

# OBSAH

I. Úvod . . . . .	9
II. Podstata mikrominiaturizace . . . . .	12
1. Využití elektroniky . . . . .	12
2. Obecné problémy . . . . .	13
3. Miniaturizace a mikrominiaturizace . . . . .	16
4. Příklady a porovnávání . . . . .	18
III. Problémy spolehlivosti . . . . .	21
5. Zkušenosti z prací na spolehlivosti . . . . .	22
6. Hlavní směry a hospodárnost spolehlivosti . . . . .	24
IV. Miniaturní a speciální prvky pro elektroniku . . . . .	27
7. Hlavní směry . . . . .	27
8. Rozsah základny obvodových prvků . . . . .	27
9. Polovodičové prvky . . . . .	29
a) Germaniové a křemíkové prvky . . . . .	31
b) Polovodičové kondenzátory . . . . .	33
c) Polovodičové indukčnosti . . . . .	33
d) Hallovy články . . . . .	34
e) Termoelektrické články . . . . .	35
f) Teplotně závislé odpory . . . . .	37
g) Napěťově závislé odpory . . . . .	39
10. Elektrovakuové prvky . . . . .	40
11. Klasické elektronické prvky . . . . .	40
a) Vrstvové odpory . . . . .	41
b) Potenciometry . . . . .	42
c) Potenciometry nastavovací (trimry) . . . . .	44
d) Kondenzátory . . . . .	44
12. Konstrukční prvky . . . . .	51
a) Indukční cívky a magnetické prvky . . . . .	51
b) Piezoelektrické krystaly a filtry . . . . .	52
c) Relé . . . . .	55
d) Kombinované odrušovací prvky . . . . .	55
e) Zdroje proudu . . . . .	57
V. Materiály . . . . .	60
13. Hledání nových materiálů . . . . .	60
14. Kovové materiály . . . . .	61
a) Kovy s ventilovými vlastnostmi . . . . .	62
b) Kontaktní materiály . . . . .	67
c) Pájky . . . . .	67

d) Materiály pro vyšší teploty . . . . .	67
e) Materiály pro elektroniky . . . . .	68
15. Polovodiivé materiály . . . . .	68
16. Materiály pro odpory . . . . .	70
17. Magnetické materiály . . . . .	71
a) Materiály magneticky měkké . . . . .	72
b) Materiály magneticky tvrdé . . . . .	73
c) Ferity . . . . .	74
18. Keramické materiály . . . . .	75
19. Umělé hmoty . . . . .	78
20. Speciální materiály . . . . .	81
<b>VI. Některé pracovní postupy pro mikrominiaturizaci . . . . .</b>	<b>85</b>
21. Chemické nanášení . . . . .	85
22. Galvanické pokovování . . . . .	86
23. Sítotisk . . . . .	86
a) Běžný způsob sítotisku . . . . .	86
b) Tlakový sítotisk . . . . .	87
c) Rotační sítotisk . . . . .	88
24. Technologie vypalovacích emulzí a past . . . . .	89
25. Tepelný rozklad . . . . .	89
26. Vakuové napařování . . . . .	90
a) Technologie vakuového napařování . . . . .	92
b) Vlastnosti tenkých vrstev . . . . .	92
c) Čištění povrchu podkladu . . . . .	93
d) Materiály a provedení napařovacích topných zdrojů . . . . .	94
e) Tloušťky napařovaných vrstev a jejich měření . . . . .	95
f) Vícevrstvé napařování . . . . .	97
g) Příklad programově řízeného napařování obvodů . . . . .	97
27. Opracovávání elektronovým paprskem . . . . .	99
28. Zařízení pro ohřev dopadem elektronů . . . . .	100
29. Vlastnosti materiálů pro vakuové napařování . . . . .	101
30. Katodické napařování . . . . .	102
31. Vytváření masek a pokrytí . . . . .	103
a) Fototechnický způsob . . . . .	104
b) Vytváření masek elektronovým paprskem . . . . .	105
c) Materiály citlivé na světlo . . . . .	105
32. Propojování jednotlivých částí obvodů . . . . .	107
a) Pájení . . . . .	108
b) Svařování . . . . .	108
c) Tmelení a vytváření spojů bez pájení . . . . .	111
d) Pájení průchodem proudu . . . . .	112
33. Technologie pro vytváření odporů . . . . .	113
a) Některé způsoby vytváření odporů . . . . .	113
b) Způsoby nastavování hodnot odporů . . . . .	115
34. Technologie pro vytváření kondenzátorů . . . . .	117
35. Polovodičové prvky pro mikrominiaturizaci . . . . .	120
36. Technologie k vytváření povrchové ochrany . . . . .	121
37. Mikrofotografie . . . . .	123
38. Opracování ultrazvukem . . . . .	126
<b>VII. Obvody RC . . . . .</b>	<b>127</b>
39. Konstrukční principy . . . . .	128
40. Součásti plošných obvodů RC . . . . .	130

