

Властелины закольцованного света

Кремниевая фотоника переживает эпоху Ренессанса – громкие анонсы из лабораторий Intel следуют один за другим.

Прошло всего три года с момента объявления Intel о создании первого в мире гибридного лазера непрерывного действия на основе кремния по стандартной полупроводниковой технологии Intel. И вот в конце февраля 2008 г. в престижном научном издании Nature Photonics была опубликована статья «Каскадный кремниевый лазер на основе эффекта Рамана», явившая миру очередной прорыв инженеров Intel в области кремниевой фотоники. Инженеры корпорации продемонстрировали действующий образец каскадного кремниевого лазера на основе эффекта Рамана, способного усиливать излучение лазера на другой длине волны, что уже сегодня может применяться для исследования содержания газов и водяных паров в атмосфере в экологических и промышленных целях.

А началось все в тот момент, когда исследователи корпорации Intel и Калифорнийского университета в Санта-Барбаре смогли объединить светоизлучающие способности фосфида индия со способностью кремния проводить свет и создали единый гибридный кристалл, при приложении напряжения к которому элементы из фосфида индия начинали генерировать поток фотонов – свет с определенной длиной волны, передающийся по кремниевому волноводу и образующий непрерывный лазерный луч. Конструкция волновода имела существенное значение для того, чтобы обеспечить необходимую производительность и длину волны такого лазера. Таким образом был разработан первый в мире гибридный лазер, для изготовления которого использовались стандартные для кремниевых микросхем производственные процессы.

Важнейшим технологическим приемом при производстве таких устройств являлось использование низкотемпературной кислородной плазмы (электрически заряженного газообразного кислорода) для создания тонкой окисной пленки толщиной всего около 25 атомов на поверхностях обоих материалов. При нагревании и прижимании двух материалов друг к другу слой окиси выполняет функцию «прозрачного клея», обеспечивая сплавление фосфида индия и кремния в единый кристалл.

Разработка гибридного лазера была подкреплена другими достижениями корпорации Intel на пути выполнения ее долгосрочной исследовательской программы по созданию устройств кремниевой фотоники с использованием стандартных производственных процессов. В 2004 году исследователи корпорации Intel впервые продемонстрировали кремниевый оптический модулятор с полосой пропускания более 1 ГГц, что в 50 раз превышало возможности предыдущих образцов кремниевых модуляторов. В 2005 году инженеры Intel также впервые продемонстрировали, что кремний может служить для усиления потока фотонов при использовании внешних источников света. Это позволило создать однокристалльный лазер с постоянной длиной волны на основе эффекта Рамана.

Суть эффекта Рамана состоит в том, что при поглощении фотонов атомами, из которых образован кристалл, вторичное излучение состоит из фотонов с большей длиной волны. Иными словами, подпитывая лазер потоком фотонов с одной длиной волны, луч лазера можно усиливать практически на любой другой длине волны – это особенно важно при повышении спектральной плотности линий связи. Другое достоинство такого лазера - невысокий по сравнению с традиционными лазерами уровень тепловых потерь. Рамановские лазеры и оптические усилители уже довольно давно применяются в индустрии оптических коммуникаций, однако там для достижения необходимого коэффициента усиления требуются километры оптоволокон. В кремнии же данный эффект проявляется примерно в 10 000 раз сильнее. Наконец, индивидуальная сборка и настройка лазеров на основе фосфида индия, которые сегодня широко применяются в телекоммуникационном оборудовании, стоят дорого и создают препятствия на пути организации бюджетного серийного производства таких устройств для нужд цифровой индустрии.

До лазера, созданного в лабораториях Intel, рамановское усиление в кремниевых структурах удавалось получить лишь для очень коротких импульсов - не более нескольких наносекунд. Проблема в том, что электроны, освобождаемые энергией проходящего сквозь кристалл излучения, сами же и поглощают это излучение. Для преодоления проблемы «двухфотонного поглощения» была использована специфическая

полупроводниковая методика – на пути лазерного луча создавались области с положительным зарядом, оттягивающие «паразитные» электроны.

В первом кремниевом рамановском лазере Intel входные длины волн фотонов составляли от 1548 до 1558 нм с интервалом 2 нм; длина волны выходного излучения находилась в диапазоне от 1683 до 1696 нм. Суть нового, нынешнего изобретения Intel – каскадного гибридного лазера на основе эффекта Рамана - состоит в том, что выходное излучение можно вновь направить на подпитку того же самого лазера, и его длина волны на выходе опять увеличится, на сей раз уже до 1850 нм, а при третьем проходе – до 2050 нм и так далее. Инженеры Intel продемонстрировали двухкаскадный образец, однако не за горами создание образцов и с большим числом каскадов (теоретически их число можно довести до шести).

