

OBSAH

	Seznam použitých symbolů	10
	Předmluva	15
1	Úvod	17
	Vývoj rastrovacího elektronového mikroskopu	18
	Vývoj elektronového mikroanalýzátoru	19
	Popis základní funkce přístroje	20
	<i>Seznam literatury</i>	<i>22</i>
2	Fyzikální základy mikroanalýzy	23
2.1	Stavba atomu	23
2.2.1	Rozptyl elektronů	28
2.2.2	Mechanismy rozptylu	29
	Pružný rozptyl	30
	Nepružný rozptyl	33
2.2.3	Odražené elektrony	36
2.2.4	Emise sekundárních elektronů	41
	Sekundární emise z nekovových povrchů	44
2.2.5	Pronikání rychlých elektronů hmotou	47
2.2.6	Energetické rozdělení elektronů v hloubce	56
2.3	Rentgenové záření	65
2.3.1	Spektrum rentgenového záření	66
2.3.2	Vznik charakteristického spektra	68
2.3.3	Augerův jev	70
2.3.4	Fluorescenční zisk	71
2.3.5	Satelitní čáry	73
2.3.6	Relativní intenzity čar	74
2.3.7	Šířka spektrálních čar a závislost na chemické vazbě	74
2.3.8	Spojité spektrum	80
	Prostorové rozdělení intenzity spojitého záření	83
2.3.9	Absorpce rentgenového záření	84
2.3.10	Rozptyl rentgenového záření	88
	Koherentní rozptyl	88
	Nekoherentní (Comptonův) rozptyl	93
2.3.11	Difrakce rentgenových paprsků na krystalové mřížce	95
	Extinkce	100
2.4	Statistika	102
	<i>Seznam literatury</i>	<i>108</i>
3	Funkce a konstrukce přístroje	111
3.1	Elektronová optika	111
3.1.1	Elektron v elektrostatickém poli	111
	Podélné elektrostatické pole	112
	Příčné homogenní elektrostatické pole	113

3.1.2	Elektron v magnetickém poli	115
	Příčné magnetické pole	115
3.1.3	Elektrostatické elektronové čočky	117
3.1.4	Elektrostatické čočky se spojitým rozdělením potenciálu	120
3.1.5	Typy elektrostatických čoček	123
	Clona s kruhovým otvorem	123
	Imerzní objektiv	125
	Použití elektrostatických čoček	126
3.1.6	Elektromagnetické čočky	126
	Dlouhá cívka	126
	Krátká elektromagnetická čočka	128
3.1.7	Konstrukce obrazu v elektronových čočkách	131
3.1.8	Elektronové trysky	132
	Tryska s přímo žhavenou katodou	132
	Tryska s nepřímo žhavenou katodou	137
	Autoemisní tryska	138
3.1.9	Vady zobrazení	140
	Otvorová (sférická) vada	140
	Chromatická vada	142
	Vada způsobená difrakcí	143
	Astigmatismus	143
3.1.10	Optická soustava	144
3.1.11	Finální čočka	148
	Čočka s asymetrickými pólovými nástavci	149
	Čočka se symetrickými pólovými nástavci	149
	Inverzní čočka	150
	Miničočka	150
3.1.12	Vztah mezi průměrem a proudem svazku	150
3.1.13	Hloubka ostrosti	153
	<i>Seznam literatury</i>	155
3.2	Vakuový systém	156
	<i>Seznam literatury</i>	158
3.3	Komora vzorku	159
3.4	Krystalové spektrometry	161
3.4.1	Krystalový monochromátor	162
3.4.2	Parametry krystalového monochromátoru	166
3.4.3	Ohnuté krystaly	168
3.4.4	Vertikální divergence	171
3.4.5	Rozlišovací schopnost spektrometrů s ohnutými krystaly	174
	Intenzita difraktované spektrální čáry (píku)	176
3.4.6	Konstrukce lineárního spektrometru	177
3.4.7	Defokuzace lineárního spektrometru	179
3.4.8	Ryté mřížky	181
	<i>Seznam literatury</i>	182
3.5	Detekce rentgenového záření	183
3.5.1	Princip detekce	183
3.5.2	Typy detektorů	184
3.5.3	Únikové jevy	184
3.5.4	Rozlišovací schopnost detektorů	186
3.5.5	Počítače plněné plynem	189
3.5.6	Proporcionální počítače	193
	Plynová náplň proporcionálních počítačů	193
	Okénka proporcionálních počítačů	194
3.5.7	Mrtvá doba počítače	195
3.5.8	Charakteristika počítače	691

