



Миллион за синий свет

Л.Стрельникова

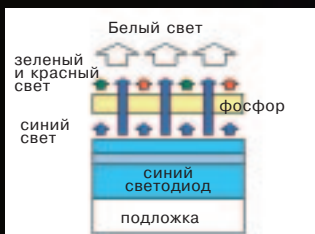
Добро, сделанное всему человечеству, иногда оказывается вознагражденным. Пример тому — международная премия «Миллениум» в миллион евро. Восьмого сентября в Хельсинки президент Финляндии Тарья Халонен вручила эту премию лауреату 2006 года — пятидесятидвухлетнему физика Сюдзи Накамуре.

Крупнейшая в мире технологическая премия «Миллениум» учреждена в 2002 году по инициативе Финской академии наук, Финской академии технологий, частных технологических компаний и общественных организаций. Тогда же был учрежден специальный фонд, который занимается организационной работой, связанной с этой премией. Деньги поступают от крупнейших финских высокотехнологичных компаний «Nokia», «Kemira», «SAVCOR», «Seb-Gyllenberg», а также других компаний и из госбюджета Финляндии. Претендентов выдвигают академии, университеты, исследовательские институты и промышленные компании из любых стран мира. Специальный Международный отборочный комитет определяет лауреата. Им становится тот, чей вклад в улучшение качества нашей жизни будет признан наиболее значительным.

Премия присуждают каждые два года. Самую первую премию в 2004 году получил англичанин Тим Бернерс-Ли за создание Всемирной паутины. А в этом году миллион евро достался профессору Сюдзи Накамуре. В 1993 году он создал светодиоды, дающие очень яркий синий, зеленый и белый свет, а чуть позже и синий лазер. Слово «яркий» здесь принципиально, потому что светодиоды на основе карбида кремния, дающие слабенький синий свет и потому непригодные для промышленности, сделали еще до Накамуре.

Светодиод — это полупроводник, который преобразует проходящий через него электрический ток в свет. Полупроводники излучают свет в узкой области спектра, то есть определенного цвета. Электроны в кристалле полупроводника под действием электричества пе-





СОБЫТИЕ



ремещаются с более высокого энергетического уровня на более низкий, испуская фотон — свет. Каким он будет — красным или синим, — зависит от разности энергетических уровней, по которым прыгают электроны, то есть от состава полупроводника. Светодиоды на основе фосфида и арсенида галлия, применяемые с 60-х годов, излучают в красной, желтой и желто-зеленой областях спектра (см. «Химию и жизнь», 1999, № 5-6). Тем не менее долго не удавалось сделать светодиоды синего и зеленого света. Чтобы испустить синий свет, электронам надо перепрыгнуть самую большую энергетическую яму.

Согласно расчетам, такие энергетические ямы могли обеспечить полупроводниковые гетероструктуры на основе нитрида галлия. Однако проблема заключалась в

том, чтобы вырастить пленки из этого полупроводника высочайшего кристаллического качества. Обычно такие пленки выращивают, пропуская пары металлоорганического соединения над подложкой. Но по этой технологии пленки GaN получались не очень хорошие. Первое, что сделал профессор Накамура в 1990 году, это придумал новую технологию осаждения полупроводниковых пленок на подложке. Специалисты называют эту технологию Two-Flow MOCVD (Metal-Organic Chemical Vapour Deposition). Он стал пропускать реакционный газ не в одном, а в двух встречных направлениях. В результате получились пленки GaN неслыханного доселе высочайшего качества. Далее, манипулируя этими пленками и добавками индия, Накамура сумел создать полупроводниковые гетероструктуры, дающие яркий синий и зеленый свет. Эти структуры, как слоеный пирог, состоят из слоев полупроводника с разным типом проводимости — электронной и дырочной. Электроны движутся в одну сторону, дырки — в другую, а когда они встречаются, то при рекомбинации испускают фотон — синий свет. А если добавить в систему верхний слой, содержащий фосфор, который испускает красный и зеленый свет, то вместе с синим получается яркий белый. Ведь белый свет — это весь спектр длин волн. Так синий светодиод можно превратить в источник яркого белого света.

