



(21) 申请号 202311120961.1

(22) 申请日 2023.09.01

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117175347 A

(43) 申请公布日 2023.12.05

(73) 专利权人 安徽格恩半导体有限公司

地址 237161 安徽省六安市金安区巢湖路
288号

(72) 发明人 李水清 王星河 张江勇 蔡鑫
陈婉君 胡志勇 请求不公布姓名

(74) 专利代理机构 北京文慧专利代理事务所

(特殊普通合伙) 11955

专利代理师 戴丽伟

(51) Int. Cl.

H01S 5/042 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 108140695 A, 2018.06.08

CN 113300214 A, 2021.08.24

CN 115133403 A, 2022.09.30

CN 1787241 A, 2006.06.14

JP 2004096131 A, 2004.03.25

US 2013020551 A1, 2013.01.24

US 2019382916 A1, 2019.12.19

熊聪;崇锋;王俊;王冠;韩淋;刘素平;马骁
宇. 高效率半导体激光器波导层掺杂的优化设计. 半导体光电. 2010, (第01期), 全文.

审查员 胡涛

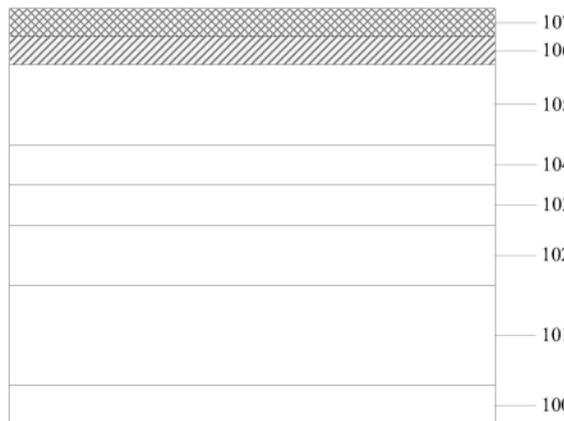
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种半导体激光器

(57) 摘要

本发明提出了一种半导体激光器,包括从下至上依次设置的衬底、下限制层、下波导层、有源层、上波导层、上限制层和p型接触层,所述p型接触层中具有Mg掺杂浓度分布、Al组分分布、In组分分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布。本发明通过在半导体激光器的p型接触层中设计Mg掺杂浓度分布、Al组分分布、In组分分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布,能够极大地提升半导体激光器p型接触层的空穴离化效率和空穴浓度,降低接触电阻和串联电阻,降低激光器的电压和提升Run与Run间的电压稳定性,电压从7.5V下降至4.5V以下,解决结电压上跳的不连续或突变现象。



1. 一种氮化物半导体激光器,包括从下至上依次设置的衬底、下限制层、下波导层、有源层、上波导层、上限制层和p型接触层,其特征在于,所述p型接触层中具有Mg掺杂浓度分布、Al组分分布、In组分分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布;

所述p型接触层的Mg掺杂浓度分布呈指数函数分布, $Y=a^X, 0 < a < 1$;

所述p型接触层的Al组分分布呈两段的一次函数分布,其中,靠近上限制层方向的第一段一次函数的斜率小于靠近p型接触层方向的第二段一次函数的斜率;

所述p型接触层的In组分分布呈倒V型分布;

所述p型接触层的Si掺杂浓度分布呈指数函数分布, $Y=b^X, 0 < b < 1$;

所述p型接触层的H含量浓度分布呈指数函数分布, $Y=c^X, 0 < c < 1$;

所述p型接触层的O含量浓度分布呈指数函数分布, $Y=d^X, 0 < d < 1$;

所述p型接触层的C含量浓度分布呈指数函数分布, $Y=e^X, 0 < e < 1$ 。

2. 根据权利要求1所述的氮化物半导体激光器,其特征在于,所述p型接触层的Mg掺杂浓度往上限制层方向呈下降趋势;

所述p型接触层的In组分峰值位置往上限制层方向呈下降趋势;

所述p型接触层的Si掺杂浓度往上限制层方向呈下降趋势;

所述p型接触层的O含量浓度往上限制层方向呈下降趋势;

所述p型接触层的H含量浓度往上限制层方向呈下降趋势;

所述p型接触层的C含量浓度往上限制层方向呈下降趋势;

所述p型接触层的Al组分浓度往p型接触层表面方向呈下降趋势。

3. 根据权利要求2所述的氮化物半导体激光器,其特征在于,所述p型接触层的Mg掺杂浓度的下降角度为 $\alpha: 90^\circ \geq \alpha \geq 40^\circ$;

