

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

УДК 536.3.33:621.3.049.75

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

С.М.Литовский

" _____ " декабря 2002 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе по договору № 293
(годовой)

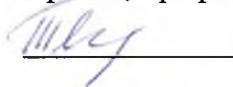
Исследовать закономерности процессов теплообмена и структурообразования при формировании паяных соединений под воздействием лазерного излучения и разработать научные основы метода лазерной пайки радиокомпонентов

№ госрегистрации 2001390 от 22.02.2001

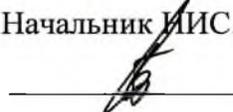
Этап года: " Построить теоретическую модель формирования термонапряжений в условиях динамического нагрева паяного соединения "

Научный руководитель:

д.ф.м.н., профессор

 Н.К.Толочко

Начальник ИИС.

 С.А.Беликов

ВИТЕБСК 2002 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Н.К.Толочко



Ю.В.Хлопков



С.С.Пряхин



В.В.Яснов



РЕФЕРАТ

Отчет 40 стр., рис.16, таблиц 3,наименований литературы 11.

ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ, ПАЙКА, ПАЙКА ИК-ИЗЛУЧЕНИЕМ, ЛАЗЕРНАЯ ПАЙКА, НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ПРОЦЕСС НАГРЕВА, ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ, ТЕРМИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Объектом исследования являются термомеханические явления, возникающие при поверхностном монтаже элементов в технологических процессах сборки печатных плат для изделий электронной техники с применением лазерной пайки и пайки ИК-излучением.

Цель работы: разработка теоретической модели формирования термических напряжений в условиях динамического нагрева элементов при пайке.

Выбранная физическая модель рассматривает формирование термических напряжений как следствия неоднородности термически упругих процессов, связанной с существованием выделенных относительно элементов направлений динамических температурных распределений, и закрепления элемента в нагретом состоянии после образования паяного соединения.

Проведено численное моделирование процессов нагрева, имитирующее воздействие тепловых потоков на элемент поверхностного монтажа в рассматриваемых процессах пайки. Проведен анализ динамики полей нестационарных температурных распределений. Методики расчета температур и полученные результаты использованы для расчета и анализа термических напряжений.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 6 |
| 1. Выбор физической модели процесса формирования термических напряжений при пайке | 8 |
| 1.1. Выводы | 10 |
| 2. Моделирование нестационарного процесса нагрева ИК-излучением элемента поверхностного монтажа в условии пайки | 11 |
| 2.1. Физическая модель нагрева элемента поверхностного монтажа при пайке ИК-излучением | 12 |
| 2.2. Математическая постановка задачи нагрева | 12 |
| 2.3. Решение задачи нагрева и результаты | 12 |
| 2.4. Выводы | 15 |
| 3. Моделирование нестационарного процесса нагрева элемента поверхностного монтажа в условии лазерной пайки | 16 |
| 3.1. Постановка модели физических процессов нагрева при лазерной пайке элемента поверхностного монтажа | 17 |
| 3.2. Физическая модель процессов нагрева | 18 |
| 3.3. Математическая постановка задачи нагрева | 19 |
| 3.4. Решение задачи нагрева и результаты | 20 |
| 3.5. Выводы | 23 |
| 4. Моделирование динамики термически напряженного состояния элемента поверхностного монтажа в процессе нагрева ИК-излучением в условии пайки | 24 |
| 4.1. Математическая модель расчета термических напряжений в элементе в процессе нагрева ИК-излучением | 24 |
| 4.2. Результаты расчетов распределений текущих напряжений и обсуждение | 25 |
| 4.3. Выводы | 28 |
| 5. Моделирование термически напряженного состояния элемента поверхностного монтажа в условии лазерной пайки | 29 |
| 5.1. Остаточные термические напряжения в элементе поверхностного монтажа в условии лазерной пайки | 30 |
| 5.2. Математическая модель расчета текущего термически напряженного состояния в элементе поверхностного монтажа в условии лазерной пайки | 31 |
| 5.3. Результаты расчета текущих распределений термических напряжений в элементе поверхностного монтажа в процессе лазерной пайки | 34 |

| | |
|--|----|
| | 5 |
| 5.4 Выводы | 37 |
| Литература | 38 |
| Приложение 1. Обозначения переменных и параметров в тепловой модели нагрева элемента поверхностного монтажа в условии пайки ИК-излучением: | 39 |
| Приложение 2. Обозначения переменных и параметров в модели процессов нагрева при лазерной пайке элемента поверхностного монтажа: | 40 |

Введение

Поверхностный монтаж, по мнению ведущих специалистов и данным научно-технической литературы, является самым перспективным в настоящее время направлением сборки печатных плат для изделий электронной техники [1]. Существующей на сегодняшний день уровень развития технологической базы сдерживает широкое использование метода. Это касается, в том числе, исследованности круга физических явлений, связанных с его технологической реализацией.

