(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110911532 A
(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201911187162.X

(22)申请日 2018.11.27

(30)优先权数据
62/590,830 2017.11.27 US
62/595,415 2017.12.06 US
62/597,614 2017.12.12 US
62/598,223 2017.12.13 US
62/621,492 2018.01.24 US
62/624,639 2018.01.31 US
62/624,667 2018.01.31 US
16/200,036 2018.11.26 US

(62)分案原申请数据
201880029322.5 2018.11.27

(71)申请人 首尔伟傲世有限公司
地址 韩国京畿道安山市

(72)发明人 蔡钟炫 金彰渊 李豪埈 张成逵 李贞勳 赵大成

(74)专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286
代理人 姜长星 张川绪

(51)Int.Cl.
H01L 33/08(2010.01)
H01L 33/44(2010.01)
H01L 33/46(2010.01)
H01L 27/15(2006.01)
G09F 9/33(2006.01)

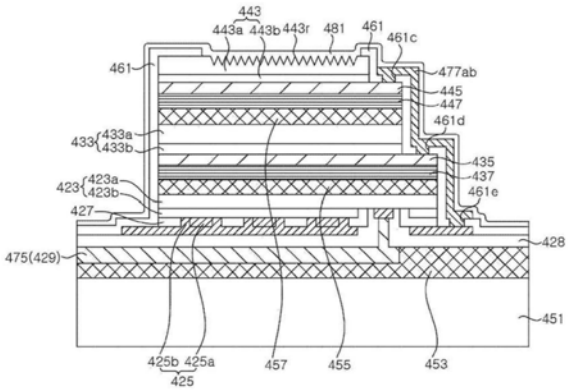
权利要求书3页 说明书92页 附图109页

(54)发明名称

用于显示器的发光二极管堆叠件和显示设备

(57)摘要

一种用于显示器的发光二极管堆叠件和显示设备。发光堆叠件包括:支撑基底;第一LED堆叠件,在支撑基底上;第二LED堆叠件,在第一LED堆叠件上;第三LED堆叠件,在第二LED堆叠件上;导电生长基底,结合至第二或第三LED堆叠件;第一滤色器,在第一与第二LED堆叠件之间,使从第一LED堆叠件产生的光透过,反射从第二LED堆叠件产生的光;第二滤色器,在第二与第三LED堆叠件之间,使从第一和第二LED堆叠件产生的光透过,反射从第三LED堆叠件产生的光,从第一LED堆叠件产生的光透过第二、第三LED堆叠件和导电生长基底向外部发射,从第二LED堆叠件产生的光透过第三LED堆叠件和导电生长基底向外部发射。



CN 110911532 A

1.一种用于显示器的发光二极管堆叠件,包括:

支撑基底;

第一LED堆叠件,布置在所述支撑基底上;

第二LED堆叠件,布置在所述第一LED堆叠件上;

第三LED堆叠件,布置在所述第二LED堆叠件上;

导电生长基底,结合至所述第二LED堆叠件或所述第三LED堆叠件;

第一滤色器,介于所述第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间,并使从所述第一LED堆叠件产生的光透过的同时反射从所述第二LED堆叠件产生的光;以及

第二滤色器,介于所述第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间,并使从所述第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光透过的同时反射从所述第三LED堆叠件产生的光,

其中,从所述第一LED堆叠件产生的光透过所述第二LED堆叠件、第三LED堆叠件和导电生长基底而向外部发射,并且从所述第二LED堆叠件产生的光透过所述第三LED堆叠件和导电生长基底而向外部发射。

2.根据权利要求1所述的用于显示器的发光二极管堆叠件,其中,

所述发光二极管堆叠件包括:导电生长基底,分别结合到所述第二LED堆叠件和第三LED堆叠件。

3.根据权利要求1所述的用于显示器的发光二极管堆叠件,其中,

所述第一LED堆叠件至第三LED堆叠件分别发射红光、绿光和蓝光。

4.根据权利要求1所述的用于显示器的发光二极管堆叠件,其中,

所述第一滤色器和第二滤色器中的每一个是低通滤波器、带通滤波器或带阻滤波器。

5.根据权利要求4所述的用于显示器的发光二极管堆叠件,其中,

所述第一滤色器和第二滤色器中的每一个包括具有不同折射率的绝缘层。

6.根据权利要求1所述的用于显示器的发光二极管堆叠件,其中,

所述导电生长基底是Si掺杂的GaN基基底。

7.根据权利要求1所述的用于显示器的发光二极管堆叠件,还包括:

第一结合层,介于所述支撑基底与所述第一LED堆叠件之间;

第二结合层,介于所述第一LED堆叠件与所述第一滤色器之间;以及

第三结合层,介于所述第二LED堆叠件与所述第二滤色器之间,

其中,所述第二结合层使从所述第一LED堆叠件产生的光透过,所述第三结合层使从所述第一LED堆叠件和所述第二LED堆叠件产生的光透过。

8.根据权利要求7所述的用于显示器的发光二极管堆叠件,其中,

所述第一结合层、所述第二结合层和所述第三结合层是透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层。

9.根据权利要求7所述的用于显示器的发光二极管堆叠件,还包括:

第一p反射电极,介于所述第一结合层与所述第一LED堆叠之间,并与所述第一LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触;

第二p透明电极,介于所述第一滤色器与所述第二LED堆叠件之间,并与所述第二LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触;以及

第三p透明电极,介于所述第二滤色器与所述第三LED堆叠件之间,并与所述第三LED堆

叠件的p型半导体层形成欧姆接触，

其中，从所述第一LED堆叠件产生的光透过所述第二p透明电极和所述第三p透明电极而向外部发射，并且从所述第二LED堆叠件产生的光透过所述第三p透明电极而向外部发射。

10.根据权利要求9所述的用于显示器的发光二极管堆叠件，其中，

所述第二结合层与所述第一LED堆叠件的n型半导体层邻近，并且所述第三结合层与结合至所述第二LED堆叠件的所述导电生长基底邻近。

11.根据权利要求1所述的用于显示器的发光二极管堆叠件，还包括：

第一结合层，介于所述支撑基底与所述第一LED堆叠件之间；

第二结合层，介于所述第一滤色器与所述第二LED堆叠件之间；和

第三结合层，介于所述第二LED堆叠件与所述第二滤色器之间，

其中，所述第二结合层和第三结合层使从所述第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光透过。

12.根据权利要求9所述的用于显示器的发光二极管堆叠件，还包括：

第一n反射电极，介于所述第一结合层与第一LED堆叠件之间，并与所述第一LED堆叠件的n型半导体层形成欧姆接触；

第一p透明电极，介于所述第一LED堆叠件与所述第一滤色器之间，并与所述第一LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触；

第二p透明电极，介于所述第二LED堆叠件与第三结合层之间，并与所述第二LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触；以及

第三p透明电极，介于所述第二滤色器与第三LED堆叠件之间，并与所述第三LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触，

其中，从所述第一LED堆叠件产生的光透过所述第一p透明电极，第二p透明电极和第三p透明电极而向外部发射，并且从所述第二LED堆叠件产生的光透过第二p透明电极和第三p透明电极向外部发射。

13.一种包括布置在支撑基板上的多个像素的显示设备，每个像素包括：

第一LED堆叠件，布置在所述支撑基底上；

第二LED堆叠件，布置在所述第一LED堆叠件上；

第三LED堆叠件，布置在所述第二LED堆叠件上；

导电生长基底，结合至所述第二LED堆叠件或所述第三LED堆叠件；

第一滤色器，介于所述第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间，并透射从所述第一LED堆叠件产生的光的同时反射从所述第二LED堆叠件产生的光；以及

第二滤色器，介于所述第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间，并透射从所述第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光的同时反射从所述第三LED堆叠件产生的光，

其中，从所述第一LED堆叠件产生的光透过所述第二LED堆叠件、第三LED堆叠件和所述导电生长基底而向外部发射，并且从所述第二LED堆叠件产生的光透过所述第三LED堆叠件和所述导电生长基底而向外部发射。

14.根据权利要求13所述的显示设备，其中，

每个像素包括：导电生长基底，分别结合到所述第二LED堆叠件和第三LED堆叠件。

15.根据权利要求13所述的显示设备,其中,

所述第一滤色器和第二滤色器中的每一个是低通滤波器、带通滤波器或带阻滤波器。

16.根据权利要求13所述的显示设备,其中,

所述导电生长基底是Si掺杂的GaN基基底。

17.根据权利要求13所述的显示设备,其中,

在每个像素中,所述第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的p型半导体层电连接到公共线,并且其n型半导体层电连接到不同的线。

18.根据权利要求17所述的显示设备,其中,

所述公共线是数据线,并且所述不同线是扫描线。

19.根据权利要求18所述的显示设备,还包括:

下绝缘层,覆盖所述第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的侧表面,

其中,所述下绝缘层包括用于电连接的开口。

20.根据权利要求19所述的显示设备,其中,

所述下绝缘层包括反射红光、绿光和蓝光的分布式布拉格反射器。

21.根据权利要求18所述的显示设备,还包括:

反射电极,介于所述支撑基板与所述第一LED堆叠件之间,

其中,所述反射电极遍及所述多个像素连续地布置而用作所述公共线。

22.根据权利要求18所述的显示设备,还包括:

反射电极,介于所述支撑基板与所述第一LED堆叠件之间,

其中,每个反射电极被限制性地定位在每个像素区域中。

23.根据权利要求13所述的显示设备,还包括:

第一结合层,介于所述支撑基板与所述第一LED堆叠件之间;

第二结合层,介于所述第一LED堆叠件与所述第二LED堆叠件之间;和

第三结合层,介于所述第二LED堆叠件与所述第二滤色器之间,

其中,第二结合层使从所述第一LED堆叠件产生的光透过,第三结合层使从所述第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光透过。

24.根据权利要求23所述的显示设备,其中,

所述第一结合层,所述第二结合层和所述第三结合层是透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层。

25.根据权利要求13所述的显示设备,其中,

所述第一LED堆叠件至第三LED叠堆件被独立地驱动。

用于显示器的发光二极管堆叠件和显示设备

[0001] 本申请是申请日为2018年11月27日、申请号为201880029322.5、发明名称为“用于显示器的发光二极管和具有该发光二极管的显示设备”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本公开的示例性实施例涉及用于下一代显示器的发光二极管和具有该发光二极管的显示设备。

背景技术

[0003] 作为无机光源，发光二极管已经被用于包括显示器、汽车灯、普通照明等的各个领域中。具有诸如长寿命、低功耗和快速响应的各种优点，发光二极管已经取代了现有技术中的现有光源。

[0004] 典型的发光二极管已被用作显示设备中的背光光源。然而，近来，已经开发了被构造为使用发光二极管直接实现图像的微型LED显示器作为下一代显示器。

[0005] 通常，显示设备通过蓝光、绿光和红光的混合来实现各种颜色。在显示设备中，每个像素包括分别对应于蓝色、绿色和红色的子像素，以基于这些子像素的颜色来确定特定像素的颜色，从而可以通过这样的像素的组合来实现图像。

[0006] 在微型LED显示器中，由于微型LED在二维平面上对应于子像素布置，因此在单个基底上需要布置多个微型LED。然而，微型LED具有200μm或更小的非常小的尺寸，或100μm或更小的尺寸，从而引起各种问题。特别地，由于微型LED装卸困难而难以将微型LED安装在显示面板上，并且难以用新的微型LED替换显示面板上的微型LED之中的有缺陷的微型LED。

[0007] 此外，由于子像素在显示器中布置在二维平面中，因此包括蓝色子像素、绿色子像素和红色子像素的一个像素占据相对大的区域。因此，必须减小每个子像素的面积以将子像素布置在有限的区域中，从而由于发光区域的减小而导致亮度劣化。

[0008] 另一方面，蓝色、绿色和红色在可视性方面存在显著差异。特别地，关于绿色的可视性远高于关于红色的可视性。结果，即使在发光二极管(LED)发射相同的光辐射通量时，也会根据颜色而产生亮度差。为了减小取决于可视性的亮度差，可以增大发射具有低可视性的颜色的LED的面积。然而，LED面积的增大导致子像素所占据的区域增大。

[0009] 此外，尽管可以通过调节施加到每个LED的电流密度来减小亮度差，但是通过调节电流密度来降低取决于可视性的亮度差使得显示器的操作复杂且困难。因此，对于使用微型LED的显示设备，需要开发一种使微型LED发射具有相似亮度的光而不会显著改变微型LED在二维平面中所占据的面积或施加到微型LED的电流密度的技术。

[0010] 在该背景技术部分中公开的上述信息仅用于理解发明构思的背景，因此，它可以包含不构成现有技术的信息。

发明内容

[0011] 技术问题

[0012] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的使每个子像素的发光区域增大而不增大像素区域的发光二极管以及具有该发光二极管的显示设备。

[0013] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的发光二极管和具有该发光二极管的显示设备，所述发光二极管允许同时制造多个像素，因此不需要单独安装在显示面板上。

[0014] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的使每个子像素的发光区域增大而不增大像素区域的发光二极管以及具有该发光二极管的显示设备。

[0015] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的发光二极管和具有该发光二极管的显示设备，所述发光二极管允许同时制造多个像素，因此不需要单独安装在显示面板上。

[0016] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的发光二极管像素和具有该发光二极管像素的显示设备，所述发光二极管像素允许同时制造多个像素，因此不需要单独安装在显示面板上。

[0017] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的使每个子像素的发光区域增大而不增大像素区域的发光二极管以及具有该发光二极管的显示设备。

[0018] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的发光二极管和具有该发光二极管的显示设备，所述发光二极管允许同时制造多个像素，因此不需要单独安装在显示面板上。

[0019] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的可以考虑到可视性来调节光的发射的发光二极管以及具有该发光二极管的显示设备。

[0020] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的使每个子像素的发光区域增大而不增大像素区域的发光二极管以及具有该发光二极管的显示设备。

[0021] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的发光二极管和具有该发光二极管的显示设备，所述发光二极管允许同时制造多个像素，因此不需要单独安装在显示面板上。

[0022] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的可以考虑到可视性来调节光的发射的发光二极管以及具有该发光二极管的显示设备。

[0023] 技术方案

[0024] 根据本公开的一个示例性实施例，用于显示器的发光二极管堆叠件包括：支撑基底；第一LED堆叠件，设置在支撑基底上；第二LED堆叠件，设置在第一LED堆叠件上；第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上；导电生长基底，结合到第二LED堆叠件或第三LED堆叠件；第一滤色器，置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间，并且透射从第一LED堆叠件产生的光，同时反射从第二LED堆叠件产生的光；第二滤色器，置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间，并且透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光，同时反射从第三LED堆叠件产生的光，其中，从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件、第三LED堆叠件和导电生长基底发射到外部，并且从第二LED堆叠件产生的光穿过第三LED堆叠件和导电生长基底发射到外部。

[0025] 根据本公开的另一示例性实施例，显示设备包括布置在支撑基底上的多个像素，每个像素包括：第一LED堆叠件，设置在支撑基底上；第二LED堆叠件，设置在第一LED堆叠件

上;第三LED堆叠件,设置在第二LED堆叠件上;导电生长基底,结合到第二LED堆叠件或第三LED堆叠件;第一滤色器,置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间,并且透射从第一LED堆叠件产生的光,同时反射从第二LED堆叠件产生的光;以及第二滤色器,置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间,并且透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光,同时反射从第三LED堆叠件产生的光,其中,从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件、第三LED堆叠件和导电生长基底发射到外部,并且从第二LED堆叠件产生的光穿过第三LED堆叠件和导电生长基底发射到外部。

[0026] 根据本公开的一个示例性实施例,用于显示器的发光二极管堆叠件包括:第一LED堆叠件,包括第一导电型半导体层和第二导电型半导体层;第二LED堆叠件,设置在第一LED堆叠件上;第三LED堆叠件,设置在第二LED堆叠件上;欧姆电极,设置在第二LED堆叠件的相对侧处,并与第一LED堆叠件的第一导电型半导体层形成欧姆接触;以及反射电极,设置在第二LED堆叠件的所述相对侧处,并与第一LED堆叠件的第二导电型半导体层形成欧姆接触,其中,从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部,并且从第二LED堆叠件产生的光穿过第三LED堆叠件发射到外部。

[0027] 根据本公开的另一示例性实施例,显示设备包括布置在支撑基底上的多个像素,每个像素包括:第一LED堆叠件,设置在支撑基底上,并且包括第一导电型半导体层和第二导电型半导体层;第二LED堆叠件,设置在第一LED堆叠件上;第三LED堆叠件,设置在第二LED堆叠件上;欧姆电极,置于支撑基底与第一LED堆叠件的第一导电型半导体层之间,并且与第一LED堆叠件的第一导电型半导体层形成欧姆接触;以及反射电极,置于支撑基底与第一LED堆叠件的第二导电型半导体层之间,并且与第一LED堆叠件的第二导电型半导体层形成欧姆接触,其中,从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部,并且从第二LED堆叠件产生的光穿过第三LED堆叠件发射到外部。

[0028] 根据本公开的一个示例性实施例,用于显示器的发光二极管像素包括:第一LED堆叠件;第二LED堆叠件,设置在第一LED堆叠件上的一些区域中;第三LED堆叠件,设置在第二LED堆叠件上的一些区域中;以及反射电极,设置在第一LED堆叠件的下侧处,其中,第一LED堆叠件至第三LED堆叠件中的每个包括n型半导体层和p型半导体层,第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的全部n型半导体层电连接到反射电极,并且第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以被独立地驱动。

[0029] 根据本公开的另一示例性实施例,显示设备包括布置在支撑基底上的多个像素,每个像素包括:第一LED堆叠件;第二LED堆叠件,设置在第一LED堆叠件上的一些区域中;第三LED堆叠件,设置在第二LED堆叠件上的一些区域中;以及反射电极,设置在第一LED堆叠件的下侧处,其中,第一LED堆叠件至第三LED堆叠件中的每个包括n型半导体层和p型半导体层,第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的全部n型半导体层电连接到反射电极,并且第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件被独立地驱动。

[0030] 根据本公开的一个示例性实施例,用于显示器的发光二极管堆叠件包括:第一-1LED堆叠件;第一-2LED堆叠件,设置在第一-1LED堆叠件上;第二LED堆叠件,设置在第一-2LED堆叠件上;以及第三LED堆叠件,设置在第二LED堆叠件上,其中,第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件适于发射红光,第二LED堆叠件适于发射绿光,并且第三LED堆叠件适于发射蓝光。

[0031] 根据本公开的另一示例性实施例，显示设备包括布置在支撑基底上的多个像素，每个像素包括：第一-1LED堆叠件，设置在支撑基底上；第一-2LED堆叠件，设置在第一-1LED堆叠件上；第二LED堆叠件，设置在第一-2LED堆叠件上；以及第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上，其中，第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件适于发射红光，第二LED堆叠件适于发射绿光，并且第三LED堆叠件适于发射蓝光。

[0032] 根据本公开的再一示例性实施例，用于显示器的发光二极管堆叠件包括：第一-1LED堆叠件；第一-2LED堆叠件，设置在第一-1LED堆叠件上；第二LED堆叠件，设置在第一-2LED堆叠件上；以及第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上，其中，第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件包括AlGaInP基阱层，第二LED堆叠件相比于第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件适于发射具有更短波长的光，第三LED堆叠件相比于第二LED堆叠件适于发射具有更短波长的光。

[0033] 根据本公开的一个示例性实施例，用于显示器的发光二极管堆叠件包括：第一LED堆叠件；第二LED堆叠件，设置在第一LED堆叠件上；以及第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上，其中，第一LED堆叠件具有多结LED堆叠结构。

[0034] 根据本公开的另一示例性实施例，显示设备包括布置在支撑基底上的多个像素，每个像素包括：第一LED堆叠件，设置在支撑基底上；第二LED堆叠件，设置在第一LED堆叠件上；以及第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上，其中，第一LED堆叠件具有多结LED堆叠结构。

[0035] 根据本公开的一个示例性实施例，提供一种用于显示器的发光二极管堆叠件。发光二极管堆叠件包括：支撑基底；第一LED堆叠件，设置在支撑基底上；第二LED堆叠件，设置在第一LED堆叠件上；第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上；导电生长基底，结合到第二LED堆叠件或第三LED堆叠件；第一滤色器，置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间，并且透射从第一LED堆叠件产生的光，同时反射从第二LED堆叠件产生的光；以及第二滤色器，置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间，并且透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光，同时反射从第三LED堆叠件产生的光，其中，从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件、第三LED堆叠件和导电生长基底发射到外部，并且从第二LED堆叠件产生的光穿过第三LED堆叠件和导电生长基底发射到外部。

[0036] 利用其中第一LED堆叠件至第三LED堆叠件一个在另一个上地堆叠的结构，发光二极管堆叠件可以增大每个子像素的发光区域而不增大像素区域。此外，利用第一滤色器和第二滤色器，发光二极管堆叠件使从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部，并且使从第二LED堆叠件产生的光穿过第三LED堆叠件发射到外部，同时防止从第二LED堆叠件产生的光进入第一LED堆叠件并防止从第三LED堆叠件产生的光进入第二LED堆叠件，从而改善发光效率。

[0037] 此外，用于第二LED堆叠件或第三LED堆叠件的生长基底可以保留而不是被去除，从而能够简化制造工艺。然而，应该理解的是，本公开不局限于此。在其它示例性实施例中，可以去除生长基底。

[0038] 具体地，发光二极管堆叠件可以包括分别结合到第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的导电生长基底。

[0039] 同时，第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以被顺序地设置，从而

以所陈述的次序发射具有逐渐减小的波长的光。例如，第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以分别发射红光、绿光和蓝光。由于第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件以所陈述的顺序发射具有逐渐减小的波长的光，所以能够防止LED堆叠件之间的光干涉。

[0040] 第一滤色器和第二滤色器中的每个可以是低通滤波器、带通滤波器或带阻滤波器。具体地，第一滤色器和第二滤色器中的每个可以包括具有不同折射率的绝缘层。利用其中第一滤色器和第二滤色器包括绝缘层的结构，发光二极管堆叠件可以在结构方面具有稳定性并且可以呈现出良好的发光效率。例如，第一滤色器和第二滤色器中的每个可以是包括分布式布拉格反射器(distributed Bragg reflector)的带阻滤波器。

[0041] 导电生长基底可以是Si掺杂的GaN基基底。用作生长基底的GaN基基底可以减小生长在其上的第二LED堆叠件或第三LED堆叠件的位错密度。第二LED堆叠件或第三LED堆叠件可以具有例如$103/cm^2$至$107/cm^2$的位错密度。结果，可以改善第二LED堆叠件或第三LED堆叠件的发光效率。

[0042] 第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以经由第一结合层、第二结合层和第三结合层顺序地堆叠在支撑基底上。第一结合层、第二结合层和第三结合层可以是透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层。

[0043] 在一个示例性实施例中，用于显示器的发光二极管堆叠件还可以包括：第一结合层，置于支撑基底与第一LED堆叠件之间；第二结合层，置于第一LED堆叠件与第一滤色器之间；以及第三结合层，置于第二LED堆叠件与第二滤色器之间；其中，第二结合层透射从第一LED堆叠件产生的光，并且第三结合层透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光。利用第一结合层至第三结合层，第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以彼此结合，同时使光穿过第二结合层和第三结合层发射到外部，从而防止光损失。

[0044] 第一LED堆叠件至第三LED堆叠件可以被独立地驱动。为此，发光二极管堆叠件可以提供有具有各种结构的电极。

[0045] 在一个示例性实施例中，用于显示器的发光二极管堆叠件还可以包括：第一p反射电极，置于第一结合层与第一LED堆叠件之间，并且与第一LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触；第二p透明电极，置于第一滤色器与第二LED堆叠件之间，并且与第二LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触；以及第三p透明电极，置于第二滤色器与第三LED堆叠件之间，并且与第三LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触，其中，从第一LED堆叠件产生的光穿过第二p透明电极和第三p透明电极发射到外部，并且从第二LED堆叠件产生的光穿过第三p透明电极发射到外部。第一p反射电极、第二p透明电极和第三p透明电极可以有助于发光二极管堆叠件中的电流扩散。此外，第一p反射电极可以反射从第一LED堆叠件产生的光以将其发射到外部，从而改善发光效率，第二p透明电极和第三p透明电极透射从LED堆叠件产生的光，从而防止光损失。

[0046] 第二结合层可以毗邻第一LED堆叠件的n型半导体层，并且第三结合层可以毗邻结合到第二LED堆叠件的导电生长基底。

[0047] 在其它示例性实施例中，用于显示器的发光二极管堆叠件还可以包括：第一结合层，置于支撑基底与第一LED堆叠件之间；第二结合层，置于第一滤色器与第二LED堆叠件之间；以及第三结合层，置于第二LED堆叠件与第二滤色器之间；其中，第二结合层和第三结合

层透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光。

[0048] 此外，用于显示器的发光二极管堆叠件还可以包括：第一n反射电极，置于第一结合层与第一LED堆叠件之间，并且与第一LED堆叠件的n型半导体层形成欧姆接触；第一p透明电极，置于第一LED堆叠件与第一滤色器之间，并且与第一LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触；第二p透明电极，置于第二LED堆叠件与第三结合层之间，并且与第二LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触；以及第三p透明电极，置于第二滤色器与第三LED堆叠件之间，并且与第三LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触，其中，从第一LED堆叠件产生的光穿过第一p透明电极、第二p透明电极和第三p透明电极发射到外部，并且从第二LED堆叠件产生的光穿过第二p透明电极和第三p透明电极发射到外部。

[0049] 根据本公开的另一示例性实施例，提供一种显示设备。所述显示设备包括布置在支撑基底上的多个像素，每个像素包括：第一LED堆叠件，设置在支撑基底上；第二LED堆叠件，设置在第一LED堆叠件上；第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上；导电生长基底，结合到第二LED堆叠件或第三LED堆叠件；第一滤色器，置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间，并且透射从第一LED堆叠件产生的光，同时反射从第二LED堆叠件产生的光；以及第二滤色器，置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间，并且透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光，同时反射从第三LED堆叠件产生的光，其中，从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件、第三LED堆叠件和导电生长基底发射到外部，并且从第二LED堆叠件产生的光穿过第三LED堆叠件和导电生长基底发射到外部。

[0050] 此外，显示设备可以包括分别结合到第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的导电生长基底。

[0051] 第一滤色器和第二滤色器中的每个可以是低通滤波器、带通滤波器或带阻滤波器。

[0052] 导电生长基底可以是Si掺杂的GaN基基底。

[0053] 在每个像素中，第一LED堆叠件的p型半导体层、第二LED堆叠件的p型半导体层和第三LED堆叠件的p型半导体层可以电连接到公共线，第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的n型半导体层可以电连接到不同的线。例如，公共线可以是数据线，而不同的线可以是扫描线。

[0054] 显示设备还可以包括：下绝缘层，覆盖第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的侧表面，其中，下绝缘层可以包括用于电连接的开口。

[0055] 下绝缘层可以包括反射红光、绿光和蓝光的分布式布拉格反射器。

[0056] 在一个示例性实施例中，显示设备还可以包括置于支撑基底与第一LED堆叠件之间的反射电极。反射电极可以遍及多个像素连续地设置以用作公共线。

[0057] 在另一示例性实施例中，显示设备还可以包括置于支撑基底与第一LED堆叠件之间的反射电极。每个反射电极可以限制性地定位在每个像素区域中。

[0058] 显示设备还可以包括：第一结合层，置于支撑基底与第一LED堆叠件之间；第二结合层，置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间；以及第三结合层，置于第二LED堆叠件与第二滤色器之间，其中，第二结合层透射从第一LED堆叠件产生的光，并且第三结合层透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光。

[0059] 第一结合层、第二结合层和第三结合层可以是透明无机绝缘层、透明有机绝缘层

或透明导电层。

[0060] 在每个像素中，第一LED堆叠件至第三LED堆叠件可以被独立地驱动。

[0061] 本公开提供一种具有简单的结构且能够被简单制造的发光堆叠结构。

[0062] 本公开提供一种具有发光堆叠结构的显示装置。

[0063] 发明构思的实施例可以提供一种发光堆叠结构，所述发光堆叠结构包括一个在另一个上顺序地堆叠并发射具有彼此不同的波段的颜色光的多个外延堆叠件。每个外延堆叠件可以沿向上方向发射所述颜色光之中的对应的颜色光，并且外延堆叠件之中的设置在最下端处的外延堆叠件包括设置在其上表面上的凹凸部分。

[0064] 每个外延堆叠件可以被独立地驱动。

[0065] 分别从外延堆叠件发射的颜色光可以具有彼此不同的能带，并且从外延堆叠件发射的颜色光的能带从外延堆叠件之中的设置在最下端处的外延堆叠件到外延堆叠件之中的设置在最上端处的外延堆叠件变得越来越高。

[0066] 从外延堆叠件之中的彼此相邻设置的两个外延堆叠件中的下外延堆叠件发射的颜色光可以穿过所述两个外延堆叠件中的上外延堆叠件行进。外延堆叠件可以透射来自设置在其下方的外延堆叠件的颜色光的大约80％或更多。

[0067] 外延堆叠件可以包括：第一外延堆叠件，设置在基底上以发射第一颜色光；第二外延堆叠件，设置在第一外延堆叠件上以发射第二颜色光，第二颜色光的波段不同于第一颜色光的波段；以及第三外延堆叠件，设置在第二外延堆叠件上以发射第三颜色光，第三颜色光的波段不同于第一颜色光和第二颜色光的波段。

[0068] 第一颜色光、第二颜色光和第三颜色光可以分别是红光、绿光和蓝光。

[0069] 发光堆叠结构还可以包括设置在第一外延堆叠件与第二外延堆叠件之间的第一波通滤波器。

[0070] 发光堆叠结构还可以包括设置在第二外延堆叠件与第三外延堆叠件之间的第二波通滤波器。

[0071] 第一外延堆叠件、第二外延堆叠件和第三外延堆叠件中的每个可以包括设置在基底上的p型半导体层、设置在p型半导体层上的有源层和设置在有源层上的n型半导体层。

[0072] 第二外延堆叠件和第三外延堆叠件中的至少一个的n型半导体层可以包括设置在其上的凹凸部分。

[0073] 发光堆叠结构还可以包括分别连接到第一外延堆叠件的p型半导体层、第二外延堆叠件的p型半导体层和第三外延堆叠件的p型半导体层的第一p型电极、第二p型电极和第三p型电极。

[0074] 第一p型电极可以设置在基底与第一外延堆叠件之间。

[0075] 第二p型电极可以设置在第一外延堆叠件与第二外延堆叠件之间。第二p型电极可以包括透明导电材料。

[0076] 第三p型电极可以设置在第二外延堆叠件与第三外延堆叠件之间。第三p型电极可以包括透明导电材料。

[0077] 第一p型电极、第二p型电极和第三p型电极可以分别基本覆盖第一外延堆叠件、第二外延堆叠件和第三外延堆叠件。

[0078] 发光堆叠结构还可以包括覆盖第三外延堆叠件并包括第一接触孔和第二接触孔

的绝缘层，第一接触孔被限定为穿过绝缘层以暴露第二p型电极和第三p型电极的上表面，第二接触孔被限定为穿过绝缘层以暴露第二n型半导体层和第三n型半导体层的上表面。

[0079] 第一接触孔和第二接触孔可以被限定在外围区域中。

[0080] 发光堆叠结构还可以包括数据线，以将公共电压施加到第一外延堆叠件的第一p型电极、第二外延堆叠件的第二p型电极和第三外延堆叠件的第三p型电极。数据线穿过第一接触孔连接到位于基底与第一外延堆叠件之间的第一p型电极，并穿过第一接触孔连接到第二p型电极和第三p型电极。

[0081] 发光堆叠结构还可以包括第一信号线、第二信号线和第三信号线，第一信号线、第二信号线和第三信号线分别将信号施加到第一外延堆叠件的第一n型半导体层、第二外延堆叠件的第二n型半导体层和第三外延堆叠件的第三n型半导体层。第一信号线可以连接到位于基底与第一外延堆叠件之间的第一n型半导体层，第二信号线可以穿过第二接触孔连接到第二n型半导体层，第三信号线可以穿过第二接触孔连接到第三n型半导体层。

[0082] 发明构思的实施例可以提供一种应用发光堆叠结构的显示装置。所述显示装置包括多个像素。每个像素包括一个在另一个上顺序地堆叠并发射具有彼此不同的波段的颜色光的多个外延堆叠件。每个外延堆叠件沿向上方向发射所述颜色光之中的对应的颜色光，外延堆叠件的发光区域彼此叠置，并且外延堆叠件之中的设置在最下端处的外延堆叠件可以包括设置在其上表面上的凹凸部分。

[0083] 显示装置还可以包括电连接到像素的线路部分，以将发光信号施加到像素。

[0084] 线路部分可以包括多条数据线和多条信号线，数据线在第一方向上延伸并连接第一外延堆叠件、第二外延堆叠件和第三外延堆叠件的第一半导体层，信号线在与第一方向交叉的第二方向上延伸并分别连接到第一外延堆叠件、第二外延堆叠件和第三外延堆叠件的第二半导体层。

[0085] 显示装置可以以无源矩阵方式或有源矩阵方式进行驱动。

[0086] 根据以上内容，发光堆叠结构可以具有简单的结构并且可以被简单地制造。此外，显示装置可以包括发光堆叠结构。

[0087] 本公开提供了一种具有简单的结构并且能够被简单地制造的发光堆叠结构。

[0088] 发明构思的实施例可以提供一种发光堆叠结构，所述发光堆叠结构包括：第一外延堆叠件，发射第一颜色光；第二外延堆叠件，设置在第一外延堆叠件上以发射不同于第一颜色光的第二颜色光；以及电极部分，设置在第二外延堆叠件上，并电连接到第一外延堆叠件和第二外延堆叠件。第一外延堆叠件的发光区域可以与第二外延堆叠件的发光区域叠置，并且第一外延堆叠件可以沿向下方向发射第一颜色光，第二外延堆叠件可以沿向下方向发射第二颜色光。

[0089] 第一颜色光可以具有比第二颜色光的波长短的波长。

[0090] 第一颜色光可以是蓝光，第二颜色光可以是红光。

[0091] 第一外延堆叠件和第二外延堆叠件可以彼此独立地被驱动。

[0092] 第一外延堆叠件和第二外延堆叠件中的至少一个可以包括设置在其下表面上的凹凸部分。

[0093] 发光堆叠结构还可以包括设置在第一外延堆叠件与第二外延堆叠件之间的粘合层。

[0094] 发光堆叠结构还可以包括设置在第一外延堆叠件与粘合层之间的长波通滤波器。

[0095] 第一外延堆叠件可以包括n型半导体层、设置在n型半导体层上的有源层、设置在有源层上的p型半导体层和设置在p型半导体层上的第一p型接触电极。

[0096] 第一p型接触电极可以包括透明导电材料。

[0097] 当在平面图中观看时，发光堆叠结构还可以包括与发光区域相邻设置的外围区域，第一p型接触电极可以被设置为与发光区域叠置。

[0098] 第二外延堆叠件可以包括：第二n型半导体层；第二外延堆叠件的有源层，设置在第二n型半导体层上；第二外延堆叠件的p型半导体层，设置在第二外延堆叠件的有源层上；第二n型接触电极，设置在第二n型半导体层上；以及第二p型接触电极，设置在第二外延堆叠件的p型半导体层上。

[0099] 第二p型接触电极可以包括反射材料。

[0100] 电极部分可以包括：公共电极，连接到第一p型接触电极和第二p型接触电极；第一信号电极，连接到第一外延堆叠件的n型半导体层；以及第二信号电极，连接到第二n型半导体层。

[0101] 第一接触孔可以被限定为穿过第二外延堆叠件、第一外延堆叠件的有源层和第一外延堆叠件的p型半导体层以暴露第一外延堆叠件的n型半导体层的上表面，第一信号电极可以穿过第一接触孔连接到第一外延堆叠件的n型半导体层。

[0102] 第三接触孔可以被限定为穿过第二外延堆叠件以暴露第一p型接触电极的上表面，公共电极可以穿过第三接触孔连接到第一p型接触电极。

[0103] 发光堆叠结构还可以包括覆盖第二外延堆叠件的第一绝缘层，第二接触孔可以被限定为穿过第一绝缘层以暴露第二n型接触电极的上表面，并且第二信号电极可以穿过第二接触孔连接到第二n型接触电极。

[0104] 发光堆叠结构还可以包括设置在第一绝缘层上的第二绝缘层，第四接触孔可以被限定为穿过第二绝缘层以暴露第二p型接触电极的上表面，并且公共电极可以穿过第四接触孔连接到第二p型接触电极。

[0105] 第一外延堆叠件的n型半导体层和第二n型半导体层中的至少一个可以包括设置在其下表面上的凹凸部分。

[0106] 发光堆叠结构还可以包括设置在第一外延堆叠件的下表面上的基底。

[0107] 发光堆叠结构还可以包括设置在第一外延堆叠件的下表面上的光转换层。

[0108] 发明构思的实施例可以提供一种包括印刷电路板和安装在印刷电路板上的上述发光堆叠结构的照明装置。

[0109] 根据本公开的一个示例性实施例，提供一种用于显示器的发光二极管堆叠件。发光二极管堆叠件包括：第一LED堆叠件，包括第一导电型半导体层和第二导电型半导体层；第二LED堆叠件，设置在第一LED堆叠件上；第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上；欧姆电极，设置在第二LED堆叠件的相对侧处，并与第一LED堆叠件的第一导电型半导体层形成欧姆接触；以及反射电极，设置在第二LED堆叠件的相对侧处，并与第一LED堆叠件的第二导电型半导体层形成欧姆接触，其中，从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部，从第二LED堆叠件产生的光穿过第三LED堆叠件发射到外部。

[0110] 利用其中第一LED堆叠件至第三LED堆叠件一个在另一个上地堆叠的结构，发光二

极管堆叠件可以增大每个子像素的发光区域而不增大像素区域。从第一LED堆叠件产生的光可以穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部，从第二LED堆叠件产生的光可以穿过第三LED堆叠件发射到外部，从而改善发光效率。

[0111] 第一LED堆叠件可以相对于第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射具有更长波长的光，第二LED堆叠件可以相对于第三LED堆叠件发射具有更长波长的光。例如，第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以分别发射红光、绿光和蓝光。由于第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件以所陈述的次序发射具有逐渐减小的波长的光，所以能够防止LED堆叠件之间的光干涉。

[0112] 用于显示器的发光二极管堆叠件还可以包括：第一滤色器，置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间，并透射从第一LED堆叠件产生的光，同时反射从第二LED堆叠件产生的光；以及第二滤色器，置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间，并透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光，同时反射从第三LED堆叠件产生的光。利用第一滤色器和第二滤色器，发光二极管堆叠件可以防止从第二LED堆叠件产生的光进入第一LED堆叠件，并防止从第三LED堆叠件产生的光进入第二LED堆叠件，从而进一步改善发光效率。

[0113] 第一滤色器和第二滤色器中的每个可以是低通滤波器、带通滤波器或带阻滤波器。具体地，第一滤色器和第二滤色器中的每个可以包括具有不同折射率的绝缘层。利用其中第一滤色器和第二滤色器包括绝缘层的结构，发光二极管堆叠件可以在结构方面具有稳定性并且可以呈现出良好的发光效率。

[0114] 用于显示器的发光二极管堆叠件还可以包括：互连线，设置在第一LED堆叠件下方，以与反射电极绝缘，并连接到欧姆电极。互连线可以电连接到第一LED堆叠件的第一导电型半导体层以在显示设备中用作扫描线或数据线。

[0115] 用于显示器的发光二极管堆叠件还可以包括：绝缘层，置于反射电极与互连线之间以使互连线与反射电极绝缘。

[0116] 用于显示器的发光二极管堆叠件还可以包括：支撑基底；第一结合层，置于支撑基底与第一LED堆叠件之间；第二结合层，置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间；以及第三结合层，置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间，其中，第二结合层透射从第一LED堆叠件产生的光，第三结合层透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光。

[0117] 第一结合层可以毗邻互连线。

[0118] 用于显示器的发光二极管堆叠件还可以包括：第二p透明电极，与第二LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触；以及第三p透明电极，与第三LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触。发光二极管堆叠件可以通过第二p透明电极和第三p透明电极实现电流扩散，第二p透明电极和第三p透明电极允许从对应的LED堆叠件产生的光穿过其，从而防止光损失。

[0119] 在一个示例性实施例中，用于显示器的发光二极管堆叠件还可以包括：第一滤色器，置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间，并透射从第一LED堆叠件产生的光，同时反射从第二LED堆叠件产生的光；以及第二滤色器，置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间，并透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光，同时反射从第三LED堆叠件产生的光，其中，第一滤色器可以设置在第二结合层上，第二滤色器可以设置在第三结合层上。

[0120] 根据本公开的另一示例性实施例，提供一种显示设备。显示设备包括：多个像素，布置在支撑基底上，每个像素包括：第一LED堆叠件，设置在支撑基底上，并包括第一导电型

半导体层和第二导电型半导体层;第二LED堆叠件,设置在第一LED堆叠件上;第三LED堆叠件,设置在第二LED堆叠件上;欧姆电极,置于支撑基底与第一LED堆叠件的第一导电型半导体层之间,并与第一LED堆叠件的第一导电型半导体层形成欧姆接触;以及反射电极,置于支撑基底与第一LED堆叠件的第二导电型半导体层之间,并与第一LED堆叠件的第二导电型半导体层形成欧姆接触,其中,从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部,从第二LED堆叠件产生的光穿过第三LED堆叠件发射到外部。

[0121] 第一LED堆叠件可以相对于第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射具有更长波长的光,第二LED堆叠件可以相对于第三LED堆叠件发射具有更长波长的光。

[0122] 显示设备还可以包括:互连线,置于支撑基底与第一LED堆叠件之间,以与反射电极绝缘并连接到欧姆电极。

[0123] 显示设备还可以包括:绝缘层,置于反射电极与互连线之间以使互连线与反射电极绝缘。

[0124] 显示设备还可以包括:第一滤色器,置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间,并且透射从第一LED堆叠件产生的光,同时反射从第二LED堆叠件产生的光;以及第二滤色器,置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间,并透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光,同时反射从第三LED堆叠件产生的光。

[0125] 第一滤色器和第二滤色器中的每个可以是低通滤波器、带通滤波器或带阻滤波器。

[0126] 在每个像素中,第一LED堆叠件的p型半导体层、第二LED堆叠件的p型半导体层和第三LED堆叠件的p型半导体层可以电连接到公共线,而第一LED堆叠件的n型半导体层、第二LED堆叠件的n型半导体层和第三LED堆叠件的n型半导体层可以电连接到不同的线。互连线可以是连接到第一LED堆叠件的n型半导体层的线。

[0127] 所述公共线可以是数据线,而所述不同的线可以是扫描线。可选地,第一LED堆叠件的n型半导体层、第二LED堆叠件的n型半导体层和第三LED堆叠件的n型半导体层可以电连接到公共线,而第一LED堆叠件的p型半导体层、第二LED堆叠件的p型半导体层和第三LED堆叠件的p型半导体层可以电连接到不同的线。

[0128] 反射电极可以遍及多个像素连续地设置以用作公共线。

[0129] 显示设备还可以包括:下绝缘层,覆盖第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的侧表面,其中,下绝缘层可以包括暴露反射电极、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的开口。

[0130] 下绝缘层可以包括反射红光、绿光和蓝光的分布式布拉格反射器。

[0131] 根据本公开的一个示例性实施例,用于显示器的发光二极管像素包括:第一LED堆叠件;第二LED堆叠件,设置在第一LED堆叠件上的一些区域中;第三LED堆叠件,设置在第二LED堆叠件上的一些区域中;以及反射电极,设置在第一LED堆叠件的下侧处,其中,第一LED堆叠件至第三LED堆叠件中的每个包括n型半导体层和p型半导体层,第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的全部n型半导体层电连接到反射电极,并且第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件被独立地驱动。

[0132] 利用其中第一LED堆叠件至第三LED堆叠件可以被设置为彼此叠置的结构,第一LED堆叠件至第三LED堆叠件可以通过晶圆结合以晶圆级制造,从而消除了单独安装第一

LED堆叠件至第三LED堆叠件的需要。

[0133] 此外，由于第二LED堆叠件设置在第一LED堆叠件上的一些区域中，并且第三LED堆叠件设置在第二LED堆叠件上的一些区域中，所以发光二极管像素可以减小由从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件发射的光被第二LED堆叠件或第三LED堆叠件吸收所引起的光损失。

[0134] 此外，由于第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的n型半导体层电连接到反射电极，所以能够提供一种其中第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的阴极电连接到公共线的像素。

[0135] 第一LED堆叠件至第三LED堆叠件分别发射具有不同波长的光。在一些示例性实施例中，第一LED堆叠件可以相对于第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射具有更长波长的光，第二LED堆叠件可以相对于第三LED堆叠件发射具有更长波长的光。例如，第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以分别发射红光、绿光和蓝光。

[0136] 第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的p型半导体层可以分别设置在第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的n型半导体层上，反射电极可以与第一LED堆叠件的n型半导体层形成欧姆接触。

[0137] 发光二极管像素还可以包括：第一滤色器，置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间；以及第二滤色器，置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间。第一滤色器可以透射从第一LED堆叠件产生的光，同时反射从第二LED堆叠件产生的光，第二滤色器可以透射从第二LED堆叠件产生的光，同时反射从第三LED堆叠件产生的光。

[0138] 第一滤色器可以毗邻第二LED堆叠件的n型半导体层，第二滤色器可以毗邻第三LED堆叠件的n型半导体层。

[0139] 发光二极管像素还可以包括：第二结合层，置于第一LED堆叠件与第一滤色器之间；以及第三结合层，置于第二LED堆叠件与第二滤色器之间。第二结合层可以透射从第一LED堆叠件产生的光，第三结合层可以透射从第二LED堆叠件产生的光。

[0140] 发光二极管像素还可以包括：第一-2欧姆电极，与第一LED堆叠件的p型半导体层接触；第二-1欧姆电极，与第二LED堆叠件的n型半导体层接触；第二-2欧姆电极，与第二LED堆叠件的p型半导体层接触；第三-1欧姆电极，与第三LED堆叠件的n型半导体层接触；以及第三-2欧姆电极，与第三LED堆叠件的p型半导体层接触。此外，第一-2欧姆电极可以与第一LED堆叠件的p型半导体层接触且位于第一LED堆叠件的所述一些区域外部，第二-1欧姆电极和第二-2欧姆电极可以分别与第二LED堆叠件的n型半导体层和p型半导体层接触且位于第二LED堆叠件的所述一些区域外部。

[0141] 此外，第三-1欧姆电极可以与第三LED堆叠件的n型半导体层接触并且位于第三LED堆叠件的n型半导体层上，第三-2欧姆电极可以与第三LED堆叠件的p型半导体层接触并且位于第三LED堆叠件的p型半导体层上。

[0142] 发光二极管像素还可以包括使第二-1欧姆电极和第三-1欧姆电极分别电连接到反射电极的连接部。因此，第二LED堆叠件的n型半导体层和第三LED堆叠件的p型半导体层通过欧姆电极和连接部电连接到反射电极。

[0143] 同时，第一LED堆叠件的除了第一LED堆叠件的所述一些区域之外的区域的面积、第二LED堆叠件的除了第二LED堆叠件的所述一些区域之外的区域的面积和第三LED堆叠件的区域的面积可以彼此不同。由于第一LED堆叠件至第三LED堆叠件发射具有不同可视性的光，所以能够通过调节第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的面积，将具有较低可视性的光的

发光强度提高为具有较高可视性的光的发光强度之上。

[0144] 根据本公开的另一示例性实施例，提供一种显示设备。显示设备包括布置在支撑基底上的多个像素，每个像素包括：第一LED堆叠件；第二LED堆叠件，设置在第一LED堆叠件上的一些区域中；第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上的一些区域中；以及反射电极，设置在第一LED堆叠件的下侧处，其中，第一LED堆叠件至第三LED堆叠件中的每个包括n型半导体层和p型半导体层，第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的全部n型半导体层电连接到反射电极，并且第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以被独立地驱动。

[0145] 第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以分别发射具有不同波长的光。

[0146] 第一LED堆叠件的n型半导体层、第二LED堆叠件的n型半导体层和第三LED堆叠件的n型半导体层可以电连接到公共线，第一LED堆叠件的p型半导体层、第二LED堆叠件的p型半导体层和第三LED堆叠件的p型半导体层可以电连接到不同的线。因此，第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以被独立地驱动。

[0147] 另一方面，第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的p型半导体层可以分别设置在第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的n型半导体层上，反射电极可以与第一LED堆叠件的n型半导体层形成欧姆接触。

[0148] 每个像素还可以包括：第一滤色器，置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间；以及第二滤色器，置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间，其中，第一滤色器透射从第一LED堆叠件产生的光，同时反射从第二LED堆叠件产生的光，第二滤色器透射从第二LED堆叠件产生的光，同时反射从第三LED堆叠件产生的光。

[0149] 每个像素还可以包括：第一结合层，置于支撑基底与反射电极之间；第二结合层，置于第一LED堆叠件与第一滤色器之间；以及第三结合层，置于第二LED堆叠件与第二滤色器之间。

[0150] 每个像素还可以包括：第一-2欧姆电极，与第一LED堆叠件的p型半导体层接触；第二-1欧姆电极，与第二LED堆叠件的n型半导体层接触；第二-2欧姆电极，与第二LED堆叠件的p型半导体层接触；第三-1欧姆电极，与第三LED堆叠件的n型半导体层接触；以及第三-2欧姆电极，与第三LED堆叠件的p型半导体层接触。此外，第一-2欧姆电极可以与第一LED堆叠件的p型半导体层接触且位于第一LED堆叠件的所述一些区域外部，第二-1欧姆电极和第二-2欧姆电极可以分别与第二LED堆叠件的n型半导体层和p型半导体层接触且位于第二LED堆叠件的所述一些区域外部。

[0151] 此外，第三-1欧姆电极可以与第三LED堆叠件的n型半导体层接触并且在第三LED堆叠件的n型半导体层上，第三-2欧姆电极可以与第三LED堆叠件的p型半导体层接触并且在第三LED堆叠件的p型半导体层上。

[0152] 每个像素还可以包括：连接部，使第二-1欧姆电极和第三-1欧姆电极分别电连接到反射电极。

[0153] 同时，第一LED堆叠件的除了第一LED堆叠件的所述一些区域之外的区域的面积、第二LED堆叠件的除了第二LED堆叠件的所述一些区域之外的区域的面积和第三LED堆叠件的区域的面积可以彼此不同。例如，第一LED堆叠件的除了第一LED堆叠件的所述一些区域之外的区域的面积可以大于第二LED堆叠件的除了第二LED堆叠件的所述一些区域之外的

区域的面积。

[0154] 根据本公开的一个示例性实施例，用于显示器的发光二极管堆叠件包括：支撑基底；第一-1LED堆叠件，设置在支撑基底上；第一-2LED堆叠件，设置在第一-1LED堆叠件上；第二LED堆叠件，设置在第一-2LED堆叠件上；以及第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上，其中，第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件适于发射红光，第二LED堆叠件适于发射绿光，并且第三LED堆叠件适于发射蓝光。

[0155] 利用其中第一LED堆叠件至第三LED堆叠件一个在另一个上地堆叠的结构，发光二极管堆叠件可以增大每个子像素的发光区域而不增大像素区域。此外，利用其中第一-1LED堆叠件被设置为与第一-2LED堆叠件叠置的结构，发光二极管堆叠件可以提高红光的亮度而不增大在二维平面中由发光二极管堆叠件占据的面积。

[0156] 在一个示例性实施例中，发光二极管堆叠件还可以包括：第一-1上欧姆接触层，与第一-1LED堆叠件的上表面形成欧姆接触；以及第一-2下欧姆接触层，与第一-2LED堆叠件的下表面形成欧姆接触。第一-1上欧姆接触层和第一-2下欧姆接触层可以彼此电连接。

[0157] 发光二极管堆叠件还可以包括：第一-1下欧姆接触层，与第一-1LED堆叠件的下表面形成欧姆接触；以及第一-2上欧姆接触层，与第一-2LED堆叠件的上表面形成欧姆接触，其中，第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件可以在第一-1下欧姆接触层与第一-2上欧姆接触层之间彼此串联连接。

[0158] 第一-1下欧姆接触层可以包括反射从第一-1LED堆叠件产生的光的反射层。结果，可以改善第一-1LED堆叠件的发光效率。

[0159] 发光二极管堆叠件还可以包括置于第一-1LED堆叠件与第一-2LED堆叠件之间的第二结合层。第二结合层可以是透明导电层。通过采用透明导电层作为结合层，第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件可以容易地彼此电连接。

[0160] 在一些示例性实施例中，发光二极管堆叠件还可以包括：第一-1上欧姆接触层，与第一-1LED堆叠件的上表面形成欧姆接触；第一-2下欧姆接触层，与第一-2LED堆叠件的下表面形成欧姆接触；以及第二结合层，置于第一-1LED堆叠件与第一-2LED堆叠件之间，其中，第一-1上欧姆接触层可以通过第二结合层与第一-2下欧姆接触层绝缘。这里，第二结合层可以由绝缘材料形成。

[0161] 发光二极管堆叠件还可以包括：第一-1下欧姆接触层，与第一-1LED堆叠件的下表面形成欧姆接触；以及第一-2上欧姆接触层，与第一-2LED堆叠件的上表面形成欧姆接触，其中，第一-1下欧姆接触层可以电连接到第一-2下欧姆接触层，第一-2上欧姆接触层可以电连接到第一-1上欧姆接触层。因此，第一-1LED堆叠件可以与第一-2LED堆叠件并联连接。

[0162] 发光二极管堆叠件还可以包括：第一滤色器，置于第一-2LED堆叠件与第二LED堆叠件之间，并透射从第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件产生的光，同时反射从第二LED堆叠件产生的光；以及第二滤色器，置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间，并透射从第一-1LED堆叠件、第一-2LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光，同时反射从第三LED堆叠件产生的光。

[0163] 从第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件产生的光可以穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部，从第二LED堆叠件产生的光可以穿过第三LED堆叠件发射到外部。

[0164] 利用第一滤色器和第二滤色器，发光二极管堆叠件可以防止从第二LED堆叠件产

生的光进入第一-2LED堆叠件，并且可以防止从第三LED堆叠件产生的光进入第二LED堆叠件，从而减少光损失。

[0165] 在其它示例性实施例中，第二LED堆叠件可以设置在第一-2LED堆叠件上的一些区域中，第三LED堆叠件可以设置在第二LED堆叠件上的一些区域中。因此，从第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件产生的一些光可以发射到外部而不穿过第二LED堆叠件，从第二LED堆叠件产生的一些光也可以发射到外部而不穿过第三LED堆叠件。

[0166] 发光二极管堆叠件还可以包括：支撑基底，设置在第一-1LED堆叠件的下侧处；第一结合层，置于支撑基底与第一-1LED堆叠件之间；第三结合层，置于第一-2LED堆叠件与第一滤色器之间；以及第四结合层，置于第二LED堆叠件与第二滤色器之间，其中，第三结合层透射从第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件产生的光，第四结合层透射从第一-1LED堆叠件、第一-2LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光。

[0167] 发光二极管堆叠件还可以包括：第二透明电极，置于第一滤色器与第二LED堆叠件之间，并与第二LED堆叠件形成欧姆接触；以及第三透明电极，置于第二滤色器与第三LED堆叠件之间，并与第三LED堆叠件形成欧姆接触。

[0168] 第二透明电极和第三透明电极可以有助于第二LED堆叠件和第三LED堆叠件中的电流扩散。

[0169] 根据本公开的另一示例性实施例，显示设备包括：多个像素，布置在支撑基底上，每个像素包括：第一-1LED堆叠件，设置在支撑基底上；第一-2LED堆叠件，设置在第一-1LED堆叠件上；第二LED堆叠件，设置在第一-2LED堆叠件上；以及第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上，其中，第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件适于发射红光，第二LED堆叠件适于发射绿光，并且第三LED堆叠件适于发射蓝光。

[0170] 使用彼此叠置的第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件，每个像素可以适于发射红光，从而提高每个像素内的红光的亮度而不增大子像素的面积。

[0171] 在一个示例性实施例中，第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件可以彼此串联连接。此外，在每个像素中，第一-1LED堆叠件的p型半导体层、第二LED堆叠件的p型半导体层和第三LED堆叠件的p型半导体层可以电连接到公共线，第一-2LED堆叠件的n型半导体层、第二LED堆叠件的n型半导体层和第三LED堆叠件的n型半导体层可以电连接到不同的线。

[0172] 在另一示例性实施例中，第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件可以彼此并联连接。此外，在每个像素中，第一-1LED堆叠件的p型半导体层、第一-2LED堆叠件的p型半导体层和第三LED堆叠件的p型半导体层可以电连接到公共线，第一-1LED堆叠件的n型半导体层、第二LED堆叠件的n型半导体层和第三LED堆叠件的n型半导体层可以电连接到不同的线，第一-2LED堆叠件的n型半导体层可以电连接到第一-1LED堆叠件的n型半导体层。

[0173] 显示设备还可以包括：下绝缘层，覆盖第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的侧表面，其中，下绝缘层可以包括暴露第一-2LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的至少一部分的开口。

[0174] 显示设备还可以包括置于支撑基底与第一-1LED堆叠件之间的反射电极。反射电极可以遍及多个像素连续地设置。

[0175] 显示设备还可以包括：第一滤色器，置于第一-2LED堆叠件与第二LED堆叠件之间，并透射从第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件产生的光，同时反射从第二LED堆叠件产生

的光;以及第二滤色器,置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间,并透射从第一-1LED堆叠件、第一-2LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光,同时反射从第三LED堆叠件产生的光。

[0176] 从第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件产生的光可以穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部,从第二LED堆叠件产生的光可以穿过第三LED堆叠件发射到外部。

[0177] 在其它示例性实施例中,第二LED堆叠件可以设置在第一-2LED堆叠件上的一些区域中,第三LED堆叠件可以设置在第二LED堆叠件上的一些区域中。因此,从第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件产生的一些光可以发射到外部而不穿过第二LED堆叠件,并且从第二LED堆叠件产生的一些光也可以发射到外部而不穿过第三LED堆叠件。

[0178] 在每个像素中,第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以独立于第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件而被驱动,并且第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件可以一起被驱动。

[0179] 根据本公开的一个示例性实施例,提供一种用于显示器的发光二极管堆叠件。所述发光二极管堆叠件包括:第一LED堆叠件;第二LED堆叠件,设置在第一LED堆叠件上;以及第三LED堆叠件,设置在第二LED堆叠件上,其中,第一LED堆叠件具有多结LED堆叠结构。

[0180] 利用其中第一LED堆叠件至第三LED堆叠件一个在另一个上地堆叠的结构,发光二极管堆叠件可以增大每个子像素的发光区域而不需要增大像素区域。此外,通过采用具有多结LED堆叠结构的第一LED堆叠件,发光二极管堆叠件可以提高第一LED堆叠件的亮度,而不增大发光区域和电流密度。

[0181] 在此,术语“LED堆叠件”表示能够发光的半导体层的堆叠件。此外,多结LED堆叠结构表示由至少两个LED堆叠件的隧道结形成的LED堆叠件。

[0182] 第一LED堆叠件可以包括:第一-1LED堆叠件;第一-2LED堆叠件;以及隧道结层,置于第一-1LED堆叠件与第一-2LED堆叠件之间,并且第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件中的每个包括n型半导体层、有源层和p型半导体层。

[0183] 第一LED堆叠件可以包括AlGaInP基半导体层。

[0184] 第一LED堆叠件相比于第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以发射具有更长波长的红光,第二LED堆叠件相比于第三LED堆叠件可以发射具有更长波长的红光。第一-1LED堆叠件相比于第一-2LED堆叠件可以发射具有相同波长或相近波长的光。例如,第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以分别发射红光、绿光和蓝光。

[0185] 此外,从第一LED堆叠件产生的光可以穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部,从第二LED堆叠件产生的光可以穿过第三LED堆叠件发射到外部。

[0186] 在其它示例性实施例中,第二LED堆叠件可以设置在第一LED堆叠件上的一些区域中,第三LED堆叠件也可以设置在第二LED堆叠件上的一些区域中。因此,从第一LED堆叠件产生的光的至少一部分可以发射到外部而不穿过第二LED堆叠件,从第二LED堆叠件产生的光的至少一部分可以发射到外部而不穿过第三LED堆叠件。

[0187] 发光二极管堆叠件还可以包括:第一滤色器,置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间,并透射从第一LED堆叠件产生的光,同时反射从第二LED堆叠件产生的光;以及第二滤色器,置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间,并透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光,同时反射从第三LED堆叠件产生的光。

[0188] 利用第一滤色器和第二滤色器,发光二极管堆叠件使从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部,并且使从第二LED堆叠件产生的光穿过

第三LED堆叠件发射到外部，同时防止从第二LED堆叠件产生的光进入第一LED堆叠件，并且防止从第三LED堆叠件产生的光进入第二LED堆叠件，从而改善发光效率。

[0189] 第一滤色器和第二滤色器中的每个可以是低通滤波器、带通滤波器或带阻滤波器。具体地，第一滤色器和第二滤色器中的每个可以包括分布式布拉格反射器。利用其中第一滤色器和第二滤色器包括分布式布拉格反射器的结构，发光二极管堆叠件可以在结构方面具有稳定性并且可以呈现出良好的发光效率。

[0190] 发光二极管堆叠件还可以包括：第二结合层，置于第一LED堆叠件与第一滤色器之间；以及第三结合层，置于第二LED堆叠件与第二滤色器之间；其中，第二结合层透射从第一LED堆叠件产生的光，第三结合层透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光。

[0191] 利用第二结合层和第三结合层，第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件可以彼此结合，同时使光穿过第二结合层和第三结合层发射到外部，从而防止光损失。

[0192] 发光二极管堆叠件还可以包括：支撑基底，设置在第一LED堆叠件的下侧处；以及第一结合层，置于支撑基底与第一LED堆叠件之间。

[0193] 发光二极管堆叠件还可以包括：第一反射电极，置于第一结合层与第一LED堆叠件之间，并且与第一LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触。

[0194] 第一反射电极可以反射从第一LED堆叠件产生的光，从而改善第一LED堆叠件的发光效率。

[0195] 发光二极管堆叠件还可以包括与第一LED堆叠件的上表面形成欧姆接触的第一欧姆电极。

[0196] 发光二极管堆叠件还可以包括：第二透明电极，置于第一滤色器与第二LED堆叠件之间，并且与第二LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触；以及第三透明电极，置于第二滤色器与第三LED堆叠件之间，并且与第三LED堆叠件的p型半导体层形成欧姆接触，其中，从第一LED堆叠件产生的光穿过第二透明电极和第三透明电极发射到外部，从第二LED堆叠件产生的光穿过第三透明电极发射到外部。

[0197] 根据本公开的另一示例性实施例，提供一种显示设备。所述显示设备包括：多个像素，布置在支撑基底上，每个像素包括：第一LED堆叠件，设置在支撑基底上；第二LED堆叠件，设置在第一LED堆叠件上；以及第三LED堆叠件，设置在第二LED堆叠件上，其中，第一LED堆叠件具有多结LED堆叠结构。

[0198] 利用多结LED堆叠结构，第一LED堆叠件可以具有改善的亮度。

[0199] 第一LED堆叠件可以包括：第一-1LED堆叠件；第一-2LED堆叠件；以及隧道结层，置于第一-1LED堆叠件与第一-2LED堆叠件之间，第一-1LED堆叠件和第一-2LED堆叠件中的每个包括n型半导体层、有源层和p型半导体层。

[0200] 第一LED堆叠件可以包括AlGaInP基半导体层。

[0201] 显示设备还可以包括：第一滤色器，置于第一LED堆叠件与第二LED堆叠件之间，并且透射从第一LED堆叠件产生的光，同时反射从第二LED堆叠件产生的光；以及第二滤色器，置于第二LED堆叠件与第三LED堆叠件之间，并且透射从第一LED堆叠件和第二LED堆叠件产生的光，同时反射从第三LED堆叠件产生的光，其中，从第一LED堆叠件产生的光穿过第二LED堆叠件和第三LED堆叠件发射到外部，从第二LED堆叠件产生的光穿过第三LED堆叠件发射到外部。

[0202] 第一滤色器和第二滤色器中的每个可以是低通滤波器、带通滤波器或带阻滤波器，并且可以包括在特定波段中具有高反射性的分布式布拉格反射器。

[0203] 在其它示例性实施例中，第二LED堆叠件可以设置在第一LED堆叠件上的一些区域中，第三LED堆叠件也可以设置在第二LED堆叠件上的一些区域中。因此，从第一LED堆叠件产生的光的至少一部分可以发射到外部而不穿过第二LED堆叠件，从第二LED堆叠件产生的光的至少一部分可以发射到外部而不穿过第三LED堆叠件。

[0204] 在每个像素中，第一LED堆叠件的p型半导体层、第二LED堆叠件的p型半导体层和第三LED堆叠件的p型半导体层可以电连接到公共线，第一LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件的n型半导体层可以电连接到不同的线。例如，公共线可以是数据线，而所述不同的线可以是扫描线。

[0205] 显示设备还可以包括：下绝缘层，覆盖第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的侧表面，其中，下绝缘层可以包括反射红光、绿光和蓝光的分布式布拉格反射器。

[0206] 在一个示例性实施例中，显示设备还可以包括置于第一LED堆叠件与支撑基底之间的反射电极。

[0207] 反射电极可以遍及多个像素连续地设置以用作公共线。

[0208] 在另一示例性实施例中，显示设备还可以包括置于支撑基底与第一LED堆叠件之间的反射电极。每个反射电极可以限制性地定位在每个像素区域中。

[0209] 每个像素中的第一LED堆叠件至第三LED堆叠件可以被独立地驱动。

[0210] 将理解的是，前面的总体描述和下面的详细描述都是示例性和说明性的，并且意在提供对所要求保护的发明的进一步说明。

[0211] 发明的有益效果

[0212] 本公开的示例性实施例了提供了一种用于显示器的使每个子像素的发光区域增大而不增大像素区域的发光二极管以及具有该发光二极管的显示设备。

[0213] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的发光二极管和具有该发光二极管的显示设备，所述用于显示器的发光二极管允许同时制造多个像素，因此不需要单独安装在显示面板上。

[0214] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的使每个子像素的发光区域增大而不增大像素区域的发光二极管以及具有该发光二极管的显示设备。

[0215] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的发光二极管和具有该发光二极管的显示设备，所述用于显示器的发光二极管允许同时制造多个像素，因此不需要单独安装在显示面板上。

[0216] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的发光二极管像素和包括该发光二极管像素的显示设备，所述用于显示器的发光二极管像素允许同时制造多个像素，因此不需要单独安装在显示面板上。

[0217] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的使每个子像素的发光区域增大而不增大像素区域的发光二极管以及包括该发光二极管的显示设备。

[0218] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的发光二极管和包括该发光二极管的显示设备，所述用于显示器的发光二极管允许同时制造多个像素，因此不需要单独安装在显示面板上。

[0219] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的可以考虑到可视性来调节光的发射的发光二极管以及包括该发光二极管的显示设备。

[0220] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的使每个子像素的发光区域增大而不增大像素区域的发光二极管以及具有该发光二极管的显示设备。

[0221] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的发光二极管和具有该发光二极管的显示设备，所述用于显示器的发光二极管允许同时制造多个像素，因此不需要单独安装在显示面板上。

[0222] 本公开的示例性实施例提供了一种用于显示器的可以考虑到可视性来调节光的发射的发光二极管以及具有该发光二极管的显示设备。

附图说明

[0223] 图1是根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的示意性剖视图。

[0224] 图2是示出根据本公开的一个示例性实施例的制造用于显示器的发光二极管堆叠件的方法的示意性剖视图。

[0225] 图3是示出根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。

[0226] 图4是根据本公开的示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0227] 图5是图4中示出的显示设备的一个像素的放大平面图。

[0228] 图6是沿图5的线A-A截取的示意性剖视图。

[0229] 图7是沿图5的线B-B截取的示意性剖视图。

[0230] 图8A、图8B、图8C、图8D、图8E、图8F、图8G、图8H、图8I、图8J和图8K是示出制造根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的方法的示意性平面图。

[0231] 图9是示出根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。

[0232] 图10是根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0233] 图11是根据本公开的另一示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的示意性剖视图。

[0234] 图12A、图12B、图12C、图12D、图12E和图12F是示出制造根据本公开的另一示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的方法的示意性剖视图。

[0235] 图13是根据本公开的再一示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的示意性剖视图。

[0236] 图14是根据本公开的又一示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的示意性剖视图。

[0237] 图15是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的剖视图。

[0238] 图16是示出根据本公开的示例性实施例的具有线路部分的发光堆叠结构的剖视图。

[0239] 图17A、图17B和图17C是详细示出图16的每个外延堆叠件的剖视图。

[0240] 图18是示出根据本公开的示例性实施例的具有预波通滤波器的发光堆叠结构的剖视图。

[0241] 图19和图20是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的剖视图，其中凹

凸部分在各自发光堆叠结构中形成在外延堆叠件的至少一部分处。

[0242] 图21是示出根据本公开的示例性实施例的显示装置的平面图。

[0243] 图22是示出图21的部分P1的放大平面图。

[0244] 图23是示出根据本公开的示例性实施例的显示装置的框图。

[0245] 图24是示出用于无源矩阵型显示装置的一个子像素的电路图。

[0246] 图25是示出用于有源矩阵型显示装置的第一子像素的电路图。

[0247] 图26是示出根据本公开的示例性实施例的像素的平面图。

[0248] 图27A和图27B是分别沿图26的线I-I'和线II-II'截取的剖视图。

[0249] 图28是示出其上堆叠有第一外延堆叠件至第三外延堆叠件的基底的平面图。

[0250] 图29A、图29B、图29C、图29D、图29E、图29F、图29G、图29H、图29I、图29J、图29K和图29L是顺序地示出沿图28的线I-I'截取的在基底上堆叠第一外延堆叠件至第三外延堆叠件的工艺的剖视图。

[0251] 图30A、图31A、图32A、图33A、图34A和图35A是顺序地示出将第二外延堆叠件和第三外延堆叠件连接到第二子扫描线和第三子扫描线以及数据线的工艺的平面图。

[0252] 图30B、图31B、图32B、图33B、图34B和图35B是分别沿图30A、图31A、图32A、图33A、图34A和图35A的线I-I'、线IIa-IIa'和线IIb-IIb'截取的剖视图。

[0253] 图36A、图36B和图36C是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的剖视图。

[0254] 图37A是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的平面图。

[0255] 图37B是沿图37A的线I-I'截取的剖视图。

[0256] 图38A、图39A、图40A、图41A、图42A和图43A是顺序地示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的制造方法的平面图。

[0257] 图38B、图39B、图40B、图40C、图40D、图40E、图40F、图40G、图41B、图41C、图41D、图42B和图43B是分别沿图38A、图39A、图40A、图41A、图42A和图43A的线I-I'截取的剖视图。

[0258] 图44是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的剖视图。

[0259] 图45是示出形成在第二外延堆叠件上的凹凸部分的剖视图。

[0260] 图46是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的剖视图。

[0261] 图47和图48是示出根据本公开的示例性实施例的具有光转换层的发光堆叠结构的剖视图。

[0262] 图49和图50是示出根据本公开的示例性实施例的安装在印刷电路板上的发光堆叠结构的平面图。

[0263] 图51是根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的示意性剖视图。

[0264] 图52A、图52B、图52C、图52D和图52E是示出根据本公开的一个示例性实施例的制造用于显示器的发光二极管堆叠件的方法的示意性剖视图。

[0265] 图53是示出根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。

[0266] 图54是根据本公开的示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0267] 图55是图54中示出的显示设备的一个像素的放大平面图。

[0268] 图56是沿图55的线A-A截取的示意性剖视图。

[0269] 图57是沿图55的线B-B截取的示意性剖视图。

[0270] 图58A、图58B、图58C、图58D、图58E、图58F、图58G和图58H是示出制造根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的方法的示意性平面图。

[0271] 图59是根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0272] 图60是根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管像素的示意性剖视图。

[0273] 图61是示出根据本公开的示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。

[0274] 图62是根据本公开的特定示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0275] 图63是图62中示出的显示设备的一个像素的放大平面图。

[0276] 图64A是沿图63的线A-A截取的示意性剖视图。

[0277] 图64B是沿图63的线B-B截取的示意性剖视图。

[0278] 图64C是沿图63的线C-C截取的示意性剖视图。

[0279] 图64D是沿图63的线D-D截取的示意性剖视图。

[0280] 图65A、图65B、图66A、图66B、图67A、图67B、图67C、图68A、图68B、图68C、图69A、图69B、图70A、图70B、图71A、图71B、图72A、图72B、图73A、图73B、图74A、图74B、图75、图76A、图76B和图77是示出制造根据本公开的特定示例性实施例的显示设备的方法的示意性剖视图。

[0281] 图78是示出根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。

[0282] 图79是根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的示意性剖视图。

[0283] 图80是示出根据本公开的一个示例性实施例的制造用于显示器的发光二极管堆叠件的方法的示意性剖视图。

[0284] 图81是示出根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。

[0285] 图82是根据本公开的示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0286] 图83是图82中示出的显示设备的一个像素的放大平面图。

[0287] 图84是沿图83的线A-A截取的示意性剖视图。

[0288] 图85是沿图83的线B-B截取的示意性剖视图。

[0289] 图86A、图86B、图86C、图86D、图86E、图86F、图86G、图86H、图86I、图86J和图86K是示出制造根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的方法的示意性平面图。

[0290] 图87是根据本公开的另一示例性实施例的发光二极管堆叠件的示意性剖视图。

[0291] 图88是示出根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。

[0292] 图89A是根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的示意性剖视图。

[0293] 图89B是图89A的第一LED堆叠件的放大剖视图。

[0294] 图90A、图90B和图90C是示出制造根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的方法的示意性剖视图。

[0295] 图91是示出根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。

[0296] 图92是根据本公开的示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0297] 图93是图92中示出的显示设备的一个像素的放大平面图。

[0298] 图94是沿图93的线A-A截取的示意性剖视图。

[0299] 图95是沿图93的线B-B截取的示意性剖视图。

[0300] 图96A、图96B、图96C、图96D、图96E、图96F、图96G、图96H、图96I、图96J和图96K是示出制造根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的方法的示意性平面图。

[0301] 图97是示出根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。

[0302] 图98是根据本公开的再一示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

具体实施方式

[0303] 在下文中，将参照附图详细地描述本公开的示例性实施例。通过示例的方式提供以下实施例，以向本公开所属领域的技术人员充分地传达本公开的精神。因此，本公开不局限于在此所公开的实施例，而还可以以不同的形式实施。在附图中，为了清楚性和描述性的目的，可以夸大元件的宽度、长度、厚度等。当元件或层被称为“设置在”另一元件或层“上方”或“上”时，该元件或层可以直接“设置在”所述另一元件或层“上方”或“上”，或者可以存在中间元件或层。在整个说明书中，同样的附图标记表示具有相同或相似功能的元件。

[0304] 在下文中，将参照附图详细地描述本公开的示例性实施例。如在此所使用的，根据示例性实施例的发光装置或发光二极管可以包括具有如本领域中已知的小于大约10000平方微米(μm)的表面积的微型LED。在其它示例性实施例中，根据具体应用，微型LED可以具有小于大约4000平方μm(或小于大约2500平方μm)的表面积。

[0305] 图1是根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件100的示意性剖视图。

[0306] 参照图1，发光二极管堆叠件100可以包括支撑基底51、第二基底31、第三基底41、第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33、第三LED堆叠件43、第一p反射电极25、第二p透明电极35、第三p透明电极45、第一滤色器37、第二滤色器47、第一结合层53、第二结合层55和第三结合层57。

[0307] 支撑基底51支撑LED堆叠件23、33、43。支撑基底51可以包括位于其表面上或位于其中的电路，但不局限于此。支撑基底51可以包括例如Si基底或Ge基底。

[0308] 第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43中的每个包括n型半导体层、p型半导体层和置于n型半导体层与p型半导体层之间的有源层。有源层可以具有多量子阱结构。

[0309] 例如，第一LED堆叠件23可以是适于发射红光的无机发光二极管，第二LED堆叠件33可以是适于发射绿光的无机发光二极管，第三LED堆叠件43可以是适于发射蓝光的无机发光二极管。第一LED堆叠件23可以包括GaInP基阱层，第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43中的每个可以包括GaInN基阱层。

[0310] 此外，第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43中的每个的两个表面分别是n型半导体层和p型半导体层。在该示例性实施例中，第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43中的每个具有n型上表面和p型下表面。由于第三LED堆叠件43具有n型上表面，所以可以通过化学蚀刻在第三LED堆叠件43的上表面上形成粗糙表面。然而，应理解的是，本公开不局限于此，并且可以改变每个LED堆叠件的上表面和下表面的半导体类型。

[0311] 第一LED堆叠件23设置在支撑基底51附近;第二LED堆叠件33设置在第一LED堆叠件23上;第三LED堆叠件43设置在第二LED堆叠件上。由于第一LED堆叠件23相比于第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43发射具有更长波长的光,所以从第一LED堆叠件23产生的光可以穿过第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43发射到外部。此外,由于第二LED堆叠件33相比于第三LED堆叠件43发射具有更长波长的光,所以从第二LED堆叠件33产生的光可以穿过第三LED堆叠件43发射到外部。

[0312] 第二基底31是用于第二LED堆叠件33的生长基底,并且可以为例如GaN基基底。第二基底31是第二LED堆叠件33的均质基底,并且整体地结合到第二LED堆叠件33。第二基底31可以掺杂有诸如Si的n型掺杂剂,以用作n型半导体层。由于第二LED堆叠件33的均质基底被用作第二基底31,所以可以降低生长在第二基底31上的第二LED堆叠件33的位错密度,从而改善第二LED堆叠件33的发光效率。第二LED堆叠件33可以具有例如$10^3/cm^2$至$10^7/cm^2$的位错密度。由于生长在蓝宝石基底上的GaN基半导体层通常具有$10^8/cm^2$或更大的位错密度,所以使用GaN生长基底可以显著降低第二LED堆叠件33的位错密度。

[0313] 第三基底41是用于第三LED堆叠件43的生长基底,并且可以是GaN基基底(例如,GaN基底)。第三基底41是第三LED堆叠件43的均质基底,并且整体地结合到第三LED堆叠件43。第三基底41可以掺杂有诸如Si的n型掺杂剂,以用作n型半导体层。由于第三LED堆叠件43的的均质基底被用作第三基底41,所以可以降低生长在第三基底41上的第三LED堆叠件43的位错密度,从而改善第三LED堆叠件43的发光效率。第三LED堆叠件43可以具有例如$10^3/cm^2$至$10^7/cm^2$的位错密度。

[0314] 虽然在该示例性实施例中使用了第二基底31和第三基底41二者,但可以省略第二基底31和第三基底41中的一个。此外,如将在下面参照图13进行描述的,可以去除第二基底31和第三基底41二者。

[0315] 第一p反射电极25与第一LED堆叠件23的p型半导体层形成欧姆接触,并反射从第一LED堆叠件23产生的光。例如,第一p反射电极25可以由Au-Ti或Au-Sn形成。此外,第一p反射电极25可以包括扩散阻挡层。

[0316] 第二p透明电极35与第二LED堆叠件33的p型半导体层形成欧姆接触。第二p透明电极35可以由对红光和绿光透明的金属层或导电氧化物层构成。

[0317] 此外,第三p透明电极45与第三LED堆叠件43的p型半导体层形成欧姆接触。第三p透明电极45可以由对红光、绿光和蓝光透明的金属层或导电氧化物层构成。

[0318] 第一p反射电极25、第二p透明电极35和第三p透明电极45通过与每个LED堆叠件的p型半导体层欧姆接触,可以有助于电流扩散。

[0319] 第一滤色器37可以置于第一LED堆叠件23与第二LED堆叠件33之间。此外,第二滤色器47可以置于第二LED堆叠件33与第三LED堆叠件43之间。第一滤色器37透射从第一LED堆叠件23产生的光,同时反射从第二LED堆叠件33产生的光。第二滤色器47透射从第一LED堆叠件23和第二LED堆叠件33产生的光,同时反射从第三LED堆叠件43产生的光。结果,从第一LED堆叠件23产生的光可以穿过第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43发射到外部,从第二LED堆叠件33产生的光可以穿过第三LED堆叠件43发射到外部。此外,发光二极管堆叠件可以防止从第二LED堆叠件33产生的光进入第一LED堆叠件23,或者可以防止从第三LED堆叠件43产生的光进入第二LED堆叠件33,从而防止光损失。同时,从第一LED堆叠件23产生的

光穿过第二p透明电极35和第三p透明电极45发射到外部，并且从第二LED堆叠件33产生的光穿过第三p透明电极45发射到外部。

[0320] 在一些示例性实施例中，第一滤色器37可以反射从第三LED堆叠件43产生的光。

[0321] 第一滤色器37和第二滤色器47可以是例如允许低频段(即，长波段)中的光通过其的低通滤波器、允许预定波段中的光通过其的带通滤波器或者防止预定波段中的光通过其的带阻滤波器。具体地，第一滤色器37和第二滤色器47中的每个可以是包括分布式布拉格反射器(DBR)的带阻滤波器。分布式布拉格反射器可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层(例如，TiO_2和SiO_2)来形成。此外，可以通过调节TiO_2层和SiO_2层的厚度来控制分布式布拉格反射器的阻带。低通滤波器和带通滤波器也可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层来形成。

[0322] 第一结合层53使第一LED堆叠件23结合到支撑基底51。如图中所示，第一p反射电极25可以毗邻第一结合层53。第一结合层53可以是透光层或不透光层。第一结合层53可以是例如透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层。

[0323] 第二结合层55使第二LED堆叠件33结合到第一LED堆叠件23。如图中所示，第二结合层55可以毗邻第一LED堆叠件23和第一滤色器37。然而，应理解的是，本公开不局限于此，可以在第一LED堆叠件23上设置透明导电层。第二结合层55透射从第一LED堆叠件23产生的光。第二结合层55可以是例如透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层，并且可以由例如透光的旋涂玻璃(light transmissive spin-on-glass)形成。

[0324] 第三结合层57使第三LED堆叠件43结合到第二LED堆叠件33。如图中所示，第三结合层57可以毗邻整体地结合到第二LED堆叠件33的第二基底31，并且还可以毗邻第二滤色器47。然而，应该理解的是，本公开不局限于此。如果省略第二基底31，第三结合层57可以毗邻第二LED堆叠件33。此外，可以在第二LED堆叠件33或第二基底31上设置透明导电层，并且第三结合层57可以毗邻透明导电层。第三结合层57透射从第一LED堆叠件23和第二LED堆叠件33产生的光。第三结合层57可以是例如透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层，并且可以由例如透光的旋涂玻璃形成。

[0325] 图2示出了根据本公开的一个示例性实施例的制造用于显示器的发光二极管堆叠件的方法的示意性剖视图。

[0326] 参照图2，首先，在第一基底21上生长第一LED堆叠件23，并在第一LED堆叠件23上形成第一p反射电极25。

[0327] 第一基底21可以是例如GaAs基底。此外，第一LED堆叠件23由AlGaInP基半导体层构成，并且包括n型半导体层、有源层和p型半导体层。第一p反射电极25与p型半导体层形成欧姆接触。

[0328] 同时，在第二基底31上生长第二LED堆叠件33，并在第二LED堆叠件33上形成第二p透明电极35和第一滤色器37。第二LED堆叠件33可以由GaN基半导体层构成，并且可以包括GaInN阱层。第二基底31是GaN基半导体层的均质基底，并且可以是例如GaN基底。此外，第二基底31可以是掺杂有n型掺杂剂的n型半导体。可以确定用于第二LED堆叠件33的GaInN的组成比，使得第二LED堆叠件33发射绿光。同时，第二p透明电极35与p型半导体层形成欧姆接触。

[0329] 此外，在第三基底41上生长第三LED堆叠件43，并在第三LED堆叠件43上形成第三p

透明电极45和第二滤色器47。第三LED堆叠件43可以由GaN基半导体层构成，并且可以包括GaInN阱层。第三基底41是GaN基半导体层的均质基底，并且可以是例如GaN基底。可以确定用于第三LED堆叠件43的GaInN的组成比，使得第三LED堆叠件43发射蓝光。另一方面，第三p透明电极45与p型半导体层形成欧姆接触。

[0330] 第一滤色器37和第二滤色器47与参照图1描述的第一滤色器37和第二滤色器47相同，并且将省略其重复描述。

[0331] 参照图1和图2，将第一LED堆叠件23经由第一结合层53结合到支撑基底51。可以将第一结合层53预先形成在支撑基底51上，然后可以将第一p反射电极25设置为面对支撑基底51并结合到第一结合层53。通过化学蚀刻从第一LED堆叠件23去除第一基底21。

[0332] 然后，将第二LED堆叠件33经由第二结合层55结合到第一LED堆叠件23。将第一滤色器37设置为面对第一LED堆叠件23并结合到第二结合层55。可以将第二结合层55预先形成在第一LED堆叠件23上，然后可以将第一滤色器37设置为面对第二结合层55并结合到第二结合层55。与使用第二基底用作生长基底时的情况相比，可以通过薄化工艺使第二基底31减小厚度。此外，可以去除整个第二基底31。

[0333] 然后，将第三LED堆叠件43经由第三结合层57结合到第二LED堆叠件33。第二滤色器47设置为面对第二基底31并结合到第三结合层57。可以将第三结合层57预先设置在第二基底31上，然后可以将第二滤色器47设置为面对第三结合层57并结合到第三结合层57。结果，如图1中所示，提供了一种用于显示器的发光二极管堆叠件，发光二极管堆叠件具有暴露于外部的第三LED堆叠件43。也可以对第三基底41进行薄化工艺，并且也可以完全去除第三基底41。

[0334] 显示设备可以通过以下方式设置：以像素为单位使支撑基底51上的第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43的堆叠件图案化，随后通过互连线使第一LED堆叠件至第三LED堆叠件彼此连接。在下文中，将描述显示设备的示例性实施例。

[0335] 图3是示出根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图，图4是根据本公开的示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0336] 首先，参照图3和图4，根据该示例性实施例的显示设备可以被实现为以无源矩阵方式进行操作。

[0337] 例如，由于参照图1描述的用于显示器的发光二极管堆叠件具有其中第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43沿竖直方向堆叠的结构，所以一个像素包括三种发光二极管R、G和B。这里，第一发光二极管R对应于第一LED堆叠件23，第二发光二极管G对应于第二LED堆叠件33，第三发光二极管B对应于第三LED堆叠件43。

[0338] 在图3和图4中，一个像素包括第一发光二极管R、第二发光二极管G和第三发光二极管B，每个发光二极管对应于子像素。第一发光二极管R、第二发光二极管G和第三发光二极管B的阳极连接到公共线(例如，数据线)，而它们的阴极连接到不同的线(例如，扫描线)。例如，在第一像素中，第一发光二极管R、第二发光二极管G和第三发光二极管B的阳极共同连接到数据线Vdata1，而它们的阴极分别连接到扫描线Vscan1-3、Vscan1-2和Vscan1-1。结果，可以独立地驱动每个像素中的发光二极管R、G和B。

[0339] 此外，通过脉冲宽度调制或通过改变电流的大小来驱动发光二极管R、G和B中的每个，从而能够调节每个子像素的亮度。

[0340] 再次参照图4，通过使参照图1描述的堆叠件图案化来形成多个像素，并且每个像素连接到第一p反射电极25和互连线71、73、75。如图3中所示，第一p反射电极25可以被用作数据线Vdata，互连线71、73、75可以形成为扫描线。

[0341] 像素可以以矩阵形式布置，每个像素的发光二极管R、G、B的阳极共同连接到第一p反射电极25，而它们的阴极连接到彼此分开的互连线71、73、75。这里，互连线71、73、75可以被用作扫描线Vscan。

[0342] 图5是图4中示出的显示设备的一个像素的放大平面图，图6是沿图5的线A-A截取的示意性剖视图，图7是沿图5的线B-B截取的示意性剖视图。

[0343] 参照图4、图5、图6和图7，在每个像素中，第一p反射电极25的一部分、第一LED堆叠件23的上表面的一部分、第二p透明电极35的一部分、第二基底31的上表面的一部分、第三p透明电极45的一部分和第三基底41的上表面暴露于外部。

[0344] 第三基底41可以在其上表面上具有粗糙表面41a。粗糙表面41a可以形成在第三基底41的整个上表面上，或者可以如图中所示形成在第三基底41的上表面的一些区域中。在第三基底41被去除的结构中，可以在第三LED堆叠43上形成粗糙表面。

[0345] 第一绝缘层61可以覆盖每个像素的侧表面。第一绝缘层61可以由诸如SiO_2的透光材料形成。在这种情况下，第一绝缘层61可以覆盖第三基底41的整个上表面。可选地，第一绝缘层61可以包括分布式布拉格反射器，以反射朝向第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43的侧表面行进的光。在这种情况下，第一绝缘层61至少部分地暴露第三基底41的上表面。

[0346] 第一绝缘层61可以包括暴露第三基底41的上表面的开口61a、暴露第二基底31的上表面的开口61b、暴露第一LED堆叠件23的上表面的开口61c(见图8H)、暴露第三p透明电极45的开口61d、暴露第二p透明电极35的开口61e和暴露第一p反射电极25的开口61f。

