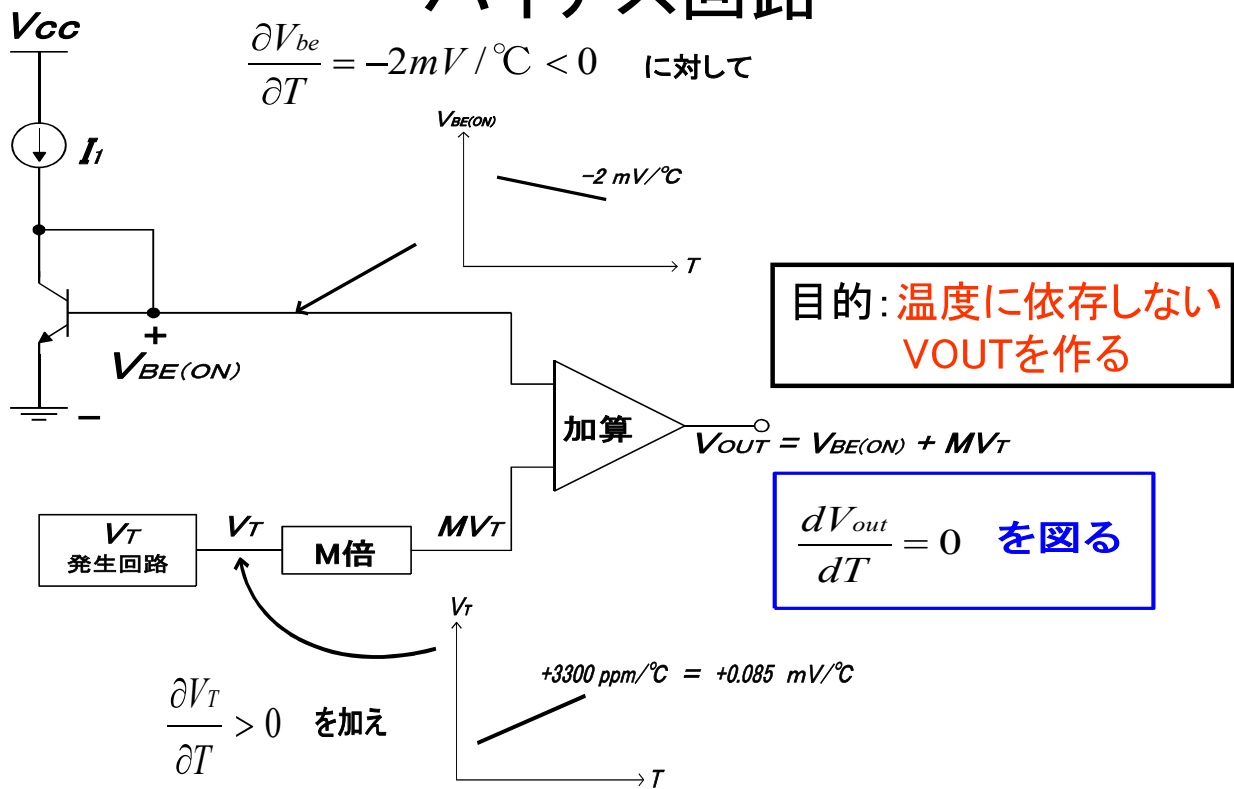
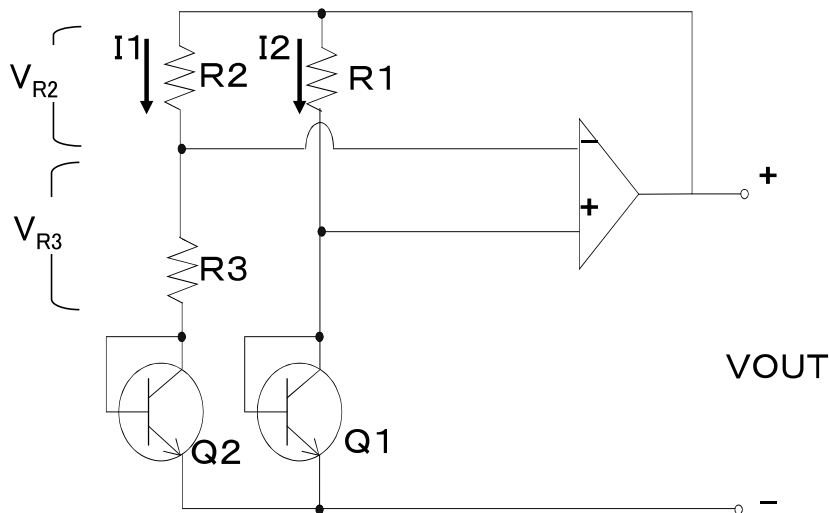


