

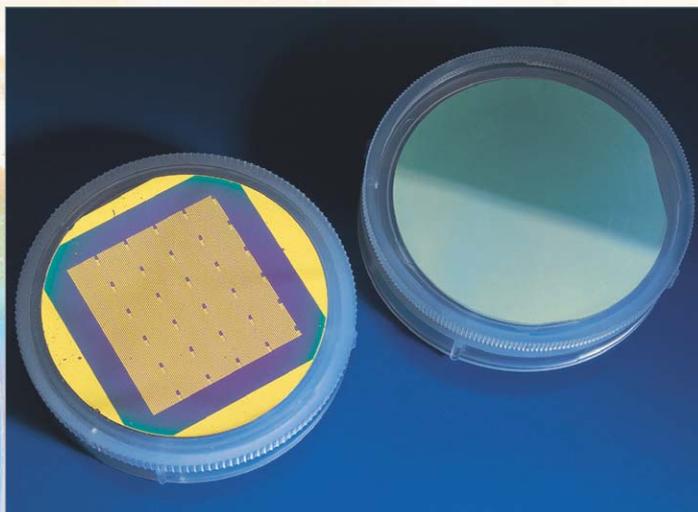


Синий лазер

# Век фотона

Супер-DVD емкостью 50 Гбайт, маленькие переносные лазерные принтеры, «бриллиантовое» телевидение и многие другие чудеса ожидают одного: появления синего лазера. Если прошедший век был веком электрона, то нынешнее столетие будет веком фотона.

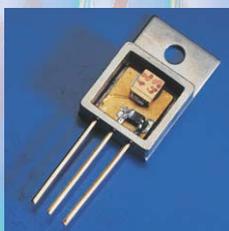
**О**хота за синим лазером полным ходом идет во всех исследовательских лабораториях мира. Его разрабатывают специалисты Panasonic, чтобы реализовать планы по замене DVD-дисков носителями буквально сказочного объема — 50 Гбайт. Toshiba уже продемонстрировала 30-гигабайтный носитель. Sony намеревается заполучить технологию для воспроизведения фильмов в формате мини-CD. Хегох «козачил» лучшие кадры исследователей, собранных в «Силиконовой долине», с тем, чтобы иметь компактный принтер с еще большим, »



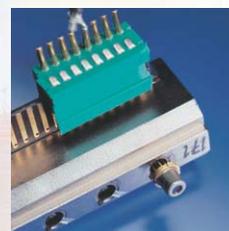
◀ Тысячи лазерных диодов можно получить с одной круглой двухдюймовой подложки



◀ Пластины сначала «разламываются» на заготовки, на которых в ряд располагаются лазерные диоды



◀ Корпус: чипы оснащены контактами, металл отводит тепло



◀ Детали: через контакты лазера устанавливается интенсивность его свечения в зависимости от области применения

» чем сейчас, разрешением. Пентагон уже «сделал ставку» на это «чудо-оружие», которое заставляет светиться невидимые глазом боевые отравляющие вещества, а также бактериальные средства — то, что составляет основу биологического оружия. Специалисты по защите окружающей среды могли бы контролировать с его помощью толщину озонового слоя. Синий лазер является наилучшим выбором, если пластмассы заменят стекловолокно в оптоволоконных линиях связи. Он должен совершить прорыв и в лазерном телевидении.

Это далеко не полный перечень того, где может найти применение синий лазер. Чтобы был понятен масштаб перспектив его использования, хочется сказать, что производство одних только носителей информации, использующих технологии синего лазера, которые придут на смену CD и DVD, — это многомиллиардный рынок.

### Более короткая длина волны

Для физиков цвет лазера означает вполне определенную длину излучаемой волны. У синего, например, она равна от 410 до 460 нм (для сравнения: длина волны у инфракрасного лазера — 780–850 нм, у красного — 650–670 нм). Меньшая длина волны и, соответственно, меньшая величина фокусного пятна позволяет синему лазеру сканировать намного более тонкие структуры (например, при записи и считывании информации), что делает его важнейшей технологией грядущих лет.

