

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01L 33/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710149626.9

[43] 公开日 2008年3月12日

[11] 公开号 CN 101140977A

[22] 申请日 2007.9.10

[21] 申请号 200710149626.9

[30] 优先权

[32] 2006.9.8 [33] JP [31] 244195/06

[32] 2007.5.31 [33] JP [31] 145584/07

[71] 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 幡俊雄

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 葛青

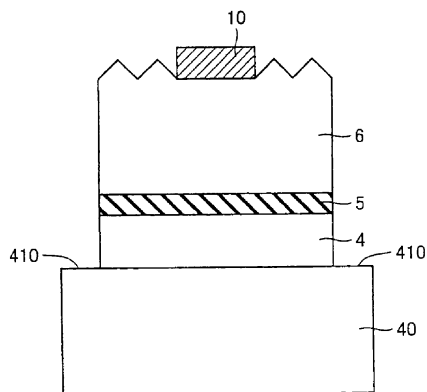
权利要求书4页 说明书19页 附图16页

## [54] 发明名称

氮化物半导体发光元件及其制造方法

## [57] 摘要

本发明公开了一种氮化物半导体发光元件，该元件包括：透明导体、第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层，所述第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层按顺序层叠在所述透明导体上。本发明还提供了一种氮化物半导体发光元件，该元件包括：透明导体；金属层；第二透明导体；第一导电型氮化物半导体层；发光层；和第二导电型氮化物半导体层，所述金属层、第二透明导体、第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层按顺序层叠在所述透明导体上。本发明还提供了各个这些氮化物半导体发光元件的制造方法。



1. 一种氮化物半导体发光元件，包括：透明导体；第一导电型氮化物半导体层；发光层；和第二导电型氮化物半导体层，所述第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层顺序地层叠在所述透明导体上。

2. 根据权利要求1的氮化物半导体发光元件，其中所述透明导体包含氧化铟锡、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锡、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化铪、或硼化镧。

3. 根据权利要求1的氮化物半导体发光元件，其中所述第一导电型氮化物半导体层至少包含镁，并且所述第二导电型氮化物半导体层至少包含硅。

4. 一种氮化物半导体发光元件，包括：第一透明导体；金属层；第二透明导体；第一导电型氮化物半导体层；发光层；和第二导电型氮化物半导体层，所述金属层、第二透明导体、第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层按顺序层叠在所述第一透明导体上。

5. 根据权利要求4的氮化物半导体发光元件，其中所述第二导电型氮化物半导体层的表面具有凹凸。

6. 根据权利要求4的氮化物半导体发光元件，其中所述第二透明导体的厚度比所述第一透明导体的厚度小。

7. 根据权利要求4的氮化物半导体发光元件，其中所述第一透明导体和第二透明导体的至少之一包含：氧化铟锡、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锡、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化铪、或硼化镧。

8. 根据权利要求4的氮化物半导体发光元件，其中在所述金属层侧上的第二透明导体的表面具有凹凸。

9. 根据权利要求4的氮化物半导体发光元件，其中在所述金属层侧上的第二透明导体的表面具有凹痕。

10. 根据权利要求4的氮化物半导体发光元件，其中所述金属层包括选自自由金属粘接层、金属阻挡层和金属反射层组成的组中的至少一层。

11. 根据权利要求10的氮化物半导体发光元件，其中所述金属粘接层

包含铬或铬合金。

12. 根据权利要求 10 的氮化物半导体发光元件, 其中所述金属阻挡层包含镍、钛、镍钛合金或铂。

13. 根据权利要求 10 的氮化物半导体发光元件, 其中所述金属反射层包含选自由银、铂、铝、铯、银铯合金、银铯铜合金、银钡合金、银钡铜合金、银铋合金和银铋金合金组成的组的至少一种。

14. 根据权利要求 4 的氮化物半导体发光元件, 其中在所述第一透明导体侧的氮化物发光元件的表面制造作为安装表面。

15. 根据权利要求 4 的氮化物半导体发光元件, 其中所述第一导电型氮化物半导体层至少包含镁, 并且所述第二导电型氮化物半导体层至少包含硅。

16. 根据权利要求 1 的氮化物半导体发光元件, 其中所述第一导电型氮化物半导体层、发光层和第二导电型氮化物半导体层位于在被通过暴露部分所述透明导体的表面而获得的暴露的表面所围绕的区域内部的所述透明导体上。

17. 根据权利要求 1 的氮化物半导体发光元件, 其中部分所述透明导体的表面被暴露以便围绕所述第一导电型氮化物半导体层、所述发光层、和所述第二导电型氮化物半导体层的周边。

18. 根据权利要求 4 的氮化物半导体发光元件, 其中所述第一导电型氮化物半导体层、所述发光层、和所述第二导电型氮化物半导体层位于在被通过暴露部分所述第二透明导体的表面而获得的暴露的表面所围绕的区内部的所述第二透明导体上。

19. 根据权利要求 4 的氮化物半导体发光元件, 其中部分所述透明导体的表面被暴露以便围绕所述第一导电型氮化物半导体层、所述发光层、和所述第二导电型氮化物半导体层的周边。

20. 一种制造在权利要求 1 中所述的氮化物半导体发光元件的方法, 包括的步骤是: 按顺序在基底上层叠所述第二导电型氮化物半导体层、发光层、和包含镁的第一导电型氮化物半导体层; 在所述第一导电型氮化物半导体层上形成所述透明导体; 以及加热所述透明导体至不低于 500℃ 的温度持续不小于 10 分钟。

21. 根据权利要求 20 的氮化物半导体发光元件的制造方法, 其中所述

透明导体包含氧化铟锡、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锡、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化钪、或硼化镧。

22. 根据权利要求 20 的氮化物半导体发光元件的制造方法，其中所述基底包含选自由蓝宝石、砷化镓、磷化镓、硅和锗组成的组中的至少一种。

23. 根据权利要求 20 的氮化物半导体发光元件的制造方法，包括去除所述基底的步骤。

24. 根据权利要求 20 的氮化物半导体发光元件的制造方法，包括通过去除所述第二导电型氮化物半导体层、所述发光层和所述第一导电型氮化物半导体层而暴露所述透明导体的部分表面的步骤。

25. 一种制造在权利要求 4 中所述的氮化物半导体发光元件的方法，包括的步骤是：按顺序在基底上层叠所述第二导电型氮化物半导体层、发光层、和包含镁的第一导电型氮化物半导体层，在所述第一导电型氮化物半导体层上形成所述第二透明导体；加热所述第二透明导体至不低于 500℃ 的温度持续不小于 10 分钟；在所述加热之后形成所述金属层；以及形成所述第一透明导体。

26. 根据权利要求 25 的氮化物半导体发光元件的制造方法，其中所述第一透明导体和所述第二透明导体的至少之一包含：氧化铟锡、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锡、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化钪、或硼化镧。

27. 根据权利要求 25 的氮化物半导体发光元件的制造方法，其中所述基底包含选自由蓝宝石、砷化镓、磷化镓、硅和锗组成的组的至少一种。

28. 根据权利要求 25 的氮化物半导体发光元件的制造方法，包括去除所述基底的步骤。

29. 根据权利要求 25 的氮化物半导体发光元件的制造方法，包括通过去除所述第二导电型氮化物半导体层、所述发光层和所述第一导电型氮化物半导体层而暴露所述第二透明导体的部分表面的步骤。

30. 一种制造在权利要求 8 中所述的氮化物半导体发光元件的方法，包括的步骤是：按顺序在基底上层叠所述第二导电型氮化物半导体层、发光层、和包含镁的第一导电型氮化物半导体层；在所述第一导电型氮化物半导体层上形成所述第二透明导体；加热所述第二透明导体至不低于 500℃ 的温度持

续不小于 10 分钟；在所述加热之后在所述第二透明导体的表面上形成所述凹凸；形成所述金属层；以及形成所述第一透明导体。

31. 根据权利要求 30 的氮化物半导体发光元件的制造方法，其中所述第一透明导体和所述第二透明导体的至少之一包含：氧化铟锡、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锡、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化钪、或硼化镧。

32. 根据权利要求 30 的氮化物半导体发光元件的制造方法，其中所述基底包含选自由蓝宝石、砷化镓、磷化镓、硅和锗组成的组的至少一种。

33. 根据权利要求 30 的氮化物半导体发光元件的制造方法，包括去除所述基底的步骤。

34. 根据权利要求 30 的氮化物半导体发光元件的制造方法，包括通过去除所述第二导电型氮化物半导体层、所述发光层和所述第一导电型氮化物半导体层而暴露所述第二透明导体的部分表面的步骤。

## 氮化物半导体发光元件及其制造方法

### 技术领域

本发明涉及氮化物半导体发光元件及其制造方法，具体地涉及可以改善制造产率和可靠性的氮化物半导体发光元件及其制造方法。

### 背景技术

一种由组成化学式例如  $\text{In}_a\text{Ga}_b\text{Al}_c\text{N}$  (其中  $a+b+c=1, 0 \leq a < 1, 0 < b \leq 1, 0 \leq c < 1$ ) 表示的氮化物半导体具有大的带隙和高热稳定性。对于氮化物半导体，甚至可以通过调整其组成而控制带隙。因而，期望氮化物半导体作为可应用于氮化物半导体发光元件的材料，半导体发光元件例如发光二极管或激光二极管以及各种半导体器件，其典型的实例是高温器件。

对于使用氮化物半导体的发光二极管，具体地，已经开发和实施了从蓝光至绿光的波长范围内具有发光强度高至几个坎德拉的发光二极管。此外，作为大容量光盘介质的拾取的光源，使用氮化物半导体的激光二极管的实施正在变成研发的焦点。

例如，专利文献 1 (日本特开公报 No. 09-008403) 公开了具有上和下电极结构的传统氮化物半导体发光元件的实例。如同在图 21 中所示出的示意截面图，传统氮化物半导体发光元件被配置为，第一欧姆电极层 102 和第二欧姆电极层 102 形成于由 p 型 GaAs 制成并且具有形成于其上的正电极层 107 的基底 100 上，p 型氮化物半导体层 103、发光层 104 和 n 型氮化物半导体层 105 以该顺序层叠的氮化物半导体层层叠结构 108 形成于第二欧姆电极层 101 上，并且负电极层 106 形成于 n 型氮化物半导体层 105 上。

通过热压接合结合形成于导电基底 100 上的第一欧姆电极层 102 和形成于蓝宝石基底 (未示出) 上层叠的氮化物半导体层的层叠结构 108 上的第二欧姆电极层 101，并且随后去除蓝宝石基底，从而形成传统氮化物半导体发光元件。

### 发明内容

但是，当具有大面积的导电基底 100 的整个表面通过热压接合与氮化物半导体层层叠结构 108 的整个表面结合时，第一欧姆电极层 102 和第二欧姆电极层插入其间，难于均匀加热和压力接合这些整个表面。因而，展示出导电基底 100 和氮化物半导体层叠结构 108 之间的不良粘接，并且因而引起这些整个表面剥离的问题。

此外，还展示出导电基底 100 和第一欧姆电极层 102 之间的不良粘接，并且因而引起全部或部分导电基底 100 从第一欧姆电极层 102 剥离的问题。

如果导电基底 100 完全从第一欧姆电极层 102 剥离，则不可以去除蓝宝石基底，造成了不能制造氮化物半导体发光元件的问题。

如果导电基底 100 从第一欧姆电极层 102 部分剥离，则注入到氮化物半导体发光元件的电流不能在氮化物半导体层叠结构 108 和导电基底 100 之间成功地流动，引起工作电压增加。因而，产生氮化物半导体发光元件的可靠性恶化的问题。

此外，如果导电基底 100 从第一欧姆电极层 102 部分剥离，则当晶片切割为各个氮化物半导体发光元件时，产生导电基底 100 从第一欧姆电极层 102 剥离的问题，该问题使制造产率降低。

此外，如果导电基底 100 从第一欧姆电极层 102 部分剥离，则在制造工艺期间，溶剂、光刻胶或蚀刻液穿透在导电基底 100 和第一欧姆电极层 102 之间。如果氮化物半导体发光元件应用于灯，则树脂、潮气等通过剥离部分浸入从而引起进一步的剥离，这可以破坏第一欧姆电极层 102 或第二欧姆电极层 101。这引起氮化物半导体发光元件的可靠性恶化的问题。

