

УДК 621.382

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТБРАКОВКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ

© 2014 С.В. Тюлевин, М.Н. Пиганов, Г.П. Шопин, А.И. Архипов

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет)

В статье описано устройство контроля, позволяющее производить отбраковку полупроводниковых диодов. Предлагаемое устройство имеет высокую точность и достоверность контроля. Устройство позволяет задавать различные скорости изменения выходного напряжения генератора пилообразного напряжения. Контроль качества диода производится по обратной ветви вольт-амперной характеристики (ВАХ). Устройство обеспечивает лучшее соотношение сигнал/шум при низких уровнях тока.

Контроль качества, отбраковка, устройство контроля, полупроводниковый диод, точность, эффективность, достоверность отбраковки.

Введение

Современный этап развития радиоэлектроники и телекоммуникационных систем характеризуется обострением проблемы надёжности и качества в целом вследствие усложнения радиоэлектронных средств (РЭС), выражающемся как в резком увеличении количества используемых элементов и блоков, в появлении качественно новых ответственных функций, возлагаемых человеком на аппаратуру, так и в расширении условий работы. Аппаратуре различного назначения приходится действовать в условиях интенсификации режимов работы и выполнять различные функции. В силу этих причин повышаются требования к точности и эффективности выполнения заданных функций не только системой в целом, но и каждым отдельным элементом [1,2].

Одним из перспективных направлений поддержания работоспособного состояния аппаратуры, повышения её надёжности и качества является прогнозирование её будущего состояния в процессе эксплуатации. При этом наиболее эффективным является индивидуальное прогнозирование (ИП) [3-5].

Для разработки эффективных операторов прогнозирования (прогнозных моделей) требуется знание информативных параметров для оценки конкретных прогнозируемых параметров для каждого электрорадиоизде-

лия (ЭРИ) [6]. В ряде случаев целесообразно использовать методы экстраполяции [7-9].

Построение моделей проводится по результатам обучающего эксперимента [10].

Наиболее слабым звеном обучающего эксперимента является контроль параметров ЭРИ. Особую остроту вызывает процесс контроля качества диодов. Известные устройства контроля полупроводниковых диодов имеют низкую точность, что снижает эффективность и достоверность отбраковки некачественных образцов.

Используемое в настоящее время устройство для отбраковки диодов содержит генератор экспоненциального напряжения, формирователь временного интервала, ключ, контролируемый диод, резистор нагрузки, преобразователи ток-напряжение и время-напряжение, четыре источника опорного напряжения, четыре компаратора и два элемента И (компараторы и элементы И образуют два двухпороговых компаратора).

Недостатками устройства являются низкие точность и достоверность отбраковки.

Цель данной работы - повышение точности и достоверности отбраковки диодов при контроле обратной ветви ВАХ.

Состав и принцип работы устройства

Поставленная задача решается с помощью устройства для отбраковки диодов, ко-

торое содержит двухпороговый компаратор; первый и второй источники опорного напряжения, выходы которых связаны соответственно с первым и вторым пороговыми входами двухпорогового компаратора, выход которого образует выход устройства; последовательно соединённые третий источник опорного напряжения и компаратор; преобразователь ток-напряжение. Для достижения указанной цели в устройство дополнительно введены генератор пилообразного напряжения и дифференцирующее устройство, вход

которого связан с выходом преобразователя ток-напряжение, а выход – со вторым входом компаратора, выход которого связан с управляющим входом генератора пилообразного напряжения, выход которого и сигнальный вход двухпорогового компаратора объединены и подключены к анодной клемме испытуемого диода, катодная клемма которого связана со входом преобразователя ток-напряжение [11].

Структурная схема предлагаемого устройства приведена на рис.1.

