

www.mientayvn.com

Khi đọc qua tài liệu này, nếu phát hiện sai sót hoặc nội dung kém chất lượng xin hãy thông báo để chúng tôi sửa chữa hoặc thay thế bằng một tài liệu cùng chủ đề của tác giả khác.

Bạn có thể tham khảo nguồn tài liệu được dịch từ tiếng Anh tại đây:

http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: thanhlam1910_2006@yahoo.com

Gmail: frbwrthes@gmail.com

Theo yêu cầu của khách hàng, trong một năm qua, chúng tôi đã dịch qua 16 môn học, 34 cuốn sách, 43 bài báo, 5 sổ tay (chưa tính các tài liệu từ năm 2010 trở về trước) Xem ở đây

**DỊCH VỤ
DỊCH
TIẾNG
ANH
CHUYÊN
NGÀNH
NHANH
NHẤT VÀ
CHÍNH
XÁC
NHẤT**

Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

Giá cả: có thể giảm đến 10 nghìn/1 trang

Chất lượng: Tạo dựng niềm tin cho khách hàng bằng công nghệ 1. Bạn thấy được toàn bộ bản dịch; 2. Bạn đánh giá chất lượng. 3. Bạn quyết định thanh toán.

Vật Liệu Từ Nano

GVHD: TS. Nguyễn Khánh Dũng

Hiệu ứng bề mặt đối với
màng mỏng từ

CÁC THÀNH VIÊN CỦA NHÓM 3

Họ và tên :

MSSV:

- | | |
|--------------------------|---------|
| 1. Nguyễn Phan Hạnh Dung | 0719017 |
| 2. Đào Thị Minh Hiếu | 0719026 |
| 3. Lê Thị Ngọc Hiền | 0719114 |
| 4. Trần Minh Hải | 0719121 |
| 5. Nguyễn Thị Ngọc Ánh | 0719122 |

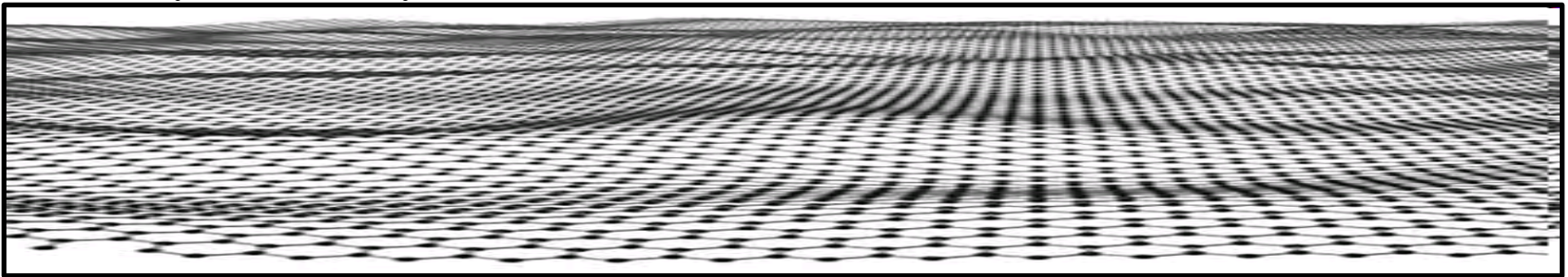
Nội dung trình bày

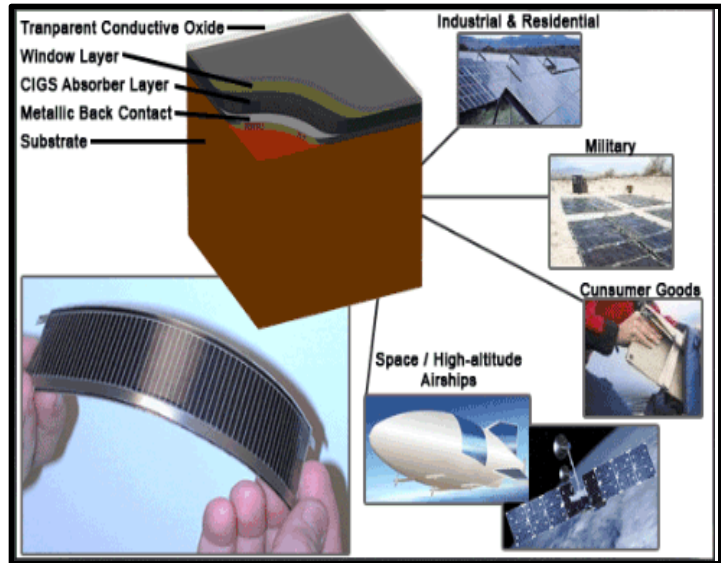
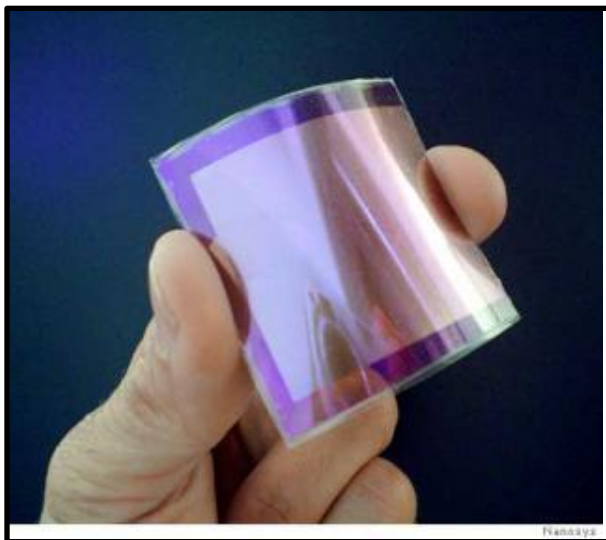
- I. Định nghĩa màng mỏng từ.
- II. Hiệu ứng kích thước đối với vật liệu từ ở dạng màng mỏng.
- III. Ứng dụng hiệu ứng từ trở khổng lồ của màng mỏng từ.

I. Màng mỏng.

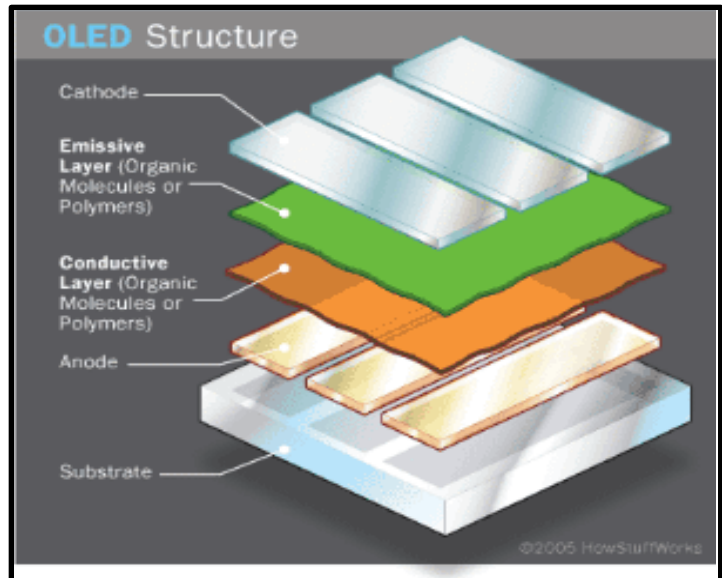
1. Sơ lược về màng mỏng.

- ❖ **Màng mỏng** (*Thin film*) là một hay nhiều lớp vật liệu được chế tạo sao cho chiều dày nhỏ hơn rất nhiều so với các chiều còn lại.
- ❖ **Cấu trúc của màng mỏng** tùy thuộc vào kỹ thuật chế tạo.





Hình ảnh minh họa của một số màng mỏng.



1.1 Màng đơn lớp và màng đa lớp.

Màng mỏng



MÀNG ĐƠN LỚP:

gồm một lớp vật liệu được chế tạo trên một lớp đế.

MÀNG ĐA LỚP:

gồm nhiều lớp vật liệu khác nhau, xếp chồng lên nhau, nhằm thay đổi được tính chất của màng mỏng.

Màng đa lớp



❖ Xét công thức:

$$\{TM(t_m) / TNM(t_{nm})\}_n$$

Với :

TM: Fe, Co, Ni

TNM: Ag, Cu, Cr, Mo...

□ Ví dụ:

{Fe/Cr/Fe}, {Fe/Cu/Fe}....

1.2 Màng mỏng sắt từ.

Màng mỏng sắt từ
là màng đa lớp
bao gồm sự xen
kẽ nhau

Các lớp kim loại sắt từ.

và

Kim loại không từ tính.

II. Hiệu ứng kích thước đối với vật liệu từ ở dạng màng mỏng.

*Tương tác trao đổi giữa các lớp

❖ Đặc trưng tương tác giữa các lớp sắt từ

□ Xét cấu hình Fe/Cr/Fe có kích thước các lớp

{100/3/100 Å⁰}

{100/11/100 Å⁰}

{50/5/50 Å⁰}

Sắt từ

Phản sắt từ

Kiểu 90⁰

❖ Thông qua việc quan sát cấu trúc mômen từ:

Tùy thuộc vào độ dày của lớp kim loại không từ tính kẹp giữa mà tương tác giữa các lớp sắt từ có thể là :

** Sắt từ*

** Phản sắt từ*

** Kiểu 90°*

* Mô tả định lượng các tham số của tương tác trao đổi

❖ Mật độ năng lượng của tương tác trao đổi giữa các lớp :

$$E_1 = -J_1 \cdot \cos(\Delta\alpha) - J_2 \cdot \cos(\Delta\alpha)^2$$

Trong đó

- $\Delta\alpha$: góc giữa 2 vectơ từ độ M_1 và M_2 của các lớp.
- J_1, J_2 : tham số mô tả kiểu và cường độ của tương tác trao đổi.

$$E_1 = -J_1 \cdot \cos(\Delta\alpha) - J_2 \cdot \cos(\Delta\alpha)^2$$

- ❖ Nếu J_1 có vai trò chủ yếu
 - * $J_1 > 0 \rightarrow$ tương tác **kiểu F.**
 - * $J_1 < 0 \rightarrow$ tương tác **kiểu AF.**

- ❖ Nếu J_2 có vai trò chủ yếu và $J_2 < 0$
 - \rightarrow tương tác **kiểu 90° .**

III. Ứng dụng hiệu ứng từ trở khổng lồ của màng mỏng từ.

1. Hiệu ứng từ điện trở khổng lồ (GMR).

Mô tả hiệu ứng GMR.

1.1 Các khái niệm.

❖ **Hiệu ứng từ điện trở (MR):** là sự thay đổi điện trở của một vật dẫn gây bởi từ trường.

$$MR(\%) = \frac{\rho(H) - \rho(0)}{\rho(0)} = \frac{R(H) - R(0)}{R(0)}$$

Với: $\rho(H), \rho(0), R(H), R(0)$ lần lượt là điện trở suất và điện trở tại từ trường H và từ trường $H = 0$.

❖ **Hiệu ứng từ - điện trở thông thường (OMR):** là hiệu ứng MR xảy ra do lực Lorentz tác dụng lên chuyển động của các điện tử.

❖ **Hiệu ứng từ - điện trở dị hướng (AMR):** là hiện tượng tăng điện trở dưới tác dụng của từ trường do lực Lorentz tác dụng lên các hạt tải điện.

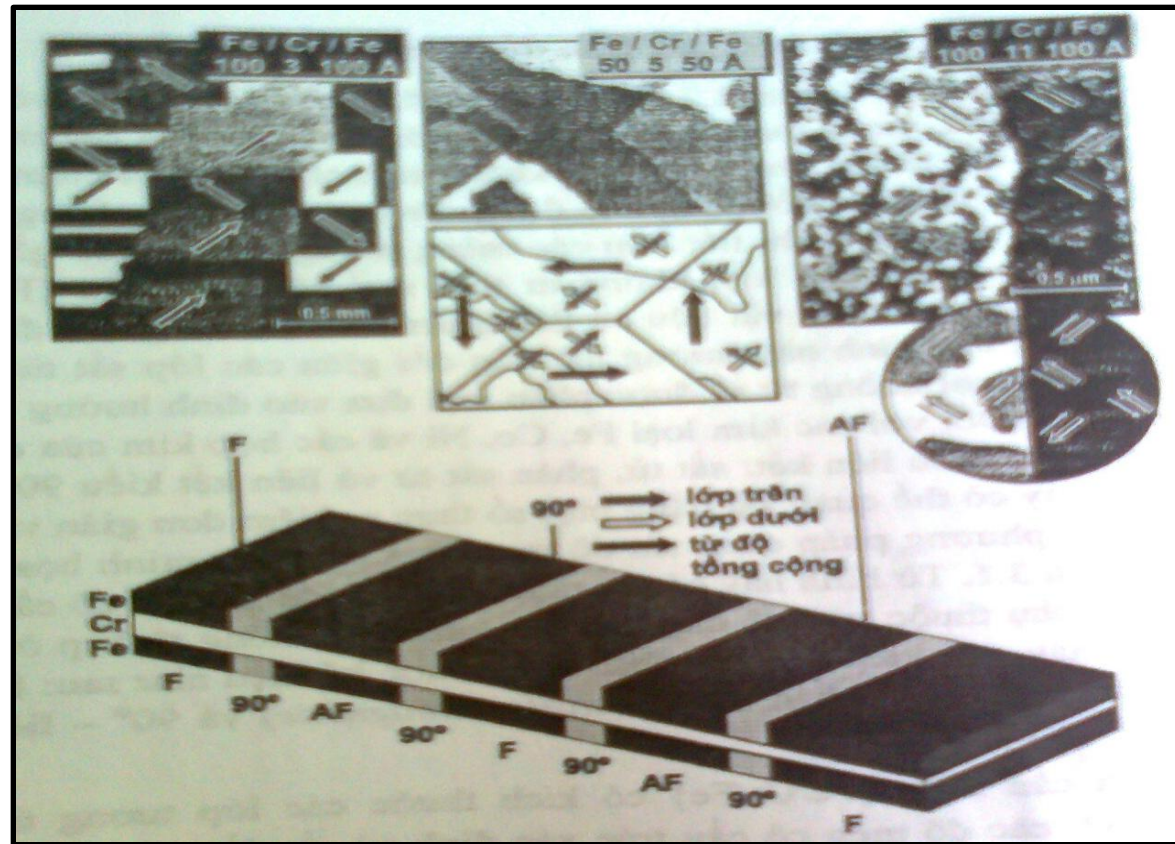
❖ **Hiệu ứng từ điện trở khổng lồ (GMR):** là một hiệu ứng lượng tử quan sát thấy trong một số màng mỏng từ tính đa lớp hoặc đơn lớp, với sự thay đổi lớn giá trị điện trở suất dưới tác dụng của từ trường ngoài.

