

微电子制造技术系列丛书

DIANZI
ZUZHUANG
JISHU

电子组装技术

宋长发◎ 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

微电子制造技术系列丛书

电子组装技术

宋长发 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书系统介绍了电子组装的基本材料元器件、印制电路板的制造工艺过程,焊接材料的种类、特性及工艺特点,电子组装生产线的组成,各种组装设备的基本结构和使用方法,电子组装各工艺环节的工艺方法和工艺参数的设置及优化,电子组装过程中的检测技术与检测设备的工作原理,生产过程中的静电防护技术及技术质量管理等内容。本教材配有课件,方便教师使用多媒体教学。

本书既适用于应用型、技能型人才培养的普通高校应用电子类专业的本科教学,也适用于高职高专、成人教育相关专业的教学,同时可作为电子组装专业技术培训和从事电子组装的工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子组装技术/宋长发编著. —北京:国防工业出版社,
2010.3

(微电子制造技术系列丛书)

ISBN 978-7-118-06691-3

I. ①电... II. ①宋... III. ①电子元件—组装—
高等学校—教材 ②电子设备—装配(机械)—高等学
校—教材 IV. ①TN605

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 027626 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 18 1/4 字数 448 千字

2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 33.00 元(含光盘)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474

发行业务:(010)68472764

前 言

为了适应电子组装技术的高速发展和教学需要,我们编写了《电子组装技术》这本教材。本书系统地介绍了电子组装生产全过程的基本知识和相关内容,编辑了近年来电子组装行业生产第一线的一些实用工艺方法。本书共 13 章,内容包括电子组装的历史发展过程和电子组装工艺技术的现状及其发展趋势,详细介绍了三种电子组装基本材料:①元器件的内部结构、外形尺寸、引脚形状、制造工艺和包装形式;②组装用印制电路板的种类、结构形式、材料特点、制造工艺方法;③焊接材料中的焊锡膏的种类、特性及制作方法、无铅焊料的性能和工艺特点。此外还简单介绍了电子组装三种辅助材料:贴装胶的种类、性能及使用方法;助焊剂的种类、性能及使用方法;清洗剂的种类、性能及使用方法。除此之外,还介绍了焊锡膏和贴装胶的涂敷工艺方法及其设备的结构和使用方法,重点介绍了贴片机的种类、基本结构、性能特点、使用方法。介绍了手工方式、半自动方式和全自动方式三种贴装工艺,详细介绍了全自动贴装方式工艺参数的设置和优化方法。介绍了焊接方法的基本类型和基本原理,焊接工艺参数的设置及优化,焊接温度曲线的设计和优化方法。介绍了各种焊接设备的基本结构、工作原理和使用方法。此外还介绍了印制电路板上污染物的种类及清洗原理,各种清洗工艺方法。介绍了清洗设备的种类和基本结构、使用方法。最后介绍了电子组装过程中的检测技术与检测设备的工作原理、返修技术、静电防护技术及技术质量管理等内容。

本书内容丰富、理论联系实际,按电子组装生产工艺流程安排相关章节,前后章节紧密联系又各自独立,有较强的实用性和指导性。本书作为高等院校电子制造类专业教材,行文通俗易懂,图文并茂,有较好的可读性。本书也可作为电子组装专业技术培训教材和从事电子组装的工程技术人员参考。

本教材编写过程中得到潘开林教授、甘勇副教授的指导,甘勇编写了第 4 章,宋若翔参编第 8 章和第 13 章并帮助进行文字、图片的处理及资料汇集工作,覃巍巍、钟善检、萧威和韦荔浦等人提供了部分资料,还引用了一些在网络上公开的相关内容,由于编者水平有限,时间仓促,不足之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者
2010 年 1 月

