



Рис. 5. Схема конструкции ФЭП с ансамблем ННК Si: *p*-Si — пластина кремния (тело ФЭП); *n*-Si — *p*-*n*-переход; SiNW — кремниевые нанокристаллы; ITO — прозрачный проводящий контакт; Al — нижний контакт

структур на фронтальной поверхности можно выделить следующие основные этапы (рис. 5):

- создание диффузионного *p*-*n*-перехода легированием пластин кремния *p*-типа из твердых планарных источников фосфора. Процесс диффузии осуществляется при температуре 950°C и обеспечивает формирование профиля легирования высотой около 1 мкм;

- на поверхность сформированного *p*-*n*-перехода наносится тонкая (4 нм) пленка золота для последующего прогрева пластины в вакууме до коагуляции золота в капли и формирования зародышей ННК;

- выращивание ННК Si в открытой водородной системе с использованием SiCl₄ в качестве источника ростового материала;

- путем напыления пленки Al и последующего отжига при температуре 380°C создается контакт к *p*-области ФЭП;

- формируются токособирающие контактные дорожки золота в *n*-области *p*-*n*-перехода.

Таким образом, предложенный метод создания кремниевых фотоэлектрических преобразователей с использованием в качестве антиотражающего покрытия ансамблей нанопроволок кремния позволяет значительно увеличить поглощающую способность преобразователей. При этом невысокое значение эффективности преобразования солнечной энергии можно увеличить за счет дополнительных технологических приемов создания пассивирующих слоев.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Perraud S., Poncet S., Levis M. et al. Full process for integrating silicon nanowire arrays into solar cells // *Solar Energy Materials & Solar Cells.*— 2009.— Vol. 93.— P. 1568—1571.
2. Kayes B. M., Atwater H. A., Lewis N. S. Comparison of the device physics principles of planar and radial p-n junction nanorod solar cells // *J. Appl. Phys.*— 2005.— Vol. 97.— P. 114302—114310.
3. Gunawan O., Guha S. Characteristics of vapor-liquid-solid grown silicon nanowire solar cells // *Solar Energy Materials & Solar Cells.*— 2009.— Vol. 93.— P.1388—1393.
4. Tsakalakos L., Balch J. et al. Silicon nanowire solar cells // *Appl. Phys. Lett.*— 2007.— Vol. 91.— P. 233117—233119.
5. Schaller R. D., Agronovich V. M., Klimov V. I. High-efficiency carrier multiplication through direct photogeneration of multi-excitons via virtual single-exciton states // *Nature physics.*— 2005.— Vol. 1.— P. 189—194.
6. Гиваргизов Е. И. Рост нитевидных и пластинчатых кристаллов из пара.— М.: Наука, 1977. [Givargizov E. I. Moscow. Nauka. 1977]
7. Druzhinin A., Ostrovskii I. Investigation of Si-Ge whiskers growth by CVD // *Phys. Stat. Sol. (C).*— 2004.— Vol. 1, N 2.— P. 333—336.

НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ

Успехи нанотехнологии: электроника, материалы, структуры Под ред. Дж. Дэвиса, М. Томпсона.— М.: Техносфера, 2011.— 496 с.

Новейшие технологии включают в себя разработку, описание, а также производство и практическое использование самых разнообразных наноразмерных структур, устройств и систем. В междисциплинарном поле этой области исследований пересекаются и перекрываются экспериментальные и теоретические разработки химиков, физиков, инженеров-электронщиков, механиков, материаловедов, биохимиков, молекулярных биологов. Именно сочетание различных подходов и методов является характерной особенностью наиболее интересных и многообещающих разработок в нанотехнологиях.

Книга представляет собой сборник последних результатов, полученных молодыми английскими учеными, многие из которых были стипендиатами Королевского общества или Исследовательского совета инженерных и физических наук Великобритании.



Расчет Оже-спектра на границе раздела «SiO₂-Si» (без учета диоксида)

Элемент	Концентрация (%) на глубине	
	2—3 мкм	10—12 мкм
К	0	0
С	0,348	0,452
Na	0,05	0,04
Si	92,675	95,245
O	6,393	3,742

вдоль преципитированных примесями границ кристаллитов, как это было показано в [4].

