



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102124575 A

(43) 申请公布日 2011. 07. 13

(21) 申请号 200980128346. 7

(22) 申请日 2009. 07. 03

(30) 优先权数据

10-2008-0114144 2008. 11. 17 KR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 01. 19

(86) PCT申请的申请数据

PCT/KR2009/003658 2009. 07. 03

(87) PCT申请的公布数据

W02010/055987 KO 2010. 05. 20

(71) 申请人 LG 伊诺特有限公司

地址 韩国首尔

(72) 发明人 文用泰

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 夏凯 谢丽娜

(51) Int. Cl.

H01L 33/12 (2006. 01)

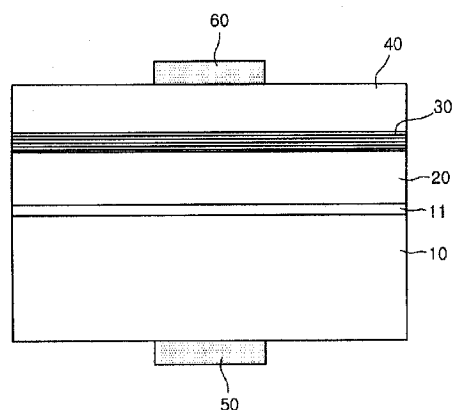
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

制造氧化镓基衬底的方法、发光器件及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及用于制造氧化镓基衬底的方法、发光器件及其制造方法。发光器件包括：氧化镓基衬底；氧化镓基衬底上的氮氧化镓基层；氮氧化镓基层上的第一导电类型半导体层；第一导电类型半导体层上的有源层；以及有源层上的第二导电类型半导体层。



1. 一种发光器件,包括:  
氧化镓基衬底;  
所述氧化镓基衬底上的氮氧化镓基层;  
所述氮氧化镓基层上的第一导电类型半导体层;  
所述第一导电类型半导体层上的有源层;以及  
所述有源层上的第二导电类型半导体层。
2. 根据权利要求1所述的发光器件,包括:  
所述氧化镓基衬底下方的第一电极层;以及  
所述第二导电类型半导体层上的第二电极层。
3. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,所述氮氧化镓基层包括第一导电类型杂质。
4. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,所述氧化镓基衬底包含第一导电类型杂质。
5. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,所述第一导电类型半导体层包括包含n型杂质的氮化镓基层,并且所述第二导电类型半导体层包括包含p型杂质的氮化镓基层。
6. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,所述有源层包括氮化镓基层或者含铟的氮化镓基层。
7. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,所述氧化镓基衬底的表面几乎不具有划痕。
8. 一种用于制造氧化镓基衬底的方法,所述方法包括:  
制备氧化镓基衬底;以及  
在氧气氛围中对氧化镓基衬底执行热处理。
9. 根据权利要求8所述的方法,包括在氧气氛围中对所述氧化镓基衬底执行热处理之后,对所述氧化镓基衬底执行氮化工艺。
10. 根据权利要求8所述的方法,包括在氧气氛围中对所述氧化镓基衬底执行热处理之前,对所述氧化镓基衬底执行湿法清洁。
11. 根据权利要求8所述的方法,其中,在氧气氛围中对所述氧化镓基衬底执行热处理包括:  
在所述氧化镓基衬底被放置的腔室中,引入氧气或者包含氧气的混合气体;以及在大约900°C至1400°C的温度下执行热处理三分钟至三个小时。
12. 根据权利要求9所述的方法,其中,对所述氧化镓基衬底执行氮化工艺包括:将氨气、氮气和氧气的混合气体、或者氨气和氮气的混合气体注入到所述氧化镓基衬底被放置的腔室中。
13. 根据权利要求9所述的方法,其中,对所述氧化镓基衬底执行氮化工艺包括注入包含第一导电类型杂质的气体。
14. 一种用于制造发光器件的方法,所述方法包括:  
制备氧化镓基衬底;  
在所述氧化镓基衬底上形成氮氧化镓基层;  
在所述氮氧化镓基层上形成第一导电类型半导体层;  
在所述第一导电类型半导体层上形成有源层;以及  
在所述有源层上形成第二导电类型半导体层。
15. 根据权利要求14所述的方法,包括:

