

[8] Л а н д а у Л.Д., Л и ф ш и ц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1973. 504 с.

[9] Л а н д а у Л.Д., Л и ф ш и ц Е.М. Механика. М.: Наука, 1973. 208 с.

Научно-исследовательский институт
прикладных физических проблем
им. А.Н. Севченко при Белорусском
государственном университете
им. В.И. Ленина

Поступило в Редакцию
28 марта 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 16
05.1; 11

26 августа 1989 г.

ЭФФЕКТ ЭМИССИИ Cd С ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛОВ $CdTe$ В ПРОЦЕССЕ ИХ ДЕФОРМАЦИИ

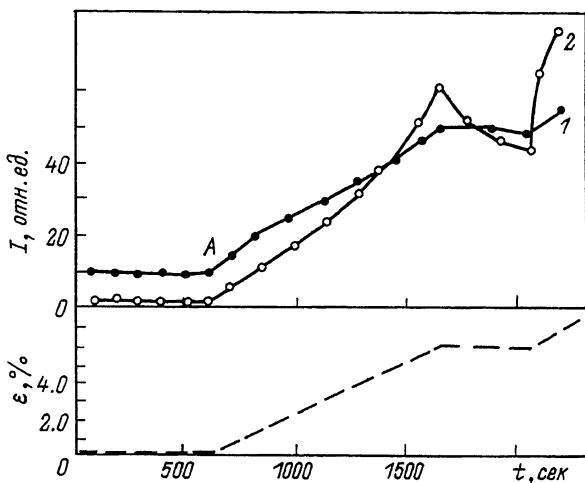
В.Б. М а т у л ь с к и й, Б.В. П а в л ы к,
М.К. Ш е й н к м а н

Исследованиям закономерностей движения дислокаций в полупроводниковых соединениях $A^{II}B^{VI}$ за последнее десятилетие уделено значительное внимание. В большинстве из них рассматриваются вопросы взаимодействия движущихся дислокаций с электронной подсистемой кристалла [1, 2], особенности структуры и скольжения α - и β -дислокаций, например, в монокристаллах $CdTe$ [3]. Однако в литературе практически отсутствуют данные о роли дислокаций в процессе массопереноса компонент соединения.

В настоящей работе рассматривается обнаруженный, насколько нам известно, в литературе неописанный эффект возникновения довольно значительной эмиссии атомов кадмия в вакуум с поверхности кристаллов $CdTe$ в процессе их пластической деформации.

Исследования проводились на специально сконструированной установке. В условиях вакуума не хуже 10^{-5} Па (безмасляная откачка) в рабочей камере с помощью масс-спектрометра регистрируется эмиссия Cd из кристаллов $CdTe$ в процессе одноосного сжатия в температурном интервале 300–800 К. Чувствительность используемого масс-спектрометра РОМС-4 по аргону $1 \cdot 10^{-9}$ Па. Диапазон регистрируемых масс – 1–250 ат. ед. масс. Измерения проводились в режиме постоянной скорости деформации с изменением механического напряжения (σ).

Исследовались образцы теллурида кадмия с удельным сопротивлением 10^4 Ом·см, концентрацией дырок при комнатной температуре $5 \cdot 10^{15}$ – $2,5 \cdot 10^{16}$ см $^{-3}$, подвижностью 70–80 см 2 /В·с и плотностью дислокаций 5 – $6 \cdot 10^5$ см $^{-2}$. Электрические свойства



Зависимость эмиссии кадмия от степени одноосного сжатия кристаллов $CdTe$ при 700 К. 1 - нелегированный, 2 - легированный Se (10^{17} см^3).

кристаллов $CdTe$, легированных Se , не отличались от номинально чистых за исключением плотности дислокаций ($3-4 \cdot 10^4 \text{ см}^{-2}$). Одноосное сжатие кристаллов осуществлялось в направлении, перпендикулярном плоскости $[110]$.

