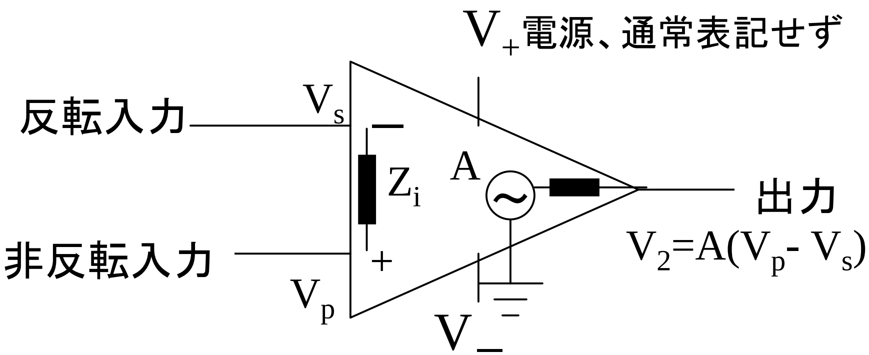
オペアンプ　演算増幅器

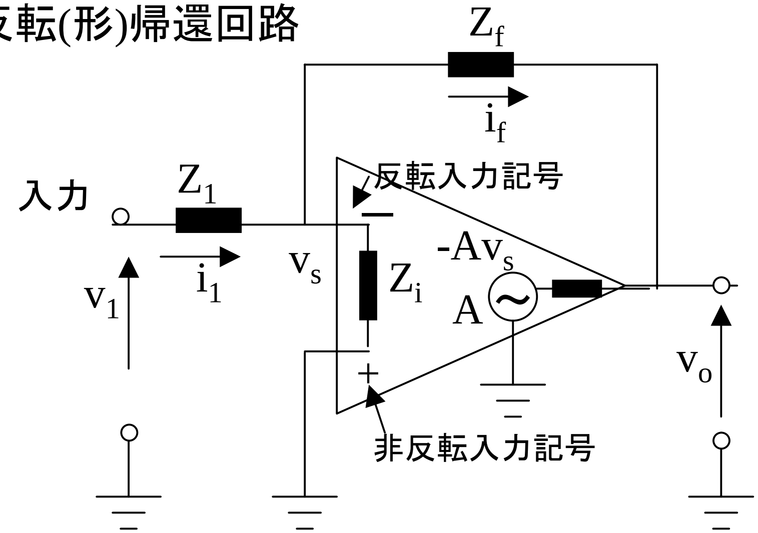


理想的な演算増幅器

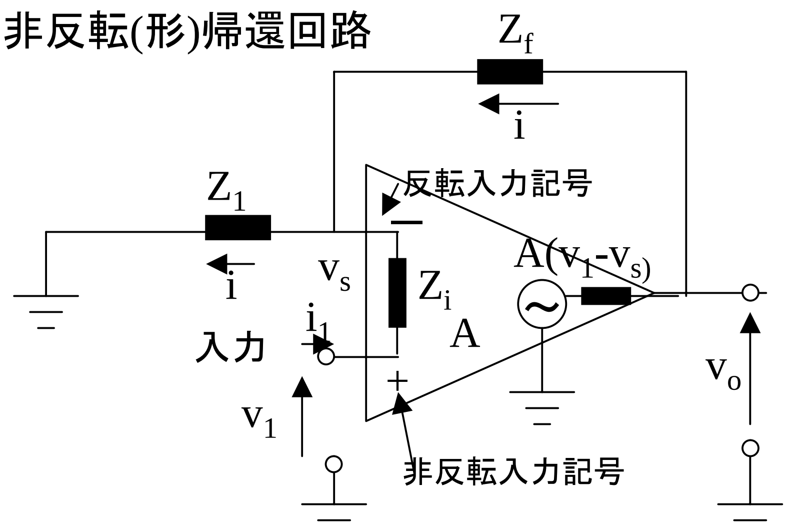
1. 利得Aが無限に大きい
2. 増幅できる周波数帯域が無限に広い
3. 入力インピーダンス　Zi　が無限に大きい
4. 出力インピーダンス　Zo が　0

通常、直流電源の表示は省略する。
反転入力端子への対地電圧入力Vsに対し、入力と逆極性の出力が得られる。
非反転入力端子への対地電圧入力Vpと同極性の出力が得られる。

