

05;12
©1995

ВЛИЯНИЕ АНИЗОТРОПИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НА ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ СУРЬМЫ

Л.А.Битюцкая, Е.С.Машкина

В настоящей работе представлены результаты прецизионных термографических исследований влияния анизотропии кристаллической структуры на протекание пред- и постэффектов при плавлении. В качестве объекта исследования был выбран материал со слоистой ромбоэдрической решеткой — сурьма.

Имеются косвенные свидетельства о наличии переходных процессов после плавления Sb. В [1] обсуждается структурная перестройка расплава, обнаруженная рентгеноструктурными методами. Выявлено, что сурьма имеет в расплаве октаэдрическую координацию ближайших атомов вблизи температуры плавления и находится в одной структурной группе с расплавами элементарных полупроводников (Ge, Si) и соединений $A^{III}B^V$. В связи с этим исследование плавления Sb представляет интерес как необходимый этап при изучении плавления-кристаллизации антимоноидов металлов III группы.

Исследования проводились на автоматизированной системе дифференциально-термического анализа (АС ДТА) [2]. В качестве датчика использовались Pt/PtRh термодпары. Термографирование Sb марки ОСЧ проводилось в графитизированных вакуированных кварцевых сосудах Степанова при скоростях нагревания 5 и 10 К/мин.

В результате термографирования на АС ДТА выявлено, что, как в изотропных веществах, таких как КСЛ, Ge [3,4]. Sb имеет три стадии плавления: предплавление, плавление, постплавление. Переходные процессы при плавлении имеют совокупность макроскопических признаков, позволяющих расценивать эти эффекты как кооперативные. Эффекты пред- и постплавления экзотермические и неизотермические с ярко выраженными фронтами начала и конца эффекта, разделенного с основным эффектом во времени и температуре (рис. 1, а, б). На экзотермиках всегда наблюдаются флуктуации. При заданной скорости нагревания пред- и постэффекты имеют определенный температурно-

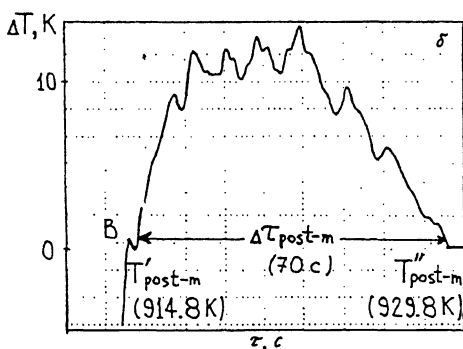
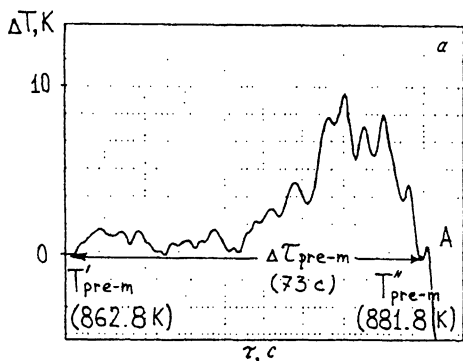


Рис. 1. Кривые ДТА переходных состояний при плавлении Sb (скорость нагревания 5 К/мин): а — предплавление (масштаб по τ 1:8 с); б — постплавление (масштаб по τ 1:9 с). T'_{pre-m} , T''_{pre-m} — температуры начала и конца эффекта предплавления; T'_{post-m} , T''_{post-m} — температуры начала и конца эффекта постплавления; $\Delta\tau_{pre-m}$, $\Delta\tau_{post-m}$ — длительности тепловых импульсов эффектов пред- и постплавления; А, В — точки начала и конца плавления.

временной интервал. Возбужденное состояние при протекании как пред-, так и постплавления сохраняется при фиксированной температуре (T^*_{pre-m} , T^*_{post-m}) достаточно долго (рис. 2). Изотермические выдержки проводились до 30 мин. В стационарных условиях характер флуктуаций может сохраняться, а может и видоизменяться. На рис. 2, а показано возникновение иерархии тепловых структур. При постплавлении на рис. 2 представлены флуктуации в изотермических условиях, имеющие статистически неупорядоченный характер и квазипериодический (рис. 2, б, в). Возникновение периодических колебаний поддерживает возбужденное состояние без понижения уровня теплового импульса.