在所述氧化镓基衬底下面形成第一电极层 ;以及  
在所述第二导电类型半导体层上形成第二电极层。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,制备所述氧化镓基衬底包括在氧气氛围中对所述氧化镓基衬底执行热处理。

17. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,所述氧化镓基衬底包含第一导电类型杂质。

18. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,所述氮氧化镓基层包含第一导电类型杂质。

19. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,所述第一导电类型半导体层包括包含 n 型杂质的氮化镓基层,并且所述第二导电类型半导体层包括包含 p 型杂质的氮化镓基层。

20. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,所述有源层包括氮化镓基层或者含铟的氮化镓基层。

## 制造氧化镓基衬底的方法、发光器件及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及用于制造氧化镓基衬底的方法、发光器件、以及用于制造发光器件的方法。

### 背景技术

[0002] 氮化物半导体由于其高热稳定性和宽带隙能而在光学器件和高功率电子器件研发领域中引起人们的注意。特别地,使用氮化物半导体的蓝色、绿色以及 UV 发光器件已经被商业化并且被广泛地使用。

[0003] 氮化物半导体发光器件包括氮化物半导体层,该氮化物半导体层被有机化学沉积在作为相异的衬底的蓝宝石衬底上方。

[0004] 蓝宝石衬底具有电气绝缘性。因此,为了将电压施加给氮化物半导体层,需要部分地蚀刻氮化物半导体层或者移除蓝宝石衬底。

[0005] 根据电极层的位置,氮化物半导体发光器件可以被分成横向型氮化物半导体发光器件和垂直型氮化物半导体发光器件。

[0006] 在横向型氮化物半导体发光器件的情况下,氮化物半导体层被形成在蓝宝石衬底上方,并且两个电极层被形成以被布置在氮化物半导体层上方。

[0007] 在垂直型氮化物半导体发光器件的情况下,氮化物半导体层被形成在蓝宝石衬底上方,蓝宝石衬底与氮化物半导体层分离,并且两个电极层被形成以分别被布置在氮化物半导体层上和下面。

[0008] 同时,横向型氮化物半导体发光器件需要移除氮化物半导体层的一部分以形成两个电极层,并且具有由于非均匀电流分布而降低发光特性的效率和可靠性的限制。

[0009] 此外,垂直型氮化物半导体发光器件需要具有分离的蓝宝石衬底。

[0010] 因此,已经对于垂直型半导体发光器件进行许多研究,特别地,对于由于导电衬底的使用,导致不需要分离衬底的氮化物半导体发光器件进行了许多研究。

### 发明内容

[0011] [技术问题]

[0012] 实施例提供用于制造氧化镓基衬底的方法、发光器件、以及用于制造发光器件的方法。

[0013] 实施例提供用于制造能够形成高质量氮化物半导体层的氧化镓基衬底的方法、发光器件、以及用于制造发光器件的方法。

[0014] [技术方案]

[0015] 在实施例中,发光器件包括:氧化镓基衬底;氧化镓基衬底上的氮氧化镓基层;氮氧化镓基层上的第一导电类型半导体层;第一导电类型半导体层上的有源层;以及有源层上的第二导电类型半导体层。

[0016] 在实施例中,用于制造氧化镓基衬底的方法包括:制备氧化镓基衬底;并且在氧

气氛中对氧化镓基衬底执行热处理。

[0017] 在实施例中,用于制造发光器件的方法包括:制备氧化镓基衬底;在氧化镓基衬底上形成氮氧化镓基层;在氮氧化镓基层上形成第一导电类型半导体层;在第一导电类型半导体层上形成有源层;以及在有源层上形成第二导电类型半导体层。

[0018] [有益效果]

