



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1582520 B

(45) 授权公告日 2010.05.05

(21) 申请号 02822141.9

H01L 33/00 (2006.01)

(22) 申请日 2002.10.03

H01L 21/205 (2006.01)

(30) 优先权数据

315703/2001 2001.10.12 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2004.06.14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2002/010323 2002.10.03

(87) PCT申请的公布数据

W003/034560 JA 2003.04.24

(73) 专利权人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪府

专利权人 索尼株式会社

(72) 发明人 朝妻庸纪 富谷茂隆 玉村好司

东条刚 后藤修 元木健作

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 陶凤波 侯宇

(51) Int. Cl.

H01S 5/343 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 8-64791 A, 1998.03.08, 全文.

CN 1289865 A, 2001.04.04, 全文.

JP 2000-228539 A, 2000.08.15, 全文.

US 6015979 A, 2000.01.18, 全文.

CN 1205556 A, 1999.01.20, 全文.

EP 1005068 A2, 2000.05.31, 说明书第7栏
第33行至第16栏第24行, 图4-13.

审查员 王治华

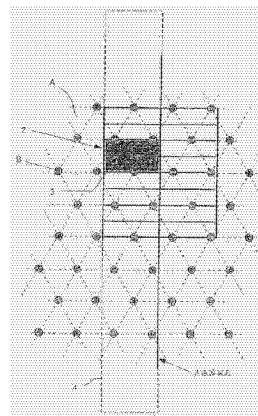
权利要求书 3 页 说明书 24 页 附图 36 页

(54) 发明名称

半导体光发射装置的制造方法

(57) 摘要

一种制造半导体发光装置或者半导体装置的方法, 通过在氮基 III-V 化合物半导体衬底上生长形成发光装置结构或装置结构的氮基 III-V 化合物半导体层, 其中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域周期地排列在具有第一平均位错密度的所述第一区域中, 其中装置区域定义在所述氮基 III-V 化合物半导体层衬底上使得第二区域大体上不包括在发光区域或有源区中。



1. 一种通过在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长形成发光装置结构的氮化物 III-V 化合物半导体层来制造半导体发光装置的方法, 在所述氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域规则地排列在由晶体制成并且具有所述第一平均位错密度的第一区域中, 而且, 相对于所述第一区域的 C 轴所述第二区域的 C 轴为颠倒的, 该方法包括:

在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上定义作为装置区域的最终通过切割衬底选作芯片的区域使得所述装置区域大体上不包括所述第二区域。

2. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中决定所述装置区域的尺寸以及位置使得所述装置区域大体上不包括所述第二区域。

3. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述第二区域周期排列。

4. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述第二区域以六角点阵的形式周期排列。

5. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述第二区域以矩形点阵形式周期排列。

6. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述第二区域以正方形点阵形式周期排列。

7. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述装置区域为矩形。

8. 依照权利要求 7 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述装置区域的一对相对的侧面平行于 $\langle 1-100 \rangle$ 方向, 并且另一对相对的侧面平行于 $\langle 11-20 \rangle$ 方向。

9. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述装置区域为正方形。

10. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中最近的两个所述第二区域的中心之间的距离为 $20\ \mu\text{m}$ 或更大。

11. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中最近的两个所述第二区域的中心之间的距离为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大。

12. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中最近的两个所述第二区域的中心之间的距离为 $100\ \mu\text{m}$ 或更大。

13. 依照权利要求 3 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述第二区域的排列的周期为 $20\ \mu\text{m}$ 或更大。

14. 依照权利要求 3 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述第二区域的排列的周期为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大。

15. 依照权利要求 3 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述第二区域的排列的周期为 $100\ \mu\text{m}$ 或更大。

16. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中所述第二区域穿透所述氮化物 III-V 化合物半导体衬底。

17. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中每个所述第二区域具有任意的多边形。

18. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法, 其中具有比所述第一平均位错密度高并且比所述第二平均位错密度低的第三平均位错密度的第三区域插入所述第一区域和所述第二区域之间。

19. 依照权利要求 18 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述装置区域定义为使得所述装置区域大体上不包括所述第二区域和所述第三区域。

20. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中每个所述第二区域具有从 10 到 100 μm 的直径。

21. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中每个所述第二区域具有从 20 到 50 μm 的直径。

22. 依照权利要求 18 所述的制造半导体发光装置的方法,其中每个所述第三区域具有比每个所述第二区域的直径大 20 到 200 μm 的直径。

23. 依照权利要求 18 所述的制造半导体发光装置的方法,其中每个所述第三区域具有比每个所述第二区域的直径大 40 到 160 μm 的直径。

24. 依照权利要求 18 所述的制造半导体发光装置的方法,其中每个所述第三区域具有比每个所述第二区域的直径大 60 到 140 μm 的直径。

25. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述第二区域的所述平均位错密度为所述第一平均位错密度的五倍或更多。

26. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述第二区域的所述平均位错密度为 $1 \times 10^8 \text{cm}^{-2}$ 或更大。

27. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述第一区域的所述平均位错密度为 $2 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$ 或更小,而所述第二区域的所述平均位错密度为 $1 \times 10^8 \text{cm}^{-2}$ 或更大。

28. 依照权利要求 18 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述第一区域的所述平均位错密度为 $2 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$ 或更小,所述第二区域的所述平均位错密度为 $1 \times 10^8 \text{cm}^{-2}$ 或更大,并且所述第三区域的所述平均位错密度比 $1 \times 10^8 \text{cm}^{-2}$ 小并且比 $2 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$ 大。

29. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述半导体发光装置的发射区域离开所述第二区域至少 1 μm 。

30. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述半导体发光装置的发射区域离开所述第二区域至少 10 μm 。

31. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述半导体发光装置的发射区域离开所述第二区域至少 100 μm 。

32. 依照权利要求 18 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述半导体发光装置的发射区域不包括所述第二区域和所述第三区域。

33. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中在所述半导体发光装置中的通过条状电极供给驱动电流的区域离开所述第二区域至少 1 μm 。

34. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中在所述半导体发光装置中的通过条状电极供给驱动电流的区域离开所述第二区域至少 10 μm 。

35. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中在所述半导体发光装置中的通过条状电极供给驱动电流的区域离开所述第二区域至少 100 μm 。

36. 依照权利要求 18 所述的制造半导体发光装置的方法,其中在所述半导体发光装置中的通过条状电极供给驱动电流的区域不包括所述第二区域和所述第三区域。

37. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述装置区域的边界线

包括连接至少两个相邻的第二区域的直线。

38. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中具有生长在其上的所述氮化物 III-V 化合物半导体层的所述氮化物 III-V 化合物半导体衬底沿着包括至少两个相邻的第二区域的边界线分割。

39. 依照权利要求 38 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述分割通过解理实施。

40. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述装置区域的边界线离开所述第二区域至少 $1\mu\text{m}$ 。

41. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中具有生长在其上的所述氮化物 III-V 化合物半导体层的所述氮化物 III-V 化合物半导体衬底沿着离开所述第二区域至少 $1\mu\text{m}$ 的边界线分割。

42. 依照权利要求 41 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述分割通过解理实施。

43. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述氮化物 III-V 化合物半导体衬底由 $\text{Al}_x\text{B}_y\text{Ga}_{1-x-y-z}\text{In}_z\text{As}_u\text{N}_{1-u-v}\text{P}_v$ 制成,其中 $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1, 0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1, 0 \leq x+y+z < 1$ 并且 $0 \leq u+v < 1$ 。

44. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述氮化物 III-V 化合物半导体衬底由 $\text{Al}_x\text{B}_y\text{Ga}_{1-x-y-z}\text{In}_z\text{N}$ 制成,其中 $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ 并且 $0 \leq x+y+z < 1$ 。

45. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述氮化物 III-V 化合物半导体衬底由 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-z}\text{In}_z\text{N}$ 制成,其中 $0 \leq x \leq 1$ 并且 $0 \leq z \leq 1$ 。

46. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述氮化物 III-V 化合物半导体衬底由 GaN 制成。

47. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述半导体发光装置为半导体激光器。

48. 依照权利要求 1 所述的制造半导体发光装置的方法,其中所述半导体发光装置为发光二极管。

半导体光发射装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体光发射装置的制造方法、一种半导体光发射装置、一种半导体装置的制造方法、一种半导体装置、一种装置的制造方法、以及一种装置，其例如适合用作制造由氮化物 III-V 化合物半导体组成的半导体激光器、电子传输设备或发光二极管。

背景技术

[0002] 广泛使用的用于制造半导体装置的传统方法为首先在适当的衬底上生长所需的半导体层并且随后处理这些层。通常，半导体层性质易于改变，对在衬底上相关信息 (following information) 非常敏感，例如其的晶格常数的信息。因此，最好使用与所需的半导体层均质的衬底并且利用外延生长在其上生长半导体层。

[0003] 因此，半导体装置的衬底应该优选由性质上与在装置中使用的半导体一样并且具有低位错或其它缺陷密度的材料制成。这是因为衬底的缺陷被复制到在其上生长的半导体层上并且常常引起装置性质的退化。

[0004] 以 GaN 为代表的氮化物 III-V 化合物半导体具有大带隙。因为该优势，其在形成用其它半导体难以得到的波长范围从紫外到紫色、蓝色以及绿色的发光元件方面不断发展。实际上，使用氮化物 III-V 化合物半导体的发光二极管 (LEDs) 和半导体激光器 (LDs) 已经用于实际。

[0005] 但是，氮化物 III-V 化合物半导体难以通过块体生长 (bulk growth) 形成，并且难于得到缺陷减少到可用作半导体装置的衬底的水平的衬底。因此，在几乎所有的情况下，氮化物 III-V 化合物半导体必须在蓝宝石、SiC、或类似的衬底上通过晶体生长形成，其性质与将要生长的氮化物 III-V 化合物半导体不同，并且需要形成低温缓冲层的工艺。但是，即便通过该工艺，通过生长得到的氮化物 III-V 化合物半导体仍呈现非常高的缺陷密度，并且对于装置性质施加可观的影响。

[0006] 在这种情况下，需要相同性质的衬底，即，由氮化物 III-V 化合物半导体制成，并且具有减少的缺陷密度，其适合用作制备具有改良的性质的氮化物 III-V 化合物半导体装置的衬底。

[0007] 迄今为止，JP-2001-102307 已经提出作为制备具有减少的缺陷密度的氮化物 III-V 化合物半导体衬底方法的一种制备单晶 GaN 衬底的方法。该方法预期通过控制汽相沉积的生长表面具有代替平坦状态的三维小平面的结构并且在保持该小平面结构且不掩埋该小平面结构时继续生长来减小位错。

[0008] 但是，JP-2001-102307 公开的技术集中穿透的位错特别地到生长层的确定位置并且因此减少其它区域的穿透位错。因此，该单晶 GaN 衬底局部地包括低缺陷密度区域和高缺陷密度区域。此外，不能控制哪儿出现高缺陷密度，并且它们随机出现。因此，当半导体装置，例如半导体激光器，通过在该单晶 GaN 衬底上的氮化物 III-V 化合物半导体的生长制备时，该技术不能防止高缺陷密度区域在发射区域中形成，并且不可避免的引起发射性质

和半导体激光器的可靠性的退化。

[0009] 因此本发明的目的为提供一种例如发射性质的性质优秀的、可靠的并且寿命延长的半导体光发射装置,以及能够制造这样的半导体发光装置的方法。

[0010] 更广泛地,本发明的目的为提供一种性质提高的、可靠的并且寿命延长的半导体装置,以及能够制造这样的半导体装置的方法。

[0011] 更广泛地,本发明的目的为提供性质优秀的、可靠的并且寿命延长的各种类型的装置,以及能够制造这样的装置的方法。

发明内容

[0012] 发明者对于上述的目的实施有力的研究。该些研究总结如下。

[0013] 发明者反复地提高 JP-2001-102307 公开的技术,并且可以成功控制在低缺陷密度区域间出现的高缺陷密度的位置。这使得可以得到在其上高缺陷密度区域规则地,例如周期地在低缺陷密度区域中出现的衬底,并且可以如所期望的改变高缺陷密度区域的布局图案。

[0014] 在通过使用这样地衬底制备例如半导体激光器,或更普遍地,半导体装置的半导体发光装置时,必须剔除或减少从存在于衬底中的高缺陷密度区域对于装置的不利影响。发明者为了该目的对技术进行多方面的研究,并且以及发现以下的技术是有效的。

[0015] 在该衬底中,高缺陷密度区域可以控制为规律地出现,可以在它们设计的阶段依照高缺陷密度区域的布局决定装置的尺寸、装置的安排或者装置的有源区的位置(例如,在发光装置中的发射区域)。决定该图形使得高缺陷密度区域不存在于最终通过切割衬底选作芯片的区域中(在下文称为“装置区域”)或装置的有源区中。因此,即便任何缺陷从基片衬底的高缺陷密度区域复制到生长在衬底上的半导体层,仍可以防止对装置区域或者有源区不利的影响。因此,可以防止由这些缺陷引起的装置的退化和它们的可靠性的退化。

[0016] 上述技术对于当难以得到与用作装置的半导体相同性质的衬底时制造使用除了氮化物 III-V 化合物半导体的半导体装置并且对于制造呈现低缺陷密度半导体装置同样有效。更通常地,当具有低缺陷密度并且与用作装置的材料性质相同的衬底难以得到时,上述技术对于制造装置为有效的。

[0017] 本发明基于以上解释的知识在发明者进一步的研究之后已经产生。

[0018] 为了达成上述目的,本发明的第一个方面为通过在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层制造一种半导体发光装置的方法,该氮化物 III-V 化合物半导体层形成发光装置结构,在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,包括:

[0019] 在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上定义装置区域使得装置区域大体上不包括该第二区域。

[0020] 该定义说“大体上不包括第二区域”不但意味着每个装置区域可能包括沿着其的整个边界线的第二区域,还意味着每个装置区域的边界线可以通过第二区域,并且第二区域可以在端面上或在通过切割衬底得到的芯片的角上保留(在下文的描述中相同)。

[0021] 特别地,决定装置区域在尺寸和图案上为大体上不包括第二区域。多个第二区域

典型地为周期地形成,例如,六角点阵、矩形点阵或方点阵形式。可以混合两个或更多这些图案。同样可以接受该衬底包括第二区域周期出现地区域以及第二区域规则地但不周期地出现地区域。

[0022] 每个装置区域典型地为矩形或方形。为了较好地解理或其它目的,每个装置区域的一对相对的侧面优选平行<1-100>方向,并且另外相对的侧面平行于<11-20>方向。

[0023] 两个相邻第二区域之间或第二区域设置周期之间的间隔依赖装置的尺寸决定。但是典型地,其为 $20\text{ }\mu\text{m}$ 或更大、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 或更大、或者 $100\text{ }\mu\text{m}$ 或更大。没有明确的第二区域的间隔或者周期最大值。但是典型地,最大大约为 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 。第二区域典型地穿透氮化物 III-V 化合物半导体。每个第二区域典型地具有任意多边形棱镜形状。具有比第一平均位错密度高并且比第二平均位错密度低的第三平均位错密度的第三区域通常置于第一区域和第二区域之间。在该情况下,每个装置区域最优选地定义为大体上不包含第二和第三区域。

[0024] 每个第二区域地直径典型地从 $10\text{ }\mu\text{m}$ 到 $100\text{ }\mu\text{m}$,或更典型地从 $20\text{ }\mu\text{m}$ 到 $50\text{ }\mu\text{m}$ 。当衬底包括第三区域时,每个第三区域的直径典型地为比第二区域地直径大的从 $20\text{ }\mu\text{m}$ 到 $100\text{ }\mu\text{m}$,更典型地大从 $40\text{ }\mu\text{m}$ 到 $160\text{ }\mu\text{m}$,或者最典型地大从 $60\text{ }\mu\text{m}$ 到 $140\text{ }\mu\text{m}$ 。

[0025] 第二区域的平均位错密度,通常,为第一区域平均位错密度的五倍或更多倍。典型地,第一区域的平均位错密度为 $2\times 10^6\text{cm}^{-2}$ 或更小,第二区域的平均位错密度为 $1\times 10^8\text{cm}^{-2}$ 或更大。当衬底包括第三区域时,它的平均位错密度典型地为比 $1\times 10^8\text{cm}^{-2}$ 小并且比 $2\times 10^6\text{cm}^{-2}$ 大。

[0026] 为了防止从具有高平均位错密度的第二区域的不利影响,半导体发光装置的发射区域离开第二区域 $1\text{ }\mu\text{m}$ 或更大,优选地 $10\text{ }\mu\text{m}$ 或更大,或更优选地 $100\text{ }\mu\text{m}$ 或更大。当衬底包括第三区域时,最优选地半导体发光装置地发射区域既离开第二区域又离开第三区域。更特别地,半导体发光装置为半导体激光器或发光二极管。当它们为半导体激光器时,供给驱动电流通过条状电极的区域应该离开第二区域优选地 $1\text{ }\mu\text{m}$ 或更大,更优选地 $10\text{ }\mu\text{m}$ 或更大,或仍旧更优选地 $100\text{ }\mu\text{m}$ 或更大。当衬底包括第三区域时,供给驱动电流通过条状电极地区域最优选地既离开第二区域又离开第三区域。该条形电极既可以为单个也可以为多个,并且它地宽度可以如预期所决定。

[0027] 每个驱动区域的边界线依赖于第二区域的布局图案、或者它们的间隔或周期决定为使衬底的给定区域有效地使用,到确保没有装置区域大体上包括第二区域的程度。典型地,每个装置区域的边界线决定为包括连接至少两个相邻的第二区域的直线。在分离成为芯片的分割工艺中,具有氮化物 III-V 化合物半导体层生长其上的氮化物 III-V 化合物半导体衬底优选地沿着这样的每个都包括连接至少两个相邻的第二区域的直线的边界线分割。该分割典型地依赖解理,但是使用金刚石锯或者激光束的其它为了同样的目的方法可以替代使用。特别地当解理运用作为分割时,每个装置区域的包括连接至少两个相邻的第二区域的直线的边界线容易理想地解理,因为具有平均位错密度比第一区域高的第二区域在机械强度方面比第一区域低。这特别对于得到半导体激光器的理想的腔边缘有优势。每个装置区域的边界线可以决定为不通过任何第二区域。在该情况下,为了最小化第二区域的不利影响每个装置区域的边界线应该优选地离开第二区域至少 $1\text{ }\mu\text{m}$ 。因此,在分割工艺中,具有氮化物 III-V 化合物半导体层生长其上的氮化物 III-V 化合物半导体衬底沿着内侧离开第二区域的边界线分割。

[0028] 氮化物 III-V 化合物半导体衬底或氮化物 III-V 化合物半导体层,最通常地,由 $\text{Al}_x\text{B}_y\text{Ga}_{1-x-y-z}\text{In}_z\text{As}_u\text{N}_{1-u-v}\text{P}_v$ (其中 $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1, 0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1, 0 \leq x+y+z < 1$ 并且 $0 \leq u+v < 1$), 或者更特别地, 由 $\text{Al}_x\text{B}_y\text{Ga}_{1-x-y-z}\text{In}_z\text{N}$ (其中 $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ 并且 $0 \leq x+y+z < 1$) 制成。典型地, 它们由 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-z}\text{In}_z\text{N}$ (其中 $0 \leq x \leq 1$ 并且 $0 \leq z \leq 1$) 制成。最典型地, 氮化物 III-V 化合物半导体衬底由 GaN 制成。

[0029] 就它们符合它们的本质而言, 结合本发明的第一方面所述的特征和条件也适用于本发明的其它方面。

[0030] 本发明的第二方面为由以下制造的半导体发光装置:

[0031] 在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层, 该氮化物 III-V 化合物半导体层形成发光装置结构, 在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的第一区域中规则排列, 并且该氮化物 III-V 化合物半导体层具有第一平均位错密度; 以及

[0032] 沿着包括第二区域的相邻的至少两个的边界线分割具有氮化物 III-V 化合物半导体层生长其上的该氮化物 III-V 化合物半导体衬底。

[0033] 本发明的第三方面为半导体发光装置, 其包括在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层形成发光装置结构, 在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的第一区域中规则排列, 并且该氮化物 III-V 化合物半导体层具有第一平均位错密度, 其中至少所述第二区域中之一位于氮化物 III-V 化合物半导体衬底的端面或角上。

[0034] 本发明的第四方面为通过在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层制造半导体发光装置的方法, 该氮化物 III-V 化合物半导体层形成发光装置结构, 在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的第二区域在由晶体制成的第一区域中规则排列, 并且该氮化物 III-V 化合物半导体层具有第一平均缺陷密度, 包括:

[0035] 在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上定义装置区域使得装置区域大体上不包括该第二区域。

[0036] 本发明的第五方面为由以下制造的半导体发光装置:

[0037] 在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层, 该氮化物 III-V 化合物半导体层形成发光装置结构, 在该氮化物 III-V 化合物半导体层衬底多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的第二区域在由晶体制成的第一区域中规则排列, 并且该氮化物 III-V 化合物半导体层具有第一平均缺陷密度; 以及

[0038] 沿着包括第二区域的相邻的至少两个的边界线分割具有氮化物 III-V 化合物半导体层生长其上的该氮化物 III-V 化合物半导体衬底。

[0039] 本发明的第六方面为半导体发光装置, 其包括在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层形成发光装置结构, 在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的第二区域在由晶体制成的第一区域中规则排列, 并且该氮化物 III-V 化合物半导体层具有第一平均缺陷密度, 其中至少所述第二区域其中之一位于氮化物 III-V 化合物半导体衬底的端面或角上。

[0040] 在本发明的第四、第五以及第六方面中, 所述“平均缺陷密度”意味着将不利地影

响装置的性质和可靠性的全部晶格缺陷的平均密度,并且缺陷包括各种缺陷例如位错、层积缺陷以及点缺陷,例如(在下文的描述中相同)。

[0041] 本发明的第七方面为通过在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层制造半导体发光装置的方法,该氮化物 III-V 化合物半导体层形成发光装置结构,在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个结晶性质比第一区域差的第二区域在由晶体制成的第一区域中规则排列,该方法包括:

[0042] 在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上定义装置区域使得装置区域大体上不包括该第二区域。

[0043] 本发明的第八方面为由以下制造的半导体发光装置:

[0044] 在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层,该氮化物 III-V 化合物半导体层形成发光装置结构,在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个结晶性质比第一区域差的第二区域在由晶体制成的第一区域中规则排列;以及

[0045] 沿着包括第二区域的相邻的至少两个的边界线分割具有氮化物 III-V 化合物半导体层生长其上的该氮化物 III-V 化合物半导体衬底。

[0046] 本发明的第九方面为半导体发光装置,其包括在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层形成发光装置结构,在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个结晶性质比第一区域差的第二区域在由晶体制成的第一区域中规则排列,其中至少所述第二区域其中之一位于氮化物 III-V 化合物半导体衬底的端面或角上。

[0047] 在本发明的第七、第八和第九方面中,组成第一区域的晶体典型地为单晶,并且在结晶性质比第一区域差的第二区域由多晶、非晶物质或它们的混合物组成(在下文的描述中相同)。该关系对应于较低平均位错密度或者第二区域的平均缺陷密度与较高位错密度或者第一区域的平均缺陷密度之间的关系。

[0048] 本发明的第十方面为通过在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层制造半导体装置的方法,该氮化物 III-V 化合物半导体层形成装置结构,在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,包括:

[0049] 在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上定义装置区域使得装置区域大体上不包括该第二区域。

[0050] 本发明的第十一方面为由以下制造的半导体装置:

[0051] 在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层,该氮化物 III-V 化合物半导体层形成装置结构,在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列;以及

[0052] 沿着包括第二区域的相邻的至少两个的边界线分割具有氮化物 III-V 化合物半导体层生长其上的该氮化物 III-V 化合物半导体衬底。

[0053] 本发明的第十二方面为半导体装置,其包括在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上生长氮化物 III-V 化合物半导体层形成装置结构,在该氮化物 III-V 化合物半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具

有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,其中至少所述第二区域其中之一位于氮化物 III-V 化合物半导体衬底的端面或角上。

