



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101262031 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 11

(21) 申请号 200710079416. 7

US 2002/0020847 A1, 2002. 02. 21, 说明书第
102 段—第 150 段、说明书附图 1—2.

(22) 申请日 2007. 03. 05

US 6623998 B2, 2003. 09. 23, 全文.

(30) 优先权数据

10-2006-0020741 2006. 03. 05 KR

审查员 段小晋

(73) 专利权人 LG 伊诺特有限公司

地址 韩国首尔

(72) 发明人 金泰润

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 顾晋伟 刘继富

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6984841 B2, 2006. 01. 10, 说明书第 5 栏
第 30 行—第 10 栏第 11 行、说明书附图 2A-5C.

CN 1672271 A, 2005. 09. 21, 说明书第 15 页
第 9 行—第 16 页第 8 行, 第 39 页第 5 行—第 41
页第 6 行、说明书附图 1-2, 图 60A-60E.

US 5677923 A, 1997. 10. 14, 说明书第 5 栏第
9 行—第 6 栏第 47 行、说明书附图 1-2.

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 7 页

(54) 发明名称

氮化物半导体发光器件及其制造方法

(57) 摘要

提供一种氮化物半导体发光器件及其制造方法, 其能够通过 LED 芯片的侧面上形成反射层改进发光效率。实施方案提供了包括发光器件芯片和反射层的氮化物半导体发光器件。反射层形成在发光器件芯片的侧面上。

1. 一种氮化物半导体发光器件,包含:
发光器件芯片;和
在所述发光器件芯片的两个侧面上的反射层。
2. 根据权利要求1的器件,其中所述反射层形成在所述发光器件芯片的至少一个侧面上。
3. 根据权利要求1的器件,其中所述发光器件芯片包含具有表面不平坦的衬底。
4. 根据权利要求3的器件,其中所述表面不平坦包含条纹状和透镜状。
5. 根据权利要求1的器件,其中所述反射层包含化合物半导体层
6. 根据权利要求1的器件,其中所述反射层包含 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{GaN}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$) 的化合物半导体层。
7. 根据权利要求1的器件,其中所述反射层包含多个层。
8. 根据权利要求1的器件,其中所述发光器件芯片具有至少一个以预定角度倾斜的侧面。
9. 一种氮化物半导体发光器件,包含:
发光器件芯片条;和
在所述发光器件芯片条的两个侧面上的反射层。
10. 根据权利要求9的器件,其中所述反射层形成在所述发光器件芯片条的至少一个侧面上。
11. 一种制造氮化物半导体发光器件的方法,所述方法包括:
形成发光器件芯片条;和
在所述发光器件芯片条的两个侧面上形成第一反射层。
12. 根据权利要求11的方法,包括将所述发光器件芯片条分成多个发光器件芯片。
13. 根据权利要求12的方法,包括在没有形成所述第一反射层的分离发光器件芯片的至少一个侧面上形成第二反射层。
14. 根据权利要求11的方法,其中所述第一反射层形成在所述发光器件芯片条的至少一个侧面上。
15. 根据权利要求12的方法,其中所述发光器件芯片具有至少一个以预定角度倾斜的侧面。
16. 根据权利要求11的方法,其中所述第一反射层包含化合物半导体层。
17. 根据权利要求11的方法,其中所述第一反射层包含 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{GaN}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$) 的化合物半导体层。
18. 根据权利要求11的方法,其中所述第一反射层利用化学气相沉积形成。
19. 根据权利要求11的方法,其中所述第一反射层包含多个层。
20. 根据权利要求11的方法,其中通过改变载气和前体的流动或通过控制所述第一反射层的生长速度来控制所述第一反射层的表面粗糙度。

氮化物半导体发光器件及其制造方法

[0001] 优先权要求

[0002] 本发明要求享有韩国专利申请 No. 10-2006-0020741 (在 2006 年 3 月 5 日提交) 在 35U. S. C. 119 和 35U. S. C. 365 下的优先权, 该申请的全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及氮化物半导体发光器件及其制造方法。

背景技术

[0004] 现有技术的氮化物半导体的实例包括 GaN 基氮化物半导体。GaN 基氮化物半导体被应用于蓝色 / 绿色发光二极管 (LED) 的光学器件、高速开关和高功率器件例如金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 以及也被称为异质结场效应晶体管的高电子迁移率晶体管 (HEMT)。

[0005] 具体地, 具有结晶层的半导体发光器件在发光器件领域例如 GaN 基氮化物半导体应用领域例如 LED 和半导体激光二极管中作为聚光灯中发射蓝光的器件, 其中在所述结晶层中 GaN 基氮化物半导体的 Ga 位置处掺杂有 II 族元素例如 Mg 和 Zn。

[0006] GaN 基氮化物半导体可以是具有多量子阱结构的发光器件, 例如如图 1 所示。发光器件生长在主要由蓝宝石或 SiC 形成的衬底 1 上。而且, 例如由 AlGaIn 层形成的多晶薄层在低生长温度下生长为蓝宝石或 SiC 衬底 1 上的缓冲层 2, 然后在高温下在缓冲层 2 上顺序堆叠 GaN 底层 3。

[0007] 发光有源层 4 布置在 GaN 底层 3 上。在有源层 4 上顺序堆叠通过热退火转化为 p 型层的掺杂 Mg 的 AlGaIn 电子势垒层 5、掺杂 Mg 的 InGaIn 层 6 和掺杂 Mg 的 GaN 层 7。

[0008] 而且, 在掺杂 Mg 的 GaN 层 7 和 GaN 底层 3 上形成绝缘层 8。在 GaN 层 7 和 GaN 底层 3 上分别形成 p 型电极 9 和 n 型电极 10, 由此形成发光器件。

[0009] 参考图 2, 在有源层 4 处发射的光通过光路例如①、②和③传播。在此, 光路③是对应于光在材料边界处全内反射的路径, 全内反射时光从具有大折射指数的材料入射到具有小折射指数的材料并且所述光以等于或大于预定角度 (即临界角) 的角度入射。

[0010] 因此, 根据现有技术的氮化物半导体发光器件, 通过光路③传播的有源层 4 产生的部分光在传输到底面或侧面时被吸收。因此, 包括有源层 4 的发光器件的发光效率明显降低。