所述p型接触层的In组分峰值位置的下降角度为 $\theta: 85^\circ \geq \theta \geq 35^\circ$;

所述p型接触层的Si掺杂浓度的下降角度为 $\delta: 70^\circ \geq \delta \geq 25^\circ$;

所述p型接触层的O含量浓度的下降角度为 $\beta: 80^\circ \geq \beta \geq 35^\circ$;

所述p型接触层的H含量浓度的下降角度为 $\varphi: 75^\circ \geq \varphi \geq 30^\circ$;

所述p型接触层的C含量浓度的下降角度为 $\psi: 65^\circ \geq \psi \geq 20^\circ$;

所述p型接触层的Al组分浓度的下降角度为 $\gamma: 60^\circ \geq \gamma \geq 15^\circ$ 。

4. 根据权利要求3所述的氮化物半导体激光器,其特征在于,所述p型接触层的Mg掺杂浓度、Al组分、In组分、Si掺杂浓度、C含量浓度、H含量浓度和O含量浓度的变化角度关系为: $\alpha \geq \theta \geq \beta \geq \varphi \geq \delta \geq \psi \geq \gamma$ 。

5. 根据权利要求1所述的氮化物半导体激光器,其特征在于,所述p型接触层的Mg掺杂浓度往有源层方向由 $5E19cm^{-3}$ 至 $1E22cm^{-3}$ 下降至 $1E18cm^{-3}$ 至 $5E19cm^{-3}$;

所述p型接触层的Si掺杂浓度往有源层方向由 $1E19cm^{-3}$ 至 $5E20cm^{-3}$ 下降至 $5E17cm^{-3}$ 至 $1E19cm^{-3}$;

所述p型接触层的H含量浓度往有源层方向由 $5E19cm^{-3}$ 至 $1E21cm^{-3}$ 下降至 $1E18cm^{-3}$ 至 $5E19cm^{-3}$;

所述p型接触层的O含量浓度往有源层方向由 $1E19cm^{-3}$ 至 $1E21cm^{-3}$ 下降至 $5E17cm^{-3}$ 至 $5E18cm^{-3}$;

所述p型接触层的C含量浓度往有源层方向由 $1E18\text{cm}^{-3}$ 至 $1E19\text{cm}^{-3}$ 下降至 $1E17\text{cm}^{-3}$ 至 $1E18\text{cm}^{-3}$ 。

6. 根据权利要求1所述的氮化物半导体激光器,其特征在于,所述p型接触层的厚度为5埃米至1000埃米。

7. 根据权利要求1所述的氮化物半导体激光器,其特征在于,所述p型接触层上设置有金属电极层,所述金属电极层为Pd、Au、Ni、Cr、Pt、Al、Ti、Cu、W、Rh、Nb的任意一种或任意组合。

8. 根据权利要求1所述的氮化物半导体激光器,其特征在于,所述下限制层、下波导层,有源层、上波导层、上限制层包括GaN、AlGaN、InGaN、AlInGaN、AlN、InN、AlInN、GaAs、GaP、InP、AlGaAs、AlInGaAs、AlGaInP、InGaAs、AlInAs、AlInP、AlGaP、InGaP的任意一种或任意组合;

所述衬底包括蓝宝石、硅、Ge、SiC、BN、金刚石、Mo、Cu、TiW、CuW、AlN、GaN、GaAs、InP、蓝宝石/SiO₂复合衬底、蓝宝石/AlN复合衬底、蓝宝石/SiN_x、镁铝尖晶石MgAl₂O₄、MgO、ZnO、ZrB₂、LiAlO₂和LiGaO₂复合衬底的任意一种。

一种半导体激光器

技术领域

[0001] 本申请涉及半导体光电器件领域,尤其涉及一种半导体激光器。

背景技术

[0002] 激光器广泛应用于激光显示、激光电视、激光投影仪、通讯、医疗、武器、制导、测距、光谱分析、切割、精密焊接、高密度光存储等领域。激光器的各类很多,分类方式也多样,主要有固体、气体、液体、半导体和染料等类型激光器;与其他类型激光器相比,全固态半导体激光器具有体积小、效率高、重量轻、稳定性好、寿命长、结构简单紧凑、小型化等优点。

[0003] 激光器与氮化物半导体发光二极管存在较大的区别:

[0004] 1) 激光是由载流子发生受激辐射产生,光谱半高宽较小,亮度很高,单颗激光器输出功率可在W级,而氮化物半导体发光二极管则是自发辐射,单颗发光二极管的输出功率在mW级;

[0005] 2) 激光器的使用电流密度达 KA/cm^2 ,比氮化物发光二极管高2个数量级以上,从而引起更强的电子泄漏、更严重的俄歇复合、极化效应更强、电子空穴不匹配更严重,导致更严重的效率衰减Droop效应;

[0006] 3) 发光二极管自发跃迁辐射,无外界作用,从高能级跃迁到低能级的非相干光,而激光器为受激跃迁辐射,感应光子能量应等于电子跃迁的能级之差,产生光子与感应光子的全同相干光;

[0007] 4) 原理不同:发光二极管为在外界电压作用下,电子空穴跃迁到有源层或p-n结产生辐射复合发光,而激光器需要激射条件满足才可激射,必须满足有源区载流子反转分布,受激辐射光在谐振腔内来回振荡,在增益介质中的传播使光放大,满足阈值条件使增益大于损耗,并最终输出激光。

[0008] 氮化物半导体激光器存在以下问题:p型半导体的Mg受主激活能大、离化效率低,空穴浓度远低于电子浓度、空穴迁移率远小于电子迁移率,导致p型接触层的电阻率高,直接与金属接触(非透明氧化层)的电压高且电压不稳定,易出现结电压上跳的不连续或突变现象。

发明内容

[0009] 为解决上述技术问题之一,本发明提供了一种半导体激光器。

[0010] 本发明实施例提供了一种半导体激光器,包括从下至上依次设置的衬底、下限制层、下波导层、有源层、上波导层、上限制层和p型接触层,所述p型接触层中具有Mg掺杂浓度分布、Al组分分布、In组分分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布。

[0011] 优选地,所述p型接触层的Mg掺杂浓度分布呈指数函数分布, $Y=a^X, 0 < a < 1$;

[0012] 所述p型接触层的Al组分分布呈两段的一次函数分布,其中,靠近上限制层方向的第一段一次函数的斜率小于靠近p型接触层方向的第二段一次函数的斜率;

