

HVM plasma

Firma HVM plasma sa zaoberá depozíciou tenkých vrstiev s využitím nízko-teplotnej plazmy. Svoju činnosť začala už v roku 1992 v Prahe. V súčasnosti je to už stabilná firma, ktorá povlakuje materiály pre rôznych zákazníkov: od výrobcov automobilov, mikroelektronických obvodov, záznamových médií, obrábacích nástrojov až po výrobcov dekoratívnych povlakov. Dôležitosť nanášania tenkých povlakov je zrejmá v každom zo zmienovaných odvetví. Samozrejme okrem dekoratívnych ☺ . U obrábacích nástrojov je potrebné zaručiť potrebné vlastnosti povrchu nástroja bez nutnosti vyrábať celý nástroj z materiálu vrstvy. To by bolo zrejme drahé a niekedy je dokonca potrebné zabezpečiť iné vlastnosti v objeme nástroja. Povrchová vrstva nástroja musí spĺňať požiadavky dané účelom tohto nástroja: zloženie, tvrdosť, hrúbka a mnohé ďalšie parametre, ktoré sa dajú upravovať metódou nanášania. Na nanášanie tenkých vrstiev používa firma HVM plasma nasledovné procesy: magnetronové naprašovanie, CVD, PVD a PACVD.

Magnetronové naprašovanie

Tento spôsob naprašovania bol predstavený aj na exkurzii vo firme HVM v Modřicích, kde sa používa priemyselné zariadenie na obr. 1.

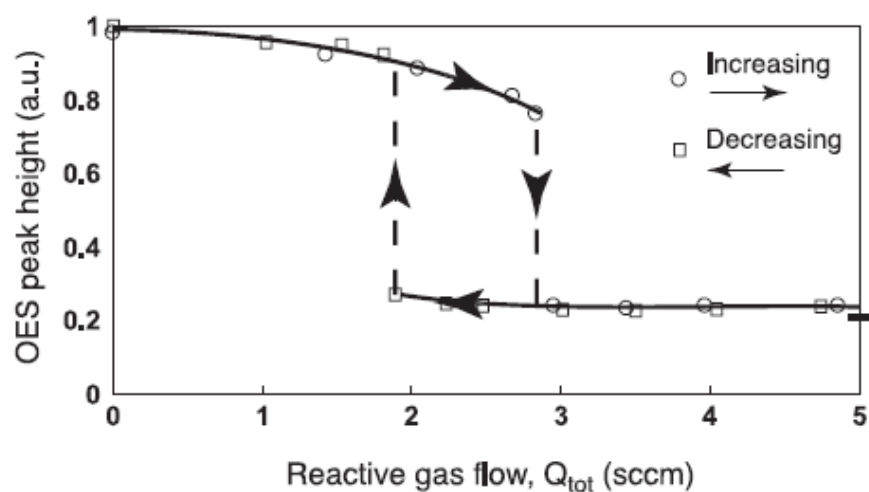


Obr. 1 – priemyselné zariadenie na magnetronové naprašovanie firmy HVM v Modřicích

Magnetronové naprašovanie využíva vysokoenergetické častice vytvárané plazmou na vyrážanie atómov terča. Tieto atómy potom môžu reagovať s plynom vpúšťaným do reaktoru (ak tam taký plyn vpúšťaný je) a sú deponované na substrát. Na vyrážanie atómov z terča sú použité častice z energetického chvosta Maxwellovského rozdelenia.

U magnetronového naprašovania s pripúšťaným plynom však nastáva jeden problém hodný za zmienku – hysterézne chovanie depozičnej rýchlosti v závislosti na vpúšťanom plyne.

Pri malom prúde reaktívneho plynu napr. O_2 sa oxidujú všetky povrchy v reaktore: steny, substrát aj terč. Terč sa však oxiduje pomalšie, pretože je odprašovaný energetickými časticami z plazmy. Treba si však uvedomiť, že sputtering yield (koeficient odprašovania) oxidu je menší ako sputtering yield kovu (Ti, Cu...). To znamená, že oxidy sa nám odprašujú pomalšie ako kovy. Ak budeme naďalej zvyšovať prítok reaktívneho plynu, dostaneme sa do bodu, keď sa terč nestačí odprašovať a bude celý pokrytý oxidom. Začne sa teda deponovať už len oxid, ale pri veľmi malej depozičnej rýchlosti. Nastal prechod do otrávenej oblasti. Pri znižovaní prítoku reaktívneho plynu však stúpa depozičná rýchlosť len pomaly. Terč je totiž stále pokrytý vrstvou oxidu. Je potrebné znížiť prítok reaktívneho plynu na veľmi malú hodnotu, aby bolo opäť možné prejsť do kovového režimu. Až potom sa hysterézna slučka uzatvorí – obr. 2. Najlepšie rastú vrstvy oxidov bohužiaľ práve v strmej oblasti na hranici medzi kovovým a otráveným režimom. Je teda potrebné mať zavedenú rýchlu spätnú väzbu, ktorá je schopná udržať pracovný bod v danom stave. (Na obr. 2 by tento stav zodpovedal hodnote približne 0,5 a.u.)