发明内容

[0011] 本发明的实施方案涉及氮化物半导体发光器件及其制造方法, 其基本避免了由于现有技术的局限和缺点导致的一个或多个问题。

[0012] 本发明的实施方案提供氮化物半导体发光器件及其制造方法, 其能够通过 LED 芯片的侧面上形成反射层而改善发光效率。

[0013] 而且, 本发明的实施方案提供氮化物半导体发光器件及其制造方法, 其能够利用

形成反射层来改善发光效率,所述反射层形成在衬底上形成有图案的或在衬底上没有形成图案的 LED 芯片的两侧上。

[0014] 本发明的其它优点、目的和特征将部分在下面的说明中进行阐述,并且当研究下文时,部分这些优点、目的和特征对本领域技术人员而言将变得显而易见,或者可以从本发明的实践中得到了解。通过在书面说明书和其权利要求以及所附附图中具体指出的结构,可以实现和达到本发明的目的和其它优点。

[0015] 本发明的实施方案提供一种氮化物半导体发光器件,包括:发光器件芯片和在该发光器件芯片的侧面上的反射层。

[0016] 本发明的另一个实施方案提供一种制造氮化物半导体发光器件的方法,所述方法包括:形成发光器件芯片条(bar);和在发光器件芯片条的侧面上形成第一反射层。

[0017] 应该理解的是,本发明前面的一般描述以及下文中的详细描述是示例性和说明性的,旨在提供如所要求的本发明进一步说明。

附图说明

[0018] 附图提供了对本发明的进一步的理解,其并入到本申请中并构成本申请的一部分,本发明图示性的实施方案和描述用于说明本发明的原理。附图中:

[0019] 图 1 是根据现有技术的氮化物半导体发光器件的截面图;

[0020] 图 2 是图示说明根据现有技术的氮化物半导体发光器件的光路图;

[0021] 图 3A ~ 3F 是说明根据本发明第一实施方案制造氮化物半导体的方法的截面图;

[0022] 图 4 是根据本发明第一实施方案的氮化物半导体发光器件的透视图;

[0023] 图 5A 是根据本发明的第一实施方案的氮化物半导体发光器件芯片的平面图;

[0024] 图 5B 是根据本发明的改进第一实施方案的氮化物半导体发光器件芯片的平面图;

[0025] 图 6 是根据本发明的第一实施方案的氮化物半导体发光器件的截面图;

[0026] 图 7 是根据本发明的第二实施方案的氮化物半导体发光器件芯片的平面图;和

[0027] 图 8 是根据本发明的第三实施方案的氮化物半导体发光器件的截面图。

具体实施方式

[0028] 现在将详细参考本发明的优选实施方案,其实例在附图中图示说明。

[0029] 应该理解,当层被称为在另一层或衬底之“上/下”时,它可以直接在所述另一层或衬底之上/下,或者也可以存在中间层。

[0030] 根据本发明实施方案的氮化物半导体发光器件被应用于具有 MQW 结构的 npn 型发光器件,但是并不限于此。

[0031] 第一实施方案

[0032] 图 3A ~ 3F 是说明制造根据本发明第一实施方案的氮化物半导体的方法的截面图。

[0033] 首先,图 3A 是衬底的截面图。衬底 21 可以是例如 Si 衬底、蓝宝石衬底和 SiC 衬底中的一种。沿着 X 轴方向在所述衬底中形成预定图案 21-1。虽然下面将描述具有构成表面不平坦的条纹状图案的表面不平坦图案,但是,表面不平坦图案并不限于此。例如,可以

使用具有透镜状的表面不平坦图案。可以利用光刻和蚀刻来形成具有条纹状的表面不平坦图案 21-1。在此,表面不平坦图案 21-1 的表面不平坦可具有约 $5\ \mu\text{m}$ 的宽度和约 $1\sim 2\ \mu\text{m}$ 的高度和深度。

[0034] 接着,参考图 3B,在衬底 21 上形成缓冲层 22。例如,缓冲层 22 可以通过将衬底 21 安装在金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 反应器(没有示出)上和在几百度的生长温度下生长 GaN 层来形成。

[0035] 接着,参考图 3C,在缓冲层 22 上形成第一传导型半导体层 23。例如,第一传导型半导体层 23 可以通过在缓冲层 22 上供应含 n 型掺杂剂例如 NH_3 、TMGa 和 Si 的硅烷 (silan) 气体而生长为 n 型氮化物层例如 GaN 层。

[0036] 接着,参考图 3D,在第一传导型半导体层 23 上形成有源层 24。例如,可以通过在约 $700\sim 850^\circ\text{C}$ 的生长温度下,利用氮气作为载气来供应 NH_3 、TMGa 和 TMIIn 从而使有源层 24 形成为 InGaN 层。在此,有源层 24 可以具有通过以不同摩尔比生长各个元素而形成的堆叠结构,例如可具有利用 InGaN 中不同 In 含量形成的堆叠结构。

[0037] 接着,参考图 3E,在有源层 24 上形成第二传导型半导体层 25。例如,第二传导型半导体层 25 可以在约 $900\sim 1100^\circ\text{C}$ 的环境温度下,通过利用氢气作为载气来供应 TMGa、TMAI、 $\text{EtCp}_2\text{Mg}\{\text{Mg}(\text{C}_2\text{H}_5\text{C}_5\text{H}_4)_2\}$ 和 NH_3 从而形成 p 型氮化物层例如 AlGaN 层。

[0038] 接着,参考图 3F,在第二传导型半导体层 25 上形成第三传导型半导体层 26。例如,在约 $500\sim 900^\circ\text{C}$ 的温度下热退火处理第三传导型半导体层 26 来进行控制,使得第二传导型半导体层 25 具有最大的空穴浓度。供应含 n 型掺杂剂的硅烷气体,以在第二传导型半导体层 25 上生长作为薄 n 型 GaN 层的第三传导型半导体层 26。

[0039] 参考图 3A~3F,根据本发明第一实施方案的氮化物半导体发光器件可以制成 npn 结构或根据堆叠在衬底上的半导体层而不存在第三传导型半导体层的 pn 结构。

