

ВЛИЯНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ РАЗЛИЧНЫХ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СЛОЕВ НА СВОЙСТВА ДИОДОВ ШОТТКИ,
ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ, ПРИ МАЛЫХ
ПРЯМЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ

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

В настоящей работе изучены получение $Ni_xTi_{100-x}nSi$ ДШ (где $x=0:10::25:35:50:87:100$), и $Pb_xSb_{100-x}nSi$ ДШ и влияние микроструктуры пленки металла на свойства ДШ при малых прямых напряжениях.

Найдено, что для высоты барьеров обоих ДШ имеется зависимость от термоотжига и от процентного состояния пленки металла. Изменение параметра данного ДШ связано с изменением микроструктуры пленок металлического сплава.

Введение. В течение последних 30 лет интенсивно изучается аморфное состояние твердых тел в связи с широким применением аморфных полупроводниковых и металлических пленок в ряде областей науки и техники [1-3].

Для решения проблемы влияния микроструктуры металлических слоев на свойства диодов Шоттки (ДШ) при малых прямых напряжениях перспективным является материал либо с аморфной структурой, либо с монокристаллической. Практически изготовление интегральной микросхемы с применением ДШ на монокристаллических слоях является весьма трудной технологической задачей.

В этом отношении более перспективной является металл с аморфной структурой. Причиной такого интереса является то, что применение пленок металлов с аморфной структурой позволяет изготовить ДШ с важными прикладными свойствами. Преимущество применения аморфных металлов заключается еще в том, что из-за отсутствия зернистой структуры и границ зерен в аморфных пленках должна формироваться более однородная граница раздела (ГР), и, как результат этого, ДШ должен обладать свойствами, близкими к идеальным.

Отсутствие границ зерен и зернистой структуры, во-первых, делает эти материалы привлекательными с точки зрения диффузионных барьеров [1-7] в производстве интегральных схем на пленочных структурах с

многоуровневой металлизации. Во – вторых, подобные пленки позволяют изготовить термостабильные элементы микросхем [1-4,].

Настоящая работа посвящена получению $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ ДШ и $Pb_xSb_{100-x} - nSi$ ДШ и изучению влияния микроструктуры пленки металла на свойства ДШ, изготовленных на основе кремния при малых прямых напряжениях.

Влияние микроструктуры пленки металла на свойства контакта металл – полупроводник рассмотрено в работах [1-4,6,11].

Экспериментальный процесс

Для изготовления ДШ в качестве полупроводника использовалась кремниевая - пластина n-типа с ориентацией (111) и удельным сопротивлением n- слоя 0,7 Ом; см.

В качестве металла был использован сплав Pb_xSb_{100-x} (где $x = 2:15::52:70:87:98$) и Ni_xTi_{100-x} (где $x = 0:10::25:35:50:87:100$). Пленки сплавов Pb_xSb_{100-x} и Ni_xTi_{100-x} были получены методом электронно – лучевого испарения из двух источников. Скорость испарения компонентов выбиралась таким образом, чтобы состав пленки соответствовал сплаву $Ni_{35}Ti_{65}$ и $Pb_{x52}Sb_{48}$, поскольку эти сплавы склонны к аморфизации [5].

Структура пленки сплава до и после термоотжига контролировалась рентгенографическим анализом и просвечивающим электронным микроскопом.

Рентгеноструктурные анализы полученных пленок с различным содержанием компонентов, проведенные на промышленной установке ДРОН-4, показали, что $Ni_{35}Ti_{65}$ и $Pb_{x52}Sb_{48}$ имеют аморфную структуру, а остальные пленки – поликристаллическую [5,9].

Результаты и их обсуждение

Для определения параметров $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ ДШ и $Pb_xSb_{100-x} - nSi$ ДШ при малых прямых напряжениях $0 < V < kT/e$ для описания ВАХ была использована формула [10].

$$I = \frac{e}{k} SA^x T \exp\left(\frac{\Phi_e}{kT}\right) V \quad (1)$$

где S – площадь контактов, A^x – эффективная постоянная Ричардсона.

Φ_e -высота барьера контакта. Все другие обозначения имеют обычный смысл. Согласно (1) ВАХ выражается прямой линией, угловой коэффициент которой зависит от значения высоты барьера.

