СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1114991 A

3(51) G 01 R 31/26

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

Всесоюзная 13 ... библиотека

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3425335/18-21
(22) 15.04.82
(46) 23.09.84. Бюл. № 35
(72) С.Г. Бузыкин
(71) Московский ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции энергетический институт
(53) 621.382.3(088.8)
(56) 1. Публикации IEEE, Pess. Recond. 1974, с. 140-148.

2. IEEE 13th Annual Procee di ugs. Reliabilitv Physics. p. 142-150.

(54)(57) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТОКА В ТРАНЗИСТОРЕ, включающий подачу на эмиттер транзистора суммы постоянного измерительного тока и импульсов греющего тока, подачу между базой и коллектором транзистора коллекторного напряжения, при котором локализация заведомо отсутствует, и измерение после окончания импульса греющего тока установившегося значения напряжения эмиттер - база, увеличение коллекторного напряжения до значения, при котором определяют степень локализации тока, повторное измерение установившегося значения напряжения эмиттер - база после окончания импульса греющего тока, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения производительности способа, дополнительно измеряют пиковое значение напряжения эмиттер - база в момент окончания первого импульса греющего тока, фиксируют величину разности между измеренными пиковыми и установившимся значениями, изменяя крутизну заданного фронта импульсов греющего тока, измеряют пиковое значение напряжения в момент окончания второго импульса греющего тока, определяют величину разности значений, измеренных после воздействия второго импульса греющего тока, по превышению которой фиксированного значения судят о степени локализации тока.

SU (11) 1114991 A

Изобретение относится к контролю параметров готовых полупроводниковых приборов и может быть использовано при определении области безопасных режимов транзисторов.

Известен способ определения степени локализации тока в транзисторе, основанный на том, что при заданных величинах тока и напряжения на приборе с помощью детектора теплового излучения определяют суммарную площадь кристалла, температура которой максимальна, и по отношению этой площади к полной эффективной площади эмиттера судят о степени локализации тока [1].

Данный способ применим только на стадии изготовления транзисторов (или для бескорпусных транзисторов), поскольку требует непосредственного визуального контакта с кристаллом. Кроме того, способ требует весьма сложной тепловизионной аппаратуры и вместе с тем не дает достаточно точных количественных характеристик степени локализации. В процессе измерений согласно данному способу существует опасность выхода транзистора из строя при возникновении регенеративного режима, приводящего к вторичному пробою, ввиду того, что тепловое сканирование поверхности кристалла транзистора требует времени, существенно большего, чем время развития вторичного пробоя.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является способ определения степени локализации тока в транзисторе, включающий подачу на эмиттер транзистора суммы постоянного измерительного тока и импульсов греющего тока, подачу между базой и коллектором транзистора коллекторного напряжения, при котором локализация заведомо отсутствует, и измерение после окончания импульса греющего тока установившегося значения напряжения эмиттер - база, увеличение коллекторного напряжения до значения, при котором определяют степень локализации тока, повторное измерение установившегося значения напряжения эмиттер - база после окончания импульса греющего тока и определение степени локализации тока из соотношения этих двух измерений, при этом полученные значения напряжения изображают на графике в функции корня квадратного от времени первого измерения, инерполируют их прямой линией, и по отношению угловых коэффициентов этих линий определяют степень концентрации тока [2].

В течение первых 100-500 мкс остывания транзистора после сброса мощности остывание происходит в соответствии с одномерной моделью распространения теплового потока, для которого температура зависит линейно от корня квадратного времени, а также линейной зависимости напряжения эмиттер - база от температуры при постоянном токе эмиттера. Известный способ дает более определенную количественную характеристику степени концентрации, но требует большого количества замеров напряжения эмиттер - база для того, чтобы выделить линейный участок графика, и представляет сравнительно сложный и трудоемкий процесс математической обработки ввиду отсутствия измерения, пропорционального степени локализации, вследствие чего сложно реализовать функцию защиты, предотвращающей развитие вторичного пробоя.

Целью изобретения является повышение производительности способа.

Указанная цель достигается тем, что согласно способу определения степени локализации тока в транзисторе, включающему подачу на эмиттер транзистора суммы постоянного измерительного тока и импульсов греющего тока, подачу между базой и коллектором транзистора коллекторного напряжения, при котором локализация заведомо отсутствует, и измерение после окончания импульса греющего тока установившегося значения напряжения эмиттер - база, увеличение коллекторного напряжения до значения, при котором определяют степень локализации тока, повторное измерение установившегося значения напряжения эмиттер - база после окончания импульса греющего тока, дополнительно измеряют пиковое значение напряжения эмиттер - база в момент окончания первого импульса греющего тока, фиксируют величину разности между измеренными пиковыми и установившимся значениями, изменяя крутизну заданного фронта импульсов греющего тока, измеряют пиковое значение напряжения в момент окончания второго импульса греющего тока, опре-

деляют величину разности значений, измеренных после воздействия второго импульса греющего тока, по превышению которой фиксированного значения судят о степени локализации тока.

