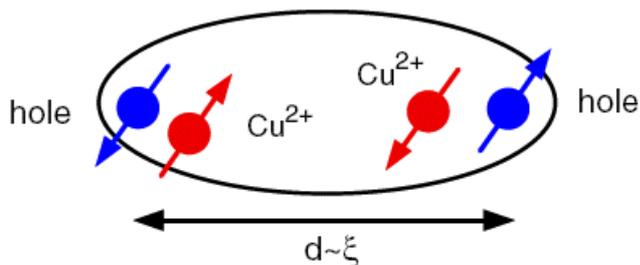


В этом выпуске:

СВЕРХПРОВОДНИКИ

Как нам найти новые высокотемпературные сверхпроводники?

В работе [1] лауреат Нобелевской премии К.А.Мюллер изложил свое видение физической причины сверхпроводимости купратных высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) и поделился соображениями о путях поиска новых ВТСП с еще более высокими критическими температурами T_c . Известные нам ВТСП Мюллер подразделяет на три класса: (а) слоистые купраты, (б) MgB_2 , (в) легированные фуллерены типа K_3C_{60} . Он подчеркивает, что к открытию купратных ВТСП его и Дж.Беднорца привела концепция ян-теллеровских поляронов. Более того, Мюллер считает, что присутствие в проводящих слоях CuO_2 поляронов и биполяронов на сегодняшний день доказано десятками экспериментов. Он рисует следующую картину. Дырки на кислородных орбиталях взаимодействуют со спинами ионов меди антиферромагнитным образом, формируя синглетные состояния. Два таких синглета-полярона притягиваются друг к другу за счет упругих сил и образуют биполарон (см. рисунок). Эти упругие силы по величине могут быть сопоставимы с магнитными и перевешивать кулоновское отталкивание. Биполяроны, в свою очередь, способны образовывать металлические кластеры (страйпы). Очень сильное изменение так называемой псевдощелевой температуры T^* при изотопическом замещении Мюллер рассматривает как проявление вибронной природы основного состояния ВТСП.



Схематическое изображение биполярона.

Какие же факторы надо учитывать при поиске новых ВТСП? Прежде всего Мюллер отмечает, что сверхпроводимости благоприятствует слоистая (квазидвумерная) кристаллическая структура. Он также придает большое значение сильной поляризуемости ионов кислорода O^{2-} и в качестве альтернативных анионов предлагает фтор, хлор и азот. Что касается электронных корреляций и антиферромагнетизма, то их Мюллер считает необязательными, ссылаясь при этом на MgB_2 и C_{60} и замечая, что антиферромагнитный фон не является необходимым условием существования ян-теллеровских биполяронов. Любопытная деталь: Мюллер признается, что к моменту открытия ВТСП им с Беднорцем не были известны идеи Гинзбурга о значении квазидвумерности для высоких T_c . Вполне может статься, что история повторится (на сей раз не в виде фарса или трагедии, а в виде очередной Нобелевской премии), и

И далее ...

- 2 Сверхпроводимость многостенных углеродных нанотрубок

ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

- 3 Нанотрубка как датчик давления

Катод на основе нанотрубок для вакуумного усилителя СВЧ-излучения

- 4 Нанотрубки из фуллеренов
- 5 Фрагментация однослойных нанотрубок с помощью фотовспышки

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

- 5 «Парадоксальный» квантовый компьютер

НИТРИДНЫЕ НОВОСТИ

Высокоэффективные светодиоды на основе $InGaN$ с нанопористой $GaN:Mg$ структурой

ПЕРВООТКРЫВАТЕЛИ

Первые наблюдения сверхпроводимости в углеродных нанотрубках

КОНФЕРЕНЦИИ

- 7 **July 20-26, 2006.** International School of Solid State Physics "Twenty years from the discovery of high-Tc superconductivity", Erice, Sicily.
- 8 **26-30 сентября 2006 г., XXXIV** Совещание по физике низких температур (LT-34). Ростов-на-Дону - п. Вардане, Россия.

принципиально новый класс ВТСП найдет тот, кто не читал эту нравоучительную статью Мюллера о биполяронах...

Л.Опенев

1. *Supercond. Sci. Technol.* 2006, 19, S1

Сверхпроводимость многостенных углеродных нанотрубок

Сверхпроводимости одномерных систем препятствуют такие факторы как электрон-электронное отталкивание (жидкость Томонаги-Латтинжера), пайерлсовский переход (волны зарядовой плотности) и малая плотность электронных состояний (что существенно, если уровень Ферми не совпадает с ванхововской сингулярностью). Идеальным объектом для исследования одномерной сверхпроводимости являются углеродные нанотрубки (УНТ). Пока в литературе имеются лишь два достоверных сообщения о сверхпроводимости УНТ. Во-первых, сверхпроводящий переход при

$T_c \approx 0.4\text{K}$ зарегистрирован в связках одностенных УНТ [1] и, во-вторых, эффект Мейснера обнаружен в массиве самых тонких УНТ диаметром около 0.4нм [2].

