

CHƯƠNG 4 TRANSISTOR HIỆU ỨNG TRƯỜNG

NỘI DUNG

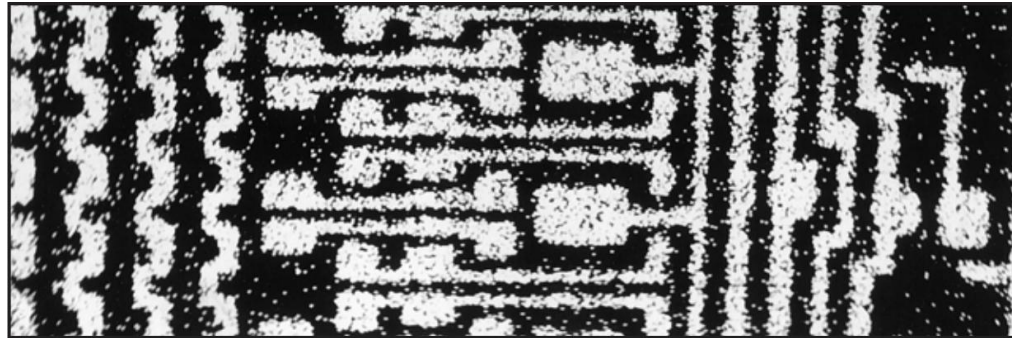
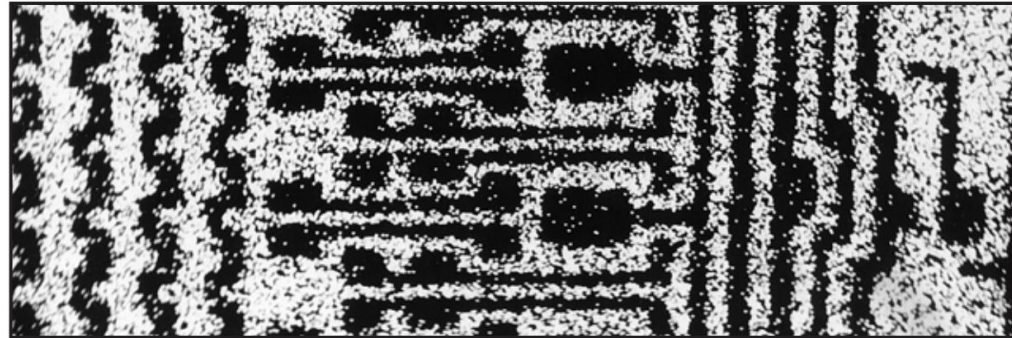
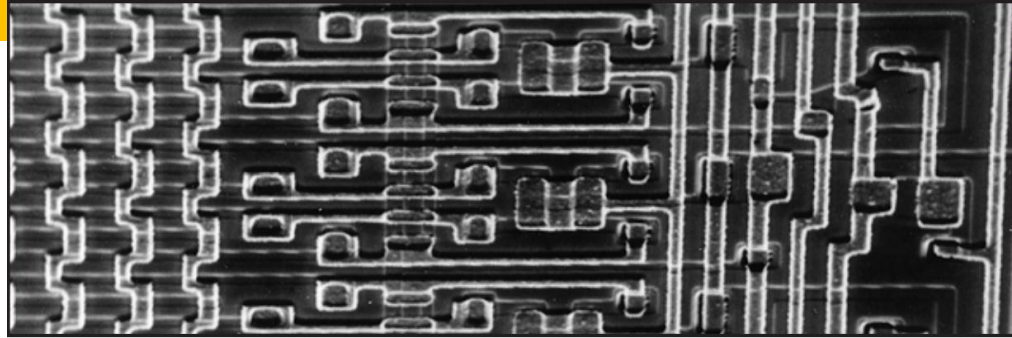
MOSFET KÊNH P