[0040] 而且,分别在第一传导型半导体层 23 和第三传导型半导体层 26 上形成电极。例如,当形成第三传导型半导体层 26 时,实施湿蚀刻例如各向异性湿蚀刻以暴露部分第一传导型半导体层 23,从而实现 n 型电极 33。

[0041] 可以在第一传导型半导体层 23 的暴露部分上形成由 Ti 形成的 n 型电极 33。而且,在第三传导型半导体层 26 上形成 p 型电极 32。在此,p 型电极 32 可以由 ITO 、 ZnO 、 RuO_x 、 TiO_x 和 IrO_x 中的一种形成的透明电极。

[0042] 图 4 是根据本发明第一实施方案的氮化物半导体发光器件的透视图。

[0043] 参考图 4,在图 3F 所示的第一传导型半导体层 23 上形成 n 型电极 33。在第三传导型半导体层 26 上形成 p 型电极 32。当在衬底上形成 p 型和 n 型电极 32 和 33 时,衬底被尺寸单元的 LED 芯片条 30 分隔。LED 芯片条 30 通过划片和折断工艺被分成多个 LED 芯片条 30。在 LED 芯片条 30 中沿 X 轴方向布置多个 LED 芯片 31。

[0044] 而且,可以在分隔的 LED 芯片条 30 中 X 轴方向的两个侧面上形成反射层 34 和 35。这些反射层 34 和 35 反射传播到 LED 芯片 31 侧面的有源层 24 产生的部分光,使得光通过 p 型电极 32 发射。因此,光在 LED 侧面上的损失被最小化并且发光效率可以最大化。

[0045] 在此,反射层 34 和 35 的每一个可以是基于具有高反射效率的材料的化合物半导体层,例如 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{GaN}$ ($0\leq x\leq 1, 0\leq y\leq 1$)。反射层可以在 LED 芯片条 30 的至少一个侧面上利用化学气相沉积 (CVD) 将 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{GaN}$ ($0\leq x\leq 1, 0\leq y\leq 1$) 层和 GaN 层依次沉积多

次而形成。

[0046] 而且,在反射层 34 和 35 是化合物半导体层的情况下,所需的反射可以通过控制反射层 34 和 35 的厚度(约 50 nm 或更小)以及堆叠层的数量来获得。

[0047] 而且,根据本发明的实施方案,当沉积由基于 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{GaN}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$) 的化合物半导体形成的反射层 34 和 35 时,可以通过改变引入的载气 (N_2 或 H_2) 或 NH_3 的流动或控制反射层 34 和 35 的生长速度来控制层表面的粗糙度。

[0048] 在此,反射层 34 和 35 可以在 X 轴的侧面上从下部衬底到上部的第三传导型半导体层 26 范围内形成。即,反射层 34 和 35 可以形成在外表面上,其中所述外表面垂直于在衬底中形成的不平坦图案的单(single)不平坦图案的 X 轴。

[0049] 而且,在衬底下部上实施研磨和抛光,以使 LED 芯片条 30 中发光器件的整体厚度变薄。通过切割将 LED 芯片条 30 分离成单个 LED 芯片 31。

[0050] 图 5A 是根据本发明的第一实施方案的 LED 芯片的平面图,图 6 是图 5A 的示意性截面图。

[0051] 参考图 5A 和 6,沿 X 轴方向在 LED 芯片 31 的侧面上形成反射层 34 和 35。在第三传导型半导体层 26 上形成 p 型电极 32,和在第一传导型半导体层 23 上形成 n 型电极 33。

[0052] 根据上述 LED 芯片 31,有源层 24 产生的光通过在衬底中形成的条纹状表面不平坦图案,从下部和两侧面以及两侧面的反射层 34 和 35 反射,使得光发射到外部。

[0053] 也就是说,这些反射层 34 和 35 反射传播到 LED 芯片 31 侧面的有源层 24 产生的部分光,使得光通过 p 型电极 32 发射。因此,使得 LED 侧面的光损失最小化并且光发射效率可以最大化。

[0054] 因此,由于在衬底和 p 型电极之间波导的光吸收所引起的发光效率降低的问题可以得到解决。

[0055] 图 5B 是根据本发明的改进第一实施方案的 LED 芯片 31 的平面图。与图 5A 不同,反射层 34 和 35 可包括多个层 34a、34b、35a 和 35b。可以通过使反射层形成为多个层和控制层的合适厚度和数量而形成具有最佳反射的反射层。

[0056] 第二实施方案

[0057] 图 7 是根据本发明的第二实施方案的 LED 芯片的平面图。

[0058] 参考图 7,LED 芯片条 30 被如图 4 的 LED 芯片单元分成多个 LED 芯片 31。每一个 LED 芯片 31 包括 p 型电极 32、n 型电极 33 以及第一反射层 34 和 35。

[0059] 可以在 LED 芯片 31 上没有形成第一反射层 34 和 35 的另一侧面上形成第二反射层 36 和 37。因此,第一反射层 34 和 35 沿 X 轴方向形成在 LED 芯片 31 的两侧上,第二反射层 36 和 37 沿 Y 轴方向形成在 LED 芯片 31 的两侧上,使得传播到 LED 芯片 31 侧面的有源层 24 产生的部分光被更有效地反射。因此,使得 LED 侧面的光损失最小化并且光发射效率可以最大化。

[0060] 在此,第二反射层 36 和 37 可以利用根据第一实施方案形成反射层的方法来形成。例如,通过利用 CVD 在 LED 芯片的左/右侧面上使 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{GaN}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$) 层和 GaN 层依次沉积多次,第二反射层 36 和 37 可以形成为具有高反射效率的基于 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{GaN}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$) 的化合物半导体层。

[0061] 而且,在利用化合物半导体层形成反射层 36 和 37 的情况下,所需的反射可以通过

控制反射层 36 和 37 的厚度（约 50 μ m 或更小）以及实施沉积的时间来获得。而且，当沉积由 GaN 基化合物半导体形成的反射层 36 和 37 时，可以通过改变引入的载气（N₂ 或 H₂）或 NH₃ 的流动或控制反射层 36 和 37 的生长速度来控制层表面的粗糙度。

[0062] 而且，由于根据本发明的第二实施方案，反射层形成在 LED 芯片 31 的全部外周表面上，因此可以使用没有形成条纹状表面不平坦图案的衬底。而且，当第二反射层 36 和 37 形成时，已经形成在 LED 芯片条中的第一反射层 34 和 35 可以同时形成。

