

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 51/52 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380103237.2

[43] 公开日 2006年2月1日

[11] 公开号 CN 1729584A

[22] 申请日 2003.11.12

[21] 申请号 200380103237.2

[30] 优先权

[32] 2002.11.13 [33] CA [31] 2,411,683

[86] 国际申请 PCT/CA2003/001742 2003.11.12

[87] 国际公布 WO2004/044998 英 2004.5.27

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.13

[71] 申请人 LUXELL 技术有限公司

地址 加拿大安大略省

[72] 发明人 里查德·P·伍德

大卫·J·约翰逊

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 钟强 谷惠敏

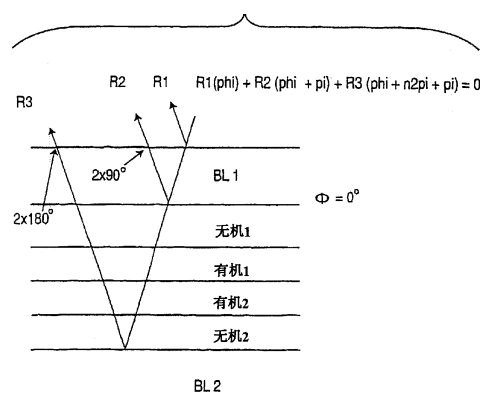
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页
按照条约第 19 条的修改 2 页

[54] 发明名称

具有对比度增强特征的有机发光二极管
(OLED)

[57] 摘要

提供了一种有机电致发光器件，其具有发射层，该发射层具有提供了发射光的相长性光学干涉的材料和厚度。该器件包括附加层，其通过进入该器件的环境光的相消性光学干涉，提供了对比度增强。



1. 一种电致发光器件，包括：半反射结构、反射结构、和用于光产生的多个中间层，其中选择所述光反射结构的厚度，以引起由此所反射的环境光的相消性光学干涉，并且所述中间层具有被选择用于创建微腔的厚度，该微腔用于引起产生于其中的光的相长性光学干涉、和自所述半反射结构经过从其穿过的所透射环境光的约 360° 相位改变，从而所述透射的环境光在所述半反射结构内经历了进一步的相消性光学干涉。

10

2. 权利要求 1 的电致发光器件，其中，所述中间层包括空穴载运层和电子载运层，且具有位于其之间的界面处的光产生区域。

15

3. 权利要求 2 的电致发光器件，其中，其中所述空穴载运层包括 TPD，且所述电子载运层包括 AlQ3。

4. 权利要求 3 的电致发光器件，其中，所述中间层包括相邻于所述 TPD 层的 CuPC 的缓冲层。

20

5. 权利要求 4 的电致发光器件，其中，所述中间层包括相邻于所述 CuPC 层的 ITO 的传导层。

25

6. 权利要求 5 的电致发光器件，其中，所述中间层厚度如下： $AlQ3=200$ 至 800\AA ， $TPD=200$ 至 500\AA ， $CuPC=0$ 至 500\AA ， $ITO=0$ 至 2500\AA 。

