

基礎電子回路 (第8回)

E科 鹿間 信介

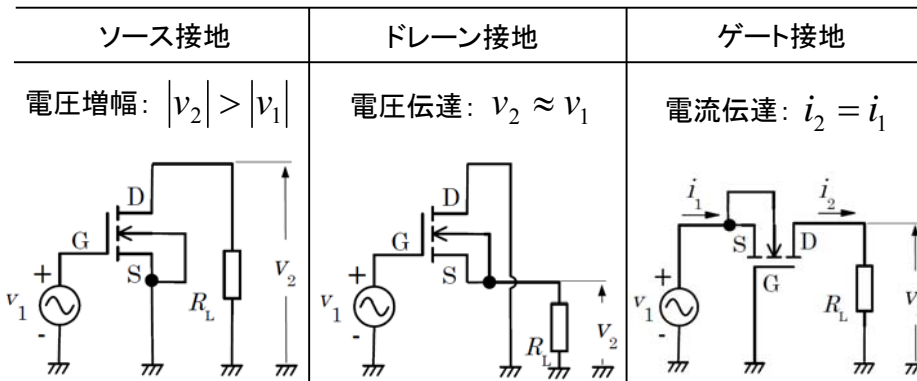
- トランジスタ基本回路
 - 3.1 3種類の接地形式
 - 3.2 MOS FET基本増幅回路

・提出課題(#1): 来週配布, 11月24日(木)17時提出期限
 ・中間試験: 11月25日(金), 参照物なし, 電卓持参,
 (マークシート用鉛筆)

撰大・鹿間

MOS FETの接地形式

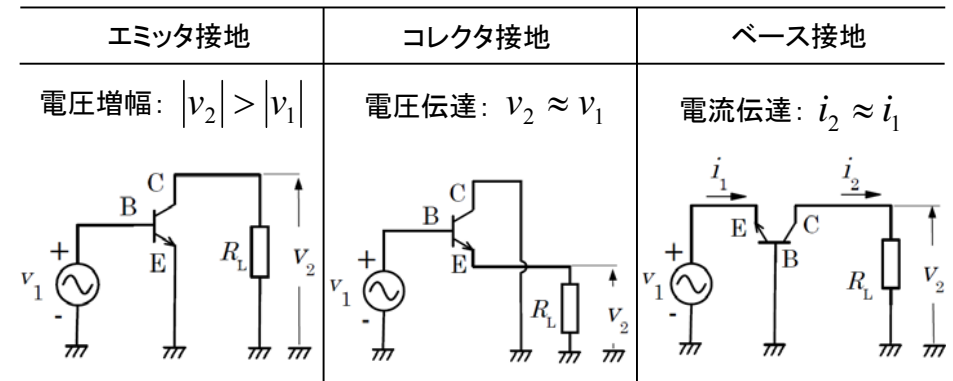
- 3個の端子(S, D, G)のどれを接地するかで3種類
 - S接地 (増幅信号を R_L より取り出し), D・G接地 (電圧・電流伝達)
- 下図は信号に対する回路 (バイアス回路を省略)



撰大・鹿間

バイポーラトランジスタの接地形式

- 3個の端子(E, C, B)のどれを接地するかで3種類
 - E接地 (増幅信号を R_L より取り出し), C・B接地 (電圧・電流伝達)
- 下図は信号に対する回路 (バイアス回路を省略)



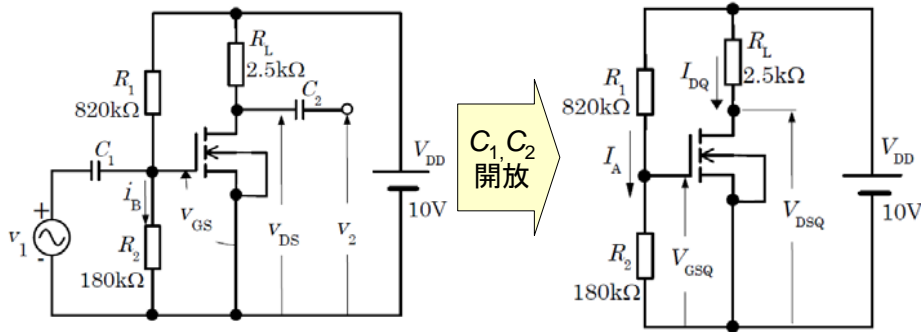
撰大・鹿間

トランジスタ基本回路

- 複雑な電子回路: 一個のTR回路の組合せ
- 3端子素子(FET, バイポーラTR)
 - どの端子を接地するかで3種類の方式
 - MOS FET, バイポーラTRの一方が理解できれば他方も容易!
 - しかし, 基本回路は大変重要なので両方学ぶ

MOS FET -- ソース接地回路(1)

- 信号増幅用の基本回路 (回路は復習)
- 解析
 - 直流解析 (バイアス計算)
 - 交流解析 (微小信号等価回路による計算 (増幅度など))



