

## ОБРАТНЫЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИОДОВ ШОТТКИ (PtSi+TiW-Al)-nSi

**И.М. ЭФЕНДИЕВА, М.А. ГАНБАРЗАДЕ, М.Н. АГАЕВ, Л.К. АБДУЛЛАЕВА**  
*Бакинский Государственный Университет им. М.Э. Расулзаде*  
*Баку, 370145, ул. З. Халилова, 23*

Исследованы диоды Шоттки (PtSi+TiW-Al)-nSi в интервале температур 248-458 К и напряжений 0,1-20 В. Сравнение теоретических и экспериментальных вольт-амперных характеристик выявило преобладающую роль туннелирования в области 298-373 К.

Некоторые характерные качества контакта металл-полупроводник (КМП) выявляются при исследовании обратных вольт-амперных характеристик (ВАХ). Приложение больших напряжений может повлиять на значение постоянной Ричардсона. Не исключается возможность зависимости высоты потенциального барьера от напряжения. Влияние сил зеркального отражения и туннельного эффекта в обратных характеристиках проявляется весьма заметно.

В представленной работе приведены результаты анализа обратных вольт-амперных характеристик диодов Шоттки (PtSi+TiW-Al)-nSi, полученных методом магнетронного распыления [1]. Пленки осаждались на кремниевые пластинки n-типа марки КЭФ-07 с ориентацией (111). Диодная матрица содержала 14 диодов, площади которых менялись от 100 до 1400 мкм<sup>2</sup>.

Интерес, проявленный к этим диодам, обусловлен образованием силицида платины. Этот фактор играет немаловажную роль в определении характера процесса переноса носителей через контакт. Образование силицида приводит к смещению границы раздела металл-полупроводник вглубь полупроводника. В результате, граница раздела не подвержена воздействию окружающей среды, вероятность существования диэлектрического зазора и поверхностных электронных состояний сведена к минимуму. Следовательно, при анализе полученных результатов целесообразно использовать модель тесного контакта [2,3].

Применение алюминиевого покрытия (толщиной 1мк) с целью уменьшения последовательного сопротивления, обладает многими преимуществами: простота и удобство нанесения, высокая проводимость, хорошая адгезия, широкая доступность и низкая стоимость. Однако, большая диффузионная способность Al приводит к его проникновению и образованию в диоде PtSi-nSi в конечном итоге контакта Al-Si, что отрицательно влияет на барьерные свойства диода. В этой связи в диоде (PtSi+TiW-Al)-nSi между пленками PtSi и nSi был расположен аморфный слой TiW, играющий роль диффузионного барьера. Исследования, проведенные методом Оже спектроскопии, выявили отсутствие следов Al на границе раздела PtSi-nSi.

Для более детального исследования диодов Шоттки были получены обратные ВАХ в области напряжений 0.1-20 В и температур 248-458 К. ВАХ, полученные для диодов различных геометрических размеров, очень схожи. Это свидетельствует о том, что геометрические размеры диода не играют существенную роль в формировании данного контакта. Поэтому, мы посчитали целесооб-

разным привести в данной статье ВАХ с размером площади  $7 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2$  (рис.1).

