

Том 12, выпуск 1/2

январь 2005 г.

В этом выпуске:

НАНОСТРУКТУРЫ

Молекулярная томография

Одноэлектронные волновые функции (орбитали) представляют собой удобную математическую конструкцию, которая с успехом используется для описания многоэлектронных волновых функций в молекулах. Особый интерес представляют "верхние" орбитали, поскольку именно они ответственны за химические свойства молекул. Фактически, суть той науки, которую мы называем химией, заключается в процессах формирования и разрыва связей между атомами. Однако до сих пор никому не удавалось наблюдать отдельные орбитали на временных масштабах, отвечающих химическим реакциям. Впервые это смогли сделать канадские и японские физики, которые получили трехмерное томографическое изображение верхней занятой молекулярной (HOMO) орбитали в молекуле азота N_2 .

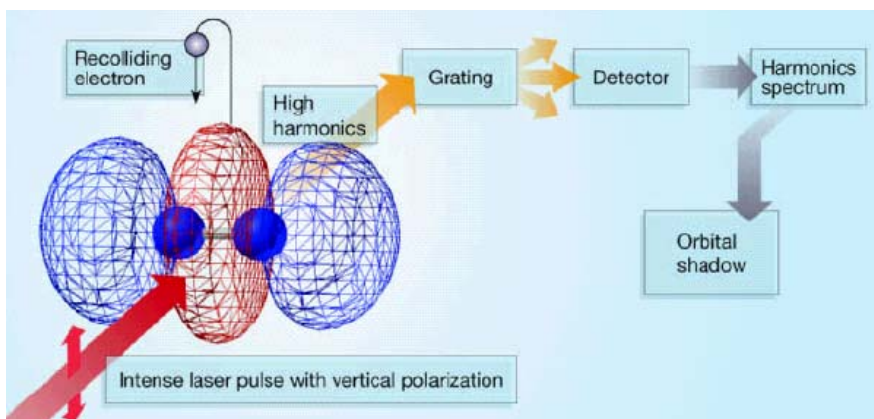


Рис. 1. Схематическое описание методики, использованной в [1].

Хорошо известны несколько экспериментальных методов, позволяющих определять пространственное распределение полной электронной плотности в молекулах (например, рентгеновская дифракция) или плотности электронов на HOMO-орбитали (сканирующая туннельная микроскопия). Однако одно дело – *положительная плотность* и совсем другое – волновая функция, которая в разных точках пространства может иметь, вообще говоря, *разный знак* (а точнее – *разную фазу*). Использованная в [1] методика основана на трех последовательных шагах: 1) *ориентация молекул* в газовой фазе с погрешностью менее 5° под воздействием 60-фемптосекундного лазерного импульса; 2) *селективная ионизация HOMO-орбитали* низкочастотным лазером в туннельном режиме; 3) *проекция* результирующего состояния на когерентный набор плоских волн, в результате чего и удается получить трехмерное изображение орбитали. При ионизации, условно говоря, часть волновой функции локализованной орбитали переходит в континуум и сначала (в форме волнового пакета) удаляется от молекулы. Но затем (после изменения направления поля в лазерном импульсе) возвращается назад, перекрываясь с оставшейся частью исходной волновой функции и образуя когерентную суперпозицию.

И далее ...

2 Электронный пучок измеряет поля деформаций

3 Сегнетоэлектрическая нанопамять

СВЕРХПРОВОДНИКИ

Еще раз о резонансной моде в ВТСП

ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

4 Сверхминиатюрная рентгеновская трубка с катодом из нановолокон

Полевой эмиттер электронов с аномально низким напряжением

5 Углеродные нанотрубки для топливных элементов

МАГНИТЫ

6 Магнитные сенсоры нового типа

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

7 Работа над квантовыми ошибками

ФИНАНСИРОВАНИЕ И РЫНОК

8 FP7 увеличит финансирование фундаментальных исследований

В паутине наноторговля началась с перепродаж

При этом индуцируются колебания диполя, который излучает фотоны. Частотный спектр колебаний диполя определяется Фурье-преобразованием его ускорения, что позволяет найти спектральную интенсивность и фазу. Изменяя угол между направлением ориентации молекул и направлением поляризации лазерного импульса (то есть "рассматривая" молекулу с разных сторон), в итоге удастся восстановить полную трехмерную структуру *НОМО*-орбитали. Результаты прекрасно согласуются с расчетами из первых принципов (Рис. 2).

