

В частности, оборудование для производства фотошаблонов (оригиналов топологии) может представляться как комплектами (так называемыми комплектами для бездефектного изготовления фотошаблонов), так и отдельными установками. Основными группами этого оборудования являются:

– многоканальные лазерные генераторы изображений растрового типа, предназначенные для формирования топологических структур с субмикронными размерами;

– одноканальные лазерные микрофотонаборные генераторы изображений, предназначенные для формирования топологических структур с размерами от 1 мкм;

– установки автоматического обнаружения дефектов топологии;

– установки исправления дефектов топологии.

Кроме того, в докладе приводится описание основных преимуществ, которые получает пользователь в результате реализации комплексного подхода к проектированию оборудования:

– единая схема построения координатных систем;

– реализация общих принципов построения систем компенсации погрешностей координатных систем;

– реализация единых алгоритмов векторно-растрового преобразования для многоканальных генераторов изображения и установок контроля топологии;

– реализация общих интерфейсов установок контроля и исправления дефектов топологии, а также возможность гибкой модификации этих интерфейсов;

– реализация единых принципов построения систем управления для всего оборудования комплекта;

– реализация схожих интерфейсов программного обеспечения для управления оборудованием и его тестирования;

– удешевление разработки и изготовления комплектов оборудования;

– эксплуатационные преимущества, связаны с упрощением и удешевлением процессов обучения персонала, формирования комплектов принадлежностей и запасных частей и т.д.

УДК 548.4+620.162

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «ОПТОПИКОТЕСТ» КАК ПРОТОТИП СЕМЕЙСТВА ЛАЗЕРНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПЛЕНОК И ОБЪЕМНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ивакин Е.В., Киселев И.Г.

*Институт физики НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь*

Стремительное развитие пленочных технологий, появление новых материалов с уникальным сочетанием параметров требует проведения адекватных работ в области создания бесконтактных оптических методов и средств, обеспечивающих объективную оценку наиболее важных (иногда ранее недостижимых) характеристик.

Данным докладом мы хотели бы привлечь внимание специалистов в области как лазерно-оптического приборостроения, так и материаловедения, к результатам, полученным на комплексе «Оптопикотест» [1], и рассмотреть возможности создания на его основе ряда специализированных диагностических приборов для осуществления бесконтактного контроля конкретных характеристик материалов. Обобщенная схема приведена на рисунке 1.

Фактически в созданном комплексе реализован пространственный аналог модуляционной спектроскопии [2] с вытекающими отсюда рекордной чувствительностью, универсальностью и селективностью. Импульсное возбуждение

образца организовано так, что распределение плотности мощности лазерного излучения по пятну возбуждения описывается гармонической функцией с заданным периодом Λ . В результате в образце формируются динамические дифракционные решетки (ДДР) различных типов и физической природы: рельефно-поверхностная, объемная, фазовая, амплитудная, электронная, тепловая, акустическая и т.п. Образец зондируют пучком от отдельного лазера непрерывного или импульсного действия и с помощью высокоразрешающего фотоприемника по разработанным моделям определяют временные и амплитудные параметры сигнала дифракции.

Метод ДДР характеризуется своей универсальностью по отношению к типу исследуемого материала и измеряемому параметру. Особое место занимает гомодинное детектирование сигнала дифракции. Присутствие когерентного поля гомодина более чем на порядок увеличивает амплитуду сигнала, делает возможной фазовую селекцию в случае его многокомпонентности.

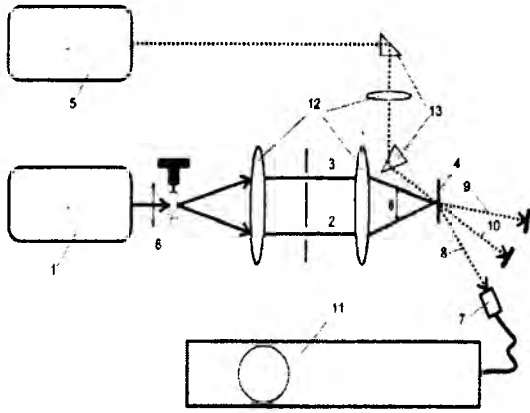


Рисунок 1 – Принципиальная схема комплекса «Оптопикотест». 1,5 – лазеры накачки и зондирования, 2,3 – два интерферирующих пучка возбуждения, 4 – исследуемый образец, 6 – дифракционный светоделитель с фазовым управлением, 7 – скоростной фотодетектор, 8 – дифрагированный пучок, 11 – система цифровой обработки сигналов, 12 – линзы, 13 – поворотные призмы

