

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ ПОДЛОЖЕК $Pb_{1-x}Sn_xTe$ НА СТРУКТУРУ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК $PbTe_{1-y}Se_y$

М.И. АБДУЛЛАЕВ, И.Р. НУРИЕВ

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

Э.Ш. АЛЕКПЕРОВ, Р.М. СУЛТАНОВ

*Институт Физики АН Азербайджана
370143, г. Баку, пр. Г. Джавида, 33*

Методами рентгенодифрактометрии и электронной микроскопии исследовано влияние термообработки подложек $Pb_{1-x}Sn_xTe$ ($x=0,2$) на структуру эпитаксиальных пленок $PbTe_{1-y}Se_y$ ($y=0,08$). Установлено, что эпитаксиальные пленки $PbTe_{1-y}Se_y$, выращенные на подложках $Pb_{1-x}Sn_xTe$, подвергавшихся кратковременной термообработке при температуре $500\text{ }^\circ\text{C}$, обладают более высоким структурным совершенством.

В последнее время эпитаксиальному выращиванию тонких полупроводниковых пленок уделяется гораздо больше внимания, чем когда-либо, вследствие их широкого применения в создании различных приборов и элементов микроэлектроники. Структурные совершенства и электрофизические параметры пленок, в свою очередь, тесно связаны с кристаллической структурой и совершенством поверхности подложек. В настоящее время прямыми методами исследования структурных характеристик кристаллов являются рентгенодифрактометрия, электронография, электронная и ионная микроскопия, дифракция нейтральных и заряженных частиц и т.п.

В данной работе методом рентгенодифрактометрии и электронной микроскопии исследовано влияние термообработки подложек $Pb_{1-x}Sn_xTe$ ($x=0,2$) на структурное со-

вершенство эпитаксиальных пленок $PbTe_{1-y}Se_y$ ($y=0,08$). Исследования проводились на трехкристальном рентгеновском спектрометре ТРС [1] в двухкристальном режиме и малогабаритном растровом электронном микроскопе 09И07-100-005. Употреблялось CuK_α - излучение от рентгеновской трубки БСВ-24 ($U=25\text{ кВ}$, $J=10\text{ мА}$). В качестве кристалла-монокроматора использовались кристаллы $Pb_{1-x}Sn_xTe$ ($x=0,2$) плоскостью (100). Коллимация рентгеновского пучка по высоте и ширине осуществлялась при помощи горизонтальной и вертикальной щелей. В нашем случае площадь кристалла, освещаемая рентгеновским лучом, составляла $\sim 0,5\text{ мм}^2$.

Эпитаксиальные пленки $PbTe_{1-y}Se_y$ получены на подложках $Pb_{1-x}Sn_xTe$ в сверхвысокой вакуумной установке с безмасляной откачкой, методом "горячей стенки" [2].

