

GVHD: PGS.TS. Lê Văn Hữu

HVTH: Nguyễn Thanh Lâm

Nhóm II: Màng i n

N i dung: T ng quan

### ***I.T NG QUAN:***

Nói chung, c ch đ n i n trong v t li u kh i và màng m ng có m t s nét gi ng nhau. B i v y, các ph ng trình mô t các c ch y trong v t li u kh i c ng có th áp đ ng cho màng m ng. Ch ng h n nh :

$$J = nqv \quad v = \mu E \quad J = nq\mu E \quad \sigma = 1/\rho = nq\mu$$

Các đại lượng:

**J** = Mật độ dòng điện

**n** = mật độ hạt mang điện

**q** = điện tích

**v** = vận tốc

**E** = điện trường

**$\mu$**  = độ linh động

**$\sigma$**  = điện dẫn suất

Tuy nhiên, gi a màng m ng và v t li u kh i có nh ng i m khác bi t làm cho màng m ng có nh ng tính ch t i n mà v t li u kh i hay màng dày không có. Nh ng i m khác bi t ó là:

- Ph ng pháp chu n b màng: Màng m ng c ch t o b ng cách ph t ng nguyên t ho c phân t lên . Trong khi ó vì c ch t o màng dày có liên quan n vì c ph các h t, bao g m c  $10^6$  nguyên t ho c phân t . Vì v y, tính ch t i n c a màng ch u nh h ng m nh c a các y u t nh : cách th c màng c l ng t và hình thành, các i u ki n c s d ng, m c hoàn h o c a tinh th , m t sai h ng i n t và c u trúc, m t bi n đ ng, hình thái h t, thành ph n hóa h c và t l h p ph n, m t b y electron .v.v.....
- Các hi u ng i n c c: Thông th ng và sau ó màng đ n i n c l ng t tr n tr thành các i n c c khi c k p gi a. Ví d : màng m ng  $(\text{Ba}_{0.6}\text{Sr}_{0.4})(\text{Zr}_{0.3}\text{Ti}_{0.7})\text{O}_3$  hình thành trên Si ph Pt

và  $\text{IrO}_2$  thì Pt s óng vai trò là i n c c. Các màng cách i n không có tính ch t này.

- M c liên t c c a màng: c ch d n i n trong màng có c u trúc c o khác v i c ch d n i n trong màng liên t c.
- S t n t i h i n t ng d n i n i n tr ng cao: Trong công ngh m ch tích h p (IC), các màng m ng có chi u dày c c nh . B i v y, ch c n m t i n áp v a ph i t vào màng m ng c ng có th làm n y sinh m t i n tr ng cao trong màng m ng.
- Ho t tính hóa h c cao: màng m ng d b xâm h i và tính ch t i n c a nó s thay i do s n mòn, h p th h i n c, oxi hóa trong không khí và các ph n ng tr ng thái r n nhi t th p.

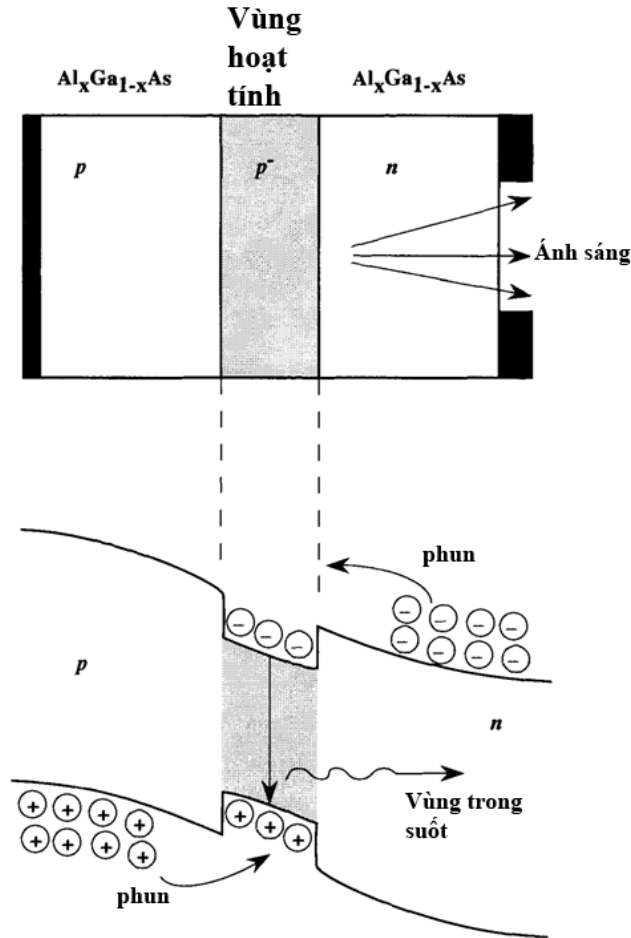
## **II. PHÂN LO I MÀNG I N:**

N u phân lo i theo ch c n ng thì màng i n c chia làm 4 lo i, trong m i lo i ó l i bao g m nhi u lo i h p ph c màng khác n a. Tuy nhiên ây chúng ta ch c p n nh ng lo i màng i n m i nh t và có nhi u ng d ng nh t.

- Màng d n i n (Màng polime h u c trong OLED)
- Màng cách i n ( i n tr màng m ng trong công ngh m ch tích h p)
- Màng bán d n (Transistor màng m ng)
- Màng áp i n.

### **1. Màng d n i n polime h u c trong OLED:**

Nh chúng ta ã bi t, c ch phát sáng c a LED là b c x t phát , trong ó electron và l tr ng tái h p trong vùng ho t tính r i phát ra b c x . T n s c a b c x phát ra này ph thu c vào r ng vùng c m c a vùng ho t tính. Do cách thi t k , m i lo i LED ch có m t vùng ho t tính duy nh t nên chúng ch phát ra m t màu duy nh t.



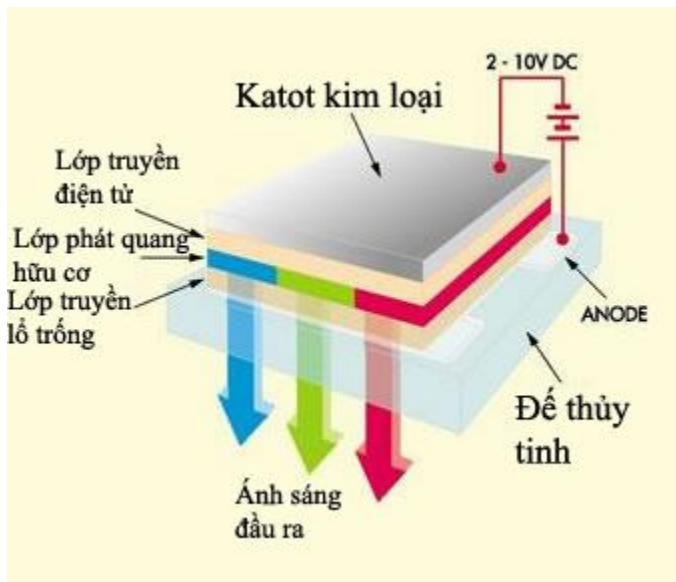
Tuy nhiên, trong công nghệ chiếu sáng dân dụng, người ta lại cần LED phát ánh sáng trắng vì số vùng huỳnh quang và đèn dây tóc, LED có hiệu suất là hiệu suất chuyển hóa điện năng thành quang năng cao do không có mất mát năng lượng nhiệt do nóng dây tóc, không mất mát năng lượng nhiệt làm nóng Katt và dần thay thế thị trường phù hợp phần ứng dụng công nghệ. Mặc dù có thể ghép ba loại LED màu đỏ, xanh lá cây và xanh da trời lại với nhau như các ánh sáng trắng nhưng thị trường này tỏ ra rất thiếu hụt và ánh sáng trắng như các công nghệ không hoàn hảo (không gì ánh sáng trắng tự nhiên). Vì vậy, người ta luôn nghiên cứu về các thiết kế mới để LED có khả năng phát ánh sáng trắng hoàn hảo. Diode phát quang hữu cơ (OLED) có thể đáp ứng yêu cầu đó. OLED bao gồm nhiều lớp màng mỏng bán dẫn khác nhau ghép với nhau. Thiết kế này tạo ra nhiều vùng hoạt tính vì các vùng khác nhau làm cho OLED có thể phát ra nhiều bước sóng vì các màu sắc khác nhau. Các bước sóng này kết hợp với nhau tạo thành ánh sáng trắng hoàn hảo. Nhưng OLED cũng có một số nhược điểm như:

## T NG QUAN V MÀNG I N

- Thời gian sáng - trong khi các tấm film OLED xanh và có thể có thời gian sáng lâu (khoảng 10 000 đến 40 000 giờ), thì các tấm film xanh da trời thì ngược lại có thời gian sáng ít hơn nhiều (chỉ khoảng 1000 giờ).
- Chất lượng - Hiện tại các công nghệ còn rất thấp.
- Nguyên liệu - có thể dùng làm hình ảnh OLED.

Nếu khi nhắc đến các nhà sản xuất trên, các nhà khoa học đã đoán, trong tương lai, OLED sẽ thay thế các bóng đèn huỳnh quang.

Nguyên lý hoạt động:



1. Nguồn điện cung cấp một dòng điện cho OLED.

2. Một dòng các electron chảy từ cathode qua các lớp phát quang hữu cơ tới anode.

1. Cathode sẽ truyền các electron cho lớp phát quang hữu cơ qua lớp truyền điện tử.

2. Anode sẽ lấy các electron từ lớp truyền lỗ trống (điều này

giống với việc truyền các lỗ trống mang điện cho lớp phát quang hữu cơ).

3. Tại biên giới lớp phát quang và lớp dẫn, các electron gặp các lỗ trống.

4. Khi một electron gặp một lỗ trống, nó sẽ tái hợp với lỗ trống này (hay nó rơi vào mức năng lượng của nguyên tử lỗ trống bằng một electron).

5. Khi tái hợp xảy ra, electron tái hợp sẽ tỏa ra một năng lượng dưới dạng một photon ánh sáng.

6. OLED phát ra ánh sáng.

2. *Điện tử màng mỏng:*

Có thể nói, công nghệ tích hợp vi mạch (IC) là tổng hợp của hai lĩnh vực: Công nghệ màng mỏng và công nghệ vi mạch. Chức năng của các linh kiện điện tử trong mạch vi xử lý trong công nghệ analog, như các kích thích của các linh kiện phi tuyến tính tích hợp vào các mạch logic. Trong mạch tích hợp, điện tử màng mỏng có chức năng dẫn dòng và

## T NG QUAN V MÀNG I N

t o h i ti p âm cho m ch. Bên d i là hình nh m t s lo i i n tr màng m ng.



### 3. Transistor màng m ng:

Ho t ng c a m t transistor th ng nh sau:

**happening?**

ve 0.6v and Vce transistor is will The Collector ow be many lly 100 or more) the base transistor is rrent amplifier.

**ONLY!**

Vbe 0.7v  
0.6V  
Vbe 0.68v  
0v

**Bipolar Transistor Operation**

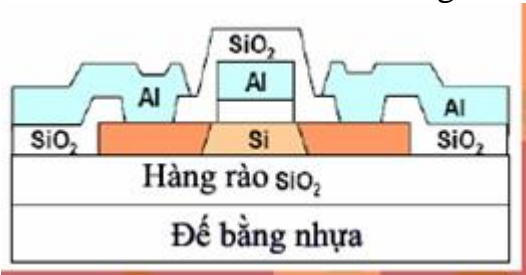
© E.Coates 2007

Xét m t transistor g m 3 l p n-p-n, trong ó l p p có kích th t r t nh b k p gi a hai l p n. b là c c base, e là emitter (c c phát), c là collector (c c góp).

- Khi ngu n m t chi u  $V_{be}$  m (b-e c phân c c thu n),  $V_{ce}$  t t (c-e ch a c phân c c): transistor ch a ho t ng.
- Khi ngu n m t chi u  $V_{be}$  m (b-e c phân c c thu n),  $V_{ce}$  m (c-e c phân c c ng c): transistor b t u ho t ng, m t dòng

electron t l p p v t qua vùng nghèo t v collector do b i n áp d ng c a collector hút.

Ho t ng c a transistor màng m ng t ng t nh ho t ng c a transistor th ng nh ng vì c ch t o b ng công ngh màng m ng nên linh ng c a các h t t i i n l n h n hàng tr m l n so v i transistor th ng. Bên d i là hình v m t transistor màng m ng.



#### 4. Màng m ng áp i n:

- Hi u ng áp i n thu n: Khi làm bi n d ng c h c tinh th thì s làm phát sinh dòng i n trong tinh th .
- Hi u ng áp i n ngh ch: Khi t i n áp qua tinh th thì m t s lo i tinh th có th b bi n d ng c h c.

Ng i ta c ng ch t o c m t s lo i màng m ng có tính ch t áp i n này.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Giáo trình vật lý màng mỏng, Nguyễn Hữu Chí, NXB đại học quốc gia TP HCM.
- [2] The materials science of thin films, Milton Ohring, Academic Press, 1992.
- [3] Vật lý và kỹ thuật màng mỏng, Nguyễn Năng Định, Nhà xuất bản đại học quốc gia Hà Nội, 2005.



GVHD: PGS.TS. Lê Văn Hùng

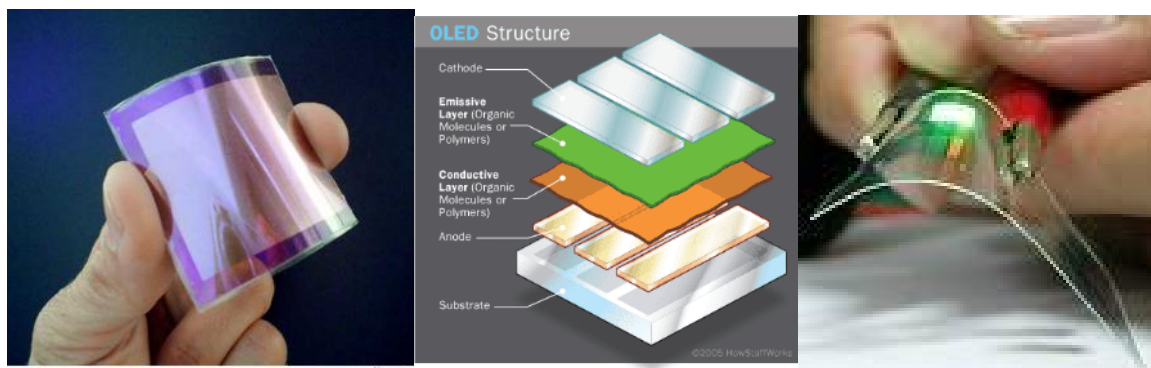
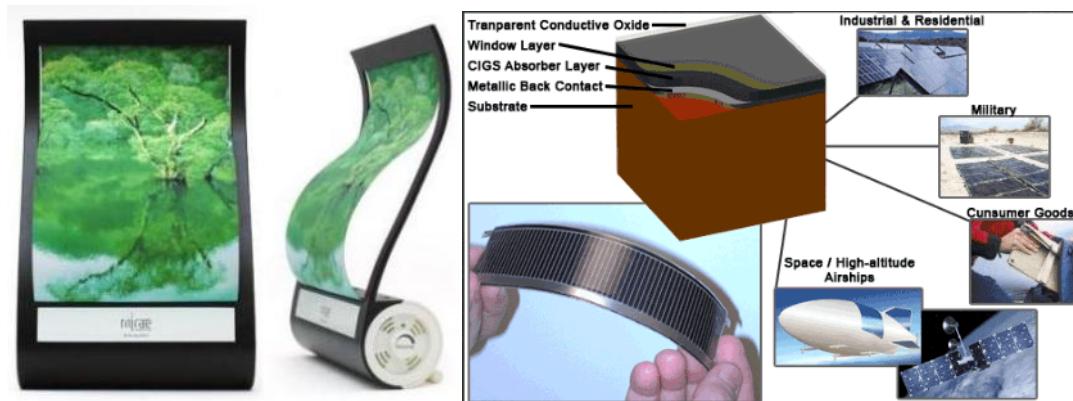
HVTH: Hoàng Văn Anh

Nhóm II: Màng mỏng

## Phương pháp chế tạo các loại màng mỏng

### 1) Giới thiệu:

Màng oxyt trong suốt dẫn điện (TCO) có nhiều ứng dụng trong lĩnh vực quang - điện tử do điện trở suất thấp và truyền qua cao. Chúng được ứng dụng trong chế tạo gương nóng, màn hình hiển thị phẳng kỹ thuật số (LCD, OLED), pin mặt trời, các thiết bị thông minh (màng mỏng), ... Màng TCO chủ yếu sử dụng rộng rãi là màng ITO ( $\text{In}_2\text{O}_3$  pha tạp  $\text{SnO}_2$ ) được tạo bằng phương pháp phun xạ magnetron, và hiện nay màng ZnO pha tạp nguyên tố nhóm III (như Al, Ga, In, Sc,...) đang được nghiên cứu thay thế cho vật liệu màng ITO do tính kinh tế của nó. Ngoài ra một loại màng mỏng trong suốt dẫn điện trên các TCO là  $\text{In}_x\text{Cd}_{1-x}\text{O}$  khi được dẫn điện thì thành ITO.