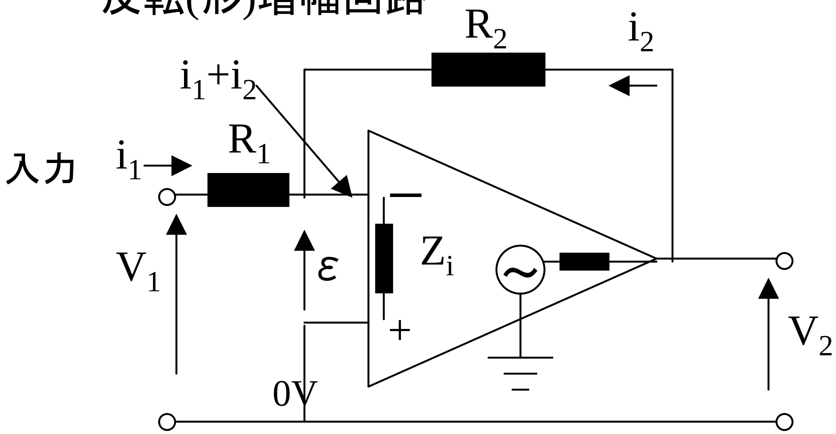
反転(形)帰還回路



非反転(形)帰還回路



反転(形)増幅回路



$$i_1 + i_2 = 0 \cdots Z_i = \infty \text{であるから電流が} 0$$

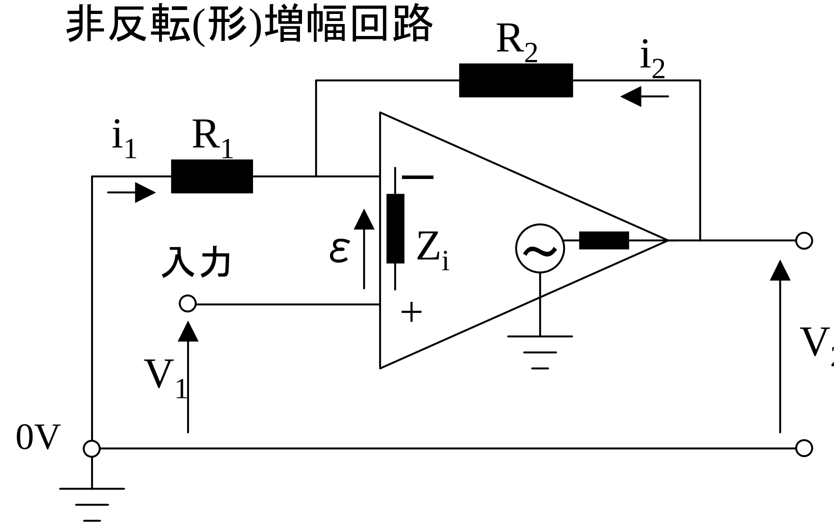
$$i_1 = \frac{V_1 - \varepsilon}{R_1},\ i_2 = \frac{V_2 - \varepsilon}{R_2}$$

$$\therefore \frac{V_1 - \varepsilon}{R_1} + \frac{V_2 - \varepsilon}{R_2} = 0$$

$$\varepsilon = -\frac{V_2}{A} \approx 0 \cdots A = \infty \text{ であるため。}$$

$$\boxed{\therefore \frac{V_2}{V_1} = -\frac{R_2}{R_1}}$$

非反転(形)増幅回路



$$i_1 + i_2 = 0$$

$$i_1 = \frac{0 - (V_1 + \varepsilon)}{R_1} = -\frac{V_1 + \varepsilon}{R_1},\ i_2 = \frac{V_2 - V_1 - \varepsilon}{R_2}$$

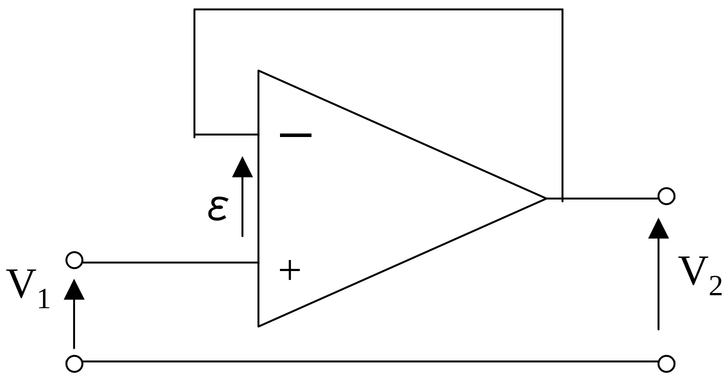
$$-\frac{V_1 + \varepsilon}{R_1} + \frac{V_2 - V_1 - \varepsilon}{R_2} = 0,\ \ \varepsilon = -\frac{V_2}{A} \approx 0$$

$$\therefore -\frac{V_1}{R_1} = \frac{V_1 - V_2}{R_2}$$

$$V_1\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = \frac{V_2}{R_2}$$

$$\boxed{\therefore \frac{V_2}{V_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}}$$

ボルテージフォロワ(電圧フォロワ)

