

Свойства периодических структур $a\text{-Si:H}/a\text{-SiN}_x\text{:H}$, полученных нитридизацией слоев аморфного кремния

© Д.И. Биленко, О.Я. Белобровая, Ю.Н. Галишникова, Э.А. Жаркова, Н.П. Казанова,
О.Ю. Колдобанова, Е.И. Хасина

Научно-исследовательский институт механики и физики
при Саратовском государственном университете им. Н.Г. Чернышевского,
410026 Саратов, Россия

(Получена 18 июля 1996 г. Принята к печати 3 июля 1997 г.)

Исследованы кинетика нитридизации слоев $a\text{-Si:H}$ и свойства образующихся при нитридизации структур, а также слоев $a\text{-Si:H}$ в них. Изменение сопротивления слоев $a\text{-Si:H}$ в ходе нитридизации описано конкуренцией легирования, переноса и изменением толщины остающегося слоя $a\text{-Si:H}$. Экспериментальные и расчетные данные по зонному спектру сверхрешеток при толщинах слоев $a\text{-Si:H} \sim 35 \text{ \AA}$ и $a\text{-SiN}_x\text{:H} \sim 5 \text{ \AA}$ совпадают при описании моделью взаимодействующих квантовых ям при $m^* = (0.36 \pm 0.1)m_0$. Сопоставление свойств сверхрешеток, получаемых последовательным осаждением слоев и нитридизацией слоев $a\text{-Si:H}$, показало, что последние могут обладать более высоким "структурным совершенством".

Свойства периодических структур определяются не только составом и толщинами слоев, но и свойствами интерфейсов между слоями [1–4]. Обычно используемые методы создания периодических структур основаны на последовательном осаждении слоев различных материалов [5,6]. Представляет интерес поиск и изучение новых возможностей создания периодических структур на основе получения нового вещества путем модификации состава ранее осажденного слоя, что может быть особенно полезным для формирования структур с пониженной размерностью, в частности, сверхрешеток (СР). Возможность получения многослойных структур $a\text{-Si:H}/a\text{-SiN}_x\text{:H}$ методом послойной нитридизации $a\text{-Si:H}$ в плазме NH_3 показана в работе [7]. Однако кинетика образования нитридизированных слоев, а также оптические, электрические, фотоэлектрические свойства структур с такими слоями практически не изучены.

В настоящей работе представлены результаты исследования процессов формирования и свойств нитридизированных слоев $a\text{-Si:H}$, а также периодических структур типа $a\text{-Si:H}/a\text{-SiN}_x\text{:H}$, полученных послойной частичной нитридизацией $a\text{-Si:H}$.

Структуры изготавливались путем чередования процессов плазмохимического осаждения аморфного кремния и последующей его модификации в плазме высокочастотного газообразного аммиака. Температура подложки при нитридизации была порядка $300 \div 320^\circ\text{C}$, скорость потока аммиака 2 л/ч, давление в реакционной камере 25 Па. Высокочастотная мощность изменялась от 15 до 30 Вт. Газом — разбавителем служил гелий. Время нитридизации варьировалось от 1 до 60 мин, формировалось от 10 до 22 пар слоев. В качестве подложек использовались пластины монокристаллического кремния, а также оптически полированных кварца и стекла, покрытых плазмохимически осажденным $a\text{-SiN}_x\text{:H}$, с гребенчатыми электродами из напыленных слоев хрома. Образцы для исследования электрических и фотоэлектрических свойств при комнатной температуре имели дополнитель-

ные контакты из Al и Ni, последовательно напыленных, в виде гребенки поверх слоев или с перекрытием в специально созданных прорезях, проходящих через всю структуру.

