

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНТАКТА КРЕМНИЯ
С АМОРФНЫМ И ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИМ МЕТАЛЛОМ
ПРИ МАЛЫХ ПРЯМЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ

Ш.Г. АСКЕРОВ, Р.Ф. МЕХТИЕВ, И.Г. ПАШАЕВ
Бакинский Государственный Университет

В данной работе изучены электрофизические свойства $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ (где $x=4; 19; 35; 74; 96$) диодов Шоттки (ДШ) при малых прямых напряжениях. Сплав $Ni_{35} - Ti_{65}$ имеет аморфную структуру, найдена высота потенциального барьера двумя методами (метод $I - V$, и $I \sim T$). Полученные результаты показывают, что высота барьера весьма чувствительна к составу металлического сплава. Самая большая высота барьера относится к контактам кремния с аморфными металлическими сплавами

Открытие аморфных металлов внесло большой вклад в науку о металлах, существенно изменив наши представления о них. Оказалось, что аморфные металлы поразительно отличаются по своим свойствам от металлических кристаллов, для которых характерно упорядоченное расположение атомов.

Известно, что аморфные пленки металлов хорошо выполняют функции диффузионных барьеров в микроэлектронных структурах [1.9] и позволяют изготавливать диоды Шоттки (ДШ) с высоким потенциальным барьером (до 1 эВ), что представляет интерес для солнечной энергетики [7.8].

С изменением температуры и состава пленки металла происходит структурное изменение металлических сплавов, в связи с этим изменяются и параметры ДШ [2.8].

Данная работа посвящена получению $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ ДШ и изучению электрофизических свойств $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ ДШ при малых прямых напряжениях.

Для изготовления ДШ в качестве полупроводника использовали кремниевую пластинку n - типа с ориентацией (111) и удельным сопротивлением n - слоя 0.7 Ом см. В качестве металла использовали сплав Ni_xTi_{100-x} (где $x = 4; 19; 35; 74; 96$). Пленки сплава Ni_xTi_{100-x} получены методом электронно-лучевого испарения из двух источников. Структура сплава пленки контролировалась методом рентгенографического анализа на промышленной установке ДРОН-2. Рентгенограмма приведена на рис. 1. Как видно из рисунка пленка сплава $Ni_{35} - Ti_{65}$ имеет аморфную структуру, а остальные пленки поликристаллическую. Этот вывод сделан на основании того, что у кристаллов четко выражается серия максимумов и минимумов, что говорит не только о правильном расположении ближайших атомов, но и о существовании дальнего порядка, т.е. в кри-

сталлах можно провести координаты, по которым взаимное расположение атомов одно и то же на расстоянии, во много раз превышающим величину элементарной ячейки.

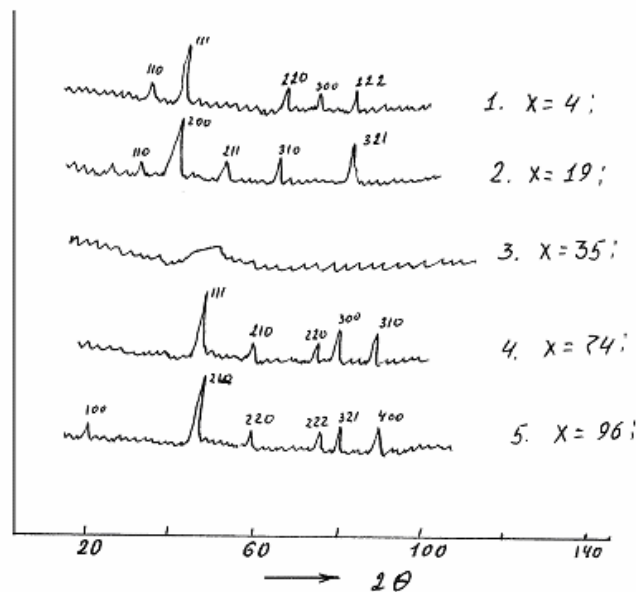


Рис. 1. Рентгенограмма пленок сплава Ni_xTi_{100-x} (где $x = 4; 19; 35; 74; 96$).

В аморфной пленке $Ni_{35}-Ti_{65}$ также, как и в кристаллах, первый максимум полностью разрешен, т.е. первый минимум касается оси абсцисс. Это значит, что на определенном расстоянии плотность рассеянных электронов практически равна нулю. Максимумы и минимумы выражаются благодаря наличию разных межатомных расстояний, стремясь в пределе к плавной кривой. В аморфной пленке $Ni_{35}-Ti_{65}$ наблюдается только ближний порядок в пределах каждой элементарной ячейки, построенной также, как и в кристалле. За пределами ячейки порядок нарушается. Это происходит, потому что каждая следующая ячейка несколько повернута относительно предыдущей, причём направление поворотов часто статистическое [2].

В области прямого напряжения $v > 3kT/e$ параметры диодов Шоттки (ДШ) определяются из вольт-амперной характеристики (ВАХ), которая выражается формулой [4]:

$$I = SAT^2 \exp\left(\frac{\Phi_B}{kT}\right) \left[\exp\left(\frac{\Phi_B}{nkT}\right) - 1 \right] \quad (1)$$

где A - эффективная постоянная Ричардсона, n -коэффициент неидеальности, Φ_B высота барьера. Все другие обозначения имеют обычный смысл.

Для этой же цели можно использовать начальный участок напряжения v

$< kT/e$, где ВАХ ДШ описывается формулой [5].

$$I = SAT \cdot \frac{\ell}{k} \exp\left(\frac{\Phi_B}{kT}\right) \cdot V \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что сопротивление перехода описывается формулой:

$$R = k / \ell A S A_0 T \exp\left(\frac{\Phi_B}{kT}\right) \quad (3)$$

Из сопоставления формулы (2) с (3) видно, что ВАХ является прямой линией с угловым коэффициентом, равным $1/R$.

