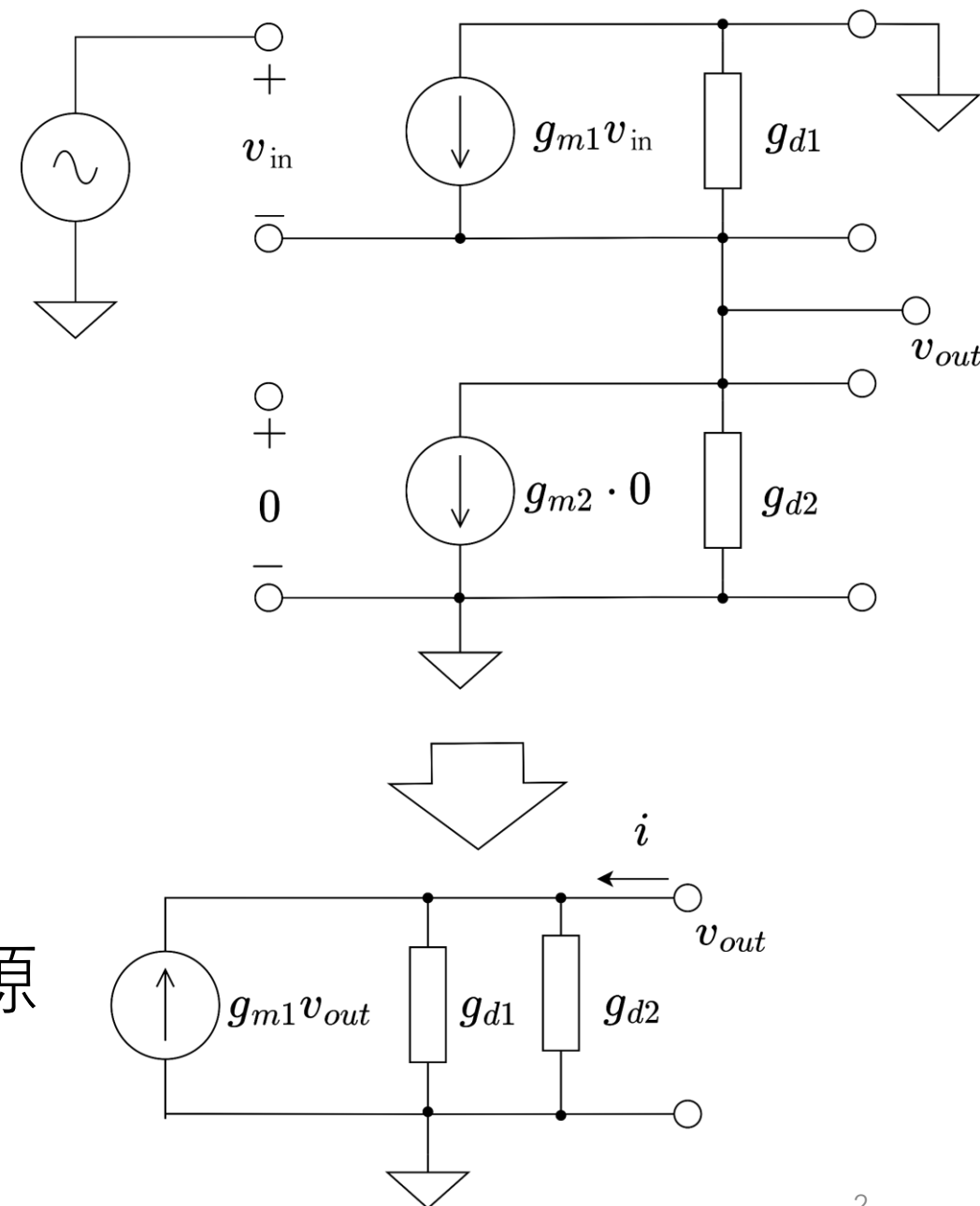
