

УДК 621.372

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ АНОДИРОВАНИЯ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ НА ЕГО ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ГЛЮКОЗЕ

Г.А. МЕЛИКДЖАНЫН, Х.С. МАРТИРОСЯН

Ереванский государственный университет, Армения

(Поступила в редакцию 4 апреля 2012 г.)

Исследовано влияние параметров анодирования пористого кремния на чувствительность к глюкозе путем измерения вольт-амперных характеристик и сопротивлений образцов. Показано, что чувствительность резко увеличивается (до 5.5 раза) с увеличением плотности тока анодирования.

1. Введение

Пористый кремний (ПК) может быть использован в качестве биочувствительного слоя из-за его развитой поверхности [1]. С другой стороны изменение структуры и модифицирование поверхности ПК приводит к различным величинам чувствительности к биоагенту [2,3]. Следовательно, при правильном выборе параметров получения слоев ПК можно добиться максимального значения чувствительности к биоагентам. Примером биоагента служит глюкоза.

Исследование ПК в качестве биосенсора глюкозы проведено в работах [2-7], где показано, что изменение структуры и модифицирование поверхности слоев ПК приводит к различным значениям чувствительности ПК к глюкозе. Такие изменения были достигнуты за счет изменения параметров получения слоев ПК (время и плотность тока анодирования, раствор анодирования).

Целью данной работы была выявление оптимальных условий изготовления слоев ПК, при которых будут достигнуты максимальные значения чувствительности к глюкозе.

2. Методика эксперимента

Образцы пористого кремния были получены нами на подложках из монокристаллического кремния *p*-типа ($\rho = 168 \text{ Ом см}$) путем их электрохимического травления. Методика получения образцов, а также метод измерения чувствительности к глюкозе приведены в [2]. Электрохимическое анодирование проводилось в гальваностатическом режиме при следующих параметрах процесса: раствор травления $\text{HF}(50\%):\text{EtOH}(96\%)$ в соотношении 1:2 по объему, при значениях плотности тока анодирования 8, 10 и 12 мА/см^2 , и времени травления 100 с, 120 с и 140 с. Для определения чувствительности были проведены измерения вольт-амперных характеристик. Для этой цели на поверхности полу-

ченных образцов ионно-плазменным напылением были осаждены гребенчатые контакты из золота. Измерения проводились на основе платы NI PCI 6221 с помощью программного обеспечения LabVIEW.

3. Результаты и обсуждение

В табл.1 приведены величины сопротивления образцов ПК, а на рис.1 показаны вольт-амперные характеристики образцов до и после воздействия глюкозы. Как видно из рис.1, в случае образцов, режимы анодирования которых были, соответственно, 140 с при 10 мА/см² (рис.1а) и 120 с при 12 мА/см² (рис.1б), сопротивление увеличивается с увеличением напряжения, а в остальных случаях (рис.1в-д) наблюдается обратная картина. Предполагается, что увеличение сопротивления происходит благодаря увеличению воздействия молекул глюкозы, по сравнению с воздействием кристаллогидратов. При равных начальных параметрах, если абсолютное значение влияния молекул глюкозы больше, чем влияние кристаллогидратов глюкозы, то воздействия влажности воздуха и других меняющихся параметров при их существенном изменении будут малы. Уменьшение сопротивления образцов происходит по причине, обратной увеличению сопротивления.

Величина чувствительности полученных структур определялась из вольт-амперных характеристик следующей формулой:

$$\kappa = 1 + \frac{r_1}{r_0},$$

где r_0 – сопротивление образца до воздействия глюкозы, а r_1 – сопротивление образца после воздействия глюкозы, которое в свою очередь состоит из двух составляющих, первой из которых является внедрение сопротивления молекул глюкозы, приводящее к увеличению сопротивления r_1 , а второй – внедрение сопротивления кристаллогидратов, приводящее к уменьшению сопротивления r_1 .

Зависимости чувствительности образцов от времени и плотности тока анодирования показаны на рис.2.

Табл.1. Величины сопротивления образцов ПК до и после воздействия глюкозы при различных параметрах анодирования.