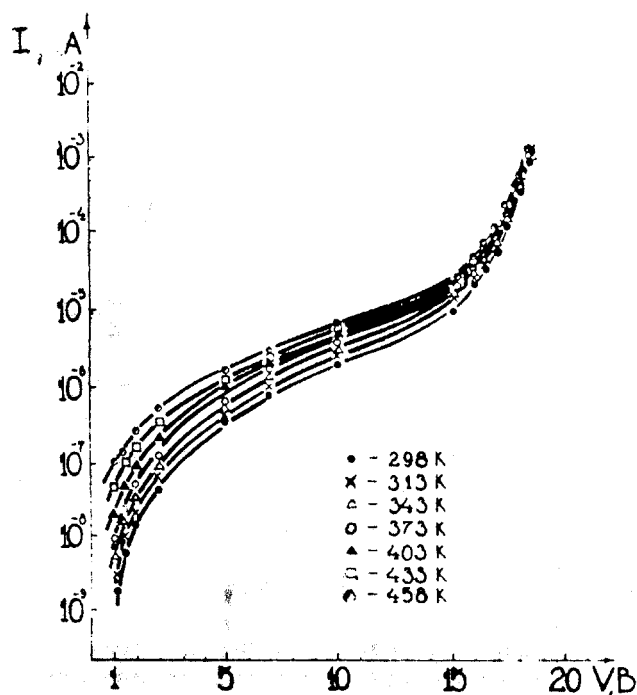


Рис. 1. Обратные ВАХ диодов Шоттки (PtSi+TiW-Al)-nSi, снятые при различных температурах.

Как видно из рисунка, в области напряжений 0.1-2 В ток резко возрастает, затем наблюдается спад скорости роста. При напряжении 15 В снова наблюдается резкое возрастание тока.

Ранее проведенные исследования позволяют предположить возможность участия двух механизмов переноса носителей через КМП: надбарьерного и туннелирования. Для выявления приоритета того или иного механизма нами были получены расчетные ВАХ, вычисленные согласно теории термоэлектронной эмиссии (1), с учетом сил зеркального отражения (2), туннелирования (5), усредненная кривая зависимости тока от напряжения (4) (рис.2).

Как видно из рисунка в области малых напряжений 0.1-6 В усредненная кривая совпадает с экспериментальной. При более высоких напряжениях экспериментальная кривая сравнительно ближе расположена к кривой, рассчитанной с учетом туннелирования.

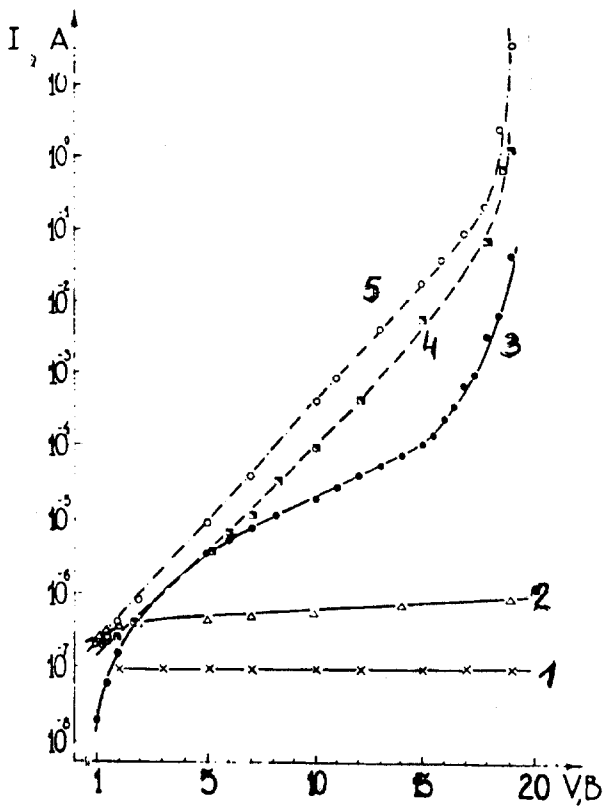


Рис.2. Обратные ВАХ диода Шоттки (PtSi+TiW-Al)-nSi (T=298 К) экспериментальные и расчетные:

- × - термоэмиссия,
- Δ - с учетом сил зеркального отражения,
- - экспериментальная,
- - усредненная,
- - с учетом туннелирования,

Отсюда можно сделать вывод, что при малых напряжениях оба механизма, а также силы зеркального отражения определяют процесс переноса. При напряжениях более 6 В некоторое преимущество туннелирования ощутимо. С увеличением температуры наклон зависимости уменьшается, что указывает на уменьшение роли механизма туннелирования.

