

TỔNG QUAN

Các linh kiện bán dẫn công suất trong lĩnh vực điện tử công suất có hai chức năng cơ bản: đóng và ngắt dòng điện đi qua nó. Trạng thái linh kiện dẫn điện (**đóng**) là trạng thái linh kiện có tác dụng như một điện trở rất nhỏ (gần bằng không). Trạng thái linh kiện không dẫn điện (**ngắt**) là trạng thái linh kiện có tác dụng trong mạch như một điện trở lớn vô cùng.

Linh kiện bán dẫn hoạt động với hai chế độ làm việc **đóng** và **ngắt** dòng điện được xem là lý tưởng nếu ở trạng thái dẫn điện nó có độ sụt áp bằng không và ở trạng thái không dẫn điện (ngắt), dòng điện qua nó bằng không.

1. Phân loại linh kiện bán dẫn:

Linh kiện bán dẫn điều khiển được: Các linh kiện bán dẫn có thể chuyển đổi trạng thái làm việc của mình từ trạng thái không dẫn điện (**ngắt**) sang trạng thái dẫn điện (**đóng**) và ngược lại thông qua tác dụng kích thích của tín hiệu lên cổng điều khiển của linh kiện, gọi *linh kiện có tính điều khiển*. Tín hiệu điều khiển có thể tồn tại dưới dạng dòng điện hay điện áp. Ví dụ BJT, MOSFET, IGBT, GTO, SCR, TRIAC.

Linh kiện bán dẫn điều khiển hoàn toàn – linh kiện đóng ngắt cưỡng bức (**forced commutated device**): là linh kiện có thể điều khiển đóng ngắt hoàn toàn bằng tín hiệu điều khiển, ví dụ BJT, MOSFET, IGBT, GTO.

Linh kiện bán dẫn điều khiển đóng: là linh kiện chỉ có thể điều khiển đóng bằng tín hiệu điều khiển mà không điều khiển ngắt được: SCR, TRIAC

Linh kiện bán dẫn không điều khiển được: là những linh kiện không có cổng điều khiển và quá trình chuyển trạng thái làm việc của linh kiện xảy ra dưới tác dụng của nguồn công suất. Ví dụ: Diode.

Chiều dòng điện	Không điều khiển	Điều khiển đóng	Điều khiển đóng ngắt
Theo một chiều	Diode	Thyristor	Transistor
			MOSFET ⁺
			GTO
			IGBT
			SIT, SITh, MCT, MTO, etc.
Theo hai chiều		Triac	Module

Hình 2.1 Các linh kiện bán dẫn công suất cơ bản

Diode: Dòng định mức của diode từ 1A đến 5000A. Điện áp định mức từ 10V đến 10kV. Thời gian đóng ngắt từ 20 ns cho đến 100 ms. Diode được ứng dụng trong bộ chỉnh lưu và các mạch biến đổi DC-DC: Zener, optoelectronic and Schottky diodes

BJT (Bipolar Junction Transistor): dẫn dòng Collector khi trên cực Base có dòng điện điều khiển đủ để BJT dẫn. Dòng định mức của BJT từ 0.5A đến 500 A; Điện áp từ 30V đến 1200V. Thời gian đóng ngắt của BJT 0.5ms đến 100 ms. BJT được ứng dụng trong mạch các bộ biến đổi DC-DC; kết hợp với diode sử dụng trong các bộ biến tần. Tuy nhiên trong các bộ công suất lớn thì người ta thay thế BJT bằng MOSFET và IGBT.

