

OTTER I-V
반도체 소자 실험

P-N접합과 다이오드

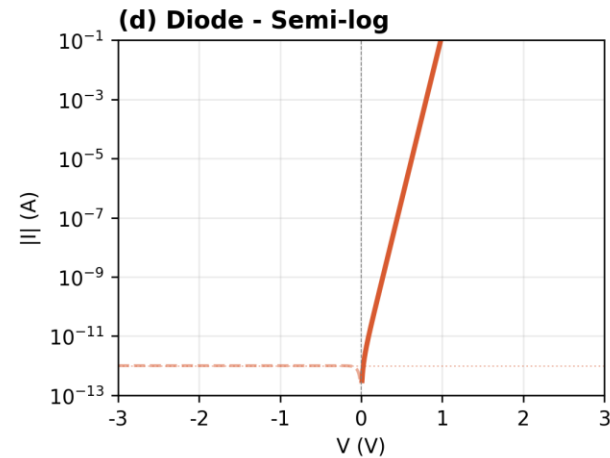
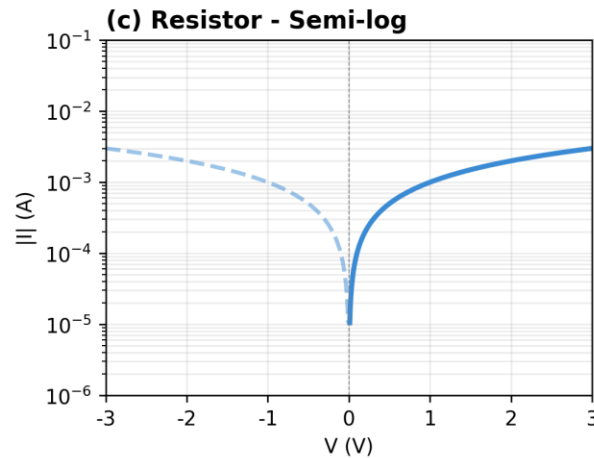
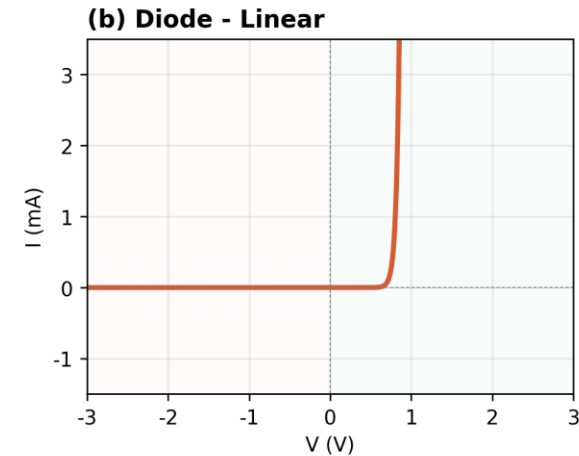
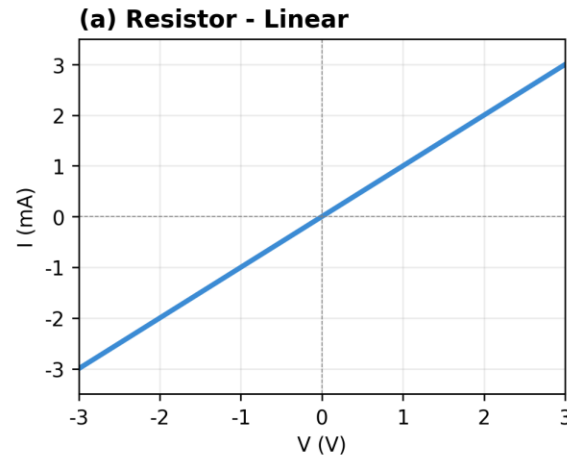
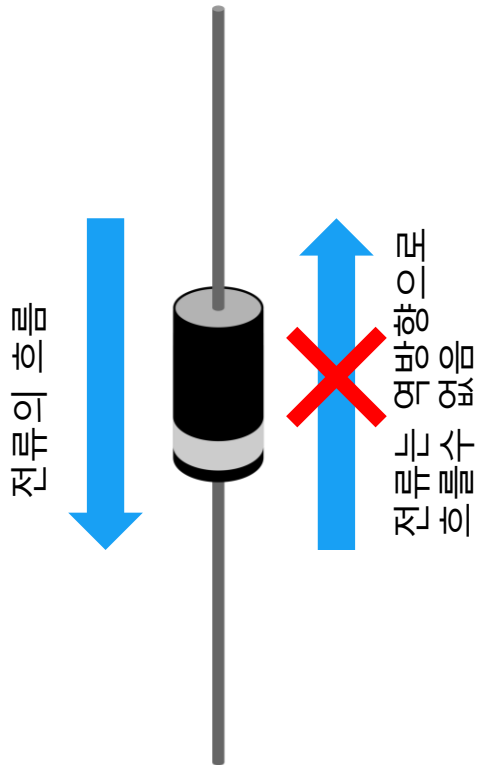


