

www.mientayvn.com

Bài 1: oled

Câu 1: Polime dẫn điện có những tính chất gì khác kim loại hay oxit dẫn điện, tại sao phải nghiên cứu

Các tính chất nổi bật của polymer dẫn điện

- Có các tính chất điện, quang ... tương ứng với vật liệu bán dẫn vô cơ
- Độ dẻo và giá thành sản xuất thấp
- Chứa một số các linh kiện hay thiết bị có diện tích lớn
- Có những tính chất quang, điện cơ biệt
- Một số tính chất ưu việt khác mà các vật liệu khác không có như có thể uốn dẻo, đàn hồi tốt, khả năng tạo ra nhiều màu sắc cao và trung thực, dễ dàng kết hợp với các chất hóa học khác để tạo thành các hợp chất mới [2]

Các nhược điểm của polymer dẫn điện

- Dễ bị oxy hóa và ảnh hưởng của môi trường làm thay đổi tính chất của vật liệu
- Khả năng thoát nhiệt kém trong quá trình hoạt động
- Độ dẫn điện vẫn còn thấp

ng d n g

ng d n g chia làm hai nhóm như sau.

- + Nhóm thứ nhất dựa trên độ dẫn là các tính chất chính của vật liệu.
- + Nhóm thứ hai dựa vào tính chất điện của vật liệu

Nhóm 1

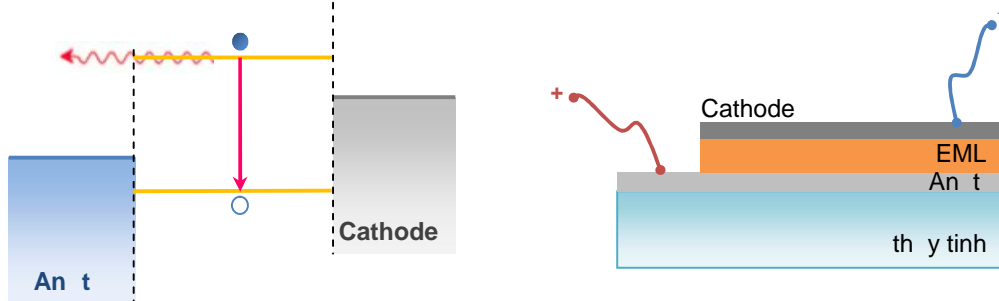
Vật liệu tinh thể
Keo dẫn điện
Tấm che chắn điện tử
Băng mạch in
Dây truyền kinh nhân tạo
Vật liệu quang điện
Gốm áp điện
Linh kiện điện tử (diode, transistor)
Một vài cấu trúc của phi tuyến

Nhóm 2

Điện tử phân tử
Hiện tượng điện tử
Cơ chế biến đổi, hóa, sinh hóa
Pin sạc hay chất điện phân rắn
Các vật liệu khác
Máy tính quang
Màng trao đổi ion
Cấu trúc thông minh
Công nghệ

Câu 2: Hãy nêu Cấu trúc của OLED, tại sao không dùng OLED mà phải dùng vật liệu OLED cấu trúc của OLED có cấu trúc

- Lớp phát quang bằng vật liệu hữu cơ kết giữa các in-c-c.
- In-c-c An-t-th-n-g là các màng Oxít dẫn-in trong suốt (TCO – Transparent Conducting Oxide) như ITO, AZO, GZO ..., có tác dụng cung cấp điện trở.
- In-c-c cathode, thường là kim loại có công thoát cao đóng vai trò là nguồn cung cấp điện tử. Các hạt điện tử các in-c-c sẽ phun vào lớp phát quang, hình thành cặp điện tử-lỗ trống tái hợp và tái hợp phát quang



Hình A II. 1 Cấu hình OLED đơn lớp, trong đó lớp phát quang (EML) kẹp giữa các an-t trong suốt và cathode kim loại

Như các vật liệu polymer (hay vật liệu vô cơ) (thực tế có nhiều cấu trúc này)

- Việc tìm ra vật liệu mới đòi hỏi các yêu cầu về khả năng phát quang, truyền điện tử, phù hợp về mặt công nghệ với các in-c-c, bám dính tốt và bền vững là rất khó khăn.
- Hầu hết các vật liệu polymer và phân tử nhỏ có liên kết liên kết đơn electron, do đó liên kết có thể truyền qua liên kết đơn để phát quang mà không tái hợp với điện tử nào, hoặc tái hợp phát quang bằng phương pháp trực tiếp giữa các in-c-c.
- Bên cạnh đó, sự không cân bằng hạt điện tử còn dẫn đến tình trạng hạt điện tử tích tụ giữa các in-c-c, tạo ra vùng điện tích không gian, làm cản trở quá trình phun điện tử vào lớp vật liệu hữu cơ.

Khắc phục các nhược điểm đó, OLED hiện nay được chế tạo theo cấu trúc đa lớp, trong đó mỗi lớp có vai trò xác định, giúp nâng cao hiệu suất hoạt động của linh kiện.

Câu 3: Cấu trúc đa lớp gồm những gì, vai trò?

Gồm các lớp vật liệu cơ bản như trong cấu trúc đơn lớp có thêm:

- An-t
- HIL-HTL
- EML (lớp phát quang)

ETL- EIL

Cat t

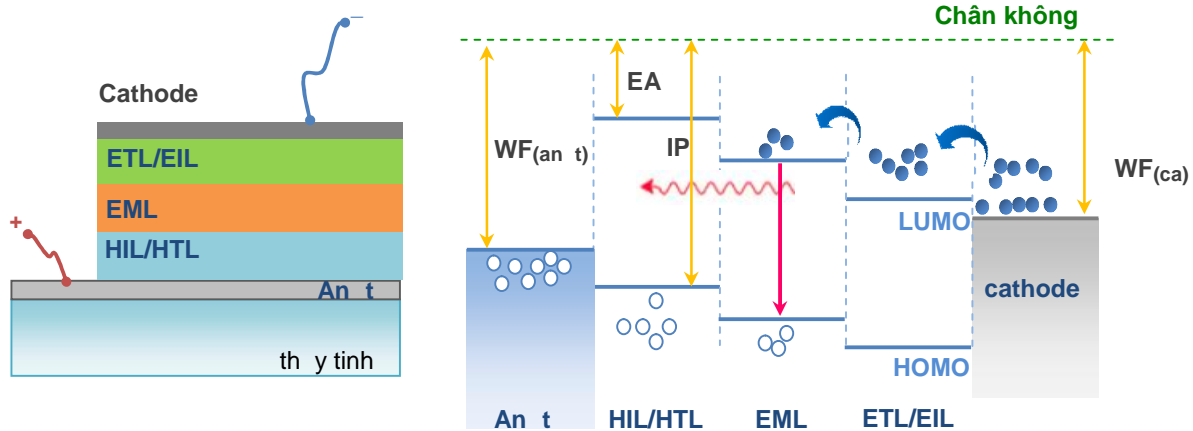
HIL (Hole Injection Layer) và EIL (Electron Injection Layer) là các lớp phụ có tác dụng tăng cường quá trình phun hạt tải các i n c c ,

HTL (Hole Transport Layer) và ETL (Electron Transport Layer) là các lớp vận tải có chức năng tăng cường sự truyền i n t và l t r n g .

Các hạt tải di chuyển qua các lớp này, hình thành các exciton kết cặp và tái hợp với nhau phát ra photon tới lớp phát quang EML (Electroluminescence Layer), có chức năng tăng cường sự phát quang, cũng như quyết định màu sắc ánh sáng phát ra của OLED.

Trong các cấu trúc hiện nay, người ta còn sử dụng thêm các lớp khóa electron và lỗ trống, đặt giữa các lớp EL/HTL và EL/ETL, theo thiết kế, nhằm giảm thiểu tổn hao năng lượng không phát quang, góp phần làm tăng hiệu suất và giảm thiểu các linh kiện.

Vì các lớp vận tải cho mỗi lớp phụ thuộc vào sự phù hợp với mức năng lượng, khả năng truyền dẫn hạt tải và tính chất phát quang cũng như bản (hóa, nhiệt, cơ ...) của OLED



Hình A II. 2 Cấu trúc vùng năng lượng của OLED điển hình.

Câu 4: Lựa chọn i n c c An t nh th nào thì tốt (câu này thay có h i c khánh (oled) l n tú (ITO)

an t óng vai trò cung cấp hạt tải trống cho OLED, nghĩa là “c a ngõ” cho ánh sáng phát ra, do đó đòi hỏi i v t li u th a 4 yêu c u sau:

• có khả năng dẫn i n t t

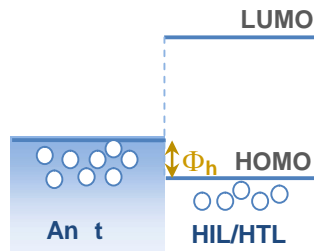
• trong suốt cao

=> các i n c c d n i n trogn suốt (TCO) như ITO, AZO, GZO ... phù hợp nhất cho việc sử dụng trong các thiết bị OLED cũng như trong các linh kiện quang - i n t khác (Solar cell, Detector ...).

- công thoát cao (c 5eV) nh m m b o s phun l tr ng vào l p v t li u h u c .

Gi i thích: i v i ch t bán d n h u c , linh ng c a l tr ng th ng cao h n linh ng c a i n t Do ó, vì c m b o l ng l tr ng phun vào có tác d ng làm cân b ng h t t i và t ng hi u s u t tái h p phát quang. Thông th ng các v t li u có tác d ng t ng c ng s phun và truy n l tr ng th ng có m c HUMO vào kho ng 5eV, do ó công thoát c a an t c ng ph i t giá tr x p x 5eV, t i thi u là 4eV.

- v t li u này c ng ph i m b o các yêu c u v n nh theo th i gian, b n v i nhi t và kh n ng k t dính v i các l p v t li u h u c khác c ph lên nó



Hình A II. 3 Ti p giúp An t và l p phun l tr ng

Câu 5 : v y dùng i n c c ITO thì có u gì và nh c gì?

u:

- ph bi n nh t trong s các TCO
- có th c ch t o b ng nhi u ppháp khác nhau (phún x (Magnetron, DC, RF ...), b c bay nhi t, b c bay chùm i n t , s d ng xung laser, ph ng pháp CVD, ph ng pháp nhúng (Deep-Coating)
- Màng ITO có truy n qua cao, g gh b m t th p.

H n ch

- i n tr su t khá cao (x p x 2.10^{-4} /cm),
- b m t ITO d ph n ng hóa h c
- công thoát c a ITO ch kho ng 4,5-4,8eV Các y u t này làm h n ch quá trình phun l tr ng, t ó làm gi m hi u s u t ho t ng c a OLED.
- sau khi c ch t o, màng ITO òi h i ph i c x lý nhi t nâng cao ch t l ng. Quá trình này không th c hi n c i v i màng ITO ph trên plastic (PET, PEN) do nhi t cao khi nung (>200°C) có th làm bi n d ng ho c phá h y .

- ✚ màng ITO ph trên th y tinh là s m d n c a th y tinh theo th i gian s làm gi m áng k c ng ánh sáng phát ra.

