

2010년도 제47회 변리사 제2차시험 문제지

시험과목	반도체공학
------	-------

수험번호		성명	
------	--	----	--

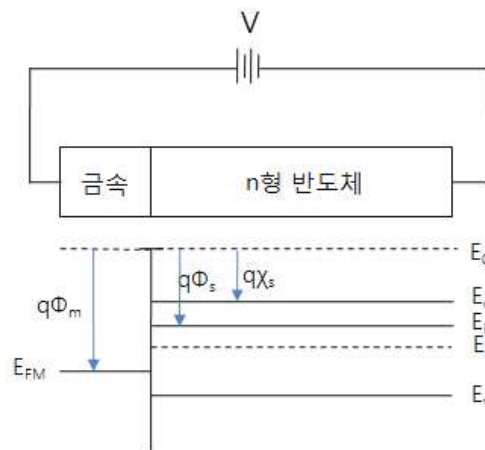
【 A-1 】 (30점)

실리콘 pn 접합 태양전지에서 단락전류(short-circuit current)는 I_{sc} 이며 개방전압(open-circuit voltage)은 V_{oc} 라고 할 때, 다음의 물음에 답하십시오. (단, 다이오드 전류식 $I_F = I_s \left[\exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right]$ 을 이용함)

- (1) 빛이 조사(illumination)되지 않은 상태와 빛이 조사된 상태에서 개방전압(open-circuit voltage) V_{oc} 가 형성되었을 때, 전자와 정공의 준페르미 준위(quasi-fermi level) F_n 과 F_p 를 사용하여 에너지 밴드 다이어그램을 각각 그리시오. (10점)
- (2) 태양전지의 pn접합 공핍층에 빛을 조사하면 전자-정공쌍이 발생하고 광전류 I_L 이 역방향으로 흐른다. 이때 역방향 총전류 I 의 전류식을 구하십시오. (5점)
- (3) 위 (2)번의 결과를 이용하여 단락회로 조건($V=0$)에서의 단락전류와 개방회로 조건($I=0$)에서의 개방전압을 I_L 의 함수로써 구하십시오. (5점)
- (4) 광이 조사된 pn 접합 태양전지의 제4사분면 전류-전압 특성곡선(단락전류, 개방전압 표시)을 그리고 최대전력 P_m 을 표시하십시오. (5점)
- (5) 태양전지의 특성인자인 충전인자(fill factor)를 설명하십시오. (5점)

【 A-2 】 (20점)

금속-반도체 접합은 집적회로 구현에서 쇼트키(Schottky) 접합(junction)과 오믹(Ohmic) 접합의 형태로 다양하게 활용되는 필수적인 구성요소이다. 열평형을 이루기 전에 다음 그림과 같은 에너지 밴드 다이어그램(energy band diagram)을 갖는 금속-반도체 접합에 대하여 물음에 답하시오.



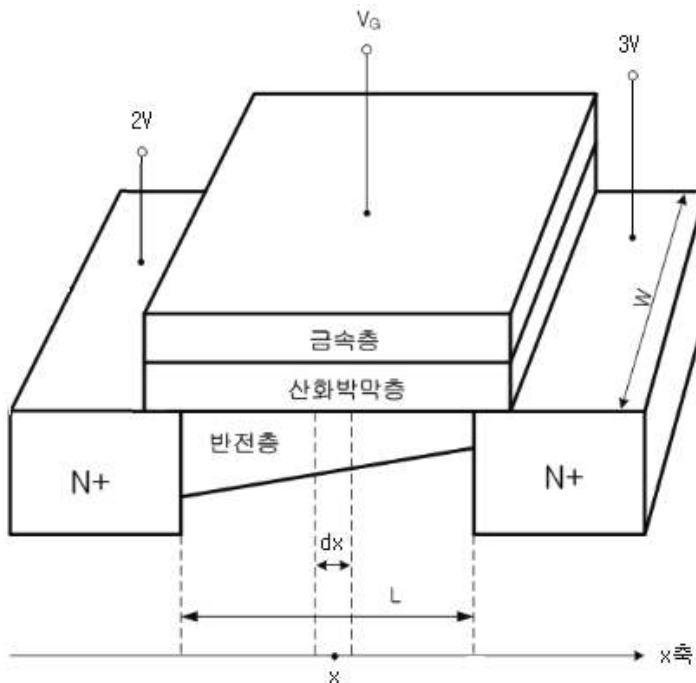
- (1) 열평형 상태의 에너지 밴드 다이어그램을 그리시오. (5점)
- (2) 순방향 인가전압($V > 0$) 및 역방향 인가전압($V < 0$)의 경우 각각의 에너지 밴드 다이어그램을 그리고 전류-전압 특성을 설명하시오. (5점)
- (3) 다음 그림과 같이 금속과 n형 반도체 사이에 고농도 n^+ ($\approx 10^{19} \text{cm}^{-3}$)를 도핑한 경우 열평형 상태에서의 에너지 밴드 다이어그램을 그리시오. (5점)