주식회사 세미오테듀
SEMI OTTER EDU CO.,LTD



다이오드란

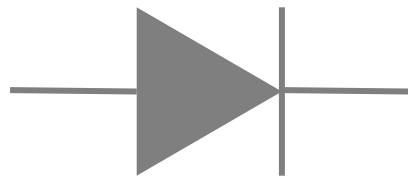
저항과 다이오드의 I-V곡선 차이



- 다이오드는 한쪽 방향으로 전류를 흐르게 하는, 정류 작용을 하는 소자
- 교류(AC)를 직류(DC)로 바꾸거나, 회로를 역전류에서 보호하는 등 다양한 역할

다이오드의 종류

일반 다이오드



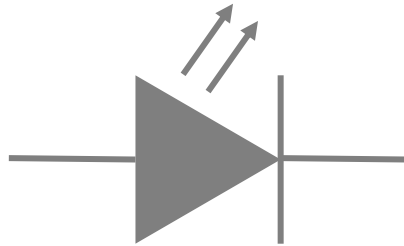
(+)

(-)

Anode

Cathode

발광 다이오드



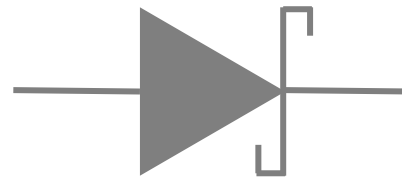
(+)

(-)

Anode

Cathode

쇼트키 다이오드



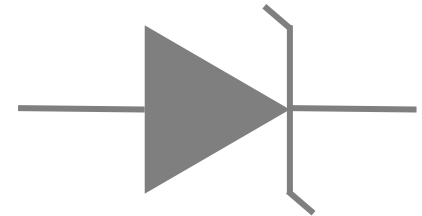
(+)

(-)

Anode

Cathode

제너 다이오드



(+)

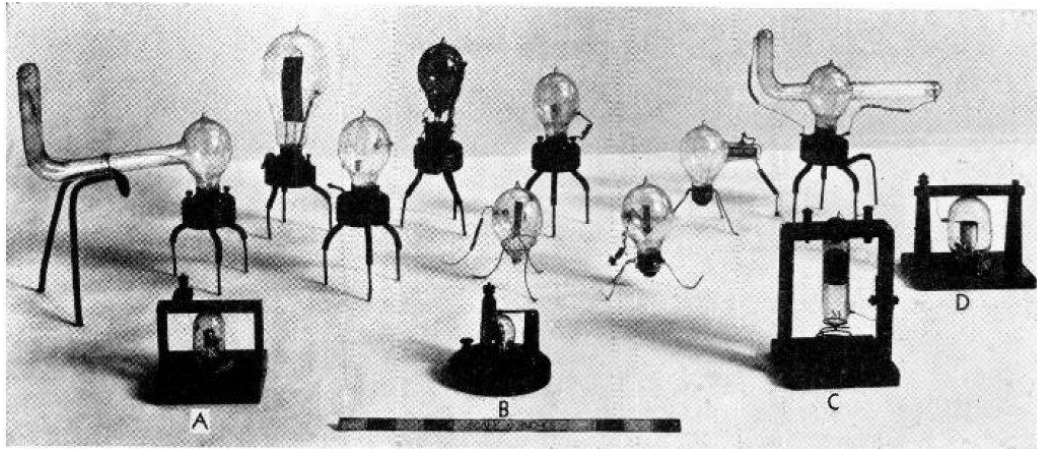
(-)

Anode

Cathode

- 일반적인 반도체 P-N접합을 활용하는 다이오드 이외에도, 전류가 흐르면 빛을 내는 발광 다이오드, 금속과 반도체 접합을 활용하는 쇼트키 다이오드, 특정 전압 이상에서는 역방향 전류가 흐르는 제너 다이오드 등 다양한 종류가 있음
- 이번 수업에서는 P-N 접합의 특성과 함께 일반적인 다이오드의 I-V 특성에 대해 공부

(참고) 초창기의 다이오드, 진공관에서 반도체로



Fleming Valve: ... invented in 1904 by English physicist John Ambrose Fleming ... a vacuum tube whose purpose is *to conduct current in one direction and block current flowing in the opposite direction*. (Ref: Wikipedia)

- 플레밍 밸브는 초기 다이오드의 역할을 하던 소자로, 진공관 내 필라멘트와 메탈시트 전극을 구비.
- 필라멘트에는 고전류가 흘러 열전자가 방출
- 정류 원리:
 - 메탈시트가 양전압: 열전자가 포획되어 전류가 흐름
 - 메탈시트가 음전압: 열전자를 밀어내어 전류가 못흐름
 - 즉 전자는 필라멘트 → 메탈시트 방향으로만 흐름
- 1900년대 초반 정류작용을 하는 소자로 활용
- 1950년대에 이르러 Ge/Si 반도체 기반 다이오드로 대체