Kh c ph c

- ✚ nghiên c u ch t o các OLED phát x o, ngh a ánh sáng phát ra qua an t m t trên và cat t c ph lên th y tinh.
- ✚ Tr c khi c dùng làm i n c c màng ITO c x lý làm s ch và nâng cao ch t l ng

X lý b ng Plasma khí Oxi và UV – Ozone ho c b ng dung d ch axit ho c baz loãng nh Aquaregia, RCO Protocol ...x lý ITO b ng các ph ng pháp này giúp làm t ng công thoát, gi m i n tr b m t và g gh , t ó t ng c ng quá trình phun l tr ng và nâng cao hi u su t linh ki n.

Câu 5: dùng i n c c kim lo i đc ko?

- ✚ Có th s d ng các kim lo i ho c h p kim có công thoát cao (nh Au, Ag, Ni ...) làm An t trong các c u trúc OLED o thay cho ITO.
- ✚ B c, Niken, ... có công thoát cao so v i ITO, nh ng hi u su t phun h t t i th p do s xu t hi n c a các dipole b m t, làm t ng rào th trong ti p xúc kim lo i – h u c
- ✚ An t s d ng ZnO pha t p nhôm (AZO) có giá thành th p, màng sau khi ch t o có tính ch t khá t t (v i màng dày 200nm, g gh b m t kho ng 2nm, i n tr m t $30 \Omega/\square$ và truy n qua là 83%), không c n x lý nhi t nhi t cao nh ITO nh ng truy n qua ch a t t b ng ITO, công thoát th p ($\sim 4,2\text{eV}$), i n tr b m t cao ...),

L u ý v i plastic (trong màn hình oled)

Nhi t cao c a quá trình nung sau khi ch t o ITO có th làm h h i . kh c ph c nh c i m này, trong su t quá trình ch t o b ng ph ng pháp phún x RF trong môi tr ng khí Argon k th p v i Hydro

- ✚ c gi kho ng $60 \pm 5^\circ\text{C}$
- ✚ chân không c duy trì áp su t $\sim 2 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}$.
- ✚ S có m t c a h n h p khí Argon - Hydro trong môi tr ng giúp làm t ng d n i n, truy n qua c a màng ITO t o thành : i n tr m t x p x $25 \Omega/\square$, truy n qua là 83%
- ✚ t ng kh n ng bám dính c a màng và gi m thô b m t, m t l p m ng Acrylic c ph lên PET tr c t o màng ITO.

Câu 6: yêu cầu của lớp vật liệu phun (HIL) và truyền (HTL) lỗ trống

Vai trò

- + tăng cường quá trình cung cấp hạt này vào các lớp vật liệu khác, tránh làm giảm hiệu suất kéo dài thời gian sử dụng của linh kiện.
- + góp phần nâng cao sự cân bằng dòng hạt tải trong vùng phát, tránh làm tăng hiệu suất phát quang.
- + giúp giảm nguy cơ rò rỉ điện tích, góp phần tăng khả năng liên kết của điện tích tại các lớp vật liệu khác

Yêu cầu

- + phù hợp về mặt năng lượng điện tử và lớp phát quang. Nghĩa là mức HOMO của lớp này phải cao hơn công thoát của điện tử và thấp hơn mức HOMO của lớp phát quang, nhằm tạo điều kiện cho quá trình phun và truyền hạt tải.
- + nhiệt độ chuyển pha thấp của vật liệu HIL/HTL phải cao (như cao hơn, mức độ hoạt động của OLED).
- + Không hòa tan trong dung môi của vật liệu dùng làm lớp phát quang
- + có truyền qua cao

Một số vật liệu phun và truyền lỗ trống phổ biến :

- + Phức kim loại - Porphyrin (Copper Phthalocyanine – CuPc), mức HOMO 5,1eV
- + SAM - TPD : Một lớp mỏng ghép tiếp xúc TPD với các vật liệu vô cơ như TDP - SiCl₂ hay TDP - Si₂OMe
- + Các vật liệu vô cơ TiO₂, SiO₂

Câu 7: Lớp vật liệu phát quang (EML)

Nhiệm vụ tái hợp và phát ra ánh sáng.

Yêu cầu

- + mức độ phù hợp về mặt năng lượng điện tử với các lớp khác trong OLED, sao cho sự tái hợp điện tử hiệu quả nhất.
- + có hiệu suất phát quang cao (các electron và lỗ trống)
- + độ dày và vị trí thích hợp mức độ phát quang không bị đứt gãy.

- thảm yếu cấu trúc nhiệt (nhiệt chuyển pha tinh thể) và các tác nhân hóa học

Vật liệu sử dụng cho LED phát quang hiện nay

- PPV (phát ánh sáng xanh lá cây)
- CNPPV, MEHPPV (phát ánh sáng da cam)
- PFO (phát ánh sáng xanh lam)
- các dẫn xuất của PFO, Polythiophen (PTs) (phát ánh sáng ...).
- Vật liệu nghiên cứu và sử dụng phổ biến là Alq₃.

Câu 8: *Lớp truyền điện (ETL)*

Vai trò

- tăng cường quá trình truyền điện
- đảm bảo cân bằng điện tích
- làm giảm rào thế giữa cathode và EM.

Yêu cầu

- phổ dải cấm rộng
- độ linh hoạt ion hóa thấp
- độ linh hoạt điện tích cao ($> 5 \cdot 10^{-5} \text{ cm/Vs}$)
- độ bền nhiệt, hóa học
- có cấu trúc thích hợp với các vật liệu khác nhau để tối ưu hóa hiệu suất cho linh kiện

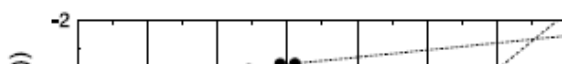
Các vật liệu truyền điện phổ biến hiện nay

- Phức hợp kim loại
- Các hợp chất Oxidazole
- Các hợp chất có chứa liên kết N = C (imine) quinoline, anthrazole, pyridine ...

Vật liệu truyền điện sử dụng phổ biến nhất là Alq₃.

(OLED sử dụng LED phát quang MEHPPV sử dụng Alq₃ làm lớp truyền điện có hiệu suất phát quang cao gấp 100 lần so với linh kiện LED phát quang MEHPPV)

Câu 9: *Chọn các chất nào, cho ví dụ*

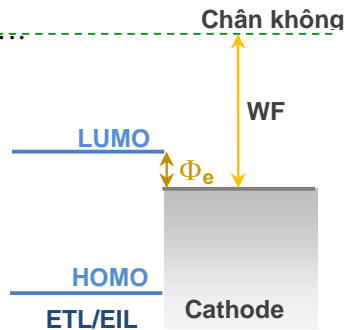


Tổng quát, vật liệu dùng làm cathode cần phải thỏa mãn các yêu cầu v

- độ bền

- khả năng liên kết với vật liệu hữu cơ

- bền (nhiệt, hóa học)..... Chân không



Hình A II. 4 Cấu trúc vùng năng lượng cathode tiếp giáp ETL/Cathode

- vật liệu làm cathode phải có công thoát thấp (mở rộng chênh lệch vùng năng lượng giữa công thoát cathode và mức LUMO của lớp tiếp giáp là nhằm tăng cường hiệu suất quá trình truyền điện)

- cathode phải có độ bền cao trong các cấu trúc OLED thông thường (ánh sáng phát ra qua anode) và truyền qua cao trong các cấu trúc OLED ngược

vật liệu phù hợp:

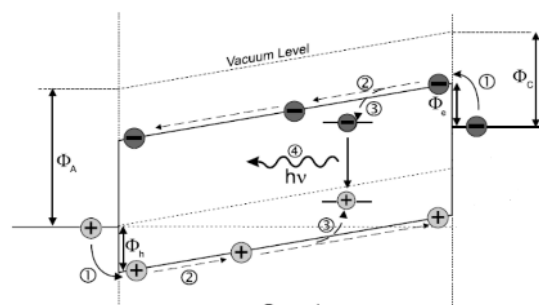
- các kim loại và hợp kim có công thoát thấp (như Mg, Ca, Al, Ba...) là phù hợp.

tuy nhiên chúng dễ bị oxy hóa và biến đổi trong không khí (đặc biệt là Ca, Ba...), làm giảm khả năng hoạt động và tuổi thọ của linh kiện

=> vật liệu nhôm mạ cathode phủ lên bề mặt cathode sau khi chế tạo nhằm giảm thiểu sự oxy hóa các chất hóa học trong môi trường

- vật liệu hợp kim nhôm: Mg - Ag, Li - Al; hợp chất của các kim loại kiềm như Li_2O , LiBO_2 , Cs_2CO_3 ... hay các muối CH_3COOM , với M là các kim loại kiềm như Li, Na, K, Rb, Cs

câu 10: nêu cấu trúc hoạt động của OLED



Hình A II. 5 Minh họa cơ chế hoạt động của OLED

Khi cung cấp điện thế, các hạt tải điện phun ra từ các điện cực di chuyển qua các lớp chức năng đóng vai trò trung gian quá trình truyền, hình thành cặp exciton kết hợp.

Trong vùng phát quang, cặp exciton tái hợp, phát ra photon có năng lượng $h\nu$, là ánh sáng mà chúng ta quan sát được (Hình A II.22).

Cơ chế hoạt động của OLED dựa trên 4 quá trình chính, bao gồm:

- Sự phun hạt tải điện các điện cực vào lớp vật liệu hữu cơ
- Quá trình truyền hạt tải điện
- Hình thành cặp exciton liên kết-trung gian
- Sự tái hợp cặp liên kết-trung gian và phát quang

Bài 2: ITO

Câu 1: Vì c l a ch n l ph ng pháp ch t o màng th ng đ a trên i u gì?

M i ph ng pháp u có nh ng c i m riêng, vì c l a ch n ph ng pháp ph thu c vào nhi u y u t khác nhau nh :

- Lo i v t li u t o màng
- Kích th c , v t li u
- Các tính ch t lý, hóa c n t c
- Tính n gi n trong ch t o

Câu 2: u i m c a Ph ng pháp phún x magnetron DC

- Nhi t th p, có th xu ng n nhi t ph òng
 - bám dính t t c a màng trên
 - V n t c ph cao, có th t 12 μm /phút
 - D dàng i u khi n
 - Các h p kim và h p ch t c a các v t li u v i áp su t h i r t khác nhau có th d dàng phún x
 - Ph ng pháp có chi phí không cao (n u tính u t ban u thì s cao)
 - Có kh n ng ph màng trên di n tích r ng,
- 2 câu màu theo th y là ch a úng l m

Câu 3: Yêu c u c a l màng trong su t d n i n (TCO) nói chung và ITO nói riêng

có truy n qua cao, s ph n x h ng ngo i cao và d n i n cao.

Ba yêu c u chính :

- + B r ng vùng c m l n h n 3,1 eV
- + D n i n b ng electron trong vùng d n và m t tr ng thái trong vùng d n ph i l n
- + Electron d n trong tinh th oxide có c b ng cách thay th các ion đ ng ho c ion âm b ng các ion khác lo i ho c t o thêm kho ng tr ng oxi ho c kho ng tr ng ion âm

Trong t t c các lo i màng TCO thì màng Indium tin oxide (ITO)

- + d n i n cao
- + truy n qua cao
- + tr v hóa h c
- + bám dính cao
- + có r n.

câu 4: c ch d n i n c a ITO

- + ITO t o t h n h p c a hai lo i b t oxide: Indium oxide (In_2O_3) và Tin Oxide (SnO_2), trong ó In và O là nh ng thành ph n c b n, thêm Sn nh là t p ch t donor
- + C ch d n i n c a ITO ch y u do các electron trong vùng d n. Nh ng electron này c sinh ra do có s pha t p donor ho c do s thi u oxi trong c u trúc màng
- + Khi pha t p ch t thì nguyên t t p ch t ph i có electron hóa tr l n h n ho c b ng 4, do nguyên t pha t p có 4 electron hóa tr s thay th cho m t nguyên t In có 3 electron hóa tr , khi ó th a m t electron hóa tr , ch c n m t nhi t n ào ó thì i n t c gi i phóng và chuy n ng t do trong tinh th và d n i n.

