

УДК 537.534:537.533

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛА И
СОЗДАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ MgO ДЛЯ
ПРИБОРОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ**

Раббимов Эшбой Азимович

к. ф-м. наук, доцент, Джизакский политехнический институт
г. Джизак, Узбекистан

Жўраева Насиба Мардиевна

старший преподаватель, Джизакский политехнический институт

Ахмаджонова Умида Тожимуродовна

ассистент, Джизакский политехнический институт,
г. Джизак, Узбекистан

Аннотация. Создание наноразмерных структур с новыми физическими свойствами на основе диэлектрических пленок является одной из основных задач современной микро-, опто- и нанoeлектроники.

Ключевые слова: полупроводниковыми пленками, кластер, однородная пленка, энергии ионов

**STUDYING THE SURFACE PROPERTIES OF A SINGLE CRYSTAL
AND CREATION OF NANO-DIMENSIONAL STRUCTURES BASED ON
MgO FOR ELECTRONIC APPLIANCES**

Rabbimov Eshboy Azimovich

Associate Professor, Jizzakh Polytechnic Institute Jizzakh, Uzbekistan

Juraeva Nasiba Mardievna

Senior Lecturer, Jizzakh Polytechnic Institute

Akhmadjonova Umida Tozhimurodovna

Assistant, Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Uzbekistan

Annotation

The creation of nanoscale structures with new physical properties based on dielectric films is one of the main tasks of modern micro-, opto- and nanoelectronics.

Keywords: semiconductor films, cluster, uniform film, ion energies

В частности пленки MgO характеризуются высокой энергией связи, что определяет её химическую устойчивость и широкую запрещенную зону [1, 2]. Эти пленки в сочетании с металлическими и полупроводниковыми пленками используются в создании уникальных электронных приборов. Кроме того, MgO является одним из компонентов первой стенки термоядерных реакторов [2]. Данная работа посвящена изучению состава, структуры и электронных свойств наноразмерных структур, образующихся в поверхностном слое MgO при бомбардировке ионами Ar⁺.

В работе использованы как монокристаллические так и аморфные пленки MgO. Основные исследования проводились в аморфных пленках полученных методом плазменного напыления на никелевую подложку. Толщина пленок составляла 150-200Å.

Как видно из РЭМ и АСМ-изображений поверхности, приведенных на рис. 1. а и б, при $D = 10^{15}$ см⁻² поверхностные размеры кластерных участков Mg составляют 50 – 100 нм (рис. 1, а), а их высота – 20 - 25 нм (рис. 1, б). С ростом дозы облучения поверхностные размеры этих участков увеличиваются и при $D = 6 \cdot 10^{16}$ см⁻² поверхность MgO полностью покрывается атомами Mg. При этом поверхность становится более гладкой и ее шероховатость не превышает 0,5 – 1 нм.

На рис. 2 приведены изменения интенсивности оже – пика L₂₃VVMg по глубине MgO (профили распределения атомов) бомбардированного ионами Ar⁺ с $E_0 = 1$ кэВ при дозе насыщения $D=6 \cdot 10^{16}$ см⁻² при разных условиях отжига (оже–пик Mg в соединении MgO не учитывается). После прогрева при $T = 1100$ К образуется однородная пленка Mg с толщиной 5–6 Å. На границе Mg – MgO появляется переходной слой с толщиной ~ 20-25 Å, что в 4-5 раз больше толщины пленки Mg. В случае лазерного отжига с плотностью энергии $W=3,2$ Дж·см⁻² толщина пленки Mg увеличивается до 8-10Å, а глубина переходного слоя резко сужается и не превышает 5-10Å.