Толщина слоев аморфного кремния в периодических структурах была менее 50 \AA и находилась исходя из скорости осаждения, определенной в свою очередь при выращивании слоев порядка $400 \div 1200 \text{ \AA}$ из измерений *in situ* толщины $a\text{-Si:H}$ по интерференции лазерного излучения на длине волны $\lambda = 0.6328 \text{ мкм}$. Точность такого способа определения была подтверждена изучением кинетики осаждения $a\text{-Si:H}$ и практическим совпадением (в пределах $\pm 2 \text{ \AA}$) толщин слоев в решетках на уровне $80 \div 130 \text{ \AA}$, найденных по скорости осаждения и по данным рентгеновского анализа методом полного внешнего отражения.

Оптические свойства (спектральные зависимости показателей преломления n_s и поглощения χ_s , коэффициент поглощения α), параметры зонной структуры слоев $a\text{-Si:H}$ и толщина полученного нитридизированного слоя d_N в многослойных периодических структурах определялись в области фундаментальной полосы поглощения по спектральным зависимостям коэффициентов отражения и пропускания.

Задача определения n_s и χ_s осложнялась тем, что для их поиска необходимо знание толщин диэлектрических прослоек d_N , которые в исследуемых структурах могут составлять единицы ангстрем [7]. С этой целью была разработана методика на основе вычислительного эксперимента с использованием метода прямой оптимизации [8]. В качестве целевой функции выбрана сумма квадратов отклонений экспериментально полученных значений коэффициентов отражения и пропускания от расчетных. Область поиска параметра d_N определялась из дополнительных физических соображений, накладываемых на величины n_s , χ_s в коротковолновой области фундаментальной полосы поглощения.

Данная методика позволяет определить показатели преломления и поглощения слоев $a\text{-Si:H}$ и толщину нитридизированного слоя в периодических структурах с погрешностью $\pm 5\%$ и $\pm 1 \text{ \AA}$, соответственно, и скорректировать толщину слоя $a\text{-Si:H}$, полученную по скорости осаждения. Расхождения между толщинами слоев $a\text{-Si:H}$, определенными в ходе процесса и по расчетам оптических свойств, находились в пределах единиц ангстрем.

По найденным спектральным зависимостям показателя преломления и коэффициента поглощения рассчитывались параметры зонной структуры слоев $a\text{-Si:H}$ в решетках с нитридизированными прослойками: ширина запрещенной зоны E_g и характеризующий размытие краев зон параметр Урбаха E_0 . Концентрация связей SiH, SiN, NH, SiO и общая концентрация связанного водорода C_H в структурах с толщиной слоев $a\text{-Si:H}$ более 1000 \AA определялись по соответствующим полосам поглощения в инфракрасном диапазоне с учетом сечений поглощения соответствующих связей [9]. Для структур с толщинами слоев $a\text{-Si:H}$ менее 1000 \AA концентрация водорода находилась по зависимости $E_g(C_H)$, полученной в [10].

В ходе образования структур снималась зависимость сопротивления структуры от времени. Измерения сопротивления R проводились через определенный промежуток времени в процессе нанесения и нитридации слоев $a\text{-Si:H}$ при выключении высокочастотного генератора. При используемом расположении контактов на подложке сопротивление в плоскости структуры определяется не только сопротивлением вдоль слоев $a\text{-Si:H}$, но и сопротивлением нитридизированных прослоек кремния в поперечном направлении R_N . По зависимости сопротивления структуры R от числа пар слоев M , используя модель проводимости, основанную на учете легирования переносом и рекуррентное соотношение, связывающее R с сопротивлениями слоев $a\text{-Si:H}$ и R_N [11], находили параметры многослойной периодической структуры: высоту потенциального барьера на границе с подложкой $e\varphi_0$, проводимость структуры с бесконечно большим числом пар σ_0 , эффективную толщину слоя обеднения в нитридизированных слоях кремния x_N и сопротивление R_N .