Преимущество этого метода заключается в том, что он особенно чувствителен к специфическим свойствам микроструктуры диодов Шоттки при малых прямых напряжениях. Экспериментальные ВАХ $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ ДШ в области низких прямых напряжений $V < kT/e$ описываются формулой (1). Также вычислена высота барьеров для $Ni_xTi_{100-x} - nSi$ и $Pb_xSb_{100-x} - nSi$ ДШ .

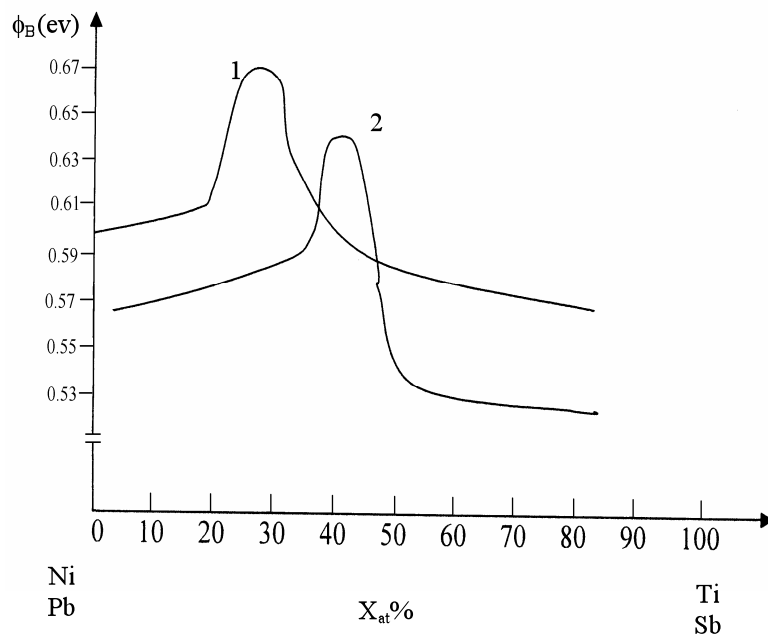


Рис.1. Зависимость высоты барьера ДШ от процентного содержания компонентов в сплаве при низких прямых напряжениях. 1- $Ni_xTi_{100-x}-nSi$, 2- $Pb_xSb_{100-x}-nSi$ ДШ.

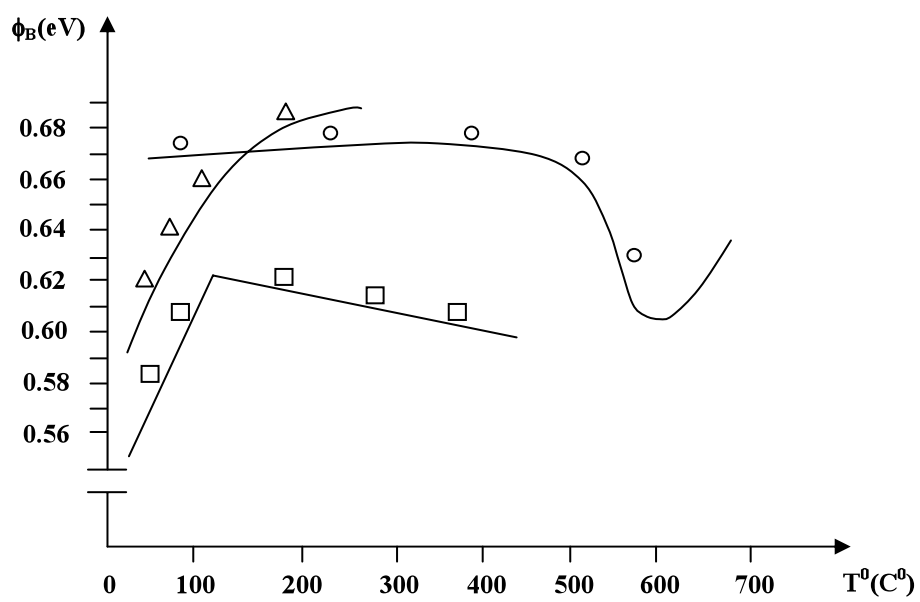
На рис.1 показана зависимость высоты барьера от процентного содержания компонентов для $Ni_xTi_{100-x}-nSi$ ДШ и $Pb_xSb_{100-x}-nSi$ ДШ, соответственно в сплаве. Указанные зависимости были получены при комнатной температуре для обоих диодов с площадью $S=1400\text{мкм}^2$.

Как видно из рис.1 наибольшие высоты барьеров относятся к контактам с аморфными сплавами $Ni_{35}Ti_{65}$ и $Pb_{52}Sb_{48}$.