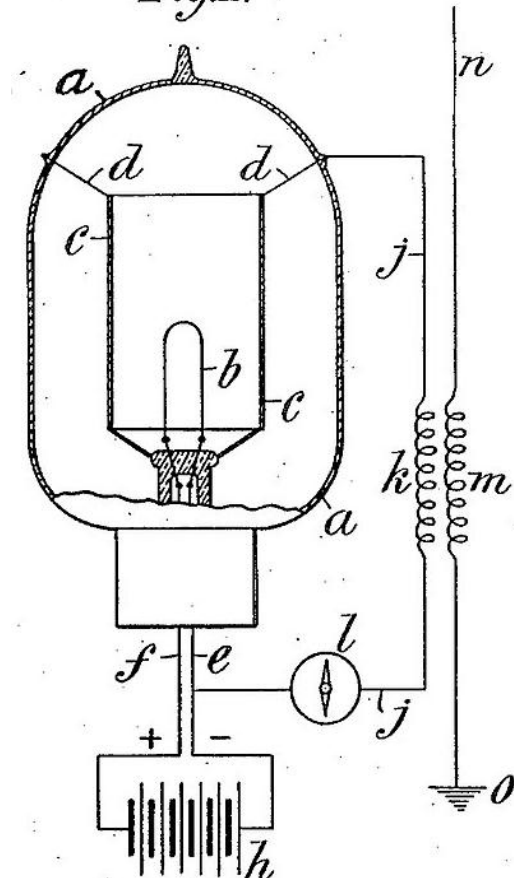
No. 803,684.

PATENTED NOV. 7, 1905.

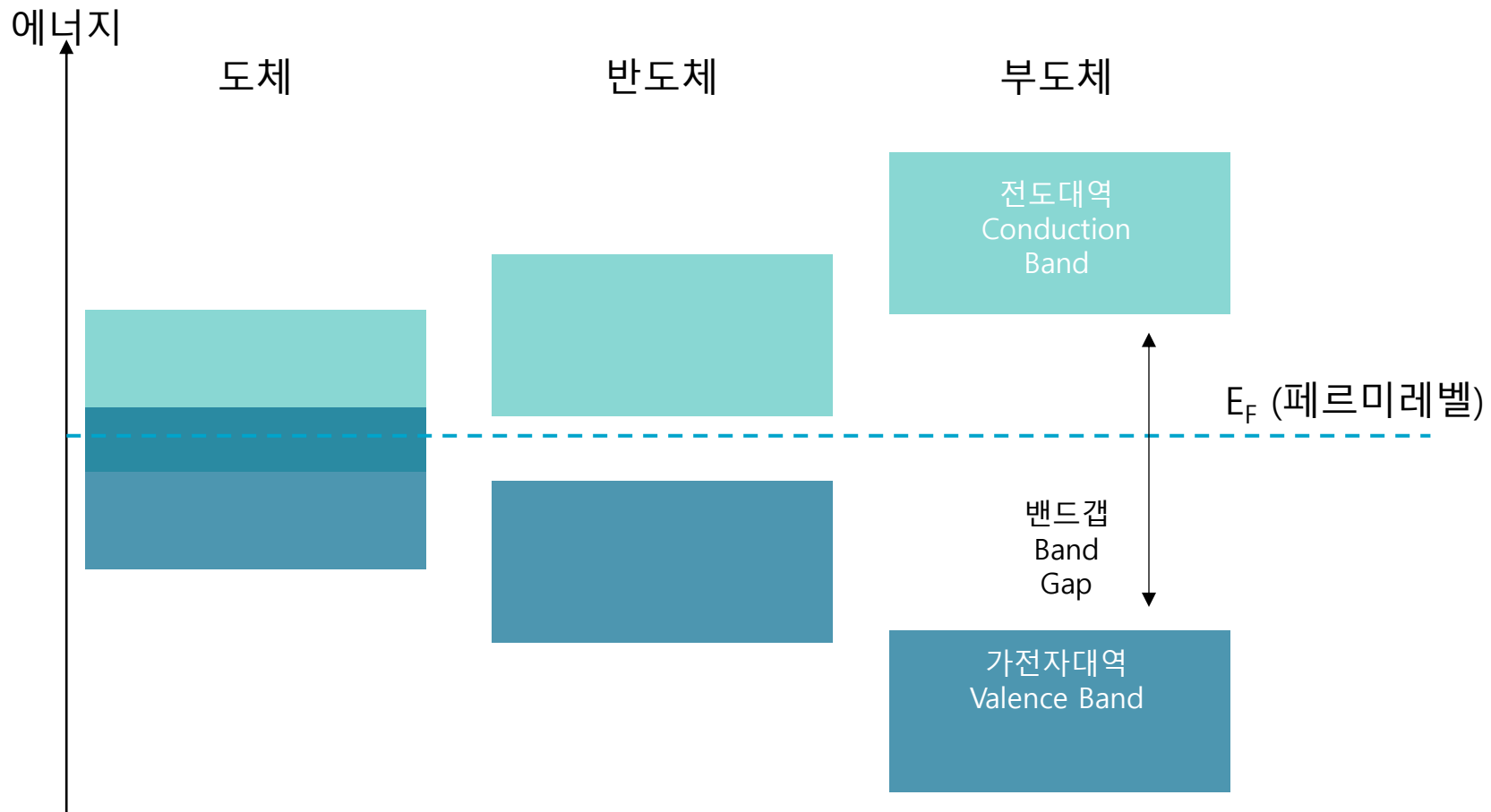
J. A. FLEMING.

