

高等职业教育规划教材·微电子技术专业系列

SMT

表面组装技术

◎ 杜中一 主编

◎ 张欣 陈晓娟 王万刚 副主编

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

高等职业教育规划教材·微电子技术专业系列

SMT 表面组装技术

杜中一 主编

张欣 陈晓娟 王万刚 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要包括：电子制造技术概述、表面组装元器件、印制电路板技术、焊膏印刷技术、贴片胶涂敷技术、贴片技术、波峰焊技术、再流焊技术、清洗及返修技术、测试技术等 SMT 相关的基础知识及实用技术。

本书力求完整地讲述 SMT 各个技术环节，并注意教材的实用性。在内容上接近 SMT 行业的实际情况，知识及技术贴近于 SMT 产业的技术发展及 SMT 企业对岗位的需求。通过阅读本书，读者能够方便地认识到 SMT 行业的技术及工艺流程。

本书可作为电子专业、微电子专业及自动化专业等与 SMT 相关的其他专业的高等职业教育教材，也可供相关行业工程技术人员参考使用。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

SMT 表面组装技术 / 杜中一主编. —北京：电子工业出版社，2009.1

高等职业教育规划教材. 微电子技术专业系列

ISBN 978-7-121-07851-4

I. S… II. 杜… III. 印刷电路—组装—高等学校：技术学校—教材 IV. TN410.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 182376 号

策划编辑：王昭松

责任编辑：王昭松

印 刷：北京牛山世兴印刷厂
装 订：

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：12.75 字数：326.4 千字

印 次：2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：21.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

当今世界电子产业中的重大创新技术之一的 SMT,已成为现代电子信息产品制造业的核心技术。目前,在发达国家电子产品组装生产中 SMT 已超过 80%,在中国也正在迅速发展为主流电子制造技术。据资深专家断言,SMT 是当今信息产业十大最具生命力的技术之一。

我国 SMT 呈现快速发展的态势,产业规模跃居世界第二,增长率连续几年高居世界第一,电子信息产品出口居世界第一。市场上越来越多的电子产品标上“采用表贴工艺”,冠以 SMT 名称的大大小的展示会、研讨会此起彼伏;各种有关 SMT 的杂志、论文集以及培训班如雨后天春笋;“SMT”这个几年前鲜为人知的专业术语逐渐被越来越多的人认知,这些都表明中国的 SMT 处于空前大发展时期。

在 SMT 领域排名世界前 10 名的企业,像 FOXCONN、FLEXTRONICS、SOLETRON 等一批知名企业均进入中国内地设厂,每年需求大量的 SMT 行业从业人员。据悉,已经开设 SMT 专业的部分大专和高职院校毕业生供不应求,毕业分配异常火爆,甚至学生尚未毕业就已被预定一空,反映了 SMT 行业人才缺乏的状况。由于 SMT 技术在我国刚刚兴起,缺乏与之相适应的专门针对高职教育的培训教材,为了满足培养 SMT 专业技术人员的需要,我们组织编写了本书。

本书主要包括:电子制造技术概述、表面组装元器件、印制电路板技术、焊膏印刷技术、贴片胶涂敷技术、贴片技术、波峰焊技术、再流焊技术、清洗及返修技术、测试技术等 SMT 相关的基础知识及实用技术。

参与编写本书的作者都是全国各职业院校中从事 SMT 专业或相关专业教学的一线骨干教师,对 SMT 技术及行业发展十分了解。参加编写本书的老师一起考察了广东省内的一些著名的组装企业及科研机构,结合理论与实际生产经验,共同编写了本书。本书力求完整地讲述 SMT 各个技术环节,并注意教材的实用性。本书在内容上紧密结合 SMT 行业的实际情况,知识及技术贴近 SMT 产业的技术发展及 SMT 企业对岗位的需求。通过阅读本书,读者能够方便地认识到 SMT 行业的技术及工艺流程。本书可作为电子专业、微电子专业及自动化专业等与 SMT 相关的其他专业的高等职业教育教材。

本书由大连职业技术学院杜中一老师任主编,张欣、陈晓娟、王万刚三位老师任副主编,姚伟鹏、江军和刘鑫三位老师参编。本书共 10 章,其中第 1、第 5、第 9 章由杜中一编写,第 2 章由姚伟鹏编写,第 3 章由江军编写,第 4、第 8 章由张欣编写,第 6 章由陈晓娟编写,第 7 章由王万刚和杜中一共同编写,第 10 章由刘鑫编写。全书由杜中一老师统稿。

由于 SMT 技术正处于不断发展和完善中,资料的时效性很强,加上编者水平、经验有限,错误与不当之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

