



Beynəlxalq Konfrans "Fizika-2005" International Conference "Fizika-2005" Международная Конференция "Fizika-2005"

7 - 9
Iyun
June 2005
Июнь

№74
səhifə
page 268-270
стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ p-n ГОМОПЕРЕХОДОВ НА ОСНОВЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК $PbS_{1-x}Te_x$

ФАРЗАЛИЕВ С.С., НУРИЕВ И.Р., НАЗАРОВ А.М., ГАДЖИЕВ М.Б.

*Институт Физики НАН Азербайджана, AZ1143,
Баку, пр.Г.Джавида, 33
e-mail: sabir_f@hotmail.ru*

Методом конденсации молекулярных пучков, в вакууме 10^{-4} Па на свежесколотых гранях (111) BaF_2 выращены структурно-совершенные эпитаксиальные пленки $PbS_{1-x}Te_x$. Применением дополнительного компенсирующего источника паров Te и регулированием его температуры в процессе роста, разработана технология получения пленок p и n-типов проводимости с заданными электрофизическими параметрами ($\mu_{77K}=2\div 3\cdot 10^4$ см²/В·сек; $(n,p)_{77K}=0,8\div 1\cdot 10^{17}$ см⁻³) и в едином технологическом цикле созданы фоточувствительные p-n гомопереходы на их основе. Максимальное значение фоточувствительности наблюдается при длине волны $\lambda_{max}=4,5$ мкм.

Соединения халькогенидов свинца занимают важное место в инфракрасной технике. На их основе созданы и применены различные оптоэлектронные приборы на область спектра 3-5 мкм [1].

В работах [2-4] на различных подложках выращены эпитаксиальные пленки этих соединений, исследованы особенности роста, структура, электрофизические свойства и на их основе получены фоточувствительные p-n переходы. Особенности роста, структура и электрофизические свойства эпитаксиальных пленок их твердых растворов исследуются в [5-7]. В настоящей работе рассматривается получение эпитаксиальных пленок твердых растворов $PbS_{1-x}Te_x$ ($x=0,5$) на свежесколотых гранях монокристаллов BaF_2 (111), методом конденсации молекулярных пучков (КМП) и создание фоточувствительных p-n гомопереходов на их основе. Выбор в качестве подложки монокристаллов BaF_2 продиктован их оптической прозрачностью в этом спектральном диапазоне, хорошей механической прочностью и химической инертностью [8]. Максимальная близость и изопериодичность параметров решеток подложки и наращиваемой пленки ($a_{BaF_2}=a_{PbS_{1-x}Te_x}=6,19$ Å) а также совпадение их коэффициентов термического расширения создали необходимые условия получения эпитаксиальных пленок $PbS_{1-x}Te_x$ ($x=0,5$) с совершенной кристаллической структурой и высокими электрофизическими параметрами, в соответствии [5].

Изопериодичность параметров подложки и наращиваемой пленки обеспечивалась использованием в качестве источника заранее синтезированные твердые растворы $PbS_{1-x}Te_x$ соответствующим химическим составом $x=0,5$ и применением дополнительного компенсирующего источника Te в процессе роста. Полученные пленки, в согласии данными [5] имеют гладкую поверхность без вторичных включений, монокристаллическую структуру с полушириной кривой качания рентгеновской дифракции $W_{1/2}=100''$, вырастают плоскостью (111)_{пл.} || (111)_{подл.} и их электронограммы индицируются на основе гранцентрированной кубической решетки с параметром $a=6,19$ Å (рис.1 а, б, в).

Кристаллическое совершенство пленок исследовалось применением методов электронографии, электронномикроскопии и рентгенодифрактометрии.