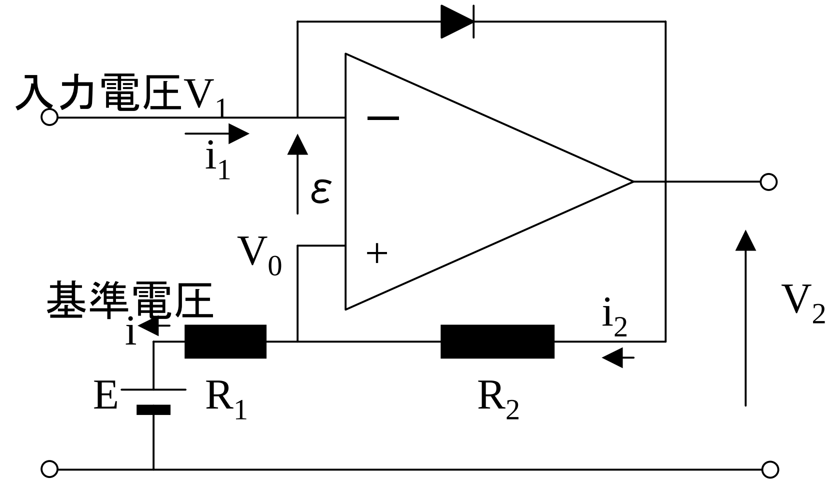


非反転増幅回路でR_1→∞、R_2→0　とすれば
ボルテージフォロワになる。

$$\varepsilon = V_2 - V_1$$
$$\varepsilon = \frac{V_2}{A} \approx 0$$
$$\therefore V_2 = V_1$$

V_1側から電流を供給することなく
$(Z_i = \infty)$ V_1 に追随する$V_2 = V_1$ を内部
インピーダンス 0 で供給できる。

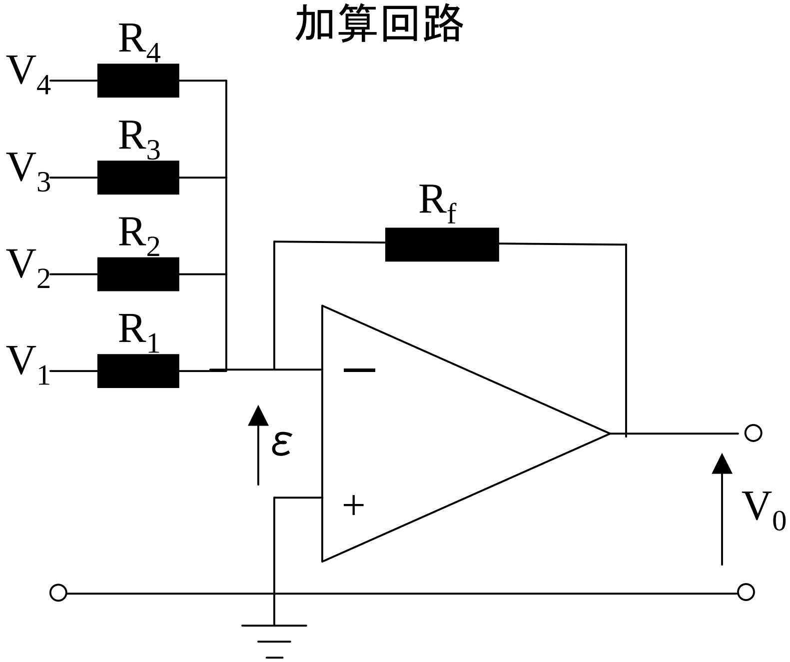
コンパレータ、電圧比較回路



$$V_0 = E + iR_1$$
$$i_2 = i \ (\because Z_i = \infty)$$
$$V_2 = iR_1 + i_2 R_2 + E$$
$$-\varepsilon = (V_0 - V_1) = \frac{V_2}{A} \approx 0$$
$$\therefore V_0 = V_1$$
$$i = \frac{V_2 - E}{R_1 + R_2} = \frac{V_1 - E}{R_1}$$
$$V_2 - E = \frac{R_1 + R_2}{R_1}(V_1 - E)$$

基準電圧との差電圧を増幅して出力する。

加算回路



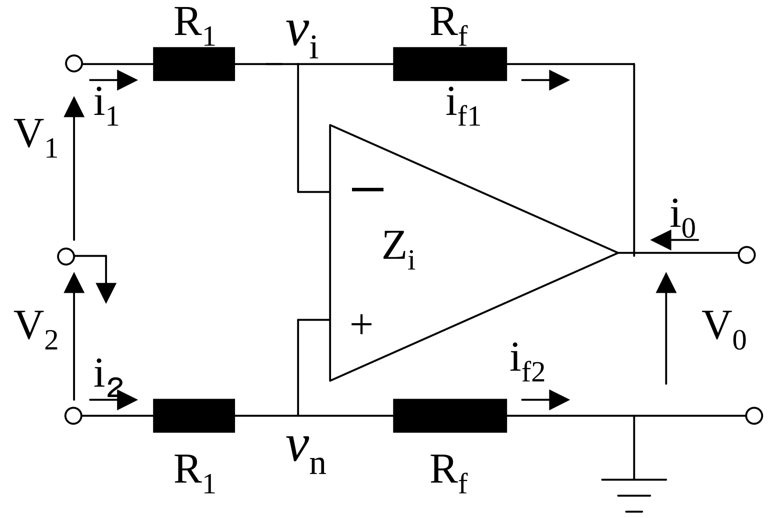
$$i = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \frac{V_4}{R_4} = -\frac{V_0}{R_f}$$