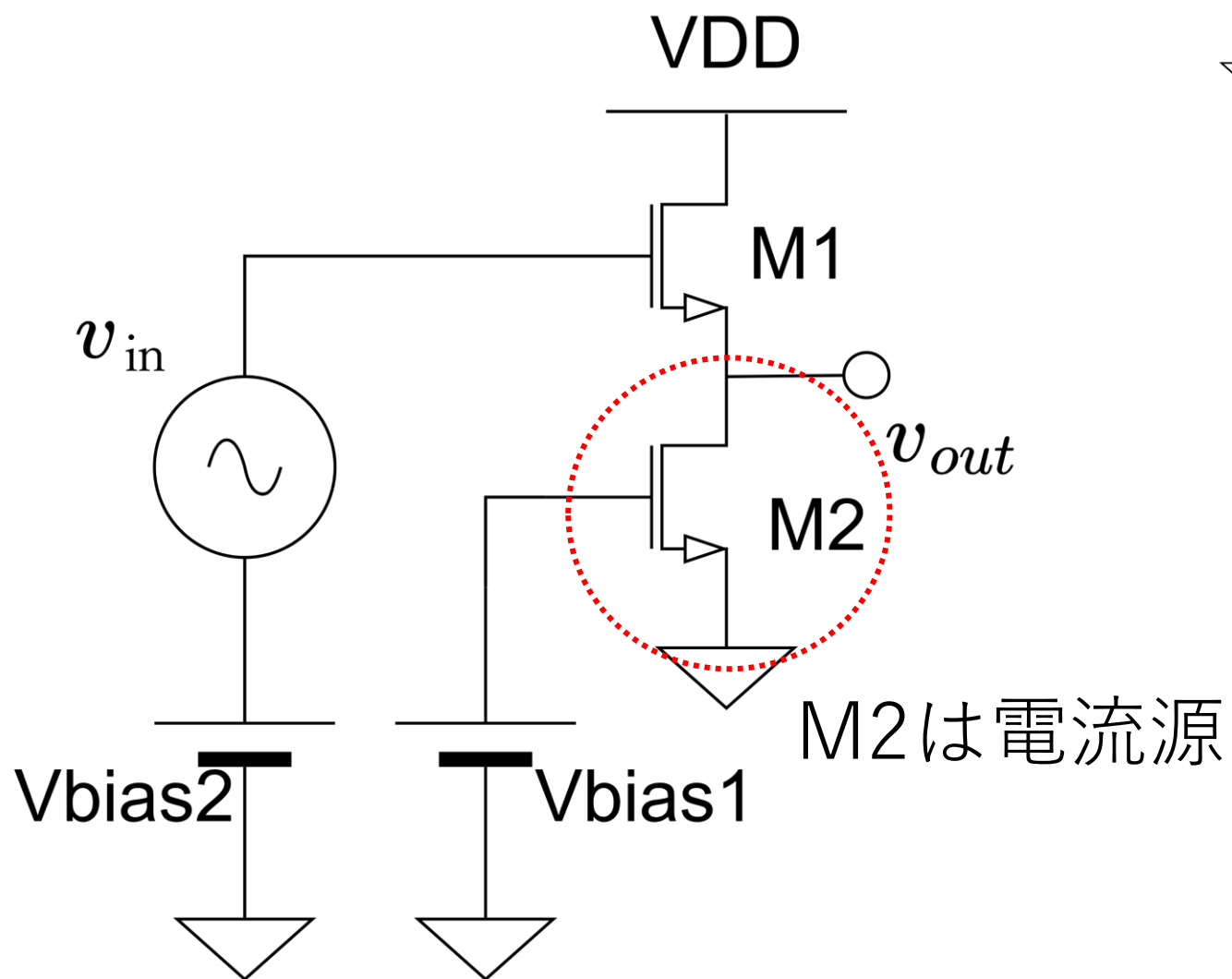


