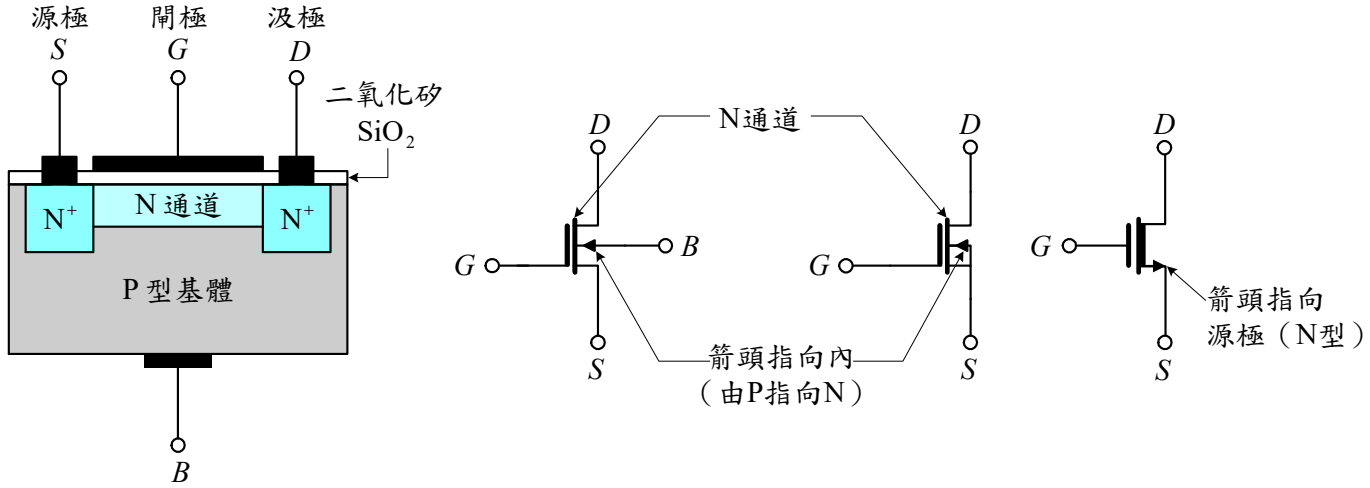
金氧半場效電晶體(MOSFET)：依結構可分為空乏型與增強型兩種。

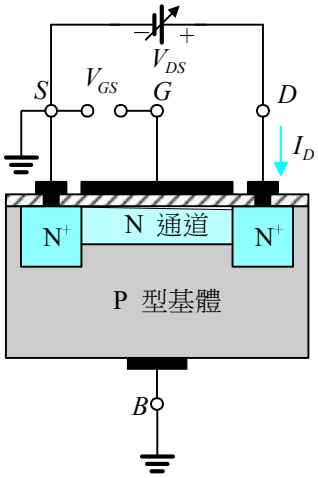
空乏型 MOSFET 分為 N 通道及 P 通道兩種

N 通道空乏型 MOSFET 的結構與電路符號：



(a) 結構　　(b) 電路符號

N 通道空乏型 MOSFET 的工作原理：

