

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H05B 33/12

H05B 33/22 H05B 33/10



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410043564. X

[43] 公开日 2004 年 12 月 1 日

[11] 公开号 CN 1551693A

[22] 申请日 2004. 5. 14

[21] 申请号 200410043564. X

[30] 优先权

[32] 2003. 5. 16 [33] JP [31] 139487/2003

[32] 2003. 5. 16 [33] JP [31] 139226/2003

[71] 申请人 株式会社丰田自动织机

地址 日本爱知县

[72] 发明人 内海彻哉 有马正彰 原田昌幸
舟田真理

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

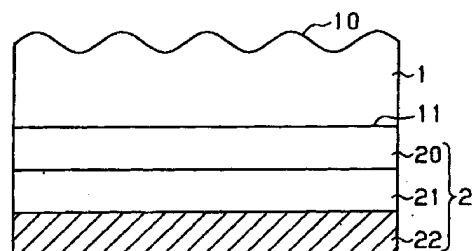
代理人 张雪梅 张志醒

权利要求书 4 页 说明书 24 页 附图 6 页

[54] 发明名称 发光装置及其制造方法

[57] 摘要

在底发射型发光装置中，与发光器件相对的衬底的一个面是具有多个粗糙点的非平坦表面。相邻粗糙点的平均间隔 S_m 或相邻粗糙点凸起的峰的平均间隔 S 不小于由发光层产生的光的最长波长的 3 倍并且不大于该最长波长的 200 倍。非平坦表面的算术平均斜率 Δa 在 3° 到 20° 之间的范围，包含 3° 和 20° 。因此，在特定方向上，该装置实质上具有更高的提取效率和更高的亮度。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1、 一种发光装置,该发光装置包括衬底和在该衬底上设置的发光器件,

5 其中该器件包含位于一对电极之间的发光层,由该发光层产生的光穿过该衬底向该装置的外部发射,该装置的特征在于:

该衬底具有其上形成该器件的第一面和与第一面相对的第二面,第二面是具有多个粗糙点的非平坦表面,相邻粗糙点的平均间隔 S_m 或相邻粗糙点凸起的峰的平均间隔 S 不小于由发光层产生的光的最长波长的3倍并且不大于该最长波长的200倍,其中至少满足以下要求(i)-(vi)之一:

(i) 非平坦表面的算术平均斜率 Δa 在 3° 到 20° 之间的范围,包含 3° 和 20° ;

(ii) 非平坦表面的均方根斜率 Δq 在 4° 到 25° 之间的范围;

15 (iii) 非平坦表面的算术平均粗糙度 R_a 与峰的平均间隔 S 的比 R_a/S 在 0.01 到 0.07 之间的范围,包含 0.01 和 0.07;

(iv) 非平坦表面的算术平均粗糙度 R_a 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_a/S_m 在 0.004 到 0.035 之间的范围,包含 0.004 和 0.035;

20 (v) 非平坦表面的不规则性的10点高度 R_z 与峰的平均间隔 S 的比 R_z/S 在 0.05 到 0.30 之间的范围,包含 0.05 和 0.30; 以及

(vi) 非平坦表面的不规则性的10点高度 R_z 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_z/S_m 在 0.025 到 0.14 之间的范围,包含 0.025 和 0.14。

2、 一种发光装置,该发光装置包括衬底和在该衬底上设置的发光器件,

25 其中该器件包含位于一对电极之间的发光层,由该发光层产生的光穿过该衬底向该装置的外部发射,该装置的特征在于:

在该衬底上与设置有该发光层的相对的侧上设置透明组件,该透明组件具有远离该衬底并且是具有多个粗糙点的非平坦表面的面,相邻粗糙点的平均间隔 S_m 或相邻粗糙点凸起的峰的平均间隔 S 不小于由发光层产生的光的最长波长的3倍并且不大于该最长波长的200倍,其中至少满足以下要求(i)-(vi)之一:

(i) 非平坦表面的算术平均斜率 Δa 在 3° 到 20° 之间的范围,包含

3°和 20°;

(ii) 非平坦表面的均方根斜率 Δq 在 4°到 25°之间的范围;

(iii) 非平坦表面的算术平均粗糙度 R_a 与峰的平均间隔 S 的比 R_a/S 在 0.01 到 0.07 之间的范围, 包含 0.01 和 0.07;

5 (iv) 非平坦表面的算术平均粗糙度 R_a 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_a/S_m 在 0.004 到 0.035 之间的范围, 包含 0.004 和 0.035;

(v) 非平坦表面的不规则性的 10 点高度 R_z 与峰的平均间隔 S 的比 R_z/S 在 0.05 到 0.30 之间的范围, 包含 0.05 和 0.30; 以及

10 (vi) 非平坦表面的不规则性的 10 点高度 R_z 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_z/S_m 在 0.025 到 0.14 之间的范围, 包含 0.025 和 0.14.

3、 根据权利要求 1 或 2 中所述的装置, 其特征在于至少满足要求 (i) .

4、 根据权利要求 1 或 2 中所述的装置, 其特征在于至少满足要求 (ii) .

15 5、 根据权利要求 1 或 2 中所述的装置, 其特征在于至少满足要求 (iii) .

6、 根据权利要求 1 或 2 中所述的装置, 其特征在于至少满足要求 (iv) .

20 7、 根据权利要求 1 或 2 中所述的装置, 其特征在于至少满足要求 (v) .

8、 根据权利要求 1 或 2 中所述的装置, 其特征在于至少满足要求 (vi) .

9、 根据权利要求 1 或 2 中所述的装置, 其特征在于棱镜片设置在提取由发光层产生的光的侧上。

25 10、 根据权利要求 1 或 2 中所述的装置, 其特征在于发光器件是有机电致发光器件。

11、 根据权利要求 2 中所述的装置, 其特征在于透明组件是粘性膜。

12、 发光装置的制造方法, 该方法的特征在于:

30 制备具有第一面和第二面的衬底, 第二面位于与第一面相对的侧;

在第一面上形成具有发光层和该发光层位于其间的一对电极的发光器件; 以及

在第二面上形成具有多个粗糙点的非平坦表面，其中相邻粗糙点的平均间隔 S_m 或相邻粗糙点凸起的峰的平均间隔 S 不小于由发光层产生的光的最长波长的 3 倍并且不大于该最长波长的 200 倍，其中至少满足以下要求 (i) - (vi) 之一形成该非平坦表面：

- 5 (i) 非平坦表面的算术平均斜率 Δa 在 3° 到 20° 之间的范围，包含 3° 和 20° ；
 (ii) 非平坦表面的均方根斜率 Δq 在 4° 和 25° 之间的范围；
 (iii) 非平坦表面的算术平均粗糙度 R_a 与峰的平均间隔 S 的比 R_a/S 在 0.01 到 0.07 之间的范围，包含 0.01 和 0.07；
10 (iv) 非平坦表面的算术平均粗糙度 R_a 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_a/S_m 在 0.004 到 0.035 之间的范围，包含 0.004 和 0.035；
 (v) 非平坦表面的不规则性的 10 点高度 R_z 与峰的平均间隔 S 的比 R_z/S 在 0.05 到 0.30 之间的范围，包含 0.05 和 0.30；以及
 (vi) 非平坦表面的不规则性的 10 点高度 R_z 与粗糙点的平均间隔
15 S_m 的比 R_z/S_m 在 0.025 到 0.14 之间的范围，包含 0.025 和 0.14。

13、根据权利要求 12 中所述的方法，其特征在于在第一面上形成发光层之后，形成非平坦表面。

14、发光装置的制造方法，该方法的特征在于：

制备衬底；

- 20 在该衬底上形成具有发光层和该发光层位于其间的一对电极的发光器件；

在衬底的与该发光层相对的一侧上设置薄膜型透明组件；以及

- 25 在该透明组件的一个表面上形成具有多个粗糙点的非平坦表面，其中相邻粗糙点的平均间隔 S_m 或相邻粗糙点凸起的峰的平均间隔 S 不小于由发光层产生的光的最长波长的 3 倍并且不大于该最长波长的 200 倍，其中该非平坦表面的形成至少满足以下要求 (i) - (vi) 之一：

- (i) 非平坦表面的算术平均斜率 Δa 在 3° 到 20° 之间的范围，包含 3° 和 20° ；
 (ii) 非平坦表面的均方根斜率 Δq 在 4° 到 25° 之间的范围；
30 (iii) 非平坦表面的算术平均粗糙度 R_a 与峰的平均间隔 S 的比 R_a/S 在 0.01 到 0.07 之间的范围，包含 0.01 和 0.07；
 (iv) 非平坦表面的算术平均粗糙度 R_a 与粗糙点的平均间隔 S_m 的

比 R_a/S_m 在 0.004 到 0.035 之间的范围, 包含 0.004 和 0.035;

(v) 非平坦表面的不规则性的 10 点高度 R_z 与峰的平均间隔 S 的比 R_z/S 在 0.05 到 0.30 之间的范围, 包含 0.05 和 0.30; 以及

(vi) 非平坦表面的不规则性的 10 点高度 R_z 与粗糙点的平均间隔
5 S_m 的比 R_z/S_m 在 0.025 到 0.14 之间的范围, 包含 0.025 和 0.14;

其中与该非平坦表面相对的该透明组件的面面向该衬底。

15、根据权利要求 14 中所述的方法, 其特征在于在衬底上设置透明组件之前, 形成非平坦表面。

16、根据权利要求 14 中所述的方法, 其特征在于透明组件粘接到
10 衬底。

发光装置及其制造方法

技术领域

5 本发明涉及一种具有其上形成发光器件的衬底的底发射型发光装置。该发光器件是一种有机电致发光器件（有机 EL 器件）或一种无机电致发光元件（无机 EL 元件）。这种器件具有容纳在一对电极之间的发光层。底发射型发光装置穿过衬底来发射由发光层产生的光。本发明还涉及一种用于形成该装置的方法。

10 背景技术

已经提出了利用发光装置例如有机电致发光装置（有机 EL 装置）和无机电致发光装置（无机 EL 装置）的照明系统和显示器。这种发光装置粗略地分为底发射型和顶发射型，底发射型穿过衬底发射由发光层产生的光，顶发射型穿过与衬底相反的面发射光。

15 已经指出，底发射型发光装置提取由发光层产生的光中相对较小部分。

在图 13 中示出的底发射型有机 EL 装置中，进入透明衬底 100 的光不会完全穿过透明衬底 100 的出光表面 100a 发射。例如，一些光以大于临界角的角度到达出光表面 100a，由透明衬底 100 和外部环境（典型地，空气）确定该临界角。这种光包含向有机 EL 器件 200 反射并穿过侧边向装置之外发射的作为射线 h1 的部分和在该装置中衰减的作为射线 h2 的部分。这部分光不能使用。

传统地，已经公开了解决上述缺陷的技术（例如，日本公开专利 No. 9-129375）。具体地，出光面处（光提取表面）的透明衬底表面形成为漫射表面（具有粗糙点的非平坦表面），从而降低因光提取表面处的总反射造成的光的封闭。提取效率得到提高。