- [0013] 所述p型接触层的In组分分布呈倒V型分布；
- [0014] 所述p型接触层的Si掺杂浓度分布呈指数函数分布, $Y=b^X, 0 < a < 1$ ；
- [0015] 所述p型接触层的H含量浓度分布呈指数函数分布, $Y=c^X, 0 < a < 1$ ；
- [0016] 所述p型接触层的O含量浓度分布呈指数函数分布, $Y=d^X, 0 < a < 1$ ；
- [0017] 所述p型接触层的C含量浓度分布呈指数函数分布, $Y=e^X, 0 < a < 1$ 。
- [0018] 优选地, 所述p型接触层的Mg掺杂浓度分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布的指数函数分布的底数关系为: $b \geq c \geq e \geq d \geq a$ 。
- [0019] 优选地, 所述p型接触层的Mg掺杂浓度往上限制层方向呈下降趋势；
- [0020] 所述p型接触层的In组分峰值位置往上限制层方向呈下降趋势；
- [0021] 所述p型接触层的Si掺杂浓度往上限制层方向呈下降趋势；
- [0022] 所述p型接触层的O含量浓度往上限制层方向呈下降趋势；
- [0023] 所述p型接触层的H含量浓度往上限制层方向呈下降趋势；
- [0024] 所述p型接触层的C含量浓度往上限制层方向呈下降趋势；
- [0025] 所述p型接触层的Al组分浓度往p型接触层表面方向呈下降趋势。
- [0026] 优选地, 所述p型接触层的Mg掺杂浓度的下降角度为 α : $90^\circ \geq \alpha \geq 40^\circ$ ；
- [0027] 所述p型接触层的In组分峰值位置的下降角度为 θ : $85^\circ \geq \theta \geq 35^\circ$ ；
- [0028] 所述p型接触层的Si掺杂浓度的下降角度为 δ : $70^\circ \geq \delta \geq 25^\circ$ ；
- [0029] 所述p型接触层的O含量浓度的下降角度为 β : $80^\circ \geq \beta \geq 35^\circ$ ；
- [0030] 所述p型接触层的H含量浓度的下降角度为 φ : $75^\circ \geq \varphi \geq 30^\circ$ ；
- [0031] 所述p型接触层的C含量浓度的下降角度为 ψ : $65^\circ \geq \psi \geq 20^\circ$ ；
- [0032] 所述p型接触层的Al组分浓度的下降角度为 γ : $60^\circ \geq \gamma \geq 15^\circ$ 。
- [0033] 优选地, 所述p型接触层的Mg掺杂浓度、Al组分、In组分、Si掺杂浓度、C含量浓度、H含量浓度和O含量浓度的变化角度关系为: $\alpha \geq \theta \geq \beta \geq \varphi \geq \delta \geq \psi \geq \gamma$ 。
- [0034] 优选地, 所述p型接触层的Mg掺杂浓度往有源层方向由 $5E19cm^{-3}$ 至 $1E22cm^{-3}$ 下降至 $1E18cm^{-3}$ 至 $5E19cm^{-3}$ ；
- [0035] 所述p型接触层的Si掺杂浓度往有源层方向由 $1E19cm^{-3}$ 至 $5E20cm^{-3}$ 下降至 $5E17cm^{-3}$ 至 $1E19cm^{-3}$ ；
- [0036] 所述p型接触层的H含量浓度往有源层方向由 $5E19cm^{-3}$ 至 $1E21cm^{-3}$ 下降至 $1E18cm^{-3}$ 至 $5E19cm^{-3}$ ；
- [0037] 所述p型接触层的O含量浓度往有源层方向由 $1E19cm^{-3}$ 至 $1E21cm^{-3}$ 下降至 $5E17cm^{-3}$ 至 $5E18cm^{-3}$ ；
- [0038] 所述p型接触层的C含量浓度往有源层方向由 $1E18cm^{-3}$ 至 $1E19cm^{-3}$ 下降至 $1E17cm^{-3}$ 至 $1E18cm^{-3}$ 。
- [0039] 优选地, 所述p型接触层为AlInGa_n、AlGa_n、InGa_n、Ga_n的任意一种或任意组合, 所述p型接触层的厚度为5埃米至1000埃米。
- [0040] 优选地, 所述p型接触层上设置有金属电极层, 所述金属电极层为Pd、Au、Ni、Cr、Pt、Al、Ti、Cu、W、Rh、Nb的任意一种或任意组合。
- [0041] 优选地, 所述下限制层、下波导层、有源层、上波导层、上限制层包括Ga_n、AlGa_n、

InGa_N、AlInGa_N、AlN、InN、AlInN、SiC、Ga₂O₃、BN、GaAs、GaP、InP、AlGaAs、AlInGaAs、AlGaInP、InGaAs、AlInAs、AlInP、AlGaP、InGaP、BN、金刚石的任意一种或任意组合；

[0042] 所述衬底包括蓝宝石、硅、Ge、SiC、BN、金刚石、Mo、Cu、TiW、CuW、AlN、GaN、GaAs、InP、蓝宝石/SiO₂复合衬底、蓝宝石/AlN复合衬底、蓝宝石/SiN_x、镁铝尖晶石MgAl₂O₄、MgO、ZnO、ZrB₂、LiAlO₂和LiGaO₂复合衬底的任意一种。

[0043] 本发明的有益效果如下：本发明通过在半导体激光器的p型接触层中设计Mg掺杂浓度分布、Al组分分布、In组分分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布，能够极大地提升半导体激光器p型接触层的空穴离化效率和空穴浓度，降低接触电阻和串联电阻，降低激光器的电压和提升Run与Run间的电压稳定性，电压从7.5V下降至4.5V以下，解决结电压上跳的不连续或突变现象。

附图说明

[0044] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：

[0045] 图1为本发明实施例所述的半导体激光器的结构示意图；

[0046] 图2为本发明实施例所述的半导体激光器的SIMS二次离子质谱图；

[0047] 图3为本发明实施例所述的半导体激光器的局部SIMS二次离子质谱图。

[0048] 附图标记：

[0049] 100、衬底，101、下限制层，102、下波导层，103、有源层，104、上波导层，105、上限制层，106、p型接触层，107、金属电极层。

具体实施方式

[0050] 为了使本申请实施例中的技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图对本申请的示例性实施例进行进一步详细的说明，显然，所描述的实施例仅是本申请的一部分实施例，而不是所有实施例的穷举。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0051] 如图1至图3所示，本实施例提出一种具有非互易拓扑激光振荡层的半导体激光元件，包括从下至上依次设置的衬底100、下限制层101、下波导层102、有源层103、上波导层104、上限制层105和p型接触层106。其中，在p型接触层106中，其具有Mg掺杂浓度分布、Al组分分布、In组分分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布。

