

6-29-2019

INFLUENCE OF THE TEMPERATURE TO THE GROWTH OF THIN FILM SnO₂

A.G. Gulyamov

PHYSICAL-TECHNICAL INSTITUTE

M.U. Xajiev

Gulistan State University

X.N Juraev

TUIT Urgench Branch

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/gulduvestnik>



Part of the [Physical Sciences and Mathematics Commons](#)

Recommended Citation

Gulyamov, A.G.; Xajiev, M.U.; and Juraev, X.N (2019) "INFLUENCE OF THE TEMPERATURE TO THE GROWTH OF THIN FILM SnO₂," *BULLETIN OF GULISTAN STATE UNIVERSITY*: Vol. 2019 : Iss. 2 , Article 1.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/gulduvestnik/vol2019/iss2/1>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in BULLETIN OF GULISTAN STATE UNIVERSITY by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact brownman91@mail.ru.

УДК 666.3.017

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РОСТА НА СТРУКТУРУ ПЛЕНОК SnO₂А.Г.Гулямов¹, М.У.Хажиев¹, Х.Н.Жураев¹, Д.Ш.Саидов³, У.Т.Давлатов², С.Закирова¹¹Физико-технический институт НПО «Физика – Солнце» АН РУз, 100084, Ташкент²Гулистанский государственный университет, 120100, Гулистан³Ургенчский филиал ТУИТ, 220100, Ургенч*E-mail: mardonbek@uzsci.net***Abstract**INFLUENCE OF THE TEMPERATURE TO THE GROWTH OF THIN FILM SnO₂

A.G.Gulyamov, M.U.Xajiev, X.N.Juraev, D.Sh.Saidov, U.T.Davlatov, S.Zakirova

The SnO₂ thin films on glass substrate grown by methods of chemical vapor deposition (CVD) in conditions of quasiclosed volume by using a separate evaporator to obtain a saturated are investigated. It is suggested that under these conditions the germ growth occurs by diffusion coalescence. In the IR absorption spectra of SnO₂ films, an absorption band in the range of 2500-3800 cm⁻¹ is detected, the amplitude of which is correlated with the conductivity of the grown films.

Keywords: glass, chemical evaporation, saturated steam, film, conductivity, bonding.

АннотацияКИМЁВИЙ БУҒЛАНТИРИШ ЭПИТАКСИЯ УСУЛИДА SnO₂ ҚАТЛАМЛАРИНИ ЎСТИРИШ

А.Г.Гулямов, М.У.Хажиев, Х.Н.Жураев, Д.Ш.Саидов, У.Т.Давлатов, С.Закирова

Шиша сиртида кимёвий буғлантириш эпитаксия усулида 170-500°C ҳароратларда SnO₂ қатламлари ўстирилган. Квазиберк реакторда тўйинган буғ фазаси ҳосил қилиш учун алоҳида буғлатгич қўлланилган. Бу шароитда шиша сиртидаги SnO₂ оролчалари диффузиявий коалесценция механизми бўйича олинган қатламлар ўсиши тахмин этилган. SnO₂ қатламларнинг инфрақизил спектрларида 2500-3800 см⁻¹ да ютилиш кузатилди, ушбу ютилиш амплитудаси ўстирилган пленканинг ўтказувчанлиги билан корреляцияси (боғлиқлиги) мавжуд.

Таянч сўзлар: шиша, кимёвий буғлантириш, тўйинган буғ, пленка, ўтказувчанлик, боғлиқлик.

АннотацияВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РОСТА НА СТРУКТУРУ ПЛЕНОК SnO₂

А.Г.Гулямов, М.У.Хажиев, Х.Н.Жураев, Д.Ш.Саидов, У.Т.Давлатов, С.Закирова

Исследовано выращивание SnO₂ пленок на стекле методом парогазовой эпитаксии (CVD) в квазизамкнутом объеме с использованием отдельного испарителя для получения насыщенной парогазовой фазы. Высказано предположение, что в этих условиях рост зародышей происходит путем диффузионной коалесценции. В ИК спектрах поглощения SnO₂ пленок обнаружена полоса поглощения в интервале 2500-3800 см⁻¹, амплитуда которой имеет корреляцию с проводимостью выращенных пленок.

Ключевые слова: стекло, химическое испарение, насыщенный пар, пленка, проводимость, склеивание.