В работе [3] японские ученые (Aoyama Gakuin Univ., Tokyo Univ., Nagoya Univ., JST-CREST) сообщили о наблюдении сверхпроводимости многостенных (преимущественно 9-стенных) УНТ при $T_c \sim 10\text{K}$. Массивы контактов Au/многостенная УНТ/Al были сформированы в нанопорах подложки из окиси алюминия. При этом (что подтвердила просвечивающая электронная микроскопия) контакты Au/УНТ относились к одному из следующих трех типов - см. рис.1: (а) все стенки каждой УНТ контактируют с электродом Au, (б) с электродом контактирует лишь часть стенок каждой УНТ, (с) контакт с электродом имеют лишь внешние стенки УНТ (так получается, если УНТ не обрезаны). Сверхпроводимость была обнаружена в УНТ с контактами типа (а).

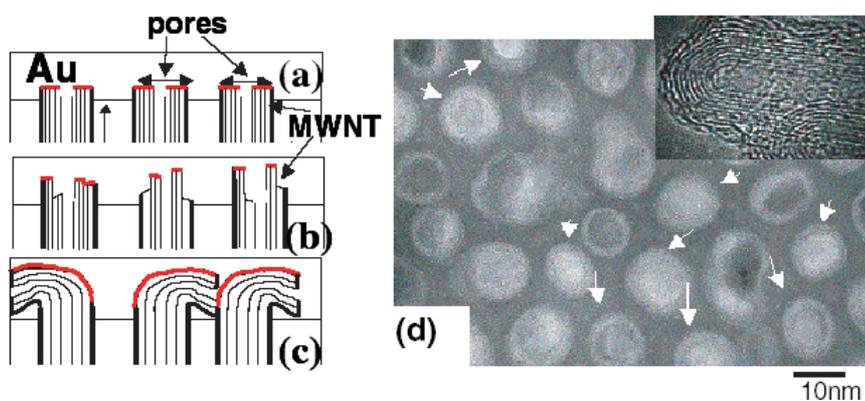


Рис.1 (а), (б), (с) – схематическое изображение продольных сечений различных типов контактов многослойных УНТ с Au; (d) - изображение поперечного сечения массива многослойных УНТ, полученное методом просвечивающей электронной микроскопии (на вставке – отдельная УНТ).

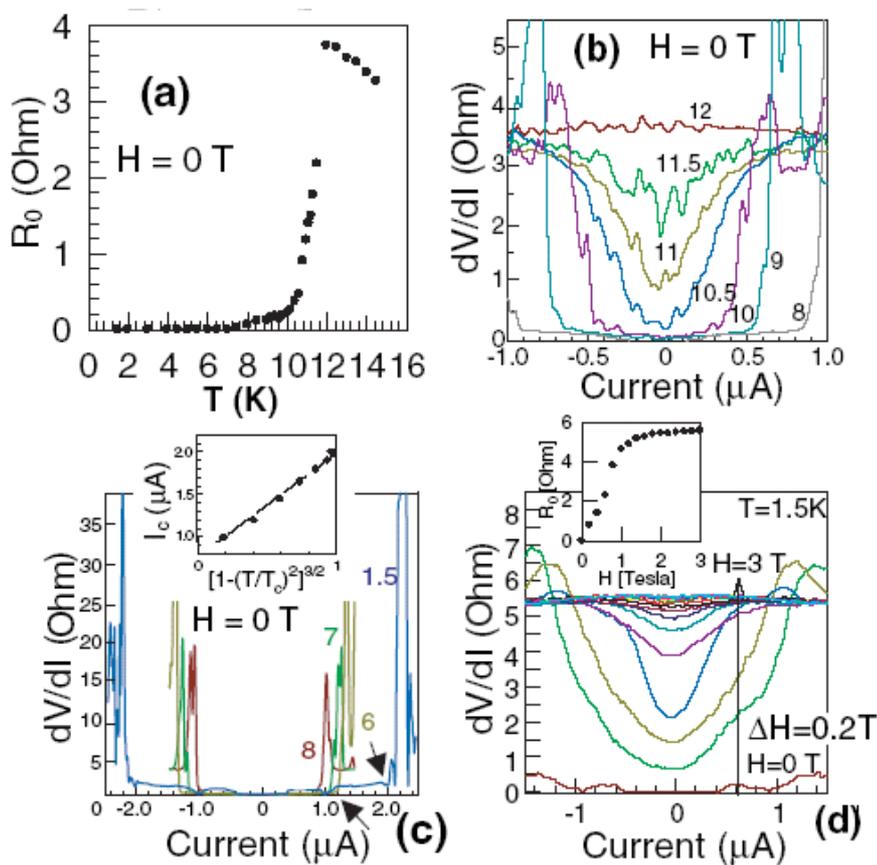


Рис.2. (а) - Температурная зависимость сопротивления при $H=0$, (b), (с) - дифференциальные ВАХ при $H=0$ и различных $T > T_c$ (b) и $T < T_c$ (с); (цифры у кривых означают температуру в К, на вставке изображена температурная зависимость критического тока), (d) - дифференциальные ВАХ при $T = 1.5\text{K}$ и различных H (цифры у кривых означают индукцию поля в теслах).

