

[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 200880015503.9

[43] 公开日 2010 年 3 月 24 日

[11] 公开号 CN 101681050A

[22] 申请日 2008.5.5

[21] 申请号 200880015503.9

[30] 优先权

[32] 2007.5.10 [33] EP [31] 07107904.0

[86] 国际申请 PCT/IB2008/051721 2008.5.5

[87] 国际公布 WO2008/139353 英 2008.11.20

[85] 进入国家阶段日期 2009.11.10

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 E·布尼坎普 A·瓦尔斯特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 龚海军 谭祐祥

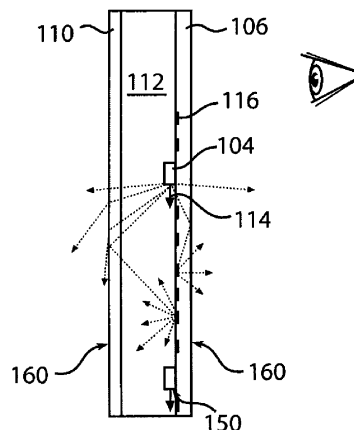
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

LED 阵列系统

[57] 摘要

一种 LED 阵列系统包括设置在基底 106 上的至少一个 LED 封装 104, 该基底装备有用于向 LED 封装 104 提供驱动电压的装置。LED 封装 104 浸入支撑层 112 中, 该系统的特征在于, 所述至少一个 LED 封装 104 包括侧面发射 LED 封装, 用以发射基本上平行于基底 106 的表面的光, 并且该系统包括至少一个外耦合结构 116, 其将该发射的光反射/散射到支撑层 112 之外。



1. 一种包括至少一个 LED 封装 (104; 204; 304; 404) 的 LED 阵列系统, 该至少一个 LED 封装设置在基底 (106; 206; 306) 上并且浸入支撑层 (112; 212; 312) 中, 该基底装备有用于向 LED 封装 (104; 204; 304; 404) 提供驱动电压的装置,

其特征在于, 所述至少一个 LED 封装 (104; 204; 304; 404) 包括侧面发射 LED 封装, 用以发射基本上平行于基底 (106; 206; 306) 的表面的光, 并且该系统包括至少一个外耦合结构 (116; 216; 316), 其将该发射的光反射/散射到支撑层 (112; 212; 312) 之外。

2. 根据权利要求 1 所述的 LED 阵列系统, 其中顶层 (110; 210; 310) 设置成将所述支撑层 (112; 212; 312) 夹在顶层 (110; 210; 310) 和基底 (106; 206; 306) 之间。

3. 根据权利要求 2 所述的 LED 阵列系统, 其中基底 (106; 206; 306) 和顶层 (110, 210; 310) 由玻璃 (110; 210; 310) 制成, 并且支撑层 (112; 212; 312) 由 PVB 或树脂制成。

4. 根据前面任一项权利要求所述的 LED 阵列系统, 其中外耦合结构 (116; 216; 316) 设置在顶层 (110, 210; 310) 的表面上, 面向支撑层 (112; 212; 312)。

5. 根据前面任一项权利要求所述的 LED 阵列系统, 其中外耦合结构 (116; 216; 316) 设置在基底 (106; 206; 306) 的表面上, 面向支撑层 (112; 212; 312)。

6. 根据前面任一项权利要求所述的 LED 阵列系统, 其中外耦合结构 (116; 216; 316) 是丝网印刷的。

7. 根据前面任一项权利要求所述的 LED 阵列系统, 其中外耦合结构 (116; 216; 316) 从下列物质组成的组中选择: 发光墨水; 包含发光小片的聚合物粒子; 干涉颜料, 如涂敷  $\text{TiO}_2$  的云母薄片; 高折射率氧化物, 如  $\text{ZrO}_2$ ; 有色颜料, 如  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 光致变色材料; 具有密闭孔隙率的粒子, 如中空球体, 或者任何类似的材料或其组合。

8. 根据前面任一项权利要求所述的 LED 阵列系统, 其中 LED 封装 (104; 204; 304) 的发光面 (150; 250; 350) 和支撑层 (112; 212; 312) 设置成由空气隙 (320) 隔开。

