

# Obsah

Předmluva	9
I. Vznik plošných spojů	11
II. Základní metody výroby plošných spojů	16
1. Obecný přehled o světovém stavu z hlediska metod	16
2. Základní pojmy	17
3. Vodivé barvy a laky	18
4. Vypalovací laky a pasty	20
5. Přímé nanášení kovů	21
5.1 Nanášení roztavených kovů stříkáním	21
5.2 Přímé nanášení kovů vakuovým způsobem	23
6. Chemické nanášení kovů	27
7. Galvanické nanášení kovů	28
8. Nepřímý způsob výroby spojů	31
9. Způsob zhotovování plošných spojů chemickým odleptáváním	32
10. Metoda ražení pro plošné spoje	34
11. Metoda zalisování vodivého prášku do plastických hmot	37
12. Bezředitlové a xerografické nanášení spojů	37
13. Ohebné a několikavrstvové zalisované spoje	42
14. Trojrozměrný tisk plošných spojů	42
III. Metody praktické výroby plošných spojů	47
15. Vhodnost plátování izolačního laminátu měděnou fólií	47
16. Vytvoření spojů na plátovaný laminát	48
17. Předloha a negativ pro zhotovení šablony	49
17.1 Jednoduchá předloha pro funkční vzorky	49
17.2 Předloha pro konečné provedení a pro sériovou výrobu	50
17.3 Negativ pro zhotovení šablony	51
18. Fototechnický způsob vytváření spojů	56
18.1 Úprava plátovaných destiček	56
18.2 Nanesení citlivé vrstvy na destičku	56
19. Síťotiskový způsob vytváření obrazu spojů	65
19.1 Zhotovení síťotiskové šablony pro plošné spoje	72
19.11 Přenosový způsob	74
19.12 Přímý způsob zhotovení síťotiskové šablony	78
19.2 Technika tisku ochranné barvy	80

19.3	Ofsetový nátisk obrazu spojů . . . . .	81
19.4	Odleptávání nepotřebných částí fólie . . . . .	83
19.41	Laboratorní způsoby leptání spojů . . . . .	86
19.42	Leptací zařízení pro výrobu . . . . .	88
19.43	Závěrečné operace po leptacím cyklu . . . . .	90
19.44	Kontrola leptacího roztoku . . . . .	91
19.45	Regenerace leptacího roztoku . . . . .	92
19.5	Úprava plošných spojů před pájením . . . . .	94
19.6	Uspořádání výrobní linky . . . . .	95
19.7	Použití plošných spojů . . . . .	98
19.8	Speciální použití plošných spojů . . . . .	103
19.9	Kapacity vodičů plošných spojů . . . . .	109
19.10	Plošné indukční cívky . . . . .	112
IV. Materiály pro plošné spoje . . . . .		114
20.	Základní materiály . . . . .	114
20.1	Měděná fólie . . . . .	115
20.2	Lepidla a tmely . . . . .	115
20.3	Základní izolant — přehled druhů . . . . .	115
21.	Výroba měděné fólie . . . . .	119
21.1	Přerušovaný způsob výroby fólie . . . . .	123
21.2	Plynulý způsob výroby fólie . . . . .	123
21.3	Okysličování a nanášení lepidla . . . . .	127
22.	Spojování měděné fólie s nosným izolantem . . . . .	128
23.	Základní tuzemské izolační materiály . . . . .	129
23.1	Výroba sklotextitového laminátu . . . . .	129
23.2	Epoxydové pryskyřice pro plošné spoje . . . . .	131
23.3	Cuprexit a Cuprexcart, materiály pro výrobu plošných spojů . . . . .	134
23.4	Další směry ve vývoji materiálů pro plošné spoje . . . . .	135
24.	Zkoušky materiálů . . . . .	135
24.1	Zkušební metody . . . . .	137
24.2	Zkušební destičky . . . . .	142
24.3	Závěr o zkoušení . . . . .	147
V. Obrábění základních materiálů . . . . .		149
25.	Obecné zásady obrábění plátovaných laminátů . . . . .	149
26.	Povrchové úpravy plošných spojů . . . . .	157
27.	Galvanické zúšlechťení kontaktů plošných spojů . . . . .	161
VI. Součástky pro plošné spoje . . . . .		164
28.	Hlediska pro výběr součástek . . . . .	164
29.	Klasické součástky . . . . .	165
30.	Konstrukční součástky . . . . .	171
31.	Další vývoj součástek . . . . .	176
VII. Plošné obvody a miniaturizace . . . . .		178
32.	Obvody na keramice . . . . .	179
33.	Plošné obvody RC . . . . .	182

