

ВЛИЯНИЕ ОТЖИГА И ОБЛУЧЕНИЯ ГАММА-КВАНТАМИ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА CdIn_2S_4

А.Н. Георгобиани, С.А. Рацеев, И.М. Тигиняну, В.Е. Тээлэван, В.В. Урсаки

УДК 621.315.592

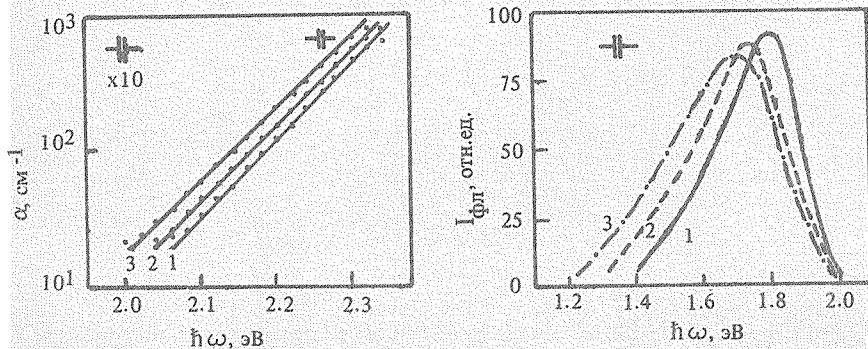
Установлено, что отжиг при 400°C в атмосфере аргона и облучение гамма-квантами усиливают размытие края поглощения и изменяют спектр фотолюминесценции CdIn_2S_4 . Показано, что максимальный эффект достигается в случае отжига с закалкой, что можно объяснить "замораживанием" большого количества антиструктурных дефектов в катионной подрешетке.

Тиоинднат кадмия является непрямозонным полупроводниковым соединением. Ширина запрещенной зоны $E_g^i = 2,28$ эВ при 300 К /1/. Минимальный прямой энергетический зазор составляет при комнатной температуре 2,62 эВ ($dE_g^d/dT = -4,3 \cdot 10^{-4}$ эВ/К) /1/. Соединение кристаллизуется в структуре частично обращенной шпинели. Есть предположение /2/, что при температурах выше 430 К возникает беспорядок в катионной подрешетке. Цель данной работы состоит в исследовании влияния отжига и гамма-облучения на оптические свойства монокристаллов CdIn_2S_4 в том числе на их фотолюминесценцию (ФЛ).

Использовались монокристаллы CdIn_2S_4 n-типа с удельным сопротивлением $10^6 - 10^7$ Ом·см, выращенные по методу транспортных реакций с йодом в качестве транспортера. Отжиг образцов проводился в течение одного часа при 400°C в потоке аргона. Для сохранения дефектов, возникающих при отжиге, производилась закалка образцов путем быстрого охлаждения в воде. Облучение гамма-квантами при дозе 10^{17} см⁻² осуществлялось при 300 К с использованием источника Co^{60} . Люминесценция возбуждалась излучением гелий-кадмиевого лазера с длиной волны 440 нм. Для измерения пропускания изготовлялись пластинки с размерами $3 \times 3 \times 0,1$ мм³. Коэффициент поглощения α рассчитывался из данных по пропусканию с учетом потерь на отражение.

На рис. 1 приведены спектры поглощения исходных монокристаллов CdIn_2S_4 (кривая 1), а также образцов, облученных гамма-квантами (2) и отожженных при 400°C с последующей закалкой (3). Во всех случаях на-

блюдается экспоненциальная зависимость α от энергии квантов, причем после отжига с закалкой и облучения гамма-квантами край собственного поглощения смещается в длинноволновую сторону. Следует отметить, что отжиг с закалкой изменяет край поглощения сильнее, чем облучение гамма-квантами.



Р и с. 1. Спектры окологкраевого поглощения монокристаллов CdIn_2S_4 при $T = 300 \text{ K}$: кривая 1 – исходный образец; 2 – облученный гамма-квантами; 3 – отожженный при 400°C с последующей закалкой.

Р и с. 2. Спектры фотолуминесценции монокристаллов CdIn_2S_4 при $T = 80 \text{ K}$: кривая 1 – исходный образец; 2 – облученный гамма-квантами; 3 – отожженный при 400°C с последующей закалкой.

В связи с равенством электроотрицательностей (1,7 эВ) и близких значений ионных радиусов ($R_{\text{Cd}^{2+}} = 0,99 \cdot 10^{-8} \text{ см}$; $R_{\text{In}^{3+}} = 0,92 \cdot 10^{-8} \text{ см}$) кадмия и индия соединение CdIn_2S_4 может содержать большое количество антиструктурных дефектов (до $\sim 10^{21} \text{ см}^{-3}$), связанных с взаимозамещением катионов /3,4/. Такие дефекты могут образовать хвост плотности состояний у дна зоны проводимости /5/, приводящий к размытию края собственного поглощения, не подчиняющемуся правилу Урбаха. Этому соответствуют кривые рис. 1. Очевидно, что облучение гамма-квантами может только увеличивать количество таких дефектов, в связи с чем размытие края собственного поглощения после облучения усиливается (кривая 2). Максимальное размытие этого края достигается в результате закалки образцов после отжига (кривая 3), что можно связать с "замораживанием" антиструктур-

ных дефектов в катионной подрешетке. Образование большого количества вакансионных дефектов при этой температуре маловероятно.

Применение гамма-облучения и отжига позволяет управлять также спектром фотолюминесценции CdIn_2S_4 (рис. 2). Максимальная деформация спектра ФЛ наблюдается после отжига образцов с последующей закалкой. Этот факт указывает на участие антиструктурных катионных дефектов в процессах излучательной рекомбинации.

Таким образом, отжиг с закалкой и облучение гамма-квантами приводят к размытию спектров околор краевого поглощения и изменению спектра ФЛ образцов CdIn_2S_4 , причем максимальный эффект наблюдается в первом случае. В то же время установлено, что после отжига с закалкой монокристаллы CdIn_2S_4 становятся нечувствительными к гамма-облучению, т. е. становятся радиационно стойкими. Это открывает возможность использования тиоиндата кадмия для создания радиационно стойких приборных структур (фотоприемников, холодных катодов и т. д. /5/).

Поступила в редакцию 15 июля 1985 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nakonishi H. Japan. J. Appl. Phys., 19, 103 (1980).
2. Czaja W. Phys. Kondens. Materie, 10, 299 (1970).
3. Anedda A. et al. Phys. Stat. Sol. (1), 50, 643 (1978).
4. Georgobiani A. N. et al. Phys. Stat. Sol. (1), 82, 207 (1984).
5. Георгобiani А. Н., Радауцан С. И., Тигиняну И. М. ФТП, 19, 193 (1985).