Не прошло и двух лет, как на основе полупроводников того же состава удалось создать и синий лазер. Для этого надо было кристалл полупроводника превратить в

«Я лишь хотел получить кандидатскую степень»

Как делаются открытия, за которые благодарное человечество готово подарить миллион евро?

Об этом главный редактор «Химии и жизни»

Любовь Стрельникова

беседует с профессором С.Накамурай

резонатор — сделать его стенки зеркальными, отражающими и концентрирующими свет внутри кристалла. Это был еще один технологический прорыв, имеющий непосредственное отношение к нам с вами. Еще недавно для записи на CD и DVD использовали лазеры на основе арсенида галлия. Синий лазер из нитрида галлия с вдвое меньшей длиной волны (405 нм) позволяет обеспечить в четыре-пять раз большую плотность записи информации на дисках. Нули и единицы, которые прожигает лазер на диске в виде точек и тире, стали заметно меньше. Благодаря синему лазеру на диске теперь можно уместить до 27 Гб информации. На рынке уже появились диски с пометкой Blue-Ray или HD-DVD, то есть диски с высокой плотностью записи информации (HD — high density). На основе синего светодиода профессор Накамура сделал ультрафиолетовый источник света. На пресс-конференции, проходившей перед церемонией награждения в Хельсинки, ученый показал журналистам компактный ручной стерилизатор воды. Он похож на большой пузырек с каплями от насморка, у которого вместо носика приделан длинный ультрафиолетовый светодиод. Опускаешь его в стакан воды, включаешь на короткое время, а потом можно спокойно пить обеззараженную воду.

Трудно оценить значимость изобретения профессора Накамуры. Светодиоды уже несут свет человечеству в панелях автомобилей, самолетов и бытовых приборов, в светофорах и уличных фонарях, в больших рекламных уличных экранах и елочных гирляндах, во вспышках камер и мобильных телефонов... Белые светодиоды уже затмили собой лампы накаливания по всем статьям. Они работают 100 тысяч часов в отличие от тысячи для обычной лампы накаливания, они не содержат никаких подвижных частей, стекла, нитей накаливания, они маленькие — стандартный размер 5 мм, им для работы требуется всего лишь батарейка в три вольта (значит, они могут питаться от солнечных батарей), они не греются и, в отличие от газоразрядных ламп, не содержат никаких токсичных компонентов вроде ртути. А главное — они преобразуют электричество в свет с 90%-ной эффективностью в отличие от ламп накаливания, у которых КПД, как у паровоза, — 5%. В США планируют к 2020 году полностью заменить обычные лампы накаливания на белые светодиоды. Это принесет колоссальную экономию электроэнергии, которую Департамент энергетики США оценивает в 98 млрд. долларов. Кроме того, это экономит природное топливо, на котором работают тепловые электростанции. А значит — уменьшится потребление нефти и выброс углекислого газа в атмосферу.

Так что премия «Миллениум» нашла своего достойного обладателя, который, без сомнения, улучшил качество нашей жизни. В дополнение к миллиону евро профессор Накамура получил приз — небольшую скульптуру «Пик» работы финского скульптора Хелены Хитанен. Эта миниатюрная волнистая и переливающаяся «гора» сделана из монокристалла кремния и обработана методом компьютерной литографии. По замыслу скульптора, эта композиция символизирует органичную связь между высокими технологиями и природой.

Профессор, знаете ли вы, что идея использовать полупроводники в качестве источника света пришла из России?

Нет, я не знал. А как это произошло?

В 1923 году инженер Лосев, который тогда работал в Ленинградском физико-техническом институте, заметил зеленатое свечение при прохождении небольшого тока через кристалл карбида кремния.

Спасибо, что рассказали мне об этом.

А кого вы считаете своими предшественниками?