Câu 5: t i sao c n làm s ch bia tr c khi phún

- + thông th ng khi trong môi tr ng không khí b m t bia đ h p th t p ch t do ó c n c làm s ch tr c khi a vào ph .
- + Ngoài ra trong nhi u tr ng h p ph màng nhi u thành ph n, quá trình phún x t y b m t là c n thi t m b o s ng nh t v thành ph n nguyên t gi a màng ph và bia v t li u.
- + Th i gian t c s cân b ng tùy thu c vào v t li u bia và v n t c phún x .(th i gian phún x làm s ch kho ng vòng 3-10phút.)

Câu 6: Kho ng cách bia - nh h ng gì n i n tr su t

- + **Kho ng cách bia- quá g n:** s t o r a s b t ng nh t l n c a v n t c l ng ng trên , plasma phóng i n không n nh và b n phá ion tr nên quá l n. kho ng cách nh m c dù tác đ ng nhi t c a plasma cao h n nh ng hi u ng b n phá màng c a các ion ho c h t trung hòa n ng l ng cao ã làm t ng i n tr su t c a màng. V n này có th kh c ph c c n u màng nhi t cao trong th i gian dài sau khi ph ho c gi m công su t phún x . Tuy nhiên cách th c này không cho hi u qu v th i gian và v n t c l ng ng

- + . **V i nh ng kho ng cách l n h n s** va ch m v i các phân t khí ã làm t ng áng k i n tr su t.

Câu 7: nh h ng c a áp su t phún x

- + **T ng áp su t** Ar v n t c phún x gi m và i n tr su t c a màng t ng. S t ng i n tr su t do s gi m n ng i n t và linh ng.
- + **áp su t th p** h n h không th duy trì plasma phóng i n. Mu n ho t ng áp su t th p h n, c n có thêm các ngu n b sung h t mang i n nh phóng x , phát x nhi t i n t ho c s đ ng cách b trí các nam châm c bi t t i u hi u su t c a b y t , tuy nhiên i u này làm t ng thêm tính ph c t p và chi phí c a h t o màng.

Câu 8: nh h ng c a Công su t phún x

- + Công su t phún x quy t nh n v n t c l ng ng màng nhi t nh t nh, v n t c l ng ng c n có tr s thích h p cho màng tính ch t t t nh t.
- + s b n phá màng b i các ion trong quá trình phún x c ng nh hu ng l n n tính ch t i n. **Công su t quá l n, thì s b n phá c a ion làm gi m tính ch t i n c a màng.**

câu 9: nh h ng c a Nhi t

- ✚ **khí t ng nhi t** T_S thì gi m i n tr su t
- ✚ i v i ITO Khi $T_S > 150^{\circ}\text{C}$ có s chuy n pha t tr ng thái vô nh hình sang tinh th màng b t u tinh th hóa m nh.
- ✚ Tr ng thái k t tinh t t m t m t ã làm gi m tán x biên h t, nh ng quan tr ng h n là các nguyên t pha t p Sn c s p x p vào úng v trí thay th , ã kích ho t lên tr ng thái donor làm gia t ng n ng i n t t do trong màng.
- ✚ nh ng nhi t cao h n i n tr su t có xu h ng bão hòa và t giá tr th p nh t lân c n nhi t 350°C .
- ✚ Khi t ng nhi t cao h n n a, n ng và linh ng i n t gi m, i n tr su t b t u t ng do nh h ng c a ng su t nhi t gi a màng và , ho c do s bi n đ ng m nh c a th y tinh.

Câu 10 : nh h ng c a dày màng ITO

- ✚ **dày quá m** ng kích th c h t tinh th ch a l n nên tán x biên h t và tán x b m t óng vai trò quan tr ng. i n tr l n
- ✚ **màng càng dày i n tr su t càng gi m** và t i n t i giá tr n nh khi dày l n h n vài tr m nanomet. Khi t ng dày c u trúc màng t t h n, kích th c h t tinh th t ng làm gi m tán x b m t, gi m tán x biên h t.
- ✚ Các màng quá m ng truy n qua không cao do tán x b m t m nh
- ✚ Màng quá dày truy n qua ko cao do h p th quá l n.
- ✚ dày trong kho ng t 300 n d i 600 nm là phù h p

Câu 11: vai trò Khí Ôxi

- ✚ v i l ng ôxi thích h p linh ng c a i n t có th t ng l n do làm gi m s l ng sai h ng trong quá trình hình thành màng.
- ✚ khi t ng áp su t ôxi. Áp su t ôxi càng t ng n ng h t t i gi m r t nhanh , i n tr t ng, do s h p th oxi vào màng t o ra các tâm b y i n t

câu 12: nh h ng c a nhi t

- ✚ khi x lý nhi t, i n tr su t và truy n qua thay i m t cách rõ r t.
- ✚ n u màng dc t o nhi t th p h n nhi t k t tinh: thì khi s làm màng chuy n sang tr ng thái tinh th , c u trúc t t h n nên i n tr s gi m
- ✚ khi nhi t $T_n > 300^{\circ}\text{C}$ thì có s t ng l n nhanh c a i n tr su t. i u này cho th y khi màng ã tinh th hóa thì nung trong môi tr ng nhi u ôxi s d n n t ng i n tr do ôxi h p th trong biên h t và hình thành các tâm b y i n t đ n. Ngoài ra s bi n đ ng c a th y tinh nhi t cao c ng nh h ng n tính ch t c a màng.
- ✚ Trong tr ng h p ch t o màng nhi t phòng c n ph i nung m u trên 250°C cho tính ch t quang h c t t .

Câu 13: nh ng K t lu n

- ✚ Màng m ng ITO c ch t o b ng ph ng pháp phún x magnetron DC có trong su t c a màng trên 80% trong vùng kh ki n và trong su t này ph thu c không nhi u vào i u ki n ch t o.
- ✚ Nhi t tinh th hóa c a màng ITO trên 150°C .Nhi t khi ph màng hay nhi t trong không khí c n t giá tr trên 150°C thì màng ITO m i có tính ch t t t .

- ✚ Trong các i u k i n t i u v d n i n và trong su t, trong c u trúc tinh th , màng ITO luôn u tiên phát tri n nh h ng theo m t (400).
- ✚ S c ó m t c a ôxi trong thành ph n khí phún x v i áp su t riêng ph n l n h n 10^{-5} torr luôn làm gi m d n i n hay t ng i n tr su t
- ✚ i n tr su t th p nh t t c $\sim 1.1 \times 10^{-4}$ cm nhi t $\sim 350^{\circ}\text{C}$, trong i u k i n t i u:
 - ❖ Công su t 50 W
 - ❖ Áp su t Ar phún x 3×10^{-3} torr,
 - ❖ Kho ng cách bia là 5 cm
 - ❖ Và dày trên 300 nm.
- ✚ truy n qua quang h c trên 80% trong vùng $0.4 - 0.7 \mu\text{m}$, ph n trên 90% b c sóng l n h n $3 \mu\text{m}$.

Bài 3: ph ng pháp b c bay

M t s câu th y ã a ra trên l p mang tính nh tính

Ph ng pháp PVD

- L ng nóng h i vật l y (PVD) là qu i trình mang m ng vật l iu hình thành trên n i theo nh ng b oic sau:
 1. Vật l iu cần l ng nóng, n oic chuy n thành h i phòng ti n vật l y
 2. H i n oic chuy n ngang qua v ng áp su t th p t i nguồn n ien n i
 3. H i n oic tui trên n i và hình thành n ien mang.

B c bay n iet n ien tr i

• Vật l iu n oic: n oic nóng n i duy trì trạng th i h i. Th oic h iet d oit iet kh ng cao (10^{-7} torr)

Ưu ni m

- Mang coil th i l ng nóng d oit iet n oic cao $0.1 \div 2$ nm/s
- Nguyên t i bay b i n i nh i l oing th p (0.1 eV)
- T p b iet vaikh i d o th p
- Kh ng gây n iet cho n i
- N n gian, kh ng n iet
- Nhi u vật l iu kh c nhau (Au, Ag, Al, Sn, Cr, Ti, Cu...)
- Coil th i n iet n oic 1800°C
- Dòng n oic n iet: $200 \div 300$ A
- S iedung W, Ta hay Mo làm nguồn n iet

B c bay n iet n ien tr i

Gi i hạn

- Khoi ki m so t h p ch t
- B ied iet mang kh ng nóng n ien
- Khoi l ng nóng nh ng h oic sau
- S i hình thành h p kim v i nguồn vật l iu
- T p do kh i n iet d oit iet n ien tr i
- Kh ng th iet h p cho b c bay ph ien ng



Câu 1: Khác nhau gi a CVD và PVD

L ng đ ng pha h i vật l y là s n phẩm của pha h i ngưng tụ tạo ra bằng ph ng pháp vật l y, sau đ o h i này l ng đ ng lên trên để tạo thành m ng

Trong ph ng pháp CVD, pha h i đ uoc tạo ra bằng ph ng pháp hóa học. Vi c phủ lớp m ng đ uoc thực hi n nhờ quá trình l ng đ ng các cụm nguyên tử, phân tử hay ion thông qua các phản ng hóa học.

Câu 2: T i sao ph i là t o trogn chân ko:

- Ko b oxi hóa b i kkh i
- Thành ph n m ng s ít có ko kh i
- Chân ko cao (áp su t th p) s tr ng và ch m

Câu 3: gi i th iet các u i m

V b c bay b ng nhi t n ien Nguyên t i n n ng l ng h p 1eV s ít b n ph i h n các pp kh c

T p b n th p do chân ko cao, áp su t th p Do n ng l ng th p n ien ko gây nhi t cho

Câu 4: gi i th iet các nh c i m:

Khó ki m so t n ien m ng nhi u tphan thì ko dùng b c bay

Vđ tio₂ thì ko dùng b c bay ti và O₂ vì ko k p ph n ng

B dày ko u có th kh c ph c b ng tính toán

gi m t p kh i, thì che gi a m ng và , tang công su t t t cho nh ng n g t h p ph bay i

Yêu cầu của hệ bốc bay

Chân không

$\leq 10^{-6}$ torr

Nước giải nhiệt

Nguồn nhiệt

Buồng chân không

Laichân

Kiểm soát thời gian bắt đầu va chạm thực

Tốt nhất bốc bay nước tại trước bởi nhiệt của nguồn

Nguồn nhiệt

Hoạt động cao hoặc thể cao 1 ÷ 10 KW

Nguồn vật liệu làm nguồn nhiệt bốc bay

Nguồn nhiệt	Nhiệt nóng chảy (°C)
W	3380
Ta	3000
Mo	2620
Graphit C	3700
BN	2500
Al ₂ O ₃	2030

Câu 7: áp suất, hay chân không có ảnh hưởng như thế nào đến tốc độ bốc bay hay không?