[0054] 在本发明的第十到第十二方面中,该半导体装置可以为发光装置例如发光二极管或半导体激光器、光电探测器、或者电子传输装置例如高电子迁移率晶体管或其它类型场效应晶体管 (FET) 或者异质结双极晶体管 (HBT) (在下文的描述中相同)

[0055] 在本发明的第十到第十二方面中,为了防止从具有高平均缺陷密度的第二区域的不利影响,半导体装置的有源区离开第二区域 $1\mu\text{m}$ 或更大,优选地 $10\mu\text{m}$ 或更大,或更优选地 $100\mu\text{m}$ 或更大。当衬底包括第三区域时,最优选地半导体发光装置地发射区域既离开第二区域又离开第三区域。在此的有源区意味着在半导体发光装置情况下的发射区域,在半导体光电探测器情况下的光电探测区域,以及在电子传输装置情况下的电子流动区域 (在下文的描述中相同)。

[0056] 本发明的第十三方面为通过在半导体衬底上生长半导体层制造半导体发光装置的方法,该半导体层形成发光装置结构,在该半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,包括:

[0057] 在半导体衬底上定义装置区域使得装置区域大体上不包括该第二区域。

[0058] 本发明的第十四方面为由以下制造的半导体发光装置:

[0059] 在半导体衬底上生长半导体层,该半导体层形成发光装置结构,在该半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列;以及

[0060] 沿着包括第二区域的相邻的至少两个的边界线分割具有半导体层生长其上的该半导体衬底。

[0061] 本发明的第十五方面为半导体发光装置,其包括在半导体衬底上生长半导体层形成发光装置结构,在该半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,其中至少所述第二区域其中之一位于半导体衬底的端面或角上。

[0062] 本发明的第十六方面为通过在半导体衬底上生长半导体层制造半导体装置的方法,该半导体层形成装置结构,在该半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,该方法包括:

[0063] 在半导体衬底上定义装置区域使得装置区域大体上不包括该第二区域。

[0064] 本发明的第十七方面为由以下制造的半导体装置:

[0065] 在半导体衬底上生长半导体层,该半导体层形成装置结构,在该半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列;以及

[0066] 沿着包括第二区域的相邻的至少两个的边界线分割具有半导体层生长其上的该半导体衬底。

[0067] 本发明的第十八方面为半导体装置,其包括在半导体衬底上生长半导体层形成装置结构,在该半导体衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区

域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,其中至少所述第二区域其中之一位于半导体衬底的端面或角上。

[0068] 在本发明的地十三到十八方面中,半导体衬底或者半导体层的材料可以从氮化物 III-V 化合物半导体、其它具有纤锌矿结构,或者更一般地,六方晶系结构例如 ZnO、 α -ZnS、 α -CdS、 α -CdSe 或者类似的半导体,或者其它各种具有其它结晶结构的半导体。

[0069] 本发明的第十九方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,该方法包括:

[0070] 在衬底上定义装置区域使得装置区域大体上不包括该第二区域。

[0071] 本发明的第二十方面为由以下制造的装置:

[0072] 在衬底上生长层,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列;以及

[0073] 沿着包括第二区域的相邻的至少两个的边界线分割具有层生长其上的该衬底。

[0074] 本发明的第二十一方面为装置,其包括在衬底上生长层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,其中至少所述第二区域其中之一位于衬底的端面或角上。

[0075] 在本发明的第十九到二十一方面中,该装置可以为半导体装置(发光装置、光电探测器电子传输装置等)、压电元件、热电装置、光电装置(例如使用非线性光学晶体的次级高频产生装置(secondary high-frequency generating device))、电介质装置(预期还包括铁电装置)、超导装置或类似装置。当为半导体装置时,衬底或层的材料可以从各种半导体中选择。当为压电装置、热电装置、光电装置、光学装置、电介质装置、超导装置等时,例如,可以使用例如氧化物的各种材料。有例如包括在 Journal of the Society of Japan Vol. 103, No. 11 (1995) pp. 1099-1111 以及 Materials Science and Engineering B41 (1996) 166-173 公开的许多种类氧化物材料。

[0076] 本发明的第二十二方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,包括:

[0077] 在衬底上定义装置区域使得装置的有源区不包括该第二区域。

[0078] 本发明的第二十三方面为装置,其包括在衬底上生长层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均位错密度的第一区域中规则排列,其中至少所述第二区域其中之一位于衬底内或衬底的端面或角上,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0079] 本发明的第二十四方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均缺陷密度的第一区域中规则排列,包括:

[0080] 在衬底上定义装置区域使得装置的有源区不包括该第二区域。

[0081] 本发明的第二十五方面为装置,其包括在衬底上生长层形成装置结构,在该衬底

中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的第二区域在由晶体制成的并且具有第一平均缺陷密度的第一区域中规则排列,其中至少所述第二区域其中之一位于衬底内或衬底的端面或角上,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0082] 本发明的第二十六方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个结晶性质比第一区域差的第二区域在由晶体制成的第一区域中规则排列,该方法包括:

[0083] 在衬底上定义装置区域使得装置的有源区不包括该第二区域。

[0084] 本发明的第二十七方面为装置,其包括在衬底上生长层形成装置结构,在该衬底中多个结晶性质比第一区域差的第二区域在由晶体制成的第一区域中规则排列,其中至少所述第二区域其中之一位于衬底内或衬底的端面或角上,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0085] 本发明的第二十八方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在具有第一平均位错密度的第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,包括:

[0086] 在衬底上定义装置区域使得装置区域大体上在第二方向不包括该七行或更多行第二区域,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0087] 本发明的第二十九方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在具有第一平均位错密度的第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,其中衬底大体上不包括七行或更多行第二区域并且装置的有源区不包括第二区域。

[0088] 本发明的第三十方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的第二区域在具有第一平均缺陷密度的第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,包括:

[0089] 在衬底上定义装置区域使得装置区域大体上在第二方向不包括该七行或更多行第二区域,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0090] 本发明的第三十一方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的第二区域在具有第一平均缺陷密度的第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,其中衬底大体上不包括七行或更多行第二区域并且装置的有源区不包括第二区域。

[0091] 本发明的第三十二方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个结晶性质比第一区域差的第二区域在第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,包括:

[0092] 在衬底上定义装置区域使得装置区域大体上在第二方向不包括该七行或更多行第二区域,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0093] 本发明的第三十三方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个结晶性质比第一区域差的第二区域在第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,其中衬底大体上不包括七行或更多行第二区域并且装置的有源区不包括第二区域。

[0094] 本发明的第三十四方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在具有第一平均位错密度的第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,包括:

[0095] 在衬底上定义装置区域使得第一间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括在第二方向第二区域的一行或多行,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0096] 本发明的第三十五方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的第二区域在具有第一平均位错密度的第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,其中第一间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括在第二方向第二区域的一行或多行,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0097] 本发明的第三十六方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的第二区域在具有第一平均缺陷密度的第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,包括:

[0098] 在衬底上定义装置区域使得第一间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括在第二方向第二区域的一行或多行,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0099] 本发明的第三十七方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的第二区域在具有第一平均缺陷密度的第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,其中第一间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括在第二方向第二区域的一行或多行,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0100] 本发明的第三十八方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个结晶性质比第一区域差的第二区域在第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,包括:

[0101] 在衬底上定义装置区域使得第一间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括在第二方向第二区域的一行或多行,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0102] 本发明的第三十九方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个结晶性质比第一区域差的第二区域在第一区域中在第一方向上以第一间隔规则排列并且在正交于第一方向的第二方向上以比第一间隔小的第二间隔规则排列,其中第一间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括在第二方向第二区域的一行或多行,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0103] 本发明的第四十方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的并且直线延伸的第

二区域在由具有第一平均位错密度的晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,包括:

[0104] 在衬底上定义装置区域使得装置区域大体上在第二方向不包括该七个或更多个第二区域,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0105] 本发明的第四十一方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的并且直线延伸的第二区域在由具有第一平均位错密度的晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,其中衬底在第二方向大体上不包括七行或更多行第二区域并且装置的有源区不包括第二区域。

[0106] 本发明的第四十二方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的并且直线延伸的第二区域在由具有第一平均缺陷密度的晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,该方法包括:

[0107] 在衬底上定义装置区域使得装置区域大体上在第二方向不包括该七个或更多个第二区域,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0108] 本发明的第四十三方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的并且直线延伸的第二区域在由具有第一平均缺陷密度的晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,其中衬底大体上在第二方向不包括七行或更多行第二区域并且装置的有源区不包括第二区域。

[0109] 本发明的第四十四方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个结晶性质比第一区域差的并且直线延伸的第二区域在由晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,该方法包括:

[0110] 在衬底上定义装置区域使得装置区域大体上在第二方向不包括该七个或更多个第二区域,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0111] 本发明的第四十五方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个结晶性质比第一区域差的并且直线延伸的第二区域在由晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,其中衬底在第二方向大体上不包括七行或更多行第二区域并且装置的有源区不包括第二区域。

[0112] 本发明的第四十六方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的并且直线延伸的第二区域在由具有第一平均位错密度的晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,该方法包括:

[0113] 在衬底上定义装置区域使得第二区域的间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括第二区域的一个或多个,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0114] 本发明的第四十七方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均位错密度高的第二平均位错密度的并且直线延伸的第二区域在由具有第一平均位错密度的晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,其中第二区域的间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括第二区域的一个或多个,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0115] 本发明的第四十八方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的并且直线延伸的第

二区域在由具有第一平均缺陷密度的晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,该方法包括:

[0116] 在衬底上定义装置区域使得第二区域的间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括第二区域的一个或多个,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0117] 本发明的第四十九方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个具有比第一平均缺陷密度高的第二平均缺陷密度的并且直线延伸的第二区域在由具有第一平均缺陷密度的晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,其中第二区域的间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括第二区域的一个或多个,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0118] 本发明的第五十方面为通过在衬底上生长层制造装置的方法,该层形成装置结构,在该衬底中多个结晶性质比第一区域差的并且直线延伸的第二区域在由晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,该方法包括:

[0119] 在衬底上定义装置区域使得第二区域的间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括第二区域的一个或多个,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0120] 本发明的第五十一方面为通过在衬底上生长层制造装置,该层形成装置结构,在该衬底中多个结晶性质比第一区域差的并且直线延伸的第二区域在由晶体制成的第一区域中相互平行地规则排列,其中第二区域的间隔为 $50\ \mu\text{m}$ 或更大,包括第二区域的一个或多个,并且装置的有源区不包括第二区域。

[0121] 就这些特征符合本发明的第二十二到二十七方面的本质而言,结合本发明的第一到第二十一方面所提出的特征和条件也适用于本发明的第二十二到第二十七方面。

[0122] 在本发明的第二十八到第三十三方面以及第四十到第四十五方面中,所述在第一方向中的第二区域的间隔(第一间隔)或者直线延伸的第二区域的间隔与结合本发明第一方面所述的第二区域的间隔或者第二区域排列的间隔相等。在本发明的第三十四到三十九方面中,在第一方向的第二区域的间隔(第一间隔)或直线延伸的第二区域的间隔除了其的较低的极限是 $50\ \mu\text{m}$ 之外等于结合本发明的第一方面所述的第二区域的间隔或者第二区域的排列间隔。在本发明的第二十八到第三十九方面中,在第二方向第二区域之间的间隔可以在比第一距离小的范围内基本自由的决定。虽然依赖于每个第二区域的尺寸,该间隔通常从 $10\ \mu\text{m}$ 到 $1000\ \mu\text{m}$ 并且典型地从 $20\ \mu\text{m}$ 到 $200\ \mu\text{m}$ 。在本发明的第二十八到第三十三以及第四十到第四十五方面中,第二区域第二方向的行数量或者直线延伸的第二区域的数量最大限制为七。这是因为依赖于在第二方向第二区域的行之间的间隔或在直线延伸的第二区域之间的间隔装置区域依照装置的芯片尺寸可以能够包括大约七个第二区域。在第二方向第二区域行的数量或者直线延伸的第二区域的数量在通常使用小芯片尺寸的半导体发光装置中典型地为三或更小。

[0123] 就这些特征符合本发明的第二十二到五十一方面的本质而言,结合本发明的第一到第二十一方面所提出的特征和条件也适用于本发明的第二十二到第五十一方面。

[0124] 依照具有上述总结的特征的本发明,装置区域定义在氮化物 III-V 化合物半导体衬底、其它半导体衬底或任何类型的衬底上使得装置的活性层大体上不包括比第一区域平均位错密度高的、平均缺陷密度高的或者结晶性质差的第二区域。因此,即便当例如位错的一些缺陷传递到沉积用来形成发光结构或其它装置结构的氮化物 III-V 化合物半导体层

上、其它半导体层上或者其它各种类型的材料的层上时,确保通过分割衬底得到的芯片大体上不包括位错或其它缺陷。

附图说明

[0125] 图 1A 和 1B 为用于解释本发明的实施例的本质透视图和剖视图;

[0126] 图 2 为用于解释本发明的实施例的本质的平面图;

[0127] 图 3 为用于解释本发明的实施例的本质的平面图;

[0128] 图 4 为解释本发明的实施例的本质的平面图;

[0129] 图 5 为解释本发明的实施例的本质的平面图;

[0130] 图 6 为解释制造依照本发明的第一实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图;

[0131] 图 7 为显示在本发明的第一实施例中使用的 GaN 衬底的高缺陷区域附近的位错密度的典型分布的示意图;

[0132] 图 8 为用于解释制造依照本发明的第一实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图;

[0133] 图 9 为用于解释制造依照本发明的第一实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的剖视图;

[0134] 图 10 为用于解释制造依照本发明的第一实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的剖视图;

[0135] 图 11 为用于解释制造依照本发明的第一实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的剖视图;

[0136] 图 12 为用于解释制造依照本发明的第二实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的剖视图;

[0137] 图 13 为显示在制造依照本发明的第二实施例 GaN 化合物半导体激光器的方法中通过分割得到的芯片的边缘的示意图;

[0138] 图 14 为用于解释制造依照本发明的第三实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图;

[0139] 图 15 为用于解释制造依照本发明的第四实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图;

[0140] 图 16 为用于解释制造依照本发明的第五实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图;

[0141] 图 17 为用于解释制造依照本发明的第六实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图;

[0142] 图 18 为用于解释制造依照本发明的第七实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图;

[0143] 图 19 为显示通过依照本发明的第七实施例的方法制造的 GaN 化合物半导体激光器的剖视图;

[0144] 图 20 为用于解释制造依照本发明的第八实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图;

[0145] 图 21 为显示通过依照本发明的第八实施例的方法制造的 GaN 化合物半导体激光器的剖视图；

[0146] 图 22 为用于解释制造依照本发明的第九实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0147] 图 23 为用于解释制造依照本发明的第十实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0148] 图 24 为用于解释制造依照本发明的第十实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0149] 图 25 为用于解释制造依照本发明的第十一实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0150] 图 26 为用于解释制造依照本发明的第十二实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0151] 图 27 为用于解释制造依照本发明的第十三实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0152] 图 28 为用于解释制造依照本发明的第十四实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0153] 图 29 为用于解释制造依照本发明的第十五实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0154] 图 30 为用于解释制造依照本发明的第十六实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0155] 图 31 为用于解释制造依照本发明的第十六实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0156] 图 32 为用于解释制造依照本发明的第十七实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0157] 图 33 为用于解释制造依照本发明的第十八实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0158] 图 34 为用于解释制造依照本发明的第十九实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；

[0159] 图 35 为用于解释制造依照本发明的第二十实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图；以及

[0160] 图 36 为用于解释制造依照本发明的第二十一实施例的 GaN 化合物半导体激光器的方法的平面图。

具体实施方式

[0161] 以下解释的为参考附图的本发明的实施例。在所有说明所述实施例的附图中，同样的或同意义的部分标识共同的附图标记。

[0162] 如图 1A 所示，以下解释的实施例显示的为使用包括确定单晶的区域 A 以及具有结晶特性与区域 A 不同的并且以岛的形式周期排列在区域 A 中的区域 B 的情况，以及在衬底上形成半导体装置的衬底的情况。该区域 B 穿透衬底。该区域在结晶质量方面比所述区域

差,并且包含更大晶体缺陷。图 1B 显示沿着使区域 B 相互呈现最近的直线得到的剖视图。虽然每个区域 B 通常具有任意的多棱锥形状,为简单起见,图 1 显示的为圆柱体形式的它们(在下文中相同)。当制造半导体激光器时,组成装置结构的半导体层从而通过金属有机物化学汽相沉积(MOCVD)、氢汽相外延生长、卤化物汽相外延生长(HVPE)或类似方法在衬底上生长。于是,通过进一步必要的形成电极的步骤等,并且其后利用解理分割它们,分割该衬底和在其上的半导体层成为芯片,例如,得到预期的半导体装置。

[0163] 在该制造工艺中,基片衬底的晶体缺陷传递到在其上生长的半导体层上。因此,堆积在包含区域 B 的装置区域上的半导体层将被该缺陷影响,并且性质差。例如,在为发光二极管或半导体激光器的情况下,如果那些缺陷在其的发射区域存在,于是将破坏其的发射性质和可靠性。因此,为了防止对发射区域,更广泛地有源区的从区域 B 的不利影响,使用以下技术。

[0164] (1) 当设计装置时,其尺寸参考区域 B 排列的周期决定。

[0165] 例如,当区域 B 以六角点阵方式如图 2 所示等间距的周期排列并且最近的两个区域 B 的中心距离为 $400\text{ }\mu\text{m}$ 时,每个装置区域定义为 $400\times 346\text{ }\mu\text{m}$ 矩形形状。值 $346\text{ }\mu\text{m}$ 等于 $400\text{ }\mu\text{m}\times (3^{1/2}/2)$ 。

[0166] (2) 决定每个装置区域的位置确保该装置区域大体上不位于任何区域 B 之上,即,确保装置区域大体上不包括区域 B。

[0167] 每个装置区域,其为矩形并且尺寸为 $400\times 346\text{ }\mu\text{m}$,例如,通过沿着在图 3 中的虚线分割衬底分开成为芯片。因此,该区域 B 允许存在于每个半导体装置的端面或角上。

[0168] (3) 当设计装置时,在装置内的有源区的位置决定为不位于任何区域 B 之上。

[0169] 当装置为半导体激光器时,其的发射区域在大多数情况下为条形。在该情况下,半导体激光器的结构设计成确保该条不位于任何区域 B 之上。图 4 显示条的这样布置的例子。

[0170] 通过遵循如在(1)到(3)中的该技术和程序,每个装置区域可以定义在有意地避免具有更多缺陷的区域 B 的不利影响的位置。

[0171] 特别地当该装置为半导体激光器时,额外注意当设计装置区域和装置结构时确保其发射区域的腔边缘不位于任何区域 B 上。

[0172] 在半导体激光器的情况下,芯片的端面用作其的腔表面。因此,如果如图 5 所示用作腔的镜面的部分与具有许多晶体缺陷的区域 B 交叠,那么将丢失激光特性。因此,当设计成确保腔的镜面部分不与区域 B 交叠时,在衬底上的发射区域的位置以及装置区域的位置被决定。

[0173] 在以上的项目(1)中,尺寸为 $400\times 346\text{ }\mu\text{m}$ 矩形形状为一个例子,可以选择任何其它的尺寸和形状来满足如在项目(2)和(3)中的条件。

[0174] 以下将解释本发明的第一实施例。在第一实施例中,GaN 化合物半导体激光器通过在 GaN 衬底上生长 GaN 化合物半导体层形成,其中由具有高平均位错密度的晶体组成的区域 B 规则地排列在由具有低平均位错密度晶体的区域 A 中。

[0175] 图 6 为显示在第一实施例中使用的 GaN 衬底的平面图。GaN 衬底 1 的透视图和剖视图如图 1A 和 1B 所显示。该 GaN 衬底 1 为具有(0001)面(C-面)取向的 n 型衬底。但是,该 GaN 衬底 1 可以为 R-面、A-面或 M-面取向。在 GaN 衬底 1 中,由具有高平均位错密度的晶体组成的区域 B 以六角点阵形式周期排列在具有低位错密度的区域 A 中。在该情况

下,连接最近两个区域 B 的直线与 GaN 的 $\langle 1-100 \rangle$ 取向或其的等价一致。作为选择,连接最近两个区域 B 的直线可以与 GaN 的 $\langle 11-20 \rangle$ 取向或其的等价一致。区域 B 穿透 GaN 衬底 1。GaN 衬底 1 的厚度例如为 $200 \sim 600 \mu\text{m}$ 。在图 6 中的虚线仅仅显示用于延伸区域 B 之间的相对位置关系,它们不是真实(有实际意义)的线(在下文中相同)。

[0176] 例如,区域 B 的排列的周期(最近的两个区域 B 的中心之间的距离)为 $400 \mu\text{m}$,并且每个区域 B 的直径为 $20 \mu\text{m}$ 。区域 A 的平均位错密度为 $2 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$,而区域 B 的平均位错密度为 $1 \times 10^8 \text{cm}^{-2}$ 。图 7 显示在它们中心径向方向上区域 B 的位错密度的分布的例子。

[0177] 该 GaN 衬底 1 例如可以通过使用晶体生长技术以下方式制造。

[0178] 用于制造 GaN 衬底 1 的晶体生长的基本机理为使其生长为具有倾斜的由小平面组成的表面并且在保持该小平面的倾斜表面时继续生长从而位错传递并且集中到预定区域。具有小平面的生长的区域因为位错的移动变为低密度缺陷区域。在小平面的倾斜区域的较低部分中,生长持续到包括具有清楚边界的高密度缺陷区域。位错集中到具有高密度区域的区域边界或它们之中,并且在那儿消失或堆积。

[0179] 依赖于高密度缺陷区域的形状,小平面呈现不同形状。在缺陷区域为圆点形状的情况下,小平面围绕作为底端的该圆点,并且形成由小平面组成的凹陷。在缺陷区域为条形的情况下,小平面的倾斜表面形成在作为谷底的条的相对的两侧上就像位置向下的三棱镜的两个平面。

[0180] 此后,生长层的顶部表面通过切割和抛光用以使其平坦。因此,该 GaN 衬底 1 准备好作为衬底使用。

[0181] 该高密度缺陷区域可以具有一些不同状态。例如,它们可以为多晶。在一种情况下,它们可以为单晶体,但是其对于围绕其的低密度区域为轻微倾斜的。在另一种情况下,它们的 C 轴对于围绕其的低密度缺陷区域可以为颠倒的。以该方式,高密度缺陷区域具有清楚的边界并且从它们周围区别开。

[0182] 通过保持高密度缺陷区域的生长,可以生长衬底而不在高密度缺陷区域周围掩埋小平面从而保持该些小平面。

[0183] 高密度缺陷区域可以通过在高密度缺陷区域应该形成的位置预先形成种子来产生,该高密度缺陷区域利用在基片衬底上 GaN 的晶体生长形成。形成非晶的或多晶的层作为这些种子。因此,通过在其上生长 GaN,高密度缺陷区域可以正好在种子的区域中形成。

[0184] 以下解释该 GaN 衬底的具体制造方法。首先,制备基片衬底。该基片衬底可以从各种衬底中选择。可以为典型的蓝宝石衬底。但是,为了在以后步骤中的去除,优选使用容易去除的 GaAs 衬底。于是在基片衬底上种上例如 SiO_2 薄膜的种子。该种子例如可以为圆点形状或者条形形状。预定数量的种子可以规则排列形成。更特别地,在该情况下,该种子以对应于如图 6 中所示的排列的排列方式形成。此后, GaN 例如通过氢化物汽相外延生长(HVPE)长厚。结果,对应于种子的图案的小平面在通过生长得到的厚 GaN 层的表面上出现。当该种子具有圆点的图案时,由小平面制造的凹陷规则地形成。当种子呈现条形的图案,像棱镜的小平面出现。

