

прибора (согласно КД) и подсоединенных к миллиомметру Е6-25, давление измерялось вакуумметром широкодиапазонным WRG-S (поверен в соответствии с МИ 140-89).

Установлено, что операцию дегазации приборов из состава КА можно применять для оценки качества и надежности паяных соединений и монтажа электрорадиоизделий (ЭРИ) на печатных платах (ПП). При проведении проверок в объеме входного контроля после дегазации был выявлен отказ одной платы из состава прибора. Подробный анализ показал, что дефект вызван «вспучиванием» ЭРИ и отрывом контактных площадок с поверхности ПП. Эффект «вспучивания» явился следствием нарушения технологического процесса при приклейке ЭРИ к поверхности ПП: клей на подложку был нанесен «елочкой», а не сплошным слоем. Воздух, который остался между ЭРИ и ПП и послужил причиной «вспучивания» в условиях пониженного давления. Плата была перемещена на монтажный участок и отремонтирована.

Следует отметить, что подобные дефекты исключаются в случае, если при изготовлении ПП влагозащитное покрытие наносится методом вакуумного осаждения из газовой фазы (полипараксилилен), так как процесс идет при давлении 10^{-2} мм. рт. ст. (3-5 Па).

По результатам работы выявлено значительное сокращение (до 4-х раз) времени откачки вакуумной камеры при дегазации изделия в сборе после проведения предварительной дегазации приборов из состава изделия. По результатам контроля процесса дегазации изделия с помощью масс-спектрометра выявлено существенное уменьшение (в 10÷20 раз) интенсивности выделения высокомолекулярных соединений за время дегазации в течение 72 часов.

Кроме того, результаты ТВИ изделия в сборе показали отсутствие загрязнений поверхностей зеркал и экранов, что также подтверждает эффективность дегазации составных частей изделия перед окончательной сборкой КА.

УДК 621.382

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ ПО ПАРАМЕТРАМ НЧ ШУМА

О.О. Горюнов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Одним из направлений в разработке методов контроля качества и надёжности ППИ являются методы, основанные на измерении параметров низкочастотного шума.

На основе анализа типовых дефектов полупроводниковых структур, физических механизмов ненадёжности и деграционных процессов была выявлена совокупность электрофизических параметров, являющихся предвестниками отказов биполярных транзисторов.

Исходя из требований достоверности и оперативности получения информация о степени потенциальной ненадёжности, возможности её количественной оценки, простоты методов измерения, их неповреждающего воздействия на контролируемые транзисторы и возможности автоматизации в качестве информативных были предложены следующие параметры:

- величина низкочастотных шумов, связанных с состоянием поверхности и объёма полупроводника, дефектами контактов в маломощных транзисторах;

- напряжение на коллекторе в момент образования «горячего пятна», связанное с дефектами неоднородности токораспределения в мощных транзисторах.

Целесообразность использования низкочастотного шума (НЧ) для диагностики транзисторов показана и в ряде работ. Достигнута достоверность прогнозирования срока службы транзисторов по уровню НЧ шума порядка 0,9.

Для диагностики маломощных биполярных транзисторов нами была использована установка, структурная схема которой представлена на рисунке 1.

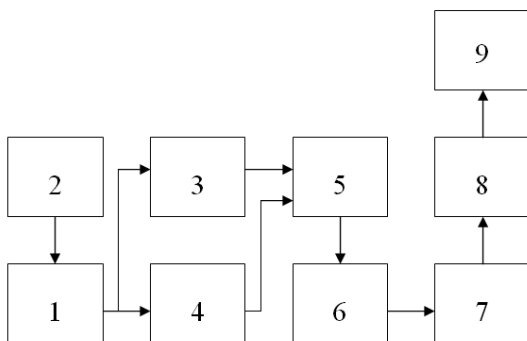


Рисунок 1 – Структурная схема измерителя шумового напряжения в транзисторах и линейных ИС

Контролируемый транзистор 1 включается по схеме с общим эмиттером короткозамкнутым входом для случая обнаружения дефектов в области коллекторного перехода. Режим по постоянному току задаётся источником тока 2. Напряжение шума, усиленное однотипными предварительными усилителями 3, 4, подаётся на входы аналогового

перемножителя 5. Такая схема усиления позволяет компенсировать некоррелированные между собой собственные шумы предварительных усилителей, что значительно повышает чувствительность установки. С выхода перемножителя напряжение $U_{ш}$ поступает через коммутируемый узкополосный фильтр 6 на вход квадратичного детектора 7, а затем на АЦП8 и схему индикации 9.

Более точные результаты были получены на установке «Старт-1».

В таблице 1 представлены результаты диагностики транзисторов и транзисторных сборок по уровню НЧ шума. Как видно из таблицы удовлетворительные результаты достигнуты лишь для транзисторов КТ841. Для транзисторов с приёмкой «9», используемых в спецаппаратуре, эффективность ДНК оказалась низкой.

Таблица 1 – Эффективность отбраковки транзисторов по шумовым параметрам

Тип транзистора	Режим ДНК	Параметры эффективности			
		$P_{п}$	$P_{ош}$	$P_{пост}$	$P_{потр}$
2Т312Б	$f = 1 \text{ кГц}$	0,62	0,38	0,42	0,3
2Т203Б	$f = 1 \text{ кГц}$	0,58	0,42	0,36	0,32
2Т630Б	$f = 1 \text{ кГц}$	0,56	0,44	0,38	0,35
2Т831В,Г-1	$f = 1 \text{ кГц}$	0,52	0,48	0,45	0,29
2Т603Б	$f = 1 \text{ кГц}$	0,54	0,46	0,33	0,42

Горюнов Олег Олегович, студент кафедры КТЭСиУ. E-mail: tututka.95@mail.ru

УДК 621.396.72

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ОТВОДА ТЕПЛА ОТ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

А.А. Денисюк

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Тепловой режим аппаратуры отражает пространственно-временное распределение температуры в ней. Тепловой режим зависит от количества рассматриваемой мощности в блоке и считается нормальным, если температуры всех элементов конструкции блока в заданных условиях эксплуатации не превышают предельно допустимых по техническим условиям.

Передача тепловой энергии, рассеиваемой в блоке, осуществляется тремя способами: конвекцией, излучением и теплопроводностью (кондукцией). Для бортовой аппаратуры (БА) космических аппаратов (КА), работающей в вакууме, первый способ отвода тепла невозможен. Поэтому