

www.mientay.vn.com

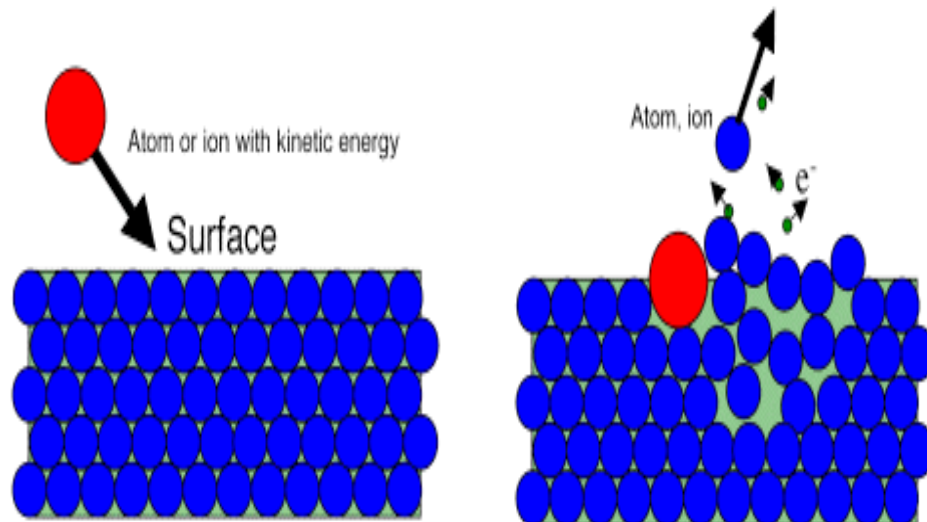
PHƯƠNG PHÁP PHÚN X MAGNETRON RF TRONG CHẾ TẠO MÀNG MỎNG

Học Viên thực hiện: Phạm Văn Thành

I. PHƯƠNG PHÁP PHÚN X

1. Phún xạ là gì?

Phún xạ (*Sputtering*) hay Phún xạ catốt (*Cathode Sputtering*) là kỹ thuật chế tạo màng mỏng dựa trên nguyên lý truyền năng lượng bằng cách dùng các ion khí hiếm có điện tích dương bắn phá bề mặt vật liệu, truyền năng lượng cho các nguyên tử này bay ra phía và lắng đọng trên .



n

Hình 1 : Mô hình phún xạ

2. Bản chất quá trình phún xạ

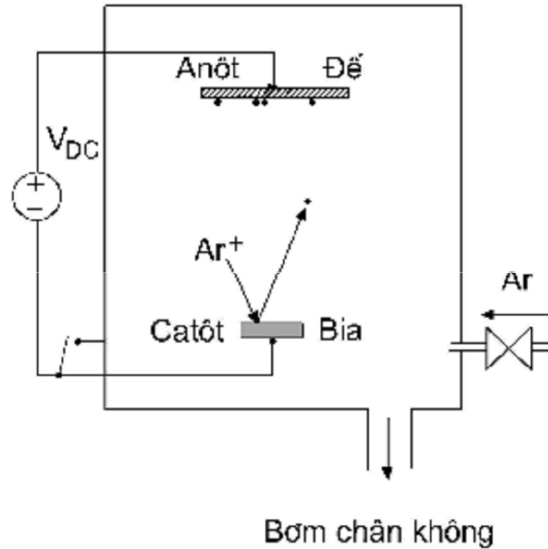
Khác với phương pháp bay bốc nhiệt, phún xạ không làm cho vật liệu bay hơi do quá nóng mà thực chất quá trình phún xạ là quá trình truyền năng lượng. Vật liệu nguồn được tạo thành dạng các tấm bia (target) và các điện cực (thường là catốt), trong buồng hút chân không cao và áp suất thấp (cỡ 10^{-2} mbar). Dưới tác động của điện trường, các nguyên tử khí hiếm bị ion hóa, tăng tốc và chuyển động về phía bia vật tiêu thụ và bắn phá bề mặt bia, truyền năng lượng cho các nguyên tử vật tiêu thụ bắn ra. Các nguyên tử được truyền năng

ng s bay v phía và l ng ng trên . Các nguyên t này c g i là các nguyên t b phún x . Nh v y, c ch c a quá trình phún x là và ch m và trao i xung l ng, hoàn toàn khác v i c ch c a **ph ng pháp bay b c nhi t** trong chân không.

II. CÁC LO I PHÚN X

1. Phún x phóng i n m t chi u (DC discharge sputtering)

Là k thu t phún x s d ng hi u i n th m t chi u gia t c cho các iôn khí hi m. Bia v t li u c t trên i n c c âm (cat t) trong chuông chân không c hút chân không cao, tu thu c vào thi t b mà đi n tích c a bia n m trong kho ng t 10^{-2} n vài tr m centimet vuông sau ó n p y b i khí hi m (th ng là Ar ho c He...) v i áp su t th p ($c 10^{-2}$ mbar). Anôt có th là ho c toàn b thành chuông chân không. Kho ng cách catôt-anôt ng n h n r t nhi u kho ng cách ngu n- trong b c bay chân không và th ng là d i 10 cm. Trong các khí tr , Argon c s d ng phún x nhi u h n c , áp su t c a nó c duy trì trong chuông c 1 Torr. Plasma trong tr ng h p này c hình thành và duy trì nh ngu n i n cao áp m t chi u. C ch hình thành plasma gi ng c ch phóng i n l nh trong khí kém. Ng i ta s d ng m t hi u i n th m t chi u cao th t gi a bia (i n c c âm) và m u (i n c c d ng). i n t th c p phát x t catôt c gia t c trong i n tr ng cao áp, chúng ion-hóa các nguyên t khí, do ó t o ra l p plasma (ó là tr ng thái trung hòa i n tích c a v t ch t mà trong ó ph n l n là các ion d ng và i n t). Các ion khí Ar⁺ b hút v catôt, b n phá lên v t li u làm b t các nguyên t ra kh i b m t catôt. Quá trình này là quá trình phóng i n có kèm theo phát sáng (s phát quang do iôn hóa). Vì dòng i n là **dòng i n m t chi u** nên các i n c c ph i d n i n duy trì dòng i n, do ó k thu t này th ng ch dùng cho các bia d n i n (bia **kim lo i**, **h p kim**...). Tuy nhiên, hi u su t phún x trong tr ng h p này là r t th p. Ngày nay ph ng pháp phún x cao áp m t chi u mà không s d ng magnetron h u nh không c s d ng trong công ngh ch t o màng.

