



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103107071 B

(45) 授权公告日 2015.09.02

(21) 申请号 201310022838.6

(22) 申请日 2013.01.22

(73) 专利权人 武汉大学

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山武汉大学

(72) 发明人 肖湘衡 李文庆 戴志高 任峰 蒋昌忠

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 42222
代理人 汪俊锋

(51) Int. Cl.
H01L 21/265(2006.01)

(56) 对比文件
CN 101263078 A, 2008.09.10, 说明书第5页第1行-第6页第21行及附图5A-G.
CN 101704508 A, 2010.05.12, 说明书第

【0042】-【0051】段.
C. Ronning, C. Borschel, S. Geburt, R. Niepelt. Ion beam doping of semiconductor

nanowires. 《Materials Science and Engineering R》. 2010, 第70卷全文.

符秀丽, 唐为华. 硫化镉纳米结构的制备与光学性质研究. 《稀有金属材料与工程》. 2009, 第38卷实验部分第一段.

审查员 陈慧玲

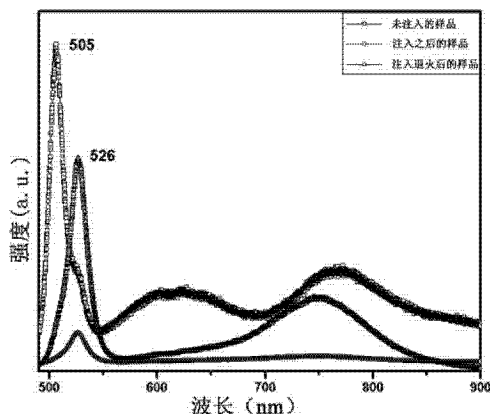
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种离子束精确掺杂单根纳米带的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种离子束精确掺杂单根纳米带的方法。将通过热蒸发过程生长出来的硫化镉纳米带转移到硅的基底上, 然后使用离子注入技术将氮离子注入掺杂到选取的单根硫化镉纳米带中。随后将注入过的样品放入管式退火炉中在350度下退火40分钟。本发明中使用的硅基底是通过光刻技术标记过的, 这样有利于我们找到选取的单根纳米带, 从而达到精确掺杂单根纳米带的目的。掺杂之后的纳米带在未来制作纳米电子器件中将会有重要的应用。



1. 一种掺杂单根纳米带的方法,其特征在于:

(1) 用真空蒸镀技术在二氧化硅上镀上金纳米层作为催化剂,然后使用热蒸发方法在二氧化硅上生长硫化镉纳米带;

(2) 使用光刻技术在硅片上做出标记,通过机械转移的方法把硫化镉纳米带转移到标记过的硅片上;

(3) 通过扫描电子显微镜或光学显微镜选取需要掺杂的单根纳米带,并通过标记对选取的单根纳米带进行定位;

(4) 将硫化镉纳米带连同硅片放在离子注入机中,进行杂质离子注入,杂质离子为氮,注入能量为 30 keV,剂量为 5×10^{15} ions/cm²;

(5) 在 300~400 °C 下,惰性气氛中进行退火处理 20~60 分钟,通过标记找到之前定位的单根纳米带。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,使用热蒸发方法在二氧化硅上生长硫化镉纳米带的温度为 850°C,保温时间为 30 分钟,通入的气体为氩气,气流量为 200 sccm,硫化镉粉末和二氧化硅基底的距离为 12 cm。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述的机械转移方法即是把长有硫化镉纳米带的样品压在标记过的硅片上轻敲数下。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,杂质离子注入后退火升温的速率为 16 °C /min,所述惰性气氛为氩气。