История работы над созданием синего лазера — одна из самых захватывающих страниц в современной науке. Терпение и дух первооткрывательства вывели в лидеры японцев, которые ныне стоят у порога на пути к промышленному применению голубых лазеров. В Германии благодаря объединению усилий ученых

из Фраунгоферовского института физики твердого тела, университетов Штутгарта, Брауншвейга, Ульма и Регенсбурга лазер также засветился голубым цветом. Это произошло в лаборатории OSRAM Semiconductors, которая стала в Германии центром изучения проблем создания синего лазера. Здесь-то и концентрируются все наработки немецких ученых, воплощаясь в практические решения. Кстати, ученые работают в рамках правительственного проекта, разработанного министерством по делам науки ФРГ. Следующим этапом работы лаборатории OSRAM Semiconductors должно стать создание промышленного образца. Но Европа очень сильно отстала от японских разработок.

Главная проблема, стоящая перед исследователями, — это совмещение абсолютно несовместимых друг с другом материалов, необходимых для создания лазерного диода. Их комбинация как раз и определяет длину волны, излучаемой лазерным диодом. Само же излучение генерируется за счет того, что приложенное к кристаллу напряжение заставляет соединиться заряженные частицы из различных слоев в электрически нейтральные атомы, что и приводит к высвобождению энергии.

Длина волны кроме всего прочего зависит еще от характеристики энергии этого физического процесса. В светодиодах свет излучается «напрямую», а в лазерных диодах он проходит через средний слой полупроводникового элемента, который представляет собой активную зону, многократно усиливающую излучаемую энергию.

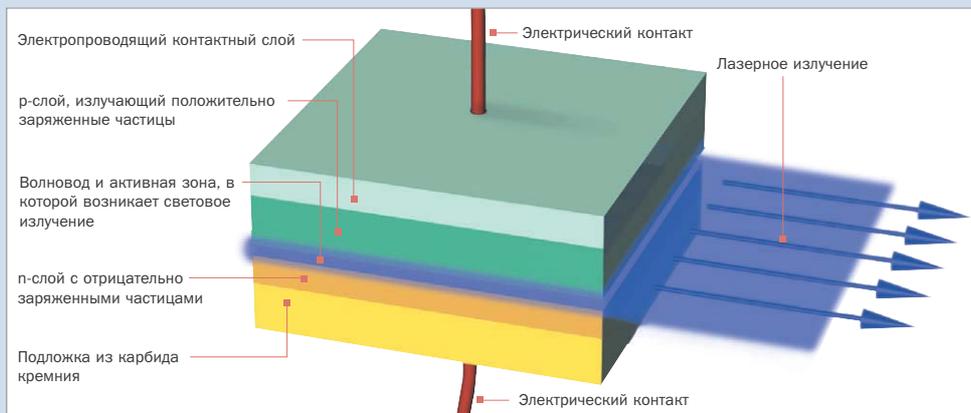
Получить синее свечение не так-то просто. Основная трудность заключается в подборе полупроводниковых систем, в которых носители зарядов совпадали бы таким образом, чтобы комбинация освобождающейся энергии дала нужную длину волны. Многие опыты не удались потому, что применявшиеся в качестве



## Устройство лазерного диода

### Слой за слоем к синему цвету:

Ввиду того, что для синего лазера комбинируются различные материалы, которые весьма непросто соединить вместе, создание пластины для него значительно затрудняется. Принцип: носители положительных зарядов из р-слоя и носители отрицательных зарядов из n-слоя комбинируются в нейтральные атомы, если к диоду приложить электрическое напряжение. При этом в активной зоне освобождается энергия, которая излучается в виде света (фотонов).



» лазерных диодов материалы имели разную структуру кристаллической решетки, не совпадавшую друг с другом. Вот уже в течение почти двух десятилетий ученые опробовали всевозможные комбинации, но результаты были неутешительные.

#### Исследования в тупике

В конце концов большинство ученых остановилось на комбинации цинка и селенида. Этот материал дает большие надежды, однако совершенно не пригоден для использования в бытовых устройствах из-за своей хрупкости и чувствительности к повышенной температуре. Тем не менее специалисты Sony изготовили уже в 1995 году на его основе первый прототип синего лазера и добились продолжительности его работы в течение 400 часов. А потом работа застопорилась, так как неустраняемые дефекты при выращивании кристаллов препятствовали дальнейшему прогрессу.

