

OTTER I-V
반도체 소자 실험

BJT(Bipolar Junction Transistor)



주식회사 세미오테에듀
SEMI OTTER EDU CO.,LTD



BJT란

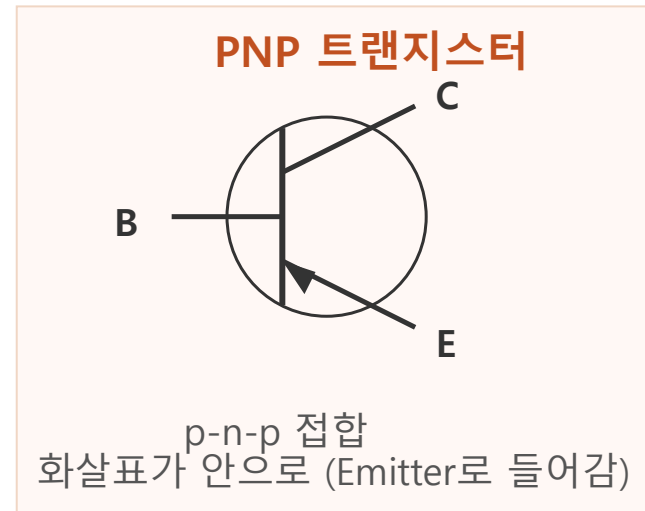
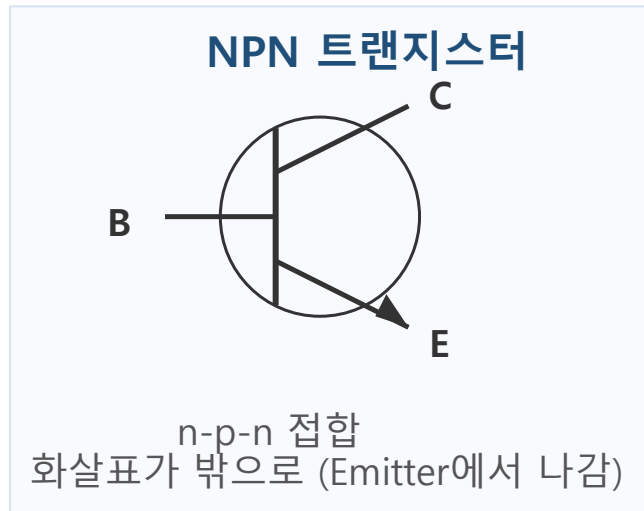
작은 물줄기로 큰 물줄기를 제어



- BJT는 베이스(Base)에 흐르는 작은 전류가 컬렉터(Collector)에 흐르는 큰 전류로 증폭되는 방식
- MOSFET의 전압제어 방식과 다르게 전류제어 방식임

