

**INCREASE OF DURABILITY OF SMOOTH
CYLINDRICAL MATES APPLICATION SEGMENT
ELECTRO-MECHANICAL HARDENING**

Gorev N.N.

Keywords: *smooth cylindrical mates connection with tension, burnishing, electro-mechanical hardening, regular microhardness.*

This article describes the method of modification of surfaces of holes covering parts application segment electro-mechanical hardening, allowing to increase the durability of the mobile and fixed smooth cylindrical mates.

УДК 621.382

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ФОТОАКУСТИЧЕСКОЙ
МИКРОСКОПИИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЯХ**

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

*Научный руководитель – Сергеев В.А., д.т.н., профессор,
зав. каф. «Радиотехника, опто-и наноэлектроника»
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. Фотоаку-

стический 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 [1,8].

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.

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., Сысоев И.С. Усиление сигналов измерительных пьезопреобразователей / Актуальные проблемы физической и функциональной электроники. Материалы 12-й региональной научной школы-семинара.-Т-1, Ульяновск.- 2009г.-С.45-46
2. Ермолаева М.В., Евстигнеева О.Г., Математическая модель управления запасами /материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции «В мире научных открытий» / - Ульяновск:, УГСХА им. П.А.Столыпина, 2012, т III. с 99-103
3. Ермолаева В.И., Банников С.И. Модель адаптивного тестирования на нечетной математике/ Молодежь и наука XXI века. Материалы II-й Открытой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». – Ульяновск: УГСХА, 2007. –С. 144-147.
4. Ермолаева В.И., Выбор параметра оптимизации при математическом моделировании объекта. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, научно-теоретический журнал. - № 2(5) август-ноябрь. - 2007. –С. 41-42.
5. Ермолаева В.И., Банников С.И. Регрессионные математические модели/ Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйствен-

ной академии, научно-теоретический журнал. - № 2(5) август-ноябрь. - 2007. –С. 39-41.

6. Ермолаева В.И., Банников С.И. Временные ряды и прогнозирование/ Материалы международной научно-методической конференции. Актуальные вопросы аграрной науки и образования. Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия. - Ульяновск, 2008. - Т.VII. - С.264-266.

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

8. Ермолаева В.И., Евстигнеева О.Г. Выбор параметра оптимизации при математическом моделировании объекта/ Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава академии «Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании», ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия Ульяновск, 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. -Т. 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 the questions on the use of control methods for detecting defects in the products of electronic.