[0347] 互连线71、75可以在支撑基底51上形成在第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43附近，并且可以设置在第一绝缘层61上以与第一p反射电极25绝缘。另一方面，连接部77a使第三p透明电极45连接到第一p反射电极25，并且连接部77b使第二p透明电极35连接到第一p反射电极25，使得第一LED堆叠件23的阳极、第二LED堆叠件33的阳极和第三LED堆叠件43的阳极共同连接到第一p反射电极25。

[0348] 连接部71a使第三基底41的上表面连接到互连线71，并且连接部75a使第一LED堆叠件23的上表面连接到互连线75。

[0349] 第二绝缘层81可以设置在互连线71、75上以覆盖第三基底41的上表面。第二绝缘层81可以具有使第二基底31的上表面部分地暴露的开口81a。

[0350] 互连线73可以设置在第二绝缘层81上，并且连接部73a可以使第二基底31的上表面连接到互连线73。连接部73a可以跨过互连线75的上部，并通过第二绝缘层81与互连线75绝缘。

[0351] 虽然在该示例性实施例中每个像素的电极被描述为连接到数据线和扫描线，但应理解的是，各种实施方式是可能的。虽然在该示例性实施例中互连线71、75形成在第一绝缘层61上，且互连线73形成在第二绝缘层81上，但应理解的是，本公开不局限于此，例如，互连线71、73、75中的全部可以形成在第一绝缘层61上，并且可以被可以具有被构造为暴露互连线73的开口的第二绝缘层81覆盖。在该结构中，连接部73a可以穿过第二绝缘层81的开口使

第二基底31的上表面连接到互连线73。

[0352] 可选地，互连线71、73、75可以形成在支撑基底51内侧，且第一绝缘层61上的连接部71a、73a、75a可以使第一LED堆叠件23的上表面与第二基底31的上表面和第三基底41的上表面连接到互连线71、73、75。

[0353] 图8A至图8K是示出制造根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的方法的示意性平面图。在此，下面将给出形成图5的像素的方法的描述。

[0354] 首先，准备图1中描述的发光二极管堆叠件100。

[0355] 然后，参照图8A，可以在第三基底41的上表面上形成粗糙表面41a。粗糙表面41a可以形成在第三基底41的上表面上，以对应于每个像素区域。可以通过化学蚀刻(例如，光增强化学蚀刻(PEC))形成粗糙表面41a。

[0356] 考虑到第三基底41的在随后工艺中要被蚀刻的区域，可以在每个像素区域中部分地形成粗糙表面41a，而不被局限于此。可选地，粗糙表面41a可以形成在第三基底41的整个上表面上。

[0357] 参照图8B，通过蚀刻来去除每个像素中的第三基底41和第三LED堆叠件43的外围区域以暴露第三p透明电极45。如图中所示，可以如图中所示将第三基底41保留为具有矩形形状或正方形形状。这里，可以沿第三基底41和第三LED堆叠件43的边缘形成多个凹陷。这些凹陷可以连续地形成在第三基底41和第三LED堆叠件43上。

[0358] 参照图8C，通过去除暴露在除了第三p透明电极45的暴露在一个凹陷中的部分之外的其它区域中的第三p透明电极45，来暴露第二基底31的上表面。因此，第二基底31的上表面暴露在第三基底41周围和除了其中第三p透明电极45部分保留的凹陷之外的其它凹陷中。

[0359] 参照图8D，通过去除暴露在除了第二基底31的暴露在一个凹陷中的部分之外的其它区域中的第二基底31，接着去除第二LED堆叠件33，第二p透明电极35被暴露。

[0360] 参照图8E，通过去除暴露在除了第二p透明电极35的暴露在一个凹陷中的部分之外的其它区域中的第二p透明电极35，暴露第一LED堆叠件23的上表面。因此，第一LED堆叠件23的上表面暴露在第三基底41周围，并且第一LED堆叠件23的上表面暴露在形成于第三基底41中的凹陷中的至少一个凹陷中。

[0361] 参照图8F，通过去除第一LED堆叠件23的位于除了暴露在凹陷中的第一LED堆叠件23之外的其它区域中的暴露部分，暴露第一p反射电极25。第一p反射电极25暴露在第三基底41周围。

[0362] 参照图8G，通过图案化第一p反射电极25形成线性互连线。这里，可以暴露支撑基底51。第一p反射电极25可以将以矩阵布置的像素之中的布置在一列中的像素彼此连接(见图4)。

[0363] 参照图8H，形成第一绝缘层61(见图6和图7)以覆盖像素。第一绝缘层61覆盖第一p反射电极25、第一LED堆叠件23的侧表面、第二LED堆叠件33的侧表面、第三LED堆叠件43的侧表面、第二基底31的侧表面和第三基底41的侧表面。此外，第一绝缘层61可以至少部分地覆盖第三基底41的上表面。如果第一绝缘层61为诸如SiO_2层的透明层，则第一绝缘层61可以覆盖第三基底41的整个上表面。可选地，第一绝缘层61可以包括分布式布拉格反射器。在这种情况下，第一绝缘层61可以至少部分地暴露第三基底41的上表面，以使光发射到外部。

[0364] 第一绝缘层61可以包括暴露第三基底41的开口61a、暴露第二基底31的开口61b、暴露第一LED堆叠件23的开口61c、暴露第三p透明电极45的开口61d、暴露第二p透明电极35的开口61e和暴露第一p反射电极25的开口61f。可以形成适于暴露第一p反射电极25的多个开口61f。

[0365] 参照图8I，形成互连线71、75和连接部71a、75a、77a、77b。可以通过剥离工艺形成互连线71、75和连接部71a、75a、77a、77b。互连线71、75通过第一绝缘层61与第一p反射电极25绝缘。连接部71a使第三基底41电连接到互连线71，连接部75a使第一LED堆叠件23电连接到互连线75。连接部77a使第三p透明电极45电连接到第一p反射电极25，连接部77b使第二p透明电极35电连接到第一p反射电极25。

[0366] 参照图8J，第二绝缘层81(见图6和图7)覆盖互连线71、75和连接部71a、75a、77a、77b。第二绝缘层81也可以覆盖第三基底41的整个上表面。第二绝缘层81具有暴露第二基底31的上表面的开口81a。第二绝缘层81可以由例如氧化硅或氮化硅形成，并且可以包括分布式布拉格反射器。在第二绝缘层81包括分布式布拉格反射器的结构中，第二绝缘层81被形成为暴露第三基底41的上表面的至少一部分，以使光发射到外部。

[0367] 参照图8K，形成互连线73和连接部73a。可以通过剥离工艺形成互连线73和连接部73a。互连线73设置在第二绝缘层81上，并与第一p反射电极25和互连线71、75绝缘。连接部73a使第二基底31电连接到互连线73。连接部73a可以跨过互连线75的上部，并通过第二绝缘层81与互连线75绝缘。

[0368] 结果，完成像素区域，如图5中所示。此外，如图4中所示，可以在支撑基底51上形成多个像素，并且多个像素可以通过第一p反射电极25和互连线71、73、75彼此连接，从而以无源矩阵方式进行操作。

[0369] 虽然在该示例性实施例中示出了制造适于以无源矩阵方式进行操作的显示设备的方法，但应理解的是，本公开不局限于此。也就是说，可以以各种方式来制造根据示例性实施例的显示设备，以使用图1中示出的发光二极管堆叠件以无源矩阵方式进行操作。

[0370] 例如，虽然互连线73在该示例性实施例中被示出为形成在第二绝缘层81上，但互连线73可以与互连线71、75一起形成在第一绝缘层61上，并且连接部73a可以形成在第一绝缘层61上以使第二基底31连接到互连线73。可选地，互连线71、73、75可以设置在支撑基底51内侧。

[0371] 图9是示出根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。上面的实施例涉及以无源矩阵方式驱动的显示设备，然而，该示例性实施例涉及以有源矩阵方式驱动的显示设备。

[0372] 参照图9，根据该示例性实施例的驱动电路包括至少两个晶体管Tr1、Tr2和电容器。当电源连接到选择线Vrow1至Vrow3并且电压施加到数据线Vdata1至Vdata3时，向对应的发光二极管施加电压。此外，对应的电容器根据数据线Vdata1至Vdata3的值进行充电。由于可以通过电容器所充入的电压来保持晶体管Tr2的导通状态，所以即使当切断供应到选择线Vrow1的电力时，也可以保持电容器的电压，并且可以将电容器的电压施加到发光二极管LED1至LED3。此外，可以根据数据线Vdata1至Vdata3的值来改变发光二极管LED1至LED3中流过的电流。可以通过电流源Vdd连续供应电流，从而能够连续发光。

[0373] 晶体管Tr1、Tr2和电容器可以形成在支撑基底51内侧。例如，形成在硅基底上的薄

膜晶体管可以用于有源矩阵驱动。

[0374] 这里，发光二极管LED1至LED3分别对应于堆叠在一个像素中的第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43。第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的阳极连接到晶体管Tr2，而第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的阴极接地。

[0375] 虽然在该示例性实施例中示出了用于有源矩阵驱动的电路的一个示例，但应理解的是，也可以使用其它类型的电路。此外，虽然在该示例性实施例中发光二极管LED1至LED3的阳极连接到不同的晶体管Tr2，且发光二极管LED1至LED3的阴极接地，但在其它示例性实施例中，发光二极管的阳极可以连接到电流源Vdd，发光二极管的阴极可以连接到不同的晶体管。

[0376] 图10是根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的示意性平面图。在此，下面将给出布置在支撑基底151上的多个像素之中的一个像素的描述。

[0377] 参照图10，除了支撑基底151是包括晶体管和电容器的薄膜晶体管面板并且第一p反射电极25被限制性地定位在第一LED堆叠件23的下部区域中之外，根据该示例性实施例的像素基本类似于参照图4至图7描述的像素。

[0378] 第三LED堆叠件43的阴极通过连接部171a连接到支撑基底151。例如，如图9中所示，第三LED堆叠件43的阴极可以通过电连接到支撑基底151而接地。第二LED堆叠件33的阴极和第一LED堆叠件23的阴极也可以经由连接部173a和175a通过电连接到支撑基底151而接地。

[0379] 另一方面，第一p反射电极25连接到位于支撑基底151内侧的晶体管Tr2(见图9)。第三p透明电极45和第二p透明电极35也通过连接部177a和173b连接到位于支撑基底151内部的晶体管Tr2(见图9)。

[0380] 以这种方式，第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43彼此连接，从而构成如图9中示出的用于有源矩阵驱动的电路。

[0381] 虽然在该示例性实施例中示出了用于有源矩阵驱动的电连接的一个示例，但应理解的是，本公开不局限于此，并且可以以各种方式将用于显示设备的电路修改为用于有源矩阵驱动的各种电路。

[0382] 另一方面，在参照图1描述的示例性实施例中，虽然第一p反射电极25、第二p透明电极35和第三p透明电极45分别与第一LED堆叠件23的p型半导体层、第二LED堆叠件33的p型半导体层和第三LED堆叠件43的p型半导体层形成欧姆接触，但第二基底31和第三基底41中的每个未设置有单独的欧姆接触层。当像素具有200μm或更小的尺寸时，即使在n型半导体层中没有形成单独的欧姆接触层，电流扩散也不会有难度。然而，可以在第二基底31和第三基底41中的每个上设置透明电极层，以确保电流扩散。

[0383] 此外，第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43可以以各种结构彼此连接。

[0384] 图11是根据本公开的另一示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件101的示意性剖视图。

[0385] 参照图11，像参照图1描述的发光二极管堆叠件100一样，发光二极管堆叠件101包括支撑基底51、第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33、第三LED堆叠件43、第二基底31、第三基底41、第二p透明电极35、第三p透明电极45、第一滤色器137、第二滤色器47、第一结合层

153、第二结合层155和第三结合层157。此外，发光二极管堆叠件101还可以包括第一n反射电极129、第一p透明电极125和第二n透明电极139。

[0386] 支撑基底51支撑LED堆叠件23、33和43。支撑基底51可以包括位于其表面上或位于其中的电路，但不局限于此。支撑基底51可以包括例如Si基底或Ge基底。

[0387] 第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43与参照图1描述的第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43相似，并且将省略其详细描述。然而，该示例性实施例与上面图1中示出的示例性实施例的不同之处在于第一LED堆叠件23和第二LED堆叠件33中的每个具有n型下表面和p型上表面。像在图1中示出的示例性实施例中一样，根据该示例性实施例的第三LED堆叠件43具有p型下表面和n型上表面。

[0388] 第二基底31和第三基底41与参照图1描述的第二基底31和第三基底41相似，并且将省略其详细描述。

[0389] 同时，由于第一LED堆叠件23具有p型上表面，所以第一p透明电极125与第一LED堆叠件23的上表面形成欧姆接触。第一p透明电极125透射从第一LED堆叠件23产生的光(例如，红光)。

[0390] 第一n反射电极129与第一LED堆叠件23的下表面形成欧姆接触。第一n反射电极129与第一LED堆叠件23形成欧姆接触，并且反射从第一LED堆叠件23产生的光。第一n反射电极129可以由例如Au-Ti或Au-Sn形成。此外，第一n反射电极129可以包括扩散阻挡层。

[0391] 第二p透明电极35与第二LED堆叠件33的p型半导体层形成欧姆接触。由于第二LED堆叠件33具有p型上表面，所以第二p透明电极35设置在第二LED堆叠件33上。第二p透明电极35可以由相对于红光和绿光透明的金属层或导电氧化物层构成。

[0392] 第二n透明电极139可以与第二基底31的下表面形成欧姆接触。第二n透明电极139也可以由相对于红光和绿光透明的金属层或导电氧化物层构成。第二n透明电极139通过图案化第二LED堆叠件33和第二基底31而被部分地暴露，以提供用于电连接到第二LED堆叠件33的n型半导体层的连接端子。

[0393] 第三p透明电极45可以与第三LED堆叠件43的p型半导体层形成欧姆接触。第三p透明电极45可以由相对于红光、绿光和蓝光透明的金属层或导电氧化物层构成。

[0394] 第一滤色器137置于第一LED堆叠件23与第二LED堆叠件33之间。此外，第二滤色器47置于第二LED堆叠件33与第三LED堆叠件43之间。第一滤色器137透射从第一LED堆叠件23产生的光，并反射从第二LED堆叠件33产生的光。同时，第二滤色器47透射从第一LED堆叠件23和第二LED堆叠件33产生的光，并反射从第三LED堆叠件43产生的光。因此，从第一LED堆叠件23产生的光可以穿过第二基底31、第二LED堆叠件33、第三LED堆叠件43和第三基底41发射到外部，从第二LED堆叠件33产生的光可以穿过第三LED堆叠件43和第三基底41发射到外部。此外，发光二极管堆叠件101可以防止从第二LED堆叠件33产生的光进入第一LED堆叠件23，或者可以防止从第三LED堆叠件43产生的光进入第二LED堆叠件33，从而防止光损失。从第一LED堆叠件23产生的光穿过第一p透明电极125、第二n透明电极139、第二p透明电极35和第三p透明电极45发射到外部。此外，从第二LED堆叠件33产生的光穿过第二p透明电极35和第三p透明电极45发射到外部。

[0395] 在一些示例性实施例中，第一滤色器137可以反射从第三LED堆叠件43产生的光。

[0396] 第一滤色器137和第二滤色器47可以是例如允许低频带(即，长波段)中的光通过

其的低通滤波器、允许预定波段的光通过其的的带通滤波器或者防止预定波段中的光通过其的带阻滤波器。具体地，第一滤色器137和第二滤色器47中的每个可以是包括分布式布拉格反射器(DBR)的带阻滤波器。可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层(例如，TiO_2和SiO_2)来形成分布式布拉格反射器。此外，可以通过调节TiO_2层和SiO_2层的厚度来控制分布式布拉格反射器的阻带。低通滤波器和带通滤波器也可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层来形成。

[0397] 第一结合层153使第一LED堆叠件23结合到支撑基底51。如图中所示，第一n反射电极129可以毗邻第一结合层153。第一结合层153可以是透光层或不透光层。第一结合层153可以是例如透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层。

[0398] 第二结合层155使第二LED堆叠件33结合到第一LED堆叠件23。如图中所示，第二结合层155可以设置在第一滤色器137上，并毗邻第二n透明电极139。第二结合层155透射从第一LED堆叠件23产生的光。第二结合层155可以是例如透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层，并且可以由例如透光的旋涂玻璃形成。

[0399] 第三结合层157使第三LED堆叠件43结合到第二LED堆叠件33。如图中所示，第三结合层157可以毗邻第二p透明电极35和第二滤色器47。第三结合层157透射从第一LED堆叠件23和第二LED堆叠件33产生的光。第三结合层157可以是例如透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层，并且可以由例如透光的旋涂玻璃形成。

[0400] 图12A至图12F是示出制造根据本公开的另一示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的方法的示意性剖视图。

[0401] 参照图12A，首先，在第三基底41上生长第三LED堆叠件43，并在第三LED堆叠件43上形成第三p透明电极45和第二滤色器47。第三LED堆叠件43由GaN基半导体层构成，并且可以包括GaInN阱层。第三基底41是GaN基半导体层的均质基底，并且可以是例如掺杂有n型掺杂剂的GaN基底。可以确定用于第三LED堆叠件43的GaInN的组成比，使得第三LED堆叠件43发射蓝光。第三p透明电极45与p型半导体层形成欧姆接触。

[0402] 参照图12B，在第二基底31上生长第二LED堆叠件33，并在第二LED堆叠件33上形成第二p透明电极35。第二LED堆叠件33可以由GaN基半导体层构成，并且可以包括GaInN阱层。第二基底31是GaN基半导体层的均质基底，并且可以是例如掺杂有n型掺杂剂的GaN基底。可以确定用于第二LED堆叠件33的GaInN的组成比，使得第二LED堆叠件33发射绿光。同时，第二p透明电极35与p型半导体层形成欧姆接触。

[0403] 第三结合层157设置到第二滤色器47，并且位于第二基底31上的第二p透明电极35毗邻第三结合层157。第三结合层157可以由例如旋涂玻璃形成。因此，第二LED堆叠件33结合到第三LED堆叠件43。

[0404] 参照图12C，可以在第二基底31上形成第二n透明电极139。第二n透明电极139与第二基底31形成欧姆接触。第二n透明电极139可以由金属层或导电氧化物层构成。可以省略第二n透明电极139。

[0405] 参照图12D，在第一基底21上生长第一LED堆叠件23，在第一LED堆叠件23上形成第一p透明电极125，并在第一p透明电极125上形成第一滤色器137。

[0406] 第一基底21可以是例如GaAs基底。此外，第一LED堆叠件23由AlGaInP基半导体层构成，并且包括n型半导体层、有源层和p型半导体层。第一p透明电极125与p型半导体层形

成欧姆接触。

[0407] 第一滤色器137与参照图1描述的第一滤色器37相同，并且将省略其详细描述以避免重复。

[0408] 然后，将第二结合层155设置到第二n透明电极139，并且将第一基底21设置为使得位于第一基底21上的第一滤色器137毗邻第二结合层155。第二结合层155可以由例如旋涂玻璃形成。因此，第一LED堆叠件23结合到第二LED堆叠件33。

[0409] 参照图12E，将第一LED堆叠件23结合到第二LED堆叠件33，并通过使用化学蚀刻从第一LED堆叠件23去除第一基底21。结果，第一LED堆叠件23被暴露。

[0410] 参照图12F，在暴露的第一LED堆叠件23上形成第一n反射电极129。第一n反射电极129包括金属层，该金属层反射从第一LED堆叠件23产生的光。

[0411] 然后，在第一n反射电极129上设置第一结合层153，并将支撑基底51结合到第一结合层153。结果，如图11中所示，提供具有暴露于外部的第三基底41的发光二极管堆叠件101。

[0412] 显示设备可以通过以下方式设置：以像素为单位使支撑基底51上的第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43的堆叠件101图案化，随后通过互连线使第一LED堆叠件至第三LED堆叠件彼此连接。

[0413] 图13是根据本公开的再一示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件102的示意性剖视图。

[0414] 参照图13，除了去除了第二基底31和第三基底41之外，根据该示例性实施例的发光二极管堆叠件102与参照图1描述的发光二极管堆叠件100大体相似。在第二基底31和第三基底41被分别用作第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43的生长基底之后，将第二基底31和第三基底41分别从第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43去除。第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43中的每个生长在均质的GaN基基底上，从而提供$10^3/cm^2$至$10^7/cm^2$的减小的位错密度。

[0415] 由于去除了第二基底31和第三基底41，所以电连接到这些基底31、41的互连线可以分别电连接到第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43。此外，粗糙表面41a可以形成在第三LED堆叠件43的上表面上。

[0416] 图14是根据本公开的又一示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件103的示意性剖视图。

[0417] 参照图14，除了去除了第二基底31和第三基底41之外，根据该示例性实施例的发光二极管堆叠件103与参照图11描述的发光二极管堆叠件101大体相似。在第二基底31和第三基底41被分别用作第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43的生长基底之后，将第二基底31和第三基底41分别从第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43去除。第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43中的每个生长在均质的GaN基基底上，从而提供$10^3/cm^2$至$10^7/cm^2$的减小的位错密度。

[0418] 由于去除了第二基底31和第三基底41，所以电连接到这些基底31、41的互连线可以分别电连接到第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43。此外，粗糙表面41a可以形成在第三LED堆叠件43的上表面上。

[0419] 根据示例性实施例，由于能够使用用于显示器的发光二极管堆叠件100、101、102、

103以晶圆级形成多个像素，所以不需要单独安装发光二极管。此外，根据示例性实施例的发光二极管堆叠件具有这样的结构：第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43沿竖直方向堆叠，从而在有限的像素区域中确保用于子像素的区域。此外，根据示例性实施例的发光二极管堆叠件使从第一LED堆叠件23、第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43产生的光穿过其发射到外部，从而减少光损失。此外，第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43中的每个可以生长在均质基底上，以减小其位错密度，从而改善发光效率。此外，第二基底31和第三基底41可以保留在第二LED堆叠件33和第三LED堆叠件43上而不用从其去除，从而简化了制造发光二极管叠件的工艺。

[0420] 图15是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的剖视图。

[0421] 参照图15，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构包括一个在另一个上堆叠的多个外延堆叠件。外延堆叠件设置在基底210上。

[0422] 基底210具有设置有前表面和后表面的板形形状。

[0423] 基底210可以具有各种形状，每种形状设置有其上安装有外延堆叠件的前表面。基底210可以包括绝缘材料。作为用于基底210的材料，可以使用玻璃、石英、硅、有机聚合物或有机-无机复合材料，然而不应局限于此或受此限制。也就是说，用于基底210的材料不应受到具体限制，只要材料具有绝缘性质即可。在本公开的示例性实施例中，还可以在基底210上设置线路部分，以将发光信号和公共电压施加到每个外延堆叠件。具体地，在通过有源矩阵方法操作每个外延堆叠件的情况下，除了线路部分之外，还可以在基底上设置包括薄膜晶体管的驱动装置。为此，基底210可以设置为通过在玻璃、石英、硅、有机聚合物或有机-无机复合材料上形成线路部分和/或驱动装置而获得的印刷电路板或复合基底。

[0424] 外延堆叠件顺序地堆叠在基底210的前表面上。

[0425] 在本公开的示例性实施例中，设置两个或更多个外延堆叠件，并且外延堆叠件发射具有彼此不同的波段的光。也就是说，设置多个外延堆叠件，并且外延堆叠件具有彼此不同的能带。在本示例性实施例中，示出了顺序堆叠在基底210上的三个外延堆叠件。在下面的实施例中，顺序地堆叠在基底210上的三个层将分别被称为第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240。

[0426] 每个外延堆叠件可以发射各种波段的光之中的可见光带中的颜色光。从设置在最下端处的外延堆叠件发射的光是具有最低能带的最长波长的颜色光，并且从外延堆叠件发射的颜色光的波长从底部外延堆叠件到顶部外延堆叠件变短。从设置在最上端处的外延堆叠件发射的光是具有最高能带的最短波长的颜色光。例如，第一外延堆叠件220发射第一颜色光L1，第二外延堆叠件230发射第二颜色光L2，第三外延堆叠件240发射第三颜色光L3。第一颜色光L1、第二颜色光L2和第三颜色光L3可以是彼此不同的颜色光，第一颜色光L1、第二颜色光L2和第三颜色光L3可以是具有彼此不同的波段的颜色光(顺序缩短)。也就是说，第一颜色光L1、第二颜色光L2和第三颜色光L3可以具有彼此不同的波段，并且可以是从第一颜色光L1至第三颜色光L3具有更高能量的短波段的颜色光。

[0427] 在本示例性实施例中，第一颜色光L1可以是红光，第二颜色光L2可以是绿光，第三颜色光L3可以是蓝光。

[0428] 每个外延堆叠件发射光以沿基底210的前表面面对的方向行进。在这种情况下，从一个外延堆叠件发射的光在穿过位于从所述一个外延堆叠件发射的光的光路上的另一外

延堆叠件之后沿基底210的前表面面对的方向行进。基底210的前表面面对的方向表示第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240沿其堆叠的方向。

[0429] 在下文中，为了便于说明，基底210的前表面面对的方向将被称为“前表面方向”或“向上方向”，基底210的后表面面对的方向将被称为“后表面方向”或“向下方向”。然而，术语“向上”和“向下”表示彼此相对的方向，并且可以根据发光堆叠结构的布置或堆叠方向而变化。

[0430] 每个外延堆叠件朝向上方向发射光，并透射从设置在其下方的外延堆叠件发射的光的大部分。换言之，从第一外延堆叠件220发射的光在穿过第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240之后沿前表面方向行进，从第二外延堆叠件230发射的光在穿过第三外延堆叠件240之后沿前表面方向行进。为此，除了设置在最下端处的外延堆叠件之外的其它外延堆叠件中的至少一部分(优选地，整个部分)可以由透光材料形成。术语“透光材料”不仅表示透光材料透射所有光的情况，而且表示透光材料透射具有预定波长的光或具有预定波长的光的一部分的情况。在示例性实施例中，每个外延堆叠件可以透射来自设置在其下方的外延堆叠件的光的大约60％或更多。根据另一实施例，每个外延堆叠件可以透射来自设置在其下方的外延堆叠件的光的大约80％或更多，并且根据另一实施例，每个外延堆叠件可以透射来自设置在其下方的外延堆叠件的光的大约90％或更多。

[0431] 在根据本公开的示例性实施例的具有上述结构的发光堆叠结构中，外延堆叠件由于分别将发光信号施加到外延堆叠件的信号线独立地连接到外延堆叠件而可以独立地驱动，并且可以根据是否从每个外延堆叠件发射光来显示各种颜色。此外，由于发射具有不同波长的光的外延堆叠件形成为彼此叠置，所以发光堆叠结构可以形成在窄区域中。

[0432] 图16是示出根据本公开的示例性实施例的具有线路部分的发光堆叠结构的剖视图，线路部分使每个外延堆叠件独立驱动。图17A至图17C是详细示出图16的每个外延堆叠件的剖视图。

[0433] 参照图16，发光堆叠结构包括发光区域EA和与发光区域EA相邻设置的外围区域PA。

[0434] 发光区域EA是其中光从第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240朝向上方向发射的区域。第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的发光区域EA彼此叠置，因此第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的发光区域EA具有彼此相同的面积。

[0435] 外围区域PA是其中设置有连接到第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的线路部分的区域。这里，可以从设置在外围区域PA中的第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240发射光。然而，虽然在图中未示出，但除了线路部分之外，可以在外围区域PA中设置各种附加组件，并且还可以在外围区域PA中设置防止光射出到外部的单独的阻挡层或反射层。因此，光不会穿过外围区域PA射出。

[0436] 第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240中的每个设置在基底210上，且第一粘合层250a、第二粘合层250b和第三粘合层250c之中的对应的粘合层置于其间。第一粘合层250a、第二粘合层250b和第三粘合层250c可以包括非导电材料，并且可以包括透光材料。例如，第一粘合层250a、第二粘合层250b和第三粘合层250c可以包括光学透明粘合剂(OCA)。用于第一粘合层250a、第二粘合层250b和第三粘合层250c的材料不应受

到具体限制，只要用于第一粘合层250a、第二粘合层250b和第三粘合层250c的材料是光学透明的且与每个外延堆叠件稳定地附着即可。例如，第一粘合层250a、第二粘合层250b和第三粘合层250c可以包括有机材料(诸如，如SU-8的环氧类聚合物、各种抗蚀剂、聚对二甲苯、聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)和苯并环丁烯(BCB))和无机材料(诸如，氧化硅、氧化铝和熔融玻璃)。此外，可以根据需要使用导电氧化物作为粘合层，在这种情况下，需要导电氧化物与其它组件绝缘。在使用有机材料作为粘合层且使用无机材料的熔融玻璃作为粘合层的情况下，第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240以及基底210通过以下方式彼此附着：将材料涂覆在第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240以及基底210的粘附侧上，并在高真空状态下对材料施加高温和高压。在使用无机材料(熔融玻璃除外)作为粘合层的情况下，第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240以及基底210通过以下方式彼此附着：将材料沉积在第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240以及基底210的粘附侧上，利用化学机械平坦化(CMP)工艺将材料平坦化，对材料的表面执行等离子体处理，并在高真空状态下进行附着。

[0437] 参照图17A至图17C，第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240包括顺序堆叠的第一半导体层221、231和241、有源层223、233和243以及第二半导体层225、235和245。在图17A至图17C中，第一半导体层221、231和241、有源层223、233和243以及第二半导体层225、235和245沿向上方向顺序地堆叠，然而，应注意的是，图17A至图17C的第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240在图16中上下颠倒地示出。也就是说，图16中示出的第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240按照第二半导体层225、235和245、有源层223、233和243以及第一半导体层221、231和241的顺序沿向上方向布置。

[0438] 参照图17A，第一外延堆叠件220的第一半导体层221、有源层223和第二半导体层225可以包括发射红光的半导体材料。作为发射红光的半导体材料，可以使用砷化铝镓(AlGaAs)、磷化镓砷(GaAsP)、磷化铝镓铟(AlGaInP)和磷化镓(GaP)。然而，发射红光的半导体材料不应局限于此或受此限制，而是可以使用各种其它材料。

[0439] 第一半导体层221可以是包括第一导电型杂质的半导体层，第二半导体层225可以是包括第二导电型杂质的半导体层。第一导电型和第二导电型具有彼此相反的极性。当第一导电型是n型时，第二导电型是p型，而当第一导电型是p型时，第二导电型是n型。在本公开的示例性实施例中，作为代表性示例将描述其中顺序地形成有n型半导体层、有源层和p型半导体层的结构，第一半导体层221可以被称为“n型半导体层”，第二半导体层225可以被称为“p型半导体层”。这是为了便于说明，根据本公开的另一实施例，第一半导体层221和第二半导体层225可以分别为p型半导体层和n型半导体层。

[0440] 通过去除n型半导体层221、有源层223和p型半导体层225的一部分，在第一外延堆叠件220中形成台面。第一n型接触电极229设置在暴露的n型半导体层221的上表面上，第一p型接触电极227设置在其中形成有台面的p型半导体层225上。

[0441] 第一n型接触电极229和第一p型接触电极227可以具有金属材料的单层结构或多层结构。例如，第一n型接触电极229和第一p型接触电极227可以包括诸如Al、Ti、Cr、Au、Ag、Ti、Sn、Ni、Cr、W、Cu或它们的合金的金属材料。具体地，第一p型接触电极227可以包括具有高反射率的金属材料，并且由于第一p型接触电极227包括具有高反射率的金属材料，所以

可以改善从第一外延堆叠件220发射的光的在向上方向上的发光效率。

[0442] 由于第一外延堆叠件220被反转并设置在基底210上，且第一粘合层250a置于第一外延堆叠件220和基底210之间，所以第一n型接触电极229和第一p型接触电极227设置在基底210与第二粘合层250b之间。第一p型接触电极227与发光区域EA叠置，并将从第一外延堆叠件220的有源层223发射的光朝向上方向反射。

[0443] 参照图17B，第二外延堆叠件230包括顺序堆叠的n型半导体层231、有源层233和p型半导体层235。n型半导体层231、有源层233和p型半导体层235可以包括发射绿光的半导体材料。作为发射绿光的半导体材料，可以使用氮化铟镓(InGaN)、氮化镓(GaN)、磷化镓(GaP)、磷化铝镓铟(AlGaInP)和磷化铝镓(AlGaP)。然而，发射绿光的半导体材料不应局限于此或受此限制，而是可以使用各种其它材料。

[0444] 再次参照图16，第二p型接触电极237设置在第二外延堆叠件230的p型半导体层235上。在图16中，由于第二外延堆叠件230对应于图17B的反转的第二外延堆叠件230，所以第二p型接触电极237设置在第一外延堆叠件220与第二外延堆叠件230之间，具体地，在第二粘合层250b与第二外延堆叠件230之间。

[0445] 第二p型接触电极237可以包括透明导电材料，例如，透明导电氧化物(TCO)，并且可以具有大约2000埃至大约2微米的厚度。

[0446] 参照图17C，第三外延堆叠件240包括顺序堆叠的n型半导体层241、有源层243和p型半导体层245。n型半导体层241、有源层243和p型半导体层245可以包括发射蓝光的半导体材料。作为发射蓝光的半导体材料，可以使用氮化镓(GaN)、氮化铟镓(InGaN)和硒化锌(ZnSe)。然而，发射蓝光的半导体材料不应局限于此或受此限制，而是可以使用各种其它材料。

[0447] 再次参照图16，第三p型接触电极247设置在第三外延堆叠件240的p型半导体层245上。在图16中，由于第三外延堆叠件240对应于图17C的反转的第三外延堆叠件240，所以第三p型接触电极247设置在第二外延堆叠件230与第三外延堆叠件240之间，具体地，在第三粘合层250c与第三外延堆叠件240之间。

[0448] 在本示例性实施例中，第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的n型半导体层221、231和241中的每个和p型半导体层225、235和245中的每个具有单层结构，然而根据实施例，第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的n型半导体层221、231和241中的每个和p型半导体层225、235和245中的每个可以具有多层结构，并且可以包括超晶格层。第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的有源层223、233和243可以具有单量子阱结构或多量子阱结构。

[0449] 在本示例性实施例中，第二p型接触电极237和第三p型接触电极247被设置为与发光区域EA叠置。第二p型接触电极237和第三p型接触电极247可以包括透明导电材料，以透射来自设置在其下方的外延堆叠件的光。例如，第二p型接触电极237和第三p型接触电极247中的每个可以包括透明导电氧化物(TCO)。透明导电氧化物可以包括氧化锡(SnO)、氧化铟(InO_2)、氧化锌(ZnO)、氧化铟锡(ITO)和氧化铟锡锌(ITZO)。可以使用蒸发器或溅射器通过化学气相沉积(CVD)或物理气相沉积(PVD)来沉积透明导电氧化物。第二p型接触电极237和第三p型接触电极247可以在满足透射率的范围的条件下具有足以在下面的制造工艺中用作蚀刻阻止件的厚度。

[0450] 在本示例性实施例中，第一p型接触电极227、第二p型接触电极237和第三p型接触电极247可以连接到公共线。公共线是施加公共电压的线。此外，公共信号线可以分别连接到第一n型接触电极229以及第二外延堆叠件230的p型半导体层235和第三外延堆叠件240的p型半导体层245。在本示例性实施例中，公共电压Sc通过公共线施加到第一p型接触电极227、第二p型接触电极237和第三p型接触电极247，发光信号通过发光信号线施加到第一n型接触电极229、第二外延堆叠件230的n型半导体层231和第三外延堆叠件240的n型半导体层241。因此，控制第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的光发射。发光信号包括分别对应于第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的第一发光信号S_R、第二发光信号S_G和第三发光信号S_B，第一发光信号S_R、第二发光信号S_G和第三发光信号S_B是分别对应于红光、绿光和蓝光的光发射的信号。

[0451] 在上述实施例中，公共电压施加到第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的p型半导体层，发光信号施加到第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的n型半导体层，然而，本公开的实施例不应局限于此或受此限制。根据本公开的另一实施例，公共电压可以施加到第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的n型半导体层，发光信号可以施加到第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的p型半导体层。通过按照p型半导体层、有源层和n型半导体层的次序形成每个外延叠堆叠件，可以容易地实现该结构，该次序不同于在上面描述的实施例中按照n型半导体、有源层和p型半导体的次序形成的每个外延堆叠件的堆叠次序。根据上述实施例，第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240响应于施加到其的发光信号而被驱动。也就是说，第一外延堆叠件220响应于第一发光信号S_R而被驱动，第二外延堆叠件230响应于第二发光信号S_G而被驱动，第三外延堆叠件240响应于第三发光信号S_B而被驱动。在这种情况下，第一发光信号S_R、第二发光信号S_G和第三发光信号S_B独立地施加到第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240，结果，第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240被独立地驱动。发光堆叠结构可以通过将从第一外延堆叠件、第二外延堆叠件和第三外延堆叠件朝向上方向发射的第一颜色光、第二颜色光和第三颜色光组合来提供各种颜色的光。

[0452] 当显示颜色时，具有上述结构的发光堆叠结构通过彼此叠置的区域提供不同的颜色光，而不是通过平面上的不同区域提供不同的颜色光，因此可以减小并集成发光元件。根据传统技术，发射不同的颜色光(例如，红光、绿光和蓝光)的发光元件在平面上彼此间隔开地设置，以实现全色显示。因此，因为发光元件在平面上彼此间隔开地设置，所以在传统技术中发光元件占据的区域相对大。另一方面，根据本公开，发射不同的颜色光的发光元件在同一区域中设置为彼此叠置，以形成发光堆叠结构，因此可以通过显著小于传统技术的区域的区域来实现全色显示器。因此，可以在小区域中制造高分辨率的显示装置。

[0453] 此外，即使在以堆叠方式制造的传统发光装置的情况下，传统发光装置仍通过以下方式制造：在每个发光元件中独立地形成接触部分，例如，独立且单独地形成发光元件并使用布线将发光元件彼此连接。结果，发光装置的结构复杂，并且不容易制造发光装置。然而，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构通过以下方式制造：在一个基底上顺序地堆叠多个外延堆叠件，通过最小化工艺在外延堆叠件中形成接触部分，并将线路部分连接到外延堆叠件。此外，根据本公开的示例性实施例，由于安装了一个发光堆叠结构而不是传

统的发光元件，所以与单独制造各种颜色的发光元件并独立地安装发光元件的传统显示装置制造方法相比，可以简化显示装置的制造方法。

[0454] 根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构还可以包括提供具有高纯度和高效率的颜色光的各种组件。例如，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以包括波通滤波器，以防止具有相对短的波长的光行进到发射具有相对长的波长的光的外延堆叠件。

[0455] 在下面的实施例中，将主要描述与上面描述的实施例的特征不同的特征以避免冗余。假设未解释的部分与上面描述的实施例的该部分相同或相似。

[0456] 图18是示出根据本公开的示例性实施例的具有预波通滤波器的发光堆叠结构的剖视图。

[0457] 参照图18，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以包括设置在第一外延堆叠件220与第二外延堆叠件230之间的第一波通滤波器261。

[0458] 第一波通滤波器261选择性地透射具有预定波长的光。第一波通滤波器261可以透射从第一外延堆叠件220发射的第一颜色光，并且可以阻挡或反射除第一颜色光之外的光。因此，从第一外延堆叠件220发射的第一颜色光可以沿向上方向行进，分别从第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240发射的第二颜色光和第三颜色光可以不朝向第一外延堆叠件220行进，而是可以被第一波通滤波器261反射或阻挡。

[0459] 第二颜色光和第三颜色光相比于第一颜色光具有相对更短的波长和相对更高的能量。在第二颜色光和第三颜色光入射到第一外延堆叠件220中的情况下，会在第一外延堆叠件220中诱发附加的光发射。在本示例性实施例中，可以通过第一波通滤波器261防止第二颜色光和第三颜色光入射到第一外延堆叠件220中。

[0460] 在本公开的示例性实施例中，第二波通滤波器263可以设置在第二外延堆叠件230与第三外延堆叠件240之间。第二波通滤波器263可以透射分别从第一外延堆叠件220和第二外延堆叠件230发射的第一颜色光和第二颜色光，并且可以阻挡或反射除第一颜色光和第二颜色光之外的光。因此，分别从第一外延堆叠件220和第二外延堆叠件230发射的第一颜色光和第二颜色光可以沿向上方向行进，从第三外延堆叠件240发射的第三颜色光可以不朝向第一外延堆叠件220和第二外延堆叠件230行进，而是可以被第二波通滤波器263反射或阻挡。

[0461] 类似于上面的描述，第三颜色光相比于第一颜色光和第二颜色光具有相对更短的波长和相对更高的能量。在第三颜色光入射到第一外延堆叠件220和第二外延堆叠件230中的情况下，会在第一外延堆叠件220和第二外延堆叠件230中诱发附加的光发射。在本示例性实施例中，可以通过第二波通滤波器263防止第三颜色光入射到第一外延堆叠件220和第二外延堆叠件230中。

[0462] 根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构还可以包括各种组件以提供高效且均匀的光。作为示例，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以包括位于发光表面上的各种凹凸部分。

[0463] 图19和图20是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的剖视图，其中凹凸部分在各自发光堆叠结构中形成在外延堆叠件的至少一部分处。

[0464] 根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以包括凹凸部分PR，凹凸部分PR形成在第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的n型半导体层221、

231和241之中的至少一个n型半导体层的上表面上。在本公开的示例性实施例中，可以选择性地形成每个外延堆叠件的凹凸部分PR。例如，凹凸部分PR可以如图19中所示设置在第一外延堆叠件220和第三外延堆叠件240上，凹凸部分PR可以如图20中所示设置在第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240上。每个外延堆叠件的凹凸部分PR可以设置在分别对应于第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的发光表面的n型半导体层221、231和241上。

[0465] 凹凸部分PR用于改善发光效率。凹凸部分PR可以设置成各种形状，诸如多边棱锥、半球或其上随意布置有凹凸部分的具有粗糙性的表面。凹凸部分PR可以通过各种蚀刻工艺而纹理化，或者可以使用图案化的蓝宝石基底来形成。

[0466] 在本公开的示例性实施例中，来自第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的第一颜色光、第二颜色光和第三颜色光可以具有不同的强度，而强度差异会引起可视性差异。在本示例性实施例中，可以通过选择性地形成在第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的发光表面上的凹凸部分PR来改善发光效率，因此可以减小第一颜色光、第二颜色光和第三颜色光之间的强度差异。由于对应于红色和/或蓝色的颜色光的可视性比对应于绿色的颜色光的可视性低，所以可以通过使第一外延堆叠件220和/或第三外延堆叠件240纹理化来降低可视性差异。具体地，因为从发光堆叠结构的最下部提供红色光，所以红色光具有相对较小的强度。在这种情况下，当凹凸部分PR形成在第一外延堆叠件220上时，可以改善光效率。

[0467] 具有上述结构的发光堆叠结构可以对应于能够显示各种颜色的发光元件，并且可以在显示装置中用作像素。在下面的描述中，将描述采用具有上述结构的发光堆叠结构作为其组件的显示装置。

[0468] 图21是示出根据本公开的示例性实施例的显示装置2100的平面图，图22是示出图21的部分P1的放大平面图。

[0469] 参照图21和图22，根据本公开的示例性实施例的显示装置2100显示任意的可视信息，诸如文本、视频、照片和2维或3维图像。

[0470] 显示装置2100可以具有各种形状，诸如像矩形形状一样具有直边的闭合多边形形状、具有曲边的圆形形状或椭圆形形状以及具有直边和曲边的半圆形形状或半椭圆形形状。在本公开的示例性实施例中，示出了具有矩形形状的显示装置。

[0471] 显示装置2100包括显示图像的多个像素2110。每个像素2110是显示图像的最小单元。每个像素2110可以包括具有上述结构的发光堆叠结构，并且可以发射白光和/或颜色光。

[0472] 在本公开的示例性实施例中，每个像素2110包括发射红色光的第一子像素2110_R、发射绿色光的第二子像素2110_G和发射蓝色光的第三子像素2110_B。第一子像素2110_R、第二子像素2110_G和第三子像素2110_B可以分别对应于上述发光堆叠结构的第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240。

[0473] 像素2110以矩阵形式布置。像素2110以矩阵形式布置的表述不仅可以表示像素2110沿行或列精确地布置成线，而且表示像素2110整体上沿行或列布置，同时改变像素2110的详细位置，例如，之字形。

[0474] 图23是示出根据本公开的示例性实施例的显示装置的框图。

[0475] 参照图23，根据本公开的示例性实施例的显示装置2100包括时序控制器2350、扫描驱动器2310、数据驱动器2330、线路部分和像素。在每个像素包括多个子像素的情况下，每个子像素通过线路部分独立地连接到扫描驱动器2310和数据驱动器2330。

[0476] 时序控制器2350从外部源(例如，发送图像数据的系统)接收驱动显示装置2100所需的各种控制信号和图像数据。时序控制器2350重新排列所接收的图像数据，并将重新排列后的图像数据施加到数据驱动器2330。此外，时序控制器2350产生驱动扫描驱动器2310和数据驱动器2330所需的扫描控制信号和数据控制信号，并将所产生的扫描控制信号和数据控制信号分别施加到扫描驱动器2310和数据驱动器2330。

[0477] 扫描驱动器2310从时序控制器2350接收扫描控制信号，并响应于扫描控制信号而产生扫描信号。

[0478] 数据驱动器2330从时序控制器2350接收数据控制信号和图像数据，并响应于数据控制信号而产生数据信号。

[0479] 线路部分包括多条信号线。具体地，线路部分包括使扫描驱动器2310和子像素连接的扫描线2130以及使数据驱动器2330和子像素连接的数据线2120。扫描线2130可以分别连接到子像素，并且分别连接到子像素的扫描线以第一子扫描线2130_R、第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B示出。

[0480] 此外，线路部分还可以包括使时序控制器2350和扫描驱动器2310、数据驱动器2330或其它组件彼此连接以传输信号的线。

[0481] 扫描线2130将由扫描驱动器2310产生的扫描信号施加到子像素。由数据驱动器2330产生的数据信号施加到数据线2120。

[0482] 子像素连接到扫描线2130和数据线2120。当将来自扫描线2310的扫描信号施加到子像素时，子像素响应于从数据线2120提供的数据信号而选择性地发射光。作为示例，每个子像素在每个帧周期期间发射与施加到其的数据信号对应的亮度的光。施加有与黑色亮度对应的数据信号的子像素在对应的帧周期期间不发射光，因此显示黑色。

[0483] 在本公开的示例性实施例中，子像素可以以无源矩阵方式或有源矩阵方式驱动。当以有源矩阵方式驱动显示装置时，除了扫描信号和数据信号之外，可以通过进一步供应有第一像素电源和第二像素电源来驱动显示装置2100。

[0484] 图24是示出用于无源矩阵型显示装置的一个子像素的电路图。在这种情况下，子像素可以是例如红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素的子像素中的一个，在本示例性实施例中示出了第一子像素2110_R。

[0485] 参照图24，第一子像素2110_R包括连接在扫描线2130_R与数据线2120之间的发光元件2150。发光元件2150对应于第一外延堆叠件220。当在p型半导体层与n型半导体层之间施加等于或大于阈值电压的电压时，第一外延堆叠件220发射与施加到其的电压的电平对应的亮度的光。也就是说，可以通过控制施加到扫描线2130_R的扫描信号的电压和/或施加到数据线2120的数据信号的电压来控制第一子像素2110_R的光发射。

[0486] 图25是示出用于有源矩阵型显示装置的第一子像素2110_R的电路图。当显示装置是有源矩阵型显示装置时，除了扫描信号和数据信号之外，可以通过进一步供应有第一像素电源ELVDD和第二像素电源ELVSS来驱动第一子像素2110_R。

[0487] 参照图25，第一子像素2110_R包括一个或更多个发光元件2150和连接到发光元件

2150的晶体管部分。

[0488] 发光元件2150可以对应于第一外延堆叠件220,发光元件2150的p型半导体层可以经由晶体管部分连接到第一像素电源ELVDD,发光元件2150的n型半导体层可以连接到第二像素电源ELVSS。第一像素电源ELVDD和第二像素电源ELVSS可以具有彼此不同的电位。作为示例,第二像素电源ELVSS可以具有比第一像素电源ELVDD的电位低发光元件2150的阈值电压或更大的电位。每个发光元件2150发射与由晶体管部分控制的驱动电流对应的亮度的光。

[0489] 根据本公开的示例性实施例,晶体管部分包括第一晶体管M1和第二晶体管M2以及存储电容器Cst。然而,晶体管部分的构造不应局限于图25中示出的实施例。

[0490] 第一晶体管M1(开关晶体管)包括连接到数据线2120的源电极、连接到第一节点N1的漏电极和连接到扫描线2130_R的栅电极。当通过扫描线2130_R提供具有足以使第一晶体管M1导通的电压的扫描信号时,第一晶体管M1导通以使数据线2120和第一节点N1电连接。在这种情况下,对应帧的数据信号施加到数据线2120,因此数据信号施加到第一节点N1。存储电容器Cst充有施加到第一节点N1的数据信号。

[0491] 第二晶体管M2(驱动晶体管)包括连接到第一像素电源ELVDD的源电极、连接到发光元件2150的p型半导体层的漏电极和连接到第一节点N1的栅电极。第二晶体管M2响应于第一节点N1的电压来控制供应到发光元件2150的驱动电流的量。

[0492] 存储电容器Cst的一个电极连接到第一像素电源ELVDD,而存储电容器Cst的另一电极连接到第一节点N1。存储电容器Cst充有与施加到第一节点N1的数据信号对应的电压,并保持该充电电压直到提供下一帧的数据信号。

[0493] 为了便于说明,图25示出了包括两个晶体管的晶体管部分。然而,晶体管部分中包括的晶体管的数量不应局限于两个,而是可以以各种方式改变晶体管部分的构造。例如,晶体管部分可以包括更多个晶体管和更多个电容器。此外,在本示例性实施例中,未详细示出第一晶体管、第二晶体管、存储电容器和线路的构造,然而,可以在实现根据本公开的示例性实施例的电路的范围内以各种方式改变第一晶体管、第二晶体管、存储电容器和线路。

[0494] 上述像素可以在本公开的范围内以各种方式改变,并且可以以下面的结构实现。

[0495] 图26是示出根据本公开的示例性实施例的像素的平面图,图27A和图27B是分别沿图26的线I-I'和线II-II'截取的剖视图。

[0496] 参照图26、图27A和图27B,根据本公开的示例性实施例的像素包括发光区域EA和外围区域PA。外延堆叠件堆叠在发光区域EA中。在本示例性实施例中,外延堆叠件包括第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240。

[0497] 第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240连接到第一子扫描线2130_R、第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B以及数据线2120。在本公开的示例性实施例中,第一子扫描线2130_R、第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B可以在第一方向(例如,如图26中所示的水平方向)上延伸。数据线2120穿过第一接触孔CH1连接到第一p型接触电极227,第一p型接触电极227基本上用作数据线2120。因此,在下文中,第一p型接触电极227可以被称为数据线2120。数据线2120可以在第二方向(例如,如图26中所示的与第一子扫描线2130_R、第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B交叉的竖直方向)上延伸。然而,第一子扫描线2130_R、第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B以及数据线2120沿其延

伸的方向不应局限于此或受此限制，而是可以根据像素的布置以各种方式改变。

[0498] 第一子扫描线2130_R和数据线(具体地，第一p型接触电极227)连接到第一外延堆叠件220。数据线2120和第二子扫描线2130_G分别穿过第一接触孔CH1和第二接触孔CH2连接到第二外延堆叠件230。数据线2120和第三子扫描线2130_B分别穿过第一接触孔CH1和第二接触孔CH2连接到第三外延堆叠件240。在本示例性实施例中，第一接触孔CH1和第二接触孔CH2形成在外围区域PA中。

[0499] 粘合层、接触电极和波通滤光器设置在基底210与第一外延堆叠件220之间、第一外延堆叠件220与第二外延堆叠件230之间以及第二外延堆叠件230与第三外延堆叠件240之间。在下文中，将根据堆叠次序描述根据本公开的示例性实施例的像素。

[0500] 根据本示例性实施例，具有台面结构的第一外延堆叠件220设置在基底210上，且第一粘合层250a置于其间。

[0501] 第一绝缘层271设置在第一外延堆叠件220的下表面(即，面对基底210的表面)上。第一绝缘层271设置有多个穿过其限定的接触孔。与第一外延堆叠件220的n型半导体层接触的第一n型接触电极229设置在与外围区域PA对应的接触孔中，与第一外延堆叠件220的p型半导体层接触的第一p型接触电极227设置在与发光区域EA对应的接触孔中。第一欧姆电极229'和第二欧姆电极227'可以设置其中形成有第一n型接触电极229和第一p型接触电极227的区域上，以与第一p型接触电极227和第一n型接触电极229欧姆接触。用于欧姆接触的第一欧姆电极229'和第二欧姆电极227'可以包括各种材料。在本公开的示例性实施例中，对应于p型欧姆电极的第二欧姆电极227'可以包括Au(Zn)或Au(Be)。在这种情况下，由于用于第二欧姆电极227'的材料的反射率低于Ag、Al和Au的反射率，所以还可以设置附加反射电极。作为用于附加反射电极的材料，可以使用Ag或Au，并且可以设置包括Ti、Ni、Cr或Ta的层作为用于粘附相邻组件的粘合层。在这种情况下，粘合层可以薄薄地沉积在包括Ag或Au的反射电极的上表面和下表面上。

[0502] 当在平面图中观看时，第一p型接触电极227与发光区域EA叠置，并且被设置为覆盖整个发光区域EA。第一p型接触电极227可以包括具有反射性的材料以反射第一外延堆叠件220中的光。在这种情况下，第一绝缘层271可以形成为具有反射性，从而容易执行第一外延堆叠件220中的光的反射。例如，第一绝缘层271可以具有全向反射器(ODR)结构。

[0503] 第二绝缘层273设置在第一p型接触电极227与基底210之间。第二绝缘层273覆盖第一外延堆叠件220的其上形成有第一p型接触电极227的下表面，并且具有第一n型接触电极229通过其被暴露的接触孔。第一子扫描线2130_R设置在第二绝缘层273与基底210之间，以将扫描信号施加到第一n型接触电极229。

[0504] 第二粘合层250b设置在第一外延堆叠件220上，并且第一波通滤波器261、第二p型接触电极237和第二外延堆叠件230顺序地设置在第二粘合层250b上。虽然未单独示出，但第二外延堆叠件230包括从第二外延堆叠件230的底部沿向上方向顺序地堆叠的p型半导体层、有源层和n型半导体层。

[0505] 在本示例性实施例中，第一波通滤波器261和第二p型接触电极237可以具有与第一外延堆叠件220的面积基本相同的面积，第二外延堆叠件230可以具有比第一外延堆叠件220的面积小的面积。由于第二外延堆叠件230具有比第一外延堆叠件220的面积小的面积，所以第二p型接触电极237的一部分可以被暴露。

[0506] 第三粘合层250c设置在第二外延堆叠件230上，第二波通滤波器263、第三p型接触电极247和第三外延堆叠件240顺序地设置在第三粘合层250c上。虽然未单独示出，但第三外延堆叠件240包括从第三外延堆叠件240的底部沿向上方向顺序堆叠的p型半导体层、有源层和n型半导体层。

[0507] 第三外延堆叠件240可以具有比第二外延堆叠件230的面积小的面积。第三外延堆叠件240可以具有比第三p型接触电极247的面积小的面积，因此第三p型接触电极247的上表面的一部分可以被暴露。此外，第三p型接触电极247可以具有比第二外延堆叠件230的面积小的面积，因此第二外延堆叠件230的上表面的一部分可以被暴露。

[0508] 第三绝缘层275设置在第三外延堆叠件240上，以覆盖第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的堆叠结构。第三绝缘层275可以包括各种有机/无机绝缘材料，并且不应局限于此或受此限制。例如，第三绝缘层275可以包括无机绝缘材料(包括氮化硅或氧化硅)或有机绝缘材料(诸如聚酰亚胺)。

[0509] 第三绝缘层275包括：第一接触孔CH1，第一p型接触电极227、第二p型接触电极237和第三p型接触电极247的上表面通过第一接触孔CH1被暴露；以及第二接触孔CH2，第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的n型半导体层的上表面通过第二接触孔CH2被暴露。

[0510] 数据线2120以及第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B设置在第三绝缘层275上。数据线2120通过穿过第三绝缘层275形成的第一接触孔CH1同时连接到第一p型接触电极227、第二p型接触电极237和第三p型接触电极247。第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B中的每个分别穿过第二接触孔CH2连接到第二外延堆叠件230的n型半导体层和第三外延堆叠件240的n型半导体层。

[0511] 在本公开的示例性实施例中，第二子扫描线2130_G可以与第二外延堆叠件230的n型半导体层直接接触，并可以电连接到第二外延堆叠件230的n型半导体层，第三子扫描线2130_B可以与第三外延堆叠件240的n型半导体层直接接触，并且可以电连接到第三外延堆叠件240的n型半导体层。然而，根据另一实施例，还可以在第二子扫描线2130_G与第二外延堆叠件230的n型半导体层之间设置第二n型接触电极，并且第二子扫描线2130_G和第二外延堆叠件230的n型半导体层可以通过第二n型接触电极彼此电连接。此外，还可以在第三子扫描线2130_B与第三外延堆叠件240的n型半导体层之间设置第三n型接触电极，并且第三子扫描线2130_B和第三外延堆叠件240的n型半导体层可以通过第三n型接触电极彼此电连接。

[0512] 第四绝缘层277设置在数据线2120以及第一子扫描线2130_R、第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B上以覆盖数据线2120以及第一子扫描线2130_R、第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B。此外，第四绝缘层277可以包括各种有机/无机绝缘材料，并且其不应局限于此或受此限制。

[0513] 虽然在本示例性实施例中未单独示出，但可以在第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的上表面(即，第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240中的每个外延堆叠件的n型半导体层的上表面)上选择性地设置凹凸部分。每个凹凸部分可以仅设置在与发光区域EA对应的区域中，或者可以设置在每个n型半导体层的整个上表面上。因此，第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B可以与其上未设置凹凸部分PR的n型半导体层接触，并且可以电连接到其上未设置凹凸部分PR的n型半导体层，或者可以与其上设置有凹凸部分PR的n型半导体层接触，并且可以电连接到其上设置有凹

凸部分PR的n型半导体层。

[0514] 此外，虽然未详细示出，但在本公开的示例性实施例中，还可以在第四绝缘层277上对应于像素的侧表面设置非透光层。非透光层可以用作光阻挡层，以防止来自第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的光射出到像素的侧表面，并且可以包括吸收或反射光的材料。

[0515] 非透光层不应受到具体限制，只要非透光层吸收或反射光以阻挡光的透射即可。在本公开的示例性实施例中，非透光层可以是分布式布拉格反射器(DBR)介电镜、形成在绝缘层上的金属反射层或黑色有机聚合物层。当金属反射层用作非透光层时，金属反射层可以处于其中金属反射层与其它像素的组件电绝缘的浮置状态。

[0516] 由于设置在像素的侧表面上的非透光层，所以可以防止从特定像素射出的光对与其相邻的像素产生影响或者防止与从相邻像素射出的光混合。

[0517] 具有上述结构的像素可以通过在基底上顺序地堆叠第一外延堆叠件、第二外延堆叠件和第三外延堆叠件来制造，在下文中，将参照图28和图29A至图29L详细描述像素。

[0518] 图28是示出其上堆叠有第一外延堆叠件至第三外延堆叠件的基底的平面图，图29A至图29L是顺序地示出沿图28的线I-I'截取的在基底上堆叠第一外延堆叠件至第三外延堆叠件的工艺的剖视图。

[0519] 参照图28和图29A，在第一初始基底210P上形成第一外延堆叠件220。在本公开的示例性实施例中，第一初始基底210P可以由形成第一外延堆叠件220所需的半导体(例如，砷化镓(GaAs))制成。通过在第一初始基底210P上形成n型半导体层、有源层和p型半导体层，并去除n型半导体层、有源层和p型半导体层的一部分以形成台面结构来制造第一外延堆叠件220。

[0520] 参照图28和图29B，在第一初始基底210P上形成第一绝缘层271，并穿过第一绝缘层271形成接触孔，以部分地暴露p型半导体层和n型半导体层。可以设置多个限定在p型半导体层上的接触孔。可以分别在通过接触孔被暴露的p型半导体层和n型半导体层上形成欧姆电极227'和229'。

[0521] 参照图28和图29C，在其上形成有欧姆电极227'和229'的第一初始基底210P上形成第一n型接触电极229和第一p型接触电极227。在n型半导体层上形成第一n型接触电极229，在p型半导体层上形成第一p型接触电极227。第一n型接触电极229和第一p型接触电极227可以由反射材料形成。

[0522] 参照图28和图29D，在其上形成有第一n型接触电极229和第一p型接触电极227的第一初始基底210P上形成第二绝缘层273，并在第二绝缘层273上形成第一子扫描线2130_R。在与第一n型接触电极229对应的位置处穿过第二绝缘层273形成接触孔，第一子扫描线2130_R穿过在与第一n型接触电极229对应的位置处形成的接触孔连接到第一n型接触电极229。

[0523] 参照图28和图29E，将形成在第一初始基底210P上的第一外延堆叠件220上下颠倒以附着到基底210，且第一粘合层250a置于其间。

[0524] 参照图28和图29F，在第一外延堆叠件220附着到基底210之后，去除第一初始基底210P。可以通过诸如湿蚀刻工艺、干蚀刻工艺、物理去除工艺或激光剥离工艺的各种方法去除第一初始基底210P。虽然在图中未示出，但在将第一初始基底210P去除之后，可以在第一

外延堆叠件220的上表面(n型半导体层)上形成凹凸部分PR。可以通过各种蚀刻工艺对凹凸部分PR进行纹理化。例如,可以通过诸如使用显微摄影的干蚀刻工艺、使用晶体性质的湿蚀刻工艺、使用诸如喷砂的物理方法的纹理化工艺、离子束蚀刻工艺或使用嵌段共聚物的蚀刻速率差异的纹理化工艺的各种工艺来形成凹凸部分PR。

[0525] 参照图28和图29G,在第二初始基底210g上形成第二外延堆叠件230。第二初始基底210g可以是蓝宝石基底。通过在第二初始基底210g上形成n型半导体层、有源层和p型半导体层来制造第二外延堆叠件230。还可以在第二外延堆叠件230上形成第二p型接触电极237和第一波通滤波器261。

[0526] 参照图28和图29H,将形成在第二初始基底210g上的第二外延堆叠件230上下颠倒以附着到第一外延堆叠件220,且第二粘合层250b置于其间。

[0527] 参照图28和图29I,在将第二外延堆叠件230附着到第一外延堆叠件220之后,去除第二初始基底210g。

[0528] 虽然在图中未示出,但在将第二初始基底210g去除之后,可以在第二外延堆叠件230的上表面(n型半导体层)上形成凹凸部分PR。凹凸部分PR可以通过各种蚀刻工艺纹理化,或者可以使用图案化的蓝宝石基底作为第二初始基底210g来形成。可以通过各种方法去除第二初始基底210g。例如,在第二初始基底210g是蓝宝石基底的情况下,可以通过激光剥离工艺、应力剥离工艺、化学剥离工艺或物理抛光工艺去除蓝宝石基底。

[0529] 参照图28和图29J,在第三初始基底210r上形成第三外延堆叠件240。第三初始基底210r可以是蓝宝石基底。通过在第三初始基底210r上形成n型半导体层、有源层和p型半导体层来制造第三外延堆叠件240。还可以在第三外延堆叠件240上形成第三p型接触电极247和第二波通滤波器263。

[0530] 参照图28和图29K,将形成在第三初始基底210r上的第三外延堆叠件240上下颠倒以附着到第二外延堆叠件230,且第三粘合层250c置于其间。

[0531] 参照图28和图29L,在将第三外延堆叠件240附着到第二外延堆叠件230之后,去除第三初始基底210r,因此,全部第一外延堆叠件220、第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240堆叠在基底210上。虽然在图中未示出,但在将第三初始基底210r去除之后,可以在第三外延堆叠件240的上表面(n型半导体层)上形成凹凸部分PR。凹凸部分PR可以通过各种蚀刻工艺纹理化,或者可以使用图案化的蓝宝石基底作为第三初始基底210r来形成。

[0532] 通过上述工艺,第一外延堆叠件220连接到第一子扫描线2130_R和数据线(即,第一p型接触电极227),然而,第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240不连接到第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B以及数据线2120。因此,执行用于将第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240连接到第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B以及数据线2120的工艺。

[0533] 图30A至图35A是顺序地示出用于将第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240连接到第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B以及数据线2120的工艺的平面图,图30B至图35B是分别沿图30A至图35A的线I-I'、线IIa-IIa'和线IIb-IIb'截取的剖视图。

[0534] 参照图30A和图30B,去除第三外延堆叠件240的部分,使得第三p型接触电极247的上表面的部分暴露于外部。在蚀刻第三外延堆叠件240时,第三p型接触电极247用作蚀刻阻止件。

[0535] 参照图31A和图31B,蚀刻第三p型接触电极247、第二波通滤波器263和第三粘合层

250c的部分。因此，第二外延堆叠件230的上表面的部分暴露于外部。在这种情况下，不蚀刻第三p型接触电极247和数据线2120连接到的接触区域。

[0536] 参照图32A和图32B，蚀刻第二外延堆叠件230的部分，以暴露第二p型接触电极237的上表面的部分。在蚀刻第二外延堆叠件230时，第二p型接触电极237用作蚀刻阻止件。

[0537] 参照图33A和图33B，蚀刻第二p型接触电极237、第一波通滤波器261、第二粘合层250b、第一外延堆叠件220和第一绝缘层271的部分。因此，第二绝缘层273和第一p型接触电极227的部分暴露于外部。在这种情况下，不蚀刻第二p型接触电极237和数据线2120连接到的接触区域。

[0538] 参照图34A和图34B，在基底210上形成第三绝缘层275，穿过第三绝缘层275形成第一接触孔CH1和第二接触孔CH2。数据线2120连接到其的部分(即，第一p型接触电极227、第二p型接触电极237和第三p型接触电极247的上表面的部分)通过第一接触孔CH1被暴露。第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B连接到其的部分(即，第二外延堆叠件230和第三外延堆叠件240的n型半导体层的上表面的部分)通过第二接触孔CH2被暴露。

[0539] 参照图35A和图35B，在其上形成有第一接触孔CH1和第二接触孔CH2的基底210上形成第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B以及数据线2120。可以通过在基底210上形成金属层并图案化金属层来形成第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B以及数据线2120。第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B通过第二接触孔CH2分别连接到第二n型半导体层和第三n型半导体层，数据线2120通过第一接触孔CH1连接到第一p型接触电极227、第二p型接触电极237和第三p型接触电极247。

[0540] 在其上形成有第二子扫描线2130_G和第三子扫描线2130_B以及数据线2120的基底210上形成第四绝缘层277。

[0541] 在本公开的示例性实施例中，虽然在图中未示出，但还可以对应于像素的侧表面在第三绝缘层275或第四绝缘层277上设置非透光层。非透光层可以通过DBR介电镜形成，通过形成在绝缘层上的金属反射层形成，或者通过有机聚合物形成。在金属反射层用作非透光层的情况下，金属反射层可以处于其中金属反射层与其它像素的组件电绝缘的浮置状态。

[0542] 如上所述，根据本公开的示例性实施例的显示装置可以通过以下方式来制造：顺序堆叠多个外延堆叠件，并在外延堆叠件中基本同时形成线路部分和接触结构。

[0543] 本公开的实施例涉及发射光的发光堆叠结构。本公开的发光堆叠结构可以作为光源应用于各种装置中。

[0544] 图36A至图36C是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的剖视图。

[0545] 参照图36A至图36C，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构包括顺序堆叠的两个外延堆叠件，即，第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330。第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330设置在基底310上。

[0546] 基底310具有设置有前表面和后表面的板形形状。

[0547] 基底310可以由透光绝缘材料形成。“基底310具有透光性”的表述表示以下各种情况：诸如基底310是透明的以基本完全透射光，基底310是半透明的以仅透射具有特定波长的光，或者基底310是部分透明的以仅透射具有特定波长的光的一部分。

[0548] 作为用于基底310的材料，可以使用其上生长有外延堆叠件(即，第一外延堆叠件

320)的生长基底中的一种，该外延堆叠件设置在基底310的正上方。在这种情况下，基底310可以是蓝宝石基底，然而，基底310不应局限于此或受此限制。也就是说，除了蓝宝石基底之外，可以使用各种透明绝缘材料作为用于基底310的材料，只要该材料具有透明和绝缘特性并且外延堆叠件设置在基底310的上表面上即可。例如，作为用于基底310的材料，可以使用玻璃、石英、有机聚合物或有机-无机复合材料。在本公开的示例性实施例中，还可以在基底310上设置线路部分，以将发光信号和公共电压施加到每个外延堆叠件。为此，基底310可以设置为印刷电路板，或者为通过在玻璃、石英、硅、有机聚合物或有机-无机复合材料上形成线路部分和/或驱动装置而获得的复合基底。第一外延堆叠件320包括顺序地堆叠的n型半导体层321、有源层323和p型半导体层325。在本示例性实施例中，n型半导体层321和p型半导体层325可以具有单层结构、多层结构或超晶格层。此外，有源层323可以具有单量子阱结构或多量子阱结构。第二外延堆叠件330还包括顺序堆叠的n型半导体层331、有源层333和p型半导体层335。在本示例性实施例中，n型半导体层331和p型半导体层335可以具有单层结构、多层结构或超晶格层。此外，有源层333可以具有单量子阱结构或多量子阱结构。

[0549] 第二外延堆叠件330的n型半导体层331、有源层333和p型半导体层335可以包括发射红光的半导体材料。

[0550] 作为发射红光的半导体材料，可以使用砷化铝镓(AlGaAs)、磷化镓砷(GaAsP)、磷化铝镓铟(AlGaInP)和磷化镓(GaP)。然而，发射红光的半导体材料不应局限于此或受此限制，而是可以使用各种其它材料。在本示例性实施例中，在半导体层发射其它颜色光的情况下，可以选择对应于所述其它颜色光的半导体材料。

[0551] 第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330顺序地堆叠在基底310的前表面上，第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330中的每个发射光。第一外延堆叠件320发射具有比第二外延堆叠件330发射的颜色光的波长相对短的波长且具有比第二外延堆叠件330发射的颜色光的能带相对高的能带的颜色光，第二外延堆叠件330发射具有比第一外延堆叠件320发射的颜色光的波长相对长的波长且具有比第一外延堆叠件320发射的颜色光的能带相对低的能带的颜色光。

[0552] 在本公开的示例性实施例中，第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330可以发射具有彼此不同的波段的光。也就是说，设置多个外延堆叠件，并且外延堆叠件具有彼此不同的能带。每个外延堆叠件可以发射在各种波段的光之中的可见光带中的颜色光。例如，第一外延堆叠件320可以发射第一颜色光L1，第二外延堆叠件330可以发射第二颜色光L2。

[0553] 第一颜色光L1和第二颜色光L2可以是彼此不同的颜色光。第一颜色光L1和第二颜色光L2可以是具有彼此不同的波段(顺序延长)的颜色光。在本示例性实施例中，第一颜色光L1和第二颜色光L2中的每个可以显示预定波段的颜色，并且可以被选择以在第一颜色光L1和第二颜色光L2彼此混合时显示白色。例如，第一颜色光L1可以是蓝光，第二颜色光L2可以是红光。作为另一示例，第一颜色光L1可以是蓝光，第二颜色光L2可以是黄光。作为另一示例，第一颜色光L1可以是蓝光，第二颜色光L2可以是绿光。当第一颜色光L1和第二颜色光L2彼此混合时，第一颜色光L1和第二颜色光L2的混合光可以大体显示白色，然而，根据第一颜色光L1和第二颜色光L2的强度差，在色温和色坐标方面存在差异。

[0554] 在下文中，为了便于说明，第一颜色光L1将被描述为蓝光，第二颜色光L2将被描述为红光。

[0555] 每个外延堆叠件朝基底310的后表面方向发射光。后表面方向对应于第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330沿其堆叠的相反方向。在下文中，为了便于说明，基底310的前表面面对的方向将被称为“前表面方向”或“向上方向”，基底310的后表面面对的方向将被称为“后表面方向”或“向下方向”。然而，术语“向上”和“向下”可以表示彼此相对的方向，并且可以根据发光堆叠结构的布置或堆叠方向而变化。

[0556] 第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330中的每个朝向下方向发射光。也就是说，第一外延堆叠件320朝设置在其下方的基底310发射光，第二外延堆叠件330朝设置在其下方的第一外延堆叠件320和基底310发射光。在这种情况下，第一外延堆叠件320透射从设置在其上的第二外延堆叠件330发射的光的大部分。为此，第一外延堆叠件320的至少一部分(优选地，整个部分)可以由透光材料形成。术语“透光材料”不仅表示透光材料基本完全透射光的情况，而且表示透光材料透射具有预定波长的光或具有预定波长的光的一部分的情况。在示例性实施例中，第一外延堆叠件320可以透射来自设置在其上的第二外延堆叠件330的光的大约60％或更多。根据另一实施例，第一外延堆叠件320可以透射来自设置在其上的第二外延堆叠件330的光的大约80％或更多，根据另一实施例，第一外延堆叠件320可以透射来自设置在其上的第二外延堆叠件330的光的大约90％或更多。

[0557] 在根据本公开的示例性实施例的具有上述结构的发光堆叠结构中，第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330由于分别将发光信号施加到第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的信号线独立地连接到第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330而可以独立地驱动，并且可以根据是否从每个外延堆叠件发射光来显示颜色光和具有各种色温的白光。此外，由于发射具有不同波长的光的第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330形成为彼此叠置，所以发光堆叠结构可以形成在窄区域中。

[0558] 结果，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以实现接近太阳光的白光，并且可以根据用户的需求发射具有不同颜色的光。

[0559] 图37A是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的平面图，图37B是沿图37A的线I-I’截取的剖视图。在下文中，为了便于说明，将参图37A在平面中描述发光堆叠结构在平面中的结构，然后参照图37在剖面中描述发光堆叠结构在剖面中的结构。

[0560] 参照图37A和图37B，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以具有大致矩形形状，然而，发光堆叠结构的结构不应局限于矩形形状。

[0561] 在本公开的示例性实施例中，当在平面图中观看时，发光堆叠结构包括发光区域EA和外围区域PA。第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330堆叠在发光堆叠结构的发光区域EA中。外围区域PA可以与发光区域EA的至少一侧相邻设置。在本示例性实施例中，外围区域PA被设置为围绕发光区域EA。接触部分设置在外围区域PA中以使第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330电连接到布线。接触部分是其中限定有穿过第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的至少一部分的接触孔的区域，并且接触部分包括第一接触部分320C、第二接触部分330C和第三接触部分340C。第一接触部分320C被限定为将发光信号供应到第一外延堆叠件320，第二接触部分330C被限定为将发光信号供应到第二外延堆叠件330，第三接触部分340C被限定为将公共电压供应到第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330。在本示例性实施例中，为了利用布线电连接到电极部分，第一接触孔CH1被限定在第一接触部分320C中，第二接触孔CH2被限定在第二接触部分330C中，第三接触孔CH3和第四接触孔CH4被

限定在第三接触部分340C中。

[0562] 在本示例性实施例中，接触部分可以位于与矩形形状的每个角对应的位置处。也就是说，在发光堆叠结构具有四边形形状的情况下，第一接触部分320C、第二接触部分330C和第三接触部分340C可以位于四边形形状的四个角之中的三个角处，使得发光区域位于中心部分处。然而，接触部分的位置不应局限于此或受此限制，并且可以以各种方式改变。也就是说，接触部分可以位于四边形形状的一侧的中心处，或者位于四边形形状内侧。

[0563] 在本示例性实施例中，当在平面图中观看时，第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330可以彼此叠置。第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330在发光区域EA中可以彼此完全叠置，但在外围区域中可以不彼此完全叠置以与电极部分接触。

[0564] 第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330中的每个包括电极部分，以将发光信号施加到第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330。

[0565] 电极部分包括第一信号电极320E、第二信号电极330E和公共电极340E。

[0566] 当在平面图中观看时，第一信号电极320E、第二信号电极330E和公共电极340E彼此间隔开。第一信号电极320E、第二信号电极330E和公共电极340E设置在分别与第一接触部分320C、第二接触部分330C和第三接触部分340C对应的位置处。

[0567] 在这种情况下，第一信号电极320E、第二信号电极330E和公共电极340E中的每个可以仅设置在外围区域PA中，或者可以设置在外围区域PA和发光区域EA上。由于根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构朝向下方向发射光L，所以形成在发光堆叠结构上的第一信号电极320E、第二信号电极330E和公共电极340E不设置在光路上，因此第一信号电极320E、第二信号电极330E和公共电极340E可以不被设置为覆盖发光区域EA。在本示例性实施例中，第一信号电极320E和第二信号电极330E设置在外围区域PA中，公共电极340E具有比第一信号电极320E和第二信号电极330E的区域宽的区域，并且设置在发光区域EA的一部分和外围区域PA上。

[0568] 第一信号电极320E和公共电极340E连接到第一外延堆叠件320。第二信号电极330E和公共电极340E连接到第二外延堆叠件330。第一信号电极320E穿过第一接触孔CH1连接到第一外延堆叠件320，公共电极340E穿过第三接触孔CH3连接到第一外延堆叠件320。第二信号电极330E穿过第二接触孔CH2连接到第二外延堆叠件330，公共电极340E穿过第四接触孔CH4连接到第二外延堆叠件330。

[0569] 然后，将参照图37A和图37B根据其堆叠次序来描述发光堆叠结构。

[0570] 根据本示例性实施例，第一外延堆叠件320设置在基底310上。

[0571] 第一p型接触电极327设置在第一外延堆叠件320上。具体地，第一p型接触电极327被设置为与第一外延堆叠件320的p型半导体层接触。第一p型接触电极327可以包括透明导电材料(例如，透明导电氧化物(TCO))，并且可以具有大约2000埃至大约2微米的厚度。透明导电氧化物可以包括氧化锡(SnO)、氧化铟(InO_2)、氧化锌(ZnO)、氧化铟锡(ITO)和氧化铟锡锌(ITZO)。可以使用蒸发器或溅射器通过化学气相沉积(CVD)或物理气相沉积(PVD)来沉积透明导电氧化物。第一p型接触电极327的材料不应局限于此或受此限制。

[0572] 在本公开的示例性实施例中，长波通滤波器360可以设置在第一p型接触电极327上。长波通滤波器360可以是提供具有高纯度和高效率的颜色光的组件，并且可以选择性地应用于发光堆叠结构中。长波通滤波器360用于阻挡具有相对较短波长以行进到发射具有

相对较长波长的光的外延堆叠件的光。

[0573] 在本示例性实施例中，长波通滤波器360选择性地透射具有预定波长的光。长波通滤波器360可以透射从第二外延堆叠件330发射的第二颜色光，并且可以阻挡或反射除了第二颜色光之外的光。因此，从第二外延堆叠件330发射的第二颜色光可以沿向下方向行进，从第一外延堆叠件320发射的第一颜色光可以不朝向第二外延堆叠件330行进，而可以被长波通滤波器360反射或阻挡。

[0574] 第一颜色光是具有比第二颜色光的波长相对短的波长且具有比第二颜色的光的能量相对高的能量的光。在第一颜色光入射到第二外延堆叠件330的情况下，会在第二外延堆叠件330中引起附加光发射。在本示例性实施例中，可以通过长波通滤波器360防止第一颜色光入射到第二外延堆叠件330中。

[0575] 长波通滤波器360可以设置在发光区域EA和外围区域PA中，然而，长波通滤波器360可以根据需要而不设置在外围区域PA中。

[0576] 第二外延堆叠件330设置在其上设置有第一p型接触电极327的第一外延堆叠件320上，且粘合层350置于第二外延堆叠件330与第一外延堆叠件320之间。

[0577] 粘合层350可以包括非导电材料，并且可以包括透光材料。例如，粘合层350可以包括光学透明粘合剂(OCA)。用于粘合层350的材料不应受到具体限制，只要用于粘合层350的材料是光学透明的且与每个外延堆叠件稳定地附着即可。例如，粘合层350可以包括有机材料(诸如，如SU-8的环氧类聚合物、各种抗蚀剂、聚对二甲苯、聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)和苯并环丁烯(BCB))和无机材料(诸如，氧化硅、氧化铝和熔融玻璃)。此外，可以根据需要使用导电氧化物作为粘合层，在这种情况下，需要导电氧化物与其它组件绝缘。在使用有机材料作为粘合层且使用无机材料的熔融玻璃作为粘合层的情况下，第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330通过以下方式彼此附着：将材料涂覆在第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的粘附侧上，并在高真空状态下对材料施加高温和高压。在使用无机材料(熔融玻璃除外)作为粘合层的情况下，第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330通过以下方式彼此附着：将无机材料沉积在第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的粘附侧上，利用化学机械平坦化(CMP)工艺将无机材料平坦化，对无机材料的表面执行等离子体处理，并在高真空状态下使第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330附着。

[0578] 第二外延堆叠件330设置在粘合层350上。

[0579] 通过去除n型半导体层、有源层和p型半导体层的一部分，在第二外延堆叠件330中形成台面M。从未形成台面M的部分去除半导体层的一部分(具体地，n型半导体层的一部分和有源层)，因此n型半导体层的上表面被暴露。设置台面M的区域可以与发光区域EA叠置，未设置台面M的区域可以与外围区域PA叠置(具体地，与接触部分叠置)。

[0580] 第二n型接触电极339设置在n型半导体层的暴露的上表面上。第二p型接触电极337设置在其上形成有台面的p型半导体层上，且欧姆电极337'和第一绝缘层371置于第二p型接触电极337与p型半导体层之间。

[0581] 第一绝缘层371覆盖第二外延堆叠件330的上表面，并且包括被限定为穿过第一绝缘层371的接触孔，该接触孔对应于在其处设置有欧姆电极337'的部分。欧姆电极337'可以与设置有第三接触部分340C的区域对应地设置，并且可以具有各种形状(例如，如图37A中示出的圆环形状)。

[0582] 欧姆电极337'可以用于欧姆接触，并且可以包括各种材料。在本公开的示例性实施例中，欧姆电极337'可以包括Au(Zn)或Au(Be)。在这种情况下，由于用于欧姆电极337'的材料具有比Ag、Al和Au的反射率相对低反射率，所以还可以设置附加反射电极。作为用于附加反射电极的材料，可以使用Ag或Au，并且可以设置包括Ti、Ni、Cr或Ta的层作为用于使相邻组件粘附的粘合层。在这种情况下，粘合层可以薄薄地沉积在包括Ag或Au的反射电极的上表面和下表面上。

[0583] 第二p型接触电极337设置在第一绝缘层371上。当在平面图中观看时，第二p型接触电极337可以与发光区域EA叠置，并且可以被设置为覆盖整个发光区域EA。第二p型接触电极337可以包括具有反射性的材料，以朝向下方向反射来自第二外延堆叠件330的光。作为用于第二p型接触电极337的具有反射性的材料，可以使用各种反射金属(例如，Ag、Al和Au)，并且可以设置包括Ti、Ni、Cr或Ta的层作为用于使相邻组件粘附的粘合层。

[0584] 具体地，当第二外延堆叠件330发射红光时，第二p型接触电极337可以包括在红光波段中具有高反射率的材料。例如，第二p型接触电极337可以包括在红光波段中具有高反射率的“Au”，并且在这种情况下，由于“Au”可以吸收从第二p型接触电极337的底部泄漏的蓝光，所以可以减少不必要的颜色干扰。

[0585] 在本示例性实施例中，第一绝缘层371可以形成为具有反射性，使得容易执行来自第二外延堆叠件330的光的反射。例如，第一绝缘层371可以具有全向反射器(ODR)结构。

[0586] 第二绝缘层373设置在其上设置有第二p型接触电极337的第一绝缘层371上。第二绝缘层373覆盖第二外延堆叠件330的上表面和设置在第二绝缘层373下方的各个组件的侧表面。

[0587] 在本示例性实施例中，第二绝缘层373还可以具有反射性。此外，虽然未详细示出，但在本公开的示例性实施例中，还可以在第二绝缘层373的与发光堆叠结构的侧表面对应的侧部上设置非透光层。非透光层可以用作光阻挡层以防止来自第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的光穿过发光堆叠结构的侧表面射出，并且可以包括吸收或反射光的材料。

[0588] 非透光层不应受到具体限制，只要非透光层吸收或反射光以阻挡光的透射即可。在本公开的示例性实施例中，非透光层可以是分布式布拉格反射器(DBR)介电镜、形成在绝缘层上的金属反射层或黑色有机聚合物层。当金属反射层用作非透光层时，金属反射层可以处于其中金属反射层与其它发光堆叠结构的组件电绝缘的浮置状态。

[0589] 由于设置在发光堆叠结构的侧表面上的非透光层，可以防止从特定发光堆叠结构射出的光对与其相邻的发光堆叠结构产生影响或者防止与从相邻的发光堆叠结构射出的光混合。

[0590] 第一信号电极320E和第二信号电极330E以及公共电极340E设置在第二绝缘层373上。第一信号电极320E和第二信号电极330E以及公共电极340E可以具有单层或多层金属。例如，第一信号电极320E和第二信号电极330E以及公共电极340E可以包括包含Al、Ti、Cr、Ni、Au、Ag、Sn、W和Cu的金属或它们的合金的各种材料。

[0591] 第一信号电极320E和第二信号电极330E以及公共电极340E分别穿过限定在其下面的第一接触孔CH1、第二接触孔CH2、第三接触孔CH3和第四接触孔CH4连接到对应的组件。

[0592] 第一信号电极320E穿过第一接触孔CH1连接到第一外延堆叠件320的n型半导体

层。第一接触孔CH1通过从上方穿透第二绝缘层373、第一绝缘层371、第二外延堆叠件330、粘合层350、长波通滤波器360、第一p型接触电极327和第一外延堆叠件320的部分来限定。具体地，由于第一外延堆叠件320的p型半导体层和有源层的部分被去除，并且第一外延堆叠件320的n型半导体层的上表面被暴露，所以第一信号电极320E穿过第一接触孔CH1连接到第一外延堆叠件320的n型半导体层。

[0593] 第二信号电极330E穿过第二接触孔CH2连接到第二外延堆叠件330的n型半导体层。第二接触孔CH2通过从上方穿透第二绝缘层373和第一绝缘层371来限定。因此，第二外延堆叠件330的n型半导体层的上表面通过第二接触孔CH2被暴露，因此第二信号电极330E穿过第二接触孔CH2连接到第二外延堆叠件330的n型半导体层。

[0594] 公共电极340E穿过第三接触孔CH3连接到第一外延堆叠件320的第一p型接触电极327。第三接触孔CH3通过从上方穿透第二绝缘层373、第一绝缘层371、第二外延堆叠件330、粘合层350和长波通滤波器360的部分来限定。因此，第一p型接触电极327的上表面被暴露，并且公共电极340E穿过第三接触孔CH3连接到第一p型接触电极327。

[0595] 此外，公共电极340E穿过第四接触孔CH4连接到第二外延堆叠件330的第二p型接触电极337。第四接触孔CH4通过穿透第二绝缘层373的一部分来限定。因此，第二p型接触电极337的上表面被暴露，并且公共电极340E穿过第四接触孔CH4连接到第二p型接触电极337。

[0596] 具有上述结构的发光堆叠结构利用从第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330发射的光朝向下方向发射光。在这种情况下，可以通过第一信号电极320E和第二信号电极330E将分开的驱动信号施加到第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330，因此可以独立地控制第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的光发射。换言之，可以通过分别经由第一信号电极320E和公共电极340E施加到第一外延堆叠件320的发光信号和公共电压来确定第一外延堆叠件320是否发光。可以通过分别经由第二信号电极330E和公共电极340E施加到第二外延堆叠件330的发光信号和公共电压来确定第二外延堆叠件330是否发光。因此，根据施加到第一信号电极320E上的信号和施加到第二信号电极330E上的信号，第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的光发射可以各自不同。

[0597] 在上述实施例中，将公共电压施加到第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的p型半导体层，并且将发光信号施加到第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的n型半导体层，然而，本公开的实施例不应局限于此或受此限制。根据本公开的另一实施例，可以将公共电压施加到第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的n型半导体层，并且可以将发光信号施加到第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330的p型半导体层。通过按照p型半导体层、有源层和n型半导体层的次序布置每个外延堆叠件的组件，可以容易地实现该结构，其中，p型半导体层、有源层和n型半导体层的次序与本公开中的半导体层的堆叠次序(即，n型半导体层、有源层和p型半导体层)不同。

[0598] 因此，通过独立地驱动第一外延堆叠件和第二外延堆叠件，根据本示例性实施例的发光堆叠结构可以根据每种操作模式提供具有不同色温的白光。具体地，因为施加到第一外延堆叠件和第二外延堆叠件的电流被独立地控制，所以可以精确地控制色温。因此，在根据本示例性实施例的发光堆叠结构应用于照明装置的情况下，可以根据用户的敏感度来控制光。此外，可以通过利用来自第一外延堆叠件和第二外延堆叠件的光以各种方式将颜