На рис. 1 представлена экспериментальная ВАХ $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ ДШ, где параметром прямых является процентное содержание компонентов сплава [6]. Указанные зависимости были получены при комнатной температуре для диодов с площадью $S = 1200 \text{ мкм}^2$.

Значение высоты барьера определялось двумя методами. Согласно первому способу (метод I-V), из экспериментальной ВАХ сперва определялось сопротивление перехода, после чего при помощи формулы (3) вычислялась Φ_B в предположении, что площадь контакта S равняется геометрической площади, а $A = 110 \text{ а/см}^2 \text{ к}^2$.

Таким образом, найдены значения Φ_B для $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ ДШ (где $x = 4; 19; 35; 74; 96$). Суть второго способа заключается в том, что, как следует из формулы (3), зависимости $\ln RT$ от $1/T$ описывается прямой линией, наклон которой определяет высоту потенциального барьера Φ_B (метод 1-T) [7]. Соответствующие результаты показаны в таблице 1.

Таблица 1

x%	4	19	35	74	96
$\Phi_B(1-V)$	0,61	0,65	0,69	0,64	0,63
$\Phi_B(1-T)$	0,54	0,58	0,60	0,53	0,51

Как видно из таблицы, высота потенциального барьера, найденных методами (1-V) и (1-T), самая большая высота относится к $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ ДШ, где сплав имеет аморфную структуру.

Полученные результаты для $V < kT/e$ позволяют заключить, что по сравнению с поликристаллической пленкой металла, в случае контакта аморфной пленки металла с кремнием, граница раздела относительно однородна, высота барьера весьма чувствительны к составу металлического сплава, свойства $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ ДШ зависят от состава и структуры пленки.

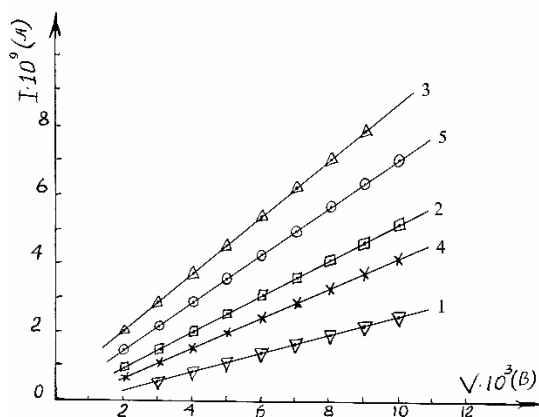


Рис. 2. ВАХ $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ ДШ при низких прямых напряжениях.

1-4; 2-19; 3-35; 4-74; 5-96

ЛИТЕРАТУРА

1. Судзуни К., Фудзимори Х., Хасимото К. Аморфные металлы. М.: 1987, с.384.
2. Золотухин И.В., Соколов Н.Ю. Возможности применения аморфных металлических сплавов и микроэлектроника. 1989. вып. 1. (130), с.23-26.
3. Аскеров Ш.Г., Асланов Ш.С., Пашаев И.Г. ЭТ сер. 10 микроэлектронные устройства, вып. 6(78) 1989.
4. Зи С.М. Физика полупроводниковых приборов, т.1. М.:1984, стр. 292,
5. Lalinsky T., Mirinsky K. Electrotechnicky cosopis Rocnik 34. №3. 1983. p. 161-168.
6. Пашаев И.Г. Физика, 1997. №4, ст. 64-66.
7. Аскеров Ш.Г., Пашаев И.Г. Неравновесные процессы в сложных полупроводниках. Баку: 1987, с. 43-45.
8. Бетехтин В.И. и др. ФТТ.2000, том 42, вып. 8, с. 1420 – 1424.
9. Крылов П.И. ФТП. 2000. том 34, вып 3, с. 306-310.

DÜZ İSTİQAMƏTLİ KİÇİK GƏRGİNLİKLƏRDƏ SİLİSİUMLA AMORF VƏ POLİKİSTAL METAL KONTAKTININ ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

Ş.Q.ƏSGƏROV, R.F.MƏHDİYEV, İ.G.PAŞAYEV

XÜLASƏ

Məqalədə düz istiqamətli kiçik gərginlikdə $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ DŞ (hansı ki, $x = 4; 19; 35; 74; 96$) Şotki diodunun xassələri öyrənilmişdir. $Ni_{35}Ti_{65}$ xəlitəsi amorf struktura malikdir. Potensial çəpərin hündürlüyü iki metodla (metod 1-V və 1-T) təyin olunmuşdur. Alınmış nəticələr göstərir ki, potensial çəpərin hündürlüyü metal xəlitənin tərkib dəyişməsinə həssasdır. Potensial çəpərin hündürlüyünün ən böyük qiyməti silisiumla kontaktda olan metal xəlitənin amorf halına uyğun gəlir.

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF THE CONTACT OF SILICIUM
WITH AMORPHOUS AND POLYCRYSTALLINE METAL
AT LOW FORWARD VOLTAGES

CH.Q.ASKEROV, R.F. MEKHTIEV, I.G.PASHAEV

SUMMARY

The properties of $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ (where $x = 4; 19; 35; 74; 96$) Schottky diodes (SD) at low forward voltages have been investigated in the present paper. The $Ni_{35}Ti_{65}$ alloy has been found to be of the amorphous structure. The heights of potential barriers have been determined by two methods (the 1-U 1-T methods). The obtained results show that the barrier heights are rather sensitive to the metallic alloy composition. It has been found that the contacts of silicium with the amorphous metallic alloys have the largest height of the barrier.