

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

H01L 51/50 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

H05B 33/22 (2006.01)

[21] 申请号 200610149337.4

[43] 公开日 2007年5月23日

[11] 公开号 CN 1967901A

[22] 申请日 2006.11.20

[21] 申请号 200610149337.4

[30] 优先权

[32] 2005.11.18 [33] JP [31] 2005-333694

[32] 2006.9.27 [33] JP [31] 2006-262568

[71] 申请人 精工电子有限公司

地址 日本千叶县千叶市

[72] 发明人 大海学 须田正之 山本修平

杉野谷充 千本松茂

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘红 张志醒

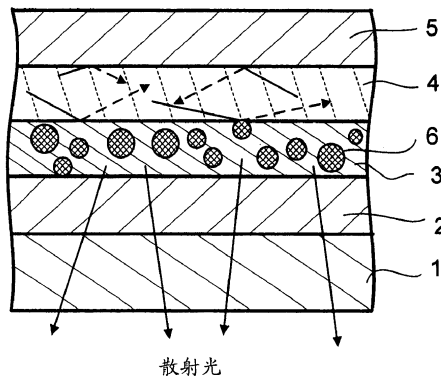
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 8 页

[54] 发明名称

电致发光元件及使用该电致发光元件的显示装置

[57] 摘要

在包含夹在上下电极之间的发光层的 EL 元件中, 对该 EL 元件发出的光来讲, 由于没有提取在发光层界面处被全反射的光, 所以存在发光效率降低的问题。因此, 在电极和发光层之间提供了其中分散有金属颗粒的光散射层。根据这样的结构, 来自发光层中的光可以被金属颗粒散射并提取, 从而提高了发光效率。当在金属颗粒中等离子体激元被激发时, 可以使用限制在发光层或者与其临近的每个层中的光, 从而提高了光使用效率。



1. 一种电致发光元件，包括：
第一电极层；
第二电极层；
提供在第一电极层和第二电极层之间的发光层；和
光散射层，位于第一电极层和发光层之间，且包含有分散的金属颗粒。
2. 根据权利要求1所述的电致发光元件，进一步包括提供在第二电极层和发光层之间的第二光散射层。
3. 根据权利要求1所述的电致发光元件，所述光散射层位于第二电极层之上。
4. 根据权利要求1所述的电致发光元件，其中所述光散射层包括薄膜，在所述薄膜中金属颗粒分散在介电材料中，每个金属颗粒具有的颗粒直径在1nm至300nm范围内。
5. 根据权利要求1所述的电致发光元件，其中所述光散射层包括薄膜，在所述薄膜中金属颗粒分散在介电材料中，所述金属颗粒具有不同的短轴与长轴比。
6. 根据权利要求1所述的电致发光元件，其中每个所述金属颗粒具有的颗粒直径基本上等于光散射层的厚度。
7. 根据权利要求1所述的电致发光元件，其中每个所述金属颗粒包括基本为球形且包含介电材料的核心部分以及形成在所述核心部分表面上的金属薄膜。
8. 根据权利要求7所述的电致发光元件，其中所述光散射层包括多种金属颗粒，在每种金属颗粒中，核心部分和金属薄膜的大小不同。
9. 根据权利要求1所述的电致发光元件，其中每个金属颗粒包括多个颗粒凝结的团。
10. 根据权利要求1所述的电致发光元件，其中：
第一电极层和第二电极层中至少其中之一包括多个彼此隔开的电极，并且像素提供在第一电极层和第二电极层相互重叠的堆叠部分中；和
光散射层包括与第一像素相应的第一光散射区域和与第二像素相应的第二光散射区域，并且从第一光散射区域发射的散射光具有与从第二光散射区域发射的散射光的波长特性不同的波长特性。

11. 根据权利要求1所述的电致发光元件，其中：

第一电极层和第二电极层中至少其中之一包括多个彼此隔开的电极，并且像素提供在第一电极层和第二电极层相互重叠的堆叠部分中；和

在光散射层中与第一像素相应的第一光散射区域具有的金属颗粒在形状上与第二像素相应的第二光散射区域的金属颗粒不同。

12. 根据权利要求1所述的电致发光元件，其中：

第一电极层和第二电极层中至少其中之一包括多个彼此隔开的电极，并且像素提供在第一电极层和第二电极层相互重叠的堆叠部分中；

光散射层包括第一介电层和第二介电层；和

在光散射层中所述第一介电层具有的介电常数与所述第二介电层的介电常数不同，所述第一介电层包括与第一像素相应的第一光散射区域，所述第二介电层包括与第二像素相应的第二光散射区域。

13. 根据权利要求1所述的电致发光元件，进一步包括提供在发光层和光散射层之间的介电层，其中：

第一电极层和第二电极层中至少其中之一包括多个彼此隔开的电极，并且像素提供在第一电极层和第二电极层相互重叠的堆叠部分中；

光散射层包括与第一像素相应的第一光散射区域和与第二像素相应的第二光散射区域；和

所述介电层具有在与第一光散射区域相应的部分和与第二光散射区域相应的部分之间改变的薄膜厚度。

14. 根据权利要求11至13任一项所述的电致发光元件，其中包括在第二光散射区域中的金属颗粒的平均颗粒直径大于包括在所述第一光散射区域中的金属颗粒的平均颗粒直径。

15. 根据权利要求11所述的电致发光元件，其中当将每个金属颗粒的短轴与其长轴的比表示为形状比时，包括在第二光散射区域中的金属颗粒的平均形状比大于包括在第一光散射区域中的金属颗粒的平均形状比。

16. 根据权利要求11所述的电致发光元件，其中：

每个金属颗粒包括这样的结构，其中金属薄膜形成在包含介电材料的基本球形核心部分的表面上；和

在第一光散射区域和第二光散射区域之间，每个金属颗粒的核心部分和金属薄膜大小不同。

17. 根据权利要求1所述的电致发光元件，其中：

将第一电极层和第二电极层中至少其中之一分成与三基色相应的部分，第一像素、第二像素和第三像素提供在第一电极层和第二电极层相互重叠的堆叠部分中；

光散射层包括与第一像素相应的第一光散射区域、与第二像素相应的第二光散射区域和与第三像素相应的第三光散射区域；和

分散在第一光散射区域中的每个金属颗粒的大小在 10nm 至 50nm 的范围内，分散在第二光散射区域中的每个金属颗粒的大小在 50nm 至 90nm 的范围内，分散在第三光散射区域中的每个金属颗粒的大小在 90nm 至 140nm 的范围内。

18. 根据权利要求 1 所述的电致发光元件，其中每个金属颗粒包括从由 Au、Ag、Pt、Co、W 和其合金构成的组中选择的其中之一。

19. 根据权利要求 1 所述的电致发光元件，其中每个金属颗粒包括其中等离子体激元被激发的颗粒。

20. 一种显示装置，包括：

电致发光元件，所述电致发光元件包含第一电极层、第二电极层、发光层以及光散射层，所述发光层提供在所述第一电极层和所述第二电极层之间，所述光散射层提供在所述第一电极层和所述发光层之间且包含有分散的金属颗粒；和

提供在所述电致发光元件的发光表面侧上的非自发光显示元件。

电致发光元件及使用该电致发光元件的显示装置

技术领域

本发明涉及用于平面光发射器、显示装置等的电致发光元件(以下称为 EL 元件), 尤其涉及其中光散射薄膜提供在发光层附近以提高发光效率的 EL 元件。

背景技术

到目前为止, 包括由无机材料制成的发光层的无机 EL 元件已经公知。近年来, 使用低分子有机薄膜或者聚合物有机薄膜作为发光层的有机 EL 元件已经在开发中。该 EL 元件具有装置薄且以低功耗发射光的特点。因此, 该 EL 元件已经投入平面光发射器的实际应用, 以照亮液晶显示器。此外, 用于全彩图像显示装置(其中像素以点阵排列)的 EL 元件已经在研究和开发中。

图 13 示出了到目前为止公知的全彩显示型 EL 元件的横截面结构。如图 13 所示, 背电极 52 形成在玻璃衬底 51 上。绝缘层 53、三个发光层 54、55 和 56、显示侧绝缘层 57 以及透明电极 58 按照该次序堆叠在背电极 52 上。每个背电极 52 为在与图 13 的纸平面平行的方向上延伸的条形电极。每个透明电极 58 为在与图 13 的纸平面垂直的方向上延伸的条形电极。形成滤色器层 59 以覆盖透明电极 58。三个发光层 54、55 和 56 分别为按照该次序堆叠的 ZnS: Tb, F 的绿色发光层、SrS: Ce 的蓝绿色发光层、ZnS: Mn 的桔黄色发光层。滤色器层 59 包括红色光透射滤波器 59r、绿色光透射滤波器 59g 和蓝色光透射滤波器 59b, 它们彼此相互隔开且形成以覆盖透明电极 58。例如, 在 JP 01-315988A 中描述了这样的结构。

