

ISSN 0321-2165

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕДИЦИНСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АППАРАТУРА

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

Москва — 1989

Сборник посвящен исследованию и разработке радиоэлектронной медицинской аппаратуры. Отражены результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполненных в НИО РЭМА.

В первом разделе изложены методики измерения импеданса смешанной слюны человека, импеданса кожи с помощью переменного тока, а также результаты исследования элементной базы электронных устройств, работающих в микрорежимах.

Статьи второго раздела знакомят читателей с применением автоматизированных систем обработки биомедицинской информации.

Тема статей третьего раздела - мониторные системы.

В четвертом разделе представлены преобразователь логических движений новорожденного, медицинские преобразователи температуры, унифицированный модуль регистратора с пигментной записью.

Статьи пятого раздела отражают экономические и метрологические аспекты создания радиоэлектронной медицинской аппаратуры.

Издание рассчитано на научных и инженерно-технических работников, занятых созданием и производством радиоэлектронной медицинской аппаратуры, практических врачей, организаторов здравоохранения, а также студентов медицинских учебных заведений.

Главный редактор д-р техн.наук, профессор В.А. Викторов

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук Р.И. Бураков, канд. техн. наук В.П. Гундаров,
д-р биол. наук К.Д. Калантаров, канд. биол. наук А.Р. Ливен-
сон, канд. мед. наук Т.Н. Скорунская, А.А. Щепелев, канд. техн.
наук А.А. Чевяченко

Науч. редактор выпуска канд. техн. наук А.Г. Тищенко

Редакционная группа:

канд. физ.-мат. наук Д.С. Волженский, канд. техн. наук М.С. Гом-
берг, канд. экон. наук Н.С. Колесников, канд. техн. наук
С.Н. Кулбак, канд. техн. наук В.Б. Маренков, канд. техн. наук
В.А. Плесков, канд. мед. наук Л.А. Шустер, канд. техн. наук
Н.П. Шибря

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ

Покровский М.М., Соколов С.Е., Рево Ю.В., Халавка М.Н., Микитин А.М. Медико-технические проблемы измерения импеданса смешанной среды человека	3
Виноградов О.М. Способ измерения электрического импеданса кожи с помощью переменного тока	5
Асашев Ю.И., Васильев С.И., Дулин В.В. Исследование элементной базы электронных устройств, работающих в микрорежимах	9

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Годлевский П.Г., Максимец Я.И. Аппаратные и программные средства микропроцессорного контроллера для электрокардиографа	12
Кочовский О.Н., Евдокимов В.И., Гуль В.М., Бордоженко И.И., Кан А.Г., Зайден В.Э. Автоматизированный реограф AP-01	15
Бордоженко И.И., Кан А.Г., Кочовский О.Н., Виноградова Т.А. Пути развития автоматизированных систем обработки результатов реографических исследований	18

МОНИТОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Либерзон А.П., Загрийчук Я.Е., Пиллюк А.Е., Шерман А.М. Объединенный входной тракт ЭКГ и импедансной пневмограммы в составе монитора	26
Агизим Г.М., Виноградов О.М. Формирование трендов физиологических показателей в процессе мониторингирования	32
Агизим Г.М., Пасичник Т.В., Шерман А.М. Многоканальный изолирующий входной модуль для мониторной системы	37
Березкин Г.С., Либерзон А.П., Палатник Е.С., Шерман А.М. Некоторые особенности программного обеспечения монитора контроля плода	43

УЗЛЫ И УСТРОЙСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ

Случкая Е.Д., Лобаз И.И. Преобразователь дыхательных движений новорожденного	46
Мацкевич Г.В., Балабанова И.Р. Медицинские преобразователи температуры	49

Волженский Д.С., Кузнец М.П. Способ изготовления мульти- катодов для датчиков PO ₂	52
Гомберг М.С., Король А.М., Грубьяк Л.И. Унифицированный модуль регистратора с пигментной записью	54

ЭКОНОМИКА, НАДЕЖНОСТЬ, МЕТРОЛОГИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ

Члиянц Г.А., Колесников Н.С. Государственная приемка и ее роль в работах по обеспечению качества изделий ра- диоэлектронной медицинской аппаратуры	56
Шаршевский Б.Н., Мамчин М.М., Лясковец Я.А., Маслова- тый А.М., Кушнир Г.В. О нормировании труда в НИИ	59
Ревю Ю.В., Тищенко А.Г. Методы обеспечения надежности радиоэлектронной медицинской аппаратуры при проекти- ровании	63
Ревю Ю.В. Некоторые аспекты повышения достоверности определения гематокритного числа	69
Рабенко М.М., Щибря Н.П. Качество метрологического обеспечения	74
Дидух Н.Н., Кудлак С.Н. САПР плоских объектов	79
Ткачук Р.А., Лапин М.С., Зоблий А.Н. Интенсификация монтажно-сборочных работ при производстве радиоэлек- тронной медицинской аппаратуры с использованием ловой элементной базы	81

