

СТРУКТУРА ГЕТЕРОГЕННОЙ НАНОСИСТЕМЫ (Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/In₂O₃

Жилова О.В. *, Панков С.Ю., Анцев А.П.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

*E-mail: zhilova105@mail.ru

THE STRUCTURE OF THE HETEROGENEOUS NANOSYSTEM

(Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/In₂O₃

Zhilova O.V., Pankov S. Yu., Antsev A.P.

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

This paper shows the structure of the heterogeneous nanosystem (Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/In₂O₃ in the original state and after heat treatment. Samples were obtained by the method of ion-beam sputtering of two targets on a rotating substrate. In the original state, the samples have an X-ray amorphous multilayer structure. Heat treatment of films at 773 K for a period of 30 minutes leads to the formation of crystalline phases CoFe, In, InBO₃, InFe₂O₄ and the destruction of the layered structure of the samples.

Физические свойства систем композит металл-диэлектрик – полупроводник, в которых толщина слоев составляет несколько нанометров, во многом определяются структурой и границами раздела между различными фазами.

В работе была исследована структура гетерогенной наносистемы, состоящей из композита металла-диэлектрик (Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆ и широкозонного полупроводника In₂O₃.

Исходные образцы были получены методом ионно-лучевого распыления двух мишеней на вращающуюся подложку [1]. Эффективные толщины полученных систем варьировались от 110 до 270 нм.

Структуру пленок исследовали методом дифракции рентгеновских лучей на дифрактометре Bruker D2 Phaser ($\lambda_{\text{CuK}\alpha 1} = 1,54 \text{ \AA}$).

Анализ зависимости интенсивности рентгеновского рассеяния $I(2\theta)$ показал, что пленка (Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/In₂O₃ имеет вид широкого и плохо сформированного гало. Причиной такой зависимости $I(2\theta)$ является суммирование дифракций от трех различных аморфных фаз (металлические гранулы Co₄₀Fe₄₀B₂₀, α -SiO₂ и α -In₂O₃). Интересной особенностью стало то, что слои оксида индия в данной наносистеме имеют рентгеноаморфную структуру, в то время как чистая пленка In₂O₃ – кристаллическая. Объяснением данного факта является предположение о том, что в процессе синтеза пленки образовалась не многослойная структура, а сложное соединение тонкой полупроводниковой прослойки с диэлектрической фазой композита In-Si-O.

Для подтверждения предположения о гомогенности пленки были проведены исследования малоугловой рентгеновской дифракции. Анализ полученных зависимостей выявил наличие дифракционного максимума. Период дифракционной решетки хорошо согласуется с толщиной бислоев, рассчитанной из условий

напыления. Таким образом можно заключить, что исследуемая пленка имеет многослойную структуру.

После термической обработки выше 773 К длительностью 30 минут происходит кристаллизация пленки. Сопоставление полученных межплоскостных расстояний с базой данных [2] позволило идентифицировать образовавшиеся кристаллические фазы: CoFe, In, InVO₃, InFe₂O₄. После термической обработки при 873 К длительностью 30 минут пик от кристаллической фазы индия пропадает.

Так как развитие процесса кристаллизации должно разрушить многослойную структуру пленки, то для подтверждения данного предположения были проведены исследования малоугловой рентгеновской дифракции от пленок после термических обработок.

Анализ полученных зависимостей выявил наличие дифракционных максимумов на дифрактограммах до температуры отжига 673 К длительностью 30 минут. После термической обработки при 773 К длительностью 30 минут дифракционные максимумы не наблюдаются, то есть слоистость пленок (Co₄₀Fe₄₀B₂₀)₃₄(SiO₂)₆₆/In₂O₃ разрушается.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки в рамках проектной части государственного задания (№ 3.1867.2017/4.6).

1. Золотухин И.В., Калинин Ю.Е. и др. Экспериментальные методы исследований, учеб. пос. ВГТУ (2004)
2. База ICDD PDF-2, Release, 2012, карточки № 01-071-7170, 00-005-0642.