在 EL 元件中, 驱动电压施加在每个背电极 52 和每个透明电极 58 之间以从位于其间交叉处的每个发光层 54、55 和 56 发射光。绿色(下文称作 G)光、红橙色(下文称作 R)光、蓝色(下文称作 B)光同时从发光层发射, 因此得到白色光。当白色光到达滤色器层 59 时, 除了滤色器层 59 相应颜色之外的颜色的光被位于交叉处的每个像素吸收, 仅仅与滤色器层 59 相应颜色的光从中通过。因此, 大量的发射光被滤色器层 59 吸收。

通过按照行顺序选择以条形形状提供且彼此隔开的大量背电极 52 或者大量透明电极 58 来执行实际的扫描驱动。即，假设透明电极 58 用作扫描电极，而背电极 52 用作信号电极。在这种情况下，当选择透明电极 58 其中之一时，则给背电极 52 提供信号电压，以便从发光层发射光，所述发光层位于所选择的透明电极与每个背电极 52 之间的每个交叉部分。顺序重复这样的操作以进行扫描，从而实现全彩显示。

在发光层中所产生的光不仅包括从发光层表面以垂直方向发射的光，还包括被限制在发光层中的光。例如，当发光层 54（或者发光层 56）比上述常规结构中的绝缘层 53（或者显示侧绝缘层 57）相对于可见光具有更大的折射率时，横向的光在绝缘层和发光层之间的界面处被全部反射。为此，光无法从发光层提取，因而光被限制在发光层中。因此，存在的问题是用于平面光发射器的 EL 元件的发光效率降低了。即使当发光层 54、55 和 56 以及绝缘层 53（或者显示侧绝缘层 57）的折射率朝向外部变得更低时，所产生的光仍然很可能被限制在每个发光层中。这导致用于平面光发射器的 EL 元件的发光效率降低。

在上述已知用于全彩显示装置的实例中，大量从发光层 54、55 和 56 发射的光被滤色器层 59 所吸收。例如，当使滤色器层 59 透射蓝色光束时，绿色光束和红橙色光束被吸收，而当使滤色器层 59 透射红橙色光束时，蓝色光束和绿色光束被吸收。为此，存在的问题在于提取用于显示的光的量必定减少了。

发明内容

因此根据本发明，EL 元件包括第一电极层、第二电极层、位于其间的发光层以及光散射层，所述光散射层形成在第一电极层和发光层之间且包含有分散的金属颗粒。从由 Au、Ag、Pt、Co 和 W 或者其合金构成的组中选择的金属可以用于金属颗粒。在这些金属颗粒中，表面等离子体激元可以被激发。

此外，所述光散射层由在介质材料中布置有金属颗粒的薄膜形成，每个金属颗粒具有的颗粒直径在 1nm 至 300nm 范围内。所述光散射层可以由在介质材料中布置有这样金属颗粒的薄膜形成，所述金属颗粒具有不同的短轴 (minor axis) 与长轴 (major axis) 比。每个金属颗粒可以具有等于光散射层厚度的颗粒直径。

所述 EL 元件进一步包括位于第二电极层和发光层之间的第二光散

射层。

可以替代的方案是，所述光散射层可以不位于第一电极层和发光层之间，而是提供在第二光散射层之上。

此外，第一电极层和第二电极层中至少其中之一包括多个彼此隔开的电极，并且像素提供在其中第一电极层和第二电极层相互重叠的堆叠部分。所述光散射层包括与第一像素相应的第一光散射区域和与第二像素相应的第二光散射区域。从第一光散射区域发射的散射光具有的波长特性与从第二光散射区域发出的散射光的波长特性不同。

根据本发明，在发光层附近提供了其中分散有金属颗粒的光散射层。因此，可以提高用于平面光发射器的 EL 元件的发光效率。

附图说明

在附图中：

图 1 为示出了根据本发明的实施例 1 的 EL 元件的局部横截面示意图；

图 2 为示出了根据本发明的实施例 1 的双面发光型 EL 元件的局部横截面示意图；

图 3 为示出了根据本发明的实施例 1 的所述 EL 元件的局部横截面示意图；

图 4 为示出了根据本发明的实施例 1 的所述 EL 元件的局部横截面示意图；

图 5 为示出了根据本发明的实施例 1 的所述 EL 元件的局部横截面示意图；

图 6 为示出了根据本发明的实施例 1 的所述 EL 元件的局部横截面示意图；

图 7 为示出了根据本发明的实施例 2 的 EL 元件的局部横截面示意图；

图 8 为示出了根据本发明的实施例 1 的所述 EL 元件的局部横截面示意图；

图 9 为示出了根据本发明的实施例 3 的 EL 元件的局部横截面示意图；

图 10 为示出了根据本发明的实施例 3 的所述 EL 元件的局部横截面示意图；

图 11 为示出了根据本发明的实施例 3 的所述 EL 元件的局部横截面示意图；

图 12 为示出了根据本发明的实施例 3 的所述 EL 元件的局部横截面示意图；

图 13 为示出了目前公知的 EL 元件结构的局部横截面示意图；

图 14 为示出了本发明的每个实施例 1、2 和 3 中使用的金属颗粒横截面示意图；

图 15 为示出了本发明的每个实施例 1、2 和 3 中使用的光散射层的局部横截面示意图；

图 16 为示出了本发明的每个实施例 1、2 和 3 中使用的所述光散射层的局部横截面示意图。

具体实施方式

根据本发明的 EL 元件包括第一电极层、第二电极层、位于其间的发光层以及光散射层，所述光散射层形成在第一电极层和发光层之间且包括分散的金属颗粒。图 1 示出了这样结构的 EL 元件的横截面示意图。图 1 中示出的结构适合于用作例如照明装置的平面发光板的 EL 元件。在图 1 中，在衬底 1 之上提供了上述构成元件。根据其中光散射层 3（其中分散有金属颗粒）提供在发光层 4 附近的结构，从发光层 4 发射的光在光散射层 3 上入射并与金属颗粒 6 发生碰撞。然后，光被慢反射至第一电极层 2 侧。因此，所述光可以作为散射光被提取。

从由 Au、Ag、Pt、Co 和 W 或者其合金构成的组中选择的金属可以用于金属颗粒 6。可以替代的方案是，使用其中表面等离子体激元被激发的颗粒作为金属颗粒 6。根据这样的结构，金属颗粒 6 的电子与近场光发生共振，所述近场光由发光层 4 和光散射层 3 之间的界面处的光全反射产生。然后，等离子体激元被激发，从而发射光。提取所发射的光。因此，在发光层和光散射层之间的界面处被全部反射的光，即被限制在发光层中的光可以散射至发光层的外部。因此，光利用效率，即用于平面光发射器的 EL 元件的发光效率可以得到提高。

当每个金属颗粒的颗粒直径变为 300nm 或者更小时，金属颗粒与近场光相互作用，因此等离子体激元被激发。等离子体激元意味着其中金属颗粒的电子与光的电场发生共振的一种状态。在来自折射率大的材料的光以小于等于全反射临界角的角度入射在折射率小的材料上

并且渗透至折射率小的材料的情况下，或者当入射在一个直径小于所述光波长的开口部分时在光穿过所述开口部分的情况下，通过近场光（也称作渐消失光）和金属颗粒的电子之间的共振，也可激发等离子体激元。

例如，当在发光层中产生的光从折射率大的发光层以小于等于全反射临界角的角度入射在折射率小的光散射层上时，在临近折射率小的光散射层的界面处的若干个 100nm 或者更小的区域内会产生近场光。近场光与分散在光散射层的金属颗粒的自由电子相互作用。其结果是，通过随着共振振动的自由电子发射光，发射光被散射出光散射层外部。所发射光的峰值强度根据每个金属颗粒的颗粒直径和每个金属颗粒的长轴与其短轴之比而改变。

在光散射层中分散有金属颗粒，每个金属颗粒的颗粒直径在 1nm 至 300nm 范围内。因此，即使当从发光层发射的光具有不同波长时，仍可以提取具有期望波长的散射光。即使当在光散射层中分散有几种具有不同的短轴与长轴比的金属颗粒时，仍可得到同样的效果。

每个金属颗粒可以由介电材料制成的基本球形的核心部分和形成在所述核心部分表面上的薄膜构成。假设在光散射层中混合有多种金属颗粒，在每种金属颗粒中，核心部分和金属薄膜的大小不同。在这种情况下，即使当从发光层发射的光具有不同的波长，也可提取具有期望波长的散射光。每个金属颗粒可以是其中多个颗粒凝结在一起的团。

具有上述结构的 EL 元件用作非自发光显示元件的照明装置。例如，所述 EL 元件可以用于液晶面板的照明装置以构成显示装置。

接着，将描述其中根据本发明的 EL 元件用于显示装置的结构。即，根据本发明的 EL 元件是这样的 EL 元件，其中第一电极层和第二电极层中至少其中之一包括彼此隔开的多个电极，并且像素提供在第一电极层和第二电极层相互重叠的堆叠部分中，发光层和其中分散有金属颗粒的光散射层位于第一电极层和第二电极层之间。采用了这样的结构，其中光散射层包括与第一像素相应的第一光散射区域和与第二像素相应的第二光散射区域，并且从所述第一光散射区域发射的散射光的波长特性与从所述第二光散射区域发射的散射光的波长特性不同。根据该结构，即使当发光层用于单色，仍可相应于像素调节散射光颜