目 录

第1章 电子组装技术概述	1
1.1 表面组装技术发展概况.....	1
1.2 表面组装和通孔插装工艺方法比较.....	4
1.3 表面组装生产系统的基本组成.....	5
1.4 表面组装工艺方法.....	7
1.4.1 单面混合组装工艺	7
1.4.2 双面混合组装工艺	7
1.4.3 全表面组装	8
1.5 表面组装工艺流程.....	8
1.6 表面组装技术现状与发展趋势	10
第2章 表面组装元器件	11
2.1 表面组装矩形片式电阻器	12
2.1.1 矩形片式电阻器结构.....	13
2.1.2 矩形片式电阻器的制造工艺.....	13
2.1.3 矩形片式电阻器的尺寸及焊盘设计.....	13
2.1.4 矩形片式电阻器的标识.....	14
2.2 表面组装圆柱形片式电阻器	14
2.2.1 圆柱形片式电阻器的外形及结构.....	14
2.2.2 圆柱形片式电阻器的制造工艺.....	14
2.2.3 圆柱形片式电阻器的标识.....	15
2.3 表面组装电位器	16
2.3.1 片式电位器外形及内部结构.....	16
2.3.2 片式电位器的焊盘尺寸.....	17
2.3.3 片式电位器的包装.....	18
2.4 电阻网络	18
2.4.1 电阻网络的外型及内部结构.....	18
2.4.2 电阻网络的封装结构.....	18
2.4.3 电阻网络的焊盘尺寸.....	19
2.4.4 电阻网络的包装形式.....	19
2.5 表面组装电容器	20
2.5.1 多层片式瓷介电容器.....	20
2.5.2 表面组装铝电解电容器.....	22

2.5.3	片式钽、钽电解电容器	23
2.5.4	片式云母电容器	26
2.5.5	片式薄膜电容器	26
2.5.6	片式微调电容器	27
2.6	片式电感器	27
2.6.1	绕线型片式电感器	28
2.6.2	氧化铝陶瓷叠层片式电感器	30
2.6.3	片式电感器的标识	33
2.6.4	片式磁珠	34
2.6.5	片式滤波器	34
2.7	矩形片式元件的命名方法	36
2.8	敏感元件	36
2.8.1	多层片式氧化锌压敏电阻器	36
2.8.2	片式热敏电阻	38
2.9	机电零件	41
2.9.1	片式开关	41
2.9.2	片式连接器	41
2.9.3	表面组装变压器	42
2.9.4	表面组装继电器	42
2.10	表面组装半导体器件	47
2.10.1	表面组装晶体管	48
2.10.2	集成电路	49
2.10.3	半导体芯片制造工艺	55
第3章	表面组装印制电路板	61
3.1	表面组装电路板基板	61
3.1.1	表面组装电路板基板材料分类	62
3.1.2	表面组装电路板基板的结构	64
3.1.3	表面组装电路板基板材料的几个重要参数	65
3.1.4	电路板基板材料的生产工艺	65
3.2	表面组装印制板	67
3.2.1	表面组装印制电路板制造工艺	67
3.3	陶瓷基板电路制造技术	70
3.3.1	厚膜电路的制造技术	70
3.3.2	薄膜电路的制造技术	70
3.4	无铅印制电路板	70
3.5	多层挠性电路板	71
3.5.1	挠性电路板材料的选择	72
3.5.2	挠性板生产工艺流程及关键技术	72
3.6	刚性和挠性结合电路板	74

第4章 钎焊机理	75
4.1 基本概念	75
4.2 表面张力	76
4.3 润湿曲线	78
4.4 钎焊机理	78
第5章 焊料合金	81
5.1 焊料合金的成分及作用	81
5.1.1 锡	81
5.1.2 铅	81
5.1.3 铅—锡合金	82
5.1.4 焊料中铅的作用	84
5.2 有铅焊料	84
5.2.1 Sn—Pb 共晶焊料	84
5.2.2 低温焊料	85
5.2.3 高温焊料	85
5.2.4 高强度焊料	85
5.3 焊锡膏	85
5.3.1 焊膏材料的组成	85
5.3.2 焊膏的分类	86
5.3.3 SMT 对焊膏的要求	86
5.3.4 焊膏的选用	87
5.3.5 焊膏使用和储存注意事项	87
5.3.6 焊膏金属粉末的制造	88
5.4 无铅焊料	88
5.4.1 无铅焊料的主要性能	89
5.4.2 锡银系合金	91
5.4.3 锡锌系焊料	93
5.4.4 锡铜系焊料	94
5.4.5 锡铋系及锡铟焊料	94
5.5 电子组装对无铅焊料的性能要求	94
5.6 从元素周期表认识无铅焊料	95
第6章 电子组装辅助材料	97
6.1 助焊剂	97
6.1.1 助焊剂的作用	97
6.1.2 助焊剂应具备的性能	97
6.1.3 助焊剂的种类	98
6.1.4 助焊剂的成分	99