此外，当例如 Au 布线键合于负电极层 106 时，如果在导电基底 100 和第一欧姆电极层 102 之间展示不良的粘接，则剥离出现于导电基底 100 和第一欧姆电极层 102 之间，造成增加工作电压的问题。

因而，本发明的目标是提供可以改善制造产率和可靠性的氮化物半导体发光元件及其制造方法。

因而，本发明的第一方面可以提供一种氮化物半导体发光元件，其包括：透明导体、第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层，第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层，顺序地层叠在透明导体上。

这里，在本发明的第一方面中，透明导体优选包含氧化铟锡（氧化铟和

锡的合成物，此后也称为“ITO”）、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟（氧化镉和铟的合成物）、氧化镉锌（氧化镉和锌的合成物）、氧化锌锡（氧化锌和锡的合成物）、氧化铟锌（氧化铟和锌的合成物）、氧化镁铟（氧化镁和铟的合成物）、氧化钙镓（氧化钙和镓的合成物）、氮化钛、氮化锆、氮化铪、或硼化镧。

根据本发明的第二方面，可以提供一种氮化物半导体发光元件，其包括：第一透明导体、金属层、第二透明导体、第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层，金属层、第二透明导体、第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层顺序地层叠在第一透明导体上。

这里，在本发明的第二方面中，优选第二导电型氮化物半导体层的表面具有凹凸。

此外，在本发明的第二方面中，优选第二透明导体的厚度比第一透明导体的厚度小。在本发明中，当然“厚度”指在氮化物半导体层生长方向上的厚度。

此外，在本发明的第二方面中，优选第一透明导体和第二透明导体的至少之一包含氧化铟锡、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锡、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化铪、或硼化镧。

此外，在本发明的第二方面中，优选在金属层侧上的第二透明导体的表面具有凹凸。

此外，在本发明的第二方面中，优选在所述金属层侧上的第二透明导体的表面具有凹痕。在本发明中，“凹痕”指具有曲面的凹形。

此外，在本发明的第二方面中，优选金属层包括从包括选自由金属粘接层、金属阻挡层和金属反射层组成的组的至少一层。在本发明中，“金属粘接层”指当与没有形成金属粘接层的情形相比时，具有用插入其间的金属粘接层能够进一步抑制层相互剥离功能的层。在本发明中，“金属阻挡层”指当与没有形成金属阻挡层的情形相比时，具有用插入其间的金属阻挡层能够进一步抑制原子在层间迁移功能的层。在本发明中，“金属反射层”具有至少反射部分从发光层发出的光的功能的层。

此外，在本发明的第二方面中，金属粘接层优选包含铬或铬合金（铬和



至少一种铬以外的其它类型金属的合金)。

此外,在本发明的第二方面中,金属阻挡层优选包含镍、钛、镍钛合金或铂。

此外,在本发明的第二方面中,金属反射层优选包含选自由银、铂、铝、铯、银铈合金(银和铈的合金)、银铈铜合金(银、铈和铜的合金)、银钡合金(银和钡的合金)、银钡铜合金(银、钡和铜的合金)、银铋合金(银和铋的合金)和银铈金合金(银、铈和金的合金)组成的组中的至少一种。

此外,在本发明的第二方面中,第一透明导体侧的氮化物发光元件的表面可以制造作为安装表面。

此外,在本发明的第二方面中,第一导电型氮化物半导体层可以至少包含镁,并且第二导电型氮化物半导体层可以至少包含硅。

此外,在本发明的第一方面中,第一导电型氮化物半导体层、发光层和第二导电型氮化物半导体层优选位于所述透明导体上,在由通过暴露部分透明导体的表面而获得的暴露表面围绕的区域内部。

此外,在本发明的第一方面中,部分透明导体的表面被暴露以便围绕第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层的周边。

此外,在本发明的第二方面中,第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层优选位于第二透明导体上,在由通过暴露部分第二透明导体的表面而获得的暴露表面所围绕的区域内部。

此外,在本发明的第二方面中,部分透明导体的表面被暴露以便围绕第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层的周边。

根据本发明的第三方面,可以提供一种上述氮化物半导体发光元件的制造方法,包括的步骤是:按顺序在基底上层叠第二导电型氮化物半导体层、发光层、和包含镁的第一导电型氮化物半导体层,在第一导电型氮化物半导体层上形成透明导体;并且加热透明导体至不低于500°C的温度持续不小于10分钟。

这里,在本发明的第三方面中,透明导体优选包含氧化铟锡、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锡、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化铪、或硼化镧。

此外在本发明的第三方面中,优选包括通过去除第二导电型氮化物半导体层、发光层、和第一导电型氮化物半导体层而暴露部分透明导体的表面的

步骤。

根据本发明的第四方面，可以提供一种上述氮化物半导体发光元件的制造方法，包括的步骤是：第二导电型氮化物半导体层、发光层、和包含镁的第一导电型氮化物半导体层按该顺序在基底上层叠，在第一导电型氮化物半导体层上形成第二透明导体；并且加热第二透明导体至不低于 500℃ 的温度持续不小于 10 分钟；在加热之后形成金属层；并且形成第一透明导体。

根据本发明的第五方面，可以提供一种上述氮化物半导体发光元件的制造方法，包括的步骤是：第二导电型氮化物半导体层、发光层、和包含镁的第一导电型氮化物半导体层按该顺序在基底上层叠，在第一导电型氮化物半导体层上形成第二透明导体；加热第二透明导体至不低于 500℃ 的温度持续不小于 10 分钟；加热之后在第二透明导体的表面上形成所述凹凸；形成金属层，并且形成第一透明导体。

此外在本发明的第四和第五方面中，第一透明导体和第二透明导体的至少之一优选包含氧化铟锡、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锡、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化铪、或硼化镧。

此外在本发明的第四和第五方面中，优选包括通过去除第二导电型氮化物半导体层、发光层和第一导电型氮化物半导体层而暴露第二透明导体的部分表面的步骤。

此外在本发明的第三、第四和第五方面中，基底优选包含选自蓝宝石、砷化镓、磷化镓、硅和锗的组成的组的至少一种。

此外在本发明的第三、第四和第五方面中，可以包括去除所述基底的步骤。

在本发明中，对于形成各个第一导电型氮化物半导体层、发光层、和第二导电型氮化物半导体层的氮化物半导体层，可以使用例如由组成化学式  $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ （注意  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq z \leq 1$ ,  $x+y+z \neq 0$ ）表示的氮化物半导体晶体制成的层。注意在上述组成化学式中， $x$  代表铝（Al）的组成比， $y$  代表镓（Ga）的组成比，并且  $z$  代表铟（In）的组成比。

根据本发明，可以提供可以改善制造产率和可靠性的氮化物半导体发光元件及其制造方法。

当结合附图时，从下面本发明的详细描述，本发明的前述和其它目的、

特征、方面和优点将变得更为显见。

#### 附图说明

图 1 是根据本发明的氮化物半导体发光元件的优选实例的示意截面图。

图 2-7 是在图 1 中所示出根据本发明的氮化物半导体发光元件的制造方法中示出部分的制造工艺的示意截面图。

图 8 是根据本发明的氮化物半导体发光元件另一优选实例的示意截面图。

图 9-13 是在图 8 中所示出的根据本发明氮化物半导体发光元件的制造方法中示出部分的制造工艺的示意截面图。

图 14 是根据本发明的氮化物半导体发光元件又一优选实例的示意截面图。

图 15-20 是在图 14 中所示出的根据本发明的氮化物半导体发光元件的制造方法中示出部分的制造工艺的示意截面图。

图 21 是具有上和下电极结构的传统氮化物半导体发光元件的实例的示意截面图。

图 22 是根据本发明的氮化物半导体发光元件又一优选实例的示意截面图。

图 23-29 是在图 22 中所示出的根据本发明的氮化物半导体发光元件的制造方法中示出部分的制造工艺的示意截面图。

#### 具体实施方式

此后将描述本发明的实施例。在本发明的图中，相同的参照标号代表相同或对应的部分。

##### 第一实施例

图 1 是根据本发明的氮化物半导体发光元件的优选实例的示意截面图。氮化物半导体发光元件被配置，使得掺杂镁(Mg)的 p 型氮化物半导体层 4、由氮化物半体制成的具有多量子阱(MQW)结构的发光层 5、掺杂硅(Si)的 n 型氮化物半导体层 6、和由 Ti 层和 Au 层层叠体制成的 n 侧焊垫电极 10 按该顺序层叠在由 ITO 制成的透明导体上。这里，n 型氮化物半导体层 6 具有在其上形成有凹凸的表面。此外，氮化物半导体发光元件具有被暴露的表

面 410, 其中在氮化物半导体层 (这里, p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6) 侧上的透明导体 40 的表面的外围部分被暴露。因而, p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6 位于被暴露的表面 410 所围绕的区域内部的透明导体 40 的表面上。

此后将描述如同在图 1 中所示出的氮化物半导体发光元件的制造方法的优选实例。起初, 如同在图 2 的示意截面图中所示出的, 由 GaN 制成的缓冲层 2、未掺杂的氮化物半导体层 3、n 型氮化物半导体层 6、发光层 5、p 型氮化物半导体层 4 按该顺序通过例如金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 法生长在蓝宝石基底 1 上。这里, 缓冲层 2 可以具有例如 20nm 的厚度, 并且未掺杂氮化物半导体层 3 可以具有例如 1 $\mu$ m 的厚度。此外, n 型氮化物半导体层 6 具有例如 4 $\mu$ m 的厚度, 发光层 5 可以具有例如 50nm 的厚度, 并且 p 型氮化物半导体层 4 可以具有例如 150nm 的厚度。注意可以不生长未掺杂的氮化物半导体层 3。

接着, 如同在图 3 的示意截面图中所示出的, 由 ITO 制成的例如具有 50 $\mu$ m 厚度的透明导体 40, 通过蒸镀法形成于 p 型氮化物半导体层 4 上。随后, 透明导体的形成之后获得的晶片被加热。这里, 透明导体 40 优选加热到不低于 500 $^{\circ}$ C 并且不高于 800 $^{\circ}$ C 的温度, 并且更加优选加热到不低于 500 $^{\circ}$ C 并且不高于 650 $^{\circ}$ C 的温度, 以便改进透射率并且减小电阻率, 以作为透明导体。此外, 就允许透明导体进一步展示其功能而言, 透明导体 40 优选加热到上述温度 (不低于 500 $^{\circ}$ C 并且不高于 800 $^{\circ}$ C 的温度, 并且更加优选不低于 500 $^{\circ}$ C 并且不高于 650 $^{\circ}$ C 的温度), 持续不少于 10 分钟并且不多于 60 分钟, 并且更加优选持续不少于 10 分钟并且不多于 30 分钟。

随后从蓝宝石基底 1 的后表面侧施加 YAG-THG 激光 (355nm 波长), 后表面侧被镜面抛光, 使得蓝宝石基底 1、缓冲层 2、和部分未掺杂氮化物半导体层 3 被热分解从而去除蓝宝石基底 1 和缓冲层 2, 如同在图 4 的示意截面图中所示出的。

然后研磨未掺杂氮化物半导体层 3 从而暴露 n 型氮化物半导体层 6 的表面。如在图 5 的示意截面图中所示出的, 在 n 型氮化物半导体层 6 的表面通过反应离子蚀刻 (RIE) 等形成凹凸。

接着, 如在图 6 的示意截面图中所示出的, 通过例如蒸镀法等按顺序在 n 型氮化物半导体层 6 的表面上层叠适于作焊垫的 Ti 层和 Au 层, 而在部分

n 型氮化物半导体层 6 的表面形成 n 侧焊垫电极 10。随后，Au 布线（未示出）球焊到 n 侧焊垫电极 10 上。

随后，如同在图 7 的示意截面图中所示出的，部分的各个 p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6 通过 RIE 等被蚀刻从而暴露部分透明导体 40 的表面。因而形成被暴露的表面 410。

上述被蚀刻的晶片被划分为多个芯片，从而获得如同在图 1 中所示出的根据本发明的氮化物半导体发光元件。封装这样形成的氮化物半导体发光元件，使得在透明导体 40 侧上其表面用作安装表面以被安装在安装构件上。

