

Том 11, выпуск 18

В этом выпуске:

СНОВА К ОСНОВАМ

По ошибке начаты новые алхимические исследования

Жизнь была и остается непредсказуемой, и фундаментальные научные открытия в первую очередь совершаются именно как неожиданные находки. Новые эксперименты свидетельствуют, что время радиоактивного распада бериллия-7 изменяется почти на процент (0.83%) внутри молекулы углерод-60. Это, по-видимому, наиболее сильное из обнаруженных когда либо прежде изменений собственных свойств ядер, вызванных изменением химического окружения. Бериллий-7 нестабилен, и один из каналов распада – захват собственного электрона, в результате которого один из протонов ядра превращается в нейтрон.

В работе, опубликованной в сентябрьском Phys.Rev.Lett., бериллиевые атомы помещаются внутрь молекулы $C_{60} - ^7Be@C_{60}$. Окружающее гало электронов атомов углерода вследствие тесного контакта с атомами бериллия модифицирует электронные орбитали последних, что и приводит к увеличению скорости захвата электронов на ядро. До сих пор при попытках зарегистрировать влияние химического окружения на скорость ядерного распада не удавалось получать эффект более 0.15%.

Проводя последнюю серию экспериментов, исследователи из *Tohoku University* и *Yokohama National University* (Япония) не имели заранее обдуманного намерения замахиваться на реанимацию алхимии. Цели исследования были вполне корректны – исследование возможности применения эндоэдральных (загруженных) фуллеренов для ввода лекарств, или, если выйдет наоборот, для облегчения вывода продуктов метаболизма.

А оказалось совсем не то...

М.Компан

1. Phys. Rev. Lett. 2004, 93,12501

Лазерное излучение человеческих тканей?

В Applied Physics Letters от 16 августа с.г. опубликована примечательная статья, которая не может не остановить читающий глаз *“Random lasing in human tissue”* (Случайное лазерное излучение в человеческих тканях) [1]. Каково!? Неужели мы, некогда числившиеся венцом творения, а несколько после – разновидностью белковых тел, так мы еще и лазеры ходячие? Однако не все так прямолинейно.

Истоки статьи прослеживаются далеко в 60-70 годы, когда советские (в то время) физики А.Л.Эфрос и Б.И.Шкловский в ФТИ им. Иоффе закладывали основы физики неупорядоченных твердотельных систем. Именно в ту пору стали осознавать, что неупорядоченность означает не отсутствие всяких закономерностей, но лишь то, что свойства системы изменяются от точки к точке, и в этом “беспорядке” есть свои общие закономерности и свои, ни на что не похожие явления. Бурное развитие этой области совпало с “большим взрывом” компьютерной техники, когда

30 сентября 2004 г.

И далее ...

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

- 2 Квантовая телепортация
под волнами Дуная

ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

- 3 Углеродные нанотрубки
в биологии
- 4 Управление электро-
проводностью нанотрубки
механическим воздействием

МИКРОТЕХНОЛОГИИ

- 5 О пользе атомов водорода
в гетероструктурах для
гелиоэнергетики

МАГНИТЫ

- 5 Магнитное поле разглаживает
«морщины»

ВЕСТИ С КОНФЕРЕНЦИЙ

- 6 За длинным дефектом

ФИНАНСИРОВАНИЕ И РЫНОК

- 7 Иммерсионная нанолитография

КОНФЕРЕНЦИИ

- 8 18-22 октября 2004 г. Между-
народная конференция «Фунда-
ментальные проблемы высоко-
температурной сверхпроводни-
мости» (ФПС-04).

решение трудоемких задач моделирования благодаря появлению персональных компьютеров стало доступно для отдельных исследователей. Много позже, уже в связи с развитием физики лазеров, эти понятия были перенесены на распространение света в разупорядоченной среде. В 90-е годы было обнаружено, что, при достаточно интенсивном возбуждении таких сред, в спектрах люминесценции появляются узкие линии, интенсивность которых сверхлинейно возрастает при росте интенсивности возбуждения (необходимые ссылки имеются в [1]). Возникла модель, согласно которой в активной среде со случайными рассеивателями случайно же могут возникать замкнутые пути для рассеянного света. Как, наверное, понятно, такие замкнутые "траектории" могут служить резонаторами и обеспечивать когерентную обратную связь для света – и, тем самым, возможность генерации узких линий. Одним из объектов, в котором, по предположению, могла бы развиваться генерация на таком замкнутом случайном резонаторе, могла бы быть оболочка некоторого кластера, находящегося в другой среде. При этом необходимо, чтобы вследствие каких-то специфических процессов образования кластера оболочка имела бы коэффициент преломления больше, чем у кластера и у внешней среды. Эти обычные по своему характеру экспериментальные и теоретические работы не предполагают каких-либо чудес и не требуют от нас лично никакой генерации.