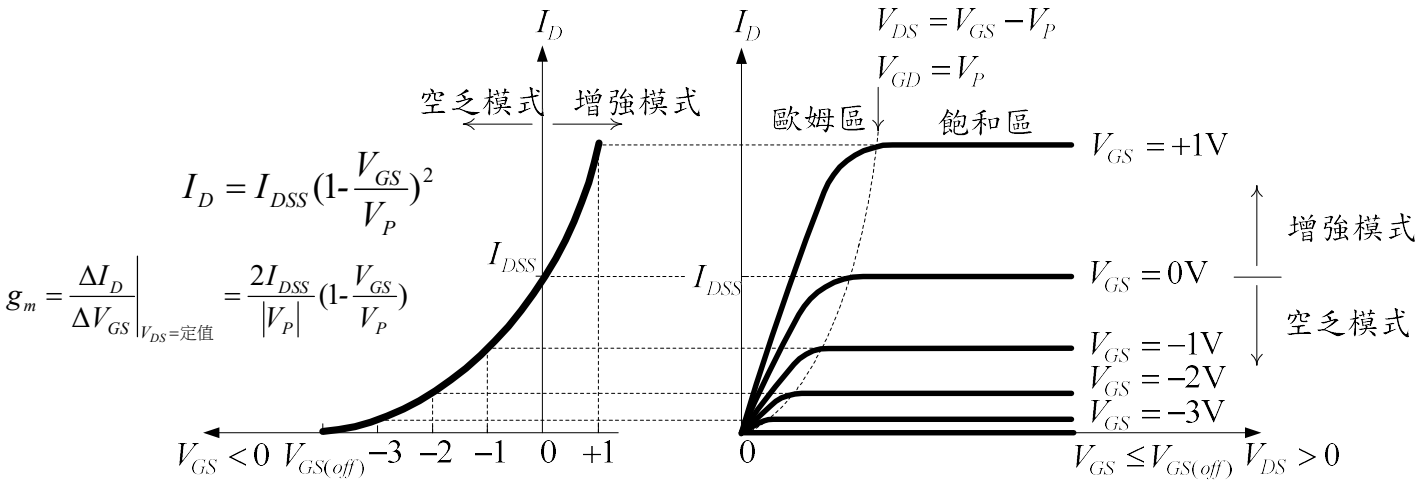


1. V_{GS}=0，本身已有通道，加上適當的偏壓 V_{DS}>0，產生有效的汲極電流 I_D。

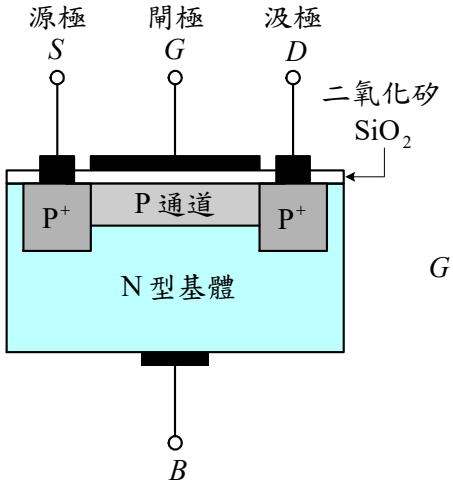
2. 當 V_{GS}>0，N通道感應負電荷，使通道電阻減小，使汲極電流 I_D增加到 I_{DSS}以上，稱之為增強模式。

