

0.107 эВ от ее дна. Захват на него свободного электрона ведет к безактивационной релаксации системы в равновесное состояние $E_L 2^\circ$.

Л и т е р а т у р а

- [1] M a r t i n G.M., M a k r a m-E b e n d S. The midgap donor level in GaAs. In book „Deep centers in semiconductors”, ed. S. Pantelides, N-4, 1985, p. 399.
- [2] M i t t o n e a u A., M i r c e a A. Sol. St. Com., 1979, v. 30, N 3, p. 157-162.
- [3] V i n c e n t G., B o i s D., C h a n t r e A. - J. Appl. Phys., 1982, v. 53, p. 3643-3649.
- [4] N o j i m a S. - J. Appl. Phys., 1985, v. 58, N 9, p. 3485-3493.
- [5] F i s h e r D.W. - Appl. Phys. Lett., 1987, v. 50, N 24, p. 1751-1753.
- [6] О б о р и н а Е.И., О с т а п е н к о С.С., Ш е й н к - м а н М.К. - Письма в ЖЭТФ, 1987, т. 46, № 11, с. 449-451.
- [7] D a b r o w s k i J., S c h e f f l e r M. - Int. Conf. Def. Semicond, Budapest, 1988.

Институт полупроводников
АН УССР

Поступило в Редакцию
1 февраля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 12

26 июня 1988 г.

ХИМИЧЕСКИЙ ОКИСЕЛ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫХ
СТРУКТУР НА ОСНОВЕ $Pb_{1-x}Sn_xTe$ ($x=0$; $x=0.23$)
ПО ДАННЫМ ЭОС

Н.Н. Б е р ч е н к о, Т.А. Г р и ш и н а, И.А. Д р а б к и н,
Ю.П. К о с т и к о в, А.В. М а т в е е н к о,
Д.А. С а к с е е в, Е.А. Т р е т ь я к о в а

В настоящее время оксиды бинарных и более сложных полупроводников находят все более широкое применение в качестве промежуточных слоев, управляющих высотой барьера и основными электрическими свойствами контактов металл-полупроводник [1, 2].

В данной работе методом электронной Оже-спектроскопии (ЭОС) (Оже-микроанализатора РН1 545 А) изучен элементный состав и химическое состояние элементов в слое оксида на $Pb_{1-x}Sn_xTe$, полученном химическим окислением.

Исходные образцы $Pb_{1-x}Sn_xTe$ ($x=0$, $x=0.23$) - эпитаксиальные слои р-типа, полученные на свежесколотых подложках BaF_2 методом мгновенного испарения в вакууме. Толщина слоев 2-3 мкмк; концентрация дырок $5-8 \cdot 10^{17}$ см⁻³.

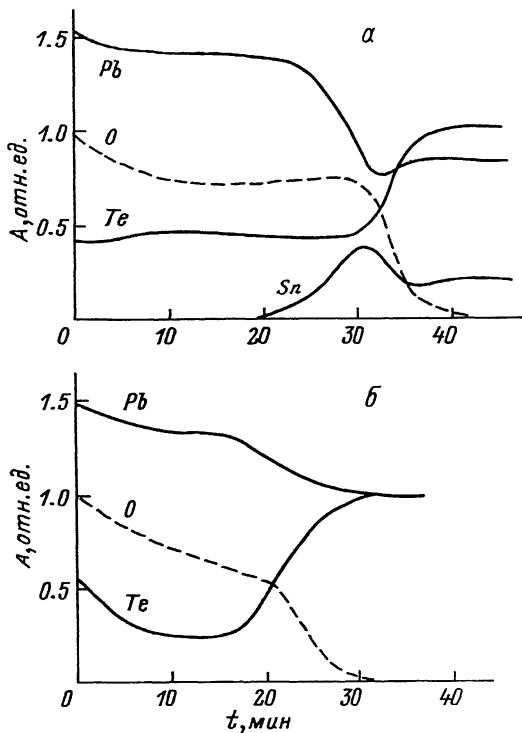
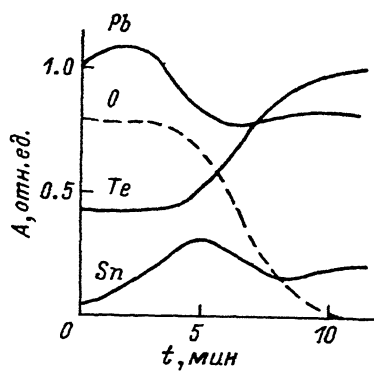


Рис. 1. Зависимость амплитуды Оже-пиков элементов от времени травления для структур XO- $Pb_{0.77}Sn_{0.23}Te$ (а) и XO - $PbTe$ (б). Толщина XO - 100 нм. Амплитуда Оже-пиков Pb , Sn и Te нормированы так, что их отношение в объеме полупроводника соответствует составу образца.

