

## ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БАРЬЕРА ШОТТКИ НА ОСНОВЕ ГИДРОГЕНИЗИРОВАННОГО АМОРФНОГО КРЕМНИЯ ( $\alpha$ -Si:H)

А.Г.МАМЕДОВА, Ш.С.АСЛАНОВ, С.В.ГАМИДОВ, С.Т.ГАХРАМАНОВА, А.И.БАЙРАМОВ

Институт Физики НАН Азербайджана

В работе приведены результаты получения пленок гидрогенизированного аморфного кремния ( $\alpha$ -Si:H) методом магнетронного распыления и исследования их электрических, фотоэлектрических и оптических свойств. На основе полученных пленок созданы солнечные элементы с барьером Шоттки с высокими фотоэлектрическими параметрами.

Последние годы все большее внимание уделяется исследованию свойств тонких пленок неупорядоченных полупроводников. Среди них особенно выделяется гидрогенизированный аморфный кремний ( $\alpha$ -Si:H). Интерес к этому материалу обусловлен, главным образом, возможностью создания на его основе эффективных и дешевых фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии[1].

В ряде исследований было установлено, что в процессе разложения силана в плазме при приложении магнитного поля улучшаются фотоэлектрические свойства пленок [2, 3]. Поэтому в данной работе для получения пленок  $\alpha$ -Si:H применяется метод магнетронного распыления на постоянном токе из монокристаллической кремниевой мишени. Метод магнетронного распыления на постоянном токе обладает рядом преимуществ; эффективный контроль содержания водорода в камере и в пленке, а также температуры подложки в широком интервале, использование для распыления мишени сложного состава, высокая скорость осаждения, относительно низкое напряжение осаждения (менее 400В), что ограничивает отрицательное воздействие энергии ионов на структуры и водородной связи в пленках, применимость в массовом производстве и др.

Целью данной работы является получение  $\alpha$ -Si:H с использованием метода магнетронного распыления на постоянном токе, исследование их электрических и фотоэлектрических свойств в зависимости от состава, а также изготовление на их основе барьеров Шоттки с высокими фотоэлектрическими параметрами.

Нами разработано и изготовлено магнетронное распылительное устройство в вакууме, позволяющее использовать мишень в виде плоского диска с диаметром 100мм. При получении пленок  $\alpha$ -Si:H использовалась кремниевая мишень чистоты 99,99. Для осуществления эффективного процесса гидрогенизации с пониженной плотностью дефектов в запрещенной зоне, нами оптимизировались параметры осаждения - парциальное давление водорода  $P_H$ , давление аргона  $P_{Ar}$ , температура подложки  $T_s$ , входная мощность  $P$  и смещение на подложке  $V_B$ . Наилучшие пленки были получены при параметрах приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Технологические условия получения пленок  $\alpha$ -Si:H.

T (°C)	P <sub>H</sub> (%)	P <sub>Ar</sub> (%)	P <sub>total</sub> (mtorr)	V <sub>B</sub> (V)
250	50	50	10	-100

Результаты комплексного исследования характеристик пленок приведены в таблице 2.

Таблица 2. Характеристики полученных пленок  $\alpha$ -Si:H

Содержание водорода по отношению к Si (%)	содержание кислорода по отношению к Si (%)	Оптическая ширина запрещенной зоны (eV)	Плотность состояний (cm <sup>-3</sup> ·eV <sup>-1</sup> )	Диэлектр. постоянная	Отношение световой и темновой проводимостей
1	2	3	4	5	6
19	1	1.92	8·10 <sup>16</sup>	8.5	10 <sup>5</sup>

Нами были изготовлены солнечные элементы с барьером Шоттки на основе гидрогенизированного аморфного кремния  $\alpha$ -Si:H на стеклянной подложке. Площадь изготовленных элементов составляли 2x2cm<sup>2</sup>, в качестве металлического контакта использованы аморфные слои Al+Ni, а для создания барьера Шоттки использованы монокристаллические пленки силицида платины PtSi. Термообработка для получения моно-PtSi и стабилизация параметров  $\alpha$ -Si:H были совмещены и проведены в вакууме и в среде форминг газа (N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>).

Структура металлической пленки определена методами рентгенодифрактометрии и электронографии. Результаты представлены на рис.1

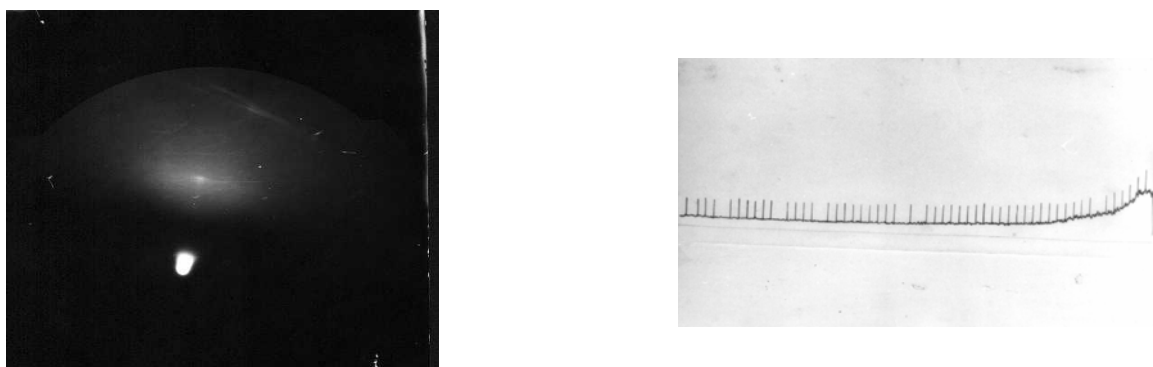


Рис 1. *a* – рентген дифракционная картина монокристаллической пленки PtSi и *b*- электронографическая картина аморфной пленки Al+Ni.

