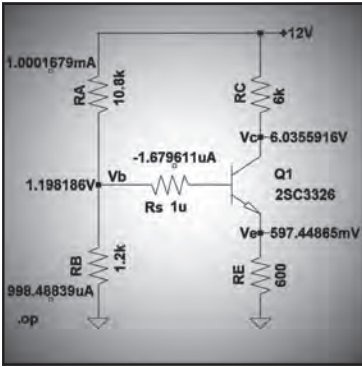


連載



産業分野の主要センサ活用と
高精度なアナログ回路設計プロセスを学ぶ

新人技術者のための アナログ回路設計スタディ

第6回 トランジスタ・アンプの設計(前編)
リニアICをブラック・ボックスから引き出す

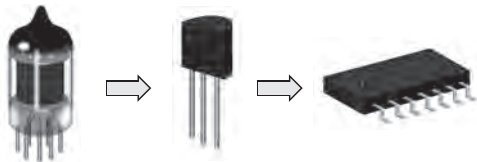
中村 黄三 Kozo Nakamura

トランジスタは電子回路のルーツだ

トランジスタは図1に示すように、真空管の後に出てきた画期的な個体増幅素子です。当初はゲルマニウムを素材としていましたが、現在はシリコン系が使われています。トランジスタは、現代の電子回路において主流をなすIC(Integrated Circuit：集積回路)のご先祖さまと言えます。

そして、トランジスタは入力バイアス電流が大きいという欠点を補うため、その後にジャンクションFET(略号J-FET)が開発・実用化され、さらにMOSFET(N-MOS, P-MOS, CMOS)へと発展していきます。

現在は電子回路のIC化が進み、トランジスタは単品部品としての役割は終わりつつあります。しかし、「単品トランジスタによる回路の設計能力はなくても



電源に DC150V 以上が必要。真空度が下がると動作不能になり、寿命は 5000 時間程度

電源は DC3V 以上あれば実用動作可能。初期不良がなければ寿命は 10 年以上

多数のトランジスタや他の能動素子 (J-FET や MOS FET) が 10mm² 以下の小さなチップ上に集積される。寿命や信頼性はトランジスタ 1 個の場合とほぼ同じ

(a) 真空管 (b) トランジスタ IC のルーツ (c) IC(集積回路)

〈メモ〉 プロセスや耐圧などの条件でトランジスタや他の能動素子の数が変わる。高耐圧バイポーラ(40V耐圧)ICでも、100石以上のトランジスタが集積可能

図1 トランジスタはすべての電子回路のルーツだ

トランジスタの発明は、真空管ではなし得なかった回路の低電圧化、回路の集積化(小型化)、半永久的な製品寿命を達成した。その後もIC化が進み、トランジスタは単品部品としての役割は終わりつつある。しかし単品トランジスタによる回路設計能力はなくても良いとは言えない、より深い回路設計力は、問題発生時の解決能力を間違いに高くしてくれる

良い」とは言い難い面があります。なぜなら、ICと言っても中身はトランジスタ回路の集合体だからです。トランジスタを使用した回路設計が行えるようになると、リニアIC回路をブラック・ボックスから解き放つことができるのです。結果として回路設計における自由度が増し、より深い回路設計が可能となるのです。さらには問題発生時の解決能力も、間違いに高くなります。実際に真空管時代、トランジスタ時代、IC化時代を駆け抜けてきた先輩エンジニアのスキルがそれを物語っています。

トランジスタ回路の基礎知識

● トランジスタは電流増幅素子

図2にトランジスタの動作を示す原理図を示します。

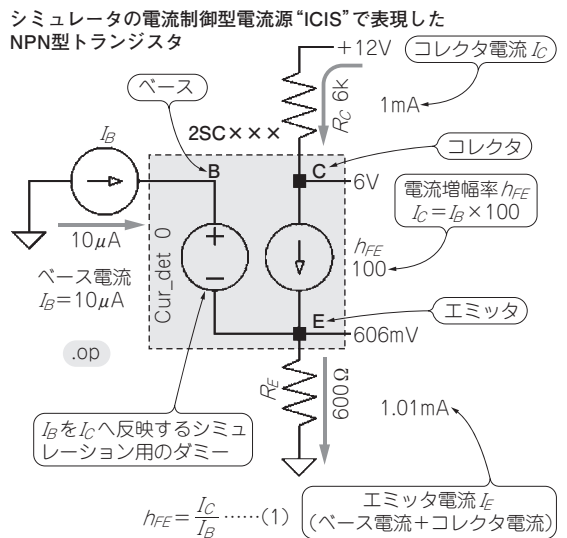


図2 トランジスタはベース電流 I_B を電流増幅率 h_{FE} 倍にして流す電流増幅素子

トランジスタは電流増幅素子である。ベース電極(B)に注入する電流(ベース電流 I_B)を増大してコレクタ電極(C)からエミッタ電極(E)に向かって電流(コレクタ電流 I_C)を流す。 I_B と増大した I_C との比率が、式(1)で示す電流増幅率 h_{FE} であり、 I_B を注入するにはベース-エミッタ間電圧(V_{BE})を加える必要がある