7. 权利要求 1 的电致发光器件，其中，所述半反射结构包括至少一个 Al、SiO₂ 和 Cr 的层。

30

8. 权利要求 1 的电致发光器件，其中，所述反射结构包括 Al 层。

9. 权利要求 1-8 中任何一项的电致发光器件，其中，所述反射结构淀积在基片上，从而形成顶发射器件。

5 10. 权利要求 1-8 中任何一项的电致发光器件，其中，所述半反射结构淀积透明基片上，从而形成底发射器件。

11. 权利要求 10 的电致发光器件，其中，所述基片是清洁塑料或玻璃中的任何一个。

10

12. 权利要求 1 的电致发光器件，其中，所述中间层包括光发射聚合物或有机光发射材料中的任何一个。

13. 权利要求 7 的电致发光器件，其中，所述半反射结构包括 AlSiO
15 (比例为 3:2, 5.5nm)、SiO₂ (60nm) 和铝 (10nm)。

14. 权利要求 6 的电致发光器件，其中，所述中间层的厚度如下：
AlQ₃=600 Å, TPD=450 Å, CuPC=250 Å, TIO=1200 Å。

具有对比度增强特征的有机发光二极管（OLED）

5 发明领域

本发明涉及电致发光器件，并且更具体地，涉及应用于电致发光器件的对比度增强滤光器。

发明背景

10 已知的对比度增强滤光器包括光学干涉滤光器，如在 Dobrowoiski 的 US5049780 和 Hofstra 的 US6411019 中所描述的，其内容合并在此作为参考。在 Dobrowolski 和 Hofstra 的某些教导中，对比度增强是通过放置在反射背电极或反射背阴极的前部的光学干涉部件提供的。如在此更为具体地描述的，使环境光反射离开背电极或背阴极与光学干涉部件结合使用，用以产生至少两个异相的环境光波形，其彼此相互干涉，以引起彼此之间的至少一些抵消，并且由此减小了来自显示器的不需要的环境光反射。

20 其他的已知对比度增强滤光器包括涂敷反射电极或阴极的光吸收材料。参看例如，Berger 等人的 WO00/25028，其预见使用了石墨涂敷反射背阴极。这些纯吸收材料然后通过有效地将环境光转换为热，减小了进入显示器前部的环境光的反射。

25 但是，这些现有技术结构不适用于希望实际利用背阴极反射性以提升发射自器件的光量的情况。换言之，虽然上述现有技术的器件减小了到达显示器背阴极的环境光，但现有技术的器件也趋于减小向后发射朝向显示器背部的光。实际上，在某些现有技术的 OLED 显示器中，已知的是选择光发射层的适当的发射区域部分，以与反射电极协作，从而获得约 360° 背向发射光的总相移，使得两个光波相长性地干涉，由此增强器件的亮度。

30

假设理想的反射器和该两个光波在其干涉时在幅度上相等,则 强度将为:

$$I_{rf} = (E_f + E_r)^2$$

5

$$E_f = E_r = E$$

$I_{rf} = 4E^2$, 其中 E_f =前向发射光的电场, 且 E_r =背向发射光的电场, 且 I_{rf} 是由观察者使用反射背电极看到的强度。

如果 E_r 被吸收, 如同暗的电极的情况, 则该等式简单地变为:

10

$$I_{dk} = (E_f + E_r)^2$$

$$E_f = E, E_r = 0$$

$I_{dk} = E^2$, 其中 I_{dk} 是由观察者使用暗的背电极看到的强度。因此, $I_{dk}/I_{rf}=1/4=0.25$, 且使用暗的背电极的器件仅是使用反射背电极器件效率的 25%。

15

虽然使用粘附于显示器前部的环形偏光器减小上述显示器中的环境光反射是已知的, 但环形偏光器具有的吸收某些发射光的额外影响, 在某些器件中典型地是约 56 至约 62%, 并且在该器件中, 反射背电极器件的效率是约 38%至约 44%。

20

标题为“Electroluminescent Device”的 PCT/CA03/00554 公开了一种部分吸收(半反射)层、一个或多个光发射层、和完全反射层, 其组合起来产生了环境光的 180° 相移, 以及产生在光发射层中的光的相长性干涉。但是, 通过如上所述的其他现技术的系统, 产生在光发射层中的光的向后反射产生了相消性干涉, 其部分地抵消了相长性干涉的优点。

25

发明内容

因此, 本发明的一个目的是提供一种具有对比度增强特征的显示器, 其减轻或消除了上述现有技术中的至少一个缺陷。

30

在本发明的一个方面中，提供了一种电致发光显示器，其在光学干涉结构自身中嵌入了光发射层。

5 具体地说，光发射有机层安置在半反射结构和反射结构之间，其中选择反射结构厚度和材料，以引起环境光的至少某些相消性光学干涉，且选择半反射结构和全反射结构之间的层的厚度，以提供经过通过这些层并被向后反射的环境光相对于由半反射结构所反射的光的净0°相移。而且，选择光发射区域离开全反射表面的距离，以提供所产生的发射光的相长性干涉（即传播在观察者方向中的发射光光线与初始传播远离观察者并且然后完全向后反射朝向观察者的发射光光线同相）。

