

Светодиоды вторглись в ультрафиолетовый диапазон

Японские физики создали светодиод, излучающий свет с самой короткой длиной волны в ультрафиолетовом диапазоне. Это важный шаг на пути создания источников коротковолнового излучения, которые можно будет использовать в медицинских исследованиях и технологии фотолитографии, в системах для обеззараживания и очистки воды и устройствах для химического анализа среды.

Доктор Йошитака Таниясу (Yoshitaka Taniyasu) и его коллеги из исследовательской лаборатории Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT) создали диод на основе нитрида алюминия, который излучает свет в ультрафиолетовом диапазоне с длиной волны 210 нм.

Принцип работы светоизлучающих диодов (LED) основан на p-n переходе между двумя типами полупроводников: полупроводника n-типа, в котором ток переносится электронами, и полупроводника p-типа, в котором ток переносится положительно заряженными дырками. При прохождении электрического тока через p-n переход электроны и дырки рекомбинируют, излучая свет. Вслед за синезелеными светодиодами на основе нитридов алюминия, индия и галлия в начале 1990-х годов появились светодиоды трех основных цветов - красного, зеленого и синего, - которые нашли широкое применение в производстве дисплеев и осветительной аппаратуры. Большой вклад в области усовершенствования светоизлучающих диодов внесли советские ученые, в том числе нобелевский лауреат Ж. И. Алферов.

Светодиоды, основанные на нитриде индия-галлия, излучают свет в видимом диапазоне, а диоды на основе нитрида алюминия-галлия и нитрида алюминия излучают в ультрафиолетовом диапазоне. Однако при увеличении количества алюминия в сплаве затрудняется процесс легирования материала. Легирование необходимо для улучшения электронных свойств полупроводниковых материалов, при этом происходит увеличение количества носителей заряда. Сам по себе нитрид алюминия также трудно легировать, поскольку он имеет самую широкую среди полупроводников запрещенную зону – 6 эВ – и, по существу, является диэлектриком.

Д-р Таниясу и его коллеги преодолели эту проблему, несколько изменив стандартные условия производства этого соединения. Нитрид алюминия обычно содержит много кристаллических дефектов и большое количество примесей. С помощью нового метода можно получать нитрид алюминия очень высокого качества, в котором примеси n- и p-типа строго контролируются. Тем самым достигается проводимость n- и p-слоев, достаточная для того, чтобы электроны и дырки могли рекомбинировать, излучая свет.

Новый светодиод имеет многослойную структуру - слой нелегированного нитрида алюминия помещен между слоями полупроводников n- и p-типа. Когда через эту структуру проходит электрический ток, она производит ультрафиолетовое излучение с длиной волны 210 нм.

«Прибор может быть использован для биомедицинских исследований и очистки воды, - комментирует p-р Таниясу. - Кроме того, легкие источники коротковолнового излучения требуются для улучшения разрешения в фотолитографии и химического анализа среды на предмет содержания токсичных веществ».

Чтобы перейти к практическим разработкам на основе нового светодиода, необходимо сперва повысить его эффективность и мощность, по крайней мере, в 1 млн. раз. Сейчас мощность светодиода составляет всего 0,02 мВт. Для сравнения, мощность современных светодиодов составляет от 1 до 10 мВт. Ученым также предстоит уменьшить напряжение, при котором работает светодиод. Для такого прибора 25В – слишком высокое напряжение.