色光彼此混合来产生白光，因此，可以实现具有高显色指数和宽相关色温的白光。

[0599] 此外，当显示颜色时，具有上述结构的发光堆叠结构通过彼此叠置的区域提供不同的颜色光，而不是通过平面上的不同区域提供不同的颜色光，因此可以减小并集成发光元件。根据传统技术，发射不同的颜色光(例如红光和蓝光)的发光元件在平面上彼此间隔开地设置，以实现白光。因此，因为发光元件在平面上彼此间隔开地设置，所以在传统技术中发光元件占据的区域相对大。另一方面，根据本公开，发射不同的颜色光的发光元件设置在彼此叠置的同一区域中，以形成发光堆叠结构，因此可以通过显著小于传统技术的区域的区域来实现白光。因此，可以在小区域中制造高分辨率的显示装置。

[0600] 此外，即使在以堆叠方式制造的传统发光元件的情况下，传统发光元件仍通过以下方式制造：在每个发光元件中独立地形成接触部分，例如，独立且单独地形成发光元件并使用布线将发光元件彼此连接。结果，发光装置的结构复杂，并且不容易制造发光装置。然而，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构通过以下方式制造：在一个基底上顺序地堆叠多个外延堆叠件，并通过最少化工艺将线路部分连接到外延堆叠件，因此可以简化发光堆叠结构的结构和制造方法。

[0601] 具有上述结构的发光堆叠结构可以通过在基底上顺序堆叠第一外延堆叠件和第二外延堆叠件来制造，并且将参照附图对此进行描述。根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以制造为单个数量，或者可以使用具有宽面积的基底基本同时形成多个发光堆叠结构。在发光堆叠结构基本同时形成的情况下，可以形成凹陷部分以将彼此相邻的发光堆叠结构彼此电气地且物理地分开，并且通过在最终工艺中切掉与凹陷部分对应的部分，可以将每个发光堆叠结构分开为单个发光堆叠结构。

[0602] 在下面的实施例中，作为代表性示例示出了一个发光堆叠结构。在形成多个发光堆叠结构的情况下，与图中最外面的线对应的部分与基底的边缘对应并且与彼此相邻的发光堆叠结构之间的边界对应。

[0603] 图38A、图39A、图40A、图41A、图42A和图43A是顺序地示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的制造方法的平面图，图38B、图39B、图40B至图40G、图41B至图41D、图42B和图43B是沿分别图38A、图39A、图40A、图41A、图42A和图43A的线I-I'截取的剖视图。

[0604] 根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以通过以下方式制造：在基底310上形成第一外延堆叠件320，在单独的临时基底上形成第二外延堆叠件330，在第一外延堆叠件320上形成第二外延堆叠件330，并且形成使第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330连接的电极部分。在下文中，为了便于说明，将按照在临时基底上形成第二外延堆叠件330和将第二外延堆叠件330形成在第一外延堆叠件320上的顺序来描述发光堆叠结构的制造。

[0605] 参照图38A和图38B，在第一临时基底310p上设置第二外延堆叠件330。

[0606] 第一临时基底310p可以是半导体基底310，以形成第二外延堆叠件330。第一临时基底310p可以根据要形成的半导体层而不同地设定，并且当第二外延堆叠件330包括发射红光的半导体层时，第一临时基底310p可以是砷化镓(GaAs)基底。第二外延堆叠件330通过以下方式制造：在第一临时基底310p上形成n型半导体层、有源层和p型半导体层，并去除有源层和p型半导体层的部分，并且如果需要，去除n型半导体层的一部分以形成台面结构M。由于形成台面结构M，所以第二外延堆叠件330的n型半导体层的上表面被暴露。

[0607] 参照图39A和图39B，在其上形成有台面结构M的第二外延堆叠件330上形成第二n

型接触电极339、欧姆电极337'和第一绝缘层371。将第二n型接触电极339设置在与第二接触部分330C对应的区域中，并将欧姆电极337'设置在与第三接触部分340C对应的区域中。在欧姆电极337'形成的区域中形成穿过第一绝缘层371的接触孔，第二外延堆叠件330的p型半导体层的上表面通过该接触孔被暴露，并且欧姆电极337'形成在该接触孔中。

[0608] 参照图40A和图40B，在其上形成有第一绝缘层371的第一临时基底310p上形成第二p型接触电极337。第二p型接触电极337可以包括反射材料，并且可以形成为覆盖发光区域EA。可以通过在第一绝缘层371和欧姆电极337'的整个表面上形成反射导电材料，并利用光刻工艺图案化反射导电材料来形成第二p型接触电极337。

[0609] 参照图40A和图40C，其上形成有第二p型接触电极337的第二外延堆叠件330与第一临时基底310p上下颠倒，并附着到第二临时基底310q，且临时粘合层351置于第二外延堆叠件330与第二临时基底310q之间。

[0610] 临时粘合层351使第二外延堆叠件330附着到第二临时基底310q，并在执行预定工艺之后被去除。因此，临时粘合层351可以由选自于具有预定粘性的同时易于去除的材料的材料形成。用于临时粘合层351的材料不应受到具体限制。

[0611] 第二临时基底310q是其上临时附着有第二外延堆叠件330的载体基底，并且第二临时基底310q的类型不应受到具体限制。

[0612] 参照图40A和图40D，在第二外延堆叠件330附着到第二临时基底310q之后，去除第一临时基底310p。可以通过诸如湿蚀刻工艺、干蚀刻工艺、物理去除工艺或激光剥离工艺的各种方法去除第一临时基底310p。然而，用于去除第一临时基底310p的方法不应局限于此或受此限制。可以通过在第一临时基底310p和第二外延堆叠件330之间形成牺牲层，并去除牺牲层来去除第一临时基底310p。

[0613] 参照图40A和图40E，第一外延堆叠件320与第二外延堆叠件330分开制造。可以通过在基底310上顺序地形成n型半导体层、有源层和p型半导体层来制造第一外延堆叠件320。可以在第一外延堆叠件320上顺序地形成第一p型接触电极327、长波通滤波器360和粘合层350。

[0614] 参照图40A和图40F，将形成在第二临时基底310q上的第二外延堆叠件330上下颠倒以附着到第一外延堆叠件320，且粘合层350置于其间。在这种情况下，第二外延堆叠件330的n型半导体层的下表面被设置为面对第一外延堆叠件320的p型半导体层，然后将第二外延堆叠件330附着到第一外延堆叠件320。粘合层350可以包括非导电材料，并且可以包括具有透光性的材料。例如，光学透明的粘合剂可以用作粘合层350。

[0615] 参照图40A和图40G，在第二外延堆叠件330附着到第一外延堆叠件320上之后，去除设置在第二外延堆叠件330上的临时粘合层351和第二临时基底310q。可以通过各种方法去除第二临时基底310q。例如，当第二临时基底310q是蓝宝石基底时，可以通过激光剥离工艺、应力剥离工艺、化学剥离工艺或物理抛光工艺去除蓝宝石基底。

[0616] 在如上所述在基底310上形成第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330之后，形成电极部分和接触部分。将在下面对此进行详细说明。

[0617] 参照图41A和图41B，从与第一接触部分320C和第三接触部分340C对应的区域中去除第一绝缘层371、第二外延堆叠件330、粘合层350和长波通滤波器360的部分，以分别形成第一临时接触孔CH1'和第三接触孔CH3。在这种情况下，沿具有第一临时接触孔CH1'和第三

接触孔CH3的发光堆叠结构的外围形成凹陷部分。在形成发光堆叠结构时，凹陷部分形成为使彼此相邻的发光堆叠结构电气地且物理地分开。

[0618] 可以利用光刻工艺形成第一临时接触孔CH1'、第三接触孔CH3和凹陷部分。第一p型接触电极327的上表面由于第一临时接触孔CH1'、第三接触孔CH3和凹陷部分而暴露于外部。

[0619] 参照图41A和图41C，从与第一接触部分320C对应的区域中去除第一p型接触电极327和第一外延堆叠件320的部分(具体地，第一外延堆叠件320的p型半导体层和有源层)，以形成第一接触孔CH1。在这种情况下，沿发光堆叠结构的外围去除第一外延堆叠件320的p型半导体层的部分和有源层的部分，因此进一步蚀刻凹陷部分。

[0620] 可以通过光刻工艺执行第一接触孔CH1和凹陷部分的附加蚀刻。因此，第一外延堆叠件320的n型半导体层的上表面在与第一接触部分320C对应的区域中通过第一接触孔CH1暴露于外部，并在发光堆叠结构的外围中通过凹陷部分暴露于外部。

[0621] 参照图41A和图41D，沿发光堆叠结构的外围去除第一外延堆叠件320的n型半导体层的部分，因此进一步蚀刻凹陷部分。这是为了使每个发光堆叠结构与与其相邻的发光堆叠结构电气地且物理地分开。可以通过光刻工艺来执行本操作中的凹陷部分的附加蚀刻，并且基底310的上表面在发光堆叠结构的外围中被暴露。

[0622] 参照图42A和图42B，在基底310的整个表面上形成第二绝缘层373并对其进行图案化，以分别在第二接触部分330C和第三接触部分340C中形成第二接触孔CH2和第四接触孔CH4。第二绝缘层373不仅覆盖第二外延堆叠件330上的组件，而且覆盖发光叠层结构的其中形成有凹陷部分的侧表面以及第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330。

[0623] 可以通过光刻工艺形成第二接触孔CH2和第四接触孔CH4。

[0624] 当形成第二接触孔CH2时，设置在第二绝缘层373下方的第一绝缘层371被图案化，因此第二n型接触电极339的上表面暴露于外部。第四接触孔CH4被形成为使得第二p型接触电极337的上表面的一部分在第三接触部分340C中被暴露于外部。在本示例性实施例中，形成有第四接触孔CH4的区域与形成有欧姆电极337'的区域叠置，然而，这仅仅是为了便于说明，而它们不应局限于此或受此限制。

[0625] 在本示例性实施例中，在第一接触孔CH1和第三接触孔CH3中形成第二绝缘层373，并且当图案化第二绝缘层373时，去除位于第一外延堆叠件320的n型半导体层的上表面上的第二绝缘层373和位于第一p型接触电极327的上表面上的第二绝缘层373，从而保持第一外延堆叠件320的n型半导体层的上表面和第一p型接触电极327的上表面的暴露。然而，可以保留形成在第一接触孔CH1和第三接触孔CH3的侧壁上的第二绝缘层373而不被去除。

[0626] 参照图43A和图43B，在其中形成有第一接触孔CH1、第二接触孔CH2、第三接触孔CH3和第四接触孔CH4的基底310上形成第一信号电极320E、第二信号电极330E和公共电极340E。

[0627] 可以通过光刻工艺形成第一信号电极320E、第二信号电极330E和公共电极340E，并且可以使用一个掩模通过单个工艺形成第一信号电极320E、第二信号电极330E和公共电极340E。

[0628] 在与第一接触部分320C对应的区域中形成第一信号电极320E，在与第二接触部分330C对应的区域中形成第二信号电极330E，在与第三接触部分340C对应的区域中形成公共

电极340E。因此，第一信号电极320E穿过第一接触孔CH1连接到第一外延堆叠件320的n型半导体层，第二信号电极330E穿过第二接触孔CH2直接连接到第二n型接触电极339，公共电极340E分别穿过第三接触孔CH3和第四接触孔CH4连接到第一p型接触电极327和第二p型接触电极337。

[0629] 通过上述操作制造每个发光堆叠结构。虽然在图中未示出，但在基本同时制造多个发光堆叠结构的情况下，可以进一步执行沿发光堆叠结构的边界切割基底310的工艺。当使用具有宽区域的基底基本同时制造多个发光堆叠结构，并对其进行切割以将发光堆叠结构分成各个发光堆叠结构时，可以改善发光堆叠结构的制造效率，并且可以降低发光堆叠结构的制造成本。

[0630] 根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构还可以包括各种组件以提供高效且均匀的光。作为示例，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以包括位于发光表面上的各种凹凸部分PR。

[0631] 图44是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的剖视图。具体地，图44示出了形成在第二外延堆叠件330上的凹凸部分PR。在下面的实施例中，将主要描述与上面描述的实施例的特征不同的特征以避免冗余。假设未说明的部分与上面描述的实施例的部分相同或相似。

[0632] 根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以包括形成在第二外延堆叠件330上的凹凸部分PR。在本公开的示例性实施例中，凹凸部分PR可以设置在第二外延堆叠件330的n型半导体层的与发光表面对应的下表面上。

[0633] 凹凸部分PR用于改善发光效率。凹凸部分PR可以设置成各种形状，诸如多边棱锥、半球或其上随意布置有凹凸部分的具有粗糙性的表面。凹凸部分PR可以通过各种蚀刻工艺纹理化来形成。例如，凹凸部分PR可以通过诸如使用显微摄影的干蚀刻工艺、使用晶体性质的湿蚀刻工艺、使用诸如喷砂的物理方法的纹理化工艺、离子束蚀刻工艺或使用嵌段共聚物的蚀刻速率差异的纹理化工艺的各种工艺来形成。

[0634] 在本公开的示例性实施例中，在来自第一外延堆叠件和第二外延堆叠件的第一颜色光和第二颜色光之间可能存在强度差异，而强度差异会在产生白光时引起色温差异。在本示例性实施例中，凹凸部分选择性地形成在第一外延堆叠件和第二外延堆叠件的发光表面上，以改善发光效率，结果，可以减小第一颜色光与第二颜色光之间的光强度差异。具体地，对应于红色的颜色光的可视性低于蓝色的颜色光的可视性，并且可以通过纹理化第二外延堆叠件来减小光的强度差异。

[0635] 在图40D中示出的操作之后，可以执行在第二外延堆叠件的n型半导体层的下表面上形成凹凸部分的工艺，图45是示出形成在图40D的第二外延堆叠件上的凹凸部分的剖视图。

[0636] 参照图45，在去除与第二外延堆叠件330的n型半导体层接触的第一临时基底310p之后，对暴露的n型半导体层执行纹理化工艺以形成凹凸部分PR。

[0637] 根据本公开的示例性实施例，可以针对另一外延堆叠件设置凹凸部分，并且可以去除基底。

[0638] 图46是示出根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构的剖视图。具体地，图46示出了基底310被去除并且除了第二外延堆叠件330之外还在第一外延堆叠件320上形成凹

凸部分PR的结构。

[0639] 参照图46，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以具有基底310从其中被去除的结构。由于基底310具有相对厚的厚度，所以在去除基底310时，可以显著减小发光堆叠结构的厚度。因此，在通过将从其去除基底310的发光堆叠结构转移到单独的布线基底上来制造预定装置的情况下，容易使预定装置变薄。

[0640] 根据本示例性实施例，凹凸部分PR可以设置在第一外延堆叠件320上以改善光效率。也就是说，凹凸部分PR可以设置在第一外延堆叠件320的n型半导体层的与发光表面对应的下表面上。在这种情况下，当图案化的蓝宝石基底用作基底310，然后去除图案化的蓝宝石基底时，可以在第一外延堆叠件320的发光表面上容易地形成凹凸部分PR。

[0641] 根据本公开的示例性实施例，发光堆叠结构还可以采用用于高显色指数和宽相关色温的附加组件。作为示例，发光堆叠结构还可以包括光转换层，以将分别从第一外延堆叠件和第二外延堆叠件发射的光的至少一部分转换为具有不同波长的光。

[0642] 图47和图48是示出根据本公开的示例性实施例的具有光转换层的发光堆叠结构的剖视图。图47示出了基底从其中被去除的发光堆叠结构，图48示出了包括基底的发光堆叠结构。

[0643] 参照图47，还可以在与第一外延堆叠件320的发光表面对应的下表面上设置光转换层380。参照图48，在基底310的下表面上还设置光转换层380，光转换层380可以被设置为选择性地覆盖发光堆叠结构的侧表面。

[0644] 光转换层380可以包括诸如荧光物质和量子点的纳米结构、能够转换颜色的有机材料或它们的组合。例如，当荧光物质用作用于光转换层380的材料时，荧光物质可以吸收具有预定波长的光，并且可以发射具有比所述预定波长的光的波长长的波长的光。荧光物质可以以与透明或半透明粘合剂(诸如PDMS(聚二甲基硅氧烷)、PI(聚酰亚胺)、PMMA(聚(2-甲基丙烯酸甲酯))或陶瓷)的混合形式提供。

[0645] 在本示例性实施例中，由于发光堆叠结构包括光转换层380，所以除了从第一外延堆叠件320和第二外延堆叠件330发射的第一颜色光和第二颜色光之外，发光堆叠结构可以输出具有与第一颜色光和/或第二颜色光的波长不同的波长的光。因此，在本公开的示例性实施例中，可以通过使最终提供的光彼此混合来获得高显色指数和宽相关色温。

[0646] 可以独立地使用根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构，然而，不应局限于此或受此限制。也就是说，发光堆叠结构可以在被安装在其上形成有布线的基体基底(例如，印刷电路板)之后用作各种类型的光源。

[0647] 图49和图50是示出根据本公开的示例性实施例的安装在印刷电路板3110上的发光堆叠结构的平面图。

[0648] 参照图49，根据本公开的示例性实施例的多个发光堆叠结构3120可以在沿一个方向延伸的印刷电路板3110上沿纵向方向布置。参照图50，根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构3120可以在具有预定形状(如矩形形状)和预定面积的印刷电路板3110上以矩阵形式布置。印刷电路板3110的形状和发光堆叠结构3120的布置不应局限于此或受此限制，而是可以以各种方式变化。因此，发光堆叠结构可以以点光源、线光源或面光源的形式提供光。

[0649] 端子可以形成在印刷电路板3110上，以分别将发光信号和公共电压施加到发光堆

叠结构，并且可以通过经由端子施加到发光堆叠结构的发光信号和公共电压来确定发光堆叠结构的光发射。

[0650] 根据本公开的示例性实施例的发光堆叠结构可以用于需要白光的各种照明装置中。例如，发光堆叠结构可以用作包括在光接收型显示装置或者日常生活中的室内和/或室外照明中的背光单元。

[0651] 图51是根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件400的示意性剖视图。

[0652] 参照图51，发光二极管堆叠件400包括支撑基底451、第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433、第三LED堆叠件443、反射电极425、欧姆电极426、第一绝缘层427、第二绝缘层428、互连线429、第二p透明电极435、第三p透明电极445、第一滤色器437、第二滤色器447、第一结合层453、第二结合层455和第三结合层457。

[0653] 支撑基底451支撑LED堆叠件423、433、443。支撑基底451可以包括位于其表面上或位于其中的电路，但不局限于此。支撑基底451可以包括例如玻璃、蓝宝石基底、Si基底或Ge基底。

[0654] 第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443中的每个包括n型半导体层423a、433a或443a、p型半导体层423b、433b或443b以及置于其间的有源层。有源层可以具有多量子阱结构。

[0655] 例如，第一LED堆叠件423可以是适于发射红光的无机发光二极管，第二LED堆叠件433可以是适于发射绿光的无机发光二极管，第三LED堆叠件443可以是适于发射蓝光的无机发光二极管。第一LED堆叠件423可以包括GaInP基阱层，第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443中的每个可以包括GaInN基阱层。

[0656] 此外，第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443中的每个的两个表面分别是n型半导体层和p型半导体层。在该示例性实施例中，第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443的第一导电型半导体层423a、433a、443a中的每个是n型半导体层，第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443的第二导电型半导体层423b、433b、443b中的每个是p型半导体层。由于第三LED堆叠件443具有n型上表面，所以可以通过化学蚀刻在第三LED堆叠件443的上表面上形成粗糙表面。然而，应理解的是，本公开不局限于此，而是可以改变每个LED堆叠件的上表面和下表面的半导体类型。

[0657] 第一LED堆叠件423设置在支撑基底451附近；第二LED堆叠件433设置在第一LED堆叠件423上；第三LED堆叠件443设置在第二LED堆叠件上。由于第一LED堆叠件423相比于第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443发射具有更长波长的光，所以从第一LED堆叠件423产生的光可以穿过第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443发射到外部。此外，由于第二LED堆叠件433相比于第三LED堆叠件443发射具有更长波长的光，所以从第二LED堆叠件433产生的光可以穿过第三LED堆叠件443发射到外部。

[0658] 反射电极425与第一LED堆叠件423的第二导电型半导体层形成欧姆接触，并反射从第一LED堆叠件423产生的光。例如，反射电极425可以包括欧姆接触层425a和反射层425b。

[0659] 欧姆接触层425a部分地接触第二导电型半导体层(即，p型半导体层)。为了防止光被欧姆接触层425a吸收，欧姆接触层425a与p型半导体层接触的区域不超过p型半导体层的

总区域的50％。反射层425b覆盖欧姆接触层425a和第一绝缘层427。如图中所示，反射层425b可以覆盖整个欧姆接触层425a，而没有限制于此。可选地，反射层425b可以覆盖欧姆接触层425a的一部分。

[0660] 由于反射层425b覆盖第一绝缘层427，所以通过具有相对高的折射率的第一LED堆叠件423和具有相对低的折射率的第一绝缘层427以及反射层425b的堆叠结构，可以形成全向反射器。反射层425b覆盖第一LED堆叠件423的区域的50％或更大，或者覆盖第一LED堆叠件423的大部分，从而改善发光效率。

[0661] 欧姆接触层425a和反射层425b可以是包含Au的金属层。欧姆接触层425a可以由例如Au-Zn合金或Au-Be合金形成。反射层425b可以由相对于从第一LED堆叠件423产生的光(例如，红光)具有高反射率的金属(例如，Al、Ag或Au)形成。具体地，Au可以相对于从第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443产生的光(例如，绿光或蓝光)具有相对低的反射率，从而通过吸收光减少了从第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443已经产生并朝向支撑基底451行进的光的干涉。

[0662] 第一绝缘层427置于支撑基底451与第一LED堆叠件423之间，并且具有暴露第一LED堆叠件423的开口。欧姆接触层425a在第一绝缘层427的开口中连接到第一LED堆叠件423。

[0663] 欧姆电极426与第一LED堆叠件423的第一导电型半导体层423a形成欧姆接触。欧姆电极426可以设置在通过部分地去除第二导电型半导体层423b而被暴露的第一导电型半导体层423a上。虽然在图51中示出了单个欧姆电极426，但是多个欧姆电极426布置在支撑基底451上的多个区域中。欧姆电极426可以由例如Au-Te合金或Au-Ge合金形成。

[0664] 第二绝缘层428置于支撑基底451与反射电极425之间，并且覆盖反射电极425。第二绝缘层428具有暴露欧姆电极426的开口。

[0665] 互连线429置于第二绝缘层428与支撑基底451之间，并且穿过第二绝缘层428的开口连接到欧姆电极426。互连线426可以在支撑基底451上使多个欧姆电极426彼此连接。

[0666] 第二p透明电极435与第二LED堆叠件433的第二导电型半导体层433b(即，其p型半导体层)形成欧姆接触。第二p透明电极435可以由对红光和绿光透明的金属层或导电氧化物层构成。

[0667] 此外，第三p透明电极445与第三LED堆叠件443的第二导电型半导体层443b(即，其p型半导体层)形成欧姆接触。第三p透明电极445可以由对红光、绿光和蓝光透明的金属层或导电氧化物层构成。

[0668] 反射电极425、第二p透明电极435和第三p透明电极445通过与每个LED堆叠件的p型半导体层欧姆接触可以有助于电流扩散。

[0669] 第一滤色器437可以置于第一LED堆叠件423与第二LED堆叠件433之间。此外，第二滤色器447可以置于第二LED堆叠件433与第三LED堆叠件443之间。第一滤色器437透射从第一LED堆叠件423产生的光同时反射从第二LED堆叠件433产生的光。第二滤色器447透射从第一LED堆叠件423和第二LED堆叠件433产生的光，同时反射从第三LED堆叠件443产生的光。结果，从第一LED堆叠件423产生的光可以穿过第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443透射到外部，从第二LED堆叠件433产生的光可以穿过第三LED堆叠件443透射到外部。此外，发光二极管堆叠件可以防止从第二LED堆叠件433产生的光进入第一LED堆叠件423，或者可

以防止从第三LED堆叠件443产生的光进入第二LED堆叠件433，从而防止光损失。

[0670] 在一些示例性实施例中，第一滤色器437可以反射从第三LED堆叠件443产生的光。

[0671] 第一滤色器437和第二滤色器447可以是例如允许低频带中(即，长波段中)的光通过其的低通滤波器、允许预定波段中的光通过其的带通滤波器或者防止预定波段中的光通过其的带阻滤波器。具体地，第一滤色器437和第二滤色器447中的每个可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层来形成。例如，第一滤色器437和第二滤色器447中的每个可以通过交替地堆叠TiO_2层和SiO_2层、Ta_2O_5层和SiO_2层、Nb_2O_5层和SiO_2层、HfO_2层和SiO_2层或者ZrO_2层和SiO_2层来形成。此外，第一滤色器437和/或第二滤色器447可以包括分布式布拉格反射器(DBR)。分布式布拉格反射器可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层来形成。此外，可以通过调节TiO_2层和SiO_2层的厚度来控制分布式布拉格反射器的阻带。

[0672] 第一结合层453使第一LED堆叠件423结合到支撑基底451。如图中所示，互连线429可以毗邻第一结合层453。此外，互连线429设置在第二绝缘层428的一些区域下方，使得第二绝缘层428的其下没有形成互连线429的区域毗邻第一接合层453。第一结合层453可以是透光的或不透光的。具体地，由能够吸收光的黑色环氧树脂形成的结合层用作第一结合层453，从而改善显示设备的对比度。

[0673] 第二结合层455使第二LED堆叠件433结合到第一LED堆叠件423。如图中所示，第二结合层455可以毗邻第一LED堆叠件423和第一滤色器437。欧姆电极426可以被第二结合层455覆盖。第二结合层455透射从第一LED堆叠件423产生的光。第二结合层455可以由例如透光的旋涂玻璃(SOG)形成。

[0674] 第三结合层457使第三LED堆叠件443结合到第二LED堆叠件433。如图中所示，第三结合层457可以毗邻第二LED堆叠件433和第二滤色器447。然而，应理解的是，本公开不局限于此。例如，透明导电层可以设置在第二LED堆叠件433上。第三结合层457透射从第一LED堆叠件423和第二LED堆叠件433产生的光。第三结合层457可以由例如透光的旋涂玻璃形成。

[0675] 在该示例性实施例中，第一结合层453、第二结合层455和第三结合层457由SOG形成。然而，应理解的是，本公开不局限于此，第一结合层至第三结合层可以由其它透明的有机材料或无机材料形成。有机材料的示例可以包括SU8、聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)、聚酰亚胺、聚对二甲苯、苯并环丁烯(BCB)或其它，无机材料的示例可以包括Al_2O_3、SiO_2、SiN_x或其它。有机材料层可以在高真空和高压条件下结合，无机材料层可以在通过例如化学机械抛光以使无机材料层的表面平坦化并使用等离子体改变表面能之后在高真空条件下结合。

[0676] 图52A、图52B、图52C、图52D和图52E是示出根据本公开的一个示例性实施例的制造用于显示器的发光二极管堆叠件400的方法的示意性剖视图。

[0677] 参照图52A，首先，在第一基底421上生长第一LED堆叠件423。第一基底421可以是例如GaAs基底。此外，第一LED堆叠件423由AlGaInP基半导体层构成，并且包括第一导电型半导体层423a、有源层和第二导电型半导体层423b。

[0678] 然后，通过部分地去除第二导电型半导体层423b来暴露第一导电型半导体层423a。虽然在此示出了单个像素区域，但第一导电型半导体层423a在每个像素区域中被部分地暴露。

[0679] 在第一LED堆叠件423上形成第一绝缘层427，并对第一绝缘层427进行图案化以形

成开口。例如，在第一LED堆叠件423上形成SiO_2层，并将光致抗蚀剂沉积到SiO_2层上，接着进行光刻和显影以形成光致抗蚀剂图案。然后，通过用作蚀刻掩模的光致抗蚀剂图案对SiO_2层进行图案化，从而形成第一绝缘层427。形成在第一绝缘层427中的开口中的一个可以设置在第一导电型半导体层423a上，而其它的开口可以设置在第二导电型半导体层423b上。

[0680] 然后，在第一绝缘层427的开口中形成欧姆接触层425a和欧姆电极426。可以通过剥离工艺形成欧姆接触层425a和欧姆电极426。可以在形成欧姆电极426之前形成欧姆接触层425a，反之亦然。此外，在一些示例性实施例中，欧姆电极426和欧姆接触层425a可以由相同的材料层同时形成。

[0681] 在形成欧姆接触层425a之后，形成反射层425b以覆盖欧姆接触层425a和第一绝缘层427。可以通过剥离工艺形成反射层425b。如图中所示，反射层425b可以覆盖欧姆接触层425a的一部分或其全部。欧姆接触层425a和反射层425b形成反射电极425。

[0682] 反射电极425与第一LED堆叠件423的p型半导体层形成欧姆接触，因此将被称为第一p反射电极425。反射电极425与欧姆电极426分开，因此与第一导电型半导体层423a电绝缘。

[0683] 然后，形成第二绝缘层428以覆盖反射电极425，第二绝缘层428具有暴露欧姆电极426的开口。第二绝缘层428可以由例如SiO_2或SOG形成。

[0684] 另一方面，在第二绝缘层428上形成互连线429。互连线429穿过第二绝缘层428的开口连接到欧姆电极426，从而电连接到第一导电型半导体层423a。

[0685] 虽然在图52A中互连线429被示出为覆盖第二绝缘层428的整个表面，但互连线429部分地设置在第二绝缘层428上，使得第二绝缘层428的上表面在互连线429周围被暴露。

[0686] 虽然在此示出了单个像素区域，但设置在第一基底421上的第一LED堆叠件423可以覆盖多个像素区域，并且互连线429可以共同地连接到形成在多个像素区域中的欧姆电极426。此外，可以在第一基底421上形成多条互连线429。

[0687] 参照图52B，在第二基底431上生长第二LED堆叠件433，并在第二LED堆叠件433上形成第二p透明电极435和第一滤色器437。第二LED堆叠件433包括GaN基的第一导电型半导体层433a、第二导电型半导体层433b和置于其间并包括GaInN阱层的有源层(未示出)。第二基底431是允许在其上生长GaN基半导体层并不同于第一基底421的基底。可以确定用于第二LED堆叠件433的GaInN的组成比，使得第二LED堆叠件433可以发射绿光。另一方面，第二p透明电极435与第二导电型半导体层433b形成欧姆接触。

[0688] 可以在第二p透明电极435上形成第一滤色器437。第一滤色器437的细节与参照图51描述的第一滤色器437的细节相同，并且将省略其重复描述。

[0689] 参照图52C，在第三基底441上生长第三LED堆叠件443，并在第三LED堆叠件443上形成第三p透明电极445和第二滤色器447。第三LED堆叠件443包括GaN基的第一导电型半导体层443a、第二导电型半导体层443b和置于其间并包括GaInN阱层的有源层(未示出)。第三基底441是允许在其上生长GaN基半导体层并不同于第一基底421的基底。可以确定用于第三LED堆叠件443的GaInN的组成比，使得第三LED堆叠件443可以发射蓝光。另一方面，第三p透明电极445与第二导电型半导体层443b形成欧姆接触。

[0690] 第二滤色器447的细节与参照图51描述的第二滤色器447的细节相同，并且将省略其重复描述。

[0691] 如此，在不同的基底上生长第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443，因此它们的形成顺序不局限于具体的顺序。

[0692] 参照图52D，将第一LED堆叠件423经由第一结合层453结合到支撑基底451。可以在支撑基底451和互连线429上设置结合材料层，并且结合材料层可以彼此结合以形成第一结合层453。互连线429被设置为面对支撑基底451。另一方面，通过化学蚀刻从第一LED堆叠件423去除第一基底421。结果，第一LED堆叠件423的第一导电型半导体层的上表面被暴露。可以对第一导电型半导体层423a的暴露的表面进行纹理化，以改善光提取效率，从而可以在第一导电型半导体层423a的表面上形成诸如粗糙表面的光提取结构。

[0693] 参照图52E，将第二LED堆叠件433经由第二结合层455结合到第一LED堆叠件423。第一滤色器437被设置为面对第一LED堆叠件423并结合到第二结合层455。可以在第一LED堆叠件423和第一滤色器437上设置结合材料层，并且结合材料层可以彼此结合以形成第二结合层455。可以通过激光剥离工艺或化学剥离工艺从第二LED堆叠件433去除第二基底431。此外，可以通过表面纹理化在第一导电型半导体层433a的暴露的表面上形成粗糙表面，以改善光提取效率。

[0694] 然后，参照图51和图52C，将第三LED堆叠件443经由第三结合层457结合到第二LED堆叠件433。第二滤色器447被设置为面对第二LED堆叠件433并结合到第三结合层457。可以在第二LED堆叠件433和第三滤色器447上设置结合材料层，并且结合材料层彼此结合以形成第三结合层457。

[0695] 可以通过激光剥离工艺或化学剥离工艺将第三基底441从第三LED堆叠件443分离。结果，如图51中所示，完成用于显示器的发光二极管堆叠件，该发光二极管堆叠件具有暴露于外部的第三LED堆叠件443的第一导电型半导体层443a。此外，可以通过表面纹理化在第一导电型半导体层443a的暴露的表面上形成粗糙表面。

[0696] 可以通过以下方式来设置显示设备：以像素为单位使支撑基底451上的第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443的堆叠件图案化，随后通过互连线使第一LED堆叠件至第三LED堆叠件彼此连接。在下文中，将描述显示设备的示例性实施例。

[0697] 图53是示出根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图，图54是根据本公开的示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0698] 首先，参照图53和图54，根据该示例性实施例的显示设备可以被实现为以无源矩阵方式进行操作。

[0699] 例如，由于参照图51描述的用于显示器的发光二极管堆叠件具有这样的结构：第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443沿竖直方向堆叠，所以一个像素包括三种发光二极管R、G和B。这里，第一发光二极管R对应于第一LED堆叠件423，第二发光二极管G对应于第二LED堆叠件433，第三发光二极管B对应于第三LED堆叠件443。

[0700] 在图53和图54中，一个像素包括第一发光二极管R、第二发光二极管G和第三发光二极管B，每个发光二极管对应于子像素。第一发光二极管R、第二发光二极管G和第三发光二极管B的阳极连接到公共线(例如，数据线)，而它们的阴极连接到不同的线(例如，扫描线)。例如，在第一像素中，第一发光二极管R、第二发光二极管G和第三发光二极管B的阳极共同连接到数据线Vdata1，而它们的阴极分别连接到扫描线Vscan1-3、Vscan1-2和Vscan1-1。结果，可以独立地驱动每个像素中的发光二极管R、G和B。

[0701] 此外，通过脉冲宽度调制或通过改变电流的大小来驱动发光二极管R、G和B中的每个，从而能够调节每个子像素的亮度。

[0702] 再次参照图54，通过图案化参照图51描述的堆叠件来形成多个像素，并且每个像素连接到反射电极425和互连线471、473、475。如图53中所示，反射电极425可以被用作数据线Vdata，互连线471、473、475可以形成为扫描线。这里，互连线475可以由互连线429形成。反射电极425可以电连接多个像素的第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443的第一导电型半导体层423a、433a、443a，并且互连线429可以被设置为与反射电极425正交以电连接多个像素的第一导电型半导体层423a。

[0703] 像素可以以矩阵形式布置，其中，每个像素的发光二极管R、G、B的阳极共同连接到反射电极425，而它们的阴极连接到彼此分开的互连线471、473、475。这里，互连线471、473、475可以被用作扫描线Vscan。

[0704] 图55是图54中示出的显示设备的一个像素的放大平面图，图56是沿图55的线A-A截取的示意性剖视图，图57是沿图55的线B-B截取的示意性剖视图。

[0705] 参照图54、图55、图56和图57，在每个像素中，反射电极425的一部分、第二p透明电极435的一部分、第二LED堆叠件433的上表面的一部分、第三p透明电极445的一部分和第三LED堆叠件443的上表面暴露于外部。

[0706] 第三LED堆叠件443可以在其上表面上具有粗糙表面443r。粗糙表面443r可以形成在第三LED堆叠件443的整个上表面上，或者可以如图中所示形成在第三LED堆叠件443的上表面的一些区域中。

[0707] 下绝缘层461可以覆盖每个像素的侧表面。下绝缘层461可以由诸如SiO_2的透光材料形成。在这种情况下，下绝缘层461可以覆盖第三LED堆叠件443的整个上表面。可选地，下绝缘层461可以包括分布式布拉格反射器，以反射朝向第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443的侧表面行进的光。在这种情况下，下绝缘层461至少部分地暴露第三LED堆叠件443的上表面。

[0708] 下绝缘层461可以包括暴露第三LED堆叠件443的上表面的开口461a、暴露第二LED堆叠件433的上表面的开口461b、暴露第三p透明电极445的开口461c、暴露第二p透明电极435的开口461d和暴露第一p反射电极425的开口461e。另一方面，第一LED堆叠件423的上表面可以不被暴露。

[0709] 互连线471、473可以在支撑基底451上形成在第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443附近，并且可以设置在下绝缘层461上以与第一p反射电极425绝缘。另一方面，连接部477ab使第二p透明电极435和第三p透明电极445连接到反射电极425。结果，第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443的阳极共同连接到反射电极425。

[0710] 互连线475或429可以设置在反射电极425下方以与反射电极425正交，并且可以连接到欧姆电极426以电连接到第一导电型半导体层423a。欧姆电极426连接到位于第一LED堆叠件423下方的第一导电型半导体层423a。如图55中所示，欧姆电极426可以设置在第三LED堆叠件443的粗糙表面443r的下部区域外部，从而减少光损失。

[0711] 连接部471a使第三LED堆叠件443的上表面连接到互连线471，连接部473a使第二LED堆叠件433的上表面连接到互连线473。

[0712] 上绝缘层481可以设置在互连线471、473和下绝缘层461上，以保护互连线471、473、475。上绝缘层481可以具有使互连线471、473、475暴露的开口，使得结合线可以通过开口连接。

[0713] 根据该示例性实施例，第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443的阳极共同连接到反射电极425，而它们的阴极分别连接到互连线471、473、475。结果，第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443可以被独立地驱动。

[0714] 虽然在该示例性实施例中每个像素的电极被描述为连接到数据线和扫描线，但应理解的是，各种实施方式是可能的。

[0715] 图58A至图58H是示出制造根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的方法的示意性平面图。在此，下面将给出形成图55的像素的方法的描述。

[0716] 首先，准备图51中描述的发光二极管堆叠件400。

[0717] 然后，参照图58A，可以在第三LED堆叠件443的上表面上形成粗糙表面443r。粗糙表面443r可以对应于每个像素区域形成在第三LED堆叠件443的上表面上。可以通过化学蚀刻(例如，光增强化学蚀刻(PEC))形成粗糙表面443r。

[0718] 考虑到第三LED堆叠件443的在随后工艺中要被蚀刻的区域，可以在每个像素区域中部分地形成粗糙表面443r，而没有限制。具体地，粗糙表面443r可以被形成为使得欧姆电极426被定位在粗糙表面443r外部。可选地，粗糙表面443r可以形成在第三LED堆叠件443的整个上表面之上。

[0719] 参照图58B，通过蚀刻来去除每个像素中的第三LED堆叠件443的外围区域以暴露第三p透明电极445。如图中所示，可以如图中所示将第三LED堆叠件443保留为具有矩形形状或正方形形状。这里，第三LED堆叠件443可以沿其边缘具有至少两个凹陷。此外，如图中所示，一个凹陷的尺寸可以比另一凹陷的尺寸大。

[0720] 参照图58C，通过去除暴露在除了在具有较大尺寸的凹陷中暴露的第三p透明电极445的一部分之外的其它区域中的第三p透明电极445来暴露第二LED堆叠件433的上表面。因此，第二LED堆叠件433的上表面暴露在第三LED堆叠件443周围和其它凹陷中。在具有较大尺寸的凹陷中，形成第三p透明电极445的暴露的区域和第二LED堆叠件433的暴露的区域。

[0721] 参照图58D，通过去除暴露在除了在具有较小尺寸的凹陷中暴露的第二LED堆叠件433之外的其它区域中的第二LED堆叠件433来暴露第二p透明电极435。第二p透明电极435暴露在第三LED堆叠件443周围，并部分地暴露在具有较大尺寸的凹陷中。

[0722] 参照图58E，除了第二p透明电极435的暴露在具有较大尺寸的凹陷中的部分之外，通过去除暴露在第三LED堆叠件443周围的第二p透明电极435来暴露第一LED堆叠件423的上表面。

[0723] 参照图58F，通过去除暴露在第三LED堆叠件443周围的第一LED堆叠件423，随后通过去除第一绝缘层427来暴露反射电极425。结果，反射电极425暴露在第三LED堆叠件443周围。通过将暴露的反射电极425图案化为在竖直方向上具有细长形状来形成线性互连线。图案化的反射电极425在竖直方向上设置在多个区域上，并且在水平方向上与相邻像素分开。

[0724] 虽然在该示例性实施例中在去除第一LED堆叠件423之后对反射电极425进行图案化，但反射电极425可以在在第一基底421上形成反射电极425时被形成为具有图案化形状。

在这种情况下，在去除第一LED堆叠件423之后不需要图案化反射电极425。

[0725] 可以通过图案化反射电极425来暴露第二绝缘层428。互连线429被设置为与反射电极425正交，并且通过第二绝缘层428与反射电极425绝缘。

[0726] 参照图58G，形成下绝缘层461(见图56和图57)以覆盖像素。下绝缘层461覆盖反射电极425以及第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443的侧表面。此外，下绝缘层461可以至少部分地覆盖第三LED堆叠件443的上表面。如果下绝缘层461为诸如SiO_2层的透明层，则下绝缘层461可以覆盖第三LED堆叠件443的整个上表面。可选地，下绝缘层461可以包括分布式布拉格反射器。在这种情况下，下绝缘层461可以至少部分地暴露第三LED堆叠件443的上表面以使光发射到外部。

[0727] 下绝缘层461可以包括暴露第三LED堆叠件443的开口461a、暴露第二LED堆叠件433的开口461b、暴露第三p透明电极445的开口461c、暴露第二p透明电极435的开口461d和暴露反射电极425的开口461e。可以单个地或多个地形成适于暴露反射电极425的开口461e。

[0728] 参照图58H，形成互连线471、473和连接部471a、473a、477ab。互连线471、473和连接部471a、473a、477ab可以通过剥离工艺形成。互连线471、473通过下绝缘层461与反射电极425绝缘。连接部471a使第三LED堆叠件443电连接到互连线471，连接部473a使第二LED堆叠件433电连接到互连线473。连接部477ab使第三p透明电极445和第二p透明电极435电连接到第一p反射电极425。

[0729] 互连线471、473可以被设置与反射电极425正交，并且可以使多个像素彼此连接。

[0730] 然后，上绝缘层481(见图56和图57)覆盖互连线471、473和连接部471a、473a、477ab。上绝缘层481也可以覆盖第三LED堆叠件443的整个上表面。上绝缘层481可以由例如氧化硅或氮化硅形成，并且可以包括分布式布拉格反射器。此外，上绝缘层481可以包括透明绝缘层以及形成在透明绝缘层上以反射光的反射金属层或多层有机反射层，或者可以包括由黑色环氧树脂形成以阻挡光的光吸收层。

[0731] 当上绝缘层481反射或阻挡光时，上绝缘层481被形成为至少部分地暴露第三LED堆叠件443的上表面以使光发射到外部。为了与外部进行电连接，可以部分地去除上绝缘层481以暴露互连线471、473、475。可选地，可以省略上绝缘层481。

[0732] 结果，完成像素区域，如图55中所示。此外，如图54中所示，可以在支撑基底451上形成多个像素，并且多个像素可以通过第一p反射电极425和互连线471、473、475彼此连接，从而以无源矩阵方式进行操作。

[0733] 虽然在该示例性实施例中示出了制造适于以无源矩阵方式进行操作的显示设备的方法，但应理解的是，本公开不局限于此。也就是说，可以以各种方式来制造根据示例性实施例的显示设备，以使用图51中示出的发光二极管堆叠件以无源矩阵方式进行操作。

[0734] 虽然在该示例性实施例中互连线471和互连线473一起形成在下绝缘层461上，但互连线471可以形成在下绝缘层461上，互连线473可以形成在绝缘层481上。

[0735] 在参照图51描述的示例性实施例中，虽然反射电极425、第二p透明电极435和第三p透明电极445分别与第一LED堆叠件423的第二导电型半导体层423b、第二LED堆叠件433的第二导电型半导体层433b和第三LED堆叠件443的第二导电型半导体层443b形成欧姆接触，并且欧姆电极426与第一LED堆叠件423的第一导电型半导体层423a形成欧姆接触，但第二

LED堆叠件433的第一导电型半导体层433a和第三LED堆叠件443的第一导电型半导体层443a没有设置有单独的欧姆接触层。当像素具有200μm或更小的尺寸时，即使在n型半导体层中没有形成单独的欧姆接触层，电流扩散也不会有难度。然而，可以在第二LED堆叠件和第三LED堆叠件中的每个的n型半导体层上设置透明电极层，以确保电流扩散。

[0736] 根据示例性实施例，由于能够使用用于显示器的发光二极管堆叠件400以晶圆级形成多个像素，所以不需要单独安装发光二极管。此外，根据示例性实施例的发光二极管堆叠件具有这样的结构：第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443沿竖直方向堆叠，从而在有限的像素区域中确保用于子像素的区域。此外，根据示例性实施例的发光二极管堆叠件使从第一LED堆叠件423、第二LED堆叠件433和第三LED堆叠件443产生的光穿过其发射到外部，从而减少光损失。

[0737] 图59是根据本公开的另一示例性实施例的显示设备5000的示意性平面图，图60是根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管像素500的示意性剖视图。

[0738] 参照图59，显示设备5000包括支撑基底551和布置在支撑基底551上的多个像素500。每个像素500包括第一子像素R、第二子像素G和第三子像素B。

[0739] 参照图60，支撑基底551支撑LED堆叠件523、533、543。支撑基底551可以包括位于其表面上或位于其中的电路，但不局限于此。支撑基底551可以包括例如Si基底或Ge基底。

[0740] 第一子像素R包括第一LED堆叠件523，第二子像素G包括第二LED堆叠件533，第三子像素B包括第三LED堆叠件543。第一子像素R适于使第一LED堆叠件523发光，第二子像素G适于使第二LED堆叠件533发光，第三子像素B适于使第三LED堆叠件543发光。第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543可以被独立地驱动。

[0741] 第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543沿竖直方向一个在另一个上地堆叠以彼此叠置。这里，如图中所示，第二LED堆叠件533设置在第一LED堆叠件523上的一些区域中。如图中所示，第二LED堆叠件533可以在第一LED堆叠件523上设置为偏向一侧。此外，第三LED堆叠件543设置在第二LED堆叠件533上的一些区域中。如图中所示，第三LED堆叠件543可以在第二LED堆叠件533上设置为偏向一侧。虽然第三LED堆叠件543在图中偏向右侧，但应理解的是，本公开不局限于此，第二LED堆叠件533可以设置为偏向左侧。

[0742] 从第一LED堆叠件523产生的光R可以穿过第一LED堆叠件523的未被第二LED堆叠件533覆盖的区域而发射，并且还可以在穿过第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543之后发射，从第二LED堆叠件533产生的光G可以穿过第二LED堆叠件533的未被第三LED堆叠件543覆盖的区域而发射，并且还可以在穿过第三LED堆叠件543之后发射。

[0743] 一般地，第一LED堆叠件523的被第二LED堆叠件533覆盖的区域可能引起光损失，从而第一LED堆叠件523的未被第二LED堆叠件533覆盖的区域可以发射每单位面积具有更高发光强度的光。因此，可以通过调节第一LED堆叠件523的面积之中的第一LED堆叠件523的被第二LED堆叠件533覆盖的区域的面积和第一LED堆叠件523的未被第二LED堆叠件533覆盖的区域的面积来控制从第一LED堆叠件523发射的光的发光强度。同样地，可以通过调节第二LED堆叠件533的面积之中的第二LED堆叠件533的被第三LED堆叠件543覆盖的区域的面积和第二LED堆叠件533的未被第三LED堆叠件543覆盖的区域的面积来控制从第二LED堆叠件533发射的光的发光强度。

[0744] 例如，在这样的结构中：第一LED堆叠件523发射红光，第二LED堆叠件533发射绿

光，第三LED堆叠件543发射蓝光，由于绿光的高可视性，有必要降低绿光的发光强度。为此，可以将第二LED堆叠件533的未被第三LED堆叠件543覆盖的区域的面积调节为小于第三LED堆叠件543的面积。此外，由于红光具有低可视性，因此有必要提高红光的发光强度。为此，可以将第一LED堆叠件523的未被第二LED堆叠件533覆盖的区域的面积调节为大于第三LED堆叠件543的面积。

[0745] 同时，第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543中的每个包括n型半导体层、p型半导体层和置于n型半导体层与p型半导体层之间的有源层。有源层可以具有多量子阱结构。第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543可以包括不同的有源层，以发射具有不同波长的光。例如，第一LED堆叠件523可以是发射红光的无机发光二极管，第二LED堆叠件533可以是发射绿光的无机发光二极管，第三LED堆叠件543可以是发射蓝光的无机发光二极管。为此，第一LED堆叠件523可以包括GaInP基阱层，第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543可以包括GaInN基阱层。

[0746] 图61是示出根据本公开的示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。

[0747] 参照图61，根据该示例性实施例的显示设备可以被实现为以无源矩阵方式进行操作。如参照图59和图60所述的，一个像素包括第一子像素R、第二子像素G和第三子像素B。第一子像素R的第一LED堆叠件523发射具有第一波长的光，第二子像素G的第二LED堆叠件533发射具有第二波长的光，第三子像素B的第三LED堆叠件543发射具有第三波长的光。第一子像素R、第二子像素G和第三子像素B的阴极可以连接到公共线(例如，数据线Vdata)，而它们的阳极可以连接到不同的线(例如，扫描线Vscan)。

[0748] 例如，在第一像素中，第一子像素R、第二子像素G和第三子像素B的阴极共同连接到数据线Vdata1，而它们的阳极分别连接到扫描线Vscan1-3、Vscan1-2和Vscan1-1。因此，可以独立地驱动同一像素中的子像素R、G和B。

[0749] 此外，可以通过脉冲宽度调制或通过改变电流的大小来驱动LED堆叠件523、533和543中的每个，从而能够调节每个子像素的亮度。此外，可以通过调节第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543的面积以及第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543不叠置的区域的面积来调节亮度。

[0750] 图62是根据特定示例性实施例的显示设备5000A的示意性平面图，其中，多个像素500A布置在支撑基底551上，如图61的电路图中所示。图63是图62中示出的显示设备的一个像素500A的放大平面图，图64A、图64B、图64C和图64D是沿图63的线A-A、线B-B、线C-C和线D-D截取的示意性剖视图。

[0751] 参照图62、图63、图64A、图64B、图64C和图64D，显示设备5000A可以包括支撑基底551、多个像素500A、第一子像素R、第二子像素G、第三子像素B、第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533、第三LED堆叠件543、反射电极(第一-1欧姆电极)525、第一-2欧姆电极529、第二-1欧姆电极537、第二-2欧姆电极539、第三-1欧姆电极547、第三-2欧姆电极549、第一滤色器535、第二滤色器545、第一结合层553、第二结合层555、第三结合层557、绝缘层527、下绝缘层561、上绝缘层563、互连线571、573和575以及连接部571a、573a、575a、577a和577b。

[0752] 子像素R、G和B中的每个连接到反射电极525以及互连线571、573和575。如图61中所示，反射电极525可以被用作数据线Vdata，互连线571、573和575可以被用作扫描线Vscan。

[0753] 如图62中所示，像素可以以矩阵布置，其中，每个像素中的子像素R、G和B的阴极共同连接到反射电极525，而它们的阳极连接到彼此分开的互连线571、573和575。连接部571a、573a和575a可以使互连线571、573和575连接到子像素R、G和B。

[0754] 支撑基底551支撑LED堆叠件523、533和543。支撑基底551可以包括位于其表面上或位于其中的电路，但不局限于此。支撑基底551可以包括例如玻璃基底、蓝宝石基底、Si基底或Ge基底。

[0755] 第一LED堆叠件523包括第一导电型半导体层523a和第二导电型半导体层523b；第二LED堆叠件533包括第一导电型半导体层533a和第二导电型半导体层533b；第三LED堆叠件543包括第一导电型半导体层543a和第二导电型半导体层543b。此外，虽然在图中未示出，但可以分别在第一导电型半导体层523a与第二导电型半导体层523b之间、第一导电型半导体层533a与第二导电型半导体层533b之间以及第一导电型半导体层543a与第二导电型半导体层543b之间设置有源层。

[0756] 在该示例性实施例中，第一导电型半导体层523a、533a和543a中的每个是n型半导体层，第二导电型半导体层523b、533b和543b中的每个是p型半导体层。可以通过表面纹理化在第一导电型半导体层523a、533a和543a中的至少一个的表面上形成粗糙表面。

[0757] 第一LED堆叠件523设置在支撑基底551附近；第二LED堆叠件533设置在第一LED堆叠件523上；第三LED堆叠件543设置在第二LED堆叠件533上。此外，第二LED堆叠件533设置在第一LED堆叠件523上的一些区域中，使得第一LED堆叠件523与第二LED堆叠件533部分地叠置。此外，第三LED堆叠件543设置在第二LED堆叠件533上的一些区域中，使得第二LED堆叠件533与第三LED堆叠件543部分地叠置。因此，从第一LED堆叠件523产生的光的至少一部分可以发射到外部而不需要穿过第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543。此外，从第二LED堆叠件533产生的光的至少一部分可以发射到外部而不需要穿过第三LED堆叠件543。

[0758] 用于第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543的材料的细节与参照图60描述的用于第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543的材料的细节相同，并且将省略其详细描述。

[0759] 反射电极525与第一LED堆叠件523的下表面(即，第一LED堆叠件523的第一导电型半导体层523a)形成欧姆接触。反射电极525包括反射层以反射从第一LED堆叠件523发射的光。如图中所示，反射电极525可以几乎覆盖第一LED堆叠件的整个下表面。此外，反射电极525可以共同地连接到多个像素500A，以被用作数据线Vdata。

[0760] 反射电极525可以由与第一LED堆叠件523的第一导电型半导体层523a形成欧姆接触的材料层形成，并且可以包括适于反射从第一LED堆叠件523产生的光(例如，红光)的反射层。

[0761] 反射电极525可以包括欧姆反射层，并且可以由例如Au-Te合金或Au-Ge合金形成。这些合金对红色范围内的光具有高反射率，并与第一导电型半导体层523a形成欧姆接触。

[0762] 第一-2欧姆电极529与第一LED堆叠件523的第二导电型半导体层523b形成欧姆接触。第一-2欧姆电极529可以由例如Au-Zn合金或Au-Be合金形成。第一-2欧姆电极529可以包括垫(pad，也可以称为“焊盘”)区域和延伸部分，连接部575a可以如图64B中所示连接到垫区域。第一-2欧姆电极529可以与其中设置有第二LED堆叠件533的区域分开。

[0763] 第二-1欧姆电极537与第二LED堆叠件533的第一导电型半导体层533a形成欧姆接

触。第二-1欧姆电极537可以设置在第一导电型半导体层533a上。例如，可以通过去除设置在第一导电型半导体层533a上的第二导电型半导体层533b和有源层来暴露第一导电型半导体层533a，并且第二-1欧姆电极537可以设置在第一导电型半导体层533a的暴露的表面上。

[0764] 同时，如图64C中所示，连接部577b可以使第二-1欧姆电极537电连接到反射电极525。第二-1欧姆电极537可以与其中设置有第三LED堆叠件543的区域分开。

[0765] 第二-2欧姆电极539与第二LED堆叠件533的第二导电型半导体层533b形成欧姆接触。第二-2欧姆电极539可以设置在第二导电型半导体层533b上，以与其中设置有第三LED堆叠件543的区域分开。第二-2欧姆电极539可以如图64C中所示包括垫区域和延伸部分，连接部573a可以如图64C中所示连接到垫区域。

[0766] 第三-1欧姆电极547与第三LED堆叠件543的第一导电型半导体层543a形成欧姆接触。第三-1欧姆电极547可以设置在第一导电型半导体层543a上。例如，可以通过去除设置在第一导电型半导体层543a上的第二导电型半导体层543b和有源层来暴露第一导电型半导体层543a，并且第三-1欧姆电极547可以设置在第一导电型半导体层543a的暴露的表面上。如图64D中所示，连接部577a可以使第三-1欧姆电极547电连接到反射电极525。

[0767] 第三-2欧姆电极549与第三LED堆叠件543的第二导电型半导体层543b形成欧姆接触。第三-2欧姆电极549还可以包括垫区域和延伸部分，连接部571a可以如图64D中所示连接到第三-2欧姆电极549的垫区域。

[0768] 第一-2欧姆电极529、第二-2欧姆电极539和第三-2欧姆电极549中的每个可以包括延伸部分，以有助于每个LED堆叠件中的电流扩散。

[0769] 同时，第一滤色器535可以置于第一LED堆叠件523与第二LED堆叠件533之间。此外，第二滤色器545可以置于第二LED堆叠件533与第三LED堆叠件543之间。第一滤色器535透射从第一LED堆叠件523产生的光，同时反射从第二LED堆叠件533产生的光。同时，第二滤色器545透射从第一LED堆叠件523和第二LED堆叠件533产生的光，同时反射从第三LED堆叠件543产生的光。因此，从第一LED堆叠件523产生的光可以穿过第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543发射到外部，从第二LED堆叠件533产生的光可以穿过第三LED堆叠件543发射到外部。此外，发光二极管像素可以防止从第二LED堆叠件533产生的光进入第一LED堆叠件523，或者可以防止从第三LED堆叠件543产生的光进入第二LED堆叠件533，从而防止光损失。

[0770] 在一些示例性实施例中，第一滤色器535可以反射从第三LED堆叠件543产生的光。

[0771] 第一滤色器535和第二滤色器545可以是例如允许低频带(即，长波段)中的光通过其的低通滤波器、允许预定波段中的光通过其的带通滤波器或者防止预定波段中的光通过其的带阻滤波器。具体地，第一滤色器537和第二滤色器545中的每个可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层来形成，例如，通过交替堆叠TiO_2层和SiO_2层来形成。具体地，第一滤色器535和第二滤色器545可以包括分布式布拉格反射器(DBR)。可以通过调节TiO_2层和SiO_2层的厚度来控制分布式布拉格反射器的阻带。低通滤波器和带通滤波器也可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层来形成。

[0772] 第一结合层553使第一LED堆叠件523结合到支撑基底551。如图中所示，反射电极525可以毗邻第一结合层553。第一结合层553可以是透光层或不透光层。第一结合层5553可

以由有机材料或无机材料形成。有机材料的示例可以包括SU8、聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)、聚酰亚胺、聚对二甲苯、苯并环丁烯(BCB)或其它，无机材料的示例可以包括Al_2O_3、SiO_2、SiN_x或其它。有机材料层可以在高真空和高压条件下结合，无机材料层可以在通过例如化学机械抛光以使无机材料层的表面平坦化并使用等离子体改变表面能之后在高真空下结合。具体地，可以使用由能够吸收光的黑色环氧树脂形成的结合层作为第一结合层553，从而改善显示设备的对比度。第一结合层553也可以由旋涂玻璃形成。

[0773] 第二结合层555使第一LED堆叠件523结合到第二LED堆叠件533。第二结合层555可以置于第一LED堆叠件523与第一滤色器535之间。第二结合层555透射从第一LED堆叠件523产生的光，并且可以像第一结合层553一样由透光结合材料形成。

[0774] 绝缘层527可以置于第二结合层555与第一LED堆叠件523之间。绝缘层527可以毗邻第二导电型半导体层523b。绝缘层527可以由例如SiO_2形成，从而改善第二结合层555的结合强度。

[0775] 第三结合层557使第二LED堆叠件533结合到第三LED堆叠件543。第三结合层557可以置于第二LED堆叠件533与第二滤色器545之间，以使第二LED堆叠件533结合到第二滤色器545。第三结合层557透射从第一LED堆叠件523和第二LED堆叠件533产生的光，并且可以像第一结合层553一样由透光结合材料形成。

[0776] 下绝缘层561可以覆盖第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543。下绝缘层561覆盖在第一LED堆叠件523周围暴露的反射电极525。具体地，下绝缘层561可以具有开口以提供电连接路径。

[0777] 上绝缘层563覆盖下绝缘层561。上绝缘层563可以具有开口以提供电连接路径。

[0778] 下绝缘层561和上绝缘层563可以由任何绝缘材料(例如，氧化硅或氮化硅)形成，而不局限于此。

[0779] 如图62和图63中所示，互连线571、573和575可以被设置与反射电极525正交。互连线571和互连线575设置在上绝缘层563上，并且可以分别通过连接部571a和575a连接到第三-2欧姆电极549和第一-2欧姆电极529。为此，上绝缘层563和下绝缘层561可以具有暴露第三-2欧姆电极549和第一-2欧姆电极529的开口。

[0780] 互连线573设置在下绝缘层561上，并与反射电极525绝缘。互连线573可以设置在下绝缘层561与上绝缘层563之间，并且可以通过连接部573a连接到第二-2欧姆电极539。为此，下绝缘层561具有暴露第二-2欧姆电极539的开口。

[0781] 连接部577a和577b设置在下绝缘层561与上绝缘层563之间，并且分别使第三-1欧姆电极547和第二-1欧姆电极537电连接到反射电极525。为此，下绝缘层561可以具有暴露第三-1欧姆电极547和第二-1欧姆电极537的开口。

[0782] 互连线571和互连线573通过上绝缘层563而彼此绝缘，因此可以被设置为在竖直方向上叠置。

[0783] 虽然在该示例性实施例中，每个像素的电极连接到数据线和扫描线，但应理解的是，各种实施方式是可能的。在上述示例性实施例中，互连线571和互连线575形成在下绝缘层561上，互连线573设置在下绝缘层561与上绝缘层563之间。然而，应该理解的是，本公开不局限于此。例如，互连线571、573和575中的全部可以形成在下绝缘层561上且可以被上绝缘层563覆盖，连接部571a和575a可以形成在上绝缘层563上。

[0784] 接下来，将描述根据上述示例性实施例的制造显示设备5000A的方法。

[0785] 图65A至图77是示出制造根据本公开的特定示例性实施例的显示设备的方法的示意性剖视图。这些剖视图中的每个是沿对应平面图的线A-A截取的。

[0786] 首先，参照图65A和图65B，在第一基底521上生长第一LED堆叠件523。第一基底521可以是例如GaAs基底。此外，第一LED堆叠件523由AlGaInP基半导体层构成，并且包括第一导电型半导体层523a、有源层(未示出)和第二导电型半导体层523b。

[0787] 然后，在第一LED堆叠件523上形成绝缘层527。对绝缘层527进行图案化，使绝缘层527具有暴露第二导电型半导体层523b的开口。绝缘层527可以由亲水材料(例如SiO_2)形成。可以省略绝缘层527。

[0788] 可以在绝缘层527的开口内部形成第一-2欧姆电极529。第一-2欧姆电极529可以由例如Au-Zn合金或Au-Be合金形成。第一-2欧姆电极529可以被形成为具有垫区域和延伸部分。可以通过剥离工艺形成第一-2欧姆电极529以使第一-2欧姆电极529被定位在每个像素区域中。如图65A中所示，可以使第一-2欧姆电极529在每个像素区域中偏向一侧。

[0789] 然后，参照图66A，可以通过结合层5123a将初始基底5121a附着到第一LED堆叠件523的上侧。初始基底5121a不局限于特定基底，而是可以选自于能够支撑第一LED堆叠件523的任何基底。通过化学蚀刻从第一LED堆叠件523去除第一基底521。结果，第一LED堆叠件523的第一导电型半导体层523a的上表面被暴露。可以通过表面纹理化在第一导电型半导体层523a的暴露的上表面上形成粗糙表面。

[0790] 然后，在第一LED堆叠件523的暴露的表面上形成第一-1欧姆电极(反射电极)525。反射电极525可以由例如Au-Te合金或Au-Ge合金形成。可以通过剥离工艺形成反射电极525，并且可以对反射电极525进行图案化以具有特定形状。例如，可以对反射电极525进行图案化以具有使多个像素彼此连接的长度。然而，应理解的是，本公开不局限于此，而是可以在不对反射电极525进行图案化的情况下在第一LED堆叠件523的整个上表面上形成反射电极525之后，对反射电极525进行图案化。反射电极525可以与第一LED堆叠件523的第一导电型半导体层523a(即，第一LED堆叠件523的n型半导体层)形成欧姆接触。

[0791] 参照图66B，将支撑基底551经由第一结合层553结合到第一LED堆叠件523。位于第一LED堆叠件523上的反射电极525可以被设置为面对支撑基底551且结合到支撑基底551。因此，第一结合层553可以毗邻反射电极525和第一导电型半导体层523a。

[0792] 在结合到支撑基底551之后，可以去除初始基底5121a和结合层5123a。结果，绝缘层527和第一-2欧姆电极529可以被暴露。

[0793] 参照图67A，在第二基底531上生长第二LED堆叠件533。第二LED堆叠件533由GaN基半导体层构成，并且可以包括第一导电型半导体层533a、GaInN阱层和第二导电型半导体层533b。第二基底531是其上允许生长GaN基半导体层且不同于第一基底521的基底。可以确定第二LED堆叠件533的GaInN组成，使得第二LED堆叠件533可以发射绿光。

[0794] 参照图67B，可以通过结合层5123b将初始基底5121b附着到第二LED堆叠件533的上侧。初始基底5121b不局限于特定基底，而是可以选自于能够支撑第二LED堆叠件533的任何基底。

[0795] 参照图67C，去除第二基底531。可以通过激光剥离或化学蚀刻从第二LED堆叠件533去除第二基底531。结果，第二LED堆叠件533的第一导电型半导体层533a的上表面被暴

露。可以通过表面纹理化在第一导电型半导体层533a的暴露的上表面上形成粗糙表面。

[0796] 同时，可以在第一导电型半导体层533a的暴露的表面上形成第一滤色器535。第一滤色器535可以毗邻第一导电型半导体层533a。用于第一滤色器535的材料的细节与参照图64A描述的用于第一滤色器535的材料的细节相同，并且将省略其详细的描述。

[0797] 参照图68A，在第三基底541上生长第三LED堆叠件543。第三LED堆叠件543由GaN基半导体层构成，并且可以包括第一导电型半导体层543a、GaInN阱层和第二导电型半导体层543b。第三基底541是其上允许生长GaN基半导体层且不同于第一基底521的基底。可以确定第三LED堆叠件543的GaInN组成，使得第三LED堆叠件543可以发射蓝光。

[0798] 参照图68B，可以通过结合层5123c将初始基底5121c附着到第三LED堆叠件543的上侧。初始基底5121c不局限于特定基底，而是可以选自于能够支撑第三LED堆叠件543的任何基底。

[0799] 参照图68C，去除第三基底541。可以通过激光剥离或化学蚀刻从第三LED堆叠件543去除第三基底541。结果，第三LED堆叠件543的第一导电型半导体层543a的上表面被暴露。可以通过表面纹理化在第一导电型半导体层543a的暴露的上表面上形成粗糙表面。

[0800] 同时，可以在第一导电型半导体层543a的暴露的表面上形成第二滤色器545。第二滤色器545可以毗邻第一导电型半导体层543a。用于第二滤色器545的材料的细节与参照图64A描述的用于第二滤色器545的材料的细节相同，并且将省略其详细的描述。

[0801] 由于第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543在不同的基底上生长，所以形成第一LED堆叠件至第三LED堆叠件的顺序没有具体限制。

[0802] 参照图69A和图69B，将参照图67C描述的第二LED堆叠件533经由第二结合层555结合到如参照图66B所描述的绝缘层527和暴露的第一-2欧姆电极529。

[0803] 第一滤色器535被设置为面对支撑基底551并经由第二结合层555结合到绝缘层527。第二结合层555可以由透光材料形成。

[0804] 然后，去除初始基底5121b和结合层5123b，以暴露第二导电型半导体层533b的表面，并在第二导电型半导体层533b的暴露的表面上形成第二-2欧姆电极539。

[0805] 如图69A中所示，第二-2欧姆电极539可以包括垫区域和延伸部分。延伸部分可以在反射电极525的纵向方向上延伸。同时，第二-2欧姆电极539可以被设置为在水平方向上与第一-2欧姆电极529分开。第二-2欧姆电极539与第二导电型半导体层533b形成欧姆接触。

[0806] 然后，如图69A中所示，可以部分地去除第二导电型半导体层533b和有源层，以暴露第一导电型半导体层533a。可以通过台面蚀刻部分地去除第二导电型半导体层533b和有源层。

[0807] 此后，可以在第一导电型半导体层533a的暴露的表面上形成第二-1欧姆电极537。第二-1欧姆电极537与第一导电型半导体层533a形成欧姆接触。

[0808] 虽然在该示例性实施例中，第二-2欧姆电极539形成在第二-1欧姆电极537之前，但可以改变形成第二-2欧姆电极539和第二-1欧姆电极537的顺序。

[0809] 然后，参照图70A和图70B，将参照图68C描述的第三LED堆叠件543经由第三结合层557结合到其上形成有第二-1欧姆电极537和第二-2欧姆电极539的第二LED堆叠件533。

[0810] 第二滤色器545可以被设置为面对第二LED堆叠件533并通过第三结合层557结合

到第二LED堆叠件533。第三结合层557可以由透光材料形成。

[0811] 然后，可以去除初始基底5121c和结合层5123c以暴露第二导电型半导体层543b的表面，并且可以在第二导电型半导体层543b的暴露的表面上形成第三-2欧姆电极549。

[0812] 如图70A中所示，第三-2欧姆电极549可以包括垫区域和延伸部分。延伸部分可以在反射电极525的纵向方向上延伸。同时，第三-2欧姆电极549可以被设置为在水平方向上与第一-2欧姆电极529和第二-2欧姆电极539分开。第三-2欧姆电极549与第二导电型半导体层543b形成欧姆接触。

[0813] 同时，如图70A中所示，可以部分地去除第二导电型半导体层543b和有源层，以暴露第一导电型半导体层543a。可以通过台面蚀刻部分地去除第二导电型半导体层543b和有源层。

[0814] 然后，可以在第一导电型半导体层543a的暴露的表面上形成第三-1欧姆电极547。第三-1欧姆电极547与第一导电型半导体层543a形成欧姆接触。

[0815] 虽然在该示例性实施例中，第三-2欧姆电极549形成在第三-1欧姆电极547之前，但可以改变形成第三-2欧姆电极549和第三-1欧姆电极547的顺序。

[0816] 参照图71A和图71B，在每个像素区域中，对第三LED堆叠件543进行图案化，以去除除了用于第三子像素B的区域之外的第三LED堆叠件543。结果，限定第三子像素B。此外，还可以一起去除第二滤色器545和第三结合层557，从而如图中所示暴露第二LED堆叠件533的第二导电型半导体层533b、第二-1欧姆电极537和第二-2欧姆电极539。

[0817] 参照图72A和图72B，在每个像素区域中，对第二LED堆叠件533进行图案化，以去除除了用于第二子像素G的区域之外的区域中的第二LED堆叠件533。结果，限定第二子像素G。在用于第二子像素G的区域中，第二LED堆叠件533与第三LED堆叠件543部分地叠置。也就是说，对第二LED堆叠件533进行图案化，使得第三LED堆叠件543被设置在第二LED堆叠件533上的一些区域中。

[0818] 同时，还可以一起去除第一滤色器535、第二结合层555和绝缘层527，从而如图中所示暴露第一LED堆叠件523的第二导电型半导体层523b和第一-2欧姆电极529。

[0819] 参照图73A和图73B，对第一LED堆叠件523进行图案化，以去除除了用于第一子像素R的区域之外的区域中的第一LED堆叠件523。同时，第一-2欧姆电极529保留在用于第一子像素R的区域中。第一LED堆叠件523与第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543部分地叠置。也就是说，第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543被限制性地定位在第一LED堆叠件523的上部区域中。

[0820] 同时，当对第一LED堆叠件523进行图案化时，反射电极525可以被暴露，并且第一结合层553的表面也可以被部分地暴露。在其它示例性实施例中，可以在第一结合层553上设置绝缘层，并且可以通过图案化第一LED堆叠件523来暴露该绝缘层，而不是暴露第一结合层553的表面。

[0821] 参照图74A和图74B，形成下绝缘层561。下绝缘层561可以覆盖第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543，并且还可以覆盖反射电极525和第一结合层553。同时，可以对下绝缘层561进行图案化，以使下绝缘层561具有暴露第一-2欧姆电极529、第二-1欧姆电极537、第二-2欧姆电极539、第三-1欧姆电极547、第三-2欧姆电极549和反射电极525的开口。

[0822] 参照图75，在下绝缘层561上形成互连线573以及连接部573a、577a和577b。连接部573a使第二-2欧姆电极539连接到互连线573；连接部577a使第三-1欧姆电极547连接到反射电极525；连接部577b使第二-1欧姆电极537连接到反射电极525。沿图75的线A-A截取的剖视图与图74B相同，而在此未示出。

[0823] 然后，参照图76A和图76B，形成上绝缘层563。上绝缘层563覆盖互连线573以及连接部573a、577a和577b。这里，可以对上绝缘层563进行图案化，以暴露第一-2欧姆电极529的垫区域和第三-2欧姆电极549的垫区域。

[0824] 然后，参照图77，在上绝缘层563上形成互连线571和575以及连接部571a和575a。连接部571a使互连线571连接到第三-2欧姆电极549，连接部575a使互连线575连接到第一-2欧姆电极529。

[0825] 结果，完成参照图62和图63描述的显示设备5000A。沿图77的线A-A截取的剖视图与图76B相同，而在此未示出。

[0826] 在上面的示例性实施例中，通过示例的方式，像素以无源矩阵方式驱动，而该示例性实施例的像素可以以有源矩阵方式驱动。

[0827] 图78是示出根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。在该实施例中，显示设备以有源矩阵方式驱动。

[0828] 参照图78，根据该示例性实施例的驱动电路包括至少两个晶体管Tr1、Tr2和电容器。当电源连接到选择线Vrow1至Vrow3并将电压施加到数据线Vdata1至Vdata3时，向对应的发光二极管施加电压。此外，对应的电容器根据数据线Vdata1至Vdata3的值进行充电。由于可以通过电容器所充入的电压来保持晶体管Tr2的导通状态，所以即使当切断供应到选择线Vrow1的电力时，也可以保持电容器的电压，并且可以将电容器的电压施加到发光二极管LED1至LED3。此外，可以根据数据线Vdata1至Vdata3的值来改变发光二极管LED1至LED3中流过的电流。可以通过电流源Vdd连续供应电流，从而能够使光发射连续。

[0829] 晶体管Tr1和Tr2以及电容器可以形成在支撑基底551内侧。用于连接到晶体管和电容器的连接垫可以形成在支撑基底551的表面上。此外，可以在支撑基底551内侧或其表面上形成选择线和数据线。在该结构中，可以省略互连线571、573和575。

[0830] 这里，发光二极管LED1至LED3对应于每个像素中的第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543。第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543的阳极连接到晶体管Tr2，而它们的阴极可以接地。第一-2欧姆电极529、第二-2欧姆电极539和第三-2欧姆电极549可以通过连接部连接到支撑基底551上的连接垫，反射电极525可以通过连接到支撑基底551上的连接垫而接地。

[0831] 在该示例性实施例中，第一LED堆叠件523、第二LED堆叠件533和第三LED堆叠件543可以通过共同连接到反射电极525而接地。此外，反射电极525可以连续地设置在两个或更多个像素上，或者设置在全部像素上。因此，反射电极525可以共同地连接到显示设备中的全部LED堆叠件。反射电极525设置在像素与支撑基底551之间，从而消除有源矩阵电路的噪声。

[0832] 虽然该示例性实施例涉及用于有源矩阵驱动的电路，但也可以使用其它类型的电路。

[0833] 根据本公开的示例性实施例，可以使用晶圆结合以晶圆级形成多个像素，从而不

需要单独安装发光二极管。

[0834] 图79是根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件600的示意性剖视图。

[0835] 参照图79,发光二极管堆叠件600可以包括支撑基底651、第一-1LED堆叠件623a、第一-2LED堆叠件623b、第二LED堆叠件633、第三LED堆叠件643、第一-1下欧姆电极625a、第一-1上欧姆电极627a、第一-2下欧姆电极625b、第一-2上欧姆电极627b、第二透明电极635、第三透明电极645、第一滤色器637、第二滤色器647、第一结合层653、第二结合层655、第三结合层657和第四结合层659。

[0836] 支撑基底651支撑LED堆叠件623a、623b、633、643。支撑基底651可以包括位于其表面上或位于其中的电路,但不局限于此。支撑基底651可以包括例如Si基底或Ge基底。

[0837] 第一-1LED堆叠件623a、第一-2LED堆叠件623b、第二LED堆叠件633和第三LED堆叠件643中的每个包括n型半导体层、p型半导体层和置于n型半导体层与p型半导体层之间的有源层。有源层可以具有多量子阱结构。

[0838] 第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b可以是适于发射红光的无机发光二极管,第二LED堆叠件633可以是适于发射绿光的无机发光二极管,第三LED堆叠件643可以是适于发射蓝光的无机发光二极管。第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b可以包括AlGaInP基阱层,第二LED堆叠件633可以包括AlGaInP基阱层或AlGaInN基阱层。第三LED堆叠件643可以包括AlGaInN基阱层。第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b可以具有相同的结构和相同的组成,而不局限于此。例如,第一-1LED堆叠件623a相比于第一-2LED堆叠件623b可以发射具有更长波长的红光。

[0839] 此外,LED堆叠件623a、623b、633、643中的每个的两个表面分别是n型半导体层和p型半导体层。在该示例性实施例中,LED堆叠件623a、623b、633、643中的每个具有n型上表面和p型下表面。由于第三LED堆叠件643具有n型上表面,所以可以通过化学蚀刻在第三LED堆叠件643的上表面上形成粗糙表面。然而,应理解的是,本公开不局限于此,而是可以改变每个LED堆叠件的上表面和下表面的半导体类型。

[0840] 第一-1LED堆叠件623a设置在支撑基底651附近;第一-2LED堆叠件623b设置在第一-1LED堆叠件623a上;第二LED堆叠件633设置在第一-2LED堆叠件623b上;第三LED堆叠件643设置在第二LED堆叠件633上。由于第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b相比于第二LED堆叠件633和第三LED堆叠件643发射具有更长波长的光,所以从第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b产生的光可以穿过第二LED堆叠件633和第三LED堆叠件643发射到外部。此外,由于第二LED堆叠件633相比于第三LED堆叠件643发射具有更长波长的光,所以从第二LED堆叠件633产生的光可以穿过第三LED堆叠件643发射到外部。

[0841] 第一-1下欧姆电极625a与第一-1LED堆叠件623a的下表面(例如,第一-1LED堆叠件623a的p型半导体层)形成欧姆接触,并反射从第一-1LED堆叠件623a产生的光。第一-1下欧姆电极625a可以包括由例如Au-Zn合金或Au-Be合金形成的欧姆反射层。

[0842] 第一-1上欧姆电极627a与第一-1LED堆叠件623a的上表面(例如,第一-1LED堆叠件623a的n型半导体层)形成欧姆接触。第一-1上欧姆电极627a可以包括由例如Au-Te合金或Au-Ge合金形成的欧姆层。

[0843] 第一-2下欧姆电极625b与第一-2LED堆叠件623b的下表面(即,第一-2LED堆叠件

623b的p型半导体层)形成欧姆接触。第一-2下欧姆电极625b可以包括由例如Au-Zn合金或Au-Be合金形成的欧姆层。第一-2下欧姆电极625b相比于第一-1下欧姆电极625a具有更窄的区域,并且提供光可以穿过的路径。

[0844] 此外,第一-2下欧姆电极625b可以电连接到第一-1上欧姆电极627a。如图79中所示,第一-2下欧姆电极625b可以与第一-1上欧姆电极627a直接接触,但不局限于此。可选地,第一-2下欧姆电极625b可以如下所述通过透明导电结合层655电连接到第一-1上欧姆电极627a。

[0845] 当第一-2下欧姆电极625b电连接到第一-1上欧姆电极627a时,第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b可以彼此串联电连接。

[0846] 第一-2上欧姆电极627b与第一-2LED堆叠件623b的上表面(例如,第一-2LED堆叠件623b的n型半导体层)形成欧姆接触。第一-2上欧姆电极627b可以包括由例如Au-Te合金或Au-Ge合金形成的欧姆层。

[0847] 第二透明电极635与第二LED堆叠件633的p型半导体层形成欧姆接触。第二透明电极635可以由相对于红光和绿光透明的金属层或导电氧化物层构成。

[0848] 第三透明电极645与第三LED堆叠件643的p型半导体层形成欧姆接触。第三透明电极645可以由对红光、绿光和蓝光透明的金属层或导电氧化物层构成。

[0849] 第一-1下欧姆电极625a、第一-2下欧姆电极625b、第二透明电极635和第三透明电极645可以通过与各个LED堆叠件的p型半导体层欧姆接触而有助于电流扩散。

[0850] 第一滤色器637置于第一-2LED堆叠件623b与第二LED堆叠件633之间。此外,第二滤色器647置于第二LED堆叠件633与第三LED堆叠件643之间。第一滤色器637透射从第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b产生的光,同时反射从第二LED堆叠件633产生的光。第二滤色器647透射从第一-1LED堆叠件623a、第一-2LED堆叠件623b和第二LED堆叠件633产生的光,同时反射从第三LED堆叠件643产生的光。结果,从第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b产生的光可以穿过第二LED堆叠件633和第三LED堆叠件643发射到外部,从第二LED堆叠件633产生的光可以穿过第三LED堆叠件643发射到外部。此外,发光二极管堆叠件可以防止从第二LED堆叠件633产生的光进入第一-2LED堆叠件623b,或者可以防止从第三LED堆叠件643产生的光进入第二LED堆叠件633,从而防止光损失。

[0851] 在一些示例性实施例中,第一滤色器637可以反射从第三LED堆叠件643产生的光。

[0852] 第一滤色器637和第二滤色器647可以是例如允许低频带(即,长波段)中的光通过其的低通滤波器、允许预定波段中的光通过其的带通滤波器或者防止预定波段中的光通过其的带阻滤波器。具体地,第一滤色器637和第二滤色器647中的每个可以包括分布式布拉格反射器(DBR)。分布式布拉格反射器(DBR)反射特定波段(阻带)中的光,同时透射其它波长范围内的光。分布式布拉格反射器可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层(例如,TiO_2和SiO_2)来形成。此外,可以通过调节TiO_2层和SiO_2层的厚度来控制分布式布拉格反射器的阻带。低通滤波器和带通滤波器也可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层来形成。

[0853] 第一结合层653使第一-1LED堆叠件623a结合到支撑基底651。如图中所示,第一-1下欧姆电极625a可以毗邻第一结合层653。第一结合层653可以是透光层或不透光层。第一结合层653可以由有机材料或无机材料形成。有机材料的示例可以包括SU8、聚(甲基丙烯酸

甲酯)(PMMA)、聚酰亚胺、聚对二甲苯、苯并环丁烯(BCB)或其它,无机材料的示例可以包括Al_2O_3、SiO_2、SiN_x或其它。有机材料层可以在高真空和高压条件下结合,无机材料层可以在通过例如化学机械抛光以使无机材料层的表面平坦化并使用等离子体改变表面能之后在高真空下结合。具体地,可以使用由能够吸收光的黑色环氧树脂形成的结合层作为第一结合层653,从而改善显示设备的对比度。第一结合层653也可以由旋涂玻璃形成。

[0854] 第二结合层655使第一-2LED堆叠件623b结合到第一-1LED堆叠件623a。如图中所示,第一-1上欧姆电极627a和第一-2下欧姆电极625b可以设置在第二结合层655内部。

[0855] 第二结合层655可以是透光层,并且可以像第一结合层653中一样由有机材料或无机材料形成。此外,第二结合层655可以是绝缘层或导电层。例如,第二结合层655可以由诸如ITO、IZO、ZnO或其它的透明导电氧化物形成。

[0856] 当第二结合层655是绝缘层时,第一-1上欧姆电极627a和第一-2下欧姆电极625b彼此直接电连接。可选地,当第二结合层655是导电层时,第一-1上欧姆电极627a和第一-2下欧姆电极625b可以通过第二结合层655彼此电连接,而不是彼此直接连接。在该结构中,第一-1上欧姆电极627a和第一-2下欧姆电极625b不需要对齐,从而简化了制造发光二极管堆叠件600的工艺。

[0857] 第三结合层657使第二LED堆叠件633结合到第一-2LED堆叠件623b。如图中所示,第三结合层657可以毗邻第一-2LED堆叠件623b和第一滤色器637。

[0858] 第三结合层657透射从第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b产生的光。像第一结合层653中一样,第三结合层657可以由例如透明无机材料、透明有机材料、旋涂玻璃或透明导电材料形成。

[0859] 第四结合层659使第三LED堆叠件643结合到第二LED堆叠件633。如图中所示,第四结合层659可以毗邻第二LED堆叠件633和第二滤色器647。然而,应理解的是,本公开不局限于此。可选地,可以在第二LED堆叠件633上设置透明导电层。第四结合层659透射从第一-1LED堆叠件623a、第一-2LED堆叠件623b和第二LED堆叠件633产生的光。像第一结合层653中一样,第四结合层659可以由例如透明无机材料、透明有机材料、旋涂玻璃或透明导电材料形成。

[0860] 图80是示出根据本公开的一个示例性实施例的制造用于显示器的发光二极管堆叠件的方法的示意性剖视图。

[0861] 参照图80中的(a),首先,在第一-1基底621a上生长第一-1LED堆叠件623a,并在第一-1LED堆叠件623a上形成第一-1下欧姆电极625a。

[0862] 第一-1基底621a可以是例如GaAs基底。此外,第一-1LED堆叠件623a由AlGaInP基半导体层构成,并且包括n型半导体层、有源层和p型半导体层。第一-1下欧姆电极625a与p型半导体层形成欧姆接触。第一-1下欧姆电极625a可以覆盖第一-1LED堆叠件623a的整个区域。

[0863] 参照图80中的(b),在第一-2基底621b上生长第一-2LED堆叠件623b,并在第一-2LED堆叠件623b上形成第一-2下欧姆电极625b。

[0864] 第一-2基底621b可以是例如GaAs基底。此外,第一-2LED堆叠件623b由AlGaInP基半导体层构成,并且包括n型半导体层、有源层和p型半导体层。第一-2下欧姆电极625b与p型半导体层形成欧姆接触。第一-2下欧姆电极625b与第一-2LED堆叠件623b部分地接触。

[0865] 参照图80中的(c)，在第二基底631上生长第二LED堆叠件633，并在第二LED堆叠件633上形成第二透明电极635和第一滤色器637。第二LED堆叠件633可以由AlGaInP基半导体层或AlGaInN基半导体层构成，并且可以包括AlGaInP基阱层或AlGaInN基阱层。第二基底631可以是其上允许生长AlGaInP基半导体层的基底(例如，GaAs基底)或者其上允许生长GaN基半导体层的基底(例如，蓝宝石基底)。可以确定第二LED堆叠件633的Al、Ga和In的组成比，使得第二LED堆叠件633可以发射绿光。另一方面，第二透明电极635与p型半导体层形成欧姆接触。

[0866] 参照图80中的(d)，在第三基底641上生长第三LED堆叠件643，并在第三LED堆叠件643上形成第三透明电极645和第二滤色器647。第三LED堆叠件643可以由GaN基半导体层构成，并且可以包括AlGaInN基阱层。第三基底641是其上允许生长GaN基半导体层且不同于第一-1基底621a的基底。可以确定第三LED堆叠件643的Al、Ga和In的组成比，使得第三LED堆叠件643可以发射蓝光。另一方面，第三透明电极645与p型半导体层形成欧姆接触。

[0867] 第一滤色器637和第二滤色器647与参照图79描述的第一滤色器637和第二滤色器647相同，并且将省略其重复描述。

[0868] 参照图79和图80中的(a)，首先，将第一-1LED堆叠件623a经由第一结合层653结合到支撑基底651。第一-1下欧姆电极625a可以被设置为面对支撑基底651并通过第一结合层653结合到支撑基底651。另一方面，通过化学蚀刻从第一-1LED堆叠件623a去除第一-1基底621a。可以通过表面纹理化在第一-1LED堆叠件623a的暴露的表面上形成粗糙表面。

[0869] 如图79中所示，在第一-1LED堆叠件623a的暴露的表面上形成第一-1上欧姆电极627a。

[0870] 然后，参照图79和图80中的(b)，将第一-2LED堆叠件623b经由第二结合层655结合到第一-1LED堆叠件623a。第一-2下欧姆电极625b可以被设置为面对第一-1LED堆叠件623a并结合到第一-1LED堆叠件623a。

[0871] 第二结合层655可以是例如透明导电氧化物层，因此可以使第一-1上欧姆电极627a和第一-2下欧姆电极625b彼此电连接。可选地，当第二结合层655是绝缘层时，第一-2下欧姆电极625b与第一-1上欧姆电极627a对齐，以与第一-1上欧姆电极627a直接接触。

[0872] 当第二结合层655是透明导电氧化物层时，分别在第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b上沉积透明导电氧化物层，并使透明导电氧化物层彼此结合以形成第二结合层655。可以通过化学机械抛光将形成在第一-1LED堆叠件623a的表面和第一-2LED堆叠件623b的表面上的透明导电氧化物层平坦化。可选地，将形成在第一-1上欧姆电极627a和第一-1LED堆叠件623a上的透明导电氧化物层加工为彼此齐平，并且将形成在第一-2下欧姆电极625b的表面和第一-2LED堆叠件623b的表面上的透明导电氧化物层加工为彼此齐平，随后结合透明导电氧化物层。