[0185] 此后,去除该基片衬底,并且利用切割和抛光使厚 GaN 层的顶部表面变平。结果,得到 GaN 衬底 1。GaN 衬底 1 的厚度可以如预定的来决定。

[0186] 如以上解释的该 GaN 衬底 1 具有 C 平面作为其的主要表面,并且包括其中的圆点

形状（或条形形状）的预定尺寸的、规则排列的高密度缺陷区域，也即区域 B。除了区域 B 之外的剩余区域的单晶区域，也即区域 A，具有比区域 B 低的位错密度。

[0187] 在第一实施例中，举例说明几何形状的（单个部分由粗实线限定）装置区域 2 在图 7 所示的位置定义在图 1 所示的衬底 1 上。于是，组成激光结构的 GaN 化合物半导体层在 GaN 衬底 1 上生长，并且通过形成激光条形的步骤以及其它必要的步骤，形成激光结构。此后，具有激光结构在其上的 GaN 衬底 1 通过沿着单个装置区域 2 的边界线分割该衬底，分成分离的 GaN 化合物半导体激光器芯片。

[0188] 在图 8 中，黑的矩形对应于单个 GaN 化合物半导体激光器，并且通过其的中心部分的直线显示对应于发射区域的位置的激光条 3。被实线和虚线限定的矩形以及从那里延长的虚线对应于激光条 4，并且激光条 4 的较长的一侧对应于腔边缘。

[0189] 在图 8 的例子中，GaN 化合物半导体激光器尺寸为例如 $600 \times 346 \mu\text{m}$ 。衬底通过沿着在水平方向连接区域 B 的直线（激光器的长度方向）以及在垂直方向不通过区域 B 的直线（平行于激光器较短的一侧）分割衬底，分成分离的该尺寸的 GaN 化合物半导体激光器。

[0190] 在该情况下，区域 B 可以仅位于每个 GaN 化合物半导体激光器的较长一侧的侧面表面上。因此，通过设计该装置使得它们的激光条 3 每个在较短侧面的中点的直线附近延伸，防止区域 B 对发射区域的影响。

[0191] 腔镜面形成在通过沿着在图 8 中的垂直的直线利用解理或类似方法分割的衬底的边缘。由于这些直线不通过任何区域 B，腔镜面不被在区域 B 中的位错的影响。因此，可以得到发射性质优秀的并且可靠性增加的 GaN 化合物半导体激光器。

[0192] 以下解释典型的 GaN 化合物半导体激光器的具体结构以及其的制造工艺的一个例子。这里假设该 GaN 化合物半导体激光器具有脊结构以及 SCH 结构（分离封闭异质结构（separate confinement heterostructure））

[0193] 如图 9 所示，G 例如 aN 衬底 1 的顶部表面通过热清洗清洗。此后，n 型 GaN 缓冲层 5、n 型 AlGaIn 覆盖（clad）层 6、n 型 GaN 光学波导层 7、具有不掺杂的 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ 多量子阱结构的活性层 8、不掺杂的 InGaIn 退化防止层 9、p 型 AlGaIn 盖帽层（cap layer）10、p 型 GaN 光学波导层 11、p 型 AlGaIn 覆盖层 2 以及 p 型 GaN 接触层 13 在 GaN 衬底 1 上利用 MOCVD 外延生长。

[0194] 该 n 型 GaN 缓冲层 5 例如为 $0.05 \mu\text{m}$ 厚，并且例如掺入 Si 作为 n 掺杂。该 n 型 AlGaIn 覆盖层 6 为 $1.0 \mu\text{m}$ 厚，并且例如掺入 Si 作为 n 掺杂。其的 Al 成分可以为例如 0.08。该 n 型光学波导层 7 为例如 $0.1 \mu\text{m}$ 厚，并且例如掺入 Si 作为 n 掺杂。在具有不掺杂的多量子阱结构的 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ 的活性层 8 中，每个 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 层作为阱层为 3.5nm 厚并且 $x = 0.14$ 然而每个 $\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ 层作为势垒层为 7nm 厚并且 $y = 0.02$ 。该活性层 8 包括三个阱层。

[0195] 不掺杂的 InGaIn 退化防止层 9 具有梯度（graded）结构，其中 In 成分逐渐地、单调地从与活性层 8 接触的表面到与 p 型 AlGaIn 盖帽层 9 接触的表面减少。与活性层 8 接触的表面的 In 成分等于作为活性层 8 的势垒层的 $\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ 层的 In 成分 y。与 p 型 AlGaIn 盖帽层 10 接触的表面的 In 的成分为零。不掺杂的 InGaIn 退化防止层 9 的厚度例如可以为 20nm。

[0196] 该 p 型 AlGaIn 盖帽层 10 例如为 10nm 厚，并且例如掺入镁（Mg）作为其的 p 型掺杂。P 型 AlGaIn 盖帽层 10 的 Al 的成分例如为 0.2。p 型 AlGaIn 盖帽层 10 不单通过在 p 型 AlGaIn

盖帽层和 p 型 GaN 光学波导层生长时除去 In 具有防止活性层 8 退化的功能还具有防止载流子（电子）从活性层溢出的功能。该 p 型 GaN 光学波导层例如为 $0.1\mu\text{m}$ 厚，并且例如掺入 Mg 作为其的 p 型掺杂。该 p 型 AlGaN 盖帽层 12 例如为 $0.5\mu\text{m}$ 厚，并且例如掺入 Mg 作为其的 p 型掺杂。层 12 的 Al 成分例如可以为 0.08。该 p 型 GaN 接触层 13 例如为 $0.1\mu\text{m}$ 厚。

[0197] 对于 n 型 GaN 缓冲层 5、n 型 AlGaN 覆盖层 6、n 型 GaN 光学波导层 7、不掺杂的 InGaN 退化防止层 9、p 型 AlGaN 盖帽层 10、p 型 GaN 光学波导层 11、p 型 AlGaN 覆盖层 2 以及 p 型 GaN 接触层 13，其为不包含 In 的层，生长温度例如可以为大约 1000°C 。对于具有不掺杂的 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ 多量子阱结构的活性层 8，生长温度可以为 $700\sim 800^{\circ}\text{C}$ 。例如，可以为 730°C 。对于不掺杂 InGaN 退化防止层 9，生长温度在其开始生长时例如调整为 730°C ，等于活性层 8 生长温度，并且此后例如线性地增加在其生长结束时达到等于 p 型 AlGaN 盖帽层 10 生长温度的 835°C 。

[0198] 用于这些 GaN 化合物半导体层的源材料例如可以为作为 Ga 的材料三甲基镓 $((\text{CH}_3)_3\text{Ga}, \text{TMG})$ ，作为 Al 的材料三甲基铝 $((\text{CH}_3)_3\text{Al}, \text{TMA})$ ，作为 In 的材料三甲基铟 $((\text{CH}_3)_3\text{In}, \text{TMI})$ 以及作为 N 的材料 NH_3 。载体气体例如可以为 H_2 。掺杂物例如作为 n 型掺杂物可以为甲硅烷 (SiH_4) ，作为 p 型掺杂物可以为 bis = methylcyclopentadienyl magnesium $((\text{CH}_3\text{C}_5\text{H}_4)_2\text{Mg})$ 或者 bis = cyclopentadienyl magnesium $((\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Mg})$ 。

[0199] 在下一步中，如以上所解释的具有这些 GaN 化合物半导体层生长其上的 c 平面蓝宝石衬底从 MOCVD 设备中去除。于是，在 SiO_2 薄膜（未示出），例如为 $0.1\mu\text{m}$ 厚，在 p 型 GaN 接触层 13 的整个表面上利用例如 CVD，真空蒸发或溅射形成，对应于脊部分形状的预定外形的抗蚀图案（未示出）在 SiO_2 薄膜上利用光刻形成。接着使用这些抗蚀图案作为掩模，通过使用基于氢氟酸的蚀刻液体湿法蚀刻或者通过使用例如 CF_4 或 CHF_3 的包含氟的蚀刻气体的 RIE 选择性地蚀刻 SiO_2 薄膜成对应于脊部分的图案。

[0200] 接着使用 SiO_2 薄膜作为掩模，在下面的层例如利用 RIE 蚀刻，向下到 p 型 AlGaN 覆盖层 12 的预定深度用以得到在 $\langle 1-100 \rangle$ 方向延伸的如图 10 所示的脊 14。脊 14 例如为 $3\mu\text{m}$ 宽。在该 RIE 中，例如使用基于氯的作为蚀刻气体。

[0201] 在下一步工艺中，在去除用作蚀刻掩模的 SiO_2 薄膜之后，例如 $0.3\mu\text{m}$ 厚的 SiO_2 薄膜的绝缘膜 15 例如利用 CVD、真空蒸发或溅射形成在衬底的整个表面上。该绝缘膜 15 用作电气绝缘以及表面保护。

[0202] 在下一步工艺中，局部覆盖除了 p 侧电极区域的绝缘膜 15 的抗蚀图案（未示出）通过光刻形成。

[0203] 此后，使用该抗蚀图案作为掩模，绝缘膜 15 蚀刻成为窗口的 15a。

[0204] 此后，在保持抗蚀图案时，例如 Pd 薄膜、Pt 薄膜以及 Au 薄膜利用例如真空镀膜相继沉积在整个衬底表面并且抗蚀图案与叠加的 Pd 薄膜、Pt 薄膜以及 Au 薄膜一起去除（剥离）。结果得到通过绝缘膜 15 的窗口 15a 与 p 型 GaN 接触层 13 接触的 p 侧电极 16。组成 p 侧电极 16 的 Pd 薄膜、Pt 薄膜以及 Au 薄膜例如分别为 10nm 、 100nm 以及 300nm 厚。此后，实施熔合使 p 侧电极 16 成为欧姆接触。

[0205] 在下一步工艺中，例如 Ti 薄膜、Pt 薄膜以及 Au 薄膜利用例如真空蒸发继续沉积在 GaN 衬底 1 的底部表面用以形成具有 Ti/Pt/Au 结构的 n 侧电极。组成 n 侧电极 17 的 Ti

薄膜、Pt 薄膜以及 Au 薄膜例如分别为 10nm、50nm 以及 100nm 厚。此后,实施熔合使 n 侧电极 17 成为欧姆接触。

[0206] 此后,已经通过上述步骤形成激光结构 GaN 衬底 1 通过沿着装置区域 2 的边界线解理分割它分成激光条用以形成相对的腔边缘。此外,在涂布这些腔边缘之后,每个条通过解理或类似方法分割它分成芯片。

[0207] 结果,如图 11 所示完成具有脊结构和 SCH 结构的延伸的 GaN 化合物半导体激光器。

[0208] 如以上所解释的,依照第一实施例,每个装置区域 2 定义在包括具有较高平均位错密度并且以六角点阵在具有较低平均位错密度的区域 A 中周期排列的区域 B 的 GaN 衬底 1 上使得每个装置区域 2 大体上不包括区域 B,并且将形成激光结构的 GaN 化合物半导体层在 GaN 衬底 1 上生长。因此,即便当一些缺陷,例如位错,从 GaN 化合物半导体层 1 的区域 B 传递,在装置区域 2 上的该 GaN 化合物半导体层可以不受这些缺陷的影响。在 GaN 化合物半导体层生长之后,以及通过进一步的形成脊、p 侧电极 16、n 侧电极 17 以及其他的步骤,已经形成激光结构的 GaN 衬底 1 通过沿着装置区域的边界线分隔其成分开的 GaN 化合物半导体激光器芯片。因此,任何 GaN 化合物半导体激光器芯片大体上不包括从 GaN 衬底 1 传递的位错。结果,实现发光性质优秀的、可靠性增加的以及寿命延长的 GaN 化合物半导体激光器。

[0209] 此外,在第一实施例中,未掺杂 InGaN 退化防止层 9 形成与活性层 8 接触,并且 p 型 AlGaIn 盖帽层 10 形成与未掺杂 InGaN 退化防止层 9 接触。因此,未掺杂 InGaN 退化防止层 9 大大地减轻从 p 型 AlGaIn 盖帽层 10 到活性层 8 施加的应力。同时,有效地防止用作 p 型层的 p 型掺杂物的 Mg 分散到活性层 7。

[0210] 以下解释本发明的第二实施例。

[0211] 如图 12 所示,在第二实施例中,矩形装置区域 2 的较短一侧和较长一侧,其形成每个装置区域 2 的边界线,不像第一实施例都为连接区域 B 的中心直线。在这里同样,激光条 3 位于连接单个装置区域 2 较短的侧面的中点的线上。以该方式,可以防止区域 B 的对于发生区域的影响。

[0212] 第二实施例与第一实施例的区别在于通过沿着装置区域 2 的边界线解理分割衬底形成腔镜面,该边界线为连接区域 B 的中心的直线。

[0213] 具有更多位错的区域 B 被认为比区域 A 更容易断裂。因此,当衬底沿着连接区域 B 的直线分割时,区域 B 起穿孔的作用,并且区域 A 也清楚地解理。在该情况下,出现在边缘的区域 B 具有许多位错,并且将总不会变平。但是,出现在区域 B 之间的区域 A 在边缘上变得平整。这样的边缘结构示意性的如图 13 所示。

[0214] 这里正是激光条 2 的端面需要被平整。因此,如图 12 所示,对于每个装置区域定义在相对区域 B 的位置,出现在端面的区域 B 不会对发射性质产生不利影响。

[0215] 第二实施例的其他特性与第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0216] 第二实施例确保如第一实施例的同样的优点。

[0217] 接着解释本方面的第三实施例。

[0218] 在第三实施例中,如图 14 所示,由具有较高平均位错密度的晶体制成的区域 B 以矩形点阵的形式周期排列在在 GaN 衬底 1 上的具有较低平均位错密度的区域 A 中。具有区

域 B 在其的四个角落的单个矩形定义为单个装置区域 2。在该情况下,每个在矩形的纵向方向连接最近的两个相邻的区域 B 的直线与 GaN 的 $\langle 1-100 \rangle$ 方向一致,每个在矩形的较短一侧的连接最近的两个相邻的区域 B 的直线与 GaN 的 $\langle 11-20 \rangle$ 方向一致。

[0219] 区域 B 在矩形点阵的纵向方向的间隔例如为 $600\ \mu\text{m}$,区域 B 在平行于矩形点阵的较短一侧的方向上的间隔例如为 $400\ \mu\text{m}$ 。在该情况下,每个装置区域 2 的尺寸为 $600 \times 400\ \mu\text{m}$ 。

[0220] 每个装置区域的激光条 3 位于连接对着的较短侧面的中点的直线上。

[0221] 第三实施例的其他特性与第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0222] 第三实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0223] 接着解释本发明的第四实施例。

[0224] 在第四实施例中,如图 15 所示,区域 B 与第一实施例相似以六角点阵的形式在 GaN 衬底 1 的区域 A 中周期排列。但是,第四实施例与第一实施例的区别在于包括具有在区域 A 的平均位错密度和区域 B 的平均位错密度之间的中间的平均位错密度的并且插入区域 A 和当区域 B 之间的区域 C。更特别地,区域 A 的平均位错密度为 $2 \times 10^6\text{cm}^{-2}$ 或更大,区域 B 的平均位错密度为 $1 \times 10^8\text{cm}^{-2}$ 或更大,而区域 C 的平均位错密度为比 $1 \times 10^8\text{cm}^{-2}$ 小并且比 $2 \times 10^6\text{cm}^{-2}$ 大。区域 B 的间隔(最近的两个相邻的区域 B 的中心的距离)例如为 $300\ \mu\text{m}$,每个区域 B 的直径为 $20\ \mu\text{m}$ 。每个区域 C 的直径例如为 $120\ \mu\text{m}$ 。

[0225] 在该情况下,不像第一实施例,每个矩形装置区域 2 的较长侧面和较短侧面,其定义其的边界线,都为连接区域 B 的中心的直线。每个装置区域都为每个矩形装置区域 2 的尺寸 $600 \times 260\ \mu\text{m}$ 。在这里同样,激光条 3 位于连接单个装置区域 2 的较短侧面的中点的线上。但是在该实施例中,激光条 3 不与区域 B 和区域 C 重叠。以该方式,可以防止区域 B 和 C 对发射区域的影响。

[0226] 第四实施例的其他特性与第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0227] 第四实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0228] 接着解释本发明的第五实施例。

[0229] 在第五实施例中,如图 16 所示,区域 B 以六角点阵的形式在 GaN 衬底 1 的区域 A 中与第一实施例相似周期排列。但是,第五实施例与第一实施例的区别在于包括具有在区域 A 的平均位错密度和区域 B 的平均位错密度之间的中间的平均位错密度的并且插入区域 A 和当区域 B 之间的区域 C。更特别地,区域 A 的平均位错密度为 $2 \times 10^6\text{cm}^{-2}$ 或更大,区域 B 的平均位错密度为 $1 \times 10^8\text{cm}^{-2}$ 或更大,而区域 C 的平均位错密度为比 $1 \times 10^8\text{cm}^{-2}$ 小并且比 $2 \times 10^6\text{cm}^{-2}$ 大。区域 B 的间隔(最近的两个相邻的区域 B 的中心的距离)例如为 $400\ \mu\text{m}$,每个区域 B 的直径为 $20\ \mu\text{m}$ 。每个区域 C 的直径例如为 $120\ \mu\text{m}$ 。

[0230] 在该情况下,不像第一实施例,作为第一个例子的装置区域 2 定义为使得对应于矩形装置区域 2 的较短侧面的边界线为连接区域 B 的中心的直线而对应于矩形装置区域 2 的较长侧面的边界线为距离连接最近的相邻的两个区域 B 的直线 $23\ \mu\text{m}$ 的直线。在该例子中,装置区域 2 例如为 $400 \times 300\ \mu\text{m}$ 。在此同样,激光条 3 位于连接单个装置区域 2 的较短侧面的中点的线上。但是在该实施例中,激光条 3 不与区域 B 和区域 C 重叠。以该方式,可以防止区域 B 和 C 对发射区域的影响。

[0231] 另一方面,作为第二个例子的装置区域 2 定义为使得对应于矩形装置区域 2 的较

长一侧的边界线距离连接最近的两个相邻的区域 B 的在 $\langle 1-100 \rangle$ 方向上的直线 $23\ \mu\text{m}$, 并且对应于矩形的较短侧面的边界线距离连接最近的两个相邻的区域 B 在 $\langle 11-20 \rangle$ 方向上的直线 $100\ \mu\text{m}$ 。在此同样, 装置区域 2 例如为 $400 \times 300\ \mu\text{m}$, 并且激光条 3 位于连接单个装置区域 2 的较短侧面的中点的线上。但是在该实施例中, 激光条 3 不与区域 B 和区域 C 重叠。以该方式, 可以防止区域 B 和 C 对发射区域的影响。

[0232] 第五实施例的其他特性与第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0233] 第五实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0234] 接着解释本发明的第六实施例。

[0235] 在第六实施例中, 如图 17 所示, 区域 B 以六角点阵的形式在 GaN 衬底 1 的区域 A 中与第一实施例相似周期排列。但是, 第六实施例与第一实施例的区别在于最近的相邻的区域 B 的中心之间在 $\langle 1-100 \rangle$ 方向的跨度为每个矩形装置区域 2 的较短侧面的长度的两倍, 也即, 例如 $700\ \mu\text{m}$ 。定义每个装置区域 2 的较短侧面的边界线位于每个在 $\langle 11-20 \rangle$ 方向连接最近的相邻的区域 B 的直线上然而定义较长侧面的边界线位于每个在 $\langle 1-100 \rangle$ 方向连接最近的相邻的区域 B 的直线上。在该情况下, 每个装置区域 2 的尺寸例如为 $606 \times 350\ \mu\text{m}$ 。激光条 3 位于连接单个装置区域 2 的较短侧面的中点的线上, 不与任何区域 B 交叠。以该方式, 可以防止区域 B 对发射区域的影响。

[0236] 第六实施例的其他特性与第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0237] 第六实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0238] 接着解释本发明的第七实施例。

[0239] 在第七实施例中, 如图 18 所示, 两个激光条 3 相互平行形成在每个装置区域 2 中。图 19 显示通过沿着装置区域 2 的边界线分割得到的 GaN 化合物半导体激光器芯片。

[0240] 第七实施例的其他特性与第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0241] 第七实施例同样确保在多束 GaN 化合物半导体激光器中如第一实施例的同样的优点。

[0242] 接着解释本发明的第八实施例。

[0243] 在第八实施例中, 如图 20 所示, 激光条 3 在每个装置区域中与第一实施例相似地形成。但是在该实施例中, 激光条 3 比第一实施例的宽得多。更特别地, 当每个矩形装置区域 2 的较短的侧面的长度为 a 并且每个区域 B 的直径为 d 时, 每个激光条 3 的最大宽度为 $a-d$ 。但是, 激光条 3 最好离开区域 B 至少 $1\ \mu\text{m}$ 。总计, 激光条 3 的实际最大宽度为 $a-d-2\ \mu\text{m}$ 。例如, 当 $a = 346\ \mu\text{m}$ 并且 $d = 20\ \mu\text{m}$, 激光条 3 的宽度的上限为 $346-20-2 = 324\ \mu\text{m}$ 。在优选例子中, 激光条 3 可以为 $200\ \mu\text{m}$ 宽。图 21 显示在那个例子中通过沿着装置区域 2 的边界线分割得到的 GaN 化合物半导体激光器芯片。

[0244] 第八实施例的其他特性与第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0245] 第八实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0246] 接着解释本发明的第九实施例。

[0247] 图 22 为显示在第九实施例中使用的 GaN 衬底的平面图。

[0248] 在第九实施例中, 如图 22 所示, 装置区域定义为在激光条 3 中不包括区域 B。该激光条 3 离开区域 B 至少 $50\ \mu\text{m}$ 。在该情况下, 这里举例说明的装置 2 导致重叠两个区域 B。

[0249] 第九实施例的其他特性与第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0250] 第九实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0251] 接着解释本发明的第十实施例。

[0252] 图 23 为显示在第十实施例中使用的 GaN 衬底的平面图。该 GaN 衬底 1 为具有 C 面取向的 n 型衬底。但是,作为选择该 GaN 衬底可以具有 R 平面、A 平面或者 M 平面取向。在该 GaN 衬底 1 中,由具有较高平均位错密度的晶体组成的区域 B 在 $\langle 11-20 \rangle$ 方向以例如 $400\ \mu\text{m}$ 的周期间隔以及在正交于 $\langle 11-20 \rangle$ 的 $\langle 1-100 \rangle$ 方向以例如 $20 \sim 100\ \mu\text{m}$ 的周期间隔排列在由具有较低平均位错密度的晶体组成的区域 A 中。对 $\langle 11-20 \rangle$ 和 $\langle 1-100 \rangle$ 方向,可以反之亦然。

[0253] 在第十实施例中,装置区域 2 定义为使得平行激光条 3 的一对端面分别位于在 $\langle 1-100 \rangle$ 方向的区域 B 的相邻的行,并且激光条 3 位于区域 B 的那些行之间的区域的中心的附近。以该方式,任何装置区域 2 大体上不包括区域 B 任何行。

[0254] 第十实施例的其他特性与第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0255] 第十实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0256] 接着解释本发明的第十一实施例。

[0257] 如图 25 所示,第十一实施例使用与在第十实施例中相似的 GaN 衬底 1。但是,区别于第十实施例的在于平行于每个激光条的端面位于区域 B 在 $\langle 1-100 \rangle$ 方向的行但相对的末端的表面沿着离开区域 B 的下一行的线延伸。在此同样,任何装置区域 2 大体上不包括区域 B 的任何行。

[0258] 第十一实施例的其他特性与第十以及第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0259] 第十一实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0260] 接着解释本发明的第十二实施例。

[0261] 如图 26 所示,第十二实施例使用与在第十实施例中相似的 GaN 衬底 1。但是,区别于第十实施例的在于装置区域 2 定义为使得平行于激光条 3 的相对的端面都位于区域 B 在 $\langle 1-100 \rangle$ 方向的相邻的行之间并且激光条 3 位于在区域 B 的该些行之间的区域的中间附近。在此同样,任何装置区域 2 大体上不包括区域 B 任何行。

[0262] 第十二实施例的其他特性与第十以及第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0263] 第十二实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0264] 接着解释本发明的第十三实施例。

[0265] 如图 27 所示,第十三实施例使用与在第十实施例中相似的 GaN 衬底 1。但是,区别于第十实施例的在于平行于激光条的一对端面之一位于区域 B 在 $\langle 1-100 \rangle$ 方向的行而另一端面位于区域 B 的下一个两行之间,并且激光条 3 沿着离开区域 B 的最近的行 $50\ \mu\text{m}$ 或更多的线延伸。以该方式,每个装置区域 2 包括区域 B 的一行。

