

Kiến thức phổ thông trong thời đại số hóa

Lưu trữ thông tin bằng bán dẫn: SRAM - ROM - Bộ nhớ flash - USB

SRAM

Kỳ trước, chúng ta đã tìm hiểu về bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên RAM (Random Access Memory) gồm nhiều phần tử nhớ, mỗi phần tử nhớ là một tranzito trường MOS (MOSFET) và một tụ điện. MOSFET được điều khiển cho mở hoặc đóng để tụ điện tích điện (trạng thái 1) hoặc không tích điện (trạng thái 0). Vì tụ điện ít nhiều đều bị rò điện nên sau khi ghi, phải thường xuyên nạp lại điện để giữ lại trạng thái đã ghi. Đó là quá trình làm tươi lại (refresh) và RAM phải làm tươi lại mới lưu trữ thông tin được lâu, gọi là RAM động hay DRAM (dynamic RAM).

Có cách nào để có được bộ nhớ RAM nhưng không phải làm tươi lại, vừa phức tạp vừa tốn năng lượng hay không? Dựa trên hoạt động của MOSFET và của CMOS (như đã giới thiệu ở kỳ trước), người ta đã chế tạo RAM với

phần tử nhớ gồm hai CMOS nối chéo nhau (hình 1). Có thể điều khiển bộ 4 MOSFET này ở trạng thái 0 hoặc 1 nhờ một MOSFET dùng để ghi và một MOSFET nữa dùng để đọc. Tổng cộng các phần tử nhớ ở đây có 6 MOSFET. Tuy phức tạp hơn nhưng bộ nhớ RAM với 6 MOSFET này một khi đã được ghi thông tin gì thì cứ nhớ mãi, không cần phải làm tươi lại như ở DRAM. Vì vậy, loại RAM này có tên là RAM tĩnh (static RAM - SRAM).

SRAM đắt hơn DRAM một chút nhưng làm việc nhanh và ít tốn năng lượng hơn. Tuy không phải làm tươi lại nhưng đối với SRAM (cũng như DRAM), nếu mất điện cung cấp thì những gì nhớ được vẫn bị mất hết, từ chuyên môn gọi là bị bay hơi (volatile). Người ta gọi chung đó là các bộ nhớ bị bay hơi (volatile memory), hay bộ nhớ tạm thời.

ROM

Có cách nào lưu trữ thông tin bằng bán dẫn nhưng thông tin ghi được không bị xóa đi (bị bay hơi) khi không cung cấp điện hay không? Thực ra, ngay ở giai đoạn đầu người ta đã chế tạo một cách tương đối đơn

giản các bộ nhớ ROM bán dẫn. Ta đã biết, ROM (Read Only Memory) là bộ nhớ chỉ đọc, không ghi được. Ví dụ, ở lưu trữ quang, cụ thể là CD-ROM (tức là đĩa CD đã ghi sẵn), có thể đọc dễ dàng các thông tin đã ghi sẵn trên đĩa nhưng người dùng không ghi được. Ở lưu trữ bán dẫn, người ta làm các bộ nhớ cơ bản giống như RAM nhưng chỉ đọc được chứ người dùng không ghi được. Nhà sản xuất đã ghi sẵn bằng cách nối sẵn hoặc ngắt không nối các đường dẫn điện cần thiết đến các vị trí đóng hoặc mở các tranzito, tụ điện... Vì vậy, nếu có điện ở lối vào chính của bộ nhớ thì lập tức các phần tử nhớ ở trạng thái ghi nhớ các thông tin đã ghi, bộ đọc chỉ cần đọc là có được các thông tin đó. Các bộ nhớ ROM thường được dùng (ví dụ ở máy tính, ở các thiết bị) luôn phải chấp hành một lệnh điều khiển, thực hiện một nhiệm vụ nào đó đã định sẵn.

Chủ động và thuận tiện nhất là bộ nhớ bán dẫn có thể ghi được thông tin, xóa để ghi lại được, lúc mất điện hay lúc không dùng thì thông tin vẫn được lưu trữ. Bộ nhớ này không nhất thiết phải gắn liền với một máy tính, máy ghi công kênh nào đó, nghĩa là bộ nhớ cơ động, đem đi đâu cũng được, dùng được cho nhiều loại máy... Người ta thường gọi đó là bộ nhớ lấy ra mang đi được (removable memory). Đỉnh cao của loại bộ nhớ này là ổ chíp USB mà chủ yếu ở

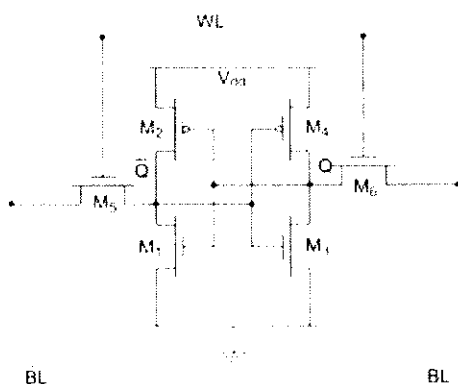
đây là bộ nhớ flash.

