

## ФОТОПРОВОДИМОСТЬ СИЛЬНОВОЗБУЖДЕННЫХ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК CdTe

Томашюнас Р., Мастейка Р., Пятраускас М.,  
Жиндулис А., Кутра Й.

Развитие пикосекундной оптоэлектроники требует исследования материалов, перспективных для построения узлов передачи и обработки информации. Много внимания уделяется поликристаллическим пленкам соединений группы  $A^{II}B^{VI}$ , в частности CdTe, ввиду их быстродействия, обусловленного рекомбинацией неравновесных носителей заряда (ННЗ) в межкристаллитном слое и на поверхности кристаллитов [1, 2].

Экспериментально исследовались поликристаллические пленки CdTe, напыленные на ситалловые подложки и (для сравнения) монокристаллический CdTe. Так как отжиг пленок является основным методом модификации параметров и повышения чувствительности пленок, была исследована группа термообработанных образцов. Технологические параметры обработки представлены в таблице.

Технологические параметры обработки поликристаллических пленок CdTe

№ образца	Среда и способ обработки	Длительность	T, К
1	Воздух, кварцевая термокамера	30 мин	720
2	Вакуум, устройство ВУП-4	45 мин	670
3	Пары CdCl <sub>2</sub> , кварцевая термокамера	45 мин	620
4	Пары Hg, вакуумированная кварцевая ампула	24 ч	650

На образцах напылением платины с последующим дублированием золотом были сформированы структуры оптоэлектронных ключей, волновое сопротивление которых равно 50 Ом. Для автокорреляционных измерений был образован дополнительный анализирующий зазор (см. вставку на рис. 2). Образцы возбуждались пикосекундным импульсом света с длиной волны  $\lambda = 0.54$  мкм и длительностью  $\tau_L = 17$  пс, для регистрации фотоотклика использовался осциллограф С7-19.

На рис. 1 представлены графики зависимости мгновенного времени релаксации концентрации ННЗ ( $\tau_m$ ) от величины фотопроводимости для свеженанесенных и термообработанных поликристаллических пленок, а также исходного монокристалла CdTe при  $T = 300$  и 120 К.

Рекомбинация ННЗ при  $T = 300$  К в обработанных пленках в рамках пререштобей не зависит от режима обработки и обусловлена линейным каналом рекомбинации с  $\tau_m = 0.22 - 0.34$  нс. Следует отметить, что нелинейная рекомбинация, присущая для монокристаллического CdTe, здесь не обнаружена. Исследования фотопроводимости исходного монокристаллического CdTe показали сложную зависимость  $\tau_m$  от нестационарной фотопроводимости  $\Delta\sigma$  с проявлением нелинейной межзонной оже-рекомбинации с коэффициентом  $\gamma_A = 1.7 \cdot 10^{-26}$  см<sup>6</sup>/с. В зависимости  $\tau_m = f(\Delta\sigma)$  при понижении  $\Delta\sigma$  уменьшается роль нелинейной рекомбинации и наблюдается переход к линейной рекомбинации с постоянной времени  $\tau = 15$  нс, связанной, по-видимому, с имеющимися в CdTe примесными уровнями и дефектами.

Представляя общую картину рекомбинационных процессов в отожженных пленках CdTe при  $T = 300$  К, можно резюмировать, что из-за сильной их дефектности и достаточно малой  $\tau_m$  в интервале энергий возбуждения  $I = 0.1 - 10$  мкДж нелинейная рекомбинация не проявляется. При использованных интенсивностях возбуждения межкристаллитные потенциальные барьеры экранированы, и носители заряда беспрепятственно достигают сильнодефектных областей на

границах кристаллитов. Вследствие этого рекомбинация в пленках CdTe происходит с участием поверхностных уровней.

Результаты измерений фотопроводимости в тех же пленках при  $T=120$  К подтвердили предложенное выше объяснение. С понижением температуры пленок временные постоянные линейной рекомбинации  $\tau_n$  увеличиваются во всех случаях (за исключением пленок, отожженных в вакууме) и составляют: для отожженных на воздухе до  $\tau_n=1$  нс в парах  $CdCl_2$  —  $\tau_n=1.2$  нс, в парах  $Hg$  —  $\tau_n=1.8$  нс. Увеличение  $\Delta\sigma$  делает возможным проявление при сильном возбуж-

