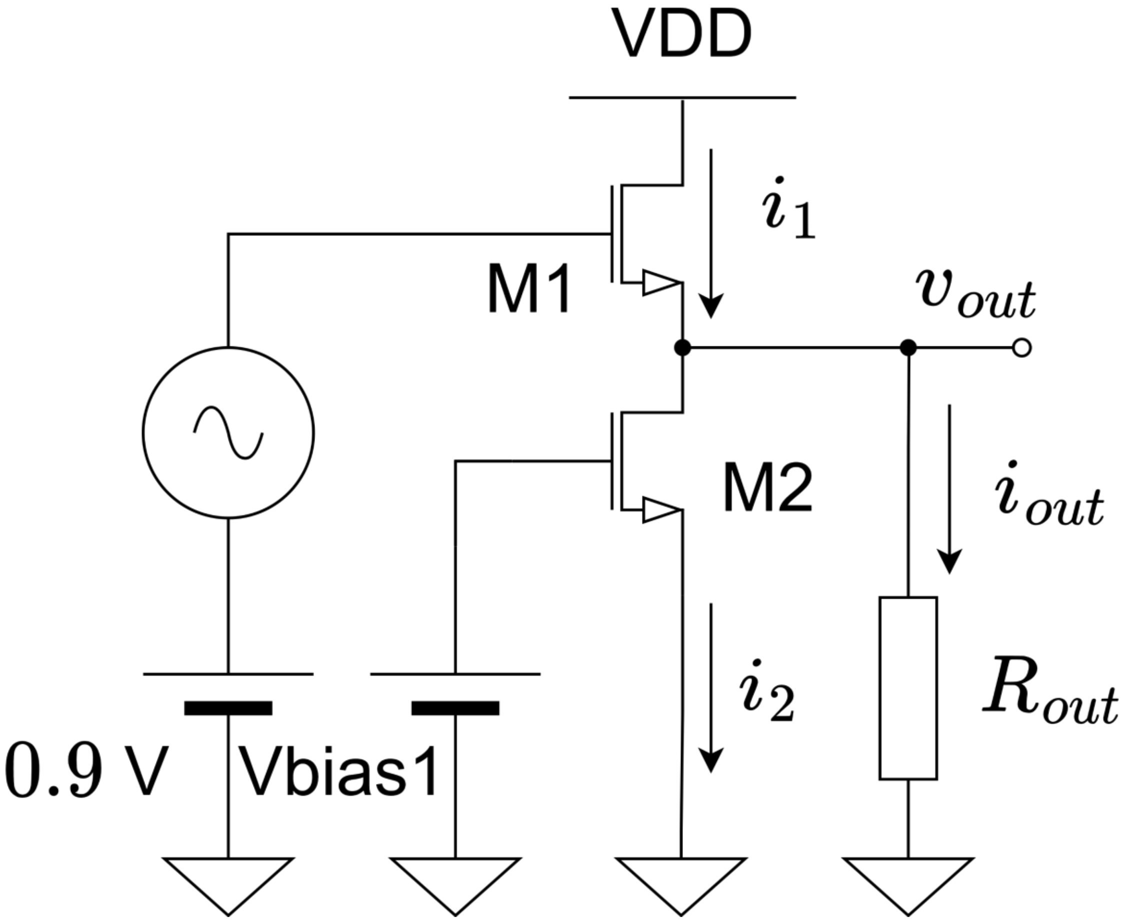
進捗報告

2023/6/12 B4小島

バッファ回路



M_1, M_2のしきい電圧をそれぞれV_{th1}, $\mathrm{V_{th2}}$とする

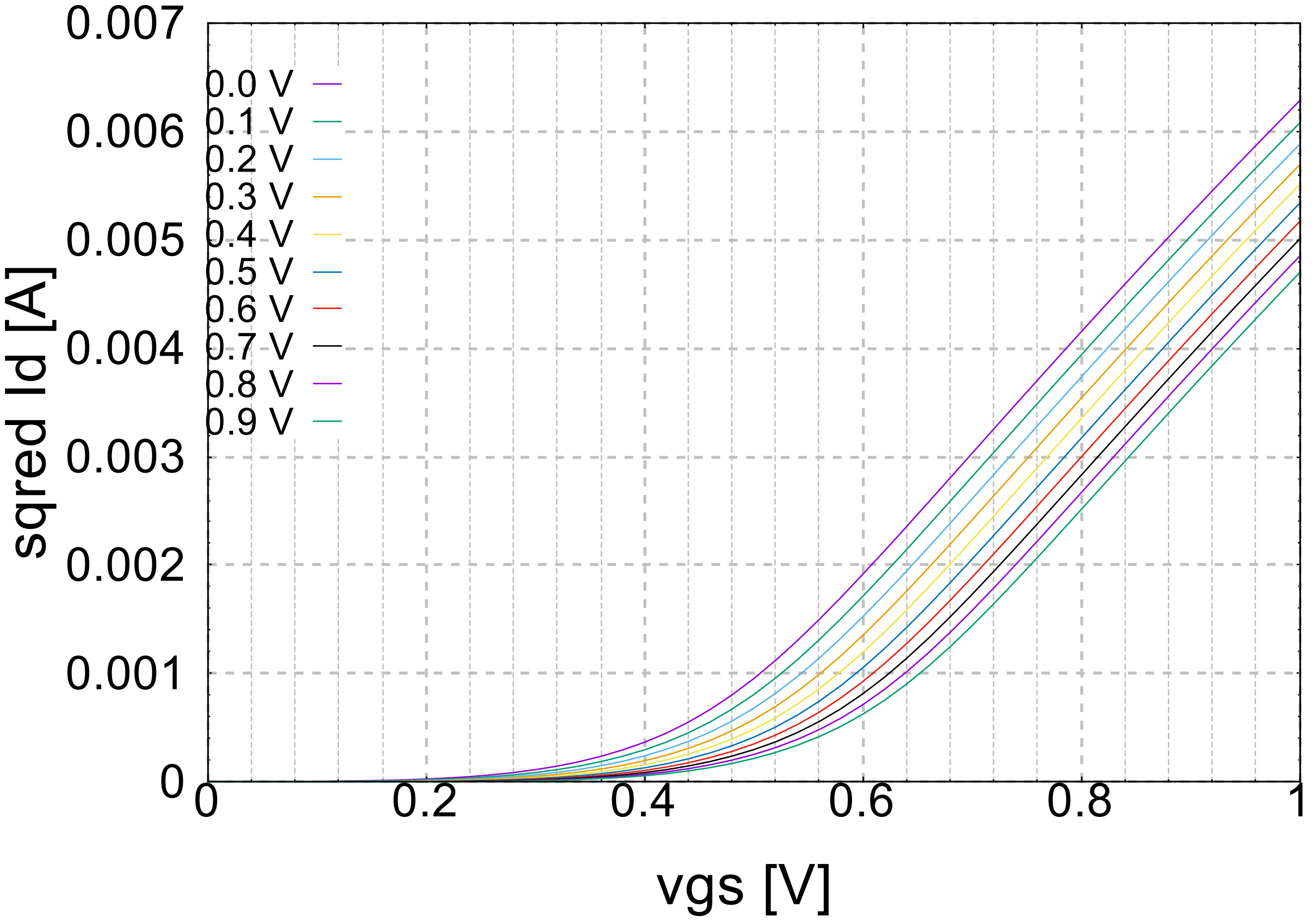
前回の結果から