В то же время эксперименты велись и в другой японской фирме — Nichia Chemical. Там решили применить «убранный под сукно» нитрид галлия. До этого все попытки вырастить безупречный однокристалльный слой из этого материала были безуспешными, но физик Шуи Накамура из Nichia Chemical сумел преодолеть все препятствия, и в 1995 году его лаборатория озарилась первыми вспышками синего цвета. Ученый опубликовал результаты своих исследований, не позаботившись о каких-либо патентах. Несмотря на это, конкуренты (а их было немало: Sony, Fujit-

su, NEC, Toshiba, Pioneer, Matsushita, Xerox) так и не смогли обойти лидера в гонке за голубым лазером, хотя и тратили на исследования огромные деньги. Nichia увеличила к сегодняшнему дню продолжительность работы своего лазера до 10 тысяч часов и производит детали для него очень маленькими сериями, продавая их по заоблачным ценам.

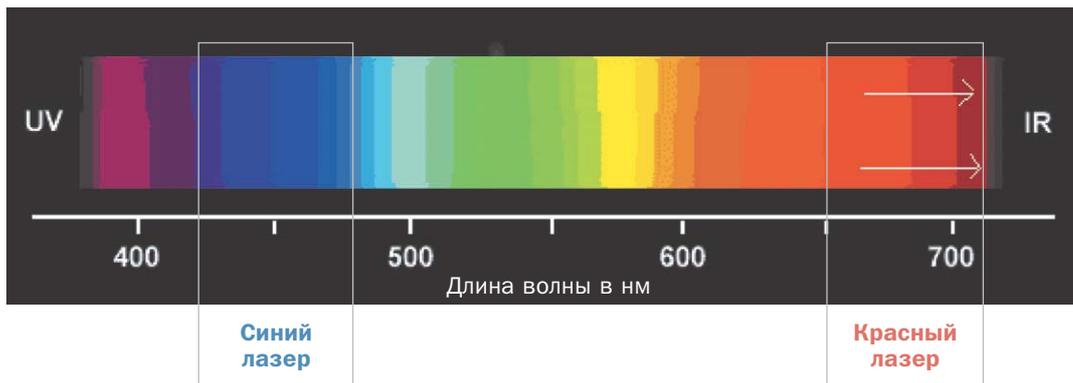
Успехи европейских ученых намного скромнее. Первый синий лазер заработал (в пульсирующем режиме) лишь в 1999 году. А лазер непрерывного свечения был создан лишь в начале 2001 года.

#### Трудный путь к идеальному чипу

Лазерные диоды изготавливаются из полупроводниковой пластины диаметром 2 дюйма. Карбид кремния (SiC) используется в качестве подложки, на которой выращивается слой за слоем полупроводник нитрид галлия. Методика его выращивания постоянно совершенствуется вплоть до применения обычной на сегодняшний день эпитаксии из газовой фазы. Из-за того, что кристаллические решетки карбида кремния и арсенида галлия не совсем совпадают, часто случаются ошибки, которые сводят на нет все результаты работы.

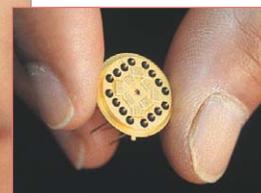
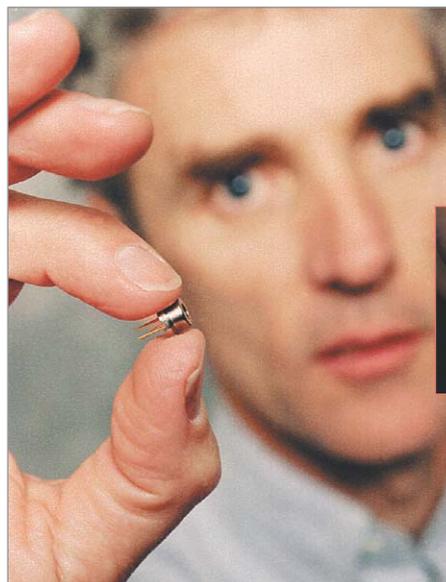
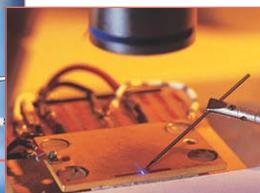
Пластина из карбида кремния изготавливается в несколько этапов. Синий цвет лазеру придает тонкая пленка галлий-индиевого нитрида (GaInN). Долгое время не удавалось решить про- »

Коротковолновое излучение: синий лазер имеет длину волны значительно меньшую, чем красный или инфракрасный





◀ Прорыв: Osram получила в своей лаборатории синий лазер



◀ Революция: директор лаборатории Хегох Росс Бринганс демонстрирует основу для принтера «на одной микросхеме»

» блему создания положительно проводящего слоя в данной системе. В конце концов нужный результат был достигнут добавлением в качестве свободных носителей зарядов атомов магния. Их количество, однако, должно быть строго рассчитано, чтобы не оказать влияния на другие свойства материала.

