

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА
НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИОДОВ ШОТТКИ,
ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ

Ш.Г.АСКЕРОВ, Р.Ф.МЕХТИЕВ, И.Г.ПАШАЕВ

Бакинский Государственный Университет

В данной работе исследовано получение $Ni_xTi_{100-x}nSi$ (где $x=0; 25; 35; 58; 87; 100$) диодов Шоттки (ДШ) и изучено влияние изменения состава и структуры пленки металла на электрофизические свойства $Ni_xTi_{100-x}nSi$ ДШ. Определены основные параметры ДШ в зависимости от состава и структуры пленок металла. В результате выявлено, что изменения параметров $Ni_xTi_{100-x}nSi$ ДШ связаны с изменением состава и структуры пленки металла.

В последние годы XX столетия внимание физиков и материаловедов привлечено к таким конденсированным средам, для которых характерно неупорядоченное расположение атомов в пространстве. Открытие аморфных металлов внесло большой вклад в науку о металлах, существенно изменив наши представления о них. Оказалось, что аморфные металлы значительно 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 [1,6] и позволяют изготавливать диоды Шоттки (ДШ) с высоким потенциальным барьером (до 1 эВ), что представляет интерес для солнечной энергетики [1,2].

С изменением температуры и состава пленки металла происходит структурное изменение металлических сплавов, в связи с этим изменяются и параметры ДШ [1,5].

Данная работа посвящена получению $Ni_xTi_{100-x}nSi$ ДШ и изучению влияния изменения состава и структуры металла пленки на электрофизические свойства $Ni_xTi_{100-x}nSi$ ДШ. Влияние состава и структуры пленки металла на свойства контакта металл-полупроводник частично рассмотрено в работах [4-6, 10-14].

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 $x=0; 10; 25; 35; 58; 87; 100$). Пленки сплава Ni_xTi_{100-x} получены методом электронно-лучевого испарения из двух источников. Структу-

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

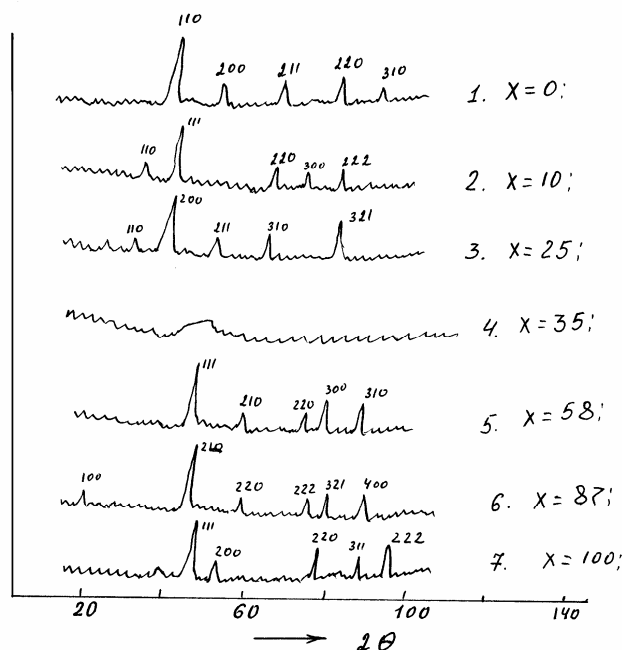


Рис. 1. Рентгенограмма плёнок сплава Ni_xTi_{100-x}

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 $Ni_{35}Ti_{65}$ соблюдается 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 [8].

В результате рентгенофазового анализа системы Ni-Ti установлено, что в зависимости от количества атомов Ni до получения состава $Ni_{35}Ti_{65}$

периоды кристаллической решетки изменяются, не подчиняясь закону Вегарда [7].

Из литературы [7] известно, что Ti имеет объемноцентрированную решетку J с периодом элементарной ячейки $a = 3,33 \text{ \AA}$, Ni имеет граничноцентрированную решетку F с периодом $a = 3,52 \text{ \AA}$. Также есть сведения о существовании гексагональных модификаций этих компонентов. Однако, полученные нами дифрактограммы чистых элементов Ni и Ti показали, что рефлексы дифрактограммы индицируются на основе кубических примитивных решеток (Табл. 1.). Поэтому, приняв за основу кубическую решетку, проиндицировали рентгенограммы, соответствующие различным составам $\text{Ni}_x\text{Ti}_{100-x}$.