В связи с тем что диоксид олова широко применяется для изготовления прозрачных и электропроводящих пленок различного назначения, дальних инфракрасных детекторов, высокоэффективных солнечных элементов он представляет большой практический интерес.

В зависимости от предназначения технология изготовления этих материалов может быть разнообразной в виде нанодисперсных форм, порошков, свойства которых в значительной степени зависят от способа получения оксида [1-6]. Обычно у олова возможны две степени окисления: (II) и (IV). Особенно это имеет место в отношении соединений олова (IV).

Как видно, методы синтеза таких оксидов в основном протекают за счет процессов разложения термически нестабильных соединений. В то же время литературные данные по разложению соединений олова ограничены и часто противоречивы.

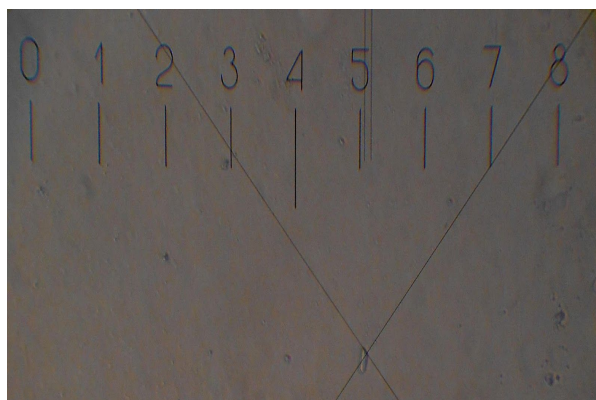
Современные же области использования SnO_2 связаны с высокодисперсными продуктами в виде нанопорошков, а также тонких пленок, и здесь наиболее температуры роста на структуры пленок SnO_2 выращенных методом CVD в квазизамкнутом объеме.

Выращивание осуществлялось термическим разложением паров спиртового раствора хлористого олова. Режимы выращивания задавались путем управления следующими параметрами – температура подложки, температура испарителя, на который подается водный или спиртовой раствор хлоридов олова, скорость подачи раствора [7].

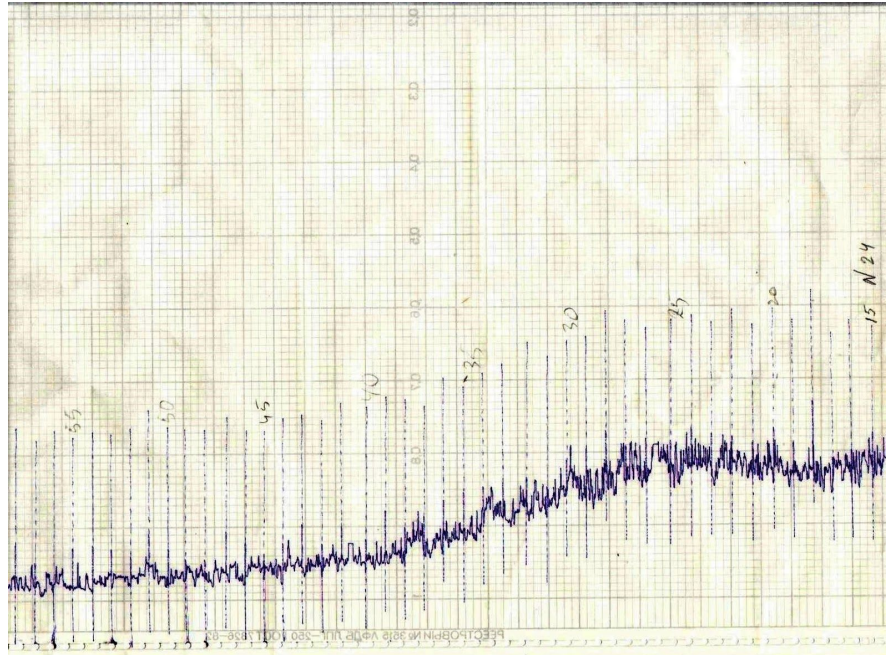
Толщину пленок до 3 мкм, определяли с помощью интерференционного микроскопа МИИ-4 и по спектрам пропускания. Определение толщины пленок SnO_2 производилась по экстремумам в спектрах пропускания [8]. Результаты расчетов в пределах погрешности хорошо согласуются с результатами определения толщины с помощью МИИ-4.

