

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01L 51/50 (2006.01)  
H01L 51/52 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580019692.3

[45] 授权公告日 2009年10月28日

[11] 授权公告号 CN 100555705C

[22] 申请日 2005.5.13  
 [21] 申请号 200580019692.3  
 [30] 优先权  
     [32] 2004.5.17 [33] FR [31] 0450956  
 [86] 国际申请 PCT/FR2005/050322 2005.5.13  
 [87] 国际公布 WO2005/114762 法 2005.12.1  
 [85] 进入国家阶段日期 2006.12.15  
 [73] 专利权人 汤姆森特许公司  
     地址 法国布洛涅  
 [72] 发明人 萨尔瓦托尔·西纳  
     瓦尔特·德拉齐克 兰德里·肖邦  
 [56] 参考文献  
     US2004/0012980A1 2004.1.22  
     JP2000-231985A 2000.8.22  
     US2003/0117067A1 2003.6.26

EP0621500A1 1994.10.26  
 EP0442002B1 1991.8.21  
 US6046543A 2000.4.4  
 CN1393730A 2003.1.29

审查员 王海涛

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
 代理人 陶凤波

权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 8 页

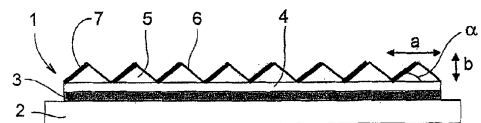
## [54] 发明名称

具有提高的光提取效率的有机发光二极管和对应的显示装置

## [57] 摘要

本发明涉及一种有机发光二极管(1)，其包括按照从背面到正面的顺序位于衬底上的至少一个具有第一类型的所谓的背部电极(3)、覆盖所述背部电极的有机发光层(4)和至少一个覆盖所述有机发光层的具有第二类型的所谓的前部电极(6)，在通过流经所述电极的电流向其内注入空穴和电子时，所述有机发光层产生光，所述电极类型对应于阳极和阴极，所述电极中的至少一个对于所产生的光基本上是透明的，从而允许其通过所述二极管的被称为出射面的面选出。根据本发明，所述基本透明电极包括至少一个透明提取带和至少一个反射带，所述反射带用于使所述的所产生的光重新通过所述发光层，且所述二极管还包括反射器机构，所述反射器机构从所述有机发光层布置在所述基本透明电极

的相对侧，其用于使所述的所产生的光通过所述发光层返回至所述基本透明电极。可以通过压纹构造所述二极管，文中描述了各种实施例。



1. 一种有机发光二极管(1,10)包括按照从背面到正面的顺序位于衬底(2)上的至少一个具有第一类型的所谓的背部电极(3)、覆盖所述背部电极的有机发光层(4)和至少一个覆盖所述有机发光层的具有第二类型的所谓的前部电极(6),在通过流经所述电极的电流向其内注入空穴和电子时,所述有机发光层产生光,所述电极类型对应于阳极和阴极,所述电极中的至少一个对于所产生的光基本上是透明的,从而允许其通过所述二极管的被称为出射面的一个面逸出,所述基本透明电极包括至少一个透明提取带和至少一个反射带,所述反射带用于使所述的所产生的光重新通过所述发光层,所述二极管还包括反射器机构,所述反射器机构布置在所述有机发光层的所述基本透明电极的相对侧,其用于使所述的所产生的光通过所述发光层返回至所述基本透明电极,且由所述基本透明电极通过其提取带和其反射带形成的表面不与由所述反射器机构形成的表面近似平行,一侧的所述反射器机构和另一侧的具有其提取带和其反射带的所述基本透明电极中的一个、或二者位于至少一个凹凸图案上,在所述有机发光层与所述电极中的一个和/或另一个之间,所述有机发光二极管包括厚度随该层上的位置而变化的透明有机层,其支撑所述电极并形成所述凹凸图案,

其特征在于,所述透明有机层由导电聚合物制成或被掺杂,使得其能够运输电荷,即根据情况通过P掺杂运输电子或通过N掺杂运输空穴。

2. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述凹凸图案具有小于等于 $2\mu\text{m}$ 大于等于 $0.2\mu\text{m}$ 的最大幅度。

3. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,具有其提取带和其反射带的所述基本透明电极包括:

在所述反射带和所述提取带二者之上延伸的基本透明导电层,以及设置于所述透明导电层上的,仅在所述反射带之上延伸的导电反射层。

4. 根据权利要求2所述的有机发光二极管,其特征在于,具有其提取带和其反射带的所述基本透明电极包括:

在所述反射带和所述提取带二者之上延伸的基本透明导电层,以及设置于所述透明导电层上的,仅在所述反射带之上延伸的导电反射层。

5. 根据前述权利要求中的任何一项所述的有机发光二极管,其特征在

于, 所述的所产生的光通过一组  $N>1$  的提取带从所述 OLED 二极管逸出, 其特征还在于所述反射带在所述基本透明电极上与这些提取带互补。

6. 根据权利要求 1-4 中的任何一项所述的有机发光二极管, 其特征在于, 所述电极中只有一个是基本透明的, 被称为反射电极的另一所述电极为反射型的, 并形成了所述反射器机构。

7. 根据权利要求 1-4 中的任何一项所述的有机发光二极管, 其特征在于, 所述基本透明电极的一个或多个所述透明提取带以及一个或多个所述反射带形成了分别为提取条和反射条的交替的细长条。

8. 根据权利要求 7 所述的有机发光二极管, 其特征在于,

所述反射电极基本为平面,

所述基本透明电极的每一所述反射带和所述提取带均基本为平面并相对于所述反射电极倾斜, 这些带的序列形成至少一个基本三角形棱镜结构, 其峰部边缘和两侧的底部边缘与所述反射电极基本平行。

9. 根据权利要求 8 所述的有机发光二极管, 其特征在于, 所述光通过一组  $N>1$  的提取带从所述 OLED 二极管逸出, 每一所述提取带均通过反射带与下一个隔开, 这些提取带互相平行, 这些反射带也相互平行, 所述提取带和所述反射带根据基本为三角形的棱镜结构的规则周期性重复而在所述基本透明电极上规则排列。

10. 根据权利要求 8 所述的有机发光二极管, 其特征在于, 所述光通过一组  $N>1$  的提取带从所述 OLED 二极管逸出, 所述提取带成对分组, 两个成对的提取带相互邻接, 并具有公共的底部边缘, 它们通过一对相互邻接的具有公共底部边缘的反射带与下一对提取带隔开, 所述提取带对和所述反射带对根据基本为三角形的棱镜结构的规则周期性重复而在所述基本透明电极上规则排列。

11. 根据权利要求 7 所述的有机发光二极管, 其特征在于, 所述反射条包括凸起, 所述凸起至少为具有经确定的直径  $D$  的反射半球体, 乃至为反射球体, 其凸形球体部分指向所述有机层, 所述至少为半球体的凸起沿每一反射条相互对齐并接触, 每一反射条的宽度为  $D$  的  $n$  倍, 其中整数  $n \geq 1$ 。

12. 根据权利要求 11 所述的有机发光二极管, 其特征在于所述凸起为球体, 其特征还在于  $n=1$ 。

13. 根据权利要求 12 所述的有机发光二极管, 其特征在于, 所述二极

管的面积是所述提取带的总表面与所述反射带的总表面相加之和，其特征还在于，所述二极管的所述提取带的总表面与所述面积之间的比率处于 40 到 70 个百分比之间。

14. 根据权利要求 7 所述的有机发光二极管，其特征在于，还包括布置在所述 OLED 二极管的出光侧的重新定向光学结构，其与每一所述提取带相关，用于使从所述二极管提取的光优选处于基本垂直于所述二极管的总平面的平均方向。

## 具有提高的光提取效率的有机发光二极管和对应的显示装置

### 技术领域

本发明涉及一种具有提高的光提取效率的有机发光二极管(OLED),并涉及对应的显示装置。其应用于光电子学领域,尤其适用于制造信号灯和显示装置。

### 背景技术

有机发光二极管(OLED)正处于显著的发展当中。与先前的常规发光二极管(LED)一样,有机发光二极管以某些化合物,特别是半导体化合物或者是本例中的有机化合物所具有的能力为基础,所述能力即,在将其置于电极之间时,它们受到电流作用,从而使向其内注入电荷,即电子和空穴成为可能,由此发光。常规有机发光二极管(OLED)结构包括位于衬底上的两个电极,它们的作用在于注入相反符号的电荷,在所述电极之间布置优选由一个或多个子层形成的有机层。作为注入空穴的阳极的所述电极之一通常是透明的,并且通常由氧化铟锡(ITO)构成,从而使光能够穿过所述电极从出射面逸出。作为注入电子的另一个电极就其自身而言通常是反射型的。在穿过衬底产生光发射时,采用术语向下或向后光发射。在与衬底相反的一侧发生光发射的相反情况下,采用术语向上或向前光发射。就制造OLED二极管所必需的条件而言,尤其就淀积电极所必需的条件而言,在有机层的易碎性的影响下,具有后部发射的器件制作起来更为简单,并且更有效率。

