



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102687289 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 03

(21) 申请号 201080060178. 5

代理人 张春水 田军锋

(22) 申请日 2010. 12. 20

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

102009060749. 8 2009. 12. 30 DE

H01L 33/00(2006. 01)

H01L 33/32(2006. 01)

H01L 33/02(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 29

H01L 33/22(2006. 01)

H01L 33/16(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2010/070274 2010. 12. 20

H01L 33/12(2006. 01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/080144 DE 2011. 07. 07

(56) 对比文件

CN 1868070 A, 2006. 11. 22,

CN 1581528 A, 2005. 02. 16,

(73) 专利权人 欧司朗光电半导体有限公司

审查员 裴亚芳

地址 德国雷根斯堡

(72) 发明人 马蒂亚斯·彼得 托比亚斯·迈耶

尼古劳斯·格迈因维泽 泷哲也

汉斯-于尔根·卢高尔

亚历山大·沃尔特

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

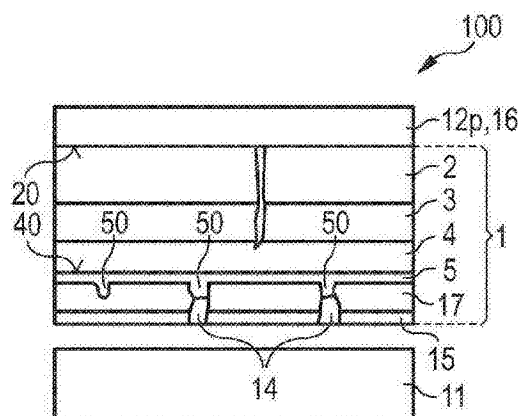
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

光电子半导体芯片以及基于 AlGa_xN 的中间层的应用

(57) 摘要

在光电子半导体芯片 (100) 的至少一种实施方式中,它包含基于 GaN、InGa_xN、AlGa_xN 和 / 或 InAlGa_xN 的半导体层序列 (1)。半导体层序列 (1) 包含 p 掺杂的层序列 (2), n 掺杂的层序列 (4), 和位于 p 掺杂的层序列 (2) 与 n 掺杂的层序列 (4) 之间的有源区 (3)。半导体层序列 (1) 另外包含至少一个基于 Al_xGa_{1-x}N 的中间层 (5), 其中 0<x<1。中间层 (5) 与 n 掺杂的层序列 (4) 位于有源区 (3) 同一侧, 并且对于粘度低的流体具有比半导体层序列 (1) 的与中间层 (5) 邻接的区域的化学比透过率低的化学比透过率。



1. 光电子半导体芯片(100), 具有基于GaN、InGaN、AlGaN和/或InAlGaN的、外延生长的半导体层序列(1),

所述半导体层序列包含:

-p掺杂的层序列(2),

-n掺杂的层序列(4),

-有源区(3), 所述有源区设置用于产生电磁辐射并位于所述p掺杂的层序列(2)与所述n掺杂的层序列(4)之间, 和

-基于 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 的两个中间层(5a, 5b), 其中 $0 < x \leq 1$, 所述中间层与所述n掺杂的层序列(4)位于有源区(3)的同一侧,

其中所述中间层(5a, 5b)的厚度(T)在15nm和250nm之间, 其中包括边界值,

其中适用下述两种情况中的至少一种:

-所述中间层(5a, 5b)具有突出部(50), 所述突出部延伸到所述半导体层序列(1)的与所述中间层(5a, 5b)邻接的层(4, 7, 15, 17)中的裂缝或孔(14)中, 其中所述突出部(50)至少部分地与所述裂缝或孔(14)的边界面直接接触, 并且至少一部分或全部所述裂缝或孔(14)被所述中间层(5a, 5b)完全覆盖,

-通过所述中间层(5a, 5b), 沿着所述半导体层序列(1)的生长方向减小所述裂缝或孔(14)的尺寸, 其中至少一部分所述裂缝或孔(14)在所述中间层(5a, 5b)中的至少一个中间层的两侧延伸,

其中所述裂缝或孔横向于所述中间层(5a, 5b)的主伸展方向延伸并且沿着垂直于所述半导体层序列(1)的生长方向的方向, 所述裂缝或孔具有横向伸展, 所述横向伸展最高为 $0.25\mu\text{m}$,

其中此外

-远离于所述有源区(3)的、n掺杂的或未掺杂的中间层(5a)是未中断的连续的层,

-至少一个电穿通接触部(10), 所述电穿通接触部穿通有源区(3)和所述两个中间层中的恰好一个在所述有源区(3)附近的且n掺杂的中间层(5a),

-在所述两个中间层(5a, 5b)之间存在由GaN构成的n掺杂的电流扩展层(7), 以及

-在连续的n掺杂的或未掺杂的中间层(5a)的背离所述有源区(3)的侧上存在未掺杂的GaN层(15), 所述未掺杂的GaN层设置有粗化部(8)。

2. 根据权利要求1所述的光电子半导体芯片(100), 其中对于硝酸而言, 所述中间层(5a, 5b)的化学品比透过率低于所述半导体层序列(1)的与所述中间层(5a, 5b)邻接的层(4, 7, 15, 17)的化学品比透过率, 或其中所述中间层(5a, 5b)均对硝酸是不可透过的。

3. 根据权利要求1所述的光电子半导体芯片(100), 其中所述中间层(5a, 5b)的掺杂物浓度均在 $4 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 和 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 之间, 其中包括边界值, 且所述掺杂物是Si。

4. 根据权利要求1或2所述的光电子半导体芯片(100), 其中远离于所述有源区(3)的中间层(5a)未掺杂。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的光电子半导体芯片(100), 其中 $0.03 \leq x \leq 0.5$ 。

6. 根据权利要求1至3中任一项所述的光电子半导体芯片(100), 其中电流扩展层(7)以至少为 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 的掺杂物浓度n掺杂并且直接与所述中间层(5a, 5b)邻接。

