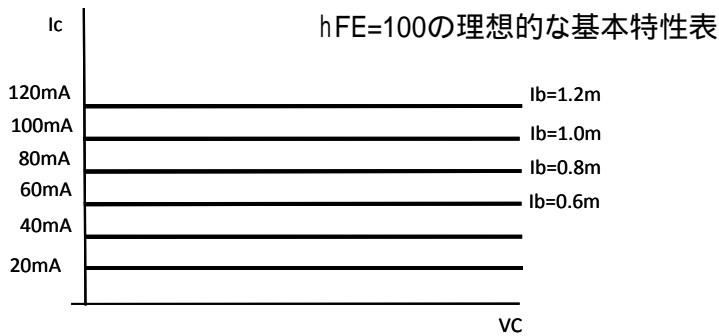
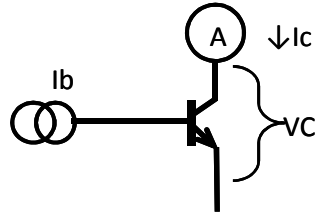


トランジスタ(バイポーラトランジスタ:BTR)の動作基礎

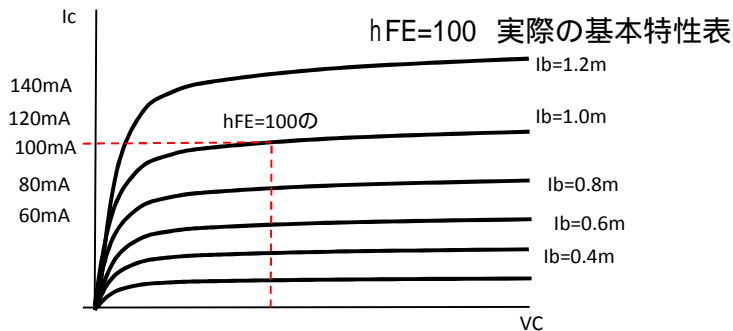
< 基本特性 >



hFEについてだけでも、VCEが0- Vまで、Ibが0- AでhFE=100の変化がない

特徴

- ・Ib:Icの直線性がある。hFE一定
- ・VCEの変化でIcが変化しない。定電流性、インピーダンス (グラフの特性線がVCEと並行で傾きがない)
- ・VCE低電圧領域でもIcが流れる。不飽和



実際のhFEはVCE,Ibのある一点で規定されている。特性は上記のように

後述のエミッタ接地(帰還なし)でアンプを作るとこの影響で波形が歪む
Ib、VCEによってhFEは直線的でない。

特徴

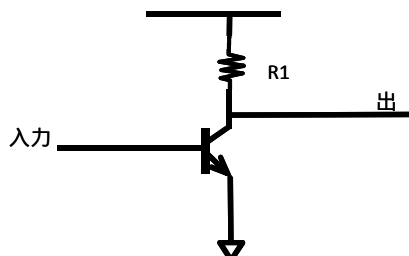
- ・Ib:Icの直線性がない。hFE変化
- ・VCEの変化でIcが変化する。正のインピーダンスを持つ。 (グラフの特性線がVCEに対し+の傾きがある。)
- ・VCE低電圧領域で、Icが流れなくなる。飽和領域



<トランジスタ基本回路>

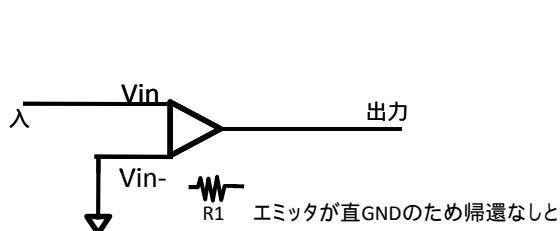
トランジスタはベース・コレクタ・エミッタの各端子をどの端子を接地(インピーダンス0 の点)するかで、それぞれの特性を持った、アンプ回路が構成されます。
OPアンプの回路とそれぞれのトランジスタの接地回路は構造的にも特性的にも似通ったところがありますので、比較しながら見ていきます。

1. エミッタ接地回路 (帰還なし)



- ・入力に I_b の電流を印加すると、 hFE 倍の I_c が R_1 に流れ、 $R_2 \cdot I_c$ の電圧が発生する。
- ・しかし、 I_b を直線的に変化させても、 hFE は I_b, V_{CE} の場合により直線的でないため
- ・ R_2 に発生する電圧も直線的ではない。

OPアンプに置き換えてみると



信号の対応

V_{out} > Corrector

V_{in-} > Emitter

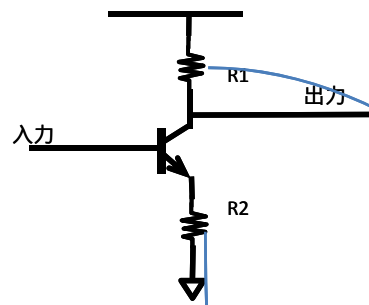
V_{in+} > Base

- ・実はOPアンプもオープンGAINは高いがほんの少し電流を入力に印加するとトランジスタ同様にふるまう。ただし、GAINの歪みは hFE の何%でなく何dBレベルで変化する