色，因此多色显示是可能的。具有上述结构的 EL 元件不仅可以用于显示装置，还可以用于发射光的颜色根据位置而变化的照明装置。

可以替代的方案是，使用这样的结构，其中光散射层包括与第一像素相应的第一光散射区域和与第二像素相应的第二光散射区域，并且其中第一光散射区域中所包括的每个金属颗粒的形状与第二光散射区域中所包含的每个金属颗粒的形状不同。

因而，即使当发光层发射出具有特定特性的光，由于所散射光束的特性彼此不同，因此可以得到第一光散射区域所散射的光和第二光散射区域所散射的光。例如，可以使从第一光散射区域散射的光的波长与从第二光散射区域所散射的光的波长不同。可以替代的方案是，可以使从第一光散射区域散射的光的散射角度与从第二光散射区域散射的光的散射角度不同。

更具体地讲，将第二光散射区域的每个金属颗粒的平均颗粒直径设置为比第一光散射区域的每个金属颗粒的平均颗粒直径更大的值。在金属颗粒中等离子体激元被激发并因此光被散射的情况下，当每个金属颗粒的颗粒直径增加，散射光的波长移至长波长侧。因此，例如，第一光散射区域所散射的光的颜色可以设置为绿色组，而第二光散射区域所散射的光的颜色可以设置为红色组。即，可以为不同的像素指定不同的发光颜色。

对于每个金属颗粒的短轴与其长轴的形状比，将第二光散射区域的金属颗粒的平均形状比设置为比第一光散射区域的金属颗粒的平均形状比更大的值。在金属颗粒中等离子体激元被激发并因此光被散射的情况下，当每个金属颗粒的形状比增加时，散射光的波长移至长波长侧。因而，在平均颗粒直径的情况下，可以为不同的像素指定不同的发光颜色。

可以替代的方案是，发光层包括第一介电层和第二介电层。第一介电层的介电常数与第二介电层的介电常数不同，在光散射层中所述第一介电层构成与第一像素相应的第一光散射区域，所述第二介电层构成与第二像素相应的第二光散射区域。

可以替代的方案是，将介电层提供在发光层和光散射层之间。光散射层包括与第一像素相应的第一光散射区域和与第二像素相应的第二光散射区域。介电层的薄膜厚度在与第一光散射区域相应的第一部

分和与第二光散射区域相应的第二部分之间改变。当介电层的薄膜厚度在该各个部分之间改变时，施加给与第一像素区域相应的发光层和与第二像素区域相应的发光层的电压或者电流在其间改变。因此，可以实现均匀的发光强度。例如，当与第一部分相应的像素的发光强度大于与第二部分相应的像素的发光强度时，各个像素的光强度分布不平衡。因此，适当地设置与每个像素区域相应的介电层的薄膜厚度，使来自各个像素中的发光层和光散射层的散射光束的强度可以彼此相等。

此处使用的每个金属颗粒是这样的颗粒，其中金属薄膜形成在包含介电材料的基本球形核心部分的表面上。每个金属颗粒的核心部分和金属薄膜其大小在第一光散射区域和第二光散射区域之间改变。因此，波长与每个光散射区域的散射效率相关，结果是可以使用用于单色的发光层来执行多色显示。

将详细描述使用与三基色相应的光散射层执行多色显示的 EL 元件。在该 EL 元件中，第一电极层和第二电极层中至少其中之一被分成三个电极组。第一像素、第二像素和第三像素提供在其中第一电极层和第二电极层相互重叠的堆叠部分。光散射层包括与第一像素相应的第一光散射区域、与第二像素相应的第二光散射区域以及与第三像素相应的第三光散射区域。分散在第一光散射区域中的每个金属颗粒的大小在 10nm 至 50nm 的范围内。分散在第二光散射区域中的每个金属颗粒的大小在 50nm 至 90nm 的范围内。分散在第三光散射区域中的每个金属颗粒的大小在 90nm 至 140nm 的范围。因此，通过三基色 R、G 和 B 的结合可以执行颜色显示。

每个金属颗粒的实例包括这样的颗粒，所述颗粒包含从由 Au、Ag、Pt、Co 和 W 或者其合金构成的组中选择的金属；以及包含其中等离子体激元被激发的颗粒。

在下文中，将参考附图详细描述本发明的实施例。

(实施例 1)

将参考图 1 描述根据本实施例的 EL 元件。如图 1 中所示，透明的第一电极层 2 形成在透明的衬底 1 上。然后，其中在介电材料中分散有金属颗粒 6 的光散射层 3 形成在第一电极层 2 上。然后，发光层 4 和第二电极层 5 形成在光散射层 3 上。在该实施例中，将描述用作平

面发光板的 EL 元件。该 EL 元件可以用于提供在液晶显示装置背部中的照明装置。如图 1 中所示，其中分散有金属颗粒的光散射层形成在第一电极层和发光层之间。为此，光与金属颗粒碰撞，从而可以提取所述光。

在第一电极层和第二电极层之间施加电压以使其间流动电流，从而将高能电子注入发光层。然后，电子与空穴结合以从 EL 元件发射光。发光层中产生的光以与其平行的方向或者与其垂直的方向传播。在一些情况下，通过发光层与光散射层之间或者发光层和第二电极层之间的光折射率不同或者折射率分布，所产生的光被限制在发光层。当发光层 4 的折射率大于光散射层 3 的折射率时，在发光层 4 和光散射层 3 之间的界面处，光以光入射角度被全反射。当光在发光层 4 和光散射层 3 之间的界面处被全反射时，在光散射层 3 中产生近场光。因此从由 Au、Ag、Pt、Co 和 W 或者其合金构成的组中选择的金属可以用于金属颗粒 6。可以替代的方案是，使用其中表面等离子体激元被激发的颗粒作为金属颗粒 6。根据这样的结构，金属颗粒 6 的电子与近场光发生共振以激发等离子体激元。部分入射光由等离子体激元再次发射并散射至衬底 1 的外部。即，可以通过金属颗粒 6 提取被限制在发光层中的光。其结果是，在横向方向传播的光也可被提取，因此用于光发射器的 EL 元件的发光效率可以得到提高。

光在发光层和光散射层之间的界面处是否被全部反射取决于光入射角度。最大全反射角称为临界角。因为发光层的折射率变得比光散射层的折射率更大，限制在发光层中的光的百分比增加。

等离子体激元所发射光的波长取决于每个金属颗粒 6 的颗粒直径。即，当颗粒直径变得更大时，散射光的波长移至长波长侧。因此，为了分散分布将每个金属颗粒 6 的颗粒直径设置在例如 1nm 至 300nm 的范围内。这样，在发光层 4 中产生的光中，可以选择性地散射具有期望波长的光。优选地是，将上述结构用于液晶显示装置的背光。

图 2 示意性地示出了具有这样结构的 EL 元件，其中发光层夹在两个光散射层之间。图 2 中示出的 EL 元件与图 1 示出的 EL 元件其不同之处在于，第二光散射层 3' 提供在第二电极层 5 和发光层 4 之间。其他结构与图 1 相同，此处省略多余的描述。当透明电极用作第二电极层 5 时，不仅可以在衬底 1 侧上而且可以在第二电极层 5 侧上得到散

射光。即，当使用该结构时，可以实现双面发光型 EL 元件。

图 3 示意性地示出了具有这样结构的 EL 元件，其中不是使用球形颗粒而是使用每个具有长轴和短轴的非球形颗粒作为包含在光散射层 3 中的金属颗粒 6。假设每个非球形金属颗粒的短轴 r_2 与其长轴 r_1 之比为形状比。在形状比增加的情况下，当入射光被金属颗粒 6 散射而产生散射光时，入射在界面上的入射光的波长移至长波长侧。即，当金属颗粒 6 为球形颗粒且其颗粒直径增加时，就可能得到散射光所具有的波长移至长波长侧的相同效果。非球形颗粒的实例包括柱型或者矩形颗粒。

图 14 示出了光散射层 3 中包含的每个金属颗粒的另一结构的横截面图。每个金属颗粒包括由介电材料制成的核心部分 23 和其表面具有厚度 24 的金属薄膜 25。核心部分 23 的材料例如可以是二氧化硅。金属薄膜 25 的材料例如是 Au 或者 Ag。当调整核心部分 23 的直径 22 的绝对值以及金属薄膜 25 的厚度 24 的绝对值或者它们之间的比值时，波长与散射效率相关。

图 4 示意性地示出了具有这样结构的 EL 元件，其中介电层 7 提供在光散射层 3 和发光层 4 之间。当使用折射率比发光层 4 的折射率更小的介电层 7 时，在发光层 4 和介电层 7 之间引起全反射。当将光散射层 3 的折射率设置成比介电层 7 的折射率更小的值时，在介电层 7 和光散射层 3 之间的界面处引起全反射。当介电层较薄时，光的全反射所产生的近场光透入光散射层。其结果是，在光散射层中的金属颗粒的电子与近场光发生共振以激发等离子体激元，从而发射光。从衬底 1 中提取所发射的光。当介电层的薄膜厚度在 1nm 至 50nm 的范围时，近场光可以与光散射层的金属颗粒相互作用。当薄膜厚度在该范围内改变时，可以调节光提取效率。