3. 當 V_{GS}<0，N通道感應正電荷，使通道電阻增加，使汲極電流 I_D減小到 I_{DSS}以下，稱之為空乏模式。

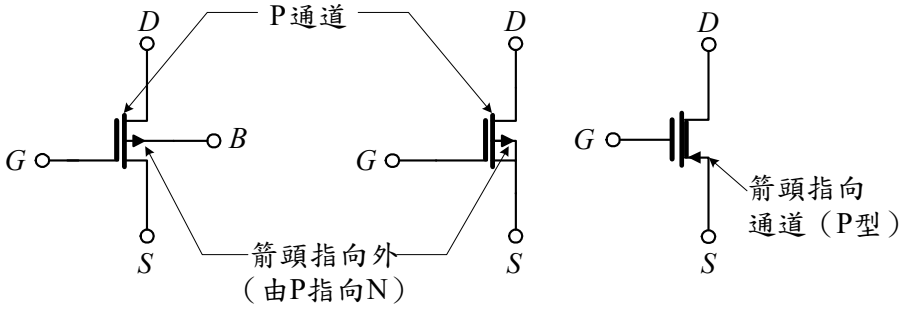
N 通道空乏型 MOSFET 的特性曲線：_



P 通道空乏型 MOSFET 的結構與電路符號：

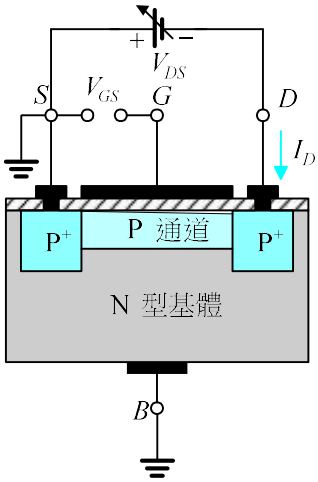


(a) 結構



(b) 電路符號

P 通道空乏型 MOSFET 的工作原理：

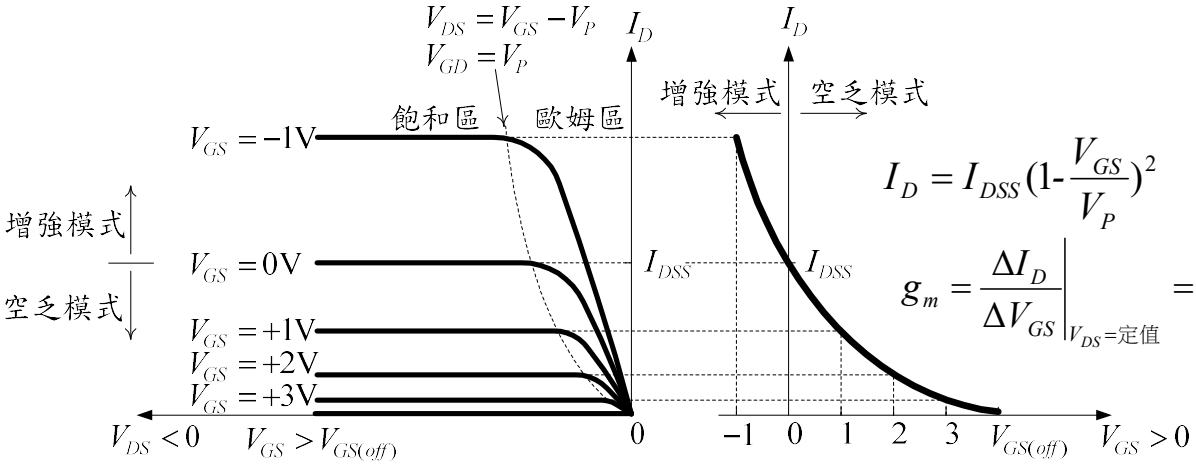


1. V_{GS}=0，本身已有通道，加上適當的偏壓V_{DS}<0，產生有效的汲極電流I_D。

2. 當V_{GS}>0，P通道感應負電荷，使通道電阻減小，使汲極電流I_D減小到I_{DSS}以下，稱之為空乏模式。

3. 當V_{GS}<0，P通道感應正電荷，使通道電阻增加，使汲極電流I_D增加到I_{DSS}以上，稱之為增強模式。

P 通道空乏型 MOSFET 的特性曲線：

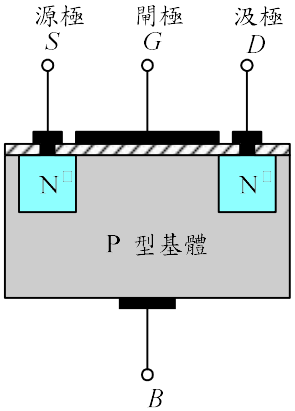


$$I_D = I_{DSS}(1-\frac{V_{GS}}{V_P})^2$$

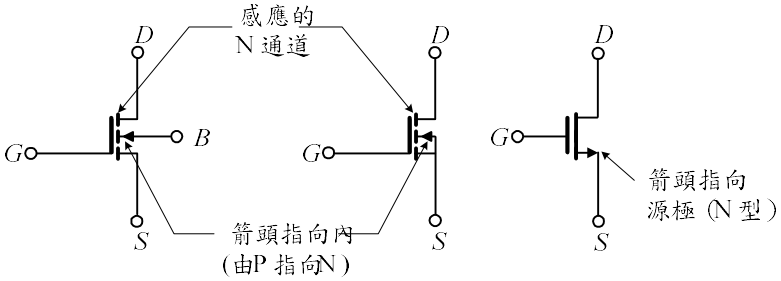
$$g_m = \left.\frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}}\right|_{V_{DS}=\text{定值}} = \frac{2I_{DSS}}{|V_P|}(1-\frac{V_{GS}}{V_P})$$