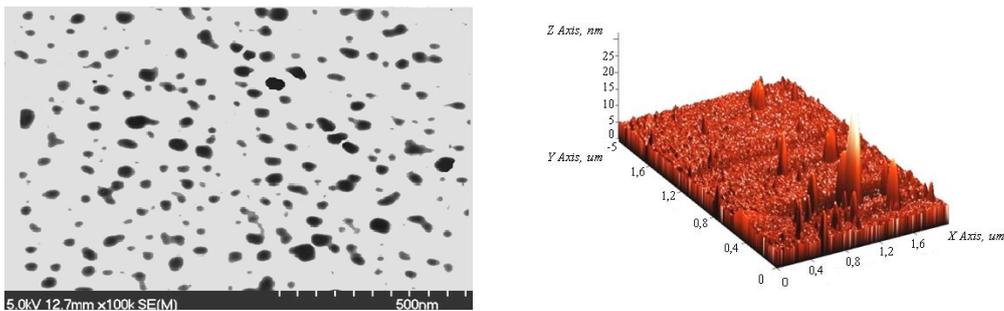


Рис. 1. РЭМ и АСМ-изображения поверхности.

Однако при этой оптимальной плотности энергии лазерного отжига не наблюдается полной однородности по глубине пленки Mg. Поэтому после лазерного отжига проводился кратковременный прогрев при $T = 1000 - 1100$ К. Дальнейший рост W приводит к испарению Mg с поверхности. Во всех случаях структура пленки Mg была близка к аморфной.

Увеличивая энергию ионов до 5 кэВ можно увеличить толщину пленки Mg до $15 - 20$ Å. Дальнейшее увеличение энергии ионов приводит к интенсивной десорбции Mg с поверхностных слоев. Изменяя угол падения бомбардирующих ионов можно в определенных пределах регулировать эффективности распыления кислорода и толщину пленки магния.

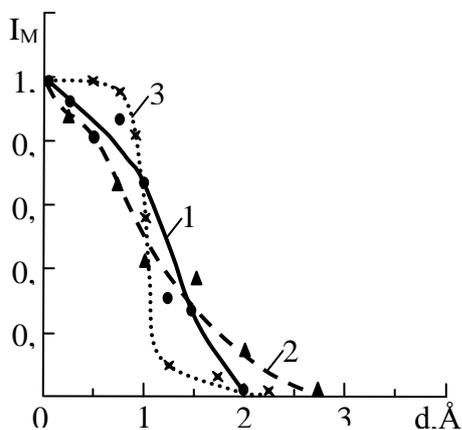


Рис. 2. Изменение интенсивности оже – пика $MgL_{23}VV$ ($E = 46$ эВ) по глубине для MgO бомбардированного ионами Ag^+ с $E_0 = 1$ кэВ и $D = 8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$. 1 – после бомбардировки, 2 – отжиг при $T = 1100$ К, 3 – лазерный отжиг при $W = 3,2 \text{ Дж} \cdot \text{см}^{-2}$ + кратковременный отжиг при $T = 1000$ К.

Анализ показывает, что для получения однородных пленок Mg наиболее оптимальными режимами ионной имплантации являются: энергия $E_0 = 1 - 5$ кэВ, доза $D = 8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$, угол падения ионов $\alpha = 0 - 10^\circ$ относительно нормали. Во всех случаях бомбардировки требуется последующий отжиг. Отметим, что в случае монокристаллического MgO/Mg получена эпитаксиальная система типа Mg – MgO. Отжиг при оптимальной температуре в

случае монокристаллов способствует кристаллизации поверхности и отжигу дефектов.

Таким образом, низкоэнергетическая высокодозная бомбардировка ионов Ar^+ в MgO в сочетании с отжигом позволяет создать нанопленочные многослойные структуры типа $Mg - MgO - Mg$. Варьируя энергию ионов в пределах от 1 до 5 кэВ можно получить пленки Mg с толщиной от 1 нм до 2 нм. Полученные результаты очень полезны в создании МДП - структур, наноконтактов и барьерных слоев на поверхности полупроводниковых и диэлектрических пленок.

Литература

1. Афанасьев М.С., Буров А.В., Егоров В.К., Лучников П.А., Чучева Г.В. Особенности РОР-спектроскопии тонких пленок перовскитов. Вестник науки Сибири. 2012. № 1 (2) с. 126 – 133.
2. Булл П., НеврейтилДж.Д., Оуэттинг Ф.Л., О'Харе П.А.Г. Предсказываемое поведение материалов ядерных реакторов. Бюллетень МАГАТЭ. Том 24, №3.С.2