2023 / 06 / 05

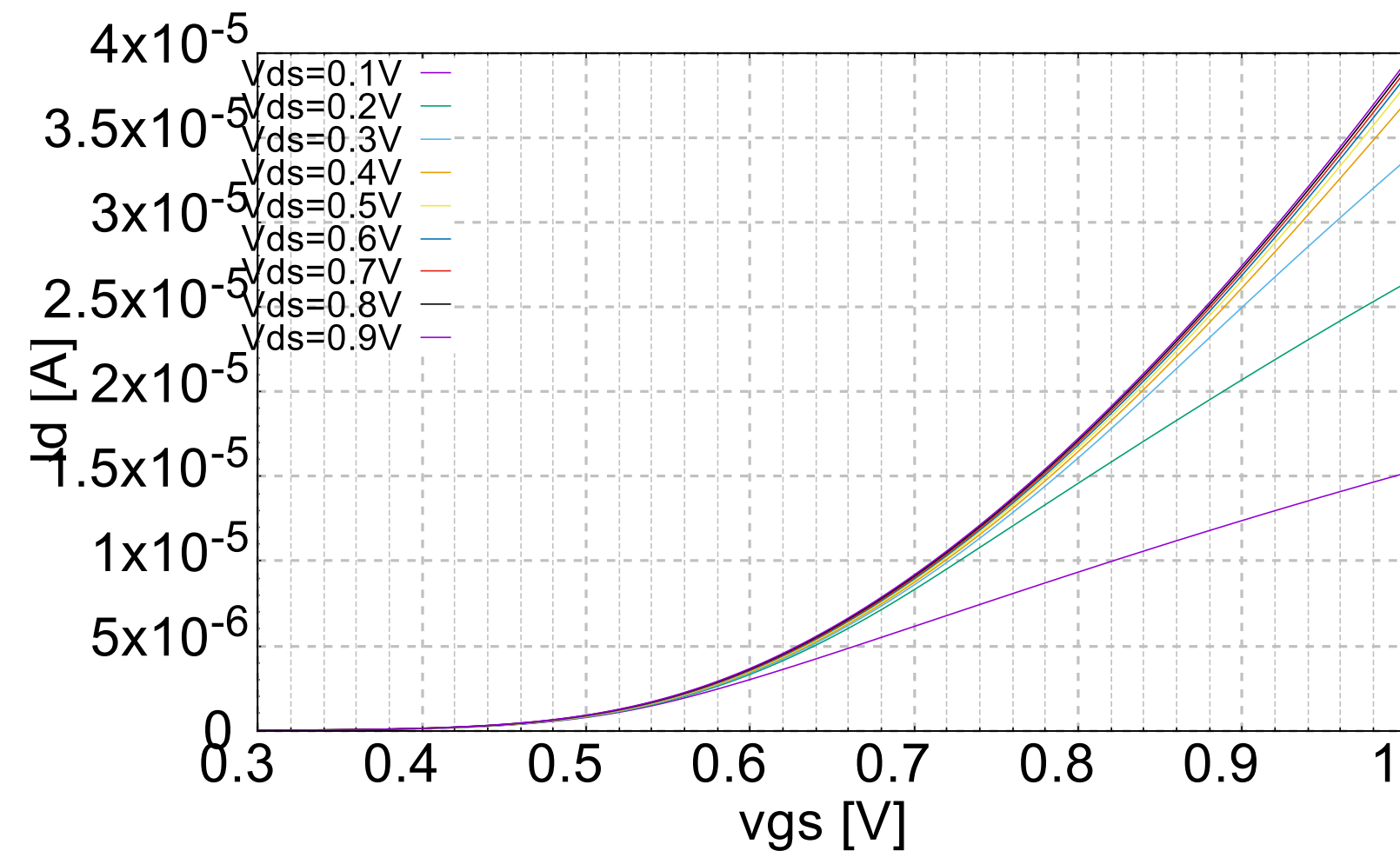
# 進捗報告

B4 小島光

# バッファの構成



# 電流源の設計－閾値電圧の推定



Gnuplotのfitコマンドを用いて非線形最小二乗法により

prosecc : rhom  $0.18\mu$

チャネル幅 :  $1\mu\text{m}$

チャネル長 :  $1\mu\text{m}$

ドレインソース間電圧  
:  $0.1 \sim 0.9\text{V}$

の条件で

$$I_d(v_{gs})$$

$$= K_{c1} \cdot (v_{gs} - V_{th})^2$$

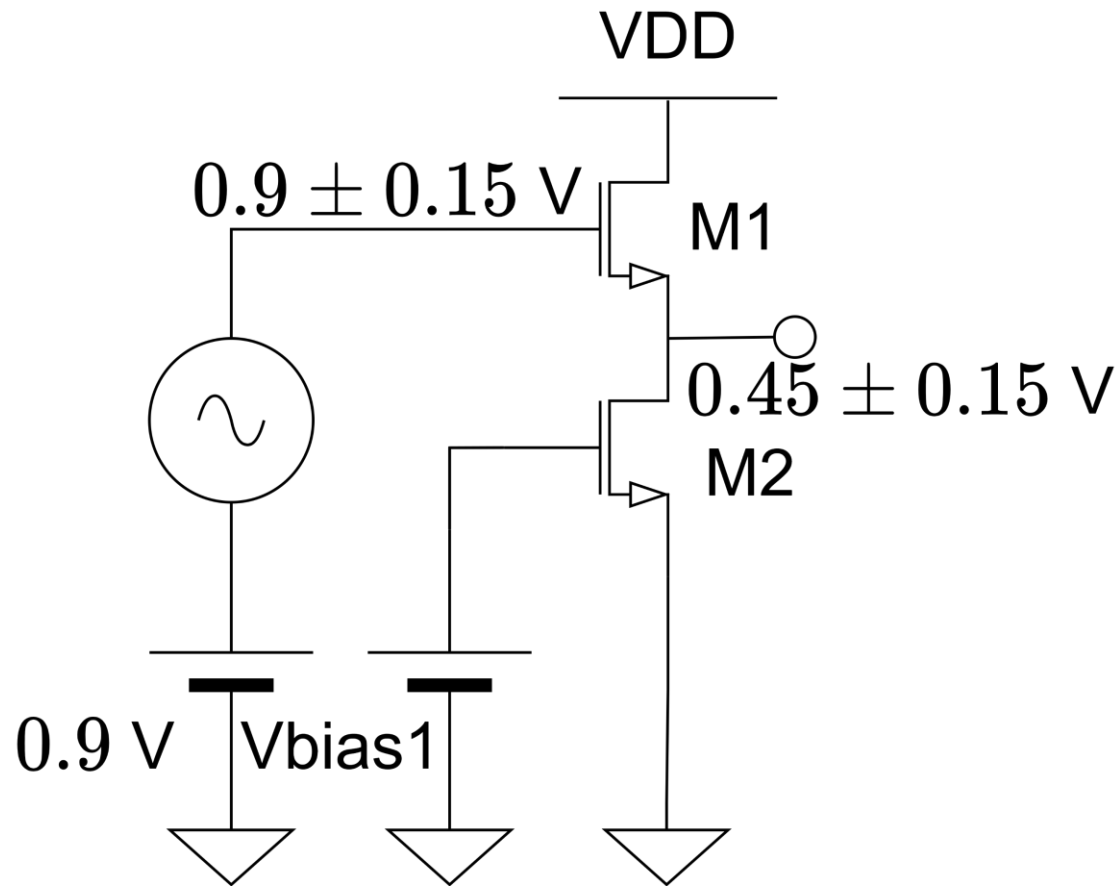
に近似

# 電流源の設計－閾値電圧の推定

vds [V]	Vth [V]	Kc [S/V]
0.1	0.40	7.64.E-05
0.2	0.41	8.95.E-05
0.3	0.42	1.06.E-04
0.4	0.42	1.07.E-04
0.5	0.42	1.08.E-04
0.6	0.42	1.09.E-04
0.7	0.42	1.10.E-04
0.8	0.42	1.10.E-04
0.9	0.41	1.10.E-04
ave.	0.41	1.03.E-04

シミュレーション結果から  
閾値電圧は0.42 Vとした

# 電流源の設計－閾値電圧の推定



閾値電圧に余裕をもたせ  $0.45 \text{ V}$  としたとき、バッファの出力端子の直流電位は  $0.45 \text{ V}$

ピンチオフしない条件は

