

Формирование полосок двумерного фотонного кристалла путем одновременного фотоэлектрохимического травления щелей и макропор в кремнии

© Е.В. Астрова[†], Г.В. Федулова, Е.В. Гущина

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук,
194021 Санкт-Петербург, Россия

(Получена 29 апреля 2010 г. Принята к печати 7 мая 2010 г.)

Исследован процесс совместного электрохимического травления глубоких макропор и щелей в *n*-Si ориентации (100). После удаления подложки области образца, ограниченные со всех сторон замкнутым контуром сквозных щелей, извлекали из образца, оставляя узкие полоски двумерного фотонного кристалла. На примере фотонного кристалла с квадратной решеткой макропор анализируется влияние расстояния между порами и щелью, режимов травления и последующего окисления на шероховатость боковых стенок таких структур, а также на изменение размера и формы пор вблизи щели. Найдены условия, обеспечивающие наименьшее искажение решетки фотонного кристалла и получение наиболее гладких боковых стенок структуры (среднеквадратичная высота неровности ~ 60 нм).

1. Введение

Фотоэлектрохимическое травление (ФЭХТ) пластин *n*-Si (100) с точечными затравками на поверхности позволяет получать упорядоченную решетку макропор с высоким аспектным отношением глубины l к диаметру пор d : $l/d > 100$ [1]. Такой макропористый кремний (*ma*-Si) служит отличным модельным объектом для исследования двумерных (2D) фотонных кристаллов (ФК), так как высокое аспектное отношение позволяет считать его бесконечно высоким вдоль оси цилиндрических пор [2]. Реальные структуры 2D ФК, которые можно исследовать и на основе которых можно формировать различные функциональные элементы микрофотоники (волноводы, микрорезонаторы и т.д.), должны иметь конечную ширину и обеспечивать условия для ввода и вывода излучения.

Ранние работы по созданию рисунка в матрице макропористого кремния были довольно трудоемкими [3–5]. Они позволяли „вырезать“ полоски вдоль рядов пор, что приводило к сильно изрезанным боковым поверхностям, через которые в структуру вводился свет. Развитие метода ФЭХТ показало возможность получения не только упорядоченной решетки дискретных макропор, но и щелевых, спиральных и других периодических структур путем создания на поверхности линейных затравок соответствующей формы [6,7]. Изучение закономерностей формирования периодических щелевых структур [8–10] и оптических характеристик одномерных (1D) фотонных кристаллов на их основе [11,12] показало важную роль шероховатости кремниевых стенок и позволило найти условия, при которых можно получить наиболее гладкие стенки в структурах 1D ФК [13].

В работах [14–16] впервые было предложено использовать одновременное ФЭХТ макропор и щелей, для того чтобы затем удалять определенные области образца

и получать полоски *ma*-Si ограниченные с двух сторон слоями кремния (см. схему на рис. 1, *a*). Однако технологический процесс в указанных работах был изучен недостаточно и боковые стенки полученных структур имели высокую шероховатость.

Цель настоящей работы — более детальное исследование процесса формирования щелей в регулярной решетке макропор, определение условий, при которых можно получить наиболее гладкие стенки, а также максимально снизить искажения двумерной решетки, обусловленные эффектом близости (*proximity effect*), всегда возникающим при введении элементов, нарушающих периодичность *ma*-Si.

2. Эксперимент

2.1. Изготовление образцов

Исходным материалом служили кремниевые пластины *n*-типа проводимости с удельным сопротивлением $15 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, ориентированные в плоскости (100). Из них вырезались образцы размером 30×30 мм, толщина которых уменьшалась до ~ 200 мкм. В процессе ионного легирования фосфором с обратной стороны образца изготавливался n^+ -контакт. С лицевой стороны через маску плазмохимического окисла проводилось анизотропное травление в растворе КОН. На рис. 1, *b* показан фрагмент фотошаблона, использовавшегося для формирования затравочных ямок. Он содержит круглые окна для получения затравок дискретных пор и узкие окна в виде полос для затравок щелей, которые всегда окружены не менее чем 5 рядами пор. Диаметр круглых окон и ширина полос составляют по 3 мкм. Поры организованы в квадратную решетку с периодом $a = 8$ мкм. Шаблон содержит четыре зоны с разной шириной полоски ФК и разным расстоянием между щелью и порами. Расстояние между центрами щели и ближайшего к ней ряда пор со стороны полоски ФК обозначено как t_1 , а такое же

