

## 2008년도 제45회 변리사 제2차시험 문제지

과 목	반도체공학
-----	-------

수험번호		성 명	
------	--	-----	--

### 【 A-1 】 (30점)

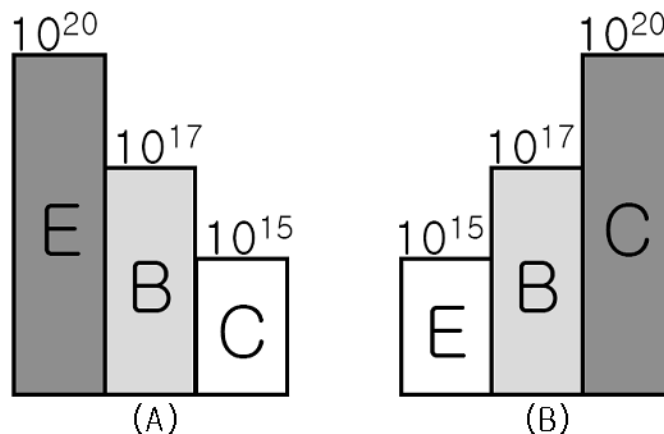
동일한 p-type 기판을 사용하는 같은 구조의 두 MOSFET가 서로 다른 채널 길이 (A:  $L_A = L_o$ , B:  $L_B = 0.5L_o$ )를 가지고 있다. 게이트 산화막(oxide)의 재료 ( $\epsilon_{ox}$ ) 및 두께 ( $t_{ox}$ ), 기판의 도핑 농도( $N_A$ ), 채널의 폭( $W$ )은 모두 동일하며, 이들은 모두 gradual channel approximation이 적용되는 long channel MOSFET으로 가정한다.

- (1) 두 MOSFET의 드레인(drain) 전류는 어떤 현상에 의해 포화되는지 설명 하시오. (4점)
- (2) 동일한 게이트 전압 ( $V_{GS} > V_T$ )이 인가된 경우 두 MOSFET의 드레인 포화 전압(saturation voltage)  $V_{DS,sat}$  을 비교하시오. (4점)
- (3) 동일한 DC bias 전압이 인가된 경우 transconductance ( $g_m$ )의 크기를 비교하시오. (6점)
- (4) 채널길이 변조(channel-length modulation) 현상을 설명하고, 각 소자의 채널길이 변조 파라미터(channel-length modulation parameter)를 비교 하시오. (8점)
- (5) 동일한 게이트 전압 ( $V_{GS} > V_T$ )이 인가된 경우에 대해 두 소자의 드레인 소오스 간 전류-전압( $I_{DS} - V_{DS}$ ) 특성곡선을 동일 평면 상에서 비교 하시오. (8점)

【 A-2 】 (20점)

다음 그림과 같이 2개의 바이폴라 소자(A), (B)가 있다. 이들 소자는 동일한 구조를 갖고 있지만, 에미터(E), 베이스(B), 콜렉터(C)의 도핑농도 순서가 서로 바뀌어 있다. 각 영역의 상부에 표시된 도핑농도 $[/math>cm $^3]$ 를 참고하여 다음 물음에 답하시오.$

- (1) 어느 소자가 더 큰 에미터 주입 효율(emitter injection efficiency)을 갖는지 설명하시오. (3점)
- (2) 어느 소자가 순방향 능동 모드(forward active mode) 바이어스 조건에서 베이스 폭 변조 (base width modulation)가 심하게 일어나는지 설명하시오. (5점)
- (3) 베이스-콜렉터 접합(junction)에서 사태 항복 (avalanche breakdown)에 의해 전압이 제한된다고 할 때, 어느 소자가 더 큰 베이스-콜렉터 항복 전압을 갖는지 설명하시오. (6점)
- (4) 베이스-콜렉터 접합에서의 접합 커패시턴스를 측정할 때, 어느 소자가 더 큰 접합 커패시턴스를 갖는지 설명하시오. (6점)



**【 B-1 】 (30점)**

주기적 원자 배열을 갖는 경우 이로 인해 형성된 정전기적 에너지 장벽( $E_p$ )은 에너지 밴드(energy band)를 형성하며, 이 에너지 밴드는 전도대역(conduction band), 가전자대역(valence band) 및 금지대역(forbidden band)으로 구분한다. 진성(intrinsic) 반도체에 대해 다음 물음에 답하시오.

- (1) 에너지 밴드 다이어그램(energy band diagram)을 이용하여 정공(hole)을 설명하고, 상온에서 정공이 생성되는 원리를 기술하시오. (10점)
- (2) 열평형 상태에서 전도대역의 전자 농도와 가전자대역의 정공 농도를 비교하시오. (5점)
- (3) 전도대역과 가전자대역의 유효상태 농도(effective density of states)가 같을 때( $N_c = N_v$ ), 페르미 준위 (Fermi level)  $E_{F_i}$ 의 위치를 구하고, 풀이 과정을 설명하시오. 단, Boltzmann 근사(approximation)를 사용하시오. (15점)

【 B-2 】 (20점)

어떤 MOS 소자가 있는 웨이퍼 2장(샘플 'a'와 샘플 'b')에 대해 게이트와 기판 사이의 고주파 커패시턴스를 측정하였더니 다음 그림과 같은 결과가 얻어졌다. 커패시터 패턴의 크기가 동일할 때, 다음 물음에 답하시오.

(1) 'a'와 'b' 샘플에서 게이트 산화막 두께를 비교하시오. (5점)

(2) 'a'와 'b' 샘플에서 기판의 농도를 비교하시오. (7점)

(3) 저주파 영역에서  $C-V$  곡선을 그리고, 고주파 특성과 차이가 나는 이유를 설명하시오. (8점)