$$V_{DS} > V_{GS} - V_{th}$$

なので、

$$V_{bias1} = 0.9 \pm 0.15 \text{ V}$$

となる。

ピンチオフしないために

$$V_{bias1} = 0.9 - 0.15 = 0.75 \text{ V}$$

とした。

# 電流源の設計－出力抵抗

L [ $\mu\text{m}$ ]	Lambda [ $\text{V}^{-1}$ ]	L [ $\mu\text{m}$ ]	Lambda [ $\text{V}^{-1}$ ]
0.18	4.39.E-01	1.98	6.53.E-02
0.36	1.30.E-01	2.16	6.23.E-02
0.54	2.07.E-01	2.34	5.97.E-02
0.72	1.51.E-01	2.52	5.75.E-02
0.9	1.20.E-01	2.7	5.56.E-02
1.08	1.01.E-01	2.88	5.38.E-02
1.26	8.85.E-02	3.06	5.23.E-02
1.44	7.99.E-02	3.24	5.08.E-02
1.62	7.37.E-02	3.42	4.95.E-02
1.8	6.90.E-02	3.6	4.83.E-02

閾値電圧同様、gnuplotのfitコマンドを用いて近似を行った

条件は以下の通りである

process : rhom 0.18u

チャネル幅 : 1  $\mu\text{m}$

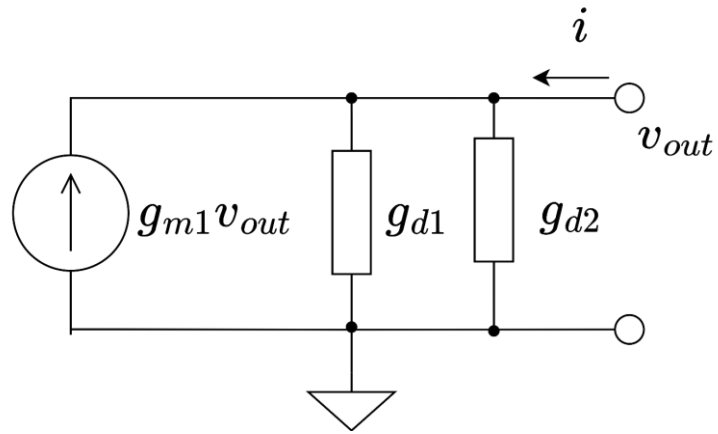
チャネル長 : 0.18 ~ 3.6  $\mu\text{m}$  ( $\Delta = 0.18 \mu\text{m}$ )