[†] E-mail: east@mail.ioffe.ru

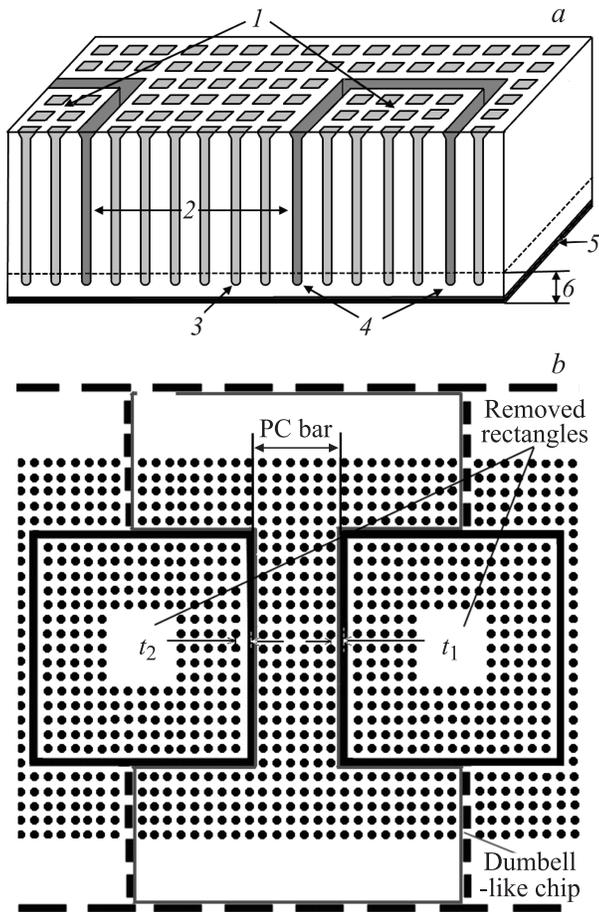


Рис. 1. Изготовление полоски фотонного кристалла (ПК). *a* — схема получения структуры: 1 — прямоугольные области, подлежащие удалению; 2 — полоска ФК; 3 — макропоры; 4 — щели; 5 — n^+ -слой; *b* — подложка, удаляемая для вскрытия щелей и пор. *b* — рисунок фотошаблона; точки — окна для затравочных ямок макропор, линии — окна для канавок, на месте которых образуются щели.

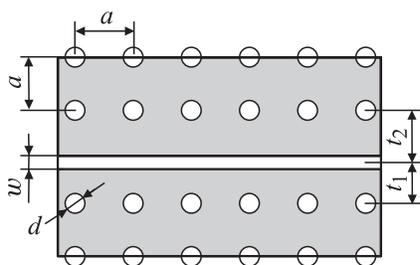


Рис. 2. Схема, поясняющая расчет пористости для области, содержащей щель.

расстояние по другую сторону щели, снаружи от ФК, как t_2 (см. также рис. 2). Геометрические характеристики элементов рисунка каждой из зон приведены в табл. 1.

Центральная часть образца диаметром 18 мм подвергалась электрохимическому травлению на глубину

Таблица 1. Параметры фотошаблона

Зона образца	Число рядов пор в полоске ФК	Ширина полоски ФК, мкм	t_1 , мкм	t_2 , мкм
1	6	60	10	10
2	21	180	10	14
3	6	56	8	8
4	21	176	8	12

180–200 мкм в 4%-ом водном растворе HF + 5% спирта при 20°C в условиях подсветки с обратной стороны при плотности тока $j = 10-14 \text{ мА/см}^2$ (подробнее технологию ФЭХТ см., например, в [10]). Схематическое изображение поперечного сечения полученной структуры показано на рис. 1, *a*. Для „вырезания“ прямоугольных областей использовались различные методы: разламывание тонкой подложки, механическая полировка подложки до полного вскрытия щелей и пор, травление в горячей щелочи. В последнем случае внутренняя поверхность пор маскировалась с помощью термического окисла. После удаления подложки области прямоугольной формы держались на непротравленных углах (рис. 3, *b*) и выламывались из образца при механическом надавливании. Разомкнутость контура щели обусловлена тем, что в процессе анизотропного травления затравочной канавки на углах происходит изменение ее формы (рис. 3, *a*) и в этом месте вместо сплошной щели образуются дискретные поры. Однако в образцах, которые травилась при достаточно высокой плотности тока, контур щели получался замкнутым и области, подлежащие удалению, отделялись сами после вскрытия пор. Такая же картина наблюдалась и при окислении образца с последующим снятием окисла после вскрытия. Оставшийся чип в виде гантели с полоской ФК в ее центральной части показан на рис. 4. В отличие от структур на основе m-Si , полученных в работах [3–5], особенностью структур, изготовленных одновременным травлением щелей и макропор, является наличие с обеих сторон ФК слоев кремния, вертикальные стенки которого слегка гофрированы.