Ранее [3] было показано, что основной причиной низких электрических характеристик контактов металлы- $Pb_{0.77}Sn_{0.23}Te$ является взаимодействие напыляемого металла с полупроводником, приводящее к выделению на границе раздела металл-полупроводник металлического олова. Промежуточный слой оксида прежде всего должен препятствовать химическим реакциям, ведущим к появлению металлического олова, и содержать минимальное количество SnO_2 . Для достижения этой цели предпочтительным является метод химического окисления, варьируя режим которого и состав травителя, можно в широких пределах управлять составом оксида.

Нами было использовано окисление в перекисно-щелочном травителе, действие которого основано на ^{практически}релаксации каталитического разложения перекиси водорода гидроксидом калия.

Рис. 2. Зависимость амплитуды Оже-пиков элементов от времени травления для структуры $\text{XO} - \text{Pb}_{0.77}\text{Sn}_{0.23}\text{Te}$. Толщина XO около 20 нм.



На рис. 1 приведены Оже-профили элементов слоя химического оксида толщиной 100 нм на $\text{Pb}_{0.77}\text{Sn}_{0.23}\text{Te}$ и PbTe . Видно, что слой химического оксида (XO) представляет собой сложную неоднородную по составу систему. В целом профили распределения Te , Pb и O весьма сходны для XO PbTe и $\text{Pb}_{0.77}\text{Sn}_{0.23}\text{Te}$. В XO $\text{Pb}_{0.77}\text{Sn}_{0.23}\text{Te}$ все олово сосредоточено вблизи границы раздела оксид-полупроводник. На профиле Sn непосредственно у границы раздела наблюдается небольшой минимум. Детальный анализ тонкой структуры Оже-пика олова позволяет утверждать, что этот минимум связан с интерференционными эффектами, обусловленными перекрытием сигналов на границе раздела от окисленного и неокисленного олова, аналогично тому, как это наблюдается для галлия на границе раздела оксид- GaAs [4]. Поэтому в действительности профиль распределения олова на границе раздела после максимума является главным. В объеме XO и на его поверхности олово отсутствует, что подтверждается и данными рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС). Таким образом, при напылении металлов на XO металлическое олово не образуется, а так как граница $\text{SnO}_2 - \text{Pb}_{0.77}\text{Sn}_{0.23}\text{Te}$ термодинамически устойчива по отношению к выделению Sn [5], то отвечает основным требованиям, предъявляемым в данном случае к промежуточному слою.

На рис. 2 приведены Оже-профили для пленки оксида с минимальной толщиной, которую можно воспроизводимо получить химическим окислением. Видно, что основные особенности границы раздела формируются уже на начальной стадии окисления, а при дальнейшем росте XO остаются неизменными.

С целью идентификации химических соединений, входящих в состав XO, было проведено детальное исследование тонкой структуры Оже-спектров элементов по глубине слоя XO. Значительный сдвиг Оже-пиков олова в различных химических формах позволил установить, что максимум интенсивности в Оже-профилях олова у границы раздела соответствует максимуму содержания диоксида SnO_2 .

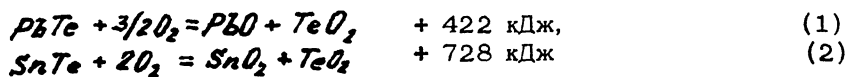
Оже-спектры свинца и теллура не позволяют с такой же определенностью судить о распределении оксидов Te и Pb , а также PbTe в XO. Характерные особенности Оже-спектров TeO_2 и данные РФЭС показывают, что весь Te на поверхности слоя находится в виде TeO_2 . Изменение формы Оже-спектров Pb и Te при удале-

нии от поверхности ХО говорит о том, что ХО содержит некоторое количество элементарных Pb и Te . Однако нельзя исключить восстановления оксидов под действием ионной бомбардировки подобно тому, как это наблюдалось для анодных оксидных слоев на $Cd_{0.2}Hg_{0.8}Te$ [6].

