或者通过衍射方向或者通过波长选择或者通过结合两个或者更多这些特性可能的是:均匀地调整在漫射器 5 处的光均匀性。因此光引导板 1 用作光存储件,全息光学元件 13 从该光存储件“提取”光并且所述光有目的地退耦到漫射器 5 上。

[0090] 图 7 示出类似的光射线 25,这些光射线全部未被衍射,原因在于全息光学元件 13 方向选择性地衍射光。在光引导板 1 边缘被反射的光射线因此能够不被全息光学元件 13 (在位置 26)衍射。当这些光射线在光引导板 1 的其他边缘再次被反射时,才有可能再次衍射光。

[0091] 图 8 示出另一个发明的实施方式,在该实施方式中使用有透射作用的全息光学元件 13,该全息光学元件在反射中被读出。光射线 12 射入光引导板 1 中。在全反射下传播后,该光射线穿过退耦设备 2 中的全息光学元件 13 并且在布拉格条件下在位置 14 被衍射。全息光学元件 13 将射线衍射进发散的漫射射线中,该射线在退出光引导板 1 之后直接击中漫射器 5,然后该漫射器再次产生角度分散,因此在照明未示出的透光数字化空间光调制器 L 时存在均匀发散的平面光。该构造的优点是紧凑的结构形式,原因在于能够弃用额外的间距层。

[0092] 图 9 示出另一个发明的实施方式,在该实施方式中使用有反射作用的全息光学元件 13。光射线 12 射入光引导板 1 中。该光在反向方向穿过退耦设备 2 中的全息光学元件 13 并且在布拉格条件下在位置 14 被衍射。全息光学元件 13 将射线衍射成发散的漫射射线中,该射线在退出光引导板 1 之后直接击中漫射器 5,然后该漫射器再次产生角度发散,因此在照明未示出的透光数字化空间光调制器 L 时存在均匀且发散的平面光。该构造的优点是紧凑的结构形式,原因在于能够弃用额外的间距层。

[0093] 此外可能的是:当全息光学元件 13 在透明层 2 中的密度和分配使得通过元件 13 的漫射器特性在透光数字化空间光调制模块处已经实现足够均匀的光分配时,在图 5、图 8 和图 9 呈现的设计方案中弃用漫射器 5。尤其当使用更小的全息光学元件 13 和/或相互重叠的全息光学元件 13 时,这是有利的,原因在于全部层构造能够被构建得更薄。

[0094] 图 10 示出另一个发明的实施方式,在该实施方式中使用有透射作用的全息光学

元件 13, 该全息光学元件 13 在反射中被读出被使用。光射线 12 射入光引导板 1。在全反射下传播后, 该光射线穿过退耦设备 2 中的全息光学元件 13 并且在布拉格条件下在位置 14 衍射。全息光学元件 13 将射线衍射成定向的射线, 该射线在退出光引导板 1 之后首先击中漫射器 5, 在此光被发散地漫射散射。在位置 16 该光接着击中第二漫射器 5, 该漫射器再次漫射地散射。第一漫射器 5 用于光强的均匀化, 第二漫射器 5 用于发射角度的发散, 以便于能够实现显示器 10 的宽角度视图。该构造的优点是: 能够以这种全息光学元件 13 实现高衍射效率。一个或两个层 6' 能包含散射或荧光颗粒。

[0095] 图 11 示出对图 10 备选的实施方式, 在该实施方式中使用有反射作用的全息光学元件。光射线 12 射入光引导板 1。光在反向方向上穿过耦合设备 2 中的全息光学元件 12 并且在位置 14 在布拉格条件下衍射。全息光学元件 13 将射线衍射成定向的射线, 该射线在退出光引导板 1 之后击中漫射器 5 中的第一漫射层 6', 在此光被发散地漫射散射。在位置 16 该光接着击中第二漫射层 6', 该漫射层再次漫射地散射。第一漫射层 6' 用于光强的均匀化, 第二漫射层用于发射角度的发散, 以便于能够实现显示器的宽角度视图。该构造的优点是: 能够利用这种全息光学元件 13 实现的高衍射效率。

[0096] 关于全息光学元件在退耦设备 2 中的布置, 现在在图 12 至 19 中示出不同的实施方式。在此涉及显示器使用者侧的斜的透视视图。图 12 中通过箭头标示在全反射下传播的光射线 12。退出的光射线 17 透视性地朝向观察者。在该最简单的实施方式中, 全息光学元件 13 作为圆形呈现。然而对形状选择没有限定。因此可能的是, 除了圆形之外, 还能够选择椭圆、正方形、三角形、多边形、梯形、平行四边形或者任意其他形状。所呈现的圆形只是从简化图像呈现的角度而被选择成这样的。

[0097] 通常在边缘发光(edge-lit)时发光密度分配不均匀。图 12 示出一个例子, 其中该类型的水平照明强度分配通过如下方式得以补偿, 即增加全息光学元件 30 到 36 的衍射效率。在此能够有利的是: 不仅使用衍射效率的线性或几何变化, 而且同样使用不规则变化的衍射效率。这对于光波导角落的照明效果或由于光源的输入耦合特性尤其有利。

[0098] 图 13 中示出另一种可能的布置, 来补偿光引导板 1 中不同的发光密度分配。在此改变全息光学元件 40 到 46 之间的间距。该布置的优点是: 在制造全部全息光学元件 13 时, 能够将全息曝光条件选择为相同。

[0099] 图 14 中示出另一种可能的布置, 来补偿光引导板 1 中不同的发光密度分配。在此改变全息光学元件 50 到 56 的尺寸。该布置的优点是: 在制造全部全息光学元件 13 时能够将全息曝光条件选择为相同的。

[0100] 图 15 中示出另一种可能的布置, 来补偿光引导板 1 中不同的发光密度分配。在此如在图 14 中改变全息光学元件的尺寸。与此不同, 选择全息光学元件 60 到 61 的其他形状式样。该布置的优点是: 在制造全部全息光学元件 13 时能够将全息曝光条件选择为相同的。

[0101] 图 16 中示出另一种可能的布置, 来补偿光引导板 1 中不同的发光密度分配。在此以 90° 的步长改变全息光学元件 70 到 73 的衍射平面的方向。该布置的优点是: 在全反射下存在于光引导板中的光射线能够更直接并因此更有效地退耦。同样, 当光源定位在光引导板的多于一个边缘上时, 这种设计是有优点的。

[0102] 图 17 中示出另一种可能的布置, 来补偿光引导板 1 中不同的发光密度分配。在此

以 45° 的步长改变全息光学元件 70 到 77 的衍射平面的方向。该布置的优点是：在全反射下存在于光引导板中的光射线能够更直接并因此更有效地退耦。同样，当光源定位在光引导板 1 的多于一个边缘上时，这种设计是有优点的。应该指出的是，原则上能够使用全息光学元件 13 的方向依赖性的每个形式并且不限于确定的角度。

[0103] 图 18 中示出另一种可能的布置，来补偿光引导板 1 中不同的发光密度分配。在此改变全息光学元件 80 到 82 在其中衍射光的光谱范围(颜色)。在此合适的是，使用在颜色上以窄的方式进行发射的光源，例如以窄的方式进行发射的发光二极管(LED)，其具有 $5\mu\text{m}$ 到 $100\mu\text{m}$ 之间，优选地 $10\mu\text{m}$ 到 $50\mu\text{m}$ 之间，特别优选地 $10\mu\text{m}$ 到 $35\mu\text{m}$ 之间的带宽。该布置的优点是：补偿在光引导板 1 中具有特定发光密度分配的基色。如图 4 中已经示出的，能够由每个退耦设备 2a、2b 和 2c 分别服务于一个基色。当然也可能的是，如图 1 中所示，曝光进全息光学元件 80 到 82。然而重要的是：层厚度至少为 $5\mu\text{m}$ ，以便于调整足够窄光谱布拉格条件。

[0104] 在与图 18 相关的实施方式中，在仅仅使用蓝色 LED 或激光二极管作为光源时也能够仅仅使用这种全息光学元件来协调蓝色光源的波长。人们然后通过在全息光学元件的部分上安装合适的 Q 点来获得红色和绿色的光谱分量。元件 80 至 82 于是呈现如下全息光源元件，在所述全息光源元件上要么不安装 Q 点，要么安装发射红光或绿光的 Q 点。也可能的是发射红光的 Q 点和发射绿光的 Q 点的混合作为涂层。

[0105] 图 19 中示出另一种可能的布置，来补偿光引导板 1 中不同的发光密度分配。在此，全息光学元件 90 到 96 在其中衍射光的光谱范围(颜色)(例如对于蓝色全部标记为 90，对于绿色全部标记为 91，并且对于红色全部标记为 92 的全息光学元件)结合全息光学元件(标记为 93 至 96)的衍射平面并以 45° 步长改变。优点是进一步匹配和优化光均匀性。

[0106] 图 20 中示出另一种可能的布置，来补偿光引导板 1 中不同的发光密度分配。这与图 18 中的布置相关，其中使用光谱上不同衍射的全息光学元件 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针对可见光的确定光谱范围有高衍射效率。这通过使用三个上下相叠定位的分开层或者通过在层中的构造是可能的。前者具有的优点是：对记录介质动态范围(即产生全息格栅的能力)的需求更低并且能够分开地进行层的制造，第二个可能性示出简化的构造，该构造能够实现更薄的层构造。

[0107] 图 20 示出能够借助于负掩膜和正掩膜制造的情况。记录材料的减少感光性通过负掩膜进行，以便由此定义无全息光学元件的区域。接着红色、绿色和蓝色全息光学元件利用相应的激光通过三个正掩膜顺序地写入记录材料。

[0108] 图 21 中示出全息光学元件 13 的特别优选的布置，以便于补偿在由两个光源 110 照明的光引导板 1 中不同的发光密度分配。全息光学元件 13 有相同的尺寸、相同的衍射效率和相同的衍射方向，其中透明层 2 中均匀的光分配通过对于两个光源 110 全息光学元件 13 的不同密度分配和布置来实现。在此每个单位面积的全息光学元件 13 数量从光源 110 所处的边缘向光引导板 1 的中间增加。

[0109] 图 22 中示出另一种可能的布置，来补偿光引导板 1 中不同的发光密度分配，所述光引导板由两个光源 110 照明。在衍射方向相同时，全息光学元件 30 至 35 有不同的衍射效率。此外全息光学元件 30 至 35 互相重叠。

