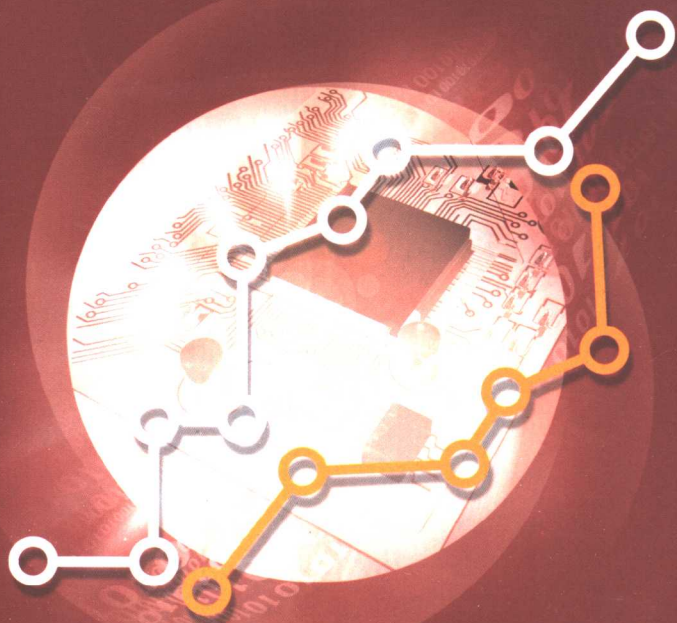




21 世纪高等院校电气信息类系列教材

现代印制电路 原理与工艺

主 编 张怀武
副主编 何 为
参 编 胡文成 唐先忠



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高等院校电气信息类系列教材

现代印制电路原理与工艺

主 编 张怀武

副主编 何 为

参 编 胡文成 唐先忠



机械工业出版社

本书从印制电路板材料、设计、制造、装配、焊接、质量保证、环保和质量标准等方面全面系统地讲述了印制电路技术的基本概念、原理和工艺,以及最新的印制板制造工艺和技术,涵盖了各类印制板制造所必须掌握的基础知识和实际知识,力求科学性、先进性、新颖性和实用性的统一。鉴于印制电路技术飞速发展,本书还增加了即将成为印制电路主要生产技术的高密度互连积层印制电路、特殊用途的特种印制电路技术、集成元件印制板和印制电路发展趋势等内容。本书共分 18 章,着重基本概念和原理的阐述,深入浅出,理论联系实际。每章都配有习题,以指导读者深入地进行学习。

本教材收集了国外印制电路技术方面大量的新资料,并结合我国现有的生产工艺的实际情况编写而成,具有一定的理论性和较强的实用价值。本书可作为高等院校电气信息类和化学类印制电路技术(原理和工艺)的教材,对从事印制电路行业的工程技术人员也是一部好的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代印制电路原理与工艺 / 张怀武主编. —北京:机械工业出版社, 2006.3
(21 世纪高等院校电气信息类系列教材)

ISBN 7-111-18494-7

I. 现... II. 张... III. 印刷电路—高等学校—教材 IV. TN41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 009124 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 陈振虹

责任印制: 李 妍

保定市印刷厂印刷

2006 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·24.75 印张·613 千字

0001—5000 册

定价: 34.00 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着科学技术的不断进步,整个国家自动化水平和信息化水平的长足发展,社会对电气信息类人才的需求日益迫切、要求也更加严格。在教育部颁布的“普通高等学校本科专业目录”中,电气信息类(Electrical and Information Science and Technology)包括电气工程及其自动化、自动化、电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、电子科学与技术、生物医学工程等子专业。这些子专业的人才培养对社会需求、经济发展都有着非常重要的意义。

在电气信息类专业及学科迅速发展的同时,也给高等教育工作带来了许多新课题和新任务。在此情况下,只有将新知识、新技术、新领域逐渐融合到教学、实践环节中去,才能培养出优秀的科技人才。为了配合高等院校教学的需要,机械工业出版社组织了这套“21世纪高等院校电气信息类系列教材”。

本套教材是在对电气信息类专业教育情况和教材情况调研与分析的基础上组织编写的,期间,与高等院校相关课程的主讲教师进行了广泛的交流和探讨,旨在构建体系完善、内容全面新颖、适合教学的专业教材。