9. 根据权利要求 8 所述的 LED 阵列系统, 其中 LED 封装 (104;

204; 304) 之上的透明盖 (318) 被设置成提供空气隙 (320)。

10. 根据权利要求 9 所述的 LED 阵列系统, 其中透明盖 (318) 包括 PMMA、玻璃或陶瓷材料。

11. 一种包括根据前面任一项权利要求所述的 LED 阵列系统的照明系统。

12. 一种用于生产根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的 LED 阵列系统的方法, 包括以下步骤:

- 将 LED 封装 (104; 204; 304; 404) 设置在基底 (106; 206; 306) 上, 该 LED 封装包括侧面发射 LED 封装, 该基底装备有用于向该 LED 封装提供驱动电压的装置,

- 将外耦合结构 (116; 216; 316) 设置在系统中,

- 将聚合物的支撑层 (112; 212; 312) 施加于该 LED 封装上,

- 加热该叠层同时施加压力并因此将该 LED 封装浸入该支撑层中。

13. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中顶层 (110; 210; 310) 设置成使得支撑层 (112, 212, 312) 夹在该顶层和基底 (106, 206, 306) 之间。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的方法, 其中设置透明盖 (318) 以便在 LED 封装 (104; 204; 304) 的发光面 (150; 250; 350) 和支撑层 (112; 212; 312) 之间形成空气隙。

## LED 阵列系统

### 技术领域

本发明涉及结合在玻璃状 (glass-like) 材料中的发光二极管 (LED) 封装。

### 背景技术

当前, 包括结合在玻璃中的发光二极管 (LED) 封装的发光元件被制造用于建筑目的。在这些元件中, 二维 LED 阵列夹在两块玻璃板之间, 这两块玻璃板通过聚合物形成叠层, 所述聚合物通常是 PVB (聚乙烯醇缩丁醛)。这些 LED 封装固定在一块玻璃板上, 在该玻璃板上存在导体图案以便为这些 LED 封装提供电流。上面的构造是有益的, 因为它赋予了构造的耐久性, 从而扩大了使用领域。

对于完全浸入玻璃状介质中的 LED 来说, 存在的问题是在玻璃表面与周围空气之间的界面处发生全内反射 (TIR)。结果是角度大于临界角的光在玻璃/空气的界面处全反射, 导致光效率大约为 41%。全反射的光在玻璃/PVB/玻璃系统中 (多次内反射之后) 被吸收。另一个问题是 LED 封装的视亮度高 ( $1-10\text{MCd/m}^2$ ), 这导致例如结合了 LED 封装的玻璃壁因多个眩目光源而使视觉舒适度低。而且, 市场上可买到的顶部发射 LED 封装通常都相当厚 ( $>0.8\text{mm}$ ), 因此需要 PVB 层也很厚。这导致成本增加并且由于 PVB 的光学性质而使玻璃结构带褐色。在大的玻璃叠层中存在孤立的 LED 封装的情况下, 所有全反射的光最终都被吸收。此外, 在相对较高的 LED 封装密度 (例如  $>0.5\text{cm}^{-2}$ ) 下, 全反射的光可能在邻近的封装处散射, 导致不可预料的光的向外耦合。

本发明的目的在于减轻上面的现有技术系统中的缺陷。

### 发明内容

本发明的目的在于通过提供依照权利要求 1 的 LED 阵列系统来减轻上面的问题。

该 LED 阵列系统的特征在于, 至少一个 LED 封装包括侧面发射

LED 封装，用以发射基本上平行于基底表面的光，并且该系统包括至少一个外耦合结构，其将发射的光反射/散射到支撑层之外。

本发明的 LED 阵列系统将光有效地耦合到外面，因此与常规的系统相比提高了光效率。利用有效地形成虚光源的外耦合结构是通过促进（源于几个具有高视亮度的 LED 封装的）光分配到的虚光源阵列上从而降低令人讨厌的高视亮度的一种便利方法。由于侧面发射 LED 封装比顶部发射 LED 封装薄，因此利用侧面发射 LED 封装减少了在支撑层中所需的材料的量。这降低了成本而且改善了 LED 阵列系统的视觉外观。并且，利用外耦合结构提供了很容易适用于特定应用的一种通用且灵活的系统。

