

ПРИРОДА МЕТАСТАБИЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ, ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА АНОМАЛЬНУЮ ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ ПРОВОДИМОСТИ ГРАНИ (0001) КРИСТАЛЛОВ CdS

© И.А.Дроздова, Н.Е.Корсунская, И.В.Маркевич, М.К.Шейнкман

Институт физики полупроводников Национальной академии наук,
252650 Киев, Украина
(Получена 21 апреля 1995 г. Принята к печати 1 июня 1995 г.)

Показано, что метастабильные центры, обнаруженные ранее на грани (0001) кристаллов CdS и ответственные за аномальную температурную зависимость проводимости этой грани, представляют собой кластеры кадмия, которые диссоциируют в процессе охлаждения кристалла. Предполагается, что фактором, стимулирующим диссоциацию, является пирополе.

Ранее нами было обнаружено, что на поверхности грани (0001) кристаллов CdS существуют специфические метастабильные центры (МЦ), которые в процессе охлаждения кристалла от 300 до 77 К преобразуются в мелкие водородоподобные дозоры [1]. В высокоомных кристаллах этот процесс приводит к резкому росту проводимости грани (0001) при понижении температуры (аномальной температурной зависимости проводимости — АТЗП) и появлению у ее поверхности тонкого ($100 \div 500 \text{ \AA}$) проводящего слоя [1]. При повышении температуры мелкие доноры исчезают и образец возвращается в исходное состояние. Оба состояния — низкоомное (метастабильное) и высокоомное (равновесное) могут быть многократно воспроизведены [1].

Было показано, что МЦ отсутствуют на свежесколотой поверхности и образуются со временем после скола при выдерживании образца на воздухе или в атмосфере инертного газа [2]. Эффект имеет место в пластинчатых и объемных кристаллах как специально не легированных, так и легированных различными примесями. Поскольку даже в наиболее чистых кристаллах концентрация метастабильных доноров в проводящем слое при 77 К достигает ($10^{17} \div 10^{18}$) см^{-3} , можно думать, что эти доноры представляют собой собственные дефекты. Такими дефектами в CdS могут быть либо вакансии серы V_S , либо атомы межузельного кадмия Cd; [3]. Известно, что кристаллы CdS содержат, как правило, избыточный кадмий в виде изолированных атомов Cd; и скоплений [3,4]. Последние наблюдаются как в объеме кристалла, так и на

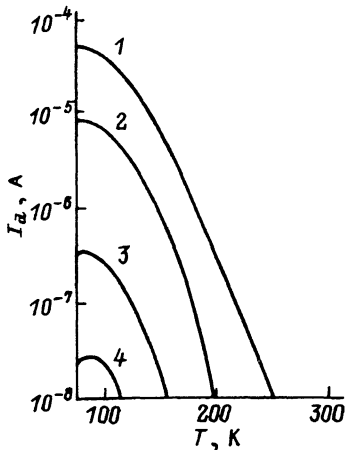


Рис. 1. Температурная зависимость темнового тока I_d для образца CdS на грани (0001) при охлаждении образца от 300 К: 1 — в исходном состоянии и после травлений: 2 — 1-го, 3 — 2-го, 4 — 3-го с последующим восстановлением эффекта аномальной температурной зависимости проводимости.

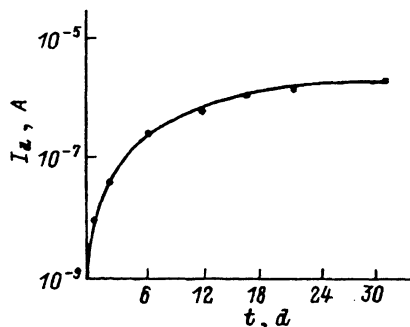


Рис. 2. Зависимость величины темнового тока I_d для образца CdS на грани (0001), измеренного при 77 К, от времени (измеряемого сутками), прошедшего после травления образца.

его сколотой поверхности [4,5]. Можно предположить, что обнаруженные нами МЦ связаны с такими скоплениями. Чтобы проверить это предположение, в настоящей работе исследовалось влияние обработки кристаллов CdS селективным травителем, растворяющим кадмий, на эффект АТЗП грани (0001).