$$V_{th2} = 0.42\ \mathrm{V}$$

であった

prosecc : Rhom 0.18μm

V_{th1}の推定

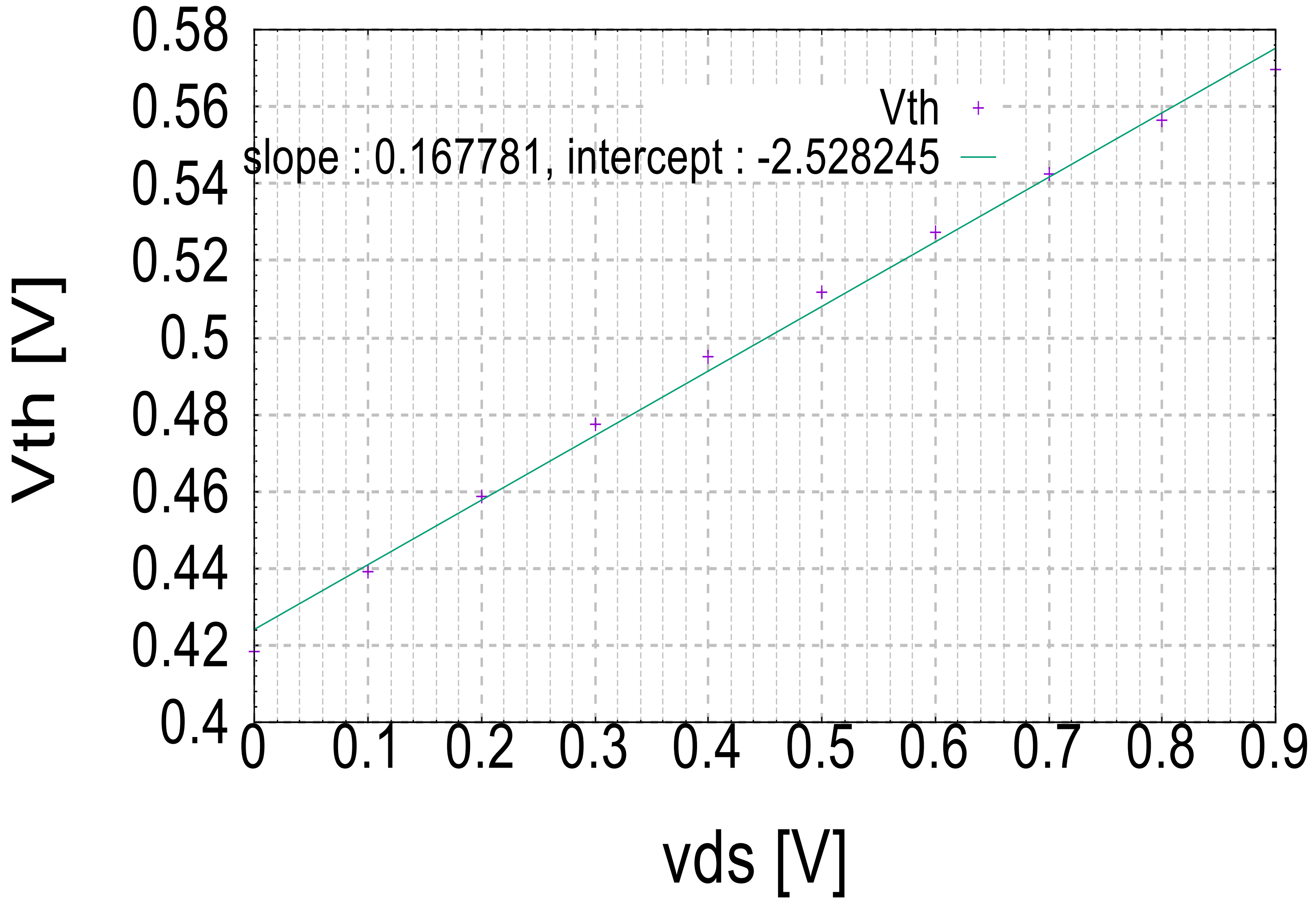


$$\sqrt{I_1} = \sqrt{\frac{1}{2}\mu C_{ox}\frac{W}{L}}(v_{gs} - V_{th1})$$

$\Rightarrow \sqrt{I_1} - v_{gs}$特性は直線になる

ソースの電位を$0\ \mathrm{V}$から$0.9\ \mathrm{V}$まで変化させたときのしきい電圧の変化を見る。
これには$v_{gs} > 0.7\ \mathrm{V}$の範囲で最小二乗法による回帰直線を求め、横軸との切片をしきい電圧とした

