

ФАЗОВЫЕ СВОЙСТВА ОКСИДА ТИТАНА, ВЫРАЩЕННОГО МАГНЕТРОННЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

Назаров Б.Ж.¹, Тураев Б.Э.²

¹Термезский Государственный университет, улица Баркамол авлод 43, Термиз 190111.

²Ташкентский университет прикладных наук, улица Гавхар, Ташкент 100149.

E-mail: bekozdnazarov1991@mail.ru

Аннотация: В данной статье исследуются фазовые свойства тонких пленок оксида титана, синтезированных методом магнетронного распыления. Результаты рентгеновской дифракции показали высокую степень кристалличности пленок. Анализ пиков при $2\theta = 25,2^\circ$, $43,8^\circ$, $64,2^\circ$ и $77,3^\circ$ подтверждает возможность формирования рутиловой фазы при более низких температурах по сравнению с традиционными методами, что открывает широкие возможности для применения материала в современной электронике и фотокатализе

Аннотация: Ushbu maqolada magnitronli purkash usuli bilan sintez qilingan titan dioksidi yupqa plyonkalarining faza xususiyatlari o'rganilgan. Rentgen difraksiyasi natijalari plyonkalarining yuqori darajada kristallanganligini ko'rsatdi. $2\theta = 25,2^\circ$, $43,8^\circ$, $64,2^\circ$ va $77,3^\circ$ burchaklardagi cho'qqilarni tahlil qilish an'anaviy usullarga qaraganda pastroq haroratlarda rutil fazasini hosil qilish imkoniyatini tasdiqlaydi, bu esa materialdan zamonaviy elektronika va fotokatalizda foydalanish uchun keng imkoniyatlar yaratadi.

Abstract: This paper investigates the phase properties of titanium oxide thin films synthesized by magnetron sputtering. X-ray diffraction results demonstrated a high degree of film crystallinity. Analysis of the peaks at $2\theta = 25.2^\circ$, 43.8° , 64.2° , and 77.3° confirms the possibility of rutile phase formation at lower temperatures compared to traditional methods, which opens up significant opportunities for the material's application in modern electronics and photocatalysis.

Ключевые слова: оксид титана, магнетронное распыление, фазовая трансформация, рутиловая фаза, тонкие пленки, рентгеновская дифракция.

Kalit so'zlar: titan dioksidi, magnitronli purkash, faza transformatsiyasi, rutil fazasi, yupqa plyonkalar, rentgen difraksiyasi.

Keywords: titanium oxide, magnetron sputtering, phase transformation, rutile phase, thin films, X-ray diffraction.

Изучение фазовых свойств оксида титана, выращенного магнетронным распылением, имеет ключевое значение для понимания его физических и химических характеристик.

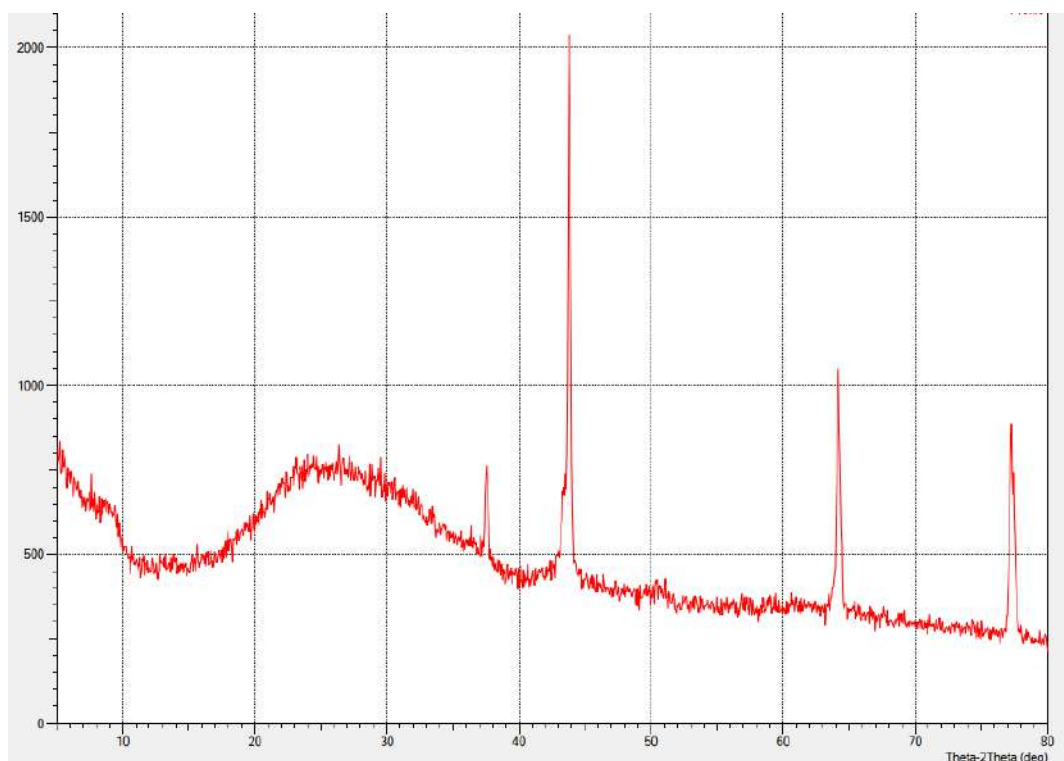
Фазовые трансформации в оксиде титана, зависящие от условий депозиции, могут существенно влиять на его оптические, каталитические и электрохимические свойства. В данном исследовании рассматриваются различные условия магнетронного распыления, такие как температура подложки, давление газа и состав атмосферы, которые определяют не только кристаллическую структуру, но и морфологию полученного материала. Важно отметить, что стабильность различных фаз (анатаза и рутил) и их переходы могут быть использованы для оптимизации свойств оксида титана в приложениях, таких как фотокатализаторы, солнечные элементы и сенсоры. Это открывает новые горизонты для разработки функциональных материалов, основанных на оксиде титана, со специально заданными характеристиками для современных технологий.