6.1.5	助焊剂的助焊机理	100
6.1.6	助焊剂的喷涂方式	101
6.1.7	助焊剂残留物对组件产生的不良影响与对策	101
6.1.8	免清洗助焊剂及其主要特性	101
6.1.9	无铅助焊剂	104
6.2	黏接剂	104
6.2.1	黏接剂的作用	104
6.2.2	黏接剂分类	104
6.2.3	黏接剂的化学组成	104
6.2.4	黏接剂的包装	105
6.2.5	黏接剂的特性	105
6.2.6	黏接剂的使用要求	106
6.3	清洗剂	106
6.3.1	清洗剂的作用	106
6.3.2	常用电路板清洗剂	107
6.3.3	开发环保型的清洗剂	107
6.3.4	清洗剂的技术指标	108
第 7 章	焊膏与黏接剂涂敷技术	110
7.1	印刷法	111
7.1.1	丝网印刷法	111
7.1.2	模板印刷法	112
7.1.3	印刷焊膏的基本要求	116
7.1.4	焊膏印刷不良现象及产生的原因分析	116
7.1.5	印刷黏接剂的工艺要求	117
7.1.6	模板印刷与丝网印刷的比较	119
7.2	点涂法	120
7.2.1	点胶工艺	121
7.2.2	不良点胶现象	121
7.2.3	点胶工艺缺陷分析及控制	122
7.2.4	影响点胶质量的因素	123
7.2.5	胶点的固化	124
7.2.6	印刷法与点涂法的比较	125
第 8 章	贴装设备与贴装技术	126
8.1	贴片机概况	126
8.1.1	国外贴片机的状况	126
8.1.2	国内贴片机的状况	126
8.2	贴片机的分类	127
8.2.1	贴片机按速度分类	127

8.2.2	贴片机按功能分类	127
8.2.3	贴片机按贴装方式分类	127
8.2.4	贴片机按自动化程度分类	128
8.2.5	贴片机按结构形式分类	129
8.3	贴片机的结构	130
8.3.1	机架	131
8.3.2	电路板传送机构与工作台	131
8.3.3	贴片头的运动控制及定位系统	132
8.3.4	贴片机视觉对中系统及工作原理	133
8.3.5	贴片机的贴片头	138
8.3.6	贴片机的供料器	144
8.3.7	贴片机的传感器	148
8.3.8	贴片机的计算机系统	155
8.3.9	贴片机的计算机操作系统	157
8.4	贴装工艺技术	158
8.4.1	贴片机新产品调试	159
8.4.2	贴片机新产品导入	160
8.4.3	贴片机元器件预检查	161
8.4.4	贴片机拼板基准点校正和线路板元件组装	162
8.4.5	贴片机贴装后的验证	163
8.4.6	影响贴装质量因素	163
8.4.7	贴片机的主要技术参数	168
8.4.8	贴片机的贴装率	170
8.4.9	SIEMENS 贴片机的用户界面及基本操作	171
8.4.10	三星贴片机脱机编程软件实际操作	173
8.4.11	贴片机常见故障分析	174
8.5	贴片机的选用	176
第9章	焊接设备与焊接技术	177
9.1	波峰焊	177
9.1.1	波峰焊设备	177
9.1.2	波峰焊工艺过程	177
9.1.3	波峰焊缺陷分析与防范措施	180
9.1.4	提高波峰焊接质量的方法和措施	182
9.1.5	波峰机的维护保养	183
9.1.6	无铅波峰焊及特点	183
9.2	再流焊	184
9.2.1	再流焊设备及结构	184
9.2.2	再流焊的工艺方法	186
9.2.3	焊接温度曲线设计和优化	194

9.2.4	再流焊接缺陷的原因分析	197
第 10 章	清洗技术与清洗设备	201
10.1	污染物	201
10.2	污染物清洗机理	202
10.3	清洗工艺技术	202
10.3.1	溶剂法清洗工艺	203
10.3.2	皂化水清洗	204
10.3.3	半水清洗	204
10.3.4	净水清洗	205
10.3.5	净水清洗设备	205
10.4	免清洗工艺技术	206
10.5	无铅组装 PCB 的清洗	207
10.6	印制电路板清洗质量要求	208
10.7	清洗效果的检测	209
第 11 章	SMT 检测技术与检测设备	210
11.1	人工目检	210
11.2	在线电路测试	210
11.3	自动光学检测(AOI)	211
11.3.1	AOI 系统的构成及工作过程	212
11.3.2	AOI 系统的技术模块划分	212
11.3.3	AOI 工作原理	214
11.3.4	无铅焊料的 AOI 检测	219
11.3.5	AOI 技术的特点	220
11.3.6	AOI 的分析算法及特点	220
11.3.7	算法举例	221
11.4	X 射线检测	223
11.4.1	二维 X 射线检测	224
11.4.2	三维 X 射线检测	224
11.4.3	基于二维图像具有高放大倍数的 X 射线检测	225
11.4.4	无铅化对 X 射线检测的影响	226
第 12 章	电子产品生产中的静电防护技术	227
12.1	静电现象	227
12.2	静电的利用和危害	227
12.2.1	电子产品制造中静电的产生	228
12.2.2	静电敏感器件	230
12.2.3	静电防护原理	231
12.2.4	静电防护方法	231