7. 根据权利要求1至3中任一项所述的光电子半导体芯片(100), 其中粗化部(8)具有在

0.4 μm 和4.0 μm 之间的平均粗糙度,其中包括边界值。

8.根据权利要求1至3中任一项所述的光电子半导体芯片(100),其中所述半导体层序列(1)的总厚度(G)在1.0 μm 和10.0 μm 之间,其中包括边界值。

9.根据权利要求1至3中任一项所述的光电子半导体芯片(100),其中所有为所述半导体芯片(100)供电的电接触部(12)均位于所述p掺杂的层序列(2)的背离所述有源区(3)的侧(20)处。

光电子半导体芯片以及基于AlGa_N的中间层的应用

[0001] 提出了一种具有基于AlGa_N的中间层的光电子半导体芯片。还提出了基于AlGa_N的中间层的一种应用。

[0002] 待解决的问题是,提出一种对流体化学品具有高的不可透过性的光电子半导体芯片。

[0003] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,该光电子半导体芯片包含基于Ga_N、InGa_N、AlGa_N和/或InAlGa_N的、特别是外延生长的半导体层序列。“基于”表示所述半导体层序列主要包含至少一种所述材料或由其制成。但不排除,半导体层序列可以包含较少量的其他材料、特别是掺杂物。

[0004] 根据半导体芯片的至少一个实施方式,半导体层序列包含p掺杂的层序列、n掺杂的层序列以及位于p掺杂的层序列和n掺杂的层序列之间的有源区。术语“层序列”在此不排除,所述层序列只包含单个的、在物理特性上均匀的层。

[0005] “层”尤其应理解为如下区域,该区域沿与半导体层序列的生长方向垂直的方向在整个半导体层序列上或者在半导体层序列的大部分、例如超过80%上延伸。层可以是半导体层序列的平面状一体式成形的、垂直于生长方向定向的、具有特定物理特性(例如特定的材料组成)的区域。不同的层或区域可以通过清晰的过渡部在平行于生长方向的方向上互相分离。清晰的过渡部尤其表示,层或区域之间的过渡区域在其物理特性(例如材料组成)方面在制造公差范围内和/或为晶体结构的最多五个单层、尤其最多两个单层。

[0006] 根据所述光电子半导体芯片的至少一个实施方式,有源区构建为在半导体芯片工作中产生紫外、可见和/或近红外光谱范围内的电磁辐射。在半导体芯片工作期间由有源区产生的辐射的主波长尤其在380nm和550nm之间(包括边界值)。主波长是如下波长,在该波长处,在有源区产生的辐射具有每纳米光谱宽度的最大强度。由半导体芯片发出的,在有源区产生的辐射另外优选是非相干辐射。换句话说,半导体芯片于是构造成发光二极管,而不构造成激光二极管或超发光二极管。

[0007] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,半导体层序列包含基于Al_xGa_{1-x}N的中间层。 x 在此大于0并小于1。换句话说,中间层是基于Ga_N的层,其中由Al原子占据了一定份额的Ga格点。中间层与n掺杂的层序列位于有源区的同一侧。

[0008] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,中间层或中间层之一未掺杂。“未掺杂”尤其表示,掺杂物浓度小于 $5 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ 。中间层可以与n掺杂的层序列直接邻接。换句话说,中间层的材料于是与n掺杂的层序列的n掺杂材料直接接触。中间层优选位于半导体层序列内部,从而中间层未在平行于生长方向的方向上形成半导体层序列的边界面。

[0009] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,中间层或中间层的至少一个位于n掺杂的层序列内部并且本身是n掺杂的。“中间层位于n掺杂的层序列内部”表示,所述中间层在两侧均邻接n掺杂的层序列的其它n掺杂区域。于是未通过中间层来在平行于生长方向的方向上形成n掺杂的层序列的边界面。

[0010] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,中间层的化学品比透过率低于半导体层序列的与中间层邻接的区域或层的化学品比透过率。该至少一个中间层尤其具与整个

半导体层序列或整个n掺杂的层序列的最小化学品比透过率对应的化学品比透过率。“化学品比透过率”尤其表示在特定的层厚度和特定的时间间隔下对粘度特别低的流体的透过率。“低粘度”可以表示流体的粘度最高为2.5mPas。在此所指的尤其是不分解中间层的流体或化学品。例如,特别是与剩余的半导体层序列相比,中间层对流体化学品、例如硝酸是不可透过的。中间层优选同样对蒸汽是不可透过的。另外,中间层优选阻止金属例如银的扩散,或者,中间层不被扩散的金属穿透或与半导体层序列的其它层相比被减少地穿透。

[0011] 在光电子半导体芯片的至少一个实施方式中,它包含基于GaN、InGaN、AlGaN和/或InAlGaN的、优选外延生长的半导体层序列。半导体层序列包含p掺杂的层序列、n掺杂的层序列和有源区,有源区设置用于产生电磁辐射并位于p掺杂的层序列和n掺杂的层序列之间。另外,此外,半导体层序列包含至少一个基于 $Al_xGa_{1-x}N$ 的、未掺杂或n掺杂的中间层,其中 $0 < x < 1$ 。中间层优选位于半导体层序列的内部,并且特别是对于粘度较低的流体尤其具有比半导体层序列的与中间层邻接的区域或层的化学品比透过率低的化学品比透过率。

[0012] 通过应用这种中间层,可以有效地降低所述半导体层序列对流体化学品、例如硝酸的透过率。由此可实现半导体芯片在制造时的较高产率和较高可靠性。半导体层序列的层对流体化学品或蒸汽的透过率例如通过位错、如所谓的穿透位错造成的,所述位错可以在半导体材料中形成通道或孔。这些裂缝例如是位错线。中间层的AlGaN可以积聚在孔和/或裂缝中和/或其上,由此可以缩小错位线的裂缝和/或孔和/或核心。