编 者

《SMT 表面组装技术》读者意见反馈表

尊敬的读者：

感谢您购买本书。为了能为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间，将您的意见以下表的方式（可从 <http://www.huaxin.edu.cn> 下载本调查表）及时告知我们，以改进我们的服务。对采用您的意见进行修订的教材，我们将在该书的前言中进行说明并赠送您样书。

姓名：_____ 电话：_____

职业：_____ E-mail：_____

邮编：_____ 通信地址：_____

1. 您对本书的总体看法是：

☐ 很满意 ☐ 比较满意 ☐ 尚可 ☐ 不太满意 ☐ 不满意

2. 您对本书的结构（章节）：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

3. 您对本书的例题：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

4. 您对本书的习题：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

5. 您对本书的实训：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

6. 您对本书其他的改进意见：

7. 您感兴趣或希望增加的教材选题是：

请寄：100036 北京万寿路 173 信箱高等职业教育分社 刘菊收

电话：010-88254563 E-mail: baiyu@phei.com.cn

目 录

第 1 章 电子制造技术概述	(1)
1.1 电子制造简介	(1)
1.1.1 硅片制备	(1)
1.1.2 芯片制造	(2)
1.1.3 封装	(3)
1.2 电子组装技术概述	(4)
1.2.1 电子组装技术	(4)
1.2.2 SMT 表面组装技术	(5)
1.2.3 SMT 的基本工艺流程	(6)
1.2.4 生产线构成	(7)
1.2.5 SMT 生产现场防静电要求	(8)
第 2 章 表面组装元器件	(10)
2.1 表面组装元器件的特点与分类	(10)
2.1.1 表面组装元器件的特点	(10)
2.1.2 表面组装元器件分类	(10)
2.2 片式无源元件 (SMC)	(11)
2.2.1 电阻器	(11)
2.2.2 电容器	(13)
2.2.3 电感器	(19)
2.2.4 其他片式元件	(21)
2.3 片式有源元件	(23)
2.3.1 分立器件的封装	(23)
2.3.2 集成电路的封装	(26)
2.4 SMD/SMC 的使用	(34)
2.4.1 表面组装元器件的包装方式	(34)
2.4.2 表面组装器件的保管	(36)
2.4.3 表面组装元器件的使用要求	(37)
2.5 表面组装元器件的发展趋势	(37)
第 3 章 印制电路板技术	(39)
3.1 基板材料	(39)
3.1.1 基板材料性能特点	(39)
3.1.2 评估基板质量的相关参数	(45)
3.2 PCB 设计工艺	(48)
3.2.1 PCB 焊盘设计工艺	(48)
3.2.2 PCB 导线设计工艺	(49)
3.3 PCB 制造工艺	(52)

3.3.1	PCB 制造工艺的分类	(52)
3.3.2	单面 PCB 制造工艺	(54)
3.3.3	双面 PCB 制造工艺	(56)
3.3.4	多层 PCB 制造工艺	(56)
3.3.5	其他种类电路板	(56)
第 4 章	焊膏与焊膏印刷技术	(59)
4.1	锡铅焊料合金	(59)
4.1.1	电子产品焊接对焊料的要求	(59)
4.1.2	锡铅合金焊料	(60)
4.1.3	锡铅合金相图与焊料特性	(63)
4.1.4	锡铅合金产品	(64)
4.2	无铅焊料合金	(65)
4.2.1	无铅焊料应具备的条件	(65)
4.2.2	无铅焊料的发展状况	(65)
4.3	焊膏	(66)
4.3.1	焊膏的特性与要求	(66)
4.3.2	焊膏的组成	(68)
4.3.3	焊膏的分类及标识	(71)
4.3.4	几种常见的焊膏	(72)
4.3.5	焊膏的评价方法	(73)
4.4	模板	(75)
4.5	焊膏印刷机理	(83)
4.5.1	焊膏印刷机理	(83)
4.5.2	焊膏印刷过程	(87)
4.6	印刷机简介	(89)
4.6.1	印刷机概述	(89)
4.6.2	印刷机系统组成	(90)
4.6.3	印刷机工艺参数的调节与影响	(93)
4.7	常见印刷缺陷分析	(95)
4.7.1	常见的印刷缺陷	(95)
4.7.2	影响印刷性能的主要因素	(96)
4.7.3	常见印刷不良分析	(96)
第 5 章	贴片胶涂敷技术	(99)
5.1	贴片胶	(99)
5.1.1	贴片胶作用	(99)
5.1.2	贴片胶组成	(99)
5.1.3	贴片胶特性	(100)
5.1.4	贴片胶涂敷工艺要求	(100)
5.1.5	贴片胶的使用要求	(101)
5.2	贴片胶的涂敷	(101)

