

# 第1章 OP アンプ応用回路 設計便利帳

## 1 OP アンプ応用回路の基本中の基本

細田 隆之  
Takayuki Hosoda

### ● 抵抗2本でゲインが決まるアンプ

図1-1に示すのは、OPアンプを使った増幅回路の基本中の基本、非反転増幅回路です。

入力電圧は、次式で表されるゲイン  $A_v$  [倍] されて出力されます。

$$A_v = v_{out}/v_{in} = 1 + R_2/R_1 \dots\dots\dots(1-1)$$

図1-1のゲインは、

$$A_v = 1 + 10\text{ k}\Omega/10\text{ k}\Omega = 2\text{ 倍} = 6\text{ dB}$$

です。2本の抵抗  $R_1$  と  $R_2$  で決まります。入力信号と出力信号の位相は同じです。ゲインは1倍より小さくすることはできません。

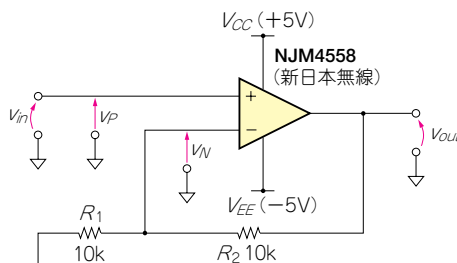


図1-1 抵抗2本でゲインが決まるアンプ  
入力と出力の信号位相は同じ。ゲインは1以下にできない

### ● 信号を反転してかつ増幅できるアンプ

図1-2に示すのは反転増幅回路です。入力電圧は、次式で表されるゲイン  $A_v$  [倍] に増幅されて出力されます。

$$A_v = -\frac{v_{out}}{v_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

符号“-”は、入力信号に対して出力信号の位相が180°異なることを意味しています。ゲインは1より小さくすることもできます。

図1-2のゲインは、

$$A_v = -\frac{10\text{ k}\Omega}{10\text{ k}\Omega} = -1\text{ 倍}$$

です。図1-1や図1-2のように、負帰還をかけたOPアンプ回路は、非反転入力端子と反転入力端子の電圧がほぼ等しい状態で動作します。これをイマジナリ・ショートといいます。

つまり、反転入力端子の電位は、非反転端子と同じく0Vですから、**入力インピーダンスは  $R_1$  に等しくなります。**

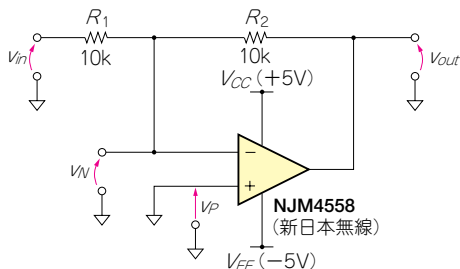


図1-2 信号を反転してかつ増幅できるアンプ  
図1-1と同様、抵抗2本とOPアンプ1個で作れるシンプルな増幅回路

### ● 二つの信号を足し合わせ増幅できる加算器

図1-2の反転増幅回路に抵抗を追加すると、図1-3に示すように加算器になります。  $v_{in1}$  と  $v_{in2}$  が足し合わされ、増幅されて出力されます。

反転入力端子の電位は0ですから、  $v_{in1}$  と  $v_{in2}$  の電圧は互いに干渉することなく、  $v_{in1}$  は  $R_1$  によって、  $v_{in2}$  は  $R_2$  によって電流に変換されます。これら二つの電流は  $R_F$  に流れて出力電圧  $v_{out}$  となります。

つまり、

$$v_{out} = \left( \frac{v_{in1}}{R_1} + \frac{v_{in2}}{R_2} \right) R_F$$

となります。反転入力端子は、電流が加算される点という意味で**サミング・ポイント**と呼ばれています。

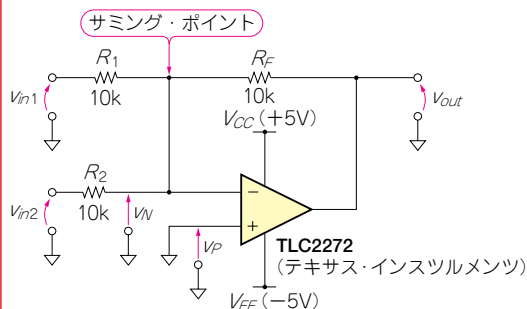


図1-3 二つの信号を足し合わせ増幅できる加算器

## ● 入力信号を積分する回路

図1-2の反転増幅回路の帰還抵抗 $R_F$ をコンデンサに置き換えると積分器(図1-4)になります。

$v_{in}$ は $R_1$ で電流に変換され、その電流が $C_1$ に充電されて出力電圧となります。このとき、 $C_1$ 両端の電圧は電流の積分値になります。つまり、出力電圧 $v_{out}$ は次式で表されます。

