

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/13357 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680031412.5

[43] 公开日 2008 年 8 月 27 日

[11] 公开号 CN 101253444A

[22] 申请日 2006.8.4

[21] 申请号 200680031412.5

[30] 优先权

[32] 2005.8.27 [33] US [31] 11/212,166

[86] 国际申请 PCT/US2006/030485 2006.8.4

[87] 国际公布 WO2007/027364 英 2007.3.8

[85] 进入国家阶段日期 2008.2.27

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 D·斯科特·汤普森

克雷格·R·沙尔特

布莱恩·W·奥斯特雷

斯科特·J·基尼茨

约翰·A·惠特利

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 顾红霞 张天舒

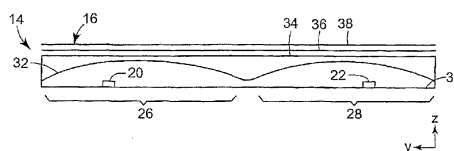
权利要求书 2 页 说明书 29 页 附图 7 页

[54] 发明名称

具有带凹型半透反射板的光回收腔的直接照明式背光源

[57] 摘要

本发明公开了直接照明式背光源和相关的方法及部件，其中部分透射、部分反射入射光的半透反射板被成形为组成至少一个面向后反射器的凹型结构。这样，在所述半透反射板和后反射器之间形成至少一个回收腔，所述至少一个回收腔基本上充满了背光源的输出区域。在所述输出区域后面布置了至少一个光源，以便将光线射入每个回收腔内，并且该光源可以位于回收腔内，或位于后反射器上的孔的后面。回收腔优选既浅又宽，其宽度-深度之比为至少 2、5 或 10，并且该腔能够在光源稀疏分布的输出区域上和薄型背光源内产生均匀的亮度和色彩。



1. 一种具有输出区域的直接照明式背光源，包括：
后反射器；
半透反射板，其部分透射、部分反射入射光，所述半透反射板的形状形成至少一个面向后反射器的凹型结构，以便在半透反射板和后反射器之间形成一个或多个回收腔，所述一个或多个回收腔基本上充满了背光源的输出区域；以及
至少一个光源，其布置在输出区域后面，用来将光射入所述一个或多个回收腔中；
其中，每个回收腔都具有深度 d 和宽度 W ，并且 W 至少是 d 的 2 倍；或者
其中，半透反射板包括选自一个群组的薄膜，所述群组包括偏光膜、偏振膜、打孔反射膜、镜面反射膜以及它们的组合。
2. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中，所述半透反射板包括偏振膜。
3. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中，所述至少一个凹型结构形成一个或多个所述回收腔的边界，并且每个回收腔将回收光基本上限制在其各自的边界内。
4. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中，所述至少一个光源包含多个光源，并且至少两个光源将光射入所述一个或多个回收腔中的一个回收腔内。
5. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中，所述至少一个光源布置在所述一个或多个回收腔内，或布置在所述后反射器后面。
6. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中，每个回收腔具有深度 d 和宽度 W ，并且 W 至少是 d 的 5 倍。
7. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中，每个回收腔都是中空的。
8. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中，所述至少一个凹型结构主要由单个凹型结构组成，并且所述一个或多个回收腔主要由单个回收腔组成。

9. 根据权利要求 1 所述的背光源, 其中, 所述至少一个凹型结构包含多个凹型结构, 并且所述一个或多个回收腔包含多个回收腔。
10. 根据权利要求 9 所述的背光源, 其中, 每个所述凹型结构在第一平面内都有凹型横截面轮廓, 而在与所述第一平面垂直的第二平面内都有基本上平的横截面轮廓。
11. 根据权利要求 9 所述的背光源, 其中, 每个所述凹型结构在相互垂直的第一平面和第二平面内都有凹型的横截面轮廓。
12. 根据权利要求 9 所述的背光源, 其中, 所述回收腔中的每一个都横跨输出区域尺寸地延伸。
13. 根据权利要求 1 所述的背光源, 其中, 所述至少一个光源包括多个 LED。
14. 根据权利要求 13 所述的背光源, 其中, 所述多个 LED 包括发出不同颜色光的 LED。
15. 根据权利要求 13 所述的背光源, 其中, 所述半透反射板的形状形成多个面向后反射器的凹型结构, 以便提供多个回收腔, 并且对于每个回收腔都存在至少一个布置在输出区域后面的 LED, 以便将光射入所述回收腔内。
16. 根据权利要求 1 所述的背光源, 其中, 所述半透反射板主要由选自一个群组的结构组成, 所述群组包括半反射膜和偏光膜。
17. 根据权利要求 1 所述的背光源, 其中, 所述半透反射板包括选自一个群组的两个薄膜, 所述群组包括半反射膜、偏光膜以及它们的组合。
18. 根据权利要求 1 所述的背光源, 其中, 所述半透反射板包括有划线的薄膜。
19. 根据权利要求 1 所述的背光源, 其中, 所述半透反射板包括保持在压缩状态的薄膜。
20. 一种显示系统, 其包括显示面板和根据权利要求 1 所述的背光源。
21. 根据权利要求 20 所述的系统, 其中, 所述显示面板包括液晶显示器 (LCD)。
22. 根据权利要求 21 所述的系统, 其中, 所述系统包括 LCD 电视机。

具有带凹型半透反射板的光回收腔的直接照明式背光源

技术领域

本发明涉及背光源，尤其是直接照明式背光源，以及背光源中所用部件、使用背光源的系统和制作与使用背光源的方法。本发明尤其适合液晶显示器（LCD）设备和类似显示器中使用的背光源，以及使用 LED 作为照明源的背光源。

背景技术

最近几年，面向公众的显示设备在数量和种类上都取得了巨大的增长。计算机（无论台式机计算机、膝上型计算机或笔记本计算机）、个人数字助理（PDA）、移动电话和超薄 LCD TV 只不过是其中几个例子。尽管这类设备中的一部分也可以使用普通的环境光源来观看显示内容，但大部分都包括称为背光源的发光板以使显示内容可见。

许多这种背光源都可分为“边缘照明式”和“直接照明式”两种类型。两类背光源的区别在于光源相对于背光源的输出区域的布置方式，其中输出区域限定了显示设备的可视区域。在边缘照明式背光源中，光源沿着背光源构造的外沿布置，位于与输出区域对应的区域之外。光源通常将光线射入导光板中，导光板的长度和宽度尺寸与输出区域接近，并且从导光板中提取出光以便照明输出区域。在直接照明式背光源中，光源阵列布置在输出区域的正后方，并在光源前方放置扩散片，以便能产生更加均匀的光输出。一些直接照明式背光源还结合有侧部安装的光源，因此能够以直接照明式和边缘照明式两种方式工作。

已知直接照明式背光源采用冷阴极荧光灯（CCFL）阵列作为光源。还已知可在 CCFL 阵列后面放置白色漫反射器作为后反射器，以增加亮度并有可能提高输出平面上的均匀性。

最近提出了一种使用直接照明式背光源的液晶电视机（LCD TV），这种电视的背光源不通过 CCFL 照明，而是通过红色/绿色/蓝色的 LED 阵列

照明。其中一个例子是 Sony™ Qualia 005 LED 平板电视机。40 英寸型号所采用的直接照明式背光源包括五排水平布置的侧发光式 Luxeon™ LED，每一排都有 65 个这种以 GRBRG 重复图案方式排列的 LED，各排间距为 3.25 英寸。从后白色漫反射器的前面到前扩散片（约 2mm 厚）的后面进行测量，该背光源约 42mm 深，在后反射器与前扩散片之间设有一块透明平板，其上有 325 个白色漫反射点。每个反射点都透射一部分光，并与其中一个 LED 对齐，以便防止由 LED 射出的大部分同轴光直接射到前扩散片。后反射器是平的，并带有呈一定夹角的侧壁。

发明简述

本专利申请特别公开了一种直接照明式背光源，包括：后反射器；和半透反射板，其部分透射、部分反射入射光。所述半透反射板的形状形成至少一个面向后反射器的凹型结构，以便在半透反射板和后反射器之间形成一个或多个回收腔。在一些情况下，背光源可能只有一个回收腔，而在另一些情况下，则可能有多个回收腔。在任一种情况下，单个回收腔或多个回收腔的尺寸和布置方式都基本上能够充满面板的输出区域。此外，至少一个光源（在一些情况下为一排光源）布置在背光源的输出区域后面，以便将光射入每个回收腔中。在一些情况下，一个或多个光源可以布置在指定的回收腔内；在一些情况下，一个或多个光源可以布置在后反射器后面，以便将光（例如，通过后反射器内的一个或多个孔）射入回收腔内。有利的是，如果需要，可以使用常规的封装或未封装的 LED 作为光源。

已经发现，半透反射板的凹型性质尤其适合通过回收腔区域提供均匀的照明，即使在使用稀疏排列的离散光源（例如 LED）时也是如此。还已经发现，这种凹型对来自不同颜色的离散光源（例如，红色/绿色/蓝色 LED 阵列）的光进行颜色混合也比较有效。无论一个或多个光源中是否包含 LED，在许多背光源实施例，需要至少一个回收腔中包含多个光源。在半透反射板的形状形成多个回收腔的情况下，每个回收腔都可以包括多个光源。

为了最大程度地减小背光源的总厚度和所需光源的数量，半透反射板的凹型形状及其相对后反射器的位置可提供比较浅而且宽的回收腔。为

此，回收腔的宽度优选是其深度的两倍以上，并更优的是至少为深度的五倍或十倍。回收腔可为基本上一维的，并形成延长的隧道状结构，或者可为二维的，并形成封闭单元，并且在单元中，半透过反射板在两个垂直的横截面内都是凹型。此外，回收腔优选为中空，以最大程度地减轻面板重量。

为了提高面板效率，后反射器优选具有很高的反射率，例如，对于光源发出的可见光，平均反射率至少为 90%，在示例性实施例中，至少为 95%、98%或 99%，或者更高。后反射器可以是以镜面反射为主的反射器、以漫反射为主的反射器或者镜面反射/漫反射器结合的反射器。

半透反射板可以是（或包括）多个部分透射、部分反射的薄膜或物体，并且为了提高面板效率，半透反射板最好具有较低的吸收损耗。优选的是，半透反射板是（或包括）选自一个群组的薄膜，所述群组包括偏光膜、偏振膜、打孔反射膜、镜面反射膜以及它们的组合。表面结构化的薄膜（诸如具有构成延长的线性棱柱的平行凹槽的薄膜，或具有诸如立方角元件阵列等锥形棱柱图案的薄膜）是偏光膜的例子。无论是镜面反射或漫反射的反射偏振片，都是其它合适的半透反射薄膜的例子。反射偏振片可以具有共挤出的聚合物多层构造、胆甾型构造、线栅构造或共混物（连续相/分散相）薄膜构造，因而可以使光透射并且镜面反射或漫反射。打孔的镜面反射膜或漫反射膜是合适的半透反射板的另一例子。

本发明还公开了相关的部件、系统和方法。

在以下具体实施方式中将详细阐述本专利申请的这些方面和其它方面。然而，在任何情况下，以上概述都不应理解为是对本权利要求书中要求的保护主题的限制，该主题仅受所附权利要求的限定，在申请期间可以对其进行修改。

附图说明

在整个说明书中参考附图，在这些附图中，相同的附图标记表示相同的元件，其中：

图 1 是具有背光源的显示系统的分解透视图；

图 1a 是与图 1 类似的视图，但该视图还以虚线形式示出离散光源和布置背光源输出区域后面的光回收腔的位置；

图 2 是图 1 和图 1a 中背光源的示意性侧视图；

图 2a 是与图 2 类似的视图，但该视图仅示出背光源的所选部件，并示出光源发出的光线如何在腔体内回收，然后再从半透反射板射出；

图 2b 是局部视图，示出位于回收腔的后反射器后面的光源；

图 3a-图 3g 是其它背光源的示意性侧视图；

图 4 是在背光源中使用的回收腔模块的示意性剖视图；

图 5 是在背光源中使用的另一个回收腔模块的透视图；

图 6 和图 7 是不同背光源的前视图，示出位于背光源输出区域后面的多个光回收腔的布置；

图 8-图 11 是在本发明所公开的背光源中可作为光源使用的各种封装 LED 的视图。

具体实施方式

图 1 的分解透视图中的示意性地展示了背光源的一种普通应用。其中的显示系统 10 包括例如液晶显示 (LCD) 面板等显示面板 12 和直接照明式背光源 14，该背光源提供了大面积的照明，足以让人轻松地观看到显示面板中包含的信息。虽然以简化的盒状形式示出了显示面板 12 和背光源 14，但读者应当理解，它们各自都包含额外的细节信息。背光源 14 在扩展的输出区域 16 上发射光线，同时还可能带有框架 15。输出区域 16 通常为矩形，但也可以根据需要具有其它扩展区域的形状，它可以与背光源中使用的薄膜的外表面相对应，或仅与框架 15 中的孔相对应。工作时，设置在框架 15 内而且布置在输出区域 16 正后方的（多个）光源对整个输出区域 16 进行照明。当被照亮时，背光源 14 让多位观察者 18a 和 18b 能够看到由显示面板 12 提供的图像或图形。在采用 LCD 面板的情况下，这些图像或图形为动态的，由通常数千或数百万个独立的图像元素（像素）的阵列产生，这种像素阵列基本上充满了显示面板 12 的横向尺寸，即长度和宽度。在其它实施例中，显示面板可以是（或包含）上面印有静态图形图像的薄膜。图 1 还包括用于参照的 x-y-z 笛卡尔坐标系。