❖ Hiệu ứng này không phải là do giá trị lớn của tỉ số MR mà do cơ chế tạo nên hiệu ứng, đó là cơ chế tán xạ phụ thuộc spin của điện tử khi truyền qua các lớp sắt từ được kẹp giữa bởi các lớp phi từ.

❖ Ngoài ra hiệu ứng GMR còn phát hiện thấy trên một số màng mỏng dạng hạt (ví dụ màng hợp kim dị thể CoCu, CoAg...).

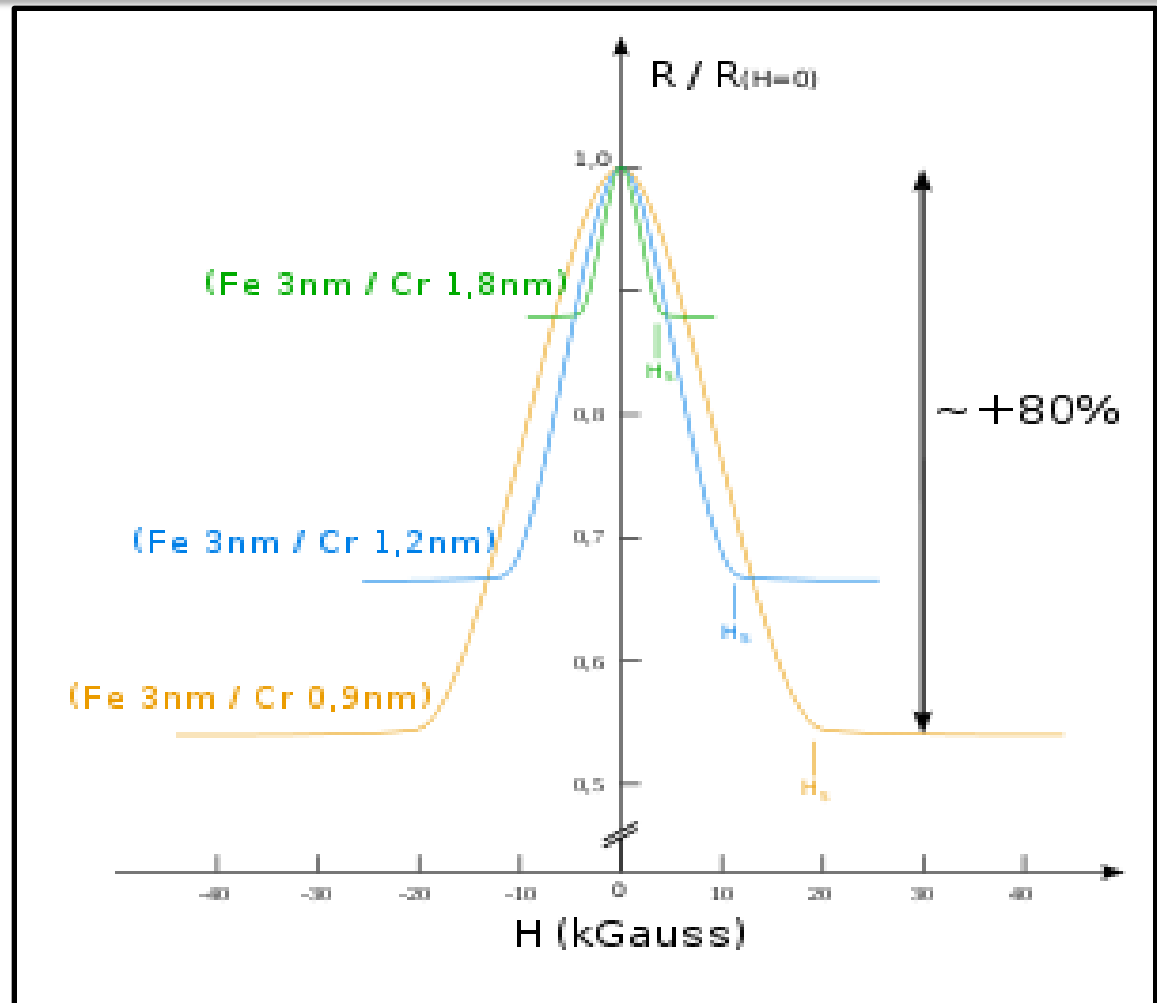
1.2 Mô tả hiệu ứng GMR.

□ Lần đầu tiên phát hiện trên cấu hình $\{Fe(3nm/Cr(0,9nm))\}_{40}$. Nó có liên quan với cấu trúc từ vừa mô tả giữa 2 lớp vật liệu sắt từ (Fe) thông qua lớp đệm không có từ tính (Cr).



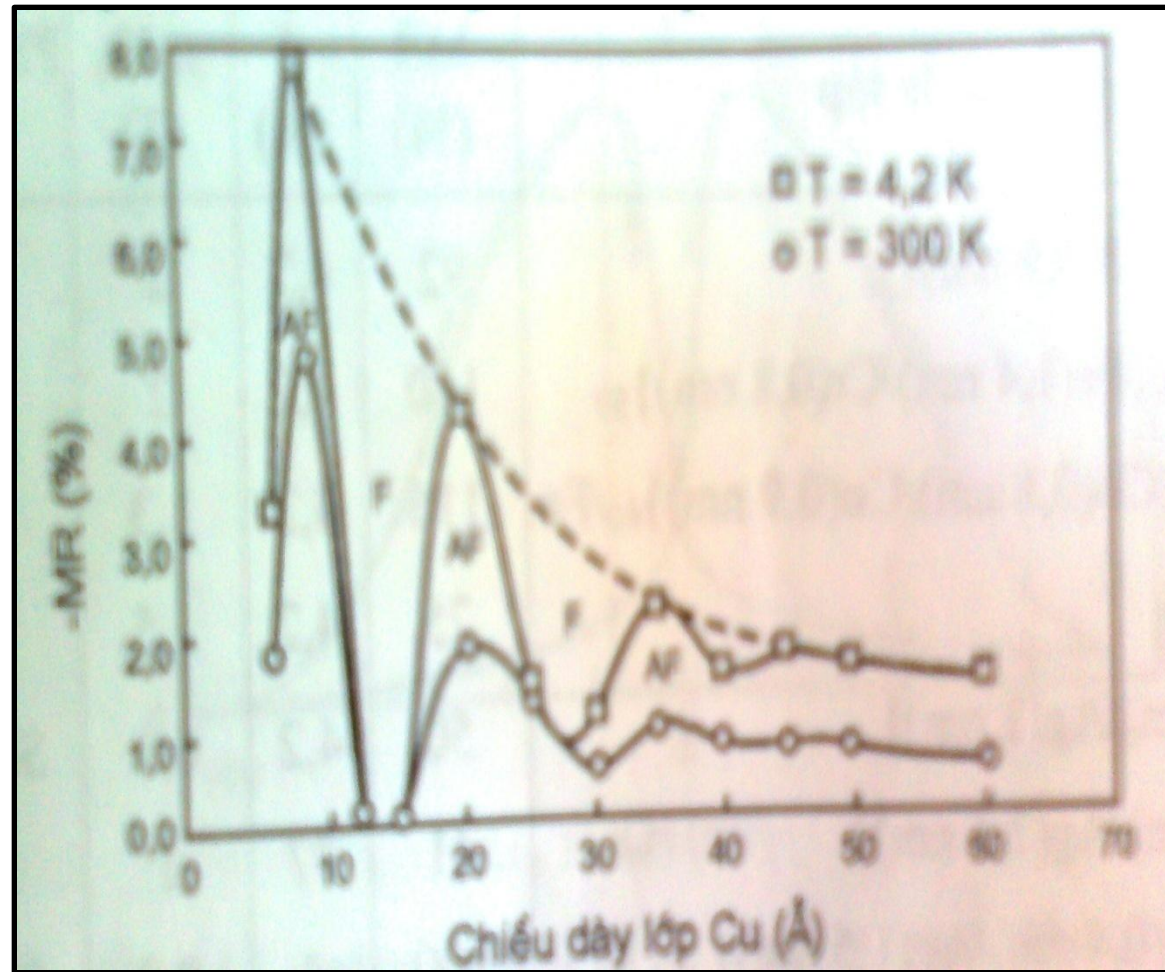
Hình vẽ - Cấu trúc đô men tương ứng với các kiểu liên kết khác nhau của các màng mỏng đa lớp $\{Fe/Cr/Fe\}$.

□ Dưới tác dụng của từ trường ngoài, từ độ của các lớp Fe có xu hướng định hướng lại song song với nhau theo phương của từ trường. Đồng thời với quá trình quay đó của vecto từ độ, điện trở của mẫu (R_F) giảm rất mạnh.



Hình vẽ - Hiệu ứng từ điện trở lớn trong các màng đa lớp Fe/Cr

□ Sự dao động của hiệu ứng từ-điện trở theo độ dày lớp đệm không từ tính cũng được quan sát trong hệ mẫu $\{Co(1,5nm)/Cu(t_{Cu})\}_{30}$. Ta thấy tỉ số MR luôn dương; giá trị lớn của MR ứng với các cấu hình phản sắt từ.



Hình vẽ - Sự dao động của hiệu ứng từ điện trở của hệ mẫu $\{Co(1,5nm)/Cu(t_{Cu})\}_{30}$.

□ Do tính chất và cấu hình đặc trưng của các màng mỏng đa lớp, chỉ số từ-điện trở khổng lồ, tức là giá trị GMR của chúng còn được định nghĩa như sau:

$$GMR = \Delta R/R = (R_{AF} - R_F)/R_F$$

Hay:

$$GMR = \Delta R/R = (R_{AF} - R_F)/R_S$$

Với: R_{AF} và R_F tương ứng là điện trở của mẫu trong trạng thái phản sắt từ và sắt từ (hay bão hòa R_S).

□ Trong nhiều trường hợp, hiệu ứng từ-điện trở của vật liệu còn được đặc trưng bởi tham số $(\Delta R/R)/u_o H_s$.

Bảng : Hiệu ứng GMR trong một số màng mỏng đa lớp

Màng đa lớp	MR (%)	T (K)	$u_o H_o$ (T)	Phương pháp chế tạo
$\{Fe(3nm)/Cr(0,9nm)\}_{30}$	92	4,2	2	E
$Cr(10nm)/\{Fe(1,4nm)/Cr(0,8nm)\}_{50}$	150	4,2	2	SP
$Fe(5nm)/\{Co(0,8nm)/Cu(0,9nm)\}_{60}/Fe$	115	4,2	1,3	SP
$\{NiFe/Cu\}$	25	4,2	1,5	SP
$\{NiFe(2nm)/Ag(1nm)\}$	50	4,2	0,1	SP ở 77K
$\{Co(0,6nm)/Ag(2,5nm)\}$	41	77	1	E
$\{Co_{0.3}Fe_{0.7}(0,4nm)/Ag(1,5nm)\}$	100	4	0,3	SP ở 77K

Trong đó: T : nhiệt độ khảo sát; $u_o H_o$: từ trường bão hòa và các phương pháp chế tạo E-epitaxi; SP: phún xạ catot(sputtering).

1.3 Mô hình đơn giản của hiệu ứng GMR.

❖ GMR được giải thích với sự tổ hợp đồng thời của 3 giả thuyết sau:

➤ Vì độ dày của lớp không từ chỉ vào cỡ 1 nm, tức là nhỏ hơn hoặc xấp xỉ bằng quãng đường tự do trung bình của các điện tử, nên điện trở có khả năng vượt qua lớp đệm không từ tính để chuyển động từ lớp từ tính này sang lớp từ tính khác.

- Khi chuyển động trong các lớp vật liệu có từ tính hoặc trong vùng chuyển tiếp của các lớp từ tính, sự tán xạ của các điện tử phụ thuộc vào định hướng spin của chúng.
- Định hướng tương đối của các vectơ từ độ trong các lớp có thể thay đổi dưới tác dụng của từ trường ngoài.

1.4 Cơ chế của hiệu ứng GMR.

❖ Điện trở của các chất rắn được tạo ra do sự tán xạ của điện tử, và có các đóng góp cho sự tán xạ này gồm:

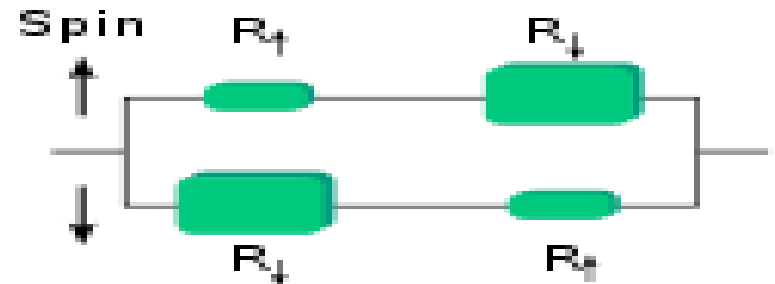
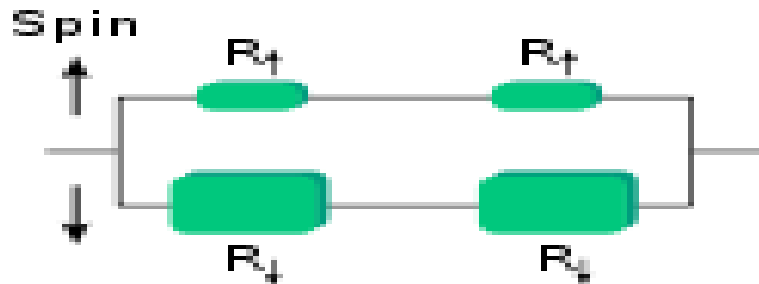
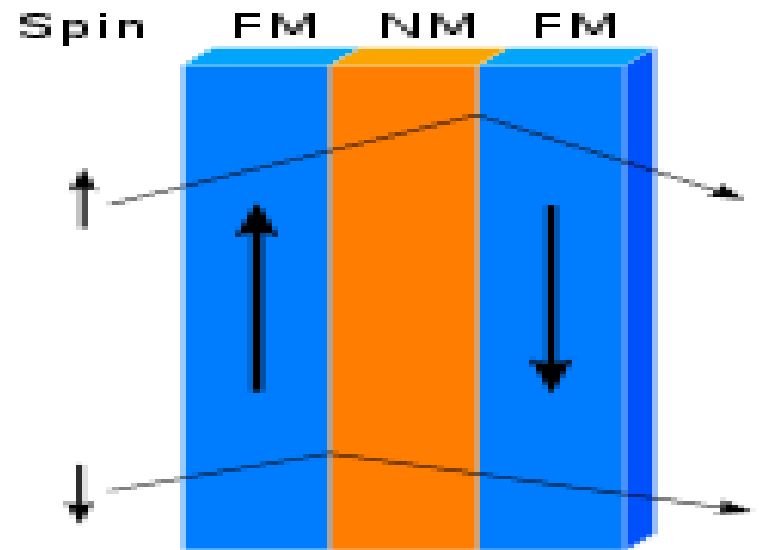
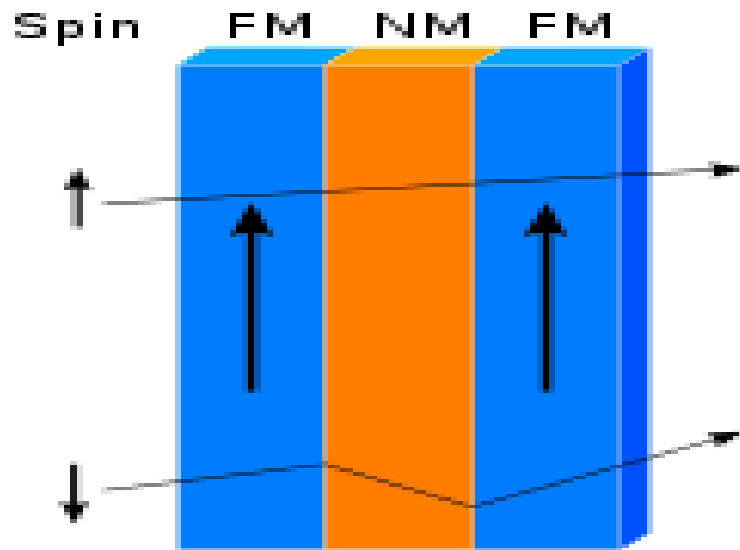
- *Tán xạ trên mạng tinh thể do dao động mạng tinh thể gọi là tán xạ trên phonon.*
- *Tán xạ trên spin của các phân tử mang từ tính, gọi là tán xạ trên magnon.*
- *Tán xạ trên sai hỏng mạng tinh thể (defect).*
- *Gần đây còn có các nghiên cứu chỉ ra sự tán xạ của điện tử trên các polaron từ để giải thích hiệu ứng GMR.*