[0052] 具体的，本实施例中，半导体激光器从下至上依次设置衬底100、下限制层101、下波导层102、有源层103、上波导层104、上限制层105和p型接触层106。p型接触层106位于最上方。该p型接触层106的厚度为5埃米至1000埃米，为AlInGa_N、AlGa_N、InGa_N、Ga_N的任意一种或任意组合。在该p型接触层106中具有特定的Mg掺杂浓度分布、Al组分分布、In组分分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布，具体表现如下：

[0053] Mg掺杂浓度分布：

[0054] 该p型接触层106的Mg掺杂浓度分布呈指数函数分布， $Y=a^X$ ， $0 < a < 1$ ；

[0055] Al组分分布：

[0056] 该p型接触层106的Al组分分布呈两段的一次函数分布，其中，靠近上限制层105方

向的第一段一次函数的斜率小于靠近p型接触层106方向的第二段一次函数的斜率；

[0057] In组分分布：

[0058] 该p型接触层106的In组分分布呈倒V型分布；

[0059] Si掺杂浓度分布：

[0060] 该p型接触层106的Si掺杂浓度分布呈指数函数分布， $Y=b^X, 0<a<1$ ；

[0061] H含量浓度分布：

[0062] 该p型接触层106的H含量浓度分布呈指数函数分布， $Y=c^X, 0<a<1$ ；

[0063] O含量浓度分布：

[0064] 该p型接触层106的O含量浓度分布呈指数函数分布， $Y=d^X, 0<a<1$ ；

[0065] C含量浓度分布：

[0066] 该p型接触层106的C含量浓度分布呈指数函数分布， $Y=e^X, 0<a<1$ 。

[0067] 在该p型接触层106中，Mg掺杂浓度分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布均呈指数函数分布，但是他们的指数函数的底数存在如下关系： $b \geq c \geq e \geq d \geq a$ 。

[0068] 此外，除上述所描述的Mg掺杂浓度分布、Al组分分布、In组分分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布所具有的特性外，在该p型接触层106中，Mg掺杂浓度分布、Al组分分布、In组分分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布还具有如下特性：

[0069] Mg掺杂浓度分布：

[0070] 该p型接触层106的Mg掺杂浓度往上限制层105方向呈下降趋势；

[0071] Al组分分布：

[0072] 该p型接触层106的Al组分浓度往p型接触层106表面方向呈下降趋势；

[0073] In组分分布：

[0074] 该p型接触层106的In组分峰值位置往上限制层105方向呈下降趋势；

[0075] Si掺杂浓度分布：

[0076] 该p型接触层106的Si掺杂浓度往上限制层105方向呈下降趋势；

[0077] H含量浓度分布：

[0078] 该p型接触层106的H含量浓度往上限制层105方向呈下降趋势；

[0079] O含量浓度分布：

[0080] 该p型接触层106的O含量浓度往上限制层105方向呈下降趋势；

[0081] C含量浓度分布：

[0082] 该p型接触层106的C含量浓度往上限制层105方向呈下降趋势。

[0083] 其中，Mg掺杂浓度、Al组分、In组分、Si掺杂浓度、C含量浓度、H含量浓度和O含量浓度在下降过程中也有各自所特有的角度变化，具体为：

[0084] 该p型接触层106的Mg掺杂浓度的下降角度为 $\alpha: 90^\circ \geq \alpha \geq 40^\circ$ ；

[0085] 该p型接触层106的In组分峰值位置的下降角度为 $\theta: 85^\circ \geq \theta \geq 35^\circ$ ；

[0086] 该p型接触层106的Si掺杂浓度的下降角度为 $\delta: 70^\circ \geq \delta \geq 25^\circ$ ；

[0087] 该p型接触层106的O含量浓度的下降角度为 $\beta: 80^\circ \geq \beta \geq 35^\circ$ ；

[0088] 该p型接触层106的H含量浓度的下降角度为 $\varphi: 75^\circ \geq \varphi \geq 30^\circ$ ；

[0089] 该p型接触层106的C含量浓度的下降角度为 $\psi: 65^\circ \geq \psi \geq 20^\circ$;