在一些 LCD 实施例中,背光源 14 持续发出白光,像素阵列与滤色器矩阵相组合,从而形成多色像素组(诸如黄/蓝(YB)像素、红/绿/蓝(RGB)像素、红/绿/蓝/白(RGBW)像素、红/黄/绿/蓝(RYGB)像素、红/黄/绿/青/蓝(RYGCB)像素等),以使所显示的图像为多色。作为选择,可以使用色序技术来显示多色图像,其中,该技术不使用白光对显示面板持续进行背面照明并通过调制显示面板中的多色像素组来产生色彩,相反,它是对背光源自身内部的不同颜色(例如,选自诸如上述组合的红色、橙色、琥珀色、黄色、绿色、青色、蓝色(包括品蓝)以及上述颜色组合成的白色)的独立光源进行调制,以使背光源以快速重复连续的方式闪现出空间上均匀分布的彩色光输出(例如,先是红色,然后是绿色,然后再是蓝色)。然后,这种调制过色彩的背光源再与仅具有一个像素阵列(没有任何滤色器矩阵)的显示模块相组合,如果调制得很快并足以在观察者的视觉系统中产生短暂混色,那么使该像素阵列与背光源同步调制,从而在整个像素阵列上产生所有可获得的颜色(背光源中所用光源已知)。在美国专利 No. 5,337,068 (Stewart 等人)和美国专利 No. 6,762,743 (Yoshihara 等人)中描述了色序显示(也称为场序式显示)的例子。在一些情况下,可能只需要提供单色显示器。在这些情况下,背光源 14 可以包括滤色器或主要发出一种可见波长或色彩的特殊光源。

图 1a 再次示出显示系统 10,同时图 1a 还以虚线形式示出直接照明式背光源 14 内的第一排离散光源 20 和第二排离散光源 22。光源 20 和 22 可以各自发出白光,或者各自仅发出 RYGCB 颜色之一,然后再混合这些颜色以提供白光输出或者匹配这些颜色以提供单色光输出。图中还以虚线形式显示出分界线 24,该分界线把由光源 20 照明的第一个回收腔 26 与由光源 22 照明的第二个回收腔 28 分开。两个回收腔以及光源 20 和 22 都直接布置在输出区域 16 的正后面。

回收腔 26 和 28 合在一起基本上充满了输出区域 16。因此,如果在平面中描绘输出区域,例如当较远的观察者沿着垂直于输出区域的轴线观看时,那么凹型回收腔(即使较远的观察者看不太清楚这些回收腔)的总投影面积将大于输出区域的表面积的一半,优选为输出区域的至少 75%、80%

或 90%，更优选的为接近输出区域的约 100%。无论背光源只具有一个凹型回收腔还是具有多个凹型回收腔，在从平面图中观看输出区域时，（多个）回收腔的投影面积优选占到背光源输出面积的至少 75%、80%或 90%，或者 100%。

图 2 示出背光源 14 的所选部件的示意性侧视图。两个回收腔 26 和 28 由后反射器 30 和半透反射板 32 组成，半透反射板的形状组成如图所示的两个凹型结构，每个凹型都朝向后反射器，从而形成相邻的回收腔 26 和 28。离散光源 20 布置在后反射器和半透反射板之间的回收腔 26 内。位于输出区域 16 正后面的光源 20 和 22 的位置与直接照明式背光源 14 相符。半透反射板 32 的前面（从观察者的角度出发）是一些附加的光控膜或其它部件，根据系统要求以及光回收腔和光源的特点，这些部件的一部分或全部是可选件。因此，半透反射板的前面是扩散片或扩散薄膜 34 和顶部薄膜叠堆，顶部薄膜叠堆包括例如反射偏振片 36 和棱柱增亮薄膜 38 等常规光控膜。

图 2a 是图 2 的细节图，示出半透反射板 32 如何将光源发出的光部分透射和部分反射，并且示出半透反射板和后反射器 30 组合如何在回收腔 26 和 28 内产生光回收以及在这些腔体的横向维度上的发光扩散或漏光扩散。半透反射板的凹型结构不仅有助于限定回收腔的边界，而且趋向于将回收的光限制在那些边界以内，并且因改变了半透反射面的几何形状而趋向于扩大发射光的角楔。在具体回收腔内的光限制随着设计细节变化。例如，通过将半透反射板 32 置于更靠近后反射器 30 的位置，可以增加在回收腔 26 和 28 内的光限制，（而相应减少腔体之间的漏光），直到在极限情况下半透反射板沿着相当于图 1a 所示的边界 24 的线接触后反射器为止。这种布置方式对于减少整个背光源厚度来说是可取的。

只要后反射器 30 具有合适的孔隙，例如相应的洞、狭槽、窗口或其它透光的区域，就可以通过沿负 z 轴方向平移的方式将光源作为选择地布置在后反射器 30 后面而不是置于回收腔内部，使得从光源发出的光仍然能够直接射入这些回收腔内。这在图 2b 的局部视图中示出。

正如下文中进一步详细讨论，指定的光源可以是（1）有源元件，例如将电能转化为光能的 LED 晶粒或荧光灯，或将激发光转化为发射光的荧光

体，或者（2）无源元件，例如透镜、波导（如纤维），或传送和/或整形有源部件发出的光的其它光学元件，或者（3）一个或多个有源和无源部件的组合。例如，图 2 和图 2a 中的光源 20 和 22 可以是封装的侧发光 LED，其中 LED 布置在后反射器 30 后面并邻近电路板或散热器，而封装 LED 的成形封壳或透镜部分穿过后反射器的狭槽或孔而位于回收腔内。下面提供了关于光源的更多讨论。

在图 1-2a 的实施例中，回收腔基本上是一维的，并且以平行于 x 轴的相邻条的形式延伸跨越输出区域 16。半透反射板 32 的形状使其在 y-z 剖面上具有图示的凹型结构，但在与之垂直的 x-z 剖面上则基本上是平直的。换句话说，半透反射板表现出简单弯曲。在其它实施例中，半透反射板可显示出空间弯曲，此时，半透反射板的形状为在 y-z 和 x-z 剖面中形成凹型结构。

为了提高面板的效率，后反射器 30 优选具有高反射率。例如，对于光源发出的可见光，后反射器可以具有至少 90%、95%、98%，或者 99% 或更高的平均反射率。无论在空间上是均匀的还是图案化的，后反射器都可以是以镜面反射为主的反射器、以漫反射为主的反射器或者镜面反射/漫反射结合的反射器。在一些情况下，后反射器可以由具有高反射率涂层的刚性金属基板制成，或者由层压到支承基板上的高反射率膜制成。合适的高反射率材料包括但不限于：可购自 3M Company 的 Vikuiti™ Enhanced Specular Reflector（增强型镜面反射片）（ESR）多层聚合物膜；使用 0.4 密耳厚的异辛基丙烯酸盐丙烯酸压敏粘合剂将掺有硫酸钡的聚对苯二甲酸乙二醇酯膜（2 密耳厚）层压到 Vikuiti™ ESR 薄膜上所形成的膜，本文将这样制成的层压膜称为“EDR II”膜；可购自 Toray Industries, Inc. 的 E-60 系列 Lumirror™ 聚酯膜；诸如可购自 W. L. Gore & Associates, Inc. 的那些多孔聚四氟乙烯（PTFE）膜；可购自 Labsphere, Inc. 的 Spectralon™ 反射材料；可购自 Alanod Aluminum-Veredlung GmbH & Co. 的 Miro™ 阳极氧化铝膜（包括 Miro™ 2 膜）；可购自 Furukawa Electric Co., Ltd. 的 MCPET 高反射率发泡片材；以及可购自 Mitsui Chemicals, Inc. 的 White Refstar™ 膜和 MT 膜。后反射器可以是基本上平而光滑的，或具有与增强光散射或混合有关的结构化表面。这种结构化表

面可以施加在：（a）后反射器的反射面上，或者（b）反射面的透明涂层上。在前一种情况下，可以将高反射率薄膜层压到预先形成结构化表面的基板上，或者将高反射率薄膜层压到平基板（例如与可购自 3M Company 的 Vikuiti™ Durable Enhanced Specular Reflector-Metal（耐用增强型镜面反射片-金属）（DESR-M）反射器类似的金属薄板）上，然后再利用例如压印操作等形成结构化表面。在后一种情况下，可以将具有结构化表面的透明膜层压到平反射面上，或将透明膜施加到反射器上，然后在透明薄膜顶部形成结构化表面。

后反射器可以是上面装有（多个）光源的连续而完整（并且完好）的层，或者可以不连续地构造成分开的零件，或者以下述方式构造成不连续的，即：后反射器包括位于层中的孤立的孔，除了这些孔以外，所述层的其它部分是连续的，多个光源可穿过这些孔突出。例如，将几条反射材料施加到上面装有多排 LED 的基板上，每一条的宽度都足以从一排 LED 延伸到另一排，其长度应足以横跨背光源输出区域相对的两个边界。

回收腔的沿着输出区域 16 外边界的侧边和末端优选为线性，或相反地具有高反射率的垂直壁，以减少光损失并提高回收效率。在图 2 的左右末端可以看到两个相对的侧壁；两个相对的端壁（可以在图 2 中看到其中之一）与所示实施例中的侧壁垂直。这些壁面可以采用与后反射器所用材料相同的反射材料，或者也可以采用不同的反射材料。在示例性实施例中，侧壁是漫反射的。

半透反射板是（或包含）例如薄膜等结构，该结构部分透射并部分反射入射光，其中部分透射部分应足够多，以便允许通过半透反射板有效提取光，而部分反射部分也应足够多，以便在与后反射器结合时支持光回收。如下所述，各种不同的薄膜可以与最佳几何形状和特性结合使用，其中该最佳几何形状和特性对于各个薄膜一般是不同的并且与所用的光源和后反射器有关，从而获得最佳亮度、最佳亮度均匀性（光源隐蔽性）和最佳颜色混合。（在一些情况下，背光源设计师会提出一种独特的回收腔设计，例如下文讨论的回收腔模块，然后选择合适的光源供指定腔体使用。）下面要进一步讨论几种合适的薄膜，但这种讨论不具有限制性，所述薄膜中的任何一种都可以单独使用或与其它薄膜组合使用，以产生理想

的透射和反射性能。对于薄膜的组合来说，这些薄膜可以彼此相连或不相连。如果彼此相连，则可以使用任何已知的连接方式，并且这些薄膜可以在其整个主表面上相连，或仅在离散的几个点或几条线处相连。如果使用粘合剂，则粘合剂可以是透明、漫射的和/或双折射的。

适合作为半透反射板使用的一些薄膜属于本文所指的半反射膜和偏光膜。

一般来讲，半反射膜是指以下薄膜以及类似薄膜，这种薄膜反射大约30%到90%的法向入射可见光，同时该薄膜还具有足够低的吸收率，使其能够透射绝大多数（优选是几乎全部）剩余的（未被反射的）光。反射和透射可以是镜面类或漫射类，亦或是二者的组合，无论在空间上是否是均匀的还是图案化的。可以利用表面扩散片（包括全息扩散片）、体扩散片或同时利用两者来产生漫反射。适当的反射级别可以取决于多项因素，包括：光源的数量及其在后反射器上或后反射器处的位置；（多个）光源的强度和发射分布（强度的角分布）；回收腔的深度；背光源输出中的理想程度的亮度和色彩均匀性；以及背光源中是否存在诸如扩散片或顶部膜堆等其它部件。用作半透反射板的高反射率膜趋向于以效率为代价来增强背光源的亮度均匀性和色彩均匀性。效率之所以降低是因为回收腔内的平均反射次数增加，而每次反射都会伴随至少一些光损耗。如前文所述，不但希望最大程度地减少半透反射板的可见光吸收量，而且也希望最大程度地减少后反射器和任何反射侧壁的可见光吸收量。

适合作为半透反射板的半反射膜的一个例子是薄的金属化反射镜，其中这种反射镜的金属涂层足够薄，以便透射一些可见光。这种薄的金属涂层可以涂布到薄膜或基板上。

半反射膜的另外一个例子在本领域中称为受控透射镜膜（CTMF）。这种膜的制作方法是：将漫反射涂层或漫反射层施加在多层干涉镜堆（例如上述 ESR 反射镜膜）的两面。半反射膜的另一个例子是多层聚合物反射镜膜，这种膜已经过火雕处理（flame embossed），以便通过火焰短暂灼烧而使某些位置的多层干涉叠堆破裂。

反射偏振片也是半反射膜的另一些例子。这种偏振片包括胆甾型偏振片、采用共挤和拉伸技术制成的多层聚合物偏振片、线栅偏振片以及具有

连续相/分散相构造的漫射共混物偏振片，并且标称透射来自非偏振光源的光的一半（对应于第一偏振态）并且标称反射另一半（对应于正交的第二偏振态）。所述偏振片的例子包括任意一种可购自 3M Company 的 Vikuiti 牌双倍增亮膜（DBEF）产品和漫反射偏振膜（DRPF）产品。例如，还可参见美国专利 No. 5, 882, 774（Jonza 等人）和 No. 6, 111, 696（Allen 等人）以及美国专利公开出版物 2002/0190406（Merrill 等人）中公开的反射膜。如果一层反射偏振膜不够，还可将两个或更多个这类薄膜组合，然后使其定形成凹型结构。