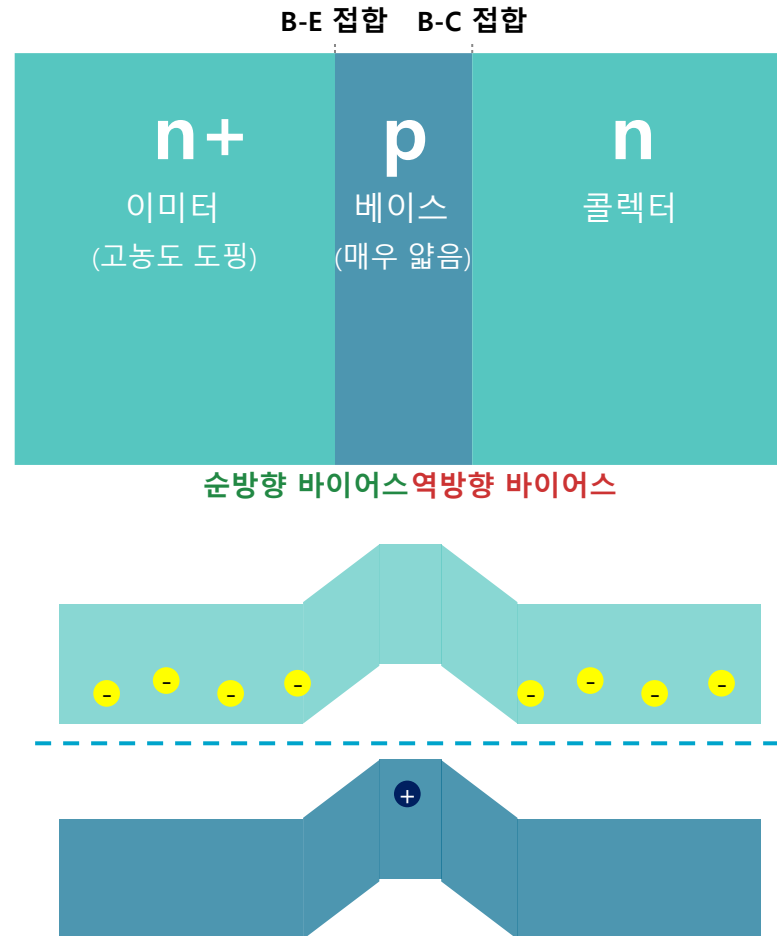
BJT란

BJT 심볼 표현



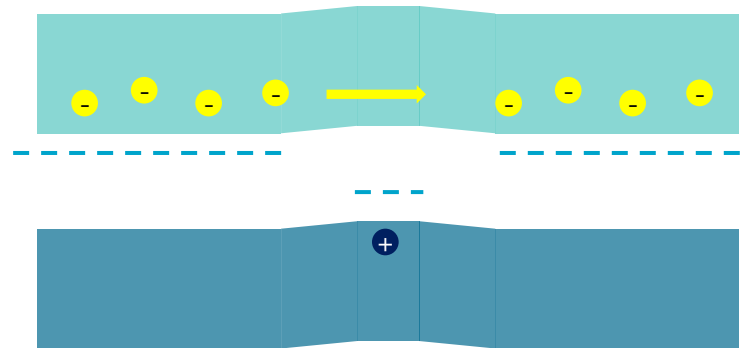
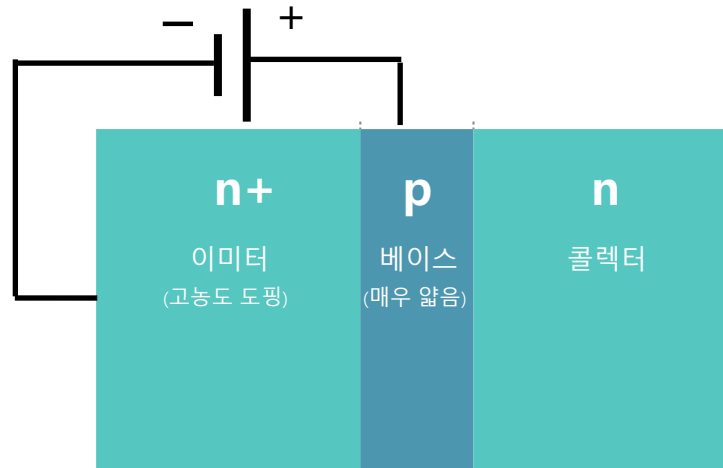
- BJT는 N-P-N, P-N-P 두가지 종류가 있음
- MOSFET과 유사하게, N-P-N은 전자가, P-N-P는 정공이 주된 전하 수송자