Bộ nhớ flash

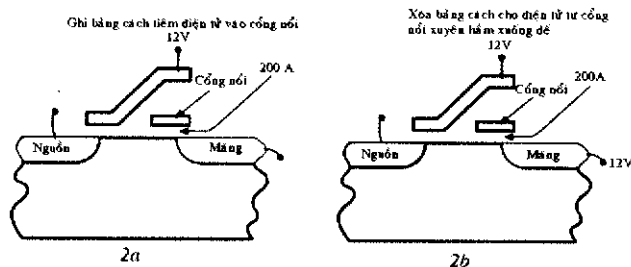
Bộ nhớ flash là bộ nhớ không bay hơi (non-volatile), có thể dùng điện để xóa và ghi lại được. Đây là công nghệ hiện được dùng ở thẻ nhớ điện tử, USB... để lưu trữ thông tin cũng như để chuyển dữ liệu từ máy tính này sang máy tính khác hoặc chuyển dữ liệu sang các máy kỹ thuật số khác như máy chiếu, máy in... Bộ nhớ flash là một dạng mới của bộ nhớ chỉ để xóa, lập trình bằng điện EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory).

Năm 1984, nhà sáng chế người Nhật là Fujio Masuoka làm việc ở Hãng Toshiba đã làm ra bộ nhớ loại này. Lúc đó, để xóa phải dùng tín hiệu điện để điều khiển tạo ra chớp sáng (kiểu như ở đèn chớp máy ảnh) nhưng ở đây không phải chiếu ánh sáng mà là chiếu tia tử ngoại vào chíp nhớ. Tia tử ngoại làm cho các lớp oxit cách điện trở thành dẫn điện, điện tử bị giam giữ để nhớ bị thoát đi hết, bộ nhớ bị xóa sạch. Về sau, để xóa người ta không dùng đèn chớp nữa, nhưng về nguyên tắc là dùng tín hiệu điện để xóa nên vẫn giữ tên cũ là bộ nhớ flash. Linh kiện chủ yếu nhất ở bộ nhớ flash là tranzito trường MOS có cổng nổi (Floating Gate - FG).

Ta biết rằng, cấu tạo của MOSFET thông thường gồm cực nguồn, cực máng và cực



Hình 1: Phần tử nhớ gồm 6 MOSFET ở SRAM



Hình 2: MOSFET có cổng nối

a - Ghi: Tác dụng điện thế cao 12V ở cực cổng - Điện tử bị đẩy xuyên qua điện môi vào chứa ở cổng nối.
b - Xóa: Tác dụng điện thế cao 12V ở máng - Điện tử chứa trong cổng nối xuyên hầm chạy qua lớp điện môi dày 200 Å vào đế bán dẫn.

cổng (Control Gate - CG). Dưới lớp dẫn điện của cực cổng là một lớp oxit cách điện. Khi tác dụng điện thế thích hợp vào cực cổng, điện trường sinh ra, thông qua lớp oxit tạo nên một lớp đảo ngược điện tích ở nơi lớp oxit tiếp xúc với bán dẫn. Lớp đảo này tạo ra kênh dẫn điện, làm cho tranzito trường mở, tức là cho dòng điện chạy từ nguồn đến máng. Như vậy, với MOSFET thông thường, khi tác dụng điện thế điều khiển vào cực cổng thì tranzito mở; khi không tác dụng điện thế hoặc lúc mất điện thì tranzito tự động chuyển sang trạng thái đóng, xóa đi trạng thái mở ban đầu. Để MOSFET khi đang ở trạng thái mở không tự động bị xóa đi, người ta làm thêm một cổng lơ lửng ở dưới cực cổng, gọi là cổng nối. Cổng nối này được cách ly với xung quanh bằng một lớp oxit mỏng nhưng chất lượng cách điện rất tốt. Nếu bằng cách nào đó cho vào cổng nối một số điện tử, điện tử sẽ bị giam giữ lại ở đây trong một thời gian dài đến nhiều năm. Khi ở cổng nối có chứa điện tích (điện tử), nó ngăn cản không cho cực cổng tạo ra được điện trường ảnh hưởng đến lớp bán dẫn ở phía dưới nếu điện thế tác dụng lên cực cổng bình thường không cao quá một mức nào đó. Ta xét trường hợp MOSFET loại n (hình 2). Nếu không có cổng nối hoặc ở cổng nối không chứa điện tích nào cả,

MOSFET loại mới này hoạt động không khác gì loại MOSFET đã nói trước đây: Khi tác dụng điện thế dương cao đến một ngưỡng V_T nào đó, ở chỗ tiếp xúc giữa điện môi (lớp oxit) và bán dẫn (phiến silic) có một lớp đảo, tức là lớp điện tử bị điện thế dương ở cổng hút về tạo ra kênh n dẫn điện: MOSFET mở, cho dòng điện đi qua.