[0013] 根据半导体芯片的至少一个实施方式,n掺杂的层序列或半导体层序列的与中间层邻接的层具有裂缝和/或孔,它们横向于中间层的主伸展方向延伸。沿着横向,即垂直于半导体层序列生长方向,裂缝和/或孔具有纳米级和/或微米级的横向伸展。孔和/或裂缝在横向上的伸展例如为最高25nm或最高50nm或最高0.10 μm 或最高0.25 μm 或最高0.40 μm 。

[0014] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,中间层封闭了至少一部分裂缝和/或孔。换句话说,中间层完全覆盖至少一部分裂缝和/或孔。中间层尤其具有突出部,它背离有源层延伸和/或朝着有源层延伸到裂缝和/或孔中。优选由与所述中间层相同的材料构成的突出部部分地与裂缝和/或孔延伸进入的层的材料紧紧地、直接地、以物理方式接触。

[0015] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,通过中间层来缩小孔和/或裂缝的直径和/或跨距。也就是说,裂缝和/或孔的至少一部分、例如孔和/或裂缝的超过80%或超过95%或超过99%沿着生长方向看在中间层之后小于在中间层之前。这包括,孔和/或裂缝被中间层完全覆盖和/或阻塞和/或中断。

[0016] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,沿着生长方向看,孔和/或裂缝在中间层之后至少部分地继续延伸。换句话说,可能的是相对于流体化学品的穿透来密封孔和/或裂缝,然而并不将作为晶格中的缺陷的孔和/或裂缝消除,使得裂缝和/或孔至少部分地存在于中间层的两侧。从生长方向上看,直接在中间层之后的孔数目是直接在中间层之前的孔数目的至少50%或至少75%或至少90%和/或最高90%或最高95%。对于裂缝或位错线,可以通过中间层完全消除其或其数目减少至少50%或至少75%或至少90%。

[0017] 光电子半导体芯片、尤其发光二极管的半导体层序列例如在蓝宝石衬底上外延生长。在生长中特别是可能在待生长的半导体材料中出现孔。特别是同样可以在从衬底上除下完成生长的半导体层序列的激光剥离方法中产生裂缝。在半导体层序列的曾朝向衬底的边界面处的孔和/或裂缝例如在激光剥离方法本身中暴露,或者在例如借助湿法蚀刻制造

粗化部时暴露,使得至少一部分孔和/或裂缝于是延伸至半导体层序列的所述边界面。

[0018] 经由这些暴露的孔和/或裂缝,流体化学品可以在之后的工艺步骤中穿透半导体层序列,特别是侵蚀之前层施加在半导体层序列的背离生长衬底的侧或者穿通接触部上的反射器、例如银反射器。由于反射器的这类损伤降低了光耦合输出效率。由于也是半导体层序列中的缺陷的裂缝和/或孔也会降低在有源区产生辐射时的效率。同样会由于裂缝和/或孔在半导体芯片的电流-电压-特性中出现小电流问题(Kleinstromprobleme)。

[0019] 因为在外延生长过程中,例如在所谓的MOVPE(金属有机气相外延)工艺中,Al原子在晶体表面显示出比Ga原子更低的迁移率,与纯的GaN层比较,AlGaN层在生长时可以对表面形态起到平整作用。AlGaN层对小面生长明显没有GaN层敏感,由此,在GaN晶体中可能存在的孔、裂缝和/或通道可以通过所述AlGaN层闭合或缩小。

[0020] 据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,中间层或中间层之一掺杂的掺杂物浓度在 $2 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 和 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 之间(包括边界值),优选在 $4 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 和 $3 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 之间(包括边界值),特别是在 $6 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 和 $2 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 之间(包括边界值)。掺杂例如以Si原子进行。

[0021] 根据所述光电子半导体芯片的至少一个实施方式,所述由Al原子占据的Ga-格点的份额x的值在0.03和0.2之间(包括边界值),或者在0.03和0.5之间(包括边界值),优选在0.07和0.13之间,例如为0.1。

[0022] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,中间层的厚度在5nm和250nm之间(包括边界值),或者在15nm和200nm之间(包括边界值),尤其在25nm和100nm之间(包括边界值)。

[0023] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,中间层、刚好一个中间层或者中间层中的至少一个是未中断的、连续的层。换句话说,在垂直于生长方向的方向上,未在中间层中有针对性地制造开口或穿通部。中间层于是沿垂直于生长方向的方向在整个半导体层序列上延伸,而不存在有针对性地产生的中断。中间层是未中断的、连续的层并不排除半导体层序列的晶格中的缺陷如裂缝和/或孔在中间层中形成小的、无意的开口。换句话说,可能的是并非所有的裂缝和/或孔都通过中间层来闭合。但优选不出现这些无意的开口。

[0024] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,至少一个电穿通接触部穿透有源区和/或中间层,尤其穿透在半导体层序列中形成的两个中间层中的刚好一个。在这种情况下可能的是,用于对半导体芯片供电的所有电接触部均位于有源区的仅一侧上。换句话说,半导体芯片可以构成所谓的倒装芯片。

[0025] 尤其在该实施方式中,半导体层序列的外边界面至例如在穿通接触部上的反射器的距离相对小,例如是约 $2\mu\text{m}$ 。对这种极小的距离,半导体层序列中的裂缝和/或孔从外边界面延伸至反射器的可能性非常大,特别是当半导体层序列通过激光剥离方法与衬底分离时和当在外边界面上制造半导体层序列中的粗化部时。也就是说,特别是对具有穿通接触部的比较薄的半导体层序列,通过使用至少一个中间层在制造时对产率的提高特别大。

[0026] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,基于AlGaN的中间层在两侧邻接不含或没有显著Al含量的GaN层。优选的是,这些GaN层中的至少一个比中间层掺杂程度高,且例如构成电流扩展层。GaN层中的另一个可以具有至多为中间层的二分之一的掺杂物浓度。