Собственно же статья [1] по лазерной генерации человеческих тканей совершенно иного рода. Приведя первичные экспериментальные факты, пусть даже нетривиальные, авторы работы излагают свою интерпретацию без каких-либо попыток предложить другие механизмы, и старательно не приводят конкретных данных, которые могли бы позволить оценить справедливость авторской гипотезы. В известном смысле работа показательна именно пренебрежением к основам. Ее авторы вымачивают образцы тканей в растворе хорошо известного лазерного красителя R6G и наблюдают спектры, как они предполагают, лазерной генерации человеческих тканей. Полагают на том основании, что вместо широкой полосы, характерной для люминесценции растворов красителей, в спектрах видны разные более узкие полосы, интенсивность которых (на словах, графиков не приводится) растет по более чем линейному закону с ростом интенсивности возбуждения. Авторы видят подтверждение своих предположений и в результатах математической обработки уже полученных спектров. Утверждается, что пораженные ткани генерируют как-то не так, многими хаотическими компонентами, в то время как ткани здоровые демонстрируют несколько хорошо разделенных полос, что и подается, как основа для будущего метода диагностики.

То, что лучше быть здоровым, известно давно, поэтому то, что при этом лучше генерируется – даже не удивительно. Удивительна лихость, с которой авторы обходят известные физические понятия и факты. Авторам словно не известно, что широкая полоса излучения молекул в растворах на самом деле скрывает сложную структуру из многих полос; что локализация молекулы может различным образом влиять на степени свободы и соотношение интенсивностей таких полос; что нелинейный рост может быть следствием изменения заселенностей возбужденных состояний или нелинейных механизмов релаксации; не исключены и фотохимические процессы. Для убедительности, в статье приводятся микрофотографии гистологических срезов, но, увы – вообще без масштаба. Не обсуждается также то, что само наличие фотографий означает присутствие поглощения света в тканях, в то время как для возникновения отражения и замкнутых путей для света необходимо резкое отличие коэффициентов преломления. А где ему взяться, этому отличию, в человеке, состоящем в основном из воды?

Всего этого в статье нет. Более того, в статье, предметом которой являются узкие линии, нет упоминания о температуре объекта. Была бы речь о люминесценции живых слонов – ну, тогда бы температуру по порядку величины можно было оценить интуитивно, а что с образцами тканей?

Так что если в обозримое время вам предложат опубликованную в лучших журналах патентованную американскую диагностику, для которой нужно будет пропитаться лазерным красителем – не верьте и не соглашайтесь. Целее будете.

М.Компан

1. R.C.Polson, Z.V.Vardeny. *Appl.Phys. Lett.* 2004, 85, 1289

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

Квантовая телепортация под волнами Дуная

Группа из университета Вены, возглавляемая Антоном Цайлингером, сообщила об успешной телепортации поляризации фотона вне лаборатории, а именно – по 600-метровому оптическому волокну, расположенному в тоннеле под Дунаем [1]. Это – первый опыт телепортации в условиях "реального мира", то есть при воздействии температуры и других внешних факторов. Схема телепортации была основана на одновременном использовании квантового канала (запутанной пары фотонов) и классического канала (СВЧ). В "пункте отправления" проводили белловское измерение состояния телепортируемого фотона и одного из фотонов запутанной пары.

