

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510130129.5

H05B 33/00 (2006.01)

H05B 33/14 (2006.01)

H05B 33/02 (2006.01)

H05B 33/10 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 100518421C

[22] 申请日 2005.12.12

[21] 申请号 200510130129.5

[30] 优先权

[32] 2004.12.11 [33] KR [31] 10-2004-0104651

[32] 2005.2.19 [33] KR [31] 10-2005-0013889

[73] 专利权人 三星移动显示器株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 宋英宇 金润昶 吴宗锡 曹尚焕

安智薰 李潞九 李昭玲 河载兴

[56] 参考文献

EP1480281A2 2004.11.24

US20030146696A1 2003.8.7

JP2004-119117A 2004.4.15

CN1411325A 2003.4.16

CN1512241A 2004.7.14

审查员 潘光虎

[74] 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

代理人 罗正云 宋志强

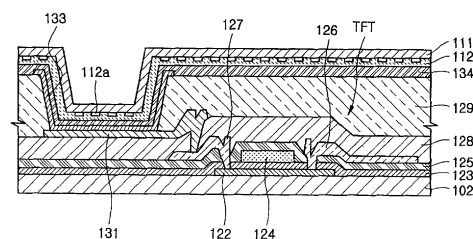
权利要求书 4 页 说明书 26 页 附图 11 页

[54] 发明名称

电致发光显示设备及其制造方法

[57] 摘要

本发明公开了一种具有改进的外部光耦合效率和亮度并易于制造的电致发光(EL)显示设备,及制造该 EL 显示设备的方法。在一个实施例中,EL 显示设备包括基板、形成在该基板之上的第一电极、形成在该第一电极之上并面对该第一电极的第二电极、包括发光层并设置在该第一电极和该第二电极之间的第一中间层、设置在该第二电极顶部上的色彩转换层以及设置在该第二电极和该色彩转换层之间的衍射光栅。



1、一种电致发光显示设备，包括：

基板；

形成在该基板之上的第一电极；

形成在该第一电极之上并面对该第一电极的第二电极；

包括发光层并设置在该第一电极和该第二电极之间的第一中间层，该发光层在遍及子像素全部区域内发射单色光；

设置在该基板和该第一电极之间的色彩转换层；以及

设置在该色彩转换层和该第一电极之间的衍射光栅，

其中，

该衍射光栅形成在第二中间层中，该第二中间层插入在该色彩转换层和该第一电极之间，并在面对该第一电极的表面上具有凸起，

该第二中间层的折射率高于形成在该第二中间层之上或者之下的各层的折射率，

该色彩转换层将从该发光层发射并通过该衍射光栅的单色光转换为各种颜色。

2、如权利要求1所述的电致发光显示设备，其中该发光层发射蓝光或者紫外线。

3、如权利要求1所述的电致发光显示设备，进一步包括设置在该第二中间层和该第一电极之间的第三中间层，其中该第三中间层面对该第一电极的表面是平整的。

4、如权利要求3所述的电致发光显示设备，其中该第三中间层和该第一电极集成成为一个整体。

5、如权利要求1所述的电致发光显示设备，其中折射率低于该第二中间层的折射率的材料设置在该第二中间层的所述凸起之间。

6、如权利要求1所述的电致发光显示设备，其中该衍射光栅的图案之间的

距离是从该发光层发射的光的波长的 $1/4$ 到 4 倍。

7、一种电致发光显示设备，包括：

基板；

形成在该基板之上的第一电极；

形成在该第一电极之上并面对该第一电极的第二电极；

包括发光层并设置在该第一电极和该第二电极之间的第一中间层，该发光层在遍及子像素全部区域内发射单色光；

设置在该基板和该第一电极之间的色彩转换层；以及

设置在该色彩转换层和该第一电极之间的衍射光栅，

其中，

该衍射光栅包括多个在该色彩转换层顶部上的凸起元件，

所述凸起元件的折射率高于形成在所述凸起元件之上或者之下的各层的折射率，

该色彩转换层将从该发光层发射并通过该衍射光栅的单色光转换为各种颜色。

8、如权利要求 7 所述的电致发光显示设备，进一步包括设置在该凸起元件和该第一电极之间的第三中间层，其中该第三中间层面对该第一电极的表面是平整的。

9、如权利要求 8 所述的电致发光显示设备，其中该第三中间层和该第一电极集成为一个整体。

10、如权利要求 7 所述的电致发光显示设备，其中折射率低于所述凸起元件的折射率的材料设置在所述凸起元件之间。

11、一种电致发光显示设备，包括：

基板；

形成在该基板之上的第一电极；

形成在该第一电极之上并面对该第一电极的第二电极；

包括发光层并设置在该第一电极和该第二电极之间的第一中间层，该发光

层在遍及子像素全部区域内发射单色光;

设置在该基板和该第一电极之间的色彩转换层;

设置在该色彩转换层和该第一电极之间的衍射光栅,该衍射光栅包括多个形成在该色彩转换层面对该第一电极的表面上的凸起;以及

设置在该色彩转换层和该第一电极之间的第三中间层,

其中,

该第三中间层面对该第一电极的表面是平整的,

该第三中间层仅形成于在该色彩转换层面对该第一电极的表面上形成的所述凸起之间,

该色彩转换层将从该发光层发射并通过该衍射光栅的单色光转换为各种颜色。

12、如权利要求 11 所述的电致发光显示设备,其中该第三中间层和该第一电极集成为一个整体。

13、如权利要求 11 所述的电致发光显示设备,其中折射率低于该色彩转换层折射率的材料设置在该色彩转换层的凸起之间。

14、一种电致发光显示设备,包括:

基板;

形成在该基板之上的第一电极;

形成在该第一电极之上并面对该第一电极的第二电极;

包括发光层并设置在该第一电极和该第二电极之间的第一中间层,该发光层在遍及子像素全部区域内发射单色光;

设置在该基板和该第一电极之间的色彩转换层;

设置在该色彩转换层和该第一电极之间的衍射光栅,该衍射光栅形成在第二中间层中,该第二中间层插入在该色彩转换层和该第一电极之间,并在面对该第一电极的表面上具有凸起;以及

设置在该第二中间层和该第一电极之间的第三中间层,

其中,

该第三中间层面对该第一电极的表面是平整的，
该第三中间层仅形成于在该第二中间层上形成的所述凸起之间，
该色彩转换层将从该发光层发射并通过该衍射光栅的单色光转换为各种颜色。

15、一种电致发光显示设备，包括：

基板；

形成在该基板之上的第一电极；

形成在该第一电极之上并面对该第一电极的第二电极；

包括发光层并设置在该第一电极和该第二电极之间的第一中间层，该发光层在遍及子像素全部区域内发射单色光；

设置在该基板和该第一电极之间的色彩转换层；

设置在该色彩转换层和该第一电极之间的衍射光栅，该衍射光栅包括多个在该色彩转换层顶部上的凸起元件；以及

设置在该凸起元件和该第一电极之间的第三中间层，

其中，

该第三中间层面对该第一电极的表面是平整的，

该第三中间层仅形成于在该色彩转换层顶部上形成的所述凸起之间，

该色彩转换层将从该发光层发射并通过该衍射光栅的单色光转换为各种颜色。

电致发光显示设备及其制造方法

相关专利申请的交叉参考

本申请享有分别于2004年12月11日和2005年2月19日递交韩国知识产权局的韩国专利申请 No.10-2004-0104651 和 No.10-2005-0013889 的优先权，这两项申请的全文通过引用而合并在本文中。

技术领域

本发明涉及电致（EL）显示设备及其制造方法，更具体地说，涉及具有改进的外部光耦合效率和亮度并易于制造的 EL 显示设备及其制造方法。

背景技术

下述公式给出了 EL 显示设备的外部光耦合效率 η_{ex} ：

$$\eta_{ex} = \eta_{in} \cdot \eta_{out} \quad \text{公式 (1)}$$

其中， η_{in} 和 η_{out} 分别代表 EL 显示设备的内部量子效率和输出量子效率。内部量子效率 η_{in} 由各层内的自消失状况所决定，而输出量子效率 η_{out} 由因各层的全内反射而导致光被阻止发射到外界的状况所决定（例如，当光从一个具有较高折射率的介质入射到另一具有较低折射率的介质时，由于入射角大于临界角会引起在界面发生全内反射，因此光无法传输到外界）。在 EL 显示设备中，由于光发射层所发射的光在发射到外界之前要经过多个层，因此各层的折射率差异会导致存在未被发射到外界的光。

当从发光层输出的光发射到外界时，倚赖于层间界面的全内反射的输出量子效率 η_{out} ，亦即光透射率能够表示为：

$$\frac{1}{2} \left(\frac{N_{out}}{N_{in}} \right)^2 \quad \text{公式 (2)}$$

其中， N_{in} 是光所出射的层的折射率，而 N_{out} 是光所入射的层的折射率。例如，

根据公式 2 可确定,光通过折射率约为 1.5 的层传输到折射率约为 1.2 的层时的输出耦合效率约为 32%。亦即,大约 70% 进入界面的光未被发射到外界。

有多种尝试力图提高外部光耦合效率。

日本专利公开 No.4-192290 公开了一种无机 EL 设备,其中有多具有与无机 EL 元件相同或者更大尺寸的聚光显微透镜形成在无机 EL 元件形成于其上的透明基板的外表面上。由于以大于临界角的角度入射到透明基板和空气之间的界面上的光,具有小于显微透镜上的临界角的入射角,故而不被全内反射。同时,以预定方向发射光从而增加亮度。但是,由于在所引用的发明中 EL 元件是面光源,故而在利用具有与 EL 元件相同或者更大尺寸的显微透镜时,将不可避免出现无法聚焦的漫反射光。此外,因相邻 EL 元件而产生的图像重叠会降低图像的清晰度。

日本专利公开 No.7-037688 公开了一种形成在包括由具有高折射率的材料构成的圆柱形高折射系数部分的基板上的 EL 元件,该折射率高于形成在基板侧面的环绕材料的折射率。由该 EL 元件产生的光通过高折射系数部分发射以提高外部光耦合效率。但是,如所引用发明的图 1 所示,在所引用的发明中,通过高折射系数部分传输的光是漫反射光。因此,发射到前面的光的亮度并未提高多少。

日本专利公开 No.10-172756 公开了一种有机 EL 发光设备,其中一个或者多个聚光透镜形成在透明基板和组成有机 EL 发光设备的较低电极之间。有机 EL 发光设备和聚光透镜被设置为一一对应。通过 EL 发光设备传输的光以小于临界角的角度入射到透明基板的界面上,从而提高外部光耦合效率。但是,在所引用的发明中,由相邻 EL 发光设备引起的图像重叠会降低图像的清晰度。

发明内容

本发明的一个方面是提供一种具有改进的外部光耦合效率和亮度并易于制造的电致发光(EL)显示设备,尤其是顶发射 EL 显示设备及其制造方法。

本发明的另一个方面是 EL 显示设备,包括:基板;形成在该基板之上的

第一电极；形成在该第一电极之上并面对该第一电极的第二电极；包括发光层并设置在该第一电极和该第二电极之间的第一中间层；设置在该第二电极顶部上的色彩转换层；以及设置在该第二电极和该色彩转换层之间的衍射光栅。

在一个实施例中，该发光层可发射蓝光。

在一个实施例中，该色彩转换层可将从该发光层发射的光转换为红光、绿光或者蓝光。

在一个实施例中，该 EL 显示设备可进一步包括在面对该色彩转换层的表面上具有凸起并插入在该第二电极和该色彩转换层之间的第二中间层。

在一个实施例中，空气填充所述凸起之间的空间。

在一个实施例中，该第二中间层的折射率可高于空气的折射率。

在一个实施例中，折射率低于第二中间层的折射率的材料可填充所述凸起之间的空间。

在一个实施例中，该衍射光栅可包括多个在该第二电极顶部上的凸起元件。

在一个实施例中，空气可填充所述凸起元件之间的空间。

在一个实施例中，该凸起元件的折射率可高于空气的折射率。

在一个实施例中，该衍射光栅可通过在该第二电极面对该色彩转换层的表面上形成凸起而形成。

在一个实施例中，空气可填充所述凸起之间的空间。

在一个实施例中，所述空气是氮。

在一个实施例中，该衍射光栅的图案之间的距离可为从该发光层发射的光的波长的 $1/4$ 到 4 倍。

在一个实施例中，该 EL 显示设备可进一步包括在该色彩转换层面对该衍射光栅的表面的附着层。

本发明的另一个方面是一种制造 EL 显示设备的方法。该方法包括：在基板之上形成第一电极；在该第一电极之上形成包括发光层的第一中间层；在该第一中间层顶部上形成第二电极；在该第二电极顶部上形成衍射光栅；以及在该衍射光栅顶部上形成色彩转换层。

在一个实施例中,在该第二电极顶部上形成衍射光栅可包括:在该第二电极顶部上形成第二中间层;以及蚀刻该第二中间层远离该第二电极的表面以形成凸起。

在一个实施例中,在该第二电极顶部上形成衍射光栅包括在该第二电极顶部上沉积多个凸起元件。

在一个实施例中,在该第二电极顶部上形成衍射光栅包括蚀刻该第二电极远离该第一中间层的表面形成凸起。

在一个实施例中,在该衍射光栅顶部上形成色彩转换层可包括在该衍射光栅顶部上层压色彩转换层。

在一个实施例中,在该衍射光栅顶部上层压色彩转换层在氮环境下进行。

本发明的另一个方面提供了一种 EL 显示设备,包括:基板;形成在该基板之上的第一电极;形成在该第一电极之上并面对该第一电极的第二电极;包括发光层并设置在该第一电极和该第二电极之间的第一中间层;设置在该基板和该第一电极之间的色彩转换层;以及设置在该色彩转换层和该第一电极之间的衍射光栅。

