

# デザインプロジェクト I

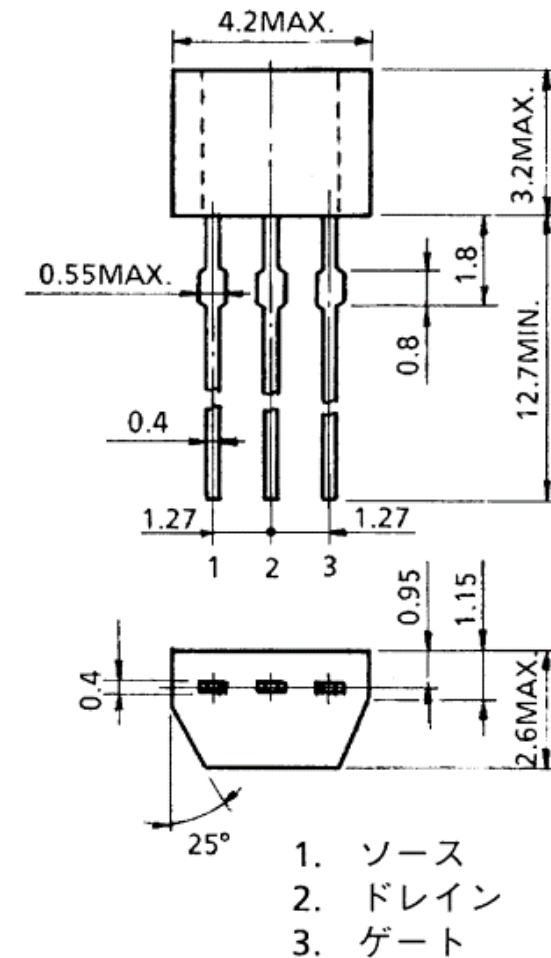
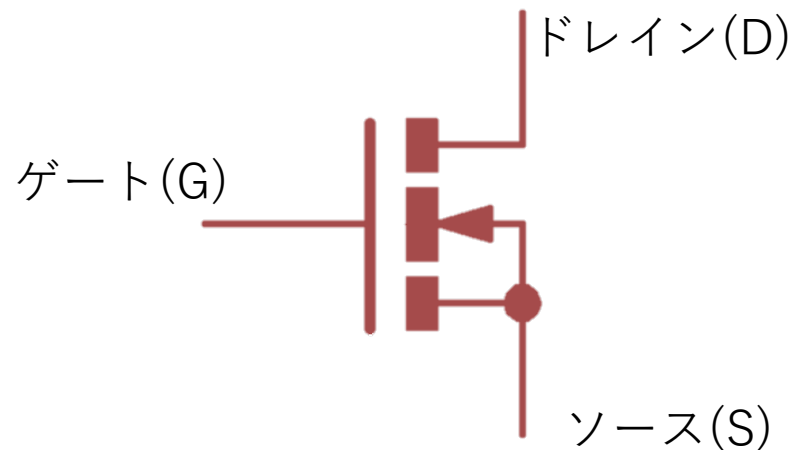
## トランジスタ増幅回路

