**Сибирские физики нашли способ многократно увеличить эффективность фотодетекторов и излучателей в инфракрасном диапазоне**

Об [этом рассказал](https://youtu.be/sy4oWQA4d3w?t=11176) президент Российской академии наук академик Александр Сергеев на общем собрании РАН. Ученые Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН разработали наноструктуры с квантовыми точками «германий в кремнии» с контролируемыми параметрами и модифицировали эти структуры металлическими метаповерхностями. Свойства получившихся многослойных нанообъектов позволяют в десятки раз увеличить чувствительность фотодетекторов и эффективность излучателей света для ближнего и среднего инфракрасного диапазонов длин волн. Инфракрасные фотодетекторы и излучатели применяются в системах волоконно-оптической связи, приборах ночного видения.

В исследовательской работе принимали участие специалисты Новосибирского государственного университета, Томского государственного университета, Научно-практического центра по материаловедению НАН Беларуси. Результаты опубликованы в журналах [Scientific Reports](https://www.nature.com/articles/s41598-020-64098-x), [Journal of applied physics](https://aip.scitation.org/doi/full/10.1063/5.0023249), [Физика и техника полупроводников](https://journals.ioffe.ru/issues/2059), [Письма в ЖЭТФ](http://jetpletters.ru/ps/2333/article_34679.shtml).

«*Он* (научный результат ― прим. авт.) *получен в Институте физики полупроводников СО РАН. Там были созданы гетероструктуры, где на подложках кремния с квантовыми точками германий-кремний были добавлены двумерные периодические массивы металлических нанодисков из золота или алюминия. Оказывается, такая структура имеет уникальные светоизлучающие и детектирующие* (сенсорные ― прим. авт.) *характеристики благодаря возникновению сильных плазмонных эффектов. С учетом этих явлений удалось повысить квантовую эффективность фотоприемников на основе новых гетероструктур в 40 раз в ближнем инфракрасном диапазоне и в 15 раз ― в среднем инфракрасном диапазоне»*, ― отметил президент РАН.

**Александр Михайлович Сергеев** добавил, что у результатов большая практическая значимость, так как для изготовления таких структур можно использовать развитую кремниевую технологию. Именно кремниевая технология позволяет выпускать современные производительные гаджеты и компьютеры.

Полупроводниковые излучатели и фотоприемники в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах используются в системах волоконно-оптической связи, для мониторинга земной поверхности из космоса, наблюдения за космическими объектами. При создании полупроводниковых излучателей и фотоприемников для инфракрасного диапазона в основном применяются соединения А3В5 (например, арсенид галлия, арсенид галлия-индия). Но эти соединения весьма сложно синтезировать на кремниевых подложках, в отличие вышеописанных структур с квантовыми точками «германий в кремнии».

«*Мы давно работаем со структурами “германий-кремний” и умеем создавать упорядоченные, строго контролируемые массивы квантовых точек, “способные” к детектированию и излучению света в инфракрасном диапазоне. Объединив нашу технологию с последними достижениями в области плазмоники, мы добились многократного увеличения фотолюминисценции германий-кремниевых квантовых точек.*

*Структуры с квантовыми точками “германий в кремнии” создавались на основе методов формирования упорядоченных ансамблей квантовых точек для усиления поглощения или излучения света полем упругих деформаций и введением локальных уровней в квантовые точки. Затем эти структуры с квантовыми точками были сопряжены с двумерными периодическими металлическими решетками субволновых нанодисков, либо отверстиями в металлической пленке. Металлические нанодиски и отверстия в металлической пленке выступали в качестве метаповерхностей, позволяющих преобразовать внешнее электромагнитное излучение в поверхностные плазмон-поляритонные волны»*, — прокомментировал соавтор исследования, заведующий лабораторией ИФП СО РАН член-корреспондент РАН **Анатолий Васильевич Двуреченский.**

Компоненты плазмоники и метаматериалов совместимы с электронными микросхемами благодаря используемым в плазмонике субволновым размерам и электропроводящим материалам. Поэтому плазмонные наносхемы обладают высоким потенциалом в минитюаризации интегрированных фотонных схем, обеспечивая связь между электроникой и фотоникой.

Квантовые точки — трехмерные фрагменты нанометровых размеров полупроводника, в котором носители заряда (электроны или дырки) локализованы и не могут свободно двигаться во всех направлениях. Воздействуя на квантовую точку переменным электрическим полем, можно обеспечить испускание фотонов: так устроены миниатюрные источники излучения, либо протекание электрического тока электронов, последнее используется в фотодетекторах.

Плазмон ― псевдочастица, квант (неделимая порция) колебания свободных электронов в металле. Плазмонный эффект (резонанс) ― резонансные колебания электронов в металлических пленках, длина волны которых определяется строением пленки и диэлектрической функцией используемых металлов.

Работа проводилась в рамках проекта–«стомиллионника»: «[Квантовые структуры для посткремниевой электроники»](https://www.isp.nsc.ru/sobytiya/novosti?task=view&id=2946), победившего в конкурсе Минобрнауки России. Исследования поддержаны Российским научным фондом (проект № 19-12-00070) и Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 18-52-00014).

Пресс-служба ИФП СО РАН

Иллюстрации предоставлены Анатолием Двуреченским

1. Схематическое изображение массива металлических нанодисков Au или Al на поверхности структуры кремий-на-изоляторе с квантовыми точками германия;
2. Поперечный разрез фотодетектора c регулярным массивом нанодисков золота или алюминия на структурах кремний-на-изоляторе.
3. Типичные изображения в сканирующем электронном микроскопе золотых (слева) и алюминиевых (справа) нанодисков на поверхности кремния с указанным масштабом длины 500 nm.

Дмитриева Надежда Валерьевна, пресс-секретарь ИФП СО РАН presse@isp.nsc.ru, pressemicond@gmail.com
89133736776