为了使所产生的光通过,透明电极应当具有非常小的厚度,其导致了表面电阻的增大,并且可能损害OLED二极管的整个表面上的电流的均匀分布,由此导致光发射的非均匀性,和/或导致由焦耳效应引起的不利的温度升高。此外,非常薄的电极具有较差的机械和环境稳定性特性,从而导致制造损耗和加速老化。最后,根据用来制造非常薄的电极的材料,可能必需向所述结构添加补充的子层,例如,用来注入或输运空穴或电子,从经济的观点来讲这一点是不利的。

因此,必需在电极的光学透明度和其电气、电子特性之间找到折衷点,

这将使电光效率变得一般。为了提高这一效率，有人从其他方向开展了研究，具体而言，有人提出采用掺有光提取器的结构，所述光提取器能够使 OLED 二极管中产生的大部分光离开所述二极管。例如，在 US-6091384 或 US-6229160 中，公开了应当通过侧面反射镜使所产生的横向传输或被横向反射的光返回到二极管的出射面。

在衬底上从背面到正面，有机发光二极管包括至少一个所谓的背部电极，其上覆有有机发光层，而有机发光层自身则被所谓的前部电极覆盖。专利文献 US6396208 公开了一种提高此类发光二极管的光提取效率的方法，其方式为在本例中基本为透明的背部电极内开孔，或者在这一背部电极上设置突起；这些孔或这些突起在这一电极的表面上产生凹凸，出于该文献中描述的方法的原因，将所述凹凸复制到在本例中用于反射的前部电极上。根据这一文献，由反射型前部电极形成的表面由此与背部电极形成的表面基本平行。但是，这种提高光提取效率的方法仍然不能充分提高光提取效率。文献 US2002/079835 公开了 US6396208 所描述的提取方法的变型。

## 发明内容

本发明提出通过光学反射器机构的特定实施提高有机发光二极管 (OLED) 的光提取，同时有悖常理地减小光可通过其逸出二极管的表面。根据具体示范性实施例，其包括制造某一特定结构，该结构可选地是重复性的，并具有基本棱镜形状，所述基本棱镜形状的两个侧面位于所述 OLED 二极管的光出射面上，所述侧面之一为反射型的。根据另一具体示范性实施例，其包括向所述前部电极的平面表面敷设包括凸起的反射带。所提出的这一解决方案有悖于这样一种理论：光通过其逸出二极管的出射表面越大，光提取效率就相应增大。但是所提出的解决方案的实施从工业的角度而言是非常简单的，因为其可以采用公知技术（具体而言可为压纹 (embossing) 技术）来制造 OLED 二极管的出射面。

因此，本发明涉及一种有机发光二极管，其包括按照从背面到正面的顺序位于衬底上的至少一个具有第一类型的所谓的背部电极、覆盖所述背部电极的有机发光层和至少一个覆盖所述有机发光层的具有第二类型的所谓的前部电极，在通过流经所述电极的电流向其内注入空穴和电子时，所述有机发光层产生光，所述电极类型对应于阳极和阴极，所述电极中的至少一个对

于所产生的光基本上是透明的，从而允许其通过所述二极管的被称为出射面的面逸出。

根据本发明，

-所述基本透明电极包括至少一个透明提取带和至少一个反射带，所述反射带用于使所述的所产生的光重新通过所述发光层，

-所述二极管还包括反射器机构，所述反射器机构从所述有机发光层布置在所述基本透明电极的相对侧，其用于使所述的所产生的光通过所述发光层返回至所述基本透明电极，

由所述基本透明电极通过其提取带和其反射带形成的表面不与由所述反射器机构形成的表面近似平行。

在背部电极是透明的，并且所产生的光穿过衬底通过其背面从二极管射出时，所述二极管为向下发射二极管。在前部电极时是透明的，并且所产生的光通过正面从二极管射出时，所述二极管是向上发射二极管。

根据实际情况，具有第一类型的电极为阳极，具有第二类型的电极为阴极，或者相反，具有第一类型的电极为阴极，具有第二类型的电极为阳极。

术语反射带对应于基本透明电极的一部分，该部分用于使发光层产生的光返回所述发光层。术语透明提取带对应于基本透明电极的另一部分，所述另一部分允许由发光层产生的光从所述 OLED 二极管逸出。反射器机构可以由另一电极构成，这时其为反射电极，其也可以是独立的反射机构，所述反射器机构的作用在于使发光层产生的光返回所述发光层。因此，在发光层产生的光能够在通过提取带射出之前在二极管内发生多次反射。

一方面，所述反射器机构，另一方面，所述透明电极的提取带和反射带的形状和表面优选相互适应，从而就所述发光层产生的受到所述反射器机构反射的光而言，在借助反射器机构再次“重复循环”之前，使得这一反射光的较大部分穿过提取带，较小部分受到反射带反射。基本透明电极的压纹形状适合产生这一效果，反之，可以通过保持透明电极的平面形状，但采用压纹背部电极作为反射器机构实现相同的效果。

在本发明的各种实现中采用下述措施，可以根据所有的可行的技术可能性将这些措施结合起来：

-一侧的所述反射器机构和另一侧的具有其提取带和其反射带的所述基本透明电极中的一个、另一个或二者，具有至少一个凹凸图案的形式，（在

实践中，通过一个或多个凹凸图案相互配置反射器机构和带有其提取带和反射带的基本透明电极，从而使在发光层产生的并受到反射器机构反射的光的量中，朝向提取带反射从而被提取出来的部分大于朝向反射带反射从而返回至发光层的部分；所述凹凸图案可以是简单的，或者优选是周期性的，并且可以具有各种形状（周期性结构中的基本结构），具体而言其可以是棱镜结构，所述棱镜结构的面是平直的或者按照圆、椭圆或其他非直线曲线的弧线形状弯曲，或者其可以是凸起）

- 通过压纹获得凹凸图案，由带有其提取带和反射带的基本透明电极形成的表面不与由反射器机构形成的表面平行，（压纹产生一个或多个凹凸图案，其与不压纹形成对照，在不压纹情况下形状为平面或基本保持平面；具体而言，所述构造对应于带有其提取带和反射带的基本透明电极的压纹形状，所述反射器机构自身可以是压纹的或优选不是压纹的；反之，所述基本透明电极可以是非压纹的，所述反射器机构可以是压纹的）

- 所述凹凸的最大幅度小于等于  $2\mu\text{m}$ ，（这一点有利地限制了二极管的总厚度，由此降低了其成本）

- 所述凹凸图案具有小于等于  $2\mu\text{m}$  且大于等于  $0.2\mu\text{m}$  的最大幅度，

- 通过按压反射球体获得凹凸图案，

- 在所述有机发光层与所述电极中的一个和/或另一个之间，所述二极管包括厚度随该层上的位置而变化的透明有机层，其支撑所述电极并形成所述凹凸图案，（应当理解，在压纹透明有机层处于有机发光层和带有其提取带和反射带的基本透明电极之间的情况下，所述透明有机层与所述提取带和反射带对应）

- 所述厚度变化量大于等于  $200\text{nm}$ ，（蓝色范围内的波长的一半）

- 对所述透明有机层进行掺杂，使得其能够运输电荷，即根据情况而定的电子或空穴，

- 所述的所产生的光通过一组（set） $N>1$  的提取带从所述 OLED 二极管逸出，所述反射带在所述基本透明电极上与这些提取带互补，

- 所述电极中只有一个是基本透明的，被称为反射电极的另一所述电极为反射型的，并形成了所述反射器机构，

- 优选地，在所述电极中只有一个基本透明的情况下，另一电极是反射型的并形成所述反射器机构，这一反射电极是金属性的，

- 对于反射电极而言，根据电极类型选择金属，对于阳极，从金、铂、钯或含有这些金属中的一种或多种的合金中选择所述金属，对于阴极，从铝、银、铬或含有这些金属中的一种或多种的合金中选择所述金属，

- 具有其提取带和其反射带的所述基本透明电极包括：

- 在所述反射带和所述提取带二者之上延伸的基本透明导电层，以及

- 设置于所述透明导电层上的，仅在所述反射带之上延伸的导电反射层，

(因此，所述提取带对应于存在基本透明导电层的区域，反射带对应于其上覆有反射层的基本透明导电层的区域；反射层通常是不透明的，并且高度导电)

- 优选地，所述基本透明导电层紧靠发光层或者透明有机层布置，其取决于具体情况，

- 所述基本透明电极的反射层是金属性的，根据电极类型选择金属，对于阳极，从金、铂、钯或含有这些金属中的一种或多种的合金中选择所述金属，对于阴极，从铝、银、铬或含有这些金属中的一种或多种的合金中选择所述金属，

