

6 Vakuové napařování tenkých vrstev

13. ledna 2011

Vakuová fyzika a technika	
Jméno: Vojtěch Horný	Datum měření: 7. ledna 2010
Pracovní skupina: 2	Ročník a kroužek: 3. ročník, pátek 11:45
Hodnocení:	

1 Úvod

Jednou z důležitých aplikací vakuové techniky je napařování tenkých vrstev. Tenké vrstvy jsou potřebné v mnoha průmyslových i výzkumných odvětvích. Základem této metody je kondenzace par žádaného materiálu na vhodné podložce. Nízký tlak v aparatuře je potřebný k tomu, aby molekuly atmosféry nepřekážely přímému přenosu molekul na položku. Důležitou roli hraje i čistota podložky.

2 Pracovní úkoly

1. Seznamte se s aparaturou: aparatura AV 63 s úpravou pro napařování z odporově vyhřívané vaničky.
2. Zapněte přívod el. napětí, vody a tlakového vzduchu a uveďte AV 63 do provozu. Sledujte funkci aparatury a tlak až do cca 4×10^3 Pa.
3. Připravte sklíčka na napařování – očistěte: zhruba otřít, vyprat ultrazvukem v saponátové vodě, opláchnout destilovanou vodou, opláchnout acetonem a zbytek stáhnout tamponem, vložit na stolek do aparatury.
4. Připravte k napaření vrstvy cca 10 nm stříbra. Vzdálenost sklíčka od vaničky je 125 mm, Ag drát má průměr 0,5 mm. Předpokládejte vypařování pouze do horního poloprostoru nad vaničkou. Vložte drátek Ag do odpařovací vaničky.
5. Uzavřete aparaturu zvonem a čerpejte do vysokého vakua $p < 10^3$ Pa. Zvyšováním napětí regulačním trafem zvyšujte pomalu teplotu vaničky a pozorujte Ag drátek (zatím zakrytý clonkou). Po dosažení teploty tání stříbra se drátek smrští do kuličky. Můžete začít napařovat – odkryjte clonku.
6. Vypněte žhavení a počkejte několik minut až vanička zchladne.
7. Napusťte recipient vzduchem a vyjměte napařené sklíčko.
8. Opakujte se sklíčkem, na které otisknete palec.
9. Odstavte aparaturu.

3 Základní pojmy a vztahy

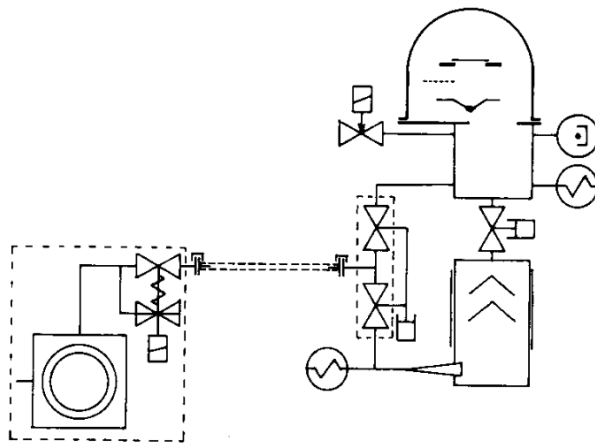
Principem této technologie je kondenzace a usazování par nanášeného materiálu na vhodný substrát. Materiál je zahřátý na teplotu tání a na povrchu dochází k rychlému odpařování. Požadujeme zbytkový tlak v aparatuře řádově 10^{-2} Pa, a to ze dvou důvodů. Střední volná dráha napařovaného materiálu musí být menší než vzdálenost mezi žhaveným materiálem a substrátem. Dále je vhodné omezit reakce materiálu se zbytkovými plyny.

V této úloze byla použita malá napařovačka, upravená na vakuové aparatury AV 63, sestávající z difuzní a rotační olejové vývěvy. Pro odpařování materiálu byla použita lodička z oxidu hlinitého vyhřívaná wolframovým vláknem.

Významnou roli hraje také čistota podložky. Je nutné před vakuovým nanášením povrch odmastit, očistit a osušit. Dále je vhodné zbavit povrch adsorbované vrstvy kovů, nejlépe zahřátím.

4 Pracovní postup a pozorování

Seznámil jsem se s pracovní vakuovou aparaturou (obr. 1). Zapnul jsem přívod elektrického napětí, vody a tlakového vzduchu a podle pokynů v manuálu jsem uvedl aparaturu AV 63 do provozu. Proces napařování je výrazně automatizovaný. Programátor řídí otevírání a uzavírání ventilů, kontroluje správné tlaky a teploty, zapíná difuzní vývěvu po předčerpání recipientu vývěvou rotační. Tlak v aparatuře jsem sledoval na Piraniho a Penningově manometru až do cca 4×10^{-3} Pa.



Obrázek 1: Vakuové schéma napařovací aparatury

Poté jsem prostor ve skleněném zvonu zavzdušnil a umístil na stolek sklíčka očištěná dle návodu. Vzdálenost s mezi substrátem a žhavicí lodičkou se stříbrným drátkem o průměru $d = 0,5$ mm je 12,5 cm. Předpokládáme-li izotropní nanášení materiálu do horní polokoule nad lodičkou, potřebujeme k vytvoření desetinanometrové vrstvy

$$V = S \cdot h = 2\pi s^2 \cdot h = 2 \cdot \pi \cdot 125^2 \cdot 10^{-5} = 1 \text{ mm}^3$$

stříbra. Snadno dopočítáme, že je třeba

$$l = \frac{4V}{\pi d^2} \doteq 5 \text{ mm}$$

drátku. Délku jsem odměřil posuvným měřítkem, drátek odštípнул kleštěmi a umístil do odpařovací vaničky.

Přiklopil jsem prostor skleněným zvonem a nechal jsem jej čerpat. Po dosažení tlaku 5×10^{-3} Pa jsem postupně zvyšoval teplotu žhavicí vaničky otáčením transformátoru. Substrát byl přitom chráněn clonou. V momentu, kdy teplota stříbra dosáhla bodu tání, drátek se přeskupil do malé kuličky a ta se začala vypařovat. V ten okamžik jsem odstranil clonu. Pozoroval jsem odpařování a po odpaření celého drátku jsem odstavil zahřívání. Několik minut jsem počkal na vychladnutí žhavicí vaničky a poté zavzdušnil recipient. Vytáhl jsem sklíčko. Bylo na něm výrazná poloprůhledná stříbrná vrstva.

Obdobně jsem připravil i druhý vzorek. Před vložení na stojan jsem na povrch sklíčka otisknul svůj palec s cílem zkoumat vliv nečistot na napařování. Výsledkem bylo zakonzervování papilárních linií na kovové vrstvě.

5 Závěr

Seznámil jsem se s technologií napařování tenkých vrstev. Napařil jsem desetinanometrovou vrstvu stříbra na skleněnou destičku. Přesvědčil jsem se o výrazném negativním vlivu nečistot na kvalitu výsledného výrobku.

Reference

- [1] KRÁL, J.: *Cvičení z vakuové techniky*, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1996