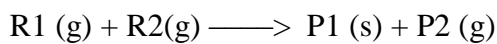


Obr. 2 - Hysterézna slučka, depozičná rýchlosť sa v tomto prípade merala pomocou spektrálnej čiary atómov terča

Firma HVM tak ako aj iné firmy zaoberajúce sa depozíciou tenkých vrstiev zabezpečujú homogenitu rastúcich vrstiev planétovým usporiadaným substrátov. Substráty sú zavesené na tyčiach usporiadaných do kruhu. Tieto tyče sa otáčajú a súčasne rotujú okolo svojej osy. Týmto spôsobom sa dosahuje dostatočná homogenita vrstiev.

CVD (chemical vapour deposition)

Princíp chemického deponovanie vrstiev je nasledovný: do komory so substrátom sú vpustené 2 rôzne reaktívne látky v plynnej fáze. Po zreagovaní vznikajú 2 produkty – jeden v pevnej fáze, ktorý je deponovaný na substrát a druhý v plynnej fáze, ktorý je následne odsávaný.



Používajú sa rôzne druhy CVD – za nízkeho/atmosferického tlaku, s aerosolom/ kvapalinou a mnohé ďalšie. Medzi inými aj PACVD. Spoločným menovateľom všetkých druhov CVD je však relatívne vysoká teplota (až 1500K) substrátu potrebná na dodanie energie pre chemickú reakciu. To môže spôsobiť deformácie vrstvy a pnutie po rýchlom chladnutí. Deponované vrstvy sú však extrémne tvrdé a odolné voči opotrebeniu. Majú veľmi dobrú adhéziu k substrátu.

Ako reaktanty sa používajú: halidy, hybridy, alkyly.....

Možné produkty: elementy, kovy, karbidy

PACVD (plasma assisted vapour deposition)

Od predchádzajúcej metódy sa líši zdrojom energie dodávanej reaktantom na začatie reakcie. PACVD využíva totiž energiu častíc plazmy. Teplota plazmy nemusí byť taká vysoká ako teplota substrátu pri CVD.

Pomocou PACVD môžeme deponovať aj na vrstvy, na ktoré by sme nemohli deponovať pomocou CVD, kvôli vysokej teplote.

PVD (physical vapour deposition)

Zahŕňa všetky metódy, ktoré sú založené na jednoduchom vyparovaní želaného materiálu a následnej kondenzácie na substráte. Na vyparovanie sa používa buď plazmový bombard, elektrický oblúk, elektrónový zväzok, ohmický ohrev v nízkom vákuu alebo pulzný laser. Pomocou PVD sa vyrábajú rôzne veci od obalov na tyčinky, chipsy až po chirurgické nástroje. Jednou z výhod PVD je, že deponovaná vrstva môže mať dokonca lepšie vlastnosti ako pôvodný materiál. Nevýhodou je nutnosť vysokého vákua, vysokej teploty a vysoká cena.

Oblúkové naparovanie

Oblúkové naparovanie je len jednou konkrétnou metódou PVD. Na ohrev materiálu za účelom vyparenia sa však používa oblúkový výboj. Terč ktorý chceme odparovať je zapojený ako katóda a po zapálení oblúku na ňom vznikne katódová škvrna široká len niekoľko μm s teplotou, ktorá môže dosahovať až 15 000K. Tento extrémny lokálny ohrev spôsobí odparovanie materiálu. Odparené častice majú rýchlosti až 10 km/s. Elektrický oblúk má vysokú prúdovú hustotu, ale napätie zostáva malé.

Nevýhodou oblúkového naparovania je vznik relatívne veľkých makročastíc, ktoré narúšajú homogenitu vrstvy. Ak oblúk zostane na jednom mieste príliš dlho vytvorí veľké množstvo makročastíc, ktoré potom kondenzujú na substráte. Tomuto efektu sa dá zamedziť kontrolovaním cesty oblúku takým spôsobom, aby nikde neostával príliš dlho. Za túto kontrolu sa však platí rýchlosťou depozície.

Na záver by som chcel povedať, že prezentácia bola podľa môjho názoru spravená pochopiteľne a dal sa sledovať celý jej priebeh. Osobne by som možno vo všeobecnosti prezentácie skrátil na hodinu, pretože niekedy to vyzeralo tak, že prednášajúci hovorili ku koncu príliš veľa o svojej firme, čo pre mňa už prestávalo byť zaujímavé. Pán Vyskočil svoju prednášku ukončil zaujímavejším spôsobom, keď ešte niečo povedal o návrhoch experimentov a spôsoboch merania hrúbky vrstiev. V závere ma ešte zaujal spôsob akým sú u nich zavedené nápravné opatrenia. Myslím, že to je veľmi krásny príklad, na ktorom sa dá ukázať dôležitosť štatistiky. Firma môže robiť jednu dodávku celý týždeň, ale ak sa zle odhadnú zmetky, tak to môžu celé zahodiť. Ešte by som ocenil pána Zdražila z firmy TESCANA, ktorý celú prezentáciu spravil formou príbehu o nevernej manželke. Myslím, že si

tým na celý priebeh prezentácie získal pozornosť a ľudia nezaspávali, lebo mal zbraň. Keďže ani ja Vás nechcem unudiť k spánku, radšej už prestávam písať.