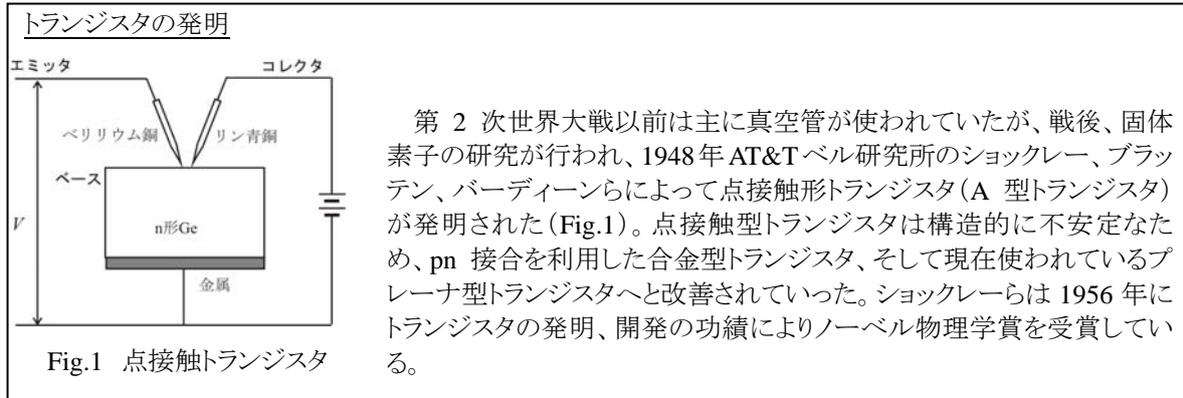


7 接合トランジスタの動作

トランジスタ transistor (“transfer” + “resistor”) : 増幅作用、スイッチング作用を持つ 3 端子の能動素子

7-0 トランジスタの種類と分類



トランジスタの分類

・バイポーラトランジスタ(bipolar transistor):

少数キャリアの振る舞いを利用。多数キャリアと少数キャリアの両方が動作に関与する。

例) npn トランジスタ、pnp トランジスタ

・電界効果トランジスタ(FET: Field effect transistor)、別名ユニポーラトランジスタ(unipolar transistor)

キャリアの流れに直交する電界で制御。多数キャリアが動作に関与する。

例) MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor FET)、接合型 FET(junction-FET)、
ショットキー障壁型(MESFET: Metal-Semiconductor FET or SBFET: Schottky barrier FET)

7-1 トランジスタ作用

7-1-1 接合トランジスタの増幅作用

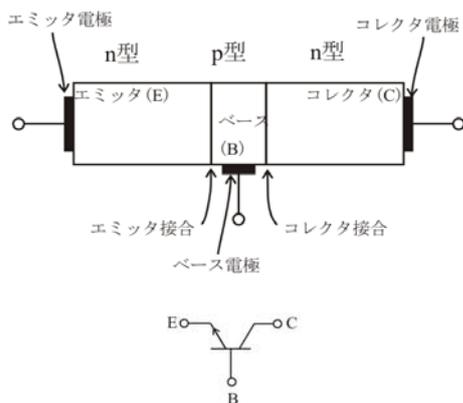


Fig.2 npn 形トランジスタ

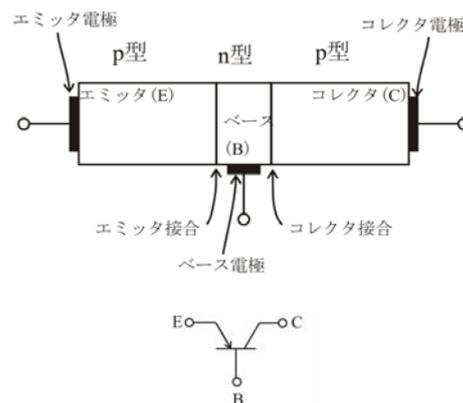
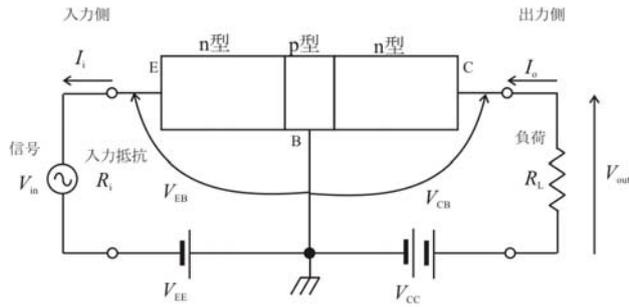


