

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
(МФТИ)

Кафедра вакуумной электроники
Отчет по лабораторной работе

**Конвективная диффузия в молекулярно-
электронных преобразователях**

Работу выполнили:

_____ Н.А. Григорьев
_____ А.В. Захаров
_____ Д.Ю. Салтыкова

Работу принял, оценка

Долгопрудный 2023

Цель работы: изучение конструктивных особенностей и принципа работы диода Шоттки.
Измерение вольт-амперной характеристики

Введение:

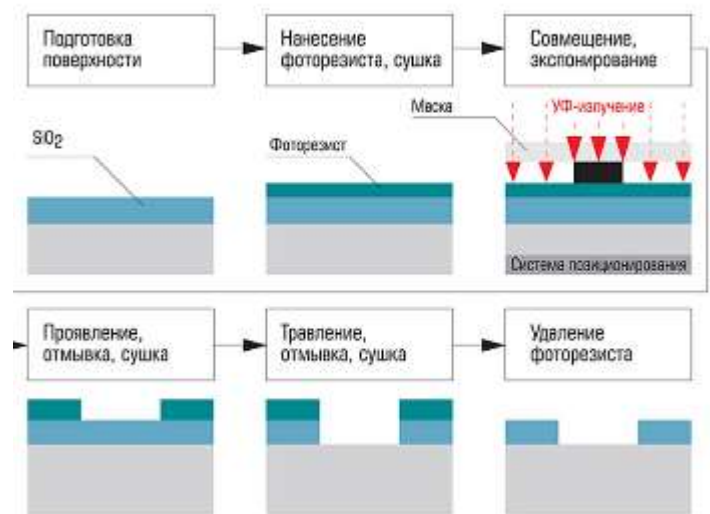
Диод Шоттки представляет собой выпрямитель токов, основанный на нелинейном характере электрической проводимости контакта металла с полупроводником. В отличие от других видов электронных выпрямителей, как, например, электровакуумные диоды или диоды на основе полупроводниковых p-n-типов, диоды Шоттки характеризуются высокой плотностью тока и повышенным быстродействием. Возможности микроминиатюризации делают их привлекательными элементами для построения электронных вычислительных комплексов. Кроме того, диоды Шоттки широко используются в технике СВЧ в качестве детекторов, смесителей частоты, умножителей, переключателей других типов вентильных элементов.

Процесс изготовления

Для изготовления диода необходимо было напылить на пластину из pSi тонкий слой – 300 нм – алюминия и золота. Напыление проводилось на установках MEB 550S и Nanomaster NEE-4000, используя метод электронно-лучевого напыления (кинетическая энергия пучка превращается в зоне обработки в тепловую).

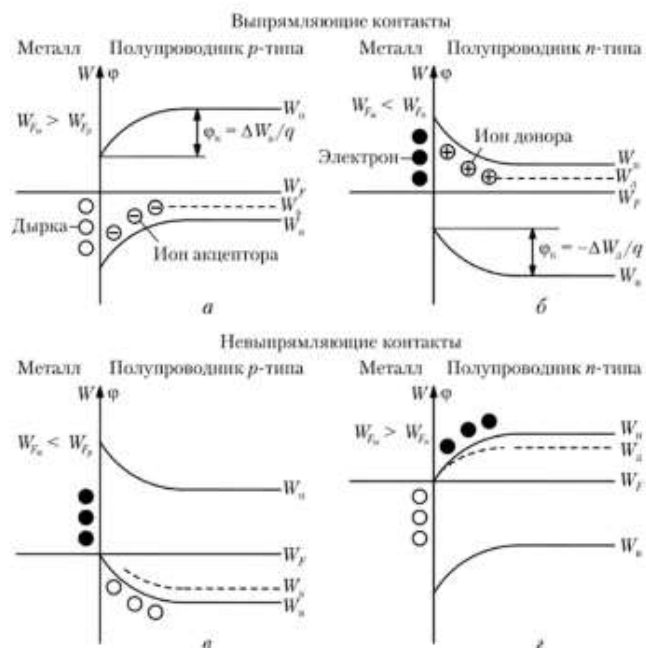
Для изучения вольтамперной характеристики диода необходимо нанести на него контакты, с помощью которых будет измерена зависимость.

Для нанесения рисунка на пластинку pSi используется фотолитография. Сначала на пластину наносится тонкий слой фоточувствительной полимерной пленки (фоторезист) с помощью центрифугирования. После, фоторезистор засвечивается через фотошаблон, содержащий желаемый рисунок, светом видимого или ультрафиолетового диапазона. В результате под действием энергетического воздействия (излучения) ультрафиолета изменяются свойства резиста. Далее, при проявлении, части засвеченного фоторезиста удаляются специальной жидкостью – проявителем.



