

OBSAH

Zoznam použitých označení	7
Predhovor	9
1. Úvod	11
2. Príprava vákua	13
2.1 Základné pojmy	14
2.1.1 Definícia tlaku	14
2.1.2 Stavová rovnica plynov	16
2.1.3 Látkové množstvo	16
2.1.4 Termálna rýchlosť	16
2.1.5 Stredná voľná dráha	17
2.1.6 Typy prúdenia vo vákuu	18
2.1.7 p.V prúdenie	20
2.2 Vákuové vývevy	20
2.2.1 Rotačná výveva	21
2.2.2 Membránová výveva	22
2.2.3 Piestová výveva	23
2.2.4 Skrutkovicová výveva	24
2.2.5 Rootsova výveva	25
2.2.6 Difúzna výveva	26
3. Úprava povrchu pred deponovaním povlaku	28
4. Klasifikácia metód deponovania tenkých vrstiev	30
5. Kinematika rastu tenkých vrstiev	34
5.1 Nukleácia	34
5.2 Rast kryštálu	35
5.2.1 Rast oddeleného kryštálu na substráte	36
5.2.2 Rast kryštálu v polykryštalickej štruktúre	36
5.3 Rast zrna	37
5.3.1 Modely rastu tenkej vrstvy	37
5.4 Vytváranie nových fáz indukovanou segregáciou prímiesí	38
5.5 Modely štruktúr tenkých vrstiev – zónové diagramy	40
5.6 Vplyv vybraných parametrov na rast tenkej vrstvy	50

5.6.1	Vplyv teploty povlakovanej plochy	50
5.6.2	Vplyv energie dopadajúcich iónov	51
5.6.3	Vplyv drsnosti povrchu	52
5.6.4	Vplyv difúzie na adhéziu	52
5.6.5	Vplyv uhla dopadu častíc na povlakovanú plochu	53
5.6.6	Vplyv uhla dopadu na povlakovanie povrchu diery	56
6.	Metódy PVD	58
6.1	Rozdelenie metód PVD	58
6.1.1	Naparovanie	58
6.1.1.1	Teória vákuového odparovania	59
6.1.1.2	Naparovanie indukčným ohrevom	62
6.1.1.3	Naparovanie odporovým ohrevom	63
6.1.1.4	Naparovanie elektrickým oblúkom	65
6.1.1.5	Naparovanie elektrónovým lúčom	67
6.1.1.6	Naparovanie laserovým lúčom	69
6.1.1.7	Explozívne naparovanie	70
6.1.1.8	Využitie plazmy a reaktívne naparovanie	70
6.1.2	Naprašovanie	71
6.1.2.1	Naprašovanie iónovým delom	72
6.1.2.2	Tlejivý výboj	72
6.1.2.3	Diódové naprašovanie	73
6.1.2.4	Triódové naprašovanie	75
6.1.2.5	Magnetronové naprašovanie	76
6.1.2.6	Vysokovýkonné impulzné magnetronové naprašovanie	78
6.1.2.7	Technológia vysokého využitia targetu	79
6.1.3	Iónová implantácia	81
6.1.3.1	Iónová nitridácia	82
7.	Metódy CVD	83
7.1	Klasifikácia metód CVD	83
7.2	Popis metódy CVD	83
7.3	Plazmou zosilnená metóda CVD	86
8.	Hybridné metódy prípravy tenkých vrstiev	87
8.1	Deponovanie iónovým zväzkom a naparovaním	87
8.2	Deponovanie odparovaním el. oblúkom a iónová implantácia	88
8.3	Deponovanie odparovaním el. oblúkom a magnetronovým naprašovaním	88
9.	Príklady použitia tenkých vrstiev	90
9.1	Tenké vrstvy v strojárskvej výrobe	90
9.2	Tenké vrstvy v automobilovej výrobe	92
9.3	Tenké vrstvy v medicíne	93
9.4	Tenké vrstvy v MEMS	95

9.5	Dekoratívne tenké vrstvy	97
9.6	Tenké vrstvy v optike a optoelektronických systémoch	98
10.	Vlastnosti tenkých vrstiev a metódy ich hodnotenia	99
10.1	Hrúbka tenkej vrstvy	99
10.1.1	Určenie hrúbky elektrónovým mikroskopom	99
10.1.2	Určenie hrúbky metódou Kalotest	101
10.2	Chemické zloženie tenkej vrstvy	102
10.2.1	Určenie chemického zloženia metódou GDOES	103
10.2.2	Určenie chemického zloženia metódou SIMS	105
10.3	Hodnotenie tvrdosti a Youngovho modulu	106
10.3.1	Hodnotenie tvrdosti indentačnou metódou	106
10.3.2	Hodnotenie Youngovho modulu	107
10.4	Hodnotenie drsnosti tenkej vrstvy	108
10.4.1	Hodnotenie drsnosti dotykovým profilometrom	108
10.4.2	Hodnotenie drsnosti atómovým silovým mikroskopom	109
10.5	Koeficient trenia a opotrebovanie tenkej vrstvy	111
10.5.1	Metóda Pin-on-disk	111
10.6	Adhézia tenkej vrstvy	115
10.6.1	Metóda vrypu	115
10.6.2	Metóda Mercedes test	116
	Literatúra	118