在一个实施例中,该发光层发射蓝光。

在一个实施例中,该色彩转换层可将该发光层发出的光转换为红光、绿光或蓝光。

在一个实施例中,该 EL 显示设备可进一步包括在面对该第一电极的表面上具有凸起并插入在该第一电极和该色彩转换层之间的第二中间层。

在一个实施例中,该第二中间层的折射率可高于形成在该第二中间层之上或者之下的层的折射率。

在一个实施例中,该 EL 显示设备可进一步包括设置在该第二中间层和该第一电极之间的第三中间层,其中该第三中间层面对该第一电极的表面是平整的。

在一个实施例中,该第三中间层和该第一电极可集成为一个整体。

在一个实施例中,该折射率低于该第二中间层的折射率的材料设置在该第

二中间层的所述凸起之间。

在一个实施例中，该衍射光栅可包括多个在该色彩转换层顶部上的凸起元件。

在一个实施例中，所述凸起元件的折射率可高于形成在所述凸起元件之上或者之下的层的折射率。

在一个实施例中，该 EL 显示设备可进一步包括设置在所述凸起元件和该第一电极之间的第三中间层，其中该第三中间层面对该第一电极的表面是平整的。

在一个实施例中，该第三中间层和该第一电极可集成为一个整体。

在一个实施例中，折射率低于所述凸起元件的折射率的材料可设置在所述凸起元件之间。

在一个实施例中，该衍射光栅可包括多个形成在该色彩转换层面对该第一电极的表面上的凸起。

在一个实施例中，该 EL 显示设备可进一步包括设置在该色彩转换层和该第一电极之间的第三中间层，其中该第三中间层面对该第一电极的表面是平整的。

在一个实施例中，该第三中间层和该第一电极集成为一个整体。

在一个实施例中，折射率低于该色彩转换层折射率的材料设置在该色彩转换层的所述凸起之间。

附图说明

下面参考附图描述本发明的实施例，在这些附图中：

图 1 是显示衍射光栅及由衍射光栅所引起的光径变化的概念图；

图 2 是能够包括在本发明实施例中的示例性衍射光栅的照片；

图 3 是根据本发明第一实施例的电致发光 (EL) 显示设备的示意性剖视图；

图 4 是图 3 所示 EL 显示设备的一变形的示意性剖视图；

图 5 是图 3 所示 EL 显示设备的另一变形的示意性剖视图；

图 6 是图 3 所示 EL 显示设备的另一变形的示意性剖视图；
图 7 是根据本发明第二实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 8 是根据本发明第三实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 9 是根据本发明第四实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 10 是根据本发明第五实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 11 是根据本发明第六实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 12 是根据本发明第七实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 13 是根据本发明第八实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 14 是根据本发明第九实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 15 是根据本发明第十实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 16 是根据本发明第十一实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 17 是根据本发明第十二实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 18 是根据本发明第十三实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 19 是根据本发明第十四实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 20 是根据本发明第十五实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 21 是根据本发明第十六实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；
图 22 是根据本发明第十七实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图；和
图 23 是根据本发明第十八实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

具体实施方式

图 1 是显示衍射光栅及由衍射光栅所引起的光径变化的概念图。

如图 1 所示, 当以角度 θ_i 入射到衍射光栅上的光通过光栅传输时, 衍射级 k 、衍射角 θ_o 、衍射光栅图案的周期 d 、入射光的波长 λ 以及折射率 n 满足

$$nd(\sin\theta_i - \sin\theta_o) = k\lambda \quad \text{公式 (3)}$$

根据公式 3, 通过调节衍射光栅的周期 d 能够调节衍射角 θ_o 。对于不具有衍射光栅的层来说, 通过包括光栅, 可使得以大于临界角的角度入射到该层的光能够调节到以小于临界角的角度入射到该层。相应地, 该光被发射到外界, 而

不是被内部反射。

图 2 是能够包括在根据本发明实施例的电致发光 (EL) 显示设备的示例性衍射光栅的照片。

该光栅形成为诸如色条信号图之类的图案。如果衍射光栅形成为色条信号图, 则光不会在平行于色条的方向上衍射。因此, 如果采用图 2 所示形成为二维排列的衍射光栅, 衍射的可能性会增加, 从而提高了外部光耦合效率。这种情况下, 衍射光栅的凸起或者凹进可采用各种形状, 例如圆形或者矩形的柱。

图 3 是根据本发明第一实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

根据用于控制像素发光的方法, EL 显示设备分为具有简单矩阵式结构的被动矩阵式 EL 显示设备, 以及包括薄膜晶体管 (TFT) 的主动矩阵式 EL 显示设备。本实施例中的 EL 显示设备是主动矩阵式 EL 显示设备。

参见图 3, 第一电极 131 设置在基板 102 之上, 面对第一电极 131 的第二电极 134 设置在第一电极 131 之上, 并且包括发光层的第一中间层 133 插入在第一电极 131 和第二电极 134 之间。至少一个 TFT 连接到第一电极 131, 如果需要, 可将电容器进一步连接到 TFT。

基板 102 可由透明玻璃制成, 也可由丙烯、聚酰胺 (polymide)、聚碳酸酯、聚酯、聚脂薄膜及其它塑料材料制成。由二氧化硅制成的缓冲层 (未示出) 可进一步设置在基板 102 上, 从而保持基板 102 表面光滑, 并防止杂质刺入基板 102。

第一电极 131 作为阳极, 第二电极 134 作为阴极, 反之亦然。

如下所述, 本发明的 EL 显示设备是光从基板 102 发射出的顶发射 EL 显示设备, 亦即, 光从第一中间层 133 发射到第二电极 134。第一电极 131 是反射电极, 第二电极 134 是透明电极。该第一电极 131 可通过利用诸如 Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Nd、Ir 或者 Cr, 以及 Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Nd、Ir 或者 Cr 的化合物之类形成反射层, 并于随后在合成结构上形成 ITO、IZO、ZnO 或者 In_2O_3 而制成。第一电极 131 对应于子像素。第二电极 134 可通过诸如在第一中间层 133 上沉积 Li、Ca、LiF/Ca、LiF/Al、Al 或者 Mg, 或者 Li、

Ca、LiF/Ca、LiF/Al、Al 或者 Mg 的化合物，并于随后利用诸如 ITO、IZO、ZnO 或者 In_2O_3 之类用于形成透明电极的材料在合成结构上形成增补电极层或者汇流电极线而制成。第二电极 134 对应于每一子像素，或者被设置为对应于整个基板 102。下述根据本发明其它实施例的顶发射 EL 显示设备能够被设置为如上所述的 EL 显示设备，或者能够以其它方式构架。

如上所述，TFT 被连接到第一电极 131。该 TFT 包括半导体层 122，形成在半导体层 122 顶部上的栅极绝缘层 123，以及形成在栅极绝缘层 123 顶部上的栅极 124。栅极 124 连接到供应 TFT 的选通/关断信号的栅线（未示出）。栅极 124 所在的区域被形成为对应半导体层 122 的沟槽区域。TFT 的结构不限于图 3 所示，并且可以设置成诸如有机 TFT 之类的各种 TFT。

栅极 124 上形成内部绝缘体 125，且源极 126 和漏极 127 分别通过接触孔连接到半导体层 122 的源极区域和漏极区域。

由诸如二氧化硅之类制成的平整层或者保护层 128，形成在源极 126 和漏极 127 上，并且由丙稀、聚酰胺或者类似材料制成的像素定义层 129 形成在平整层 128 上。

并且，尽管未在图中示出，但是至少一个电容器连接到 TFT。包括 TFT 的电路并非限制于图 3 所示，而是能够以各种方法实施。

漏极 127 连接到 EL 元件。作为 EL 元件阳极的第一电极 131，形成在平整层 128 上，绝缘的像素定义层 129 形成在平整层 128 上，而包括发光层的第一中间层 133 形成在形成于像素定义层 129 中的预定开口中。图 3 中，为便于解释，第一中间层 133 的图案被设计为仅与子像素对应，但是第一中间层 133 能够与相邻子像素的第一中间层集成。

第一中间层 133 可由有机材料或者无机材料构成。如果第一中间层 133 由有机材料构成，则该有机材料可以是高分子量有机材料或者低分子量有机材料。当采用低分子量有机材料时，空穴注入层（HIL）、空穴传输层（HTL）、发射层（EML）、电子传输层（ETL）、电子注入层（EIL）等可堆叠为单一结构或者多重结构，并且有机材料可以是铜酞菁（CuPc）、N,N'-二(萘-1-基)-N,N'-二苯基

-联苯胺 (NPB)、三-8-羟基喹啉铝 (Alq3) 等。低分子量有机材料可利用真空沉积方法形成。

当采用高分子量材料时, 第一中间层 133 可包括 HTL 和 EML。HTL 由聚-3,4-亚乙二氧基噻吩 (PEDOT), EML 可由诸如聚亚苯基亚乙烯 (PPV) 族或者聚芴族中高分子量有机材料制成。

第一中间层 133 的结构或者材料适用于下述其它实施例, 并且本实施例中第一中间层 133 的各种变形也适用于其它实施例。

形成在基板 102 上的 EL 元件由面对该 EL 元件的元件 (未示出) 所密封。该元件可由玻璃或者与基板 102 相似的塑料材料制成, 但是也可由金属罩制成。

色彩转换层 111 形成在第二电极 134 之上, 并且衍射光栅设置在第二电极 134 和色彩转换层 111 之间。包括于本实施例的 EL 显示设备中的衍射光栅设置在下述第二中间层 112 上。如图 3 所示, 本发明的 EL 显示设备是顶发射 EL 显示设备, 其中来自包括于第一中间层 133 中的发光层的光通过第二电极 134 发射到外界。如图 3 所示, 在本实施例的 EL 显示设备中, 仅有衍射光栅形成在其中的第二中间层 112 和色彩转换层 111 设置在第二电极 134 的顶部上。但是, 如有需要, 除上述之外的附加层能够设置在第二电极 134 和衍射光栅之间、衍射光栅和色彩转换层 111 之间、色彩转换层 111 的顶部上等。这同样适用于下述实施例。

衍射光栅形成于其中的第二中间层 112 和色彩转换层 111 能够如图 3 所示设置在 EL 显示设备的所有区域上, 其它结构也可行。例如, 如图 4 所示, 衍射光栅位于其中的第二中间层 112 对应于每一子像素, 并且色彩转换层 111 被设置为对应于 EL 显示设备的所有区域, 或者如图 5 所示, 衍射光栅形成于其中的第二中间层 112 和色彩转换层 111 二者都设置为对应于每一子像素。可替代地, 如图 6 所示, 衍射光栅形成于其中的第二中间层 112 设置为对应于 EL 显示设备的所有区域, 而色彩转换层 111 设置为对应于每一子像素。除上述例子之外, 第二中间层 112 和色彩转换层 111 能够以其它方式设置, 并适用于下述其它实施例。

包括在第一中间层 133 中的发光层发射单色光，而色彩转换层 111 将发光层发射的光转换为红光、绿光或蓝光。包括在第一中间层 133 中的发光层能够发射诸如蓝光或者紫外线（UV）之类。这种情况下，色彩转换层 111 将蓝光转换为红光或者绿光，或者在特定情况下发射作为原来颜色的蓝光。这适用于下述其它实施例。

衍射光栅能够以多种方法设置。在本实施例的 EL 显示设备中，第二中间层 112 进一步设置在第二电极 134 和色彩转换层 111 之间，且凸起形成在第二中间层 112 面对色彩转换层 111 的表面上。第二中间层 112 的折射率高于空气，而空气能够填充衍射光栅形成在其中的第二中间层 112 的凸起之间的空间 112a。其它非空气的材料亦可填充衍射光栅形成在其中的第二中间层 112 的凸起之间的空间 112a。如果衍射光栅形成在其中的第二中间层 112 的凸起的折射率和这些凸起之间的空间 112a 的折射率存在差别，那么能够取得预期效果。因此，衍射光栅形成在其中的第二中间层 112 的折射率可高于空气以及填充这些凸起之间的空间 112a 的空气中的折射率，故而通过简单的制造过程就能够取得预期效果。空气可以是氮气，它不会引起例如包括在第一中间层 133 中的发光层的变质。

为制造具有上述结构的 EL 显示设备，下述过程被包括：形成位于基板 102 之上的第一电极 131，形成位于该第一电极 131 顶部上包括发光层的第一中间层 133，形成位于该第一中间层 133 顶部上的第二电极 134，形成位于该第二电极 134 顶部上的衍射光栅，以及形成位于该衍射光栅上的色彩转换层 111。

第二中间层 112 可进一步形成在第二电极 134 和色彩转换层 111 之间。为使第二中间层 112 的面对色彩转换层 111 的表面具有凸起，在第二电极 134 顶部上形成衍射光栅的过程可包括：在第二电极 134 顶部上形成第二中间层 112，并在第二中间层 112 面对远离第二电极 134 的表面上进行蚀刻，从而形成凸起。在如上所述形成衍射光栅形成在其中的第二中间层 112 之后，为在衍射光栅形成在其中的第二中间层 112 的凸起之间的空间 112a 填充空气，在第二中间层 112 的顶部上形成色彩转换层 111 可包括将色彩转换层 111 层压在第二中间层 112

顶部上。在第二中间层 112 顶部上层压色彩转换层 111 的过程在氮气环境下进行，以便氮气填充衍射光栅形成在其中的第二中间层 112 的凸起之间的空间 112a。并且在该过程中，附着层可形成在色彩转换层 111 面对第二中间层 112 的表面上。当附加层设置在衍射光栅形成在其中的第二中间层 112 的色彩转换层 111 之间时，附加层可层压到第二中间层 112 的顶部上。

在上述结构中，包括于第一中间层 133 中的发光层所发射的光能够通过第二电极 134 发射到外界，并由于设置在第二电极 134 顶部上的衍射光栅而降低了全内反射光量。亦即，如果不包括衍射光栅，包括于第一中间层 133 中的发光层所发射的、以大于临界角的角度入射到形成于第二电极 134 上的各层的光将被全内反射。但是，通过包括衍射光栅，光不会被全内反射，而是通过穿过各层发射到外界。因此，通过上述结构，改进了外部光耦合效率。