INSTRUMENT FOR CONVERTING ALTERNATING ELECTRIC CURRENTS
INTO CONTINUOUS CURRENTS.
APPLICATION FILED APR. 19, 1905.

Fig.1.



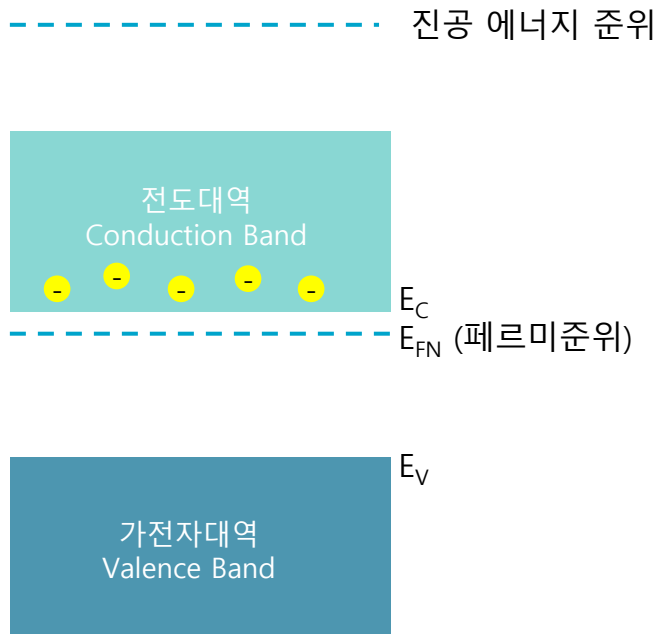
반도체의 특징



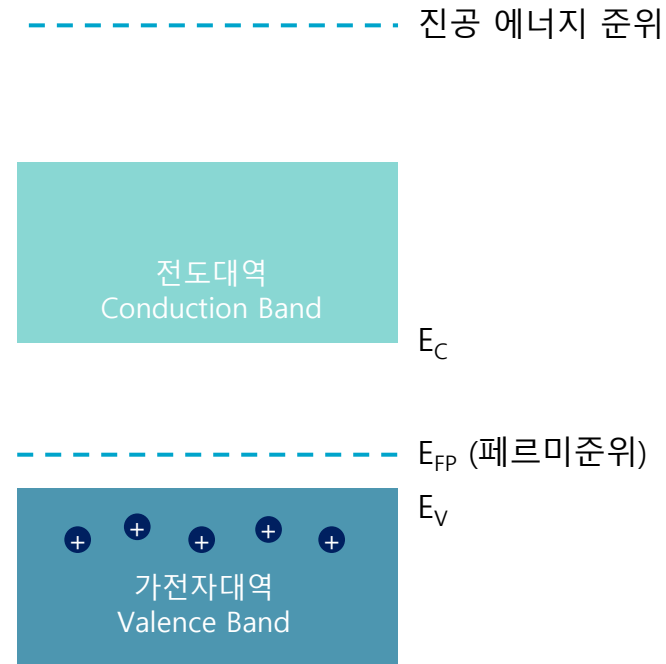
- 도체는 전도대역과 가전자대역이 겹쳐있어, 전자나 정공이 자유롭게 움직일 수 있음
- 반도체는 밴드갭이 1 – 3 eV 정도이고, 페르미레벨이 전도대 혹은 가전자대 근처에 있어 전류를 흘릴 수 있는 전자나 정공이 존재
- 부도체는 전도대와 가전자대 사이 밴드갭이 상당히 커서 전하 수송자가 존재하기 어려움