Для этих исследований были использованы трехкристальный рентгеновский спектрометр ТРС в двухкристальном режиме, электронограф ЭМР-100 и малогабаритный растровый электронный микроскоп 09ИОЭ-100-005. Применением дополнительного компенсирующего источника паров Te и регулированием температуры в процессе роста, была разработана технология получения пленок $PbS_{1-x}Te_x$ n и p-типов проводимости с необходимыми электрофизическими параметрами $\mu_{77K}=2\div 3\cdot 10^4$ см²/В·сек; $(n,p)_{77K}=0,8\div 1\cdot 10^{17}$ см⁻³. Инверсия типа проводимости сопровождается исчезновением черных пятен наблюдаемых на поверхности в виде включений, образующихся в

результате взаимодействия адсорбированного кислорода с избыточным свинцом в процессе роста.

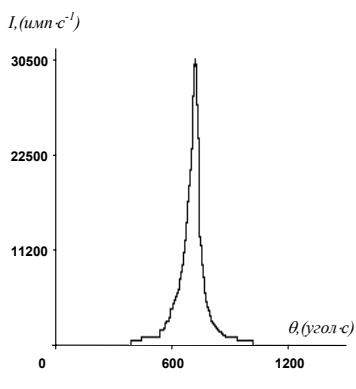
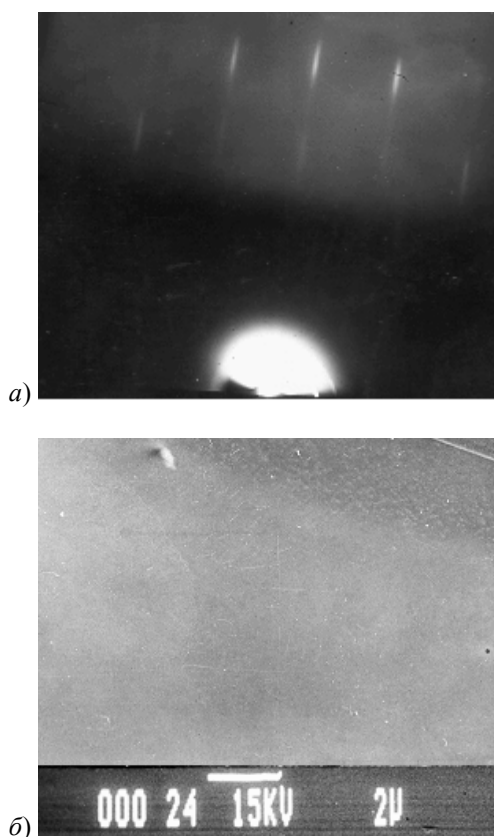


Рис.1. Эпитаксиальная пленка $PbS_{1-x}Te_x$ ($x=0,5$)
 а) электронограмма; $a=6,19 \text{ \AA}$; б) электронно-микроскопический снимок; в) кривая качания рентгеновской дифракции $W_{1/2}=110''$.

Для создания $p-n$ гомопереходов $p-PbS_{1-x}Te_x / n-PbS_{1-x}Te_x$ слои n и p -типов, толщиной $1,5-2 \text{ мкм}$, осаждались в едином технологическом цикле, без нарушения вакуума в соответствии [2-4].

Прямая ветвь вольтамперной характеристики (ВАХ) (рис.2) полученных $p-n$ гомопереходов при малых смещения подчиняется экспоненциальному закону $J=J_0 \exp(eU/\beta kT)$. Значение коэффициента β Полученные $p-n$ гомопереходы оказались фоточувствительными в области спектра $3 \div 5 \text{ мкм}$. Их типичная спектральная характеристика представлена на рис.3. Как видно из рисунка, максимальная фоточувствительность наблюдается при длинах волн $\lambda_{\max}=4,5 \text{ мкм}$, которая смещена в сторону длинных

волн по сравнению с аналогичной характеристикой эпитаксиальных пленок соединения PbS [2]. Это смещение объясняется уменьшением ширины запрещенной зоны в исследуемых твердых растворах. Использование специальной конструкции, держателя нагревателя подложек с передвижной заслонкой и маской с двумя системами взаимно перпендикулярных щелей шириной $0,3 \text{ мм}$ в соответствии [2-4], была изготовлена структура, состоящая из нескольких элементов фоточувствительных $p-n$ гомопереходов.