### Một số ứng dụng của Màng dẫn điện

Phương pháp chế tạo các loại màng mỏng

## II) Màng mỏng dẫn điện:

### II.1) Màng ZnO-Ga màng bán dẫn loại n:

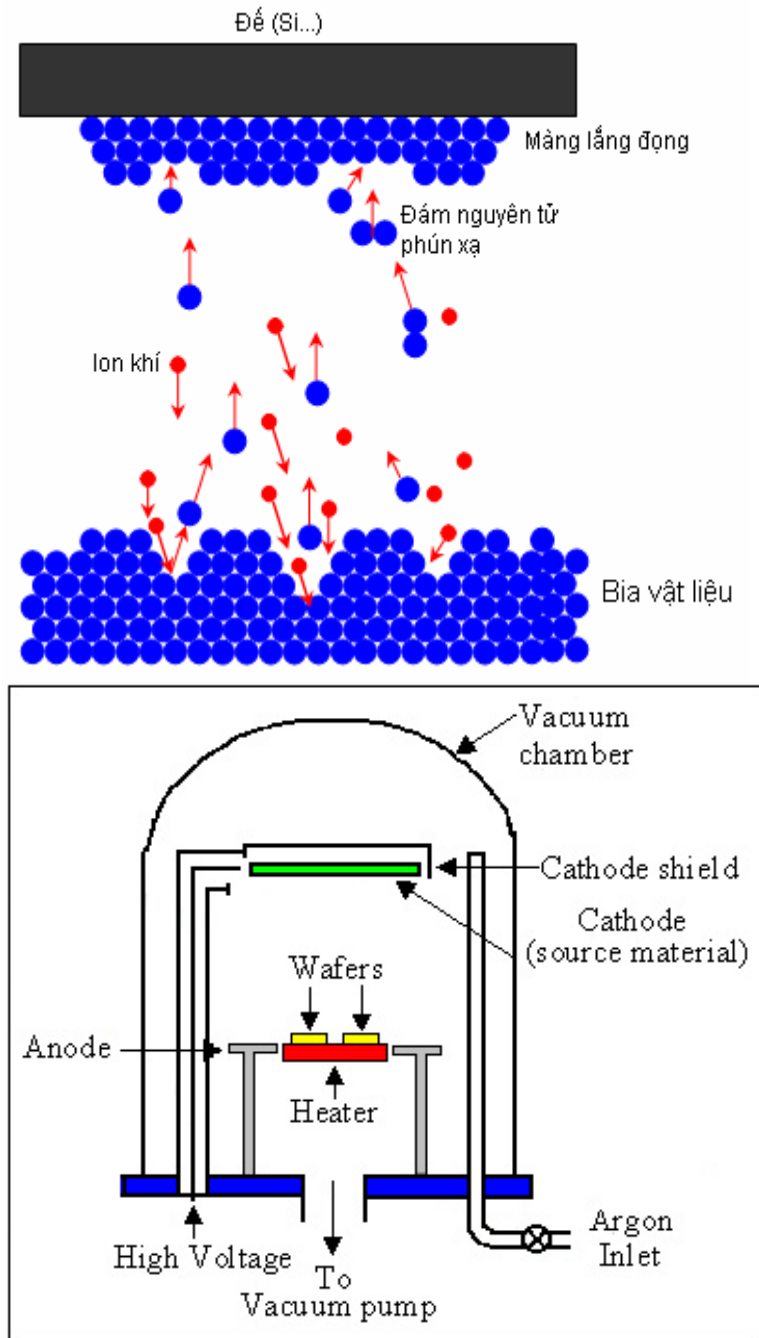
Màng ZnO-Ga được tạo bằng phương pháp phún xạ magnetron có áp suất khoảng  $4-5 \times 10^{-4}$  cm, truyền qua trung bình vùng kính  $T \sim 85\%$ . Màng cho tính chất quang điện tốt ngay cả khi chế tạo trong phòng. Tính chất điện của màng cho thấy màng ít bị ảnh hưởng bởi sự phân cực âm, cũng như có độ bền nhiệt tốt khi xử lý trong môi trường không khí, vì vậy có thể sử dụng trên bán kính của các thiết bị bán kính của ion nguyên tử n-doping sẽ hòa tan dần thay thế. Các đặc tính quang học nên được chú ý để tạo màng cao, đồng thời kiểm soát độ dày màng trong công nghệ.

#### II.1.1 Tạo màng ZnO-Ga bằng phương pháp phún xạ:

Màng ZnO-Ga được phún xạ trên đế tinh thể bia thiêu kết ( $\text{ZnO} + 4.4\% \text{ at. Ga}$ ) nhiệt độ  $1500^\circ\text{C}$  trong không khí. Đế tròn có đường kính 7.6 cm, dày 2.5 mm, được chế tạo trong thí nghiệm. Hệ tạo màng là hệ chân không UNIVEX 450 (cm), áp suất nền  $3 \times 10^{-6}$  torr, áp suất làm việc  $3 \times 10^{-3}$  torr, lưu lượng khí làm việc Ar (99.999%) là 25 sccm, nhiệt độ nhiệt độ phòng  $300^\circ\text{C}$ , công suất phún xạ RF 200W. Trước khi phún xạ, hệ thống được phóng điện plasma trong chân không với dòng 15mA, điện áp 2000V trong thời gian khoảng 10 phút. Các đặc tính quang học của các màng được xác định bằng phương pháp 4 mức độ, tính chất quang học của các màng được nghiên cứu qua UV-Vis, cấu trúc màng được phân tích bằng nhiễu xạ tia X (XRD).

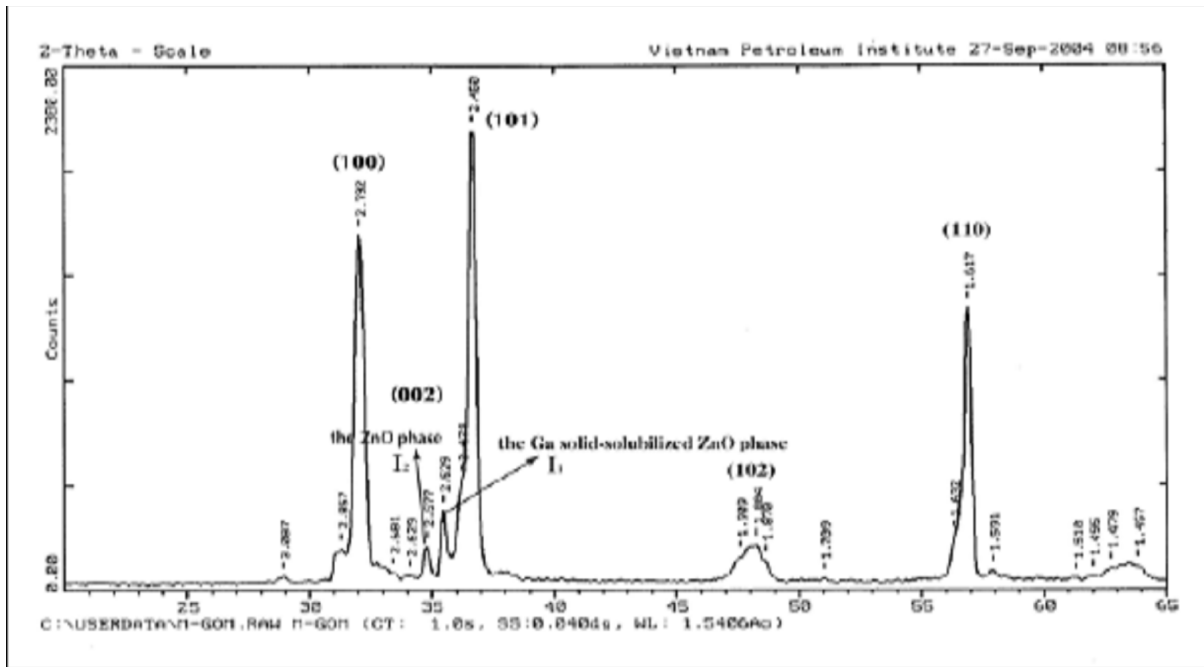


## Phương pháp chế tạo các loại màng mỏng

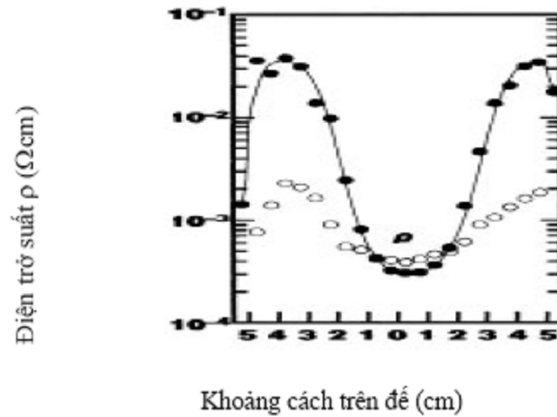


### II.1.2 Các kỹ thuật

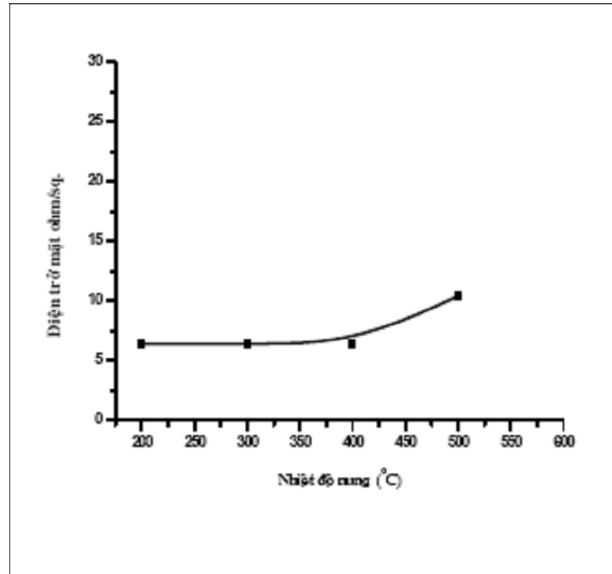
Phương pháp chế tạo các lớp màng mỏng



Hình 2. Phổ nhiễu xạ của bia ZnO-Ga.



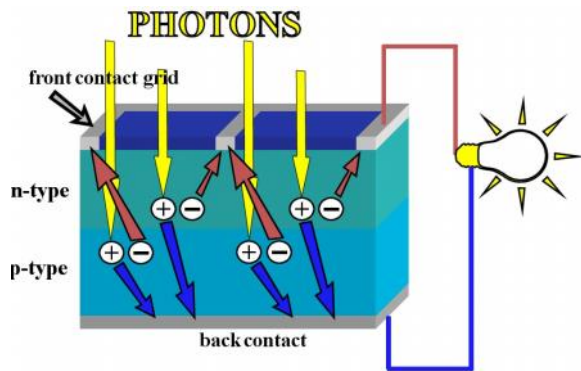
Hình 4. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi điện trở suất của màng ZnO-Sc (●) và ZnO-Al (○) theo khoảng cách trên đế tương ứng với vị trí trên bia trong công trình [3]



**Hình 5.** Đồ thị biểu diễn sự thay đổi của điện trở mặt của màng ZnO-Ga trên đế Si theo nhiệt độ xử lý trong môi trường không khí.

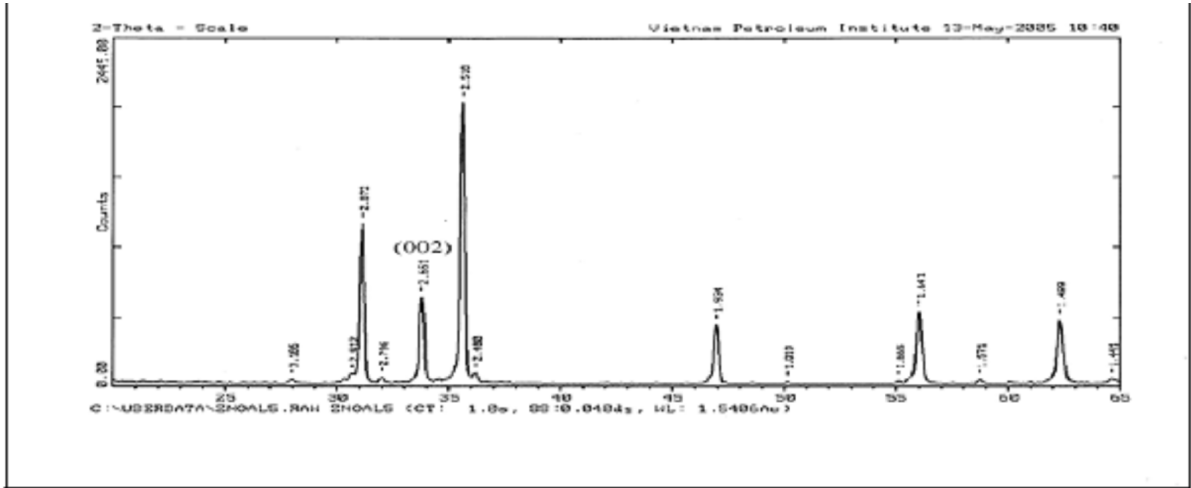
## II.2 Màng ZnO:Al(bán dẫn loại n) và màng kim loại(Al) sử dụng trong tế bào mặt trời:

Tế bào mặt trời tiếp xúc dị thể (ZnO:Al)/p-Si được chế tạo trên Si loại p bằng phương pháp phun x magnetron DC tia bám (ZnO:Al). Với độ dày màng (ZnO:Al) là 1 μm chế tạo ở nhiệt độ 1600C, áp suất 10<sup>-3</sup> torr trong khí Argon, điện trở tiếp xúc của màng là 4,5.10<sup>-4</sup> Ω, và truyền qua trung bình là 86 – 87% trong vùng khả kiến. Tiếp xúc ohmic phía sau pin và điện cực mặt trời là kim loại Al được chế tạo bằng phương pháp bốc bay. Tế bào mặt trời thu được có thể hở mạch Voc = 513 mV, mật độ dòng ngắn mạch Jsc = 37,6 mA/cm<sup>2</sup>, hệ số lấp đầy FF = 0,4, hiệu suất chuyển đổi η = 8%.

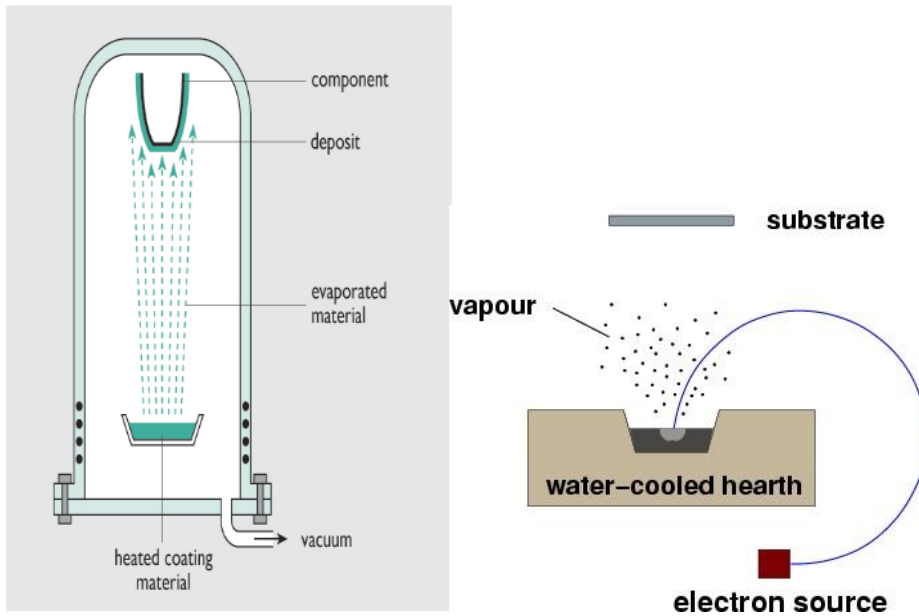


Tế bào mặt trời

Phương pháp chế tạo các lớp màng mỏng



Hình 3. Phổ nhiễu xạ của bia ZnO-Al.



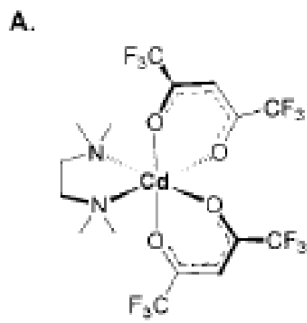
Phương pháp bốc bay chế tạo màng kim loại Al dùng nhiệt và chùm điện tử.

### II.3) Màng Indium-cadmium-oxide $In_xCd_{1-x}O$ :

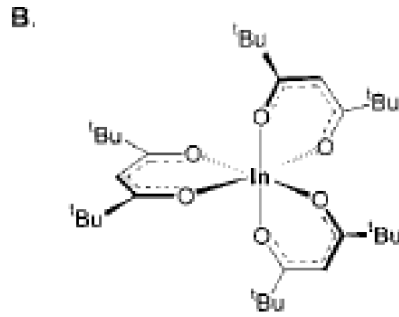
Màng  $In_xCd_{1-x}O$  ( $x < 0,12$ ) trong suốt điện tử chế tạo bằng phương pháp MOCVD (metal-organic chemical vapor deposition) sử dụng trong các linh kiện quang điện tử, màn hình hiển thị, tế bào mặt trời, các thiết bị thông minh... Màng  $In_xCd_{1-x}O$  có độ dẫn điện gấp 2-5 lần so với ITO.

Hỗn hợp khí  $Cd(hfa)_2$  (TMEDA)(hexafluoroacetylacetonato) (tetramethylethylenediamine) cadmium(II) và  $In(dpm)_3$  (dipivaloylmethanato) indium thổi vào buồng, thổi (1,25cm x 0,5cm) các chất khí này sẽ phản ứng tạo thành  $In_xCd_{1-x}O$  ở nhiệt độ  $T = 360^\circ C$  (tỉ lệ  $P = 2$  torr). Tốc độ phát triển của màng  $\sim 2,5$  nm/phút độ dày màng  $0,15 \mu m$ .

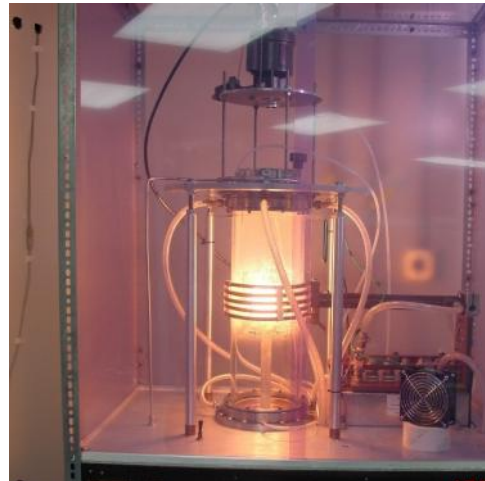
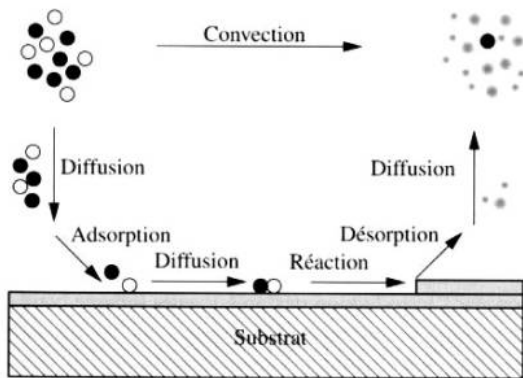
Phương pháp chế tạo các loại màng mỏng



$\text{Cd}(\text{hfa})_2(\text{TMEDA})$



$\text{In}(\text{dpm})_3$



Màng  $\text{In}_x\text{Cd}_{1-x}\text{O}$  sau khi chế tạo sẽ được phân tích cấu trúc bằng X-ray và TEM, sau đó đo phổ truyền qua, độ dẫn điện theo thành phần.

