

УДК 621.382.3

ПОИСК ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ НАДЁЖНОСТИ ТРАНЗИСТОРОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ И ОТБОРА ВЫСОКОНАДЁЖНЫХ ЭКЗЕМПЛЯРОВ

КАЗЮЧИЦ В. О.

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

E-mail: vladkaz@bsuir.by

Аннотация. Описывается применение метода индивидуального прогнозирования надёжности радиоэлектронных изделий по информативным параметрам, а также приводятся основные этапы ускоренных испытаний полупроводниковых приборов на надёжность.

Abstract. A method of individual forecasting of the reliability of radio-electronic products by informative parameters is described, and the main stages of accelerated testing of semiconductor devices for reliability are given.

Введение

В настоящее время развитие радиоэлектроники позволяет создавать информационные радиосистемы, которые решают различные задачи при самых специфических условиях эксплуатации. Надёжность любой информационной системы зависит от входящих в её состав устройств. В то же время, надёжность этих устройств напрямую зависит от используемых в них компонентов. Особые требования предъявляются к проектированию радиоаппаратуры военного и космического назначения. Такие устройства обладают высокой надёжностью, однако требуют крайне больших затрат для контроля параметров и соблюдения высокого уровня надёжности при производстве. В свою очередь, при производстве изделий массового использования не уделяется достаточного внимания вопросам надёжности этих изделий. Возникает вопрос, как можно обеспечивать достаточный уровень надёжности изделий, при этом не имея больших затрат на производство компонентов. Для решения этой задачи предлагается использовать индивидуальное прогнозирование надёжности радиоэлектронных изделий.

Индивидуальное прогнозирование надёжности

Основными компонентами радиоэлектронных устройств, на которые следует обратить внимание при обеспечении требуемого уровня надёжности, являются полупроводниковые приборы (микросхемы, транзисторы и т.д.). Решение задач по прогнозированию надёжности радиоэлектронных изделий предполагает проведение предварительных исследований, включающих испытания на безотказность полупроводниковых приборов интересующего типа. После таких испытаний исследуемые экземпляры уже не могут использоваться в составе аппаратуры, поскольку они могли отказать за время испытаний, а в случае, если не отказали, то их рабочий ресурс, скорее всего, на исходе. Но с помощью подобных испытаний можно определить информативные параметры полупроводниковых приборов исследуемого типа, что в дальнейшем позволит в начальный момент времени прогнозировать надёжность «новых» (других, не принимавших участия в испытаниях) экземпляров полупроводниковых приборов интересующего типа [1].

В настоящее время не существует общего набора информативных параметров, с помощью которых можно классифицировать полупроводниковые приборы по уровню их надёжности. Поэтому определение информативных параметров для полупроводниковых приборов конкретных групп (транзисторы, диоды, стабилитроны, тиристоры и т.д.) является актуальной задачей.

В работе [2] предложен способ отбраковки биполярных транзисторов по следующему параметру Π , который имеет повышенную информативность:

$$\Pi = I_{\text{э}} \cdot \frac{1 - h_{21Б}}{h_{22Б} - h_{22Б}^0}, \quad (1)$$

где $h_{21Б}$ – статический дифференциальный коэффициент прямой передачи тока при коротком замыкании на входе и напряжении коллектор-база, равном предельно допустимому значению по ТУ, при включении по схеме с общей базой;

$I_{Э}$ – ток эмиттера, при котором величина $h_{21Б}$ достигает максимума;

$h_{22Б}$ – выходная проводимость при холостом токе на входе при включении его по схеме с общей базой, измеренная при эмиттерном токе $I_{Э}$;

$h_{22Б}^0$ – выходная проводимость при холостом токе на входе при включении по схеме с общей базой, измеренная при эмиттерном токе $I_{Э} = 0$.

Рассчитанный по измеренным статистическим параметрам информативный параметр Π сравнивается с эталоном, установленным заранее статистически для данного типа биполярных транзисторов [3]. Данный подход не является универсальным и может быть использован только для отбраковки биполярных транзисторов.

Ускоренные испытания на безотказность

Как говорилось ранее, для обеспечения требуемого уровня надёжности радиоэлектронных устройств следует проводить испытания на безотказность компонентов для поиска информативных параметров, по которым можно выявлять высоконадёжные экземпляры. Наиболее подходящими для данной цели являются ускоренные испытания на надёжность.

Различают ускоренные испытания в нормальном и форсированном режимах. Ускорения испытаний в нормальном режиме достигают уплотнением рабочих циклов или экстраполяцией по наработке. Ускорения испытаний в форсированном режиме достигают интенсификацией деградационных процессов [4]. Испытания в нормальном режиме показывают точные результаты по надёжности изделий, однако могут занимать очень продолжительное время. Поэтому, предпочтение отдаётся ускоренным испытаниям в форсированном режиме. Ускорение деградационных процессов может быть достигнуто разными методами. Как правило, универсальным является значительное увеличение температуры окружающей среды. При таком подходе следует контролировать выбранные ранее параметры изделия до момента, когда оно выйдет из строя (случится отказ). После анализа результатов выбираются параметры, значения которых за время проведения испытаний вышли за границы допустимых.

Было принято решение провести исследования по поиску информативных параметров для транзисторов большой мощности. Чтобы учесть особенности структур, а также унифицировать набор параметров, для исследований были выбраны две группы транзисторов: биполярные типа КТ819В и полевые типа КП744А. Исследования проводятся на базе УО «БГУИР» совместно со специалистами ОАО «ИНТЕГРАЛ». Важным этапом исследований является выбор электрических параметров, «подозреваемых» на информативность и измерение этих параметров в начальный момент времени у каждого экземпляра исследуемой выборки. Обработка последующих результатов испытаний на безотказность выборок приборов позволит найти связь между уровнем надёжности приборов и значениями в начальный момент времени принятых во внимание их электрических параметров. Это позволит определить совокупность наиболее информативных параметров и использовать её для практического решения задачи прогнозирования индивидуальной надёжности полупроводниковых приборов рассматриваемых типов.

Заключение

При обеспечении надёжности радиоэлектронных устройств следует применять методы индивидуального прогнозирования по информативным параметрам компонентов. Для получения универсального подхода к прогнозированию надёжности полупроводниковых приборов было принято решение провести испытания на безотказность транзисторов большой мощности с последующим выявлением информативных параметров.

Список использованных источников

1. Боровиков, С. М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники / монография. – М. : Новое знание, 2013. – 343 с.
2. Бусыгин В. Н. Способ отбраковки биполярных транзисторов // А.с. СССР 1632187. Опубл. 20.07.91. Бюл. №20.
3. Горлов, М. И. Современные диагностические методы контроля качества и надежности полупроводниковых изделий // М. И. Горлов, В. А. Сергеев; под науч. ред. М. И. Горлова. – 2-е изд. – Ульяновск : УлГТУ, 2015. – 406 с.
4. РД 50-424-83 Методические указания. Надежность в технике. Ускоренные испытания. Основные положения