一种离子束精确掺杂单根纳米带的方法

技术领域

[0001] 本发明属于纳米材料领域,涉及一种掺杂单根纳米带的方法。

背景技术

[0002] 硫化镉是一种电学的 I—VI 族化合物半导体材料,室温下它的带隙约为 2.42eV,由于可见光范围内光电特性优异,这使得硫化镉在太阳能电池、激光器、光电导和光敏器件等领域有着重要的应用。由于量子限制效应和大的表面及体积比,硫化镉纳米带作为准一维的纳米材料,有着比块体材料更加优良的电学、光学性能。硫化镉纳米带在未来制作纳米级的电学、光学器件有很好的应用前景。

[0003] 为了提高硫化镉纳米带的性能,包括改善导电性以及调控其能带结构等,通常对其进行掺杂,把其他元素掺入到材料中使其部分替代原有的原子,以达到改性的目的。常用的掺杂方法是在生长过程中加入其他元素的前驱体物质,生长方法包括化学气相沉积、水热法和电化学沉积等。常规的掺杂方法有其局限,包括一些元素由于在材料中的固溶度较低无法有效掺入、会引入其他杂质元素和掺杂浓度不精确等缺陷。特别是进行 p 型掺杂非常困难,然而在制作电子器件中这些材料的 p 型掺杂又是极其重要的。另外这些方法都是从宏观上针对整个材料进行掺杂,如何精确的对单根的纳米带实现掺杂是目前迫切需要解决的一个问题。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明所需要解决的技术问题是提供一种掺杂单根纳米带的方法。该方法可以精确定位所需掺杂的纳米带。

[0005] 本发明的基本思路是:用真空蒸镀技术在二氧化硅上镀上金纳米层作为催化剂,然后使用热蒸发方法在二氧化硅上生长硫化镉纳米带,再将硫化镉纳米带转移到使用光刻技术标记过的硅片上,具体的标记方法即是先通过光刻在硅片上做出需要的图案,再通过真空蒸镀系统蒸上 15nm 的 Cr 和 40nm 的金,最后用丙酮洗掉多余的光刻胶,剩下的就是镉金的标记。将杂质离子注入到硫化镉纳米带后再经过热退火处理,恢复晶格。

[0006] 具体包括如下步骤:

[0007] (1) 用真空蒸镀技术在二氧化硅上镀上金纳米层作为催化剂,然后使用热蒸发方法在二氧化硅上生长硫化镉纳米带;

[0008] (2) 使用光刻技术在硅片上做出标记,通过机械转移的方法把硫化镉纳米带转移到标记过的硅片上;

[0009] (3) 通过扫描电子显微镜或光学显微镜选取需要掺杂的单根纳米带,并通过标记对选取的单根纳米带进行定位;

[0010] (4) 将硫化镉纳米带连同硅片放在离子注入机中,进行杂质离子注入;

[0011] (5) 在 300 ~ 400℃ 下,惰性气氛中进行退火处理 20 ~ 60 分钟,通过标记找到之前定位的单根纳米带。

[0012] 更具体地,本发明中,使用热蒸发方法在二氧化硅上生长硫化镉纳米带的温度为 850℃,保温时间为 30 分钟,通入的气体为氩气,气流量为 200sccm,硫化镉粉末和二氧化硅基底的距离为 12cm。

[0013] 本发明中的机械转移方法即是把长有硫化镉纳米带的样品压在标记过的硅片上轻敲数下。

[0014] 本发明中杂质离子的注入能量为 30keV,剂量为 $5 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{16}$ ions/cm²。

[0015] 本发明中注入后退火升温的速率为 16℃ /min,所述惰性气氛为氩气。

[0016] 本发明利用离子束对单根硫化镉纳米带进行掺杂具有如下特点,主要表现在:(1) 可以精确选取所需掺杂的硫化镉纳米带;(2) 可以精确控制掺杂的浓度和区域;(3) 掺杂时不会引入其他杂质元素。

