

CVD povlakování

ÚVOD

Tato aplikace se týká vrstev CVD (Chemical Vapor Deposition) na bázi uhlíku označovaných často jako vrstvy DLC (diamond like carbon). Tyto povlaky jsou vyhledávané pro svoje zvláštní vlastnosti, zejména vysokou tvrdost, nízký koeficient tření a vysokou otěruvzdornost. Vrstvy se připravují pomocí plazmové depozice (PACVD).

Vrstvy DLC se vyznačují vysokou tvrdostí a elasticitou, dobrou tepelnou vodivostí, chemickou inertností a biokompatibilitou. Z těchto důvodů našly tyto technologie uplatnění v kosmickém průmyslu, ve výkonové polovodičové technice, vakuové technice, optice a v mnoha dalších průmyslových odvětvích. Názorným příkladem může být strojírenství, kde dochází k nasazení těchto technologií zejména pro povlakování řezných, lisovacích a silně mechanicky namáhaných strojních součástí.

Kapalným prekurzorem v procesu CVD je organokřemičitá sloučenina Siloxane. Vlastní zařízení pro metodu CVD se skládá ze systému pro zplyňování, chemického reaktoru a odpadního systému pro zreagovaný plyn. Provozní teplota je obvykle nižší než 300°C. Z důvodu dekompozice kapalného prekurzoru se systém pro zplyňování často zanášá.

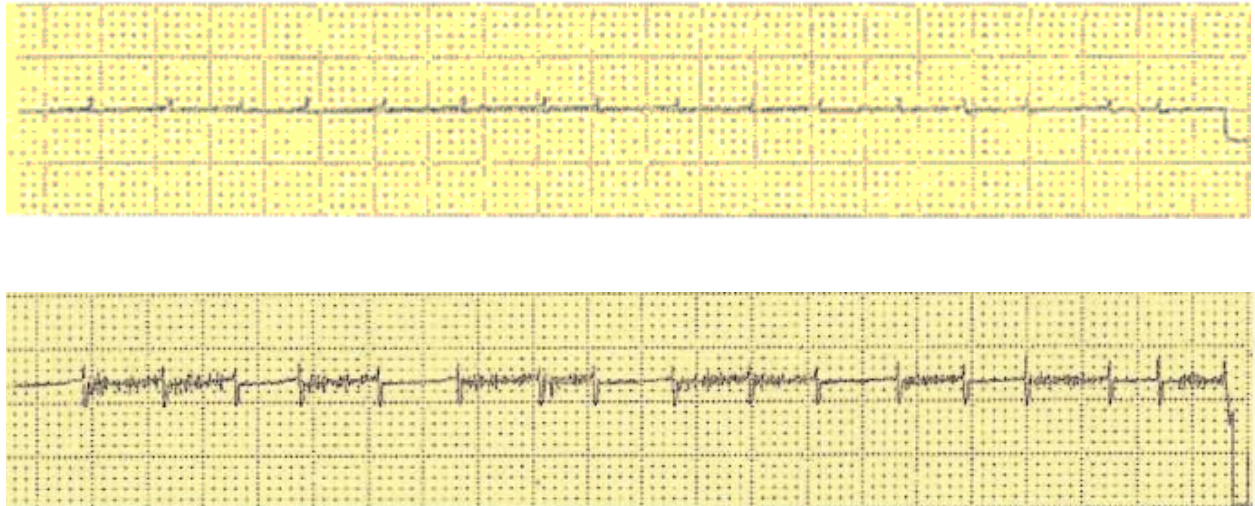
K iniciaci plazmatu se používá stejnosměrný nebo střídavý výboj. U stejnosměrného výboje je povlakovaný substrát zapojen jako katoda a výboj se iniciuje mezi anodou a katodou. Povrch katody se povlakuje a současně je bombardován kladnými ionty argonu, čímž se tvrdost povlaku zvyšuje. Výsledná tvrdost závisí na rychlosti depozice; čím pomalejší depozice, tím vyšší tvrdost. Průtok prekurzoru musí být proto velmi nízký (méně než 8 gramů za hodinu).

PROBLÉM

Výtěžnost výše popsaného systému je nižší než očekávaná, neboť vysoké procento provedených povlaků vykazuje nepřijatelné mechanické vlastnosti. Nevyhovující části musí být přepracovány, což je časově i materiálově velmi nákladné - nekvalitní povlak se musí nejdříve odstranit a plocha se před dalším povlakováním musí znovu očistit.

Tlakové změny ve zplyňovacím systému způsobují pokles rychlosti nanášení kovových dopantů a tím i pokles výtěžnosti nanášení. Měřením bylo zjištěno, že kolísání tlaku par je způsobeno neúplným zplyněním. Nedokonale zplyněná kapalina při vstupu do chemického reaktoru rychle expanduje a způsobuje tlakové špičky. V důsledku těchto špiček se u povlakovaného substrátu mění přitažlivost reaktivních iontů, která se projevuje změnami ve struktuře povlaku. Časové diagramy tlaku reaktoru a předpětí substrátu jsou uvedeny na obrázku 1 (viz strana 2).