Подготовка экспериментальных образцов размерами $2.0 \times 2.5 \times 5.0 \text{ мм}^3$ проводилась по следующей технологии: резка с помощью проволочной пилы, шлифовка, полировка, промывка в этиловом спирте. С целью очистки поверхности кристаллов от адсорбированных газов, а также соединений, возникающих в процессе обработки кристаллов, проводили 10 мин отжиг в вакууме рабочей камеры при температуре последующей деформации. Отжиг кристаллов приводит к установлению стационарного („остаточного“) спектра масс вакуумной системы. Деформация монокристаллов осуществлялась только после такого отжига.

При нагреве ненагруженных кристаллов наблюдается слабая эмиссия Cd , H_2 и др. (начальный участок кривых 1, 2 до точки А). При деформации наблюдается резкое увеличение эмиссии атомов кадмия (при постоянной эмиссии H_2 и, по-видимому, других компонентов). На рисунке представлены закономерности изменения кинетики эмиссии в вакуум атомов кадмия с поверхности кристаллов $CdTe$ (кривая 1) в процессе одноосного сжатия при температуре 700 К. При температурах деформации 300–550 К обнаруженный эффект – механоэмиссия компонентов соединения из монокристаллов $CdTe$ – не зарегистрирован. В области упругой деформации наблюдается резкое увеличение интенсивности десорбции Cd , дальнейшая пластическая деформация

приводит к монотонному возрастанию интенсивности сублимации кадмия пропорционально степени сжатия кристаллов.

Закономерности десорбции Cd из кристаллов $CdTe : Se$ в аналогичных экспериментальных условиях показаны на рисунке (кривая 2). В отличие от номинально чистых кристаллов $CdTe$, поток эмиссии Cd из легированных кристаллов при 700 К несколько ниже. Однако относительная интенсивность $(J - J_0 / J_0)$ десорбции Cd при одной и той же степени сжатия в 5-6 раз выше из легированных кристаллов. Остановка деформации приводит к релаксации уровня эмиссии Cd до некоторого значения. Дальнейшее увеличение степени сжатия кристаллов приводит к резкому увеличению сублимации кадмия. В аналогичных экспериментах с нелегированными кристаллами столь существенного уменьшения эмиссии Cd после остановки деформации не зафиксировано.

Полученные экспериментальные результаты можно объяснить меньшей на порядок плотностью дислокаций в кристаллах $CdTe : Se$. Легирование кристаллов $CdTe$ изовалентной примесью Se стабилизирует их электрофизические параметры. Необходимо также отметить, что в процессе одноосного сжатия образцов примесные облака вокруг дислокаций разрушаются, дислокации освобождаются, их подвижность возрастает. Вероятнее всего и уменьшение интенсивности эмиссии Cd при термическом отжиге кристаллов $CdTe : Se$ можно объяснить стопорением дислокаций на примесях внедрения.

Возрастание эффективности эмиссии кадмия в процессе деформации при температурах выше 550 К естественно объяснить движением дислокаций, захвативших междоузельные атомы кадмия (Cd_i), выносом их на поверхность и последующей десорбцией. Источниками междоузельного кадмия могут быть как ростовые преципитаты [5], так и атомы Cd_i , образовавшиеся непосредственно под индентором [6]. Следует отметить, что, на наш взгляд, ответственными за вынос междоузельных атомов кадмия являются более подвижные α -дислокации.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] О с с и р у а н Yu. Microsc. Semicond. Mat. Oxford. 1983. 11 p.
- [2] Ш и к и н В.Б., Ш и к и н а Н.И. // ФТТ. 1987. Т. 30. № 5. С. 1297.
- [3] К о к е й н Д., Л у Г., С и к о р с к и й А. // Изв. АН СССР. Сер физ. 1987. Т. 51. № 4. С. 722.
- [4] З о л о т а р е в С.В. и др. // ФТП. 1988. Т. 22. № 6. С. 1062.
- [5] Ф а р в а к Ж.Л., Г р ю с о н Б. // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1987. Т. 51. № 9. С. 1473.
- [6] А к ч у р и н М.Ш. и др. // ФТТ. 1988. Т. 30. №3. С.760.

Поступило в Редакцию
2 мая 1989 г.