[0019] 实施例能够提供用于制造氧化镓衬底的方法、发光器件、以及用于制造发光器件的方法。

[0020] 实施例能够提供用于制造能够形成高质量的氮化物半导体层的氧化镓衬底的方法、发光器件、以及用于制造发光器件的方法。

## 附图说明

[0021] 图 1 是用于解释根据实施例的用于制造氧化镓基衬底的方法、通过用于制造发光器件的方法制造的发光器件的截面图。

[0022] 图 2 是示出根据实施例的用于制造发光器件的方法的流程图。

[0023] 图 3 是用于解释氧化镓基衬底的表面划痕的图。

[0024] 图 4 和图 5 是用于解释在具有划痕的氧化镓基衬底上的被生长到 100nm 厚的氮化镓基层的表面的图。

[0025] 图 6 示出了在氧气气氛中对氧化镓基衬底执行热处理之后的氧化镓基衬底的表面。

[0026] 图 7 示出在氧气气氛中已经被热处理的氧化镓基衬底上的被生长到 100nm 厚的氮化镓基层的表面。

## 具体实施方式

[0027] 现在将会详细地参考本公开的实施例,在附图中示出其示例。

[0028] 在实施例的描述中,将理解的是,当层(或膜)、区域、图案或结构被称为在“另一”层(或者膜)、区域、垫、或图案“上”或“下”时,术语“上”和“下”包括“直接”和“间接”的意义。此外,将会基于附图给出关于在每层“上”和“下”的参考。

[0029] 在附图中,为了描述的方便和清楚起见,每层的厚度或者尺寸被夸大、省略、或示意性绘制。而且,每个元件的尺寸没有完全反映真实尺寸。

[0030] 图 1 是用于解释根据实施例的用于制造氧化镓基衬底的方法,和通过用于制造发光器件的方法来制造的发光器件的截面图。

[0031] 参考图 1,第一导电类型半导体层 20、有源层 30、以及第二导电类型半导体层 40 被形成在氧化镓基衬底 10 上。第一电极层 50 被布置在氧化镓基衬底 10 下面,并且第二电极层 60 被布置在第二导电类型半导体层 40 上。

[0032] 此外,氮氧化镓基层 11 可以被形成在氧化镓基衬底 10 和第一导电类型半导体层 20 之间。

[0033] 氧化镓基衬底 10 可以由氧化镓 ( $Ga_2O_3$ ) 形成,并且可以由于杂质掺杂而具有优秀的导电性。

[0034] 而且,氧化镓基衬底 10 可以由  $(InGa)_2O_3$ 、 $(AlGa)_2O_3$ 、或者  $(InAlGa)_2O_3$  中的一个

形成。

[0035] 第一导电类型半导体层 20 可以是 n 型半导体层。例如,第一导电类型半导体层 20 可以是掺杂 n 型杂质的氮化镓 (GaN) 基层。

[0036] 而且, n 型半导体层可以是由 InGaN、AlGaN、InAlGaN、AlInN、AlGaN/GaN SPS (短周期超晶格)、或者被掺杂 n 型杂质的 AlGaN/AlGaNSPS (短周期超晶格) 中的一个形成。

[0037] 有源层 30 是如下的层,在其中,来自于第一导电类型半导体层 20 和第二导电类型半导体层 40 的电子和空穴被复合以发射光。有源层 30 可以包括阻挡层和阱层。例如,有源层 30 可以是氮化镓层或者含铟的氮化镓层。

[0038] 而且,有源层 30 可以是由 InGaN/GaN、InGaN/InGaN、或者 InGaN/AlGaN 中的一个形成。

[0039] 第二导电类型半导体层 40 可以是 p 型半导体层。例如,第二导电类型半导体层 40 可以是掺杂 p 型杂质的氮化镓基层。

[0040] 而且, p 型半导体层可以是由 InGaN、AlGaN、InAlGaN、AlInN、AlGaN/GaN SPS (短周期超晶格)、或者掺杂 n 型杂质的 AlGaN/AlGaNSPS (短周期超晶格) 中的一个形成。

[0041] 第一电极层 50 和第二电极层 60 可以由诸如金属的导电材料形成。

[0042] 图 1 中所示的发光器件的结构仅是示例性的,并本发明不限于此。在发光器件制造中,在图 1 没有描述的另一半导体层可以进一步被包括在图 1 中所示的半导体层之间。例如, n 型半导体层可以进一步被形成在第二导电类型半导体层 40 和第二电极层 60 之间。