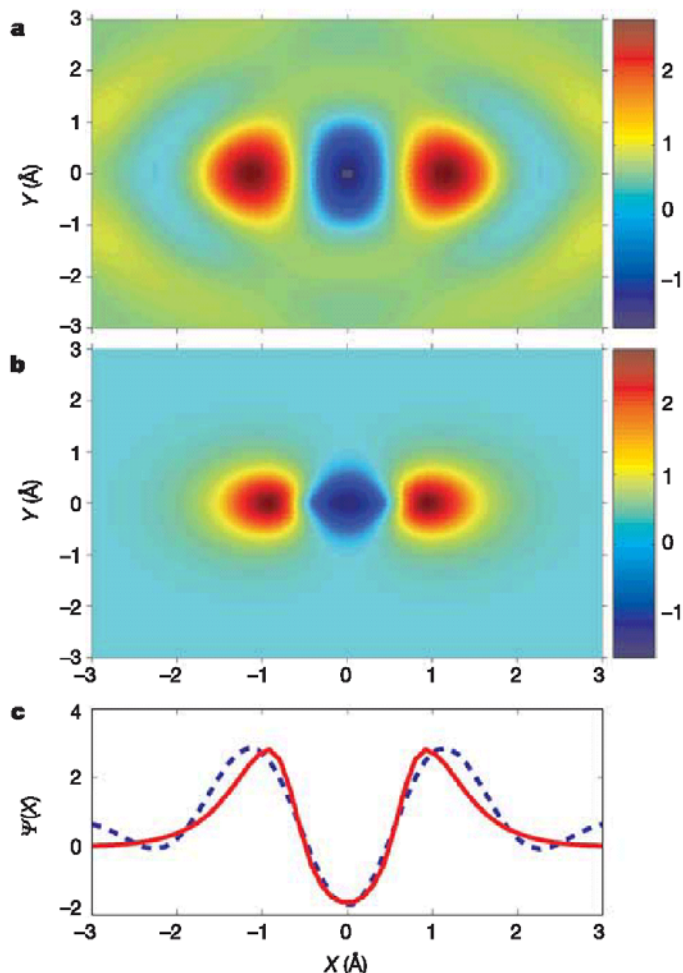


Рис. 2. *НОМО*-орбиталь молекулы N_2 . (а) – эксперимент; (б) – теория; (с) – волновая функция вдоль оси, проходящей через атом (штриховая линия – эксперимент, сплошная линия – теория).

Развитая в [1] методика имеет сходство с медицинской томографией, но не тождественна ей. Принципиальное отличие заключается в выборе из большого количества орбиталей одной-единственной. Это становится возможным в силу того, что сталкивающийся с молекулой электронный волновой пакет когерентен (и потому интерферирует) только с той орбиталью, из которой он образовался при туннелировании. Авторы [1] отмечают, что их метод в принципе позволяет получить изображение любой (а не только верхней) молекулярной орбитали. По-

скольку разрешение по времени при этом составляет ~ 10 фс, то открывается заманчивая возможность наблюдать за изменением орбиталей при химических реакциях в режиме реального времени.

1. *Nature* 2004, **432**, 867
2. *Nature* 2004, **432**, 809

Электронный пучок измеряет поля деформаций

ПерсТ уже кратко упоминал работу французских ученых [1], рассказывая о современных методах электронной микроскопии [2]. Однако эта работа, на наш взгляд, достойна более обстоятельного освещения.

Дефекты кристаллической структуры и связанные с ними поля дальнедействующих деформаций играют важную роль во многих областях физики твердого тела и материаловедения. Например, в полупроводниковой промышленности важно понять все аспекты влияния дефектов на работу электронных приборов. Задача, осложняемая тем фактом, что взаимодействие дефектов с носителями заряда имеет место и на значительных расстояниях от ядер дефектов, где это влияние трудно поддается измерению [3]. Точные измерения полей деформации вокруг дефектов позволят лучше понять их влияние на микро- и наноструктуры, на их электронные, механические и химические свойства, а также как меняется это влияние с уменьшением масштабов таких структур.

Авторы работы [1] провели измерение полей смещений вокруг краевой дислокации в кремнии, используя комбинацию электронной микроскопии высокого разрешения и метода анализа изображений, развитого в оптической интерферометрии и называемого методом геометрической фазы [4, 5]. Вкратце этот метод можно описать так (Рис.1). Электронно-микроскопическое изображение атомной поверхности подвергается Фурье-преобразованию, от которого оставляют только один рефлекс, связанный с отдельным кристаллографическим направлением, отфильтровывая все остальные. Для него рассчитывают пространственное распределение Фурье-фазы, которая уже непосредственно связана с полем смещений. Измерения двух таких фазовых изображений для двух различных кристаллографических направлений достаточно, чтобы полностью определить двумерное поле смещений.

Рис.2 представляет изображение экспериментально полученного таким методом поля смещений вокруг краевой дислокации в кремнии и его сравнение с теоретическим, полученным в рамках анизотропной упругой модели. Результаты совпадают в пределах $0.03 \text{ \AA}$.