非偏振漫反射器也是半反射膜的更多例子。通过以下方式制成这种反射器：将镜面反射颗粒或薄片分散到低吸收率的透明聚合物基体中并使其形成薄膜或其它本体。反射颗粒或薄片可以分布在厚膜的厚度上，或者可以分布在基板表面上成为可固化涂层。还已知多种其它漫反射器构造和制造方法。可以采用喷墨印刷、丝网印刷和其它已知技术将漫射涂层涂布到反射器或其它本体上。还可使用漫射粘合剂，在这种情况下，漫射是由折射率失配的颗粒或气泡产生。用作半透反射板的漫反射器优选具有较低的吸收率，并且在可见波长范围内的平均透射率为 20%到 80%。

半反射膜还包括具有小洞或小孔图案的反射膜，这种小洞或小孔用于增加透射并减少反射。通过以所需图案将反射膜打孔，可以做成这种半反射膜。事实上，本文讨论的的任意一种反射膜都可以作为原材料，然后将其转换或加工来形成穿孔或其它孔。美国专利 7, 037, 100（Strobel 等人）和美国专利申请 2005/0073070（Getschel 等人）教导了火焰穿孔薄膜的适用技术。洞或孔的图案可以是均匀的或不均匀的，并且在后一种不均匀情况下，孔的位置和尺寸可以是无规的或伪随机的。在一个实例中，Vikuiti™ ESR 膜被穿有相等间距的圆洞，这些圆洞排列成洞间距等于洞直径倍数的六边形阵列。从制造的角度来看，希望不必将半透反射板与（多个）光源对齐，因而有利的是使用均匀的洞图案，并且在构造背光源时不试图以任何特定方式使（多个）光源相对图案对准。然而，在某些背光源构造中，以下情况是允许的：使用图案不均匀的洞图案，设置半透反射板，使得不均匀图案的某些部分（例如，洞比其它区域少或小的区域）与（多个）光源对齐。此外，在一些实施例中，半透反射板可以包括形成独

立的条或分散的段的反射膜（例如，ESR 膜）。例如，参见美国专利 6,974,229（West 等人）。

通常，适用于本发明所公开的背光源中的半透反射板的偏光膜是指这样的薄膜以及类似薄膜：该薄膜具有排列形成结构化表面或类似表面的微结构，该表面根据光线入射方向来反射和透射光。该薄膜的一侧或两侧可以具有这种结构化表面。可用的结构包括线性棱柱、棱锥、圆锥和椭圆体，这种结构可以是伸出表面的凸起或伸入表面的坑。该结构的尺寸、外形、几何形状、取向和间距全部可以进行选择，以优化半透反射板、回收腔和背光源的性能，并且单个结构可以是对称或非对称的。结构化表面可以是均匀的或不均匀的，并且在后一种情况下，结构的位置和尺寸可以是无规的或伪随机的。通过尺寸、外形、几何形状、取向和/或间距的周期性或伪随机变化来打乱规则排列的特征，就可以调节背光源的色彩均匀性和亮度均匀性。在一些情况下，有利的是对较小结构和较大结构进行分配，并调整偏光膜的位置，使得较小结构大致对准光源上方，而较大结构位于其它位置。

合适的偏光膜的例子包括商用的一维（线性）棱柱形聚合物膜（例如，均可购自 3M Company 的 Vikuiti™ 增亮膜（BEF）、Vikuiti™ 直角透射膜（TRAF）、Vikuiti™ 图像转向薄膜（IDF）和 Vikuiti™ 光学照明膜（OLF）），以及常规的透镜状线性透镜阵列。在一维棱柱形膜的情况下，棱柱形结构化表面优选向下朝向光源（图 2 中的负 z 轴方向），并且如果半透反射板被简单地弯曲，使得在第一剖面（例如 y - z 平面）内形成凹型结构而在与之正交的第二剖面（例如 x - z 平面）内不形成凹型结构，那么优选对该一维棱柱膜进行取向，使其结构化表面的线性棱柱垂直于第一平面（如 y - z 平面）延伸并平行于第二平面（如 x - z 平面）延伸。在结构化表面具有二维特征的情况下，偏光膜的例子包括：立方角表面结构，例如美国专利 No. 4,588,258（Hoopman）、No. 4,775,219（Appeldorn 等人）、No. 5,138,488（Szczeczek）、No. 5,122,902（Benson）、No. 5,450,285（Smith 等人）和 No. 5,840,405（Shusta 等人）中所公开的结构；未密封立方角片材，例如可购自 3M Company 的 3M™ Scotchlite™ 反光材料 6260 High Gloss Film 和 3M™ Scotchlite 反光材料 6560 High Gloss Sparkle

Film; 反转棱柱表面构造, 例如美国专利 No. 6, 287, 670 (Benson 等人) 和 No. 6, 280, 822 (Smith 等人) 中所述; 美国专利 No. 6, 752, 505 (Parker 等人) 和专利出版物 2005/0024754 (Epstein 等人) 中所公开的结构化表面膜; 以及珠状逆反射片材。

偏光膜可以单独使用, 或者与其它合适的半透反射板结合使用。如果与不同类型的半透反射板结合使用, 那么可以将偏光膜布置在回收腔的内部(最接近光源的位置), 其它薄膜可以是半反射膜(例如, 漫射膜)或另一个偏光膜, 它可以布置在回收腔的外部。如果将两个或更多线性棱柱偏光膜组合使用, 那么这些薄膜可以是对齐的、错位的或“交叉的”, 使得一个薄膜的棱柱方向垂直于另一个薄膜的棱柱方向。

现在返回图 2 和图 2a, 图中示意性地示出离散光源 20 和 22。在大多数情况下, 这些光源是紧凑的发光二极管(LED)。此时, “LED”是指能够发出光(无论可见光、紫外光还是红外光)的二极管。它包括作为“LED”销售的非相干封闭或封装半导体器件, 无论是常规型还是超辐射型。在 LED 发出例如紫外光等不可见光的情况下, 以及在发出可见光的一些情况下, 在 LED 封装内会包含荧光粉(或者对设置在远处的荧光粉进行照明), 以将短波长光转化为波长较长的可见光, 并且在一些情况下可能得到发出白光的器件。“LED 晶粒”是 LED 的最基本形式, 即经半导体加工程序而制成的单个部件或芯片的形式。该部件或芯片可以包括适合施加电力以给装置通电的电触点。该部件或芯片的独立各层和其它功能元件通常形成在晶片规模(wafer scale)上, 然后成品晶片被切成独立的块体, 从而生产大量的 LED 晶粒。下文将对封装 LED(包括正向发射式 LED 和侧向发射式 LED)进行进一步讨论。

如果需要, 可以使用例如线性冷阴极荧光灯(CCFL)或热阴极荧光灯(HCFL)等其它可见光发光器来代替或辅助分散 LED 光源, 以作为本发明所公开的背光源的照明源。例如, 在一些应用中, 可能需要用不同的光源(如长圆柱形 CCFL)或者用线性表面发射光导(该光导沿长度方向发光并与例如 LED 晶粒或卤灯等远程有源元件耦合)来代替图 1a 中所示的离散光源 20 的排列, 也可以用同样的方式代替离散光源 22 的排列。在美国专利 No. 5, 845, 038 (Lundin 等人) 和 No. 6, 367, 941 (Lea 等人) 中公开了这种

线性表面发射光导的例子。还已知纤维耦合激光二极管和其它半导体发射器，在那些情况下，当把其放在本发明所公开的回收腔中或相反地放在背光源的输出区域后面时，光学纤维波导的输出端可以当作光源。同样的情况也适用于发光面积较小的其它无源光学元件，例如透镜、偏转器、窄光导，以及发射来自有源元件（例如灯泡或 LED 晶粒）的光的类似元件。这类无源元件的一个实例是侧向发射式封装 LED 的模制封壳或透镜。

现在转到图 3a-图 3g，图中示出可以用来构造合适的直接照明式背光源的几何结构，这些仅是多种不同几何结构中的一小部分例子。这些附图全部表示沿 x 轴方向（与附图平面垂直）的前视图。然而，这些附图也可以理解为表示沿正交的 y 轴方向的前视图，因此，这些附图大致图示了两类实施例：半透反射板在 y-z 平面内具有单向弯曲的实施例，以及半透反射板在 y-z 和 x-z 平面内都具有空间弯曲的实施例。鉴于上述原因，应广义理解“弯曲”，而不应局限于几何圆弧甚至弯曲形状。

图 3a 示出只有一个回收腔 42 的直接照明式背光源 40，其中该回收腔由半透反射板 44 内的单个凹型结构和后反射器 30 组合而成。回收腔具有所示的深度 d，其长度和宽度基本上与输出区域 16 的长度和宽度相等，其中输出区域现在位于扩散片 34 的前表面上。在回收腔 42 中布置了三个光源 45a、45b 和 45c，每个光源可以表示单个光源，或表示平行于 x 轴延伸的一排光源。根据所发射光的亮度以及空间分布与角度分布的情况，可以省略光源 45a、45b 和 45c 中的任意一个或两个，并且仍然可以在输出区域 16 上提供可以接受的亮度和亮度均匀性。

图 3b 示出具有两个回收腔 52 和 54 的直接照明式背光源 50，其中所述回收腔由半透反射板 56 内的两个凹型结构和后反射器 30 组合而成。图示半透反射板 56 显示为两部分 56a 和 56b，分别对应于所述两个凹型结构。这两部分可以在中间区域 53 处由半透反射板的一部分相连，也可以不相连。正如所看到的，由于中间区域 53、回收腔 52 的左边区域以及回收腔 54 的右边区域的存在，回收腔 52 和 54 加在一起没有充满整个输出区域 16。不过，回收腔 52 和 54 的大小仍旧基本上充满了输出区域，其大小优选占到输出区域 16 的平面面积的 75%、80%或 90%，或者以上。位于输出区域 16 后面并缺少凹型回收腔的区域（例如，中间区域 53）总共只占输出

区域的平面面积的一小部分（少于 25%、20%或 10%，优选约 0%）。由于与回收腔的接近度、通过（多个）回收腔发出的光的角分布以及（多个）回收腔上方输出区域的位置（例如，扩散片 34 的位置）等因素，这些区域可能会对整个输出区域 16 上的亮度均匀性产生极小的负面影响，或没有影响。就存在这些区域而言，在示例性实施例中，这些区域优选分布在尽量靠近或沿着输出区域 16 周边的位置，并远离输出区域的中央部分。每个回收腔都具有所示的深度 d 。回收腔 52 内布置有两个光源 55a 和 55b，并且回收腔 54 内布置有两个光源 55c 和 55d，但每个回收腔内有一个光源可能也是足够的。图示光源可表示一个光源，或者表示沿平行于 x 轴方向延伸的一排光源。

图 3c 示出具有三个回收腔 62、64 和 66 的直接照明式背光源 60，其中这些回收腔由半透反射板 68 内的三个凹型结构和后反射器 30 组合而成。半透反射板 68 显示为三部分 68a、68b 和 68c，分别对应于三个凹型结构。这三部分可以在中间区域 63a 和 63b 处通过部分半透反射板相连，也可以不相连，优选最大程度地减小中间区域的面积。注意到，每个凹型结构都由各不相同的左右两半组成，并且每一半都具有相对后反射器 30 的凸面形状，但是两个半部合起来又形成相对后反射器的凹型结构。每个回收腔都具有所示的深度 d 。回收腔 62、64 和 66 内分别布置有光源 65a、65b 和 65c。图示光源可能表示一个光源，或者表示沿平行于 x 轴方向延伸的一排光源。

图 3d 示出具有三个回收腔 72、74 和 76 的直接照明式背光源 70，其中这些回收腔由半透反射板 78 内的三个凹型结构和后反射器 30 组合而成。半透反射板 78 显示为三部分 78a、78b 和 78c，分别对应于三个凹型结构。这三部分可以在中间区域 73a 和 73b 处通过半透反射板的一部分相连，也可以不相连，并且优选最大程度地减小中间区域的面积。注意到，每个凹型结构都由各不相同的左、右、顶三部分组成，顶部与其余两部分之间通过连接机构 77 相连。这些连接机构 77 可以采用常规设计，例如模制塑料框架。连接机构 77 也可以是透明或不透明的，并且可以大于或小于图示的相对尺寸。每个回收腔都具有所示的深度 d 。回收腔 72、74 和 76

内分别布置有光源 75a、75b 和 75c。图示光源可能表示一个光源，或者表示沿平行于 x 轴方向延伸的一排光源。

图 3e 示出具有四个回收腔 82、84、86 和 88 的另一个直接照明式背光源 80，其中这些回收腔由半透反射板 89 内的四个凹型结构和后反射器 30 组合而成。位于透明支承 81 顶部或与之相连的半透反射板 89 显示为四部分 89a-89d，分别对应于四个凹型结构。这些部分可以是或不是连续的半透反射膜的一部分。每个回收腔都具有所示的深度 d。在某些实施例中，透明支承 81 可以具有面向光源 85a-85d 的专门设计的表面结构。回收腔 82、84、86 和 88 内分别布置有光源 85a-85d。图示光源可表示一个单一光源，或者表示沿平行于 x 轴方向延伸的一排光源。在可选实施例中，可以将透明支承 81 替换成其中具有小孔的后反射器，以便允许光源照明回收腔，并且也可以将后反射器 30 替换成基板（例如，电路板）并在上面安装光源。在这种情况下，回收腔的厚度减少为所示的 d'。