附图说明

[0017] 图 1 实例 1 注入后的硫化镉纳米带的 SEM 图片,红框内为选定的单根硫化镉纳米带,右上角插入图片为单根硫化镉纳米带的高倍率图。

[0018] 图 2 实例 1 注入前后以及退火后的硫化镉纳米带下的光致发光光谱图片。

[0019] 图 3 实例 2 注入后的硫化镉纳米带的 SEM 图片,红框内为选定的单根硫化镉纳米带,右上角插入图片为单根硫化镉纳米带的高倍率图。

[0020] 图 4 实例 2 注入前后以及退火后的硫化镉纳米带下的光致发光光谱图片。

具体实施方式

[0021] 下面结合实施实例对本发明作进一步的说明。

[0022] 实施例 1

[0023] 利用真空蒸镀系统在二氧化硅的衬底上蒸镀一层 2nm 厚的金作为生长硫化镉纳米带所需的催化剂。将硫化镉粉末和蒸镀过金的二氧化硅衬底分别放进两个石英舟内,并将两个石英舟放入管式退火炉中,使两者相距 12cm,随后向退火炉中充入氩气,气流保持在 200sccm,升温至 850℃并保持 30 分钟。得到宽度为 200 ~ 500nm、长数微米的硫化镉纳米带。将生长了硫化镉纳米带的样品反扣在用光刻标记过的硅片上,轻敲数下。将转移下来的硫化镉纳米带拍下光学图片并选定某一根硫化镉纳米带进行光致发光 (PL) 测试。用氮离子注入所选定的硫化镉纳米带,注入能量为 30keV,注入剂量为 5×10^{15} ions/cm²。注入完成后在光学显微镜下找到之前选定的纳米带(对照之前拍的光学图片)进行 PL 测试。随后,在 350℃下退火处理 40 分钟用于激活注入离子和修复晶格损伤,在光学显微镜下找到之前选定的纳米带进行 PL 测试。

[0024] 对本实例样品进行分析,图 1 是本实例制备的硫化镉转移到带标记的硅片上的 SEM 图,图中红框内即是本实例所选的单根硫化镉纳米带,图中纳米带约宽为 300nm、长约为 15 μm。图 2 是本实例制备的硫化镉的 PL 谱,图中黑线表示的是未注入的纳米带的 PL,未注入的纳米线出现三个发光峰,处在 505nm 的是硫化镉纳米带的带边发射即是激子复合发光,处在 610nm 和 770nm 的发光峰是缺陷造成的分别是由于硫空位和表面态产生。注入之后的 PL 为红线表示,可以看出处在 505nm 的峰发生 21nm 的红移,这是由于氮取代了硫的位置在价带上方产生受主能级,使能带发生变化。退火之后发光强度明显增强说明晶体质

量在退火后得到修复。

[0025] 实施例 2

[0026] 利用真空蒸镀系统在二氧化硅的衬底上蒸镀一层 2nm 厚的金作为生长硫化镉纳米带所需的催化剂。将硫化镉粉末和蒸镀过金的二氧化硅衬底分别放进两个石英舟内,并将两个石英舟放入管式退火炉中,使两者相距 12cm,随后向退火炉中充入氩气,气流保持在 200sccm,升温至 850°C 并保持 30 分钟。得到宽度为 200 ~ 500nm、长数微米的硫化镉纳米带。将生长了硫化镉纳米带的样品反扣在用光刻标记过的硅片上,轻敲数下。将转移下来的硫化镉纳米带拍下光学图片并选定某一根硫化镉纳米带进行光致发光 (PL) 测试。用氮离子注入所选定的硫化镉纳米带,注入能量为 30keV,注入剂量为 1×10^{16} ions/cm²。注入完成后在光学显微镜下找到之前选定的纳米带(对照之前拍的光学图片)进行 PL 测试。随后,在 350°C 下退火处理 40 分钟用于激活注入离子和修复晶格损伤,在光学显微镜下找到之前选定的纳米带进行 PL 测试。