$$v_{out} = -\frac{1}{C_1} \int \frac{v_{in}}{R_1} dt$$

となります。

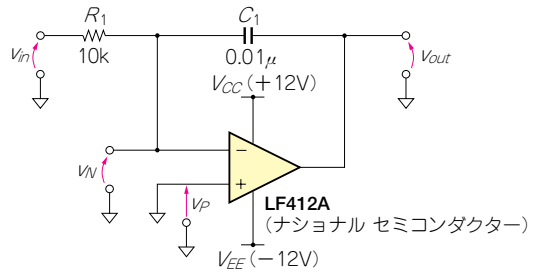


図1-4 入力信号を積分する回路

## 2 雑音に強くダイナミック・レンジの広いアンプ

細田 隆之  
Takayuki Hosoda

### ● 差動増幅回路の基本型

電子回路の低電圧化が進んでいます。OPアンプ回路の電源電圧も $\pm 15V$ から $\pm 5V$ 、そして $3V$ に低下しています。

電源電圧が低下すると、ダイナミック・レンジや出力電圧の確保が難しくなります。

また、小スペースにアナログ回路とデジタル回路が混在するのがあたりまえになり、雑音に強い入出力が差動タイプのアンプを使う機会が増えています。

図2-1に示すのは、最も基本的な差動増幅回路です。 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ としており、

$$v_{out} = 2(v_{in1} - v_{in2})$$

の関係があります。

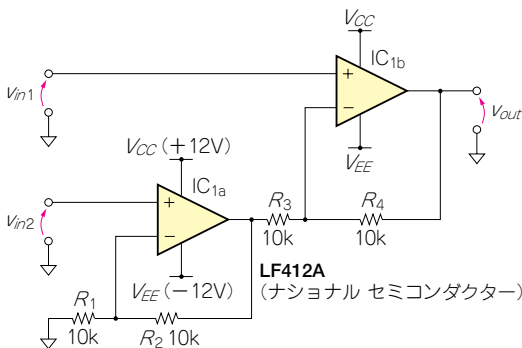


図2-1 差動増幅回路の基本型

### ● 高入力インピーダンス、高CMRRが得られるインストゥルメンテーション・アンプ

図2-2に示すのは、インストゥルメンテーション・アンプと呼ばれる差動増幅器です。

入力インピーダンスが高く、アンプのゲインを1本の抵抗で決定できます。

ゲイン決定用の抵抗以外の抵抗の値を同じにでき、トラッキング特性の良い集合抵抗を利用できるため、優れた同相電圧除去比(CMRR)が得られます。

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R \text{ とすると、}$$

$$v_{out} = (v_{in2} - v_{in1}) \left( 1 + \frac{2R}{R_g} \right)$$

となります。

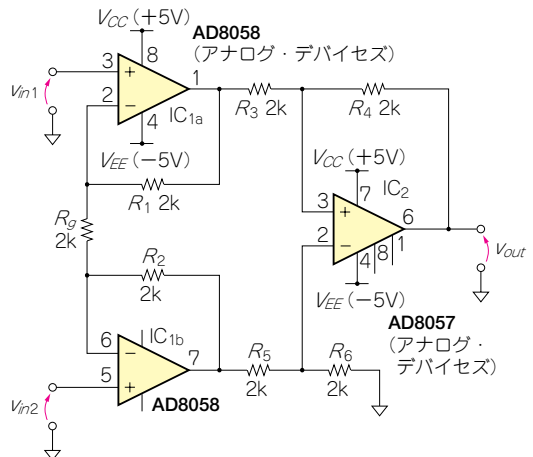


図2-2 高入力インピーダンス、高CMRRが得られるインストゥルメンテーション・アンプ