

Chapitre IV revêtements par voie sèche –couches minces (partie2)

IV.4 Techniques de dépôts chimiques en phase vapeur

La technique de dépôt chimique en phase vapeur, ou “Chemical Vapor Deposition” (CVD), consiste à provoquer des réactions chimiques entre plusieurs gaz ou vapeurs pour former un dépôt solide sur un substrat chauffé. Elle s'effectue en général dans un four dans lequel on introduit les espèces réactants. Les composés volatils du matériau à déposer sont éventuellement dilués dans un gaz porteur et introduit dans une enceinte ou sont placés les substrats chauffés. Cette réaction chimique nécessite un apport de chaleur du substrat, réalisé soit par effet joule, induction, radiation thermique ou laser.

Dans cette technique, plusieurs paramètres entrent en jeu (température, pression, présence d'un plasma, nature des produits volatils, etc.). La température nécessaire pour provoquer les réactions chimiques dépend du type de réactants utilisés et du type de réactions désirées.

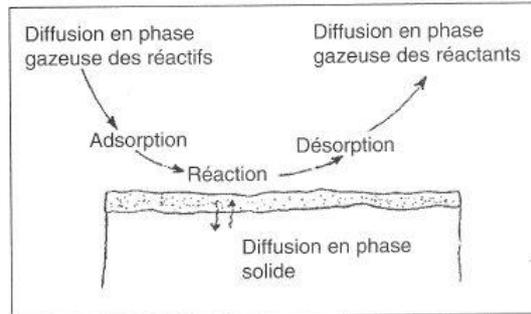
Cette température est souvent très élevée, de l'ordre de 800 °C-1000 °C. Cependant, elle peut être considérablement réduite en abaissant la pression de travail (on parle alors de “Low-Pressure Chemical Vapor Deposition” (LPCVD)), qui permet des dépôts à basse pression ; l'augmentation de la pression fait appel à la technique HPCVD (High Pressure Chemical Vapor).

IV.4.1 Principe

Dépôts Chimiques en Phase Vapeur

Chemical Vapor Deposition CVD

Principe : déposition d'un ou plusieurs composés volatils d'une phase vapeur sur un substrat à revêtir à haute température (entre 900°C et 1100°C).



Dépôt chimique résulte de :

- réactions de déplacement
- de réductions ou oxydations
- de dissociations (dismutations) de précurseurs gazeux (chlorures ou fluorures)

IV .4.2 Procédés

Techniques de dépositions CVD

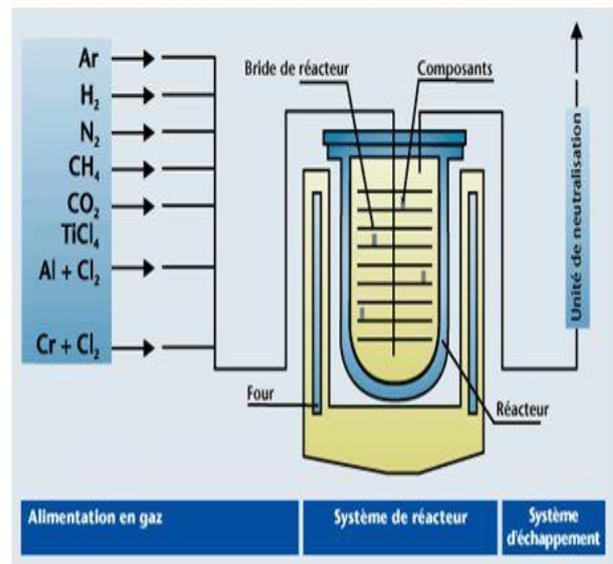
Procédés classiques :

Statiques : le gaz réactif est produit dans une enceinte fermée dans laquelle est positionnée la pièce. Le réactif est constitué d'un cément (comporte le métal à déposer), un activateur (composé halogéné) et un diluant inerte.

Ex : $\text{Al}, \text{NH}_4\text{Cl}, \text{H}_2 \rightarrow$ formation d'un halogénure d'aluminium à haute T° .

Dépôt d'aluminium sur un alliage nickel et formation d'un intermétallique AlNi (aéronautique)

Dynamiques : les gaz réactifs et halogénures sont formé à l'extérieur de l'enceinte. Ils sont amené par un gaz porteur.



Procédés OMCVD et PACVD

OMCVD :

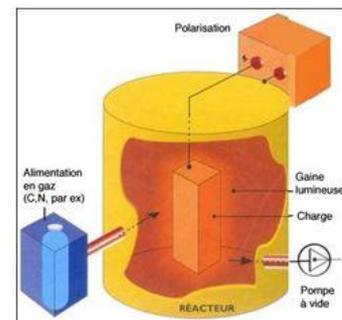
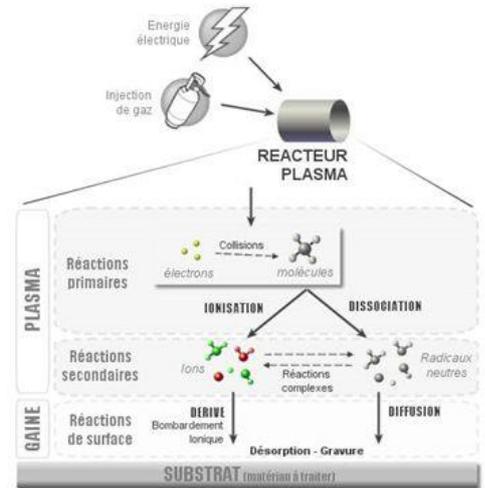
Pour limiter les températures de déposition, on utilise des organométalliques type MR_n dans lequel M est le métal, R le radical ou ligand organique et n le nombre de radicaux ou ligands. Concerne surtout la microélectronique.

Ex : dépôt de silice par pyrolyse de tétraéthoxylasane
 $Si(OC_2H_5)_4 \rightarrow SiO_2 + 2 C_2H_4 + 2 C_2H_5OH$

PACVD :

On dépose des couches entre 150°C et 500°C à des vitesses jusqu'à plusieurs dizaines de micromètres par heure en assistant le dépôt par un plasma.

On dépose notamment des couches dures pour la mécanique, TiN, TiAlN, TiCN, SiC et des dépôts de carbone diamant, TiO₂ pour des applications photocatalytiques.



IV.5 Caractéristiques communes aux techniques CVD et PVD

Ces techniques de dépôt font appel à trois composantes :

- Une source

Endroit où le matériau à déposer, ou l'un de ses composants, est concentré (creuset, plaque métallique, bouteille de gaz). C'est le siège de la dispersion de l'élément à déposer, sous forme d'atomes, d'ions, et plus généralement de vapeur.

- Un substrat

C'est la pièce à revêtir. C'est ici qu'interviennent les phénomènes physico-chimiques : la matière issue de la source, pure ou recombinaison, vient se déposer pour conduire à la formation de la couche.

- Un milieu

Tout ce qui est compris entre la source et le substrat. C'est le siège du phénomène de transfert de matières. Cela peut aussi être le siège de réactions chimiques intervenant entre les atomes du matériau à déposer et un gaz.

On différencie la CVD de la PVD par le moyen utilisé pour produire la vapeur :

- **Pour la CVD**, elle résulte d'une réaction chimique ou de la décomposition d'une molécule.
- **Pour la PVD**, elle est produite par un phénomène purement physique.