

文章编号:1001-5078(2004)06-0457-03

# HWE 生长大面积 CdTe/ CdZnTe/ Si 薄膜的结构和形貌分析

杨爱明<sup>1</sup>, 吴长树<sup>2</sup>, 杨宇<sup>1</sup>, 唐利斌<sup>2</sup>

(1. 云南大学化学与材料工程学院, 云南 昆明 650091; 2. 昆明物理所, 云南 昆明 650223)

**摘要:**用热壁外延法(HWE)生长直径 30mm 的 CdTe/ CdZnTe/ Si 薄膜,经 XRD 测试说明它是晶面为(111)取向的立方闪锌矿结构。SEM 对 Si 衬底、CdZnTe 缓冲层和 CdTe 薄膜三层分别测试,结果发现:Si 衬底表面结构粗糙,CdZnTe 缓冲层较 Si 衬底表面结构细致,CdTe 薄膜较 CdZnTe 缓冲层表面结构光滑细密,即缺陷较 CdZnTe 缓冲层少很多。通过对该片子照像看出其表面如镜面。由此说明大面积 CdTe/ CdZnTe/ Si 薄膜可用 HWE 技术制备。

**关键词:**热壁外延;大面积;硅衬底;碲镉薄膜;结构;表面形貌

**中图分类号:** TB381 **文献标识码:** A

## The Analysis of Structure and Morphology for Big Area CdTe/ CdZnTe/ Si Thin Film Grown by HWE Technique

YANG Ai-ming<sup>1</sup>, WU Chang-shu<sup>2</sup>, YANG Yu<sup>1</sup>, TANG Li-bin<sup>2</sup>

(1. College of Chemical and Material Engineering, Yunnan University, Kunming 650091, China;

2. Kunming Institute of Physics, Kunming 650223, China)

**Abstract:** The CdTe/ CdZnTe/ Si thin film (30mm) was grown with Hot Wall Epitaxy (HWE) technique. This film was tested structure of the cube blende with x-ray diffractometer (XRD). XRD shows that the thin film is the cube blende with (111) direction. The Si substrate, CZT buffer layer and CdTe thin film were tested by using scanning electron microscopy (SEM), respectively. Results show that the surface morphology of Si substrate is rather rough, the surface morphology of CdZnTe buffer layer is more denser than Si substrate. The surface morphology of CdTe thin film is lubriciouser than CdZnTe buffer layer, which has more defects. The defect of CdTe thin film is less than that of CdZnTe buffer layer. The photograph of the CdTe/ CdZnTe/ Si film looks like mirror, indicating that the big area thin film of CdTe/ CdZnTe/ Si can be made by using HWE technique.

**Key words:** Hot Wall Epitaxy; big area; Si substrate; CdTe thin film; structure; surface morphology

### 1 引言

CdTe/ CdZnTe/ Si 薄膜可用于新型结构的太阳能电池<sup>[1]</sup>, 辐射探测器<sup>[2]</sup>, 特别是它可用作碲镉汞(MCT)红外探测器的 Si 基复合衬底, 而 MCT 探测器有极广泛的用途<sup>[3]</sup>。

MCT 红外焦平面阵列(IRFPAs)需要大的(2~3in 直径)和很大(4~5in 直径)高质量衬底, Si 基复合衬底最主要的优点就是能制备较大的红外焦平面阵列<sup>[4]</sup>的薄膜材料, 所以大面积 Si 基复合衬底的研制是当今的热门课题。过去的 Si 基复合衬底是用 GaAs/ Si 作为替代衬底, 由于 Ga 会污染膜, 而且 GaAs 的造价较高<sup>[5]</sup>, 为克服这些缺点, 采用在大面积 Si 衬底上生长 ZnTe, 再生长 CdTe (111)B 膜。