BJT의 구조



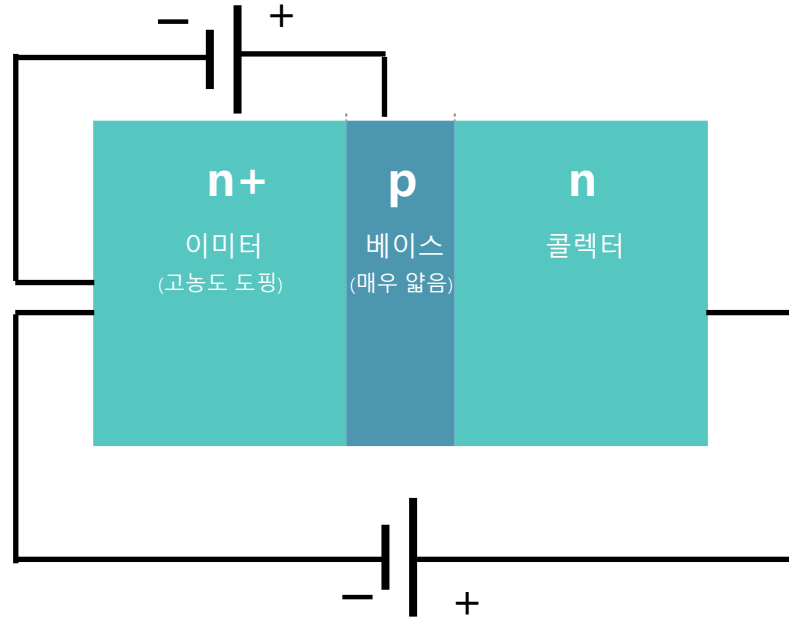
- 평상시에는 N-P-N 구조이므로, 역방향 접합이 있어 전자가 흐를 수 없음

BJT의 구조



- 베이스와 이미터 사이에 순방향 바이어스를 가하면, 이미터에서 베이스로 전자가 흐를 수 있음.

