

Рис. 2. Зависимость массы образцов InSe от времени интеркаляции (а). Зависимость удельного сопротивления и толщины образцов InSe (вдоль кристаллографической оси *C*) от времени интеркаляции (б).

лекул к внедрению и ее ионизационным потенциалом. Изучение кинетики внедрения KNO_2 в InSe и GaSe показывает, что скорость интеркаляции в GaSe намного больше, чем в InSe, и протекает практически мгновенно с выделением большого количества тепла. Из рис. 2, а отчетливо наблюдаются четыре участка с различными скоростями внедрения. Точки изменения скорости внедрения KNO_2 в InSe соответствуют, вероятно, образованию соединений InSe $\langle \text{KNO}_2 \rangle_{1/20}$, InSe $\langle \text{KNO}_2 \rangle_{1/2}$ и InSe $\langle \text{KNO}_2 \rangle$ соответственно. Процесс интеркаляции сопровождается также изменением толщины образца и удельного сопротивления вдоль кристаллографической оси *C*, как показано на рис. 2, б.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] И. Д. Козьмик, З. Д. Ковалюк, И. И. Григорчак, Б. П. Бахматюк. Изв. АН СССР, Неорг. материалы, 23, 734 (1987).
- [2] И. Д. Козьмик, И. И. Григорчак, З. Д. Ковалюк, Б. П. Бахматюк, С. В. Гаврилюк, М. В. Товарицкий. ЖФХ, 64, 840 (1990).
- [3] A. S. Nagelbery, W. L. Worrel. J. Sol. St. Chem., 3, 321 (1981).

Редактор В. В. Чалдышев

ФТП, том 26, вып. 11, 1992

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И ЭФФЕКТ ХОЛЛА СЕЛЕНИДА ИНДИЯ

А. А. Исмаилов, Ш. Г. Гасымов, Т. С. Мамедов, К. Р. Аллахвердиев

Институт физики Академии наук Республики Азербайджан, 370143, Баку, Азербайджан
(Получено 25.03.1992. Принято к печати 7.05.1992)

Моноселенид индия принадлежит к полупроводниковым слоистым соединениям группы $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{VI}}$. Характерным для слоистых полупроводников является

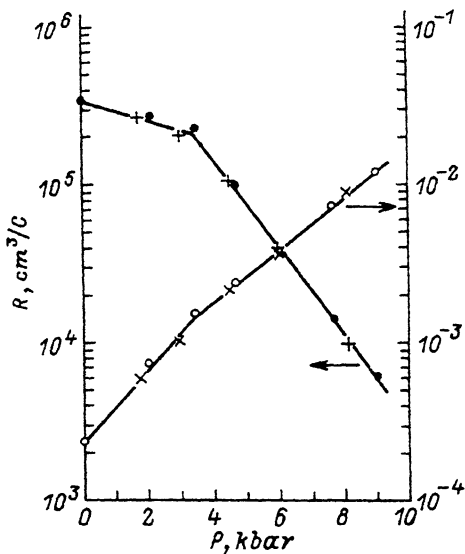


Рис. 1. Барические зависимости удельной электропроводности и постоянной Холла специально не легированных кристаллов селенида индия, снятые при комнатной температуре. Кружочки и крестики обозначают измерения в прямом (повышение давления) и обратном (понижение давления) направлении соответственно.

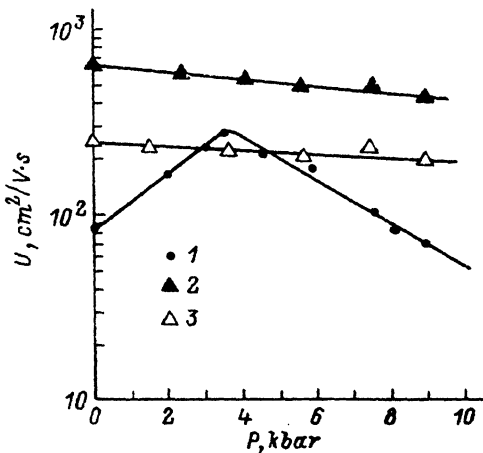


Рис. 2. Барические зависимости подвижности «чистых» кристаллов селенида индия (1) и легированных 0.2 (2) и 0.4% Sn (3) соответственно.

политипия, обусловленная слабостью межслоевых связей и приводящая к специфическим особенностям электрофизических, оптических, колебательных и других свойств [1]. Например, слоистые кристаллы обладают значительной анизотропией электропроводности $N = \sigma_{\perp c} / \sigma_{\parallel c}$, которая возрастает с понижением температуры, достигая значений 10^5 при $T = 80$ К. Предполагается, что анизотропия кинетических свойств слоистых полупроводников обусловлена трудностью преодоления носителями межслоевых барьеров. В силу вышесказанного представляют интерес исследования влияния давления на проводимости и эффект Холла слоистых полупроводников.

Настоящая работа посвящена изучению при комнатной температуре и при давлении до 10 кбар кинетических и гальваномагнитных свойств слоистого полупроводника InSe как чистого (специально не легированного), так и легированного атомами олова (0.2, 0.4% Sn).