[0027] 根据光电子半导体芯片的至少一个实施方式,它包含刚好一个或刚好两个中间

层。优选在半导体层序列中不存在其它的具有与中间层对应的材料组成的层。中间层尤其不是所谓超晶格的组成部分。

[0028] 此外,给出基于AlGa_N、未掺杂或n掺杂的中间层的应用,其用作基于AlGa_N、InGa_N、AlInGa_N和/或Ga_N的半导体层序列中的通道、裂缝和/或孔的封闭层。中间层可以如上述实施例中的一个或多个那样来构成。因此,光电子半导体芯片的技术特征也对于中间层的应用来公开,反之亦然。

[0029] 下面依据实施例并结合附图对在此描述的光电子半导体芯片进行详细说明。同样的附图标记在各个图中代表相同的元件。但是附图不是按照比例来绘制的,更确切地,可以将单个元件过度放大,以便更好地理解。

[0030] 附图中:

[0031] 图1至6、8、9和11示出本文描述的光电子半导体芯片的实施例的示意性剖视图,和

[0032] 图7和10示出发光二极管芯片的示意性剖视图。

[0033] 图1中示出了光电子半导体芯片100的一个实施例。其中半导体芯片100尤其涉及在操作中发射非相干辐射的发光二极管。

[0034] 在生长衬底11上,半导体层序列1外延生长。半导体层序列1是基于Ga_N、InGa_N、AlGa_N和/或InAlGa_N的。半导体层序列1的总厚度G例如在1.0μm和10μm之间(包括边界值),特别是在1.5μm和7.0μm之间(包括边界值),尤其为约5μm至6μm。

[0035] 直接在生长衬底11上存在未掺杂Ga_N层15。未掺杂层15的厚度例如在300nm和400nm之间(包括边界值)。在未掺杂层15的背离生长衬底11的侧上产生n掺杂的子层17,它是半导体层序列1的n掺杂的层序列4的一部分。可以只存在层15、17中的一个层。

[0036] 在生长衬底11的背离n掺杂的层序列4的侧上存在有源区3,随后是p掺杂的层序列2。位于n掺杂的层序列4和p掺杂的层序列2之间的有源区2尤其具有至少一个任意尺寸的量子阱结构,优选多个量子阱结构。例如在工作中在有源区产生紫外辐射、蓝光或绿光。

[0037] n掺杂的层序列4包含中间层5。中间层5在n掺杂的层序列4内位于子层17和n掺杂的电流扩展层7之间,该电流扩展层同样是n掺杂的层序列4的一部分。换句话说,中间层5并未与生长衬底11或有源区3直接接触。未掺杂层15和/或子层17的最小厚度至少这样设置,使得生长衬底11被层15、17中的至少一个基本上完全覆盖,且层15、17的背离生长衬底11的侧基本上平坦地构成。

[0038] 中间层5的厚度T优选在15nm和500nm之间(包括边界值),尤其在25nm和150nm之间(包括边界值)。中间层5基于AlGa_N,与纯的Ga_N相比,其中镓格点的3%至20%(包括边界值)、尤其约10%的份额被铝原子占据。本实施例中,中间层的掺杂物浓度优选在 $4 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 和 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 之间(包括边界值)、特别是在 $6 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 和 $2 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 之间(包括边界值)。掺杂物例如是硅。中间层5是闭合的、连续的层。换句话说,在中间层5中并未有针对性地产生开口或穿通部。

[0039] 由子层17、中间层5和电流扩展层7形成半导体层序列11的缓冲层6,且所述缓冲层因此包含n掺杂的层序列4。缓冲层6的厚度例如在300nm和6μm之间(包括边界值),优选在500nm和1.8μm之间(包括边界值)。缓冲层6的厚度超过在根据图1的实施例中只由单个层构成的p掺杂的层序列2的厚度、优选至少为其10倍或至少为其20倍。

[0040] 根据图2的半导体芯片100的实施例例如是根据图1的半导体芯片100的改进方案。

在p掺杂的层序列2的背离有源区3的侧上施加有p接触层12p。p接触层12p特别是由一个或多个金属层构成,并且可以是和/或包含在有源区3中产生辐射的反射器16。在p接触层12p的背离有源区3的侧上施加有机械支承半导体芯片100的支承体9。支承体9的厚度优选在40 μm 和600 μm 之间(包括边界值)。通过支承体9例如可以借助所谓的贴装工艺来操纵半导体芯片100。

[0041] 在n掺杂的层序列4的子层17的背离有源区3的侧40上产生粗化部8,例如借助刻蚀来产生。粗化部8未延伸至中间层5。通过产生粗化部8,可以完全除去根据图1的未掺杂层15。通过粗化部8可将辐射从半导体芯片100出来的耦合输出效率提高(steigerbar)。粗化部8的平均粗糙度优选在0.4 μm 和4.0 μm 之间(包括边界值),尤其在0.5 μm 和1.5 μm 之间(包括边界值)。另外,在形成有粗化部8的侧40上施加有n-接触部12n。n-接触部12n特别是由一个或多个金属层和/或由透明导电氧化物构成。n-接触部12n特别是所谓的接合垫。根据图2,电流还流过中间层5,使得需要将中间层5构造成导电的、于是特别是n掺杂的。

[0042] 根据图2的半导体芯片100可以如下由根据图1的半导体芯片来产生:半导体层序列100在生长衬底11上生长之后,安置p-接触部12p和随后在p-接触部12p上安置支承体9。随后将生长衬底11,特别是利用激光剥离方法(英文laser-lift-off)从半导体层序列1和支承体9上除去。在此,n掺杂的层序列4的接近生长衬底11的薄区域、尤其是未掺杂层15的一部分被分解。在从半导体层序列1除去生长衬底11之后,尤其通过刻蚀在侧40处在n掺杂的层序列4的子层17中形成粗化部8。

[0043] 在根据图3的半导体芯片100的实施例中,n-接触部12n和p接触部12p位于有源区3的同一侧。这特别是如下实现的:从n接触部12n出发,形成穿过p掺杂的层序列2和穿过有源区3直至n层序列4的穿通接触部10。穿通接触部10可以由一种或多种金属构成。通过穿通接触部10在n接触部12n与n掺杂的层序列4的电流扩展层7之间建立直接电连接,该n接触部在支承体9和p接触部12p之间形成。