[0063] 第三实施方案

[0064] 图 8 是根据本发明的第三实施方案的氮化物半导体发光器件的截面图。

[0065] 参考图 8，根据本发明第三实施方案的氮化物半导体发光器件包括具有条纹状表面不平坦图案的衬底 41、缓冲层 42、第一传导型半导体层 43、有源层 44、第二传导型半导体层 45 和第三传导型半导体薄层 46。可以利用参考图 3A ~ 3F 所述的制造氮化物半导体发光器件的方法来实施制造上述氮化物半导体发光器件的方法。

[0066] 而且，氮化物半导体发光器件可具有一定的结构，其中以预定的角度蚀刻侧面，该侧面垂直面对衬底 41 的表面不平坦图案的方向。当以预定的角度蚀刻器件的左 / 右侧面时，该器件在从下部衬底到器件上部的层逐渐扩展的结构中形成。用于在衬底的 Y 轴方向侧面上形成倾斜表面的方法包括例如各向异性湿蚀刻，其是湿蚀刻。器件可以形成具有预定角度的倾斜表面，例如关于衬底 41 约 10 ~ 80° 的角度。

[0067] 而且，图 8 中所示的氮化物半导体发光器件可以在如图 4、5A 和 5B 所示的至少一个侧面上具有反射层 34 和 35。

[0068] 而且，根据本发明的第四实施方案，其上形成反射层 34 和 35 的表面可以在上述倾斜的结构中形成。

[0069] 在本说明书中对“一个实施方案”、“实施方案”、“示例性实施方案”等的任何引用是指关于该实施方案所描述的具体特征、结构或特性包括在本发明的至少一个实施方案中。说明书中不同地方的这种措词的出现不必所有均指相同的实施方案。此外，当关于任意实施方案来描述具体特征、结构或特性时，应该认为，实现关于这些实施方案的其它方案的这种特征、结构或特性在本领域技术人员的知识范围内。

[0070] 虽然已经参考一些示例性实施方案说明了这些实施方案，但是应该理解，本领域技术人员可以设计出许多其它的修改和实施方案，这些修改和实施方案将落入本公开内容原理的精神和范围内。更具体而言，在本公开内容、附图和所附权利要求的范围内，可在主题组合的组成部分和 / 或排列中进行各种变化和修改。除了在组成部分和 / 或排列中的变化和修改之外，替代使用对本领域技术人员而言也是显而易见的。

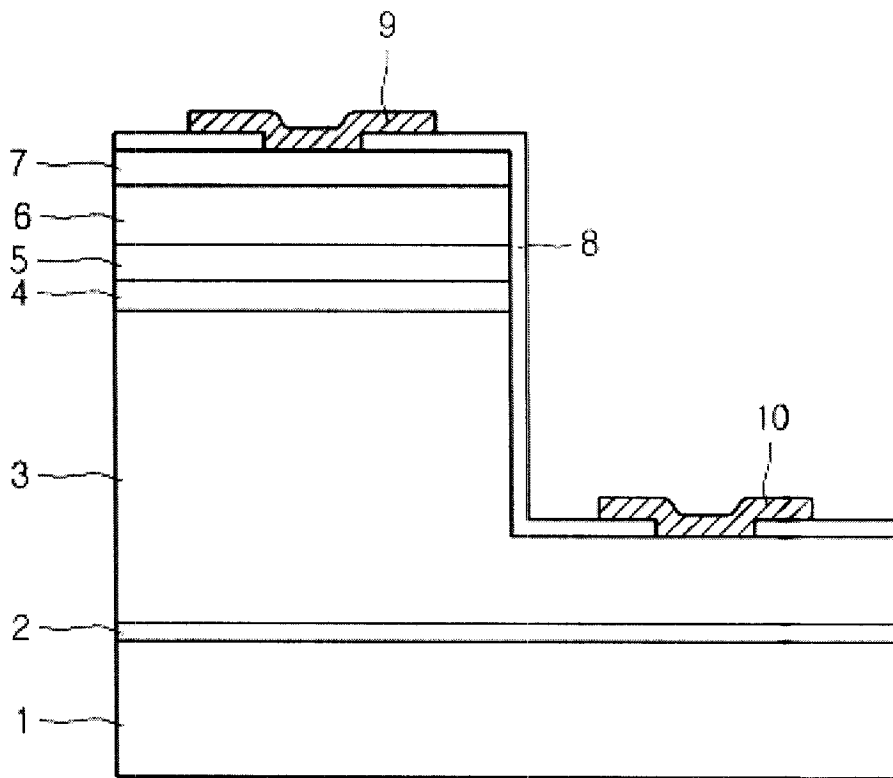


图 1(现有技术)

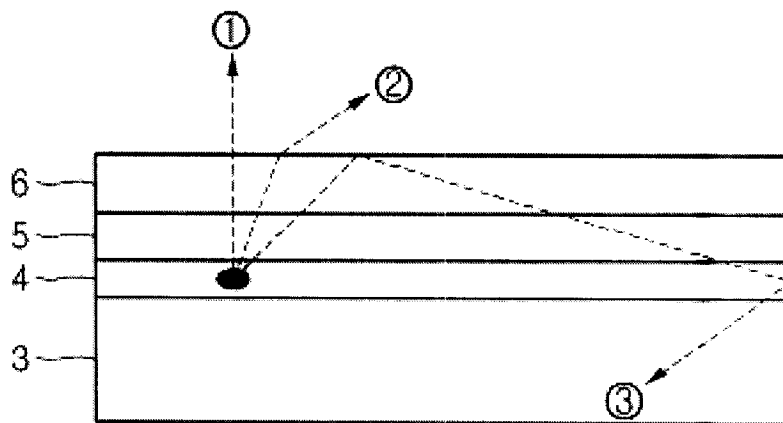


图 2(现有技术)