[0090] 该p型接触层106的Al组分浓度的下降角度为 $\gamma: 60^\circ \geq \gamma \geq 15^\circ$ 。

[0091] 与此同时,Mg掺杂浓度、Al组分、In组分、Si掺杂浓度、C含量浓度、H含量浓度和O含量浓度的变化角度还存在如下关系: $\alpha \geq \theta \geq \beta \geq \varphi \geq \delta \geq \psi \geq \gamma$ 。

[0092] 本实施例通过设计特定的p型接触层106的Mg掺杂浓度分布、Al组分分布、In组分分布、Si掺杂浓度分布、C含量浓度分布、H含量浓度分布和O含量浓度分布,以及Mg掺杂浓度、Al组分、In组分、Si掺杂浓度、C含量浓度、H含量浓度和O含量浓度的变化角度,从而极大地提升半导体激光器p型接触层106的空穴离化效率和空穴浓度,降低接触电阻和串联电阻,降低激光器的电压和提升Run与Run间的电压稳定性,电压从7.5V下降至4.5V以下,解决结电压上跳的不连续或突变现象。

[0093] 进一步的,本实施例中,p型接触层106的Mg掺杂浓度往有源层103方向由 $5E19\text{cm}^{-3}$ 至 $1E22\text{cm}^{-3}$ 下降至 $1E18\text{cm}^{-3}$ 至 $5E19\text{cm}^{-3}$;

[0094] p型接触层106的Si掺杂浓度往有源层103方向由 $1E19\text{cm}^{-3}$ 至 $5E20\text{cm}^{-3}$ 下降至 $5E17\text{cm}^{-3}$ 至 $1E19\text{cm}^{-3}$;

[0095] p型接触层106的H含量浓度往有源层103方向由 $5E19\text{cm}^{-3}$ 至 $1E21\text{cm}^{-3}$ 下降至 $1E18\text{cm}^{-3}$ 至 $5E19\text{cm}^{-3}$;

[0096] p型接触层106的O含量浓度往有源层103方向由 $1E19\text{cm}^{-3}$ 至 $1E21\text{cm}^{-3}$ 下降至 $5E17\text{cm}^{-3}$ 至 $5E18\text{cm}^{-3}$;

[0097] p型接触层106的C含量浓度往有源层103方向由 $1E18\text{cm}^{-3}$ 至 $1E19\text{cm}^{-3}$ 下降至 $1E17\text{cm}^{-3}$ 至 $1E18\text{cm}^{-3}$ 。

[0098] 更进一步的,本实施例中,p型接触层106上设置有金属电极层107。该p型接触层106与金属电极层107之间为直接接触,中间无透明导电层(如ITO、GZO、IZO、IGZO、 Ga_2O_3 、ZnO透明导电层),简化了半导体激光器结构,使得半导体激光器结构更为紧凑。该金属电极层107可为Pd、Au、Ni、Cr、Pt、Al、Ti、Cu、W、Rh、Nb的任意一种或任意组合。

[0099] 本实施例中,半导体激光器的下限制层101、下波导层102层,有源层103、上波导层104、上限制层105包括GaN、AlGaN、InGaN、AlInGaN、AlN、InN、AlInN、SiC、 Ga_2O_3 、BN、GaAs、GaP、InP、AlGaAs、AlInGaAs、AlGaInP、InGaAs、AlInAs、AlInP、AlGaP、InGaP、BN、金刚石的任意一种或任意组合。

[0100] 本实施例中,半导体激光器的衬底100包括蓝宝石、硅、Ge、SiC、BN、金刚石、Mo、Cu、TiW、CuW、AlN、GaN、GaAs、InP、蓝宝石/ SiO_2 复合衬底100、蓝宝石/AlN复合衬底100、蓝宝石/ SiN_x 、镁铝尖晶石 MgAl_2O_4 、MgO、ZnO、 ZrB_2 、 LiAlO_2 和 LiGaO_2 复合衬底100的任意一种。

[0101] 下表所示为本实施例所提出的半导体激光器与传统半导体激光器的性能参数对比:

	传统 半导体激光器	本实施例 半导体激光器	变化幅度
[0102] 阈值电流密度(kA/cm^2)	2.4	0.65	-73%
光功率(W)	3.5	6.1	74%

[0103]	阈值电压(V)	7.5	4.5	-40%
	外量子效率	31.50%	48.50%	54%
	串联电阻(Ω)	17	3	-76%

[0104] 可以看出,本实施例所提出的半导体激光器的阈值电压从6.5V下降至4.5V,外量子效率从31.5%提升至48.5%,阈值电流密度从2.4kA/cm²下降至0.65kA/cm²。能够极大地提升半导体激光器p型接触层106的空穴离化效率和空穴浓度,降低接触电阻和串联电阻,降低激光器的电压和提升Run与Run间的电压稳定性,解决结电压上跳的不连续或突变现象。