增強型 MOSFET 分為 N 通道及 P 通道兩種。

N 通道增強型 MOSFET 的結構與電路符號：

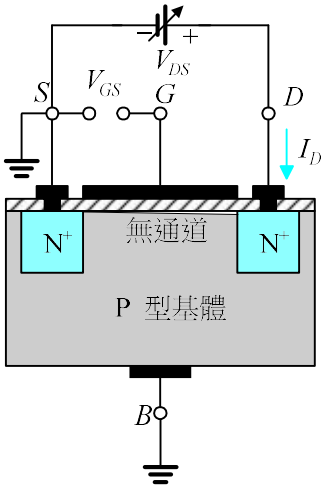


(a) 結構



(b) 電路符號

N 通道增強型 MOSFET 的工作原理：



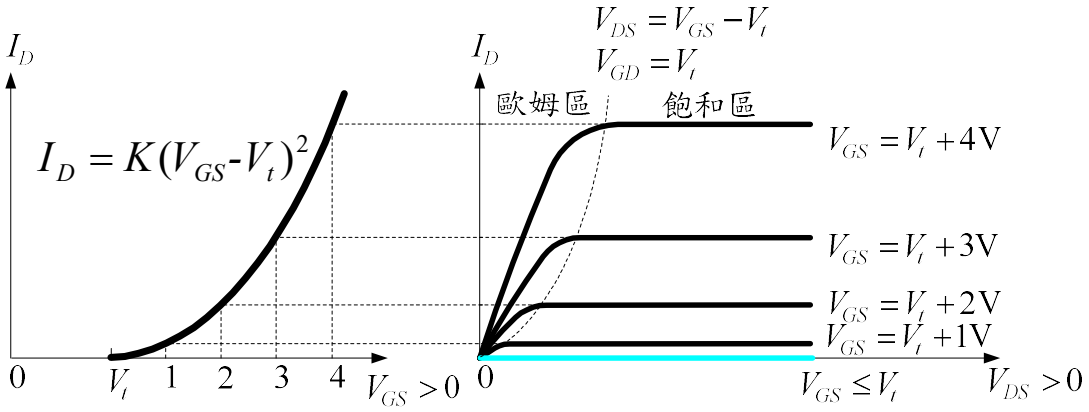
1. V_{GS}=0，無感應通道，MOSFET被截止。

2. 當 V_{GS}>0，V_{GS}>V_t形成N通道，使汲極電流 I_D隨 V_{GS}增加而增加。

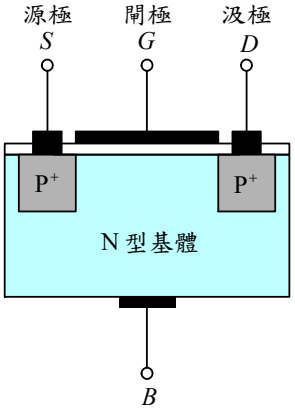
3. 當 V_{GS}<0，感應正電荷與P型基體多數載子電洞相斥，使汲源極形成空乏區，通道不通，MOSFET呈現截止狀態。

N 通道增強型 MOSFET 的特性曲線

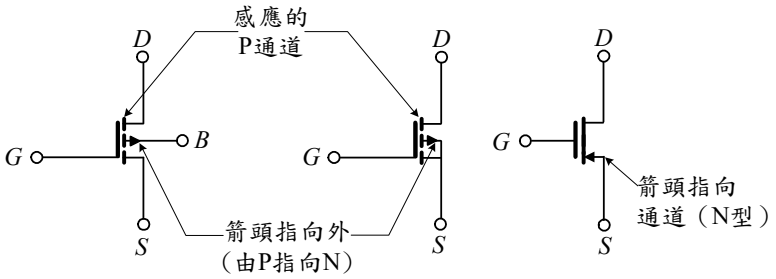
$$g_m = \left.\frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}}\right|_{V_{DS}=\text{定值}} = 2K(V_{GS}-V_t)$$