Лео Исаки (Leo Esaki), который изобрел полупроводниковые сверхрешетки, и Херба Кромера (Herb Cromer), создавшего первые полупроводниковые гетероструктуры.

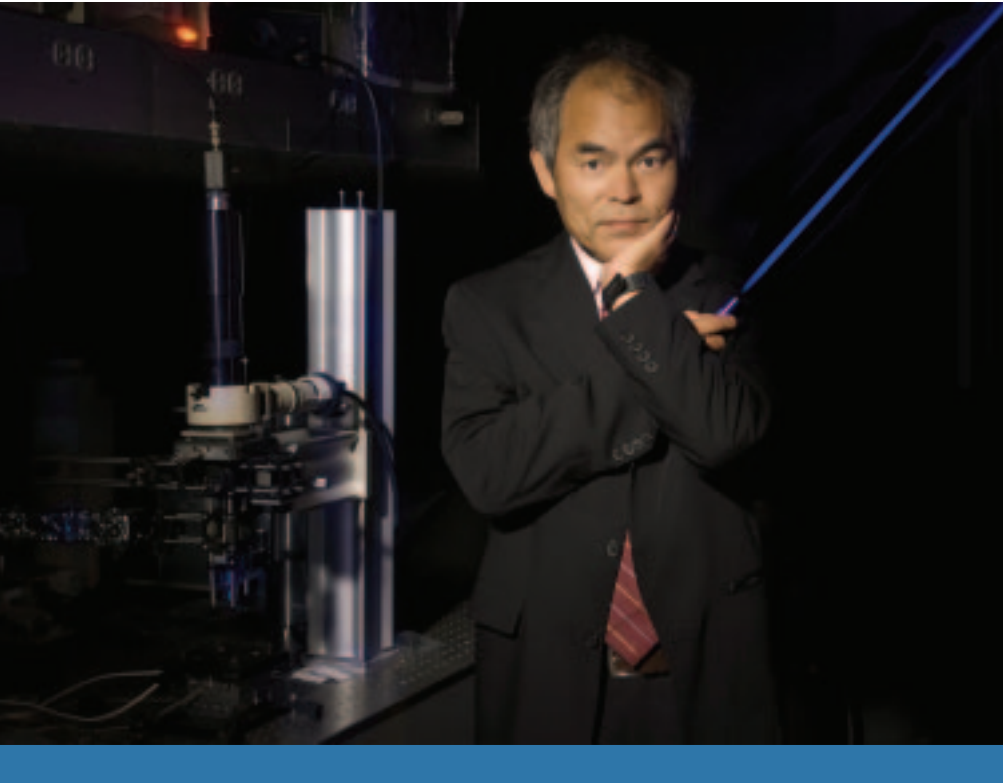
А почему вы решили заняться полупроводниковыми светодиодами?

Я закончил Университет в Токошима по специальности электронная инженерия, где изучал полупроводниковые технологии. Сразу после окончания университета в 1979 году я пошел работать в небольшую японскую компания «Ничия» и начал собственные исследования в области полупроводниковых технологий.

Но почему в качестве объекта исследования вы выбрали именно нитрид галлия?

Мне надо было опубликовать пару научных статей, чтобы получить степень PhD. Таковы правила в Японии. Поэтому в 1988 году я поехал на год в Америку приглашенным исследователем в Университет штата Флорида. Здесь я смог сориентироваться в мировых тенденциях. В то время очень многие исследователи во всем мире пытались получить светодиод, дающий яркий синий свет. И все работы крутились вокруг только двух типов полупроводниковых материалов. Большинство занималось селенидом цинка (ZnSe), и лишь единицы пытались сделать светодиод на основе нитрида галлия (GaN). Вот почему я выбрал нитрид галлия. Мне казалось, что опубликовать статью об исследованиях в этой малоконкурентной области будет значительно проще. В то время я даже и не думал, что смогу сделать синий светодиод. У меня не было ни денег, ни помощников, ни опыта,





ИНТЕРВЬЮ

Нет, я не получаю ни цента. Все мои патентные права принадлежат компании «Ничия», в которой я работал.