[0043] 同时,在高温下,氧化镓是热力学不稳定的和容易受到机械力影响。

[0044] 氧化镓的晶体结构是单斜晶系,并且相对于特定的晶面,即, (100) 平面和 (001) 平面具有强大的解理 (cleavage) 特性。因此,当以薄膜形式制造氧化镓时,层被容易地被分离,并且很难进行表面处理。

[0045] 因此,根据实施例,通过氧化镓基衬底 10 的表面处理,能够在氧化镓基衬底 10 上生长高质量薄膜的氮化镓基层。

[0046] 图 2 是示出根据实施例的用于制造发光器件的方法的流程图。

[0047] 参考图 2,制备氧化镓基衬底 10 (S100)。氧化镓基衬底 10 可能是为了提高导电性而掺杂了诸如硅 (Si) 的第一导电类型杂质的氧化镓基衬底。

[0048] 对氧化镓基衬底 10 执行湿法清洁,以移除残留在氧化镓基衬底 10 上的有机材料或者无机材料。例如,在湿法清洁中,在有机清洁之后可以执行酸洗。

[0049] 有机清洁是要通过使用丙酮和甲醇,从氧化镓基衬底 10 移除外来材料,并且酸洗是通过使用氟酸、硫酸、以及过氧化氢来移除以突出的形状存在于氧化镓基衬底 10 上的氧化镓颗粒。

[0050] 例如,作为有机清洁方法,氧化镓基衬底 10 被浸入丙酮和甲醇中,执行超声波清洁三分钟,并且然后,通过脱离子水执行超声波清洁三分钟。

[0051] 同时,通过将氧化镓晶圆机械地切割成预定的尺寸,和在预定的晶体方向中进行切割来制造氧化镓基衬底 10。因此,在切割工艺期间对氧化镓基衬底 10 的表面形成表面划痕。

[0052] 图 3 是用于解释氧化镓基衬底的表面划痕的图。从图 3 中能够看到,在氧化镓基衬底 10 中出现许多的表面划痕 15。

[0053] 如果氮化镓基层被形成在具有表面划痕 15 的氧化镓基衬底 10 上,那么不能够获得高质量的氮化镓基层。通过湿法清洁不能移除此表面划痕 15。

[0054] 图 4 和图 5 是用于解释在具有划痕的氧化镓基衬底上的被生长到 100nm 厚的氮化镓基层 23 的表面的图。

[0055] 图 4 示出如下的氮化镓基图案 21,所述氮化镓基图案 21 具有不同于它的外围的状态,以及在氮化镓基层 23 的表面上的突出形状,并且图 5 示出如下的氮化镓基图案 22,因为与其外围相比较生长率受到阻碍,所述氮化镓基图案 22 具有在氮化镓基层 23 的表面上的谷状的凹陷的形状。

[0056] 如图 4 和图 5 中所示,根据氧化镓基衬底 10 的表面划痕的形状,确定氮化镓基层 23 的表面形状。

[0057] 同时,为了在氧化镓基衬底 10 上生长高质量的氮化镓基层,需要移除氧化镓基衬底 10 的表面划痕 15。

[0058] 再次参考图 2,根据实施例,为了移除在氧化镓基衬底 10 的表面上出现的表面划痕,在氧气氛围中对氧化镓基衬底 10 执行热处理。

[0059] 即,将氧气或者包含氧气作为主要气体的混合气体注入到腔室,并且在 900-1400℃ 的温度下对氧化镓基衬底执行热处理三分钟到三个小时。在这样的情况下,当热处理温度高时,在较短的时间内执行热处理。相反地,当热处理温度低时,在较长时间内执行热处理。

[0060] 例如,根据在氧气氛围中执行热处理的方法,氧化镓基衬底 10 被放入腔室中,并且腔室的温度被增加到 1100℃,同时以 5 s1m 的流动速率将高纯度的氧气提供到腔室,并且然后,执行高温氧气热处理一个小时。对在氧气氛围中已经热处理的氧化镓基衬底 10 再次执行湿法清洁。

[0061] 如果对氧化镓基衬底 10 执行热处理,那么氧化镓基衬底 10 的表面的原子被热迁移到最热力学稳定的位置,使得表面原子被重新布置。因此,氧化镓基衬底 10 的表面划痕 15 能够被减少或者被消除。