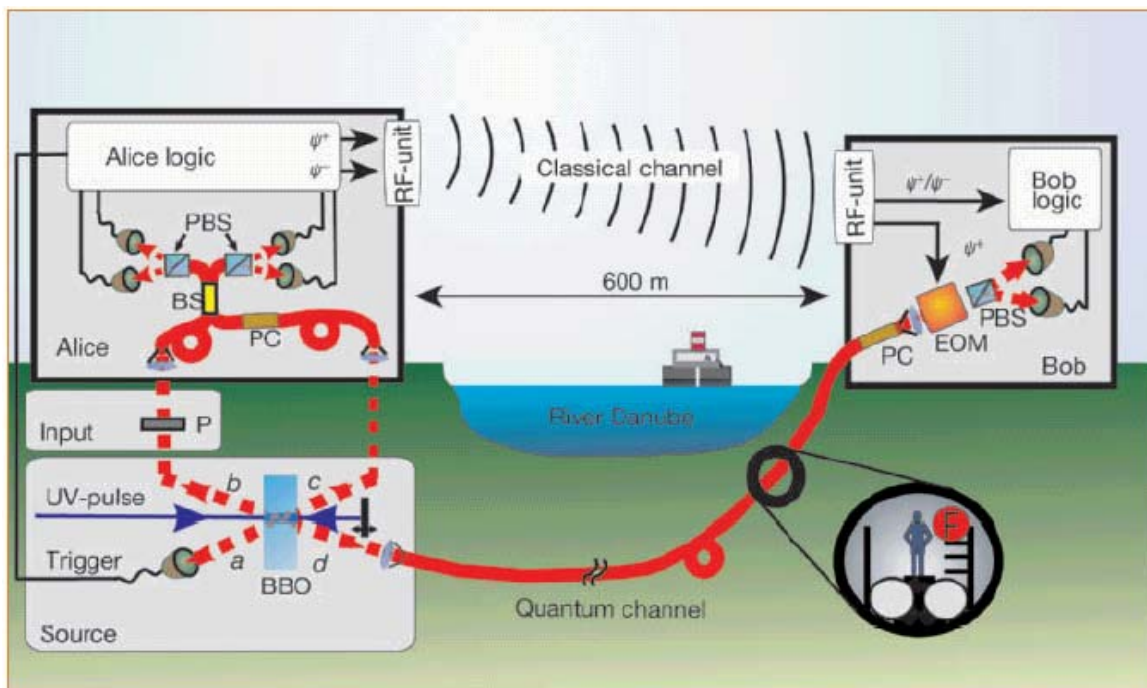


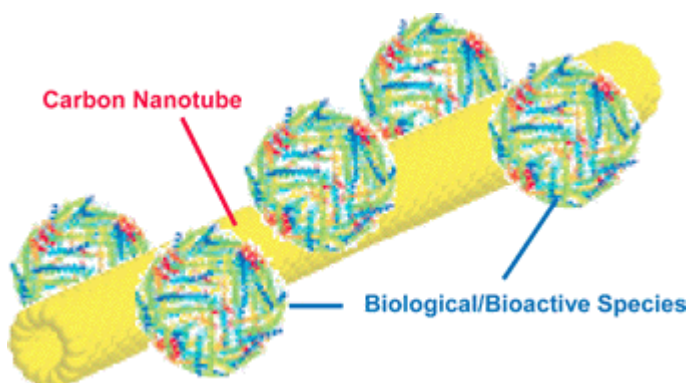
Схема телепортации поляризации фотона под Дунаем.

Результат измерения сообщали в "пункт назначения", где за полторы микросекунды, которые оставались до прибытия телепортируемого фотона (скорость света в оптоволокне составляет около 2/3 от скорости света в вакууме) успевали соответствующим образом настроить электрооптический модулятор и выполнить надлежащее унитарное преобразование (сдвиг фазы между вертикальной и горизонтальной компонентами поляризации) путем воздействия импульса напряжения. Величина *fidelity* составила около 0.9 – значительно больше классического предела 0.66. Успех австрийской группы – очередной шаг на пути к созданию квантового репитора, который позволит "распределять запутанность" между удаленными друг от друга частями квантового компьютера.

1. *Nature*. 2004, 430, 849

ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

Углеродные нанотрубки в биологии



Сразу после открытия углеродных нанотрубок (УНТ) ученые предсказали им большое будущее в разнообразных биологических и медицинских применениях. Перст постоянно держал своих читателей

Перст, 2004, том 11, выпуск 18

лей в курсе наиболее ярких событий в этой области (см., например, информацию о создании первого биосенсора на единичной нанотрубке [1], о возможных способах коммуникации между компонентами бионаносистем (т.н. *BIONA*) [2], об уникальных биокатализаторах на основе нанотрубок [3] и даже о наноприводах, которые ведут себя аналогично «живым» мышцам [4]).

Недавно китайские ученые (ныне работающие в США) представили обзор достижений в этой быстро развивающейся и, по их словам, *увлекательнейшей* (и как с ними не согласиться!) области исследований [5]. Одно из основных направлений – создание биосенсоров и биореакторов. Сначала были получены экспериментальные свидетельства того, что белки и ферменты могут быть иммобилизованы как внутри, так и на поверхности нанотрубок. А затем (после успешного создания различных электроаналитических приборов на основе УНТ) появилась надежда использовать их в качестве превосходных материалов для биосенсоров с чувствительностью, достаточной для диагностики антигенов [6] и катализируемых ферментами реакций. После соответствующей функционализации УНТ могут служить зондом для распознавания биофункциональных рецепторов и даже субстратом для нейронного роста.

