

**ФОРМИРОВАНИЕ МАТРИЦ РЕГУЛЯРНЫХ ОТВЕРСТИЙ В Si ПОДЛОЖКАХ  
ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО СИНТЕЗА ТРИНИТРИДНЫХ НАНОСТРУКТУР**

*\*Г.Г. Горох<sup>1</sup>, N. Biyikli<sup>2</sup>, П.В. Деминский<sup>3,4</sup>, A. Haider<sup>4</sup>, A.A. Лозовенко<sup>1</sup>, Н.Н. Ляхова<sup>3</sup>,  
В.И. Осинский<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники БГУИР,  
Беларусь, 220013, Минск, П. Бровки, д. 6; e-mail: gorokh@bsuir.by

<sup>2</sup>Utah State University, Logan, UT 84322 U.S.A.

<sup>3</sup>ГП «НИИ микроприборов» НТК «Институт Монокристаллов» НАН Украины, Украина,  
Киев, ул. Пивнично-Сирецька, 3; e-mail: osinsky@imd.org.ua

<sup>4</sup>Institute of Materials Science and Nanotechnology, Bilkent University, Ankara 06800, Turkey

**FORMATION OF REGULAR HOLES MATRICES IN Si SUBSTANCES  
FOR SELECTIVE TRINITRIDE NANOSTRUCTURES SYNTHESIS**

*\*G.G. Gorokh<sup>1</sup>, N. Biyikli<sup>2</sup>, P.V. Deminskiy<sup>3,4</sup>, A. Haider<sup>4</sup>, A.A. Lozovenko<sup>1</sup>, N.N. Laykhova<sup>3</sup>,  
V.I. Osinskiy<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics  
Belarus, 220013, Minsk, Brovki Str. 6, e-mail: gorokh@bsuir.by

<sup>2</sup>Utah State University, Logan, UT 84322 U.S.A.

<sup>3</sup>State Enterprise Research Institute of Microdevices STS «Institute for Single Crystals»  
of NAS of the Ukraine, Kiev, Pivnichna-Syretska str., 3; e-mail: osinsky@imd.org.ua

<sup>4</sup>Institute of Materials Science and Nanotechnology, Bilkent University, Ankara 06800, Turkey

The work aim is to build on silicon substrates the nanostructured template-buffer systems, which is to via the matrix of anodic alumina to create the regular array of holes in the coated with silicon substrate and then fill them with trinitride nanostructures. The methodology consists of a sequence of several operations - forming of anodic alumina matrix without barrier layer on the Si wafer surface, etching the nanoholes in silicon wafer through anodic alumina.

Для получения качественных пленок нитрида галлия на кремниевых подложках необходимо использовать промежуточные буферные слои, назначение которых состоит в компенсации механических напряжений, обусловленных рассогласованием решеток и разницей ТКР. Темплетно-буферные слои предлагается формировать путем вытравливания отверстий в поверхностном слое кремниевых подложек через тонкие маски из пористого анодного оксида алюминия (ПАОА) и последующим заполнением отверстий наноразмерными столбиками нитридов соединений III группы (GaN, AlN, InN). В настоящей работе исследованы особенности формирования отверстий на поверхности кремниевых подложек требуемых размеров и глубины методом плазмохимического травления через маски ПАОА.

Тонкие маски из ПАОА получали анодированием пленок алюминия, напыленных непосредственно на Si подложки, в растворах 0.4 М растворах щавелевой (47, 55, 63В) и малоновой (78, 87В) кислот с последующей модификацией пористой структуры [1]. В результате проведенных технологической обработки на поверхности Si были сформированы матричные маски из АОА со следующими размерами пор и расстояниями между ними: 50x70; 50x90; 70x60; 90x70, 70x130; 90x130. Травление кремния осуществляли методом ПХТ в среде  $SF_6$ ,  $CHF_3$ , в среде  $Ag$ , варьируя концентрациями активного газа и газа носителя, а также мощностью и временем травления. Результаты процесса травления оценивали по электронномикроскопическим снимкам поверхности обработанных образцов. На рисунке 1, приведены снимки поверхности Si подложек, полученных в оптимизированных электрохимических условиях.

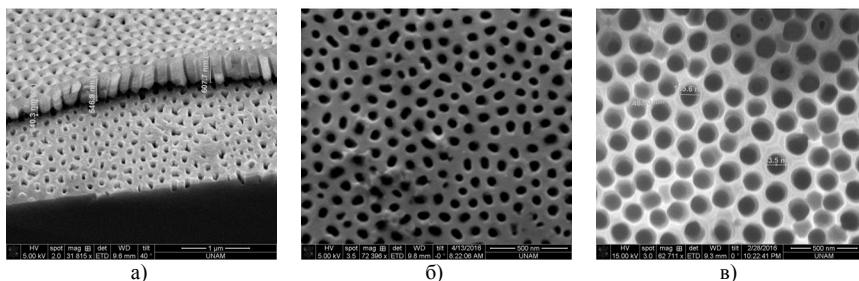


Рис.1. Снимки поверхности Si подложек, полученных после ПХТ в среде  $SF_6 + CHF_3$  (5 мин.) (а), после ПХТ в среде  $SF_6 + CHF_3$  (15 мин.) (б); ПХТ в среде  $SF_6 + CHF_3 + Ag$  (20 мин.) (в)

Сформированные темплеты обладают размерами пор от 50 до 130 нм, с шагом от 120 до 220 нм. Полученные матрицы отверстий отвечают требованиям для локального синтеза бездефектных наноструктур GaN, которые способны обеспечить согласование решеток для последующего эпитаксиального наращивания пленок нитрида галлия [2]. Применение темплетно-буферных слоев позволит обеспечить необходимую для коалесценции зародышей поверхностную подвижность атомов без угрозы разложения материала.

### Литература

1. А.И. Захлебаева, Г.Г. Горох, Наноструктурированные оксидные пленки и покрытия, 20 (2014)
2. Г.Г. Горох, В.И. Осинский, А.А. Лозовенко, Мокеровские чтения. 7-я Международная научно-практическая конференция, 7 (2016)