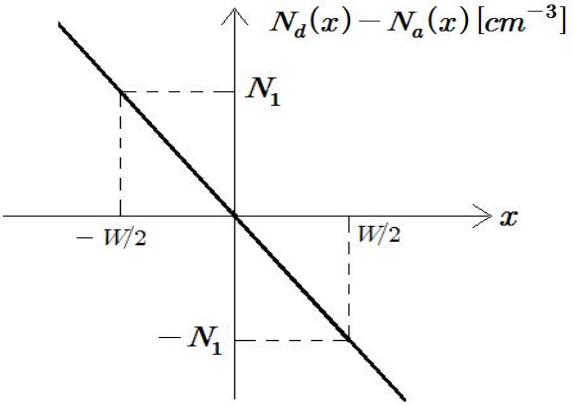
2016년도 제53회 변리사 2차 국가자격시험 문제지

교 시	시험과목	시험시간	수험번호	성 명	향후일정 안 내
2교시	반도체공학	120분			

【 문제-1 】 (30점)

확산공정에 의해 실리콘 pn 다이오드를 제조한 결과, 도너농도 N_d와 억셉터 농도 N_a의 분포가 그림과 같다. W는 열평형상태에서의 공핍층 폭이다. 볼츠만 상수는 k_B, 절대온도는 T, 전자의 전하량 크기는 e, 실리콘의 유전율은 ϵ, 진성 캐리어 농도는 n_i이고, 도펀트의 완전 이온화를 가정한다. 문제에서 주어진 파라미터를 이용하여 다음의 물음에 답하시오.



(1) 열평형상태일 때 공핍층에서 체적전하밀도 $\rho_v(x)\,[C/cm^3]$, 전계 $E(x)\,[volt/cm]$, 전위 $V(x)\,[volt]$의 식을 구하고, 최대 전계의 크기를 구하시오. ($x=-W/2$에서 $V(x)=0=E(x)$을 가정한다.) (8점)

(2) (1)에서 구한 $V(x)$ 식으로부터 내부전위 V_{bi}를 구하고(e, ϵ, N_1, W로 표현), 또한 내부전위 V_{bi}를 $x=-W/2$와 $x=W/2$에서의 페르미 에너지 차이로부터 구하시오(e, k_B, T, n_i, N_1로 표현). (6점)

(3) 역방향 전압 V_R을 인가한 경우 공핍층의 폭을 W_R이라고 할 때, $W_R/2$ 값과 $V_{bi}+V_R$ 값 간의 관계를 수식으로 나타내고, 이로부터 커패시턴스 $C=\left|\frac{dQ}{dV_R}\right|\,[F/cm^2]$와 $V_{bi}+V_R$ 값 간의 관계식을 구하시오. ($V_{bi}+V_R \propto \left(\frac{W_R}{2}\right)^3$ 이용) (10점)

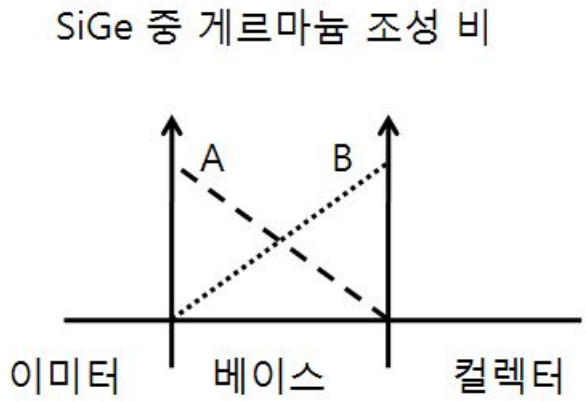
(4) 역방향 전압 V_R에 따라 커패시턴스 $C\,[F/cm^2]$를 측정하여, 위 농도 그래프에서 직선 기울기와 내부전위 V_{bi}를 측정하는 방법을 설명하시오. (6점)

청렴세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화

【 문제-2 】 (20점)

(1) npn형 동종접합 바이폴라 트랜지스터에 비해 이종접합 바이폴라 트랜지스터가 가질 수 있는 장점과 그 이유를 이미터-베이스간의 접합 장벽 및 접합 커패시터의 관점에서 각각 설명하시오. (10점)

