

【 문제-1 】 (30점)

임의의 에너지 상태에서 전자가 존재할 확률은 페르미-디랙 통계 함수로 표현이 되는데, 그 식은 다음과 같다.

$$f(E) = \frac{1}{1 + e^{(E - E_F)/kT}}$$

- (1) 페르미-디랙 통계 함수에서, 페르미 준위( $E_F$ )의 의미에 대하여 설명하시오. (4점)
- (2) 절대온도  $0\text{ K} < T_1 < T_2$  에서,  $E$ 의 변화에 따른 페르미-디랙 통계 함수의 개형을 그리시오. (8점)
- (3)  $E = E_F + 3kT$ 인 에너지 준위에 전자가 존재할 확률은,  $E = E_F - 3kT$ 인 에너지 준위에 전자가 비어 있을 확률과 같음을 증명하시오. (9점)
- (4)  $E = E_F + 0.1\text{ eV}$ 인 에너지 준위에 전자가 존재할 확률이 5%라면, 그때의 온도를 구하시오. 단, 상온( $T=300\text{K}$ )에서의  $kT = 0.026\text{ eV}$ 이다. (9점)

【 문제-2 】 (20점)

아래 회로에서

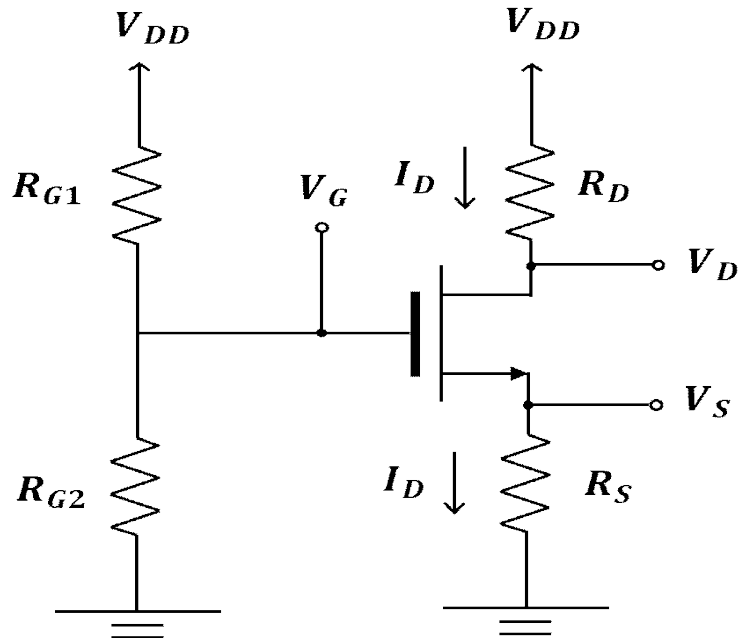
$$V_{DD} = 10\text{ V}, R_{G1} = R_{G2} = 1\text{ M}\Omega, R_D = R_S = 1\text{ k}\Omega,$$

NMOS의

$\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 1\text{ mA/V}^2$ , 문턱전압  $V_{tn} = 1\text{ V}$  이다. (단, 채널 길이 변조 효과 (channel length modulation effect)는 무시한다.)

(1)  $V_G(\text{V})$ ,  $I_D(\text{mA})$ ,  $V_D(\text{V})$ ,  $V_S(\text{V})$ 를 각각 구하시오. (10점)

(2) MOSFET은 어느 영역에서 동작하는지 기술하고 그 이유를 설명하시오. (10점)



【 문제-3 】 (30점)

물질은 질량과 부피를 가지며, 다양한 기준에 따라 분류할 수 있다. 다음 물음에 답하시오.

- (1) 물질은 원자배열의 규칙에 따라 단결정, 다결정, 비정질로 분류할 수 있는데, 원자 배열의 차이에 대하여 각각 설명하시오. (6점)
- (2) 물질은 전기전도도에 따라, 도체, 부도체, 반도체로 분류할 수 있는데, 에너지 밴드갭의 관점에서 전기전도도의 차이에 대하여 각각 설명하시오. (9점)
- (3) 물질(고체)을 이루는 원자들의 결합방식 중, 이온결합과 공유결합에 대하여 각각 설명하시오. (9점)
- (4) 고체의 결정구조인 단순입방구조, 체심입방구조, 면심입방구조에 대하여 각각 설명하시오. (6점)

【 문제-4 】 (20점)

상온( $T = 300 \text{ K}$ )에서 pn접합을 형성하려고 할 때 아래의 물음에 답하시오. (단, 실리콘의 intrinsic carrier concentration( $n_i$ )= $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ,  $kT=0.026 \text{ eV}$ ,  $p_o = n_i \exp\left(\frac{E_{Fi} - E_F}{kT}\right)$  이다.)

- (1) p영역에 억셉터를  $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  농도로 도핑할 때,  $E_{Fi} - E_F$ 를 구하시오. (5점)
- (2) 상온에서 내부전위장벽이  $0.78 \text{ V}$ 인 pn접합을 형성하려면, n영역에 도너가 얼마의 농도로 도핑되어야 하는지 구하시오. (5점)
- (3) 공핍층의 폭이  $0.3 \mu\text{m}$ 일 때,  $x_n$ ,  $x_p$ 를 각각 구하시오. (5점)
- (4) 온도가  $T = 350 \text{ K}$ 가 된다면, 위의 pn접합의 내부전위장벽은 얼마가 되는지 구하시오. (단,  $n_i$ 는 온도와 관계없이 일정하다고 가정한다.) (5점)