

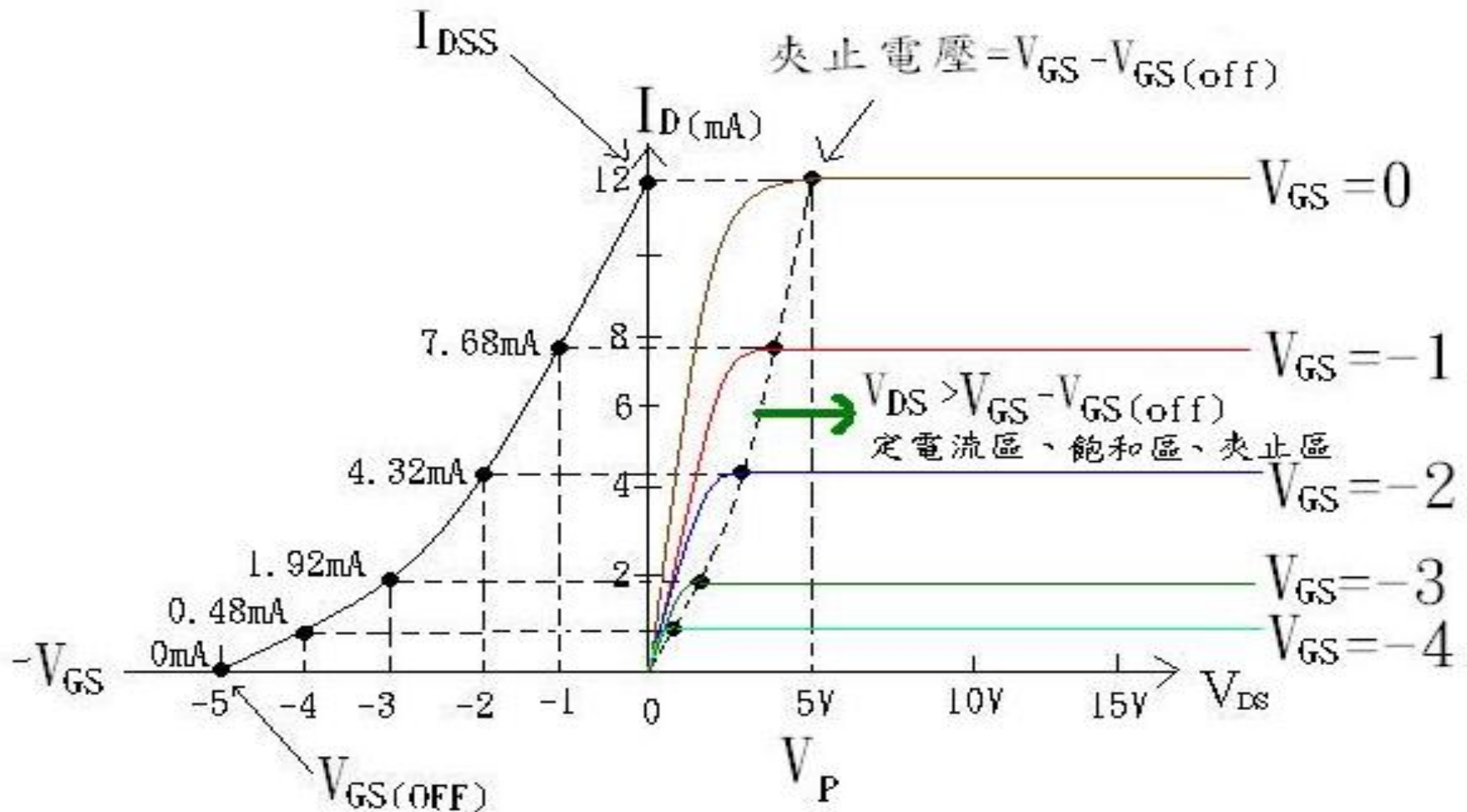
接面場效電晶體之V-I特性曲線

National Taiwan Normal University

講師：鄭沂承

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

● N通道JFET特性曲線



一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

● JFET與雙極性電晶體不同之處

1. 雙極性電晶體以電流 I_B 控制 I_C

2. 單極性電晶體以電壓 V_{GS} 控制 I_D

3. 雙極性電晶體 $I_B=0$ ，不導通， $I_C=0$

4. 單極性電晶體 $V_{GS}=0$ 時，導通 $I_D=I_{Dss}$

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

● JFET相關的重要公式

1. $I_D = g_m \cdot V_{GS}$

註: I_D -> 汲極端電流。 g_m -> 為順向轉換互導。

V_{GS} -> 閘極和源極電壓差