На рис.2 приведены температурные зависимости R и дифференциальные ВАХ при различных T и H . Понижение T сначала ведет к росту R , но при $T_c \approx 11.5\text{K}$ (температуре начала сверхпроводящего перехода) величина R резко падает и обращается в нуль при $T_c(R=0) = 7.8\text{K}$. Эти величины T_c и $T_c(R=0)$ в $30 \div 40$ раз больше, чем T_c одностенных УНТ [1]. Магнитное поле, как ему и положено, подавляет сверхпроводящий переход. Величина сверхпроводящей щели $\Delta \approx 1.15\text{мэВ}$ хорошо согласуется с соотношением $\Delta = 1.76k_B T_c$ модели БКШ, если в качестве T_c использовать $T_c(R=0)$. Критический ток ведет себя в соответствии с теорией Гинзбурга-Ландау, $I_c \sim [1-(T/T_c)^2]^{3/2}$. В слабых полях при $T \approx 12\text{K}$ наблюдалось уменьшение намагниченности, то есть эффект Мейснера. Совокупность полученных в [3] результатов (кстати, воспроизводимых и подтвержденных на шести образцах) свидетельствуют о том, что в многослойных УНТ имеет место сверхпроводимость типа БКШ. Малая величина H_c и сравнительно большая глубина проникновения магнитного поля ($> 10\text{нм}$) означают, что такие УНТ относятся к сверхпроводникам второго рода.

В УНТ с контактами типа (с) не наблюдались ни особенности ВАХ, ни падение R , тогда как в УНТ с контактами типа (b) при понижении температуры R выходило на насыщение и даже слегка уменьшалось при $T \approx 3.5\text{K}$, а на дифференциальных ВАХ при $T < 4\text{K}$ в окрестности $I = 0$ появлялся минимум, глубина которого увеличивалась по мере уменьшения температуры, и который исчезал с ростом H . Это говорит о том, что не все стенки УНТ в равной степени участвуют в сверхпроводимости и позволяет понять причину низких T_c в одностенных УНТ. Авторы [3] полагают, что число стенок N в УНТ сильно влияет на конкуренцию сверхпроводящего состояния с жидкостью Томонаги-Латтинжера. В качестве одного из возможных путей дальнейшего увеличения T_c они предлагают попытаться увеличить концентрацию свободных носителей путем легирования многостенных УНТ (например, бором или кальцием).

Л.Опенев

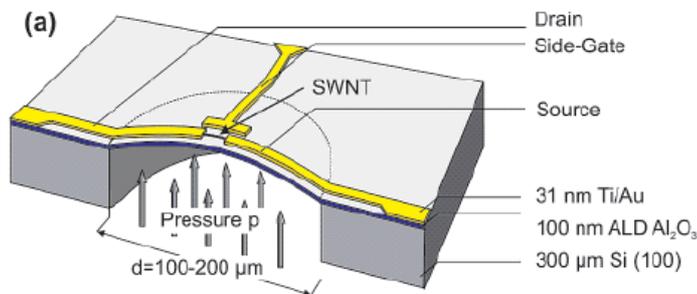
1. *Phys. Rev. Lett.* 2001, **86**, 2416
2. *Science* 2001, **292**, 2462
3. *Phys. Rev. Lett.* 2006, **96**, 057001

ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

Нанотрубка как датчик давления

Электропроводность углеродных нанотрубок (УНТ) зависит от величины приложенной нагрузки. Это свойство УНТ позволяет создавать на их основе новый класс сверхминиатюрных измерительных приборов и датчиков. В совместной работе сотрудники Micro and Nanosystems (Цюрих, Швейцария); Max Planck Inst. Solid State Res. (Штуттгарт, Германия); Univ. Colorado (США) *ПерсТ*, 2006, том 13, выпуск 5

недавно изготовили сверхминиатюрный датчик давления на основе однослойной нанотрубки. В статье [1] представлено детальное описание конструкции этого датчика и процедуры его изготовления. Датчик состоит из круглой мембраны из Al_2O_3 толщиной 100мкм , к которой с помощью двух золотых электродов прикреплена однослойная УНТ, играющая роль датчика нагрузки (см. рисунок).



При этом нанотрубка испытывает такую же нагрузку, как и мембрана. Градуировочная связь между величиной избыточного давления и отклонением мембраны устанавливается на основании независимых интерферометрических измерений и используется в дальнейшем для получения абсолютной величины давления. Принцип основан на линейной зависимости электрического сопротивления нанотрубки от механической нагрузки, которая, в свою очередь, пропорциональна избыточному давлению. Линейная зависимость сохраняется в диапазоне изменения избыточного давления от 0 до 140кПа .

А.В.Елецкий

1. *Nano Letters* 2006, **6**, 233

Катод на основе нанотрубок для вакуумного усилителя СВЧ излучения

Для телекоммуникационных систем с применением спутниковых ретрансляторов требуются мощные портативные катоды, способные работать на частотах до 30ГГц . Здесь могут быть эффективны катоды на основе холодной полевой эмиссии электронов, в которых эмиттерами служат углеродные нанотрубки (УНТ): благодаря их высокому коэффициенту усиления электрического поля возможна работа устройств при низком напряжении, что позволяет снизить вес и габариты, что важно для спутниковых систем.

Однако развитие подобных устройств было ограничено из-за невысоких токов эмиссии (до 100мА), обусловленных малыми размерами элементарных эмиттеров. Существенный шаг сделан недавно в совместной работе исследователей из Univ. Cambridge (Англия), Thales Research and Technology (Франция) и Federal Lab. Materials Testing and Res. (Швейцария). Многослойные УНТ высотой $\sim 5\text{мкм}$ и диаметром $\sim 50\text{нм}$, ориентированные перпендикулярно поверхности подложки, синтезированы методом плазмохимического осаждения паров. Среднее расстояние между нанотрубками составляло 10мкм . Катализатором служили частицы никеля размером $\sim 100\text{нм}$, которые наносили на поверхность барьерного слоя TiN пло-

щадью $400 \times 500 \text{ мкм}^2$ методом электронно-лучевой литографии.

