

等离子体增强化学气相淀积 SiO_2/InSb 钝化膜的研究

吴佩琏 李春瑛 耿小敏

(华北光电技术研究所)

本文叙述了应用等离子体增强化学气相淀积(PECVD)技术, 对 InSb 光伏器件的表面进行钝化。

实验中采用正交实验的方法, 选择了射频功率、反应气体的流量比、衬底温度等三种工艺因素, 及其三个位级的变化所引起的对锑化铟器件上淀积的二氧化硅钝化膜的物理、化学、电学性能的影响进行了研究。

本实验采用的 PECVD 设备的反应室为水平热壁式加热炉。反应气体为 5% 的硅烷(以高纯氮稀释)及纯度为 95% 的氧化亚氮。

在本文实验条件的范围内, 生长速率约为 $3\sim 15 \times 10^{-3} \mu\text{m}/\text{min}$ 。测得的平均腐蚀速率约为 $3.63 \times 10^{-3} \mu\text{m}/\text{s}$ 。

在研究反应气体总压强与生长速率、腐蚀速率之间的关系时, 发现氧化亚氮的气流模式存在损耗大, 流程短, 横向浓度分布不均匀等缺点, 在改进了其气流模式以后, 生长速率约提高至 $1 \times 10^{-2} \mu\text{m}/\text{min}$ 时, 可以制得均匀性较好的二氧化硅钝化膜。

膜层的折射率是反映膜层质量的一项重要参量。在本文实验条件下, 测得 SiO_2/Si 、 SiO_2/InSb 的折射率均为 1.46。以硅片作陪片淀积 $0.5 \mu\text{m}$ 的 SiO_2 膜层后, 测定其红外吸收谱, 观察到 2500cm^{-1} 波数处的透射率, 约可提高 20 左右。

由 AES、XPS 谱分析 SiO_2/InSb 的组分深度分布的结果看出, 工艺 I 的界面宽度约为 $5.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}$, 存在与 V. S. Ngnyen 所报道的相似的富硅层。工艺 II 的界面宽度约为 $5.8 \times 10^{-3} \mu\text{m}$, 消除了富硅层。但发现在 InSb 衬底表面, 存在相距约 $5 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ 的富锑、富铟层, 其 In/Sb 强度比分别为 1.05, 1.73 (衬底的 In/Sb 强度比约为 1.2~1.4), 这两种工艺的组份分布的特点, 可能是使 SiO_2/InSb MOS 结构的 $C-V$ 曲线产生滞后及界面态比较高的一些因素。我们测得的 $\text{SiO}_2/\text{P-InSb}$ 击穿场强为 $4 \times 10^6 \text{V}\cdot\text{cm}^{-1}$; 固定电荷为 $+3.5 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$; 界面态密度为 $5.7 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}\cdot\text{eV}^{-1}$ 。

InSb 光伏多元器件工艺, 主要存在阻抗较低, 探测性能均匀性较差等问题。将 PECVD SiO_2 -AGW 阳极氧化钝化膜试用于气相扩散及液相外延 InSb 光伏多元器件工艺后, 器件最佳性能达到 $R_0A = 2 \times 10^4 \Omega\cdot\text{cm}^2$, $D^* > 1.5 \times 10^{10} \text{cmHz}^{1/2}\cdot\text{W}^{-1}$ 。可以认为本研究工作已初步取得了实际应用的效果。