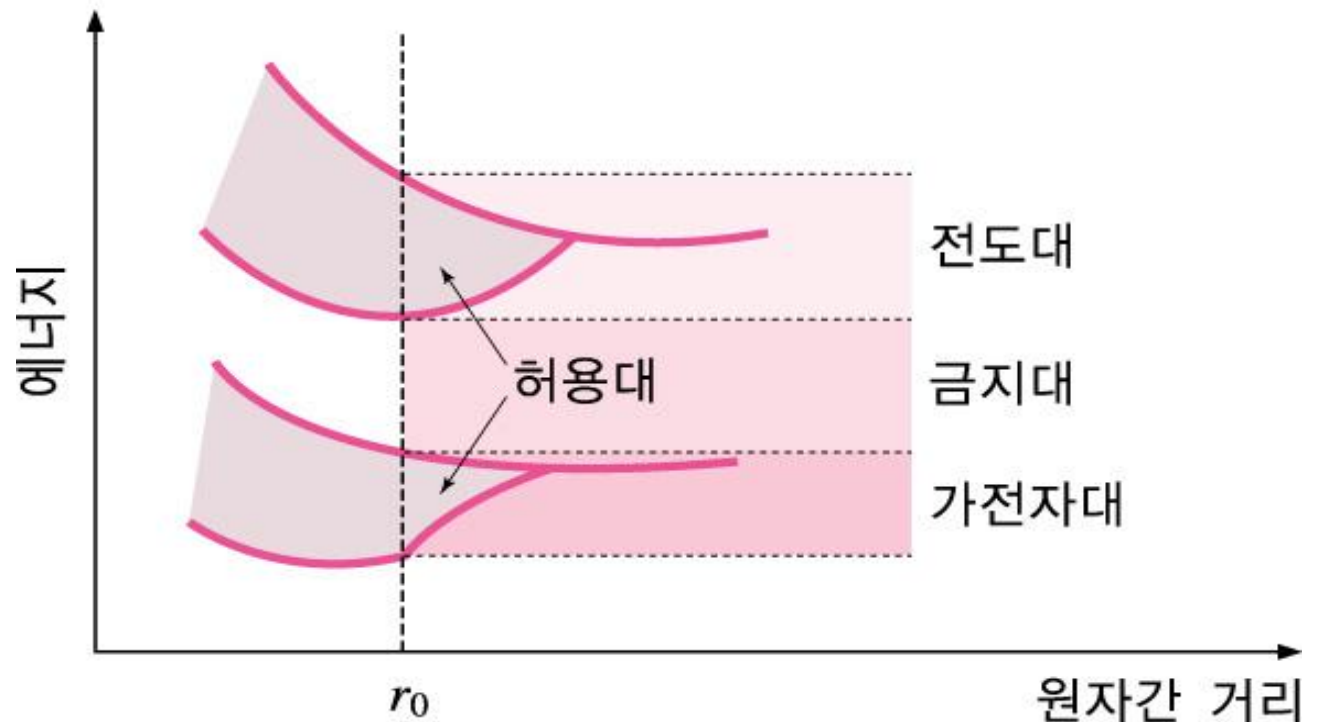


4.1 고체의 에너지 준위

3. 반도체의 에너지

- 10개의 내부 전자는 특정한 원자핵에 단단히 속박되어 있고 4개의 최외각 전자만 서로 궤도를 공유하여 최외각 전자만 결합하여 참여

4-6



4.2 에너지 갭

1. 에너지대

- 에너지대의 구성

- * 전도대(傳導帶) : 에너지대는 전자가 자유로이 움직일 수 있는 에너지 띠
- * 충전대(充滿帶) 혹은 가전자대 : 전자가 속박되어 있어 움직일 수 없는 에너지 띠
- * 금지대 : 이 두 에너지대 사이의 전자가 존재할 수 없는 에너지 띠
- * 금지대 폭(energy gap) 크기에 따라 도체, 반도체, 절연체 구분
실리콘: 1.12[eV], 게르마늄: 0.67[eV], 갈륨비소(GaAs): 1.43[eV], 알루미늄비소(AlAs): 2.16[eV]