На готовых структурах, в которых электроды замыкали слои $a\text{-Si:H}$, измерялись полевая и временная зависимости темновой проводимости и фотопроводимости, по которым определялись отношение $\sigma_{d,ph}/\sigma_d$ и остаточная фотопроводимость (ОФП). За меру ОФП принята величина $Q = (\sigma_{d,ph} - \sigma_{d0})/\sigma_{d0}$, в которой σ_{d0} — темновая проводимость перед фотовозбуждением, $\sigma_{d,ph}$ — темновая проводимость после фотовозбуждения при достижении долговременного стабильного значения [10]. Фотовозбуждающее излучение — близкое к излучению источника типа АМ-1.

Контролируемое протекание процессов и исследования готовых слоев позволили получить новые сведения о кинетике процесса нитридации и свойствах нитридизированных слоев кремния.

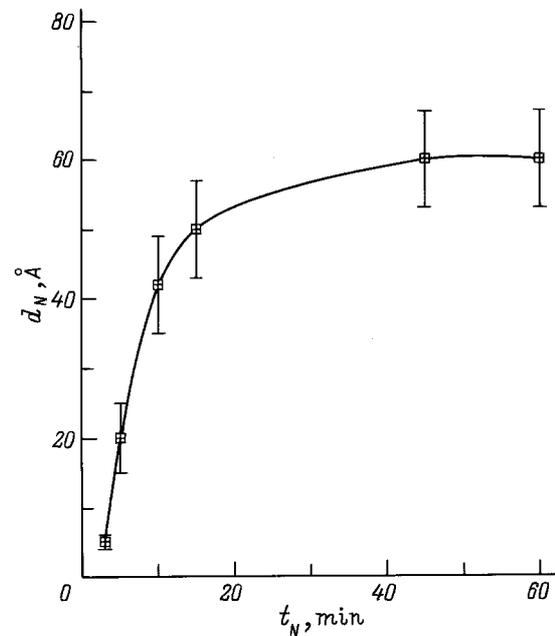


Рис. 1. Зависимость толщины образующегося слоя $a\text{-Si}_x\text{H}$:H от времени нитридации.

1. Кинетика процесса нитридации аморфного кремния на начальной стадии может быть аппроксимирована параболическим законом с начальным временем запаздывания (рис. 1). Была получена эмпирическая зависимость:

$$d_N^2 = 210t_N - 600, \quad (1)$$

где d_N — толщина слоя $a\text{-Si}_x\text{H}$:H в Å , t_N — время нитридации в минутах. Соотношение (1) справедливо для толщин нитрида кремния, меньших 50 \AA , что соответствует времени нитридации, меньшему 15 мин. Относительная погрешность описания кинетики соотношением (1) в этой области менее 10%. В дальнейшем скорость нитридации аморфного кремния уменьшается, а толщина образовавшегося слоя нитрида кремния стремится к насыщению.

Полученные данные свидетельствуют о том, что скорость нитридации аморфного кремния определяется скоростью массопереноса азотсодержащих частиц или исходного материала в объеме образующегося нитридного слоя. По мере роста пленка нитрида кремния становится препятствием для движения частиц, и при достижении определенной толщины процесс нитридации практически прекращается. Природа времени запаздывания образования нитрида кремния при нитридации в настоящее время не выяснена.

2. Установлено, что нитризация может изменять свойства остающегося слоя аморфного кремния. Эти изменения тем существеннее, чем длительнее нитризация и меньше толщина остающегося слоя. Это проявляется в ряде свойств, связанных с разупорядочением и потерей водорода. Толщины слоев $a\text{-Si:H}$ перед нитризацией варьировались от 70 до 300 \AA . По мере увели-