然而，在一些情况下，与没有设置非平坦表面的情况相比，在光提取表面上形成粗糙点实际上不能提高提取效率。

不增加从出光表面发射的特定方向的光量，实质上就不能使用从
30 发光装置中提取的光。

发明内容

因此,本发明的目的在于提供一种底发射型发光装置,该发光装置实质上比在光提取面上没有粗糙点(asperity)的发光装置在特定方向具有更高的提取效率和更高的亮度,并使从该装置提取的光充分被使用。本发明还涉及一种用于形成这种装置的方法。

5 为了获得上述目的,本发明提供一种发光装置。该发光装置包括衬底和在该衬底上设置的发光器件。该器件包含位于一对电极之间的发光层。由发光层产生的光穿过该衬底向该装置的外部发射。衬底具有其上形成该器件的第一面和位于第一面的对面处的第二面。第二面是具有多个粗糙点的非平坦表面。相邻粗糙点的平均间隔 S_m 或相邻粗糙点的凸起的峰的平均间隔 S 不小于由发光层产生的光的最长波长的3倍并且不大于该最长波长的200倍。至少满足以下要求(i)-(vi)之一:

(i) 非平坦表面的算术平均斜率(arithmetic mean square slope) Δa 在 3° 到 20° 之间的范围,包含 3° 和 20° ;

15 (ii) 非平坦表面的均方根斜率(root mean slope) Δq 在 4° 到 25° 之间的范围;

(iii) 非平坦表面的算术平均粗糙度 R_a 与峰的平均间隔 S 的比 R_a/S 在 0.01 到 0.07 之间的范围,包含 0.01 和 0.07;

(iv) 非平坦表面的算术平均粗糙度 R_a 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_a/S_m 在 0.004 到 0.035 之间的范围,包含 0.004 和 0.035;

20 (v) 非平坦表面的不规则性的10点高度 R_z 与峰的平均间隔 S 的比 R_z/S 在 0.05 到 0.30 之间的范围,包含 0.05 和 0.30; 以及

(vi) 非平坦表面的不规则性的10点高度 R_z 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_z/S_m 在 0.025 到 0.14 之间的范围,包含 0.025 和 0.14。

25 根据本发明的另一个方面,提供一种发光装置的制造方法。该方法包括制备具有第一面和第二面的衬底的步骤。第二面位于与第一面相对侧。该方法包括以下步骤:在第一面上形成具有发光层和发光层位于其间的一对电极的发光器件;以及在第二面上形成具有多个粗糙点的非平坦表面。相邻粗糙点的平均间隔 S_m 或相邻粗糙点的凸起的峰的平均间隔 S 不小于由发光层产生的光的最长波长的3倍并且不大于该最长波长的200倍。该非平坦表面的形成至少满足要求(i)-(vi)之一。

从以下结合附图、以利用本发明的原理的实施例为例的说明中，本发明的其它方面和优点将变得明显。

附图说明

5 通过参考下面结合附图对现有优选实施例的描述，本发明以及本发明的目的和优点可以最好地被理解，其中：

图 1 说明根据本发明的一个实施例的第一有机 EL 装置的剖面图；

图 2 示出了第一有机 EL 装置的出光表面的算术平均斜率 Δa 与穿过出光表面向外发射的光量之间的关系图；

10 图 3 (a) - 3 (c) 是说明用于形成图 1 中所示的第一有机 EL 装置的工艺的剖面图；

图 4 是说明改进的第一有机 EL 装置的剖面图；

图 5 是说明改进的第一有机 EL 装置的剖面图，其中用无机 EL 器件来代替发光器件；

15 图 6 是说明具有棱镜片的第一有机 EL 装置的剖面图；

图 7 是说明具有第一有机 EL 装置作为背光的液晶显示单元的剖面图；

图 8 示出了第二有机 EL 装置的出光表面的均方根斜率 Δq 与穿过出光表面向外发射的光量之间的关系图；

20 图 9 示出了第三有机 EL 装置出光表面的 Ra/S 比与穿过出光表面向外发射的光量之间的关系图；

图 10 是示出了第四有机 EL 装置出光表面的 Ra/Sm 比与穿过出光表面向外发射的光量之间的关系图；

25 图 11 是示出了第五有机 EL 装置出光表面的 Rz/S 比与穿过出光表面向外发射的光量之间的关系图；

图 12 是示出了第六有机 EL 装置出光表面的 Rz/Sm 比与穿过出光表面向外发射的光量之间的关系图；

图 13 是用于解释现有技术的发光装置的缺点的剖面图。

30 具体实施方式

现在，将参照附图来说明本发明的几个实施例。在各个附图中，相同的参考数字是类似或相同的元件。现在将描述第一有机 EL 装置。

如图 1 中所示, 第一有机 EL 装置是底发射型有机 EL 装置, 其包含透明衬底 1 和有机 EL 器件 2. 在透明衬底 1 的一个面(出光表面 10)上形成粗糙点. 换句话说, 出光表面 10 是一个非平坦表面. 在入射表面 11 上形成有机 EL 器件 2.

5 〈衬底 1〉

衬底 1 基本上是支撑有机 EL 器件 2 的平板形透明组件. 衬底 1 具有其上形成有机 EL 器件 2 的入射表面 11 和相对于入射表面 11 设置的出光表面 10. 衬底 1 接收来自有机 EL 器件 2 的穿过入射表面 11 的光, 并通过出光表面 10 发射所接收的光.

10 第一有机 EL 装置的特征在于, 出光表面 10 形成为满足下列要求 (i) 的非平坦表面:

(i) 算术平均斜率 Δa 是在 3° 到 20° 之间的范围.

在 JIS B0601-1994 中详细说明了算术平均斜率 Δa . 按以下方式来计算算术平均斜率 Δa . 首先, 沿中线将测量曲线分为多个部分, 每个部分具有 ΔX 的长度. 然后, 获得每个部分的线段的倾斜角的绝对值, 该线段连接该部分的起点和终点. 此后, 计算获得的绝对值的平均值. 就是说, 利用以下等式来计算算术平均斜率 Δa :

$$\Delta a = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} \left\{ \tan^{-1} \left| \left(\frac{\Delta Y_i}{\Delta X} \right) \right| \right\}$$

在该等式中, 倾斜角表示为以下等式:

$$\tan^{-1} \frac{\Delta Y_i}{\Delta X}$$

出光表面 10 优选形成为满足以下要求 (ii) 而非上述要求 (i) 的非平坦表面. 更优选地, 出光表面 10 形成为满足以下要求 (iii) 而非上述要求 (i) 的非平坦表面. 最优选地, 出光表面 10 形成为满足以下要求 (iv) 而非上述要求 (i) 的非平坦表面.

25 (ii) 算术平均斜率 Δa 是在 5° 到 20° 之间的范围.

(iii) 算术平均斜率 Δa 是在 8° 到 18° 之间的范围.

(iv) 算术平均斜率 Δa 是在 12° 到 14.5° 之间的范围.

将非平坦表面(出光表面 10)设计为满足以下要求 (a) 或 (b). 这是因为, 如果 S_m 或 S 设置为不小于以下的下限值, 那么就可以

进行几何光学模拟,这可以使有机 EL 装置光学特性的设计变得容易得多。

如果 S_m 或 S 大于以下的上限值,那么就认为入射表面 11 是光学平面。在此情况下,入射表面 11 基本上与其上没有形成粗糙点的情况处于相同条件。

(a) 相邻粗糙点的平均间隔 S_m 不小于由发光层产生的光的最长波长的 3 倍并且不大于该最长波长的 200 倍。

(b) 相邻粗糙点的凸起的峰的平均间隔 S 不小于由发光层产生的光的最长波长的 3 倍并且不大于该最长波长的 200 倍。

在 JIS B0601-1994 中详细说明了相邻粗糙点的平均间隔 S_m 。按以下方式来计算粗糙点的平均间隔 S_m 。首先,沿中线的方向,从粗糙度曲线中选出对应于参考长度 L 的一部分。然后,沿着中线延伸的方向,获得每个峰和相邻谷的距离 S_{mi} 。此后,计算距离 S_{mi} 的平均值并以毫米表示。就是说,利用以下等式来计算峰的平均间隔 S_m 。

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}$$

在 JIS B0601-1994 中详细说明了粗糙点的相邻凸起的峰的平均间隔 S 。按以下方式来计算峰值的平均间隔 S 。首先,沿中线的方向,从粗糙度曲线中选出对应于参考长度 L 的一部分。然后,沿着中线延伸的方向,获得每一对相邻的峰之间的距离 S_i 。此后,计算距离 S_i 的平均值并以毫米表示。就是说,利用以下等式来计算粗糙点的平均间隔 S 。

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$

只要在衬底 1 上形成并支撑有机 EL 器件 2 并且衬底 1 是透明的,衬底 1 可以由任何材料形成。典型地,衬底 1 由玻璃、石英或塑料形成。可选择地,衬底 1 可以通过组合两种或多种相同类型或不同类型的衬底来形成。

在本说明书中,术语“透明”指这样一种状态,其中透出发光装置的光的透射比不小于 50%、优选不小于 80% 并且最好优选不小于 90%。通常,确定透明度,使得大约波长为 400 nm-800 nm 的光(可见

光)透出发光装置。如果透射比太低,那么从发光层发射的光就会衰减,就很难获得作为发光装置所需的亮度。

通过以下实施例和比较实施例,本发明的发明者已经发现,上述数值的范围对于有机 EL 装置更好。

- 5 在实施例和比较实施例中,当出光表面 10 的算术平均斜率 Δa 在大于 0° 直到 25° 的范围中进行改变时,制造有机 EL 装置。其它条件包括各种材料、膜厚度及公式是相同的。现在,将描述用于制造实施例和比较实施例的有机 EL 装置的工艺。

- 制备平板形透明衬底,每个透明衬底具有入射表面和出光表面。
10 利用掩模,在每个衬底的出光表面上形成光刻胶。使用光刻胶确定对应于在衬底上将形成的凸起的图形。在此情况下,腐蚀出光表面。随后,完成具有粗糙点的出光表面 10。在形成出光表面 10 之后,用粗糙度仪测量出光表面 10 的算术平均斜率 Δa 。

- 在测量算术平均斜率 Δa 之后,通过 RF 溅射,在入射表面 11 上由
15 ITO 形成 50 nm 厚的透明电极或第一电极 20。在形成第一电极 20 之后,用真空淀积设备或碳坩埚来形成有机发光层 21。此时,淀积速度为 0.1 nm/s,并且真空度为 5.0×10^{-5} Pa。形成的有机发光层 21 包括空穴注入输运层、含有有机发光材料的层和电子注入输运层。空穴注入输运层由 TPTE 形成并且厚度为 80 nm。含有机发光材料层通过共同淀积
20 DPVBi (93.0 重量%) 和 BCzVBi (7.0 重量%) 来形成并且厚度为 30 nm。电子注入输运层由 2, 5-双(6'-(2', 2' '-联吡啶))-1, 1-二甲基-3, 4-二苯硅油(diphenysilole)形成,并且厚度为 20 nm。此后,用钨舟形成 150 nm 厚的铝层(第二电极) 22。此时,淀积速度为 1 nm/s,并且真空度为 5.0×10^{-5} Pa。由此完成有机 EL 装置。用传统
25 的保护膜(钝化膜)密封每个有机 EL 装置。

