

- [1] Гуревич Ю. Я., Плесков Ю. В. Фотоэлектрохимия полупроводников. М.: Наука, 1983, 312 с.
- [2] Паносян Ж. Р., Арутюнян В. М., Саркисян А. Г., Меликсетян В. А., Маргарян А. Л., Степанян Г. М. ФТП, 1982, т. 16, № 7, с. 1298—1301.
- [3] Gerischer H., Hein F. Ber. Bunsenges Phys. Chem., 1977, vol. 77, p. 284—288.
- [4] Tench O. M., Gerischer H. J. Electrochem. Soc., 1977, vol. 124, № 10, p. 1612—1618.
- [5] Miyamoto S. Japan. J. Appl. Phys., 1978, vol. 17, № 6, p. 1129—1130.
- [6] Киселев В. А. ФТТ, 1979, т. 21, № 4, с. 1069—1074.
- [7] Лозовик Ю. Е., Нишанов В. Н. ФТТ, 1976, т. 18, № 11, с. 3267—3272.
- [8] Паносян Ж. Р., Маиллян А. Р., Аракелян А. О. ФТТ, 1985, т. 27, № 5, с. 1526—1528.
- [9] Pettinger V., Schöppel H.—R., Gerischer H. Ber. Bunsenges Phys. Chem., 1976, vol. 80, № 9, p. 849—850.

Ереванский политехнический
институт им. К. Маркса

Поступило в Редакцию
20 сентября 1984 г.

УДК 621.315.592

Физика твердого тела, том 27, в. 6, 1985
Solid State Physics, vol. 27, № 6, 1985

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СОБСТВЕННЫХ ДЕФЕКТОВ НА ДИФФУЗИЮ ИНДИЯ В $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$

М. В. Бестаев, Т. Т. Дедегкаев, В. А. Мошников

В [1] проводились исследования диффузии индия в образцах $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ с концентрацией электрически активных собственных дефектов p -типа $(3\div 5) \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния концентрации собственных электрических активных дефектов в $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ на диффузию индия.

Исходные нелегированные образцы были получены методом Бриджмена и имели концентрацию носителей заряда $p \approx 10^{19} \text{ см}^{-3}$. Для изменения концентрации собственных электрически активных дефектов применялась известная методика [2] изотермического отжига кристаллических образцов в парах шихты состава $(Pb_{0.8}Sn_{0.2})_{0.505}Te_{0.495}$. Концентрация собственных электрически активных дефектов принималась равной холловской концентрации носителей заряда p^* . В области концентраций носителей заряда $p^* \sim 10^{17} \text{ см}^{-3}$ заметное влияние на значение коэффициента Холла оказывают носители n -типа. Для однозначного определения на исследуемых образцах проводили измерение коэффициента термоэдс.

Для оценки однородности приготовленных образцов $Pb_{1-x}Sn_xTe$ по составу x использовали рентгеноспектральный микроанализ (РСМА). РСМА проводили по серии точек вдоль скола образцов по измеренным значениям интенсивности характеристического рентгеновского излучения аналитических линий PbL_{α} , SnL_{α} и TeL_{α} . Расчет вели по методу отношения относительных интенсивностей [3,4]. Для экспериментов были отобраны образцы с составом $x = 0.20 \pm 0.01$ мол. доли $SnTe$.

Однородность электрофизических свойств оценивалась по данным нестационарного термовозондового метода [5] на лабораторной установке, основанной на микротвердомере ПНТ-3 [6]. Локальность метода ~ 50 мкм. Образцы считались однородными при условии постоянства значений коэффициента микро-термоэдс в пределах 5%.

Для проведения диффузии полученные образцы помещались в эвакуированные кварцевые ампулы и отжигались при фиксированных температурах в диапазоне 500—650 °С в присутствии шихты того же состава x , содержащей избыток индия.

Анализ диффузионных профилей In проводился с помощью РСМА по распределению интенсивности $\text{In}L_\alpha$ вдоль направления диффузии по методике, аналогичной [1].