V_{th1}の推定

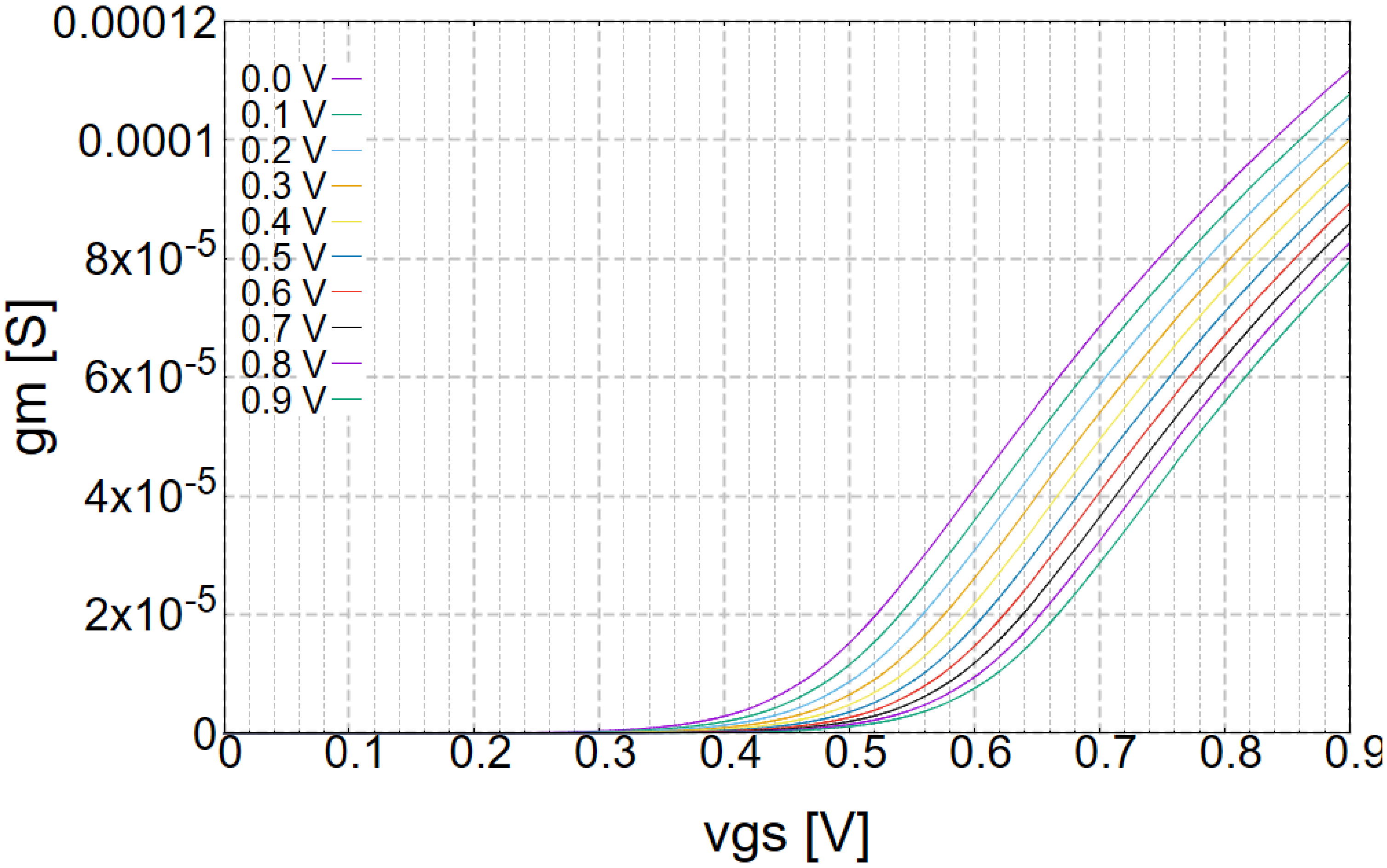


しきい電圧はソース電圧に比例し、最小二乗法を用いると

$$V_{th1}(V_{ds})$$
$$= 0.167781 \cdot V_{ds} + 0.424192\ \mathrm{V}$$

と近似できた。

g_{m1}の計算



v_{ds}を0~0.9 Vまで0.1 Vずつ変化させたときの$g_{m1} - v_{gs}$特性を調べた。

g_{m1}の計算

vds	A	B	intercept	vth
0.0	0.000244898	-0.000104933	0.428476345	0.418383464
0.1	0.000245287	-0.000109813	0.447691887	0.439197803
0.2	0.000245580	-0.000114449	0.466035508	0.458866898
0.3	0.000245797	-0.000118867	0.483598254	0.477466719
0.4	0.000245992	-0.000123120	0.500504081	0.495067898
0.5	0.000246218	-0.000127258	0.516850921	0.511731218
0.6	0.000246453	-0.000131276	0.532661400	0.527502230
0.7	0.000246760	-0.000135231	0.548026422	0.542417951
0.8	0.000247103	-0.000139105	0.562943388	0.556503743