如上所述，当介电层提供在光散射层和发光层之间时，在介电层和发光层之间的界面处可以具有全反射条件。例如，使用介电常数小的材料用于介电层时，临界角增加，所以容易引起全反射。因此，可以产生更大量的近场光，从而增加了金属颗粒所散射的光的数量。

图 5 示意性地示出了具有这样结构的 EL 元件，其中使光散射层 3 的薄膜厚度基本等于每个金属颗粒 6 的颗粒直径。例如，当每个金属颗粒 6 的颗粒直径为几十 nm 时，将光散射层 3 的薄膜厚度设置成几十

nm。根据该结构，通过与金属颗粒电接触可以使第一电极层与发光层直接接触。绝缘介电材料通常用于光散射层，当使用无机 EL 层作为发光层 4 时，可以防止施加在发光层上的电场降低。当使用有机 EL 层作为发光层 4 时，可以防止注入发光层的电子流被阻挡。因此，可以提高从第一电极层至发光层的电子或者空穴的注入效率。此外，被限制在发光层中的光可以被金属颗粒散射，并从发光层提取。因此，可以提高用于平面光发射器的 EL 元件的发光效率。

图 6 示意性地示出了具有这样结构的 EL 元件，其中提供了彼此发光颜色不同的多个发光层。如图 6 所示，用于红色的 R-发光层 4r，用于绿色的 G-发光层 4g 和用于蓝色的 B-发光层 4b 作为发光层堆叠，以实现高强度的白色 EL 元件。因此，当提供了发射光波长彼此不同的多个发光层以及其中分散有金属颗粒的光散射层时，可以发射必要的颜色光，并可提取限制在发光层中的光。因此，可能得到这样的平面光发射器，其中保证了从平面光发射器中发射的光的颜色选择自由度，以便提高发光效率。

图 8 示出了有机 EL 元件的详细横截面结构。在有机 EL 元件的情况下，空穴和电子在发光层中相互结合以发射光。第一电极层 2、空穴注入层 8、空穴传输层 9、光散射层 3、有机 EL 材料制成的发光层 4、电子传输层 10、电子注入层 11 和第二电极层 5 按照这样的顺序堆叠在衬底 1 上。因此，从第一电极层和第二电极层注入的空穴和电子的注入效率和传输效率可以得到提高，以便提高发光效率。金属颗粒 6 分散在光散射层 3 中。此处，每个颗粒直径大约 1nm 至 300nm 的金 (Au) 颗粒作为金属颗粒 6 分散在薄膜厚度为 1nm 至 1 μ m 的氧化硅薄膜中。制备其中 Au 颗粒与氧化硅混合或者分散在其中的靶 (target)，并使用 RF 溅射方法执行沉积以形成光散射层。除了氧化硅薄膜以外，可能使用诸如氧化铝薄膜、氮化硅薄膜、氧化银薄膜、氧化钨薄膜或者氧化钴薄膜的氧化物薄膜，或者陶瓷材料薄膜。除了 Au 以外，可以使用 Ag、Pt、Co、W 等作为金属颗粒。为使金属颗粒分散分布，将每个金属颗粒 6 的颗粒直径设置在光散射层 3 的薄膜厚度范围内。因此，可以引起从发光层 4 发射的光的波长色散。

用于发光层 4 的有机 EL 材料的宿主材料的实例包括 Alq3 和铍苯基喹啉 (BeBq2)。发光层 4 的掺杂剂的实例包括荧光材料和磷光材料。

在有机 EL 元件的情况下，当从两个电极层注入电子和空穴，以便复合发出光时，不需要为注入电子提供高能量。因此，可以降低驱动电压。

空穴注入层 8 和空穴传输层 9 提供在用作阳极的第一电极层 2 和发光层 4 之间，这有利于来自第一电极层 2 的空穴的注入和传输。选择所述层的材料，以使每个电离电势在用作阳极的第一电极层 2 的功函数和发光层 4 的电离电势之间。例如，可以使用诸如酞菁衍生物或者三唑衍生物的材料。电子注入层 11 和电子传输层 10 提供在发光层 4 和第二电极层 5 之间，这有利于来自第二电极层 5 的电子的注入和传输。选择所述层的材料，以使得每个电子的亲势 (affinity) 在第二电极层 5 的功函数和发光层 4 的电子亲势之间。例如，可以使用诸如三唑衍生物或者三嗪衍生物的材料。

在上述各种结构中，第二电极层 5 为诸如 Al 的金属薄膜，或者由 ITO 制成并使用溅射方法或者真空蒸发方法形成的透明导电薄膜。在该实施例中，除图 2 的情况外，从衬底 1 侧提取从发光层 4 (4b、4g、4r) 发射的光以及光散射层 3 所散射的光。当从作为上面部分侧的第二电极层 5 提取光束时，仅需要使用不透明金属电极作为第一电极层 2，而使用由 ITO 等制成的透明电极层作为第二电极层 5。

由无机材料制成的发光层 4 通过 EL 材料的沉积形成，在所述 EL 材料中通过电子束蒸发方法使用 Sm 或 Tb 掺杂 ZnS。ZnS 的 EL 元件为无机 EL 元件，因此驱动电压变得更高。

在该实施例中，玻璃衬底用作衬底 1。可以使用由弹性材料制成的衬底，诸如透明塑料衬底。在该实施例中，使用了将光提取到衬底侧的结构，因此透明电极层用作第一电极层 2。具体地讲，使用真空蒸发方法沉积氧化铟锡(下文中称为 ITO)。可以使用氧化铟锌来代替 ITO。(实施例 2)

图 7 为示出了根据该实施例的 EL 元件的横截面结构的局部示意图。根据该实施例的 EL 元件与根据实施例 1 的 EL 元件的重要不同在于，光散射层 3 不是提供在第一电极层和发光层之间，而是提供在第二电极层 5 上。其它结构和结构布置与实施例 1 中的相同，此处省略多余描述。在根据该实施例的结构中，不透明金属电极用作第二电极层 2，而透明电极层用作第二电极层 5，从而得到来自图 7 的上部散射光。发光层 4 与第二电极层 2 和第二电极层 5 接触。因此，存在的优

势在于，通过光散射层 3 防止了施加至发光层 4 上的电压降低或者注入其中的电荷的抑制。

(实施例 3)

图 9 为示出了根据该实施例的 EL 元件的横截面的局部示意图。将描述根据本发明的 EL 元件用于显示装置的结构。此处将描述 EL 元件的实例，其中相应于三种光散射区域形成了彼此隔开的多个电极。如图 9 所示，第一电极层 2 形成在由玻璃等制成的透明衬底 1 上，第一电极层 2 为在平行于图 9 的纸平面方向延伸的多个隔开的条形电极组的其中之一。光散射层 3 形成在第一电极层 2 上。发光层 4 形成在光散射层 3 上。彼此隔开并以条形提供以与第二电极层 2 相交的第二电极层 - B 5b、第二电极层 - G 5g 和第二电极层 - R 5r 形成在发光层 4 上。其中第一电极层 2 和第二电极层 5 相互重叠的每个堆叠部分构成像素。当在第一电极层 2 和第二电极层 - B 5b 之间施加电压时，夹在其间的发光层区域发射光。当在第一电极层 2 和第二电极层 - G 5g 之间施加电压时，夹在其间的发光层区域发出光。当如上所述执行逐次电极选择时，可以实现点阵显示。

光散射层 3 包括相应于像素提供的光散射区域 - B 3b、光散射区域 - G 3g 和光散射区域 - R 3r。各个光散射区域的金属颗粒 6 的平均颗粒直径彼此不同。即，光散射层 - G 3g 的金属颗粒 - G 6g 的平均颗粒直径比光散射区域 - B 3b 的金属颗粒 - B 6b 的平均颗粒直径大。光散射层 - R 3r 的金属颗粒 - R 6r 的平均颗粒直径比光散射区域 - G 3g 的金属颗粒 - G 6g 的平均颗粒直径大。因此，当调整每个光散区域的金属颗粒形状时，可以改变散射光的特性，例如散射光的波长特性及其方向性。

如上所述，在金属颗粒 6 中等离子体激元被激发的情况下，当每个金属颗粒的颗粒直径增加时，入射光的波长就移至长波长侧以产生散射光。在该实施例中，金属颗粒 - G 6g 所散射的光的波长比金属颗粒 - B 6b 所散射的光的波长更长，金属颗粒 - R 6r 所散射的光的波长比金属颗粒 - G 6g 所散射的光的波长更长。例如，假设发光层 4 为用于蓝光或者紫外光的 EL 发光层，Au 颗粒用作金属颗粒。然后，当将金属颗粒 - B 6b 的平均颗粒直径设置为大约 50nm 时，将金属颗粒 - G 6g 的平均颗粒直径设置为大约 100nm，将金属颗粒 - R 6r 的平均颗粒

直径设置为大约 150nm，可以得到蓝色光束、绿色光束和红色光束作为各个散射光束。

因此，光束被与各个像素相应的光散射层 3 的光散射区域散射，以产生颜色彼此不同的散射光束。当逐次扫描构成第一电极层 2 的多个电极和构成第二电极层 5 的多个电极时，可以得到能够执行全彩显示的 EL 元件。