На фиг.1 приведены временные диаграммы токов и напряжений в транзисторе; на фиг.2 - пример блок-схемы устройства, реализующего предлагаемый способ.

Способ определения степени локализации тока в транзисторе основан на следующих физических процессах.

При скачкообразном изменении тока эмиттера транзистора, включенного по схеме с общей базой, от большего значения до меньшего избыточный заряд неосновных носителей в базе рассасывается по базовой цепи и в ней возникает пик тока, амплитуда которого пропорциональна протекавшему ранее эмиттерному току и существенно больше установившегося значения тока базы, а направление противоположно. Амплитуда пика зависит также от скорости сброса тока, поэтому меняя ее, можно менять и амплитуду пика.

Импульс тока, протекая по области базы, создает падение напряжения на ее внутреннем распределенном сопротивлении. До тех пор, пока ток эмиттера равномерно распределен по площади кристалла, равномерно распределен и заряд в базе и импульс тока равномерно распределяется по всей пассивной области базы. При этом ее эквивалентное сопротивление мало и падение напряжения незначительно. При возникновении локализации ток концентрируется на отдельных участках структуры транзистора, ток рассасывания базового заряда протекает также по малой части области базы и падение напряжения возрастает. Поскольку эффективное сопротивление "задействованной" области базы обратно пропорционально площади, по которой протекает эмиттерный ток, то величина падения напряжения на этом сопротивлении от импульса тока, а она равна разности напряжений эмиттер - база непосредственно после сброса тока эмиттера и напряжения после установления электрических процессов в базе, пропорциональна отношению полной электрической площади эмиттера к площади эмиттера "задействованной" в данном электрическом режиме, т.е. степени локализации.

Способ определения степени локализации тока в транзисторе осуществляется следующим образом.

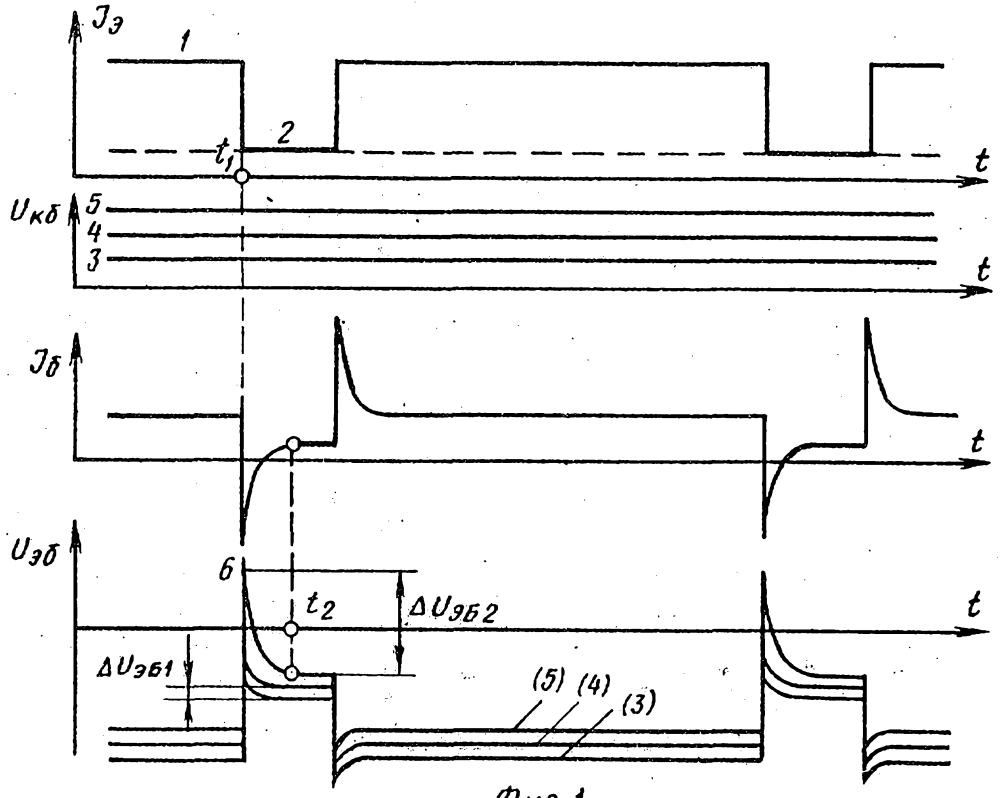
Ток эмиттера периодически сбрасывается от величины греющего тока 1 до величины измерительного тока 2. При значениях 3 и 4 напряжения коллектора локализация отсутствует, разность $\Delta V_{э\delta}$ между пиковым значением напряжения эмиттер - база и его установившимся значением при измерительном токе 2 фиксируется на заданном уровне, например 0,1 В, путем изменения скорости сброса тока эмиттера. Затем устанавливается заданное значение напряжения 5 коллектор - база. При этом напряжении развивается локализация тока, величина пика напряжения 6 база - эмиттер и разности этого пика в момент t_1 и установившегося значения в момент t_2 $\Delta V_{э\delta_2}$ увеличиваются. Превышение $\Delta U_{э\delta_2}$ над $\Delta U_{э\delta_1}$ пропорционально степени локализации тока в транзисторе.