[0062] 同时,因为氧化镓的熔点是 1725℃,如果在高于 1400℃ 的温度下执行热处理,那么氧化镓基衬底 10 的表面的晶体原子被热熔化和被蒸发,并且因此,氧化镓基衬底 10 的表面的特性被降低。如果在低于 900℃ 的温度执行热处理,那么因为氧化镓基衬底 10 的表面的晶体原子的低移动性,不能够有效地减少或者消除表面划痕 15。

[0063] 图 6 示出在氧气氛围中对氧化镓基衬底执行热处理之后氧化镓基衬底的表面。

[0064] 从图 6 中能够看到,当在氧气氛围中对氧化镓基衬底 10 执行热处理时,减少或者消除了氧化镓基衬底 10 的大多数表面划痕 15,并且仅残留轻微的压痕。

[0065] 图 7 示出了已经在氧气氛围中热处理的氧化镓基衬底上的被生长到 100nm 的氮化镓基层的表面。

[0066] 与图 4 和图 5 进行比较,氮化镓基层 23 的表面上的由表面划痕引起的大多数压痕被移除,并且轻微地残留了氮化镓基图案 21。

[0067] 再次参考图 2,在氧气氛围中对氧化镓基衬底 10 执行热处理,并且然后,在氨气氛围中对氧化镓基衬底 10 选择性地执行高温氮化处理 (nitridation) (S120)。

[0068] 通过将氨气、氮气、和氧气的混合气体、或者氨气和氮气的混合气体注入到腔室可

以执行高温氮化工艺。

[0069] 通过高温氮化工艺,氧氮化镓基层 11 被形成在氧化镓基衬底 10 上。氧氮化镓基层 11 可以用作稍后将会生长的氮化镓基层的缓冲层, 并且使其能够在氧化镓基衬底 10 上形成高质量的氮化镓基层。

[0070] 在这样的情况下,通过将诸如硅烷的含硅的气体提供给被注入到腔室的气体,能够提高氧氮化镓基层 11 的导电性。

[0071] 然后,第一导电类型半导体层 20 被生长在氧氮化镓基层 11 上 (S130),有源层 30 被生长在第一导电类型半导体层 20 上 (S140),并且第二导电类型半导体层 40 被生长在有源层 30 上 (S150)。

[0072] 例如,通过将三甲基镓 (TMGa) 气体、氨气 (NH<sub>3</sub>)、氮气 (N<sub>2</sub>)、以及含有诸如硅 (Si) 的 n 型杂质的硅烷 (SiH<sub>4</sub>) 气体注入腔室,可以形成第一导电类型半导体层 20。

[0073] 此外,通过注入三甲基镓 (TMGa) 气体、氨气 (NH<sub>3</sub>)、氮气 (N<sub>2</sub>)、以及三甲基铟 (TMIn) 气体,可以以具有 InGa<sub>x</sub>N<sub>1-x</sub>/Ga<sub>x</sub>N<sub>1-x</sub> 结构的多量子阱结构来形成有源层 30。

[0074] 此外,通过将三甲基镓 (TMGa) 气体、氨气 (NH<sub>3</sub>)、氮气 (N<sub>2</sub>)、以及双乙基环戊二烯镁 (EtCp<sub>2</sub>Mg) {Mg (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>)<sub>2</sub>} 注入腔室,可以形成第二导电类型半导体层 40。

[0075] 第一电极层 50 被形成在氧化镓基衬底 10 下面,第二电极 60 被形成在第二导电类型半导体层 40 上。

[0076] 如上所述,根据实施例,通过氧化镓基衬底 10 的表面处理,高质量的氮化镓基层可以被生长在氧化镓基衬底 10 上。

[0077] 此外,通过在氧化镓基衬底 10 的表面上形成氮氧化镓基层 11,高质量的氮化镓基层可以被生长在氧化镓基衬底 10 上。

[0078] 此外,通过将杂质注入氮氧化镓基层 11 中,能够进一步提高氮氧化镓基层 11 的导电性。

[0079] 通过这些程序在具有导电性的衬底上形成氮化物半导体层,在没有移除衬底的情况下能够制造垂直型发光器件。

[0080]