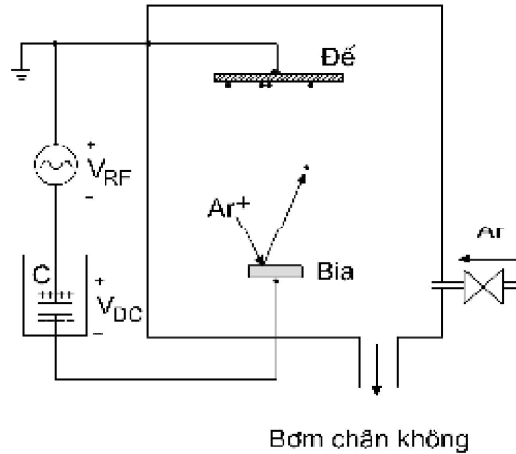


Hình 2. Schematic of a DC-sputtering system

2. Phún xạ phóng điện xoay chiều (RF discharge sputtering)

Là kỹ thuật sử dụng điện trường xoay chiều gia tốc cho ion khí hiếm. Nó vẫn có cấu tạo chung của các hệ thống phóng xạ, tuy nhiên máy phát là một máy phát cao tần sử dụng **đồng bộ tần số sóng vô tuyến** (thường là 13,56 MHz). Điện áp đặt trên điện cực của hệ thống chân không là nguồn xoay chiều tần số từ 0,1 MHz trở lên, biên độ trong khoảng 0,5 đến 1 kV. Mật độ dòng ion tác động lên bia trong khoảng 1 mA/cm², trong khi biên độ của dòng cao tần tác động lên cathode (có khi lên đến 100 V hoặc hơn nữa). Vì dòng điện là xoay chiều, nên nó có thể sử dụng cho các bia vật liệu không dẫn điện. Máy phát cao tần sẽ tạo ra các **hiệu ứng** xoay chiều đồng xung vuông. Vì sử dụng **đồng bộ tần số xoay chiều** nên phải đi qua một bộ **phản kháng** và hệ thống có tác động đồng bộ công suất phóng điện và bộ vi máy phát. Quá trình phóng xạ có hình thức khác so với phóng xạ một chiều của bia và bản chất của các ion có năng lượng caon của chu kỳ âm của hiệu ứng và bản chất của các **ion** của chu kỳ đồng.

Phún xạ cao tần có nhiều ưu điểm hơn so với phóng xạ cao áp một chiều, thí dụ điện áp thấp, phóng xạ trong áp suất khí quyển, các hệ thống phóng xạ linh hoạt và các hệ thống phóng xạ có thể xử lý các loại vật liệu kim loại oxit hay chất cách điện. Plasma trong phóng xạ cao tần được hình thành và duy trì nhờ nguồn cao tần, cũng giống như quá trình ion hóa xảy ra trong phóng xạ cao áp. Tuy nhiên, ngày nay phóng xạ cao tần riêng biệt cũng không còn được sử dụng nhiều vì sự phát triển của công nghệ phóng xạ vẫn còn chưa cao. Ngày nay sử dụng magnetron để chế tạo các hệ thống này.



Hình 3: Sơ đồ phóng ion cao tần có cathode làm target và nguồn điện áp ion.

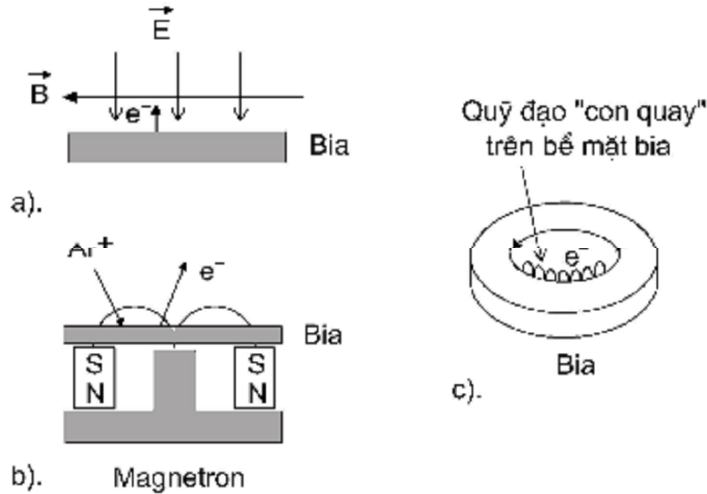
3. Phún xạ magnetron

Là kỹ thuật phún xạ (sử dụng các vi xoáy chiều và mặt chiếu) của các hệ thống phún xạ thông thường bằng cách đặt bên dưới bia các nam châm.

Như đã mô tả phần trên, việc cấu hình các điện cực trong các hệ thống phún xạ có cấu trúc góc vuông và bia nam châm. Nhưng vì magnetron chúng ta còn thay thế các nam châm tạo ra các góc vuông và cấu trúc (có nghĩa là song song với mặt phẳng của bia). Vì thế, cấu trúc tập trung và tăng cường plasma vùng gần bia.

Từ các nam châm có tác dụng bằng các điện và ion liên tục và tăng cường ion hóa, tăng số lượng và giảm các ion, điện và các nguyên tố khí từ bia do đó làm tăng tốc độ lắng đọng, giảm sự bắn phá các ion và ion trên bề mặt màng, giảm nhiệt độ và có thể tạo ra sự phóng điện áp suất thấp.

Bây giờ chúng ta xem bằng điện làm việc như thế nào? Cấu hình như mô tả trên hình 4 (a, b) cho thấy sự phân bố điện trường. Chúng ta có một "hiệu ứng Hall", chúng ta lên dòng điện này và có hướng chuyển động quanh bia như những "con quay"



Hình 4: Sơ đồ nguyên lý bắn phá ion bằng từ trường trong hệ phun xạ magnetron.