Устройство (фиг.2) содержит испытуемый транзистор 7, управляемый источник 8 тока эмиттера, источник 9 коллекторного напряжения, регистрирующие блоки (например, цифровые вольтметры с внешним запуском) 10 и 11, блок 12 синхронизации, блок 13 временной задержки, электронный быстродействующий ключ 14, блок 15 сравнения и источник 16 напряжения сравнения.

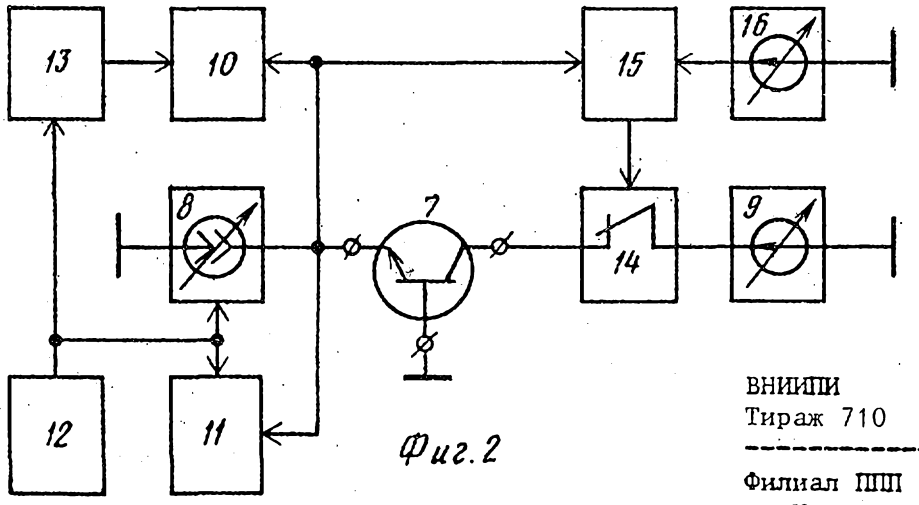
Управляемый источник 8 эмиттерного тока задает ток в транзисторе 7, а источник 9 задает напряжение коллектор - база. В момент времени t_1 ток эмиттера изменяется от большей величины до меньшей, и ток $J_э$ в базовой цепи имеет вид, изображенный на фиг.1. В момент времени t_1 блок синхронизации запускает блок 11, фиксирующий пиковое значение напряжения эмиттер - база, и блок 13 временной задержки, который запускает блок 10 в момент времени t_2, который фиксирует значение напряжения эмиттер - база после установления переходных процессов в базе. Разница в показаниях регистрирующих устройств дает значение $\Delta U_{э\delta}$, которое при малых значениях напряжения на коллекторе незначительно (уровни 3 и 4), а начиная с некоторого значения напряжения, начинает расти пропорционально степени локализации (уровень 5). Блок 15 сравнивает напряжение на

эмиттере с уровнем, задаваемым источником 16, и по его достижении размыкает ключ 14, который отключает источник коллекторного напряжения и предотвращает выход из строя транзистора 7.

Использование предлагаемого способа определения степени локализации тока в транзисторе позволяет существенно упростить процедуру определения области безопасных режимов транзисторов, что важно при массовом контроле предельно допустимых параметров транзисторов, сократить трудоемкость процесса измерений, а также существенно сократить выход из строя транзисторов при испытаниях, что повышает общий коэффициент выхода годных приборов. Использование предлагаемого способа повышает также общую надежность испытательной аппаратуры, поскольку выход испытуемого транзистора часто приводит к выходу из строя испытательной аппаратуры. Все это повышает производительность способа определения степени локализации тока в транзисторе.



Фиг.1



Фиг.2

ВНИИПИ Заказ 6764/32
Тираж 710 Подписное

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