



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 08.04.80 (21) 2909601/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.09.82, Бюллетень № 34

Дата опубликования описания 15.09.82

(11) 958985

(51) М. Кл. 3

G 01 R 31/26

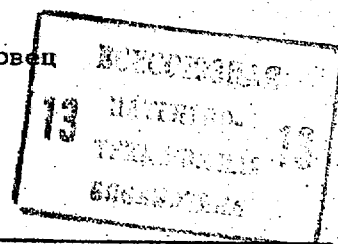
(53) УДК 621.317.
.7 (088.8)

(72) Авторы
изобретения

Г.В. Давыдов, Э.Г. Павлович и Е.П. Фастовец

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ДИОДОВ
К МЕХАНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Изобретение относится к измерительной технике, а именно к способам определения устойчивости диодов к механическим воздействиям.

Известен способ определения устойчивости диодов, транзисторов и интегральных схем к механическим воздействиям по изменению напряжения на их выходах.

Сущность указанного способа заключается в том, что измеряют изменения напряжения на выходе диодов, транзисторов и интегральных схем при механическом воздействии на них и отсутствии переменного тока и напряжения на входе [1].

Этот способ обладает тем недостатком, что изменения напряжения на выходе диодов, транзисторов и интегральных схем соответствуют заданному режиму их работы по постоянному току (например, соответствуют значению постоянного тока диода и напряжению на нем). Для другого режима работы (т.е. для других значений постоянного тока диода и напряжения на нем) будут и другие изменения напряжения на выходе при одном и том же уровне механического воздействия. Вместе с тем изменения напряжения

на выходе диодов и биполярных транзисторов различны при различных сопротивлениях нагрузки для диодов и различных сопротивлениях в цепи базы транзисторов, при одинаковых режимах по току и напряжению диодов и транзисторов и одном и том же уровне механического воздействия. Это не позволяет сравнить устойчивость различных диодов и транзисторов к механическим воздействиям без учета их режимов работы и выбрать необходимые типы приборов для радиоэлектронной аппаратуры, предназначенной для работы в условиях механических воздействий.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является способ определения устойчивости диодов к динамическим механическим воздействиям, заключающийся в том, что диод включают в прямом направлении в электрическую цепь, устанавливают рабочий ток диода, подвергают динамическому механическому воздействию и измеряют амплитуду переменного напряжения на диоде [2].

Недостаток известного способа заключается в невысокой точности и неоднозначности определения устой-

чивости диодов к механическому воздействию, так как изменение напряжения на диоде при динамическом механическом воздействии на него зависит от сопротивления цепи, в которую включен диод. Режимы работы диодов (постоянное напряжение на диоде и постоянный ток через диод) оказывают существенное влияние на величину изменения напряжения на диоде при одних и тех же уровнях воздействий.

Вместе с тем и разброс сопротивлений базы диода оказывает влияние на величину переменного напряжения, возникающего на диоде в результате механического воздействия на него.

Поэтому указанный способ определения устойчивости диодов к механическим воздействиям обладает невысокой точностью, так как не учитываются такие факторы как сопротивление цепи, в которую включен диод и сопротивление базы диода.

Цель изобретения - повышение точности определения устойчивости диодов к механическим воздействиям.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу определения устойчивости диодов к механическим воздействиям, заключающимся в том, что диод включают в прямом направлении в электрическую цепь, устанавливают рабочий ток диода, подвергают диод механическому воздействию и измеряют на нем амплитуду переменного напряжения, дополнительно измеряют амплитуду переменного тока через диод и определяют устойчивость диода к механическому воздействию по формуле

$$b = \frac{1}{j} \left[\ln(J + \Delta J) - \ln J + \frac{r_{\delta}}{m} \cdot \frac{e}{kT} \Delta J - \frac{e}{mkT} \Delta U \right]$$

где J - рабочий ток диода;
 ΔJ - амплитуда переменного тока;
 ΔU - амплитуда переменного напряжения;
 j - уровень механического воздействия;
 r_{δ} - сопротивление базы диода;
 m - коэффициент, зависящий от рекомбинационных механизмов в p-n переходе;
 e - заряд электрона;
 k - постоянная Больцмана;
 T - абсолютная температура по Кельвину.

Способ реализуется следующим образом.

Собирают электрическую цепь, состоящую из последовательно соединенных источника постоянного напряжения, измерителя амплитуды переменного тока и включенного в прямом направлении испытуемого диода, параллельно которому подключают измеритель амплитуды переменного напряжения. Устанавливают рабочий ток J

диода. Затем подвергают испытуемый диод динамическому механическому воздействию, например вибрации с помощью вибростенда с ускорением j . Измеряют амплитуду переменного напряжения ΔU на диоде и амплитуду переменного тока ΔJ через диод. Сопротивление r_{δ} базы диода и коэффициент m выбирают из частных технических условий.