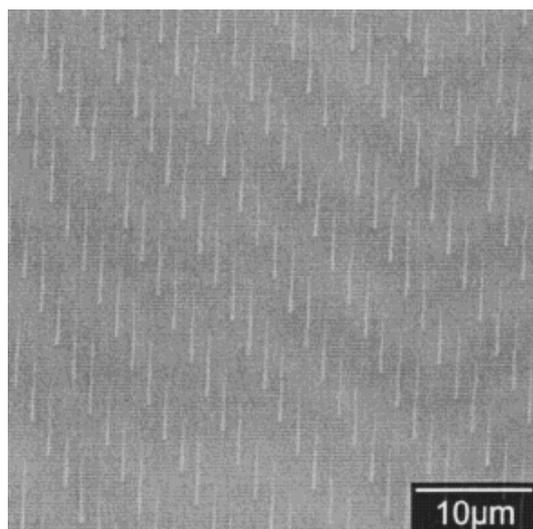


Рис. Однородные вертикально ориентированные УНТ с типичным отклонением по диаметру 4% и по высоте 6%.

Полученный таким образом холодный катод эффективно работал как при постоянном напряжении, так и при частоте модуляции 1.5 ГГц, отвечающей стандартному диапазону частот спутниковой связи. В триодной конфигурации достигали ток эмиссии до 3 мА при напряженности электрического поля на катоде до 20 В/мкм, что соответствует плотности тока эмиссии $\sim 1 \text{ А/см}^2$. Столь высокие показатели достигаются за счет высокой степени поверхностной однородности УНТ, что, в свою очередь, обеспечивает равномерную по поверхности эмиссию электронов.

А.В.Елецкий

1. *J. Vac. Sci. Technology B* 2006, 24, 345

Нанотрубки из фуллеренов

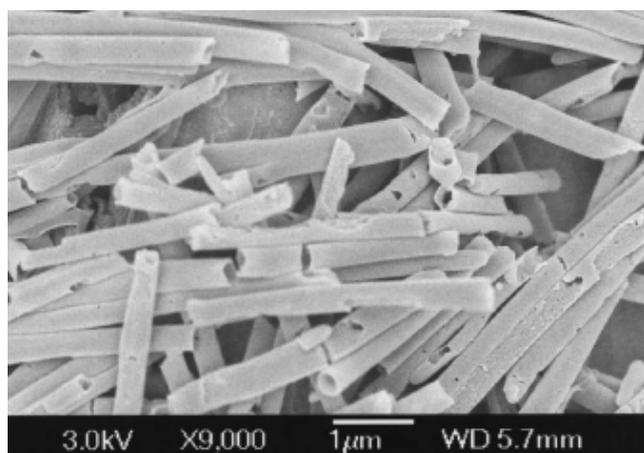


Рис. Изображение нанотрубок из фуллеренов в СЭМ.

Многообразие структур, которые могут быть синтезированы из углерода, продолжает нас изумлять. Едва стихло удивление по поводу синтеза «стручков» (нанотрубки, заполненные молекула-

ми фуллеренов), как появилось еще более удивительное сообщение о получении нанотрубок, состоящих непосредственно из этих молекул. Поскольку при комнатной температуре молекулы фуллеренов представляют собой твердый материал, называемый фуллеритом, из этого материала в принципе могут быть изготовлены любые структуры, в том числе структуры типа полого цилиндра. Однако трудно было ожидать, что процедура получения таких структур в макроскопических количествах окажется не только технически реализуемой, но и достаточно простой. Это сделали совместно исследователи из Peking Univ. и Inst. Chemistry Chinese Academy Science (Китай), используя пористый оксид алюминия.

Многочисленное заполнение продолговатых цилиндрических пор раствором фуллерена C_{60} в толуоле с последующим высушиванием привело к образованию внутри пор нанотрубок длиной от 1 до 40 мкм и толщиной стенок $\sim 30 \text{ нм}$, диаметр которых (200–300 нм) соответствует диаметру пор. Наблюдения, выполненные с помощью просвечивающего электронного микроскопа, показывают, что материал нанотрубок представляет собой поликристаллический фуллерит C_{60} . Для измерения электропроводности полученных нанотрубок на поверхность кремниевой подложки методом электронно-лучевой литографии были напылены электродные полосы микронного размера из сплава Ti/Ag , разделенные расстоянием 0.8 мкм. Индивидуальную нанотрубку с помощью наноманипулятора помещали между этими электродами. Измерения вольтамперных характеристик нанотрубок проводили на воздухе при различных температурах, а также в условиях оптического облучения. Темновая проводимость, измеренная на длине трубки 1 мкм, оказалась равной величине $2 \cdot 10^{-9} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$, существенно ниже вычисленной ранее для кристалла фуллерита C_{60} ($10^{-6} - 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$). Столь существенное различие можно объяснить влиянием кислорода, сорбированного на поверхности молекул фуллерена и создающего примесные состояния, являющиеся ловушками для носителей. Это предположение подтверждают измерения проводимости таких же образцов в условиях вакуума, согласно которым величина проводимости составляет $1.9 \cdot 10^{-5} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$.