[0266] 第十三实施例的其他特性与第十以及第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0267] 第十三实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0268] 接着解释本发明的第十四实施例。

[0269] 如图 28 所示,第十四实施例使用与在第十实施例中相似的 GaN 衬底 1。但是,区别于第十实施例的在于平行于激光条的端面之一沿着离开区域 B 在 $\langle 1-100 \rangle$ 方向的行的线延伸而另一端面在区域 B 的下一个两行之间延伸,并且激光条 3 沿着离开区域 B 的最近的行 $50\ \mu\text{m}$ 或更多的线延伸。以该方式,每个装置区域 2 包括区域 B 的一行。

[0270] 第十四实施例的其他特性与第十以及第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0271] 第十四实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0272] 接着解释本发明的第十五实施例。

[0273] 图 29 为显示在第十五实施例中使用的 GaN 衬底 1 的平面图。

[0274] 在第十五实施例中,如图 29 所示,每个激光条 3 在区域 B 的相邻行之间的区域的中心附近延伸,并且平行于激光条 3 的一对端面在区域 B 的前面的行之间以及外观上与它们相邻的区域 B 的行之间的区域的中心附近延伸。

[0275] 第十五实施例的其他特性与第十以及第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0276] 第十五实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0277] 接着解释本发明的第十六实施例。

[0278] 图 30 为显示在第十六实施例中使用的 GaN 衬底 1 的平面图。该 GaN 衬底 1 为 n 型衬底并且具有 C 平面取向。但是 GaN 衬底 1 可以为 R 平面、A 平面或者 M 平面区域。在 GaN 衬底 1 中,由具有高平均位错密度的晶体组成的并且在 $\langle 1-100 \rangle$ 方向直线延伸的区域 B 在正交 $\langle 1-100 \rangle$ 方向的 $\langle 11-20 \rangle$ 方向例如以 $400 \mu\text{m}$ 的间隔周期排列。但是 $\langle 11-20 \rangle$ 与 $\langle 1-100 \rangle$ 方向,可以反之亦然。

[0279] 在第十六实施例中,如图 31 所示,装置区域 3 定义为使得平行于每个激光条 3 的一对端面位于区域 B 上并且激光条 3 位于在区域 B 之间的区域附近。在该情况下,任何装置区域 2 大体上不包括区域 B。

[0280] 第十六实施例的其他特性与第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0281] 第十六实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0282] 接着解释本发明的第十七实施例。

[0283] 如图 32 所示,第十七实施例使用与在第十六实施例中相似的 GaN 衬底 1。但是,区别于第十六实施例的在于平行于每个激光条 3 的端面之一位于区域 B 之一上而另一端面沿着离开任何直线的区域 B 的线延伸。在此同样,任何装置区域 2 大体上不包括区域 B。

[0284] 第十七实施例的其他特性与第十六以及第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0285] 第十七实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0286] 接着解释本发明的第十八实施例。

[0287] 如图 33 所示,第十八实施例使用与在第十六实施例中相似的 GaN 衬底 1。但是,区别于第十六实施例的在于装置区域 2 定义为使得平行于每个激光条 3 的相对的端面都在相邻的区域 B 之间的区域延伸并且激光条 3 在区域 B 之间的区域的中心附近延伸。在此同样,任何装置区域 2 大体上不包括区域 B。

[0288] 第十八实施例的其他特性与第十六以及第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0289] 第十八实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0290] 接着解释本发明的第十九实施例。

[0291] 如图 34 所示,第十九实施例使用与在第十六实施例中相似的 GaN 衬底 1。但是,区别于第十六实施例的在于平行于每个激光条 3 的端面之一位于区域 B 之一上而相对的端面在下一个两个区域 B 之间的区域中延伸并且激光条 3 沿着离开最近的区域 B 之一至少 $50 \mu\text{m}$ 的线延伸。在该情况下,每个装置区域 2 包括一区域 B。

[0292] 第十九实施例的其他特性与第十六以及第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0293] 第十九实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0294] 接着解释本发明的第二十实施例。

[0295] 如图 35 所示,第二十实施例使用与在第十六实施例中相似的 GaN 衬底 1。但是,区别于第十六实施例的在于平行于每个激光条 3 的端面之一沿着离开最近的区域 B 之一的线延伸而相对的端面在下一个两个区域 B 之间的区域中延伸并且激光条 3 沿着离开最近的区域 B 之一至少 $50\text{ }\mu\text{m}$ 的线延伸。在该情况下,每个装置区域 2 包括一区域 B。

[0296] 第二十实施例的其他特性与第十六以及第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0297] 第二十实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0298] 接着解释本发明的第二十一实施例。

[0299] 图 36 为在第二十一实施例中使用的 GaN 衬底 1 的平面图。该 GaN 衬底 1 除了例如区域 B 在 GaN 的 $\langle 11\text{-}20 \rangle$ 方向以 $200\text{ }\mu\text{m}$ 的间隔周期地排列以为与在第十六实施例中使用的 GaN 衬底相同。在该情况下,每个装置区域 2 包括两个直线区域 B。

[0300] 在第二十一实施例中,如图 36 所示,每个激光条 3 位于在相邻的区域 B 之间的区域的中心的附近,并且平行于激光条 3 的一对端面分别在这些区域 B 之间以及它们在外观上相邻的区域 B 之间的区域延伸。

[0301] 第二十一实施例的其他特性与第十六以及第一实施例相同。因此省略其他解释。

[0302] 第二十一实施例同样确保如第一实施例的同样的优点。

[0303] 到此为止,已经明确地解释了典型的实施例。但是本发明不限于这些实施例,还预期着基于本发明的技术观念的各种改变和修改。

[0304] 已经结合以上解释的实施例提及的例如,数字的值、结构、衬底、源材料、工艺或类似的仅仅为例子,在需要的地方可以选择任何其它适当的数字值、结构、衬底、源材料、工艺或者类似的。

[0305] 例如,这些实施例已经解释首先沉积作为在衬底上的激光结构的成分 n 型层以及之后沉积 p 型层。但是,沉积层的顺序可以颠倒为首先在衬底上沉积 p 型层然后在其上沉积 n 型层。

[0306] 此外,这些实施例已经解释作为应用到 SCH 结构的 GaN 化合物半导体激光器制造。但是,本发明当然例如能够应用到 DH(双异质结构)结构的 GaN 化合物半导体激光器以及应用到 GaN 化合物发光二极管的制造。此外,本发明可以应用到使用氮化物 III-V 化合物半导体的电子传输装置,例如 GaN 化合物 FETs 以及 GaN 异质结双极晶体管 (HBTs)。

[0307] 前述的实施例使用 H_2 气体作为利用 MOCVD 生长的载体气体。但是任何其它适当的载体气体,例如 H_2 与 N_2 或 He 的混合气体、Ar 气或类似气体。

[0308] 虽然前述的实施例已经解释通过解理形成腔边缘,但是腔边缘可以通过例如 RIE 的干法蚀刻形成。

[0309] 如以上所描述,依照本发明,装置区域定义在氮化物 III-V 化合物半导体衬底上,其它半导体衬底或任何种类的衬底使得装置的有源区大体上不包括比第一区域的平均位错密度高的、平均缺陷密度高的或者结晶性质差的第二区域。因此,即便位错或其它缺陷从第二区域传递到沉积用以形成发光装置结构或其它装置结构的氮化物 III-V 化合物半导体层、其它半导体层、或者任何其它各种类型的材料的层上,仍然确保通过分割衬底得到的芯片大体上不包括位错或其它缺陷。结果,本发明可以实现发射性质优秀的、可靠性增强