[0081]

[0082] 虽然已经参照本发明的多个示例性实施例描述了实施例,但是应该理解,本领域的技术人员可以设计出将落入本发明原理的精神和范围内的多个其它修改和实施例。更加具体地,在本说明书、附图和所附权利要求的范围内的主题的组合布置的组成部件和 / 或布置中,各种变化和修改都是可能的。除了组成部件和 / 或布置中的变化和修改之外,对于本领域的技术人员来说,替代使用也将是显而易见的。

工业应用性

实施例能够应用到发光器件。

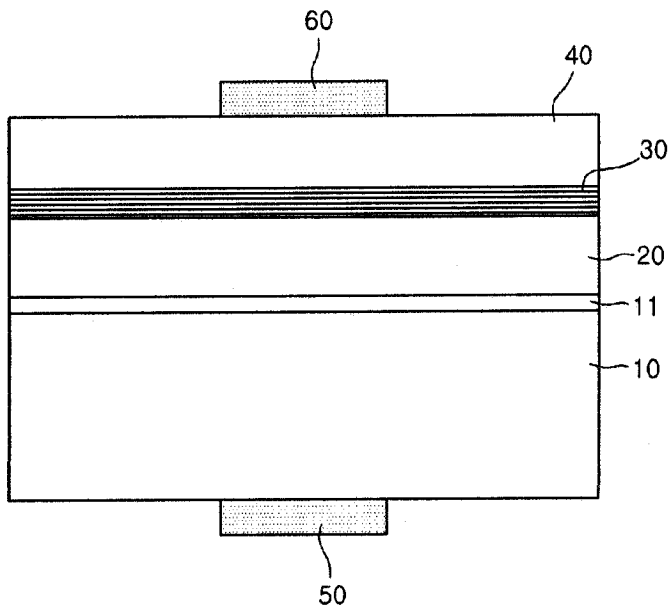


图 1