4.7 Cấu tạo

4.8 Nguyên lý hoạt động

4.9 Mô hình toán học

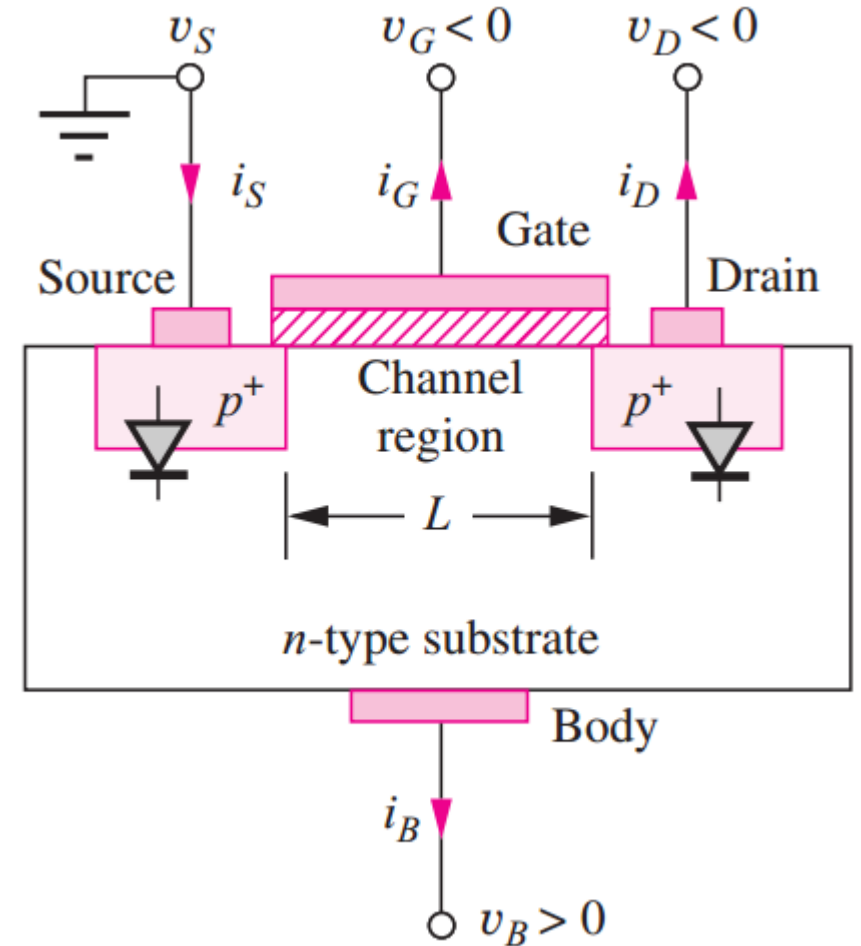
4.10 Đặc tuyến



4.7 CẤU TẠO

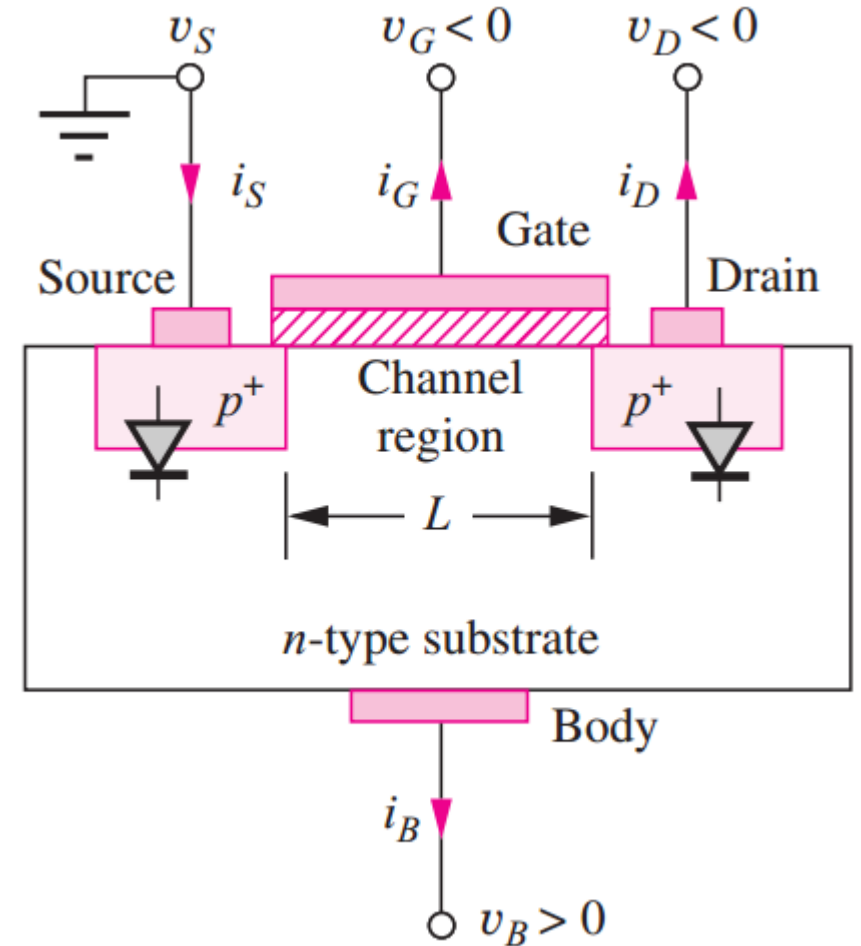
Cấu tạo của MOSFET kênh p

- Cực nối với lớp kim loại được gọi là **cực cửa** – **G** (*gate*); cực nối với lớp đế bán dẫn – **cực đế** - **B** (*body*).
- Để được cấu tạo từ lớp bán dẫn loại n .
- Hai vùng bán dẫn p^+ với nồng độ pha tạp cao được khuếch tán vào đế, tương ứng với hai cực – **cực nguồn** – **S** (*source*) và **cực máng** - **D** (*drain*).



