

枯れた技術のオペアンプ: 概要

Kevin Tretter

オペアンプ（演算増幅器）は、今でもほとんどの電子システムに不可欠のコンポーネントです。オペアンプの遍在性を踏まえ、オペアンプの要素や、なぜ今日の電子機器においてオペアンプがいまだに有用であるのかを、一歩引いて見直してみましょう。



オペアンプはまだ使われているのか？

何年か前に展示会のフロアで説明していたとき、「いまだにオペアンプを使っているの？」と聞かれたことがあります。オペアンプの市場規模は 30 億円以上と言われており、その規模は今も拡大を続けていたため、思わず笑ってしまいました。しかし、質問者の指摘の通り、枯れた技術であるオペアンプは昔からあるもので、プロセス技術による改良、アーキテクチャの強化、設計技術の向上はありましたが、基本的には同じものです。では、オペアンプの遍在性を踏まえて、オペアンプの要素や、なぜ今日の電子機器においてオペアンプがいまだに有用であるのかを、一歩引いて見直してみましょう。

オペアンプは、図 1 の回路図記号に示されているように、2 つの入力 (反転入力と非反転入力)、出力、および正負 2 電源を利用する電子機器です。

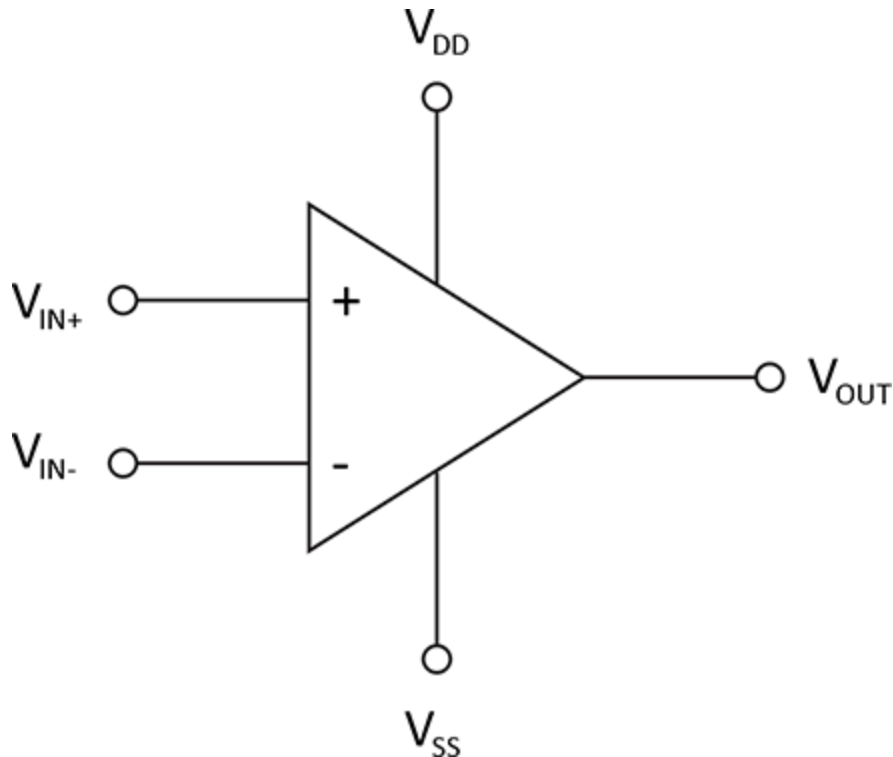


図 1：実証済みのオペアンプ

オペアンプは 2 つの入力信号の差を増幅して出力信号を生成します。理想的なオペアンプとは、次のような特性を持つ理論上のデバイスです。

- 無限大の開ループゲイン: 出力電圧は、入力電圧の差を無限大で乗算したものと等しくなります。この特性により、オペアンプはどんなに小さな入力信号でも増幅できます。
- 無限大の入力インピーダンス: 入力信号ソースから電流を引き込みません。これにより、センサやトランスデューサなどの高インピーダンスのソースでも、入力信号源に影響を与えることなくオペアンプを接続できます。
- ゼロ又は無限小の出力インピーダンス: 出力電圧に影響を与えることなく、あらゆる負荷を駆動できます。この特性により、オペアンプはスピーカーのような低インピーダンス負荷の駆動も可能です。
- 無限の帯域幅: あらゆる周波数の信号を増幅できます。この特性により、RF アンプなどの高周波信号増幅を必要とする用途でもオペアンプを使用できます。
- 入力オフセット電圧がゼロ: 入力電圧が等しい(オフセットが無い)場合、出力電圧はゼロになります。この特性により、精密な信号処理が必要な用途でオペアンプを使用できます。
- 無限のスルーレート: 入力信号の変化に対して出力が瞬時に応答できます。この特性により、高速データ伝送など、高速な信号処理が必要な用途でオペアンプを使用できます。

現実世界ではこれらの理想的な特性をすべて同時に満たすことのできるオペアンプはありませんが、最新のオペアンプはそれらの多くの要件を理想値に近づけています。設計者は、デバイスの持つ現実的な制約を考慮しながら、特定用途の要件に最も適合するオペアンプを選択します。

前述したように、オペアンプは幅広い電子機器に使われ続けています。以下に多々ある、オペアンプ用途の中の代表例を示します。

- 増幅器: オペアンプは、入力信号の振幅を大きくするための電圧増幅器として使用できます。増幅器のゲインは、負帰還ネットワーク抵抗の分圧比率で決まります。
- フィルタ: オペアンプを使って、ハイパス、ローパス、バンドパス、バンドストップなど、さまざまなフィルタを作ることができます。これらのフィルタは、信号から不要な周波数成分を除去するために使用されます。
- [コンパレータ](#): オペアンプは、2つの電圧を比較して、どちらの電圧が高いかの判断結果を出力するコンパレータとして使用できます。これは、レベル検出、しきい値検出、パルス幅変調などの用途で役立ちます。
- 発振器: オペアンプを使って、特定の周波数で正弦波形を生成する発振器を構築できます。オペアンプ発振器には、ウィーンブリッジ発振器、位相シフト発振器、水晶発振器など、正弦波生成でもさまざまなタイプがあります。
- 電圧レギュレータ: オペアンプを使って、入力電圧や負荷の変化に関係なく、一定の出力電圧を維持する電圧レギュレータを作成できます。電圧レギュレータは、電源、オーディオアンプ、モーターコントローラなどのさまざまな電子機器で使用されています。
- [計装アンプ](#): オペアンプを使って、センサやトランスデューサからの信号など、非常に小さな信号を増幅する計装アンプを作成できます。計装アンプは、入力インピーダンスが高く、出力インピーダンスが低く、同相除去比を極めて高くできます。
- 積分器と微分器: オペアンプは、信号に対して数学的演算を実行する積分器や微分器として使用できます。積分器は入力信号の積分に比例した出力信号を生成し、微分器は入力信号の微分に比例した出力信号を生成します。

全体として、オペアンプは多くの電子回路に必須なコンポーネントであり、その汎用性と使いやすさから、設計者やエンジニアの間で不可欠の選択肢であり続けています。オペアンプについてもっとお知りになりたいですか？Microchip社の「[オペアンプの紹介](#)」をご覧ください。この自習コースでは、オペアンプの基本的な概念と用語、主要な仕様と特性を扱い、実際の回路構成について詳しく説明します。