В докладе приводятся некоторые результаты измерения функционально важных параметров материалов: теплопроводность вдоль и нормально поверхности с разрешением по глубине и направлению теплопереноса, подвижность и время жизни свободных носителей заряда (СНЗ) в пленочных и объемных полупроводниках, скорость распространения поверхностных и объемных акустических волн в диапазоне до сотен мегагерц, коэффициент диффузии энергии возбуждения и время жизни верхнего рабочего уровня в лазерных материалах, термооптические коэффициенты и т.д.

На рисунке 2 приведена кинетика дифракции в толстой пленке парофазного (CVD) поликристаллического алмаза [3]. При межзонном возбуждении в пленке формируются два типа решеток - электронная (короткий импульс вниз) и тепловая (сигнал вверх). Временные параметры электронной компоненты использованы для определения подвижности СНЗ и их времени жизни. Тепловая компонента дифракции формируется в результате локального тепловыделения при быстрой безызлучательной рекомбинации СНЗ и использована для определения температуропроводности образца. Горизонтальная линия фоновой засветки на рисунке означает уровень интенсивности гомодинного источника. Противоположные полярности сигналов дифракции относительно линии гомодина означает, что изменение показателя преломления в образце за счет изменения плотности СНЗ и вследствие нагрева имеют противоположные знаки. Величина транспортных коэффициентов существенно зависит от концентрации дефектов и плотности СНЗ [4].

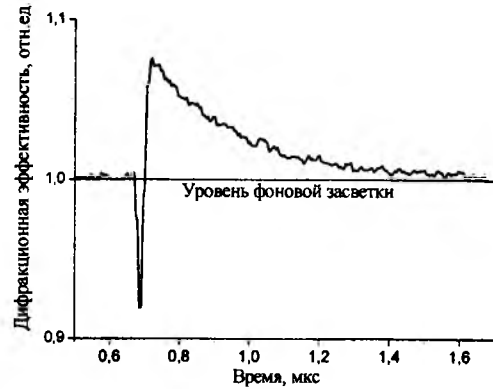


Рисунок 2 – Электронная и тепловая компоненты дифракции, наблюдаемой в образце поликристаллического CVD алмаза. Возбуждение ДДР на длине волны 213 нм. Зондирование в проходящем свете

Особый практический интерес представляет диагностика субмикронных пленок, которые, как правило, находятся в тепловом контакте с подложкой.

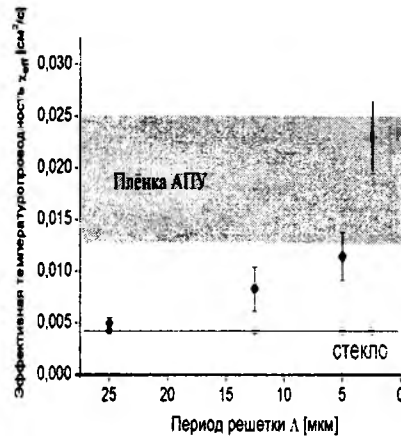


Рисунок 3 – Зависимость эффективной температуропроводности системы пленка-подложка от периода ДДР. Зондирование в проходящем свете

На рисунке 3 представлена зависимость эффективной температуропроводности χ от Λ для системы «пленка алмазоподобного углерода на стеклянной подложке». Видно, что при малых и больших периодах решетки результат измерения близко соответствует тепловым свойствам пленки и стекла соответственно.

