

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Д. Т. Бобонов

Джиззакский политехнический институт

АННОТАЦИЯ

Задачей этапа являлось формирование и первичное структурирование предметной области поиска и извлечения знаний по заданному тематическому направлению деятельности ННС. На основе имеющихся литературных данных и поисковых действий в Интернет проведены описание и анализ современного состояния исследований в области наноматериалов и нанотехнологий в наноэлектронике. Осуществлено структурирование и описание взаимосвязей элементов полученной информации в виде понятий предметной области.

Ключевое слово. Неразмер, структура, элементы, площадь объекта.

ABSTRACT

The task of the stage was the formation and primary structuring of the subject area of search and extraction of knowledge in a given thematic area of activity of the NNS. On the basis of available literature data and search activities on the Internet, a description and analysis of the current state of research in the field of nanomaterials and nanotechnologies in nanoelectronics are carried out. The structuring and description of the interrelations of the elements of the received information in the form of concepts of the subject area is carried out.

Keyword. Non-size, structure, elements, object area.

ВВЕДЕНИЕ

Предложена инфологическая модель предметной области, которая включает в себя пять основных типов наноматериалов. Среди них: различные виды низкоразмерных полупроводниковых наноструктур (нуль-, одно- и двумерных), магнитные наноструктуры, двумерные многослойные структуры из пленок нанометровой толщины и слоев квантовых точек (сверхрешеточные структуры), молекулярные наноструктуры, фуллереноподобные материалы, а также методы их диагностики. Предложены содержания информационного наполнения баз данных по наноматериалам, нанотехнологиям и наноустройствам, на основании которых на следующем этапе будет сформирована логическая модель хранилища



данных - прототипа будущей базы данных. Разработаны оптимальный перечень источников информации по направлению и методика поисковой работы.

ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ

В результате проведенного поиска информации по установленным источникам разработаны предварительные реестры наноматериалов и нанотехнологий по направлению наноэлектроника. Развитие современной полупроводниковой электроники включает применение нанотехнологий, которые определяются как наука и техника создания, изготовления, характеристики и реализации материалов и функциональных структур и устройств на атомном, молекулярном и нанометровом уровнях. Нанотехнологии должны обладать атомной точностью при получении полупроводниковых наносистем с необходимым химическим составом и конфигурацией и включают методы комплексной диагностики наноструктур, в том числе контроль в процессе изготовления и управление на этой основе технологическими процессами. Развитие нанотехнологий было стимулировано разработкой полупроводниковых наноструктур, выращенных методами молекулярно-пучковой и металлоорганической эпитаксии, и созданием на их основе принципиально новых приборов и устройств электроники и оптоэлектроники, широко используемых сейчас в системах хранения, передачи и обработки информации (лазеры на квантовых ямах и свехрешетках, СВЧ – транзисторы с двумерным электронным газом и др.). Мощным толчком развития нанотехнологий послужило открытие в 80-х годах XX века туннельной микроскопии, идеи которой легли в основу разработки широкого спектра современных зондовых методов диагностики материалов на наноуровне, а также ряда технологических приемов (нанолиитография, молекулярная сборка, саморганизация). Существенно усовершенствованы известные технологии (электронная и рентгеновская литография, техника сфокусированных ионных пучков) и диагностические методы (электронная микроскопия сверхвысокого разрешения, сканирующая зондовая микроскопия, рентгеновские методы, в том числе с использованием синхротронного излучения, фемтосекундная спектроскопия), что позволяет контролируемым образом создавать наноструктуры, наноматериалы и устройства различного назначения на их основе. Современный опыт разработки приборов и устройств на основе квантовых гетероструктур (лазеры на квантовых точках, сверхбыстродействующие



транзисторы, запоминающие устройства с гигантским магнитосопротивлением) показывает, что результаты фундаментальных исследований в этой области находят практическое применение за весьма короткое время. Эти достижения уже в ближайшие годы способны привести к кардинальным изменениям во многих сферах человеческой деятельности – в электронике, информатике, энергетике, медицине и др. По оценкам зарубежных экспертов объем мирового рынка нанотехнологий к 2010 году составит более 1 трлн. долларов США. Развитие в стране нанотехнологий и связанных с ними направлений науки, техники и производства направлено на повышение конкурентоспособности и расширение присутствия России на мировом рынке, повышение степени безопасности страны путем широкого внедрения специальной наносистемной техники, совершенствования вооружений, военной и специальной техники. В связи с вышеизложенным государственная научно-техническая и инновационная политика в этой сфере деятельности должна быть приоритетной и иметь, прежде всего, технологическую направленность, включая анализ рынка наукоемкой нанотехнологической продукции, прогнозирование возможного развития отдельных технологических направлений в области создания наносистем.

Обеспечение перехода от исследований к использованию их результатов для развития основ nanoиндустрии заключается в создании благоприятных условий для поддержки проведения работ, включая информационную поддержку. Этому служат разрабатываемые в рамках настоящей работы региональный сегмент телекоммуникационной национальной нанотехнологической сети (ННС) и базы данных по тематическому направлению деятельности ННС наноэлектроника, обеспечивающих информационно-технологическую и аналитическую поддержку проведения исследований и разработок в области наноэлектроники, а также опытно-конструкторских работ, направленных на создание конкурентоспособных продуктов в этой области, их ускоренное промышленное освоение и коммерциализацию. Современный научно-технический прогресс несомненно определяется развитием электроники, основой которой являются достижения в различных областях фундаментальных наук, главным образом, физики твердого тела, физики полупроводников, а также твердотельной технологии. Последние достижения науки показывают, что, в отличие от традиционной микроэлектроники, потенциальные возможности которой в ближайшее десятилетие, по-видимому, будут исчерпаны, дальнейшее