Настоящие исследования термомеханических явлений в элементах поверхностного монтажа при пайке выполняются в рамках цикла работ, запланированного на 2002 г.

Актуальность исследований в данном направлении обусловлена следующим. Основой для изготовления корпусов ряда элементов поверхностного монтажа являются диэлектрики, представленные хрупкими керамическими материалами. Возникающие при пайке тепловые нагрузки, могут иметь негативные следствия. Воздействия тепловых источников сопровождаются термическими деформациями и напряжениями и могут приводить к разрушению монтируемых элементов. Кроме того, напряженные состояния в элементах могут нарушать целостность монтажа, вызывая отслоения контактных площадок от поверхности печатной платы. Таким образом, повышая прочность соединений с печатной платой благодаря применению метода поверхностного монтажа, необходимо понимать и учитывать связанные с этим термомеханические явления, особенно при монтаже элементов с жесткими корпусными выводами.

Типичными представителями элементной базы поверхностного монтажа, с жестко-корпусными выводами являются группы резисторов и конденсаторов с электрическими выводами в виде металлизированных элементов поверхности, расположенных по краям их прямоугольного корпуса. Такие элементы получили терминологически устойчивое название - чип (Chip). В процессе сборки их монтируют паяным соединением выводов корпуса с контактными площадками печатной платы. Проблемы, связанные с термическими напряжениями в чип-элементах при пайке, наиболее типичны для поверхностного монтажа. Поэтому они являются прототипами модельных объектов воздействия в настоящем цикле исследований.

Моделируются тепловые явления в процессах пайки, осуществляемых в линиях с панельными излучателями (Panel IR System) воздействием ИК-излучения, и при лазерном нагреве. Первый из них осуществляет групповую пайку расположенных на плате элементов одновременно. При лазерной пайке, как правило, выполняется раздельное формирование последовательности соединений. Необходимо отметить, что выбранные процессы существенно отличаются режимами подвода тепла в место формирования

паяного соединения и длительностью. Предполагается осуществить сравнительный анализ закономерностей формирования полей термических напряжений в элементах поверхностного монтажа при использовании этих способов пайки.

В настоящем промежуточном отчете представлены основные результаты работ, выполненных в первом и втором кварталах 2002 года.

Приводятся исходные предпосылки тепловых процессов для выбора модели процесса формирования термических напряжений при пайке. Построены модели нестационарных процессов нагрева элементов поверхностного монтажа в этих условиях. На основании расчетов, выполненных для построенных моделей нагрева, приводится анализ динамик распределений температурных полей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кундас С.П., Достанко А.П., Ануфриев Л.П., Русецкий А.М., Семашко В.И., Коробченко В.Ф. Технология поверхностного монтажа. Минск: «Армита – Маркетинг, Менеджмент», 2000. 350 с.
2. Мачулка Г.А. Лазерная обработка стекла. М.: Сов. радио, 1979. 136 с.
3. Окадзаки К. Технология керамических диэлектриков. М.: Энергия. 1976. 336 с.
4. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука. 1979. 350 с.
5. Гейтвуд Б.Е. Температурные напряжения применительно к самолетам, снарядам, турбинам и ядерным реакторам. М.:ИЛ,1959. 350 с.
6. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука. 1966. 724 с.
7. Толочко Н.К., Пряхин С.С., Хлопков Ю.В. Кинетика поверхностных температур при лазерно-тепловой диагностике контактов / Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, № 6 (9), 2001 г. С.75-79.
8. Фарлоу С. Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров. М.: Мир,1985. – 384 с.
9. Попилов Л.Я. Советы заводскому технологу: Справочное пособие. Л.: Лениздат. 1975. 264 с.
10. Справочник по пайке: Справочник / Под ред. Петрунин И.Е. - М.: Машиностроение. 1984. 400с.
11. Таблицы физических величин. Справочник / Под ред. акад. И.К. Кикоина. М.: Атомиздат. 1976. 1008 с.