[0105] 显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

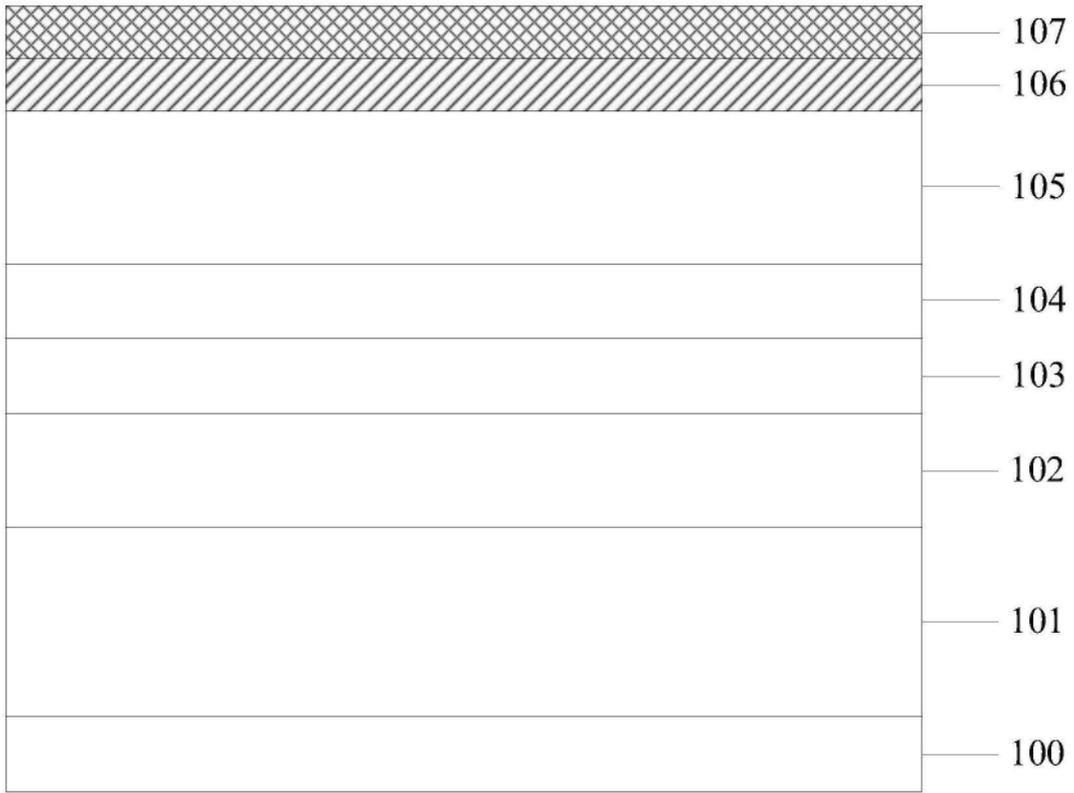