Trả lời là có

rất khác nhau. Nhiệt độ bốc bay của vật liệu phụ thuộc rất mạnh vào áp suất, nó giảm theo chiều giảm của áp suất trong buồng chân không. Nói cách khác là chân không càng cao thì nhiệt độ bốc bay càng giảm.

Áp suất giảm thì nhiệt độ bốc bay sẽ giảm

Bảng 6.1. Thông số bốc bay nhiệt của các nguyên tố

Vật liệu bốc bay và hơi của chúng	Điểm nóng chảy	Nhiệt độ bốc bay (°C) tại 10 ⁻² Torr	Thuyết dãn / lá	Chén	Chú thích
Nhôm (Al)	659	1220	W	C, BN, TiB ₂ -BN	Tạo hợp kim với W, phản ứng với C
Antimon (Sb ₄ , Sb ₂)	630	530	Mo, Ta, Ni	Corun, BN, C	Hơi gồm nhiều nguyên tử, hiệu suất bốc bay thấp
Axsen (As ₄ , As ₂)	820	300	-	Oxit, C	Độc hại, thăng hoa, hơi lẫn các phân tử 2
Vật liệu bốc bay và hơi của chúng	Điểm nóng chảy	Nhiệt độ bốc bay (°C) tại 10 ⁻² Torr	Thuyết dãn / lá	Chén	Chú thích
Bari (Ba)	710	610	W, Mo, Ta, Ni	Kim loại	Không tương tác với thuyết
Bismut (Bi ₄ , Bi ₂)	271	670	W, Mo, Ta, Ni	Oxit, C, Kim loại	Hơi độc hại
Coban (Co)	1495	1520	W	Al ₂ O ₃ , BeO	Hợp kim hóa, bay hơi 30%
Đồng (Cu)	1084	1260	W, Mo, Ta	Mo, C, Al ₂ O ₃	Không hợp kim hóa
Gali (Ga)	30	1130	-	BeO, Al ₂ O ₃	Hợp kim hóa

Câu 5: tại sao cần gia nhiệt, lá chắn

Cần gia nhiệt cho buồng vì, 2 lần cần để bốc bay nóng cao su, ko gia nhiệt sẽ bốc nóng chảy => hỏng buồng

Lá chắn: khi kết thúc gia nhiệt cho buồng thì nhiệt, nung ko bay hơi sẽ đẩy nhiệt đi nơi khác

Câu 6: dùng thuyết, chén cho nhúng trong hợp kim nào, cho ví dụ các thành phần bay không thì nên dùng gì

Trả lời thì xem qua

Bốc bay trong chân không thấp đòi hỏi nhiệt độ nguồn bốc bay cao hơn, điều này thúc đẩy các phản ứng hóa học giữa nguồn bốc bay và vật liệu chén bốc bay (vật liệu chén). Thí dụ, khi bốc bay nhôm dùng thuyết điện trở W để nhận được hợp kim Al-W, nhiệt độ nóng chảy của hợp kim này thấp hơn hẳn so với nhiệt độ nóng chảy của W, do đó dẫn đến đứt thuyết khi chất nóng chảy nhôm còn chưa hòa hơi. Để khắc phục các hiện tượng phản ứng hóa học giữa nguồn và vật liệu chén, trong nhiều trường hợp, người ta sử dụng chén đựng vật liệu (chén được đặt trong thuyết). Các loại chén được chế tạo từ vật liệu có nhiệt độ nóng chảy rất cao, như oxit nhôm hay oxit bery, thory, zircony,... Chúng được gọi chung là vật liệu khó nóng chảy.

Dùng thuyết khi làm nguội vật liệu < 1gam

Dùng chén khi làm nguội vật liệu nhiều

Chén thường dùng là kim loại, oxit khó nóng chảy

Xem rõ hơn GT Vly mag m ng t trang 135

Nguyên tố	Điểm nóng chảy	Nhiệt độ bốc bay (°C) tại 10 ⁻² Torr	Thuyết dãn / lá	Chén	Chú thích
Gecmani (Ge)	940	1400	W, Mo, Ta	W, C, Al ₂ O ₃	Định thuyết W
Vàng (Au)	1063	1400	W, Mo	Mo, C	Hợp kim hóa với Ta, định thuyết W, Mo
Indi (In)	156	950	W, Mo	Mo, C	Nền dùng Mo
Mangan (Mn)	650	940	W, Mo, Ta	Al ₂ O ₃	Hợp kim hóa
Niken (Ni)	1450	1530	W, lá W phủ Al ₂ O ₃	Oxit khó nóng chảy	Hợp kim hóa
Paladi (Pd)	1550	1460	W, lá W phủ Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Thăng hoa chậm, hợp kim hóa
Platin (Pt)	1770	2100	W	ThO ₂ , ZrO ₂	Hợp kim hóa; Nền dùng chén
Silic (Si)	1410	1350	-	BeO, C, ZrO ₂	Hình thành SiO từ chén
Bạc (Ag)	961	1130	Mo, Ta	Mo, C	Thuyết Mo tốt nhất
Tantan (Ta)	3000	3060	-	-	Dùng chén tia điện tử

Vật liệu bốc bay và hơi của chúng	Điểm nóng chảy	Nhiệt độ bốc bay (°C) tại 10 ⁻² Torr	Thuyết dãn / lá	Chén	Chú thích
Thiếc (Sn)	232	1250	W, Ta	C, Al ₂ O ₃	Pha thuyết thuyết Mo
Titan (Ti)	1700	1750	W, Ta	ThO ₂ , C	Hợp kim hóa; dùng chén tia điện tử
Volfram (W)	3380	3230	-	-	Dùng chén tia điện tử
Vanadi (V)	1920	1850	Mo, W	Mo	Thăng hoa chậm
Molipden (Mo)	2620	2530	-	-	Dùng chén tia điện tử
Kẽm (Zn)	420	2400	W, Ta, Ni	Fe, C, Al ₂ O ₃	Thăng hoa nhanh, khuếch tán mạnh

Bọc bay nhiệt nện trời

Nhiệt độ quan trọng nhất (e.g. Au or Al) trên một cái nồi nấu người

Quá trình làm nóng mang:

1. Sôi chảy vật liệu bọc bay từ pha rắn sang lỏng rồi thành hơi do nhiệt nện trời
2. Sôi di chuyển của nguyên tử từ nguồn nện nện
3. Nguyên tử hấp phụ vào hình vi trên nện – kết tụ
4. Tính thể tích mang bằng các thông số quá trình.
5. Phát triển thành mạng liên tục

Sơ ảnh hưởng của chân không trong quá trình tab mang

1. Quang nóng từ do trung bình của nguyên tử hơi tăng khi chân không tăng
2. Tập của mang hay mức nóng giảm với chân không cao

Tính chất của bọc bay chùm nện trời

Phức tạp hơn bọc bay nhiệt nện nện nện

Coi thể nện nện nện 3000°C

Sôi dung nện bọc bay với nện bang Cu

Tốc độ nện nện $1 \div 10$ nm/s

Vật liệu bọc bay

- Mọi thời điểm nhiệt nện trời sôi dung

- Công với các kim loại sau:

- Ni, Pt, Ir, Rh, Ti, V, Zr, W, Ta, Mo

- Al_2O_3 , SiO, SiO₂, SnO₂, TiO₂, ZrO₂

Ưu điểm của bọc bay chùm nện trời

Coi thể làm nóng chảy vật liệu mà không gây tạp chất

Hộp kim coi thể làm nóng mà không gây phân ly

Thích hợp cho bọc bay phân nện

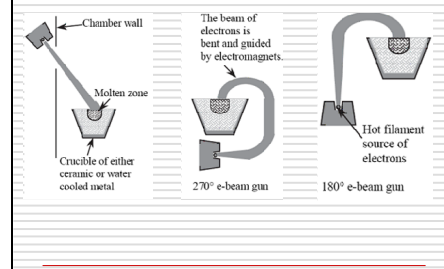
Câu 8: Tại sao phải dùng bọc bay chùm nện

Bọc bay nhiệt nện trời có hình thức bọc nện là: sự tác động giữa chén, thuy nện vện vện li u c n bọc bay khi nhiệt cao mà không có sự tiếp xúc, và nhiệt độ cao -> dùng bọc bay chùm nện

Câu 9: vì sao trong pp chùm nện dùng nện nện không có dung vện li u có nhiệt độ cao?

Dùng nện làm nện vì r d gia công, chùm nện t p trung nện s ko làm nóng nện, nện ko c n nhiệt độ cao

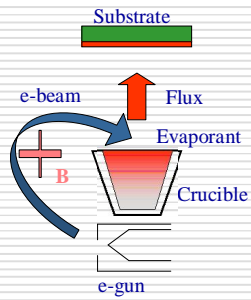
Nguyên lý bọc bay nhiệt chùm nện



Câu 10: Tại sao thường dùng Góc 270

do có ưu điểm chùm nện hit t li nện nh , nện ko nóng xung quanh

Bốc bay chum nien toi



- Súng nien toi sinh ra chùm nien toi 15 keV, dòng nang 0i dòng nien coi 100 mA.
- Chum nien toi bị lech ni 270° bởi toi trường, B.
- Nguồn nheät nhai nөөc coi niem noi (-5mm) trong vat lieu boc bay coi công suat lai 15 kV x 100 mA = 1.5 kW.
- Nang lööng nay nui lam noiing hau het cai vat lieu tren 1000° C.
- Nang lööng nheät nөөc niem khiem coi dòng nien toi

Hap thu

Hap thu lai soi dinh cua hat tren beimat

Hap thu vat lyi

Phan toi nap len beimat maät nong nang do bien thanh nheät khi nheät xoi tren beimat, nang lööng cua phan toi thap hon khong cho phep noi voot qua nang lööng ngööng can nei thoai ra khoi beimat.