16T2804J 入江一帆

16T2806E 齊藤陽平

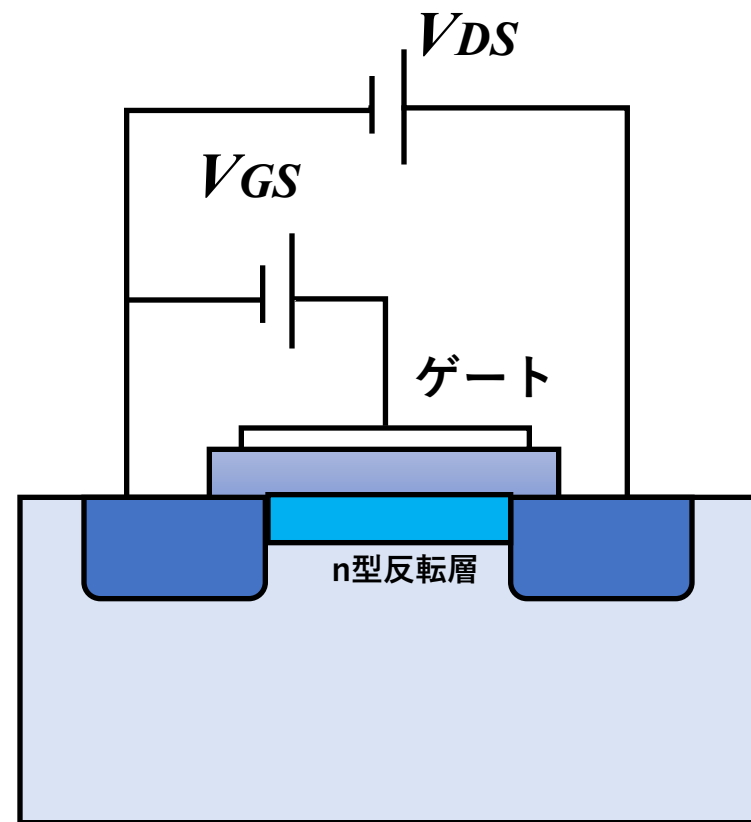
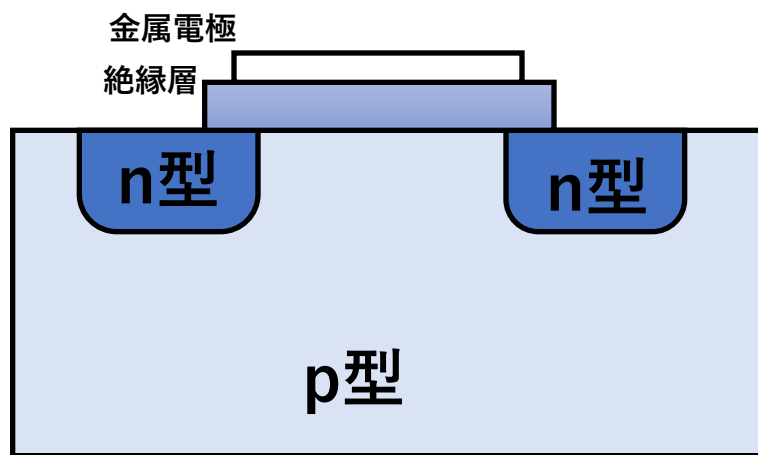
# 実験目的

