Приложение № 1

к договору №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

|  |  |
| --- | --- |
| **ЗАКАЗЧИК:**  Генеральный директор  АО «НИИМЭ»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Г.Я. Красников  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | **исполнитель:**  Генеральный директор  ХХХХХХХ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ХХХХХХХ  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. |

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

на опытно-технологическую работу

«Изготовление двухслойных структур SiNx–SiNx

с разным x на кремниевых пластинах диаметра 150 мм»

**1 НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ, ОСНОВАНИЕ, ИСПОЛНИТЕЛЬ И СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ**

1.1 Опытно-технологическая работа «Изготовление двухслойных структур SiNx–SiNx

с разным x на кремниевых пластинах диаметра 150 мм» (далее Работа).

1.2. Основанием для выполнения работы является: Договор № 19-29-03018\20 от 22.09.2020г. о предоставлении гранта победителю конкурса и реализации научного проекта, заключенного между Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований» (РФФИ), Заказчиком и гражданами, объединившимися в научный коллектив, руководитель коллектива, уполномоченный членами научного коллектива представлять их интересы – Орлов Олег Михайлович.

1.3 Исполнитель:

1.4 Сроки выполнения Работ:

Работа (этапы Работы) выполняется в сроки, указанные в календарном плане выполнения Работ.

Начало выполнения Работы – с даты заключения Договора.

Датой исполнения Исполнителем обязательств по Договору считается дата подписания (утверждения) Заказчиком акта сдачи-приемки работ.

**2 ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

2.1 Целью выполнения Работ является: изготовление двухслойных структур SiNx–SiNx с разным х для исследования электро-физико-оптических параметров.

**3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

**3.1 Перечень технологических операций:**

Для формирования структур резистивной памяти на пластинах ø150 мм на основе слоёв SiNx с разным х, включая МДП структуры, требуется провести перечень технологических операций.

3.1.1 На пластинах с разным типом проводимости формируется методом окисления тонкий окисел 1,8 нм.

3.1.2 Далее формируется слой SiNх методами LPCVD.

3.1.3 Формируется электрод (Sipk) на основе Si\*, легированного бором (В) или фосфором (P). Исполнителем предварительно изготавливается фотошаблон для проекционной (контактной) фотолитографии.

3.1.4 Формируется пленка Al толщиной 600 нм на обратной стороне пластины с предварительным удалением диэлектрика с обратной стороны для обеспечения хорошего омического контакта Al к подложке (\*для обеспечения омического контакта к Si с обратной стороны пластины дополнительно предлагаются «царапины» перед напылением метала).

Примечание: операции 3.1.3 и 3.1.4 проводятся на части пластин в соответствии с разделом 3.2, при формировании SiNx не допускать натекание кислорода.

**3.2 Технические требования и исходные данные к образцам**

3.2.1 В работе изготавливаются структуры на основе SiNх, полученные методом LPCVD смеси SiH2Cl2 и NH3 для диаметра пластин 150 мм;

3.2.2 Фотошаблоны (1 шт.) и пластины для изготовления обеспечивает Исполнитель;

3.2.3 Топологию для фотошаблонов по пункту 3.2 разрабатывает Исполнитель;

3.2.4 Используются подложки четырех видов:

3.2.4.1 n-Si, ориентация (100), сопротивление 1− 20 Ом·см;

3.2.4.2 p-Si ориентации (100), сопротивление 1− 20 Ом·см;

3.2.4.3 p+Si ориентации (100), сопротивление 0,015 ± 0,005 Ом·см;

3.2.4.4 p+Si ориентации (100), сопротивление 0,005 Ом·см;

3.2.5 Изготавливаются структуры на основе SiNx, изготовленных методом LPCVD, при разных соотношениях SiH2Cl2/NH3=2/1; 1/3:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № структуры | Структура | Cоотношение SiH2Cl2/NH3 |
| 1 | рSi /SiO2(1,8 нм)/ SiNx(60 нм)/Sipk | 2/1 |
| 2 | n-Si/SiO2(1,8 нм)/ SiNx(60 нм)/Sipk | 2/1 |
| 3 | рSi /SiO2(1,8 нм)/SiNx(60 нм) | 2/1 |
| 4 | p+Si/SiNx–1 (10 нм)/ SiNx–2(10 нм)/Sipk(p+) | SiNx–1: 2/1  SiNx–2: 1/3 |
| 5 | p+Si/SiNx–1(10 нм)/ SiNx–1(10 нм)/Sipk(p+) | 2/1 |
| 6 | p+Si/SiNx–2(10 нм)/ SiNx–2(10 нм)/Sipk(p+) | 1/3 |
| 7 | p+Si/SiNx–1(10 нм)/ SiNx–2(10 нм)/ | SiNx–1: 2/1  SiNx–2: 1/3 |

3.2.5.1 Sipk – электроды из легированного поликремния;

3.2.5.2 толщина слоя SiNx допускается 5-10 нм *по согласованию*, предпочтительная толщина SiNx, приближенная к 5 нм; Sipk(p+) – металлический электрод или Si\*, легированный бором *(по согласованию)*;

3.2.6 Показатель преломления n =1,9 – 2,5;

3.2.7 Измерения показателя преломления проводятся на эллипсометре (Uvisel 2) на длине волны 632,8 нм. Измерения толщины пленки SiNx. Измерения на эллипсометре (Uvisel 2) в диапазоне 190-2100 нм показателя преломления и коэффициента поглощения, снятие спектральной зависимости.

3.2.14 Количество пластин – 7 пластины.

**4 ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ**

Перечень и объем работ на этапе представлен в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № этапа | Наименование работ | Результаты (что предъявляется) |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Изготовление 1 пластины со структурой №1 п.3.2.5 с металлом на обратной стороне;  Изготовление 1 пластины со структурой №2 п.3.2.5 с металлом на обратной стороне;  Изготовление 1 пластины со структурой №3 п.3.2.5 с удалением диэлектрика на обратной стороны, спектральный анализ;  Изготовление 1 пластины со структурой №4 п.3.2.5 с металлом на обратной стороне, с удаленным диэлектриком на обратной стороне;  Изготовление 1 пластины со структурой №5 п.3.2.5 с металлом на обратной стороне, с удаленным диэлектриком на обратной стороне;  Изготовление 1 пластины со структурой №6 п.3.2.5 с металлом на обратной стороне, с удаленным диэлектриком на обратной стороне;  Изготовление 1 пластины со структурой №7 п.3.2.5 с металлом на обратной стороне, с удаленным диэлектриком на обратной стороне, без электрода; | 7 пластин.    Акт сдачи-приемки работ.  Счет-фактура.  Накладная на отпуск материалов на сторону по форме М-15.  Отчет |

**5** **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ПРИЕМКИ РАБОТЫ**

5.1 Порядок выполнения и приемки этапов Работ и Работ в целом осуществляется в соответствии с требованиями Договора.

5.2 Исполнитель вправе привлекать к исполнению контракта третьих лиц в установленном порядке, по согласованию с Заказчиком.

5.3 При выполнении работы должны соблюдаться требования конфиденциальности сведений, касающихся выполняемой работы и полученных результатов. Передача сведений и (или) результатов работы третьей стороне может осуществляться с письменного разрешения государственного Заказчика.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Руководитель проекта  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.М. Орлов |  | ХХХХХХХХХХ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ХХХХХХХХХХ |
| Член научного коллектива  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_П.Г. Бобовников |  |  |