Виды контактов металл-проводник

Диод Шоттки – это металл и полупроводник, приведенные в контакт. Из-за того, что работы выхода металла и полупроводника могут отличаться, в месте контакта будет возникать разность напряжений. Выпрямляющий контакт металл – n-полупроводник может быть реализован, когда работа выхода полупроводника меньше работы выхода металла. В этом случае уровень Ферми металла находится ниже УФ полупроводника и заполненность зоны проводимости полупроводника выше заполненности соответствующих энергетических уровней металла. Поэтому при таком контакте электроны из полупроводника переходят в металл за счет внутренней термоэлектронной эмиссии. На месте ушедших электронов



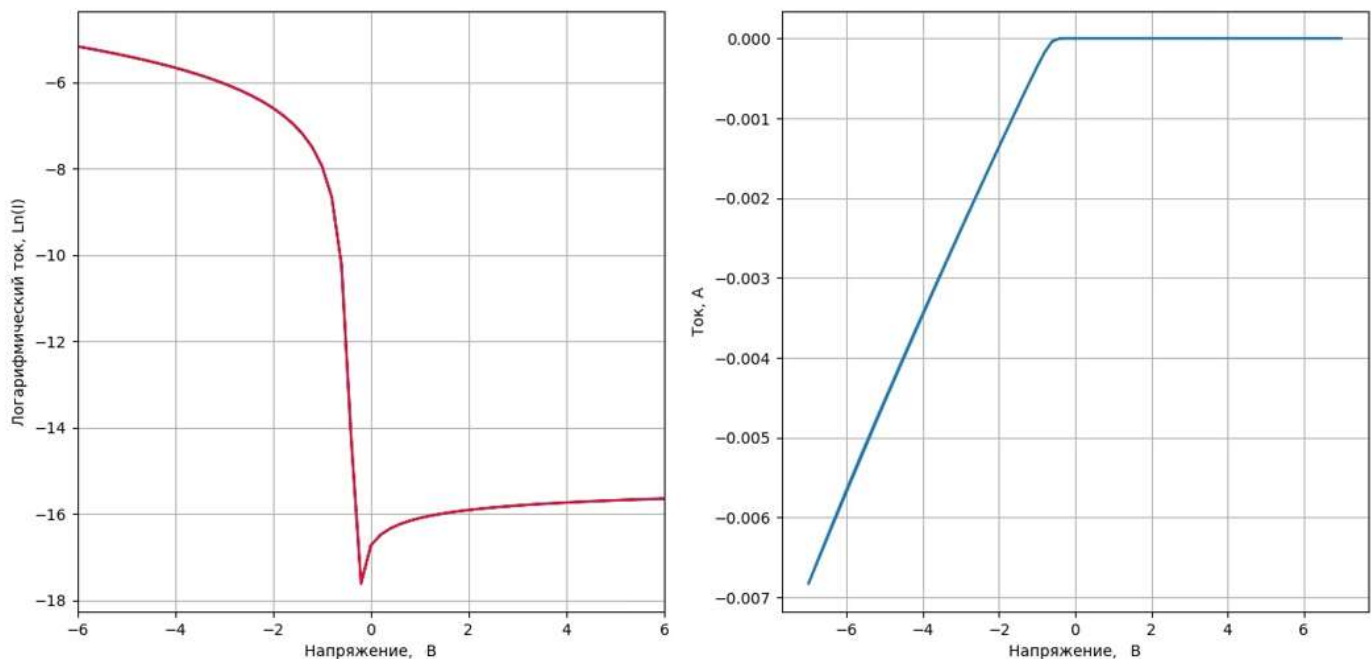
остаются расположенные в узлах решетки положительные некомпенсированные ионы донорной примеси, которые формируют в полупроводнике неподвижный объемный пространственный заряд. Объемный заряд создает в полупроводнике барьерное электрическое поле, направленное из полупроводника в металл. Это запирающее напряжение называется барьером Шоттки.

Уход электронов из полупроводника в металл, сопровождающий процесс выравнивания, снижает их концентрацию в приконтактной области проводника, изгиб энергетических зон вверх вблизи контакта.

Выпрямляющий контакт металл – р-проводник может быть реализован, когда работа выхода полупроводника больше работы выхода металла. Поэтому направление термоэмиссионных потоков электронов первоначально тоже будет обратным – из металла в полупроводник. В результате этого в приповерхностном слое увеличится концентрация некомпенсированных ионов, которые формируют отрицательный объемный заряд. Этот заряд создаст барьерное электрическое поле направленное из металла в проводник.

Омический контакт металл- n-проводник может быть реализован, когда работа выхода полупроводника больше работы выхода металла. При таком контакте электроны из металла переходят в полупроводник, значит концентрации их в нем увеличивается, а в металле остаются некомпенсированные положительные ионы – возникает поле, направленное из металла в проводник. Контакт обогащается электронами.

Измерение ВАХ



По данным из графика рассчитаем коэффициент идеальности и высоту барьера. Для получения величин был взят диапазон от -0,2 эВ до 0эВ.

$$\frac{d \ln I}{dU} \quad \gamma = \frac{1}{kT} \cdot \frac{dU}{d \ln I} \quad \phi_b = kT \cdot \ln\left(\frac{S A_0 T^2}{I_0}\right)$$

Полученные значения:

Коэффициент идеальности – 1,77

Высота барьера – 0,53 эВ.