Прогрев структуры $ХО-Pb_{0.77}Sn_{0.23}Te$ в вакууме при $260^{\circ}C$ в течение часа в условиях, при которых изготавливались поверхность-барьерные структуры [2], показал, что в пределах точности эксперимента Оже-профили всех элементов не изменялись за исключением приповерхностного слоя, где произошла десорбция загрязнений.

Состав ХО на поверхности $Pb_{1-x}Sn_xTe$ определяется совокупным действием ряда факторов и прежде всего соотношением скоростей двух процессов: окисления теллуридов и растворения образовавшихся оксидов. Сам факт образования слоя ХО свидетельствует о том, что растворение продуктов окисления идет медленнее, чем окисление. Поскольку оксиды Pb , Sn и Te имеют разную растворимость в щелочных водных растворах [7], то в ХО будут накапливаться те из оксидов, скорость растворения которых минимальна.

Сравнение тепловых эффектов реакций



показывает, что более выгодным является процесс окисления $SnTe$. Растворимость SnO_2 в щелочном растворе достаточна, чтобы уменьшить содержание SnO_2 в объеме ХО и на его поверхности вплоть до нуля; энергетический эффект реакции (2) настолько велик, что скорость образования SnO_2 на границе раздела обеспечивает здесь его накопление.

Несмотря на то что основным продуктом реакции окисления является диоксид теллура, его растворимость в широком интервале концентраций КОН настолько велика, что ХО оказывается обедненным по теллуру. Моноксид свинца из всех трех оксидов имеет наименьшую (в данных условиях) растворимость, поэтому он и является основным компонентом ХО за исключением наиболее тонких слоев (рис. 2), в которых область у границы раздела с максимумом диоксида олова составляет основную часть всего слоя ХО.

Подобное строение химического окисла позволяет успешно использовать его в качестве промежуточного слоя для поверхность-барьерных структур на основе $Pb_{1-x}Sn_xTe$.

Л и т е р а т у р а

- [1] Коротченко В.С., Молодяни И.П. Барьеры Шоттки, собственные окислы и МОП структуры на фосфиде индия, Кишинев; Штиинца, 1984. 114 с.

- [2] Гришина Т.А., Драбкин И.А., Годердзишвили Г.И. и др. - ЖТФ, 1987, т. 57, № 12, с. 2355-2360.
- [3] Гришина Т.А., Драбкин И.А., Костиков Ю.П. и др. - Изв. АН СССР, Неорг. материалы, 1982, т. 18, № 10, с. 1709-1713.
- [4] Wang X., Reyes-Mena A., Lichtman D. - J. Electrochem. Soc., 1982, v. 129, N 4, p. 851-854.
- [5] Медведев Ю.В., Берченко Н.Н., Костиков Ю.П. и др. - Изв. АН СССР, Неорг. материалы, 1987, т. 23, № 1, с. 108-111.
- [6] Christie A.B., Sutherland J., Wallis J.M. - Surface Sci., 1983, v. 135, N 1-3, p. 225-242.
- [7] Коган В.Б., Фридман В.М., Кафаров В.В. Справочник по растворимости, Л.: Наука, 1969, т. 3.

Поступило в Редакцию
23 марта 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 12

26 июня 1988 г.

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ЯЧЕЙКЕ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

А.Н. Лодыгин, Л.Г. Парицкий,
З. Хайдаров

Плоская газоразрядная ячейка с полупроводниковым фоточувствительным электродом является основным элементом полупроводниковых преобразователей и фотографических систем ионизационного типа [1-4]. Прохождение постоянного тока в такой системе сопровождается рядом своеобразных явлений, приводящих к стабилизации газоразрядного тока и возможности управления его величиной и пространственным распределением по сечению разряда путем модуляции проводимости полупроводникового электрода [5]. Существенную роль в токопрохождении играет поверхностный электрический заряд, локализирующийся на границе раздела полупроводник-плазма газового разряда, самосогласованный по величине с плотностью тока и во многом определяющий стационарную вольт-амперную характеристику системы.

В случае переходных процессов, например, при подключении внешнего напряжения или "мгновенном" изменении проводимости полупроводника, величина указанного поверхностного заряда может оказаться в полном несоответствии с током проводимости, что вызывает явления электростатического характера.