4.2 에너지 갭

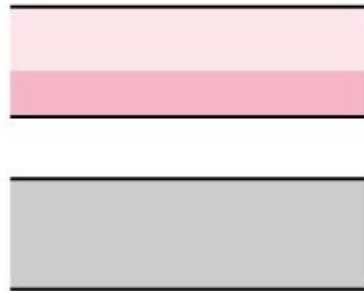
1. 에너지대

- 물질의 에너지 대 형태 전도대, 충만대 혹은 가전자대, 금지대

4-7



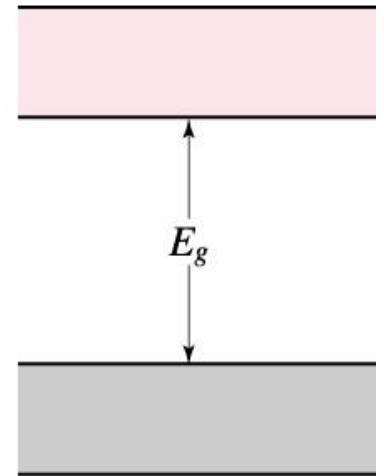
(a)



(b)



(c)



(d)

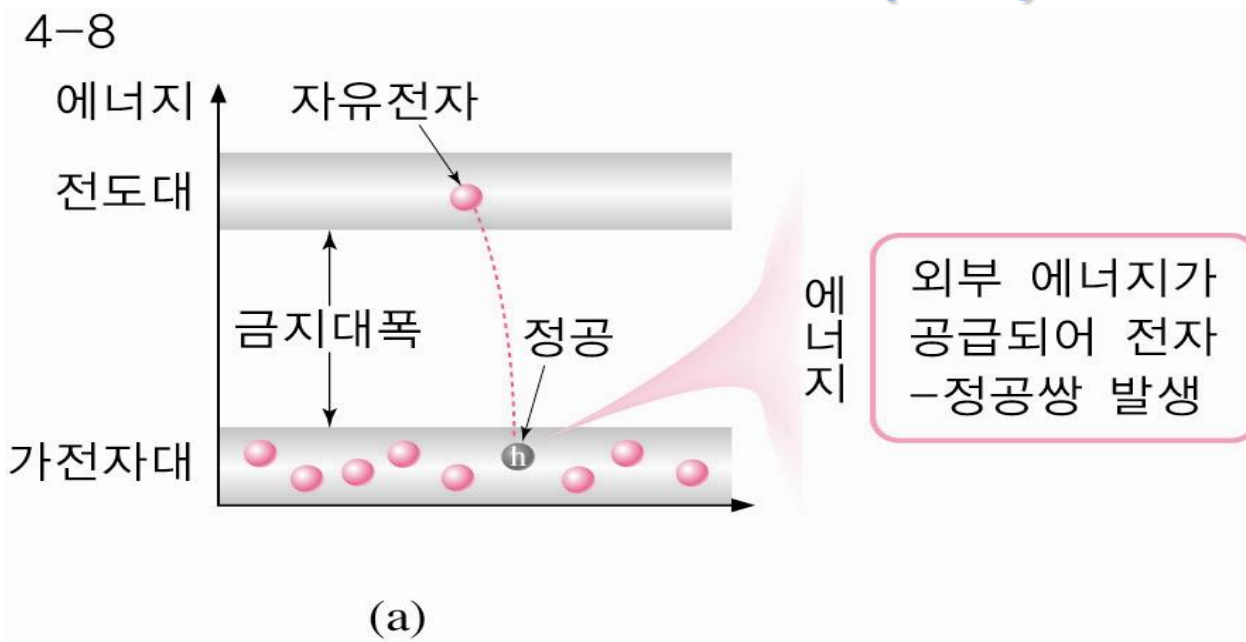
4.2 에너지 갭

2. 에너지대와 전자·정공의 발생

- 진성 반도체의 에너지대와 전자-정공 쌍이 발생하는 과정

* 가전자가 금지대를 넘어 전도대로 들어가 자유전자(free electron) 발생

* 전자가 빠져 나간 구멍이 생겨 정공(hole) 발생



4.3 간접및직접천이형 반도체

1. 에너지 준위 내의 천이

- 직접천이 반도체

- * 파수 k 값의 일치, 즉 전자의 파장과 정공의 파장이 일치하는 것들만 결합
- * 에너지대의 위의 부분으로 갈수록 전자가 더 많은 에너지
- * 정공은 반대로 윗부분으로 갈수록 에너지가 작아짐
- * 전도대의 최소 에너지와 가전자대의 최대 에너지가 일치 (GaAs)
- * 전자와 정공이 결합하여 발생하는 에너지는 빛으로 발산