(2) 실리콘(Si)의 밴드갭이 1.12 eV인데 비해 게르마늄(Ge)의 밴드갭은 그보다 작은 0.66 eV 이다. 따라서 SiGe에서 게르마늄의 비율이 높을수록 밴드갭이 감소한다. pnp 바이폴라 트랜지스터에서 베이스의 게르마늄 조성이 A 또는 B와 같이 되어 있는 경우, 베이스 전송 효율을 높게 하는데 유리한 쪽을 선택하고 그 이유를 설명하시오. (5점)



(3) 바이폴라 트랜지스터의 컬렉터 전류가 증가하면 전류 이득 $\beta(=\frac{I_c}{I_b})$ 가 감소하는 원인을 2가지 설명하시오. (5점)

【 문제-3 】 (30점)

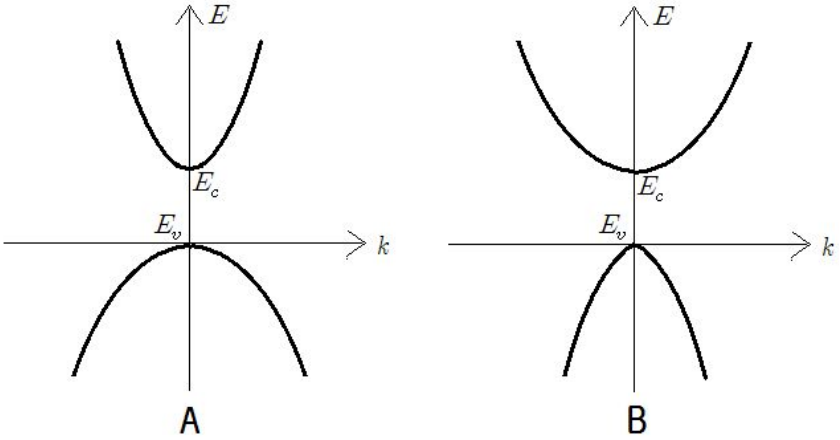
(1) 길이 L_x, L_y를 갖는 2차원 공간 내에서 전자의 에너지 상태 밀도함수는 $D(E)=\frac{m}{\pi\hbar^2}$ $[eV^{-1}cm^{-2}]$이다. 전자가 에너지 상태를 점유할 확률이 근사적으로 $f(E)=e^{-(E-E_F)/k_BT}$라고 할 때, 전도대역의 전자농도 $n[cm^{-2}]$을 구하시오. (단, 전도대역의 최소 에너지는 E_c이고, E_F는 페르미 에너지, k_B는 볼츠만 상수, T는 절대온도이다.) (5점)

청렴韓세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화

(2) 두 반도체 물질 A와 B의 $E-k$ 다이어그램이 아래 그림과 같다. 다음의 물음에 답하시오. (10점)

1) 온도와 E_c-E_F가 같을 때, 물질 A와 B 중에서 전자의 농도 n이 더 큰 것을 고르고 그 이유를 설명하시오.

2) 진성반도체일 때, 물질 A와 B 중에서 페르미 에너지가 전도대역에 더 가까운 것을 고르고 그 이유를 설명하시오.



(3) 드레인 포화전류 $I_{ds,sat}$이 큰 증가형 MOSFET($n^+poly-SiO_2-p$ 기판 형태)을 제작하려고 할 때, (2)의 $E-k$ 특성을 갖는 두 반도체 물질 A와 B 중에서 어느 것을 사용해야 하는지 결정하고 그 이유를 설명하시오. (5점)

(4) (2)의 $E-k$ 특성을 갖는 두 반도체 물질 A와 B 중 하나 만을 사용하여 pnp 바이폴라 트랜지스터를 제작하려고 할 때, 높은 이미터 주입 효율(특성 1)과 빠른 베이스 전송속도(특성 2)를 갖도록 하려면 물질 A와 B 중 어느 것을 사용해야 하는지 (특성 1)과 (특성 2)의 관점에서 각각 결정하고 그 이유를 설명하시오. (단, 전자와 정공의 확산길이는 동일하다.) (10점)

【 문제-4 】 (20점)

(1) 0과 1의 데이터를 저장하는 Flash memory 셀의 단면 구조를 그리고, 디지털 데이터 0과 1을 각각 저장하는 방법과 그 원리를 각 단자의 전압인가 상태와 함께 설명하시오. (10점)

(2) Flash memory의 데이터가 전원이 없어도 보존되는 이유를 설명하고, 저장된 데이터를 읽을 때 0과 1을 구별하는 방법을 설명하시오. (MOS 트랜지스터의 전달 특성 그림을 이용) (10점)

청렴세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화