

第2章 これは覚えておかないといけない

差動増幅 OPアンプ減算回路

エンジニア Engineer

OPアンプを使った演算回路の2つ目は、減算回路です。減算回路では、2つの信号源をOPアンプの入力端子に接続して、両者の差分を増幅して出力します。差分を増幅することから差動増幅回路とも呼ばれています。

減算回路の理論

● 減算回路の概要

減算回路は、反転増幅回路と非反転増幅回路が組み合わさって動作するため、これまでの回路と比較すると動作がやや複雑です。

減算回路で2つの差分を取り出すには、抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 の関係性に着目します。図1において、OPアンプの2つの入力端子の入力抵抗 R_1 と R_3 の大きさが等しく($R_1=R_3$)、帰還抵抗 R_2 と接地抵抗 R_4 の大きさも等しいとき($R_2=R_4$)、2つの入力信号源の差分を取り出せます。このときのゲインは R_2/R_1 倍となり、反転増幅回路のゲインと同じように計算できます。

また、入力信号の純粋な差分、つまり回路のゲインを1倍とするには、すべての抵抗の抵抗値を等しい値($R_1=R_2=R_3=R_4$)とします。

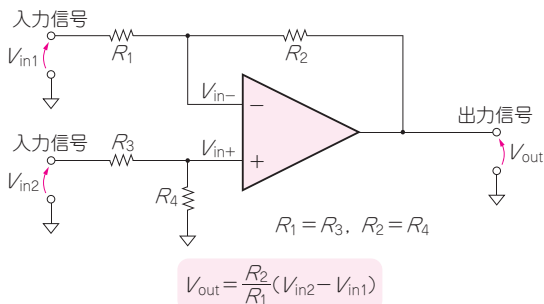


図1 反転加算回路の構成
減算回路は反転増幅回路と非反転増幅回路を組み合わせた構成

● 動作の概略

減算回路の動作をバーチャル・ショート的作用をもとに考えます。図2に示すように、バーチャル・ショートによってOPアンプの各入力端子にかかる電圧は等しくなります。

$$V_{in+} = V_{in-} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、非反転入力端子にかかる電圧は、入力信号 V_{in2} に対して抵抗 R_3 と R_4 で分圧した値となります。

$$V_{in+} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_{in2} \dots\dots\dots (2)$$

減算回路では、非反転入力端子にかかる電圧が V_{in2} によって常に変動します。この入力端子の電位が変動する点は、非反転増幅回路と同様の性質です。

一方で、反転入力端子のほうは反転増幅回路と同じように動作します。まず、入力抵抗 R_1 には、入力信号 V_{in1} と反転入力端子 V_{in-} 間の電位差に応じた電流 I_1 が流れます。

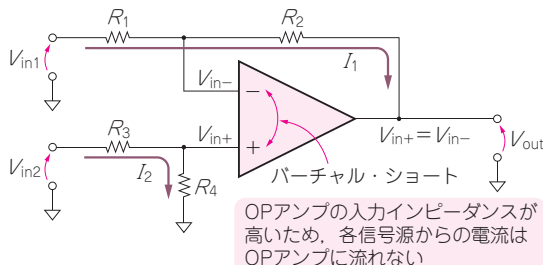
$$I_1 = \frac{V_{in1} - V_{in-}}{R_1} \dots\dots\dots (3)$$

この電流 I_1 は、OPアンプの入力インピーダンスが非常に高いため、帰還抵抗 R_2 にのみ流れます。

$$I_1 = \frac{V_{in-} - V_{out}}{R_2} \dots\dots\dots (4)$$

ここで式(3)と式(4)より、以下の関係が成り立ちます。

$$\frac{V_{in1} - V_{in-}}{R_1} = \frac{V_{in-} - V_{out}}{R_2}$$



OPアンプの入力インピーダンスが高いため、各信号源からの電流はOPアンプに流れない

図2 減算回路の電流の流れ方