- (4) 위 (3)번의 경우 예상되는 전류-전압 특성을 설명하시오. (5점)

【 B-1 】 (30점)

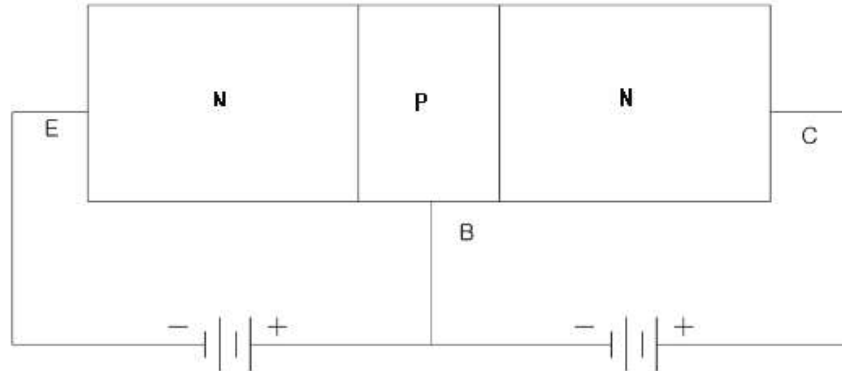
그림과 같은 장채널 MOSFET에서 세 단자전압은 각각 V_G , 2V 및 3V로 인가되어 있으며, 반전층이 핀치-오프(pinch-off)되지 않은 상태에서의 소자전류를 GCA(Gradual Channel Approximation) 기법을 이용해서 구하고자 한다. 채널 길이(L), 채널 폭(W), 단위 면적당 산화박막층 커패시터 용량(C_{ox}), 전자의 이동도(μ_n) 및 문턱전압(V_{TH})이 주어져 있을 때 다음의 물음에 답하시오. (단, 바디효과(body effect)는 고려하지 않음)



- (1) 채널영역 내 임의의 지점 x 에서의 전압을 $V(x)$ 라 한다. 미소길이 dx 에 존재하는 미소전하량 dq , x 지점에서의 전자속도 dx/dt 를 $V(x)$ 의 함수로 나타내시오. (15점)
- (2) 위 (1)번의 결과를 이용하여, 소자의 드레인 전류 I_d 를 단자전압 V_G 의 함수로써 구하시오. (10점)
- (3) $V_{TH} = 500\text{mV}$ 일 때, 그림과 같이 핀치-오프 되지 않고 반전층이 완전히 형성되기 위한 V_G 전압의 범위를 구하시오. (5점)

【 B-2 】 (20점)

그림과 같이 주어진 NPN 바이폴라 트랜지스터에 베이스-이미터 전압(V_{BE})과 베이스-컬렉터 전압(V_{BC})을 인가한 상태이다. 다음의 물음에 답하시오. (단, 트랜지스터에서 도핑농도는 이미터 > 베이스 > 컬렉터 순서임을 가정함)



- (1) 에너지 밴드 다이어그램을 그리고, 트랜지스터의 전류-전압(I_C - V_{CE}) 특성에서 해당영역을 표시하시오. (8점)
- (2) 위 그림의 NPN 트랜지스터에서 이미터로부터 10,000개의 전자가 베이스로 넘어가서 10개의 전자는 베이스에서 정공과 재결합이 되고, 그 외 나머지 전자는 컬렉터로 넘어갔다. 또한 베이스로부터 100개의 정공이 이미터로 넘어갔다. 이 때 공통 베이스(common base) 전류이득(α) 값과 공통 이미터(common emitter) 전류이득(h_{FE} , β) 값을 계산하시오. (7점)
- (3) 집적회로 제조공정으로 제작한 NPN 바이폴라 접합 트랜지스터에서 이미터를 컬렉터로, 컬렉터를 이미터로 바꾸어서 활성(active)영역으로 동작 시킬 경우 달라지는 특성인자를 설명하시오. (5점)