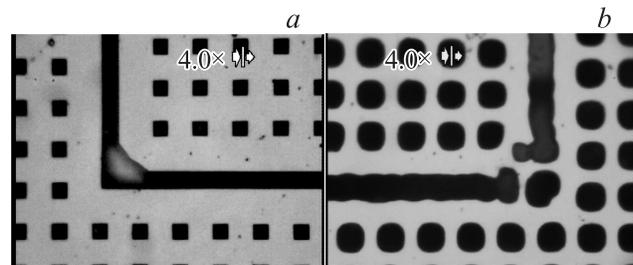


Рис. 3. Контур щели вблизи угла: *a* — затравочная канавка, вид с лицевой стороны; *b* — изображение обратной стороны после вскрытия щелей и пор.

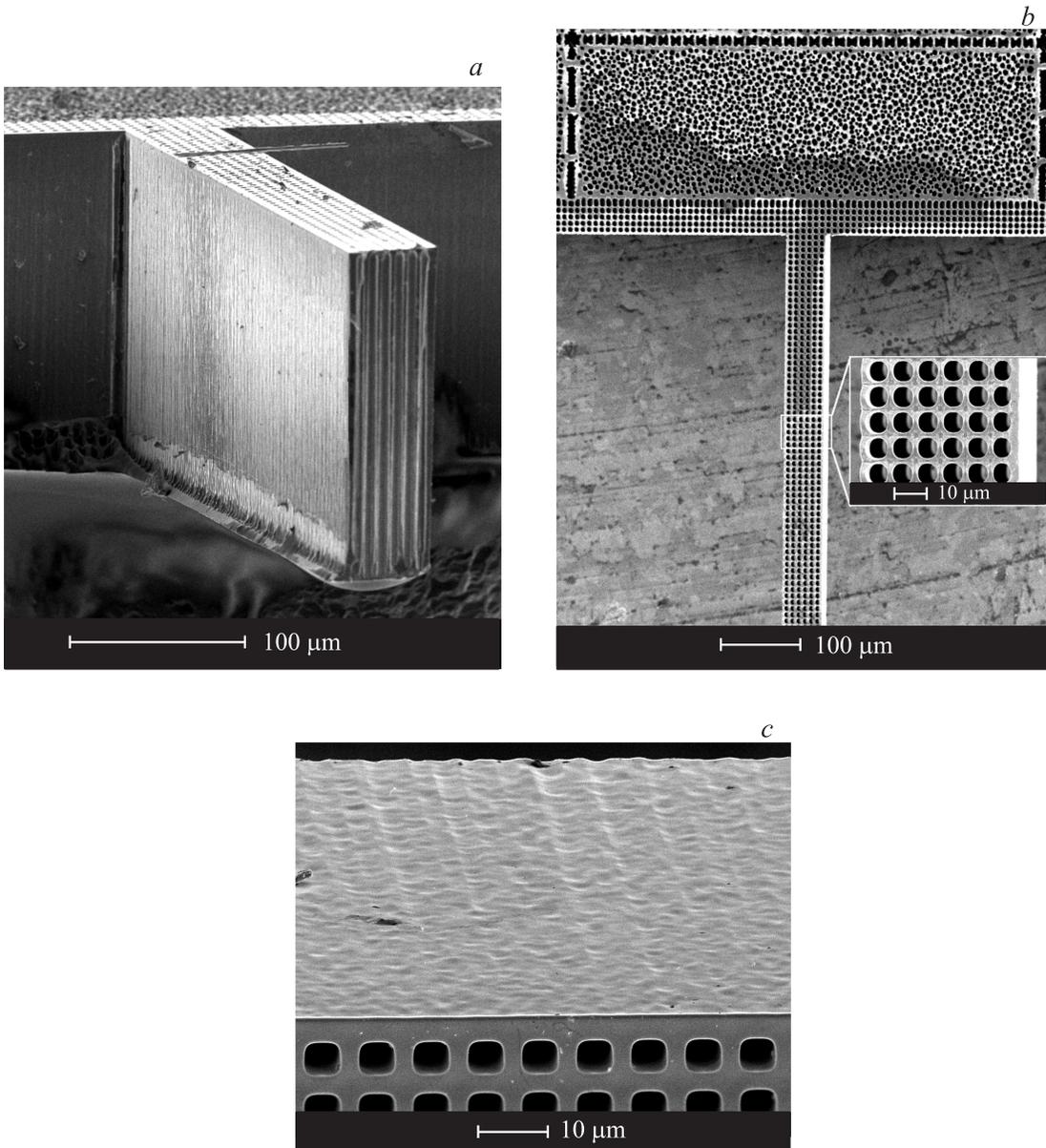


Рис. 4. Готовый чип с полоской ФК, состоящей из 6 рядов макропор, — изображение в сканирующем электронном микроскопе: *a* — общий вид полоски, расколотой поперек; *b* — вид с обратной стороны, на вставке — увеличенное изображение; *c* — изображение боковой стенки структуры и двух крайних рядов пор с лицевой стороны.