如上所述，通过调节衍射光栅图案之间的空间，能够控制通过衍射光栅传输的光的折射角。因此，未朝着 EL 显示设备的前表面发射的光被衍射为朝着 EL 显示设备的前表面，因此改进了 EL 显示设备前部的亮度。

如公式 3 所示，光的角度由衍射光栅图案之间的距离决定。衍射光栅图案之间的距离可以是发光层发射的光的波长的 $1/4$ 倍到 4 倍。如果衍射光栅图案之间的距离大于从发光层发射的光的波长的 4 倍，则光的衍射程度降低，衍射光的角度不小于临界角，并使得衍射光被全内反射。相反地，如果衍射光栅图案之间的距离小于从发光层发射的光的波长的 $1/4$ 倍，则很少的光通过衍射光栅，因此降低了外部光耦合效率。结果，衍射光栅图案之间的距离可以是发光层发射的光的波长的 $1/4$ 倍到 4 倍。这也适用于下述其它实施例。

如公式 3 所表示的，衍射光栅图案之间的距离由从发射层发射的光的波长决定。因此，如果从各个发光层发射的光的波长不同，则安装在各个子像素中的衍射光栅图案之间的距离必须改变。如果采用产生单色光的单一发光层，则全色图像将以通过色彩转换层 111 的光来显示。因此，设置在发光层和色彩转换层 111 之间的衍射光栅图案之间的距离能够相同地遍及子像素全部区域，以此简化制造过程，降低成本，并提高根据本实施例的 EL 显示设备的生产率。

图 7 是根据本发明第二实施例的变形 EL 显示设备的示意性剖视图。

参见图 7，第一电极 231 形成在基板 202 之上，面对第一电极 231 的第二电极 234 设置在第一电极 231 之上，包括发光层的第一中间层 233 设置在第一电极 231 和第二电极 234 之间，色彩转换层 211 设置在第二电极 234 之上，并且衍射光栅设置在第二电极 234 和色彩转换层 211 之间。包括在第一中间层 233 中的发光层发射单色光，而色彩转换层 211 将从发光层发射的光转换为红光、绿光或者蓝光。包括在第一中间层 233 中的发光层可发射蓝光，这种情况下，色彩转换层 211 将蓝光转换为红光或者绿光，或者发射作为原来颜色的蓝光。

如图 7 所示，根据本实施例的 EL 显示设备中的衍射光栅设置在第二电极 234 之上，并且仅有衍射光栅和色彩转换层 211 形成在第二电极 234 的顶部上。然而，如有需要，各层可进一步设置在多个位置，例如第二电极 234 和衍射光栅之间、衍射光栅和色彩转换层 211 之间、以及色彩转换层 211 的顶部上。

本实施例的 EL 显示设备是不同的。在第一实施例的 EL 显示设备中，第一实施例的第二中间层 112 设置在第二电极 134 和色彩转换层 111 之间，并且多个凸起形成在第二中间层 112 面对色彩转换层 111 的表面上，以便安装衍射光栅。但是，在本实施例的 EL 显示设备中，多个凸起元件 212 形成在第二电极 234 的顶部上，从而形成衍射光栅，以此简化本实施例的 EL 显示设备制造过程。尽管如图 7 所示，凸起元件 212 和色彩转换层 211 能够形成为遍及 EL 显示设备的全部区域，但是凸起元件 212 可以多种方式设置，例如仅对应于 EL 显示设备的一部分。

形成衍射光栅的凸起元件 212 的折射率，可高于空气以及填充形成在凸起元件 212 之间的空间 212a 的空气中的折射率。其它材料也可填充形成在凸起元件 212 之间的空间 212a。但是，如果凸起元件的折射率有别于填充形成在凸起元件 212 之间的空间 212a 的材料的折射率，则可以取得预期效果。并且，凸起元件 212 的折射率可高于空气的折射率，空气可以填充形成在凸起元件 212 之间的空间 212a，以便进一步简化制造过程。空气可以是氮气，它不会引起诸如包括在第一中间层 233 中的发光层的变质。

为制造具有上述结构的 EL 显示设备，制造过程包括：形成位于基板 202 上的第一电极 231，形成位于该第一电极 231 顶部上包括发光层的第一中间层 233，形成位于该第一中间层 233 顶部上的第二电极 234，形成位于该第二电极 234 顶部上的衍射光栅，以及形成位于该衍射光栅顶部上的色彩转换层 211。上述步骤之间可能包括其它步骤。

设置在第二电极 234 和色彩转换层 211 之间的衍射光栅，由位于该第二电极 234 顶部上的凸起元件 212 形成。凸起元件 212 可通过利用掩膜在第二电极 234 顶部上沉积形成，或者在形成第二电极 234 以对应基板 202 整个区域之后，通过激光切除技术（LAT）形成衍射光栅形状的图案而形成。

为给形成于形成衍射光栅的凸起元件 212 之间的空间 212a 填充空气，可在形成凸起元件 212 之后，通过将色彩转换层 211 层压到凸起元件 212 顶部上，在衍射光栅顶部上形成色彩转换层 211。在凸起元件 212 顶部上层压色彩转换层 211 的过程在氮环境下进行，以便氮气填充形成在凸起元件 212 之间的空间 212a。在该过程中，附着层（未示出）可形成在色彩转换层 211 面对凸起元件 212 的表面上。如果附加层形成在凸起元件 212 和色彩转换层 211 之间，则附加层可层压到凸起元件 212 顶部上。

在上述结构中，很少的从包括于第一中间层 233 中的发光层输出到第二电极 234 的光，被形成在第二电极 234 顶部上的衍射光栅全内反射。亦即，如果未安装衍射光栅，则包括于第一中间层 233 中的发光层所发射、以大于临界角的角度入射到形成在第二电极 234 顶部上的各层的光将被全内反射。但是，通过具有衍射光栅，光不会被全内反射，而是传输通过形成在第二电极 234 之上的各层，并因此发射到外界。通过这一结构，改进了外部光耦合效率。

并且，通过调节上述衍射光栅的凹进间的距离，通过衍射光栅的光的衍射角能够被控制。由此，因为未朝向前屏发射的光能够被衍射为朝向前屏，所以改进了 EL 显示设备的前屏亮度。

如公式 3 所表示的，衍射光栅图案之间的距离由发光层所发射的光的波长决定。因此，如果各个发光层所发射的光的波长有别，则安装在各个子像素中

的衍射光栅的凹进间的距离必须改变。如果采用产生单色光的单一发光层，则全色图像将通过色彩转换层 211 的光来显示。因此，设置在发光层和色彩转换层 211 之间的衍射光栅凹进间的距离能够相同地遍及于像素全部区域，以此简化制造过程，降低成本，并提高根据本实施例的 EL 显示设备的生产率。

图 8 是根据本发明第三实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

参见图 8，第一电极 331 形成在基板 302 之上，面对第一电极 331 的第二电极 334 设置在第一电极 331 之上，包括发光层的第一中间层 333 设置在第一电极 331 和第二电极 334 之间，衍射光栅形成在第二电极 334 和色彩转换层 311 之间。包括在第一中间层 333 中的发光层发射单色光，色彩转换层 311 将从发光层发射的光转换为红光、绿光或者蓝光。包括在第一中间层 333 中的发光层可发射蓝光，这种情况下，色彩转换层 311 将蓝光转换为红光或者绿光，或者发射作为原来颜色的蓝光。

如图 8 所示，形成在根据本实施例的 EL 显示设备中的衍射光栅设置在第二电极 334 之上，并且仅有色彩转换层 311 形成在第二电极 334 顶部上。如有需要，其它层可进一步设置在多个位置，例如第二电极 334 和色彩转换层 311 之间，或者色彩转换层 311 的顶部上。

与前述实施例的 EL 显示设备中的衍射光栅相比，该衍射光栅设置在本实施例的 EL 显示设备中的不同位置。

在第一实施例的 EL 显示设备中，第二中间层 112 设置在第二电极 134 和色彩转换层 111 之间，并且凸起形成在第二中间层 112 面对色彩转换层 111 的表面上，以便形成衍射光栅。在第二实施例的 EL 显示设备中，通过在第二电极 234 的顶部上形成凸起元件 212 从而形成衍射光栅。在本实施例的 EL 显示设备中，衍射光栅形成在第二电极 334 面对色彩转换层 311 的表面中。上述结构中，在光通过第二电极 334 发射到外部时，从包括于第一中间层 333 中的发射层发射的光所需通过的界面数量被减少。相应地，被界面全内反射的光被减少，从而改进了外部光耦合效率。并且，通过具有上述结构，EL 显示设备的制造被简化为更加简单的过程。

制造具有上述结构的 EL 显示设备的过程包括：形成位于基板 302 上的第一电极 331，形成位于该第一电极 331 顶部上包括发光层的第一中间层 333，形成位于该第一中间层 333 顶部上的第二电极 334，形成位于该第二电极 334 顶部上的衍射光栅，以及形成位于该衍射光栅顶部上的色彩转换层 311。上述步骤之间可能包括其它步骤。

通过在第二电极 334 顶部上形成多个凸起，衍射光栅被设置在第二电极 334 和色彩转换层 311 之间。为实现这种结构，第二电极 334 面对远离第一中间层 333 的表面可被蚀刻以形成凸起。

图 9 是根据本发明第四实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

参见图 9，第一电极 431 设置在基板 402 顶部上，面对第一电极 431 的第二电极 434 设置在第一电极 431 之上，并且包括发光层的第一中间层 433 设置在第一电极 431 和第二电极 434 之间。由二氧化硅制成的缓冲层（未示出）可进一步设置在基板 402 上，以便保持基板 402 表面光滑，并防止杂质刺入基板 402。

色彩转换层 411 设置在第二电极 434 之上，并且衍射光栅形成在第二电极 434 和色彩转换层 411 之间。本实施例的 EL 显示设备中的衍射光栅与第一实施例的 EL 显示设备中的衍射光栅相同。

本实施例的 EL 显示设备与第一实施例的 EL 显示设备的区别在于本实施例的 EL 显示设备是被动矩阵式 EL 显示设备。亦即，第一实施例的 EL 显示设备在 EL 元件中至少包括一个 TFT，并通过控制每一 TFT 来控制每一子像素的光发射。但是，在本实施例的 EL 显示设备中，每一子像素的光发射通过设置为例如条形图案的预定图案的第一电极 431 和第二电极 434 控制。

简单地说，通过以例如条形图案的预定图案在基板 402 顶部上形成第一电极 431，可制造本实施例的 EL 显示设备的 EL 元件。随后，包括发光层的中间层 433 和第二电极 434 可相继形成在第一电极 431 顶部上。绝缘层 432 可进一步形成在第一电极 431 的各个条之间。第二电极 434 可垂直于第一电极 431 延伸。并且，尽管未在图 9 中示出，单独的绝缘层可进一步与第一电极 431 垂直

地形成,从而形成第二电极 434 的图案。在上述结构中,第一电极 431、第二电极 434 以及中间层的材料都与前述实施例中所描述的相同。

在具有上述结构的被动矩阵式 EL 显示设备中,第二中间层 412 设置在第二电极 434 和色彩转换层 411 之间,并且凸起形成在第二中间层 412 顶部上,以便形成衍射光栅。因此,改进了 EL 显示设备的外部光耦合效率和前部亮度。

图 10 和图 11 是根据本发明第五和第六实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。如图 10 和图 11 所示,与第二和第三实施例的 EL 显示设备中形成的衍射光栅相同光栅能够形成在根据本发明实施例的被动矩阵式 EL 显示设备中。

尽管本发明第一至第六实施例中描述的是顶发射 EL 显示设备,但是这些实施例并非局限与此,并能用于底发射 EL 显示设备。底发射 EL 显示设备将在下文描述。

图 12 是根据本发明第七实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

参见图 12,第一电极 731 设置在基板 702 顶部上,面对第一电极 731 的第二电极 734 设置在第一电极 731 之上,并且包括发光层的第一中间层 733 插入在第一电极 731 和第二电极 734 之间。至少一个 TFT 连接到第一电极 731,且如果需要,电容器可进一步连接到 TFT。

第一电极 731 作为阳极,第二电极 734 作为阴极,反之亦然。

本实施例的 EL 显示设备是光通过基板 702 发射到外界的底发射 EL 显示设备。因此,在本实施例中,第一电极 731 是透明电极,第二电极 734 是反射电极。因此,该第一电极 731 可由诸如 ITO、IZO、ZnO 或者 In_2O_3 之类制成。第一电极 731 对应每一子像素。第二电极 734 可以由例如 Li、Ca、LiF/Ca、LiF/Al、Al 或 Mg,或者 Li、Ca、LiF/Ca、LiF/Al、Al 或 Mg 的化合物制成。第二电极 734 对应于每一子像素,或者对应于基板 702 的全部区域。下述底发射 EL 显示设备具有形成为与本实施例的上述第一电极 731 和第二电极 734 相同的电极,或者它们被不同构架。

如上所述,TFT 被连接到第一电极 731。该 TFT 包括半导体层 722,形成在半导体层 722 顶部上的栅极绝缘层 723,以及形成在栅极绝缘层 723 顶部上

的栅极 724。TFT 的结构不限于图 12 所示, 并且诸如有机 TFT 之类的各种 TFT 都能够使用。

栅极 724 上形成内部绝缘体 725, 源极 726 和漏极 727 分别通过接触孔连接到半导体层 722 的源极区域和漏极区域。

平整层或者保护层 728 形成在源极 726 和漏极 727 顶部上, 并且像素定义层 729 形成在平整层 728 顶部上。

色彩转换层 711 形成在基板 702 和第一电极 734 之间, 并且衍射光栅形成在色彩转换层 711 和第一电极 731 之间。如下所述, 本实施例的 EL 显示设备中的衍射光栅形成在第二中间层 712 顶部上。如图 12 所示, 本实施例的 EL 显示设备是底发射设备, 其中包括于第一中间层 733 中的发光层所发射的光通过基板 702 发射到外界。如有需要, 其它各层也可进一步设置在基板 702 和第一电极 731 之间。并且, 虽然图 12 中没有显示, 色彩转换层 711 可形成在衍射光栅和基板 702 之间的任何地方。这也适用于下述实施例。