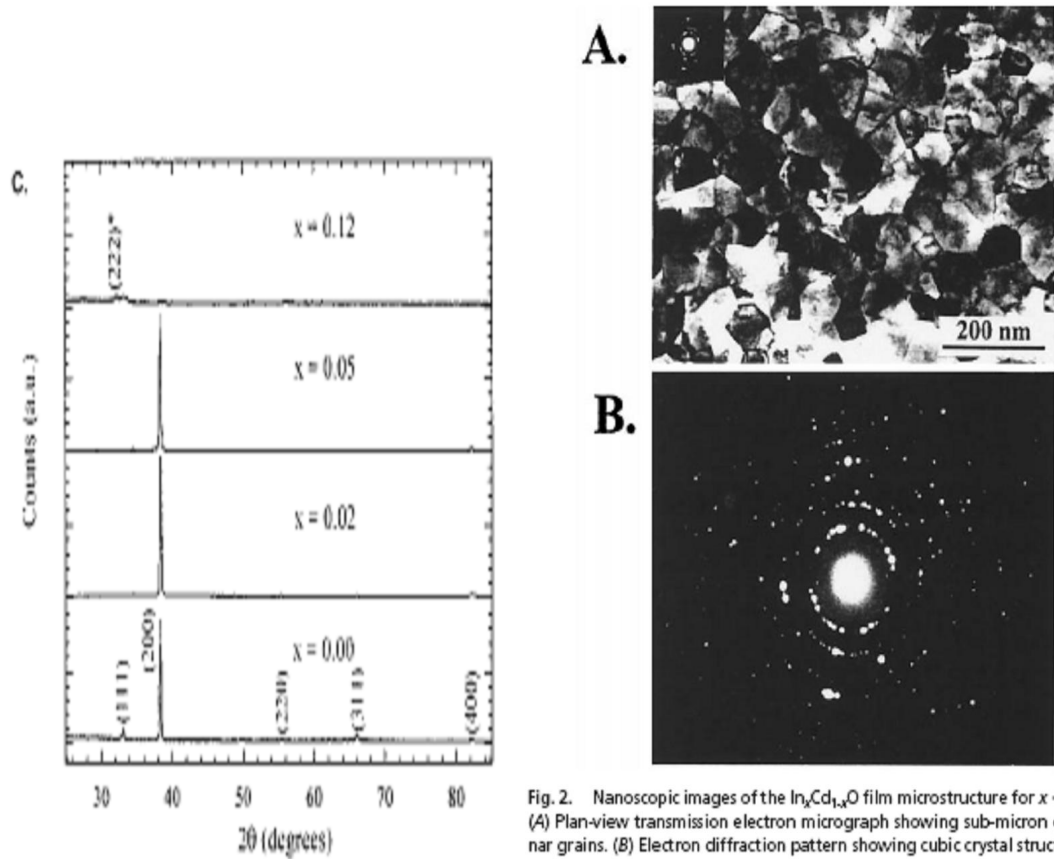


Fig. 2. Nanoscopic images of the  $\text{In}_x\text{Cd}_{1-x}\text{O}$  film microstructure for  $x = 0.05$ . (A) Plan-view transmission electron micrograph showing sub-micron columnar grains. (B) Electron diffraction pattern showing cubic crystal structure.

### Phân tích cấu trúc màng $\text{In}_x\text{Cd}_{1-x}\text{O}$ bằng X-ray và TEM

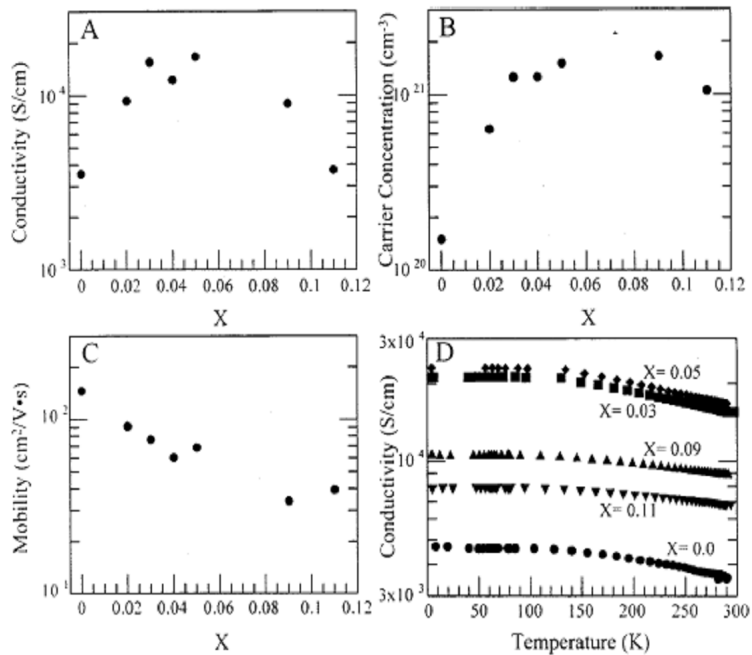


Fig. 3. Charge transport properties as a function of In doping level ( $x$ ) for a series of  $\text{In}_x\text{Cd}_{1-x}\text{O}$  films having  $0.15 \mu\text{m}$  thickness. (A) Electrical conductivity at 300 K. (B) Charge carrier concentration at 300 K. (C) Charge carrier Hall mobility at 300 K. (D) Electrical conductivity as a function of temperature.

Table 1. Charge transport characteristics of  $\text{In}_x\text{Cd}_{1-x}\text{O}$  films

Comp, $x$	Conductivity, $\text{S/cm}$	Carrier concentration, $10^{21} \text{ cm}^{-3}$	Mobility, $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$
0.00	3,560	0.152	146
0.02	9,370	0.640	91.5
0.03	15,600	1.26	76.9
0.04	12,300	1.27	60.5
0.05	16,800	1.51	69.2
0.09	9,010	1.65	34.0
0.11	6,740	1.06	39.6

All data at 25°C.

Các tính chất điện tử của màng  $\text{In}_x\text{Cd}_{1-x}\text{O}$  được khảo sát theo  $x$  (nồng độ In)

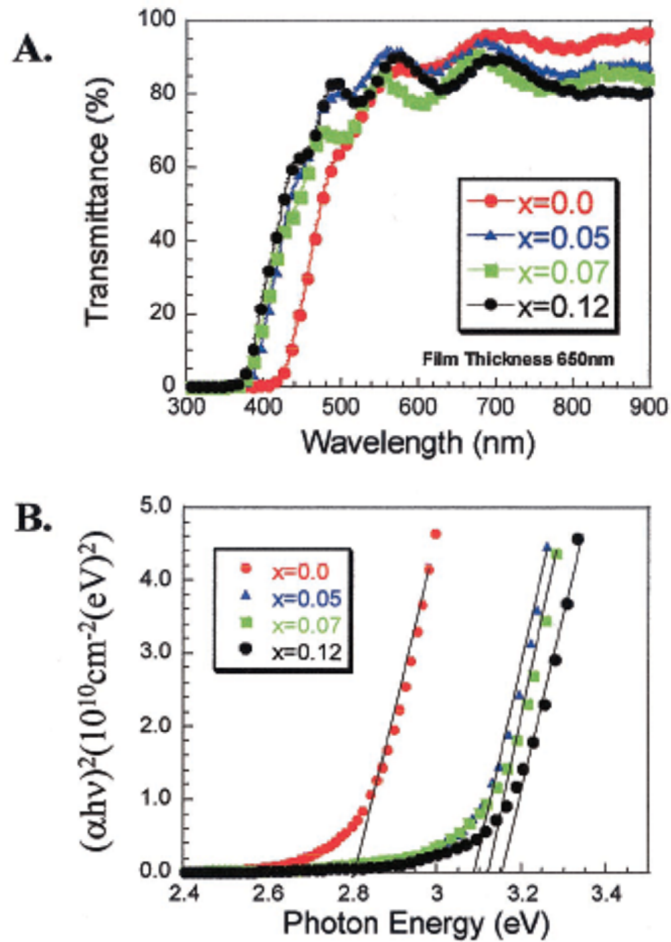


Fig. 4. Optical properties as a function of In doping content for a series of  $\text{In}_x\text{Cd}_{1-x}\text{O}$  films. (A) Transmittance as a function of incident wavelength. (B) Derivation of the apparent optical band gaps.



**Table 2. Computed Fermi wave vectors,  $k_F$  in atomic units, and band gaps,  $E_g$  in eV, for  $\text{In}_x\text{Cd}_{1-x}\text{O}$  in the [100]( $\Delta$ ), [111]( $\Lambda$ ), and [110]( $\Sigma$ ) directions**

	$x = 0.0$	$x = 0.031$	$x = 0.063$	$x = 0.125$
$k_F^\Delta$	0.00	0.158	0.189	0.251
$k_F^\Lambda$	0.00	0.173	0.216	0.284
$k_F^\Sigma$	0.00	0.168	0.200	0.278
$k_F(n)$	0.00	0.174	0.220	0.277
$E_g (k = 0)$	2.36	2.27	2.13	1.93
$E_g^\Delta(k_F)$	2.36	3.73	3.97	4.46
$E_g^\Lambda(k_F)$	2.36	3.31	3.36	3.50
$E_g^\Sigma(k_F)$	2.36	3.12	3.17	3.19

Fermi wave vectors in the free electron model  $k_F(n) = (3\pi^2n)^{1/3}$ , where  $n$  = electron carrier density, are also listed.

**truyền qua và năng lượng Fermi của màng  $\text{In}_x\text{Cd}_{1-x}\text{O}$  các khảo sát theo x (năng lượng In)**

**III) Kết luận:**

Cùng với sự phát triển của vật liệu nói chung, vật liệu màng mỏng đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực điện tử, năng lượng, vật liệu thông minh... Đặc biệt là vật liệu màng mỏng dẫn điện ngày càng đáp ứng các yêu cầu của công nghệ. Trong lĩnh vực quang điện (binh minh) màng dẫn điện trong suốt dẫn điện chỉ một số vật liệu khác biệt khác biệt dẫn điện và cho ánh sáng truyền qua. Hiện nay, xu hướng của các vật liệu màng mỏng trong kỹ thuật công nghệ cao có xu hướng giảm thiểu kích thước và vật liệu màng mỏng thì số chỉ một số kích thước và khả năng in khi kích thước cỡ nanômet (chỉ độ dày màng).

**1.1.1 Phún xạ catốt**

Phún xạ hay Phún xạ catốt là kỹ thuật chế tạo màng mỏng dựa trên nguyên lý truyền năng lượng bằng cách dùng các ion khí hiếm có năng lượng cao đi vào trong buồng phóng xạ để bắn phá bề mặt vật liệu, truyền năng lượng cho các nguyên tử này bay về phía và lắng đọng trên.

**Hình 1.4:** Sơ đồ Phóng xạ

**Bản chất quá trình phún xạ**

Khác với phương pháp bay bốc nhiệt, phún xạ không làm cho vật liệu bay hơi do nhiệt nóng mà thực chất quá trình phún xạ là quá trình truyền năng lượng. Vật liệu nguỵ tạo thành dạng các tấm bia (target) và đặt tại vị trí cần (thường là catốt), trong buồng hút chân không cao và áp suất khí hiếm rất thấp ( $c \approx 10^{-2}$  mbar). Dưới tác động của điện trường, các nguyên tử khí hiếm bị ion hóa, tăng tốc và chuyển động về phía bia vật liệu và bề mặt bia, truyền năng lượng cho các nguyên tử vật liệu tại bề mặt bia. Các nguyên tử của vật liệu truyền năng lượng bay về phía và lắng đọng trên. Các nguyên tử này cũng là các nguyên tử của phún xạ. Như vậy, thực chất quá trình phún xạ là va chạm và trao đổi xung lượng, hoàn toàn khác với chế tạo phương pháp bay bốc nhiệt trong chân không.

**Kỹ thuật phún xạ phóng điện phát sáng**

- **Phún xạ phóng điện phát sáng một chiều (DC discharge sputtering)**

Là kỹ thuật phún xạ sử dụng hiệu ứng một chiều gia tốc cho các ion khí hiếm. Bia vật liệu đặt trên điện cực âm (catốt) trong buồng chân không có hút chân không cao, sau đó nạp khí hiếm (thường là Ar hoặc He...) và áp suất thấp ( $10^{-2}$  mbar). Ngòi tia sử dụng điện trường một chiều cao để gia tốc ion khí hiếm (điện cực âm) và bắn phá (điện cực dương). Quá trình này là quá trình phóng điện có kèm theo phát sáng (sự phát quang do ion hóa). Vì dòng ion là dòng ion một chiều nên các điện cực phải duy trì dòng ion, do đó kỹ thuật này thường chỉ dùng cho các bia dẫn điện (bia kim loại, hợp kim...).

- **Phún xạ phóng điện phát sáng xoay chiều (RF discharge sputtering)**

Là kỹ thuật sử dụng hiệu ứng xoay chiều gia tốc cho ion khí hiếm. Nó vẫn có cấu tạo chung của các hệ phún xạ, tuy nhiên máy phát là máy phát cao tần sử dụng dòng điện tần số sóng vô tuyến (thường là 13,56 MHz). Vì dòng ion là xoay chiều, nên nó có thể sử dụng cho các bia vật liệu không dẫn điện. Máy phát cao tần tạo ra các hiệu ứng xoay chiều đồng xung vuông. Vì hiệu ứng dòng ion xoay chiều nên phải đi qua một bộ phận điện trở kháng và hệ thống có tác dụng công suất phóng điện và bộ máy phát. Quá trình phún xạ có hai khác biệt so với phún xạ một chiều: bia và buồng phát bị các ion có năng lượng cao bắn phá âm cực hiệu ứng và bắn phá các điện cực dương.

- **Phún xạ magnetron**



Hình 1.5 :Thi t b sputtering Univex 450

## Phương pháp chế tạo các loại màng mỏng

Là kỹ thuật phun xạ (sử dụng các vòi xoay chiều và magnetron) để tích tụ các hạt phun xạ thông qua đường ống cách điện bên dưới bia các nam châm. Trường của nam châm có tác dụng bẫy các ion và ion ligand bia và tăng hiệu ứng ion hóa, tăng số lần va chạm giữa các ion, ion và các nguyên tử khí để bám trên bia do đó làm tăng tốc lắng đọng, giảm số pha của ion và ion trên bề mặt màng, giảm nhiệt độ và có thể tạo ra sự phóng điện áp suất thấp.

### Ưu điểm và hạn chế của phương pháp phun xạ catốt

Dễ dàng chế tạo các màng mỏng nhôm, titan, ruthenium, niobi riêng biệt.

Bám dính của màng trên đế cao do các nguyên tử lắng đọng trên màng có năng lượng khá cao so với phương pháp bay bốc nhiệt.

Màng tạo ra có độ xốp mô hình thấp và có hình học gần với bia, có độ dày chính xác hơn nhiệt độ với phương pháp bay bốc nhiệt trong chân không.

Do các chế độ có hiệu suất phun xạ khác nhau nên việc kiểm soát thành phần của bia trở nên phức tạp. Khả năng tạo ra các màng rất mỏng với độ chính xác cao của phương pháp phun xạ là không cao.

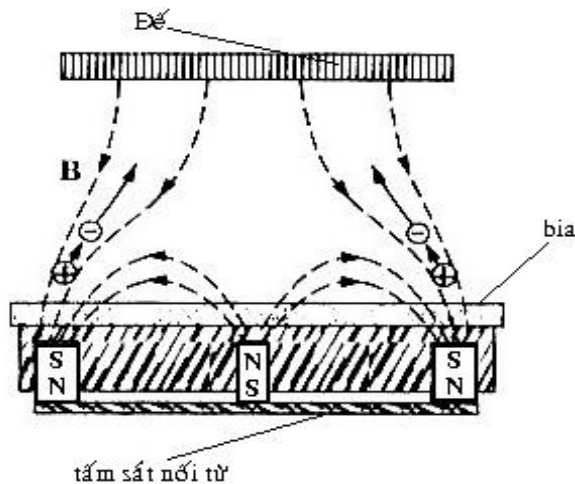
### 1.1.2 Một số phương pháp khác

- Phương pháp phun tia nhiệt
- Epitaxy chùm phân tử
- Lắng đọng hóa học
- Lắng đọng chùm laser
- Phương pháp sol-gel

## HEMAGNETRON CÂN BẰNG VÀ HEMAGNETRON KHÔNG

### CÂN BẰNG

Heamagnetron không cân bằng:

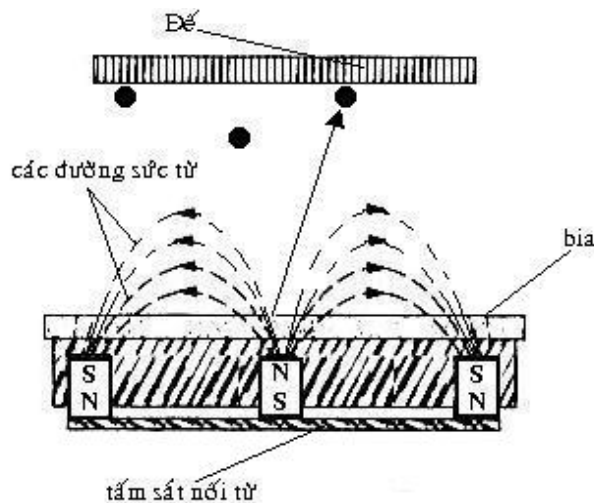


**Hình 1** Heamagnetron không cân

## Phương pháp chế tạo các loại màng ion

Ở hình 1, cho thấy nam châm ở giữa có cường độ không đủ mạnh nên ảnh hưởng của nó vào tất cả các dòng sức phát ra từ nam châm vòng ngoài bao quanh nó. Chính vì thế một vài dòng sức không đủ để kéo vào, nó liền uốn cong ra ngoài hướng về phía các điện tử di chuyển trên những dòng sức này không bị tác động của từ trường ngang nên sẽ di chuyển hướng về phía. Khi di chuyển nó sẽ kéo theo các ion nước gọi là hiện tượng khuếch tán lỏng cốc. Hiện tượng này làm tăng mật độ dòng ion nên nếu năng lượng bắn phá của nó tăng lên tùy vào thể phân cực âm của nó và sẽ sinh ra nhiệt nóng. Nhờ vậy, nên nước cấp nhiệt một cách liên tục bởi sự bắn phá của ion, do đó thích hợp cho việc tổng hợp các mạng ion nhiệt nước ao.