電界効果トランジスタの基本回路であるソース接地小信号増幅回路について基礎を理解する。

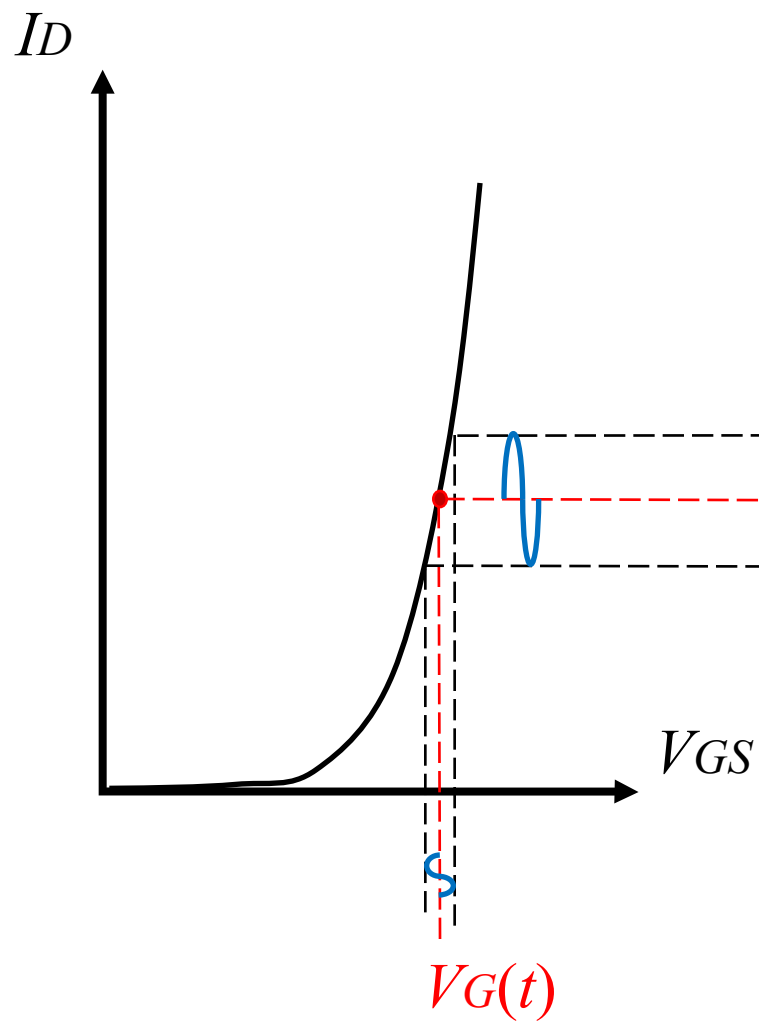


[https://www.chip1stop.com/pdf/product/TOSH/2SK1825\\_JA\\_DATASHEET\\_071101.PDF](https://www.chip1stop.com/pdf/product/TOSH/2SK1825_JA_DATASHEET_071101.PDF) より