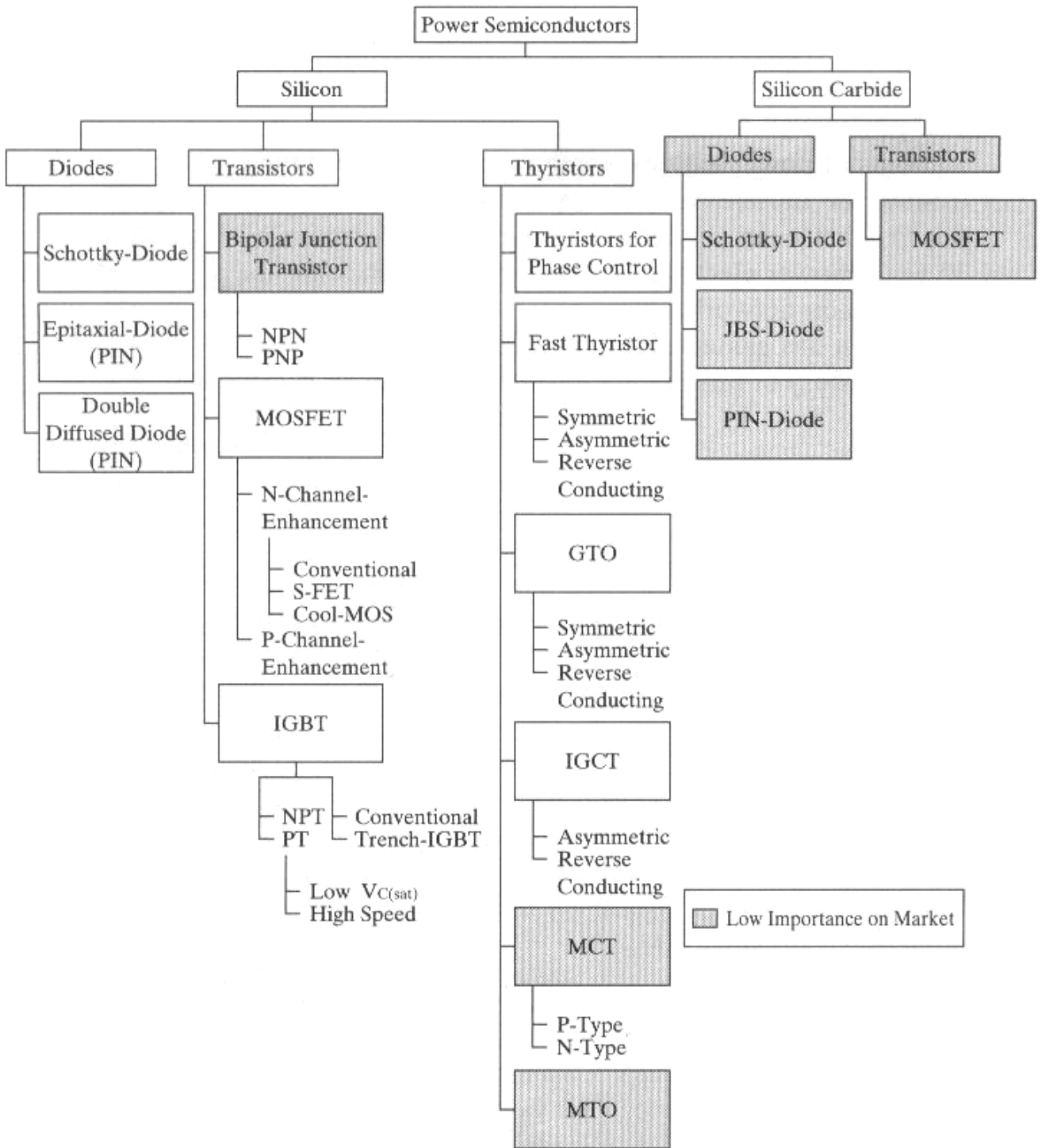
MOSFET (Metal Oxide Field Effect Transistor): dẫn dòng Drain khi có điện áp vừa đủ trên cực điều khiển Gate. MOSFET được mắc song song với diode trong cấu trúc của nó. Dòng điện định mức từ 1 đến 100A, điện áp định mức từ 30 đến 1000V. Thời gian đóng ngắt rất nhỏ từ 50 đến 200ns. MOSFET ứng dụng cho bộ biến đổi DC-DC, và trong các bộ biến tần.

IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor): đây là dạng đặc biệt kết hợp giữa BJT và MOSFET. Là linh kiện rất dễ sử dụng, thời gian đóng ngắt nhỏ hơn thời gian đóng ngắt của BJT. Dòng định mức từ 10 đến 600 A, điện áp định mức từ 600 đến 1700V. IGBT ứng dụng nhiều trong các bộ biến tần từ 1 đến 100kW và được ứng dụng rộng rãi trong điện tử công suất.