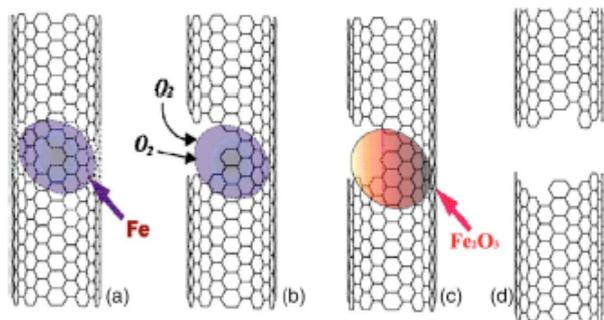
Авторы измерили также фотопроводимость нанотрубок из фуллеренов, используя 100 Вт осветительную лампу, и зарегистрировали высокую чувствительность проводимости нанотрубок к оптическому облучению. Фототок существенно возрастает с повышением температуры в диапазоне от 313 до 473 К.

Результаты эксперимента позволяют рассматривать фуллереновые нанотрубки потенциально перспективными для создания сверхминиатюрных оптических переключателей.

А.В.Елецкий

1. *Appl. Phys. Lett.* 2006, 87, 263117

Фрагментация однослойных нанотрубок с помощью фотовспышки



По мере развития исследований по применению углеродных нанотрубок (УНТ) в различных технологиях, все более актуальны методы их механической обработки. В частности, уже продемонстрированы эффективные методы обрезания УНТ, основанные на воздействии сильных окислителей и электронных пучков. Недавно группа исследователей из National Tsing Hua Univ. (Тайвань) разработала еще один подход, основанный на использовании фотовспышки [1]. Тканеподобный образец тонкой пленки однослойных УНТ толщиной ~ 300 нм, площадью 1×2 мм² и электропроводностью ~ 200 Ом помещали между двумя электродами и многократно облучали фотовспышкой (с интенсивностью 80 Вт/см²). Как

следует из наблюдений, выполненных с помощью электронного микроскопа, облучение приводит к снижению поверхностной плотности нанотрубок, которое сопровождается увеличением электросопротивления образца. В качестве механизма разрушения УНТ авторы рассматривают окисление материала при нагреве в результате оптического облучения. При этом важную роль играют частицы железа, используемые в качестве катализатора при синтезе УНТ и внедренные в их структуру. Окисление этих частиц на воздухе при повышенной температуре приводит к возникновению дефектов в структуре нанотрубки (см. рисунок), что сопровождается их дальнейшим разрушением.

А.В.Елецкий

1. Appl. Phys. Lett. 2006, 88, 093113

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

«Парадоксальный» квантовый компьютер

«Квантовая физика наносит новый удар по «здоровому смыслу»: оказывается, можно получить результат расчета по квантовому алгоритму, не запуская этот алгоритм. Единственным утешением обычному сознанию является то, что компьютер должен быть все-таки включен». Это буквальное перевод вступления к заметке Dowling'a в журнале Nature [1], назначение которой в том, чтобы привлечь внимание читателей к статье Hosten'a et al. [2], посвященной необычной конструкции оптического квантового компьютера, реализованной к тому же в эксперименте.

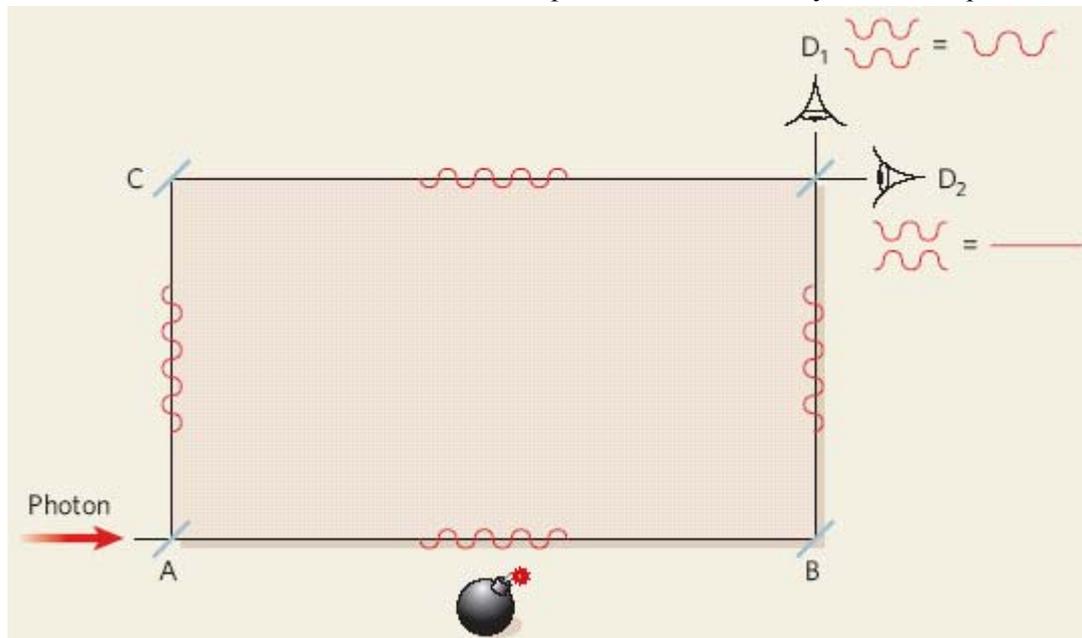


Рис. 1. Парадокс «бомбы и фотона».