[0873] 参照图79和图80中的(c)，将第二LED堆叠件633经由第三结合层657结合到第一-2LED堆叠件623b。第一滤色器637可以被设置为面对第一-2LED堆叠件623b并通过第三结合层657结合到第一-2LED堆叠件623b。另一方面，可以通过激光剥离、化学剥离或化学蚀刻使第二基底631与第二LED堆叠件633分离。在分离第二基底631之后，可以通过表面纹理化在第二LED堆叠件633的表面上形成粗糙表面。

[0874] 参照图79和图80中的(d)，将第三LED堆叠件643经由第四结合层659结合到第二

LED堆叠件633。第二滤色器647可以被设置为面对第二LED堆叠件633并通过第四结合层659结合到第二LED堆叠件633。

[0875] 另一方面，可以通过激光剥离、化学剥离或化学蚀刻将第三LED堆叠件643与第三基底641分离。结果，如图79中所示，可以提供一种用于显示器的其中第三LED堆叠件643的n型半导体层被暴露的发光二极管堆叠件。可以通过表面纹理化在第三LED堆叠件643的表面上形成粗糙表面。

[0876] 显示设备可以通过以下方式设置：以像素为单位使支撑基底651上的第一-1LED堆叠件623a、第一-2LED堆叠件623b、第二LED堆叠件633和第三LED堆叠件643的堆叠件图案化，随后通过互连线使第一-1LED堆叠件、第一-2LED堆叠件、第二LED堆叠件和第三LED堆叠件彼此连接。在下文中，将描述显示设备的示例性实施例。

[0877] 图81是示出根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图，图82是根据本公开的示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0878] 首先，参照图81和图82，根据该示例性实施例的显示设备可以被实现为以无源矩阵方式进行操作。

[0879] 例如，由于参照图79描述的用于显示器的发光二极管堆叠件具有这样的结构：LED堆叠件623a、623b、633、643沿竖直方向堆叠，所以一个像素包括至少四个发光二极管R1、R2、G、B。这里，第一-1发光二极管R1对应于第一-1LED堆叠件623a，第一-2发光二极管R2对应于第一-2LED堆叠件623b，第二发光二极管G对应于第二LED堆叠件633，第三发光二极管B对应于第三LED堆叠件643。

[0880] 在图81和图82中，一个像素包括第一-1发光二极管R1、第一-2发光二极管R2、第二发光二极管G和第三发光二极管B，其中，第一-1发光二极管和第一-2发光二极管对应于发射红光的子像素，第二发光二极管G和第三发光二极管B分别对应于发射绿光和蓝光的子像素。

[0881] 这里，第一-1发光二极管R1串联连接到第一-2发光二极管R2；第一-1发光二极管R1和第一-2发光二极管R2的阳极连接到公共线(例如，数据线)；而它们的阴极连接到扫描线。另一方面，第二发光二极管G和第三发光二极管B的阳极连接到公共线(例如，数据线)，而它们的阴极连接到不同的线(例如，扫描线)。

[0882] 例如，在第一像素中，第一-1发光二极管R1和第一-2发光二极管R2彼此串联连接。这里，第一-1发光二极管R1和第一-2发光二极管R2的阳极(即，第一-1发光二极管R1的阳极)与第二发光二极管G的阳极和第三发光二极管B的阳极一起共同连接到数据线Vdata1，第一-2发光二极管R2的阴极、第二发光二极管G的阴极和第三发光二极管B的阴极分别连接到扫描线Vscan1-3、Vscan1-2和Vscan1-1。因此，第一-1发光二极管R1和第一-2发光二极管R2可以一起被驱动，第二发光二极管G和第三发光二极管B可以独立于第一-1发光二极管R1和第一-2发光二极管R2而被驱动。

[0883] 此外，通过脉冲宽度调制或通过改变电流的大小来驱动发光二极管R1、R2、G、B中的每个，从而能够调节每个子像素的亮度。此外，在该示例性实施例中，第一-1发光二极管R1和第一-2发光二极管R2二者都发射具有低可视性的红光，从而改善红光的亮度。

[0884] 再次参照图82，通过图案化参照图79描述的堆叠件来形成多个像素，并且每个像素连接到第一-1下欧姆电极625a和互连线671、673、675。如图81中所示，第一-1下欧姆电极

625a可以被用作数据线Vdata，互连线671、673、675可以被用作扫描线。

[0885] 像素可以以矩阵形式布置，每个像素的发光二极管R1、G、B的阳极共同连接到第一-1下欧姆电极625a，每个像素的发光二极管R2、G、B的阴极连接到彼此分开的互连线671、673、675。这里，互连线671、673、675可以被用作扫描线Vscan。

[0886] 图83是图82中示出的显示设备的一个像素的放大平面图，图84是沿图83的线A-A截取的示意性剖视图，图85是沿图83的线B-B截取的示意性剖视图。

[0887] 参照图82、图83、图84和图85，在每个像素中，第一-1下欧姆电极625a的一部分、第一-2上欧姆电极627b的上表面、第二透明电极635的一部分、第二LED堆叠件633的上表面的一部分、第三透明电极645的一部分和第三LED堆叠件643的上表面可以暴露于外部。

[0888] 第三LED堆叠件643可以在其上表面上具有粗糙表面643a。粗糙表面643a可以形成在第三LED堆叠件643的整个上表面上，或者可以如图中所示形成在其一些区域中。

[0889] 下绝缘层661可以覆盖每个像素的侧表面。下绝缘层661可以由诸如SiO_2的透光材料形成。在该结构中，下绝缘层661可以覆盖整个第三LED堆叠件643的上表面。可选地，下绝缘层661可以包括分布式布拉格反射器，以反射朝向第一-1LED堆叠件623a、第一-2LED堆叠件623b、第二LED堆叠件633和第三LED堆叠件643的侧表面行进的光。在这种情况下，下绝缘层661至少部分地暴露第三LED堆叠件643的上表面。

[0890] 下绝缘层661可以包括暴露第三LED堆叠件643的上表面的开口661a、暴露第二LED堆叠件633的上表面的开口661b、暴露第一-2上欧姆电极627b的上表面的开口661c(见图86H)、暴露第三透明电极645的开口661d、暴露第二透明电极635的开口661e和暴露第一-1下欧姆电极625a的开口661f。

[0891] 互连线671和675可以在支撑基底651上形成在LED堆叠件623a、623b、633和643附近，并且可以设置在下绝缘层661上以与第一-1下欧姆电极625a绝缘。另一方面，连接部677a使第三透明电极645连接到第一-1下欧姆电极625a，连接部677b使第二透明电极635连接到第一-1下欧姆电极625a，使得第一-1LED堆叠件623a、第二LED堆叠件633和第三LED堆叠件643的阳极共同连接到第一-1下欧姆电极625a。

[0892] 连接部671a使第三LED堆叠件643的上表面连接到互连线671，连接部675a使第一-2上欧姆电极627b的上表面连接到互连线675。

[0893] 上绝缘层681可以设置在互连线671、675和下绝缘层661上，以覆盖第三LED堆叠件643的上表面。上绝缘层681可以具有部分地暴露第二LED堆叠件633的上表面的开口681a。

[0894] 上绝缘层681可以由例如氧化硅或氮化硅形成，并且可以包括分布式布拉格反射器。此外，上绝缘层681可以包括透明绝缘层以及形成在透明绝缘层上以反射光的反射金属层或多层有机反射层，或者可以包括由黑色环氧树脂形成的光吸收层以阻挡光。

[0895] 在其中上绝缘层681反射或阻挡光的结构中，上绝缘层681被形成为至少部分地暴露第三LED堆叠件643的上表面以使光发射到外部。为了从外部进行电连接，可以部分地去除上绝缘层681以暴露互连线671、673、675。可选地，可以省略上绝缘层681。

[0896] 互连线673可以设置在上绝缘层681上，连接部673a可以使第二LED堆叠件633的上表面连接到互连线673。连接部673a可以跨过互连线675，并且通过上绝缘层681与互连线675绝缘。

[0897] 虽然在该示例性实施例中每个像素的电极连接到数据线和扫描线，但应理解的

是，各种实施方式是可能的。在上面的示例性实施例中，互连线671、675形成在下绝缘层661上，互连线673形成在上绝缘层681上。然而，应该理解的是，本公开不局限于此。例如，互连线671、673和675中的全部可以形成在下绝缘层661上，并且可以被上绝缘层681覆盖，上绝缘层681可以具有被构造为暴露互连线673的开口。在该结构中，连接部673a可以通过上绝缘层681的开口使第二LED堆叠件633的上表面连接到互连线673。

[0898] 可选地，互连线671、673和675可以形成在支撑基底651内侧，位于下绝缘层661上的连接部671a、673a和675a可以使LED堆叠件623a、633和643的阴极连接到互连线671、673和675。

[0899] 图86A至图86K是示出制造根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的方法的示意性平面图。在此，下面将给出形成图83的像素的方法的描述。

[0900] 首先，准备图79中描述的发光二极管堆叠件600。

[0901] 然后，参照图86A，可以在第三LED堆叠件643的上表面上形成粗糙表面643a。粗糙表面643a可以形成在第三LED堆叠件643的上表面上，以对应于每个像素区域。可以通过化学蚀刻(例如，光增强化学蚀刻(PEC))形成粗糙表面643a。

[0902] 考虑到第三LED堆叠件643的在随后工艺中要被蚀刻的区域，可以在每个像素区域中部分地形成粗糙表面643a，而不局限于此。可选地，粗糙表面643a可以形成在第三LED堆叠件643的整个上表面上。

[0903] 参照图86B，通过蚀刻去除每个像素中的第三LED堆叠件643的外围区域以暴露第三透明电极645。如图中所示，可以将第三LED堆叠件643保留为具有矩形形状或正方形形状。这里，可以沿第三LED堆叠件643的边缘形成多个凹陷。

[0904] 参照图86C，通过去除暴露在除了第三透明电极645的暴露在一个凹陷中的部分之外的其它区域中的第三透明电极645，接着通过顺序地去除第二滤色器647和第四结合层659，第二LED堆叠件633的上表面被暴露。因此，第二LED堆叠件633的上表面暴露在第三LED堆叠件643周围和除了其中保留有第三透明电极645的凹陷之外的其它凹陷中。

[0905] 参照图86D，通过去除暴露在除了第二LED堆叠件633的暴露在一个凹陷中的部分之外的其它区域中的第二LED堆叠件633，第二透明电极635被暴露。

[0906] 参照图86E，通过去除暴露在除了第二透明电极635的暴露在一个凹陷中的部分之外的其它区域中的第二透明电极635，接着通过顺序地去除第一滤色器637和第三结合层657，第一-2LED堆叠件623b的上表面被暴露。因此，第一-2LED堆叠件623b的上表面暴露在第三LED堆叠件643周围。当第一-2LED堆叠件623b的上表面被暴露时，第一-2上欧姆电极627b也被暴露。如图中所示，第一-2上欧姆电极627b可以暴露在第三LED堆叠件643的至少一个凹陷中。

[0907] 参照图86F，通过去除暴露在第三LED堆叠件643周围的第一-2LED堆叠件623b，接着通过顺序地去除第二结合层655和第一-1LED堆叠件623a，第一-1下欧姆电极625a被暴露。第一-1下欧姆电极625a暴露在第三LED堆叠件643周围。

[0908] 参照图86G，通过图案化第一-1下欧姆电极625a形成线性互连线。这里，支撑基底651可以被暴露。第一-1下欧姆电极625a可以将以矩阵布置的像素之中的布置在一列中的像素彼此连接(见图82)。

[0909] 参照图86H，形成下绝缘层661(见图84和图85)以覆盖像素。下绝缘层661覆盖第

一-1下欧姆电极625a以及LED堆叠件623a、623b、633和643的侧表面。此外，下绝缘层661可以至少部分地覆盖第三LED堆叠件643的上表面。如果下绝缘层661为诸如SiO_2层的透明层，则下绝缘层661可以覆盖第三LED堆叠件643的整个上表面。可选地，下绝缘层661可以包括分布式布拉格反射器。在该结构中，下绝缘层661可以至少部分地暴露第三LED堆叠件643的上表面以使光发射到外部。

[0910] 下绝缘层661可以包括暴露第三LED堆叠件643的开口661a、暴露第二LED堆叠件633的开口661b、暴露第一-2上欧姆电极627b的开口661c、暴露第三透明电极645的开口661d、暴露第二透明电极635的开口661e和暴露第一-1下欧姆电极625a的开口661f。可以形成适于暴露第一-1下欧姆电极625a的至少两个开口661f。

[0911] 参照图86I，形成互连线671、675以及连接部671a、675a、677a和677b。可以通过剥离工艺形成互连线671、675以及连接部671a、675a、677a和677b。互连线671、675通过下绝缘层661与第一-1下欧姆电极625a绝缘。连接部671a使第三LED堆叠件643电连接到互连线671，连接部675a使第一-2上欧姆电极627b电连接到互连线675。连接部677a使第三透明电极645电连接到第一-1下欧姆电极625a，连接部677b使第二透明电极635电连接到第一-1下欧姆电极625a。

[0912] 参照图86J，上绝缘层681(见图84和图85)覆盖互连线671和675以及连接部671a、675a、677a和677b。上绝缘层681也可以覆盖第三LED堆叠件643的整个上表面。上绝缘层681具有暴露第二LED堆叠件633的上表面的开口681a。上绝缘层681可以由例如氧化硅或氮化硅形成，并且可以包括分布式布拉格反射器。在上绝缘层681包括分布式布拉格反射器的结构中，上绝缘层681被形成为暴露第三LED堆叠件643的上表面的至少一部分，以使光发射到外部。

[0913] 参照图86K，形成互连线673和连接部673a。可以通过剥离工艺形成互连线673和连接部673a。互连线673设置在上绝缘层681上，并与第一-1下欧姆电极625a和互连线671、675绝缘。连接部673a使第二LED堆叠件633电连接到互连线673。连接部673a可以跨过互连线675，并且通过上绝缘层681与互连线675绝缘。

[0914] 结果，完成像素区域，如图83中所示。此外，如图82中所示，可以在支撑基底651上形成多个像素，并且多个像素可以通过第一-1下欧姆电极625a以及互连线671、673和675彼此连接，从而以无源矩阵方式进行操作。

[0915] 虽然在该示例性实施例中示出了制造适于以无源矩阵方式进行操作的显示设备的方法，但应理解的是，本公开不局限于此。也就是说，可以以各种方式来制造根据示例性实施例的显示设备，以使用图79中示出的发光二极管堆叠件以无源矩阵方式进行操作。

[0916] 例如，虽然互连线673在该示例性实施例中被示出为形成在上绝缘层681上，但互连线673可以与互连线671和675一起形成在下绝缘层661上，并且连接部673a可以形成在下绝缘层661上以使第二LED堆叠件633连接到互连线673。可选地，互连线671、673和675可以设置在支撑基底651内侧。

[0917] 图87是根据本公开的另一示例性实施例的用于显示设备的发光二极管堆叠件601的的示意性剖视图。

[0918] 参照图87，除了第一-1上欧姆电极627a和第一-2下欧姆电极625b彼此绝缘之外，根据该示例性实施例的发光二极管堆叠件601总体上与参照图79描述的发光二极管堆叠件

600相似。

[0919] 具体地，第一-1上欧姆电极627a和第一-2下欧姆电极625b彼此分开且彼此电绝缘。为此，第二结合层655由透光绝缘层形成。

[0920] 可以通过图案化发光二极管堆叠件601在支撑基底651上形成多个像素，并且第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b可以通过连接部而彼此并联连接。

[0921] 图88是示出根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。在该示例性实施例中，第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b彼此并联连接以形成无源矩阵。

[0922] 参照图88，除了第一-1发光二极管R1和第一-2发光二极管R2彼此并联连接之外，根据该示例性实施例的显示设备总体上与参照图81描述的显示设备相似。

[0923] 在该示例性实施例中，图87的第一-2上欧姆电极627b电连接到第一-1上欧姆电极627a，第一-2下欧姆电极625b电连接到第一-1下欧姆电极625a。

[0924] 第一-1下欧姆电极625a可以被用作公共线，第一-2下欧姆电极625b通过连接部电连接到第一-1下欧姆电极625a。第一-2上欧姆电极627b与第一-1上欧姆电极627a一起连接到互连线675。

[0925] 该示例性实施例提供了其中在每个像素中第一-1发光二极管R1和第一-2发光二极管R2彼此并联连接的显示设备。

[0926] 根据本公开的示例性实施例，由于能够使用用于显示器的发光二极管堆叠件600或601以晶圆级形成多个像素，所以不需要单独安装发光二极管。此外，根据示例性实施例的发光二极管堆叠件具有这样的结构：LED堆叠件623a、623b、633、643沿竖直方向一个在另一个上地堆叠，从而在有限的像素区域中确保用于子像素的区域。此外，发射具有低可视性的光的多个LED堆叠件一个在另一个上地堆叠，从而改善红光的亮度，而不显著改变有限区域中的电流密度。

[0927] 虽然在上面的示例性实施例中，第一-1LED堆叠件623a、第一-2LED堆叠件623b、第二LED堆叠件633和第三LED堆叠件643被示出为彼此叠置且具有大致相似的发光区域，但是这些LED堆叠件不必具有相似的发光区域。具体地，第二LED堆叠件633可以设置在第一-2LED堆叠件623b上的一些区域中，第三LED堆叠件643可以设置在第二LED堆叠件633上的一些区域中。此外，第一-2LED堆叠件623b也可以设置在第一-1LED堆叠件623a上的一些区域中。利用该结构，具有低可视性的第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b相比于第二LED堆叠件633和第三LED堆叠件643具有更大的发光区域，从而进一步改善亮度。此外，从第一-1LED堆叠件623a和第一-2LED堆叠件623b产生的光的至少一部分可以发射到外部而不需要穿过第二LED堆叠件633和第三LED堆叠件643，从第二LED堆叠件633产生的光的至少一部分可以发射到外部而不需要穿过第三LED堆叠件643，从而进一步改善发光效率。

[0928] 图89A是根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件700的示意性剖视图，图89B是图89A中示出的第一LED堆叠件723的放大剖视图。

[0929] 参照图89A和图89B，发光二极管堆叠件700可以包括支撑基底751、第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733、第三LED堆叠件743、第一反射电极725、第一欧姆电极727、第二透明电极735、第三透明电极745、第一滤色器737、第二滤色器747、第一结合层753、第二结合层755和第三结合层757。

[0930] 支撑基底751支撑LED堆叠件723、733、743。支撑基底751可以包括位于其表面上或位于其中的电路，但不局限于此。支撑基底751可以包括例如Si基底或Ge基底。

[0931] 在该示例性实施例中，相比于第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743，第一LED堆叠件723可以是适于发射具有更长波长的光(例如，红光)的无机发光二极管。此外，相比于第三LED堆叠件743，第二LED堆叠件733可以是适于发射具有更长波长的光(例如，绿光)的无机发光二极管，并且第三LED堆叠件743可以是适于发射蓝光的无机发光二极管。然而，应该理解的是，本公开不局限于此。

[0932] 在该示例性实施例中，第一LED堆叠件723可以具有多结LED堆叠结构，并且可以如图89B中所示包括例如第一-1LED堆叠件723a、第一-2LED堆叠件723b和隧道结层7130。

[0933] 第一-1LED堆叠件723a可以包括n型半导体层7123、有源层7125和p型半导体层7127。n型半导体层7123可以由单层或多层构成。例如，n型半导体层7123可以包括AlGaInP基的n型覆层和n型窗层。p型半导体层7127可以包括例如AlGaInP基的p型覆层。有源层7125可以具有多量子阱层结构，并且可以包括AlGaInP基阱层。

[0934] 第一-2LED堆叠件723b可以包括n型半导体层7133、有源层7135、p型半导体层7137和高密度p接触层7139。n型半导体层7133可以包括AlGaInP基的n型覆层。p型半导体层7137可以由单层或多层构成，并且可以包括例如AlGaInP基的p型覆层和p型窗层。有源层7135可以具有多量子阱层结构，并且可以包括AlGaInP基阱层。高密度p接触层7139可以由例如高密度p-GaP形成。

[0935] 隧道结层7130可以包括AlGaInP基的高密度掺杂的p型层7129和高密度掺杂的n型层7131。电流可以通过隧道结层7130来传导，其中高密度掺杂的n型层7131结合到高密度掺杂的p型层7129。

[0936] 在该示例性实施例中，两个LED堆叠件723a、723b通过隧道结层7130彼此结合。然而，应理解的是，更多个LED堆叠件可以通过两个或更多个隧道结层彼此结合。

[0937] 利用多结LED堆叠结构，发光二极管堆叠件可以提高具有低可视性的光的发光强度，而不需要增大面积和电流密度。

[0938] 在该示例性实施例中，第一LED堆叠件723具有n型上表面和p型下表面。然而，应理解的是，本公开不局限于此，而是可以改变上表面和下表面的半导体类型。

[0939] 第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743中的每个包括n型半导体层、p型半导体层和置于n型半导体层与p型半导体层之间的有源层。有源层可以具有多量子阱结构。第二LED堆叠件733可以包括AlGaInP基阱层或AlGaInN基阱层，第三LED堆叠件743可以包括AlGaInN基阱层。

[0940] 此外，第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743中的每个的两个表面分别是n型半导体层和p型半导体层。在该示例性实施例中，第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743中的每个具有n型上表面和p型下表面。由于第三LED堆叠件743具有n型上表面，所以可以通过化学蚀刻在第三LED堆叠件743的上表面上形成粗糙表面。然而，应理解的是，本公开不局限于此，而是可以改变LED堆叠件733、743中的每个的上表面和下表面的半导体类型。

[0941] 第一LED堆叠件723设置在支撑基底751附近；第二LED堆叠件733设置在第一LED堆叠件723上；第三LED堆叠件743设置在第二LED堆叠件上。由于第一LED堆叠件723相比于第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743发射具有更长波长的光，所以从第一LED堆叠件723产

生的光可以穿过第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743发射到外部。此外，由于第二LED堆叠件733相比于第三LED堆叠件743发射具有更长波长的光，所以从第二LED堆叠件733产生的光可以穿过第三LED堆叠件743发射到外部。

[0942] 第一反射电极725与第一LED堆叠件723的下表面(例如，第一LED堆叠件723的p型半导体层)形成欧姆接触，并反射从第一LED堆叠件723产生的光。例如，第一反射电极725可以包括由例如Au-Zn合金或Au-Be合金形成的欧姆反射层。

[0943] 第一欧姆电极727与第一LED堆叠件723的上表面(例如，第一LED堆叠件723的n型半导体层)形成欧姆接触。第一欧姆电极727可以包括由例如Au-Te合金或Au-Ge合金形成的欧姆层。第一欧姆电极727可以形成在每个像素区域中。

[0944] 第二透明电极735与第二LED堆叠件733的下表面(例如，第二LED堆叠件733的p型半导体层)形成欧姆接触。第二透明电极735可以由相对于红光和绿光透明的金属层或导电氧化物层构成。

[0945] 第三透明电极745与第三LED堆叠件743的下表面(例如，第三LED堆叠件743的p型半导体层)形成欧姆接触。第三透明电极745可以由相对于红光、绿光和蓝光透明的金属层或导电氧化物层构成。

[0946] 第一反射电极725、第二透明电极735和第三透明电极745通过与各个LED堆叠件的p型半导体层的欧姆接触而有助于在其p型半导体层中的电流扩散。

[0947] 第一滤色器737置于第一LED堆叠件723与第二LED堆叠件733之间。此外，第二滤色器747置于第二LED堆叠件733与第三LED堆叠件743之间。第一滤色器737透射从第一LED堆叠件723产生的光，同时反射从第二LED堆叠件733产生的光。第二滤色器747透射从第一LED堆叠件723和第二LED堆叠件733产生的光，同时反射从第三LED堆叠件743产生的光。结果，从第一LED堆叠件723产生的光可以穿过第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743发射到外部，从第二LED堆叠件733产生的光可以穿过第三LED堆叠件743发射到外部。此外，发光二极管堆叠件可以防止从第二LED堆叠件733产生的光进入第一LED堆叠件723，或者可以防止从第三LED堆叠件743产生的光进入第二LED堆叠件733，从而防止光损失。

[0948] 在一些示例性实施例中，第一滤色器737可以反射从第三LED堆叠件743产生的光。

[0949] 第一滤色器737和第二滤色器747可以是例如允许低频带中(即，长波段中)的光通过其的低通滤波器、允许预定波段中的光通过其的带通滤波器或者防止预定波段中的光通过其的带阻滤波器。具体地，第一滤色器737和第二滤色器747中的每个可以包括分布式布拉格反射器(DBR)。分布式布拉格反射器(DBR)反射特定波段(阻带)中的光，同时透射其它波长范围内的光。分布式布拉格反射器可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层(例如，TiO_2和SiO_2)来形成。此外，可以通过调节TiO_2层和SiO_2层的厚度来控制分布式布拉格反射器的阻带。低通滤波器和带通滤波器也可以通过一个在另一个上地交替地堆叠具有不同折射率的绝缘层来形成。

[0950] 第一结合层753使第一LED堆叠件723结合到支撑基底751。如图中所示，第一反射电极725可以毗邻第一结合层753。第一结合层753可以是透光层或不透光层。第一结合层753可以由有机材料或无机材料形成。有机材料的示例可以包括SU8、聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)、聚酰亚胺、聚对二甲苯、苯并环丁烯(BCB)或其它，无机材料的示例可以包括Al_2O_3、SiO_2、SiN_x或其它。有机材料层可以在高真空和高压条件下结合，无机材料层可以在通过例

如化学机械抛光以使无机材料层的表面平坦化并使用等离子体改变表面能之后在高真空下结合。具体地，可以使用由能够吸收光的黑色环氧树脂形成的结合层作为第一结合层753，从而改善显示设备的对比度。第一结合层753也可以由旋涂玻璃或透明导电材料形成。

[0951] 第二结合层755使第二LED堆叠件733结合到第一LED堆叠件723。如图中所示，第二结合层755可以毗邻第一LED堆叠件723和第一滤色器737。第二结合层755可以覆盖第一欧姆电极727。

[0952] 第二结合层755可以像第一结合层753中一样由透光材料形成。第二结合层755可以是例如透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层，或者可以由透光的旋涂玻璃形成。

[0953] 第三结合层757使第三LED堆叠件743结合到第二LED堆叠件733。如图中所示，第三结合层757可以毗邻第二LED堆叠件733和第二滤色器747。然而，应理解的是，本公开不局限于此，可以在第二LED堆叠件733上设置透明导电层。第三结合层757透射从第一LED堆叠件723和第二LED堆叠件733产生的光。第三结合层757可以像第一结合层753中一样由透光材料形成。第三结合层757可以是例如透明无机绝缘层、透明有机绝缘层或透明导电层，或者可以由透光的旋涂玻璃形成。

[0954] 图90A、图90B和图90C是示出制造根据本公开的一个示例性实施例的用于显示器的发光二极管堆叠件的方法的示意性剖视图。

[0955] 参照图90A，首先，在第一基底721上生长n型GaAs层7121，在n型GaAs层7121上生长第一LED堆叠件723，并在第一LED堆叠件723上生长第一反射电极725。可以省略n型GaAs层7121。

[0956] 第一基底721可以是例如GaAs基底。此外，第一LED堆叠件723具有多结LED堆叠结构，并且包括第一-1LED堆叠件723a、隧道结层7130和第一-2LED堆叠件723b。第一-1LED堆叠件723a和第一-2LED堆叠件723b通过隧道结层7130彼此连续地连接。图90A的第一LED堆叠件723与图89B的第一LED堆叠件723的倒置结构相同，并且将省略其重复的描述。

[0957] 第一反射电极725与第一-2LED堆叠件723b的上表面形成欧姆接触。第一反射电极725可以与例如p接触层7139(见图89B)形成欧姆接触。

[0958] 参照图90B，在第二基底731上生长第二LED堆叠件733，并在第二LED堆叠件733上形成第二透明电极735和第一滤色器737。第二LED堆叠件733可以由AlGaInP基半导体层或AlGaInN基半导体层构成，并且可以包括n型半导体层、p型半导体层和阱层。第二基底731可以是其上允许生长AlGaInP基半导体层的基底(例如，GaAs基底)或者其上允许生长GaN基半导体层的基底(例如，蓝宝石基底)。可以确定第二LED堆叠件733的Al、Ga和In的组成比，使得第二LED堆叠件733可以发射绿光。另一方面，第二透明电极735与p型半导体层形成欧姆接触。

[0959] 参照图90C，在第三基底741上生长第三LED堆叠件743，并在第三LED堆叠件743上形成第三透明电极745和第二滤色器747。第三LED堆叠件743可以由GaN基半导体层构成，并且可以包括n型半导体层、p型半导体层和AlGaInN基阱层。第三基底741是其上允许生长GaN基半导体层且不同于第一基底721的基底。可以确定第三LED堆叠件743的Al、Ga和In的组成比，使得第三LED堆叠件743可以发射蓝光。另一方面，第三透明电极745与p型半导体层形成欧姆接触。

[0960] 第一滤色器737和第二滤色器747与参照图89A描述的第一滤色器737和第二滤色器747相同，并且将省略其重复描述。

[0961] 参照图89A和图90A，首先，将第一LED堆叠件723经由第一结合层753结合到支撑基底751。第一反射电极725可以被设置为面对支撑基底751并通过第一结合层753结合到支撑基底751。另一方面，可以通过化学蚀刻从第一LED堆叠件723去除第一基底721和n型GaAs层7121。结果，第一-1LED堆叠件723a的表面可以被暴露。可以通过表面纹理化在第一-1LED堆叠件723a的暴露的表面上形成粗糙表面。

[0962] 然后，将第二LED堆叠件733经由第二结合层755结合到第一LED堆叠件723。第一滤色器737可以被设置为面对第一LED堆叠件723并结合到第一LED堆叠件723。另一方面，可以通过激光剥离、化学剥离或化学蚀刻从第二LED堆叠件733去除第二基底731。在去除第二基底731之后，可以通过表面纹理化在第二LED堆叠件733的表面上形成粗糙表面。

[0963] 然后，将第三LED堆叠件743经由第三结合层757结合到第二LED堆叠件733。第二滤色器747可以被设置为面对第二LED堆叠件733，并通过第三结合层757结合到第二LED堆叠件733。

[0964] 可以通过激光剥离工艺或化学剥离工艺从第三LED堆叠件743去除第三基底741。结果，如图89A中所示，提供一种用于显示器的其中第三LED堆叠件743的n型半导体层被暴露的发光二极管堆叠件。此外，可以通过表面纹理化在第三LED堆叠件743的表面上形成粗糙表面。

[0965] 显示设备可以通过以下方式设置：以像素为单位使支撑基底751上的第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743的堆叠件图案化，随后通过互连线使第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743彼此连接。在下文中，将描述显示设备的示例性实施例。

[0966] 图91是示出根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图，图92是根据本公开的示例性实施例的显示设备的示意性平面图。

[0967] 首先，参照图91和图92，根据该示例性实施例的显示设备可以被实现为以无源矩阵方式进行操作。

[0968] 例如，由于参照图89A描述的发光二极管堆叠件700具有这样的结构：第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743沿竖直方向堆叠，所以一个像素包括三种发光二极管R、G和B。这里，第一发光二极管R对应于第一LED堆叠件723，第二发光二极管G对应于第二LED堆叠件733，第三发光二极管B对应于第三LED堆叠件743。此外，第一发光二极管R具有多结LED堆叠结构，因此具有其中至少两个发光二极管彼此串联连接的结构。

[0969] 在图91和图92中，一个像素包括第一发光二极管R、第二发光二极管G和第三发光二极管B，每个发光二极管对应于子像素。第一发光二极管R、第二发光二极管G和第三发光二极管B的阳极连接到公共线(例如，数据线)，而它们的阴极连接到不同的线(例如，扫描线)。例如，在第一像素中，第一发光二极管R、第二发光二极管G和第三发光二极管B的阳极共同连接到数据线Vdata1，而它们的阴极分别连接到扫描线Vscan1-3、Vscan1-2和Vscan1-1。结果，可以独立地驱动每个像素中的发光二极管R、G和B。

[0970] 此外，通过脉冲宽度调制或通过改变电流的大小来驱动发光二极管R、G和B中的每个，从而能够调节每个子像素的亮度。此外，虽然第一发光二极管R发射具有低可视性的红

光，但第一发光二极管R的多结LED堆叠结构可以改善从其发射的红光的发光强度。

[0971] 再次参照图92，通过图案化参照图89A描述的发光二极管堆叠件700来形成多个像素，并且每个像素连接到第一反射电极725和互连线771、773、775。如图91中所示，第一反射电极725可以被用作数据线Vdata，互连线771、773、775可以被用作扫描线。

[0972] 像素可以以矩阵形式布置，其中每个像素的发光二极管R、G、B的阳极共同连接到第一反射电极725，而它们的阴极连接到彼此分开的互连线771、773和775。这里，互连线771、773和775可以被用作扫描线Vscan。

[0973] 图93是图92中示出的显示设备的一个像素的放大平面图，图94是沿图93的线A-A截取的示意性剖视图，图95是沿图93的线B-B截取的示意性剖视图。

[0974] 参照图92、图93、图94和图95，在每个像素中，第一反射电极725的一部分、第一欧姆电极727的上表面、第二透明电极735的一部分、第二LED堆叠件733的上表面的一部分、第三透明电极745的一部分和第三LED堆叠件743的上表面暴露于外部。

[0975] 第三LED堆叠件743可以在其上表面上具有粗糙表面743a。粗糙表面743a可以形成在第三LED堆叠件743的整个上表面上，或者可以如图中所示形成在其一些区域中。

[0976] 下绝缘层761可以覆盖每个像素的侧表面。下绝缘层761可以由诸如SiO_2的透光材料形成。在该结构中，下绝缘层761可以覆盖第三LED堆叠件743的整个上表面。可选地，下绝缘层761可以包括分布式布拉格反射器，以反射朝向第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743的侧表面行进的光。在该结构中，下绝缘层761至少部分地暴露第三LED堆叠件743的上表面。

[0977] 下绝缘层761可以包括暴露第三LED堆叠件743的上表面的开口761a、暴露第二LED堆叠件733的上表面的开口761b、暴露第一欧姆电极727的上表面的开口761c(见图96H)、暴露第三透明电极745的开口761d、暴露第二透明电极735的开口761e和暴露第一反射电极725的开口761f。

[0978] 互连线771、775可以在支撑基底751上形成在第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743附近，并且可以设置在下绝缘层761上以与第一反射电极725绝缘。另一方面，连接部777a使第三透明电极745连接到第一反射电极725，连接部777b使第二透明电极735连接到第一反射电极725，使得第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743的阳极共同连接到第一反射电极725。

[0979] 连接部771a使第三LED堆叠件743的上表面连接到互连线771，连接部775a使第一欧姆电极727连接到互连线775。

[0980] 上绝缘层781可以设置在互连线771、775和下绝缘层761上以覆盖第三LED堆叠件743的上表面。上绝缘层781可以具有部分地暴露第二LED堆叠件733的上表面的开口781a。

[0981] 互连线773可以设置在上绝缘层781上，连接部773a可以使第二LED堆叠件733的上表面连接到互连线773。连接部773a可以跨过互连线775，并且通过上绝缘层781与互连线775绝缘。

[0982] 虽然在该示例性实施例中每个像素的电极被描述为连接到数据线和扫描线，但应理解的是，各种实施方式是可能的。虽然在该示例性实施例中，互连线771、775形成在下绝缘层761上，且互连线773形成在上绝缘层781上，但应理解的是，本公开不局限于此。例如，互连线771、773和775中的全部可以形成在下绝缘层761上，并且可以被可以具有被构造为

暴露互连线773的开口的上绝缘层781覆盖。在该结构中，连接部773可以穿过上绝缘层781的开口使第二LED堆叠件733的上表面连接到互连线773。

[0983] 可选地，互连线771、773和775可以形成在支撑基底751内侧，下绝缘层761上的连接部771a、773a、775a可以使第一LED堆叠件722的上表面、第二LED堆叠件723的上表面和第三LED堆叠件743的上表面连接到互连线771、773和775。

[0984] 图96A至图96K是示出制造根据本公开的一个示例性实施例的显示设备的方法的示意性平面图。在此，下面将给出形成图93的像素的方法的描述。

[0985] 首先，准备图89A中描述的发光二极管堆叠件700。

[0986] 然后，参照图96A，可以在第三LED堆叠件743的上表面上形成粗糙表面743a。粗糙表面743a可以形成在第三LED堆叠件743的上表面上，以对应于每个像素区域。可以通过化学蚀刻(例如，光增强化学蚀刻(PEC))形成粗糙表面743a。

[0987] 考虑到第三LED堆叠件743的在随后工艺中要被蚀刻的区域，可以在每个像素区域中部分地形成粗糙表面743a，而不局限于此。可选地，粗糙表面743a可以形成在第三LED堆叠件743的整个上表面上。

[0988] 参照图96B，通过蚀刻去除每个像素中的第三LED堆叠件743的外围区域以暴露第三透明电极745。如图中所示，可以将第三LED堆叠件743保留为具有矩形形状或正方形形状。这里，第三LED堆叠件743可以沿其边缘具有多个凹陷。

[0989] 参照图96C，通过去除暴露在除了第三p透明电极745的暴露在一个凹陷中的部分之外的其它区域中的第三透明电极745，第二LED堆叠件733的上表面被暴露。因此，第二LED堆叠件733的上表面暴露在第三LED堆叠件743周围和除了其中部分地保留有第三p透明电极745的凹陷之外的其它凹陷中。

[0990] 参照图96D，通过去除暴露在除了第二LED堆叠件733的暴露在一个凹陷中的部分之外的其它区域中的第二LED堆叠件733，第二透明电极735被暴露。

[0991] 参照图96E，通过去除暴露在除了第二透明电极735的暴露在一个凹陷中的部分之外的其它区域中的第二透明电极735，第一欧姆电极727与第一LED堆叠件723的上表面一起被暴露。因此，第一LED堆叠件723的上表面暴露在第三LED堆叠件743周围，第一欧姆电极727的上表面暴露在形成于第三LED堆叠件743中的凹陷中的至少一个凹陷中。

[0992] 参照图96F，通过去除第一LED堆叠723的位于第三LED堆叠件743周围的暴露部分，第一反射电极725被暴露。第一反射电极725暴露在第三LED堆叠件743周围。

[0993] 参照图96G，通过图案化第一反射电极725形成线性互连线。还可以去除第一结合层753以暴露支撑基底751。第一反射电极725可以将以矩阵布置的像素之中的布置在一列中的像素彼此连接(见图92)。

[0994] 参照图96H，形成下绝缘层761(见图94和图95)以覆盖像素。下绝缘层761覆盖第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743的侧表面以及第一反射电极725。此外，下绝缘层761可以至少部分地覆盖第三LED堆叠件743的上表面。如果下绝缘层761为诸如SiO_2层的透明层，则下绝缘层761可以覆盖第三LED堆叠件743的整个上表面。可选地，下绝缘层761可以包括分布式布拉格反射器。在该结构中，下绝缘层761可以至少部分地暴露第三LED堆叠件743的上表面，以使光发射到外部。

[0995] 下绝缘层761可以包括暴露第三LED堆叠件743的开口761a、暴露第二LED堆叠件

733的开口761b、暴露第一欧姆电极727的开口761c、暴露第三透明电极745的开口761d、暴露第二透明电极的开口761e和暴露第一反射电极725的开口761f。如图中所示，可以单个地或多个地形成适于暴露第一反射电极725的开口761f。

[0996] 参照图96I，形成互连线771和775以及连接部771a、775a、777a和777b。可以通过剥离工艺形成互连线771和775以及连接部771a、775a、777a和777b。互连线771和775通过下绝缘层761与第一反射电极725绝缘。连接部771a使第三LED堆叠件743电连接到互连线771，连接部775a使第一欧姆电极727电连接到互连线775。连接部777a使第三透明电极745电连接到第一反射电极725，连接部777b使第二透明电极735电连接到第一反射电极725。

[0997] 参照图96J，上绝缘层781(见图94和图95)覆盖互连线771和775以及连接部771a、775a、777a和777b。上绝缘层781也可以覆盖第三LED堆叠件743的整个上表面。上绝缘层781具有暴露第二LED堆叠件733的上表面的开口781a。上绝缘层781可以由例如氧化硅或氮化硅形成，并且可以包括分布式布拉格反射器。在其中上绝缘层781包括分布式布拉格反射器的结构中，上绝缘层781被形成为暴露第三LED堆叠件743的上表面的至少一部分，以使光发射到外部。

[0998] 参照图96K，形成互连线773和连接部773a。可以通过剥离工艺形成互连线773和连接部7773a。互连线773设置在上绝缘层781上，并与第一反射电极725以及互连线771和775绝缘。连接部773a使第二LED堆叠件733电连接到互连线773。连接部773a可以跨过互连线775，并通过上绝缘层781与互连线775绝缘。

[0999] 结果，完成像素区域，如图93中所示。此外，如图92中所示，可以在支撑基底751上形成多个像素，并且多个像素可以通过第一反射电极725以及互连线771、773和775彼此连接，从而以无源矩阵方式进行操作。

[1000] 虽然在该示例性实施例中示出了制造适于以无源矩阵方式进行操作的显示设备的方法，但应理解的是，本公开不局限于此。也就是说，可以以各种方式来制造根据示例性实施例的显示设备，以使用图89A中示出的发光二极管堆叠件700以无源矩阵方式进行操作。

[1001] 例如，虽然在该示例性实施例中互连线773被示出为形成在上绝缘层781上，但互连线773可以与互连线771和775一起形成在下绝缘层761上，并且连接部773a可以形成在下绝缘层761上以使第二LED堆叠件733连接到互连线773。此外，互连线771、773和775可以设置在支撑基底751内侧。

[1002] 图97是示出根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的操作的示意性电路图。上面的实施例涉及以无源矩阵方式驱动的显示设备，而该示例性实施例涉及以有源矩阵方式驱动的显示设备。

[1003] 参照图97，根据该示例性实施例的驱动电路包括至少两个晶体管Tr1、Tr2和电容器。当电源连接到选择线Vrow1至Vrow3并将电压施加到数据线Vdata1至Vdata3时，向对应的发光二极管施加电压。此外，对应的电容器根据数据线Vdata1至Vdata3的值进行充电。由于可以通过电容器的充电电压来保持晶体管Tr2的导通状态，所以即使当切断供应到选择线Vrow1的电力时，也可以保持电容器的电压，并且可以将电容器的电压施加到发光二极管R、G、B。此外，可以根据数据线Vdata1至Vdata3的值来改变发光二极管R、G、B中流过的电流。可以通过电流源Vdd连续供应电流，从而能够使光发射连续。

[1004] 晶体管Tr1、Tr2和电容器可以形成在支撑基底751内侧。例如，形成在硅基底上的薄膜晶体管可以用于有源矩阵驱动。

[1005] 这里，发光二极管R、G、B分别对应于堆叠在一个像素中的第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743。此外，第一LED堆叠件723包括第一-1LED堆叠件723a、第一-2LED堆叠件723b以及置于第一-1LED堆叠件723a与第一-2LED堆叠件723b之间的隧道结层7130。第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743的阳极连接到晶体管Tr2，而它们的阴极接地。

[1006] 虽然在该示例性实施例中示出了用于有源矩阵驱动的电路的一个示例，但应理解的是，也可以使用其它类型的电路。此外，虽然在该示例性实施例中发光二极管R、G、B的阳极连接到不同的晶体管Tr2，且它们的阴极接地，但在其它示例性实施例中发光二极管的阳极可以连接到电流源Vdd，且它们的阴极可以连接到不同的晶体管。

[1007] 图98是根据本公开的另一示例性实施例的显示设备的示意性平面图。在此，下面将给出布置在支撑基底7151上的多个像素之中的一个像素的描述。

[1008] 参照图98，除了支撑基底7151是包括晶体管和电容器的薄膜晶体管面板，并且第一反射电极725限制性地定位在第一LED堆叠件723的下部区域中之外，根据该示例性实施例的像素基本类似于参照图92至图95描述的像素。

[1009] 第三LED堆叠件743的阴极通过连接部7171a连接到支撑基底7151。例如，如图97中所示，第三LED堆叠件743的阴极可以通过电连接到支撑基底7151而接地。第二LED堆叠件733的阴极和第一LED堆叠件723的阴极也可以经由连接部7173a、7175a通过电连接到支撑基底7151而接地。

[1010] 另一方面，第一反射电极725连接到位于支撑基底7151内侧的晶体管Tr2(见图97)。第三透明电极745和第二透明电极735通过连接部7177a和7173b也连接到位于支撑基底7151内侧的晶体管Tr2(见图97)。

[1011] 以这种方式，第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743彼此连接，从而构成用于有源矩阵驱动的电路，如图97中所示。

[1012] 虽然在该示例性实施例中示出了用于有源矩阵驱动的电连接的一个示例，但应理解的是，本公开不局限于此，并且可以以各种方式将用于显示设备的电路修改为用于有源矩阵驱动的各种电路。

[1013] 另一方面，在参照图89A描述的示例性实施例中，虽然第一反射电极725、第二透明电极735和第三透明电极745分别与第一LED堆叠件723的p型半导体层、第二LED堆叠件733的p型半导体层和第三LED堆叠件743的p型半导体层形成欧姆接触，但第一LED堆叠件的n型半导体层、第二LED堆叠件的n型半导体层和第三LED堆叠件的n型半导体层未设置有单独的欧姆接触层。当像素具有200μm或更小的小尺寸时，即使在n型半导体层中没有形成单独的欧姆接触层，电流扩散也不会有难度。然而，可以在每个LED堆叠件的n型半导体层上设置透明电极层，以确保电流扩散。

[1014] 此外，虽然在该示例性实施例中示出了第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743彼此顺序结合，但应理解的是，第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743可以使用晶圆结合技术以各种顺序彼此连接，并且可以改变n型半导体层和p型半导体层的位置。

[1015] 根据本公开的示例性实施例，由于能够使用用于显示器的发光二极管堆叠件700以晶圆级形成多个像素，所以不需要单独安装发光二极管。此外，根据示例性实施例的发光二极管堆叠件具有这样的结构：第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743沿竖直方向堆叠，从而在有限的像素区域中确保用于子像素的区域。此外，在根据示例性实施例的发光二极管堆叠件中，第一LED堆叠件723具有多结LED堆叠结构，从而改善红光的亮度，而不显著改变有限区域中的电流密度。

[1016] 虽然在上述示例性实施例中第一LED堆叠件被示出为具有多结LED堆叠结构，但第二LED堆叠件或第三LED堆叠件可以具有多结LED堆叠结构。利用其中具有低可视性的LED结构被形成为具有多结LED堆叠结构的结构，发光二极管堆叠件使第一LED堆叠件至第三LED堆叠件发射具有相似亮度的光，而不需要调节发光区域或电流密度。

[1017] 虽然在上面的示例性实施例中第一LED堆叠件723、第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743被示出为彼此叠置且具有大致相似的发光区域，但是这些LED堆叠件不必具有相似的发光区域。具体地，第二LED堆叠件733可以设置在第一LED堆叠件723上的一些区域中，第三LED堆叠件743可以设置在第二LED堆叠件733上的一些区域中。利用该结构，具有低可视性的第一LED堆叠件723相比于第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743具有更大的发光区域，从而进一步改善亮度。此外，从第一LED堆叠件723产生的光的至少一部分可以发射到外部而不穿过第二LED堆叠件733和第三LED堆叠件743，从第二LED堆叠件733产生的光的至少一部分可以发射到外部而不穿过第三LED堆叠件743，从而进一步改善发光效率。

[1018] 虽然在此已经描述了一些示例性实施例，但应理解的是，提供这些实施例仅用于说明而不应以任何方式解释为限制本公开。应理解的是，在不脱离本公开的精神和范围的情况下，一个示例性实施例的特征或组件也可以应用于其它示例性实施例。

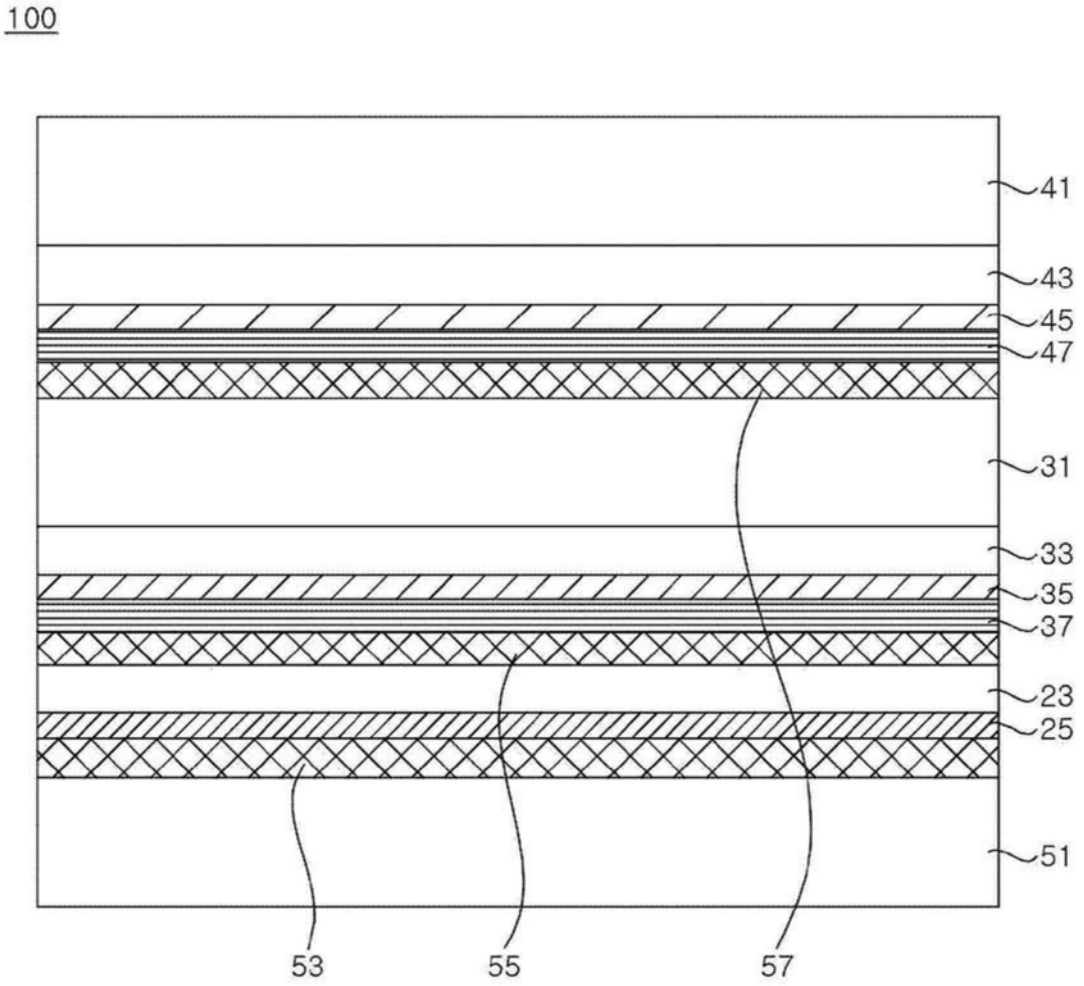


图1

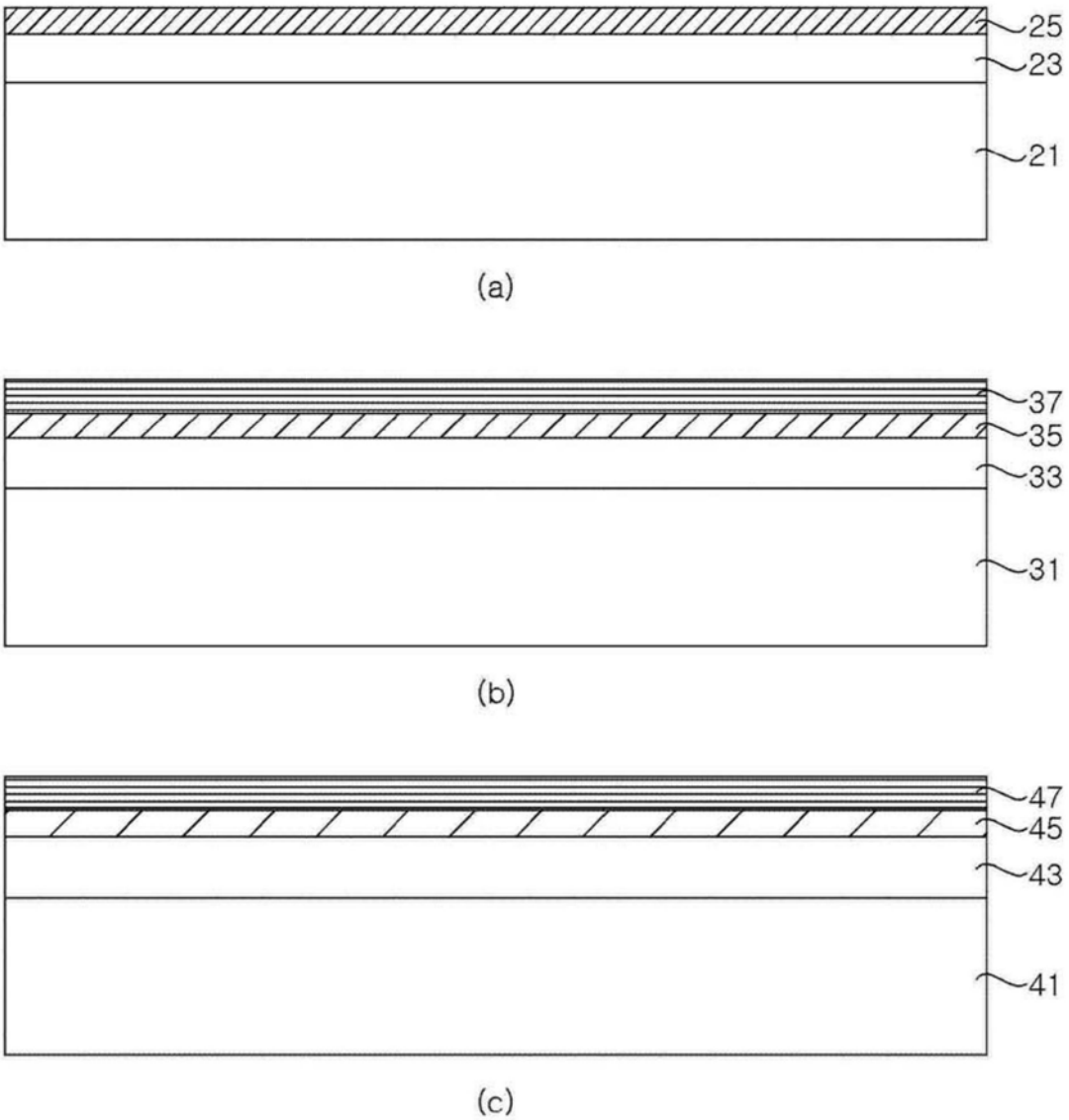


图2

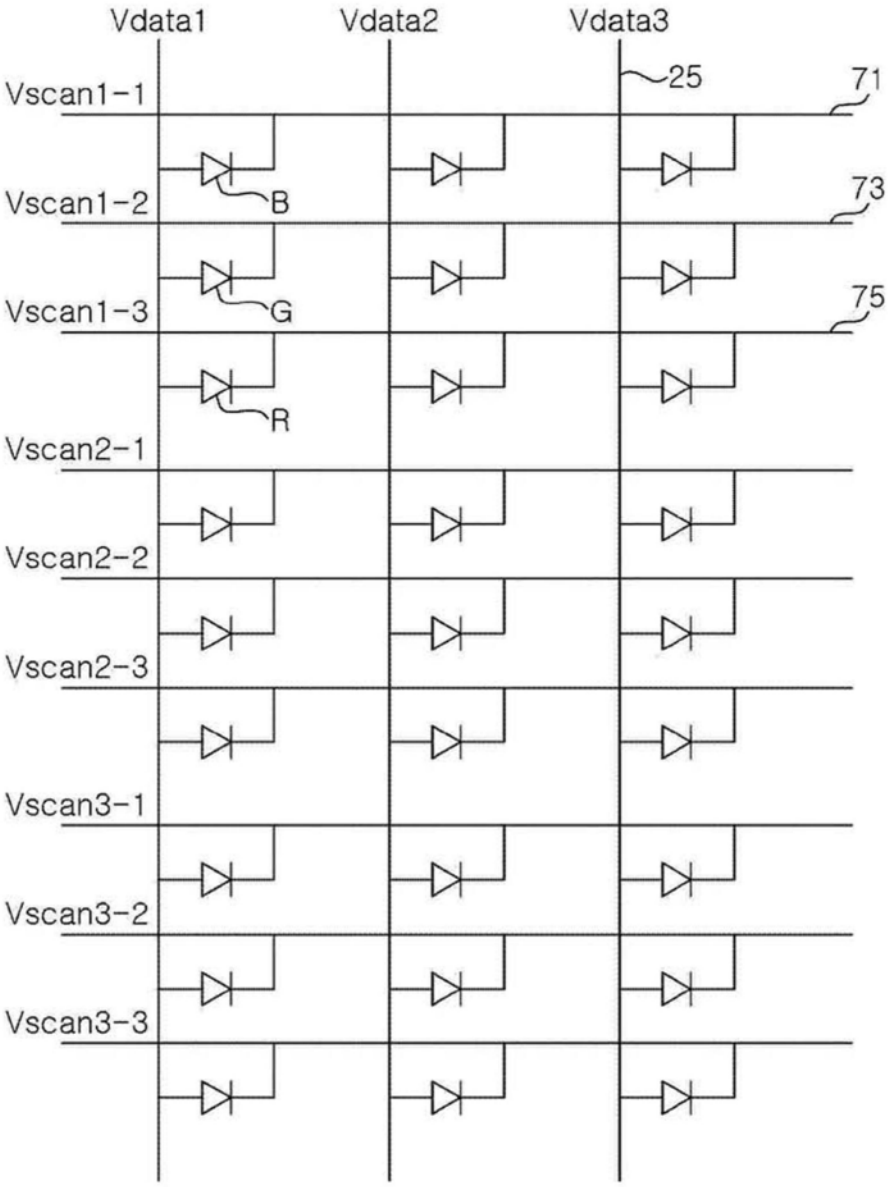

Vdata1
Vdata2
Vdata3
25
71
73
75
Vscan1-1
Vscan1-2
Vscan1-3
Vscan2-1
Vscan2-2
Vscan2-3
Vscan3-1
Vscan3-2
Vscan3-3
B
G
R

图3

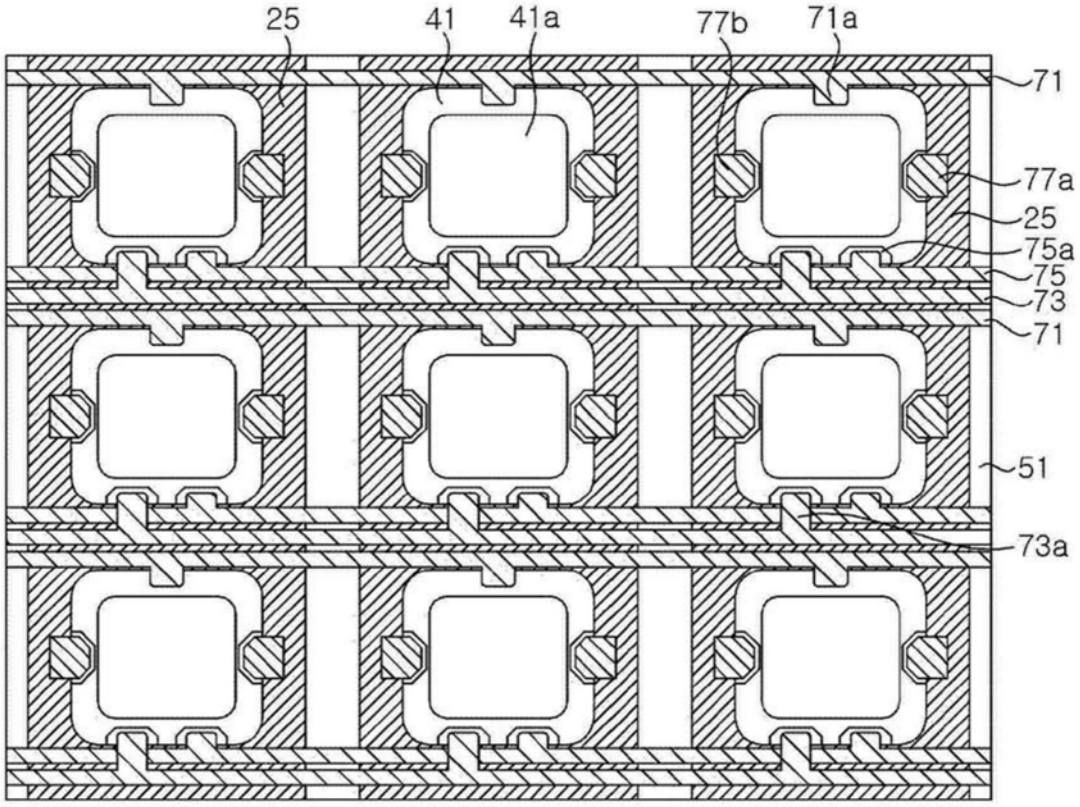

25
41
41a
77b
71a
71
77a
25
75a
75
73
71
51
73a

图4

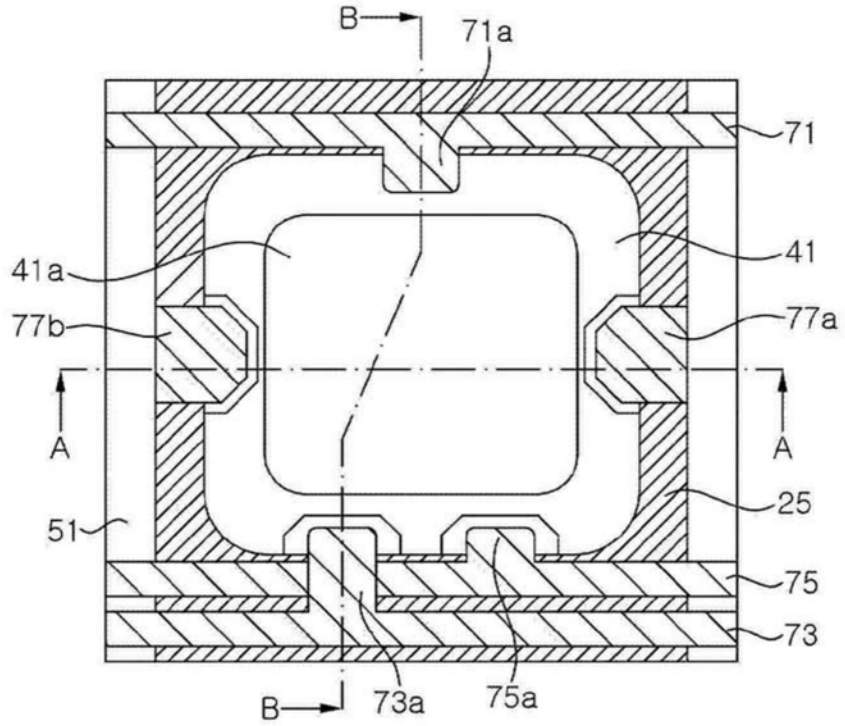

B
71a
71
41a
41
77b
77a
A
A
51
25
75
73
B
73a
75a

图5

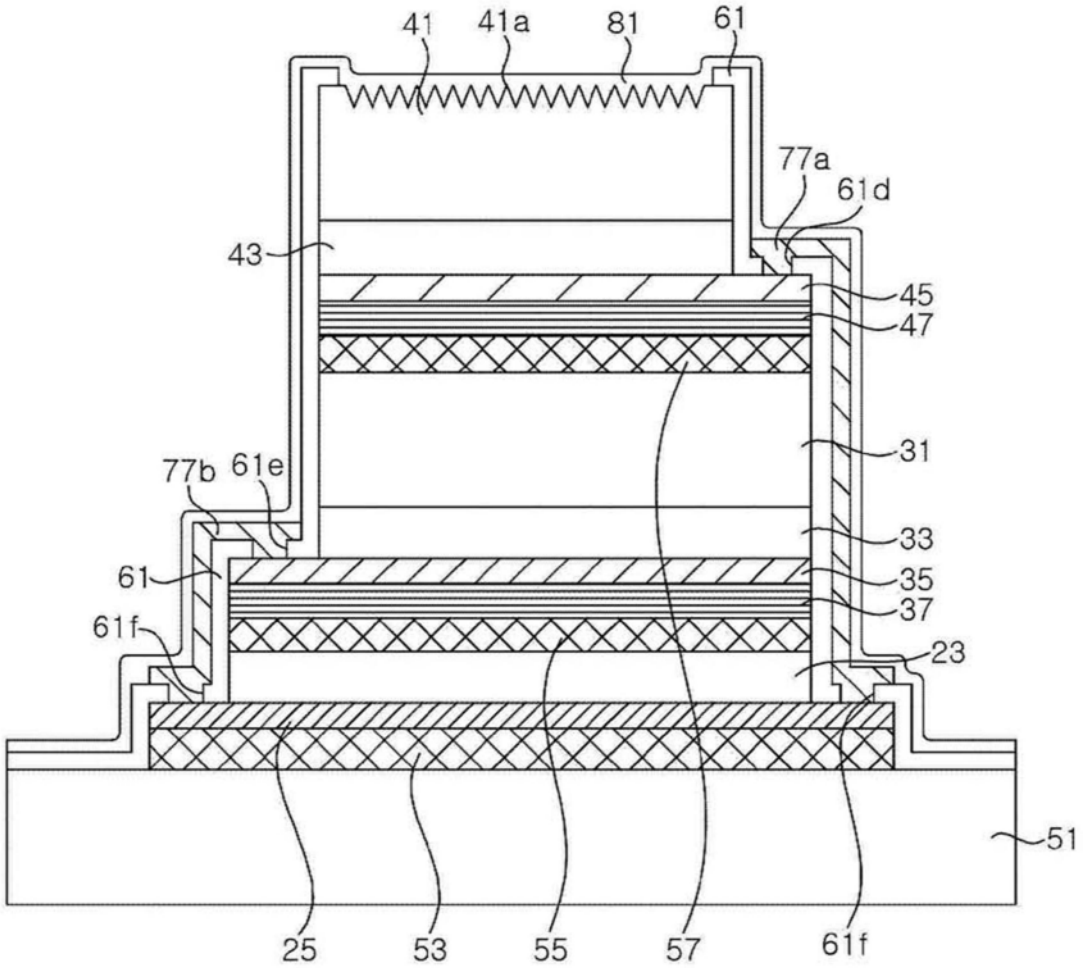

41
41a
81
61
77a
61d
43
45
47
31
77b
61e
33
61
35
37
61f
23
51
25
53
55
57
61f

图6

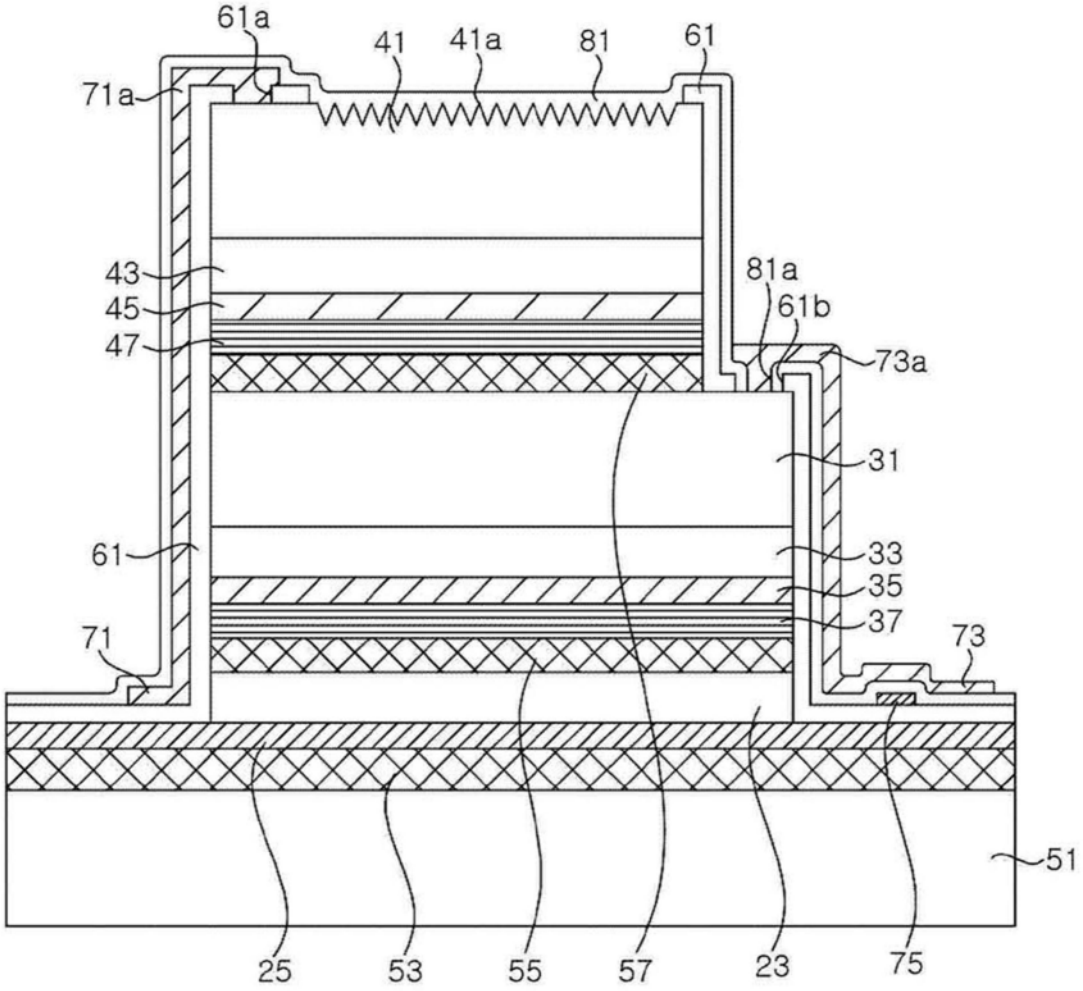

61a
41
41a
81
61
71a
43
45
47
81a
61b
73a
31
61
33
35
37
71
73
51
25
53
55
57
23
75