的以及寿命延长的半导体发光装置,或者其它性质优秀的、可靠性增强的以及寿命延长的半导体装置,或者其它各种性质优秀的、可靠性增强的以及寿命延长的装置。

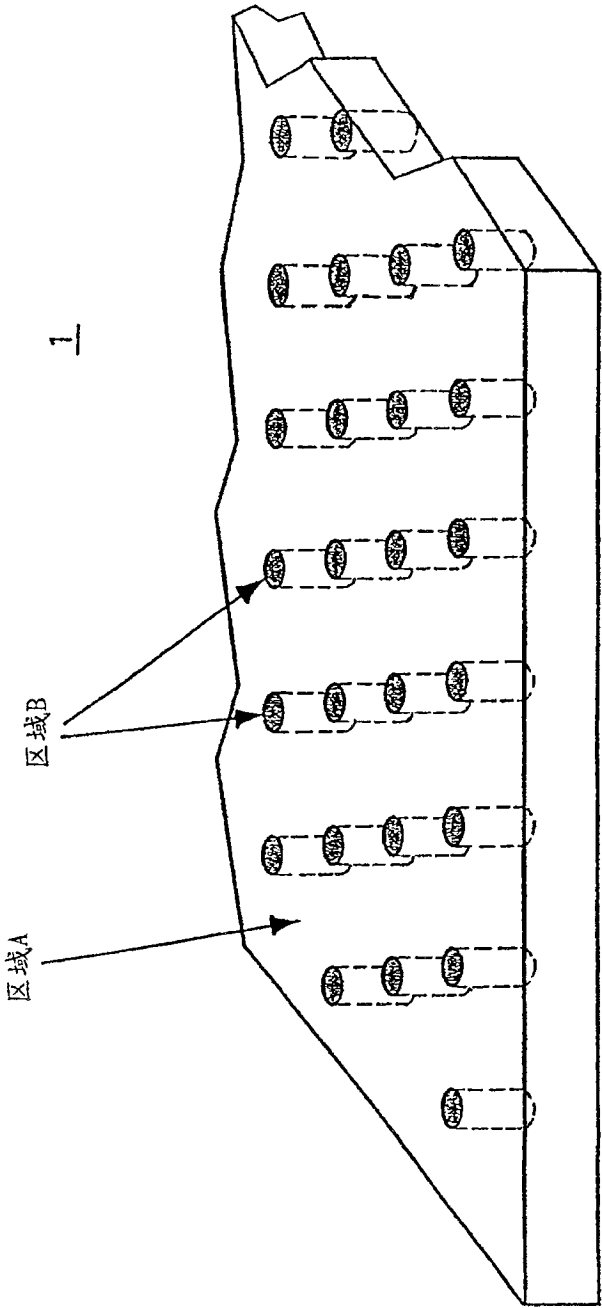


图 1A

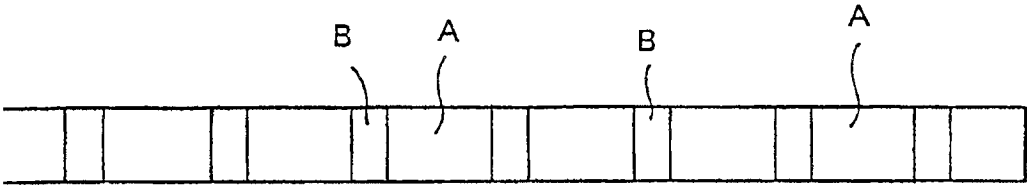


图 1B

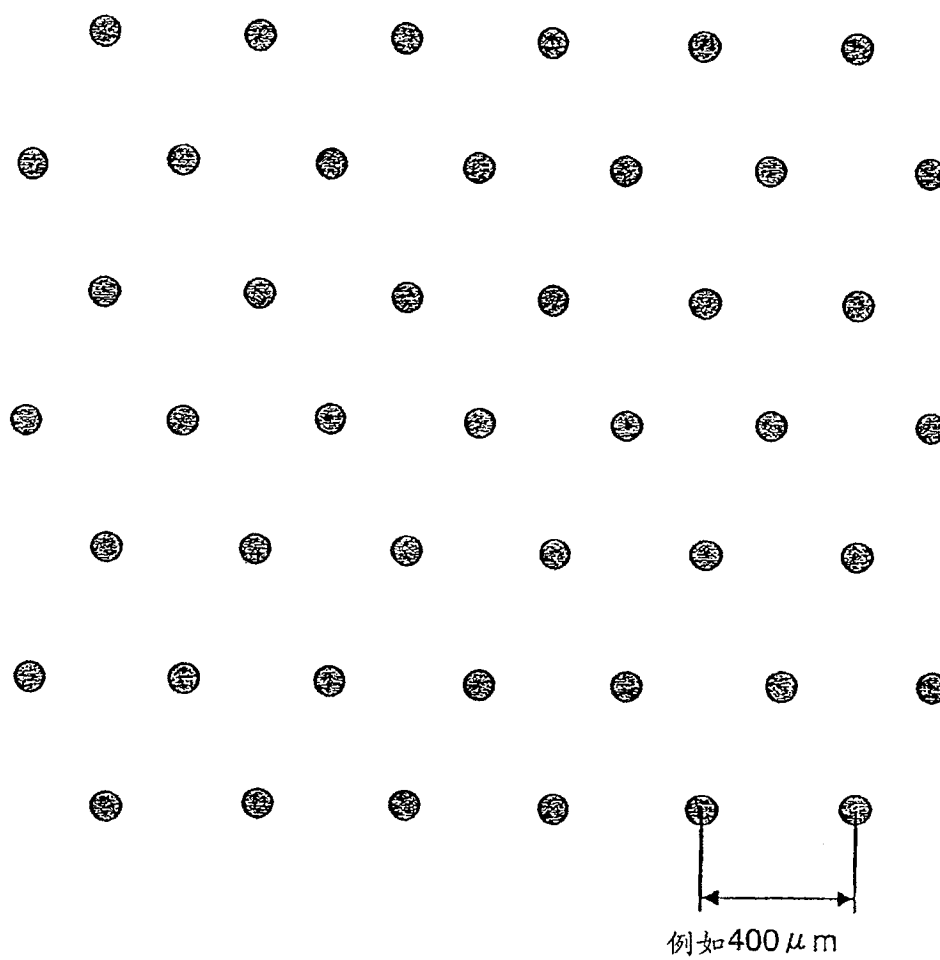


图 2

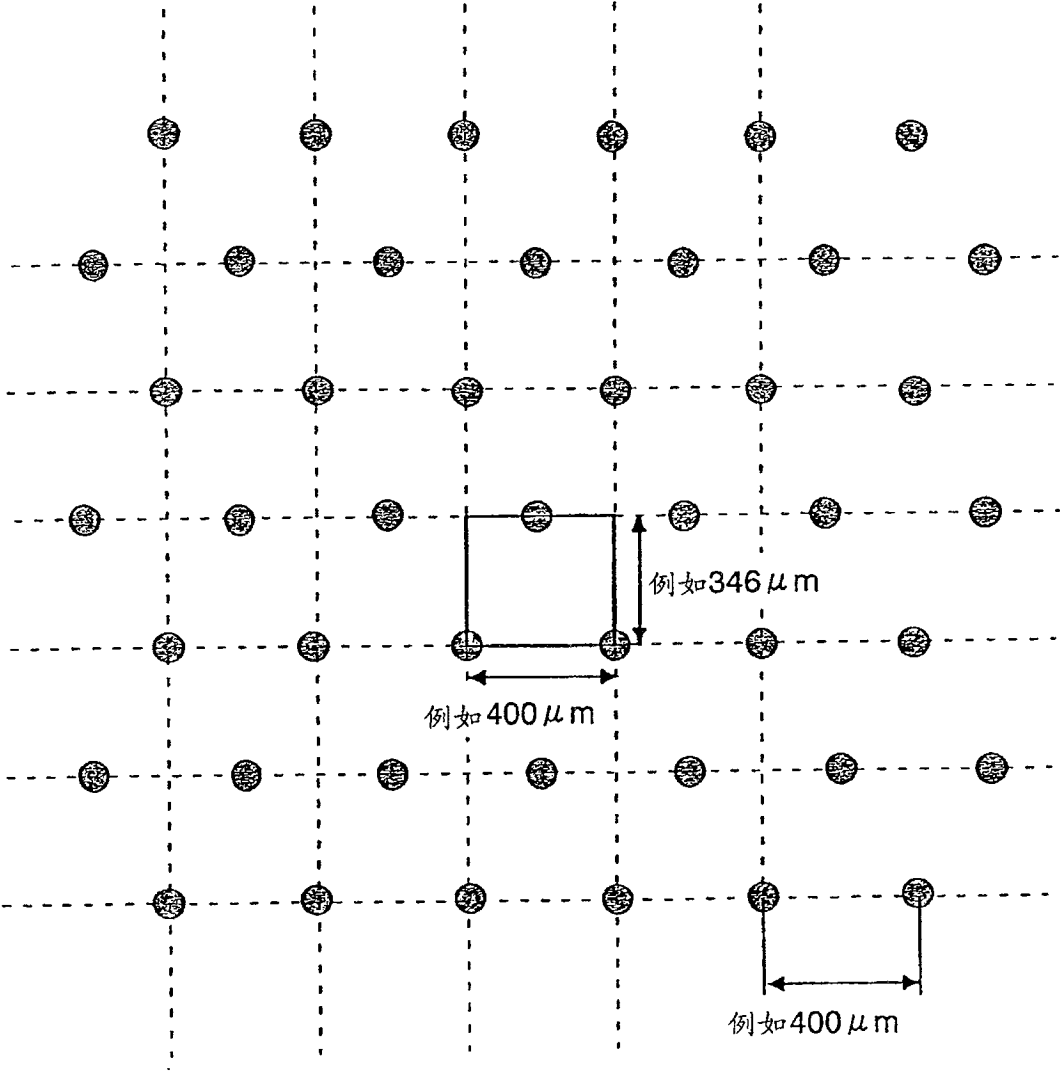


图 3

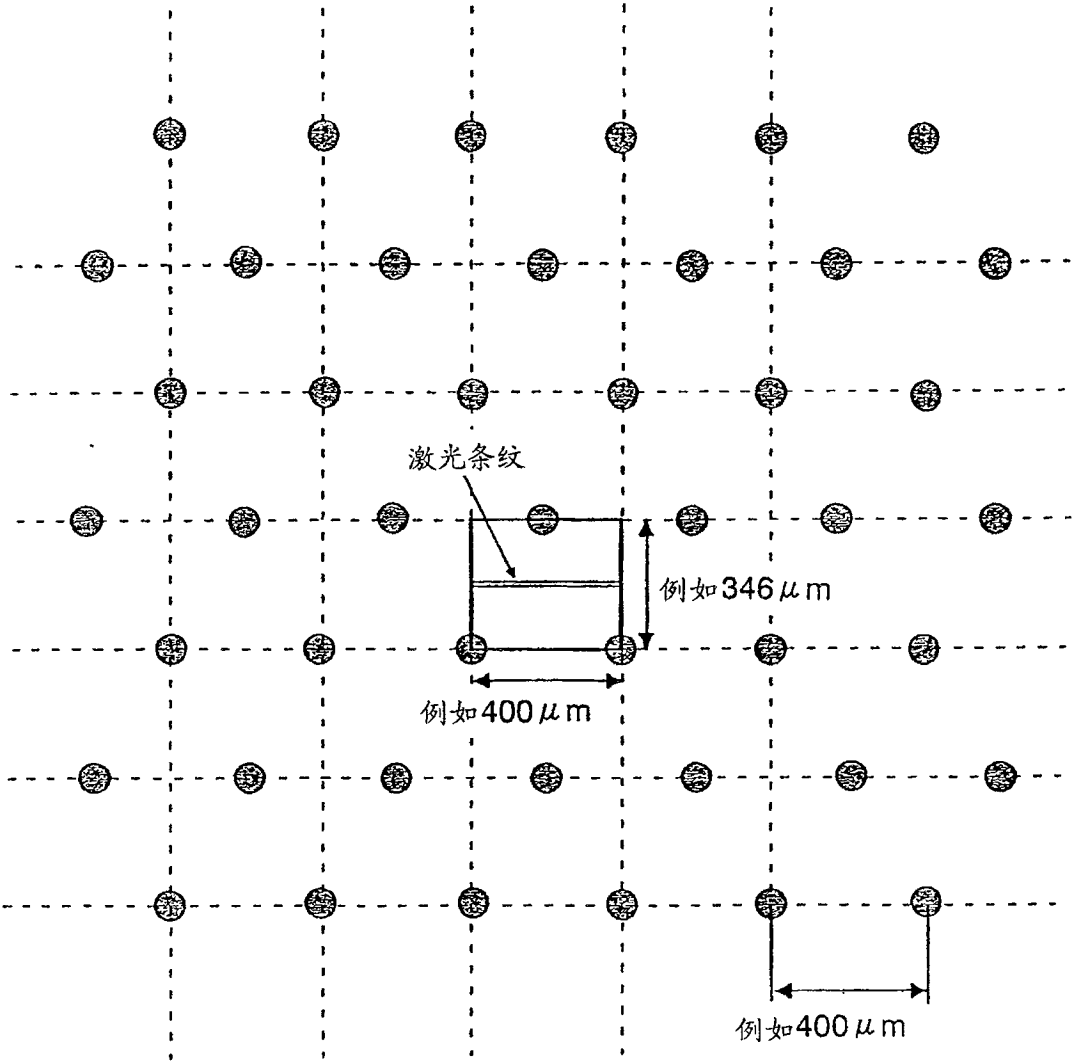


图 4

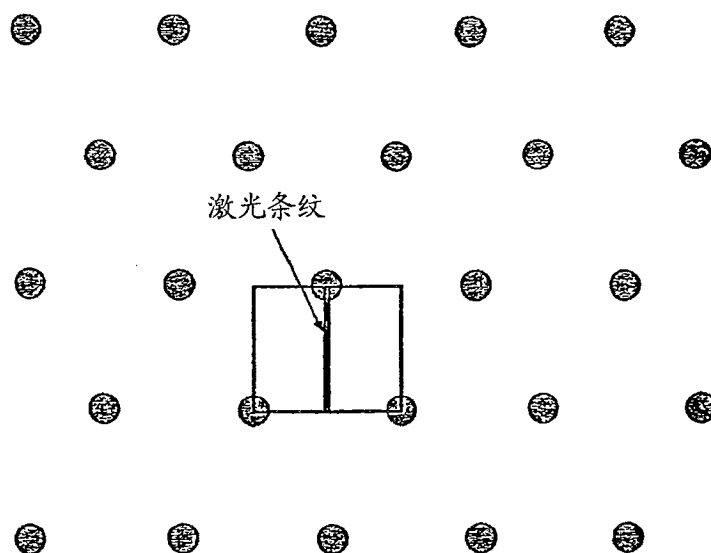


图 5

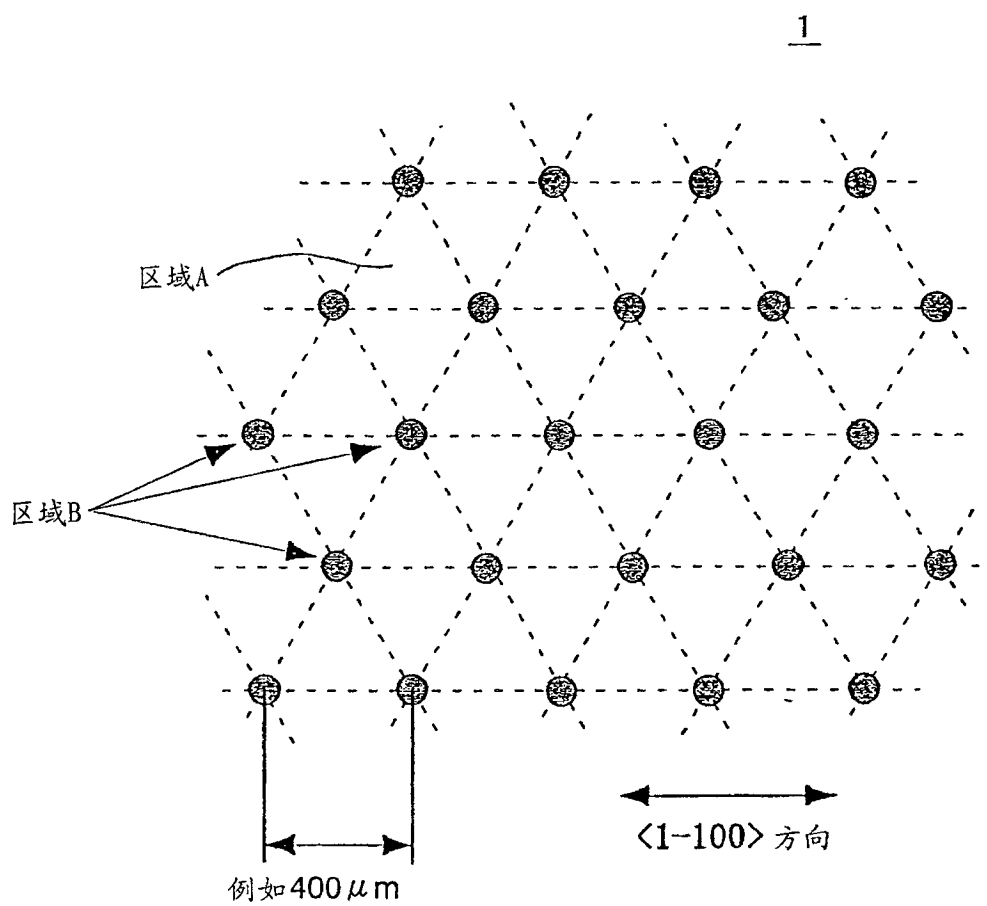


图 6

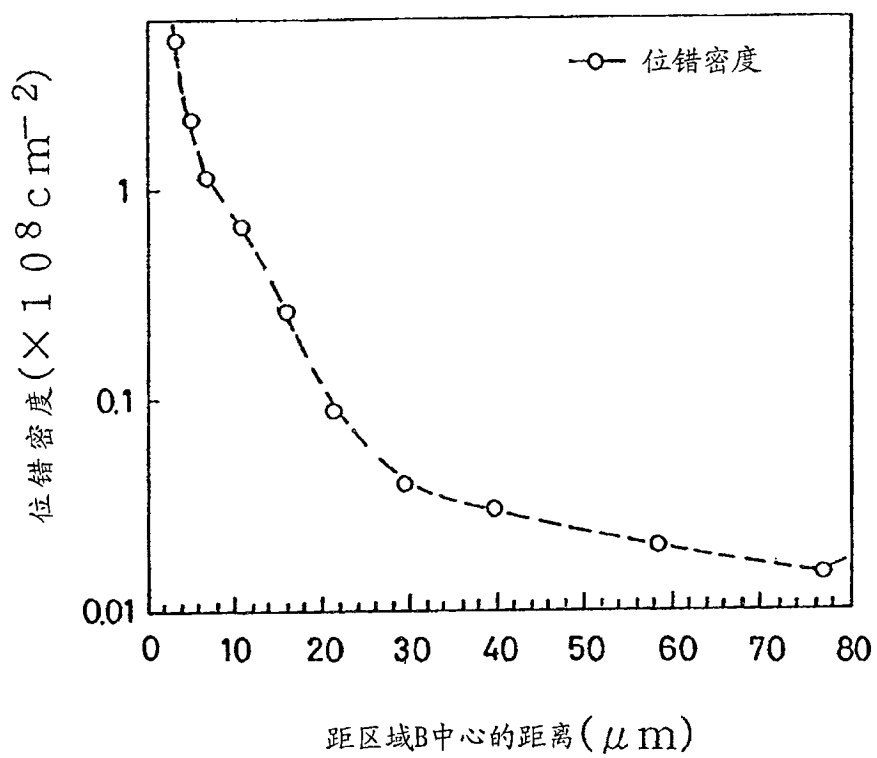


图 7

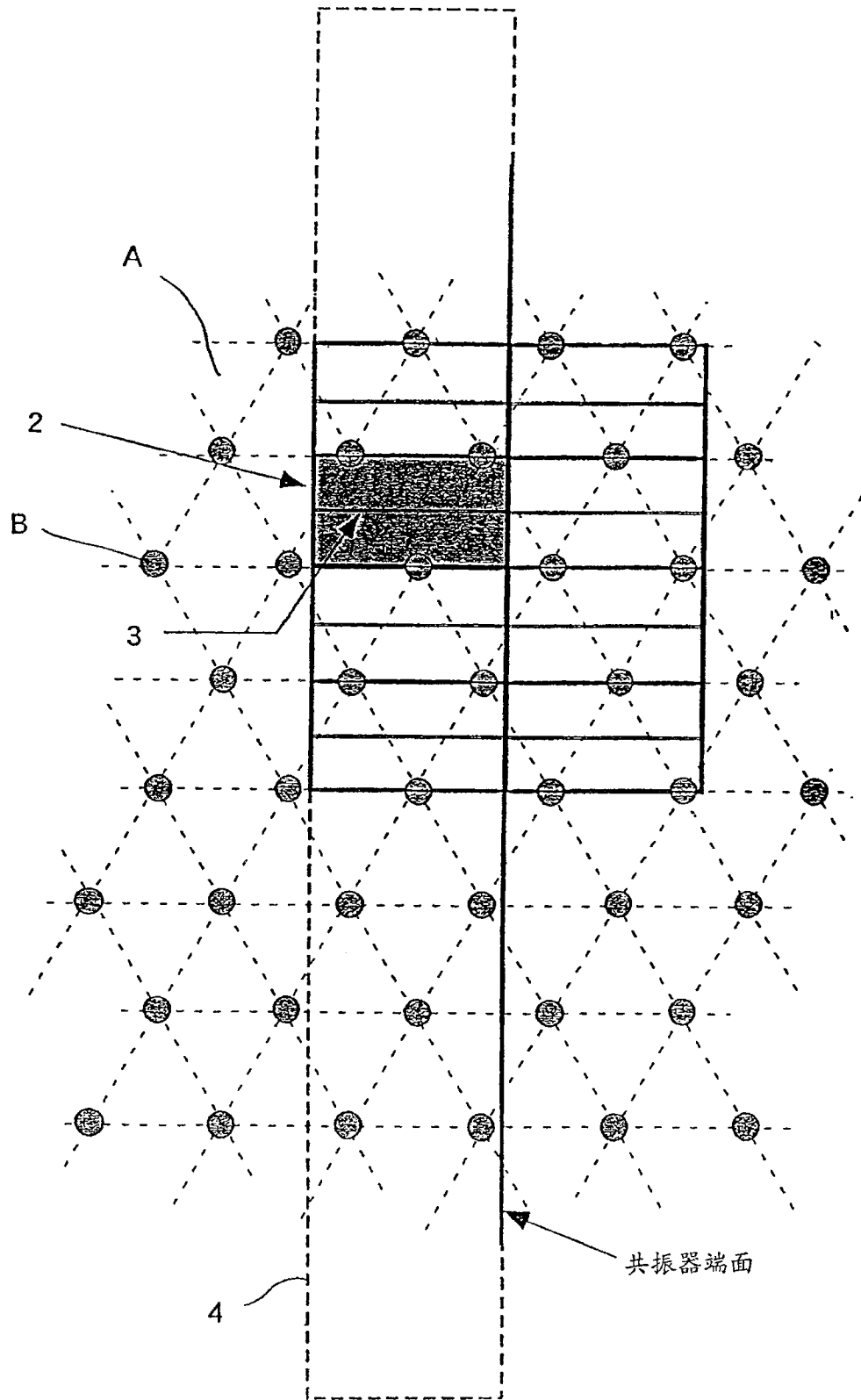


图 8

