

Định luật Moore và sự phát triển công nghệ vi điện tử hiện đại

Nguyễn Xuân Sáng

Trung tâm hợp tác Viện công nghệ Massachusetts (Mỹ) và Singapore

Nguyễn Ngọc Trung

Viện Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

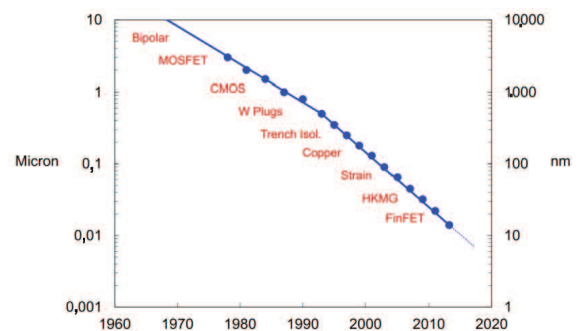
Công nghệ vi điện tử đã làm thay đổi bộ mặt của cuộc sống, khởi nguồn cho thời đại của máy tính cá nhân và internet. Một trong những động lực phát triển của công nghệ vi điện tử là Định luật Moore nổi tiếng về khả năng tăng gấp đôi độ tích hợp của linh kiện bán dẫn cứ sau 18 hoặc 24 tháng.

Bài báo tóm tắt những phát minh chủ chốt (innovation) giúp cho Định luật Moore tiếp tục được phát triển cho đến ngày nay cũng như bình luận về sự phát triển của công nghệ vi điện tử trong tương lai.

Sự phát triển của Định luật Moore

Kể từ ngày linh kiện điện tử transistor thể rắn ra đời thay thế cho bóng đèn điện tử chân không do Bardeen, Brattain và Shockley phát minh [1], công nghệ vi điện tử đã chuyển sang một bước ngoặt lớn, một cuộc cách mạng thực sự dựa trên hai động lực chính là: (1) Mạch tích hợp trên mặt phẳng (còn gọi là công nghệ planar) [2] do Kilby phát minh và (2) Sự tăng trưởng số lượng transistor tích hợp dựa theo Định luật Moore (được đưa ra bởi Gordon Moore - một trong những sáng lập viên của Tập đoàn Intel, ông đã đưa ra quy luật phát triển: sau mỗi 18 hay 24 tháng, số lượng transistor trong vi mạch tích hợp tăng lên gấp hai lần [3]).

Việc giảm kích thước linh kiện, nhờ đó tăng mật độ tích hợp đã giúp vi mạch điện tử giảm giá thành trong khi tăng mạnh về hiệu năng hoạt động và giảm tiêu tốn điện năng. Kích thước linh kiện transistor đã giảm từ hàng ngàn nm (năm 1960) xuống tới 14 nm theo công nghệ của Intel (năm 2014). Sự rút ngắn về kích thước này giúp cho độ tích hợp của vi mạch tăng từ khoảng 1 ngàn lên đến hơn 1 tỷ linh kiện trong 1 vi mạch.



Hình 1: chiều dài kênh dẫn trong vi mạch điện tử, tính theo μm và nm theo từng thập niên, từ 1960 đến nay và các phát minh chủ chốt giúp cho kích thước linh kiện tiếp tục giảm [4]

Các cuộc cách mạng trong công nghệ vi điện tử

Công nghệ CMOS

Cuộc cách mạng đầu tiên là sự thay đổi cấu trúc linh kiện từ dạng transistor lưỡng cực (BJT) cổng kênh chuyển sang cấu trúc MOSFET (kim loại - điện môi - bán dẫn) vào những năm 70 và chuyển dần sang công nghệ CMOS (complementary MOS)