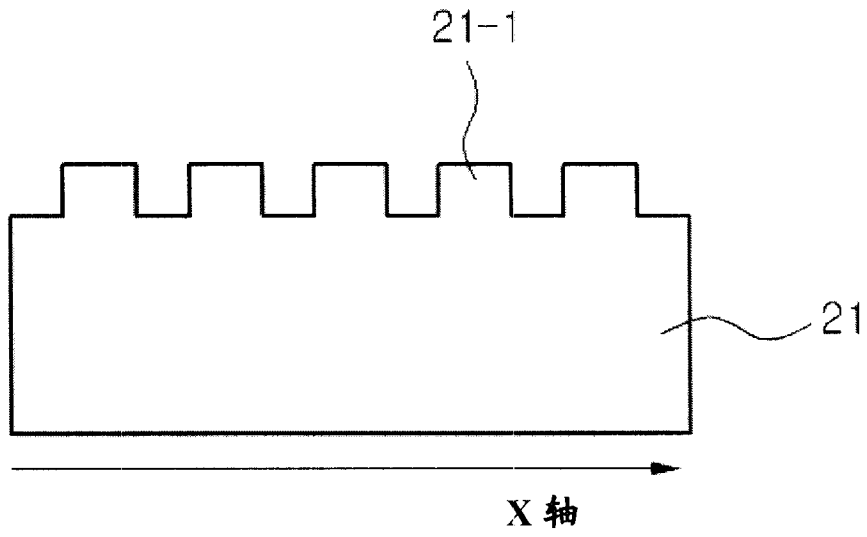


图 3A

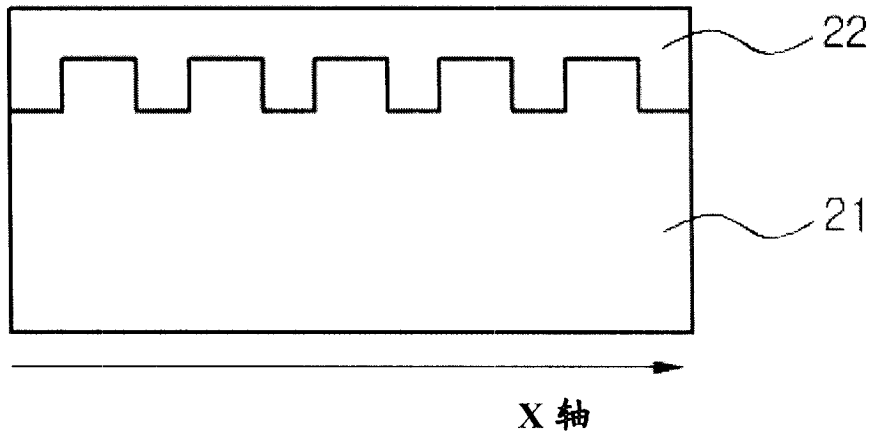


图 3B

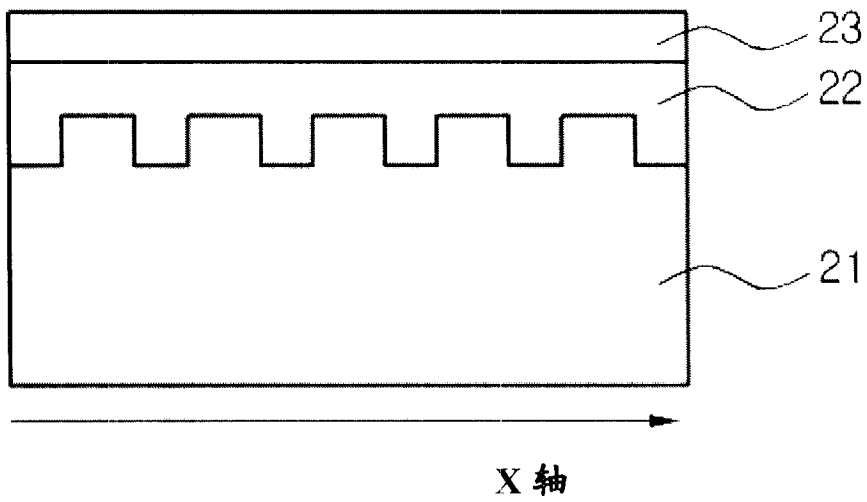


图 3C