- 간접천이 반도체

- * 실리콘(Si)은 k 값의 변화가 있어야만 전자와 정공이 결합

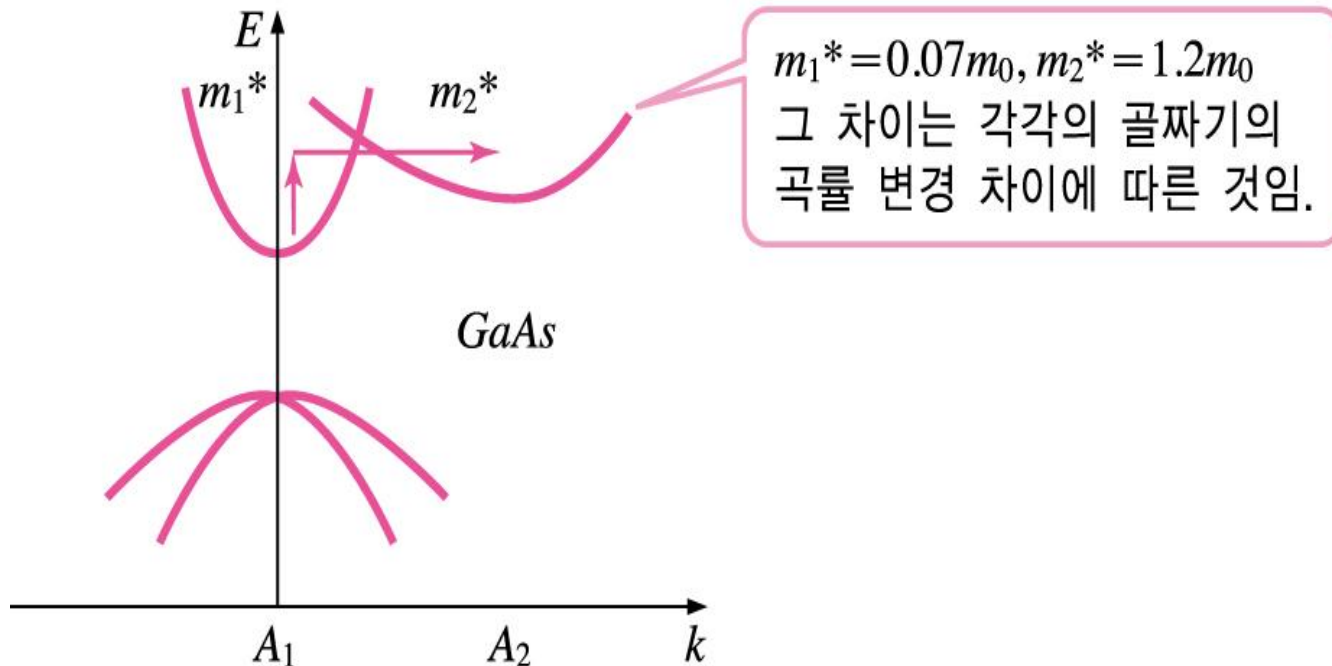
4.3 간접및직접천이형 반도체

1. 에너지 준위 내의 천이

* 가전자대 상부에서의 전자의 거동

- 전자의 에너지 구조 내에서 파수벡터 k 의 방향에 따라 고체의 고유한 에너지 계곡(energy valley)의 구조

50

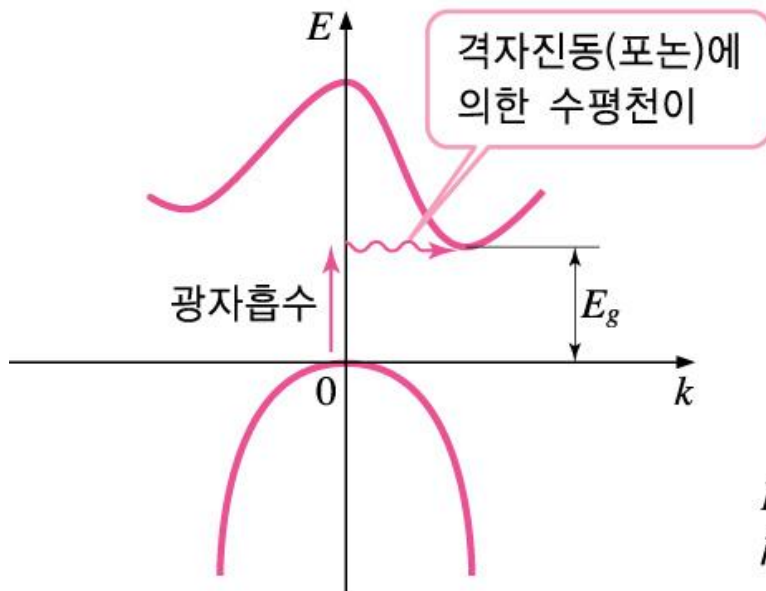


4.3 간접 및 직접 천이형 반도체

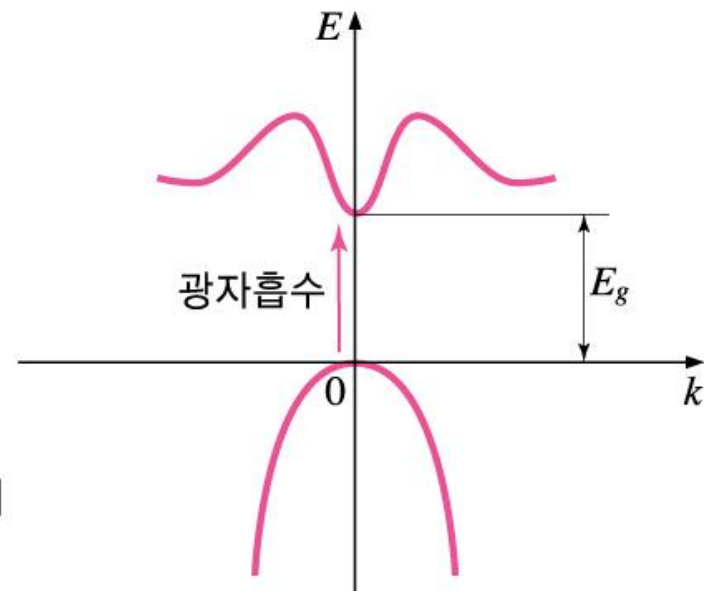
2. 에너지 준위 사이의 천이

- 간접결합(Si)과 직접결합(GaAs) 반도체에 대한 에너지대

4-9



(a) 간접결합 반도체



E : 에너지
 k : 파수

(b) 직접결합 반도체

4.3 간접 및 직접 천이형 반도체

2. 에너지 준위 사이의 천이

* 직접천이형 반도체(Direct Semiconductor) :

가전자대 상단과 전도체 하단의 파수 k 가 일치하여 천이 확률이 높고, 한번의 상호 작용으로 전자의 이동이 가능

* 간접 천이형 반도체(Indirect Semiconductor) :

전자의 천이작용에 광자와 포논(phonon)이 함께 작용하는 2단계 상호 작용하여 진동 또는 열로 발산하여 에너지 소모

* 에너지 갭과 파장과의 관계

$$E_g = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{\lambda} \quad \lambda = \frac{1.24}{E_g}$$