Bán kính quỹ đạo () của con quay có xác định bằng công thức:

$$\rho = \frac{m \bar{v}_{\perp}}{qB}$$

trong đó:

m là khối lượng của ion,
 v là thành phần vuông góc của vận tốc ion với trục,
 B là cảm ứng từ.

Nhìn chung, trong các hệ phun xạ thực, bán kính quỹ đạo có giá trị nhỏ, chỉ khoảng một vài milimét. Vì vậy, sự giam hãm ion gần bề mặt cathode là rất hiệu quả. Các ion chuyển động quanh trục cho đến khi chúng bắn phá nguyên tử. Trên thực tế, magnetron còn tồn tại một khoảng thời gian ngắn sau khi lực không còn, vì các ion vẫn còn bay sau mặt cathode chuyển động vòng quanh. Hiện tượng này trong magnetron, chúng ta xem xét ví dụ điển hình.

Thông thường bắn phá các target là kim loại hay chất rắn khác thì ta dùng dòng 1 chiều (Direct Current) tạo plasma (DC-magnetron sputtering). Nếu các target là các chất cách điện như các oxid... thì bắt buộc ta phải dùng dòng RF tạo plasma.

4. Các cấu hình phun xạ khác

Ngoài ba kiểu phun xạ nêu trên, trong thực tiễn người ta còn có một số các thiết bị phun xạ với cấu hình khác (các bộ phận chính vẽ trên các hình của hai loại trước). Trong đó có loại cấu hình sử dụng phân tử trên kích thích bắn phá ion và quá trình phun màng, có loại phóng ion bằng hạt ion nhiệt, trong đó ion thực tế được gia nhiệt bởi vonfram nóng. Phun xạ chùm ion cũng là một cấu hình thường gặp trong công nghệ chế tạo màng mỏng. Trong cấu hình này, nguồn ion cathode tách ra khỏi cathode, làm việc với điện thế phóng ion thấp.

Thư cảm ơn xin đưa lên địa chỉ email: www.myyagy.com/mientay

Từ ngày nay chùm ion bắn thẳng vào bia vì ứng dụng công nghệ tiên tiến trong công nghệ cao áp mới chỉ u.



Hình 5: Hình ảnh thí nghiệm sputtering Univex 450 tại Trung tâm Nghiên cứu Khoa học Tự nhiên, Viện Công nghệ Hà Nội

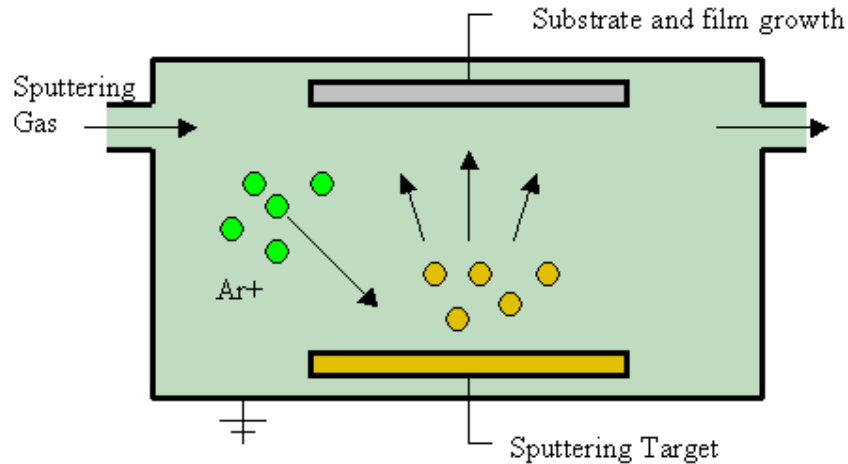
III. PHƯƠNG PHÁP PHÚN X MAGNETRON RF TRONG CHẾ TẠO MÀNG MỎNG

1. Giới thiệu

RF-Magnetron Sputter là một kỹ thuật tạo màng mỏng (Thin films) hiệu quả nhất trong các kỹ thuật phun x. Thuật ngữ từ ra bởi Magnetron sử dụng hình dạng dòng plasma tạo thành thành các loops (vòng tròn) do có mặt ion trong plasma cao tần và ứng dụng của nó plasma mật độ cao có thể tạo thành trong áp suất thấp. Hơn nữa, Magnetron sử dụng các điện từ tập trung trên bề mặt của target và trong quá trình đó điện tích tác động của điện trường RF sẽ ion hóa các phân tử khí và chính các phân tử khí tạo thành này sẽ bắn phá bề mặt của target. RF này là viết tắt của chữ Radio Frequency nghĩa là tần số cao này là tần số của quá trình tạo plasma được cung cấp bởi các dòng điện xoay chiều cao tần (tần số sóng radio từ 2 - 20 MHz). Thông thường khí Ar, Nitơ hay hỗn hợp các khí này với Oxy đóng vai trò quan trọng trong việc bay hơi từ target ngoài ý nghĩa là khí tạo ion nó còn tham gia vào quá trình tạo màng nữa. Nói chung là màng mỏng (thin films) từ các kỹ thuật này có thể bao gồm nhiều vật liệu

khác nhau và màng rất mỏng.

