

## КОНДЕНСАТОРЫ НА ОСНОВЕ НАНОСТЕРЖНЕЙ

Махарадзе Ю.В., студент гр. ЭЛб-161, III курс (КузГТУ)

Мельник Е.Ю., студент гр. ЭЛб-161, III курс (КузГТУ)

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

**Наностержень** — это одномерный наноматериал, длина которого не превышает нескольких десятков нанометров. Существуют различные виды наностержней, среди которых металлические (Ni, Au), полупроводниковые (Si, InP, GaN), молекулярные (органического либо неорганического происхождения) [1].

### Механизм роста «пар-жидкость-кристалл»

Наиболее распространенным механизмом роста полупроводниковых наностержней является механизм «пар-жидкость-кристалл». В данном методе осуществляется эпитаксиальный рост наностержней путём химического осаждения из газовой фазы или молекулярно-пучковой эпитаксии.

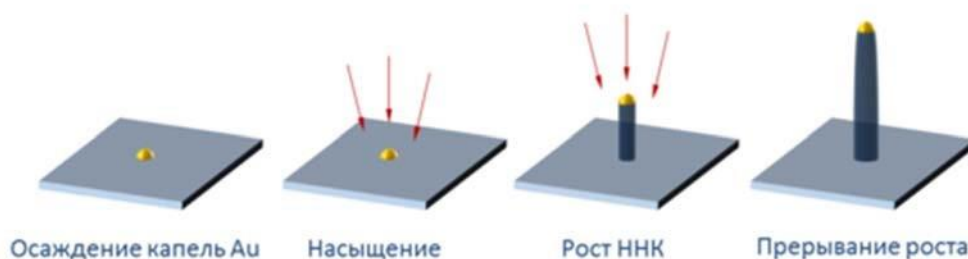


Рис. 1. Механизм роста наностержня.

Для этого на поверхность подложки осаждается тонкая плёнка золота, исполняющего роль катализатора реакции, после чего в камере необходимо увеличить температуру, и золото образует массив капель. Далее подаются компоненты для роста полупроводникового материала. Данный эффект активации частицами катализатора заключается в том, что рост на поверхности под каплей происходит на много интенсивнее, чем на не активированной поверхности, таким образом, капля катализатора поднимается над поверхностью, наращивая под собой нитевидный кристалл [2].

Один из множества способов применения наностержней это создание суперконденсаторов.

Суперконденсатор (ионистор) — это конденсатор с органическим или неорганическим электролитом, «обкладками» в котором служит двойной электрический слой на границе раздела электрода и электролита.

Суперконденсаторы являются одними из самых современных, эффективных средств накопления и хранения энергии. Новый суперконденсатор был сконструирован из двух электродов материалом для которых служит полианилин (проводящий полимер) и углеродных нанотрубок. Его электроды помещаются в гелеобразный полимерный твердотельный электролит (также выполняющий роль разделителя).

В данных конденсаторах происходит накопление электрической энергии между электродом и электролитом при приложении внешнего напряжения [3].

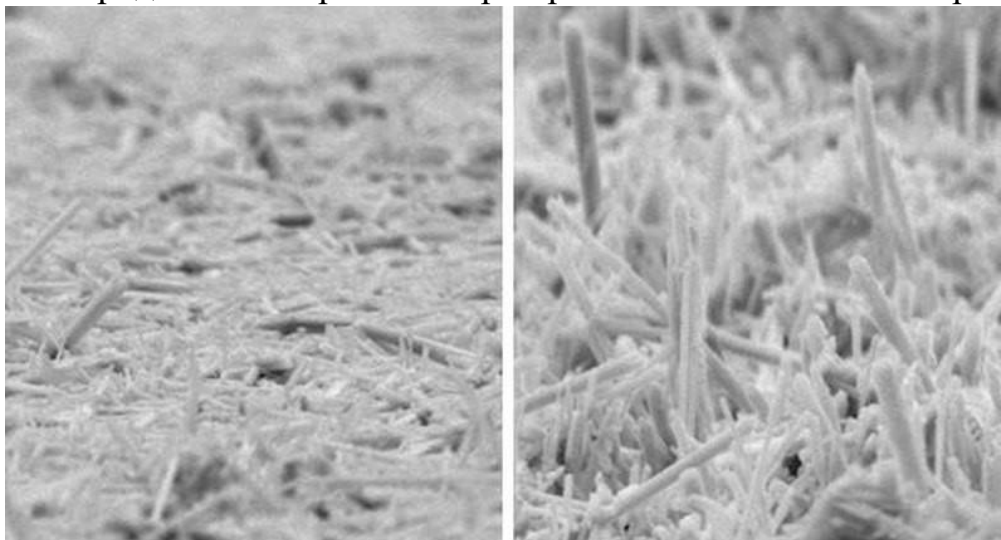


Рис. 2. Нанолес наностержней.