[0110] 附图列表：

- (11) - (11) 光引导板
- (2) 退耦设备
- (2a) - (2c) 退耦设备
- (3) 透射像素化光调制器
- (4) 颜色过滤器
- (5) 漫射器
- (6) 透明层
- (6') 漫射层
- (7) 反射层
- (8)、(9) 极性过滤器(交叉)
- (10) 显示器
- (10') 照明单元
- (11) 不符合布拉格条件的光射线
- (12) 符合布拉格条件的光射线
- (13) 全息光学元件、体积格栅
- (14) 光射线衍射的位置
- (15) 不进行衍射的位置
- (16) 漫射器中散射的位置
- (17) 发散的光射线
- (20) 符合布拉格条件的光射线
- (21) 不符合布拉格条件的光射线
- (25) 不符合布拉格条件的光射线
- (26) 不进行衍射的位置
- (30) - (36) 相同尺寸和不同衍射效率的全息光学元件
- (40) - (46) 带有相互不同的窄空间位置的衍射效率相同的全息光学元件
- (50) - (56) 不同尺寸的全息光学元件
- (60)、(61) 矩形形状的全息光学元件
- (70)、(71) 带有垂直方向上衍射效率的全息光学元件
- (72)、(73) 带有水平方向上衍射效率的全息光学元件
- (74) - (77) 带有对角线方向上衍射效率的全息光学元件
- (80) 带有在绿色波长范围的衍射效率的全息光学元件
- (81) 带有在红色波长范围的衍射效率的全息光学元件
- (82) 带有在蓝色波长范围的衍射效率的全息光学元件
- (90) 带有在蓝色波长范围的衍射效率的全息光学元件
- (91) 带有在绿色波长范围的衍射效率的全息光学元件
- (92) 带有在红色波长范围的衍射效率的全息光学元件
- (93)、(95) 带有对角线衍射效率的全息光学元件
- (94) 带有水平衍射效率的全息光学元件
- (96) 带有垂直衍射效率的全息光学元件

- (101) 带有在绿色波长范围的衍射效率的重叠全息光学元件
- (102) 带有在红色波长范围的衍射效率的重叠全息光学元件
- (103) 带有在蓝色波长范围的衍射效率的重叠全息光学元件
- (110) 光源
- L 光调制器