12.3	电子产品制造中防静电技术指标	233
12.4	电子产品制造中防静电要求	233
12.5	静电敏感元器件的管理	234
12.6	防静电工作区的管理与维护	235
第13章	电子组装生产质量管理	236
13.1	SMT生产质量管理	236
13.1.1	电子产品制造工艺技术的管理	236
13.1.2	电子产品生产质量管理	238
13.2	SMT生产质量控制的方法和措施	249
13.2.1	生产质量过程控制	249
13.2.2	检验标准的制定	249
13.2.3	质量缺陷数的统计	259
13.3	SMT生产物料管理	259
13.3.1	对组装材料供应的管理	259
13.3.2	对组装物料存放、保管的管理	260
13.4	SMT过渡阶段的生产管理	262
13.4.1	过渡阶段生产过程中相容性管理	263
13.4.2	元器件、电路板、工艺材料的识别	263
13.4.3	SMT生产工艺材料管理自动化	264
13.4.4	生产线设置验证管理	264
13.4.5	采取可追溯性与材料清单管理制度	264
附录	行业标准	265
参考文献		281

第1章 电子组装技术概述

综观人类社会发展的文明史,一切生产方式和生活方式的重大变革都是由于新的科学发明和新技术的产生而引发的,推动着社会向前发展。当前,我们正经历着一场新的技术革命,虽然它包含了新材料、新能源、生物工程、海洋工程、航空航天技术和电子信息技术等领域,但其中影响最大、渗透性最强、最具代表性的乃是以微电子技术为核心的电子信息技术。随着微电子技术和需求,集成电路(IC)的制造工艺技术、设计技术和封装技术,在不断发展和更新。高性能新型器件不断出现,进而又促进微电子技术和整个电子信息产业乃至整个世界发生更加深刻的变化。

现在全世界计算机不包括微型机在内就有几百万台,而微机的人均占有率已经达到3.7%。造成这个巨大变革的技术基础就是微电子。正是由于集成电路的发明以及从小规模、中规模、大规模、超大规模,直到特大规模集成电路的层出不穷,才出现了今天这样的以微电子技术为基础的电子信息技术和产业。现在电子信息技术已经广泛地应用于国民经济、国防建设、办公自动化乃至家庭生活的各个方面。目前美国每年由计算机完成的工作量超过4000亿人一年的手工工作量;在日本,每个家庭平均拥有约100个芯片,它如同细胞组成人体一样,已成为现代工业、农业、国防装备和家庭耐用消费品的细胞。微电子制造技术,主要是集成电路芯片的制造技术,是微电子技术的核心,其发展推动着信息革命的进程。随着微电子制造技术的不断进步和创新,半导体材料的精细加工尺寸大幅度缩小,目前已经能够在350平方毫米的芯片上集成5亿个元件,这使得今天的微电子技术已超越了大规模、超大规模、特大规模集成时代。自大规模集成电路芯片研制成功以来,按照Intel公司创始人之一的Gordon E. Moore 1965年的预言:“IC上可容纳的晶体管数目,约每隔18个月便会增加一倍,性能也将提升一倍”这就是著名的摩尔定律。按这一惊人的发展速度,自从1958年第一块半导体集成电路诞生,微电子技术经过半个世纪的高速发展,在硅芯片上集成晶体管数目即将走向极限。