可以如下制造图 9 示出的光散射层 3。将 Au 颗粒或者 Ag 颗粒与由用于光散射层 3 的材料制成的靶混合或者将其分散在该靶之中。通过使用靶的 RF 溅射方法执行薄膜形成。使用金属掩膜用于形成薄膜，在所述金属掩膜中，为包括例如三个像素的每个组提供空穴。形成具有平均颗粒直径的光散射层 3，然后金属掩膜移位一个像素。接着，在不同的 RF 溅射条件下执行薄膜形成。当重复这样的操作时，可以得到具有不同平均颗粒直径的光散射层 3。

图 10 示意性地示出了具有这样结构的 EL 元件，其中不是使用球形颗粒而是使用每个具有长轴和短轴的非球形颗粒作为包含在光散射层 3 中的金属颗粒 6。非球形颗粒是例如柱型或矩形颗粒。假设每个金属颗粒 6 的短轴与其长轴之为形状比，形状比增加时，当入射光被金属颗粒 6 散射产生散射光时，最大散射光的波长移至长波长侧。即，光散射区域 - G 3g 的金属颗粒 - G 6g 的平均形状比比光散射区域 - B 3b 的金属颗粒 - B 6b 的平均形状比更大。光散射区域 - R 3r 的金属颗粒 - R 6r 的平均形状比比光散射区域 - G 3g 的金属颗粒 - G 6g 的平均形状比更大。其结果是，金属颗粒 - G 6g 所散射的光的波长比金属颗粒 - B 6b 所散射的光的波长更长，金属颗粒 - R 6r 所散射的光的波长比金属颗粒 - G 6g 所散射的光的波长更长。因此，在参考图 9 描述的情况下，可以得到全彩 EL 元件。

图 11 示意性地示出了具有这样结构的 EL 元件，其中介电层 7 提供在光散射层 3 和发光层 4 之间。在该结构中，对于每个像素区域，介电层 7 的薄膜厚度不同。即，如图 11 所示，随着布置在光散射层中的金属颗粒 8 的大小变得更大，介电层 7 的薄膜厚度增加。从与各个像素区域相应的金属颗粒 - B 6b、金属颗粒 - G 6g 和金属颗粒 - R 6r 所散射光束的强度彼此不同。因此，为每个像素区域调节介电层 7 的薄膜厚度，以使得散射光束的强度彼此相等。将介电层 7 的薄膜厚度

设置为例如能够允许沟道电流流动的薄膜厚度。

图 12 示出了有机 EL 元件的详细横截面结构。在该结构中，空穴注入层 8 和空穴传输层 9 提供在光散射层 3 和第一电极层 2 之间。此外，电子传输层 10 和电子注入层 11 提供在有机 EL 材料制成的发光层 4 和第二电极层 5 之间。根据这样的结构，提高了空穴和电子的注入效率，因此可能得到低压驱动。

如图 9 至 12 示出的包括各个像素区域的光散射层 3 可以由对于每个区域来讲介电常数不同的发光层所代替。即，假设其中分散有金属颗粒 - B 6b 的光散射区域 - B 3b、其中分散有金属颗粒 - G 6g 的光散射区域 - G 3g 以及其中分散有金属颗粒 - R 6r 的光散射区域 - R 3r 具有彼此不同的介电常数。因此，可以进一步改变散射光束的强度峰值。

在如上所述的每个结构中，描述了球形颗粒、或者柱状颗粒或者矩形颗粒的金属颗粒 6。然而，本发明并不仅限于此，因此金属颗粒可以为多边形颗粒或者形状复杂颗粒。

图 15 示意性地示出了其中金属颗粒分散在每个光散射区域的光散射层 31，在所述光散射层 31 中每个金属颗粒具有金属薄膜 25 提供在由介电材料（参见图 14）制成的核心部分表面上的结构。即，图 9 至 12 示出的光散射层 3 可以由光散射层 31 代替。在图 15 中，省略了位于光散射层 31 上面和下面的层。使用了这样的金属颗粒，其中调节核心部分的直径绝对值和金属薄膜的厚度绝对值或者其比值。因此，波长与每个光散射区域的散射效率相关。在光散射层 31 中，金属颗粒 35 分散在直接位于第二电极层 - B 下的部分 32 中，每个所述金属颗粒 35 所具有的金属薄膜厚度比核心部分的厚度相对更厚。金属颗粒 37 分散在直接位于第二电极层 - R 下的部分 32 中，每个所述金属颗粒 37 所具有的金属薄膜厚度比核心部分的厚度相对更薄。金属颗粒 36 分散在直接位于第二电极层 - G 之下的部分 33 中，每个所述金属颗粒 36 所具有的核心部分和金属薄膜之间的厚度比是在两侧部分中分散的金属颗粒中的其厚度比的中间值。在具有这样结构的光散射层 31 中，从发光层（未示出）发射出的光中，短波长分量被金属颗粒 35 以高效率散射，长波长分量被金属颗粒 37 以高效率散射，而中间波长分量被金属颗粒 36 以高效率散射。因此，可以得到用于全彩显示装置的 EL 元件。

图 16 示意性地示出了光散射层 41，其中使用多个颗粒凝结在一起

的每个团用作金属颗粒。即，图 9 至图 12 示出的光散射层 3 可以通过光散射层 41 代替。在图 16 中，省略了位于光散射层 41 之上和之下的层。在光散射层 41 中，金属颗粒团 45 分散在直接位于第二电极层 - B 下方的部分 42 中，在所述每个金属颗粒团 45 中，相对小量的颗粒（几个至十个颗粒）凝结在一起。金属颗粒团 47 分散在直接位于第二电极层 - R 下方的部分 44 中，在所述每个金属颗粒团 47 中，相对较大的颗粒（几十个至一百个颗粒）凝结在一起。金属颗粒团 46 分散在直接位于第二电极层 - G 下方的部分 43 中，在所述每个金属颗粒团 46 中，凝结颗粒的数量是上述颗粒数量之间的中间值。在具有这样结构的光散射层 41 中，从发光层（未示出）发射出的光中，短波长分量被金属颗粒团 45 以高效率散射，长波长分量被金属颗粒团 47 以高效率散射，而中间波长分量被金属颗粒团 46 以高效率散射。因此，可以得到用于全彩显示装置的 EL 元件。

在根据每个实施例的结构中，描述了无源矩阵显示装置，其中第一电极层 2 和第二电极层 5 用于多个条形电极，并且像素提供在其间的每个交叉部分。可以使用这样的 EL 元件，其中使用在每个像素处形成了 TFT 元件等的有源矩阵结构，第二电极层用作像素电极，并为每个像素提供光散射层 3。