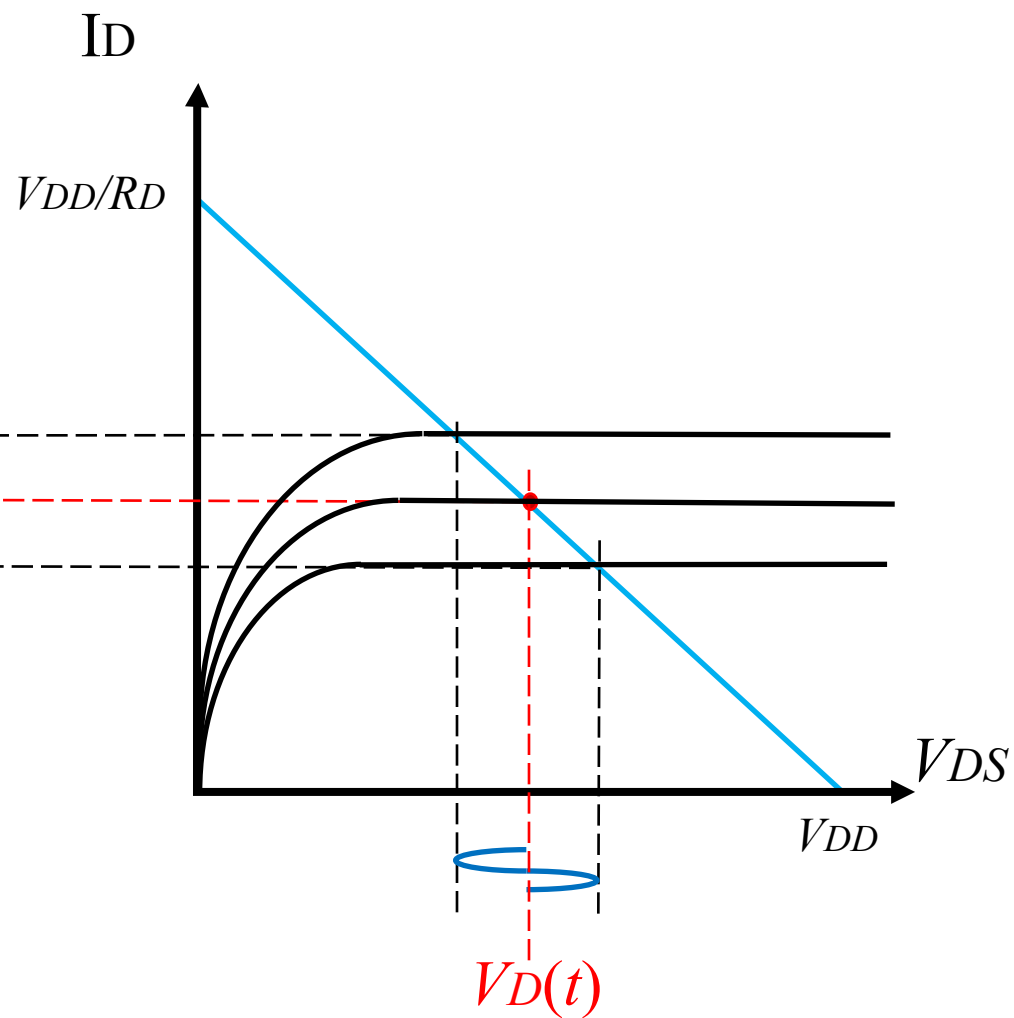
# 原理 FETについて



# 原理 FETによる増幅の仕組み



ドレイン電流とゲート-ソース間電圧の関係



ドレイン-ソース間電圧とドレイン電流の関係

# 実験内容

1. ソース接地小信号増幅回路の動作確認
2. ソース接地小信号増幅回路の周波数特性の測定

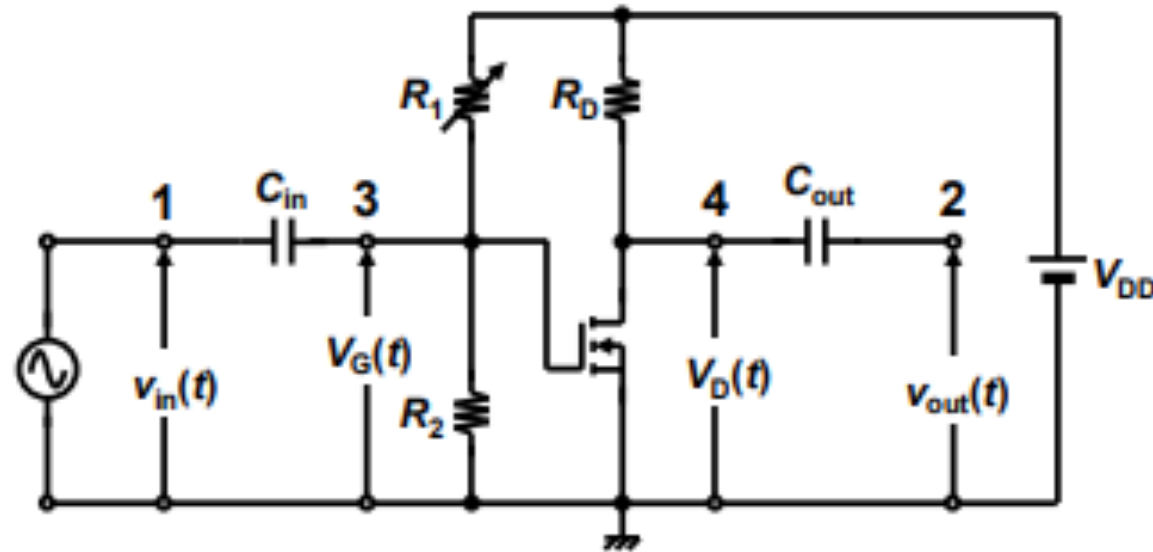


図 ソース接地増幅回路

# 増幅回路の動作確認 結果

回路定数

$$R_D = 4.67 \text{ k}\Omega, C_{in} = 10.65 \mu\text{F}, C_{out} = 10.22 \mu\text{F}, R_2 = 10.00 \text{ k}\Omega$$