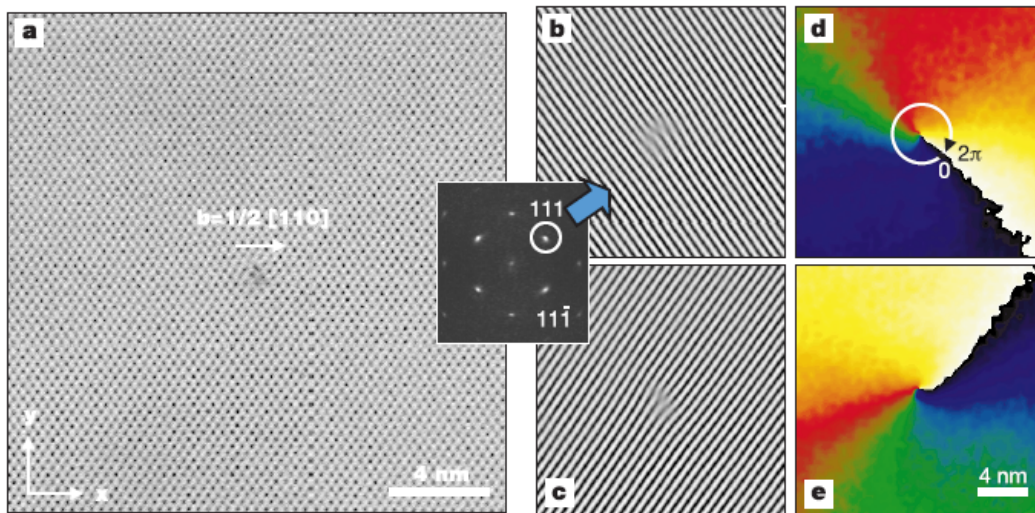


Рис.1. Анализ геометрической фазы для одинарной краевой дислокации в кремнии. (а) – электронно-микроскопическое изображение высокого разрешения; ориентация $[1\bar{1}0]$, вектор Бюргерса $\frac{1}{2}[110]$; врезка представляет Фурье-образ изображения; (б)– изображение, соответствующее Фурье-рефлексу (111); (с) – то же для рефлекса $(11\bar{1})$; (д) – пространственное распределение фазы для Фурье-рефлекса (111); (е) – то же для рефлекса $(11\bar{1})$. Вариации цвета отвечают изменению фазы от 0 до 2π .

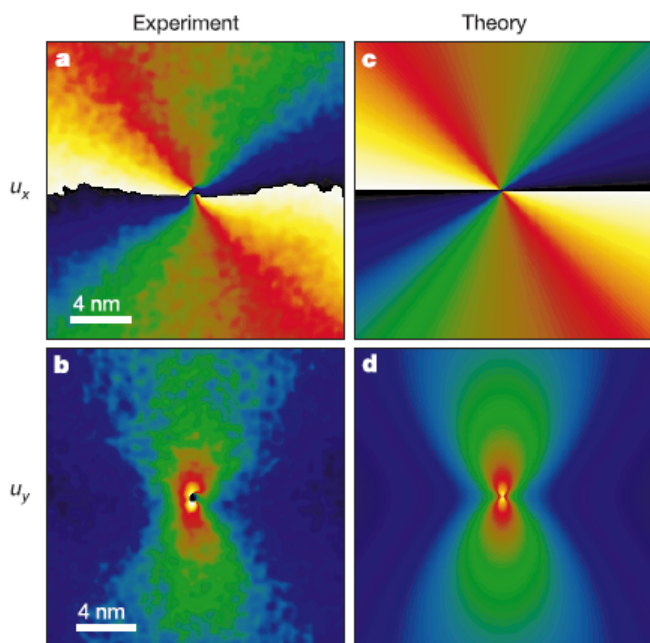


Рис.2. Поле смещений $u = (u_x, u_y)$ вокруг краевой дислокации в кремнии, полученное экспериментально (а и б) и теоретически в рамках анизотропной упругой теории (с и д). Вариации цвета отвечают изменению смещения вдоль оси X (а и с) от 0 до 0.192 нм и вдоль оси Y (б и д) от - 0.271 до 0 нм.

Такая точность измерений позволяет уже сегодня проводить экспериментальную проверку и отбор моделей микродеформаций, что особенно важно для конструирования устройств нанометровых масштабов.

Л. Дунин-Барковский

1. *Nature*, 2003, **423**, 270
2. ПерсТ, *Электронный пучок фотографирует микромагнитную структуру*, 2004, **11**(3)

3. *The National Technology Road Map for Semiconductors* at (<http://public.itrs.net/>), 2002
4. *J.Opt.Soc.Am.*, 1982, **72**, 156
5. *J.Opt.Soc.Am.*, 1996, **A13**, 1495

Сегнетоэлектрическая нанопамять

Численные расчеты *ab initio*, выполненные в университете Арканзаса, показали, что наночастицы $Pb(Zr,Ti)O_3$ при понижении температуры переходят в состояние со структурной бистабильностью [1]. Ранее считалось, что этим свойством обладают лишь объемные образцы. Минимальный диаметр нанодиска, при котором имеет место такой фазовый переход, составляет 3.2 нм, что открывает путь к созданию неразрушаемой оперативной памяти (non-volatile ferroelectric random access memories - NFeRAMs) с плотностью записи информации $6 \cdot 10^{13}$ бит на квадратный дюйм – на пять порядков величины больше, чем в современных устройствах.

1. I.I. Naumov et al., *Nature* 2004, **432**, 737

СВЕРХПРОВОДНИКИ

Еще раз о резонансной моде в ВТСП

В недавней работе [1] были исследованы спектры поглощения инфракрасного излучения монокристаллами ВТСП Bi-2212 с различным уровнем допирования и показано, что в передопривированных (но сверхпроводящих!) образцах резонансная мода (будь то фононная или магнитная) отсутствует. Был сделан вывод, что межчастичные взаимодействия, которые приводят к появлению резонансной моды, не могут быть причиной высокотемпературной сверхпроводимости.

Этот вывод оспаривается в Комментарии [2], авторы которого считают, что оптические методики дают информацию лишь об усредненных по импульсу

величинах и потому нечувствительны к сигналам, сильно зависящим от импульса. В подтверждение они приводят данные фотоэмиссионной спектроскопии с угловым разрешением (*ARPES*), которые свидетельствуют о наличии вблизи точки $(\pi; 0)$ зоны Бриллюэна резонансной моды, не исчезающей в передопирированных образцах.