Fig.3 pnp 形トランジスタ

- 3 個の端子 … E:エミッタ (emitter)、B: ベース (base)、C:コレクタ (collector)
- ベース領域は狭く作られている
- 各領域の不純物密度の関係 … エミッタ > ベース > コレクタ
- トランジスタの記号の矢印の向きはエミッタ電流の向きを示す

増幅回路(ベース接地)



R_i : 入力抵抗
 I_i : 入力電流
 I_o : 出力電流
 エミッタ接合: 順方向バイアス
 コレクタ接合: 逆方向バイアス

Fig.4 ベース接地増幅回路

この増幅回路(ベース接地)の電力利得

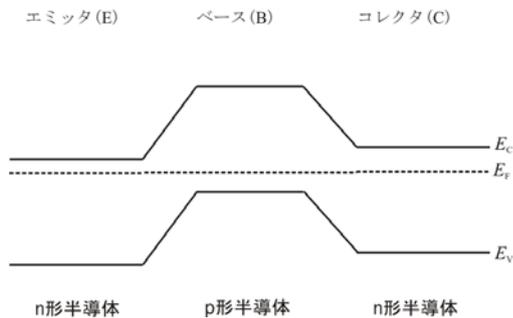
$$G = \frac{P_o}{P_i} = \frac{I_o^2 R_L}{I_i^2 R_i}$$

増幅の条件

$\left[\begin{array}{l} \cdot I_o \cong I_i \text{ とする} \\ \cdot R_L \text{ を大きくする} \\ \cdot R_i \text{ を小さくする} \end{array} \right. \Rightarrow G \gg 1 \text{ (増幅する)}$

エネルギーバンド図(ベース接地)

熱平衡状態



npn トランジスタにおける不純物密度の関係

エミッタの $N_D >$ ベースの $N_A >$ コレクタの N_D

熱平衡時では、3領域のフェルミ準位が一致する。

Fig.5 熱平衡時のエネルギーバンド

バイアス印加時(活性状態)

エミッタ接合に順バイアス、コレクタ接合に逆バイアスが印加された場合のキャリアの振る舞い

1. エミッタ領域からベース領域へ電子が注入される。
2. 注入された電子は拡散現象によってコレクタ接合へ向かう。
3. コレクタ接合では逆バイアスが印加されているため、電子はドリフトされてコレクタ領域に入る。

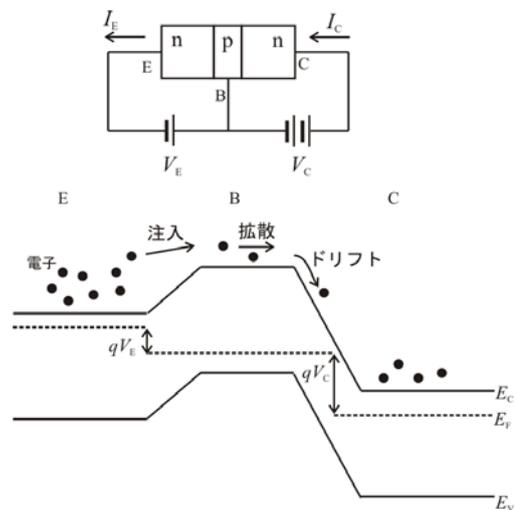


Fig.6 バイアス印加時のエネルギーバンド