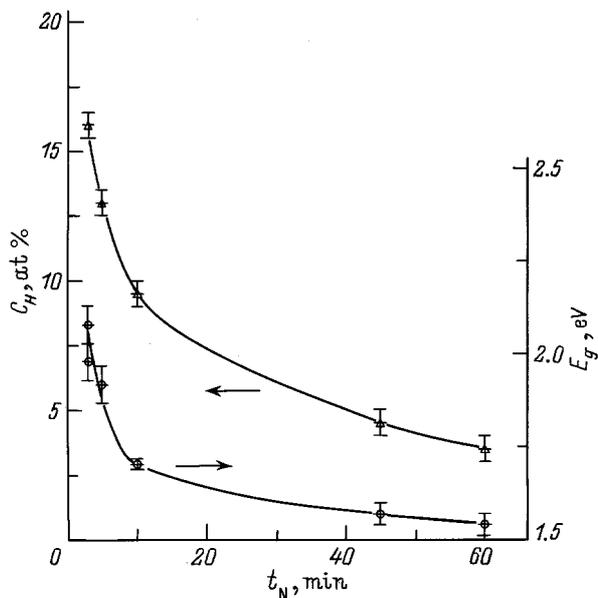


Рис. 2. Концентрация водорода и ширина запрещенной зоны в оставшемся после нитридации слое $a\text{-Si:H}$ в зависимости от времени нитридации.

чения времени нитридации изменяются все свойства $a\text{-Si:H}$: уменьшается амплитуда максимума коэффициента отражения в области межзонных переходов, при этом максимум отражения сдвигается в область низких частот; растет величина параметра E_0 и уменьшается величина E_g . Зависимость $E_g(t_N)$ представлена на рис. 2, на котором также дана зависимость концентрации водорода в слоях $a\text{-Si:H}$ от времени нитридации. Как видно, C_H в $a\text{-Si:H}$ уменьшается от 15 до $3 \div 4\%$ через 45 мин нитридации, и материал приближается по свойствам к негидрированному аморфному кремнию. Уход водорода ведет к разупорядоченности сетки $a\text{-Si:H}$, что проявляется в росте E_0 (до ~ 0.22 эВ) и соответственно в росте концентрации оборванных связей.

3. Характерной особенностью снятой при нитридации *in situ* зависимости сопротивления (R) слоя $a\text{-Si:H}$ от времени является прохождение сопротивления через минимум с дальнейшим ростом и насыщением (рис. 3). Резкое, на 1–2 порядка, уменьшение сопротивления структуры наблюдается при осаждении 2-го слоя $a\text{-Si:H}$ на нитридированный 1-й слой.

Возможным объяснением наблюдаемого минимума сопротивления структуры при нитридации может быть конкуренция двух явлений: уменьшения сопротивления слоя $a\text{-Si:H}$ за счет его легирования переносом из образующегося нитрида кремния [5] и возрастание сопротивления слоя $a\text{-Si:H}$ вследствие уменьшения его толщины при преобразовании части слоя $a\text{-Si:H}$ в нитрид кремния. С учетом этого и выражения для проводимости периодической структуры [5,11] зависимость проводимости одного слоя $a\text{-Si:H}$ σ в ходе его нитридации от

времени может быть представлена как

$$\sigma = \sigma_0 \exp(-e\varphi_0/kT) \times \exp\left(-\frac{d_N^{1/2}(t_N)[d_n(t_N) + d_s(t_N)\varepsilon_N/\varepsilon_s]^{1/2}}{x_N}\right),$$

$$d_s(t_N) = d_{s0} - d_N(t_N), \quad (2)$$

где $d_s(t_N)$, $d_N(t_N)$ — толщины слоев $a\text{-Si:H}$ и нитрида кремния при нитридации в соответствии с (1); d_{s0} — исходная толщина слоя $a\text{-Si:H}$ перед процессом нитридации; ε_N , ε_s — диэлектрические проницаемости нитрида кремния и аморфного кремния.