2. $I_D = I_{DSS}(1 - V_{GS}/V_{GS(off)})$

註: I_{DSS} -> 當 $V_{GS} = 0$ 時汲源極飽和電流最大，
以 I_{DSS} 示之，每一個FET都有特定的 I_{DSS} ，
此 I_{DSS} 與外接電路無關。

$V_{GS(off)}$ -> V_{GS} 之截止電壓以 $V_{GS(off)}$ 表示。

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

● JFET相關的重要公式

$$g_m \equiv \frac{dI_D}{dV_{GS}} = \frac{2I_{DSS}}{-V_{GS(off)}} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right) \text{或}$$

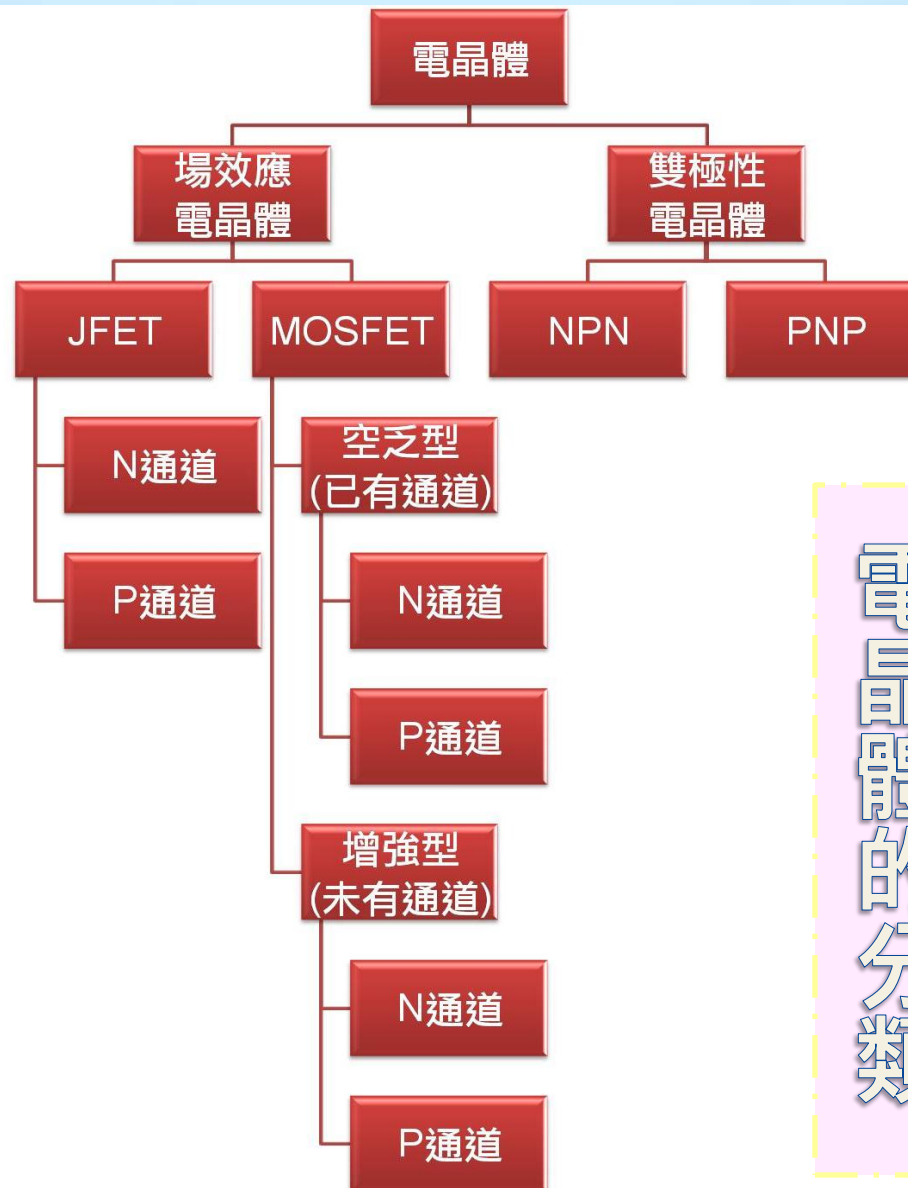
$$g_m = g_{m0} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right) \text{其中 } g_{m0} \equiv \frac{2I_{DSS}}{-V_{GS(off)}}$$