### Heimagnetron cân bằng:



Hình 2. Heimagnetron cân bằng.

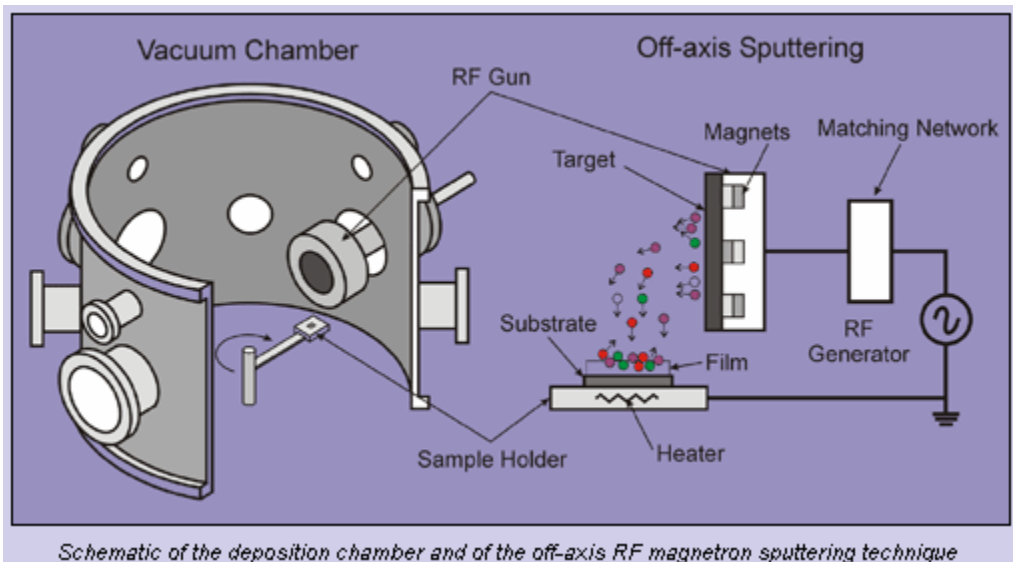
Khác với cách bố trí nam châm ở Heimagnetron không cân bằng (Hình 2), nam châm ở giữa có cường độ từ trường đủ mạnh nên ảnh hưởng của nó vào tất cả các dòng sức phát ra từ nam châm vòng ngoài. Nhờ thế dòng tác dụng của từ trường ngang mạnh, nên từ đó làm giảm hoàn toàn trong không gian gần bề mặt bia, còn ion hầu hết nạp lên bia thóc hiện cho các năng phân xạ, và bức xạ nên từ thời cấp nên duy trì phóng điện. Vì vậy nên sẽ sinh ra cách ly với plasma nên từ hay nên sẽ tổng tác không năng kết với ion và do nên sẽ không bị nóng. Nhờ thế nó rất thích hợp cho việc tạo màng trên các loại nhựa không chịu nước nhiệt độ cao như: PET, nhựa, giấy,....

## Phương pháp Magnetron RF

### 1> Tổng quan :

Nếu với phun xạ dùng DC không thể phun lên mang không dẫn điện do bề mặt của vật liệu không tích điện. với phóng điện RF ta có thể sử dụng cho vật liệu dẫn điện , cách điện và cả vật liệu điện môi.

Phun xạ RF nên giải phóng các hạt điện tích bao gồm anion vật liệu trên bề mặt nguyên tử, và hình thành một lớp mang của vật liệu cần chế tạo trên một cái đế thích hợp. Quá trình bốc bay trong một điện cực phát sáng nóng cung cấp trong buồng chân không với lưu lượng áp suất khí nóng nhiều khi. Số anion bề mặt xảy ra đối với bán phá hủy của các hạt trong điện cực ion phản ứng và không phản ứng.



Hình trên là công nghệ phun xạ magnetron cao tần không trục, bao gồm một cái bia, là một tấm hoàn hợp vật liệu hoặc đế phát triển và một cái đế đặt trên vật đỡ mẫu và đặt ở  $90^\circ$  với trục của bia. Số phóng điện phát sáng nóng bằng áp suất bề mặt trong một trường khí nóng nhiều khi và nóng tạo ra một số hàng ion có khả năng ion hóa chất khí, electron và các phân tử trung hòa. Vật liệu bị bắn ra khuếch tán cho đến khi nó bám trên đế. Thời gian của quá trình này sẽ nhiều khi nóng chảy của mang. Số kết tinh lớn lên của mang là những lớp nền tinh thể với số nền hình học xác định, xác định epitaxy.

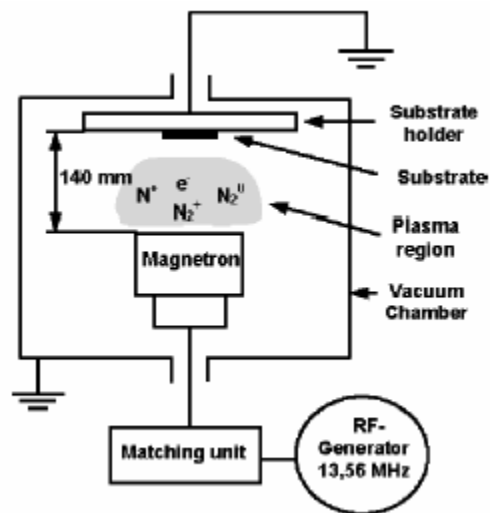
Sử dụng nguồn cao tần RF là cần thiết để duy trì số phóng điện và tránh số tích lũy điện tích khi phun xạ lên vật liệu cách điện nhờ là PZT. Số hiện diện của một số giữa nguồn RF và bia là cần thiết để duy trì số tại phóng điện. Nam châm nóng dùng để tăng công suất của phun xạ bằng việc tăng hiệu ứng ion hóa của electron bị bẫy trong vùng giáp với bia (phun xạ magnetron). Những cái bẫy từ không cần thuận lợi bẫy e mà còn gia tốc cho các phân tử khác trên bia, vì vậy chúng sẽ không nạp vào đế, nên này sẽ cái tiên chất lỏng của bia.

## II> Phương pháp Magnetron RF:

1) Hoạt động:

Phần lớn nguồn plasma xai RF là 13.560 MHz, tần số cao này được chọn vì lý do thực tế là công suất không có nguồn nào khác để làm.

13.560 là tần số ISM (Industrial, Scientific, Medical). Sử dụng nó sẽ tránh sự nhiễu do các tần số khác nhau của các dịch vụ truyền thông sử dụng. Sử dụng nó chu kỳ liên tục  $10\text{mW}/\text{cm}^2$ . Với những quá trình khác nhau, plasma có thể tạo ra năng lượng bức xạ vì sóng điện từ gây ảnh hưởng tới mắt nhờ với tia UV nơi hơi phải có các số bảo vệ tốt.

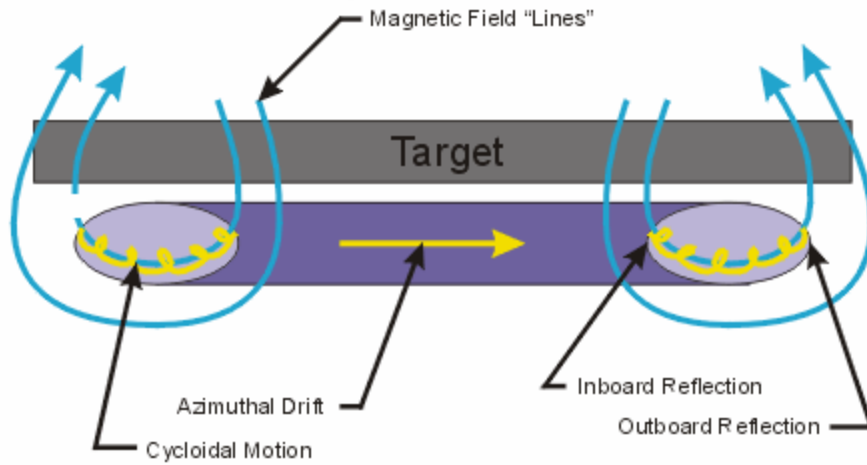


Hình cấu hệ Magnetron RF dung khí Nitô.

Vấn hành của một hệ Magnetron RF như sau:

Do để làm bằng chất cách điện nên ta gắn một lớp kim loại áp điện lên trên đế (thủy tinh/ch). Dòng áp suất khí làm việc ta cho khí vào (vd Ar) để đạt tới áp suất làm việc. Ở bên kia của điện cực đồng ở phía trên, điện cực âm trên bia. Một số nhỏ các ion đồng vào tới do trong buồng chân không bị gia tốc bởi điện trường, ion đồng bay về phía bia làm bắn phá bề mặt bia và ra e tới do, ion đồng và phản tới của bia. Các e tới do bay về phía đế. Các phản tới của môi trường ra bám vào đế, e tới do và ion đồng sinh ra một số thì bị giới bởi bay điện từ và chuyển năng lượng cyclotron.

Phương pháp chế tạo các loại màng mỏng



**Electron Motion**

(Single Particle Motions)

Hình trên là chuyển động cyclotron. Do đó khi đặt các nam châm tạo ra từ trường bằng các e. Các e đi dọc theo các đường sức từ và bị phản xạ ngược lại làm các e bị giữ trong các buồng từ.

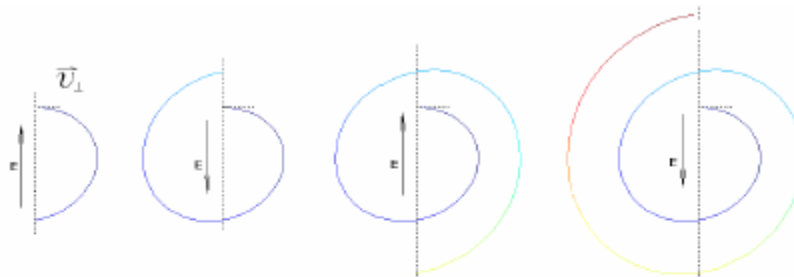


Fig. 3-2 Electron being accelerated clockwise by periodic electric field

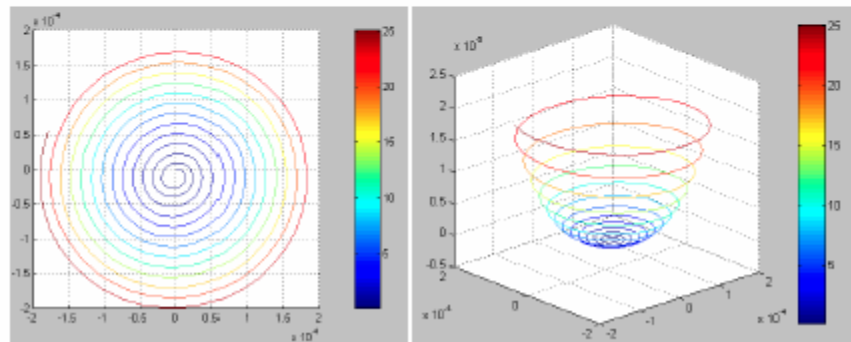


Fig. 3-3 Electron's spiral path in external magnetic field superimposed with perpendicular periodic electric field

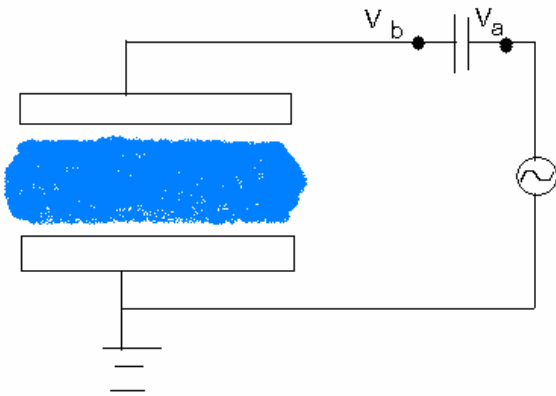
Số con lại không bị giữ lại, e bay về phía nêva chạm với phần từ Ar làm ion hoá Ar tạo ra thêm các ion dương, chu kỳ sau nêva cộc (nêva va bìa dương) các ion dương do khối lượng lớn nên quán tính lớn vì vậy khi nêva cộc không kịp nêva (do lúc này nêva tích âm) cộc lại nêva nêva (do tần số rất cao nên tốc độ nêva cộc rất nhanh) tạo ra thêm ion keo ion về phía bìa (do lúc này bìa âm), tiếp tục bán phải bề mặt bìa tạo ra quá trình lặp lại. Bên cạnh đó các ion dương Ar nêva vào bìa có thể ảnh hưởng trong quá trình bán phải nêva tạo ra các phần từ Ar. Càng lâu vòng nêva các phần từ này càng nhiều trong buồng ta phải hút buồng nếu không sẽ hỏng nêva không xảy ra.



## Phương pháp chế tạo các loại màng mỏng

Trong khi hoạt động kích thích nhiệt nội quán tính bề mặt nên một số ion thoát khỏi qua van nên nó sẽ ngưng tụ ngay cạnh tích điện âm bởi số electron đông bám phải bia làm nó vaung ra khỏi quỹ đạo cyclotron của nó.

Điện trường ion dương qua lại giữa bia và điện áp ra một vùng giới hạn plasma. Điện tích tập trung ở nhiều nơi trên điện áp gia tốc cho ion dương bay về phía nó làm phải hủy quá trình tái phun xạ, tạo ra dòng ion nạp vào nên làm tăng các electron ion đồng và phản tới trung hoặc làm phải hủy lớp phun xạ. Các electron ion đồng mới tạo thành lại tham gia vào quá trình phun xạ cho mạng. Các electron bay lên nên các ion dương lại tiếp tục nạp vào nên một lúc nào sẽ có số cân bằng giữa số electron bay lên và số ion đồng nạp vào, tạo ra dòng cân bằng nóng và tại nó nên thế bằng 0. Vùng không gian nóng giới hạn với (vùng tối), trở thành cách điện. Vùng giáp với bia, các electron trong bãi nên trở dịch chuyển cyclotron giới hạn đồng thời, chế tạo vùng ngoài hai bên bãi nên trở mỗi ion thoát đang bay lên nên tạo ra vùng tối. Vậy ở giữa với nên và bia là 2 vùng tối ở giữa 2 vùng tối là plasma.



### 2) Ưu điểm trong phương pháp RF :

\* > Áp suất hoạt động thấp: 5 đến 15 mTorr.

Nhiệt độ nóng phải giữ thấp.

\* > Số theo thời gian sẽ tích tụ nhiều trên bề mặt làm hủy sợi tại phun xạ.

Cách khắc phức 1: là ta nó nên với sợi dây và sẽ theo dòng chảy ra ngoài.

Cách khắc phức 2: tạo ra từ trường nam châm lớn nên bãi trở lớn số electron thoát qua nó rất dễ.

\* > Ion dương nạp vào phải hủy mạng.

Cách khắc phức: giảm số tích điện trên bề mặt mẫu bằng 2 cách trên, ngoài ra ta phải cung cấp thêm cho hệ Magnetron RF.

### 3) So sánh với phun xạ DC :

Phun xạ DC không sử dụng trực tiếp cho các vật liệu nên một do số tích điện dẫn nên số phóng nên bị dập tắt.

Hoạt động chủ yếu của phóng nên DC là đưa vào electron và bật ra do ion dương và nạp vào nên cốc, và các electron này ion hóa phản tới Ar nên duy trì số phóng nên. Số ion hóa này phụ thuộc vào áp suất khí và khoảng cách giữa hai bề mặt.

Phun xạ RF lại khác với số dùng các vật liệu nên một, kim loại và bề mặt dẫn.

Ph ng pháp ch t o các lo i màng i n

Hoạt ñ ng chui y u l a d o i a v a o t e h i e u d i c h , c o b a i n l a d o s o i d i c h c h u y e n c u i a e v a i o n d o o i t a i c d u n g c u i a n i e n t r o i t o r v a o t o t r o i n g k h i c h u k i b i e n t h i e n l i e n t u c .

Vung t o i c a c h n i e n g i o a n e a v a o v u n g p l a s m a l a m c h o c h a t l o o n g m a n g t o t h o n n o n g ñ o n g t h o i c u n g k h o i k h a n c h o v i e t d u y t r i n g u o n p l a s m a o n ñ i n h .

III> Ví dụ:

S o i k h a c b i e t c u i a c a c i p h o o n g p h a p v d R F - D i o d e , R F - M a g n e t r o n , ñ o o i c d u n g ñ e a t a n g ñ o a n h a y c u i a h e a t h o n g p h u i n x a i t r o n C o / C u / C o / F e M n b o i n h i e u y e u t o i S o i c a i t i e n n a y ñ e a t a n g c o o n g a i n h h o o n g c u i a n i e n t r o i t o r R / R v a o l a m g i a m t r o i n g k h o n g ñ a n g h o o n g  $H_k$  ñ e a c h o m a u t o t n h a t Ví d u i n a y ñ a c t i n h t o t v a o d i c h c h u y e n o u c a u t r u c m i c r o c h a t l o o n g c u i a n h o n g l o p x e n k e i ñ o o i ñ a i n h g i a i b a n g a i n h E T M v a o b a n g t i a X .

M a u v o i ñ o a n h a y c a o (p h u i n x a i M a g n e t r o n D C) t h i c a u t r u c í t s a i h o i n g h o n v a o b e a m a t t r o n l a n g h o n s o v o i m a u k h a c . T h e m v a o ñ o i l a n h o n g l o p s a t t o t t h a y ñ o a t o t t i n h k h o n g b o a i n h h o o n g d o q u a i t r i n h p h u i n x a i .

