

УДК 621.382.3

ВОРОБЬЕВ Н.Г.

ИНФОРМАТИВНОСТЬ ПАРАМЕТРА «ЭНЕРГИЯ ВТОРИЧНОГО ПРОБОЯ» МОЩНЫХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Обоснована необходимость оценки величины энергии вторичного пробоя переключаемых транзисторов. Рассмотрены вопросы повышения надежности мощных ключевых устройств, создаваемых на биполярных транзисторах.

Практика разработки и эксплуатации мощных устройств на биполярных транзисторах, работающих в ключевом режиме, показывает их недостаточную надежность. Отказы мощных транзисторов (МТ) имеют место в режимах, когда не превышаются предельно допустимые статические параметры по току, напряжению и рассеиваемой мощности, а главной причиной выхода из строя МТ является вторичный пробой [1, 2].

Показатели надежности МТ в настоящее время определяются в основном, исходя из результатов испытаний (например, на долговечность и безотказ-

ность), которые проводятся в режиме постоянного тока. При таком подходе показатели надежности не учитывают особенностей работы МТ в ключевых устройствах, а принятая система параметров мощных транзисторов не позволяет проектировать мощные ключевые устройства, отвечающие высоким требованиям по надежности. Необходим дополнительный параметр, который характеризовал бы надежность работы МТ в ключевых устройствах. Учитывая, что главной причиной отказов МТ является вторичный пробой (ВП), представляется целесообразным, чтобы этот параметр отображал степень устойчивости транзисторов к вторичному пробую.

Необходимо отметить, что в ключевых устройствах наиболее существенные ограничения на использование МТ обусловлены вторичным пробоем. Он развивается при обратном смещении эмиттерного перехода и характеризуется тем, что происходит на этапе выключения транзистора при одновременном действии двух неблагоприятных для транзисторов факторов: стягивание тока в шнур по центру эмиттера вследствие падения напряжения на распределенном (омическом) сопротивлении базы при протекании обратного тока базы; выделение на транзисторе больших значений мгновенной мощности за счет энергии, накапливаемой как в индуктивности нагрузки, так и в паразитных индуктивностях монтажа.

Таким образом, этот дополнительный параметр должен характеризовать устойчивость транзистора к вторичному пробую в условиях обратносмещенного эмиттерного перехода.

Наиболее полное представление об устойчивости транзисторов к ВП дает энергетическая характеристика — энергия вторичного пробоя (ЭВП), рассеиваемая в транзисторе при возникновении в его структуре ВП. Ее величина количественно характеризует устойчивость транзистора к ВП.

Для того, чтобы иметь объективные данные об устойчивости транзисторов к ВП, необходимо пользоваться единой методикой определения ЭВП. Представляется целесообразным проводить испытания транзисторов в схеме ключа с индуктивной нагрузкой, где на этапе выключения транзистор наиболее подвержен ВП.

Испытуемый транзистор (ИТ) включается по схеме с общим эмиттером. Управление переключением ИТ осуществляется таким образом, что в начале путем подачи положительного прямоугольного импульса тока в базу транзистор переводится в режим насыщения с током насыщения $I_{\text{кнас}}$. После окончания открывающего импульса ИТ переходит из состояния насыщения в состояние отсечки при наличии обратного смещения в цепи базы транзистора. При этом энергия, накопленная в индуктивности нагрузки L при протекании через нее тока $I_{\text{кнас}}$, рассеивается в транзисторе. Ток $I_{\text{кнас}}$ увеличивается до значения $I_{\text{комВП}}$, при котором на этапе выключения происходит ВП транзистора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Jovanovic M. M., Lee F. C., Chen D. Y.* Nondestructive characterization of RBSOA of high-power bipolar transistors // IEEE Trans Acrops and Electron. Syst.— 1986.— Vol. 22.— No. 2.— P. 138—145.

2. *Колесников В. Г., Никифоров В. И., Сынов В. Ф. и др.* Кремниевые планарные транзисторы / Под ред. Я. А. Федотова.— М. : Сов. радио, 1973.— 336 с.

НПП «Полет», г. Нижний Новгород.

Поступила в редакцию 20.06.03.