□ Hiệu ứng GMR có được là do sự tán xạ của điện tử trên magnon. Khi có các phần tử mang từ tính có sự định hướng khác nhau về mômen từ (do tác động của từ trường ngoài), sẽ dẫn đến sự thay đổi về tính chất tán xạ của điện tử và do đó sẽ làm thay đổi điện trở của chất rắn.

□ Một cách chính xác hơn, hiệu ứng GMR trong các màng đa lớp được giải thích bằng mô hình hai dòng điện của Mott (đề ra từ năm 1936).

✓ Mô hình hai dòng:

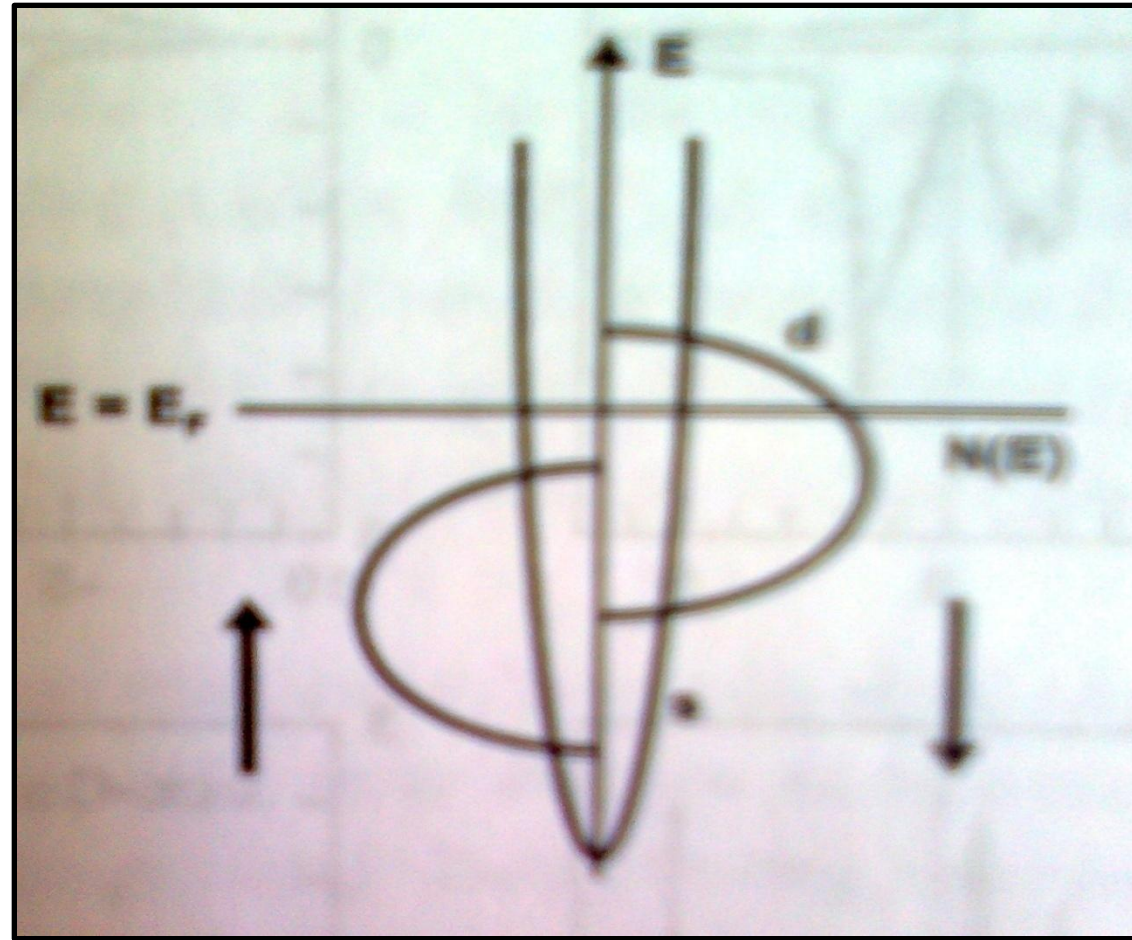
- Là khái niệm được đề xuất năm 1936 bởi Mott để giải thích các tính chất bất thường của điện trở trong các kim loại sắt từ. Mott cho rằng ở nhiệt độ đủ thấp sao cho tán xạ trên magnon đủ nhỏ thì các dòng chuyển dời điện tử chiếm đa số (có spin song song với từ độ) và thiểu số (có spin đối song song với từ độ) sẽ không bị pha trộn trong quá trình tán xạ. Sự dẫn điện có thể coi là tổng hợp của hai dòng độc lập và không cân bằng của hai loại spin có chiều khác nhau.



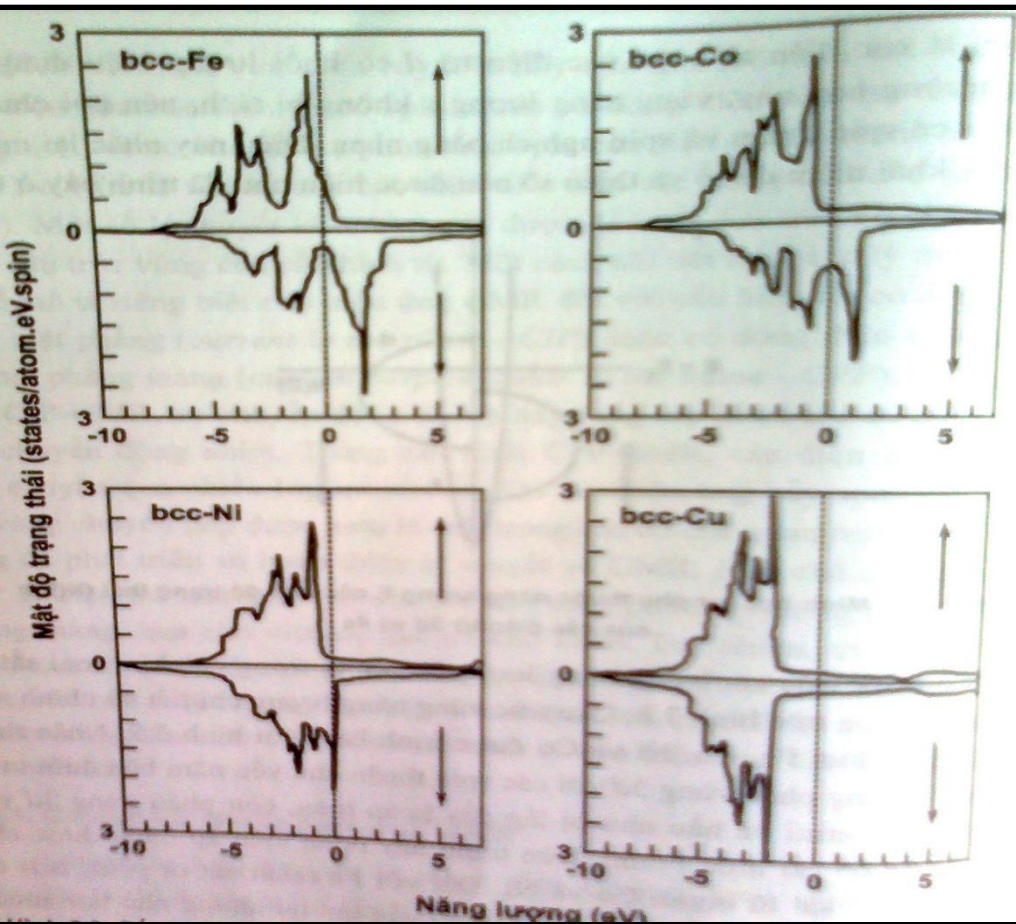
Hình Mô hình hai dòng của Mott để giải thích hiệu ứng GMR.

□ Trong các kim loại sắt từ, các hạt tải điện chủ yếu là các điện tử s (vì các điện tử d có khối lượng hiệu dụng lớn). Trong trường hợp này, vùng năng lượng s không bị tách nên số điện tử s có spin thuận và spin nghịch bằng nhau.

\Rightarrow Ta thấy phân vùng 3d với các spin thuận chủ yếu nằm bên dưới mức năng lượng Fermi và hầu như bị lấp đầy hoàn toàn, còn phân vùng 3d với spin nghịch có cắt mức Fermi.

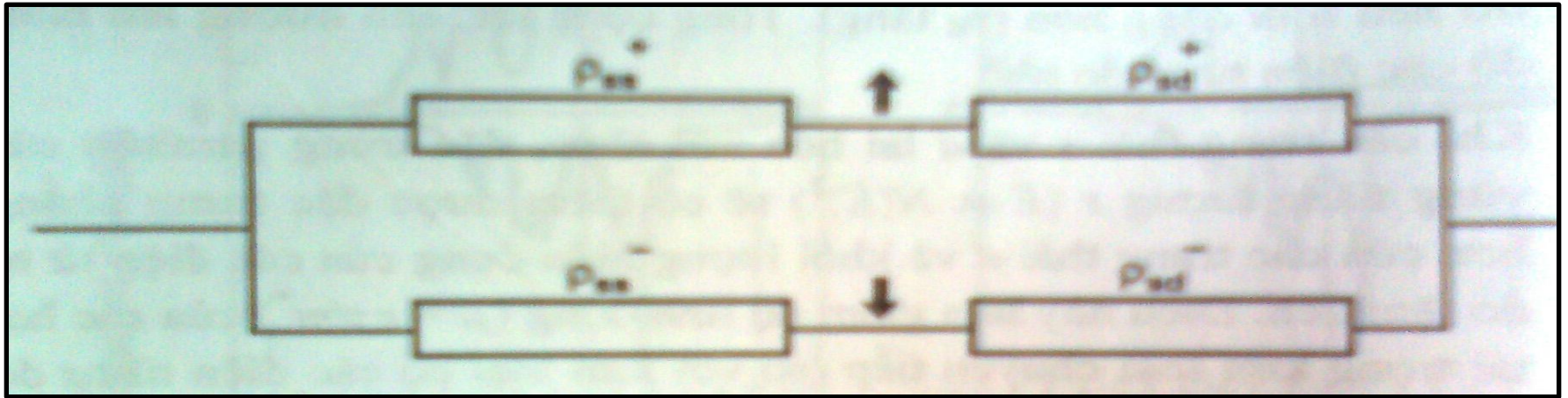


Hình vẽ-Sự phụ thuộc năng lượng E của mật độ trạng thái($N(E)$) của các điện tử 3d và 4s.



=> Ta thấy rằng Fe (chất sắt từ yếu), mật độ trạng thái của các spin thuận ở mức Fermi vẫn tồn tại nhưng nhỏ hơn nhiều so với trạng thái spin nghịch.

Hình vẽ-Cấu trúc vùng năng lượng theo tính toán lý thuyết của Fe, Co, Ni và Cu. Giá trị của năng lượng tính chuẩn hóa theo năng lượng Fermi.



Hình vẽ- Đóng góp của các điện tử s và d đa số và thiểu số trong mô hình dòng điện 2 chiều.