Основное препятствие на пути нанотрубок в биологию и медицину – их недостаточная растворимость и следующие отсюда ограничения на работу в физиологических средах – недавно успешно преодолено. Разработанные методы химической модификации и функционализации теперь позволяют растворять и диспергировать нанотрубки в воде. Важным экспериментальным шагом явилась демонстрация

рация возможности связи биологических и биоактивных материалов (белки, углеводы, нуклеиновые кислоты) с нанотрубками.

В обзоре [5] авторы рассматривают существующие методы повышения растворимости нанотрубок и их диспергирования и обсуждают результаты модификации УНТ биологическими и биоактивными соединениями. Одним из самых распространенных методов диспергирования является обработка кислотой. Хотя количественные показатели хорошие, качество может быть ниже, чем при применении других методов, например, нековалентной стабилизации с использованием поверхностно-активных веществ или полимеров.

Углеводы, белки и нуклеиновые кислоты являются основными компонентами живого организма. Следовательно, развитие методов контролируемой модификации углеродных нанотрубок этими молекулами (а так же их аналогами и прекурсорами – олигосахаридами, олигонуклеотидами, аминокислотами, пептидами) является важным этапом на пути к использованию УНТ в биологии и медицине. Предлагаются самые разные методы. Например, для модификации нанотрубок углеводами авторы [6], следуя древнеегипетскому рецепту получения чернил из сажки, использовали аравийскую камедь (полисахарид). В другом подходе [7] УНТ, полученные осаждением из паровой фазы, были обработаны плазмой, что позволило добиться иммобилизации углеводов. После присоединения сахаров массивы нанотрубок стали настолько гидрофильными, что капля воды мгновенно растекалась по их поверхности. Нанотрубки можно было растворить в воде, предварительно отделив от подложки.

Нуклеиновые кислоты могут быть иммобилизованы и внутри нанотрубок, и на их стенках. Самые разные белки адсорбируются на поверхности нанотрубок (или могут быть иммобилизованы контролируемым способом); небольшие белки могут помещаться внутри. Несмотря на то, что уже начались разработки биосенсоров, полного понимания механизма взаимодействия белок – нанотрубка нет, необходимы дальнейшие исследования на молекулярном уровне.

Неконтролируемая адсорбция белков на поверхности нанотрубок не всегда является желательной. В некоторых случаях ее необходимо избежать – например, при биораспознавании или при связывании определенных белков. Уже найдены некоторые молекулы, которые могут защитить нанотрубки от незваных гостей. Наиболее известен *PEG* - полиэтиленгликоль (правда, сам *PEG* не очень хорошо адсорбируется на нанотрубках...). Разные модели присоединения (или неприсоединения) белков к УНТ приведены на схеме [4].

Обзор показывает, что методы диспергирования и растворения УНТ разнообразны и, в целом, доступны. Настало время разбираться с механизмами

взаимодействия и переходить к исследованиям в физиологической среде.

О.Алексеева

1. *ПерсТ.* 2003, **10**(20), с.4
2. *ПерсТ.* 2004, **11**(4), с.3
3. *ПерсТ.* 2003, **10**(15/16), с.3
4. *ПерсТ.* 2002, **9**(24), с.2
5. *J.Mater.Chem.* 2004, **14**, 527
6. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 2003, **100**, 4984
7. *Nano Lett.* 2002, **2**, 25
8. *J. Phys. Chem. B.* 2001, **105**, 618

Управление электропроводностью нанотрубки механическим воздействием

Успех использования углеродных нанотрубок (УНТ) в микроэлектронике зависит от того, в какой степени удастся эффективно управлять их электронными параметрами (электропроводность, ширина запрещенной зоны, тип проводимости) отдельных УНТ. Один из подходов к проблеме основан на чувствительности электрических характеристик УНТ к механическому воздействию. Детальное исследование этого эффекта проведено недавно в Токийском университете (Япония). Объединенные в жгуты многослойные УНТ, расположенные упорядоченным образом перпендикулярно поверхности графитового стержня, были получены электродуговым методом. Динамические измерения проводимости УНТ производили внутри камеры туннельного электронного микроскопа (ТЭМ). Механическую нагрузку, вызывающую ее изгиб нанотрубки, подавали через вольфрамовый игольчатый наконечник, соединенный с пьезодатчиком. Изгибную деформацию нанотрубки контролировали с помощью ТЭМ, работающего при энергии налетающих электронов ~200кэВ.

Экспериментальные результаты получены для 16-слойной нанотрубки диаметром ~9.4нм. Измеренная величина тока через нанотрубку составила 110мкА, что соответствует плотности тока порядка 10^6 А/см^2 . Изменения тока, вызванные изгибной деформацией нанотрубки, составляли 15-30мкА. Эти изменения, пропорциональные величине смещения нанотрубки, имеют обратимый характер в широком диапазоне изменения нагрузки. При больших нагрузках деформация нанотрубки перестает быть упругой, что приводит к необратимым изменениям ее проводимости. Согласно измерениям, такой переход происходит при величинах угла деформации, близких к 100° . Связь между механической нагрузкой на нанотрубку и ее электрическими характеристиками открывает возможность управления параметрами нанотрубок, входящих в состав разнообразных электронных устройств, и существенно расширяет диапазон возможных применений таких устройств.

