

目 录

序言	vii
第一章 概述	1
1.1 微电子技术发展概况	1
1.2 微电子技术的分类	2
1.2.1 小型电子封装结构	2
1.2.2 功能器件	3
1.2.3 集成电路	3
1.3 半导体集成电路与混合集成电路的比较	5
1.3.1 半导体集成电路	5
1.3.2 混合集成电路	6
1.3.3 半导体集成电路与混合集成电路的关系	8
1.4 集成电路对分立电子元器件的影响	9
1.5 混合集成电路的特殊问题	10
1.5.1 电路的内部连接	10
1.5.2 寄生效应	11
1.5.3 热集中问题	12
1.5.4 混合集成电路的噪声	12
1.5.5 电路设计与平面化转换	14
1.6 混合集成电路的基本工艺过程	14
第二章 薄膜元件与材料	16
2.1 基片	16
2.1.1 对基片的基本要求	16
2.1.2 薄膜电路基片的性能和种类	17
2.1.3 薄膜电路基片的清洗	21
2.2 薄膜导体	22
2.2.1 薄膜导体的功能和基本要求	22
2.2.2 薄膜导体的种类、性能及应用	23
2.2.3 薄膜导体的电阻率	26
2.3 薄膜电阻器	30
2.3.1 薄膜电阻器的主要参数	31
2.3.2 薄膜电阻材料和元件	34
2.4 薄膜电容器	44
2.4.1 薄膜电容器的主要参数	44
2.4.2 薄膜电容器材料和元件	45
第三章 厚膜元件与材料	52
3.1 电路基片	52

3.2	厚膜导体	53
3.2.1	厚膜银导体的性能和应用	54
3.2.2	贵金属导体的特性和应用	55
3.2.3	贱金属导体的特性和应用	58
3.2.4	厚膜导体的组成及附着机理	60
3.3	厚膜电阻	61
3.3.1	厚膜电阻的特点	62
3.3.2	厚膜玻璃釉电阻	63
3.3.3	导电相浓度对玻璃釉电阻性能的影响	66
3.3.4	玻璃釉电阻的导电机理	68
3.3.5	电阻材料颗粒度对电阻性能的影响	73
3.3.6	玻璃釉电阻的噪声	74
3.3.7	钯-银玻璃釉电阻	76
3.3.8	钌系玻璃釉电阻	78
3.3.9	铂族贵金属玻璃釉电阻	83
3.3.10	二氧化钨玻璃釉电阻	84
3.3.11	二硅化钨玻璃釉电阻	85
3.4	厚膜电容	86
3.4.1	厚膜电容的基本结构	87
3.4.2	厚膜电容的基本结构材料	88
3.5	厚膜交叉绝缘材料	91
3.5.1	交叉布线的基本结构和要求	91
3.5.2	交叉绝缘材料的种类、特性和组成	92
3.6	厚膜电感	94
第四章	厚薄膜混合集成电路的外贴元器件	96
4.1	外贴无源元件	97
4.2	外贴有源器件	101
第五章	厚薄膜混合集成电路的平面图案设计	106
5.1	电路的平面转换	106
5.2	膜式电阻器的设计	107
5.3	膜式电容器的设计	113
5.4	膜式电感器的设计	116
5.5	互连线和焊接区的设计	117
5.6	平面设计及其实例	119
第六章	厚薄膜混合集成电路的热设计	121
6.1	混合集成电路的热传递方式及热阻分析	121
6.1.1	热传递方式	121
6.1.2	混合集成电路的热分析	124
6.2	混合集成电路内热阻的计算	126
6.2.1	45° 扩散法	126
6.2.2	解析法	129

