

Processo de Deposição de Filmes Finos

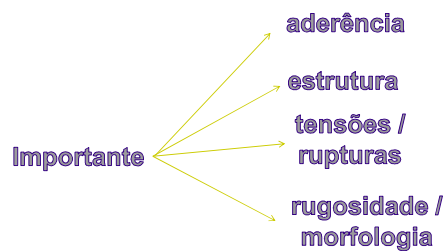
CTFF2011 – Posmat
Prof. Humberto

Deposição

↑
Transporte

↑
Geração

Formação de Filmes



Processo de Deposição de Filmes Finos

O que acontece quando os átomos ou moléculas da fase vapor encontram uma superfície ?

6 etapas

Etapas da deposição de filmes:

0. geração

=> etapa prévia, evaporação da fonte, geração de material

Etapas da deposição de filmes:



1. adsorção

=> átomos chegam, interagem com a superfície e aderem (fracamente)

Etapas da deposição de filmes:



2. difusão na superfície

=> átomos movimentam-se entre os sítios superficiais

Etapas da deposição de filmes:



3. incorporação

=> ligações químicas são estabelecidas ou novas camadas são formadas soterrando os átomos adsorvidos

Etapas da deposição de filmes:



4. nucleação

=> átomos adsorvidos encontram-se e estabelecem ligações

Etapas da deposição de filmes:



5. estruturação

=> Com a união de vários núcleos forma-se o filme e a estrutura atômica é definida.

Etapas da deposição de filmes:



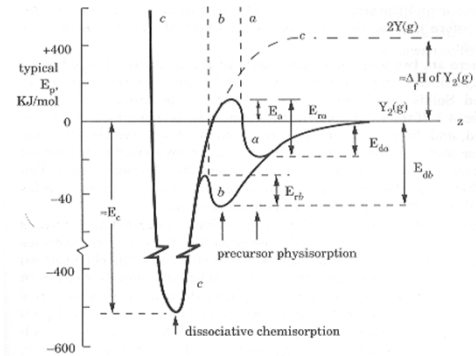
6. difusão de fase sólida

=> após o término da deposição pode haver difusão de espécies

2. difusão

- átomos ou moléculas se movimentam pela superfície
- difundem alguma distância, antes de serem incorporados pelo filme.

13



Adsorção (fisorção) ↔ Ligação (quimisorção)

Adsorção (fisorção) ↔ Ligação (quimisorção)

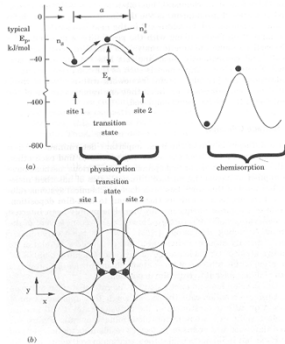


Figure 8-4 Surface diffusion: (a) potential energy vs. position x along the surface, and (b) typical adsorption sites on a surface lattice.

comprimento de difusão na superfície (cm)

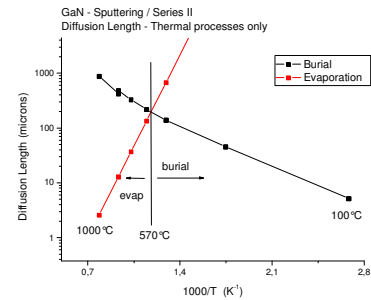
$$\Lambda = a \sqrt{\frac{v_{os} n_o}{J_r}} \cdot e^{-E_s / 2RT}$$

regime de soterramento (burial)

comprimento de difusão na superfície (cm)

$$\Lambda = a \sqrt{\frac{v_{os}}{v_{oc}}} \cdot e^{(E_c - E_s) / 2RT}$$

regime de desorção (evaporação)



4. nucleação

- **Agregação inicial na superfície do substrato**
- Possível: existência de sítios especiais mais ativos para adsorção – crescimento preferencial

19

Regimes de crescimento

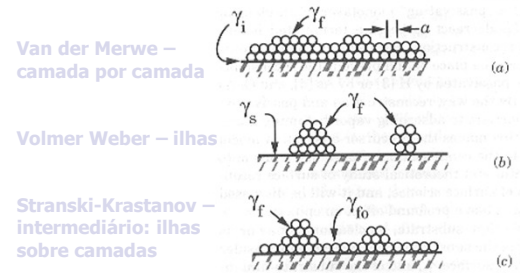
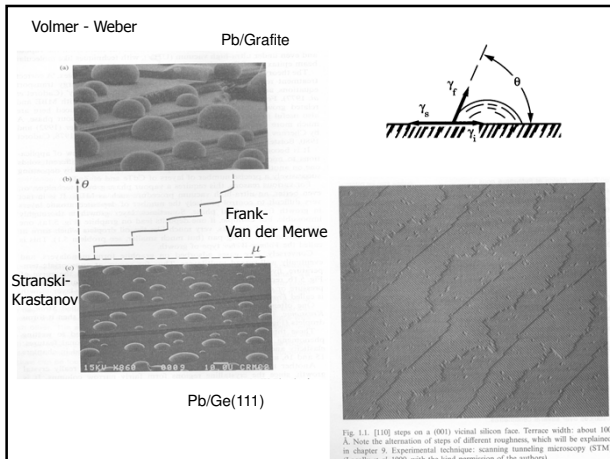


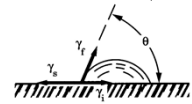
Fig. 5.8 Film growth modes: (a) Frank-Van der Merwe (layer), (b) Volmer-Weber (island), and (c) Stranski-Krastanov.