Соотношения (1), (2) по экспериментальным зависимостям сопротивления $a\text{-Si:H}$ в ходе нитридации от времени позволили определить значения параметров $e\varphi_0$, x_N , σ_0 . Расчет проводился по критерию наименьших квадратов относительных отклонений экспериментальных значений сопротивления от расчетных при вариации величин искомых параметров в широком диапазоне значений. На рис. 3 вместе с экспериментальными приведены и расчетные временные зависимости сопротивления $a\text{-Si:H}$ в ходе нитридации. На вставке рис. 3 показана

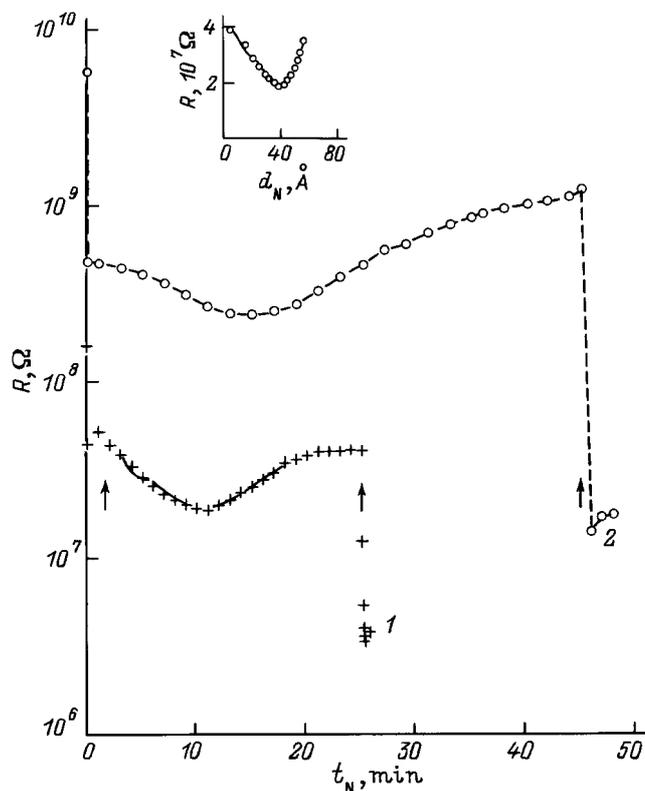


Рис. 3. Зависимость сопротивления структуры $a\text{-Si:H}$ /нитридированный слой/ $a\text{-Si:H}$ от времени в процессе осаждения и нитридации слоев. Толщины d_{s0} 1-го и 2-го слоев $a\text{-Si:H}$: 1 — $70 \text{ \AA}/300 \text{ \AA}$; 2 — $70 \text{ \AA}/1600 \text{ \AA}$. Стрелками отмечены начало и конец нитридации. На вставке — зависимость сопротивления двухслойной структуры $a\text{-Si:H}$ /нитридированный слой от d_N согласно (1); сплошная линия — расчетная.

зависимость сопротивления двухслойной структуры от толщины растущего слоя нитрида кремния. Среднеквадратичные относительные отклонения экспериментальных значений от расчетных не превышают 9.5%, что свидетельствует о хорошем соответствии принятой модели реальному процессу. Таким образом были определены значения параметров структуры: $e\varphi_0 = (0.20 \pm 0.01)$ эВ, $x_N = (50 \pm 1)$ Å, $\sigma_0 = (8.6 \pm 0.1) \cdot 10^{-3}$ Ом $^{-1} \cdot$ см $^{-1}$.

4. Данные при комнатной температуре показали, что в двухслойных структурах $a\text{-Si:H}/a\text{-SiN}_x\text{:H}$ получены совершенные границы между слоями при длительности нитридации первого слоя $a\text{-Si:H}$ не более 10 мин. В этих структурах усредненное удельное сопротивление $\rho_T \approx 7 \cdot 10^8$ Ом·см, фотопроводимость $\sigma_{ph}/\sigma_d \approx 10^5$ при использовании источника АМ-1 и практически нулевая остаточная фотопроводимость ($Q \approx 0.01$). Увеличение времени нитридации первого слоя $a\text{-Si:H}$, вероятно, приводит к разупорядочению границы и изменению свойств материала, что проявляется в увеличении остаточной фотопроводимости до $Q = 1 \div 2$ и согласуется с возрастанием параметра Урбаха до $E_0 \approx 0.2 \div 0.25$ эВ по сравнению с $E_0 \approx 0.1 \div 0.15$ при $t_N \approx 3$ мин.

