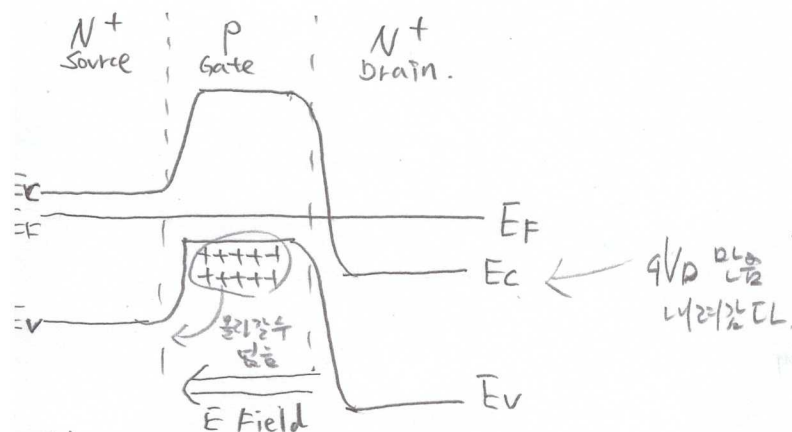


1. n-MOSFET의 소자 단면도 및 이에 대한 Gate oxide 하부 Source-channel-drain 간의 channel 방향의 energy band diagram을 형성상태에서 도시한 그림이다.

(1) Gate 전압이 인가되지 않은 경우  $V_{GS} (=0)$  가 인가되더라도 channel current는 흐르지 않음 ( $I_{DS}=0$ ) 을 energy band diagram으로 도시하여 설명해보시오. (electron과 hole의 관점 각각에 대하여)

① Hole의 관점에서



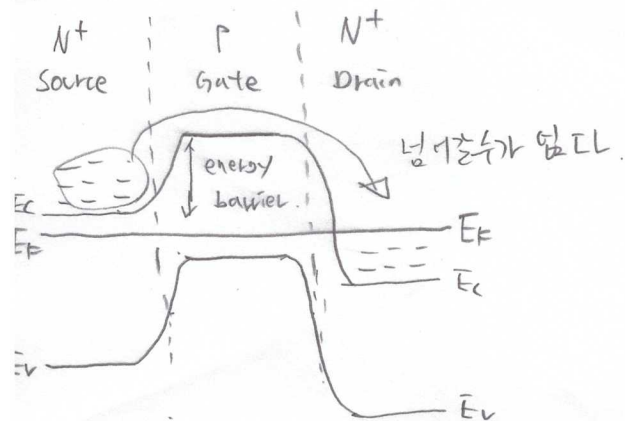
$V_D$  가 인가된 전하만큼 에너지 차이가 되어 그림이 내려갔다.

hole은 아래쪽으로 앞부분을 에너지가 낮으므로

Energy barrier가 의해 정공이 올라갈 수 없다.

즉  $I_{DS}=0$ .

② electron의 관점에서

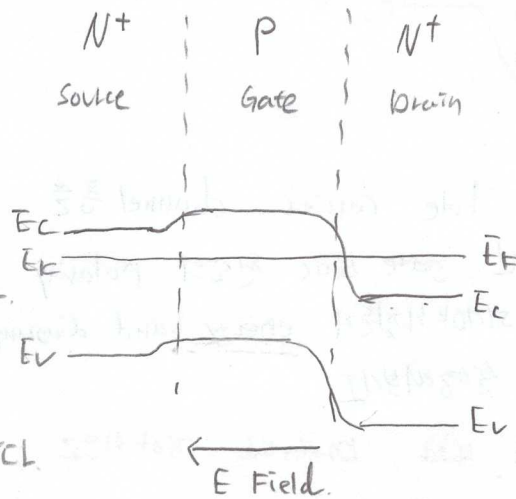


Source에서 Gate로 가기위해 Energy barrier를 넘어야 하지만 도에서 전자가 이동할 수 없다.

즉  $I_{DS}=0$ .

(2) Gate 전압이 양의 전압으로 충분히 인가 ( $V_{GS} > V_T$ ) 되면 substrate surface 상에 (Gate oxide 하부) channel 영역의 carrier type은 majority인 hole은 depletion 되고 ~~majority~~ minority carrier 일러 electron이 inversion되어 channel 층을 형성함 energy band diagram으로 도시하여 설명해보시오.

$V_{GS} > 0$  인 상태에서  $V_{GS} > V_T$  를 넘으면  $V_G$  가 전압이 인가 돼 그만큼 ( $qV_G$ ) 에너지 차이가 그림이 내려간다.



