

БЕСПАЛОВ Н.Н. , ИЛЬИН М.В. , КАПИТОНОВ С.С. , МАТЮШКИН В.В.

ГЕНЕРАТОР ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ В СОСТОЯНИИ НИЗКОЙ ПРОВОДИМОСТИ

Аннотация. В статье рассмотрен генератор испытательных импульсов напряжения, который разработан для применения в устройствах, предназначенных для диагностики силовых полупроводниковых приборов в состоянии низкой проводимости.

Ключевые слова: вольтамперная характеристика, силовой полупроводниковый прибор, состояние низкой проводимости.

BESPALOV N.N., ILYIN M.V., KAPITONOV S.S., MATYUSHKIN V.V.

TEST PULSE GENERATOR FOR DIAGNOSTICS OF POWER SEMICONDUCTORS IN LOW CONDUCTIVITY STATE

Abstract. The article considers the generator of test voltage pulses. The generator has been designed for devices used to test power semiconductors in a low conductivity state.

Keywords: current-voltage characteristic, power semiconductor device, low conductivity state.

Введение. При эксплуатации силовых полупроводниковых приборов (СПП) их надёжность определяется, главным образом, исходным качеством и режимом эксплуатации. Поскольку технологический процесс производства СПП является нестабильным, значения параметров приборов и их характеристики могут существенно различаться. В следствие отсутствия эффективных методик и оборудования для диагностики СПП, производитель лишён возможности осуществления сплошного контроля характеристик и значений параметров приборов. В паспорт СПП записываются предельные значения параметров приборов, что не даёт полной информации об их реальных величинах. Таким образом, при формировании групповых цепей СПП в одной ветви могут оказаться приборы с существенно различающимися значениями параметров, что при эксплуатации преобразователя приведёт к неравномерному распределению тока или напряжения по приборам группы. В результате на отдельных СПП будет выделяться разная мощность, что приведёт к установлению различных тепловых режимов работы приборов. Для повышения надёжности преобразователя требуется обеспечить одинаковые тепловые режимы работы СПП [1]. С этой целью нужно при формировании групповых цепей приборов осуществлять отбраковку потенциально ненадёжных СПП и их подбор для группового соединения по значениям параметров и характеристикам.

Основными параметрами СПП в состоянии низкой проводимости (СНП) являются параметры его вольт-амперной характеристики (ВАХ), такие как повторяющееся импульсное напряжение $U_{D(R)RM}$ и повторяющийся импульсный ток $I_{D(R)RM}$. В работе рассмотрен

генератор испытательных импульсов напряжения, на основе которого планируется реализация устройства для определения ВАХ СПП в СНП и значений её параметров.

Основная часть. Значения параметров и характеристики СПП в СНП определяются в соответствии с действующим стандартом [2], согласно которому на испытуемый прибор (ИП) следует подавать однополупериодные синусоидальные импульсы напряжения длительностью 1–10 мс и частотой в пределах от одиночных до 50 Гц. Таким образом, для диагностики СПП в СНП генератор должен формировать однополупериодные синусоидальные импульсы напряжения с регулируемой амплитудой. Форма испытательных импульсов, формируемых на выходе генератора, представлена на рисунке 1.

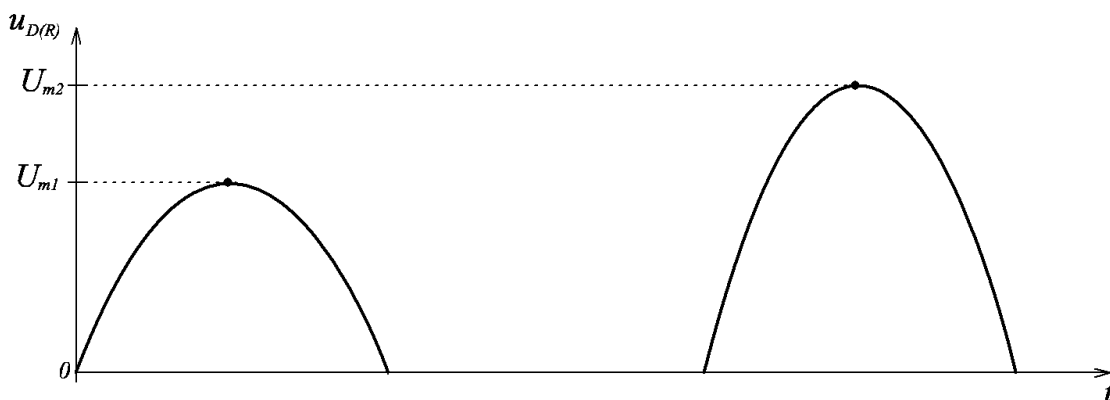


Рис. 1. Форма испытательных импульсов, формируемых с помощью генератора.