ゲートソース間電圧 : 0.75 V

近似する式は

$$I_d(v_{ds}) = K_{c2} \cdot \frac{1}{L} \cdot (0.75 - 0.45) \cdot (1 + \lambda v_{ds})$$

# 電流源の設計—出力抵抗



↑バッファの等価回路  
出力抵抗は

$$\frac{1}{g_{m1} + g_{d1} + g_{d2}}$$

これが $50\ \Omega$ を目指すので

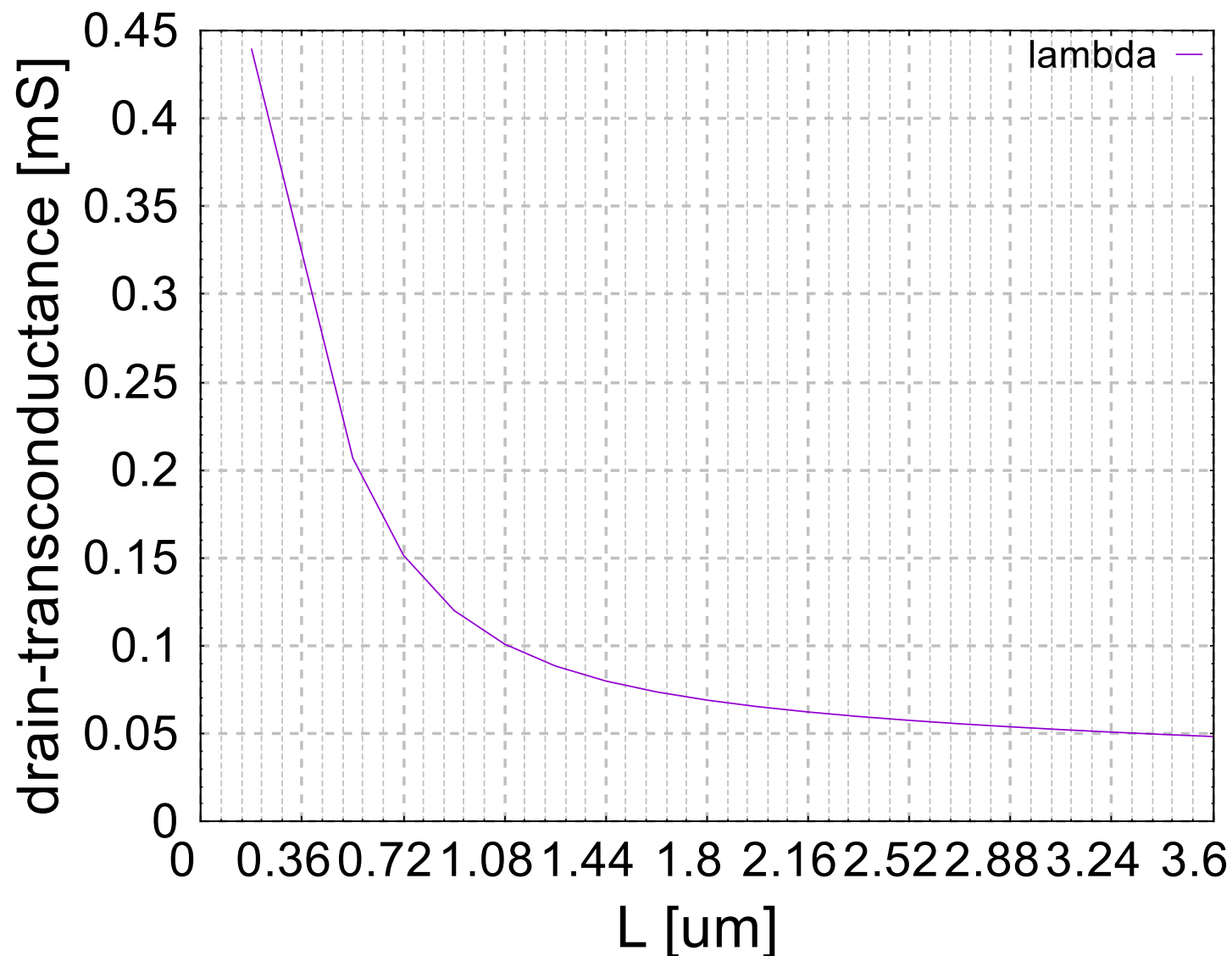
$$g_{m1} + g_{d1} + g_{d2} = 20\ \text{mS}$$

となればよい

$\lambda I_d = g_d$ であるので、 $\lambda$ が大きい方が  
 $g_d$ が大きくなるので $g_{m1}$ が小さくても  
よい

