

## 電子回路工学I-⑥

### トランジスタのスイッチング動作

これまででは、トランジスタの増幅動作について学んだ。ここでは、トランジスタのもうひとつの重要な用途である、スイッチング動作について説明する。スイッチング動作時には、トランジスタは遮断領域と飽和領域で使用される。論理回路（デジタル回路）はトランジスタのスイッチング動作を利用したものである。

図はトランジスタのスイッチング動作の原理を示したものである。

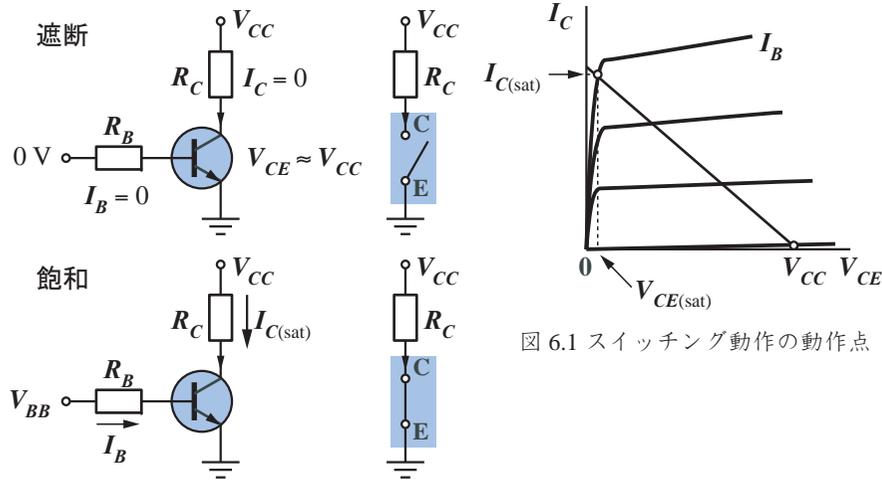


図 6.1 スwitching動作の動作点

遮断領域：トランジスタのベース・エミッタ間に順方向バイアスを加えないと、（ベース電流は流れず）トランジスタは遮断領域に入る。このとき、コレクタ電流も流れないので  $V_{CE} \approx V_{CC}$  となる。

飽和領域：ベース・エミッタ間のバイアス電圧が高く、ベース電流が過剰に流れると、コレクタ電流はそれ以上増加せず、トランジスタは飽和領域に入る。飽和領域での  $V_{CE}$  を  $V_{CE(sat)}$  とすると、その時のコレクタ電流  $I_{C(sat)}$  は次式で与えられる。

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{R_C}$$

通常、 $V_{CE(sat)}$  は小さく  $V_{CC}$  に比べて無視できるので、 $I_{C(sat)} \approx V_{CC} / R_C$  となる。従って、それに必要なベース電流  $I_{B(min)}$  は

$$I_{B(min)} = \frac{I_{C(sat)}}{h_{FE}}$$

で与えられる。トランジスタを十分飽和領域に到達させるためには、 $I_{B(min)}$  より十分高いベース電流を流す必要がある。

### コレクタ遮断電流 $I_{CBO}$ および $I_{CEO}$ (p. 37)

図 6.2 のような回路でエミッタ・ベース間を開放したときに、コレクタ・ベース間に流れる電流が  $I_{CBO}$  で、コレクタ遮断電流という。これはベース・コレクタの pn 接合の逆方向電流に相当するので、通常は無視できる。

また、エミッタ接地で  $I_B = 0$ （ベース開放）としたときにコレクタに流れる電流をエミッタ接地のコレクタ遮断電流  $I_{CEO}$  と呼ぶ。両者には、次のような関係がある。

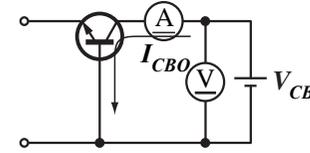


図 6.2  $I_{CBO}$  の測定回路

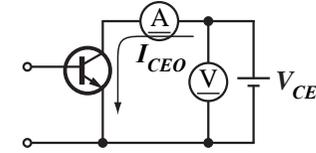


図 6.3  $I_{CEO}$  の測定回路

もう少し厳密なトランジスタ特性（ベース接地, p. 33)

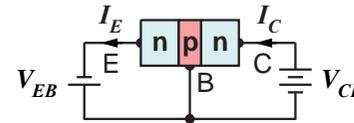


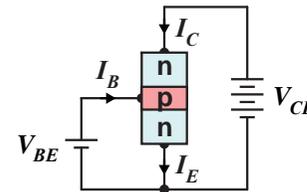
図 6.4 バイアス電圧のかけ方（ベース接地）

$$I_C = \alpha I_E + I_{CBO} \quad (3)$$

$\alpha I_E$ : エミッタ電流に比例する電流

$\alpha$ : ベース接地の電流増幅率

$I_{CBO}$ :  $I_E = 0$  で流れるコレクタ電流（コレクタ遮断電流）



$$I_C = \beta I_B + I_{CEO}$$

### キーワード

増幅動作とスイッチング動作, 遮断領域, 飽和領域, 負荷線と動作点  
遮断電流