Изучение кинетики нитридации слоев $a\text{-Si:H}$ позволило выбрать режимы получения многослойных периодических структур при послойной частичной нитридации $a\text{-Si:H}$.

Проведенные исследования оптических и электрофизических свойств периодических структур в ходе их образования и после изготовления позволили установить следующее.

1. Толщина нитридированных прослоек в периодических структурах, определенная по спектрам пропускания и отражения, составляет $5 \div 6$ Å при времени нитридации 3 мин.

2. Оптические свойства многослойных периодических структур при толщине слоя $a\text{-Si:H}$ менее 40 Å описываются моделью сверхрешетки со взаимодействующими квантовыми ямами. Проведено сопоставление результатов расчетов, выполненных по моделям изолированных квантовых ям и с учетом коллективного взаимодействия по Кронигу–Пенни [11–13], с экспериментальными данными структур с толщинами слоев диэлектрических барьеров $5 \div 10$ Å и толщинами слоев $a\text{-Si:H}$ 35 Å. На экспериментальных зависимостях коэффициента поглощения α в координатах $\alpha h\omega$ от $h\omega$, описываемых кусочно-линейной функцией, наблюдаются характерные для СР точки излома линейных участков, соответствующие энергиям переходов E_i [14]. Варьируя значения эффективной массы m^* и высоты барьера V , удалось получить весьма хорошее согласие между расчетными и экспериментальными данными. При $m^* = (0.36 \pm 0.1)m_0$ и $V = (1.20 \pm 0.05)$ эВ расчетные значения E_i составляют 1.98, 2.3 и 2.6 эВ, а экспериментальные 1.98, 2.26 и 2.64 эВ соответственно.

3. В решетках $a\text{-Si:H}/a\text{-SiN}_x\text{:H}$ с нитридированными слоями аморфного кремния (СР) $_N$, так же как

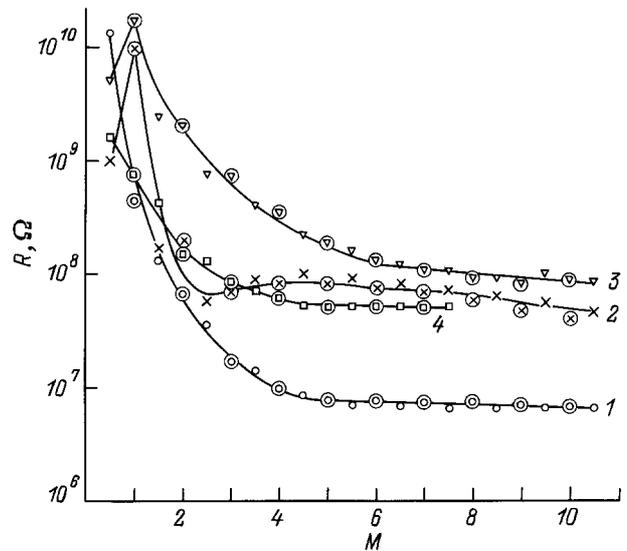


Рис. 4. Зависимость сопротивления сверхрешеток $a\text{-Si:H}/a\text{-SiN}_x\text{:H}$ от числа пар слоев в процессе формирования слоев. Кружками отмечены слои $a\text{-SiN}_x\text{:H}$. Структуры: 1 — кварц/(СР) $_N$ ($d_s = 55$ Å, $d_N = 5$ Å); 2 — стекло/($a\text{-SiN}_x\text{:H}$) $_p$ /(СР) $_N$ ($d_s = 35$ Å, $d_N = 5$ Å); 3 — кварц/($a\text{-SiN}_x\text{:H}$) $_p$ /(СР) $_N$ ($d_s = 35$ Å, $d_N = 5$ Å); 4 — кварц/(СР) $_p$ ($d_s = 30$ Å, $d_N = 50$ Å).