Далее определяют устойчивость диода к механическим воздействиям по формуле

$$b = \frac{1}{j} \left[\ln(J + \Delta J) - \ln J + \frac{r_{\delta}}{m} \cdot \frac{e}{kT} \Delta J - \frac{e}{mkT} \Delta U \right]$$

Теоретическим обоснованием определения устойчивости в виде выбора параметра b является следующее.

Уравнение вольтамперной характеристики идеального p-n перехода имеет вид

$$J = J_0 \left(e^{\frac{eU}{kT}} - 1 \right), \quad (1)$$

где J_0 - тепловой ток или обратный ток насыщения;

Так как в реальных конструкциях диодов на крутизну вольтамперной характеристики диода оказывают влияние рекомбинационные процессы в p-n переходе, то уравнение вольтамперной характеристики диода можно записать в виде

$$J = J_0 \left(e^{\frac{e}{mkT} (U_A - J r_{\delta})} - 1 \right), \quad (2)$$

где m - коэффициент, зависящий от рекомбинационных механизмов в p-n переходе;

U_A - напряжение на диоде;

r_{δ} - сопротивление базы диода.

В свою очередь относительные изменения тока J_0 находятся в экспоненциальной зависимости от уровня механического воздействия, т.е.:

$$\frac{J'_0}{J_0} = e^{bj} \quad (3)$$

где J'_0, J_0 - значения обратного тока насыщения p-n перехода соответственно при воздействии и без него;

j - уровень механического воздействия;

b - параметр, характеризующий реакцию p-n перехода по току при механическом воздействии.

Выражение для вольтамперной характеристики с учетом воздействия запишется

$$J' = J_0 e^{bj} \left[e^{\frac{e}{mkT} (U_A - J'_0 r_{\delta})} - 1 \right] \quad (4)$$

При напряжениях на р-п переходе, намного превышающих 0,025 В, коэффициент b определится в виде

$$b = \frac{1}{j} \left[\ln j' - \ln j + \frac{r_{\delta}}{m} \cdot \frac{e}{kT} (j' - j) \frac{e}{mkT} (U'_A - U_A) \right], \quad (5)$$

где j', j - токи диода соответственно при воздействиях и без воздействия;

U'_A, U_A - напряжения на диоде соответственно при воздействиях и без воздействия.

Выражение (5) можно преобразовать к виду

$$b = \frac{1}{j} \left[\ln(j + \Delta j) - \ln j + \frac{r_{\delta}}{m} \cdot \frac{e}{kT} \Delta j - \frac{e}{mkT} \Delta U \right],$$

что доказывает возможность определения устойчивости диода к механическим воздействиям согласно предлагаемому способу.

При определении параметра устойчивости по предлагаемому способу точность определения не зависит от режима работы диода и от сопротивления нагрузки, что в свою очередь позволяет существенно сократить затраты времени на определение типа диода, допустимого к использованию в схемах, работающих в режимах с механическими воздействиями, поскольку отпадает необходимость в проведении испытаний диодов в различных электрических режимах.

Формула изобретения

Способ определения устойчивости диодов к механическим воздействиям,

включающийся в том, что диод включают в прямом направлении в электрическую цепь, устанавливают рабочий ток диода, подвергают диод механическому воздействию и измеряют на нем амплитуду переменного напряжения, отличающийся тем, что, с целью повышения точности, дополнительно измеряют амплитуду переменного тока через диод и определяют устойчивость диода к механическим воздействиям по формуле:

$$b = \frac{1}{j} \left[\ln(j + \Delta j) - \ln j + \frac{r_{\delta}}{m} \cdot \frac{e}{kT} \Delta j - \frac{e}{mkT} \Delta U \right]$$

где j - рабочий ток диода;
 Δj - амплитуда переменного тока;
 ΔU - амплитуда переменного напряжения;
 j - уровень механического воздействия;
 r_{δ} - сопротивление базы диода;
 m - коэффициент, зависящий от рекомбинационных механизмов в р-п переходе;
 e - заряд электрона;
 k - постоянная Больцмана;
 T - абсолютная температура по Кельвину.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

- 30 1. Троян Ф.Д. и Давыдов Г.В. Устойчивость линейных интегральных схем к вибрационным воздействиям. - Тезисы докладов на Всесоюзной научно-технической конференции. Линейные интегральные схемы и их применение в приборостроении и промышленной автоматике, 22-24, XI, 1977.
- 35 2. Частные технические условия, № УЖ № 3362027, ТУ, Кремниевые стабилитроны типов Д 815-Д 817, 1964, с. 24, рис. 3 (прототип).

Составитель В. Костин

Редактор Л. Авраменко

Техред Л. Пекарь

Корректор В. Бутяга

Заказ 7009/61

Тираж 717

Подписное

ВНИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4