2.2. Сравнение различных способов формирования структур

Было опробовано четыре способа:

- 1) механическая шлифовка и полировка обратной стороны до полного вскрытия пор и щелей;
- 2) травление пор на большую глубину, при котором оставалась подложка толщиной ~ 3 мкм;
- 3) механическое утончение подложки после ФЭХТ до толщины ~ 3 мкм;
- 4) термическое окисление с последующим анизотропным травлением подложки до полного вскрытия пористой области.

Недостаток первого метода заключается в том, что поры и щели структуры забиваются смесью полирующей пасты, частичками кремния и воска. Эту смесь вымыть из структуры достаточно трудоемко. Второй метод плох тем, что при травлении, когда подложка очень тонкая, ~ 3 мкм, механические напряжения в *pn*-Si часто приводят к растрескиванию образца уже в процессе ФЭХТ. Второй и третий методы, предусматривающие механическое воздействие, дают очень маленький выход годных структур из-за нарушения целостности полоски ФК. Наилучшим методом оказался метод термического окисления с последующим щелочным травлением. Недо-

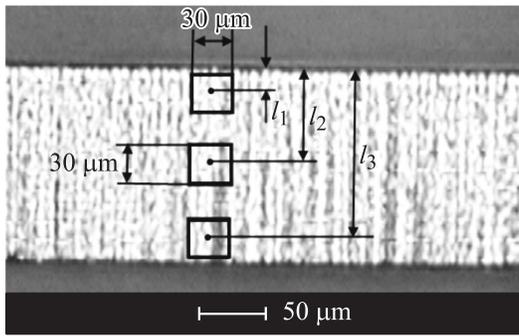


Рис. 5. Боковая стенка структуры из зоны 3 образца, полученного при $j/j_{ps} = 0.35$ — изображение в оптическом микроскопе. Выделены области сканирования в атомно-силовом микроскопе на разной глубине l_1, l_2, l_3 .

статком этого метода является деформация окисленной структуры, происходящая из-за увеличения объема окисла, образующегося на внутренней поверхности макропор, и из-за различия в коэффициентах термического расширения SiO_2 и кремния [17]. Использование слоев окисла толщиной ≤ 0.4 мкм, достаточных для маскирования в процессе щелочного травления, позволяло снизить деформацию и успешно использовать данный способ.

2.3. Методика измерений

Боковые поверхности полоски ФК содержат следы макропор, из которых эта щель образовалась (рис. 4, а, с и рис. 5). Исследование неровности поверхности проводилось с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) Интегра Аура производства компании НТ МДТ. Измерения проводились в резонансном режиме со средней силой взаимодействия ~ 1 нН. При этом использовались промышленные зонды NSG11 с радиусом закругления ~ 20 нм. Характерные значения частоты резонанса составляли 150–200 кГц, силовая константа равнялась 5 Н/м. Сканированию подвергались квадратные области стенки размером 30×30 мкм на разной глубине l , отсчитываемой как расстояние от лицевой поверхности структуры до центра квадрата (показано на рис. 5). Как правило, измерения проводились на трех глубинах: в верхней, средней и нижней части стенки, причем данные, полученные на одной глубине, но в разных участках структуры, усреднялись по 2–3 значениям.

3. Результаты и обсуждение

3.1. Проектирование структуры

Согласно модели Леманна [18], устойчивый процесс образования макропор происходит при оптимальной плотности тока, когда стенки пассивированы, а реакция растворения кремния происходит только на дне поры. Локальная плотность тока при этом $j_{tip} = j_{ps}$,

где $j_{ps} = f(T, c_{HF})$ — критическая плотность тока, соответствующая переходу от порообразования к режиму электрополировки. Ее величина зависит от температуры (T), концентрации HF (c_{HF}) в электролите и для использованных нами условий составляет $j_{ps} = 31$ мА/см². Пористость структуры определяется отношением

$$p = j/j_{ps}. \quad (1)$$

Основные правила проектирования и получения двумерной упорядоченной решетки макропор [18] или одномерной решетки щелей [10] основаны на постоянстве пористости по всей площади травления,

$$p = \text{const}, \quad (2)$$

и требуют правильного выбора расстояния между затравочными центрами. Постоянная решетки 2D ФК определяется удельным сопротивлением кремния ρ и для использованного в данной работе материала составляет $a = 8$ мкм. При разработке фотошаблона учитывался опыт получения одномерной решетки щелей с помощью ФЭХТ [10,13], согласно которому расстояние между затравочными канавками существенно влияет на шероховатость стенок щели. Существует минимальное значение плотности тока j , при котором поры, зарождающиеся в линейном центре нуклеации (канавке), сливаются в единую щель. Ее удобно выражать в относительных единицах j/j_{ps} .

