

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ И СВОЙСТВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ И
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПОНИЖЕННОЙ РАЗМЕРНОСТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ЭЛЕМЕНТОВ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕРАБИТНОЙ ПАМЯТИ НА КРЕМНИИ.
ПРОЕКТ № 116**

Координаторы: член-корр. РАН Асеев А. Л., член-корр. РАН Лифшиц В. Г.

Исполнители: ИФП, ИАиЭ, ИНХ, ИК СО РАН, ИАПУ ДВО РАН

Проект направлен на разработку научных основ технологии синтеза нанокластеров на кремнии, синтез и изучение физических свойств тонких пленок диэлектриков с высокой диэлектрической проницаемостью с целью создания элементов нанoeлектроники и перепрограммируемой памяти на кремнии.

Обнаружены образование «магических» кластеров индия и алюминия на кремнии и проводящих нанопроволок. Детально изучены свойства этих новых нанообъектов, перспективных для применения в приборах памяти следующего поколения.

Проведены исследования структуры и морфологии поверхностей кремния при адсорбции кислорода и атомов металлов Na, Ca, Mg, Ag. Детально исследованы атомные механизмы формирования поверхности при быстром охлаждении.

Разработаны научные основы технологии диэлектриков с высокой диэлектрической проницаемостью (HfO_2 , ZrO_2 , Ta_2O_5 , $\text{Y}_x\text{Zr}_y\text{O}_z$). С использованием лицензионных программ рассчитана электронная структура HfO_2 , ZrO_2 (см. рисунок).

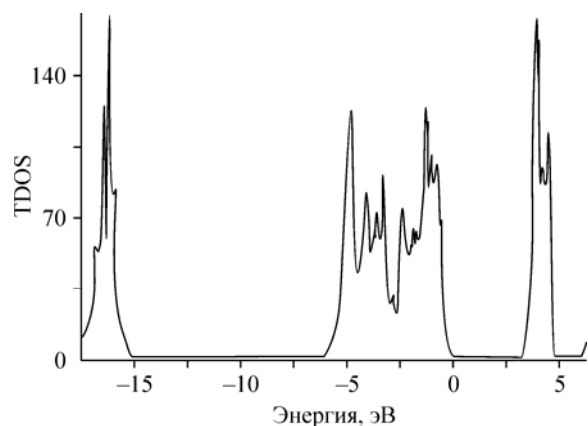
Выполнены эксперименты по изучению механизма проводимости аморфного нитрида кремния. Сопоставление эксперимента с теорией многофононной ионизации и эффектом Френкеля показало, что проводимость нитрида кремния количественно описывается теорией многофононной ионизации ловушек. Определены параметры ловушек: концентрация, энергия, сечение захвата, сечение рекомбинации, энергия локального фонона.

Разработан пакет программ для моделирования элементов ФЛЭШ-памяти на основе

структур кремний—оксид—нитрид—оксид—кремний. Изготовлены и исследованы макеты запатентованных в ИФП элементов ФЛЭШ-памяти с использованием диэлектриков с высокой диэлектрической проницаемостью.

Разработана технология получения тонких сегнетоэлектрических пленок $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Nb}_2\text{O}_6$, модифицированных La и Sn, которые при толщине 700—1000 Å имели величину диэлектрической проницаемости 500—700, добротность на частоте 1 кГц — 1—5.

Разработана низкотемпературная технология получения методом ВЧ-распыления в кислородной плазме тонких (300—700 Å) пленок циркониево-иттриевых оксидов $\text{Zr}_x\text{Y}_y\text{O}_z$ (химический состав — $0,835\text{ZrO}_2$ — $0,165\text{Y}_2\text{O}_3$) без последующего окисления образцов в кислороде. Установлено, что диэлектрическая пленка формируется начиная с температуры подложки 400 °С. При $T_{\text{п}} = 400$ °С и менее пленки недоокислены и являются проводящими. Величи-



Электронная структура кубической HfO_2 .

Electronic Structure of cubic HfO_2 .

на диэлектрической проницаемости синтезируемых пленок 25—32 при тангенсе угла потерь на частоте 1 кГц 0,003—0,01. Установлено, что пленки $Zr_xY_yO_z$ являются фотолюминесцирующими.

На основе сегнетоэлектрических пленок на поверхности кремния созданы МДМ-струк-

туры. Разработана технология изготовления указанных электродов также методом ВЧ-распыления при температурах более высоких (700—750 °С), чем при синтезе диэлектрической пленки.

Основные публикации

1. Гритценко В. А., Насыров К. А., Гритценко Д. В., Асеев А. Л., Лифшиц В. Г. Заявка на изобретение № 2005122671.09, от 18.07.2005 г. Элемент памяти для ФЛЭШ электрически перепрограммируемого постоянного запоминающего устройства.
2. Perevalov T. V., Shaposhnikov A. V., Tapilin V. M. et al. Electronic structure of ZrO_2 and HfO_2 : Chapter accepted for publication by Springer, 2005.
3. Roizin Y., Gritsenko V. ONO Structures in Modern Microelectronics// Material Science. Characterization and Application: Chapter accepted for publication by Wiley&Sons, 2005.
4. Гритценко В. А., Новиков Ю. Н., Квок Р., Белло И. Ближний порядок, крупномасштабные флуктуации потенциала и фотолюминесценция аморфного SiN_x // ЖЭТФ. 2004. Т. 98, вып. 4. С. 760—769.
5. Nasyrov K. A., Gritsenko V. A., Novikov Yu. N., Lee E.-H., Yoon S. Y., Kim C. W. Two-bands charge transport in silicon nitride due to phonon-assisted trap ionization// J. Appl. Phys. 2004. V. 96, N 8. P. 4293—4296.
6. Gritsenko V. A., Petrenko I. P., Gritsenko D. V. et al. Atomic and electronic structures of amorphous ZrO_2 and HfO_2 films// Microelectronics Engineering. 2005. V. 81. P. 524—529.