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

● MOSFET特性與參數

有先前所敘，JFET正常使用時，閘源極間應處於逆向偏壓，所以閘極電流幾乎為0。閘極與通道間幾乎絕緣，既然如此，有人就想到以金屬做閘極，再以二氧化矽當絕緣體，隔開閘極與通道，就成了金屬氧化物半導體場效應電晶體(metal oxide semiconductor field-effect transistor)簡稱MOSFET。

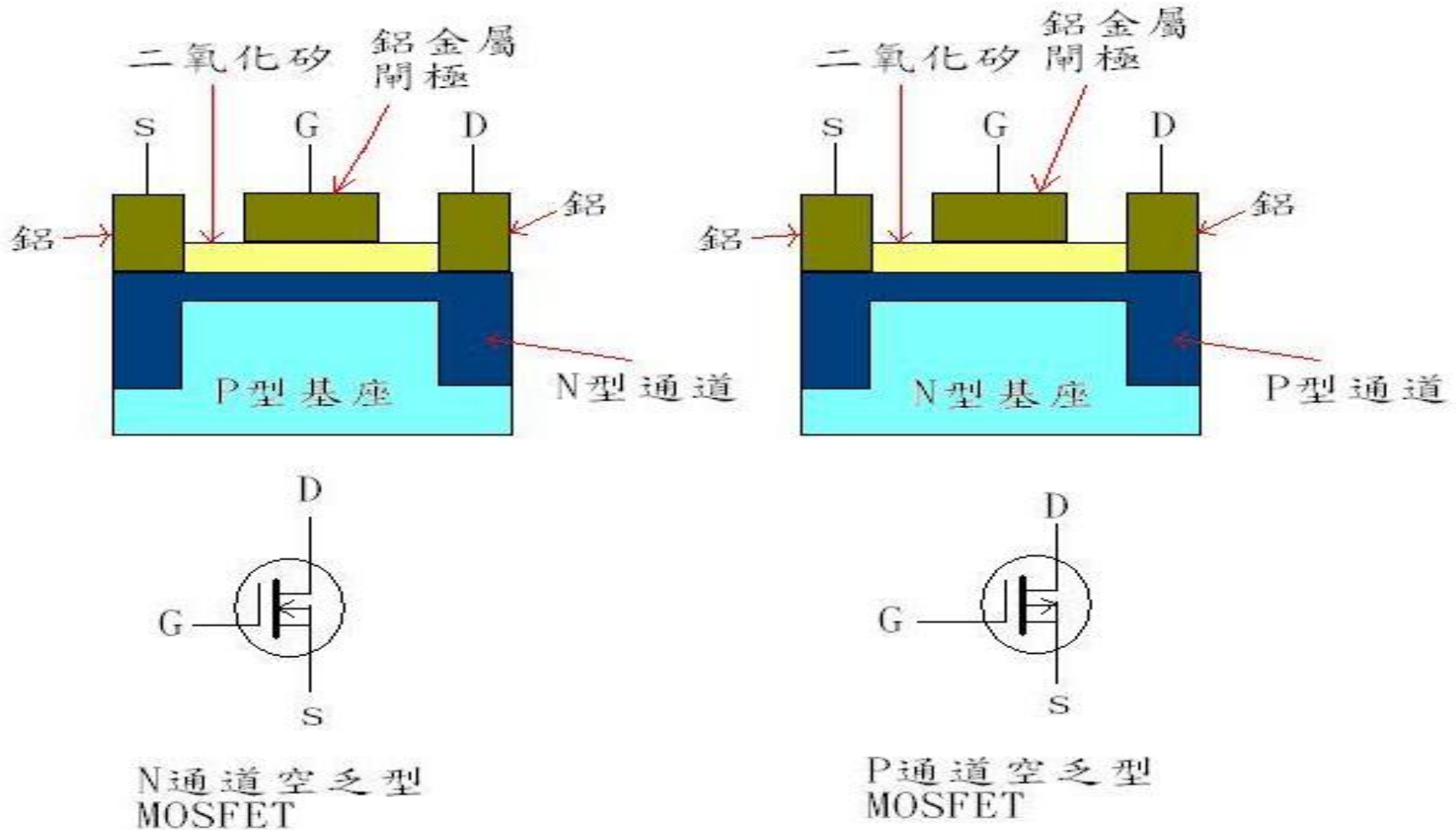
一、接面場效電晶體之V-I特性曲線



電晶體的分類

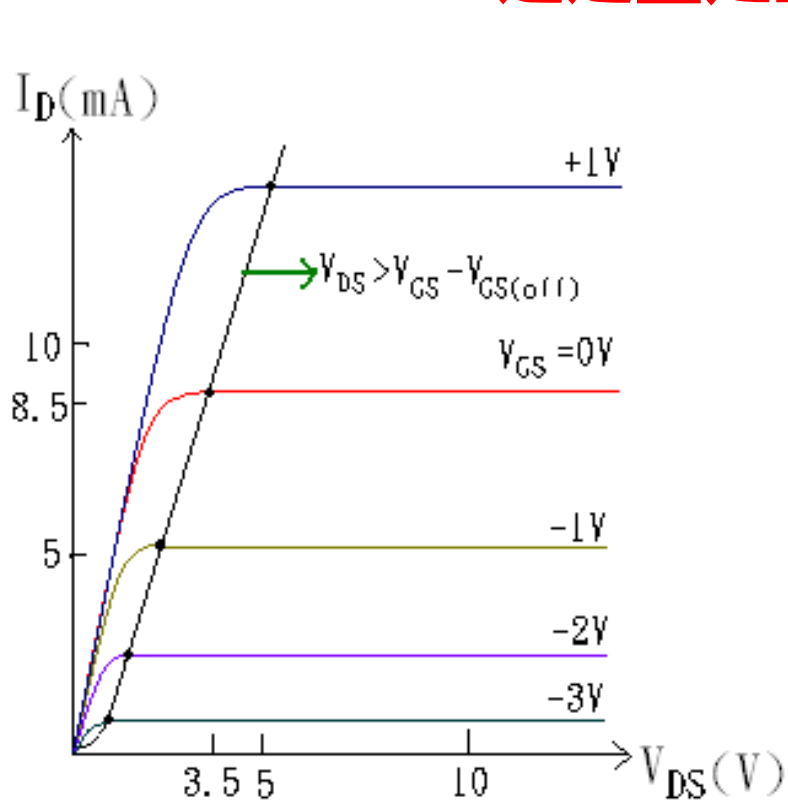
一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