Hap phu hoa hoc

Phan toi nap len beimat, phan öng hoa hoc nei hình thanh lien ket hoa hoc giöa noi voi nguyän toi nei

Ngöng toi

Phan toi boc bay nap len beimat coi thei

Hap phu vat lyi vai dinh vnh coi tren beimat nei

Hap phu vai khuech tan vong quanh beimat vai tim choi thich hop

Hap phu vai giai hap sau mot so lan toi tai tren beimat

Phan xai ngay lap toi khi tiep xuc voi beimat nei

Phan toi hoi toi coi nang lon hon nheät noi nong hoc cua beimat nei

N u chän ko th p, thì s có ko khí h p th trên b m t màng

Ho c là khi t o màng xong em ra ngoài thì c ng x y ra s h p th v t lý

Khí tr ít h p th trên b m t nên ng i ta th ng dùng khí tr trong bu ng cko

Nh v y tùy thu c vào n ng luoc của hat b c bay mà có th x y ra qua trình gì

Kiểm soát quá trình ngưng tụ

Quá trình ngưng tụ nước kiểm soát thông qua nhiệt độ cao

Nhiệt độ cao:

Tăng năng lượng nhiệt của phân tử hấp phụ

Làm ngắn thời gian tồn tại của phân tử hấp phụ trên bề mặt rắn

Tăng số khuếch tán bề mặt của phân tử hấp phụ

Ưu điểm:

Dùng nên hàng ngoại

Số lượng lớn trong nhiệt

Thuyết động học của khí

Nồng độ của khí: $n = PV/RT$

• Áp suất chuẩn, $n \sim 2.7 \times 10^{19}$ phân tử/cm³

• Áp suất chuẩn: 1 atm = 760 mmHg = 760 torr = 1.013×10^5 Pa

Quang phổ tới do trung bình (λ_p): Khoảng cách trung bình của một phân tử di chuyển trước khi va chạm với một phân tử khác.

$$\lambda_p = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{p(\text{Torr})}$$

	Áp suất (Torr)	Mật độ (cm ⁻³)	Quang phổ tới do trung bình
Khí quyển	760	2.7×10^{29}	0.07 μm
Chân không thấp	10^{-3}	3.5×10^{13}	50 mm
Chân không cao	10^{-6}	3.5×10^{10}	5 m
Chân không siêu cao	10^{-9}	3.5×10^7	50 km

Động phân tử

Động phân tử trên một đơn vị diện tích bề mặt trong một giây nước hình nghĩa là số phân tử của phân tử trên bề mặt

$$J = \frac{p}{\sqrt{2\pi m k T}} = \frac{3.513 \times 10^{22} p}{\sqrt{M T}} \quad (\text{phân tử/cm}^2 \cdot \text{s})$$

M: phân tử khối

Thời gian hình thành một lớp đơn nguyên tử

P: áp suất (Pa)

T: Nhiệt độ tuyệt đối

$$t = \frac{N_s}{J} = \frac{N_s \sqrt{2\pi m k T}}{p}$$

K: Hằng số Boltzman

m: Khối lượng của phân tử

N_s : Mật độ bề mặt (phân tử/cm²)

Câu 11: Tại sao phi cùng cấp ngưng tụ?

các nguyên tử bay chuyển động tự do (do có nhiệt độ cao) nên có vận tốc lớn vì vậy phi cùng cấp ngưng tụ nó khuếch tán tìm bề mặt phù hợp (bằng cách cấp nhiệt cho, thay vì công suất..)

Câu 12: phương pháp nhiệt nào tốt hơn?

nhiệt độ cao ngoài thì ít gây tác dụng bên ngoài bằng nhiệt độ cao (s bay hơi của nhiệt độ cao gây ra tác dụng này)

Câu 13: Tại sao khí áp suất thấp ngưng tụ nhanh hơn?

Quãng đường do chuyển động của áp suất thấp thì lambda giảm, các nguyên tử bay xa và chậm lại, do đó ngưng tụ nhanh hơn.

Động phân tử

Động nguyên tử hấp phụ lên một đơn vị diện tích bề mặt do khí do gây ra áp suất 10^{-6} Torr, nhiệt độ phòng

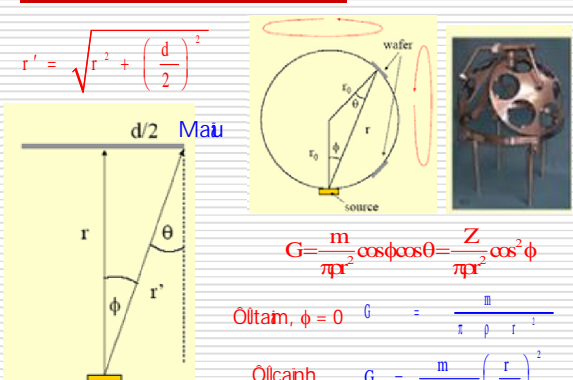
$$P = 10^{-6} \text{ Torr} = 1.3 \cdot 10^{-4} \text{ N/m}^2, M_{\text{H}_2\text{O}} = 18$$

$$J = 6.2 \cdot 10^{16} \text{ (phân tử/cm}^2 \cdot \text{s)}$$

Động khối lượng hấp phụ lên một đơn vị diện tích bề mặt

$$Z = m \frac{3.513 \times 10^{22} p}{\sqrt{M T}} = 5.833 \times 10^{-2} p \left(\frac{M}{T} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{g/cm}^2 \cdot \text{s})$$

Sôi biến nổi của beaday

$$r' = \sqrt{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$


$G = \frac{m}{4\pi r^2} \cos\phi \cos\theta = \frac{Z}{4\pi r^2} \cos^2\phi$

Ở tâm, $\phi = 0 \quad G = \frac{m}{4\pi r^2}$

Ở canh $G = \frac{m}{4\pi r^2} \left(\frac{r}{r'}\right)^2$

Câu 14: t i sao càng ra xa tâm b
 dày màng gi m? gi i thích vì sao ko
 b c bay v i đi n tích l n?
 Càng xa tâm , t c d/2 t ng thì r' t ng
 d n n dày gi m,
 Càng ra xa dày gi m, màng
 t ng i ng u thì ko dc l n
 quá

Toi nophan toinap len beamat mang

$$\alpha = 1 - \frac{Z_{Des}}{Z}$$

Z_{Des} : Toi noigiai hap
 Z : Toi nophan toinap len beamat mang

$\alpha = 1 \rightarrow$ Khí $O_2, H_2O, Cacbonhydrate$ phoi: (đau bom)
 $\alpha \ll 1 \rightarrow$ Khí trô, N_2, CH_4

Toi noinguyen toinap len beamat mang:

$$Z = Z(p, T, m) = \frac{p}{\sqrt{2\pi k_B m T}}$$

Ta th y h s dnh c a oxi va n c b ng
 cao, nên d h p th h n so v i khí tr
 Khí tr có h s dnh r t nh

$$\frac{dh_{film}}{dt} = J \left(\frac{M_{film}}{\rho_{film} N_A} \right)$$

Vat lieu tap mang: Al, $m = 4,5 \cdot 10^{-26}$ kg

Toi noi Al: $0,05 \text{ nm/s} = 3 \cdot 10^{19} \text{ at/m}^2 \cdot \text{s}$

Tap Oxy $m = 5,3 \cdot 10^{-26}$ kg

Nhiet noi 300 K

Ap suat khí nen, voi 1% O_2 lien ket voi mang trong quaitrinh lang hong

$$\frac{Z_{O_2}}{Z_{Al}} = 10^{-2} = \frac{1}{3 \cdot 10^{19}} \frac{p}{\sqrt{2\pi k_B m_{O_2} T}}$$

$$p = 10^{-2} \cdot 3 \cdot 10^{19} \sqrt{\frac{1}{2\pi k_B m_{O_2} T}} = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}$$

Thời gian cần một lớp đơn nguyên tối thiểu phủ trên bề mặt:

$$\tau = \frac{l}{\alpha A Z}$$

A: Diện tích bề mặt khí phủ

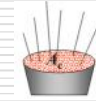
$$A = 1 \text{ \AA}^2 = 10^{-16} \text{ cm}^2$$

Áp suất $3 \cdot 10^{-5}$ torr bề mặt một giây bề mặt hình thành lớp đơn

Tốc độ bay hơi

Tốc độ bay hơi

$$J = \frac{A_c}{4\pi r^2}$$



Tốc độ hình thành mạng

$$J_m \frac{A_c}{4\pi r^2 \rho} = Z \frac{A_c}{4\pi r^2 \rho} = \frac{p_v}{\sqrt{2\pi m k T}} \frac{m A_c}{\rho 4\pi r^2}$$

$$v = \frac{p_v}{\rho} \frac{A_c}{4\pi r^2} \sqrt{\frac{m}{2\pi k T}}$$

Deposit Al (2.7 g/cm^3) at $r = 40 \text{ cm}$ from 5 cm diam. crucible heated to 1100°C (cf T_{melt}) $p_{\text{Al,vap}} \approx 10^{-3} \text{ Torr}$,

$p_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-5} \text{ Torr}$
(this is not good)

$$A_c = \pi \left(\frac{5}{2}\right)^2$$

Compare arrival rate of Al and H_2O at substrate... and calculate film growth rate

$$J_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{(10^{-5}/760) \times 10^5}{\sqrt{2\pi \times (0.025 \text{ eV} \times e) \times (18/N_A)}} = 4.8 \times 10^8 \frac{\text{molecules}}{\text{m}^2 \text{ s}}$$

$$J_{\text{Al}} = \frac{(10^{-3} \times 10^5/760)}{\sqrt{2\pi \times (1373 k_B) \times (27/N_A)}} \left(\frac{A_c}{4\pi r^2}\right) = 1.76 \times 10^{18} \frac{\text{atoms}}{\text{m}^2 \text{ s}}$$

$$v = \frac{p_{\text{vap}}}{\rho_m} \frac{A_c}{4\pi r^2} \sqrt{\frac{m_{\text{source}}}{2\pi k_B T_{\text{source}}}} \approx 10^{-11} \text{ m/s} \quad \text{slow!}$$

Leave shutter closed so initial Al deposition can get O_2 and H_2O .

Also, better done at lower $p_{\text{H}_2\text{O}}$ or higher deposition rate.

Tốc độ bay hơi của chất lỏng

$$Z = Z(p, T, m) = \alpha \frac{p_v - p}{\sqrt{2\pi k_B m T}}$$

p_v : Áp suất hơi của nguồn vật liệu phủ ở nhiệt độ

α : Hệ số bay

$$p_v = p_0 \exp[-(E_v / (k_B T_0))]$$

T_0 : Nhiệt độ của nguồn

p_0 : Áp suất hơi ở nhiệt độ phòng

Định luật Raoult

Hỗn hợp kim A-B là chất lỏng lý tưởng

$$W_{AA} = W_{BB} = W_{AB}$$

Áp suất hơi trong chất lỏng luôn nhỏ hơn trạng thái nguyên chất của nó

$$p_A^* < p_A$$

$$p_A^* = X_A p_A$$

p_A Áp suất hơi của A nguyên chất

Trường hợp không lý tưởng

$$p_A^* = \gamma_A X_A p_A$$

γ_A Hệ số hoạt tính

Định luật Raoult

$$\frac{Z_A}{Z_B} = \frac{\gamma_A X_A p_A}{\gamma_B X_B p_B} \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

Lãng nóng Al - 2%wtCu ở nguồn nhiệt 1350K

$$\frac{Z_{\text{Al}}}{Z_{\text{Cu}}} = \frac{98 M_{\text{Cu}}}{2 M_{\text{Al}}}$$

Hệ số $\gamma_{\text{Cu}} = \gamma_{\text{Al}}$


$$\frac{p_{\text{Al}}}{p_{\text{Cu}}} = \frac{10^{-3}}{2 \cdot 10^{-4}}$$

$$\frac{X_{\text{Al}}}{X_{\text{Cu}}} = \frac{98(2 \cdot 10^{-4}) \sqrt{63.7}}{2(10^{-3}) \sqrt{27}} = 15$$


Can tỷ lệ mol của Al:Cu là 15:1

Các Mode tăng trưởng


Bac thang:
 Hộp mang giẻ mang varietot
 Tham cốt
 Khuyết tật cao
 Nở rộng bac thang ngắn




Lớp trên lớp (Frank-van der Merwe):
 Hộp mang giẻ mang varietot
 Tham cốt
 Khuyết tật thấp hơn dạng bac thang



Stranski-Krastanov:
 Hình thành lớp nón rồi sau đó 3D
 Tham cốt
 Hình thành ốc sên



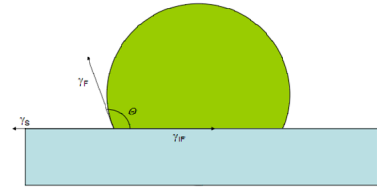
Volmer-Weber:
 Bật ngẫu 3D
 Không tham cốt, càng be mặt cao
 Gai ghe be mặt nhanh



Năng lượng be mặt

Sợi phát triển tinh thể ở nhiệt độ cao thấp hay tốc độ nổi: quai cao sẽ tạo nên gai ghe be mặt - sợi phát triển ở: nấp 3

Sợi phát triển tinh thể ở nhiệt độ cao hơn hay tốc độ nổi: thấp hơn cho be mặt mang phẳng – sợi hình thành m tổng lớp hay ở: nấp 2 chiều



Năng lượng tiếp giáp

□ Một sợi vật liệu có enthalpy âm khi trộn với một vật liệu khác sẽ hình thành hợp chất. Lớp tiếp giáp mang vai trò có thể có vai trò nền nguyên tử

Nhiệt độ nổi

Nhiệt độ nổi và dòng hồi lượng nóng là các nhân đầu tiên hình thành nên hình thái be mặt mang

Nhiệt độ nổi thấp hay dòng lượng nóng cao hình thành nên pha nhiệt nóng bên bên

Sợi trộn lẫn vật liệu và phân tách sẽ ở tiếp giáp có thể nổi: khối trong quá trình hình thành mang ở nhiệt độ thấp

Chỉ tiết hùn: phụ thuộc tính chất vật liệu như nhiệt nóng chảy, sợi không hợp mang...