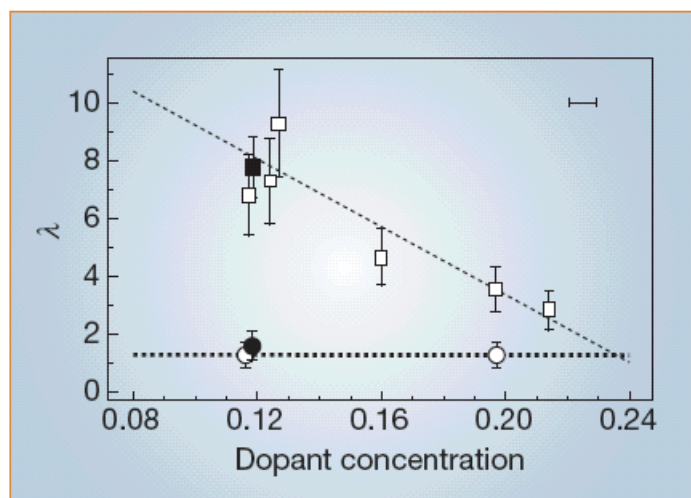


Рис. 1. Зависимость константы взаимодействия носителей с резонансной модой от концентрации носителей p . Квадраты – сверхпроводящее состояние; кружки – нормальное состояние.

В ответе [3] на Комментарий [2] представлен совместный анализ имеющихся в литературе оптических и *ARPES* данных. При этом показано, что они в своем большинстве не противоречат друг другу, хотя и относятся к разным областям образца (объему и поверхности, соответственно). Общий вывод: в *сверхпроводящих* составах ВТСП с концентрацией носителей $p = 0.24$ и выше резонансная мода отсутствует (точнее будет сказать, что отсутствует взаимодействие носителей с какой-либо резонансной модой). В нескольких работах по *ARPES*, на которые ссылаются авторы [2], данные о зависимости собственной энергии от p просто не приведены. Там же, где эта зависимость исследована, никаких противоречий с оптикой не возникает.

1. J. Hwang et al., *Nature* 2004, **427**, 714
2. T. Cuk et al., *Nature*, 18 November 2004, in "Brief communications arising".
3. J. Hwang et al., *Nature*, 18 November 2004, in "Brief communications arising".

ФУЛЛЕРЕНА И НАНОТРУБКИ

Сверхминиатюрная рентгеновская трубка с катодом из нановолокон

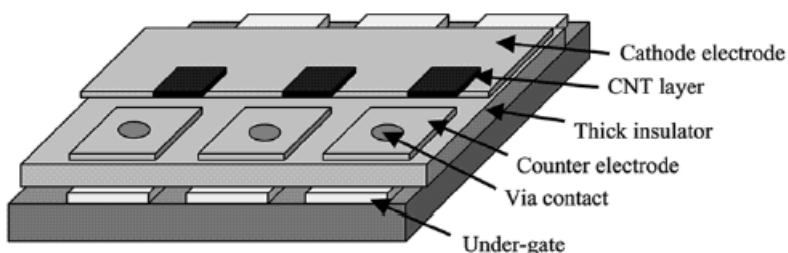
В Технологическом Институте г. Нагоя (Япония) разработана новая конструкция сверхминиатюрной рентгеновской трубки, катод которой выполнен из углеродных нановолокон. Конструкция состоит из стеклянной трубки диаметром 2 мм и длиной 5 мм, в которую впаяна трубка из нержавеющей стали с внутренним диаметром 0,5 мм. Внутри стальной трубки вставлен катод из молибденовой проволоки

диаметром 0,5 мм, на которой методом химического осаждения выращен слой вертикально ориентированных нановолокон. В качестве мишени использовали медную пленку толщиной ~3 мкм, осажденную на алюминиевую пластинку толщиной 0,1 мм. Потенциал, приложенный к катоду, варьировали в диапазоне от 10 - 15 кВ, что обеспечивало ток электронной эмиссии 50 мкА. При более высоких токах мишень повреждалась. Измеренные эмиссионные вольт-амперные характеристики эмиттера находятся в хорошем соответствии с классической зависимостью Фаулера-Нордгейма, что подтверждает механизм полевой электронной эмиссии. Спектр рентгеновского излучения состоял из двух линий (K_α и K_β) с максимумами вблизи 8 и 9 кэВ, соответственно, наложенными на сплошной спектр, обусловленный механизмом тормозного излучения электронов. При испытаниях рентгеновской трубки получены качественные изображения биологических объектов (в частности, древесных листьев), с высоким уровнем разрешения, недостижимым при использовании традиционных коммерческих рентгеновских аппаратов.

А.Елецкий

1. *Appl. Phys. Lett.* 2004, **85**, p.5679

Полевой эмиттер электронов с аномально низким напряжением



До недавних пор эмиссионные катоды на основе углеродных нанотрубок работали при напряжениях на уровне нескольких сот вольт, что представляется значительным достижением по сравнению с традиционными источниками электронной эмиссии, работающими при напряжении в десятки кВ. Однако усилиями исследователей южнокорейской компании «Samsung» удалось снизить рабочее напряжение нанотрубного катода до величины ниже 100В. Ключевым оказалось использование наряду с подзатворными электродами дополнительного конструктивного элемента - контр-электрода, отстоящего от эмитирующей поверхности на 2,2мкм. В эксперименте на подложку из пластины хрома электродуговым методом наносили пленку частично ориентированных однослойных нанотрубок диаметром 1,4 – 2нм. Контр-электроды располагали перед поверхностью катода. Расстояние между анодом и затворным электродом поддерживали на уровне 1мм. Подложка с нанесенным на нее катодным слоем содержала 128х128 пикселей и имела размер по диагонали 7,5см. Лучшие результаты получены в

ПерсТ, 2005, том 12, выпуск 1/2

случае использования в качестве эмиттеров углеродных нанотрубок с высокой степенью очистки (выше 95%). При этом достигается плотность анодного тока 2.5 мкА/см^2 при напряжении между катодом и затвором 57В и расстоянии между эмиттером и контр-электродом 2.2мм.