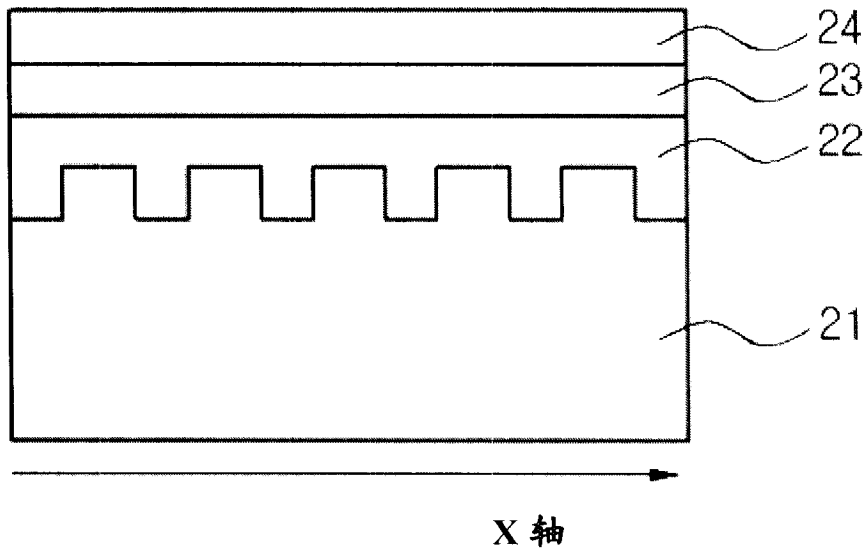


图 3D

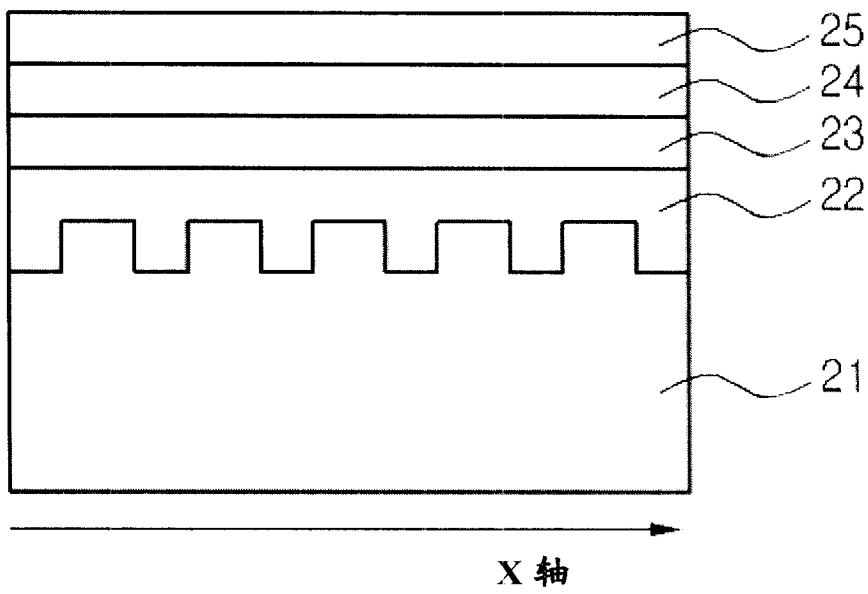


图 3E

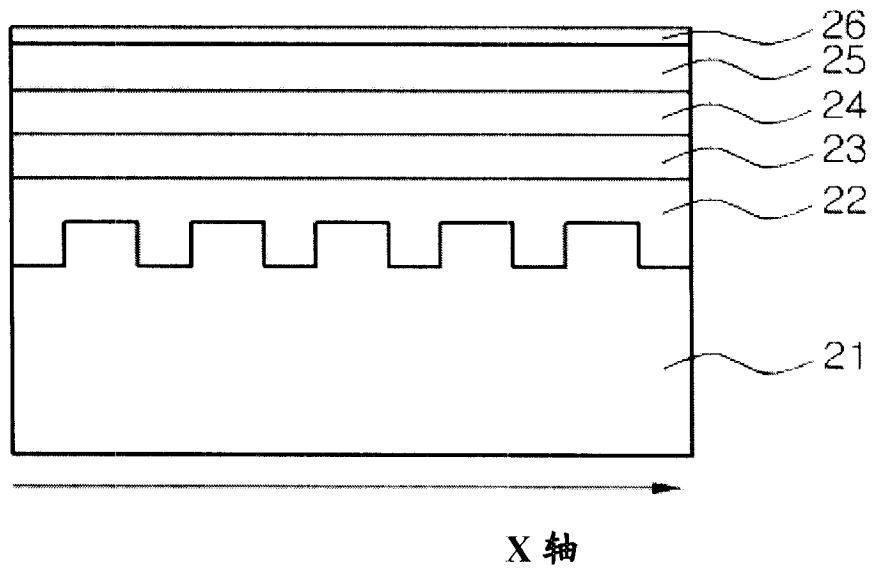


