

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101741007 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 27

(21) 申请号 200810226036. 6

(22) 申请日 2008. 11. 04

(73) 专利权人 北京大学

地址 100871 北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学

(72) 发明人 秦国刚 洪涛 陈挺 冉广照 陈妮兮

(74) 专利代理机构 北京君尚知识产权代理事务所 (普通合伙) 11200

代理人 贾晓玲

(51) Int. Cl.

H01S 5/00 (2006. 01)

H01S 5/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101246820 A, 2008. 08. 20, 全文.

CN 101132111 A, 2008. 02. 27, 全文.

US 2007/0170417 A1, 2007. 07. 26, 全文.

CN 1674374 A, 2005. 09. 28, 全文.

US 2008/0198888 A1, 2008. 08. 21, 全文.

审查员 陈敏

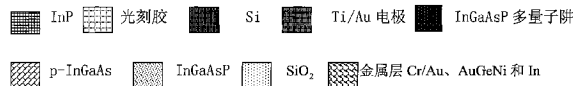
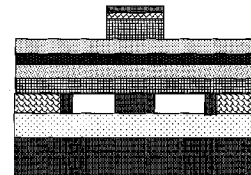
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

金属键合硅基激光器的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种金属键合硅基激光器的制备方法,该方法包括:在 SOI 硅片的硅膜上刻蚀出硅波导和键合区,并在硅波导和键合区之间刻蚀一硅阻挡墙;然后,在 SOI 硅片的键合区内,从下到上依次制备粘附金属层、欧姆接触层和键合金属层;同时,利用外延生长的方法制备化合物半导体激光器,并将化合物半导体激光器的 N 电极、衬底以及腐蚀阻挡层全部腐蚀掉;最后,将上述化合物半导体激光器和 SOI 硅片对准,并将化合物半导体激光器键合在 SOI 硅片的波导和键合区上,从而形成金属键合硅基激光器。本发明金属键合硅基激光器可用于集成化生产。与直接键合硅基激光器的方法相比,本发明具有操作简单,对环境要求不高,成本较低的优点。



CN 101741007 B

1. 一种金属键合硅基激光器的制备方法,其步骤包括:
 - 1) 在 SOI 硅片的硅膜上刻蚀出硅波导和键合区,并在硅波导和键合区之间刻蚀一硅阻挡墙;
 - 2) 在 SOI 硅片的带有硅波导和键合区的面上,使用光刻胶盖住硅波导、硅阻挡墙;然后在整个 SOI 硅片的带有硅波导一侧的面上,从下到上依次制备粘附金属层、欧姆接触层和键合金属层;之后,剥离去除硅波导和硅阻挡墙上的光刻胶以及上面的金属;
 - 3) 利用外延生长的方法制备化合物半导体激光器,并将化合物半导体激光器的衬底以及腐蚀阻挡层全部腐蚀掉;
 - 4) 将上述化合物半导体激光器和 SOI 硅片对准,并将化合物半导体激光器以被腐蚀后的面键合在 SOI 硅片的波导和键合区上,从而形成金属键合硅基激光器。
2. 如权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述粘附金属层为 Cr/Au,其厚度范围为 50 ~ 300nm。
3. 如权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述欧姆接触层为 AuGeNi,其厚度范围为 100 ~ 300nm。
4. 如权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述键合金属层为 PdIn、AuSn 或 In,其厚度范围为 600nm ~ 1 μ m。
5. 如权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述键合区位于 SOI 上硅波导两侧 4 μ m 以外,键合区的宽度范围为 30 μ m ~ 300 μ m,波导的宽度范围为 2 ~ 9 μ m。
6. 如权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述硅波导和硅阻挡墙的高度相等,其范围为 500nm ~ 1.5 μ m。
7. 如权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述化合物半导体激光器为 InP 基激光器或 GaAs 基激光器。