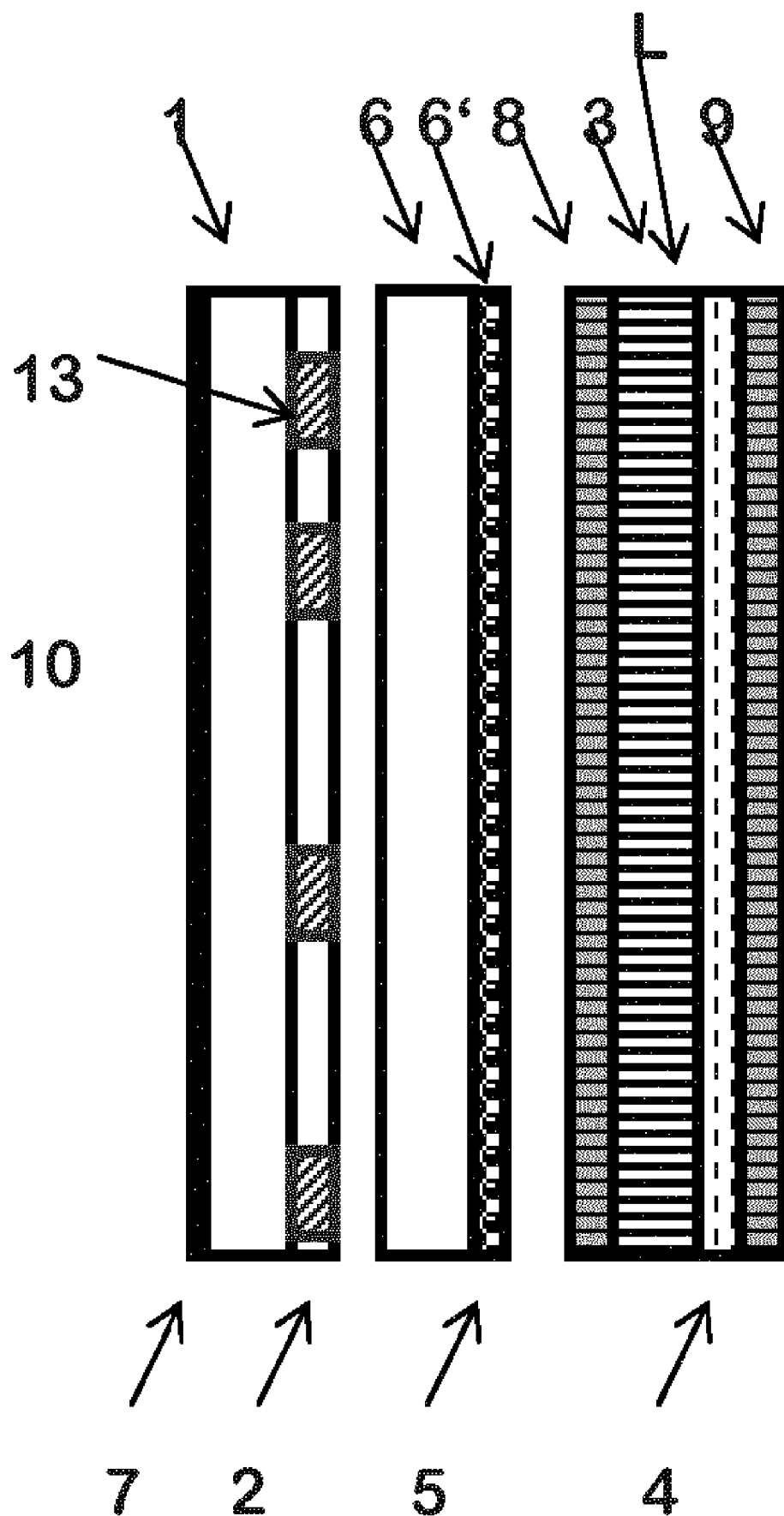


图 1

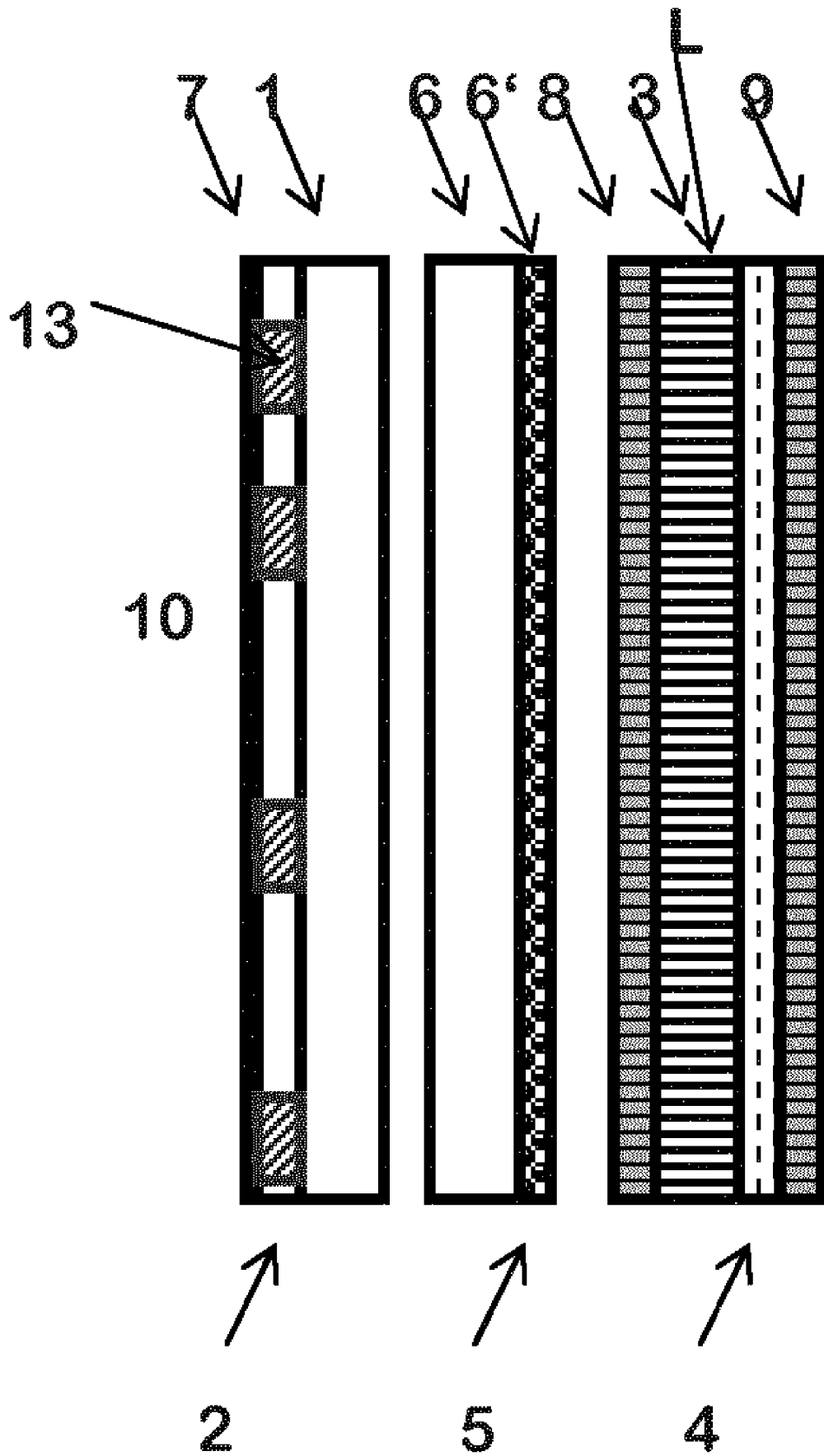


图 2

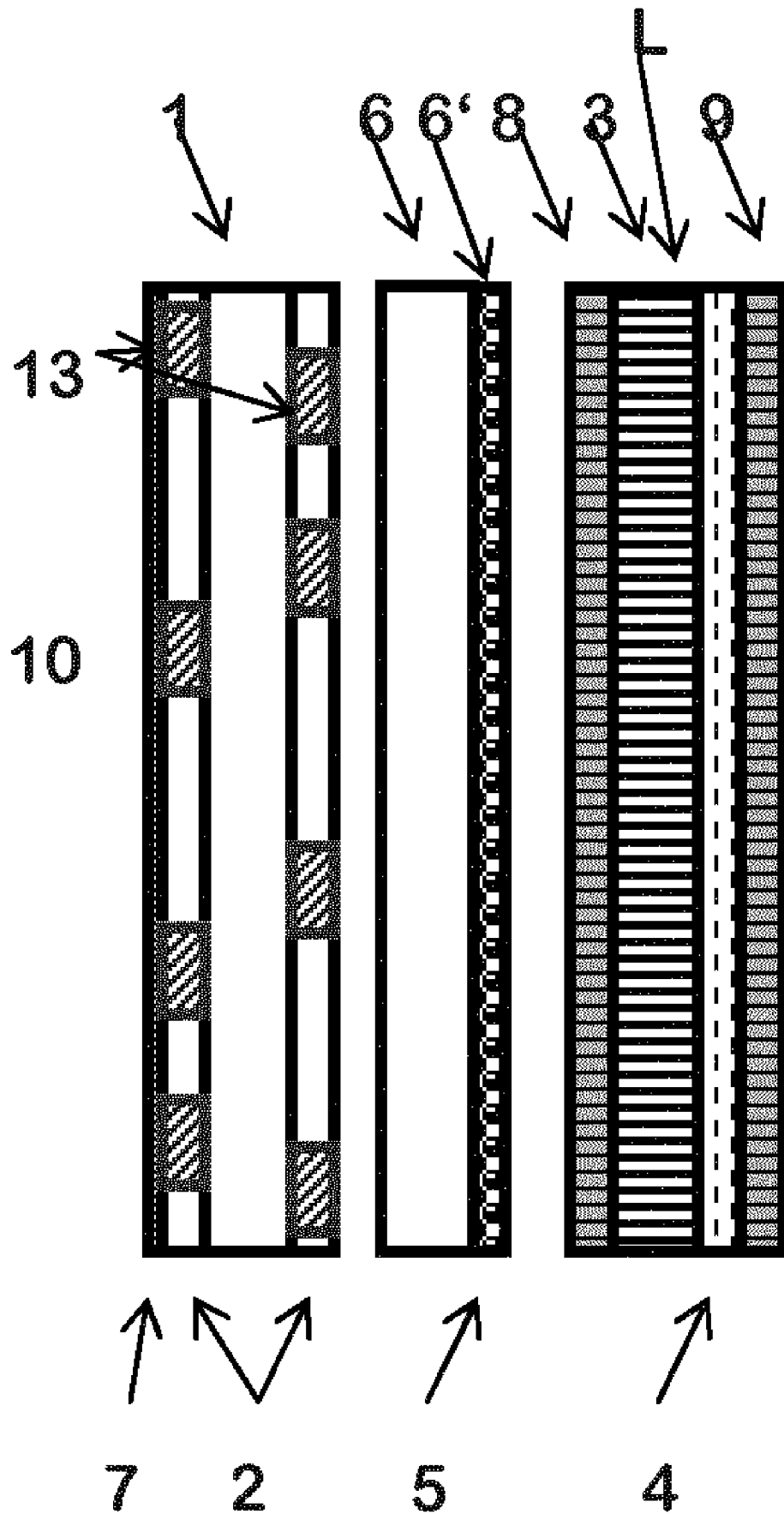


图 3

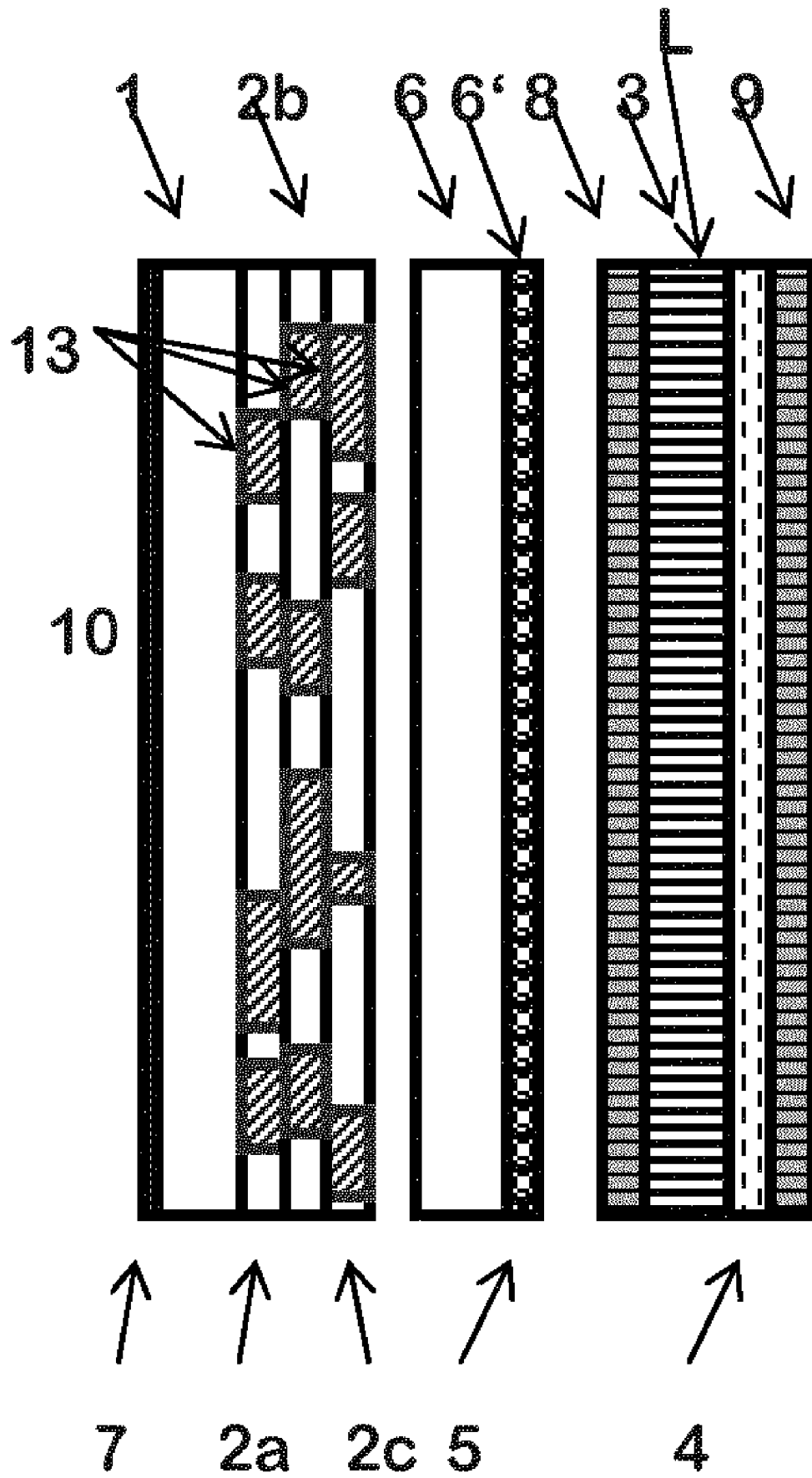