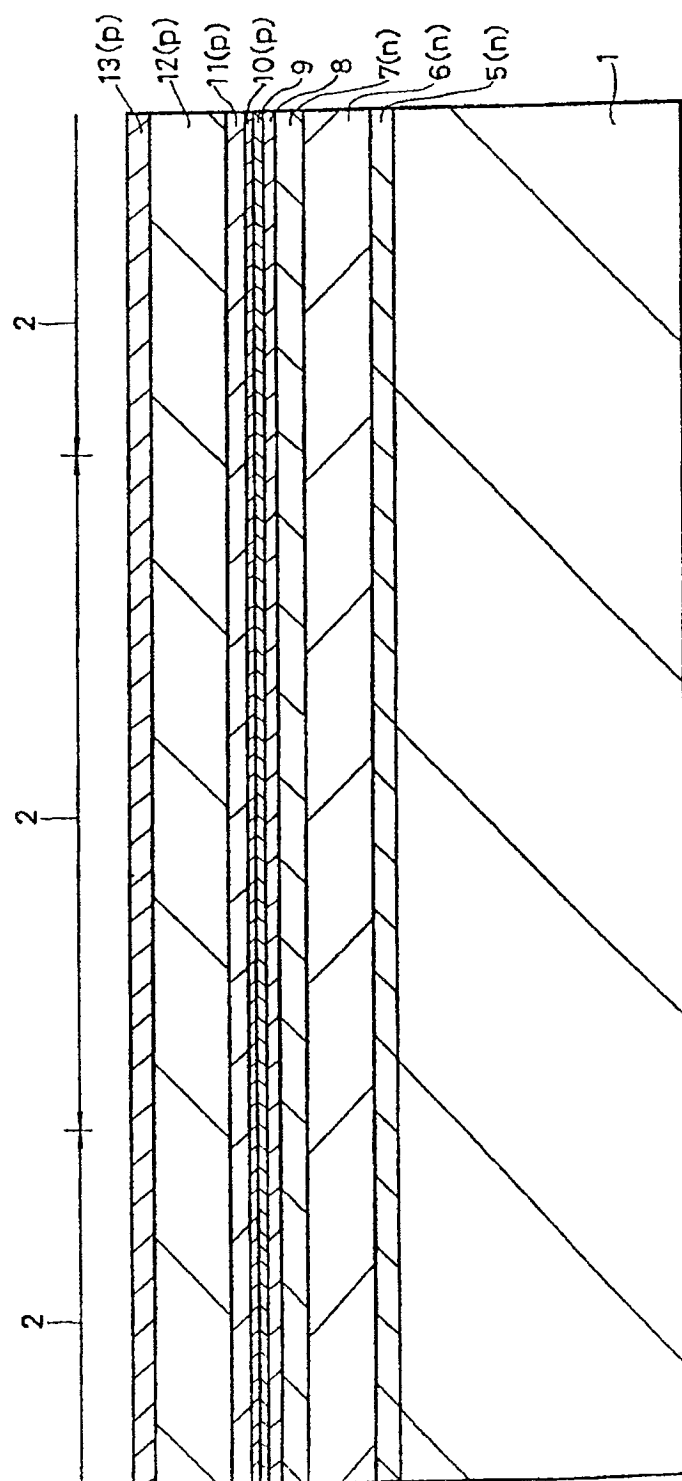


图 9

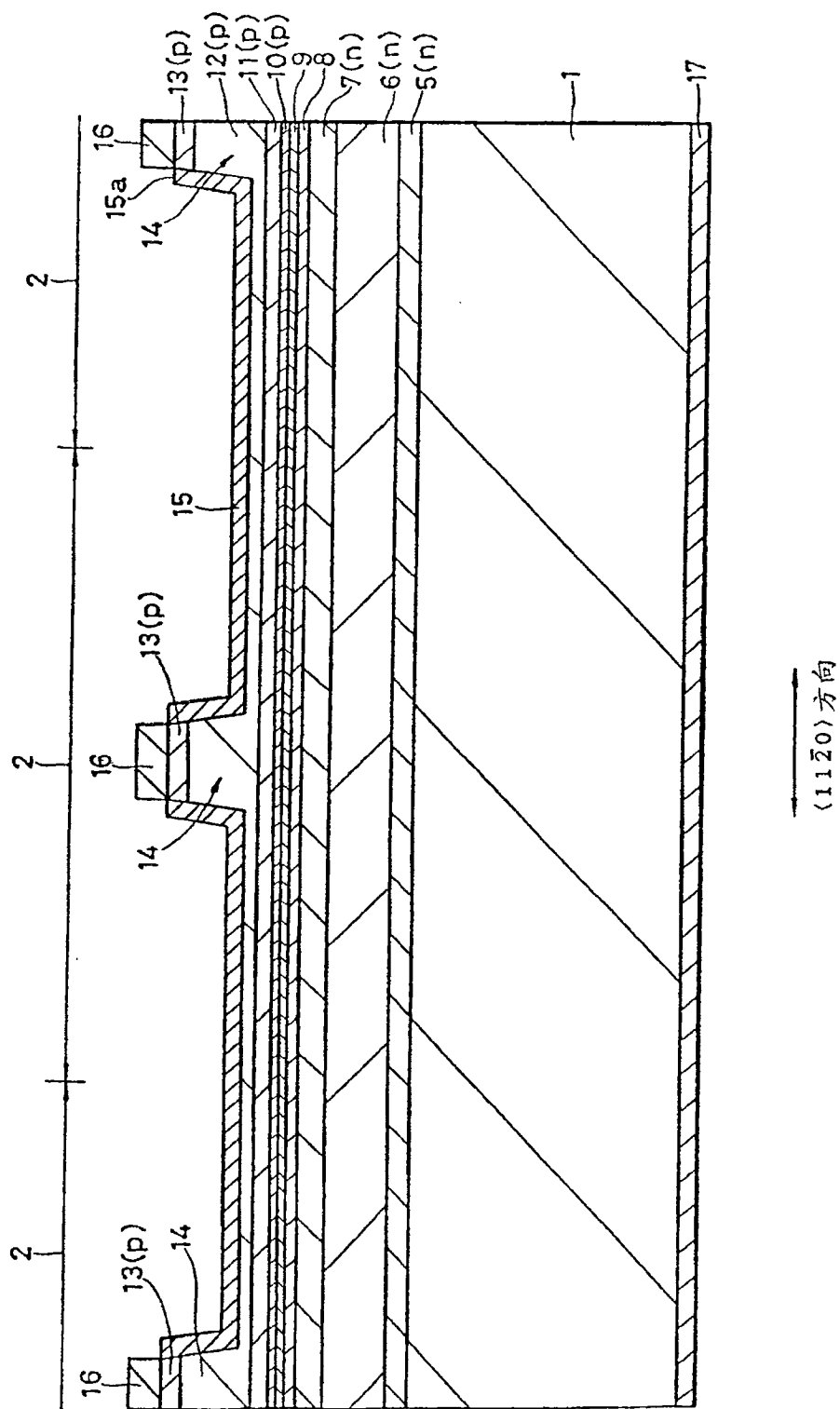


图 10

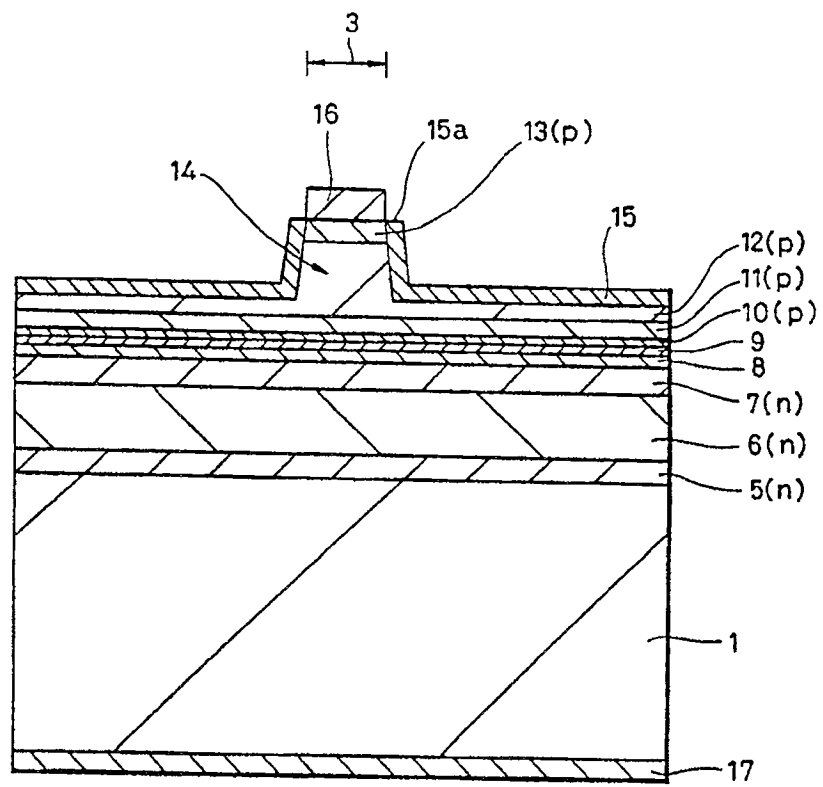


图 11

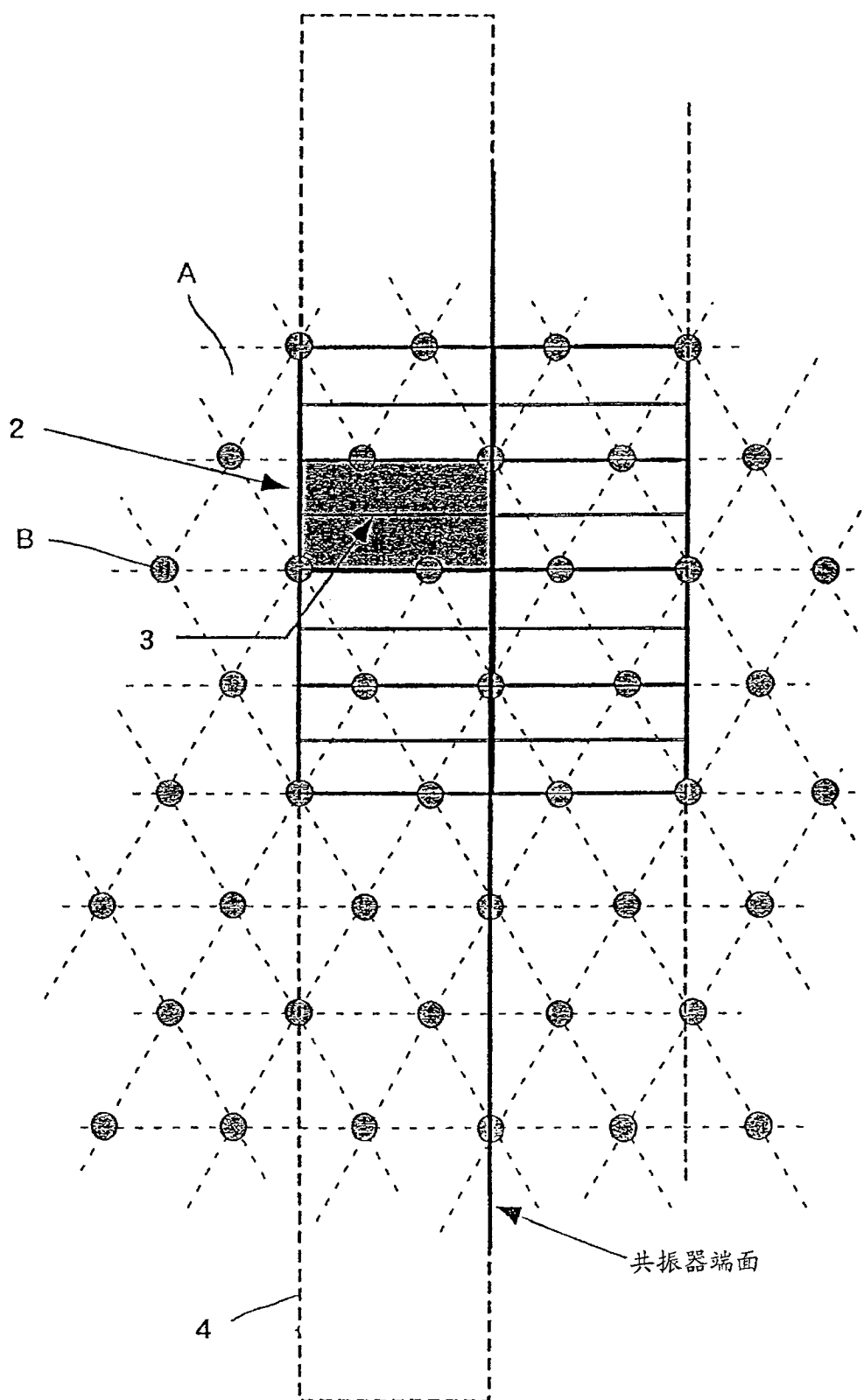


图 12

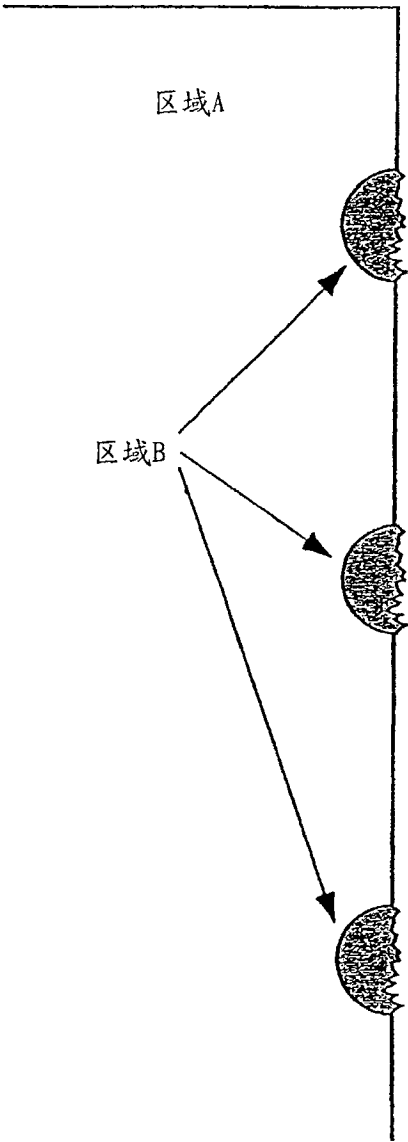


图 13

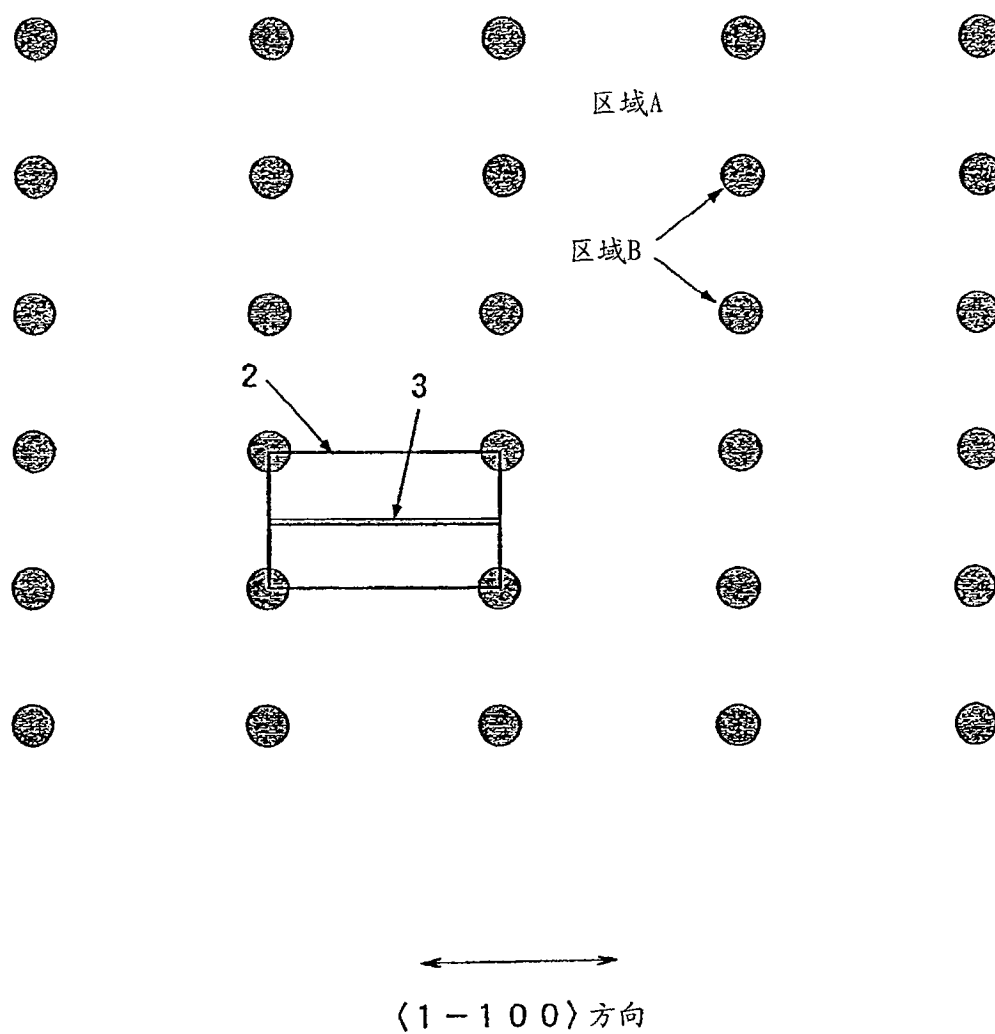


图 14

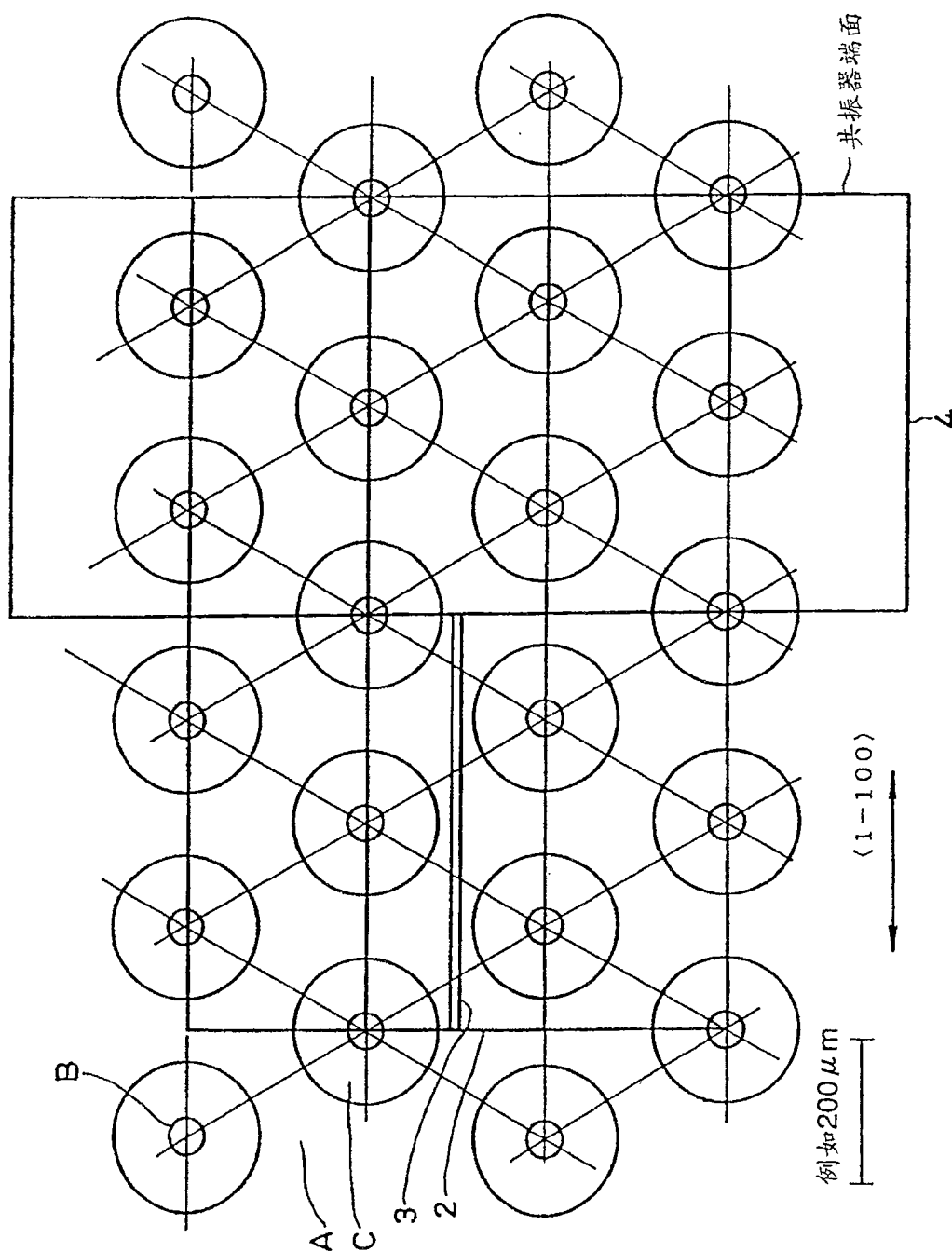


图 15

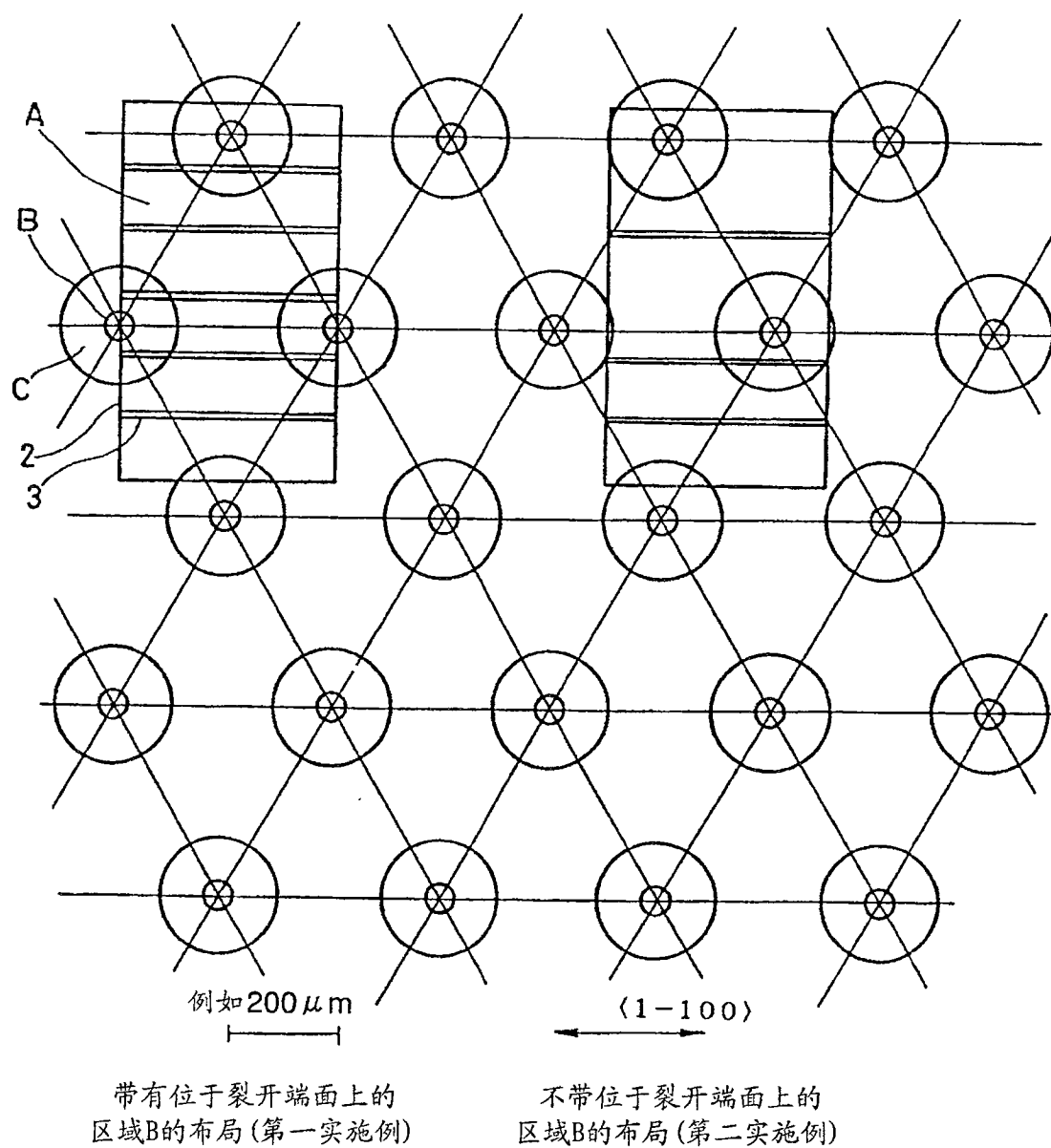


图 16

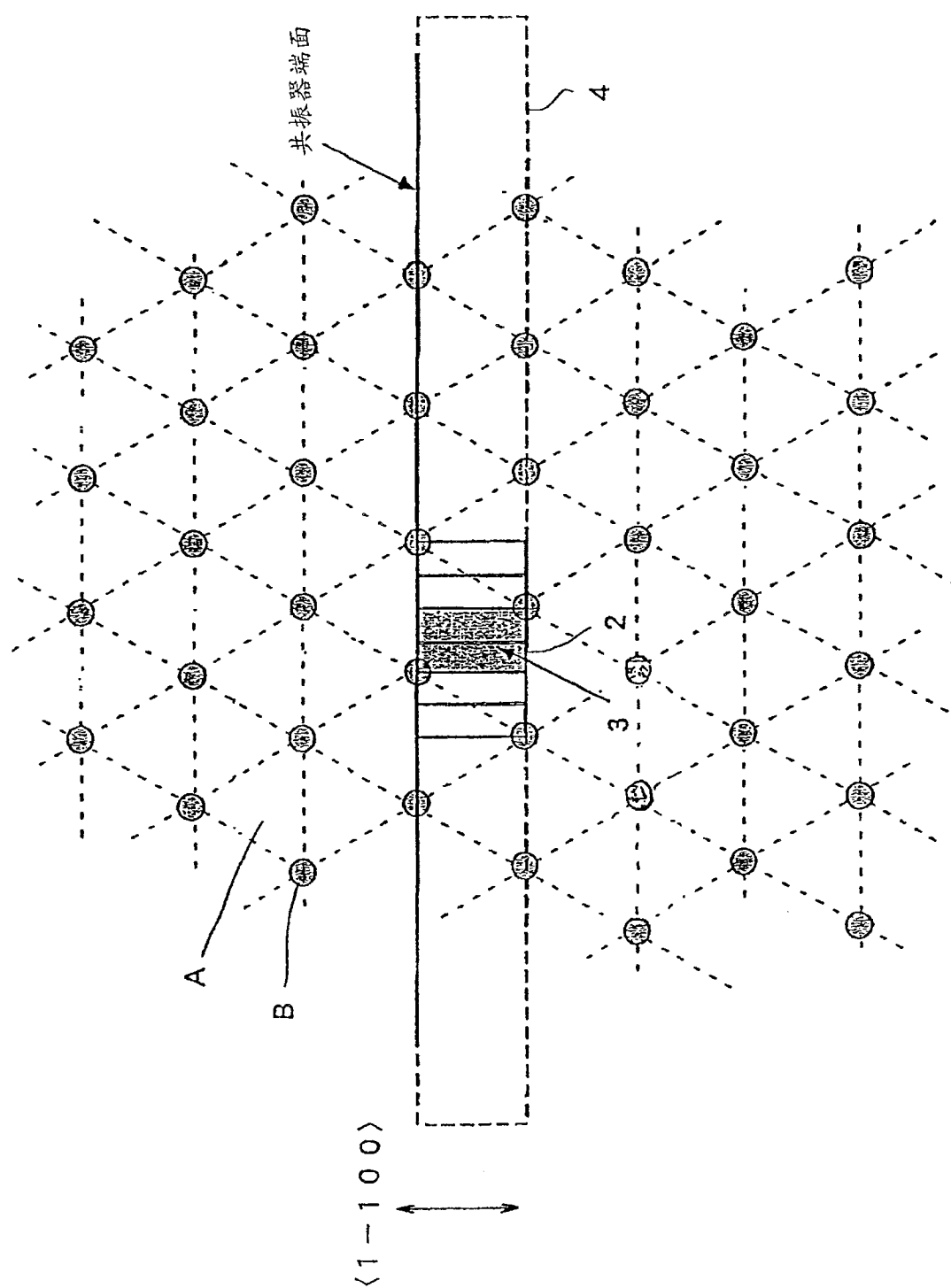


图 17

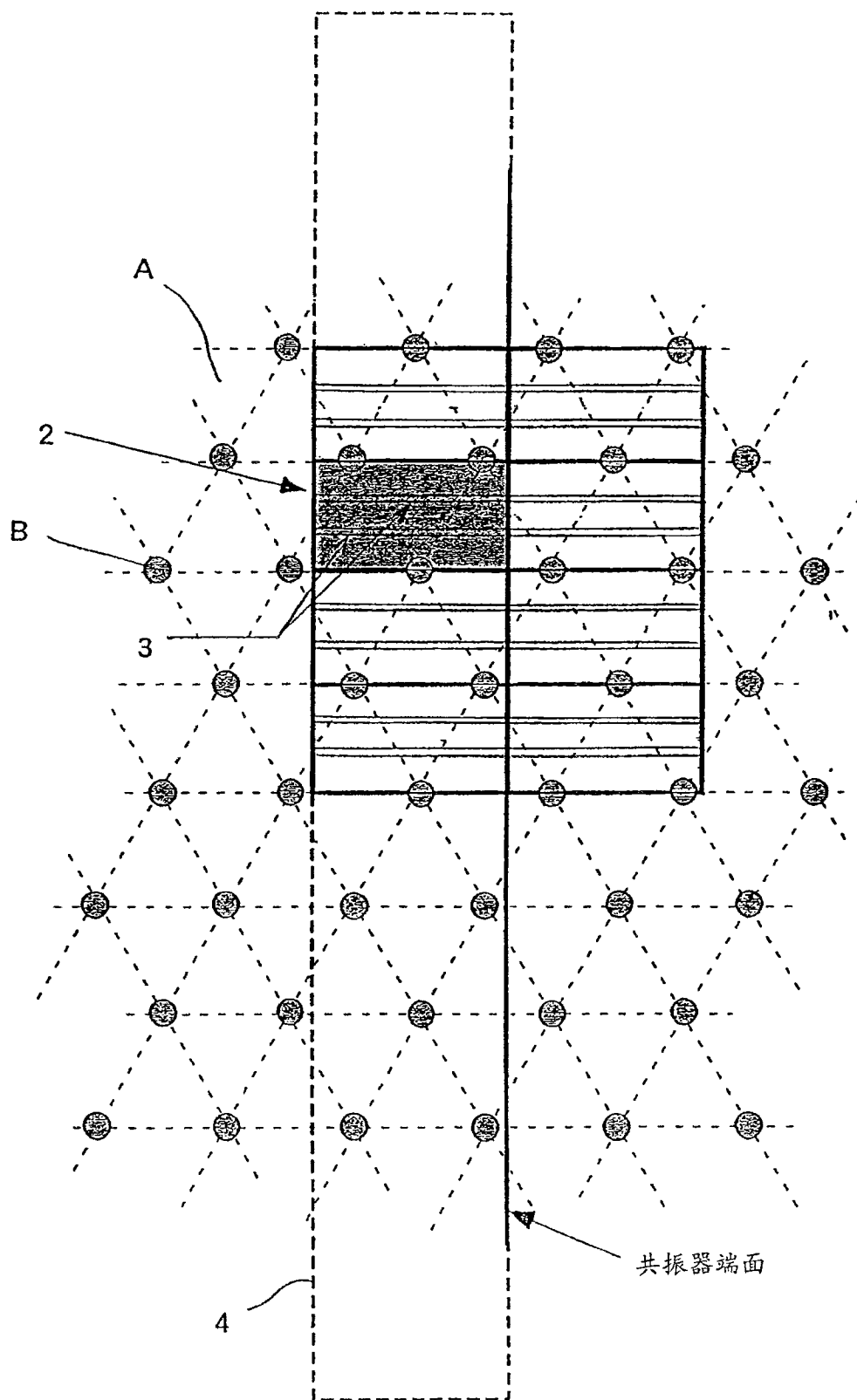


图 18

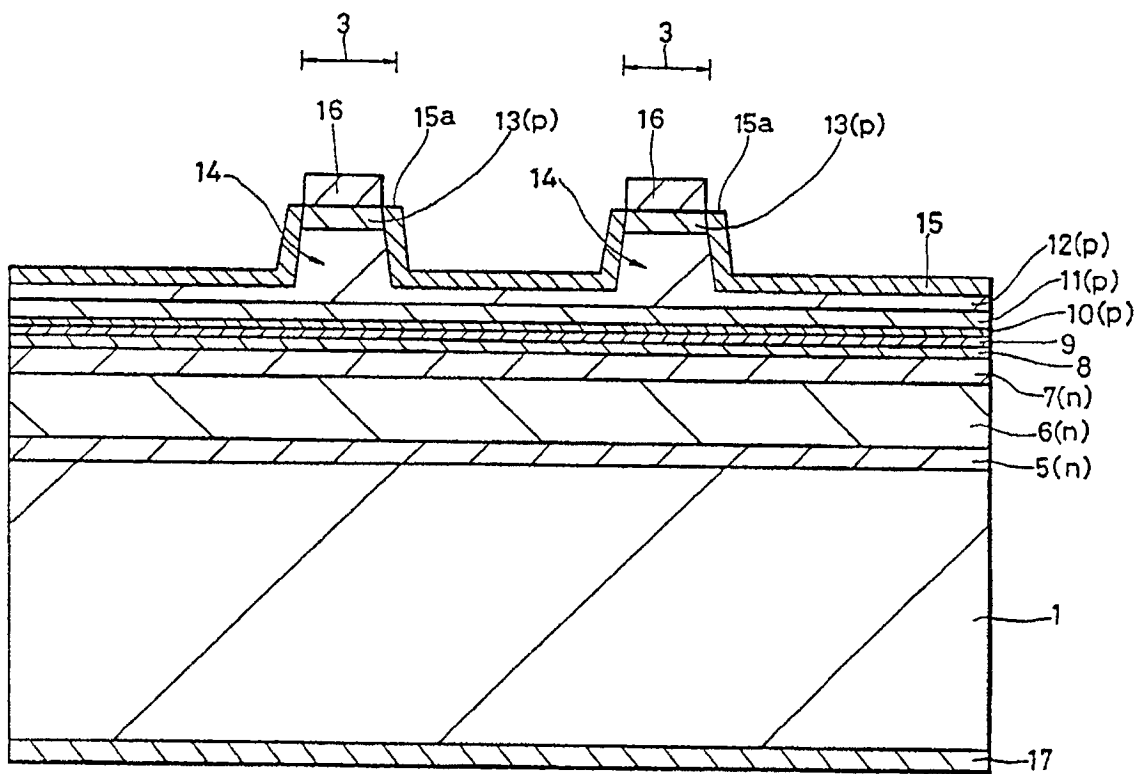