[0044] 通过例如由透明材料如二氧化硅或氮化硅构成的电绝缘层13将n接触部12n以及穿通接触部10与有源区3、p掺杂的层序列2以及p接触部12p分离。p接触部12p在本实施例中作为用于工作中在有源区3中产生的辐射的反射器16a,该辐射通过粗化部8从半导体芯片100耦合输出。

[0045] 穿通接触部10的朝向粗化部8的侧上优选安置另一反射器16b,例如银反射器。与所示的不同,反射器16b还可以部分或完全地在绝缘层13和穿通接触部10之间延伸。

[0046] 根据本实施例,有源区3的供电不是经由中间层5来完成的。因此,中间层5还可以未掺杂并具有在5%和50%之间(包括边界值)的较高的Al含量,或者还可以基于AlN或者由AlN构成。

[0047] 在根据图4的实施例中,半导体芯片100的半导体层序列1具有两个中间层5。在两个中间层5之间存在高度n掺杂的电流扩展层7。电流扩展层7例如是基于GaN的且并不是如中间层5那样基于AlGaN,并且具有优选至少 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 的高掺杂物浓度。电流扩展层7优选直接邻接两个中间层5。根据图4的半导体芯片100的另一种构造基本上遵照根据图1的实施例。

[0048] 根据图5的半导体芯片100是根据图4的半导体芯片100的改进方案,与图1和2类似。因为n接触部12n到p接触部12p的电流流动经由两个中间层5来进行,所以中间层5被构

造成掺杂的和导电的。

[0049] 在根据图6的半导体芯片100的实施例中,中间层5b被穿通接触部10穿透,而中间层5a是未中断的、连续的层,如根据图1至5的中间层那样。穿通接触部10将n-接触部12n直接与电流扩展层7电连接。被穿通接触部10穿透的中间层5b在本实施例中可以用于对穿通接触部10的凹部的刻蚀进行端点检测。因为电流流动不经由中间层5a来进行,所以中间层5a可以是掺杂的或者未掺杂。

[0050] 如所有其它实施例,可能的是,中间层5、5a、5b以及电流扩展层7、未掺杂层15和/或子层17形成缓冲层6的一部分。

[0051] 在图7A和7B中示出没有中间层的发光二极管芯片。半在导体层序列1在生长衬底11上生长时,或者在生长期间或激光剥离方法中,在未掺杂层15和生长衬底11之间的界面上或者在根据图7由单层构成的n掺杂的层序列4和生长衬底11之间的界面上,在半导体层序列1内部形成裂缝和/或孔14,比照图7A。在例如通过激光剥离方法从半导体层序列1剥离生长衬底11时,露出一部分裂缝和/或孔14,见图7B。

[0052] 一部分裂缝和/或孔14从n掺杂的层序列4的侧40伸展到p-接触部12p。通过裂缝和/或孔14可能的是,在接下来的方法步骤中,例如为了在制造n掺杂的层序列4上产生粗化部而使流体化学品如硝酸或苛性钾通过半导体层序列1到达p-接触部12p,于是该化学品完全渗透半导体层序列1。

[0053] 例如由于所述化学品可能的是,侵入或损害优选实施为反射器16、16a的p-接触部12p,由此降低了p接触部12p的反射性并因此会降低来自半导体芯片的辐射的耦合输出效率。由于反射器16b和粗化部8之间极小的间距,使得穿通接触部10上的反射器16b损坏的危险甚至更高,见图3和6。

[0054] 在图8中示出了具有中间层5的半导体芯片100的实施例,根据图8,生长衬底11从半导体层序列1剥离。与所示不同地同样可能的是,只存在层15、17中的一个。根据图8的半导体层序列1也具有裂缝和/或孔14,它们从n掺杂的层序列4的侧40朝着p-接触部12p延伸,并通过例如激光剥离方法在朝向被剥离的生长衬底11的侧40处暴露。

[0055] 但是,根据图8,所有或者至少一部分从侧40朝着有源区3延伸的裂缝14和/或孔14被中间层5覆盖和封闭。在此,在半导体层序列1或中间层5生长时形成中间层5的突出部50,其背离有源区3朝着生长衬底11延伸。突出部50由与中间层5相同的材料构成。突出部50因此塞子状地延伸到至少一部分裂缝和/或孔14中,并在垂直于半导体层序列1的生长方向的方向上,至少与裂缝和/或孔14的一部分横向边界面直接连接。还有可能,至少一部分裂缝和/或孔14完全被突出部50的材料填充。

[0056] 中间层5还被用作裂缝和/或孔14的一种密封部或封闭层。这尤其是如下实现,用AlGaN代替GaN构成中间层5和突出部50。在表面上外延生长时,铝原子比镓原子具有更低的迁移率。由此可以实现闭合和部分填满裂缝和/或孔14。

[0057] 虽然可以在半导体层序列1继续外延生长时形成其它裂缝和/或孔14,这些裂缝和/或孔例如从n掺杂的层序列的背离生长衬底11的侧40伸展到p-接触部12p,但是从层15、17的背离有源区3的侧到p接触部12p或者到根据图3和6的在穿通接触部10上的反射器16b,不存在通过裂缝和/或孔14形成的连续连接。因此,在后续的方法步骤中,尤其在使用低粘度的化学品的方法步骤中,没有损坏反射器16、16a、16b或者穿通接触部10或接触部12n、

12p的另一种材料,例如Al、WN和/或Ti。通过中间层5密封裂缝和/或孔14的效果在下述情况下特别有意义:粗化部8或半导体层序列1的外边界与反射器16、16a、16b之间的间距特别小,特别是如根据图3的实施例中。

[0058] 图9中示出半导体芯片100的另一实施例的剖视图,和相关的、具有接触区域18例如接合线的辐射穿透侧的俯视图。半导体芯片100分别具有多个在剖视图中未示出的穿透接触部10和反射器16b,比照图3和6。穿透接触部10和反射器16b分别从p导电的层序列2伸展到电流扩展层7,其厚度总是为约1.1 μm 。