На основании экспериментальных данных построена зависимость эффективного коэффициента диффузии индия (D_{In}) от концентрации собственных электрически активных дефектов (p^*) (рис. 1). На рис. 1 также приведены данные работы [1] для сравнения. Температурная зависимость эффективного коэффициента диффузии представлена на рис. 2.

Как видно из рисунков, значения эффективного коэффициента диффузии индия существенно зависят от концентрации собственных электрически активных дефектов. Значения D_{In} заметно возрастают с увеличением p^* . Из рис. 2 видно, что экспериментальные зависимости удовлетворительно согласуются с законом Аррениуса: $D_{\text{In}} = D_0 \exp(-F_a/kT)$. При этом энергия активации F_a слабо зависит от концентрации собственных электрически активных дефектов ($E_a \approx 1.14$ эВ). Этот факт свидетельствует о преобладающей роли в диффузион-

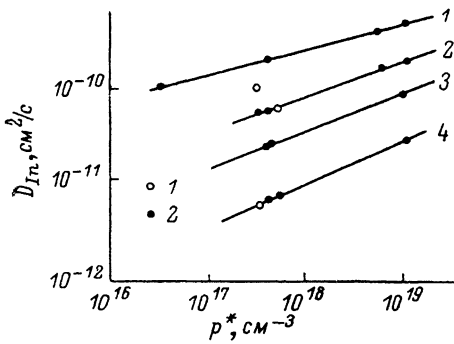


Рис. 1. Зависимости эффективного коэффициента диффузии индия в $\text{Pb}_{0.8}\text{Sn}_{0.2}\text{Te}$ от концентрации электрически активных собственных дефектов для температур отжига $T_{\text{отж}}$ °С.

1 — 650, 2 — 600, 3 — 550 и 4 — 500 (1 — [1], 2 — настоящая работа).

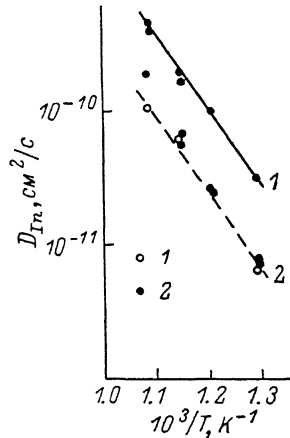


Рис. 2. Температурные зависимости эффективного коэффициента диффузии индия в $\text{Pb}_{0.8}\text{Se}_{0.2}\text{Te}$ для концентраций электрически активных собственных дефектов.

1 — $p^* = 10^{19}$ см⁻³, 2 — $p^* \approx 3 + 5 \cdot 10^{17}$ см⁻³ (1 — данные [1], 2 — настоящая работа. Пунктирной линией проведена зависимость $D = f(1/T)$ из [1]).

ных процессах дефектов одного и того же вида. Полученные результаты согласуются с кристаллохимической моделью дефектности кристаллов PbTe и $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ [7], по которой основными дефектами кристаллической структуры в образцах p -типа являются вакансии в подрешетке металла. Возрастание концентрации металлических вакансий с увеличением p^* и определяет рост значений D_{In} . Тем не менее наблюдаемое изменение наклона зависимостей $\lg D_{\text{In}} = f(\lg p^*)$ с увеличением температуры, по-видимому, показывает, что дополнительный вклад в диффузионные процессы индия могут вносить другие дефекты. Это согласуется с предположением, высказанным в [8], о возможном влиянии ассоциатов на основе вакансий металла на диффузию в PbTe . По этой причине трудно связывать величину наклона $\lg D = f(\lg p^*)$ с зарядом вакансий в подрешетке металла, который, по литературным данным, принимается равным 1 [9, 10] или 2 [11].

В экспериментах данной работы уменьшение наклона $\lg D = f(\lg p^*)$ может быть частично обусловлено и увеличением концентрации собственных дефектов в поверхностных слоях образцов с $p^* \sim 10^{17}$ см⁻³ в процессе диффузионных отжигов. Этим же может быть объяснено незначительное различие, наблюдаемое в температурных зависимостях $D_{\text{In}} = f(1/T)$ в области высоких температур (рис. 2).