2. Nguyên lý hoạt động

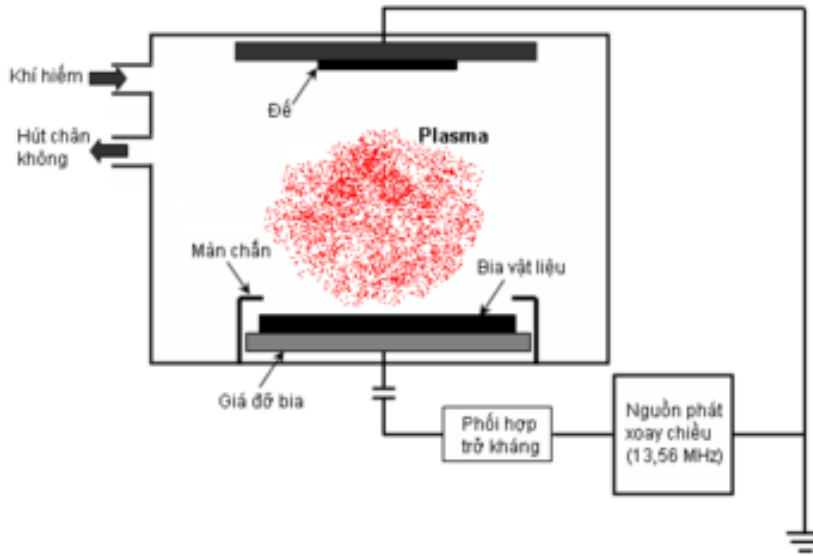


Hình 6 : Nguyên lý hoạt động chung

Dòng khí (thường là argon hoặc argon+O₂, argon+N₂) được bơm vào buồng chân không tạo plasma hình thành các ion Ar⁺. Các ion này hướng về target (kim loại cần tạo màng mỏng) được áp điện. Các ion này di chuyển với vận tốc cao, bắn phá target và đánh bật các nguyên tử của target ra khỏi target. Các nguyên tử này "bắn" và lắng đọng trên substrate (thụ tinh hay silicon wafer), tích tụ trên substrate và hình thành màng mỏng khi lắng đọng nguyên tử liên tục.

Trong quá trình bắn phá của ion Ar⁺ vào target, ngoài quá trình đánh bật các nguyên tử của target, còn có các quá trình khác xảy ra như hình thành các electron thứ cấp, hạt phi, hình thành hạt ch...

Trong quá trình sputtering, ta có thể lắng đọng các ion thứ cấp hình thành thành màng mỏng hoặc giấm thì áp vào target hoặc giấm áp suất dòng Ar. Kỹ thuật này gọi là magnetron sputtering. Trong kỹ thuật này ta áp đặt từ trường vào target. Từ trường này sẽ giữ các electron thứ cấp dao động trên các vòng xoắn quanh target. Các electron dao động gần bề mặt target sẽ góp phần ion hóa nhiều nguyên tử Argon hơn. Chính hiệu ứng này tăng cường quá trình tạo màng mỏng.



Hình 7 : Nguyên lý hoạt động của phún xạ Magnetron RF

Quá trình hình thành màng mỏng: các nguyên tử bị bắn phá thành ion dương trên substrate. Khi các cation liên kết lại hình thành màng (gồm một số nguyên tử). Trong các lớp ban đầu này màng sẽ phát triển, nhưng khi phát triển ngừng cho bề mặt, mà phát triển theo các hướng có năng lượng do nhiệt. Có thể hình thành các cột hay các cụm và có thể phát triển, hình thái và tính chất của màng sẽ khác nhau.

Hình thái (morphology) của màng mỏng: tùy theo nhiệt độ của substrate, năng lượng của ion Ar (hay áp suất), màng mỏng hình thành có các hình thái khác nhau. Ví dụ: Nếu thay đổi dòng khí Argon bằng hỗn hợp Argon + O₂ hoặc Argon + N₂ thì ta thu được màng oxit hoặc nitrit tương ứng.

2.1. Hệ số phún xạ :

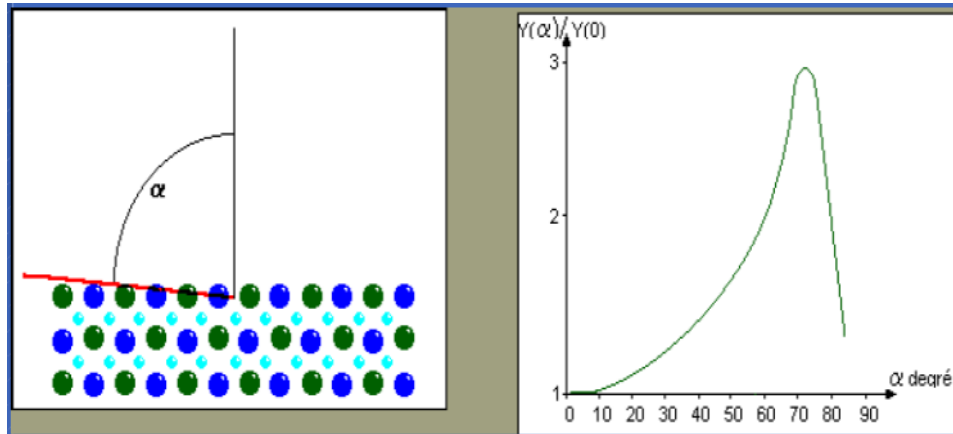
$$S = \frac{n_a}{n_i} \text{ , Trong đó :}$$

- s : hệ số phún xạ
- n_a : số nguyên tử bị phún xạ
- n_i : số ion đập vào bề mặt cathode

Hệ số phún xạ sẽ phụ thuộc vào :

- Bền chất của vật liệu phún xạ
- Loại ion và năng lượng của ion bắn phá lên bia
- Góc tiếp xúc của ion lên bề mặt cathode
- Phụ thuộc vào áp suất khí làm việc

2.2. Sự phụ thuộc vào góc tới của phản xạ



Hình 8 : Hệ số phản xạ đạt giá trị cao nhất vào khoảng góc tới có giá trị 72°

3. Cấu tạo Máy phản xạ magnetron RF

Nó vẫn có cấu tạo chung của các hệ phản xạ, tuy nhiên máy phát là một máy phát cao tần sử dụng dòng điện tần số sóng vô tuyến (thường là 13,56 MHz). Vì dòng điện 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 điện xoay chiều dùng xung vuông.



Do hệ sử dụng dòng điện xoay chiều nên phải đi qua một bộ biến áp kháng và hệ thống điện có tác dụng tăng công suất phóng điện và bộ vi máy phát. Quá trình phản xạ có hiệu quả khác so với phản xạ một chiều chỉ

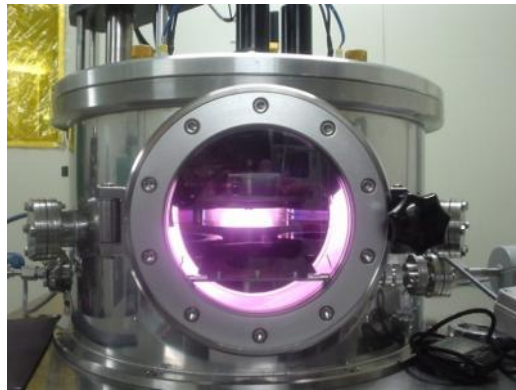
Th c m c xin a lên đi n àn t i: www.myyagy.com/mientay

bia v a b b n phá b i các iôn có n ng l ng cao n a chu k âm c a hi u i n th và b b n phá b i các i n t n a chu k đ ng.