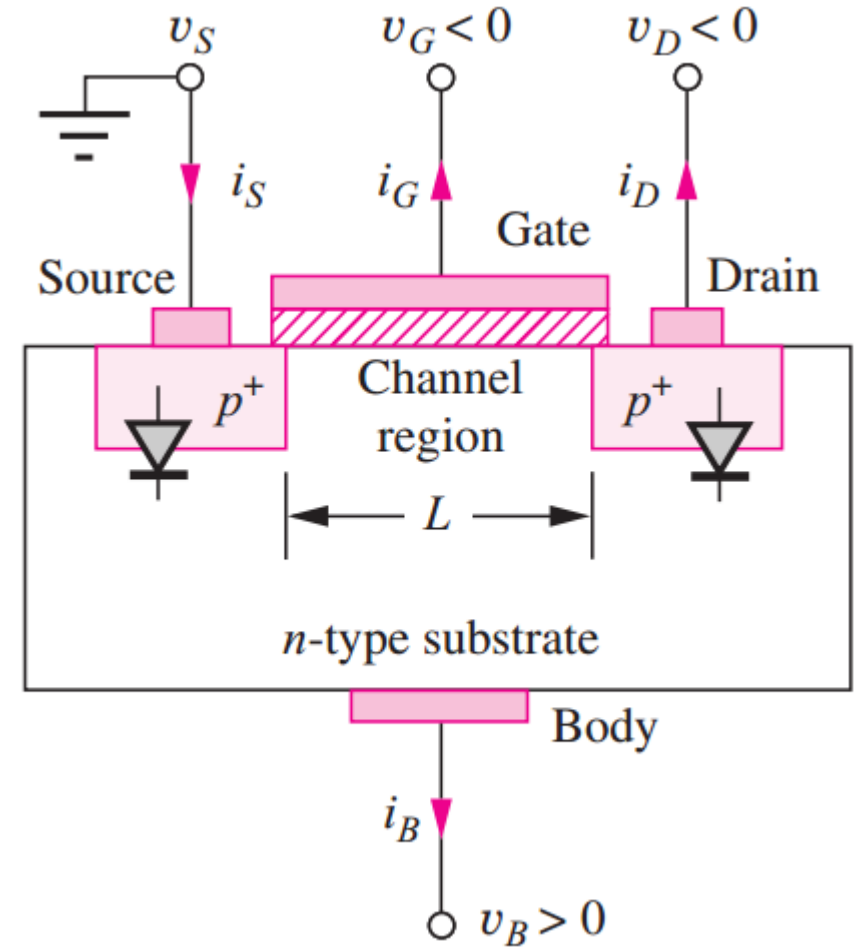
Cấu tạo của MOSFET kênh p

- Hai vùng p^+ cung cấp lỗ trống cho kênh.
- Vùng bán dẫn p^+ và đế (bán dẫn loại n) hình thành tiếp giáp pn .
- Hai tiếp giáp này cần phải phân cực ngược hoặc không phân cực để cách ly tiếp giáp với đế \rightarrow điện thế của cực đế luôn lớn hơn hoặc bằng điện thế của cực nguồn và cực máng.
- Ở chế độ hoạt động bình thường của MOSFET kênh p , các giá trị điện áp v_{GS} , v_{DS} và v_{SB} đều âm.



Cấu tạo của MOSFET kênh p

- Chiều các dòng qua các cực ở điều kiện hoạt động bình thường được mô tả như hình vẽ bên.
- Dòng máng i_D có chiều từ cực nguồn đến cực máng.
- Do lớp oxit cách điện nên $i_G \approx 0$.
- Do diode tiếp giáp pn giữa cực nguồn và cực đế, cực máng và cực đế phân cực ngược nên $i_B \approx 0$.



4.8 NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

Nguyên lý hoạt động của MOSFET kênh p

- Nguyên lý hoạt động của MOSFET kênh p về cơ bản giống với E-MOSFET kênh n , ngoại trừ các điện áp giữa các cực và dòng qua các cực có chiều ngược lại.
- Để tạo nên kênh, điện áp âm cần đặt vào cực cửa để hút các lỗ trống trong đế bán dẫn và các vùng p^+ của cực máng và nguồn về sát phía dưới lớp oxit và tạo nên lớp đảo (tức là kênh).