Bằng cách nào đó tạo ra điện tử và cho chứa vào cổng nối, vì cổng nối cách điện rất tốt nên số điện tử đó bị giam giữ ở đây (có thể đến mười năm). Điện tử bị giam giữ ở cổng nối lại gây ra một điện trường ngăn cản, vì vậy, khi tác dụng lên cực cổng điện thế V_T , điện tử ở bán dẫn khó bị kéo lên để tạo ra kênh n so với khi không có điện tử chứa trong cổng nối. Kết quả là, phải tác dụng lên cực cổng điện thế V_{T2} cao hơn V_T mới tạo ra được kênh n, nghĩa là MOSFET (có cổng nối) mới mở được.

Vậy nếu quy ước MOSFET có cổng nối khi mở (có dòng điện chạy từ nguồn đến máng) là ở trạng thái 1 thì khi không có điện tử chứa ở cổng nối, nếu đọc bằng cách cho điện thế V_T vào cực cổng, ta thấy MOSFET mở, đúng là ở trạng thái 1.

Khi cho điện thế dương khá cao, khoảng 12 V tác dụng lên cực cổng (hình 2a), MOSFET mở, dòng điện giữa nguồn và máng khá mạnh,

điện tử có năng lượng cao có thể nhảy qua lớp cách điện mỏng vào cổng nối và bị giam giữ ở đó. MOSFET khi đã chứa điện tử tại cổng nối ở trạng thái 0, vì nếu tác dụng điện thế V_T vào cực cổng để đọc, MOSFET vẫn không mở được, không có dòng điện chạy từ nguồn đến máng, đúng là ở trạng thái 0.

Như vậy là nhờ có cổng nối, ta có thể ghi, tức là tạo ra hoặc trạng thái 1, hoặc trạng thái 0 cho MOSFET. Khi muốn xóa trạng thái 0 ta tìm cách cho điện tử thoát ra khỏi cổng nối. Muốn vậy, cho cực cổng có điện thế 0 V, còn ở cực máng cho điện thế 12 V (hình 2b). Điện tử ở cổng nối sẽ xuyên hầm chạy qua lớp oxit mỏng chui xuống đế silic và tiêu tán hết. Lúc này, cổng nối không chứa điện tử, MOSFET đã từ trạng thái 0 trở về 1, tức là bị xóa trạng thái 0 đã ghi trước đây.

MOSFET có thêm cổng nối mô tả ở trên có tên gọi là NOR flash (chớp NOR), gọi tên theo nhiệm vụ thực hiện trong tính toán logic. Một loại MOSFET có cổng nối với cấu trúc tương tự nhưng cách ghi và xóa có khác một chút có tên gọi là NAND flash (chớp NAND) là cốt lõi của phần tử nhớ ở cái mà ta thường gọi tắt là USB, được sử dụng phổ biến 3-4 năm trở lại đây.

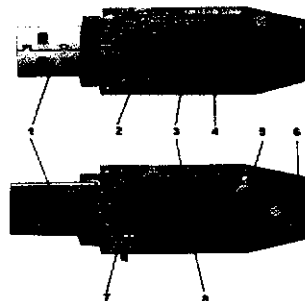
Ổ chớp USB

Cái mà người sử dụng quen dùng và gọi tắt là USB có tên đầy đủ là ổ chớp USB (USB flash drive), kích thước nhỏ như ngón tay cái, có đầu cắm chuẩn để cắm vào máy tính hoặc nhiều máy kỹ thuật số khác như máy ảnh số, máy chiếu, máy in...

Gọi là ổ chớp vì bên trong

có chứa bộ nhớ chớp (flash memory) và các mạch điều khiển để đọc, ghi, xóa... tương tự như ổ đĩa cứng, ổ đĩa mềm. Gọi là USB vì có đầu nối là USB (Universal Serial Bus) có nhiệm vụ chuyển tải liên tiếp dữ liệu vào ổ ghi, lưu trữ vào bộ nhớ flash và chuyển tải ra ngoài dữ liệu mà bộ nhớ flash đã ghi được để sử dụng.

Ổ chớp USB là điển hình của bộ nhớ lấy ra lắp vào được, ghi được dung lượng thông tin lớn hơn ổ đĩa mềm rất nhiều, có khối lượng nhỏ (chỉ vào khoảng 50 g) có thể ghi và xóa khoảng 1 triệu lần, dung lượng lưu trữ khoảng từ 64 MB đến 32 GB và có thể



Hình 3: Cấu tạo của ổ chớp USB

- 1 Đầu nối USB
- 2 Mạch điều khiển USB
- 3 Các điểm kiểm tra
- 4 Chip nhớ flash
- 5 Trình phổ dao động
- 6 LED
- 7 Khóa bảo vệ
- 8 Khoảng dự trữ để bổ sung chip nhớ

hơn nữa, lưu trữ dữ liệu được khoảng 10 năm. Các bộ phận thông thường ở một ổ chớp USB như hình 3.

Ổ chớp USB được sử dụng phổ biến trong mấy năm gần đây, nhiều nhất là ở lĩnh vực cá nhân dùng để chuyển dữ liệu, tiện lợi hơn rất nhiều so với dùng đĩa từ, đĩa CD ■

Nguyễn Xuân Chánh