

Measure IDS-VGS with  $V_S = V_B = 0$ ,  $V_{DS} = 0.1V$ , Sweep  $V_{GS} = 0 \sim 2.5V$

$$V_{GS} = V_{TH} + 0.5V_{DS}$$

另一方法為固定電流法 (constant current)，較為簡化，是利用 log scale  $I_D$  vs.  $V_G$  圖取固定汲極電流下的  $V_G$  值，由於簡化了複雜的參數，固定參考流會因每一世代電晶體的製程而調整，如  $0.18\mu m$  製程經常取  $1E-7 A$  汲極電流而  $0.25\mu m$  製程經常取  $0.4E-7A$  作為固定汲極電流而對應之  $V_G$  值，即為臨界電壓  $V_{TH}$ 。

## 2.飽和電流 (Saturation Current)

一般來說，直流曲線的作圖都是以汲極電流 ( $I_D$ ) 對汲極電壓 ( $V_D$ ) 的形式來進行說明，而一般而言，若電晶體元件操作在水準電場很大的時候會發生速度飽和效應，當電場大於飽和電場 ( $E_{sat}$ )  $1.5V/m$  時載子速度會達到飽和而不再隨著水準電場的增加而加速，這就稱為速度飽和效應。此區域內電壓  $V_{DS}$  持續增加，但是汲極電流  $I_D$  並不隨著增加而幾乎保持定值。當  $V_{DS}$  漸增，靠近汲極附近的氧化層所跨的電壓減少，產生反轉電荷的能帶彎曲減少，故反轉電子減少， $I_D$ - $V_{DS}$  圖的斜率漸減。當反轉電子密度為零時（稱為夾止 pinch-off）， $I_D$ - $V_{DS}$  圖的斜率變為零，即電流維持不變，達到飽和。當汲極電壓大於  $V_{DS}(sat)$ ，此時電子注入空間電荷區，在藉由電場掃至汲極。當  $V_D > V_{DS}(sat)$ ，電壓仍為  $V_{DS}(sat)$ ，故  $I_D$  維持不變。

MOSFET in the Saturation region ( $V_{DS} > V_{GS} - V_T$ )

$$I_{DS} = \frac{1}{2} \left( \frac{W_{eff}}{L_{eff}} \right) C_{OX} \mu_n (V_{GS} - V_T)^2$$

Measure  $I_{DS}$  with  $V_S = V_B = 0$ ,  $V_{DS} = V_{GS} = V_{CC}$