

Obsah

strana

Obsah	1
Úvod	3
1. Definovanie pojmov MEMS a NEMS	5
2. Technológie výroby mikrodieľcov	8
2.1 Základné technológie výroby mikrodieľcov	8
2.1.1 Mikroobrábanie	8
2.1.1.1 Mikroobrábanie reznou hranou a abrazívom	9
2.1.1.2 Elektroiskrové obrábanie	15
2.1.1.3 Povrchové mikroobrábanie - leptanie povrchu materiálu	15
2.1.1.4 Objemové mikroobrábanie	21
2.1.2 Mikrodlievanie	21
2.1.3 Mikrotváranie	23
2.1.4 Deponovanie tenkých vrstiev	25
2.1.4.1 Oxidácia	26
2.1.4.2 Chemické deponovanie vrstiev z pár (CVD)	26
2.1.4.3 Fyzikálne deponovanie vrstiev z pár (PVD)	29
2.1.4.4 Elektrolýtický vytvárané povlaky	32
2.1.5 Litografia	33
3. Technológie výroby MEMS	35
3.1 Objemové mikroobrábanie	35
3.1.1 Objemové mikroobrábanie mokrým leptaním a spájaním membrán	35
3.1.2 Objemové mikroobrábanie suchým leptaním (etching)	36
3.2 Povrchové mikroobrábanie	39
3.2.1 Základné procesy povrchového mikroobrábania	39
3.2.2 3D štruktúry vyrobené povrchovým obrábaním	41
3.2.3 Mikroobrábanie štruktúr s veľkým pomerom strán	42
3.2.3.1 Technológia LIGA	43
3.2.3.2 Technológia HEXSIL	44
3.2.3.3 Technológia HARPSS	46
3.3 Metódy montáže MEMS	48
3.3.1 Flip-chip zostavovanie	48
3.3.2 Ball-grid skladanie	49
3.3.3 Vrstvenie	49
3.3.4 Wafer-level skladanie	50
4. Technológie výroby NEMS	51
4.1 Nanovýroba elektrónovým lúčom a nanotlačou	52
4.2 Epitaxia a kmeňové inžinierstvo	55
4.3 Metódy skenovania vzorky	58
4.3.1 Metódy samousporiadania (samomontáže) a použitia šablóny	61
5. Materiály na výrobu mikrodieľcov a MEMS	64

5.1	Kremík ako materiál na výrobu substrátov	65
5.1.1	Monokryštál kremíka a výroba substrátu	66
5.1.2	Štruktúra kryštálu	68
5.2	Zlúčeniny kremíka	69
5.2.1	Dioxid kremíka	69
5.2.2	Karbid kremíka	69
5.2.3	Nitrid keramika	70
5.2.4	Polykryštalický kremík	70
5.3	Arzenid gália	71
5.4	Kremeň	71
5.5	Piezoelektrické kryštály	71
5.6	Polyméry	72
5.6.1	Vodivé polyméry	72
5.7	Materiály na montáž	73
5.7	Nanokompozitné materiály	73
6.	Počítačové programy pre navrhovanie MEMS	77
6.1	IntelliCAD™	77
6.2	ConvertorWare	79
6.3	MEMulator	80
6.4	IntelliSuite	81
6.5	MEMS Pro v 6.0	82
6.6	MEMSolver	83
6.7	AutoCAD	83
6.8	SolidWorks	83
6.9	ANSYS	84
6.10	FEMPRO	84
7.	Príklady použitia mikrodielcov	85
	Použité označenia	99
	Použitá literatúra	101