4.3 간접 및 직접 천이형 반도체

- 에너지갭 및 그에 해당하는 빛의 파장

물질	E_g (eV)	파장 (nm)	물질	E_g (eV)	파장 (nm)
NaCl	10	124	ZnS	2.65	468
SiO ₂	8	155	ZnTe	2.26	549
GaN	3.39	366	CdS	2.24	512
GaP	2.24	554	CdSe	1.7	729
GaAs	1.43	867	Si	1.15	1078
InP	1.35	919	Ge	0.68	1823
InAs	0.36	3444	PbS	0.39	3179
InSb	0.18	6889	PbSe	0.24	5167

4.4 불순물 반도체의 에너지대

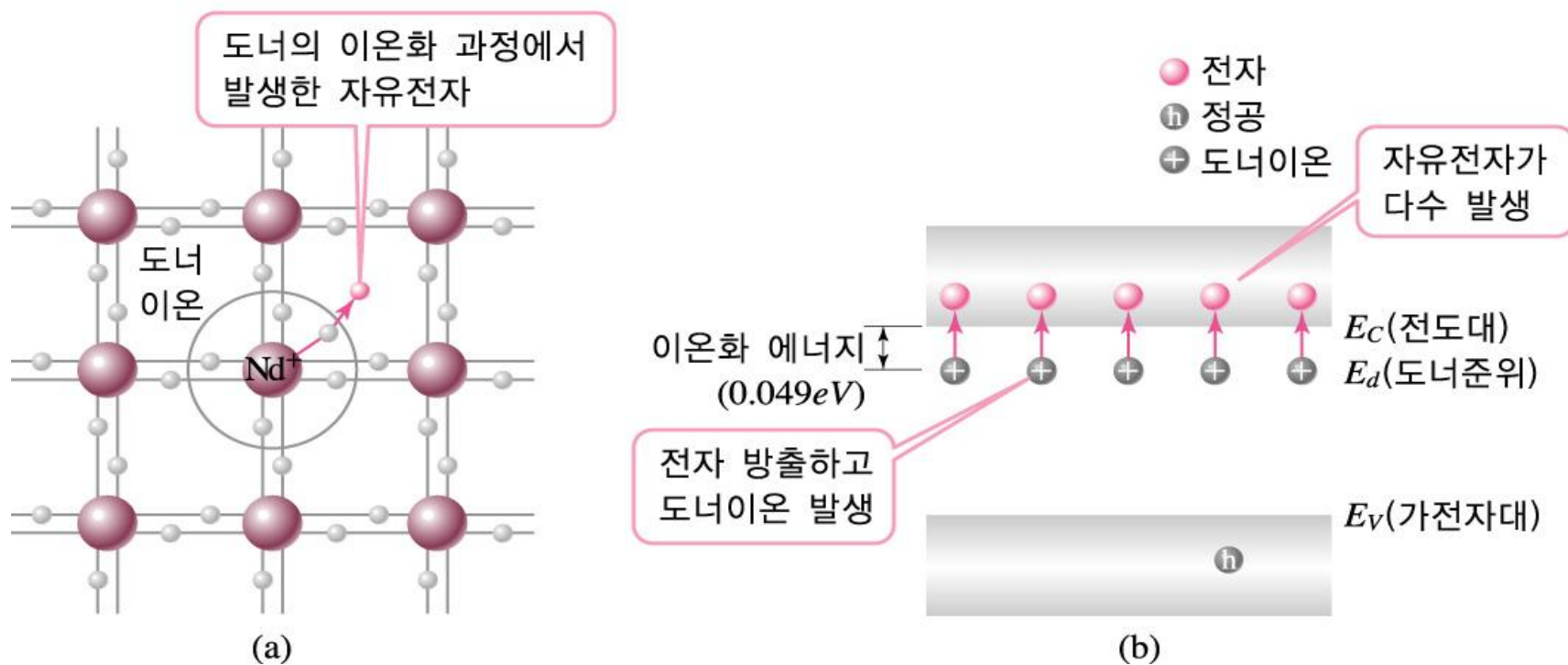
1. N형 반도체의 에너지 구조

- 도너의 모형과 에너지 준위

* 도너(donor) : 4족의 실리콘 반도체에 첨가된 5족의 불순물

* 도너준위(donor level) 발생

4-10



4.4 불순물 반도체의 에너지대

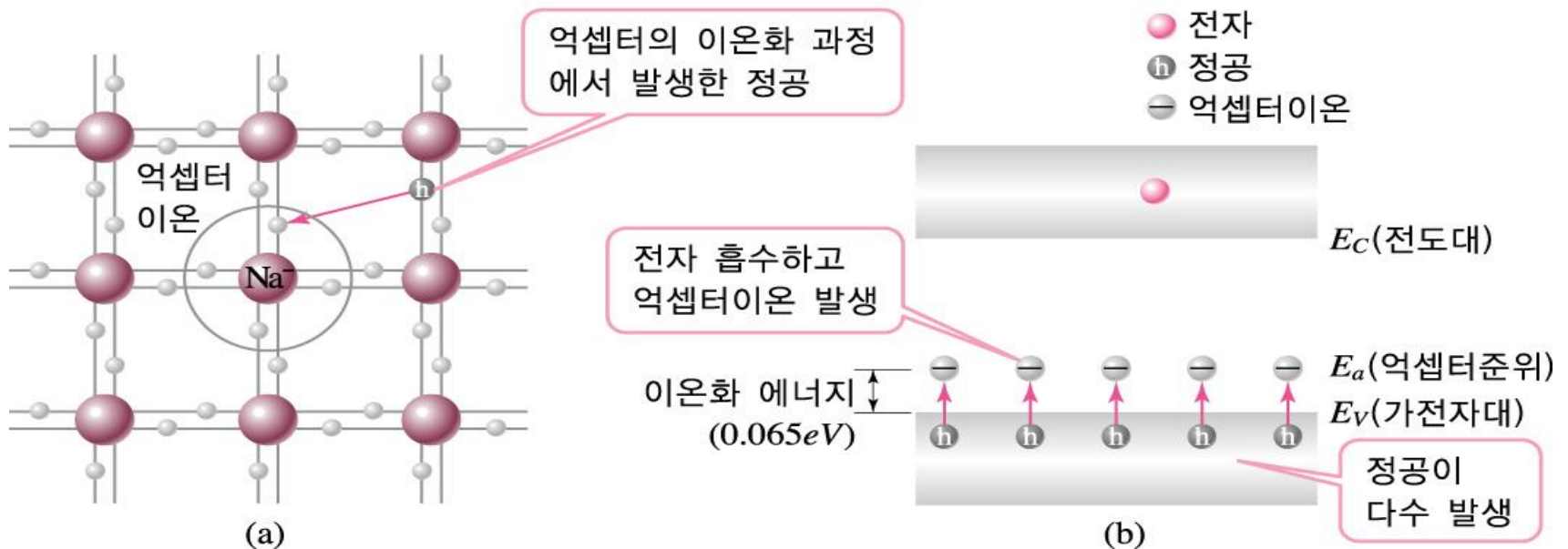
2. P형 반도체의 에너지 구조

- 억셉터의 모형과 에너지 준위