Прежде чем рассмотреть конструкцию компьютера, вспомним один парадокс, на основе которого работает этот компьютер. В начале 90-х годов израильские физики Elitzur и Vaidman сформулировали следующий парадокс. На рис. 1 представлен интерферометр. Одиночный фотон входит в точке А и в равной степени расходится по двум плечам интерферометра С и В. Детектор D_1 регистрирует *Перст*, 2006, том 13, выпуск 5

конструктивную интерференцию между двумя путями прохождения, он может сработать, когда фотон пройдет по какому-то одному плечу или по обоим вместе. Детектор D_2 регистрирует деструктивную интерференцию, он может сработать, если фотон пройдет только по одному плечу. Для остроты ощущений в плечо В помещается бомба (в общем случае просто поглотитель фотона), которая запускается в результате поглощения

фотона. Возможны три исхода: 1) ни один из детекторов не сработал, это означает, что фотон был поглощен бомбой, и она взорвалась; 2) сработал детектор D_1 , этот случай не дает никакой информации о наличии бомбы; 3) сработал детектор D_2 , этот случай означает, что фотон прошел по пути С, а в плече В находится бомба. Парадокс состоит в том, что фотон несет информацию о наличии бомбы, даже если проходит другим путем. В классической физике это совершенно невозможно. В квантовой физике этот парадокс объясняется дуализмом волна-частица и процедурой квантовых измерений. До измерения состояния фотона он находился одновременно в обоих плечах, в результате измерения произошел коллапс его состояния в детекторе D_2 . И все-таки удивительно, что это его состояние несет информацию о присутствии поглотителя (бомбы) в плече В.

Ученые из Univ. Illinois at Urbana-Champaign (O.Hosten et al.) вместо классического объекта поместили в плечо интерферометра квантовую систему, которая реализует алгоритм Гровера поиска в несортированной базе данных (рис. 2). В

эксперименте это тоже была оптическая система. Вся конструкция основана только на линейных оптических элементах: делителях (BS), поляризационных делителях (PBS) и зеркалах (Mirror). ПерсТ уже сообщал, что вместо нелинейных элементов, осуществляющих взаимодействие фотонов, можно использовать процедуры измерения состояния фотонов, которые ввиду неразличимости фотонов приводят к их эффективному взаимодействию. В данном случае устройство алгоритма Гровера не играет роли, важно только, что результат его работы кодируется на пролетающем через него фотоне. Исходный фотон имеет горизонтальную поляризацию (H). Алгоритм Гровера осуществляет выборку из четырех элементов:

- если это 1-й элемент, то фотон не трогается и летит по тому же пути «а»;
- если это 2-й элемент, то у фотона изменяется поляризация на вертикальную (V);
- если 3-й – фотон направляется по другому пути «b»;
- если 4-й – у фотона изменяется поляризация на вертикальную и он направляется по пути «b».

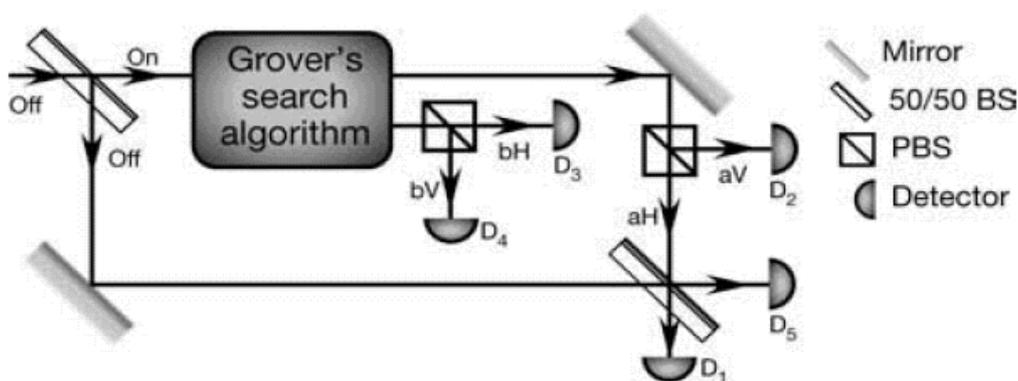


Рис. 2. Интерферометр с блоком алгоритма Гровера поиска в базе данных.

Два плеча интерферометра авторы называют On и Off, имея в виду, что в первом случае фотон проходит через алгоритм Гровера, а во втором – нет. Тогда состояние фотона в обоих плечах интерферометра может рассматриваться как кубит-переключатель. Одно его базовое состояние $|Off\rangle$ означает выключенный алгоритм, а $|On\rangle$ - включенный. Поскольку это настоящий кубит, он может находиться в состоянии суперпозиции. Так, на входе в систему исходное состояние кубита $|Off\rangle$ с помощью делителя переводится в состояние $(|Off\rangle + |On\rangle)/2^{1/2}$.

Для улучшения работы компьютера авторы используют особые процедуры, основанные на квантовом эффекте Зенона, при котором состояние системы стабилизируется в результате многократных измерений. Об этом можно прочитать в статье [2]. Здесь же мы только обратим внимание на парадоксальный факт: некоторую информацию о работе алгоритма Гровера можно получить, даже если использовать только выходное

состояние фотона $|Off\rangle$. Это формально означает, что алгоритм Гровера не был включен!