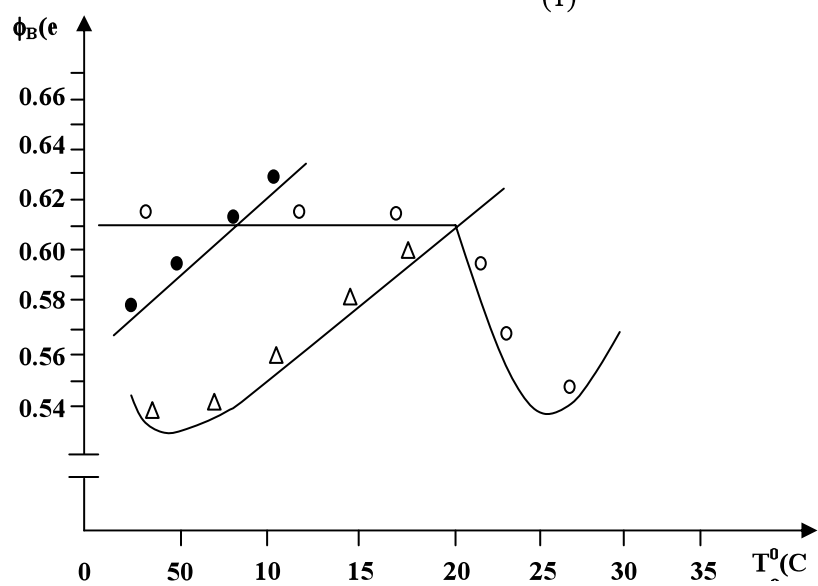
На рис. 2 показаны зависимости высоты барьеров от температуры отжига. В процессе измерений $Ni_xTi_{100-x}-nSi$ ДШ и $Pb_xSb_{100-x}-nSi$ ДШ находились в термостате, где температура поддерживалась с точностью $\pm 2^\circ C$. Термоотжиг проводился в атмосфере при температурах от $50^\circ C$ до $600^\circ C$ в течение 10 минут.

Как видно из рисунков, наиболее термостабильными по сравнению с диодами, изготовленными на основе пленок сплава с поликристаллической структурой являются ДШ, изготовленные с применением аморфного металлического покрытия.

Уменьшение высоты барьера наблюдаются для $Ni_{35}Ti_{65}-nSi$ ДШ при $550^\circ C$ и $Pb_{52}Sb_{48}-nSi$ ДШ при $210^\circ C$.



(1)

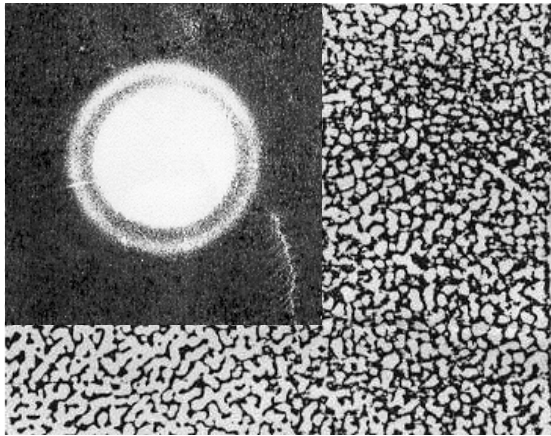


(2)

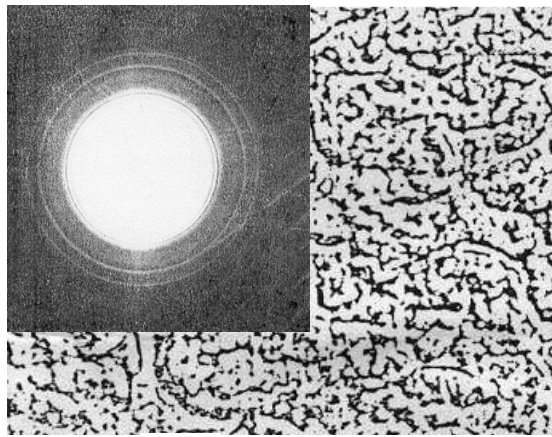
Рис.2. Зависимость высоты барьера от температуры отжига.

1- Ni_xTi_{100-x} -n Si ДШ X% Δ - 10 : \circ - 35 : \square - 87:

2- Pb_xSb_{100-x} -nSi ДШ. X% \circ - 52 : Δ 70 : \bullet - 87 :



а



б

Рис.3. Электронно-микроскопические фотографии поверхности пленки. 1- $\text{Ni}_{35}\text{Ti}_{65}$
а) до отжига, б) после отжига $\times 50000$.