G m các b ph n chính sau :

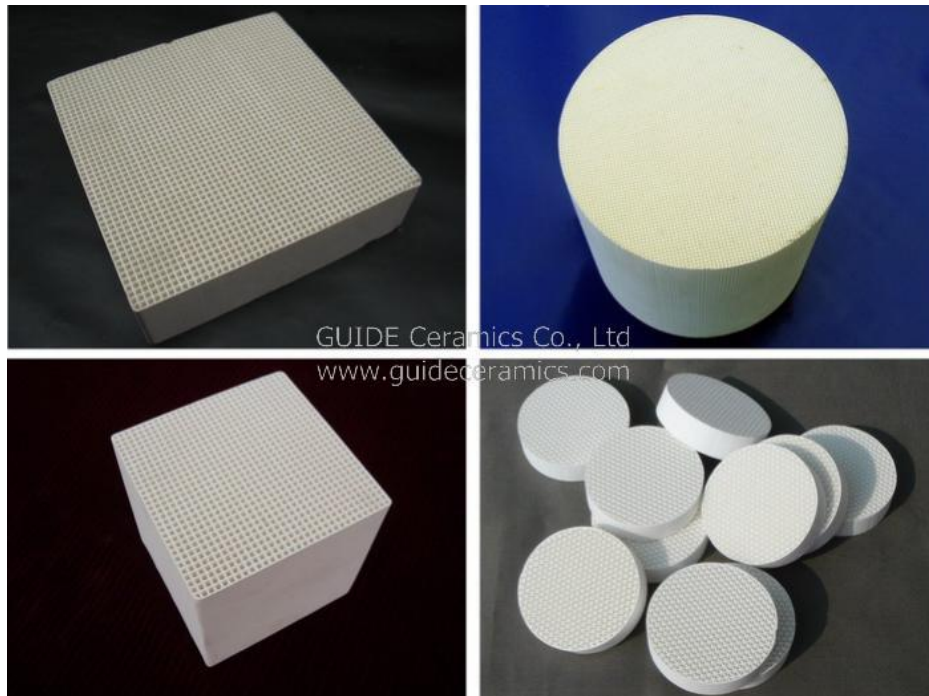
- Bu ng chân không.
- Bia : c g n vào m t b n gi i nhi t. B n gi i nhi t c g n vào cathode
- B ph n Magnetron : T tr ng do m t vòng nam châm bên ngoài bao quanh và khác c c v i nam châm gi a. Chúng c n i v i nhau b ng m t t m s t, có tác đ ng khép kín ng s c t phía đ i
- : c áp vào i n c c anode
- Ngu n xoay chi u cao t n

3.1. Bu ng phún x



Hình : Bu ng phún x

3.2. M t s lo i ðùng trong h phún x



Ceramic (gốm)



Silicon



thủy tinh

3.3. Bia

- Bia phún xạ kích thước cỡ 2” hoặc 3”.

a) Bia kim loại

Có thể nói trong các loại vật liệu phún xạ thì vật liệu kim loại chính là đặc gia công bia hiện nay. Ví dụ, bia vàng, bạc, tantan, platin, v.v... có thể chế tạo bằng cách khuôn đúc kích thước cỡ catốt. Do kim loại dễ dẫn điện và dẫn nhiệt rất tốt cho nên dùng magnetron cao áp để chế tạo phún xạ các loại bia kim loại này sẽ cho hiệu suất phún xạ cao. Ví dụ, trong phương pháp hiện vi điện tử (SEM và TEM) người ta thường phủ lớp vàng hay platin rất mỏng lên bề mặt mẫu bằng cách điện tử (dẫn điện xuống catốt). Lớp vàng này có lợi trong buồng phún xạ mà chân không buồng hút bằng bơm cao thể tích kính hiển vi. Các bia vàng hay platin sẽ dùng rất lâu, bởi vì mỗi lần phún xạ chúng chỉ bị tiêu hao một lượng vài chục nanômét. Màng mỏng kim loại vàng còn có thể lên thủy tinh làm gương bán phản xạ sử dụng trong các thiết bị quang học và laser. Màng platin hay palađi phân tán bằng phún xạ tạo ra lớp hoạt hóa trên bề mặt các vật liệu silic xấp xỉ hay SnO₂ cấu trúc nano tinh thể. Nhờ đó mà nhạy cảm các cảm biến khí chất tốt vật liệu kết trên tầng lên đáng kể.

b) Bia hợp kim

Các vật liệu hợp kim như CoCrTa, CoNiCrTa, CoCrPt, CoFeTb và CoCrNiPt (đây không phải các chất thành phần vào trong công thức chế tạo phún xạ). Do màng mỏng các hợp kim đòi hỏi kỹ thuật chế tạo thành phần, hiện nay, chúng có thể tính làm như hiệu suất magnetron, cho nên việc gia công bề mặt bia cần phải áp dụng: (i) công nghệ cao để thành phần, (ii) hợp thành trong cấu tạo của bia cần có tính phân tán không đồng nhất khác nhau của các thành phần sao cho khi phún xạ có thể hình thành màng đúc hợp thành mong muốn.