Сейчас вы работаете в Санта-Барбаре, в Университете Флориды. Почему вы уехали из Японии? В США больше понимания? Больше возможностей и денег?

В США больше свободы и равноправия. Япония, по существу, социалистическая страна. Там нет демократии, особенно в компаниях, университетах и академиях. В Америке мне нравится быть свободным в моей повседневной научной работе.

А почему вообще вы решили заниматься наукой?

Когда мне было 10–12 лет, я читал комиксы, которые назывались «Astro Boy». Астробой — это такой робот, которого сконструировал ученый — доктор Отяномицу для борьбы с плохими мальчишками и темными силами. И вот тогда я очень захотел стать таким же ученым, как Отяномицу, чтобы делать таких же роботов для борьбы со злом.

Какие тайны мироздания волнуют вас больше всего?

Как зародилась жизнь во Вселенной и действительно ли она расширяется.

Назовите три наиболее важных технологических изобретения человечества за последние пятьдесят лет.

Интегральные схемы, Интернет и фотоэлементы. Если лампочки накалывания заменить в квартирах на белые светодиоды, то платежи за электроэнергию будут смехотворными.

Когда белые светодиоды придут в каждый дом?

Одна крупная компания уже в ближайшее время начнет продажу белых светодиодов для освещения домов и квартир. Но пока цена относительно высока. Я думаю, полное обновление произойдет лет через десять.

вообще ничего. Мне нужно было лишь получить кандидатскую степень, которая очень важна для укрепления научного статуса.

Вы вернулись в свою компанию и продолжили исследования пленок из нитрида галлия. Как отнеслось руководство компании к такому выбору направления?

С самого начала основатель компании «Ничия» господин Нобуо Огава (Nobuo Ogawa) поддерживал все мои игры по созданию синего светодиода. Но после 1989 года менеджеры компании стали возражать против того, чтобы я продолжал исследования. Они считали их бесперспективными. Ведь если крупнейшие мировые компании и знаменитые университеты, работавшие в этой области, не добились успеха, то его тем более не видать нашей маленькой компании. Поэтому они считали бессмысленным тратить деньги. Мне запретили заниматься исследованиями в области синего светодиода. Но я проигнорировал этот приказ.

И уже через год добились успеха?

Да, в 1990 году я придумал новый способ, как выращивать пленки нитрида галлия. Это ключевое звено полупроводниковых технологий. Обычно пленки осаждают из паров металл-органических соединений, пропуская газ над подложкой. Я придумал, что реакционный газ надо пропускать не в одном направлении, а двумя встречными потоками. В результате получил пленки нитрида галлия высочайшего качества. Я сам был по-

трясен результатом. Впервые в своей жизни я поднялся на высочайшую ступеньку, вырвался в лидеры. Дальше, используя новую технологию осаждения пленок нитрида галлия, я сделал первый светодиод, дающий яркий синий свет. Это случилось в 1993 году, хотя могло бы произойти и раньше. Но тогда я был ограничен в возможностях работать и потому двигался вперед медленно.

Как в компании отнеслись к вашему открытию?

Поначалу там и не поняли всей его важности. Они даже не захотели выпустить пресс-релиз на эту тему. Но я все-таки заставил его подготовить и разослать. А дальше на компанию обрушился шквал поздравлений, восторженных откликов и предложений со всего мира. Вот тогда мои боссы и поняли, что же я сделал.

Вслед за ярким синим светодиодом вы сделали зеленый, ультрафиолетовый и белый светодиоды, а также синий лазер. Какие компании уже используют ваши изобретения для производства продукции?

Все полупроводниковые компании, крупные и мелкие, все компании, производящие мобильные телефоны и цифровые камеры, телевизионную и DVD-аппаратуру, приборы для оснащения самолетов и автомобилей, оборудование для освещения улиц, светодоры, большие уличные видеозкраны... Проще сказать, кто не использует.

И во всех случаях вы получаете положенное авторское вознаграждение – роялти?