图 4

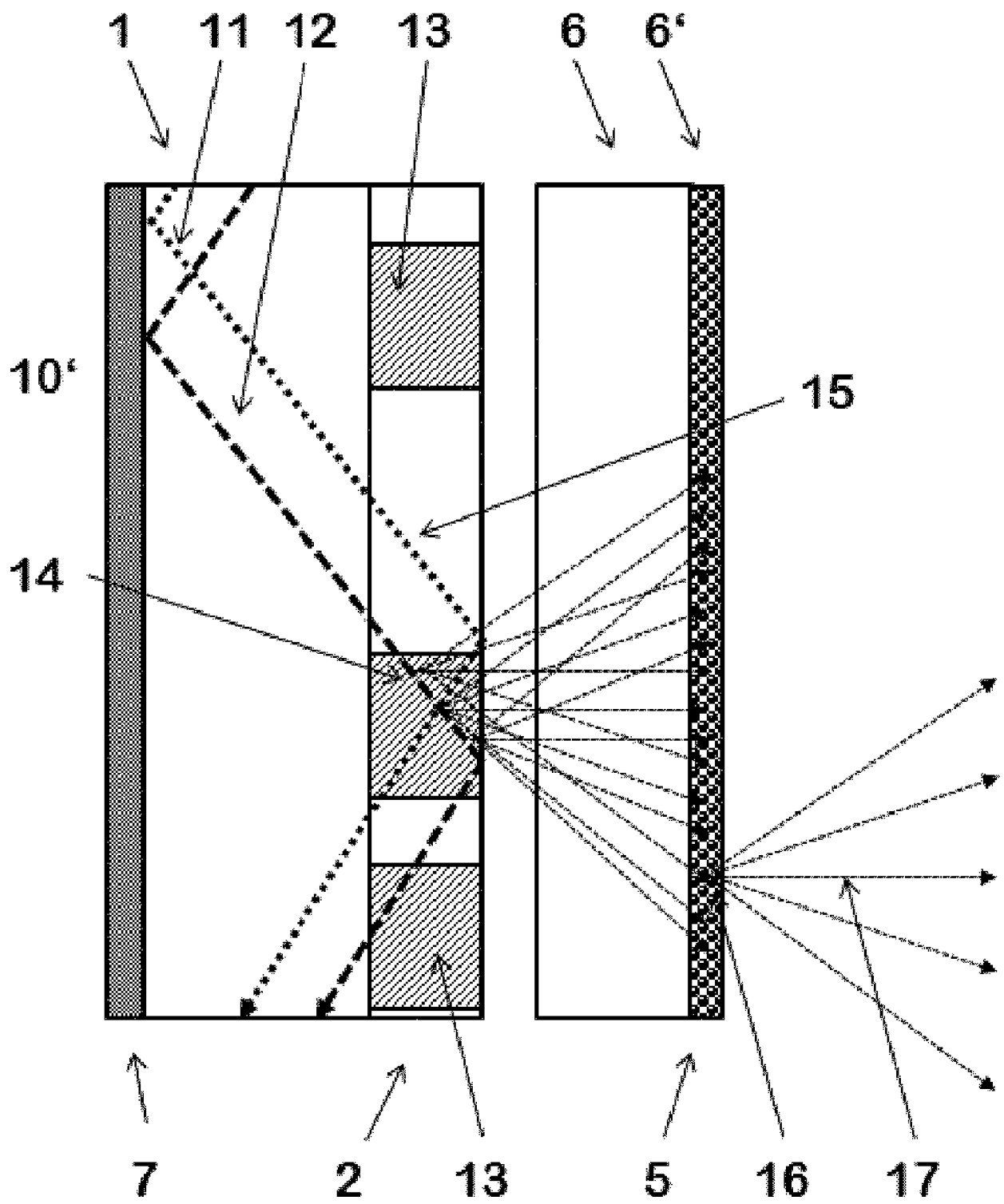


图 5

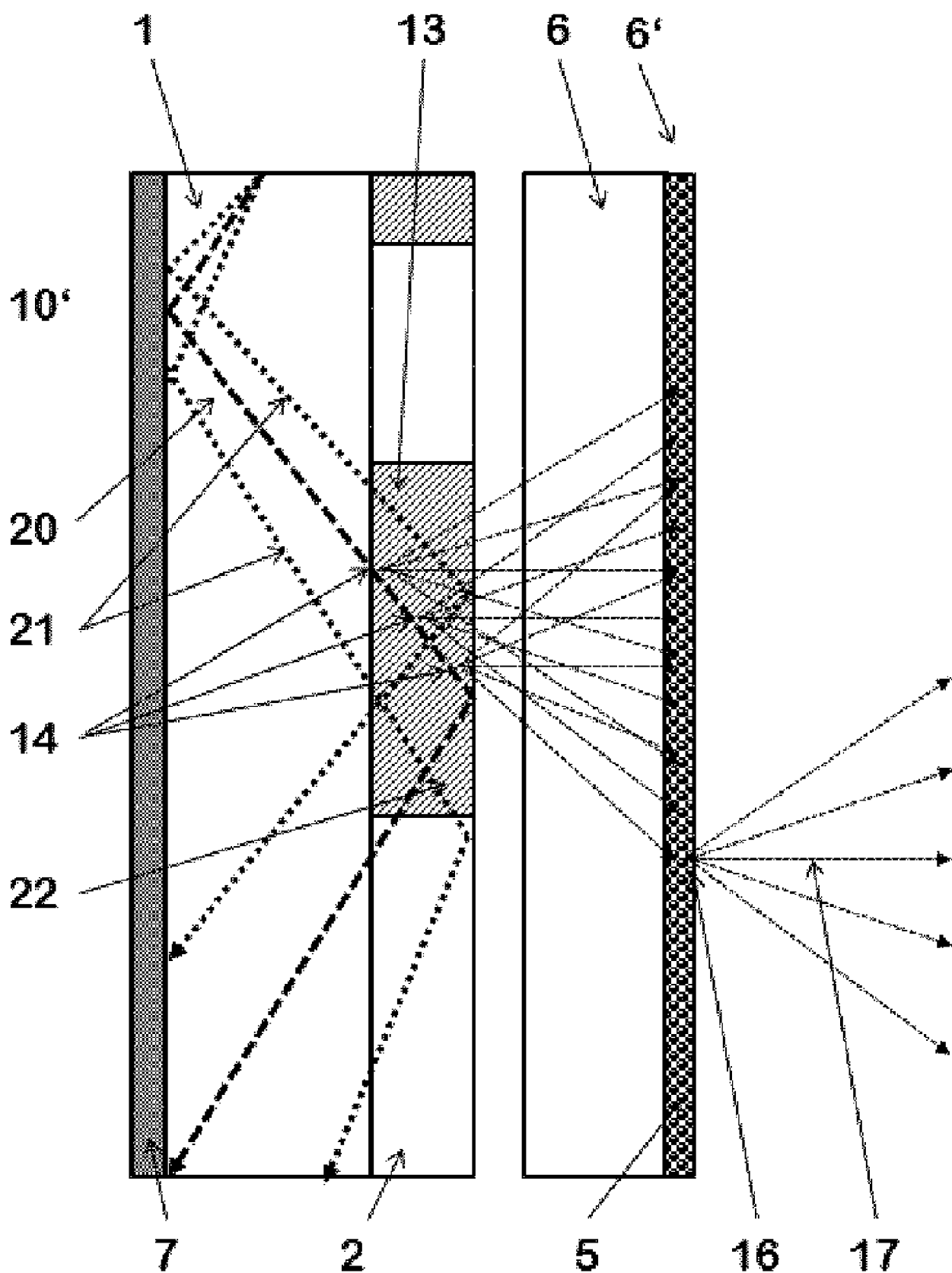


图 6

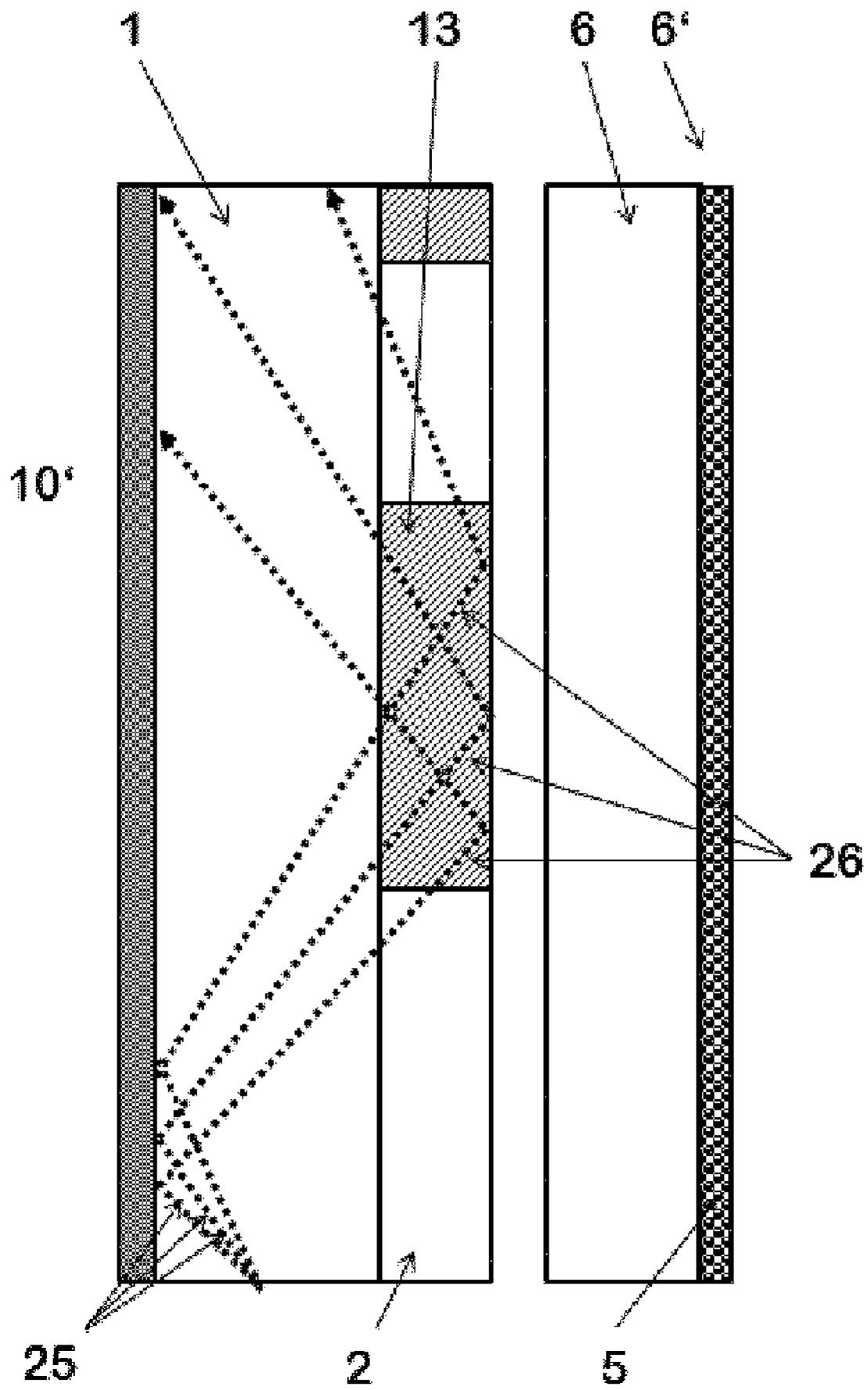


图 7