相互コンダクタンス

|          | 下側(m)     | 中心 (A)    | 上側(p)     |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| ゲートソース電圧 | 1.962 [V] | 1.989 [V] | 2.008 [V] |
| ドレイン電流   | 1.05 [mA] | 1.28 [mA] | 1.42 [mA] |

$$\therefore \text{相互コンダクタンス } g_m = 8.04 \text{ mS}$$

電圧利得と位相差について

$$\Delta T = 50 \mu\text{s}, v_{out} = 1.75\text{V} \Rightarrow \eta_v = 20\log(35) = 30.88 \text{ [dB]}, \theta = -180 \text{ [deg]}$$

# 増幅回路の動作確認 考察

## 増幅率(計算値)

ドレイン電流 $I_D$ の振幅は入力電圧の $g_m$ 倍

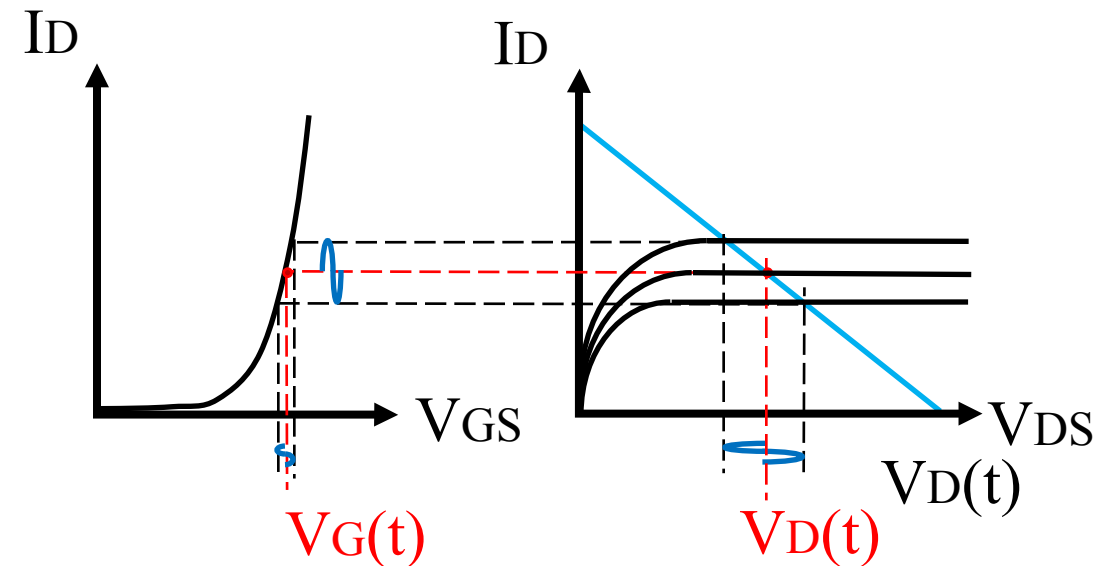
出力電圧の振幅は $I_D$ の $-R_D$ 倍

⇒電圧増幅率は $g_m \times R_D = 37.55$ 倍

電圧利得 $20\log(g_m \times R_D) = 31.49$  [dB]