Время анодирования (секунды)	Ток анодирования (мА/см ²)	Сопротивление до глюкозы (кОм)	Сопротивление после глюкозы (кОм)
140	10	187	344
120	12	1054	5750
120	10	79	24.8
120	8	186.2	167.5
100	10	302.5	124.4

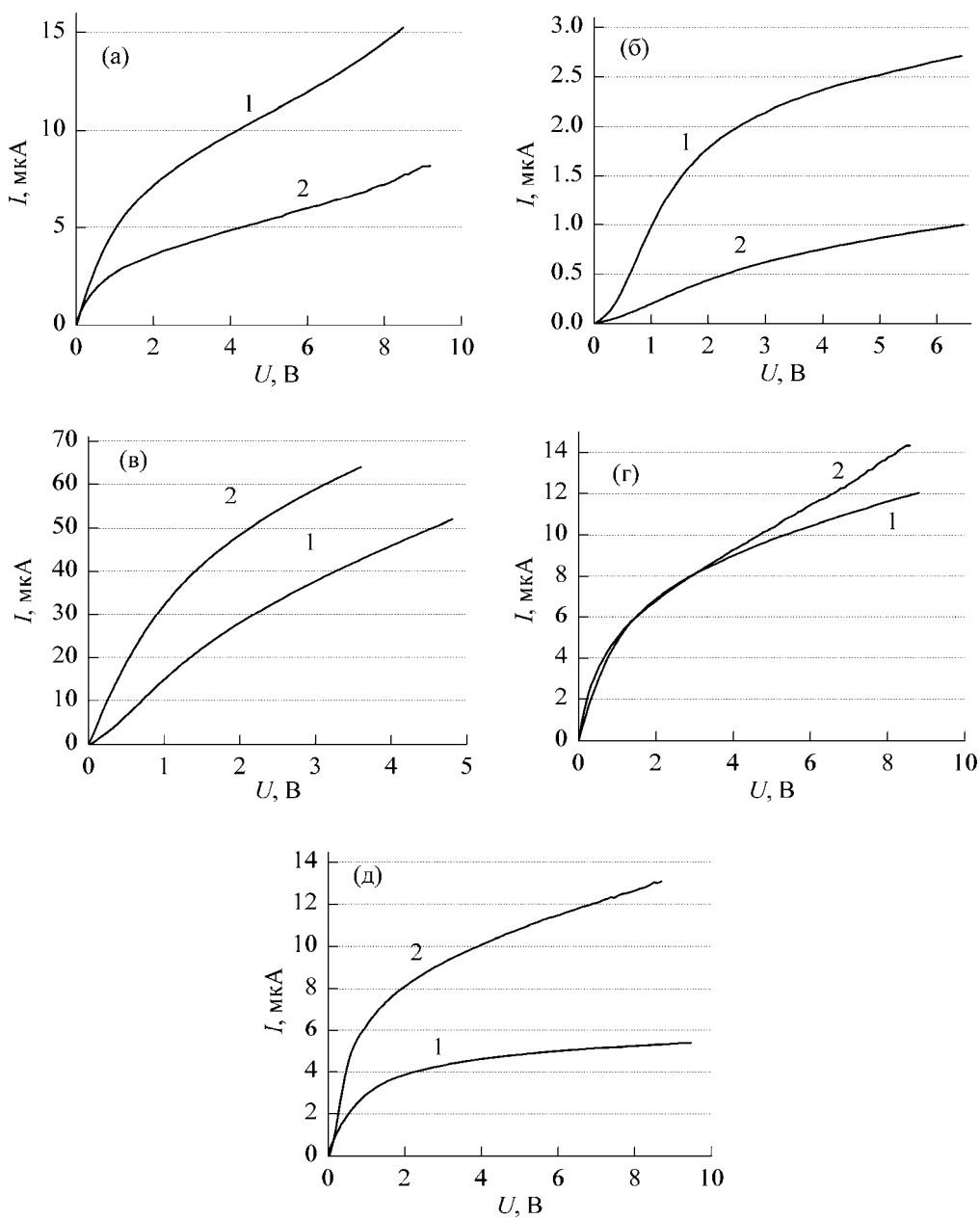


Рис.1. Вольт-амперные характеристики образцов (1) до и (2) после воздействия глюкозы при режимах анодирования (а) 140 с, 10 mA/cm^2 , (б) 120 с, 12 mA/cm^2 , (в) 120 с, 10 mA/cm^2 , (г) 120 с, 8 mA/cm^2 , (д) 100 с, 10 mA/cm^2 .