n형 반도체와 p형 반도체

n형 반도체

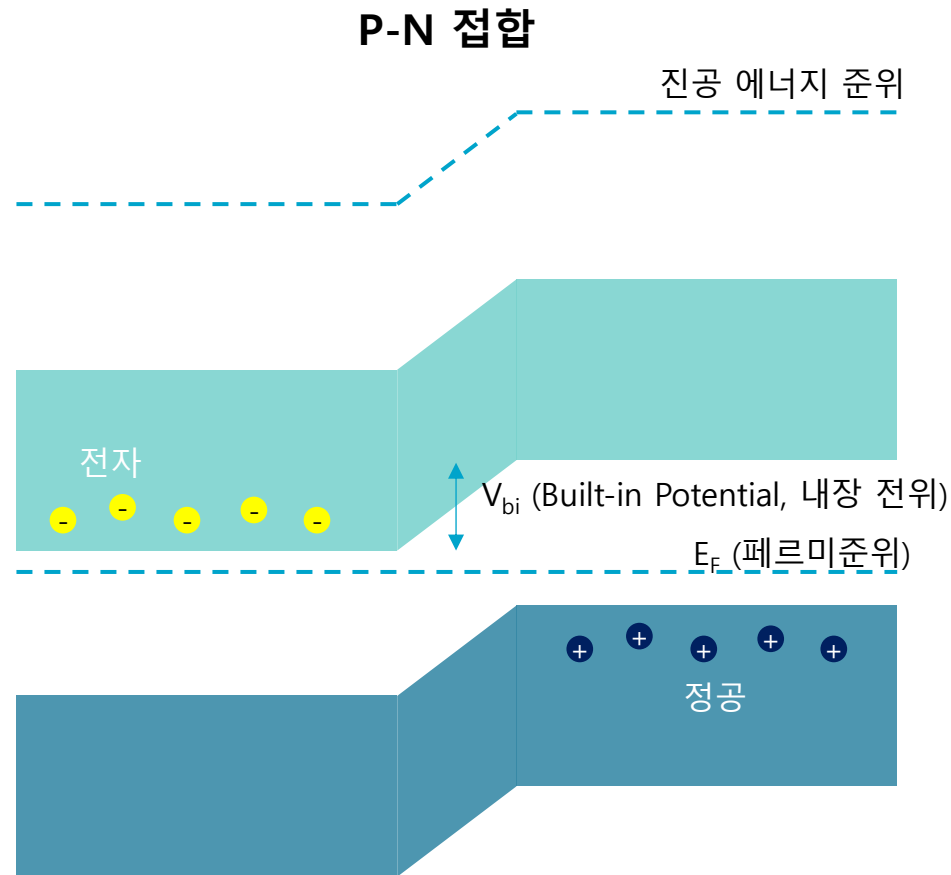


p형 반도체



- n형 반도체는 밴드갭 내 페르미준위 E_{FN} 이 전도대역(E_C) 근처에 있음
- p형 반도체는 밴드갭 내 페르미준위 E_{FP} 가 가전자대역(E_V) 근처에 있음