Таким образом, из проведенных исследований следует, что концентрация собственных электрически активных дефектов оказывает существенное влияние на диффузию индия в $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$, что необходимо учитывать при проведении диффузионных процессов в практических целях.

Л и т е р а т у р а

- [1] Бокин А. С., Дедегкаев Т. Т., Иванов Д. И., Мошников В. А., Чеснокова Д. Б. ФТТ, 1983, т. 25, с. 1515—1517.
- [2] Melngailis I., Harman T. C. In: Semiconductors and Semimetals, vol. 5, p. 111—152. Eds. R. K. Willardson, A. C. Beer, N. Y.—London, Acad. Press. 1970.
- [3] Дедегкаев Т. Т., Мошников В. А. Изв. ЛЭТИ, 1980, в. 263, с. 100—103.
- [4] Дедегкаев Т. Т., Мошников В. А., Яськов Д. А. В кн.: Физические методы исследования твердого тела, Свердловск: 1982, с. 124—129.
- [5] Мошников В. А., Милославов С. Л. В сб.: Получение и свойства полупроводниковых соединений типа A^2B^6 и A^4B^6 и твердых растворов на их основе. Тезисы докладов I Всесоюз. конф., 1977. 312 с.
- [6] Гарцман К. Г., Дедегкаев Т. Т., Крюков И. И. Заводская лаборатория, 1978, № 5, с. 561—562.
- [7] Зломанов В. П., Гаськов А. М. В сб.: Рост полупроводниковых кристаллов и пленок. Новосибирск: Наука, Сибирск. отд., 1984, с. 116—129.
- [8] Смирский Ю. Н., Фирсова Л. П. Изв. АН СССР. Неорганические материалы, 1982, т. 18, № 9, с. 1510—1513.
- [9] Гаськов А. М., Матвеев О. В., Зломанов В. П., Новоселова А. В. Изв. АН СССР. Неорганические материалы, 1969, т. 5, № 11, с. 1889—1894.
- [10] Саунина Т. В., Яськов Д. А. Изв. ЛЭТИ, 1982, в. 302, с. 74—77.
- [11] Саунина Т. В. Автореф. канд. дис. Л.: ЛЭТИ, 1982.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР
Ленинград

Поступило в Редакцию
30 октября 1984 г.

УДК 537.611.45

Физика твердого тела, том 27, в. 6, 1985
Solid State Physics, vol. 27, № 6, 1985

ДОЛГОЖИВУЩАЯ ФОТОИНДУЦИРОВАННАЯ ФАЗА В МАГНЕТИКАХ

Э. Л. Нагаев

При исследовании $EuCrO_3$ в [1] было впервые обнаружено, что под действием освещения может происходить изменение типа упорядочения в магнетиках. Фотоиндуцированное магнитное упорядочение устанавливается через некоторое время после прекращения освещения кристалла лазером, если доза поглощенных фотонов превышает некоторую критическую. При меньших же дозах оно не возникает. При низких температурах это упорядочение оказывается чрезвычайно долгоживущим.

Чтобы объяснить этот факт, в [1, 2] была высказана гипотеза, что до освещения состояние кристалла было метастабильным, а под действием света в нем устанавливается истинное равновесное состояние. Если бы это было так, то очень медленное охлаждение образца должно было бы приводить к тому же упорядочению, что и освещение, чего не наблюдалось.

Возможно, однако, что в [1, 2] обнаружено иное, гораздо более интересное явление, состоящее в следующем. Под действием света в кристалле возникает неравновесная экситонная фаза с очень большим временем жизни, обладающая иными магнитными свойствами, чем кристалл в равновесном состоянии. Время установления нового магнитного упорядочения совпадает со временем, за которое экситоны, диффундирующие по кристаллу, слипаются вместе, образуя экситонную фазу. Из-за корреляций между экситонами время жизни экситонной области растет с ростом ее размеров. Поэтому экситонная фаза при небольших