如上所述，在本实施例中，由 ITO 制成的透明导体 40 执行支撑基底的功能以去除蓝宝石基底，和导电基底的功能以形成上和下电极结构。因而，在本实施例中，为了形成上和下电极结构，不需要通过热压接合的结合，并且可以显著地减小由热压接合和其他方式所引起的基底的传统的剥离和翘曲，使得可以改善氮化物半导体发光元件的制造产率和可靠性。此外，在本实施例中，还可以有效地避免氮化物半导体发光元件的工作电压的增加，工作电压的增加有助于剥离。

此外，在本实施例中，被暴露的表面 410 的形成使得当将晶片划分为多个芯片时可以容易地划分被蚀刻的晶片。

此外，在本实施例中，当将晶片划分为芯片时，无需划分 pn 结，使得短路不易发生。

此外，在本实施例中，还减少了在透明导体 40 上氮化物半导体层（p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6）的碎片、裂纹和剥离，从而改善了氮化物半导体发光元件的可靠性，并且可以减小氮化物半导体发光元件的照明故障。

在本实施例中，优选形成透明导体 40 从而具有不小于  $40\mu\text{m}$  并且不大于  $400\mu\text{m}$  的厚度，并且更优选厚度不小于  $50\mu\text{m}$  并且不大于  $120\mu\text{m}$ 。如果形成透明导体 40 从而具有不小于  $40\mu\text{m}$  并且不大于  $400\mu\text{m}$  的厚度，尤其地厚度不小于  $50\mu\text{m}$  并且不大于  $120\mu\text{m}$ ，则透明导体 40 趋向于更有效地执行支撑基底的功能以去除蓝宝石基底，和导电基底的功能以形成上和下电极结构。

## 第二实施例

图 8 是根据本发明的氮化物半导体发光元件的另一优选实例的示意截面

图。氮化物半导体发光元件被配置使得金属层 42、第二透明导体 41、掺杂镁 (Mg) 的 p 型氮化物半导体层 4、由氮化物半导体制成的具有多量子阱 (MQW) 结构的发光层 5、掺杂硅 (Si) 的 n 型氮化物半导体层 6、和由 Ti 层和 Au 层层叠体制成的 n 侧焊垫电极 10 按该顺序层叠在由 ITO 制成的第一透明导体 43 上。这里, n 型氮化物半导体层 6 具有在其上形成有凹凸的表面。此外, 氮化物半导体发光元件具有被暴露的表面 410, 其中在氮化物半导体层 (这里, p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6) 侧上的第二透明导体 41 的表面的外围部分被暴露。因而, p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6 位于被暴露的表面 410 所围绕的区域内部的第二透明导体 41 的表面上。

此后将描述如同在图 8 中所示出的氮化物半导体发光元件的制造方法的优选实例。起初, 如同在图 2 的示意截面图中所示出的, 由 GaN 制成的缓冲层 2、未掺杂的氮化物半导体层 3、n 型氮化物半导体层 6、发光层 5、p 型氮化物半导体层 4 按此顺序通过例如 MOCVD 法生长在蓝宝石基底上。迄今该工序类似于第一实施例。

接着, 如同在图 9 的示意截面图中所示出的, 由 ITO 制成的具有例如 40 $\mu\text{m}$  厚度的第二透明导体 41, 由银钕合金 (Ag-Nd) 膜制成的金属层 42, 和由 ITO 制成的具有例如 50 $\mu\text{m}$  厚度的第一透明导体 43, 按该顺序例如通过蒸镀法等形成于 p 型氮化物半导体层 4 上。

这里, 第二透明导体 41 优选加热到不低于 500 $^{\circ}\text{C}$  并且不高于 800 $^{\circ}\text{C}$  的温度, 并且更加优选加热到不低于 500 $^{\circ}\text{C}$  并且不高于 650 $^{\circ}\text{C}$  的温度, 以便改进透射率并且减小电阻率以作为透明导体。此外, 就允许透明导体进一步展示其功能而言, 第二透明导体 41 优选加热到上述温度 (不低于 500 $^{\circ}\text{C}$  并且不高于 800 $^{\circ}\text{C}$  的温度, 并且更加优选不低于 500 $^{\circ}\text{C}$  并且不高于 650 $^{\circ}\text{C}$  的温度), 持续不少于 10 分钟并且不多于 60 分钟, 并且更加优选持续不少于 10 分钟并且不多于 30 分钟。

随后从蓝宝石基底 1 的后表面侧施加 YAG-THG 激光 (355nm 波长), 后表面侧被镜面抛光, 使得蓝宝石基底 1、缓冲层 2、和部分未掺杂氮化物半导体层 3 被热分解从而去除蓝宝石基底 1 和缓冲层 2, 如同在图 10 的示意截面图中所示出的。

然后研磨未掺杂氮化物半导体层 3 从而暴露 n 型氮化物半导体层 6 的表

面。如在图 11 的示意截面图中所示出的，在 n 型氮化物半导体层 6 的表面通过 RIE 等形成凹凸。

接着，如在图 12 的示意截面图中所示出的，通过例如蒸镀法等，在 n 型氮化物半导体层 6 的表面上顺序层叠适于作为焊垫的 Ti 层和 Au 层，在部分 n 型氮化物半导体层 6 的表面形成 n 侧焊垫电极 10。随后，Au 布线（未示出）球焊在 n 侧焊垫电极 10 上。

随后，如同在图 13 的示意截面图中所示出的，部分各个 p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6 通过 RIE 等被蚀刻从而暴露部分第二透明导体 41 的表面。因而形成被暴露的表面 410。

上述被蚀刻的晶片被划分为多个芯片，使得获得如同在图 8 中所示出的根据本发明的氮化物半导体发光元件。封装这样形成的氮化物半导体发光元件，使得第一透明导体 43 侧上的其表面作为安装表面以被安装到安装构件上。

如上所述，在本实施例中，由 ITO 制成的第一透明导体 43、由 Ag-Nd 膜制成的金属层 42、和由 ITO 制成的第二透明导体 41 的层叠体执行支撑基底的功能以去除蓝宝石基底，和导电基底的功能以形成上和下电极结构。因而，在本实施例中，为了形成上和下电极结构，不需要通过热压接合的结合，并且可以显著地减小由热压接合和其他方式所引起的基底的传统剥离和翘曲，使得可以改善氮化物半导体发光元件的制造产率和可靠性。此外，在本实施例中，还可以有效地避免氮化物半导体发光元件的工作电压的增加，工作电压的增加有助于剥离。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，第一透明导体和第二透明导体之间的金属层具有反射至少部分从发光层发出的光的金属反射层的功能，使得可以比在第一实施例中的氮化物半导体发光元件提取更多的光。因而，根据本实施例的氮化物半导体发光元件在光的外部提取效率方面是杰出的，并且因而可以作为具有良好可靠性的氮化物半导体发光元件。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，被暴露的表面 410 的形成使得当将晶片划分为多个芯片时可以容易地划分被蚀刻的晶片。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，当将晶片划分为芯片时，无需划分 pn 结，使得短路不易发生。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，还减少了在第二透

明导体 41 上氮化物半导体层 (p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6) 的碎片、裂纹和剥离, 从而改善了氮化物半导体发光元件的可靠性, 并且可以减小氮化物半导体发光元件的照明故障。

此外, 在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中, 两个透明导体, 即第一透明导体 43 和第二透明导体 41 用作透明导体, 使得可以形成具有大的膜厚度的透明导体。

在本实施例中, 优选形成第一透明导体 43、金属层 42 和第二透明导体 41 的层叠体从而具有不小于  $40\mu\text{m}$  并且不大于  $400\mu\text{m}$  的总厚度, 并且更优选总厚度不小于  $50\mu\text{m}$  并且不大于  $120\mu\text{m}$ 。如果层叠体具有不小于  $40\mu\text{m}$  并且不大于  $400\mu\text{m}$  的总厚度, 尤其厚度不小于  $50\mu\text{m}$  并且不大于  $120\mu\text{m}$ , 则层叠体趋向于更有效地执行支撑基底的功能以去除蓝宝石基底, 和导电基底的功能以形成上和下电极结构。

此外, 优选形成第二透明导体 41 从而具有比第一透明导体 43 小的厚度。如果形成第二透明导体 41 从而具有比第一透明导体 43 小的厚度, 则趋向于改善从发光层 42 发出的光的提取效率。

### 第三实施例

图 14 是根据本发明的氮化物半导体发光元件的又一优选实例的示意截面图。氮化物半导体发光元件被配置使得金属层 42、第二透明导体 41、掺杂镁 (Mg) 的 p 型氮化物半导体层 4、由氮化物半导体制成的具有多量子阱 (MQW) 结构的发光层 5、掺杂硅 (Si) 的 n 型氮化物半导体层 6、和由 Ti 层和 Au 层层叠体制成的 n 侧焊垫电极 10 按该顺序层叠在由 ITO 制成的第一透明导体 43 上。此外, 凹凸形成于 n 型氮化物半导体层 6 上, 并且形成于金属层 42 侧上的第二透明导体 41 的表面上。此外, 氮化物半导体发光元件具有被暴露的表面 410, 其中在氮化物半导体层 (这里, p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6) 侧上的第二透明导体 41 的表面的外围部分被暴露。因而, p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6 位于被暴露的表面 410 所围绕的区内部的第二透明导体 41 的表面上。

此后将描述如同在图 14 中所示出的氮化物半导体发光元件的制造方法的优选实例。起初, 如同在图 2 的示意截面图中所示出的, 由 GaN 制成的缓冲层 2、未掺杂的氮化物半导体层 3、n 型氮化物半导体层 6、发光层 5、p



型氮化物半导体层 4 按该顺序通过例如 MOCVD 法生长在蓝宝石基底上。迄今该工序类似于第一和第二实施例。

接着，如同在图 15 的示意截面图中所示出的，由 ITO 制成的具有例如 50 $\mu\text{m}$  厚度的第二透明导体 41 形成于 p 型氮化物半导体层 4 上，并且凹凸形成于第二透明导体 41 的表面。这里，第二透明导体 41 表面的凹凸可以通过以例如每个具有 2 $\mu\text{m}$  直径和 2 $\mu\text{m}$  高度的点的图案去除第二透明导体 41 而形成。

接着，如在图 16 的示意截面图中所示出的，例如由铝 (Al) 膜制成的具有例如 200nm 厚度的金属层 42，和由 ITO 制成的例如具有 50 $\mu\text{m}$  厚度的第一透明导体层 43，按该顺序通过例如蒸镀法等层叠。

这里，第二透明导体 41 优选加热到不低于 500 $^{\circ}\text{C}$  并且不高于 800 $^{\circ}\text{C}$  的温度，并且更加优选加热到不低于 500 $^{\circ}\text{C}$  并且不高于 650 $^{\circ}\text{C}$  的温度，以便改进透射率并且减小电阻率以作为其透明导体。此外，就允许透明导体进一步展示其功能而言，第二透明导体 41 优选加热到上述温度 (不低于 500 $^{\circ}\text{C}$  并且不高于 800 $^{\circ}\text{C}$  的温度，并且更加优选不低于 500 $^{\circ}\text{C}$  并且不高于 650 $^{\circ}\text{C}$  的温度)，持续不少于 10 分钟并且不多于 60 分钟，并且更加优选持续不少于 10 分钟并且不多于 30 分钟。

随后从蓝宝石基底 1 的后表面侧施加 YAG-THG 激光 (355nm 波长)，后表面侧被镜面抛光，使得蓝宝石基底 1、缓冲层 2、和部分未掺杂氮化物半导体层 3 被热分解从而去除蓝宝石基底 1 和缓冲层 2，如同在图 17 的示意截面图中所示出的。

然后研磨未掺杂氮化物半导体层 3 从而暴露 n 型氮化物半导体层 6 的表面。如在图 18 的示意截面图中所示出的，在 n 型氮化物半导体层 6 的表面通过 RIE 等形成凹凸。

接着，如在图 19 的示意截面图中所示出的，通过例如蒸镀法等，在 n 型氮化物半导体层 6 的表面上顺序层叠适于作为焊垫的 Ti 层和 Au 层，在部分 n 型氮化物半导体层 6 的表面形成 n 侧焊垫电极 10。随后，Au 布线 (未示出) 球焊在 n 侧焊垫电极 10 上。

