

電子回路工学I-⑩

バイポーラトランジスタの h パラメータと小信号等価回路 (エミッタ接地 p. 69 参照)

トランジスタの増幅回路 (図 10.1 (a)) では、直流分と交流分を分けて考えると便利であることを学んだ。増幅動作に関わる**動作量**は交流分を考えれば得られ、直流分はトランジスタを動作させるために供給するもので、バイアス回路としてすでに学んだ。交流動作に関わる動作量の計算には、ここで述べる h パラメータと呼ばれる定数が用いられることが多い。

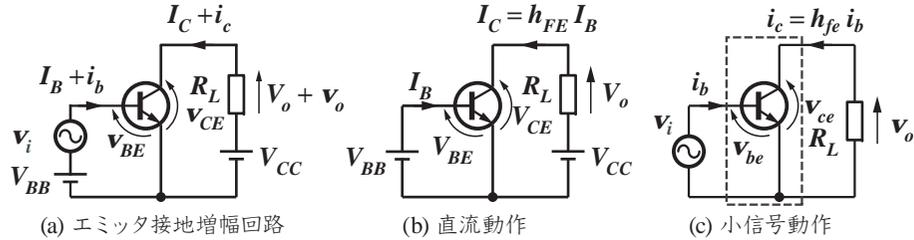
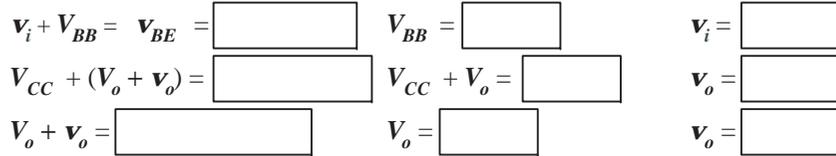


図 10.1 エミッタ接地増幅回路



直流動作点と小信号動作の関係

図 10.1 (c) で出力電圧 v_o と入力電圧 v_i の比率 (電圧増幅度) を考えるには、

$i_b \rightarrow i_c$ $i_c \rightarrow v_o$
 の関係はすでに分かっているので、

$v_i \rightarrow i_b$
 の関係を知ることで、 v_i と v_o の関係、すなわち、電圧増幅度を求めることができる。

エミッタ・ベース間がダイオードと同じ特性であることを使って、直流動作点と小信号動作の関係を考えてみよう。

ベースに直流電流 I_B を流すために、ベース・エミッタ間に電圧 V_{BE} がかかっている。(直流動作点)

この直流動作点からベース電圧を v_{be} 増加させたときのベース電流の増加分を i_b とする。

すると、直流動作点の近くでは E-B 間の特性は抵抗と見なすことができ、その値は () で与えられる。これは、E-B 間の動抵抗である。

そこで、ダイオードの動抵抗について考えてみる。

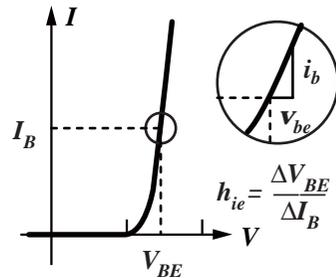


図 10.2 エミッタ・ベース間の電流・電圧特性

ダイオードの電流・電圧特性は次式で与えられる。

$$I = I_s \left\{ \exp\left(\frac{V}{V_T}\right) - 1 \right\} \approx I_s \exp\left(\frac{V}{V_T}\right)$$

このダイオード特性を $I = f(V)$ とあらわすと、

$$I_B = f(V_{BE})$$

$$I_B + i_b = f(V_{BE} + v_{be}) = f(V_{BE}) + f'(V_{BE})v_{be}$$

であるから、動抵抗を次のように求めることができる。

$$i_b = f'(V_{BE})v_{be}$$

$$\frac{v_{be}}{i_b} = \frac{1}{f'(V_{BE})}$$

この動抵抗を h_{ie} と呼ぶ。トランジスタをブラックボックスと考え、入力と出力が次の図 10.3

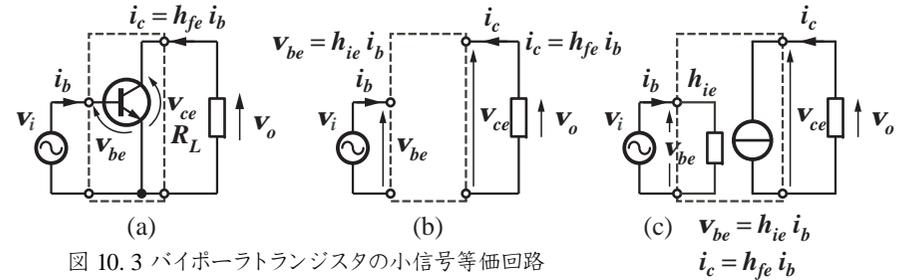


図 10.3 バイポーラトランジスタの小信号等価回路

3 (b) の関係を満足するようなものと考え、回路的には、図 10.3 (c) のようにあらわすことができる。これを、トランジスタの**小信号等価回路**とよぶ。図 10.4 に再度その部分を示す。

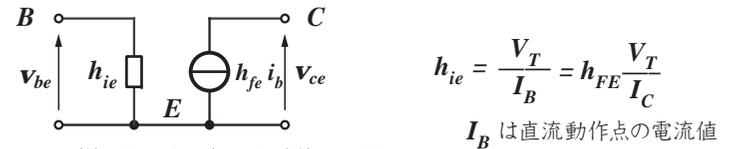


図 10.4 (簡略化された) 小信号等価回路

ここで求めた h_{ie} は回路の (小信号に対する) 入力インピーダンスを表している。元の回路を小信号等価回路に書き換え、入力電圧 v_i と出力電圧 v_o との関係を h パラメータで表すことで、電圧増幅度など、回路の動作量を求めることができる。

キーワード: 小信号等価回路, h パラメータ, 電圧増幅度