Оценим ширину щели w , „вставленной“ в решетку макропор. Пористость квадратной решетки с макропорами диаметром d есть

$$p_R = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{a} \right)^2. \quad (3)$$

Пористость области, содержащей щель и по 2 ряда пор вокруг нее на расстояниях t_1 по одну сторону щели и t_2 по другую (см. рис. 2), есть

$$p_{TP} = \frac{3\pi d^2 + 4wa}{t_1 + t_2 + 2a}. \quad (4)$$

Приравняв $p_R = p_{TP}$, легко найти

$$w = p_R(t_1 + t_2 - a) = \frac{j}{j_{ps}}(t_1 + t_2 - a). \quad (5)$$

Отсюда видно, что при одной и той же плотности тока ширина щели должна возрастать при увеличении t_1 и t_2 .

3.2. Искажение двумерной решетки макропор при наличии щели

Результаты для образца, травившегося при $j/j_{ps} = 0.4$, приведены на рис. 6. Из-за перераспределения тока травления поры в ближайшем к щели ряду претерпевали изменение формы, которое выражалось в их вытягивании или сжатии в направлении, перпендикулярном щелевой линии. В табл. 2 приведены значения

Таблица 2. Параметры образца, представленного на рис. 6

Зона	Средний диаметр пор вдали от щели d , мкм	Ширина щели w , мкм	Ближайший к щели ряд пор со стороны t_1	
			Средний диаметр пор d , мкм	Отношение d_{\perp}/d_{\parallel}
1	5.91	5.66	5.92	1.11
2	5.89	6.00	5.66	1.12
3	5.43	4.66	4.96	0.95
4	5.53	5.33	5.33	1.00

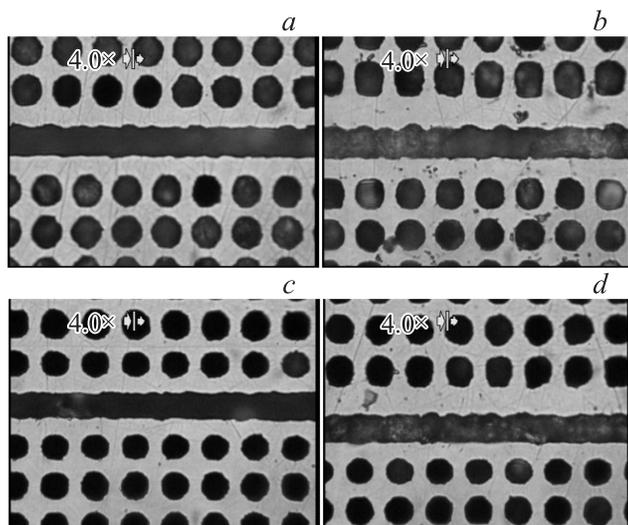


Рис. 6. Микрофотографии обратной стороны образца, травившегося при плотности тока $j/j_{ps} = 0.4$, в зонах 1 (а), 2 (б), 3 (с) и 4 (д). Поры вскрыты механической полировкой. На изображениях ниже щели — полоска ФК, выше — удаляемая часть образца.

среднего диаметра пор вдали от щели (для третьего ряда для зон 1 и 3 с узкой полоской ФК и шестого ряда для зон 2 и 4 с широкой полоской), ширина щели, а также параметры пор в крайнем ряду. Во-первых, видно, что средний диаметр в каждой из зон разный. Во-вторых, щель в зонах с большими t_1 и t_2 становится шире, что качественно согласуется с (5). Однако количественные оценки ширины щели указывают на заметное отличие ее от расчетной величины. Например, для зоны 3, где $t_1 = t_2 = 8$ мкм, ожидается $w = 3.2$ мкм, а эксперимент дает $w = 4.66$ мкм. Выражение (5) получено в предположении, что $d = \text{const}$, в то время как средний диаметр в крайнем ряду получается меньше, чем вдали от щели. Ток перераспределяется в пользу щели, приводя ее к расширению. Искажение формы пор обусловлено эффектом близости (proximity) и является крайне нежелательным явлением. Наиболее сильное искажение наблюдается для зоны 2 (поры выше щели на рис. 6), где расстояние от щели до пор наиболее сильно отличается от периода решетки, $t_2 = 14$ мкм. Внутри полоски ФК (на рис. 6 область ниже щели) поры крайнего ряда претерпевают изменение размера и формы. Сравнение их среднего диаметра с