Использовались объемные высокоомные ($\rho > 10^8 \text{ Ом} \cdot \text{см}$) специально не легированные кристаллы CdS, выращенные методом сублимации. Образцы выкалывались из слитка в виде брусков размерами приблизительно $2 \times 2 \times 10 \text{ мм}^3$ (с осью c , расположенной вдоль наиболее длинной грани), которые затем разламывались перпендикулярно c -оси. На базисные грани наплавлялись электроды из индия. В качестве селективного травителя, растворяющего кадмий, использовался раствор (59 мл HCl + 60 г ZnCl₂ + 48 мл H₂O). Образец обрабатывался травителем при комнатной температуре в течение (40÷60) с.

Температурная зависимость темнового тока I_d на грани (0001) при охлаждении для исходного образца приведена на рис. 1 (кривая 1). Как видно из рисунка, при понижении температуры от 300 до 77 К величина темнового тока I_d возрастает на несколько порядков. После обработки селективным травителем эффект АТЗП на грани (0001) исчезает и величина I_d при 77 К оказывается неизмеримо малой. Со временем, однако, эффект АТЗП восстанавливается и после выдерживания образца при комнатной температуре в течение суток при 77 К появляется заметный темновой ток. С увеличением времени выдерживания этот ток возрастает и через 20÷30 дней достигает стационарного значения I_d^s (рис. 2). При повторных обработках снова происходит исчезновение эффекта АТЗП с последующим его восстановлением, при этом величина I_d^s после каждой обработки уменьшается (рис. 1, кривые 2-4).

Приведенные результаты позволяют сделать вывод, что необходимым условием появления эффекта АТЗП на грани (0001) кристаллов CdS является наличие на ее поверхности скоплений кадмия, которые образуются вследствие диффузии избыточного кадмия из объема кристалла. Постепенно уменьшение величины I_d^s после каждого очередного травления естественно связать с обеднением кадмием приповерхностной области кристалла.

Можно предположить, что метастабильные центры представляют собой кластеры атомов кадмия, которые диссоциируют в процессе охлаждения. Это приводит к увеличению концентрации атомов Cd; в области, окружающей кластер, и тем самым к увеличению ее проводимости. С этим предположением согласуется тот факт, что проводящий слой на грани (0001) образуется из отдельных низкоомных островков [2]. Фактором, стимулирующим диссоциацию кластеров, может служить пирополе, возникающее на базисных гранях кристалла CdS при охлаждении и достигающее величины 10^5 В/см [3]. Механизм преобразования МЦ является предметом дальнейшего исследования.

Работа выполнена при поддержке Международного научного фонда Дж. Сороса.

Список литературы

- [1] N.E. Korsunskaya, I.V. Markevich, E.P. Shulga, M.K. Sheinkman. *Semicond. Sci. Technol.*, **7**, 92 (1992).
- [2] И.А. Дроздова, Н.Е. Корсунская, И.В. Маркевич, Е.П. Шульга, М.К. Шейнкман. *ФТП*, **25** 1629 (1991).
- [3] *Физика и химия соединений A^{II}B^{IV}* под ред. С.А. Медведева (М., Мир, 1970).
- [4] K.W. Böer, C.A. Kennedy. *Phys. St. Sol.*, **19**, 203 (1967).
- [5] В.С. Бабинчук, В.В. Сердюк. *ФТТ*, **10**, 695 (1968).

Редактор Т.А. Полянская

The nature of metastable centers responsible for anomalous temperature dependence of (0001) plane conductivity in CdS crystals

I.A. Drozdova, N.E. Korsunskaya, I.V. Markevich, M.K. Sheinkman

Institute of Semiconductor Physics, Ukrainian Academy of Sciences,
252650 Kiev, the Ukraine

It is shown that metastable centers found earlier on a (0001) plane surface of CdS crystals and responsible for the anomalous temperature dependence of (0001) plane conductivity are cadmium clusters which dissociate under cooling. The dissociation is supposed to be stimulated by pyroelectric field.