Bán b n là tinh thể ch a hoàn chỉnh

Tinh thể tiếp giáp

Mang vai trò epitaxy

Nếu mang vai trò có cùng cấu trúc tinh thể và hàng sợi mang thì mang hợp mang với nó

Nguồn lượng nóng

Nguồn bức xạ: Năng lượng của nguyên tử tới có 1 eV, nguyên tử có một lỗ trống nên năng lượng sẽ tan xạ trên be mặt mang

Nguồn phun xạ: Nguyên tử nên có năng lượng có vai trò eV. Năng lượng lớn gây phá vỡ liên kết tiếp giáp với mang, vì năng lượng nui lớn nên phải có liên kết trong một sợi vật liệu rắn.

Nguồn PLD: tổng từ nguồn bức xạ, năng lượng nguyên tử tới ở trạng thái nên có kích thích cao.

3.1.4. Epitaxy lớp nguyên tử

Từ "epitaxy" có nguồn gốc từ tiếng Hy Lạp, nghĩa đen là trái. Trong công nghệ vật liệu linh kiện bán dẫn, epitaxy là phương pháp mọc màng từng lớp. Chúng ta đã quen với khái niệm này, thí dụ khi chế tạo diốt phát quang (LED) vô cơ GaP, GaAs, các lớp giàu hạt tải loại n hay p được mọc bằng phương pháp epitaxy. Đó là kỹ thuật epitaxy từ pha lỏng, mỗi một lần "trái", chiều dày có thể tăng lên đến vài hoặc vài chục micro-mét. Trong kỹ thuật lắng đọng pha hơi vật lý, epitaxy cũng có nghĩa là mọc màng, nhưng quá trình mọc được khống chế chính xác đến từng lớp nguyên tử. Vì vậy chúng

Khí nền

Chân không thấp ($>10^{-7}$ mbar) khí chưa sôi nước. Hơi nước hấp phụ trên bề mặt có thể làm tăng hoạt tính nóng của nguyên tố bề mặt và oxy có thể liên kết trong mạng hình thành.

Chân không cao (10^{-9} mbar $< p < 10^{-7}$ mbar): Sợi điện của CO và CO₂ trên bề mặt mạng có thể chiếm ưu thế trong quá trình phát triển mạng.

Khí có thể giúp phá vỡ bề mặt trở thành bề mặt.

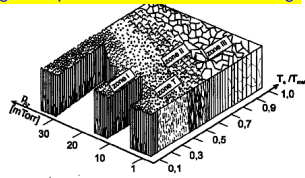
Chất hoạt tính bề mặt

Chất hoạt tính bề mặt liên kết mạnh với vật liệu mạng hơn với bề mặt hình Volmer-Weber bị khử.

Chất hoạt tính bề mặt có thể thay đổi hình thái bề mặt để hình thành nên mạng phẳng.

Mô hình cấu trúc vùng của quá trình hình thành mạng

Mô hình cấu trúc vùng của quá trình hình thành mạng



Vùng	Nhiệt độ	Khuếch tán	Những quá trình khác	Cấu trúc
I	$T < 0.2 - 0.3 T_m$	Giới hạn		Hạt nhỏ và rời rạc nhiều khoảng trống
T	$T < 0.2 - 0.5 T_m$	Bề mặt	Tại hình thành mầm trong suốt quá trình phát triển	Hạt xếp có kích thước hơn, ít khoảng trống
II	$T < 0.3 - 0.7 T_m$	Bề mặt	Sự di chuyển biến hạt	Hạt có cấu trúc cốt
III	$T < 0.5 T_m$	Khối vật bề mặt	Tại kết tinh	Hạt lớn

Câu 15: i v i v t li u quang xúc tác nên ch n vùng nào theo mô hình c u trúc màng

D a vào b ng ta th y

i v i v t li u quang xúc tác thì c n x p , do ó vùng thích h p là vùng T

Quá trình hình thành mạng (3 giai đoạn)

1. Sản sinh ra những loại nguyên tố phân tử hay ion thích hợp

2. Những loại hạt này di chuyển nên bề mặt thông qua môi trường

3. Ngồi trên bề mặt hoặc trực tiếp hoặc thông qua phản ứng hóa học hay liên kết

• Các loại hạt này mất thanh phần vận tốc theo hướng vuông góc nên va đập phụ thuộc vào vận tốc bề mặt nên (liên kết yếu)

• Loại hạt hấp phụ không cân bằng với loại hạt khác và di chuyển trên bề mặt cho nên khi phản ứng với loại hạt khác

Những nguyên tố hấp phụ hình thành nên mầm

• Nằm tiếp tục phát triển cho nên lúc đạt bán kính tối hạn, nghĩa là khi nó chung bề mặt nhiệt độ hoặc, gọi là hạt nhân

Giai đoạn tạo mầm

Ngõng tui tòi hoi quai baò hoa

$$\Delta G = \frac{4}{3}\pi r^3 \Delta G_v + 4\pi r^2 \gamma$$

$$\Delta G_v = -\frac{KT}{\Omega} \ln\left(\frac{p_v}{p_s}\right)$$

ΔG_v : lannang lờng tòi do theátich, vary lannang lờng beamat

p_v : Áp suất hoi quai baò hoa,

p_s : Áp suất hoi cân bang

Ω : Theátich nguyeh tòi

Giai đoạn tạo mầm

Dang tổng tòi:

$$\Delta G_v = -\frac{KT}{\Omega} \ln(1+S)$$

$$S = (p_v - p_s)/p_s$$

Noi voi quaitrinh tao mam ΔG_v am, $p_v > p_s$, $S > 1$

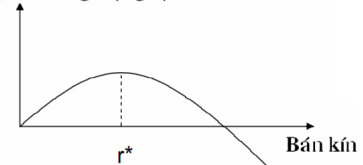
Nang lờng tòi do tòi han ΔG^* vaibain kính tòi han r^*

$$\frac{d\Delta G}{dr} = 0 = \frac{d}{dr} \left(\frac{4}{3}\pi r^3 \Delta G_v + 4\pi r^2 \gamma \right)$$

$$r^* = -\frac{2\gamma}{\Delta G_v}$$

Giai đoạn tạo mầm

Sự thay đổi năng lượng tự ΔG



$$\Delta G^* = \frac{16\pi\gamma^3}{3(\Delta G_v)^2} \text{ Hang rào năng lượng hiệu dụng cho}$$

Câu 16: Ý nghĩa của năng lượng tự do gibbs

Năng lượng tự do gibbs (delta G): phản ánh thì m i có s t o m m và hình thành màng dc

Ví dụ: t o màng kim lo i trên th y tinh có t t ko, có bám dính dc ko

tr l i câu h i này c n tính n ng l ng t do gibbs, xem có âm hay ko

**Nh ng bài khác mình ang xem
S b sung sau hihi**

Bài 4: phún xạ

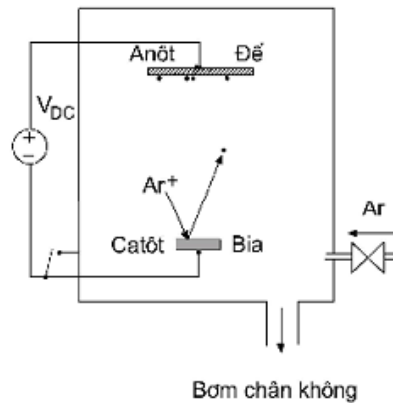
Câu 1:

5. Nguyên lý phún xạ cao áp một chiều và cao tần, so sánh ưu và nhược điểm của hai loại phún xạ trên?

a) Phún xạ cao áp một chiều

Trong phún xạ cao áp một chiều, người ta sử dụng hệ chỉnh lưu điện thế cao áp (đến vài kV) làm nguồn cấp điện áp một chiều đặt trên hai điện cực trong chuông chân không (hình 7.1). Bia phún xạ chính là catốt phóng điện, tùy

thuộc vào thiết bị mà diện tích của bia nằm trong khoảng từ 10 đến vài trăm cen-ti-met vuông. Anốt có thể là đế và/hoặc toàn bộ thành chuông chân không. Khoảng cách catốt-anốt ngắn hơn rất nhiều khoảng cách nguồn-đế trong bốc bay chân không và thường là dưới 10 cm. Trong các khí trơ, argon được sử dụng để phún xạ nhiều hơn cả, áp suất của nó được duy trì trong chuông cỡ 1 Torr. Plasma trong trường hợp này được hình thành và duy trì nhờ nguồn điện cao áp một chiều. Cơ chế hình thành plasma giống cơ chế phóng điện lạnh trong khí kém. Điện tử thứ cấp phát xạ từ catốt được gia tốc trong điện trường cao áp, chúng ion-hóa các nguyên tử khí, do đó tạo ra lớp plasma (đó là trạng thái trung hòa điện tích của vật chất mà trong đó phần lớn là các ion dương và điện tử). Các ion khí Ar^+ bị hút về catốt, bắn phá lên vật liệu làm bật các nguyên tử ra khỏi bề mặt catốt. Tuy nhiên, hiệu suất phún xạ trong trường hợp này là rất thấp. Ngày nay phương pháp phún xạ cao áp một chiều mà không sử dụng magnetron hầu như không được sử dụng trong công nghệ chế tạo màng.



Hình 7.1. Sơ đồ hệ phóng điện cao áp một chiều (DC-sputter)

b) Phún xạ cao tần

Thực ra, trong tiếng Anh thuật ngữ này là Radio-Frequency sputtering, nghĩa là phún xạ tần số radio, một dải tần số cao, cho nên chúng ta quen dùng từ cao tần để nói về phương pháp “phún xạ tần số radio”. Điện áp đặt trên điện cực của hệ chân không là nguồn xoay chiều tần số từ 0,1 MHz trở lên, biên độ trong khoảng 0,5 đến 1 kV. Trên hình 7.2 là sơ đồ hệ thiết bị phún xạ cao tần có tụ điện làm việc theo cơ chế phóng điện trên đĩa song song. Phổ biến nhất ngày nay là nguồn cao tần có tần số 13,56 MHz. Mật độ

So sánh hai loại trên

Phún xạ cao tần có nhiều ưu điểm hơn so với phún xạ cao áp một chiều, thí dụ điện áp thấp, phún xạ trong áp suất khí thấp hơn, tốc độ phún xạ lớn hơn và đặc biệt phún xạ được tất cả các loại vật liệu từ kim loại đến oxit hay chất cách điện. Plasma trong phún xạ cao tần được hình thành và duy trì nhờ nguồn cao tần, cũng giống như quá trình ion hóa xảy ra trong phún xạ cao áp. Tuy nhiên, ngày nay phún xạ cao tần riêng biệt cũng không còn được sử dụng bởi hiệu suất phún xạ vẫn còn chưa cao. Người ta sử dụng magnetron để khắc phục nhược điểm này.