[1] Ш.Г. Аскеров, М.Н. Агаев, И.М. Эфендиева и др. "Аморфная металлическая пленка TiW в качестве диффузионного барьера в (PtSi+TiW-Al)-nSi диодах Шоттки". Матер. Респ. конф. "Современные проблемы неорганической и физической химии", Баку, 1997, с. 114 -115.

İ.M. Əfəndiyeva, M.Ə. Qənbərzadə, M.N. Ağayev, L.K. Abdullayeva

**(PtSi+TiW-Al)-nSi ŞOTTKİ DİODLARININ ƏKSİNƏ VOLT-AMPER XARAKTERİSTİKALARI**

(PtSi+TiW-Al)-nSi Şottki diodları 248-458 K və 0.1-20 V gərginlik intervalında tədqiq edilmişdir. Nəzəri və eksperimental VAX-ın müqayisəsi 298-373 K intervalında tunel mexanizminin üstünlük təşkil etməsini aşkar etmişdir.

I.M. Efendiyeva, M.A. Ganbarzadeh, M.N. Agayev, L.K. Abdullayeva

**INVERSE VOLT-AMPERE CHARACTERISTICS OF (PtSi+TiW-Al)-nSi SHOTTKY DIODES**

The Schottky diodes have been investigated in the temperature region of 248-458 K and the voltages of 0.1-20 V. The comparison of theoretical and experimental volt-ampere (I-U) characteristics has revealed the predominant role of the tunneling in temperature interval of 298-373 K.

Дата поступления: 05.11.99

Редактор: З.И. Искендерзаде

При наличии механизма термо-полевой эмиссии зависимость тока от напряжения определяется как

$$j \sim \exp(-V/E'_0), \text{ где } E'_0 = - \frac{E_{\infty}}{\frac{E_0}{kT} - \text{th} \frac{E_{\infty}}{kT}}$$

Величина  $E_{\infty}$ , определяемая параметрами полупроводника, равна нулю в отсутствии туннелирования.  $E_0$  – функция температуры и уровня легирования.

В этой связи нами был проведен анализ экспериментальных результатов. Сравнение экспериментальных значений характеристической энергии  $E'_0$  с теоретическими (рис.3) для обратных ВАХ, подтверждает преобладающую роль туннелирования в области температур 298-373 К.

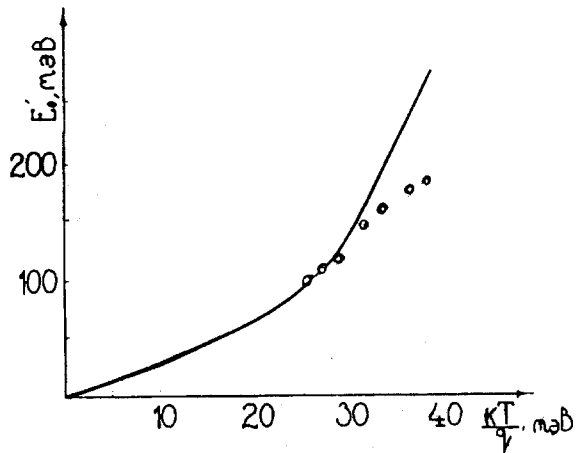


Рис.3. Зависимость характеристической энергии  $E'_0$  от температуры.

Анализ результатов исследований, проведенных в области температур 298-458 К, выявил, что при напряжении 20 В наблюдается пробой диода. Отсутствие зависимости напряжения пробоя от температуры свидетельствует о том, что при 20 В наблюдается туннельный пробой.

[2] В.И. Стриха. Контактные явления в полупроводниках, Киев, Вища школа, 1982, с. 224.

[3] С.Н. Зи. Физика полупроводниковых приборов. Пер. с англ. Под ред. Р.А. Суриса, М., Мир, 1984, т.1, с.455.