

ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ СОСТАВА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНОКРИСТАЛЛОВ $Cd_xHg_{1-x}Te$

З.Ф. АГАЕВ, З.В. ДАМИРОВА, Г.С. СЕИДЛИ
 Институт Фотозлектроники АН Азербайджана
 Баку, 370141, ул. Ф. Агаева 555 квартал

Исследуются аномалии электрических и фотоэлектрических свойств в интервале температур 80-300 К в монокристаллах $Cd_xHg_{1-x}Te$ в зависимости от толщины образцов. Установлено, что наблюдаемые аномалии определяются крупномасштабными флуктуациями потенциала, связанного объемными кластерами. Показано что разрушение связанности кластеров может происходить при переходе к тонким образцам.

В узкозонных материалах точечные и протяженные дефекты структуры, как ростовые, так и введенные внешним воздействием, могут существенным образом влиять на электрофизические характеристики полупроводника. К наиболее структурно-чувствительной характеристике относятся фоточувствительность, определяемая средним временем жизни и подвижностью носителей заряда [1].

Определяющие значения для ограничения фоточувствительности монокристаллов $Cd_xHg_{1-x}Te$ (КРТ) могут иметь протяженные дефекты структуры, органически связанные со спецификой выращивания сложных твердых растворов. К таким дефектам относятся включения второй фазы (ртути, теллура) [2,3], вакансионные кластеры, крупномасштабные флуктуации состава [4] и дислокационные недостатки малоугловых границ. Некоторые из них являются естественными стоками для неравновесных носителей заряда, поскольку скорость рекомбинации в них существенно выше, чем в матрице кристалла, за счет сужения ширины запрещенной зоны, либо повышения концентрации свободных носителей (межузельные атомы Hg-доноры). Скопление акцепторов (вакансии Hg) уменьшает время жизни в результате увеличения скорости шоклиридовской рекомбинации. В результате неупорядоченного расположения заряженных дефектов в КРТ возникает хаотический потенциал, что в свою очередь приводит к размыванию краев зон разрешенных энергий. Поэтому представляет интерес изучение воздействия этих неоднородностей на электрофизические характеристики материала.

С этой целью отбирали монокристаллические пластины КРТ $0,25 \leq x \leq 0,30$ площадью $0,1 \times 0,2 \text{ см}^2$. Выявление макроскопических неоднородностей по толщине производили путем послойного удаления материала пластин травлением в смеси 8 % Вг и 92 % НВг с фиксацией спектра фотопроводимости после каждого травления. Спектр фотопроводимости изучался с помощью спектрометра ИКС-21, на выходе которого располагали зеркальный объектив, формирующий на поверхности пластины зонд размером 90 мкм.

Холловские измерения проводились на стандартной установке УИППМ-1 компенсационным методом в постоянных магнитных и электрических полях, который обычно комбинируют с двухзондовым методом измерения удельного сопротивления полупроводника.

На рис.1 приведены характерные кривые зависимости электропроводности (σ) и коэффициента Холла (R_x) от температуры для исследуемых образцов. Как видно, для исходного образца (образца с толщиной $d=1,0 \text{ мм}$) с рос-

том температуры электропроводность уменьшается, а коэффициент Холла увеличивается. Наклон кривых зависимостей $\sigma(T)$ и $R_x(T)$ при этом не постоянный и с ростом температуры уменьшается. С уменьшением толщины изучаемых образцов от $d=1,0 \text{ мм}$ до $0,05 \text{ мм}$, зависимости $\sigma(T)$ и $R_x(T)$ ведут себя различным образом. На кривых зависимостей $\sigma(T)$ и $R_x(T)$ появляются почти периодические экстремумы, амплитуда которых значительно превышает скачки, обусловленные возможными погрешностями эксперимента.

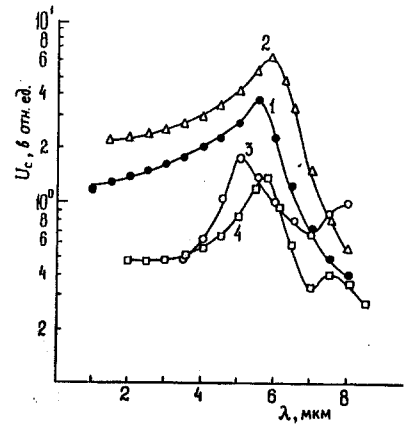


Рис. 1. Зависимость электропроводности кривые (1-4) и коэффициента Холла (кривые 1'-4') от температуры при различных толщинах $Cd_xHg_{1-x}Te$, мм: 1-1; 2-0,8; 3-0,5; 4-0,2.