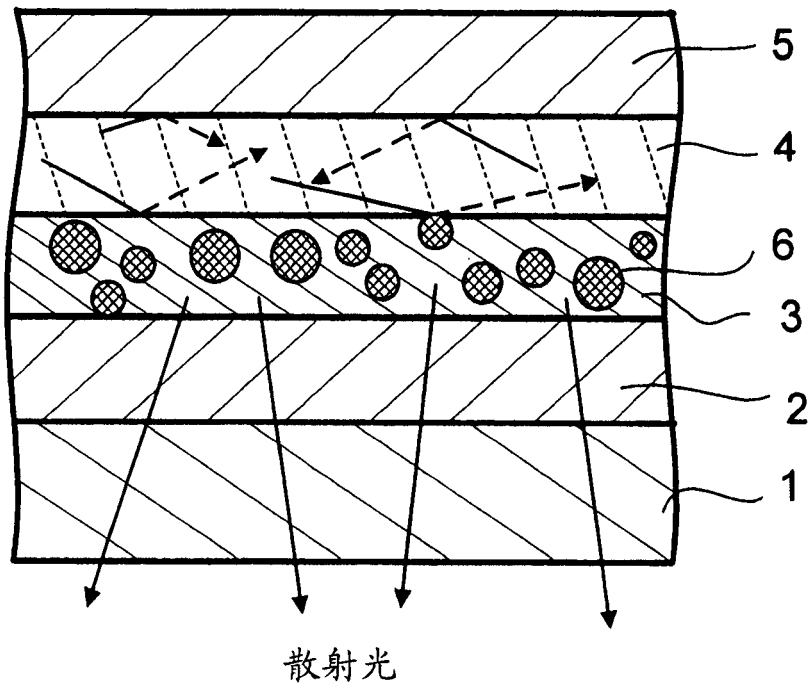


图 1

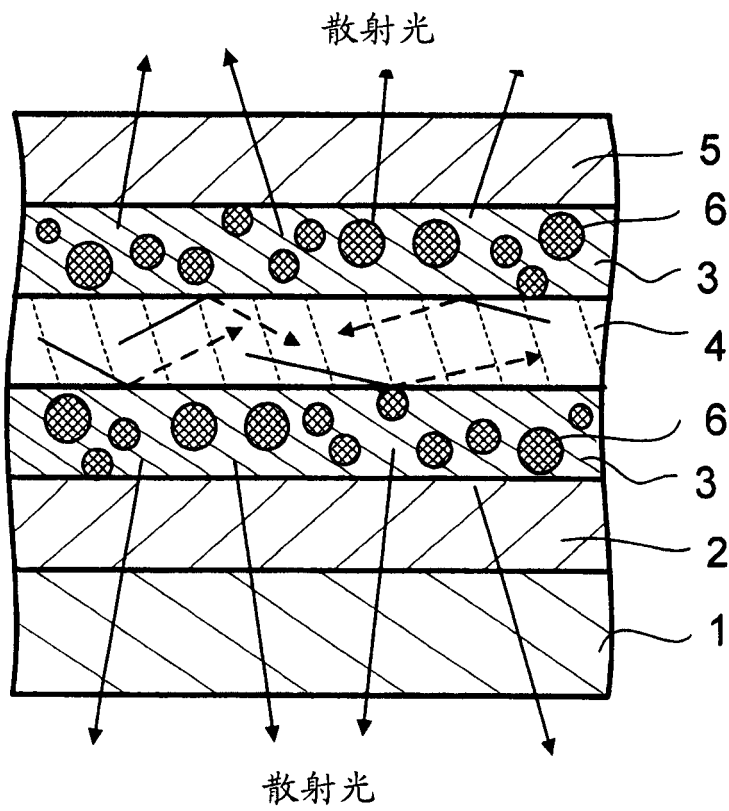


图 2

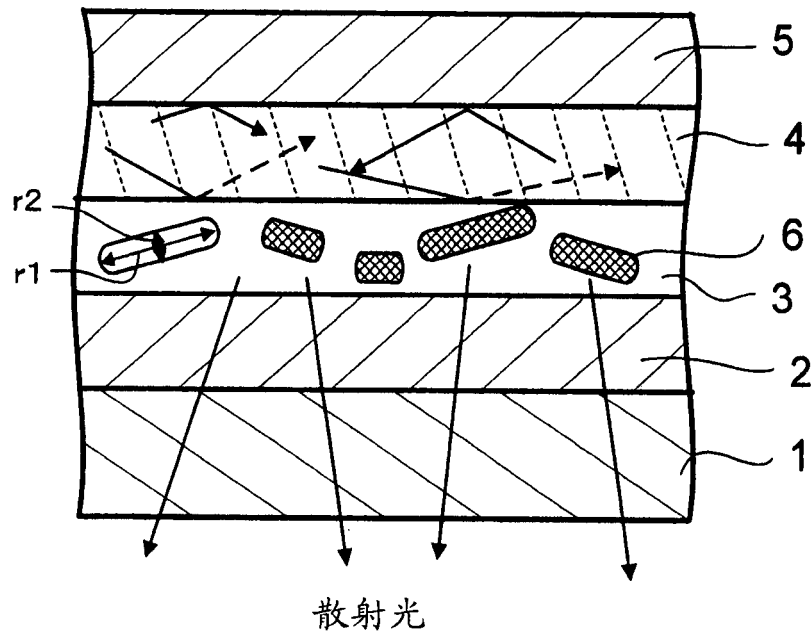


图 3

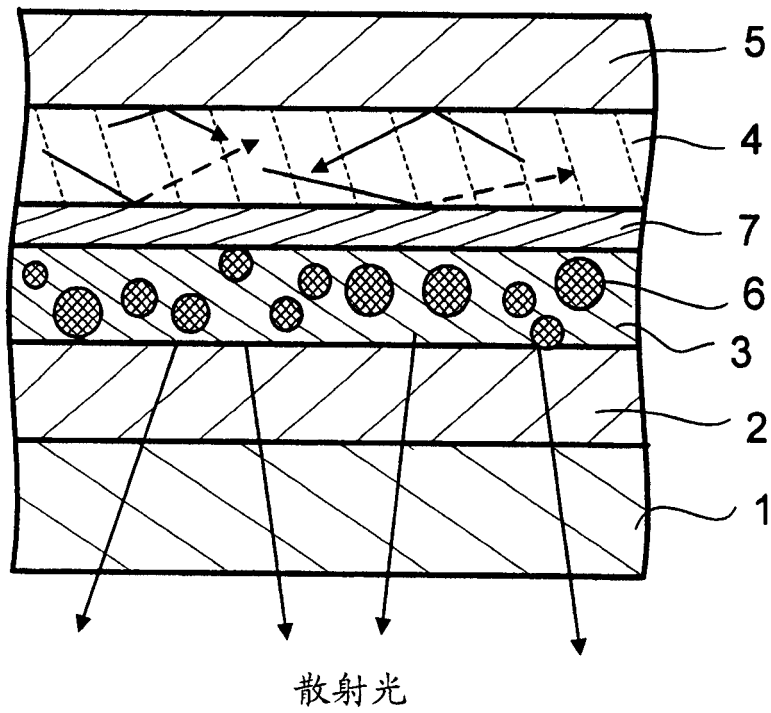


图 4

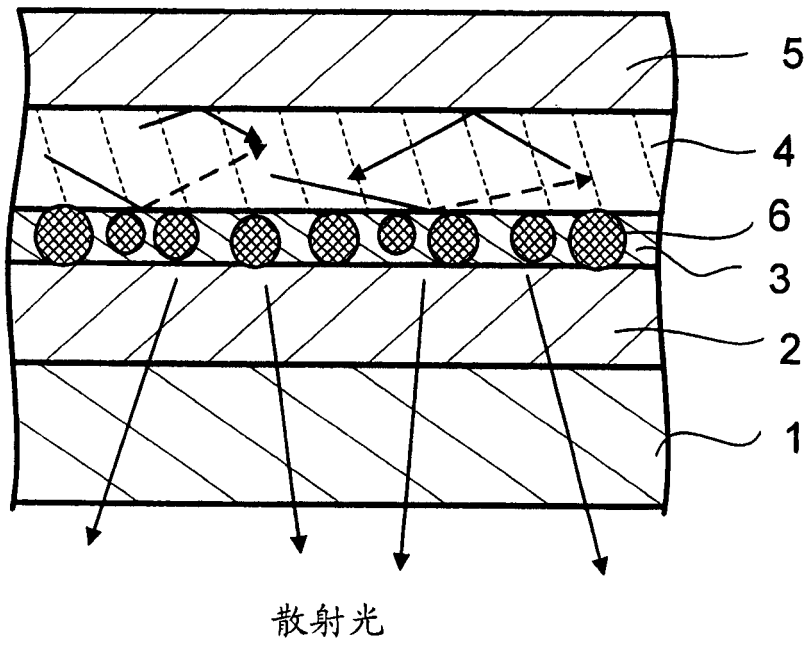