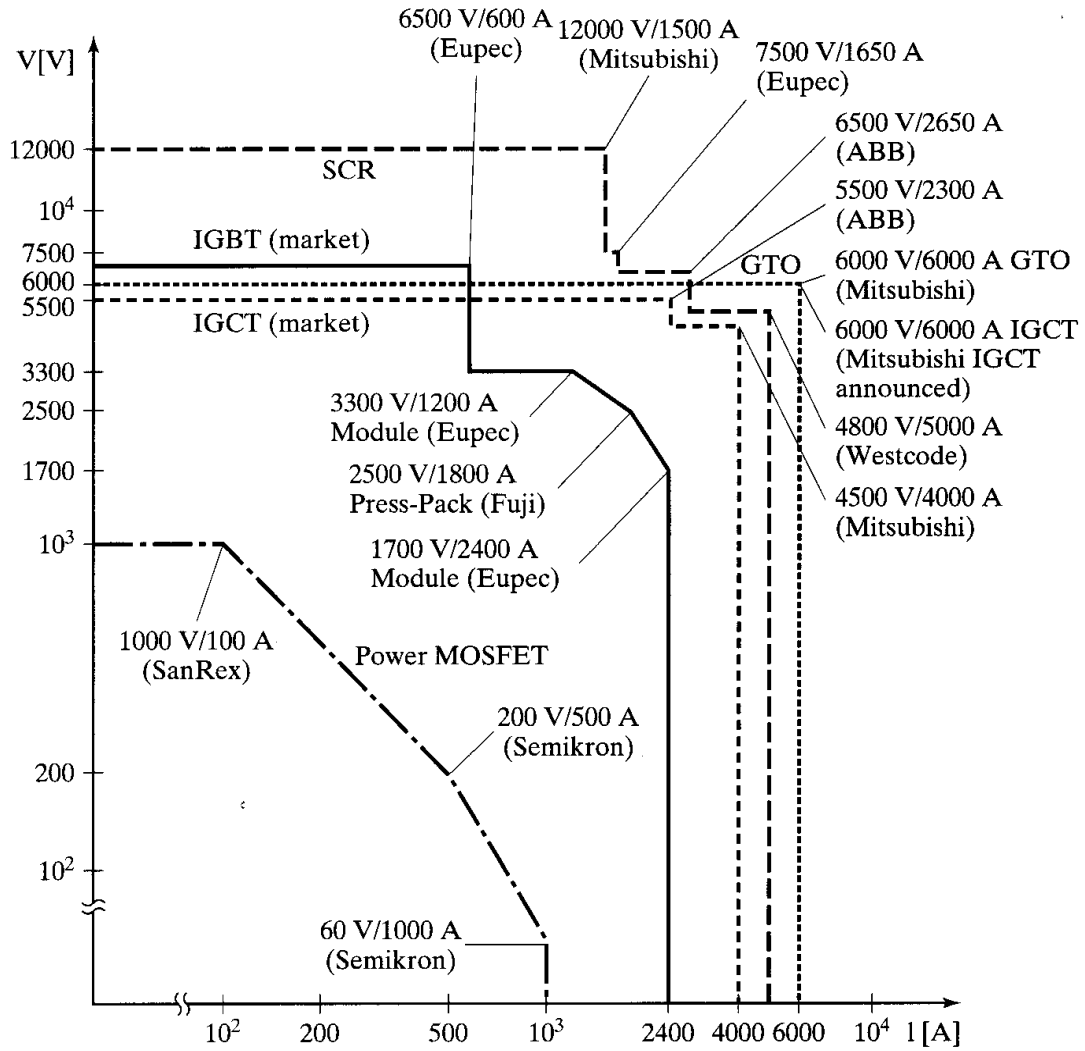
SCR (Silicon Controlled Rectifier): Thyristor cũng giống như diode khi có xung trên cực Gate. SCR chỉ ngắt khi dòng qua nó bằng 0. Dòng định mức thay đổi từ 10 đến 5000A. Điện áp định mức thay đổi từ 200V đến 6 kV. Thời gian đóng ngắt từ 1 đến 200ms. SCR được ứng dụng rộng rãi trong bộ chỉnh lưu điều khiển và là linh kiện thuộc họ thyristor được ứng dụng rộng rãi nhất.

GTO (Gate Turn-Off Thyristor) thuộc họ Thyristor và có khả năng điều khiển ngắt bằng xung âm trên cổng Gate. GTO có thể thay thế BJT khi cần ứng dụng trong các bộ công suất lớn, cần dòng và điện áp lớn. Dòng và điện áp định mức gần tương tự như SCR và nó được ứng dụng trong các bộ biến tần lớn hơn 100kW.