随后，如同在图 20 的示意截面图中所示出的，部分各个 p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6 通过 RIE 等被蚀刻从而暴露部分第二透明导体 41 的表面。因而形成被暴露的表面 410。

上述被蚀刻的晶片被划分为多个芯片，使得获得如同在图 14 中所示出的根据本发明的氮化物半导体发光元件。封装这样形成的氮化物半导体发光元件，使得第一透明导体 43 侧上的其表面作为安装表面以安装在安装构件上。

如上所述，在本实施例中，由 ITO 制成的第一透明导体 43、由 Ag-Nd 膜制成的金属层 42、和由 ITO 制成的第二透明导体 41 的层叠体也执行支撑基底的功能以去除蓝宝石基底，和导电基底的功能以形成上和下电极结构。因而，也在本实施例中，为了形成上和下电极结构，不需要通过热压接合的结合，并且可以显著地减小由热压接合和其它方式所引起的基底的传统剥离和翘曲，使得可以改善氮化物半导体发光元件的制造产率和可靠性。此外，在本实施例中，也可以有效地避免氮化物半导体发光元件的工作电压的增加，工作电压的增加有助于剥离。

此外，而且在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，第一透明导体和第二透明导体之间的金属层具有反射至少部分从发光层发出的光的金属反射层的功能，使得可以比在第一实施例中的氮化物半导体发光元件提取更多的光。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，在第一透明导体 43 的表面和第二透明导体 41 的表面之间形成具有凹凸的表面的金属层 42，使得光被金属层 42 反射的区域比在第二实施例中增加得更多，并且入射到金属层 42 的凹凸表面上的光被漫反射，使得有效地外部提取光。因而，比在第二实施例的氮化物半导体发光元件中可以提取更多的光。

因而，根据本实施例的氮化物半导体发光元件在光的外部提取效率方面是杰出的，因而可以作为具有良好的可靠性的氮化物半导体发光元件。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，被暴露的表面 410 的形成使得当将晶片划分为多个芯片时可以容易地划分被蚀刻的晶片。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，当将晶片划分为芯片时，无需划分 pn 结，从而短路不易发生。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，还减少了在第二透明导体 41 上氮化物半导体层（p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6）的碎片、裂纹和剥离，从而改善了氮化物半导体发光元件的可靠性，并且可以减小氮化物半导体发光元件的照明故障。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，两个透明导体，即第一透明导体 43 和第二透明导体 41 用作透明导体，使得可以形成具有大的膜厚度的透明导体。

也在本实施例中，优选形成第一透明导体 43、金属层 42 和第二透明导体 41 的层叠体从而具有不小于  $40\mu\text{m}$  并且不大于  $400\mu\text{m}$  的总厚度，并且更优选总厚度不小于  $50\mu\text{m}$  并且不大于  $120\mu\text{m}$ 。如果层叠体具有不小于  $40\mu\text{m}$  并且不大于  $400\mu\text{m}$  的总厚度，尤其厚度不小于  $50\mu\text{m}$  并且不大于  $120\mu\text{m}$ ，则层叠体趋向于更有效地执行支撑基底的功能以去除蓝宝石基底和导电基底的功能以形成上和下电极结构。

#### 第四实施例

图 22 是根据本发明的氮化物半导体发光元件的又一优选实例的示意截面图。氮化物半导体发光元件被配置使得金属层 42、第二透明导体 41、掺杂镁 (Mg) 的 p 型氮化物半导体层 4、由氮化物半体制成的具有多量子阱 (MQW) 结构的发光层 5、掺杂硅 (Si) 的 n 型氮化物半导体层 6、和由 Ti 层和 Au 层层叠体制成的 n 侧焊垫电极 10 按该顺序层叠在由 ITO 制成的第一透明导体 43 上。此外，凹凸形成于 n 型氮化物半导体层 6 上，形成于金属层 42 侧上的第二透明导体 41 的表面上，并且形成于金属层 42 侧上的第一透明导体 43 的表面上。此外，氮化物半导体发光元件具有被暴露的表面 410，其中在氮化物半导体层（这里，p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6）侧上的第二透明导体 41 的表面的外围部分被暴露。因而，p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6 位于被暴露的表面 410 所围绕的区内部的第二透明导体 41 的表面上。

此后将描述如同在图 22 中所示出的氮化物半导体发光元件的制造方法的优选实例。起初，如同在图 2 的示意截面图中所示出的，由 GaN 制成的缓冲层 2、未掺杂的氮化物半导体层 3、n 型氮化物半导体层 6、发光层 5、p 型氮化物半导体层 4 按此顺序通过例如 MOCVD 法生长在蓝宝石基底上。迄今该工序类似于第一和第二实施例。

接着，如同在图 15 的示意截面图中所示出的，由 ITO 制成的具有例如  $50\mu\text{m}$  厚度的第二透明导体 41，形成于 p 型氮化物半导体层 4 上，并且凹凸形成于第二透明导体 41 的表面。这里，第二透明导体 41 表面的凹凸可以通过以例如每个具有  $2\mu\text{m}$  直径和  $2\mu\text{m}$  高度的点的图案去除第二透明导体 41 而

形成。

接着，如在图 23 的示意截面图中所示出的，例如由铝 (Al) 膜制成的具有 200nm 厚度的金属层 42，通过例如蒸镀法等层叠在第二透明导体层 41 上。

接着，如同在图 24 的示意截面图中所示出的，通过蚀刻等去除金属层 42 的部分表面而在金属层 42 的表面形成凹凸。这里，金属层 42 表面的凹凸可以通过以例如每个具有 2 $\mu$ m 直径和 2 $\mu$ m 高度的点的图案去除金属层 42 而形成。

接着，如同在图 25 中所示出示意截面图，例如通过蒸镀法等层叠由 ITO 制成的具有 50 $\mu$ m 厚度的第一透明导体 43。

这里，第二透明导体 41 优选加热到不低于 500 $^{\circ}$ C 并且不高于 800 $^{\circ}$ C 的温度，并且更加优选加热到不低于 500 $^{\circ}$ C 并且不高于 650 $^{\circ}$ C 的温度，以便改进透射率并且减小电阻率以作为其透明导体。此外，就允许透明导体进一步展示其功能而言，第二透明导体 41 优选加热到上述温度 (不低于 500 $^{\circ}$ C 并且不高于 800 $^{\circ}$ C 的温度，并且更加优选不低于 500 $^{\circ}$ C 并且不高于 650 $^{\circ}$ C 的温度)，持续不少于 10 分钟并且不多于 60 分钟，并且更加优选持续不少于 10 分钟并且不多于 30 分钟。

随后从蓝宝石基底 1 的后表面侧施加 YAG-THG 激光 (355nm 波长)，后表面侧被镜面抛光，使得蓝宝石基底 1、缓冲层 2、和部分未掺杂氮化物半导体层 3 被热分解从而去除蓝宝石基底 1 和缓冲层 2，如同在图 26 的示意截面图中所示出的。

然后研磨未掺杂氮化物半导体层 3 从而暴露 n 型氮化物半导体层 6 的表面。如在图 27 的示意截面图中所示出的，在 n 型氮化物半导体层 6 的表面通过 RIE 等形成凹凸。

接着，如在图 28 的示意截面图中所示出的，通过例如蒸镀法等，在 n 型氮化物半导体层 6 的表面上顺序层叠适于作为焊垫的 Ti 层和 Au 层，在部分 n 型氮化物半导体层 6 的表面形成 n 侧焊垫电极 10。随后，Au 布线 (未示出) 球焊在 n 侧焊垫电极 10 上。

随后，如同在图 29 的示意截面图中所示出的，部分各个 p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6 通过 RIE 等被蚀刻从而暴露部分第二透明导体 41 的表面。因而形成被暴露的表面 410。

上述被蚀刻的晶片被划分为多个芯片，使得获得如同在图 22 中所示出的根据本发明的氮化物半导体发光元件。封装这样形成的氮化物半导体发光元件，使得第一透明导体 43 侧上的其表面作为安装表面以安装到安装构件上。

如上所述，在本实施例中，由 ITO 制成的第一透明导体 43、由 Ag-Nd 膜制成的金属层 42、和由 ITO 制成的第二透明导体 41 的层叠体也执行支撑基底的功能以去除蓝宝石基底，和导电基底的功能以形成上和下电极结构。因而，也在本实施例中，为了形成上和下电极结构，不需要通过热压接合的结合，并且可以显著地减小由热压接合和其它方式所引起的基底的传统剥离和翘曲，使得可以改善氮化物半导体发光元件的制造产率和可靠性。此外，也在本实施例中，可以有效地避免氮化物半导体发光元件的工作电压的增加，工作电压的增加有助于剥离。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，第一透明导体和第二透明导体之间的金属层也具有反射至少部分从发光层发出的光的金属反射层的功能，使得可以比在第一实施例中的氮化物半导体发光元件提取更多的光。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，在第一透明导体 43 的表面和第二透明导体 41 的表面之间形成具有凹凸的表面的金属层 42，使得光被金属层 42 反射的区域比在第二实施例中增加得更多，并且入射到金属层 42 的凹凸表面上的光被漫反射，从而可以有效地外部提取光。因而，比在第二实施例的氮化物半导体发光元件中可以提取更多的光。

因而，根据本实施例的氮化物半导体发光元件在光的外部提取效率方面是杰出的，因而可以作为具有有利的可靠性的氮化物半导体发光元件。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，被暴露的表面 410 的形成使得当将晶片划分为多个芯片时可以容易地划分被蚀刻的晶片。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，当将晶片划分为芯片时，无需划分 pn 结，从而短路不易发生。

此外，在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中，还减少了在第二透明导体 41 上氮化物半导体层（p 型氮化物半导体层 4、发光层 5、和 n 型氮化物半导体层 6）的碎片、裂纹和剥离，从而改善了氮化物半导体发光元件的可靠性，并且可以减小氮化物半导体发光元件的照明故障。

此外,在根据本实施例的氮化物半导体发光元件中,两个透明导体,即第一透明导体 43 和第二透明导体 41 用作透明导体,使得可以形成具有大的膜厚度的透明导体。

在本实施例中,也优选形成第一透明导体 43、金属层 42 和第二透明导体 41 的层叠体从而具有不小于  $40\mu\text{m}$  并且不大于  $400\mu\text{m}$  的总厚度,并且更优选厚度不小于  $50\mu\text{m}$  并且不大于  $120\mu\text{m}$ 。如果层叠体具有不小于  $40\mu\text{m}$  并且不大于  $400\mu\text{m}$  的总厚度,尤其厚度不小于  $50\mu\text{m}$  并且不大于  $120\mu\text{m}$ ,则层叠体趋向于更有效地执行支撑基底的功能以去除蓝宝石基底,和导电基底的功能以形成上和下电极结构。

其它

在上述第一实施例中,解释了其中 ITO 用作透明导体 40 的材料的情形。对于在本发明中的透明导体 40 的材料,优选使用 ITO、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锌、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化铪、或硼化镧。更加优选使用 ITO 或氧化锌。

在上述第二至第四实施例中,解释了其中 ITO 可以用作第一透明导体 43 和第二透明导体 41 的材料的情形。对于在本发明中的第一透明导体 43 和/或第二透明导体 41 的材料,优选使用 ITO、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锌、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化铪、或硼化镧。更加优选使用 ITO 或氧化锌。

换言之,优选使用 ITO、氧化锌、氧化锡、氧化镉、氧化镉铟、氧化镉锌、氧化锌锡、氧化铟锌、氧化镁铟、氧化钙镓、氮化钛、氮化锆、氮化铪、或硼化镧作为透明导体 40、第一透明导体 43、和第二透明导体 41 的材料,因为这些透明导体在导电性、光透明度、强度等方面杰出。尤其,如果 ITO 或氧化锌用作透明导体 40、第一透明导体 43、和第二透明导体 41 的材料,则存在一种趋势,即形成 ITO 或氧化锌的温度可以进一步下降,并且还可以降低电阻。尤其,如果各个透明导体 40、第一透明导体 43、和第二透明导体 41 由氧化锌制成,则这些透明导体可以通过无电镀方法形成,因而其制造趋于便利。