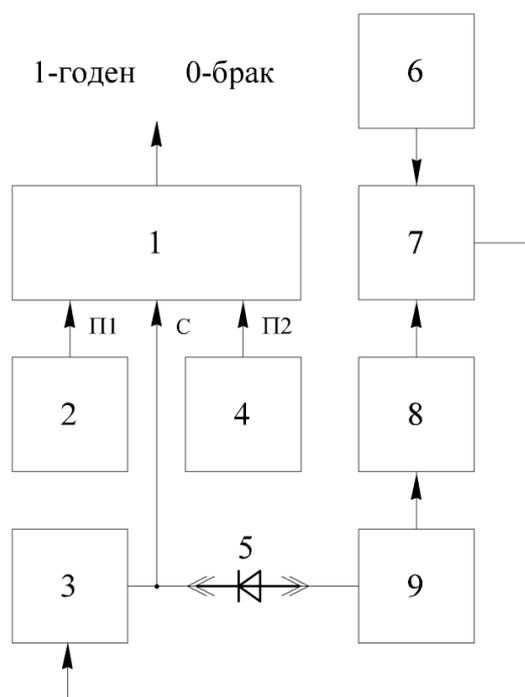


Рис. 1. Структурная схема устройства для отбраковки диодов

Устройство содержит двухпороговый компаратор 1, первый источник опорного напряжения 2, генератор пилообразного напряжения 3, второй источник опорного напряжения 4, испытуемый диод 5, третий источник опорного напряжения 6, компаратор 7, дифференцирующее устройство 8 и преобразователь ток-напряжение 9.

В устройстве последовательно соединены преобразователь ток-напряжение 9, дифференцирующее устройство 8 и компаратор 7. Выход третьего источника опорного напряжения 6 связан с первым входом ком-

паратора 7, выход которого подключён к управляющему входу генератора пилообразного напряжения 3. Выходы первого и второго источников опорного напряжения 2 и 4 связаны соответственно с первыми вторым пороговыми входами двухпорогового компаратора 1, выход которого образует выход устройства. Сигнальный вход двухпорогового компаратора 1 и выход генератора пилообразного напряжения 3 объединены и подключены к анодной клемме испытуемого диода 5, катодная клемма которого связана со входом преобразователя ток-напряжение 9.

Устройство работает следующим образом. Генератор пилообразного напряжения 3 (на основе последовательно соединённых генератора прямоугольных импульсов, элемента И и счётчика, а также ЦАП и компаратора) формирует пилообразный сигнал положительного знака, который поступает на сигнальный вход «С» двухпорогового компаратора 1 и анод испытуемого диода 5. Преобразователь ток-напряжение 9 (на основе инвертирующей схемы включения операционного усилителя) преобразует ток, протекающий через испытуемый диод 5, в пропорциональное ему напряжение. При этом вход преобразователя ток-напряжение 9 представляет собой “виртуальную землю”. Поэтому потенциал катода испытуемого диода 5, связанного с ней, близок к нулю, а напряжение на диоде 5 совпадает с выходным напряжением генератора пилообразного напряжения 3.

На выходе дифференцирующего устройства 8 формируется напряжение, пропорциональное первой производной по времени выходного напряжения преобразователя ток-напряжение 9. Компаратор 7 сравнивает выходные напряжения дифференцирующего устройства 8 и третьего источника опорного напряжения 6. Последнее пропорционально численному значению аналогичной производной заведомо качественного диода, взятой для случая, когда прямое напряжение на нём равно контактной разности потенциалов. По превышению первым входным напряжением компаратора 7 уровня второго, на его выходе формируется логический “0”. Он поступает на управляющий вход генератора пилообразного напряжения 3, останавливая дальнейший рост и осуществляя фиксацию

его выходного напряжения.

В силу отличий одного диода от другого, зафиксированное выходное напряжение генератора пилообразного напряжения 3, совпадающее с контактной разностью потенциалов, будет иметь некоторый разброс. Нижняя граница области допустимых значений задаётся выходным напряжением первого источника опорного напряжения 2, верхняя – выходным напряжением второго источника опорного напряжения 4. Эти напряжения поступают соответственно на первый П1 и второй П2 пороговые входы двухпорогового компаратора 1.

Если зафиксированное выходное напряжение генератора пилообразного напряжения 3 лежит в заданном поле допуска, то на выходе двухпорогового компаратора 1 формируется логическая «1», в противном случае – логический «0». Наличие логической «1» на выходе двухпорогового компаратора 1 позволяет говорить об исправности испытуемого диода 5, а наличие логического «0» - о его дефектном состоянии.

Преимуществами устройства по сравнению с известными являются повышенные точность и достоверность, которые достигаются путём проведения отбраковки диодов, используя прямую ветвь ВАХ. В этом случае (по сравнению с обратной ветвью ВАХ) через диод течёт больший ток, связанный с основными носителями заряда, который легче измерить и обеспечить лучшее соотношение сигнал/шум.