衍射光栅形成在其上的第二中间层 712 或者色彩转换层 711 能够设置在如图 12 所示的 EL 显示设备的整个前表面之上, 但是第二中间层 712 或者色彩转换层 711 的其它布局也是可行的。这也适用于下述实施例。

包括在第一中间层 733 中的发光层发射单色光, 色彩转换层 711 将发光层发射的光转换为红光、绿光或蓝光。包括在第一中间层 733 中的发光层可发射蓝光, 这种情况下, 色彩转换层 711 可将蓝光转换为红光或者绿光, 或者发射作为原来颜色的蓝光。

衍射光栅能够以多种方法设置。在本实施例的 EL 显示设备中, 第二中间层 712 形成在第一电极 731 和色彩转换层 711 之间, 且凸起形成在第二中间层 712 面对第一电极 731 的表面上。第三中间层 713 形成在第二中间层 712 和第一电极之间。第三中间层 713 面对第一电极 731 的表面是光滑的。换句话说, 通过在第二中间层 712 和第一电极 731 之间形成第三中间层 713, 第三中间层 712 作为平整层。某些情况下不需包括第三中间层 713。

衍射光栅形成在其中的第二中间层 712 的折射率高于形成在第二中间层

712 下部或者上部的层的折射率，以求诸如外部光耦合效率之类改进的效果最佳。

本实施例的 EL 显示设备中，由于衍射光栅设置在第一电极 731 和基板 702 之间，故而当光从包括在第一中间层 733 中的发光层发射到外界时，被全内反射的光量降低。亦即，如果不包括衍射光栅，包括于第一中间层 733 中的发光层所发射的、以大于临界角的角度入射到各层的光将被全内反射。当 EL 显示设备包括衍射光栅时，光不会被全内反射，而是发射到外界。通过具有上述结构，改进了外部光耦合效率。

并且，如上所述，通过调节衍射光栅凹进之间的距离，能够控制通过衍射光栅传输的光的折射角。因此，未朝着 EL 显示设备的前屏发射的光被衍射为朝着 EL 显示设备的前屏，因此改进了 EL 显示设备的前屏亮度。

如公式 3 所表示的，光的角度由衍射光栅图案之间的距离决定。衍射光栅图案之间的距离可以是发光层发射的光的波长的 $1/4$ 倍到 4 倍。如果衍射光栅图案之间的距离大于从发光层发射的光的波长的 4 倍，则光的衍射程度降低，衍射光的角度不小于临界角，并使得衍射光被全内反射。相反地，如果衍射光栅的凹进之间的距离小于从发光层发射的光的波长的 $1/4$ 倍，则少量光通过衍射光栅，因此降低了外部光耦合效率。结果，衍射光栅图案之间的距离可以是发光层发射的光的波长的 $1/4$ 倍到 4 倍。这也适用于下述其它实施例。

如公式 3 所表示的，衍射光栅图案之间的距离由从发射层发射的光的波长决定。因此，如果从各个发光层发射的光的波长不同，则安装在各个子像素中的衍射光栅图案之间的距离必须改变。如果采用产生单色光的单一发光层，则全色图像将以通过色彩转换层 711 的光来显示。因此，设置在发光层和色彩转换层 711 之间的衍射光栅图案之间的距离能够相同地遍及子像素全部区域，以此简化制造过程，降低成本，并提高根据本实施例的 EL 显示设备的生产率。

图 13 是根据本发明第八实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

参见图 13，第一电极 831 设置在基板 802 之上，面对第一电极 831 的第二电极 834 设置在第一电极 831 之上，包括发光层的第一中间层 833 插入在第一

电极 831 和第二电极 834 之间, 色彩转换层 811 形成在基板 802 和第一电极 831 之间, 并且衍射光栅形成在色彩转换层 811 和第一电极 831 之间。包括于第一中间层 833 中的发光层发射单色光, 色彩转换层 811 将发光层发射的光转换为红光、绿光或蓝光。包括在第一中间层 833 中的发光层可发射蓝光, 这种情况下, 色彩转换层 811 可将蓝光转换为红光或者绿光, 或者发射作为原来颜色的蓝光。

如图 13 所示, 根据本实施例的 EL 显示设备是所谓的底发射 EL 显示设备, 其中包括于第一中间层 833 的发光层所发射的光通过基板 802 发射到外界。如图 13 所示, 在根据本实施例的 EL 显示设备中, 多个层设置在基板 802 和第一电极 831 之间。如有需要, 也可进一步设置其它各层。因此, 尽管图 13 中未示出, 但是衍射光栅能够设置在任意这些层之间。尽管图 13 未示出, 但是色彩转换层 811 能够设置在衍射光栅和基板 802 之间的任意层之间。

尽管如图 13 所示, 衍射光栅形成在其中的第二中间层 812 或者色彩转换层 811 设置为遍布 EL 显示设备的全部区域, 但是其它结构也可行。例如, 第二中间层 812 或者色彩转换层 811 能对应于每一子像素或者每一像素。

本实施例的 EL 显示设备不同于第七实施例的 EL 显示设备。在第七实施例中, 第二中间层 712 设置在第一电极 731 和色彩转换层 711 之间, 其中第二中间层 712 朝向第一电极 731 的表面具有形成在其上的凸起, 并且第三中间层 713 设置在第二中间层 712 和第一电极 731 之间, 其中第三中间层 713 朝向第一电极 731 的表面是光滑的。但是, 在本实施例的 EL 显示设备中, 第三中间层 813 仅形成在形成于第二中间层 812 上的凸起之间。通过具有上述结构, 能够制造更为细长的 EL 显示设备。图 13 中, 第二中间层 812、第三中间层 813 以及色彩转换层 811 都设置为遍布 EL 显示设备的全部区域, 但是其它结构也可行。

如果第二中间层 812 的折射率高于形成在第二中间层 812 的凸起之间的第三中间层 813 的折射率, 则采用衍射光栅能够实现预期效果。

在上述结构中, 由于衍射光栅, 导致包括于第一中间层 833 中的发光层所发射的被全内反射的光量减少。相应地, 通过上述结构, 改进了外部光耦合效

率。

并且，如上所述，通过调节衍射光栅凹进之间的距离，能够控制通过衍射光栅的光的折射角。因此，由于未朝着前屏发射的光被衍射为朝着前屏，所以能够改进 EL 显示设备的前屏亮度。

如公式 3 所表示的，衍射光栅凹进之间的距离由从发射层发射的光的波长决定。因此，如果从各个发光层发射的光的波长不同，则安装在各个子像素中的衍射光栅凹进之间的距离必须改变。如果采用产生单色光的单一发光层，则全色图像将以通过色彩转换层 811 的光来显示。因此，设置在发光层和色彩转换层 811 之间的衍射光栅凹进之间的距离能够相同地遍及子像素全部区域，以此简化制造过程，降低成本，并提高根据本实施例的 EL 显示设备的生产率。

图 14 是根据本发明第九实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

参见图 14，第一电极 931 设置在基板 902 之上，面对第一电极 931 的第二电极 934 设置在第一电极 931 之上，包括发光层的第一中间层 933 插入在第一电极 931 和第二电极 934 之间，色彩转换层 911 形成在基板 902 和第一电极 931 之间，并且衍射光栅形成在色彩转换层 911 和第一电极 931 之间。包括于第一中间层 933 中的发光层发射单色光，色彩转换层 911 将发光层发射的光转换为红光、绿光或蓝光。包括在第一中间层 933 中的发光层可发射蓝光，这种情况下，色彩转换层 911 可将蓝光转换为红光或者绿光，或者发射作为原来颜色的蓝光。

本实施例的 EL 显示设备有别于前述实施例的 EL 显示设备。在前述实施例中，形成为与平整层分离的第二中间层 112、412、712 和 812 被用于形成衍射光栅。但是，在本实施例的 EL 显示设备中，利用被包括用以平滑 TFT 顶面的平整层形成衍射光栅，而 TFT 被包括用以控制每一子像素的发射。亦即，在本实施例的 EL 显示设备中，第二中间层 912 作前述实施例中的平整层之用。第二中间层 912 还可作为保护层，以保护下面形成的 TFT。因此，第二中间层 912 可以是保护层而非平整层。以下，为了方便，使用平整层一词。

以下是本实施例的 EL 显示设备与前述实施例的 EL 显示设备之间差别的详

细描述。

参见图 14, 用于平滑或者保护 TFT 顶部的平整层(也就是第二中间层 912)被包括, 且凸起形成在第二中间层 912 面对第一电极 931 的表面。第三中间层 913 形成在第二中间层 912 和第一电极 931 之间, 其中第三中间层 913 面对第一电极 931 的表面是光滑的。亦即, 第三中间层 913 通过包括在第二中间层 912 和第一电极 931 之间而作平整层之用。第三中间层 913 并非一定要包括。形成在第二中间层 912 面对第一电极 931 的表面的凸起仅对应于图 14 中的发射区域。但是, 凸起能够形成在其它区域。例如, 凸起能够形成为遍布对应于基板 902 的整个区域或者几个像素区域。

如果衍射光栅形成在其中的第二中间层 912 的折射率高于形成在第二中间层 912 的凸起之间的材料的折射率, 则采用衍射光栅能够实现例如改进外部光耦合效率的效果。

在上述结构中, 由于形成在第一电极 931 和基板 902 之间的衍射光栅, 导致发光层所发射的被全内反射的光量减少。相应地, 通过具有上述结构, 改进了外部光耦合效率。

并且, 如上所述, 通过调节衍射光栅凹进之间的距离, 能够控制通过衍射光栅的光的折射角。因此, 由于未朝着前屏发射的光被衍射为朝着前屏, 所以能够改进 EL 显示设备的前屏亮度。

如果发光层发射单色光并且全色图像能够由通过色彩转换层 911 的光实现, 则设置在发光层和色彩转换层 911 之间的衍射光栅凹进之间的距离在整个子像素区域都是相等的。因此, EL 显示设备的制造过程能够简化, EL 显示设备的制造成本能够降低, 并且生产率能够提高。

图 15 是根据本发明第十实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

本实施例的 EL 显示设备有别于第九实施例的 EL 显示设备。第九实施例的 EL 显示设备包括作为平整层的第二中间层 912, 其中凸起形成在第二中间层 912 面对第一电极 931 的表面上, 并且第三中间层 913 设置在第二中间层 912 和第一电极 931 之间, 其中第三中间层 913 面对第一电极 931 的表面是光滑的。但

是,本实施例的 EL 显示设备包括仅位于形成在第二中间层 1012 的凸起之间的第三中间层 1013。通过具有该结构,能够制造细长的 EL 显示设备。第二中间层 1012 的凸起能够仅形成在如图 15 所示的 EL 显示设备的发射区域上,并且能够形成在其它区域。

图 16 是根据本发明第十一实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

本实施例的 EL 显示设备有别于第九和第十实施例的 EL 显示设备。第九实施例的 EL 显示设备包括作为平整层的第二中间层 912,其中凸起形成在第二中间层 912 面对第一电极 931 的表面上,并且第三中间层 913 设置在第二中间层 912 和第一电极 931 之间,其中第三中间层 913 面对第一电极 931 的表面是光滑的。第十实施例的 EL 显示设备包括仅位于形成在第二中间层 1012 上的凸起之间的第三中间层 1013。但是,在本实施例中,第三中间层 913 或者 1013 以及第一电极 931 或者 1031 被集成为一个整体。

以下是有关本实施例的 EL 显示设备和第九及第十实施例的 EL 显示设备之间的区别的详细描述。

在第九及第十实施例的 EL 显示设备情况下,第三中间层 913 及 1013 覆盖或者被插入在第二中间层 912 及 1012 的凸起之间,以使第三中间层 913 及 1013 的顶部平滑。但是,在本实施例的 EL 显示设备中,第三中间层 913 或 1013 以及第三电极 931 或 1031 被集成为一个整体。换句话说,凸起形成在第二中间层 1112 面对第一电极 1131 的表面上,其中第二中间层 1112 作为平整层,并且凸起形成在第二中间层 1112 的顶部上形成的凸起之间的第一电极 1131 中,并形成于第二中间层 1112 顶部上。通过具有上述结构,能够制造细长的 EL 显示设备。

第二中间层 1112 的凸起能够如图 16 所示仅形成在 EL 显示设备的发射区域中,或者能够形成在其它区域中,在这种情况下,形成第二中间层 1112 的顶部的材料填充了凸起之间的未形成第一电极 1131 的空间。

图 17 是根据本发明第十二实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

参见图 17,第一电极 1231 设置在基板 1202 之上,面对第一电极 1231 的

第二电极 1234 设置在第一电极 1231 之上,包括发光层的第一中间层 1233 插入在第一电极 1231 和第二电极 1234 之间,色彩转换层 1211 形成在基板 1202 和第一电极 1231 之间,并且衍射光栅形成在色彩转换层 1211 和第一电极 1231 之间。包括于第一中间层 1233 中的发光层发射单色光,色彩转换层 1211 将发光层发射的光转换为红光、绿光或蓝光。包括在第一中间层 1233 中的发光层可发射蓝光,并且色彩转换层 1211 可将蓝光转换为红光或者绿光,或者发射作为原来颜色的蓝光。

本实施例的 EL 显示设备有别于前述实施例的 EL 显示设备。在前述实施例中,衍射光栅通过形成第二中间层和形成位于第二中间层一个表面上的凸起而形成。但是,在本实施例的 EL 显示设备中,衍射光栅通过形成多个位于色彩转换层 1211 顶部上的凸起元件 1212 而形成。通过具有该结构,能够制造细长的 EL 显示设备。凸起元件 1212 或者色彩转换层 1211 能够如图 17 所示设置在 EL 显示设备的全部区域之上,但是也可以不同地设置。第三中间层 1213 可覆盖凸起元件 1212,以便提供平坦表面。