图 3f 示出具有两个外部回收腔 92a 和 94a 以及两个内部回收腔 92b 和 94b 的另一个直接照明式背光源 90，其中外部回收腔由第一个半透反射板 96 内的两个凹型结构和后反射器 30 组合而成，内部回收腔由第二个半透反射板 98 内的两个凹型结构和同一后反射器 30 的较小部分组合而成。半透反射板 96 显示为两部分 96a 和 96b，这两部分可以在中间区域 93 处通过半透反射板 96 的一部分相连，也可以不相连。半透反射板 98 也显示为两部分 98a 和 98b，这两部分同样也可以在中间区域 93 处通过半透反射板 98 的一部分相连，也可以不相连。外部和内部半透反射板可以使用同类半透反射材料，例如，某种特定的半反射膜或偏光膜，或者使用不同的材料，例如，一种使用棱柱偏光膜，另一种使用打孔的反射器。外部回收腔具有所示的深度 d1。内部回收腔具有较小的深度 d2。外部回收腔 92a 和内部回收腔 92b 内都布置有光源 95a；外部回收腔 94a 和内部回收腔 94b 内都布置有光源 95b。图示光源可表示一个光源，或者表示沿平行于 x 轴方向延伸的一排光源。

图 3g 示出具有两个外部回收腔 102a 和 104a 以及两个内部回收腔 102b 和 104b 的再一个直接照明式背光源 100，其中外部回收腔由第一个半透反射板 106 内的两个凹型结构和后反射器 30 组合而成，内部回收腔由第

二个半透反射板 108 内的两个凹型结构组成。半透反射板 106 显示为两部分 106a 和 106b；半透反射板 108 也显示为两部分 108a 和 108b。图 3g 举例说明了一种构造技术，该技术通过以下方式形成凹型（和弯曲）结构：使原本平而刚性的薄膜弯曲，然后加压地保持在固定柱之间。这样，半透反射板 106a 和 108a 就加压地保持在固定柱 107a 和 107b 之间，从而形成宽度相同但深度不同的嵌套回收腔。半透反射板 106b 和 108b 加压地保持在固定柱 107b 和 107c 之间，同样也形成宽度相同但深度不同的嵌套回收腔。外部和内部半透反射板可以使用同类半透反射材料，例如某种特定的半反射膜或偏光膜，或者使用不同的材料，例如，一种使用棱柱偏光膜，另一种使用打孔的反射器。外部回收腔具有深度 d_1 ，内部回收腔具有较小的深度 d_2 。外部回收腔 102a 和内部回收腔 102b 内都布置有光源 105a；外部回收腔 104a 和内部回收腔 104b 内都布置有光源 105b。图示光源可能表示一个光源，或者表示沿平行于 x 轴方向延伸的一排光源。

图 4 示出回收腔模块 110。模块 110 具有三个回收腔 112、114 和 116，这些回收腔分别由半透反射板 118 内的三个凹型结构和后反射器 119 组合而成。涂布或层压到刚性透明支承 117 上的半透反射板 118 显示为三部分 118a-118c，分别对应于三个凹型结构。所示半透反射板 118 是连续的，但也可以是不连续的，例如从中间区域 115a 和 115b 中省去，或从凹型结构上的所选部分省去。在区域 115a 和 115b 处，以及模块 110 的左右两端处，可以使用粘合剂或其它连接机构将半透反射板 118 固定到后反射器 119 上。后反射器 119 被涂布到或层压到刚性支架 113 上。后反射器 119/支架 113 的组合件中具有孔 111a-111c，这些孔可以是物理的洞或槽，或者作为选择地是透光膜或其它材料的几部分。这些孔的尺寸使其能够容纳合适的光源，这样只需将模块 110 放到光源阵列上方，即可方便、快捷地构造成背光源。可以使用单个模块 110 来构造具有三个光源或三排光源的背光源；也可以使用多个模块来构造更大的背光源，例如，可以并排地使用两个模块 110 来构成具有六个光源或六排光源的背光源。每个回收腔都所示的深度 d 。

图 5 示出与图 4 中的模块相似的回收腔模块 120，不同的是，模块 120 只有一个回收腔 122。回收腔 122 由半透反射板 124 内的一个凹型结构和

后反射器 126 组合而成。半透反射板 124 可以被涂布或层压到刚性的透明支架 125 上。所示半透反射板 124 是连续的，但也可以是不连续的，例如从平行于 x 轴延伸的模块的相对两端省去，或者从凹型结构上的所选部分省去。可以沿模块 110 的边缘使用粘合剂或其它连接机构，以便将半透反射板 124 固定到后反射器 126 上。后反射器 126 被涂布或层压到刚性支架 127 上。后反射器 126/支架 127 组合件中具有孔 128a-128d，这些孔可以是物理的洞，或者作为选择地是透光膜或其它材料的几部分。这些孔的尺寸使其能够容纳合适的光源，这样只需将模块 120 放到光源阵列（在本实施例中为一排光源）上方，即可方便、快捷地构造成背光源。可以使用单个模块 120 来构造一排四个光源组成的背光源；也可以使用多个模块 120 来构造更大的背光源，例如，可以端对端或并列地使用模块来构造 n 排四个光源组成的背光源，其中 n 为任意正整数；或 n 排 $4m$ 个光源组成的背光源，其中 m 也是任意正整数。回收腔 122 具有所示的深度 d ，长度 L 和宽度 W 。

可以根据需要在指定背光源内混合并匹配不同设计的模块（更一般的为不同设计的回收腔）。指定背光源内的多个回收腔在平面图上不必具有相同的形状，不必具有相同的长度、宽度或深度，不必以相同的方式取向，也不必使用相同的半透反射板材料或后反射器材料。此外，不管这些回收腔的几何形状和光学性能是否相同，都不必具有相同数量的光源或相同类型的光源。可以对回收腔（和回收腔模块）的尺寸、位置、取向和其它特征加以选择，以制成具有理想特性的背光源。

在平面图中，回收腔不必具有矩形轮廓。例如，可以对图 5 中的回收腔 122 进行修改，使腔在中心附近的孔 128b 和 128c 处较宽，而在末端附近的孔 128a 和 128d 处较窄，从而形成桶状的平面图轮廓；或者可以使腔中心处较窄，而末端处较宽，从而形成沙漏形的平面图轮廓。

图 6 和图 7 是不同的直接照明式背光源的前视图或平面图，图中示出位于面板输出区域后面的多个光回收腔的布置方式。每个背光源的输出区域都具有 16:9 的长宽比，这是当前 LCD TV 中流行的比例。在图 6 中，背光源的输出区域 130 基本上被六个回收腔 132a-132f 的阵列所充满。每个回收腔都由形状为面向后反射器的凹型结构的半透反射板构成。半透反射

板的形状可以在 x - z 平面内确定一个凹型结构，并在正交的 y - z 平面内确定另外一个凹型结构，前者限定了每个回收腔的宽度 W ，而后者限定了其长度 L 。光源 134 布置在回收腔内部或后反射器后面。

图 6 也可以理解为表示这样的实施例：在该实施例中，半透反射板具有单向弯曲，以限定一个或多个线性隧道状结构，但在半透反射板和后反射器之间分布有若干垂直间壁，将一个回收腔分割为多个独立区域或子腔。例如，半透反射板可以在输出区域 130 的顶边和底边之间的 x - z 平面内形成单个凹型结构，从而形成宽度为 $2W$ 、长度为 $3L$ 的回收腔（其中 W 和 L 如图 6 所示），不同的是，如图中虚线所示，在半透反射板和后反射器之间设置了优选由高反射率材料制成的垂直间壁（无论是镜面反射或漫反射），以限定不同的区域或回收腔 132a-f。又如，半透反射板可以在 x - z 平面内形成两个相邻的凹型结构，从而形成两个回收腔，每个回收腔的宽度为 W ，长度为 $3L$ （其中 W 和 L 如图 6 所示），不同的是，在半透反射板和后反射器之间设置了垂直间壁，以便将第一个回收腔分割成三个腔 132a-132c，并将第二个回收腔分割成三个腔 132d-132f。在另外一个例子中，半透反射板可以在 y - z 平面内形成三个相邻的凹型结构，从而形成三个回收腔，每个回收腔的宽度为 $2W$ ，长度为 L （其中 W 和 L 如图 6 所示），不同的是，在半透反射板和后反射器之间设置了垂直间壁，以将每个回收腔都分割成两个腔。

在图 7 中，面板输出区域 140 基本上被十个六边形回收腔 142a-142j 的阵列所充满。每个回收腔都由形状为面向后反射器的凹型结构的半透反射板构成。半透反射板的形状可以在 x - z 平面内确定一个凹型结构，并在正交的 y - z 平面内确定另外一个凹型结构，前者限定了每个回收腔的宽度 W ，而后者限定了其长度 L 。光源 144 布置在回收腔内部或后反射器后面。

除了矩形和六边形形状以外，回收腔还可以使用其它平面形状，无论是单向弯曲或是空间弯曲。可以设想多边形（三角形、梯形、五边形等）、圆形、椭圆形和任何其它理想的形状。可以定制几何形状，以便在背光源中获得高效率、高亮度均匀性与色彩均匀性。

如前文所述，由凹型半透反射板和后反射器组成的回收腔希望在 z 轴方向上较浅（即，深度 d 较小），而在横向上较宽。特定腔的深度 d 是指

该腔中后反射器与半透反射板之间沿着垂直于输出区域的轴线（即沿 z 轴方向）的最大间距。腔的宽度（ W ）是指按下列方式测得的腔的横向尺寸：首先将腔的形状置于平面图（例如，图 6 和图 7）中，限定腔体平面形状的边界，则腔的宽度为所限定的最小外接矩形中的较短边尺寸。希望本发明所公开的回收腔的宽度 W 大于 $2d$ ，优选至少 $5d$ 或 $10d$ ，或者更大。腔的长度（ L ）是指限定腔体平面形状边界的最小外接矩形中的较长边尺寸。特殊情况下，最小外接矩形可能是正方形，此时 $L=W$ 。

使用一个以上所述回收腔的背光源，尤其是那些具有多个不同腔体区域或阵列的背光源，其中每个区域或腔体都由其自身的（多个）光源照明，这些光源可相对于相邻腔内的（多个）光源独立控制或寻址，这种背光源可以与合适的电子驱动器一起使用，从而支持动态对比度显示技术和色序显示技术，在这些技术中背光源输出区域上的亮度分布和/或色彩分布故意设计成不均匀的。因此，仅通过适当控制不同回收腔内的不同光源，就可以控制输出区域中的不同区域使其比其它区域更亮或更暗，或者使这些区域发出不同颜色的光。

可以使用不同的组装方法和技术来制造本发明所公开的背光源凹型回收腔。

一种方法是将单件半透反射膜跨过背光源外壳的整个宽度，其中薄膜边缘楔入外壳的侧壁或固定到侧壁上，从而形成隧道状凹型结构。该方法尤其适合相对较小的显示器。

在背光源单元薄并且宽的情况下，使用多个隧道状凹型结构较为有利。已经发现，在半透反射膜上划线（即，沿一条或几条线将薄膜切开一部分厚度）是限定凹型结构边界的较为方便的技术。另一种有效的技术是通过将半透反射膜沿一条或几条线折叠来产生折痕。划线和折叠有利于将单个薄膜分成多个凹型结构的组合，因为它能够让指定位置处的薄膜变得易于折叠。划线可以使用任何已知的划线技术，包括激光方法、热力学方法（如使用热电阻线或热刀）和已知的切割技术。

当使用由单张薄膜形成的多个隧道状结构时，薄膜与背光源外壳的底板、侧壁或底板和侧壁二者的物理连接，为薄膜提供了稳定而坚固的结构。用于使凹型薄膜与背光源物理连接的方法实例包括但不限于：通过铆

钉、螺钉、U形钉、热点焊或超声波点焊、钉入底板的塑料钉（该塑料钉也可以用来支撑扩散片，例如在 Sony™QualiaLED 液晶电视中）、钉入背光源侧壁并将薄膜的划线区域固定到底板上的销钉、底板上的粘合带等将薄膜的划线部分固定在底板上。

凹型薄膜的边缘可以连接到在背光源外壳的侧壁反射器中模制出的位置和槽处，这些位置和槽有助于限定凹型结构的形状。作为选择，薄膜也可以制备成具有足够的刚性，以便将凹型结构插入侧壁或反射底板中预制槽内。一般来说，在半透反射板的至少一部分上压制出波纹形可以增强半透反射板的硬度或刚性。自身刚度不足的半透反射板也可以与具有适当表面形状的透明支架结合，例如，置于透明支架的顶部。

将划线的薄膜固定到背光源外壳内的另一种方法涉及使用支撑部件，该支撑部件可以模制到外壳的侧壁结构中，或者插入外壳的侧壁中。这种方法可以使用插入外壳侧壁中预定位置处的透明聚合物杆跨过背光源的长度或宽度，因而提供了可迂回穿过或穿过半透反射板的导向杆，同时使用上述技术固定薄膜的边缘。作为选择，可以用细金属丝来代替这些杆。这种方法在制作不对称凹型结构时尤其有用，此时，薄膜往往对转变成不对称形状具有抗拒力。

在半透反射板内形成凹型结构的另一种方法是，在前扩散片背面的预定位置上设置塑料钉，其中该位置与半透反射板将要接触或几乎接触后反射器的位置相一致。在组装背光源过程中，可以将这些销钉与柔性半透反射膜相接触，从而使边缘与背光源外壳相连的半透反射板形成由销钉位置所确定的一个或多个凹型形状。