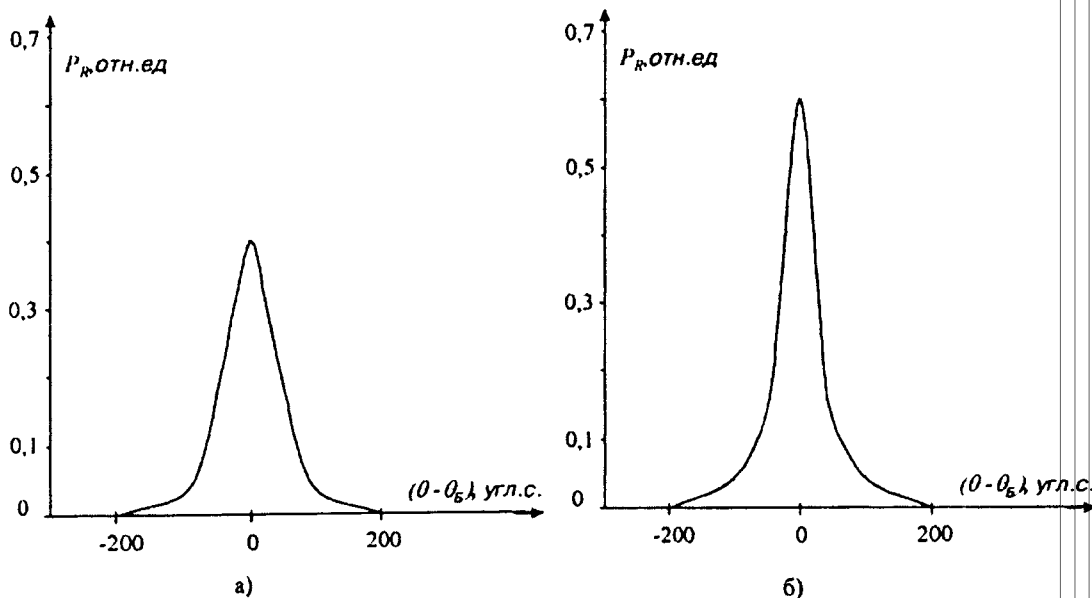


Рис. 1. Угловые зависимости коэффициентов отражения пленок $PbTe_{1-y}Se_y$ ($y = 0,08$), выращенных на подложках $Pb_{1-x}Sn_xTe$ ($x = 0,2$).

а) до термообработки подложек ($\bar{w}_{1/2}^{пл} = 80^\circ$)

б) после термообработки подложек при 500°C ($\bar{w}_{1/2}^{пл} = 60^\circ$).

Следует отметить, что параметры решеток $Pb_{1-x}Sn_xTe$ ($x=0,2$) и $PbTe_{1-y}Se_y$ ($y=0,08$) имеют одинаковые значения и равны $a = 6,44 \text{ \AA}$. Такой выбор обусловлен тем, что согласно [3] для получения эпитаксиальных пленок с более совершенной структурой и высокими электрофизическими параметрами необходимо использовать подложки, имеющие изопериодическую структуру с выращиваемой пленкой.

Как известно, одним из возможных факторов, влияющих на степень совершенства кристаллической структуры эпитаксиальных слоев, является степень чистоты поверхности подложки. Остаточное загрязнение на поверхности кристалла-подложки приводит к образованию различных дефектов в выращенных на них пленках. Обычно, такими загрязнениями являются тонкие окислы, образованные на поверхности кристаллов в виде включения.

В связи с вышеизложенным, с целью очистки поверхности подложек от указанных загрязнений, монокристаллические пластины $Pb_{1-x}Sn_xTe$, с полушириной кривой качания рентгеновской дифракции $W_{1/2}^{под} = 40 \div 45''$, перед процессом выращивания на них эпитаксиальных пленок $PbTe_{1-y}Se_y$ подвергались кратковременной термообработке. Методами рентгенодифрактометрии и электронномикроскопии было исследовано влияние указанной термообработки подложек на структурное совершенство эпитаксиальных пленок.

Сначала эпитаксиальные пленки $PbTe_{1-y}Se_y$ были получены на подложках $Pb_{1-x}Sn_xTe$ при $T_{под} = 400 \text{ }^\circ\text{C}$, без их предварительной термообработки. Далее эти пленки были получены на подложках $Pb_{1-x}Sn_xTe$ предварительно подвергавшиеся кратковременной термообработке при различных температурах (450, 500, 550 $^\circ\text{C}$).

Исследования, проведенные вышеуказанными методами, показали, что эпитаксиальные пленки $PbTe_{1-y}Se_y$, полученные на подложках $Pb_{1-x}Sn_xTe$, подвергавшихся кратковременному отжигу при температуре 500 $^\circ\text{C}$ в течение 3-5 минут, имеют более совершенную структуру,

т.е. их структурное совершенство значительно улучшается (до термообработки подложек $W_{1/2}^{пл} = 80''$, после термообработки подложки $W_{1/2}^{пл} = 60''$) (рис.1 а,б), и поверхность пленок становится зеркально-гладкой, без включений (рис.2).