在一个或多个实施例中，顶层可以设置成将所述支撑层夹在该顶层和基底之间。顶层可用作防止损坏的保护，以便提高所述 LED 阵列系统的寿命。得到的透明照明器在视觉上是有吸引力的，并且本发明的系统使得有可能将发光元件集成在透明表面中。

基底和顶层可以由玻璃制成，支撑层可以由 PVB 或树脂制成。玻璃以及 PVB 或树脂的组合在叠层玻璃的领域中是众所周知的。

在一个或多个实施例中，外耦合结构可以设置在顶层的表面上，面向支撑层。这种布置使得有可能实现 LED 阵列系统的高效率生产。外耦合结构也可以设置在基底的表面上并面向支撑层。外耦合结构在该表面上的布置具有加工/生产优点，因为由外耦合结构的布置所引起的潜在污染将不会影响 LED 的粘合（bond）。

外耦合结构可以是丝网印刷的，利用丝网印刷的结构在生产速度和生产成本方面是有利的。

对于外耦合结构来说有几种可替换的方案，包括但不限于由下列物质组成的组：发光墨水；包含发光小片（luminescent dies）的聚合物粒子；干涉颜料，如涂敷  $\text{TiO}_2$  的云母薄片；高折射率（high index）氧化物，如  $\text{ZrO}_2$ ；有色颜料，如  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；光致变色材料；具有密闭孔隙率的粒子，如中空球体，或者任何类似的材料或其组合。由于可以使用能够以适当方式使光扩散、反射、折射和/或吸收以及重发射的材料，因此对于外耦合结构的构造存在众多的可替换方案。外耦合结构的分布例如可以设置成在表面上产生均匀的光分布。可替换地，这些外耦合结构可以被设置成形成图案，如标志、某个形状等等。

在一个或多个实施例中，在 LED 封装的发光面和支撑层之间形成小的空气隙。由于 LED 封装的发光面和玻璃/PVB 环境之间的空气隙的原因，所有的光都因 TIR 而被俘获在玻璃/PVB/玻璃叠层中，这意味着能够较高程度地控制光的向外耦合。空气隙可以通过在 LED 封装上提供透明盖而形成。所述盖还可以由 PMMA、玻璃或陶瓷材料形成。

可以将该 LED 阵列系统结合到照明系统中。

一种用于生产根据在前描述的 LED 阵列系统的方法包括以下步骤：

- 将 LED 封装设置在基底上，该 LED 封装包括侧面发射 LED 封装，该基底装备有用于向该 LED 封装提供驱动电压的装置，
- 将外耦合结构设置在系统中，
- 将聚合物的支撑层施加于该 LED 封装上，
- 加热该叠层同时施加压力并因此将该 LED 封装浸入聚合物介质中。

该方法还可以包括设置透明盖以便在 LED 封装的发光面和支撑层之间形成空气隙的步骤，和/或将顶层设置成使该支撑层夹在顶层和基底之间的步骤。

#### 附图说明

图 1 是利用顶部发射 LED 封装的已知照明系统的示意性截面视图。

图 2 是本发明第一实施例的示意性截面视图。

图 3 是本发明第二实施例的示意性截面视图。

图 4 是显示由结合到图 2 和图 3 的实施例中的侧面发射 LED 封装所发射的光的典型分布的图示。

图 5 是本发明第三实施例的示意性截面视图。

图 6 是本发明的系统应用于搁板的示意性截面视图。

图 7 是本发明的系统应用于隔墙/装饰墙的示意性截面视图。

#### 具体实施方式

图 1 示意性地说明了现有技术系统 2 的一部分，其中朗伯（Lambertian）顶部发射 LED 封装 4 设置在玻璃板基底 6 上。透明导

体 8 向顶部发射 LED 封装 4 提供电流,其位于基底 6 上。顶部发射 LED 封装 4 夹在基底 6 和顶部玻璃板 10 之间,并且浸入聚合物 12 中,该聚合物 12 一般是聚乙烯醇缩丁醛 (PVB),其也提供将玻璃板 6、10 固定在一起的粘着力。PVB 的折射率与玻璃的折射率相似,在下面将要描述的计算中,将 PVB 的折射率设定为 1.50。夹层系统的近似高度 H 一般是大约 7-8mm。该系统一般被空气 14 围绕。箭头 A 表示离开 LED 4 的光,箭头 A' 表示经历全内反射的光。