图 3F

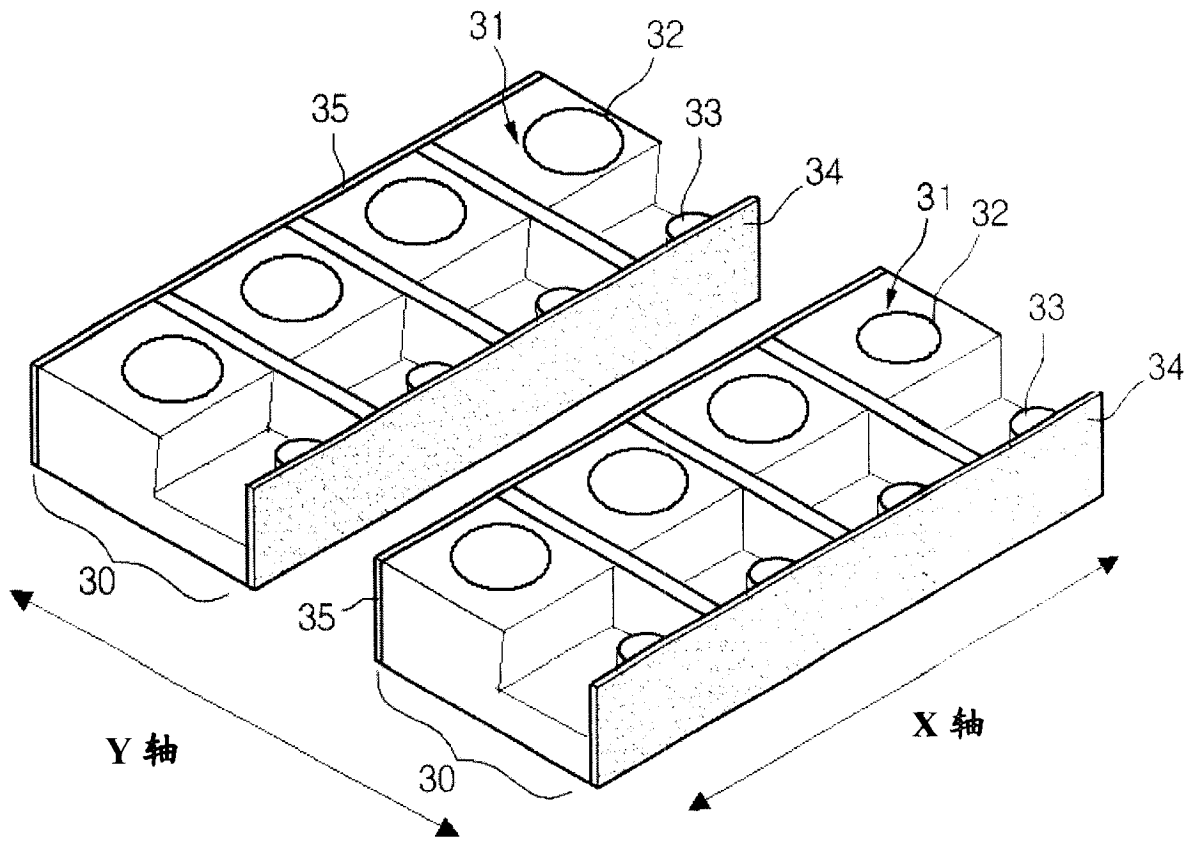


图 4

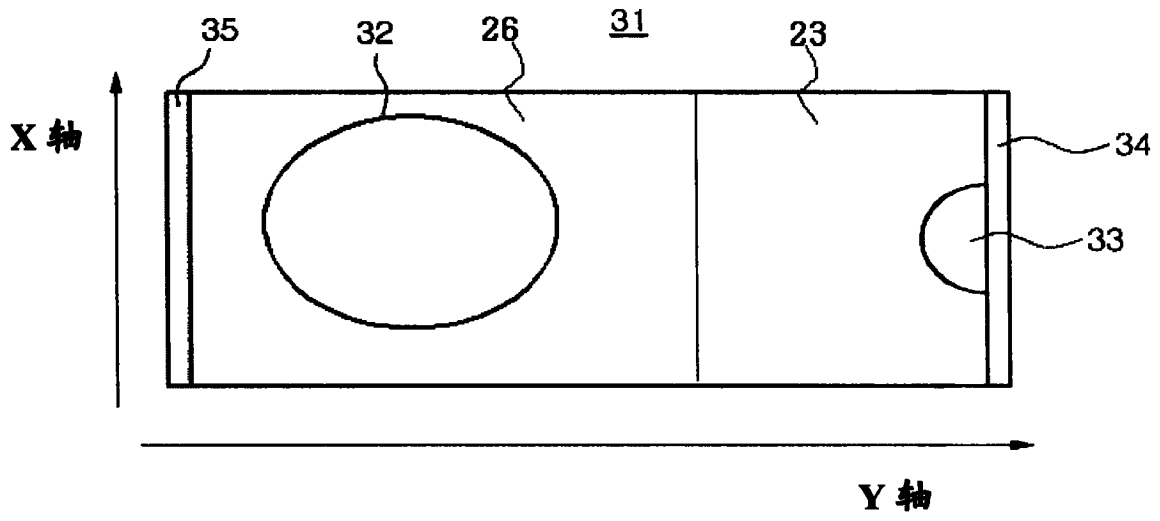


图 5A

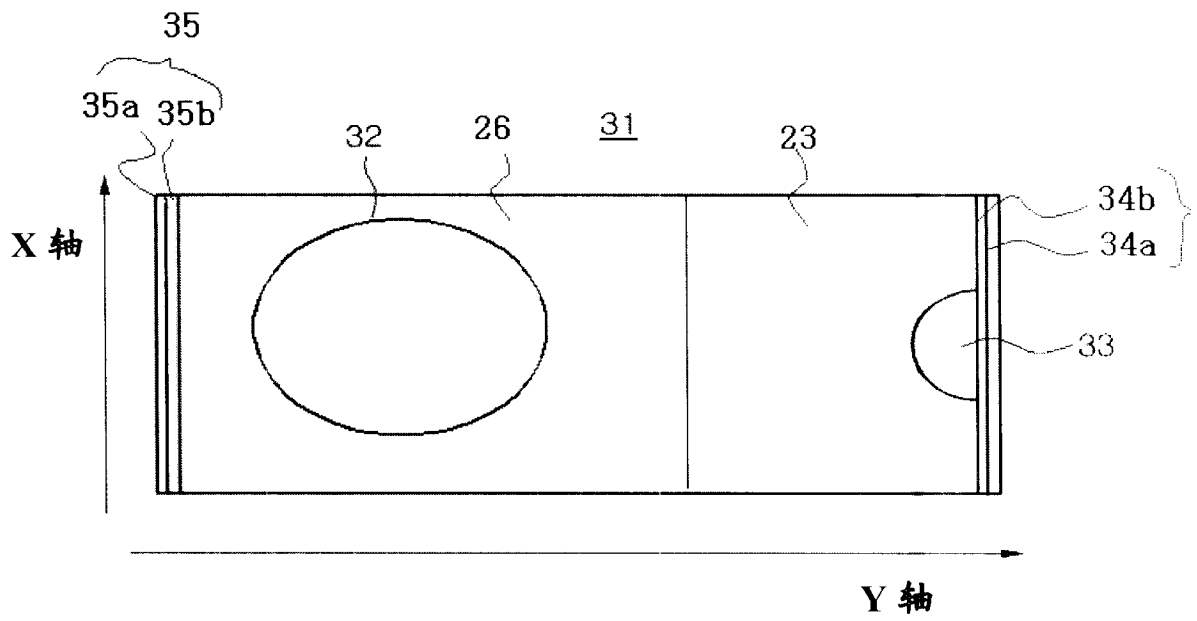