$\lambda$ が大きいとチャネル長変調が大きくな  
り、電流が変動しやすい  
⇒電流を大きくする

# 電流源の設計－出力抵抗

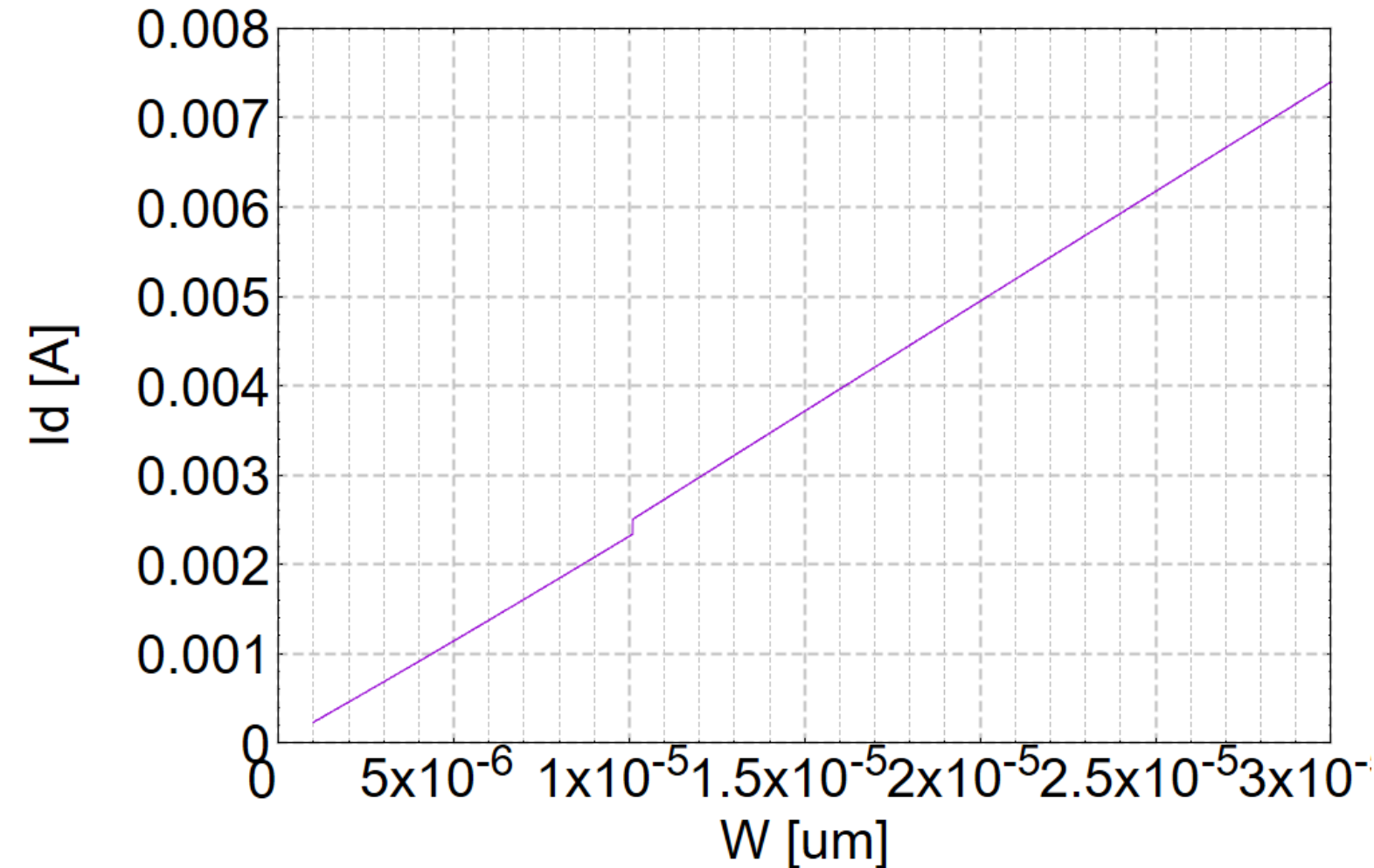


$I_d = 1$  mAのとき、チャネル長とドレイン-トランスコンダクタンスの関係は左のようになる

$L = 0.52$  μmの時、 $g_d \approx 0.2$  mSであるので、ドレイン電流を5 mAとすれば、 $g_{d2} \approx 1$  mSとなる



# 電流源の設計



並列数10の時のドレイン電流は左のようになる。

5 mAを流すにはチャネル幅はおよそ20  $\mu\text{m}$ 必要となる  
したがって、実質的なチャネル幅は200  $\mu\text{m}$ 、チャネル面積は