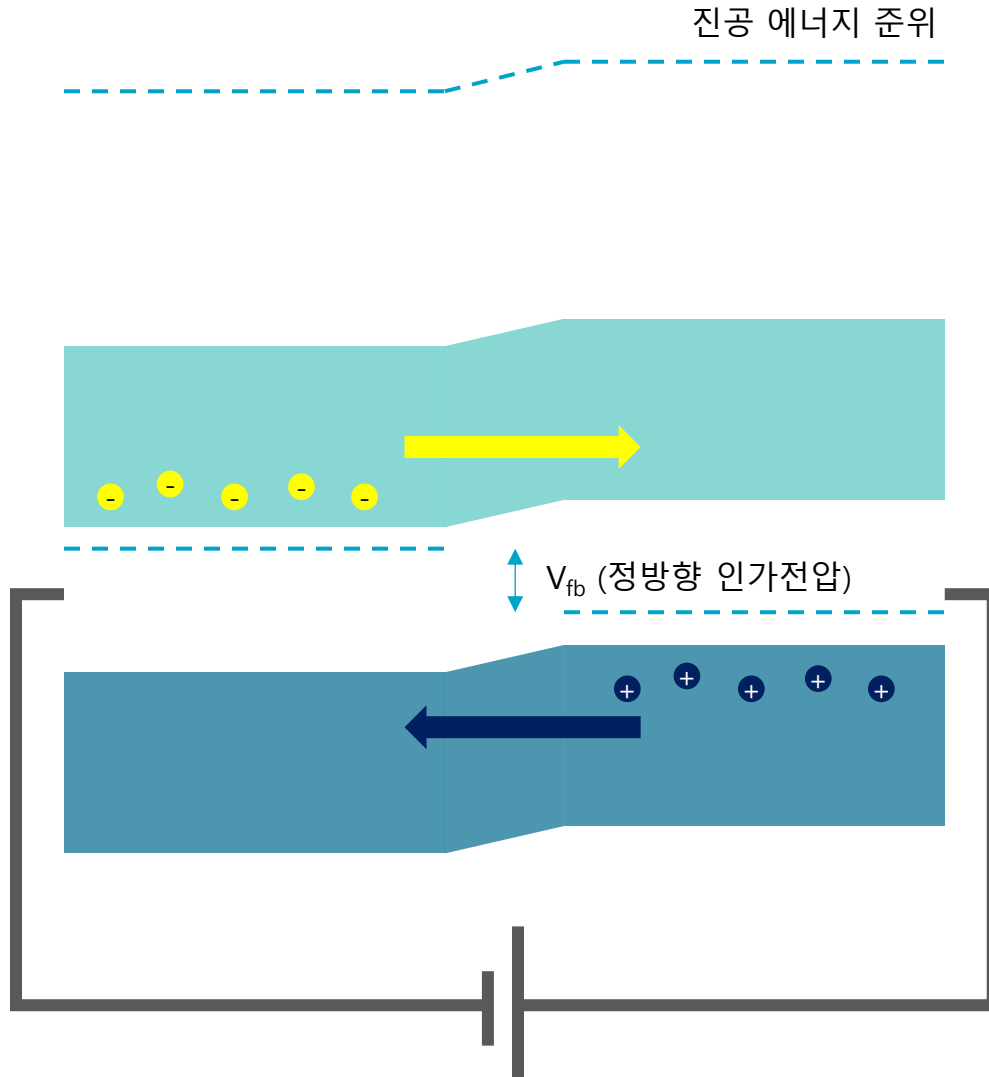
P-N 접합의 원리



- P-N 접합을 형성하면, 공통의 페르미준위 E_F 를 공유하게 됨
- 접합부에서는 p형과 n형의 페르미 준위 차이에 따른 내장 전위 (Built-in Potential, V_{bi} 가 형성)

P-N 접합의 원리

정방향 전압 인가



- P-N 접합에 순방향 (P형에 +, N형에 -) 전압을 인가하면,
- 에너지 장벽이 낮아짐
- n형의 전자와 p형의 정공이 반대 방향으로 확산할 수 있게 됨
- 전류가 흐름 (아래 식 참조)

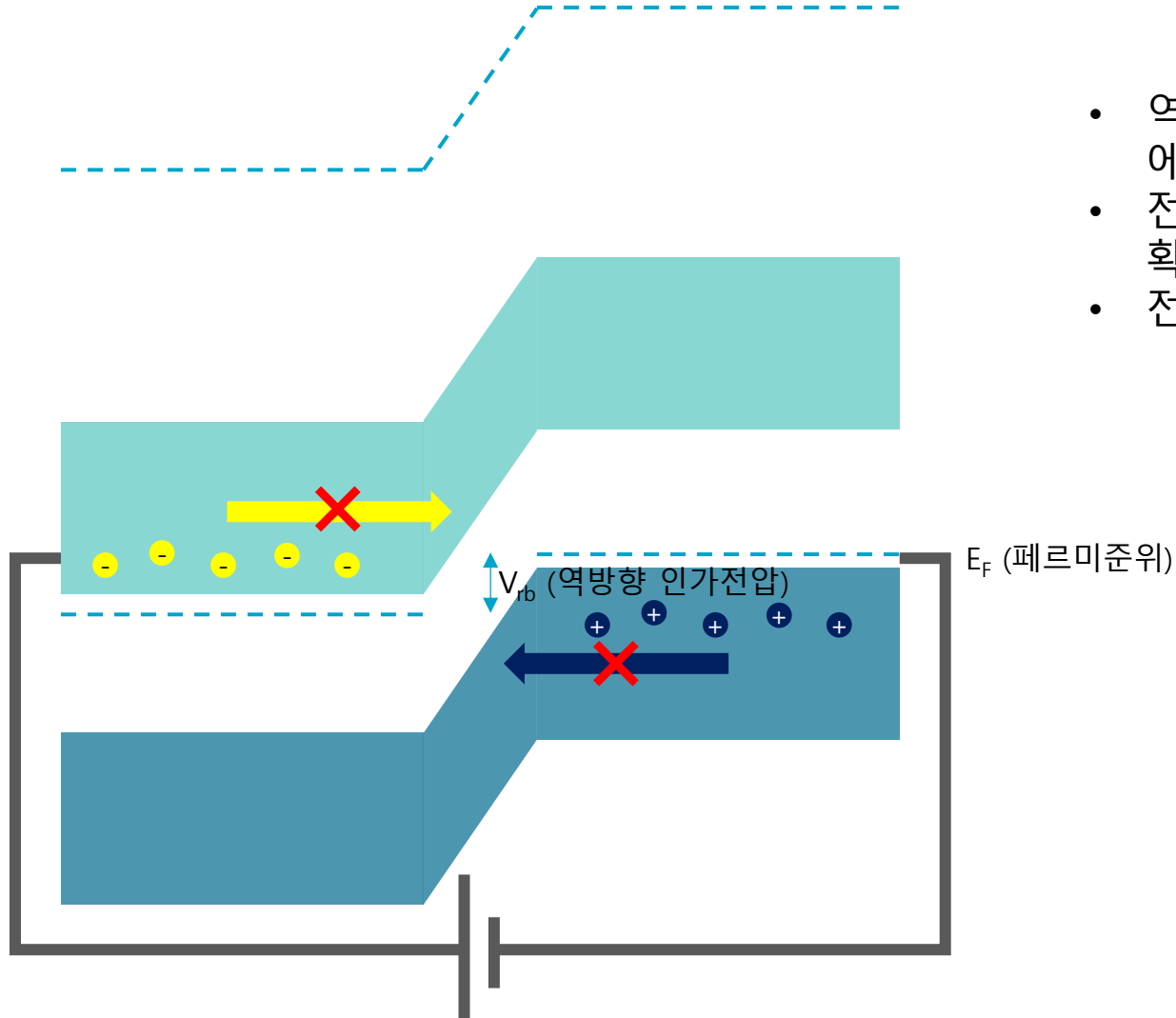
$$I_{\text{forward}} = I_o \left[\exp \left(nV \frac{e}{kT} \right) - 1 \right]$$