现有技术系统 2 的光效率  $\eta$  低,光效率即离开顶部玻璃表面 10 的光的量除以从顶部发射 LED 封装 4 发射的光的总量。利用方程式 1 能够相当容易地计算出当 LED 封装浸入聚合物/玻璃叠层中时的预期的低的光效率。

$$P_1 = 4\pi \int_0^{\alpha_c} I_0 \cos(\alpha) \sin(\alpha) d\alpha$$

$$P_2 = 4\pi \int_0^{\pi/2} I_0 \cos(\alpha) \sin(\alpha) d\alpha$$

$$\eta_{\text{Lambertian,corrected}} \approx \frac{P_1}{P_2} * \left(1 - \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2\right) * 100\% \quad (1)$$

$$\alpha_c = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right)$$

$\alpha_c$  临界角

$I_0$  垂直于 LED 封装的发光面而发射的光的强度 (cd)

$n$  折射率 ( $n_{\text{glass}} \approx n_{\text{PVB}} = 1.50$ )

对于  $n \sim 1.50$  的折射率来说,在关于朗伯发射 LED 的系统中会吸收大约 60% 的光。仅仅在所谓的逸出锥 (escape cone) ( $\alpha < \alpha_c$ ) 内的光对现有技术系统 2 的发射通量做出贡献。大多数 LED 封装产生宽(几乎是朗伯)光束,并且在结合到高折射率介质中时损耗大。

在上面的情况中,发射通量在  $2\pi$  的空间角内发射。但是,对于照明的目的,眩光是不能接受的。关于这一点,眩光对应于发射到优选的辐射锥之外的光,辐射锥由图中的  $2\psi$  来定义。一般准则 (guide) 是对于  $>60$  度的角  $\psi$  来说保持照明系统的亮度 (luminance) 低于  $500-1000 \text{cd/m}^2$ 。对于从  $5 \text{mm}^2$  的表面生成 10 流明的通常的 LED 封装来说,整个半球上的亮度是  $\sim 1 \text{Mcd/m}^2$ ,如利用方程式 2 计算出来的。

$$\frac{\Phi}{S} = \pi L \quad (2)$$

$\Phi$  发射通量 (流明)

$S$  发射表面 ( $\text{m}^2$ )

$L$  亮度 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )

出于解释的目的, 如这里所用的侧面发射 LED 封装 104; 204 的定义是该侧面发射 LED 封装的发光面 150; 250 基本上并且充分地垂直于 LED 阵列系统的出射面 160; 260 (图 2 和图 3)。

图 4 中说明了在下文中将要描述的结合到图 2 和图 3 所示 LED 阵列系统中的侧面发射 LED 封装 104; 204 所发射的光的典型角分布, 其中零方向对应于与侧面发射 LED 封装 104; 204 的发光面 150; 250 平行并且与系统的出射面 160; 260 垂直的方向, 如图 2 中所示的观看者所观看的方向。在图 4 中, 仅仅表示出朝图 2 中的观看者那一侧发射的光。AD 所指明的区域对应于直接从侧面发射 LED 封装 104; 204 射出系统的光的量, AT 所指明的区域表示从外耦合结构 116; 216 发射的光的总量。显然, 直射光 AD 仅构成总量 AT 的一小部分, 一般不足以引起眩光。要注意, 即使视亮度仍然高, 所有的光也分布在观看者的视平线 (horizon) (对应于  $0^\circ$ ) 以下。