图 19

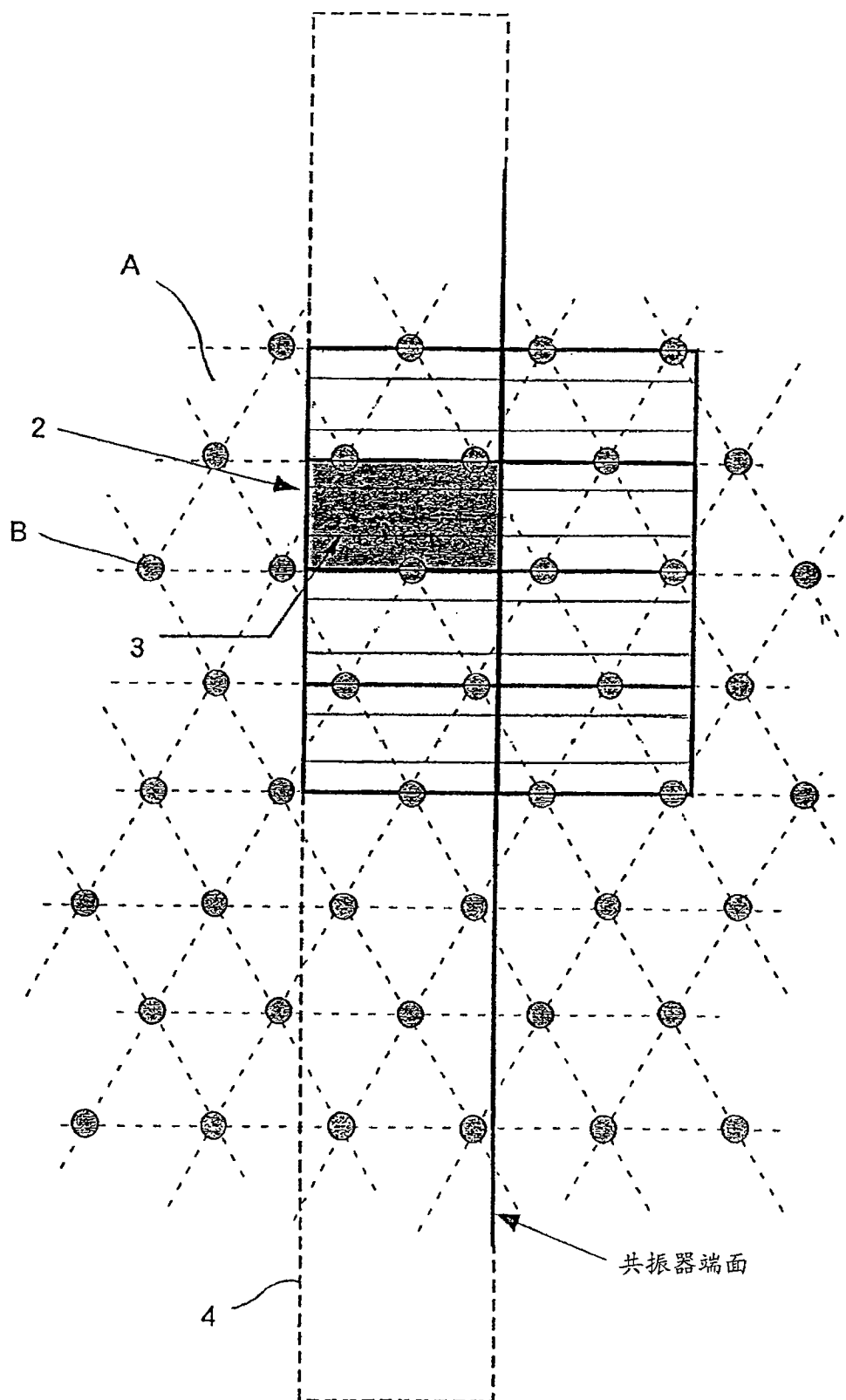


图 20

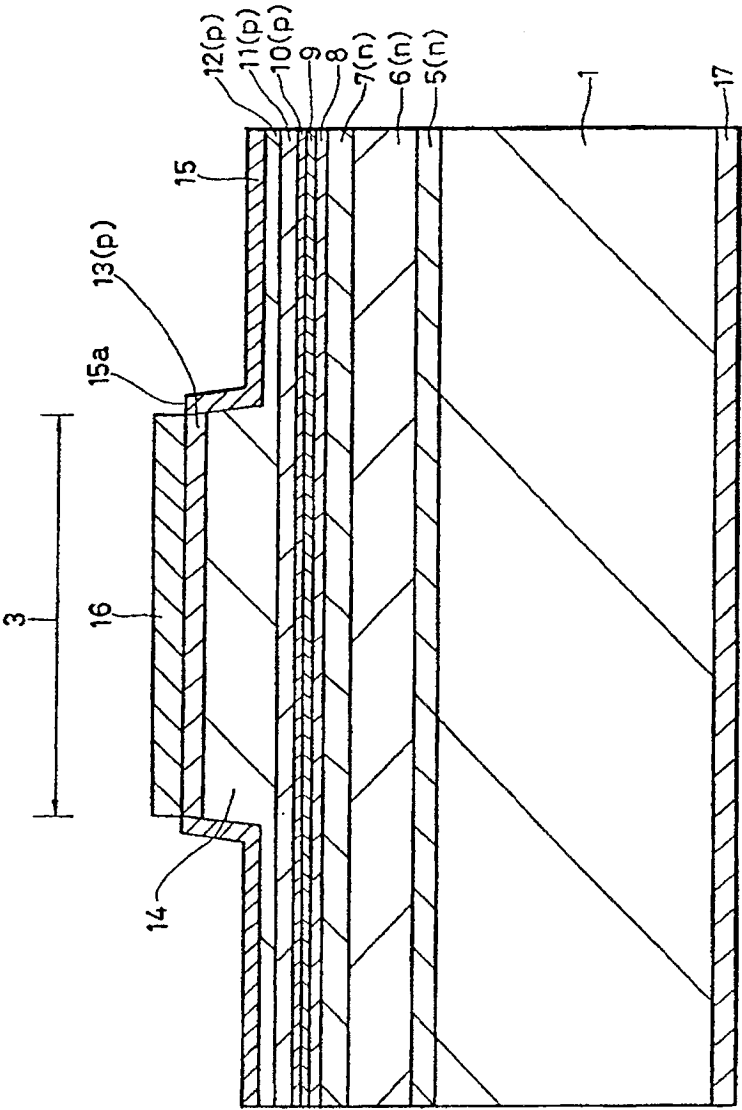


图 21

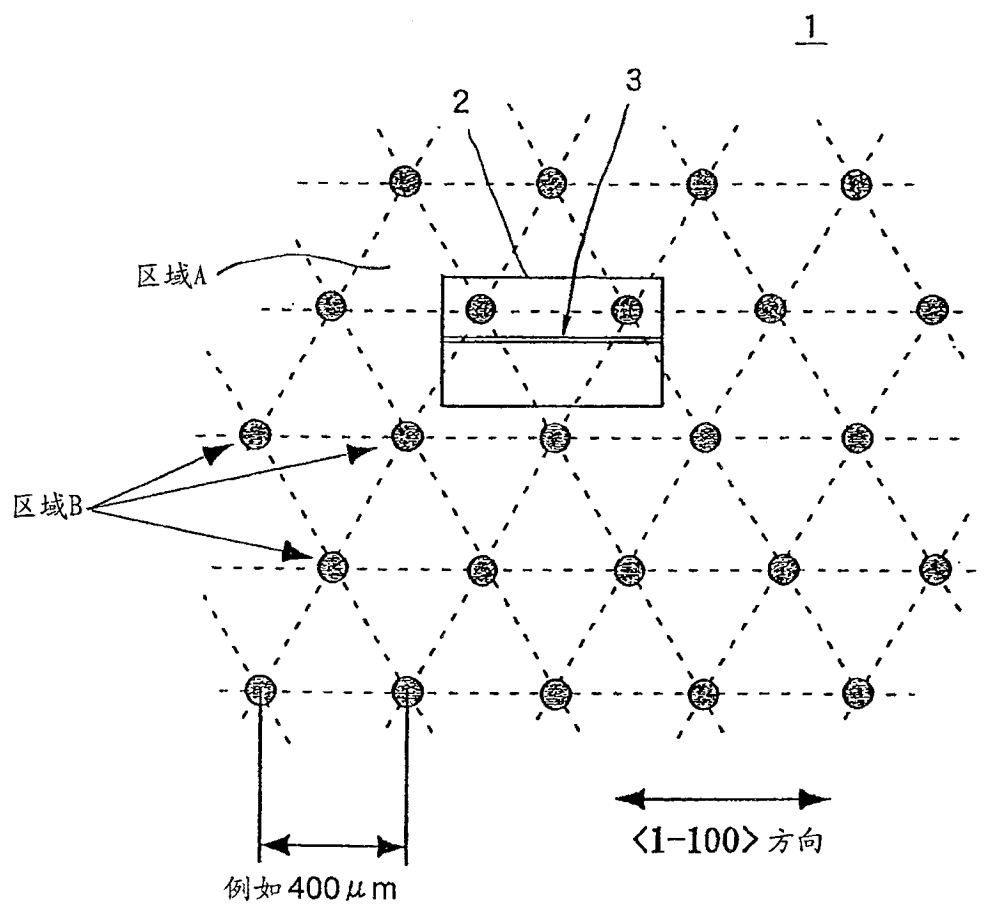


图 22

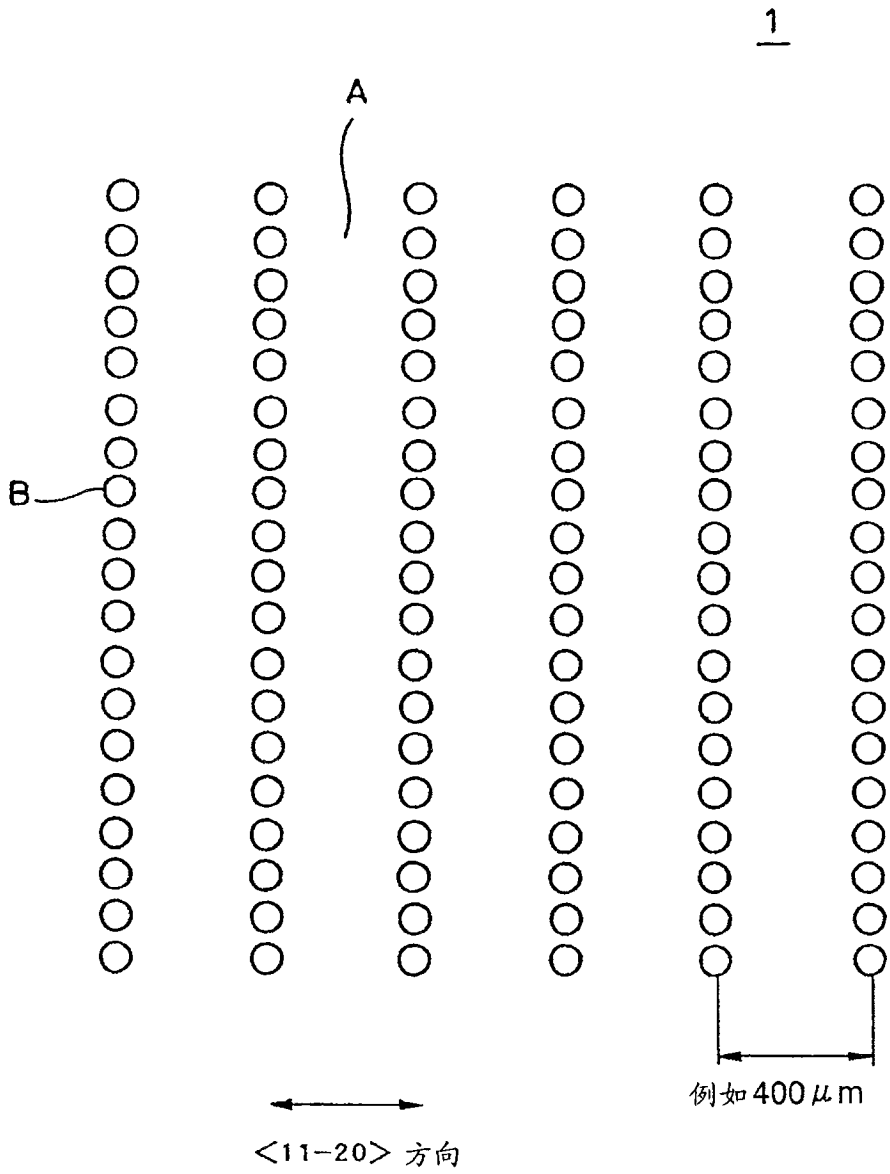


图 23

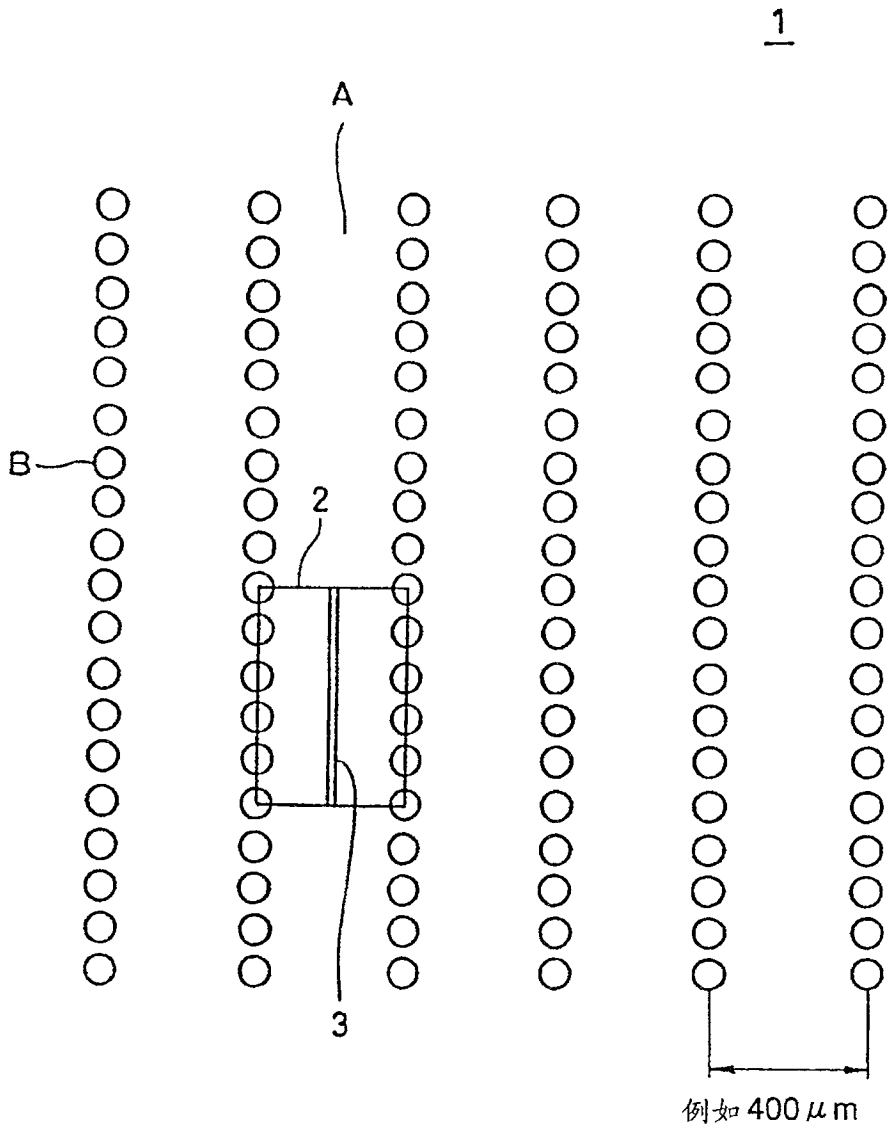


图 24

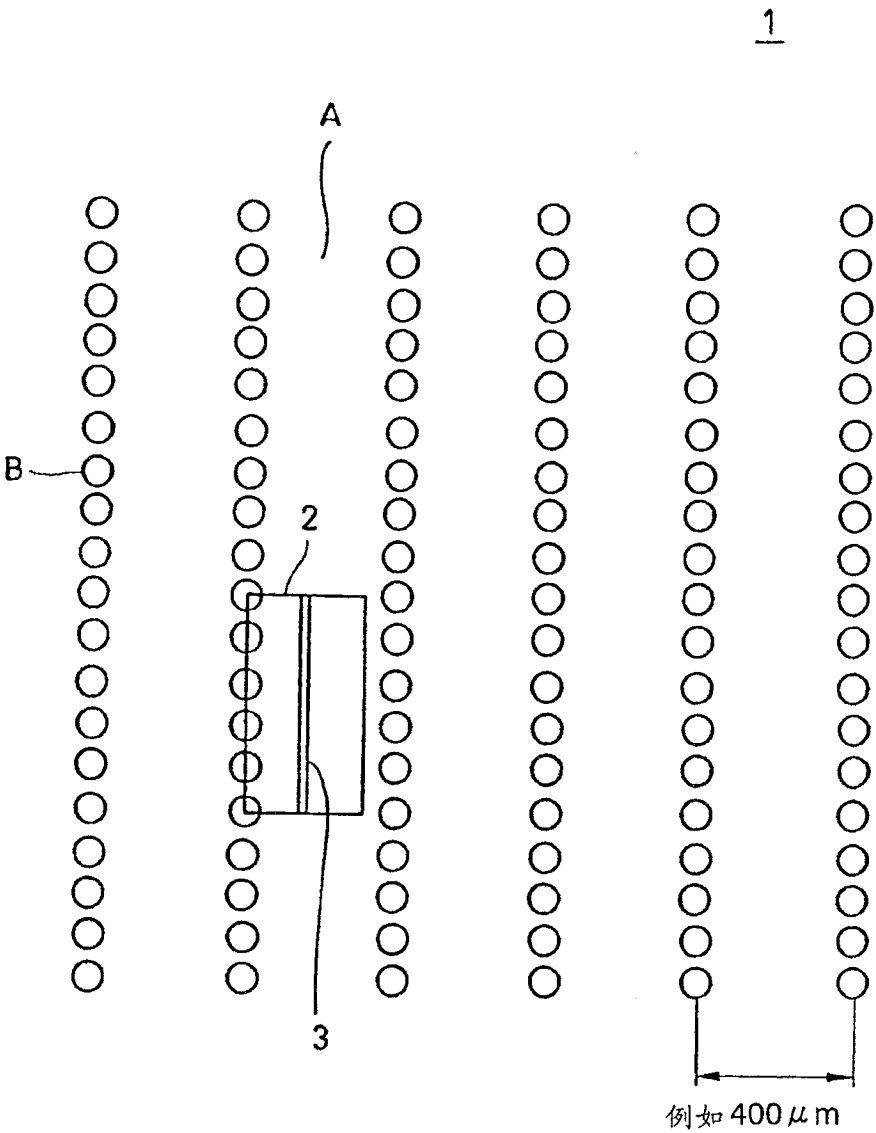


图 25

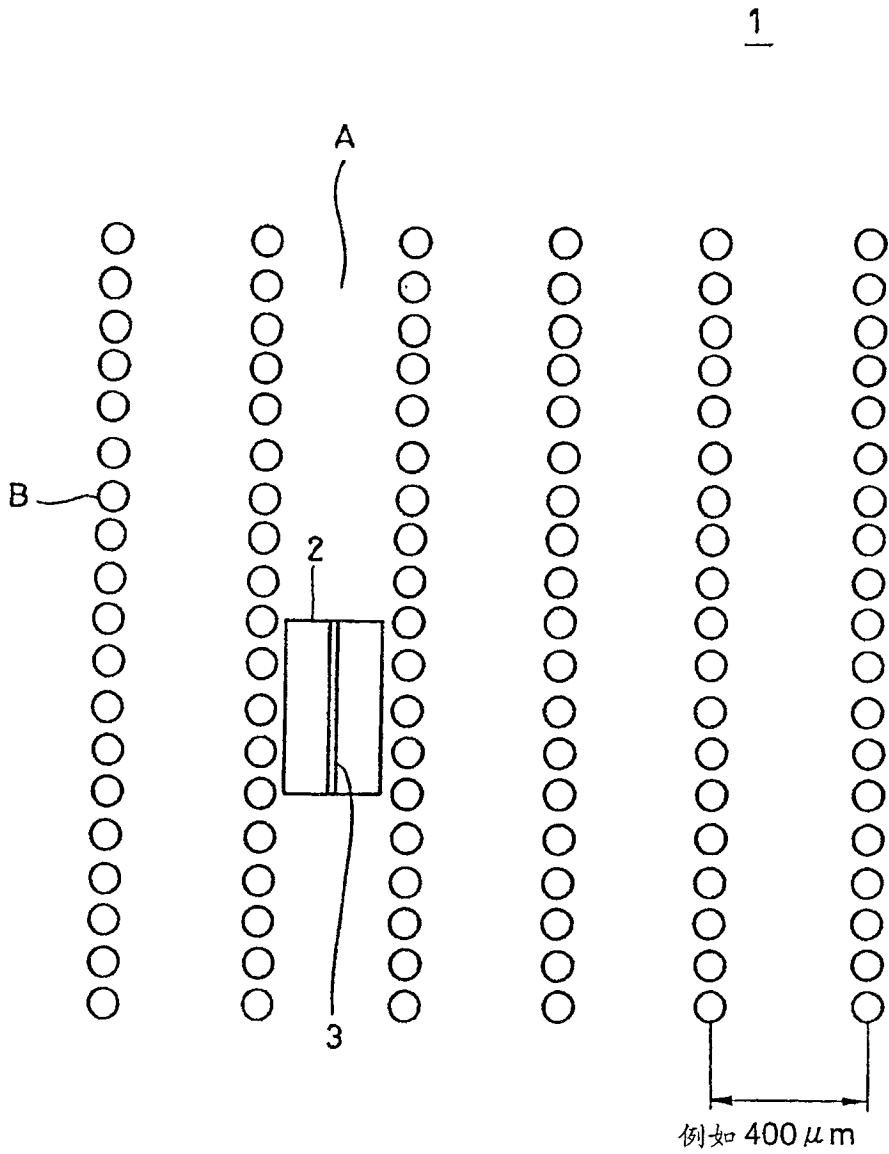


图 26

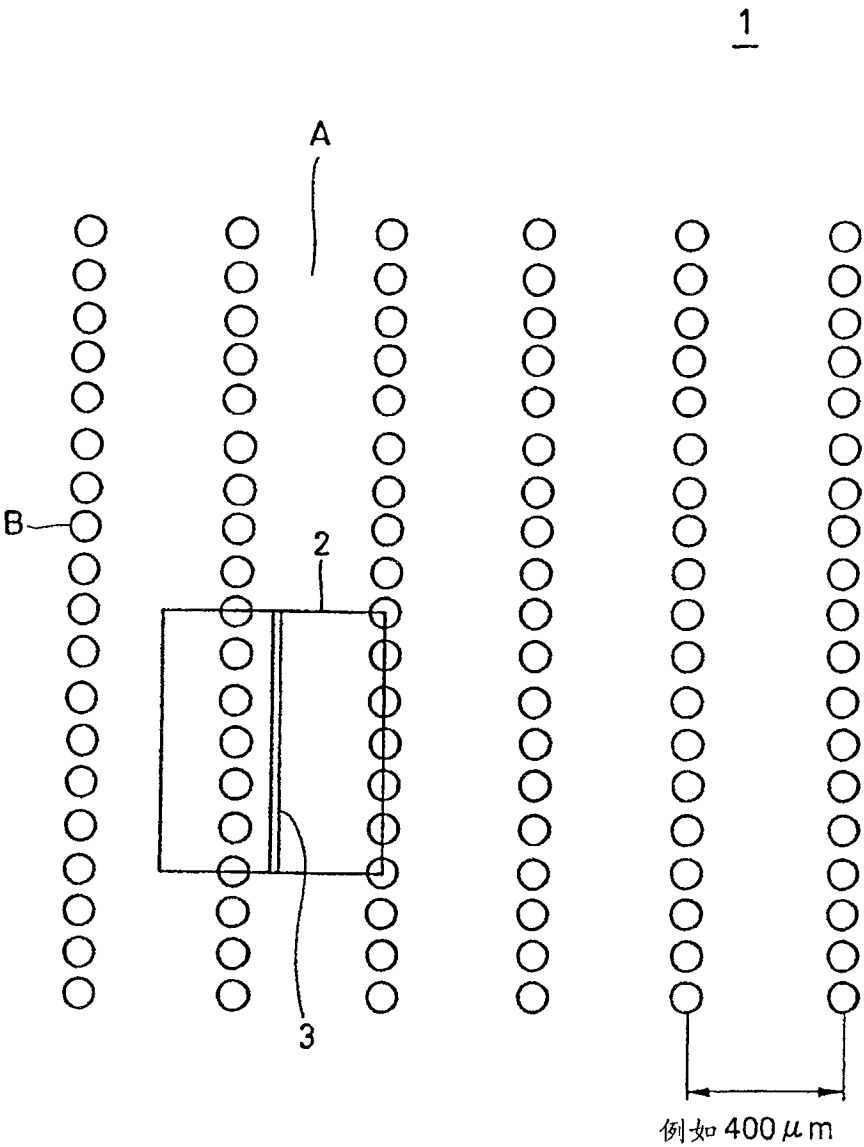


图 27

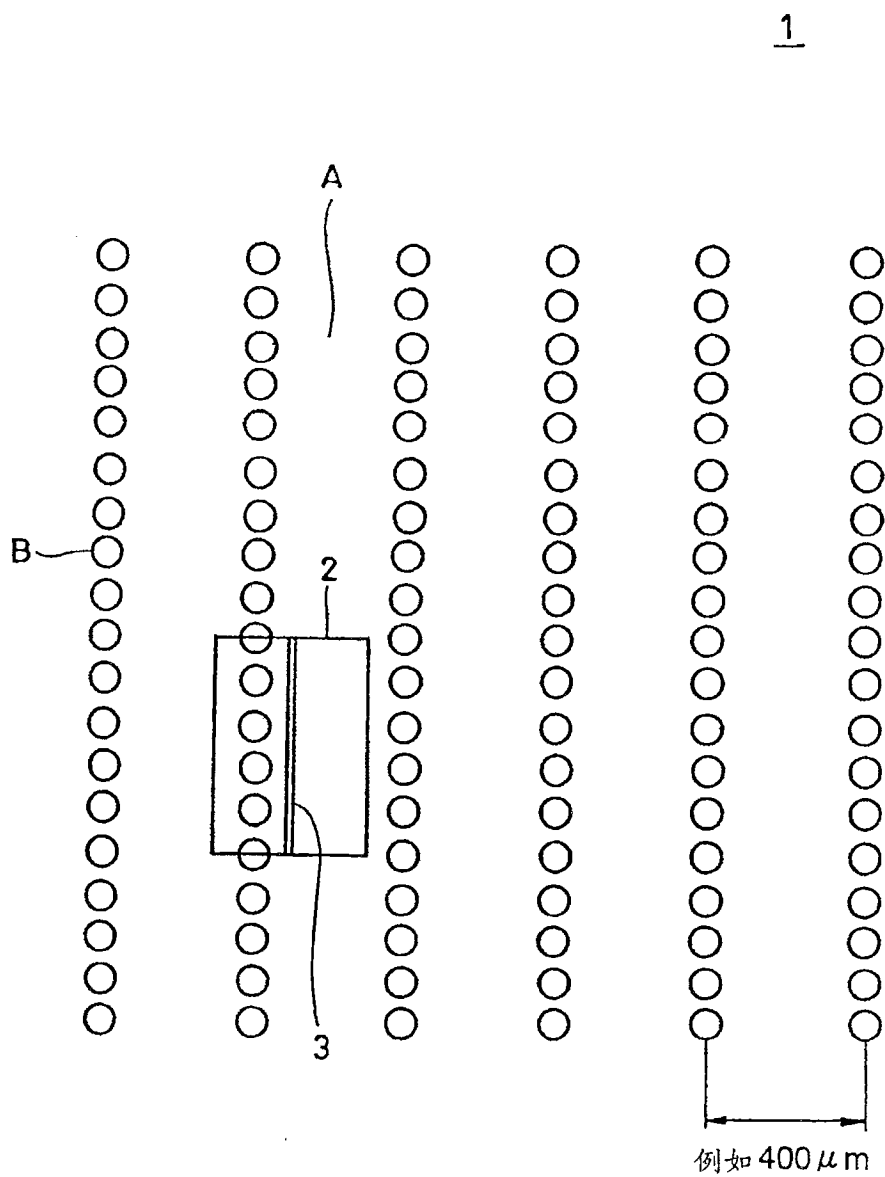


图 28

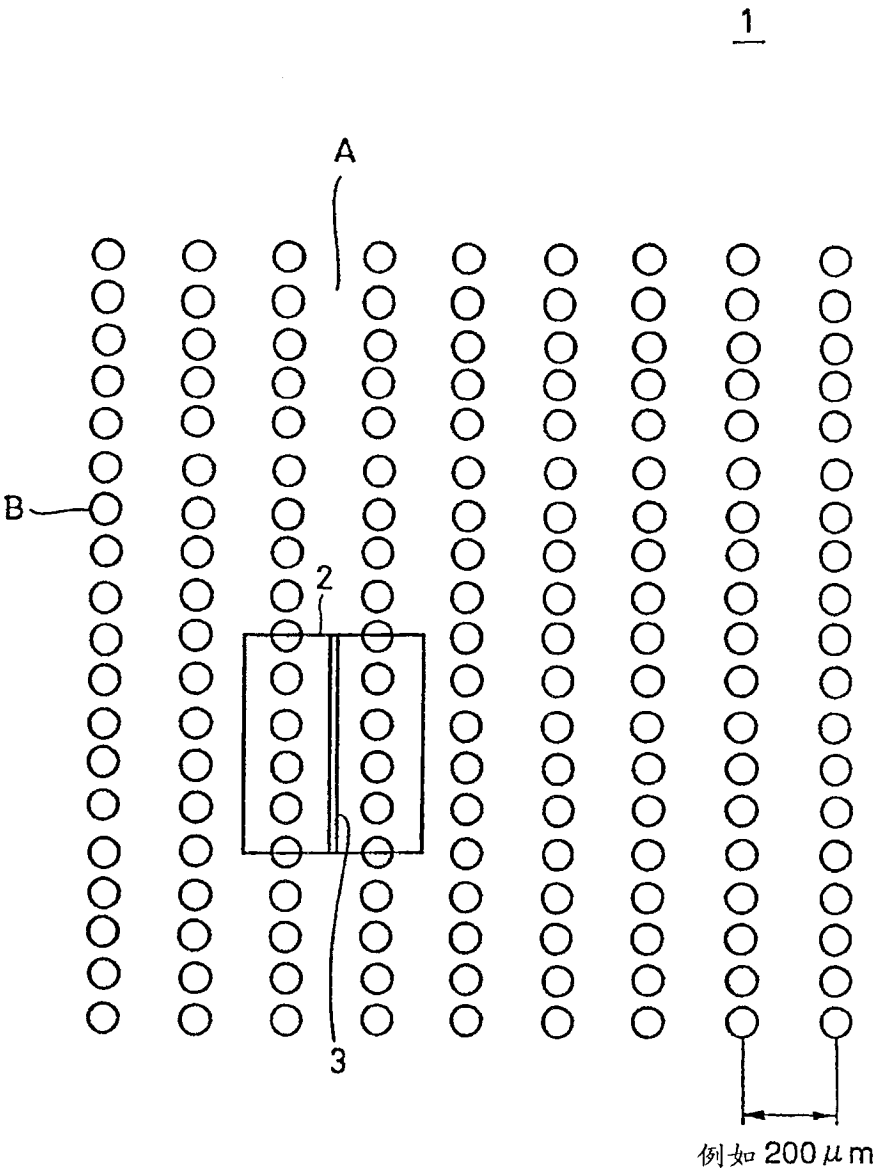


图 29

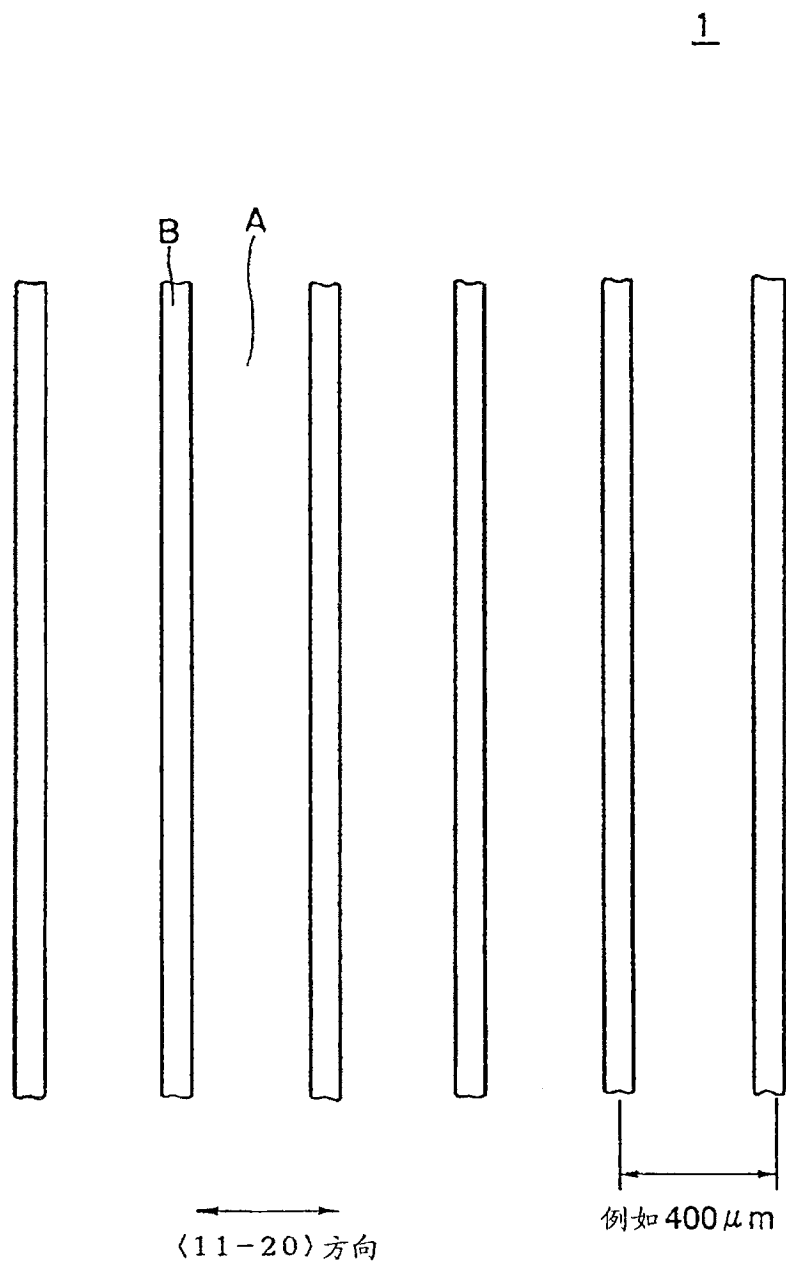