图7

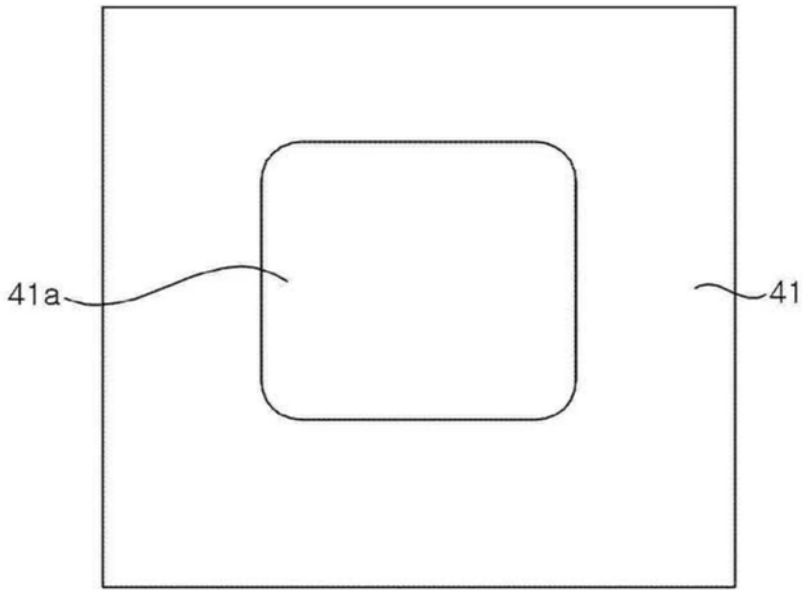

41a
41

图8A

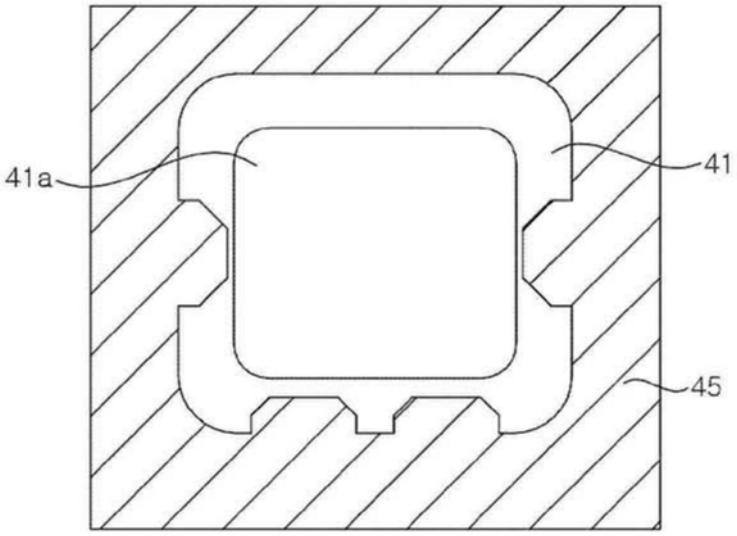


图8B

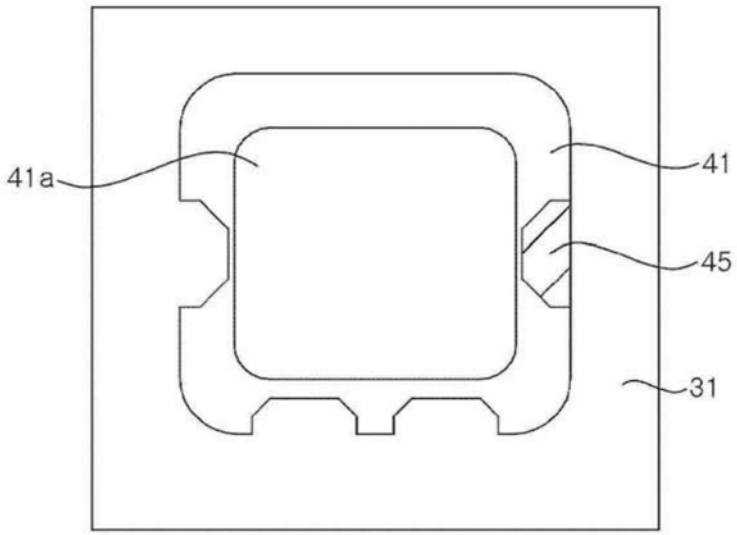


图8C

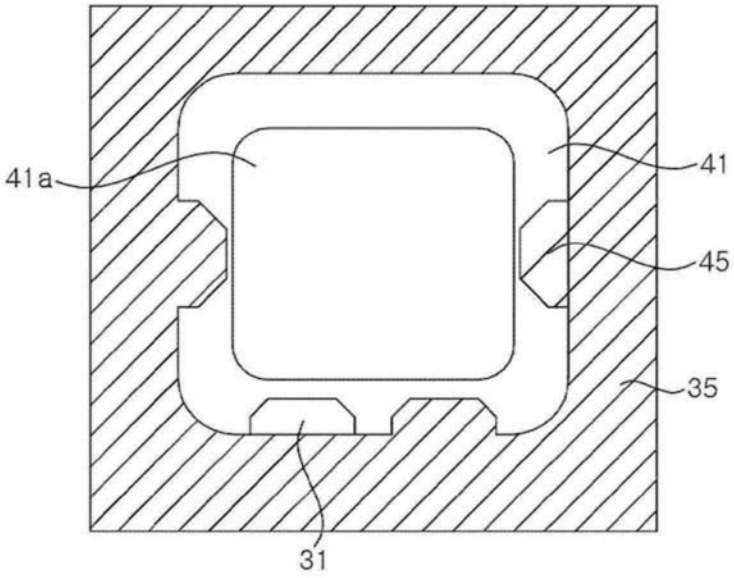


图8D

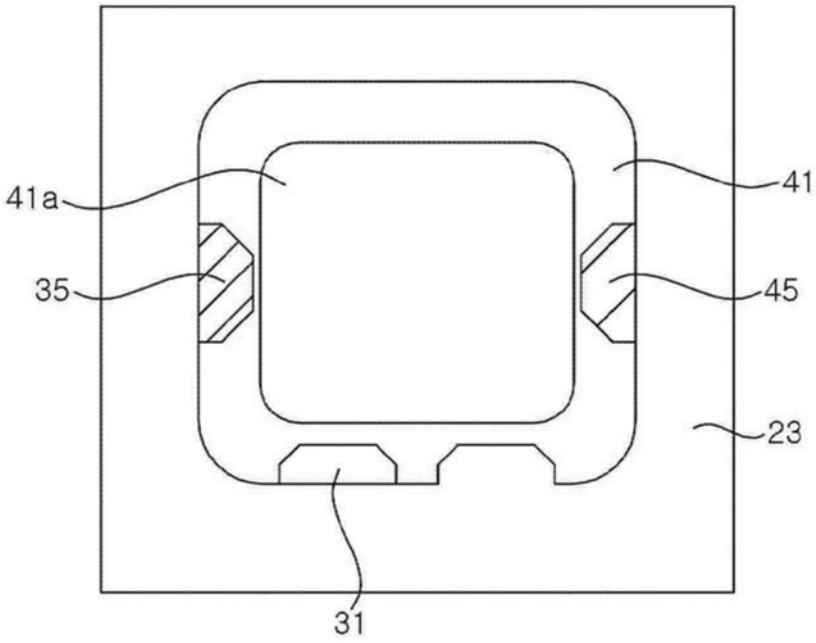


图8E

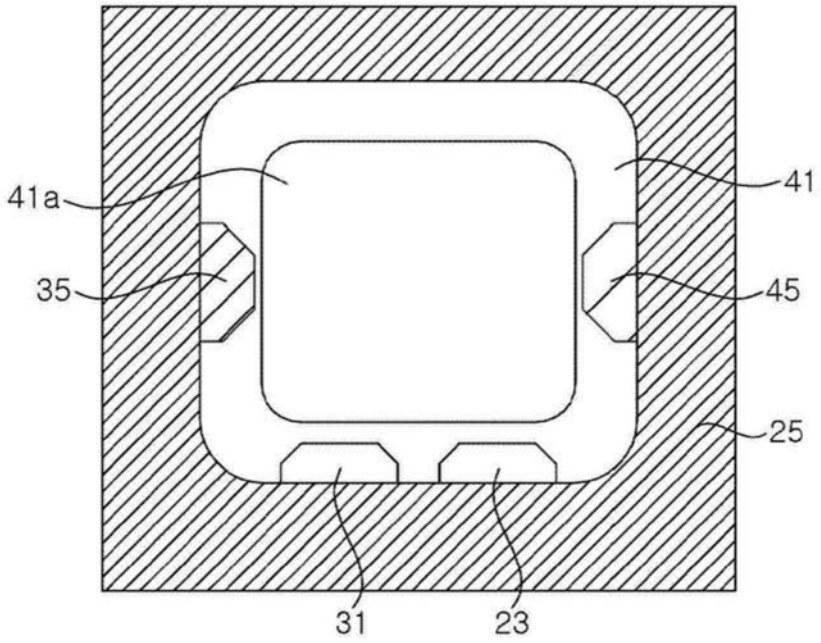


图8F

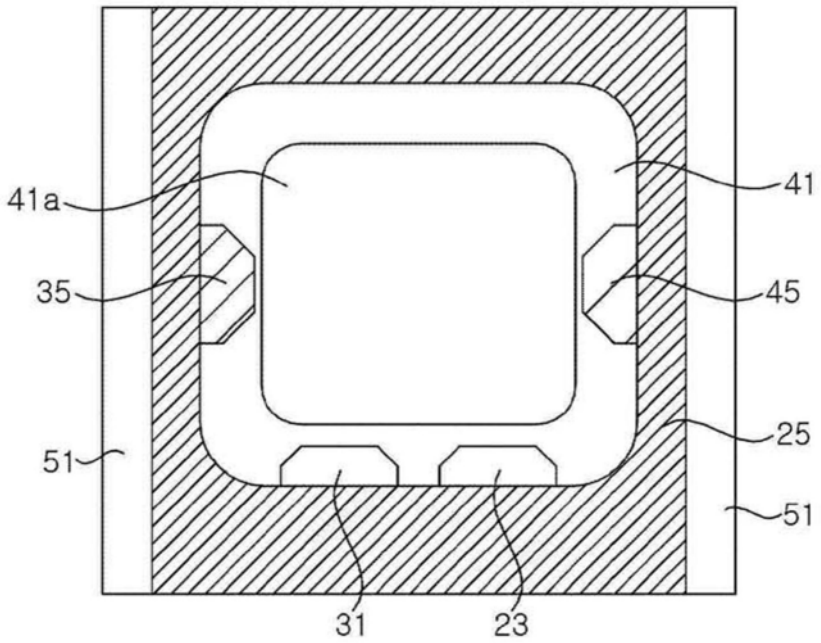


图8G

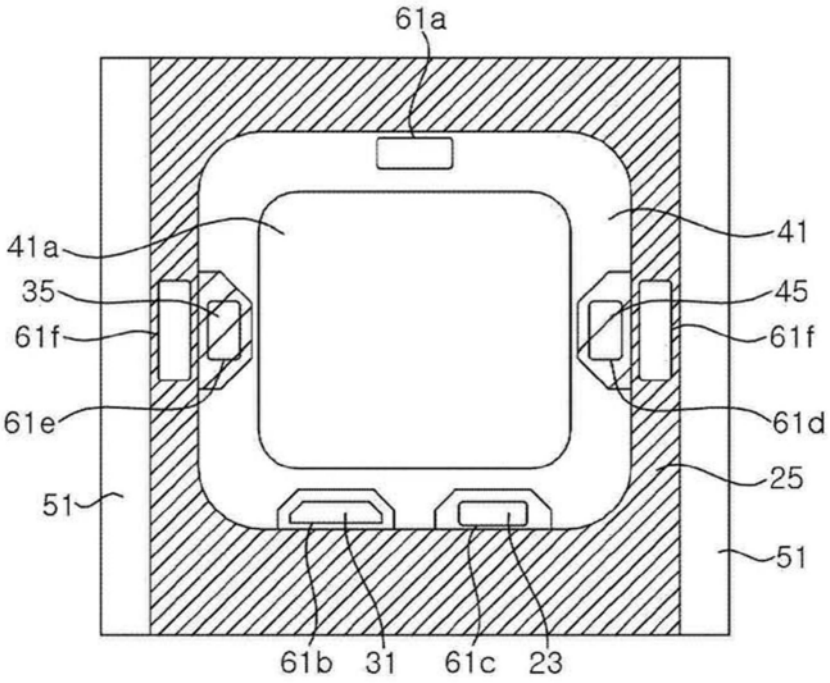

61a
41a
41
35
45
61f
61f
61e
61d
25
51
51
61b
31
61c
23

图8H

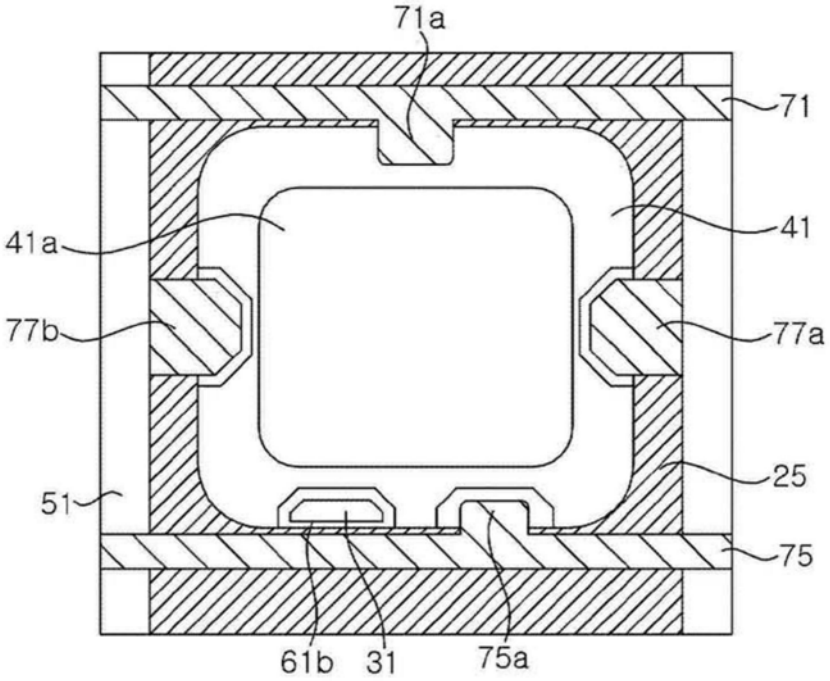

71a
71
41a
41
77b
77a
25
51
75
61b
31
75a

图8I

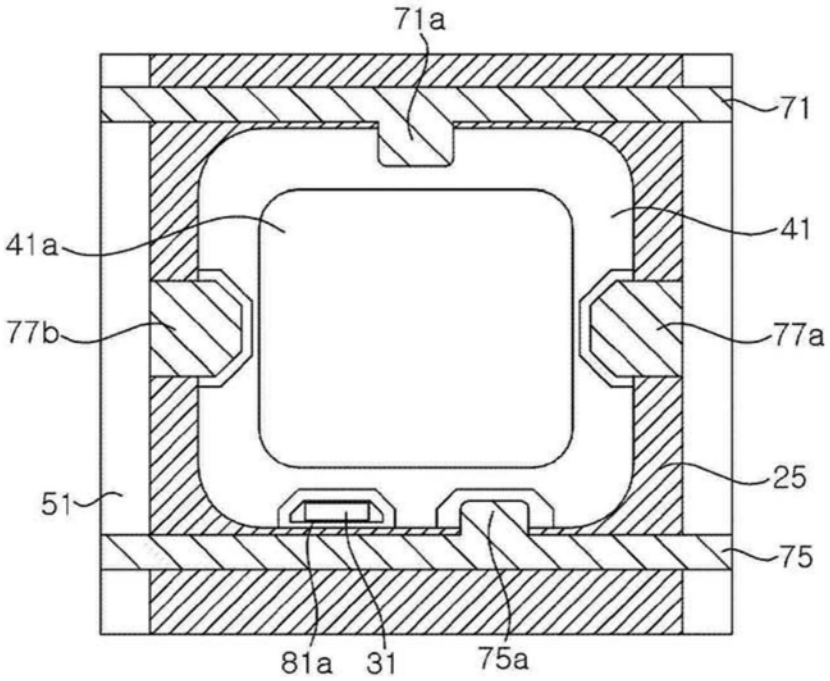

71a
71
41a
41
77b
77a
25
51
75
81a
31
75a

图8J

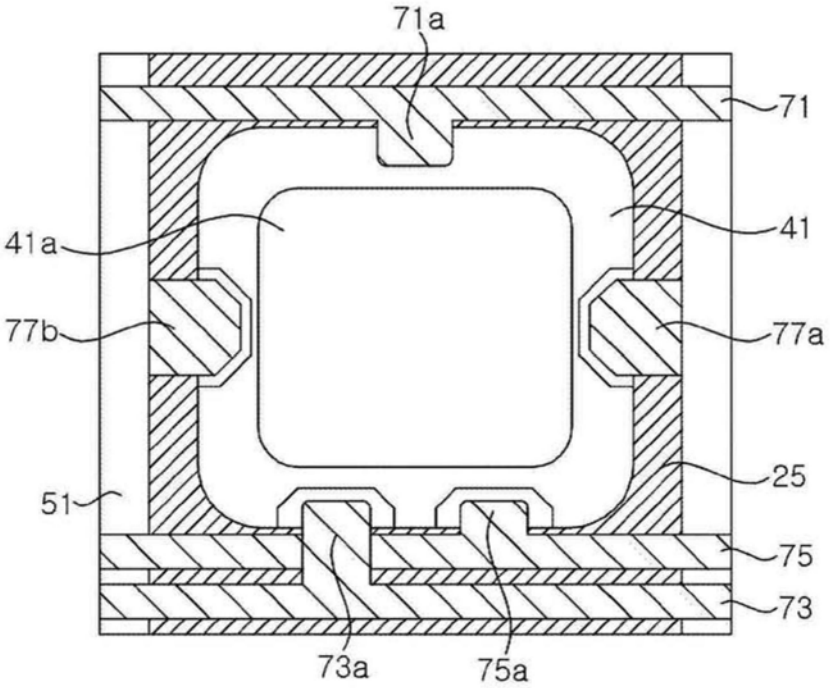

71a
71
41a
41
77b
77a
25
51
75
73
73a
75a

图8K

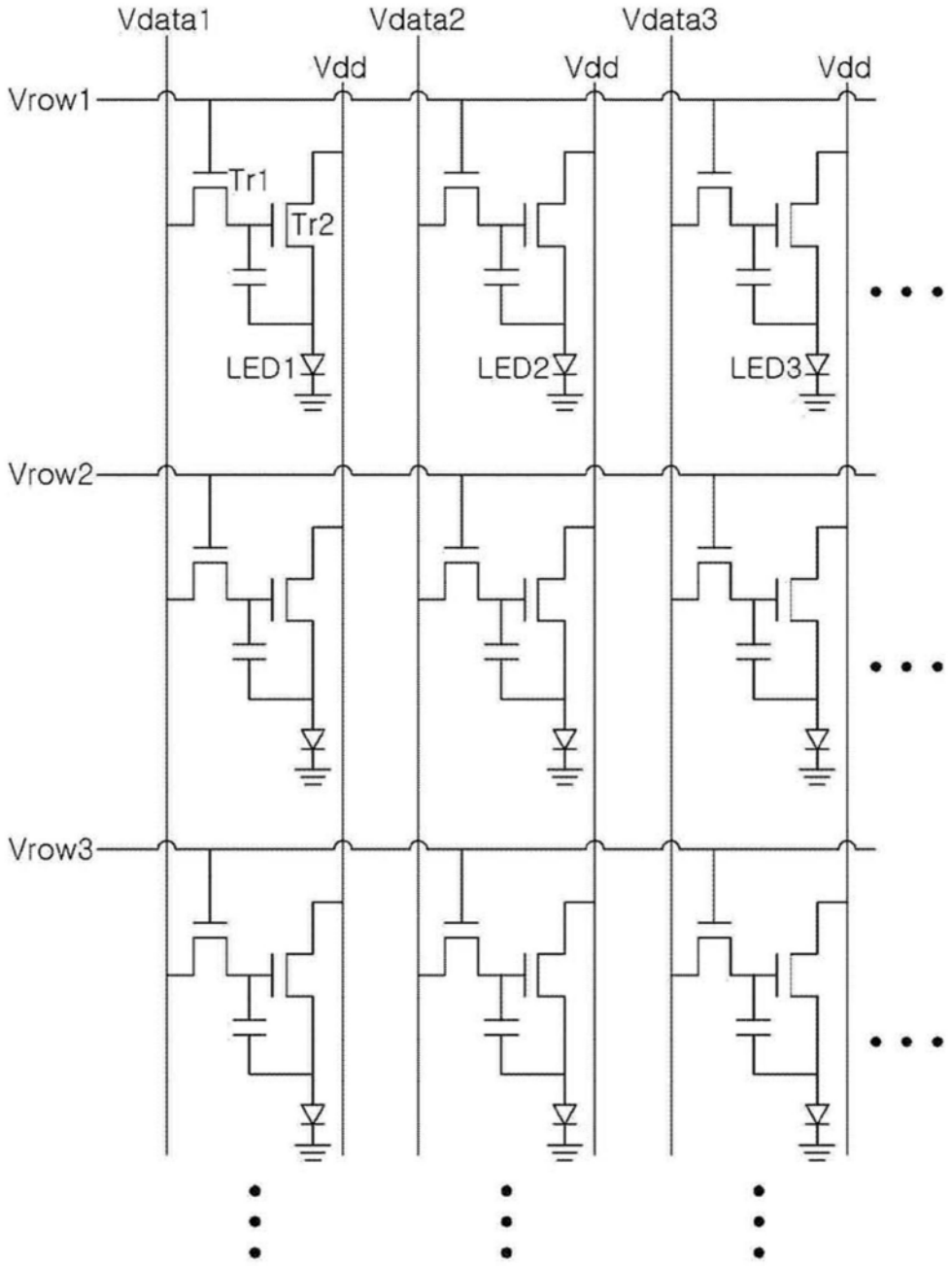

Vdata1
Vdata2
Vdata3
Vdd
Vdd
Vdd
Vrow1
Tr1
Tr2
LED1
LED2
LED3
Vrow2
Vrow3

图9

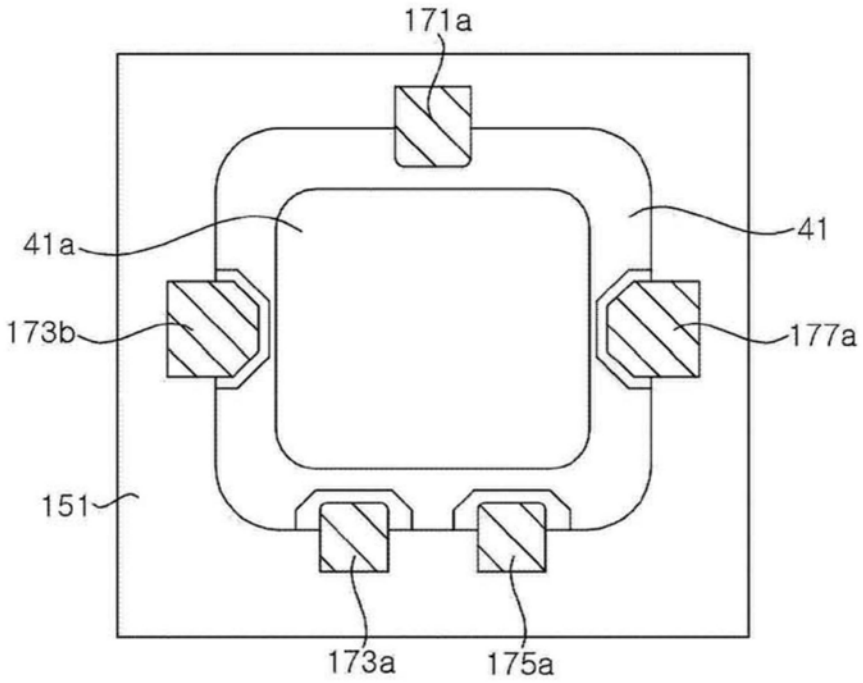


图10

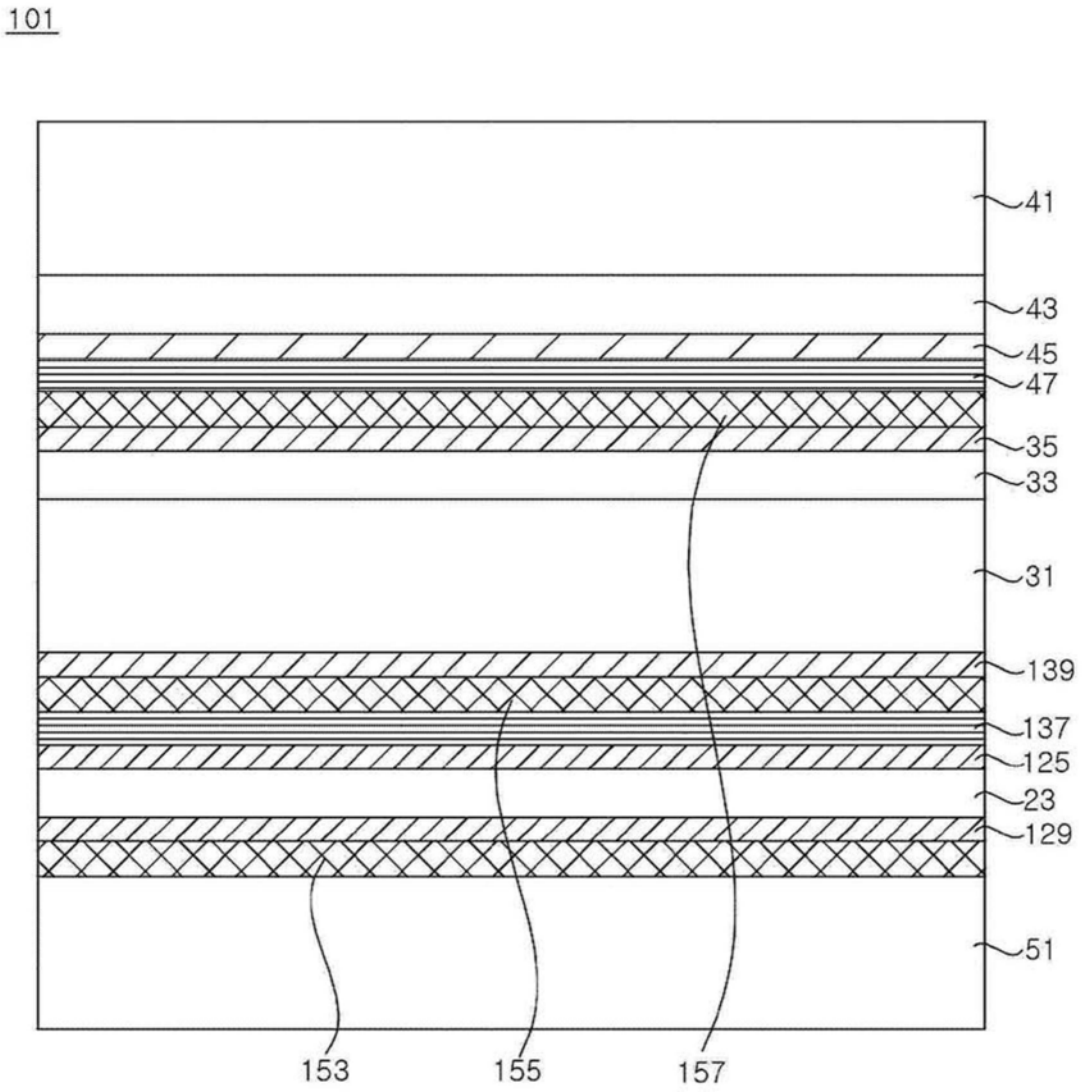

101
41
43
45
47
35
33
31
139
137
125
23
129
51
153
155
157

图11

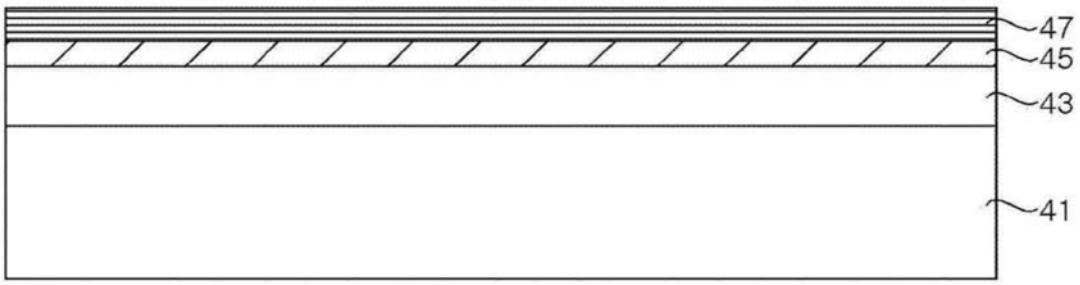

47
45
43
41

图12A

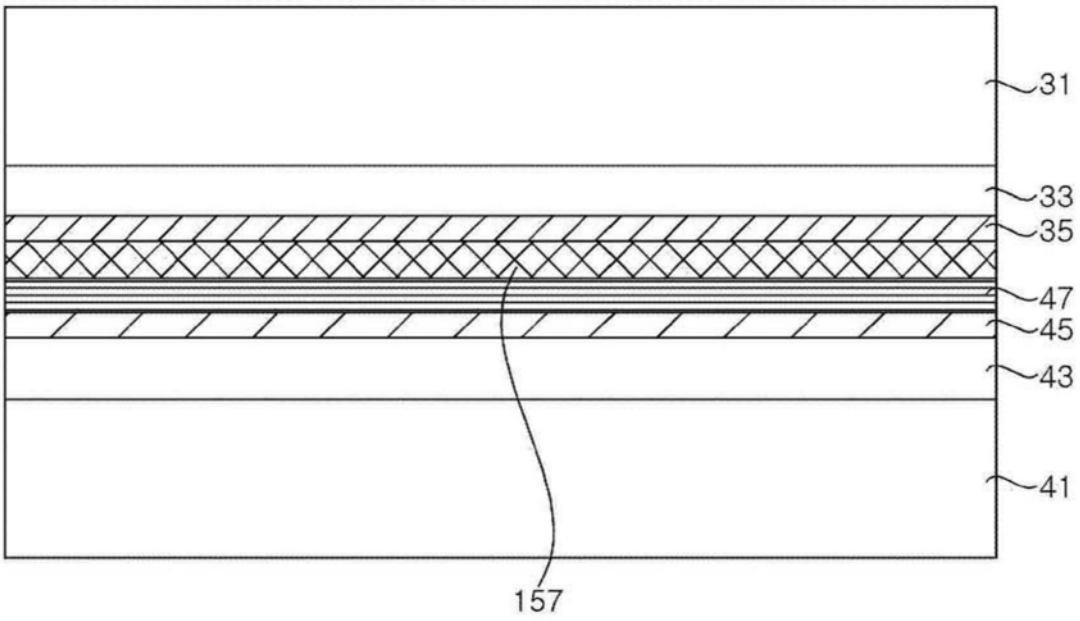


图12B

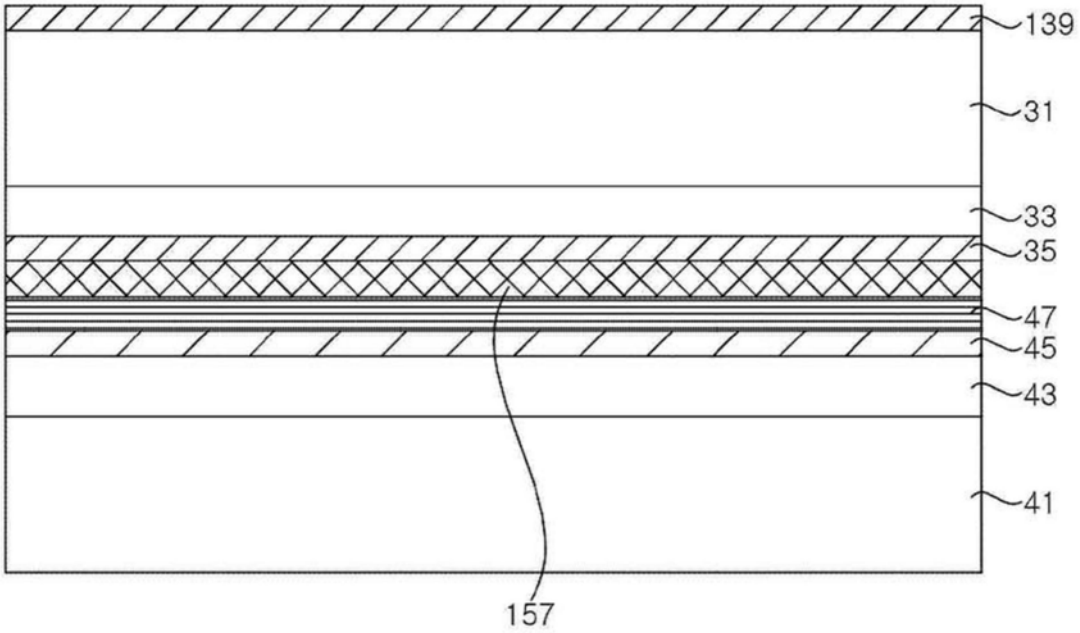


图12C

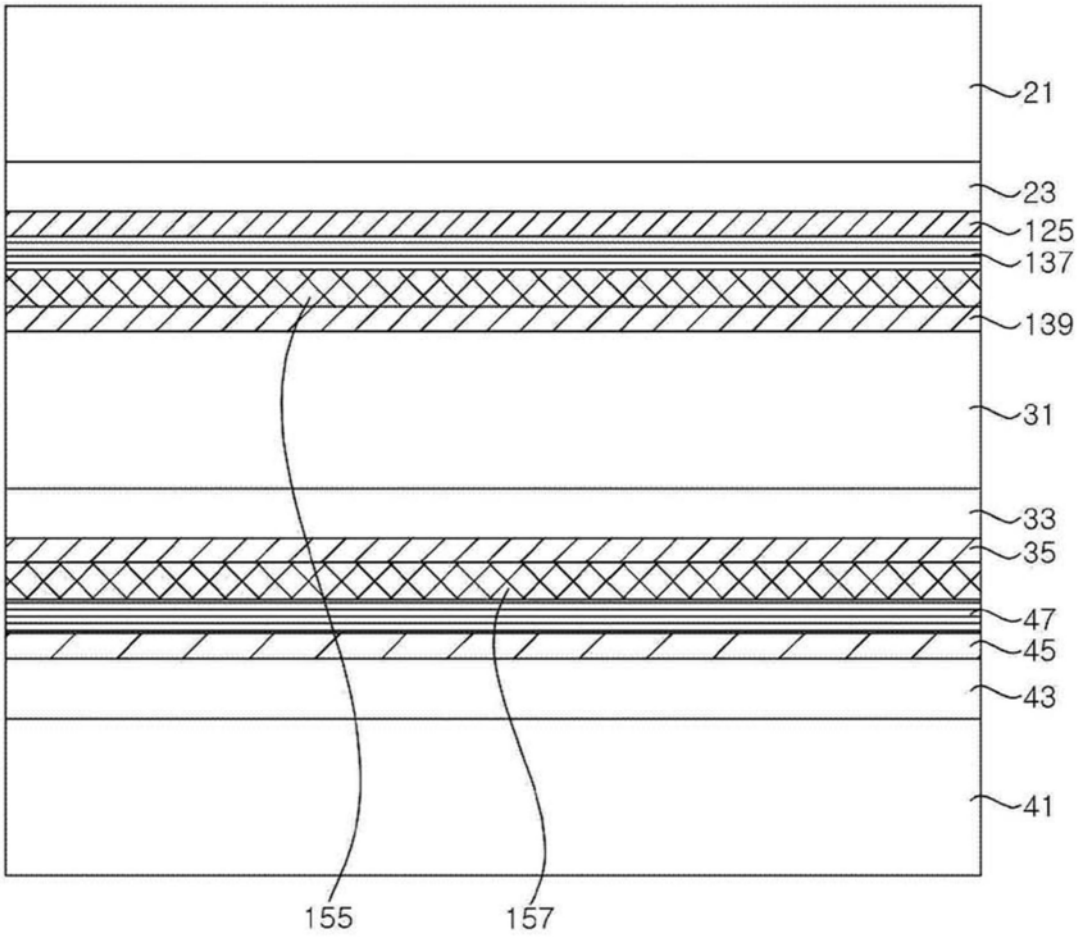


图12D

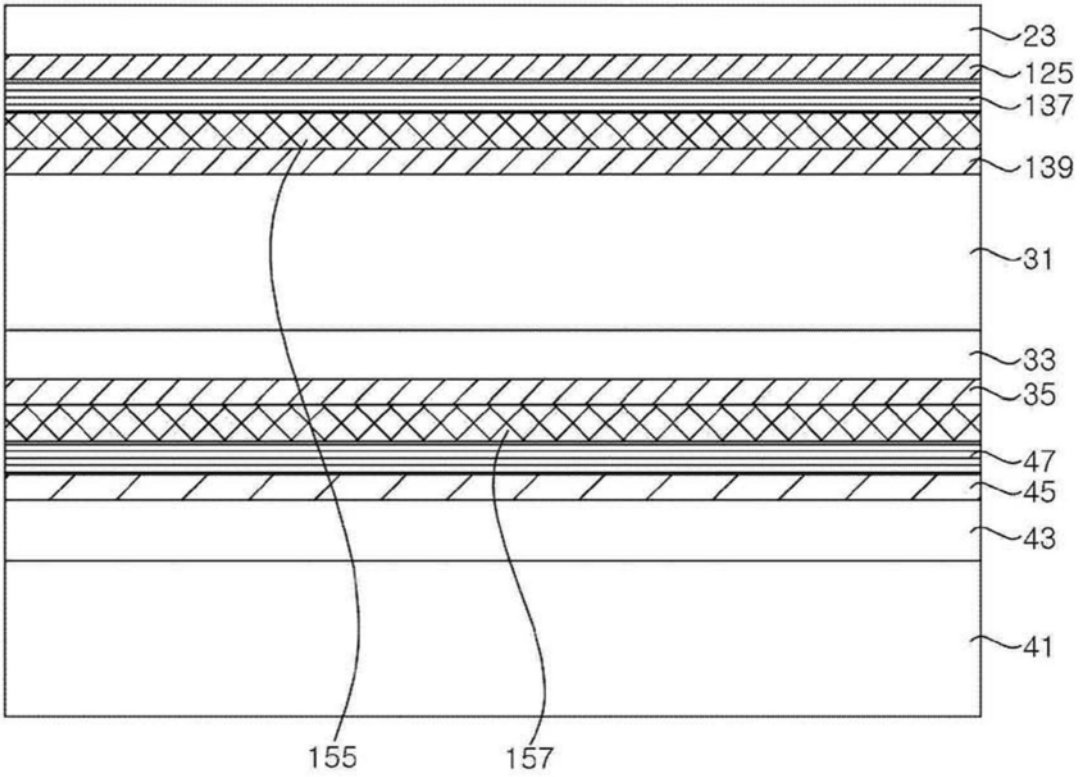


图12E

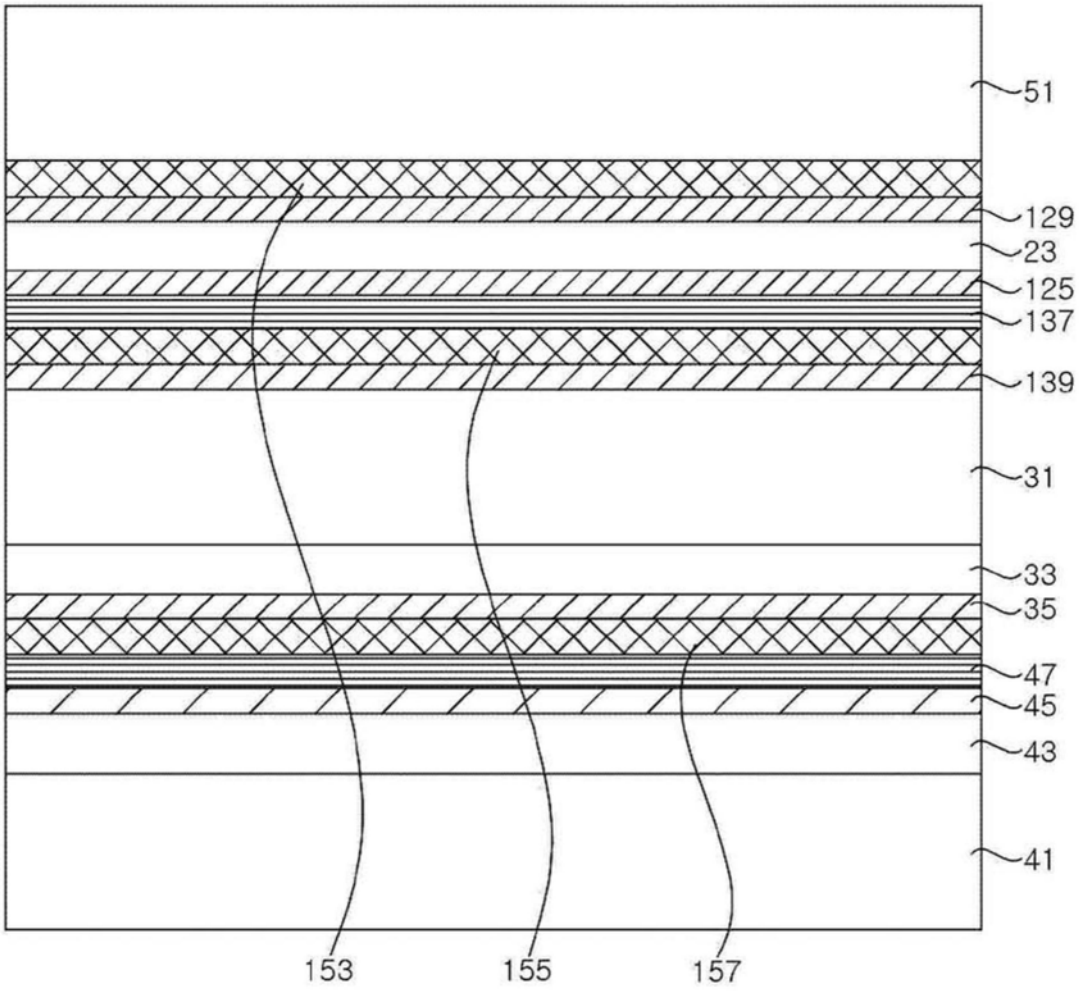


图12F

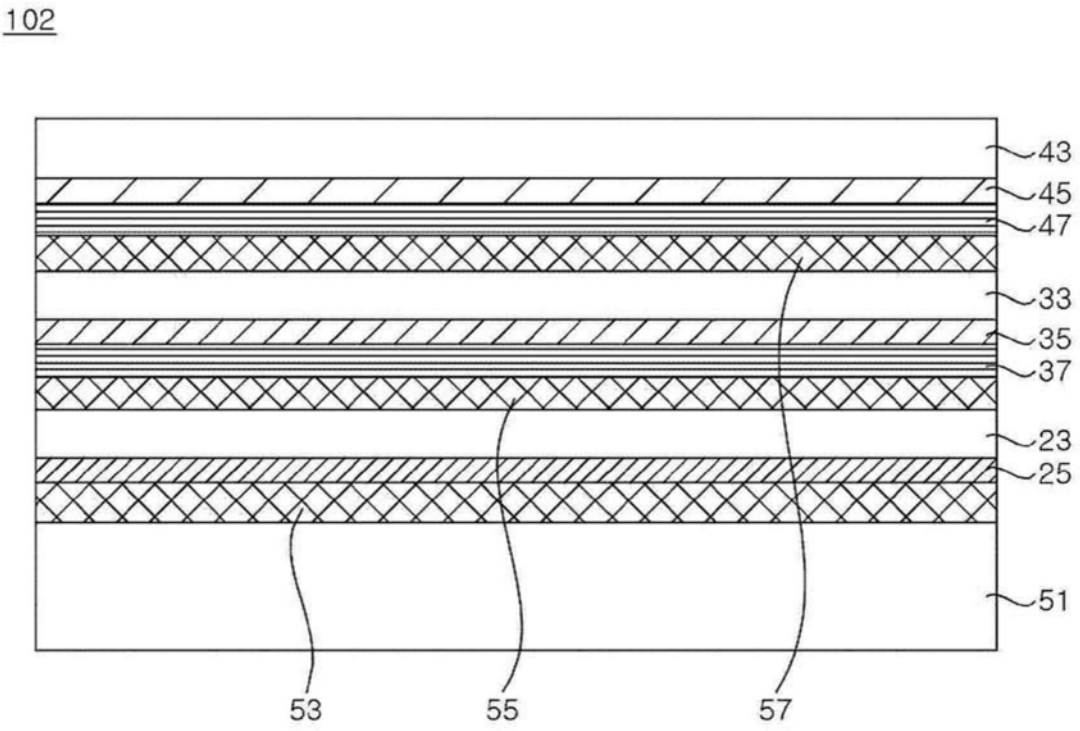

102
43
45
47
33
35
37
23
25
51
53
55
57

图13

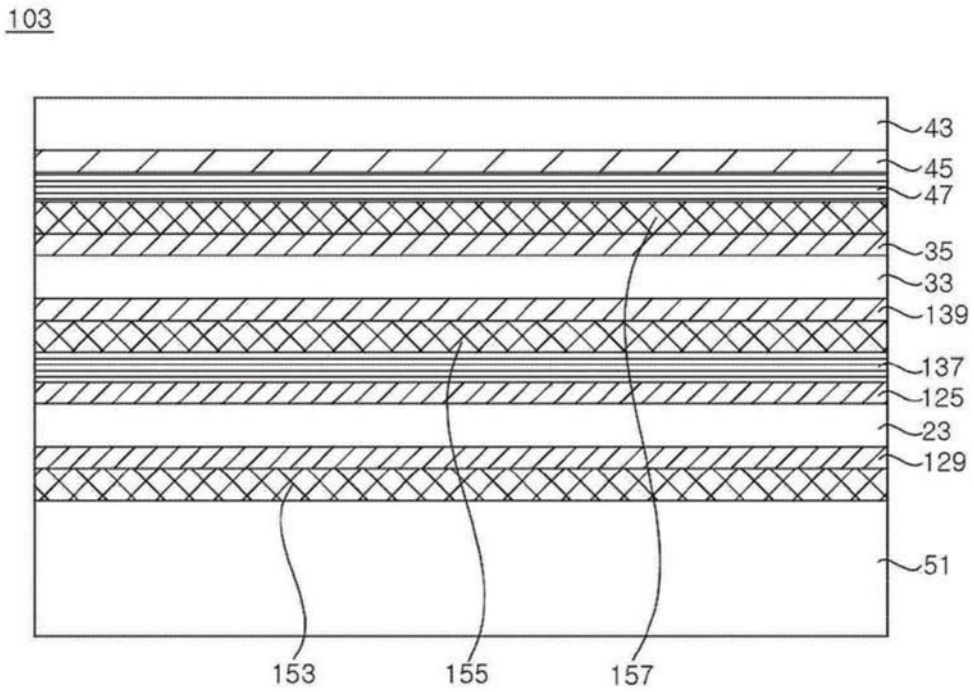

103
43
45
47
35
33
139
137
125
23
129
51
153
155
157

图14

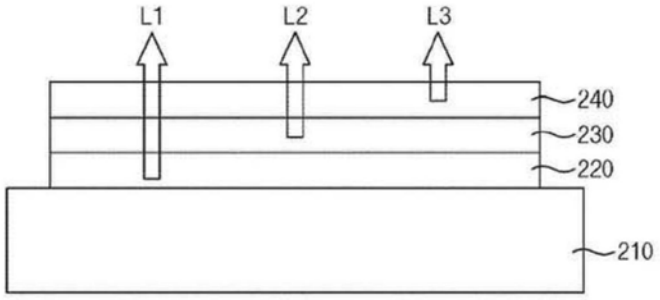


图15

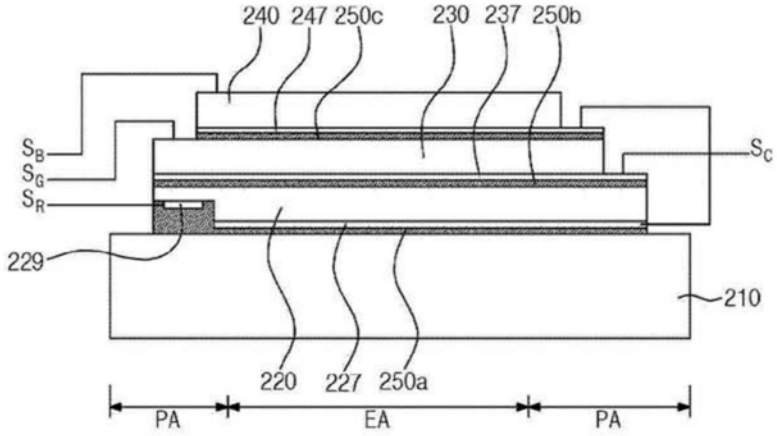


图16

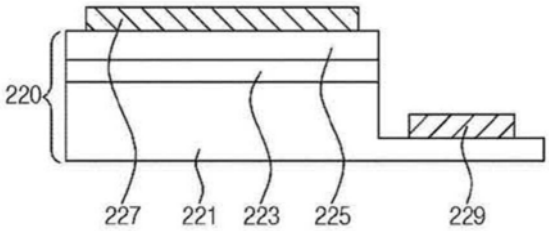


图17A

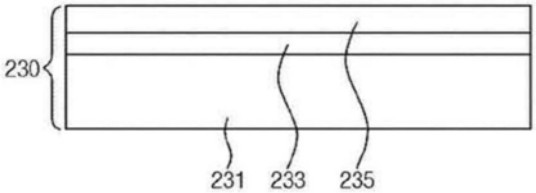


图17B

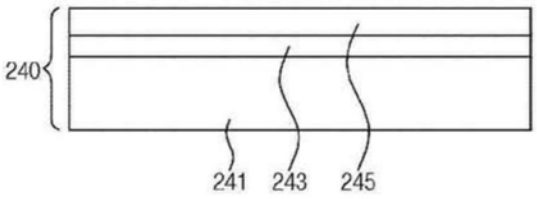

240
241
243
245

图17C

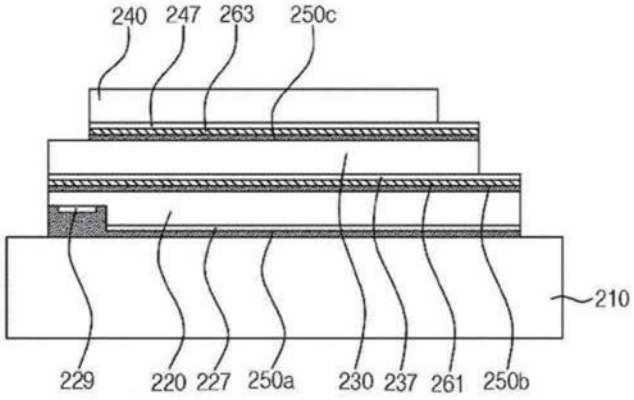

240
247
263
250c
210
229
220
227
250a
230
237
261
250b

图18

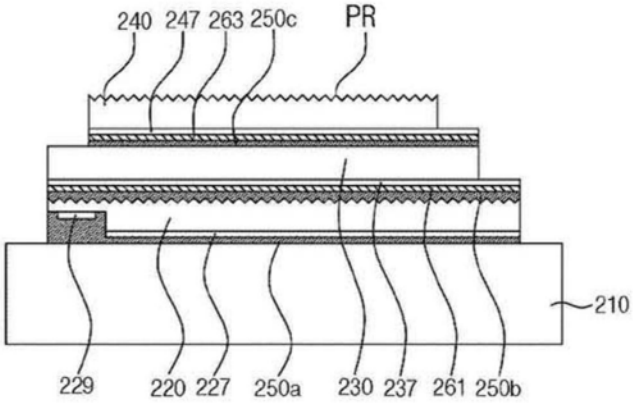

240
247
263
250c
PR
210
229
220
227
250a
230
237
261
250b

图19

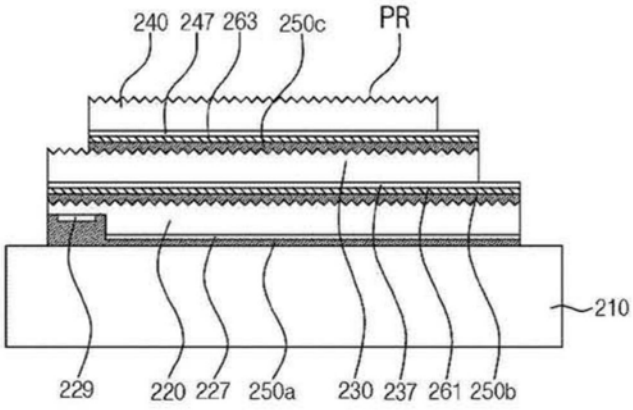

240 247 263 250c PR
210
229 220 227 250a 230 237 261 250b

图20

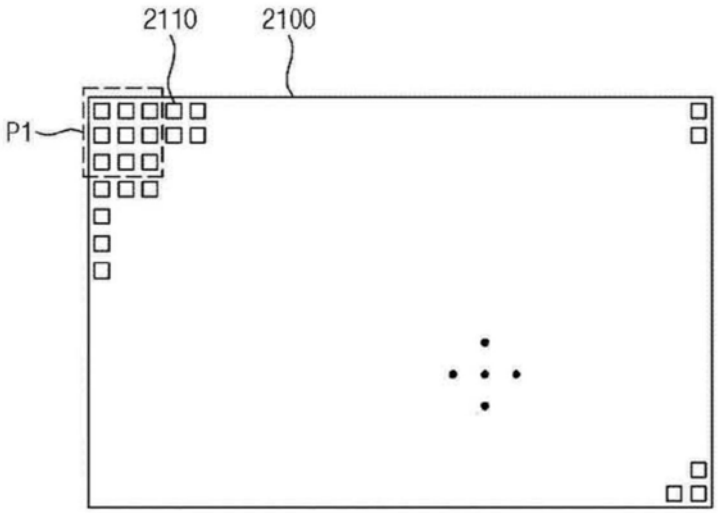

2110 2100
P1

图21

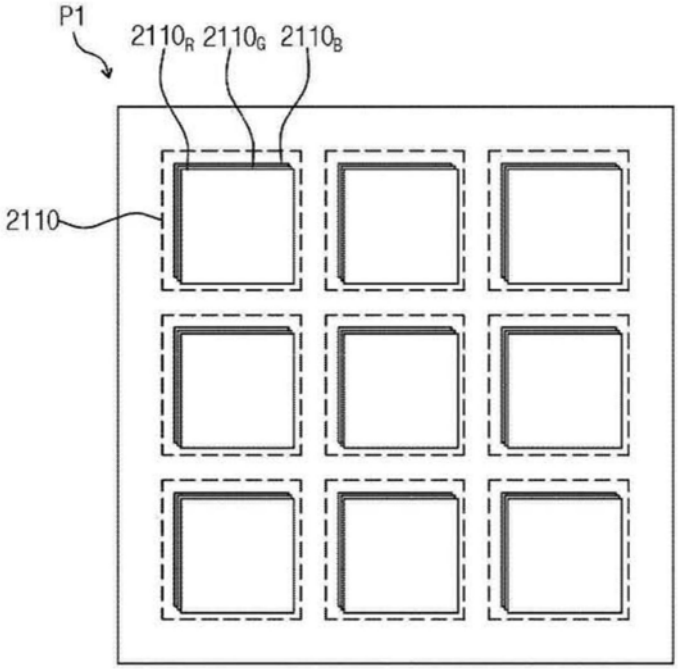


图22

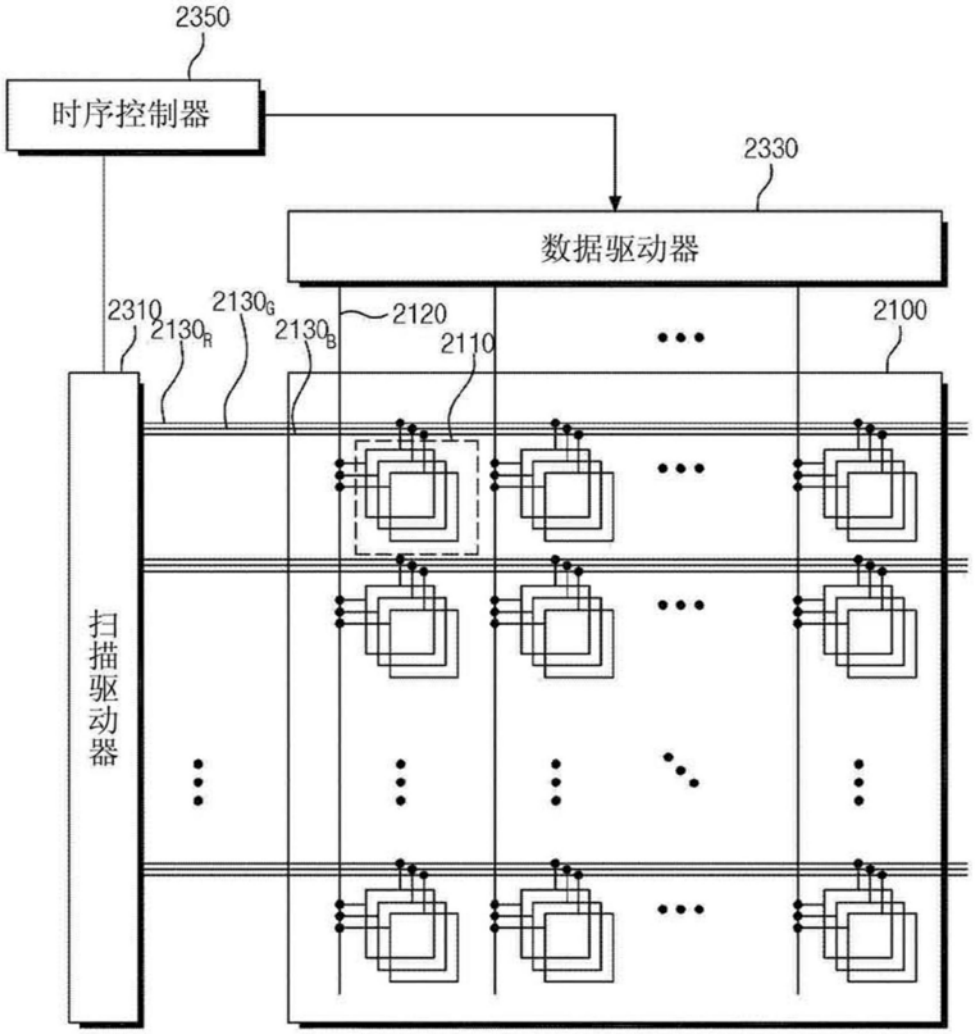

2350
时序控制器
2330
数据驱动器
2310
2130R
2130G
2130B
2120
2110
2100
扫描驱动器

图23

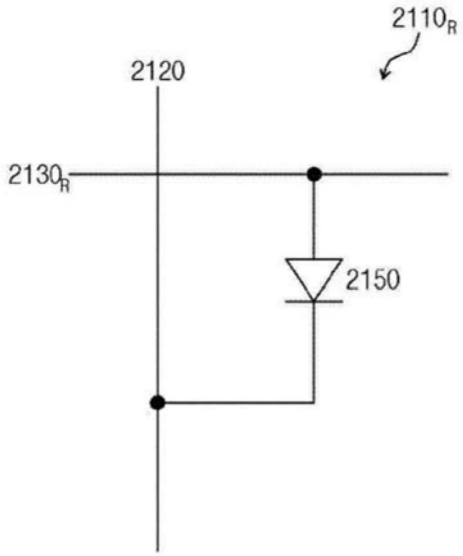

2110R
2120
2130R
2150

图24

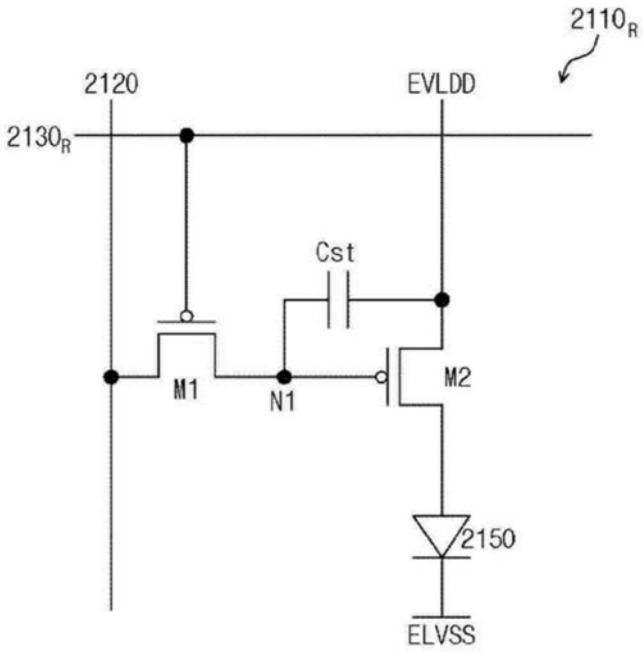

2110R
2120
EVLDD
2130R
Cst
M1
N1
M2
2150
ELVSS

图25

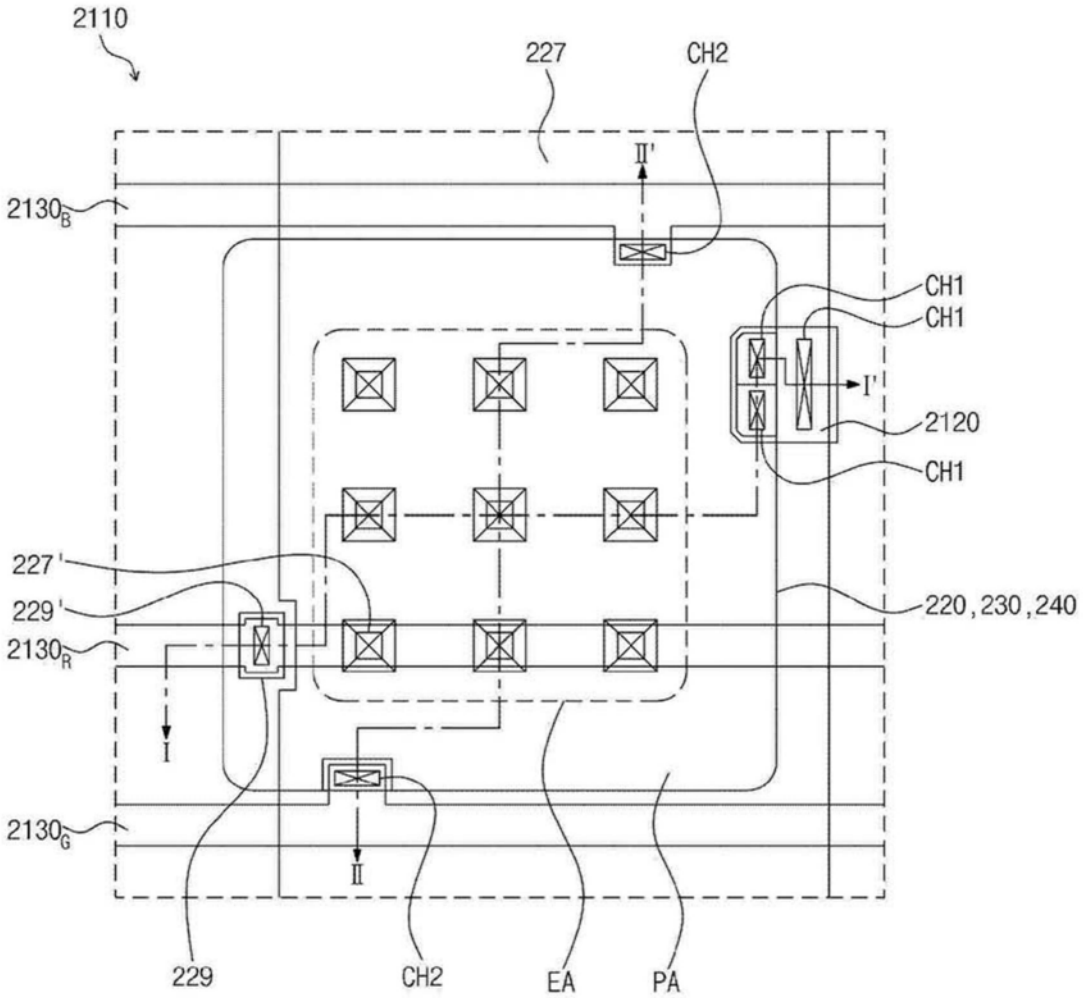

2110
227
CH2
II'
2130B
CH1
CH1
I'
2120
CH1
227'
229'
2130R
220,230,240
I
2130G
II
229
CH2
EA
PA

图26

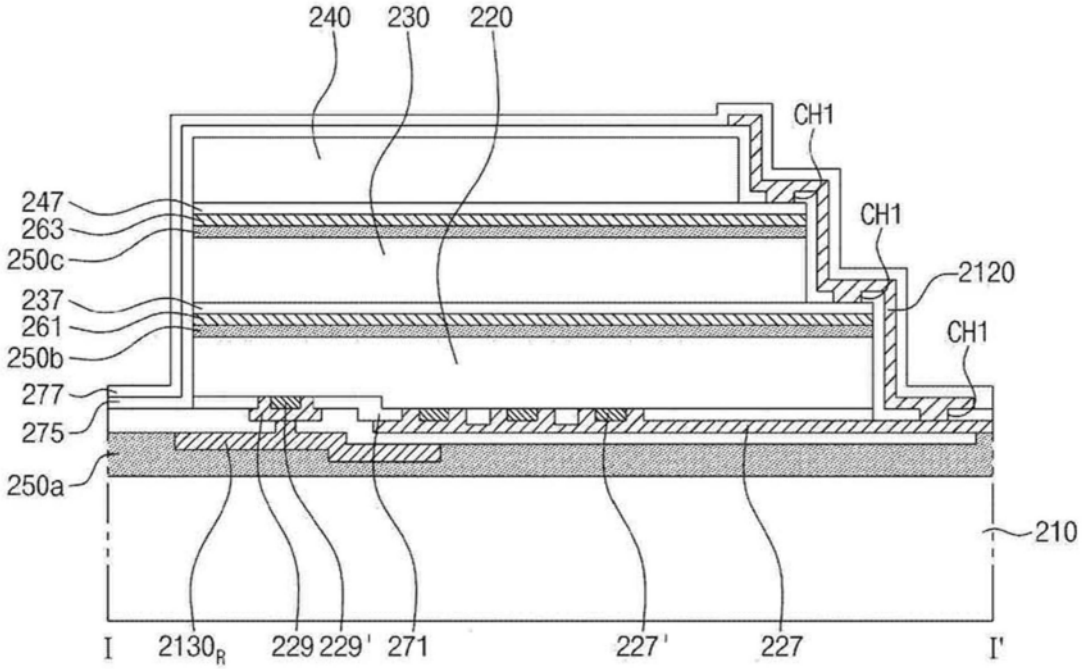

240
230
220
CH1
CH1
CH1
247
263
250c
237
261
250b
277
275
250a
2120
210
I
2130R
229
229'
271
227'
227
I'

图27A

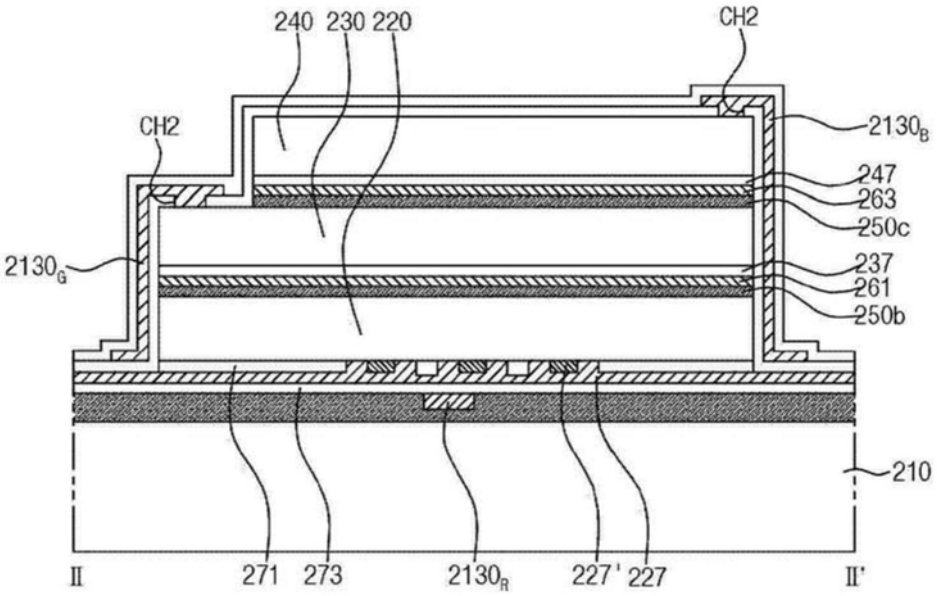

240 230 220
CH2
CH2
2130B
247
263
250c
2130G
237
261
250b
210
II
271
273
2130R
227'
227
II'

图27B

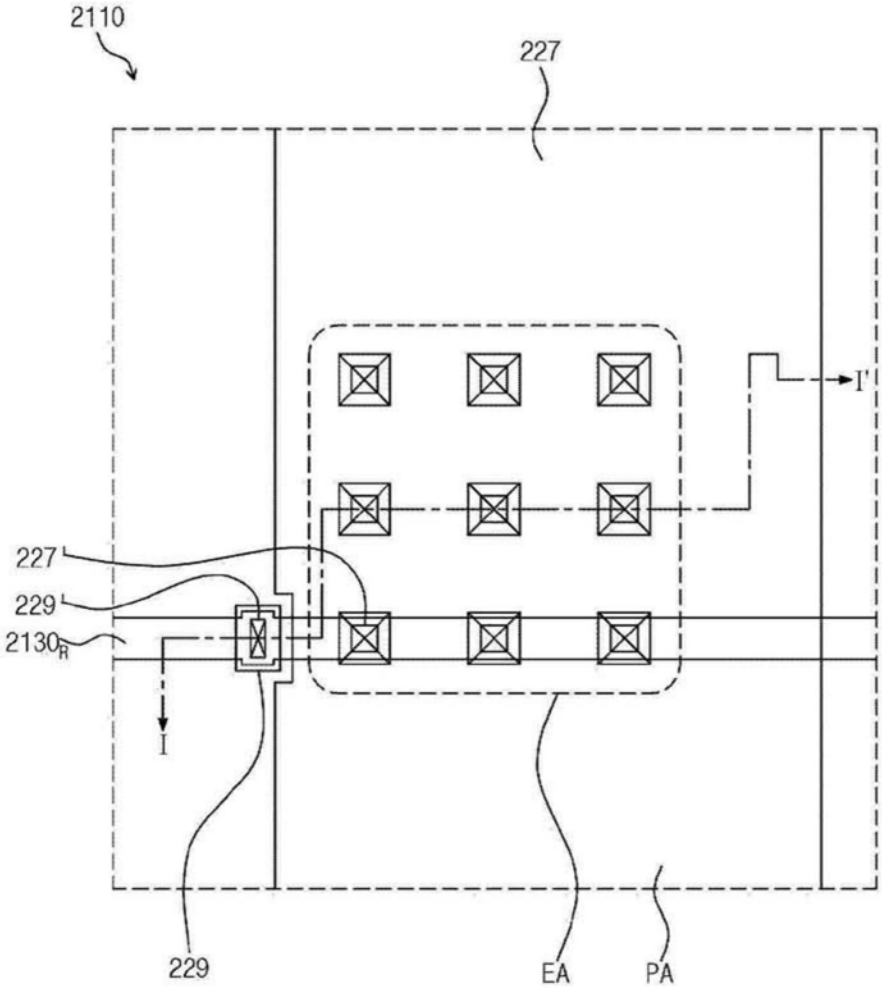


图28

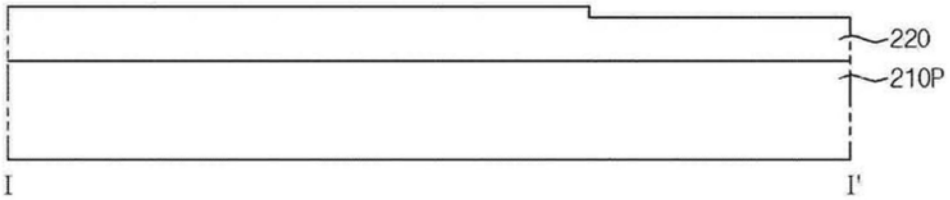


图29A

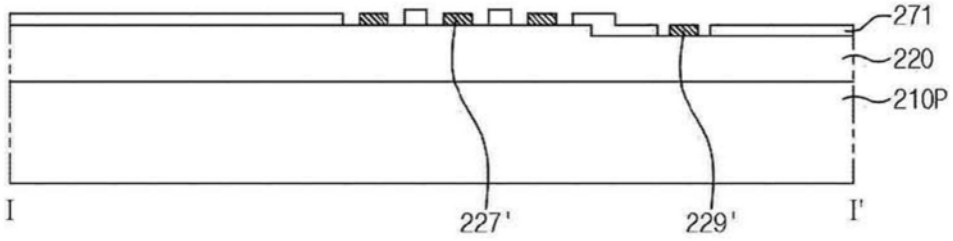


图29B

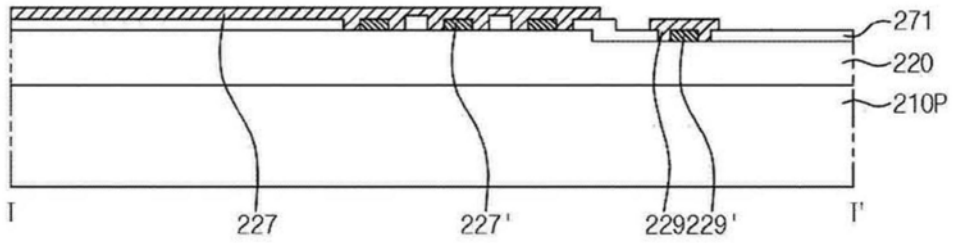


图29C

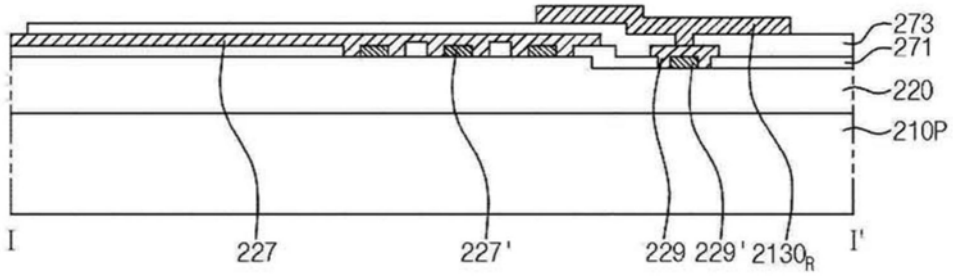


图29D

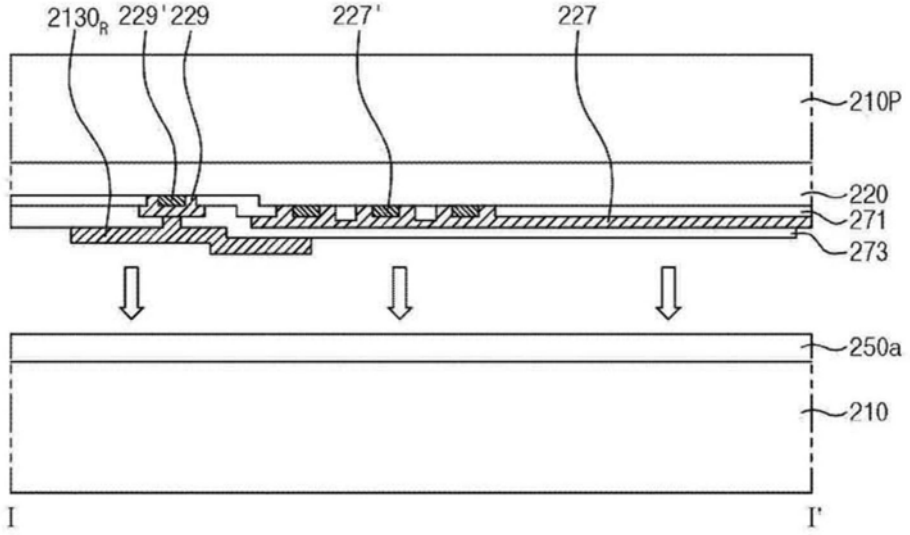


图29E

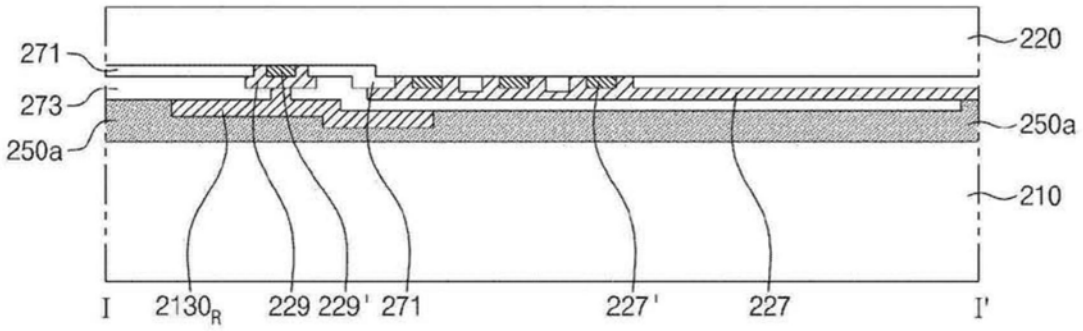


图29F

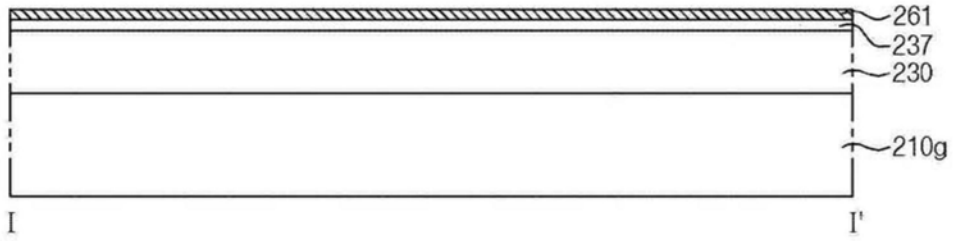


图29G

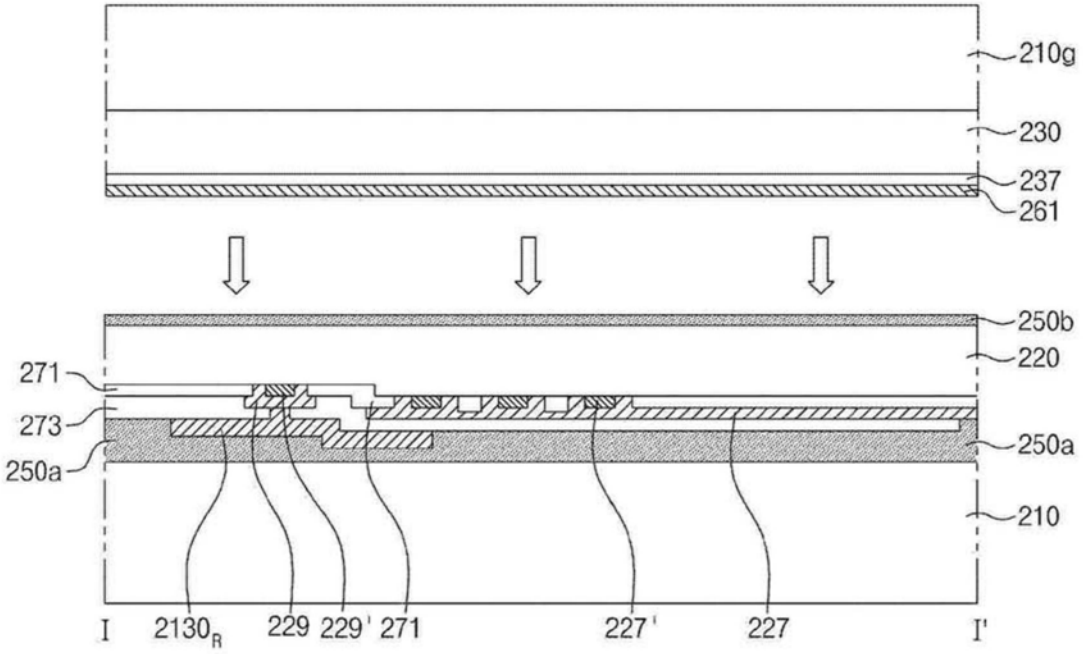


图29H

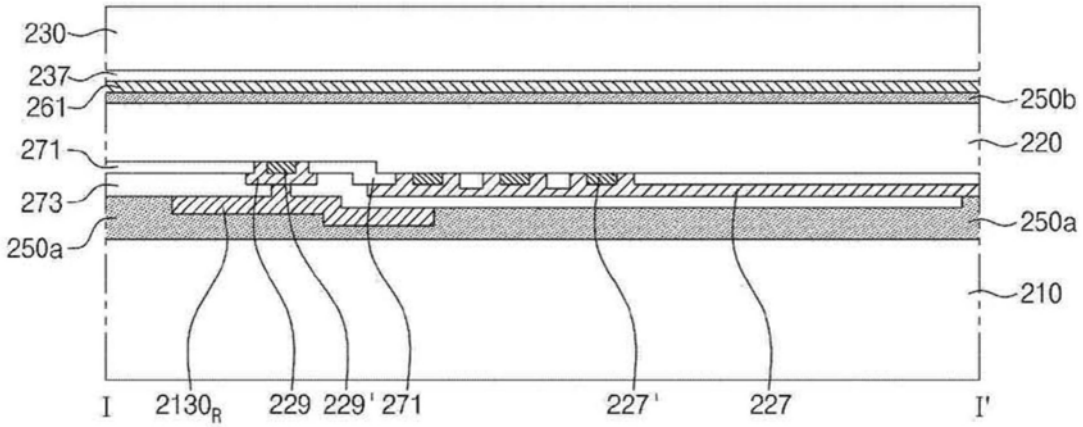


图29I

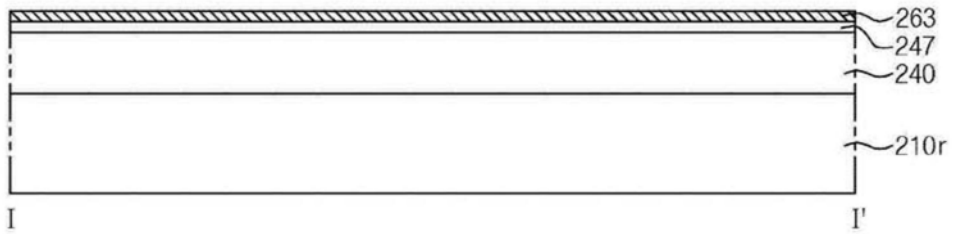


图29J

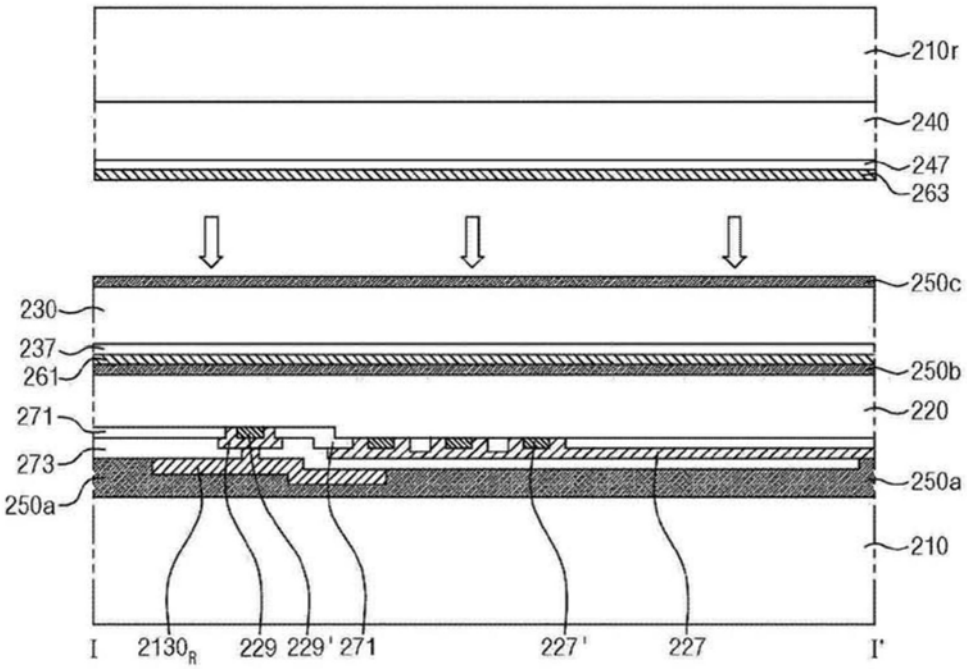

210r
240
247
263
250c
230
237
261
250b
271
220
273
250a
250a
210
I
2130R
229
229'
271
227'
227
I'

图29K

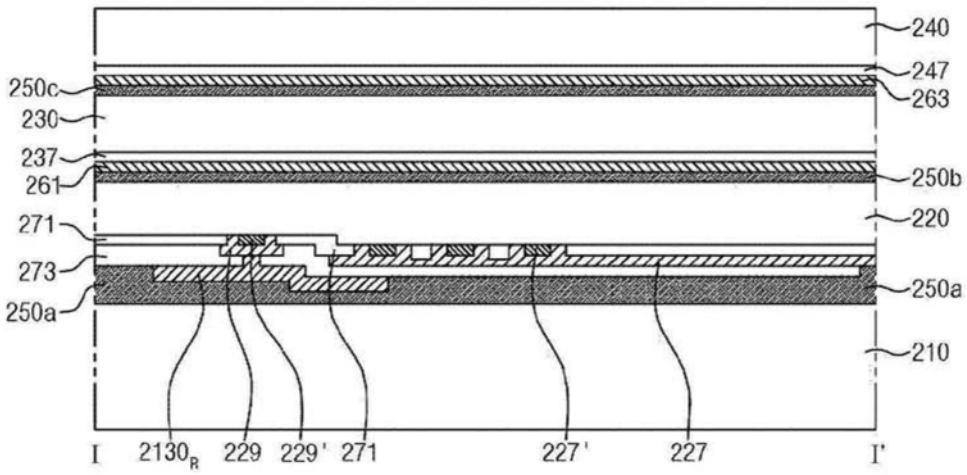

240
247
250c
263
230
237
261
250b
271
220
273
250a
250a
210
I
2130R
229
229'
271
227'
227
I'

图29L

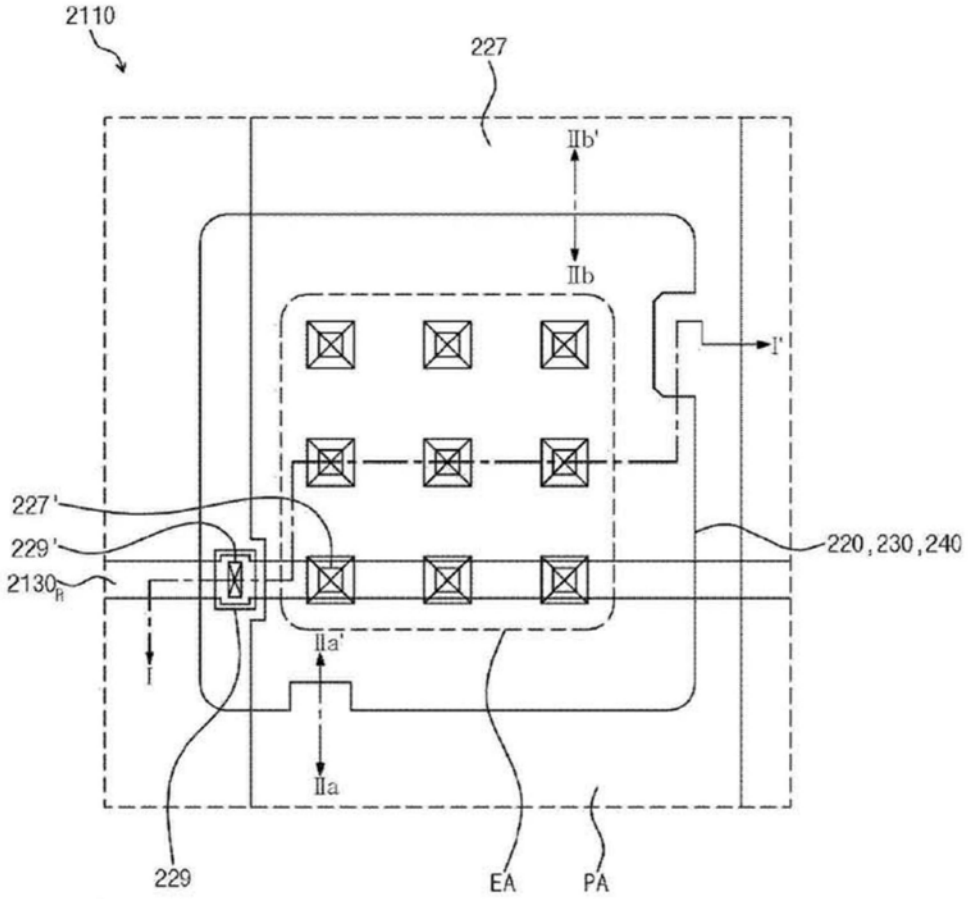

2110
227
IIb'
IIb
I'
227'
229'
2130R
220,230,240
I
IIa'
IIa
229
EA
PA

图30A

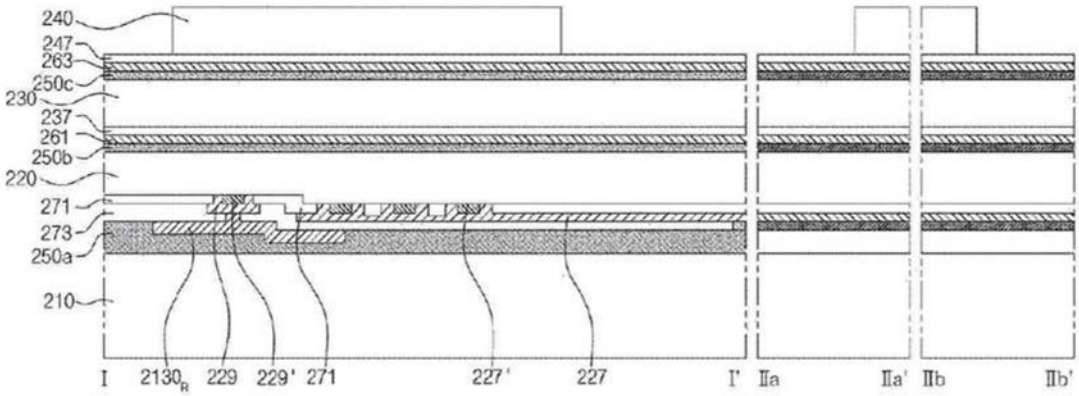

240
247
263
250c
230
237
261
250b
220
271
273
250a
210
I
2130R
229
229'
271
227'
227
I'
IIa
IIa'
IIb
IIb'

图30B

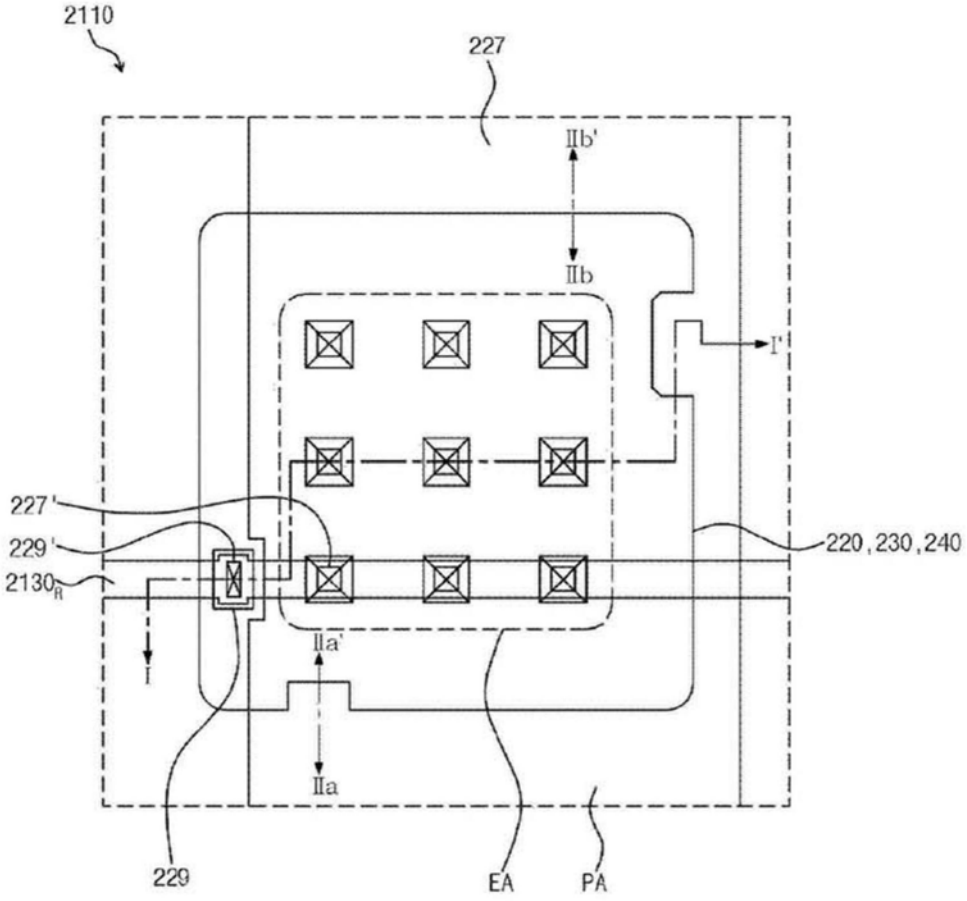

2110
227
IIb'
IIb
I'
227'
229'
2130R
220,230,240
I
IIa'
IIa
229
EA
PA

图31A

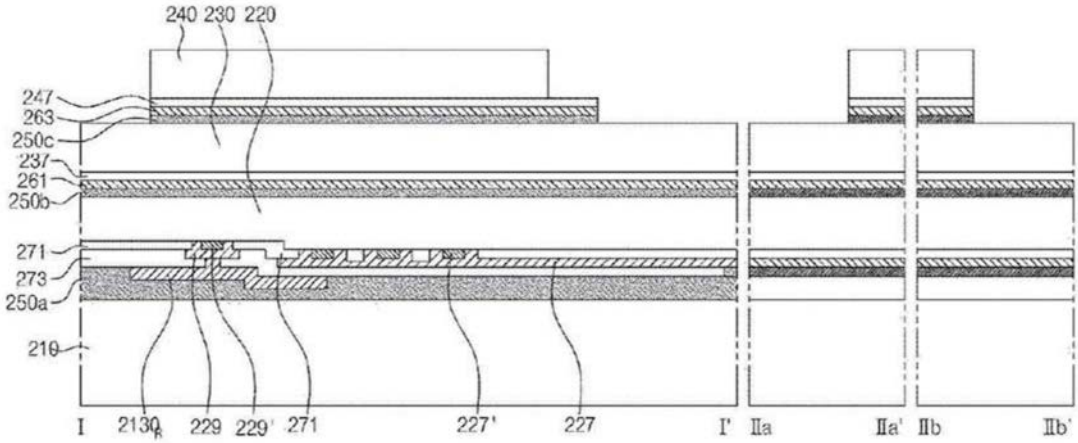

240 230 220
247
263
250c
237
261
250b
271
273
250a
210
I
2130R
229
229'
271
227'
227
I'
IIa
IIa'
IIb
IIb'

图31B

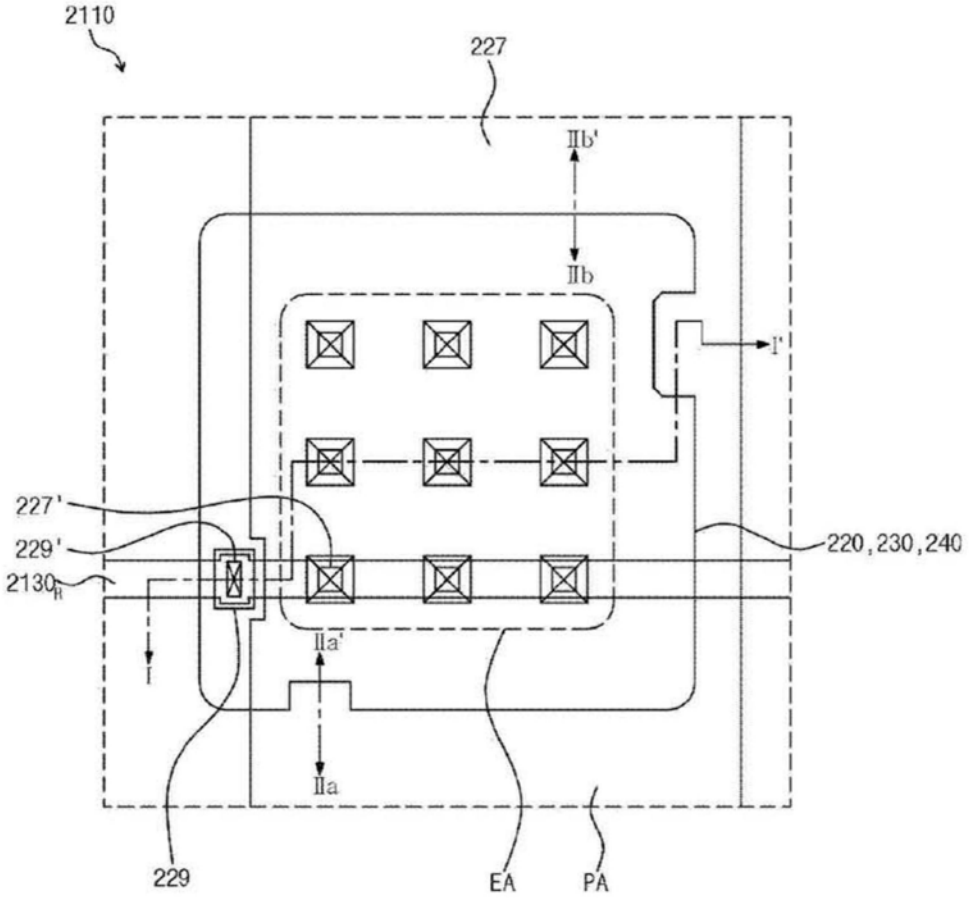

2110
227
IIb'
IIb
I'
227'
229'
2130R
220,230,240
I
IIa'
IIa
229
EA
PA

图32A

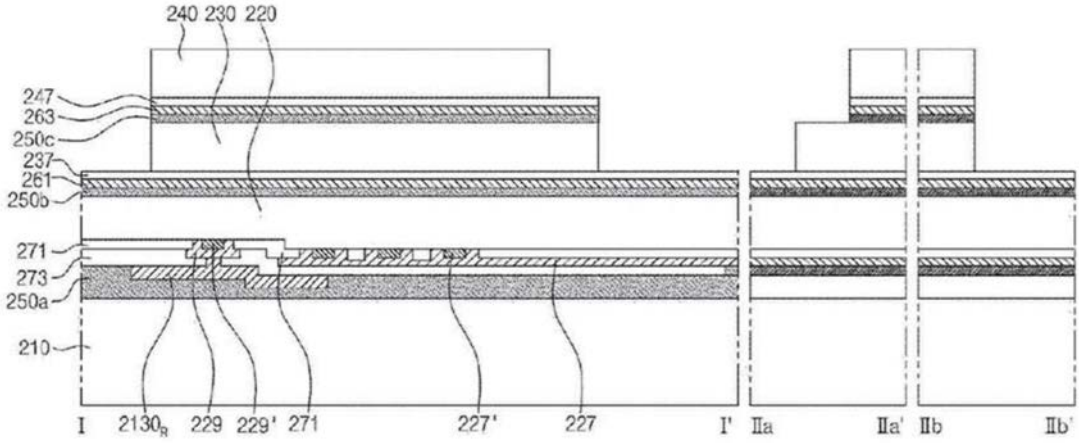

240 230 220
247
263
250c
237
261
250b
271
273
250a
210
I
2130R
229
229'
271
227'
227
I'
IIa
IIa'
IIb
IIb'

图32B

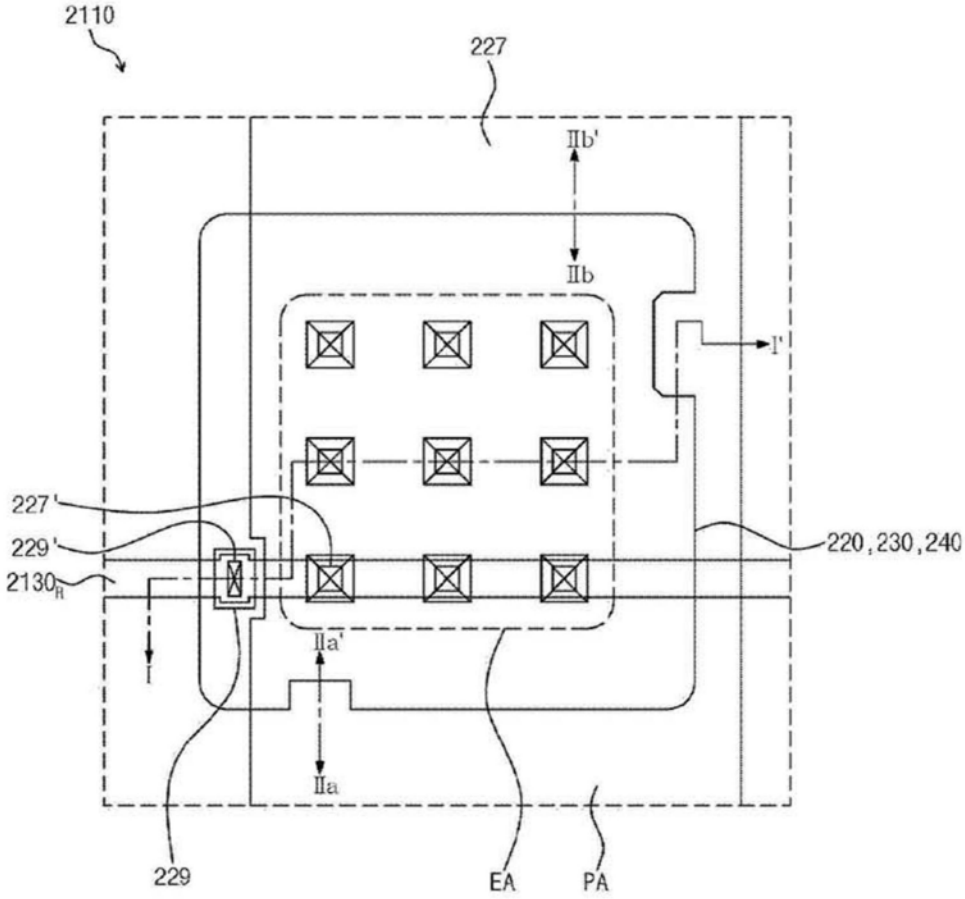

2110
227
IIb'
IIb
I'
227'
229'
2130R
220,230,240
IIa'
I
IIa
229
EA
PA

图33A

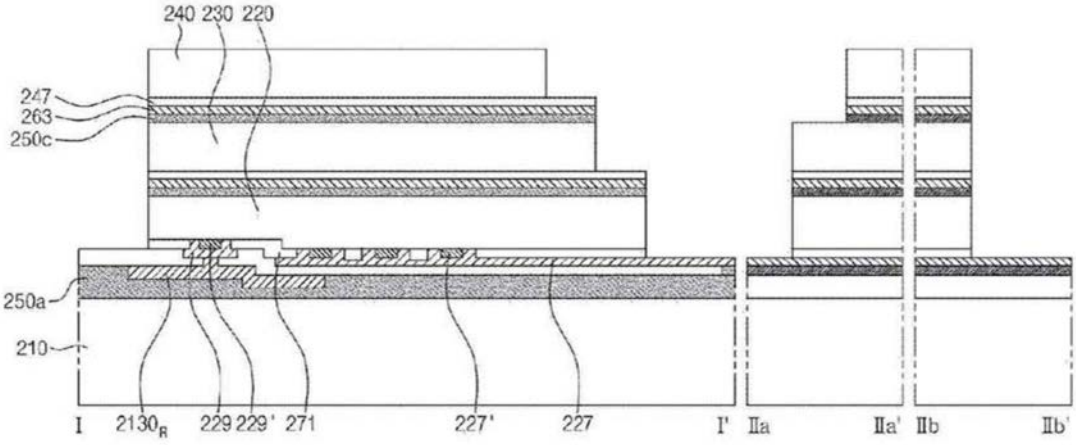

240 230 220
247
263
250c
250a
210
I
2130R
229
229'
271
227'
227
I'
IIa
IIa'
IIb
IIb'

图33B

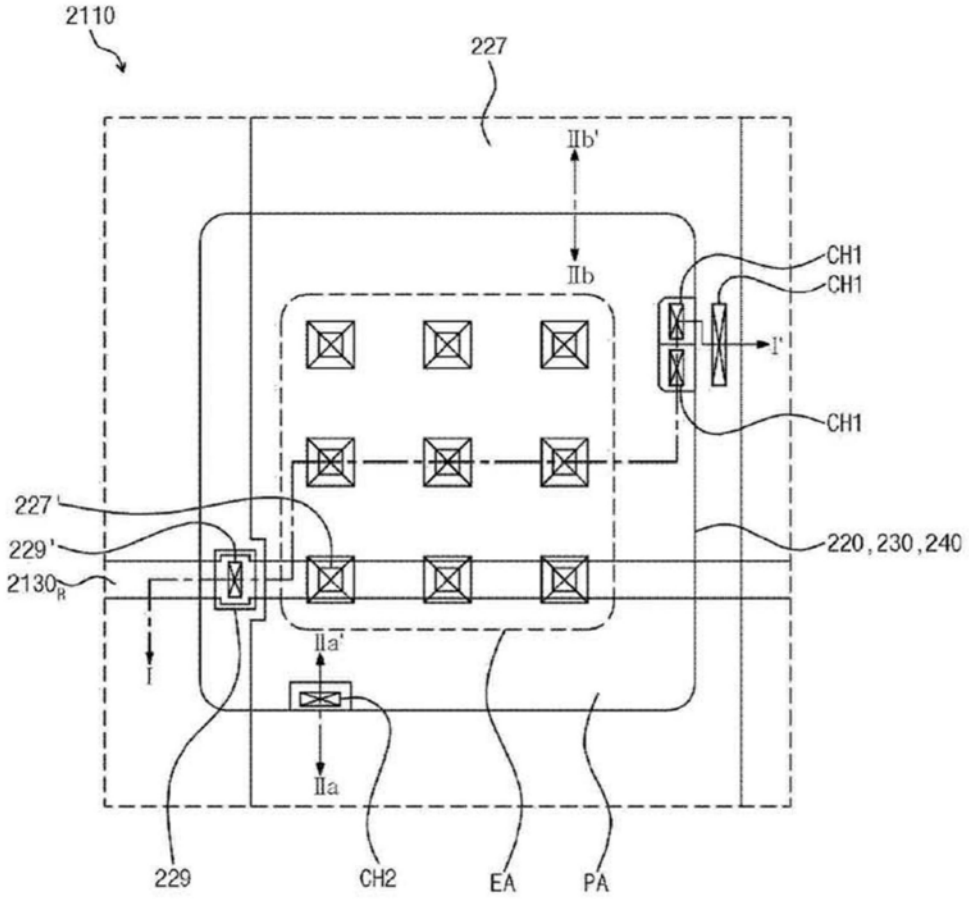

2110
227
IIb'
IIb
CH1
CH1
I'
CH1
227'
229'
2130R
220,230,240
I
IIa'
IIa
229
CH2
EA
PA

图34A

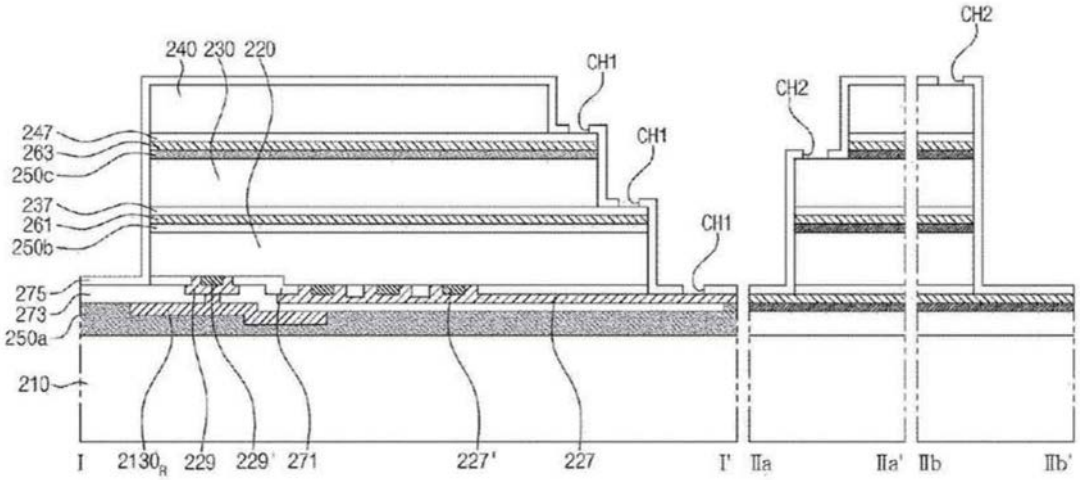

240 230 220
CH1
CH1
CH1
CH2
CH2
247
263
250c
237
261
250b
275
273
250a
210
I
2130R
229
229'
271
227'
227
I'
IIa
IIa'
IIb
IIb'