- 所述反射层的表面导电性至少是基本透明导电层的表面导电性的十倍，(因此，反射带起着在基本透明导电层上，并且通过后者在二极管的有源表面上分配电荷载流子(即电子或空穴)的总线的作用)

- 所述反射层具有大于等于 100nm 的厚度(优选等于 500nm 左右)，所述基本透明导电层具有小于等于 10nm 的厚度(优选等于 5nm 左右)

- 所述基本透明电极的反射层设有额外的导电层，所述导电层由从铝、银、铬或含有这些金属中的一种或多种的合金中选出的金属构成，(在基本透明电极的反射层由与额外导电层相同的金属或合金构成的情况下，这相当于增大了位于其表面的至少一部分上的反射层的厚度)

- 所述基本透明导电层为载流子注入层，(如果基本透明电极为阳极，那么基本透明导电层为空穴注入层，如果基本透明电极为阴极，那么基本透明导电层为电子注入层，例如，其由从诸如 LiF 或 BaF<sub>2</sub> 的碱金属氟化物或者诸如 Li 或 Ba 的碱金属自身中选出的材料构成)

- 所述基本透明电极的一个或多个所述透明提取带以及一个或多个所

述反射带形成了分别为提取条和反射条的交替的细长条，（所述细长条可以是直线形的、环形的或者更为一般的盘绕形状）

- 所述基本透明电极的一个或多个所述透明提取带以及一个或多个所述反射带形成了分别为提取条和反射条的相互平行的交替细长条，

- 每一条具有恒定宽度，

- 所述条基本为平面，（在基本透明电极处于凹凸图案上的情况下，所述条相对于彼此，并且相对于位于有机层的另一侧的对立电极倾斜）

- 使所述有机发光二极管（OLED）具有如下特征：

- 所述反射电极基本为平面，

- 所述基本透明电极的每一所述反射带和所述提取带均基本为平面并相对于所述反射电极倾斜，这些带的序列形成至少一个基本三角形棱镜结构，其峰部边缘和两侧的底部边缘与所述反射电极基本平行，

- 所述光通过一组  $N > 1$  的提取带从所述 OLED 二极管逸出，每一所述提取带均通过反射带与下一个隔开，这些提取带互相平行，这些反射带也相互平行，所述提取带和所述反射带根据基本为三角形的棱镜结构的规则周期性重复而在所述基本透明电极上规则排列。

- 所述光通过一组  $N > 1$  的提取带从所述 OLED 二极管逸出，所述提取带成对组合，两个成对的提取带相互邻接，并具有公共的底部边缘，它们通过一对相互邻接的具有公共底部边缘的反射带与下一对提取带隔开，所述提取带对和所述反射带对根据基本为三角形的棱镜结构的规则周期性重复而在所述基本透明电极上规则排列，

至少一个所述细长条具有凸起，

- 所述反射条包括凸起，

- 构成所述凸起的材料与所述基本透明导电层的材料以及所述基本透明电极的导电反射层的材料相兼容，（具体而言，在这些材料之间实现电接触）

- 所述凸起由纯金属材料或基于金属的合金构成，

- 构成所述凸起的材料与所述基本透明电极的导电反射层的材料相同，

- 所述凸起至少为具有经确定的直径  $D$  的反射半球体，乃至为反射球体，其凸形球体部分指向所述有机层，所述至少为半球体的凸起沿每一反射条相互对齐并接触，每一反射条的宽度为  $D$  的  $n$  倍，其中整数  $n \geq 1$ ，（在反

射条中可以具有多个平行的凸起行)

- 每一反射条仅包括一行至少为半球体的凸起,
  - 所述基本透明导电层在每一至少为半球体的凸起内指向所述有机层的整个凸形球体部分上延伸,
  - 所述基本透明导电层仅在每一至少为半球体的凸起内指向所述有机层的凸形球体部分的一部分上延伸(被压入到有机发光层内或者在其不存在时压入到透明有机层内的凸形球体部分未被基本透明导电层覆盖)
  - 所述凸起为球体,
  - 所述反射条包括凸起,所述凸起至少为具有经确定的直径D的反射半球体,乃至为反射球体,其凸形球体部分指向所述有机层,所述至少为半球体的凸起沿每一反射条相互对齐并接触,每一反射条的宽度为D的n倍,其中整数 $n \geq 1$ ,
  - 所述凸起为球体并且 $n=1$ ,
  - 所述二极管的面积是所述提取带的总表面与所述反射带的总表面相加之和,所述二极管的所述提取带的总表面与所述面积之间的比率处于40到70个百分比之间,
  - 所述二极管还包括布置在所述OLED二极管的提取侧的重新定向光学结构,其与每一所述提取带相关,用于使从所述二极管提取的光优选处于基本垂直于所述二极管的总平面的平均方向。
- 最后,本发明涉及有机发光二极管(OLED)显示装置,其包括一组具有一项或多项前述特征的二极管(OLED)。

#### 附图说明

现在将通过下述结合附图的描述对本发明进行示范性说明,但是本发明不会受其限制,附图中:

图1是示出了根据本发明的第一实施例的OLED二极管的截面图;

图2就根据本发明的第一实施例的OLED二极管示出了淀积反射性第二层的模式;

图3是示出了根据本发明的第一实施例的OLED二极管的向下观察的透视图;

图4示出了根据本发明的第一实施例的OLED二极管的出射光通量的角

分布，

图 5A 是关于根据本发明的第一实施例的 OLED 二极管的计算公式示出了重新定向棱镜的例子的截面图，

图 5B 示意性地示出了根据本发明的第一实施例的 OLED 二极管上的重新定向棱镜的实施的仿真，

图 6 示出了根据本发明的第一实施例的带有重新定向棱镜的 OLED 二极管的出射光通量的空间分布，

图 7 是示出了根据本发明的第二实施例的 OLED 二极管的截面图，

图 8 示出了根据本发明的第二实施例的 OLED 二极管的出射光通量的空间分布，

图 9 是本发明的第三实施例的示意性透视图，

图 10 是本发明的第三实施例的仿真的示意平面图，

图 11 是示出了根据本发明的第三实施例的 OLED 二极管的截面图；

图 12 示出了用于确定作为提取带 (extraction zone) 的总表面与二极管的面积之间的比率的函数的二极管的光提取效率的变化的仿真结果，以及

图 13 示出了用于确定作为提取带和反射带的宽度比率的函数的二极管的光提取效率的变化的仿真结果。

## 具体实施方式

在图 1 涉及的有机发光二极管 (OLED) 中，光出射面为正面，即与其上构建所述二极管的衬底相对的一侧上的面。在位于背面一侧的衬底 2 上，OLED 二极管 1 包括至少一个具有第一类型 (阳极或阴极) 的背部电极 3，背部电极 3 还具有朝向出射面反射光并形成反射器机构的光反射特性。被称为反射电极的背部电极 3 是金属性的，并且其上覆有可以包括子层的发光有机层 4。发光有机层 4 最后被压纹透明有机层 5 覆盖，压纹透明有机层 5 具有呈周期性的规则排列的凹凸图案，所述图案形成了基本的棱镜结构，所述棱镜结构的正表面支撑具有第二前部类型 (相对于第一类型分别为阴极或阳极) 的基本透明电极 6。在所述棱镜结构的面上，使这一具有第二类型的电极分布到不透明反射带 7 和透明提取带内。前部电极优选在 OLED 二极管的整个正面上延伸。所述棱镜结构的边缘相互平行。可以在有机层 4 内制作所述二极管的正面，或者通过透明有机层 5 将所述二极管的正面添加到有机层 4 上。

压纹层 5 优选由有机材料构成，所述有机材料得到了足够的掺杂，从而实现通过在所述二极管的电极之间施加电势差，而产生在整个发光层范围内均近似恒定的电场，而不管覆盖这一范围的有机材料的局部厚度如何。压纹层还可以由诸如 PEDOT-PSS 或 PANI 的导电聚合物构成。因此，这一压纹层的支撑第二类型电极的表面包括一系列基本的 (elementary) 棱镜图案，所述棱镜图案优选规则排列，并且优选在发光有机层的整个表面上纵向延伸。

具有第二前部类型的前部电极 6 包括两层：

- 具有 5nm 左右的厚度的非常薄的透明导电层，其覆盖压纹有机层的整个表面，并与其凹凸图案匹配，以及
- 形成不透明反射带 7 的具有 500nm 左右的厚度的较厚的金属条，因此，这些条仅覆盖压纹有机层的部分表面，同时与其凹凸图案匹配。

OLED 二极管的出射面由此具有交替排列的反射条和基本为透明的条，所述反射条还是良好的电导体。

发光有机层可以由小分子、聚合物、树枝状高分子 (dendrimer) 等构成，甚至其可以由通过组合这些材料得到的混合物构成，所述材料可以是经掺杂的或者是未经掺杂的 (用于实现荧光和/或导电)。其还可以包括子层，具体而言，包括用于实现电荷 (即电子和空穴) 的注入、输运和阻挡的子层。