图 30

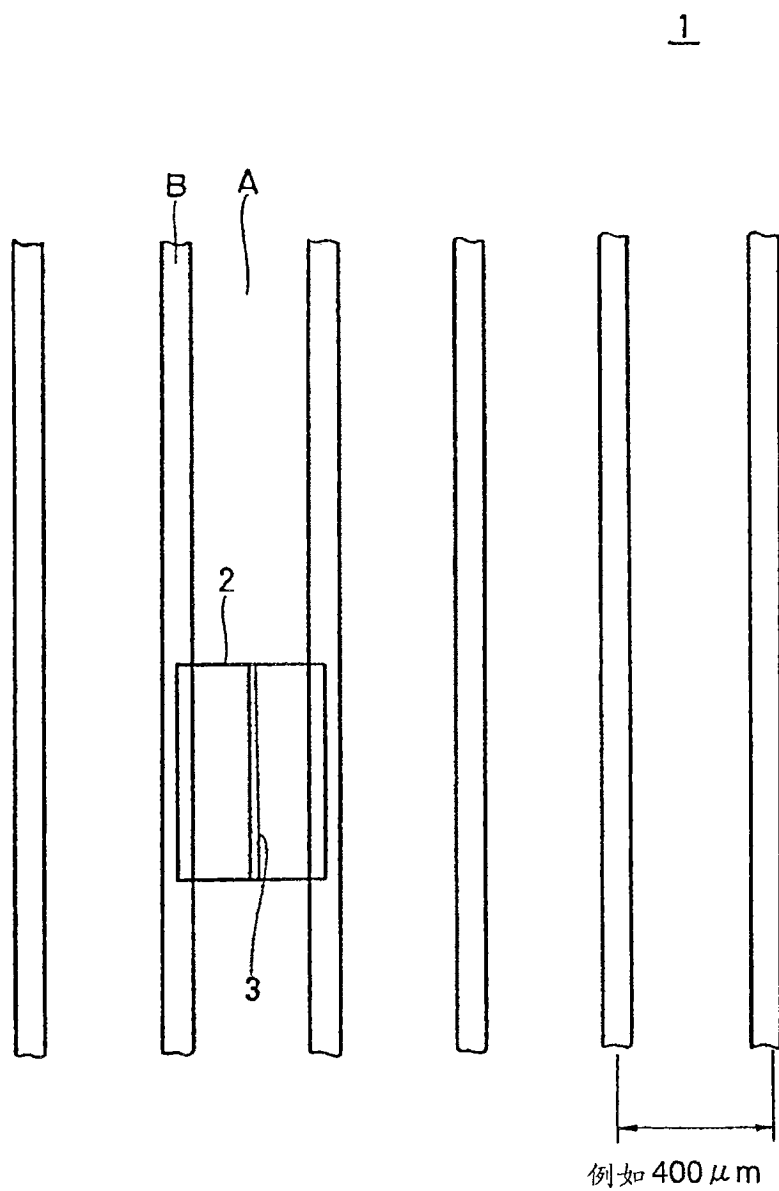


图 31

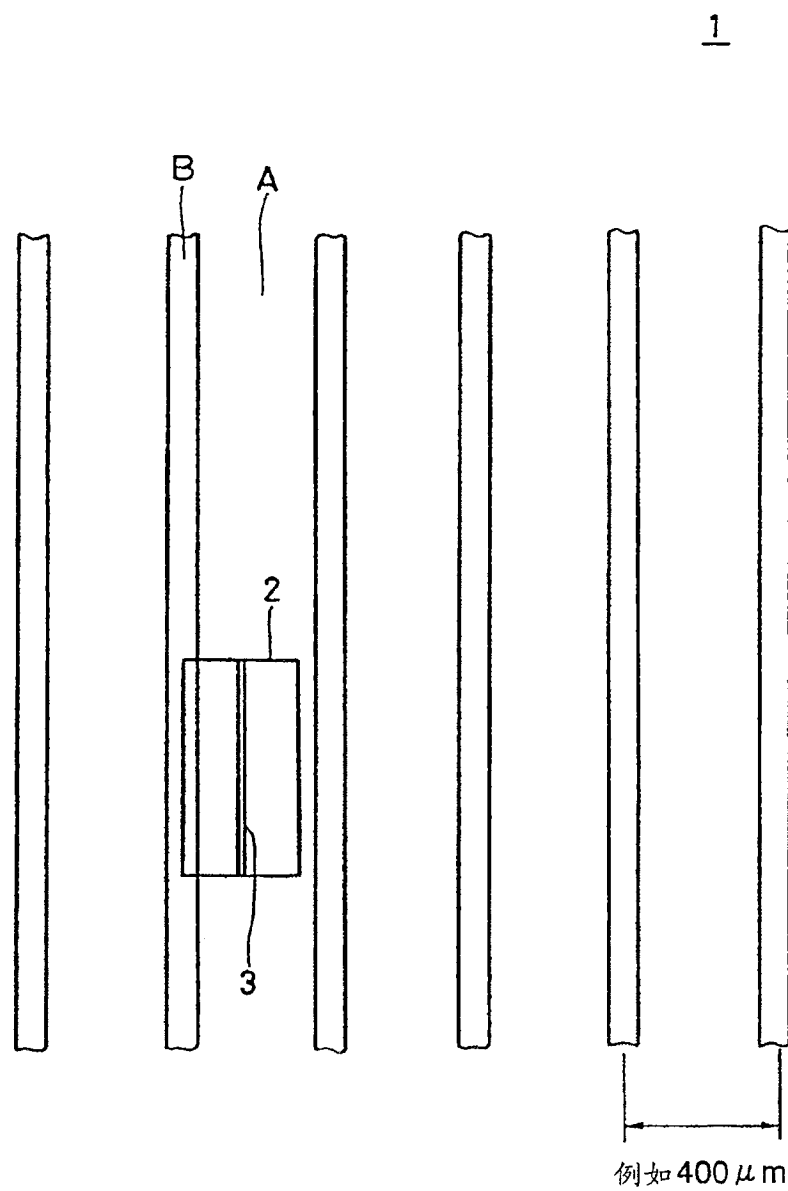


图 32

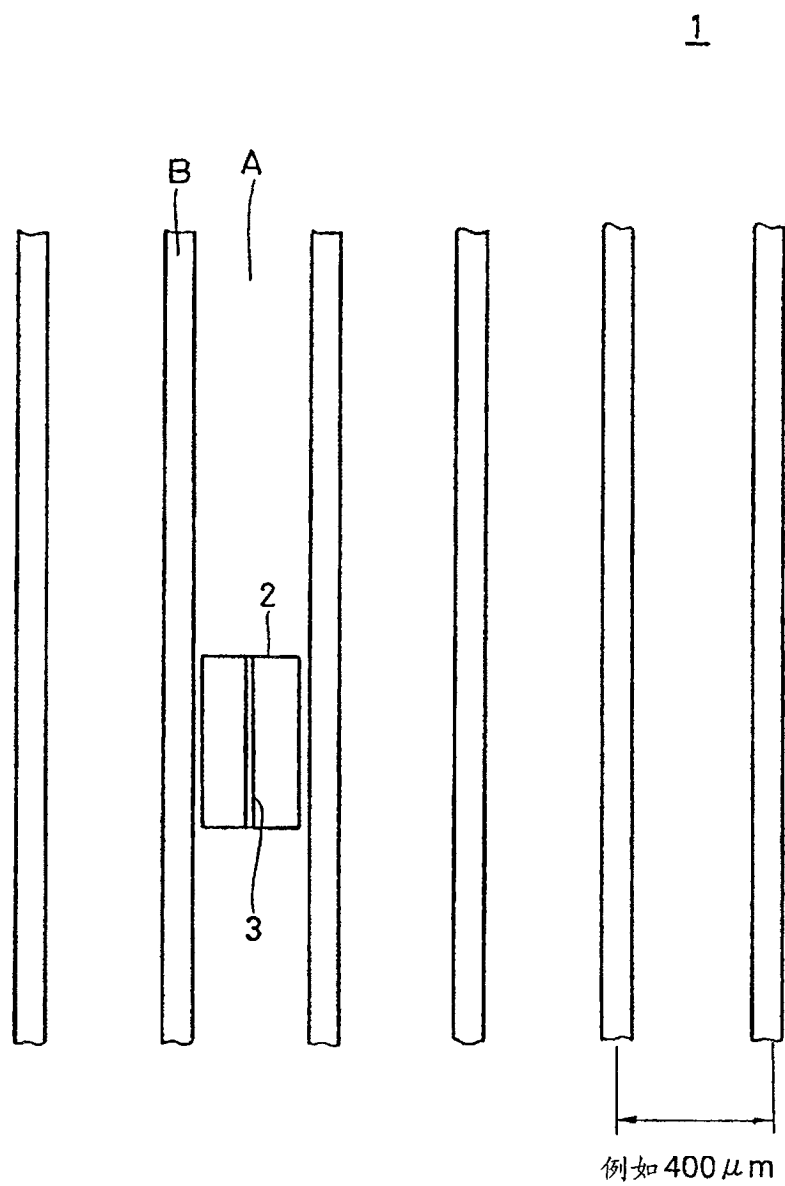


图 33

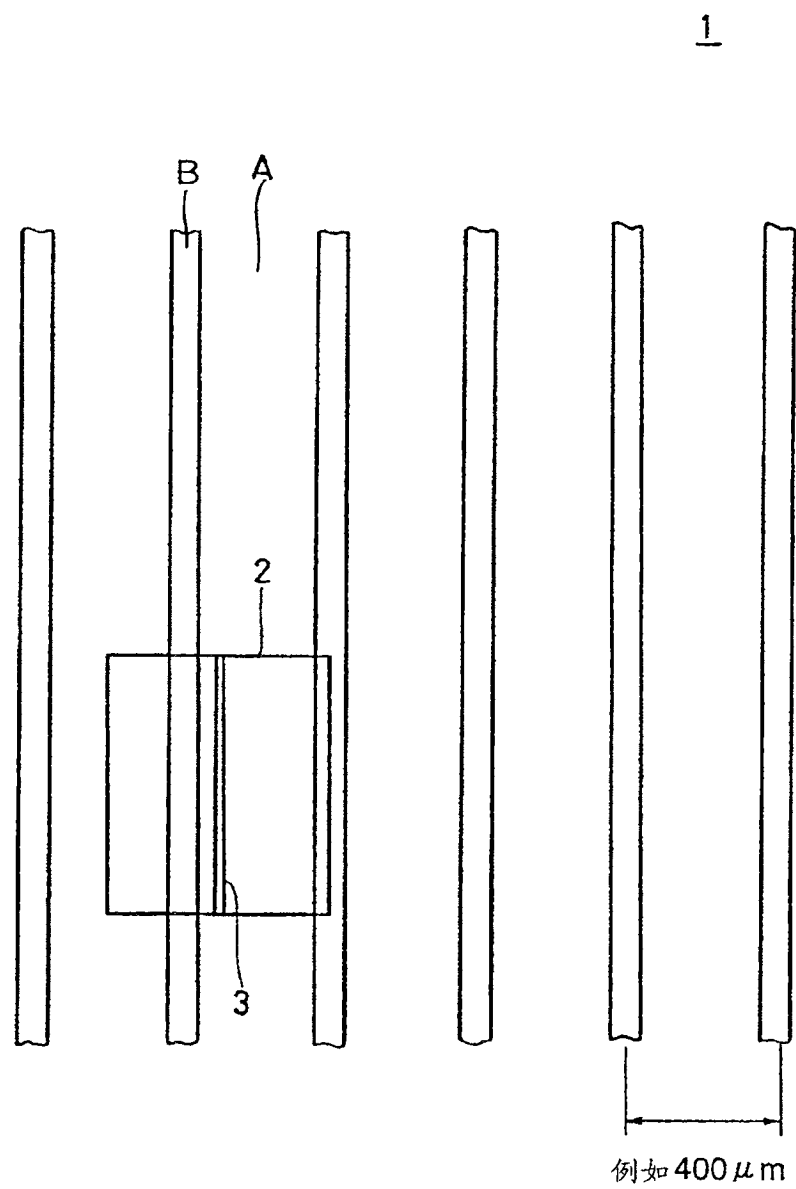


图 34

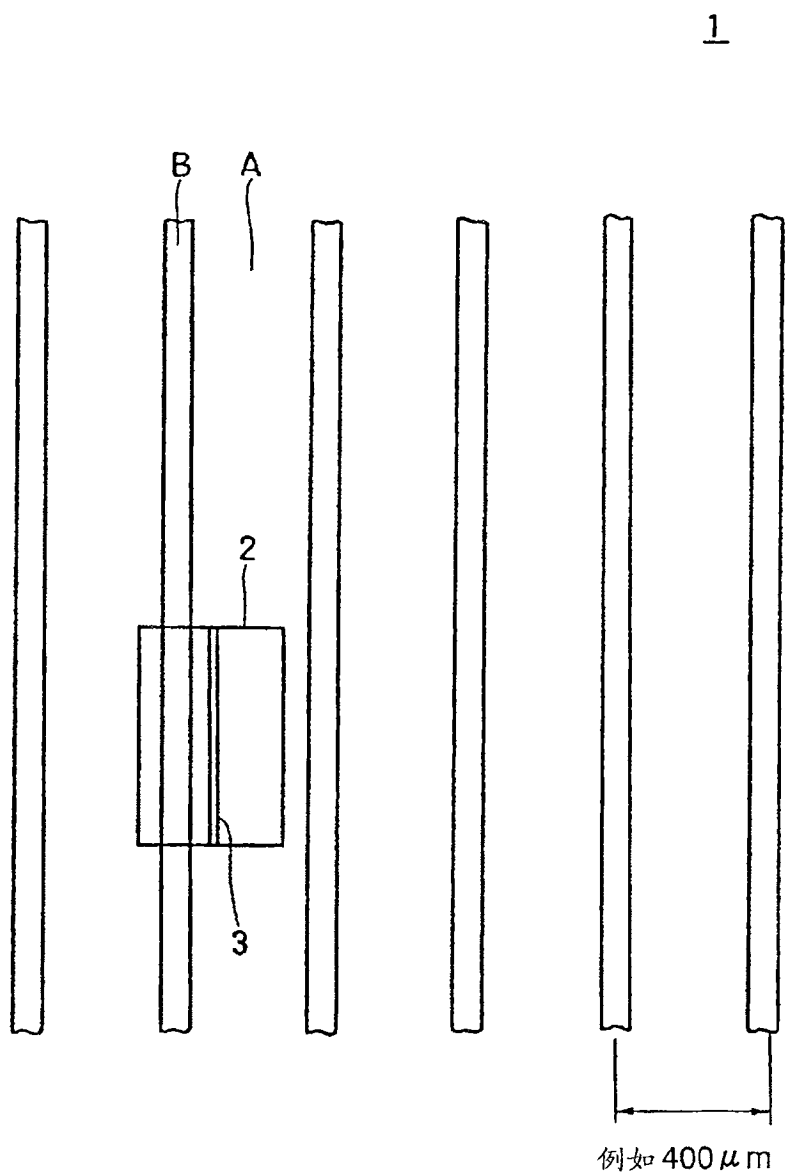


图 35

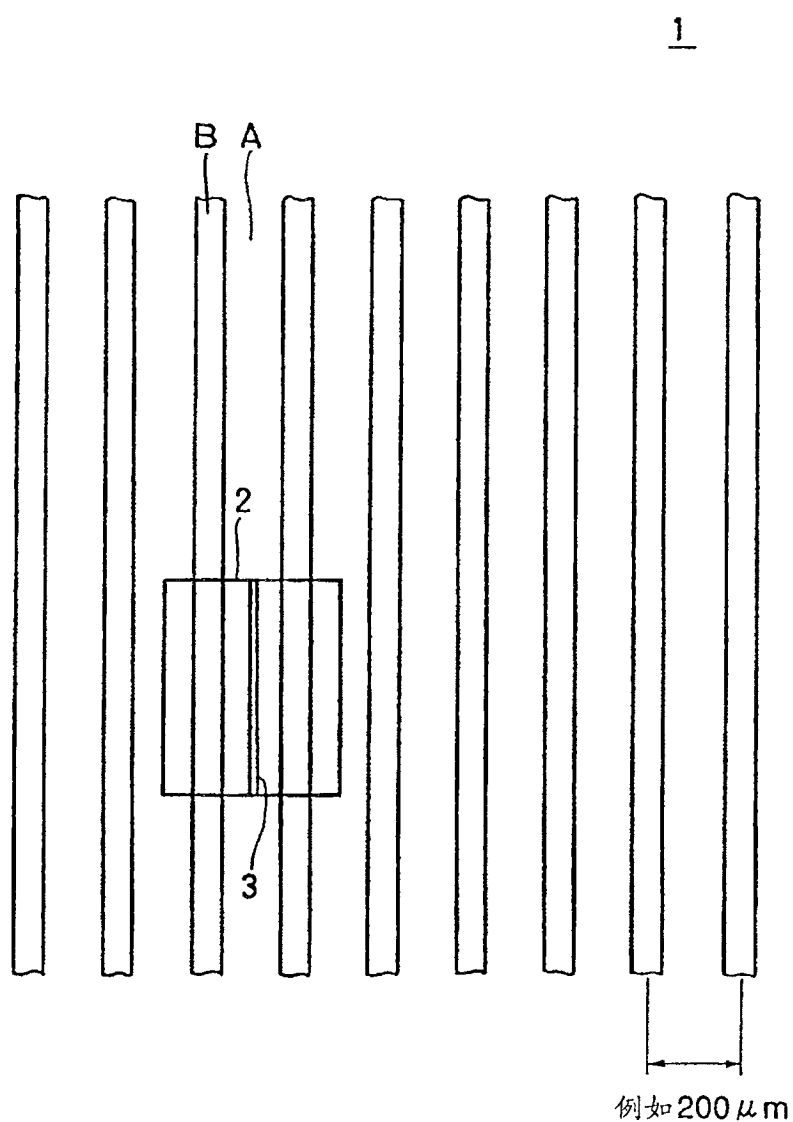


图 36

附图标记说明

1GaN 衬底

2 器件区域

3 激光条纹

5N 型 GaN 缓冲层

6N 型 AlGaIn 包覆层

7N 型 GaN 光导层

8 有源层

9 未掺杂 InGaIn 的保护层

10P 型 AlGaIn 覆盖层

11P 型 GaN 光导层

12P 型 AlGaIn 包覆层

13P 型 GaN 接触层

14 脊

15 绝缘膜

16N 侧电极

17P 侧电极