自从20世纪90年代以来,电子工业进入空前的高速发展阶段。人们希望电子设备体积小、重量轻、性能好、寿命长以满足各方面的要求。因此促进了电子电路的高度集成技术和高密度组装技术的发展,前者称为微电子封装技术,后者称为微电子表面组装技术,英文称之为Surface Mount Technology,简称SMT。它们是现代电子产品先进制造术的重要组成部分。其技术内容包含电子元器件的设计制造技术、电路板的设计制造技术、自动贴装工艺设计及装备、组装用辅助材料的开发生产及相关技术设备等。它的技术范畴涉及到材料科学、精密机械技术、微电子技术、测试与控制、计算机技术等诸多学科,是综合了光、机、电一体化的系统工程。微电子表面组装技术经过40年的发展,现已进入了成熟期,成为电子组装的主导技术。

1.1 表面组装技术发展概况

20世纪70年代,日本为了缩小电子表的体积,开发出第一代适合表面组装的元件,即具有体积小、重量轻、无引线或短引线、适合贴装在印制电路板(Printed Circuit Board, PCB)表面

的元器件,简称片式元器件,从而揭开了 SMT 的序幕。SMT 的发展,是随着元器件的发展而发展的,片式元器件自从问世之日起,就面临微型化和小型化的挑战,片式元件体积逐步向小型薄型方向发展,其过程如图 1-1 所示。

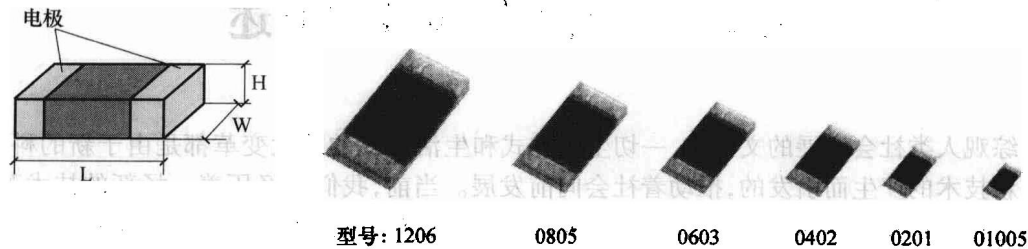


图 1-1 片式元件体积不断变小

70 年代后半期,大规模集成电路(LSI)的蓬勃发展,输入/输出(I/O)端子数增多,原有的封装已不能满足要求,人们开发出扁平周边端子型封装的器件(QFP);进入 90 年代,随着 QFP 引脚间距的细化,又开发了细间距组装技术(FPT),但由于间距 0.45mm 以下的电路组装仍然有许多工艺问题面临解决,美国开发出了第二代适合表面组装的集成电路,封装形式为球形阵列封装(BGA),其引脚变化发展过程如图 1-2 所示。

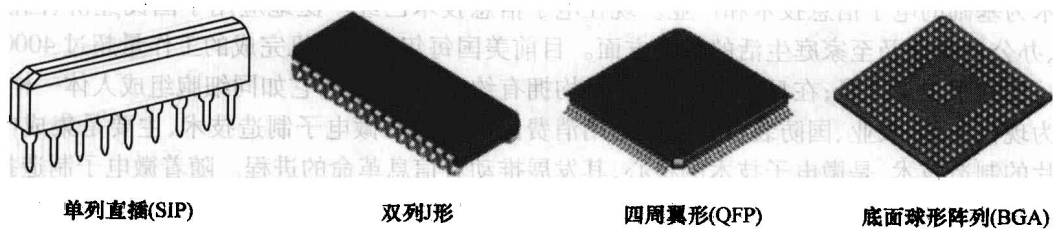


图 1-2 片式器件引脚不断变多

之后为满足微型化的需要,先后开发出芯片尺寸的封装(CSP)、倒装焊芯片器件(FC)等。表 1-1 和表 1-2 分别列出 BGA 和芯片级封装(CSP)的发展动向。在 21 世纪的前 15 年,第三代表面组装、封装将会迅速发展,围绕高密度组装、封装结构的多样化,将是 21 世纪初 IC 封装最显著的特点。大规模集成电路芯片的叠层封装、环形封装,还有新出现的三维立体(3D)封装,光—电子互连,光表面组装技术(光电子器件在电路板上的组装技术)也将蓬勃发展。系统级芯片(SOC)和多芯片组装(MCM)的系统级封装,随着设计工具的改善,布线密度的提高,新基板材料的采用,以及经济的裸芯片(KGD)供给的普及,将进一步得到开发和进入实用阶段。

片式器件的引脚形式为适应 I/O 数的增加,引脚数向着越来越多,间距向着越来越小发展,BGA 和 CSP 发展过程如表 1-1 所列,FC 外部端子间距如表 1-2 所列。