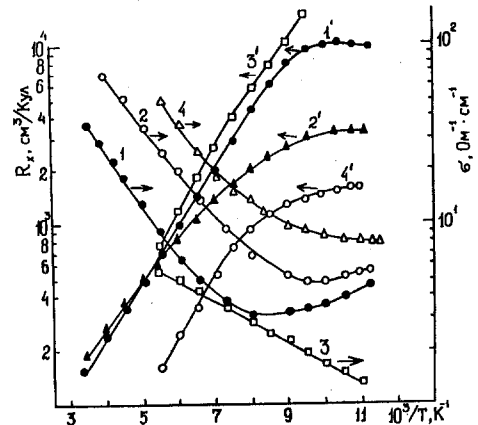


Рис.2. Спектральное распределения фотопроводимости $Cd_{0,37}Hg_{0,73}Te$ при различных толщинах d , мм 1-1; 2-0,8; 3-0,5; 4-0,2.

Для установления достоверности экспериментальных результатов на этих же образцах проводились фотоэлектрические измерения.

На рис.2 приведены характерные для исследуемых образцов спектральные распределения fotocувствительности для одного из образцов при различных толщинах. Как видно, для исходного образца зависимость $U_c(\lambda)$ имеет типичный селективный характер с максимумом в области $\lambda=5,9$ мкм. Гладкий ход коротковолновой ветви зависимости $U_c(\lambda)$ свидетельствует об отсутствии каких-либо поверхностных эффектов в условиях проведенных нами измерений. При уменьшении толщины образцов изменяются не только положения максимума по шкале длины волны, но и абсолютные значения fotocувствительности материала. Необходимо отметить, что эти изменения носят немонотонный характер. В различных образцах, вырезанных из одной шайбы, вышеуказанная периодичность максимума fotocувствительности сохраняется: а вид кривых спектрального распределения отличается. На этих же образцах проводились измерения времени жизни неосновных носителей заряда. Результаты этих исследований приведены на рис.3. Поведения $\sigma(T)$ при различных толщинах образцов аналогично зависимости $U_c(\lambda)$.

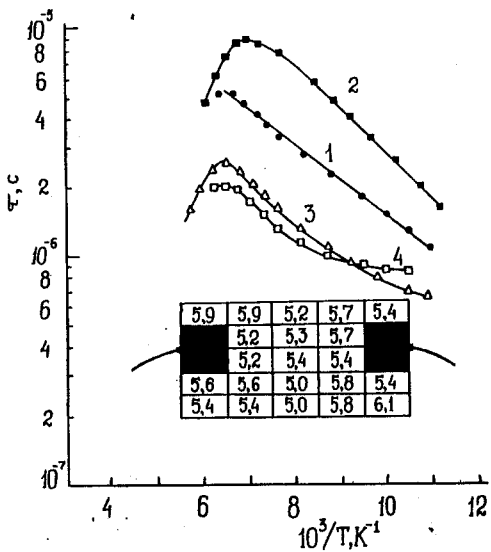


Рис.3. Температурная зависимость времени жизни и распределение fotocувствительности по поверхности Cd_{0,27}Hg_{0,73}Te $T = 80$ K, $\lambda = 3,39$ мкм.

Для выяснения периодичности внутренних неоднородностей кристаллов, нами проведено сканирование поверхности пластины размером (500x500) мкм² световым зондом, для кристаллов КРТ с $x=0,27$ эти результаты приведены на рис. 3. Видно, что неоднородности имеют объемный характер и, с уменьшением толщины кристаллов, максимум фотосигнала в различных точках поверхности выравнивается. В точках поверхности кристалла, отстоящих друг от друга на 100 мкм определено максимальное значение спектральной зависимости fotocувствительности. Эти данные приведены на вставке рис.3 в виде таблицы. Установлено также, что с увеличением состава кристаллов влияние внутренних неоднородностей на электрофизические и фотоэлектрические свойства ослабляется.