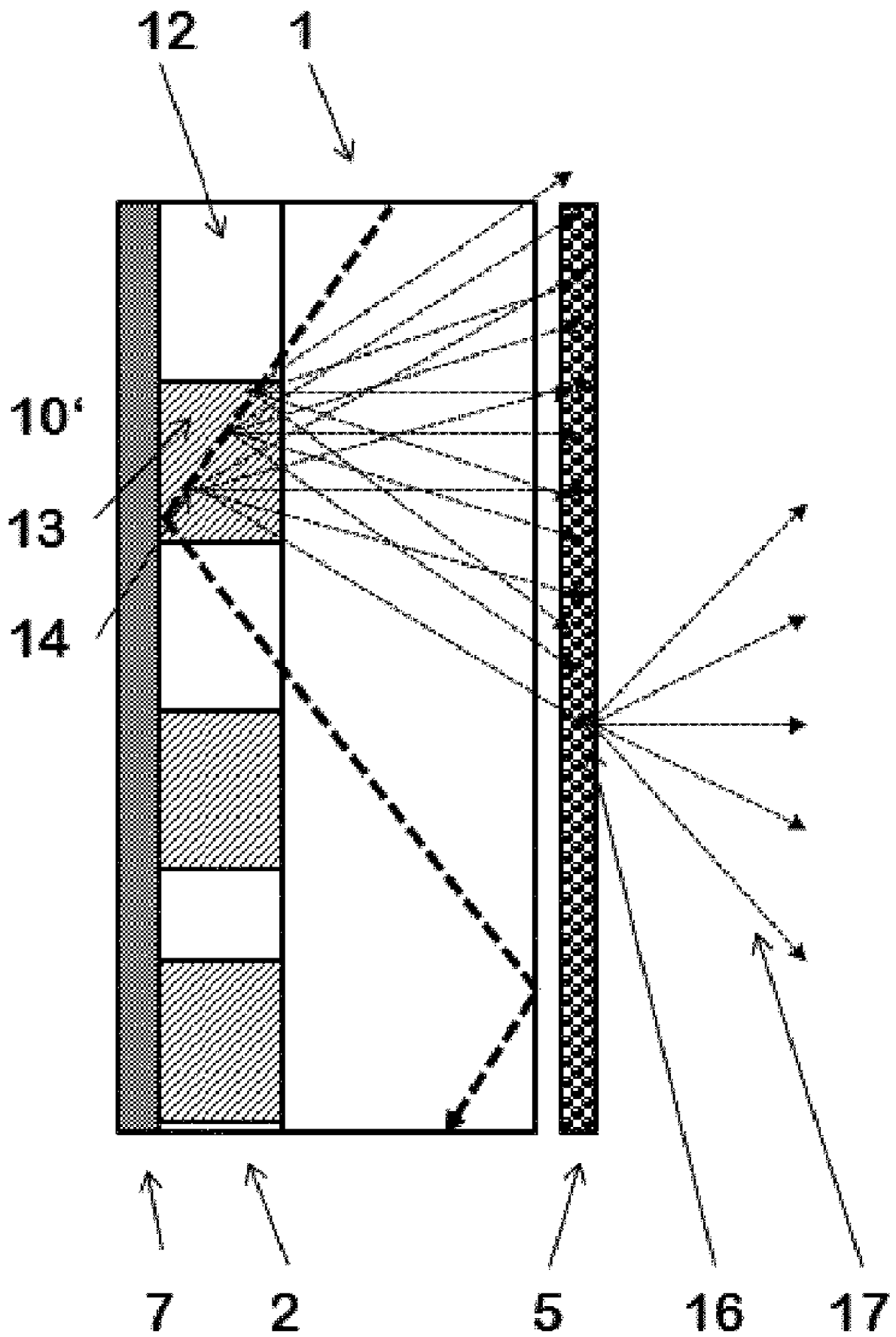


图 9

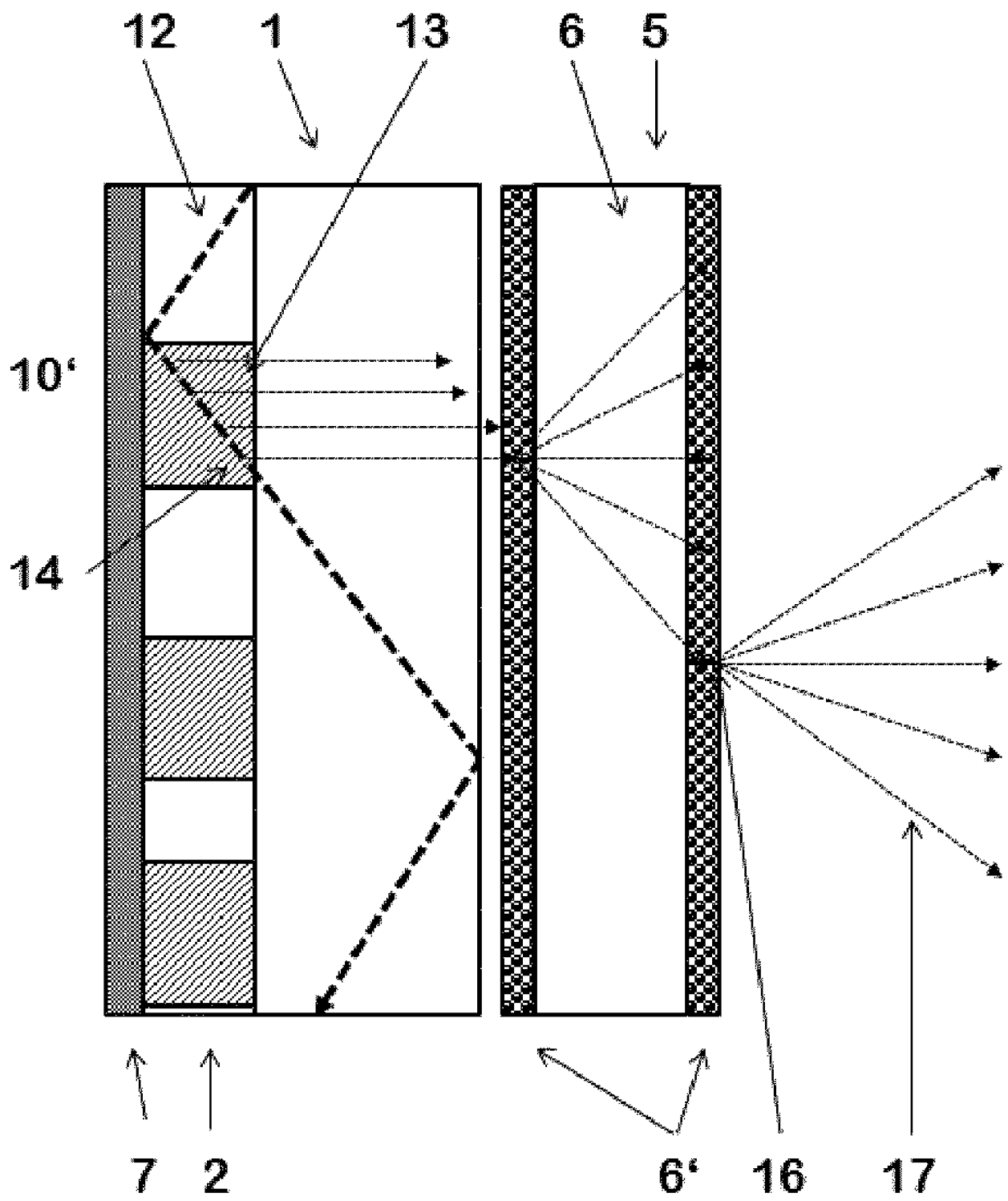


图 10

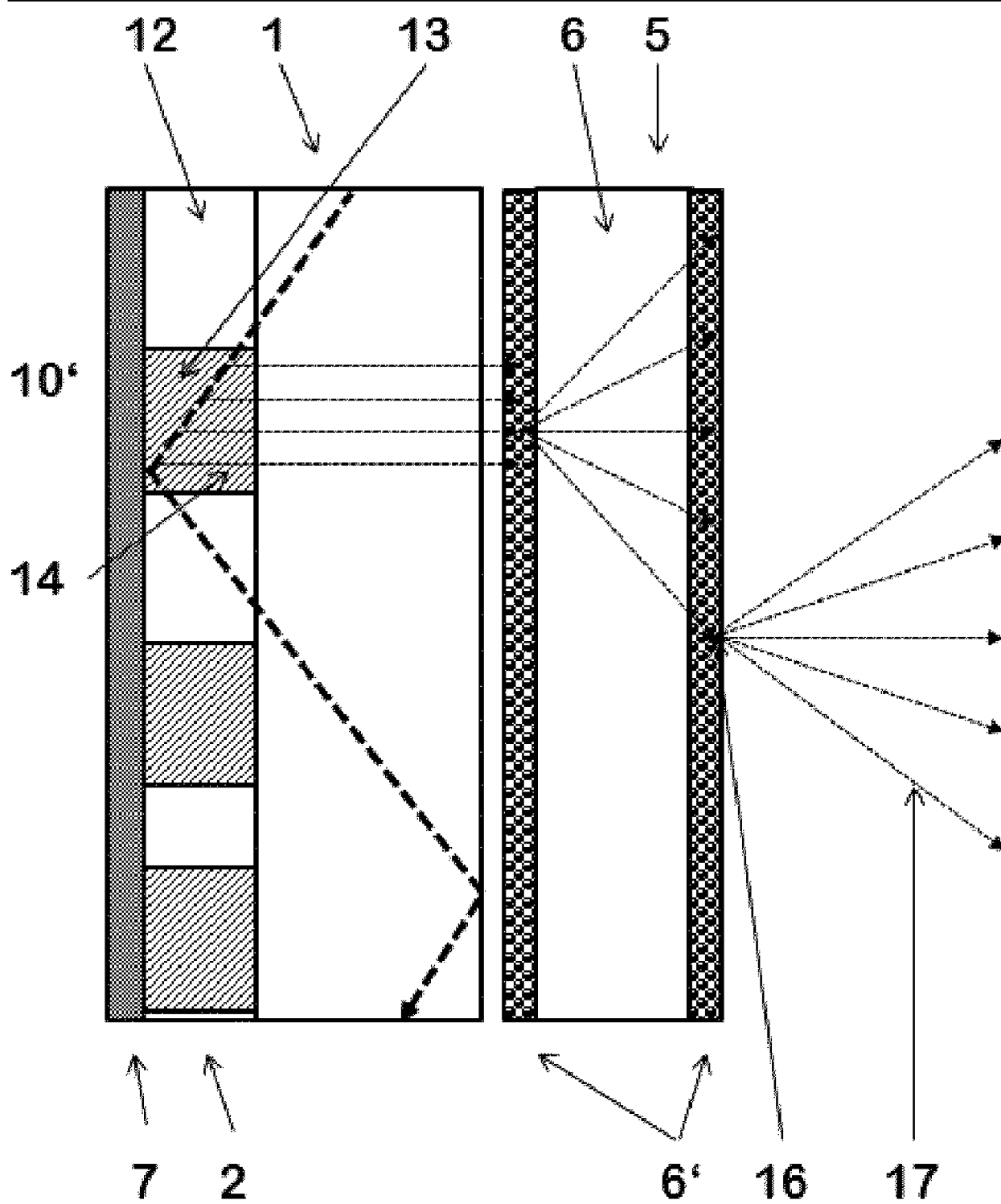


图 11

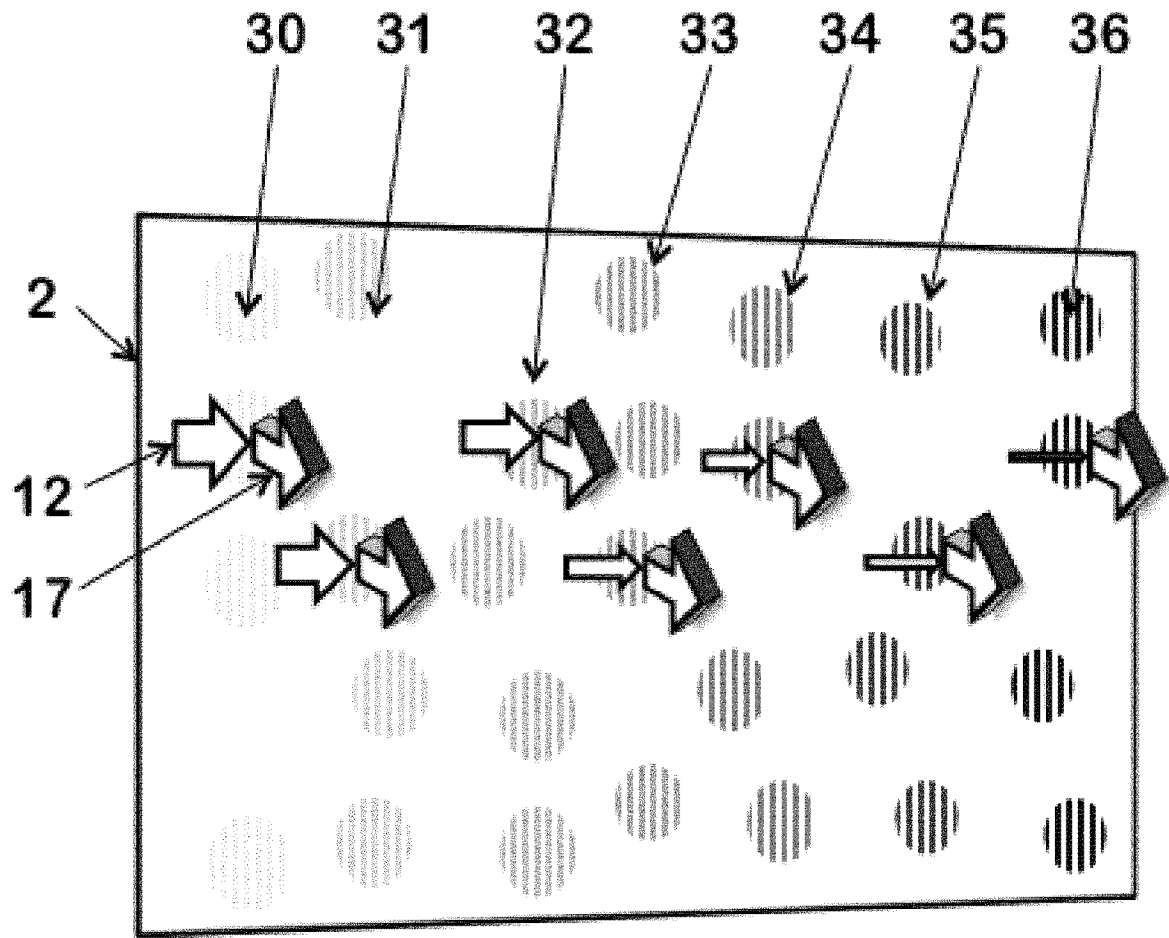