图34B

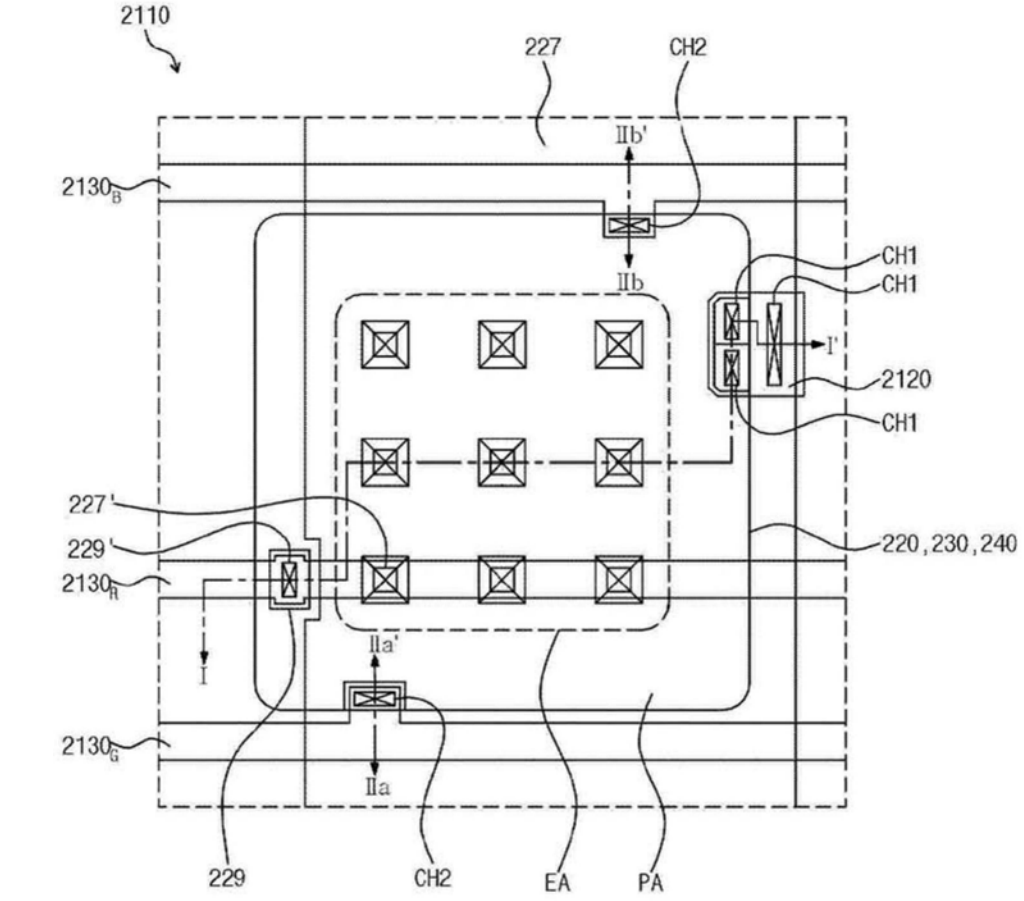

2110
227
CH2
IIb'
2130B
IIb
CH1
CH1
I'
2120
CH1
227'
229'
2130R
220,230,240
I
IIa'
2130G
IIa
229
CH2
EA
PA

图35A

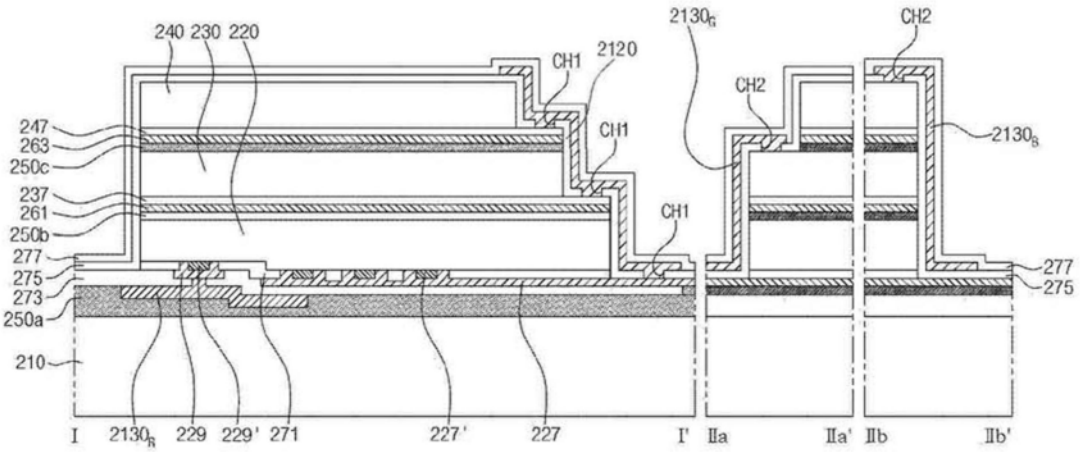

240 230 220
CH1
2120
2130G
CH2
CH2
CH1
2130B
247
263
250c
237
261
250b
277
275
273
250a
210
CH1
277
275
I
2130R
229
229'
271
227'
227
I'
IIa
IIa'
IIb
IIb'

图35B

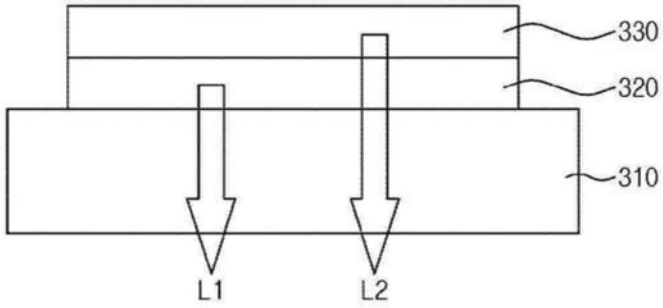


图36A

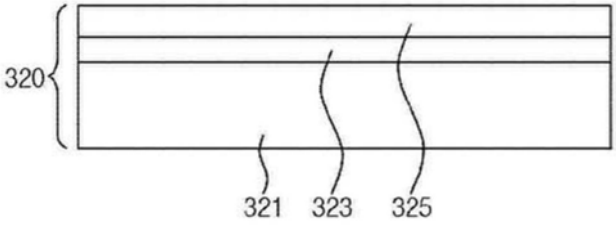


图36B

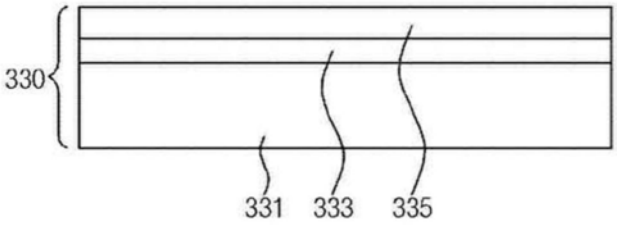


图36C

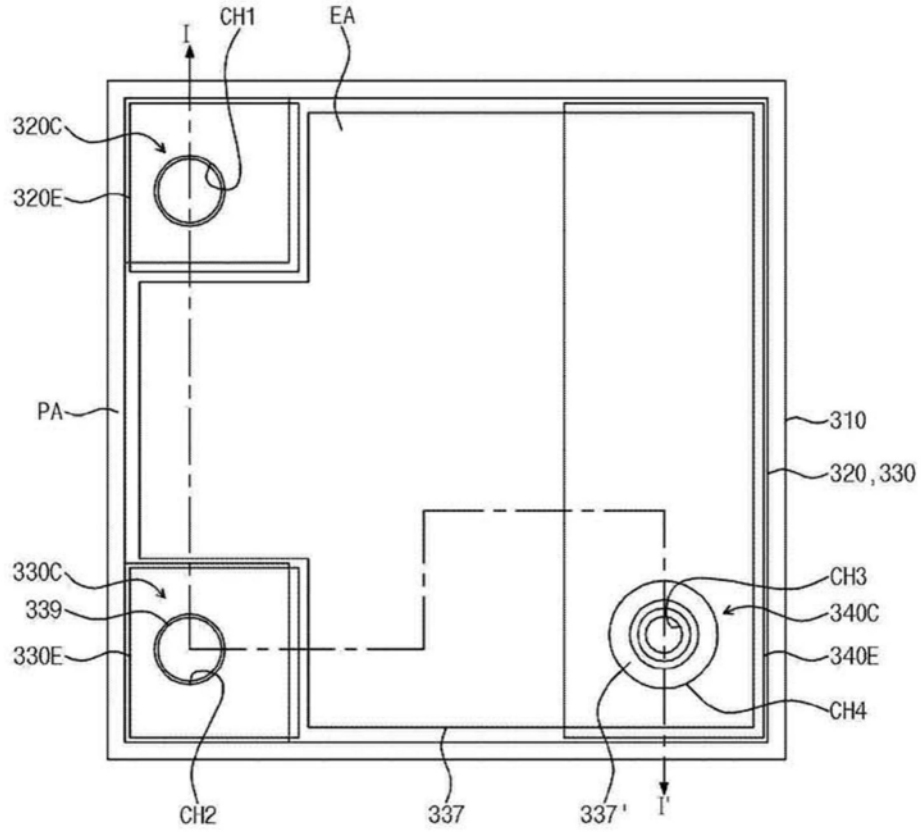

I
CH1
EA
320C
320E
PA
310
320,330
330C
339
330E
CH3
340C
340E
CH4
CH2
337
337'
I'

图37A

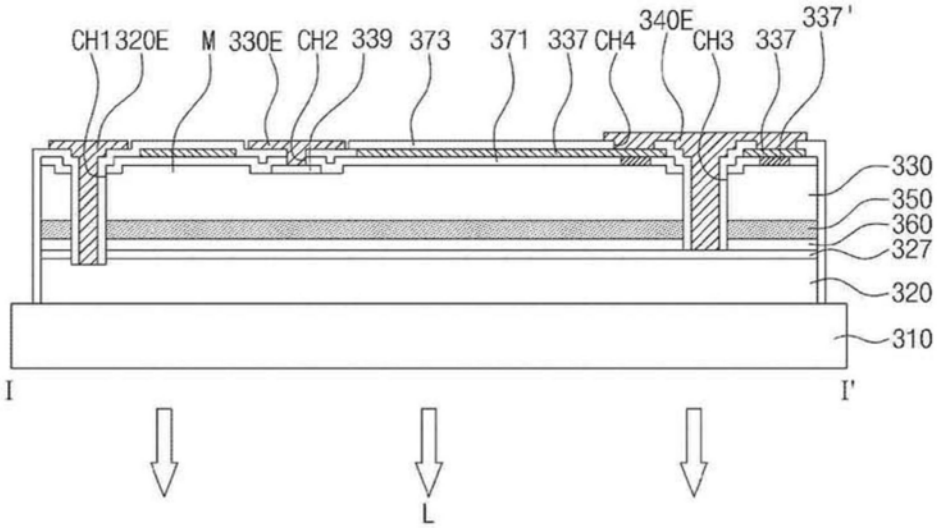

CH1
320E
M
330E
CH2
339
373
371
337
CH4
340E
CH3
337
337'
330
350
360
327
320
310
I
I'
L

图37B

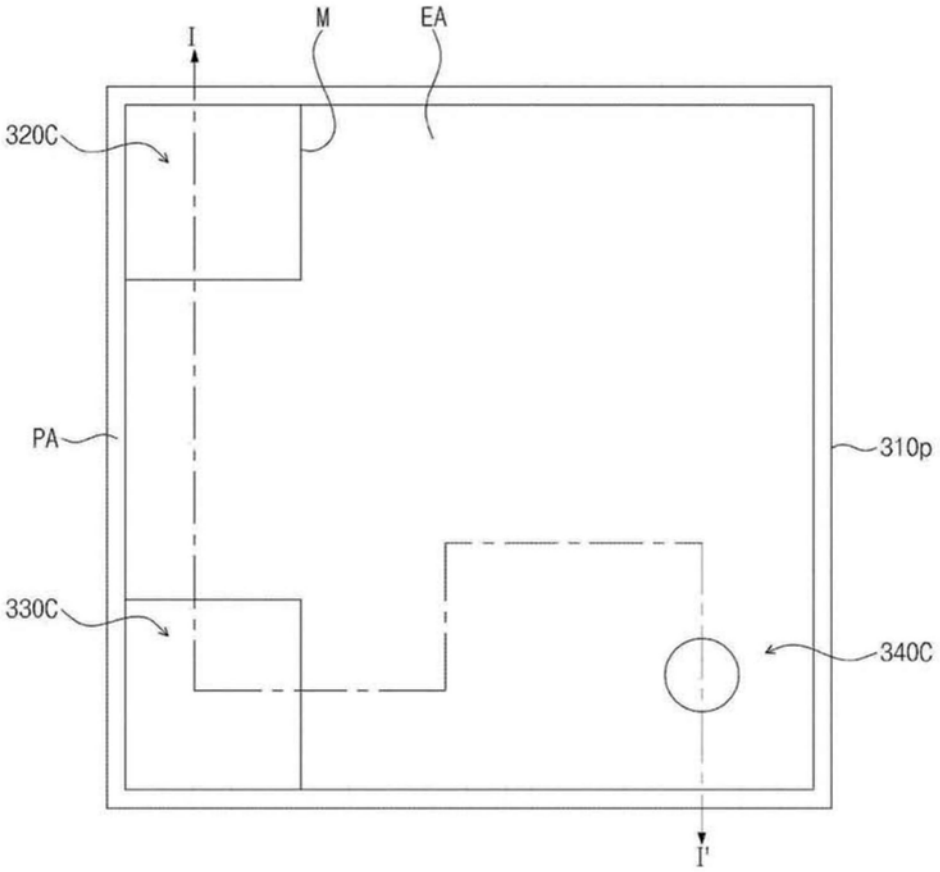


图38A

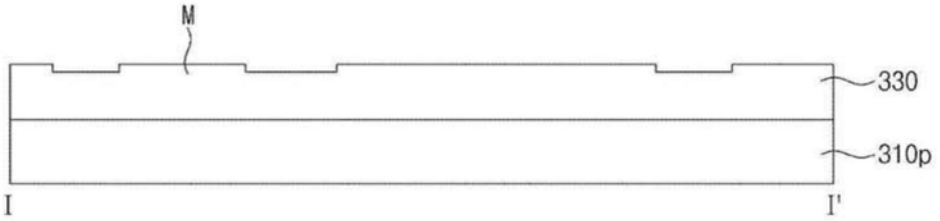


图38B

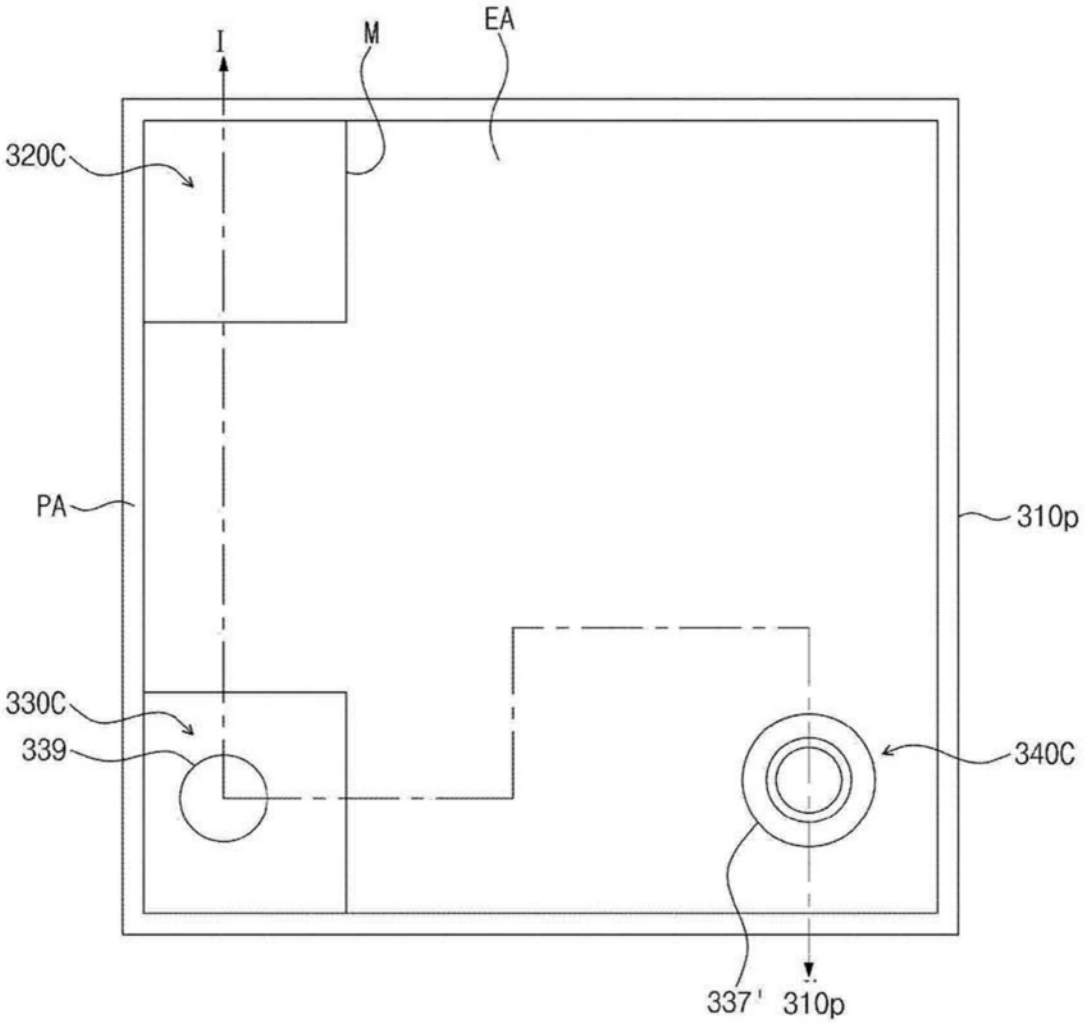

I
M
EA
320C
PA
310p
330C
339
340C
337'
310p

图39A

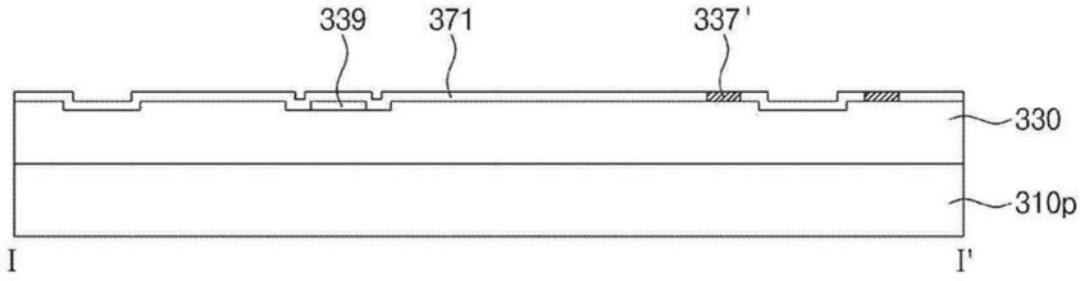

339
371
337'
330
310p
I
I'

图39B

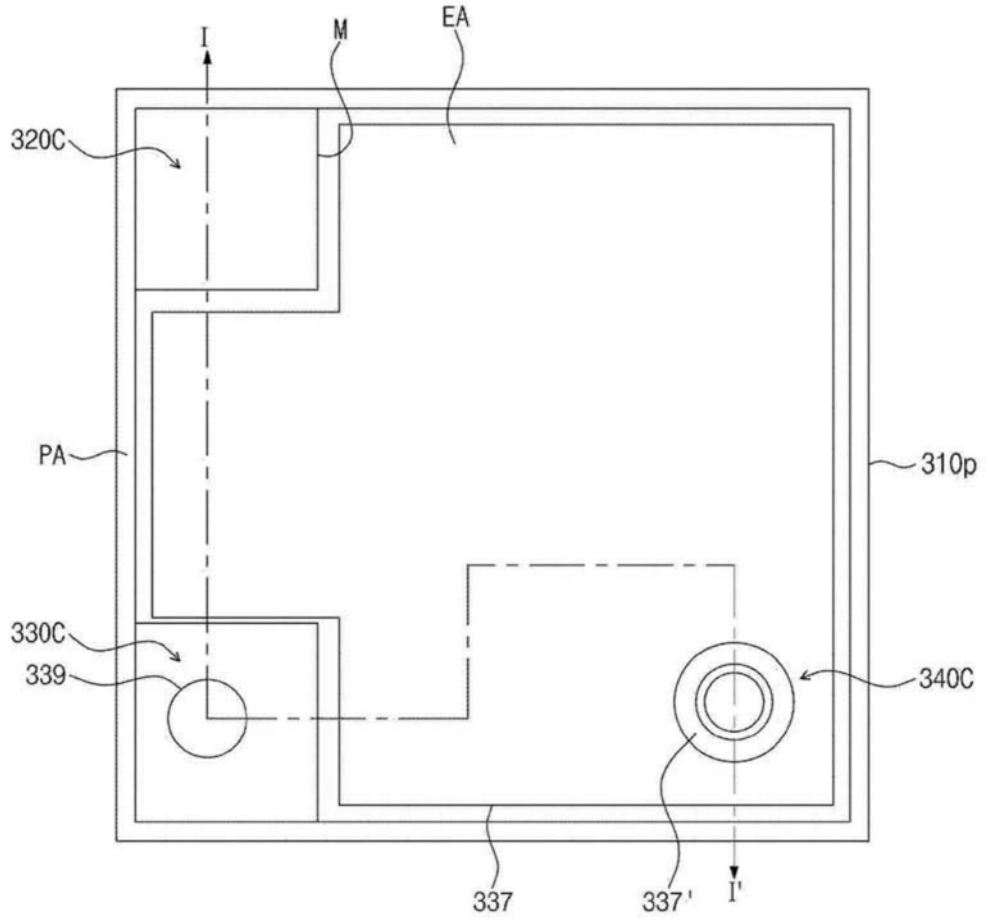

I
M
EA
320C
PA
310p
330C
339
340C
337
337'
I'

图40A

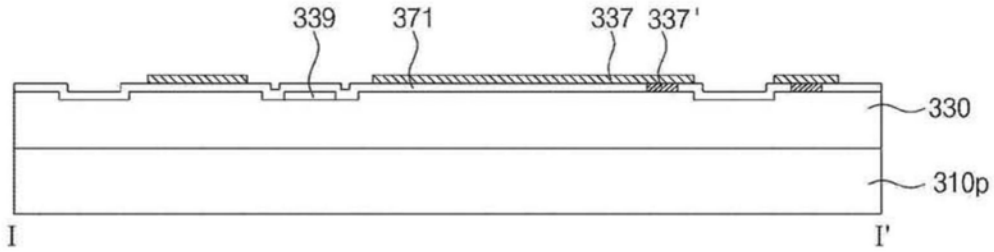

339
371
337
337'
330
310p
I
I'

图40B

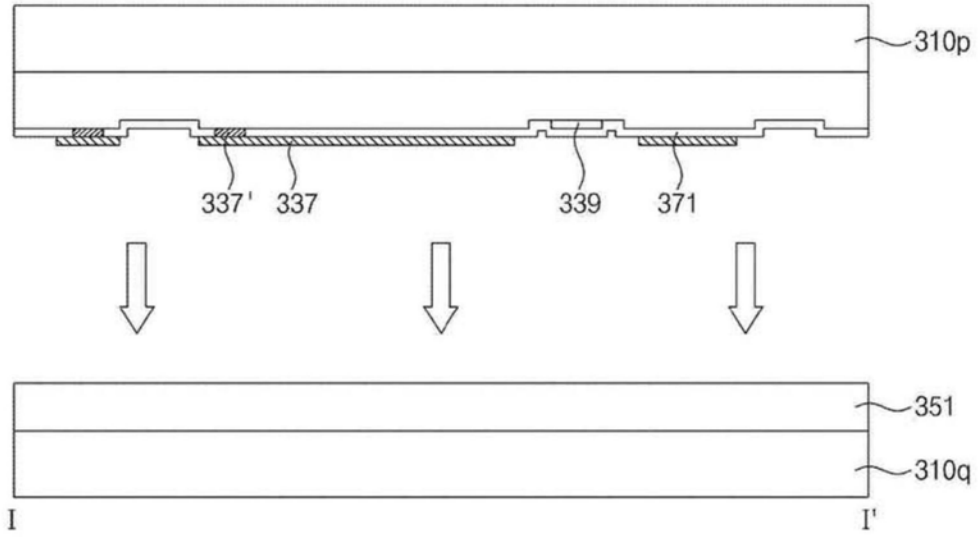


图40C

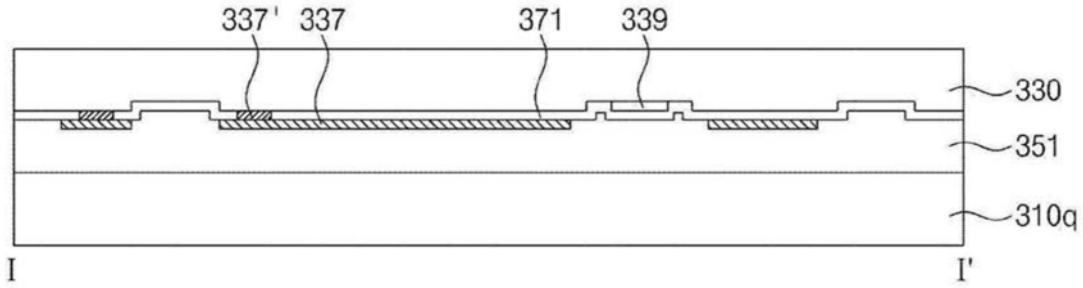


图40D

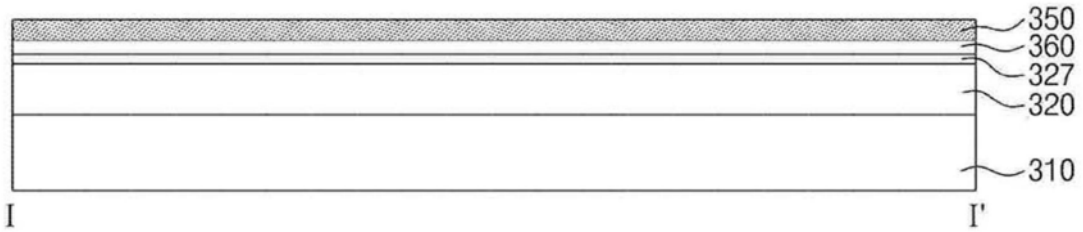


图40E

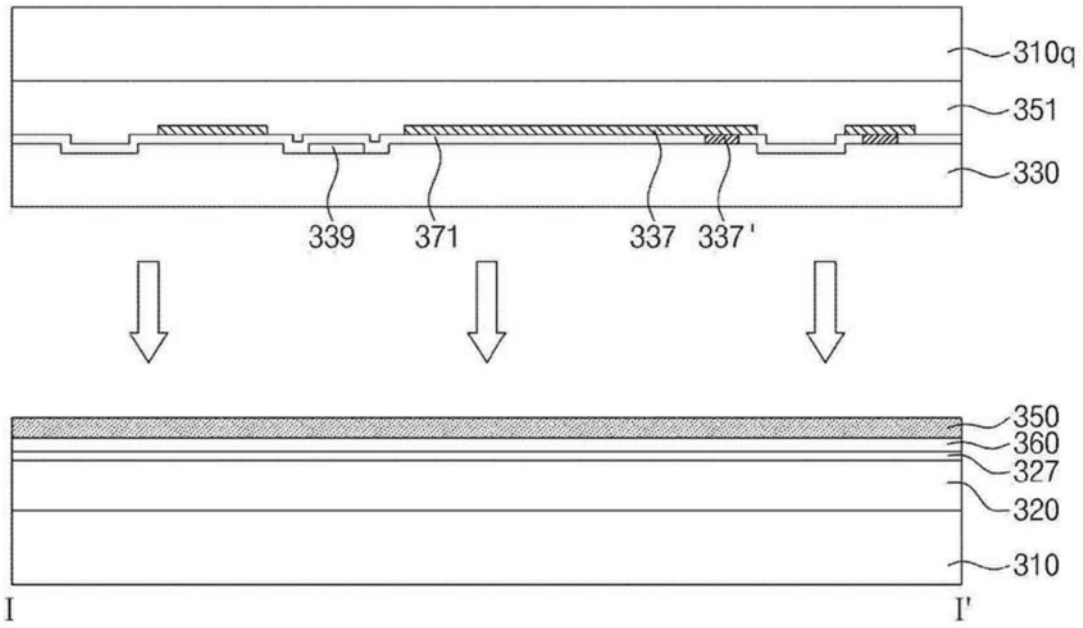

310q
351
330
339
371
337
337'
350
360
327
320
310
I
I'

图40F

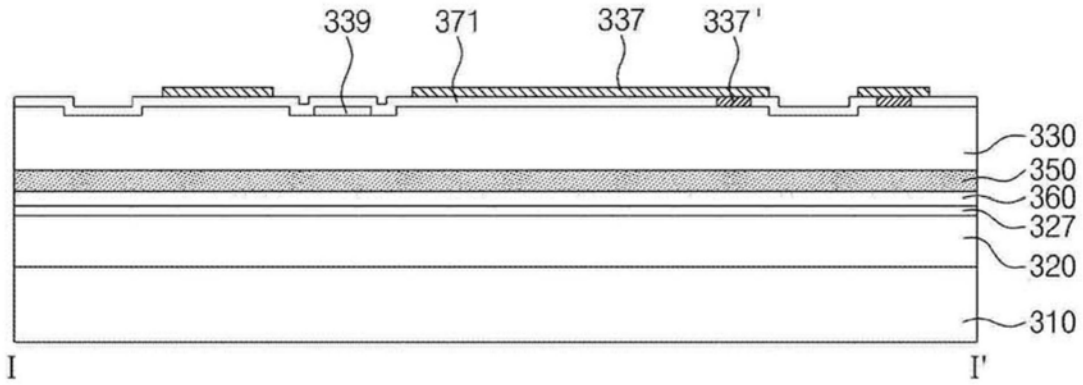

339
371
337
337'
330
350
360
327
320
310
I
I'

图40G

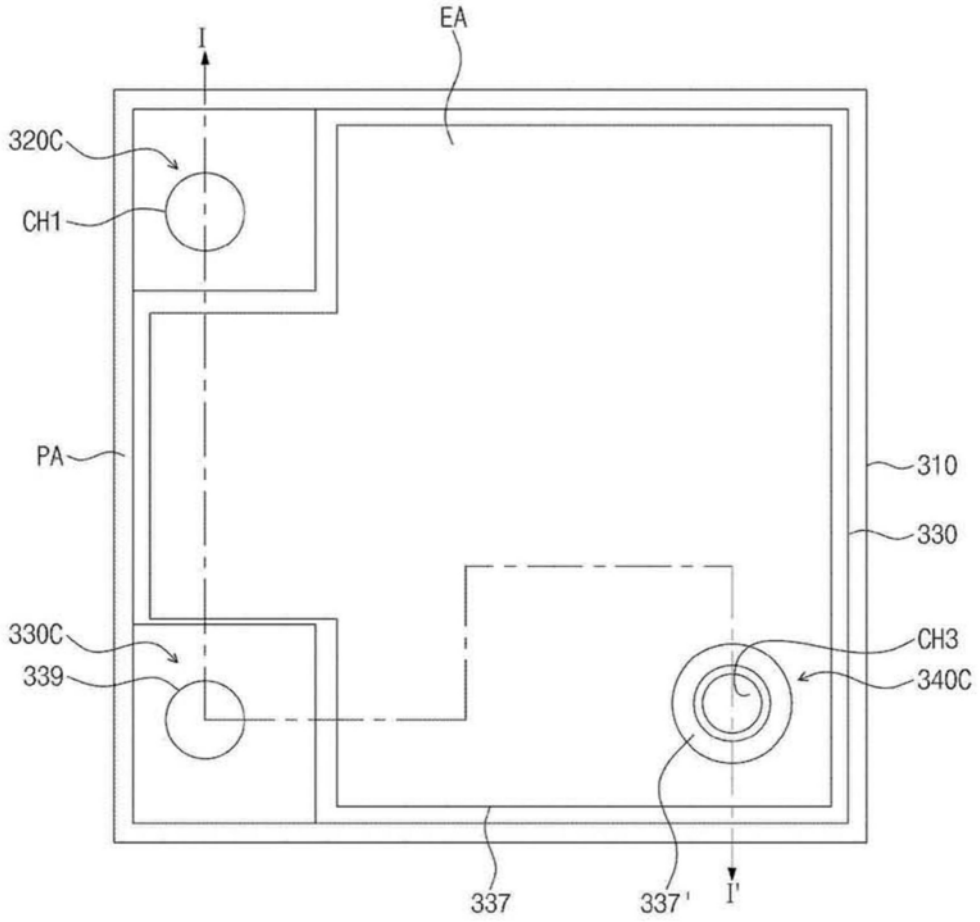

I
EA
320C
CH1
PA
310
330
330C
339
CH3
340C
337
337'
I'

图41A

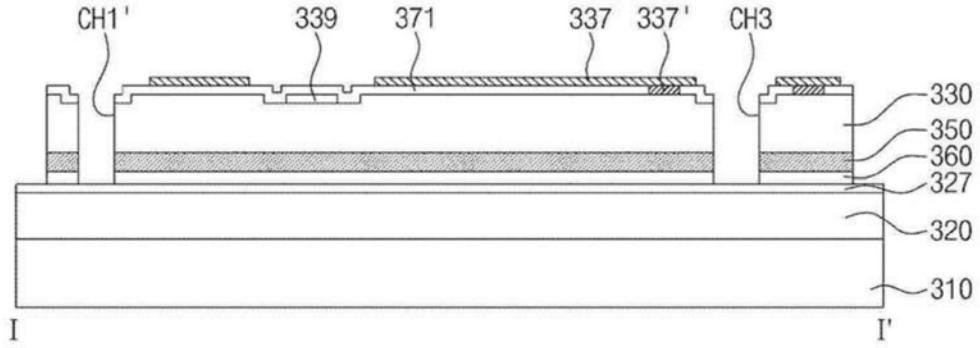

CH1'
339
371
337
337'
CH3
330
350
360
327
320
310
I
I'

图41B

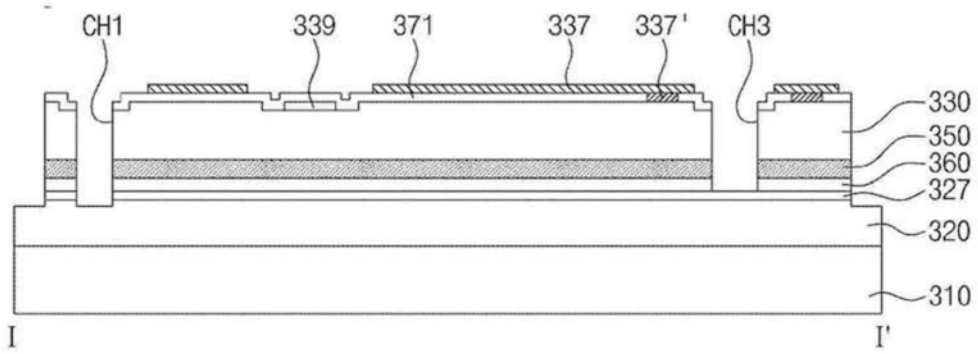

CH1
339
371
337
337'
CH3
330
350
360
327
320
310
I
I'

图41C

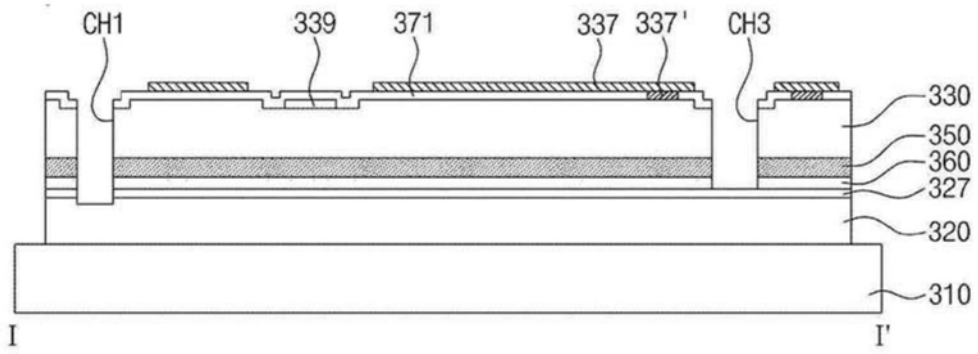

CH1
339
371
337
337'
CH3
330
350
360
327
320
310
I
I'

图41D

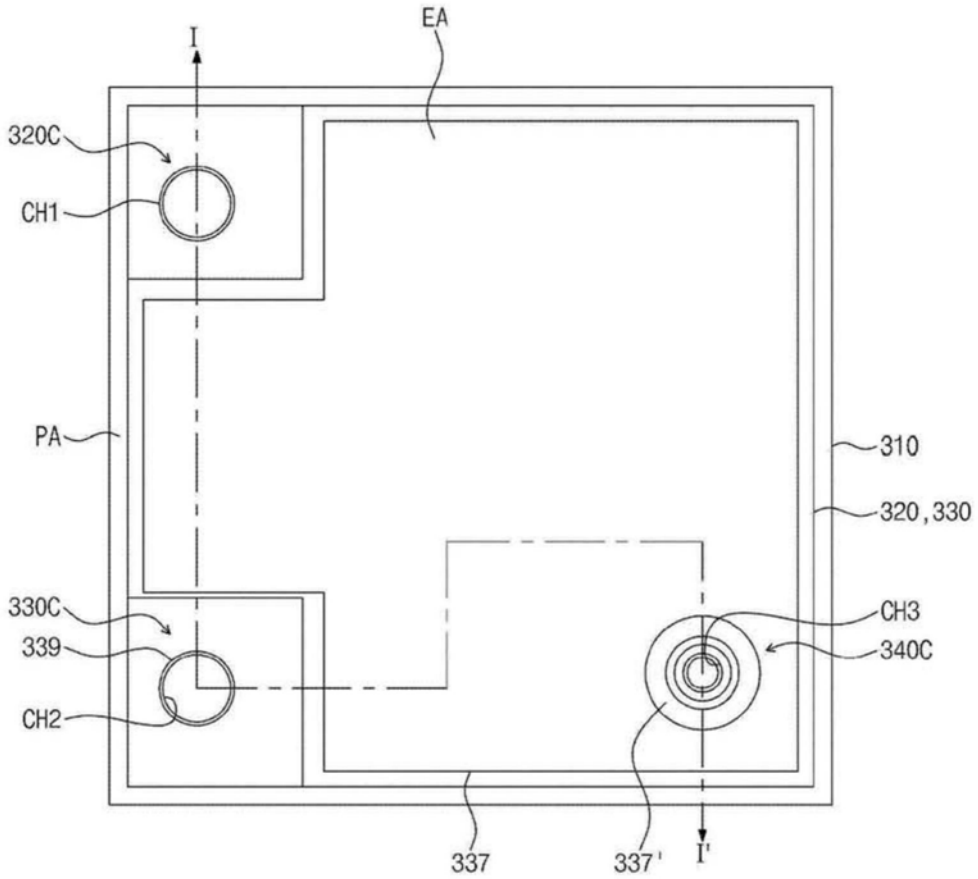

EA
I
320C
CH1
PA
310
320,330
330C
339
CH2
CH3
340C
337
337'
I'

图42A

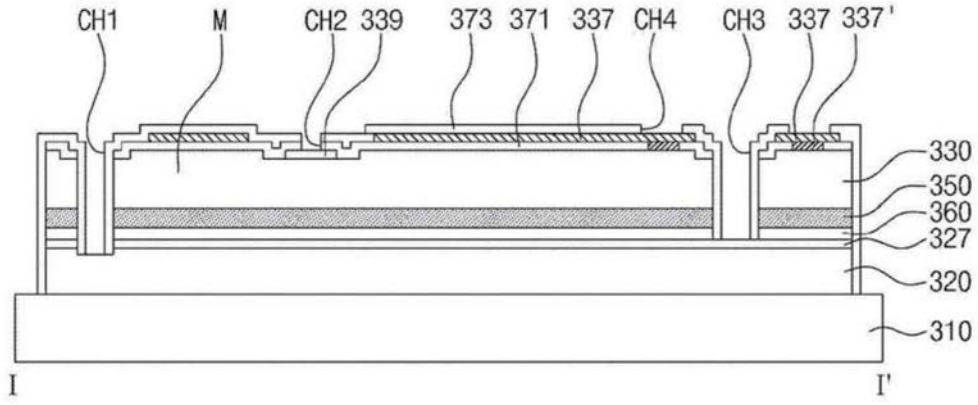

CH1
M
CH2
339
373
371
337
CH4
CH3
337
337'
330
350
360
327
320
310
I
I'

图42B

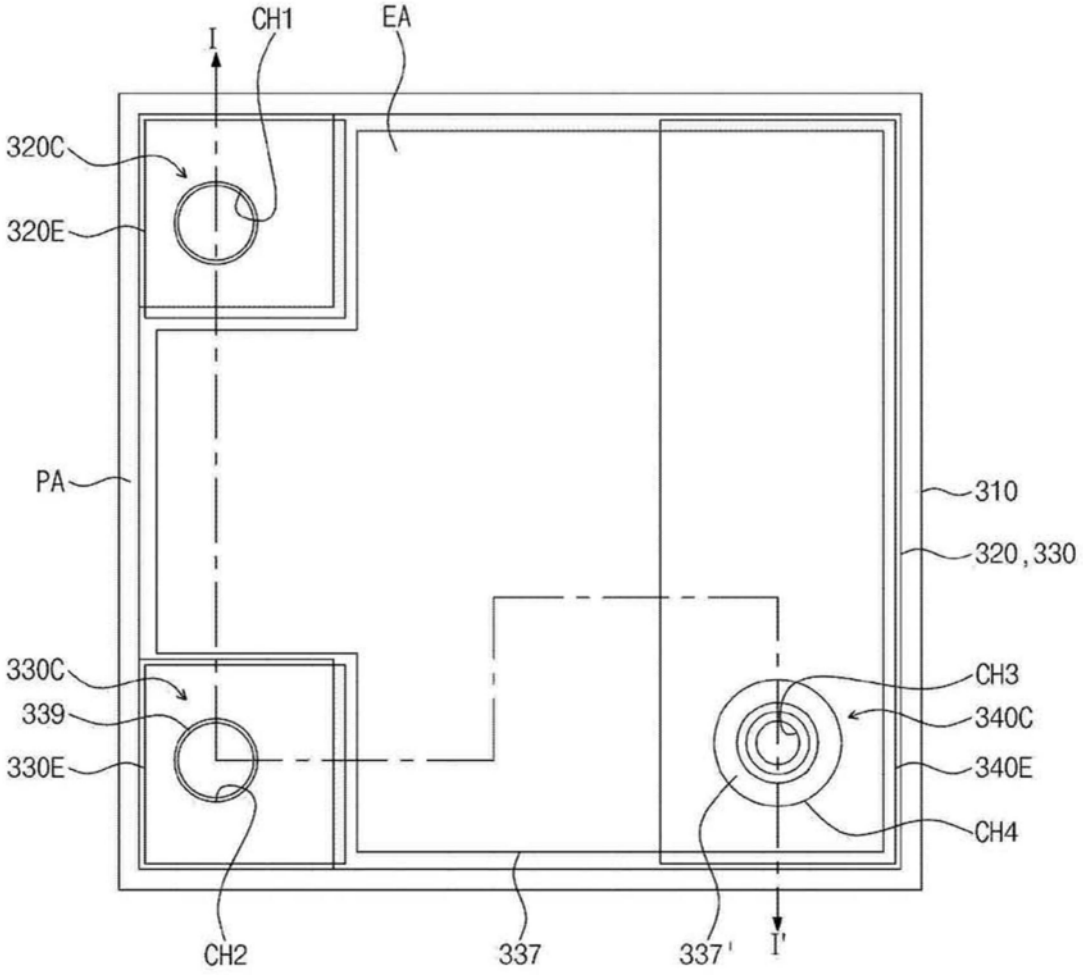

CH1
EA
I
320C
320E
PA
310
320,330
330C
339
330E
CH3
340C
340E
CH4
CH2
337
337'
I'

图43A

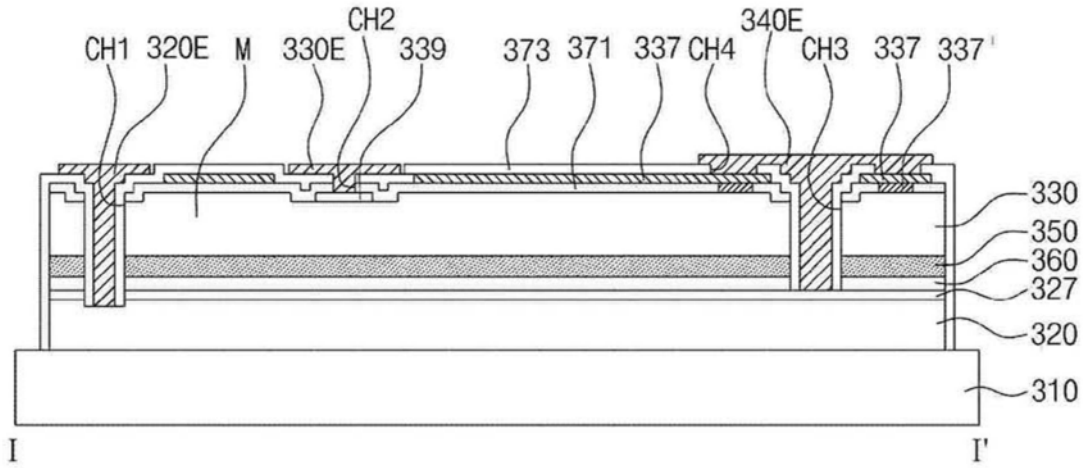

CH2
340E
CH1
320E
M
330E
339
373
371
337
CH4
CH3
337
337'
330
350
360
327
320
310
I
I'

图43B

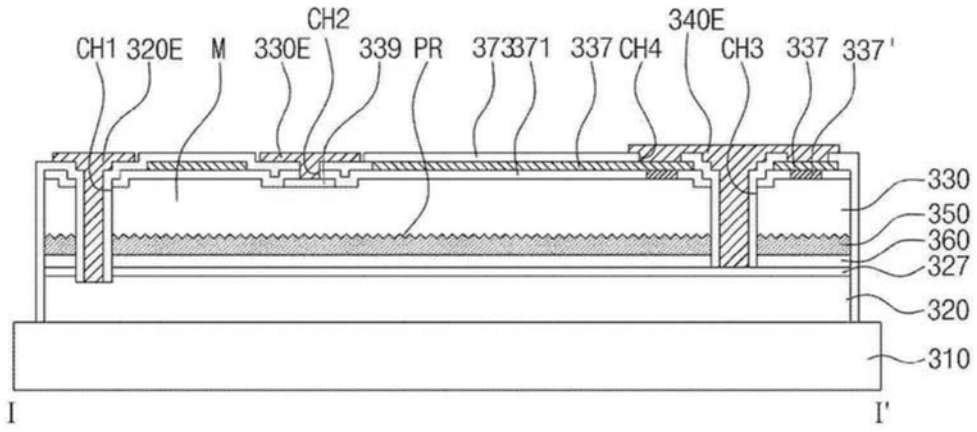

CH1
320E
M
330E
CH2
339
PR
373
371
337
CH4
340E
CH3
337
337'
330
350
360
327
320
310
I
I'

图44

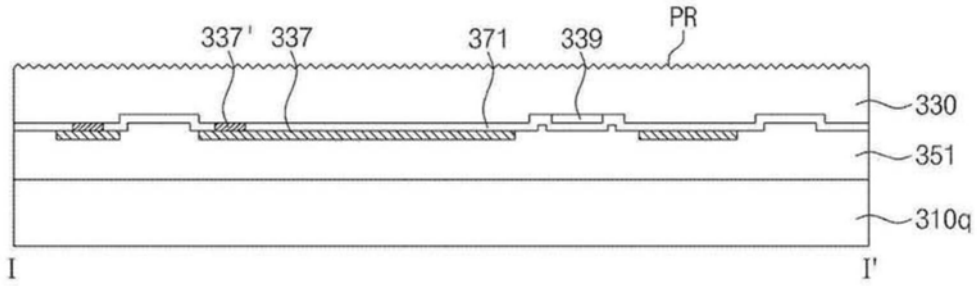

337'
337
371
339
PR
330
351
310q
I
I'

图45

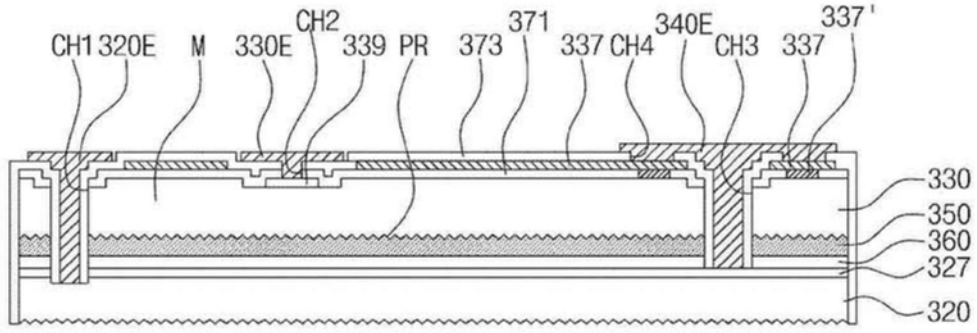

CH1
320E
M
330E
CH2
339
PR
373
371
337
CH4
340E
CH3
337
337'
330
350
360
327
320

图46

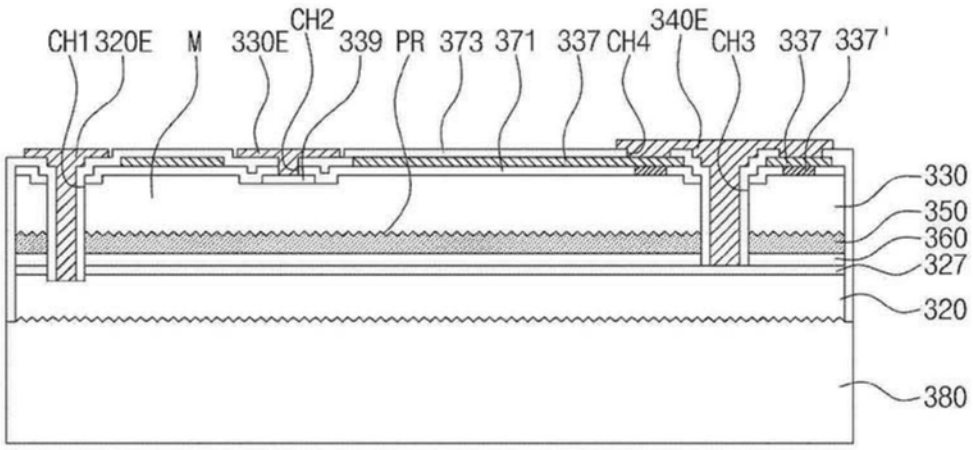

CH1
320E
M
330E
CH2
339
PR
373
371
337
CH4
340E
CH3
337
337'
330
350
360
327
320
380

图47

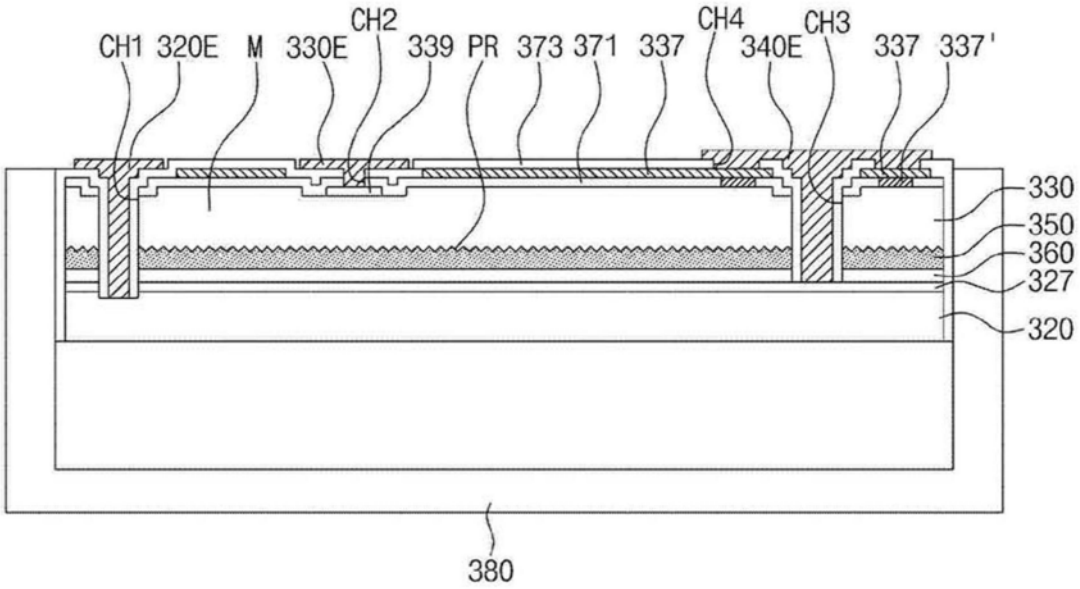

CH1
320E
M
330E
CH2
339
PR
373
371
337
CH4
340E
CH3
337
337'
330
350
360
327
320
380

图48

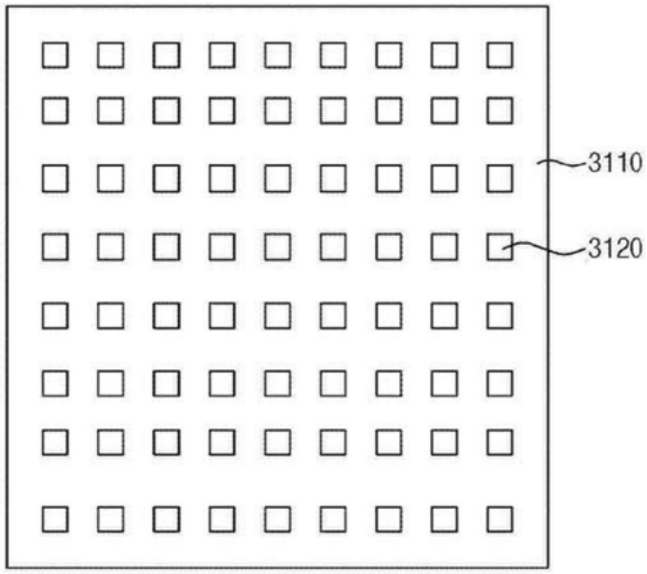

3110
3120

图49

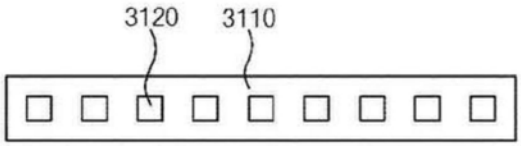

3120
3110

图50

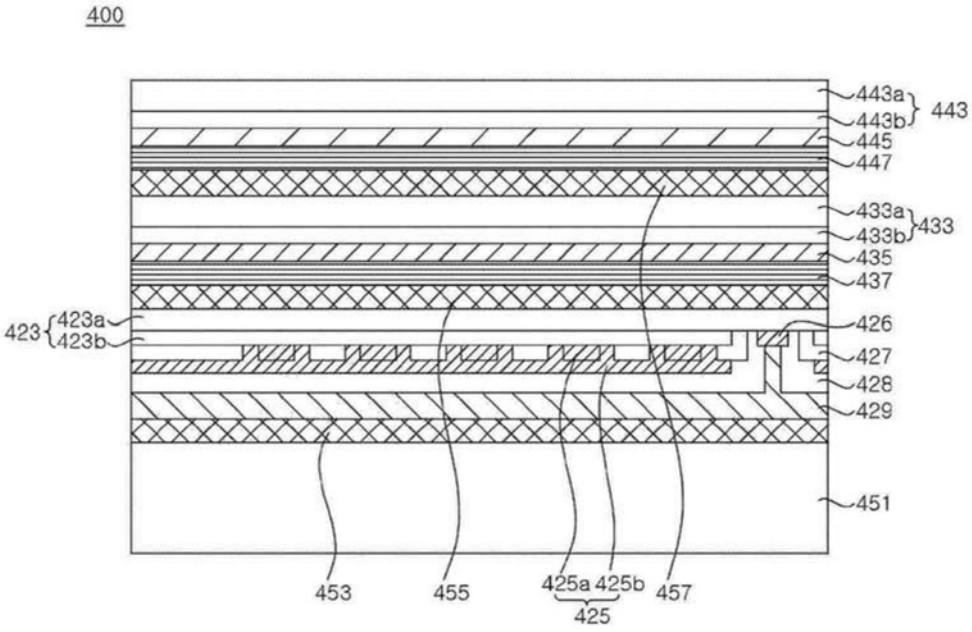

400
443a
443b
443
445
447
433a
433b
433
435
437
423
423a
423b
426
427
428
429
451
453
455
425a
425b
425
457

图51

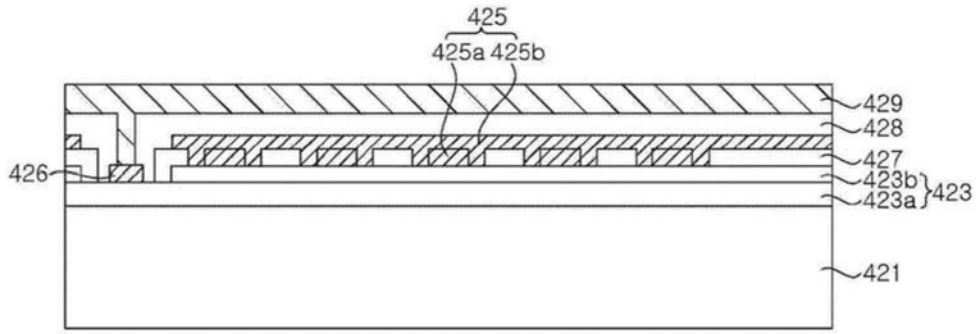


图52A

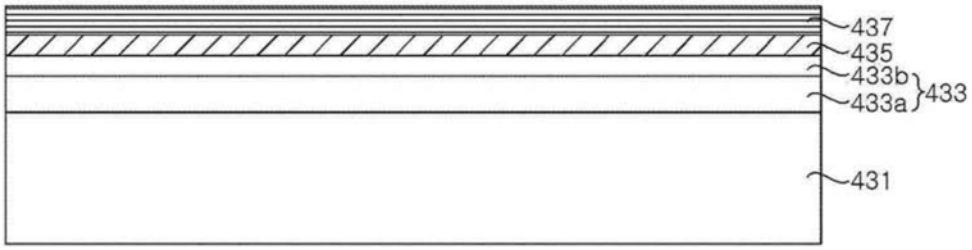


图52B

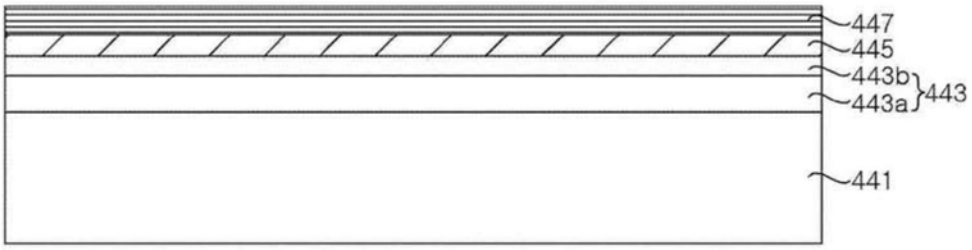


图52C

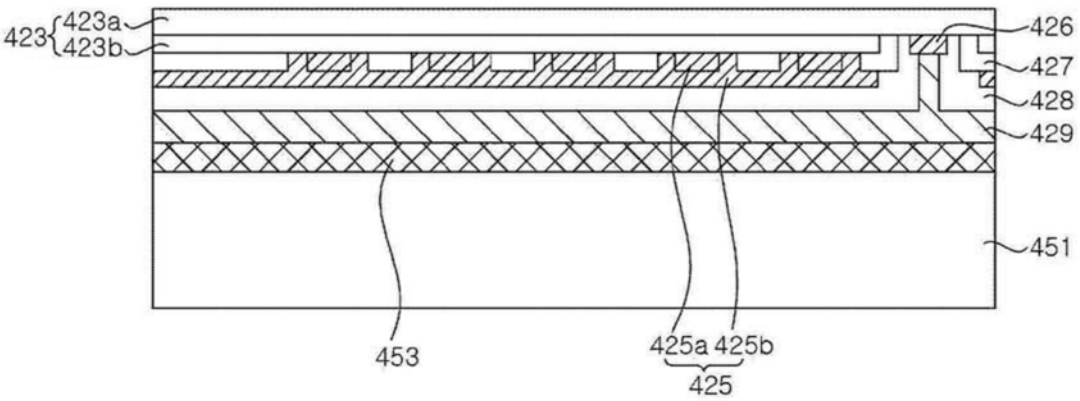


图52D

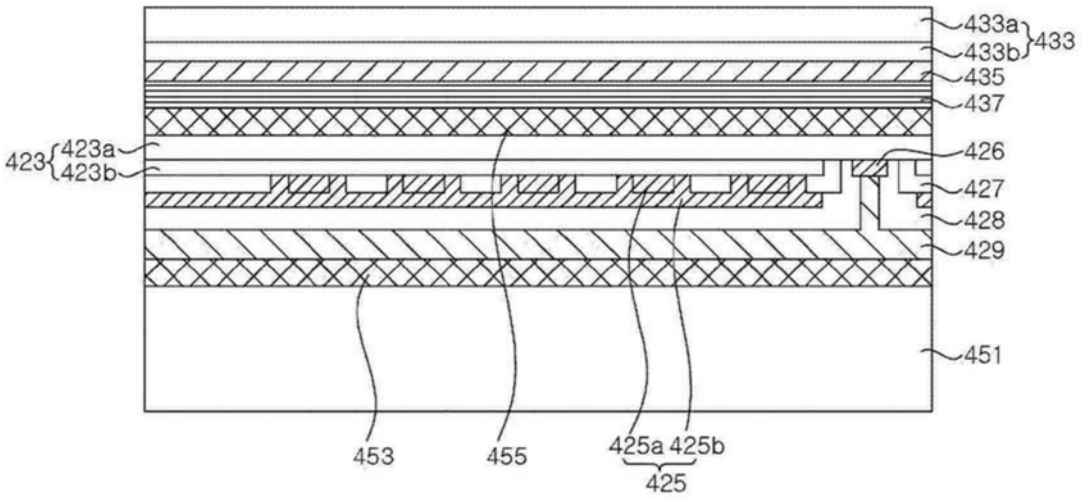

433a
433b
433
435
437
423
423a
423b
426
427
428
429
451
453
455
425a
425b
425

图52E

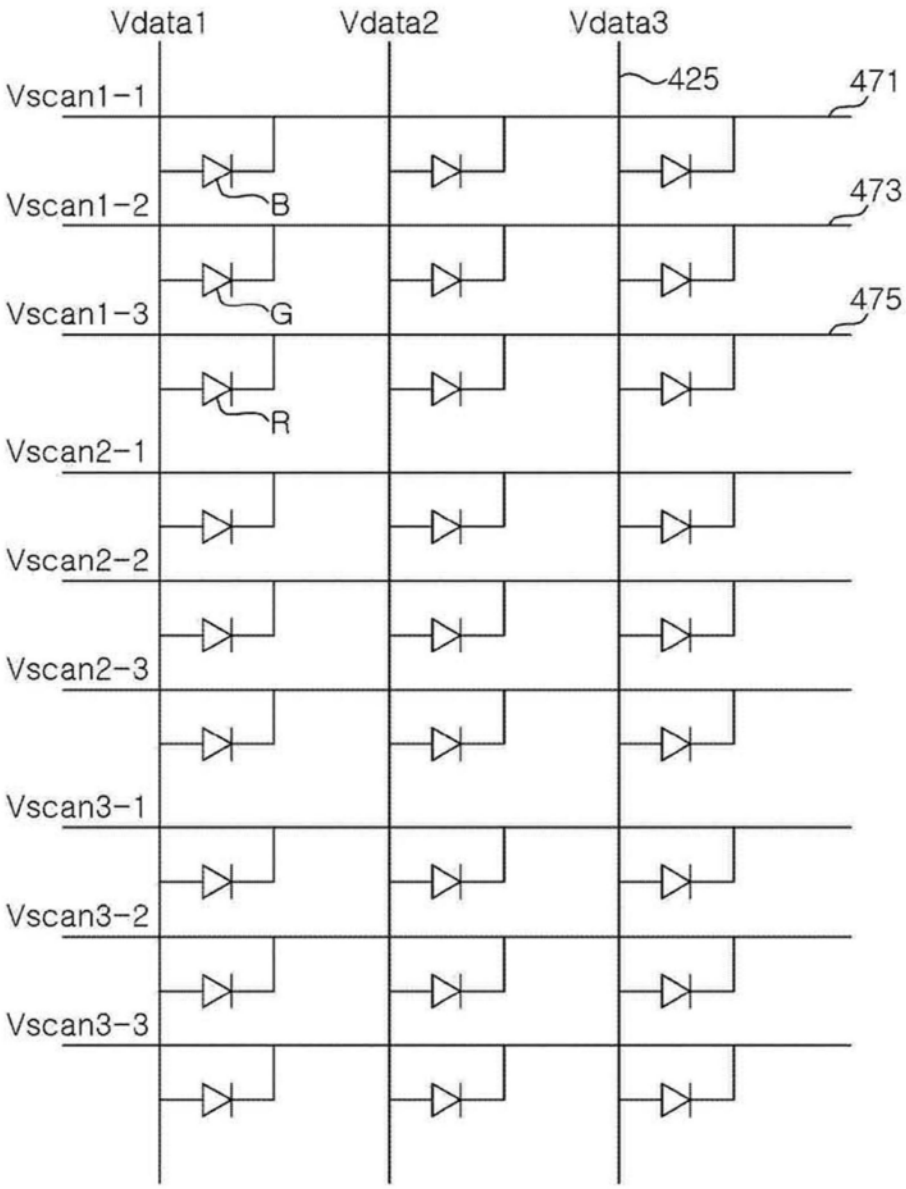

Vdata1
Vdata2
Vdata3
425
471
473
475
Vscan1-1
Vscan1-2
Vscan1-3
Vscan2-1
Vscan2-2
Vscan2-3
Vscan3-1
Vscan3-2
Vscan3-3
B
G
R

图53

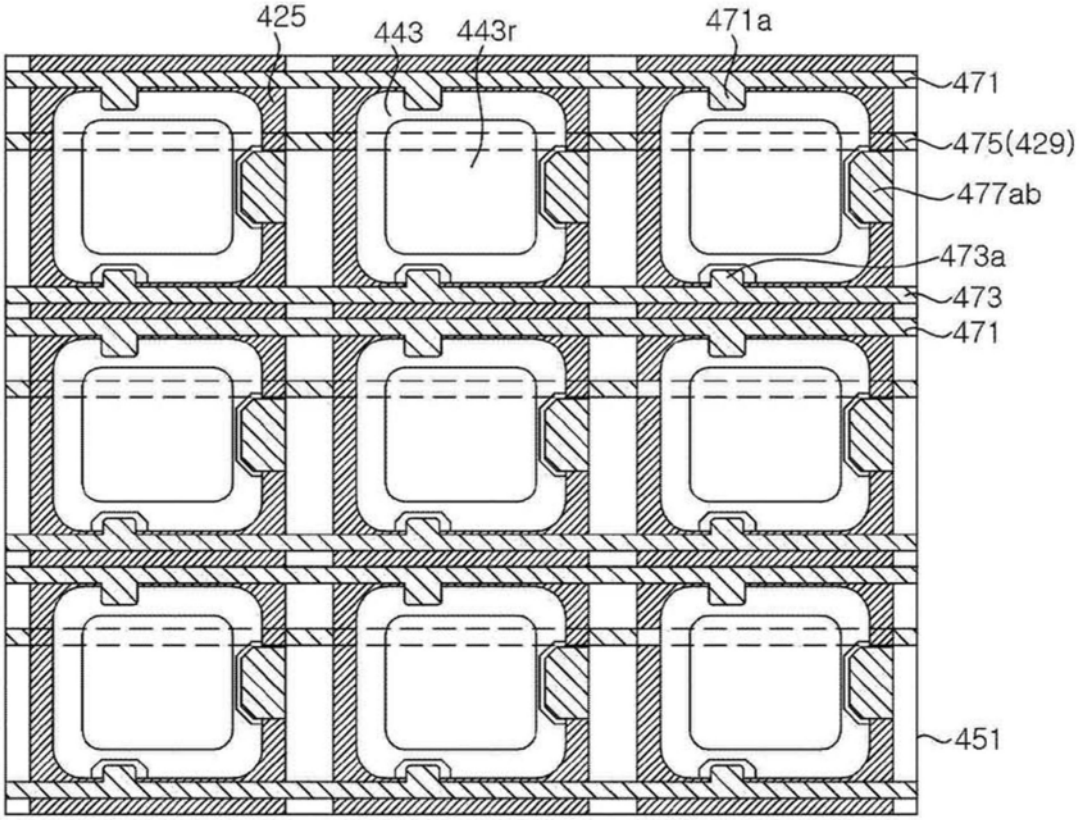

425
443
443r
471a
471
475(429)
477ab
473a
473
471
451

图54

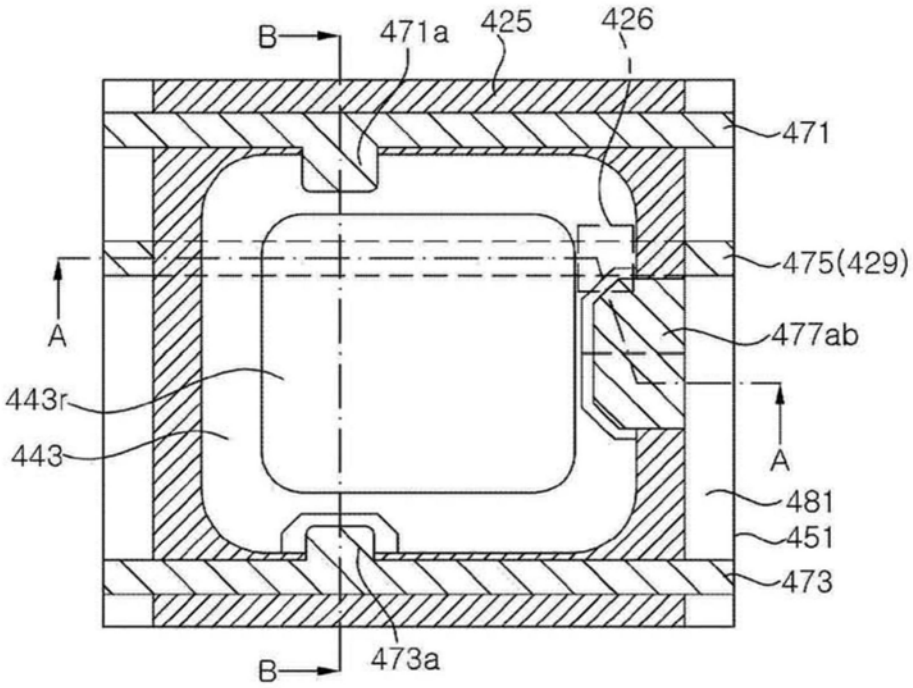

B
471a
425
426
471
475(429)
A
477ab
443r
443
A
481
451
473
B
473a

图55

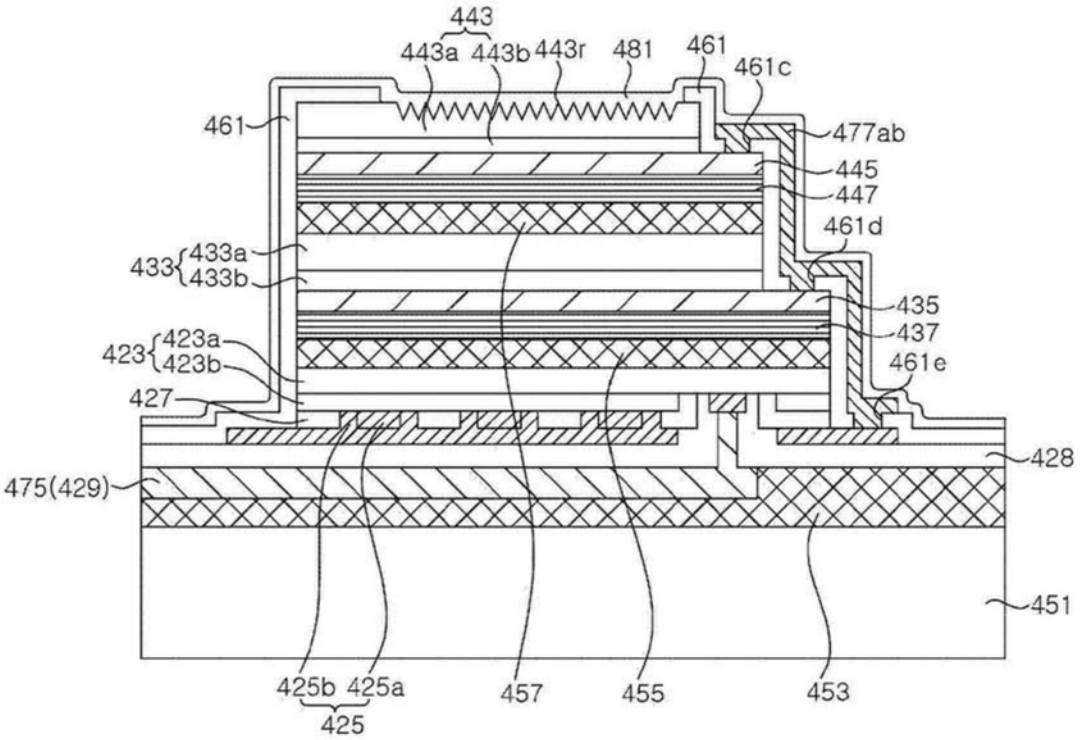

443
443a
443b
443r
481
461
461c
461
477ab
445
447
461d
433
433a
433b
435
437
423
423a
423b
461e
427
428
475(429)
451
425b
425a
425
457
455
453

图56

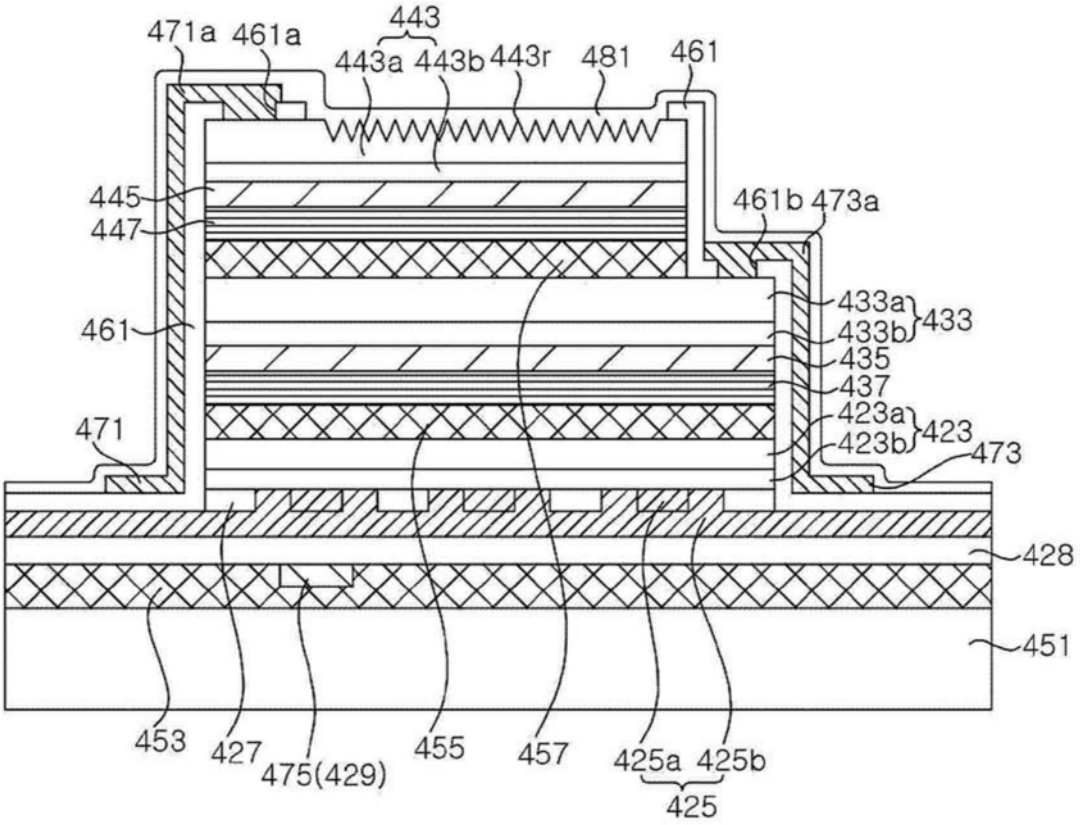

471a
461a
443
443a
443b
443r
481
461
445
447
461b
473a
433a
433
433b
461
435
437
423a
423
423b
471
473
428
451
453
427
475(429)
455
457
425a
425b
425

