

$Pb_{1-x}Sn_xTe(LTT)$ 中的扩散—Sb 扩散的表面形貌

朱筱春 曹根娣 杨建群 王海龙

(中国科学院上海光机所)

提要: 本文报告了在扩散中的气相生长现象、扩散气氛对基片表面形貌的影响。

Diffusion in $Pb_{1-x}Sn_xTe$ (LTT) — Sb diffused surface morphology

Zhu Xiaochun, Cao Gendi, Yang Jianqun, Wang Hailong

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

Abstract: We report here a phenomenon in the vapor phase growth in the process of diffusion and the effect of diffusing atmosphere on the morphology of substrate surface.

利用杂质扩散技术制备铅盐激光器具有很大潜力^[1]。以 Sb 作为施主杂质,在制备铅盐激光器中已被广泛采用^[2]。我们在进行这种扩散实验中观察到了气相输运生长现象及扩散管内气氛对扩散片表面形貌的影响。

实验采用真空闭管扩散技术,将(100)取向并经过机械化学抛光和轻度 Norr 腐蚀的 $p-Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te(1 \times 10^{19})$ 衬底片,与适量杂质 Sb 在 10^{-5} 托真空度下密封在一个体积 ~ 5 厘米³ 的高纯石英管中,封好的管子放在 700°C 炉子的恒温区中热处理 1~10 小时,以获得不同深度 $p-n$ 结。

为了比较在不同气氛下进行扩散时,衬底片表面形态的变化,我们曾经做过以下实验:

- i) 直接将 $0.1 \sim 0.5$ 毫克/厘米³ Sb 同衬底片封在一起。
- ii) 再加入适量的 $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ 粉末。

iii) 在真空度达到 2×10^{-5} 托后将扩散管充入 ~ 300 托高纯 Ar 气封死。

iv) 以 $InSb_{0.5}$ 作为杂质源。

图 1 为在 (i) 情况下扩散后衬底片的表面形貌。图 2 为图 1 中样品剖面的结构。图 3 为样品剖面经铁氰化钾腐蚀后的形貌。

对于上述这种只在 Sb 杂质源气氛下进

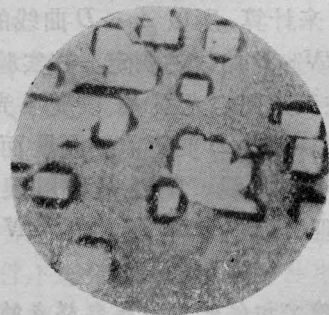


图 1 以 Sb 作扩散源在 700°C 下扩散 2 小时后衬底片表面形貌

收稿日期: 1981 年 10 月 27 日。

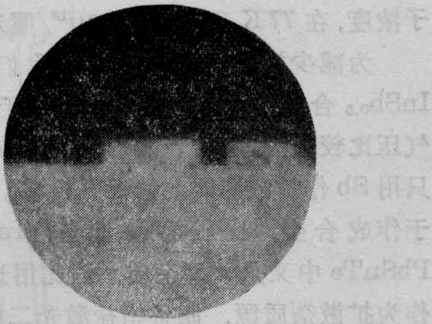


图2 图1样品解理截面结构

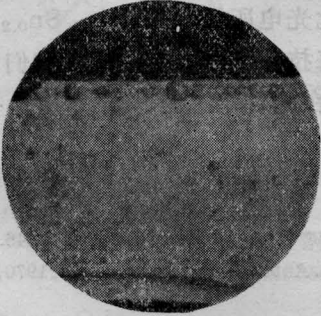


图3 解理截面经铁氰化钾腐蚀后的形貌

行扩散时所出现的现象,是不难解释的,我们认为这是由于 $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ 衬底片在扩散温度下产生了热分解,而这种热分解出来的组分在热处理过程中,在衬底片上某些易成核部分又重新成晶,类似于气相生长^[3,4]。这种局部成核的生长结构基本都是一些大小不同的长方体。在液相外延时由于不均匀成核也会出现这种情况。图4是在外延片上所观察到的生长面态。这种非均匀成核生长,界面应力是很大的,从图3我们看到界面位错密度很高。

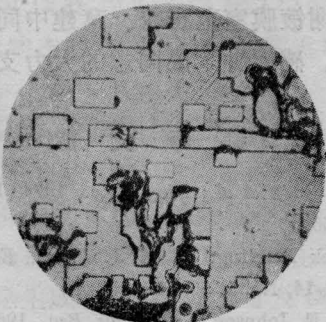


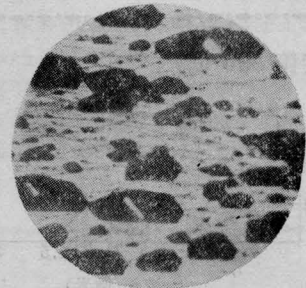
图4 在LPE中由于不均匀成核而形成的局部生长结构

热分解的 $PbSnTe$ 组分不仅重新在衬底片上成核生长,同时也观察到在剩余的杂质源上结晶,图5为这种晶粒的照片。这种结晶组分是否为四元 $PbSnTeSb$, 尚有待分析。