А.В.Елецкий

1. *Appl. Phys. Lett.* 2004, **85**, 1251

МИКРОТЕХНОЛОГИИ

О пользе атомов водорода в гетероструктурах для гелиоэнергетики

Источники электроэнергии можно упорядочить по степени «грязности»:

- угольные ТЭЦ (кислотные дожди – это от серы, которая содержится в угле),
- мазутные,
- газовые,
- АЭС,
- ГЭС,
- термоядерные (пока еще не реализованные),
- ветроэнергетика (совсем чистая, но шумная),
- гелиоэнергетика (абсолютно чистый источник энергии, уже сегодня незаменимый в космосе).

Гелиоэнергетика – источник энергии, основанный на солнечных батареях. На изготовление последних используют достаточно дорогие полупроводники. Солнечный спектр устроен так, что одним $p-n$ переходом не обойтись, надо 2, 3, 4. Стоимость самой полупроводниковой подложки (без учета расходов на создание $p-n$ переходов) составляет до 40% от стоимости солнечной батареи. В Европейском Союзе запущена программа развития гелиоэнергетики под названием “Full Spectrum” (с бюджетом в мегаевро) [1].

Лучшие и относительно дешевые подложки для солнечных элементов – кремниевые, а более эффективные преобразователи из $GaAs$. Но сделать солнечный фотоэлемент из, например, $GaAs$ на Si подложке очень непросто из-за сильного несоответствия у этой пары параметров решетки и линейных коэффициентов термического расширения (отсюда – неизбежные дислокации, которые губят время жизни неосновных носителей заряда). Технологи предпринимали многочисленные шаги, чтобы создать гетероструктуру $GaAs/Si$ с приемлемым качеством [2,3]. И почти всё – напрасно!

Предприимчивые японские физики из Цукубы уже лет 10 тому назад стали выращивать $GaAs$ методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) в присутствии потока атомарного водорода [4,5,6]. Оказалось, что этот самый маленький атом приносит очень большую пользу при МЛЭ гетероструктур $GaAs/Si$. Водород приводит к снижению плотности вредных прорастающих дислокаций в активной области $GaAs$ солнечного фотопреобразователя до $\sim 1 \cdot 10^6 \text{ см}^{-2}$, и, возможно, к компенсации оборванных связей в ядре оставшихся дислокаций. Причем, при использовании в ходе МЛЭ атомарного водорода можно обойтись без буферных прослоек. О возможных атомных механизмах этого процесса можно прочесть в [7]. Полезен атомарный водород и при эпитаксии изорешеченных композиций [8]. По сообщению в [9], этот маленький H способен даже отполировать поверхность $GaAs$ (100) до атомарной гладкости.

Следует ожидать, что спрос на источники атомарного водорода скоро превысит предложение.

С. Чукичев

1. EU-Russian Workshop “Efficient use of solar spectrum in photovoltaics”, St. Petersburg, November 2-5, 2003, Program and Abstracts, p.11
2. Solar Energy Materials & Solar Cells 2001, 66, 479
3. Jpn. J. Appl. Phys., Part 2, 2003, 42, L1419
4. Jpn. J. Appl. Phys. 1993, 32, 632
5. J. Appl. Phys. 1993, 73, 7376
6. J. Crystal Growth 2004, 265, 99
7. J. Vac. Sci. Technol. 1996, 14, 1725.
8. J. Appl. Phys. 1999, 86, 5858
9. Jpn. J. Appl. Phys. Part 2. 1997, 36, L1367

МАГНИТЫ

Магнитное поле разглаживает «морщины»

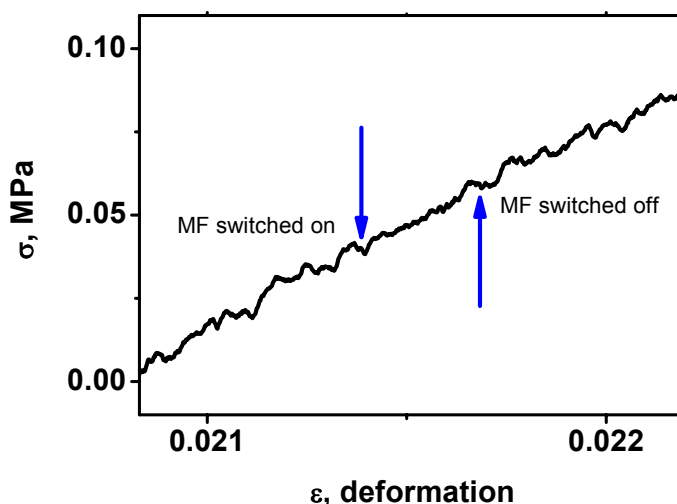


Рис. 1. Зависимость механического напряжения от линейно нарастающей во времени деформации в моменты включения и выключения магнитного поля 1Тл в кристаллах $NaCl:Eu$.