А.В.Елецкий

1. *IEEE Electron Device Letters* 2004, **25**, 605

Нанотрубки для топливных элементов

Уникальные свойства углеродных нанотрубок (УНТ) и нановолокон (УНВ) – высокая удельная поверхность, электропроводность, прочность – позволяют создавать на их основе эффективные носители катализаторов для различных процессов. Неудивительно, что эти новые углеродные наноматериалы вызвали большой интерес у разработчиков топливных элементов (ТЭ)* и энергоустановок на их основе – в ТЭ используются электрокатализаторы (металлы платиновой группы) именно на углеродных носителях. В последнее время большое внимание уделяют топливным элементам с твердым полимерным электролитом (ТПЭ). В России их успешные исследования и разработки ведутся в РНЦ «Курчатовский институт» [1,2] и некоторых других организациях. В качестве носителей катализаторов сейчас, как правило, используют сажу или технический углерод. Недавние эксперименты показали, что замена их на углеродные нанотрубки или нановолокна позволяет повысить активность электрокатализаторов и эффективность работы топливных элементов с ТПЭ.

Так, китайские исследователи синтезировали катализатор из наночастиц платины на УНТ (10 вес.% Pt) и использовали его в качестве катодного электрокатализатора для прямых метанольных топливных элементов вместо обычного катализатора на углероде марки XC-72 [3]. Продemonстрирована высокая активность восстановления кислорода и более эффективная работа ТЭ. Российские ученые (РХТУ им.

Менделеева) разработали электрокатализаторы на основе УНТ и УНВ (в том числе, в виде «нанобумаги») с нанесенными наночастицами Pt и Pd [4].

Исследования [5] выявили зависимость электрохимических характеристик от размеров и морфологии УНТ и УНВ, которые, в свою очередь определяются размерами, формой и распределением частиц катализатора, а также условиями синтеза. Для создания эффективного носителя катализаторов для топливных элементов с ТПЭ авторы [6] синтезировали и исследовали углеродные нанотрубки и нановолокна разных размеров и морфологии (УНТ диаметром 25 и 15нм; скрученные УНВ диаметром 40, 65 и 100нм; прямые УНВ диаметром 70нм). В эксперименте использовали метод термического каталитического CVD (источник углерода – ацетилен; катализаторы Ni-MgO, полученные механохимическим путем).

Основные факторы, влияющие на размеры и морфологию УНТ и УНВ, – длительность механохимической обработки катализатора и температура CVD (рис.1). Средние диаметры УНТ и УНВ 25 – 100нм, диаметры скрученных УНВ 65, 40 и 10нм. После очистки и химического восстановления платины полученные образцы 20% Pt/УНТ или Pt/УНВ наносили в качестве каталитического слоя на газодиффузионный слой/подложку электродов. Мембрано-электродный блок создан из двух электродов с полимерной электролитической мембраной (Nafion 1035) между ними.

Вольтамперные характеристики топливных элементов с электродами из 6 разных типов Pt/УНТ и Pt/УНВ получены при 80°C и давлении 1атм. Лучшие результаты получены для УНТ и УНВ с меньшими диаметрами. Интересно, что наиболее эффективными оказались скрученные УНВ (возможно, неровная поверхность скрученных нановолокон малого размера способствует равномерному распределению частиц Pt).

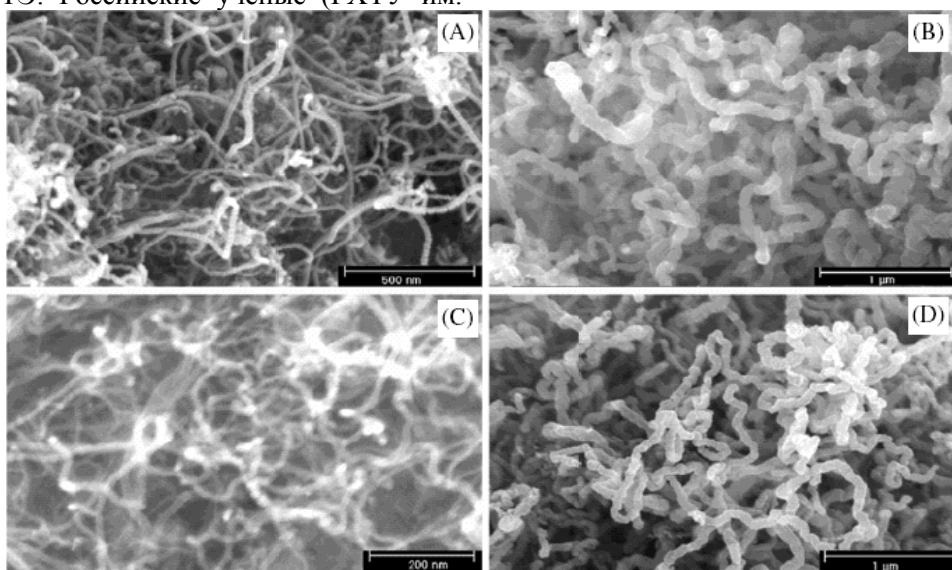


Рис. 1. УНТ и УНВ, синтезированные при разных температурах на катализаторе, обработанном механохимическим методом в течение 360 мин. (А) 500°C, (В) 600°C, (С) 650°C [6]

Тип элемента	Напряжение, мВ (при плотности тока 500мА/см ²)
Скрученные УНВ диаметром 65нм	645
УНТ диаметром 25нм	609
Прямые УНВ диаметром 70нм	532

Активность и оптимизм авторов вселяют надежду – уже в ближайшем будущем углеродные нанотрубки и нановолокна начнут работать в реальных топливных элементах.