バンドギャップ電圧を基準にした バイアス回路



ワイドラー型バンドギャップ基準電圧回路 の改良



バンドギャップ基準電圧回路

(1) 原理

上図(a)にバンドギャップ基準電圧回路を示す。これは負の温度係数をもつ V_{BE} と、正の温度係数を持つ V_T に適当な係数 M を掛けて加算することにより、温度依存性をなくす方法であり、出力電圧がシリコンのバンドギャップ電圧で決まることからそうよ呼ばれる。

V_{BE} の温度依存性は、

$$I_C = I_S \cdot \exp(V_{BE} / V_T)$$

$$\therefore V_{BE} = V_T \cdot \ln(I_C / I_S)$$

$$\therefore \frac{dV_{BE}}{dT} = \frac{k}{q} \cdot \ln(I_C / I_S) = \frac{V_{BE}}{T} \approx -1.5 \sim -2 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$$

V_T の温度依存性は、

$$V_T = kT / q$$

$$\therefore \frac{dV_T}{dT} = \frac{k}{q} = \frac{1.38 \times 10^{-23}}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 0.087 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$$

$$V_{OUT} = V_{BE} + M \cdot V_T$$

$$V_{BE} = V_{G0} + F(T) \quad \text{で表される。}$$

$F(T)$ は複雑な式で表現され、ここでは省略する。

$$\left. \frac{dV_{OUT}}{dT} \right|_{T=T_0} = 0 \quad \text{の条件より、}$$

$$V_{OUT} = V_{G0} + kV_{T0} \approx 1.262 \text{ V}$$

ここで、

V_{G0} : バンドギャップ電圧(=1.205V)

k : 定数(数値例 2.2)



実際の基準電圧回路例

上図にワイドラ型基準電圧回路を示す。 R_3 に流れるのと同じ電流が R_2 にも流れるので

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_3} V_{R3} = \frac{R_2}{R_3} \Delta V_{BE} = \frac{R_2}{R_3} V_T \ln \frac{R_2 I_{S2}}{R_1 I_{S1}}$$

この式は熱電圧の温度依存性により、 R_2 の電圧が絶対温度に比例することを示している。オペアンプは R_1 と R_2 の電圧が等しくなるようにする。 R_2 と R_1 の比が I_1 と I_2 の比を決定。出力電圧は Q_2 と R_3 と R_2 の電圧の和となり

$$V_{OUT} = V_{BE2} + V_{R3} + V_{R2} = V_{BE2} + \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) \Delta V_{BE}$$

$$= V_{BE2} + \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) V_T \ln \frac{R_2 I_{S2}}{R_1 I_{S1}} = V_{BE2} + M V_T$$

$R_1 = R_2$ の場合、

$$M = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) \cdot \ln n$$

ここで、 $n = \frac{I_{S2}}{I_{S1}}$: Q_1 と Q_2 のサイズ比

このようにして、 R_2/R_3 と R_2/R_1 と n により設定される M の値をもって、回路はバンドギャップ基準電圧として振る舞う

