

Рымжина Анастасия Романовна, аспирантка каф. наноинженерии по специальности 1.3.2. «Приборы и методы экспериментальной физики», nastya.gymzhina.98@mail.ru.

Павельев Владимир Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий каф. наноинженерии, papo@ssau.ru.

Трипати Нишант, Ph.D., доцент каф. наноинженерии, nishant.tripathi.11@gmail.com.

УДК 539.231

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ РЕЗИСТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

П.А. Воеводина, М.А. Советкина

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: тонкопленочная технология, интерферометр белого света, растровая электронная микроскопия.

Резистивные, проводящие, диэлектрические тонкие пленки в электронике впервые стали применяться в 60-х годах и на сегодняшний день являются базой для создания микро- и наноэлектронных приборов и устройств [1]. В частности, тонкопленочные резистивные элементы применяются в создании тонкопленочного гибкого нагревателя, особенность которого заключается в расположении греющего элемента, имитирующего необходимую форму. Контроль параметров тонких пленок во времени является необходимым для обеспечения эффективности и надежности производства, качества продукции и безопасности рабочих процессов [2-3].

Объектами данного исследования являются тонкопленочные резистивные элементы, нанесенные на диэлектрическую подложку (ГОСТ 9284-75) с помощью магнетронного распыления на установке ЭТНА-100-МТ.

Имеющийся тонкопленочный резистор типа меандр имеет ряд особенностей. Резистивный слой пленки изготовлен из хрома марки ЭРХ – 1ТУ, контактные площадки - из меди М1; расчетное электрическое сопротивление - 4 кОм. Особенности технологического маршрута изготовления частично представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры, необходимые для магнетронного распыления тонких пленок хрома и меди

	Давление Аг, Па	Скорость роста, Å/с	Мощность, Вт	Напряжение, В
Cr, 40 нм	1	2,1	317	448
Cu, 200 нм	1	3,5	470	272

Для более детального изучения исследуемого образца, а также исследования толщины напыления резистивного слоя и контактных площадок, использован микроскоп Leica DMRE с интегрированным в него интерферометром WLI-DMR (рисунок 1). На поверхности пленок отсутствуют грубые дефекты, а края элемента имеют четкий контур (рисунок 2). Поверхностные дефекты определялись методом растровой электронной микроскопии с помощью РЭМ «Quanta 200».

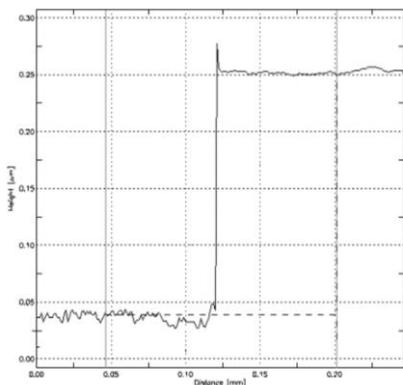


Рисунок 1 – График распределения толщин пленок Cr и Cu в месте контакта

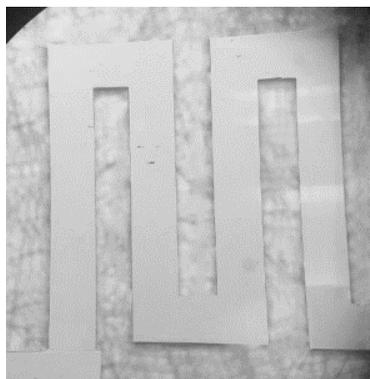


Рисунок 2 – Изображение, полученное с помощью Leica DMRE

По результатам измерений изготовленного образца толщина пленки хрома составила 37 нм, меди - 212 нм. Пример разброса электрического сопротивления для части выборки изготовленных резистивных элементов приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение электрического сопротивления для некоторых вариантов резистивных элементов

№ измерения	R_1 , кОм	R_2 , кОм	R_3 , кОм	R_4 , кОм
1	3,696	3,698	3,693	3,212
2	3,695	3,698	3,694	3,212
3	3,694	3,698	3,693	3,210

В ходе работы были исследованы параметры тонкопленочных резистивных элементов, проведен их сравнительный анализ, в ходе которого была выявлена деградация некоторых из них во времени.

Список используемых источников:

1.Борило Л.П. Тонкопленочные неорганические наносистемы/ Л.П.Борило; – Томск: Томский государственный университет, 2012 – 134 с.

2. Маскаева Л. Н. Технология тонких пленок и покрытий: учеб. пособие / Е. А. Федорова, В. Ф. Марков; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2019 – 236 с.

3. Меркулов А.И. Исследование влияния электрических, технологических и эксплуатационных характеристик на конструктивные параметры тонкопленочных резисторов: метод. указания / А.И. Меркулов. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2010. – 28 с.

Воеводина Полина Александровна, студентка гр. 6466-110304D,
voewodina.polina@yandex.ru.

Советкина Мария Александровна, старший преподаватель каф.
наноинженерии, sovetkinam@mail.ru.