

증가형 MOSFET은 우선 3가지의 기본적인 모드를 가진다. 첫 번째로, 차단 모드는 $V_{GS} < V_{Tn}$ 의 전압 조건을 가지며, 이 때는 채널이 형성되지 않는다. 따라서 열린 스위치로 작동하게 된다. V_{Tn} , V_{Tp} 는 임계 전압으로, 채널이 만들어지기 위해 게이트에 인가되는 최소 전압이다. V_{Tn} 은 양의 값을 가지고 V_{Tp} 은 음의 값을 가진다.

두 번째는 비포화모드로, $V_{GS} \geq V_{Tn}$, $V_{DS} < V_{GS} - V_{Tn}$ 의 전압 조건을 가지고 이때에는 V_{GS} , V_{DS} 가 증가할수록 드레인 전류도 증가하는, 즉 닫힌 스위치로서 작동하게 된다.

세 번째는 포화모드로, $V_{GS} \geq V_{Tn}$, $V_{DS} \geq V_{GS} - V_{Tn}$ 의 전압 조건을 가지고, 이때는 V_{DS} 가 증가하여도 드레인 전류가 일정하게 유지한다. 증폭기로 사용되는 동작 모드이다. 포화모드에서는 채널 펀치 오프가 발생하는데, 채널 펀치 오프란 게이트에 의해 발생하는 수직 전계와 드레인 에 의해 발생하는 수평 전계가 서로 상쇄되어 드레인 근처에서 채널이 형성되지 않아, 드레인 바이어스를 증가시켜도 드레인 전류가 일정하게 유지되는 것이다.

N채널 MOSFET에는 2가지의 동작 모드를 가진다. 우선 $V_{GS} > V_{Tn}$, $V_{DS} < V_{GS} - V_{Tn}$ 일 때 비포화 동작모드로 작동하게 되며 $I_D = K_n[(V_{GS} - V_{Tn})V_{DS} - \frac{1}{2}V_{DS}^2](K_n = \mu_n C_{ox}(\frac{W}{L}))$ 이다.

다음으로, $V_{GS} > V_{Tn}$, $V_{DS} \geq V_{GS} - V_{Tn}$ 일 때 포화 동작 모드로 작동한다. $I_D = \frac{1}{2}K_n(V_{GS} - V_{Tn})^2$ 이다. 즉, I_D 가 V_G 의 영향만을 받으며 V_D 는 무관하다.

P채널 MOSFET 또한 N채널 MOSFET과 유사하다. 위의 식에서 N채널에 대한 임계 전압 V_{Tn} 대신 V_{Tp} 를 고려하면 된다.

아래 그래프에서, 좌측은 P채널 MOSFET에 관한 것이고 우측은 N채널 MOSFET에 관한 것이다. V_{GS} 에 따라서 차단, 포화&비포화 모드가 결정되는 것을 그래프에서 볼 수 있다. V_{DS} 가 포화 모드 조건에 부합할 때에는 V_{DS} 의 크기가 커져도 I_D 가 일정 수준을 유지하는 것을 확인할 수 있다.

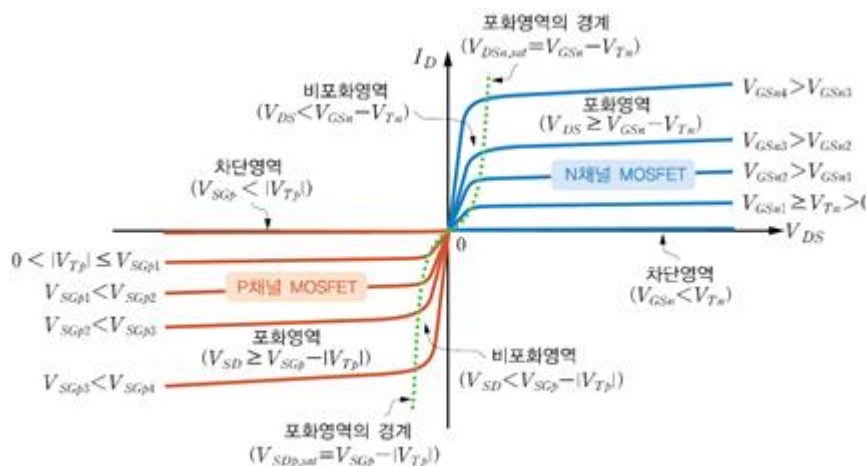


그림 3-7 증가형 MOSFET의 전류-전압 특성