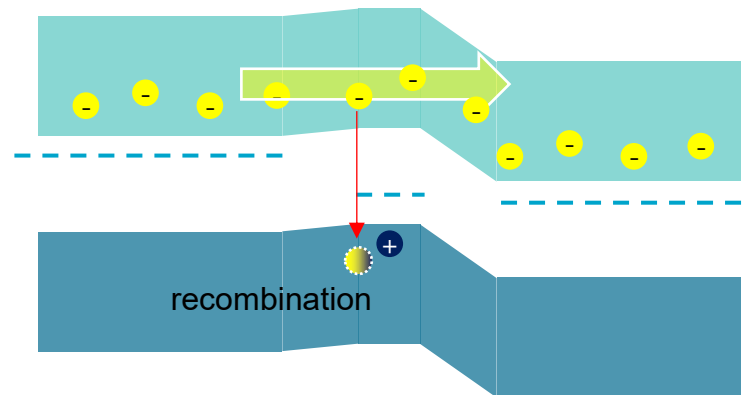
BJT의 구조



활성 모드 전류 관계

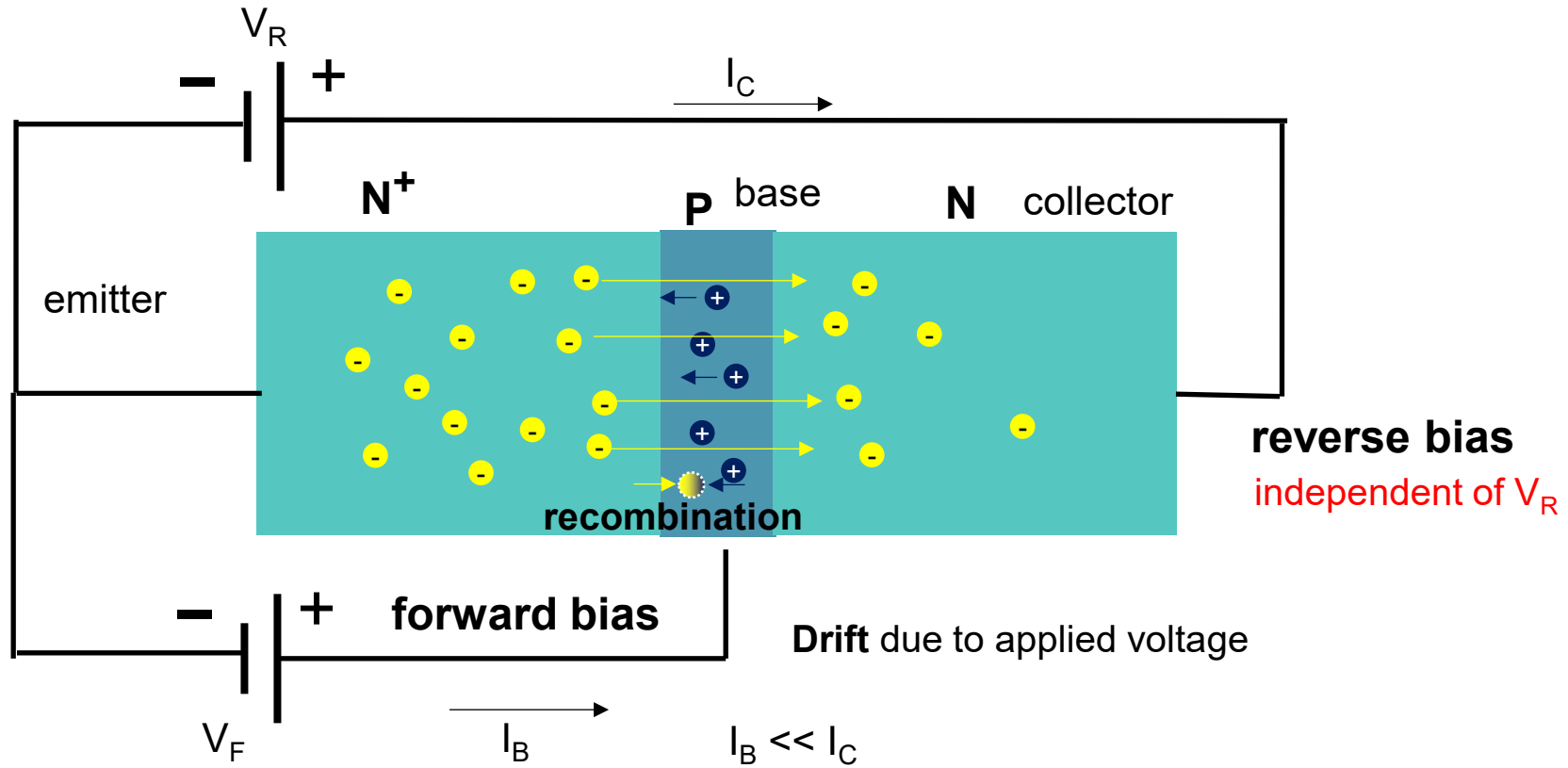
- $I_C \approx \beta \times I_B$
(컬렉터 전류, 큰 전류)
- I_B
(베이스 전류, 작은 전류)
- $I_E = I_C + I_B$
(이미터 전류, 전체 전류)

$$\beta = I_C / I_B \text{ (전류 이득)}$$



- 이제 컬렉터에 더 강한 전압을 걸어주면, 이미터에서 빠져나온 전자가 대부분 컬렉터에 도달하게 됨. 일부만이 베이스의 정공과 결합.
- 이는 이미터-베이스 전류 I_B 에 비례하며, I_B 보다 훨씬 많음 (수십 - 수백배)
- 따라서 I_B 의 약한 전류가 컬렉터의 큰 전류 I_C 로 증폭