空乏型MOSFET結構與電路符號

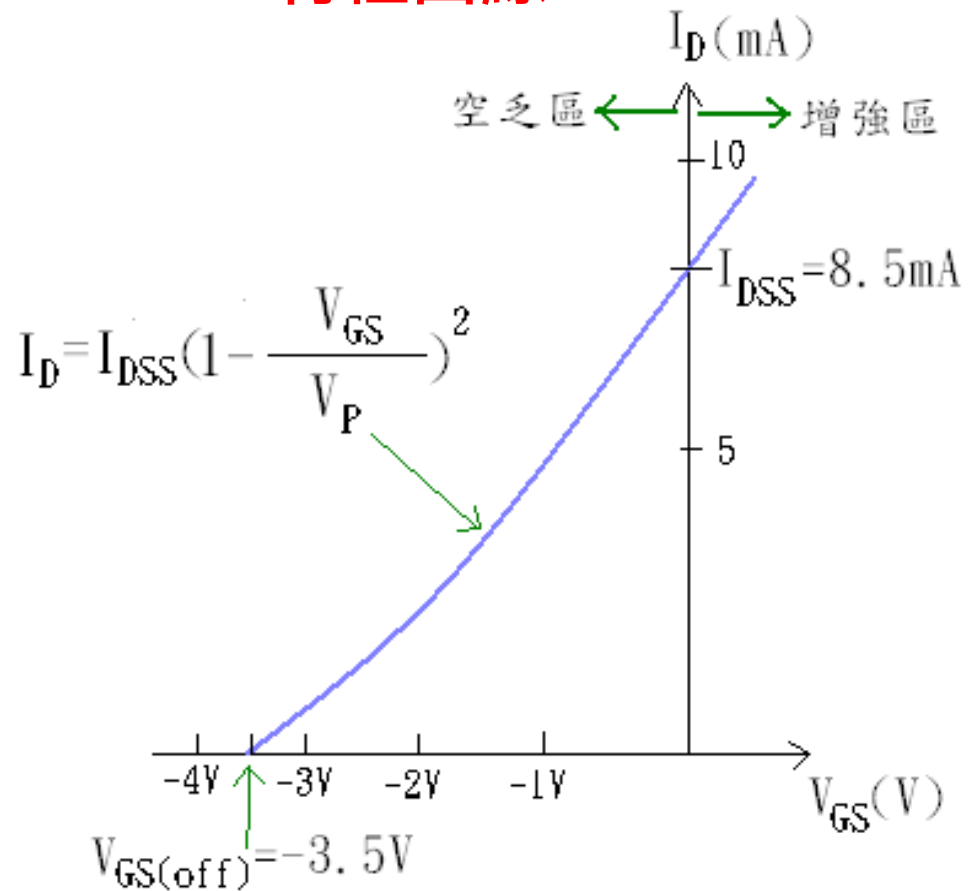


一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

N通道空乏型MOSFET特性曲線



$V_{DS} - I_D$ 特性曲線



$V_{GS} - I_D$ 特性曲線

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

1.當 $V_{GS}=0$ 時，因其結構已有通道的存在，只要加入適當的 V_{DS} ，便有 I_D 在流動，此電流稱為 I_{DSS} 。

2.當 $V_{GS}<0$ 時，此一負電位會驅離N通道中的電子載子，使得通道導電性變差，通道電阻變大， I_D 因而降低，如上圖所示之空乏區。

3.當 $V_{GS}>0$ 時，此一正電位會吸引電子載子，增加了N通道中的電子載子數量，使得通道導電性變好，通道電阻變小， I_D 因而增大，如上圖所示之增強區。

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

● D-MOSFET相關的重要公式

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right)^2$$

$$g_m = g_{m0} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right) \quad \text{其中} \quad g_{m0} \equiv \frac{2 I_{DSS}}{-V_{GS(off)}}$$

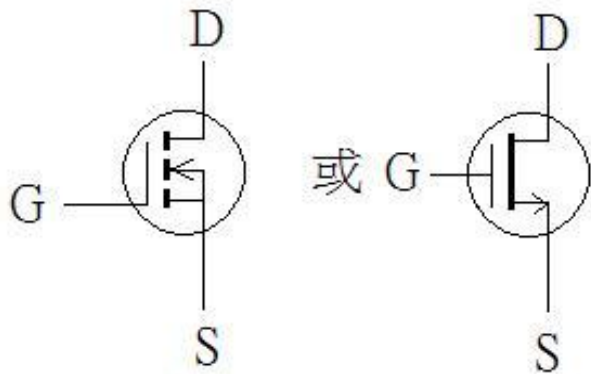
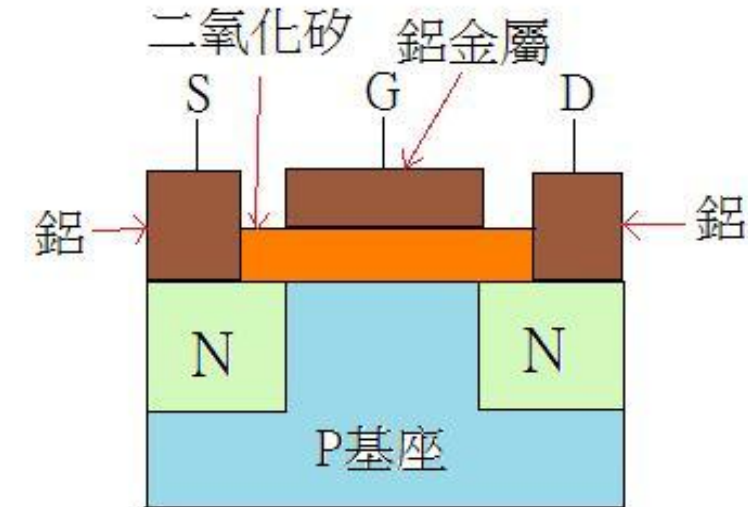
註： I_D →汲極端電流。 g_m →為順向轉換互導。 V_{GS} →閘極和源極電壓差