В данной работе наш образец (стеклянная подложка) сначала очищался в ультразвуковой ванне, а затем помещался в вакуумную камеру. На электрод магнетронного источника помещался титан, а в камеру через баллон вводился кислород. Магнитное поле в источнике магнетронного распыления составляло 0,8-1,0 мТл, а рабочий кислород подавался в откачанный рабочий объем при остаточном давлении от 10^{-1} до 10^{-2} Па. Напряжение на устройстве магнетронного распыления составляло 300- 400 В. Процесс нанесения на рабочую поверхность образца длился 20-30 минут.

Температура играет важную роль в переходе оксида титана из фазы анатаза в фазу рутила. В большинстве случаев при нагревании в течение нескольких часов в диапазоне 800-1000 градусов наблюдается переход в рутиловую фазу [1,2]. В других методах, в отличие от магнетронного, можно наблюдать аморфность пиков на дифрактограммах [2]. Это приводит к достижению фазового перехода аморфного рутила при высоких температурах[3].

Кристалличность тонкой пленки, полученной магнетронным методом, высокая, и причиной этого можно назвать достаточно доступную температуру самого процесса.

В отличие от термического испарения или золь-гель методов, где для перехода в рутильную фазу требуется длительный отжиг при температурах 800-1000⁰ С, магнетронное распыление обеспечивает высокую энергию осаждаемых частиц [4]. Это позволяет достичь высокой степени кристалличности и формирования рутильной фазы непосредственно в процессе напыления при значительно более низких температурах подложки



Ри. 1. Дифрактограмма оксида титана, полученного методом магнетронного распыления.

Из рисунка видно, что характерный пик оксида титана проявляется под 3 углами, то есть $2\theta=43,8065$ $64,1685$ и $77,2824$. Кроме того, мы можем видеть аморфные пики под углом $2\theta=25,2224$. Можно объяснить, что причина образования аморфных пиков в том, что кислород и титан не успели соединиться. Остальные пики демонстрируют высокую кристалличность.

Таким образом, тонкая пленка оксида титана, полученная магнетронным методом, имеет высокую степень кристаллизации, а это, в свою очередь, позволяет формировать рутиловую фазу при низких температурах.

Литература

- [1]. Hiratani M. et al. Ultra-thin titanium oxide film with a rutile-type structure //Applied Surface Science. – 2003. – Т. 207. – №. 1-4. – С. 13-19.
- [2]. Alami J. et al. On the phase formation of titanium oxide films grown by reactive high power pulsed magnetron sputtering //Journal of Physics D: Applied Physics. – 2009. – Т. 42. – №. 11. – С. 115204.
- [3]. Hanaor, D. A., & Sorrell, C. C. (2011). Review of the anatase to rutile phase transformation. Journal of Materials Science, 46(4), 855-874.
- [4]. Musil, J., & Jaroš, M. (2013). Crystalline TiO₂ thin films prepared by magnetron sputtering: Critical review. Surface and Coatings Technology, 234, 52-58.