

- высокая ремонтпригодность связана с простотой корпуса и его не монолитностью,
- опрокидывание TwinBot практически невозможно благодаря алгоритму управления балансом.

Недостатками TwinBot можно назвать его необходимость в балансировке перед началом работы и необходимость иметь по близости источник Wi-Fi. Однако эти недостатки не столь существенны, поскольку даже если у человека-оператора в помещении отсутствует личный роутер для подключения к сети интернет, то всегда можно подключиться к общественным сетям либо создать персональную точку доступа через телефон. И настроив один раз положение TwinBot, он будет сохранять его в течение своего рабочего состояния и в состоянии покоя до тех пор пока его не разберут.

Технологии телеприсутствия начинают входить на рынок для общего пользования, поэтому данное устройство может быть хорошей альтернативой при деловых переговорах из разных частей света

Список использованных источников:

1. *TwinBot. A telepresence electric scooter/Chris Krohnel*/журнал «*Elektr Electronics*» 2016 - №3 - стр. 81-85.
2. Робот телеприсутствия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://old.endurancerobots.com/sistema-teleprisutstviya/>.
3. *Webot, Wicron*, Россия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mforum.ru/news/article/112894.htm>
4. *Радиомодель Romo The Smartphone Robot* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pixelshop.waterfilter.in.ua/radiomodel-romo-the-smartphone-robot/>.
5. Робот телеприсутствия PadBot [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://newton24.ru/index.php?route=product/product&product_id=580.
6. Робот Телеприсутствия PadBot V3 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://megabot-shop.biz/robot-teleprisutstviya-padbot-v3>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТЕКАНИЯ ТОКА ВО ВНУТРЕННЕМ ВЫВОДЕ МИКРОСХЕМЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ В СРЕДЕ ANSYS WORKBENCH

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Калиновский Д. В., Али А. Ш.

Пискун Г. А. – канд. тех. наук, доцент

Разработана адаптивная модель протекания тока в *ANSYS Maxwell*. Термический анализ выполнялся в модуле *Transient-thermal*.

На сегодняшний день инженерные задачи становятся значительно сложнее и комплекснее, затрагивая одновременно различные разделы физики. Для их решения уже не обойтись простыми аналитическими формулами и узкоспециализированными программами, при которых необходимо использовать более серьезные и современные программные продукты, в роли которых выступают системы автоматизированного проектирования (САПР). Моделирование физических процессов при помощи САПР упрощает анализ за счёт пренебрежения таким фактором, как отказ радиоэлектроники; позволяет систематизировать знания о протекающих процессах, осознать степень точности их описания математическими моделями и снизить общие затраты на выполнение операции, а именно трудоёмкость, срок выполнения, себестоимость проекта. Использование среды ANSYS для моделирования было обусловлено низкими требованиями к характеристикам аппаратного обеспечения, возможностью мультфизического анализа, широким спектром физик решателя. [1]

Особенностью процесса протекания электростатического заряда с точки зрения построения адаптивной модели, является небольшая продолжительность процесса в совокупности с высокими значениями рассеиваемой мощности. Это серьезно повышает требования к точности выбора констант и функционально зависимых величин. Подобного рода модель может быть построена в современных САПР с поддержкой мультифизики. Другая сложность заключается в том, что эта модель должна быть универсальной, а именно она должна поддерживать возможность изменения параметров нагрузки. Была построена модель токопроводящего контакта микросхемы (рис. 1). Расчетная область представляет собой сегменты прямоугольной и цилиндрической формы, что обусловлено технологией изготовления ИМС. Области пайки в разработанной модели не учитывались, так как описать процесс формирования температуры в композитных сплавах достаточно сложно. [2]

