

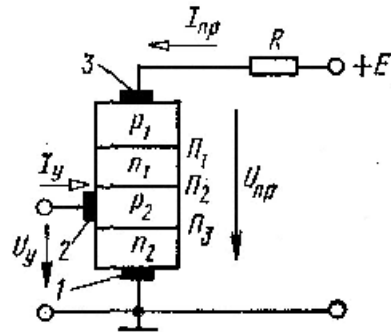
Тиристором называют полупроводниковый прибор с тремя (или более) *p-n*-переходами, вольтамперная характеристика которого имеет участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением и который используется для переключения.

Полупроводниковым материалом для изготовления тиристорov служит кремний. Классификация и условные графические обозначения тиристорov приведены на рис. 1. Простейшим тиристором с двумя выводами является диодный тиристор (динистор). Триодный тиристор (тринистор) имеет дополнительно третий (управляющий) электрод.

Рис. 1. Классификация и условные графические обозначения тиристорov

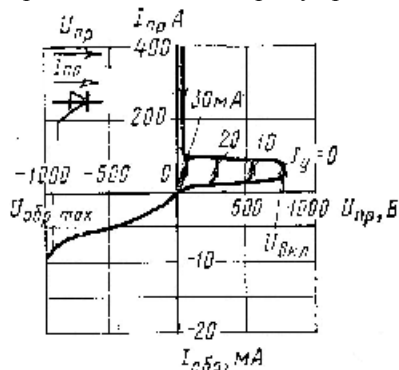
Рис. 2. Структура триодного тиристора: 1, 2, 3 — выводы катода, управляющего электрода и анода

Как диодный, так и триодный тиристоры имеют четырехслойную структуру с тремя *p-n*-переходами Π_1 , Π_2 , Π_3 (рис. 2).



Питающее напряжение подается на тиристор таким образом, что переходы Π_1 и Π_3 оказываются открытыми, а переход Π_2 — закрытым. Сопротивления открытых переходов незначительны, поэтому почти все питающее напряжение U_{np} приложено к закрытому переходу Π_2 , имеющему высокое сопротивление. Следовательно, ток тиристора мал.

При повышении напряжения U_{np} (что достигается увеличением э. д. с. источника питания E_d) ток тиристора увеличивается незначительно, пока напряжение U_{np} не приблизится к некоторому критическому значению, равному напряжению включения $U_{вкл}$ (рис. 3).



После этого происходит лавинообразное увеличение количества носителей заряда за счет лавинного умножения носителей заряда в *p-n*-переходе Π_2 движущимися электронами и дырками. С увеличением количества носителей заряда ток в переходе быстро нарастает, так как электроны из слоя n_2 и дырки из слоя p_1 устремляются в слои p_2 и n_1 и насыщают их неосновными носителями заряда. Напряжение на резисторе R возрастает, напряжение на тиристоре падает. После пробоя напряжение на тиристоре снижается до значения порядка 0,5—1 В. При дальнейшем увеличении э. д. с. источника E_d или уменьшения сопротивления резистора R ток в приборе нарастает в соответствии с вертикальным участком вольтамперной характеристики. Такой пробоем не вызывает разрушения перехода Π_2 . При уменьшении тока восстанавливается высокое сопротивление перехода (нисходящая ветвь на рис. 3.) Время восстановления сопротивления этого перехода после снятия питающего напряжения обычно составляет 10—30 мкс.

Рис. 3. Вольтамперные характеристики триодного тиристора

Напряжение $U_{вкл}$, при котором начинается лавинообразное нарастание тока, может быть снижено введением неосновных носителей в любой из слоев, прилегающих к переходу Π_2 . Эти добавочные носители заряда увеличивают число актов ионизации в переходе, в связи с чем напряжение включения $U_{вкл}$ уменьшается.

Добавочные носители заряда в триодном тиристоре, представленном на рис. 2, вводятся в слой p_2 вспомогательной цепью, питаемой от независимого источника напряжения. В какой мере снижается пробивное напряжение при росте тока управления, показывает семейство кривых на рис. 3.

Важным параметром триодного тиристора является *отпирающий ток управления* $I_{y,вкл}$ —ток управляющего электрода, который обеспечивает переключение тиристора в открытое состояние.

Из рис. 3 видно, что при подаче на тиристор обратного напряжения в нем возникает небольшой ток, так как в этом случае закрыты переходы Π_1 и Π_3 . Во избежание пробоя тиристора в обратном направлении (который выводит тиристор из строя из-за теплового пробоя перехода) необходимо, чтобы обратное напряжение было меньше $U_{обр max}$.

В симметричных диодных и триодных тиристорах обратная ветвь характеристики совпадает с прямой. Это достигается встречно-параллельным включением двух одинаковых четырехслойных структур или применением специальных пятислойных структур с четырьмя *p-n*-переходами.

Наконец, некоторое распространение получили тиристоры, у которых восстановление высокого сопротивления происходит при подаче небольшого обратного напряжения на управляющий электрод.

В настоящее время выпускаются тиристоры на токи до 2000 А и напряжения включения $U_{вкл} \approx 4000$ В.

Тиристоры как управляемые переключатели, обладающие выпрямительными свойствами, нашли широкое применение в управляемых выпрямителях, инверторах, коммутационной аппаратуре.

Контрольные вопросы:

1. Что такое тиристоры? Как они классифицируются? Нарисуйте УГО тиристорov.
2. Нарисуйте структуру тиристора. Поясните принцип его работы.
3. Нарисуйте ВАХ тиристора. Расскажите о работе тиристора при изменении U_d и I_y .
4. Расскажите о симметричных тиристорах.