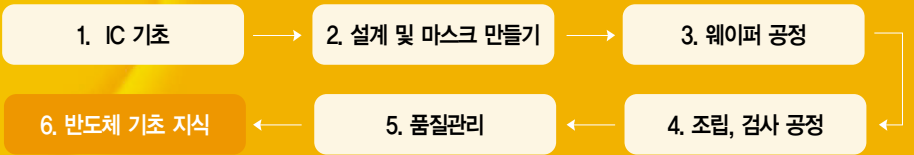


# IC 설계에서 완성까지(끝)

## (Step 6) 반도체 기초 지식



### 1 반도체 기초 지식

#### ● 반도체

전기 저항률이 절연물에 비하면 낮고, 금속과 비교하면 높은 것을 반도체라고 한다. 저항률의 명확한 수치에 대한 정의는 없지만,  $10^{-6} \sim 10^{-12} \Omega \text{cm}$  를 의미한다. 아주 미세한 양의 불순물을 가감하는 것 만으로도 전기 저항에 큰 영향을 미친다. 반도체 장치는 이런 현상을 적극적으로 이용한 것이다. 대표적인 반도체 재료에는 실리콘(Si)과 게르마늄(Ge)이 있고, 이 재료들의 전기 저항은 마이너스 온도 계수를 갖는다. 이것도 특징들 중 하나이다. IC에 사용하는 Si 단 결정은 순도가 99.999999% 이상인 고순도 재질을 사용한다.

#### ● n 형 반도체

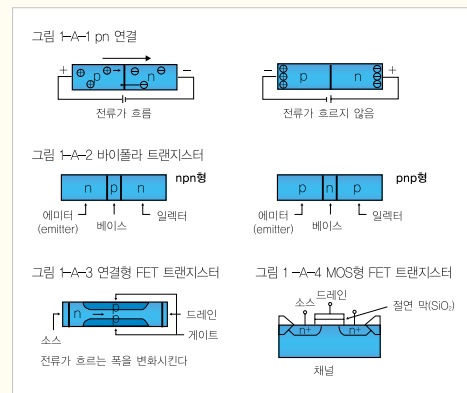
고순도 실리콘(Si)이나 게르마늄(Ge)과 같이 원소 주기율표 중 IV 족에 속하는 원소들에 인(P)나, 비소(As)와 같은 V 족 원소들을 극히 소량 주입하면 (불순물 도핑), 인 원자 하나에서 자유롭게 움직이는 원자를 1 개 방출되므로, 전기 저항이 작아진다. 이 전자의 동작으로 특성이 결정되기 때문에, 이 마이너스(negative) 전하에서 이름을 따서 n 형 반도체라고 한다. n 형 반도체의 경우 전자가 캐리어가 된다.

#### ● p 형 반도체

실리콘(Si)등의 IV 족 원소의 단 결정 안에 붕소(B)등의 II 족 원소를 주입하면 전자가 부족하여 정공(Hole)이 생성된다. 이 정공으로 n 형 반도체와 동일하게 전기 저항이 낮아진다. 이 경우는 정공의 움직임이 특성을 결정하므로 플러스(positive) 전하에서 이름을 따서 p 형 반도체라고 한다. p 형 반도체는 정공이 캐리어가 된다.

#### ● pn 복합

p 형과 n 형의 반도체를 연결하면 전류가 한 방향으로만 흐른다. 이는 전자와 정공이 전압으로 인해 반발 또는 잡아당겨지기 때문이다. (그림 1-A-1)

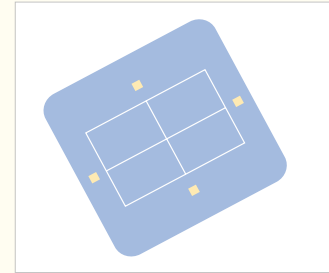


[그림 1-A-1 반도체 디바이스 기본 구조]