本文分析了 HWE 技术生长的 CdTe/ CdZnTe/ Si 薄膜的结构和表面形貌。

### 2 实验

#### 2.1 CdTe/ CdZnTe/ Si 薄膜的制备

CdTe/ CdZnTe/ Si 薄膜用改造过的热壁等温外延炉制备。制备过程是 Si 衬底选用 300 $\mu$ m 厚(111)晶面的 P 型单晶片, 将其分别经过(1)三氯乙烯浸泡, 片子取出后用去离子水冲洗;(2)盐酸浸

基金项目: 云南省教育厅重点项目基金(02ZD016)。

作者简介: 杨爱明(1945-), 女, 教授, 主要从事材料分析方面的研究。

收稿日期: 2004-04-02

泡,片子取出后用去离子水冲洗;(3)抛光,之后用去离子水冲洗;(4)稀释的氢氟酸浸泡,片子取出后用去离子水冲洗,经上述四道工序除去 Si 片上的污物,将清洁的 Si 片放入真空系统在 900 时除掉 Si 表面的氧化物,接着降温至 550 并充以 As 使表面钝化,在降温至 250 生长约 10~20nm 厚的 ZnTe,接着生长约 100nm CdTe。升温至 350 短时间退火,在降温到 300,继续生长约 4~8μm CdTe 薄膜。之后充以 Te 以极化 CdTe 为 B 极,退火,变型,降温至室温,从生长室中取出制备好的片子。

2.2 测试

2.2.1 D/max-3B 型 x 射线衍射仪 (XRD) 是日本理学公司生产,Cu 靶,40kV,30mA,单色器:石墨单色器,扫描速度:10°/min,测角范围 0~155°,测角仪精度 0.01。

2.2.2 1000GKYKY 型扫描电子显微镜 (SEM) 是中国科学院科学仪器厂生产,加速电压 30kV,分辨率 60A。

3 结果和分析

图 1 是直径为 30mm 片子的 x-ray 衍射图。表 1 列出其峰值,根据计算机对衍射峰查寻结果。

| Peak search result   |         |       |       |       |      |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|------|
| Intensity Unit = CPS |         |       |       |       |      |
| No.                  | 2-THETA | INT.  | WIDTH | d     | I/I0 |
| 1                    | 22.520  | 238   | * * * | 3.945 | 2    |
| 2                    | 23.780  | 13983 | 0.480 | 3.739 | 100  |
| 3                    | 39.400  | 2151  | 0.510 | 2.285 | 15   |
| 4                    | 43.060  | 322   | 0.360 | 2.099 | 2    |
| 5                    | 46.540  | 1696  | 0.510 | 1.950 | 12   |
| 6                    | 56.880  | 169   | 0.390 | 1.617 | 1    |
| 7                    | 62.600  | 333   | 0.510 | 1.483 | 2    |
| 8                    | 63.200  | 164   | 0.330 | 1.470 | 1    |
| 9                    | 71.400  | 380   | 0.900 | 1.320 | 3    |
| 10                   | 76.360  | 338   | 0.720 | 1.246 | 2    |
| 11                   | 84.620  | 127   | 0.360 | 1.144 | 1    |
| 12                   | 89.500  | 366   | 0.630 | 1.094 | 3    |
| 13                   | 97.740  | 88    | 0.300 | 1.023 | 1    |