[评价 1]

- 将相同的电流施加到已形成的每个有机 EL 装置,用亮度仪测量从每个出光表面 10 发射的总光量。图 2 中的曲线示出了出光表面 10 的算术平均斜率 Δa 和有机 EL 装置的亮度之间的关系。亮度用与有机 EL
30 装置的亮度之比(亮度比)表示,该有机 EL 装置具有如上所述的相同方式形成、但在出光表面 10 上没有粗糙点的有机 EL 器件 2。在算术平均斜率 Δa 为 0° 的位置处,绘制了参考的有机 EL 装置的亮度。本发

明者对图 2 的实验结果评价如下。

当出光表面 10 形成为非平坦表面、它的算术平均斜率 Δa 在 3° 到 20° 之间的范围, 包含 3° 和 20° 时, 通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.1 倍。此原因分析如下。就是说, 如果出光表面 10 平坦, 那么以大于临界角的角度到达出光表面 10 的光就会完全反射进入透明衬底 1 中。然而, 如果出光表面 10 形成为非平坦表面, 那么出光表面 10 就具有各种角度的切线。因此, 就能够提取部分或全部通常不能被提取到光提取面的光。

因此, 本发明者还发现, 当出光表面 10 形成为非平坦表面、其算术平均斜率 Δa 在小于 3° 的范围时, 通过出光表面 10 向外提取的光量基本上与参考有机 EL 装置的向外提取光量相同。就是说, 已经发现, 如果没有设置适合于提取光的非平坦表面, 那么提取的光量基本上就与平坦的出光表面的光量相同。

当出光表面 10 形成为非平坦表面、其算术平均斜率 Δa 在 5° 到 20° 之间的范围时, 包含 5° 和 20° , 通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置的向外提取光量的 1.2 倍。就是说, 已经发现, 这种要求适合于提取光。

当出光表面 10 形成为非平坦表面、其算术平均斜率 Δa 在 8° 到 18° 之间的范围时, 包含 8° 和 18° , 通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置的向外提取光量的 1.3 倍。就是说, 提取效率显著提高。

当出光表面 10 形成为非平坦表面、其算术平均斜率 Δa 在 12° 到 14.5° 之间的范围时, 包含 12° 和 14.5° , 通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置的向外提取光量的 1.4 倍。就是说, 提取效率特别显著地提高。

[评价 2]

在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同光发射方向上测量色度。测量值显示算术平均斜率 Δa 在 3° 到 20° 之间的范围, 包含 3° 和 20° , 色度几乎不随提取方向变化。就是说, 色度不依赖提取角度。

分析此原因是在出光表面 10 上的粗糙点的每个凹部和凸起具有向不同方向上漫射光的最优形状。就是说, 由于最优化了出光表面 10 的形状, 因此来自出光表面 10 的每个波长的光的亮度就不依赖提取的角度。

[评价 3]

在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同光发射方向上测量亮度。测量显示, 在所有的有机 EL 装置中, 在某一方向上的亮度会高于其它方向上的亮度。由于在所有提取方向上的亮度不相等, 因此该装置适合于特定方向需高亮度场合的使用, 例如用于显示器和照明系统。

现在, 将描述有机 EL 器件 2。

<有机 EL 器件 2>

如图 1 中所示, 有机 EL 器件 2 具有一对电极 20、22 和容纳于电极 20、22 之间的有机发光层 21。发光层 21 包含有机发光材料。有机 EL 器件 2 发射预定颜色的光 (预定波长的光或预定色度的光)。传统有机 EL 器件可以用作有机 EL 器件 2。

[第一电极 20]

由于底发射型有机 EL 装置的第一电极 20 在相对于有机发射层 21 的光提取侧上形成, 因此第一电极 20 必须透明。第一电极 20 可以是阳极或阴极。用于第一电极 20 的材料优选能够将载流子 (空穴或电子) 有效注入到有机发光层 21 中的材料。

作为阳极, 优选其功函数为 4.5 eV-5.5 eV 的材料。特别地, 优选具有氧化铟锡 (ITO)、氧化锌铟 (IZO)、氧化铟 (In_2O_3)、氧化锡 (SnO_2) 和氧化锌 (ZnO) 中的任何一种作为主要成分的材料。

这些氧化物可以或多或少地偏离化学计量。在 ITO 中 SnO_2 相对于 In_2O_3 的混合比的优选范围例如为 1-20 重量% (1-20 wt%), 并且优选为 5-12 重量%。在 IZO 中 ZnO 相对于 In_2O_3 的混合比的优选范围例如为 12-32 重量%。此外, 在整个透明的第一电极 20 中, 如果平均混合比处于这些范围中, 那么在厚度方向上就可以存在浓度梯度。

除了上述列举的组分之外, 在阳极的材料中, 在可以包含以氧化物计 1 wt% 的 Sn、Ti 和 Pb 的氧化物。

阴极是用于在有机层中注入电子的电极。为了提高电子注入效率, 采用具有功函数小于 4.5 eV、通常不大于 4.0 eV、典型地不大于 3.7 eV 的金属、合金、导电化合物及其混合物来作为该电极的材料。

可以采用用于阳极而列举的材料来作为阴极。同样地, 可以采用下列材料。

例如，可以采用通过在由镁银合金形成的超薄膜上叠置透明导电氧化物而制造的电极。在阴极中，优选在阴极和有机发光层 21 之间设置含有酞菁铜的缓冲层，以防止当溅射导电氧化物时发光层 21 和其它元件被等离子体损伤。

5 [有机发光层 21]

有机发光层 21 允许来自第一电极 20 和第二电极 22 中的至少一个的载流子（电子或空穴）复合，产生激子，当激子返回到基态时引起电致发光（发光）。有机发光层 21 主要由有机材料形成。

可以采用不仅仅满足有机发光层 21 所需功能的有机材料。还可以
10 采用其每一种材料满足有机发光层 21 的不同功能的几种材料。作为这些材料，可以采用用于传统有机 EL 器件的有机发光层例如 Alq3 或 DCM 的各种材料。

此外，有机发光层 21 可以具有叠层结构，并且每一层都具有一种所需的功能。在此情况下，含有产生电致发光的荧光材料或磷光材料
15 （有机发光材料）的层称为含有机发光材料层。

例如，可以在阴极和含有机发光材料层之间设置具有来自阴极的电子的注入功能的电子注入层或电子注入输运层。可以在含有机发光材料层和阴极之间，或在含有机发光材料层和电子注入层之间，设置具有电子输运功能的电子输运层。可以设置具有注入来自阳极的空穴的功能的空穴注入层或空穴注入传输层。可选择地，可以设置具有空穴输运功能的空穴输运层。
20

可以采用与传统有机 EL 器件相同的层结构和材料。

可以按照用于调节传统有机 EL 器件中的光色彩的方法的相同方式来调节发射光的色彩。例如，可以使用以下的调节方法。

25 选择材料（有机发光材料）的类型，该材料使有机发光层 21 具有从激发态返回到基态时产生电致发光的功能。

调整添加到有机发光层 21 中的有机材料或有机发光材料的混合比。

调整混合的有机发光材料的量。

30 调整有机发光层 21 的厚度。

在有机 EL 装置上设置传统滤色层，以限制从该装置透出的光的波长。

添加改变接收的光的波长的变色材料。

混合两种或多种类型的有机发光材料，从而产生两种或多种颜色，由此显示出附加色彩。

添加促进或阻碍发光的材料，以调节产生的光的色彩。

5 通过施加到有机发光层 21 的电流量来调节产生的光的色彩。

[第二电极 22]

如果第一电极 20 是阳极，那么第二电极 22 就是阴极。如果第一电极 20 是阴极，那么第二电极 22 就是阳极。因此，可以使用传统有机 EL 器件中使用并满足阳极或阴极的需要的材料。因此，可以使用用于第一电极 20 的材料用作第二电极 22。

然而，由于第二电极 22 优选通过将发射到与光提取面相反的面上的光向光提取侧反射，来提高该装置的提取效率，并且当有机 EL 器件 2 不发光时反射通过光提取侧接收的光，所以第二电极 22 优选具有反射功能。当对第二电极 22 增加反射功能时，可以使用传统有机 EL 器件中采用的金属或合金。具体地，除了作为阳极或阴极所需的特性之外，第二电极 22 的材料还需要具有以下特性。即，在整个来自有机发光层 21 的光和从该装置的外部提供的光的波长范围之内，该材料必须至少反射从出光表面 10 提取到该装置的外部的波长范围的光。

同样，可以组合使用除了上述列举的传统有机 EL 器件的各层或材料。例如，不用对第二电极 22 增加光反射功能，可以在有机发光层 21 的与光提取侧相反的一侧上设置光反射组件。同样，在有机 EL 器件 2 中可以设置半透明反射组件（半反射镜）。

现在，将描述用于形成第一有机 EL 装置的方法。

<形成方法>

25 通过用于形成衬底的传统方法和用于形成有机 EL 器件的传统方法来形成第一有机 EL 装置。在衬底形成方法中，在衬底 1 的出光表面 10 上形成满足上述条件的粗糙点。在有机 EL 器件制造方法中，在入射表面 11 上连续形成构成有机 EL 器件 2 的各层。例如，可以按照以下方式，形成第一有机 EL 装置。

30 首先，制备图 3(a) 中所示的平板形透明衬底 1'。在透明衬底 1' 的各侧（出光表面）10' 之一上使用掩模，该掩模图形对应于待形成的凹部和凸起的排列。然后，利用该掩模，在该表面上形成光刻胶从而

形成图形。在此情况下，蚀刻透明衬底 1'，从而形成如图 3 (b) 中所示的非平坦表面 10。

然后，如图 3 (c) 中所示，在透明衬底 1 的入射表面 11 上，形成第一电极 20。在第一电极 20 上依次形成有机发光层 21 和第二电极 22。

按照上述方式，形成有机 EL 装置。

可以使用用于处理衬底的其它方法代替蚀刻出光表面 10。例如可以采用喷沙处理。可选择地，可以采用内表面具有粗糙点的铸模。在此情况下，将熔融的透明树脂或玻璃灌注到铸模中，形成具有出光表面 10 的衬底 1。

可以在透明衬底 1 上形成有机 EL 器件 2 之后，形成出光表面 10 (非平坦表面)。在此情况下，尽管可以通过上述工艺来形成非平坦表面，但优选通过喷沙的表面处理来形成非平坦表面。这是因为喷沙的表面处理中向出光表面 10 喷沙时，不需要保护有机 EL 器件 2。

