

#### 4. 次臨界擺幅 (Sub-threshold Swing)

元件的次臨界擺幅 (sub-threshold swing 或 SS)，即  $\log I_D$ - $V_G$  曲線的斜率倒數，理論上室溫時，理想的 SS 約為 60 mV/decade，一般元件則多在 70~90 mV/decade 的範圍。當閘極電壓低於臨限電壓而半導體表面只稍微反轉時，理想上汲極電流應為零。實際上仍有汲極電流，稱為次臨限電流 (sub-threshold current)。MOSFET 做為開關使用時，次臨限區特別重要，可看出開關是如何打開及關掉。S 越大，表示  $I_D$  隨  $V_G$  的變化越小，MOS 開關特性不明顯；S 越小，表示  $I_D$  隨  $V_G$  的變化越大，MOS 開關特性顯著。

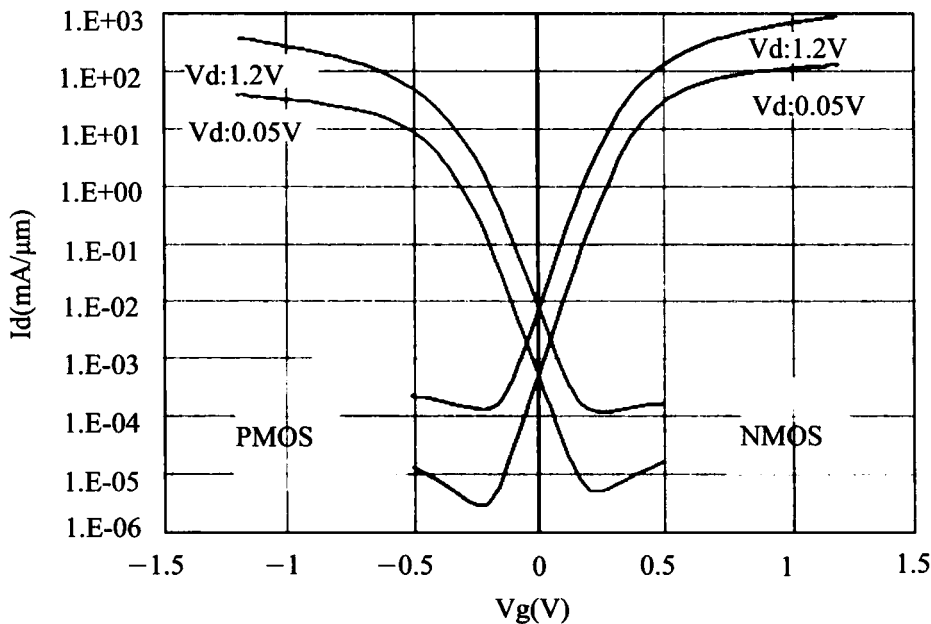


圖 13-6 0.13 $\mu$ m 世代的典型次臨界擺幅  $\log I_D$ - $V_G$  圖形。

In subthreshold region:

$$I_D = \frac{W_{\text{eff}}}{L_{\text{eff}}} I_0 * \exp \left[ \frac{q(V_{GS})}{KT} \right]$$

$$S \equiv \left[ \frac{\partial \log_{10} I_D}{\partial V_G} \right]^{-1} = \left( 1 - \frac{C_D}{C_{OX}} \right) \frac{kT}{q} \ln 10$$