c) Bia hấp thụ tia ôxy

Các loại màng có cấu trúc nhũ thành phần như màng sinter $BaTiO_3$, $LiNbO_3$, $SrTiO_3$ hay màng siêu dẫn nhiệt độ cao $YBa_2Cu_3O_7$ cũng có thể chế tạo bằng phương pháp magnetron. Việc gia công bia cho các vật liệu trên quy trình sản xuất thành công của công nghệ. Có thể chế tạo bia gốm các thành phần cấu tạo trên, như hàm lượng các nguyên tố thì cần chú ý sao cho hợp thành trong màng phù hợp với cấu trúc cần chế tạo. Cách thứ hai là chế tạo hai hoặc ba bia là các oxit, sử dụng phương pháp phương pháp phun xịt hai hoặc ba bia ó như màng có hợp thành và cấu trúc mong muốn. Cùng với nhau, có thể như vậy, phương pháp phun xịt magnetron còn có thể chế tạo nhũ thành loại vật liệu khác mà phương pháp bay không thể hiện được. Các vật liệu màng màng oxit hay nitrua cũng có thể dùng bằng cách phun xịt kim loại trong khí argon trong môi trường hoặc nitơ - gọi là phun xịt nhũ thành. Thiết bị phun xịt hiện nay có thể chế tạo hóa học, cho nên quá trình lắng đọng màng màng có thể kiểm soát chính xác hơn. Hiện tại các thiết bị này có thể hai hoặc ba buồng phun xịt (hai hoặc ba bia), như vậy có thể thể hiện phun xịt nhũ thành nhũ thành loại vật liệu khác nhau, tạo ra các màng màng hợp thành, vật liệu phát xạ, vật liệu cấu trúc nano phát xạ khác, ... Vì vậy hiện nay công nghệ này có nhiều sự nghiên cứu và đầu tư trang bị các thiết bị phun xịt hiện nay có các chức năng trên.

3.4. Bộ phận chân không : Thường dùng 2 loại bơm:

- Bơm sơ cấp (bơm rotax hoặc bơm quay dầu)

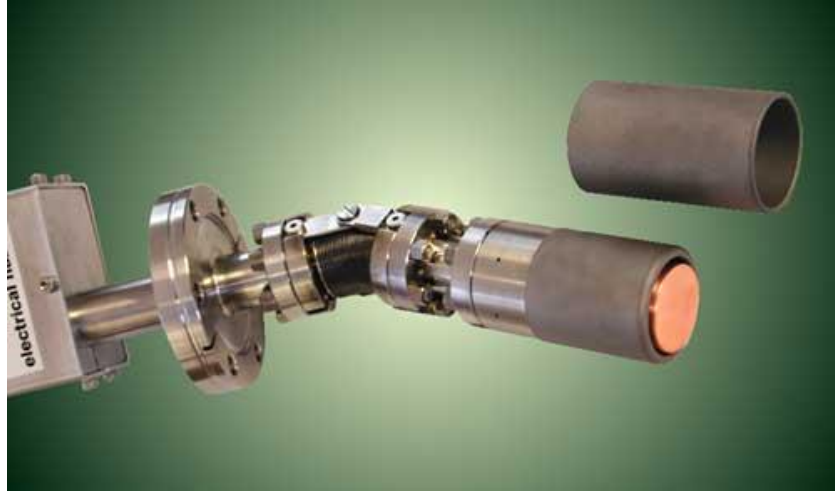
Loại : $30 \text{ m}^3/\text{h}$.

Áp suất tối thiểu : 10^{-2} torr

- Bơm khuếch tán:

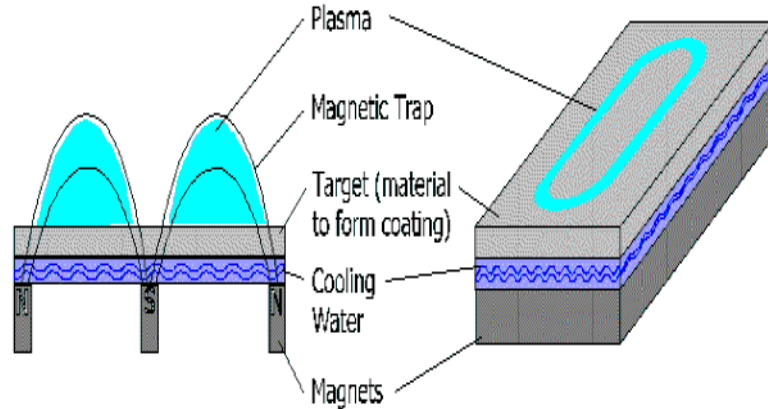
Loại : 200 l/sec

Áp suất tối thiểu : 10^{-10} torr



- Chân không phún xạ :
Chân không tối thiểu : 10^{-7} torr
Chân không làm việc : $10^{-2} \div 10^{-3}$ torr

3.5. Bộ phận Magnetron



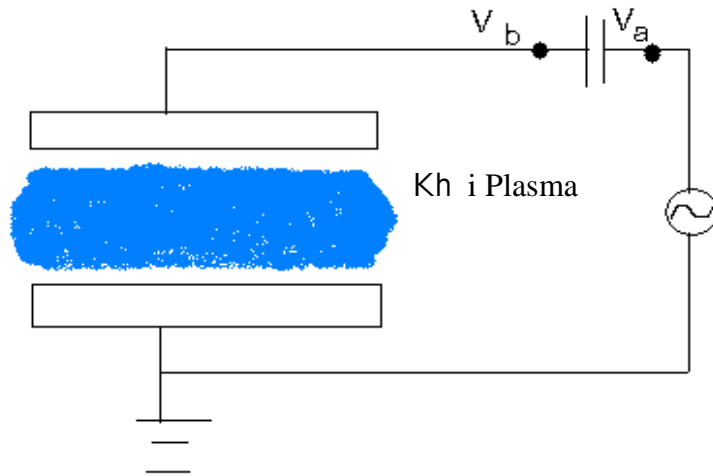
- Trường do một vòng nam châm bên ngoài bao quanh và khác các vị trí nam châm giữa. Chúng có vị trí nhau bằng một từ trường, có tác dụng khép kín dòng sét phía dưới