Таким образом, на основе проведенных исследований установлено, что при увеличении толщины слоя поликристаллического *p*-кремния механизм токопереноса изменяется от двойного инжекционного, который описывается квадратичной зависимостью, к дрейфово-диффузионному, описываемому экспоненциальной зависимостью. Такое изменение связано с увеличением дрейфовой составляющей тока в зоне пространственного заряда контакта «металл — *p*-кремний», возникающей вследствие увеличения поверхностной плотности рассеивающих барьеров, локализованных на границах соседних зерен поликристаллов кремния.

На механизм токопереноса через контакт «металл — поликристаллический *p*-кремний» могут оказывать влияние присутствующие в *p*-кремнии электрически активные атомы примесей типа кислорода. Эти примеси, локализуясь на границах кристаллитов, создают дополнительные состояния в запрещенной зоне кремния, что увеличивает вероятность туннельного токопереноса. Установлено, что величина туннельно-

го тока будет зависеть от концентрации электрически активных примесей, локализованных на границах соседних кристаллитов.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Кулинич О. А., Смынтына В. А., Глауберман М. А. и др. Влияние исходных дефектов на распределение механических напряжений и деформаций при окислении кремния // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2008.— № 5.— С. 62—64. [Kulinich O. A., Smyntyna V. A., Glauberman M. A. // Tekhnologiya i Konstruirovaniye v Elektronnoi Apparature. 2008. N 5. P. 62]
2. Smyntyna V. A., Kulinich O. A., Glauberman M. A., Yatsunskiy I. R. The structure investigation of near-surface layers in silicon-dioxide silicon structure // Photoelectronics.— 2008.— N. 17.— P. 61—63.
3. Smyntyna V. A., Kulinich O. A., Yatsunskiy I. R., Marchuk I. A. Factors influencing the yield stress of silicon // Photoelectronics.— 2010.— N. 19.— P. 120—123.
4. Алиев Р. Инжекционное усиление фототока в поликристаллических кремниевых *p⁺-n-n⁺*-структурах // Физика и техника полупроводников.— 1997.— Т. 31, Вып. 4.— С. 425—426. [Aliiev R. // Fizika i tekhnika poluprovodnikov. 1997. Vol. 31. N 4. P. 425]
5. Кюрегян А. С. Краевые инверсионные каналы и поверхностные токи утечки в высоковольтных полупроводниковых приборах // Физика и техника полупроводников.— 2011.— Т. 45, Вып. 3.— С. 372—378. [Kuregyan A. S. // Fizika i tekhnika poluprovodnikov. 2011. Vol. 45. N 3. P. 372]
6. Yatsunskiy I. R., Kulinich O. A. Complex destruction of near-surface silicon layers of Si-SiO₂ structure // Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics.— 2010.— Vol. 13, N4.— P. 418—421.
7. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Ч. 2.— М.: Мир, 1984. [Zi S. Moscow. Mir. 1984]
8. Кулініч О. А. Вольт-амперні характеристики структур метал-хімічно-модифікований кремній-*p*-кремній // Фізика і хімія твердого тіла.— 2006.— Т. 7, № 4.— С. 776—779. [Kulinich O. A. // Fizika i khimiya tverdogo tila. 2006. Vol. 7. N 4. P. 776]
9. Матаре Г. Электроника дефектов в полупроводниках.— М.: Мир, 1974. [Matara G. Moscow. Mir. 1974]
10. Рейви К. Дефекты и примеси в полупроводниковом кремнии.— М.: Мир, 1984. [Reivy K. Moscow. Mir. 1984]

НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ

Эрентраут Д., Мейсснер Э., Боковски М. Технология выращивания кристаллов нитрида галлия / Под редакцией В. П. Чалого.— М.: Техносфера, 2011.— 384 с.

Книга представляет собой подробный обзор передовой технологии выращивания кристаллов нитрида галлия. Проведен анализ возможностей долгосрочного и краткосрочного применения объемных подложек на основе GaN, а также мотивация и задачи по внедрению соответствующей технологии в конкретные приборы. Книга написана командой из 45 специалистов, признанных лидеров науки и промышленности, и подготовлена опытными редакторами. Издание окажется незаменимым ресурсом для инженеров, исследователей и студентов, работающих в области выращивания кристаллов GaN и занимающихся обработкой и изготовлением приборов на их основе как в сугубо научных, так и промышленных целях.

