

06:07

Полуизолирующие слои теллурида кадмия

© В.П. Махний

Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича,
58012 Черновцы, Украина
e-mail: oe-dpt@chnu.cv.ua

(Поступило в Редакцию 15 ноября 2004 г.)

Диффузией олова в подложки теллурида кадмия с любыми типами и величиной проводимости получены слои с удельным сопротивлением $\sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ при 300 К.

Уникальное сочетание физико-химических параметров теллурида кадмия обеспечивает его перспективность для создания детекторов ионизирующих излучений, которые допускают эксплуатацию в области комнатных температур [1]. При этом одна из главных задач состоит в получении кристаллов и (или) слоев с проводимостью, близкой к собственной. Обычно она решается путем легирования теллурида кадмия в процессе роста хлором, в результате чего получают кристаллы с удельным сопротивлением $\rho \approx 10^8 - 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ при 300 К [2]. Еще большая величина $\rho \approx 5 \cdot 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ достигается при дополнительной компенсации образцов CdTe(Cl) атомами меди [3]. Основным недостатком таких материалов является значительная деградация электрофизических свойств после нагревания кристаллов выше 100°C. Такие условия достаточно реализуются при создании омических контактов, включая и достаточно низкотемпературные индиевые. Кроме того, высокое удельное сопротивление образцов требует применения измерений при высоких температурах. Отметим, что эффекты деградации в той или иной степени проявляются как для кристаллов CdTe(Cl), так и для образцов с Cl и Cu. В данной работе сообщается о получении высокоомных слоев теллурида кадмия с высокой временной и температурной стабильностью, а также результаты измерений их основных электрофизических параметров.

Исходные подложки типоразмером $4 \times 4 \times 1 \text{ mm}$ вырезались из объемных кристаллов теллурида кадмия, выращенных методом Бриджмена. Вариация типа и величины проводимости осуществлялась в процессе роста путем легирования примесями In и Cl, а также отклонением от стехиометрии. Диффузионные слои создавались отжигом исходных подложек в насыщенных парах олова при температурах 650–950°C. Процесс проводился в откачанной до 10^{-4} Торг и запаянной кварцевой ампуле, в противоположных концах которой находились навеска и образец. Последний перед загрузкой подвергался последовательными механической и химической полировками в травителе состава $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7:\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}=2:5:10$, а также тщательной отмывке в деионизированной воде [3,4]. На образцах создавались индиевые контакты, которые обладали симметричными линейными характеристиками в диапазоне изменения напряжения 0.1–100 В. Удельное сопротивление измерялось двухзондовым ме-

тодом в температурном интервале 300–450 К, а энергетическое положение E электрически активных центров находилось из зависимости $\rho(T)$.

Приведенные в таблице величины ρ соответствуют 300 К, а индексы 0 и T — параметрам исходных и отожженных подложек, которые усреднены по 5 образцам из каждой партии кристаллов.

Отсутствие данных о величине коэффициента диффузии Sn в CdTe может привести к большой погрешности измерения ρ вследствие неопределенности толщины диффузионного слоя. Поэтому электрические измерения проводились на образцах, у которых диффузия атомов Sn прошла на всю толщину подложки, что достигается при используемых температурах отжига за время $\sim 4 \text{ h}$ [3]. Вместе с тем нахождение коэффициента диффузии олова в теллуриде кадмия, особенно в зависимости от состава собственных и примесных точечных дефектов, является сложной задачей и выходит за рамки данной работы.

Как следует из данных таблицы, энергия активации для всех отожженных образцов практически одинакова, независимо от параметров исходных кристаллов. Это свидетельствует о том, что электропроводность подложек CdTe(Sn) определяется одним и тем же глубоким центром. Последний, по-видимому, является сложным и включает в себя атом Sn и собственный дефект, поскольку на величину E_T не влияют природа и состав легирующей примеси. Наблюдаемую на опыте тенденцию увеличения ρ_T по мере роста ρ_0 можно объяснить более высокой степенью чистоты базовых кристаллов с низкой проводимостью по сравнению с высокопроводящими.

Электрофизические параметры исследуемых кристаллов теллурида кадмия

Тип проводимости	Примесь	ρ_0 , $\Omega \cdot \text{cm}$	ρ_T , $\Omega \cdot \text{cm}$	E_0 , eV	E_T , eV
<i>n</i>	In	10^{10}	10^{10}	—	0.75
<i>n</i>	Нелегирующая	10	10^0	0.04	0.76
<i>n</i>	“	10^3	$2 \cdot 10^{10}$	0.1	0.75
<i>n</i>	“	10^8	$4 \cdot 10^{10}$	0.58	0.76
<i>p</i>	“	10^7	$4 \cdot 10^{10}$	0.65	0.76

Таким образом, приведенные результаты убедительно свидетельствуют о возможности получения диффузионных слоев CdTe(Sn) с проводимостью, близкой к собственной. Обратим внимание на то, что величина последней практически не зависит от типа и величины проводимости базовых кристаллов, а также от состава собственных и примесных дефектов в них. Вариацией технологических параметров, например временем диффузии, достаточно легко управлять толщиной слоя. И наконец, все без исключения образцы CdTe(Sn) обнаружили высокие временную и температурную стабильность электрофизических характеристик и параметров после их хранения более года в обычных условиях, а также многократного термоциклирования в диапазоне 300–450 К. Отмеченные свойства делают этот материал весьма перспективным для создания на его основе резистивных и барьерных детекторов различного типа излучений.

Список литературы

- [1] Корбутяк Д.В., Мельничук С.В., Корбут С.В., Борисик М.М. Теллурид кадмію: домішково-дефектні стани та детекторні властивості. Київ: Іван Федорів, 2000. 198 с.
- [2] Hage-Ali M., Siffert P. // Nucl. Inst. And Meth. Phys. Res. 1992. Vol. A322. P. 313–317.
- [3] Демид М.В. // Канд. дис. Чернівці, 2000. 126 с.
- [4] Махній В.П., Демид М.В. Декл. патент України. № 62650А. Промислова власність. Офіційний бюлетень. 2003. № 12.