BJT의 구조

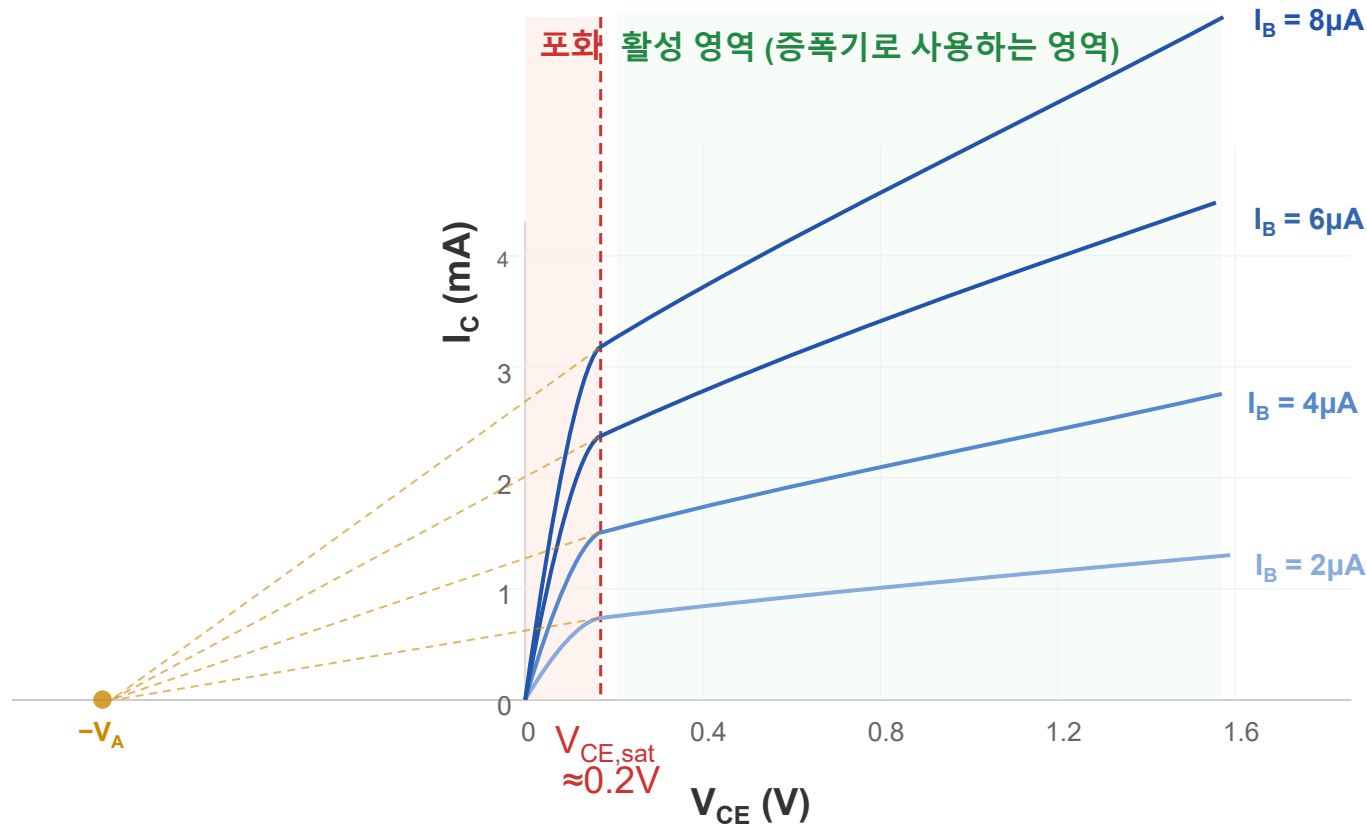


$$I_{\text{forward}} = I_o \left[\exp\left(\frac{eV_{BE}}{kT}\right) - 1 \right] \approx I_C$$