表 1-1 BGA 和 CSP 发展动向

年份	2000	2005	2008-2010	2014
BGA 球间距				
低档产品	1.27	1.00	1.00	0.80
便携产品	1.27	1.00	0.80	0.65
中等性能产品	1.27	1.00	0.80	0.65
高等性能产品	0.80	0.65	0.65	0.50

(续)

年份	2000	2005	2008 ~ 2010	2014
BGA 端子数				
低档产品	312	512	684	968
便携产品	420	684	800	1200
中等性能产品	840	1658	2112	3612
高等性能产品	1860	3280	3612	8448
CSP 间距/mm	0.50	0.40	0.30	0.30
列数/端子数	4/592	5/920	5/1280	5/1840

表 1-2 FC 连接间距动向

年份	2000	2005	2008 ~ 2010	2014
芯片连接间距(外部端子间距)/ μm				
便携产品	165	100	70	35
中等性能产品	200	150	150	150

与元器件制造技术发展相对应的电子组装技术也在高速发展,对电子产品的轻型化、小型化、多功能和高可靠性的要求越来越高。限于元器件的制造技术,还有些元器件和机电零件未能完全片式化,所以混合组装技术仍然是 21 世纪初期电路组装的主要技术。由不同的组装工艺完成混合电路组件的组装方法很多,其中采用再流焊接技术是主要的工艺方法。

微电子表面组装技术,是指将片式元器件或适合表面组装的微型元器件,准确地贴到 PCB 或其他基板表面规定位置上,并通过再流焊接技术将元器件和 PCB 实现机械和电气互连的电路组装技术。具体地说,就是在将片式元器件贴放到 PCB 上之前,首先在印制电路板的焊盘上涂布一层焊锡膏,然后再将贴装元器件准确地贴装到涂有焊锡膏的焊盘上,通过回流炉加热,促使印制电路板温度迅速上升,直至焊锡膏熔化,待熔化的焊膏冷却后便实现了元器件端子或引脚与印制电路板焊盘之间的互连。这种组装形式具有以下几个特点。

(1) 电路板上元器件的组装密度高、电子产品体积小、重量轻。贴片元器件的体积和重量只有传统插装元件的 1/10 左右,而且采用 SMT 之后,电子产品体积一般可缩小 40% ~ 60%,重量减轻 60% ~ 80%。

(2) 产品结构紧凑、耐振动、抗冲击、高频特性好,可靠性高。

(3) 采用这种组装技术,焊点缺陷率低,与传统组装方式比较,可降低成本 30% ~ 50%。

(4) 表面组装自动化程度高,可节省材料、能源、设备、人力和时间,提高生产效率。

根据国际权威机构预测,到 2010 年,全球范围插装元器件的使用率将由目前的 20% 下降到 9% 左右,反之,SMC/SMD 将从 80% 上升到 90% ~ 92% 左右。

我国的 SMT 应用起步于 20 世纪 80 年代初期,最初从美、日等国成套引进了 SMT 生产线,主要用于彩电调谐器生产。随后应用于录像机、摄像机及袖珍式高档多波段收音机、随身听等产品的生产中。近几年在计算机、通信设备、航空航天电子产品中也逐渐得到应用。表面贴装

技术因此成为电子生产技术的主角,相应的也得到大量的引进。这种现象主要由两种因素造成,一是国内本身的改革需求,另一方面是国内庞大市场对外国的吸引力。特别是近两年无铅钎料的发展和纳米技术的新突破,现代电子产品先进制造技术发生了革命性的变化,随着电子行业的高速发展,表面组装技术也在突飞猛进地发展。

据 2005 年不完全统计,我国约有 100 多家企业从事 SMC/SMD 的生产,全国约有 600 多家企业引进了 SMT 生产线,不同程度地采用了 SMT,图 1-3 所示为 SMT 生产车间。全国已引进 7000 台~8000 台贴装机。随着改革开放的深入,近两年来一些美国、日本、新加坡、中国台湾等国家和地区的企业已经将部分 SMT 加工厂搬到了中国(例如诺基亚手机,我国是亚洲最大的生产基地),仅 2005 年~2006 年国内就引进了近 2000 余台贴装机。很快我国将成为世界 SMT 加工厂的基地。我国的 SMT 发展前景十分广阔。