Каскадные рамановские лазеры уже довольно давно известны, однако до сих пор они делались на основе оптических волокон, где с увеличением длины волны излучения резко возрастают потери. В кремниевом же лазере можно обеспечить небольшие потери энергии излучения при возрастании длины волны вплоть до 6000 нм, или 6 микрон. Кроме того, кремниевые лазеры дешевле, не боятся нагрева и вообще – прочнее и устойчивее.

Но самое главное достоинство каскадного лазера – то, что перевод выходной длины волны лазера в диапазон 1850 нм позволяет использовать устройство в качестве анализатора содержания различных газов и водяных паров в атмосфере. Например, характерная линия поглощения для водяного пара находится в области 1847 нм, а для метана – в области 1687 нм. Лазеры, работающие в диапазоне длин волн около 2 микрон, были известны и раньше, но до открытия Intel это были громоздкие и дорогие приборы, а теперь их цена и размеры уменьшились в тысячи раз, не говоря уже о других преимуществах. Имея в своих руках дешевое и простое устройство на основе кремниевого каскадного лазера, можно мерить содержание одновременно метана и водяного пара в атмосфере. Это пригодится и для контроля окружающей среды, и для биохимических анализов, и для оценки промышленного производства. Особенно полезным это изобретение видится в свете нарастающего интереса к проблемам глобального потепления, ведь выброс единицы объема метана в атмосферу Земли сказывается на «парниковом эффекте» в 25 раз сильнее, чем выброс такого же количества двуокси углерода.

Наконец, революционное достижение Intel позволит устранить еще одну из преград на пути создания недорогих устройств на базе кремниевой фотоники, обладающих высокой пропускной способностью. Такие устройства смогут обеспечить эффективные внутренние и внешние соединения, которые будут использоваться при создании компьютеров и центров обработки данных будущего. Уже сегодня Intel совместно с кафедрой электротехники и вычислительной техники Калифорнийского университета в Санта-Барбаре работает с материалами на базе фосфида индия для создания новаторских оптоэлектронных устройств с пропускной способностью до 160 Гбит/с, а также разрабатывает технологии соединения разнородных материалов, которые позволят создавать новые электронные устройства с улучшенной производительностью.

Автор: Артур Скальский © Babr24.com НАУКА И ТЕХНИКА, МИР 2049 28.03.2008, 16:33 150
URL: <https://babr24.com/?ADE=44450> Bytes: 7345 / 7345 Версия для печати Скачать PDF

 [Порекомендовать текст](#)

Поделиться в соцсетях:

Также читайте эксклюзивную информацию в соцсетях:

- [Телеграм](#)

- [ВКонтакте](#)

Связаться с редакцией Бабра:

newsbabr@gmail.com

НАПИСАТЬ ГЛАВРЕДУ:

Телеграм: [@babr24_link_bot](https://t.me/babr24_link_bot)

Эл.почта: newsbabr@gmail.com

ЗАКАЗАТЬ РАССЛЕДОВАНИЕ:

эл.почта: bratska.net.net@gmail.com

КОНТАКТЫ

Бурятия и Монголия: Станислав Цырь

Телеграм: @bur24_link_bot

эл.почта: bur.babr@gmail.com

Иркутск: Анастасия Суворова

Телеграм: @irk24_link_bot

эл.почта: irkbabr24@gmail.com

Красноярск: Ирина Манская

Телеграм: @kras24_link_bot

эл.почта: krasyar.babr@gmail.com

Новосибирск: Алина Обская

Телеграм: @nsk24_link_bot

эл.почта: nsk.babr@gmail.com

Томск: Николай Ушайкин

Телеграм: @tomsk24_link_bot

эл.почта: tomsk.babr@gmail.com

[Прислать свою новость](#)

ЗАКАЗАТЬ РАЗМЕЩЕНИЕ:

Рекламная группа "Экватор"

Телеграм: @babrobot_bot

эл.почта: equatoria@gmail.com

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО:

эл.почта: babrmarket@gmail.com

[Подробнее о размещении](#)

[Отказ от ответственности](#)

[Правила перепечаток](#)

[Соглашение о франчайзинге](#)

[Что такое Бабр24](#)

[Вакансии](#)

[Статистика сайта](#)

[Архив](#)

[Календарь](#)

[Зеркала сайта](#)