развитие электроники возможно только на базе принципиально новых физических и технологических идей. Так, на протяжении ряда десятилетий повышение функциональной сложности и быстродействия систем достигалось увеличением плотности размещения и уменьшением размеров элементов, принцип действия которых не зависел от их масштаба. При переходе к размерам элементов порядка десятков или единиц нанометров возникает качественно новая ситуация, состоящая в том, что квантовые эффекты (туннелирование, размерное квантование, интер-ференционные эффекты) оказывают определяющее влияние на физические процессы в наноструктурах и функционирование приборов на их основе. Многообещающим является также создание наноструктур, в которых роль функциональных элементов выполняют отдельные молекулы. В перспективе это позволит использовать принципы приема и переработки информации, реализуемые в биологических объектах (молекулярная наноэлектроника). Новые возможности в повышении мощности, температурной и радиационной стойкости, расширении диапазона частот, улучшении эргономических характеристик приборов открывает направление, в котором синтезируются идеи и технологические достижения вакуумной и твердотельной электроники (вакуумная наноэлектроника). Создание наноструктур базируется на новейших технологических достижениях в области конструирования на атомном уровне твердотельных поверхностных и многослойных структур с заданным электронным спектром и необходимыми электрическими, оптическими, магнитными и другими свойствами. [3] Требуемая зонная структура таких искусственных материалов обеспечивается выбором веществ, из которых изготавливаются отдельные слои структуры («зонная инженерия»), поперечных размеров слоев (размерное квантование), изменением степени связи между слоями («инженерия волновых функций»). Наряду с квантово-размерными планарными структурами (двумерный электронный газ в квантовых ямах, сверхрешетки) исследуются одно- и нуль-мерные квантовые объекты (квантовые нити и точки), интерес к которым связан с надеждами на открытие новых физических явлений и, как следствие, на получение новых возможностей эффективного управления электронными и световыми потоками в таких структурах. Нанотехнологии призваны решить следующие задачи в электронике [2]: - резкое повышение производительности вычислительных систем;

- резкое увеличение пропускной способности каналов связи;

- резкое увеличение информационной емкости и качества систем отображения информации с одновременным снижением энергозатрат;
- резкое повышение чувствительности сенсорных устройств и расширение спектра измеряемых величин, что важно, в частности, для задач экологии;
- создание высокоэкономичных твердотельных осветительных приборов;
- существенное увеличение удельного веса использования электронных и оптоэлектронных компонентов в медицинских, биологических, химических, машиностроительных и других технологиях.

Резкое повышение производительности вычислительных систем необходимо в связи с переходом технологии интегральных схем к нанометровому масштабу. В табл. 1 приведен прогноз уменьшения характерных размеров ИС памяти и процессоров (ITRS Roadmap 2002), в табл. 2 — перспектива уменьшения энергии на одно переключение.

Таблица.1

	Year of production, нм	2003	2010	2013	2016
DRAM	1/2 Pitch	100	45	32	22
MPU	1/2 Pitch	107	45	32	22
MPU	Printed Gate Length	65	25	18	13
MPU	Physical Gate Length	45	18	13	9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, развитие «традиционной микроэлектроники» подразумевает переход к нанотехнологии. Развитие нанотехнологии позволит сконструировать и принципиально новые элементы ИС, такие, например, как «одноэлектронные» устройства, потребляющие предельно малые энергии на переключение, или сверхбыстродействующие биполярные Si—Ge-транзисторы с базами толщиной в несколько нанометров. Устройства на основе наноструктур принципиально необходимы и для считывания информации в вычислительном процессе из-за предельно низких уровней сигналов. [1] Примером могут служить магнитные считывающие устройства, основанные на эффекте гигантского магнетосопротивления, возникающем в слоистых металлических магнитоупорядоченных средах с толщиной слоев в несколько нанометров.

REFERENCES

1. Taylanov N. A., Dzhuraeva N. M., Bobonov D. T. Diffusion evolution of electromagnetic perturbations in superconductors //Uzbekiston Fizika Zhurnali. – 2019. – Т. 21. – №. 2. – С. 130-132.
2. Бобонов Д. ФОРМИРОВАНИЕ ПРИМЕСНЫХ КЛАСТЕРОВ В РЕШЕТКЕ КРЕМНИЯ С УЧАСТИЕМ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ СЕЛЕНА //Universum: технические науки. – 2020. – №. 6-1 (75).
3. Bobonov D. T. The electric properties and current instability in silicon doped by selenium; Ehlektricheskie svojstva i neustojchivosti toka v kremnii legirovannogo selenom. – 2010.
4. Халилов О. Қ., Бобонов Д. Т. КИМЁ ВА ФИЗИКА КУРСИНИ ЎҚИТИШДА ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИНИНГ МАҚСАД ВА ВАЗИФАЛАРИ //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 199-203.
5. Bakhadir Khanov M. K. et al. Strongly compensated silicon as a new class of materials for electronics. – 2002.
6. Ayupov K. S. et al. Strongly Compensated Silicon-Based Sensitive Photo Receives of Infrared Radiation of Novel Design //2006 2nd IEEE/IFIP International Conference in Central Asia on Internet. – IEEE, 2006. – С. 1-3.
7. Mustofoqulov J. A., Bobonov D. T., Omonov S. R. O. G. L. “MAPLE” DA SO’NUVCHI ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLARNING MATEMATIK TAHLILI //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 10. – С. 374-379.

