

УДК 621.382

ЛАЗЕРНАЯ ФОТОАКУСТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ В ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЯХ

*Ермолаев И.В., аспирант кафедры «Радиотехника, опто-и
наноэлектроника» УлГТУ*

*Научный руководитель – Сергеев В.А., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический
университет»*

Ключевые слова: *надежность; контроль; дефект; метод;
технология; качество.*

*В статье рассматриваются вопросы по применению методов
контроля для обнаружения дефектов в изделиях электроники.*

Вследствие периодического нагрева и тепловой деформации локальной области объекта в нем также возбуждаются и распространяются акустические волны той же частоты, что и температурные волны. Это явление получило название фотоакустического эффекта в твердом теле. Акустические колебания объекта регистрируются датчиком. Фотоакустический сигнал, снимаемый с датчика, для каждой выделенной области объекта зависит от ее локальных физических свойств. При сканировании лазерным лучом в двух взаимно ортогональных направлениях формируется фотоакустическое изображение объекта, которое является следствием трех различных процессов: вариации поглощенной мощности излучения вследствие изменения от точки к точке оптических свойств объекта; взаимодействия температурных волн с тепловыми неоднородностями объекта; взаимодействия акустических волн с упругими неоднородностями объекта [2,3,4,5,7, 9].

Первый процесс несет информацию только об абсорбционно-отражательных свойствах образца. При доминировании этого процесса фотоакустическое изображение по существу идентично оптическому изображению. Разрешающая способность определяется диаметром зондирующего луча, а глубина визуализации подповерхностной структуры - глубиной проникновения фотонов.

Второй процесс дает качественно новую информацию и позволяет существенно расширить наши познания о физических свойствах материалов.

Третий процесс несет информацию о механических параметрах объекта. Его необходимо учитывать, если длина акустической волны того же порядка, что и размеры неоднородностей в объекте (обычно это происходит на частотах модуляции, превышающих 100 МГц). При определяющем вкладе данного процесса фотоакустическое изображение идентично акустическому, а разрешающая способность имеет порядок длины звуковой волны.

Акустические методы диагностики - акустическая микроскопия (АМ), сканирующая лазерная акустическая микроскопия (СЛАМ) и фотоакустическая микроскопия (ФАМ) - наиболее перспективны при контроле контактных микросоединений в изделиях микроэлектроники и электронной техники, как на этапе разработки, так и в их производстве [1,6,8].

Лазерная фотоакустическая микроскопия имеет ряд преимуществ перед акустической и сканирующей лазерной акустической микроскопией: бесконтактное возбуждение акустических колебаний в твердом теле сфокусированным лучом лазера открывает широкие возможности сканирования объектов сложной конфигурации и относительно больших площадей; во многих случаях зависимость фотоакустического сигнала от величины оптического поглощения сканируемой поверхности позволяет получать одновременно и топограммы распределения оптического поглощения, а при использовании лазера с перестройкой по длине волны - видеоспектральные топограммы поглощения; конструкции АМ и СЛАМ и методики их применения требуют иммерсионного контакта акустической части с объектом, что в случае применения АМ значительно ограничивает площадь сканирования (не более 2×2 см), а для СЛАМ требуется полное погружение объекта в ванну с жидкостью. Эти требования исключаются при исследованиях с использованием ФАМ [9, 10].

Мы считаем, что факторами экономической эффективности лазерного фотоакустического метода являются: возможность повышения качества деталей и изделий по ранее неконтролируемым характеристикам; однозначность получаемой информации, полностью отражающей физическую сущность контролируемой характеристики или свойства; универсальность применения для решения многих задач, исключающая разработку других, узкоспециальных, средств контроля; возможность контроля на ранних стадиях производства в процессе оптимизации технологий, когда стоимость бракуемых изделий невелика; однократность (во многих случаях) применения метода для стабилизации или корректировки технологии до уровня, исключающего необходимость введения контроля.

Библиографический список:

1. Ермолаев, И.В. Усиление сигналов измерительных пьезопреобразователей / И.В. Ермолаев, И.С. Сысоев // «Актуальные проблемы физической и функциональной электроники». Материалы 12-й региональной научной школы-семинара. -Ульяновск, 2009. Том 1.-С.45-46.

2. Ермолаева, М.В. Математическая модель управления запасами / М.В. Ермолаева, О.Г.Евстигнеева// Материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции «В мире научных открытий». - Ульяновск: УГСХА им. П.А.Столыпина, 2012.- Том III. –С. 99-103.

3. Ермолаева, В.И. Модель адаптивного тестирования на нечеткой математике/ В.И. Ермолаева, С.И. Банников // «Молодежь и наука XXI века». Материалы II-й Открытой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Ульяновск: УГСХА, 2007. –С. 144-147.

4. Ермолаева, В.И. Выбор параметра оптимизации при математическом моделировании объекта / В.И. Ермолаева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007.- № 2(5). –С. 41-42.

5. Ермолаева, В.И. Регрессионные математические модели / В.И. Ермолаева, С.И. Банников //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2007. - № 2(5).–С. 39-41.

6. Ермолаева, В.И. Временные ряды и прогнозирование/ В.И. Ермолаева, С.И. Банников// Материалы международной научно-методической конференции «Актуальные вопросы аграрной науки и образования». – Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2008. - Том VII. - С.264-266.

7. Адаптивная модель тестирования на нечеткой математике/ В.И. Ермолаева, С.И. Банников, В.В. Хабарова, О.М. Каняева// Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава академии «Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании». -Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2011. - С.219-222.

8. Ермолаева, В.И. Выбор параметра оптимизации при математическом моделировании объекта/ В.И. Ермолаева, О.Г. Евстигнеева// Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава академии «Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании». -Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2011. -С.217-218.

9. Черторийский, А.А. Контроль температурных полей и теплофизических параметров мощных транзисторов дилатометрическим методом/ А.А. Черторийский, В.А.Сергеев// Нано- и микросистемная техника. - 2007. - № 10. - С. 41-46.

10. Sergeev V.A. Systematic errors when determining the parameters of the spectrum of light-emitting diodes using two photoreceivers/ V.A.Sergeev, V.N.Rogov, A.V. Ulyanov// Measurement Techniques.- 2013. -Том 56,№ 4. -С. 415-420.

LASER PHOTOACOUSTIC MICROSCOPY IN ELECTRONIC PRODUCTS

Yermolaev I.V., Sergeev V.A.

Keywords: *reliability; control; defect; method; technology; quality.*

This article discusses questions on the use of control methods for detecting defects in the products of electronic

УДК 621

МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ В ИЗДЕЛИЯХ ЭЛЕКТРОНИКИ

*Ермолаев И.В. аспирант кафедры «Радиотехника, опто-и
наноэлектроника» УлГТУ*

*Научный руководитель – Сергеев В.А., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический
университет»*

Ключевые слова: *надежность; контроль; дефект; метод;
технология; качество.*

*В статье рассматриваются вопросы по применению методов
контроля для обнаружения дефектов в изделиях электроники.*

Надежность является одним из основных показателей, характеризующих качество изделий электроники. В связи с этим качество и надежность при сборке и монтаже изделий электроники нацеливают на использование эффективных методов диагностики скрытых дефектов. Они должны обеспечивать высокую информативность контроля, до-