

## ご質問に対する解答

### 1 はじめに

以下の質問に対する解答をまとめます。CMOS アナログ (2) 第 5 章 スライド No.29 「一段構成差動アンプ」 $C_L \ll C_B$  の場合のトランジスタサイズ決定法

- $a^*$  の定義は何ですか？ また、 $g_{m1}/C_B$  からの導出結果から  $C_A$ 、 $C_B$  が何故消えてしまうのかがわかりません。導出の途中経緯をご紹介ください。 -

### 2 第 5 章 スライド No.29 「一段構成差動アンプ」 $C_L \ll C_B$ の場合のトランジスタサイズ決定法

単位利得周波数  $\omega_u$  は次の式で表せます。

$$\omega_u = \frac{g_{m1}}{C_B + C_L} \simeq \frac{g_{m1}}{C_B} \quad (1)$$

ここで  $g_{m1}$  は次のように表されます。

$$g_{m1} = \sqrt{\mu_n C_{OX} \left(\frac{W}{L}\right)_1 I_{SS}} \quad (2)$$

続いて  $C_B$  がどのように表されるかを考えます。 $C_B$  はトランジスタ M4 のドレイン基板間容量  $C_{dsub4}$  とトランジスタ M2 のドレイン基板間容量  $C_{dsub2}$  の和です。

$$C_B = C_{dsub4} + C_{dsub2} \quad (3)$$

ドレイン基板間容量をトランジスタのゲート容量  $C_g$  の定数倍 ( $k$  倍  $\simeq 1.5$ ) になるとします (第 4 章スライド No.9 あたりを参照)。すると  $C_B$  は、

$$C_B = k(C_{g4} + C_{g2}) \quad (4)$$

$$= kC_{OX} \{(WL)_4 + (WL)_2\} \quad (5)$$

となります。ここで、 $C_{g4} = C_{OX}(WL)_2$  を使っています。 $C_{OX}$  はトランジスタのゲートの単位面積辺りの容量を表しており、それにゲート面積  $(WL)_1$  を掛けています。トランジスタのゲート長  $L$  が同じであると仮定し、さらに  $(W/L)_4 = (W/L)_3$  かつ  $(W/L)_2 = (W/L)_1$  と仮定すると、

$$C_B = kC_{OX}L \left\{ \left(\frac{W}{L}\right)_4 + \left(\frac{W}{L}\right)_2 \right\} \quad (6)$$

$$= kC_{OX}L \left\{ \left(\frac{W}{L}\right)_3 + \left(\frac{W}{L}\right)_1 \right\} \quad (7)$$

$$= kC_{OX}L \left(\frac{W}{L}\right)_1 (1+b) \quad (8)$$

と表すことができます。最後の式変形で  $(W/L)_3 = b(W/L)_1$  を使用しています (第 5 章スライド No.29 を参照)。

式 (2) , (8) を式 (1) に代入すると ,

$$\omega_u \simeq \frac{g_{m1}}{C_B} = \frac{\frac{\sqrt{\mu_n C_{OX}}}{k C_{OX} L}}{1 + b} \sqrt{\frac{I_{SS}}{(W/L)_1}} \quad (9)$$

を得ることができます . すなわちスライド中の  $a^*$  は  $\frac{\sqrt{\mu_n C_{OX}}}{k C_{OX} L}$  ということになります .