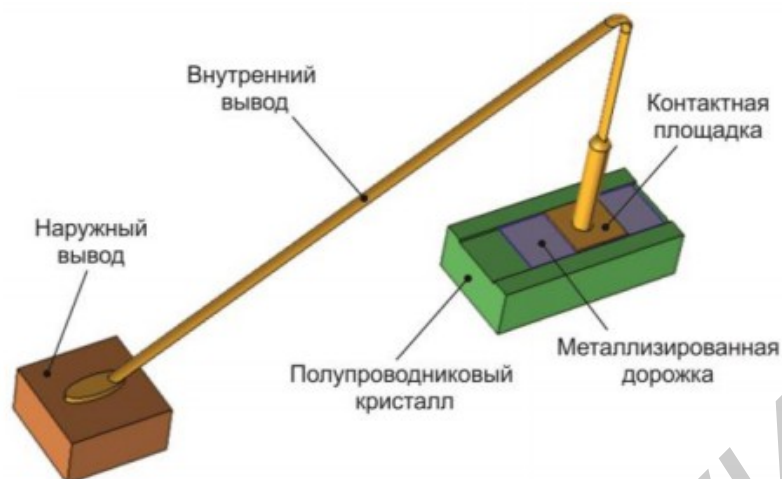


Рис 1. Модель токопроводящего контакта микросхемы [2]

В качестве нагрузок были выбраны те, что на данный момент являются потенциально опасными для микросхем. Результат моделирования представлен на рис.2. Начальные условия моделирования: заряд, стекающий с металлизации 10^{-10} Кл, напряжение на выводе микросхемы 2кВ [4], температура проводника в начальный момент времени 22 °С. Материал контакта – золото. [3]

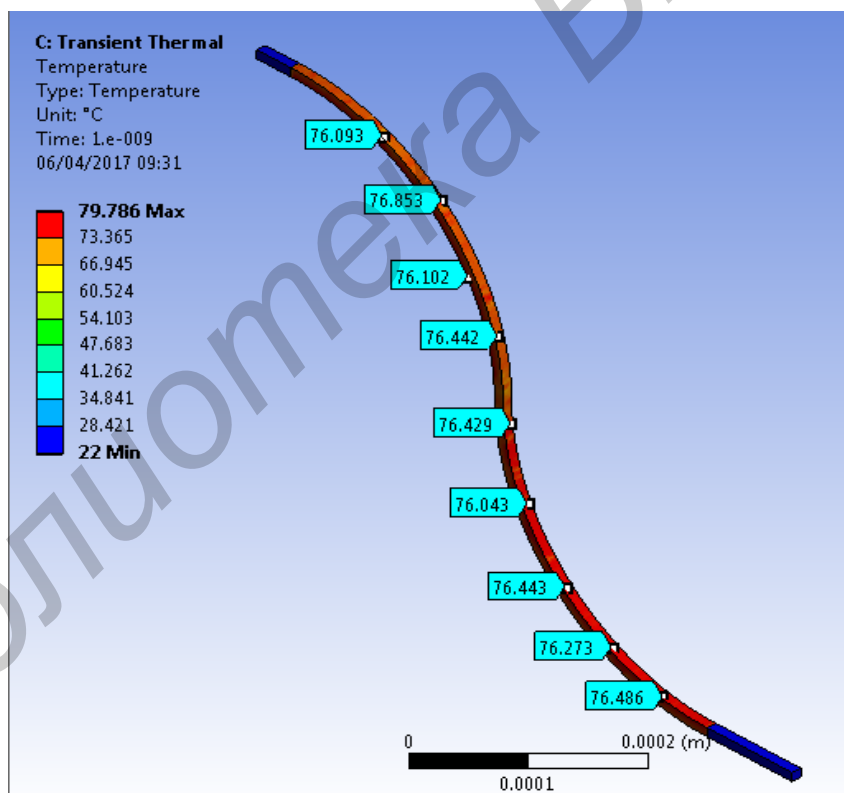


Рис 2. Результат моделирования – картина температур

В результате моделирования была получена электродинамическая картина процесса. Были получены амплитуды протекающих в выводах микросхемы токов и значения, рассеиваемой в проводнике мощности. Максимальная плотность тока через контакт составила $2 \cdot 10^{17}$ А/м². В ходе термического анализа был выявлен избыточный перегрев проводников в зонах изгиба, что в условиях работы устройства может привести к разрушению полупроводниковых структур.

