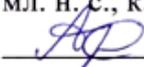


Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор НИИ СЭС
 Н.Д. Малотин
«04» 10 2018 г.

МЕТОДИКА
КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОНТАЖА МОЩНЫХ ГИБРИДНЫХ
ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТЕНДА

Разработал
мл. н. с., к.т.н.
 С.А. Артищев

Томск 2018

Содержание

1	Подготовка контролируемых мощных интегральных схем	3
2	Получение микрофотографии на установке рентгеноскопического контроля	3
3	Обработка и интерпретация полученных экспериментальных данных	8
	Список использованных источников	9

1 Подготовка контролируемых мощных интегральных схем

1.1 Контроль качества пайки кристаллов мощных интегральных схем на металлическое основание осуществляется с выполнением следующей последовательности:

а) выполняется пайка кристалла к металлическому основанию в соответствии с разработанной технологией;

б) проводится визуальный контроль качества пайки и фотосъемка микросхемы с помощью оптического микроскопа с цифровой камерой;

в) подготавливается задание на проведение рентгеновского контроля качества пайки на микрофотографе "Орел-МТ", которое включает [1, 2]:

- 1) Габариты объекта контроля.
- 2) Масса контролируемой сборки.
- 3) Координаты зоны (зон) контроля.
- 4) Напряжение источника рентгеновского излучения.
- 5) Параметры микрофотографии.

1.2 При пайке микросхемы фиксируется весь технологический регламент для последующего выяснения возможных причин брака в процессе анализа снимков, полученных на микрофотографе.

1.3 Микросхема впаивается в кристаллодержатель, выполненный из ленты ДПРНТ 0,7х600 НД М1 ГОСТ 1173-2006 (катаная медь с гладкой поверхностью) на золотосодержащий припой из эвтектического сплава, который наносится на основание в виде преформы – отрезка тонкой раскатанной ленты.

1.4 Перед пайкой основание обезжиривается последовательно бензином Б-70 "Калоша", ацетоном, спиртом, и на стадии финишной подготовки обрабатывается плазмой. Поверхность микросхемы перед монтажом обезжиривается указанным способом, но не обрабатывается плазмой. Основание с микросхемой помещается в печь, нагревается и подвергается вакуумированию для удаления из-под микросхемы пузырьков газа, образующихся при пайке. Температура плавления припоя указанного типа +295 °С.

2 Получение микрофотографии на установке рентгеноскопического контроля

2.1 Образец, подготовленный по разделу 1, передается вместе с заданием для получения микрофотографии на установке "Орел-МТ" сотруднику, имеющему допуск для работы с оборудованием высокого напряжения и источниками рентгеновского излучения.

2.2 Для управления томографом применяется специализированная программа uCT [1], предназначенная для:

- проведения сервисных операций для отдельных компонентов системы, (тренировка рентгеновского аппарата, инициализация системы позиционирования и др.);
- настройки протокола сканирования, а именно выбора режимов работы отдельных компонентов системы, геометрических параметров сканирования, путей сохранения результатов и др.;
- проведения сканирования согласно заданному протоколу с целью обеспечения согласованной работы всех компонентов системы, а также мониторинга процесса сканирования.

2.3 Интерфейс программы uCT приведен на рисунке 1 и представляет собой диалоговое окно со сквозными элементами, доступными во всех вкладках программы, и вкладками: «Сбор данных», «Рентген», «Приводы» и «Детектор». Указанные вкладки отвечают за процесс сканирования, управление рентгеновским аппаратом, управление системой позиционирования и настройку детектора. На рисунке выделены сквозные элементы интерфейса.