Методика исследования кинетических свойств кристаллов при давлениях до 10 кбар не отличалась от описанных в [2, 3]. Эксперименты проводились на кристаллах, выращенных методом Бриджмена и обладающих при комнатной температуре дырочным типом проводимости. Кристаллы, содержащие примеси, обладали электронным типом проводимости [4]. Типичные размеры вырезанных с помощью алмазного диска образцов, были порядка $1 \times 2 \times 6$ мм. Омические контакты формировались диффузионным вжиганием индия в вакууме. При измерениях удельного сопротивления и эффекта Холла (в поле, равном 6600 Гс) сила тока ограничивалась областью омичности вольт-амперной характеристики (ВАХ) и равнялась ~ 10 —15 мкА.

На рис. 1 приведены барические зависимости удельной электропроводности и коэффициента Холла кристалла InSe, измеренные в направлении слоев при комнатной температуре. Видно, что с ростом давления до ~ 10 кбар наблюдается рост электропроводности в ~ 1.5 раза. Зависимость σ (P) приблизительно линейная. Зависимость от давления коэффициента Холла носит более сложный характер. Уменьшение R с увеличением давления от атмосферного до ~ 3.5 кбар (I область) носит линейный характер с углом наклона $\text{tg} \varphi_1 = 6.6 \cdot 10^{-5}$. При давлениях выше

~ 3.5 кбар (II область) происходит резкое изменение угла наклона зависимости $R(P) \operatorname{tg} \varphi_2 = 2.8 \cdot 10^{-4}$. Можно предположить, что изменение холл-фактора R с давлением обусловлено изменением ширины запрещенной зоны ε_g . В этом приближении оценки барической зависимости ε_g на I и II участках приводят к значениям $\partial \varepsilon_{g1} / \partial P = -3 \cdot 10^{-5}$, $\partial \varepsilon_{g2} / \partial P = -8 \cdot 10^{-5}$ эВ/бар. Значение барического коэффициента ширины запрещенной зоны на участке I близко к характерному значению коэффициента прямой зоны во многих представителях слоистых кристаллов группы $A^{III}B^{VI}$ (GaSe; GaS и др.). Отличающееся более чем в 2 раза значение $\partial \varepsilon_{g2} / \partial P$ на II участке позволяет связать его с изменением ширины непрямоугольной зоны селенида индия. Воспользовавшись представлениями, приведенными в [5] о селениде индия как о кристалле с прямой шириной запрещенной зоны, можно качественно объяснить барические зависимости $R(P)$, $\sigma(P)$ и зависимость подвижности $U(P)$, приведенную на рис. 2, для чистого и легированного Sn кристаллов. Так, согласно [5], дно непрямоугольной зоны (точка M зоны Бриллюэна) располагается на 10—15 мэВ выше прямой зоны (точка Г). С ростом давления на I участке ответственным за изменение концентрации является изменение ширины прямой запрещенной зоны. При достижении давления ~ 3.5 кбар происходит наполнение непрямоугольной зоны на прямую, и скорость изменения концентрации на II участке определяется скоростью изменения ширины непрямоугольной запрещенной зоны. Излом на зависимости подвижности от давления для чистых кристаллов можно объяснить различием величин эффективных масс носителей в прямой и непрямоугольных зонах. Согласно [5], эффективная масса носителей в непрямоугольной зоне выше, чем в прямой.

В отличие от специально не легированных кристаллов электропроводность, концентрация и подвижность (рис. 2) носителей кристаллов, легированных оловом, практически не изменялись с давлением вплоть до 10 кбар. Такое поведение понятно с учетом примесного характера проводимости.

Авторы благодарны Р. А. Сулейманову за обсуждение результатов работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] S. Jandl, J. L. Brebner. Can J. Phys., 54, 2425 (1974).
- [2] Э. Ю. Салаев, К. Р. Аллахвердиев, Ш. Г. Гасымов, Т. Г. Мамедов, М. А. Низаметдинова. ДАН Аз. Респуб., 36, 28 (1982).
- [3] К. Р. Аллахвердиев, Ш. Г. Гасымов, Т. Г. Мамедов, М. А. Низаметдинова, Э. Ю. Салаев. ФТП, 17, 203 (1983).
- [4] В. М. Каминский, З. Д. Ковалюк. Изв. АН СССР. Неорганические материалы.
- [5] Г. Л. Беленький, М. О. Годжаев, Э. Ю. Салаев, Е. Т. Алиев. ЖЭТФ, 91, 1886 (1986).

Редактор В. В. Чалдышев

ФТП, том 26, вып. 11, 1992

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИОДОВ ШОТТКИ In-p-CuInSe_2

М. А. Магомедов, В. Д. Прочухан, Ю. В. Рудь

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук, 194021, Санкт-Петербург, Россия

(Получено 5.05.1992. Принято к печати 7.05.1992)

Диселенид меди и индия CuInSe_2 — одно из наиболее перспективных соединений класса I—III—VI₂, практическое применение которого в качестве солнечных элементов является вопросом времени и сдерживается проблемами тех-