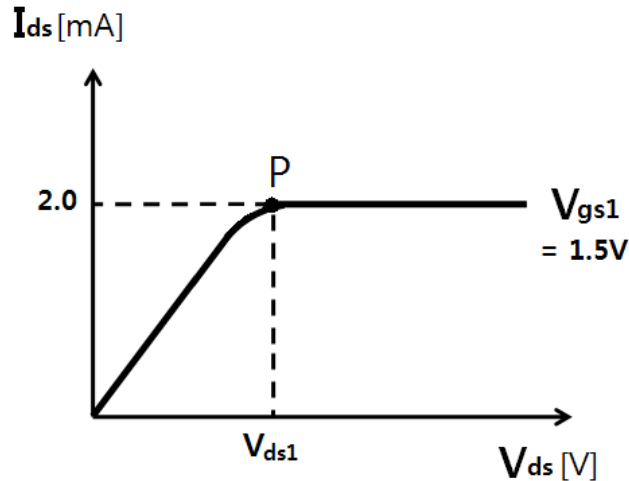


2013년도 제50회 변리사 제2차 국가자격시험 문제지

교시	시험과목	시험시간	수험번호	성명
2교시	반도체공학	120분		

【 A-1 】 (30점)

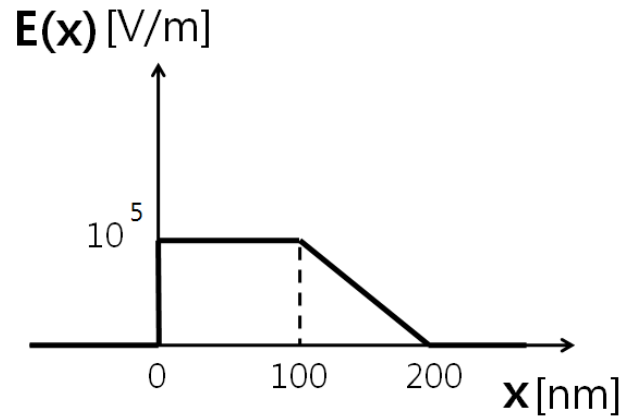
다음 그림은 채널길이 $0.7\mu\text{m}$, 채널폭 $3\mu\text{m}$, 산화막(SiO_2) 두께 10nm , 문턱전압 (V_T)이 0.5V 인 이상적인 긴 채널(long channel) MOSFET인 n^+ 폴리-실리콘의 전류-전압($I_{ds} - V_{ds}$) 특성이다. 다음 물음에 답하시오. (단, 점 P는 포화 시작점, 산화막의 비유전율은 3.9, V_d 는 드레인 전압, V_s 는 소스 전압, V_b 는 몸체(body) 전압임)



- (1) 전류-전압 특성곡선의 점 P 조건으로 단자에 전압을 인가시킬 때 채널 끝 드레인에서 단위 면적당 반전(inversion)층의 전하량의 표현식을 적고 구하시오. (3점)
- (2) 전류-전압 특성곡선에서 점 P 조건으로 단자에 전압을 인가시킬 때 드레인-소스 전압(V_{ds1})을 계산하시오. (5점)
- (3) 게이트-소스 전압(V_{gs2})이 3.5V , 드레인-소스 전압(V_{ds2})이 4V 일 때 드레인 전류(I_{ds})를 계산하시오. (8점)
- (4) $V_d = V_s = V_b = 0\text{V}$ 일 때, 단위면적당 산화막의 전기용량($C_{ox} [\text{F}/\text{cm}^2]$)을 계산하고, 저주파에서 게이트 전압을 음의 전압에서 0V 를 거쳐 양의 전압으로 증가시킬 때 게이트 단위면적 당 전기용량 특성곡선($C - V$ 곡선)을 개략적으로 그리고(그래프, 문턱전압, C_{ox} 값, x 좌표명 및 단위, y 좌표명 및 단위 표시) 설명하시오. (14점)