此外，当在透明衬底 1 上形成有机 EL 器件 2 之后在出光表面 10 上形成非平坦表面时，透明衬底 1 可以在形成非平坦表面的同时变得更薄。例如，如果使用喷沙的表面处理，将沙喷射到整个出光表面 10 不仅会形成非平坦表面，而且还使透明衬底 1 变得更薄。

由于以下原因，在透明衬底 1 上形成有机 EL 器件 2 之后形成非平坦表面的方法比较好。就是说，由于透明衬底 1 具有一定的厚度、强度和表面光洁度，因此均匀地形成有机 EL 器件 2 的每一层。同样，在形成有机 EL 器件 2 之后，减少在已形成的有机 EL 装置中不需要厚的透明衬底 1 的厚度。而且，提高了提取效率。

如果透明衬底 1 制造得更薄，那么就会在透明衬底 1 中防止由有机发光层 21 产生的光的衰减，并且减少了形成的有机 EL 装置的尺寸 (厚度) 和重量。

<优点>

根据本实施例的具有上述结构的有机 EL 装置具有以下优点。

高提取效率

由于如上所述地优化了出光表面 10，提取效率就比具有平坦的出光表面的传统有机 EL 装置的提取效率更高。

换句话说，出光表面 10 具有通过在出光表面上简单形成粗糙点而

不能获得的性能。

在特定方向上提高了亮度

例如，当有机 EL 装置发光时，相对于出光表面 10 的特定方向上的亮度就会大于其它方向上的亮度。同样，已经发现，通过改变 Δa 来改变特定方向。

这种亮度改变认为是由于凹部的光收集特性，并且由于凹部和凸起的反射和折射。

因此，由于有效地使用了发出的光，因此第一有机 EL 装置就适合于与其它方向相比在特定方向上有需要的装置（例如，显示器和照明系统）。

提高了反射特性

由于如上所述设计有机 EL 装置，就防止了因进入有机 EL 装置的光引起的闪烁。

提高了色度特性

当该装置发光时，在出光表面 10 的所有发光方向上，色度是均匀的。

这是因为，由于在出光表面 10 中形成粗糙点，每一种波长的光被散射到不同方向以及出光表面 10 的发光方向上，因此就显著减弱了每一种波长的光的亮度对角度的依赖。

可以按照以下方式改进第一有机 EL 装置。同样，可以将两种或多种以下的改进进行组合。

在改进 1 中，在组件上形成粗糙点，该组件位于透明衬底 1 的光提取侧上，而不在透明衬底 1 上。就是说，如图 4 中所示，可以在透明衬底 1 的光提取面处形成满足上述要求的具有非平坦表面 30 的组件 3，代替在衬底 1 的出光表面 10 上形成粗糙点。在此情况下，获得了上面列举的相同优点。

例如，可以采用在一侧上具有满足上述列举的要求的非平坦表面的透明树脂膜。在此情况下，将与该膜的非平坦表面相反的面粘接到透明衬底 1 的出光表面 10。在本说明书中，具有满足上述列举的要求的非平坦表面的组件 3 的装置，其中组件 3 粘接到相对于出光表面 10 的光提取面，认为是等同于其上形成满足上述列举的要求的非平坦表面的出光表面 10 的装置。

当在透明衬底 1 的提取面处设置具有满足上述列举的要求的非平坦表面的透明组件 3 时, 该组件 3 的折射系数设置为与衬底 1 的折射系数大致相同, 并且该组件 3 和衬底 1 之间的界面的折射系数是该组件 3 和衬底 1 的折射系数的中间值。该组件 3 和衬底 1 优选进行紧密接触。

粘接的组件 3 可以具有其它功能。例如, 粘接的组件 3 可以具有改变接收的光的波长的组件或可含有荧光材料或磷光材料。同样, 粘接的组件 3 可以是滤色器。

在透明组件 3 上形成粗糙点就能够使其上难于或不可能形成粗糙点的衬底 1 被用作发光装置。

在改进 2 中, 使用无机 EL 器件。就是说, 在上述实施例中, 可以用无机 EL 器件来代替有机 EL 器件 2。如图 5 中所示, 无机 EL 器件 4 包括在透明的第一电极 40 和第二电极 42 之间容纳的三层结构的无机发光层 41, 第二电极 42 由例如金属形成并起反射层的作用。无机发光层 41 包括含无机发光材料层 412, 其主要成分是无机材料例如硫化锌。含无机发光材料层 412 容纳在例如由氧化硅形成的一对绝缘层 411、413 之间。当在电极 40、42 之间施加大约 200V 的交流电压时, 就使从含材料层 412 和绝缘层 411、413 之间的界面处发射的电子加速。这就会激发无机发光层 41 中的杂质原子, 并由此产生光(电致发光)。然后, 光穿过透明电极 40 从器件发出。

在改进 3 中, 使用棱镜片。就是说, 如图 6 中所示, 可以在对应于发光层 21 的光提取侧的面上设置棱镜片 5。棱镜片 5 的数量可以是两个或多个。

如上所述, 本实施例的有机 EL 装置能够依据非平坦表面的算术平均斜率 Δa 提高特定方向上的亮度。因此, 如果在光提取侧上设置一个或多个棱镜片 5, 棱镜片 5 将特定方向上发射的光的前进方向改变为垂直于出光表面 10 的方向, 那么就能提高出光表面 10 的垂直方向上或该装置的正前方向上的亮度。可以设计该装置, 使其提高除了正前方向之外的方向的亮度。

对于棱镜片 5, 可以根据有机 EL 装置的发光特性, 选择任何传统的棱镜片。可以利用任何传统方法或传统组件, 将选择的棱镜片 5 粘接到有机 EL 装置。

在改进 4 中，第一有机 EL 装置作为液晶显示器件单元的背光使用。即，第一有机 EL 装置可以用作照明系统。

第一有机 EL 装置适合于液晶显示器件单元的背光（背光源）。这是因为，如上所述，与传统的有机 EL 装置相比，第一有机 EL 装置发射更多的光，具有较小的亮度不均匀，具有较高的反射特性，而且不存在镜面反射。因此，与传统的有机 EL 装置用于液晶显示器件单元的背光的情况相比，利用第一有机 EL 装置作为背光提高了亮度、降低了亮度的不均匀，并且当该装置不发光时能够清楚地看见显示的内容。

例如，如图 7 中所示，第一有机 EL 装置可以与传统透射型或半透明的液晶显示屏 6 一起使用。设置屏 6，使非显示面 61 面对出光表面 10。就是说，设置液晶显示屏 6，使得从液晶显示单元的外部可以看见显示面 60。

当该单元的外部足够明亮时，不用激活有机 EL 器件 2，就能清楚看见液晶显示屏 6 的显示内容。当该单元的外部不够亮时，通过激活有机 EL 器件 2，就能看见液晶显示屏 6 的显示内容。

以此方式，具有第一有机 EL 装置作为背光的显示单元能够在明亮的地方例如在日光下，以及在黑暗的地方例如在室内或夜晚，都清楚地显示内容。同样，当外部光足够时，就不需要激活有机 EL 器件 2。因此，与传统的具有背光的液晶显示单元相比，本改进的显示器单元就减少了耗电。

在改进 5 中，在显示器中组合第一有机 EL 装置。就是说，第一有机 EL 装置可以与传统有机 EL 装置驱动方法结合以形成显示器。对于有机 EL 器件驱动方法，可以使用无源矩阵系统或有源矩阵系统。

在无源矩阵系统中，使用利用扫描电极和信号电极的 XY 矩阵电极结构。在形成矩阵的每个点处连接显示器件（有机 EL 器件 2）。通过逐行处理来驱动并激活有机 EL 器件 2（发光）。

在有源矩阵系统中，对每个显示器件（有机 EL 器件 2）即对每个像素或子像素设置开关器件和保持器件。在扫描电极和信号电极的矩阵交点处设置显示器件（有机 EL 器件 2）。优选采用 TFT 作为开关。

现在，将描述第二有机 EL 装置。

除了以下区别点之外，第二有机 EL 装置的结构可与第一有机 EL 装置的相同。同样，可以按照与第一有机 EL 装置的相同方式来改进第

二有机 EL 装置。

第二有机 EL 装置基本上具有与第一有机 EL 装置相同的结构，第二有机 EL 装置的出光表面 10 的特征在于满足以下要求 (v) - (viii) 的任一条，代替满足上述要求 (i)。

- 5 (v) 均方根斜率 Δq 的范围在 4° 到 25° 之间。
 (vi) 均方根斜率 Δq 的范围在 7.5° 到 25° 之间。
 (vii) 均方根斜率 Δq 的范围在 10° 到 25° 之间。
 (viii) 均方根斜率 Δq 的范围在 14° 到 19° 之间。

10 在 JIS B0601-1994 中详细说明了均方根斜率 Δq 。按照以下方式来计算均方根斜率 Δq 。首先，沿中线将测量曲线分为每一部分具有 ΔX 长度的若干部分。然后，获得并平方每部分的线段的倾斜角，该线段连接该部分的起点和终点。此后，计算平方值的平均值。最后，计算平均值的平方根，获得均方根斜率 Δq 。即，利用以下等式来计算均方根斜率 Δq 。

15
$$\Delta q = \left(\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{\Delta Y_i}{\Delta X} \right) \right\}^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

当第二有机 EL 装置满足要求 (v) - (viii) 中的任何一种要求时，由于上述列举的原因，第二有机 EL 装置的出光表面 10 或非平坦表面就设计为满足要求 (a) 或 (b)。

20 通过以下实施例和比较实施例，本发明者已经发现，上述数值范围优选用于有机 EL 装置。

在以下实施例和比较实施例中，制造四十个有机 EL 装置，出光表面 10 的均方根斜率 Δq 在大于 0° 直到 30° 的范围内变化。包括材料、薄膜厚度和公式的其它条件是相同的。

[评价 4]

25 将相同电流施加到每个已形成的有机 EL 装置，用亮度仪测量从每个出光表面 10 发射的总光量。图 8 的曲线图中示出了出光表面 10 的均方根斜率 Δq 和每个有机 EL 装置的亮度之间的关系。亮度用与有机 EL 装置的亮度比表示，该有机 EL 装置具有如上所述的相同方式形成、但在出光表面 10 上没有粗糙点的有机 EL 器件 2。在均方根斜率 Δq 为
30 0° 的位置处，绘制了参考的有机 EL 装置的亮度。本发明者对图 8 的

实验结果评价如下。

当出光表面 10 形成为非平坦表面,它的均方根斜率 Δq 在 4° 到 25° 之间的范围时,包含 4° 和 25° ,通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置的向外提取光量的 1.1 倍。

5 换句话说,本发明者已经发现,当出光表面 10 形成为非平坦表面、它的均方根斜率 Δq 小于 4° 时,通过出光表面 10 向外提取的光量基本上与参考有机 EL 装置的向外提取光量相同。