independent of V_R

BJT의 동작

Collector 특성 곡선 (I_C vs V_{CE}) 과 동작 영역

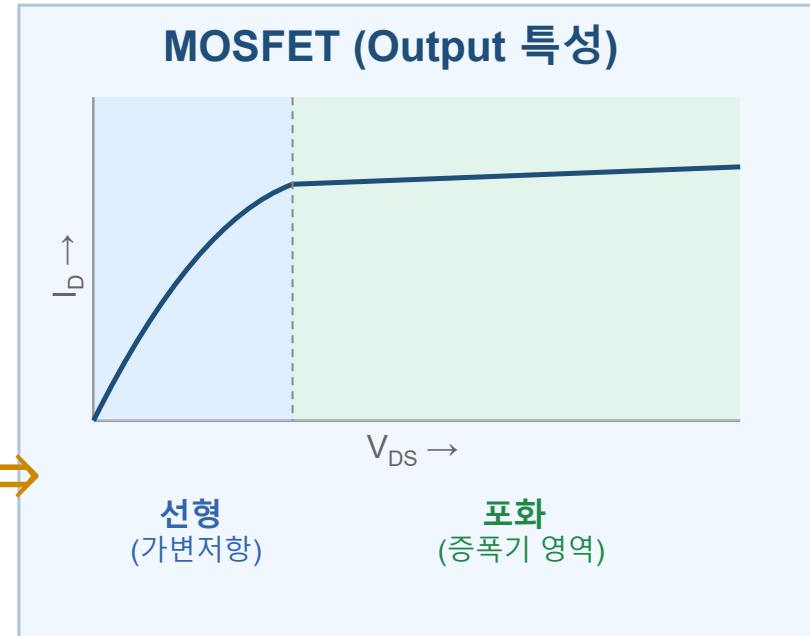
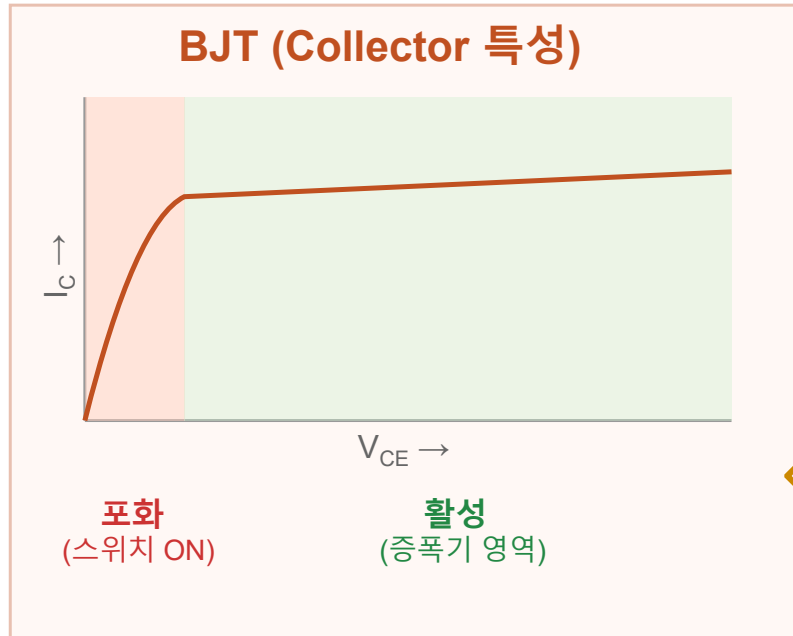


포화 영역: V_{CE} 작음, 스위치 ON | **활성 영역:** $I_C \approx \beta \times I_B$, 증폭기 | $-V_A$: 얼리 전압

- **포화 영역 ($V_{CE} < V_{CE,sat}$):** V_{CE} 가 매우 작아 B-C 접합도 순방향. I_C 가 V_{CE} 에 크게 의존.
- **활성 영역 ($V_{CE} > V_{CE,sat}$):** $I_C \approx \beta \times I_B$ 로, V_{CE} 에 거의 무관하게 일정. 그래프에서 거의 수평인 구간.
- 실제로는 활성 영역에서도 I_C 가 V_{CE} 에 약간 의존하는데, 이를 **얼리 효과(Early Effect)**라 함

참고

⚠ 주의: BJT와 MOSFET의 '포화' 용어는 반대 의미!