Кроме того, устройство позволяет проводить динамическую отбраковку диодов, задавая различные скорости изменения выходного напряжения генератора пилообразного напряжения 3.

Библиографический список

1. Тюлевин С.В., Архипов А.И., Пиганов М.Н., Елизаров С.В. Анализ эффективности прогнозных моделей параметров качества микросхем // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2011. № 7(31). С. 58-63.
2. Шумских И.Ю., Тюлевин С.В., Пиганов М.Н. Прогнозные математические модели качества печатных узлов космической аппаратуры // Известия Самарского научного

центра РАН. 2011. Т. 13. № 4(4). С. 1127-1133.

3. Пиганов М.Н. Индивидуальное прогнозирование показателей качества элементов и компонентов микросборок. М.: Новые технологии, 2002. 267 с.

4. Пиганов М.Н., Тюлевин С.В. Прогнозирование надежности радиоэлектронных средств // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2009. №1 (72). С. 174-180.

5. Тюлевин С.В., Пиганов М.Н. Структурная модель индивидуального прогнозирования параметров космической аппаратуры // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2008. № 1. С.92-96.

6. Андреева В.В., Пиганов М.Н., Роюк В.Н., Скоморохов Г.Ю. Индивидуальное прогнозирование стабильности прецизионных тонкопленочных конденсаторов на основе алюмината неодима // Электронная техника. Сер. «Управление качеством, стандартизация, метрология, испытания». 1980. Вып.4. С. 10-12.

7. Тюлевин С.В., Козлова И.Н. Выбор методов индивидуального прогнозирования показателей качества РЭС на основе экспертных оценок // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2009: Сборн. научн. тр. по матер. междуна-

НПК 16-27.03.2009. Т.4. Украина, Одесса: Черноморье, 2009. С. 25-28.

8. Андреева В.В., Пиганов М.Н., Скоморохов Г.Ю. Индивидуальное прогнозирование стабильности прецизионных тонкопленочных конденсаторов // Микроминиатюризация радиоэлектронных устройств: Межвуз. сб. Рязань: РРТИ, 1980. Вып.3. С. 72-76.

9. Андреева В.В., Пиганов М.Н., Беляков А.И. Индивидуальное прогнозирование экстраполяцией стабильности тонкопленочных резисторов // Микроминиатюризация радиоэлектронных устройств: Межвуз. сб. Рязань: РРТИ, 1981. Вып.4. С. 123-127.

10. Тюлевин С.В., Пиганов М.Н. Методика обучающего эксперимента при индивидуальном прогнозировании показателей качества космических РЭС // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: Материалы всероссийской НТК 13-15 мая 2008. г. Самара. Самара: Издательство СГАУ, 2008. С. 239-253.

11. Пиганов, М.Н., Шопин Г.П., Тюлевин С.В., Токарева А.В. Устройство для снятия фазочастотной характеристики усилителей. Пат. 2480775. Российская Федерация МПК G1R27 /28.; заявитель и патентообладатель: Самарский государственный аэрокосмический университет. №2011128883/28; заявл. 12.07.2011, опублик. 27.04.2013. Бюл. №12.

Информация об авторах

Тюлевин Сергей Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры конструирования и технологии электронных систем и устройств, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: kipres@ssau.ru. Область научных интересов: контроль, качество и надежность космической аппаратуры.

Пиганов Михаил Николаевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры конструирования и технологии электронных систем и устройств, Самарский государственный аэрокосмический универ-

ситет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: piganov@ssau.ru. Область научных интересов: контроль, управление качеством радиоэлектронной аппаратуры.

Шопин Геннадий Павлович, кандидат технических наук, доцент кафедры электронных систем и устройств, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: mirta@ya.ru. Область научных интересов: моделирование процессов в РЭС.

Архипов Александр Иванович, аспирант кафедры конструирования и технологии

электронных систем и устройств, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный

исследовательский университет). E-mail: kipres@ssau.ru. Область научных интересов: надёжность электронных узлов.

DEVICE FOR REJECTION OF SEMICONDUCTOR DIODES

© 2014 S.V. Tyulevin, M.N. Piganov, G.P. Chopin, A.I. Arhipov

Samara State Aerospace University, Samara, Russian Federation

The article describes the control device, allowing to make rejection of semiconductor diodes. The proposed device has a high accuracy and reliability of the control. The device allows you to set different rates of change of the output voltage of the sawtooth generator. Quality control is performed by diode reverse branch of the current-voltage characteristics. The device provides a better signal / noise ratio at low current levels.

