

СТЕР называют информационную модель определенного приложения, которая описывает с высокой степенью полноты множество сущностей, имеющих в приложении, вместе с их атрибутами, и выражена средствами языка EXPRESS. Предполагается, что эта модель содержит в себе описание данных любой конкретной задачи соответствующего приложения, т.е. практические информационные модели прикладных задач оказываются частными случаями прикладных протоколов [2]. На основании данных прикладного протокола можно получить формы поверхностей детали, их размеры и взаиморасположение.

Используя принципы объектно-ориентированного подхода к описанию геометрических параметров детали и технологии ее изготовления как к единой информационной модели, можно каждую элементарную поверхность детали представить как некий объект. Такой объект будет иметь:

- 1) свойства, т.е. форму поверхности, ее размеры, шероховатость, точность и т.д.;
- 2) методы получения этой поверхности заданной формы, размеров и точности, т.е. совокупность технологических операций и переходов.

Любая деталь состоит из набора элементарных поверхностей и будет «потомком» нескольких таких элементарных поверхностей, а значит, будет иметь все те свойства и методы, которые определены для каждой из них. Для идентификации той или иной поверхности используются такие свойства как форма поверхности, ее размеры, пропорции, расположение относительно других поверхностей и т.д.

Также любой элемент ТП возможно представить как определенный объект (например, точение, инструмент, режимы резания и т.п.). В свою очередь любой объект имеет свои свойства. Например, объект «режимы резания» имеет такие свойства как подача, скорость и глубина ре-

УДК 621.365.46:621.396.6

## **МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИНФРАКРАСНОЙ ПАЙКОЙ ПОВЕРХНОСТНО МОНТИРУЕМЫХ КОМПОНЕНТОВ**

**Лаппо А.И., Ланин В.Л.**

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь*

По мере увеличения сложности выпускаемых модулей растет плотность монтажа поверхностно монтируемых компонентов. Обеспечение качественных паяных соединений вызывает необходимость в технологии и оборудовании групповой пайки компонентов на плате. С этой целью была выбрана технология инфракрасной (ИК) пайки, которая обеспечивает высокую скорость нагрева, возможность точного соблюдения заданного термопрофиля, что обеспечивает высокое каче-

заяния. Кроме того, свойством объекта может выступать и другой объект (например, объект «технологический переход» выступает свойством для объекта «операция»). Таким образом производится формализация технологического процесса, и создается определенная конкретная структура элементов технологического процесса, что позволяет обеспечить взаимосвязанность данных и легкость обработки информации. Для каждого объекта можно определить правила его описания, которые ограничивают его использование. Совокупность тех или иных объектов с их свойствами создают некую схему, т.е. область определения данных.

Представленная методика автоматизированного проектирования ТП механической обработки типовых поверхностей деталей приборов и машин на основе единой информационной модели детали на основании комплекса стандартов СТЕР позволяет сократить и удешевить общий цикл проектирования и производства. Также одним из основных преимуществ использования стандарта СТЕР является то, что он задает способы реализации обмена данных, которые представлены в соответствии с полной моделью изделия, при этом они не зависят от программных продуктов и аппаратных средств, которые применяются участниками жизненного цикла изделия [3].

1. Митрофанов В.Г., Калачев О.Н. и др. САПР в технологии машиностроения: учебное пособие. – Ярославль: Яросл. гос. техн. ун-т, 1995. – 298 с.
2. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336с.
3. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления: учеб. пособие. – М.: Логос, 2005. – 296 с.

ство паяных соединений с плотным поверхностным монтажом, при сохранении высокой производительности. При ИК пайке наиболее важными факторами являются: температура предварительного нагрева платы, температура пайки, время пайки, состав паяльной пасты, скорость охлаждения [1].

Для проведения процесса пайки была применена ИК паяльная станция с микроконтроллер-

ным управлением, структурная схема которой приведена на рисунке 1.