I_{forward}	전류의 양
I_o	역포화전류
n	이상계수 (Ideality factor)
e	전자의 전하량
k	볼츠만 상수
T	절대온도

P-N 접합의 원리

역방향 전압 인가

진공 에너지 준위



- 역방향 전압 인가시는 내부 에너지장벽이 높아짐
- 전자나 정공이 반대쪽으로 확산될 수 없음
- 전류가 거의 흐르지 않음

실험 셋업

연결도

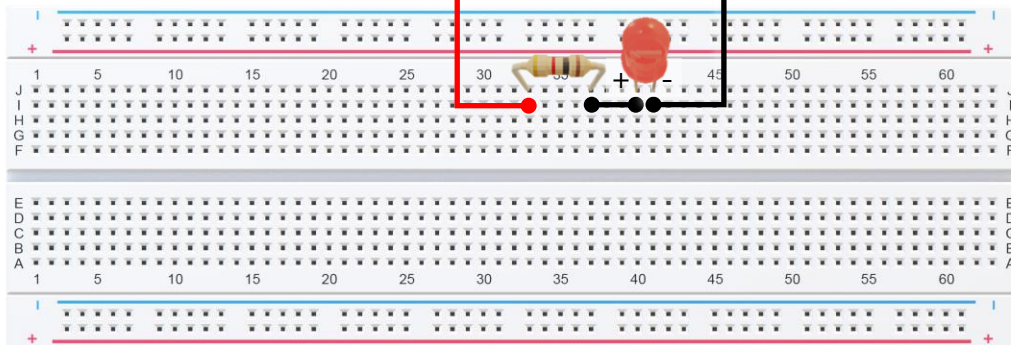


참고

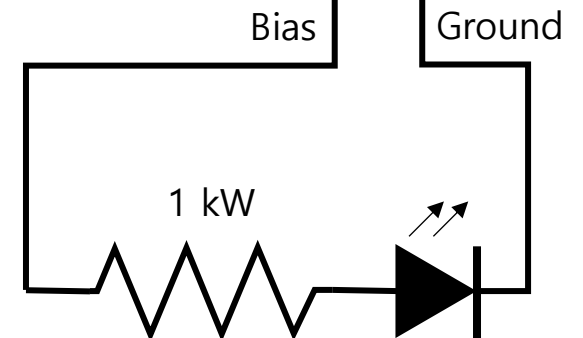


+ -

다리가
긴 쪽이 +

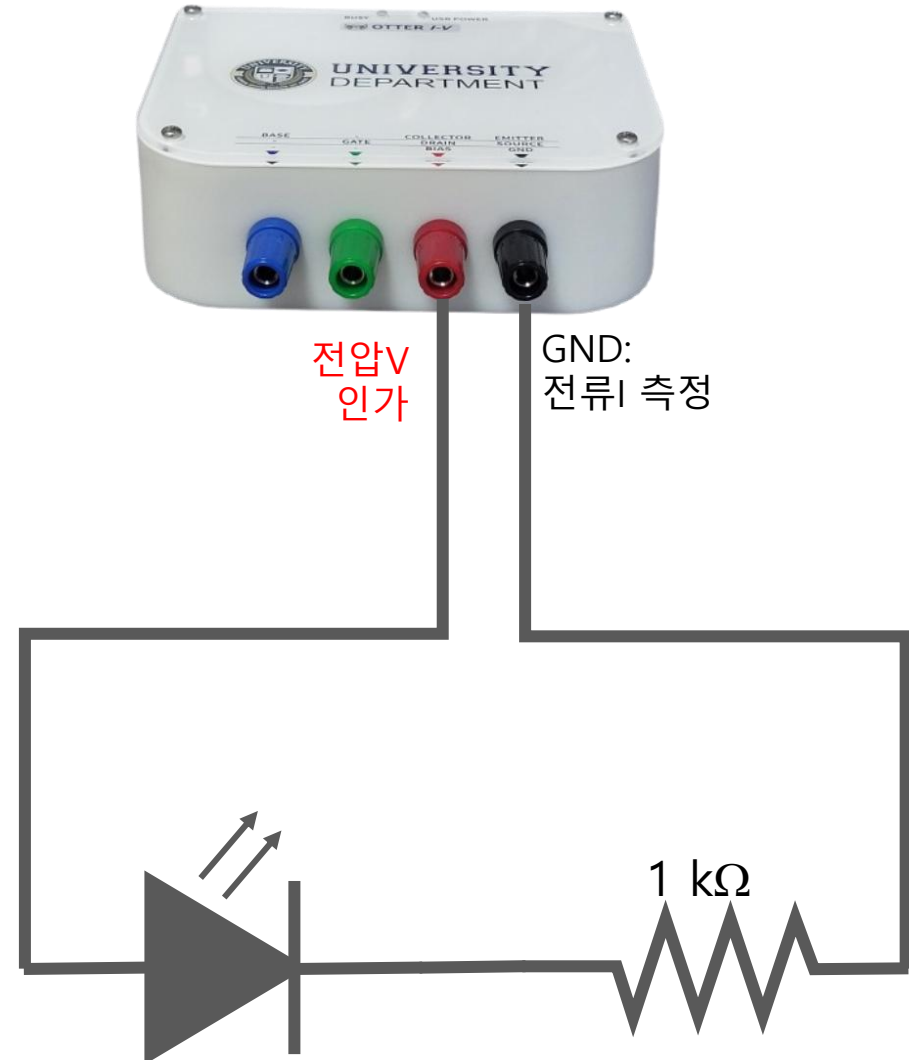