증폭기로 사용하는 영역:

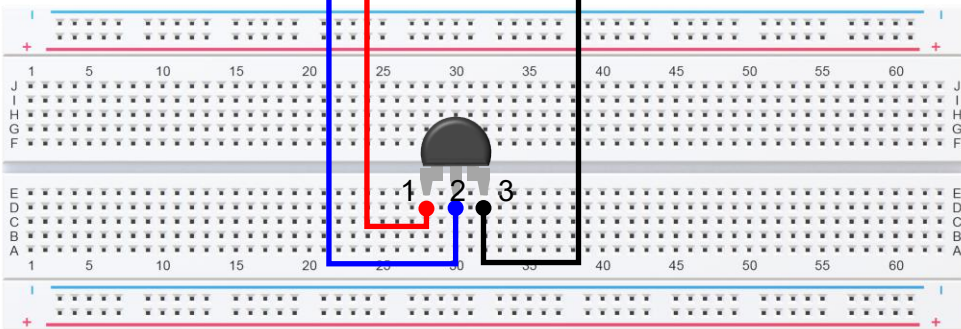
BJT에서는 "**활성(Active)**" = MOSFET에서는 "**포화(Saturation)**" — 이름은 다르지만 같은 역할!

BJT의 동작

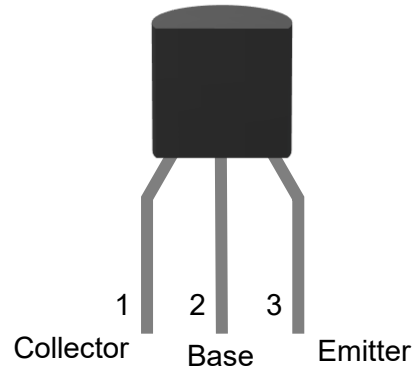
용어	설명
전류 이득 (β , h_{FE})	I_C / I_B . BJT의 전류 증폭 능력. BC546: 약 100~800
활성 영역 (Active)	B-E 순방향, B-C 역방향. $I_C \approx \beta \times I_B$. 증폭기로 동작하는 영역
포화 영역 (Saturation)	$V_{CE} < V_{CE,sat}$ ($\approx 0.1 \sim 0.3V$). B-E, B-C 모두 순방향. 스위치 ON 상태
얼리 전압 (V_A)	활성 영역에서 I_C 가 V_{CE} 에 약간 의존하는 정도를 나타내는 파라미터
V_{BE} (터온 전압)	Si BJT에서 약 0.6~0.7V. 이 이상이면 B-E 접합이 순방향 도통
Collector 특성	I_B 고정, V_{CE} sweep $\rightarrow I_C$ vs V_{CE} 곡선 (Output 특성과 유사)