图 18 是根据本发明第十三实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

本实施例的 EL 显示设备有别于第十二实施例的 EL 显示设备。在第十二实施例的 EL 显示设备中,第三中间层 1213 覆盖位于色彩转换层 1311 顶部上的凸起元件 1212,以便提供平坦表面。但是,在本实施例的 EL 显示设备中,第三中间层 1313 仅形成在位于色彩转换层 1311 顶部上的多个凸起元件 1312 之间,从而提供平坦表面。通过利用如图 18 所示结构,能够制造细长 EL 显示设备。凸起元件 1312 或者色彩转换层 1311 能够如图 18 所示设置在 EL 显示设备的全部区域之上,但是也可不同地设置。

图 19 是根据本发明第十四实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

本实施例的 EL 显示设备有别于第十三实施例的 EL 显示设备。在第十三实施例的 EL 显示设备中,形成在色彩转换层 1311 顶部上的凸起元件 1312,以及仅形成在凸起元件 1312 之间以提供平坦表面的第三中间层 1313,都形成在色彩转换层 1311 和 TFT 之间。但是,在本实施例的 EL 显示设备中,形成在色彩

转换层之上的多个凸起元件 1412, 以及仅设置在凸起元件 1412 之间以提供平坦表面的第三中间层 1413, 被设置在 TFT 和第一电极 1431 之间。凸起元件 1412 形成衍射光栅, 并能设置在基板 1402 和第一电极 1431 之间的各个位置。

图 20 是根据本发明第十五实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

本实施例的 EL 显示设备有别于第六到第十四实施例的 EL 显示设备, 第一电极 1531 设置在形成于色彩转换层 1511 之上的多个凸起元件 1512 之间, 以及平整层 1528 和凸起元件 1512 的顶部上。通过具有该结构, 能够制造细长的 EL 显示设备。凸起元件 1512 能够对应于如图 20 所述的发射区域, 但是能够不同设置, 例如遍及 EL 显示设备的全部区域。

图 21 是根据本发明第十六实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

参见图 21, 第一电极 1631 设置在基板 1602 之上, 面对第一电极 1631 的第二电极 1634 设置在第一电极 1631 之上, 包括发光层的第一中间层 1633 插入在第一电极 1631 和第二电极 1634 之间, 色彩转换层 1611 形成在基板 1602 和第一电极 1631 之间, 并且衍射光栅形成在色彩转换层 1611 和第一电极 1631 之间。包括于第一中间层 1633 中的发光层发射单色光, 色彩转换层 1611 将发光层发射的光转换为红光、绿光或蓝光。包括在第一中间层 1633 中的发光层可发射蓝光, 这种情况下, 色彩转换层 1611 可将蓝光转换为红光或者绿光, 或者发射作为原来颜色的蓝光。

本实施例的 EL 显示设备有别于前述实施例的 EL 显示设备。在前述实施例中, 衍射光栅通过形成第二中间层和形成位于第二中间层一个表面上的凸起而形成, 或者通过形成位于色彩转换层顶部上的凸起元件而形成。但是, 在本实施例中, 衍射光栅通过形成多个位于色彩转换层 1611 面对第一电极 1611 的表面上的凸起而形成。

通过具有上述结构, 能够制造细长的 EL 显示设备。形成在色彩转换层 1611 上的凸起能够如图 21 所示地对应于发射区域, 或者形成为遍布整个 EL 显示设备。

并且, 如图 21 所示, 第三中间层 1613 形成在色彩转换层 1611 顶部上, 以

作为例如形成在第三中间层 1613 顶部上的 TFT 的平整层。

图 22 是根据本发明第十七实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

本实施例的 EL 显示设备有别于第十六实施例的 EL 显示设备。在第十六实施例中，形成在色彩转换层 1611 顶部上用作平整层的第三中间层 1613 覆盖整个色彩转换层 1611。但是，本实施例的 EL 显示设备的第三中间层 1713 仅形成在形成于色彩转换层 1711 上的凸起之间。

图 23 是根据本发明第十八实施例的 EL 显示设备的示意性剖视图。

本实施例的 EL 显示设备有别于第十六和第十七实施例的 EL 显示设备之处在于，在本实施例的 EL 显示设备中，色彩转换层 1811 形成在平整层 1828 顶部上，第一电极 1831 形成在色彩转换层 1811 顶部上，以及形成在色彩转换层 1811 顶部上的凸起之间。

上述实施例中的一些描述了主动矩阵式 EL 显示设备，其中至少一个 TFT 包括在 EL 显示设备中，且各个子像素的发射由各个 TFT 控制。

但是，这些实施例还能够应用于被动矩阵式显示设备，其中各个像素的发射由形成为诸如条形图案之类的预定图案的第一电极和第二电极控制。

例如，第十八实施例能够应用到下述被动矩阵式 EL 显示设备的 EL 元件中。第一电极 1831 以诸如条形图案之类的预定图案形成在基板 1802 顶部上。包括发光层的中间层 1833 和第二电极 1834 相继形成在第一电极 1831 顶部上。绝缘层可进一步形成在第一电极 1831 的条之间。第二电极 1834 可以与第一电极 1831 的图案垂直的图案形成。并且，尽管图 23 中未示出，但是独立的绝缘层可进一步以与第一电极 1831 垂直从而形成第二电极 1834 的图案形成。在上述结构中，第一电极 1831、第二电极 1834 和中间层 1833 的结构和材料都与上述相同。

反之，描述被动矩阵式 EL 显示设备的实施例也都能够适用于主动矩阵式 EL 显示设备。

根据上述任一实施例中的显示设备及其制造方法，实现了以下效果。

第一，通过在发光层和色彩转换层之间具有衍射光栅，改进了外部光耦合

效率和 EL 显示设备的前屏亮度。

第二，通过利用折射率高于空气折射率的材料形成衍射光栅并层压形成在衍射光栅顶部上的层以便空气填充在衍射光栅的凹进之间的空间，可以更容易地制造具有高效率衍射光栅的显示设备。

第三，衍射光栅设置在发光层和色彩转换层之间，并且发光层发射单一波长的光，以使衍射光栅凹进之间的距离能够对于所有子像素区域相等。因此，EL 显示设备的制造过程能够简化，生产成本能够降低，并且 EL 显示设备的生产率能够提高。

尽管上述叙述已列出了本发明适用于各个实施例的新特征，但是本领域的技术人员应理解在不背离发明范围的前提下，可以对所示的设备或者过程的形式和叙述作出各种删减、替换和更改。因此，本发明的范围由所附的权利要求限定，而非前述叙述。包含于权利要求的等同替换的意义和范围之内的各种变形都包含在它们范围之内。