диаметром пор, удаленных от щели, позволяет видеть, что для большинства зон их размер уменьшается. Поры крайнего ряда либо заметно вытянуты перпендикулярно щели (отношение размеров $d_{\perp}/d_{\parallel} > 1$ при $t_1 = 10$ мкм, зоны 1 и 2), либо, наоборот, сжаты ($d_{\perp}/d_{\parallel} < 1$ при $t_1 = 8$ мкм, зоны 3 и 4). Таким образом, полностью избежать искажения решетки 2D ФК не удастся.

3.3. Шероховатость стенок

Фотоэлектрохимическое травление проводилось в режиме, обеспечивающем постоянство по глубине диаметра дискретных пор [18]. Для этого ток травления уменьшался по мере увеличения глубины. Однако, как наблюдалось ранее в наших работах [10,12] и работах [14–16], стенки щелей при травлении в таком режиме имеют неодинаковую шероховатость по глубине: наиболее гладкой бывает верхняя часть стенки, а наиболее неровной ее нижняя часть. На рис. 7 приведены данные, полученные нами для зон 1 и 3

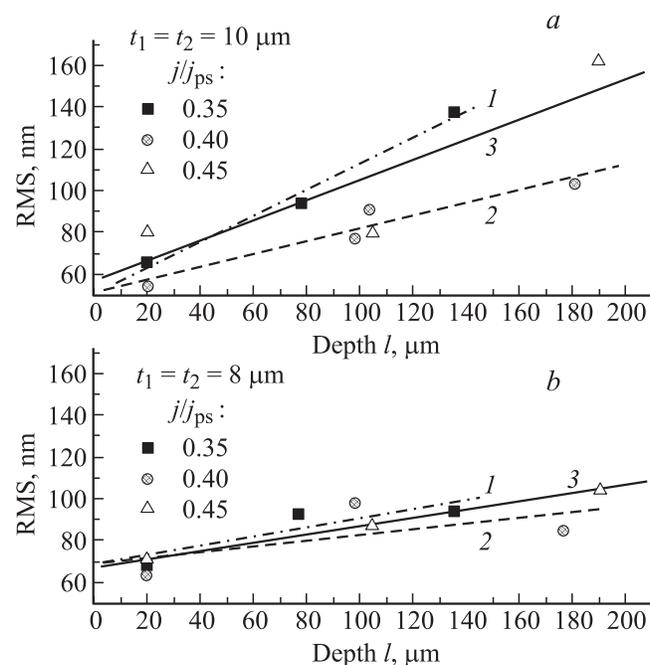


Рис. 7. Изменение шероховатости боковой стенки ФК структуры с глубиной щели при разных плотностях тока j/j_{ps} в зонах 1 (а) и 3 (б). Линии — линейная аппроксимация $RMS = f(l)$ для $j/j_{ps} = 0.35$ (1), 0.40 (2), 0.45 (3).

в образцах, травившихся при $j/j_{ps} = 0.35, 0.40$ и 0.45 . Зависимость среднеквадратичной высоты неровности от глубины, $RMS = f(l)$, была аппроксимирована линейным законом. Наклон полученных прямых приведен в табл. 3. Несмотря на большой разброс значений, хорошо видно, что при всех токах возрастание шероховатости с глубиной значительно более выражено для зоны 1. Для обеих зон наименьшая шероховатость и наименьший наклон зависимости $RMS = f(l)$ соответствуют $j/j_{ps} = 0.4$. Последнее значение плотности тока хорошо согласуется с j/j_{ps} , которое давало наиболее гладкие

Таблица 3. Наклон зависимости $RMS = f(l)$ для разных плотностей тока в зонах 1 и 3

j/j_{ps}	Наклон, нм/мкм	
	зона 1	зона 3
	$t_1 = t_2 = 10 \text{ мкм}$	$t_1 = t_2 = 8 \text{ мкм}$
0.35	0.63	0.22
0.40	0.31	0.13
0.45	0.48	0.19