Câu 2:

- i. Vì sao sử dụng magnetron trong phún xạ cao áp một chiều và cao tần lại nâng cao hiệu suất phún xạ, khả năng phún xạ. Nêu lĩnh vực ứng dụng của phún xạ magnetron?

c) Magnetron

Magnetron là hệ thiết bị tạo ra phóng điện trong điện trường có sử dụng nam châm. Ngay từ những năm 70 magnetron đã được thiết kế sử dụng trong các hệ phún xạ cao áp và cao tần để tăng tốc độ phún xạ. Magnetron là sự phóng điện tăng cường nhờ từ trường của các nam châm vĩnh cửu (hoặc nam châm điện) đặt cố định dưới bia/catốt (hình 7.3). Như đã mô tả ở phần trên, với cấu hình của điện cực trong cả hai phương pháp phún xạ đều có điện trường vuông góc với bề mặt bia. Nhưng với magnetron chúng ta còn thấy từ trường của các nam châm tạo ra đường sức vuông góc với điện trường (có nghĩa là

song song với mặt phẳng của bia). Vì thế, từ trường được tập trung và tăng cường plasma ở vùng gần bia. Magnetron áp dụng vào trong cả hai trường hợp phún xạ đều có tác dụng nâng cao hiệu suất bắn phá ion, và do đó, tốc độ phún xạ được cải thiện rất nhiều. Nói chung, sự phóng điện magnetron với việc kích thích bằng cao áp một chiều hay cao tần có hiệu suất cao hơn hẳn so với trường hợp phóng điện không dùng bẫy điện tử (nhờ từ trường của các nam châm).

Magnetron phẳng trong phún xạ cao áp thường làm việc trong áp suất khí argon 0,5 đến 30 mTorr và điện thế từ 300-700 V, mật độ dòng ion trên catốt đạt 4 đến 60 mA/cm². Nếu không dùng magnetron điện thế phải nâng cao lên đến 5-7 kV (gấp 10 lần) mà tốc độ phún xạ vẫn chưa đạt giá trị như trong phương pháp magnetron.

Magnetron phẳng trong cao tần làm việc ở điện thế thấp hơn (thường là đến 500 V) so với phún xạ cao tần khi không sử dụng bẫy điện tử. Mặc dù magnetron cao tần chỉ cho hiệu suất bằng nửa hiệu suất của magnetron cao áp một chiều, nhưng nó rất cần thiết để phún xạ các vật liệu cách điện.

Câu 3: nêu ưu nhược của phun xạ

7.2.1. Ưu điểm và nhược điểm của phương pháp phun xạ

a) Ưu điểm:

- Tất cả các loại vật liệu đều có thể phun xạ, nghĩa là từ nguyên tố, hợp kim hay hợp chất.
- Bia để phun xạ thường dùng được lâu, bởi vì lớp phun xạ rất mỏng.
- Có thể đặt bia theo nhiều hướng, trong nhiều trường hợp có thể dùng bia diện tích lớn, do đó bia là nguồn “bốc bay” rất lớn.
- Trong magnetron có thể chế tạo màng mỏng từ bia có cấu hình đa dạng, phụ thuộc vào cách lắp đặt nam châm, bia có thể thiết kế theo hình dạng của bề mặt đế (hình côn hoặc hình cầu).
- Quy trình phun xạ ổn định, dễ lặp lại và dễ tự động hóa.
- Độ bám dính của màng với đế rất tốt.

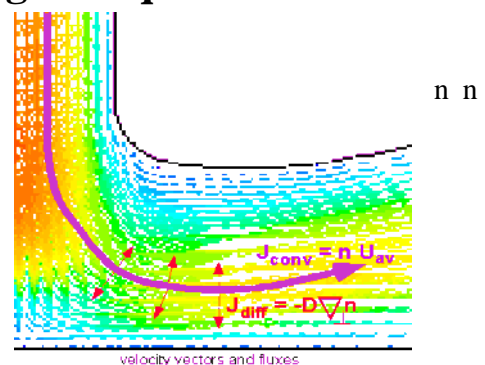
b) Nhược điểm

- Phần lớn năng lượng phun xạ tập trung lên bia, làm nóng bia, cho nên phải có bộ làm lạnh bia.
- Tốc độ phun xạ nhỏ hơn nhiều so với tốc độ bốc bay chân không.
- Hiệu suất về năng lượng thấp, cho nên phun xạ không phải là phương pháp tiết kiệm năng lượng.
- Bia thường là rất khó chế tạo và đắt tiền.
- Hiệu suất sử dụng bia thấp (không sử dụng được hết, nhiều khi do bia giòn, cho nên dễ bị nứt dẫn đến hỏng sau số lần phun xạ chưa nhiều).
- Trong nhiều trường hợp, không cần đến nhiệt độ để, nhưng nó luôn bị đốt nóng.
- Các tạp chất nhiễm từ thành chuồng, trong chuồng hay từ anốt có thể bị lẫn vào trong màng.

Bài 5: PECVD

Câu 1: Nguyên nhân nào hình thành màng plasma qua trình vận chuyển ion (tổ màng)

đồng thời lưu không thể vận chuyển xuống
số lượng hình thành màng plasma đồng
khuyếch tán do chênh lệch nồng độ các ion
trong đồng thời.



Đồng khuếch tán tuân theo những luật sau

nh luật Fick 1: $J = -D \frac{dn}{dx}$ dành cho các quá trình langmuir

nh luật Fick 2: $\frac{\partial C}{\partial t} = -D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ dành cho các quá trình khuếch tán

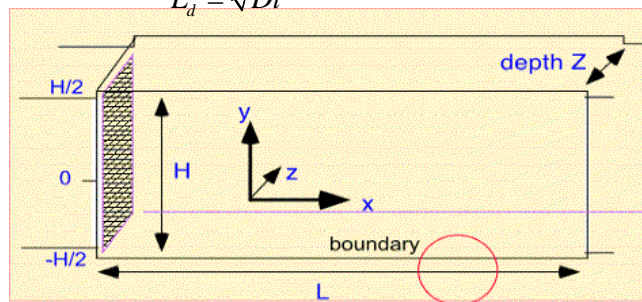
Trong đó D là hệ số khuếch tán và có tính toán công thức

$$D = \sqrt{\frac{k_B T}{\pi^3 m P a^2}}^{3/2}$$

• Hệ số khuếch tán của những nguyên tử khí trong buồng plasma.

• Quá trình khuếch tán còn phụ thuộc chiều dài khuếch tán, đó là chiều dài mà qua đó nồng độ giảm đi một nửa và nó tính theo công thức

$$L_d = \sqrt{Dt}$$



• Quá trình langmuir trong plasma pháp CVD còn phụ thuộc rất nhiều vào cấu trúc của buồng plasma.

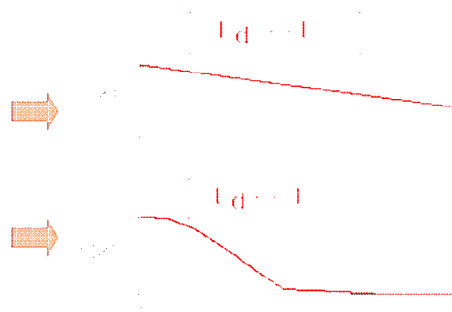
+ Nếu chiều dài khuếch tán của vật chất nhỏ hơn nhiều so với chiều dài của buồng thì sẽ chênh lệch về nồng độ vật chất vào và ra không nhiều.

+ Nếu chiều dài khuếch tán lớn bé hơn nhiều so với chiều dài của buồng thì sẽ phân bố nồng độ theo chiều dài của buồng có sự thay đổi đáng kể.

• $L_d \ll L$: nồng độ giảm không đáng kể trong buồng.

• $L_d \approx L$: nồng độ giảm rất nhanh theo hàm $\exp(-x/L_d)$ trong buồng.

→ "DOWN STREAM DEPLETION"



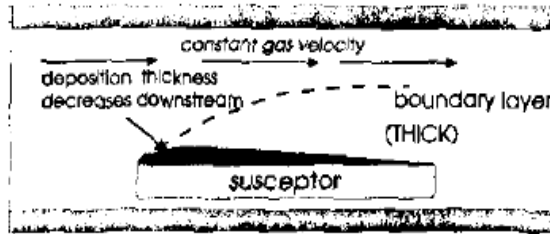
Câu 2: vì sao tạo màng trong CVD phụ thuộc nhiều vào góc nh視

Sự phân bố biên nhiệt độ sẽ hình thành các màng mỏng.

Nhất các vị trí khác nhau trong buồng có sự thay đổi về gradient các vị trí góc nh視 khác nhau, vì vậy dòng khuếch tán đi xuống các vị trí khác nhau trong buồng là khác nhau.

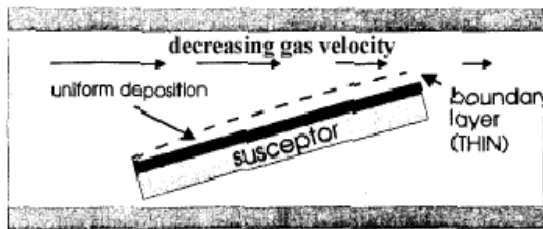
n u ta n n n m ngang theo tr c c a bu ng ph n ng th ì màng s có dày không ng u.

kh c ph c i u này trong khi ch t o màng m ng b ng ph ng pháp CVD ng i ta hay n n nghiêng m t góc so v i tr c, góc nghiêng này còn tùy thu c nhi u vào dày c a các l p biên



(a)

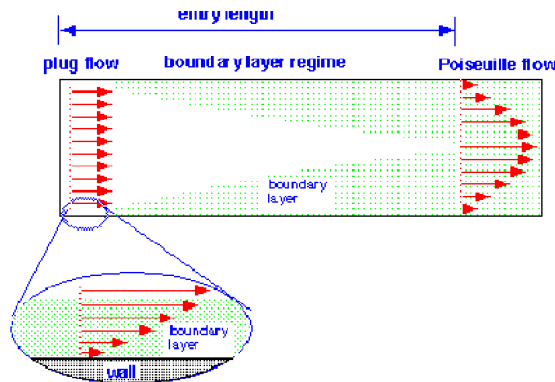
Càng vào sâu trong bu ng, l p biên càng dày → gradient n ng càng nh → dày màng không ng u.