对于用作透明导体 40、第一透明导体 43、和第二透明导体 41 的材料,可以使用非晶 ITO。如果非晶 ITO 用作透明导体 40、第一透明导体 43、和第二透明导体 41 的材料,则图案可以制造得更为清晰。例如,如果在金属

层 42 的表面形成凹凸，如同在图 14 和 22 中所示出的，则存在一种趋势，即金属层 42 的凹凸可以在例如图 15 的制造步骤中所示出的在第二透明导体 41 的表面形成得更为精确。

此外，在本发明中优选在与发光层 5 相对的 n 型氮化物半导体层 6 的表面形成凹凸，如同在上述第一至第四实施例中所示出的。在这种情形，可以改善从发光层 5 发出的光的外部提取效率。在上述第一至第四实施例中，p 型氮化物半导体层 4 被描述为第一导电型氮化物半导体层，而 n 型氮化物半导体层 6 被描述为第二导电型氮化物半导体层。但是，在本发明中，n 型半导体层 6 可以是第一导电型氮化物半导体层，而 p 型氮化物半导体层 4 可以是第二导电型氮化物半导体层，并且在上述第一至第四实施例中 n 型氮化物半导体层 6 和 p 型氮化物半导体层 4 的位置可以相对于其位置互换。

此外，在本发明中优选在金属层 42 侧上第二透明导体 41 的表面和/或在第二透明导体 41 侧金属层 42 的表面形成凹凸，如同在上述第三和第四实施例中所示出的。在该情形，从发光层 5 发出的光更可能在第二透明导体 41 和金属层 42 之间的界面反射，从而可以改善从发光层 5 发出的光的外部提取效率。此外，优选在金属层 42 侧上第二透明导体 41 的表面和/或在第二透明导体 41 侧金属层 42 的表面以凹痕的形式形成凹凸。在该情形，从发光层 5 发出的光更可能在第二透明导体 41 和金属层 42 之间的界面反射，并且因而存在一种趋势，即可以进一步改善从发光层 5 发出的光的外部提取效率。

在所述第二实施例中，解释了其中 Ag-Nd 确定为用作金属层 42 的材料的情形。在所述第三和第四实施例中，解释了其中 Al 用作金属层 42 的材料的情形。在本发明中，金属层 42 优选包括选自由金属粘接层、金属阻挡层和金属反射层构成的组的至少一层。在该情形，金属层 42 展示了选自由金属粘接层功能（当与其中没有形成金属粘接层的情形相比，可以用插入其间的金属粘接层进一步抑制层信号剥离的功能）、金属阻挡层的功能（当与其中没有形成金属阻挡层的情形相比，可以用插入其间的金属阻挡层进一步抑制层间原子迁移的功能）、和金属反射层的功能（反射至少部分来自发光层的光的功能）的组成的组的至少一种功能。因而，存在一种趋势，即改善本发明的氮化物半导体发光元件的制造产率和可靠性，已经例如光的外部提取效率的特性。

这里，就改善金属粘接层的功能而言，可以优选使用铬或铬合金作为金

属粘接层的材料。就改善金属阻挡层的功能而言，可以优选使用镍、钛、镍钛合金或铂作为金属阻挡层的材料。此外，就改善金属反射层的功能而言，可以优选使用选自银、铂、铝、铯、银钨合金、银钨铜合金、银钨合金、银钨铜合金、银钨合金和银钨金合金构成的组的至少一种作为金属反射层的材料。

在上述第一至第四实施例中，透明导体 40 侧氮化物半导体发光元件的表面、或第一透明导体 43 侧其表面，制造作为安装表面以被安装到安装构件上。在上述安装表面上，可以形成例如铬和金的层叠体的金属膜。

在上述第一至第四实施例中，蓝宝石基底用作在其上生长氮化物半导体层的基底。对于在本发明中用于在其上生长氮化物半导体层的基底，就减小基底和形成氮化物半导体层的氮化物半导体晶体之间的晶格常数差异而言，优选使用选自自由蓝宝石、砷化镓、磷化镓、硅和锗组成的组中的至少一种类型的半导体晶体。

在上述第一至第四实施例中，发光层 5 被描述为具有 MQW 结构的层。但是，本发明不仅局限于此，也可以使用具有单量子阱 (SQW) 结构的发光层。

根据本发明，可以提供一种可以改善制造产率和可靠性的氮化物半导体发光元件及其制造方法，因而根据本发明的氮化物半导体元件可以合适地用于具有发出例如不低于 430nm 并且不高于 490nm 的波长的蓝光的蓝发光二极管等。

尽管详细描述和图示了本发明，但是应当清楚地理解这些描述和图示仅是示意和示例性地，而非限制性地，本发明的范围由所附权利要求的款项解释。

本申请基于分别于 2006 年 9 月 8 日和 2007 年 5 月 31 日在日本特许厅提交的日本专利申请 No. 2006-244195 和 2007-145584，其整体内容以引用的方式引入于此。



