

УДК 541.135.5 : 539.975

## ПРИМЕНЕНИЕ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ПЕРЕХОДНЫХ СЛОЕВ КОМБИНИРОВАННЫХ АНОДОВ

Н.В. Богомазова, И.М. Жарский

(БГТУ, г.Минск)

При разработке эффективных анодных материалов для процессов получения неорганических продуктов, например, электрохимический синтез лекарственных препаратов (АО «Белмедпрепараты»), особое внимание уделяется комбинированным многослойным анодным материалам. Как правило, такие материалы содержат платиновые металлы. При создании таких анодов используются различные подходы. В одних случаях на поверхность основы (обычно титана) наносят промежуточный слой платинового металла. В других случаях на поверхность титана наносят промежуточный барьерный слой из оксидов, например, Ti и Ru или Ti (Ta, Sn, Nb, Zr) и Pd [1], с последующим нанесением активного покрытия. Некоторые исследователи подчеркивают целесообразность использования лазерной и компьютерной техники для нанесения биоструктурированных покрытий комбинированных анодов [2].

Одна из основных проблем комбинированных анодов - образование барьеров на границе основа-активное покрытие, особенно в случаях окисления титановой основы с образованием полупроводникового оксида типа  $TiO_x$ . С целью интенсификации процессов переноса заряда в системе титан-оксидтитановая пленка-активное покрытие нами были изготовлены комбинированные аноды, состоящие из титановой основы, на поверхности которой сформированы оксидные пленки (термические и электрохимические) различной толщины, легированные по всей толщине (по данным спектроскопии резерфордского обратного рассеяния) платиной или

палладием. Активным покрытием анода являлся диоксид марганца, полученный с помощью пиролиза соответствующего нитрата.

Электрические характеристики оценивались нами по падению напряжения  $\Delta U_{\text{ТФГ}}$  на твердофазной границе  $\text{MnO}_2/\text{TiO}_x$  с помощью метода зондов в гальваностатическом режиме в сернокислном растворе.

Для анодов, включающих нелегированные оксидтитановые пленки, было отмечено более высокое значение  $\Delta U_{\text{ТФГ}}$  для термических пленок в сравнении с анодными. Это может быть связано с меньшей электронной проводимостью первой пленки ввиду ее меньшей аморфности и отклонений от стехиометрии. При увеличении толщины оксидной пленки в 2 раза  $\Delta U_{\text{ТФГ}}$  для нелегированных пленок возрастает почти в 3 раза.

Полученные вольтамперные характеристики (ВАХ) свидетельствуют о том, что при введении в оксидную пленку ионов платины наблюдается значительное (в 5-30 раз) уменьшение  $\Delta U_{\text{ТФГ}}$  по сравнению с нелегированной пленкой. Поскольку при проведении экспериментов варьировался только характер пленки на титане, то регистрируемое изменение  $\Delta U_{\text{ТФГ}}$  можно связывать с изменением электросопротивления оксидной пленки. Анализ ВАХ позволяет констатировать не только количественное уменьшение сопротивления пленки, допированной ионами платины, но и изменение характера контакта  $\text{MnO}_2/\text{TiO}_x \downarrow \text{Pt}$  по сравнению с  $\text{MnO}_2/\text{TiO}_x$ . Если для последнего характерно образование выпрямляющего контакта с диоксидом марганца, то для легированной оксидной пленки на титане в количестве  $10^{16} \text{ см}^{-2}$  фиксируется наличие линейного участка во всей области исследованных плотностей тока ( $0,1-500 \text{ мА/см}^2$ ), что свидетельствует о наличии омического контакта в системе.

Эффект увеличения проводимости был обнаружен и при исследовании анодов, включавших оксидтитановые пленки, ионно-легированные палладием. Однако в этом случае снижение  $\Delta U_{\text{ТФГ}}$  с ростом

дозы палладия наблюдается в значительно меньшей степени, чем для платины. При этом также не наблюдается изменения характера выпрямляющего контакта на границе  $\text{MnO}_2/\text{TiO}_x$ .

Известно, что наличие выпрямляющего контакта в исследуемой системе обусловлено образованием гетероперехода между широкозонным ( $\text{TiO}_2$ ) и узкозонным ( $\text{MnO}_2$ ) полупроводниками. Обработка полученных результатов с учетом данных рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, а также растровой электронной микроскопии и рентгеновского микроанализа позволяет высказать предположение, что образование омического контакта на твердофазной границе  $\text{MnO}_2/\text{TiO}_x \downarrow \text{Pt}$  обусловлено образованием примесной зоны атомами легирующего элемента в запрещенной зоне полупроводника, с одной стороны, а также каналированием носителей заряда через поверхностный барьер посредством платиновых включений, с другой стороны. Кроме того, специфическое взаимодействие платины с оксидтитановой матрицей увеличивает концентрацию электронов проводимости в образовавшейся примесной зоне. Контакт  $\text{MnO}_2/\text{TiO}_x \downarrow \text{Pd}$  в наших исследованиях имел выпрямляющий характер, как и в случае нелегированных оксидтитановых пленок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 1292723 Канада, МКИ<sup>3</sup> С 25 В 11/10. / Dong P.F., Loftfield R.E.. Заявл. 16.02.87. Опубл. 03.12.91; НКИ 204/195.7
2. Пат. 283509 ГДР, МКИ<sup>3</sup> С 25 В 11/10. / Wenske H., Gallieu A., Wohlleben G., etc.. Заявл. 08.10.85. Опубл. 17.10.90.