Ph o o n g p h a p ñ a l o p c h o h e a t r o n s o i d u n g c h o h i e u o n g t o t r o i l o n v a o h a u n h o i a h e i n v o i v i e t ñ a i n h g i a i c a o o n g d u n g t r o n ñ a u g h i t o t v a o h e a t h o n g s e n s o r t o t .

T h i e t l a p h e i m a g n e t r o n t r o n C o ( 4 . 4 n m ) / C u ( 2 . 5 n m ) / C o ( 4 . 4 n m ) / F e M n ( 1 0 n m ) . T r o i c k h i l a n g ñ o n g , l o p ñ e a i ñ o o i c p h u i b a n g p h o o n g p h a p R F - D i o d e ñ e a m a n g k e t k h o a t t o t . T a t c a i m a u ñ e u ñ o o i c p h u i l o p T a 5 . 2 n m ñ e a t r a n h s o i o x y h o a i . M o i l o p C o , C u v a o F e M n ñ e u c o i c a i c a c p h o o n g p h a p k h a c n h a u .

TABLE I. Sputter regimes of the Co and Cu layers for the investigated spin valve samples. In all cases the Ta buffer and capping layers and the FeMn layers were sputtered by rf-diode sputtering.

	Co1 layer	Cu layer	Co2 layer
dc sample	dc magnetron	dc magnetron	dc magnetron
rf/dc sample	rf diode	dc magnetron	rf diode
rf sample	rf diode	rf magnetron	rf diode

Trong su o t q u a i t r i n h p h u i n x a i l o p C o v a o F e M n t o t r o i n g a p l a o 1.25 k A / m .

TABLE II. Measured values of the MR effect  $(\Delta R/R)_{max}$ , the electrical sheet resistance  $R_{\square}$ , the coercive field  $H_c$ , the ferromagnetic exchange coupling field  $H_e$ , and the anisotropy field  $H_k$ .

Sample	$(\Delta R/R)_{max}(\%)$	$R_{\square}(\Omega)$	$H_c(Oe)$	$H_e(Oe)$	$H_k(Oe)$
rf with FeMn	7.1	12.4	21.0	16.8	...
rf without FeMn	...	...	17.8	...	16.0
rf/dc with FeMn	7.0	12.8	26.0	17.1	...
rf/dc without FeMn	...	...	20.6	...	16.6
dc with FeMn	10.0	11.3	20.0	16.8	...
dc without FeMn	...	...	13.6	...	9.6

B a n g t h e i e n R / R c a o n h a t l a m a u D c 10% , 7% l a o R f .

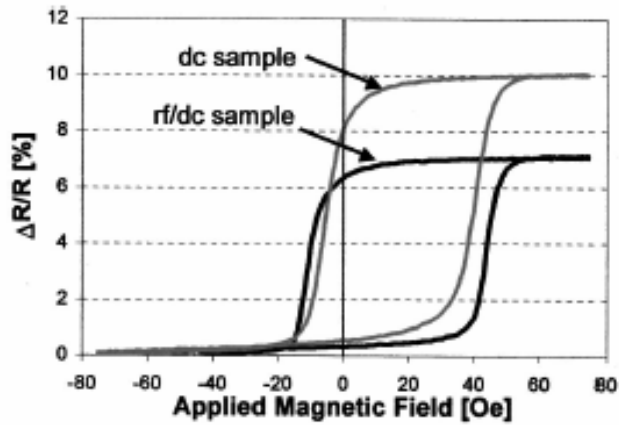


FIG. 1.  $\Delta R/R$  as a function of the applied magnetic field for the rf/dc and the dc samples measured in a shb trace looper equipped with a four point probe.

Biểu đồ từ trường  $H_k$  giữa các phương pháp.

Một vài hình ảnh của TEM giữa các phương pháp và nó cho thấy sự khác biệt giữa chúng.

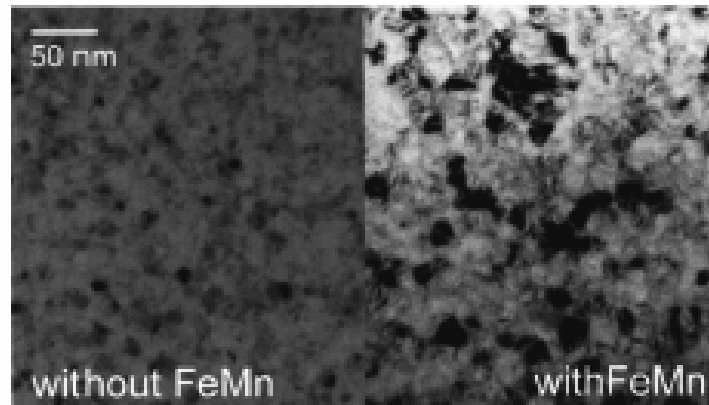


FIG. 2. Bright field TEM image of the rf/dc samples prepared in planar geometry. Left without FeMn, right with FeMn. The average grain size is larger in the sample with FeMn.

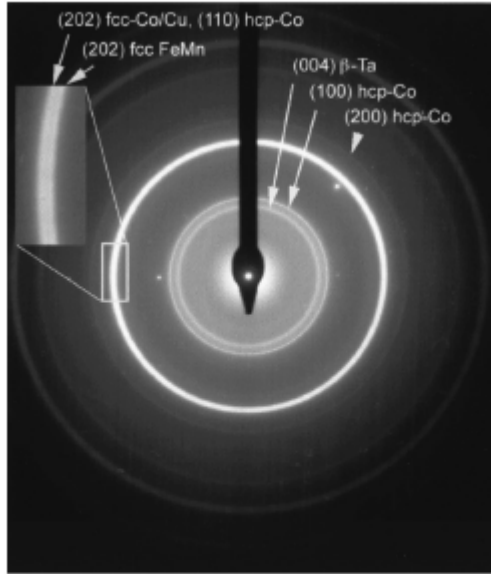


FIG. 3. Electron diffraction pattern of the rf/dc sample with a FeMn layer prepared in planar geometry. Sample normal parallel to the electron beam. The rings are indexed. On the top left an additionally magnified section of the dominating (202) rings of FeMn fcc and Co/Cu fcc is shown.

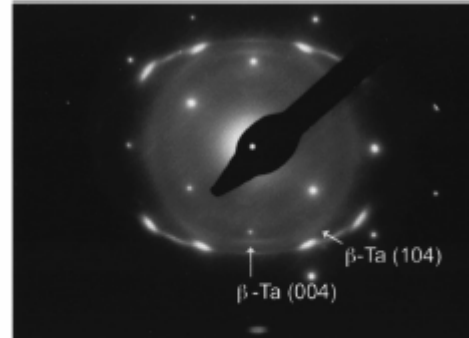


FIG. 5. Magnified pattern of the inner ring system. The  $\beta$ -Ta (004) ring became sickle shaped, and an additional sickle-shaped ring occurs which may be identified as belonging to  $\beta$ -Ta (104).

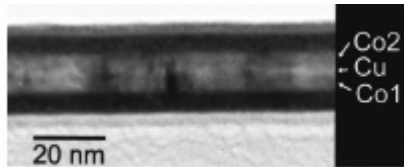


FIG. 7. TEM bright field cross section image of the dc sample without a FeMn layer taken in a strong defocus to visualize the layer structure.

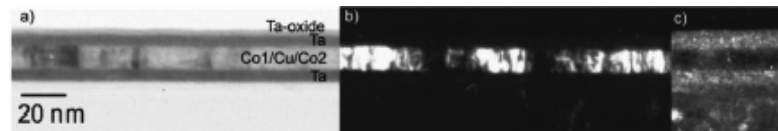


FIG. 6. TEM cross section of the dc sample without a FeMn layer. (a) Bright field image. (b) Dark field image with the columnar Co1/Cu/Co2 stack highlighted. (c) Dark field image with the nanocrystalline Ta layer highlighted.

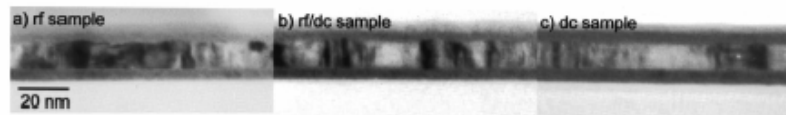


FIG. 8. Comparison of the bright field images of all samples without a FeMn layer: (a) rf sample, (b) rf/dc sample, (c) dc sample. The interface between Co2 and Ta seems to be locally more bumpy in the rf and rf/dc samples.

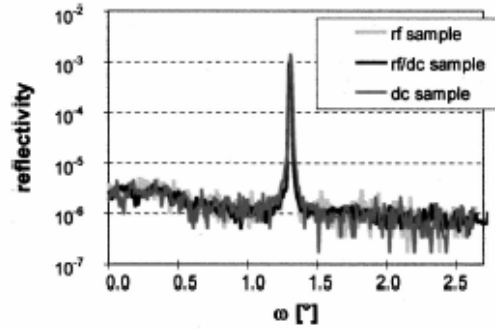


FIG. 12. Low-angle  $\omega$  scans (rocking curves) of the samples without a FeMn layer, around the fixed detector position  $2\theta = 2.1615^\circ$ . All samples show nearly the same behavior. The background noise of the x-ray source is around  $10^{-6}$ .

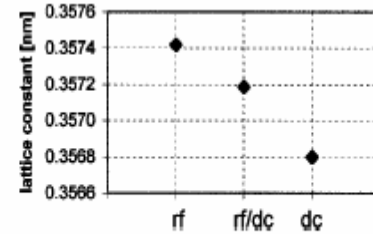


FIG. 13. Variation of the (111) lattice constant of the samples without a FeMn layer as determined by  $\theta-2\theta$  scans in the high-angle regime.

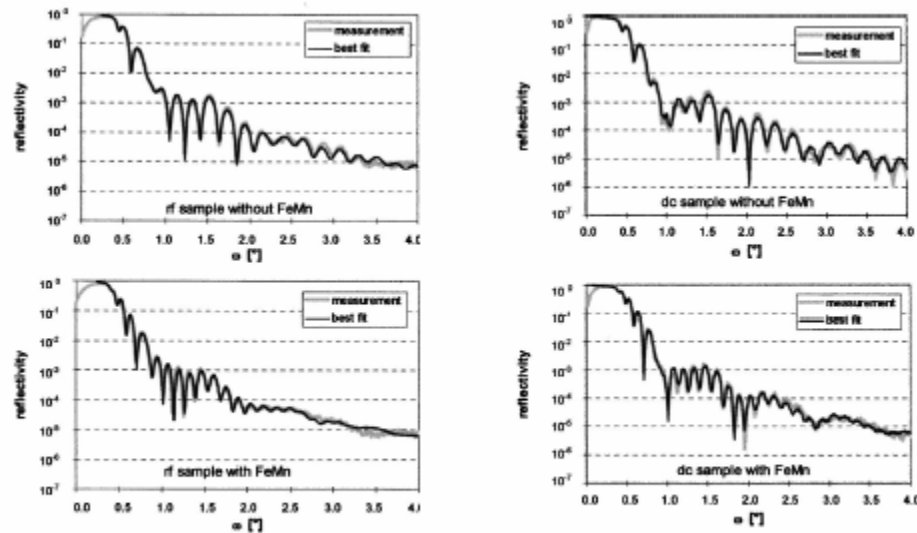


FIG. 11. Specular  $\omega-2\theta$  scans of the rf and dc samples. Shown are the measurements and best fits. The fit parameters are listed in Table III.

TABLE III. Fitted thickness and roughness values obtained from the specular  $\omega-2\theta$  measurements. To perform the fit for the samples with a FeMn layer, the values for the Ta buffer layer and Co1 and Cu2 layers were held fixed as obtained from the fitting of the samples without a FeMn layer.

		Ta buffer	Co1	Cu	Co2	FeMn	Ta	TaO
	Nominal	5.2	4.4	2.5	4.4	10	5.2	
dc without FeMn	Thickness (nm)	4.87	3.90	2.22	4.43	...	4.42	2.26
	Roughness (nm)	0.35	0.41	0.48	0.94	...	0.27	0.52
dc with FeMn	Thickness (nm)	Held fixed from the fitting without FeMn			4.20	10.53	4.19	2.52
	Roughness (nm)	Held fixed from the fitting without FeMn			0.65	1.19	0.46	0.75
rf/dc without FeMn	Thickness (nm)	4.34	4.73	2.34	4.50	...	3.83	2.96
	Roughness (nm)	0.46	0.28	0.40	0.89	...	0.34	0.60
rf/dc with FeMn	Thickness (nm)	Held fixed from the fitting without FeMn			4.72	9.93	3.62	2.90
	Roughness (nm)	Held fixed from the fitting without FeMn			0.63	1.12	0.47	0.77
rf without FeMn	Thickness (nm)	4.53	4.55	2.20	4.39	...	3.87	2.86
	Roughness (nm)	0.52	0.29	0.52	0.91	...	0.37	0.60
rf with FeMn	Thickness (nm)	Held fixed from the fitting without FeMn			4.34	10.32	3.68	2.93
	Roughness (nm)	Held fixed from the fitting without FeMn			0.68	0.93	0.59	0.80

Kết luận:

Phương pháp RF thích hợp cho nhiều loại màng và khác phức nhiễu những nhiễu niệm bù đắp tại nguồn của phương pháp Magnetron DC.

*Tài Liệu Tham Khảo*

1. **Trần Cao Vinh, Nguyễn Hữu Chí, Cao Thị M Dung**, Tạp chí Phát triển khoa học công nghệ - kỹ thuật Quốc gia TP.HCM Vol. 8 page 5, (3/2005);vol 10, page 3 2007.
2. **Lê Trần, Nguyễn Hữu Chí**, Tạp chí Phát triển khoa học công nghệ kỹ thuật Quốc gia TP.HCM ol. 7 page 15,(1/2004).
3. **Pin mặt trời màng mỏng (ZnO:Al)/ p-Si (111) tạo bằng phương pháp phun x magnetron DC. Hội nghị công nghệ vật lý toàn quốc lần thứ 2, 10-11/12-2004 PGS.TS. TRẦN TUẤN.**
4. **Materials Research Center, Northwestern University, Evanston, IL 60208; and iToyota Central R&D Laboratories, Nagakute, Aichi 480 -1192, Japan Contributed by T. J. Marks, April 17, 2001**  
[www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.121188298](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.121188298)

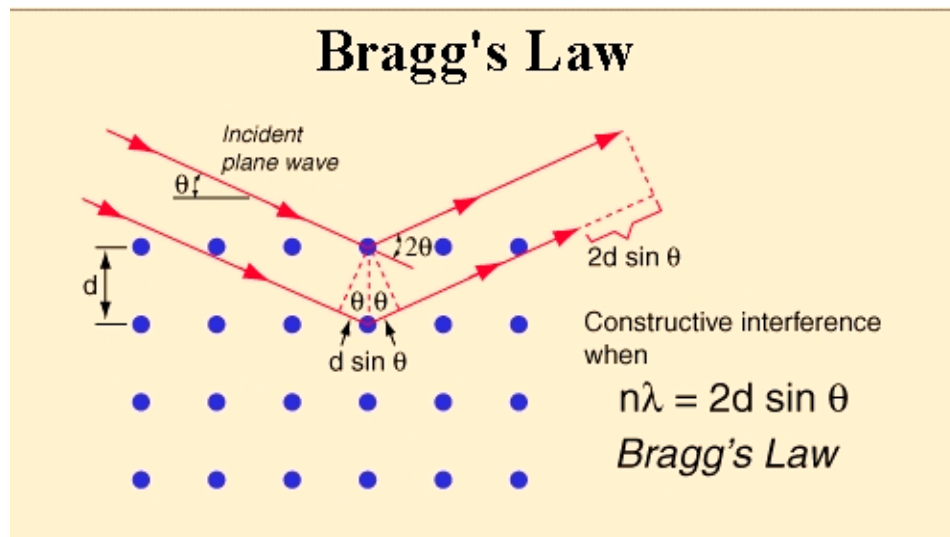
GVHD: PGS.TS. Lê Văn Hùng  
HVTH: Lê Hoàng Nam  
Nhóm II: Mạng tinh thể

## PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC VÀ TÍNH CHẤT CỦA MẠNG TÍNH THỂ

### I. Xác định cấu trúc và kích thước tinh thể bằng phương pháp nhiễu xạ tia X.

Nhiễu xạ tia X trên tinh thể khi bước sóng của nó tương đương với tính tuần hoàn mạng tinh thể. Sự nhiễu xạ tia X cho thông tin về mạng tinh thể 3 chiều khi  $\theta$  (góc tới)  $\geq \theta_c$  (góc giới hạn), có thể xác định cấu trúc tinh thể, phân biệt các dạng kết tinh khác nhau của cùng một chất, các biến thể. Về phương pháp này mà không bị phân huỷ, chi phí rất thấp nên có thể phân tích được, nên phương pháp này có thể dùng để khảo sát cấu trúc của màng mỏng.

Phương pháp nhiễu xạ tia X dùng để khảo sát màng mỏng là phương pháp Bragg-Brentano. Theo công thức nhiễu xạ Bragg, khi chiếu chùm tia X có bước sóng  $\lambda$  lên mặt tinh thể, thì nhiễu xạ của nó trở thành một chùm nhiễu xạ. Sự nhiễu xạ xảy ra theo định luật nhiễu xạ Bragg là theo phương pháp nhiễu xạ Bragg. Ta xét một hình mặt nguyên tử song song cách nhau một khoảng  $d_{hkl}$ .



**Hình 1** Sự nhiễu xạ tia X trên các mặt nguyên tử



Khi chùm tia t i n m trong m t ph ng c a hình, hi u quang l gi a các tia ph n x t các m t lân c n b ng  $2d_{hkl} \sin\theta$  . Sóng ph n x t các m t k t i p nhau s c t ng c ng khi hi u quang l b ng m t s nguyên l n b c sóng  $\lambda$  :  $2d_{hkl} \sin\theta = m\lambda$  .

Công th c này g i là công th c nhi u x Bragg. T l p lu n trên ta th y công th c Bragg là h qu c a tính ch t c b n c a tinh th tu n hoàn không liên quan gì n thành ph n hóa h c c a tinh th c ng nh cách s p x p các nguyên t trong nh ng m t ph n x . Các y u t ó nh h ng n c ng c a nhi u x , m t thông s quan tr ng khi phân tích nh l ng.

