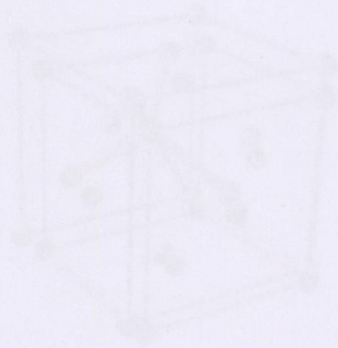


1. Přehled technologie výroby křemíkových desek.....	9
1. Výroba monokrystalů křemíku.....	9
2. Výroba křemíkových desek.....	12
3. Depozice epitaxních vrstev.....	15
4. Literatura.....	15
2. Přehled postupu výroby integrovaných obvodů.....	17
1. Fyzika polovodičových součástek.....	17
2. Procesy ve výrobě čipů.....	26
3. Procesní moduly.....	33
4. Integrace procesů.....	40
5. Závěr.....	43
6. Literatura.....	43
3. Technologie růstu monokrystalů křemíku Czochralskiho metodou.....	45
1. Historie.....	45
2. Materiály pro výrobu krystalů křemíku.....	46
3. Zařízení pro tažení křemíku.....	47
4. Řízení procesu růstu monokrystalu.....	48
5. Proces tažení křemíku.....	50
6. Vlastnosti krystalů křemíku.....	53
7. Nové trendy výroby krystalů křemíku.....	56
8. Závěr.....	57
9. Literatura.....	58
4. Počítačové simulace Czochralskiho růstu krystalů křemíku.....	59
1. Metoda konečných prvků.....	59
2. Základy počítačového modelování.....	61
3. Modelované fyzikální děje.....	63
4. Příklady simulací růstu krystalů.....	71
5. Ekonomické aspekty počítačového modelování procesu.....	74
6. Shrnutí.....	74
7. Literatura.....	75
5. Mikrodefekty v křemíkových krystalech a deskách.....	77
1. Metody výroby křemíku pro polovodičový průmysl.....	77
2. Defekty v CZ křemíku.....	77
3. Vznik krystalových defektů v monokrystalech CZ křemíku.....	82
4. Řízení krystalových defektů v křemíku.....	86
5. Shrnutí.....	90
6. Literatura.....	91
6. Čištění a analýza povrchu křemíku.....	95
1. Vliv kontaminace na vlastnosti polovodičových prvků.....	95
2. Metody analýzy povrchů.....	100
3. Mechanismus depozice částic na povrchy v kapalinách.....	123
4. Chemické metody čištění povrchu křemíku.....	129
5. Literatura.....	143

7. Kontaminace a getrace .....	145
1. Kontaminace v polovodičové výrobě.....	145
2. Getrace .....	147
3. Pokročilé getrační techniky.....	157
4. Literatura.....	159
8. Technologie výroby struktur Silicon-On-Insulator .....	161
1. Bonding.....	162
2. SOI.....	163
3. Soupis používaných termínů.....	167
4. Literatura.....	167
9. Epitaxní růst křemíkových vrstev .....	169
1. Definice epitaxe .....	169
2. Struktury obsahující epitaxní vrstvu .....	170
3. Substrát pro epitaxní růst .....	171
4. Požadavky na epitaxní vrstvu .....	171
5. Zvětšování rozměrů desek .....	172
6. Technická realizace epitaxních procesů.....	173
7. Konstrukce epitaxních (CVD) reaktorů .....	178
8. Blokové schéma výrobního procesu – zpětná vazba.....	181
9. Fyzikální a chemické děje při CVD-depozici epi .....	184
10. Technologický postup při CVD-depozici epi.....	198
11. Dopování epitaxních vrstev .....	200
12. Autodoping (autodotace).....	203
13. Měření parametrů epi vrstvy .....	208
14. Kontaminace v epitaxním procesu .....	211
15. Epitaxní defekty .....	221
16. Trendy do budoucnosti .....	228
17. Literatura.....	229
10. Termická oxidace, difuze a iontová implantace.....	231
1. Termická oxidace.....	231
2. Difuze v technologii výroby polovodičových součástek .....	238
3. Iontová implantace.....	245
4. Hodnocení parametrů difuzních a implantovaných vrstev .....	249
5. Literatura.....	253
11. Fotolitografie.....	255
1. Cíle, základní principy a postavení fotolitografie při výrobě polovodičových prvků .....	255
2. Fotorezist .....	256
3. Nanášení fotorezistu na desku – lakování.....	262
4. Orientace a expozice.....	265
5. Vyvolání.....	282
6. Nastavení a optimalizace fotolitografického procesu .....	285
7. Metody a procesy pro zvýšení robustnosti a zlepšení rozlišení .....	287
8. Perspektivní litografické metody .....	290
9. Mokrý leptání SiO <sub>2</sub> .....	292
10. Literatura.....	294

12. Chemické depozice vrstev z plynné fáze.....	295
1. Definice, rozdělení a přehled CVD procesů .....	295
2. Tenká vrstva – vymezení pojmu .....	298
3. Průběh depozice – růst vrstvy .....	299
4. CVD procesy řízené reakční kinetikou (rychlostí povrchové reakce) .....	305
5. CVD depozice – chemické reakce .....	307
6. Vlastnosti CVD vrstev .....	308
7. CVD vrstvy – použití .....	315
8. Hlavní CVD procesy v polovodičové výrobě .....	316
9. Literatura .....	336
13. Fyzikální depozice kovových vrstev a plazmochemické leptání .....	337
1. Základy vakuové techniky .....	337
2. Základy plazmatu .....	341
3. Napařování .....	341
4. Naprašování .....	342
5. Plazmatické leptání .....	347
6. Literatura .....	350
14. Aplikace statistických metod v průmyslu.....	351
1. Statistické metody v systémech jakosti .....	351
2. Základní pojmy, popisná statistika .....	353
3. Statistické řízení procesu (Statistical Process Control – SPC) .....	364
4. Metoda návrhu experimentů – DOE .....	376
5. Literatura .....	398



Obr. 1. Krystalová mřížka křemíku. Převzato z [1]

Plnění atomických chemických prvků – dopantů – významně ovlivňuje elektrickou vodivost křemíku. Patřína se jedná o bor, fosfor, arsen a antimon. Křemík dopovaný borem označujeme jako materiál s typem vodivosti p, kde je přenos elektrického proudu zprostředkován tzv. dírami. Křemík dopovaný fosforem, arsenem nebo antimonom je křemík s typem vodivosti n, kde je proud přenesen elektrony. Pro změnu elektrických vlastností křemíku stačí nepatrné množství dopantu. Jeho koncentrace se vypočítá v počtu atomů dopantu na jednotkovou množství křemíku (obvykle na  $\text{cm}^3$ ). Rozsah koncentrací dopantů běžně používaných v polovodičovém průmyslu je od  $10^{14}$  do  $10^{20}$  atomů dopantu/ $\text{cm}^3$ .