$0.52 \times 200 = 104 \mu\text{m}^2$   
となる

# M1の設計

M1もM2と同じチャネル長にするとき

$$g_{d1} = g_{d2} = 1 \text{ mS}$$

であるので、

$$g_{m1} + g_{d1} + g_{d2} = 20 \quad \therefore g_{m1} = 18 \text{ mS}$$

が必要となる。

$$g_{m1} = \sqrt{2KI_d} \quad (K \equiv \mu_n C_{ox}) \text{ より、}$$

$$K = \frac{g_{m1}^2}{2I_d} = \frac{(18 \times 10^{-3})^2}{2 \cdot 5 \times 10^{-3}} = 0.0324$$

# M1の設計

チャネル長、チャネル幅ともに1  $\mu\text{m}$ の時、 $K = 8.78 \times 10^{-5}$ だったので、M1の形状比は

$$\frac{0.0324}{8.78 \times 10^{-5}} = 369.02 \dots$$

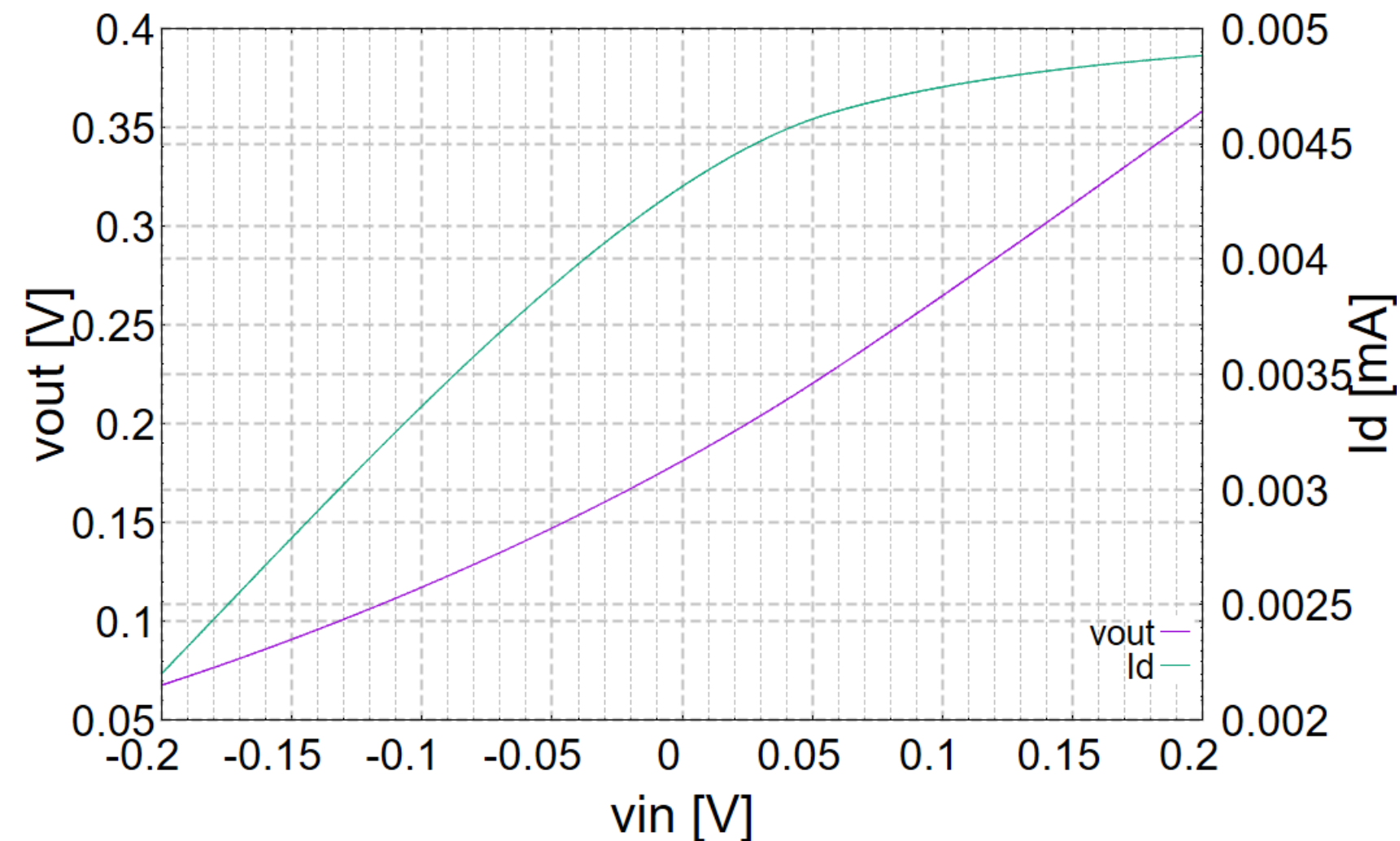
$L = 0.52 \mu\text{m}$ としていたので、 $W = 0.52 \times 369 = 191.88 \mu\text{m}$ と求められる。