Quality control rejection, the control device, a semiconductor diode, the accuracy, efficiency, reliability rejection.

References

1. Tyulevin S.V., Arhipov A.I., Piganov M.N., Elizarov S.V. Analysis of the effectiveness of predictive models for quality parameters chips // West nickname Samara State Aerospace University named after S.P. Korolev (national research university). 2011. № 7 (31). P. 58-63. (In Russ.)
2. Shumskikh I.Y., Tyulevin S.V., Piganov M.N. Predicted mathematical models of quality printed circuit assemblies for Space apparatus // Proceedings of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2011. T. 13. № 4 (4). P. 1127-1133. (In Russ.)
3. Piganov M.N. Individual forecasting indicators of quality elements and components microassemblages. M.: New Technologies, 2002. 267 p.
4. Piganov M.N., Tyulevin S.V. Reliability prediction of electronic equipment // Scientific and technical statements STU. Computer. Telecommunications. Management. 2009. № 1 (72). P. 174-180. (In Russ.)
5. Tyulevin S.V., Piganov M.N. Structural model of individual projections of space equipment // Bulletin of the Samara State Aerospace university. 2008. № 1. P.92-96. (In Russ.)
6. Andreeva V.V., Piganov M.N., Royuk V.N., Skomorohov G.Y. Individual forecasting stability precision thin-film capacitors based on aluminum-neodymium Minata // Electronic Engineering. Ser. "Quality management, standardization, metrology, -Test-". 1980. Issue 4. P. 10-12. (In Russ.)
7. Tyulevin S.V., Kozlova I.N. Selecting methods of forecasting individual quality indicators RES based on expert judgment // Modern directions of theoretical and applied research - 2009: National. Nauchn. tr. mother. IU. NPK 16-27.03.2009. T.4. Ukraine, Odessa: Black Sea 2009. P. 25-28.
8. Andreeva V.V., Piganov M.N., Skomorohov G.Y. Individual forecasting precision thin-film capacitors stability // Microminiaturization radio-tronic devices: Hi. Sat Ryazan RRTI, 1980. Issue 3. P. 72-76. (In Russ.)
9. Andreeva V.V., Piganov M.N., Belyakov A.I. Individual forecasting extrapolating stability thin film resistors // Microminiaturization electronic devices: Hi. Sat Ryazan RRTI, 1981. Issue 4. P. 123-127. (In Russ.)
10. Tyulevin S.V., Piganov M.N. Teaching experiment methodology for individual prediction of quality space RES // Actual problems of pa-dioelektroniki and Telecommunications: All-Russian materials STC 13-15 May 2008. Samara. Samara State Aerospace University Publishing House, 2008. P. 239-253. (In Russ.)
11. Piganov M.N., Shopin G.P., Tyulevin S.V., Tokarev A.V. Ustroystvo dlya snyatiya fazochastotnoy harakteristiki usiliteley [Unit to

remove the phase-frequency characteristics of amplifiers]. Pat. 2480775. RF IPC G1R27 / 28.; applicant and patentee: Samara State Aerospace

University. № 2011128883/28; (appl. 12.07.2011, published. 27.04.2013. Bull. Number 12).

About the Authors

Tyulevin Sergey Vitorovich, Candidate of Sciences (Engineering), assistant professor of the Department of Design and Technology of Electronic Systems and Devices. E-mail: kipres@ssau.ru. Area of research: control, quality and reliability of spacecraft.

Piganov Mikhail Nikolaevich, Doctor of Sciences (Engineering), professor, professor of the Department of Design and Technology of Electronic Systems and Devices. E-mail: piganov@ssau.ru. Area of research: control, quality control of electronic equipment.

Shopin Gennady Pavlovich, Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the Department of Design and Technology of Electronic Systems and Devices. E-mail: kipres@ssau.ru. Area of research: modeling of processes in electronic funds.

Arhipov Aleksandr Ivanovich, post-graduate student, Department of Design and Technology of Electronic Systems and Devices. E-mail: kipres@ssau.ru. Area of research: the reliability of electronic components.