[0059] 根据图9A,中间层5的厚度为约60nm,根据图9B,中间层5的厚度为约30nm。n掺杂层17的厚度总是为约1.3 μm 。根据图9C,电流扩展层7位于两个厚度各为约30nm的中间层5a、5b之间。总是有中间层5、5a、5b中的至少一个存在于电流扩展层7的背离有源区3的侧上。在相关的、辐射穿透侧的俯视图中看出,反射器16b没有显示出反射性的降低,并因此没有损坏。尤其从辐射穿透侧离开半导体芯片100的辐射超过50%或超过80%。

[0060] 对于根据图10A和10B的发光二极管芯片,中间层5分别位于电流扩展层7和有源区3之间。在反射器16b和辐射穿透侧之间于是不存在中间层。由此,在辐射穿透侧产生粗化部时,反射器16b暴露于流体化学品并因此损坏,可以看到反射器16b的深色染色(**Dunkelfärbung**)和因此降低的反射性。

[0061] 在半导体芯片100的实施例中,只在剖视图中简化地示出具有中间层5的半导体层序列1,尤其没有示出电接触部。通过中间层5减小了半导体层序列1中的孔和/或裂缝14的直径,或者这些孔和/或裂缝在中间层5的区域内完全被中间层5的材料覆盖或堵塞了。

[0062] 沿着半导体层序列的生长方向看,孔和/或裂缝14在中间层5之前大于在中间层5之后。此外,裂缝和/或孔14延伸的方向可以通过中间层5来改变。由此,孔和/或裂缝14对于流体化学品和/或对于蒸汽和/或金属的扩散是密封的。

[0063] 但是,通过中间层5并未消除半导体层序列1的晶格中的孔和/或裂缝14,而是沿着半导体层序列1的生长方向看,这些孔和/或裂缝在中间层5之后继续延伸。换句话说,可能的是裂缝和/或孔14的数目没有由于中间层5而减少或者没有显著减少。不考虑裂缝和/或孔14在中间层14两侧大约相同的数目,孔和/或裂缝14由于中间层5的材料而对化学品不可透过的。

[0064] 在此描述的发明不限于依据实施例的说明。更确切地,本发明包括各种新的技术特征以及技术特征的各种组合,特别是包含在专利权利要求中的技术特征的各种组合,即使这些技术特征或这些组合本身没有在专利权利要求或实施例中明确说明。