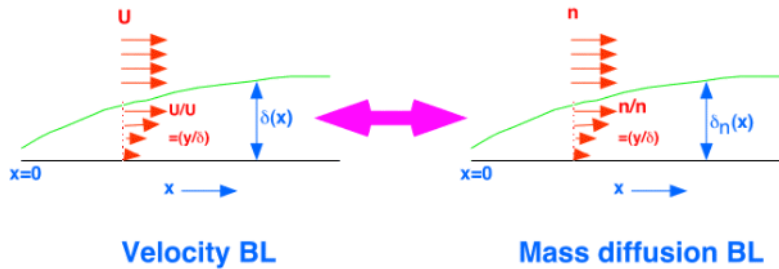
(b)

t n n nghiêng song song v i b m t l p biên → làm gi m dày l p biên → màng có dày u h n.

Gi i thích thêm s hình thành l p biên c hình thành do s ma sát gi a dòng khí và thành bu ng t o ra profile v n t c



nh trên hình. Trong khi ó l p biên n ng l i do s h p ph c a b m t thành bu ng và gây nên s thay i n ng gi a các l p, t o nên dòng khuỵ ch tán i t dòng khí mang v t ch t n n n. Profile n ng có hình d ng t ng t profile v n t c.



câu 3: H ng s Renold và Thông s Damkohler có ý ngh a nh th nào trogn ppCVD

a) Hệ số Reynolds

$$Re = \frac{\rho u L}{\mu} = \frac{u L}{\nu}$$

Trong đó: μ là độ nhớt động lực học của chất lỏng.

ν là độ nhớt động học của chất lỏng.

u là vận tốc trung bình của dòng chảy.

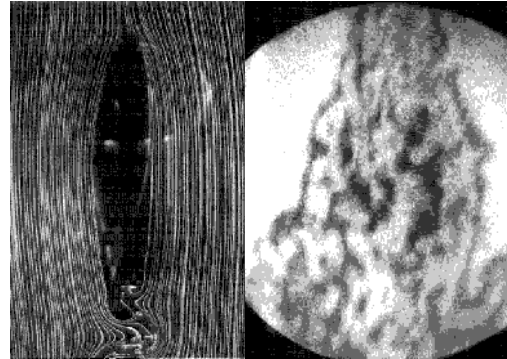
L là chiều dài đặc trưng của ống.

ρ là khối lượng riêng của chất lỏng.

μ là độ nhớt động lực học của chất lỏng.

Trong trường hợp dòng chảy tầng ($Re < 10$), vận tốc của chất lỏng phân bố parabol. Trong trường hợp dòng chảy rối ($Re > 10$), vận tốc của chất lỏng phân bố gần như đồng đều.

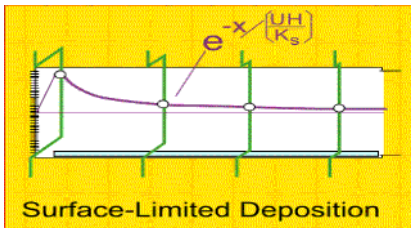
⇒ chất khí này không thể dùng để nghiên cứu quá trình lắng đọng màng theo phương pháp CVD.



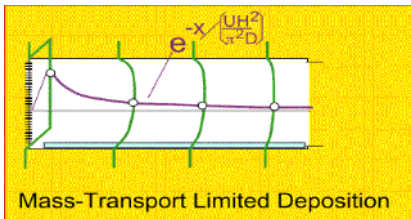
Thông số Damkohler

Thông số này chỉ ra vai trò quyết định của quá trình khuếch tán và phản ứng trong quá trình lắng đọng màng. Nó được tính bằng tỷ lệ giữa tốc độ tiêu thụ tại bề mặt và tốc độ khuếch tán đến bề mặt.

$$Damkohler = \frac{\text{consumption at surface}}{\text{diffusion to surface}} = \frac{K_s C}{DC/H} = \frac{K_s H}{D}$$



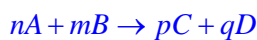
Dam no. << 1: tiêu tán << khuếch tán → vận tốc phản ứng tỉ lệ thuận với vận tốc dòng chảy → “Differential Reactor”



Dam no. >> 1: tiêu tán >> khuếch tán → vận tốc khuếch tán quyết định vận tốc lắng đọng → “Starved Reactor”

Câu 4: khi nào quá trình lắng đọng màng bị dừng lại? Vì sao?

Xét một phản ứng như sau:



Nguyên lý nhiệt động học tính toán

Hệ số cân bằng

Nguyên lý nhiệt động học và thế năng tự do Gibbs và thế năng tự do Gibbs của các chất phản ứng và sản phẩm. Nguyên lý nhiệt động học của nó

$$K = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^n [B]^m} = \exp\left(-\frac{\Delta G}{RT}\right)$$

✚ n u cho $\Delta G < 1$ thì ph n ng d dàng x y ra

✚ n u $\Delta G > 1$ thì ph n ng khó x y ra,

=> khi ó ta ph i thay i các thông s ch t o nh thay i nhi t (vì n ng l ng gibbs ph thu c nhi t

Ng i ta c ng xét v h s cân b ng, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

✚ n u h s cân b ng $K \gg 1$ thì ph n ng x y ra hoàn toàn

✚ n u $K \ll 1$ thì ph n ng khó có th x y ra.

Câu 4: yêu c u c u i v i Ch t g c- precursor trogn CVD là gì?

✚ Yêu c u i v i ch t g c trong ph n ng CVD là ph i b n i v i môi tr ng trong phòng thí nghi m,

✚ trong quá trình ph n ng ph n ng c x y ra hoàn toàn mà không kèm theo b t c ph n ng ph nào.

✚ Màng t o c b i ch t g c có tinh khi t cao, d ch t o m àng thì ch t g c ph i có bay h i th p.

Câu 5: nguyên t c PECVD

PECVD ho t ng d a theo nguyên t c c a ph ng pháp CVD nh ng c ki m soát ch t ch b i các thông s sau ây:

° Nhi t : làm t ng t c ph n ng b m t và c ki m soát b i ngu n nhi t t bên ngoài.

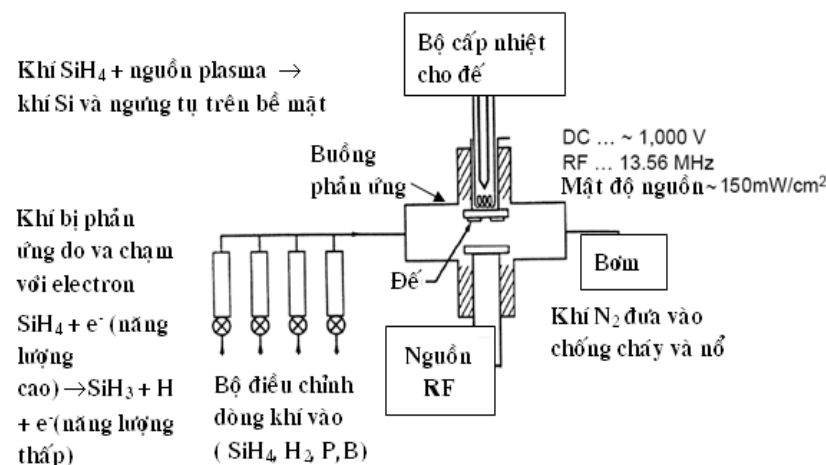
° T c dòng khí : m t dòng khí cao h n có th t ng t c ph d n n tính ch t màng s bi n i.

° Áp su t: làm thay i m t ph , t ng áp su t có th d n n các ph n ng hóa h c trong khí.

° Môi tr ng truy n óng vai trò r t quan tr ng, nh h ng n t c l ng ng và tính ch t c a màng. Môi tr ng plasma là m t u th l n c a ph ng pháp PECVD.

° Th i gian l ng ng: quy t nh dày c a màng.

Hình 1.18 minh h a s h th ng ho t ng c a m th PECVD :



Hình 1.1: S h th ng ho t ng c a h PECVD.

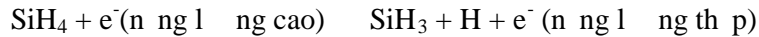
Câu 7: . Plasma và vai trò của plasma:

Plasma dùng trong PECVD là dạng plasma phóng điện khí (glow – discharge). Dạng plasma này có hình thành khi gas anốt và katốt có mặt khi điện trường xác định. Điện trường cung cấp hình thành và duy trì plasma có thể tần số DC hay RF.

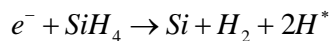
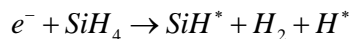
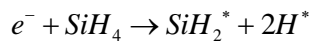
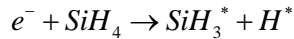
Plasma đóng vai trò ion hóa các precursor tạo ra các gốc tự do và là môi trường truyền các gốc tự do khuếch tán xuống .

Quá trình hình thành các gốc tự do do điện tích trong plasma:

Khí SiH₄ do điện tích trong plasma sinh ra khí Si và gốc tự do trên bề mặt. Khí bốc lên ngược dòng và chuyển electron về phía điện cực như sau:



Quá trình va chạm trên cho thấy khi mật độ electron có năng lượng cao và chuyển động phân tán làm phân ly phân tử SiH₄ thành hai gốc tự do SiH₃ và H. Riêng SiH₃ là gốc trung hòa có mặt electron chếm bảo hòa chính vì thế chúng làm cho các gốc tự do di động phân tử electron này trở về trạng thái bão hòa. Do đó, các phân tử gốc tự do có năng lượng cao hơn các tác nhân khác rất nhiều lần làm tăng tốc độ phân tử gốc tự do quá trình tạo màng. Điện tích là mật độ phân tử tạo thành các gốc tự do trong quá trình PECVD dùng precursor SiH₄:



Quá trình khuếch tán xuống :

Các gốc tự do sinh ra trong môi trường plasma chuyển động ngẫu nhiên và bị hấp thụ trên bề mặt . Sự hấp thụ này làm cho nồng độ gốc tự do tại bề mặt nhỏ hơn trong plasma dẫn tới sự hình thành mật độ gradient nồng độ gốc tự do trong plasma, các gốc tự do sẽ liên tục khuếch tán xuống như gradient nồng độ .

d. Hấp thụ :

Hình thức hấp thụ vật lý và hấp thụ hóa học xảy ra khi gốc tự do di chuyển xuống . Khi nồng độ hấp thụ tại bề mặt tăng lên hình thành lớp màng.

- Nếu tốc độ hấp thụ lớn hơn nhiều so với khuếch tán thì tốc độ lắng đọng sẽ quy định bởi quá trình khuếch tán.

- Nếu tốc độ hấp thụ nhỏ hơn nhiều so với khuếch tán thì tốc độ lắng đọng sẽ quy định bởi hình thức hấp thụ .

Bởi vì khi dòng khí gas có bên van có thể tích vào buồng plasma (buồng lắng đọng). Tùy theo mục đích tạo màng mà đưa dòng khí vào, nếu tạo màng Si:H thu nhận thì cần khí SiH₄ và H₂, pha tạp lưu huỳnh thì thêm P, pha tạp lưu huỳnh thì thêm B. Tỷ lệ giữa các

khí được chọn theo yêu cầu thực nghiệm. Trong buồng lắng đọng plasma màng. Ngoài ra còn có bộ phận cung cấp nhiệt cho đế và nguồn RF tạo và duy trì plasma trong quá trình lắng đọng. Bộ phận bơm chân không tạo môi trường chân không cao trong buồng. Khí N₂ dùng làm loãng sản phẩm plasma trong quá trình lắng đọng và đẩy chúng ra ngoài, an toàn cho công nhân.