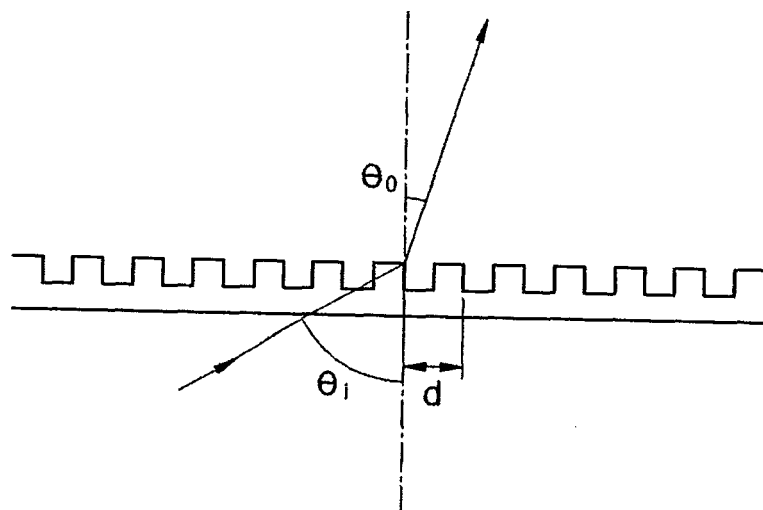


图 1

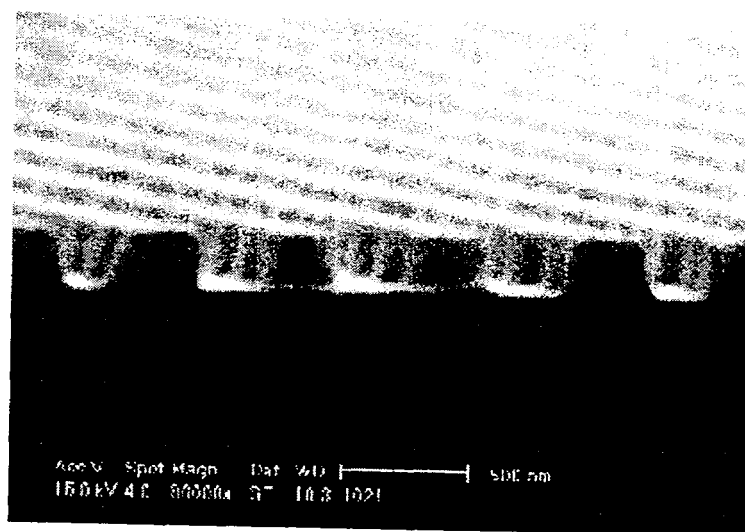


图 2

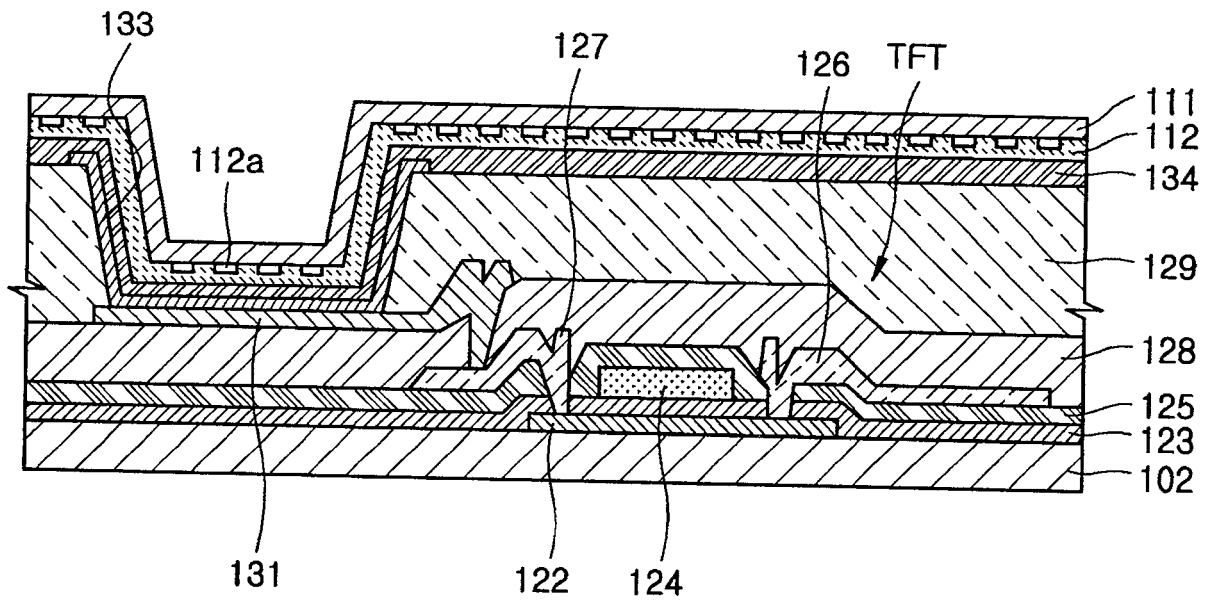


图 3

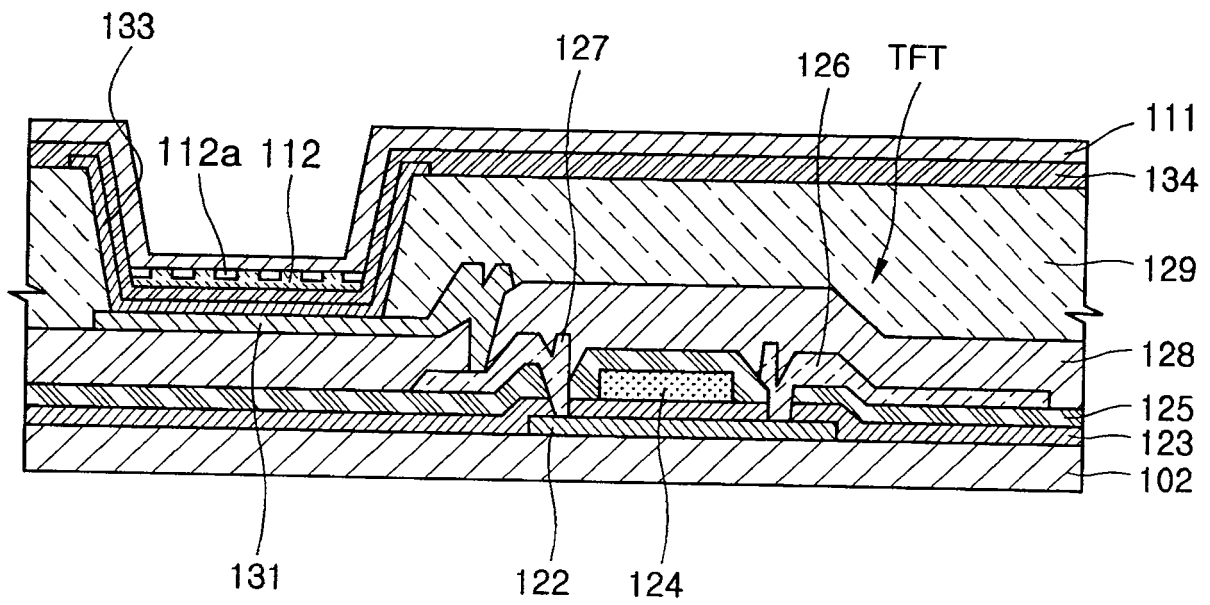


图 4

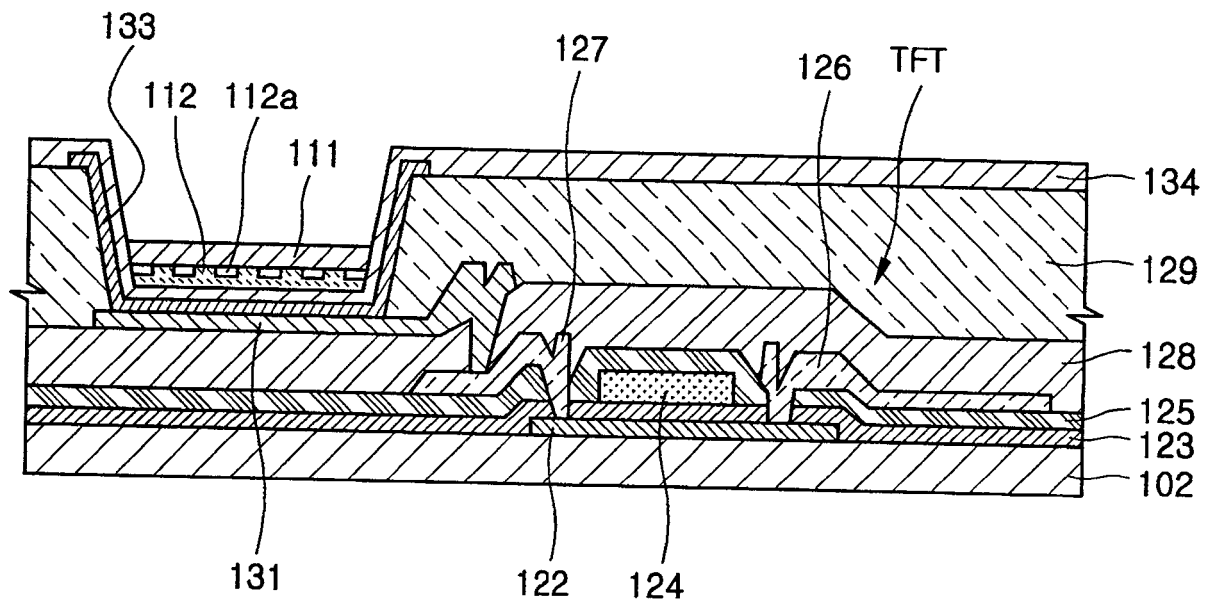


图 5

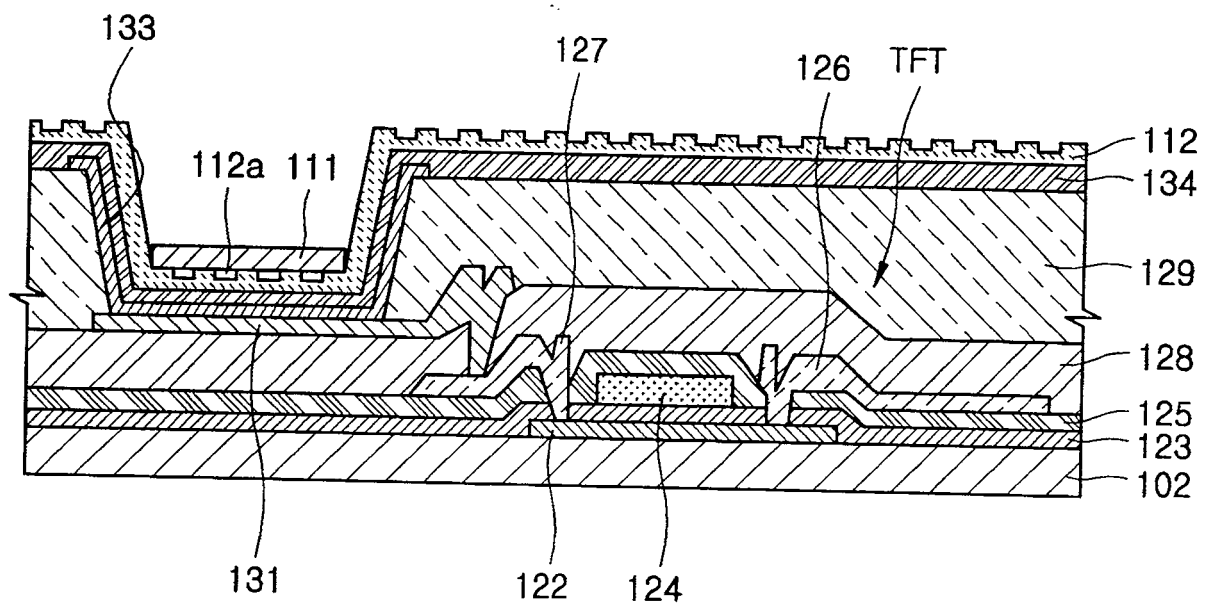


图 6

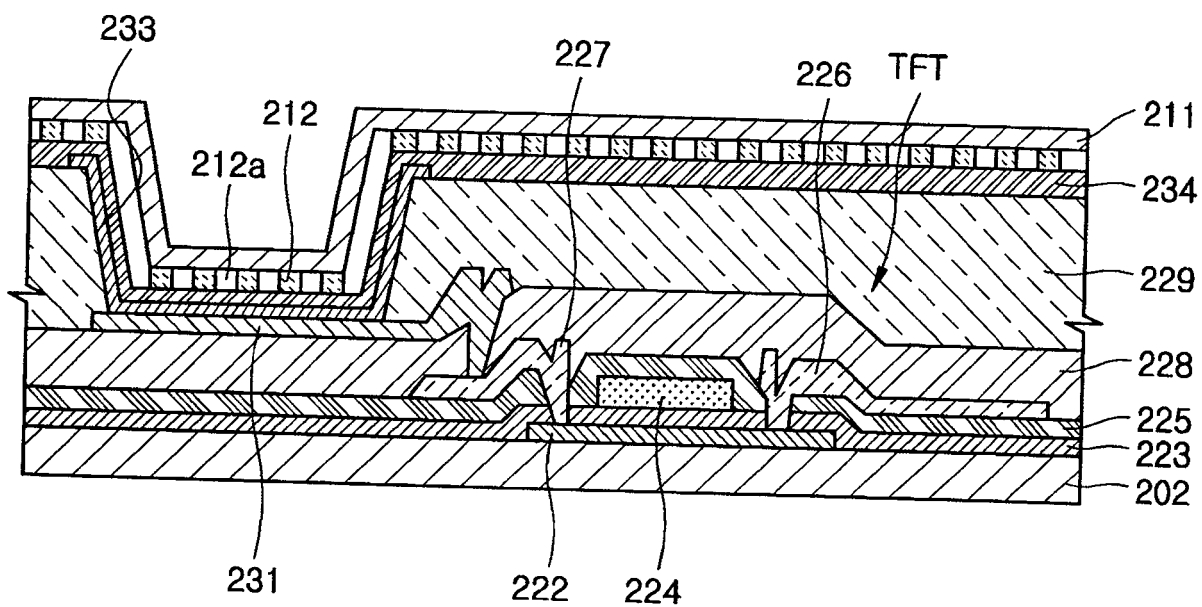


图 7

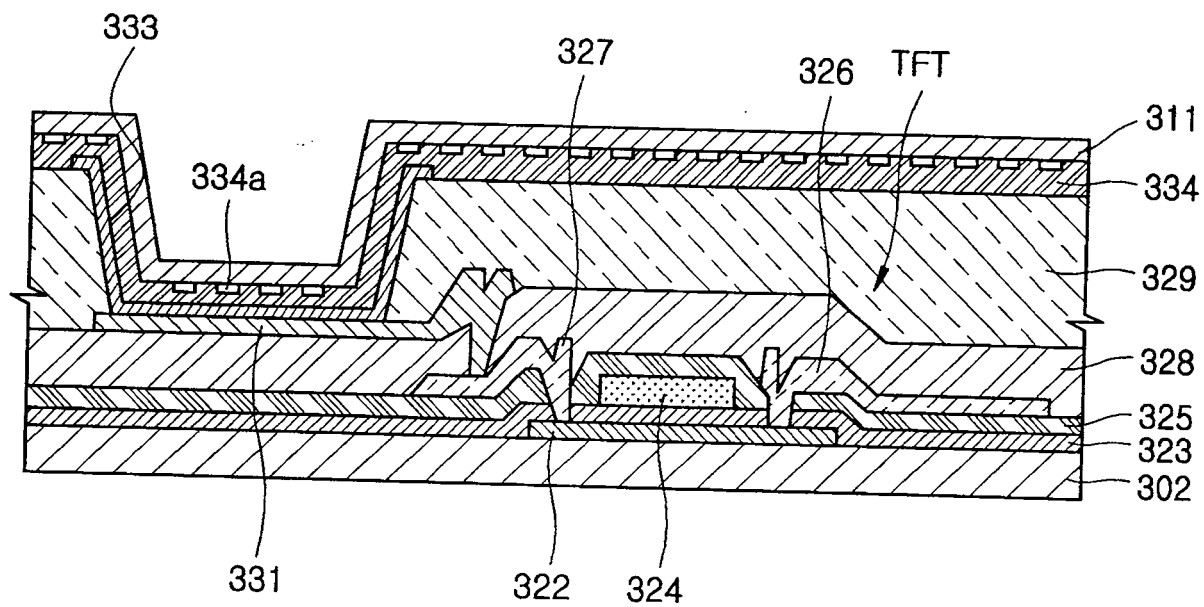


图 8

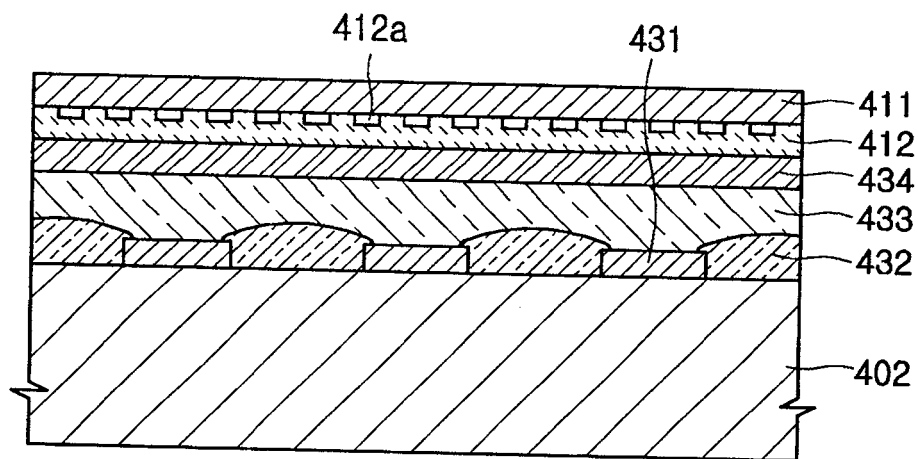


图 9

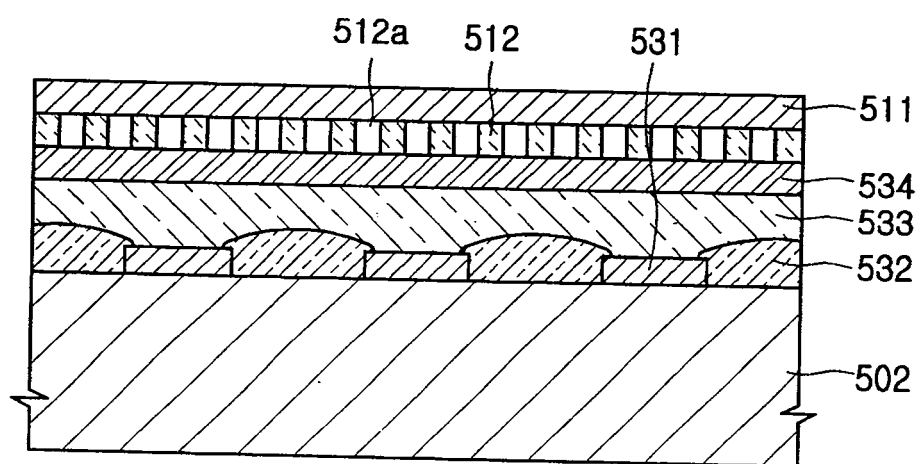


图 10

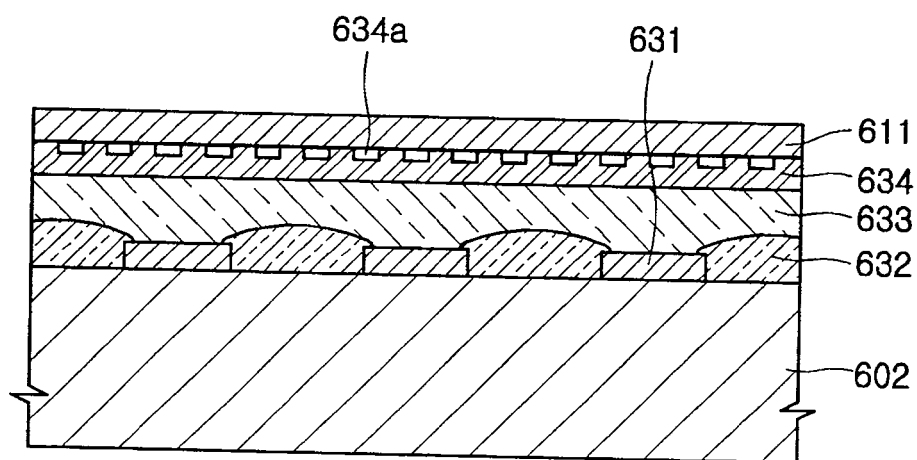


图 11

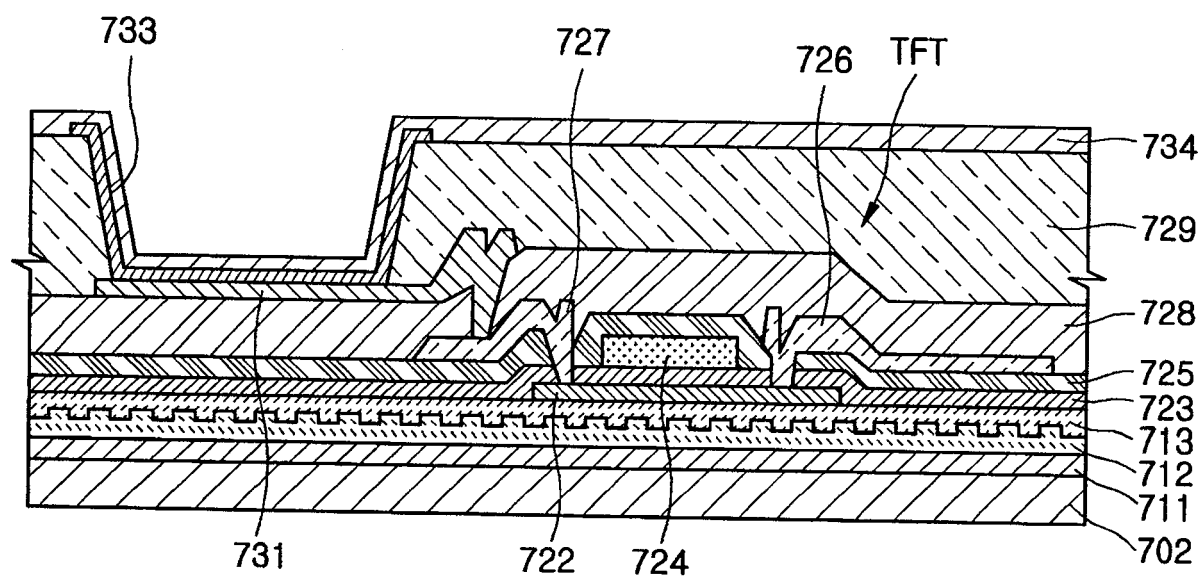


图 12

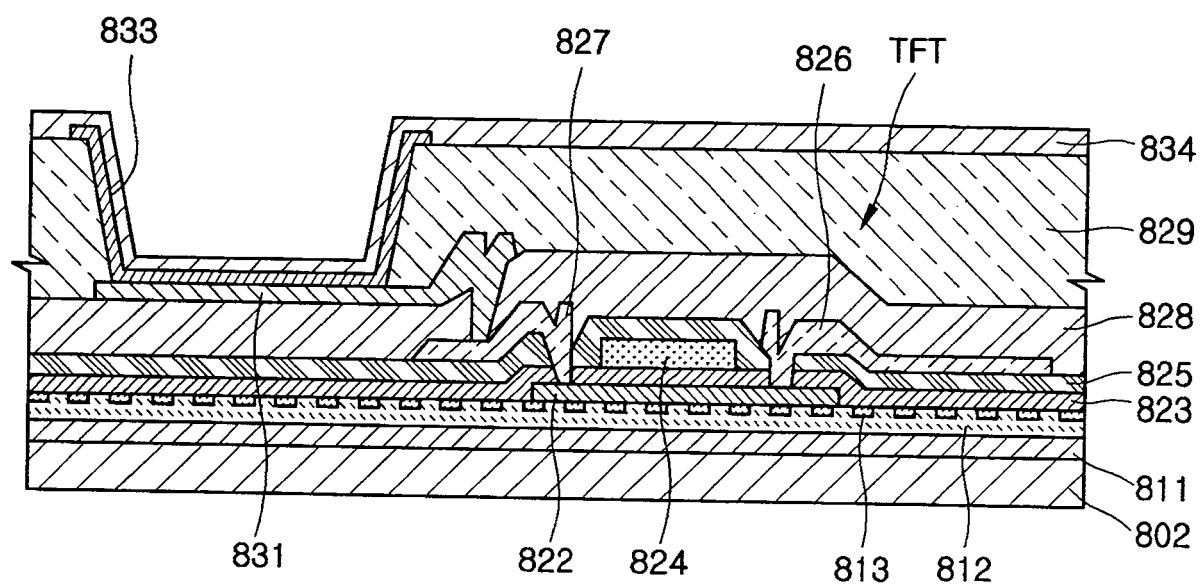