□ Ở trạng thái song song, điện trở tương đương của mạch điện gồm 2 dòng hạt tải đa số và thiểu số có thể được tính qua biểu thức:

$$\rho_F = \frac{\rho^+ \rho^-}{(\rho^+ + \rho^-)} = \frac{\rho_{ss}^+ \rho_{sd}^-}{(\rho_{ss}^+ + \rho_{sd}^-)} \approx \rho_{ss}^+$$

□ Ở trạng thái phản song song, tất cả các điện tử hướng lên và hướng xuống đều tán xạ mạnh trong lớp từ tính này với điện trở: $\rho^{+,-} = \rho_{ss}^{+,-} + \rho_{sd}^{+,-}$ và tán xạ yếu trong lớp từ tính tiếp theo với điện trở:

$$\rho^{+,-} = \rho_{ss}^{+,-}$$

. Vì vậy điện trở của mỗi nhánh sẽ là:

$$\rho^{+,-} = \frac{1}{2} (2\rho_{ss}^{+,-} + \rho_{sd}^{+,-}) \approx \frac{1}{2} \rho_{sd}^{+,-}$$

Cấu hình này sẽ có điện trở tương đương là:

$$\rho_{AF} = \frac{\rho^+ \rho^-}{(\rho^+ + \rho^-)} = \frac{1}{4} (2\rho_{ss}^+ + \rho_{sd}^+) \approx \frac{1}{4} \rho_{sd}^+$$

2. Ứng dụng hiệu ứng GMR của màng mỏng từ:

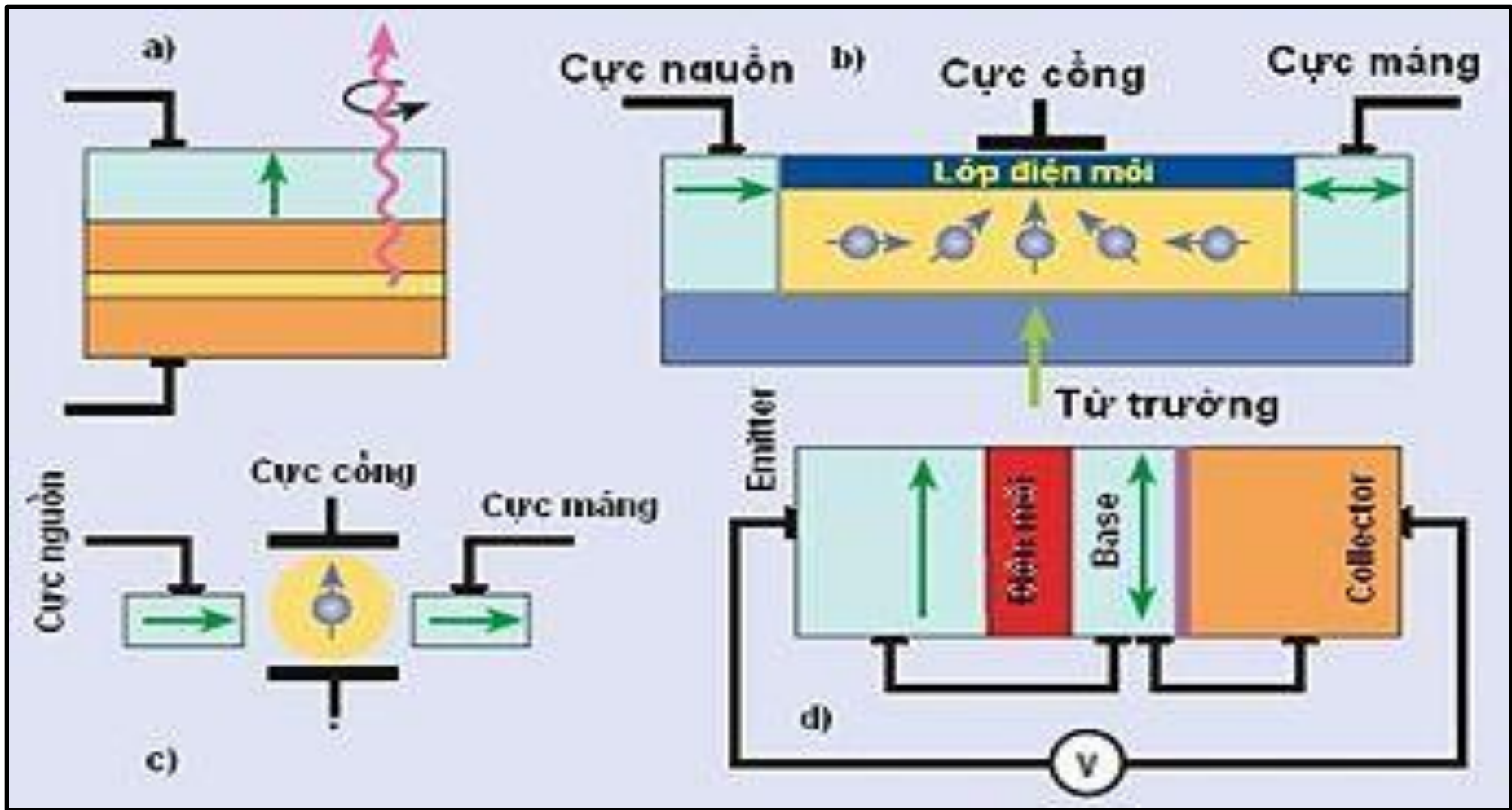
2.1 Spintronics

a) Khái niệm.

❖ **Spintronics (Điện tử học spin)** là một ngành nghiên cứu mới nhằm tạo ra các linh kiện mới dựa trên việc điều khiển và thao tác spin của điện tử.

b) Sự ra đời của Spintronics.

- ❑ Xuất phát từ những phát kiến về hiệu ứng từ điện trở.
- ❑ Bắt đầu ra đời với sự phát hiện của hiệu ứng từ điện trở khổng lồ (GMR) được phát hiện vào năm 1988, đồng thời bởi 2 nhóm nghiên cứu ở Pháp lãnh đạo bởi Albert Fert và ở Đức do Peter Grünberg đứng đầu và hiệu ứng từ điện trở chui hầm (TMR) vào năm 1995.
- ❑ Mục tiêu quan trọng của spintronics là hiểu về cơ chế tương tác giữa spin của các hạt và môi trường chất rắn, từ đó có thể điều khiển cả về mật độ cũng như sự chuyển vận (*transportation*) của dòng spin trong vật liệu.



Mô hình một số linh kiện spin: a) Spin diode; b,c,d) Spin transistor.

c) Các khái niệm và xu hướng nghiên cứu.

□ **Độ phân cực** là tỉ lệ sai lệch giữa spin định hướng theo 2 chiều lên và xuống, được cho bởi công thức:

$$P = \frac{n_{\uparrow} - n_{\downarrow}}{n_{\uparrow} + n_{\downarrow}}$$

với n_{\uparrow} , n_{\downarrow} lần lượt là mật độ spin up và spin down.

❑ **Dòng phân cực spin** là khái niệm được đề xuất năm 1935 bởi Mott để giải thích các tính chất bất thường của điện trở trong các kim loại sắt từ.

❑ **Tiêm spin, bơm spin:** Trong một số chất ở trạng thái sắt từ, mật độ spin up và down là cân bằng nhau và không tạo ra dòng phân cực spin và không hữu ích cho các linh kiện spintronics. Người ta có thể tạo ra các dòng phân cực spin trong các chất này bằng cách dùng các nguồn để đưa dòng phân cực spin vào từ bên ngoài, gọi là quá trình tiêm spin (spin injection) hay bơm spin (spin pumping).

Xu hướng nghiên cứu về Spintronics

Dựa trên các vật liệu từ kim loại.

Phát triển dựa trên các thành tựu về hiệu ứng từ điện trở, tạo ra từ các màng mỏng kim loại sắt từ.

Dựa trên các các linh kiện bán dẫn.

Tạo ra các linh kiện spintronics dựa trên việc điều khiển dòng điện tử phân cực spin trong các vật liệu bán dẫn.

d) Một số linh kiện Spintronics.

❖ Có thể chia làm 3 thể hệ:

❑ Gồm các linh kiện dựa trên các hiệu ứng GMR, TMR, trong các màng mỏng từ tiếp xúc dị thể kim loại-kim loại hoặc kim loại-điện môi...

❑ Ví dụ: các cảm biến, đầu đọc từ trở, các bộ nhớ RAM từ điện trở (MRAM)...

❑ Gồm các linh kiện hoạt động dựa trên việc tiêm hoặc bơm dòng phân cực spin qua tiếp xúc dị thể bán dẫn-sắt từ hay bán dẫn từ-bán dẫn.

❑ Ví dụ: các mạch khoá siêu nhanh, các bộ vi xử lý spin và mạch logic lập trình được ...

❑ Gồm các linh kiện sử dụng các cấu trúc nano (dạng chấm lượng tử, dây và sợi nano) và sử dụng các trạng thái spin điện tử đơn lẻ.

❑ Ví dụ: cổng logic lượng tử (là cơ sở cho máy tính lượng tử), các transistor đơn spin (SSET)...

Thể hệ thứ nhất

Thể hệ thứ hai

Thể hệ thứ ba

e) Ưu điểm của các linh kiện Spintronic.

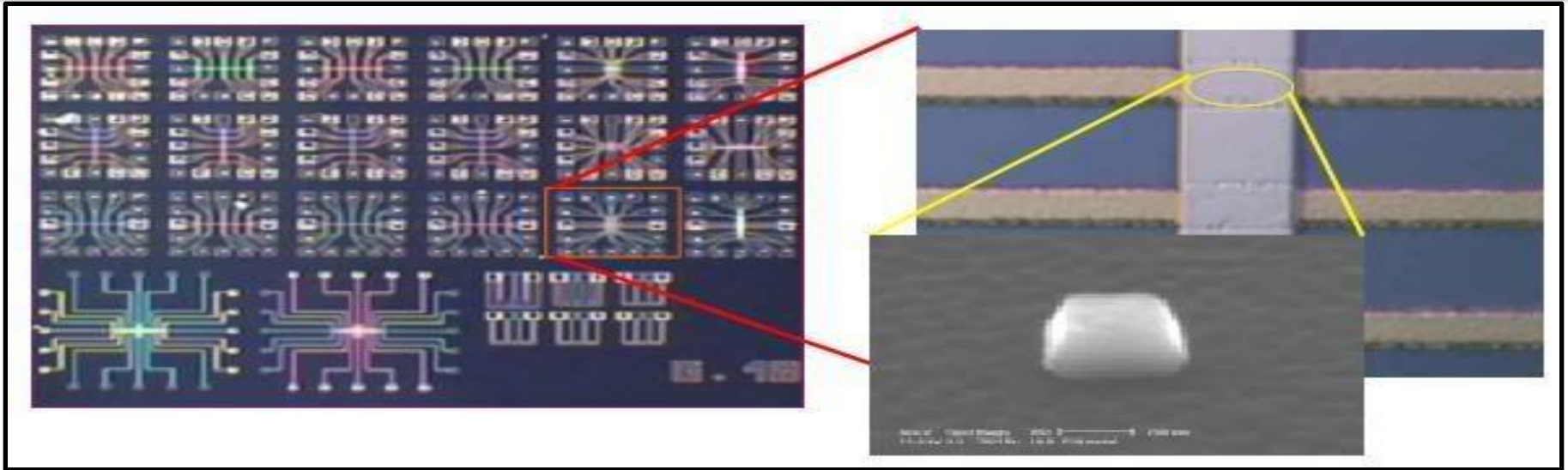
- Tiêu thụ ít năng lượng hơn.
- Không gây ồn/nhiều như điện tích.
- Thao tác nhanh hơn vì không phải mất thời gian cho việc vận chuyển điện tích, chỉ mất thời gian đảo phương spin.
- Công nghệ spintronics sẽ góp phần quan trọng vào sự phát triển của công nghệ điện tử - tin học - viễn thông trong thế kỷ 21. Các đặc trưng của các thiết bị điện tử thế hệ mới này có tính tổ hợp cao, đa chức năng, thông minh, nhỏ gọn, tiêu thụ ít năng lượng nhưng hiệu suất cao, xử lý và khả năng làm tươi (refresh) thông tin với tốc độ rất cao...

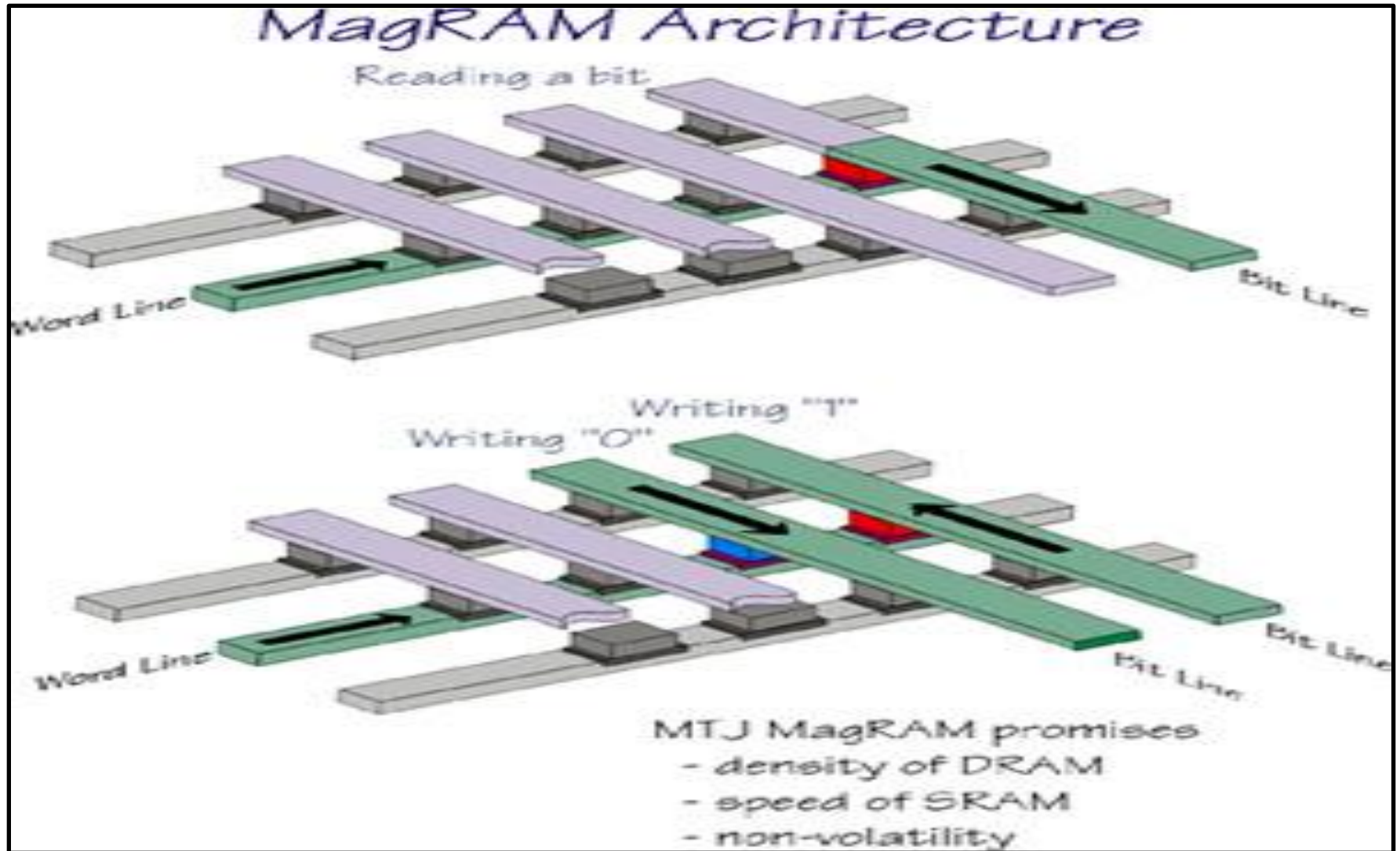
❖ Một trong những linh kiện tiêu biểu cho thế hệ thứ nhất của linh kiện Spintronics là **MRAM(Magnetic Random Access Memories)**.

1) Giới thiệu về MRAM.