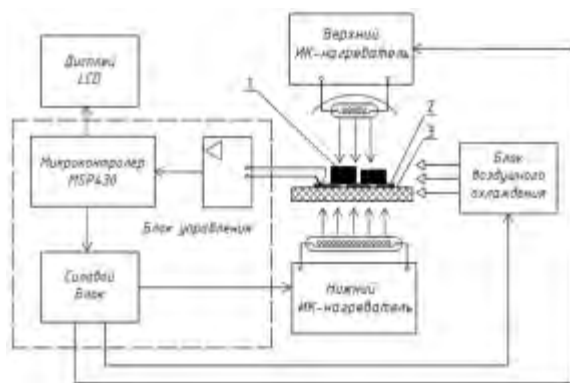


Рисунок 1 – Схема ИК паяльной станции: SMD компоненты (1), паяльная паста (2), плата (3)

В станции применен микроконтроллер семейства MSP430G2XXX фирмы Texas Instruments, имеющий встроенный 10-ти битный АЦП, откалиброванной частоты ЦПУ до 16 МГц, 16 битным RISC ЦПУ для обеспечения возможности быстрых вычислений с плавающей точкой, встроенный контроллер JTAG для обеспечения внутрисхемного программирования. Применение программируемого микроконтроллера позволяет автоматизировать процесс пайки с соблюдением заданного термопрофиля для различных составов паяльных паст, что в свою очередь обеспечит качество паяных соединений.

Для удобства оператора измеренная температура, а также текущие режимы пайки отображаются на жидкокристаллическом дисплее (ЖКИ). Структурная схема блока управления ИК станции представлена на рисунке 2.

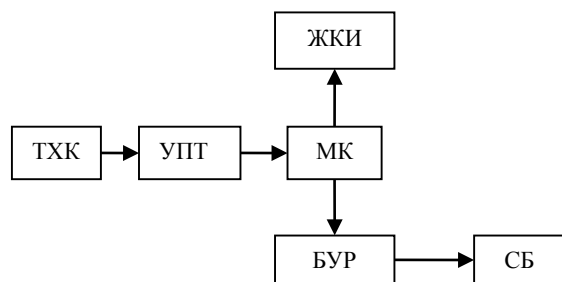


Рисунок 2 – Структурная схема блока управления ИК станции

Контроль температуры обеспечивается с измерением напряжения на выходе термоэлектрического преобразователя (термопара типа ХК, ТХК), сигнал с которой усиливается при помощи усилителя постоянного тока (УПТ) на основе операционного усилителя и поступает на микроконтроллер (МК). С помощью встроенного 10-ти битного АЦП последовательного приближения измеренный аналоговый сигнал преобразовыва-

ется в двоичную форму. Для минимизации ошибки измерения усиленный сигнал термопары измеряется 20 раз в секунду с последующим вычислением среднего значения. На основании значения измеренного сигнала, с помощью градуировочной таблицы вычисляется значение текущей температуры. Алгоритм вычислений оптимизирован для выполнения на микроконтроллерах семейства MSP430. Микроконтроллер формирует сигнал управления блоком электромагнитными реле (БУР), который в свою очередь управляет силовым блоком (СБ).

Термопрофиль пайки состоит из четырех этапов. На первой стадии осуществляется предварительный нагрев платы, предотвращающий коробление изделия при температуре расплавления припоя. Высокая скорость нагрева изделия до температуры активации флюса, может привести к разбрызгиванию мелких шариков припоя на поверхности платы, из-за повышенного газыделения припойной пасты. Поэтому максимальная скорость предварительного нагрева устанавливается не более 2–4 °С/с [2]. Главным фактором второго этапа пайки является выдержка платы при температуре активации флюса в течение времени, необходимого для полного испарения флюсовой составляющей припойной пасты. По завершении цикла предварительного нагрева начинается третий этап – пайка электронных компонентов. Температура и время устанавливаются в соответствии с характеристиками используемых паяльных паст. Завершающим является этап охлаждения платы, в котором для качественной кристаллизации припоя применяют принудительное охлаждение со скоростью 5°С/с [3].

В некоторых случаях, например, при монтаже электронного компонента в корпусе большого размера, необходимо ограничить зону нагрева, чтобы исключить нагрев соседних установленных элементов, или в случаях, когда излишний нагрев элементов может вызвать их деградацию. С этой целью применен кольцевой отражатель ИК лучей, выполненный из листа отполированного алюминия в форме кольца диаметром 60 мм и высотой 50 мм. На основании полученных зависимостей (рисунок 3) можно сделать вывод о том, что время нагрева до температуры пайки от точки активации флюса сократилось на 42%, а применение кольцевого отражателя увеличило время пайки на 60%.

Для проверки качества паяных соединений проведен монтаж SMD компонентов (резисторов и конденсаторов в корпусах 0805, 1208 и SOT транзисторов) с применением программируемого ИК нагрева на печатные платы электронных модулей.