STEP 6. 반도체 기초 지식

● 바이폴라 트랜지스터

두 개의 pn 복합을 연결한 구조로, 가운데 층을 아주 얇게 한 것이다. npn 형과 pnp 형이 있다. 각각의 단자는 에미터(E : emitter), 베이스(B : base), 컬렉터(C : collector) 라고 한다. 가운데 베이스 층이 얇아서, 에미터에서 나온 캐리어가 베이스를 통과하여 컬렉터에 도달한다. 이 때 도달하는 캐리어는 베이스에 주입한 캐리어의 영향을 받는다. 이를 이용하여, 신호를 증폭할 수 있다. 바이폴라 트랜지스터의 경우 캐리어로 전자와 정공을 모두 이용하므로 바이폴라(양극)트랜지스터라고 한다(그림 1-A-2).



(그림 1-A-2) 바이폴라 트랜지스터

● 전계 효과형 트랜지스터(FET)

n 형 또는 p 형 중 하나의 캐리어만을 사용하고, 캐리어가 통과하는 폭을 변화시켜 전류를 제어하는 것이 FET(Field Effect Transistor)이다. 바이폴라 트랜지스터에 비해 단일 캐리어를 사용하므로 유니 폴라(단극)트랜지스터라고 부르기도 한다. FET 에는 복합형과 MOS 형이 있다.

반도체 장치는 무균실 내에서 제조한다. 부유 먼지를 피하기 위해서 이다. 미국 연방 규격(Fed - Std - 209)은 무균실은 "공기 중의 부유 입자를 정해진 제한 값 이내로 제한한 공간"으로 정의한다. 무균실은 그 용도에 따라 평가 기준이 달라진다. 주로 공기 중의 부유 먼지를 대상으로 하는

ICR(Industrial Clean Room)과, 세균을 대상으로 하는 BCR(Biologically Clean Room)등이 있다. 반도체 산업 및 액정 디스플레이 제조 업체는 ICR 에 해당한다. 반도체 분야의 무균실(ICR) 청결도는 "일정 체적 중에 존재하는 먼지(입자)의 크기와 그 수"로 나타낸다. 1963년에 제정된 Fed - Std - 209(현행 기준은 1988년에 제정된 Fed - Std - 209D 및 1992년 제정된 Fed - Std - 209E)를 기본으로 각국에서 독자적인 기준을 제정하여 사용하고 있다. 일본은 1989년 "JIS B 9920(무균실 내의 부유 입자 측정법)"을 제정하였다(2002년 ISO 14644 규격 결정과 동시에 개정). ⏻

(표 1-A) 주기율표(II ~ IV쪽)

족	II	III	IV	V	VI
	5 B 붕소	6 C 탄소	7 N 질소	8 O 산소	
	13 Al 알루미늄	14 Si 규소	15 P 인	16 S 황	
30 Zn 아연	31 Ga 갈륨	32 Ge 게르마늄	33 As 비소	34 Se 셀렌	
48 Cd 카드뮴	49 In 인듐	50 Sn 주석	51 Sb 안티몬	52 Te 텔루르	
80 Hg 수은	81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	84 Po 폴로늄	

(표 1-B) 청결도 등급 구분(대표적인 값)

		ISO 14644 및 JIS B 9920					미국 연방 규격	SEMI 규격
		공기 1m <sup>3</sup> 당 포함된 최대 허용 입자 수					Fed-Std -209D(1m <sup>3</sup> 중)	1m <sup>3</sup> 중
ISO 등급	JIS 등급	0.1μm	0.2μm	0.3μm	0.5μm	1μm	0.5μm	0.5μm
ISO 1	1 등급	10	2	-	-	-	-	-
ISO 2	2 등급	100	24	10	4	-	-	1 등급
ISO 3	3 등급	1,000	237	102	35	8	1 등급	10 등급
ISO 4	4 등급	10,000	2,370	1,020	352	83	10 등급	100 등급
ISO 5	5 등급	100,000	23,700	10,200	3,520	832	100 등급	1,000 등급
ISO 6	6 등급	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	1,000 등급	10,000 등급
ISO 7	7 등급	-	-	-	352,000	83,200	10,000 등급	100,000 등급
		-	-	-			10,000 등급	-