金属键合硅基激光器的制备方法

技术领域

[0001] 本发明是关于电子器件领域中混合硅基激光器件的制备方法,具体涉及一种金属键合硅基激光器的制备方法。

背景技术

[0002] 随着微电子技术的发展,人们对计算机的运算速度和信息存储量的要求越来越高。传统的微电子技术以电子为载体,存在电子的传播速度低,带宽窄,且带有电荷容易受电磁干扰的缺陷。而光子的传播速度高,带宽比电子大好几个量级,且具有响应速度快,传输容量大,存储密度高,处理速度快,微型化,集成化以及高度抗电磁干扰性等优点。因此人们希望把光子作为信息载体与成熟的硅微电子技术相结合,实现硅基光电集成。

[0003] 虽然近几年硅光子学取得了长足的发展,例如硅上外延 GaN 材料、硅与半导体纳米线形成发光异质结、受激拉曼激光等等。但是,所有的这些方法都无法实现硅基电泵激光,而实现电泵硅基激光是硅基光电集成的先决条件。

[0004] 最近,人们发展了一种直接键合的方法,将目前已经发展成熟的化合物半导体激光器键合在硅波导上,通过隐失波耦合,将化合物半导体激光器中的激光耦合到硅波导中,从而实现了硅基电泵激光。然而,直接键合的方法存在操作复杂,对环境要求极高和成品率极低等缺点,并且,这种方法只能将整片化合物半导体和整片的硅片进行键合,无法实现集成化生产。

发明内容

[0005] 本发明克服了现有技术中的不足,提供了一种可实现集成化生产的金属键合硅基电泵激光器的制备方法。

[0006] 本发明的技术方案是:

[0007] 一种金属键合硅基激光器的制备方法,其步骤包括:

[0008] 1) 在 SOI 硅片的硅膜上刻蚀出硅波导和键合区,并在硅波导和键合区之间刻蚀一硅阻挡墙;

[0009] 2) 在 SOI 硅片的键合区内,从下到上依次制备粘附金属层、欧姆接触层和键合金属层;

[0010] 3) 利用外延生长的方法制备化合物半导体激光器,并将化合物半导体激光器的 N 电极、衬底以及腐蚀阻挡层全部腐蚀掉;

[0011] 4) 将上述化合物半导体激光器和 SOI 硅片对准,并将化合物半导体激光器键合在 SOI 硅片的波导和键合区上,从而形成金属键合硅基激光器。

[0012] 所述步骤 2) 具体步骤为:首先在 SOI 硅片的带有波导面上,从下到上依次蒸镀粘附金属层、欧姆接触层和键合金属层;然后剥离、去除 SOI 硅片的硅波导和硅阻挡墙上的上述金属层,实现 SOI 硅片的键合区上从下到上依次镀有粘附金属层、欧姆接触层和键合金属层。

- [0013] 所述粘附金属层可为 Cr/Au,其厚度范围为 50 ~ 300nm。
- [0014] 所述欧姆接触层可为 AuGeNi,其厚度范围为 100 ~ 300nm。
- [0015] 所述键合金属层可为 PdIn、AuSn 或 In,其厚度范围为 600nm ~ 1 μ m。
- [0016] 所述键合区位于 SOI 上硅波导两侧 4 μ m 以外,键合区的宽度范围可为 30 μ m ~ 300 μ m,波导的宽度范围为 2 ~ 9 μ m。
- [0017] 所述硅波导和硅阻挡墙的高度相等,其范围可为 500nm ~ 1.5 μ m
- [0018] 所述化合物半导体激光器为 InP 基激光器或 GaAs 基激光器。
- [0019] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:
- [0020] 本发明金键合硅基激光器可以作为有效的硅基光源应用于单片硅基光电集成,光互联等众多领域。更为重要的是该激光器可以用于集成化生产。与直接键合混合硅基激光器的方法相比,该键合方法具有操作简单,对环境要求不高,成本较低,便于集成化生产等优点。另外,该方法也能用于键合光探测器和光放大器等器件,实现光互联。

附图说明

- [0021] 图 1 为本发明实施例的流程图。

具体实施方式

[0022] 下面结合图 1,以 InP 激光器为例对本发明作进一步详细描述:

[0023] 1、在 SOI 硅片上甩一层光刻胶,并用具有周期结构的光刻板做光刻,显影,定影。如图 1(a) 所示。

[0024] 2、利用 ICP 刻蚀将未被光刻胶盖住的 Si 刻掉,直到刻出 Si 波导、键合区和 Si 阻挡墙,在硅波导和键合区之间刻蚀一硅阻挡墙,其目的是防止在键压的过程中,金属层流向硅波导,严重影响光从激光器耦合到硅波导中。Si 波导和阻挡墙的高度均为 800nm,波导宽 3 μ m,阻挡墙宽 1 μ m,如图 1(b) 所示。

[0025] 3、去光刻胶,如图 1(c) 所示。

[0026] 4、再次甩胶,光刻,将 Si 波导、Si 阻挡墙用光刻胶盖住,如图 1(d) 所示。

[0027] 5、从下到上依次蒸发用以粘附 SiO₂ 的金属层 Cr/Au(100nm),N 型 InP 的欧姆接触层 AuGeNi(100nm),键合金属层 In(600nm),如图 1(d) 所示。

[0028] 6、剥离,去除 Si 波导以及挡墙上的光刻胶及其上面的金属,如图 1(f) 所示。

[0029] 7、利用 MOCVD 生长具有腐蚀阻挡层的 InP 基激光器,即在约 100 μ m 厚的 N 型 InP 衬底上依次外延生长 N 型 InGaAsP 腐蚀阻挡层、N 型 InP 层、InGaAsP 下 SCH 层、多量子阱层、上 SCH 层、P 型 InP 脊、P 型 InGaAs 层和 Ti/Au 电极层,如图 1(h) 所示。

[0030] 8、用机械的方法将 InP 基激光器的 N 型 InP 衬底磨掉 50 μ m 左右,再用盐酸溶液将剩余的 InP 腐蚀掉,再用硫酸溶液将 N 型 InGaAsP 腐蚀阻挡层腐蚀掉,如图 1(i) 所示。

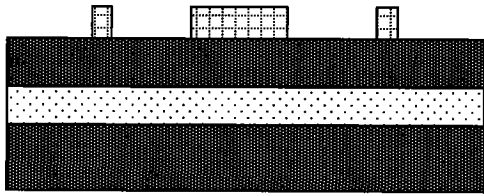
[0031] 9、将腐蚀好的 InP 基激光器和做好波导结构的 SOI 在光刻机下对准,即将腐蚀好的激光器的 N 型 InP 层压在 SOI 上,键合。这样就得到了键合好的硅基激光器。如图 1(g) 所示。

[0032] 本发明中,上述实施例提供了一种优化了的硅基 InP 激光器的制备方案,本发明不仅局限于此实施例,可以根据实际需要和设计要求做出相应的修改,例如:

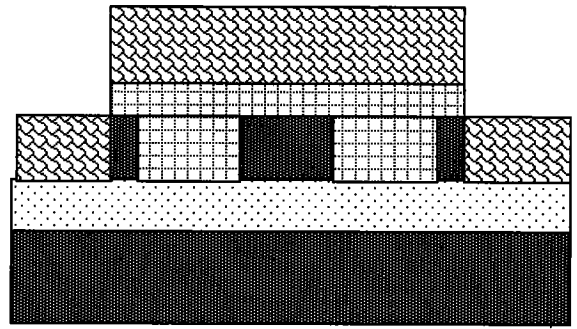
[0033] 键合金属层材料除 In 外,还可以是 PdIn 或 AuSn。

[0034] 此外,本发明化合物半导体激光器还可以是 GaAs 基激光器及其它化合物半导体激光器。

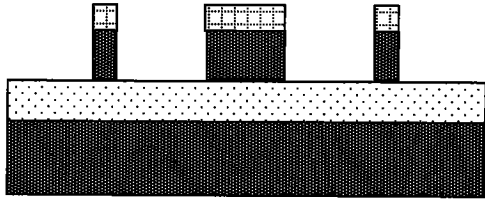
[0035] 以上通过详细实施例描述了本发明所提供的金属键合硅基激光器的制备方法,本领域的技术人员应当理解,在不脱离本发明实质的范围内,可以对本发明做一定的变形或修改;其制备方法也不限于实施例中所公开的内容。