图 2 和图 3 分别示出了本发明系统的第一和第二实施例的示意图。这两个系统都包括两个玻璃层, 即基底层 106; 206 和顶层 110; 210, 将聚乙烯醇缩丁醛的中间支撑层 112; 212 夹在中间。侧面发射 LED 封装 104; 204 设置在基底层 106; 206 上, 并借助于透明导体向每个 LED 封装供电, 所述透明导体由例如氧化铟锡 (ITO) 或掺 F 的  $\text{SnO}_2$  制成。可替换地, 在某些应用中可以使用薄的不透明导体, 如 Cu 导体。图 2 和图 3 中未示出导体设置 (setup)。箭头 114; 214 指明  $I_0$  的方向, 即垂直于侧面发射 LED 封装 104; 204 的发光面 (光生成侧) 150; 250 而发射的光的方向。虽然大多数侧面发射 LED 封装 104; 204 发射具有朗伯分布的光 (如图 2 和图 3 中虚线箭头所指明的), 但是对于侧面发射 LED 封装来说, 发射的光的主方向 (由  $I_0$  和箭头 114; 214 所指明的) 平行于基底层 106; 206。

丝网印刷的外耦合结构 116; 216 设置在玻璃层中任何一个的内表面 (即面向支撑层) 上, 所述丝网印刷的外耦合结构由诸如 YAG:Ce



的发光材料、诸如  $\text{TiO}_2$  的白色颜料、类似材料或其组合而制成。通过利用光线跟踪技术已经证实，总的发射的光的 85% 由全内反射 (TIR) 引导通过该玻璃/PVB 结构。在没有外耦合结构 116; 216 的情况下，所述光最终将会转变成热 (被吸收)，因此实际上是无用的。在根据本发明构思的系统中，由侧面发射 LED 封装 104; 204 发射并因 TIR 而俘获的光最终将会遇到外耦合结构 116; 216 并从系统射出。特别要注意，来自单个 LED 封装的总的发射的光将会分布在几个外耦合结构上，并具有前面描述的相关优点。

应当指出的是，侧面发射 LED 封装 104; 204 与外耦合结构 116; 216 的位置不必是相互关联的。侧面发射 LED 封装 104; 204 将提供光，外耦合结构 116、216 的形状、尺寸、形式和分布将确定系统的视觉外观。

图 5 说明了本发明的第三实施例。在该实施例中，已经将盖 318 设置在每个侧面发射 LED 封装 304 上，以便在 LED 封装 304 的发光面 350 和支撑层 312 之间形成薄的空气隙 320。这一构造导致所有光都因 TIR 而被俘获在玻璃/PVB/玻璃叠层中，这意味着能够较高程度地控制光的向外耦合。盖 318 能够以几种不同的方式和通过各种透明材料而构成，所述透明材料如 PMMA、玻璃或陶瓷。空气隙 320 一般非常薄，大约为 10-100 $\mu\text{m}$ 。

图 6 示出已经使用了本发明系统的搁板系统的略图。由于侧面发射 LED 封装 404 的发光面 450 面向墙 420，因此不存在直射光到达观众的风险，即消除了眩光。

图 7 示出已经使用了本发明系统的装饰墙。依照图 7 的系统将向两侧发射光。

上面的应用说明了利用本发明来形成虚光源，为此外耦合结构的总面积比原来的 LED 封装的面积大得多 (大几个数量级)。按照这种方式，显著地降低了系统的视亮度 (参见方程式 2)。

本发明的系统是非常通用的，下面是几个另外的例子。例如在一个或两个玻璃层 (106, 110; 206, 210; 306, 310) 上的丝网印刷的白点图案对于光的向外耦合是有效的。但是，也可以设想其他光学结构 (例如折射元件)。通过适当地选择 LED 阵列的配置 (六边形、正方形等) 以及光学结构的点尺寸和密度能够设计出均匀的发光墙。侧面

发射 LED 封装 104; 204; 304; 404 可以是白色 (磷光体转换的) 或带颜色的 (RGBA) 或各种 LED 颜色的混合物。点图案可以印刷在整个玻璃表面上或者只印刷在玻璃层 106, 110; 206, 210; 306, 310 的一部分上。LED 封装位置和该点图案之间不需要重叠。

当观看者朝系统两侧中的一侧观看时 (参见例如图 2), 能够计算出光分布, 其由直接来自 LED 封装 104 的光和来自外耦合结构 116 的 (间接) 光组成。目前, 可以提出许多应用, 其中仅仅间接光到达眼睛。该间接光来自 (与 LED 封装的发射表面相比) 大得多的表面, 并具有很容易朝可接受的/需要的水平调整的视亮度。