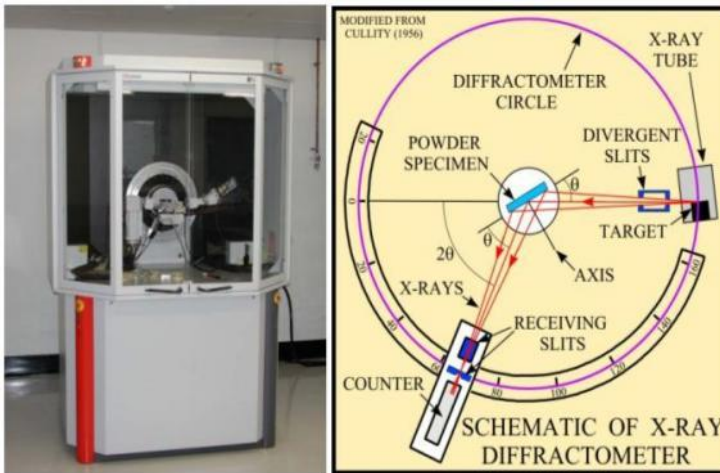
### 1. Xác nh kho ng cách m t m ng

C s ph ng pháp này d a trên nh Bragg :  $2d_{hkl} \sin\theta = m\lambda$

V i :  $d_{hkl}$  : Kho ng cách gi a các m t m ng (l<sub>h</sub>k) c a m ng tinh th .

$\theta$  : góc nhi u x .

$\lambda$  : b c sóng nhi u x .



Hình 2 : Máy o ph nhi u x X-ray

Trên th c t , ph tia X c ch p theo ph ng pháp nhi u x k Bragg-Brentano. ó, góc  $\theta$  c quét b ng cách quay m u quanh tr c Oy (n m trong m t ph ng m u), còn u thu nhi u x c quay v i góc t ng ng  $2\theta$  .

Các nh ph thu c ch là b c nh t ( $m=1$ ) , vì c ng nhi u x b c cao r t y u, kh

n ng phân gi i máy có gi i h n.

Như vậy, màng có cấu trúc tinh thể thì phản xạ tia X chắc chắn sẽ có các peak ứng với các góc  $\theta$  khác nhau theo công thức Bragg. Với bước sóng tia X đã biết, các giá trị góc  $2\theta$ , ta suy ra được khoảng cách giữa các mặt (hkl) tương ứng.

## 2. Xác định kích thước hạt

Kích thước hạt vi tinh thể có thể xác định bằng biểu thức Scherrer:

$$b = \frac{0.9\lambda}{\Delta(2\theta) \cos\theta}$$

Với  $b$ : kích thước hạt.

$\lambda$ : bước sóng tia X.

$\theta$ : góc nhiễu xạ Bragg

$\Delta(2\theta)$ : cường độ vạch nhiễu xạ góc nhiễu xạ  $2\theta$ .

## II. Xác định độ dày màng mỏng bằng phương pháp Stylus

Phương pháp Stylus là một phương pháp đo độ dày màng mỏng bằng cách dùng đầu dò quét ngang màng phim. Một trong những dụng cụ đó là máy Stylus profiler. Máy Stylus profiler là một dụng cụ đo lường dùng để đo độ dày của các lớp mỏng có độ dày từ micromet hay nanomet.

Phương pháp này luôn luôn đòi hỏi sự cẩn thận và so sánh độ dày chênh lệch vì vùng không phẳng. Thêm vào đó bộ cảm biến có chất lượng quang học hoàn thiện.

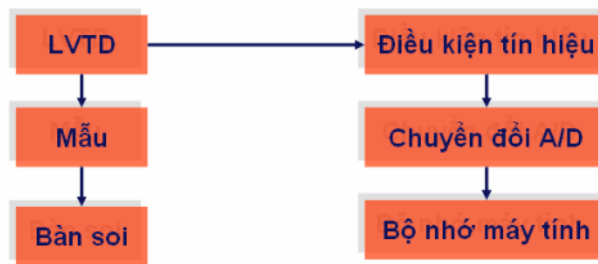
Các bộ phận chính trong hệ Stylus gồm:

1. Camera: quan sát mẫu, có vai trò như một kính hiển vi để quan sát thật chính xác hình dạng di chuyển của mẫu.



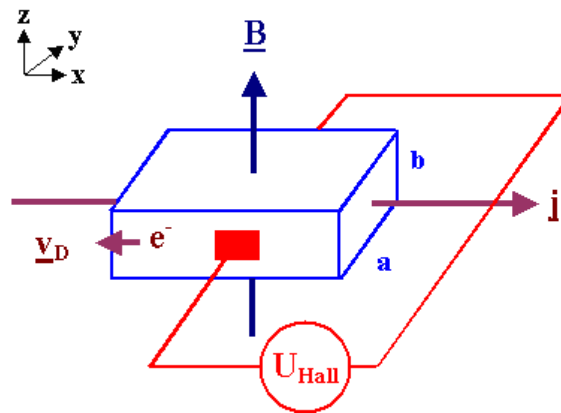
to ra s thay i v trí c a lõi c a bi n áp bi n thiên tuy n tính th ng, khi ó s chuy n nh ng thay i ó thành tín hi u t ng ng. B ph n này s v lên thành m t tín hi u xoay chi u v i t l t ng thích v i s thay i ó, tín hi u này c chuy n i thành khoanh vùng k thu t s v i chính xác cao, t tính hi u tích h p analog r i chuy n thành tín hi u k thu t s .

Tín hi u k thu t s này c l u tr trong b nh c a máy vi tính hi n th , thao tác, o l òng và in ra.



Hình 3 : S kh i c a máy o Stylus

### III. Xác nh n ng h t t i, linh ng b ng phép o hi u ng Hall



Hình 4: Nguyên t c phép o hi u ng Hall

Phép o hi u ng Hall là công ngh c s d ng r ng rãi xác nh m t h t t i và linh ng trong v t li u bán d n. H n n a, t phép o Hall trong ph m vi nhi t r ng có th cung c p cho ta nh ng thông tin v lo i t p ch t, sai h ng, tính ng u, và s tán x ...

#### Nguyên t c c a phép o hi u ng Hall:

Khi m t t r ãng B c áp vào (theo ph ãng z) vuông góc v i chi u dòng i n (theo ph ãng x), t t r ãng B gâ y ra m t l c lên các h t t i chuy n ãng, c g i là l c Lorentz và c cho b i công th c:

$$\vec{F}_L = q \cdot (\vec{v}_D \times \vec{B})$$

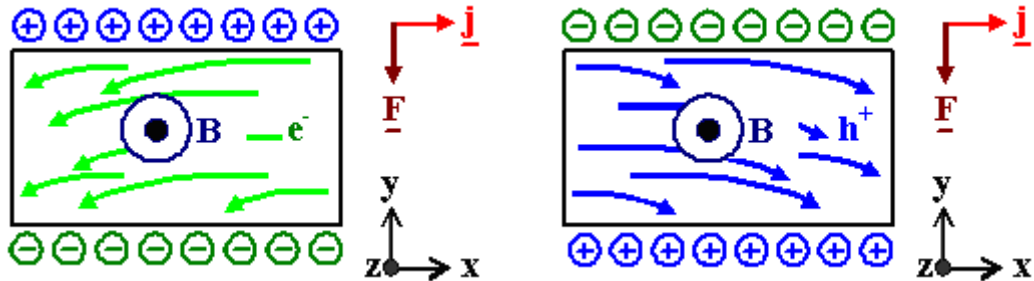
V i  $v_D = \mu \cdot E$  là v n t c cu n c a h t t i.

Và  $\mu$  là ãnh ãng c a h t t i.

Theo hình trên,  $F_L$  ch c thành ph ãn theo ph ãng y, ãn c th v i t l i:

$$F_y = q \cdot v_D \cdot B_z = q \mu E_x B_z$$

D i tác d ãng c a l c Lorentz, các h t t i mang i n s di chuy n theo nh mô t trong hình 5



**Hình 5** Chuy n ãng c a các h t t i i n

Các h t t i i n di chuy n ãn b m t vuông góc v i ph ãng y và b “m c k t”, ãn b m t s b tích i n. D u c a i n tích b m t ph thu c vào lo i h t t i, b m t s tích i n âm n u h t t i là electron và tích i n d ãng n u h t t i là l t r ãng. Chi u c a  $\vec{F}$  trong c hai tr ãng h p là nh nhau, v i có s i d u ãng th i g i a i n tích q và v n t c dòng cu n  $v_D$ .



th dùng phép pháp o i n tr vuông tính i n tr su t c a màng. i n tr vuông là i n tr o c t hai đ i i n c c t o trên b m t m u m t đ i n tích hình vuông. i n c c kim lo i (Au, Ag hay Al) c ch t o b ng ph ng pháp b c bay chân không.

Nh ã bi t, công th c tính i n tr c a v t đ n i n nh sau:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

trong ó:  $\rho$  là i n tr su t,

$l$  là chi u dài c a m u,

$S$  là di n tích ti t đ i n cho dòng i n i qua.

Trong tr ng h p m u o có di n tích hình vuông nh trên thì ti t đ i n ó có di n tích b ng  $S = l \cdot d$ . Vì v y chúng ta có i n tr b m t (i n tr “vuông”) b ng:

$$R_{\square} = \rho \frac{l}{l \cdot d} = \frac{\rho}{d}$$

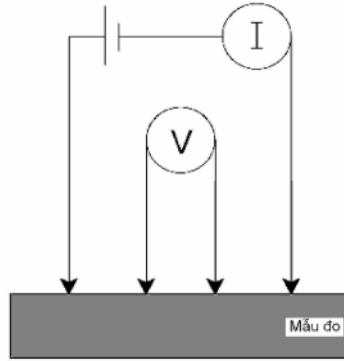
$$\text{Do ó: } \rho = R_{\square} \cdot d$$

Công th c cho th y, khi ã bi t giá tr chi u dày c a màng m ng chúng ta có th xác nh i n tr su t t giá tr th c nghi m o i n tr vuông. i n tr vuông còn c kí hi u là  $R_{\square} (\Omega / \square)$ , ô vuông đ i n v i n tr cho bi t giá tr i n tr ã nh n c t m u o có di n tích b m t là hình vuông. T th c nghi m cho th y i v i m u càng m ng thì phép o càng chính xác, trong tr ng h p này giá tr c a sai s trong phép o i n tr vuông ( tính ra i n tr su t) có cùng th b c so v i sai s trong phép o b ng b n m i dờ.

## 2. Ph ng pháp o b n m i dờ

Ph ng pháp này có th áp d ng o t t c các lo i m u dày hay m ng.





Hình 6: Sơ đồ mạch điện đo điện trở suất bằng 4 m i d ò

Có bốn đầu nhúng kim loại Vonfram có khoảng cách bằng nhau để dùng tiếp xúc với mẫu. Dòng điện đi qua giữa hai kim loại bên ngoài, trong khi điện thế đo giữa hai m i kim bên trong. Vì không có dòng điện (r t nh ) đi xuyên qua nên không có sai biệt điện thế vào giữa các kim tiếp xúc. Tuy nhiên, có sự mất cân bằng điện thế giữa các kim bên ngoài như chúng ta thấy dòng trong phạm vi vòng giữa các tiếp xúc kim.

Các đầu mang dòng (đầu bên ngoài) giống như nguồn l ợng c c, thì tỉ lệ phân bố bên trong mẫu khi ỏ. Chúng ta phải ghi ý thích điện thế khác nhau giữa hai đầu lân cận để tránh nhiễu điện biên, tỉ lệ phân bố kích c và bề dày mẫu, từ đó suy ra biểu thức liên hệ dòng cung cấp, điện thế khác nhau và điện trở suất của mẫu.

$$\text{Công thức điện trở suất khi ỏ: } \rho = 2\pi s \cdot \frac{U}{I}$$

Trong đó: s : khoảng cách giữa hai m i d ò.

U: điện thế giữa hai m i d ò trong.

I: dòng điện qua mẫu hai m i d ò ngoài.

Trong trường hợp màng hai chiều mỏng. điện trở này có thể coi là điện trở m t  $R_s$ . Khi đó điện trở suất của thành vật liệu chiều dày d là:  $\rho = R_s \cdot d$

Màng mỏng có kích thước  $d \ll \lambda$  có:  $R_s = \frac{\pi}{\ln 2} \cdot \frac{U}{I} = 4,53 \frac{U}{I}$

Màng mỏng có kích thước  $h \ll \lambda$ :  $R_s = \frac{\pi}{\ln 2} \cdot \frac{U}{I} \cdot G$

Trong đó,  $G$  là số hiệu chỉnh phụ thuộc vào hình dạng, kích thước của màng và khoảng cách giữa các điện cực.

### V Xác định độ dày, chiết suất và vùng cấm bằng phương pháp SCOUT

Phương pháp xử lý phổ SCOUT – phương pháp đo quang học có dung lượng 32 bit làm việc môi trường Windows 95/98/NT/2000 – do tác giả người Đức Wolfgang Theiss hoàn thành tháng 8 năm 1999. SCOUT cho phép xây dựng mô hình cho các loại phổ phản xạ, hấp thụ, phát quang... tương ứng cho các loại vật liệu phù hợp với loại phổ đó. Qua chương trình xử lý, ta có thể xác định các thông số về các tính chất quang và điện của màng như độ dày, chiết suất, vùng cấm, hằng số, năng lượng hấp thụ và linh kiện.

Việc chọn lựa mô hình cho phù hợp tùy thuộc vào loại vật liệu và các tính chất quang điện của nó.

- Mô hình hàm chiết suất và hàm điện môi là hàm bậc dùng chung làm nền tảng vào các mô hình.

- Mô hình dao động Kim thích hợp cho những vật liệu điện môi không có sự xuất hiện của các hạt ion tự do, đây có thể xảy ra dao động của các nguyên tử trong mạng tinh thể (có tồn tại các hạt trong vùng cấm) hoặc dao động của các electron liên kết (tồn tại trong vùng khe hở và vùng cấm).

- Mô hình Drude thích hợp cho những vật liệu bán dẫn và dẫn điện. Trong các vật liệu này, hạt tải điện có tính chất giống như khí ion, làm xuất hiện plasma, từ đó ta có thể suy ra năng lượng hấp thụ liên quan đến chúng.

- Mô hình OJL thích hợp cho các vật liệu vô định hình, thông qua việc chuyển mô hình này cho ta biết về vùng cấm và hàm mật độ phân bố trạng thái vùng xung quanh dải dẫn như thông số trực tiếp trong biểu thức hàm OJL.

Quá trình xây dựng quang học bán dẫn mô phỏng SCOUT sẽ tiến hành theo các bước sau:

- Khai báo các dữ liệu: vật liệu tổ màng, các thông số quang bán dẫn của vật liệu đó (có thể chọn trong database hoặc lấy từ những nghiên cứu đáng tin cậy để báo cáo).

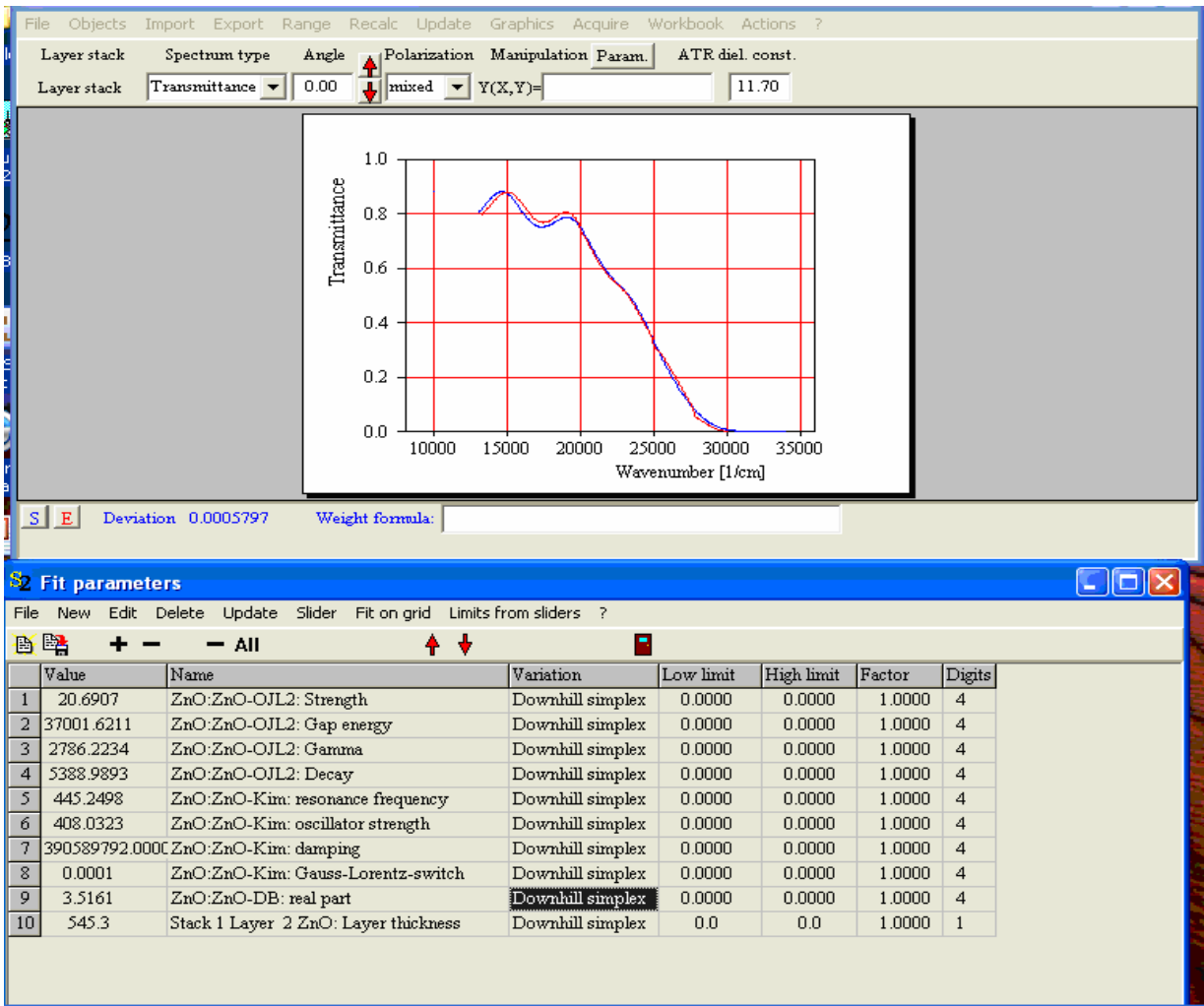
- Xác định loại pha cần làm sạch, và phương lý thuyết cần dựa trên các thông số đã khai báo trên.

