

УДК 621.315.692

**ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ СЛОИ
 $Pb_{1-x}Sn_xSe$, ЛЕГИРОВАННЫЕ ИНДИЕМ**

И.Р.НУРИЕВ, Х.Д.ДЖАЛИЛОВА, Н.В.ФАРАДЖЕВ

*Институт Фотозлектроники АН Азербайджана
370141, Баку, ул. Ф.Агаева, квартал 555*

Представлены экспериментальные данные по фотопроводимости эпитаксиальных слоёв $Pb_{1-x}Sn_xSe$, легированных индием. Установлено, что с увеличением процента легирования в слоях максимум спектральной чувствительности смещается в сторону более коротких длин волн. Этот результат объясняется увеличением ширины запрещенной зоны твердых растворов $Pb_{1-x}Sn_xSe$ при легировании их индием.

В проблеме создания матричных многоэлементных фотоприемных устройств, разработка технологии получения фоточувствительных эпитаксиальных слоёв и структур с требуемыми характеристиками, в настоящее время, является одним из важнейших и перспективных направлений современной оптоэлектроники.

Узкозонные халькогениды свинца и олова $Pb_{1-x}Sn_xSe$, $Pb_{1-x}Sn_xTe$ находят широкое применение при изготовлении различных оптоэлектронных приборов [1]. В [2] сообщается о фотодиодах с барьером Шоттки на основе слоёв $Pb_{1-x}Sn_xSe$ ($0,06 < x < 0,07$), полученных на сколах BaF_2 , обнаружительная способность которых на порядок выше, чем для также фотодиодов на основе объемных кристаллов $Pb_{1-x}Sn_xSe$. В указанных слоях концентрация носителей заряда составляет $2 \div 6 \cdot 10^{17} \text{см}^{-3}$ при 77К.

Фотопроводимость в твердых растворах плёночных образцов $Pb_{1-x}Sn_xTe$ наблюдали на подложках из BaF_2 [3].

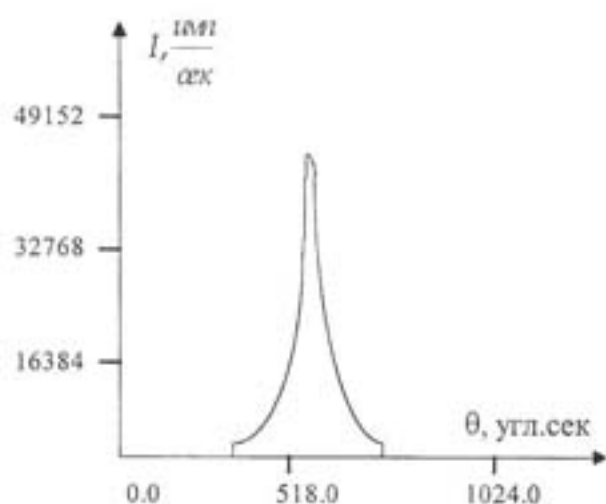
Однако, о фотопроводимости монокристаллов и эпитаксиальных слоёв $Pb_{1-x}Sn_xSe$ в области составов ($x=0,03 \div 0,08$), соответствующих длинам волн $8 \div 14 \text{мкм}$, до настоящего времени, по-видимому, не сообщалось, хотя фотосопротивления из монокристаллов $PbSe$ изучались давно. Причина заключается в сравнительно высоких примесных концентрациях ($\geq 10^{17} \text{см}^{-3}$) получаемых образцов.

В настоящей работе представлены результаты исследования фотоэлектрических свойств эпитаксиальных слоёв $Pb_{1-x}Sn_xSe$ ($x=0,03 \div 0,08$), легированных In, в качестве донорной примеси до 0,8вес.%. Объектом исследования служили n, p- $Pb_{1-x}Sn_xSe:In$. Образцы получались из заранее синтезированных растворов $Pb_{1-x}Sn_xSe$, легированных In до концентраций $n, p = 5 \div 8 \cdot 10^{16} \text{см}^{-3}$, а также легированием плёнок в процессе эпитаксиального роста методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Толщина полученных плёнок составляла $1 \div 2,5 \text{мкм}$.

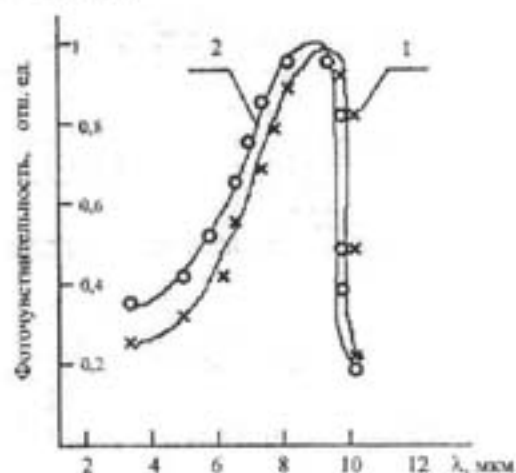
Подложками служили свежесколотые или отполированные пластины BaF_2 толщиной до 1мм, ориентированные в плоскости {111}. Структурное совершенство плёнок исследовалось электроннографическим, рентгенодифрактометрическим, электронномикроскопическим методами. Измерения полуширины рентгенодифракционных кривых показали, что структурное совершенство легированных индием эпитаксиальных слоёв $Pb_{1-x}Sn_xSe$ находится на уровне лучших образцов, полученных методом молекулярно-лучевой эпитаксии ($W_{1/2} = 100-150''$) (Рис.1).