В.Вьюрков

1. Nature 2006, 329, 919
2. Nature 2006, 329, 949

НИТРИДНЫЕ НОВОСТИ

Высокоэффективные светодиоды на основе InGaN с нанопористой GaN:Mg структурой

Для создания мощных светодиодов (СД) зеленого, синего, ультрафиолетового и белого свечения перспективны квантовые структуры на основе нитрида галлия, *InGaN/GaN*. Актуальна проблема увеличения их эффективности, которая зависит от внутреннего квантового выхода (η_{int}) и коэффициента вывода излучения (η_{out}). На внутреннюю квантовую эффективность влияют процессы безызлучательной рекомбинации, а также сильные пьезоэлектрические поля, вызванные несоответствием постоянных решеток гетероструктур. Коэффициент вывода излучения, в свою очередь, уменьшается из-за процессов полного внутреннего отражения и перепоглощения излучения в

слое GaN . Для увеличения коэффициента вывода излучения применяют различные технологии: создание структурированной подложки Al_2O_3 , создание шероховатых поверхностей в областях $p-GaN:Mg$ и $n-GaN:Si$, продольное зарастивание слоев неполярного GaN и другие.

В совместной работе сотрудников National Chung Hsing Univ., National Changhua Univ. Education и Luxxon Technology Corp. (Тайвань) [1] для создания уникальной нанопористой поверхности $GaN:Mg$ (p -типа) использовали процесс фотоэлектрохимического окисления с последующим удалением кислорода. Полученная шероховатая поверхность над активным слоем с множественными квантовыми ямами может значительно увеличить как η_{int} , так и η_{out} .

В эксперименте структуры были выращены методом металлорганической эпитаксии (MOCVD) следующих слоев:

- слой специально нелегированного $n-GaN$ (толщиной 1мкм),
- слой $n-GaN$ (толщиной 3мкм),
- активный слой, состоящий из 10 пар множественных квантовых ям $InGaN/GaN$, за которым следовал слой $p-GaN$, легированный магнием.

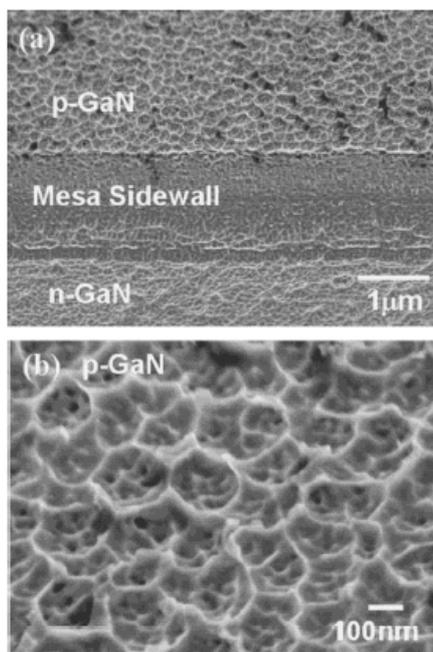


Рис.1. Морфология поверхности нанопористого $GaN:Mg$ в гетероструктуре $InGaN/GaN$: (а) профиль ступеньки между поверхностями n - и p -типа; (б) поверхность нанопористого $GaN:Mg$ после процесса окисления с последующим удалением оксида.

Активные слои состояли из ямы $InGaN$ (толщиной 30Å) и барьера GaN (толщиной 70Å). После эпитаксии проводили фотоэлектрохимическое окисление (с предварительным травлением меза-области глубиной 1.5мкм) и 30 мин. выдержку при облучении ртутной лампой мощностью 400Вт и приложении постоянного напряжения

20В. Образованный на поверхности слой Ga_2O_3 затем удаляли в растворе HCl . В растровом электронном микроскопе (рис.1) была видна пористая структура $p-GaN:Mg$ со средним размером пор $\sim 75-85$ нм и максимальным – 180-200нм.

После создания пористой структуры $p-GaN$ в спектрах фотолюминесценции наблюдали значительное увеличение интенсивности излучения, а также явление сдвига максимума излучения структуры в синюю область на 9.5нм (56мэВ). Этот сдвиг был обусловлен частичным снятием механических напряжений в структуре и, соответственно, уменьшением пьезоэлектрических полей (оценка ослабления пьезоэлектрического поля составила ~ 0.2 МВ/см). Наблюдали также увеличение энергии активации от 33 до 85мэВ в нанопористой структуре, что может быть объяснено тепловым переносом носителей из $InGaN$ квантовых ям в GaN барьеры.

М.Бадгутдинов

1. *Appl. Phys. Lett.* 2006, **88**, 083121

ПЕРВООТКРЫВАТЕЛИ

Первые наблюдения сверхпроводимости в углеродных нанотрубках

Углеродная нанотрубка – 1D молекулярный проводник – идеальный кандидат на исследование одномерной сверхпроводимости (1D).