Были выявлены существенные трудности в описании наносекундных процессов, связанные в первую очередь с ограничениями в используемом программном пакете. К недостаткам полученной модели стоит

отнести отсутствие возможности внесения новых и уточнения существующих математических моделей процесса.

Список использованных источников:

1. ANSYS [Электронный ресурс] – Права доступа: <http://www.ansys.com> Дата доступа: 10.01.2016.
2. Пискун Г.А. Моделирование распределения температуры в токоведущих элементах интегральных микросхем в результате воздействия электростатических разрядов / Пискун Г.А., Алексеев В.Ф., Ланин В.Л., Левин В.Г.// Доклады БГУИР, 2003
3. Каверзнев В.А. Статическое электричество в полупроводниковой промышленности / Каверзнев В.А., Зайцев А.А., Овечкин Ю. А.// М.: Издательский Дом "Энергия", 1975
4. Кечиев Л.Н. Защита ЭС от воздействия ЭСР / Кечиев Л.Н., Пожидаев Е. Д.// М.: Издательский Дом "Технологии", 2005

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

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

Казюциц В.О.

Боровиков С.М. – к.т.н., доцент

Оценка показателей надёжности электронных устройств на этапе проектирования аппаратуры является актуальной задачей. Она даёт ответ на вопрос о целесообразности дальнейших затрат, необходимых на отработку технологии и производство устройств. Для решения этой задачи была разработана система автоматизированного расчёта и обеспечения надёжности (система АРИОН) [1, 2].

Система АРИОН успешно внедрена в промышленность (РУП КБТЭМ-ОМО, ОАО «ИНТЕГРАЛ», НПО «Горизонт») и широко используется в подготовке специалистов высшего образования по радиоэлектронике [1].

При выполнении расчёта надёжности электронных устройств важным является вопрос о соответствии рассчитанных показателей уровню эксплуатационной надёжности ввиду того, что для многих электронных устройств заданная наработка «выбирается» циклически в течение определённой календарной продолжительности, т.е. имеют место периоды использования устройства по назначению и периоды хранения. Значительное влияние на надёжность устройств оказывает и цикличность включений-выключений. Система АРИОН не предназначена для расчёта надёжности с учётом календарного времени и цикличности.

Для расчёта надёжности с учётом календарного времени эксплуатации и цикличности на основе системы АРИОН был разработан программный комплекс автоматизированной оценки надёжности электронных устройств - система АРИОН-плюс.

Главным отличием системы АРИОН-плюс от системы АРИОН является возможность выбора режимов расчёта надёжности, а также задание параметров для каждого из режимов.

Режимы расчета в системе АРИОН-плюс:

- наработка;
- наработка и хранение;
- наработка и цикличность;
- наработка, хранение и цикличность;
- хранение.

Задание параметров (условий) расчёта происходит для всего виртуального устройства, однако, если имеются вложенные модули, то для каждого из них можно задать индивидуальные условия. Также имеется возможность рассчитать каждый вложенный модуль в отдельности. В вывод результатов расчёта добавлена диаграмма вклада выбранных режимов.

Для возможности учета календарной эксплуатации база данных была дополнена моделями интенсивностей отказов при хранении, а также моделями коэффициентов влияния температуры хранения на надёжность. Для учета циклического характера работы устройств была разработана методика оценки надёжности при цикличности, в основе которой выбирается коэффициент цикличности. Этот коэффициент зависит от вида эксплуатации рассчитываемого устройства и показывает отношение числа отказов при циклическом характере работы к числу отказов при непрерывной эксплуатации.

Система АРИОН-плюс успешно внедрена в учебный процесс и готова к внедрению в промышленность, а также зарегистрирована в национальном центре интеллектуальной собственности [3].

Область применения системы АРИОН-плюс – автоматизированная оценка надёжности электронных устройств на этапе их проектирования проектными подразделениями предприятий и организаций.

Эффективность разработанной системы (программного средства) обусловлена более достоверной оценкой надёжности за счёт дополнительного учёта календарного времени и циклического характера работы электронных устройств.