图 5

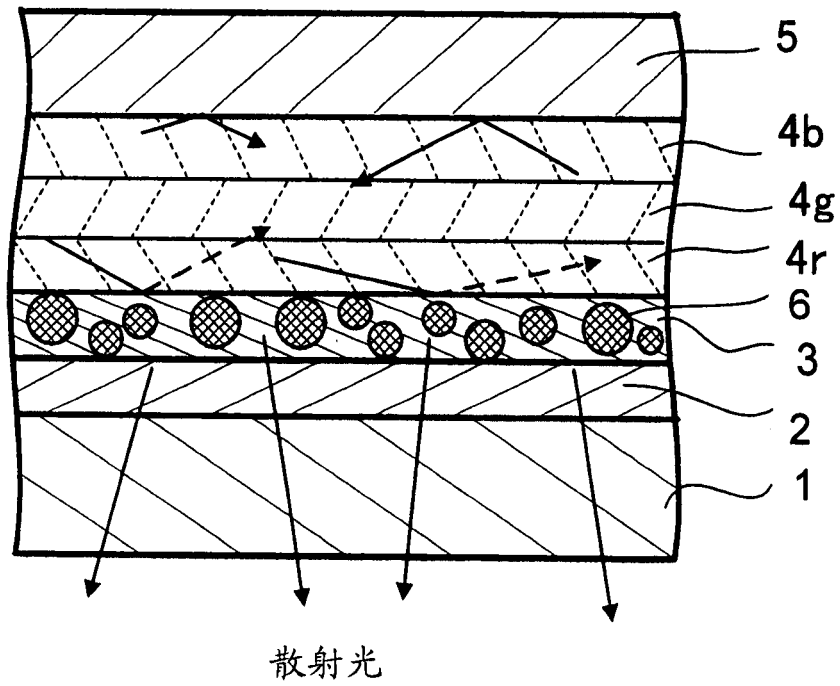


图 6

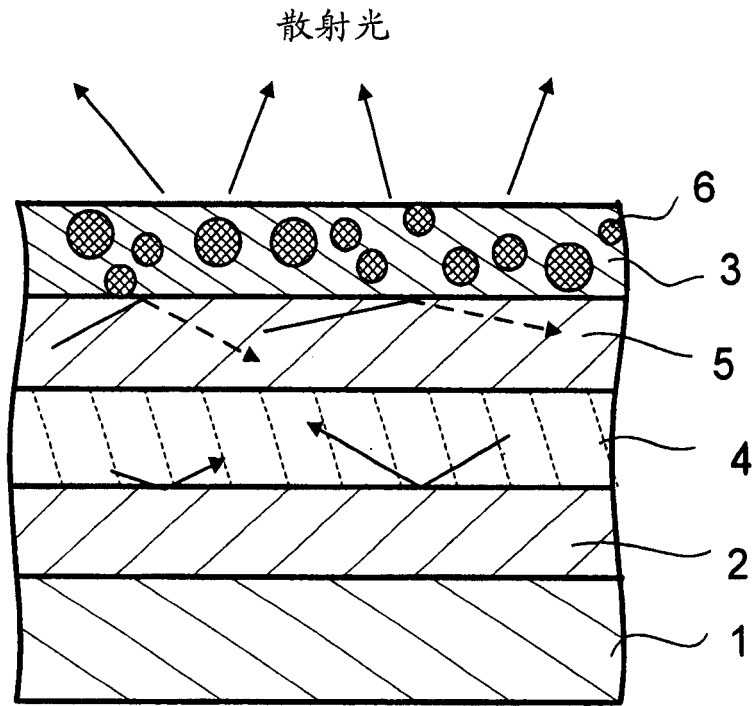


图 7

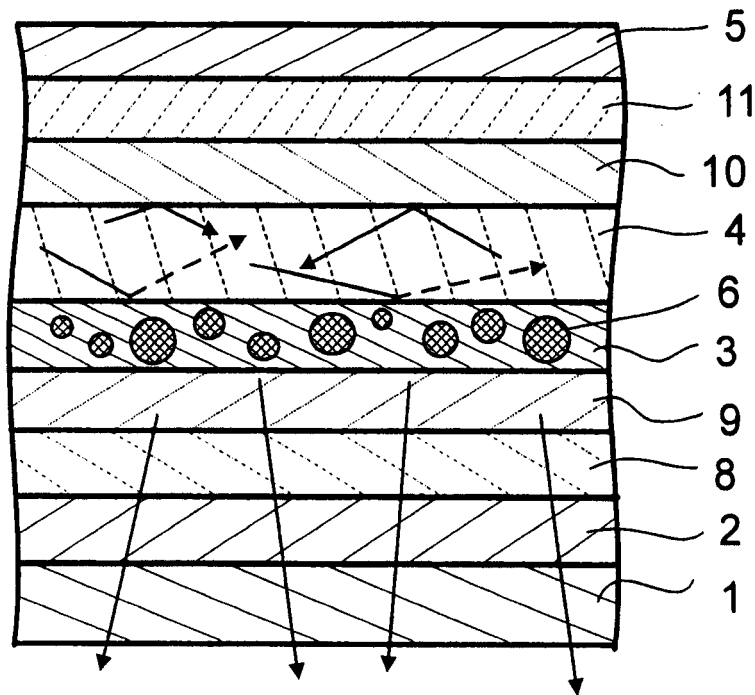


图 8

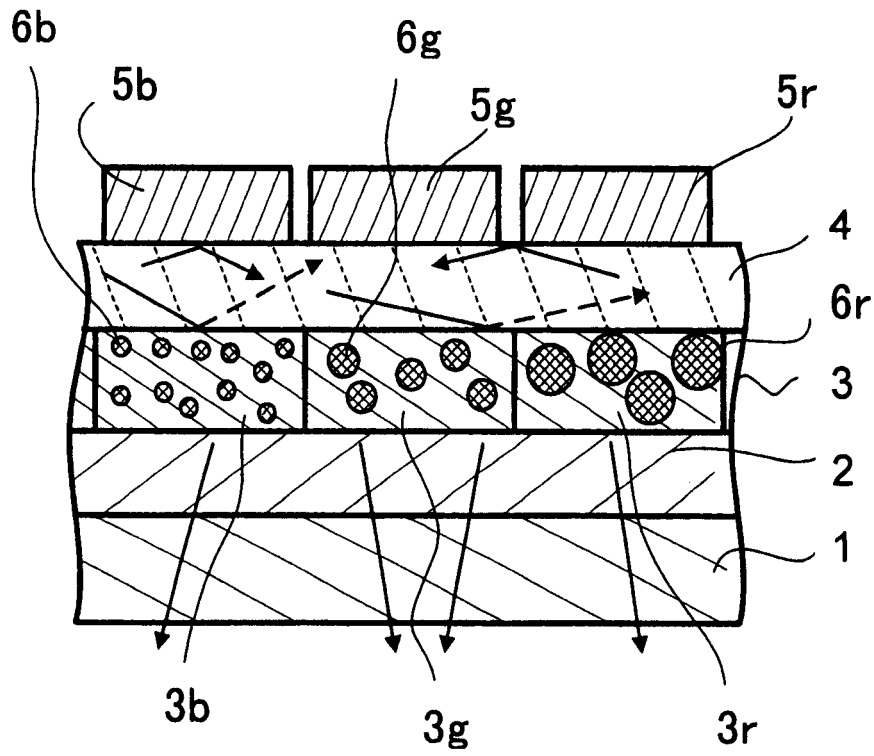
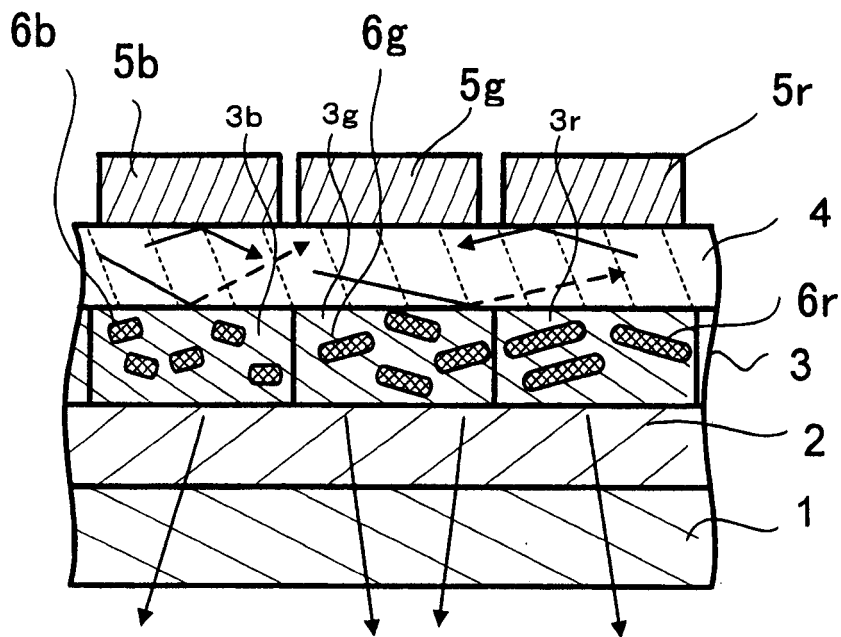