可以单独或结合考虑制造上述基本 OLED 二极管的几种模式，具体而言，所述模式与前部电极 6 和后部电极 3 的类型相关，与所述凹凸图案的形状相关，与基本棱镜结构的提取带和反射带的分布相关，与基本棱镜结构的形状和尺寸相关，与提取侧 (是否为衬底侧) 相关，与在衬底侧上 (可选在所述二极管的两个面上) 是否存在凹凸图案相关，所有的相关组合都是可能的。

图 1 示出了与基本棱镜结构 5 上的反射性第二层 7 的分布相关的第一模式，其中，在基本棱镜结构的同一面 (图 1 的左侧) 上系统布置反射带，从而使所有的反射带均相互平行。如图 3 所示重复恒等的基本棱镜图案，图 3 是图 1 的 OLED 二极管的向下观察的透视图。在这样的模式中，设  $a$ =底边宽度， $b$ =高度， $\alpha$ =底边夹角，通过计算确定作为对称三角形 (两个侧面，即反射带 (reflective zone) 7 和提取带 6，具有基本相等的表面) 的基本棱镜结构的结构和优选尺寸。下面的近似值就是由此确定的： $a=4$  微米，

$b=1.06$  微米,  $\alpha=28$  度。在实践中, 高度  $b$  通常小于等于至多 2 微米。这一小厚度(高度)凹凸避免了采用大量有机材料来形成凹凸图案, 尤其是就透明有机层而言, 这类材料尤为昂贵。

根据上述第一模式和优选尺寸对 OLED 二极管进行仿真, 得到的结果如下。这些结果是采用由两个背对背布置的 Lambertian 源构成的源得到的, 所述源埋入到所述有机层的中央, 并发射等于 1 的初始通量  $F_{ini}$ 。选择基准器件(基准 OLED 二极管)来计算提取增益, 所述基准器件由其上覆有平坦玻璃衬底的有机层内的源构成。在结果表格中给出了下述量(任意单位):

$R_{aL}$  铝涂层的反射系数

$I_o$  正交(normal)观察的光强度( $0^\circ$ )

$F_{out}$  总发生通量

$F_{15}$  孔径角为  $15^\circ$  的锥形内发生通量

$F_{30}$  孔径角为  $30^\circ$  的锥形内发生通量

$F_{60}$  孔径角为  $60^\circ$  的锥形内发生通量

针对根据现有技术的带有玻璃板的基准 OLED 二极管的结果:

$F_{ini}$	$R_{aL}$	$I_o$	$F_{out}$	$F_{15}$	$F_{30}$	$F_{60}$
1	0.85	0.096	0.296	0.022	0.079	0.232
1	0.9	0.100	0.305	0.022	0.082	0.239
1	0.95	0.103	0.313	0.023	0.084	0.246
1	1	0.106	0.322	0.023	0.086	0.252

针对根据本发明的具有图 1 中的类型及其优选尺寸的 OLED 二极管的结果:

$F_{ini}$	$R_{aL}$	$I_o$	$F_{out}$	Gain
1	0.85	0.149	0.421	1.42
1	0.9	0.167	0.485	1.59
1	0.95	0.187	0.579	1.85
1	1	0.212	0.788	2.45

可以注意到,  $R_{al}$  的值对系统效率具有很大影响。这是因为提取主要受到由前部电极和背部电极的反射带上的反射引起的光的重复循环的影响; 具体而言, 这些反射带可以由铝构成。因此, 这些电极的反射表面应当尽可能具有最佳的品质。假设反射表面具有理想品质 ( $R_{al}=1$ ), 那么利用具有良好品质的反射表面, 光提取增益甚至能够高达 150%。就实际值  $R_{al}=0.9$  而言, 获得了 1.59, 即 59% 的增益。

图 2 就上述根据本发明的第一实施例的 OLED 二极管示出了淀积反射条 (reflective strip) 7 的模式。在压纹有机层 5 内形成基本棱镜结构之后, 以及在压纹有机层的整个表面上淀积前部透明电极的非常薄的透明层之后, 将所制造的 OLED 二极管放置到用于通过溅射/喷射淀积诸如铝的具有光反射特性的金属的室内。使 OLED 二极管相对于金属的溅射/喷射方向倾斜, 使得只在每一基本棱镜结构的一侧覆盖所述金属。这样实现了对厚金属条的淀积, 所述厚金属带形成了前部电极的反射带。未被金属覆盖的条状区域形成了前部电极的提取带 (extraction zone)。

尽管上述 OLED 二极管使获得极大提高的光提取成为了可能, 但是发生这一提取的平均方向相对于 OLED 二极管的出射面的正交方向略微偏离 (偏离 25 度), 这一点可以从图 4 看出。实际上, 相对于 OLED 二极管的正交方向偏离大约 25 度的观察角处光强是最大的。因此, 在改进变型中, 我们提出在正面采用重新定向棱镜机构, 用于对从 OLED 二极管提取的一个或多个光通量重新定向, 所述重新定向棱镜机构用于将提取的光重新定向为处于与二极管的出射面正交的平均方向, 其通常对应于与二极管的总平面 (general plane) 正交的平均方向。尽管可以在每个提取带内设置一个这样的重新定向机构 (这样重新定向机构的尺寸将与基本棱镜结构的尺寸存在紧密关系), 但是优选采用对由多个提取带构成的一组提取带起作用的重新定向机构, 所述一组提取带在实际当中对应于 OLED 二极管的“像素”。

就后一种情况而言, 所述重新定向机构为棱镜, 其具有大约 300 微米的长度和大约 100 微米的宽度, 所述尺寸对应于图像显示装置的像素的常规尺寸; 采用本身为已知的方式调整棱镜的高度, 从而获得如上所述的光的重新定向。为了使平均发射方向相对于正交方向倾斜 25 度角的光锥沿正交方向重新定向, 采用如图 5A 的截面图所示的重新定向棱镜, 其在具有大约 1.5

的折射率  $n_2$  的材料中具有正交三角形截面，并具有大约 35.45 度的角  $A$ 。这些值是在考虑棱镜处于空气当中得到的，如图 5B 所示，其中，OLED 二极管 1（如截面所示）在  $n_1=1$  的空气当中将光锥朝向重新定向棱镜 9 发射到自由空间 8 内，通过重新定向棱镜 9 使先前由 OLED 二极管以  $25^\circ$  角发射的光线恢复向前。因此，在这一例子当中，通过一层折射率  $n_1=1$  的空气将重新定向棱镜与二极管的正面隔开。下面给出了通过仿真得到的结果。

根据本发明，具有图 1 所示类型及其优选尺寸的，并且具有图 5B 所示的重新定向棱镜的 OLED 二极管的结果如下：

$F_{in}$	$R_{aL}$	$I_o$ (增益)	$F_{out}$ (增益)	$F_{15}$ (增益)	$F_{30}$ (增益)	$F_{60}$ (增益)
1	0.85	0.236 (2.44)	0.254 (0.86)	0.034 (1.59)	0.091 (1.15)	0.196 (0.84)
1	0.9	0.271 (2.72)	0.290 (0.95)	0.039 (1.78)	0.104 (1.27)	0.223 (0.93)
1	0.95	0.317 (3.08)	0.336 (1.07)	0.046 (2.01)	0.119 (1.42)	0.257 (1.05)
1	1	0.383 (3.61)	0.404 (1.26)	0.054 (2.32)	0.140 (1.62)	0.306 (1.21)

仍然假设  $R_{aL}=0.9$ ，那么总通量增益接近 1。如果考虑  $15^\circ$  的较窄锥，那么对于正交强度而言，增益可达 1.78，甚至达到 2.72。因此，如图 6 所示，具有重新定向棱镜的 OLED 二极管的照射更具定向性。凭借所述的 OLED 二极管和定向棱镜，损失了大约 40% 的通量，并获得了类似于现有技术中的 OLED 的提取特性。但是，在这种情况下，由于出射光是高度定向的，因此对于正交光强而言，获得了 170% 的增益。

图 7 示出了与反射带 7 在基本棱镜结构 5 上的分布相关的第二模式的 OLED 二极管 10，其中，将两个相邻的反射条结合起来，使得二者具有对应于两个相邻的基本棱镜结构的公共底部边缘的公共边界，由此系统地成对布置反射带。如图所示，将提取带 6 也成对结合起来。如前所述，尽管提取带 6 和反射带 7 按照与上述方式不同的方式成对布置，但是仍然周期性地重复恒等的基本棱镜图案。在 OLED 二极管的侧端，朝向 OLED 二极管的外侧的侧面优选具有反射带 7。但是，应当理解，所述侧端可以根据 OLED 二极管的基本棱镜结构的总数而具有提取带和/或反射带的其他布置。