形成凹型结构的其它方法包括制造与背光源分离的模块。可以制成类似于图 4 所示的模块，在该模块中，半透反射板的一些点与不相连的几块反射底板连在一起，这些反射底板块在集合到一起时为（多个）光源留出孔。后反射器的几个独立片体（如图 4 所示）也可以用 Z 形折叠铰链相连，使得当铰链展开时，半透反射板就可以放平以便于运输，而当铰链折叠时，就能形成凹型结构，并为（多个）光源留出孔。图 5 示出了另一种类型的模块，其中该模块的后反射器可以是具有规定长度和光源可从中突出来的孔的反射膜（例如，购自 3M Company 的 ESR 膜）。该模块引入了比

后反射器膜更宽的半透反射膜，并且这两张薄膜沿着两条对边粘合或焊接在一起，从而形成隧道状的凹型结构。可以通过常规方法，例如使用施加在后反射器背面的粘合剂，将该模块连接在背光源外壳上。

在 2005 年 8 月 27 日提交的、名称为“Methods of forming Direct-lit Backlights having Light Recycling Cavity with Concave Transflector”（“具有带凹型半透反射板的光回收腔的直接照明式背光源的构造方法”）的共同转让的美国专利申请 No. 60/711, 523（代理人案卷号为 No. 61199US002）中描述了形成凹型结构的其它方法。

图 8-图 11 示出可用于本发明公开的背光源的一些光源的视图，然而这些附图不具有限制性。所示光源包括封装 LED。图 8、图 9 和图 11 的光源显示了侧向发射式 LED 封装，其中 LED 晶粒发出的光被一体的封壳或透镜元件反射和/或折射后，形成大致横向传播而不是沿光源对称轴向前传播的峰值光发射。图 10 的光源可以是前向发射或侧向发射，这取决于是否包含可选的偏转器。

在图 8 中，光源 150 包含一个 LED 晶粒 151，该 LED 晶粒装在框架 152 上并与引线 153 电连接。引线 153 用于使光源 150 与电路板等电连接和物理连接。透镜 154 与框架 152 相连。透镜 154 设计成使射入透镜上半部的光在上表面 155 上发生全内反射，从而入射在上半部的下表面 156 上，然后折射出装置。射入透镜下半部 157 的光也被折射出装置。光源 150 还可以包括可选的转向器 158（例如，反射材料盘），该转向器装在透镜 154 上方，或连接在上表面 155 上。同样参见美国专利 No. 6, 974, 229（West 等人）。

在图 9 中，光源 160 包括装在引线架 161 上的 LED 晶粒（未示出）。透明封壳 162 内装有 LED 晶粒、引线架 161 和部分电气导线。封壳 162 表现出相对于 LED 晶粒表面法线所在平面的反射对称性。封壳上具有由曲面 164 限定的凹陷区 163。凹陷区 163 基本上是线性的，居于对称面中心，并且表面 164 的至少一部分上涂有反射涂层 165。从 LED 晶粒发出的光经反射涂层 165 反射后形成反射光线，这些反射光线接着被封壳折射面 166 折射后形成折射光线 167。同样参见美国专利 No. 6, 674, 096（Sommers）。

在图 10 中,光源 170 包括 LED 晶粒 171,该 LED 晶粒位于引线架 173 的凹陷反射器区 172 内。借助于引线架与 LED 晶粒 171 之间的引线连接,引线架 173 和另一个引线架 174 可以向光源供电。LED 晶粒表面上具有一层荧光材料 175,并且整个组合件被嵌入具有透镜前表面的透明封装环氧树脂 176 中。在供带电时,LED 晶粒 171 的顶部表面会发出蓝光。其中这些蓝光中的一部分会穿过荧光材料层,然后与荧光材料发出的黄光混在一起,从而形成白光输出。作为选择,也可以省去荧光材料层,这样光源只能发出由 LED 晶粒 171 产生的蓝光(或者所需要的另一种颜色的光)。在任一种情况下,白光或有色光都大致上朝前向发射,以便在沿光源 170 的对称轴方向上产生峰值光。然而,如果需要,光源 170 可以选择性地包括偏转器 177,其反射表面能够使光的方向改变到大致侧向或横向上,这样就把光源 170 转变成侧向发射器。偏转器 177 可以相对于与纸面垂直的平面镜像对称,或者相对于与封装树脂 176 对称轴重合的垂直轴旋转对称。同样参见美国专利 No. 5,959,316 (Lowery)。

在图 11 中,光源 180 具有 LED 晶粒 181,该 LED 晶粒由封装底板 182 支撑。透镜 183 与底板 182 连接,并且封装轴线 184 穿过底板 182 和透镜 183 的中心。透镜 183 的形状限定出 LED 晶粒 181 和透镜 183 之间的空间 184。所述空间 184 可以用硅氧烷或另外一种合适的介质(如树脂、空气或气体或者真空)填充和密封。透镜 183 包括齿状折射部分 185 和全内反射(TIR)漏斗部分 186。齿状部分设计成使光折射并弯曲,以便使光尽可能与封装轴线 184 接近 90 度夹角地射出透镜 183。同样参见美国专利 No. 6,598,998 (West 等人)。

除了图 8 和图 10 中描述的转向器以外,光源还可以使用其它转向器,其中包括 2005 年 8 月 27 日提交的、名称为“Direct-Lit Backlight Having Light Sources With Bifunctional Diverters”(“具有带双功能转向器的光源的直接照明式背光源”的共同转让美国专利申请 No. 60/711,522 (代理人案卷号为 No. 61100US002) 中描述的双功能转向器。

无论是否用于产生白光,多色光源可以在背光源中表现为多种形式,并且对背光源输出区域的色彩和亮度均匀性产生不同的影响。在一种方式

中，多个 LED 晶粒（例如，红色、绿色和蓝色发光晶粒）彼此紧密接近地全部装在引线架或其它基板上，然后一起装入单个密封材料中以便形成单个封装，其中该封装内也可以包括单个透镜元件。可以控制这种光源发出任何一种单色，或同时发出所有颜色。在另一种方式中，单独封装 LED（其中每个包装只有一个 LED 晶粒并发出一种颜色）可以对指定的回收腔簇集成一束，所述 LED 束中含有发出不同颜色的封装 LED 的组合（例如，蓝/黄或红/绿/蓝）。在另一种方式中，这种单独包装的多色 LED 可以排列成一条（个）或多条（个）线、阵列或其它图案。

根据所选光源的不同，后反射器、半透反射板和背光源的其它元件将受到不同量的紫外线辐射，并且 CCFL 和 HCFL 光源一般比 LED 光源发出更多紫外线辐射。因此，背光源的元件中可以包含紫外线吸收剂或稳定剂，或者也可以选择使用最大程度减少紫外线的材料。如果使用低紫外线输出的光源（例如，LED）来照明背光源，则不需要使用紫外线吸收剂等，而且材料的可选范围更宽。除了紫外线吸收剂和稳定剂以外，半透反射板还可以包含染料和/或色素，以调节半透反射板、回收腔和背光源的透射率、色彩和其它光学特性。

LED 背光源所面临的关键问题是减少色移，而减少色移通常又要用到色彩传感器和温度传感器，原因是 LED 的输出会受到色彩和温度这两种因素的影响。例如，当 RGB 三色 LED 因温度或时间变化而呈现出不同的发光特性时，就会出现色移。或许有必要使用传感器来检测 LED 波动，并自动调整 LED 或单个 LCD 像素的亮度以进行补偿。如果需要单独控制这些回收腔，则传感器应当位于回收腔内。如果不需要单独控制回收腔，则一个或多个传感器可以位于隧道结构外。合适的传感器包括购自 Texas Advanced Optical Solutions Inc. (TAOS)，Plano, Texas 的硅光电二极管色彩传感器。

-实例-

-测试设备与设置-

以下是在定制的 LED 背光源测试台上进行测试的实例。测试台设计成模拟基于 LED 的区域背光源，该背光源用于对角线为 559mm (22")、长宽比为 16:9 的液晶电视。测试台具有敞开的方形框架，它构成了背光源腔体

的侧壁，框架的长轴水平放置。方形框架的内壁衬有前文所述的 EDRII 薄膜，这是一种白色的高反射率漫射膜。

方形框架的正面覆盖有可拆卸的扩散片，该扩散片由约 3mm 厚的白色漫射聚甲基丙烯酸甲酯板（Cyro Corp., Rockaway, NJ）制成。这种扩散片类似于目前在基于 CCFL 和基于 LED 的电视背光源中使用的扩散片。扩散片的外表面用作测试台的输出表面（即，背光源的输出区域）。

底板装在方形框架背面，位于四个线性滑块上，以便在背光源腔体内将底板调节到不同的深度。

底板的朝向扩散片的一侧上装有四个 LED 条。这些条排列成横跨底板宽度的水平两行。每一条都有 5 个红色、5 个蓝色和 10 个绿色的侧向发射式 Luxeon™ LED（Lumileds, San Jose, CA），按照绿-红-蓝-绿重复的模式在标准印刷电路板上将这些 LED 排列成一排。在单个条上，LED 之间的中心到中心的间距为大约 12mm。相邻水平排之间的中心到中心的间距为 152mm。

在单个条上，绿色、红色和蓝色 LED 都按照颜色串联地电连接，使得每种颜色输出可以单独变化，从而调节测试台的色彩平衡。每一条上接有两个双通道电源。一个电源通道为红色 LED 提供驱动电流，一个电源通道为蓝色 LED 提供驱动电流，而两个电源通道为绿色 LED 提供驱动电流，其中每个通道各驱动 5 个绿色 LED。在标准测量中，红色 LED 的驱动电流约为 150mA，蓝色 LED 的驱动电流约为 170mA，而绿色 LED 的驱动电流则约为 130mA。在首次测量前，要将 350mA 的电流通入所有 LED 中“预烧”166 小时，之后才会观测到一段时间内相对稳定的测试台输出。

在 LED 电路板上方的底板装有聚碳酸酯反射器支撑板。反射器支撑板为矩形，略小于测试台框架的内部。反射器支撑板上布有洞，以便让 LED 透镜伸出支撑板。安装以后，反射器支撑板的顶部表面与 LED 透镜的底部对齐。反射器支撑板上层压有高反射率的镜面后反射器膜（3M 公司的 Vikuiti™ ESR 膜）。这样安装后，薄膜层基本上为平的，并且作为背光源光回收腔的底部表面（即，作为后反射器）。支撑板位于后反射器膜的正下方，其上配有线性槽或通道，这些槽或通道与几排 LED 平行地延伸并布置在这几排 LED 的两侧。在两个所选通道（这两个通道之间至少存在一排

LED) 的正上方切割后反射膜, 然后挤压其宽度大于所选通道间距的半透反射膜, 从而形成弧形或弓形凹型, 并且通过后反射器膜中的缝隙将半透反射板薄膜的对边插入所选通道中。这样, 在后反射膜和凹型结构的半透反射板之间就会形成回收腔。

使用色度照相机(购自 Radiant Imaging, Inc., Duvall, WA 的 PM 1611 型)测量测试台的性能。该照相机配有 105mm 镜头和 ND2 中密度滤镜。使用 Radiant Imaging 公司提供的软件校准相机, 并记录测量结果。利用点光源辐射仪(购自 Photo Research, Inc., Chatsworth, CA 的 PR650 型)校准颜色和亮度。测试台朝垂直方向摆放在照相机前面 4 米处。将测试台与照相机对齐, 以使照相机透镜的轴线垂直于扩散片, 并大致瞄准测试台的中心。

通过将合适的薄膜(后反射膜与测试薄膜)装入测试台中并将底板调到适当的位置来测量背光源构造, 以达到理想的背光源腔体厚度(定义为后反射板的顶部与扩散片底部之间的空间)。所采用的背光源腔体厚度包括: 18mm、28mm、38mm 和 48mm。对于回收腔来说, 这些薄膜被切成特定的宽度, 然后把薄膜边缘楔入底板上切出的通道中, 从而将薄膜固定在底板上, 薄膜的刚度使其形成弧形并保持在原位。回收腔的高度或深度取决于薄膜的宽度, 以及薄膜所楔入的通道之间的间距。

在记录任何测量结果前, 先打开 LED 并预热至少 90 分钟。通过以下方式进行测量: 将待测薄膜设置在测试台上, 然后用色度照相机对底板设为不同深度的测试台进行拍照。目测测量结果, 并分析诸如扩散片表面上的总亮度、亮度均匀性和色彩均匀性等性能。

-对照物-

将背光源腔体构造成在 ESR 后反射器和扩散片之间没有回收腔薄膜的情形。从后反射器顶部到扩散片底部的背光源腔体深度为 28mm。

输出区域(即扩散片的顶部)的外观很不均匀。在输出区域可以清晰地看到与每个 LED 及其各自颜色相对应的图像或模糊块。

-实例 1 (两个线性回收腔, $W/d=6.7$) -

在本实例中, 回收腔由两层上述 DRPF 偏振膜层压而成, 两层偏振膜的透光轴相互垂直。背光源腔体被构造成两个独立的回收腔, 这两个回收腔

由 ESR 后反射器和层状 DRPF 薄膜限定，并且这些腔呈弧顶高出后反射器约 18mm 的弧形。每个回收腔的宽度约为 121mm，并且位于背光源腔体内，使得每个回收腔距离顶面和底面各为约 13mm，中间有约 13mm 的间隔。LED 沿水平取向布置在背光源上，其方向与回收腔平行并位于回收腔内。从后反射器顶部到扩散片底部的背光源腔体深度为 28mm。