Следует отметить, что применение аморфных и монокристаллических металлических пленок обеспечивает долговечность и надежность элементов, так как в этих пленках отсутствуют диффузионные процессы по границам зерен. Конструкция изготовленных солнечных элементов представлена на рис 2:

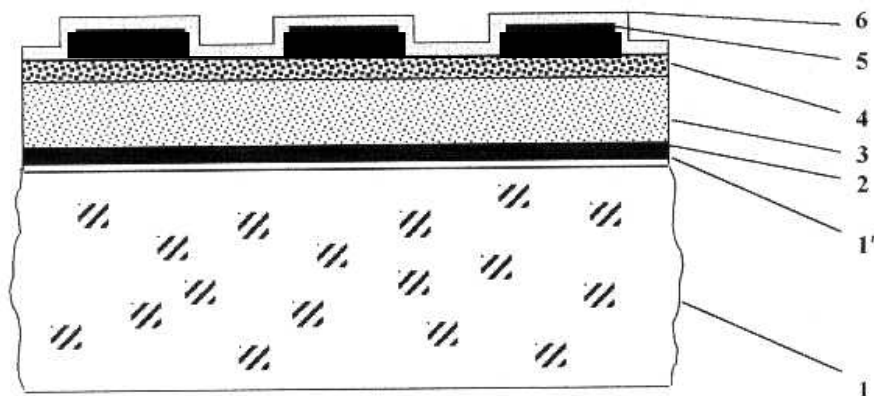


Рис.2

1 – стеклянная подложка, 2 –  $n^+$ -  $\alpha$ -Si:H, 3 –  $n$ -  $\alpha$ -Si:H ,  
 1' -  $\alpha$ -Al+Ni, 4 – моно-PtSi, 5-Ti+W метал. контакты, 6- просветляющее покрытие

В процессе распыления с целью получения  $n^+$  типа проводимости использован фосфин  $PH_3$ .

Для улучшения адгезии к стеклянной подложке металлических контактов нанесен очень тонкий слой  $SiO_x$  толщиной 0,01мкм.

Параметры изготовленных элементов определены на специальном стенде с регулируемой освещенностью. При освещенности  $100 \text{ mW/cm}^2$ , AM1 напряжение холостого хода,  $U_{OC}=0,88 \text{ mU}$  (open circuits voltage) , ток короткого ( short circuits current)  $I_{sc}=15.3 \text{ mA/cm}^2$ ,

#### Литература

1. С. А. Ендриховский, А. С. Нестеров, С. А. Неустроев, Е. В. Соколов, Ш. Г. Хурошвили. Получение, свойства и применение гидрогенизированного аморфного кремния. Обзоры по электронной технике, серия 6, выпуск 1986
2. Abdulrida M. C. , Allison J. . Thin film field effect transistors incorporating hydrogenated amorphous silicon produced by magnetron sputtering, Thin Solid Films, 1983, v. 102, p. L43-L46
3. Moafok C., Abdulrida M.C., Allison J., Influence of hydrogen on the performance of magnetron-sputtered amorphous hydrogenated silicon field-effect transistor, Appl.Phys.Lett., 1983, v.43, №8, p.768.

**A.H. Məmmədova, Ş.S.Aslanov, S.V.Həmidov, S.T.Qəhrəmanova, A.H.Bayramov**

**HİDROGENLƏŞDİRİLMİŞ AMORF SİLİSİUM ( $\alpha$ -Si:H) ƏSASLI ŞOTTKI BARYERİNİN  
FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİ**

İşdə maqnetron tozlandırma metodu ilə hidrogenləşdirilmiş amorf silisium incə təbəqələrinin alınması və onların elektrik, fotoelektrik və optik xassələrinin tədqiqi nəticələri verilmişdir. Alınmış təbəqələrin əsasında yüksək fotoelektrik parametrlərə malik Şottki baryerli günəş elementləri yaradılmışdır.

**A.G. Mamedova, Sh.S.Aslanov, S.V.Gamidov, S.T.Kakhramanova, A.I.Bayramov**

**PHOTOELECTRICAL PROPERTIES OF SCHOTTKY BARRIERS ON THE BASIS OF  
HYDROGENIZED AMORPHOUS SILICON ( $\alpha$ -Si:H)**

In this work the results of preparing of hydrogenized amorphous silicon thin films by the magnetron sputtering method and studies of their electrical, photoelectrical and optical properties are given. On the basis of obtained films high efficient solar cells with Schottky barriers are created.