

УДК 612.382

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ КОНТАКТОВ МЕТАЛЛ-ПОЛУПРОВОДНИК

Раиха Шамсадин кызы Агаева

доктор философии по физике

Мингячевирский государственный университет

Резюме

В ходе исследования было выявлено влияние геометрических размеров и температур на свойства диодов Шоттки. В качестве исходного диода использовались Al-nSi ДШ. Толщина алюминиевых пленок была 0,2; 0,5; 0,6 мкм, контактные площади от 100 до 1400 мкм². Экспериментально установлена температурная зависимость высоты барьера и показано, что одной из основных ее причин является неоднородность границы раздела.

Ключевые слова: *температурная зависимость, ток насыщения, высота барьера, метод Ричардсона, неоднородность границы раздела*

Введение

Контакты металл-полупроводник (КМП) широко используются для выпрямления тока в качестве одного из основных элементов ряда полупроводниковых СВЧ-устройств, а также для исследований фундаментальных физических параметров полупроводниковых материалов. [1, 3].

К диодом Шоттки (ДШ), относятся: смесительный, выпрямительный и детекторный диоды; стабилитрон; переключающий, импульсный, умножительный и параметрический диоды; генераторный, лавинно-пролетные диоды; фотосопротивление; фотодиод; фотоемкость; фотокатод, стимулированный полем; счетчик ядерных частиц, датчики температуры и давления; холодный катод; солнечные элементы.и т.д. [2]

Диоды с барьером Шоттки и другие приборы на контакте металл-полупроводника широко применяются в микроэлектронике [3] и полупроводниковой технике. Потребность к применению диода Шоттки связана с тем, что они имеют ряд преимуществ над другими полупроводниковыми диодами (технологичность изготовления, универсальность, надежность, быстрдействие, низкое значение потребляемой мощности и т.д.) [5]

Большие плотности тока диодов Шоттки при малом падении на нем напряжения делают их перспективными для использования в низковольтных сильноточных выпрямителях [4, 5].

Технология изготовления диодов Шоттки очень удобна для применения их в микроэлектронных устройствах. Они используются в быстрдействующих логических интегральных схемах. И поэтому изучены достаточно подробно. [7]

Влияние геометрических размеров и температур на свойства диодов Шоттки

В ходе исследования было выявлено влияние геометрических размеров и температур на свойства диодов Шоттки. В качестве исходного диода использовались Al-nSi ДШ. Толщина алюминиевых пленок была 0,2; 0,5; 0,6 мкм. Контактные площади от 100 до 1400 мкм². Температурные зависимости снимались при температурах от комнатной до 100 °С с шагом в 10 °С.

а) На рис. 1 показана ВАХ ДШ в прямом направлении при T=303 К. Методом экстраполяции графика до точки пересечения с осью тока было найдено значение тока насыщения J₀, которое связано с высотой барьера следующей формулой:

$$J_0 = AST^2 e^{-\frac{\Phi_B}{kT}}$$

Этот метод определения высоты барьера называется методом ВАХ

$$\Phi_B = \kappa T \ln(AST^2/J_0)$$

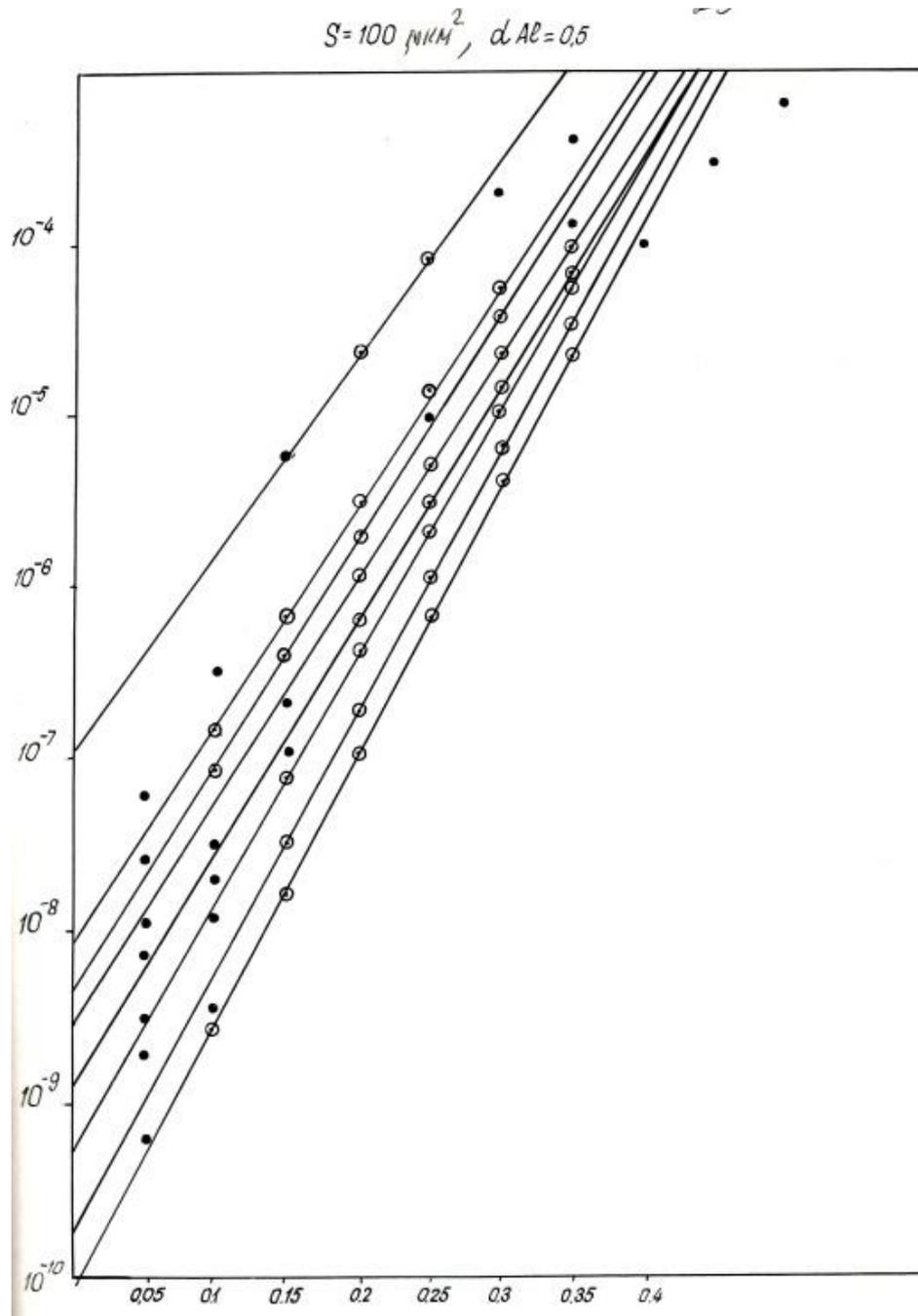


Рис. 1

б) Высоту барьера можно определить также методом прямых Ричардсона. Построив зависимость $\ln J/T^2$ от $1/T$ (см. рис. 2) по углу наклона графика найдена высота барьера по формуле

$$\Phi_B = \frac{\ln\left(\frac{J_1}{T_1^2} / \frac{J_2}{T_2^2}\right)}{\left(\frac{1}{\kappa T_1} - \frac{1}{\kappa T_2}\right)}$$