[0065] 本专利申请要求德国专利申请10 2009 060 749.8的优先权,其公开内容通过引用并入本文。

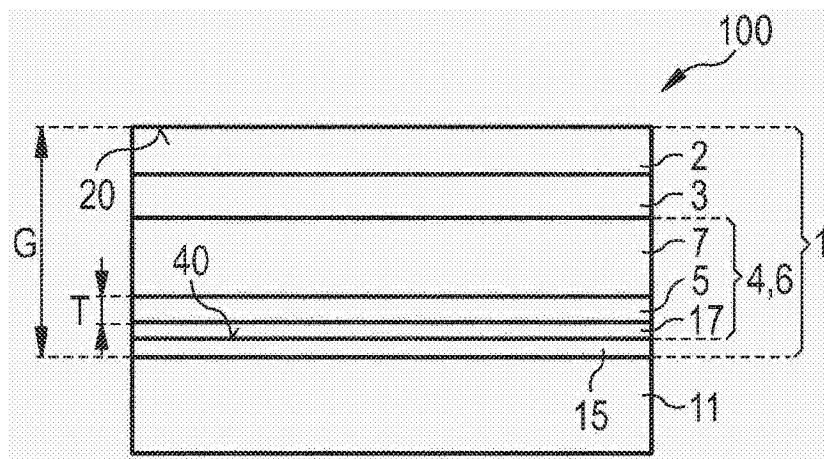


图1

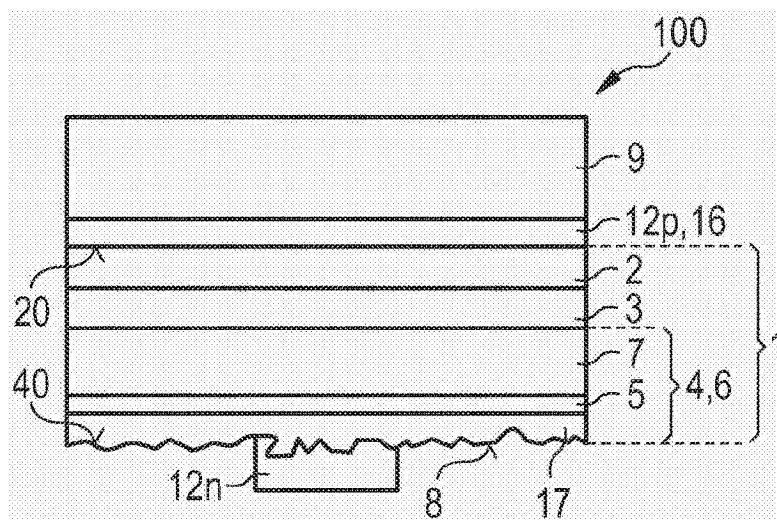


图2

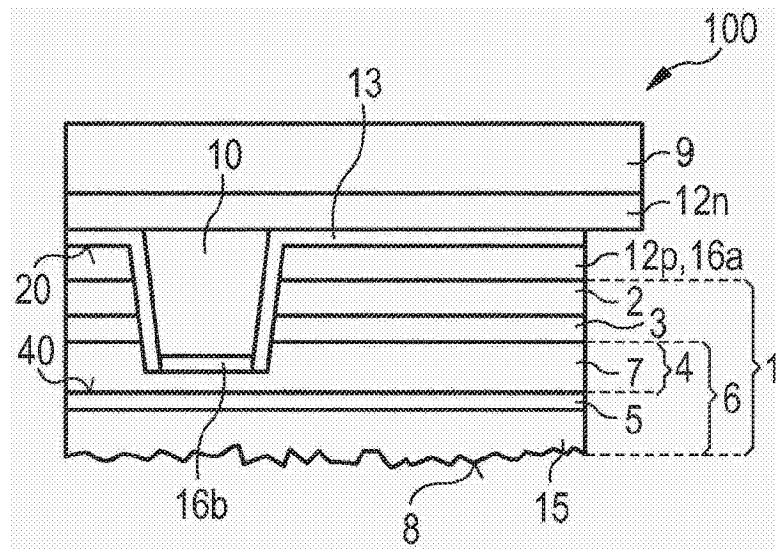


图 3

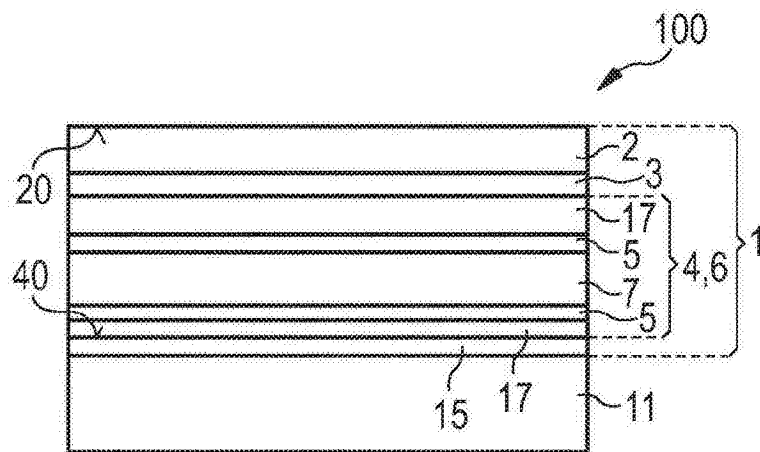