Из рис.2 видно, что при изменении времени травления чувствительность не меняется пропорционально, а при изменении тока анодирования зависимость имеет почти линейный характер, и при увеличении тока чувствительность увеличивается примерно в 5.5 раз.

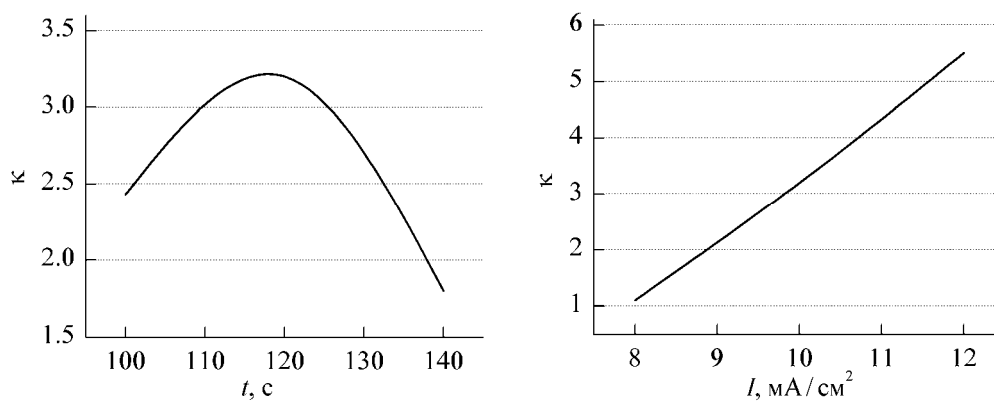


Рис.2. Зависимости чувствительности образцов к глюкозе от параметров анодирования: а) от времени анодирования, б) от плотности тока анодирования.

4. Заключение

Таким образом, показано, что режимы анодирования влияют на чувствительность ПК к глюкозе. При увеличении времени анодирования изменения неоднозначны, а при увеличении тока анодирования чувствительность увеличивается. Полученные результаты могут быть использованы для выявления оптимального режима анодирования для получения структур с высокой чувствительностью к глюкозе.

Авторы выражают благодарность академику В.М. Арутюняну за обсуждение результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. O.Bisi, S.Ossicini, L.Pavesi. Surf. Sci. Rep., **38**, 1 (2000).
2. Г.А. Меликджанян, Х.С. Мартиросян. Изв. НАН Армении, Физика, **47**, 288 (2012).
3. Z.Yamani, W.H.Thompson, et al., Appl. Phys. Lett., **70**, 6404 (1997).
4. G.A. Melikjanyan, Kh.S. Martirosyan. Proceedings of the 8th International Conference on Semiconductor Micro- and Nanoelectronics, Yerevan, Armenia, July 1-3, 2011, p.137.
5. J. López-García, R.J. Martín-Palma, et al. Sens. Actuat. B-Chem., **126**, 82 (2007).
6. G.Recio-Sánchez, V.Torres-Costa, M.Manso, et al. Materials, **3**, 755 (2010).
7. A.S. Hovhannisyan, V.M. Aroutiounian, Kh.S. Martirosyan, V.E. Galstyan. Armenian Journal of Physics, **1**, 34 (2008).

INFLUENCE OF ANODIZATION PARAMETERS OF POROUS SILICON ON ITS GLUCOSE SENSITIVITY

G.A. MELIKJANYAN, Kh.S. MARTIROSYAN

Influence of the anodization parameters of porous silicon on its glucose sensitivity was investigated by measuring the current-voltage characteristics and resistance of samples. It is shown that the sensitivity increases sharply up to 5.5 times with increase in the anodization current density.