



# ФОРМИРОВАНИЕ SI-ПЛАВНИКОВ FINFET МИНИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ НЕЛИТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

## SHAPING SILICON FINS OF MINIMAL DIMENSIONS IN FINFETS BY NONLITHOGRAPHIC METHOD

УДК 621.315.592

ЧЕТВЕРИКОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСЕЕВИЧ<sup>1,2</sup>  
vchetverikov@niime.ru

БАРАНОВ ГЛЕБ ВЛАДИМИРОВИЧ<sup>1,2</sup>

ИТАЛЬЯНЦЕВ АЛЕКСАНДР ГЕОРГИЕВИЧ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> АО «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники»  
124460, Россия, г. Москва, г. Зеленоград,  
1-й Западный проезд, 12, стр. 1

<sup>2</sup> Московский физико-технический институт (государственный университет)  
141700, Россия, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9  
Тел.: +7 (495) 229-72-76

CHETVERIKOV VLADIMIR A.<sup>1,2</sup>  
vchetverikov@niime.ru

BARANOV GLEB V.<sup>1,2</sup>

ITALYANTSEV ALEXANDER G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Molecular Electronics Research Institute JSC  
12/1 1st Zapadny Lane, Zelenograd,  
Moscow, 124460, Russia

<sup>2</sup> Moscow Institute of Physics and Technology (State University)  
9 Institutsky Lane, Dolgoprudny, Moscow, 141700, Russia  
Tel.: +7 (495) 229-72-76

Представлены результаты проведения твердофазного тримминга кремниевых «плавников» FinFET в системе Ti-Si. Проведен анализ методов формирования пленки Ti на боковой поверхности «плавника» FinFET. Определены оптимальные параметры формирования силицида применительно к задачам тримминга.

**Ключевые слова:** твердофазный тримминг; «плавник» FinFET.

The report presents the results of solid-phase trimming of silicon Fins in Ti-Si system and analyses the methods of forming titanium film on the side surface of Fins. Optimal parameters of silicide formation for the purpose of trimming have been determined.

**Keywords:** solid-phase trimming; Fin-structure

Формирование полупроводниковых структур с минимальными топологическими размерами является одной из основных задач микроэлектроники [1]. Для ее решения ведутся работы как по совершенствованию литографического оборудования, так и по разработке альтернативных методов получения структур с топологическими размерами, меньшими фотолитографического предела. Одним из таких методов является твердофазный (ТФР) тримминг — технологическая

операция «удаления» материала с поверхности заранее сформированной структуры. Ранее уже были представлены результаты ТФР-тримминга в реакции формирования пленки SiO<sub>2</sub> [2].

В данной работе рассматривается возможность применения твердофазного тримминга в системе Si-Ti в целях формирования кремниевых «плавников» FinFET. Основная сложность в проведении тримминга такой объемной структуры заключается

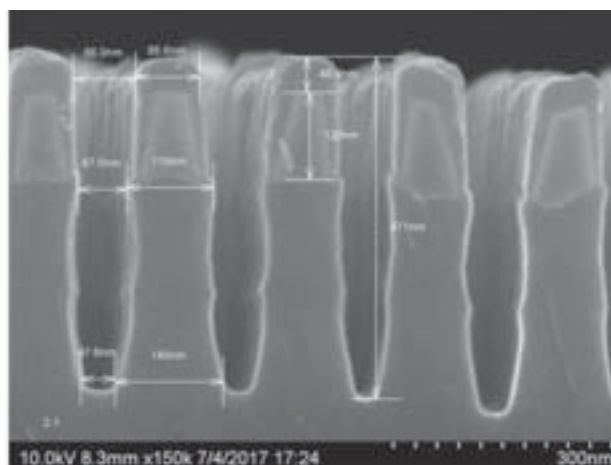
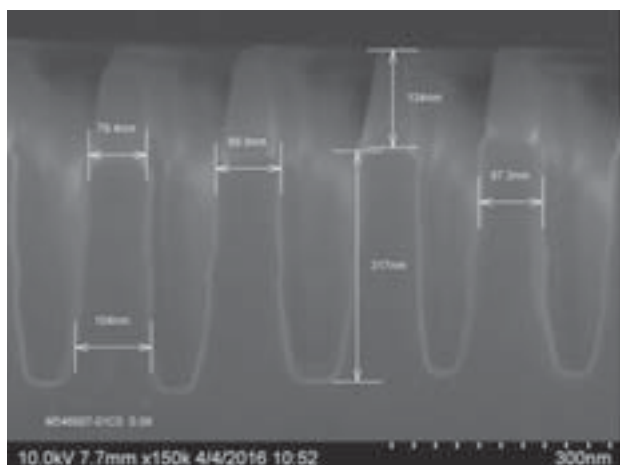