[0027] 对本实例样品进行分析,图 3 是本实例制备的硫化镉转移到带标记的硅片上的 SEM 图,图中红框内即是本实例所选的单根硫化镉纳米带,图中纳米带约宽为 300nm、长约为 15 μm。图 4 是本实例制备的硫化镉的 PL 谱,图中黑线表示的是未注入的纳米带的 PL,未注入的纳米线出现两个发光峰,处在 504nm 的是硫化镉纳米带的带边发射即是激子复合发光,处在 610nm 是由于硫空位。注入并退火之后的 PL 为蓝线表示,可以看出处在 504nm 的峰发生 23nm 的红移,这是由于氮取代了硫的位置在价带上方产生受主能级,使能带发生变化。与实施例 1 比较注入并退火后硫化镉纳米带的晶体质量明显要差很多,这是由于这个剂量下晶格损伤要严重一些。

[0028] 以上所述实施例仅表达了本发明的两种实施方式,其描述较为具体和详细。并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

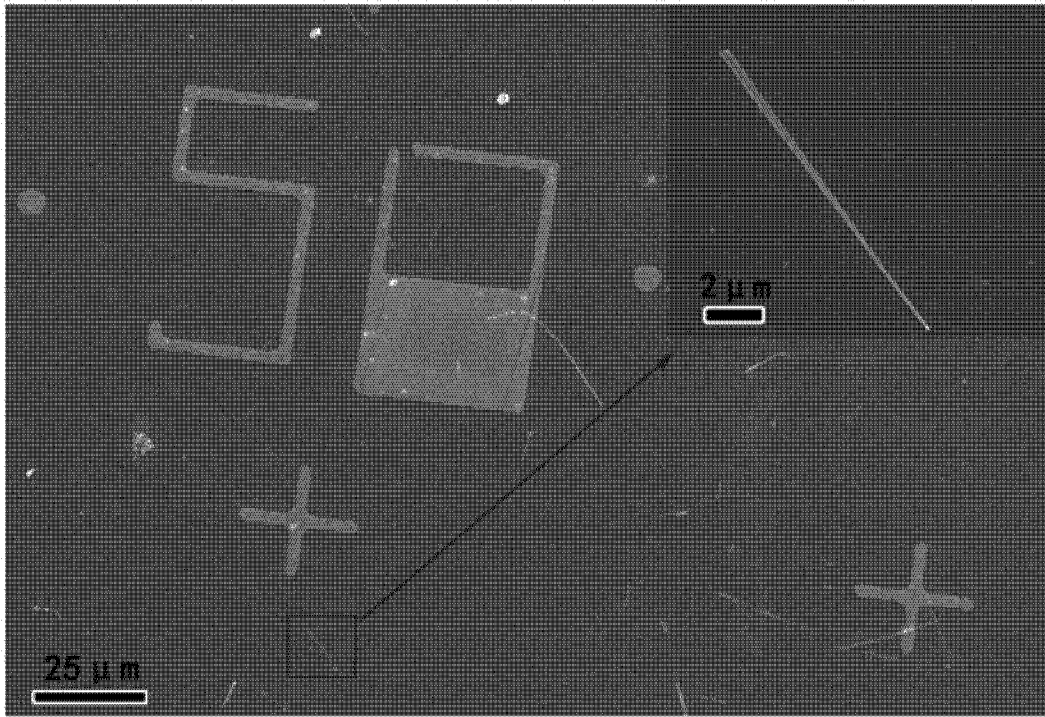


图 1

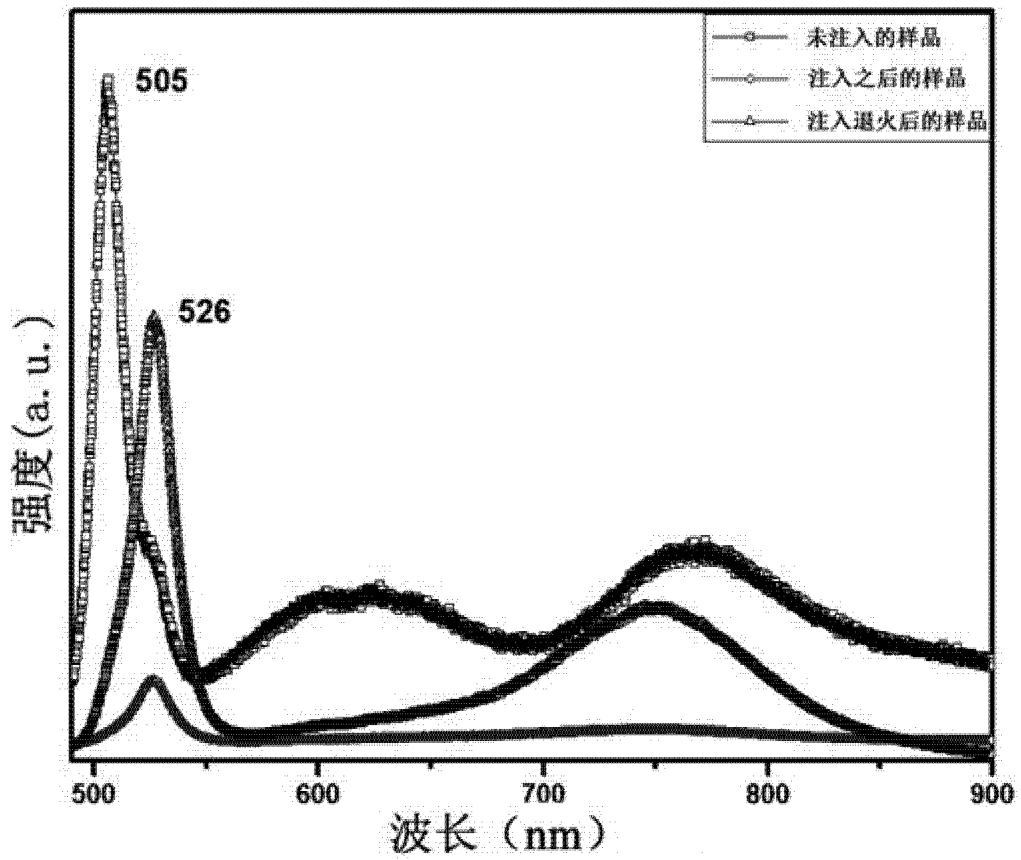


图 2

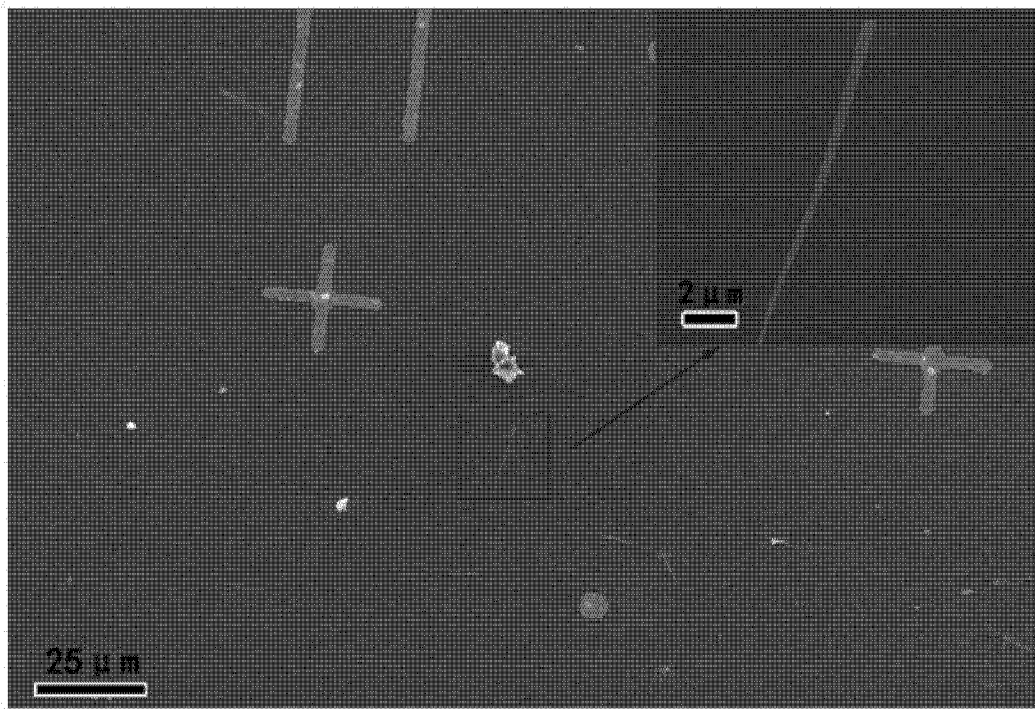


图 3

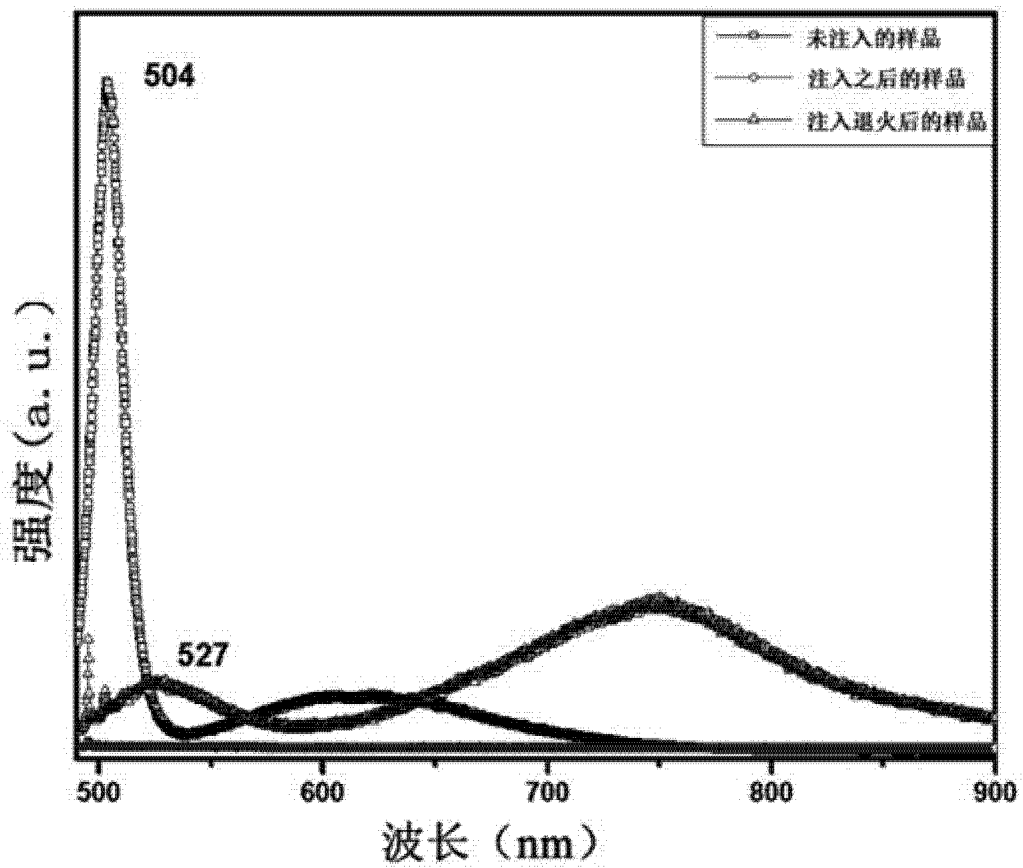


图 4