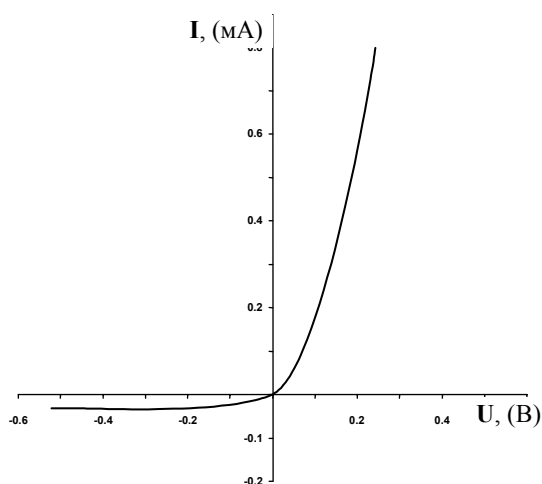


Рис.2. ВАХ гомоперехода $p-PbS_{1-x}Te_x / n-PbS_{1-x}Te_x$ изменяется в интервале $\beta=1,5 \div 2$, что характерно для генерационно-рекомбинационного механизма протекания тока через область пространственного заряда.

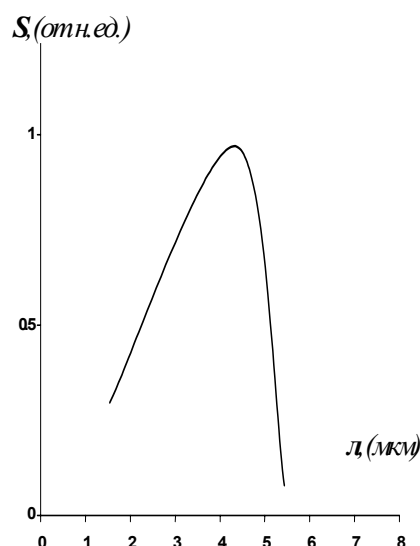


Рис.3. Спектральная характеристика $p-n$ гомоперехода в пленках $PbS_{1-x}Te_x$

Изготовленная многоэлементная структура обладает высоким техническим параметром $R_0 A=20 \div 30 \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$ сравнимым с аналогичной величиной приведенной в литературе [2].

-
- [1]. Сизов Ф.Ф. Твердые растворы халькогенидов свинца и олова и фотоприемники на их основе // Зарубежная электронная техника. 1977, т.24, с.3-51.
- [2]. Нуриев И.Р., Набиев Р.Н. Фоточувствительные р-п переходы на основе эпитаксиальных пленок PbS (Se). // ДАН Аз.ССР, 1987, т.43, №2, с.21-24.
- [3]. Шарифова А.К. Эпитаксиальные пленки системы PbSe-SnSe и р-п переходы на их основе // Автореф. канд. дисс. Баку, 1987.
- [4]. Семилетов С.А., Ракова Е.В., Зайтов Ф.А., Сулейманов Н.А. Получение фоточувствительных р-п переходов в пленках PbTe методом конденсации в вакууме. // Микроэлектроника. 1984, т.13, №3, с.280-282.
- [5]. Нуриев И.Р., Абдуллаев М.И., Фарзалиев С.С. Структура и электрофизические свойства эпитаксиальных пленок $PbS_{1-x}Te_x$. // Известия АН Азербайджана, Баку, 2000, т. XX, №5, с.23-25.
- [6]. Нуриев И.Р., Фарзалиев С.С., Назаров А.М. Эпитаксиальные пленки $PbS_{1-x}Te_x$ и $PbSe_{1-x}Te_x$. // Известия АН Азербайджана, Баку, 2002, т. XXII, №2, с.43-45.
- [7]. Набиев Р.Н., Нуриев И.Р., Фарзалиев С.С., Абдуллаев М.И. Особенности роста эпитаксиальных пленок $PbTe_{0,92}Se_{0,08}$. // Физика, Баку, 1999, т. V, №1, с.62-63.
- [8]. Воронкова Е.М., Гречушников Б.Н., Дистлер Г.И., Петров И.П. Оптические материалы для инфракрасной техники. // Изд. Москва, 1965, 335с.