图 13

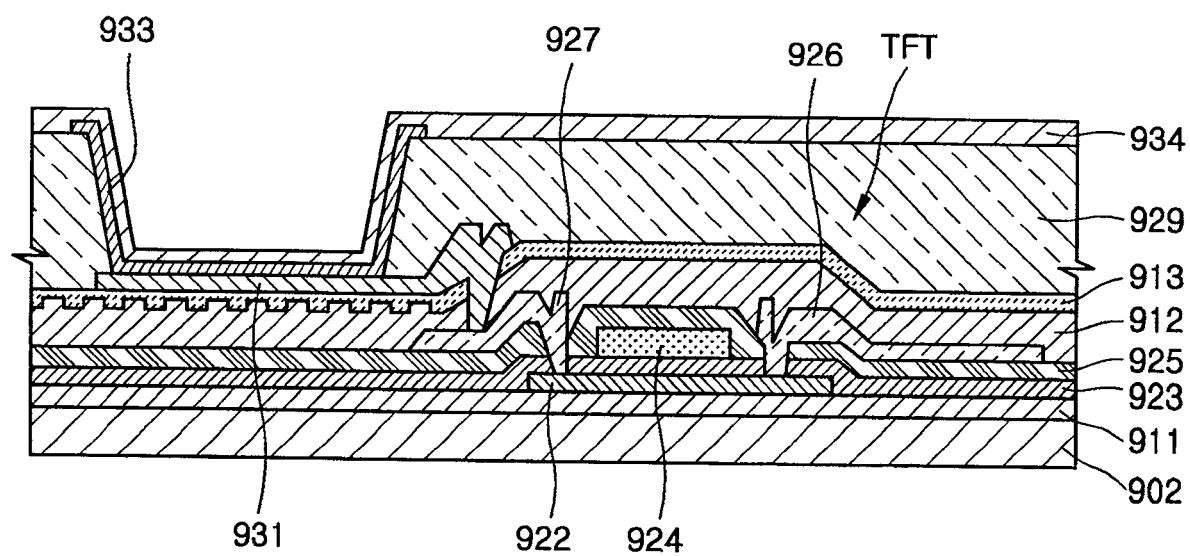


图 14

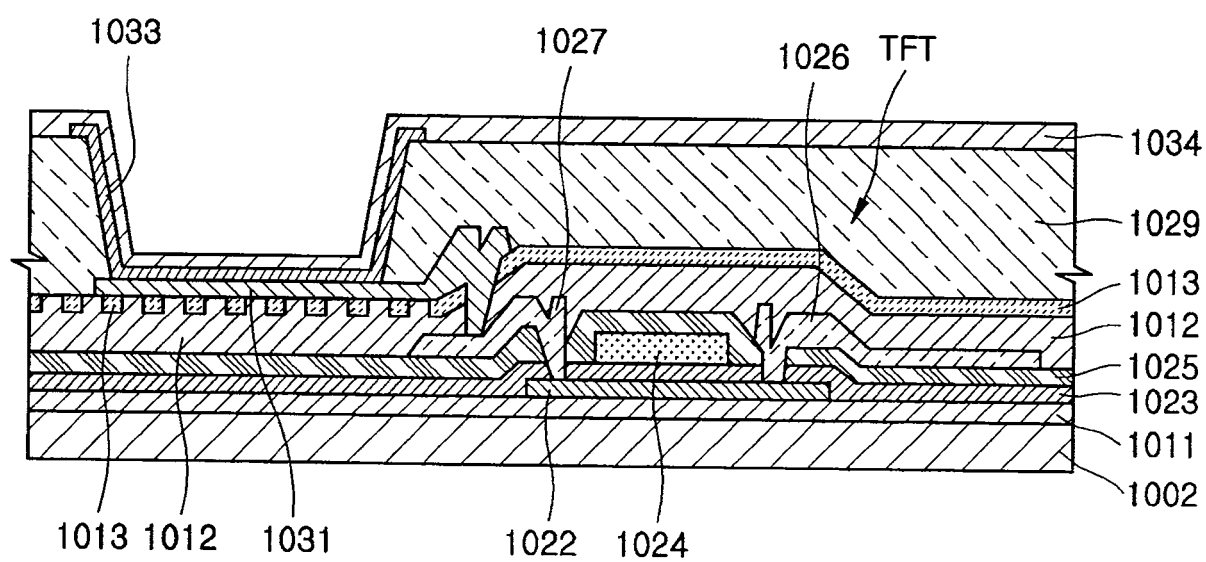


图 15

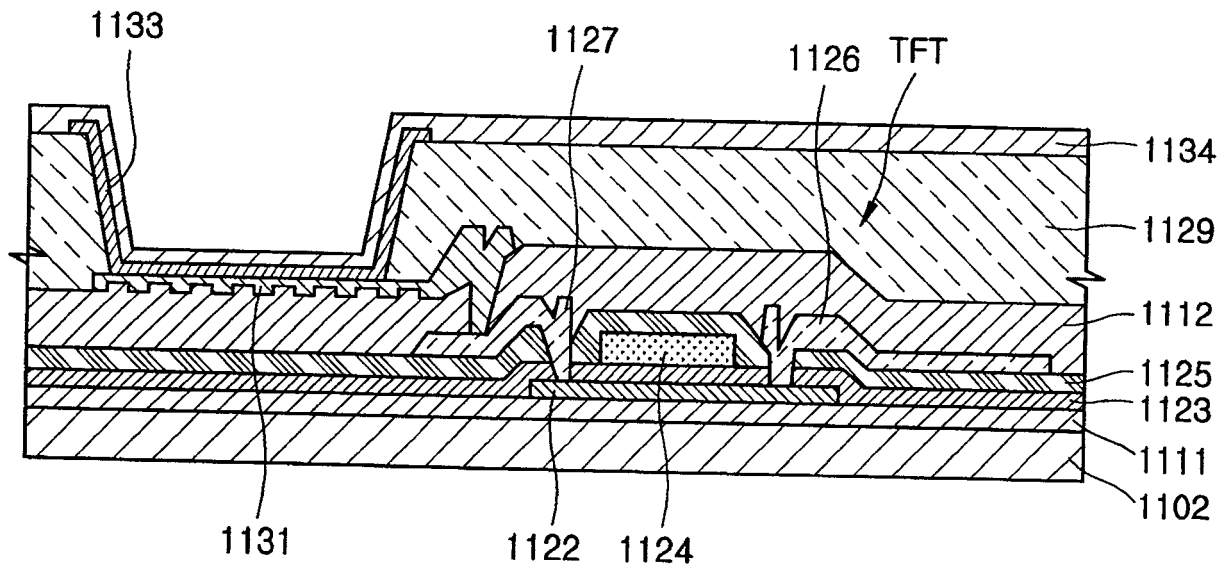


图 16

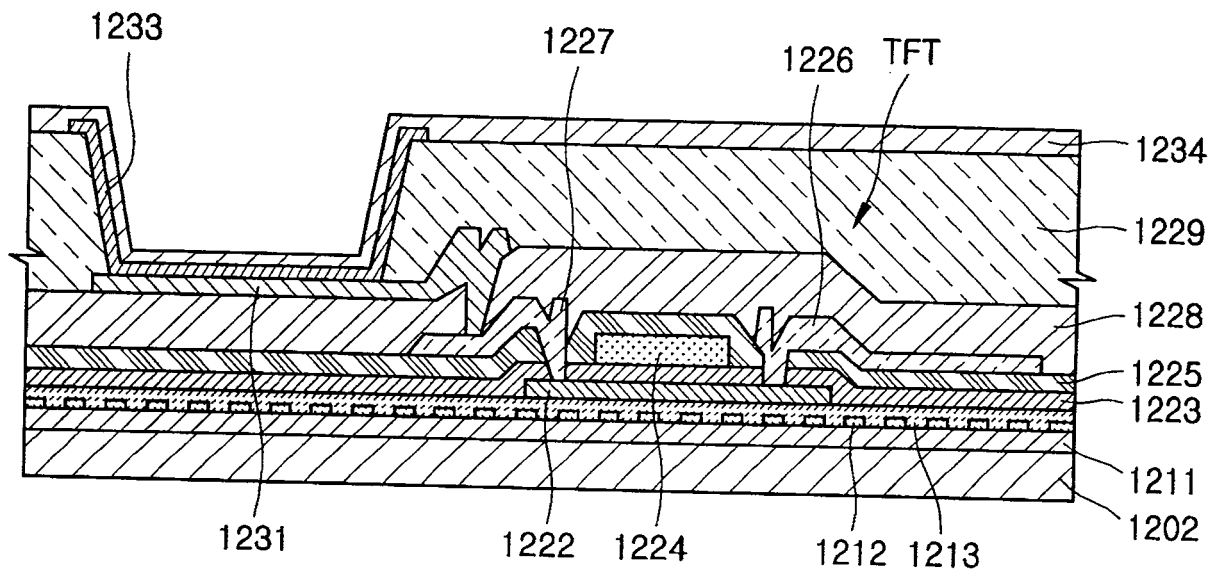


图 17

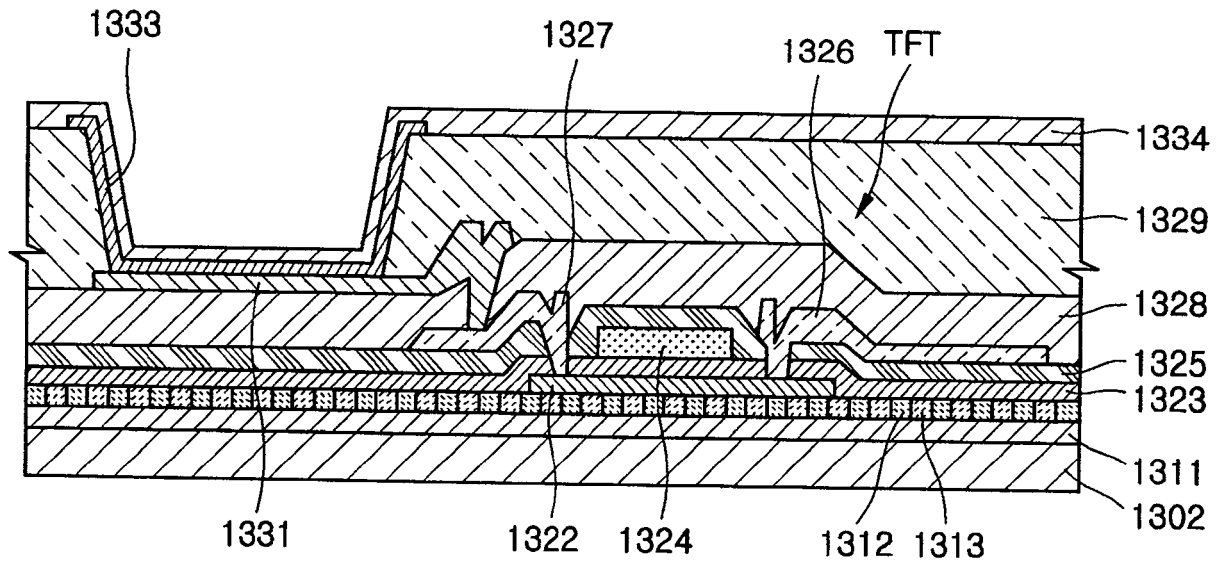


图 18

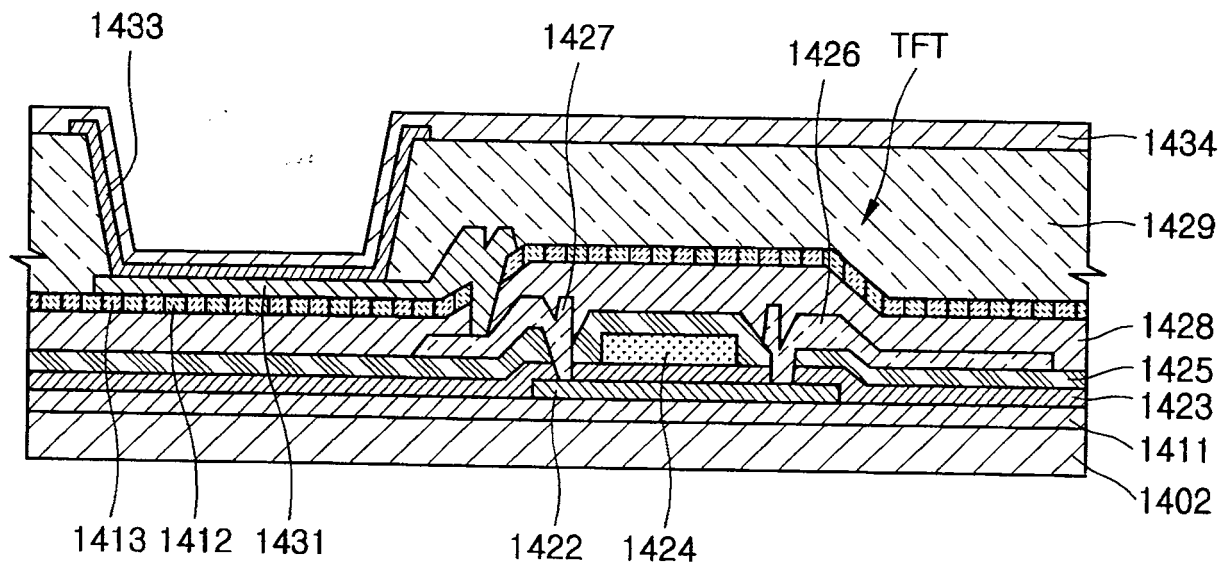


图 19

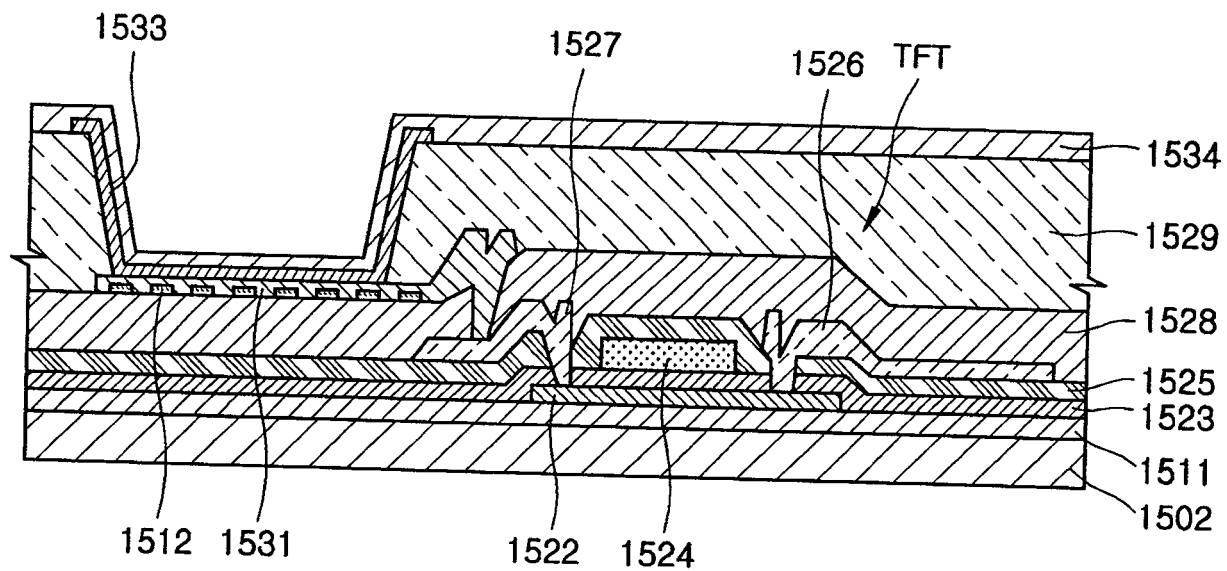


图 20

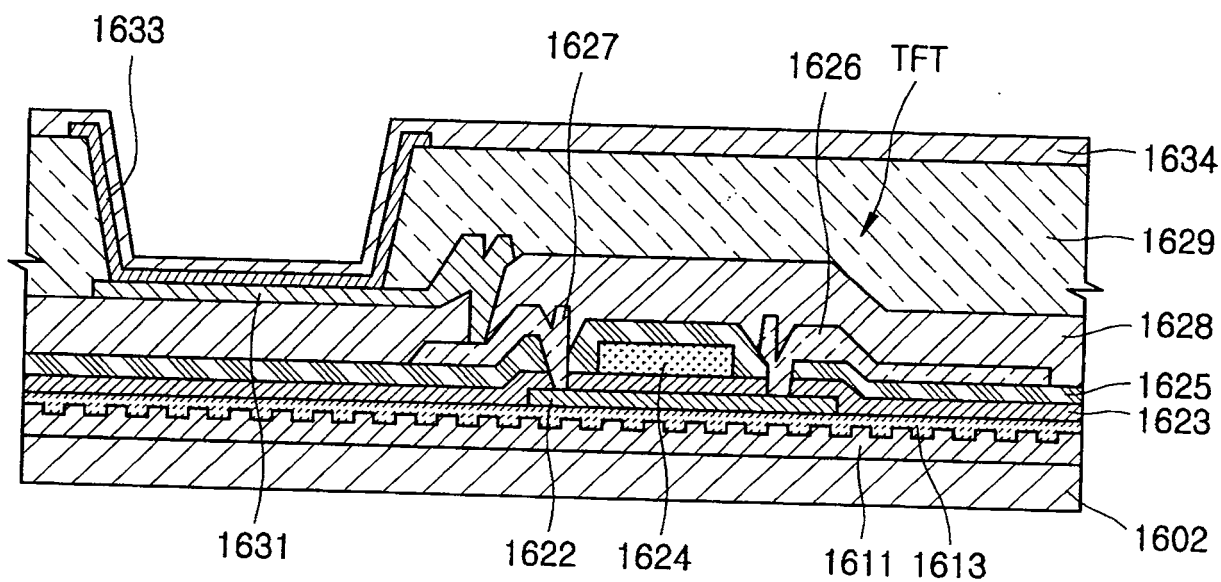


图 21

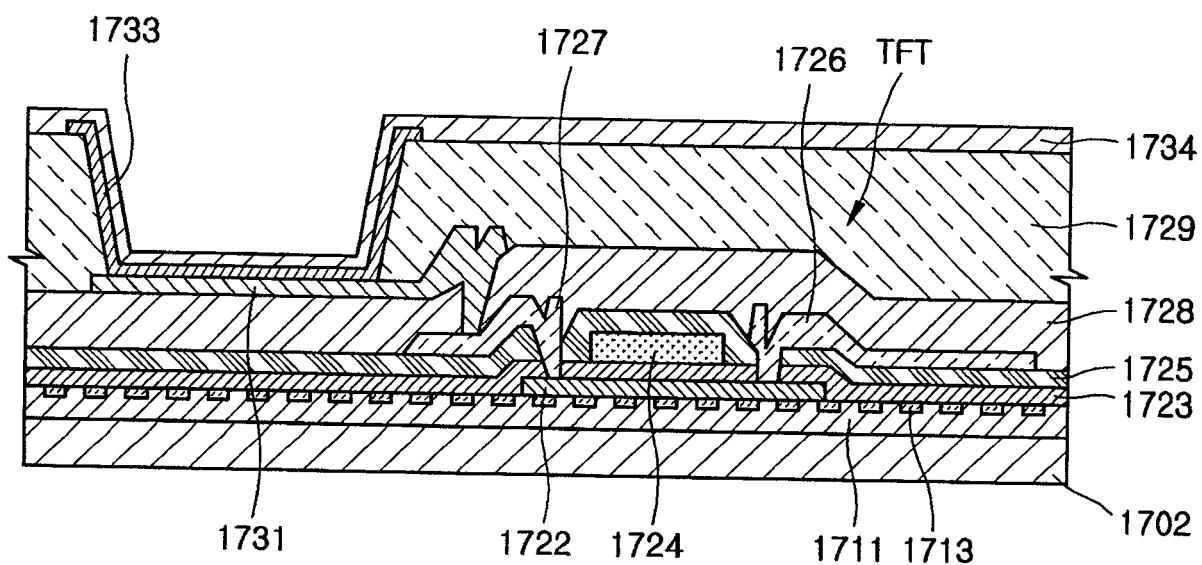


图 22

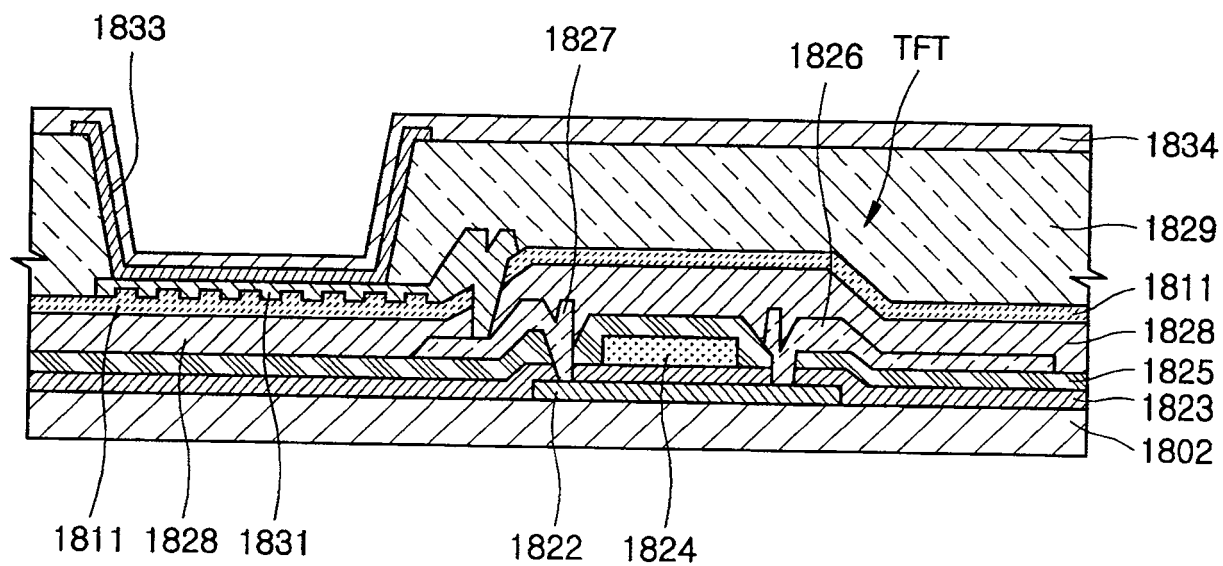


图 23

专利名称(译)	电致发光显示设备及其制造方法		
公开(公告)号	CN100518421C	公开(公告)日	2009-07-22
申请号	CN200510130129.5	申请日	2005-12-12
[标]申请(专利权)人(译)	三星斯笛爱股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星SDI株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	三星移动显示器株式会社		
[标]发明人	宋英宇 金润昶 吴宗锡 曹尚焕 安智薰 李濬九 李昭玲 河载兴		
发明人	宋英宇 金润昶 吴宗锡 曹尚焕 安智薰 李濬九 李昭玲 河载兴		
IPC分类号	H05B33/00 H05B33/14 H05B33/02 H05B33/10		
代理人(译)	宋志强		
优先权	1020050013889 2005-02-19 KR 1020040104651 2004-12-11 KR		
其他公开文献	CN1819727A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种具有改进的外部光耦合效率和亮度并易于制造的电致发光(EL)显示设备，及制造该EL显示设备的方法。在一个实施例中，EL显示设备包括基板、形成在该基板之上的第一电极、形成在该第一电极之上并面对该第一电极的第二电极、包括发光层并设置在该第一电极和该第二电极之间的第一中间层、设置在该第二电极顶部上的色彩转换层以及设置在该第二电极和该色彩转换层之间的衍射光栅。