34. Funkční obvody — moduly . . . . .	187
35. Další perspektivy . . . . .	194
<b>VIII. Zásady konstrukce přístrojů s plošnými spoji . . . . .</b>	<b>198</b>
36. Návrh zapojení přístroje . . . . .	198
36.1 Předběžný návrh . . . . .	198
36.2 Návrh skutečného obrazu spojů . . . . .	199
37. Zvláštnosti konstrukce . . . . .	200
37.1 Volba velikosti desky . . . . .	201
37.2 Druhy spojů — výhody a nevýhody . . . . .	201
37.3 Zatížitelnost plošných spojů . . . . .	202
37.4 Rozměry a vzdálenosti . . . . .	203
37.5 Uzemnění — rozdělení ploch — nápisy a označení . . . . .	205
37.6 Konstrukční uspořádání přístrojů . . . . .	205
38. Rychlý způsob zhotovení předlohy pro funkční vzorky . . . . .	206
38.1 Papiřový negativ . . . . .	206
38.2 Papiřový pomocný pozitiv a retušovaný negativ . . . . .	207
38.3 Sestavovací předlohy . . . . .	208
38.4 Opravy negativů . . . . .	209
39. Zhotovení funkčních vzorků . . . . .	209
40. Zkoušky s funkčními vzorky . . . . .	212
40.1 Zkouška oteplení destiček se spoji . . . . .	212
40.2 Vliv prachu a znečištění na plošné spoje . . . . .	214
40.3 Zkoušky doby života . . . . .	214
41. Příprava pro ověřovací sériei . . . . .	214
42. Příklad tranzistorového přijímače s plošnými spoji . . . . .	215
42.1 Schéma zapojení . . . . .	216
42.2 Postup zhotovení destičky se spoji . . . . .	219
42.3 Montáž součástek . . . . .	220
42.4 Rozmístění součástek . . . . .	221
<b>IX. Montáž přístrojů s plošnými spoji . . . . .</b>	<b>222</b>
43. Použití a výběr součástek . . . . .	223
44. Způsoby a volba montáže . . . . .	225
44.1 Ruční montáž . . . . .	226
44.2 Mechanizovaná montáž . . . . .	228
44.3 Automatizovaná montáž . . . . .	231
44.4 Příklady automatizované montáže . . . . .	235
45. Spojování desek s plošnými spoji . . . . .	239
46. Technika pájení . . . . .	243
46.1 Pájka . . . . .	243
46.2 Tavidlo . . . . .	246
46.3 Způsoby pájení . . . . .	247
47. Přehled některých pájecích zařízení . . . . .	250
48. Zkoušky pájených spojů . . . . .	253
49. Povrchová ochrana plošných spojů . . . . .	255
<b>X. Opravy přístrojů s plošnými spoji . . . . .</b>	<b>261</b>
<b>XI. Ekonomické problémy techniky plošných spojů a obvodů . . . . .</b>	<b>268</b>

XII. Příloha . . . . .	273
Literatura . . . . .	287
Rejstřík . . . . .	290

291	
292	
293	
294	
295	
296	
297	
298	
299	
300	
301	
302	
303	
304	
305	
306	
307	
308	
309	
310	
311	
312	
313	
314	
315	
316	
317	
318	
319	
320	
321	
322	
323	
324	
325	
326	
327	
328	
329	
330	
331	
332	
333	
334	
335	
336	
337	
338	
339	
340	
341	
342	
343	
344	
345	
346	
347	
348	
349	
350	
351	
352	
353	
354	
355	
356	
357	
358	
359	
360	
361	
362	
363	
364	
365	
366	
367	
368	
369	
370	
371	
372	
373	
374	
375	
376	
377	
378	
379	
380	
381	
382	
383	
384	
385	
386	
387	
388	
389	
390	
391	
392	
393	
394	
395	
396	
397	
398	
399	
400	
401	
402	
403	
404	
405	
406	
407	
408	
409	
410	
411	
412	
413	
414	
415	
416	
417	
418	
419	
420	
421	
422	
423	
424	
425	
426	
427	
428	
429	
430	
431	
432	
433	
434	
435	
436	
437	
438	
439	
440	
441	
442	
443	
444	
445	
446	
447	
448	
449	
450	
451	
452	
453	
454	
455	
456	
457	
458	
459	
460	
461	
462	
463	
464	
465	
466	
467	
468	
469	
470	
471	
472	
473	
474	
475	
476	
477	
478	
479	
480	
481	
482	
483	
484	
485	
486	
487	
488	
489	
490	
491	
492	
493	
494	
495	
496	
497	
498	
499	
500	