图 12

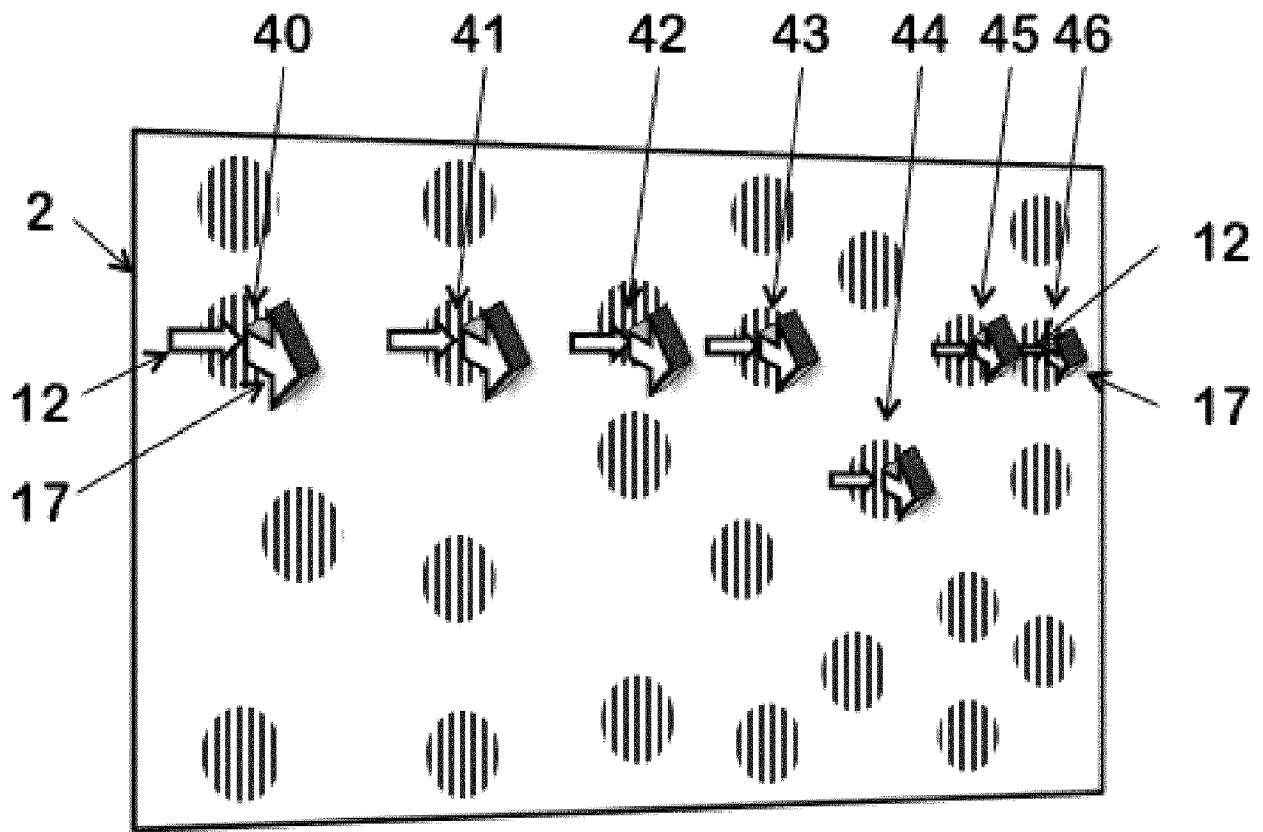


图 13

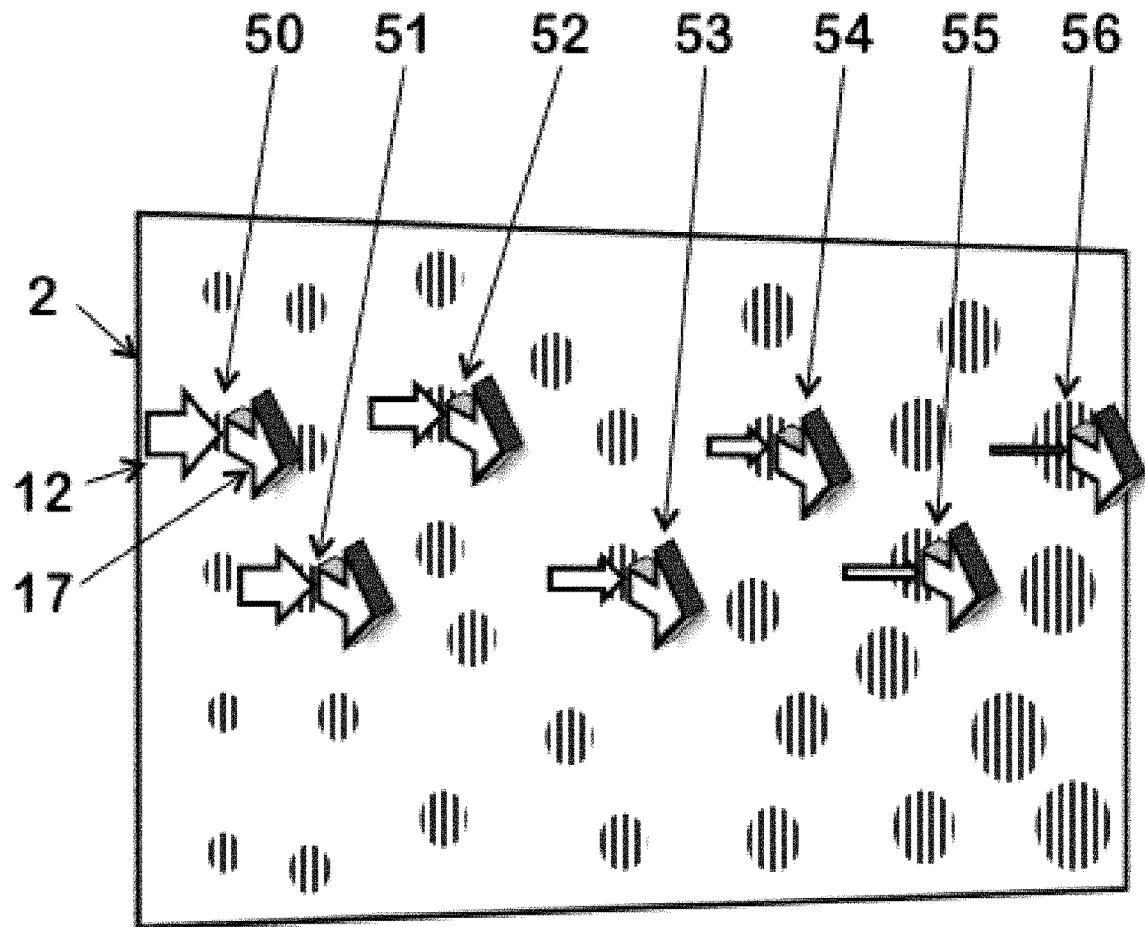


图 14

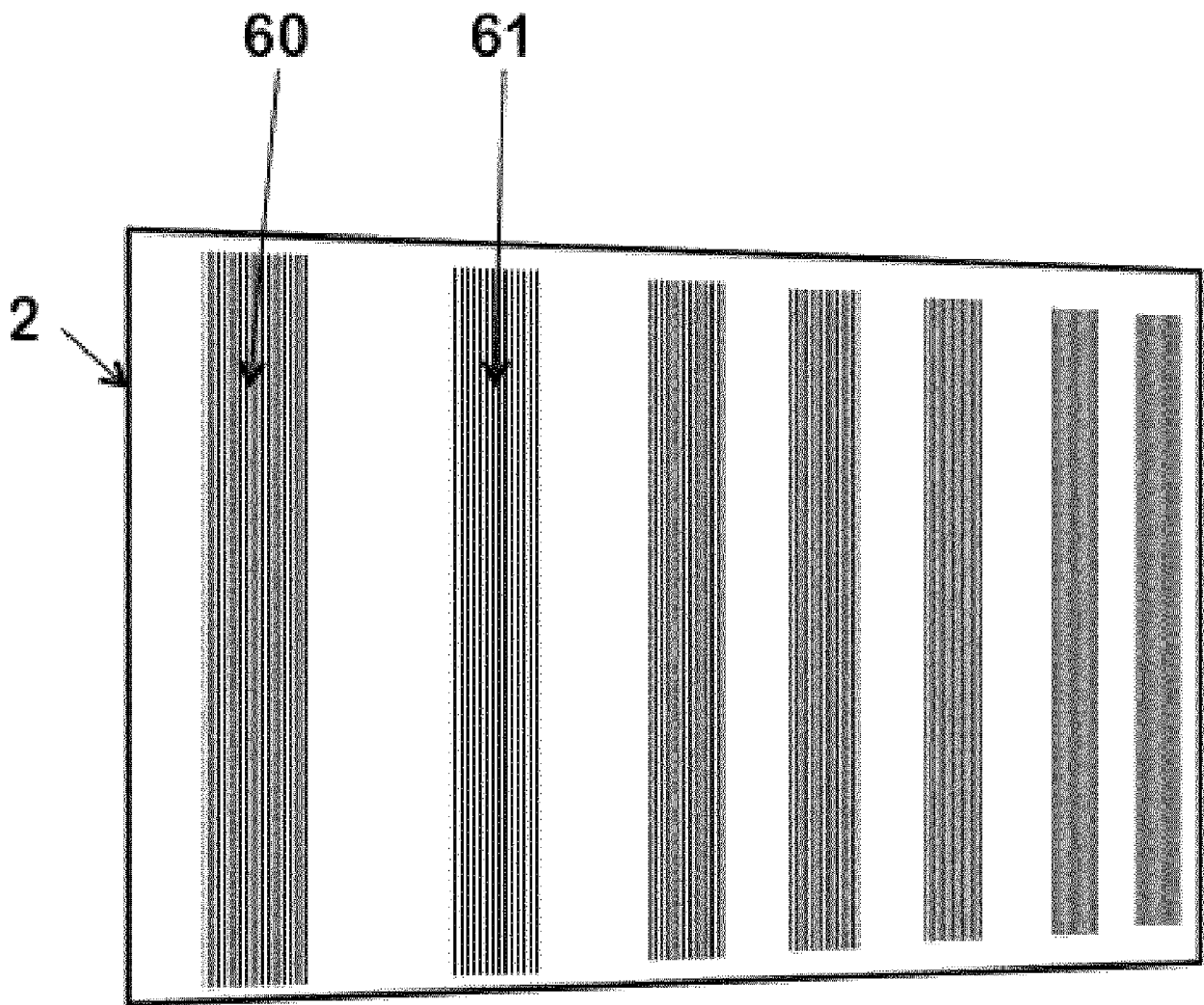


图 15

