

06.3  
©1994

**ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ  
ФОТОПРОВОДИМОСТЬ  
ЛЕГИРОВАННЫХ ИНДИЕМ  
ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ  
СЛОЕВ ТВЕРДОГО РАСТВОРА  
 $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y$**

*В.Н.Водопьянов, М.М.Кондратенко*

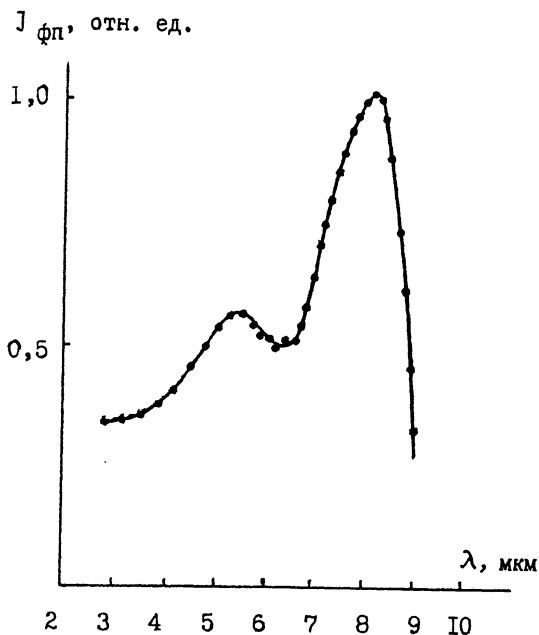
Развитие оптоэлектроники инфракрасного диапазона спектра электромагнитного излучения ставит задачи создания эффективных неохлаждаемых фотоприемников, для успешного решения которых необходим поиск новых материалов. Такими материалами могут быть твердые растворы теллуридов и селенидов свинца и олова определенных составов, ширина запрещенной зоны которых позволяла бы им работать в инфракрасном диапазоне спектра. Однако такие твердые растворы имеют довольно высокую концентрацию носителей заряда, обусловленную большой концентрацией дефектов собственного разупорядочения в катионной подрешетке. Для ее понижения необходимо легирование донорной примесью, в качестве которой выбран индий.

Легированные индием эпитаксиальные слои выращивались на сколах (111) фторида бария в квазизамкнутом объеме методом горячей стенки из материала источника пара состава  $Pb_{0.7}Sn_{0.3}Te_{0.75}Se_{0.25}$ . Легирующая примесь индия вводилась в материал источника пара в количестве 1.5 ат. % в эквиатомном соотношении с теллуром. С целью получения эпитаксиальных слоев с низкой концентрацией носителей заряда и контролируемого управления отклонением состава от стехиометрического использовался дополнительный источник пара, в котором содержался теллур. Скорость испарения теллура, выраженная в молекулах в секунду, согласно [1], рассчитывалась из выражения

$$V = 1.11 \cdot 10^{22} A \frac{P(T)}{\sqrt{MT}},$$

где  $A$  — площадь поперечного сечения дополнительного источника пара,  $P(T)$  — давление пара теллура,  $M$  — молекулярный вес теллура,  $T$  — температура. Давление пара теллура рассчитывалось из выражения

$$P = 7.599 - \frac{5960.2}{T},$$



Спектральная зависимость фотопроводимости при комнатной температуре.

а температурные режимы выращивания устанавливались экспериментально в зависимости от требуемых электрофизических параметров эпитаксиальных слоев. Для эффективного перемешивания паров в реакторе нами применены специальные устройства <sup>[2,3]</sup>, позволяющие получать однородный по составу многокомпонентный пар. Выращены эпитаксиальные слои *p*- и *n*-типов проводимости в диапазоне концентраций носителей заряда при  $T = 77$  К от  $3 \cdot 10^{15}$  до  $10^{17}$   $\text{см}^{-3}$ .

При комнатной температуре проведены исследования фотопроводимости и спектральной зависимости коэффициента оптического поглощения эпитаксиальных слоев *p*- и *n*-проводимости с концентрацией носителей заряда не более  $10^{16}$   $\text{см}^{-3}$ . Измерения проводились в монохроматическом пучке излучения в диапазоне длин волн 2–13 мкм. Эпитаксиальные слои обладали заметной фотопроводимостью при комнатной температуре, что является новым результатом. Образцы *n*-типа проводимости по фоточувствительности превосходят эпитаксиальные слои *p*-типа проводимости. Вольт-ваттная чувствительность при  $T = 300$  К наиболее фоточувствительных образцов достигает  $0.1 \text{ В} \cdot \text{Вт}^{-1}$ . На рисунке представлена типичная спектральная зависимость при  $T = 300$  К фотопроводимости эпитаксиального

слоя  $n$ -типа проводимости с концентрацией носителей заряда при  $T = 77 \text{ K}$   $n = 4 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ . Положение максимума фотопроводимости на длине волны  $8.3 \text{ мкм}$  соответствует ширине запрещенной зоны  $0.149 \text{ эВ}$ .

Для больших значений энергий падающего излучения наблюдаются участки изменения коэффициента оптического поглощения  $\alpha$ , характерные для прямых разрешенных оптических переходов. Экстраполяция зависимостей  $\alpha^2(h\nu)$  к нулевым значениям  $\alpha$  дает значение оптической ширины запрещенной зоны  $0.147 \text{ эВ}$ , что хорошо совпадает со значением, полученным из исследований фотоэлектрических свойств.

Исследования стабильности электрических и фотоэлектрических параметров эпитаксиальных слоев  $p$ - и  $n$ -типов проводимости показали, что в течение года концентрация носителей заряда в них практически не изменилась, а фоточувствительность уменьшилась незначительно.

Таким образом, проведенные исследования открывают перспективу создания фотоприемников инфракрасного излучения, работающих в фоторезистивном режиме при комнатной температуре в диапазоне длин волн  $5\text{--}9 \text{ мкм}$ .

#### Список литературы

- [1] Clemens H. // J. Cryst. Growth. 1988. V. 88. P. 236–240.
- [2] Авт. свид. СССР № 1587964.
- [3] Авт. свид. СССР № 1771219.

Институт проблем  
материаловедения  
Черновицкое отделение,  
Украина

Поступило в Редакцию  
15 августа 1994 г.