该系统还可以包括与磷光体图案相结合的蓝色 (或近紫外) 发光 LED 封装以生成白色或带颜色的光。为了调整所述光的 CCT (色相关温度), 可以使用磷光体 (例如 YAG:Ce) 与白色颜料 (例如  $\text{TiO}_2$ ) 的混合物。外耦合结构 116; 216; 316 不限于规则的白点图案 (或磷光体图案)。还可以应用白色 (或包含磷光体的) 条纹, 导致二维虚光源。外耦合结构 116、216、316 一般朝玻璃层的两个方向发射光, 因此朝系统发射光。为了将光发射限制为仅朝向一侧, 外耦合结构 116; 216; 316 可以由玻璃层 106, 110; 206, 210; 306, 310 的表面上的金属图案而制成, 其中在上面具有遵循相同图案的白色反射层。

外耦合结构 116; 216; 316 同样可以设置/分布/分散在支撑层中, 一个例子是小球体, 其直径是光波长的 10-100 倍, 并具有与 PVB 不同的折射率。这些球体将引起米氏散射并因此将光耦合到系统之外。控制支撑层内部的散射粒子的乳剂允许实现均匀的或者图案化的照明。

所描述的本发明对于隔墙、装饰墙、搁板是有意义的, 而且一般来说对于照明系统是有意义的。