TRIAC (Triode for Alternating Current) Là linh kiện có cấu trúc cấu tạo bởi hai SCR mắc đối song. Dòng điện định mức từ 2 đến 50A, điện áp định mức từ 200 đến 800V. TRIAC được sử dụng trong điều chỉnh ánh sáng, những thiết bị điện cầm tay...



Hình 2.2 Các linh kiện bán dẫn công suất trong công nghiệp



Hình 2.3 Điện áp và dòng điện định mức của các linh kiện bán dẫn công suất

Bảng 2.1 Thông số kỹ thuật cơ bản của linh kiện bán dẫn công suất

1.2 Ratings of Power Semiconductor Devices

Devices		Voltage/Current Rating	Upper Frequency (Hz)	Switching Time (μ s)	On-State Resistance (Ω)	
Power diodes	General purpose	4000 V/4500 A	1 k	50–100	0.32 m	
		6000 V/3500 A	1 k	50–100	0.6 m	
		600 V/9570 A	1 k	50–100	0.1 m	
		2800 V/1700 A	20 k	5–10	0.4 m	
	High speed	4500 V/1950 A	20 k	5–10	1.2 m	
		6000 V/1100 A	20 k	5–10	1.96 m	
		600 V/17 A	30 k	0.2	0.14	
	Schottky	150 V/80 A	30 k	0.2	8.63 m	
	Bipolar transistors	Single	400 V/250 A	25 k	9	4 m
			400 V/40 A	30 k	6	31 m
			630 V/50 A	35 k	2	15 m
		Darlington	1200 V/400 A	20 k	30	10 m
	MOSFETs	Single	800 V/7.5 A	100 k	1.6	1
	COOLMOS	Single	800 V/7.8 A	125 k	2	1.2 m
			600 V/40 A	125 k	1	0.12 m
1000 V/6.1 A			125 k	1.5	2 Ω	
IGBTs	Single	2500 V/2400 A	100 k	5–10	2.3 m	
		1200 V/52 A	100 k	5–10	0.13	
		1200 V/25 A	100 k	5–10	0.14	
		1200 V/80 A	100 k	5–10	44 m	
		1800 V/2200 A	100 k	5–10	1.76 m	
SITs		1200 V/300 A	100 k	0.5	1.2	
Phase control thyristors	Line-commutated low speed	6500 V/4200 A	60	100–400	0.58 m	
		2800 V/1500 A	60	100–400	0.72 m	
		5000 V/4600 A	60	100–400	0.48 m	
		5000 V/3600 A	60	100–400	0.50 m	
		5000 V/5000 A	60	100–400	0.45 m	
	Forced-turned-off thyristors	Reverse blocking high speed	2800 V/1850 A	20 k	20–100	0.87 m
			1800 V/2100 A	20 k	20–100	0.78 m
			4500 V/3000 A	20 k	20–100	0.5 m
			6000 V/2300 A	20 k	20–100	0.52 m
			4500 V/3700 A	20 k	20–100	0.53 m
		Bidirectional RCT	4200 V/1920 A	20 k	20–100	0.77 m
		GATT	2500 V/1000 A	20 k	20–100	2.1 m
	Light triggered	1200 V/400 A	20 k	10–50	2.2 m	
		6000 V/1500 A	400	200–400	0.53 m	
	Self-turned-off thyristors	GTO	4500 V/4000 A	10 k	50–110	1.07 m
HD-GTO		4500 V/3000 A	10 k	50–110	1.07 m	
Pulse GTO		5000 V/4600 A	10 k	50–110	0.48 m	
SITH		4000 V/2200 A	20 k	5–10	5.6 m	
MTO		4500 V/500 A	5 k	80–110	10.2 m	
ETO		4500 V/4000 A	5 k	80–110	0.5 m	
IGCT		4500 V/3000 A	5 k	80–110	0.8 m	
TRIACs	Bidirectional	1200 V/300 A	400	200–400	3.6 m	
MCTs	Single	4500 V/250 A	5 k	50–110	10.4 m	
		1400 V/65 A	5 k	50–110	28 m	

Bảng 2.2 Ký hiệu và đặc tính của linh kiện bán dẫn trong công nghiệp

TABLE 1.3 Characteristics and Symbols of Some Power Devices

Devices	Symbols	Characteristics
Diode		
Thyristor		
SITH		
GTO		
MCT		
MTO		
ETO		
IGCT		
TRIAC		
LASCN		
NPN BJT		
IGBT		
N-Channel MOSFET		
SIT		