在这样的模式中，设  $a$ =底边宽度， $b$ =高度， $\alpha$ =底边夹角，通过计算确定作为对称三角形（两个侧面具有基本相等的表面）的基本棱镜结构的结

构和优选尺寸。下面的近似值就是由此确定的： $a=4$  微米， $b=1.40$  微米， $\alpha=35$  度。在实践中，高度  $b$  通常小于等于至多 2 微米。

根据上述第二模式和所确定的尺寸对 OLED 二极管进行仿真，得到的结果如下。下面的这些结果是采用由两个背对背布置的 Lambertian 源构成的源得到的，所述源埋入到所述有机层的中央，并发射等于 1 的初始通量  $F_{in1}$ 。选择基准器件（基准 OLED 二极管），来计算提取增益，所述基准器件由其上覆有玻璃衬底的有机层内的源构成。在结果表格中给出了下述量（任意单位）：

$R_{aL}$  铝涂层的反射系数

$I_o$  正交观察的光强度 ( $0^\circ$ )

$F_{out}$  总发生通量

$F_{15}$  孔径角为  $15^\circ$  的锥形内发生的通量

$F_{30}$  孔径角为  $30^\circ$  的锥形内发生的通量

$F_{60}$  孔径角为  $60^\circ$  的锥形内发生的通量

针对具有玻璃板的基准 OLED 二极管的结果：

$F_{in1}$	$R_{aL}$	$I_o$	$F_{out}$
1	0.9	0.100	0.305
1	0.95	0.103	0.313

针对根据本发明的具有图 7 中的类型及其优选尺寸的 OLED 二极管的结果：

$F_{in1}$	$R_{aL}$	$I_o$ (增益)	$F_{out}$ (增益)
1	0.9	0.145 (1.45)	0.446 (1.46)
1	0.95	0.167 (1.65)	0.547 (1.75)

可以注意到， $R_{aL}$  的值对系统效率具有很大影响。这是因为提取主要受到由反射层或反射条（具体可由铝构成）上的反射引起的光的重复循环的影响。因此，反射层应当尽可能具有最佳品质。在实际值  $R_{aL}=0.9$  的情况下，总通量获得了 46% 的增益，正交强度获得了 45% 的增益。

图 8 给出了 OLED 二极管的出射光通量的角分布, 其中可以看出, 正交处的发射能量最大, 随着观察角度的增大发射能量逐渐对称下降, 这对于显示应用而言完全是有利的。

用于制造现有技术的 OLED 的方法和材料可以部分应用于根据本发明的 OLED 的制造。但是, 为了一方面获得一个或多个基本棱镜结构, 另一方面获得反射条, OLED 二极管的正面和/或背面的制造将是不同的。对于这些棱镜结构而言, 可以借助于压纹技术, 对于反射条而言, 可以借助于材料(具体可为金属)的差别淀积技术。

从 OLED 二极管的背面到正面, 具有下述部分:

- 衬底 2, 其可以是与所采用的其他材料兼容的任何类型, 鉴于此处为向上光提取, 所示衬底 2 可以是透明的, 也可以不透明。可以考虑的衬底的例子为硅(尤其就有源矩阵二极管而言)、塑料和玻璃。

- 布置在所述衬底上的反射背部电极 3, 其优选为金属性的, 例如由铝、银、金、铬、铜或含有这些金属的合金构成。在背部电极为阳极的情况下, 优选在具有高导电性的金属性的第一层上淀积附加层, 所述附加层由诸如 Pt、Pd、NiCr 或兼容等价物的具有高功函数的材料构成。因此, 所述背部电极具有良好的反射率。

- 接下来淀积由发光有机材料构成的层 4; 可以在所述材料内构建子层。到目前为止淀积的各个层具有规则厚度, 因此具有平行对立面。

- 接下来, 如所示, 优选通过向有机发光层 4 上添加材料制造压纹层 5。因此, 为了形成压纹层 5, 在由发光有机材料构成的层 4 上淀积由 N 型掺杂(N 掺杂)透明有机材料构成的层, 并对其进行处理, 具体而言对其进行压纹, 以形成基本棱镜结构。因此, 压纹层 5 不具有规则厚度。在不由此排除其他类型的材料的情况下, 采用掺杂透明有机材料以制造压纹层有利地实现了确保发光有机层 4 内的恒定电场, 并避免了工作电压的增大和 OLED 的发射不均匀的缺陷。

- 接下来, 在压纹层 5 上淀积基本透明的前部电极 6。就前部电极具有阴极类型的情况而言, 为了完成这一步骤, 在压纹层的整个表面上均匀规则地淀积具有小厚度(大约 0.1 到 5 纳米)的电子注入子层, 所述电子注入子层由诸如 LiF 的碱金属氟化物、诸如 BaF<sub>2</sub> 的碱土金属氟化物或其他等同产品构成, 用于向二极管内注入电子。此外, 可以淀积与前述氟化物或等价物

的淀积相关的由低功函数材料(具体而言可为Ca、Yb)构成的另一子层(厚度大约处于5和20纳米之间)。可以考虑采用其他透明导电材料制造阴极以替代电子注入子层和由低功函数材料构成的另一子层,例如所述透明导电材料可以是金属材料或者诸如氧化铟锡(ITO)或氧化铟锌(IZO)的透明导电氧化物。

- 最后,接着在选定的基本棱镜结构的侧面上制造一个或多个反射导电条7,其与所选择的实施例有关(图1或图7,乃至其他分布)。如上所述,有可能采用金属层的淀积,例如所述金属层可以由铝、银、金、铬或含有这些金属的合金构成。这些层的厚度足够高以获得预期的反射和导电属性。

注意,在调换了OLED二极管中的电极类型的情况下,调换由具有低/高功函数的材料构成的附加层,在采用附加层的情况下,通过淀积P型(P掺杂)有机材料获得压纹层。

产生于OLED二极管的有机材料内并指向提取带的光将直接离开OLED二极管。对于其他方向而言,可以通过反射背部电极3和前部电极的反射条7(反射带)将光朝向前部电极的提取带反射。注意,背部电极3和反射条7不平行。OLED二极管内产生的几乎所有光(忽略材料的再次吸收和材料缺陷)都将能够穿过透明前部电极通过提取带被从OLED二极管提取出来。

在到目前为止给出的示范性实施例所涉及的二极管中,基本透明电极的透明提取带和反射带形成了交替的具有相互平行的面的细长条,所述细长条具有恒定宽度,并且分别为提取条和反射条。所述提取条和所述反射条不共面,由此形成棱镜结构。反之,在第三实施例中,还可以以共面的提取带和反射带实施本发明,但是这里反射带非平面,而是包括凸起。这些凸起对应于指向发光有机层的反射半球形凸起结构,使得它们可以直接地或经多次反射地将所产生的没有通过提取带的光线反射向所述层。这样,这些光线将能够抵达位于基本透明电极的相对侧的反射器机构(例如反射阴极),从而实现回复。这些凸起自身可以是半球形的(半球体)或者直至为球形的(完整球体),只要凸起的半球形部分,即向内弯曲的轨迹很好地指向发光有机层即可。因此,这些凸起与反射带的导电反射层相关,并优选由相同的金属材料或者至少由相容材料构成,其目的在于至少允许电流通过所述层和所述凸起,并确保随着时间的推移二极管的结构稳定性。

图9示出了具有反射条的第三实施例的具体实施,每一反射条包括一行

对齐的球形凸起，这些凸起是相互邻接的。这些凸起具有相等的直径  $D$ 。每一反射条的宽度对应于所述凸起的直径，因此所述导电反射条的宽度也与之对应。

图 10 是示出了图 9 中的二极管的示意平面图，其用于实施数值仿真，从而能够确定透明提取条（基本透明的导电层）和反射条（相对于基本透明导电层的导电反射层）的宽度。

在由（例如）玻璃、硅或其他相容材料构成的衬底 2 上制造图 11 所示的二极管。在衬底 2 上布置具有基本均匀的厚度的反射金属背部电极 3，以形成反射器机构。将具有基本均匀的厚度的发光有机层 4（优选包括子层）设置在这一背部电极 3 上。在发光有机层 4 上淀积一个相当厚的层，该层由掺杂有机材料 5 构成或由导电聚合物材料构成，从而形成透明导电有机层，其厚度根据位置而变化，并且其上覆有包括提取带 8（该例中为条）和反射带 7 的基本透明电极（前部电极）。基本透明电极的提取带 8 由基本透明导电层 11 形成，例如，正如已经在前述实例中描述过的，其可以是金属性的或者由 ITO 或 LiF-Ca 构成。基本透明电极的反射带 7 由反射导电层 12 形成，其包括覆盖基本透明导电层 11 的反射球体（优选相互邻接以提高发光效率）。如图 11 所示，基本透明导电层是连续的。例如，由 SiO 或 SiO<sub>2</sub> 构成的透明保护层 13 实现了对组件的保护。

