

阳极氧化膜对光伏探测器的钝化作用

陈宜方 方家熊 汤定元

(中国科学院上海技术物理研究所)

本文根据对阳极氧化膜与(Hg、Cd)Te界面特性的电子能谱和MIS $C-V$ 测试结果, 讨论了用阳极氧化膜作光伏探测器钝化膜的可能性。提出了在(Hg、Cd)Te表面先生长一层约 $0.01 \mu\text{m}$ 阳极氧化膜作表面预处理的新设想。

(Hg、Cd)Te 为衬底的探测器目前常规使用的钝化膜有阳极氧化膜 ZnS 和 SiO_2 及它们的组合膜。其中阳极氧化膜与(Hg、Cd)Te 衬底间表面态密度最低, 对探测器有利, 但其固定电荷密度最高, 会造成光敏面扩大、表面反型、多元探测器串音等, 因此光伏型探测一般不采用阳极氧化膜, 而采用 ZnS 或 SiO_2 作钝化。我们考虑是否能在用阳极氧化膜作光伏探测器的钝化时, 改进工艺, 从而扬其长(即较低的界面态密度)避其短(即较高的固定电荷密度)。由于固定电荷是整个薄膜的效应, 而界面态则存在于界面约 $0.01 \mu\text{m}$ 的小范围内, 因此, 我们提出在 ZnS 或 SiO_2 膜淀积前, 先生长一层约 $0.01 \mu\text{m}$ 的薄阳极氧化膜。

MIS $C-V$ 曲线的初步测试结果显示, 中间加有 $0.01 \mu\text{m}$ 薄氧化膜的界面, 固定电荷下降了, 慢态密度也有所改善。用 X 射线光电子能谱(XPS)测量了这两种界面, 发现两种结构的界面内, 组分 x , Cd/Te 和 Hg/Te 都相对体内有偏离, 但中间生长一层薄氧化膜的界面, 这种偏离要小许多。而且这 $0.01 \mu\text{m}$ 的氧化膜在 ZnS 膜淀积后消失。如下实验揭示了这一现象的原因与产生过程。在(Hg、Cd)Te 表面生长一层薄阳极氧化膜, 椭偏仪测出薄膜厚为 $0.01 \mu\text{m}$, 折射率为阳极氧化膜的特征值 2.25。对表面的 Te(3d5/2)和 O(1S)的 XPS 测试结果发现: 在 576.6 eV (束缚能)附近有一个代表 TeO_2 中的 Te^{+} 的峰, O(1S)处于 530.3 eV , 是 TeO_2 中的氧。说明在(Hg、Cd)Te 表面确实存在一层 $0.01 \mu\text{m}$ 厚的以 TeO_2 为主要成份的氧化膜。接着在此样品上淀积 ZnS 五秒钟, 估计约 $2.5 \times 10^{-8} \mu\text{m}$ 厚。再对此表面作 XPS 测试, 发现表征 TeO_2 的 Te^{+4} 峰几乎消失, 而 Te^0 或碲化物的 Te(3d5/2)峰明显增强, 且 O(1S)峰由 530.3 eV 移到了 531.6 eV 。说明 TeO_2 在 ZnS 膜的淀积过程中被分解了。

薄氧化膜在具有一定速度的 ZnS 分子轰击下消失, 说明在钝化膜淀积时会给衬底表面带来损伤, 造成表面缺陷。在表面先生长一层薄氧化膜, 可以避免钝化膜对衬底表面的直接轰击, 起到一定的保护作用。最后我们得出初步结论: 较厚的 ($> 5 \times 10^{-2} \mu\text{m}$) 阳极氧化膜由于固定电荷密度太高, 不宜用作光伏探测器的钝化膜, 而将厚度减小至 $1 \times 10^{-2} \mu\text{m}$ 左右, 则可改善 ZnS(或 SiO_2) 同(Hg、d)Te 衬底的界面特性, 且其本身在钝化膜淀积时消失。