Эффект Портевена-Ле-Шателье (ПЛШ) в физике пластичности известен давно (см., например, [1]). Он заключается в скачкообразной деформации кристалла – например, при деформировании в условиях линейно нарастающей деформации на зависимости напряжений от деформации (читай от времени) наблюдаются скачки (рис.1). Кроме того, эффект ПЛШ часто сопровождается пространственной неоднородностью пластического течения – «морщинами» на поверхности кристалла (фото на рис. 2). Феноменологически возникновение скачкообразной пластической деформации аналогично скольжению смычка по скрипке. В обоих случаях для возникновения скачков требуется существование N -образной зависимости приложенной силы от смещения. Для смычка эта зависимость обусловлена особенностями сухого трения. При пластической деформации

примесные облака, сдерживающие движение дислокаций, имеют конечное время формирования.

и т.п.), был исследован также рельеф поверхности кристаллов, деформируемых в магнитном поле и без

него. Установлено, что магнитное поле 15Тл устраняет «морщинистость» кристаллов, т.е. обеспечивает однородность деформации не только во времени, но и в пространстве (см. фото на рис. 2). В качестве главной причины влияния магнитного поля на гетерогенность пластического течения исследователи видят разрушение дислокационных стопоров – кластеров ионов Eu^{2+} . Спин-зависимый процесс изменения структуры кластеров наблюдается при комнатной температуре, что весьма важно для практических применений.

Таким образом, хотя результаты исследований,

по-видимому, не пригодятся косметологам, они подсказывают путь к устранению неоднородности пластического течения материалов. Гетерогенный характер пластической деформации является причиной преждевременного разрушения металлов и сплавов, используемых в промышленности. Поскольку магнитное поле устраняет неоднородность пластического течения, оно может быть использовано для оптимизации свойств деформируемых материалов, правда, при условии, что величина магнитного поля будет уменьшена, а его влияние на эффект ПЛШ будет обнаружено и в практически полезных металлах.

Р.Моргунов

1. *Acta Metallurgica*. 1985, 33(3), 397
2. *Сборник тезисов докладов III Международной конференции «Фазовые превращения и прочность кристаллов», посвященной памяти академика Г.В.Курдюмова, Черногловка, 2004.*

ВЕСТИ С КОНФЕРЕНЦИЙ За длинным дефектом

11-17 сентября с.г. в подмосковном пансионате «Юность» под председательством профессора В.В. Кведера и академика Ю.А. Осипьяна прошла 10-я международная конференция «Протяженные дефекты в полупроводниках» («EDS'2004»). Форум получился весьма представительным: 30 российских участников, 47 иностранных (из 11 стран). Как это часто встречается в последнее время, среди участников - несколько наших соотечественников, ныне работающих в зарубежных научных учреждениях.

Приглашенные доклады были представлены такими признанными специалистами в области реальной