10

附图说明

15 以下将通过示例方式并参考附图描述本发明的某些优选实施例，在附图中：

图 1 示出了根据本发明总的方面的有机电致发光器件的光发射和对比度增强层的侧面剖面图；

20 图 2 示出了根据本发明一个实施例的底发射有机电致发光器件的侧面剖面图；

图 3 示出了根据本发明另一实施例的顶发射有机电致发光器件的侧面剖面图。

具体实施方式

25 现在参考图 1，半反射薄膜 BL1 安置在相邻于微腔的一侧，该微腔包括：诸如 ITO、AlSiO 等的无机层（在图 1 中标识为“无机 1”、“无机 2”），在该无机层之间安置有光发射层（标识为“有机 1”、“有机 2”），而反射结构 BL2 安置在相邻于该微腔的相对侧。如下文将结合图 2 和图 3 所讨论的，层 BL2 可以是全反射的或可以是部分透射的，并且对被反射离开另外的全反射层（例如 A1 层）的光进行相移。光发射层通

30

过电致发光产生光，并且由通常对进入器件的环境光是透明的材料制成，并且其引起该环境光的相移，如将在下文中详细讨论的。

5 半反射结构 BL1 可以包括单层膜或多层膜，如将在下文中详细讨论，并且其用作两个目的：

1. 它将入射光分为反射光线和透射光线；和
2. 它使反射光相对于反射自背电极的光相移约 180° 。注意，近似 10-15% 的光被向后反射朝向观察者。

10 但是，为了获得导致器件具有低反射性并因此呈现黑色的相消性干涉，由位于半反射和反射薄膜之间的有机层提供的总相对相移应为约 0° 。当光传播中两次通过有机层是发生该净 0° 总相移：一次是当其进入该结构时，且另一次是反射时（即， $2 \times 180^\circ = 360^\circ = 0^\circ$ ）。

15 根据本发明，通过选择有机层、和任何 ITO 或其他有机层、和 BL2 层（其中 BL2 仅是部分反射）的总厚度，可以获得环境光的相消性干涉，并且维持相长性干涉条件，以对于传播通过这些层、反射离开背阴极，并且向后传播出器件之外的光提供相对于反射自前部半反射结构的光的约净 0° 相移，且独立地控制“有机 1”、“有机 2”和反射背
20 电极的界面处的发射区域之间的距离。

应该注意，在单一膜 BL1 结构中，自第一层反射的光从其前表面和背表面这两个表面被反射。这是相抵消的这些 180° 相移光的光线的结果求和，并且因此，该层的厚度被选择为提供 180° 相移。在多层
25 BL1 结构中，光自第一层反射，在（一个或多个）随后层中发生相移，并且然后反射离开（一个或多个）随后层。

为了获得来自图 1 的器件的低反射值，BL1 的材料通常具有与其相关的某种程度的吸收性，即光吸收常数 k ，其中光密度由折射率 n 所
30 定义。 n 、 k 和厚度的组合被选择为用于获得相移和所需的反射程度这

两者。

吸收常数 k 和 BL1 结构厚度的组合导致了光也被由 BL1 结构所吸收。这导致了某些发射光在其离开器件时被吸收。

5

半反射结构 BL1 可以位于器件中的多种位置，可以假定其位于者和光发射层“有机 1”和“有机 2”之间，并且相对于反射自该第一半反射结构的光的总内部相移是约 0° 。例如，在器件内存在典型的透明传导材料（“无机 1”）的层（例如氧化铟锡），其用作传导电流至器件，并提供用于发射光离开器件并到达观察者的手段。

10

此外，半反射结构 BL1 可以位于观察者和 ITO 之间，或 ITO 可以位于半反射结构 BL1 和观察者之间。特别是在后一情况中，ITO 的厚度是有限制的（尽管其可以与所需电气操作相关进行选择，诸如根据器件的操作电压）。在第一种情况中，考虑了 ITO 的厚度，以获得约 0° 的相对相移。

15

应该注意，如果 BL1 的第一半反射层是与器件的有机层相接触，则这些层也可以被选择为具有适当的功函数。另一方面，功函数匹配层也可以被插入在半反射层和有机层之间作为“无机 1”的一部分。

20

有机层典型地包括空穴注入层（例如 TPD）和电子注入层（例如 AIQ3），其中光产生在其界面处。这些层的位置取决于该器件是其中阳极位于最接近于观察者的“底发射器件”（图 2），还是其中阴极位于最接近于观察者的“顶发射器件”（图 3）。在上述两种情况的任何一种中，在 SMOLED 器件中，光发射区域位于 50-200Å 的这些两层的界面。为发生发射光的相长性干涉，该界面相对于反射背电极的位置是仔细选择的。为发生相消性干涉，这些层的总厚度也是仔细选择的。通过将传导有机材料（典型地是 CuPc）层插入在相邻于背电极或前电极，也可以控制该多种距离。