图1

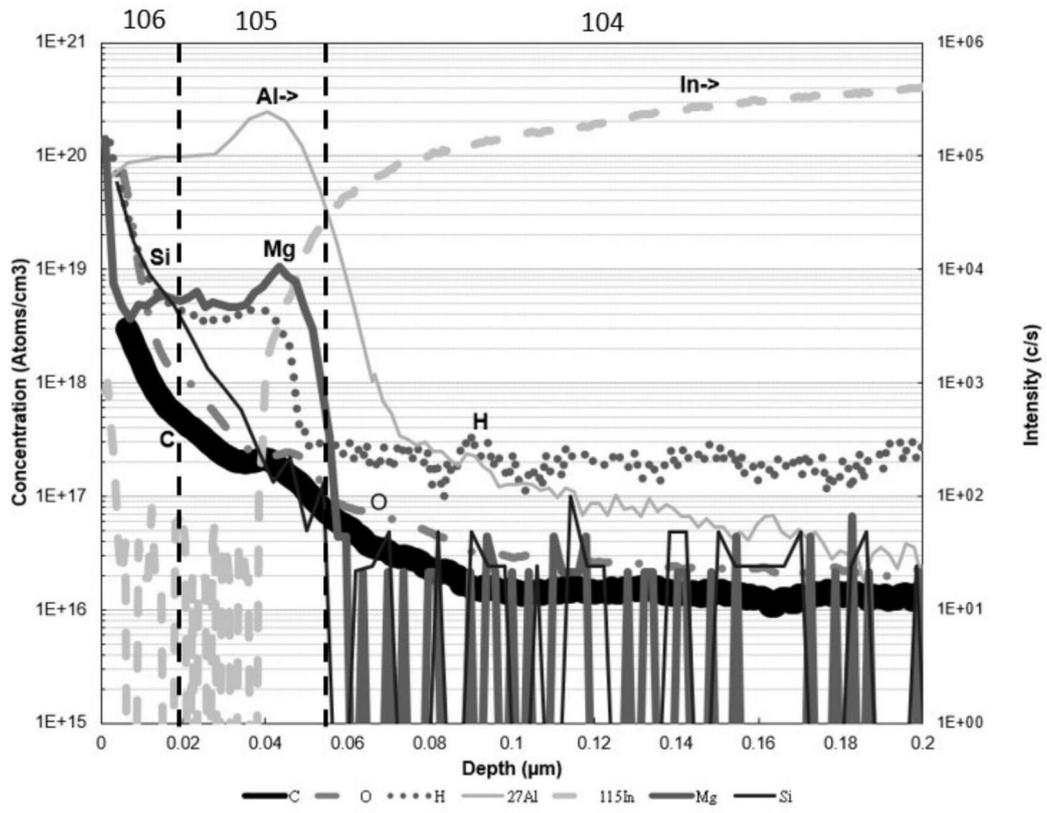


图2

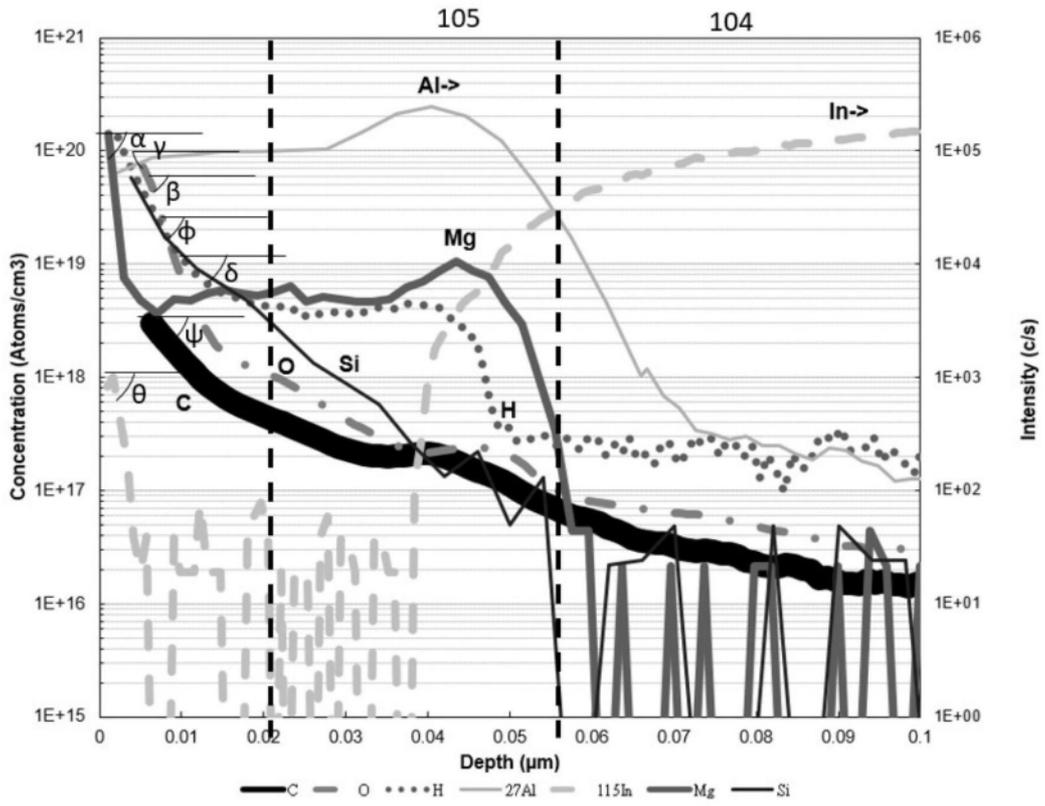


图3