

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

С. А. ШАБОЯН

ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ ЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО
«ПРОТЕКТОР»

Силовые биполярные транзисторы $n-p-n$ полярности нашли широкое применение в современной силовой электротехнике и используются в различной радиоэлектронной и электротехнической аппаратуре для работы в ключевом режиме, являясь незаменимыми элементами, способными переключать большие мощности при высоких частотах, что дает возможность создавать новое поколение аппаратуры с малыми весогабаритными показателями и высоким $к.п.д.$ [1].

Транзисторы по сравнению с тиристорами отличаются большим быстродействием, но не обладают перегрузочными способностями, в результате чего вопрос защиты силового транзистора от перегрузок тока в различных схемах аппаратуры становится проблемой. В настоящее время существует много способов защиты силовых транзисторов, отличающихся друг от друга сложностью, чувствительностью, быстродействием и т. д. В одном из классических методов защиты силовых транзисторов последовательно к эмиттеру транзистора подключают резистор величиной в несколько Ω , который служит датчиком информации о величине тока, протекающего между коллектором и эмиттером транзистора. Падение напряжения на резисторе усиливается через операционные усилители, затем сравнивается со стабилизированным опорным напряжением, которое определяет уровень установленного тока защиты транзистора. При появлении разности напряжения относительно опорного напряжения в сторону увеличения, вызванной повышением тока через силовой транзистор, эта разница снова усиливается и подается на базу транзистора с отрицательным знаком, чтобы запереть транзистор [2]. Такой метод защиты от тока имеет большое количество полупроводниковых элементов, суммарное время переключения которых иногда может превышать несколько $\mu\text{кс}$, что может привести к выходу за пределы области безопасной работы.

Разработанный новый полупроводниковый элемент «Протектор», структурная схема которого представлена на рисунке, состоит из двух быстродействующих полупроводниковых приборов — симметричного транзистора $p-n-p$ полярности и быстродействующего диода. Они вмонтированы в одном корпусе, к базе симметричного транзистора последовательно подключен быстродействующий диод, обратное напряжение которого определяет рабочее напряжение защитного устройства с си-

ловым транзистором. Нагрузки и силовой источник постоянного напряжения присоединяются к электродам 6—8 силового транзистора. При положительном потенциале на электроде B_1 включаются многослойные структуры $p-n-p$, $n-p-n$ ($p-n$), которые ведут себя аналогично четырехслойной обычной структуре тиристора, т. е. обеспечивают два устойчивых состояния: открытое и закрытое.

При включении из структуры $p-n-p$ инжекция неосновных носителей и слоев 1—2 обеспечивает питание базы B_1 дырочным током и силовой транзистор $n-p-n$ находится в включенном насыщенном режиме, получая постоянный базовый ток от базы B_2 .

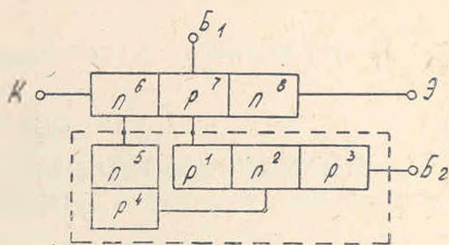


Рис.

В случае возрастания тока в цепи между электродами «К—Э» количество неосновных носителей, питающих базу B_1 , становится недостаточным для поддержания трехслойной структуры в состоянии насыщения, что приводит к увеличению разности потенциалов между электродами « B_1 —К» и повышению напряжения. Это явление приводит к уменьшению тока неосновных носителей, инжектируемых слоями 1—2 симметричного транзистора, что в свою очередь вызывает повышение напряжения между слоями 1—2 и 4—5. В том случае, когда напряжение источника, питающего электрод 8—3, ограничено и значительно меньше напряжения источника, питающего силовые электроды 6—8, описанный процесс автоматически продолжается и приводит к полному выключению тока через прибор и блокированию высоким напряжением, т. е. вызывает переключение прибора в устойчивое закрытое состояние. По этой же причине, принудительно отключая систему при любом коллекторном токе в цепи управляющих электродов 7—8, возможно их закорачивание между собой. Таким образом, в системе достигается возможность импульсного пуска, импульсного принудительного выключения и автоматического самоотключения при токовой перегрузке, уровень которой определяется током в управляющей цепи B_2 и коэффициентом усиления слоев трехслойной структуры 1, 2, 3 симметричного транзистора.

Структурная схема защитного устройства на рисунке показана пунктирной линией. Защитное устройство изготовлено на двух монокристаллических подложках: симметричный транзистор на эпитаксиальной $p+$ подложке, а диод — на монокристаллическом кремнии и смонтированы в корпусе Т-03.

СКТБ ПТ

24. VIII. 1984

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев Ф. И., Шабоян С. А., Мустафа Г. М. и др. Однофазные агрегаты бесперебойного питания на основе транзисторных инверторов. — Электротехническая промышленность, 1984, № 6 (164), с. 6—7.
2. Китаев В. Е., Левинзон С. В. Электрические полупроводниковые источники питания. — М.: Связь, 1977. — 112 с.