25

30

最后，反射结构 BL2 包括单一金属层（例如铝）或若干层薄膜器件（诸如现有技术中已知并且其可以调谐到特定的反射程度）。在最简单的器件中，大多数光被向后反射，以与反射自第一半反射结构的光相干涉。在另一实施例中，对若干层薄膜器件的反射性进行调谐，以确保反射自该区域的光的幅度类似于反射自第一半反射结构的光的幅度，注意某些光在其通过经过半反射结构时将被吸收。

同样，反射自这些背部层的光可以进行相移，以增强光的抵消性，并对其他层（即有机叠层和第一半反射结构）的相移要求添加一定自由度。

在特别涉及顶发射结构的另一实施例中，第一半反射结构可以用作电极，消除了对诸如 ITO 的透明传导材料的需求。其也可以用作缓冲层，以保护下面的有机材料免于损坏性的工艺，诸如在标题为“TRANSPARENT-CATHODE FOR TOP-EMISSION ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODES”共同拥有的加拿大专利申请 No.2,412,279 中所描述的，其内容合并在此作为参考。

如果半反射结构位于器件中使得其能够导电，则有可能该结构将被构图为与其相接触的电极的形状。但是，在另一实施例中，通过使用绝缘层，该结构可以是与结构电气绝缘。在顶发射结构中，这要求将绝缘体淀积在前电极的顶部，并且之后淀积半反射结构。然后在透射光的相移中考虑绝缘层的厚度。在底发射器件中，半反射结构与绝缘层一起淀积到基片上，以使其与前透明电极绝缘。再一次地，在透射光的相移中考虑绝缘层的厚度。优点在于，不再需要对半反射结构进行构图，并且光学干涉效应发生在像素之间，也发在像素自身上。

在另一实施例中，如果第一半反射结构自身是绝缘体，则可以移除绝缘层。

在另一实施例中，有机材料可以包括光发射聚合物或无机光发射材料。

5 示例性实施例示出在图 2 和图 3 如下：

底发射器件（图 2）

图 2 的底发射器件制造在玻璃或塑料基片上。半反射（半吸收）结构 BL1 首先淀积该基片上，随后是氧化铟锡（ITO）的传导层。然后淀积缓冲层 CuPc，随后是空穴载运层（TPD）和电子载运层 AlQ3。为
10 与图 1 一致，示出了第二全反射结构 BL2。但是，在实践中，可以消除 BL2 结构，因为全反射是由最终的铝层提供的。

如上所讨论，半反射结构 BL1 部分反射入射的环境光，并部分透射环境光。环境光被反射离开外表面，以产生反射光光线 R1。透射光在部分反射离开 BL1 和 ITO 层之间的界面之前相移了 90° ，由此反射光经历了另一个 90° 相移，从而 R2 是与 R1 相差了 180° 相位，导致了相消性干涉（即反射光的抵消）。通过 ITO、CuPC、TPD 和 AlQ3 层透射的环境光在反射离开 BL2（或 Al）表面之前经历了另一个 180°
15 相移，由此反射光经历了另一 180° 相移，这导致了向内经过通过 BL1/ITO 界面的环境光之间相对于向外经过通过 BL1/ITO 界面的环境光的净 360° 相移。因此，R3 在其相位特性发明类似于 R2（即 R3 经历了与入射环境光的相消性干涉）。另一方面，产生在有机层中（即空穴层 TPD 和电子层 AlQ3 的界面处）的光是同相的（即 R4 和 R5 是同相的），从而受益于相长性干涉。
20
25

用于多种结构层的示例性厚度和厚度范围如下进行设置：其中，注意到该若干层是完全可选的（即厚度为 0）。但是，选择整体厚度和材料，以确保对于经过通过 BL1 和反射表面（即 BL2 或 Al）之间的层的环境光产生净 $360^\circ = 0^\circ$ 相移的折射率。同样重要的是，选择在 TPD
30

