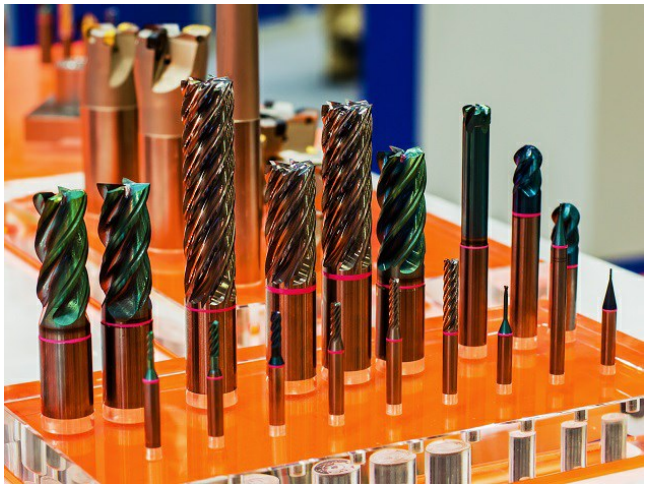
APPLICATION NOTE

SURVEILLANCE & RÉGULATION DU DÉBIT POUR LE REVÊTEMENT DIAMANT

par dépôt chimique en phase vapeur activé par filament chaud - HFCVD

Le diamant possède une résistance à l'usure unique, ce qui en fait un revêtement parfait pour les outils de coupe. Il existe plusieurs techniques employées dans les procédés de revêtement diamant, l'une d'entre elles est le dépôt chimique en phase vapeur activé par filament chaud (HFCVD).

Cette technique emploie un mélange dilué de gaz contenant du carbone. Le gaz, tel que du méthane dans l'hydrogène, est activé thermiquement à basse pression par un filament chaud. Le mélange gazeux et le débit gazeux doivent être **régulés avec précaution** ; des régulateurs de débit sont employés pour garantir la **quantité correcte de gaz** et la **reproductibilité** du procédé.



Exigences de l'application

Il est de la plus haute importance que les régulateurs de débit massique utilisés puissent garantir à la fois **les quantités totales correctes de gaz** et la **reproductibilité** du procédé ; sinon, l'uniformité et la qualité générale des couches minces obtenues seront compromises. Les instruments doivent être extrêmement fiables et posséder une communication analogique ou numérique car un contrôle et une surveillance accrus sont essentiels du fait des questions de sécurité liées à la nature inflammable et explosive de ces gaz impliqués dans le procédé.

Caractéristiques importantes

- Excellente reproductibilité
- Haute précision
- Temps de réponse rapide
- Stabilité

Solution adoptée

Un des procédés les plus polyvalents pour la production de films diamant est la technique de dépôt chimique en phase vapeur activé par filament chaud (HFCVD) où le mélange gazeux est chauffé en étant passé le long de fils fins W ou Ta (⌀100 à 300 µm) qui sont chauffés jusqu'à 2400ºC. En général, deux gaz seulement sont nécessaires : H2 et CH4, le méthane étant dilué à 1 à 2 vol% dans l'hydrogène. La pression totale à l'intérieur de ces réacteurs HFCVD à paroi froide peut varier entre 20 mbar et 200 mbar, le débit total étant fonction de la taille et de la géométrie de la chambre du réacteur.

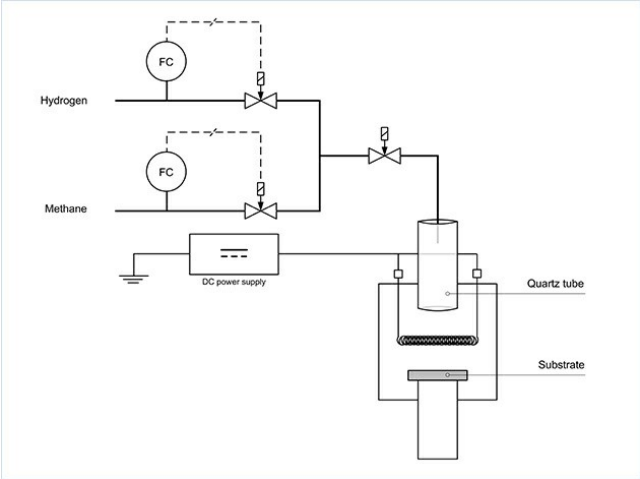


Schéma fluidique

Un type récent de revêtements diamant est appelé diamant nanocristallin (NCD), par opposition aux couches de diamant microcristallin (MCD). Le NCD est caractérisé par une taille de la cristallite de l'ordre du nanomètre (1 nm à 50 nm) et une surface extrêmement lisse qui présente la quasi-totalité de la dureté du MCD et dont le comportement à l'usure et au frottement est amélioré par rapport au MCD. Ces revêtements nécessitent généralement l'ajout d'un troisième gaz inerte qui contribue à la formation de NCD en améliorant les procédés de re-nucléation pendant la croissance et en changeant la charge thermique des gaz à l'intérieur de la chambre, affectant également le chauffage du substrat. Ce système est plus complexe que celui au MCD et il faut de plus prendre soin de réguler et surveiller les gaz d'alimentation.

Une modification supplémentaire de ce type de réacteurs consiste à doper les revêtements diamant au bore (MCD et NCD) pendant la croissance afin de les rendre électriquement conducteurs. Pour cela, on utilise généralement un précurseur liquide contenant des espèces de bore (B) que l'on soumet à un barbotage au gaz, transportant la vapeur contenant le bore vers les filaments chauds et les revêtements diamant. Le niveau de dopage est ajusté en sélectionnant la bonne concentration de bore dans le précurseur et en ajustant le débit gazeux à travers le précurseur. Cette tâche devient d'autant plus difficile lorsque l'on effectue un NCD puisque trois gaz sont déjà en jeu. Les régulateurs de débit massique comme les séries EL-FLOW Select, LOW-dP-FLOW ou IN-FLOW jouent un rôle clé dans les applications impliquant des procédés CVD.

Nos recommandations de produits

EL-FLOW SELECT F-201CV

Débit min. 0,16…8 mln/min
Débit max. 0,5…25 ln/min

Pression 64 bar

Conception compacte

Grande précision, excellente répétabilité

LOW-ΔP-FLOW F-202EV

Débit min. 0,17…8,5 ln/min
Débit max. 1…50 ln/min

Pression jusqu'à 10 bar

Faible ΔP, facile à purger

Conception compacte

IN-FLOW F-201CI

Débit min. 0,16…8 mln/min
Débit max. 0,5…25 ln/min

Pression 64 bar

Conception compacte, IP65

Grande précision, excellente répétabilité

BRONKHORST (SCHWEIZ) AG

Gewerbestrasse 7

4147 Aesch BL (CH)

Tel. +41 61 715 90 70

info@bronkhorst.ch