本套教材涵盖多层面专业课程,定位准确,注重理论与实践、教学与教辅的结合,在语言描述上力求准确、清晰,适合各高等院校电气信息类专业学生使用。

机械工业出版社

前 言

印制电路板用于安装集成电路等元件并提供它们之间的电气连接,几乎在每种电子设备中都要使用它。印制电路技术已发展成为一门完全独立、自成体系的生产技术,它同大规模集成电路一样,已跻身于“高科技”的行列之中,成为电子工业生产中的重要技术之一。随着电子设备向“轻量化、小型化、薄型化、智能化”的方向迅速发展,对电子设备的关键——印制电路板的性能和制造技术提出了更新、更高的要求。

印制电路行业在我国发展迅猛,现在我国已成为继日本之后的世界第二大印制电路板生产国,年平均增长速度达到 22%,总产值占到电子类产品产值的 7%。令人遗憾的是,国内不少高校开设的印制电路方面课程主要偏重印制电路设计,直接导致印制电路制造技术的工艺人才奇缺。现在我国越来越多的大学已开始设立培养印制电路制造工艺技术人才的课程,以满足我国印制电路工艺人才市场的需求,但目前国内讲述印制电路原理和工艺方面的教材不多。

电子科技大学应用化学系是我国第一个在应用化学专业设置印制电路工艺专业方向的系。本书是在我校应用化学系 1996 年编写的《印制电路技术》教学讲义的基础上,经过多年的教学实践并补充现代发展起来的新技术和新工艺的基础上编写而成的,具有一定的理论性和较强的实用价值。

本书从印制电路基板材料、设计、制造、装配、焊接、质量保证、环保和质量标准等方面全面系统地讲述了印制电路技术的基本概念、原理和工艺,最新的印制板制造工艺和技术,涵盖了各类印制板制造所必须掌握的基础知识和实际知识,力求科学性、先进性、新颖性和实用性的统一。鉴于印制电路技术飞速发展,本书还增加了即将成为印制电路主要生产技术的高密度互连积层印制电路、特殊用途的特种印制电路技术、集成元件印制板和印制电路发展趋势等内容。本书每章后均附有习题。本课程建议授课学时为 60 小时。每章的内容相对独立,任课教师可根据实际的教学学时数取舍教学内容。

本书的编写过程中得到了我校产、学、研基地——珠海元盛电子科技有限公司的支持,本书部分工艺方面的实验内容就是在该公司的胡可总经理的大力支持下在该公司的生产线上完成的,在此表示衷心的感谢。在编写本书的过程中,还参考了国内外的书籍和资料(主要书目列于书末的参考文献),引用了其中的一些内容和实例,在此对所有的作者表示诚挚的谢意。

该教材由国家“长江学者计划”特聘教授、国家杰出青年基金获得者、全国优秀教师张怀武教授担任主编,何为教授任副主编。全书共 18 章,其中第 13、18 章由张怀武编写,第 1、6、7、11、16、17 章由何为编写,第 3、8、9、10、12、14 章由胡文成编写,唐先忠编写了本书的第 2、4、5、15 章。最后由何为通读整理定稿。重庆大学张胜涛教授对全书进行了审定,在此深表谢意。

对于书中存在的错误和不妥之处,请读者提出宝贵意见。

编 者
于电子科技大学

目 录

出版说明

前言

第 1 章 印制电路概述	1
1.1 印制电路的定义和功能	1
1.1.1 印制电路的定义	1
1.1.2 印制电路在电子设备中的地位和功能	1
1.2 印制电路的发展史、分类和特点	2
1.2.1 早期的制造工艺	2
1.2.2 现代印制电路的发展	3
1.2.3 印制电路的特点和分类	5
1.3 印制电路制造工艺简介	7
1.3.1 减成法	7
1.3.2 加成法	9
1.4 我国印制电路制造工艺简介	10
1.4.1 单面印制电路板生产工艺	11
1.4.2 双面印制电路板生产工艺	11
1.4.3 多层印制电路板生产线	17
1.4.4 挠性印制电路和齐平印制电路的制造工艺	18
1.5 习题	19
第 2 章 基板材料	20
2.1 覆铜箔层压板及其制造方法	20
2.1.1 覆铜箔层压板分类	20
2.1.2 覆铜箔层压板制造方法	21
2.2 覆铜箔层压板的各种特性	23
2.2.1 覆铜箔层压板的机械特性	23
2.2.2 覆铜箔层压板热特性	24
2.2.3 覆铜箔层压板电气特性	26
2.3 覆铜箔层压板电性能测试	27
2.3.1 表面电阻和体积电阻系数试验	27
2.3.2 介电系数和介电损耗试验	28
2.3.3 平行层向绝缘电阻试验	28
2.3.4 垂直于板面电气强度试验	28
2.3.5 表面腐蚀	28
2.3.6 边缘腐蚀	29
2.4 习题	29
第 3 章 印制板设计与布线	30