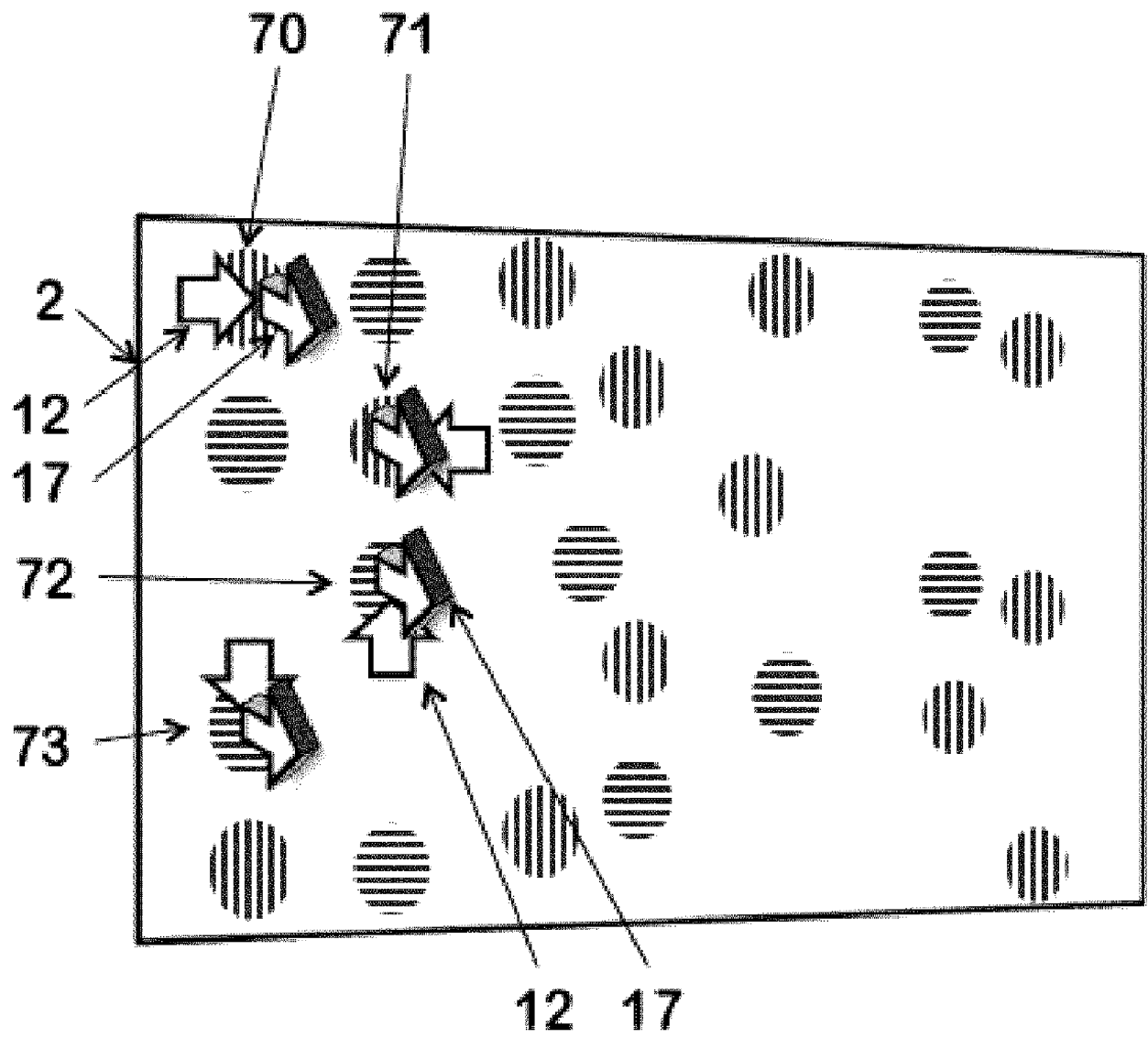


图 16

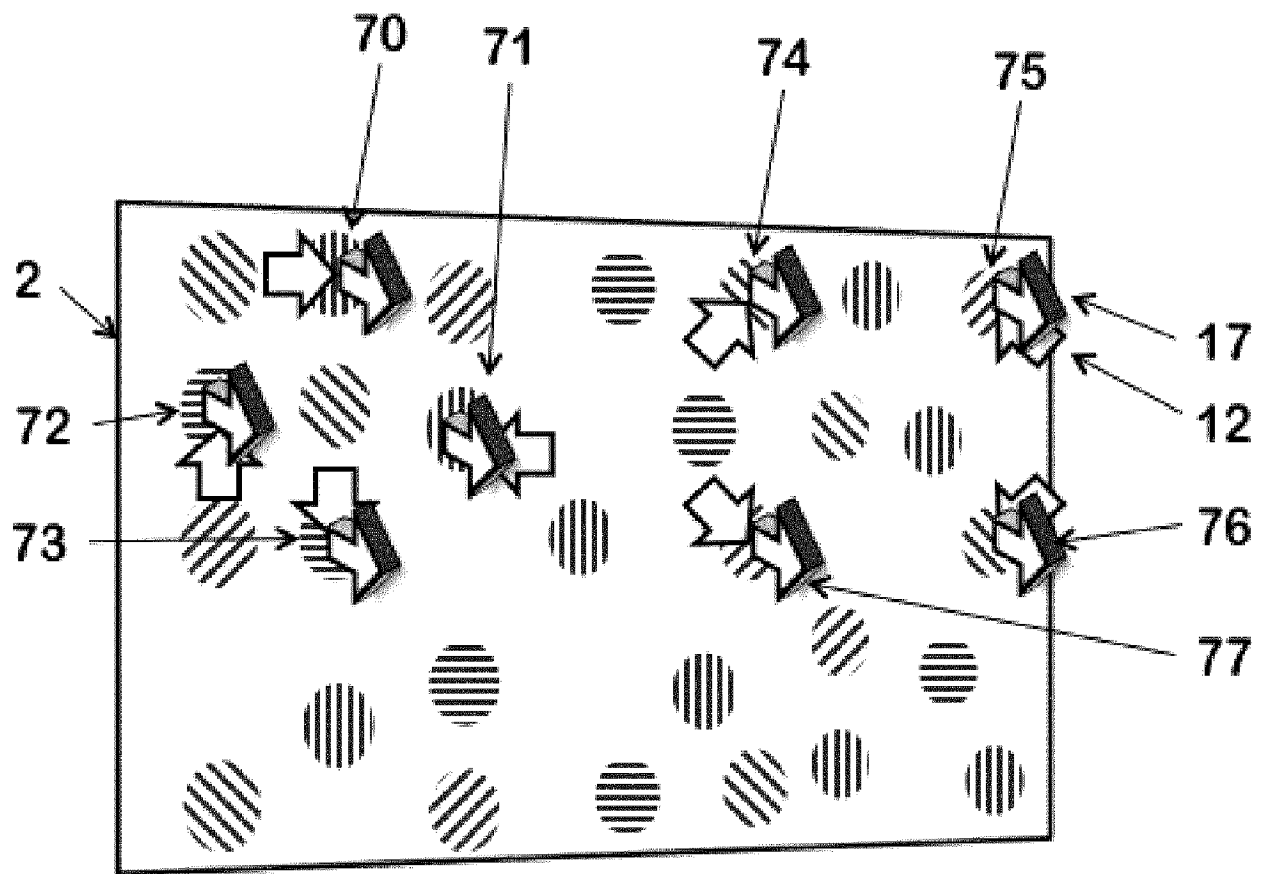


图 17

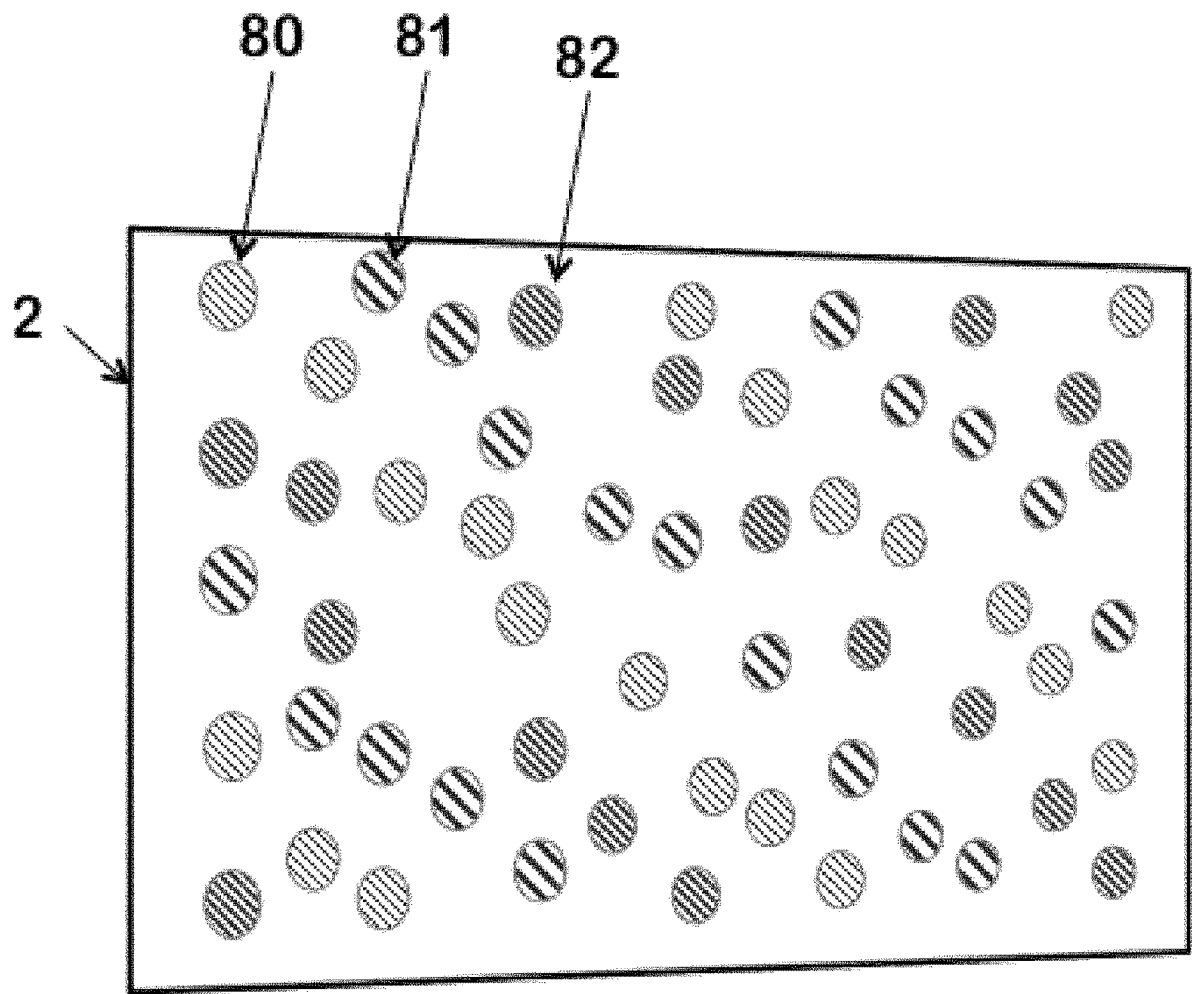


图 18

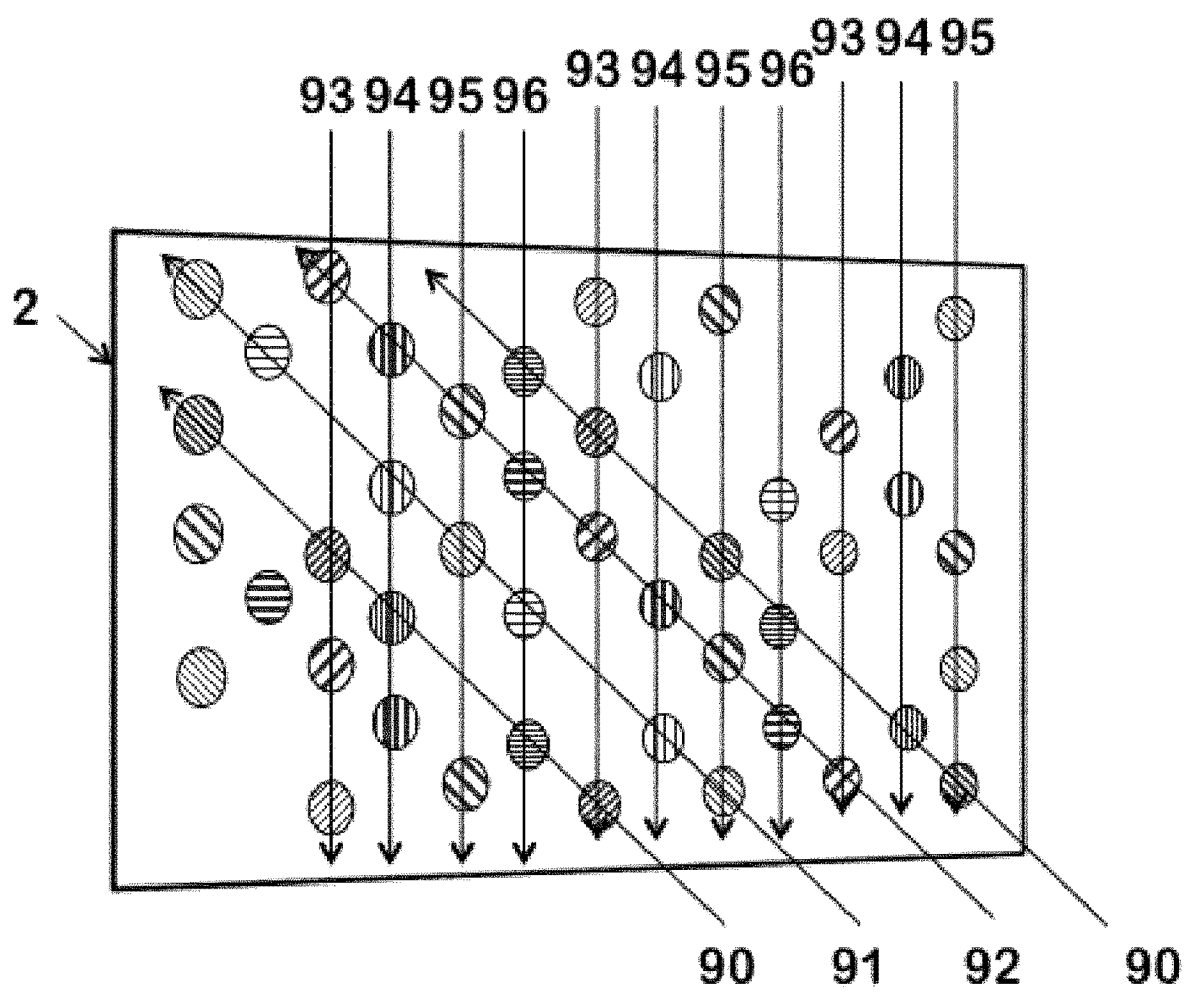