为了制造这样的二极管，可以基于一种结构而采取下述步骤，所述结构可以采用常规方法制作，并且其在衬底 2 上已经包括背部电极 3、发光有机层 4、掺杂透明有机层 5 和基本透明导电层 11。在基本透明导电层 11 上淀积一层感光树脂，并通过掩模和曝光去除一系列厚度为几  $\mu\text{m}$  的平行条状树脂，从而在其内制作条。这些没有树脂的条对应于反射带。在这些条内淀积具有几  $\mu\text{m}$  的直径的金属性球，并将其按压到所述结构上，从而使它们的直径的 10 到 50% 进入到所述结构内。接下来，淀积金属（例如 Al、Cr 等），以形成其余的导电反射层，并使指定反射条的球体相互电连接，将树脂连同所淀积的其余金属一起去除。之后，淀积由 SiO、SiO<sub>2</sub> 等构成的透明保护层 13，以封装所述二极管。或者，可以通过模压包括半球形图案的模板制造这样的带有半球形图案的二极管，所述半球形图案使去除了树脂的条内的结构表面变形。这样，所述结构的表面至少包括部分为半球形的空洞（半球体的 20 到 100%），在金属淀积过程中将填充所述空洞以形成导电反射层。

为了优化根据第三实施例的二极管，采用名为 ASAP<sup>®</sup>的软件进行仿真。其表明在导电反射层的凸起的所有可能形状（锥体等）中球体（或者至少为半球体）是最为有效的。此外，就每一条包括单行邻接球体的情况而言，可以由提取带的总表面和二极管的面积（二极管的面积是提取带的总表面与反射带的总表面之和）之间的效率/比率曲线（OAR1）确定最佳光提取效率（EFF）。图 12 示出了曲线 EFF/OAR1。对于最大光效率而言，比率 OAR1 处于 40 和 70 个百分比之间，优选为大约 53 的百分比。据观察，当 OAR1 处于这一数值范围内时，提取效率 EFF 变化很小。有利地，根据本发明的提取机构将由此对可能改变比率 OAR1 的制造方法中的波动不是十分敏感。但是，由于对于指定比率（OAR1）而言，提取条和反射条的宽度是任意的，因此也可以通过仿真优化法确定所述条的宽度。图 13 所示曲线示出了提取效率（EFF）与提取条和反射条的宽度比率（OAR2）之间的关系图，所述宽度比率是针对给定值 OAR1 而言的，所述给定值 OAR1 对应于上文确定的最佳值。可以发现，所述条的宽度比率的最佳值处于 0.75 和 0.85 之间，提取条（带）需要比反射条（带）宽。在这种情况下（假设采用各向同性源）获得了 53% 的提取增益  $G=0.26/0.17$ 。

上文给出的实例不是限定性的，在本发明的范围内可以考虑其他备选方案。具体而言，尽管在优选实施例中考虑了基本为平面但其间形成了棱镜结构的提取带和反射带或者基本是共面的但反射带包括凸起的提取带和反射带，但是可以考虑使二者中的一者或两者发生弯曲，这一弯曲形状可能允许获得更为特定的光学效果（例如，朝向二极管内部和/或朝向二极管的外部的抛物面镜）。所采用的技术，尤其是模压（embossing）技术能够实现简单地获得正面和/或背面的特殊形状。此外，被描述为优选作为电极的反射背部层 3（反射金属为良导体）可以独立于背部电极。同样地，如果衬底自身是光学反射型的，那么可以省略背部反射层。类似地，可以实施介质层的叠层（电介质镜）而不是淀积单片金属，由此制造反射层。

