

第5章

【成功のかぎ5】 低雑音増幅技術をマスターする 微小信号に雑音を加えずに増幅する技術

内部で発生する雑音の小さい低雑音OPアンプは、騒音計などの計測用マイク・アンプや高級オーディオ、そして超音波診断装置の受信回路や高周波計測機器の中間周波増幅回路など微弱信号を扱うシステムに使われています。

低雑音アンプの設計を成功させるには、適切なOPアンプの選択と周辺の抵抗値が重要です。

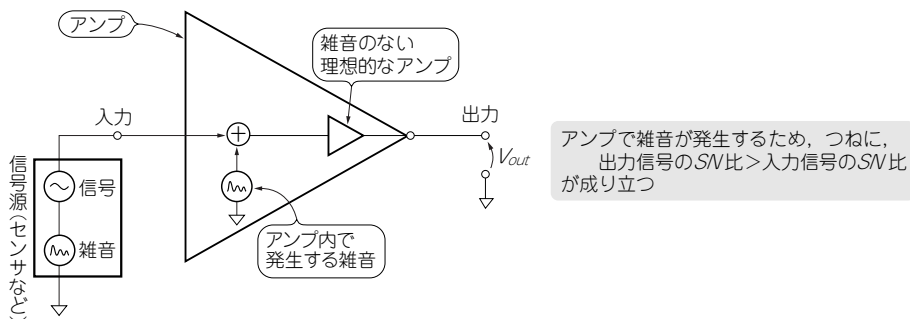
5-1

微小信号を増幅するには

● SN比を劣化させないアンプが要る

図5-1に示すようにアンプは、信号源が出力する必要成分(信号)と不必要成分(雑音)を増幅します。そしてどんなアンプも、増幅するときに入力信号に雑音を加えます。つまりアンプの出力信号の信号と雑音の比(SN比)は、入力信号のそれよりも必ず悪化します。

アンプが加える雑音が大きく、出力信号のSN比がひどく悪化する(小さくなる)ようだと、センサ(信号源)の出力する物理情報を含んだ重要な信号がその雑音に埋



[図5-1] どんなアンプも入力信号に雑音を加える

もれてしまいます。特に、信号源の出力信号のSN比が小さいときは、極力雑音を加えないアンプが必要です。一般に信号レベルが雑音レベルに対して5～6dB以上大きくないと、信号と雑音の分離が難しくなるといわれています。

SN比は S/N とも表されます。SN比の S は信号(Signal)を、 N は雑音(Noise)を指します。

SN比は、信号と雑音の実効値を測定し、次式を使って求めます。

$$\text{SN比} = \frac{\text{信号の実効値}}{\text{雑音の実効値}}$$

雑音の実効値は、周波数帯域の平方根に比例するので、SN比は周波数帯域に依存します。

SN比が大きいということは、雑音に対して信号の振幅が相対的に大きいということであって、雑音の絶対値が小さいことを意味しません。低雑音アンプにできることはSN比を上げるのではなく、入力信号に加える雑音を極力小さくし、SN比の劣化を抑えることです。

● ダイナミック・レンジの確保も重要

アンプ内部から発生する雑音を小さくできたら、次に必要になるのがダイナミック・レンジ、すなわち最大入力レベルの拡大です。これによって、振幅の小さな信号から大きな信号まで、雑音やひずみなどの余計な成分を加えることなく増幅できます。

システムを設計するときは、仕様書に示されている入力信号の最大振幅とSN比からアンプに求められる雑音レベルを決定します。アンプの雑音レベルが満足されたあとで考えるのが、ダイナミック・レンジ、すなわち最大入力レベル(最大出力レベル)です。

優れたアンプは、目的とする周波数帯域において、低雑音と高ダイナミック・レンジが両立されています。

5-2

雑音の周波数分布は三つの帯域に分類できる

● 雑音の周波数分布

図5-2にOPアンプ回路周りの雑音の発生箇所と種類を、図5-3にこれらの雑音の周波数分布を示します。

図5-3からわかるように、低周波域に分布する $1/f$ 雑音、低域から高域まで広く