从外观上看，本实例相比对照物在亮度和色彩均匀性方面有所改善。

-实例 2（两个线性回收腔， $W/d=10.1$ ）-

在本实例中，使用立方角偏光膜作为半透反射板来形成回收腔。该薄膜为 10 密耳厚的单层聚碳酸酯片材，片材的一个主表面平而光滑，并主表面的背面形成棱柱凹陷或空隙的图案。棱柱凹陷的图案与反射材料（购自 3M Company 的 3M™ Scotchlite™ 反射材料 6260 High Gloss Film）所用的棱锥形立方角阵列相反或互补，该棱锥阵列表现为倾斜的立方角棱柱，棱柱高度（从三角形底面到立方角顶点）约 3.5 密耳，底面三角形的夹角分别为 55 度、55 度和 70 度。这种半透反射膜的取向使薄膜的结构化或凹陷面朝向 LED。背光源的腔体被构造成两个独立的回收腔，这两个回收腔由 ESR 后反射器和半透反射板限定，并且这些腔形成弧顶高出后反射器约 12mm 的弧形。每个回收腔的宽度约 121mm，并且位于背光源腔体内，使得每个回收腔距离顶面和底面各为约 13mm，中间有约 13mm 的间隔。LED 沿水平取向布置在背光源上，其方向与回收腔平行并位于回收腔内。从后反射器顶部到扩散片底部的背光源腔体深度为 28mm。

从外观上看，本实例相比对照物在亮度和色彩均匀性方面有所改善。

-实例 3（一个线性回收腔， $W/d=11.5$ ）-

在本实例中，回收腔由双层层压的线性棱柱光学膜（购自 3M Company 的 Vikuiti™ BEF II 90/50 膜）构成。利用粘合剂使第一片这种 BEF II 膜的与第二片 BEF II 膜连接，第一 BEF II 膜的线性棱柱与第二 BEF II 膜的线性棱柱垂直取向。如美国专利 No.6,846,089（Stevenson 等人）中所述，在第一薄膜的平面一侧涂上一层薄的粘合剂，然后将第二薄膜的结构化表面一侧压到粘合剂上，以形成层压制品。粘合剂层的厚度最好使第二薄膜的棱柱顶端能够浸入粘合剂层中。两片 BEF II 膜的棱柱都朝向 LED，并且最靠近 LED 的 BEF II 膜的棱柱方向与 LED 条平行。背光源腔体采用单

一回收腔构造，回收腔由 ESR 后反射器和 BEF II 层压制品构成，并呈弧形形状。弧形的顶点位于后反射器上方约 22mm 处。回收腔宽约 254mm，并且位于背光源腔体内，使得回收腔距离顶面和底面各为约 13mm。LED 沿水平方向布置在背光源上，其方向与回收腔平行并位于回收腔以内。从后反射器顶部到扩散片底部的背光源腔体深度为 28mm。

从外观上看，本实例相比对照物在亮度和色彩均匀性方面有所改善。

-实例 4（两个线性回收腔， $W/d=6.7$ ）-

在本实例中，回收腔由上述 BEF II 光学薄膜双层层压制品构成。利用粘合剂使第一片 BEF II 膜与第二片 BEF II 膜连接，第一 BEF II 膜的线性棱柱与第二 BEF II 膜的线性棱柱垂直取向。如美国专利 No. 6, 846, 089（Stevenson 等人）中所述，在第一薄膜的平面一侧涂上一层薄的粘合剂，然后将第二薄膜的结构化表面一侧压到粘合剂上，以形成层压制品。粘合剂层的厚度最好使第二薄膜的棱柱顶端能够浸入粘合剂层中。两片 BEF II 膜的棱柱都朝向 LED，并且最靠近 LED 的 BEF II 膜的棱柱方向与 LED 条平行。背光源的腔体被构造成两个独立的回收腔，这两个回收腔由 ESR 后反射器和 BEF II 层压制品限定，并且形成弧顶高出后反射器约 18mm 的弧形。每个回收腔宽约 121mm，并且位于背光源腔体内，使得每个回收腔距离顶面和底面各为约 13mm，中间有大约 13mm 的间隔。LED 沿水平取向布置在背光源上，其方向与回收腔平行并位于回收腔以内。从后反射器顶部到扩散片底部的背光源腔体深度为 28mm。

从外观上看，本实例相比对照物在亮度和色彩均匀性方面有所改善。

-实例 5（两个线性回收腔， $W/d=9.5$ ）-

在本实例中，回收腔由上述打孔的 Vikuiti™ ESR 膜构成，该薄膜被层压到略带雾度的聚碳酸酯基底上。打孔的 ESR 膜上具有许多洞，这些洞的直径在约 0.25mm-0.75mm 的范围内并基本上随机分布在薄膜表面上，但是这些洞的中心有规则地排列成六边形点阵，并且洞与洞的间距（从中心测量）为约 1.5mm。背光源的腔体被构造成两个独立的回收腔，这两个回收腔由 ESR 后反射器和打孔 ESR 膜构成，并且形成弧顶高出后反射器约 14mm 的弧形。每个回收腔宽约 133mm，并且位于背光源腔体内，使得每个回收腔基本上接触到顶部和底部的侧壁，并且中间有大约 13mm 的间隔。

LED 沿水平取向布置在背光源上，其方向与回收腔平行并位于回收腔以内。背光源腔体深度从后反射器顶部到扩散片底部为 28mm。

从外观上看，本实例相比对照物在亮度和色彩均匀性方面有所改善。

-测量结果-

实例 1-5 的比较如表 1 所示。将每个实例的平均亮度除以对照物的平均亮度，可以计算出每种背光源构造的相对效率参数，其中每个实例的平均亮度基本上是按照各自背光源的整个输出区域来计算的。将亮度的标准偏差除以在基本上整个背光源输出区域上的平均亮度，可以计算出每种背光源构造的亮度不均匀度参数。计算出每种背光源构造的颜色不均匀度参数（ Δuv ），它是某种颜色与该实例的平均颜色的逐点偏差的平均值，其中颜色用 CIE u' v' 色彩空间来表示。因此，

$$\Delta uv = \frac{1}{N} \sum_N \sqrt{(u' - u'_{avg})^2 + (v' - v'_{avg})^2},$$

其中 N 是测试系统的图像中的像素数目， u' 和 v' 是每个像素的颜色坐标， u'_{avg} 和 v'_{avg} 是平均颜色坐标。这种颜色不均匀度不是在整个输出区域上测量的，而是在输出区域的矩形部分上测量的，该矩形长 10.5 英寸，宽 3 英寸，其中心位于背光源模型的上面一条（或一排）LED 的上方。

表 1：相对效率、亮度不均匀度和颜色不均匀度

实例	相对效率	亮度 不均匀度	颜色 不均匀度
对照物	100%	12.5%	0.0090
实例 1	88%	11.7%	0.0045
实例 2	104%	7.1%	0.0065
实例 3	91%	9.3%	0.0048
实例 4	93%	10.1%	0.0050
实例 5	82%	7.0%	0.0043

除非另有说明，在本说明书和权利要求中所用的表示特征大小、数量、以及物理特性的所有数字应该理解为均由“大约”这个词来修饰。因此，除非存在相反的说明，在上述说明书和附属权利要求中所阐述的数值

参数是近似值，这些近似值可以随本领域的技术人员使用本发明的教导来寻求获得的所需特性而变化。此外，应从广义上理解“或（者）”这个词的含义，也就是说，除非上下文明白无误地表明是另外的意思，“A 或 B”的意思涵盖“仅 A”、“仅 B”和“既 A 又 B”。