Для объяснения полученных экспериментальных результатов необходимо отметить, что эти аномалии не связаны с наличием инверсных поверхностных слоев [5], так как повторные травления не изменяли исходные параметры материала. Предполагалось, что в изучаемых кристаллах существуют флуктуации кристаллического потенциала, связанные с неоднородным распределением примесей, собственных и структурных дефектов, а также локальной вариозностью. В работе [6] методом рентгеновского энергодисперсионного анализа было показано, что в образцах КТР с $x=0,2$ характерный размер флуктуации составляет 25 мкм. Поскольку эта величина превосходит длину дебройлевской волны и длину свободного пробега носителей заряда, то в такой схеме микрообластей движение носителей заряда можно считать классическим.

В этих условиях большая величина флуктуации потенциала приводит на фоне основной части образца образование кластеров, соединяющихся между собой пространственными путями протекания. В узкозонных полупроводниках, как было указано в [7], одновременно возможно существование двух объемных взаимопроникающих кластеров разного типа проводимости, условия протекания в которых существенным образом могут зависеть от внешних воздействий. Разрушение связанности одного из кластеров в пределах тонкого образца можно проверить экспериментально, т.е. это зависит от периода крупномасштабных флуктуаций потенциала в исследуемых кристаллах. Оказалось, что период флуктуации сигнала фотопроводимости и времени жизни в изучаемых кристаллах лежит в пределах 70-150 мкм, т.е. при таких толщинах образцов можно ожидать разрушение связанности одного из кластеров в кристаллах.

[1] Р.Дж. Кисса. В кн. «Фотоприемники видимого и ИК-диапазонов», М.: «Радио и связь», 1985, с.325.
 [2] А.И.Власенко, Ю.Н.Гаврилюк, В.З.Латута, Е.А.Сальков. Письма в ЖЭТФ, 1979, т.5, в.16, с.1013-1017.
 [3] Ю.А. Концевой. ФТП, 1970, т.4, в.6, с.1184-1187.
 [4] Д.Ш. Абдинов, Г.С. Сеидли, Е.Б. Хыдырова. Изв. АН СССР, сер. Неорганические материалы, 1987, т.23, в.11, с.1835-1839.
 [5] W.Scott, R.E.Hader Appl. Phys., 1971, v.42, №2, p. 803-808.
 [6] Л.Д. Сагинов, В.А. Федерико, В.И.Стафеев, В.П. Пономаренко, В.А. Егоров ФТП, 1982, т.16, в.7, с.1256-1259.
 [7] Б.И. Шкловский, А.Л. Эфрос. В кн. «Электронные свойства легированных полупроводников», М. 1979, с. 415.

З.Ф. АГАЕВ, З.В. ДАМИРОВА, Г.С. СЕИЛЛИ

Z.F. Ağayev, Z.V. Dəmirova, H.S. Seyidli

**TƏRKİBİN QEYRİ BİRCİNSLİYİNİN $Cd_xHg_{1-x}Te$ MONOKRİSTALLARININ ELEKTROFİZİKİ
XARAKTERİSTİKALARINA TƏ'SİRİ**

n- $Cd_xHg_{1-x}Te$ monokristallarının elektrofiziki və fotoelektrik xassələrinin anomaliyaları, 80-300 K temperatur intervalında, nümunələrinin qalınlığından asılılığı tədqiq edilmişdir.

Göstərilmişdir ki, müşahidə edilən anomaliyalar, həcmi klasterlərlə əlaqədar olan, potensialın hərtərəfli fluktuasiyası ilə müəyyən edilir.

Müəyyən edilmişdir ki, nazik nümunələrə keçid zamanı, klasterlərin bağlılığı pozula bilər.

Z.F. Agayev, Z.V. Damirova, G.S. Seidli

**INFLUENCE OF COMPOSITION NONHOMOGENITY ON ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF $Cd_xHg_{1-x}Te$
SINGLE CRYSTALS**

Anomalies of electrical and photoelectric characteristics of $Cd_xHg_{1-x}Te$ single crystals are investigated in the 80-300 K temperature range depending on thickness of the samples.

It is established that observed anomalies are defined by large-scale potential fluctuations due to bulk clusters.

It is shown that a destruction of bonding cluster may take place in the course of transition to thin samples.

Дата поступления: 10.06.99

Редактор: Д.Ш. Абдинов