실험 셋업

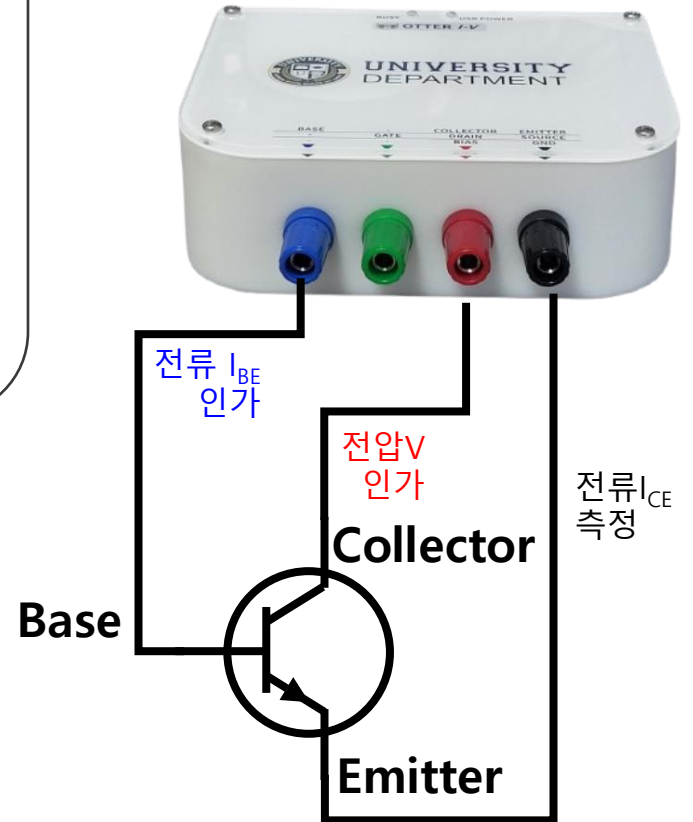
연결도



BC546



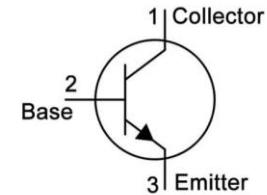
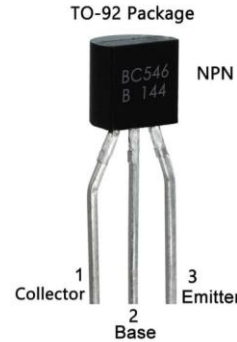
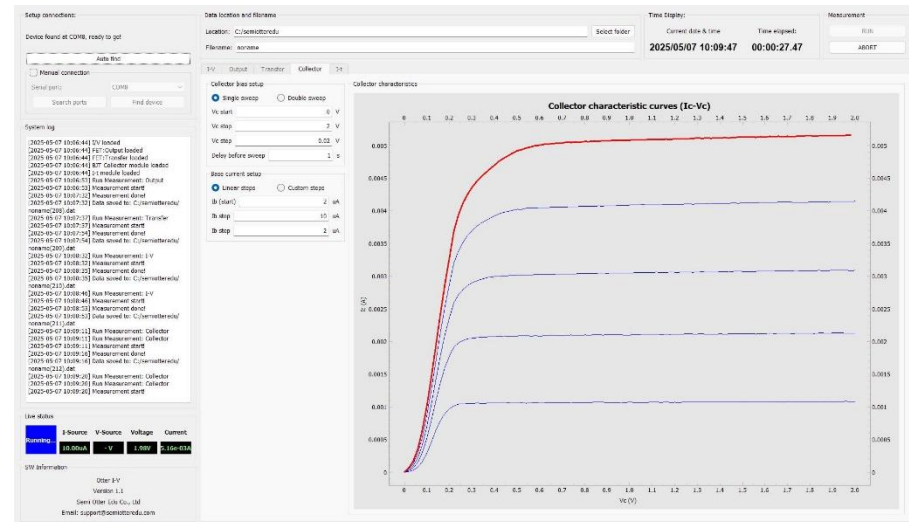
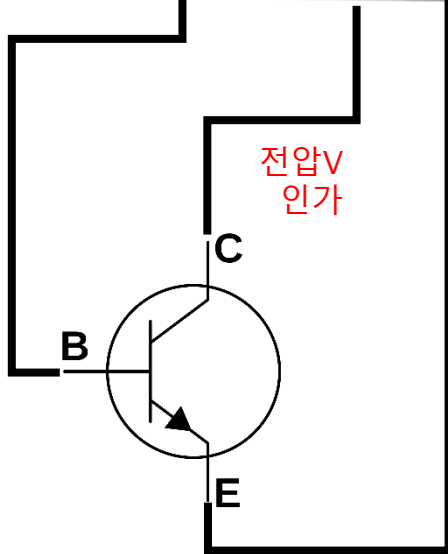
회로도



실험 방법

Task: I_{BE} 를 바꾸어가며 (2 – 10 μA , 2 μA step),
 I_{CE} vs V_{CE} 를 측정 (V_{CE} 0 ~ 2 V, 0.02 V step).

BC546

전류 I_{BE}
인가전압 V
인가GND:
전류 I_{CE}
측정

실험 목표

BJT의 Collector 특성 곡선을 얻는다.
포화영역과 활성영역이 구분되는지 확인한다.
여러 파라미터 (전류이득, 열리전압)를 확인한다.