0.9	0.000247540	-0.000142953	0.577494546	0.569797149
ave.	0.000246163			

$$g_{m1} = \frac{\mu C_{ox}}{2} \cdot \frac{W_1}{L_1} \cdot (v_{gs} - V_{th})$$

$$= K \cdot \frac{W}{L} \cdot \{v_{gs} - (0.168 \cdot v_{ds} - 0.424)\}$$

$$\approx A \cdot v_{gs} + B$$

$$\left(\therefore K \equiv \frac{\mu C_{ox}}{2}, W_1 = L_1 = 1\,\mu m\right)$$

v_{gs}がしきい電圧より大きい範囲で線形近似を行った

これにより

$$g_{m1} \approx 246 \times 10^{-6} \cdot \{v_{gs} - V_{th1}(V_{ds})\}$$

$$K \approx 246\ \mu\mathrm{S/V}$$

v_{out}の計算

$$g_{m1} = 20\ \mathrm{mS}$$

$$g_{m1} = 2\sqrt{K \cdot \frac{W_1}{L_1} \cdot i_1} = 20 \times 10^{-3}$$

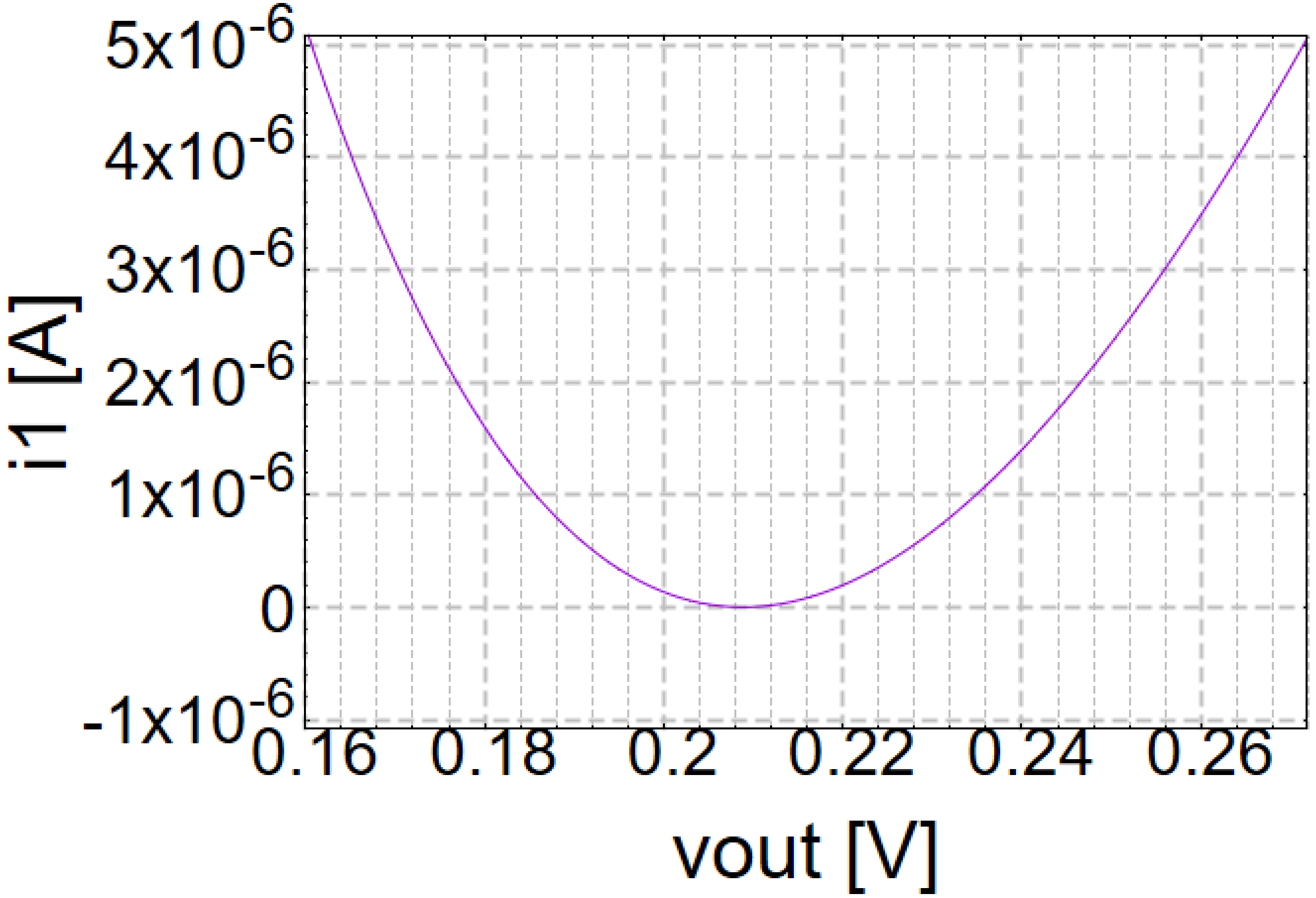
$$K \cdot \frac{W_1}{L_1} = \frac{1}{i_1} \cdot 10 \times 10^{-6}$$