MRAM là bộ nhớ sử dụng hiệu từ trở có:

- Mật độ lưu trữ thông tin cao.
- Truy cập ngẫu nhiên.
- Không tự xóa (non-volatile).

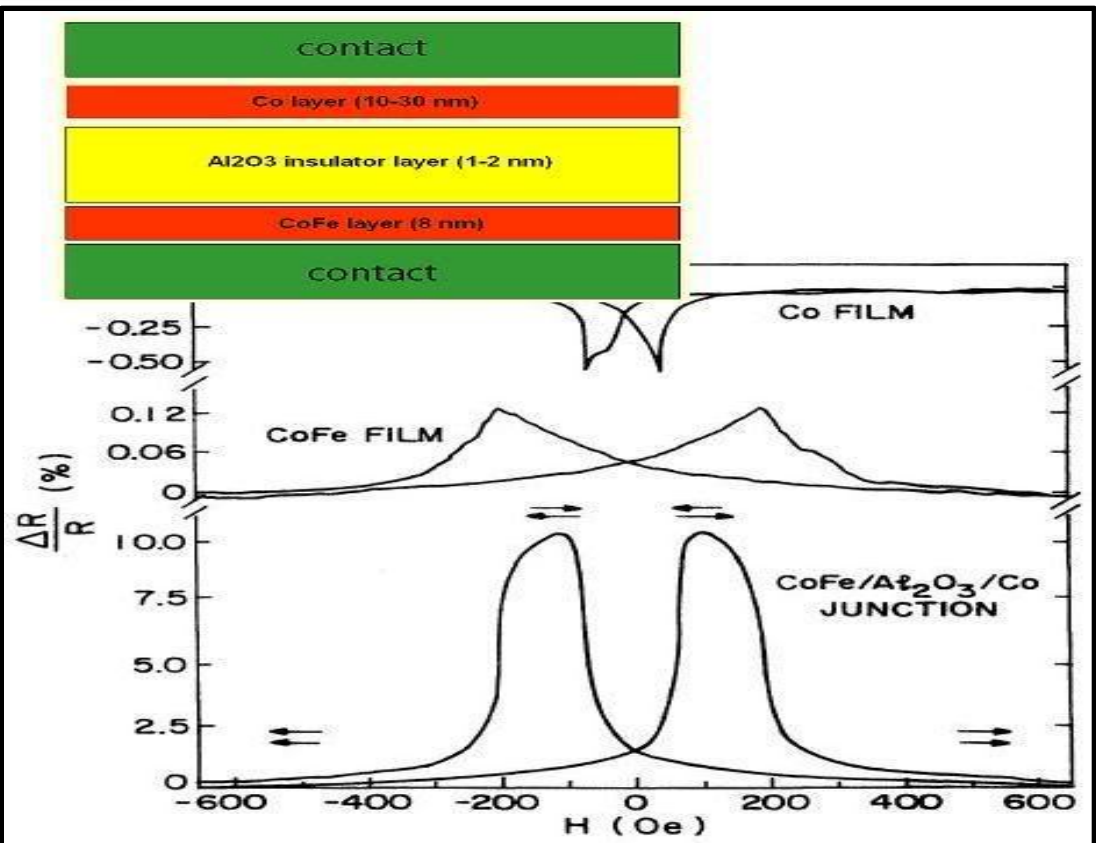
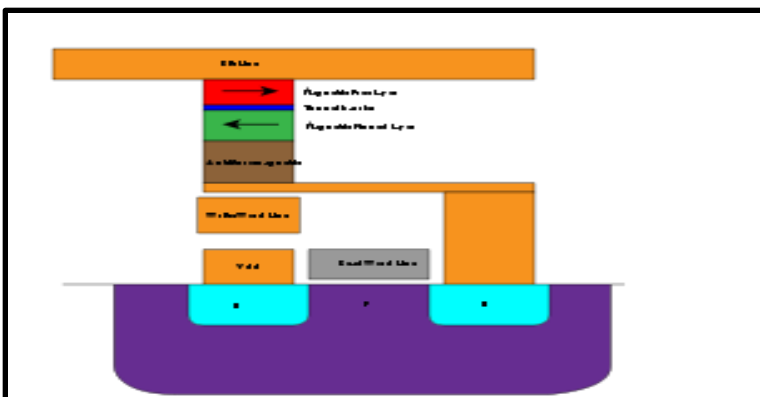
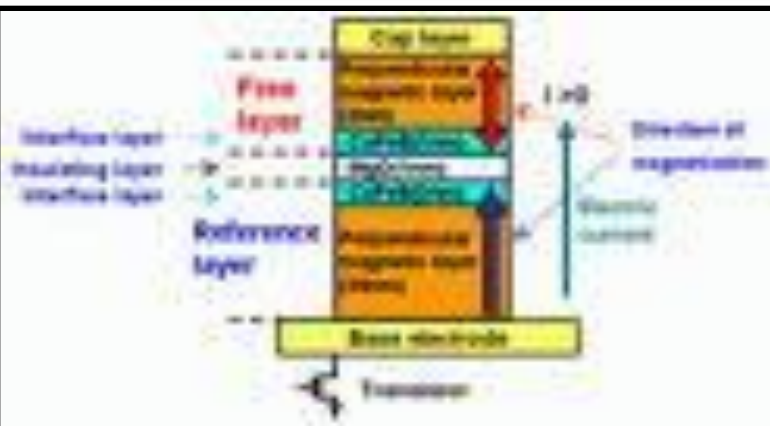




❑ Năm 1980 bộ nhớ MRAM đầu tiên sử dụng hiệu ứng từ điện trở dị hướng.

❑ Ngày nay MRAM được phát triển dựa trên hiệu ứng từ điện trở khổng lồ (GMR) và từ điện trở chui hầm(TMR).

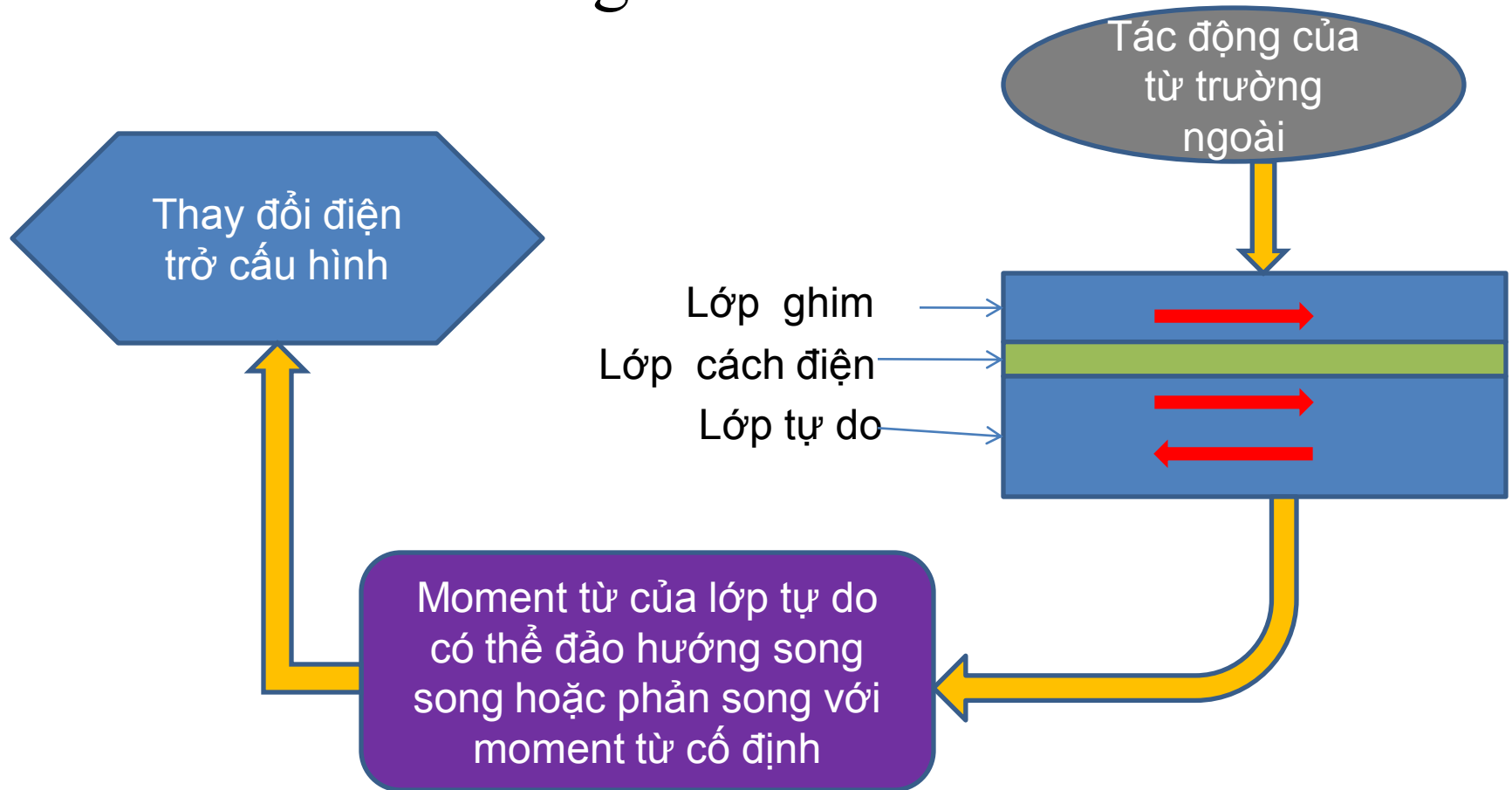
2) Cấu tạo MRAM.



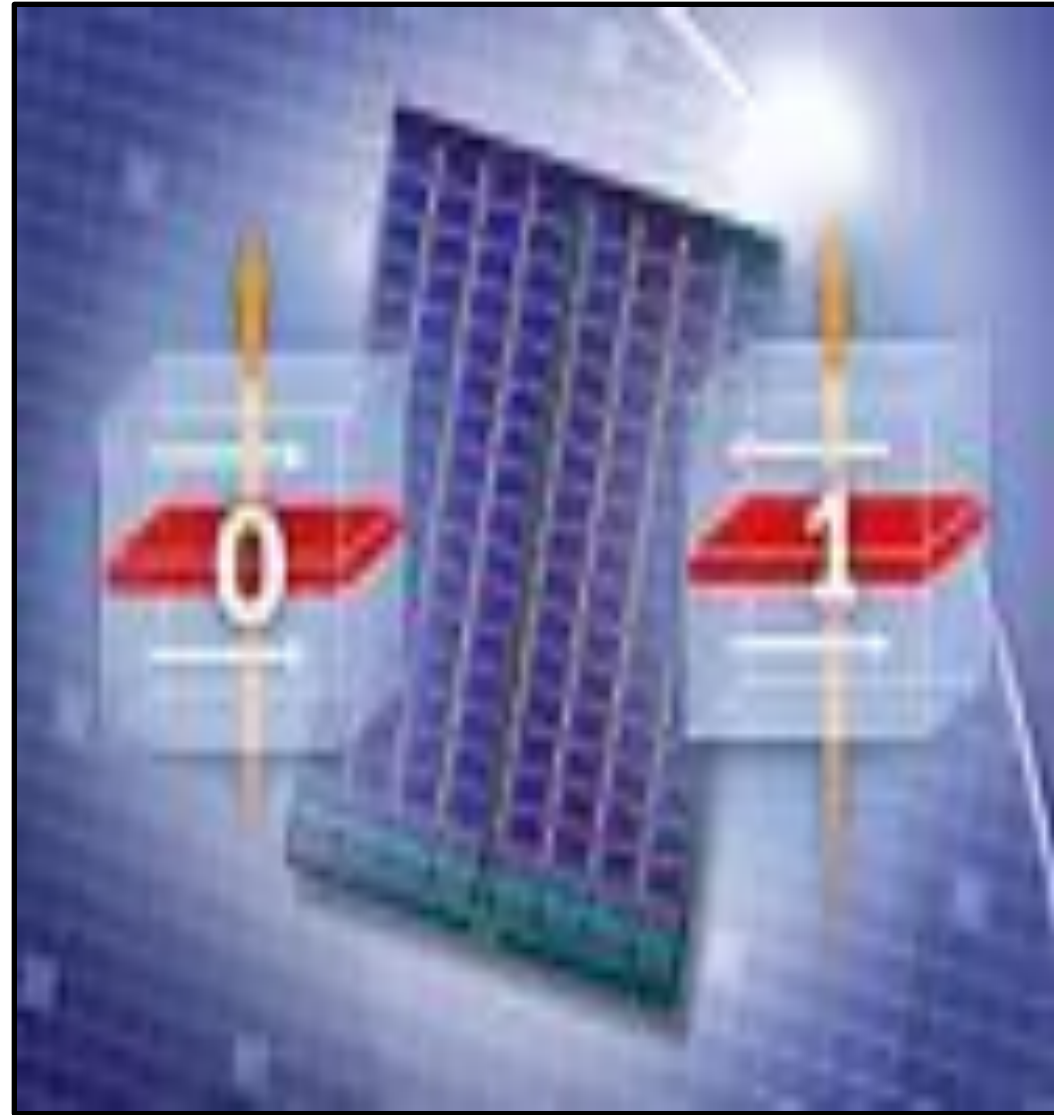
Đây là mô hình cấu tạo của MRAM có công thức :sắt từ/ điện môi/sắt từ ,trong đó lớp điện môi rất mỏng .

3) Cơ chế hoạt động của MRAM.

Ta có mô hình đơn giản hóa MRAM:



- ❑ MRAM sử dụng lõi ferrit hoặc màng mỏng từ. Người ta dùng tín hiệu cảm ứng để xác định trạng thái “1” và “0”.
- ❑ Dòng điện đi qua ô nhớ có trạng thái “1” sẽ bị đảo từ và tạo ra thế hiệu cảm ứng trong mạch.
- ❑ Ô nhớ có trạng thái “0” không bị đảo từ nên không có tín hiệu cảm ứng.