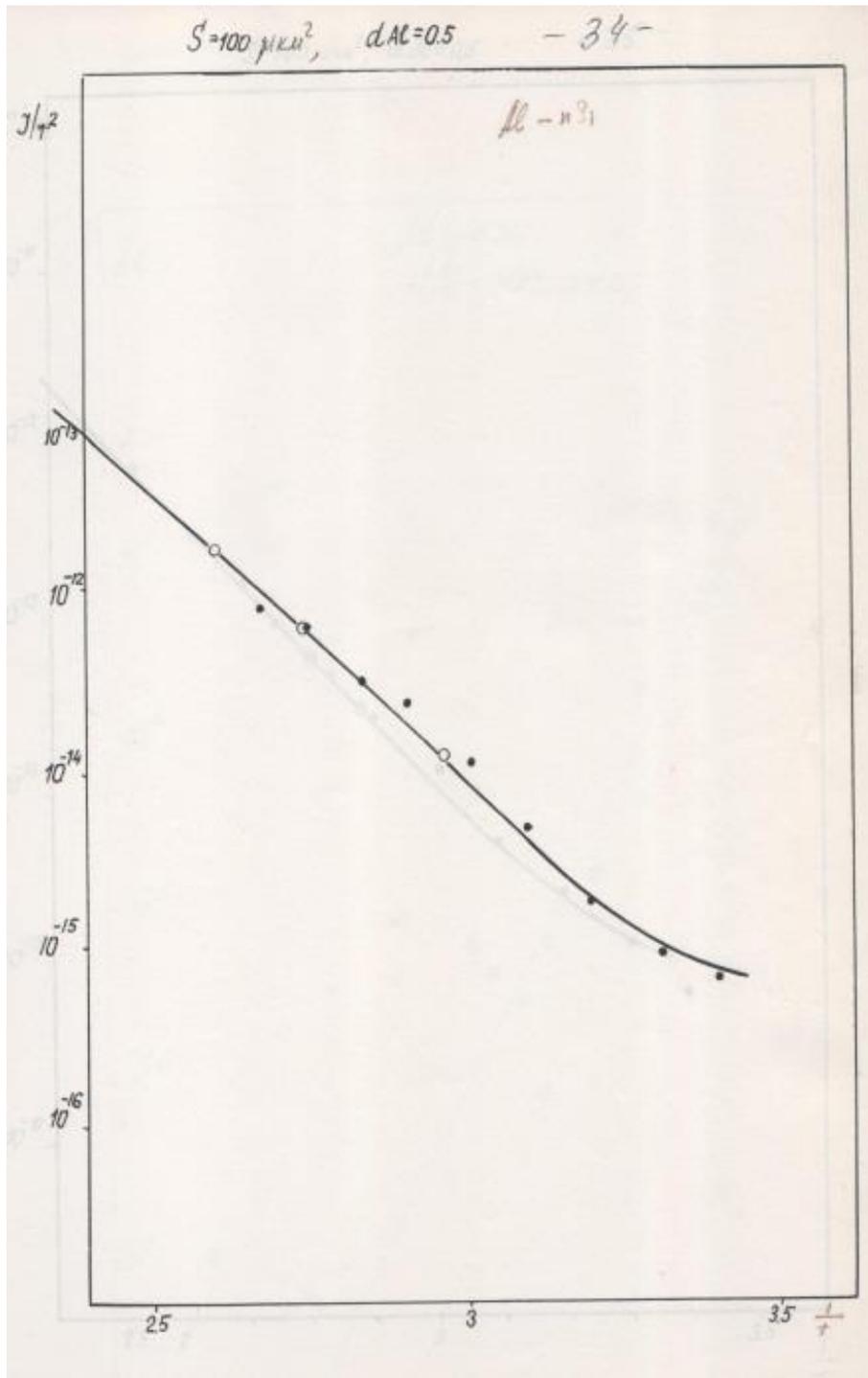


Рис. 2

При прямом смещении токи, протекающие через различные автономные участки контакта, определяются выражениями:

$$J_1 = S_1 A_0 T^2 e^{-\frac{\Phi_B^1}{kT}} e^{\frac{eV}{nkT}}$$

$$J_2 = S_2 A_0 T^2 e^{-\frac{\Phi_B^2}{kT}} e^{\frac{eV}{nkT}}$$

Если обозначить высоту барьера, соответствующую суммарному току, протекающему через полный контакт Φ_B , то после соответствующих преобразований можем написать:

$$\Phi_{\text{вср}} = \Phi_B' - kT \ln \left\{ \frac{S_1 + S_2 \exp \left[\frac{1}{kT} (\Phi_B'' - \Phi_B') \right]}{S} \right\} (**)$$

Заклучение

Таким образом, можно заключить, что Φ_B которая обычно определяется методом ВАХ, должна иметь температурную зависимость. [4, 6] Под знаком логарифма стоит величина, меньшая единицы, и поэтому можно переписать в виде:

$$\Phi_{вср} = \Phi_B' + \alpha T,$$

где α – температурный коэффициент высоты барьера, зависящий от параметров неоднородного контакта.