图 1-3 SMT 生产车间

1.2 表面组装和通孔插装工艺方法比较

电子电路组装技术的发展主要受元器件类型的支配,采用什么样的元器件,相应的就有什么样的组装工艺。由于 SMT 生产中采用“无引线或短引线”的元器件,故从组装工艺角度分析,表面组装(SMT)和通孔插装(THT)技术的主要区别是所用元器件的外形结构不同;组装工艺不同。前者是“贴装”,即将元器件直接贴在 PCB 焊盘表面,而后者则是“插装”,即将有引脚的元器件插入 PCB 上的引线孔内。前者是采用再流焊工艺完成焊接,而后者是利用波峰焊进行焊接。图 1-4 所示为用表面组装元器件、用贴装工艺组装的电路板。图 1-5 所示为用传统的插装元器件、用传统的插装工艺组装的电路板。二者的差别体现在基板的加工方法、元器件的类型、组件形态、焊点形态、组装方式和工艺方法等各个方面。图 1-6 是通孔插装示意图,图 1-7 是表面贴装示意图。它们之间比较如表 1-3 所列。

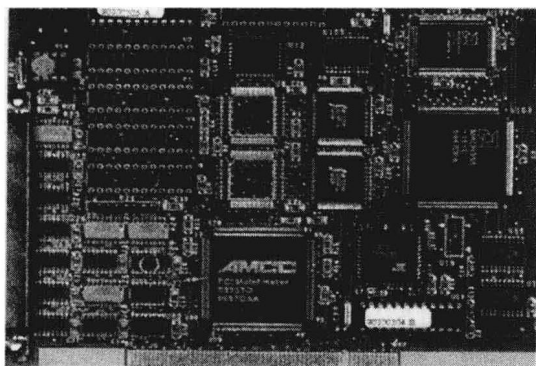


图 1-4 表面组装的电路板



图 1-5 通孔插装的电路板

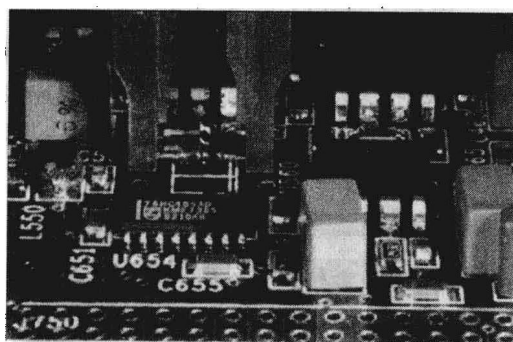


图 1-6 通孔插装示意图(THT)

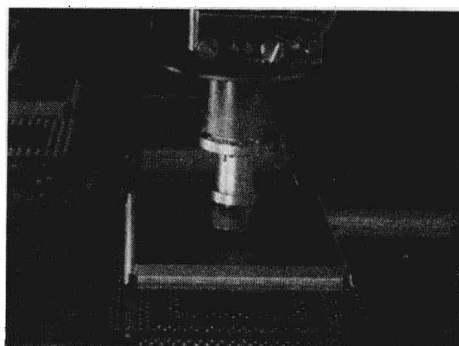


图 1-7 表面贴装示意图(SMT)

表 1-3 通孔插装和表面组装工艺的比较

类型	THT	SMT
元器件	双列直插或 DIP 针阵列 PGA、有引线电阻、电容	SOIC, SOT, SSOIC, LCCC, PLOC, QFP, PQFP, 尺寸比 DIP 要小许多倍 片式电阻、电容
基板(PCB)	印制电路板采用 2.54mm 网格设计, 通孔直径 $\phi 0.8\text{mm} \sim \phi 0.9\text{mm}$	印制电路板采用 1.27mm 网格或更细的布局设计, 导通孔直径为 $\phi 0.3\text{mm} \sim \phi 0.5\text{mm}$, 布线密度要比 THT 高 2 倍以上, 对于厚、薄膜电路, 采用 0.5mm 网格或更细的设计
焊接方法	波峰焊	再流焊, 预先将焊锡膏印在焊盘上
面积	大	小, 缩小比约 (1:3) ~ (1:10)
组装方法	穿孔插入	表面安装(贴装)
自动化程度	自动插装机	自动贴片机, 生产效率高

