**Исследование электрофизических характеристик тонкоплёночных микронагревателей состава Pt-Rh/Zr на подложке анодного оксида алюминия**

***Плешаков Г.А.1, Калинин И.А.1,2,* *Росляков И.В.1, Напольский К.С.1,2***

*Студент, 3 курс бакалавриата*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*  
*Факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*2 Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*  
*Химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: georgij.pleshakov.03@mail.ru*

Планарные полупроводниковые и термокаталитические сенсоры активно используют в настоящее время для детектирования горючих и токсичных газов. Их неотъемлемым компонентом является тонкоплёночный нагревательный элемент, материалом которого чаще всего является платина. В процессе работы при температурах 400 – 600 °С происходит рекристаллизация платины, что приводит к необратимому ухудшению электрофизических характеристик данных устройств. Повысить термическую стабильность тонких плёнок можно путём легирования платины тугоплавкими металлами (Rh) и добавления в плёнку тугоплавких оксидов (ZrO2). Необходимой стадией формирования тонкоплёночных микронагревателей является проведение их предварительного рекристаллизационного отжига при температурах, значительно превышающих рабочие. Таким образом, целью данной работы является разработка программы рекристаллизационного отжига тонкоплёночных микронагревателей состава Pt-Rh/Zr и исследование их электрофизических характеристик.

В качестве подложек для тонких плёнок использовали пористый анодный оксид алюминия (АОА) толщиной 30 мкм, полученный путём анодирования алюминия в 0,3 М растворе щавелевой кислоты при напряжении 100 В и температуре 1 ± 1 °С. Далее на поверхность АОА методом магнетронного напыления при рабочем давлении Ar ~10-2 мбар последовательно наносили слои сплава Pt-Rh (16 нм) и Zr (9 нм) для получения плёнок Pt-Rh/Zr. Общая толщина плёнок составила 250 нм. Далее методом взрывной фотолитографии с использованием фоторезиста AZ5214E в качестве позитивного формировали на поверхности АОА массив микронагревателей на основе тонких плёнок указанного состава.

Использование двухстадийной программы отжига (4 часа при 450 °С, затем 12 часов при 900 °С, скорость нагрева 2 °С/мин) приводит к образованию однородной мелкокристаллической зёренной структуры без ярко выраженных дефектов. Средний диаметр поперечного сечения столбчатых кристаллитов, образующих плёнку, составил 60 ± 27 нм. Кроме того, для плёнок после отжига наблюдается формирование выраженной текстуры в направлении <111>. Удельное сопротивление плёнок Pt-Rh/Zr отожжённых в указанных условиях оказалось равным 4,0 × 10-7 Ом × м. Температурный коэффициент сопротивления микронагревателей на основе отожжённых плёнок Pt-Rh/Zr составил (1,98 ± 0,21) × 10-3 1/°С. Напряжение, необходимое для разогрева активной зоны до 500 °С, оказалось равным 4,55 ± 0,13 В, энергопотребление при этом составило 48 ± 5 мВт. Долговременный дрейф сопротивления микронагревателей, измеренный в течение 20 суток при температуре активной зоны 500 °С, оказался равным 5,2 %/мес.

Таким образом, двухстадийный отжиг плёнок Pt-Rh/Zr позволяет получать стабильные при высоких температурах плёнки с однородной морфологией. Достигнутые характеристики микронагревателей говорят о перспективности их использования в качестве универсальной платформы для создания полупроводниковых и термокаталитических сенсоров токсичных и взрывоопасных газов.