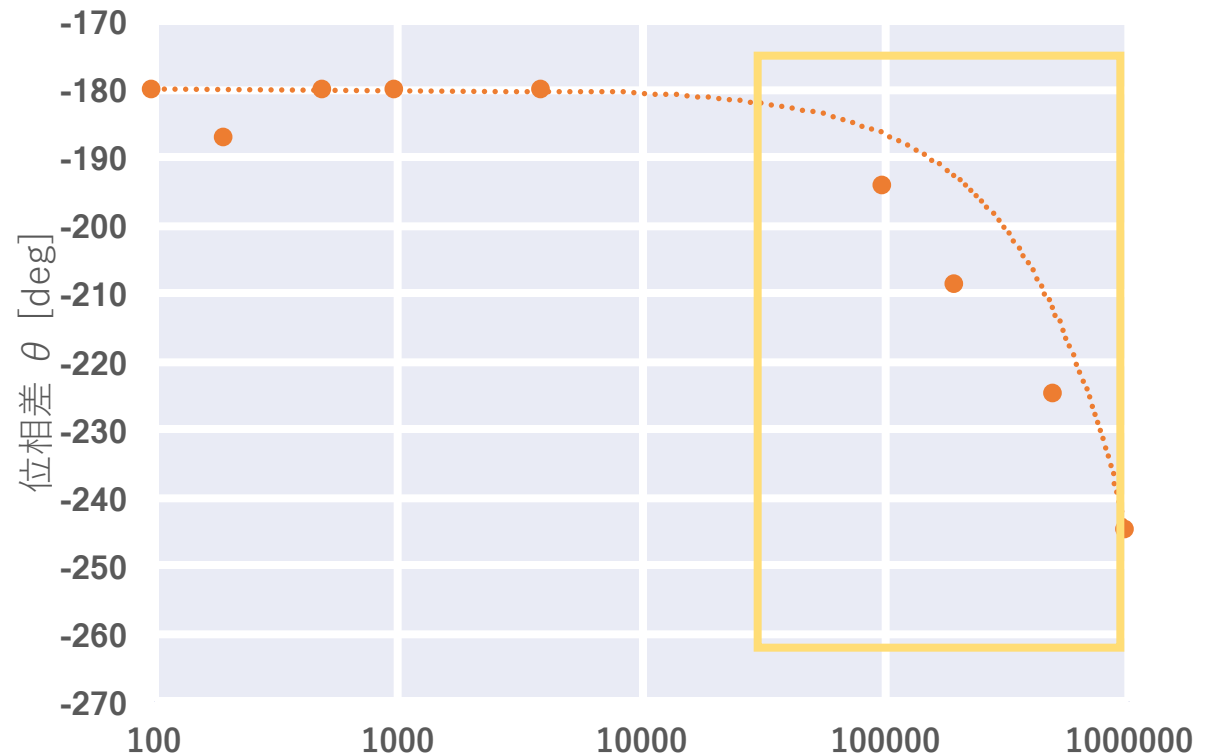
## 増幅率(実験結果)

35 [倍], 30.88136 [dB]



# 周波数特性の測定 結果

| f [Hz] | T [sec] | $\Delta T$ [秒] | $\theta$ [deg] | $V_{out}$ [V] | $\eta_v$ [dB] |
|--------|---------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| 100    | 1.E-02  | 5.E-03         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 200    | 5.E-03  | 3.E-03         | -187.2         | 1.75          | 30.88136      |
| 500    | 2.E-03  | 1.E-03         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 1k     | 1.E-03  | 5.E-04         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 4k     | 3.E-04  | 1.E-04         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 10k    | 1.E-04  | 5.E-05         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 40k    | 3.E-05  | 1.E-05         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 100k   | 1.E-05  | 5.E-06         | -194.4         | 1.65          | 30.37028      |
| 200k   | 5.E-06  | 3.E-06         | -208.8         | 1.5           | 29.54243      |
| 500k   | 2.E-06  | 1.E-06         | -225           | 1.1           | 26.84845      |
| 1M     | 1.E-06  | 7.E-07         | -244.8         | 0.64          | 22.1442       |