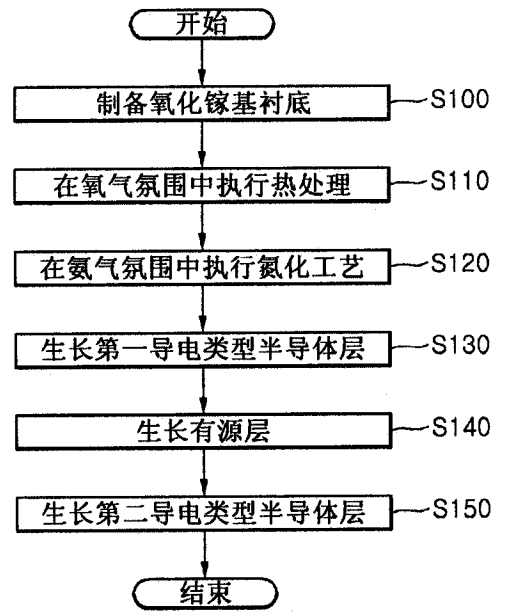


图 2

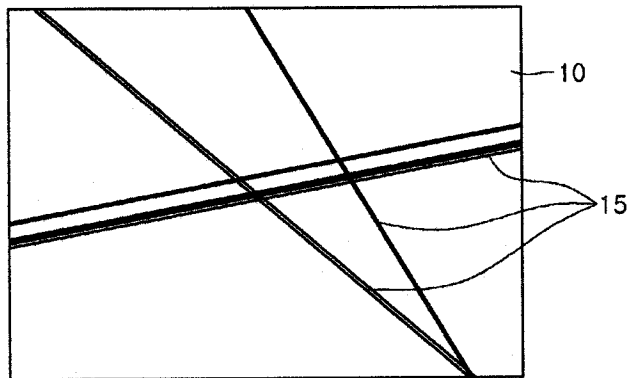


图 3

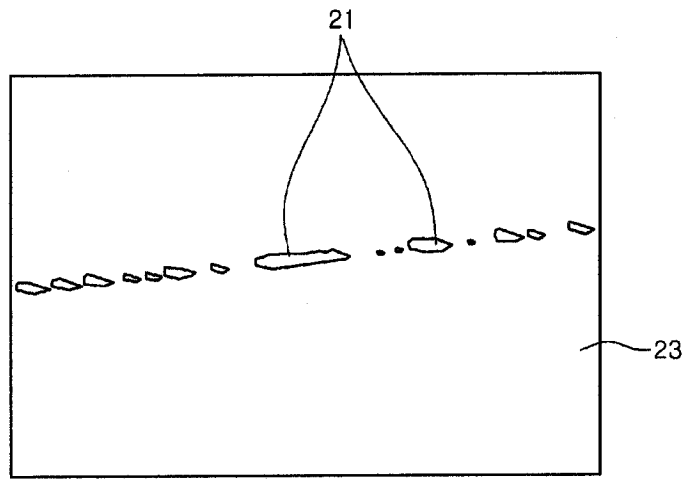


图 4

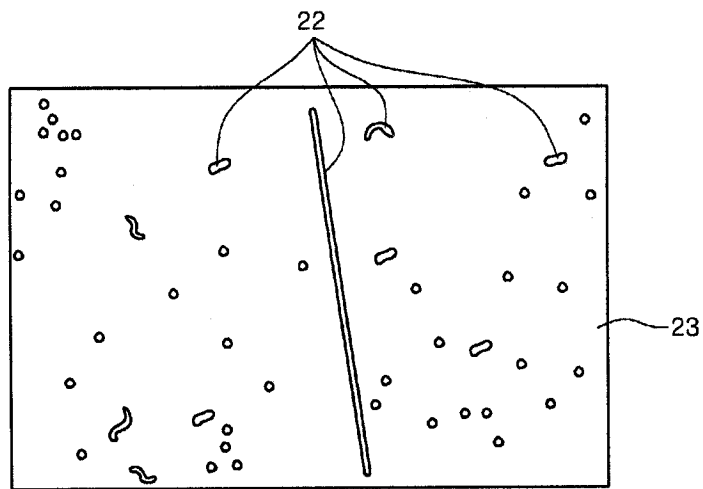


图 5

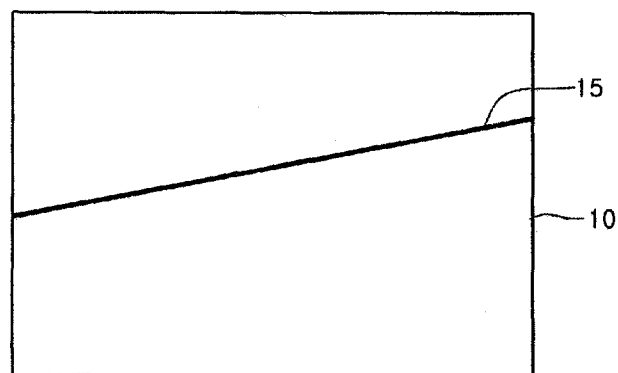


图 6

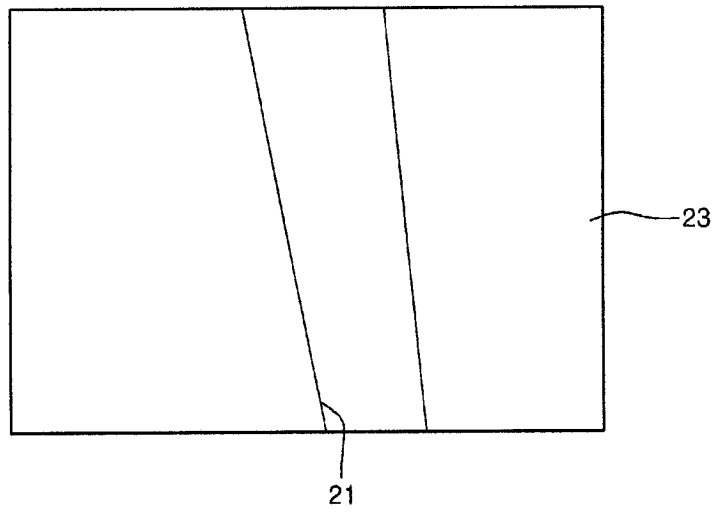


图 7