

УДК 621.384-022.532

СТЕНД КОНТРОЛЯ НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЙ РОСТА НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЕНОК

Влада Сергеевна Журавлева

*Студентка 3 курса, бакалавриат
кафедры «Электронные технологии в машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана*

*Научный руководитель: С. В. Сидорова,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

Тонкопленочные покрытия используются во многих областях науки и техники, но для современной науки большой интерес представляет изучение островковых пленок. Островковая пленка – это пленка, которая в отличие от непрерывной тонкой пленки проходит только три стадии роста: 1) формирование зародыша, 2) рост зародыша и формирование островков, 3) слияние островков (коалесценция).

Ввиду возможности уменьшения размеров приборов и создания на основе островковых тонких пленок (ОТП) новых приборов можно выделить различные области применения. Наночастицы серебра в виде ОТП позволяют увеличить квантовый выход флуоресценции квантовых излучателей [1]. ОТП ниобата лития могут значительно упростить технологию изготовления функциональных сегнетоэлектрических элементов для оптоэлектроники, акустоэлектроники, которые сейчас реализованы на монокристаллах ниобата лития, необходимые геометрические параметры которых формируют весьма трудоемкими и малопродуктивными методами [2]. ОТП за счет своей полусферической формы позволяют увеличить эффективную площадь конденсатора в 1,5–2 раза [3].

По итогу рассмотрения примеров применения ОНС их актуальность становится очевидной, однако существует проблема определения того, на каком этапе роста пленка перестает быть островковой. Решению данной проблемы посвящена данная работа.

Поведение электрона внутри наноразмерного островка подобно его поведению внутри трёхмерной потенциальной ямы.

Проникновение сквозь потенциальный барьер носит вероятностный характер. Частица с энергией меньшей глубины ямы ($E < U_0$), натолкнувшись на барьер, может либо пройти сквозь него, либо отразиться. Суммарная вероятность этих двух возможностей равна 1. Если энергия частицы будет больше глубины барьера ($E > U_0$), при туннелировании через потенциальный барьер она беспрепятственно проходит над барьером, но также существует вероятность того, что она отразится от барьера и полетит обратно [4].

Таким образом, необходимо найти возможность фиксировать ток нано- и пикоразмерной величины, протекающий между островками при их формировании.

В лаборатории кафедры «Электронные технологии в машиностроении» существует возможность нанесения тонкопленочных покрытий, в том числе и ОТП, методами термического испарения и магнетронного распыления. Для контроля тока в процессе формирования тонкопленочных покрытий используется пикоамперметр Keithley 6485, который предназначен для измерения сверхмалых токов, а также для задач

тестирования, требующих точного взаимодействия источников и измерителей тока и напряжения [5].

Основываясь на теоретических данных о туннелировании в островковых тонких пленках и имея доступ к технологическому и исследовательскому оборудованию, предложена организация стенда контроля начальных стадий роста (рисунок 1).

Для проведения пуско-наладки стенда контроля начальных стадий роста наноразмерных покрытий была подготовлена серия образцов из ситалла. На образцах методом магнетронного распыления сформированы контактные площадки для подключения контактов измерительного оборудования (пикоамперметр - ПА).

Источник питания (БП) обеспечивает питание электронных устройств и схем постоянным напряжением в диапазоне от 0 до 18В и током в диапазоне от 0 до 3А. Выходные значения блока питания контролируются с помощью жидкокристаллических индикаторов. Погрешность измерений при измерении выходного напряжения составляет не более $1\% \pm 2$ единицы, а при измерении тока - не более $2\% \pm 2$ единицы.

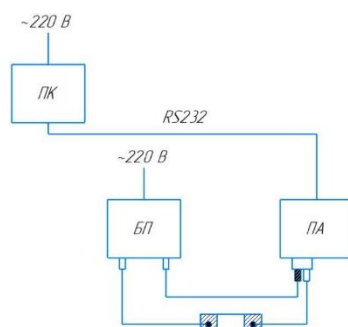


Рис. 1. Схема стенда контроля начальных стадий роста

После размещения подложки с контактными площадками в рабочей камере вакуумной установки подключают все измерительное оборудование и начинают процесс откачки.

Рекомендуется измерение тока в реальном времени процесса формирования тонкопленочных покрытий для метода термического испарения. В данный период времени технологический источник разработан, изготовлен и проводится его сборка и наладка.

Для определения режимов функционирования пикоамперметра и подбора параметров процесса было проведено тестовое нанесение тонкопленочных покрытий методом магнетронного распыления. Но при наличии от источника магнетрона магнитного поля измерять ток в режиме реального времени не представлялось возможным. Поэтому токовые характеристики были сняты после проведения процесса нанесения тонкопленочных покрытий. По итогу проведения тестовых экспериментов определен временной интервал формирования наноразмерных пленок – до 30 с.

Основываясь на туннельном эффекте в островковых покрытиях, был налажен стенд контроля начальных стадий роста наноразмерных покрытий, в который входит пикоамперметр, блок питания пикоамперметра, ПК для записи данных, был зафиксирован туннельный ток низкого порогового значения, и определен временной интервал для формирования островковых покрытий.

Литература

1. Резонансное и нерезонансное взаимодействие полупроводниковых нанокристаллов с локализованными плазмонами // *Торопов Н.А., Камалиева А.Н., Набиуллина Р.Д.* / Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. С. 189 – 185. DOI: 10.17586/2226-1494-2019-19-2-189-195.

2. Кинетика роста пленок ниобата лития на неориентирующей подложке в процессе высокочастотного магнетронного распыления // *Дыбов В.А., Сериков Д.В., Рыжкова Г.С., Половинкин А.А./* Формирование наноматериалов и наноструктур. 2019. №4. С. 378-380.
3. Пленки поликристаллического кремния с полусферическими зёрнами // *Турцевич А.С., Ануфриев Л.П., Наливайко О.Ю., Лесникова В.П./* Доклады БГУИР. 2005. №1. С. 87 – 92.
4. Проект кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ. Режим доступа: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/e169.htm> (дата обращения: 4.03.2020).
5. ООО "СЕРНИЯ Инжиниринг". Режим доступа: https://sernia.ru/catalog/pikoampermetry/pikoampermetr_keithley_6485/ (дата обращения: 11.03.2020).