Остальные же диоды прерывают свою зависимость при различных температурах отжига и при дальнейшем отжиге не показывают выпрямляющих характеристик.

Следовательно можно предположить, что изменение высоты барьера ДШ после термоотжига 550°C , 210°C и выше связано с изменением структуры металлических пленок сплава.

Действительно, исследования структуры металлической пленки $\text{Ni}_{35}\text{Ti}_{65}$ и $\text{Pb}_{52}\text{Sb}_{48}$ показали, что при температуре 550°C и 210°C пленка металла из аморфного или квазиаморфного состояния переходит в поликристаллическое ДШ. Об этом свидетельствуют и электронномикроскопические исследования поверхности пленки (рис.3).

Сравнивая результаты зависимости параметров ДШ от процентного состояния и от термоотжига можно заключить, что параметры ДШ связаны с изменением микроструктуры пленки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kelly M.J., Todd A.G., Sisson M.J., Wickenden D.K. Elect. Lett 1983 YI 9 №13 p.474-476.
2. Аскеров Ш.Г., Болтовец Н.С., Пашаев И.Г., Асланов Ш.С. ЭТ. Сер. 10 микро-элек-устройства. 1988, вып. (2/68) с 39 – 41.
3. Wickenden D.K, Sisson M.J., Todd A.G., Kelly M.J. Solid-State Elect. 1994, V27 №6, p.515-518.
4. Рембеза С.И., Борсякова О.И. ФТП. 2001, том 35 вып. 7. с. 796-801.
5. Судзуки К., Фудзимори Х., Хисимото К. Аморфные металлы. М. 1987, С.384.
6. Пашаев И.Г. БГУ. Новости. 1999, № 3-4, стр. 94-97.
7. Tung R.T., J.V.S. and Tech. 1984, B 2 (3) p 465-470.
8. Finetti M. E.T. Pan, I. Suni, M.A. Nicolit appe phys lett 1983 43 (II) pp 987-989
9. Пашаев И.Г. Физика. Том III, Баку, 1997, №4, стр. 64-66.
10. Зи С.М. Физика полупроводниковых приборов. М. 1984, т.1. стр. 292.
11. Askerov Sh.G., Pashaev I.G. 2 nd International conference in Techine and Physical Problems in Prew Engineering Tabriz. Iran. 2004, P. 367-369.

DÜZ KİÇİK GƏRGİNLİKLƏRDƏ MÜXTƏLİF METAL TƏBƏQƏLƏRİN MİKROSTRUKTURUNUN SİLİSİUM ƏSASINDA HAZIRLANMIŞ ŞOTTKİ DİODLARININ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

S.Q. ƏSGƏROV, İ.Q. PAŞAYEV, R.F.MƏHDİYEV

XÜLASƏ

Bu işdə Ni_xTi_{100-x} - nSi və Pb_xSb_{100-x} - nSi Şottki Diodları (Ş.D.) alınması və duz aşağı gərginlikdə nazik təbəqəli metalın mикроструктурunun ŞD xassələrinə təsiri öyrənilmişdir.

Alınmışdır ki, hər iki ŞD-u üçün potensial çəpərin hündürlüyü həm termoemaldan, həm də nazik təbəqəli metalın tərkib dəyişməsindən asılıdır. Bu ŞD parametrlərinin dəyişməsi nazik metal təbəqəli xəlitənin mикроструктур dəyişməsi ilə əlaqədardır.

**INFLUENCE OF A MICROSTRUCTURE OF VARIOUS METAL LAYERS
ON PROPERTIES OF DIODES SHOTTKI MADE ON THE BASIS OF SILICON
AT SMALL AND DIRECT PRESSURE**

Sh.G.ASKEROV, I.G.PASAHAEV, R.F.MEHDIEV

SUMMARY

In hereby work are investigated reception Ni_xTi_{100-x} -nSi diodes Shottki (where $x=0; 10; 25; 35; 58; 87; 100$) and Pb_xSb_{100-x} – nSi diodes Shottki, and influence of a microstructure of a film of metal on properties of Diodes Shottki at small direct voltage.

It is found that heights of a barrier to both diodes Shottku there is a dependence from termo otjiqa and from a percentage condition of a film metal that change of parameter of given diode Shottki is connected to change of a microstructure dilim a metal alloy.