- Chọn các thông số mẫu làm sạch sao cho phương lý thuyết trùng khớp với thực nghiệm nhất. Nếu mẫu chọn một thông số nào đó, ta chọn chế độ “Frozen” trong “variation”. Còn nếu mẫu giới hạn giá trị cho các thông số, ta chọn trong “low limit” và “high limit”.

- Thay đổi dần các thông số kiểm tra làm sạch là tốt nhất. Để có thể xác định các hằng số quang chính xác của mẫu. Đây, chúng tôi chú ý quan tâm đến pha truyền qua của màng có cấu trúc lớp UV-VIS. Kiểm tra làm sạch cho tất cả các thông số về độ dày, chiết suất và vùng cấm của màng.

Vì các thông số ta quan tâm là chiết suất, vùng cấm và độ dày của màng, cùng với vật liệu ta đang khảo sát là chất bán dẫn, nên mô hình Kim và OJL là thích hợp để áp dụng cho quy trình làm sạch pha này.

Sau khi thực nghiệm và phương lý thuyết đã trùng khớp với nhau nhất, kiểm tra các thí nghiệm trên bảng cho ta các thông số của màng.



**Hình 7** Kết quả làm khớp phổ truyền qua của màng mỏng SCOUT

Vậy, hiệu suất của các tính chất của màng mỏng chúng ta cần phải chú ý nghiên cứu khác nhau các tính chất quang học, hình thái học, tính chất điện và quang. Trong nghiên cứu phân tích màng mỏng này hay mô hình/linh kiện màng mỏng nói chung cần phải chú ý trong lúc mô phỏng trong trường ngoại điện từ trường, ánh sáng, nhiệt độ, dòng ion,... Ngoài ra, các phép đo trên các thiết bị quang phổ vi nhiễu xạ khác nhau như quét vòng, phổ nhiễu xạ tia X. Có nhiều ý tưởng mà làm sáng tỏ các đặc tính hiệu suất hay hiệu suất quang học của các màng mỏng.

**GVHD: PGS.TS Lê Văn Hiếu**  
 Học viên: **Nguyễn Quang Khôi**  
 Lớp: Vật lý in-t K18

NG D NG C A MÀNG I N

T bào m t tr i ti p xúc di th (ZnO:Al)/p-Si c ch t o trên Si lo i p b ng ph ng pháp phún x magnetron DC t bia g m (ZnO:Al). V i dày màng (ZnO:Al) là 1  $\mu\text{m}$  c ph nhi t 160°C, áp su t  $10^{-3}$  torr trong khí Argon, i n tr t c c a màng là  $4,5 \cdot 10^{-4}$  m, và truy n qua trung bình là 86 – 87% trong vùng kh ki n. Ti p xúc ohmic phía sau pin và i n c c m t tr c là kim lo i Al c ch t o b ng ph ng pháp b c bay. T bào m t tr i thu c t t nh t có th h m ch  $V_{oc} = 513$  mV, m t dòng o n m ch  $J_{sc} = 37,6$  mA/cm<sup>2</sup>, h s l p y FF = 0,4, h s chuy n i = 8%.

Màng d n i n trong su t ZnO:Al c ph trên PET ( polyethylene glycol tephthalate) b ng ph ng pháp phún x magnetron DC. Màng có c u trúc a tinh th hexagonal Wurtzite, nh h ng u tiên theo tr c C (002) vuông góc v i b m t , v i truy n qua trong vùng kh ki n T 75%, i n tr su t vào kho ng  $(3,72 \pm 2) \cdot 10^{-3}$  cm

Màng d n i n trong su t ZnO pha t p Al c ch t o và nghiê n c u cho th y truy n qua và d n di n t t, g n x p x v i ITO ( indium oxyt pha t p Tin), th a m n nh i u yêu c u ng d ng c a các thi t b quang i n t .

Các màng a l p ZnO:Al /ITO /P-Si có th c ng d ng ch t o pin m t tr i d th .

Màng a l p WO<sub>3</sub>/ITO/ th y tinh có th c ng d ng ch t o màng i n s c.

Màng ZnO:Al trên PET khá h u ích trong v i c h giá thành, gi m tr ng l ng, thu nh th tích, t o m m d o cho các linh ki n quang i n t .

V i màng ZnO: Al và màng NiOx có th ng d ng ch t o máy ch ng c t b ng n ng l ng m t tr i.

Màng m ng trong su t d n i n (transparent conducting – TC) ã và ang là i t ng nghiê n c u thu hút r t nhi u s quan tâm c a nhi u phòng thí nghi m trên th gi i. Tính ch t c bi t c a v t li u này là kh n ng d n i n g n nh kim lo i nh ng l i trong su t trong vùng kh ki n t ng t nh các ch t i n môi. Do c i m này mà v t li u TC xu t hi n trong h u h t các ng d ng ó tính d n i n và trong su t cao c ng th i yêu c u. R t nhi u ng d ng i n t , quang i n t đ a trên v t li u TC ã c nghiê n c u phát tri n. Nh ng thi t b đ ng màng m ng bao g m: ch ng ng ng t h i n c cho c a s máy bay, ph ng ti n c gi i; màng ch n t nh i n, màn ch n nhi u i n t ; g ng ph n x nhi t cho c a s và bóng èn nhi t; i n c c trong su t cho màn hình hi n th tinh th l ng (LCD), màn hình plasma, màn i n s c; i- t phát quang h u c (OLED), i n c c cho pin m t tr i đ a trên Si vô nh hình; các ti p xúc bán đ n cho ng d ng i n t trong su t. Các công ngh ang phát tri n hi n nay là các tivi màn hình ph ng nh v cao (High Definition TV), màn hình l n v i phân gi i siêu cao cho máy tính bàn, c a s phát x th p (Low Emission), c a s i n s c, màng m ng photovoltaic (PV), thi t b c m tay thông minh, màn hình c m ng, các thi t b phát quang.

ng th i có truy n qua cao (> 80%) trong vùng kh ki n và d n i n cao (>  $10^3$  S.cm<sup>-1</sup>) không th tìm c trong các v t li u thông th ng. D n i n t t và bán trong su t có th thu c đ i đ ng màng m ng c a m t s kim lo i nh b c và vàng. Ph ng th c thông th ng nh t hi n nay ch t o c v t li u TC là t o nên s không h p th c có ki m soát trong c u trúc tinh th ho c a vào các t p ch t thích h p t o s suy bi n

trong vùng c m r ng c a m t s ôxít. Nh ng cách th c này có th d dàng thu c v i các ôxít d ng màng m ng c ch t o b ng nhi u k thu t khác nhau. Do ó v t li u TC d a trên các ôxít (Transparent Conducting Oxide – TCO) ã c t p trung nghiên c u nhi u nh t.

TCO ã c nghiên c u s d ng t u th k 20 (1907) v i CdO. T ó r t nhi u v t li u TCO d i d ng màng m ng c nghiên c u ch t o nh ZnO pha t p, SnO<sub>2</sub> pha t p, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pha t p. T nh ng n m 60 c a th k tr c, v t li u TCO c s d ng r ng rãi nh t cho các thi t b quang i n t là In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pha t p Sn (ITO). Và cho n nay, ITO v n là v t li u c s d ng ch y u trong s n su t các linh ki n quang i n t do tính u vi t v d n i n và tính trong su t. V t li u ZnO, SnO<sub>2</sub> c pha t p, c ng thu hút nhi u nghiên c u do có u i m v chi phí th p h n nhi u so v i ITO, tuy nhiên ph m vi ng d ng trong quang i n t ch a r ng rãi và ch a th thay th ITO vì m t s nh c i m ch a kh c ph c c ví d nh d n i n kém h n. S phát tri n m nh m trong ng d ng a d ng c a v t li u TCO ngày nay ã làm cho vi c nghiên c u v m t khoa h c và tri n khai công ngh c a v t li u này ngày càng c y m nh. V th c nghi m, ng i ta ti p t c nghiên c u s d ng TCO cho các ng d ng m i ho c t ng c ng tính n ng cho các ng d ng ã có, bên c nh ó là vi c t ng h p và t ng c ng d n i n cho nh ng lo i v t li u TCO có ít hàm l ng In nh các ôxít nhi u thành ph n ZnO-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> và ZnO- In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> ho c các TCO không có In nh ZnO pha t p Al, Ga nh t là cho ng d ng màn hình hi n th có di n tích l n, yêu c u t c h a nhanh h n hi n nay. V lý thuy t, c s khoa h c v v t li u này ti p t c c c ng c và xây d ng, các ph ng pháp nghiên c u tính ch t d a trên các mô hình v t lý phân tích và d oán gi i h n v tính n ng c a TCO c a ra. Nhi u ng d ng c a TCO c quan tâm ó là các thi t b i n t hay quang i n t trong ó các ti p xúc d th c ch t o d a trên các TCO nh i n c c cho OLED, pin m t tr i, sensor quang h c ho c các thi t b i n t , quang i n t d a trên chuy n ti p p-n trong su t nh i t, transistor, i t phát quang, laser, u dò UV, các ng d ng trong màn hình trong su t, m ch tích h p trong su t,... Do ó ngoài nh ng yêu c u v tính d n i n trong su t, các tính ch t khác nh tính ch t tinh th , các tính ch t b m t và s t ng thích v ti p xúc b m t c a v t li u TCO v i các v t li u khác c n c nghiên c u m t cách y . Ngoài ra các y u t liên quan n công ngh ch t o nh c i thi n k thu t hi n có, xây d ng các k thu t ch t o m i, tìm cách th c tri n khai s n xu t công nghi p m t cách hi u qu c ng r t c quan tâm vì chúng quy t nh vi c chuy n giao k t qu nghiên c u vào th c ti n.

### 1. TRANSISTOR MÀNG M NG:

Trong các m ch s , Transistor th ng c s d ng nh m t linh ki n chuy n m ch hai tr ng thái. Tr ng thái này c a c a transistor có th c s d ng t th trên đây là cao ho c th p, bi u di n nh phân l ho c 0 t ng ng trong máy tính. Ch c n ng s h c và logic c hi n th c trong xây d nh m ch s d ng các transistor nh chuy n m ch.

Ch c n ng th hai c a transistor trong máy tính là khu ch i. M t tín hi u nh vào có th i u khi n m t tín hi u ra l n h n nhi u l n. S khu ch i cho phép tín hi u c n truy n qua chuy n m ch trong máy tính mà không m t biên .

### 2. PIN M T TR I:

T bào n ng l ng m t tr i hay pin m t tr i là ti p xúc p-n mà không có th áp vào qua ti p xúc. Pin m t tr i bi n i n ng l ng photon thành n ng l ng i n và cung c p n ng l ng cho t i. Linh ki n này ã c s d ng khá lâu cho ngu n nuôi v tinh, các thi t b không gian và c ng nh ngu n nuôi c a máy tính tay. u tiên ta s kh o sát pin m t tr i ti p xúc n gi n v i vi c phát ng nh t các ph n t mang d . Ta c ng xét n pin m t tr i silic vô nh hình và ti p xúc khác lo i.

2.1. Pin m t tr i ti p xúc p-n:

Kh o sát ti p xúc p-n c n i v i t i, th m chí v i thiên áp zero c áp vào ti p xúc này, i n tr ng t n t i trong vùng i n tích không gian c trình bày nh hình v . Khi chi u photon t i có th t o nên c p i n t -l tr ng trong vùng i n tích không gian s c quét t o nên dòng quang i n  $I_l$  theo chi u thiên áp ng c nh ã trình bày.

Dòng quang i n  $I_l$  t o nên s t th qua t i, thiên áp thu n ti p xúc p-n. Th thiên áp thu n t o nên dòng thu n  $I_F$ , nh c ch th nh trong hình v . Dòng ti p xúc p-n th c theo h ng thiên áp ng c b ng:

$$I = I_l - I_F = I_l - I_s(\exp(eV/KT)-1) \quad (2.1)$$

ây bi u th c iôt lý t ng ã c s d ng. Khi iôt b t u thiên áp thu n, l n c a i n tr ng trong vùng i n tích không gian gi m, nh ng không i t i zero hay thay i h ng. Dòng quang i n th ng theo h ng thiên áp ng c và dòng c a pin m t tr i th c c ng th ng theo h ng ng c.

Có hai tr ng h p gi i h n c n quan tâm. i u ki n o n m ch xu t hi n khi  $R=0$  do ó  $V=0$ . Dòng trong tr ng h p này c g i là dòng o n m ch, hay

$$I = I_{sc} = I_l \quad (2.2)$$

Tr ng h p gi i h n th hai là i u ki n m ch h và xu t hi n khi  $R$  ti n n vô cùng. Dòng th c này b ng zero và th c t o nên là th m ch h . Dòng quang i n c cân b ng b i dòng ti p xúc thiên áp thu n do ó ta có

$$I = 0 = I_l - I_s(\exp(eV/KT)-1) = 0 \quad (2.3)$$

Ta có th tìm th m ch h  $V_{oc}$  b ng

$$V_{oc} = V_t \ln(1 + I_l/I_s) \quad (2.4)$$

Bi u dòng iôt  $I$  nh là hàm s c a th iôt  $V$  t bi u th c (2.1) c trình bày trong hình 2.1. ta có th chú ý r ng dòng o n m ch và th m ch h ch ra trên hình v .

$$\text{Công su t trên t i là } P = IV = I_l V - I_s(\exp(eV/KT)-1)V \quad (2.5)$$

Ta có th tìm dòng và th s cho công su t c c i i v i t i b ng cách t ph ng trình vi phân b ng 0, hay  $dP/dV = 0$ . S d ng bi u th c (2.5), ta tìm th y

$$dP/dV = 0 = I_l - I_s(\exp(eV_m/KT)-1) - I_s V_m (e/KT)(\exp(eV_m/KT)-1) \quad (2.6)$$

$V_m$  là th t o nên công su t c c i. Ta có th vi t l i bi u th c (2.6) d i d ng

$$(1 + V_m/V_t) \exp(eV_m/KT) = 1 + I_l/I_s \quad (2.7)$$

Giá tr  $V_m$  có th xác nh b ng cách th . Hình 2.2 trình bày hình ch nh t công su t c c i, ây  $I_m$  là dòng khi  $V = V_m$ .

2.2. Hi u su t bi n i:

Hi u su t bi n i c a pin m t tr i c xác nh b ng t s c a công su t i n l i ra trên công su t quang t i. i v i công su t l i ra c c i ta có th vi t:

$$= P_m/P_{in} * 100 = 100 I_m V_m / P_{in} \quad (2.8)$$

Dòng c c i và th c c i có th trong pin m t tr i là  $I_{sc}$  và  $V_{oc}$  t ng ng. T s  $I_m V_m / I_{sc} V_{oc}$  c g i là h s choán và là phép o công su t th c t pin m t tr i. Thông th ng h s choán n m gi a kho ng 0.7 và 0.8.

Pin m t tr i ti p xúc p-n thông th ng có n ng l ng vùng c m bán d n n. Khi t bào c chi u ph m t tr i, photon có n ng l ng bé h n  $E_g$  s không nh h ng lên công su t ra c a pin m t tr i. Photon có n ng l ng l n h n  $E_g$  se óng góp vào công su t ra c a pin m t tr i, nh ng m t ph n n ng l ng l n h n  $E_g$  s ch c tiêu tán d i d ng nhi t. Hình 2.3 trình bày s chi u b c x ph m t tr i ( công su t trên di n tích n v và b c sóng n v ) ây kh i l ng không khí zero bi u di n ph m t tr i ngoài khí quy n trái t và kh i l ng m t là ph m t tr i t i b m t trái t vào lúc gi a tr a. Hi su t c c i c a pin m t tr i ti p xúc p-n silic g n 28%. Nh ng h s không lý t ng nh tr kháng

n i t i p và p h n x t b m t c h t bán đ n s h th p h i u s u t b i n i i n h ì n h t r o n g k h o n g t 10 n 15%.

Nh ng th u k ì n h q u a n g h c l n c ó t h c s d n g t p t r u n g á n h s á n g m t t r i d o ó c n g s á n g c ó t h t n g n h à n g t r m l n. D ò n g o n m c h t n g t u y n t ì n h v i s t p t r u n g á n h s á n g, t r o n g k h i t h m c h h c h t n g í t v i s t p t r u n g á n h s á n g. H ì n h 2.4 t r ì n h b à y h i u s u t p i n m t t r i l ý t n g t i 300K i v i h a i g i á t r t p t r u n g. T a c ó t h t h y r n g h i u s u t c h t n g í t v i s t p t r u n g q u a n g h c. u i m c b n c a k t h u t t p t r u n g l à g i m g i á t h à n h h t h u k ì n h q u a n g h c r h n d i n t í c h t n g n g c a p i n m t t r i.

### 2.3. Pin m t t r i t i p x ú c k h á c l o i:

Nh ta ã n ó i t r ê n, m t l o i t i p x ú c k h á c l o i c t o t h à n h g i a h a i c h t bán đ n v i n n g l n g v ù n g c m k h á c n h a u. B i u n n g l n g v ù n g c m c a h a i t i p x ú c k h á c l o i p-N i n h ì n h t r o n g c â n b n g n h i t c t r ì n h b à y t r ê n h ì n h 2.5. G i t h i t r n g p h o t o n t i t r ê n v t l i u c ó v ù n g c m r n g, t á c đ n g v à o c a s q u a n g h c v à p h o t o n v i n n g l n g l n h n  $E_{gp}$  s b h p t h t r o n g v t l i u c ó v ù n g c m h p. T r u n g b ì n h, c á c p h n t m a n g đ c t o n ê n t r o n g v ù n g n g h è o v à t r o n g đ à i k h u c h t á n c a t i p x ú c s c t v à s ó n g g ó p v à o đ ò n g q u a n g i n. P h o t o n v i n n g l n g l n h n  $E_{gn}$  s b h p t h t r o n g v t l i u v ù n g c m r n g v à c á c p h n t m a n g đ c p h á t r a t r o n g đ à i k h u c h t á n c a t i p x ú c s c t. N u  $E_{gn}$  l n, k h i ó p h o t o n n n g l n g c a o s c h p t h t r o n g v ù n g i n t í c h k h o n g g i a n c a v t l i u v ù n g c m h p. P i n m t t r i t i p x ú c k h á c l o i n à y c ó t h c ó c t r n g t t h n p i n m t t r i t i p x ú c n g n h t, c b i t t a i b c s o n g n g n h n.

