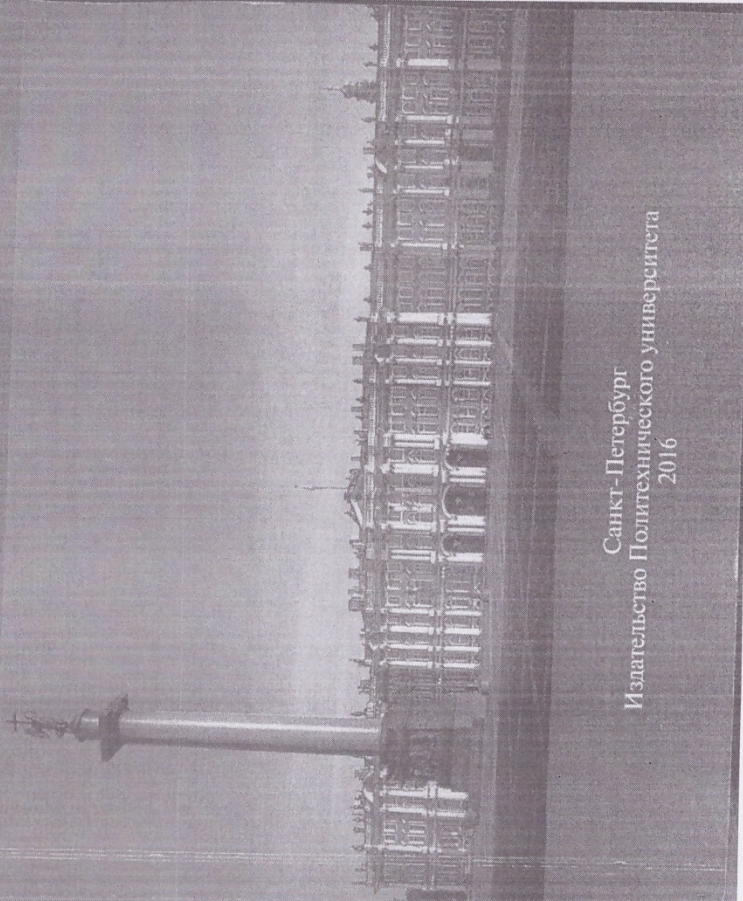


АМОРФНЫЕ И МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ

Сборник трудов
Международной конференции
4–7 июля 2016 года



Санкт-Петербург
Издательство Политехнического университета
2016

БК 22.379
А62

Аморфные и микрокристаллические полупроводники : сб. тр. Междунар. конф. 4–7 июля 2016 года. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 396 с.

Сборник включает доклады, представленные на Международной конференции “Аморфные и микрокристаллические полупроводники” (Санкт-Петербург, 4–7 июля 2016 года).

Материалы сборника могут быть полезны широкому кругу научных работников, преподавателей и специалистов, работающих в области физики, химии и технологии неупорядоченных материалов, а также аспирантам и студентам физических, химических и технических факультетов университетов и высших учебных заведений для ознакомления с современным состоянием исследований и разработок.

© Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе РАН, 2016
© Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, 2016

ISBN-978-5-7422-5380-8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОДИФУЗИИ ФОСФОРА ЧЕРЕЗ СЛОЙ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ В КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

К.К. Диханбаев, С.М. Мапаков, Т.И. Таурбаев
Казанский национальный университет им. аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан, пр. Аль-Фараби 71, 050038
тел. +7 7771254343, эл. почта: ikadyrjon@mail.ru

Многие авторы отмечают преимущества пористого кремния (ПК), как антиотражающего слоя по сравнению с другими покрытиями [1]. В этой работе отмечены, что эффективное отражение, получаемое с применением ПК значительно меньше, чем с применением классического покрытия из TiO_2 . В работе [2] получены меньшие значения коэффициента отражения по сравнению с антиотражающим слоем из ZnS . Аналогичный результат был получен в работе [3].

В данной работе рассматривается особенность структуры и характеристики солнечного элемента с неоднородным пористым кремнием.