Об этом также свидетельствуют полученные электронограммы и электронномикроскопические снимки. Электронограммы отражения характеризуются рефлексами, вытянутыми по направлению к тени от образца, что свидетельствует об

относительно больших размерах блоков (10^{-15} см) и, соответственно, о высоком кристаллическом совершенстве полученных плёнок. На электронномикроскопических снимках наблюдается гладкая поверхность без включений.


Рис.1

Рентгеновская дифракционная кривая эпитаксиального слоя $Pb_{1-x}Sn_xSe$ ($x=0,07$).


Рис.2

Спектральная характеристика эпитаксиальных слоев $Pb_{0,93}Sn_{0,07}Se:In$ ($N_{In} \ge 0,4$ вес%) (кр.1.) и $Pb_{0,93}Sn_{0,07}Se:In$ ($N_{In} \ge 0,6$ вес%) (кр.2.).

Эти результаты хорошо согласуются с данными по измерениям электрофизических свойств исследованных слоёв [4]. Омические контакты к слоям $Pb_{1-x}Sn_xSe$ создавались напылением In (n-тип) или золота (p-тип) через маску из нержавеющей стали. К слоям припаивались контактные выводы из золотой проволоки $\varnothing \approx 30$ мкм. Омичность контактов проверялась по вольт-амперным характеристикам. Эпитаксиальные слои проявляют фоточувствительность при температуре ниже 150К. Вблизи края поглощения, когда глубина проникновения фотонов возрастает и влияние поверхностной рекомбинации уменьшается, наблюдается резкое увеличение фоточувствительности. На Рис.2 приведены спектральные распределения фоточувствительности для слоёв $Pb_{0,93}Sn_{0,07}Se:In$ ($N_{In} \ge 0,4$ вес%) (кр.1.) и $Pb_{0,93}Sn_{0,07}Se:In$ ($N_{In} \ge 0,6$ вес%) (кр.2.). Как видно из рисунка, для эпитаксиальных слоёв $Pb_{1-x}Sn_xSe:In$ ($N_{In} \ge 0,6$ вес%) наблюдается смещение максимума спектральной характеристики в коротковолновую область спектра, что объясняется увеличением ширины запрещенной зоны вследствие легирования. Определены величины запрещенных зон E_g , и температурные смещения максимумов - температурный коэффициент ширины запрещенной зоны dE_g/dT . Проведенные исследования при температуре $T=80$ К дают следующие значения полученных величин: для $Pb_{0,93}Sn_{0,07}Se:In$ ($N_{In} \ge 0,4$ вес%) - $E_g = 0,12$ эВ, $dE_g/dT = 4,1 \cdot 10^{-4}$ эВ/К, а для $Pb_{0,93}Sn_{0,07}Se:In$ ($N_{In} \ge 0,6$ вес%) - $E_g = 0,13$ эВ, $dE_g/dT = 4 \cdot 10^{-4}$ эВ/К. Вольтваттная чувствительность эпитаксиальных слоёв - более 200В/Вт(80К).

1. *Зарубежная Электронная Техника, Россия*, **13** (1977) 3-60.
2. D.K.Hohke, H.Holloway, K.F.Yeung and M.Hurley, *Appl.Phys.let.*, **29** (1976) 98.
3. E.M.Logothetis and H.Holloway, *J.Appl.Phys.*, **43** (1972) 256.
4. Х.Д.Джалилова, И.Р.Нуриев, Н.В.Фараджев, М.И.Абдуллаев, Е.К.Гусейнов, *Физика*, **1** (1999) 22.

INDIUMLA LEGİRƏ OLUNMUŞ $Pb_{1-x}Sn_xSe$ EPİTAKSİAL TƏBƏQƏLƏRİNİN FOTOHƏSSASLIĞI

H.R.NURİYEV, X.D.CƏLİLOVA, N.V.FƏRƏCOV

Bu məqalədə aparılmış tədqiqatlar nəticəsində indiumla aşqarlanmış $Pb_{1-x}Sn_xSe$ epitaksial təbəqələrinin fotokeçiriciliyi öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, aşqarlanma faizi artdıqca spektral həssaslığın maksimumu qısa dalğalara tərəf sürüşür. Bu, $Pb_{1-x}Sn_xSe$ bərk məhluluna indium aşqarlarının vurulması nəticəsində onların qadağan olunmuş zolağının eninin böyüməsi ilə izah olunur.

PHOTOSENSITIVE INDIUM-DOPED $Pb_{1-x}Sn_xSe$ EPITAXIAL LAYERS

H.R.NURIEV, KH.D.JALILOVA, N.V.FARADJEV

Experimental data on the photoconductivity of indium-doped $Pb_{1-x}Sn_xSe$ epitaxial layers are presented. The influence of indium impurity on $Pb_{1-x}Sn_xSe$ lead to displacement of the spectral maximum of photosensitivity in the short-wave range of spectrum owing to increasing the width band gap in In-doped $Pb_{1-x}Sn_xSe$ solid solution.

Редактор: Д.Абдинов