

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/20

H01L 21/36



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02141979.5

[43] 公开日 2003 年 3 月 5 日

[11] 公开号 CN 1400633A

[22] 申请日 2002.8.29 [21] 申请号 02141979.5
[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号
[72] 发明人 刘益春 李炳生 马剑钢 吕有明
申德振

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 汪惠民

权利要求书 1 页 说明书 2 页

[54] 发明名称 用热氧化氮化锌制备受主型氧化锌薄膜材料的方法

[57] 摘要

本发明涉及用热氧化氮化锌制备受主型氧化锌薄膜材料的方法。在不同衬底上通过高温热氧化氮化锌单晶薄膜获得 p - 型氧化锌材料,通过控制氧化温度与热氧化时间来控制 p - 型氧化锌材料的受主杂质浓度。利用高温条件下氧易于替代立方反铁锰矿结构氮化锌中的氮,并形成六方结构 p - 型氧化锌,可实现氮的替位掺杂形成 p - 型氧化锌,并通过热氧化氮化锌薄膜制备出受主浓度为 $6 \times 10^{16} - 4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 的具有六方结构的 p - 型氧化锌薄膜材料。方法简单,实验条件可控,可实现对 p - 型氧化锌电学性质和载流子浓度的控制,以满足制备氧化锌 P - N 结材料和光电子器件等方面的需要,可用于制备氧化锌紫外发光管、激光二极管、紫外探测器。

1、用热氧化氮化锌制备受主型氧化锌薄膜材料的方法，其特征在于：首先将生长在 Si 衬底片或石英基片上的具有立方反锰铁矿结构的氮化锌单晶薄膜放入管式高温扩散炉的恒温区，选择管式高温扩散炉的炉温范围为 500-800 °C，通入高纯氧气，根据所需要的薄膜厚度确定氧化时间，氧化时间的选择范围为 1-2 小时，氧化后既获得受主型氧化锌薄膜材料。

用热氧化氮化锌制备受主型氧化锌薄膜材料的方法

技术领域:本发明属于半导体材料技术领域,涉及制备氧化锌紫外发光管、激光二极管、紫外探测器用热氧化氮化锌制备受主(p-型)型氧化锌薄膜光电材料的方法。

背景技术:氧化锌材料是一种宽直接带隙半导体材料(3.3 eV),由于其激子束缚能(60 meV)远大于室温热能(26 meV),能够在室温下实现高效的与激子相关的紫外受激发射。因而是制备紫外发光管和激光二极管的重要材料,然而由于宽带隙半导体材料存在自补偿效应使掺入的氮受主杂质在氧化锌中存在相互排斥作用无法实现有效掺杂的困难,难于获得 p-型氧化锌材料,因而迫切需要发明一种获得 p-型氧化锌薄膜材料的有效方法。

发明内容:本发明的目的是解决由于宽带隙半导体材料存在自补偿效应,使掺入的氮受主杂质在氧化锌中存在相互排斥作用,无法实现有效掺杂的困难,难于获得 p-型氧化锌材料的问题,将提供一种用热氧化氮化锌制备 p-型氧化锌薄膜材料的方法。

本发明首先是将生长在 Si 衬底片或石英基片上具有立方反铁锰矿结构的氮化锌单晶薄膜放入管式高温扩散炉的恒温区,选择管式高温扩散炉的炉温范围为 500-800 °C,通入高纯氧气,根据氮化锌单晶薄膜的厚度确定氧化时间,氧化时间的选择范围为 1-2 小时,氧化后既制备出受主(p-型)型氧化锌薄膜光电材料。

本发明的优点:利用热氧化氮化锌薄膜制备 p-型氧化锌薄膜材料,由于在高温条件下氧易于替代立方反铁锰矿结构氮化锌中的氮,并形成六方结构 p-型氧化锌,可实现氮的替位掺杂形成 p-型氧化锌,克服了在氧化锌中掺氮使

受主氮杂质间相互排斥无法实现有效替位掺杂及氮受主杂质在氧化锌中形成的各种复合体限制和影响替位掺杂效率的困难。为此我们利用等离子体增强化学气相沉积技术和金属有机化学气相沉积技术制备了高质量氮化锌薄膜，并通过热氧化氮化锌薄膜制备出受主浓度为 $6 \times 10^{16} - 4 \times 10^{18} \text{ .cm}^{-3}$ 的具有六方结构的 p-型氧化锌薄膜材料。热氧化高质量氮化锌单晶薄膜材料方法简单，实验条件可控，可实现对 p-型氧化锌电学性质和载流子浓度的控制，以满足制备氧化锌 P-N 结材料和光电子器件等方面的需要。

具体实施方式：本发明利用等离子体增强化学气相沉积技术和金属有机化学气相沉积技术制备了高质量氮化锌薄膜。

本发明的实施例 1：热氧化高质量氮化锌单晶薄膜制备 p-型氧化锌材料

高温扩散炉温选择为 $500 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ；将生长在石英基片和硅基片上施主型载流子浓度为 $7 \times 10^{18} - 9 \times 10^{18} \text{ .cm}^{-3}$ 、电阻率范围为 $7-8 \times 10^{-3} \text{ } \Omega\text{.cm}$ 的高质量氮化锌单晶薄膜放入高温扩散炉中，控温精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。通入高纯氧气，氧化时间为 1 小时，则得到受主浓度范围为 $3-5 \times 10^{17} \text{ .cm}^{-3}$ 的具有六方结构的 p-氧化锌材料。

本发明的实施例 2：热氧化高质量氮化锌单晶薄膜制备 p-型氧化锌材料

将生长在石英基片和硅基片上施主型载流子浓度为 $7 \times 10^{18} - 9 \times 10^{18} \text{ .cm}^{-3}$ 、电阻率范围为 $7-8 \times 10^{-3} \text{ } \Omega\text{.cm}$ 的高质量氮化锌单晶薄膜放入高温扩散炉中，炉温选择为 $700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ；控温精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。通入高纯氧气，氧化时间为 1.5 小时，则得到受主浓度范围为 $4-8 \times 10^{17} \text{ .cm}^{-3}$ 的具有六方结构的 p-氧化锌材料。

本发明的实施例 3：热氧化高质量氮化锌单晶薄膜制备 p-型氧化锌材料

将生长在石英基片和硅基片上施主型载流子浓度为 $7 \times 10^{18} - 9 \times 10^{18} \text{ .cm}^{-3}$ 、电阻率范围为 $7-8 \times 10^{-3} \text{ } \Omega\text{.cm}$ 的高质量氮化锌单晶薄膜放入高温扩散炉中，炉温选择为 $800 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ；控温精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。通入高纯氧气，氧化时间为 2 小时，则得到受主浓度范围为 $3-5 \times 10^{18} \text{ .cm}^{-3}$ 的具有六方结构的 p-氧化锌材料。