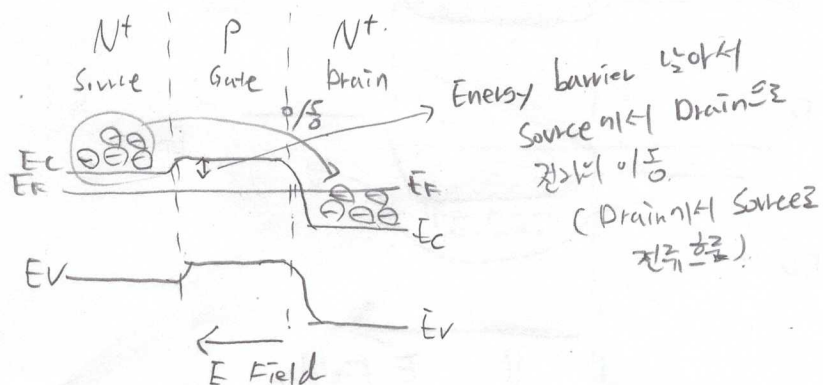
$V_G$ 를 걸면서 inversion이 된다.

즉, Hole이 depletion 되고 electron이 남게 된다.

$E_F$ 는 고정되어있고,  $E_C, E_V$ 가 내려가 아도

N-Type처럼 보인다.

(3) 문제 (2)의 조건에서 drain current는 형성됨을 energy band diagram으로 도시하여 설명해보시오.

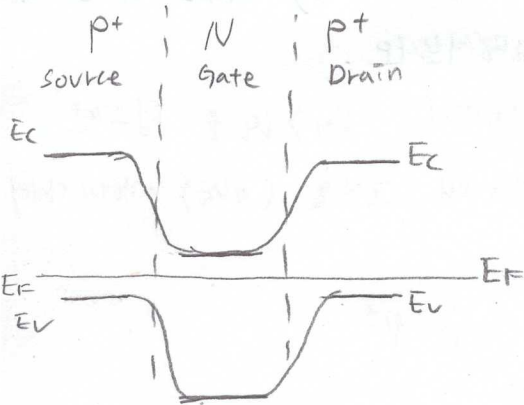


$V_G$ 가 스위치 역할을 하며, 전류의 양은  $V_D$ 에 의존.

즉,  $I_{DS}$ 가 크게 된다.

2. P-MOSFET 의 경우, 소자 단면도 및 각 층의 doping 조건을 명세해 보시오.

(1) 문제 1 이 도식된 그림과 같이 thermally equilibrium 상태에서 channel 방향의 energy band diagram을 도식해 보시오.



(2) Inversion 된 hole carrier channel 층을 형성하기 위해 gate bias 전압의 polarity 조건은 어떻게 되어야 하는지 energy band diagram 으로 도식하여 설명해 보시오.

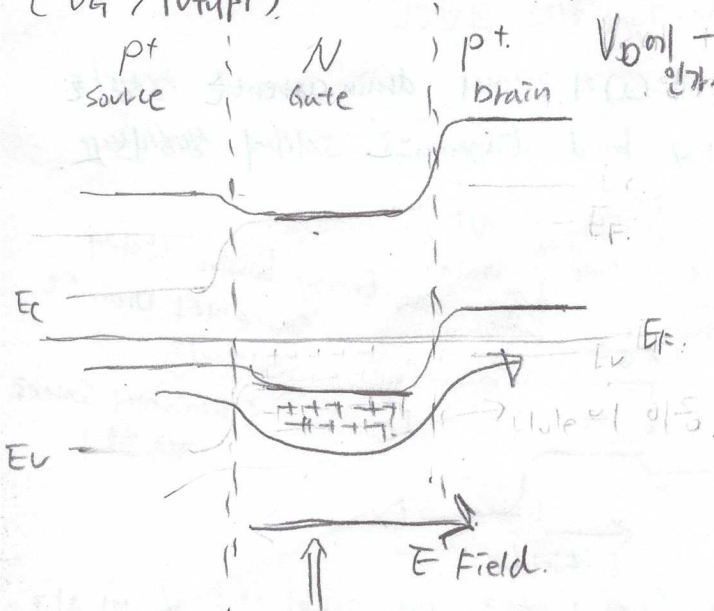
Source 에서 Hole이 나와 Drain으로 가도록 E Field는 Source  $\Rightarrow$  Drain 이다.

hole carrier channel 층을 형성하기 위해  $V_G$ 가  $V_{THP}$  보다 작아야 한다,  $V_{GS} < 0$  이므로.

( $V_G > |V_{THP}|$ )

$V_D < V_S$  이다.

$V_D$ 에 -전압 인가시.



따라서 P Type  
채널 형성

(3) P-type channel 이 형성된 gate bias

전압 조건에서 source & drain notation은 같을 때,  $V_{DS}$  bias는 어떻게 인가 ( $V_{DS} < 0$  or  $V_{DS} > 0$  ?) 되어야 하는지 설명해 보시오.

Source 에서 Drain으로 Hole이 이동하기 위해

E Field가  $S \rightarrow D$ 로 가야 하므로

Source의 전압이 더 높아야 한다.

즉  $V_S - V_D > 0$  이어야 하므로

$V_{DS} < 0$ 로 되어야 하는 되어야 한다.