图57

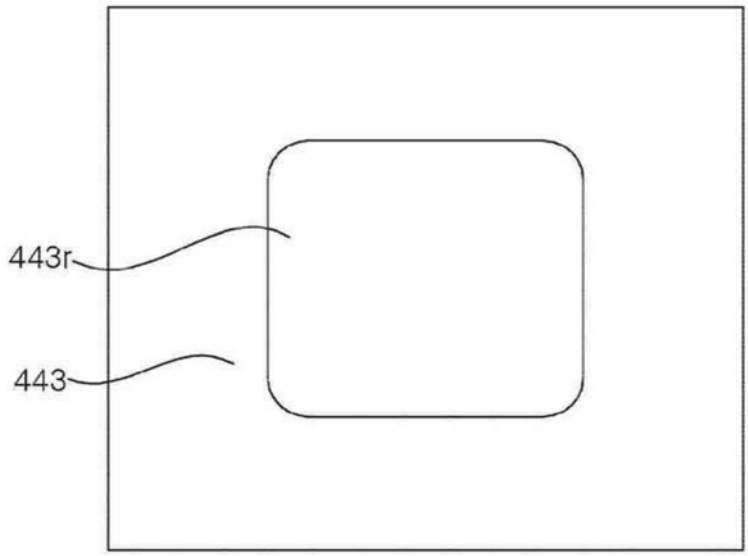


图58A

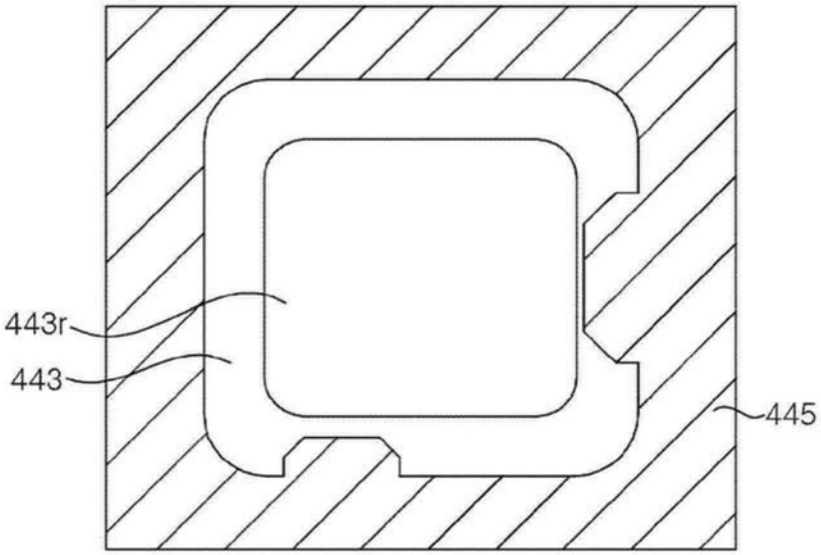


图58B

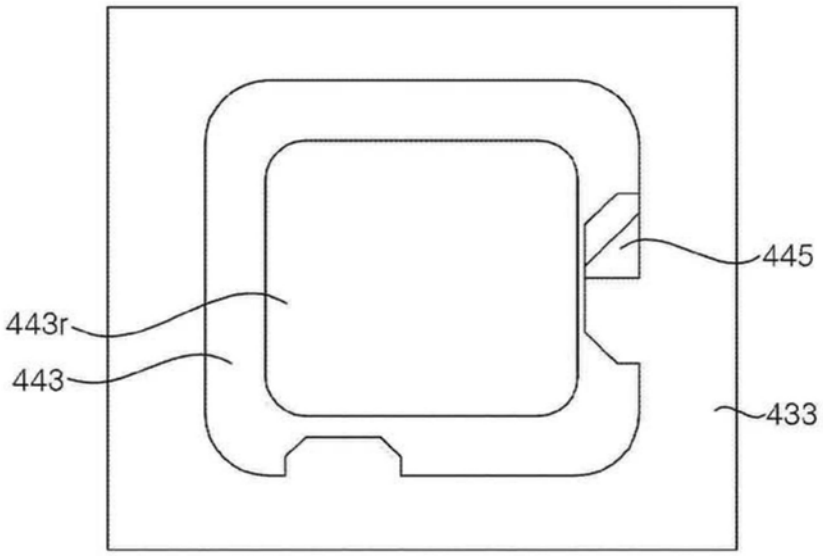


图58C

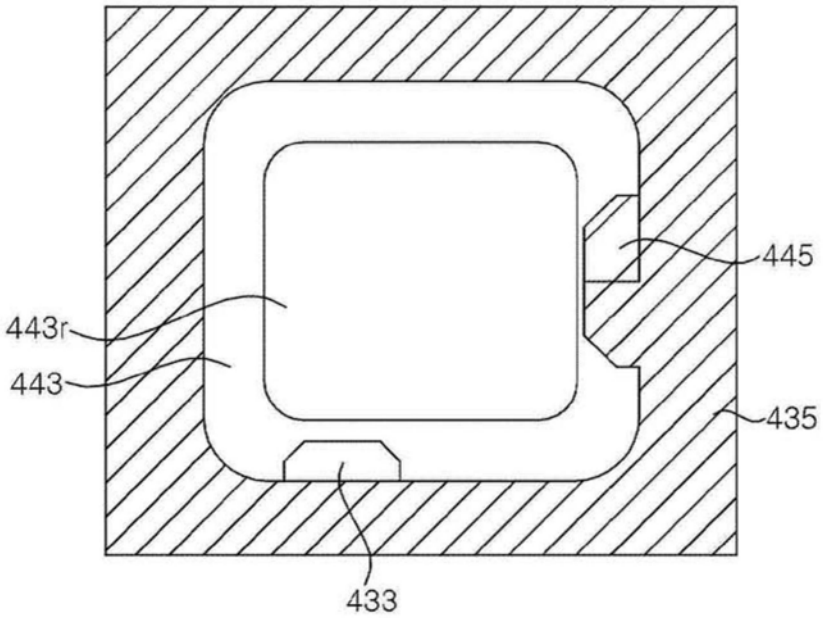


图58D

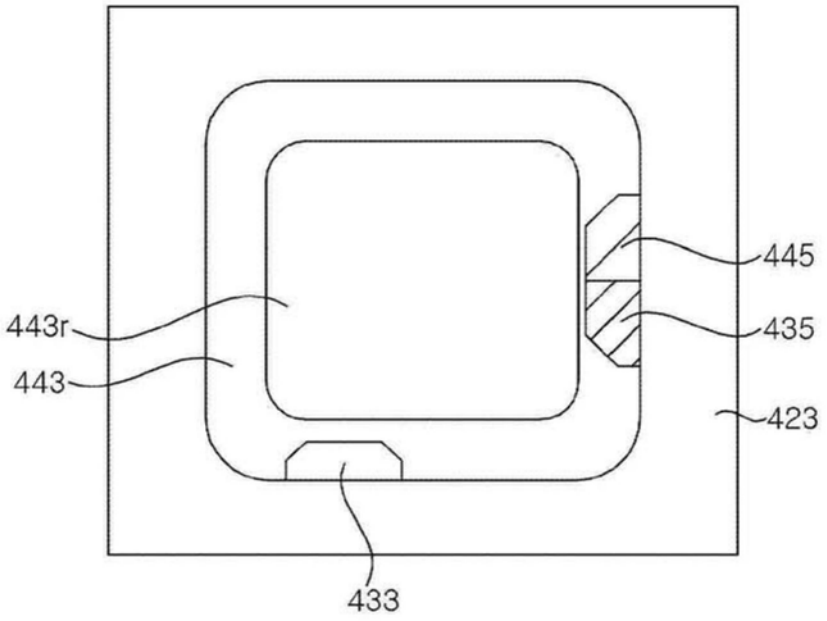


图58E

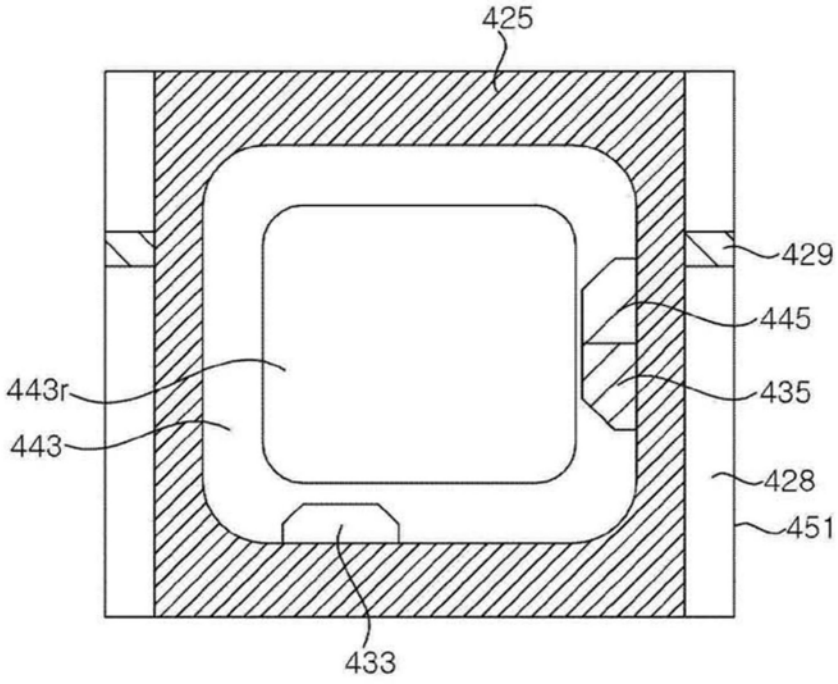


图58F

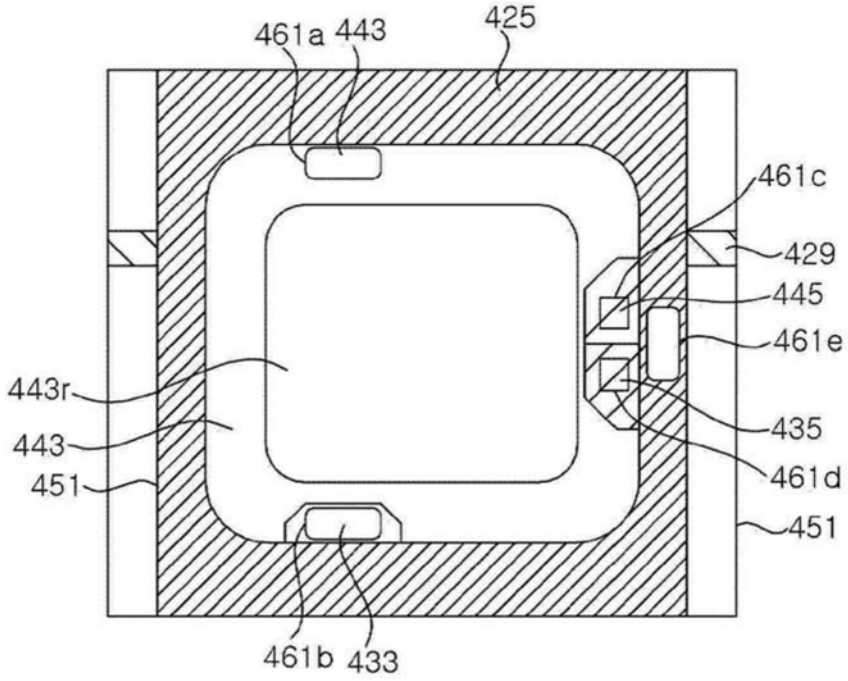

461a
443
425
461c
429
445
461e
443r
443
451
435
461d
451
461b
433

图58G

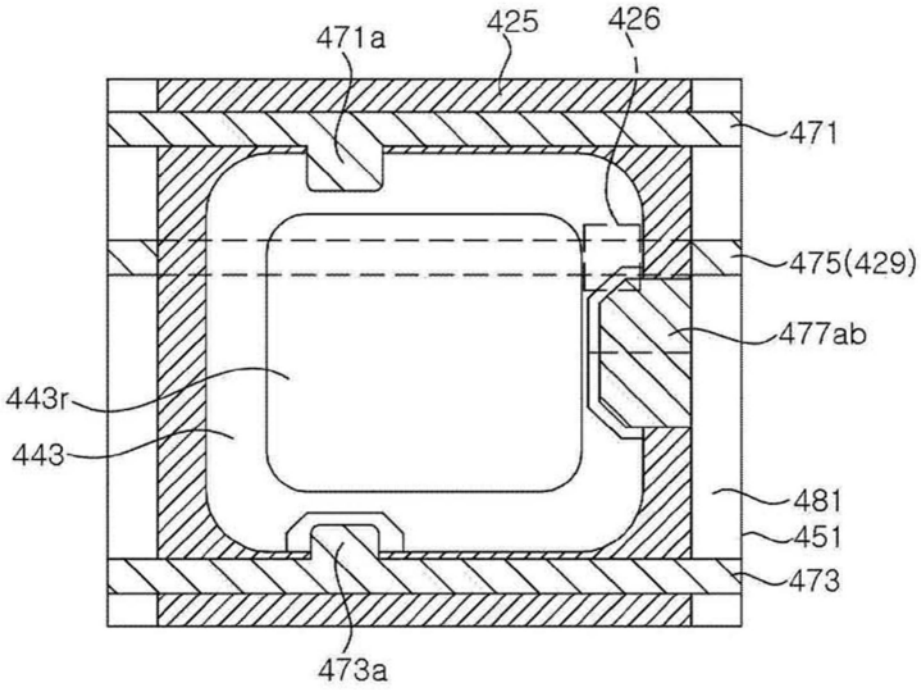

471a
425
426
471
475(429)
477ab
443r
443
481
451
473
473a

图58H

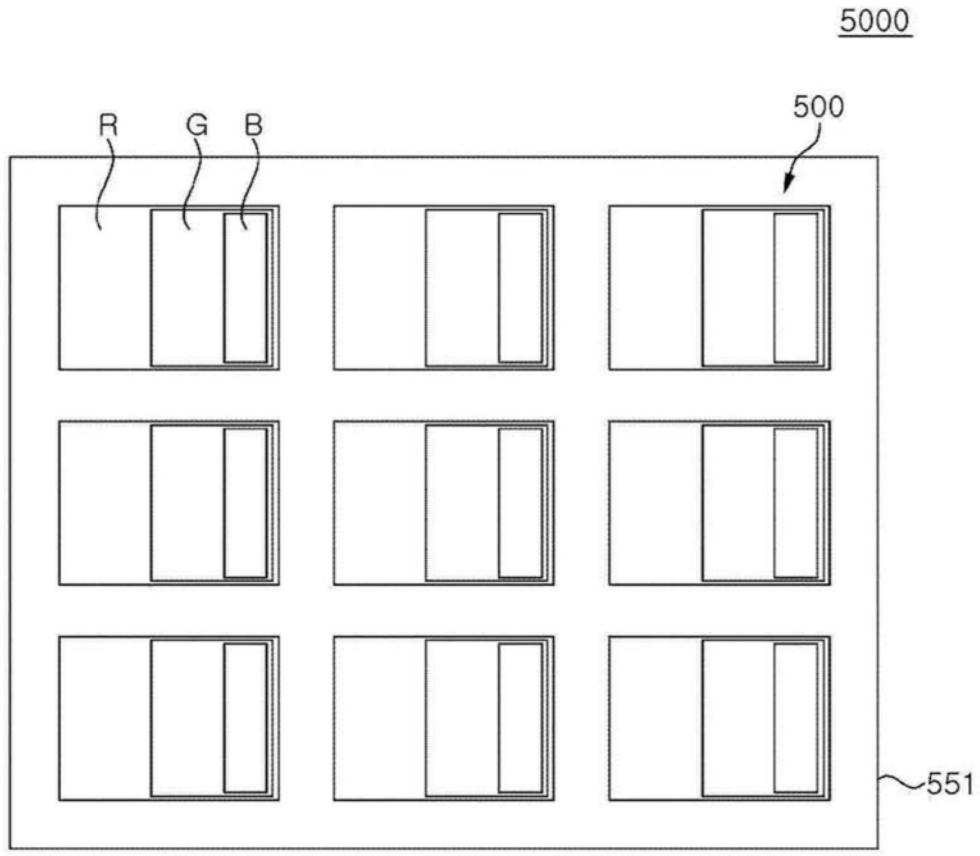


图59

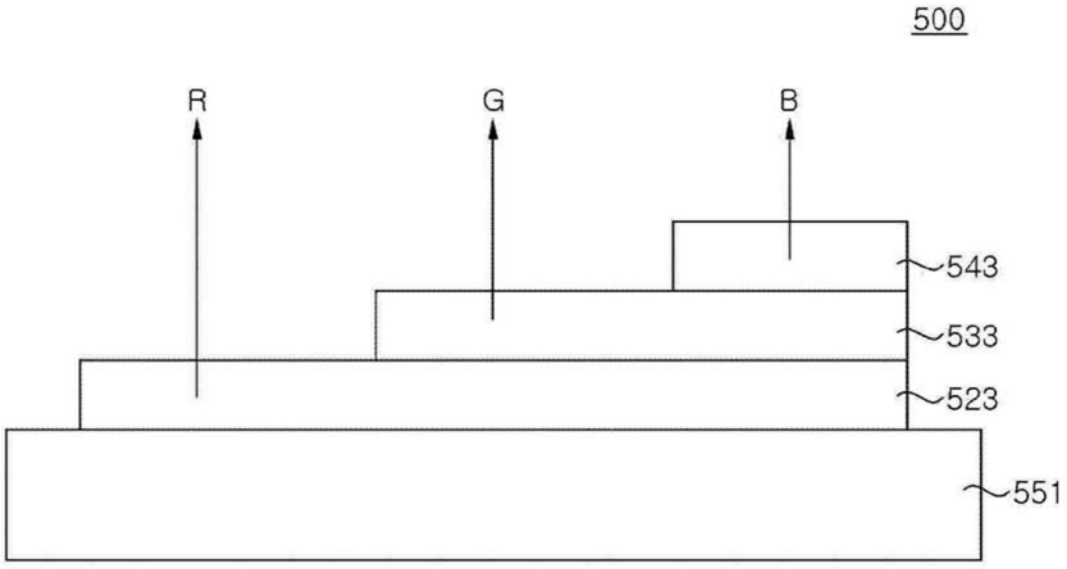


图60

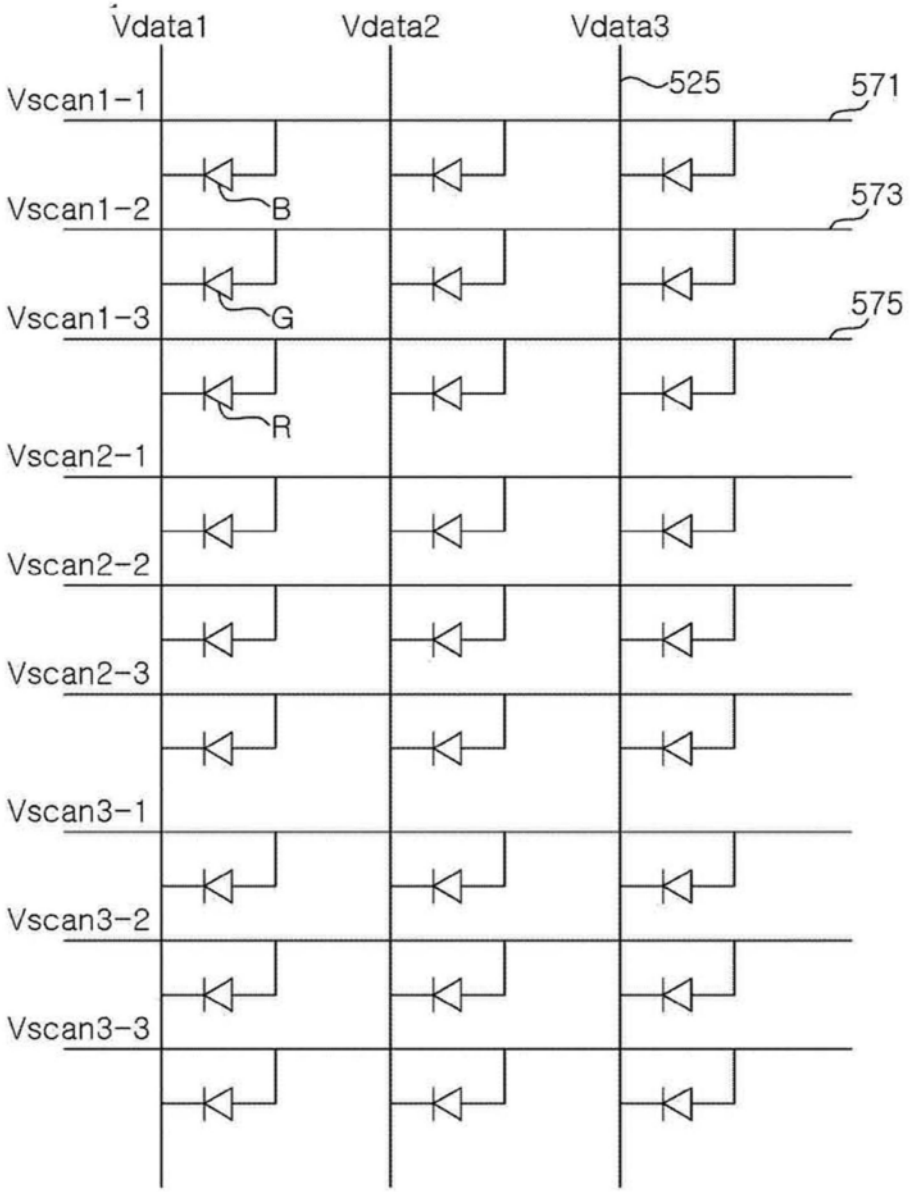

Vdata1
Vdata2
Vdata3
525
571
573
575
Vscan1-1
Vscan1-2
Vscan1-3
Vscan2-1
Vscan2-2
Vscan2-3
Vscan3-1
Vscan3-2
Vscan3-3
B
G
R

图61

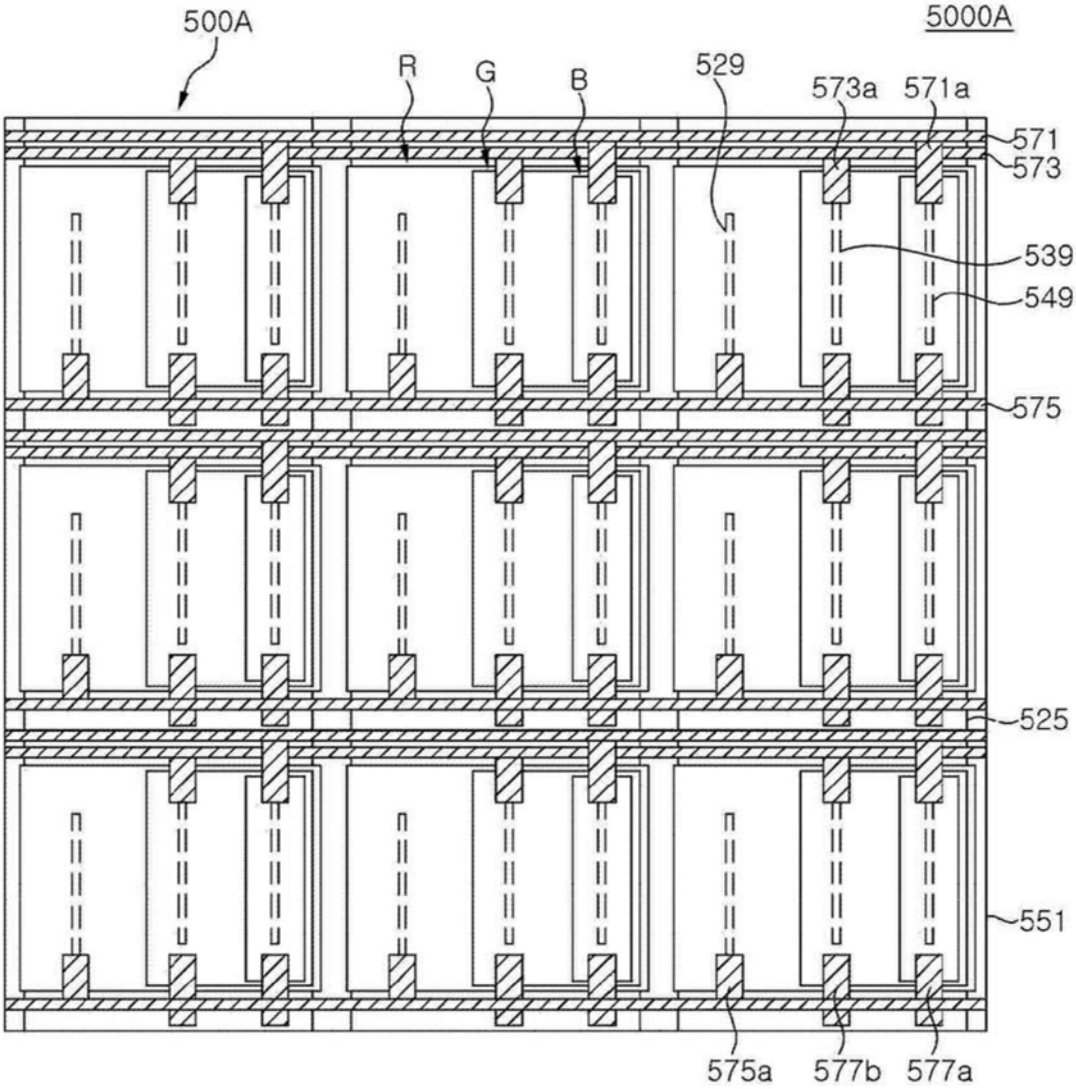

500A
5000A
R
G
B
529
573a
571a
571
573
539
549
575
525
551
575a
577b
577a

图62

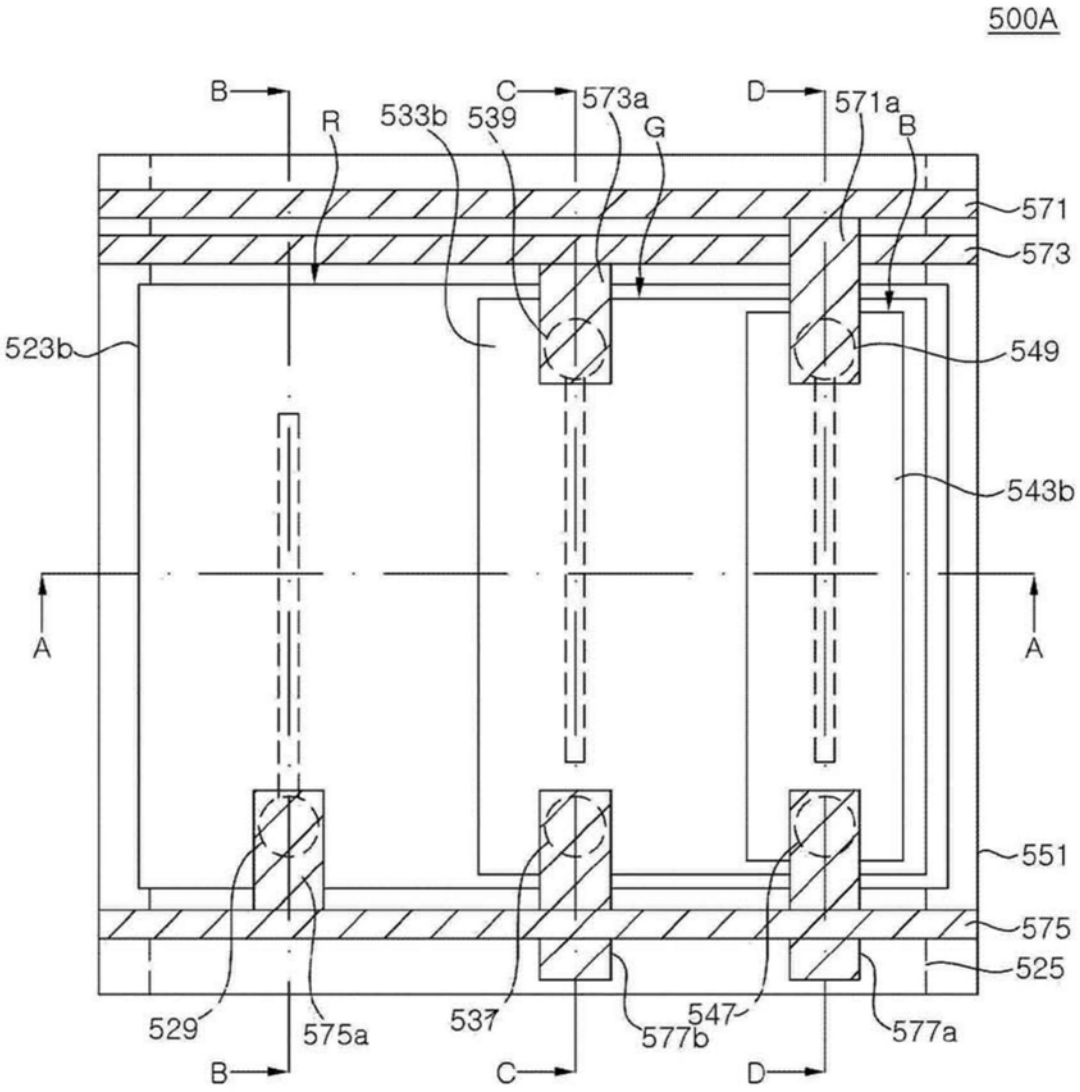

500A
B
C
D
R
533b
539
573a
G
571a
B
571
573
523b
549
543b
A
A
551
575
525
529
575a
537
577b
547
577a
B
C
D

图63

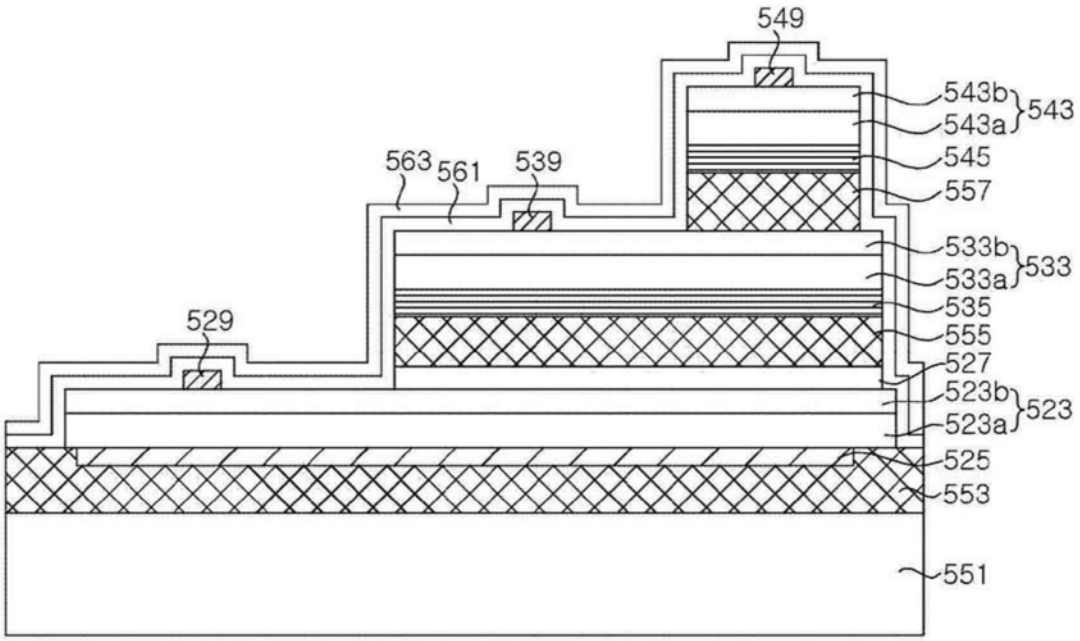

549
543b
543a
543
563
561
539
545
557
533b
533a
533
529
535
555
527
523b
523a
523
525
553
551

图64A

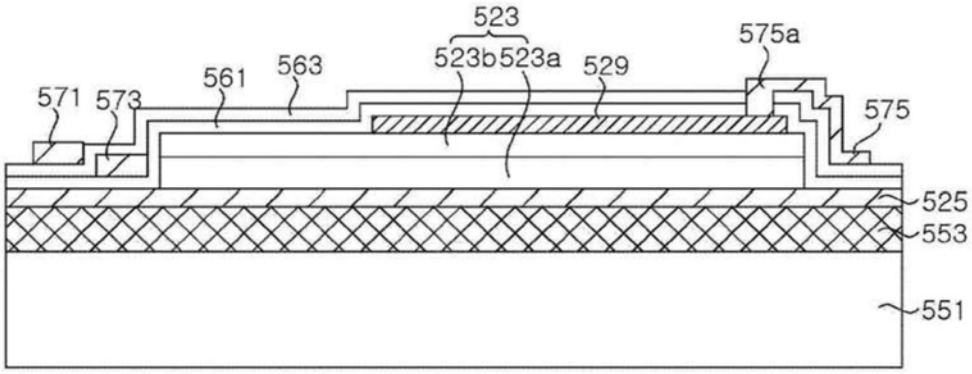

523
523b
523a
575a
571
573
561
563
529
575
525
553
551

图64B

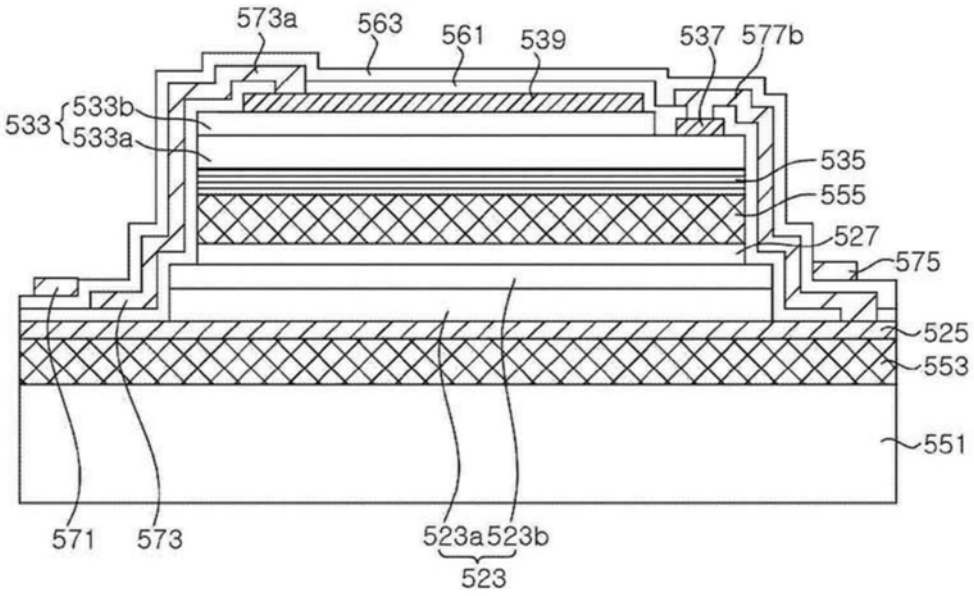

573a
563
561
539
537
577b
533
533b
533a
535
555
527
575
525
553
551
571
573
523a
523b
523

图64C

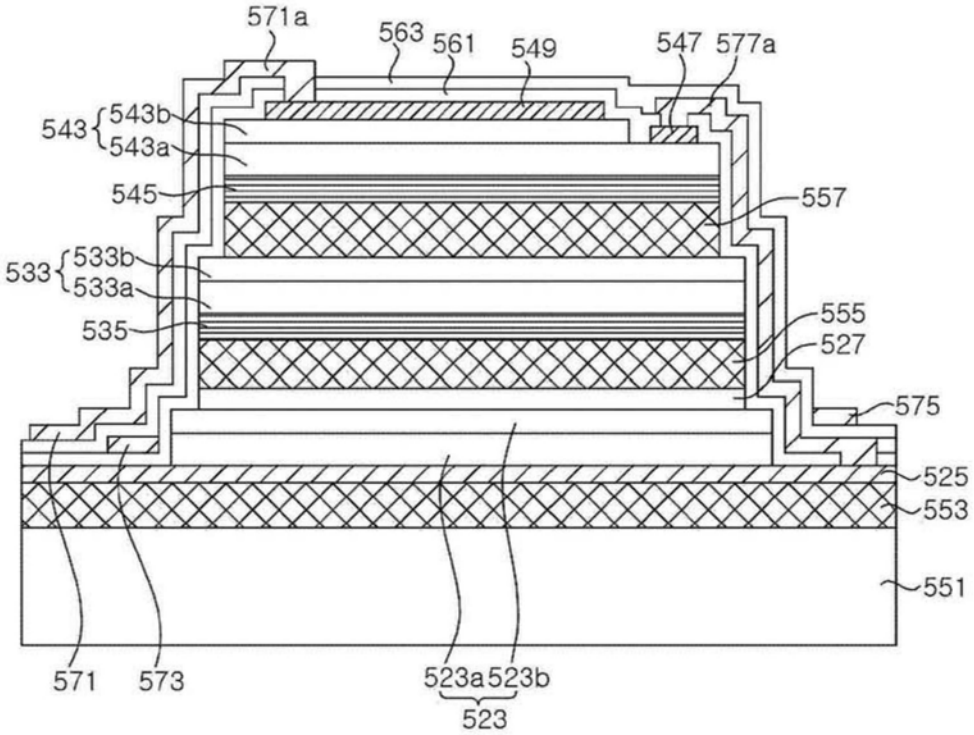

571a
563
561
549
547
577a
543
543b
543a
545
557
533
533b
533a
535
555
527
575
525
553
551
571
573
523a
523b
523

图64D

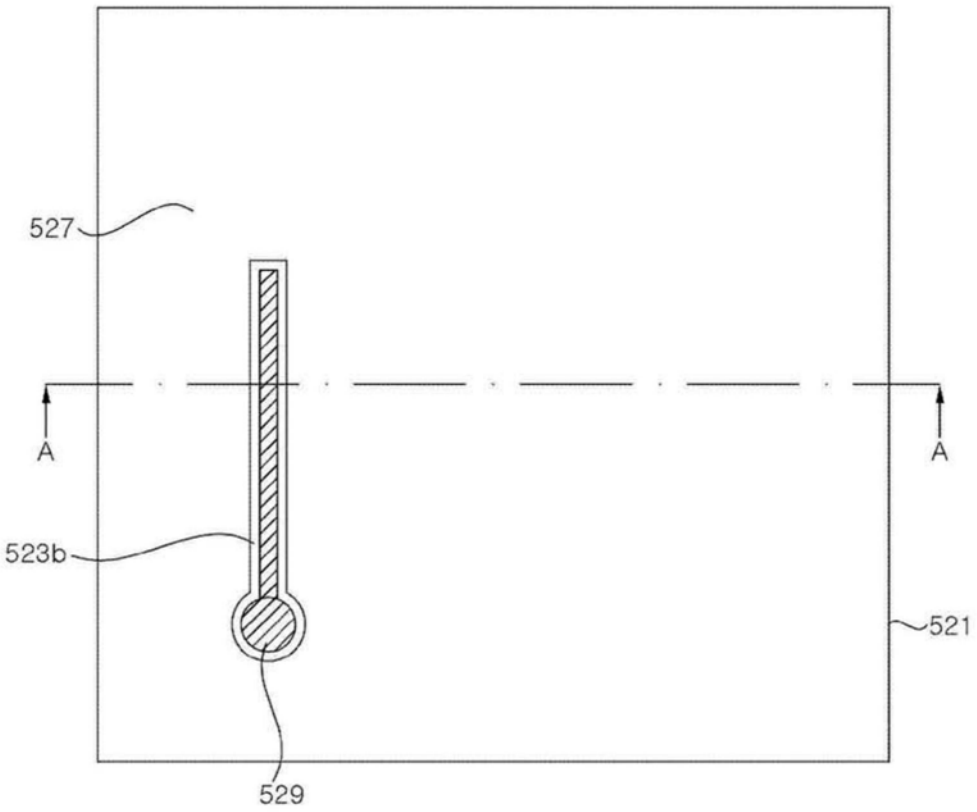


图65A

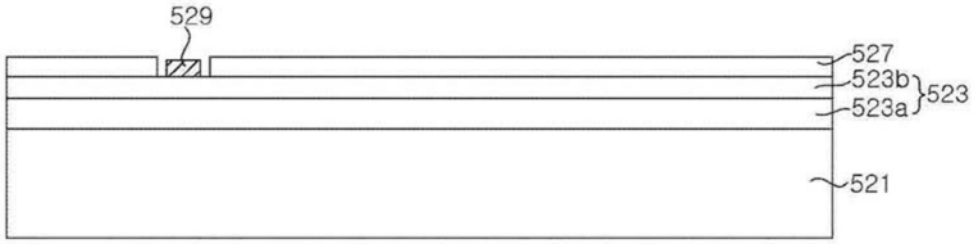


图65B

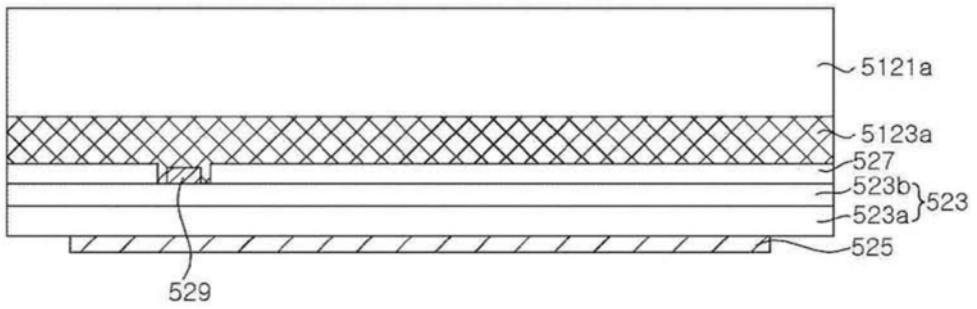


图66A

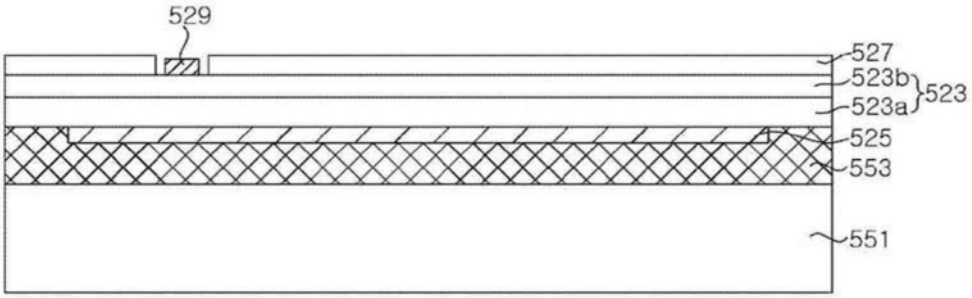


图66B

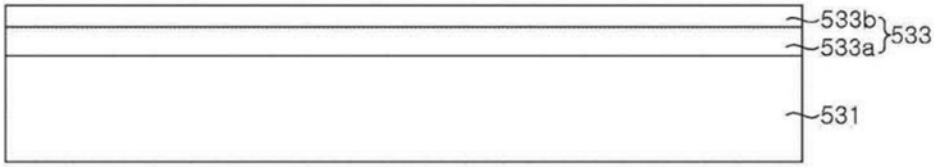


图67A

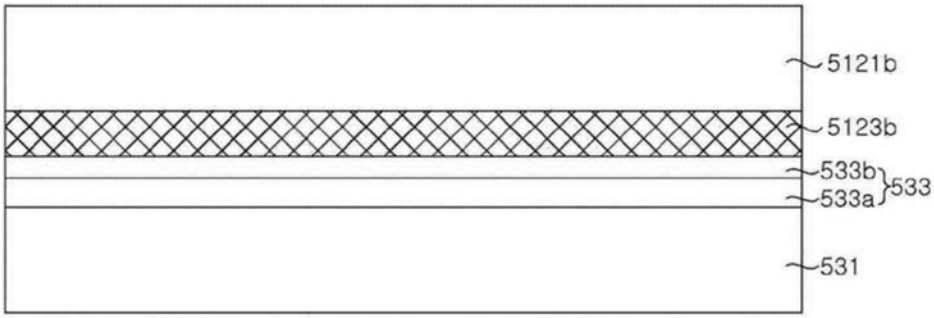


图67B

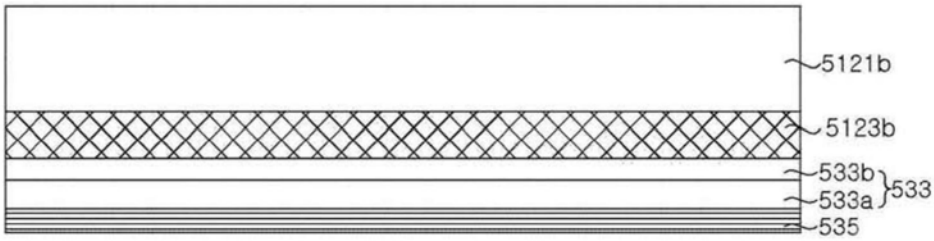


图67C

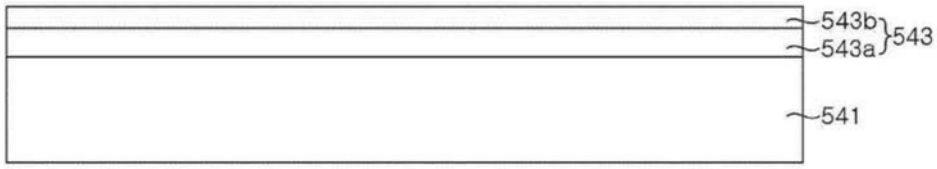


图68A

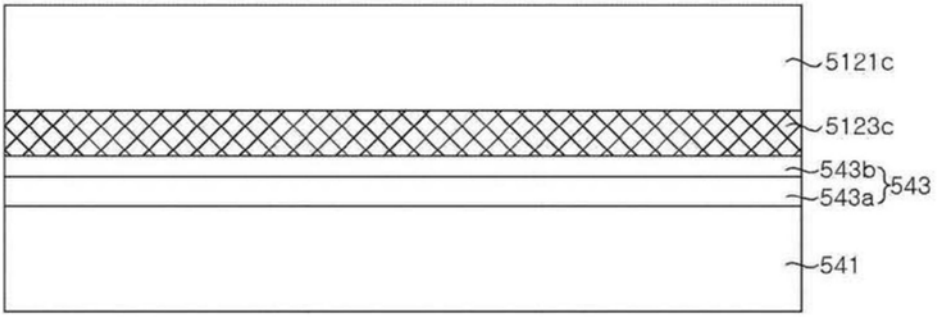


图68B

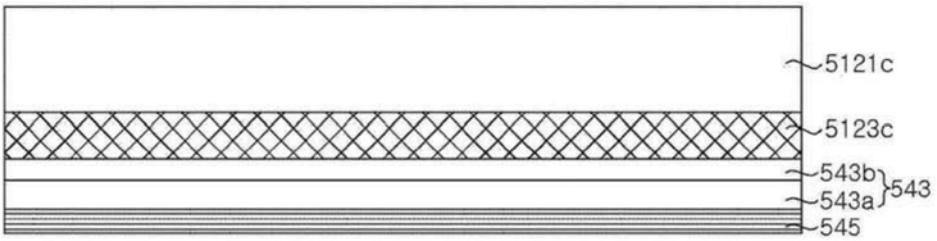


图68C

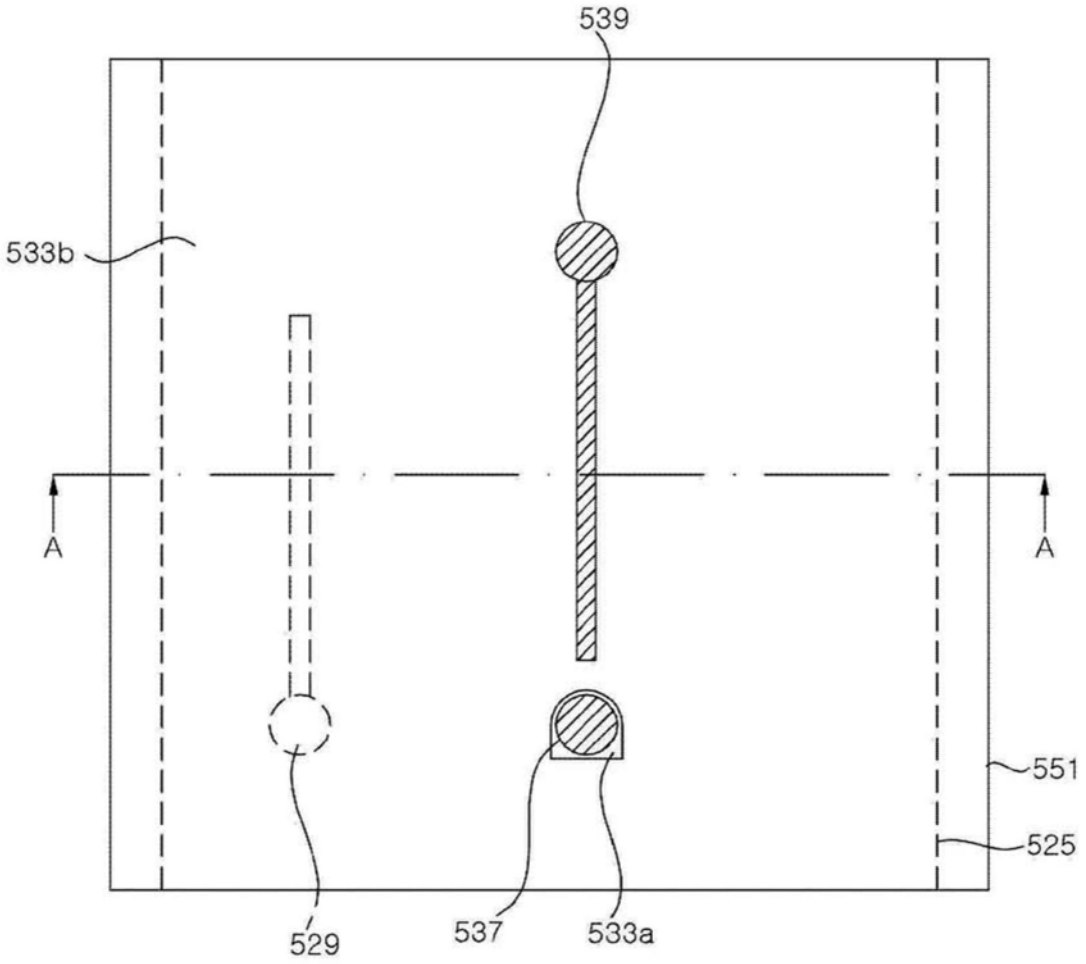

539
533b
A
A
551
525
529
537
533a

图69A

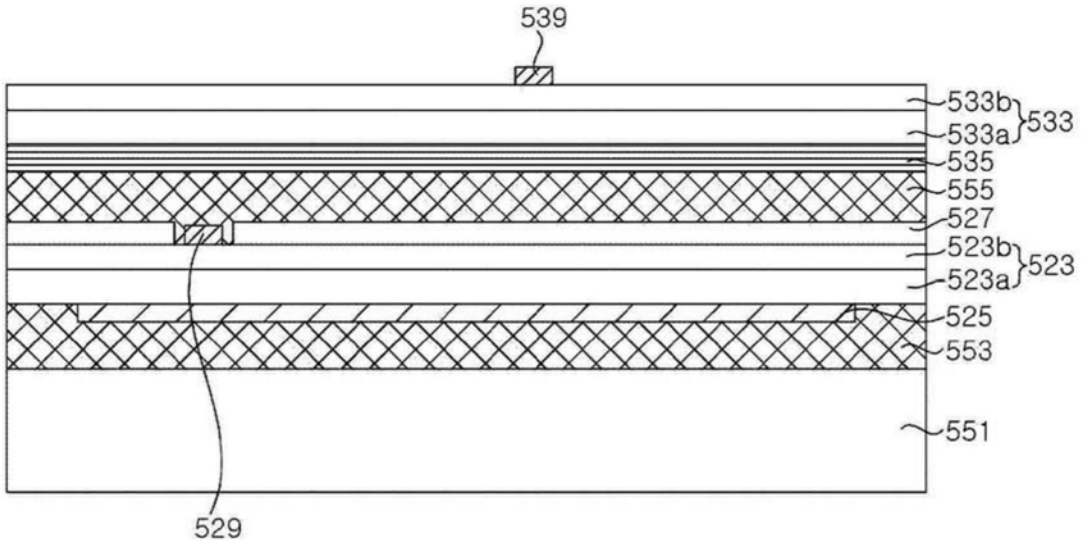

539
533b
533a
533
535
555
527
523b
523a
523
525
553
551
529

图69B

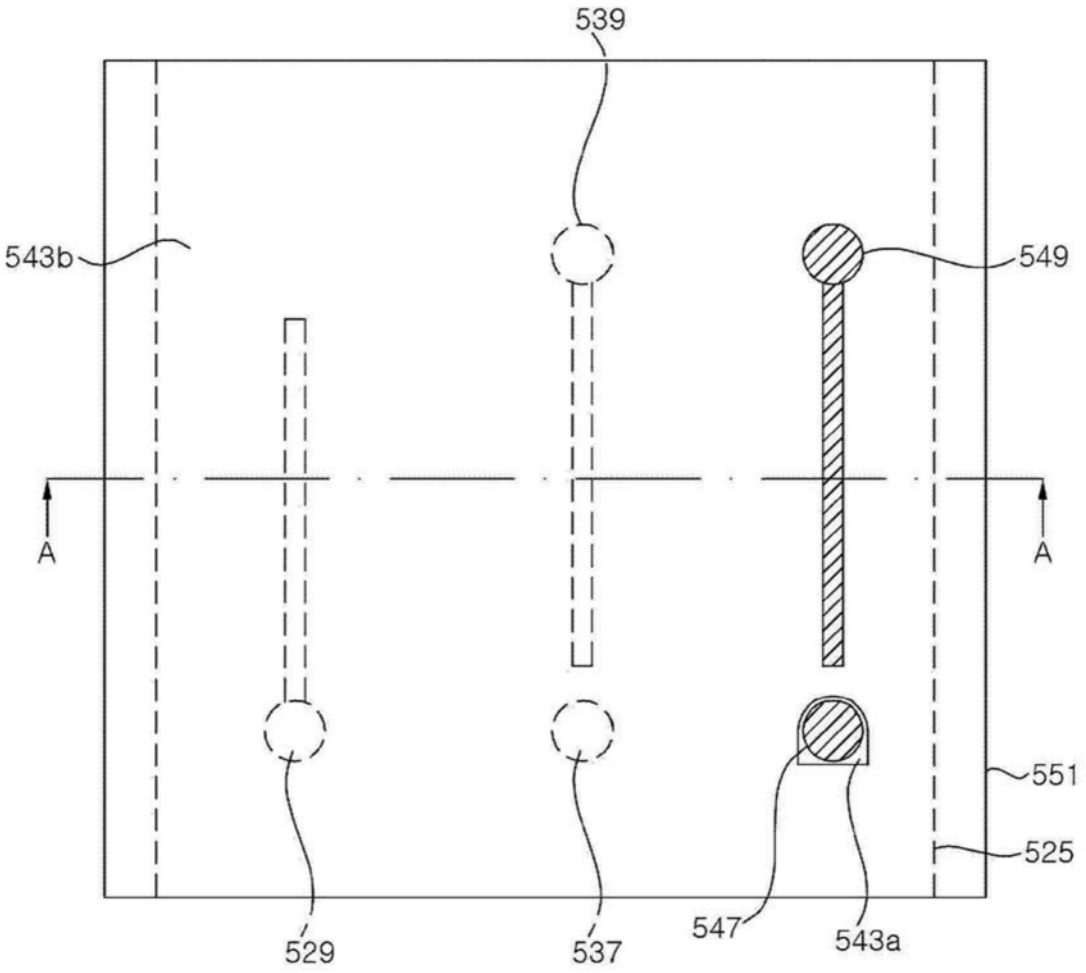


图70A

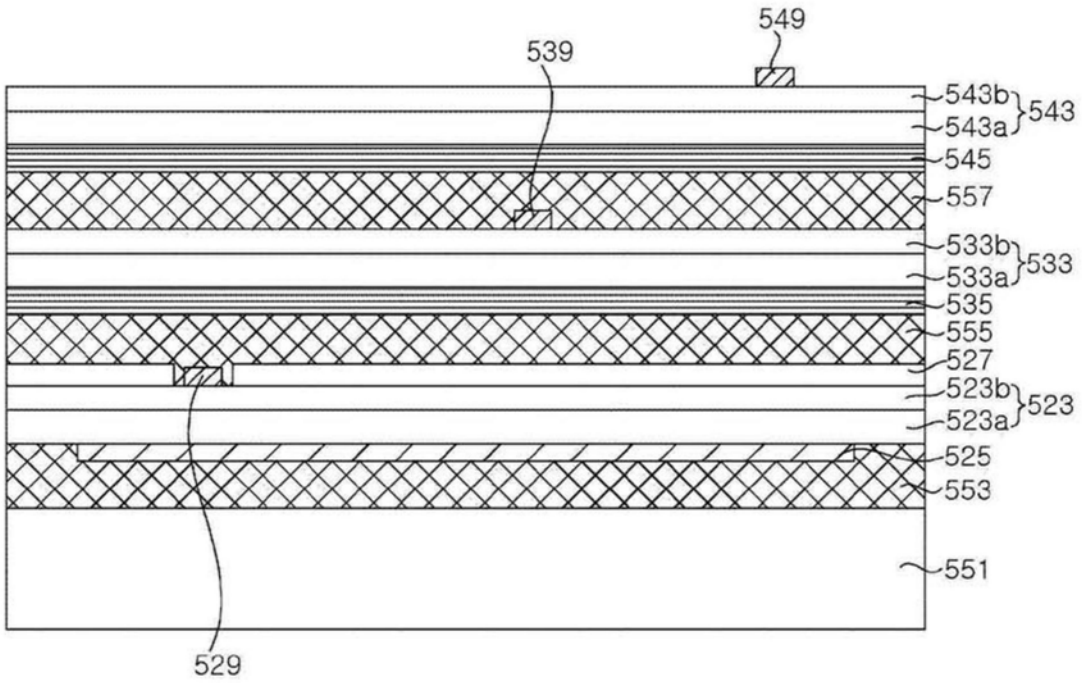

549
539
543b
543a
543
545
557
533b
533a
533
535
555
527
523b
523a
523
525
553
551
529

图70B

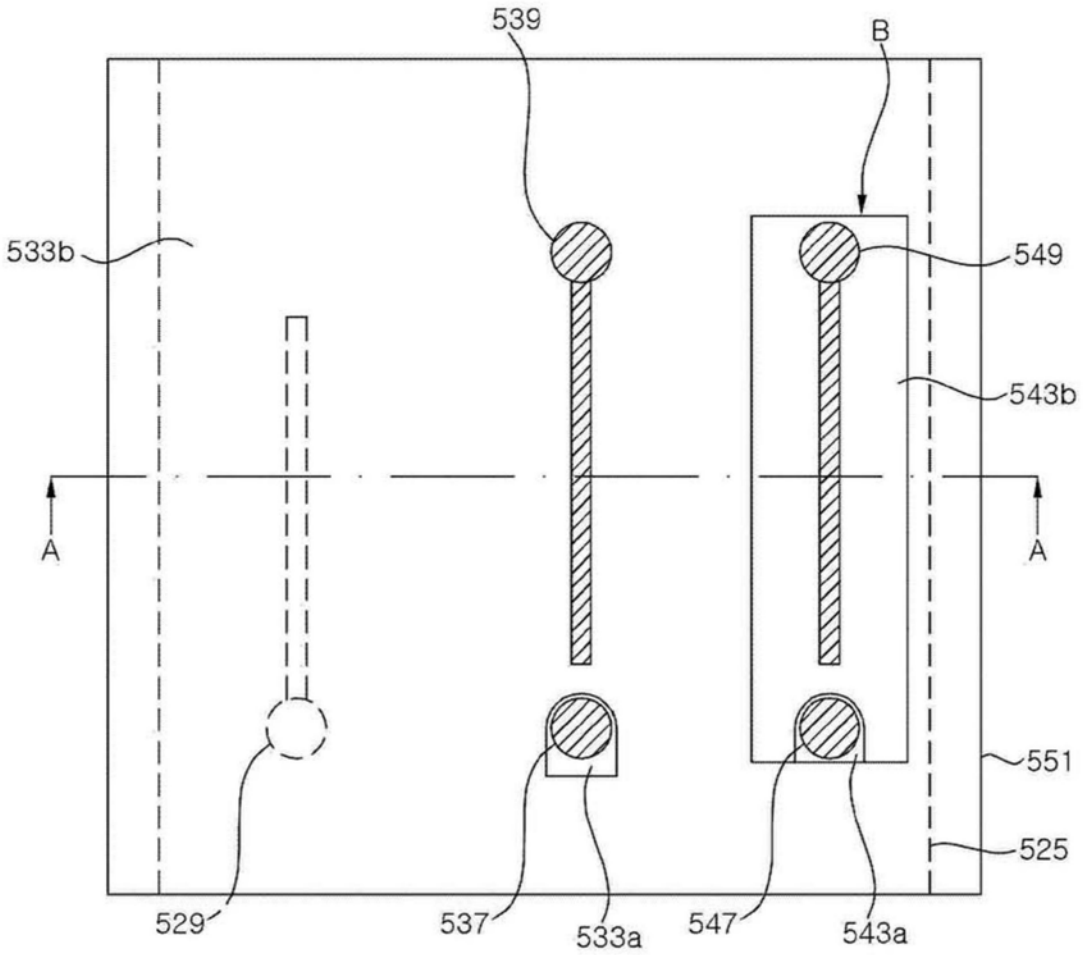


图71A

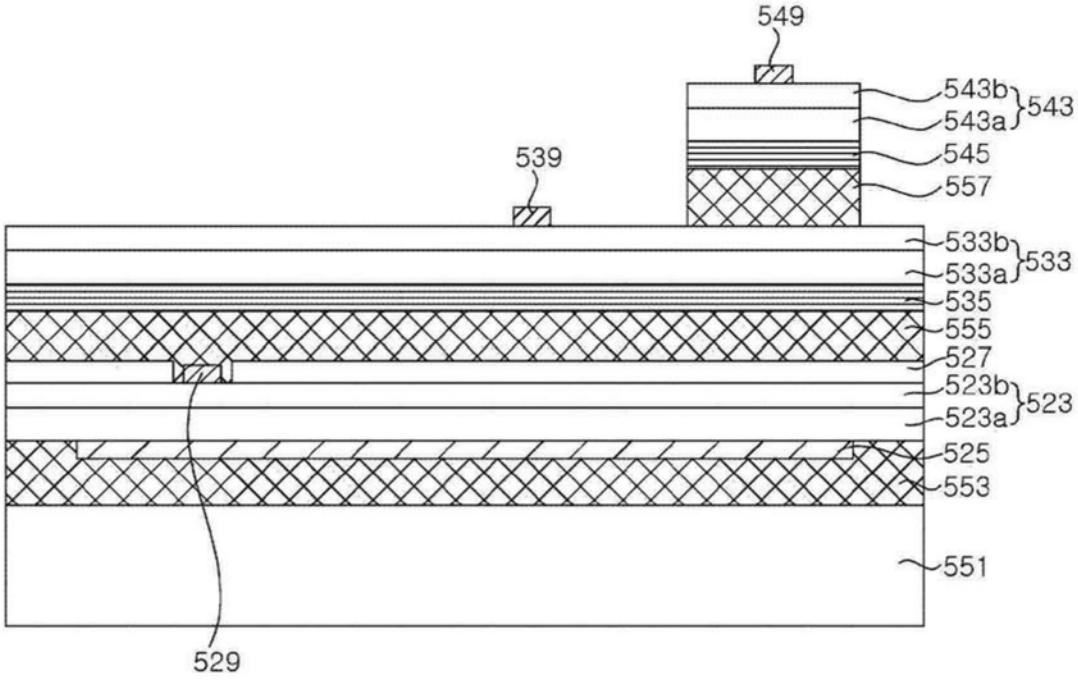

549
543b
543a
543
539
545
557
533b
533a
533
535
555
527
523b
523a
523
525
553
551
529

图71B

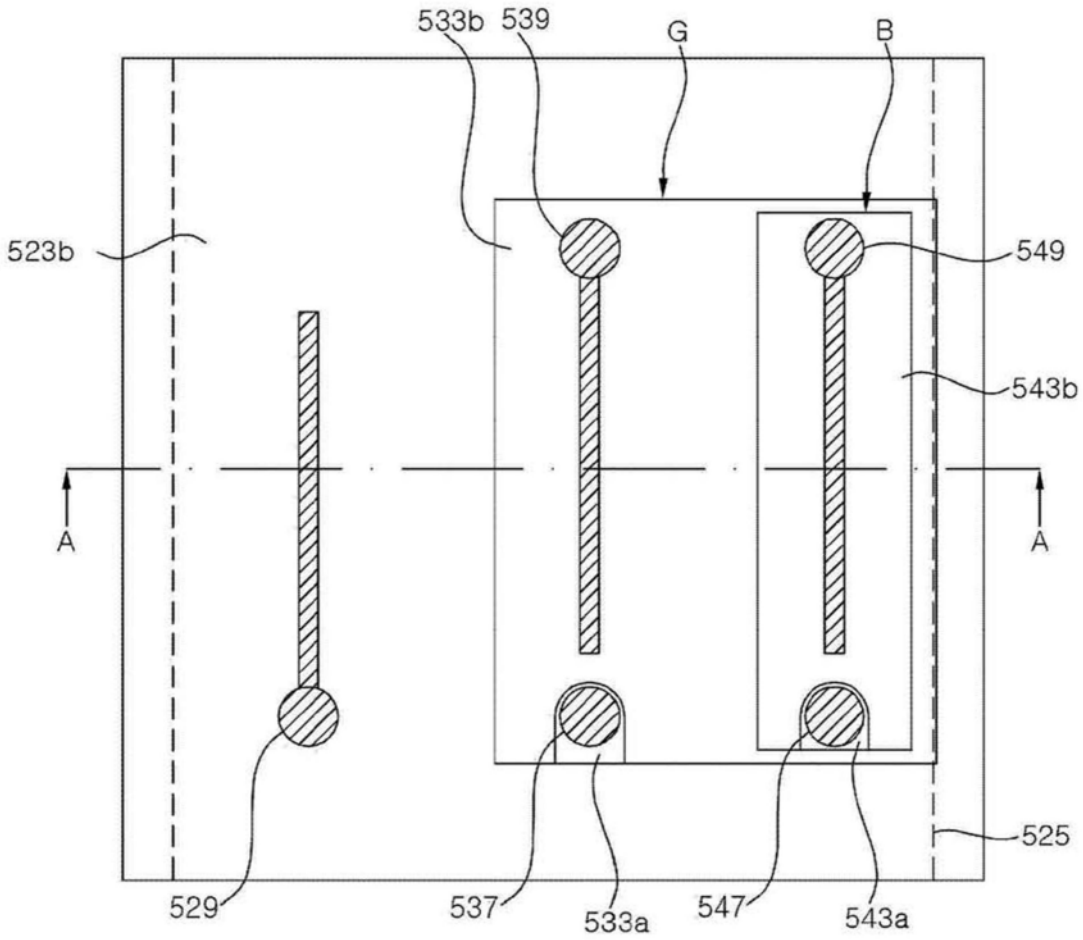

533b
539
G
B
523b
549
543b
A
A
525
529
537
533a
547
543a

图72A

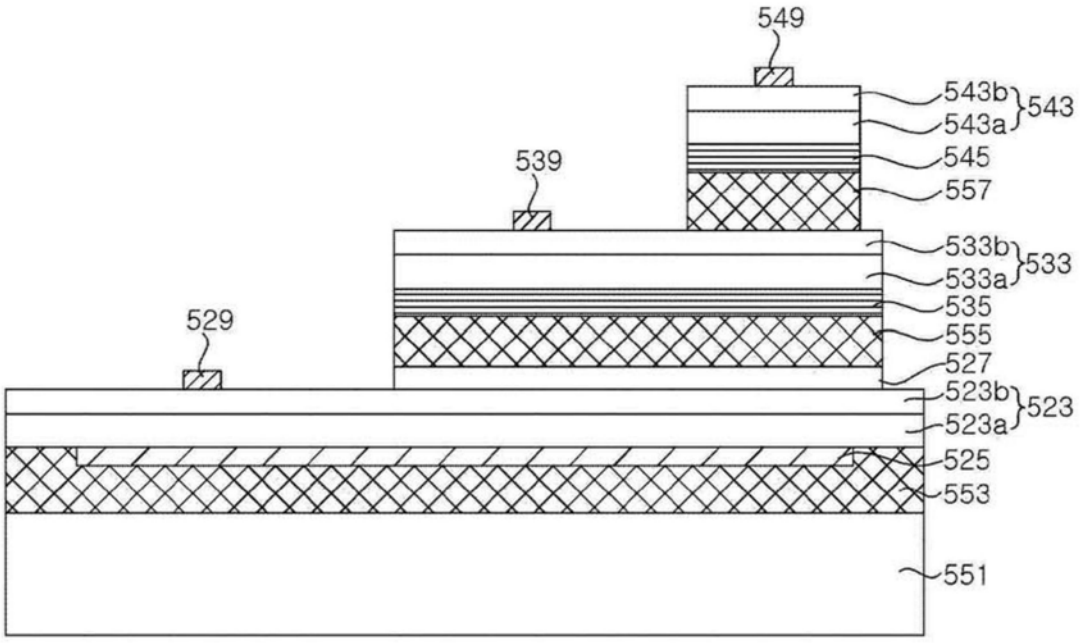

549
543b
543a
543
539
545
557
533b
533a
533
535
529
555
527
523b
523a
523
525
553
551

图72B

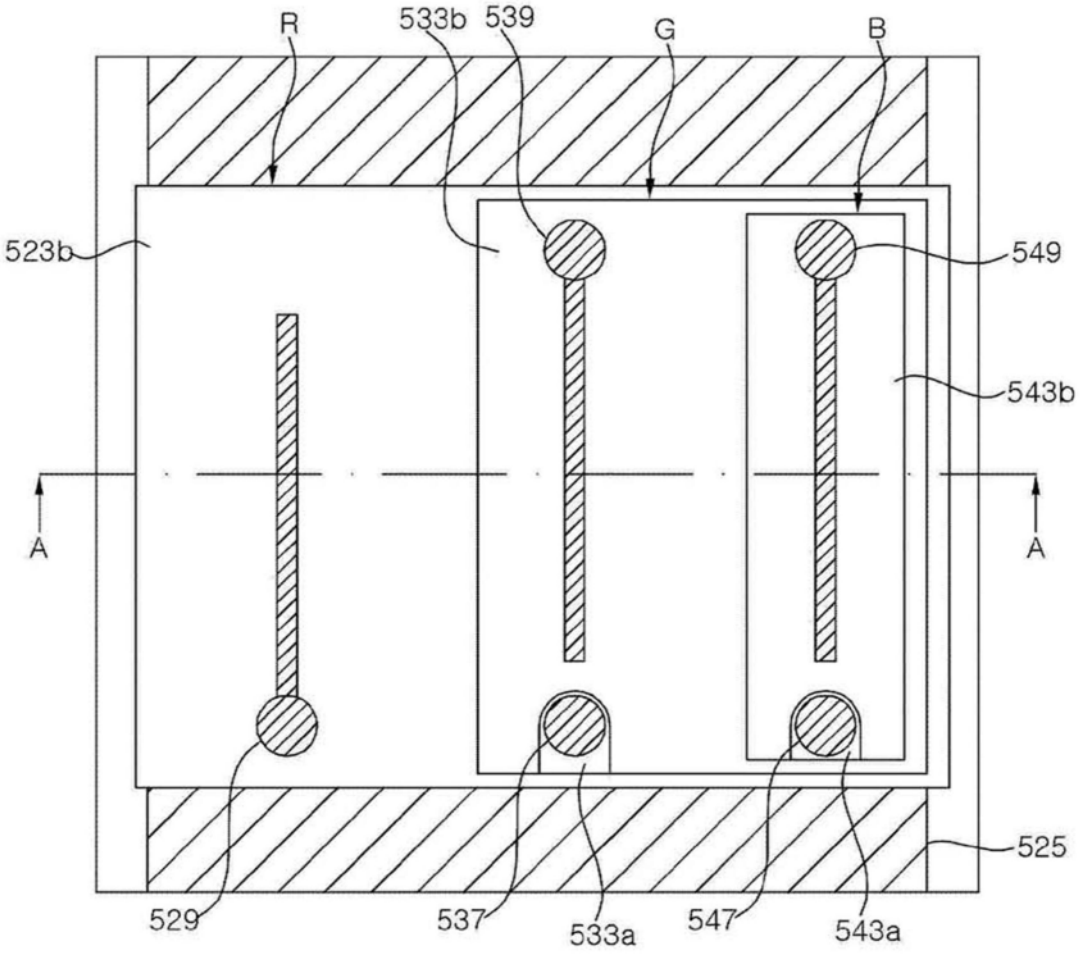


图73A

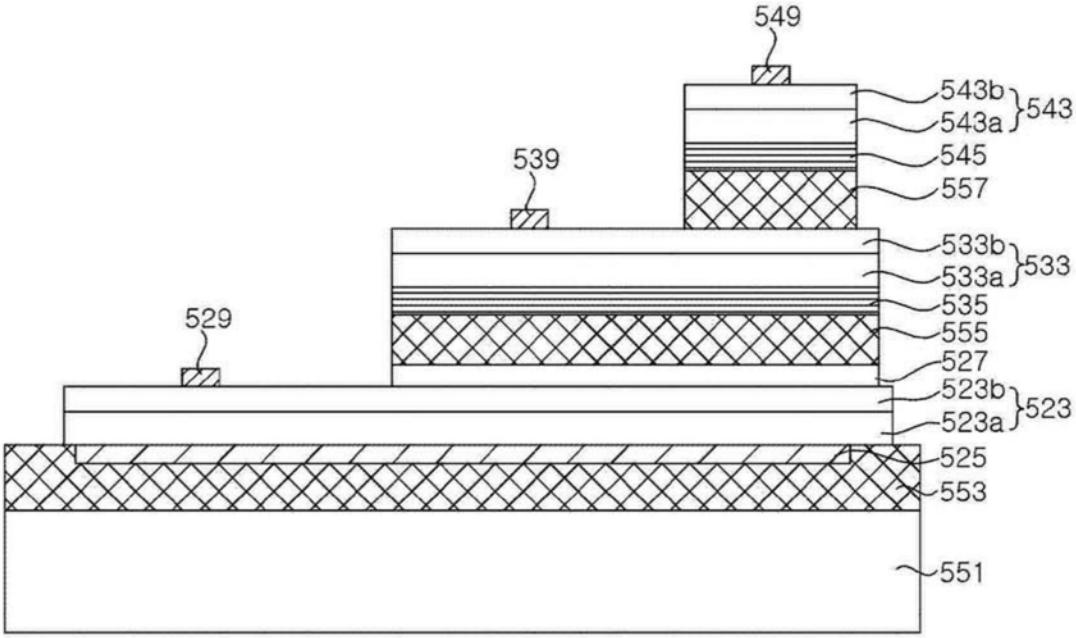

549
543b
543a
543
545
539
557
533b
533a
533
535
529
555
527
523b
523a
523
525
553
551

图73B

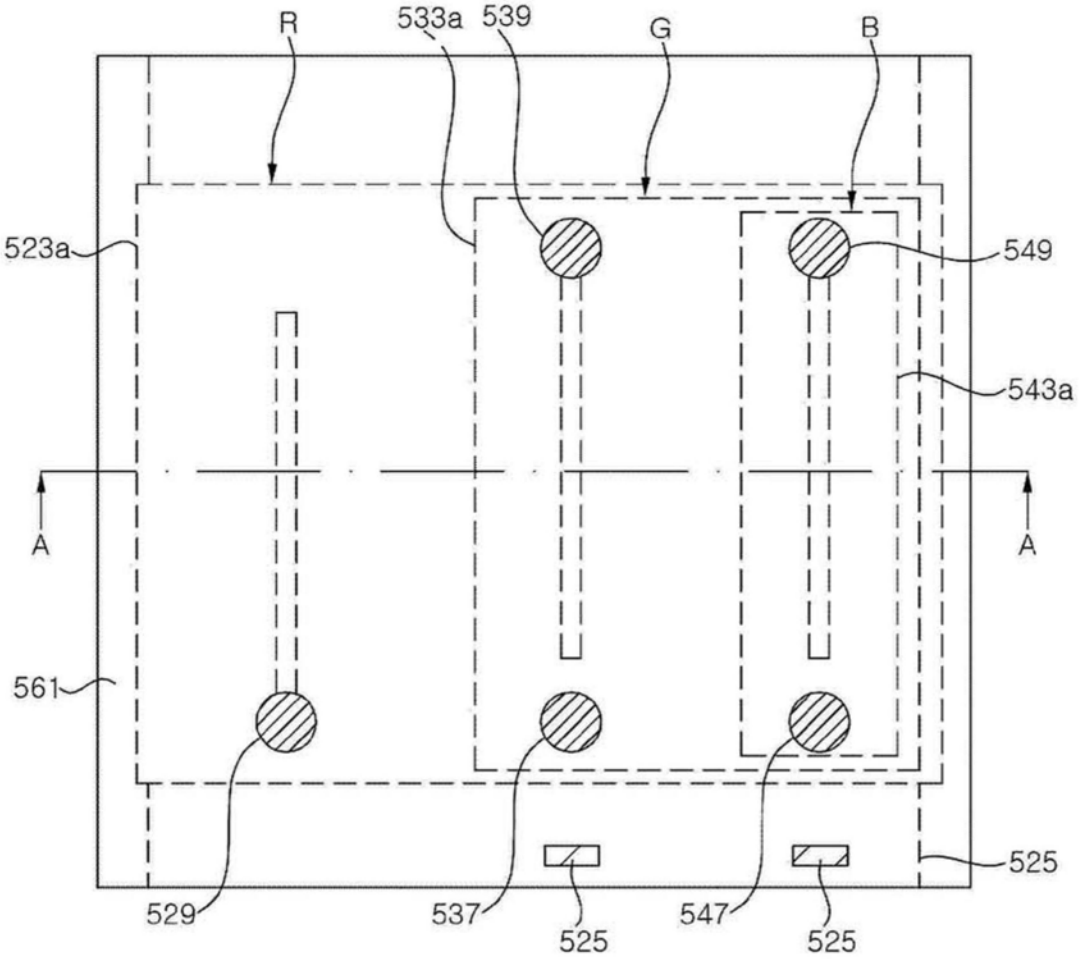


图74A

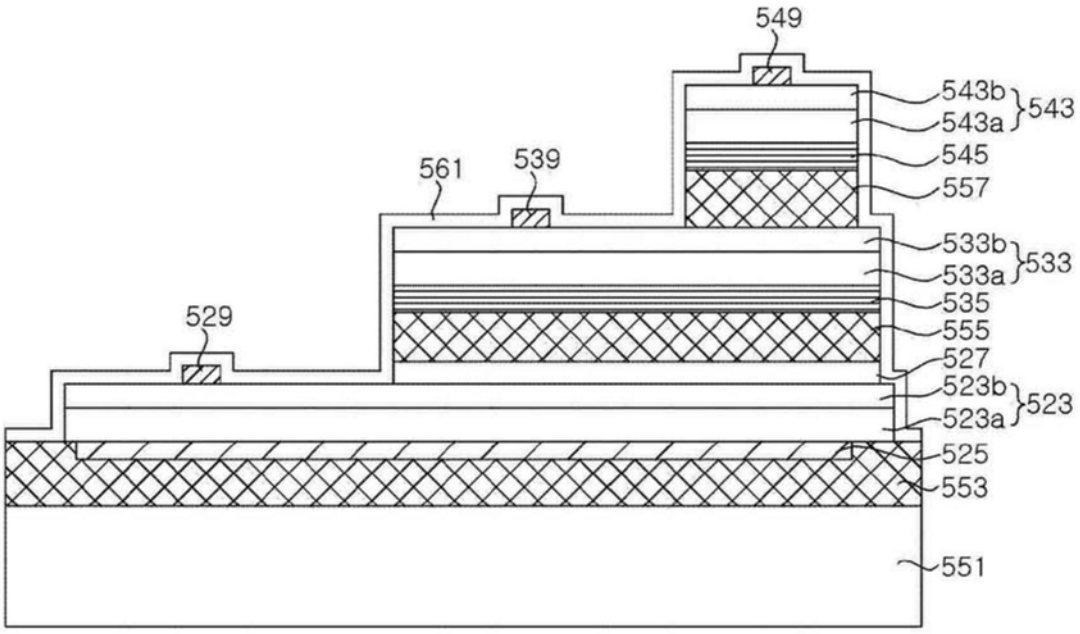

549
543b
543a
543
545
557
561
539
533b
533a
533
535
555
529
527
523b
523a
523
525
553
551

图74B

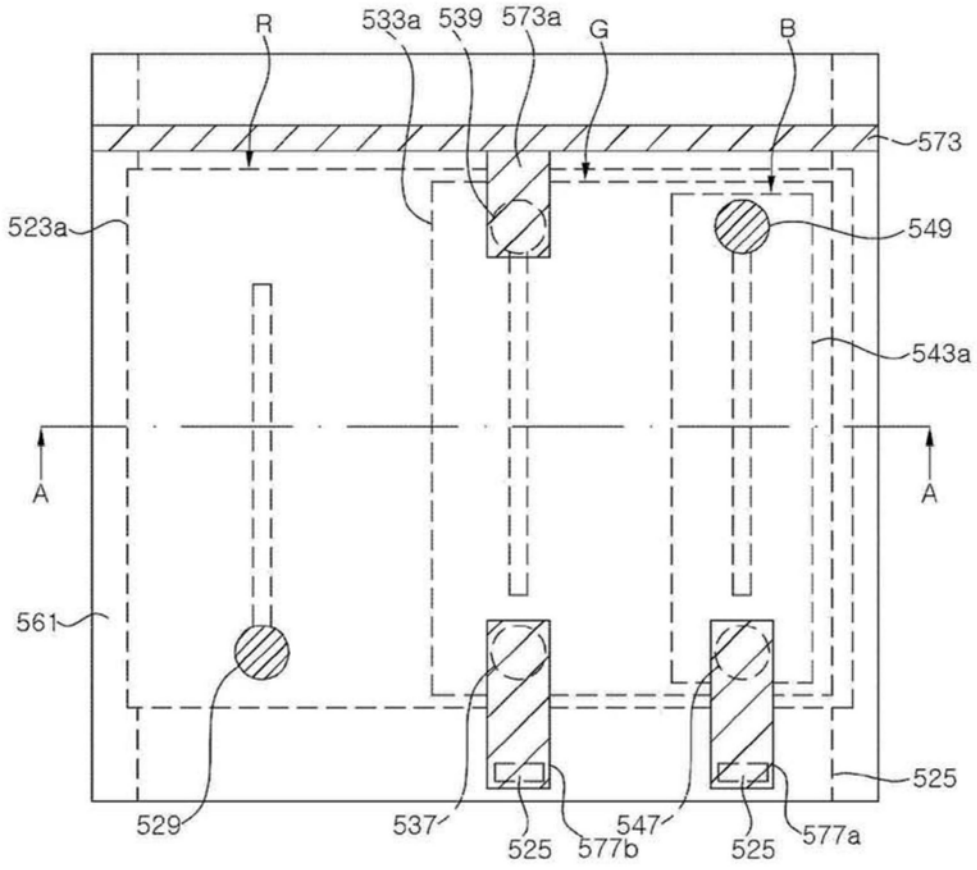

R
533a
539
573a
G
B
573
523a
549
543a
A
A
561
529
537
525
577b
547
525
577a
525

图75

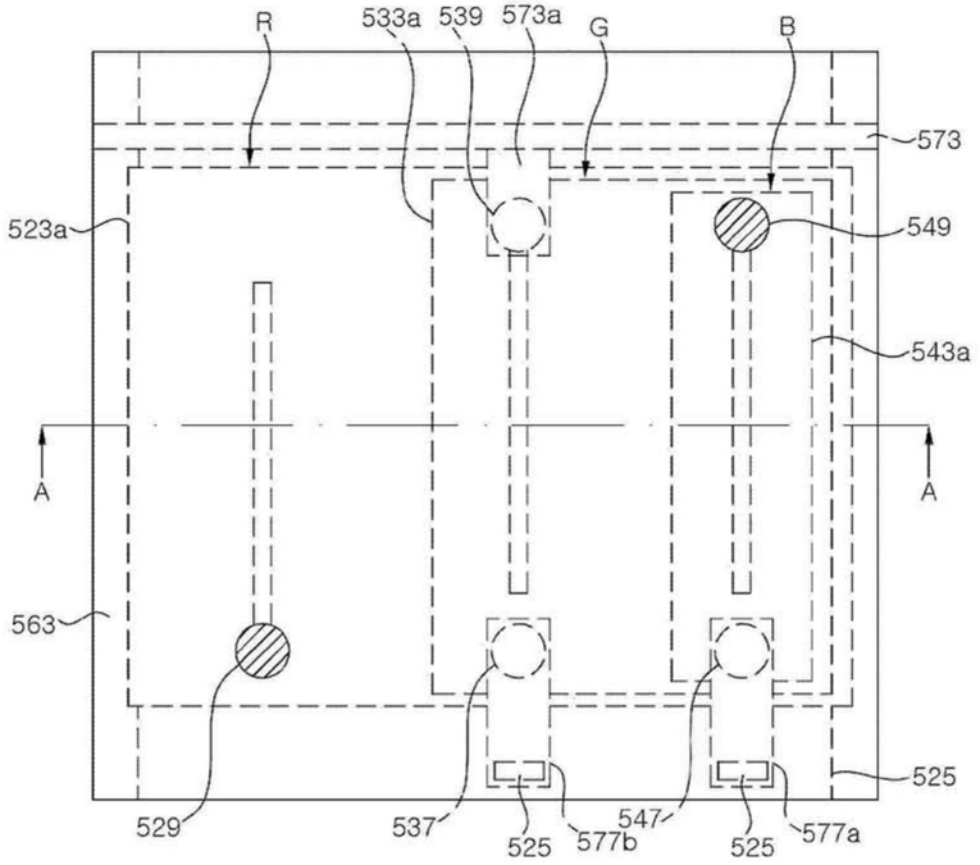

R
533a
539
573a
G
B
573
523a
549
543a
A
A
563
529
537
525
577b
547
525
577a
525

图76A

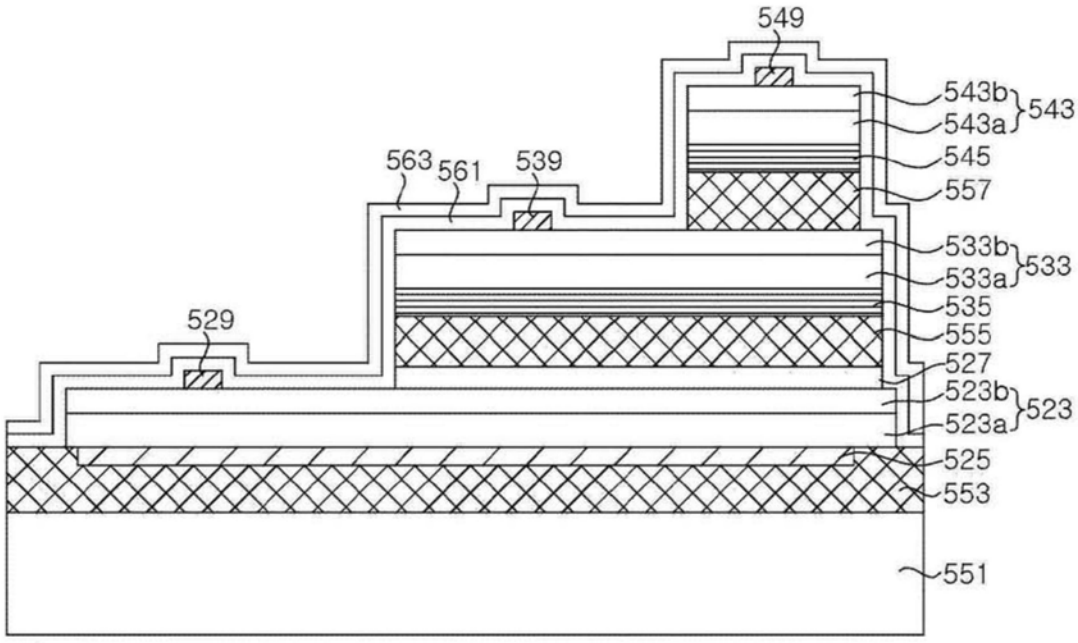

549
543b
543a
543
563
561
539
545
557
533b
533a
533
529
535
555
527
523b
523a
523
525
553
551

图76B

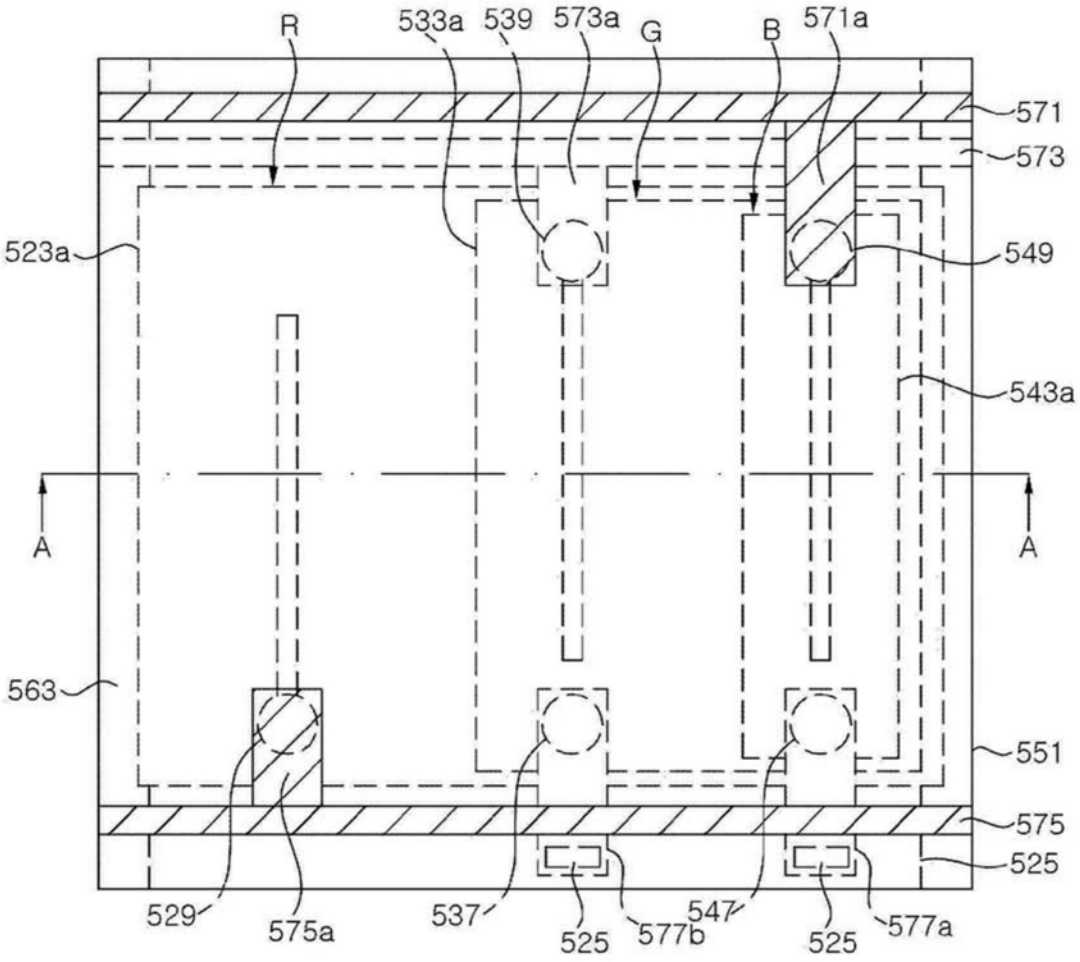

R
533a
539
573a
G
B
571a
571
573
523a
549
543a
A
A
563
551
575
525
529
575a
537
525
577b
547
525
577a

图77

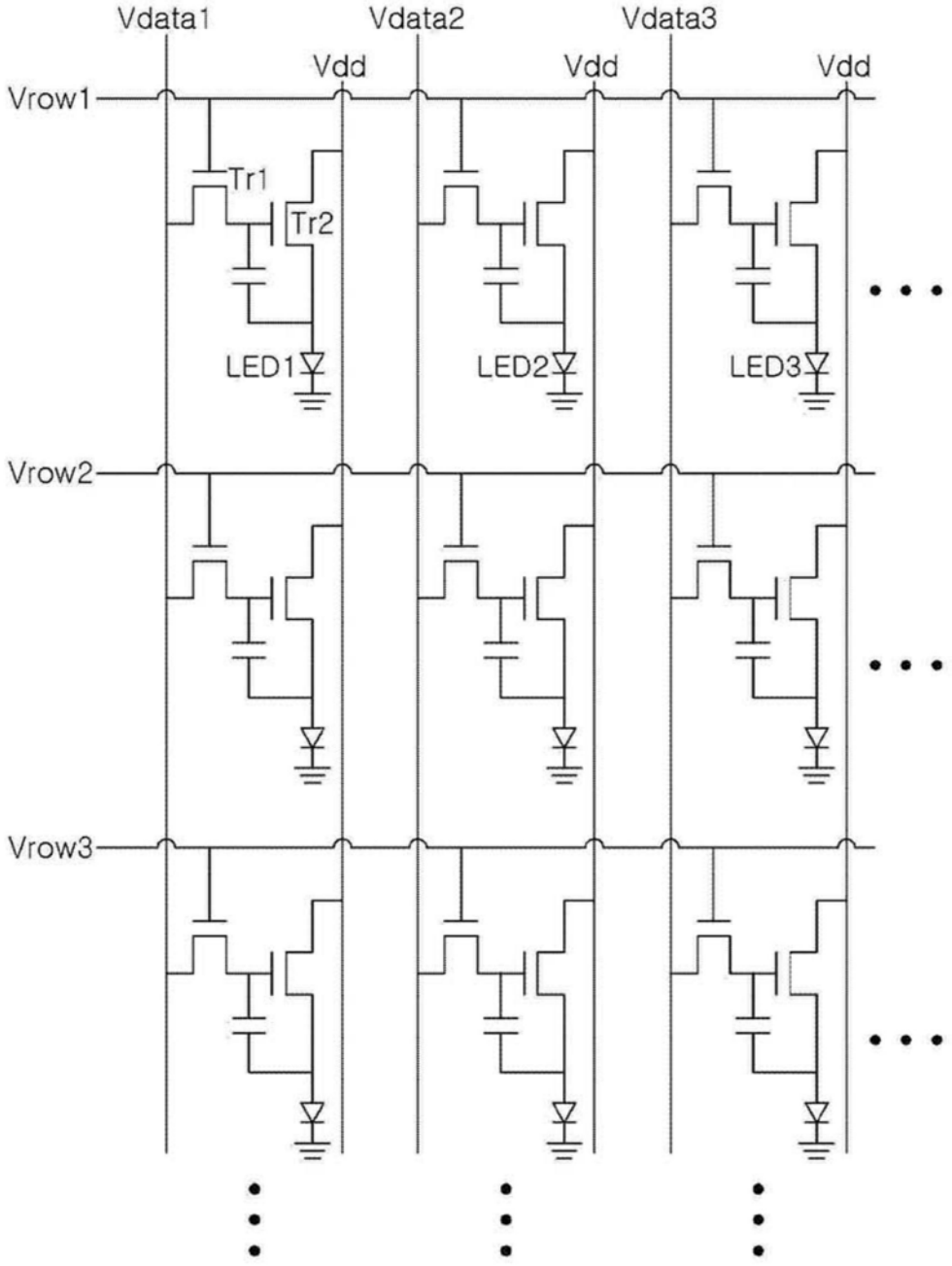

Vdata1
Vdata2
Vdata3
Vdd
Vdd
Vdd
Vrow1
Tr1
Tr2
LED1
LED2
LED3
Vrow2
Vrow3

图78

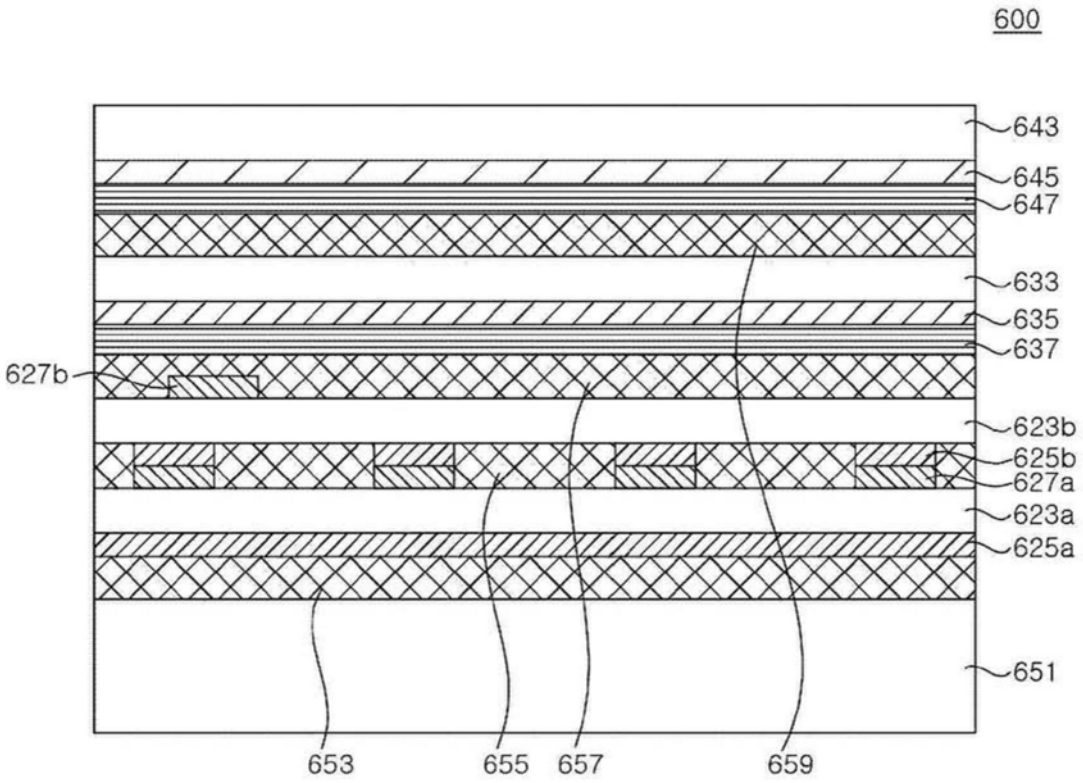

600
643
645
647
633
635
637
627b
623b
625b
627a
623a
625a
651
653
655
657
659

图79

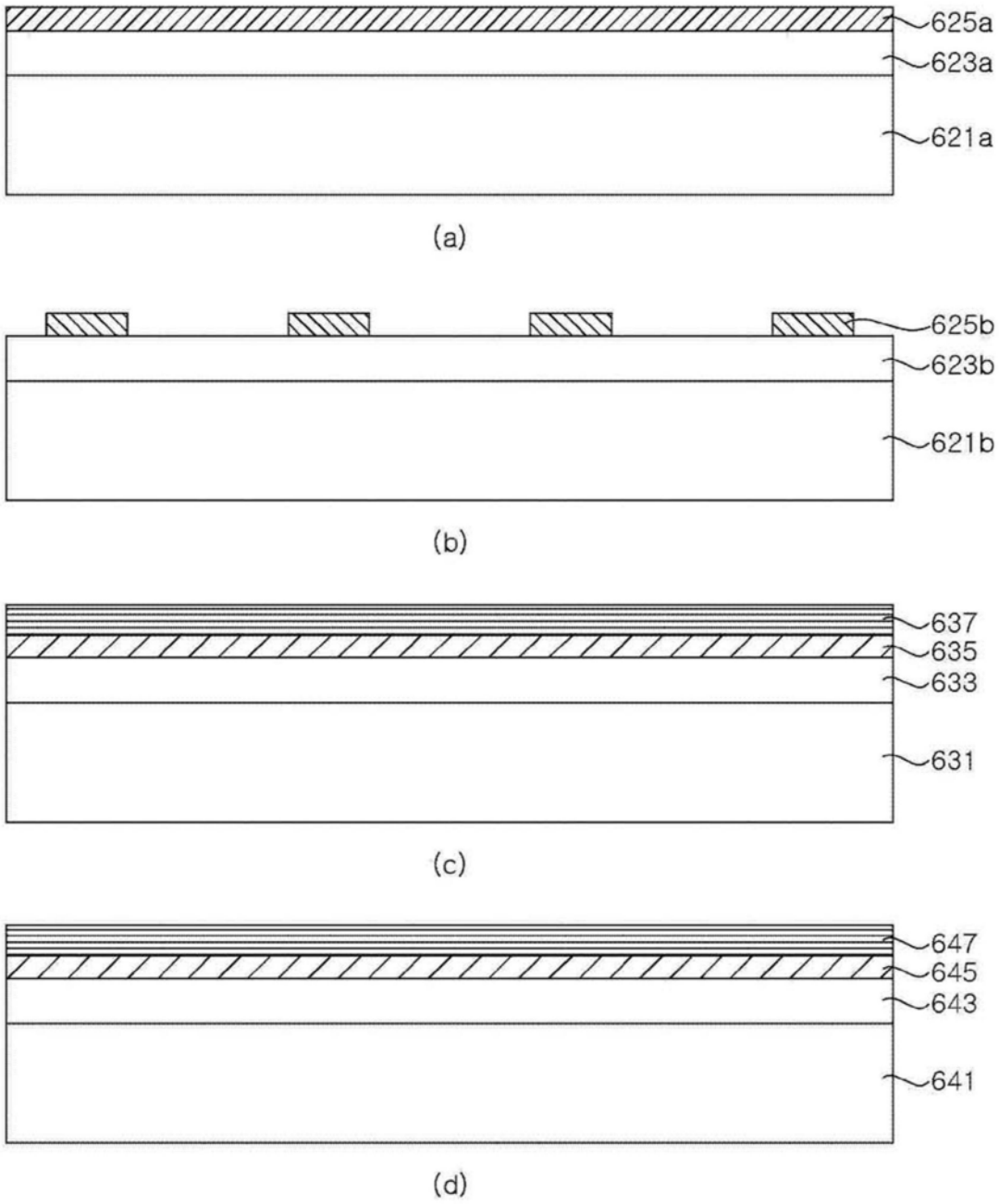

625a
623a
621a
(a)
625b
623b
621b
(b)
637
635
633
631
(c)
647
645
643
641
(d)

