

電気塾⑨

ピッタリ10,000倍! 高精度アンプの設計

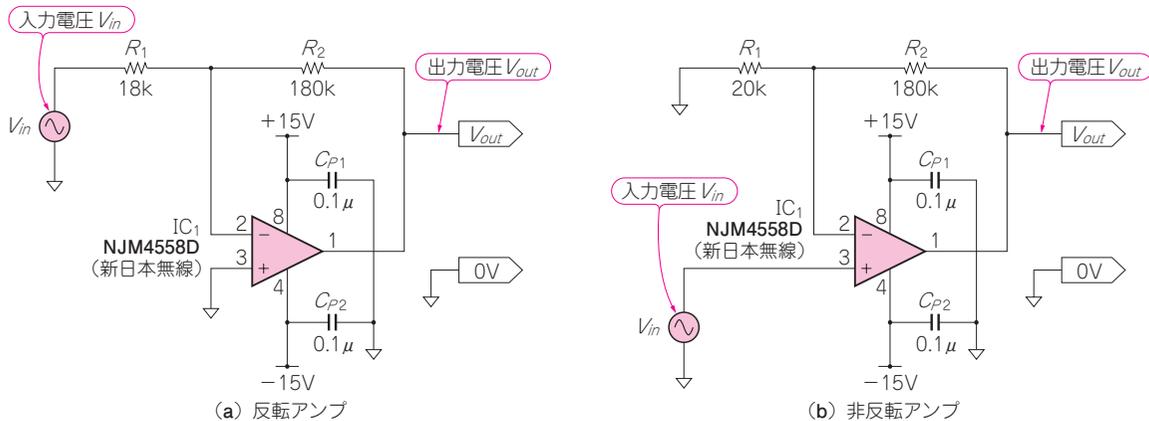


図1 ゲイン10倍の反転/非反転アンプ回路
 R_1 , R_2 の2本の抵抗でゲインが決まるため、ここに高精度の抵抗が要求される

OPアンプは2本の抵抗の比率でゲインが決まります。メーカーが「1 kΩ品」と謳っていても、それは1.000 kΩ程度ではなく、1.02 kΩだったり、0.96 Ωだったりします。どんな部品も必ず誤差を少なからずもっています。困ったことに温度によって抵抗値が変わる性質もあります。

抵抗やキャパシタにわずかに誤差があるように、OPアンプも完全に理想とはいえません。入力電圧が0Vでも、OPアンプの内部回路の微妙なバラツキなどでわずかな直流電圧(オフセット電圧という)が出ています。

本稿では、高精度な金属被膜抵抗を使ったり、オフセット電圧の小さい高精度なOPアンプを使って、より精度の高いOPアンプ回路の作り方を学びます。

〈編集部〉

OPアンプ増幅回路のゲイン精度は抵抗で決まる

● ばらつきの小さい抵抗を使うかどうかは目的しだい

図1(a)に示す反転アンプ回路で、ゲインがピッタリ10倍のアンプを作ろうとすると、抵抗 $R_1 = 18\text{ k}\Omega$, $R_2 = 180\text{ k}\Omega$ も、ピッタリの値でなくてはいけません。

同様に図1(b)に示す非反転アンプ回路で、ゲインがピッタリ10倍のアンプを作ろうとすれば、 $R_1 = 20\text{ k}\Omega$ と $R_2 = 180\text{ k}\Omega$ がピッタリの値でなければなりません。

現実には18 kΩ, 180 kΩ, 200 kΩ丁度の抵抗器は存在せず、必ず誤差があります。

「ゲイン約10倍」の「約」の部分が、誤差5%なのか1%なのか、あるいは0.1%なのかは、アンプの用途によります。おおよそ10倍程度とした用途では誤差5%の抵抗器でも使えるでしょう。それに対し、電子機器の性能を評価する計測器などでは高精度が要求されるので、0.1%でも厳しいかも知れません。

つまり、用途や目的などに応じて、どの程度の完全さが必要なのか考慮する必要があります。

● ばらつき1%以下の金属皮膜タイプから検討する
実用上十分な精度として許容できる抵抗の誤差が1%以下であれば、高精度タイプの金属皮膜抵抗(metal film resistors)が入手しやすいでしょう。誤差が0.5%以下の抵抗は入手が難しいです。

金属皮膜抵抗は温度による抵抗値の変化(抵抗温度係数TCR(Temperature Coefficient of Resistance)と呼びます)が50 ppm/°Cと比較的に小さいです。

ppmとはparts per millionの略で、百万分の1を示しています。50 ppm/°Cなら、温度が1°C変化すると抵抗値が百万分の50変化することを意味しています。抵抗値を1 MΩ(=1000000 Ω=百万Ω)とすると、50 ppm/°Cなら温度が1°C変化すると抵抗値が百万分の50変化するので、1 MΩの百万分の50は50 Ωです。温度が1°C変化しても1 MΩの変化が50 Ω以下とは、非常に小さい変化です。

金属皮膜抵抗のリード・タイプでは、写真1に示すKOA製MFシリーズなどがよいでしょう。消費電力は1/4 Wで十分です。抵抗値がピッタリでない部分を

【セミナー案内】直伝! 最新FPGAを使ったビデオ・システムの開発/FP開発(ビデオ・データ出力処理編)——メモリからデータ取り出し/外部デバイス(モニタ)への出力処理方法を迅速マスタ 【講師】 早乙女 勝昭 氏, 5/15(火) 29,000円(税込み) <http://seminar.cqpub.co.jp/>