20

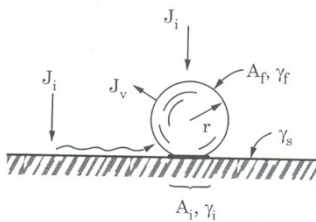


Nucleação 3D - Modelo Capilar

- Importância da tensão superficial

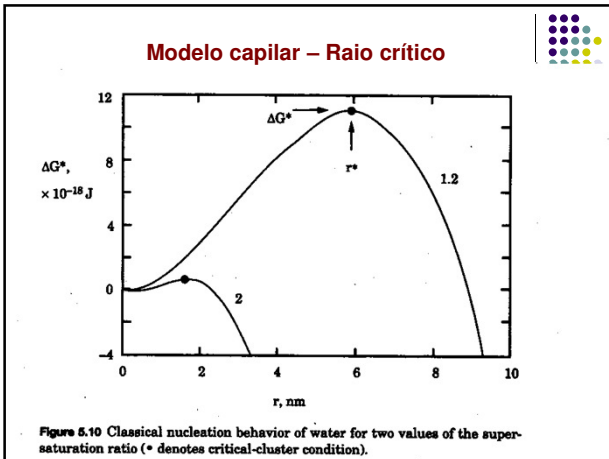


$$\mu_v - \mu_c = RT \ln \frac{p}{p_v} = RT \ln \frac{J_c}{J_v}$$



$$\Delta G = -(\mu_v - \mu_c) \frac{V}{V_{mc}} + \gamma_f A_f$$

$$\Delta G = -RT \ln(p/p_v) \left(\frac{4/3 \pi r^3}{V_{mc}} \right) + \gamma_f 4\pi r^2$$



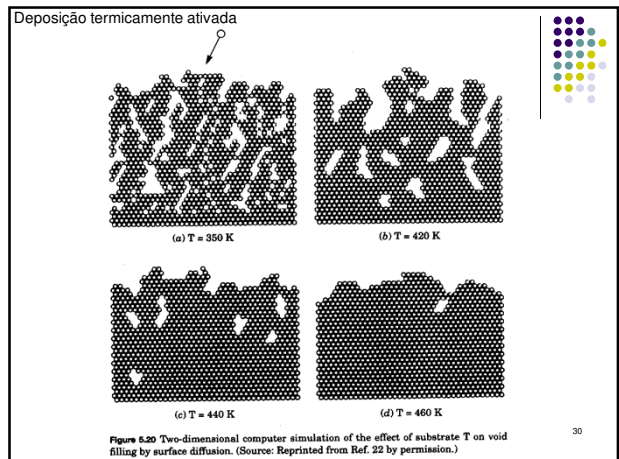
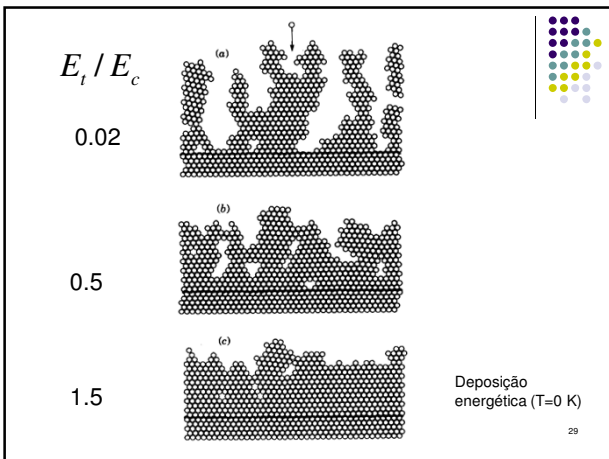
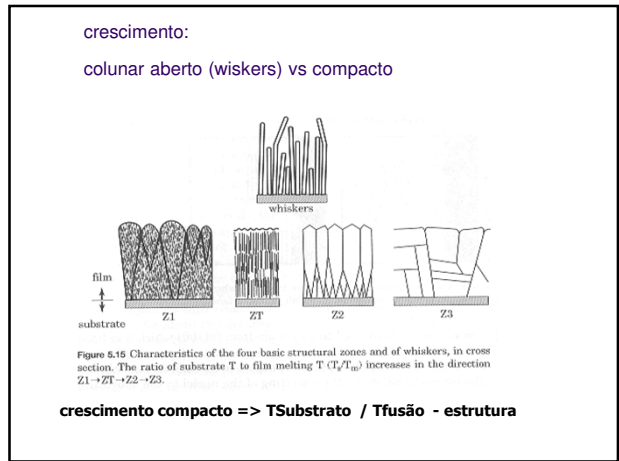
Raio crítico

$$r^* = \frac{2\gamma_f}{\left(\frac{RT}{V_{mc}}\right) \cdot \ln\left(\frac{p}{p_v}\right)}$$

Etapas da deposição de filmes:

5. estruturação

=> Com a união de vários núcleos forma-se o filme e a estrutura atômica é definida.



Problema – 5.1 Smith



- Uma molécula tem coeficiente de condensação $\alpha_c = 0.2$ para deposição de um filme em sua própria fase sólida. Para esta molécula quais são os valores máximo e mínimo dos coeficientes de crescimento?

$(\delta, S_c, \eta, \gamma)$

31