Экспериментально установлена температурная зависимость высоты барьера и показано, что одной из основных ее причин является неоднородность границы раздела.

В ходе работы были сделаны выводы:

1. В результате исследования Al-nSi диодов Шоттки с различными толщинами металлизации $dAl = 0,2; 0,5; 0,6$ мкм получено, что вольт-амперная характеристика ДШ при различных площадях контакта и температурах хорошо описывается известной формулой Ричардсона:

$$J = A * S T^2 e^{-\frac{\Phi_B}{kT}} (e^{\frac{eV}{kT}} - 1)$$

2. Изучение температурной зависимости ВАХ показало, что при низких температурах зависимости $\ln J_0/T^2$ от $1/T$ нелинейны. Это объясняется неоднородностью границы раздела.

Использованная литература

1. Д.Я.Вострецев, Л.Н.Вострейова, Д.А.Богданова, А.А.Соловьев А.В.Иго. Физика полупроводниковых приборов. Ульяновск: Ульяновский госунивер-т., 2019, 88 с
2. Р.К.Мамедов. Контакты металл-полупроводник с электрическим полем пятен. Баку: БГУ, 2003, 231 с.
3. М.В.Дорохин, А.В.Здоровейцев. Диод Шоттки на основе GaAs: технология получения и диагностика. Нижний Новгород: НГУ, 2013, 75 с.
4. О.А.Агеев, А.Е.Беляев, Н.С. Болтовец и др. Диоды с барьером Шоттки Au-Ti Au-TiVx-n-6H-SiC: особенности токопереноса в выпрямляющих и невыпрямляющих контактах.ФТП. 2009 .Т-43(7) С- 897-903
5. Ш.Г.Аскеров. Известия АН Азерб. ССР. Сер.физ.мат.и техники наук №1. 1978
5. В.А.Солодуха, А.С.Турцевич и др. Повышение надежности диодов Шоттки при воздействии разрядов статического электричества // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2012. -№5 -С.22-26
6. Ш.Г.Аскеров. ВАХ кремниевых диодов Шоттки, разработанных на основе Al и Ti. Микроэлектроника, Т 16, в 4.с 1987
7. А.В.Вишняков, М.Д.Ефремов. ФТП, 44 (9), 1290 (2010)

R.Ş.Ağayeva
fizika üzrə fəlsəfə doktoru
Mingəçevir Dövlət Universiteti

Metal-yarımkeçirici kontaktları üçün cərəyan-gərginlik xüsusiyyətlərinin temperaturdan asılılığı

Xülasə

Tədqiqat zamanı müəyyən edilmişdir ki, temperatur və həndəsi ölçülər ŞD-nin xüsusiyyətlərinə təsir edir. Al-nSi diodlarından istifadə edilmişdir. Alüminium təbəqələrinin qalınlığı 0,2; 0,5; 0,6 mkm, kontakt sahələri 100-1400 mkm²-dir. Təcrübi olaraq məyyən edilmişdir ki, sərhəd bölgüsünün qeyri-bircinsliyinə təsir edən amillərdən biri də baryerin hündürlüyünün temperatur asılılığıdır.

Acar sözlər: temperatur asılılığı, doyma cərəyanı, baryerin hündürlüyü, Riçardson metodu, sərhəd bölgüsünün qeyri-bircinsliyi

R.Aghayeva

*Doctor of Philosophy in Physics
Mingachevir State University*

Temperature dependence of volt-ampere characteristics for metal-semiconductor contacts

Abstract

During the research, the influence of geometric dimensions and temperatures on the properties of Schottky diodes was revealed. Al-nSi DS were used as the initial diode. The thickness of the aluminum films was 0.2; 0.5; 0.6 μm , contact areas from 100 to 1400 μm^2 . The temperature dependence of the barrier height was experimentally established and it was shown that one of its main causes is the inhomogeneity of the interface.

Keywords: *temperature dependence, saturation current, barrier height, Richardson method, interface inhomogeneity*

Elmi redaktor: f.-r.f.d., dos. T.Yusibova

Çapa təqdim edən redaktor: tex.f.d., dos. A.Əliyeva

Daxil olub: 27.08.2022

Çapa qəbul edilib: 07.09.2022