Одностенные нанотрубки

1. Superconductivity in Ropes of Single-Walled Carbon Nanotubes

$T_c = 0.4K$

Авторы

M. Kociak, S. Guéron, B. Reulet, H. Bouchiat (Univ. Paris-Sud, Orsay, France)

A. Yu. Kasumov, I. I. Khodos, Yu. B. Gorbatov, V. T. Volkov (Institut. Microelectronics Technology and High Purity Materials, RAS, Chernogolovka, Russia)

L. Vaccarini (Univ. Montpellier, Montpellier, France)

Источник Phys. Rev. Lett. 2001, **86**, 2416, 12 March

2. Superconductivity in 4 Angstrom Single-Walled Carbon Nanotubes

$T_c = 15K$

Авторы

Z. K. Tang, Lingyun Zhang, N. Wang, X. X. Zhang, G.

H. Wen, G. D. Li, J. N. Wang, C. T. Chan, and Ping

Sheng (Hong Kong Univ. Science and Technology, Hong Kong, China).

Источник Science 2001, **292**, 2462, 29 June

Многостенные нанотрубки

3. Superconductivity in Entirely End-Bonded Multi-walled Carbon Nanotubes

$T_c \approx 11.5K$ (начало), $T_c(R=0) = 7.8K$.

Авторы

I. Takesue, J. Haruyama, N. Kobayashi (Aoyama Gakuin Univ.)

S. Chiashi, S. Maruyama (Tokyo Univ.)

T. Sugai (Nagoya Univ.)

H. Shinohara (JST-CREST (Japan Science and Technology Agency – Core Research for Evolutional Science and Technology)

Источник Phys. Rev. Lett., 2006, **96**, 057001, 10 Febr.

КОНФЕРЕНЦИИ

July 20-26, 2006. International School of Solid State Physics "Twenty Years from the Discovery of High-Tc Superconductivity", Erice, Sicily.

Contact:

Prof. Antonio Bianconi

e mail: conf.stripes@roma1.infn.it

web page: <http://www.superstripes.com>

REGISTRATION

The total fee, which includes full board and lodging (arranged by the School), is 900 EURO.

Closing date for application: April 15, 2006

INVITED SPEAKERS

James Annett, HH Wills Physics Lab., UK

Gabriel Aeppli, University College London, UK

N.W. Ashcroft, Cornell Univ., USA

Alan R. Bishop, Los Alamos Nat. Lab., USA

J.C. Campuzano, Argonne Nat. Lab., USA

R. Combescot, Ecole Normale Supérieure, France

Paul C. W. Chu, Univ. Houston, USA

Carlo Di Castro, Univ. Roma La Sapienza, Italy

Helmut Eschrig, Inst. Festkörper- und Werkstoffforschung, Dresden, Germany

Atsushi Fujimori, Univ. Tokyo, Japan

Theodore Geballe, Stanford Univ., USA

Lev P. Gor'kov, Nat. High Magnetic Field Lab., USA

Masatoshi Imada, Univ. Tokyo, Japan

James D. Jorgensen, Argonne Nat. Lab., USA

S. A. Kivelson, Stanford Univ., USA

Alessandra Lanzara, Univ. California, Berkeley, USA

R. B. Laughlin, Univ. California, Berkeley, USA

Dung-Hai Lee, Univ. California, Berkeley, USA

Vladimir Kresin, Lawrence Berkeley Lab., USA

Yoshiteru Maeno, Kyoto Univ., Japan

Luciano Pietronero, Univ. Roma La Sapienza, Italy

David Pines, Los Alamos Nat. Lab., USA

Naurang L. Saini, Univ. Roma La Sapienza, Italy

Kurt Scharnberg, Univ. Hamburg, Germany

Nils Schopohl, Universität Tübingen, Germany

J. Robert Schrieffer, Florida State University, USA

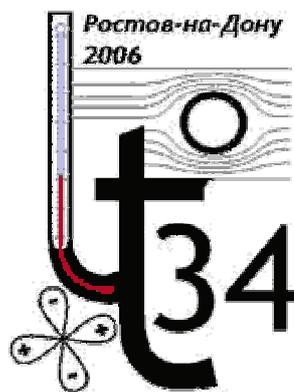
Manfred Sigrist, ETH-Hönggerberg, Switzerland

Erio Tosatti, Internat. Center of Theoretical Physics, Italy

Shin-ichi Uchida, Univ. Japan

Kazuyoshi Yamada, Tohoku Univ., Japan

Zhong-Xian Zhao, Inst., Beijing, China



26-30 сентября 2006 г., XXXIV Совещание по физике низких температур (LT-34). Ростов-на-Дону, п. Вардане, Россия.

Тематика

- квантовые жидкости и кристаллы (Q)
- сверхпроводимость (S)
- низкотемпературная физика твердого тела (L)
- наноструктуры и низкоразмерные системы (N)

Оргвзнос в размере 1500 рублей должен быть перечислен до **15 июня 2006 г.** Стоимость проживания 960 руб. с человека в сутки.

Заявка на участие должна быть представлена не позднее **15 апреля 2006 г.**

Контакт:

Гуфан Марина Александровна

Тел.: (863) 267 4925

Факс: (863) 243 4044

E-mail: org.lt34@gmail.com

Web http://ip.rsu.ru/?part=news&news_id=5

Экспресс-бюллетень ПерсТ издается совместной информационной группой
ИФТТ РАН и РИЦ «Курчатовский институт»
при поддержке Программы Президиума РАН «Информатизация»

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

Научный консультант: К.Кугель, e-mail: kugel@orc.ru

В подготовке выпуска принимали участие: М.Батгутдинов, В.Вьюрков, А.Елецкий, Ю.Метлин, Л.Опенов

Компьютерный ввод, макет: И.Фурлетова

Ответственный за тираж: Н.Морозова

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