

НАНОТЕХНОЛОГИИ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДИСПЛЕЕВ

К. т. н. А. В. Муравьев, А. В. Крат

НТУУ «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
Украина, г. Киев
stals98@ukr.net

Проведен анализ современных технологий изготовления дисплеев на базе существующих наноматериалов и их применение в микроэлектронике. Рассмотрены реальные достижения нанотехнологий и перспективы их применения при изготовлении дисплеев различного назначения. Проанализированы возможности применения наноматериалов нового поколения для изготовления элементов электрических схем, проблемы и перспективы их дальнейшего развития.

Ключевые слова: наноматериалы, микроэлектроника, нанотехнологии, дисплей.

В последние десятилетия существенные достижения в области физического материаловедения и физики твердого тела были связаны с созданием и использованием наносистем. По прогнозам, ряд многообещающих отраслей для применения наноматериалов включает в себя аэрокосмическую сферу, химическую и пищевую промышленность, транспортировку товаров. Нанотехнологии в первую очередь находят применение в системах записи информации, трансплантологии, при создании защитных покрытий высокой прочности и низкой степени окисления. К сожалению, современный уровень понимания основных физических явлений таких систем остается недостаточным для однозначных ответов и прикладного применения [1]. Наносистемы являются представителями так называемых дисперсных структур, которые рассматриваются в материаловедении как гетерогенные системы, то есть состоящие из нескольких фаз [2]. Такие системы приобретают все более широкое применение в ходе экспериментальных исследований в области гетерогенного катализа, синтеза нанопорошков и нанокомпозитов, производстве нанокристаллов, тонких пленок и аэрозолей. В то же время наносистемы являются интересными объектами для фундаментальной науки, так как представляют собой пространственно ограниченные среды.

На сегодняшний день актуальной становится задача систематизации основных характеристик наноструктурных материалов и используемых нанотехнологий с целью рассмотрения перспектив их дальнейшего развития и применения в различных сферах промышленности, в том числе и при производстве дисплеев приборов и устройств. Целью данной работы является анализ, выявление основных проблем, а также наиболее перспективных с прикладной и научной точек зрения тенденций в нанотехнологиях, применяемых в конструкциях современных дисплеев.

Одним из наиболее известных направлений применения наноматериалов за последние годы является использование серебряных нанопроволок для изготовления электропроводного слоя сенсорных дисплеев, что позволяет значительно увеличить гибкость и прозрачность таких элементов, тем самым повышая контрастность и делая возможным создание закругленных или даже сворачиваемых в рулон дисплеев. Такая технология стала основой так называемой гибкой электроники и в самое ближайшее время позволит в промышленных масштабах производить чрезвычайно прочные дисплеи различного назначения с высоким качеством изображения.

Не менее значительным стало открытие в 2004 году в ходе наблюдения за нанокристаллами селенида свинца такого явления, как создание двух электронно-дырочных пар при поглощении фотона, что в последствии легло в основу технологии дисплея на квантовых точках [1]. Основными достоинствами таких устройств является отсутствие подсветки, высокая контрастность, снижение энергопотребления и расширение спектра отображаемой палитры цветов. Однако данная технология так и не

была реализована в полном объеме, ограничившись лишь модернизацией LCD (дисплеев на жидких кристаллах) без применения наночастиц проводниковых материалов.

Реальным коммерческим продуктом является технология OLED (дисплеи на органических и электролюминесцентных диодах), конструктивно напоминающих квантовые дисплеи и состоящие из тонких органических пленок, которые расположены между тонкопленочными проводниками [3]. Разработка основана на способности некоторых органических материалов излучать свет под действием электрического тока и получила широкое применение благодаря высокой технологичности производства, а следовательно, более низкой стоимости по сравнению с технологией LCD.

В связи с прогрессом лазерных и светодиодных технологий в последнее десятилетие получили качественный скачок в развитии Head-Up-дисплеи — системы, позволяющие выводить информацию на прозрачные поверхности, находящиеся в фокусе поля зрения человека, поверх окружающих объектов в виде дополнительного виртуального изображения. Классификация таких устройств происходит по типу используемого источника излучения, в качестве которого могут выступать электронно-лучевые трубки (технология, получившая начало в 1940-х годах), современные светодиоды и лазеры. Последние используются в современных устройствах, которые относят к категории проекционных или голографических систем, и позволяют реализовать визуальный вывод информации непосредственно на сетчатку глаза с целью дополнения сведений об окружающей обстановке и улучшения восприятия информации.

Расширение номенклатуры искусственных углеродных наноматериалов и их аллотропных модификаций позволило качественно улучшить твердотельную микроэлектронику внедрением элементов с высокой электропроводностью и малой массой, таких как транзисторы, логические вентили и нанопровода. Применение углеродных нанотрубок в дисплеях с электронной эмиссией выведет их на принципиально новый уровень развития.

На данный момент наиболее важным является развитие технологий создания самоорганизующихся или искусственно организованных процессов, происходящих на атомно-молекулярном уровне, которые откроют доступ к синтезу новых наноструктур и получению объектов нанотехнологий в промышленных масштабах. Решающую роль при этом играет наличие нужного инструментария, в том числе измерительного.

Дальнейшему развитию нанотехнологий способствует динамический анализ сфер и перспектив их применения, а также их обеспечение современной метрологической и инструментальной базой. Соблюдение этих условий создаст гарантии существования устойчивого рынка нанотехнологий.

Таким образом, концентрация научных исследований в направлениях развития перспективных наноматериалов, таких как углеродные нанотрубки и серебряная нанопроволка, в скором времени позволит вывести технологию промышленного создания дисплеев на уровень нанoeлектроники и получить новые принципы формирования изображения.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Балабанов В. И., Балабанов И. И. Нанотехнологии. Правда и вымысел.— Москва: Эксмо.— 2010.— С. 58—64.
2. Шірінян А. С., Макара В. А. Актуальні проблеми наноматеріалів і нанотехнологій // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології.— 2010.— № 2.— С. 223—269.
3. Capelli R. *et al.* Organic light-emitting transistors with an efficiency that outperforms the equivalent light-emitting diodes // Nature Materials.— 2010.— № 9.— С. 496—503.

O. V. Muraviov, A. V. Krat

Nanotechnology in microelectronics in the manufacture of displays

The analysis of modern technology of displays manufacture on the basis of existing nanomaterials and their application in microelectronics was made. Authors consider real achievements of nanotechnologies and prospects of using them for manufacture of displays for various purposes. The possibilities of using new generation of nanomaterials for electrical circuits manufacturing, as well as problems and prospects of their further development were analyzed.

Keywords: *nanomaterials, microelectronics, nanotechnology, display.*