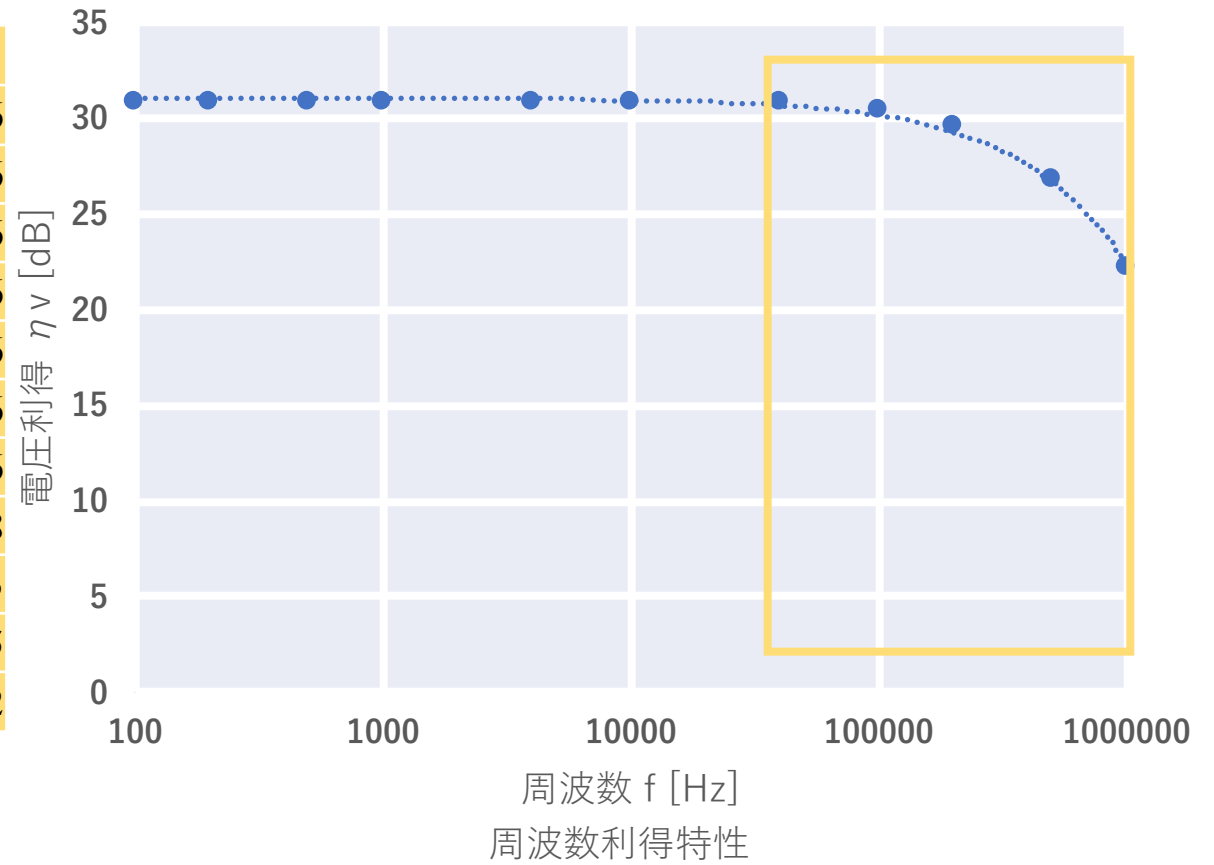


周波数 f [Hz]  
周波数位相差特性



# 周波数特性の測定 結果

| f [Hz] | T [sec] | $\Delta T$ [秒] | $\theta$ [deg] | $V_{out}$ [V] | $\eta_v$ [dB] |
|--------|---------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| 100    | 1.E-02  | 5.E-03         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 200    | 5.E-03  | 3.E-03         | -187.2         | 1.75          | 30.88136      |
| 500    | 2.E-03  | 1.E-03         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 1k     | 1.E-03  | 5.E-04         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 4k     | 3.E-04  | 1.E-04         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 10k    | 1.E-04  | 5.E-05         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 40k    | 3.E-05  | 1.E-05         | -180           | 1.75          | 30.88136      |
| 100k   | 1.E-05  | 5.E-06         | -194.4         | 1.65          | 30.37028      |
| 200k   | 5.E-06  | 3.E-06         | -208.8         | 1.5           | 29.54243      |
| 500k   | 2.E-06  | 1.E-06         | -225           | 1.1           | 26.84845      |
| 1M     | 1.E-06  | 7.E-07         | -244.8         | 0.64          | 22.1442       |



