

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Лобанова Михаила Викторовича «Структура и свойства тонкопленочного диоксида титана модифицированного ниобием, индием и оловом», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – «химия твердого тела».

Повышение качества прозрачных проводящих покрытий на основе металлооксидов остается важной практической задачей в течение многих лет. Это обусловлено необходимостью их применения в интерфейсах различных электронных оптических устройств и других объектах, требующих совмещения прозрачности в оптическом диапазоне с электрической проводимостью. В качестве покрытий, удовлетворяющих требуемым свойствам, в настоящее время используются сложные соединения на основе оксида индия (In_2O_3), легированного оловом, оксидов цинка (ZnO) с добавлением алюминия и гадولиния, ультратонкие пленки благородных металлов, графеносодержащие материалы. Однако в связи с увеличением потенциально новых применений подобных функциональных гетероструктур предъявляются новые и более строгие требования, как по механической прочности, так и по свойствам радиационной стойкости. Одним из перспективных материалов, удовлетворяющим этим требованиям, является диоксид титана, модифицированный различными примесями. Поэтому тема диссертации Лобанова М. В., посвященная установлению взаимосвязи структуры, электрических и оптических свойств пленок диоксида титана модифицированного ниобием, индием и оловом, синтезированных различными методами, безусловна актуальная.

В числе наиболее интересных научных результатов можно отметить следующее.

Показано, что модифицирование пленок оксида титана индием, ниобием и оловом позволяет эффективно варьировать ширину запрещенной зоны и формировать мелкие донорные и акцепторные уровни с энергиями ионизации от $1,53 \cdot 10^{-3}$ до $6,01^{-3}$ эВ.

Установлено, что введение в пленку диоксида титана ниобия, индия и олова, открывает возможность повышения проводимости сформированных слоев оксида титана, не уменьшая при этом его коэффициент прозрачности.

Полученный результат открывает возможность создания нового поколения прозрачных проводящих покрытий с высокой механической и радиационной стойкостью с управлением электрофизических свойств сформированных структур в достаточно широких пределах.

Использованная в данной работе конструкция магнетронного распылительного источника, построенная на базе оригинального магнитного блока, может найти практическое применение в формировании оптических и других тонкопленочных покрытий, к которым предъявляются жесткие требования по равномерности формирования и контролю толщины тонкой пленки.

Работа выполнена на высоком техническом уровне с применением таких современных высокоразрешающих методов как растровая электронная микроскопия, рентгеновская дифрактометрия, абсорбционной спектроскопии, ИК-Фурье спектроскопии. Поэтому, достоверность полученных результатов и выводов сделанных на основе их не вызывает сомнения.

Несмотря на хорошее впечатление о работе в целом, по диссертации Лобанова М. В. следует отметить ряд имеющихся недостатков.

К ним можно отнести следующие.

1. Из литературного обзора, представленного в диссертации, не совсем ясно, что было сделано по синтезу и модификации пленок оксида титана до постановки данной работы.

2. На основании результатов исследования методом РЭМ поверхности металлических пленок Ti (рис.3.1, стр.72) и пленок оксидов Ti (рис.3.4, стр.74) сделаны выводы о гладкости поверхности. Данные утверждения были бы более корректны при проведении исследований рельефа поверхности методом АСМ.

3. Ряд утверждений на основании полученных РЭМ изображений являются сомнительными. Так, например, для модифицированных пленок титана Nb, In и Nb, In, Sn на поверхности имеются бугорки, которые объясняются как островки In (стр.90, рис.4.1). При этом утверждается, что данные структуры гомогенные. Для доказательства данного утверждения нужно было делать микрорентгеновский анализ используя методику элементного картирования с цветокодировкой по элементному составу. То же самое

касается предположения, сделанного на стр.91, что на поверхности модифицированных оксидных пленок титана бугорки есть включения In и Sn (рис.4.2).

4. Непонятно почему автор представил результаты электрофизических свойств модифицированных пленок оксида титана в координатах сопротивление от температуры (рис.4.12-4.17). Более наглядно было бы представить полученные результаты в координат $\ln R$ от $1/T$.

5. В оформлении диссертации имеются несущественные ошибки такие, как отсутствие подписи по одной из осей диаграммы состояния (рис.1.3, стр.23); описки, например, вместо распыляемого материала при термическом испарении, написано распыление мишени (стр.45); вместо определения температуры, написано для изучения температуры (стр.86); вместо фазового состава написано фазовая структура.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки работы и не затрагивают основных положений выносимых на защиту.

Автореферат, верно, отражает содержание диссертации, основные результаты достаточно отражены в публикациях.

Диссертация Лобанова М. В. «Структура и свойства тонкопленочного диоксида титана модифицированного ниобием, индием и оловом» представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., №842, а её автор Лобанов М. В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – «химия твердого тела».

Официальный оппонент



С.Б. Кущев

Кущев Сергей Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий научно-исследовательской лабораторией электронной микроскопии и электронографии Воронежского государственного технического университета, 394026, г. Воронеж, Московский пр.14, ВГТУ.

Тел 4732467633; kushev_sb@mail.ru

27.04.2015

Подпись	<u>Кущева С.Б.</u>
ЗАВЕРЯЮ	
учёный секретарь Учёного совета ВГТУ	
	<u>А.В.Мандрыкин</u>