3.1	设计的一般原则	30
3.1.1	印制电路板的类型	30
3.1.2	坐标网络系统	30
3.1.3	设计放大比例	31
3.1.4	印制电路的生产条件	31
3.1.5	标准化	31
3.1.6	设计文件	31
3.2	设计应考虑的因素	32
3.2.1	基材的选择	32
3.2.2	表面镀层和表面涂覆层的选择	33
3.2.3	机械设计原则	33
3.2.4	印制电路板的结构尺寸	34
3.2.5	孔	35
3.2.6	连接盘	36
3.2.7	印制导线	36
3.2.8	印制插头	37
3.2.9	电气性能	37
3.2.10	可燃性	41
3.3	CAD 设计技术	41
3.3.1	CAD 技术的发展概况	41
3.3.2	原理图的设计	41
3.3.3	PCB 图的设计	44
3.3.4	CAM 数据的产生	48
3.4	习题	50
第 4 章	照相制版技术	51
4.1	感光材料的结构和性能	51
4.1.1	感光材料的结构	51
4.1.2	感光材料的照相性能	53
4.1.3	感光材料的分类	56
4.2	感光成像原理	57
4.2.1	潜影的形成	57
4.2.2	增感	59
4.3	显影	60
4.3.1	显影机理	60
4.3.2	显影方法	61
4.3.3	显影液的组成	62
4.3.4	常用显影液的配制及性能	63
4.3.5	显影条件及过程对图像质量的影响	65
4.4	定影	66
4.4.1	定影的定义	66

4.4.2	定影原理	66
4.4.3	定影液的配制	67
4.4.4	影响定影的因素	69
4.4.5	水洗	70
4.4.6	图像的加厚与减薄	70
4.5	图像反转冲洗工艺	72
4.5.1	反转冲洗原理	72
4.5.2	反转冲洗工艺	72
4.6	重氮盐感光材料	74
4.6.1	重氮盐感光材料的组成与分类	74
4.6.2	重氮感光材料负性印像法	77
4.6.3	微泡照相技术	78
4.7	习题	80
第5章	图形转移	81
5.1	光致抗蚀剂的分类与作用机理	81
5.1.1	概述	81
5.1.2	光交联型光敏树脂	82
5.1.3	光分解型光敏抗蚀剂	83
5.1.4	光聚合型光敏抗蚀剂	84
5.1.5	光增感	85
5.1.6	光敏抗蚀剂的感光度和分辨率	85
5.2	丝网制版用液体光敏抗蚀剂	86
5.2.1	重铬酸盐系水溶性光敏抗蚀性	86
5.2.2	重氮化合物水溶性光敏抗蚀剂	87
5.3	丝印印料光敏抗蚀剂	88
5.3.1	概述	88
5.3.2	热固型印料	89
5.3.3	光固化型印料	93
5.4	干膜抗蚀剂	95
5.4.1	概述	95
5.4.2	抗蚀干膜的基本性能	97
5.5	习题	98
第6章	化学镀与电镀技术	99
6.1	电镀铜	99
6.1.1	铜镀层的作用及对镀层、镀液的基本要求	99
6.1.2	镀铜液的选择	100
6.1.3	光亮酸性镀铜	102
6.1.4	半光亮酸性镀铜	104
6.1.5	印制板镀铜的工艺流程	105
6.1.6	脉冲镀铜	107