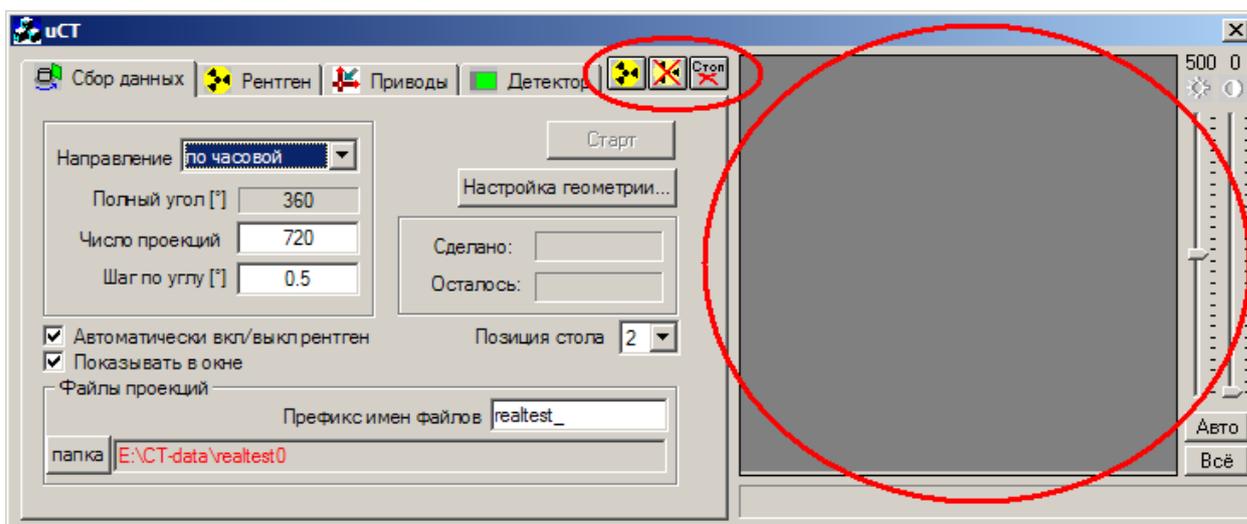


Рисунок 1 – Интерфейс программы uCT, вкладка «Сбор данных»

2.4 Задаются параметры сканирования. Геометрические параметры определяются размером объекта и требуемым пространственным увеличением. Основной результирующей характеристикой является размер вокселя – элемента с наименьшим объемом. Для определения этой характеристики применяется программа ScanPac на языке MATLAB, интерфейс которой приведен на рисунке 2.

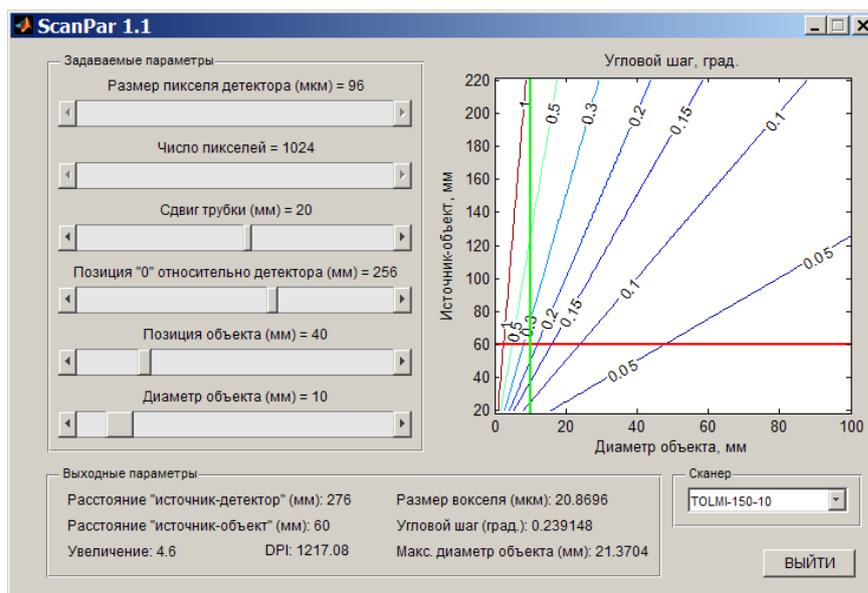


Рисунок 2– Интерфейс программы ScanPar (версия 1.1)

2.5 Для корректной работы цифровых рентгеновских детекторов производится калибровка, компенсирующая шумы электроники и нормирующая сигнал. Основным параметром системы детектирования томографа, является время накопления одного кадра, для выбора которого необходимо определить диапазон линейности детектора (уровень сигнала пропорционален поглощенной энергии излучения). Экспериментально установлено, что детектор линеен до 2000 цифровых отсчетов.

2.6 Важным параметром детектора является отношение «сигнал-шум» (ОСШ), которое равно отношению среднего уровня сигнала к его стандартному отклонению. Экспериментально измеренные значения времени накопления и ОСШ при различных режимах работы рентгеновского аппарата приведены в таблице 1.