Прикладное программное обеспечение САПР состоит из следующих ППП: технологического-графического проектирования; подготовки управляющей информации для станков с ЧПУ; машинной графики для растровых устройств; автоматизированного устранения технологически узких мест и обеспечения средств контроля топологии проводящего рисунка печатной платы; автоматизированного формирования и выпуска текстовой конструкторской документации.

ППП реализованы на языках МАСКО-II, Фортран-4. Язык графического проектирования - подмножество языка ЯР-4. САПР функционирует под управлением системы ОС РВ (версия 3.0).

В САПР имеются также программные средства, обеспечивающие, наряду с семантическим контролем входных данных, формирование и сопровождение технической документации на машинных носителях, корректировку конструкторской документации, выполненной средствами САПР.

Техническое обеспечение САПР плоских объектов включает в себя комплекс технических средств АРМ-2.01 стандартной конфигурации, устройства ввода графической информации УПГИ ЭМ-709, факсимильный аппарат "Иней-ЗП", растровый фотокоординатограф "Изотоп-ЗП", планшетный фотокоординатограф "Минск-2005".

Внедрение САПР плоских объектов в Объединении позволило повысить уровень автоматизации конструкторских работ и технологической подготовки производства до 22-25%, увеличить производительность труда инженеров-конструкторов и технологов, улучшить качество разработок РЭМА, а также использовать более прогрессивные технологические процессы изготовления панелей приборов, шильдинов, нанесения защитных масок, пайки печатных плат с высокой плотностью печатного монтажа, маркировки печатных плат.

УДК 621.396.049.75

Р.А.Ткачук, М.С.Лапин, А.Н.Воблый

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МОНТАЖНО-СБОРОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ

Интенсивное развитие и усложнение схемотехнических решений разрабатываемой радиоэлектронной медицинской аппаратуры (РЭМА) IY-Y поколений, уменьшение ее объема и массы и повышение надежности связаны с внедрением в производство прогрессивных методов монтажа и сборки изделий. Значительное повышение надежности и качества монтажно-сборочных работ получено в результате применения на печатных пла-

тах поверхностно-монтажных изделий (ПМИ).

У нас в стране и за рубежом концепция технологии монтажа ПМИ на поверхность монтажно-коммутационных оснований формируется в новое научно-технологическое направление, названное технологией поверхностного монтажа [1, 2]. Перспективность этого направления основана на достижениях в области технологии и автоматизации производства толстопленочных больших гибридных интегральных схем (БГИС, ГИС) и микросборок, а также совершенствования существующих и разработки новых конструкций монтажно-коммутационных оснований (печатные платы повышенной плотности Ш-У классов точности согласно ГОСТ 23751-86 "Керамические и металлические платы"). Названная технология, судя по первым научным и практическим результатам, дает возможность получить не только самые высокие электрические характеристики при коммутации БИС и СБИС, но и наиболее высокий уровень автоматизации и экономическую эффективность производства РЭМА даже при небольших объемах выпуска.

Основными составляющими проблемы внедрения нового метода монтажа и сборки являются разработка и освоение специального технологического оборудования, реализующего все операции технологического процесса, освоение полной номенклатуры устанавливаемых компонентов, групповых методов нанесения паяльных паст, укладки компонентов на плату, а также пайки и отмычки монтажно-коммутационных оснований после пайки.

Особое внимание при исследовании, разработке и практическом освоении технологии поверхностного монтажа уделяется технологическим операциям групповой пайки методом оплавления припойных паст, нанесения припойных паст на контактные площадки ввиду их специфики и сложности практической реализации. Обеспечение высокого качества паяного соединения поверхностно-монтажных изделий в условиях автоматизации производства связано с моделированием и оптимизацией режимов технологических операций.

Процесс нанесения паяльной пасты на соответствующие места контактных площадок плат при зазоре 0,15-0,2 мм является одним из наиболее ответственных этапов групповой пайки, который заключается в последовательном совмещении формы и печатной платы, нанесении пасты и в предварительной сушке. Нанесение пасты производится путем продавливания ее эластичным ракелем через открытые участки сетчатого металлического, полимерного или полимерно-металлического трафаретов.