チャネル幅は50  $\mu\text{m}$ が最大なので、

$$191.88 = 0.18 \times 26 \times 41$$

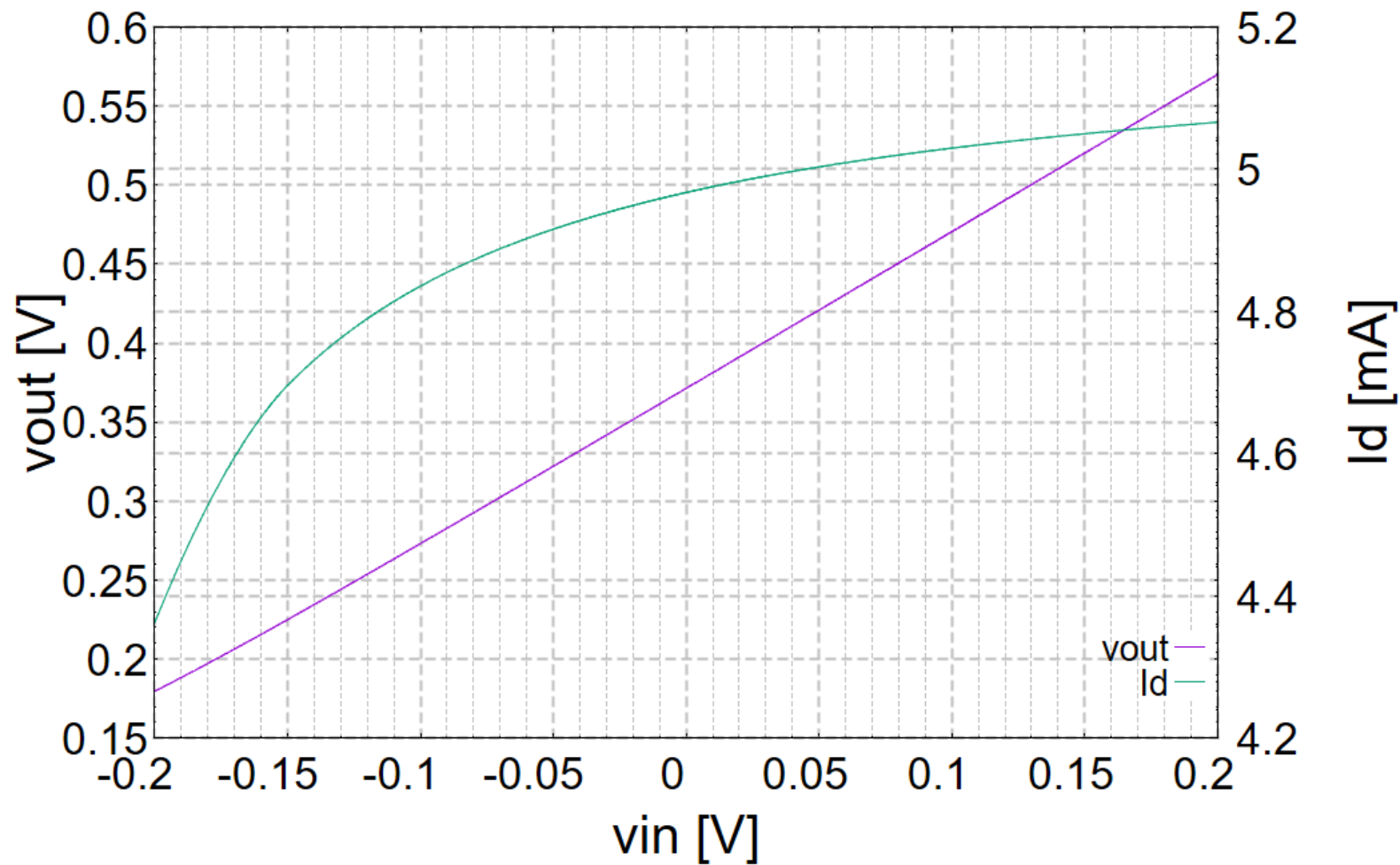
と計算できるので、 $W = 7.38 \mu\text{m}$ 、並列数26とする。

# シミュレーション



全然数値が合わないの  
で、M1のチャネル幅で  
スイープし妥当なところ  
を探す

# シミュレーション



M1

チャネル幅 :  $25.4 \mu\text{m}$

チャネル長 :  $0.52 \mu\text{m}$

並列数 : 70

M2

チャネル幅 :  $20.3 \mu\text{m}$

チャネル長 :  $0.52 \mu\text{m}$

並列数 : 10