和 AlQ3 有机层界面处的光发射区域的位置，以确保对于产生在该区域光的同相特性，并通过半反射结构 BL1 与全反射层 BL2 或 Al 层之间的微腔结构进行反射。

5 BL1: 可以是宽范围的材料，并可以包括一个或多个层。典型的 BL1 结构包括 AlSiO (比例为 3: 2, 5.5nm), SiO₂ (60nm) 和铝 (10nm)。

ITO: 典型厚度是约 1200Å, 但是在约 0 至约 2500 Å 范围内。

10 CuPc: 典型厚度为约 250 Å, 但在约 0 至约 500 Å 的范围内。ITO 和 CuPC 层的组合厚度是约 1450 Å, 以在一次经过上提供 180° 相移(假设标准 n, k 值和有机材料 (TPD 和 AlQ3) 也提供 180° 相移)。

TPD 或 “有机 1”: 优选地是约 450 Å, 但在 200-500 Å 的范围内。

15

AlQ3 或 “有机 2”: 优选地是约 600 Å, 但在 200-800 Å 的范围。

应该注意, ITO、CuPC、TPD 和 AlQ3 层厚度的和优选地是约 2500 Å, 以允许在发射光的两次经过时的 360° 相移 (假设标准的 n,k 值)。

20

例如 CuPc 的缓冲层可以用于减小两个有机层的厚度。

BL2: 可以使用宽的材料范围, 包括一氧化硅铝。铝对一氧化硅的比例必须改变, 以提供所需的反射率值。在优化的器件中, BL2 结构可以省略 (即厚度为 0 Å), 以获得来自背电极 (Al) 的最大反射, 如上所述。

25

Al: 约 1500 Å。

顶发射器件 (图 3)

30

在图 3 的顶发射结构中, 提供了玻璃或塑料基片, 在其上将铝层

淀积到约 1200 Å 的厚度。然后，将 ITO、CuPc 和 AlQ3 的连续层淀积到如上文结合图 2 所述的相同厚度和相似的指标。最后，BL1 结构淀积成一个或多个层的形式，如上文结合图 1 所讨论的。典型的结构包括 AlSiO（比例为 3：2，5.5nm）SiO₂（60nm）、和铝（10nm）。

5

当光常数被订制为满足所需的半反射结构的要求时，ITO 可以用作 BL1。掺杂有铝或银的 ITO 已知用于增加吸收性（作为其副产生，传导性增加）。在此情况下，ITO 是约 450 Å 厚。

10

图 2 和图 3 的两个实施例中的当前优选实施例在在约 555nm 可见光处是约 0% 的反射率，并且其效率相比于没有环形偏光器的调谐反射阴极器件的理想情况是约 45 至约 50%。

15

本发明的上述实施例意在是本发明的示例，并且本领域普通技术人员可以对其进行变更和修改。例如，通过仔细的材料选择，可以在可见范围上扩展的宽带中获得 360 度相移效果（和 180 度相消性效果）。必须选择具有随波长增加的折射率的特定材料。AlSiO 混合物提供了适当的材料组。通过将特定厚度的这些材料插入到微腔中（例如通过替换 ITO 或部分有机材料），该腔的光学厚度对于可见波长保持近似恒定（即 400nm 至 700nm）。确信所有这些修改和变更是在由所附权利要求所限定的范围内。