CVD povlakování (pokračování)

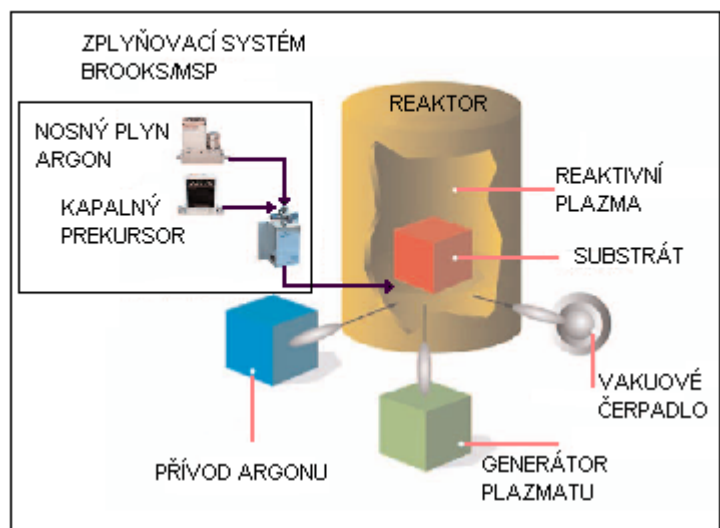


Obrázek 1: Starý zplyňovací systém – tlak v reaktoru (nahore) a předpětí substrátu (dole)

ŘEŠENÍ

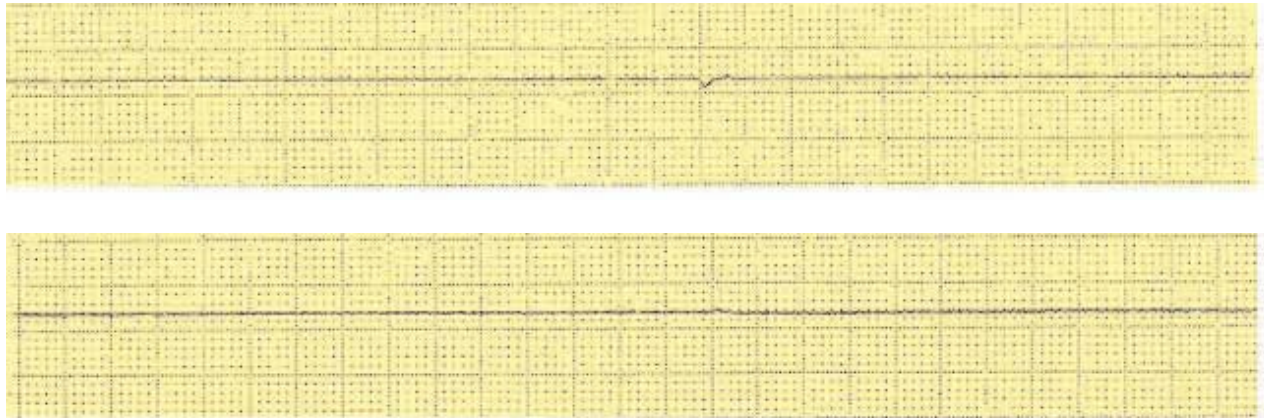
Cílem je zlepšit výtěžnost celého procesu eliminací tlakových výkyvů v reaktoru a výkyvů předpětí, způsobené nedokonalým zplyněním kapaliny. Na obrázku 1 se tyto výkyvy projevují se jako série zákmitů mezi rovnými částmi grafu. Namísto starého zplyňovacího systému je instalován Brooks/MSP Model 2800 Turbo-Vaporizer. Celý systém se skládá z hmotnostního regulátoru průtoku QUANTIM Model QMBD, zplyňovacího zařízení a PID regulátoru ohřevu.

Instalace: Po vyčerpání systému na technické vakuum se přes regulátor průtoku začne přivádět prekurzor. Teplota zplyňování se nastaví na 200°C. Blokové schéma systému je uvedeno na obrázku 2. Po vložení vzorků do reaktoru začne vlastní depozice. Časový průběh tlaku reaktoru a předpětí substrátu jsou uvedeny na obrázku 3. Oba grafy jsou v podstatě přímky. Jediné zakolísání (přibližně v polovině grafu) je způsobeno úmyslnou ruční změnou tlaku v průběhu depozice.



Obrázek 2: Blokové schéma systému DLC CVD

CVD povlakování (pokračování)



Obrázek 3: Zplyňovací systém Brooks/MSP – tlak v reaktoru (nahore) a předpětí substrátu (dole)

ZÁVĚR

Vrstvy vytvořené systémem Brooks/MSP Model 2800 Turbo-Vaporizer jsou rovnoměrné a jejich výroba je mechanicky opakovatelná. Stabilita tlaku uvnitř reaktoru i stabilita předpětí substrátu se výrazně zvýšila a tomu odpovídá i vyšší kvalita depozice. Protože v Brooks/MSP Model 2800 Turbo-Vaporizer dochází k úplnému zplynění, klesá i spotřeba prekurzoru pro danou tloušťku vrstvy.

VÝROBKY BROOKS



Turbo Vaporizer
Brooks/MSP
Model 2800



Regulátor průtoku
QUANTIM QMBC



Hmotnostní regulátor
průtoku
Model 5850E