и в решетках с плазмохимически осажденными слоями, (СР) $_p$ [6], наблюдается явление легирования переносом, что проявляется при измерении сопротивления *in situ* (рис. 4). При образовании сверхрешеток $a\text{-Si:H}/a\text{-SiN}_x\text{:H}$, в которых слои нитрида кремния получались путем нитридации $a\text{-Si:H}$ или плазмохимического осаждения слоев, сопротивление структуры монотонно уменьшается (рис. 4, кривые 1, 4). При чередовании получения слоев нитрида кремния путем плазмохимического осаждения и путем нитридации $a\text{-Si:H}$ возникает немонотонность изменения сопротивления растущей структуры (рис. 4, кривые 2, 3). Это может быть связано с тем, что сочетание различных способов получения нитрида кремния в СР приводит к возникновению на соседних границах раздела иной асимметрии встроенных полей, чем при одинаковых слоях нитрида кремния. Изменения асимметрии интерфейсного заряда, как было показано нами ранее [4], может привести к существенному (на несколько порядков величины) изменению сопротивления слоев $a\text{-Si:H}$. Кроме того, изменяются эффекты легирования переносом и уменьшается толщина слоя $a\text{-Si:H}$ при его нитридации. Совокупность указанных явлений и может быть причиной наблюдаемых в начале роста скачков сопротивления.

4. Сопротивление структуры, снятое после каждого процесса выращивания и нитридации слоя $a\text{-Si:H}$, позволило определить ее параметры. Для структур, зависимости $R(M)$ которых приведены на рис. 4, при температуре осаждения и нитридации по 6 первым

парам слоев были получены следующие наборы параметров: $\epsilon\varphi_0 = 1.02, 0.84, 0.45$ эВ; $\sigma_0 = 1.2 \cdot 10^{-2}, 2.2 \cdot 10^{-2}, 2 \cdot 10^{-3}$ Ом $^{-1} \cdot$ см $^{-1}$; $x_N = 12, 11, 19$ Å; $R_N = 5.3 \cdot 10^5, 1.6 \cdot 10^7, 5.2 \cdot 10^6$ Ом. Среднеквадратичные относительные отклонения экспериментальных значений R от расчетных по этим параметрам составляют $4 \div 9\%$. Проводимость нитридизированных прослоек кремния в условиях нитридизации, рассчитанная по параметру R_N , соответствует $\sigma_N \simeq 4.5 \cdot 10^{-10} \div 1.5 \cdot 10^{-11}$ Ом $^{-1} \cdot$ см $^{-1}$, что согласуется с результатами работы [15] по температурной зависимости электропроводности нитрида кремния. Электропроводность полученных диэлектрических прослоек на $4 \div 5$ порядков меньше проводимости первого, самого высокоомного, слоя $a\text{-Si:H}$ в структуре, $\sigma_{s1} \sim 5 \cdot 10^{-6}$ Ом $^{-1} \cdot$ см $^{-1}$.

Таким образом, проведенные измерения сопротивления структуры подтверждают образование при послойной нитридизации $a\text{-Si:H}$ периодической структуры с диэлектрическими прослойками.

5. При комнатной температуре сверхрешетки с нитридизацией $a\text{-Si:H}$ при 10 парах слоев и общей толщине слоев $a\text{-Si:H}$ примерно 400 Å имели усредненное удельное сопротивление $\rho_T \sim 10^7 \div 10^8$ Ом \cdot см, что примерно в 100 раз ниже, чем ρ_T однородного слоя $a\text{-Si:H}$ такой же толщины. Полученные (СР) $_N$ обладают незначительной остаточной фотопроводимостью $Q \simeq 0.05 \div 0.2$ по сравнению с Q от 0.2 до нескольких единиц для (СР) $_p$ [6]. Это наряду с малыми значениями E_0 показывает, что сверхрешетки, полученные нитридизацией чередующихся слоев $a\text{-Si:H}$, находятся на более высоком уровне с точки зрения структурного совершенства по сравнению со сверхрешетками, получаемыми обычным последовательным осаждением слоев.