6.2	电镀 Sn/Pb 合金	108
6.2.1	Sn/Pb 合金镀配方与工艺规范	108
6.2.2	主要成分的作用	109
6.2.3	工艺参数的影响	110
6.2.4	磺酸盐体系电镀 Sn/Pb 合金或纯锡层	111
6.3	电镀镍和电镀金	112
6.3.1	插头电镀镍与金	112
6.3.2	电镀镍/闪镀金或电镀镍/电镀厚金	113
6.4	化学镀镍/浸金	115
6.4.1	化学镀镍/金发展的背景	115
6.4.2	化学镍和化学浸金的状况	115
6.4.3	化学镀镍	116
6.4.4	化学浸金	118
6.5	脉冲镀金、化学镀金及激光化学镀金	119
6.5.1	脉冲镀金	119
6.5.2	化学镀金	121
6.6	化学镀锡、镀银、镀钯和镀铑	122
6.6.1	化学镀锡	122
6.6.2	化学镀银	123
6.6.3	化学镀钯	124
6.6.4	化学镀铑	125
6.7	习题	126
第 7 章	孔金属化技术	128
7.1	概述	128
7.2	钻孔技术	129
7.2.1	数控钻孔	129
7.2.2	激光钻孔	131
7.2.3	化学蚀孔	135
7.3	去钻污工艺	135
7.3.1	等离子体处理法	136
7.3.2	浓硫酸处理法	138
7.3.3	碱性高锰酸钾处理法	138
7.3.4	PI 调整法	140
7.4	化学镀铜技术	140
7.4.1	化学镀铜的原理	140
7.4.2	化学镀铜的工艺过程	142
7.5	一次化学镀厚铜孔金属化工艺	146
7.5.1	双面印制板一次化学镀厚铜	146
7.5.2	多层板一次化学镀厚铜工艺	147
7.6	孔金属化的质量检测	147

7.6.1	背光试验法	147
7.6.2	玻璃布试验	148
7.6.3	金相显微剖切	148
7.7	直接电镀技术	149
7.7.1	概述	149
7.7.2	钯系列	150
7.7.3	导电性高分子系列	151
7.7.4	碳黑系列——C 黑导电膜	154
7.8	习题	155
第 8 章	蚀刻技术	156
8.1	概述	156
8.2	三氯化铁蚀刻	157
8.2.1	三氯化铁蚀刻剂的组成	157
8.2.2	蚀刻机理	157
8.2.3	蚀刻工艺因素	158
8.2.4	蚀刻工艺	159
8.3	氯化铜蚀刻	160
8.3.1	酸性氯化铜蚀刻剂	160
8.3.2	碱性氯化铜蚀刻	164
8.4	其他蚀刻工艺	168
8.4.1	过氧化氢-硫酸蚀刻工艺	168
8.4.2	过硫酸盐蚀刻	169
8.4.3	铬酸-硫酸蚀刻	170
8.5	侧蚀与镀层突沿	171
8.5.1	侧蚀原因	171
8.5.2	减小侧蚀的方法	172
8.5.3	突沿的产生	172
8.6	习题	173
第 9 章	焊接技术	175
9.1	焊料	175
9.1.1	锡-铅焊料	175
9.1.2	无氧化焊料	177
9.1.3	改善锡-铅焊料性质的措施	178
9.1.4	无铅焊料	178
9.2	助焊剂	183
9.2.1	助焊剂的作用	183
9.2.2	助焊剂应具备的条件	184
9.2.3	助焊剂的分类	184
9.2.4	助焊剂的成分	185
9.3	锡-铅合金镀层的热熔技术	188

9.3.1	印制电路板 Sn-Pb 镀层的热熔	188
9.3.2	印制电路板的热熔方法	188
9.3.3	热风整平技术	192
9.4	焊接工艺	192
9.4.1	预涂助焊剂	192
9.4.2	预热	193
9.4.3	焊料槽	194
9.4.4	波峰焊	195
9.5	习题	198
第 10 章	多层印制电路	199
10.1	概述	199
10.2	多层印制板的设计	201
10.3	多层印制电路板专用材料	203
10.3.1	薄覆铜箔层压板	203
10.3.2	多层板用浸渍材料(半固化片或粘结片)	204
10.4	多层板的定位系统	206
10.4.1	销钉定位	207
10.4.2	无销钉定位	208
10.5	多层印制板的层压	208
10.5.1	层压设备及工装用具	209
10.5.2	层压前的准备	209
10.5.3	层压前的叠层	210
10.5.4	层压	211
10.6	多层印制板的可靠性检测	215
10.7	习题	216
第 11 章	挠性及刚挠印制电路板	217
11.1	概述	217
11.1.1	挠性印制电路板的定义	217
11.1.2	挠性印制电路板的性能特点	217
11.1.3	挠性印制电路板的用途	218
11.1.4	挠性印制电路板的分类	218
11.1.5	挠性及刚挠印制电路板的结构形式	222
11.1.6	挠性印制板的发展过程	222
11.1.7	目前挠性印制板的技术现状	223
11.2	挠性及刚挠印制板的材料及设计标准	224
11.2.1	挠性介质薄膜	224
11.2.2	粘结片薄膜	225
11.2.3	铜箔	226
11.2.4	覆盖层	226
11.2.5	增强板	227