- Do vậy, để MOSFET kênh p dẫn điện, điện áp v_{GS} giữa cực cửa và cực nguồn cần phải âm hơn (nhỏ hơn) điện áp ngưỡng V_{TP} , trong đó $V_{TP} < 0$.
- Để cực đế không ảnh hưởng đến hoạt động của MOSFET, các diode tiếp giáp pn tạo bởi các vùng bán dẫn của cực nguồn và máng phải phân cực ngược, tương ứng với $v_{SB} < 0$ và $v_{SD} < 0$.

Nguyên lý hoạt động của MOSFET kênh p

- Tùy thuộc vào mối quan hệ giữa các điện áp v_{GS} , v_{DS} và V_{TP} , MOSFET kênh p hoạt động trong 3 vùng:
 - **vùng ngắt** (*cutoff region*): $v_{GS} > V_{TP}$
 - **vùng tuyến tính** (*triode/linear region*): $0 \leq |v_{DS}| \leq |v_{GS} - V_{TP}|$
 - **vùng bão hòa** (*saturation region*): $|v_{DS}| \geq |v_{GS} - V_{TP}| \geq 0$

4.9 MÔ HÌNH TOÁN HỌC

Mô hình toán học của MOSFET kênh p

- Đối với tất cả các vùng hoạt động:

$$K_p = K'_p \frac{W}{L} \quad K'_p = \mu_p C''_{ox} \quad i_G = 0 \quad i_B = 0$$

- **Vùng ngắt:**

$$i_D = 0 \quad \text{đối với } v_{GS} > V_{TP}$$

- **Vùng tuyến tính:**

$$i_D = K_p \left(v_{GS} - V_{TP} - \frac{v_{DS}}{2} \right) v_{DS} \quad \text{đối với } 0 \leq |v_{DS}| \leq |v_{GS} - V_{TP}|$$

