

АНАЛИЗ ОРИЕНТИРОВОК ТОНКОЙ ПЛЁНКИ PZT С 10% La ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИЕЙ

Колосов В.Ю.¹, Жигалина О.М.², Хмеленин Д.Н.², Бокуняева А.О.^{1*}

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²) Институт кристаллографии имени А.В. Шубникова Российской академии наук,
ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, г. Москва, Россия

*E-mail: a.o.bokuniaeva@urfu.ru

ORIENTATION ANALYSIS OF A PZT THIN FILM WITH 10% La BY TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY

Kolosov V.Yu.¹, Zhigalina O.M.², Khmelenin D.N.², Bokuniaeva A.O.^{1*}

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²) FSRC “Crystallography and Photonics” RAS, Moscow, Russia

Thin PZT films are one of the prominent materials in majority of chips and devices due to their ferroelectric properties. The main goal of this paper is analysis of orientations of the structure of crystals in a thin PZT ($\text{PbZr}_{0.53}\text{Ti}_{0.47}\text{O}_3$) film with 10% La content. For this purpose we used the stereographical projection, extinction bend contours and transmission electron microscopy.

Пленки титаната–цирконата свинца (ЦТС) широко известны в качестве материалов, применяющихся в устройствах энергонезависимой памяти и других микроэлектронных устройствах [1]. Сегнетоэлектрические свойства плёнок ЦТС очень чувствительны к различного рода добавкам. В нашем случае образец содержит в своём составе 10% La.

Исследование проводилось методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) с помощью микроскопов FEI Tecnai G²30 ST, FEI Tecnai Osiris с ускоряющим напряжением 300 и 200 кВ соответственно. Также в ходе работы были использованы стереографическая проекция и экстинкционные изгибные контуры.

Исследуемый образец был получен методом химического осаждения [2]. Пленки наносили по несколько слоёв на многослойные подложки Si-SiO₂(300нм) - TiO₂(10 нм) - Pt (150 нм), затем отжигали при температуре T= 650°C и 750 °C для получения кристаллической фазы.

Изгибные экстинкционные контуры выглядят как яркие тёмные линии на микроснимках в режиме светлого поля. Изгибные экстинкционные контуры представляют собой дифракционное отражение от различных семейств атомных плоскостей. Они наблюдаются в областях кристаллов, в которых электронный пучок пересекается с каким-либо семейством атомных плоскостей под брэгговским углом, который не превышает нескольких градусов для случая дифракции электронов. Пересечению изгибных экстинкционных контуров соответствует

зонно-осевая картина (ЗОК). В нашем образце ЗОК располагаются закономерно, что упрощает процесс их идентификации, рис. 1.

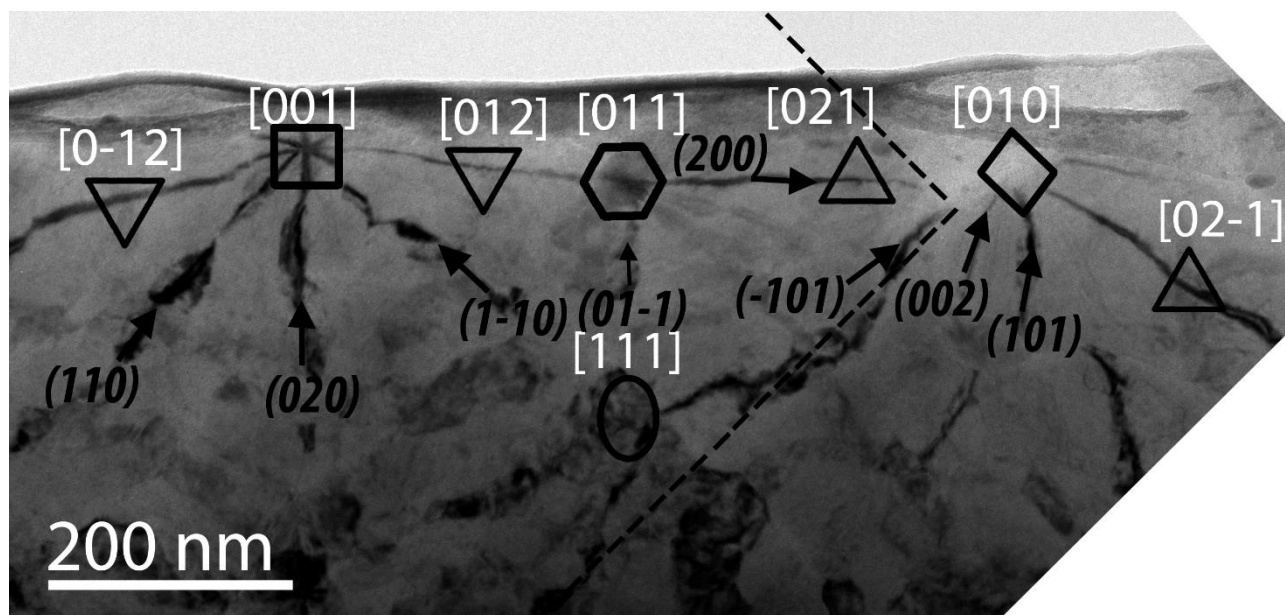


Рис. 1. Микроснимок образца с идентифицированными осями зон и некоторыми контурами. Некоторые проиндексированные контуры указаны стрелками, пунктирная линия соответствует границе между смонтированными снимками.

В результате анализа нами были определены следующие оси зон: $[001]$, $[011]$, $[0-12]$, $[012]$, $[111]$, $[021]$, $[010]$, $[02-1]$. Были определены следующие атомные плоскости: (200) , (110) , (020) , $(1-10)$, $(01-1)$, (-101) , (002) , (101) , рис.1. $[0-12]$, $[001]$, $[012]$, $[011]$ были идентифицированы по снимкам дифракции. Остальные были найдены по взаимному расположению изгибных экстинкционных контуров, как симметричные уже известным ЗОК и по примерному расположению на стереографической проекции, (например, $[021]$, $[010]$, $[02-1]$) и как пересечение соответствующих экстинкционных изгибных контуров.

Некоторые закономерно чередующиеся ЗОК в нашем образце расположены настолько близко друг к другу, что снимки электронной дифракции представляют собой суперпозицию нескольких ориентировок, каждая из которых требует отдельной идентификации.

1. Setter N., Damjanovic D., Eng L., Fox G., Gevorgian S., Hong S., Kingon A., Kohlstedt H., Park N. Y., Stephenson G. B., Tagantsev A. K., Taylor D. V., Yamada T., Stolitchnov I., Streiffer S., J. Appl. Phys., 100(5), 051606 (2006).
2. Pawlaczyk, C. Z., Tagantsev, A. K., Brooks, K., Reaney, I. M., Klissurska, R., & Setter, N., Integr. Ferroelectr. 9(4), 293-316 (1995).