Структурная схема генератора, позволяющего подавать подобные испытательные импульсы на ИП, представлена на рисунке 2.

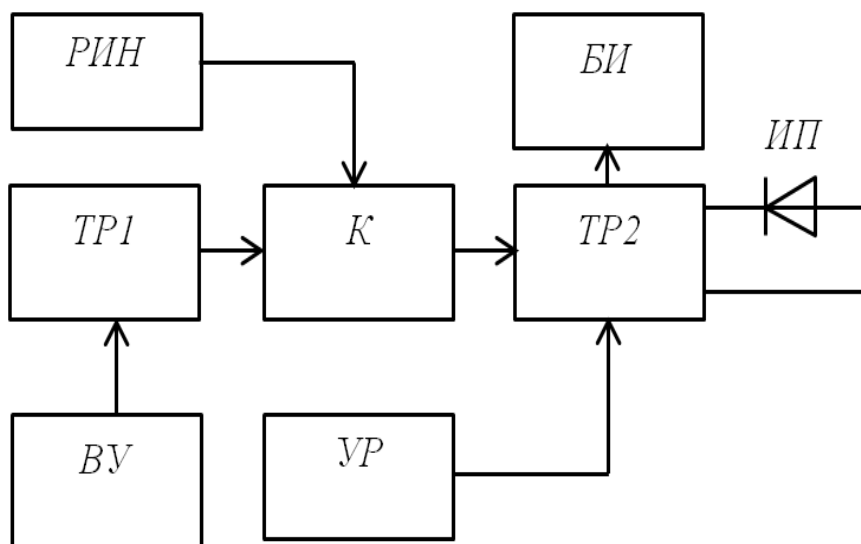


Рис. 2. Структурная схема генератора.

На рисунке 2 введены следующие обозначения: РИН – регулируемый источник напряжения; ТР1, 2 – трансформаторы; ВУ – входной усилитель; К – ключ; УР – устройство размагничивания; БИ – блок измерений; ИП – испытуемый прибор.

Принцип работы разработанного генератора заключается в следующем. Импульсы нужной формы и длительности формируются модулем ЦАП программируемого контроллера автоматизации CompactRIO, выпускаемого компанией «National Instruments». Далее импульсы подаются на блок ВУ. ВУ реализован на операционном усилителе и паре комплементарных транзисторов, включенных в режиме повторителя напряжения. Сигнал, усиленный по току, поступает на трансформатор ТР1, который усиливает сигнал по напряжению до требуемых 300 В в амплитуде. Ключ К представляет собой полевой транзистор, включенный в режиме истокового повторителя. Повышающий трансформатор ТР2 усиливает по напряжению импульсы, поступающие на его первичную обмотку. Импульсы на выходе трансформатора ТР2 в амплитуде достигают напряжения 10 кВ, что позволяет определять класс СПП до сотого. Ток через первичную обмотку трансформатора ТР2 протекает только в одном направлении, это приводит к насыщению стали сердечника трансформатора. Для размагничивания стали сердечника трансформатора ТР2 перед каждым открытием транзистора (блок К) УР подает импульс прямоугольной формы на дополнительную первичную обмотку, включенную в противофазе к первой, тем самым перемагничивая сталь сердечника. Ток, протекающий через СПП, и напряжение на нём поступают на БИ, где они масштабируются, и полученные сигналы подаются на модуль АЦП CompactRIO. Дальнейшая обработка полученных данных производится программно с использованием среды LabVIEW.

Закключение. Разработан генератор, позволяющий формировать испытательные импульсы напряжения синусоидальной формы с регулируемой амплитудой для диагностики СПП в СНП. На основе данного генератора планируется создание аппаратно-программного комплекса для определения значений параметров и характеристик СПП в СНП, отбраковки потенциально ненадёжных приборов и их подбора для группового соединения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалов Н. Н., Ильин М. В., Капитонов С. С., Лебедев С. В. Моделирование процессов в силовых полупроводниковых приборах при их групповом последовательном включении в среде Multisim // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2012. – Вып. № 4. – С. 30–35.
2. ГОСТ 24461–80 (СТ. СЭВ 1656–79). Приборы полупроводниковые силовые. Методы измерений и испытаний. – М. : Издательство стандартов, 1981. – 56 с.