I_{DSS} →當 $V_{GS}=0$ 時汲源極飽和電流最大，以 I_{DSS} 示之，每一個FET都有特定的 I_{DSS} ，此 I_{DSS} 與外接電路無關。

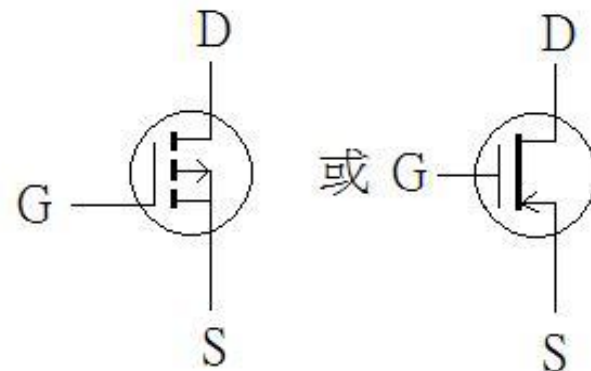
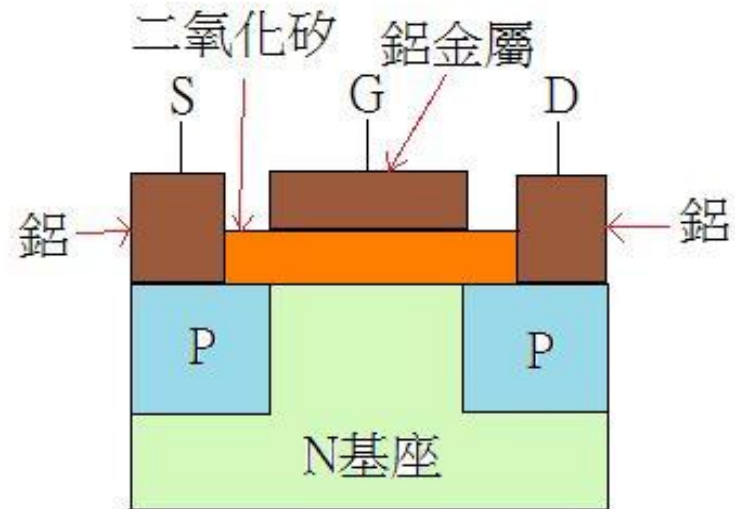
$V_{GS(off)}$ → V_{GS} 之截止電壓以 $V_{GS(off)}$ 表示。