Представлены образцы автоволнового окисления, их коэффициент пропускания значительно увеличивается в диапазоне длин волн 350 – 1100 нм (средний коэффициент пропускания порядка ~ 85 %) по сравнению с исходной пленкой.

Оптимальная температура нижнего испарителя зависела от задаваемой скорости роста, величины температуры подложки. Поскольку она управлялась независимо от подложки, были проведены предварительные эксперименты и установлено, что оптимальная температура нижнего испарителя находится в интервале 80-120°C.



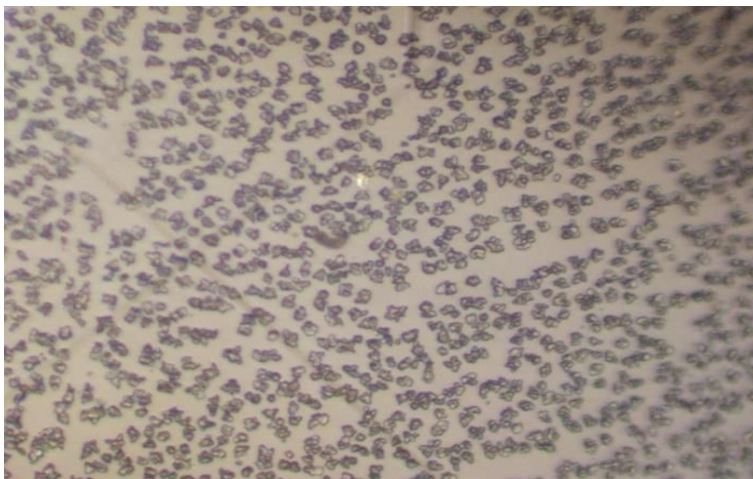
а) Стекло



б) Аморфная фаза



в) 500°C



г) 350°C

Рис.1. Микрофотографии поверхности пленок SnO₂, выращенных на стеклянных подложках при различных температурах и соотношениях реагентов.

На рисунке 1 приведены микрофотографии поверхности пленок SnO₂, выращенных на стеклянных подложках при различных температурах и соотношениях реагентов. Здесь а) представлена микрофотография исходной стеклянной подложки, б) приведена дифрактограмма аморфной фазы стекла полученная при помощи рентгеновского дифрактометра ДРОН-УМ1, в) и г) микрокристаллиты SnO₂, выращенные при температуре подложки 500°C и 350°C соответственно.

Как видно из рисунков в наших экспериментах при низких температурах подложки росла тонкая сплошная пленка, а при температуре подложки 350-500°C на поверхности стеклянных подложек наблюдался островковый рост. Как известно при температурах свыше 150-160°C хлориды олова разлагаются образуя молекулы оксидов на поверхности подложки. При температурах до 300-350°C термическая энергия молекул на поверхности недостаточна для того, что бы обеспечить высокий коэффициент поверхностной диффузии, поэтому растет тонкая сплошная пленка.

Данные по удельному сопротивлению также коррелируют со структурой пленок: пленки с большим содержанием аморфной фазы имеют высокое сопротивление или даже являются изоляторами, а поликристаллические пленки имеют удельное сопротивление от 300 Ом*см до 0,03 Ом*см.

Коэффициент отражения пленок в ИК диапазоне определяется также проводимостью пленки и он может быть оценен используя соотношение Франка и др.[9].

$$R = (1 + 2 \epsilon_0 c_0 R_{sh})^{-2} \text{ где } \epsilon_0 c_0 = 1/376 \Omega^{-1}.$$