<この回路の用途>

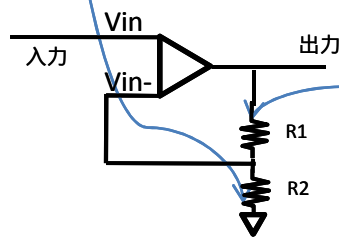
入力に対する歪みが大きくGAINアンプ的な使い方はできません
 R_1 をLEDやモータ、リレーなどにしてそのスイッチとして利用。

2. エミッタ接地回路 (帰還あり:エミッタ抵抗)



- ・エミッタに抵抗を入れることでエミッタ電圧=ベース電圧- V_{BE} となる
- ・ h_{EF} が大きければ $I_c \approx I_e$ となり R_1, R_2 に発生する電圧はその抵抗比だけになる。
(入力から見た R_2 の値は $h_{FE} * R_2$ に見えた I_b しか流れるなく、
 R_2 に発生する電圧と入力電圧はほぼ等しい)
- ・よって出力に現れる信号はほとんどトランジスタの h_{EF} の歪みが見えなくなる。

OPアンプに置き換えてみると

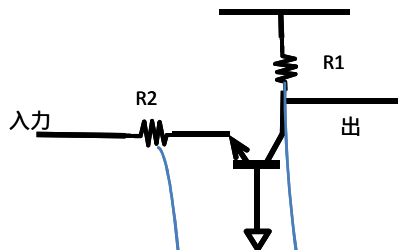


- ・ R_2 が0 の場合入りに電圧を印加すると出力がとても大きくなる
これらの関係はちょうど、帰還をかけたオペアンプのGAINと
オープンGAINの関係と等価に見える。

<この回路の用途>

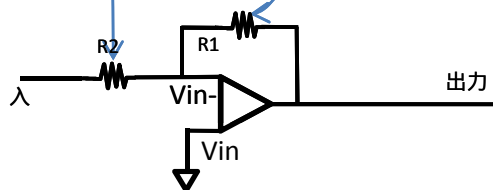
電圧GAINアンプとして利用、オーディオなどのプリアンプなど

3. ベース接地回路



- ・ほぼ $I_c=I_e$ と考えると、帰還のあるエミッタ接地回路と同様、 $R1, R2$ に発生する電圧はその抵抗比だけになる
- ・ただし、入力には I_c の電流が流れる
- ・にたがって、この回路の入力インピーダンスは $R2$ となり、低インピーダンスである。

OPアンプに置き換えてみると

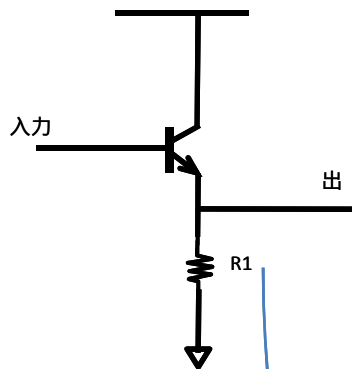


- ・この回路はオペアンプの反転入力と等価に見える。
- ・この回路の特徴は帰還抵抗がそのまま終端抵抗にでき、低ひずみなアンプになる

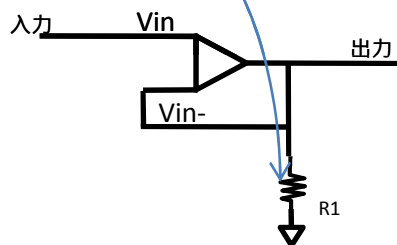
<この回路の用途>

入力が低インピーダンスでないといけません。
また出力インピーダンスは入力のGAIN倍になります。
トランジスタでは入出力段をLCなどの共振回路にした低歪みのRF-GAINアンプなど。
OPアンプでは電流を流し、重ね合わせができるのでアナログ加算器。
またOPアンプでも帰還抵抗が終端抵抗になるため
高速アンプなどにも使用
(OPアンプではトランジスタと違い出力インピーダンスは高くならない)

4. コレクタ接地回路(エミッタフォロア)



- ・入出力の関係は $V_b = V_e - V_{be}$ となる
- ・AC入力の場合 V_{be} は一定なので $V_b = V_e$ となる
- ・入力インピーダンスは $R1 \cdot h_{FE}$ で高い
- ・出力インピーダンスはトランジスタが電源を制御しているだけなので、基本0
- ・ $R1$ は出力がオープンの際に電流をリークさせ電圧を発生させるだけの目的なので、基本無くてもよい(負荷が代用)



- ・エミッタに相当する V_{in-} から出力をとったバッファになる

<この回路の用途>

トランジスタでも入力インピーダンスが高く、出力に容易に電流が取り出せるためバッファとして使用。もちろんOPアンプでも同様
バッファ:インピーダンスが高く、次段に信号伝送する時、次段の入力容量に負ける信号を電圧レベルを維持し低インピーダンスで供給するもの。