在不偏离本发明范围和精神的前提下，对本发明的各种修改和更改对于本领域的技术人员来说应是显而易见的，而且应该理解，本发明不仅限于本文所提供的示例性实施例。

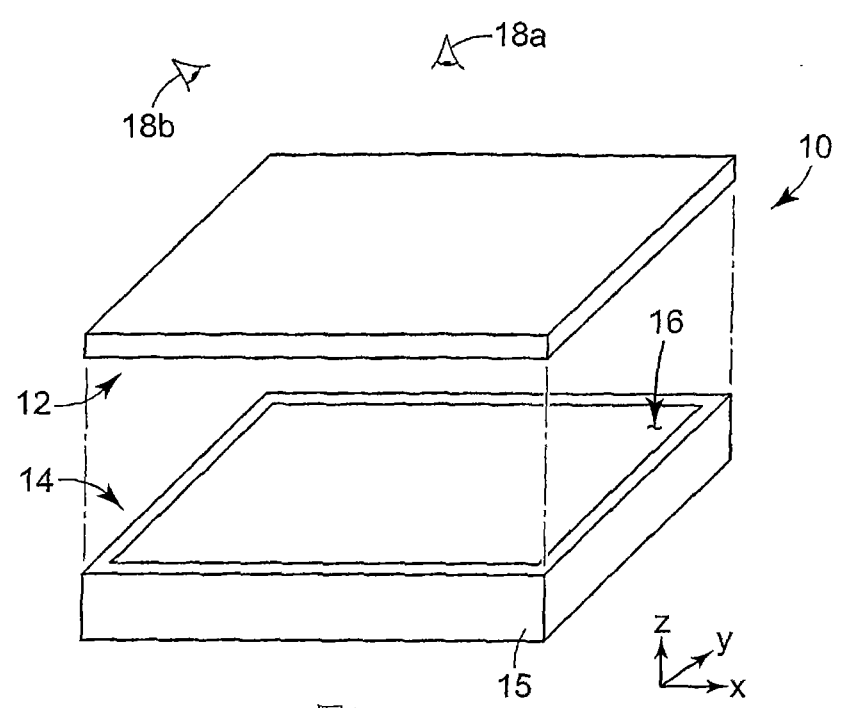


图1

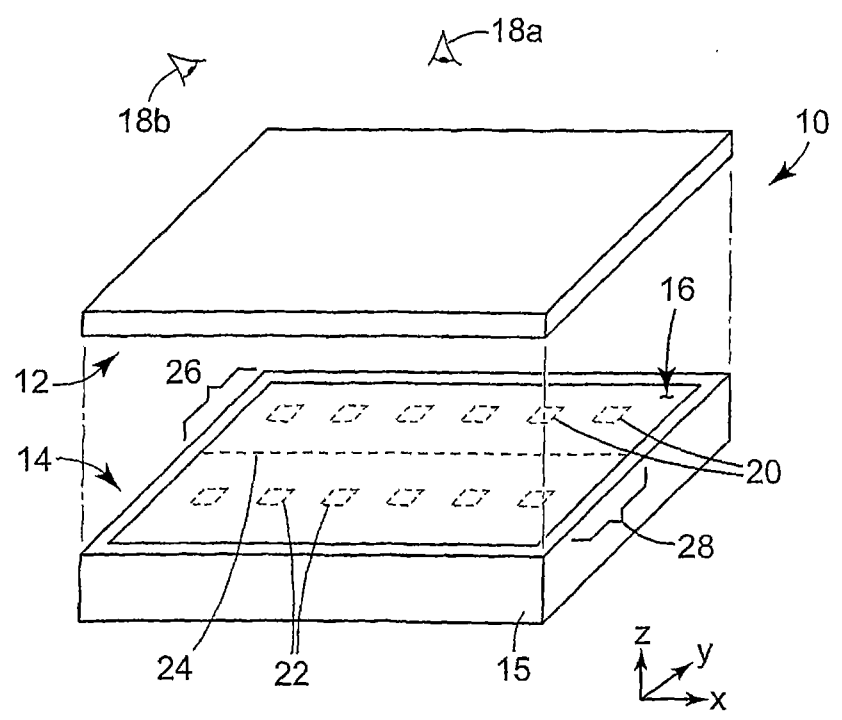


图1a

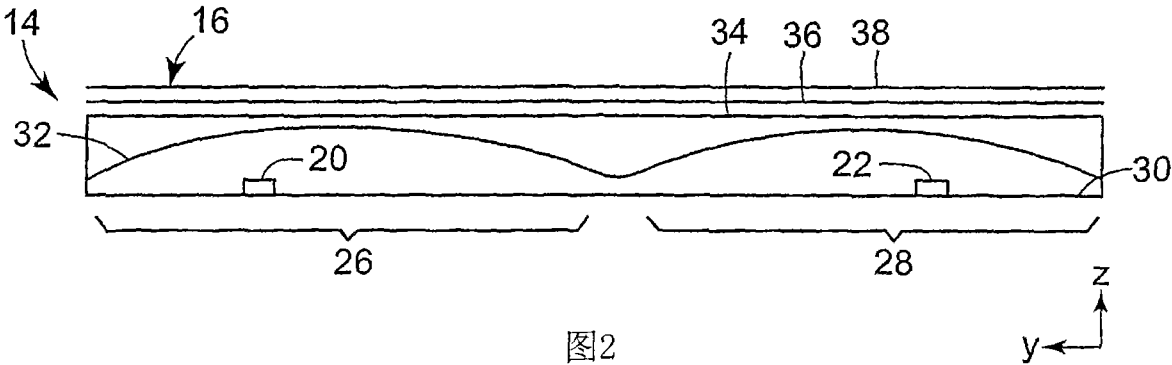


图2

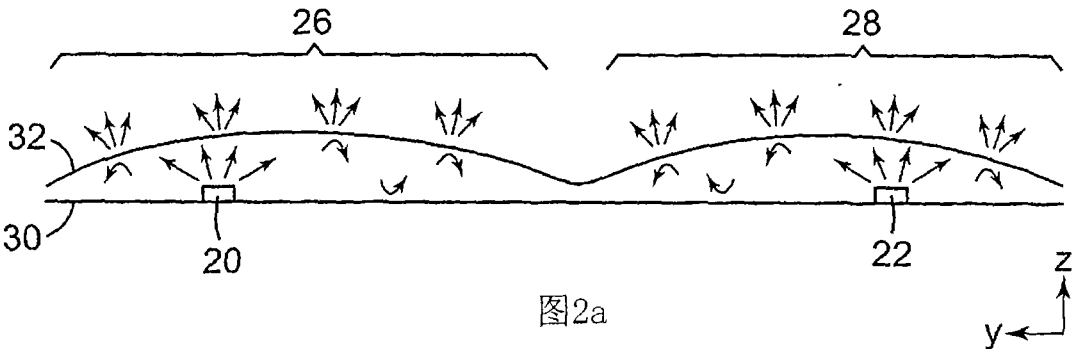


图2a

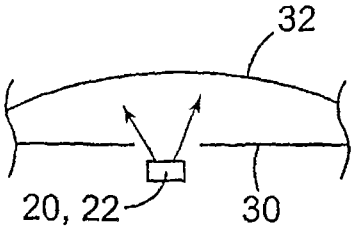


图2b

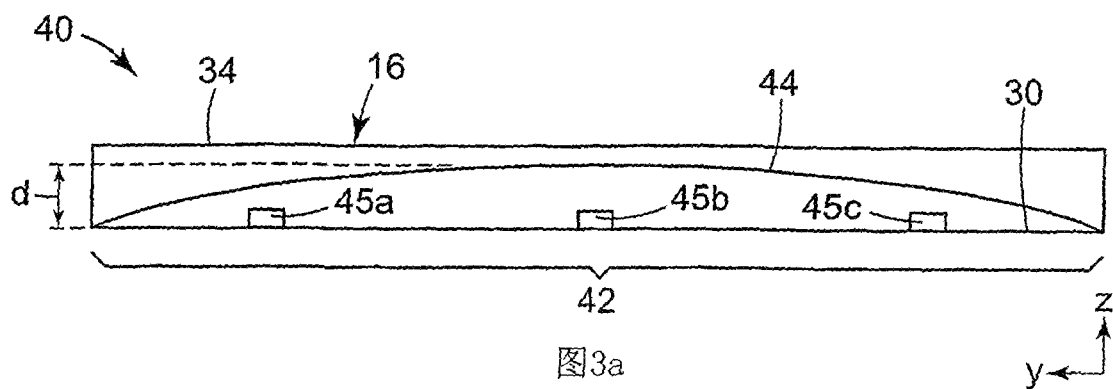


图3a

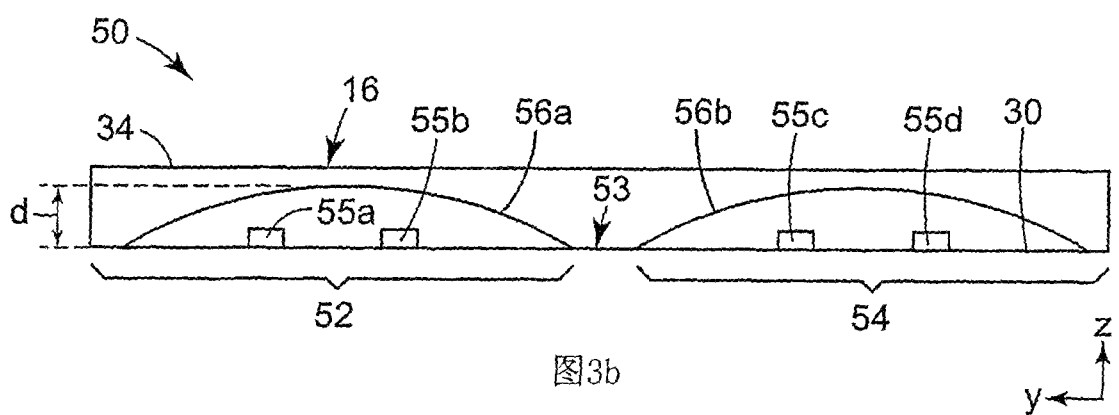


图3b

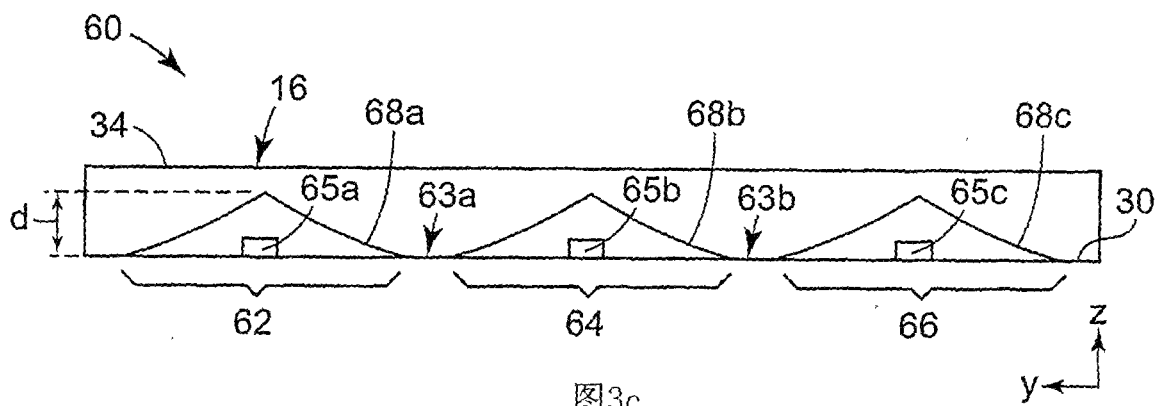


图3c

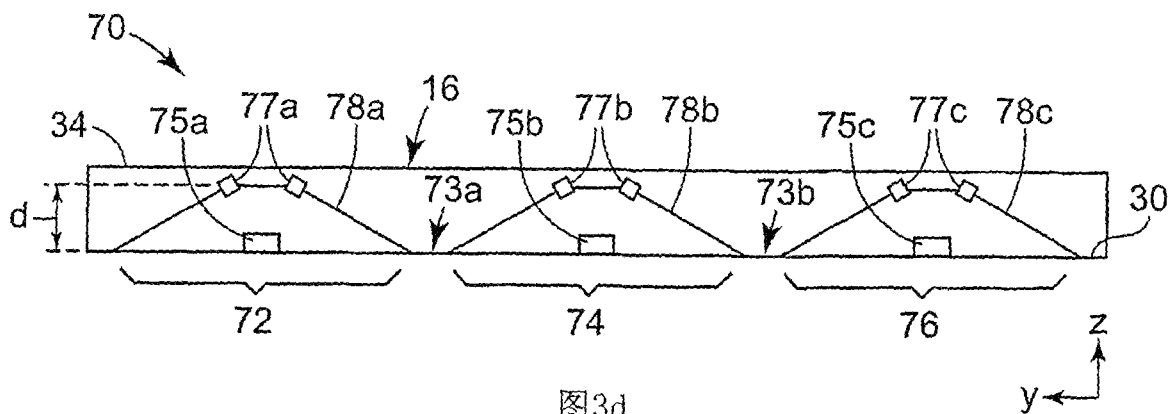