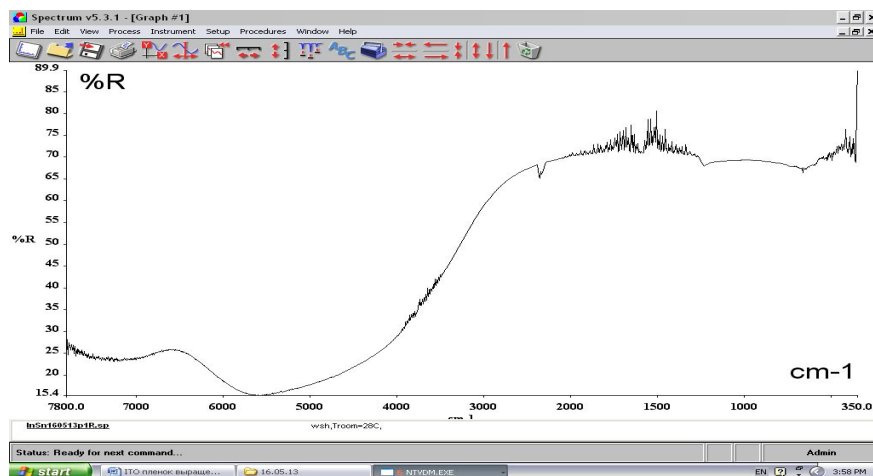


Рис. 2. Рост интегрального отражения в ИК области с увеличением температуры подложки и увеличением проводимости ITO пленки.

В высокоомных образцах (температура подложки 170, 200, 350 °C) максимальное отражение составляет 3÷6 % преимущественно в диапазоне 350÷1300 см⁻¹. Для проводящего образца (температура подложки 220 °C) максимальное отражение достигает 30÷45 % в диапазоне 350÷3000 см⁻¹. А для образца с наивысшей проводимостью (температура роста 260 °C) коэффициент отражения не менее 25%, а в диапазоне 350÷5000 см⁻¹ коэффициент отражения составляет 40÷75%. Таким образом, с ростом электропроводности пленок (которая определялась температурой подложки во время роста) растет интегральное отражение, как по амплитуде, так и наблюдается расширение диапазона волн в котором наблюдается отражение.

Выводы

1. В данной работе исследована структура, удельное сопротивление, оптические свойства и коэффициент отражения в ИК диапазоне SnO₂ пленок, выращенных методом CVD в квазизамкнутом объеме.
2. Исследовано выращивание SnO₂ пленок на стекле методом парогазовой эпитаксии (CVD) в квазизамкнутом объеме с использованием отдельного испарителя для получения насыщенной парогазовой фазы. Высказано предположение, что в островковых пленках рост зародышей происходит путем диффузионной коалесценции. В ИК спектрах поглощения SnO₂ пленок обнаружена полоса поглощения в интервале 2500-3800 см⁻¹, амплитуда которой имеет корреляцию с проводимостью выращенных пленок.

Список литературы

1. Zaharescu M., Mihaiu S., Zuca S., Matiasovsky K. Contribution to the study of SnO₂-based ceramics //J. of Materials Science, Part I: V. 26. 1991. Pp. 1666-1672. Part II: V. 26. 1991. - Pp. 1673-1676.
2. Parra R., Rodriguez-Paez J.E., Varela J.A., Castro M.S. The influence of the synthesis rout onthe fnal properties of SnO2-based varistors //Ceramics International. V. 34. 2008. - Pp. 563-571.
3. Niesen T.P., De Guire M.R. Review: Deposition of Ceramic Thin Films at Low Temperatures from Aqueous Solutions //J. of Electroceramics. 2001. 6. - Pp. 169-207.
4. Hagemeyer A., Hogan Z., Schlichter M., Smaka B., Streukens G., Turner H., Volpe A. Jr., Weinberg H., Yaccato K. High surface area tin oxide //Applied Catalysis A: General. V. 317. 2007. - Pp.139-148.

5. Ararat-Ibarguen C.E., Montenegro A., Rodriguez-Paez J.E., Aragon J.U. Effect of the precursor's nature on characteristics of synthesized SnO₂ nanoparticles //Quimica Nova. V. 30. № 7.2007. - Pp. 1578-1583.
6. Scarlat O., Mihaiu S., Aldica Gh., Groza J., Zaharescu M. Semiconducting densified SnO₂-ceramics obtained by a novel sintering technique //J. of the European Ceramic Society. V. 24. 2004.- Pp. 1049-1052
7. Атабаев И.Г., Хажиев М.У., Пак В.А. Выращивание пленок SnO₂ методом химической парогоазовой эпитаксии // ДАН РУз, № 6, 2012. - С. 15-18
- 8.С.В. Зайцев, Ю.В. Герасименко, С.Н. Салтыков, Д.А. Ховив, А.М. Ховив. Неорг. матер., 2011. 47 (4), 468.
- 9 Я.Е.Гегузин. Поверхностная диффузия и растекание. - Наука, 1969.