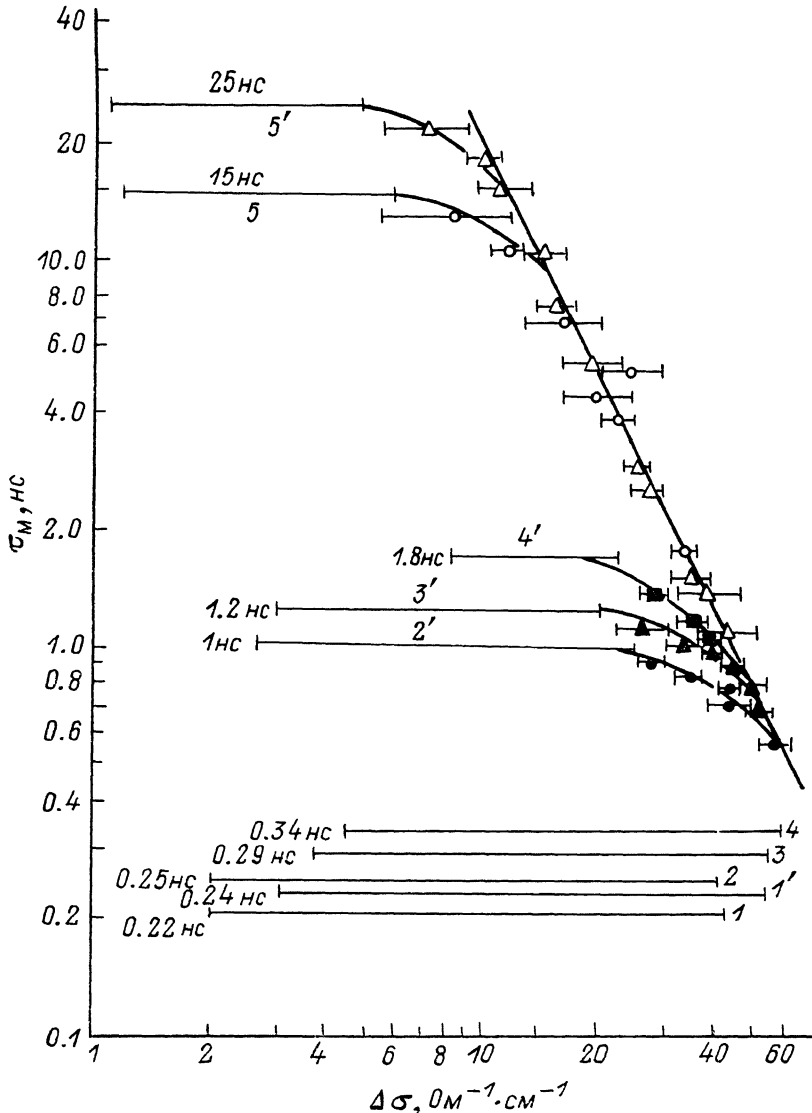


Рис. 1. Зависимость мгновенного времени релаксации фотопроводимости  $\tau_n$  от величины нестационарной фотопроводимости  $\Delta\sigma$  пленок CdTe, отожженных в вакууме (1, 1'), на воздухе (2, 2'), в парах  $CdCl_2$  (3, 3') и  $Hg$  (4, 4'); монокристаллического CdTe (5, 5').

$T, K: 1-5 - 300, 1'-5' - 120,$

дении оже-рекомбинации со значением  $\gamma_A$ , соответствующим монокристаллическому образцу, что обнаруживается из экспериментальных кривых (рис. 1, кривые 2'—4'). Для пленок, отожженных в вакууме, у которых не обнаружена температурная активация линейной рекомбинации, величина  $\tau_n$  в интервале температур  $T=(120-300)$  К практически не меняется:  $\tau_n(120 K)=0.24$  нс,  $\tau_n(300 K)=0.22$  нс.

Исследование свеженапыленных CdTe-пленок осложняется из-за большой плотности поверхностных рекомбинационно-активных уровней, которая определяет сверхбыструю релаксацию концентрации ННЗ. Поэтому стало необходимым использование корреляционных измерений. Полученная автокорреляционная функция показана на рис. 2. Длительность фотоотклика равна дли-

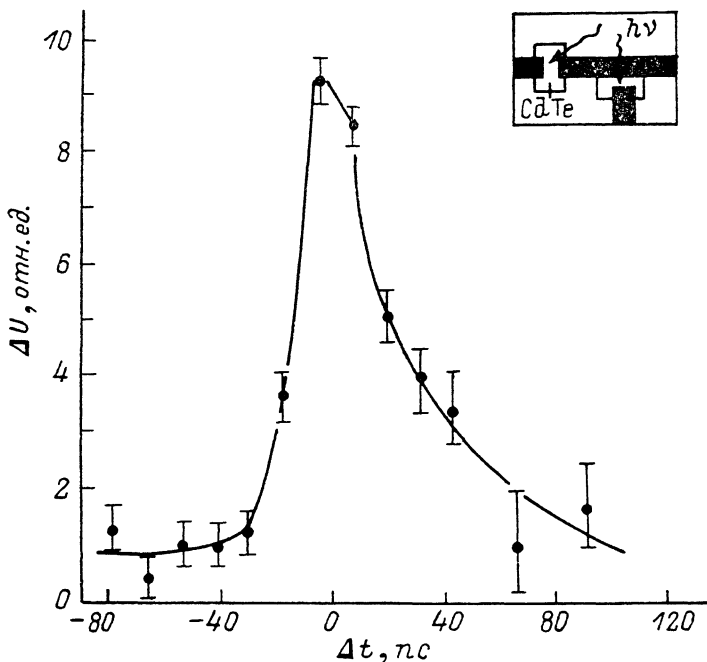


Рис. 2. Корреляционная зависимость электрического сигнала в пленках CdTe от времени задержки между возбуждающим и зондирующим импульсами.

На вставке — схема исследуемой структуры.

тельности импульса возбуждающего излучения, т. е.  $\tau_m < 17$  пс. Несимметричность данной функции обуславливается, по всей вероятности, отражением от контактов и разбросом геометрических параметров зазоров. По ранее полученным результатам [3], ожидаемое время рекомбинации ННЗ лежит в области единиц пикосекунд.

#### Список литературы

- [1] Vaitkus J., Tomašiunas R., Kutra J., Petrauskas M., Rinkunas R., Žindulis A. // IV Int. Conf. II—VI Compounds. West Berlin, 1989. Tu-4-3.
- [2] Жиндулис А. Й., Кутра Й. Й., Пятраускас М. Б., Синявский Н. М., Томашюнас Р. Г. // Деп. в ЛитНИИТИ. Вильнюс, 1988. № 2164—Ли.
- [3] Johnson A. M., Kisker D. W., Simpson W. M., Feldman R. D. // Picosecond Electron. Optoelectron. Proc. Top. Meeting. Lake Tahoe, Nevada, 1985. P. 188—192.

Вильнюсский университет

Получено 19.11.1990

Принято к печати 28.01.1991