MOS FET -- ソース接地回路(2); 直流解析

- ゲートには電流が流れないので,

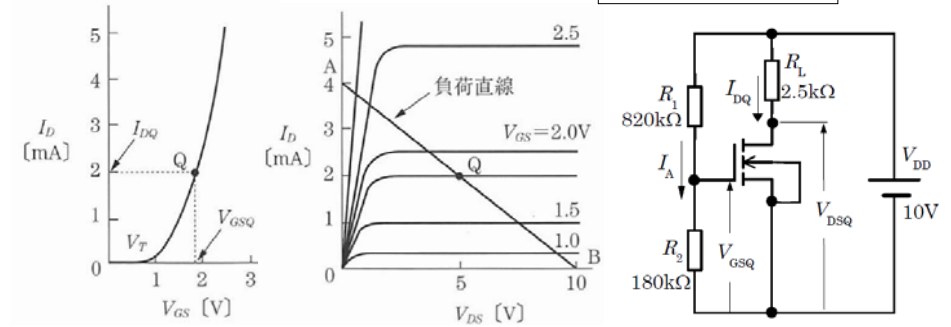
$$V_{GSQ} = R_2 I_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{DD}$$

数値例: $V_{GSQ} = \frac{180}{820+180} \cdot 10 = 1.8V$

$I_D - V_{GS}$ 特性から
 $I_{DQ} = 2mA$

$V_{DS} = V_{DD} - R_L I_D$
 $V_{DSQ} = 5V$

- バイアス点(Q)の決定:



MOS FET -- ソース接地回路(3); 交流解析

- 入力インピーダンス
 - ゲートには電流が流れないので,

$$Z_{in} = \frac{v_1}{i_1} = R_1 // R_2 \Rightarrow Z_{in} = 147.6k\Omega$$

- 電圧増幅率

$$v_2 = -g_m v_{gs} R_L = -g_m v_1 R_L$$

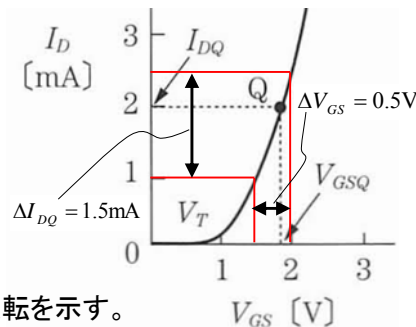
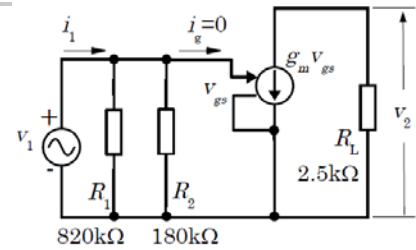
$$A_v = v_2 / v_1 = -g_m R_L$$

g_m は $I_D - V_{GS}$ 特性の接線傾きより読取る。

$$g_m \approx \Delta I_D / \Delta V_{GS} = 1.5mA / 0.5V = 3.0mS$$

$$\Rightarrow A_v = -g_m R_L \approx -7.5$$

(注) マイナス符号は入力・出力波形の反転を示す。



MOS FET -- ソース接地回路(4); 設計

- 設計は解析の逆 (回路図の定数を決定)
- 電圧増幅率-10倍, $Z_{in} = 100k\Omega$

$$A_v = -g_m R_L \Rightarrow \text{片方は自由に決まる。}$$

$$I_{DQ} = 1mA, g_m = 2mS \text{ とすると,}$$

$$\Rightarrow R_L = -A_v / g_m = 5k\Omega$$

$$I_{DQ} = 1mA \Rightarrow R_L I_{DQ} = 5V$$

V_{DD} をこの2倍にすると, V_{DSQ} は V_{DD} の半分 (最適設計) $\therefore V_{DD} = 10V$

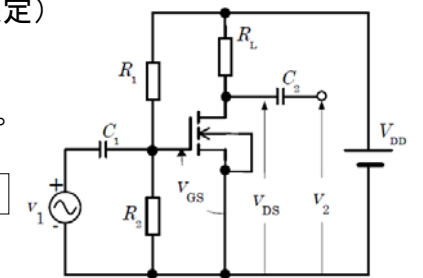
- バイアス用抵抗 R_1, R_2 の決定

$I_D - V_{GS}$ 特性: $I_{DQ} = 1mA, V_{GSQ} = 2V$ だった場合

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_{GSQ}}{V_{DD}} = 0.2 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_1 / R_2 = 4.0 \\ Z_{in} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 100k\Omega \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_1 = 500k\Omega \\ R_2 = 125k\Omega \end{array} \right.$$

摂大・鹿間



マークシート記入法（鉛筆で塗る！）

The diagram shows a mark sheet with the following sections:

- フリガナ** (Kana name)
- 氏名** (Name)
- 年** (Year), **月** (Month), **日** (Day)
- 学籍番号** (Student ID number)
- 問** (Questions) 1-10
- 解答欄** (Answer column) with bubbles for digits 0-9.

Instructions and annotations:

- ① 氏名, 日付を記入 (Enter name and date)
- ② 学籍番号 (6桁)
 - ・ 左詰め数字記入 (Left-align digits)
 - ・ 左詰めマーク (Left-align mark)

Additional notes:

- 右5桁 記入不要 (Right 5 digits do not need to be entered)
- 基礎電子回路 (Basic Electronics Circuit)
- 左詰めマーク(上段に数字を書く) (Left-align mark (write digits in the top row))

撰大・鹿間 (Shizuoka University, Kamakura)