Рис. 1. РЭМ-изображение поперечного сечения Si-структуры до и после формирования конформного слоя Ti на боковой стенке «плавника»



в необходимости создания конформного слоя металла на боковой стенке «плавника» (рис. 1). В связи с этим в работе были рассмотрены различные подходы к формированию пленки Ti на кремниевом «плавнике». Методы анализировались с точки зрения скорости напыления и конформности получаемого слоя. Кроме того, в работе определяются оптимальные параметры процесса отжига Ti в целях формирования слоя  $TiSi_2$ , пригодного для задач тримминга.

Интерес к ТФР-триммингу в системе Si-Ti, помимо основной задачи уменьшения топологических размеров, связан с интенсивным процессом генерации неравновесных вакансий в матрицу Si [3], что, в свою очередь, будет приводить к изменению скорости диффузии легирующей примеси [4]. В связи с этим в работе обсуждаются вопросы, связанные с управлением латеральным профилем сток-истоковых областей FinFET.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Красников Г.Я., Зайцев Н.А. Нанoeлектроника: состояние, проблемы и перспективы развития. — Нано- и микросистемная техника. 2009. № 1. — С. 2–5.
2. Четвериков В.А., Итальянцев А.Г., Баранов Г.В. Твердофазный тримминг при формировании структур кремниевой микроэлектроники. — Электронная техника. Серия 3. Микроэлектроника. Выпуск 4(164), 2016, с. 20–24.
3. Italyantsev A. G. Solid-Phase Reaction on Silicon Surface. Accompanying Processes. J. Appl. Phys., 1996, V. 79 (5), pp. 2369–2375.
4. Honeycutt J.W., Rozgongi G.A. Enhanced Diffusion of Sb-doped Layers During Co and Ti Reaction with Si, Appl. Phys. Lett., 1991, V. 58(12), pp. 1302–1304.

### КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



## АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ И ГЕНЕРАТОРЫ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СХЕМОТЕХНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРИРОВАННЫХ МИКРОСХЕМ

Лутц фон Вангенхайм

М: ТЕХНОСФЕРА, 2010. — 416 с.  
ISBN 978-5-94836-247-2

Цена 840 руб.

Целью настоящего издания является стремление научить читателя самостоятельно находить правильное решение стоящих перед ним задач. Для этого необходимо не только знать современный уровень развития техники в области аналоговых фильтров, но и понимать основные методы разработки, а также учитывать особые признаки и ограничения различных методов. Только тогда в ходе систематизированного выбора появляется возможность реализовать правильный фильтр для определенного применения.

С этой целью в книге представлены введение в системную теорию и конкретные примеры разработки активных фильтров.

В издании рассматриваются не только аналоговые фильтры, но и аналоговая обработка сигнала — область, которая и в «цифровую эру» не потеряла своего значения.

Эта книга, посвященная активным фильтрам, знакомит читателя с современными методами обработки аналогового сигнала.

Основные темы книги: системно-теоретические основы, схемотехника активных цепей с использованием обычных и новых усилителей ICs (усилители, интеграторы и преобразователи полного сопротивления), проектирование, расчет и сравнение различных схем фильтров, использование компьютерных программ при проектировании фильтров, проектирование и модулирование фильтров с переключаемым конденсатором; генераторы синуса с интегрированными усилителями.

Книга является удобным справочником для инженеров и исследователей, желающих освежить свои знания о технике фильтров, а также познакомиться с новыми методами и элементами. Данное издание может также стать учебником для людей, изучающих технику передачи информации, связи и других сходных направлений, которые, обладая общей системно-теоретической базой, хотя и работают в области фильтров.

Главными условиями для этого являются знания математики и электротехники в объеме, который соответствует первым трем семестрам обучения по инженерным специальностям технических вузов.

#### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 (495) 234-0110; ☎ +7 (495) 956-3346; ✉ knigi@technosfera.ru, sales@technosfera.ru