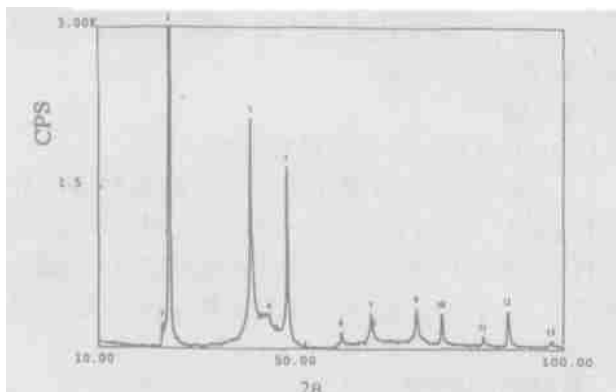


图 1 CdTe/CdZnTe/Si 薄膜的 XRD 图

分析图 1 第 1 强峰(2#)晶面指数为(111),第 2 强峰(3#)晶面指数为(220),第 3 强峰(5#)晶面指

数为(311),查寻 CdTe 的标准 x-ray 衍射图(15~0770)<sup>[8]</sup>知它的最强峰也是(111),(220),(311),其它晶面指数也与图 4 中一些相应强度低的小峰吻合,说明被测片子有 CdTe 晶体结构,它的晶面取向为(111),属立方晶系,查寻 CdZnTe 的标准 x-ray 衍射图(50~1440)<sup>[7]</sup>,其最强峰是(220),(111),(311),其它强度较弱的小峰也能与图 4 中相应小峰吻合,说明被测片子有 CdZnTe 晶体结构,它是晶面取向为(220)的面心立方结构,说明被测片子有 CdZnTe。从图 1 可判定直径为 30mm 片子是晶面择优取向为(111)的 CdTe/CdZnTe/Si 晶片。

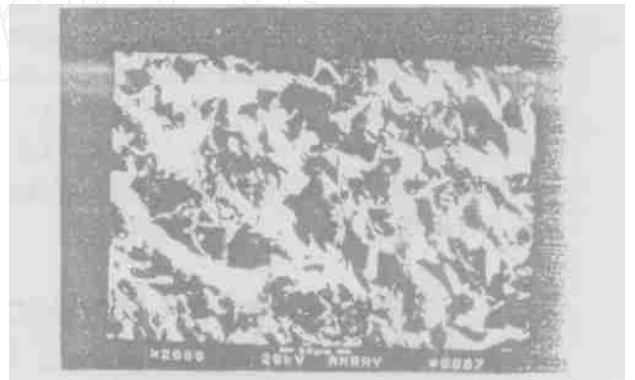


图 2 Si 衬底的表面形貌(X2000)

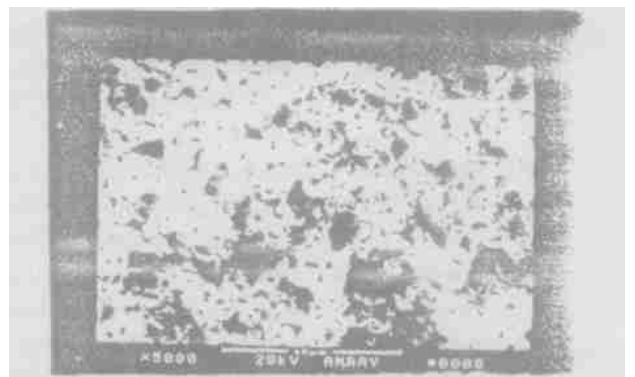


图 3 CdZnTe 缓冲层的表面形貌(X5000)

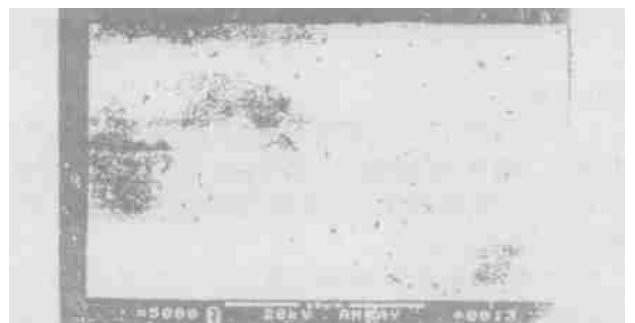


图 4 CdTe 薄膜的表面形貌(X5000)

图 2,3,4 是用扫描电子显微镜分别对直径为 30mm 片子,不同颜色的最外缘,内缘,中心测得 3 张图,图 2 是 Si 衬底放大 2000 倍的电镜照片。从该照片可看出结构较粗糙,上面有很多凹凸不平的地方,图 3 是 CdZnTe 缓冲层放大 5000 倍的电镜照片,从该