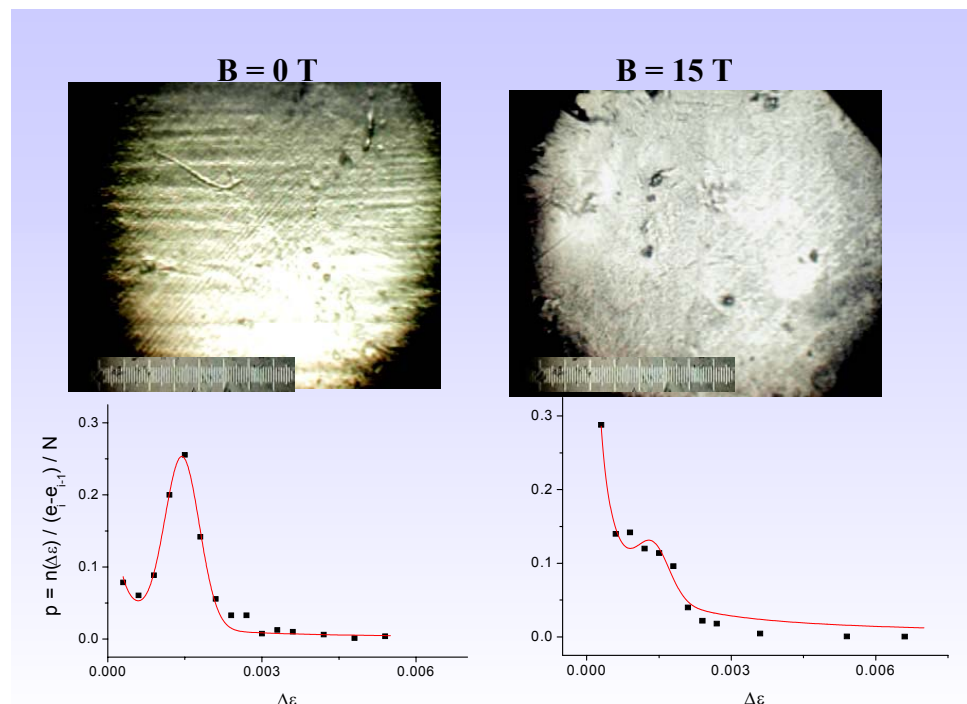


Рис. 2. В верхней части рисунка - фотографии поверхности кристаллов NaCl:Eu , деформированных в магнитном поле и в его отсутствие. В нижней части – соответствующие плотности вероятности распределения скачков деформации по величине в тех же кристаллах.

Игра между временем возникновения примесного облака и длительностью ожидания отрыва дислокации от него приводит к ее скачкообразному движению. При этом упругие дальнедействующие поля, создаваемые дислокациями, заставляют их отрываться почти синхронно. Поэтому каждый скачок на диаграмме деформирования обусловлен смещением гигантского числа дислокаций.

В ИФТТ РАН было обнаружено, что магнитное поле с индукцией $\sim 1\text{Тл}$ способно устранять скачкообразный характер пластической деформации, т.е. подавлять эффект ПЛШ в кристаллах NaCl:Eu (рис.1). В дальнейшем эти исследования были продолжены в сверхпроводящем магните, создающем постоянное магнитное поле с индукцией до 15Тл [2]. Обнаружили, что как в магнитном поле, так и в его отсутствие скачки есть (хотя в магнитном поле их число меньше). В обоих случаях распределение скачков по размеру состоит из двух компонент: шумоподобной, спадающей по степенному закону, и колоколообразной, отвечающей коррелированному движению дислокаций (рис. 2). Магнитное поле подавляет коррелированную компоненту пластичности в пользу шумообразной, т.е. делает движение дислокаций во времени более независимым. Поскольку временная неоднородность деформации соответствует определенным событиям в пространстве (распространению полос скольжения, волн пластичности

структуры полупроводников, как N. Martsinovich (Univ. Sussex, Англия), A. Cavallini (Univ. Bologna, Италия), M. Seibt (Georg-August-Univ., Геттинген, Германия), D. Yang (Zhejiang Univ., Китай), В.Д. Кулаковский (ИФТТ РАН, Россия), I. Yonenaga (Tohoku Univ., Япония). В устных докладах и на стендах было представлено немало новых идей и результатов исследований. Ниже кратко упомянуты некоторые из сообщений, связанные с дислокациями, что наиболее близко автору данной заметки.

В.В. Кведер (ИФТТ РАН) представил результаты по исследованию электролюминесценции кремния, содержащего специально введенные дислокации. Люминесценция кремния, обусловленная присутствием дислокаций, была открыта еще несколько лет назад, новый же всплеск интереса к ней вызван перспективностью этого эффекта в приложениях микроэлектроники, а именно для создания оптического выхода для микросхем (optical on-chip interconnection).

Из-за достаточно жестких требований по скорости отклика, рабочему напряжению, длине волны и эффективности излучения эффект люминесценции на дислокациях оказывается одним из самых подходящих для светоизлучающих приборов, формируемых на кристалле кремния. Авторам работы удалось на кристаллах кремния с введенными пластической деформацией дислокациями путем гетерирования примесей и их пассивации водородом получить фотолюминесценцию со временем отклика 0.3мкс (что более чем на два порядка лучше, чем у обычного светодиода на «чистом» кремнии) и внешней эффективностью 0.1-0.2%, что примерно в 1000 раз улучшило показатель, полученный авторами ранее. Стандартными методами текстурирования поверхности можно повысить этот показатель до 1-2%, что уже на грани технологической применимости. Еще одно усилие, и «вес» будет взят! Для сравнения, при применении кремния сверхвысокой чистоты, использовании «особо чистых» методов изготовления и после оптимизированной пассивации поверхности на обычном прямозонном переходе удастся получить только 0.1%.