6.2.3	混合集成电路的瞬态热阻分析	133
6.2.4	减小混合集成电路内热阻的途径	136
6.3	混合集成电路外热阻的计算	137
6.4	功率混合集成电路散热结构的设计	140
6.4.1	混合集成电路散热结构设计规则	140
6.4.2	功率管的几种典型传热结构	141
6.5	功率混合集成电路外配散热器的设计	146
6.5.1	接触热阻	146
6.5.2	散热器	147
6.5.3	平板散热器与型材散热器	148
6.6	混合集成电路的热检测	150
6.6.1	晶体管热阻测试法	150
6.6.2	采用 QR ₂ 型大功率晶体管热阻测试仪测量热阻	154
6.6.3	采用红外线显微热阻测试仪测量热阻	155
6.6.4	热敏涂料测试法	157
第七章	薄膜无源网络的制造	158
7.1	掩模制造和蚀刻技术	158
7.1.1	原图制备	159
7.1.2	照相制版(光刻掩模)	159
7.1.3	机械掩模	161
7.1.4	光刻	166
7.2	成膜技术	168
7.2.1	成膜机理	168
7.2.2	成膜工艺	173
7.3	成膜过程中的监控	189
7.3.1	膜厚分布	190
7.3.2	成膜的监控	194
7.4	薄膜元件的调整	199
7.4.1	薄膜电阻调整	199
7.4.2	薄膜电容调整	206
7.5	薄膜元件的热处理	207
7.5.1	热处理效应	207
7.5.2	热处理效应对薄膜元件性能的影响	208
第八章	厚膜无源网络的制造	210
8.1	概述	210
8.2	厚膜元件制造中的丝网印刷	212
8.2.1	丝网印刷的原理及工艺准备	212
8.2.2	厚膜浆料的结构、特性和制备	215
8.2.3	丝网印刷的基本方法及设备	218
8.2.4	影响网印质量的工艺参数及其控制	220
8.2.5	丝网印刷膜厚度的计算	221

8.3	厚膜元件的烧结	223
8.3.1	烧结原理	223
8.3.2	烧结的基本工艺过程	225
8.3.3	厚膜元件的烧结工艺参数	227
8.3.4	烧结设备	229
8.4	厚膜元件的参数调整	230
第九章	厚薄膜混合集成电路的组装	233
9.1	元器件准备	233
9.1.1	元器件的选择	233
9.1.2	工艺筛选	236
9.2	电路互连	241
9.2.1	合金键合	243
9.2.2	固相键合	247
9.2.3	共熔焊接	252
9.2.4	导电胶粘合	253
9.3	功率混合集成电路的组装	254
9.3.1	陶瓷金属化	254
9.3.2	功率混合集成电路的焊接	257
第十章	厚薄膜混合集成电路的封装	266
10.1	封装概述	266
10.1.1	封装的功能与要求	266
10.1.2	封装结构的种类	266
10.2	密封及其方法	270
10.2.1	密封的检验	270
10.2.2	密封的方法	273
10.3	塑料封装	278
10.3.1	塑料封装的方法	279
10.3.2	塑料封装材料	280
10.4	封装类型的选择	283
第十一章	厚薄膜混合集成电路的可靠性	284
11.1	厚薄膜混合集成电路可靠性的预测方法	284
11.1.1	K系数法	284
11.1.2	π 系数法	284
11.1.3	分布估测法	286
11.2	厚膜混合集成电路可靠性预测模型	287
11.2.1	可靠性初步分析模型	287
11.2.2	厚膜混合集成电路失效率的评价程序	289
11.3	厚薄膜混合集成电路的失效分析	292
11.3.1	厚膜混合集成电路的失效模式和失效机理	292
11.3.2	薄膜混合集成电路的失效模式和失效机理	295

第十二章 厚薄膜混合集成电路的应用	299
12.1 厚膜混合集成电路的应用	299
12.1.1 在医疗卫生方面的应用	299
12.1.2 在照相技术中的应用	302
12.1.3 在电视机上的应用	304
12.1.4 在计数器装置上的应用	305
12.1.5 多层布线与超大规模集成电路	307
12.2 薄膜混合集成电路的应用	308
12.2.1 在计算机上的应用	308
12.2.2 在热印字机上的应用	310
12.3 功率混合集成电路的应用	313
12.3.1 厚膜混合集成稳压电源电路	313
12.3.2 厚膜混合集成功率放大器电路	316
12.3.3 厚膜混合集成电压调整器电路	318