图 5B

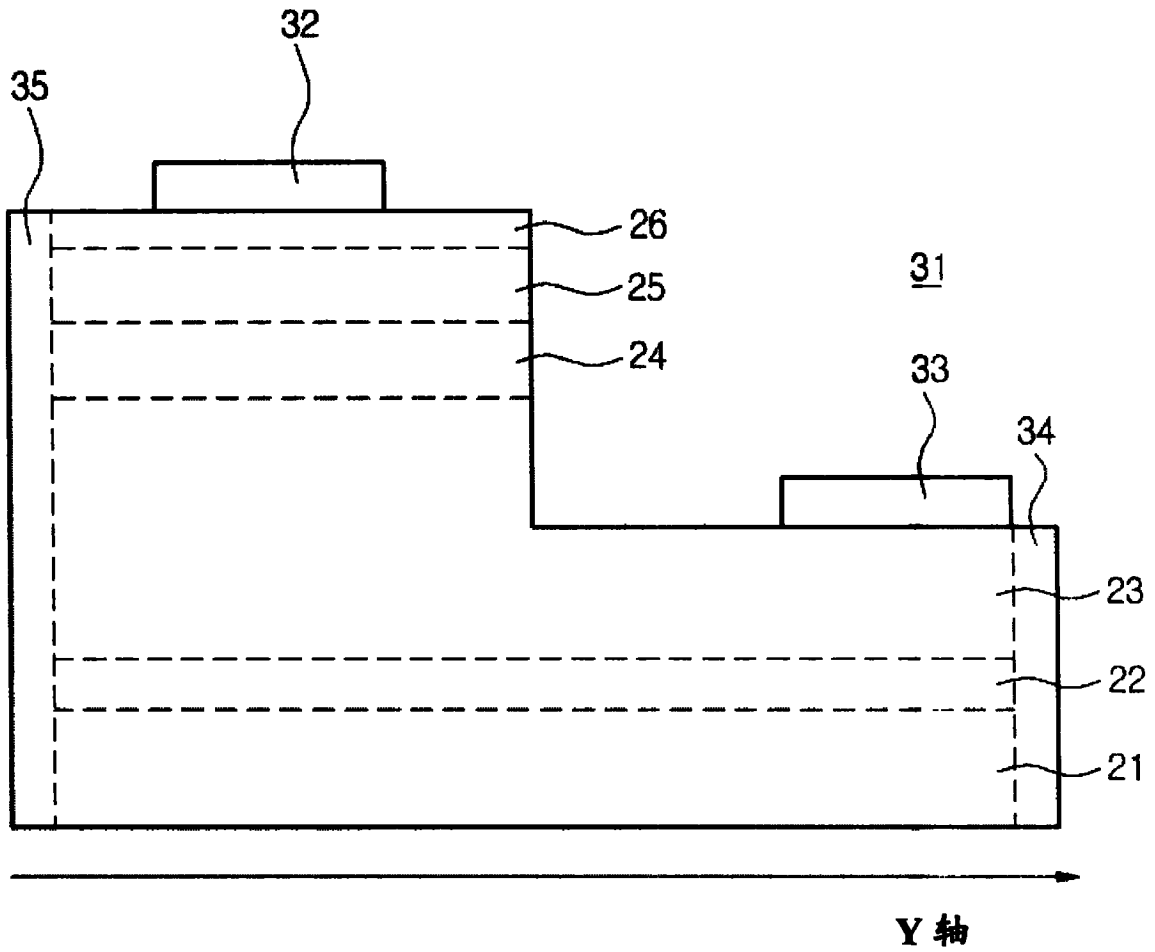


图 6

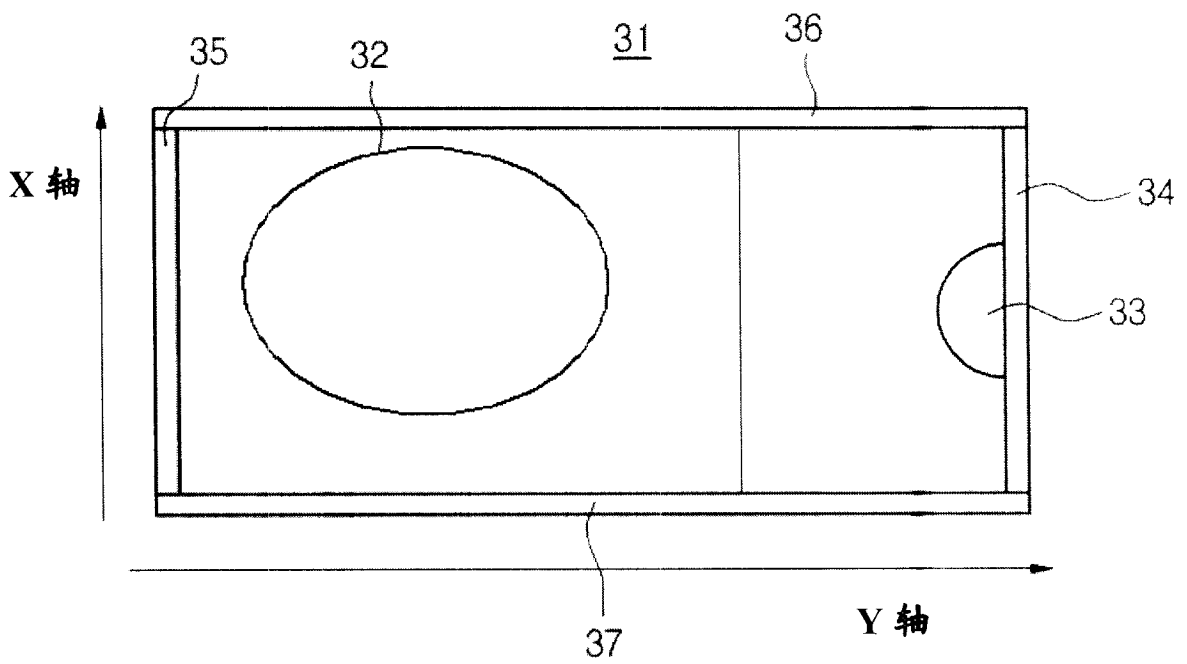


图 7

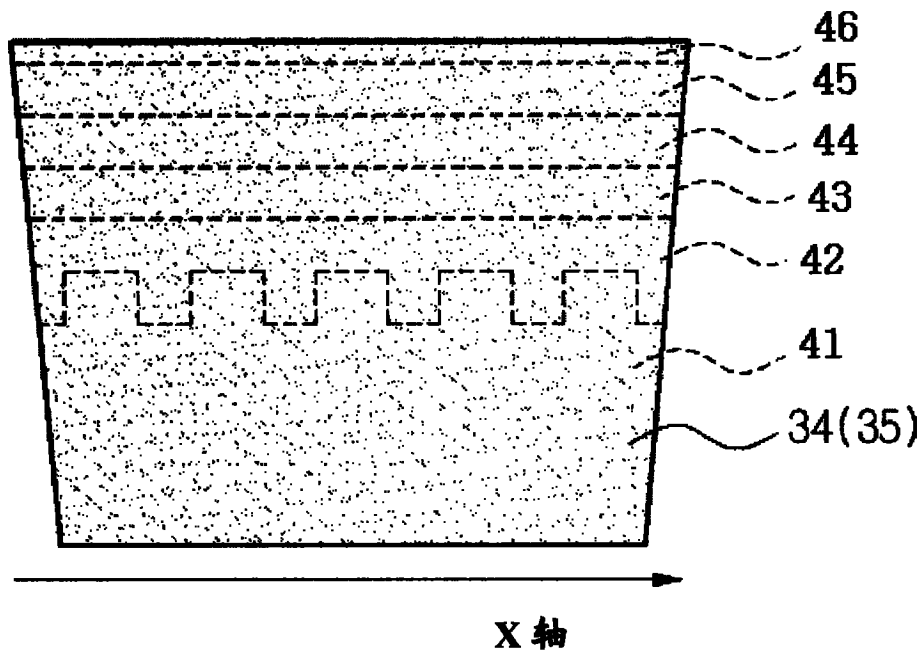


图 8