



## センサ計測からアクチュエータ駆動まで 研究室で役に立つ! OPアンプ応用回路集

### 第1回 1 kV加えても大丈夫! OPアンプの入力保護回路

松井 邦彦 Kunihiko Matsui

表1 OPアンプの絶対最大定格の一例

| 型名       | 電源電圧   | 入力電圧範囲   | 差動入力電圧 or 電流 | 出力短絡期間 | メーカー名         |
|----------|--------|--|--------------|--------|---------------|
| LT1012   | ± 20 V | ± 20 V   | ± 10 mA      | 無制限    | リニアテクノロジー     |
| TL071    | ± 18 V | ± 18 V   | ± 30 V       |        | テキサス・インスツルメンツ |
| OPA376   | + 7 V  | $V^- - 0.5 \text{ V} \sim V^+ + 0.5 \text{ V}$ | ± 10 mA      |        | アナログ・デバイセズ    |
| LME49725 | ± 38 V | $V^- - 0.7 \text{ V} \sim V^+ + 0.7 \text{ V}$ | ± 0.7 V      |        |               |
| AD822    | ± 18 V | $V^- - 20 \text{ V} \sim V^+ + 0.2 \text{ V}$  | ± 30 V       |        |               |

OPアンプは、入力電圧と入力電流に上限があり、越えると壊れてしまいます。

OPアンプ増幅回路には、センサ出力など、他の回路からの信号線を繋ぐことがあります。このような場合は、保護回路が必須です。正常動作なら大丈夫だとしても、接続ミスや操作ミスで大きな電圧が加わってしまうことはありますし、センサから予想外に大きな電圧が出てくることもあります。

しかし、入力保護回路が原因で増幅性能が悪くなることもあります。思いもよらない特性劣化と、その解決法の例も解説します。 〈編集部〉

#### 絶対最大定格を越えないようにする

OPアンプのカタログには、絶対最大定格が載っています。絶対最大定格は一瞬でも越えてはいけない値ですから、必ず目を通してください。

表1に、絶対最大定格の一例を示します。電気的な特性だけをピックアップしています。

破線で囲んだ箇所注目してください。OPアンプ入力の絶対最大定格は、電圧で表す場合と電流で表す場合があります。違いがわかるようにいくつかOPアンプを選んでみました。

「入力電圧範囲」の項目は、OPアンプの二つの入力それぞれに対する規格です。

「差動入力電圧 or 電流」の項目は、二つの入力間に対する規格です。LME49725(テキサス・インスツル

メンツ)では±0.7Vになっています。二つの入力間にダイオードが入っているため、このような規格になっています。

通常のOPアンプでは、入力電流が10 mA以上になったら壊れる可能性があります。ただしこの電流値はOPアンプによって違い、5 mAであったり1 mAであったりします。カタログで確認しておきましょう。

#### OPアンプの入力保護に使う回路

##### ■ 反転アンプの場合

###### ● 抵抗だけで保護できるが...

図1の回路を見てください。図1(a)は一般的な反転アンプです。

この回路では、入力電圧  $V_{in}$  が何VになったらOPアンプが壊れるのでしょうか?

仮にOPアンプの入力最大電流が10 mAだとしたら、 $V_{in}$  が電源電圧の100 V以上になるとOPアンプは壊れることになります。けっこう大きな値のように思えますが、もし入力最大電流が1 mAのOPアンプだと、たかだか10 Vにしかなりません。保護が十分ではなさそうです。

###### ● 抵抗と汎用ダイオードでがっちり保護

したがって、通常は図2(a)のようにダイオード  $D_1$  と  $D_2$  をOPアンプの入力間に追加します。過大電圧が入力されたとき、②点電圧はダイオードの順方向電圧  $V_F$  でクランプされるので、OPアンプはダイオードが