20

图1

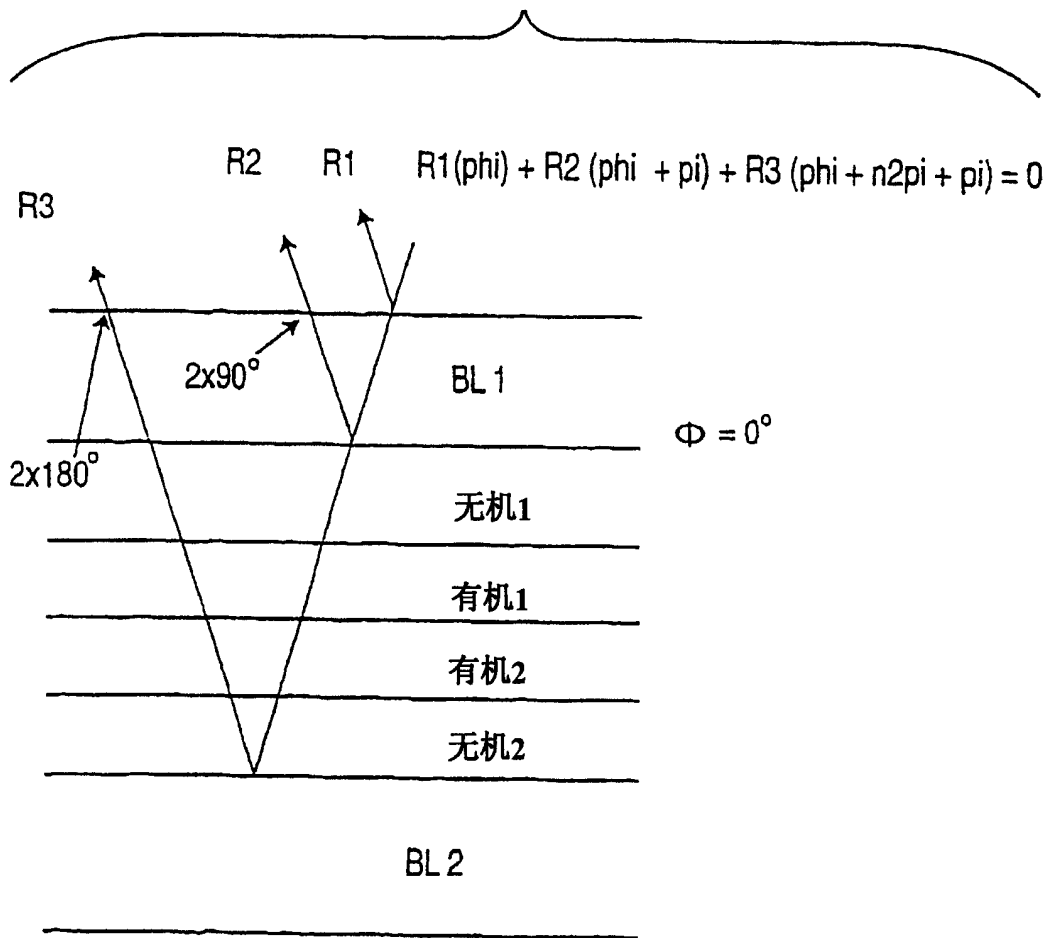


图2