图 9



散射光

图 10

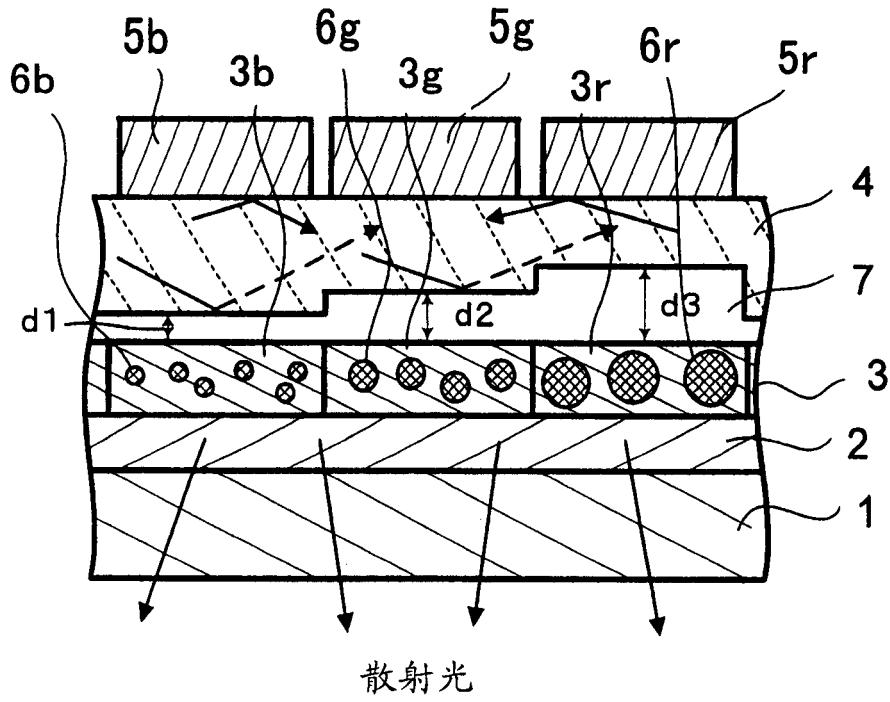


图 11

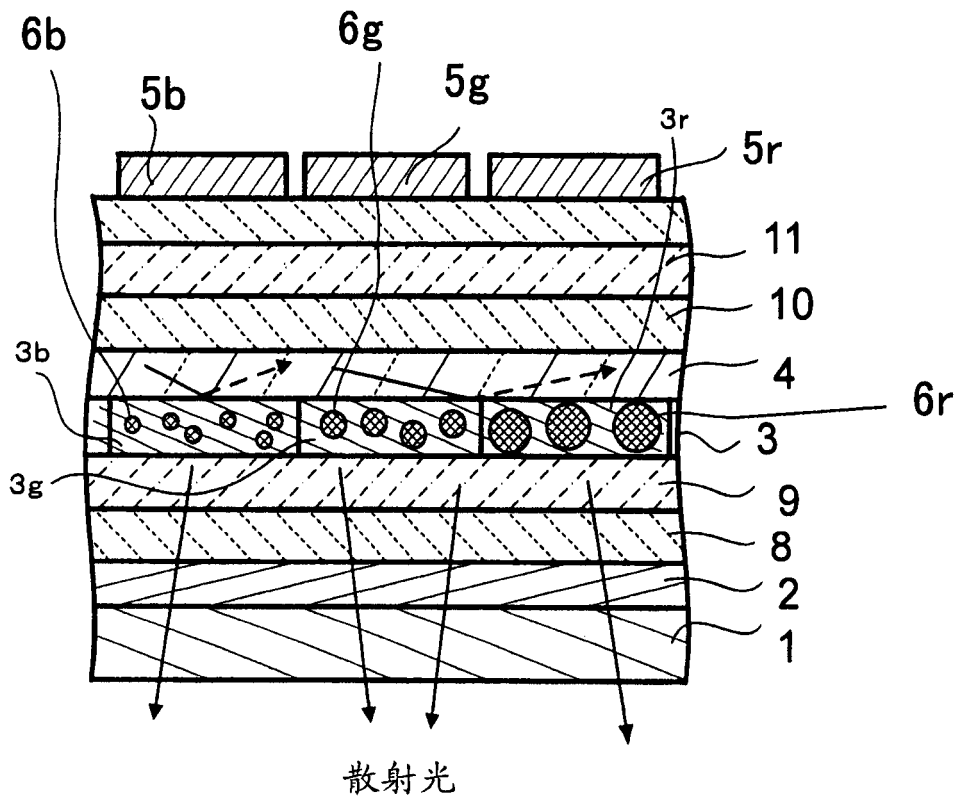


图 12

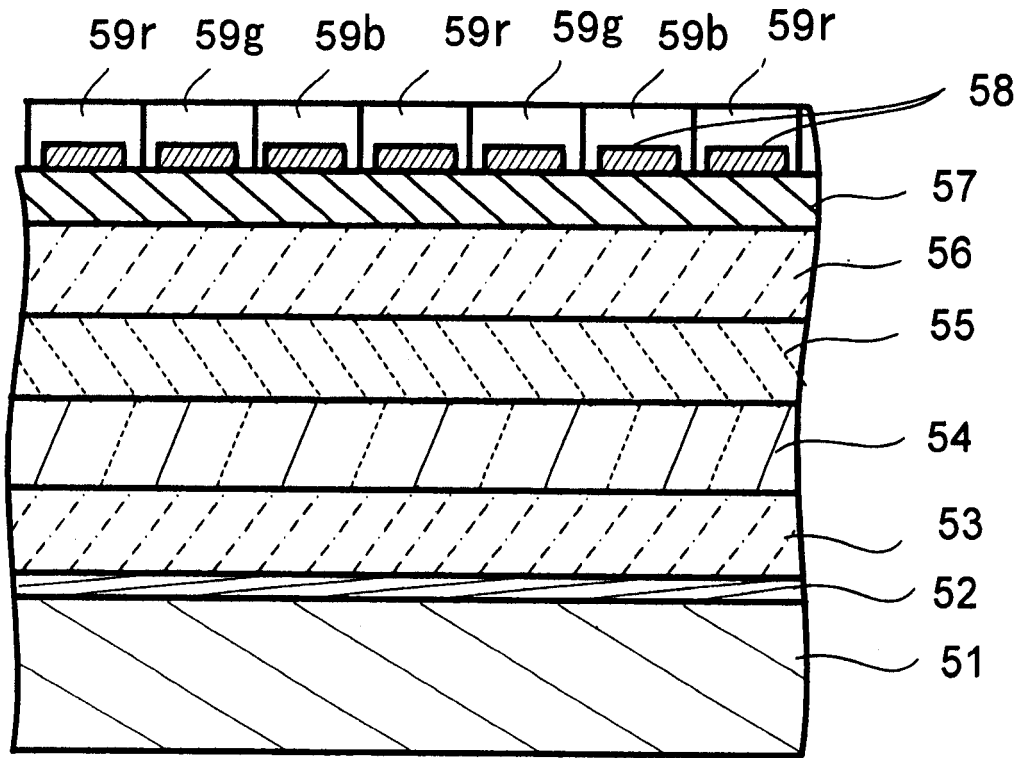


图 13 现有技术

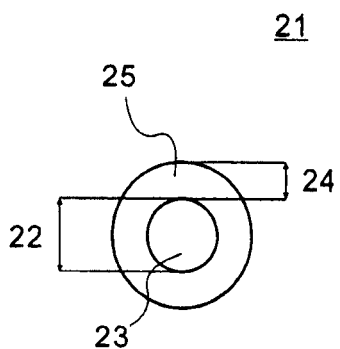


图 14

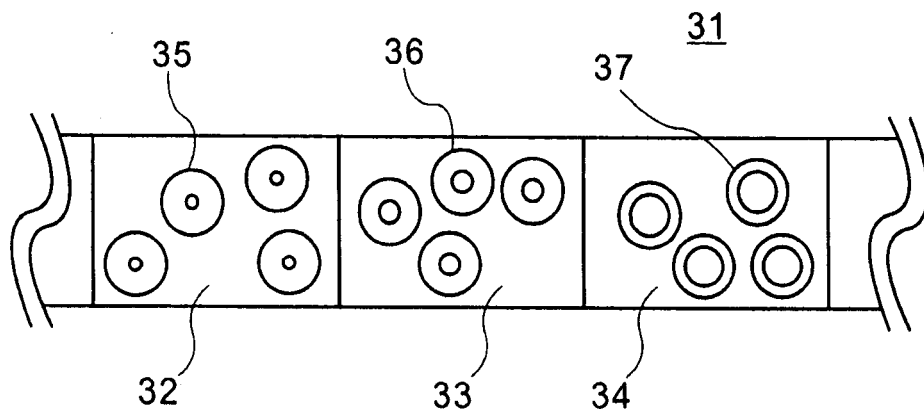


图 15

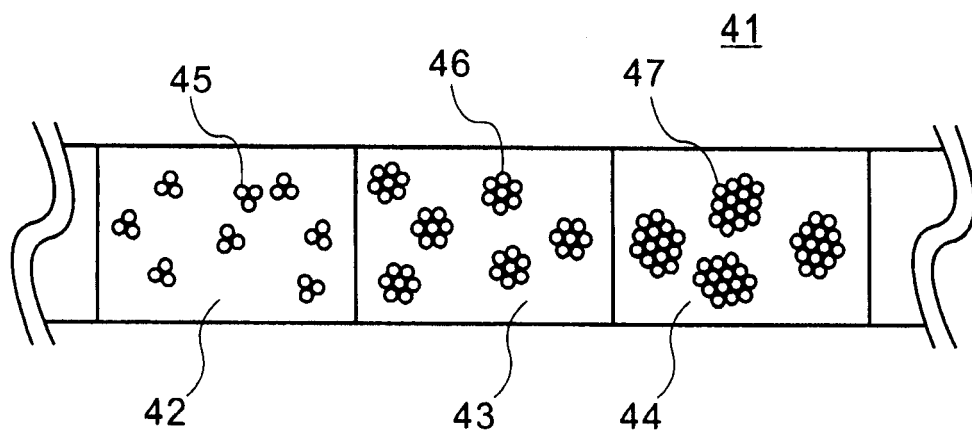


图 16

专利名称(译)	电致发光元件及使用该电致发光元件的显示装置		
公开(公告)号	CN1967901A	公开(公告)日	2007-05-23
申请号	CN200610149337.4	申请日	2006-11-20
[标]申请(专利权)人(译)	精工电子有限公司		
申请(专利权)人(译)	精工电子有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	精工电子有限公司		
[标]发明人	大海学 须田正之 山本修平 杉野谷充 千本松茂		
发明人	大海学 须田正之 山本修平 杉野谷充 千本松茂		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/54 H01L27/32 H05B33/22		
CPC分类号	H01L27/322 H01L51/5262 H01L51/5265		
代理人(译)	刘红		
优先权	2005333694 2005-11-18 JP 2006262568 2006-09-27 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在包含夹在上下电极之间的发光层的EL元件中,对该EL元件发出的光来讲,由于没有提取在发光层界面处被全反射的光,所以存在发光效率降低的问题。因此,在电极和发光层之间提供了其中分散有金属颗粒的光散射层。根据这样的结构,来自发光层中的光可以被金属颗粒散射并提取,从而提高了发光效率。当在金属颗粒中等离子体激发元被激发时,可以使用限制在发光层或者与其临近的每个层中的光,从而提高了光使用效率。