a) Nosná destička . . . . .	130
b) Technologie suchého lisování . . . . .	131
c) Technologie lití . . . . .	133
d) Kondenzátory . . . . .	134
e) Odpory . . . . .	135
f) Geometrické tvary a nastavování hodnot odporů . . . . .	140
g) Vývody . . . . .	145
h) Povrchová ochrana . . . . .	145
41. Morfologie a topologie obvodů . . . . .	147
42. Převod klasického zapojení odporů a kondenzátorů na plošné obvody <i>RC</i> . . . . .	148
a) Příklad návrhu jednoduchého typu plošného tištěného ob- vodu <i>RC</i> . . . . .	148
b) Zhotovování obvodů <i>RC</i> . . . . .	151
43. Obvody s rozloženými parametry . . . . .	154
44. Některé poznatky ze zahraniční výroby . . . . .	160
45. Perspektivy obvodů <i>RC</i> . . . . .	164
VIII. Modulové konstrukce . . . . .	165
46. Ploché modulové destičky s plošnými spoji . . . . .	165
47. Trojrozměrné moduly z klasických součástek . . . . .	167
a) Minimoduly . . . . .	168
b) Modulový systém „MECA“ . . . . .	169
c) Křížové moduly . . . . .	170
d) Moduly s galvanicky vytvořenými spoji . . . . .	170
48. Modulový systém Tinkertoy . . . . .	171
a) Modulová jednotka . . . . .	171
b) Základní součásti modulové jednotky . . . . .	173
c) Výroba modulů . . . . .	175
d) Doporučované modulové obvody pro systém Tinkertoy . . . . .	179
49. Experimentální provedení různých modulových systémů . . . . .	180
a) Modulový systém se vsazovanými plochými součástkami . . . . .	180
b) Modulové funkční obvody . . . . .	183
c) Termoionické moduly . . . . .	184
50. Mikromoduly . . . . .	185
a) Všeobecný přehled . . . . .	185
b) Mikroelementy . . . . .	187
c) Odpory . . . . .	192
d) Kondenzátory . . . . .	195
e) Indukční cívky . . . . .	197
f) Ostatní pasívní prvky . . . . .	198
g) Polovodiče . . . . .	199
51. Mikromodulový blok . . . . .	201
a) Požadavky kladené na mikromodulovou konstrukci . . . . .	203
b) Některé problémy odvodu tepla . . . . .	204
c) Plošné spoje jako doplněk mikromodulů . . . . .	207
52. Postup při návrhu elektronického zařízení v mikromodulech . . . . .	208
53. Praktické použití a zahraniční konstrukce mikromodulů . . . . .	211
IX. Plošné a objemové funkční obvody . . . . .	214
54. Směry v řešení mikrominiaturních obvodů . . . . .	214
55. Dvourozměrné obvody . . . . .	214
a) Dvourozměrné obvody a obvody s tenkými vrstvami . . . . .	214
b) Příklady řešení obvodů . . . . .	215

56. Blokové a hmotové obvody . . . . .	219
57. Obvody využívající fyziky pevných látek . . . . .	220
a) Příklad postupu při zhotovování obvodu v pevné fázi . . . . .	220
b) Příklady obvodů . . . . .	221
X. Další výhledy . . . . .	226
58. Problémy rozvoje a působení elektroniky . . . . .	226
59. Některé předpoklady k řešení problémů elektroniky . . . . .	228
60. Některé praktické příklady řešení nových směrů . . . . .	228
61. Vliv fyziky na elektroniku . . . . .	230
62. Závěr . . . . .	235