* *Топливные элементы (fuel cells) – химические источники тока, допускающие длительную непрерывную работу благодаря постоянному подводу к электродам жидких или газообразных реагентов (топливо подается к одному электроду, а окислитель, обычно кислород, к другому). Наиболее перспективным топливом является водород; в так называемых прямых метанольных топливных элементах используется метанол.*

О. Алексеева

1. *Материалы VIII Межд. конф. «Водородное материаловедение и химия углеродных наноматериалов» ICHMS'2003, Крым, Судак 14-20 сент. 2003, с. 932*
2. *Водородная энергетика будущего и металлы платиновой группы. Межд. симпозиум. Москва, МИРЭА, 2 ноября 2004 г. Сб. материалов, с.69*
3. *Carbon 2002, 40, 791*
4. *Водородная энергетика будущего и металлы платиновой группы. Межд. симпозиум. Москва, МИРЭА, 2 ноября 2004 г. Сб. материалов, с.135*
5. *Electrochem. Solid-State Lett. 2004, 7(9), A286*
6. *Nanotechnology 2004, 15, S596*

МАГНИТЫ

Магнитные сенсоры нового типа

Кто то из классиков сказал, что лучшей счетной машиной, суммирующей все квантовые свойства кристалла в его макроскопические характеристики, является сам кристалл. Это утверждение, по-видимому, и сыграло определяющую роль при создании датчиков смещения (силы) нового типа. Авторы [1] в качестве элемента, чувствительного к деформации выбрали монокристалл сплава $Ni_{51}Mn_{28}Ga_{21}$. В ферромагнитной аустенитной фазе образец имеет кубическую структуру. При комнатной температуре этот материал имеет тетрагональную структуру (мартенситная фаза). При деформации таких кристаллов в постоянном магнитном поле в непосредственной близости от их поверхности был установлен холловский датчик магнитного поля, измеряющий сумму внешнего (заранее известного) магнитного поля и поля, создаваемого деформируемым образцом. До 2% деформации наблюдается уменьшение намагниченности образца, линейно зависящее от деформации. Это объясняется перестройкой двойниковой структуры, изображенной на рис.1. В неде-

формированном состоянии без магнитного поля двойниковая структура содержит упругие домены со случайным распределением главной магнитной оси c . При приложении магнитного поля, большего поля насыщения, двойниковые границы движутся таким образом, что двойники с осью c , параллельной направлению x , растут за счет двойников с перпендикулярной ориентацией. Если же образец сжимается механической нагрузкой вдоль направления z , двойники двигаются в противоположном направлении, т.е. двойники с осью c , параллельной z оси растут быстрее, чем те, которые ей перпендикулярны. Поэтому направление магнитного момента вращается от параллельного оси x к направлению под 45 градусов к этой оси. В непосредственной близости от поверхности кристалла магнитная индукция, возникающая из-за внутренних полей, является линейной функцией доли двойников каждого типа. Отметим, что обратимое движение двойников наблюдается только в мартенситной фазе. Особенности их смещения в аустенитной фазе таковы, что на диаграмме нагружения наблюдается гистерезис, который препятствует использованию кристаллов этой фазы для создания датчиков многократного использования.

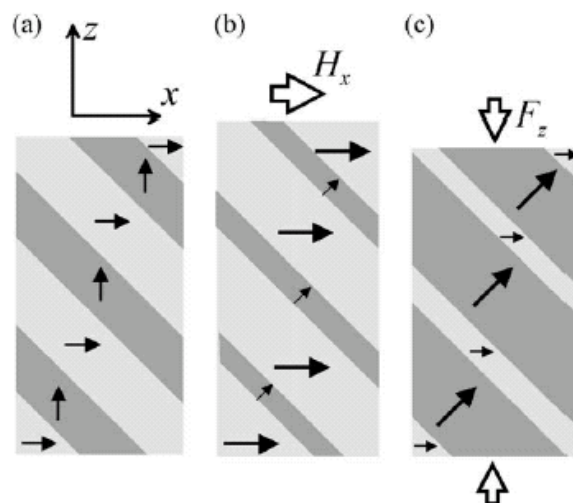


Рис. 1. Схема процесса намагничивания, вызванного деформацией мартенситного кристалла: а) темные и светлые поля характеризуют двойники различной ориентации. Локальная намагниченность, показанная стрелками, направлена вдоль легкой оси, различающейся по направлению для разных областей кристалла. б) Приложение магнитного поля вызывает рост тех двойников, намагниченность которых параллельна полю. в) Под действием приложенной силы F двойниковые границы смещаются, вызывая рост двойников с осью c , параллельной оси нагружения.

Таким образом, перестройка двойников в ферромагнитном мартенситном кристалле приводит к изменению намагниченности образца, измеряемой вблизи его поверхности. Важно, что намагниченность линейно зависит от деформации, а гистерезис на этой зависимости отсутствует. Поэтому материалы с памятью формы, проявляющие двойникование, могут быть использованы для создания датчиков смещения.