10 当出光表面 10 形成为非平坦表面、它的均方根斜率 Δq 在 7.5° 到 25° 之间的范围时,包含 7.5° 和 25° ,通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置的向外提取光量的 1.2 倍。就是说,已经发现,这种要求适合于提取光。

15 当出光表面 10 形成为非平坦表面、它的均方根斜率 Δq 在 10° 到 25° 之间的范围时,包含 10° 和 25° ,通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置的向外提取光量的 1.3 倍。就是说,提取效率显著提高。

20 当出光表面 10 形成为非平坦表面、它的均方根斜率 Δq 在 14° 到 19° 之间的范围时,包含 14° 和 19° 通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置的向外提取光量的 1.4 倍。就是说,提取效率特别显著地提高。

20 [评价 5]

在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同光发射方向上测量色度。测量值显示均方根斜率 Δq 在 4° 到 25° 之间的范围,包括 4° 和 25° ,色度几乎不随提取方向变化。就是说,色度不依赖提取角度。

[评价 6]

25 在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同的光发射方向上测量亮度。测量显示,在所有的有机 EL 装置中,在某一方向上的亮度会高于其它方向上的亮度。该装置适合用于例如显示器和照明系统。

30 现在,将描述第三有机 EL 装置。除了以下区别点之外,第三有机 EL 装置的结构可与第一有机 EL 装置的结构相同。同样,可以按照与第一有机 EL 装置的相同方式来改进第三有机 EL 装置。

第三有机 EL 装置的特征在于,出光表面 10 形成为满足以下要求 (x_i) 的非平坦表面。

(xi) 算术平均粗糙度 R_a 与峰的平均间隔 S 之比 R_a/S 在 0.01 到 0.07 之间的范围, 包括 0.01 和 0.07。

- 在 JIS B0601-1994 中详细说明了算术平均粗糙度 R_a 。按照以下方式来计算算术平均粗糙度 R_a 。首先, 沿中线的方向从粗糙度曲线中
5 选出对应于参考长度 L 的部分。然后, 获得从中线中选出的部分的偏差 $f(x)$ 的绝对值。此后, 计算该绝对值的平均值并用微米表示。就是说, 利用以下方程式来计算算术平均数粗糙度 R_a 。

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx$$

- 优选出光表面 10 形成为满足以下要求 (xii) 的非平坦面, 要求
10 (xii) 代替上述要求 (xi)。更加优选地, 出光表面 10 形成为满足以下要求 (xiii) 的非平坦面, 要求 (xiii) 代替上述要求 (xi)。最好优选, 出光表面 10 形成为满足以下要求 (xiv) 的非平坦面, 要求 (xiv) 代替上述要求 (xi)。

- (xii) 算术平均粗糙度 R_a 与峰的平均间隔 S 之比 R_a/S 在 0.019
15 到 0.07 之间的范围, 包括 0.019 和 0.07。

(xiii) 算术平均数粗糙度 R_a 与峰的平均间隔 S 之比 R_a/S 在 0.029 到 0.066 之间的范围, 包括 0.029 和 0.066。

(xiv) 算术平均数粗糙度 R_a 与峰的平均间隔 S 之比 R_a/S 在 0.035
到 0.056 之间的范围, 包括 0.035 和 0.056。

- 20 设计非平坦表面 (出光表面 10) 以满足要求 (a) 或 (b)。

通过以下实施例和比较实施例, 本发明者已经发现, 上述数值范围优选用于有机 EL 装置。

- 在以下实施例和比较实施例中, 制造有机 EL 装置, 算术平均数粗糙度 R_a 与峰值的平均间隔 S 之比 R_a/S 在 0.005 到 0.08 之间的范围变
25 化, 包括 0.005 和 0.08。其它条件包括材料、膜厚和公式都与第一有机 EL 装置的实施例和比较实施例中的条件相同。当形成本实施例和比较实施例的有机 EL 装置时, 首先通过蚀刻形成具有粗糙点的出光表面 10。然后, 用粗糙度仪测量出光表面 10 的算术平均粗糙度 R_a 与峰的平均间隔 S 。然后, 在入射表面 11 上形成第一电极 20。

- 30 [评价 11]

将相同电流施加到每个已形成的有机 EL 装置，并用亮度仪测量从每个出光表面 10 发出的总光量。图 9 的曲线图中示出了出光表面 10 的 R_a/S 比与有机 EL 装置的亮度之间的关系。亮度表示为与一有机 EL 装置的亮度比，该有机 EL 装置具有如上所述的相同方式形成、但在出光表面 10 上没有粗糙点的有机 EL 器件 2。本发明者对图 9 的实验结果评价如下。

当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_a/S 比在 0.01 到 0.07 之间的范围时，包含 0.01 和 0.07，通过出光表面 10 向外提取的光量就是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.1 倍。

10 因此，本发明者还发现，当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_a/S 比小于 0.01 时，通过出光表面 10 向外提取的光量基本上与参考有机 EL 装置的向外提取光量相同。就是说，已经发现，如果不设置适合于光提取的非平坦表面，那么提取的光量就基本上与平坦的出光表面提取的光量相同。

15 当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_a/S 比在 0.019 和 0.07 之间的范围时，包含 0.019 和 0.07，通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.2 倍。就是说，已经发现，这种要求适合于提取光。

20 当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_a/S 比在 0.029 到 0.066 之间的范围时，包含 0.029 和 0.066，通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.3 倍。就是说，提取效率显著提高。

25 当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_a/S 比在 0.035 到 0.056 之间的范围时，包含 0.035 和 0.056，通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置的光量的 1.4 倍。就是说，提取效率特别显著地提高。

[评价 12]

在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同的光发射方向上测量色度。测量显示比 R_a/S 处于 0.01 到 0.07 之间的范围，包括 0.01 30 和 0.07，色度几乎不随提取方向变化。就是说，色度不依赖提取角度。

[评价 13]

在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同的光发射方向上测

量亮度。测量显示，在所有的有机 EL 装置中，在某一方向上的亮度会高于其它方向上的亮度。该装置适合用于例如显示器和照明系统。

第三有机 EL 装置基本上与第一有机 EL 装置具有相同的优点。

现在，将描述第四有机 EL 装置。除了以下区别点之外，第四有机 EL 装置的结构可与第一有机 EL 装置的结构相同。同样，可以按照与第一有机 EL 装置

的相同方式来改进第四有机 EL 装置。

第四有机 EL 装置基本上具有与第一有机 EL 装置相同的结构，并且出光表面 10 的特征在于，满足以下要求 (xv) - (xviii) 中任何一个，代替满足上述要求 (i)。

(xv) 算术平均粗糙度 R_a 与粗糙点的平均间隔 S_m 之比 R_a/S_m 在 0.004 到 0.035 之间的范围，包含 0.004 和 0.035。

(xvi) 算术平均粗糙度 R_a 与粗糙点的平均间隔 S_m 之比 R_a/S_m 在 0.008 到 0.035 之间的范围，包含 0.008 和 0.035。

(xvii) 算术平均粗糙度 R_a 与粗糙点的平均间隔 S_m 之比 R_a/S_m 在 0.012 到 0.035 之间的范围，包含 0.012 和 0.035。

(xviii) 算术平均粗糙度 R_a 与粗糙点的平均间隔 S_m 之比 R_a/S_m 在 0.015 到 0.022 之间的范围，包含 0.015 和 0.022。

当第四有机 EL 装置满足条件 (xv) - (xviii) 中的任何一个条件时，上面列举的原因设计出的第四有机 EL 装置满足要求 (a) 或 (b)。

通过以下实施例和比较实施例，本发明者已经发现，上述数值范围优选用于有机 EL 装置的。

在以下实施例和比较实施例中，制造出有机 EL 装置，其出光表面 10 的 R_a/S_m 比在 0.001 到 0.04 之间变化时，包含 0.001 和 0.04。其它条件包括材料、膜厚和公式都相同。

[评价 14]

将相同电流施加到每个已形成的有机 EL 装置，并用亮度仪测量从每个出光表面 10 发出的总光量。图 10 的曲线图中示出了出光表面 10 的 R_a/S_m 比与有机 EL 装置的亮度之间的关系。亮度表示为与一有机 EL 装置的亮度比，该有机 EL 装置具有以如上所述的相同方式形成、但在出光表面 10 上没有粗糙点的有机 EL 器件 2。本发明者对图 10 的实验结果评价如下。

当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_a/S_m 比在 0.004 到 0.035

之间的范围时, 包含 0.004 和 0.035, 通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.1 倍。

换句话说, 本发明者还发现, 当出光表面 10 形成非平坦表面, 它的 R_a/S_m 比小于 0.004 时, 通过出光表面 10 向外提取的光量基本上与参考有机 EL 装置的向外提取光量相同。

当出光表面 10 形成非平坦表面, 它的 R_a/S_m 比在 0.008 到 0.035 之间的范围时, 包含 0.008 和 0.035, 通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.2 倍。就是说, 已经发现, 这种要求适合于提取光。

10 当出光表面 10 形成非平坦表面, 它的 R_a/S_m 比在 0.012 到 0.035 之间的范围时, 包含 0.012 和 0.035, 通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.3 倍。就是说, 提取效率显著提高。

15 当出光表面 10 形成非平坦表面, 它的 R_a/S_m 比在 0.015 到 0.022 之间的范围时, 包含 0.015 和 0.022, 通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.4 倍。就是说, 提取效率特别显著地提高。

[评价 15]

20 在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同光发射方向上测量色度。测量显示 R_a/S_m 比处于 0.004 到 0.035 之间, 包含 0.004 和 0.035, 色度几乎不随提取方向变化。就是说, 色度不依赖提取角度。

[评价 16]

25 在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同光发射方向上测量亮度。测量显示, 在所有的有机 EL 装置中, 在某一方向上的亮度会高于其它方向上的亮度。该装置适合用于例如显示器和照明系统。

现在, 将描述第五有机 EL 装置。除了以下区别点之外, 第五有机 EL 装置的结构可与第一有机 EL 装置的结构相同。同样, 可以按照与第一有机 EL 装置的相同方式来改进第五有机 EL 装置。

30 第五有机 EL 装置基本上具有与第一有机 EL 装置相同的结构, 并且出光表面 10 的特征在于, 满足以下要求 (xix) - (xxii) 的任何一个, 代替满足上述要求 (i)。

(xix) 不规则性的 10 点高度 R_z 与峰的平均间隔 S 的比 R_z/S 在

0.05 到 0.30 之间, 包含 0.05 和 0.30.

(xx) 不规则性的 10 点高度 R_z 与峰的平均间隔 S 的比 R_z/S 在 0.08 和 0.30 之间, 包含 0.08 和 0.30.

(xxi) 不规则性的 10 点高度 R_z 与峰的平均间隔 S 的比 R_z/S 在 5 0.11 到 0.25 之间, 包含 0.11 和 0.25.