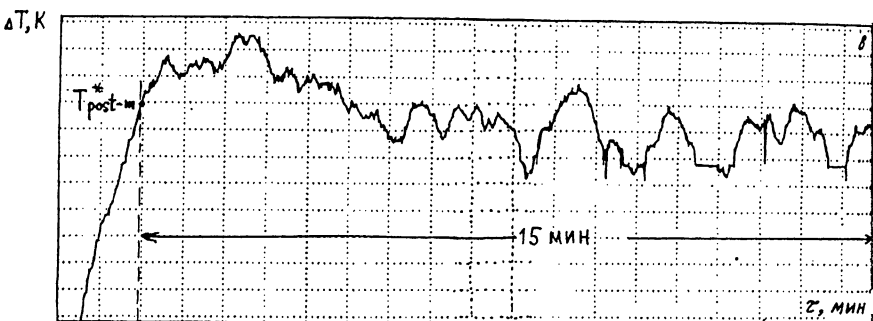
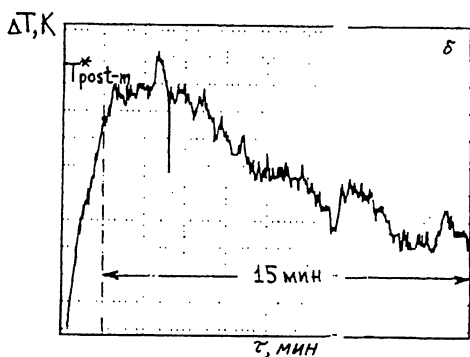
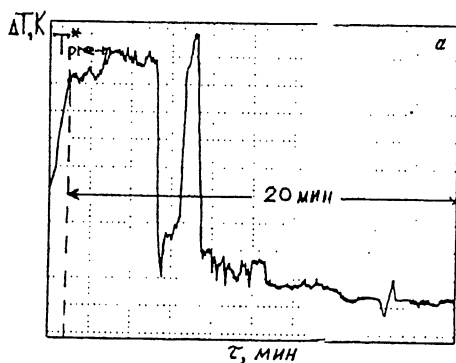


Рис. 2. Изотермы кривых ДТА Sb ($T_{\text{pre-m}}^*$, $T_{\text{post-m}}^*$ — температуры изотермической выдержки): а — предплавление ($T_{\text{pre-m}}^* = 867$ К, время выдержки 20 мин); б — постплавление ($T_{\text{post-m}}^* = 918$ К, время выдержки 15 мин); в — постплавление $T_{\text{post-m}}^* = 923$ К, время выдержки 15 мин).

Скорость нагрева- вания, К/мин	Предплавление				Постплавление			
	T' pre-m, К	T'' pre-m, К	$\Delta\tau$ pre-m, с	P_1/P_2 , отн. ед.	T' post-m, К	T'' post-m, К	$\Delta\tau$ post-m, с	P_3/P_2 , отн. ед.
5	865.4	889.9	134	0.08	919.0	944.4	148	0.06
10	862.8	881.8	73	0.016	914.8	929.8	70	0.017

Наблюдаемые эффекты пред- и постплавления необратимы.

Относительный вклад количества теплоты, выделяемого при пред- и постплавлении, оценен через модуль отношения площадей пред- и постэффекта P_1 и P_3 к основному эффекту плавления P_2 .

В таблице приведены параметры пред- и постэффектов при плавлении Sb при различных скоростях нагревания. Скорость нагревания не изменяет характер процессов, но приводит к изменению кинетики энерговыделения, при этом заметно меняется частота флуктуаций.

Проявление переходных процессов при плавлении Sb имеет несомненное сходство с изотропными материалами, такими как KCl, Ge и др. [3,4]. Однако анизотропия кристаллической структуры Sb оказывает влияние на основные параметры пред- и постплавления. По сравнению с изотропными веществами происходит уменьшение температурно-временных интервалов при заданной скорости нагревания, уменьшается относительный вклад количества теплоты в основной эффект, скачки тепловых импульсов менее ярко выражены. При этом выявляются характерные особенности изучаемых эффектов. Амплитуда флуктуаций с ростом скорости нагревания растет. В стационарных условиях наблюдается иерархия тепловых эффектов предплавления (рис. 2, а). Эти особенности позволяют считать, что в анизотропных веществах при протекании кооперативных переходных процессов конкурентные механизмы структурных перестроек более ярко выражены, чем в изотропных.

Список литературы

- [1] Полтавцев Ю.Г. Структура полупроводниковых расплавов. М.: Металлургия, 1984. 176 с.
- [2] Витюцкая Л.А., Китин Д.В., Хузрянский М.Ю., Выкадорова Г.В. // Заводская лаборатория. 1990. № 4. С. 53-56.
- [3] Витюцкая Л.А., Машкина Е.С. // Письма ЖТФ. 1995. Т. 21. В. 18. С. 8-11.
- [4] Витюцкая Л.А., Машкина Е.С. // Письма ЖТФ. 1995. Т. 21. В. 18. С. 85-88.

Поступило в Редакцию
30 июня 1995 г.