Изготовить пластину со всеми слоями — это только полдела. После этого из нее в лаборатории изготавливаются диоды (из одной пластины их можно получить около 10 тысяч). Еще одна проблема заключается в том, что нитрид кремния по прочности — второй после алмаза материал. Поэтому «разломить» пластину в нужном направлении на «заготовки» не так-то просто. Кстати, уже на этой стадии можно проверить работоспособность заготовок, приложив к ним сначала напряжение мощностью 40 Вт (для накачки), а затем уже — менее 1 Вт.

Еще одна проблема, требующая своего решения, — это охлаждение диода, так как его нагрев отрицательно влияет на работоспособность лазера. Ученые из Регенсбурга лишь в прошлом году сумели создать лазер, работающий при комнатной температуре. Ему теперь не нужны громоздкие системы охлаждения. Но если Европа сильно отстала от лидеров, то Россия отстала безнадежно. Так на данный момент в нашей стране не ведется работ по созданию синих лазерных диодов. Существуют экспериментальные образцы синих лазеров, но это громоздкие устройства, выполненные по другой технологии, неспособные найти применение

в серийном компьютерном оборудовании, таком как, например, CD-привод.

### Перспективы

Компания Panasonic заявила о своем намерении использовать синий лазер для создания двухслойного оптического диска емкостью 50 Гбайт — это в 10 раз больше емкости нынешних DVD-дисков. Кроме того, речь идет и об увеличении втрое скорости передачи данных.

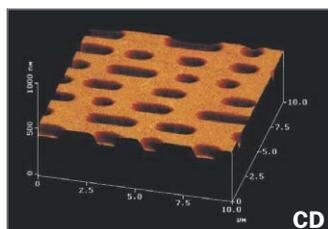
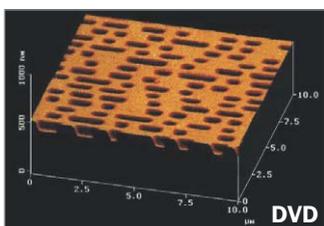
В исследовательском центре корпорации Хегох (Пало-Альто, штат Калифорния) работа над лазерными диодами имеет давнюю традицию. Положительные результаты достигнуты и по проблеме синего лазера. Его применение вместо инфракрасного позволило бы уменьшить размер печатаемой точки в два раза, что автоматически повысило бы качество печати. «Благодаря переходу на новую технологию стандартное разрешение принтеров сразу же возросло бы до 1200 dpi», — говорит Росс Бринганс, руководитель лаборатории электронных материалов исследовательского центра Хегох.

Использование коротковолнового лазера для увеличения разрешения лазерных принтеров — это лишь одна из целей корпорации. В перспективе — создание принтера на одной-единственной микросхеме, в которую будут интегрированы как сам лазерный диод, так и оптическая система.

В более отдаленной перспективе возможно создание лазеров класса high-end, в которых взаимодействовали бы около 1000 отдельных лазерных диодов. Причем вся эта система, включая и микроскопическое зеркало, должна уместиться на кончике пальца. Применение синего лазера позволит также сделать принтеры очень маленькими по размеру (и даже переносными).

В то время, как синий лазер только улучшает качество имеющихся принтеров и носителей информации, в других областях, например в телевидении, он мог бы совершить настоящий прорыв. Первые прототипы лазерных телевизоров были созданы почти десять лет назад, но из-за своих размеров и цены они пока не находят применения в быту. Эффективные лазерные диоды основных цветов могли бы принести эти замечательные устройства и в наши квартиры. **СНП**

Данные под микроскопом: ▶ с CD-диска инфракрасный лазер способен прочитать 650 Мбайт информации



▶ Красный лазер с DVD-диска способен прочитать уже 4,5 Гбайт информации. Синий лазер сможет читать носители с большей плотностью записи