(xxii) 不规则性的 10 点高度 R_z 与峰的平均间隔 S 的比 R_z/S 在 0.15 和 0.22 之间, 包含 0.15 和 0.22.

在 JIS B0601-1994 中详细说明了不规则性的 10 点高度 R_z . 按照以下
方式计算不规则性的 10 点高度 R_z . 首先, 沿中线延伸的方向, 从
10 粗糙度曲线中选出对应于参考长度 L 的部分. 然后, 计算中线中的五个
最高峰值 $Y_{p1}-Y_{p5}$ 的平均值和 5 个最深的凹部 $Y_{v1}-Y_{v5}$ 的平均深度.
通过计算这些平均值的总和并用微米表示该总和, 得到不规则性的
10 点高度 R_z . 就是说, 利用以下方程式来计算不规则性的 10 点高
度 R_z .

$$R_z = \frac{|Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}| + |Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5}|}{5}$$

15

当第二有机 EL 装置满足条件 (xix) - (xxii) 中的任何一个条件时, 由于上述列举原因, 设计出的第二有机 EL 装置满足要求 (a) 或 (b).

通过以下实施例和比较实施例, 本发明者已经发现, 上述数值范
20 围优选用于有机 EL 装置.

在以下实施例和比较实施例中, 制造有机 EL 装置, 其出光表面 10
的 R_z/S 比在 0.02 到 0.35 之间变化时, 包含 0.02 和 0.35. 其它条件
包括材料、膜厚和公式都与第一有机 EL 装置的实施例和比较实施例相
同.

25 [评价 17]

将相同电流施加到每个已形成的有机 EL 装置, 并用亮度仪测量从
每个出光表面 10 发出的总光量. 图 11 的曲线图中示出了出光表面 10
的 R_z/S 比与有机 EL 装置的亮度之间的关系. 亮度表示为与一有机 EL
装置的亮度比, 该有机 EL 装置具有如上所述的相同方式形成、但在出
30 光表面 10 上没有粗糙点的有机 EL 器件 2. 本发明者对图 11 的实验结

果评价如下。

当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_z/S 比在 0.05 到 0.30 之间的范围时，包括 0.05 和 0.30，通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.1 倍。

- 5 换句话说，本发明者还发现，当出光表面 10 形成为非平坦表面、它的 R_z/S 比小于 0.05 时，通过出光表面 10 向外提取的光量实质上与参考有机 EL 装置向外提取光量相同。

- 10 当出光表面 10 形成为非平坦表面、它的 R_z/S 比在 0.08 到 0.030 之间的范围时，包含 0.08 和 0.030，通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.2 倍。就是说，已经发现，这种要求适合于提取光。

- 15 当出光表面 10 形成为非平坦表面、它的 R_z/S 比在 0.11 到 0.25 之间的范围时，包含 0.11 和 0.25，通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.3 倍。就是说，提取效率显著提高。

- 20 当出光表面 10 形成为非平坦表面、它的 R_z/S 比在 0.15 到 0.22 之间的范围时，包含 0.15 和 0.22，通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.4 倍。就是说，提取效率特别显著地提高。

- 20 [评价 18]

在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同光发射方向上测量色度。测量显示 R_z/S 比处于 0.05 到 0.30 之间的范围，包含 0.05 和 0.30，色度几乎不随提取方向变化。就是说，色度不依赖提取角度。

[评价 19]

- 25 在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同光发射方向上测量亮度。测量显示，在所有的有机 EL 装置中，在某一方向上的亮度会高于其它方向上的亮度。该装置适合用于例如显示器和照明系统。

- 30 现在，将描述第六有机 EL 装置。除了以下区别点之外，第六有机 EL 装置的结构可与第一有机 EL 装置的结构相同。同样，可以按照与第一有机 EL 装置的相同方式来改进第六有机 EL 装置。

第六有机 EL 装置基本上具有第一有机 EL 装置的结构，并且出光表面 10 的特征在于，满足以下要求 (xxiii) - (xxvi) 中的任何

一个，代替满足上述要求 (i)。

(xxiii) 不规则性的 10 点高度 R_z 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_z/S_m 在 0.025 到 0.14 之间的范围，包含 0.025 和 0.14。

(xxiv) 不规则性的 10 点高度 R_z 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_z/S_m 在 0.04 到 0.14 之间的范围，包含 0.04 和 0.14。

(xxv) 不规则性的 10 点高度 R_z 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_z/S_m 在 0.05 到 0.12 之间的范围，包含 0.05 和 0.12。

(xxvi) 不规则性的 10 点高度 R_z 与粗糙点的平均间隔 S_m 的比 R_z/S_m 在 0.06 到 0.10 之间的范围，包含 0.06 和 0.10。

10 当第六有机 EL 装置满足条件 (xxiii) - (xxvi) 中的任何一个条件时，由于上述列举的原因，设计出满足要求 (a) 或 (b) 的出光表面 10。

通过以下实施例和比较实施例，本发明者已经发现，上述数值范围优选用于有机 EL 装置。

15 在以下实施例和比较实施例中，制造出有机 EL 装置，其出光表面 10 的 R_z/S_m 比在 0.005 到 0.15 之间变化，包含 0.005 和 0.15。其它条件包括材料、膜厚和公式都相同。

[评价 20]

20 将相同电流施加到每个已形成的有机 EL 装置，并用亮度仪测量从每个出光表面 10 发出的总光量。图 12 的曲线图中示出了出光表面 10 的 R_z/S_m 比与有机 EL 装置的亮度之间的关系。亮度表示为与一有机 EL 装置的亮度比，该有机 EL 装置具有如上所述的相同方式形成、但在出光表面 10 上没有粗糙点的有机 EL 器件 2。本发明者对图 12 的实验结果评价如下。

25 当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_z/S_m 比在 0.025 到 0.014 之间的范围时，包含 0.025 和 0.014，通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.1 倍。

换句话说，本发明者发现，当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_z/S_m 比小于 0.025 时，通过出光表面 10 向外提取的光量实质上与参考有机 EL 装置向外提取的光量相同。

30 当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_z/S_m 比在 0.04 到 0.014 之间的范围时，包含 0.04 和 0.014，通过出光表面 10 向外提取的光

量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.2 倍。就是说，已经发现，这种要求适合于提取光。

当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_z/S_m 比在 0.05 到 0.012 之间的范围时，包含 0.05 和 0.012，通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.3 倍。就是说，提取效率显著提高。

当出光表面 10 形成为非平坦表面，它的 R_z/S_m 比在 0.06 到 0.10 之间的范围时，包含 0.06 和 0.10，通过出光表面 10 向外提取的光量是参考有机 EL 装置向外提取光量的 1.4 倍。就是说，提取效率特别显著地提高。

[评价 21]

在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同光发射方向上测量色度。测量显示 R_z/S_m 比处于 0.025 和 0.14 之间的范围，包含 0.025 和 0.14，色度几乎不随提取方向变化。就是说，色度不依赖提取角度。

[评价 22]

在已形成的有机 EL 装置的出光表面 10 的不同光发射方向上测量亮度。测量显示，在所有的有机 EL 装置中，在某一方向上的亮度会高于其它方向上的亮度。该装置适合用于例如显示器和照明系统。

本实例和实施例将作为说明性而不是限制性的，本发明不限于在此给出的详细说明，而可以在附加的权利要求书的范围和等同内容之内进行修改。

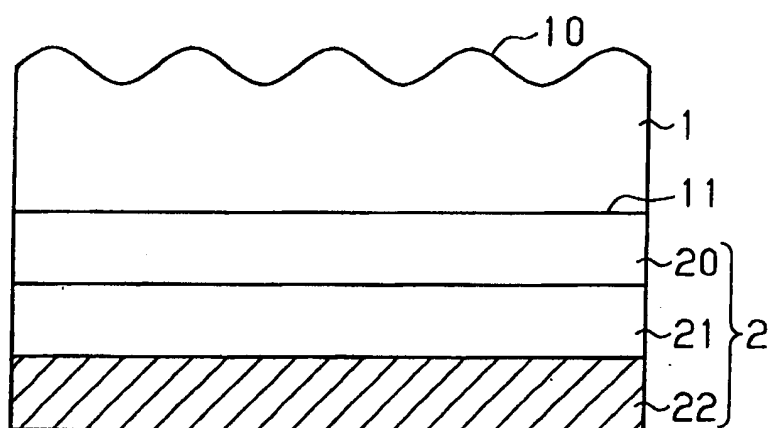


图 1

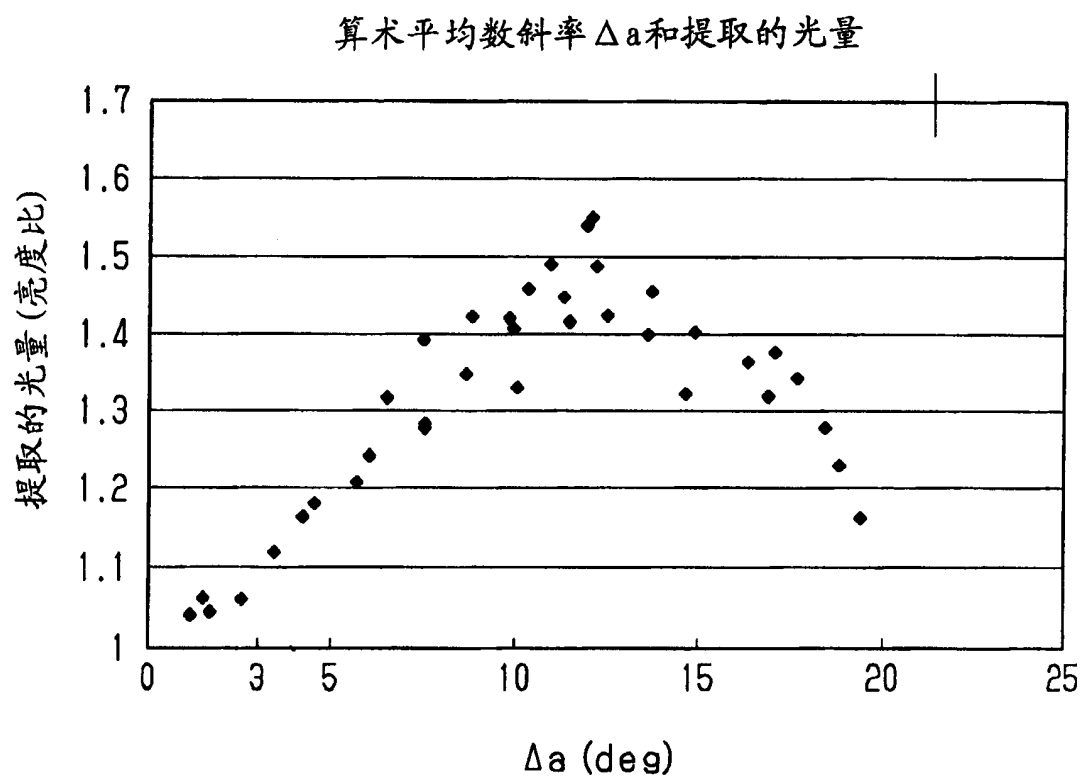


图 2

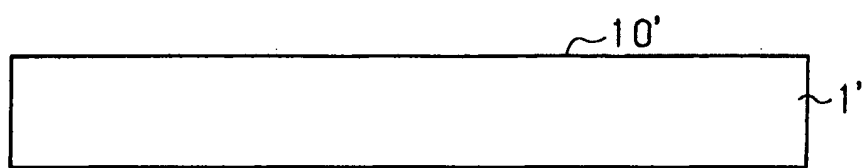


图 3(a)