В качестве исходного кремния использовалась монокристаллический кремний р-типа проводимости с удельным сопротивлением 1–3 Ом·см, толщиной 300 мкм. Тыльный контакт формировался напылением алюминия в высоком вакууме, после чего фронтальная поверхность анодировалась в растворе HF: этоксигидроксиол (1:2) в течение 30 с и тщательно промывалась в деионизованной воде.

Были использованы различные режимы травления кремния: при постоянной плотности тока, при градиентном уменьшении и возрастании плотности тока. Такой процесс анодизации приводил к формированию пористого кремния с различной степенью пористости.

Неследующая в данной работе конструкция солнечного элемента с пористым кремнием представлена на рис. 1. Глубина диффузии р-п перехода составила $X_T = 0,42$ мм.

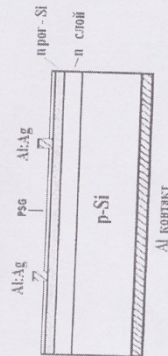


Рис. 1. Конструкция солнечного элемента с оксидным пористым кремнием (PSG-фосфоросиликатное стекло)

Спектральные зависимости коэффициента отражения пористого кремния, приготовленные при различных условиях, показывают минимум в диапазоне 600–620 нм. Наименьшее отражение света для образцов пористого кремния толщиной 120 нм было достигнуто в образцах, приготовленные в режиме линейного уменьшения плотности тока анодизации.

Спектры отражения пористого кремния, полученного при различных условиях и с различной пористостью показаны на рис. 2. Из рисунка видно, что с увеличением пористости наноструктуры коэффициент отражения уменьшается в спектральном диапазоне длин волн от 400 до 1000 нм. В коротковолновой области интенсивность отражения с уменьшением пористости растет. Верхняя темная кривая соответствует коэффициенту отражения исходного кремния. На рис. 3 представ-

лено поперечное сечение структуры пористого кремния, полученного в режиме линейного уменьшения тока. Верхний слой представляет легированный оксидный слой, средний — пористая пленка, снизу — объемный кремний. Как видно, из рисунка верхние наноструктурированные слои характеризуются большей пористостью, по сравнению с нижними слоями. Калибровочные эксперименты по измерению пористого кремния при постоянном токе дают диапазон изменения пористости от 90% до 40%.

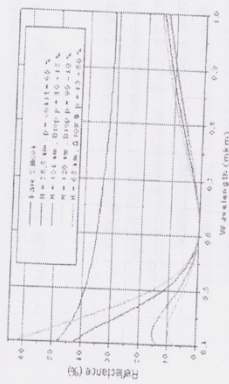


Рис. 2. Спектры отражения пористого кремния, полученного при различных условиях и характеризующегося различной пористостью (р).

Рис. 3. Поперечная структура пористого кремния

Изучение спектров фотолуминесценции выращенных образцов, подтверждает, что свойства легированного пористого кремния остаются стабильными в течение длительного времени. Экспериментально подтверждено, что наличие в свойстве пористого кремния, малым обратным токам и малому последовательному сопротивлению солнечного элемента. В образцах содержащих фосфоросиликатное стекло наблюдалось увеличение тока короткого напряжения и напряжения холостого

хода. В условиях освещения AM1 выходные параметры СЭ составили: $J_{sc} = 30-32$ mA/cm^2 , $U_{oc} = 0,6$ В, коэффициент заполнения 0,75 и эффективность 15–16%.

Литература

- [1]. Takagahara T., Takeda K. Theory of quantum confinement effect on excitons in quantum dots of indirect-gap materials *Phys. Rev. B*, Vol. 46, No.23, p.15578 (1992)
- [2]. Adamian Z.N., Hakhoian A.P., Argoutiounian V.M., Barseghian R.S., Touryan K. Solar cells with porous silicon as antireflection layer *Solar Energy Materials & Solar Cells* Vol. 64, p. 347 (2000)
- [3]. Dikhanbaev K.K., Taurbaev E.T., Bauganatova Sh.B., Kablanbekov B.M. New effective methods for obtaining and optoelectronic properties of nanoporous silicon *Proceedings of the VIII International Conference "Advanced technologies, equipment and analytical systems for materials and nanomaterials."* (2011) Almaty, p. 283