图80

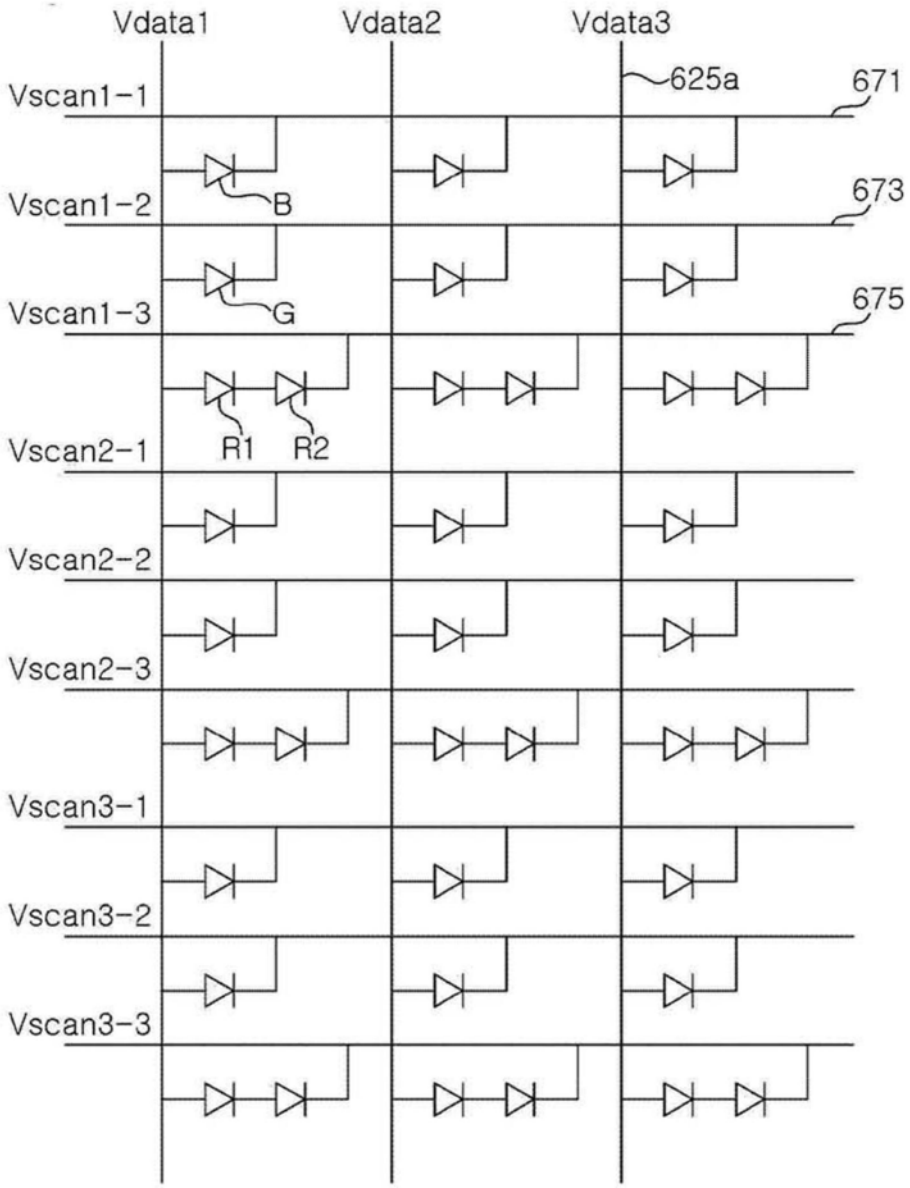

Vdata1
Vdata2
Vdata3
625a
671
673
675
Vscan1-1
Vscan1-2
Vscan1-3
Vscan2-1
Vscan2-2
Vscan2-3
Vscan3-1
Vscan3-2
Vscan3-3
B
G
R1
R2

图81

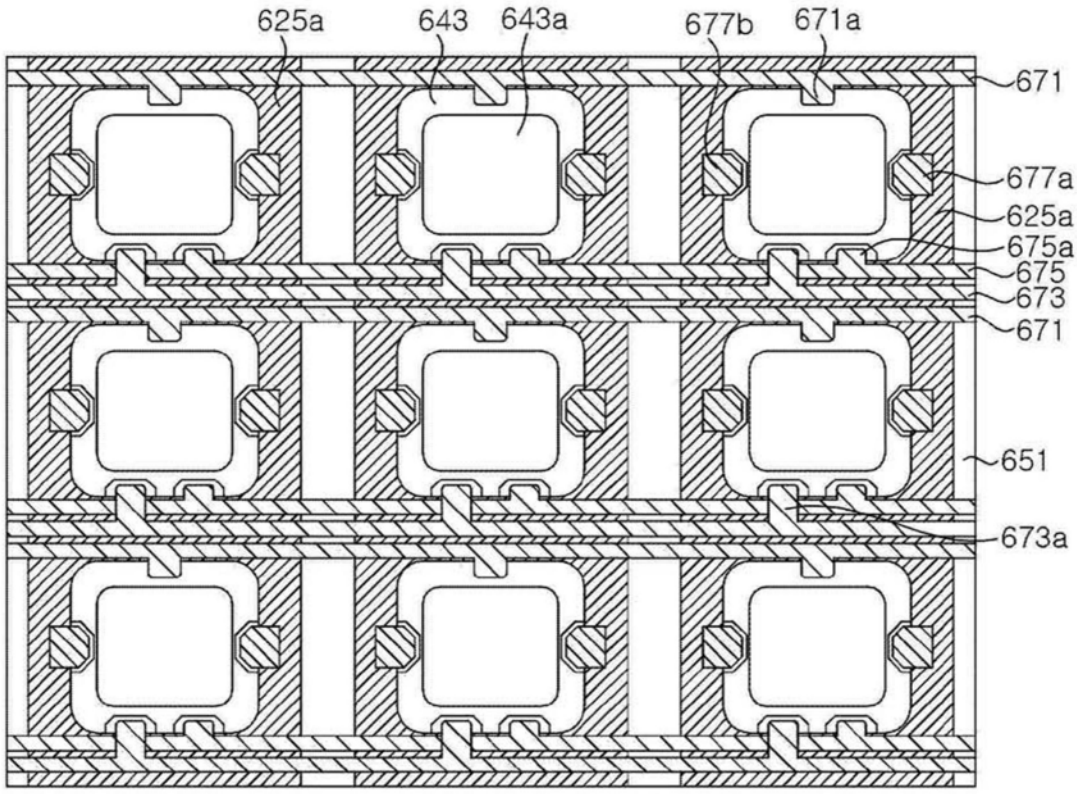

625a
643
643a
677b
671a
671
677a
625a
675a
675
673
671
651
673a

图82

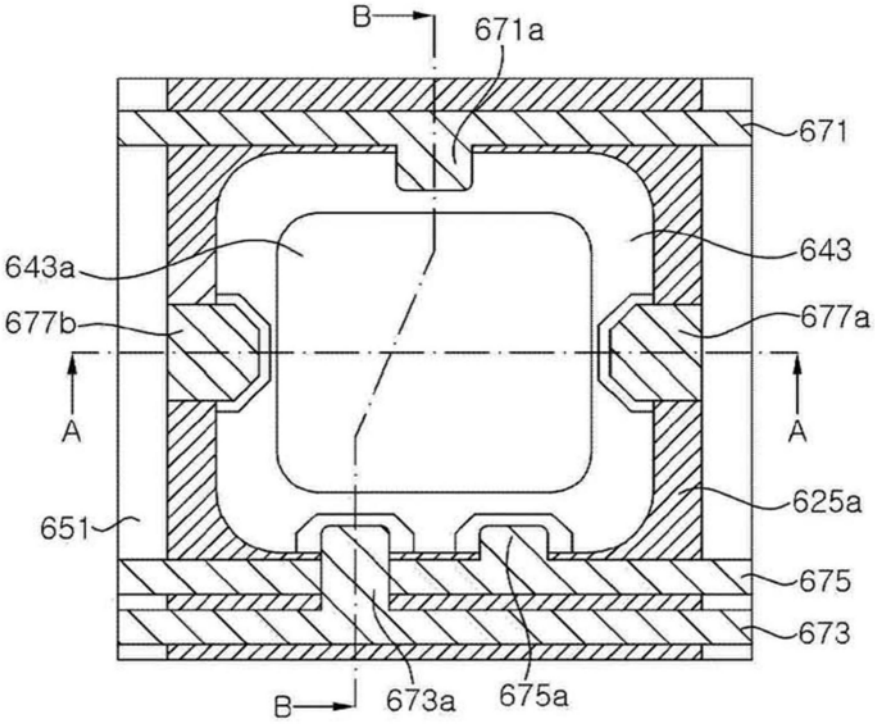

B
671a
671
643a
643
677b
677a
A
A
651
625a
675
673
B
673a
675a

图83

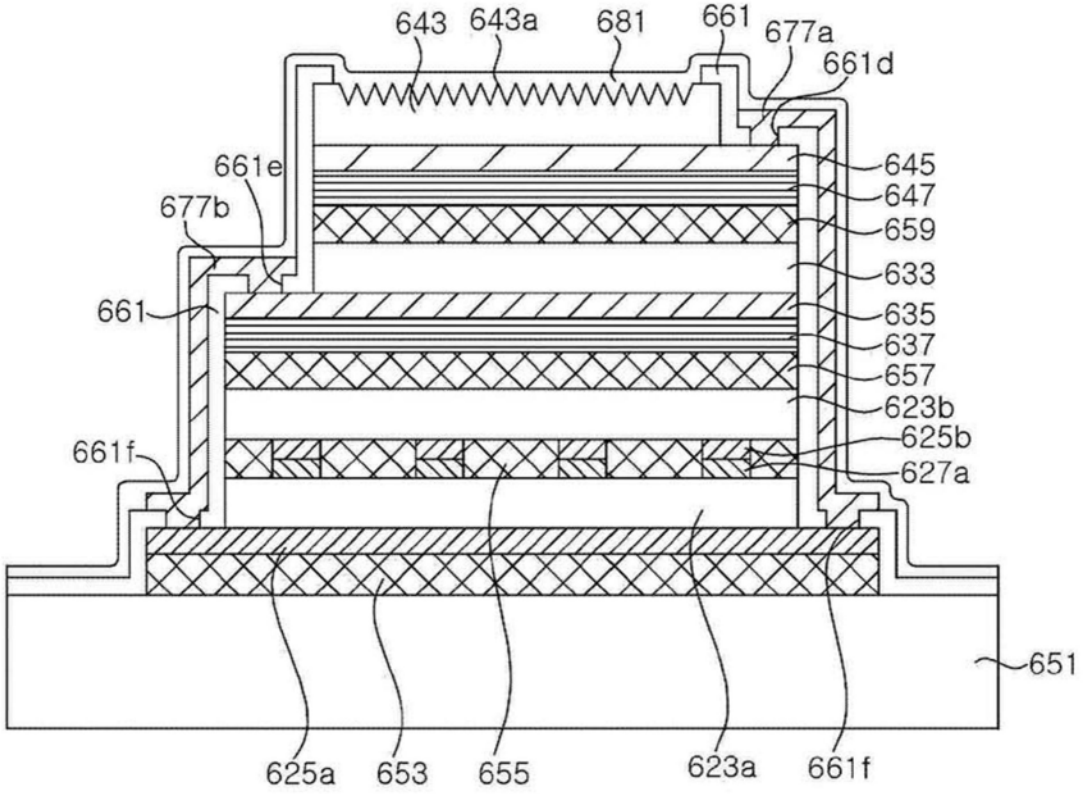

643
643a
681
661
677a
661d
661e
677b
645
647
659
633
661
635
637
657
623b
625b
661f
627a
651
625a
653
655
623a
661f

图84

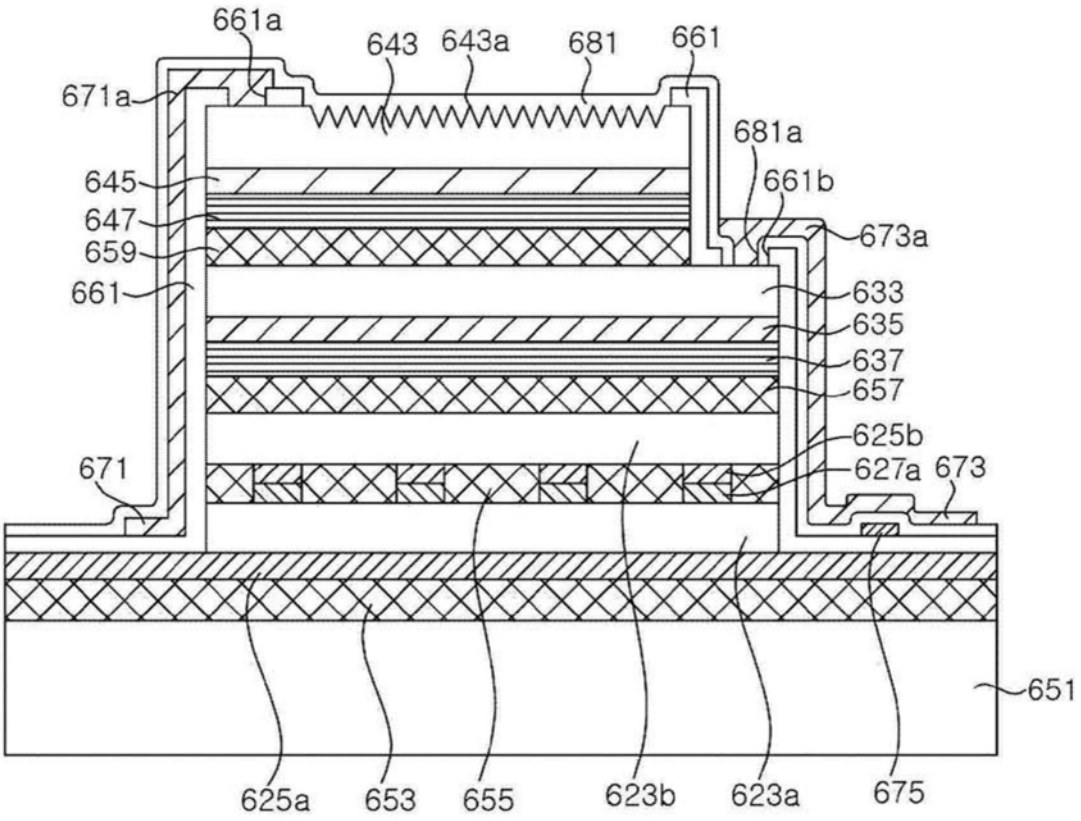

661a
643
643a
681
661
671a
681a
645
661b
647
673a
659
661
633
635
637
657
625b
671
627a
673
651
625a
653
655
623b
623a
675

图85

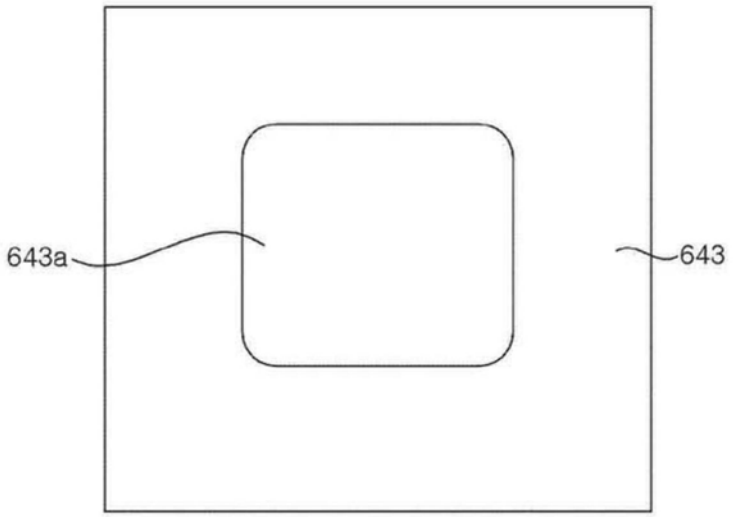

643a
643

图86A

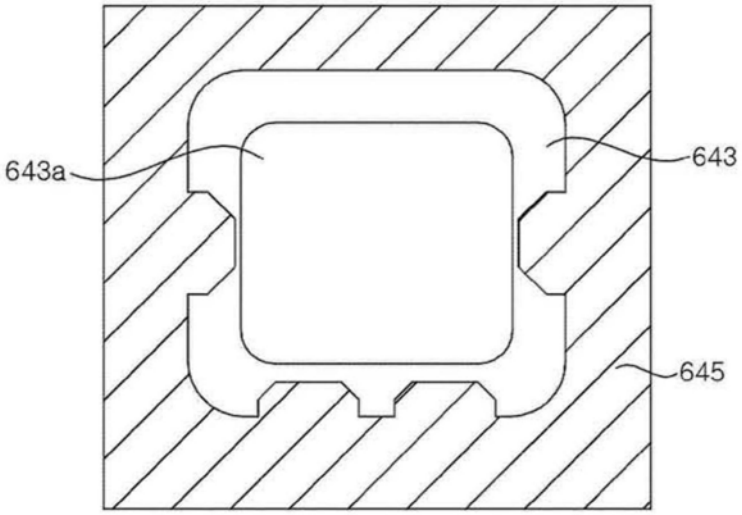


图86B

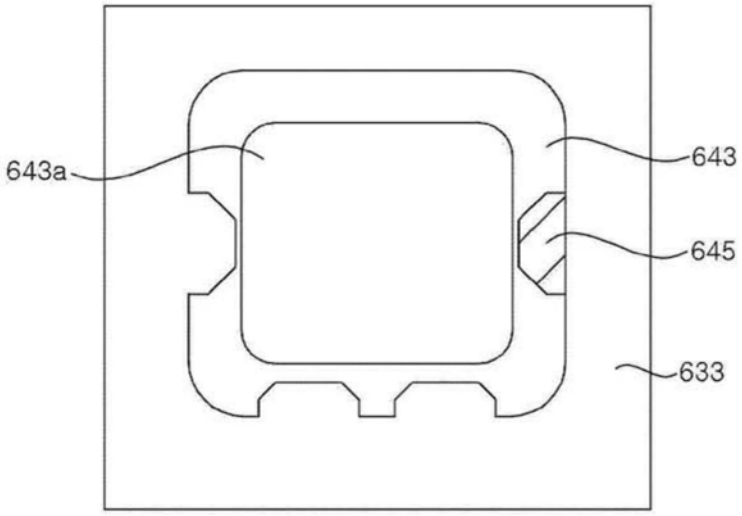


图86C

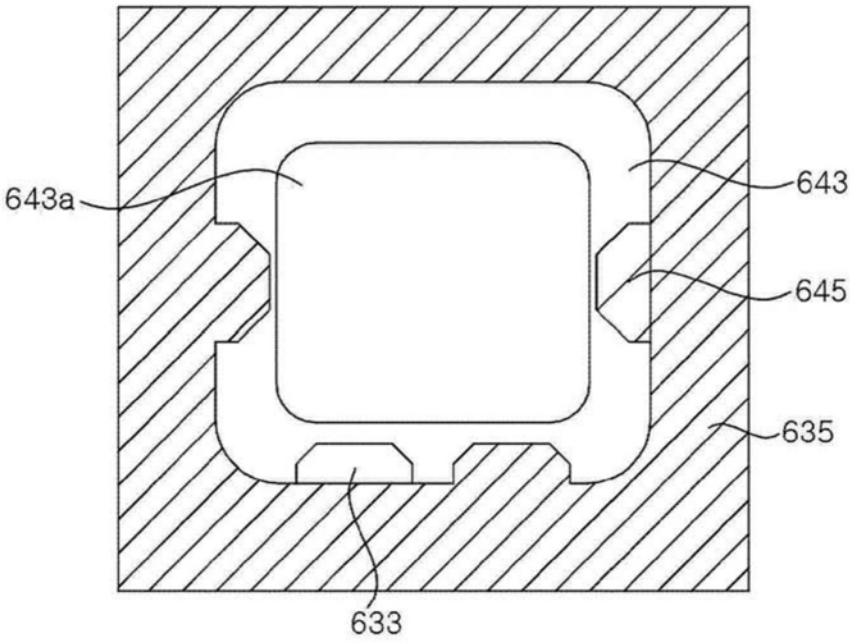


图86D

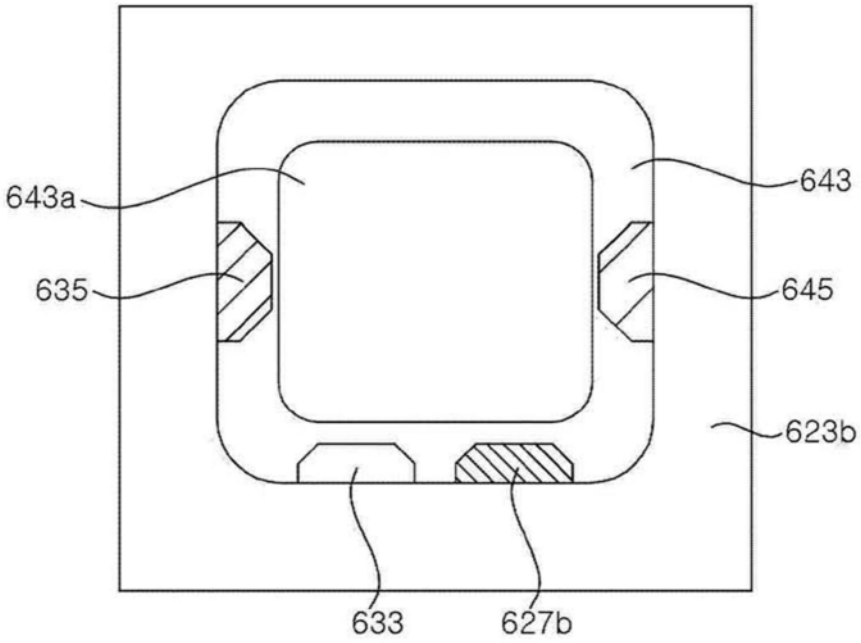


图86E

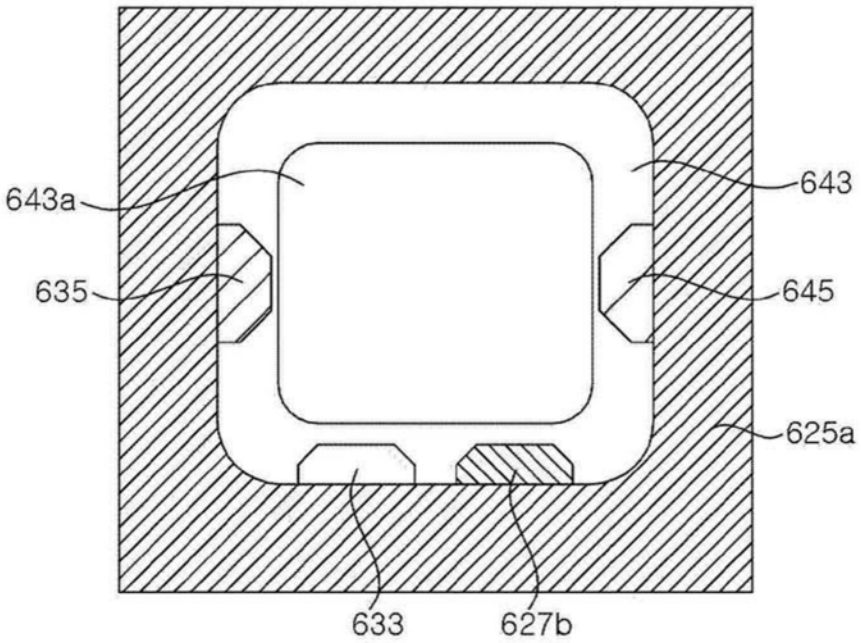

643a
643
635
645
625a
633
627b

图86F

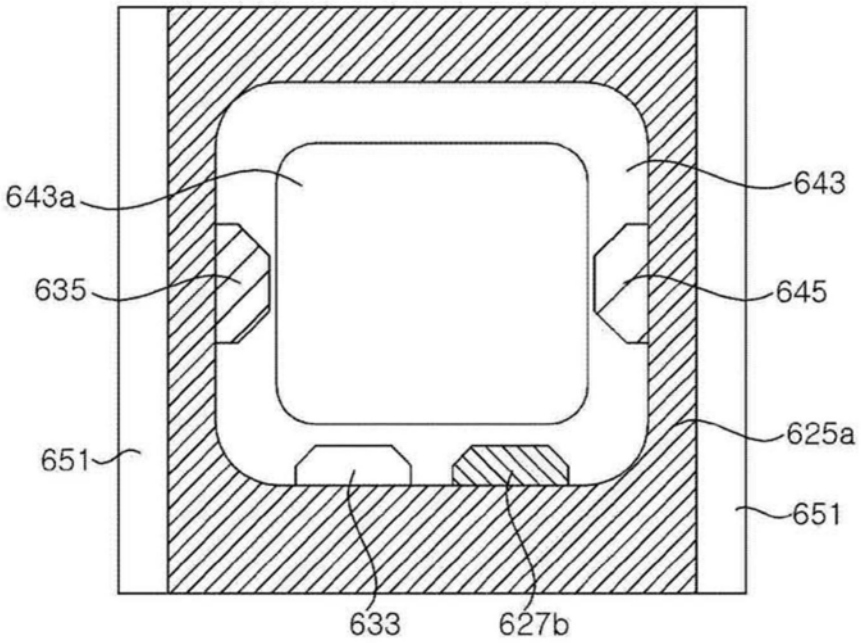

643a
643
635
645
625a
651
651
633
627b

图86G

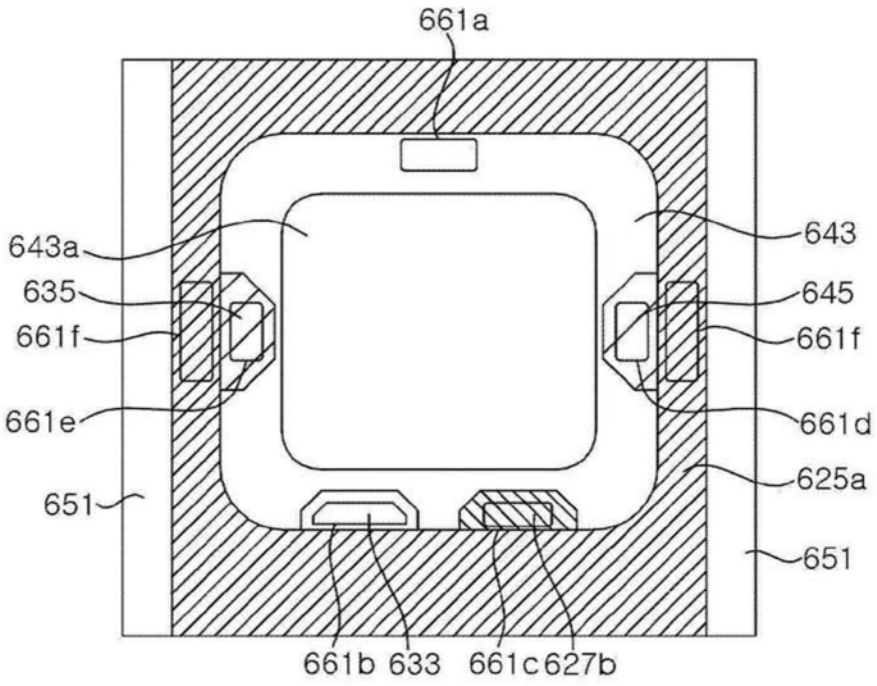

661a
643a
635
661f
661e
651
643
645
661f
661d
625a
651
661b
633
661c
627b

图86H

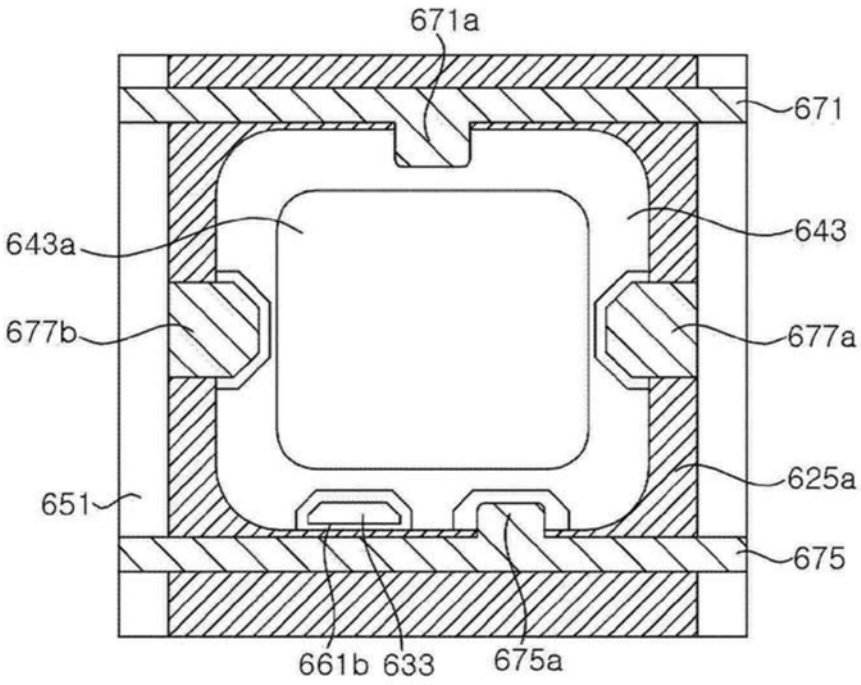

671a
671
643a
643
677b
677a
651
625a
675
661b
633
675a

图86I

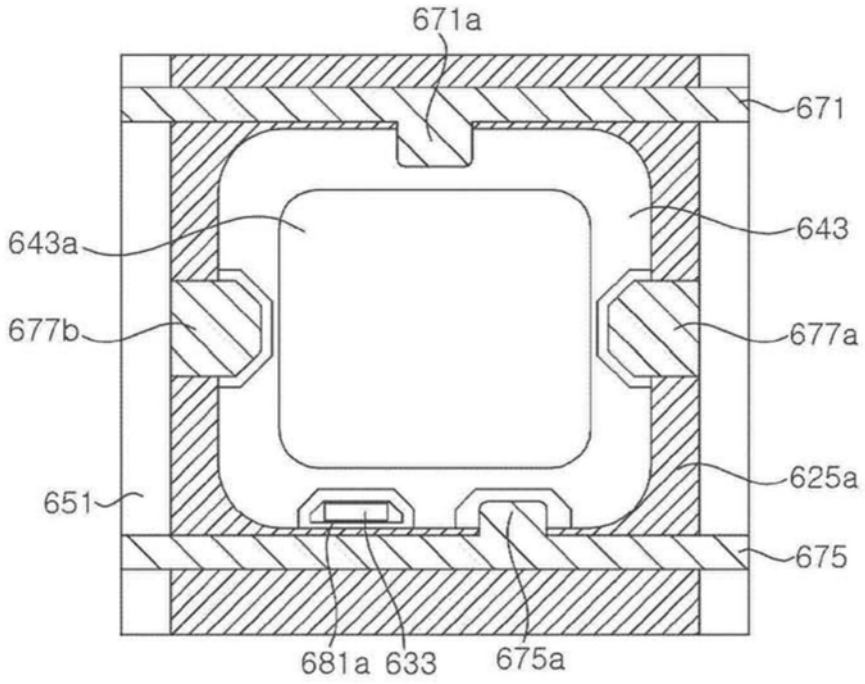

671a
671
643a
643
677b
677a
651
625a
675
681a
633
675a

图86J

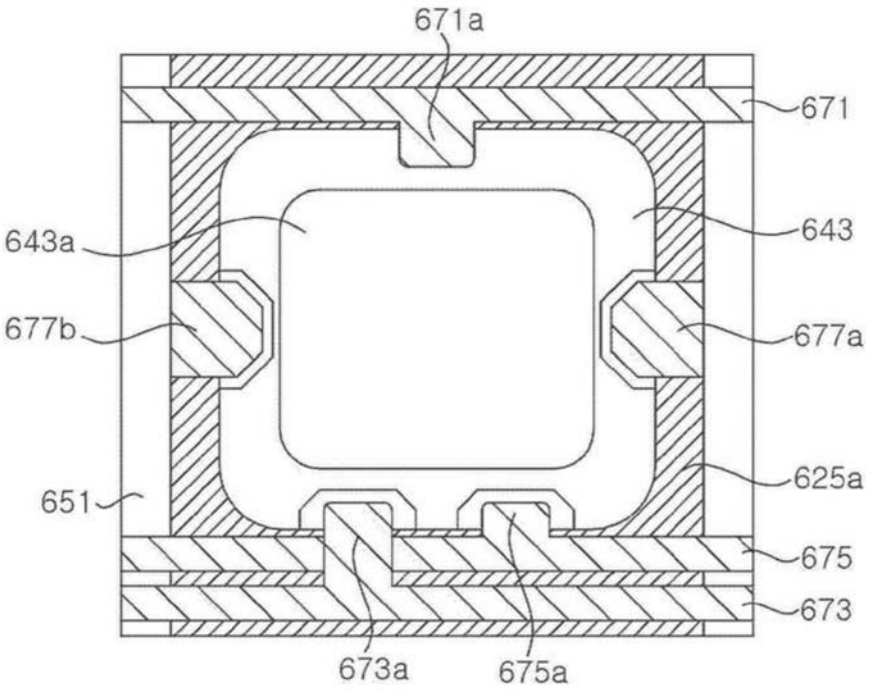

671a
671
643a
643
677b
677a
651
625a
675
673
673a
675a

图86K

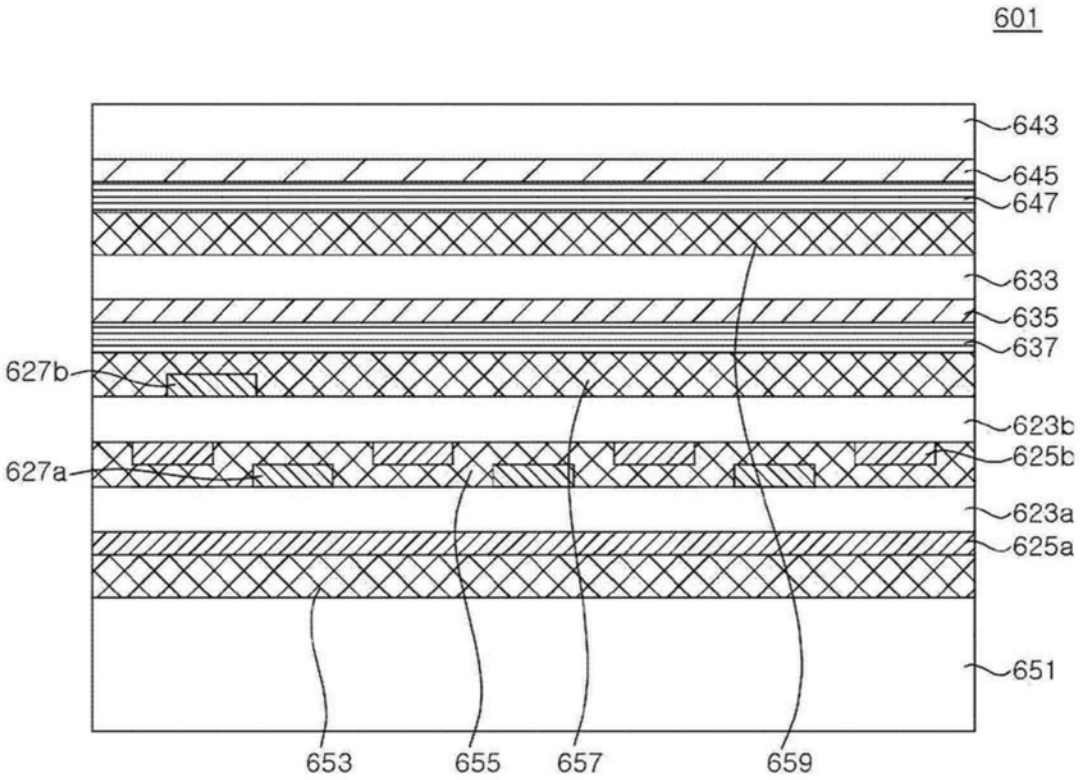

601
643
645
647
633
635
637
627b
623b
625b
627a
623a
625a
651
653
655
657
659

图87

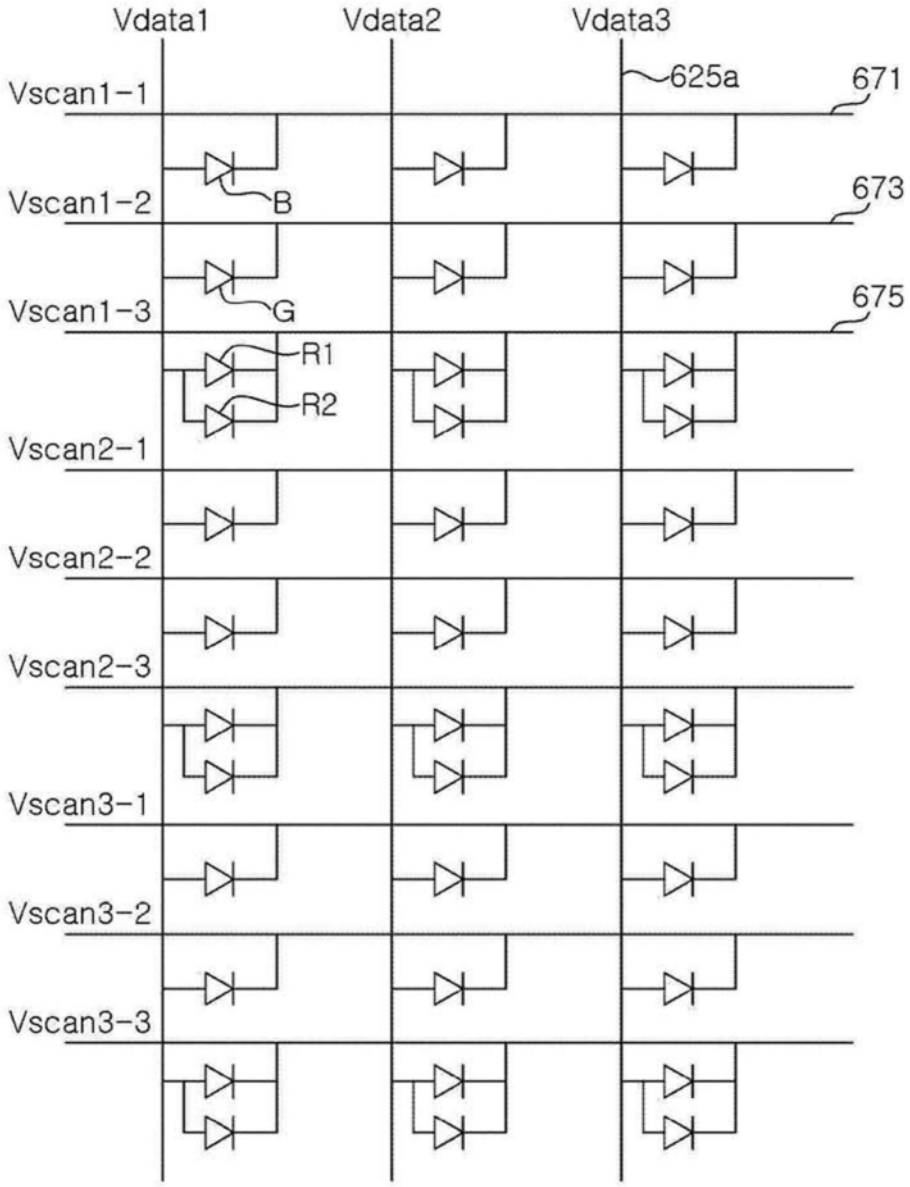

Vdata1
Vdata2
Vdata3
625a
671
673
675
Vscan1-1
Vscan1-2
Vscan1-3
Vscan2-1
Vscan2-2
Vscan2-3
Vscan3-1
Vscan3-2
Vscan3-3
B
G
R1
R2

图88

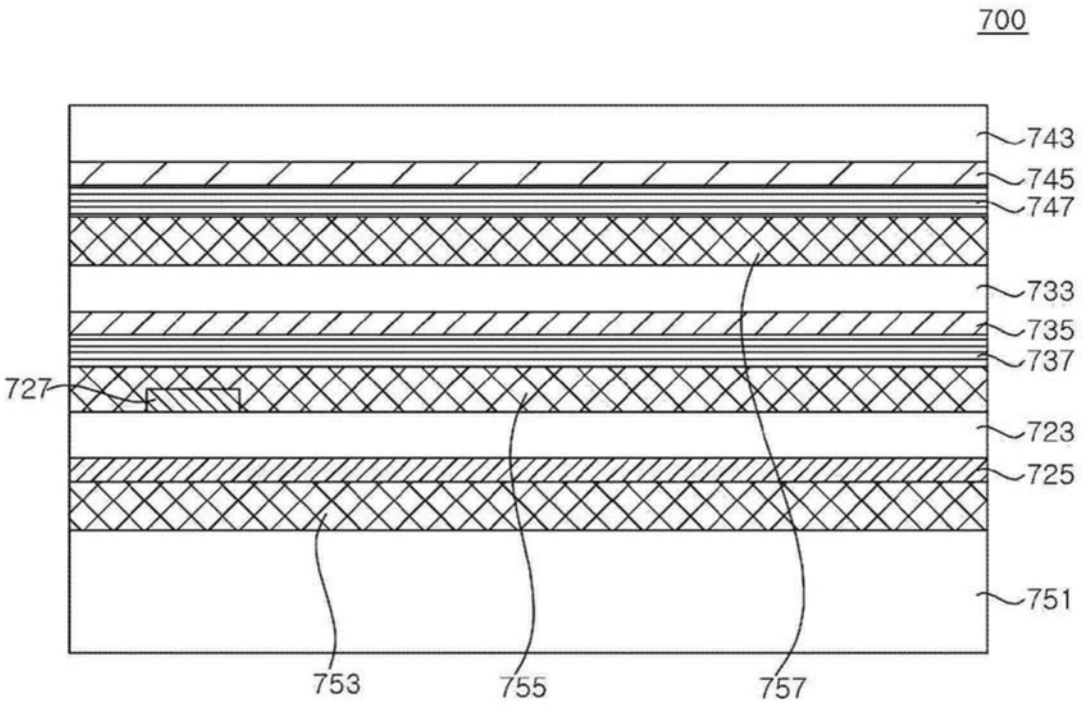

700
743
745
747
733
735
737
727
723
725
751
753
755
757

图89A

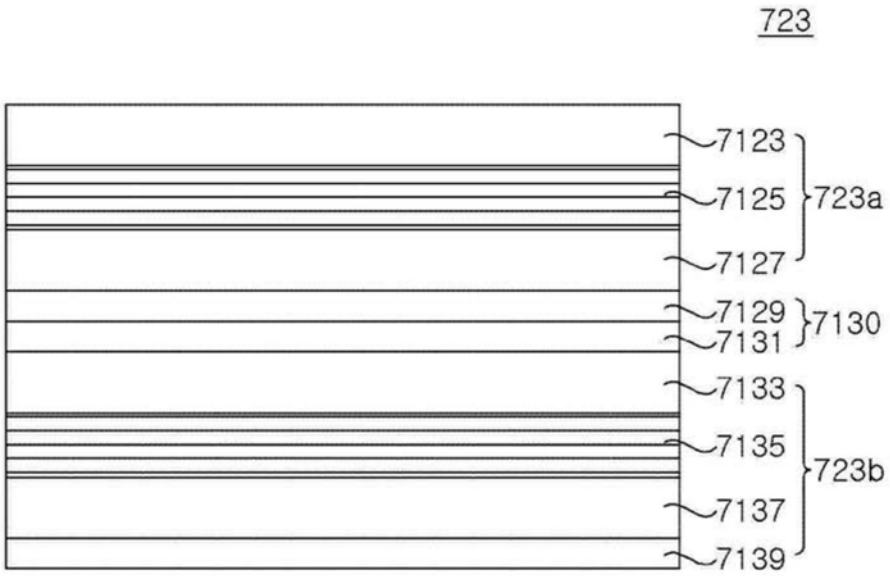

723
7123
7125
723a
7127
7129
7130
7131
7133
7135
723b
7137
7139

图89B

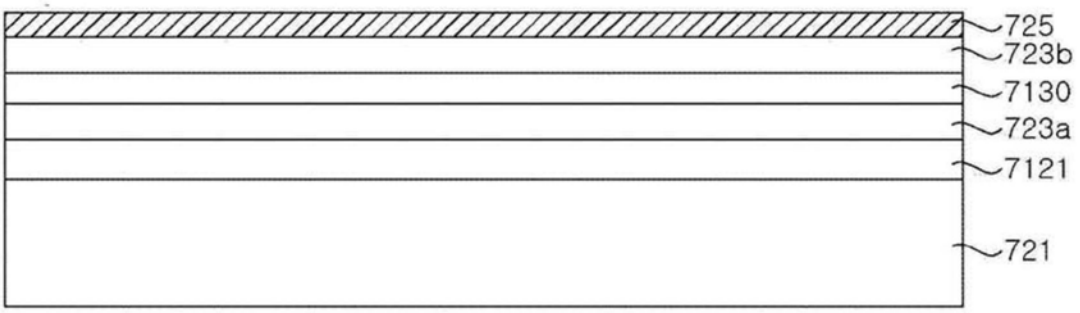


图90A

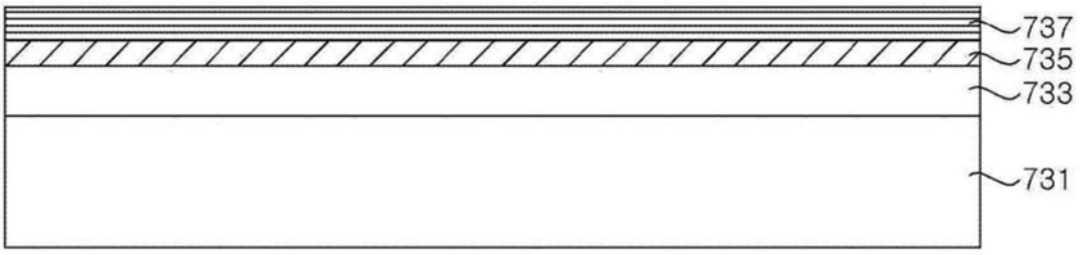


图90B

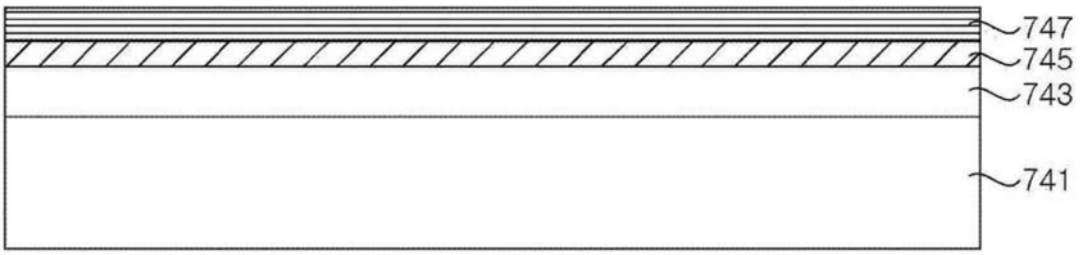


图90C

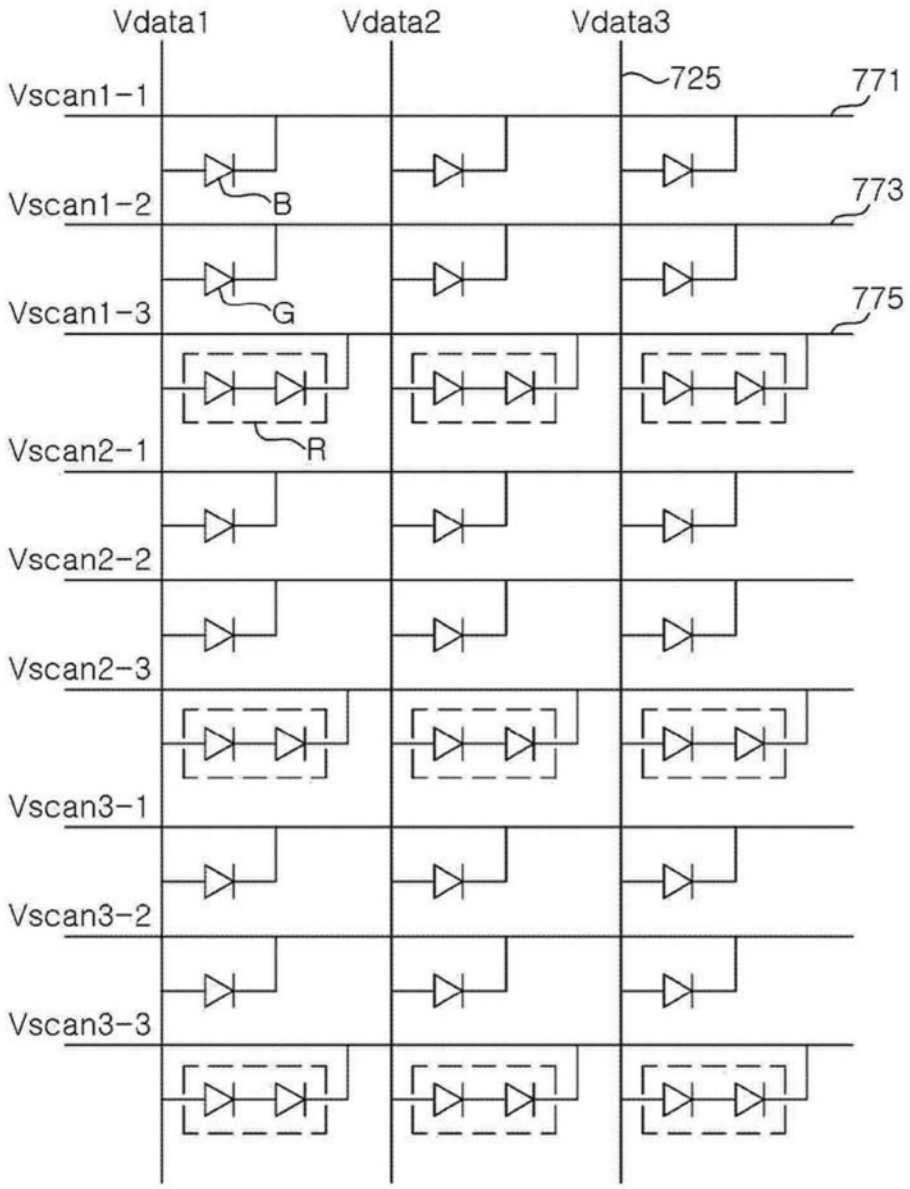

Vdata1
Vdata2
Vdata3
725
771
773
775
Vscan1-1
Vscan1-2
Vscan1-3
Vscan2-1
Vscan2-2
Vscan2-3
Vscan3-1
Vscan3-2
Vscan3-3
B
G
R

图91

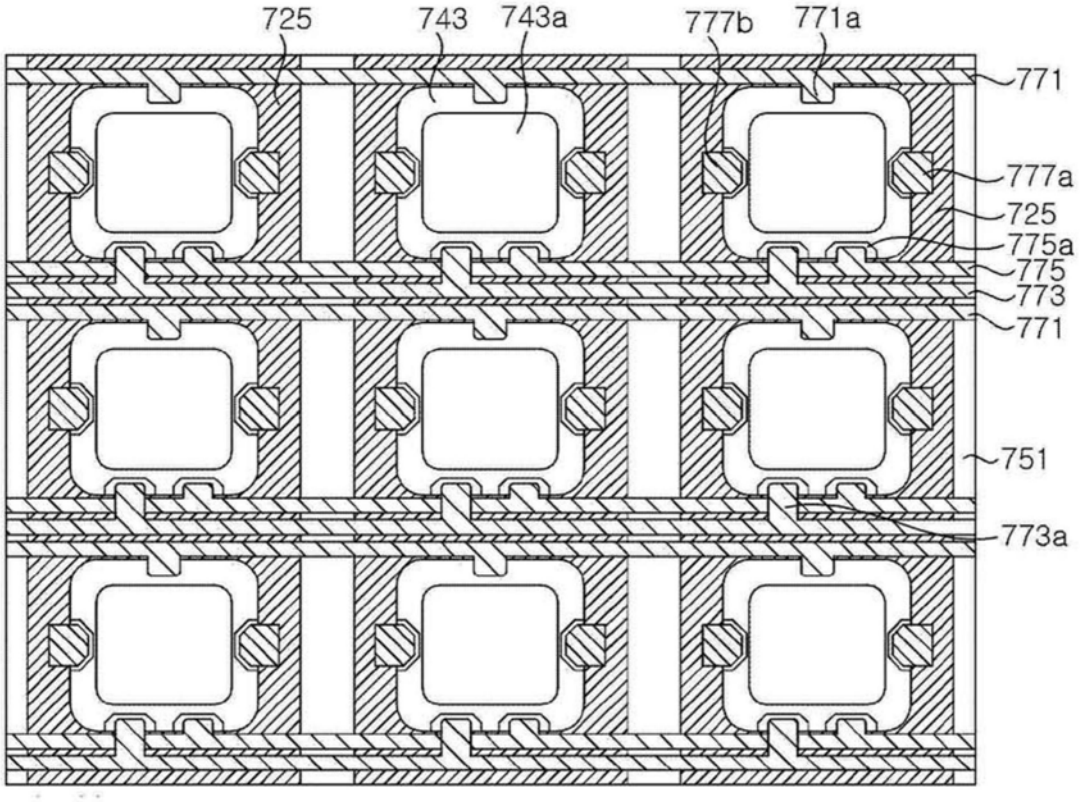

725
743
743a
777b
771a
771
777a
725
775a
775
773
771
751
773a

图92

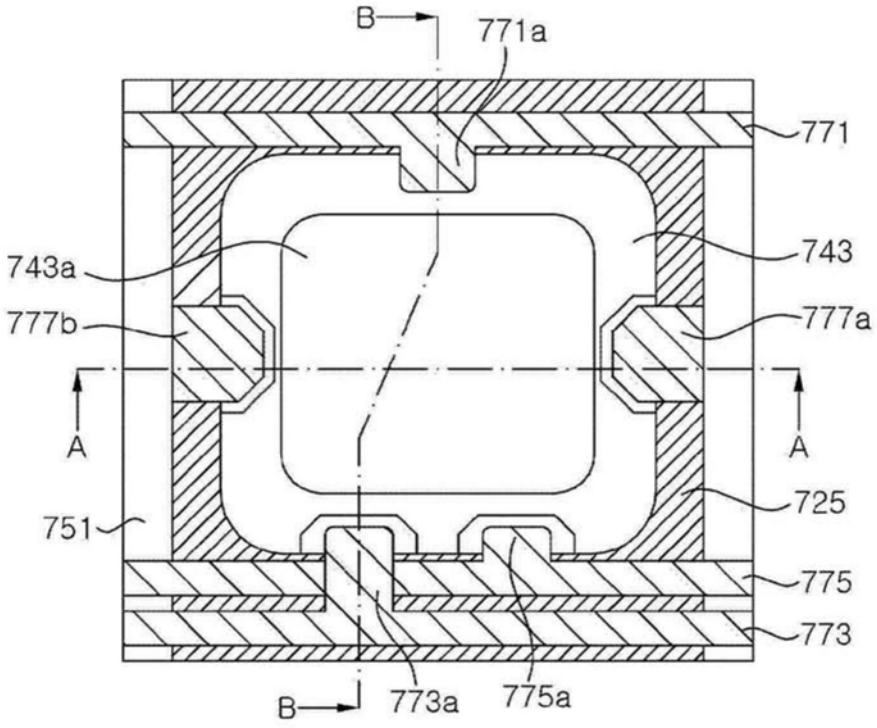

B
771a
771
743a
743
777b
777a
A
A
751
725
775
773
B
773a
775a

图93

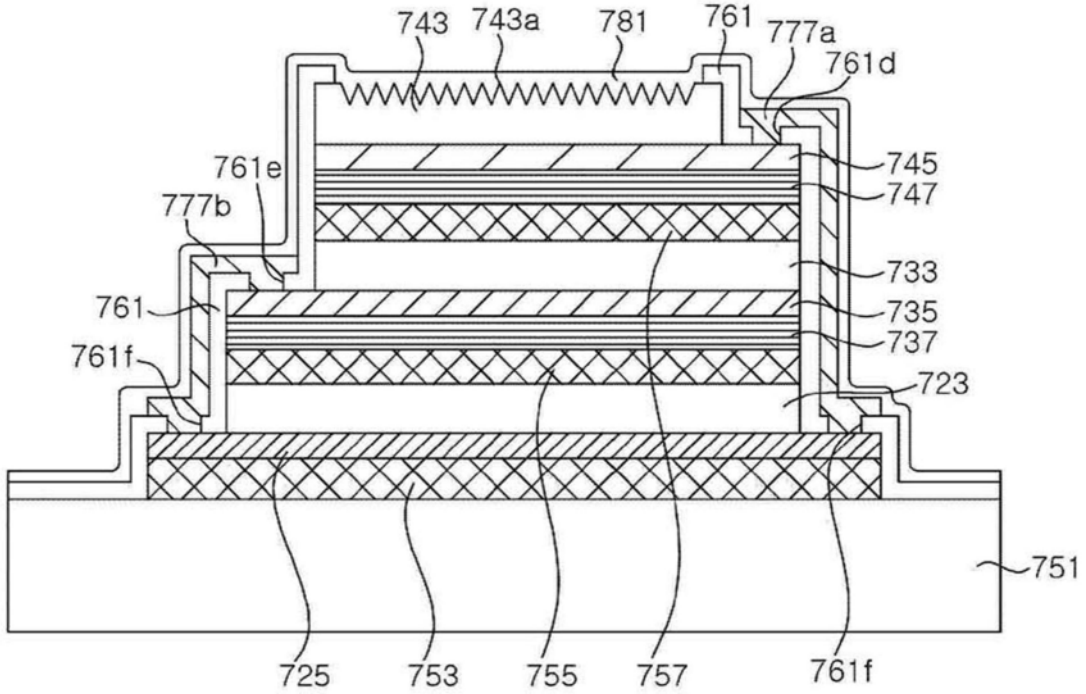

743
743a
781
761
777a
761d
761e
745
747
777b
733
761
735
737
761f
723
751
725
753
755
757
761f

图94

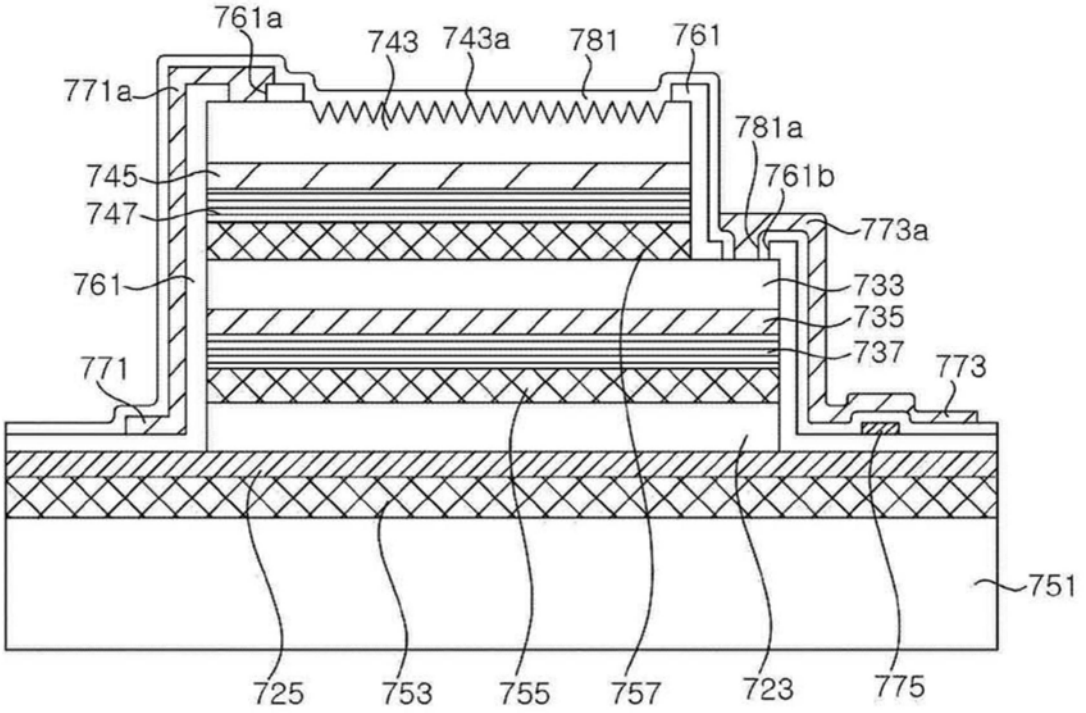

761a
743
743a
781
761
771a
781a
745
761b
747
773a
761
733
735
737
771
773
751
725
753
755
757
723
775

图95

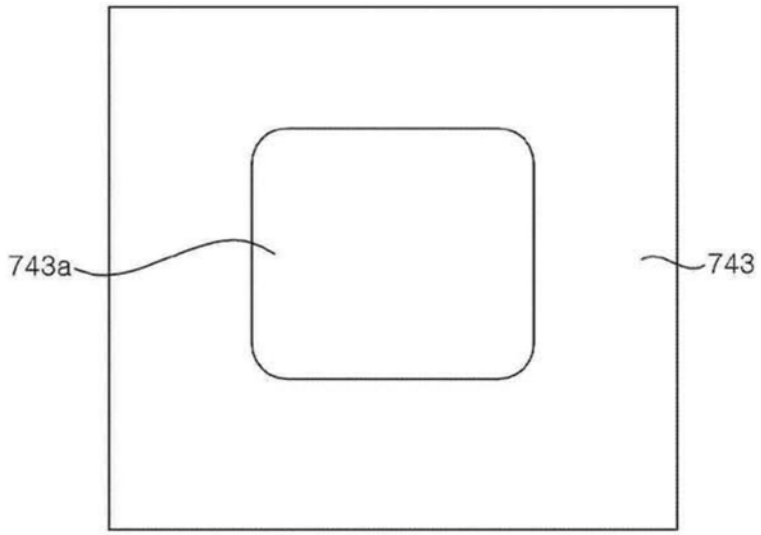


图96A

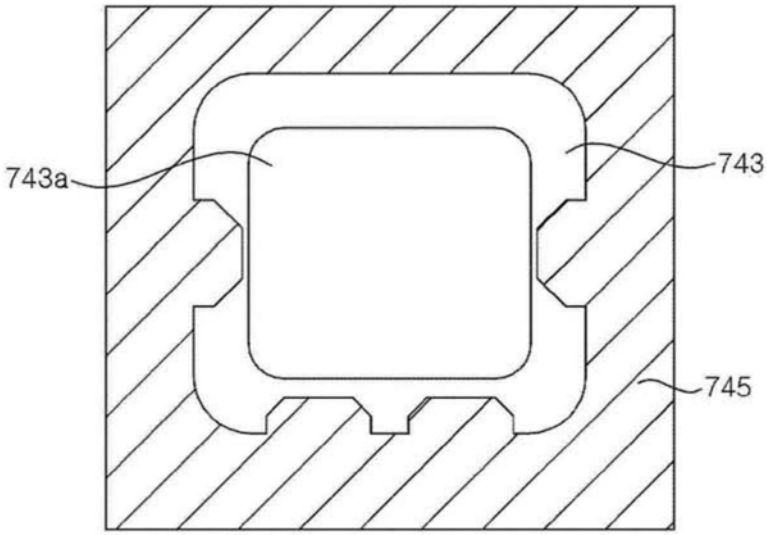


图96B

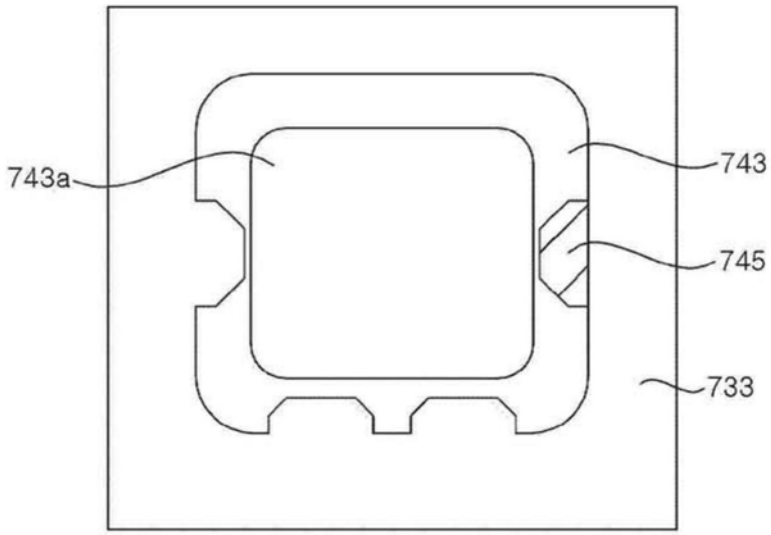


图96C

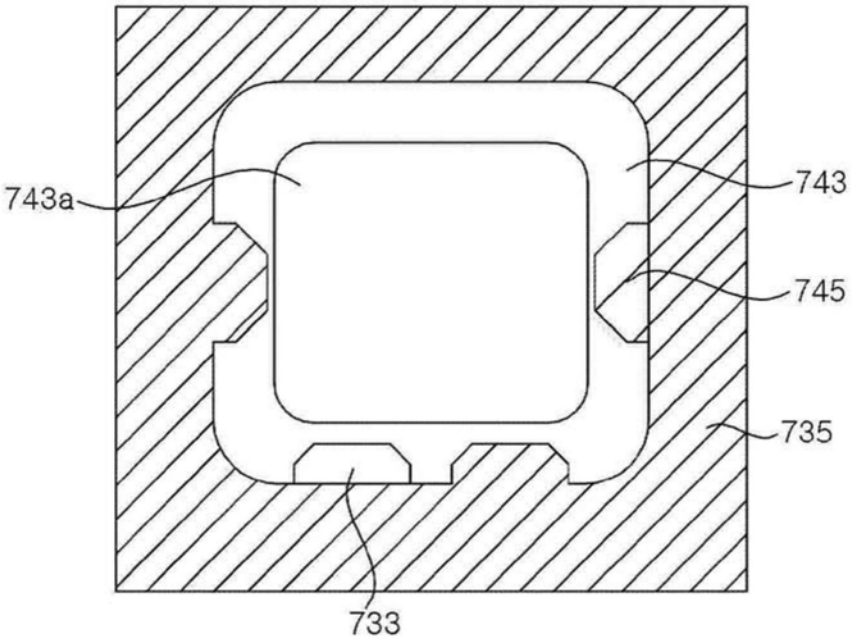


图96D

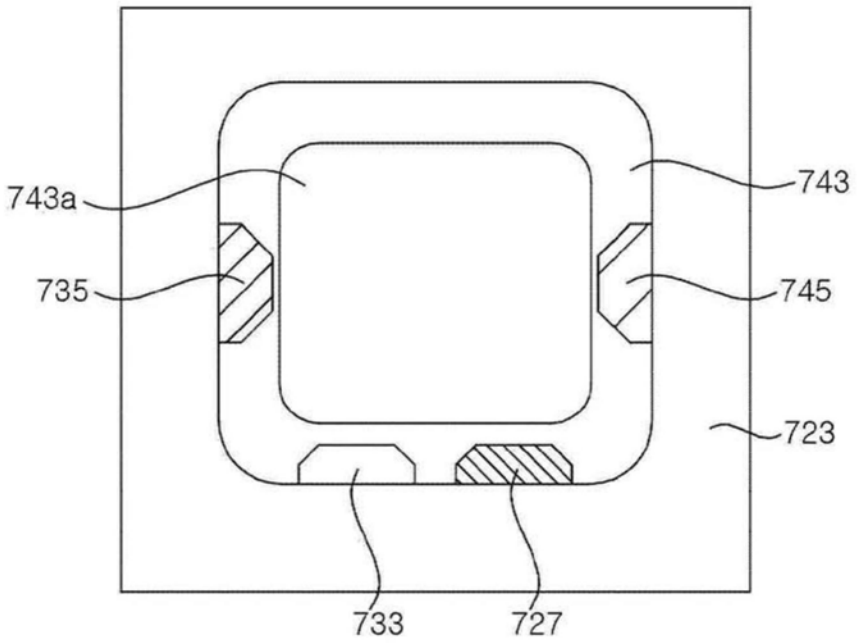


图96E

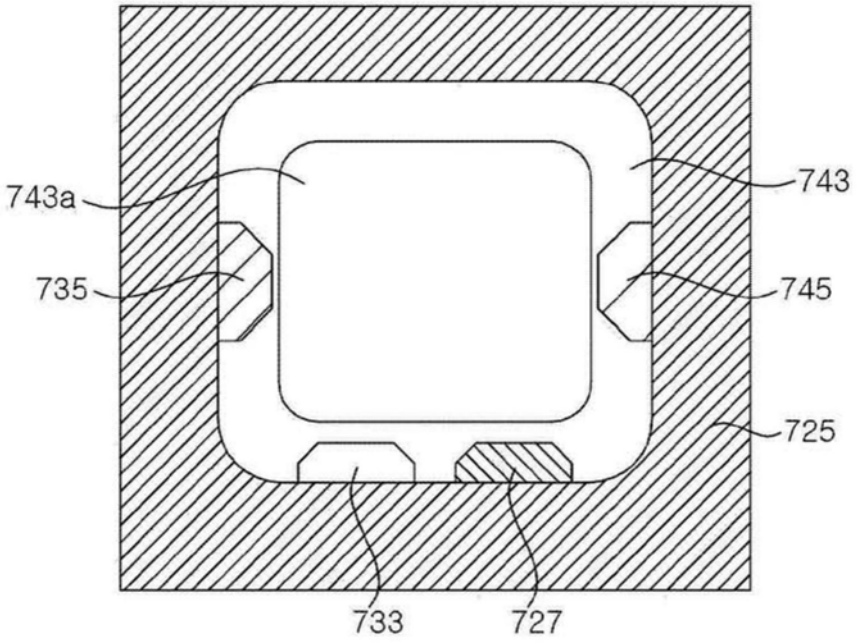


图96F

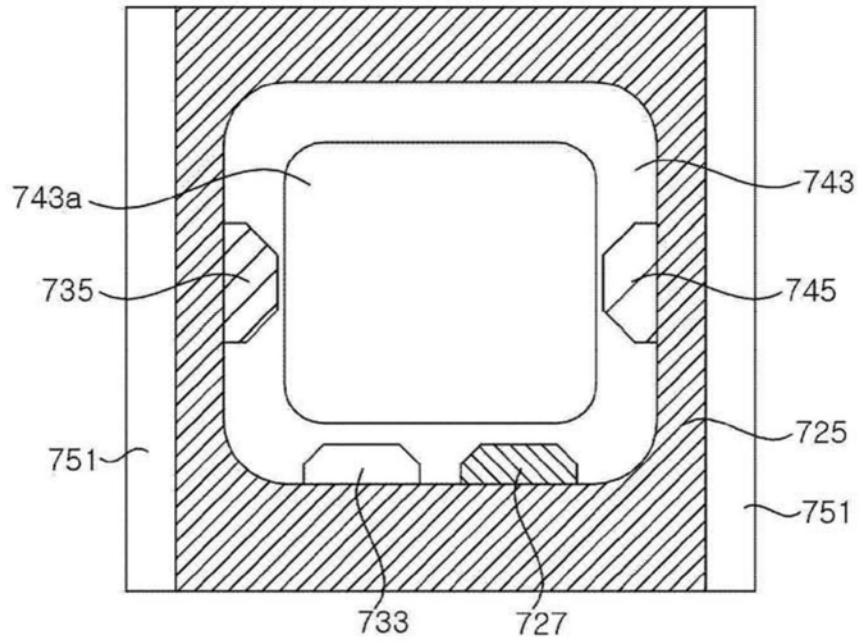

743a
743
735
745
751
725
751
733
727

图96G

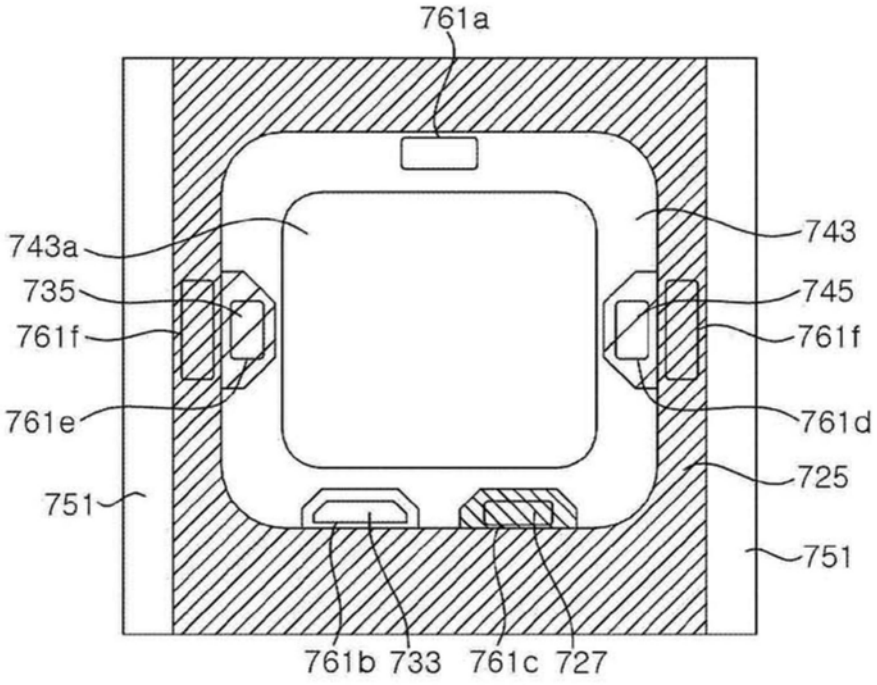

761a
743a
743
735
745
761f
761f
761e
761d
751
725
751
761b
733
761c
727

图96H

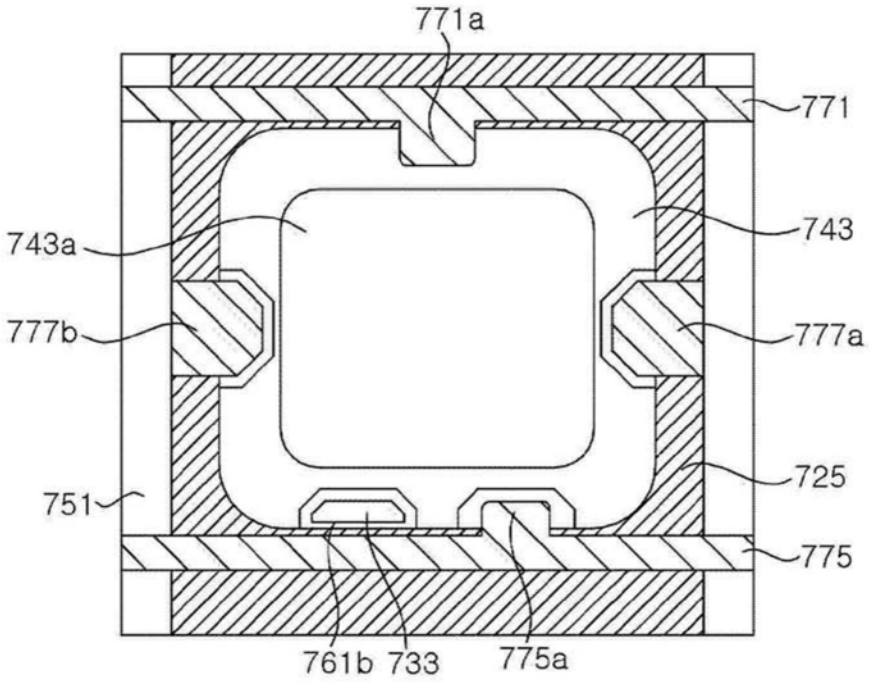

771a
771
743
743a
777b
777a
725
751
775
761b
733
775a

图96I

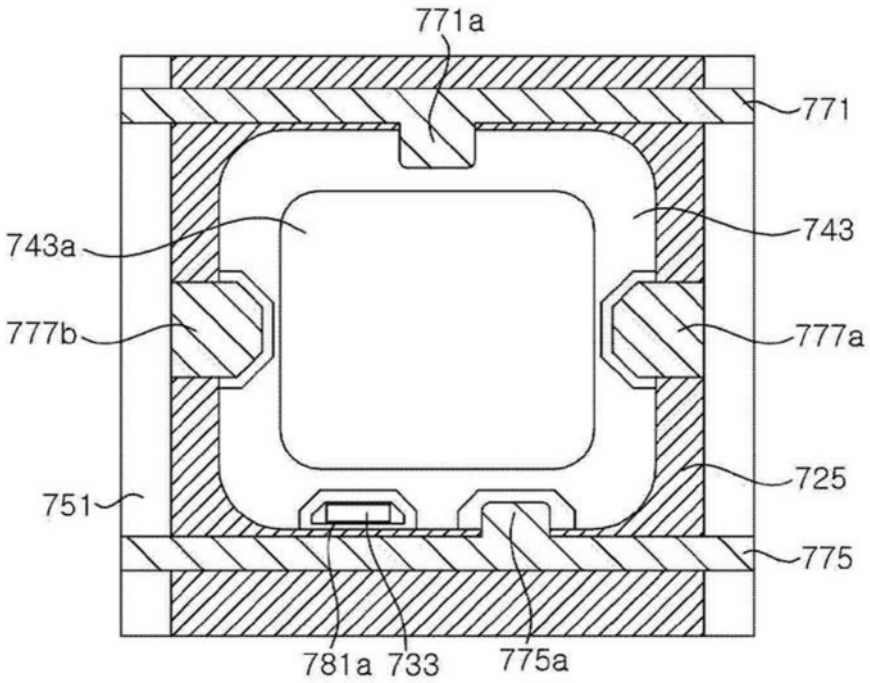

771a
771
743
743a
777b
777a
725
751
775
781a
733
775a

图96J

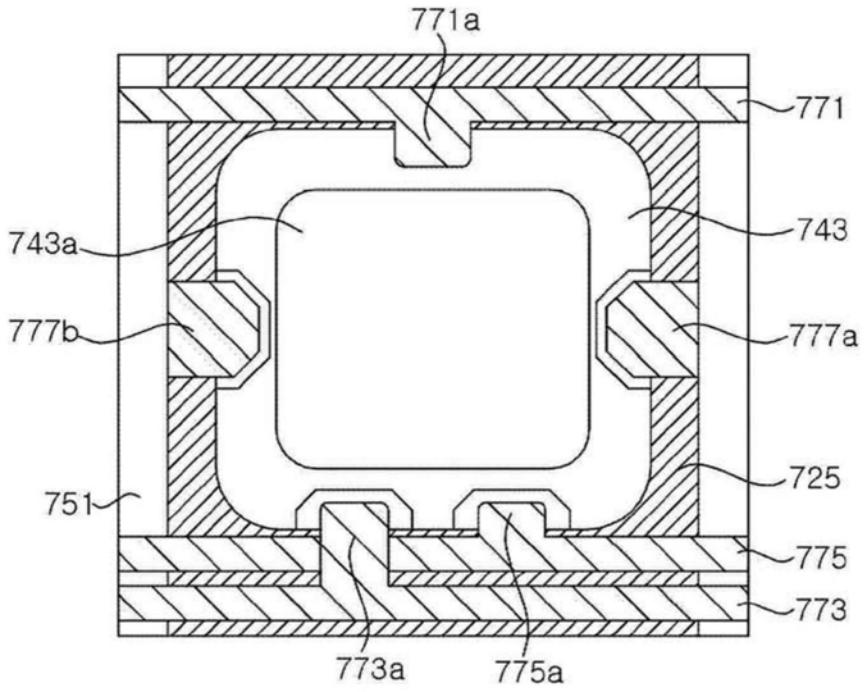


图96K

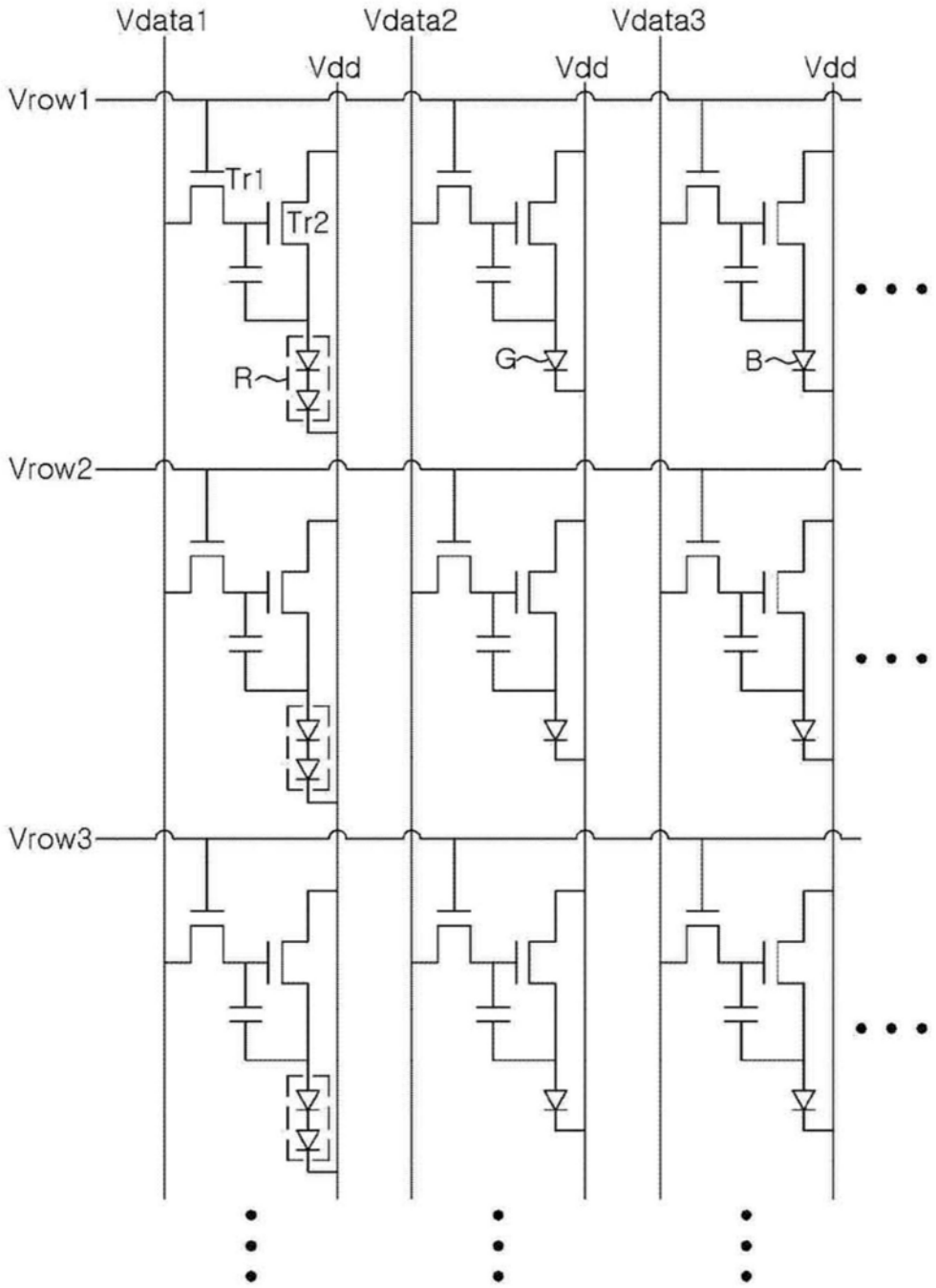

Vdata1
Vdata2
Vdata3
Vdd
Vdd
Vdd
Vrow1
Tr1
Tr2
R
G
B
Vrow2
Vrow3

图97

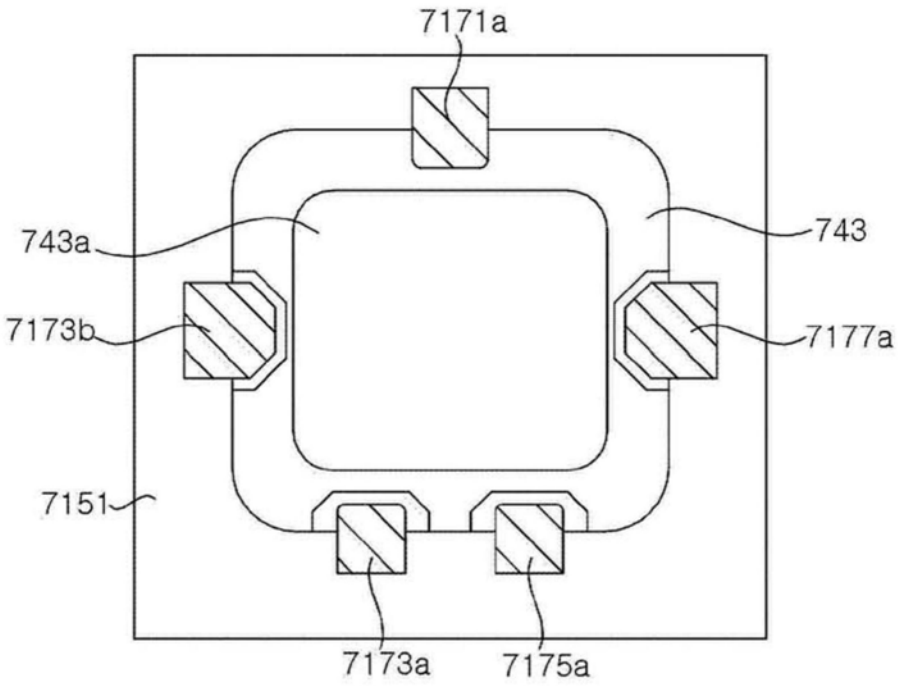


图98