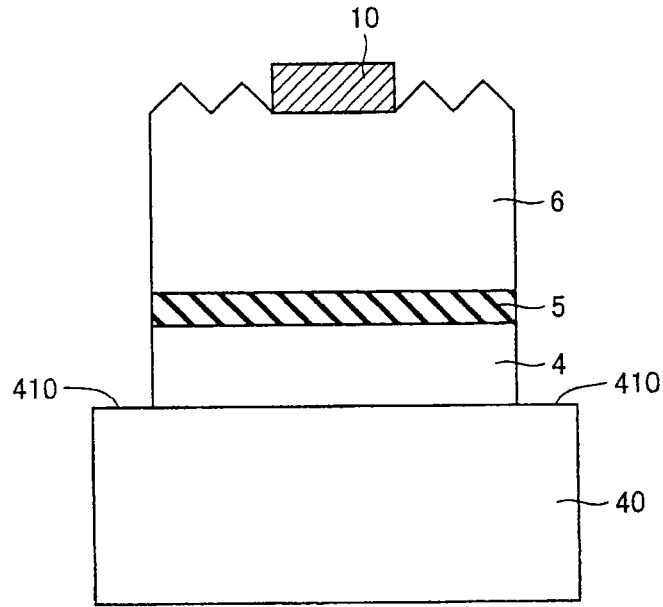


图 1

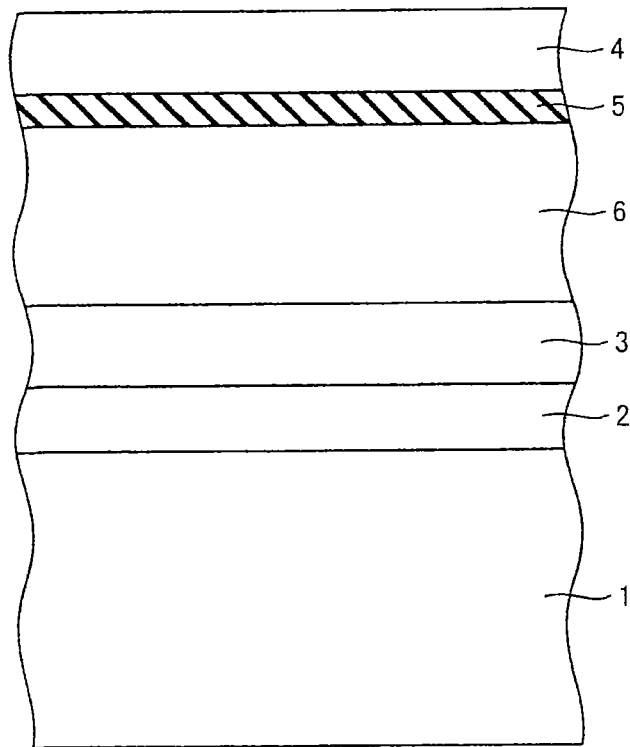


图 2

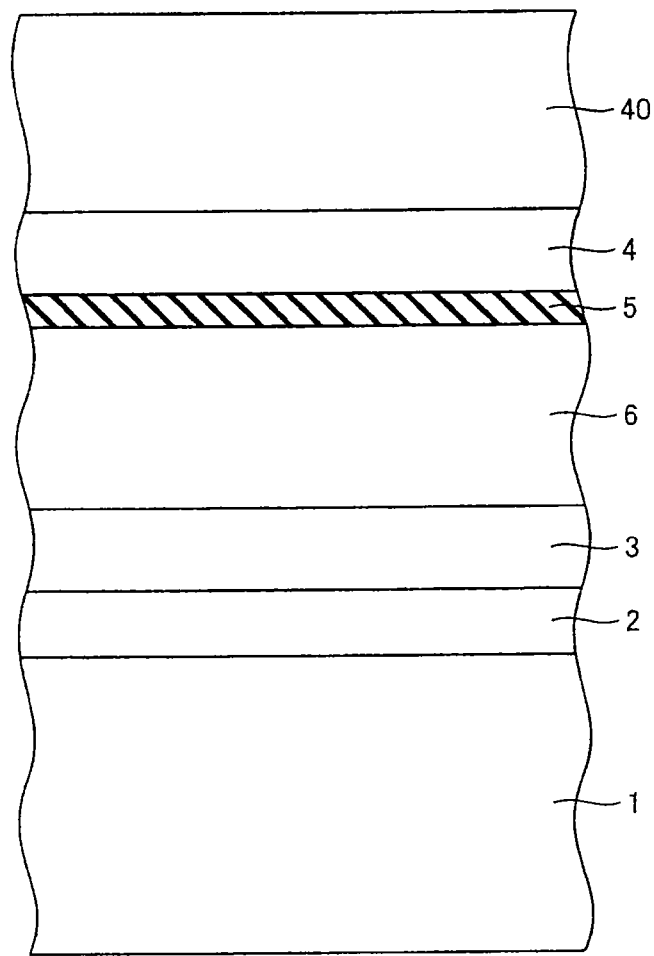


图 3

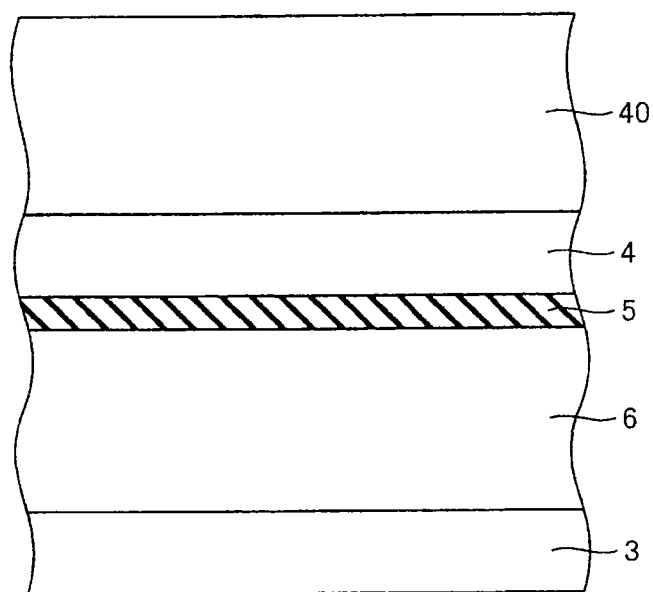


图 4

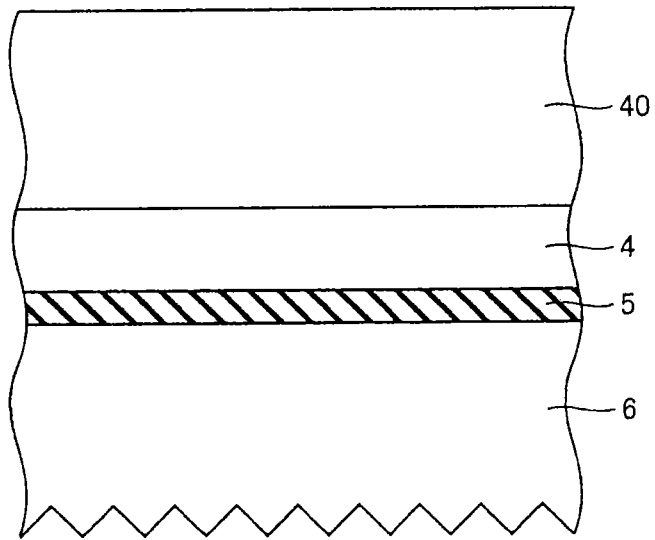


图 5

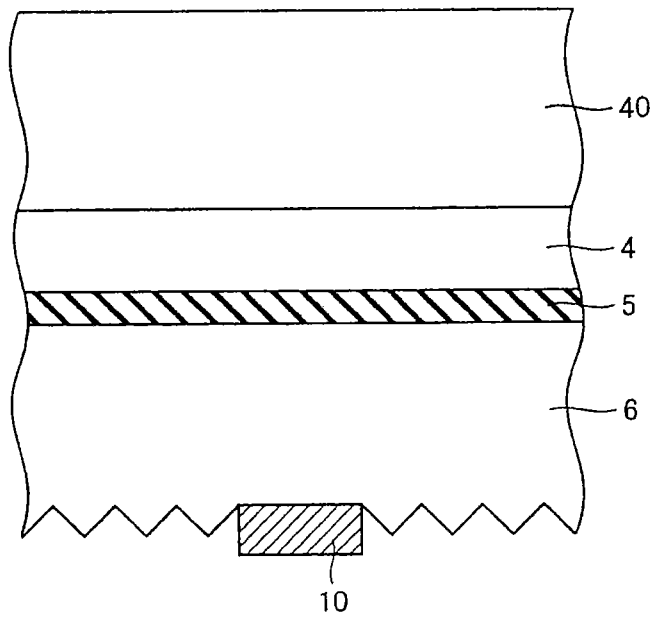


图 6

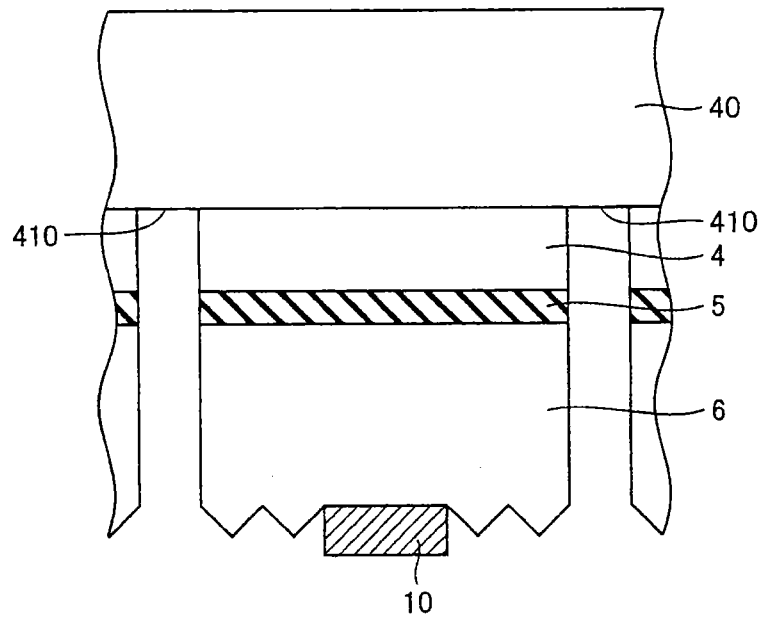


图 7

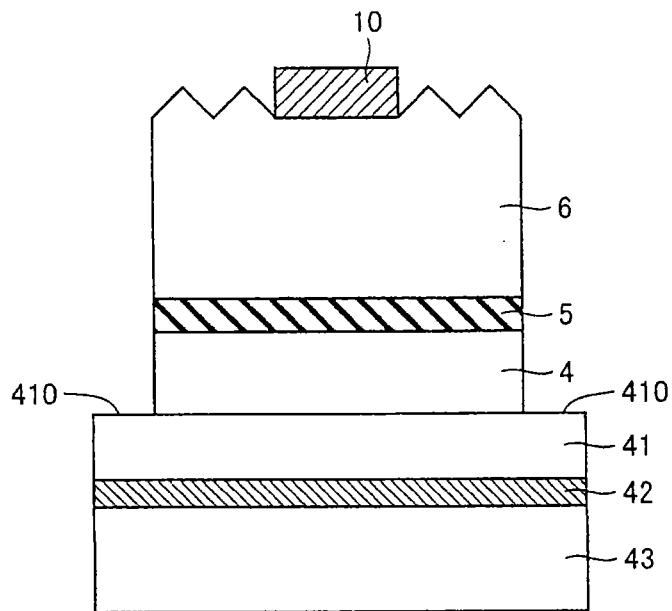


图 8

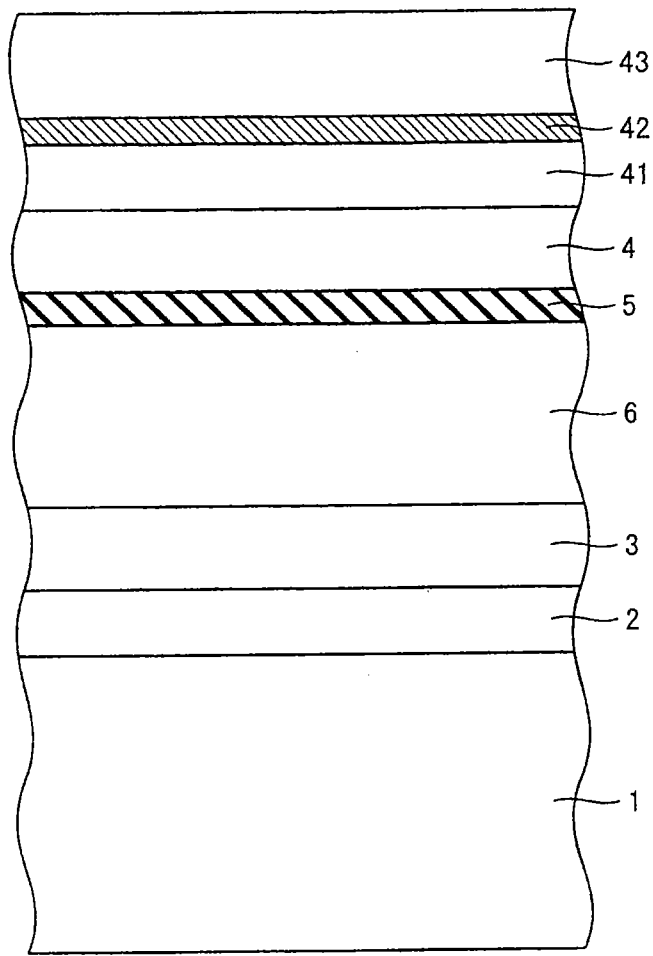


图 9

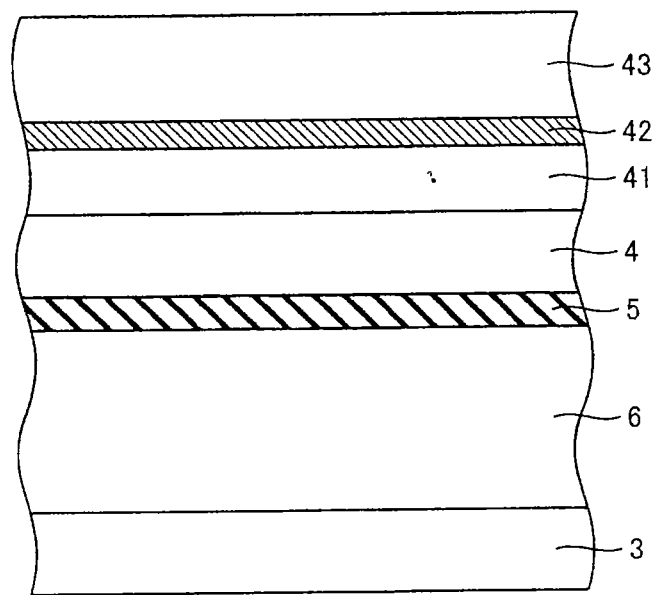


