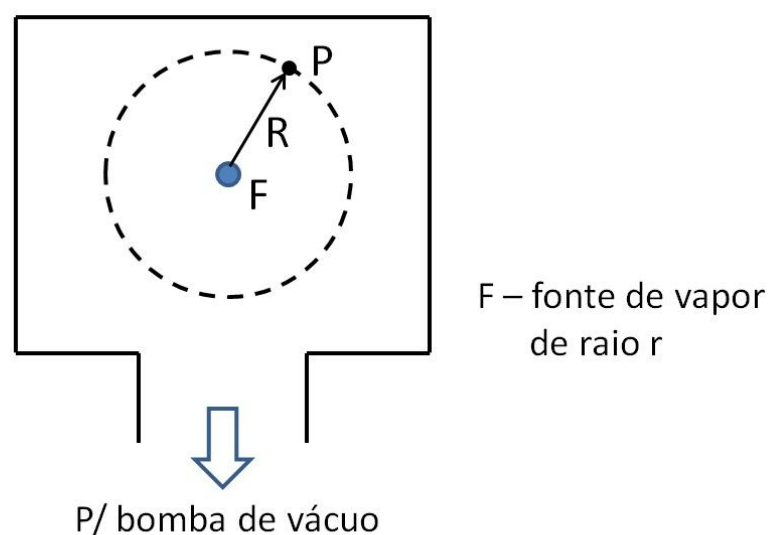


EVAPORAÇÃO DE UMA FONTE ESFÉRICA

No processo de deposição por evaporação térmica (DET), assim como nos demais processos de deposição a vácuo, o filme resulta da condensação do vapor, proveniente de uma ou mais fontes, na superfície de um substrato. Dependendo das diversas exigências sobre detalhes tais como morfologia, estrutura, composição elementar e química dos filmes, varia a sofisticação dos sistemas de deposição empregados.

Em DET, um importante ponto a lembrar é a necessidade de alto, ou mesmo ultra-alto vácuo, no ambiente de formação do filme de modo que as moléculas evaporadas, ao percorrerem a distância fonte-substrato, tenham uma baixa probabilidade de colisão (e conseqüentemente de dispersão) com as moléculas dos gases residuais. Equivale dizer: é necessário que o livre caminho médio das moléculas da atmosfera residual seja muito maior que a distância fonte-substrato. Nessas condições, evidentemente, a trajetória da molécula, da fonte ao substrato, é uma reta.

Um exemplo simplificado de um sistema de deposição por evaporação térmica é mostrado no esquema da figura abaixo., Consiste de uma câmara em alto vácuo e de uma fonte esférica de raio r que por aquecimento se evapora e cujo vapor se condensa no substrato, originando o filme. O substrato é uma pequena calota esférica localizada no ponto P, concêntrica com a esfera tracejada de raio R . Algumas equações pertinentes ao processo de deposição são deduzidas abaixo.



Câmara de alto vácuo com fonte de vapor

Sendo r o raio da fonte, o número total de moléculas evaporadas da fonte por segundo é,

$$(dN/dt)_{\text{tot}} = 4\pi r^2 (dN/dt)_{\text{evap}} = 4\pi r^2 \times 3,5 \times 10^{22} s P_V / (MT)^{1/2} \quad (1)$$

com P_V (Torr), M (massa de 1 mol, g) e T (K). Esse número é o mesmo que cruza, por segundo, a esfera imaginária de raio R .

Portanto, o número de moléculas evaporadas, em $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ que são adsorvidas na pequena calota é

$$(dN/dt)_{\text{ads}} = 3,5 \times 10^{22} s P_V (r/R)^2 / (MT)^{-1/2} \quad (2)$$

À esta última expressão chamamos de taxa de condensação ($\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$), ou de adsorção, do vapor calota. O parâmetro s é também chamado de *probabilidade de adesão*. Disso resulta a taxa de deposição em moléculas $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Outras duas taxas são frequentemente empregadas:

taxa de deposição em $\text{g cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

taxa de crescimento em cm s^{-1} .

A primeira é obtida multiplicando-se a Eq. (2) pela massa m de uma molécula(g); a segunda por m/ρ onde ρ é a densidade do filme em g cm^3 .

Resumindo, teremos na calota no ponto P:

taxa de deposição de moléculas em $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

$$(dN/dt)_{\text{dep}} = 3,5 \times 10^{22} P_V(r/R)^2 s (MT)^{-1/2} \quad (3)$$

taxa deposição em $\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$

$$dG/dt = 3,5 \times 10^{22} P_V(r/R)^2 s (1/N_0)(M/T)^{1/2} \quad (4)$$

onde N_0 é o número de Avogadro

taxa de crescimento em cm s^{-1}

$$dh/dt = 3,5 \times 10^{22} P_V(r/R)^2 s (1/\rho N_0)(M/T)^{1/2} \quad (5)$$

A determinação da *massa total* depositada por segundo num substrato – não só o da figura acima, mas em qualquer substrato – implicaria no emprego da taxa da Eq. 4, além da área do substrato e do conhecimento de uma expressão para a essa taxa em função da posição no substrato. Isso depende, evidentemente, das dimensões e forma do substrato e de seu posicionamento em relação à fonte de vapor.

Importante lembrar que a existência de simetria esférica no exemplo da figura acima facilitou o tratamento matemático que levou às taxas de deposição e crescimento dos filmes. Comumente, nos sistemas de deposição por evaporação térmica, a ausência de simetrias, além de diversos parâmetros envolvidos no processo, dificultam a determinação de expressões teóricas que permitam prever tais taxas.