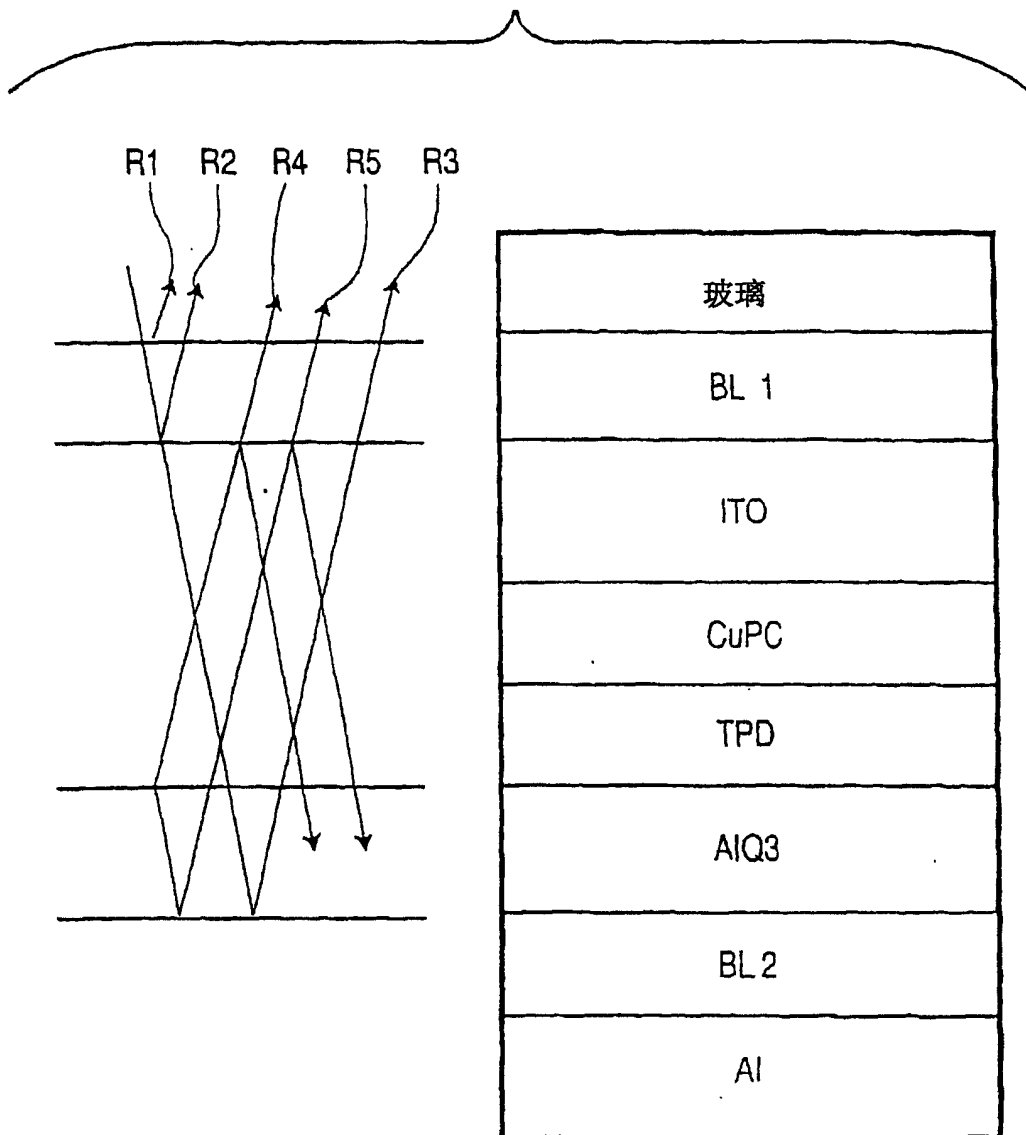
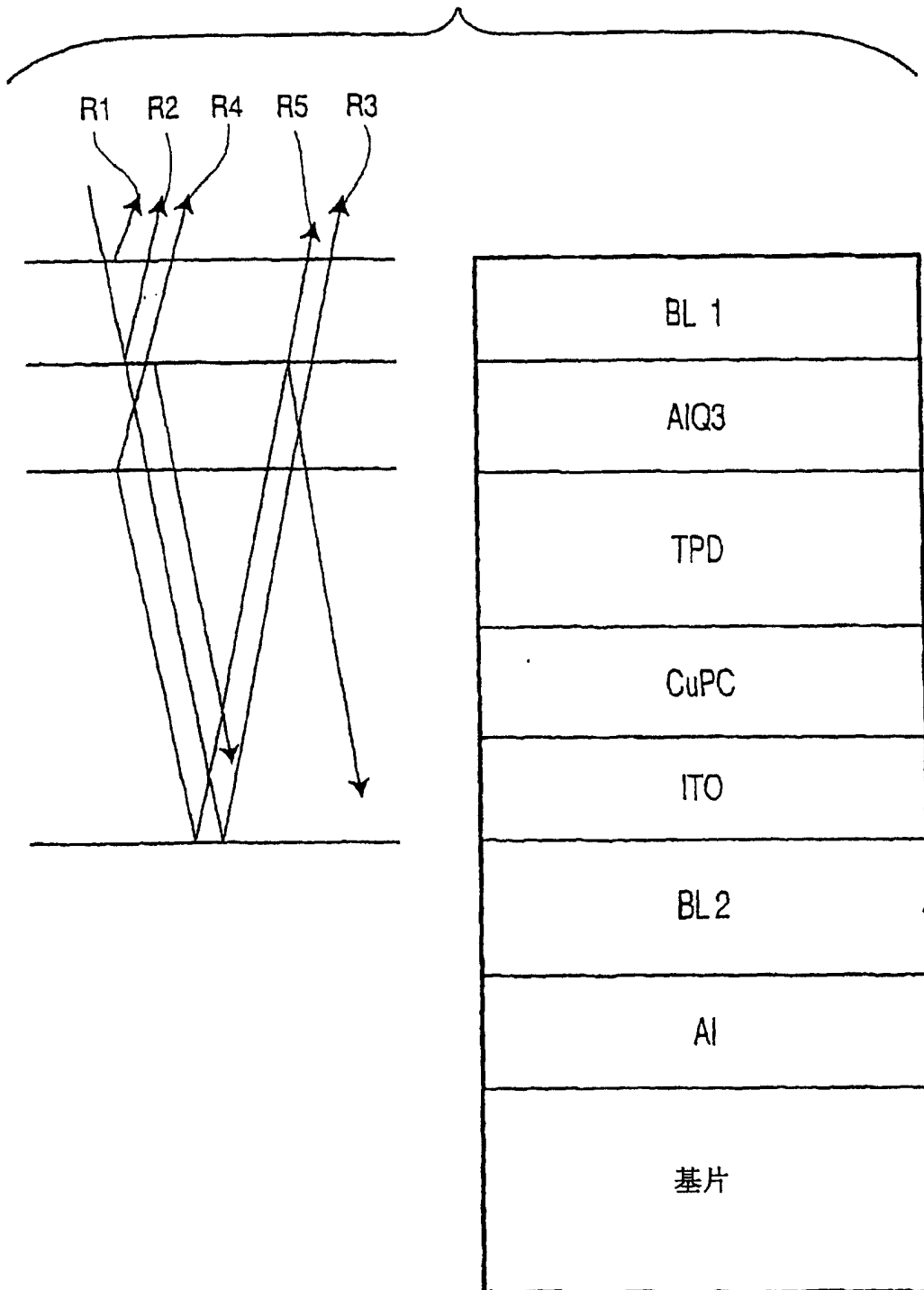