Таблица 1

Межплоскостные расстояния, индексы, периоды и типы решетки на рентгенограммах сплавов $\text{Ni}_x\text{Ti}_{100-x}$

№	1		2		3		4		5		6		7	
	2		10		25		35		58		87		100	
$X_{a>}\%$	d(Å)	hkl	d(Å)	hkl	d(Å)	hkl			d(Å)	hkl	d(Å)	hkl	d(Å)	hkl
1.	2,356	110	2,797	110	3,083	110	-	-	2,058	111	4,430	100	2,018	111
2.	1,690	200	2,254	111	2,311	200	-	-	1,564	210	2,016	210	1,800	200
3.	1,364	211	1,408	220	1,824	211	-	-	1,266	220	1,566	220	1,239	220
4.	1,175	220	1,275	300	1,435	311	-	-	1,199	300	1,266	222	1,110	311
5.	1,054	310	1,163	222	1,175	321			1,100	310	1,199	321	16,037	222
											1,100	400		
	3,33 Å		3,92 Å		4,45 Å		-		3,52 Å		4,45 Å		3,52 Å	
	J		P		P				P		P		P	

Определено, что увеличение количества Ni в области 0, 10, 25, 35 приводит к кристаллизации образца. Однако нет никаких закономерных изменений периодов решетки.

Изменение периодов и типов решеток связано со статистическим распределением отдельных атомов в неравноправных кристаллографических положениях ($J \rightarrow P : F \rightarrow P$).

Высота барьера и коэффициент неидеальности вычисляются по известной формуле [9].

$$I = SA_0 T^2 \exp\left(\frac{\varphi_b}{KT}\right) \left[\exp\left(\frac{\varphi_b}{KT}\right) - 1 \right],$$

где S – площадь контакта, A_0 – постоянная Ричардсона, T – температура контакта, φ_b – высота потенциального барьера, n – коэффициент неидеальности, V – потенциал смещения, k – постоянная Больцмана, e – заряд электрона.

Указанные зависимости снимались при комнатной температуре для диодов с площадью $S - 1400 \text{ мкм}^2$.

Как сказано выше, в зависимости от количества атомов Ni до получения состава $\text{Ni}_{35}\text{Ti}_{65}$ периоды кристаллической решетки линейно изменяются. С увеличением количества атомов Ni увеличивается высота барьера и уменьшается коэффициент неидеальности ДШ (рис. 2а и б). При составе $\text{Ni}_{35}\text{Ti}_{65}$ полученный образец является аморфным. Из рисунков видно, что этому составу ДШ соответствует наибольшая высота барьера и наименьший коэффициент неидеальности.

С дальнейшим увеличением количества Ni (в области 35, 58, 87, 100) уменьшается высота барьера и увеличивается коэффициент неидеальности ДШ. Это объясняется тем, что система Ni – Ti образует твердые растворы.