图 19

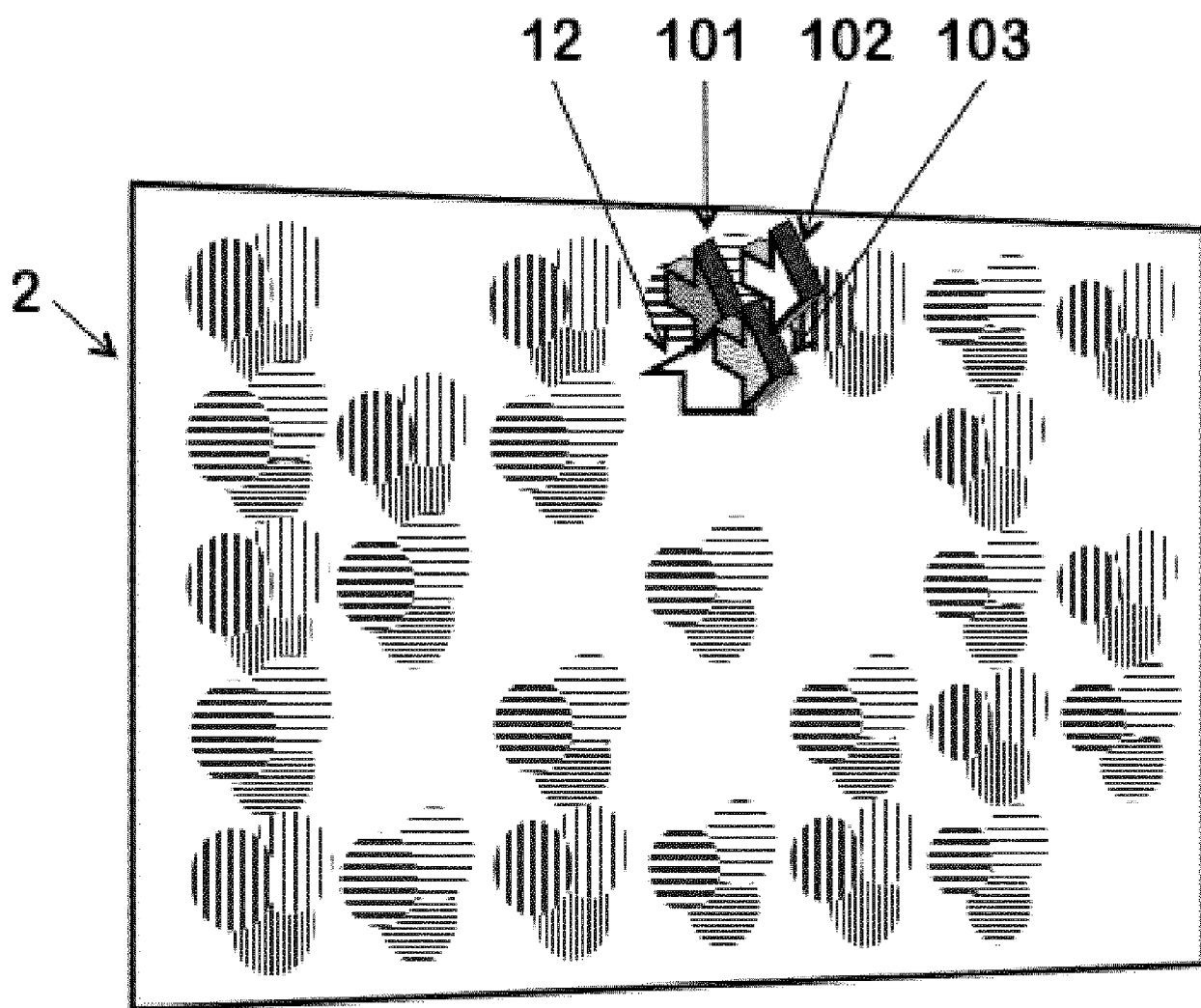


图 20

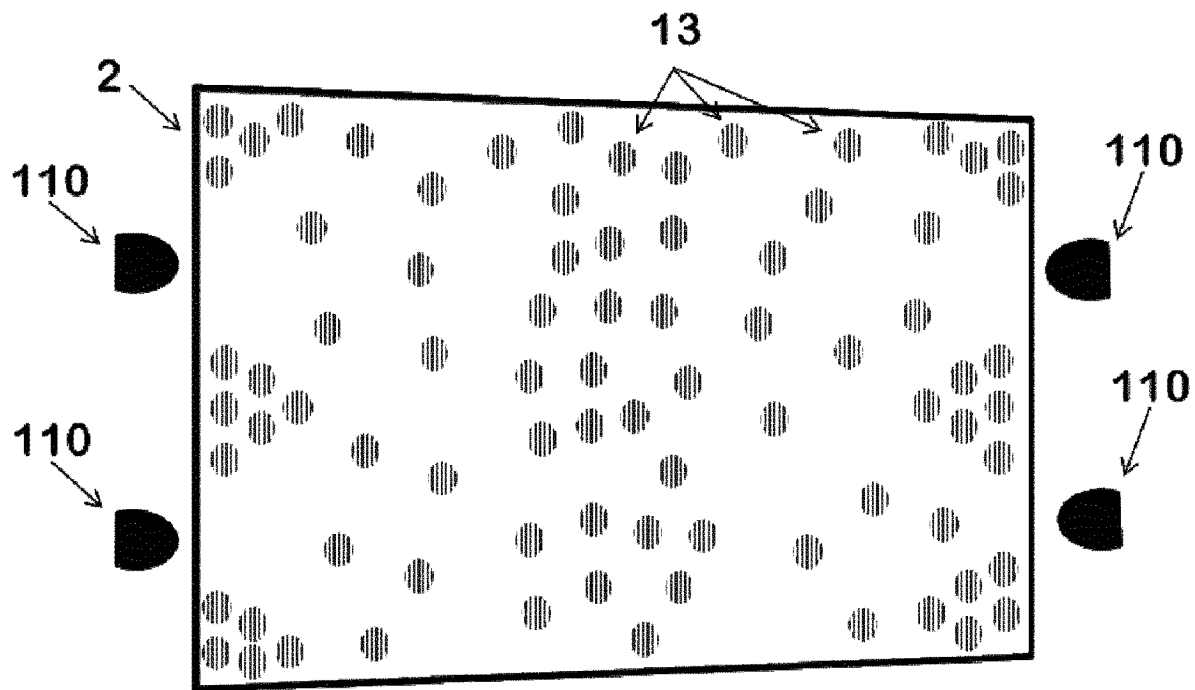


图 21

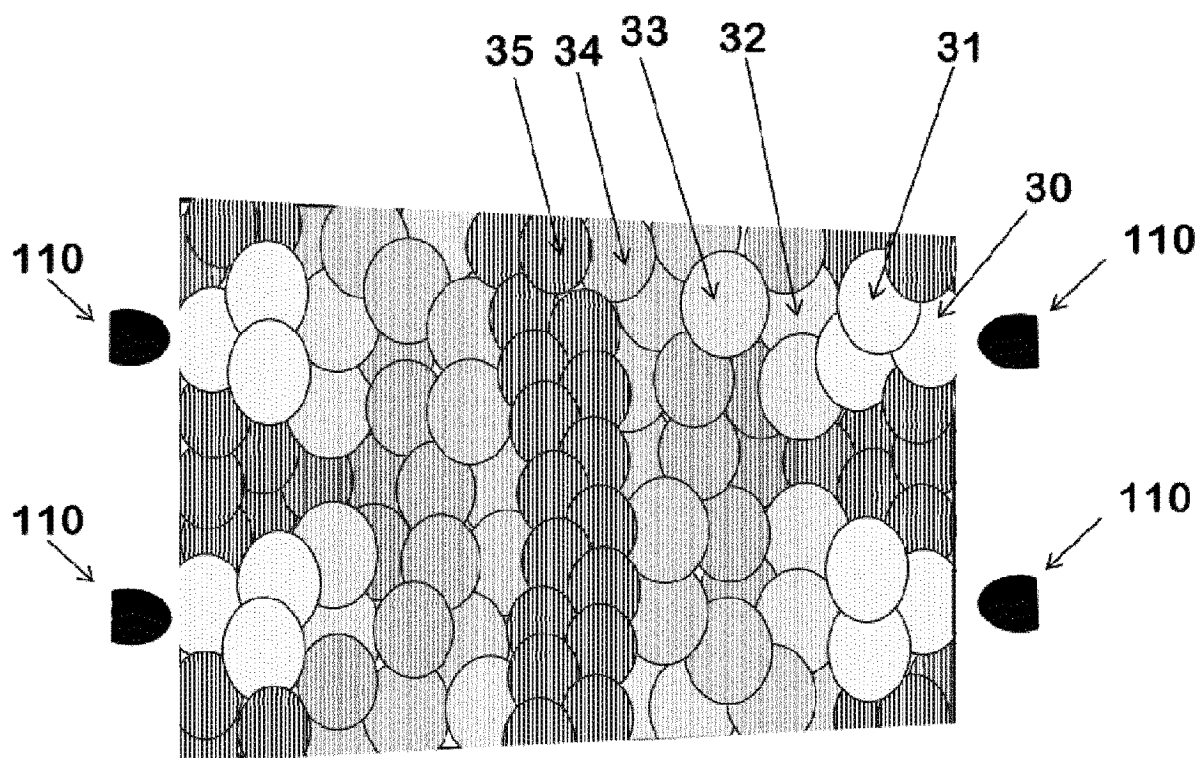


图 22