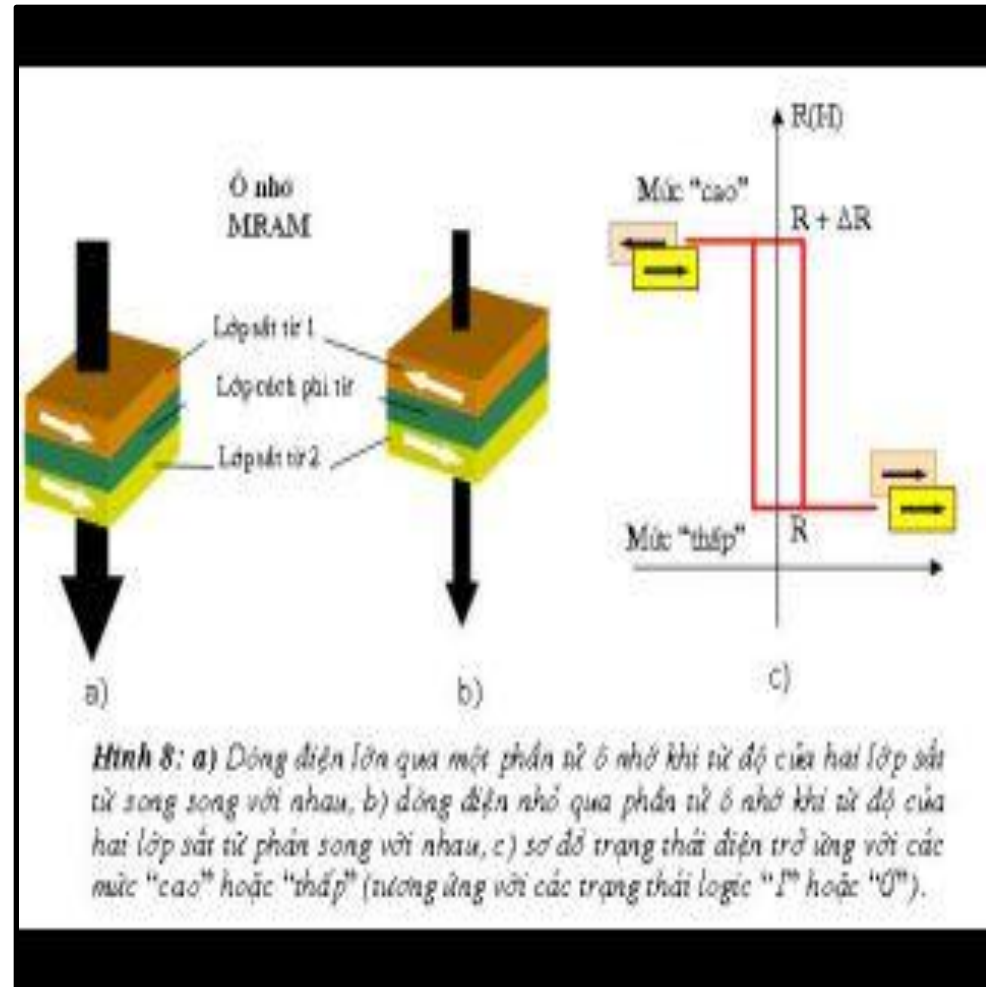
 Hoạt động theo 2 cơ chế : GMR và TMR.

☐ Theo GMR.

❖ Điện tử có spin, điện trở của một chất phụ thuộc vào sự tán xạ trên:

- Nút mạng tinh thể.
- Các moment từ.
- Các sai hỏng.

❖ Từ trường ngoài gây ra tán xạ điện tử trên các spin.

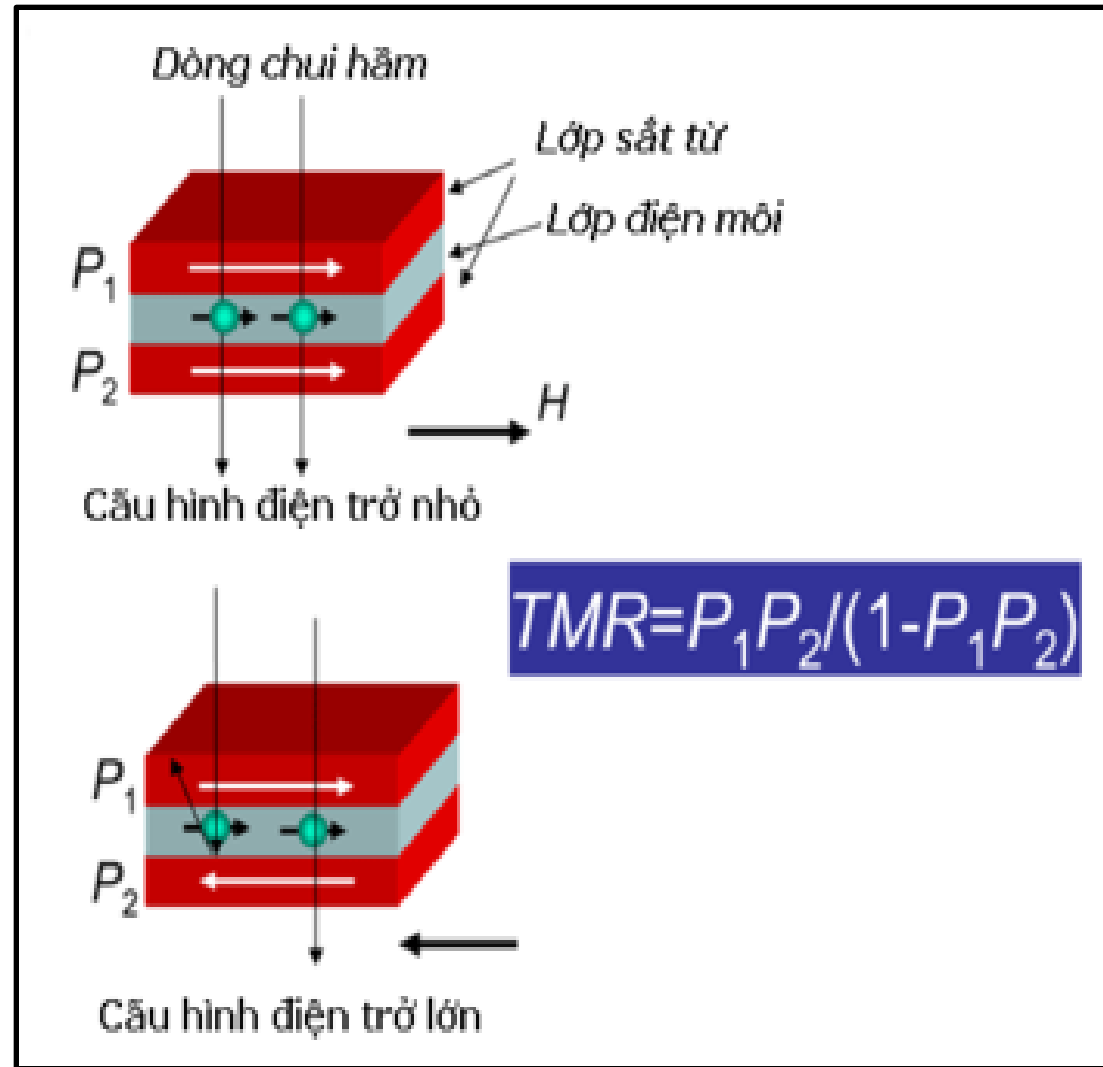


Theo GMR.

P_1, P_2 độ phân cực spin.

❖ Khi lớp điện môi rất nhỏ \Rightarrow hiệu ứng chui hầm lượng tử \Rightarrow sự dẫn điện.

❖ Sự tán xạ trên các lớp sắt từ điện trở màng thay đổi tùy theo sự định hướng của moment từ của các lớp sắt từ.



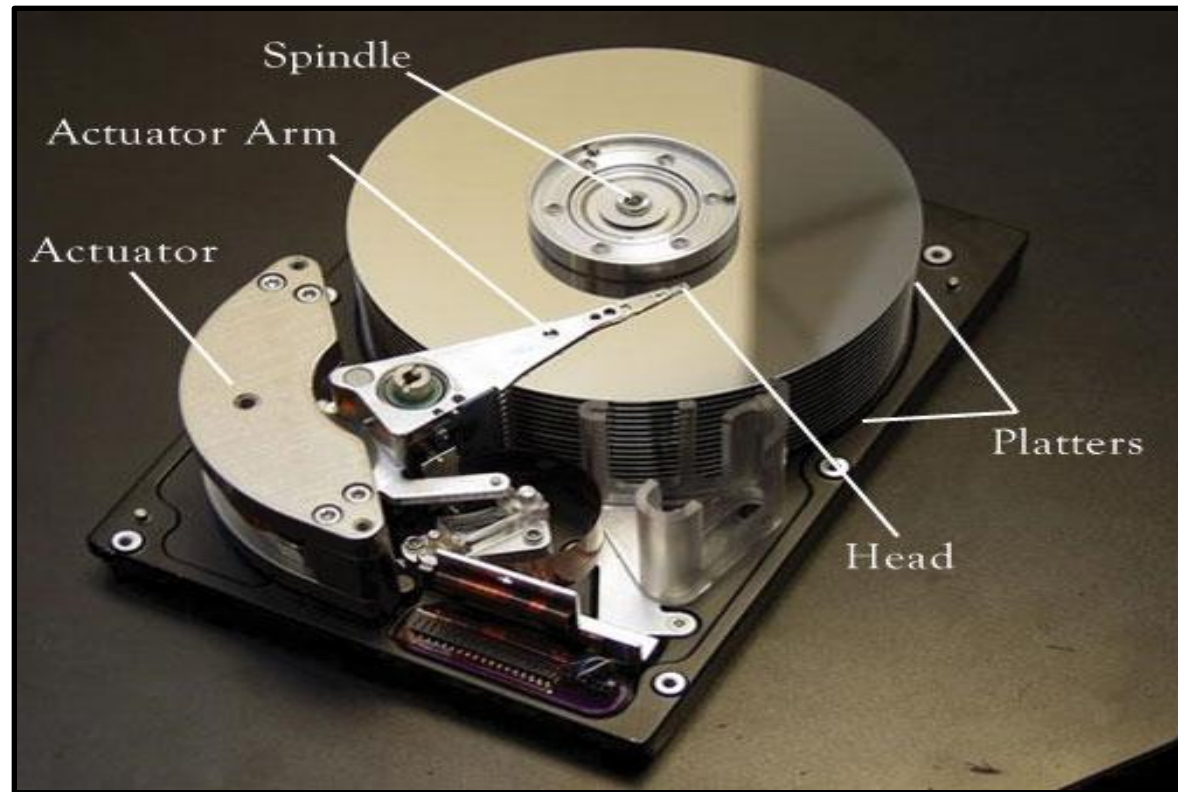
4) Ưu điểm của MRAM.

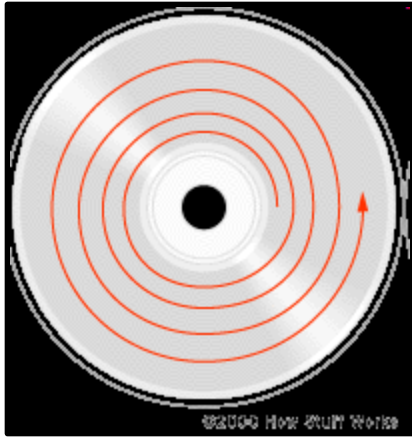
- Không tự xóa (non-volatile).
- Duy trì thông tin tốt.
- Số lần đọc và ghi thông tin cao.
- Thế hiệu thấp.
- Sức chứa thông tin lớn và tiêu tốn ít năng lượng.
- Kích thước nhỏ.

2.2 Đầu đọc/ghi dữ liệu trong ổ đĩa cứng (HDD).

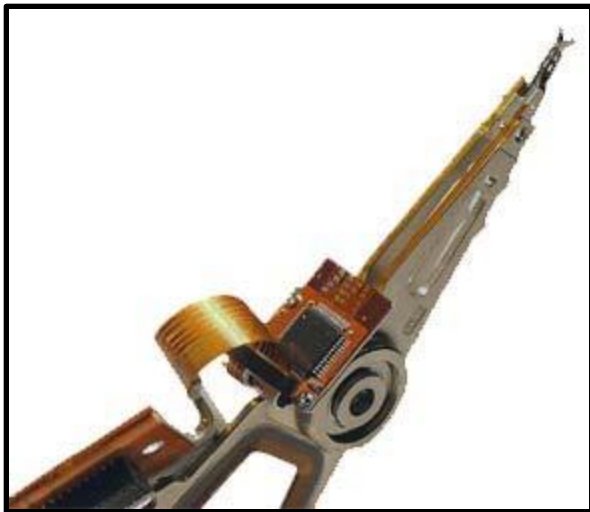
a) Các khái niệm.

❖ **HDD:** là thiết bị dùng để lưu trữ dữ liệu trên bề mặt các tấm đĩa hình tròn phủ vật liệu từ tính.





❖ **Đĩa từ (disk):** đĩa từ thường làm bằng nhôm, thuỷ tinh hoặc gốm được phủ vật liệu từ và lớp bảo vệ ở cả hai mặt.



❖ **Đầu đọc/ghi (header):** mỗi mặt đĩa dùng riêng một đầu đọc/ghi nên ổ đĩa cứng có 2 đĩa phải có 4 đầu từ.

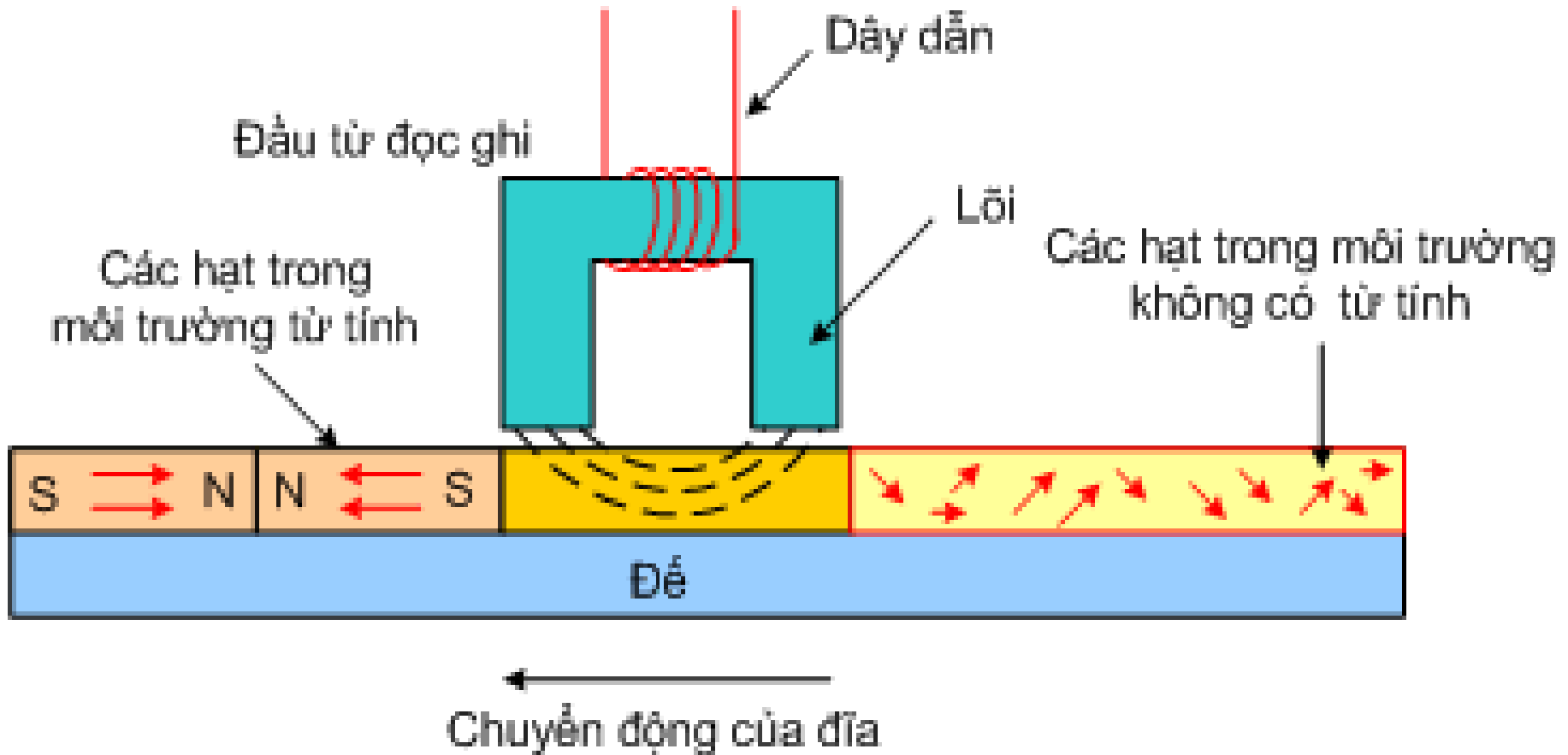
b) Nguyên tắc lưu trữ vật lý trên đĩa cứng.