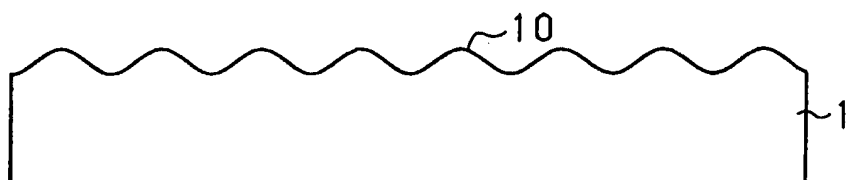


图 3(b)

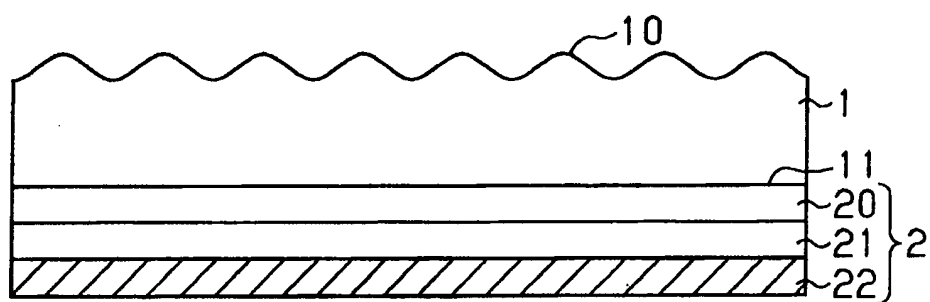


图 3(c)

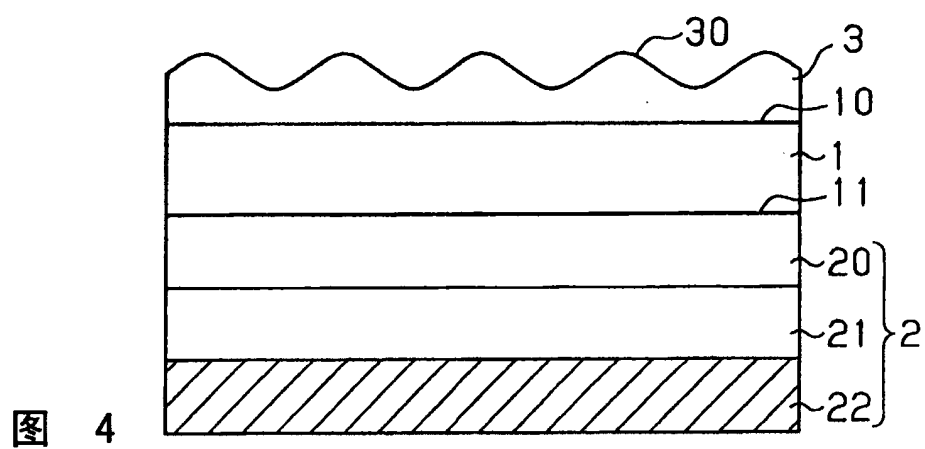
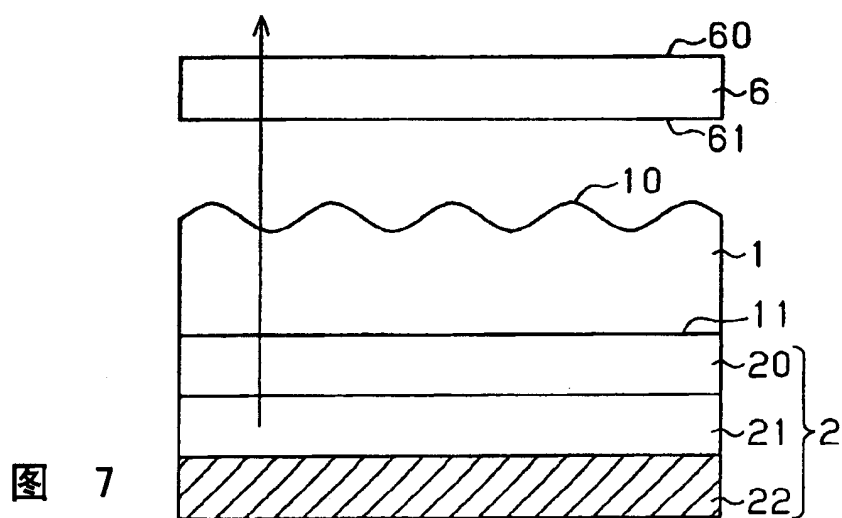
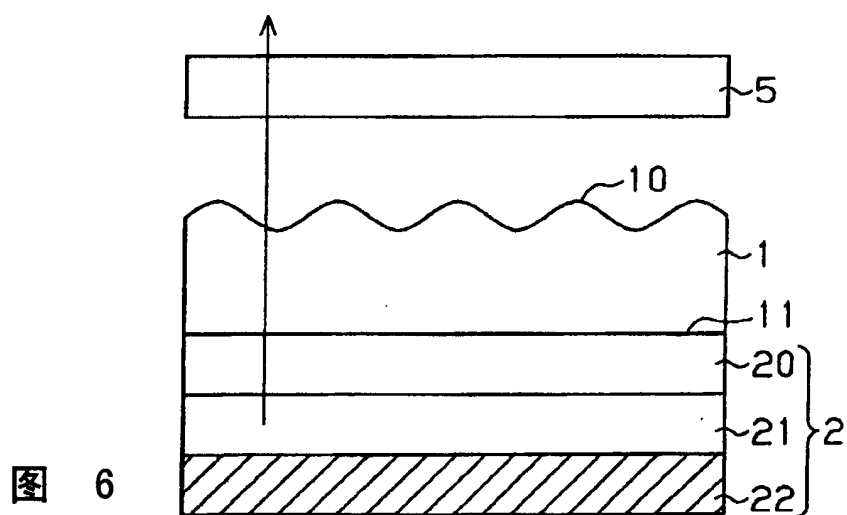
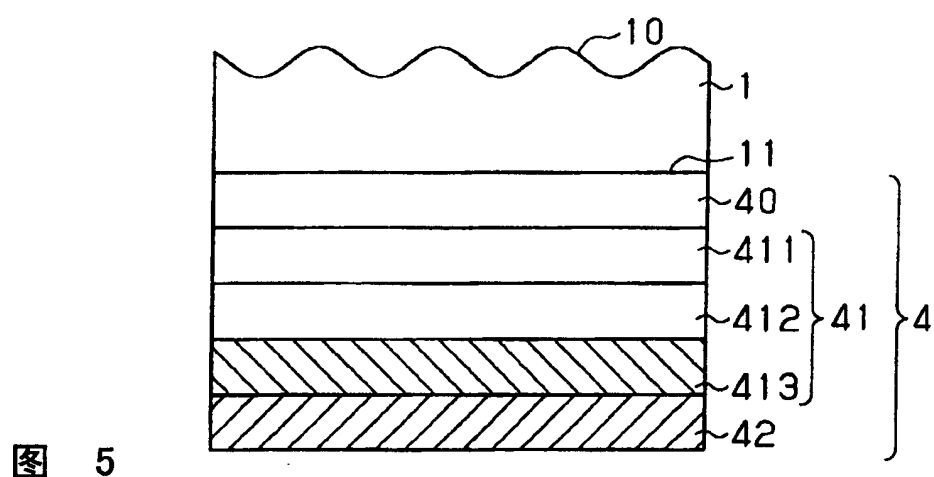