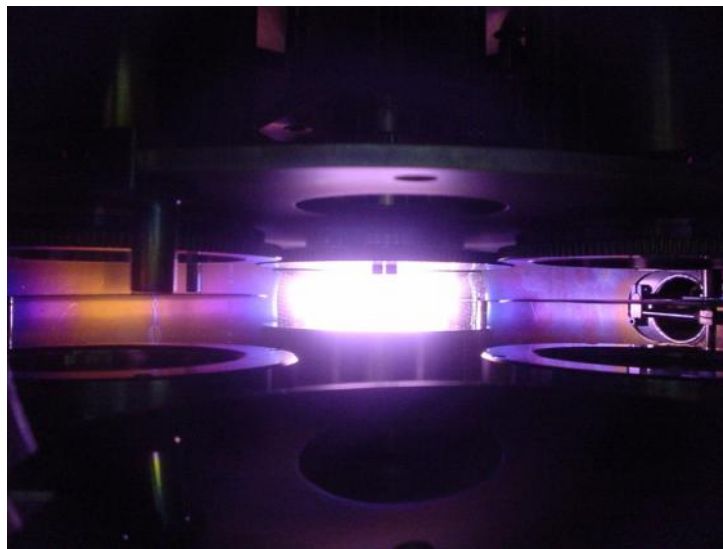
Hình 14 : Cấu trúc cathode Magnetron thông thường

3.6. Plasma:

Để tạo ra do đó như sau: Khi ta bơm khí tr vào buồng chân không, trong buồng vẫn có sẵn một số ít electron tự do, các electron này va chạm với các nguyên tử khí tr trung hòa làm ion hóa các nguyên tử này thành các ion dương (Ví dụ Ar^+). Các ion này di chuyển tác động của điện trường gia tốc bay đập vào catot, đây là bia làm các nguyên tử bia văng ra, đồng thời các electron cũng hình thành bay ra, các electron tiếp tục ion hóa các nguyên tử khí tr thành khí plasma phát sáng giữa hai điện cực.



Hình 15 : Vùng plasma giữa hai điện cực



Hình 16 : Hình chụp Plasma trong buồng phún xạ

4. Các yếu tố ảnh hưởng lên tốc độ lắng đọng màng

4.1. Dòng và thế

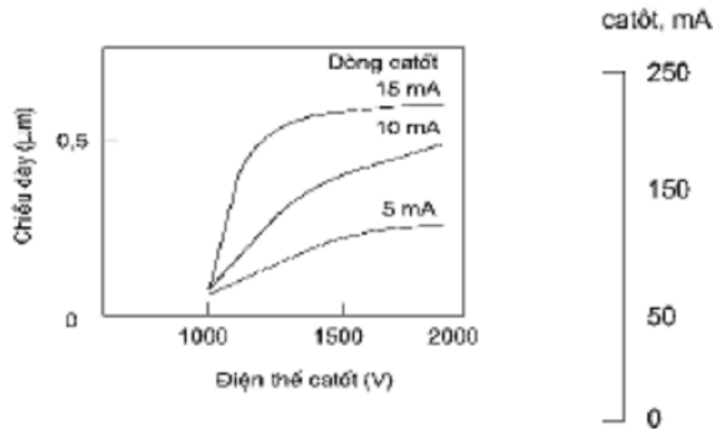
Trong hệ thống các trường hợp phún xạ thì việc tính công suất phún xạ cũng không khác hình ảnh nhiệt độ lắng đọng. Một khác biệt chúng ta sẽ thấy sự ion bắn lên catot tạo ra một dòng. Cho nên, yếu tố

nh h ãng l n lên t c l ãng ãng chính là dòng, h n là i n th t trên catôt. Trên hình là s li u th c nghi m nh n c v s ph thu c chi u dày màng m ãng vào i n th catôt v i th i gian phún x l à l gi , bia s ãng là tantan ãng kính 76 mm. Chúng ta th y sau giá tr 1500 V, i n th có ti p t c t ãng h n n a thì t c l ãng ãng c ãng ch t ãng không áng k (chi u dày c a màng nh n c không t ãng). Nh v y trong tr ãng h p công su t c a thi t b h n ch thì chúng ta nên t ãng dòng phún x và gi m i n th trên catôt. V i c t ãng dòng phún x có th th c hi n c b ãng cách gi m áp su t, t ãng phát x i n t , dùng t tr ãng (magnetron), hay t ãng đi n tích bia, gi m kích th c bia- , ...

4.2. Áp su t

Chúng ta c ãng ã bi t, trong k thu t phóng i n phún x thì khi t ãng áp su t, m t ion t c là m t dòng s t ãng lên. Khi công su t phún x c gi không i thì t c l ãng ãng c ãng t ãng theo m t ã dòng, c ã ãng a là t ãng theo áp su t phún x .

Trong kho ãng áp su t không l n l m, t c l ãng ãng t ãng tuy n tính theo áp su t. Trên hình trình bày k t qu th c nghi m kh o sát s ph thu c vào áp su t c a t c l ãng ãng màng m ãng molip en. Trên hình còn có c ãng ph thu c vào áp su t c a dòng phún x . C hai ãng ph thu c u là tuy n tính, nh ãng dòng t ãng v i t c ãng nhanh h n t c l ãng ãng. i u này c ãng ch ãng t s l ãng ion / nguyên t c thoát ra kh i bia mà có th quay tr l i catôt do hi u ãng khu ch tán ãng c c ãng c gi m. Tuy nhiên, hi u ãng khu ch tán ãng c ch quan sát th y khi áp su t v t m t giá tr ãng ãng nh t ãng. Th c nghi m cho th y, ã dòng catôt và t c l ãng ãng màng không còn t ãng theo áp su t khi chân không gi m xu ãng, áp su t v t giá tr $1,3 \cdot 10^{-1} Torr$. T c l ãng ãng t i u trong tr ãng h p phún x b ãng khí argon nh n c khi áp su t phún x b ãng $5 \div 6 \cdot 10^{-2} Torr$.

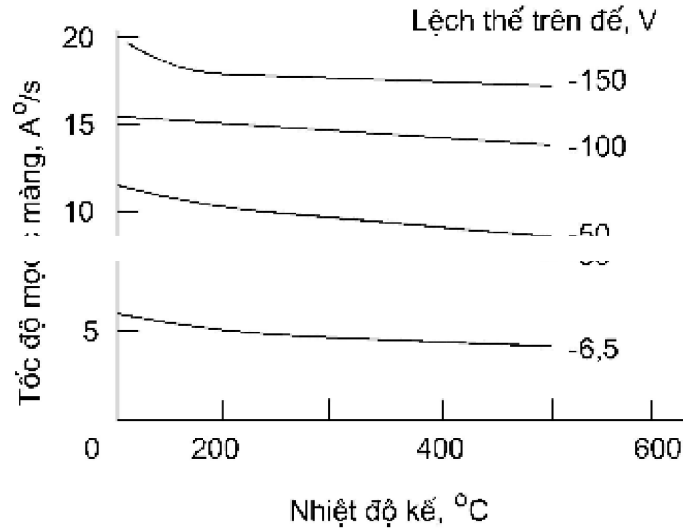


Hình 17. T c l ãng ãng ph thu c vào dòng ãng hi u h n là vào i n th trên bia trong phún x magnetron.