图3d

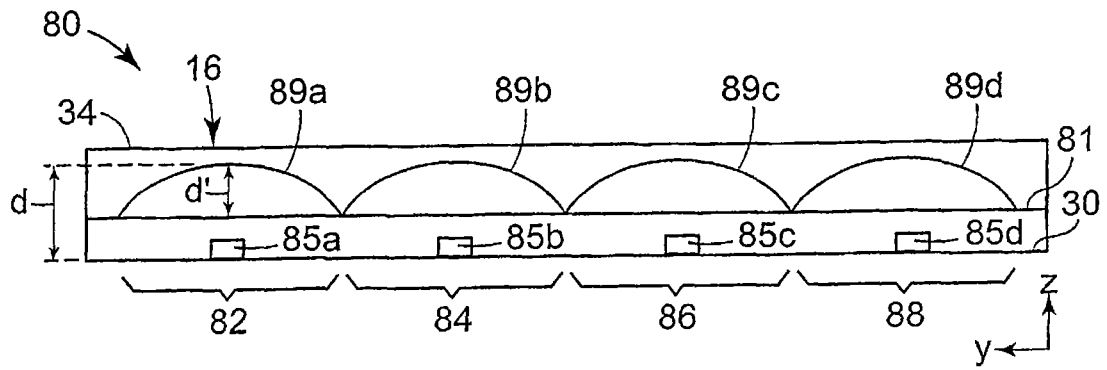


图3e

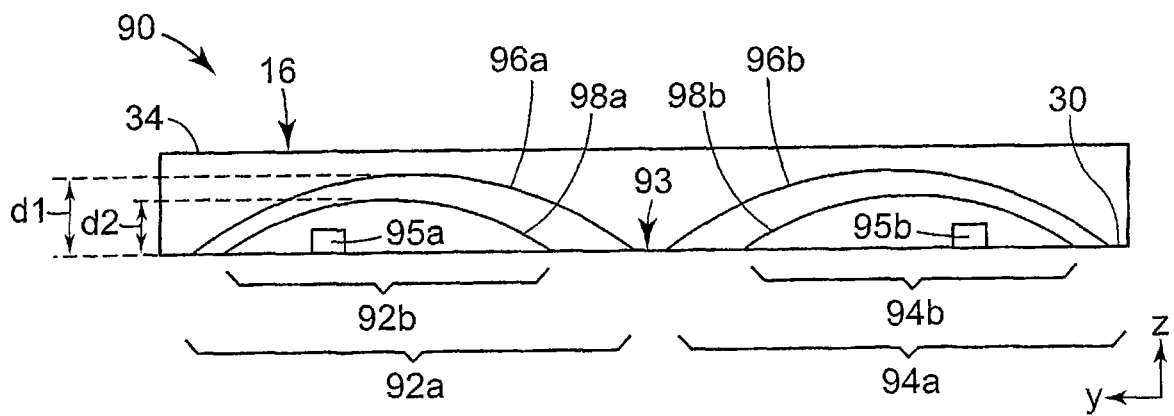


图3f

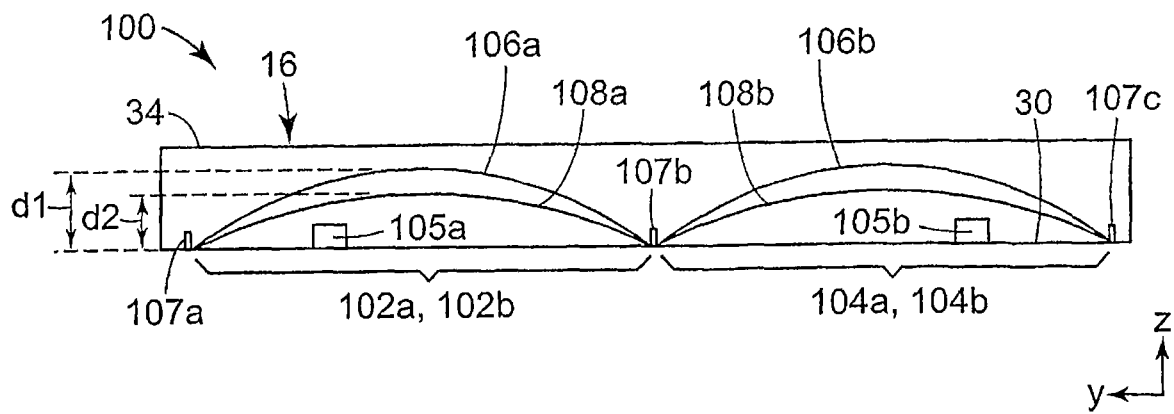
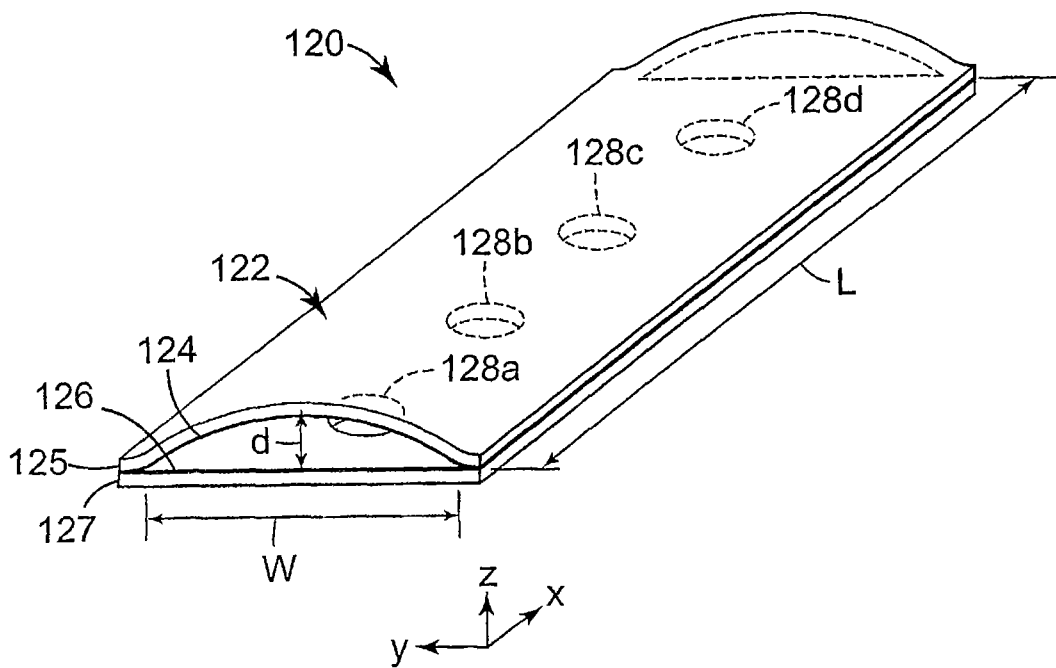
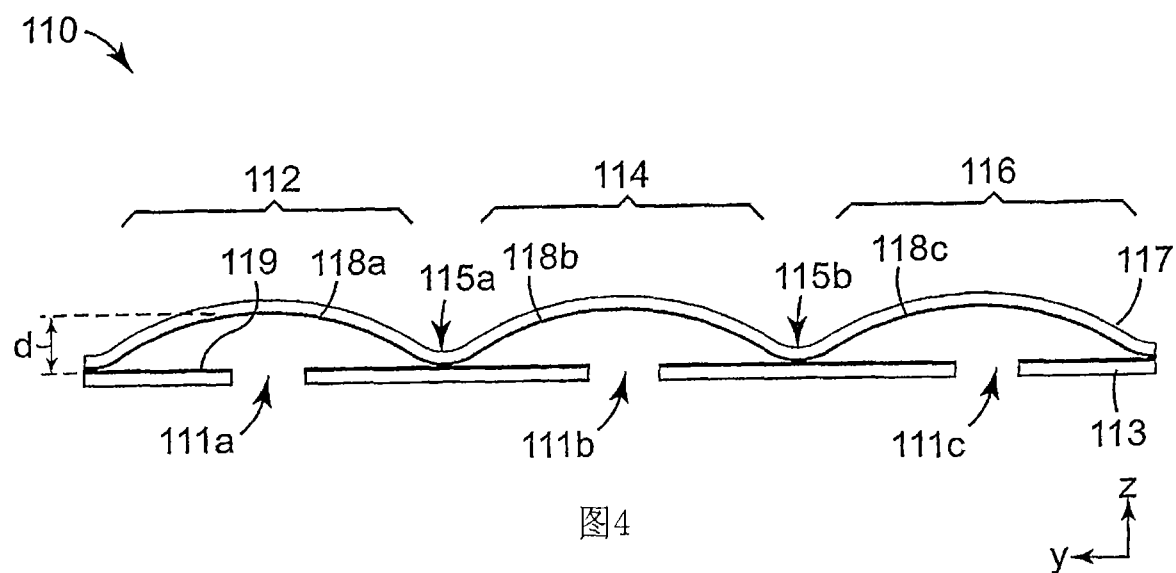
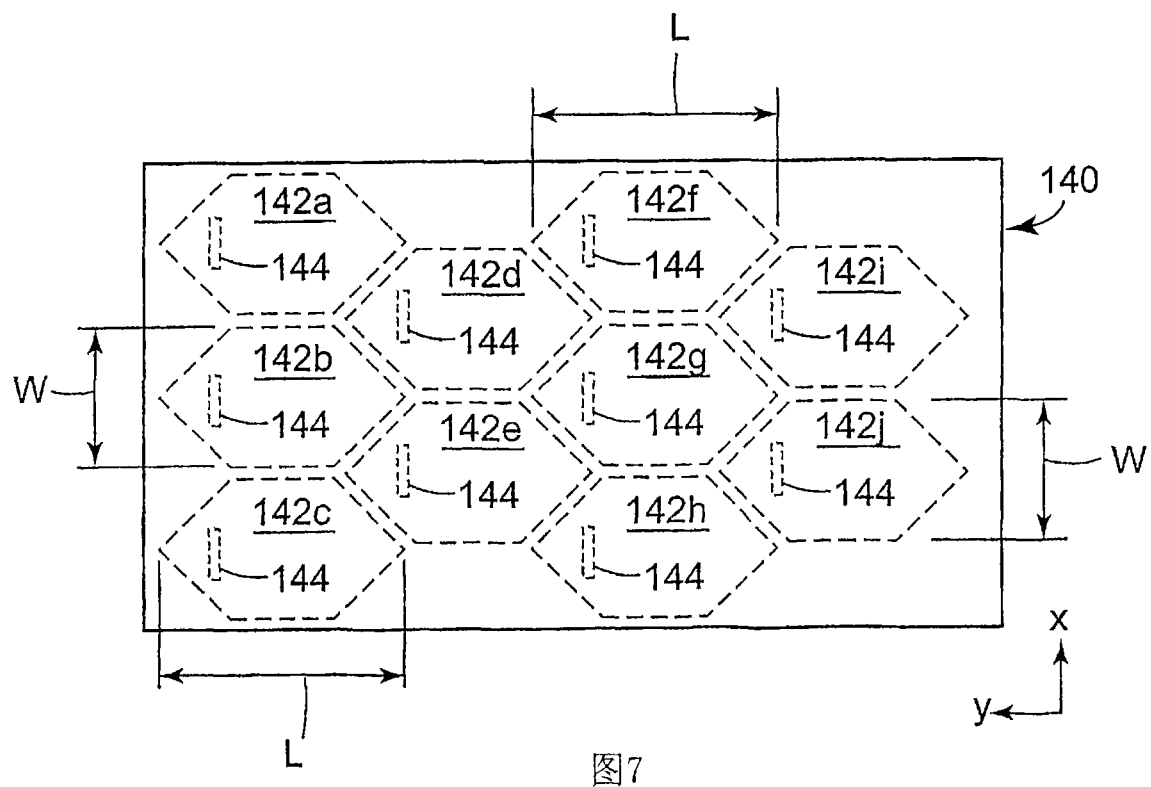
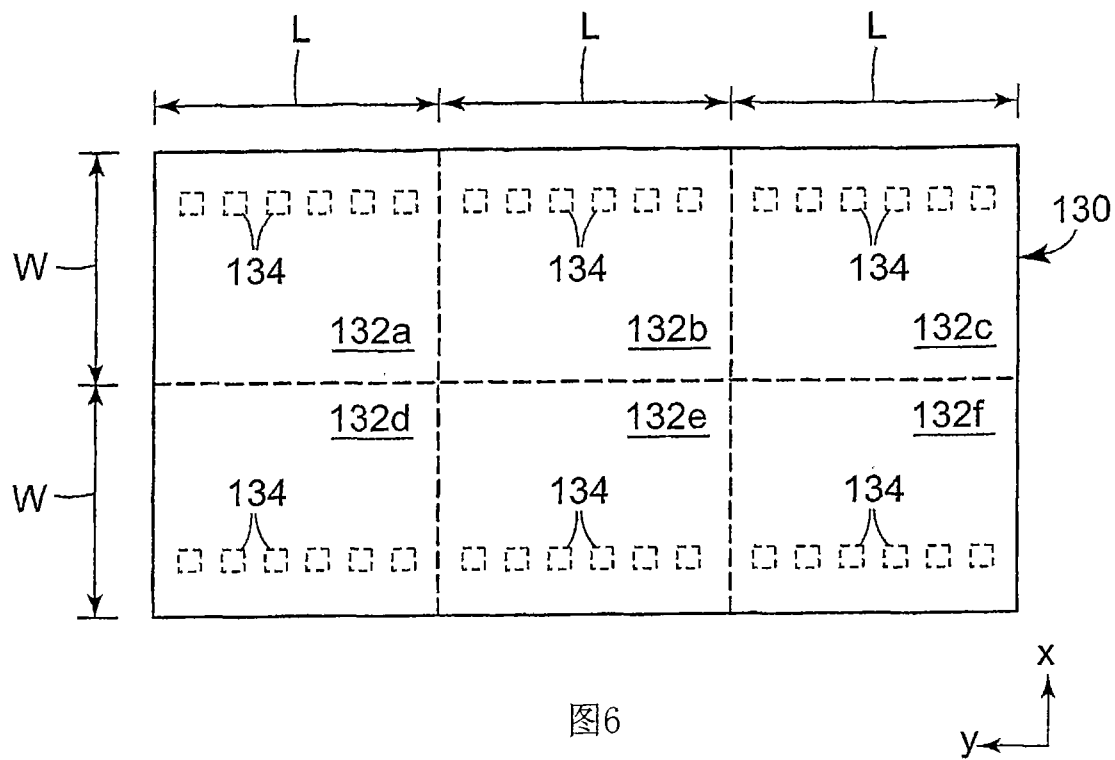


图3g





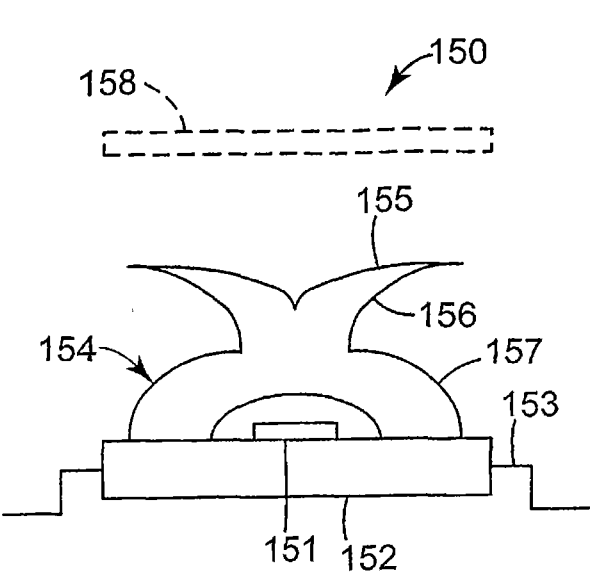


图8

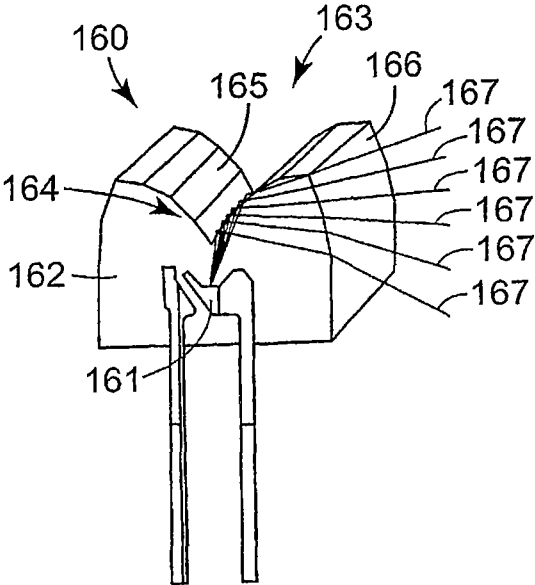


图9

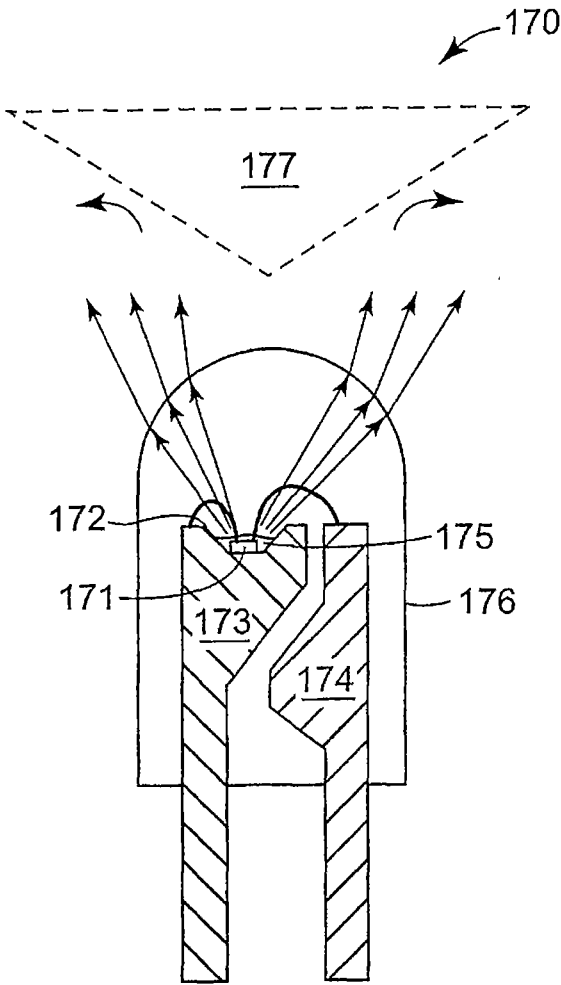


图10

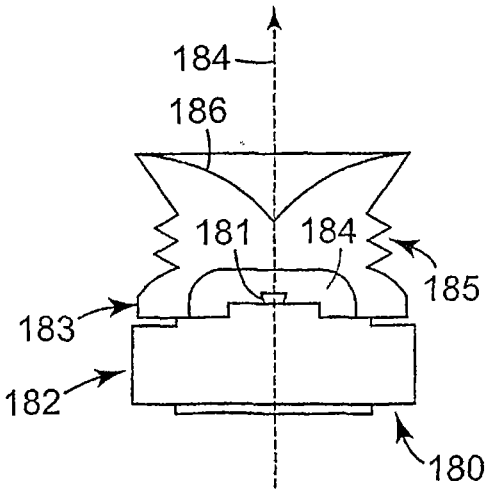


图11