M t l o i t i p x ú c k h á c l o i c t r ì n h b à y t r o n g h ì n h 2.6. M t t i p x ú c n g n h t p-n c t o t h à n h v à s a u ó v t l i u v ù n g c m r n g c p h á t t r i n t r ê n n h. M t l n n a, v t l i u v ù n g c m r n g c ó t á c đ n g n h m t c a s q u a n g h c i v i n n g l n g p h o t o n h  $<E_{g1}$ . P h o t o n v i n n g l n g  $E_{g2} < h < E_{g1}$  s t o n ê n c á c p h n t m a n g đ t r o n g t i p x ú c n g n h t v à p h o t o n c ó n n g l n g h  $>E_{g1}$  s t o n ê n p h n t m a n g đ t r o n g v t l i u c a s. N u h s h p t h t r o n g v t l i u v ù n g c m h p l à c a o, k h i ó v c b n t t c p h n t đ s t o r a t r o n g đ à i k h u c h t á n c a t i p x ú c, d o ó h i u s u t t í c h t s r t c a o. H ì n h 2.6 c n g t r ì n h b à y á p t u y n p h c h u n i c á c p h á n t g a m k h á c n h a u x t r o n g  $Al_xGa_{1-x}As$ .

M t k i u p i n m t t r i t i p x ú c k h á c l o i c t r ì n h b à y t r o n g h ì n h 2.7. L ì n h k ì n n à y c g i l à p i n m t t r i s o n g s o n g. Ý t n g c b n c a p i n n à y l à t i p x ú c p-n v ù n g c m r n g ( $GaInP$  v i  $E_g=1.9$  eV) l à t r ê n n h c a t i p x ú c p-n v ù n g c m n h h n ( $GaAs$  v i  $E_g=1.42$ eV). P h o t o n v i n n g l n g l n h n  $1.9$  eV s b h p t h t r o n g t i p x ú c p-n n h v à p h o t o n v i n n g l n g g i a  $1.42 < h < 1.9$  eV s t r u y n q u a t i p x ú c p-n n h n h n g s b h p t h t i t i p x ú c p-n á y. B i u v ù n g n n g l n g c a p i n m t t r i s o n g s o n g n à y c n g c t r ì n h b à y t r o n g h ì n h 2.7. T i p x ú c x u y ê n h m  $GaAs$   $p^+-n^+$  c t h a y t h g i a t i p x ú c p-n n h v à á y n i h a i t i p x ú c p-n h p t h.

### 2.4. Pin m t t r i s i l i c v ô n h ì n h:

P i n m t t r i s i l i c n t ì n h t h l à t v à b g i i h n v v n g k ì n h g n  $15.24$  cm. H t h n g p i n m t t r i c ô n g s u t, n ó i c h u n g c n m n g p i n m t t r i c ó d i n t í c h r t l n p h á t c ô n g s u t y ê u c u. N h n g p i n m t t r i s i l i c v ô n h ì n h c u n g c p k h n n g c h t o d i n t í c h l n v à h t h n g p i n m t t r i t n g i r.

K h i s i l i c c l n g n g b n g k t h u t CVD t i n h i t đ i  $600^0C$ , m t m à n g v ô n h ì n h c t o t h à n h v i b t k l o i n n à o. T r o n g s i l i c v ô n h ì n h, c h c ó l o i đ i n g n v à k h o n g q u a n s á t t h y v ù n g t ì n h t h.

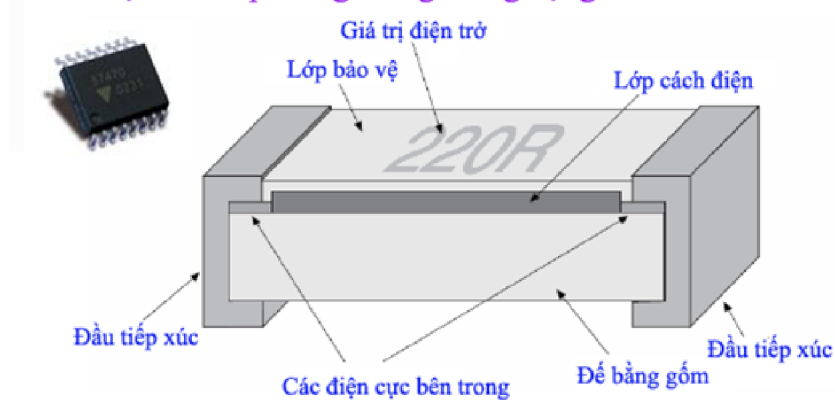


## ng d ng c a màng i n

- ❑ Màng d n i n: dùng làm các i n c c ITO, TCO
- ❑ Màng cách i n: i n tr màng m ng
- ❑ Pin m t tr i
- ❑ OLED
- ❑ Transistor màng m ng
- ❑ Hi n th màn hình tinh th l ng

## Màng cách i n

### Điện trở chip màng mỏng thông dụng



Dr. J.E. Rayes Sánchez

(R. Ludwig and P. Bretchko, *RF Circuit Design*, Prentice Hall, 2000)

Các i n c c bên trong: Ag/ Pd

b ng g m ho c nhôm ôxit có tinh khi t cao

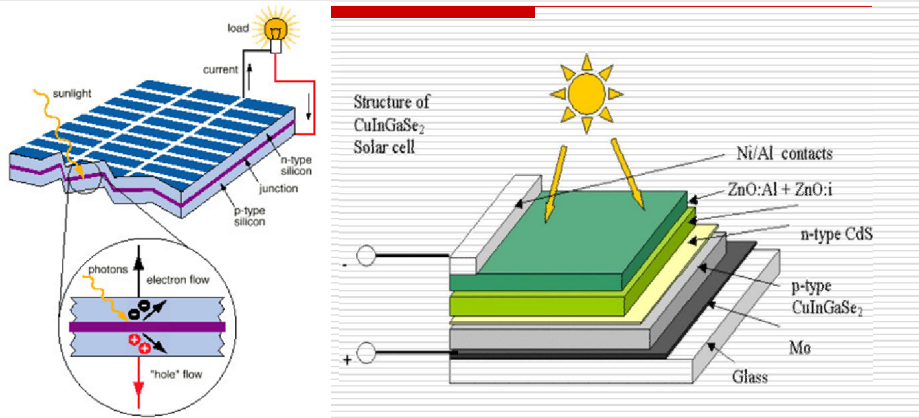
L p cách i n: Ni/ Cr

L p b o v b ng th y tinh

u ti p xúc b ng Sn

Giá tr i n tr :  $0.1-10^6 \Omega$

## Pin mặt trời



### Cấu tạo hình vẽ

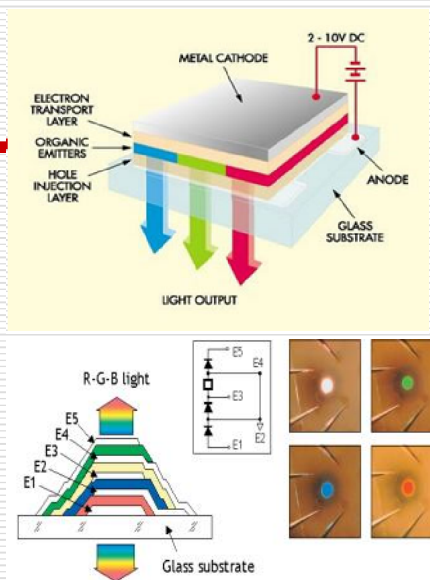
Nguyên lý hoạt động: khi chiếu ánh sáng chiếu vào lớp tiếp xúc p-n, điện trường nội tại không cho electron trôi p-n khuếch tán qua lớp p và lỗ trống trôi p-n khuếch tán qua lớp n. Khi có ánh sáng chiếu vào lớp tiếp xúc p-n làm cho electron và lỗ trống chuyển các mức năng lượng của electron thành dòng điện hay năng lượng tích trữ trong pin.

Hiệu suất chuyển đổi quang năng thành điện năng có thể lên đến 20%.

Pin năng lượng mặt trời dùng tích trữ năng lượng dùng trong nhà, sinh hoạt hàng ngày, xe đạp bóng pin mặt trời,...

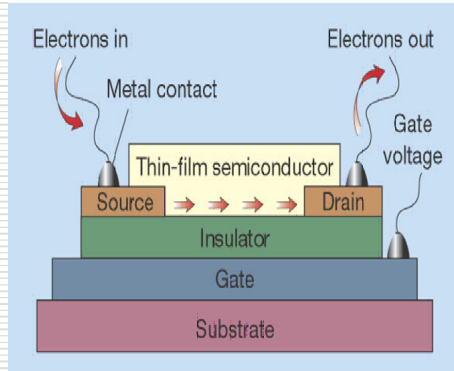
## OLED

- ❑ ITO/HTL/Emitter/ETL/Al
- ❑ ITO: Indium-Tin-Oxide, màng mỏng trong suốt dẫn điện làm Anốt
- ❑ HTL: lớp truyền lỗ trống, PVK: poly (N-vinylcarbazole)
- ❑ Emitter: PPV: poly (P-paraphenylenevinylene); MEH-PPV; Alq3
- ❑ ETL: lớp truyền electron (PEDOT, LiF)
- ❑ Cathốt: Al, Ag, AlMn
- ❑ PP cathốt: bạc bay liên tiếp (trên ITO)
- ❑ độ dày khoảng 450 nm (không tính...)

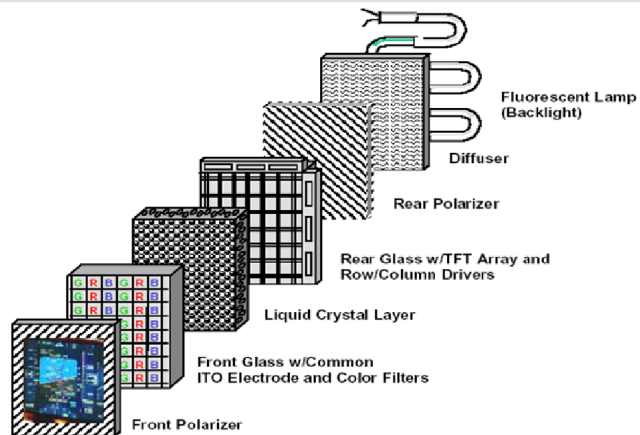


## Transistor màng mỏng (TFT)

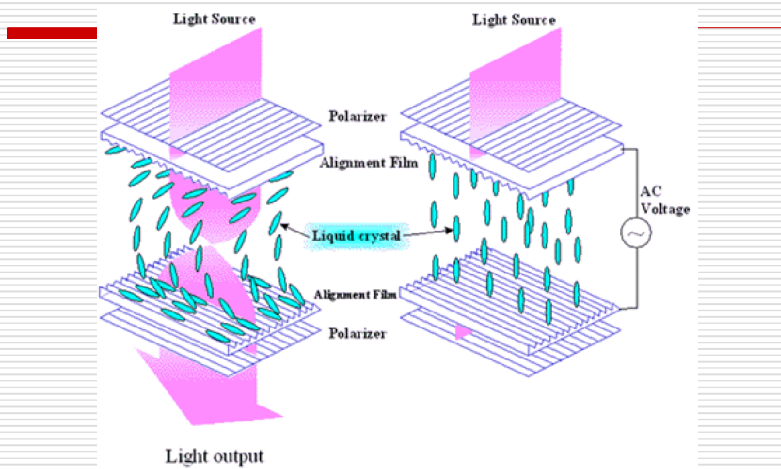
- ❑ Loại vật liệu: CdS, CdSe
- ❑ Điện trở suất:  $10^4 - 10^5 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$
- ❑ Dòng rò:  $0.1 \text{ pA}$
- ❑ Thời gian đáp ứng:  $10^{10}$
- ❑ Mạch dùng TFT tần số  $14\text{MHz}$
- ❑ Ứng dụng trong hình ảnh màn hình tinh thể lỏng



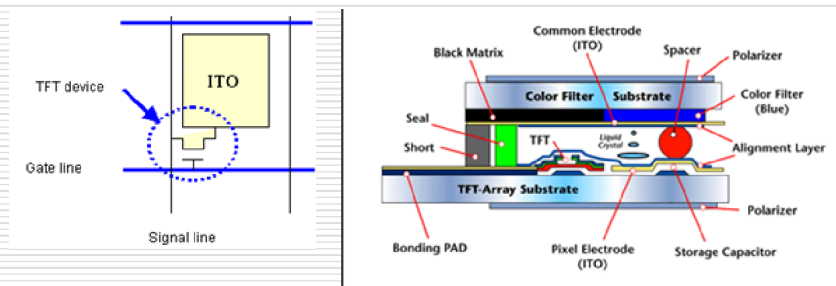
## Màn hình tinh thể lỏng



## Màn hình tinh thể lỏng



## Màn hình tinh thể lỏng

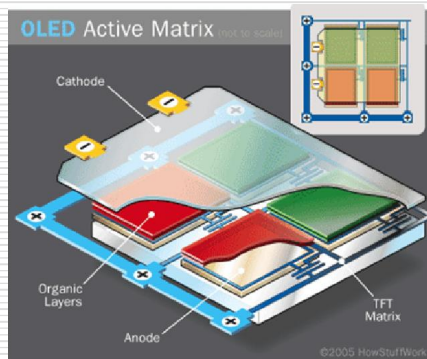


## u và nh c i m

- Màn nh có kích th c l n
- t ng ph n cao
- phân gi i cao
- Gi ng th c t h n
- Tránh giao ti p chéo gi a các i m nh
- Hao t n n ng l ng th p
- Ánh sáng cân b ng trong không gian theo m i ph ng
- Xem trong th i gian dài mà không m i m t
- C i t i n b n nh

## Hi n th b ng OLED

- T c x lý cao h n
- V l i r t nhanh màn hình hi n th



## Gi i bài t p

- **Câu 5:** tính áp su t c c i n c b t u sôi t i T=45°C? Nhi t n c a n c bay h i ( H ) là 539 cal/g.

□ Ta có:

$$P_v = B \exp\left(-\frac{\Delta H_v}{RT}\right)$$

- Khi n c sôi (100°C)  $T_1 = 373$  K

$$P_{lv} = B \exp\left(-\frac{\Delta H_v}{RT_1}\right)$$

- $P_1 = 1$  at = 760 torr

- $R = 2$  cal/mol.K = (2/18) cal/g.K

- Khi n c sôi (45°C)  $T_2 = 318$  K

$$P_{2v} = B \exp\left(-\frac{\Delta H_v}{RT_2}\right)$$

- L p t s  $P_2$  chia  $P_1$

$$\frac{P_{2v}}{P_{lv}} = \exp\left(-\frac{\Delta H_v}{R} \left\{ \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right\}\right)$$

- Ta suy ra:

$$P_{2v} = P_{lv} \exp\left(-\frac{\Delta H_v}{R} \left\{ \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right\}\right)$$

- Thay s vào

$$P_{2v} = 760 * \exp\left(-\frac{539 * 18}{2} \left\{ \frac{1}{318} - \frac{1}{373} \right\}\right)$$

- $P_2 = 80.155$  torr

- V y n c b t u sôi T= 45°C t i áp su t c c i  $P_2 = 80.155$  torr

## Gi i bài t p

- **Câu 5:** CMR bán kính t i h n c a s

t o m m ng th có đ ng:  $r_k = -\frac{2\sigma_f T_{eq}}{\Delta H_v \Delta T}$

- bi n thiên n ng l ng t do:  $\Delta H_v \Delta T$

- $Z = H - T S$  (1)

- H t n cân b ng:  $Z = 0$

- $H - T_{eq} S = 0$

- Suy ra:  $S = H / T_{eq}$  thay vào (1)

- $Z = H - T (H / T_{eq})$

- $Z = H (1 - T/T_{eq}) = H \{(T_{eq} - T)/T_{eq}\}$

- $Z = H * T/T_{eq}$  (5)

- Mà t l i có  $Z = \mu_c * N_i$  suy ra

- $Z = (\mu_c - \mu_v) N$  (2)

- $\mu_c$ : th hoá h c pha m i (gi t)

- $\mu_v$ : th hoá h c pha c (h i)

- $N = V/v_c = 4 r^3/3v_c = 1/v_c$  (3)

- V: th tích c a m m

- $v_c$ : th tích c a m t h t pha m i

- N: s h t trong pha m i

- T (2), (3) ta có:  $Z = (\mu_c - \mu_v)/v_c$  (4)

- Ph ng trình (2.3.18):

$$r_k = \frac{2\sigma_f * v_c}{\mu_v - \mu_c} = \frac{2\sigma_f}{\frac{\mu_v - \mu_c}{v_c}}$$

- Thay (4) vào (2.3.18):  $r_k = -\frac{2\sigma_f}{\Delta Z}$  (6)

- Thay (5) vào (6):

$$r_k = -\frac{2\sigma_f}{\frac{\Delta H_v \Delta T}{T_{eq}}} = -\frac{2\sigma_f T_{eq}}{\Delta H_v \Delta T}$$

## TÀI LI U THAM KH O

---

- 1. Nguy n H u Chí, Giáo trình V t Lý Màng M ng, Tr ng HKHTN TPHCM, 2007
- 2. Nguy n N ng nh, V t Lý Và K Thu t Màng M ng, NXB HQG HN, 2005
- 3. Jef Poortmans and Vladimir Arkhipov ,Thin Film Solar Cells Fabrication, Characterization and Applications, John Willey & So ns, Ltd, 2006.
- 4. Cherie R. Kagan & Paul Andry, Thin-film Transistors, *IBM T.J. Watson Research Center Yorktown Heights, New York, U. S.A, 2003.*
- 5. Joseph Shinar, organic light emitting devices, 2003.
- 6. Peter Wißmann & Hans-Ulrich Finzel ,Electrical Resistivity of Thin Metal Films, Springer Tracts in Modern Physics,Germany,2007.