$$\therefore V_0 = -R_f\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \frac{V_4}{R_4}\right)$$

$$if \;\; R_f = R_1 = R_2 = R_3 = R_4,$$

$$V_0 = -(V_1 + V_2 + V_3 + V_4)$$

減算回路



$$(V_1 - v_i)/R_1 = -(V_0 - v_i)/R_f$$

$$(-V_2 - v_n)/R_1 = v_n/R_f = i_2$$

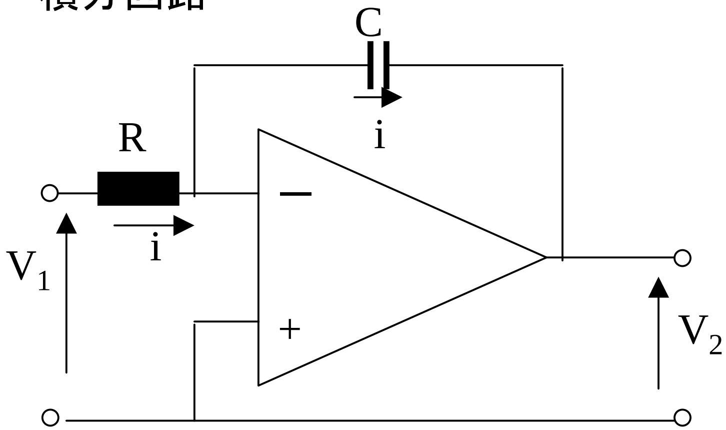
$$v_n = i_2 R_f = v_i$$

$$v_n = \frac{-1/R_1}{1/R_1 + 1/R_f} V_2 = \frac{-R_f}{R_1 + R_f} V_2$$

$$v_i = \frac{-V_1/R_1 - V_0/R_f}{1/R_1 + 1/R_f} = \frac{-R_f}{R_1 + R_f} V_1 - \frac{R_1}{R_1 + R_f} V_0$$

$$V_0 = \frac{R_f}{R_1}(V_2 - V_1)$$

積分回路



$$V_2 = -\frac{1}{C}\int_t i\,dt$$

$$i = \frac{V_1}{R}$$

$$V_2 = -\frac{1}{RC}\int_t V_1 dt$$

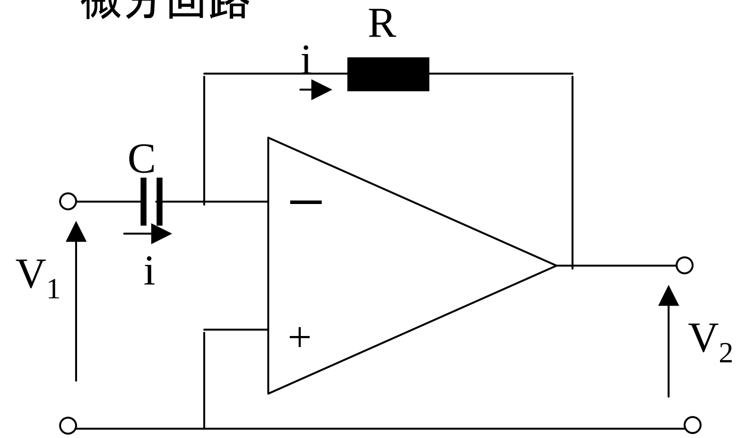
[別解] 反転形増幅器の性質から

$$V_2 = -\frac{R_2}{R_1}V_1$$

$$R_1 = R,\ \ R_2 = \frac{1}{sC}$$

$$V_2 = -\frac{1}{sCR}V_1 = -\frac{1}{RC}\int^t V_1 dt$$

微分回路



$$i = C\frac{dV_1}{d\,t} = -\frac{V_2}{R}$$

$$V_2 = -RC\frac{dV_1}{d\,t}$$

[別解] 反転形増幅器の性質から

$$V_2 = -\frac{R_2}{R_1}V_1$$

$$R_1 = \frac{1}{sC},\ \ R_2 = R$$

$$V_2 = -sCRV_1 = -RC\frac{dV_1}{dt}$$