- **Vùng bão hòa:**

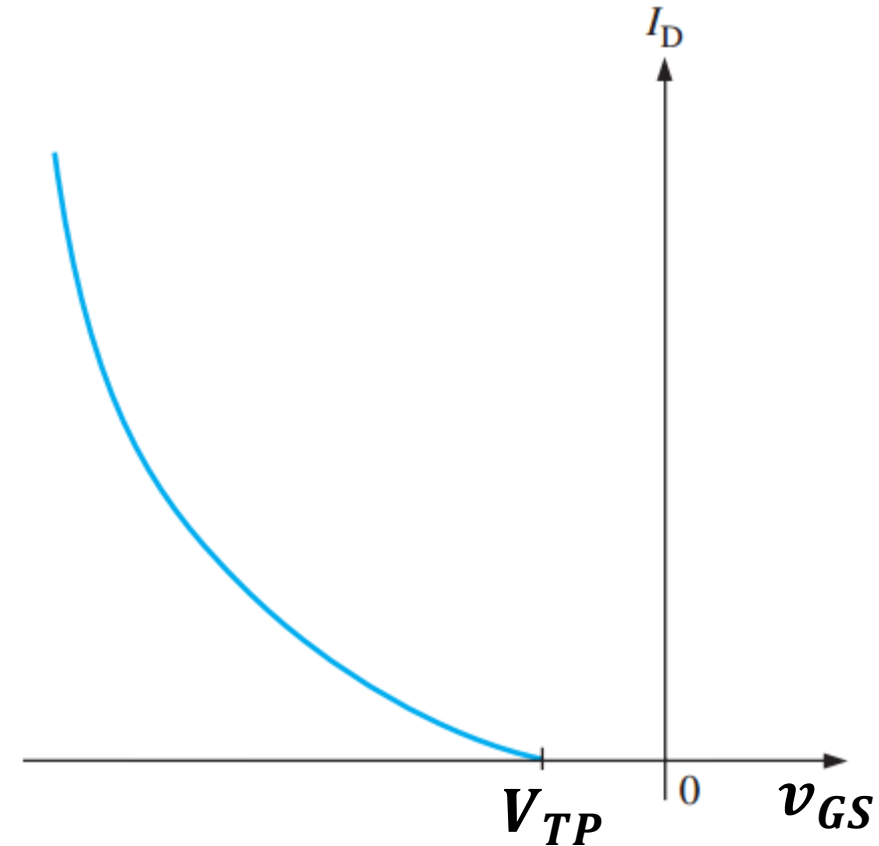
$$i_D = \frac{K_p}{2} (v_{GS} - V_{TP})^2 (1 + \lambda v_{DS}) \quad \text{đối với } |v_{DS}| \geq |v_{GS} - V_{TP}| \geq 0$$

*Đối với E-MOSFET kênh p , điện áp ngưỡng $V_{TP} < 0$, $v_{DS} < 0$ và $v_{GS} < 0$.

4.10 ĐẶC TUYỂN

Đặc tuyến truyền đạt của MOSFET kênh p

- Khi $v_{GS} > V_{TP}$, MOSFET ngắt.
- Khi $v_{GS} \leq V_{TP}$, kênh được hình thành \rightarrow MOSFET dẫn.
- Khi v_{GS} càng âm, dòng máng i_D tăng.



Đặc tuyến ra của MOSFET kênh p

- Đặc tuyến ra $i_D(v_{DS})$ với các giá trị điện áp V_{GS} khác nhau:
 - Khi $v_{GS} > V_{TP}$, MOSFET ngắt.
 - Khi $v_{GS} \leq V_{TP}$, kênh được hình thành \rightarrow MOSFET dẫn. Khi v_{DS} càng âm, dòng máng tăng dần và đạt đến giá trị bão hòa
 - Khi v_{GS} càng âm, đặc tuyến $i_D(v_{DS})$ càng tăng.
- *Lưu ý: ở chế độ hoạt động bình thường, $v_{GS} < 0$ và $v_{DS} < 0$.