图4

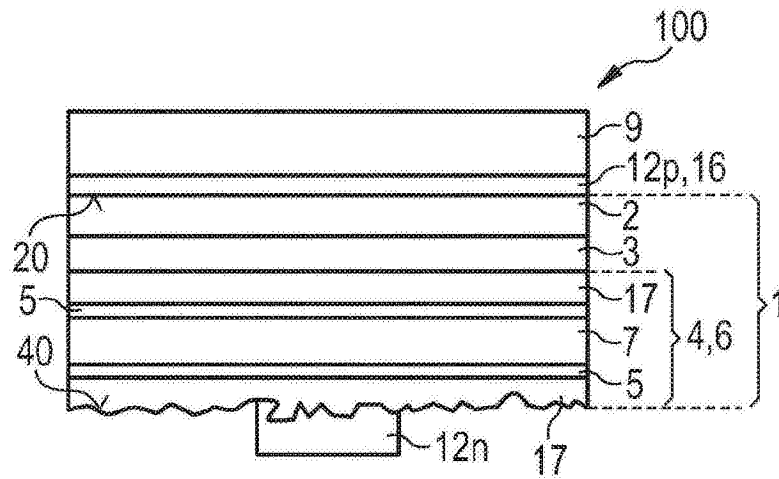


图5

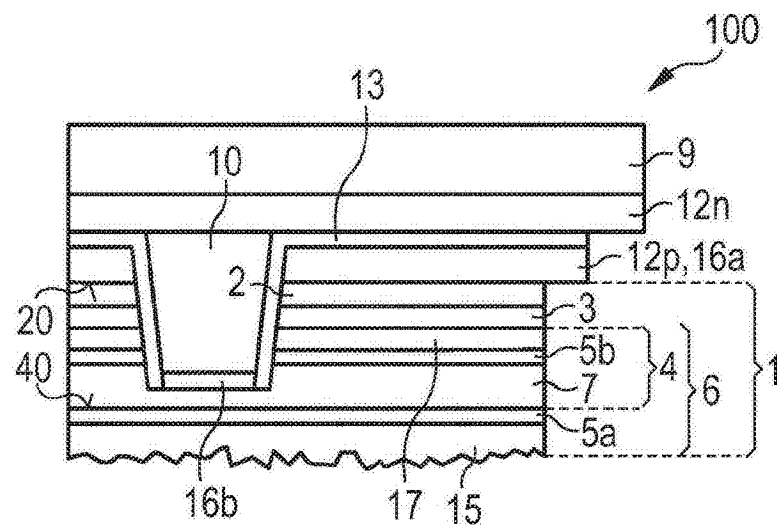


图6

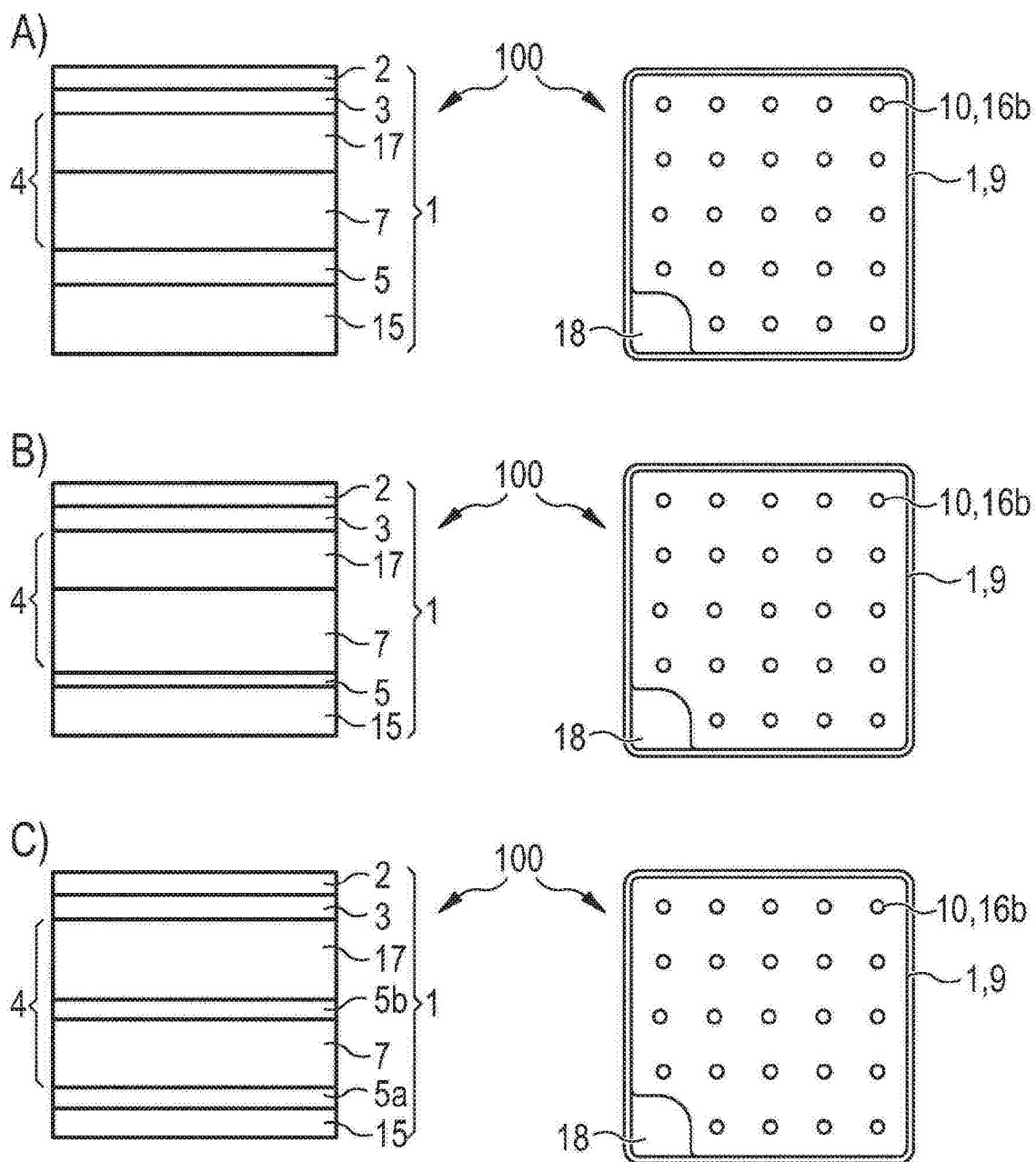


图9

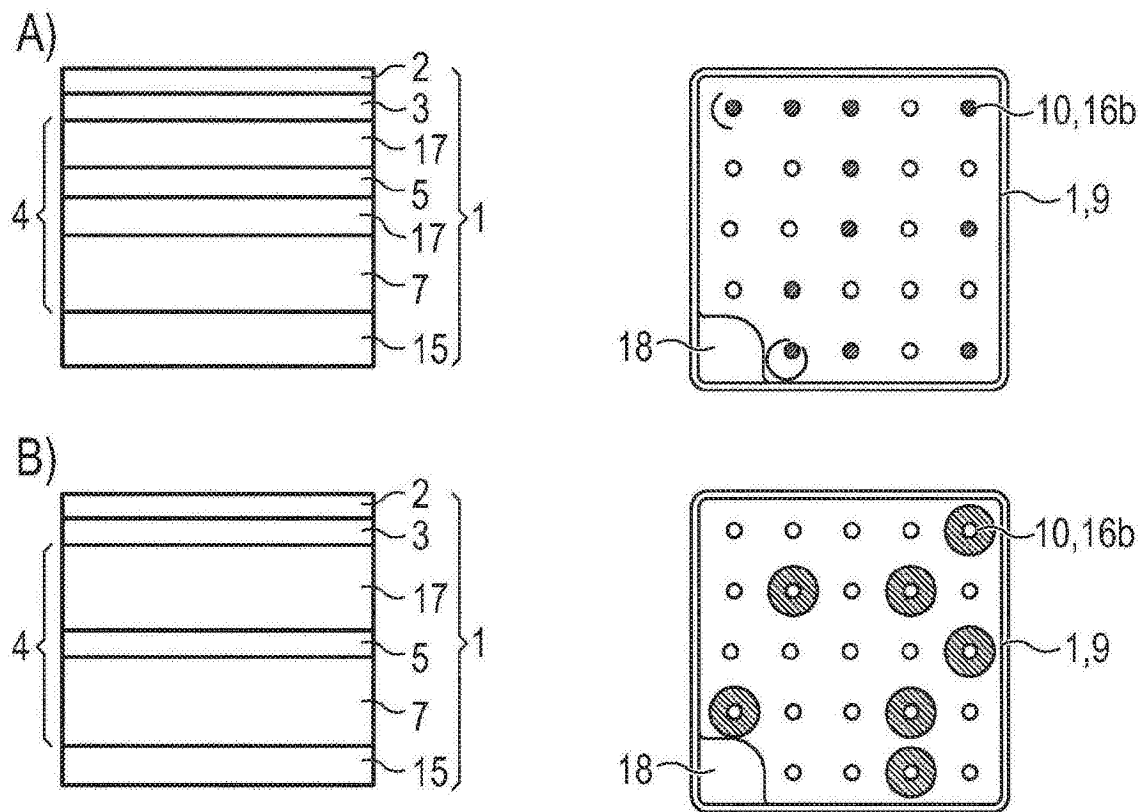


图10

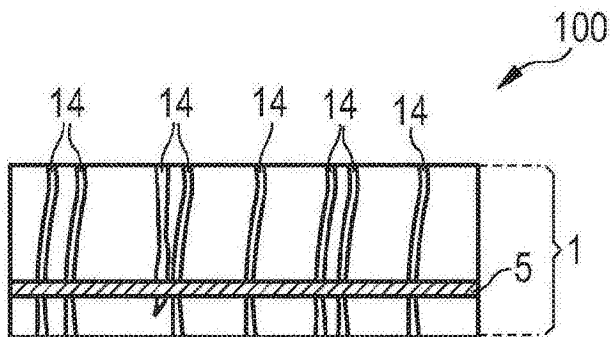


图11