图3



1. 一种电致发光器件, 包括: 半反射结构、反射结构、和用于光产生的多个中间层, 其中选择所述光反射结构的厚度, 以引起由此所反射的环境光的相消性光学干涉, 并且所述中间层具有被选择用于创建微腔的厚度, 该微腔用于引起产生于其中的光的相长性光学干涉、和自所述半反射结构经过从其穿过的所透射环境光的约 360° 相位改变, 从而所述透射的环境光在所述半反射结构内经历了进一步的相消性光学干涉。

10

2. 权利要求 1 的电致发光器件, 其中, 所述中间层包括空穴载运层和电子载运层, 且具有位于其之间的界面处的光产生区域。

15

3. 权利要求 2 的电致发光器件, 其中, 其中所述空穴载运层包括 TPD, 且所述电子载运层包括 AlQ3。

4. 权利要求 3 的电致发光器件, 其中, 所述中间层包括相邻于所述 TPD 层的 CuPC 的缓冲层。

20

5. 权利要求 4 的电致发光器件, 其中, 所述中间层包括相邻于所述 CuPC 层的 ITO 的传导层。

25

6. 权利要求 5 的电致发光器件, 其中, 所述中间层厚度如下: AlQ3=200 至 800\AA , TPD=200 至 500\AA , CuPC=0 至 500\AA , ITO=0 至 2500\AA 。

7. 权利要求 1 的电致发光器件, 其中, 所述半反射结构包括至少一个 Al、SiO₂ 和 Cr 的层。

30

8. 权利要求 1 的电致发光器件, 其中, 所述反射结构包括 Al 层。

9. 权利要求 1-8 中任何一项的电致发光器件, 其中, 所述反射结构淀积在基片上, 从而形成顶发射器件。

5 10. 权利要求 1-8 中任何一项的电致发光器件, 其中, 所述半反射结构淀积透明基片上, 从而形成底发射器件。

11. 权利要求 10 的电致发光器件, 其中, 所述基片是清洁塑料或玻璃中的任何一个。

10

12. 权利要求 1 的电致发光器件, 其中, 所述中间层包括光发射聚合物或有机光发射材料中的任何一个。

13. 权利要求 7 的电致发光器件, 其中, 所述半反射结构包括 AlSiO
15 (比例为 3:2, 5.5nm)、SiO₂ (60nm) 和铝 (10nm)。

14. 权利要求 6 的电致发光器件, 其中, 所述中间层的厚度如下:
AlQ₃=600 Å, TPD=450 Å, CuPC=250 Å, TIO=1200 Å。

20

15. 权利要求 1 的电致发光器件, 其中, 选择所述中间层, 使得 360° 相位改变扩展到可见光的范围。

16. 权利要求 1 的电致发光器件, 其中该层被选择为具有随波长而增加的折射率。

25