11.2.6	刚性层压板	227
11.2.7	材料的热膨胀系数	227
11.2.8	挠性印制电路设计标准	228
11.3	挠性板的制造	228
11.3.1	挠性单面板制造	228
11.3.2	挠性双面板和挠性多层板的制造	231
11.3.3	刚挠结合板制造工艺	237
11.4	挠性及刚挠印制板的性能要求	238
11.4.1	挠性印制板的试验方法	238
11.4.2	挠性及刚挠印制板的尺寸要求	239
11.4.3	挠性及刚挠印制板的外观	239
11.4.4	物理性能要求	241
11.5	挠性印制电路板的发展趋势	241
11.5.1	高密度化	242
11.5.2	多层化-刚挠结合化	242
11.5.3	薄型化	243
11.5.4	信号传输高速化	243
11.5.5	覆盖层-精细线路的开窗板制作	244
11.5.6	两面突出结构	244
11.5.7	微凸盘阵列	246
11.6	习题	246
第 12 章	高密度互连积层多层板工艺	248
12.1	概述	248
12.1.1	积层多层板的类型	248
12.1.2	高密度趋向	249
12.2	积层多层板用材料	250
12.3	积层多层板的关键工艺	252
12.3.1	积层多层板芯板的制造	252
12.3.2	孔加工	253
12.3.3	绝缘层的粘结	253
12.3.4	电镀和图形制作	253
12.3.5	多层间的连接	254
12.3.6	PCB 的表面处理	254
12.4	积层多层板盲孔的制造技术	254
12.4.1	盲孔的形成	254
12.4.2	化学蚀刻法	256
12.4.3	工艺过程	256
12.5	积层多层板工艺的实例分析——导电胶堵空法 (ALIVH) 与导电 凸块法 (B ² it) 积层多层板工艺	259
12.5.1	ALIVH 积层多层板工艺	259

12.5.2	B ² it 积层多层板工艺	265
12.6	习题	268
第 13 章	集成元件印制板	269
13.1	概述	269
13.1.1	埋入无源元件印制板的应用	269
13.1.2	埋入无源元件印制板的优点和问题	270
13.1.3	集成印制板中埋入元件的类型	272
13.2	埋入平面电阻印制板	273
13.2.1	埋入平面电阻材料	273
13.2.2	电阻材料的电阻值	273
13.2.3	平面型电阻器的方块电阻	275
13.2.4	平面电阻器的组合	275
13.2.5	埋入平面电阻 PCB 的制造技术	276
13.3	埋入平面电容器印制板	279
13.3.1	平面电容器原理	280
13.3.2	电容的设计	280
13.3.3	埋入电容的高频特性	281
13.3.4	埋入平面电容材料	283
13.3.5	埋入平面电容器 PCB 制造技术	284
13.4	埋入平面电感器印制板	285
13.5	埋入无源元件印制板的可靠性	285
13.6	习题	288
第 14 章	特种印制板技术	289
14.1	高频微波印制板	289
14.1.1	概述	289
14.1.2	微波多层板基材性能	290
14.1.3	微波双面板的制造	294
14.1.4	微波多层板的制造	299
14.2	金属基印制板	301
14.2.1	概述	301
14.2.2	金属基印制板的结构	302
14.2.3	单面金属基印制板的制造	303
14.2.4	双面铝基印制板的制造	305
14.2.5	金属基板热阻的测试	306
14.3	厚铜箔埋/盲孔多层板	308
14.3.1	厚铜箔埋/盲孔多层板的定义	308
14.3.2	厚铜箔埋/盲孔多层印制板的意义	308
14.3.3	典型的实例	309
14.3.4	厚铜箔埋/盲孔多层板制造要领	309
14.4	习题	312