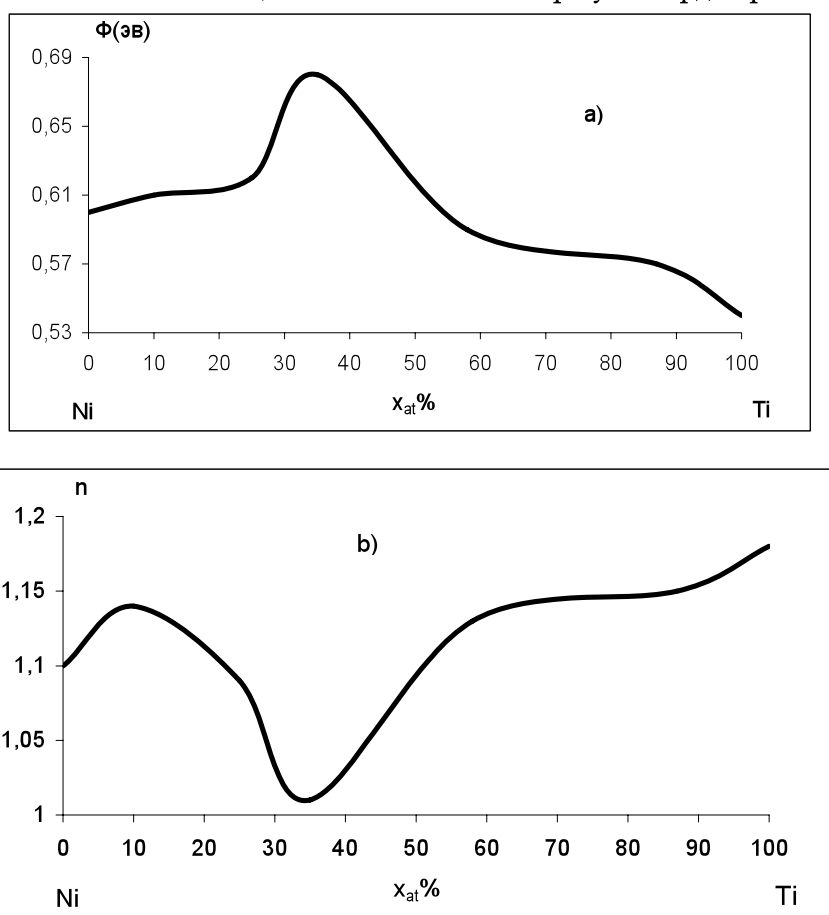


Рис. 2. а) Зависимость высоты барьера и б) коэффициент неидеальности от состава.

Сравнивая результаты рентгенофазового анализа и величины параметров ДШ можно заключить, что изменение параметров $\text{Ni}_x\text{Ti}_{100-x}\text{-nSi}$ ДШ связаны с изменением состава и структуры пленки металла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wickenden D.K., Sisson M.J., Todd A.G., Kelly M.J.. Solid Elect, 1984, V 27 N: бр 515-518.
2. Аскеров Ш.Г., Болтовец Н.С., Пашаев И.Г., Асланов Ш.С.. Электронная техника. Сер. 10 Микроэлектронные устройства. 1988, вып. 2(68), с. 39-41.
3. Kolly M.J., Todd A.G., Sisson M.J., Wickenden D.K., Elect. Lett, 1983, V 19 N: 13p 474-476.
4. Tung R.T., J.V.S. and Tech 1984, B 2 (3), p. 465-470.
5. Аскеров Ш.Г.. Письмо в ЖТФ. 1977, т.3 в 18 с. 968 – 970.
6. Askerov Sh. C., Pashaev I.G. 2 nd Int. Conference Tabriz-Iran 2004, p. 367-368.
7. Гипье А.. Рентгенография кристаллов. М., 1963.
8. Судзуки К., Фудзимори Х.. Аморфные металлы М., 1987.
9. Зи С.М. Физ. п/п приборов. М., 1984, т.1.
10. Пашаев И.Г. Баку «Физика» 1999, том. V №4, с. 59 – 60.
11. Золотухин И.В. Соросовский образовательный журнал №4, 1997, с. 74-78.
12. Бетехтин В.И. и др. ФТТ. 2000, том 42, вып. 8, с.1420-1424
13. Мездрочина М.М. и др. ФТП 1998, том 32, №5 ст. 520-526.
14. Крылов П.Н. ФТП. 2000, том 34, вып 3, с. 306-310.

METALIN TƏRKİB VƏ QURULUŞ DƏYİŞMƏSİNİN Si ƏSASINDA HAZIRLANMIŞ ŞOTTKI DİODLARININ ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

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

XÜLASƏ

Məqalədə Ni_xTi_{100-x} -nSi Şottki diodunun (ŞD) alınması (harda ki, $x=0, 10, 25, 35, 58, 87, 100$) və nazik metal təbəqənin tərkib və quruluş dəyişməsinin Ni_xTi_{100-x} -nSi ŞD elektrofiziki xassələrinə təsiri öyrənilmişdir.

ŞD-nin əsas parametrləri təyin edilərək metal təbəqənin tərkib və quruluş dəyişməsinin asılılığı verilmişdir. Nəticələr göstərir ki, Ni_xTi_{100-x} -nSi ŞD parametrləri nazik metal təbəqənin tərkib və quruluşundan asılıdır.

INFLUENCE OF CHANGE OF A COMPOSITION AND STRUCTURE OF A METAL ON ELECTROPHYSICAL PROPERTIES SCHOTTKY DIODE MADE ON BASIS OF SILICON.

Sh.C.ASKEROV, R.F.MEKHTİYEV, İ.G.PASHAEV.

SUMMARY

In this work we have researched production $Ni_x Ti_{100-x} - n Si$ where ($x=0;25;35;58;87;100$) of Schottky diodes (D.Sh) and have Studied influence of change of a composition and a structure of a metal film on electro physical properties $Ni_x Ti_{100-x} - n Si$. - D.Sh We have been determined critical parameters D.Sh depeding on composition and structure of metal films AS a result we have obtained, that parameters $Ni_x Ti_{100-x} - n Si$. D.Sh have been connected with change of a composition and a structure of metal films.