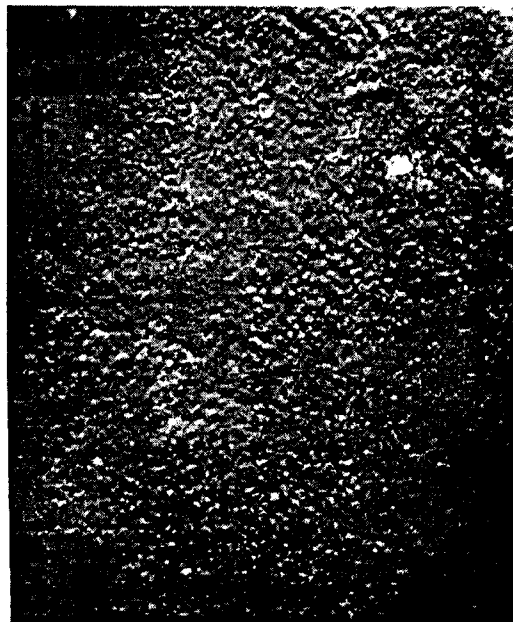


Рис.2. Электронномикроскопическая картина поверхности пленок $PbTe_{1-y}Se_y$, выращенных на $Pb_{1-x}Sn_xTe$ после термообработки подложки при 500 $^\circ\text{C}$ ($\times 15000$).

Таким образом, установлено, что предварительная термообработка подложек $Pb_{1-x}Sn_xTe$ при температуре 500 $^\circ\text{C}$ приводит к улучшению кристаллического совершенства выращенных на них эпитаксиальных пленок $PbTe_{1-y}Se_y$.

[1] М.В. Ковальчук, Э.К. Ковьев и др. ПТЭ, 1976, № 1, с. 194 - 197.
 [2] И.Р. Нуриев, Э.Ю. Сапаев, М.И. Абдуллаев, Э.А. Ахмедов. Прикладная физика, 1999, № 3, с. 126 - 129.

[3] А.Ш. Мехтиева, М.И. Николаев и др. ФТП, 1986, т.20, № 8, с. 1388 - 1391.

M.İ. Abdullayev, H.R. Nuriyev, E.Ş. Ələkbərov, R.M. Sultanov

$Pb_{1-x}Sn_xTe$ ALTLIQLARIN TERMİK E'MALININ BU ALTLIQLAR ÜZƏRİNDƏ ALINAN $PbTe_{1-y}Se_y$ EPİTAKSİAL TƏBƏQƏLƏRİN KRİSTALLİK QURULUŞUNA TƏ'SİRİ

$Pb_{1-x}Sn_xTe$ ($x=0,2$) altlıqların termik e'malının bu altlıqlar üzərində alınmış $PbTe_{1-y}Se_y$ ($y=0,08$) epitaksial təbəqələrin kristallik quruluşuna təsiri rentgendifraktometr və elektronmikroskop metodları ilə tədqiq edilmişdir. Tə'yin edilmişdir ki, 500 $^\circ\text{C}$ temperaturda qısa müddətli termik e'mal olunmuş altlıqlar üzərində alınan $PbTe_{1-y}Se_y$ epitaksial təbəqələrin kristallik mükəmməlliyi yüksəlidir.

M.I. Abdullayev, H.R. Nuriyev, E.Sh. Alekberov, R.M. Sultanov

INFLUENCE OF THERMOTREATMENT OF $Pb_{1-x}Sn_xTe$ SUBSTRATES ON STRUCTURE OF EPITAXIAL FILMS $PbTe_{1-y}Se_y$

The influence of thermotreatment on properties of $Pb_{1-x}Sn_xTe$ ($x=0,2$) substrates is investigated by means of x-ray diffractometry and electron-microscope methods on the structure $PbTe_{1-y}Se_y$ ($y=0,08$) epitaxial films.

It is established that under certain regime of substrate thermotreatment (short-term thermotreatment at $T=500 \text{ }^\circ\text{C}$) the epitaxial films of $PbTe_{1-y}Se_y$ obtained on its base, have higher perfect structure.