$$i_1 = K \cdot \frac{W_1}{L_1} \cdot \left\{v_{gs} - V_{th1}(V_{ds})\right\}^2 = i_2 + \frac{v_{out}}{50}$$

ここで、$i_2 = 0$とすると

$$\frac{1}{i_1} \cdot 10 \times 10^{-6} \cdot \left\{v_{gs} - V_{th1}(V_{ds})\right\}^2 = \frac{v_{out}}{50}$$

v_{out}の計算



$$\frac{1}{i_1} \cdot 10 \times 10^{-6} \cdot \{v_{gs} - V_{th1}(V_{ds})\}^2 = \frac{v_{out}}{50}$$

これをi_1について解くと

$$i_1 \approx \frac{(0.174 - 0.832 \cdot v_{out})^2}{2 \cdot v_{out} \times 10^3}$$

これは左図のようになり、$i_1 = 1\ \mathrm{mA}$のときv_{out}を読むと

$$v_{out} \approx 0.185\cdots, 0.234\cdots V$$
$$\approx 0.19, 0.23\ \mathrm{V}$$

つまり、$v_{out} = 0.23\ \mathrm{V}, i_1 = 1\ \mathrm{mA}$のとき出力抵抗は$20\ \mathrm{mS}$となる

W_1/L_1の計算

$$V_{th1}(V_{ds}) = 0.167781 \cdot V_{ds} + 0.424192\ \mathrm{V}$$
$$K \approx 246\ \mathrm{\mu S/V}$$
$$i_1 = 1 \times 10^{-3} = K \cdot \frac{W_1}{L_1} \cdot \left\{v_{gs} - V_{th1}(1.8 - v_{out})\right\}^2$$
$$= K \cdot \frac{W_1}{L_1} \cdot \{0.9 - v_{out} - (0.167781 \cdot v_{out} + 0.424192)\}^2$$
$$\approx \frac{W_1}{L_1} \cdot 1.111 \times 10^{-5}$$
$$\therefore \frac{W_1}{L_1} = \frac{1 \times 10^{-3}}{1.111 \times 10^{-5}} = 90.009 \cdots \approx 90$$