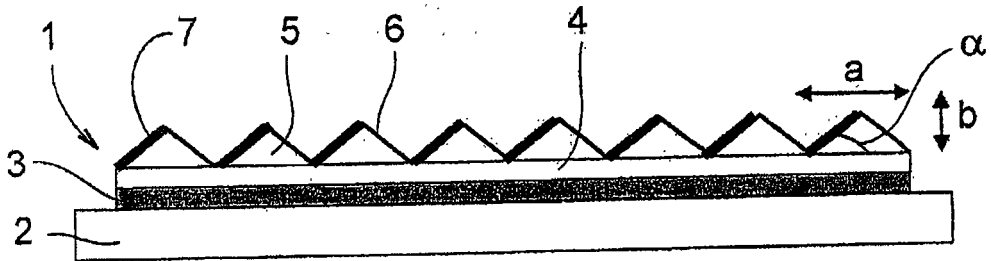


图 1

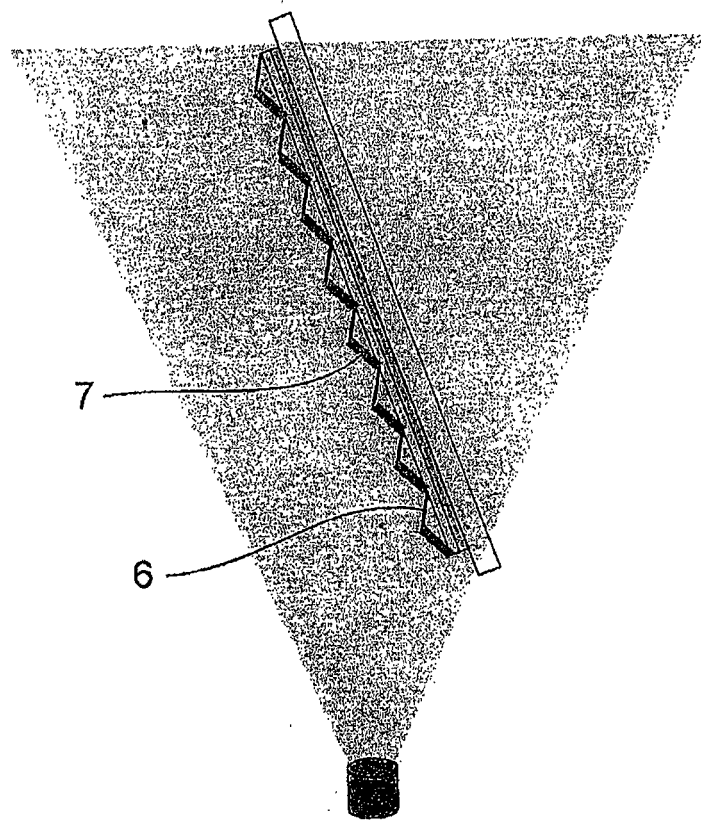


图 2

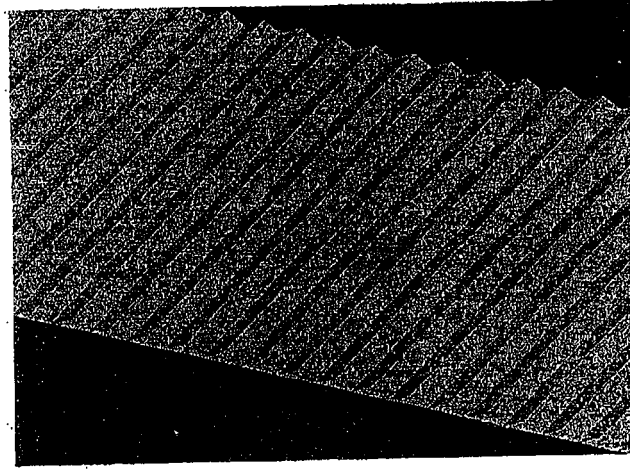


图3

几何学光斑

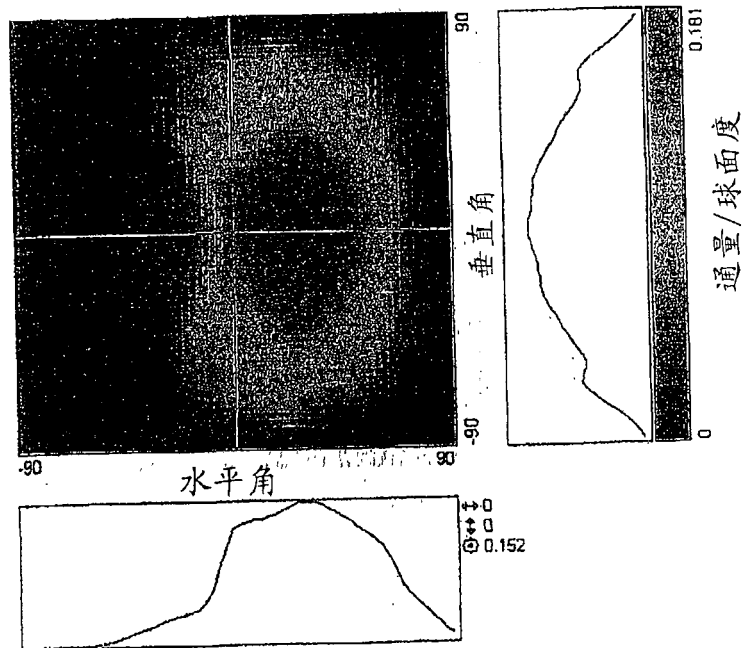


图4

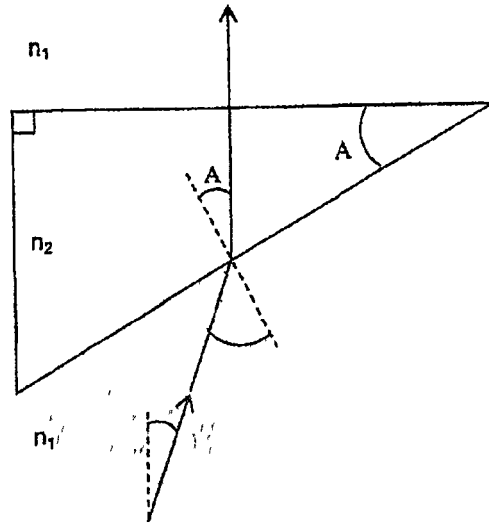


图 5A

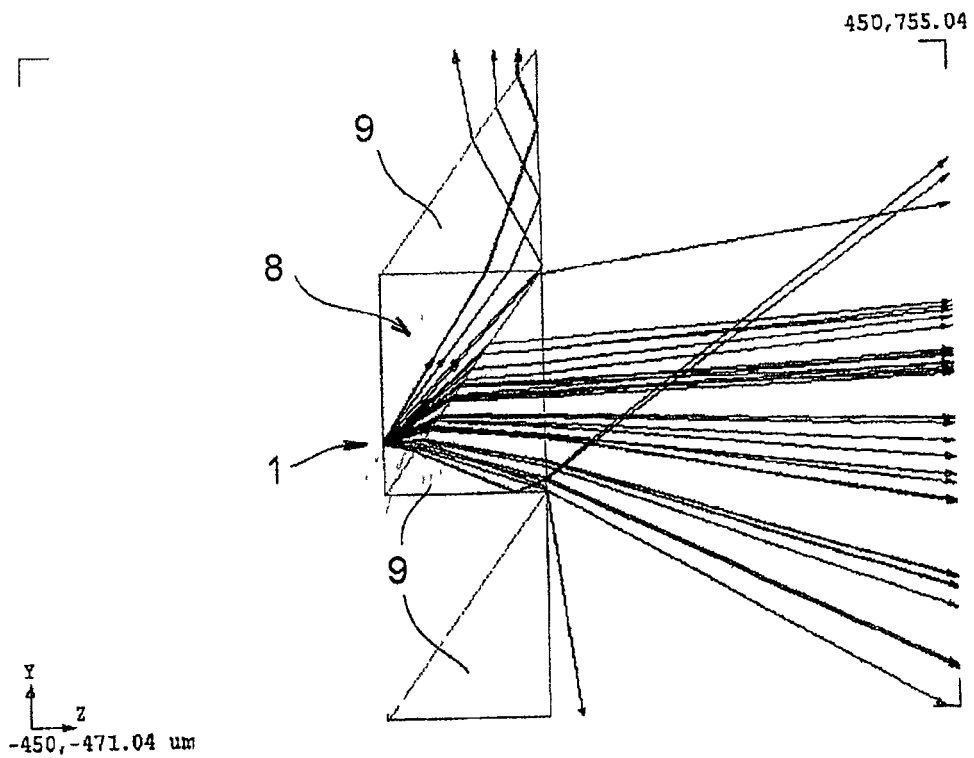


图 5B

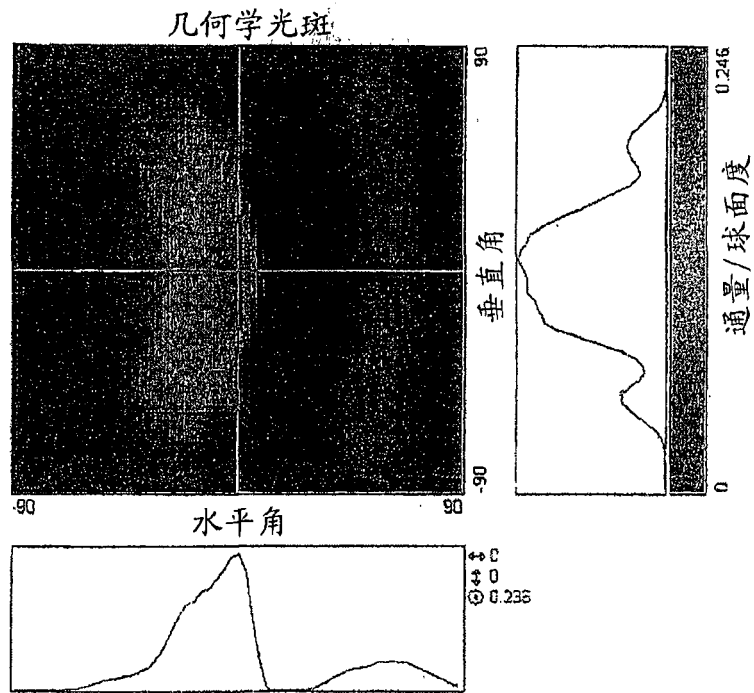


图6

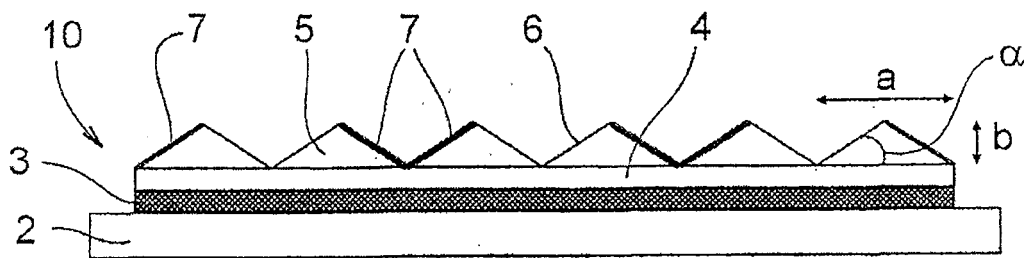


图7

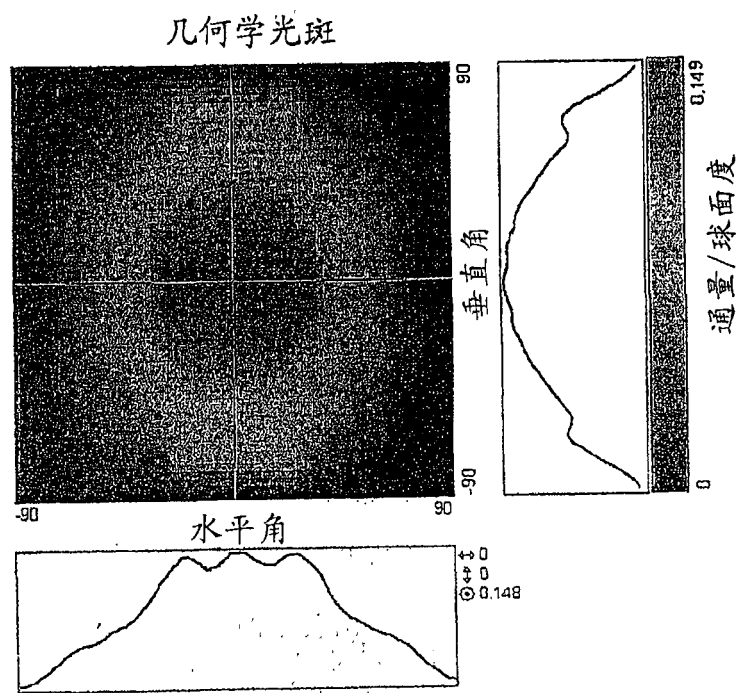


图 8

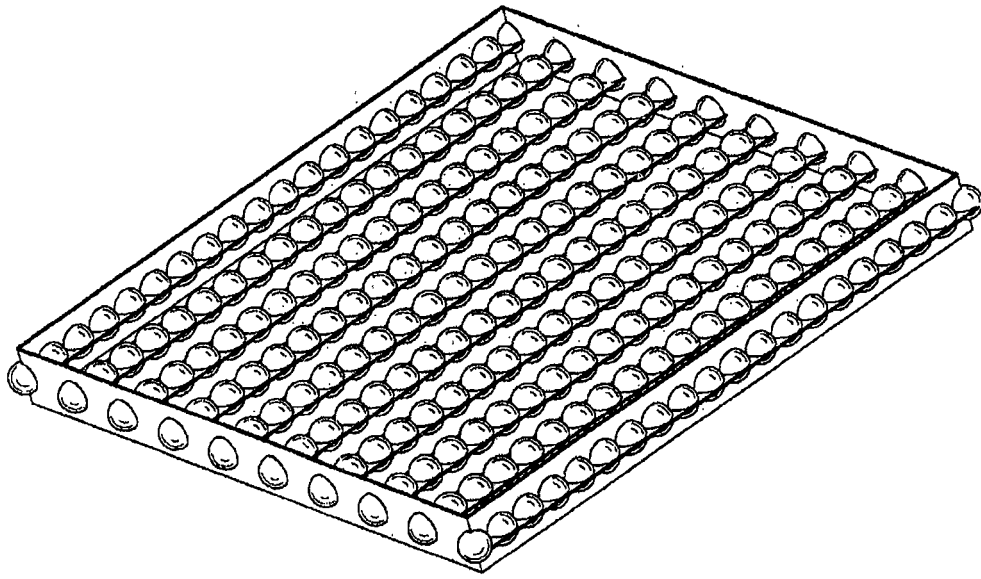


图9

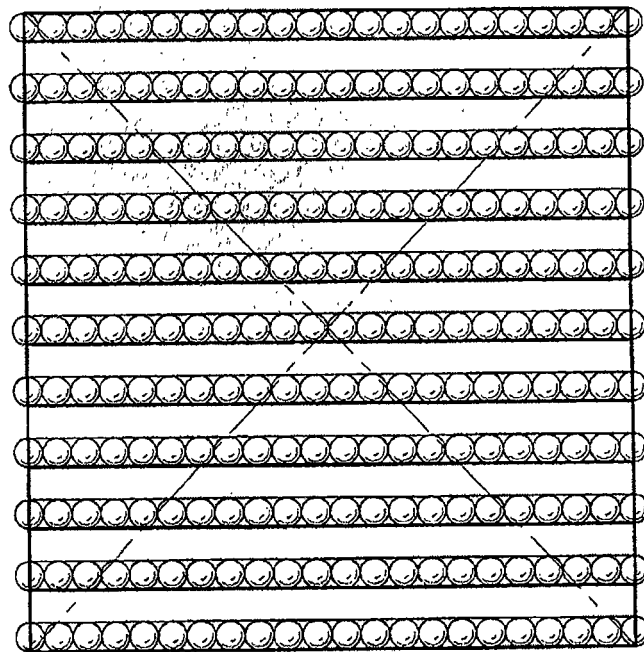


图10

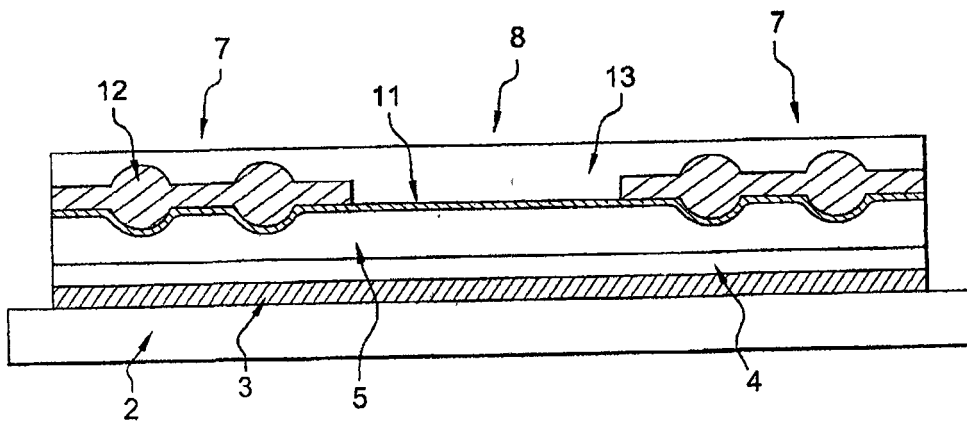


图 11

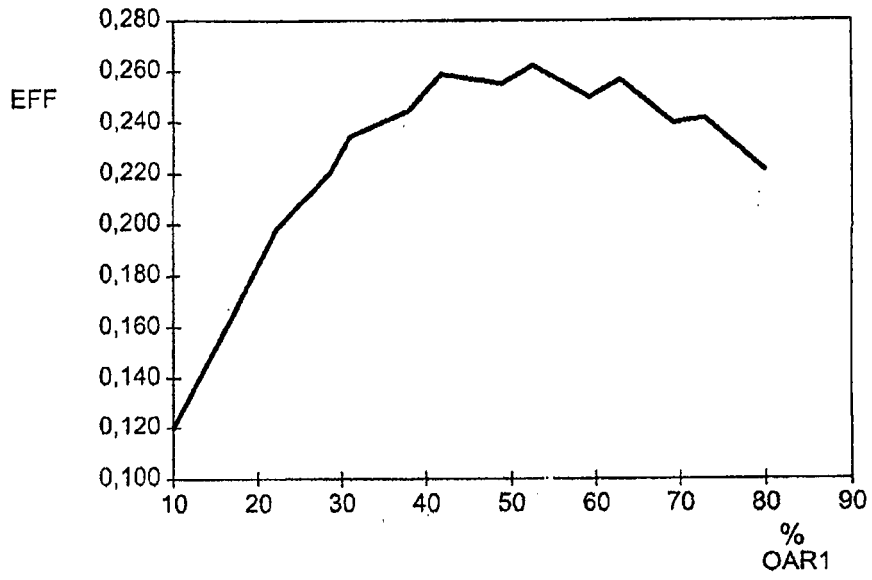


图 12

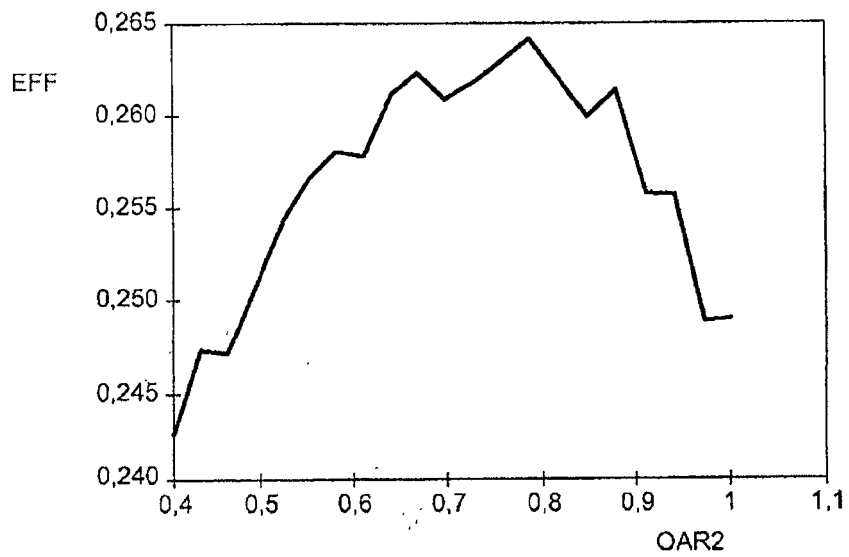


图 13

专利名称(译)	具有提高的光提取效率的有机发光二极管和对应的显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN100555705C</a>	公开(公告)日	2009-10-28