P 通道增強型 MOSFET 的結構與電路符號：

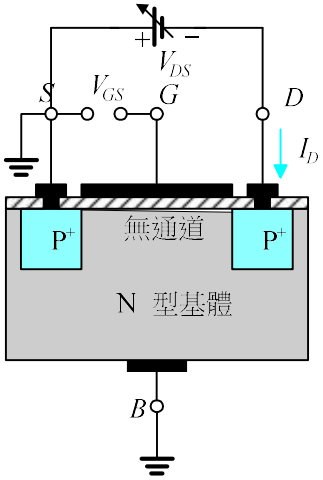


(a) 結構



(b) 電路符號

P 通道增強型 MOSFET 的工作原理：

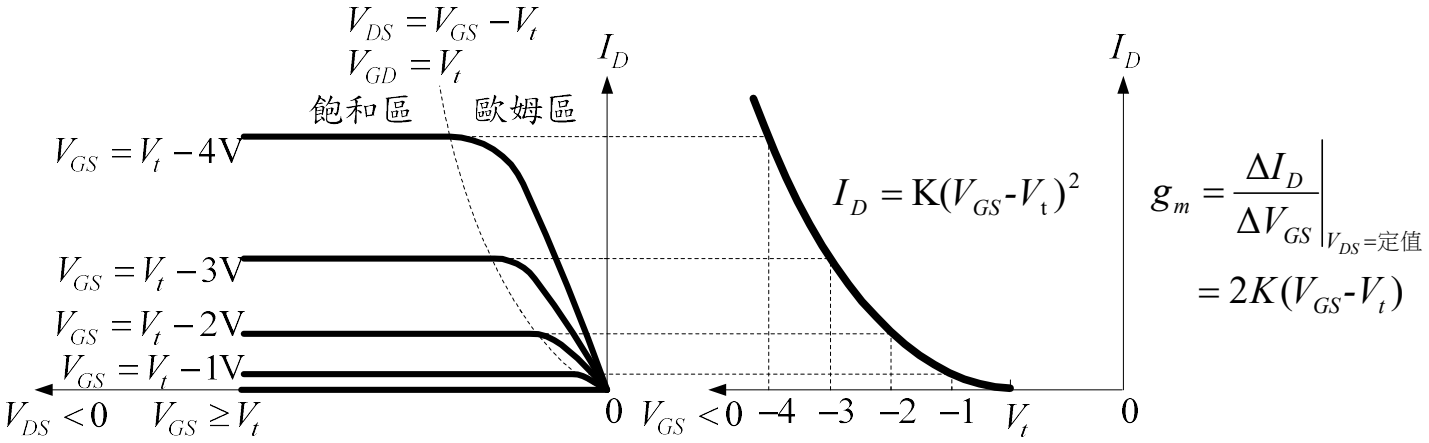


1. V_{GS}=0，無感應通道，MOSFET被截止。

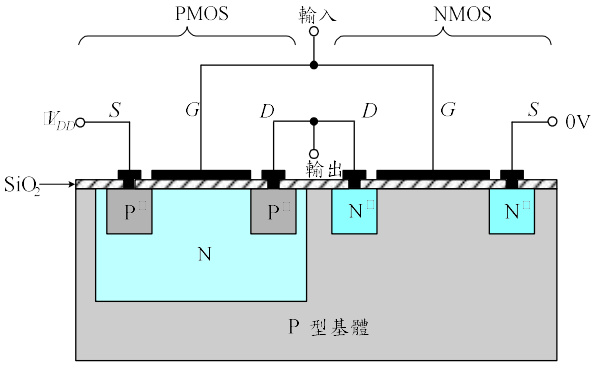
2. 當 V_{GS}<0，V_{GS}<V_t形成P通道，使汲極電流 I_D隨 V_{GS}減少而增加。

3. 當 V_{GS}>0，感應負電荷與N型基體多數載子電子相斥，使汲源極形成空乏區，通道不通，MOSFET呈現截止狀態。

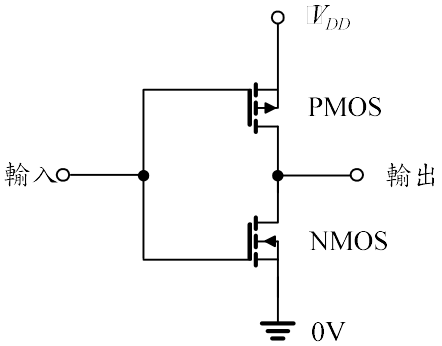
P 通道增強型 MOSFET 的特性曲線



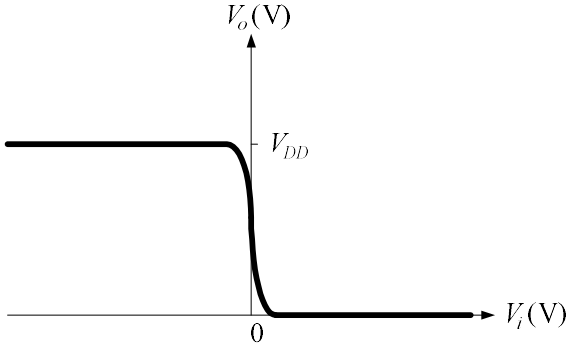
CMOS 互補式金氧半場效電晶體



CMOS 的基本構造



CMOS 的基本電路



CMOS 的輸入- 輸出電壓特性曲線

輸入正電壓時，PMOS 截止而 NMOS 導通，則輸出電壓為 0V

輸入負電壓時，NMOS 截止而 PMOS 導通，則輸出電壓為+V_{DD}