图 4



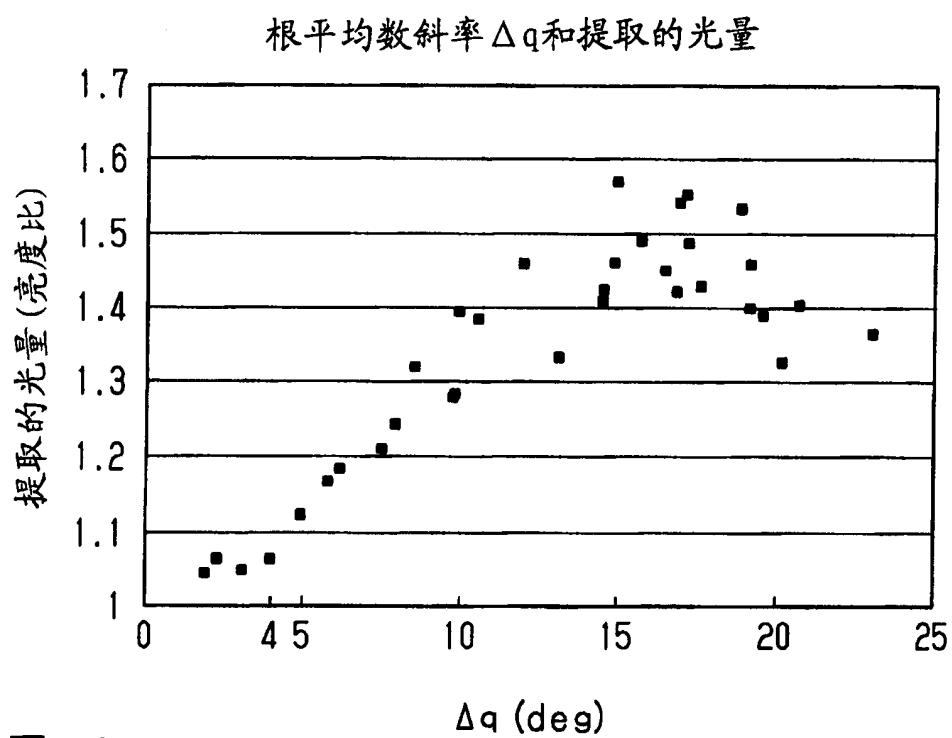


图 8

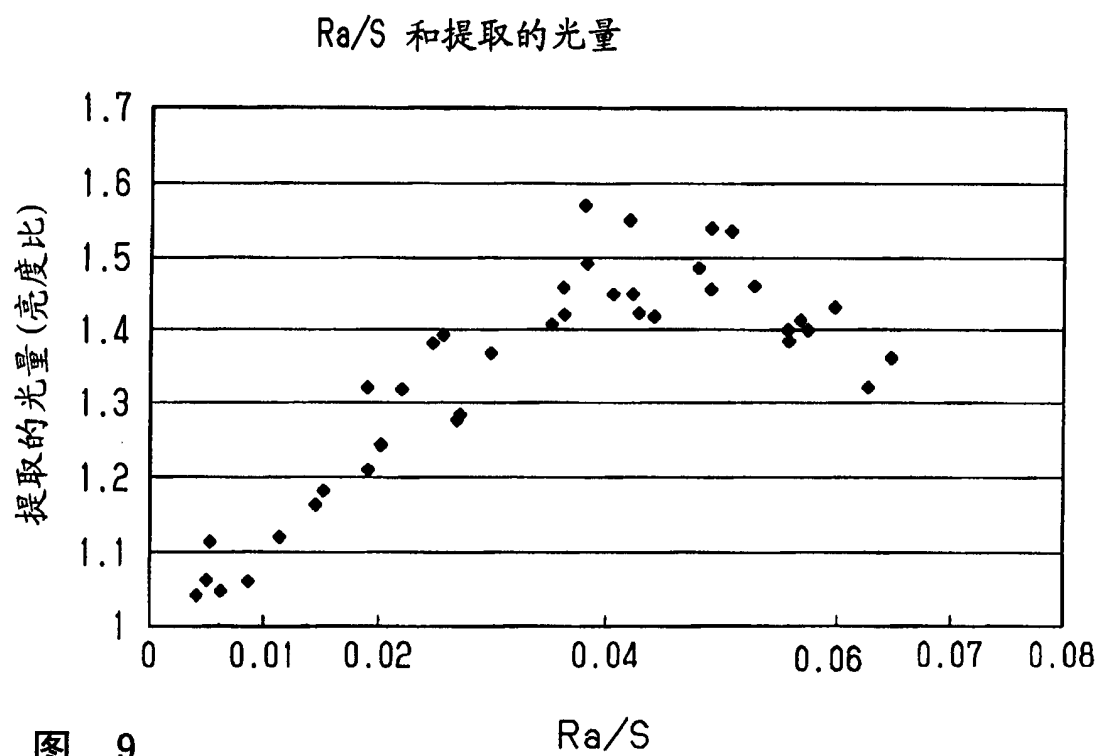


图 9

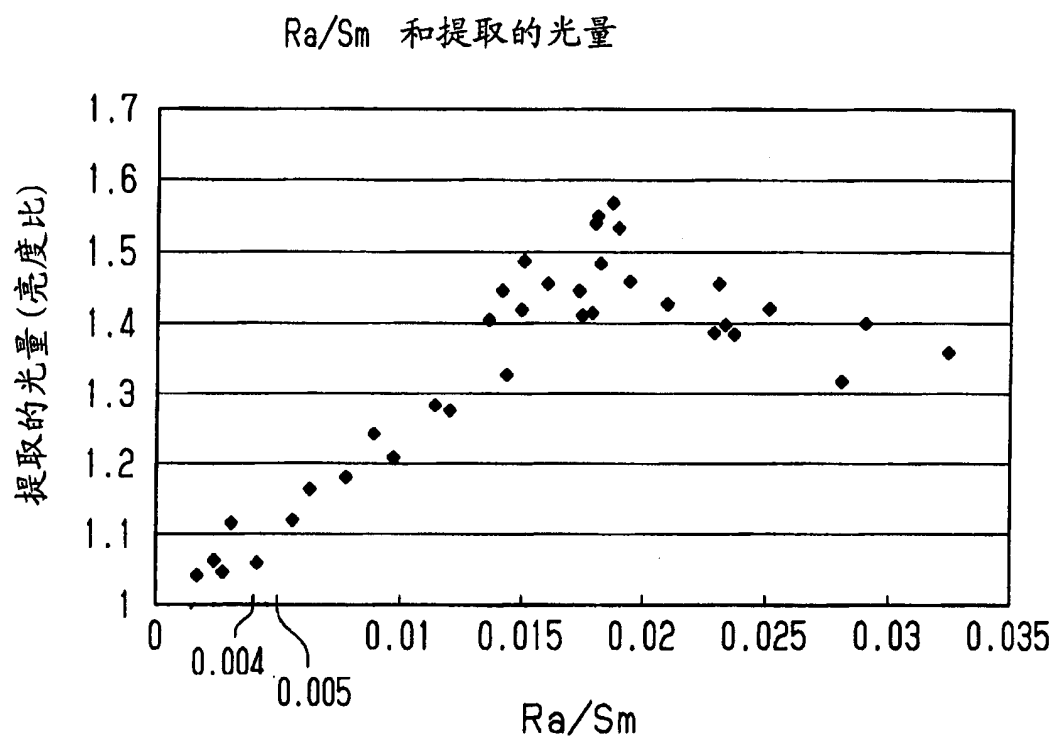


图 10

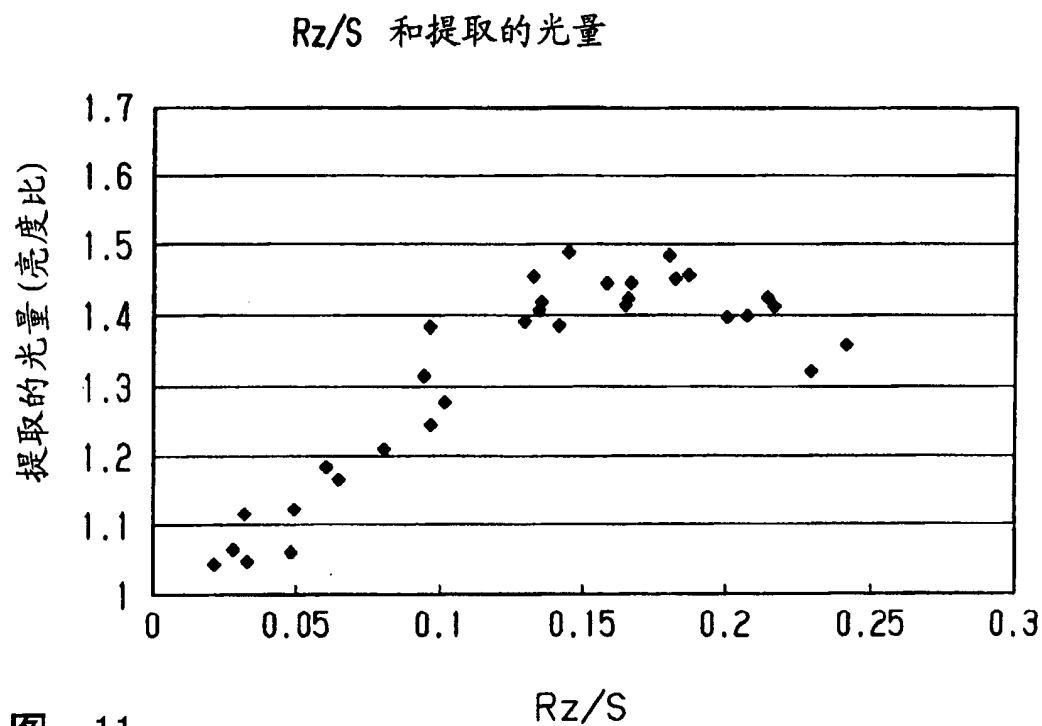


图 11

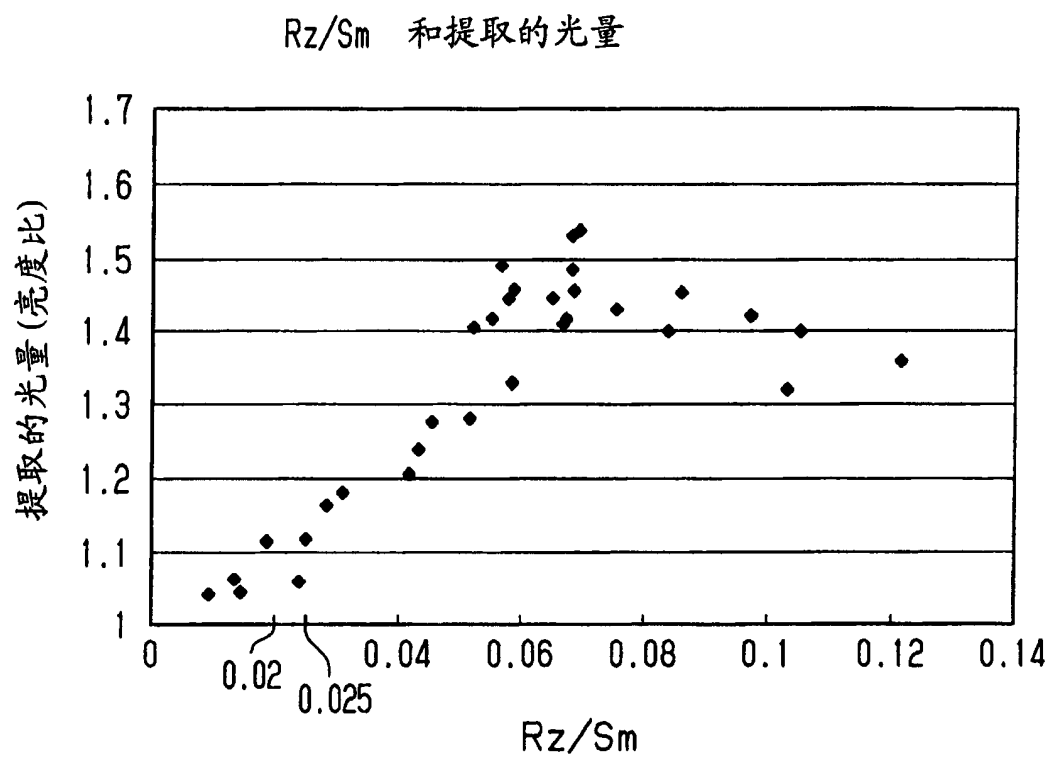


图 12

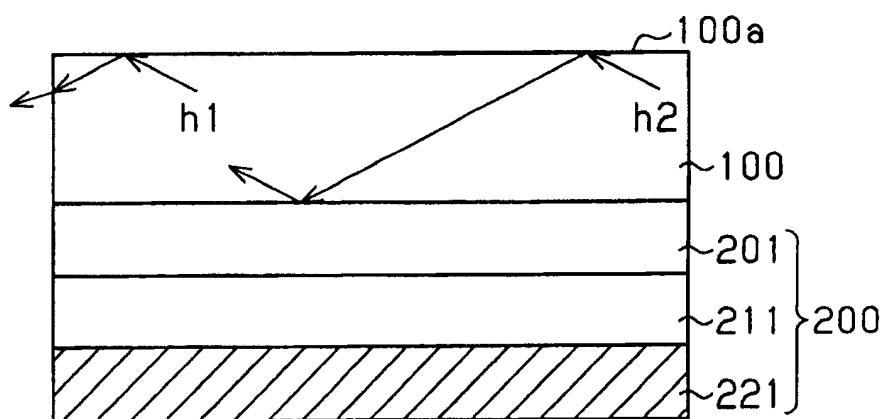


图 13