

ОТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ К НАНОТЕХНОЛОГИИ

Адашкевич С. В., Пальчик Г. В., Стельмах В. Ф., Федотов А. К.

Белгосуниверситет, г. Минск

EPRLabfgBSU. BY

Пономарь В. Н.

УП «Белмикросистемы», г. Минск

Современная электронная техника от традиционных микронных размеров элементов $10 \dots 10^0$ м вторгается в диапазон $10^{16} \dots 10^7$ м, преодолевая на этом пути постоянно возрастающие трудности технологического и фундаментального характера. В середине XXI столетия прогнозируется переход в диапазон размеров $10^5 \dots 10^1 \dots 10^{10}$ м, определяемый как переход к нанотехнологии.

Вместе с тем, анализируя ближайшие перспективы развития оптоэлектронной техники, следует обратить особое внимание на низкоразмерные материалы и элементы, размер структурирования которых составляет $10 \dots 10$ м. Для них неприменимы ни понятия микроэлектроники, ни понятия нанотехнологии. Действительно, для элементов таких систем с размерами от 3×10^9 до 3×10^{17} м, состоящих из достаточно большого, но счетного числа атомных единиц, непригодны принципы зонной теории и положения теории изолированных атомов и молекул. С другой стороны, такие структуры обнаруживают набор принципиально новых электронных, оптических, трибологических и иных свойств, нехарактерных для кристаллических, микрокристаллических и аморфных тел.

В докладе обсуждаются возможности и пути реализации низкоразмерных (мезоскопических, ультрадисперсных) элементов, структур и материалов на их основе с учетом уровня развития современных технологий. **В** частности, показывается, что ионная имплантация уже в настоящее время обеспечивает возможность формирования в матрице твердого тела всех основных

форм низкоразмерных (0-, 1-, 2- мерных) элементов, их сочетаний и ансамблей. Вводится понятие активной нелинейной среды как варианта рабочего материала для реализации новых типов электронных, электротехнических и оптических систем. Уникальные свойства низкоразмерных систем на основе фуллерено-содержащих и фуллереноподобных структур не исчерпываются областью оптоэлектроники, а являются перспективными для применения в других областях науки и техники (новые химические и биомедицинские технологии, триботехника и др.).

В докладе анализируются определения и терминология, характеризующие новый класс материалов с низкоразмерным структурированием

1. Микроэлектроника— вид технологии, оперирующей размерами элементов в пределах 1 мкм (от 10^7 до 1 Г м).

Ранний этап становления микроэлектроники соответствовал освоению размеров элементов 1... 10 мкм; современный — 1...0,1 мкм (субмикронная область).

Научный базис микроэлектроники — зонная теория, описывающая свойства кристаллов— основной структуры микроэлектроники.

2. Нанотехнология— вид технологии, расцвет которой прогнозируется на вторую половину XXI века, оперирует размерами элементов в пределах 1 нм (10^{11} .. 10^8 м).

Научный базис нанотехнологии—теория квазиизолированных атомов и молекул — основных рабочих элементов нанотехнологии. (К перспективным объектам нанотехнологии относятся молекулы фуллеренов C_{60} и др.).

3. Технология ультрадисперсных низкоразмерных элементов и систем (УДНЭ, УДНС, НЭС) заполняет свободную нишу размеров элементов между нанотехнологией и микроэлектроникой (около 10^{17} ... 10^{-5} м), т.е., область размеров элементов, структурно-физические свойства которых принципиально не описываются ни зонной, ни атомно-молекулярной теорией. Ос-

новая структурная единица (элемент) НЭС—ультра дисперсный атомный кластер.

Низкоразмерные элементы характеризуются, кроме размеров, формой или размерностью (0-М, 1-М, 2-М). 0-мерный кластер содержит $\sim 10^5 \dots 10^8$ атомов.

Одна из основных особенностей системы низкоразмерных элементов — пространственно-временная локализация зарядов, приводящая к проявлению прыжковой проводимости, и может отличать научный базис НЭС от базиса нанотехнологии и микроэлектроники (как теория НЭС с ограниченной пространственно-временной локализацией зарядов). Ультрадисперсные упорядоченные углеродные кластеры (фуллереноподобные структуры) — перспективный объект технологии НЭС.

Ультрадисперсный кластер может иметь упорядоченную некристаллическую структуру, в которой может быть выделена центральная часть («ядро») и реконструированная оболочка, отличающаяся структурно (гибридизацией межатомных связей). Кластер может быть изолированным, входит в состав агрегата или располагаться в кристаллической или неупорядоченной матрице.