В [1] даже при использовании не очень чувствительного (холловского) датчика поля деформации образца на несколько микрон давали вполне различимое (при этом линейно зависящее от деформации) изменение магнитного поля образца. Если же в таком устройстве использовать СКВИД-магнитометр, то можно ожидать существенно большей чувствительности, как, впрочем, и новых физических эффектов в магнитопластичности. Не исключено однако, что повышение чувствительности, с одной стороны, позволит обнаружить отдельные элементарные акты перестройки двойниковой структуры и соответствующего им магнитного поля, а, с другой стороны, возникающий при этом магнитный шум может оказаться препятствием для повышения чувствительности датчика смещения. Отметим, что обратимое преобразование структуры кристалла из вюрцита в сфалерит при движении двойников наблюдалось ранее в ИФТТ РАН группой С.З. Шмурака по изменению спектров фотолюминесценции в кристаллах ZnS . Поскольку фотолюминесценция и ее изменения могут быть измерены точнее и легче (не обязательно регистрирующее устройство помещать в непосредственной близости от кристалла), то кристаллы ZnS , возможно, являются еще более перспективными материалами с точки зрения создания сенсоров.

Р.Моргунов

1. Scripta Materialia, 2003, 49, 129

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

Работа над квантовыми ошибками

Для нормальной работы квантового компьютера необходимо научиться исправлять ошибки, неизбежно возникающие при вычислениях. А сделать это не так-то просто. Ведь речь идет о коррекции необратимых изменений в квантовой системе. Корректирующее устройство должно собрать информацию о характеристиках системы. Но при попытке это сделать квантовое состояние будет разрушено внешним возмущением. Поэтому наблюдение за системой следует организовать таким образом, чтобы измерять не квантовую информацию, а саму ошибку.

Эта идея реализована в работе [1], авторы которой использовали три иона ${}^9Be^+$, заключенные в линейную многозонную ловушку. Роль логических состояний $|\uparrow\rangle$ и $|\downarrow\rangle$ каждого кубита играли сверхтонкие уровни $|F=1, m_F=-1\rangle$ и $|F=2, m_F=-2\rangle$, где F – полный угловой момент, m_F – его проекция на ось квантования. После приготовления начального состояния исходного кубита (иона) оно кодировалось в запутанное состояние системы из трех кубитов (исходного и двух вспомогательных) с использованием квантованных аксиальных мод колебаний.

Перст, 2005, том 12, выпуск 1/2

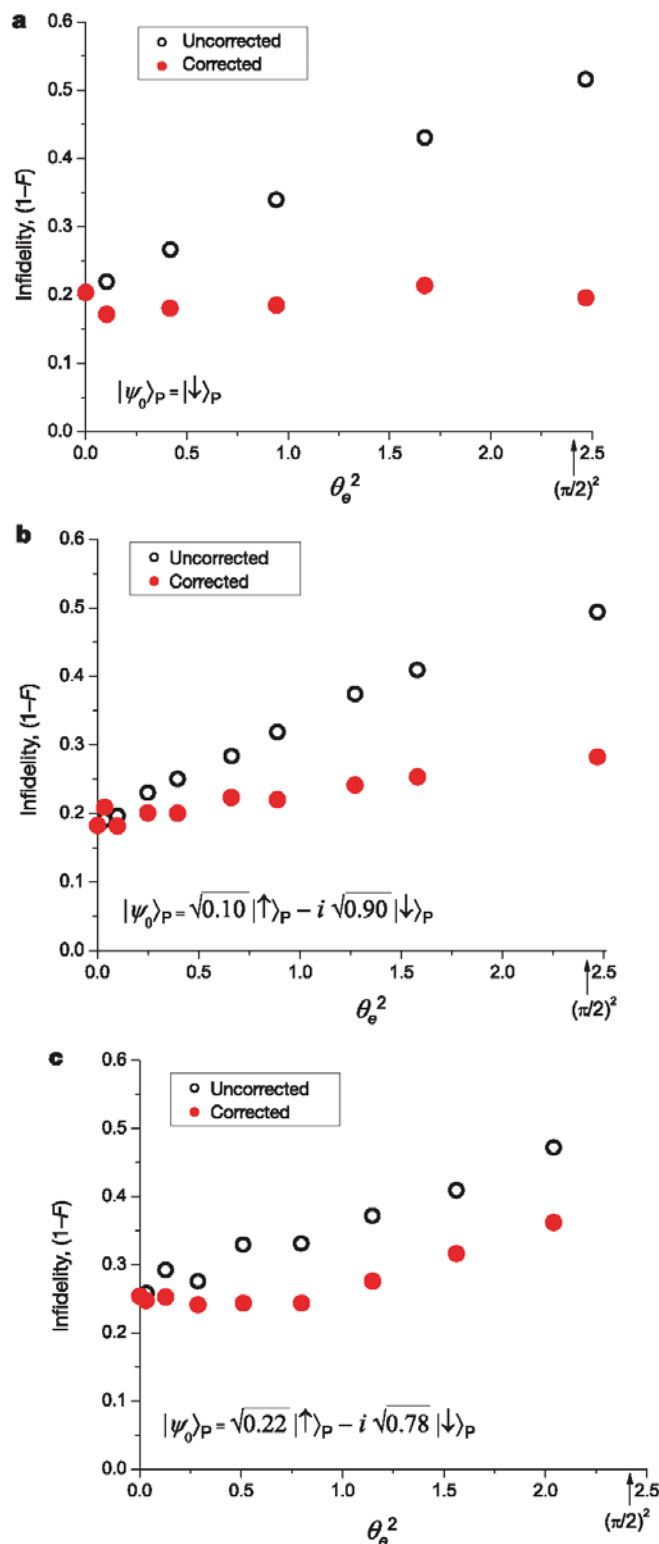


Рис. 1. Зависимости $1-F$ для нескольких состояний исходного кубита от угла поворота θ при внесении ошибки (F – fidelity). Пустые кружки – без коррекции ошибки. Черные кружки – после коррекции. Отличие $1-F$ от нуля при $\theta=0$ обусловлено неидеальностью операций квантового протокола.