申请号	CN200580019692.3	申请日	2005-05-13
[标]申请(专利权)人(译)	汤姆森特许公司		
申请(专利权)人(译)	汤姆森特许公司		
当前申请(专利权)人(译)	汤姆森特许公司		
[标]发明人	萨尔瓦托尔·西纳 瓦尔特·德拉齐克 兰德里·肖邦		
发明人	萨尔瓦托尔·西纳 瓦尔特·德拉齐克 兰德里·肖邦		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/52 F21V8/00		
CPC分类号	H01L51/5203 H01L51/5052 H01L51/5271 H01L51/5209		
审查员(译)	王海涛		
优先权	2004050956 2004-05-17 FR		
其他公开文献	CN1969405A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及一种有机发光二极管(1)，其包括按照从背面到正面的顺序位于衬底上的至少一个具有第一类型的所谓的背部电极(3)、覆盖所述背部电极的有机发光层(4)和至少一个覆盖所述有机发光层的具有第二类型的所谓的前部电极(6)，在通过流经所述电极的电流向其内注入空穴和电子时，所述有机发光层产生光，所述电极类型对应于阳极和阴极，所述电极中的至少一个对于所产生的光基本上是透明的，从而允许其通过所述二极管的被称为出射面的面选出。根据本发明，所述基本透明电极包括至少一个透明提取带和至少一个反射带，所述反射带用于使所述的所产生的光重新通过所述发光层，且所述二极管还包括反射器机构，所述反射器机构从所述有机发光层布置在所述基本透明电极的相对侧，其用于使所述的所产生的光通过所述发光层返回至所述基本透明电极。可以通过压纹构造所述二极管，文中描述了各种实施例。

