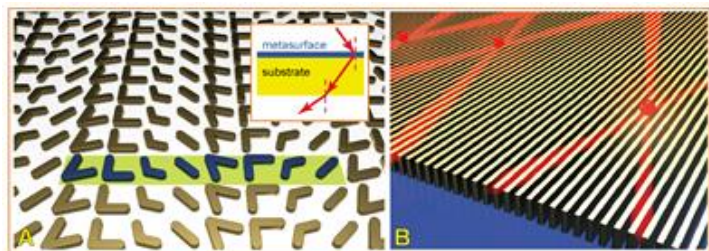


14 Марта, 2013 г.

'Метаповерхности' - предвестники новых оптических технологий



Слева на рисунке (часть А) показана матрица нано-антенн, представляющая собой пример плазмонной метаповерхности. Ее использование возможно в ряде приложений, включая применение ее в качестве гипер-линзы с целью повышения разрешающей способности оптических микроскопов, в некоторых случаях до 10 раз.

Справа на рисунке (часть Б) схематически изображена так называемая "гиперболическая метаповерхность" - миниатюрная металлическая решетка, используемая для увеличения скорости испускания фотонов квантовыми излучателями. Область ее применения - квантовые информационные системы, включая квантовые компьютеры, потенциально намного более мощные, чем современные компьютеры. [Посмотреть увеличенный рисунок ...](#)

Компьютерных Технологий Университета Пурдю. Он также сказал: "Я думаю, что мы знаем достаточно для того, чтобы реально начать разработку прототипов функциональных элементов и систем для некоторых приложений."

Возможности метаповерхностей описаны в статье, появившейся в Пятницу (14.03.2013) в журнале Science. Статья написана А. Килдишевым; Александрой Болтасевой, Ассистент-Профессором Факультета Электронных и Компьютерных Технологий Университета Пурдю и Владимиром Шалаевым, Научным Руководителем направления Нанопотоника Центра Нанотехнологий имени М. Бёрка Университета Пурдю и Заслуженным (Distinguished) Профессором того же Университета.

Метаповерхности представляют собой очень тонкие пленки метаматериалов - структур состоящих из элементов таких, как нано-антенны или чередующиеся нано-слои различных материалов - которые позволяют управлять поведением света с беспрецедентной точностью. Мета-материалы, разрабатываемые учеными и инженерами в течение последних 15 лет, обязаны своими уникальными свойствами проектированию и изготовлению с нано-метровой точностью.

Нанопотонные оптические интегральные схемы могут использовать коллективные движения электронов - поверхностные плазмоны - для управления прохождением света с нано-метровой точностью через функциональные элементы и системы, с размерами намного меньшими чем размеры обычных лазеров.

ЗАПАДНЫЙ ЛАФАЙЕТ, Идиана - Новые оптические технологии, использующие метаповерхности, способные контролировать свет с ультра-высокой эффективностью, приближаются к стадии коммерциализации с возможными приложениями, включающими улучшенные солнечные батареи, компьютеры, телекоммуникации, датчики и микроскопы.

"Метаповерхности могут сделать возможными функциональные элементы "планарной фотоники" и оптические переключатели, достаточно миниатюрные для того, чтобы быть интегрированными в компьютерные чипы для обработки информации и телекоммуникаций," сказал Александр Килдишев, Профессор-Исследователь Факультета Электронных и

Метаповерхности создаются с использованием электронно-пучковой литографии или резки сфокусированным ионным пучком, и они могут быть сделаны из материалов, совместимых с существующими полупроводниковыми технологиями и процессами.

"Это - одна из привлекательных черт мета-поверхностей," сказал Килдишев. И далее, "Если мы используем определенные типы плазмонных материалов, они могут быть интегрированы в существующие полупроводниковые процессы. Это означает, что коммерциализация приложений, использующих метаповерхности, в настоящее время практически возможна".

Плазмонные метаматериалы перспективны в плане разработки различных новых приложений, среди которых гипер-линза, которая может повысить на порядок разрешающую силу оптических микроскопов; улучшенные химические сенсоры и свето-собирающие элементы для солнечных батарей; компьютеры и потребительская электроника, использующие свет вместо электронных сигналов для обработки информации; маскировка объектов путем проведения света в обход объекта для того, чтобы сделать его невидимым.

Метаповерхности могут быть соединены с тонкими (толщиной в один атом) слоями углерода, называемыми графеном. "При приложении электрического напряжения к образцу графена, его оптические свойства изменяются. Если образец графена приведен во взаимодействие с метаповерхностью, при приложении напряжения оптические свойства метаповерхности также сильно изменяются," сказал Килдишев.

Метаповерхности могут сделать возможным использование фотонов - элементарных частиц света - для логических переключений и формирования маршрутов прохождения (routing) информации через функциональные элементы и системы в компьютерах будущего. В то время как использование фотонов сделало бы компьютеры и телекоммуникации намного более быстрыми, обычные фотонные функциональные элементы не могут быть "встроены" в интегральные микросхемы, так как размер этих элементов ограничен снизу длиной световой волны.

"Нано-структурированные метаматериалы, однако, позволяют уменьшить длину световой волны, открывая возможность создания новых типов сверх-миниатюрных фотонных устройств," сказал Шалаев.

Некоторые из новых материалов могут найти применение в приложениях для ближней инфракрасной области спектра - спектрального диапазона, важного для телекоммуникаций и волоконной оптики. Другие материалы более приспособлены для работы в видимом диапазоне.

В отличие от природных материалов, метаматериалы могут обладать показателем преломления, меньшим единицы или даже нуля. Эффект преломления наблюдается когда электромагнитные волны, в том числе - свет, проходят через границу раздела двух оптических сред. Это приводит, например, к "эффекту переломленной палки в воде". Возможность изготовления материалов с отрицательным показателем преломления или с показателем преломления, лежащим в интервале между нулем и единицей, обещает существенные "прорывы" в новой области науки о свете, называемой трансформационной оптикой.

Разработка новых технологий, использующих метаматериалы, сдерживается двумя важными факторами: 1) слишком большая часть энергии света оказывается "потерянной", или поглощенной

металлами, такими как золото и серебро, входящими в состав метаматериалов; и 2) материалы должны быть чрезвычайно точно "настроены" так, чтобы они имели требуемый показатель преломления. Сверх-тонкие метаповерхности, изготовленные из новых плазмонных материалов с малыми оптическими потерями, могут помочь в преодолении этих препятствий.

"Ученые работают над тем, чтобы заменить золото и серебро в метаматериалах веществами, полученными путем придания полупроводникам металлических свойств за счет добавления к ним металлических примесей или путем добавления неметаллических примесей к металлам, по существу превращая их в "менее металлические" вещества. Примеры таких материалов - прозрачные проводящие оксиды и нитрат титана," сказала Болтасева.

Текст подготовил: Емил Венере, 765-494-4709, venere@purdue.edu

Информация предоставлена:

Александром Килдишевым, 765-496-3196, kildishev@purdue.edu

Владимиром Шалаевым, 765-494-9855, shalaev@ecn.purdue.edu

Александрой Болтасевой, 765-494-0301, aeb@purdue.edu

Перевел на Русский язык: Владимир Яхнин, viakhnine@nanometatech.com