3.5.9	Elektronické zpracování impulsů z proporcionálního počítače	198
	Předzesilovač a lineární zesilovač	198
	Jednokanálový amplitudový analyzátor	199
	Čítač impulsů	199
	Analogový měřič četnosti impulsů (integrátor, ratemeter).	200
3.5.10	Scintilační počítače	203
3.5.11	Polovodičové detektory	204
3.5.12	Polovodičový spektrometr	207
3.5.13	Účinnost detektorů	211
	<i>Seznam literatury</i>	212
3.6	Detekce elektronů	213
	Scintilační detektor s fotonásobičem	214
	Hradlový detektor	215
	Detekce absorbovaných elektronů	217
	<i>Seznam literatury</i>	217
3.7	Tvorba obrazu v EMA a REM	218
	Tvorba kontrastu	222
	Elektronické zpracování signálu	224
	Potlačení stejnosměrné složky signálu	224
	Derivace videosignálu	224
	Nelineární zesílení obrazového signálu	225
	Lineární analýza a Y-modulace	226
	<i>Seznam literatury</i>	226
4	Elementární a strukturální analýza	227
4.1	Příprava preparátů	227
	Příprava povrchu	227
	Pokrytí vzorku vodivou vrstvou	229
	Odolnost vzorků proti působení primárních elektronů	231
	Výběr a příprava standardů	232
	<i>Seznam literatury</i>	233
4.2	Kvalitativní analýza	233
4.2.1	Měření rentgenového spektra krystalovým spektrometrem	234
	Analogový zápis spektra	235
	Digitální zápis spektra	236
4.2.2	Měření rentgenového spektra polovodičovým spektrometrem	236
4.2.3	Vyhodnocení spektra získaného krystalovým spektrometrem	237
	Odečítání pozadí	238
4.2.4	Vyhodnocení spektra získaného polovodičovým spektrometrem	239
	Odečítání pozadí	240
	Separace (dekonvoluce, stripping) píků	243
4.2.5	Mez citlivosti (detekce)	246
4.2.6	Studium plošného rozložení prvků	249
	Prostorové rozlišení obrazu	251
	<i>Seznam literatury</i>	254
4.3	Kvantitativní bodová rentgenová mikroanalýza	255
4.3.1	Vztah mezi intenzitou rentgenového záření a koncentrací prvku	260
	Empirický korekční postup	260
4.3.2	Teoretický korekční postup (<i>ZAF</i>)	264
	Korekce na atomové číslo	265
	Určení koeficientu <i>R</i>	267
	Korekce na absorpci	270
	Sekundární fluorescence	276
	Fluorescence charakteristickým zářením	276

	Korekce na fluorescenci spojeným zářením	281
	Použití korekční metody ZAF	282
4.3.3	Semikvantitativní analýza polovodičovým spektrometrem bez použití standardů	286
	<i>Seznam literatury</i>	287
4.4	Rentgenová a elektronová mikrodifrakce	289
4.4.1	Kosselova metoda	289
	Úvod	289
	Teoretická část	290
	Experimentální uspořádání	293
	Zpracování měření	294
	Aplikace	297
4.4.2	Elektronová difrakce v REM (pseudo-Kikuchiho metoda)	298
	Úvod	298
	Teoretická část	300
	Experimentální uspořádání	301
	Zpracování měření	303
	Aplikace	303
	Porovnání difrakčních metod	304
	<i>Seznam literatury</i>	305
5	Použití elektronového mikroanalýzátoru v některých oborech	306
5.1	Mikroanalýza silikátů	306
5.1.1	Příprava vzorků k měření	307
	Skla	307
	Keramika a žárovzdorné materiály	308
	Anorganická pojiva	308
	Standardy	309
	Vodivost vzorků	310
5.1.2	Kvantitativní analýza nekovových materiálů	311
	Analýza alkalických skel	311
	Analýza skelných nehomogenit ve sklech a glazurách	314
	Analýza krystalických a kovových nehomogenit	316
	Koroze žárovzdorných materiálů a kovů sklovinami	317
	Difúzní jevy	320
	Odměšování a krystalizace skel	320
	Spojení keramika—kov	321
	Závěr	323
	<i>Seznam literatury</i>	324
5.2	Geologie a mineralogie	327
5.2.1	Kvantitativní analýza	328
	Silikátové a kyslíčnickové minerály	328
	Sulfidy	333
	Průměrná analýza hornin	335
5.2.2	Rastrovací mikroskopie	336
	<i>Seznam literatury</i>	337
5.3	Metalurgické aplikace elektronové mikroanalýzy	338
	Analýza fází a inkluzí	339
	Kvantitativní metalografie	341
	Charakterizace materiálů (homogenita, diference složení, stopová analýza)	343
	Difúze	344
	Fázové diagramy	349
	Jiné aplikace	356
	<i>Seznam literatury</i>	357

5.4	Aplikace elektronové mikroanalýzy v mikroelektronice	359
	Úvod	359
	Příprava polovodičových vzorků k mikroanalýze	360
	Napěťový kontrast v obraze sekundárních elektronů	361
	Proudy v polovodičivém vzorku vyvolané elektronovým svazkem.	364
	Katodoluminiscence v polovodičích	366
	Aplikace REM pro hodnocení polovodičových materiálů a struktur PN	367
	Aplikace REM v technologii přípravy integrovaných obvodů a pro analýzu chybných mikroelektronických prvků	369
	Závěr	370
	<i>Seznam literatury</i>	371
5.5	Analýza tenkých filmů a malých částic	372
	Analýza malých částic	374
	<i>Seznam literatury</i>	376
5.6	Použití elektronové mikroanalýzy v biologii a medicíně	377
5.6.1	Úvod	377
5.6.2	Příprava biologických preparátů pro elektronovou mikroanalýzu	377
	Měkké tkáně a tvrdé mineralizované tkáně	378
	Kapaliny, buňky, orgány a částice	379
	Fixace a dehydratace biologických preparátů	380
	Příprava řezů (tenké řezy, tlusté řezy, zpopelnění).	382
5.6.3	Mikroanalýza biologických materiálů	383
	Volba pracovních podmínek a vliv parametrů přístroje.	383
	Některé zvláštnosti kvantitativní analýzy biologických preparátů	386
5.6.4	Přehled významnějších prací	389
	<i>Seznam literatury</i>	390
6	Závěr	393
	Cizojazyčná resumé	396