회로도



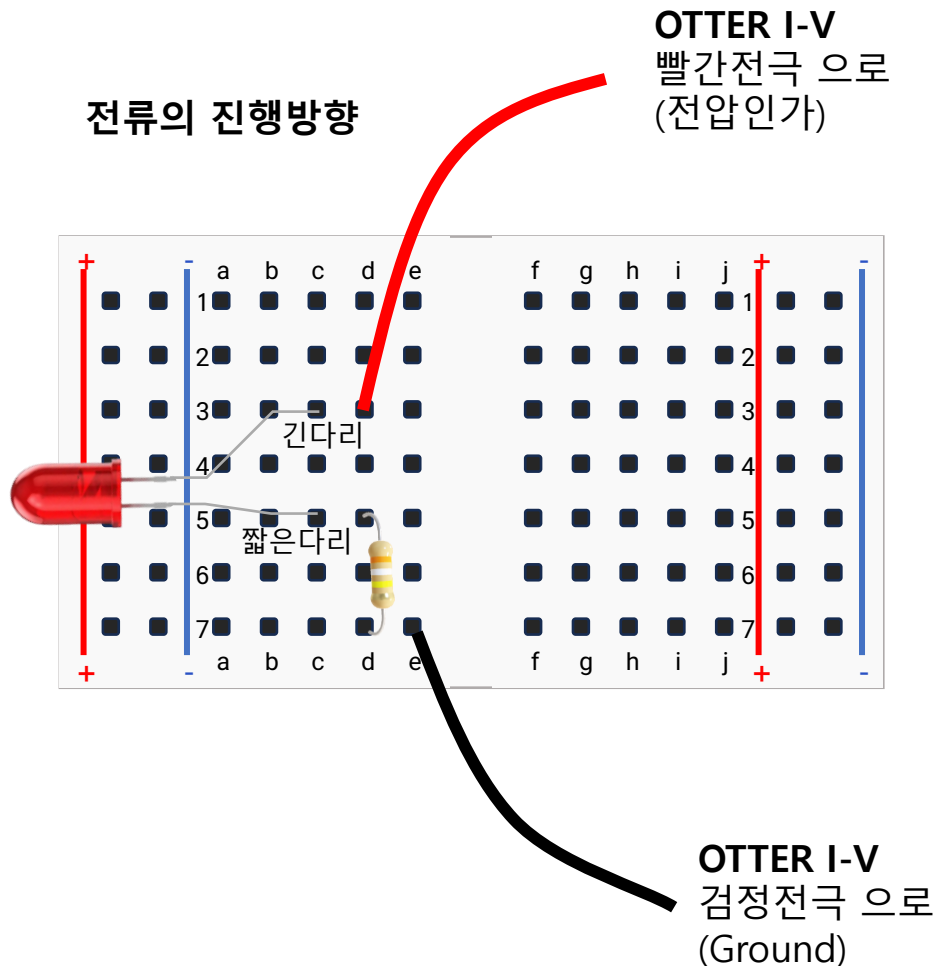
실험 목표

- 그림과 같이 회로를 구성한다.
- 다이오드의 I-V 특성을 측정한다
 - 저항에 걸린 전압을 제외한 순수히 다이오드에 걸린 V 를 계산하자.
 - V_{th} 를 구해 본다.
 - 이상적 다이오드 방정식으로 Fitting해 본다.



실험 가이드

- 아래 그림과 같이 빵판에 저항과 전선을 연결한다.



- 다이오드는 보통 긴 다리가 Anode (양극), 짧은 다리가 Cathode (음극) 이다. 또는 줄이 그어져 있는 방향이 음극 이다.