图 10

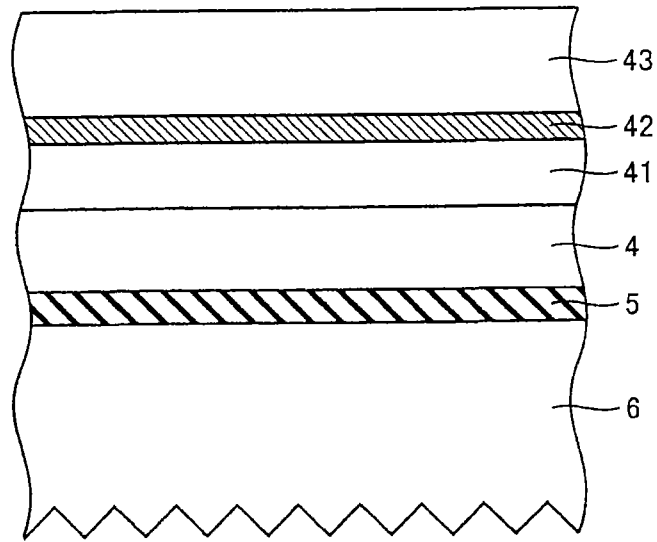


图 11

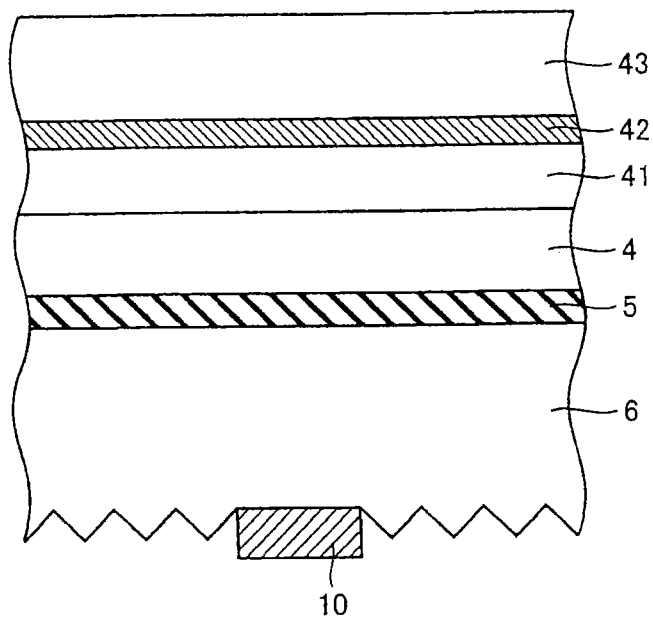


图 12

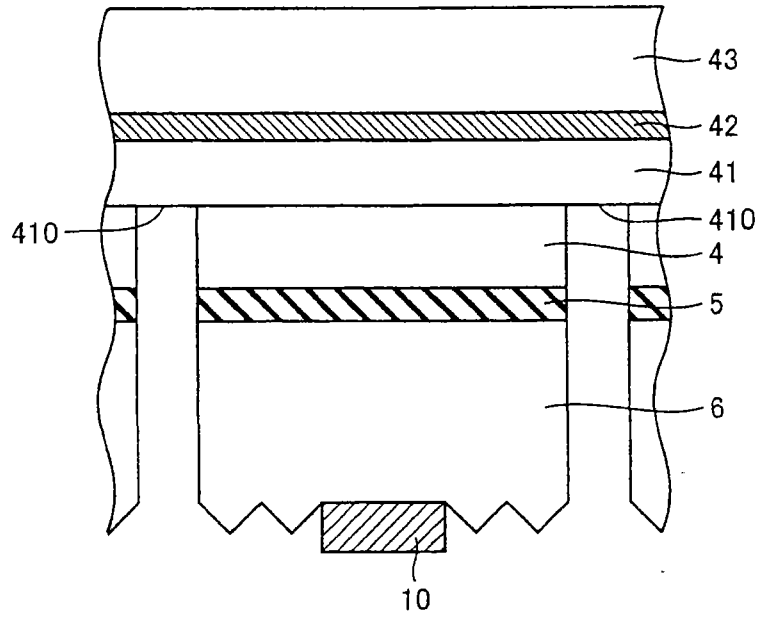


图 13

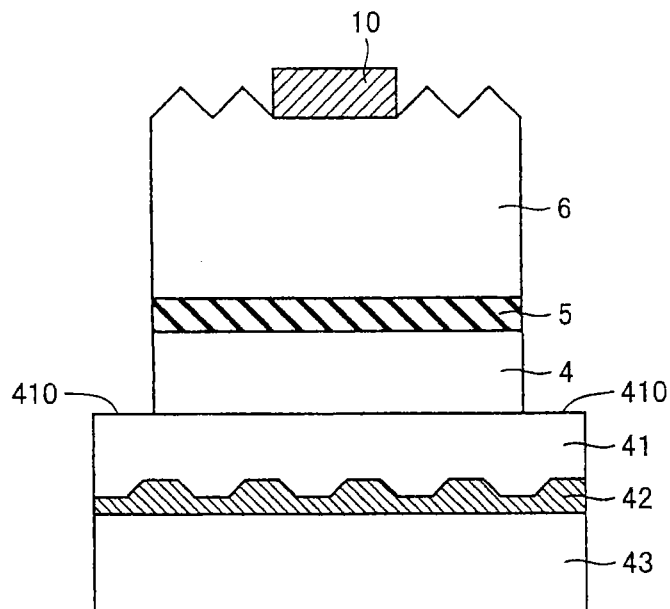


图 14

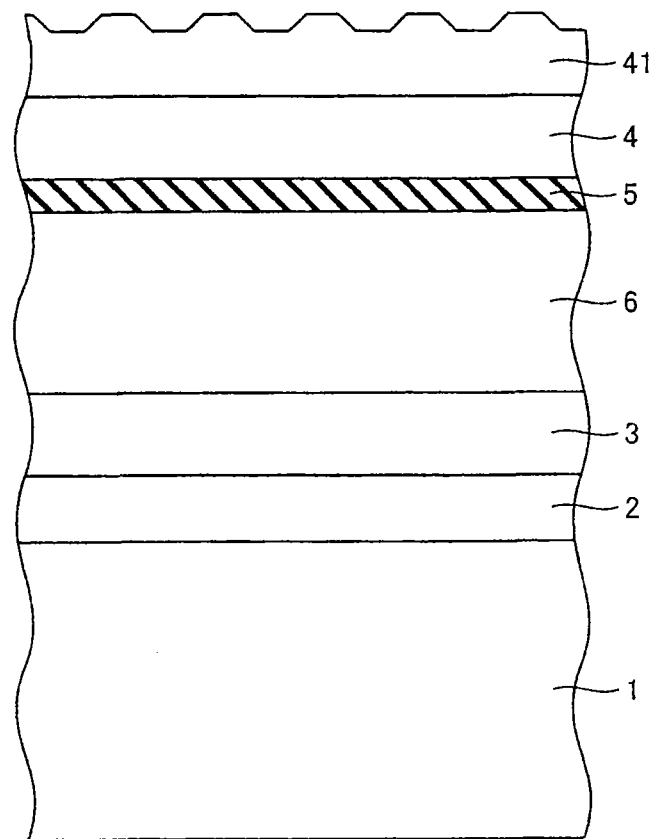


图 15



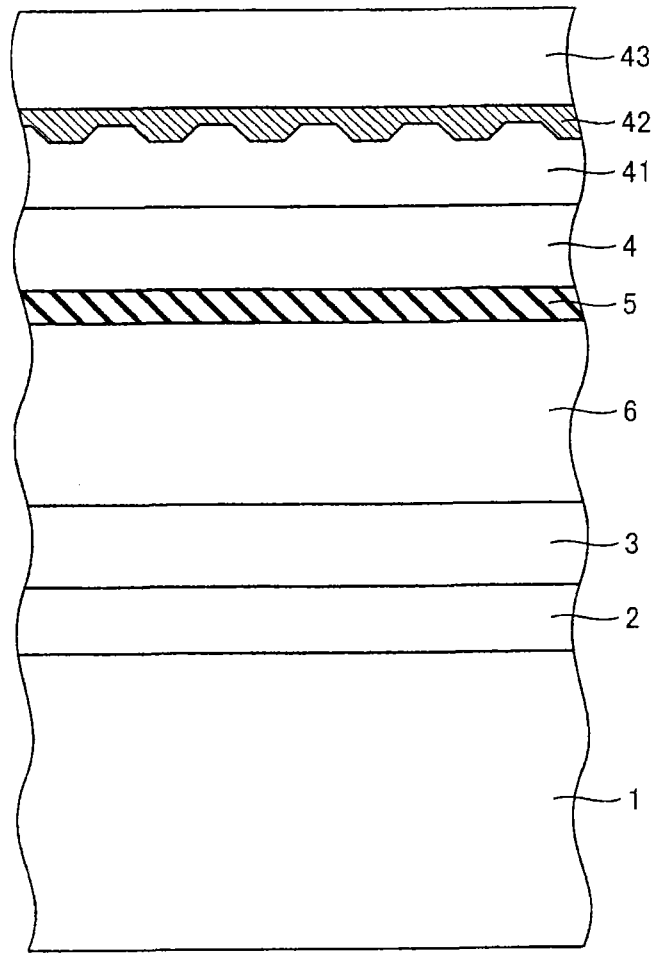


图 16

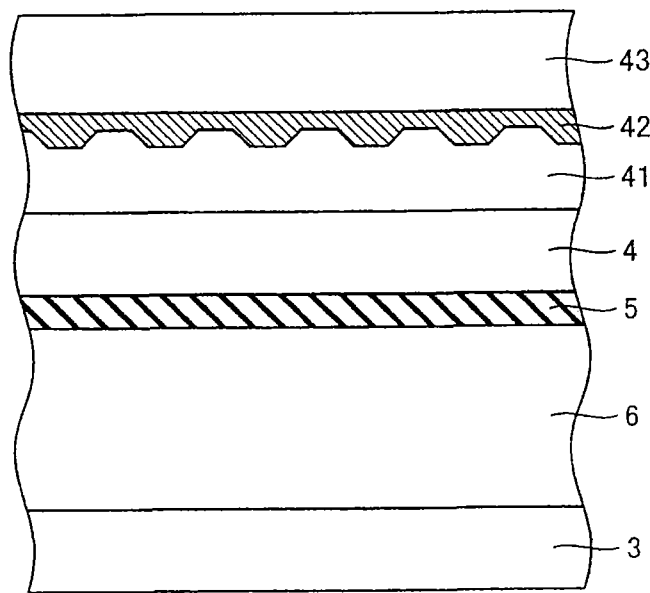


图 17

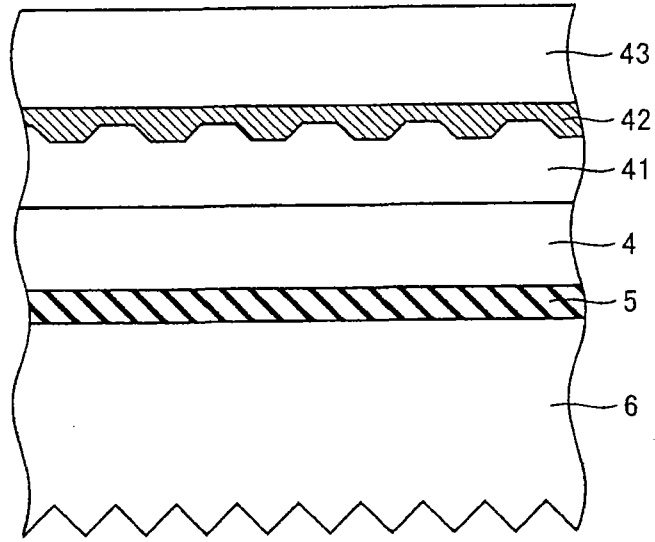


图 18

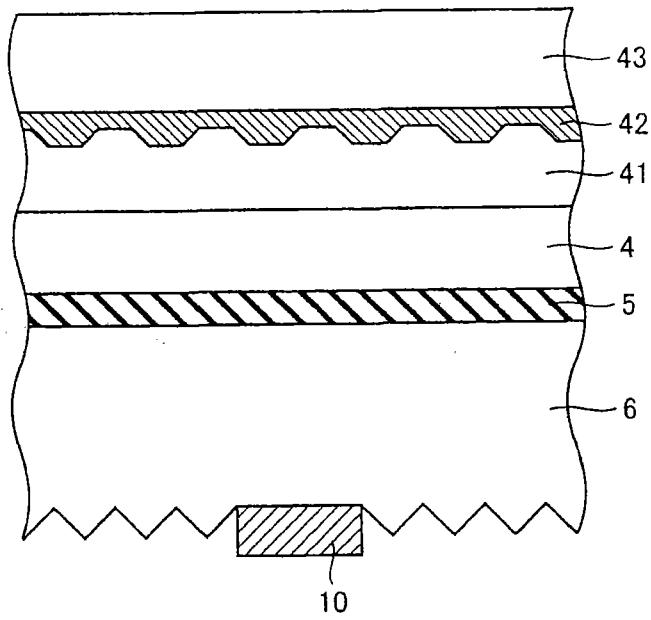


图 19