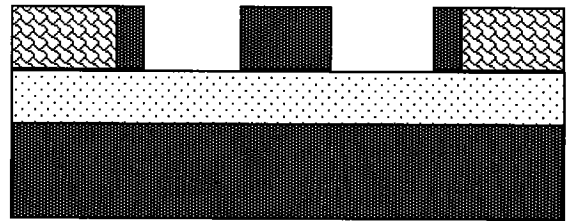
(a)



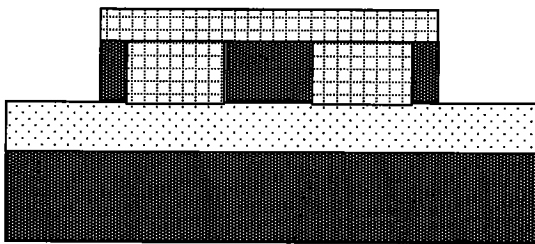
(e)



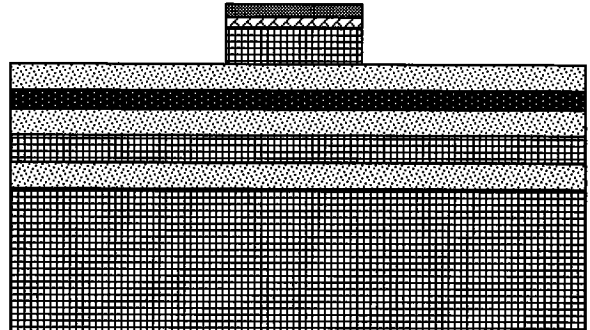
(b)



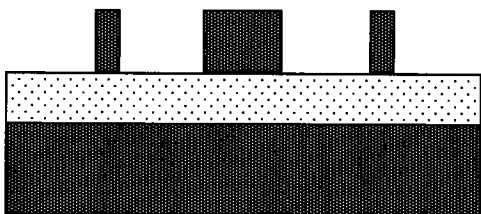
(f)



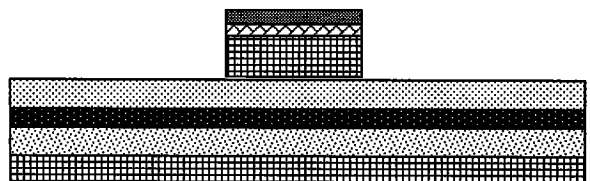
(c)



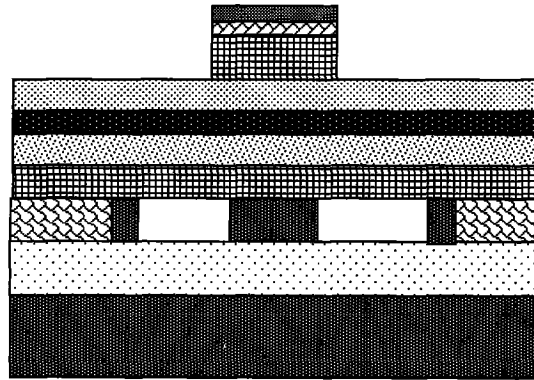
(h)



(d)



(i)



(g)

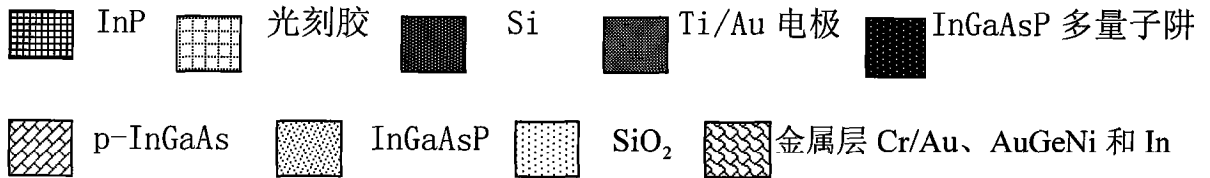


图 1