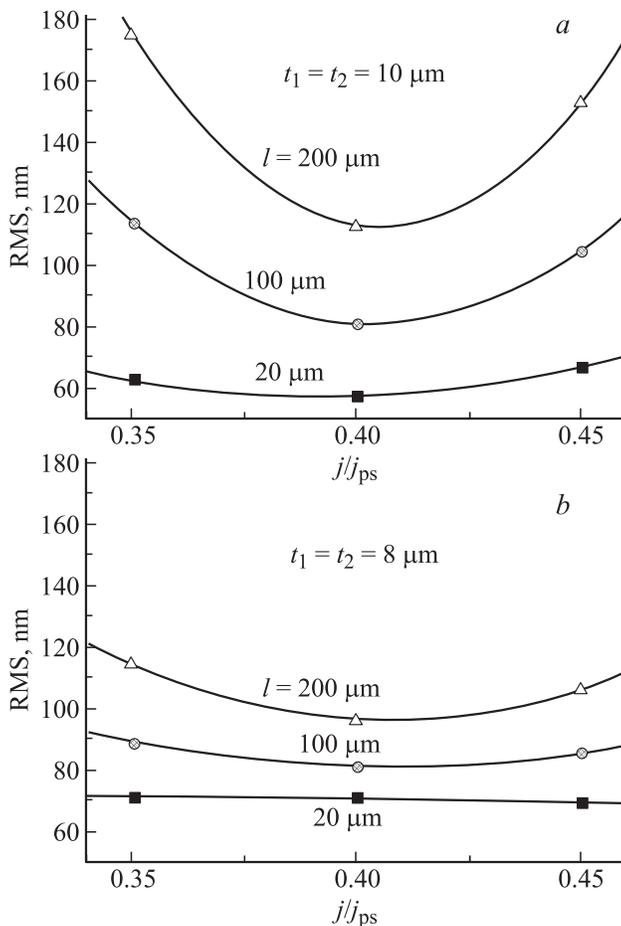


Рис. 8. Шероховатость боковой стенки ФК на разной глубине l в зависимости от плотности тока травления для зон 1 (a) и 3 (b).

Таблица 4. Влияние термического окисления на шероховатость стенок 2D структуры

Глубина, мкм	RMS, нм	
	До ТО	После 5-го ТО
20	64	55
98	98	60
176	85	70
Среднее по глубине	82.3 ± 12.23	61.7 ± 5.57

стенки в одномерных щелевых структурах [5], и может считаться оптимальным. Зависимости RMS от плотности тока травления для разных глубин, построенные на основе полученных линейных зависимостей (см. рис. 8), показывают, что в зоне 1 абсолютные значения RMS выше и величина тока намного сильнее влияет на высоту неровностей, чем в зоне 3.

Анализ влияния параметров t_1 и t_2 на неровность стенки щелей показывает, что наиболее изрезанные стенки получаются для верхнего края щелей в зоне 2 ($t_2 = 14 \text{ мкм}$, рис. 6, b) и в зоне 4 ($t_2 = 12 \text{ мкм}$, рис. 6, d), в то время как нижний край этих же щелей, расположенный ближе в порам ($t_1 = 10$ и 8 мкм соответственно), намного ровнее. Здесь также можно отметить аналогию с результатами, полученными для 1D структур, когда заметное отклонение периода, а в нашем случае 2D решетки параметров t_1 и t_2 , от характерного для данного кремния значения $a = 8 \text{ мкм}$ приводит к возрастанию шероховатости стенок щели. Таким образом, для получения стенки, наиболее гладкой по всей глубине, предпочтение следует отдать зоне 3, где $t_1 = t_2 = 8 \text{ мкм}$.

Для исследования влияния термического окисления (ТО) на шероховатость стенок использовались 2D структуры из зоны 3, сформированные при $j/j_{ps} = 0.4$, которые подверглись пятикратному окислению с последующим снятием окисла в HF. Окисел толщиной $\sim 0.5 \text{ мкм}$ выращивался при температуре 1100°C в парах воды. Значения RMS в исходной структуре и после пяти окислений приведены в табл. 4. Снижение шероховатости выражено вполне определенно. Наиболее заметно уменьшение разброса высоты неровности по глубине. Отсюда можно заключить, что более шероховатые области сильнее подвержены сглаживанию. В результате окислений среднее по глубине значение RMS уменьшилось на 25%.

4. Заключение

С помощью ФЭХТ глубоких макропор и щелей можно изготавливать полоски 2D ФК с минимальным искажением решетки и довольно гладкими боковыми стенками ($RMS \approx 60 \text{ нм}$).

При их изготовлении следует руководствоваться следующими правилами:

— параметр решетки должен соответствовать удельному сопротивлению n -Si, для его нахождения можно использовать мнемоническое правило $a \approx 2\sqrt{\rho}$ [10];

— расстояние между затравочной канавкой для щели и центром ближайших к ней рядов пор должно быть близко к постоянной 2D решетки, $t_1 \approx t_2 \approx a$; это позволяет снизить шероховатость боковых стенок и обеспечивает наименьшее изменение диаметра макропор, примыкающих к щели;

— наименьшую шероховатость, согласно проведенным экспериментам, можно получить при плотности тока $j/j_{ps} \approx 0.4$;

— наиболее надежные результаты по удалению прямоугольных областей образца дает способ вскрытия щелей, основанный на термическом окислении структуры с последующими щелочным травлением подложки и растворением окисного слоя;

— дополнительное сглаживание стенок можно получить, используя многократное окисление структуры и растворение окисла.