Пасты относятся к структурированным неньютоновским тиксотропным системам, и их специфической особенностью является изменение вязкости под воздействием движущегося лезвия ракеля. Такие технологические параметры, как давление ракеля, скорость его перемещения и угол атаки, плотность его прилегания к трафарету, зазор между трафаретом и печатной платой, оказывают влияние на воспроизводимость формы, толщи-

$$D_{66} = \frac{E h^3}{12} \frac{1 - \nu^2 a_2 b_2 / a b}{a b (a/a_2^2 + b/b_2^2)}.$$

Уравнение движения системы трафарет - ракель (I) в подвижной системе координат $\bar{x} = x - vt, \bar{y} = y$ можно записать:

$$\begin{aligned} D_{11} \frac{\partial^4 W}{\partial \bar{x}^4} + \kappa (D_{12} + 2D_{66}) \frac{\partial^4 W}{\partial \bar{x}^2 \partial \bar{y}^2} + D_2 \frac{\partial^4 W}{\partial \bar{y}^4} - N_y \frac{\partial^2 W}{\partial \bar{y}^2} - \\ - (N_x + \rho h^* v^2) \frac{\partial^2 W}{\partial \bar{x}^2} + (q_x + \bar{P} \cos \alpha) \delta(\bar{x} - x_1) [\delta_0(\bar{y} - y_1) - \\ - \delta_0(\bar{y} - y_2)] \frac{\partial W}{\partial \bar{x}} = \bar{P} \sin \alpha \delta(\bar{x} - x_1) [\delta_0(\bar{y} - y_1) - \delta_0(\bar{y} - y_2)]. \end{aligned}$$

Расчет формы поверхности нанесенного слоя паяльной пасты после операции трафаретной печати сводится к расчету изменения растекаемости пасты в зависимости от технологических параметров процесса и реологических свойств пасты.

Для расчета растекаемости пасты используется обобщенное уравнение Буссинеска [3, 4], которое запишем в виде

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \alpha^* \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(H \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(H \frac{\partial H}{\partial y} \right) \right], \quad (2)$$

где $Z = H(x, y, t)$ - уравнение свободной поверхности пасты после ее нанесения через трафарет; $\alpha^* = \frac{\kappa}{m}$ - коэффициент уровня продавливания; m - пористость трафарета; κ - коэффициент, характеризующий скорость продавливания пасты через ячейки трафарета.

Если принять осредненную величину $\kappa = (\kappa H)_{cp}$ и учесть, что начальная поверхность пасты есть $H_0(x, y)$, то решение уравнения (2) имеет вид:

$$H(x, y, t) = \frac{1}{4\pi\alpha^*t} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left(-\frac{r^2}{4\alpha^*t}\right) H_0(x_1, y_1) dx_1 dy_1,$$

где $r^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2$.

Рассматривается частный случай, когда растекающаяся паста в начальный момент представляет собой прямоугольный параллелепипед высотой h и $(-r_1 \leq x \leq r_1; -r_2 \leq y \leq r_2)$. Тогда начальное положение поверхности пасты записывается в виде $h_0 = 0$ при $|x| \geq r_1, |y| \geq r_2$ и $h_0(x, y) = h$ при $|x| \leq r_1$.

Затем решение уравнения (2) примет вид:

$$H(x, y, t) = H_0 + \frac{H}{4\pi\alpha^*t} \int_{-r_1}^{r_1} dx_1 \int_{-r_2}^{r_2} dy_1 \exp\left(-\frac{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}{4\alpha^*t}\right).$$

Полученная модель процесса позволяет разработать исполнительные органы специального технологического оборудования, выделить наиболее важ-

ные параметры с целью более эффективного управления в условиях автоматизированного производства групповыми методами монтажа и сборки компонентов на поверхность печатных плат.

Установлена взаимосвязь входных и выходных параметров процесса, что позволяет путем его оптимизации для различных типоразмеров плат новых изделий медицинской техники повысить качество нанесения паяльной пасты и групповой пайки.

Л и т е р а т у р а

1. Джонс П. Повышение плотности печатного монтажа на платах // Электроника. 1981. № 17. С. 51-57.
2. Лаймен Дж. Корпуса для ИС с высокой плотностью размещения выводов // Электроника. 1982. № 14. С. 24-28.
3. Седов Л.И. Механика сплошной среды. - М.: Наука, 1984. Т. II. - 560 с.
4. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей. - Л.: Наука, 1975.