Слева на рис. 2 изображены неупорядоченные наностержни, а справа упорядоченные. Преимущество упорядоченных наностержней заключается в том, что такая форма расположения кристаллов является наиболее эффективной для запасаания электрической энергии. Данный «нанолес наностержней» был получен группой сотрудников Мичиганского технологического университета, во главе которой был Деннис Дешенг Менг. В своем исследовании он столкнулся с тем, что «химические» конденсаторы на основе диоксида марганца, обладают малой мощностью, по сравнению с более распространенными углеродными «физическими».

Конденсатор Менга – представитель окислительно-восстановительных суперконденсаторов.

Также данной исследовательской группой был обнаружен способ выращивать «нанолес наностержней» достаточно прямыми и длинными, которые обладают оптимальной кристаллической структурой — так называемый  $\alpha$ -диоксид марганца. Данный эксперимент прошел успешно при помощи использования процесса электрофорезного осаждения, в котором мелкие частицы осаждаются на субстрате под действием электрического поля.

Конденсатор из полученного материала имеет низкие значения тока потерь и минимальное внутреннее сопротивление, что позволяет ему заряжаться и разряжаться с меньшим тепловыделением, из этого следует, что конденсатор быстрее накапливает и отдает энергию, при этом обладает высокой плотностью энергии и выдерживает большее количество циклов

заряда-разряда. Также путем лабораторных испытаний суперконденсаторов выяснилось, что удельная электрическая емкость достигает нескольких десятков фарад на грамм (31.4 Ф/г). Образец, изготовленный группой Менга, сохранил 92% начальной емкости после 2000-3000 циклов перезарядки [4].

Данные конденсаторы имеют довольно большой диапазон применения. Среди прочих, наиболее перспективными направлениями применения таких технических устройств являются:

- Реализация резервного питания для материнских плат, микропроцессоров и запоминающих устройств.
- Системы бесперебойного электропитания с топливными элементами.
- Электроэнергетика с критическими нагрузками, коммуникации аэропортов, вышки беспроводной связи, банковские центры, больницы.
- Транспортные средства, к примеру, устройства запуска двигателя машин, гибридные электрические транспортные средства, автомобили на водородном топливе, локомотивы поездов.

К достоинствам суперконденсаторов относят следующие их качества и характеристики:

- Высокий КПД цикла, который достигает 90% и выше.
- Допустимость разряда до нуля.
- Низкая токсичность применяемых материалов.
- Малые вес и габариты относительно других электрических конденсаторов.

Однако, ввиду недостаточности развития данной технологии, суперконденсаторы имеют ряд недостатков:

- Не способность обеспечить достаточное накопление энергии
- Весьма низкое напряжение на одну единицу элемента.
- Высокая степень саморазряда [5].

Резюмируя все вышеописанное, хотелось бы отметить, что исследуемая технология уже имеет определённый процент применения, но ввиду специфики современного рынка и недостаточной развитости, данный вид конденсаторов, все ещё широко не применяется. Однако, ведутся множество исследований, которые впоследствии позволят усовершенствовать данную технологию, что в свою очередь поспособствует преодолению инновационного рубежа.

Список литературы:

1. J. Pérez-Juste, I. Pastoriza-Santos, L. M. Liz-Marzàн, и P. Mulvaney. "Золотые наностержни: Синтез, характеристика и применение", обзоры координационной химии, 2016 – 249с.
2. В. Г. Дубровский, Г. Э. Цырлин, В. М. Устинов. Полупроводниковые нитевидные нанокристаллы: синтез, свойства, применения // Физика и техника полупроводников 2013 – 1585с.  
<http://journals.ioffe.ru/ftp/2009/12/p1585-1628.pd>.
3. В.В. Стюхин, Э.В. Лапшин. Графеновый суперконденсатор. Труды Международного симпозиума «Надежность и качество», 2015 – 209с.
4. А. С. Амброзевич, Р. Т. Сибатов и др. Экспериментальные исследования токов заряда-разряда в суперконденсаторах // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Физико-математические науки. 2014 – 164с.
5. Варламов, В. Р. Современные источники питания. Справочник [Электронный ресурс] / В. Р. Варламов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ДМК Пресс, 2012. - 224 с.