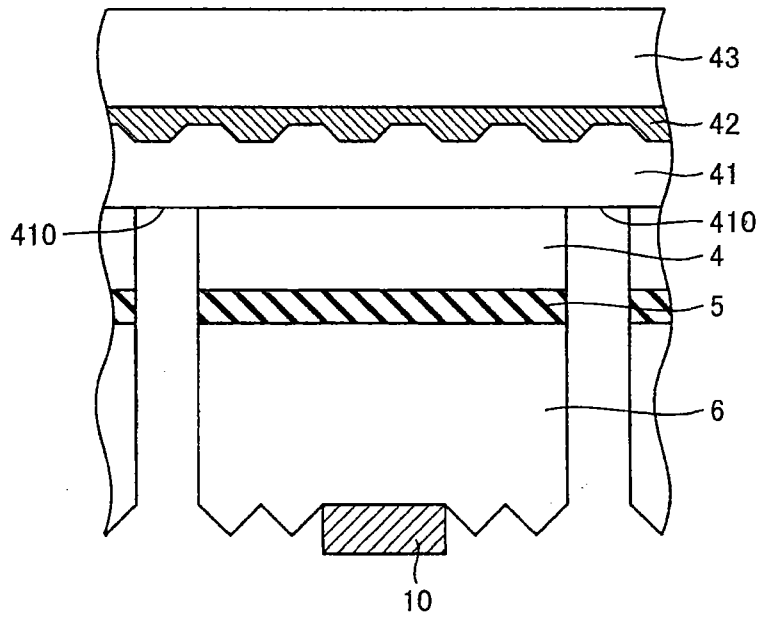


图 20

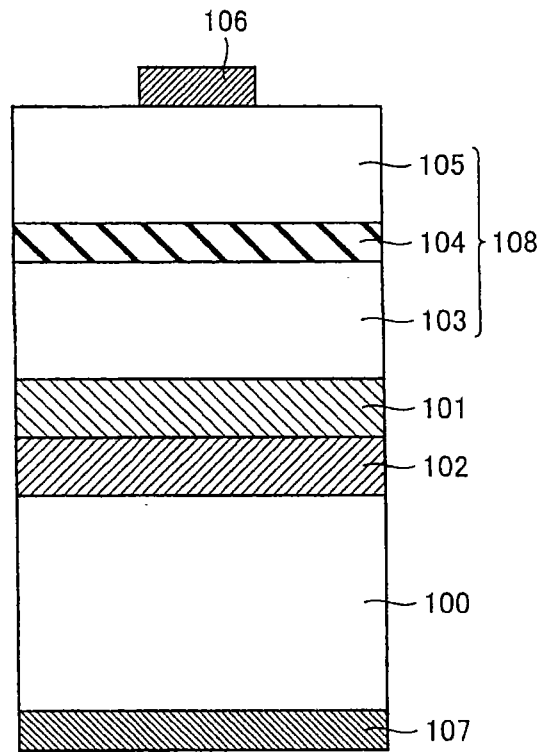


图 21

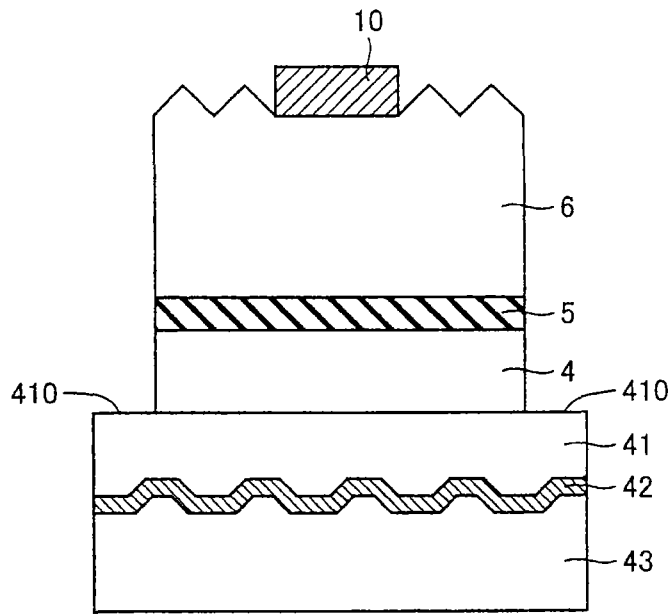


图 22

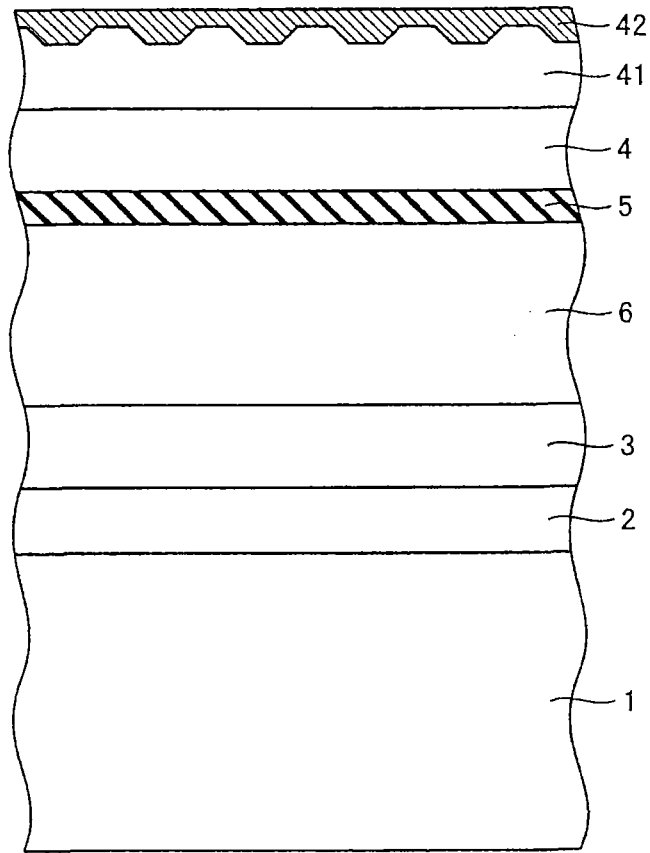


图 23

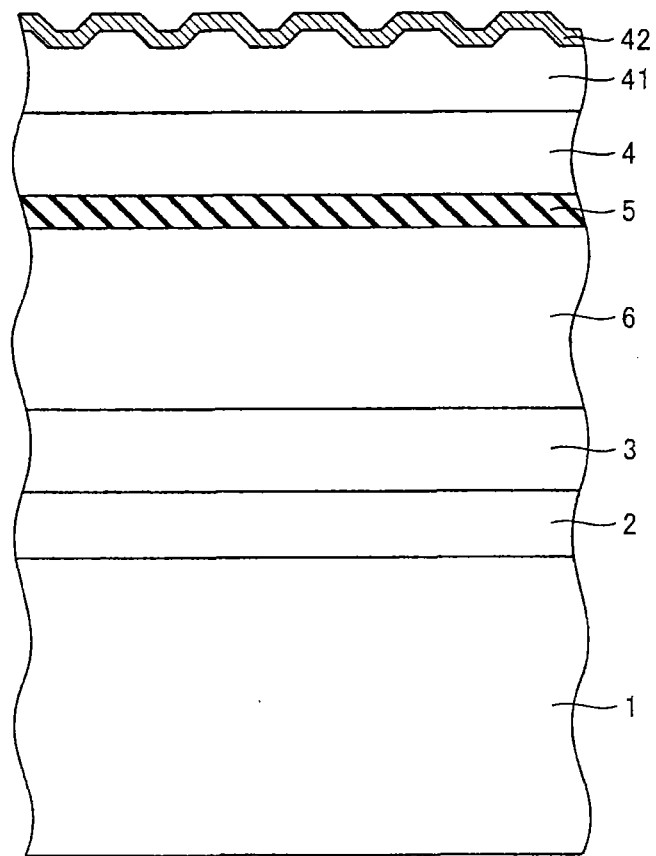


图 24

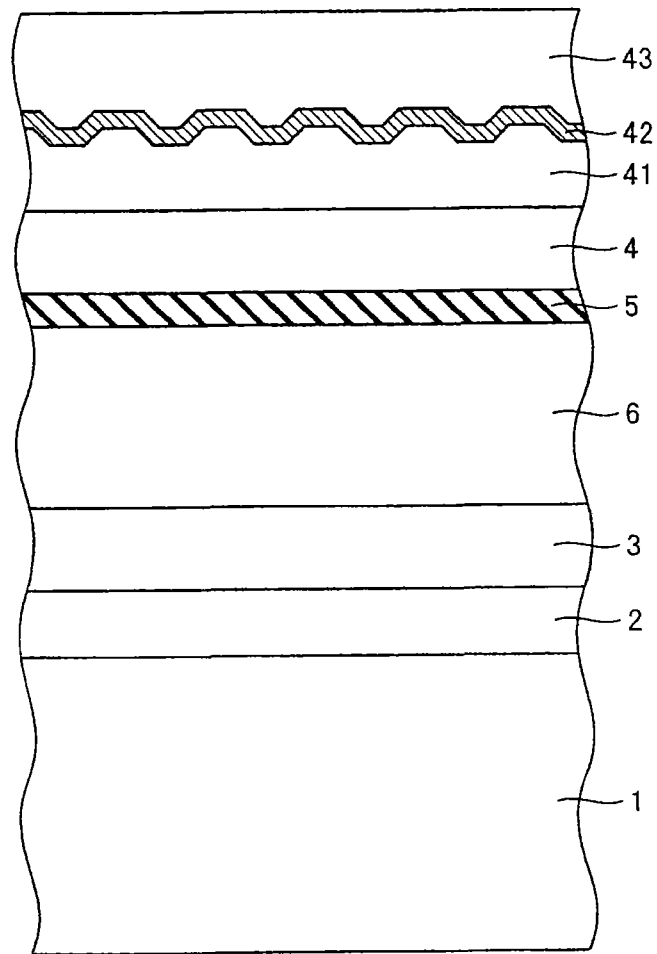


图 25

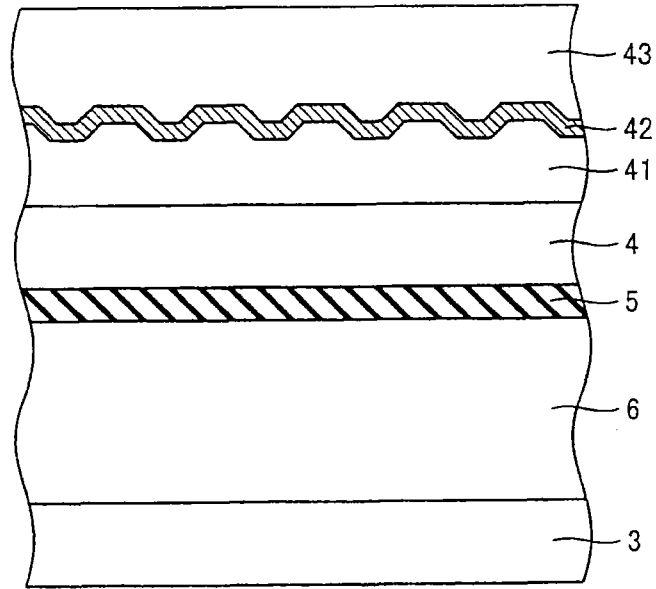


图 26

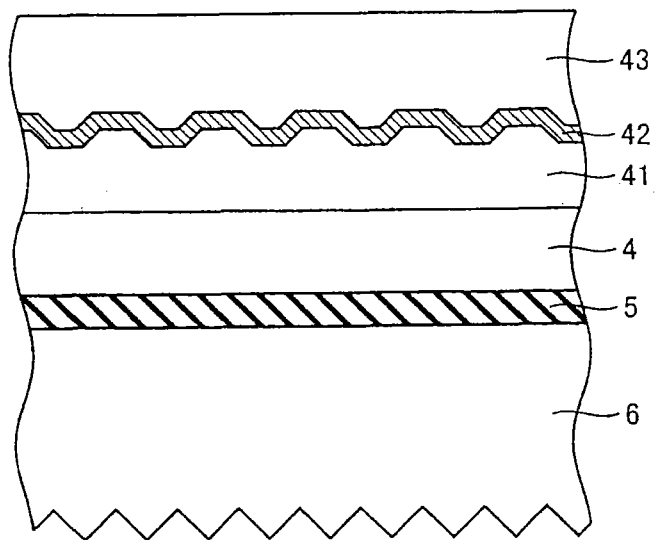


图 27

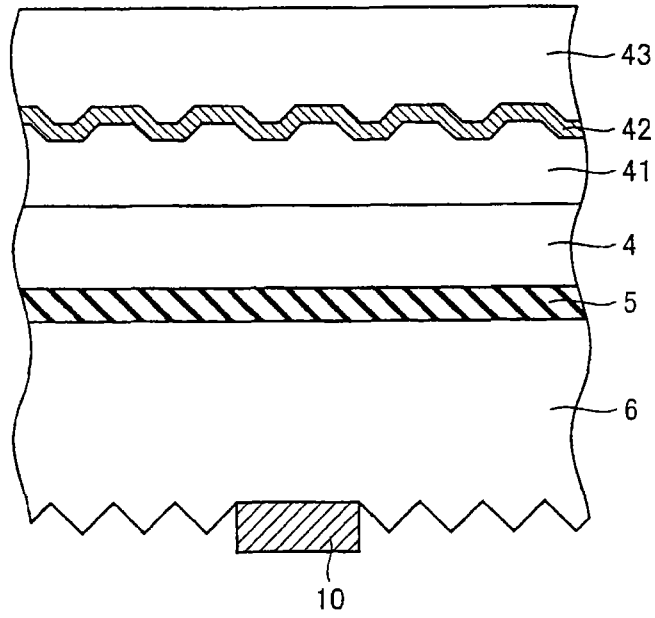


图 28

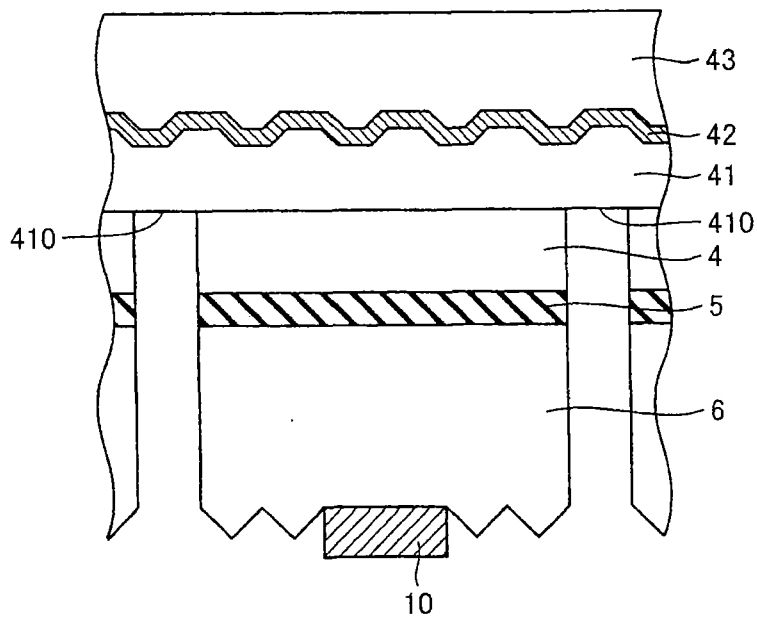


图 29