

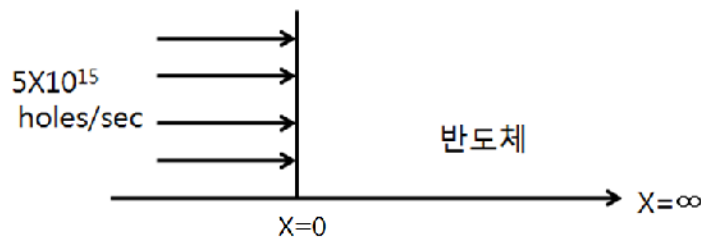
2009년도 제46회 변리사 제2차 시험 문제지

시험과목	반도체공학
------	-------

수험번호		성명	
------	--	----	--

【 A-1 】 (30점)

아래 그림처럼 정공(hole)이 n형 반도체 표면($x=0$)에 단위시간당 5×10^{15} holes/sec 로 균일하게 주입되고, 주입된 표면 면적이 0.001 mm^2 라고 가정한다. 주입된 정공은 시간이 지날수록 양의 x 방향으로 확산된다.



- (1) 아래의 전류밀도식과 연속방정식으로부터 과잉정공밀도(δp)의 정상상태 확산방정식을 유도하시오.

전류밀도식 $J_p = qp\mu_p E - qD_p \frac{dp}{dx}$, 연속방정식 $\frac{\partial p}{\partial t} = -\frac{1}{q} \frac{\partial J_p}{\partial x} + G - R$

E (전계)=0, 반도체 내에서의 G (정공생성률)=0, R (재결합률)= $\delta p / \tau_p$ 이다.

(J_p : 정공전류밀도, p : 정공밀도, q : $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, μ_p : 정공이동도,

D_p : 정공확산계수, τ_p : 정공생존시간) (10점)

- (2) (1)에서 $\delta p(x=0) = \delta p_0$ 라는 경계 조건을 이용하여 과잉정공밀도 $\delta p(x)$ 를 구하시오. (7점)

(3) 반도체 내의 확산전류가 반도체 내로 유입되는 정공의 입사전류와 같다고 가정할 때, $x=0$ 에서 정상상태의 정공확산전류밀도의 크기를 구하시오. (5점)

(4) $D_p = 10\text{cm}^2/\text{sec}$ 이고, $\tau_p = 1\mu\text{sec}$ 일 때 $x=0$ 에서 정상상태의 과잉정공밀도 $\delta p(x=0)$ 를 구하시오. (8점)

【 A-2 】 (20점)

어떤 금속에서 Fermi-Dirac 분포함수 $f(E)$ 는 다음과 같이 근사적으로 표현된다.

$$f(E) = \begin{cases} 1, & E < E_F \\ 0, & E > E_F \end{cases} \quad (E : \text{전자의 에너지}, E_F : \text{Fermi 에너지})$$

그리고, 상태밀도(density of state) 함수 $D(E)$ 는 아래와 같다.

$$D(E) = AE^{\frac{1}{2}} \quad (0 < E < \infty, A : \text{상수})$$

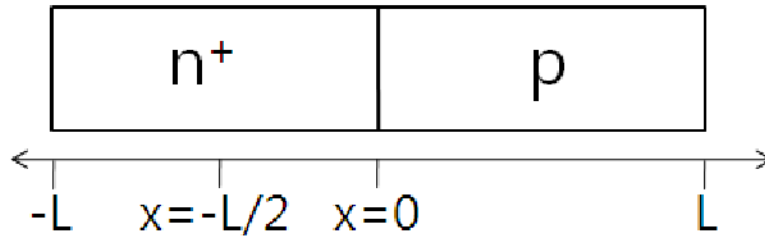
금속 내에서의 전자의 밀도는 아래와 같이 주어진다.

$$n = \int_0^\infty f(E)D(E)dE$$

(1) 전자의 평균 에너지를 계산하시오. (10점)

(2) 전자의 평균 속도를 계산하시오. (단, 전자의 유효질량은 m^* 이다.) (10점)

【 B-1 】 (30점)



(1) 위의 그림은 n^+ -p 구조의 소자이다. 평형상태에서 다음 사항을 도식화하여 그리시오. ($-L \leq x \leq L$) (15점)

a) 전하분포 b) 전계 c) 전위차 d) 에너지밴드

(2) 위의 소자의 n^+ 극과 p극을 단락(short-circuit)하고, 빛을 주사하면 전류가 생성된다. 다음의 위치에 빛이 주사되었을 때, 전류 생성 과정을 설명하시오. (단, 주사된 빛은 모두 반도체에 흡수된다고 가정한다.) (10점)

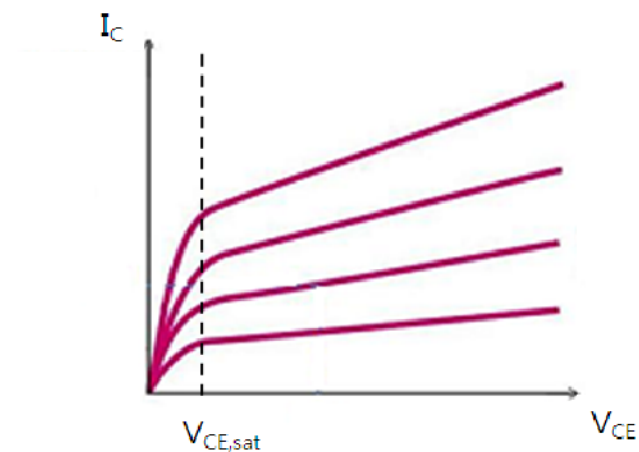
a) $x=0$ (n^+ -p junction 공핍층 내)

b) $x=-L/2$ (n^+ -p junction 공핍층 바깥)

(3) (2)에서 생성된 전류의 크기는 a), b) 중 어느 경우가 더 큰지를 쓰고 그 이유를 설명하시오. (5점)

【 B-2 】 (20점)

다음은 npn BJT 의 V_{CE} (Collector-Emitter voltage)에 대한 I_C (Collector current) 그래프를 보여주고 있다.



- (1) V_{CE} 가 $V_{CE,sat}$ 보다 클 때, V_{CE} 가 증가하면 실효베이스(Effective Base)의 폭이 감소한다. 그 이유를 설명하시오. (5점)
- (2) V_{CE} 가 $V_{CE,sat}$ 보다 클 때, V_{CE} 가 증가하면 I_C 가 증가하는 원인 2가지를 설명하시오. (10점)
- (3) V_{CE} 가 크게 증가하여 항복전압(BV_{CEO})에 도달하면 I_C 가 급격히 증가한다. BV_{CEO} 를 측정하려 할 경우 BJT의 어떤 전류를 어떠한 값으로 고정하여 측정하는지 설명하시오. (5점)