1.3 表面组装生产系统的基本组成

SMT 生产系统一般由表面涂敷设备、元器件贴装设备、焊接设备、清洗设备、测试仪器等共同组成。图 1-8 所示为 Win-8 型全自动视觉钢网印刷机外形图, 它是一种高精度、高稳定性的焊膏印刷机, 具有高解析度双镜头视觉处理系统、自动导航标识点功能, 能高速进行纠偏对位, 悬浮式刮刀设计, 闭环式印刷压力, 干/湿/真空三种仿真人手锯齿形擦网模式。图 1-9 所示贴片机是德国西门子公司生产的 S-20 型贴片机外形图。西门子贴片机具有结构精巧紧凑、易于调整操作、精度高、性能好的特点。

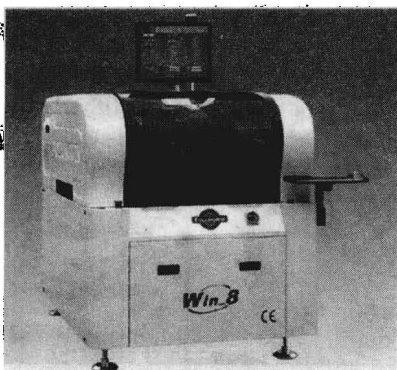


图 1-8 全自动视觉钢网印刷机

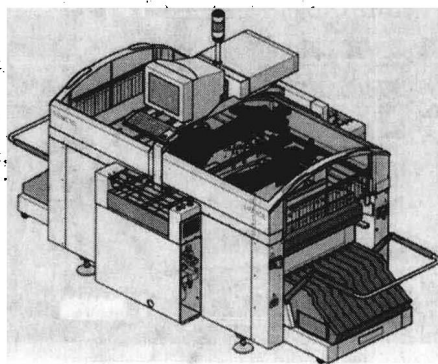


图 1-9 西门子 S-20 型贴片机外形

图 1-10 所示为波峰焊设备,它是采用独立控制的单槽或波峰锡泵全自动波峰焊机,这种设备有助焊剂喷雾头,弹性钛爪传动 PCB,具有超高温自动报警功能,可与其他设备在线连接,实现自动化生产。图 1-11 所示为再流焊设备的外形图,该设备具有预热、保温、再流、冷却四个温区。

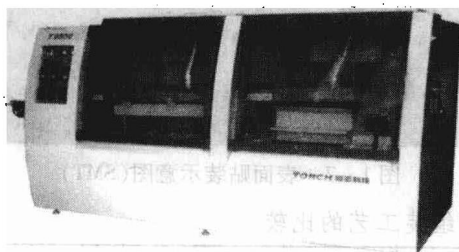


图 1-10 波峰焊接设备

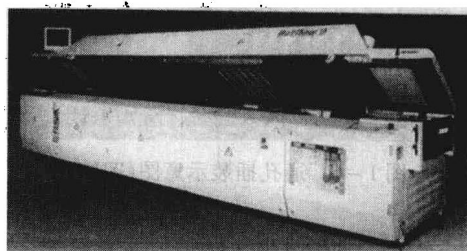


图 1-11 再流焊接设备

除上述设备外,还有电路板清洗机,主要用于清除印制电路板焊接后残留的助焊剂、灰尘、纤维、金属和非金属及其氧化物碎屑、汗迹、指纹、油污等污染物。清洗设备要求清洗力强,清洗后不留残迹,苏州科林维尔精密机械有限公司生产的清洗机外形如图 1-12 所示。图 1-13 所示为 SMT 生产线自动光学检测仪器。AOI 是综合了计算机技术、图像处理和识别技术、光学技术形成的一种检测设备,是一种具有高速和高分辨率检测能力的设备。



图 1-12 清洗机外形

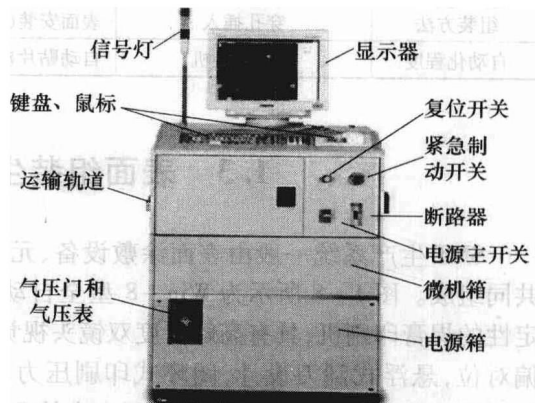


图 1-13 SAKI AOI 外形