Таблица 1– Время накопления и наибольшие ОСШ детектора

Напряжение, кВ	Ток мишени, мкА	Время накопления, с	ОСШ
50	70	8,8	180
60	90	3,9	172
75	95	2,4	172
100	100	1,5	155
125	100	1,2	147
150	100	1,05	134

2.7 Алгоритм выбора параметров томографического сканирования приведен на рисунке 3.

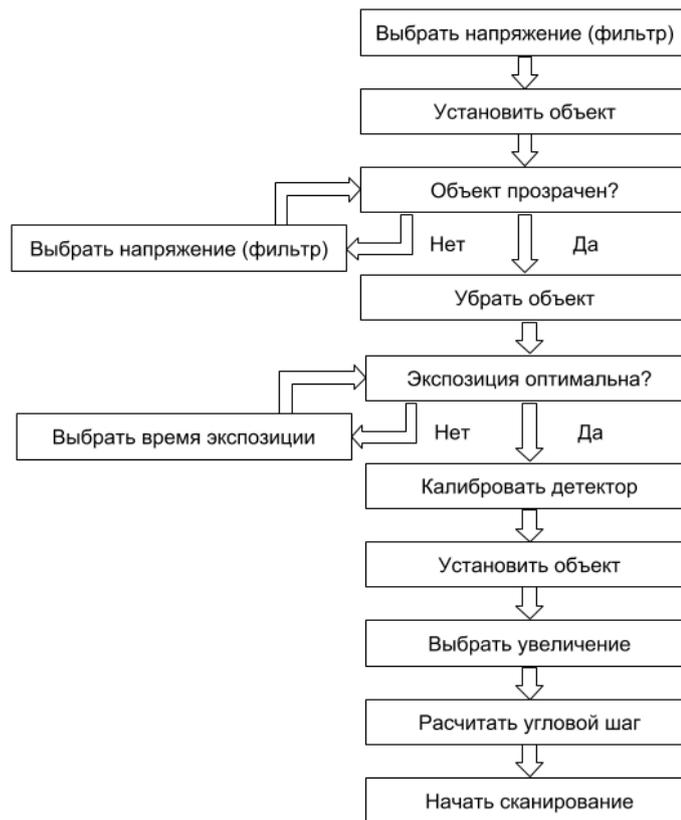


Рисунок 3– Алгоритм выбора параметров томографического сканирования

2.8 Пример микрофотографии показан на рисунке 4. На рисунке слева видны несплошности паяного соединения, появившиеся вследствие газообразования, которые образуют зоны пониженного теплоотвода