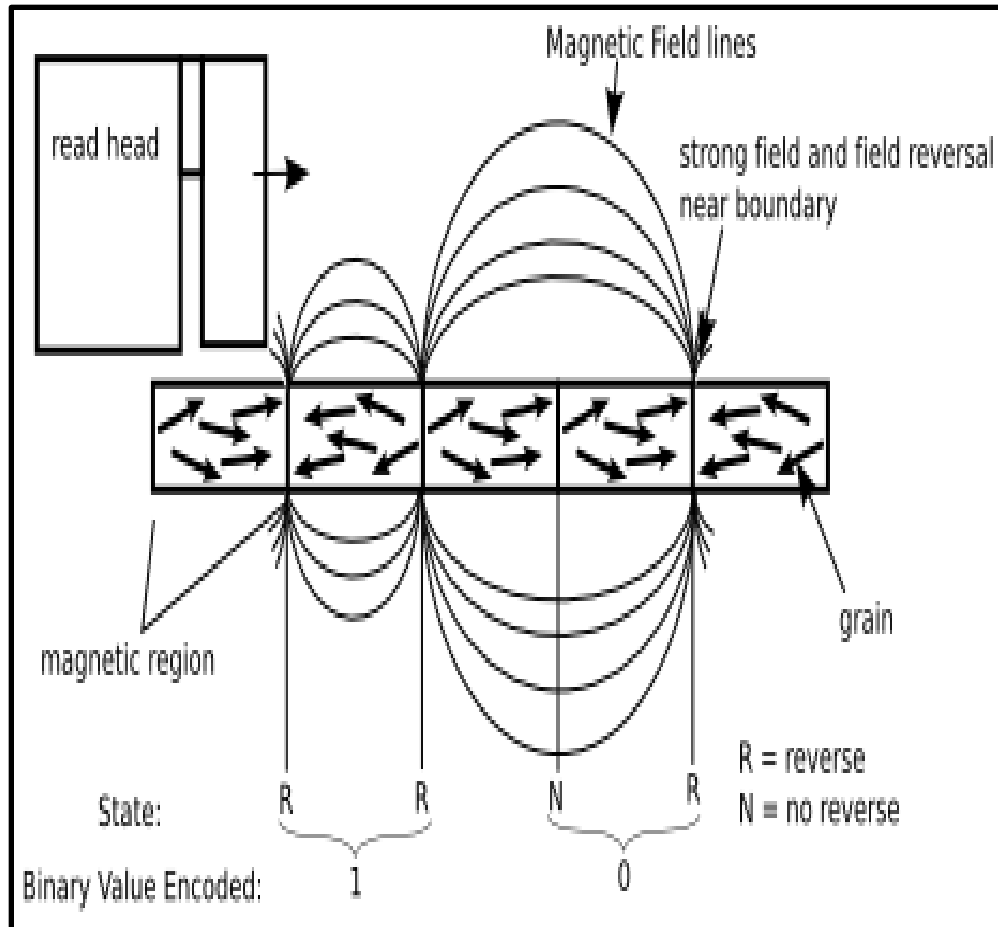
❖ Trên bề mặt đĩa người ta phủ một lớp màng mỏng chất có từ tính, ban đầu các hạt từ tính không có hướng, khi chúng bị ảnh hưởng bởi từ trường của đầu từ lướt qua, các hạt có từ tính được sắp xếp thành các hạt có hướng.

c) Cấu tạo của đầu đọc/ghi từ.

- Một lõi thép nhỏ hình chữ U.
- Một cuộn dây quấn trên lõi thép để đưa dòng điện vào (khi ghi) hay lấy ra (khi đọc).
- Khe hở gọi là khe từ- lướt trên bề mặt đĩa với khoảng cách rất gần.

d) Nguyên tắc hoạt động của đầu đọc/ghi từ.





Hình minh họa về nguyên lý đọc/ghi bằng từ trên bề mặt đĩa cứng với phương thức từ nằm ngang.

Trong đó :

- ❑ **Head:** Đầu đọc/ghi di chuyển trên bề mặt đĩa.
- ❑ **Grain:** Các thành phần hạt từ và phương của chúng sắp xếp đồng hướng trong một khoảng.
- ❑ **R, N:** vị trí từ ngược/thuận (theo quy ước).
- ❑ **Magnetic Field lines:** Đường sức từ (khi không có đầu đọc/ghi).
- ❑ **Binary value encoded:** Giá trị tín hiệu nhị phân (0101...) nhận được.

❖ Những đầu đọc hiện nay không sử dụng dòng dẫn trong cuộn dây để đọc thông tin thay vào đó bằng các nguyên lý từ điện trở (MR và GMR) cho những vật liệu có thể thay đổi điện trở của chúng khi các từ trường áp lên chúng thay đổi đầu đọc từ màng mỏng hoạt động bằng cách sử dụng của hai nguyên tắc chính của lực điện từ.


➤ Thứ nhất là áp dụng một dòng điện qua cuộn dây sản xuất ra một từ trường; được sử dụng khi ghi.

➤ Thứ hai thì ngược lại, mà áp dụng một từ trường để cuộn một sẽ gây ra một dòng điện chảy; sử dụng khi đọc lại thông tin đã ghi.

❖ Do cấu trúc xếp chặt của các bit dữ liệu trên đĩa cứng cần lưu ý để các từ trường con không ảnh hưởng lẫn nhau.

❖ Để đảm bảo điều này các khu vực lưu trữ phải rất nhỏ và từ rất yếu.

❖ Tăng mật độ trên đĩa nghĩa là từ trường tạo ra phải yếu hơn suy ra đầu đọc phải nhanh hơn và nhạy cảm hơn trong việc nhận dạng những bit 0 và 1.

 đó là lí do những đầu đọc màng mỏng từ với hiệu ứng MR và GMR ngày càng phổ biến.

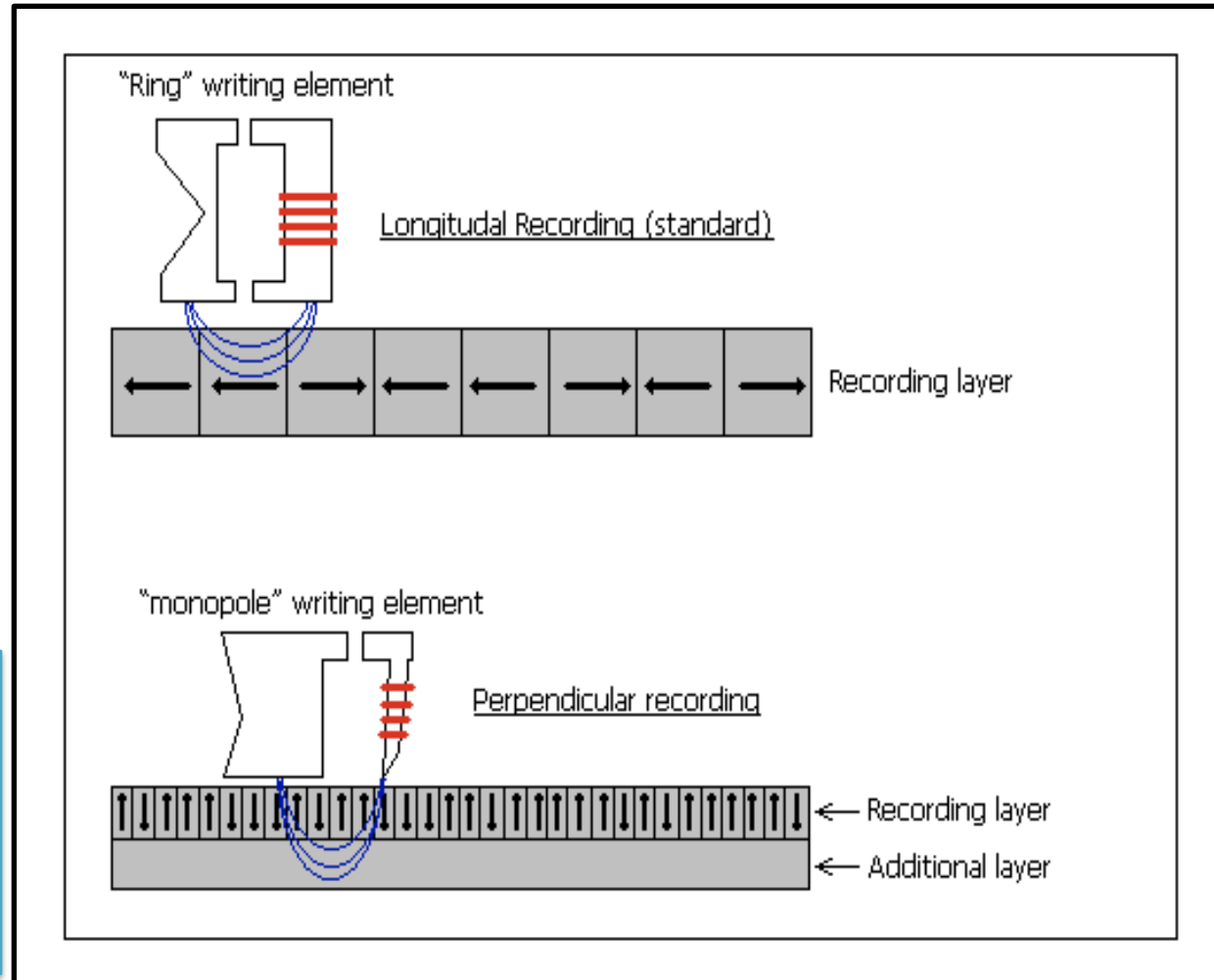
* Sự ghi từ.

Gồm 2 loại :

- Ghi vuông góc.
- Ghi song song.



Ghi vuông góc
được nhiều dữ
liệu hơn.

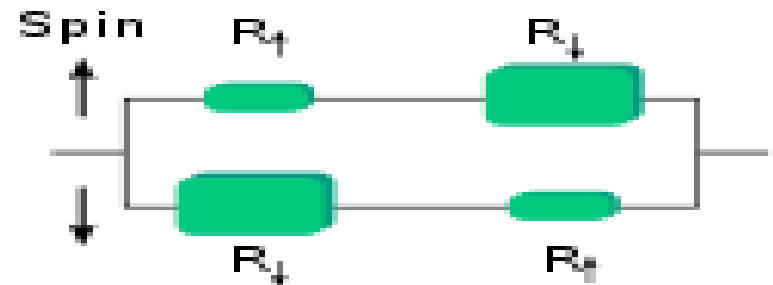
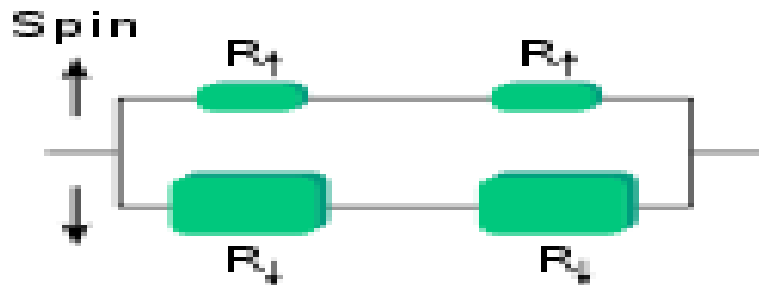
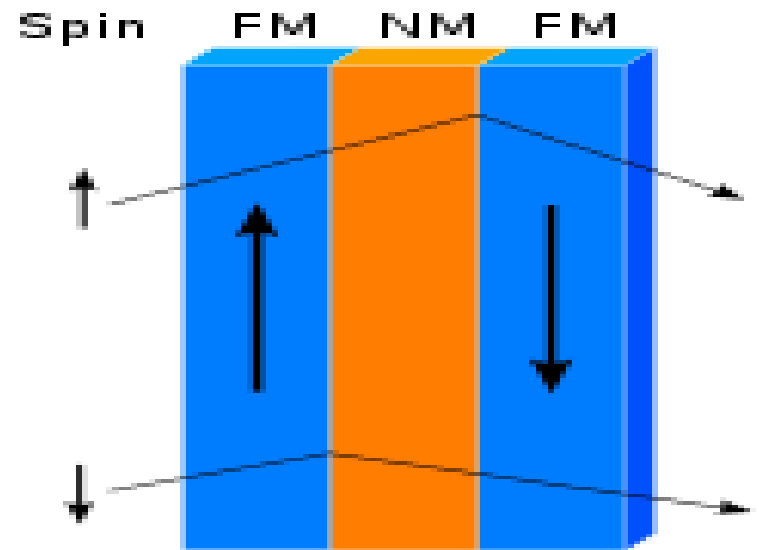
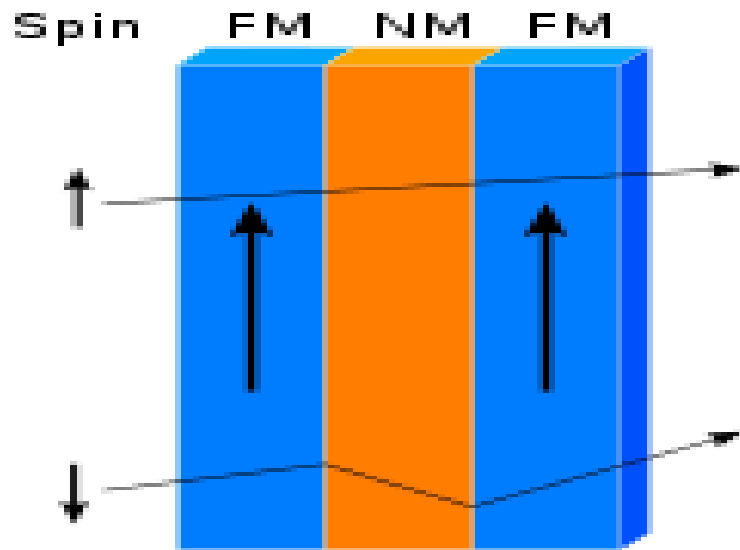


2.3 Linh kiện Spin valve.

□ Một cấu trúc vật liệu điển hình khác cũng có thể tạo ra cấu hình spin phản song song cho hiệu ứng từ-điện trở khổng lồ là cấu trúc van spin.

a) Cấu tạo.