图5 在剩余杂质源上形成的晶粒

在(ii)情况下,当除了用 Sb 杂质外再加入适量的 $PbSnTe$ 粉末进行扩散时,所观察到的衬底片表面形貌与(i)的情况有很大差异,从图6(a)、(b)可以清楚地看到这种差别。如果所加的 $PbSnTe$ 粉末量很大时,由 $PbSnTe$ 粉末所提供的气压可防止衬片热解,但扩散后在衬片表面形成密集的圆形沉积点(图7)。



(a) 128×



(b) 截面

图6 在 $Sb+PbSnTe$ 粉末条件下扩散后观察到的生长结构

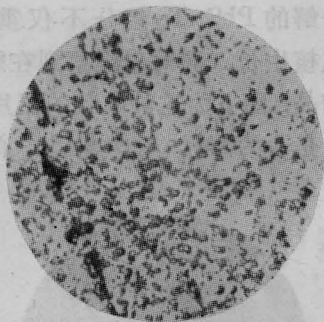


图7 加入大量 PbSnTe 粉末时扩散后衬底表面形貌

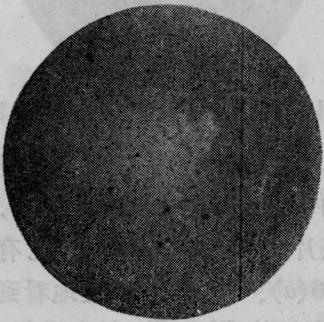


图8 在 200 托氩气压下扩散表面形貌

在 100~300 托高纯氩气压下进行扩散, 可以得到较好的扩散表面(图8)和较高的电

子浓度, 在 77K 下, $n \approx 2 \times 10^{18}$ / 厘米³。

为减少衬底表面热分解, 我们也采用 InSb_{0.5} 合金作为扩散源, 但是由于 In 的蒸气压比较低, 衬底片表面仍有些热分解, 但比只用 Sb 作扩散源时的情况好得多。而且由于作成合金, 比较容易计量, In 本身在 PbSnTe 中又是 n 型杂质, 因此用这种合金作为扩散杂质源, 制备铅盐激光二极管也是可取的。

华北光电所提供了 Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te 单晶片, 上海技物所俞振中同志为我们测量了电子浓度, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 朱筱春等;《激光》, 1982, 9, No. 1, 46.
- [2] G. A. Autcliff; *Appl. Phys. Lett.*, 1970, 17, No. 7, 290.
- [3] S. G. Parker; *J. Electron Mat.*, 1974, 3, 731.
- [4] S. G. Parker; *J. Electron Mat.*, 1976, 5, 497.
- [5] M. R. Johnson *et al.*; *Infrared Phys.*, 1975, 15, No. 4, 317~331.

(上接第 595 页)

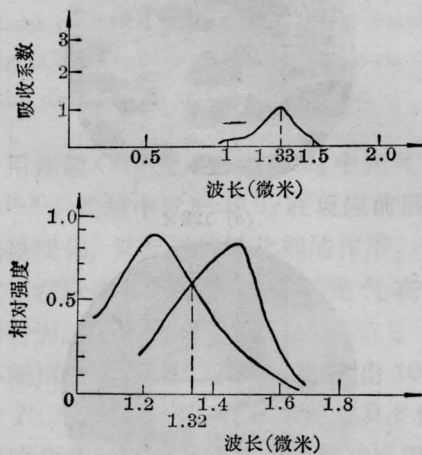


图5 在 77K 下 MgF₂:Ni²⁺ 的吸收谱(上图)和 77K 下 KCl 中 (F₂⁺)_A 心和 F₂⁺ 心的吸收谱(下图)

长。从而弄清了有的文献报导 1.3188 微米强, 有的报导 1.3382 微米强的可能原因。

相应于图 3 中的两种情况(a)、(b), 我们实测了已观察到的倍频光波长, 分别是 6594 Å 和 6691 Å, 如图 4(a)、(b)所示。

连续 1.3188 微米激光和 1.3382 微米激光可以泵浦 MgF₂:Ni²⁺ 可调谐激光器^[3], 也可泵浦 F₂⁺ 心和 (F₂⁺)_A 心等色心激光器^[4], 如图 5 所示的情形。

感谢镀膜室范正修、葛建中同志提供了介质膜。感谢钟永成同志的大力支持。

参 考 文 献

- [1] S. Singh *et al.*; *Phys. Rev.*, 1974, B10, No. 6, 2566.
- [2] Jack Marling; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1978, QE-14, No. 1, 56-61.
- [3] L. E. Johnson *et al.*; *Phys. Rev.*, 1966, 149, 179.
- [4] R. G. Smith *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1968, QE-4, No. 8, 505.