

Секция «Терагерцовый и радиоволновой контроль»

Руководитель: Шубочкин А.Е.

В рамках 11-ой секции «Терагерцовый и радиоволновой контроль» специалистами Научно-технического центра уникального приборостроения РАН в содружестве с МГУ им. М.В. Ломоносова, Новосибирским государственным университетом и Институтом ядерной физики им. Г.И. Будкера были представлены работы освещающие современное состояние и перспективы развития методов плазмонной интерферометрии и структуроскопии терагерцового (ТГц) и инфракрасного (ИК) диапазонов.

В работе Никитина А.К., Герасимова В.В. и Князева Б.А. показано, что при использовании такой разновидности электромагнитных волн, как поверхностные плазмон-поляритоны (ППП) терагерцового диапазона, контроль состояния поверхности и определение наличия на ней неоднородностей возможен на металлических изделиях большой площади с высокой чувствительностью. Авторами представлена схема устройства позволяющего обнаруживать неоднородности размером в сотую долю длины волны, т.е. ~ 1 мкм. Впервые были озвучены результаты реализации загоризонтной локации не в радио-, а в ТГц диапазоне. Загоризонтные ТГц ППП локаторы могут найти применение в оптико-механической промышленности для локализации объектов на выпуклой механической поверхности с ограниченным доступом к ней; в авиации для обнаружения обледенения; в инженерии и научных исследованиях для зондирования объектов, находящихся в зоне воздействия агрессивных газовых сред или ионизирующего излучения.

Хитров О.В. и Никитин А.К. предложили схему интерферометра Майкельсона с использованием полиамидной пленки вместо уголкового зеркала, позволяющего определить обе части комплексного показателя преломления ТГц ППП (по периоду интерферограммы и по изменению ее видимости, контраста) при контроле плоской поверхности металлических изделий. Данная схема позволяет снизить интенсивность порождаемых при делении пучка ТГц ППП паразитных объемных волн.

Доклад Поликарповой Н.В. и Никитина А.К. был посвящен изучению акустических, фотоупругих и оптических свойств монокристаллических сред в ТГц диапазоне волн (от 40 до 100 мкм) для определения зависимости характеристик устройств использующих акустооптический (АО) эффект, состоящий в дифракции электромагнитного излучения на ультразвуке. Показано, что при использовании лазера на свободных электронах (ЛСЭ) с помощью ячейки Голея и синхронного детектирования можно уверенно регистрировать дифрагированное излучение монокристаллических сред: антимионида алюминия (AlSb), германия (Ge), арсенида галлия (GaAs), кремния (Si) и фосфида галлия (GaP). Полученные авторами результаты позволяют выбрать оптимальную среду АО взаимодействия для создания модуляторов и фильтров ИК и ТГц излучения, а также определить размеры кристалла, необходимые для требуемых характеристик АО устройств.

Работа Хасанова И.Ш. посвящена усовершенствованию метода пассивной плазмон-поляритонной абсорбации ИК-структуроскопии тонкостенных объектов. Автор показывает, что в случаях нарушения трансляционной симметрии на металлической поверхности (таких как край направляющей ППП поверхности) поверхностные электромагнитные волны могут срывать в объемную волну, что, в свою очередь, позволяет регистрировать ее в дальней волновой зоне. Используя метод Зоммерфельда-Малюжинса была разработана аналитическая модель, позволяющая рассчитать диаграмму направленности объемного излучения в зависимости от длины волны излучения. Данная модель позволила обобщить результат для случая широкополосных ППП и показать, что грань металлического тела является узконаправленным источником р-поляризованного излучения ТГц ППП.

На сегодняшний день многопиксельные камеры и детекторы, работающие в ТГц и дальнем ИК диапазонах спектра, достаточно сложны и дороги. Авторы Зыкова Л.А. и Хасанов И.Ш. предлагают использовать метод фантомного видения (ФВ) в плазмон-поляритонной микроскопии ТГц диапазона. Метод микроскопии ППП обладает сверхвысоким вертикальным разрешением за счет концентрации

энергии эванесцентной волны вблизи поверхности при невысоком латеральном разрешении, обусловленным переизлучением поверхностной электромагнитной волны, возбужденной падающим излучением. Для реализации предложенного метода микроскопии ППП предложено использовать поверхности полупроводников с плазменной частотой намного больше чем частота зондирующего сигнала, а в качестве приемника применять однопиксельные приемники, такие как, ячейка Голея или детектор на горячих электронах. Получение изображения методом ФВ позволяет не пользоваться механическим сканированием и повысить латеральное разрешение изображений вследствие отсечки некоррелированных с модулированным случайными масками (спекл-картинами) светом случайных составляющих отраженного излучения, влияния фазовых шумов.

Заключение.

Долгое время терагерцовый диапазон электромагнитных волн оставался практически неосвоенным, с точки зрения спектроскопических исследований и практического применения. Последнее десятилетие принесло значительные подвижки в данной области, связанные с развитием малогабаритных источников ТГц излучения достаточной мощности; разработке новых материалов, прозрачных в ТГц диапазоне; создании матричных и высокочувствительных детекторов. Лаборатории терагерцовой структуроскопии создаются во многих ведущих институтах мира и России, обеспечивая перспективы развития направления. Не являясь ионизирующим излучением и будучи неинвазивным данный диапазон волн безопасен для органических тканей и открывает новые горизонты в медицине. Терагерцовые технологии объективно имеют значительный потенциал в областях дистанционного зондирования и определении опасных материалов. Характеристические признаки различных конденсированных сред (твердые тела, жидкости, биомедицинские ткани, водные растворы и смеси, химические соединения различной агрегации) попадают именно в терагерцовый диапазон и используются в качестве селективной диагностики при ТГц структуроскопии. Спектральные свойства ТГц спектроскопии определяют перспективность практической реализации в области безопасности, биомедицинских технологий, фармацевтике, нанотехнологиях, микро- и нано- электронике, контроле продуктов питания, мониторинге климата, астрономии, космической связи и неразрушающем контроле различных материалов.