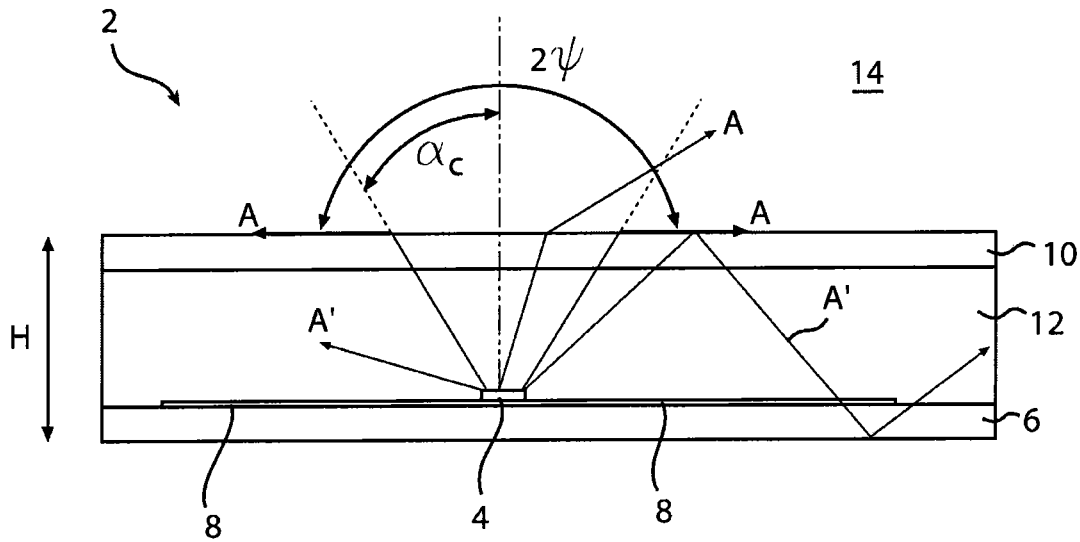


图 1

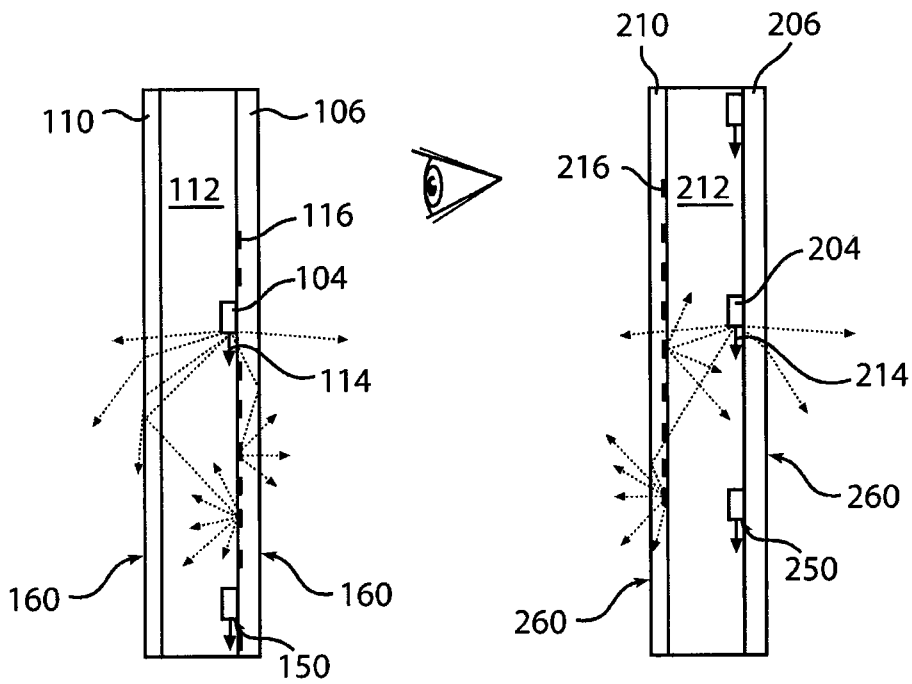


图 2

图 3

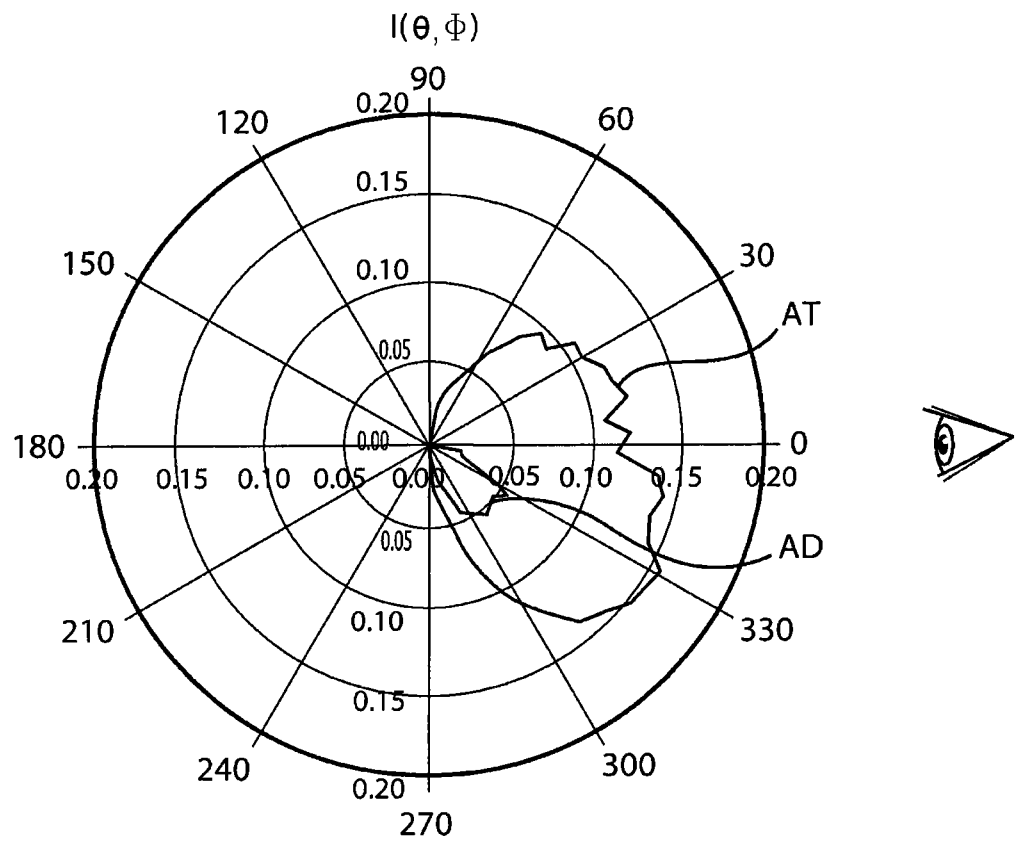


图 4

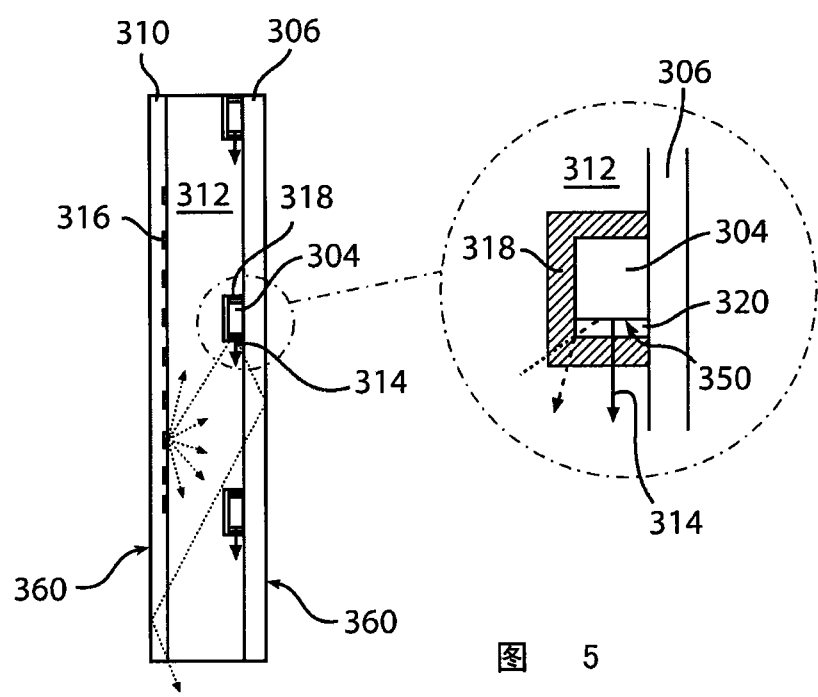


图 5

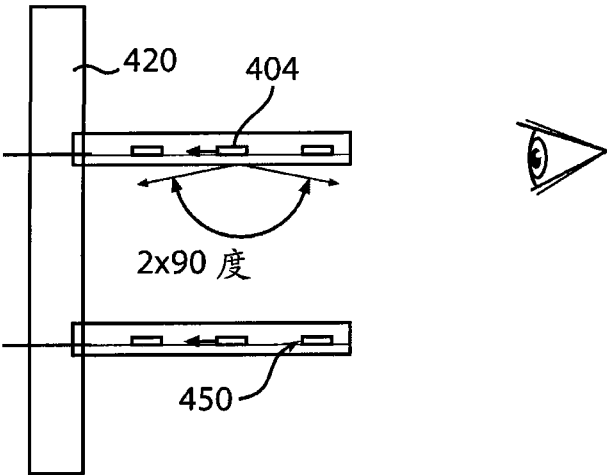


图 6

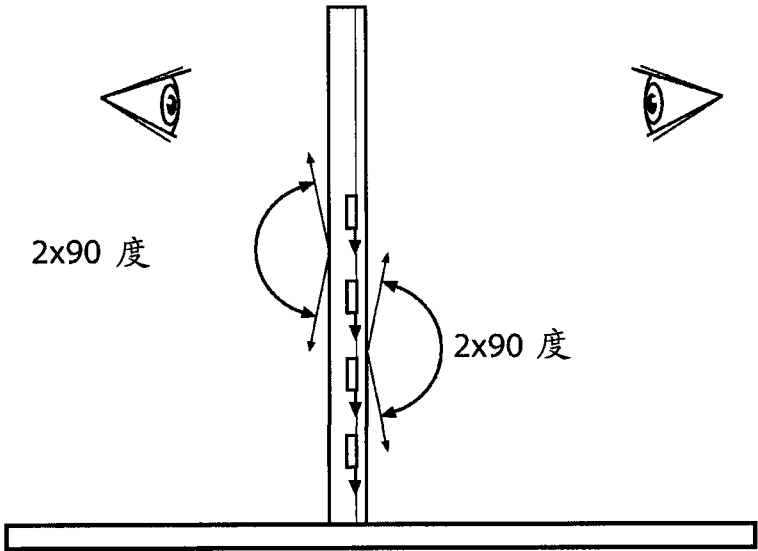


图 7