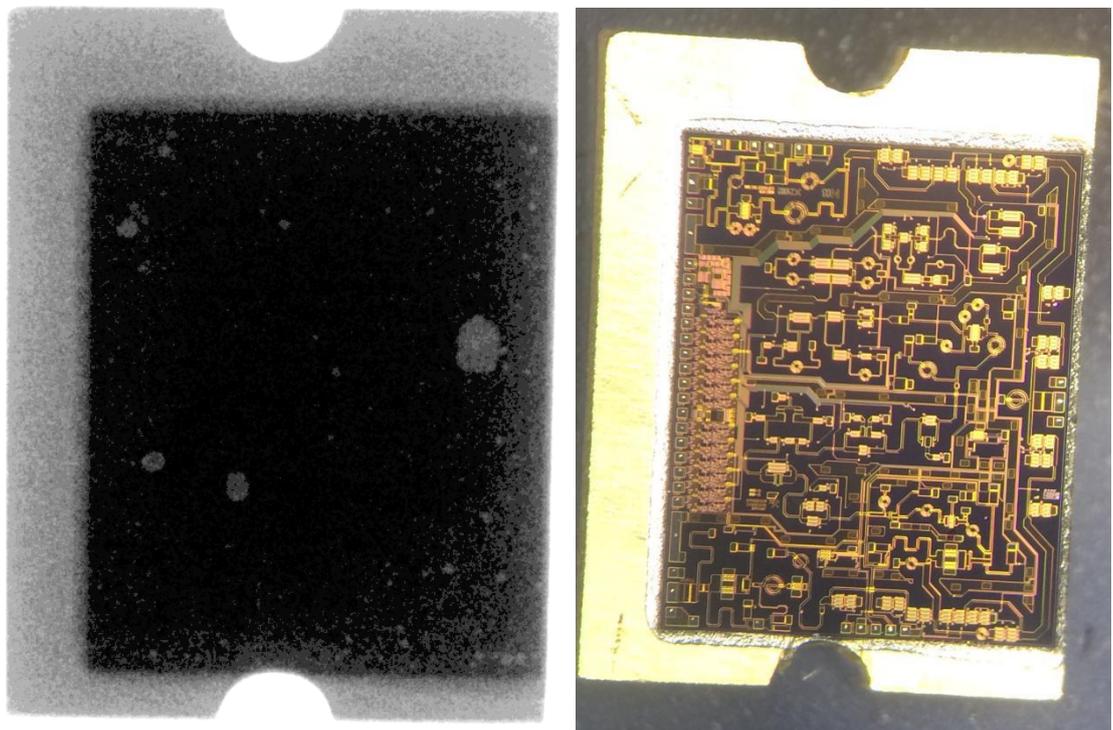


Рисунок 4 – Пример микрофотографии (слева) контроля монтажа гибридной микросхемы (справа).

При первичном анализе результатов контроля микрофотографии следует сопоставить координаты непропаянных областей с топологией микросхемы по микрофотографии. Совпадение пузырей и зон перегрева микросхемы создает повышенный риск отказов.

2.9 Основные контролируемые параметры, характеризующие качество монтажа мощных микросхем:

1. Отсутствие пузырей большого диаметра. Пример наличия брака пайки с пустотами большого диаметра приведен на рисунке 4. Пример, показывающий почти бездефектную пайку, приведен на рисунке 5.

2. Общая площадь дефектов пайки. Этот параметр определяется путем измерения диаметров пустот, вычислением их площади с помощью измерительного микроскопа с цифровой камерой. Получаемые данные заносятся в протокол измерений. Эти данные используются при измерении теплового поля функционирующей микросхемы с помощью пирометра.

3. При наличии тепловой модели осуществляется моделирование процесса нагрева микросхемы с использованием данных о дефектности пайки.

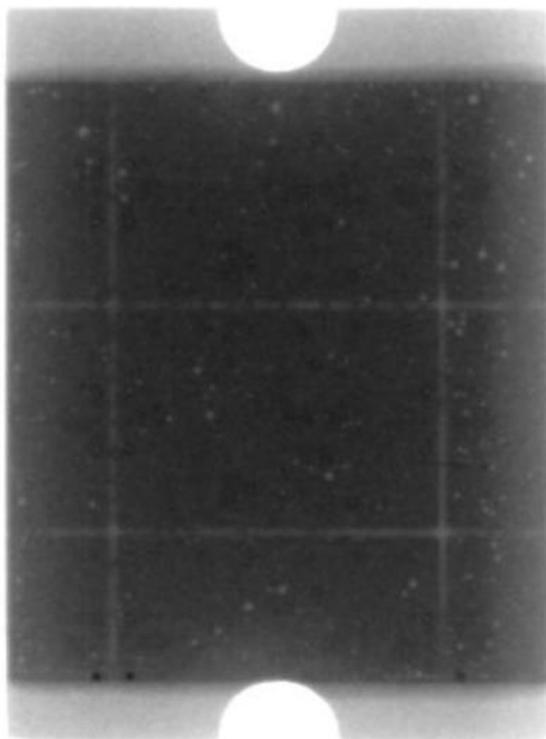


Рисунок 5 – Пример почти бездефектной посадки кристалла на основание

3 Обработка и интерпретация полученных экспериментальных данных

3.1 Обработка данных проводится по следующим параметрам:

- а) оценка диаметров «пузырей», их количества и занимаемая ими площадь для определения связи этих параметров с перегревом микросхемы;
- б) сопоставление координат «пузырей» с активными зонами перегрева на исследуемом кристалле;
- в) прогноз влияния брака пайки на перегрев микросхемы в процессе расчета на тепловой модели.

Список использованных источников

1. Батранин А.В. Методы и средства контроля основных параметров и характеристик рентгеновских томографов высокого разрешения. Дисс. на соиск. степени канд. техн. наук. Томск, 2016. – 148 с.
2. Osipov S. P., Chakhlov S. V., Batranin A. V., Osipov O. S., Chin V., Kytmanov Y. A. Theoretical study of a simplified implementation model of a dual-energy technique for computed tomography // NDT and E International. - 2018 - Vol. 98. - p. 63-69.