4.3. Nhi t

Khác v i áp su t, nhi t l à y u t ph c t p, trong m t s tr ãng h p, t c l ãng ãng ph thu c r t m nh v ào nhi t . Th i d , khi h p

phún xạ SiO₂, AsGa, Ge... ở nhiệt độ thấp, tốc độ lắng đọng thấp. Còn các trường hợp khác thì tốc độ lắng đọng tăng đáng kể khi nhiệt độ tăng cao xuống thấp. Trên hình 7.16 là đồ thị phụ thuộc vào nhiệt độ của tốc độ lắng đọng ở các giá trị phân áp trên.



Hình 18: Vai trò của nhiệt độ lắng đọng trong quá trình lắng đọng không rõ rệt trong phún xạ.

5. Ưu điểm và hạn chế của phún xạ

5.1. Ưu điểm:

- Tất cả các loại vật liệu đều có thể phún xạ, nghĩa là tất cả nguyên tố, hợp kim hay hợp chất.
- Bề mặt phún xạ thường dùng rất lâu, bởi vì lớp phún xạ rất mỏng.
- Có thể chế tạo bề mặt theo nhu cầu, trong môi trường chân không có thể dùng bề mặt điện tích, do đó bề mặt là nguồn "bức xạ" rất lớn.
- Trong magnetron có thể chế tạo màng mỏng bề mặt có cấu trúc đặc biệt, phụ thuộc vào cách lắp đặt nam châm, bề mặt có thể thiết kế theo hình dạng của bề mặt (hình côn hoặc hình cầu).
- Quy trình phún xạ đơn giản, dễ lắp đặt và dễ tự động hóa.
- Bám dính của màng rất tốt do các nguyên tố lắng đọng trên màng có năng lượng khá cao so với [phương pháp bay bốc nhiệt](#).
- Dễ dàng chế tạo các màng mỏng để tạo ra nhiều bề mặt riêng biệt. Ngược lại, đây là phương pháp rất tốn kém, và do đó hiện nay nên dùng phương pháp quy mô công nghiệp.

Thư cảm ơn xin đưa lên địa chỉ email: www.myyagy.com/mientay

- Màng tạo ra có độ bám dính tốt và có độ bền cao, có độ dày chính xác hơn như vậy vì [phương pháp bay bốc nhiệt](#) trong chân không.

5.2. Những điểm

- Phải làm nóng ống phún xạ trước khi đưa vào buồng, làm nóng buồng, cho nên phải có bộ làm lạnh buồng.
- Các phún xạ như nhôm, niken, titan, coban bay chân không.
- Hệ thống vận hành ống phún xạ, cho nên phún xạ không phải là phương tiện kỹ thuật đơn giản.
- Bơm chân không là rất khó chế tạo và đắt tiền.
- Hệ thống sấy buồng phún xạ (không sấy ống phún xạ, như khi do buồng giòn, cho nên đặt buồng phún xạ phía sau súng phún xạ chính xác.
- Trong buồng chân không, không cần nhiệt độ, nhưng nó luôn phải nóng.
- Các chất nhúng thành buồng, trong buồng hay tản nhiệt có thể làm hỏng buồng vào trong màng.
- Do các chất có hệ số giãn nở khác nhau nên việc chế tạo thành phần của buồng phải rất cẩn thận. Khi chế tạo ra các màng rất mỏng và độ chính xác cao của phương pháp phún xạ là không cao. Hơn nữa, không thể tạo ra màng [đồng nhất](#).
- Áp suất thấp, khoảng 5-15 mTorr. Vì vậy đòi hỏi phải hút chân không cao.
- Sự bắn electron theo thời gian tích tụ điện tích trên bề mặt làm hệ thống phún xạ.
- Ion dương bắn vào phá hủy màng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Đình Trường, Màng mỏng quang học, NXBKHKHT Hà Nội, 2004
- [2] Võ Thị Kim Chung, Luận văn Thạc sĩ Khoa Học Tự Nhiên, Tổng hợp màng mỏng TiO₂ bằng phương pháp phun xạ Magnetron-micron, Trường Đại học Kỹ thuật TP HCM, 1999
- [3] Đỗ Văn Thị Hồng Thu, các bài giảng về Vật Lý Màng Mỏng, Trường Đại học Kỹ thuật TP HCM
- [4] Lê Phương Ngọc, Nguyễn Thị Thu Thảo, Khóa Luận Tốt Nghiệp
- [5] Nguyễn Ngọc Thùy Trang, Khóa Luận tốt nghiệp
- [6] Lê Văn Tuấn Hùng, Nguyễn Văn Tuấn, Huỳnh Thành Kiệt, Nghiên cứu chế tạo màng mỏng TiO₂ bằng phương pháp phun xạ Magnetron RF, Tạp chí phát triển KH&CN, tập 9, số 6/2006
- [7] Nguyễn Hữu Cường (2003). *Vật liệu liên kim loại*. Nhà xuất bản Khoa học và Công nghệ Hà Nội. 1K-02044-01403.

Mục lục trang web tham khảo:

- http://vi.wikipedia.org/wiki/M%C3%A0ng_m%E1%BB%8Fng
- http://vi.wikipedia.org/wiki/Ph%C3%BAn_x%E1%BA%A1_cat%E1%BB%91t
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Sputtering>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Radio_frequency
- www.freepatentsonline.com
- http://www.lermmps.com/PHP/HTML/textes.php?ref=process_dep_ote+phase+vapeur.xls
- <http://www.ajaint.com/whatis.htm>