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

增強型MOSFET結構與電路符號



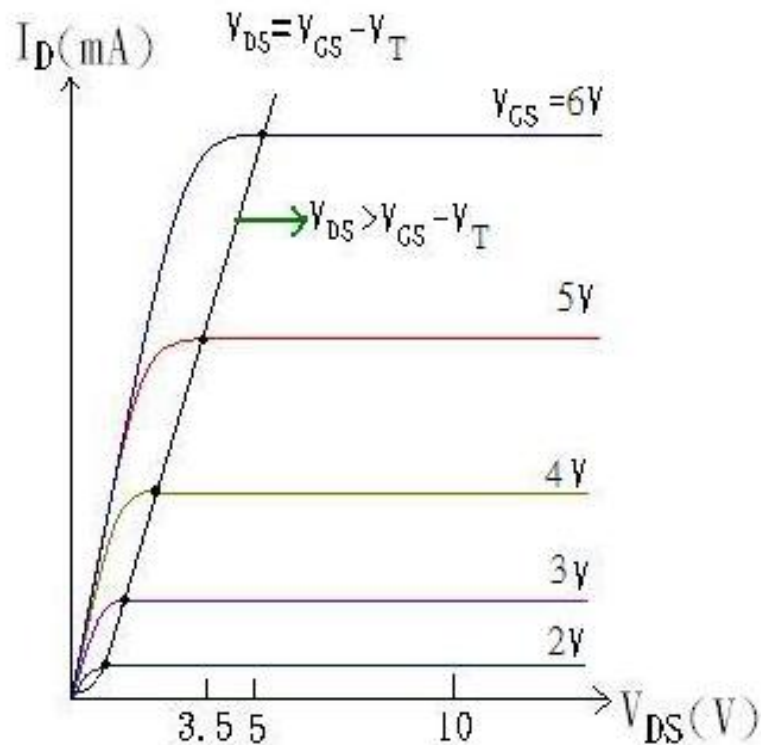
N通道



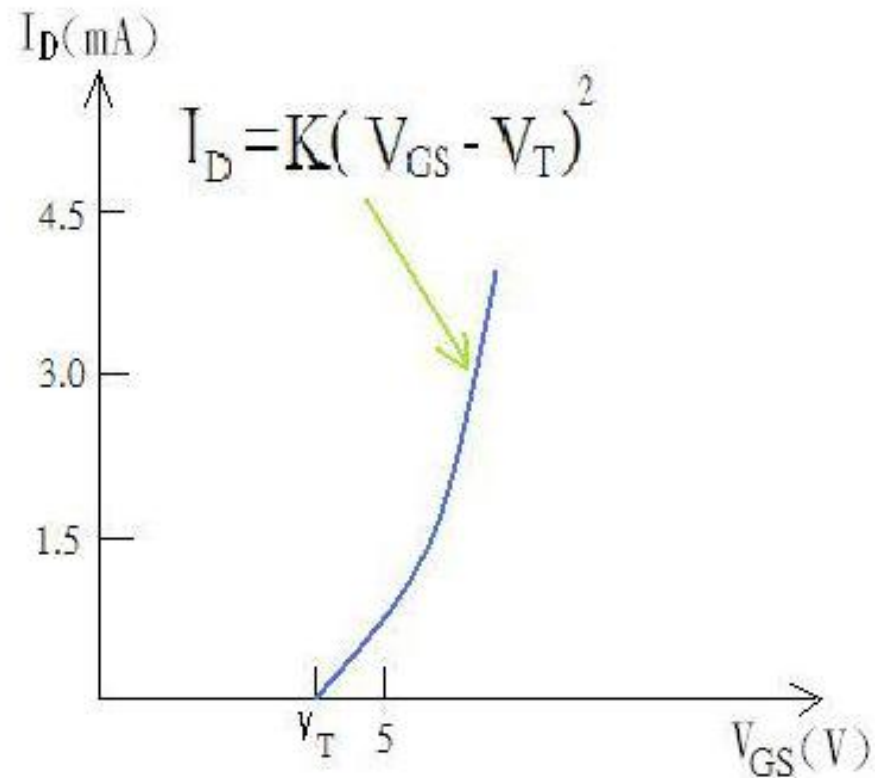
P通道

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

N通道增強型MOSFET特性曲線



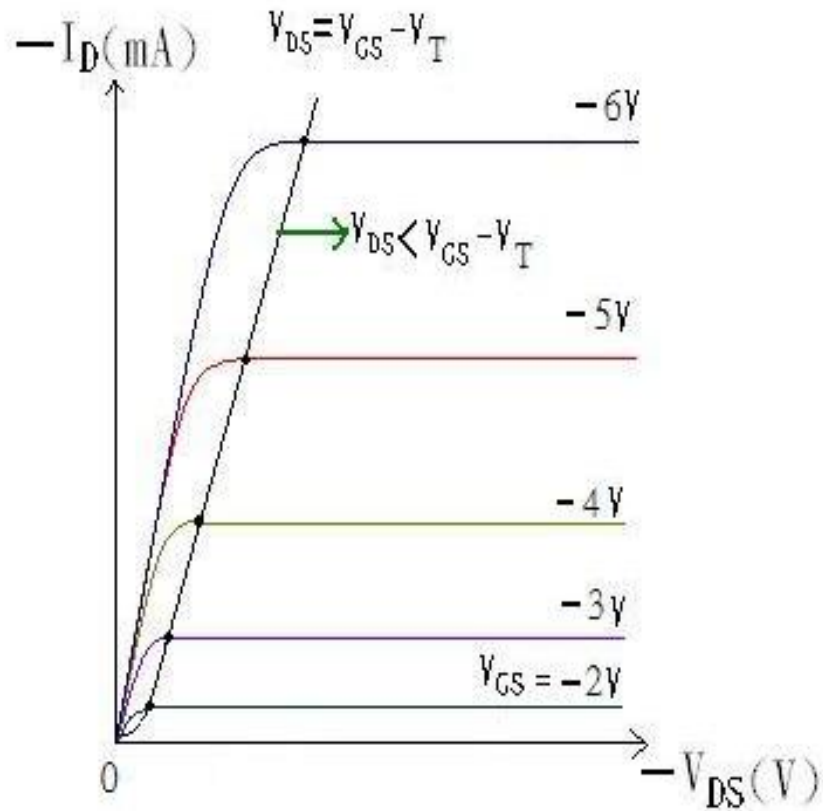
$V_{DS}-I_D$ 特性曲線



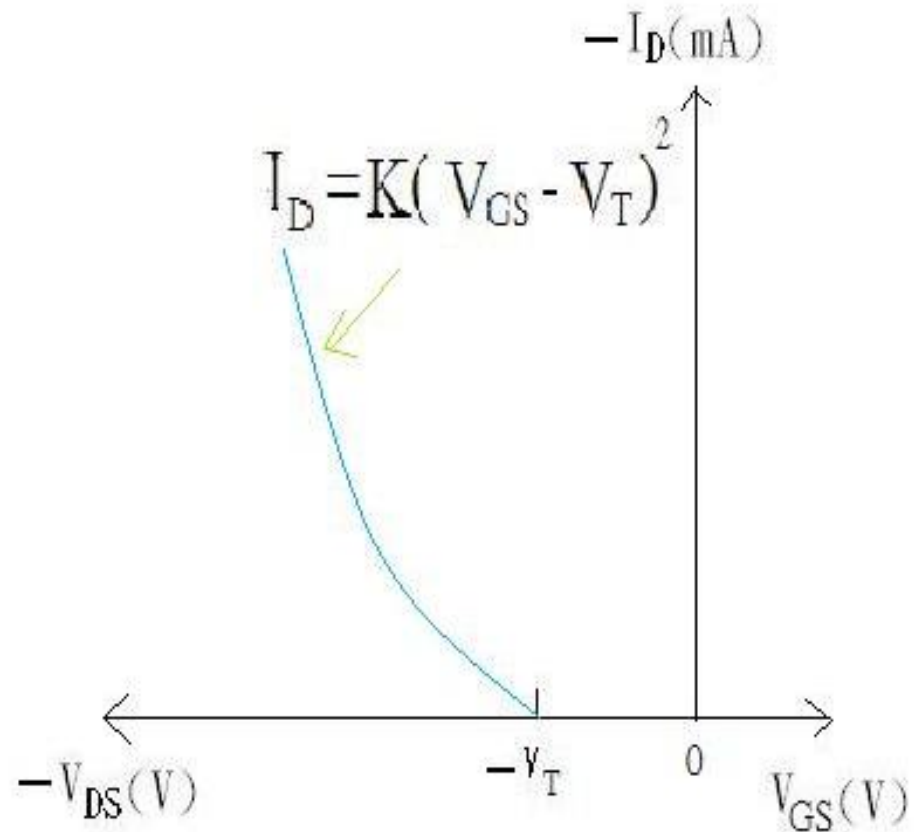
$V_{GS}-I_D$ 特性曲線

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

P通道增強型MOSFET特性曲線



$V_{DS}-I_D$ 特性曲線



$V_{GS}-I_D$ 特性曲線

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

● E-MOSFET相關的重要公式

$$1. I_D = K * (V_{GS} - V_T)^2$$

$$2. g_m = dI_D / dV_{GS} = 2K * (V_{GS} - V_T)$$

註: $K \rightarrow$ 為一常數，其單位為 mA/V 。 $V_T \rightarrow$ 臨界電壓。

以上所討論的各型FET，其閘極與通道間不是接逆向偏壓就是隔著二氧化矽絕緣體，所以閘極沒有電流流動，其電阻幾乎是無限大(故IG電流為零)，這是雙及性電晶體所不能及的。

一、接面場效電晶體之V-I特性曲線

FET特性曲線的比較