第 15 章 印制电路清洗技术	313
15.1 污染来源及危害	313
15.1.1 印制电路污染的来源	313
15.1.2 污染物的危害分析	314
15.1.3 污染物对电路性能的危害	315
15.1.4 清洗的必要性	315
15.2 氟碳溶剂清洗	316
15.2.1 氟碳溶剂的特点	316
15.2.2 氟碳溶剂清洗工艺	317
15.2.3 氟碳溶剂的危害	318
15.3 半水清洗	318
15.3.1 半水清洗材料	319
15.3.2 半水清洗工艺	320
15.3.3 半水清洗设备	320
15.3.4 半水清洗的优缺点	323
15.4 水清洗技术和免清洗技术	323
15.4.1 水清洗技术	323
15.4.2 免清洗技术	324
15.5 印制板清洗效果的评价	325
15.5.1 定性方法	325
15.5.2 半定量方法	326
15.5.3 定量方法	326
15.6 习题	326
第 16 章 印制电路生产的三废控制	328
16.1 印制电路板生产三废(废水、废气、固体废料)回收技术	328
16.1.1 印制电路板生产工序中的三废	328
16.1.2 印制电路板生产废液的回收技术	329
16.2 印制电路板生产中的三废处理技术	331
16.2.1 化学沉淀法的基本含义	331
16.2.2 印制电路板生产废水处理工艺及方法	332
16.2.3 废气处理	335
16.2.4 印制电路板废弃物处理	336
16.3 印制电路行业污染预防方案	337
16.4 习题	337
第 17 章 印制板质量与标准	339
17.1 标准、标准化与印制板	339
17.2 标准的分类	339
17.2.1 按标准化的对象分类	339
17.2.2 按标准的约束力分类	340
17.2.3 按标准的适应领域和有效范围分级	340

17.2.4 按标准的层次结构划分	341
17.3 印制板标准	342
17.3.1 我国印制板标准	342
17.3.2 国外印制板标准	344
17.4 印制板的相关标准	347
17.4.1 印制板试验方法标准	347
17.4.2 印制板设计标准	349
17.4.3 印制板原材料标准	350
17.4.4 其他有关标准	351
17.5 印制板的质量与合格评定	353
17.5.1 印制板与印制板质量	353
17.5.2 印制板的合格评定	353
17.5.3 印制板制造厂的认定与认证	355
17.6 习题	356
第 18 章 印制电路技术现状与发展趋势	357
18.1 PCB 技术发展进程	357
18.2 印制电路工业现状与特点	357
18.2.1 全球 PCB 销售概况	357
18.2.2 世界 PCB 产品市场特点	358
18.3 推动现代印制电路技术发展的主要因素	359
18.3.1 集成电路高集成度化	359
18.3.2 安装技术的进步	360
18.4 印制电路板制造技术的发展趋势	366
18.4.1 适应高密度化、高频化要求的发展预测	367
18.4.2 满足 IC 封装对基板的特别要求的发展预测	370
18.4.3 满足绿色化要求的发展预测	371
18.4.4 适应于复合安装化方面的发展预测	372
18.4.5 适应于搭载新功能电子元件要求的发展预测	373
18.4.6 适应于低成本化要求的发展预测	374
18.4.7 适应于短交货期要求的发展预测	375
18.5 习题	376
参考文献	377

第 1 章 印制电路概述

1.1 印制电路的定义和功能

1.1.1 印制电路的定义

印制线路板的定义：按照预先设计的电路，利用印刷法，在绝缘基板的表面或其内部形成的用于元器件之间连接的导电图形的技术，但不包括印制元器件的形成技术。把形成的印制线路的板叫做“印制线路板”，把装配上元器件的印制线路板称为“印制电路板”，如图 1-1 所示。