Таким образом, применение нитридизации слоев $a\text{-Si:H}$ позволяет получать сверхрешетки, в которых толщины разделительных слоев меньше длины волны электрона, что приводит к эффектам коллективного взаимодействия. При этом степень структурного совершенства может быть достаточно высокой, что отображается в описании экспериментальных данных на основе приближения эффективной массы. Полученные результаты расширяют возможности получения СР с различными функциональными и физическими свойствами.

Авторы благодарны Н.В. Лыковой и В.Ю. Смирнову за помощь в проведении экспериментов.

Список литературы

- [1] R.A. Street, M.J. Thompson, N.M. Jonson. *Phil. Mag. B*, **51**, 1 (1985).
- [2] C.B. Roxlo, B. Abeles, P.D. Persans. *J. Vac. Sci. Technol. B*, **4**, 1430 (1986).
- [3] P.V. Santos, M. Hundhausen, L. Ley, C. Viczian. *J. Appl. Phys.*, **69**, 778 (1991).
- [4] D. Bilenko, Y. Galishnikova, A. Jarkova, O. Coldobanova, E. Khasina. *Proc. Int. Semicond. Dev. Res. Symp.* (Charlottesville, 1995).

- [5] T. Thedje, B. Abeles. *Appl. Phys. Lett.*, **45**, 179 (1984).
- [6] Д.И. Биленко, Ю.Н. Галишникова, Э.А. Жаркова, О.Ю. Колдобанова, Е.И. Хасина. *ФТП*, **28**, 2171 (1994).
- [7] Y. Hazama, K. Yamada, S. Miyazaki, M. Hirose. *J. Non-Cryst. Sol.*, **114**, 777 (1989).
- [8] Т. Шуль. *Решение инженерных задач на ЭВМ* (М., Мир, 1982).
- [9] Л.А. Балагуров. *ФТП*, **20**, 45 (1986).
- [10] В.В. Краснопецев. *Итоги науки и техники. Сер. Электроника*, **14**, 213 (1982).
- [11] Д.И. Биленко, Ю.Н. Галишникова, Э.А. Жаркова, О.Ю. Колдобанова, И.И. Николаева. *Письма ЖТФ*, **15**, 64 (1989).
- [12] Т. Андо, А. Фаулер, Ф. Стерн. *Электронные свойства двумерных систем* (М., Мир, 1985).
- [13] К. Зеегер. *Физика полупроводников* (М., Мир, 1977).
- [14] K. Hattori, T. Mori. *Phys. Rev. Lett.*, **80**, 825 (1988).
- [15] B. Dunnett, D.L. Jones, A.D. Stewart. *Phil. Mag. B*, **53**, 159 (1986).

Редактор Л.В. Шаронова

Properties of $a\text{-Si:H}/a\text{-SiN}_x\text{:H}$ periodic structures, made by nitridization of $a\text{-Si:H}$ layers

D.I. Bilenko, O.Ya. Belobrovaja, Y.N. Galishnikova, E.A. Jarkova, N.P. Kazanova, O.Yu. Koldobanova, E.I. Khasina.

Saratov State University,
410026 Saratov, Russia

Abstract Kinetics of $a\text{-Si:H}$ layer nitridization and properties of thus forming structures having $a\text{-Si:H}$ in their interior are investigated. Changes in $a\text{-Si:H}$ layers resistance are described in terms of the competition of transfer doping and decrease in the thickness of $a\text{-Si:H}$ layer remaining. Experimental and calculated superlattice energy-band diagrams data for 36 Å $a\text{-Si:H}$ and 5 Å $a\text{-SiN}_x\text{:H}$ layer thicknesses coincide while employing a quantum wells interacting model for the effective mass value $m^* = (0.36 \pm 0.1)m_0$.

Comparison of properties of superlattices obtained by a succession of layer deposition and by nitridization of $a\text{-Si:H}$ layers has shown, that the latter can possess a higher level of "structure quality".