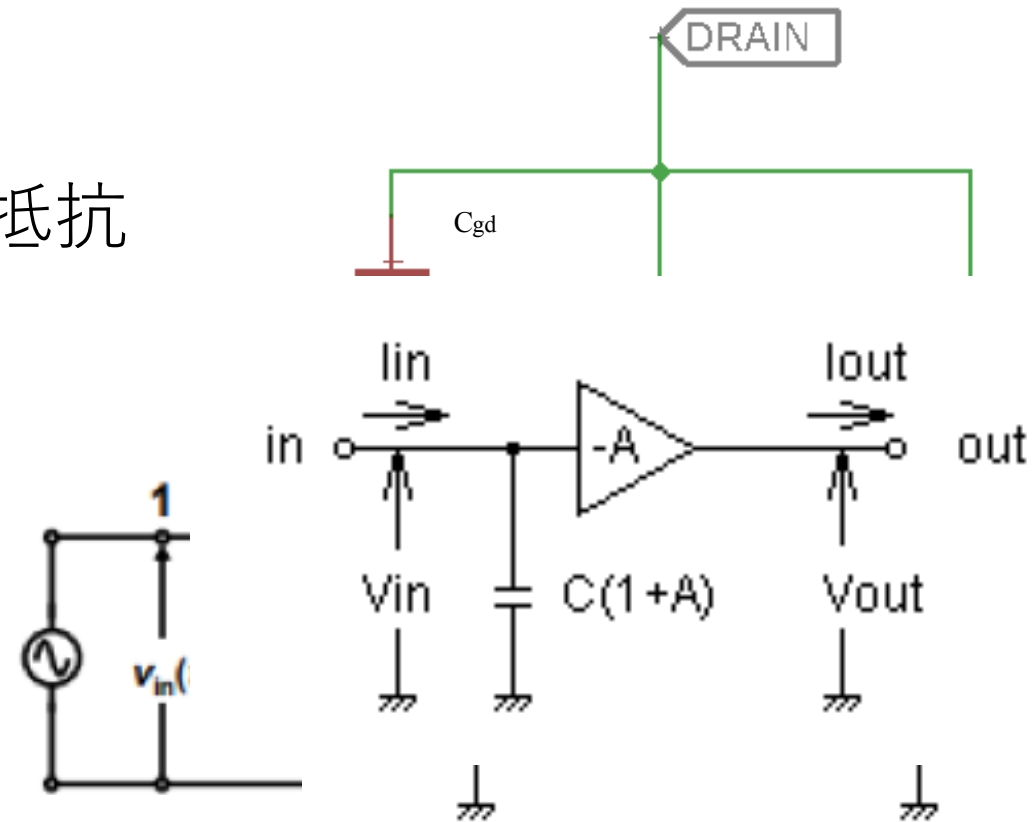
# 周波数特性の測定 考察

高周波で**利得低下**, **位相遅れ** ⇒ **LPF**

## 寄生容量

FET, プローブ, 負荷抵抗

## ミラー効果



# まとめ

ソース接地増幅回路

高周波信号には**適さない**

寄生容量、ミラー効果

飽和領域で動作させる

**高精度** 誤差率：約 **7** %

# 蛇足

ボトルネックは人間

ex. 位相差

周期  $\Rightarrow$  時間差  $\Rightarrow$  角度

細かい

細かい

少しの差が大きく影響

## アナログ測定器はクソ

# Index

1. 実験目的
2. 原理
3. 実験内容
4. 増幅回路の動作確認
5. 増幅回路の測定
6. まとめ

## 参考サイト

“MOSFETで増幅器を設計 (1)”, ディー・クルー・テクノロジーズ 美齊津摂夫 < <http://eetimes.jp/ee/articles/1101/12/news108.html> >, (参照2018-7/25)

“MOSFETとは-寄生容量とその温度特性”, rohm TechWeb, < <http://micro.rohm.com/jp/techweb/knowledge/si/s-si/03-s-si/4873> >, (参照2018-7/25)

“ミラー効果と増幅回路の周波数特性” 京都大学原子核ハドロン物理学研究室, < <http://www-nh.scphys.kyoto-u.ac.jp/~enyo/kougi/elec/node40.html> >, (参照2018-7/25)