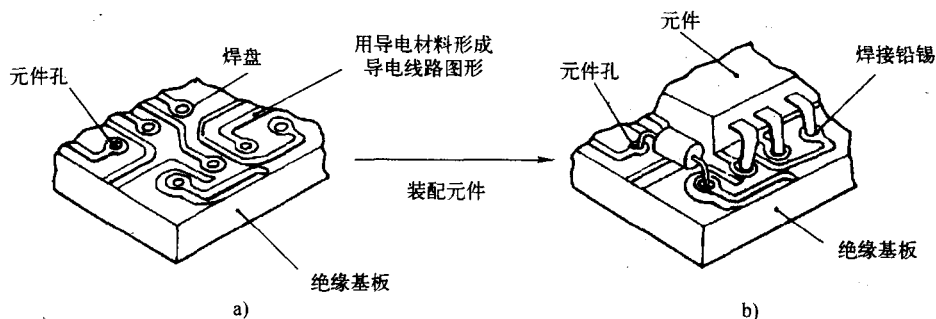


图 1-1 印制线路板外观

a) 印制线路板 b) 印制电路板

印制线路板简称为 PWB (Printed Wiring Board)。

印制电路板简称为 PCB (Printed Circuit Board)。

印制线路板是互连元器件，其主要功能是把电子元件或电子组合元器件（如芯片）装在印制线路板的一定位置上，然后将元件类的引线焊接在印制线路板表面上的焊盘或焊垫上，从而互连成为印制电路板。只有把它与电源或者外部输入端子连接时，电子电路才能发挥其电器功能。

由于习惯和其他方面的原因，并未严格区分印制线路板和印制电路板的概念，而将它们统称为印制电路。随着印制电路板的发展，印制线路板的客户要求线路板厂商在完成的印制线路板上贴装部分元器件，所以一般印制线路板厂商也不严格区分印制线路板和印制电路板的概念。常将印制线路板称为印制电路板或印制板。印制线路板结构如图 1-2 所示。

1.1.2 印制电路在电子设备中的地位和功能

印制电路是电子工业重要的电子部件之一。几乎所有的电子设备，小到电子手表、计算

器，大到电子计算机、通信电子设备、军用的武器系统，只要有集成电路等电子元器件，为了它们之间的电器连接，都要以印制电路为载体，使用印制电路。

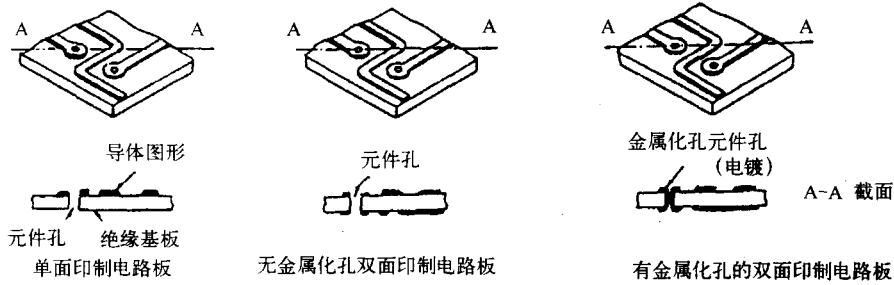


图 1-2 印制电路板的结构

在较大型的电子产品研制和开发过程中，最基本的成功因素是该产品印制电路的设计，文件的编制和制造。印制电路的设计和制造质量直接影响到整个电子产品的质量和成本，甚至会导致一家公司的成败。

印制电路板（习惯称为印制板）产值与电子设备产值之比称为印制板的投入系数，在 20 世纪 70 年代为 2%~3%，到了 20 世纪 90 年代中期，已增加到 6%~7%。这充分说明印制板在电子设备中的重要地位。1999 年全世界印制电路总产值为 363 亿美元，2001 年为 400 亿美元，2004 年超过 500 亿美元，平均年增长率接近 6%。

印制板在电子设备中的功能如下：

- 1) 提供集成电路等各种电子元器件固定、组装和机械支撑的载体。
- 2) 实现集成电路等各种电子元器件之间的电器连接或电绝缘。提供所要求的电气特性，如特性阻抗等。
- 3) 为自动锡焊提供阻焊图形。为元器件安装（包括插装及表面贴装）、检查、维修提供识别字符和图形。

电子设备采用印制板后由于同类印制板的一致性，从而避免了人工接线的差错，并可实现电子元器件自动插装或贴装、自动锡焊、自动检测，保证了电子设备的质量，提高了劳动生产率、降低了成本，并便于维修。

印制板从单面发展到双面、多层、挠性以及刚挠结合，并保持各自的发展趋势。由于不断地向高精度、高密度和高可靠性方向发展，不断缩小体积，降低成本，提高性能，使得印制板在未来电子设备的发展过程中，仍然保持强大的生命力。

1.2 印制电路的发展史、分类和特点

1.2.1 早期的制造工艺

第一块印制电路于 1936 年在日本诞生。但真正给予其重要意义的工作是英国的艾斯勒（Eisler）博士完成的。他借助于印刷技术中的照像、制版、腐蚀等成熟工艺，在覆有金属箔的绝缘基板上，约在 1940 年制造出了第一块具有实用价值的印制电路板。