【 A-2 】 (20점)

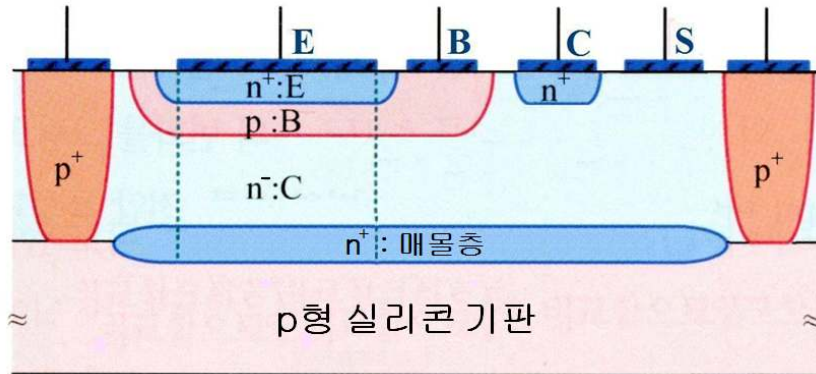
다음 그림은 실리콘 pn 다이오드에 인가전압이 $0V$ 일 때 전장 분포이다. 이때 $x = 0$ 는 금속학적 접합(metallurgical junction)이고, 실리콘 유전율은 $1.05 \times 10^{-12}[F/cm]$ 이다. 물음에 답하시오.



- (1) 위 그림에서 공핍층(depletion layer)의 단위면적당 전기용량(F/cm^2)과 내부 전위장벽(built-in potential)을 계산하시오. (6점)
- (2) 그림의 x 축, $100 < x < 200nm$ 영역에서 불순물 종류를 설명하고 도핑농도를 계산하시오. (8점)
- (3) 그림의 x 축, $0 < x < 100nm$ 영역에서 불순물 종류를 설명하고 도핑농도에 대해 설명하시오. (6점)

【 B-1 】 (30점)

그림은 p 형 실리콘 기판($5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$)을 이용한 planar 기술의 집적회로 제작에서 기본적인 n^+pn 바이폴라 트랜지스터의 최종 단면도이다. (단, 에피층($n^-:C$)의 농도는 $2 \times 10^{16} / \text{cm}^3$, 이미터(E) n^+ 의 농도는 $2 \times 10^{20} / \text{cm}^3$, 베이스(B) p 의 농도는 $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$, 금속은 알루미늄(Al)임)



- (1) 위의 단면도에 대한 바이폴라 트랜지스터 IC 제작을 위한 공정 마스크(mask)의 종류를 순서별로 나열하고 설명하시오. (10점)
- (2) 이미터-베이스($E-B$) 접합과 베이스-컬렉터($B-C$) 접합에서 평형상태의 에너지 대역도(band diagram)를 그리고, 각각의 접합에서 순방향과 역방향 전류-전압 특성을 그리고 설명하시오. (10점)
- (3) 단자 C (금속) - $n^+ - n^-$ 사이에서 에너지 대역도와 전류-전압($I-V$) 특성을 그림으로 그리고 설명하시오. (5점)
- (4) 단자 S (금속) - n^- 사이에서 에너지 대역도와 전류-전압($I-V$) 특성을 그림으로 그리고 설명하시오. (5점)

【 B-2 】 (20점)

다음 물음에 대하여 답하시오.

- (1) 실리콘 반도체에서 CMOS나 바이폴라 구조의 IC를 제작하기 위한 기본공정들을 나열하고, 각각에 대해서 설명하시오. (10점)
- (2) 실리콘과 갈륨비소($GaAs$)에서 전자의 천이 시에 빛과 열을 내는 원리를 그림으로 설명하고, 실리콘과 갈륨비소 반도체가 VLSI을 위한 각각의 소자 발전 방향에 대한 차이점을 설명하시오. (10점)