М.В. Бадылевич (ИФТТ РАН) продемонстрировал результаты исследований магниторезонансного упрочнения кремния. (Такие эксперименты являются прямым свидетельством участия электронных спинов в процессах пластической деформации, поскольку в условиях ЭПР резонанса происходит непосредственное воздействие на спин-зависимые реакции – об этом см., например, [2].) Эффект фиксировали по изменению механического напряжения, при котором происходит открепление дислокаций (unlocking stress), что представляет несколько иной подход по сравнению с работой [3], где измеряли пробег дислокаций под одинаковой нагрузкой. Автор доклада также представил рабочую модель

механизма этого эффекта, которой еще предстоит испытание дальнейшими экспериментами.

Л. Дунин-Барковский

1. ПерсТ. 2004, 11, вып.15/16: «Эта загадочная пластичность».

2. Письма в ЖЭТФ. 2004, 79(3), 158

ФИНАНСИРОВАНИЕ И РЫНОК

Иммерсионная нанолитография

Нанолитография непрерывно получает действенную помощь от совершенствования методов субмикронной литографии: иммерсионная литография, фазосдвигающие шаблоны.

На конференции Semiconductor'2004 (June 2004, Monterey, CA, США) прошедшей в июне с.г., прозвучало утверждение, что использование иммерсионной литографии (при условии решения сопутствующих технических проблем) будет иметь тот же эффект, что и введение шагового экспонирования с редуцированием изображения в традиционной литографии. В иммерсионной литографии между оптическими линзами и экспонируемой пластиной помещают слой жидкости, приводящей к увеличению числовой апертуры линз с 1 до 1.5. Использование этого метода позволит создавать с помощью 193нм лазеров рисунки размером до 45нм (такое разрешение ранее связывали с переходом к 157нм лазерной литографии, сопряженной с некоторыми фундаментальными техническими проблемами).

Фазосдвигающие шаблоны на сегодняшнем уровне создают рисунки размером 0.18мкм. Переход на фазосдвигающие шаблоны с переменной апертурой улучшит разрешение до наномасштабов.

Выбор того или другого метода диктуется экономическим компромиссом.

Л. Журавлева

<http://www.reed-electronics.com/index.asp?layout=articlePrint&articleID=CA42935>

КОНФЕРЕНЦИИ

Напоминаем, что **18-22 октября 2004 г.** в пансионате Звенигородский (Звенигород Московской области) откроет свою работу 1-ая Международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» (ФПС-04). Проезд от станции метро Кунцевская, авт. 452.

Секция М. Природа и механизмы высокотемпературной сверхпроводимости

- Кулоновский механизм
- Фононный механизм
- Магнитный механизм
- Другие механизмы
- Моделирование и расчеты
- Симметрия параметра порядка
- Конкуренция магнетизма и сверхпроводимости

Секция Р. Физические свойства ВТСП

- Фазовая диаграмма

- Электронная структура
- Электрические и магнитные свойства
- Механические и акустические свойства
- Термические и транспортные свойства
- Фазовое разделение
- Щель, псевдощель
- ARPES*, Ферми-поверхность
- Страйпы и зарядовое упорядочение
- Микроструктура
- Оптика и комбинационное рассеяние света
- Туннелирование
- Рентген и нейтроны
- Вихри
- Замещения и примеси
- Другое

Секция N. Новые сверхпроводники и родственные материалы

- Купраты
- MgB₂*
- Карбиды
- Магнитные сверхпроводники
- Органические сверхпроводники
- Рутенаты
- Манганиты
- Фуллериты
- Другие некупратные соединения

Секция A. Прикладная сверхпроводимость

- Синтез, технология
- Пленки, покрытия
- Монокристаллы
- Слоистые структуры, сверхрешетки
- Провода, ленты, кабели

- Магнитные системы
- СКВИДы и другие электронные приложения
- Фильтры, СВЧ приложения
- Квантовый компьютеринг
- Другие приложения

Секция E. Выставка

- Выставка научного оборудования

На сайте конференции

<http://www.lebedev.ru/conferences>

Оргкомитет разместил следующую информацию о числе зарегистрированных докладов

Количество докладов по секциям.

Секция	количество
A. Прикладная сверхпроводимость	31
N. Новые сверхпроводники и родственные материалы	19
P. Физические свойства ВТСП	50
M. Природа и механизмы высокотемпературной сверхпроводимости	54
Секция не выбрана	80
Всего	234

**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, М.Компан,
Ю.Метлин, Р.Моргунов, Л.Опенков, С.Чикичев

Компьютерный ввод, макет: И.Фурлетова

Ответственный за тираж: Ю.Мухин

Адрес редакции: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64