❖ **Van spin** là một linh kiện từ tính cấu tạo từ một màng mỏng đa lớp gồm các lớp sắt từ(FM) ngăn cách bởi các lớp phi từ(NM) mà ở đó điện trở của hệ thay đổi phụ thuộc vào sự định hướng của từ độ trong các lớp sắt từ.




Mô hình hiệu ứng từ điện trở khổng lồ trong các spin valve

b) Hiệu ứng từ điện trở và van spin ban đầu.

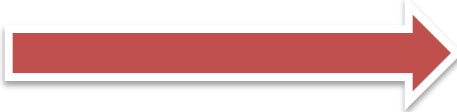
i) Khái niệm van spin ra đời dựa trên phát kiến về hiệu ứng từ điện trở khổng lồ:

- Điện trở của hệ màng mỏng từ đa lớp gồm các lớp sắt từ ngăn cách bởi các lớp phi từ sẽ thay đổi dưới tác dụng của từ trường ngoài.
- Dựa vào cơ chế “tán xạ phụ thuộc spin” của điện tử.

ii) Ý tưởng về cấu trúc van spin ban đầu:


- Điện trở của hệ màng mỏng đa lớp phụ thuộc vào sự định hướng tương đối của từ độ của các lớp sắt từ.
- Từ độ các lớp có định hướng song song hay phản song song  cho phép dòng spin truyền qua hay không truyền qua.

 từ độ của các lớp sắt từ như một chiếc van đóng mở spin.

 ý tưởng về cấu trúc van spin đầu tiên

c) Van spin với liên kết phản sắt từ.

❖ Với mô hình van spin sơ khai đầu tiên là màng mỏng đa lớp gồm các lớp sắt từ xen kẽ giữa các lớp phi từ thì việc điều khiển tín hiệu trở nên khó khăn do sự quay của các lớp sắt từ theo từ trường là khá tự do.

 cấu trúc van spin có sử dụng một lớp phản sắt từ.

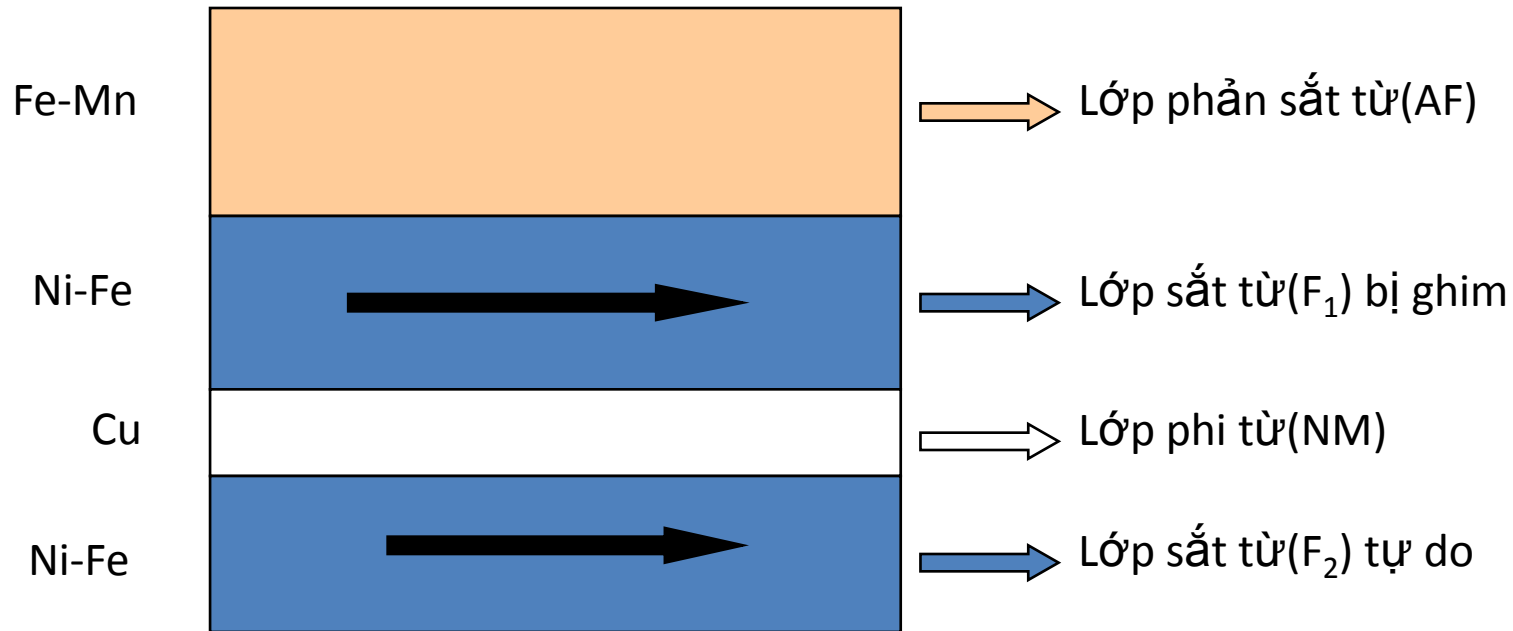


Cấu trúc cắt ngang của màng đa lớp spin valve với liên kết phản sắt từ.

d) Cơ chế hoạt động.

- ❖ Với mô hình trên, khi có từ trường ngoài H thì:
 - Từ độ của lớp tự do bị quay theo H . Do đó, hiệu ứng từ - điện trở phụ thuộc chủ yếu vào từ độ lớp bên trên.
 - Từ độ của lớp ghim chỉ bị quay khi có H đủ lớn để phá vỡ liên kết với lớp phản sắt từ.
 - Đường cong MR sẽ thay đổi nhảy bậc sắc nét.
 - Đường cong từ trễ bị dịch một quãng về phía từ trường âm.


Ta xét Van spin với hợp kim phản sắt từ Fe-Mn




☐ Khi $H > 0$ và hướng là hướng từ độ của lớp F_1 từ độ các lớp song song với nhau.

□ Khi giảm và đổi chiều H:

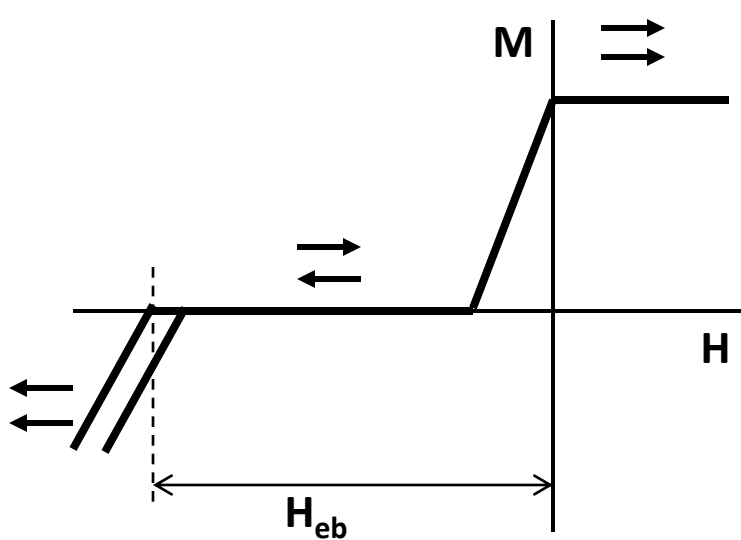
➤ Trong vùng H âm, rất nhỏ \Rightarrow từ độ lớp F_2 bị đảo, từ độ lớp F_1 vẫn bị ghim như cũ.

 Thiết lập trạng thái từ độ phản song song giữa các lớp F_1 và $F_2 \Rightarrow$ giảm từ độ tổng cộng nhưng tăng điện trở R.

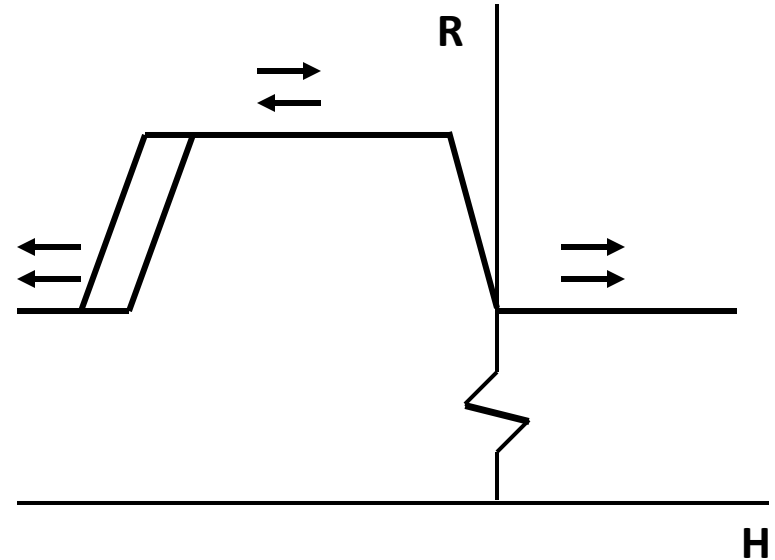
➤ Đến giá trị H âm đủ lớn, năng lượng tương tác trao đổi dị hướng mới được vượt qua \Rightarrow từ độ lớp F_1 bị đảo.

 Thiết lập trạng thái từ độ song song \Rightarrow tăng từ độ tổng cộng nhưng làm giảm giảm điện trở R.

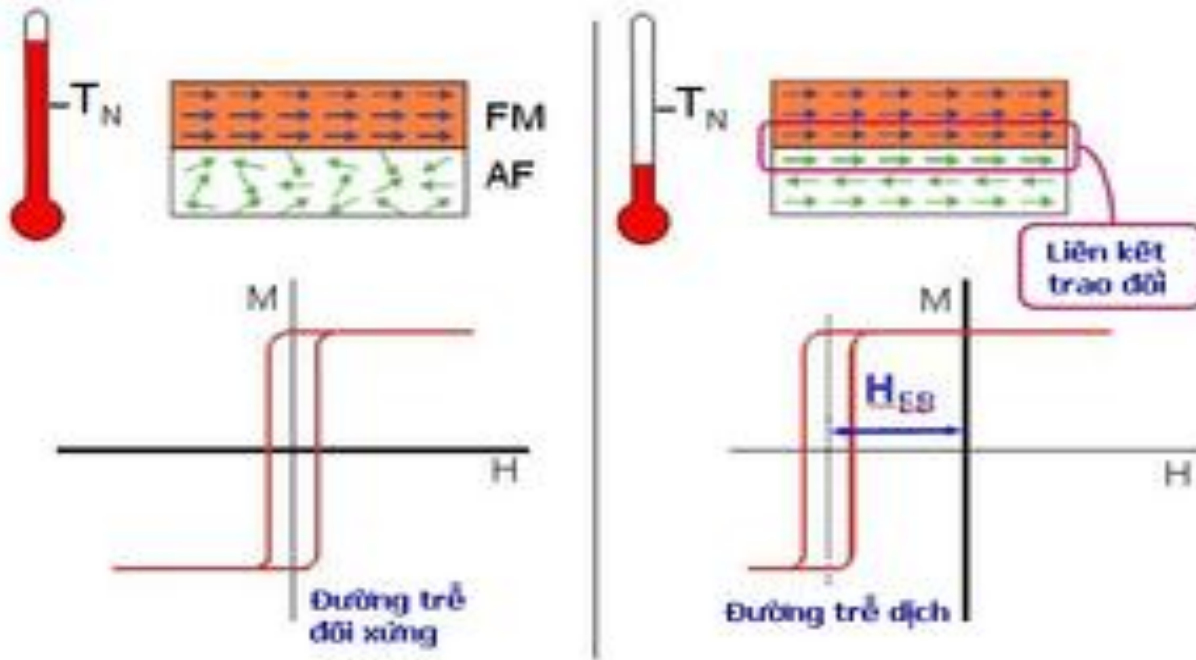
❖ Đồ thị mô tả chu trình từ hóa của van spin khi bắt đầu từ giá trị $H > 0$ tương ứng với trạng thái từ độ song song của 2 lớp F_1 và F_2 :



Đường cong từ trễ



Đường cong MR



Đường trễ dịch do liên kết trao đổi giữa hai lớp sắt từ và phản sắt từ.

- ✓ Ở trên nhiệt độ Neel, không có sự dịch đường trễ do không có tính sắt từ.
- ✓ Ở dưới nhiệt độ Neel, liên kết sắt từ-phản sắt từ tạo nên đường cong từ trễ bị dịch đi một khoảng.

e) Giới thiệu thêm.

- ❖ Hiện nay có là hai cấu hình từ điện trở trong cấu trúc van spin, được quy định bởi chiều dòng điện chạy trong linh kiện là CPP và CIP.
- ❖ Cấu trúc CPP có dòng điện chạy vuông góc với mặt phẳng màng.
- ❖ Cấu trúc CIP có dòng điện chạy song song với bề mặt màng.
- ❖ Thông thường, cấu trúc CPP sẽ cho giá trị hiệu ứng GMR lớn hơn so với cấu hình CIP vì khi đó điện tử chủ yếu bị tán xạ trên chiều dày màng, có quãng đường tự do trung bình nhỏ hơn so với cấu hình CIP.
- ❖ Cấu hình CPP đang là mối quan tâm lớn của các nhà nghiên cứu trong ứng dụng spintronics vì khả năng tạo ra các linh kiện mật độ và chất lượng cao hơn, tuy nhiên cấu hình CIP lại chiếm ưu thế do việc chế tạo cũng như hoạt động rất đơn giản.

THANKS FOR LISTENING

THANKS FOR LISTENING