* 억셉터(acceptor) : 4족의 실리콘 반도체에 첨가된 3족의 불순물

* 억셉터 준위(acceptor level) 발생

4-11

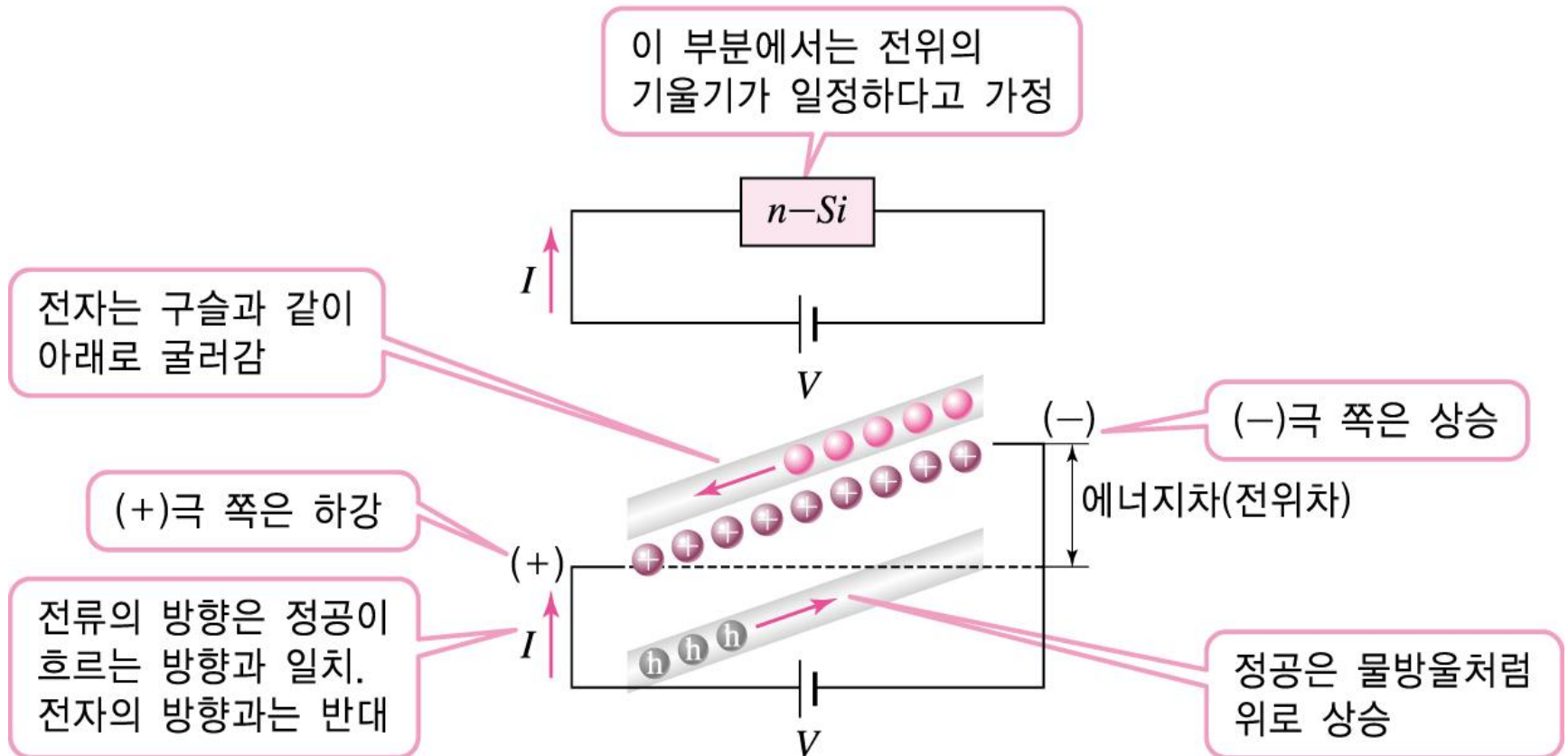


4.4 불순물 반도체의 에너지대

3. 반도체의 전압공급

* 전압에 의한 에너지 준위의 변화

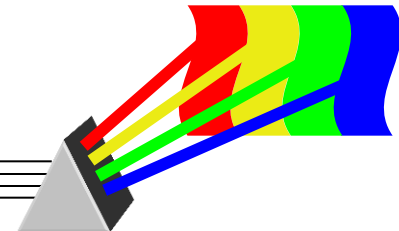
51



Chapter 04

복습문제 풀이

연구문제 풀이 - 보고서-



**Thanks for your hard study
of chapter 4**