В настоящее время в Институте физики начаты исследования совместно с Ивано-Франковским университетом (Украина) по оптической диагностике термоэлектрических преобразователей на основе наноструктурированных пленок халькогенидов свинца. Параметры тепло- и электропереноса являются главными составляющими добротности таких устройств. На рисунке 4 по-

казана кинетика релаксации сразу трех типов ДДР для пленки PbTe толщиной 0,7 мкм на стеклянной подложке.

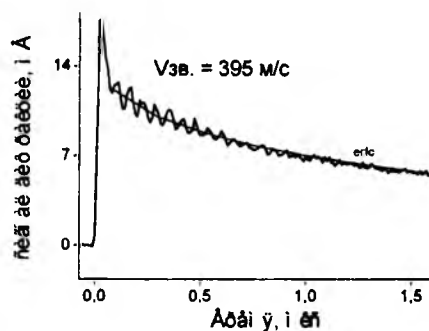


Рисунок 4 – На фоне сравнительно медленной тепловой компоненты наблюдаются высокочастотные акустические осцилляции, а также узкий пикоч дифракции электронного происхождения.
Зондирование в отраженном свете

Требуется повышенное временное разрешение для оценки длительности электронной компоненты. Осцилляции сигнала обусловлены формированием акустической волны в тонком

приповерхностном слое воздуха. По измеренной частоте и известной температурной зависимости скорости звука в воздухе оценена температура этого слоя, а по средней плотности поглощенной энергии - коэффициент поглощения на длине волны возбуждения (532 нм) в см^{-1} .

В докладе также обсуждаются специфические проблемы метрологии измерений.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ по проектам Ф11ЛИТ-006 и Ф13К-063.

1. Научные приборы. Каталог приборов и установок, разработанных по ГНТП «Эталонны и научные приборы» (2006-2010 гг.). Минск, 2011. Под ред. В.В. Машко,
2. Кардона, М. Модуляционная спектроскопия. Перевод с англ., М. Мир. 1972.
3. Ивакин, Е.В. / Е.В. Ивакин, А.В. Суходолов, В.Г. Ральченко, А.В. Власов, А.В. Хомич // Квант. электроника, -2002 -, Т.32, №4 - С. 367-372.
4. Šcajev, P. / P. Šcajev, V. Gudelis, K. Jarasiunas, E. Ivakin, I. Kisialiou, M. Nesladek, K. Haenen // Phys. Stat. Sol. – 2012, V. 2012 - ,№9, P. 1744-1749.

УДК 51-73

ГАЗОВЫЕ СЕНСОРЫ И МИКРОСИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Хатько В.В.¹, Горох Г.Г.², Таратын И.А.^{1,3}

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

³ОАО Минский НИИ радиоматериалов, Минск, Республика Беларусь

Цель настоящей работы является разработка научных основ, материалов и технологий для изготовления высокочувствительных химических и биохимических сенсоров и микросистем на их основе.

К решаемым в настоящее время и в ближайшей перспективе задачам относятся:

- разработка конструкции и технологии изготовления полупроводниковых высокочувствительных газовых сенсоров с низким уровнем энергопотребления (потребляемая мощность < 1 мВт, чувствительность $\leq 1 \text{ppm}$) на основе подложек и мембран из нанопористого анодного оксида алюминия (АОА);

- разработка и изготовление макетных образцов полупроводникового газового сенсора на кремниевых подложках и подложках из нанопористого анодного оксида алюминия с чувствительными слоями на основе упорядоченных массивов наностолбиков оксидов вентильных металлов;

- разработка и изготовление макетных образцов 4-х сенсорной газовой микросистемы на подложках из нанопористого анодного оксида алюминия;

- разработка и изготовление макетных образцов термокаталитических и одноэлектродных полупроводниковых газовых сенсоров с нагревателем из монокристаллического кремния (потребляемая мощность < 30-40 мВт) и встраиваемых сенсорных систем контроля и безопасности;

- разработка конструкции и технологии изготовления макетного образца микросистемы “Электронный нос” с преконцентратором на подложках из нанопористого анодного оксида алюминия для дистанционного контроля здоровья (e-health control);

- разработка сенсорных платформ для биосенсоров на микробы и вирусы.

Потребность во всевозможных сенсорах и системах мониторинга различных газовых сред