Затем в квантовое состояние намеренно вносилась ошибка. Для этого все три кубита одновременно подвергались воздействию лазерного пучка, что приводило к перевороту каждого кубита с вероятностью $p \approx 0.2$ (так что вероятность переворота сразу двух или даже всех трех кубитов имела более высокий порядок малости). После этого "испорченное" запутанное со-

стояние декодировалось (путем обращения операции кодировки) в состояние исходного кубита, которое таким образом становилось отличным от начального. При этом информация о привнесенной ошибке оставалась в паре вспомогательных кубитов (ионов). Последние перемещались в другую область ловушки путем надлежащего изменения потенциалов контролирующих электродов. Измерение состояния вспомогательных кубитов и давало информацию об ошибке в состоянии исходного кубита. Эта ошибка затем исправлялась путем соответствующего (зависящего от результатов измерения) поворота. Существенно, что развитая методика может быть использована для коррекции ошибок в системах из большого числа кубитов. Она также позволяет увеличить вероятность исправления ошибки путем многократного применения описанного алгоритма к тому же набору кубитов.

1. J. Chiaverini et al., *Nature* 2004, **432**, 602

ФИНАНСИРОВАНИЕ И РЫНОК

FP7 увеличит финансирование фундаментальных исследований

Официальные представители Комиссии по научным исследованиям Евросоюза разработали планы к 7-й Рамочной программе исследований (FP7), финансируемой Евросоюзом. Ожидается, что FP7 будет одобрена европейскими учеными не только потому, что новая Программа будет значительно расширена по сравнению с действующей FP6 за счет увеличения доли фундаментальных исследований, и не только потому, что бюджет программы будет увеличен в 2 раза (хотя это ее важное достоинство) до 30 млрд. евро, но еще и потому, что не будут сильно ужесточены требования к заполнению форм – заявок на участие в проектах. Как известно, нет ничего более утомительного для ученых, чем оформление заявок.

«Инструменты» программы, с помощью которых она будет выполняться с 2007 г., другими словами проекты типа транснациональных Integrated Projects and Networks of Excellence останутся теми же. Сохранится также и тематическое содержание программы. Это – естественные науки, информационные технологии, нанотехнология, аэроавиатика, качество пищевых продуктов, энергия и управление.

Программа будет пополнена двумя новыми темами – космическая наука и безопасность.

Л.Журавлева

1. *Nature* 2005, **433**, p. 96

В паутине наноторговля началась с перепродаж

Steve Sobol, американский бизнесмен, решил приобрести к бизнесу, порожденному мировой паутиной. Бизнес связан со скупкой и последующей перепродажей доменных имен в Интернете. Оказывается и такой любопытный бизнес может принести хорошую прибыль. Так, одна из самых крупных сделок, совершенных в Интернете в 2004 г., это – продажа имени “creditcards.com” за 2.75 млн. долл. Это при том, что посредник-перекупщик сам может предварительно зарегистрировать имя всего за 7 долл. Такая прибыль побуждает предприимчивых людей скупать целый мешок имен и, если они обладают хорошим нюхом, получить на перепродаже миллионную прибыль.

За два года Sobol через свою фирму ESH Sciences скупил более 900 доменных имен с приставкой “nano”, чтобы потом продать этот пакет какой-нибудь солидной организации типа US National Science Foundation (NSF). Правда, в 2003 г. Sobol предложил свои услуги NSF, но ответа пока не получил.

Пока имена с “nano” не замечены в числе самых дорогостоящих в Интернете, но поскольку потенциал нанотехнологии велик, перекупщики начинают накапливать эти имена впрок.

В числе доменов из собрания Sobol'я, доступных на его вебсайте naknow.com, есть такие, как “nanosociology” и “nanostimelab” и, по крайней мере, одно имя – “Nanocosmos”, - указывающее на реальный исследовательский проект в области полупроводниковой технологии, который финансируется Евросоюзом. Руководители проекта могли бы привлечь спекулянта к суду, но они опасаются, что в результате наживут себе лишь головную боль.

Во сколько оценивает свое собрание имен, выставленных на продажу, Sobol умалчивает, но аналогичные примеры приводит. Так, имя “nanorobotics.com” в настоящее время продается, правда не им, за 470 долл., а имя “nanocolor.com” было продано в начале 2004 г. за 3300 долл.

Л.Журавлева

1. *Nature* 2004, **432**, p. 938

Экспресс-бюллетень ПерсТ выходит
при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям РФ,
Научных Советов Российских научно-технических программ:
“Актуальные направления в физике конденсированных сред”,
“Перспективные технологии и устройства микро- и нанoeлектроники”, “Физика твердотельных наноструктур”

Редактор: С.Корецкая тел: (095) 930 3389, e-mail: stk@issp.ras.ru

В подготовке выпуска принимали участие:

О.Алексеева, Л.Дунин-Барковский, А.Елецкий, Л.Журавлева, К.Кугель, Ю.Метлин, Р.Моргунов, Л.Опенков

Компьютерный ввод, макет: И.Фурлетова

Ответственный за тираж: Ю.Мухин

Адрес редакции: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64^а