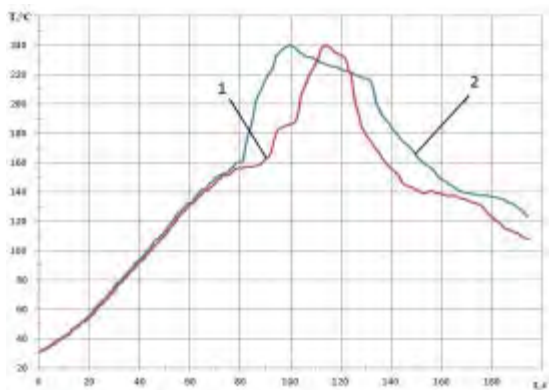


Рисунок 3 – Термопрофили ИК пайки: обычный нагрев (1), с кольцевым отражателем (2)

В результате анализа качества паяных соединений были выявлены незначительные дефекты, такие как образование на поверхности платы шариков припоя, что не является критичным, и только нарушает требования к эстетическому виду. На плате отсутствуют следы перегрева и коробления. При ручном управлении ИК нагревом возрастает возможность образования таких дефектов как: непропаи выводов, «надгробный

УДК 535.361

### ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ОПАЛОВЫХ МАТРИЦ НА ОСНОВЕ КРЕМНЕЗЕМА, ЗАПОЛНЕННЫХ ИОНАМИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЕВРОПИЯ И ТЕРБИЯ

Литвинова А. О.

ФИАН им. П. Н. Лебедева, МГТУ им. Н. Э. Баумана  
Москва, Российская Федерация

Оптические среды, которые характеризуются изменяющейся с периодом, сопоставимым с длиной волны электромагнитного излучения видимого диапазона, диэлектрической проницаемостью, классифицируются как фотонные кристаллы (ФК). ФК активно исследуются и находят применение в различных областях. ФК бывают одномерными, двумерными и трехмерными. Трехмерным фотонным кристаллом является глобулярный фотонный кристалл (ГФК), например искусственные опаловые матрицы, сформированные из глобул кремнезема ( $\alpha\text{-SiO}_2$ ) с диаметрами 200 - 800 нм. Такие ФК имеют строение в виде кубической гранцентрированной кристаллической решетки. Пространство между глобулами называют порами ФК и имеет размер порядка 50 – 150 нм. Присутствие пор позволяет вводить в образец ГФК различные молекулярные соединения. Таким образом, можно воздействовать на оптические свойства ГФК. Характерной особенностью ФК является формирование соответствующих разрешенных и запрещенных зон (стоп - зон) для фотонов. Таким образом, ФК представляют собой материалы с управляемыми оптическими свойствами. При заполнении пор ГФК редкоземельными элементами (РЗЭ) образуются материалы с люминесцентными свой-

ствами. Одним из примеров является получение мезопористого стекла и квантитов при легировании РЗЭ европия (III) при разных режимах обжига. На сегодняшний день РЗЭ активно применяются для создания новых устройств, например, солнечных элементов или лазерных усилителей [1 – 2].

В данном исследовании ставится задача наблюдать низкочастотную конверсию электромагнитного излучения в области стоп - зон ГФК, заполненного РЗЭ (европий  $\text{Eu}^{3+}$  и тербий  $\text{Tb}^{3+}$ ), при узкополосном ультрафиолетовом излучении.

1. Джюд, М. Пайка при сборке электронных модулей / М. Джюд, К. Бридли. – М.: Издат. дом «Технологии», 2006. – 416 с.
2. Ланин, В. Л. Инфракрасный нагрев в технологии пайки поверхностного монтажа / В.Л. Ланин // Технологии в электронной промышленности. – 2007. – № 3. – С. 38–42.
3. Ланин, В.Л. Электромонтажные соединения в электронике: технология, оборудование, контроль качества / В.Л. Ланин, В.А. Емельянов. – Минск: Интегралполиграф, 2013. – 406 с.

На рис. 1 приведена схема экспериментальной установки. В работе были использованы следующие источники излучения: галогенная лампа, лазер с длиной волны генерации 266 нм, диоды 366, 382 и 410 нм. От источников излучения (1) по оптоволоконному световоду (2) излучение подводится к закрытой кювете (3), в которой расположен образец (4) ГФК. По световоду (5), расположенному рядом с (2) отраженное излучение поступает в миниспектрометр типа монохроматора (6). Разрешение миниспектрометра составляло 2-3 нм при временных экспозициях 100 – 500 мс. Через USB кабель (7) цифровой сигнал поступает в компьютер (8) и проводится его обработка.