Авторы благодарны Ю.А. Жаровой и А.В. Анкудинову за помощь при проведении экспериментов и полезное обсуждение.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 08-02-01408, 09-02-00782), гранта ведущих научных школ НШ-3306-2010.2 и программы президиума РАН „Квантовая физика конденсированных сред“.

Список литературы

- [1] V. Lehmann, H. Föll. *J. Electrochem. Soc.*, **137**, 653 (1990).
- [2] K. Busch, S. Lolkes, R.B. Wehrspohn, H. Föll. *Photonic Crystals* (Germany, Wiley VCH, 2004).
- [3] S. Ottow, V. Lehmann, H. Föll. *J. Electrochem. Soc.*, **143**, 385 (1996).
- [4] F. Muller, A. Birner, J. Schilling, A.-P. Li, K. Nielsch, U. Gösele, V. Lehmann. *Microsystem Technol.*, **8**, 7 (2002).
- [5] Е.В. Астрова, Т.Н. Боровинская, В.А. Толмачев, Т.С. Перова. *ФТП*, **38**, 1125 (2004).
- [6] G. Barillaro, A. Nannini, F. Pieri. *J. Electrochem. Soc.*, **149**, C180 (2002).
- [7] G. Barillaro, A. Nannini, M. Piotta. *Sensors Actuators A*, **102**, 195 (2002).
- [8] Е.В. Астрова, А.А. Нечитайлов. *ФТП*, **42**, 747 (2008).
- [9] E.V. Astrova, A.A. Nechitailov, V.A. Tolmachev, V.A. Melnikov, T.S. Perova. *Phys. Status Solidi A*, **206**, 1235 (2009).
- [10] E.V. Astrova, G.V. Fedulova. *J. Micromech. Microeng.*, **19**, 095 009 (2009).
- [11] E.V. Astrova, V.A. Tolmachev, G.V. Fedulova, V.A. Melnikov, A.V. Ankudinov, T.S. Perova. *Appl. Phys. A*, **98**, 571 (2010).
- [12] Е.В. Астрова, В.А. Толмачев, Г.В. Федулова, В.А. Melnikov, T.S. Perova. *Изв. РАН. Сер. физ.*, **74**, 72 (2010).
- [13] Ю.А. Жарова, Г.В. Федулова, Е.В. Гущина, А.В. Анкудинов, Е.В. Астрова, В.А. Ермаков, Т.С. Перова. *ФТП*, **44**, 986 (2010).

- [14] T. Geppert, S.L. Schweizer, U. Gosele, R.B. Wehrspohn. *Appl. Phys. A*, **84**, 237 (2006).
- [15] R.B. Wehrspohn, S.L. Schweizer, V. Sandoghdar. *Phys. Status Solidi A*, **204**, 3708 (2007).
- [16] T. Geppert. Ph.D. Dissertation (Max-Planck-Institute for Physics of Microstructures, Halle (Saale) and University of Paderborn, Germany, 2006) urn:nbn:de:gbv:3-000010074 [http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000010074].
- [17] Е.В. Астрова, В.В. Ратников, А.Д. Ременюк, И.Л. Шульпина. *ФТП*, **36**, 1111 (2002).
- [18] V. Lehmann. *Electrochemistry of Silicon* (Germany, Wiley VCH, 2002).

Редактор Л.В. Шаронова

Formation of two-dimensional photonic crystal bars by simultaneous photoelectrochemical etching of trenches and macropores in silicon

E.V. Astrova, G.V. Fedulova, E.V. Guschina

Ioffe Physicotechnical Institute,
Russian Academy of Sciences,
194021 St. Petersburg, Russia

Abstract Process of joint electrochemical etching of deep macropores and trenches in n -Si (100) has been investigated. After substrate removing, the sample parts which were delimited on all sides by the connected contour of trenches were drawn out, and narrow bars of 2D photonic crystal were formed. By the example of the square photonic crystal array it has been analyzed influence of a pore-trench distance, regimes of etching and subsequent oxidation on side-walls roughness of the structures, as well on changes in the size and shape of pores adjusted to trenches. We found conditions to provide minimal distortion of the photonic crystal array and the smoothest side walls of the structure (root-mean-square imperfection ~ 60 nm).