5.2.1	分配器点涂技术	(101)
5.2.2	针式转印技术	(105)
5.2.3	胶印技术	(105)
5.2.4	影响贴片胶黏结的因素	(106)
第 6 章	贴片技术	(108)
6.1	贴片概念	(108)
6.1.1	贴片	(108)
6.1.2	贴片的基本过程	(108)
6.2	贴片设备	(109)
6.2.1	贴片机的基本组成	(109)
6.2.2	贴片机的类型	(118)
6.2.3	贴片机的工艺特性	(121)
6.2.4	贴装的影响因素	(123)
6.2.5	贴片程序的编辑	(125)
6.2.6	贴片机的发展趋势	(125)
第 7 章	波峰焊接技术	(126)
7.1	波峰焊接原理及分类	(126)
7.1.1	热浸焊	(126)
7.1.2	波峰焊接原理	(126)
7.1.3	波峰焊的分类	(128)
7.2	波峰焊主要材料及波峰焊机设备组成	(131)
7.2.1	波峰焊主要材料	(131)
7.2.2	波峰焊机设备组成	(132)
7.2.3	波峰焊接中合金化过程	(137)
7.3	波峰焊接工艺	(138)
7.3.1	插装元器件波峰焊接工艺	(138)
7.3.2	表面安装组件 (SMA) 的波峰焊接技术	(139)
7.4	波峰焊接缺陷与分析	(141)
7.4.1	合格焊点	(141)
7.4.2	常见缺陷分析	(142)
第 8 章	再流焊技术及设备	(147)
8.1	再流焊技术	(147)
8.1.1	再流焊技术概述	(147)
8.1.2	再流焊机系统组成	(148)
8.1.3	再流焊原理	(149)
8.2	再流焊机加热系统	(151)
8.2.1	全热风再流焊机的加热系统	(151)
8.2.2	红外再流焊机的加热系统	(152)
8.3	再流焊机传动系统	(153)
8.3.1	运输速度控制	(154)

8.3.2	轨距调节	(154)
8.4	再流焊工艺	(155)
8.4.1	温度曲线与再流焊工艺要求	(155)
8.4.2	再流焊实时监控系統	(156)
8.4.3	再流焊缺陷分析	(157)
8.5	几种常见的再流焊技术	(161)
8.5.1	热板传导再流焊	(161)
8.5.2	气相再流焊	(161)
8.5.3	激光再流焊	(163)
8.5.4	再流焊接方法的性能比较	(163)
8.6	再流焊技术的新发展	(165)
8.6.1	无铅再流焊	(165)
8.6.2	氮气惰性保护	(165)
8.6.3	双面加工	(165)
8.6.4	垂直烘炉	(166)
8.6.5	免洗焊接技术	(166)
8.6.6	通孔再流焊技术	(167)
第 9 章	测试技术	(168)
9.1	SMT 检测技术概述	(168)
9.1.1	SMT 检测技术目的	(168)
9.1.2	SMT 检测技术的基本内容	(168)
9.1.3	SMT 检测技术的方法	(168)
9.2	来料检测	(169)
9.2.1	元器件来料检测	(169)
9.2.2	PCB 的检测	(170)
9.2.3	组装工艺材料来料检测	(171)
9.3	在线测试技术	(173)
9.3.1	在线测试技术介绍	(173)
9.3.2	针床式在线测试技术	(173)
9.3.3	飞针式在线测试技术	(175)
9.4	自动光学检测与自动 X 射线检测	(176)
9.4.1	自动光学检测	(176)
9.4.2	自动 X 射线检测	(177)
9.5	几种测试技术的比较	(179)
第 10 章	清洗及返修技术	(181)
10.1	清洗技术	(181)
10.1.1	清洗的目的	(181)
10.1.2	污染物的种类	(181)
10.1.3	清洗剂	(182)
10.1.4	清洗方法及工艺流程	(184)

10.1.5	影响清洗的主要因素	(187)
10.1.6	清洗效果的评估方法	(188)
10.2	返修技术	(189)
10.2.1	返修的目的	(189)
10.2.2	返修技术工艺	(189)
参考文献		(193)

第1章 电子制造技术概述

1.1 电子制造简介

电子产品在不同发展水平的国家有不同的内涵，在同一国家的不同发展阶段也有不同的内涵。我国消费类电子产品是指个人和家庭使用的，与广播、电视有关的音频和视频产品，主要包括：电视机、影碟机（VCD、SVCD、DVD）、录像机、摄录机、收音机、收录机、组合音响、电唱机、激光唱机（CD）等。而在一些发达国家，则把电话、个人计算机、家庭办公设备、家用电子保健设备、汽车电子产品等也归在消费类电子产品中。随着技术发展和新产品的出现，数码相机、手机、PDA 等产品也在成为新兴的消费类电子产品。生产这些电子产品的行业就是电子制造业。电子制造业已经超越其他任何行业，成为当今第一大产业。

中国的快速发展加速了全球电子制造业的发展。中国已经成为全球最大的电子产品制造基地。珠江三角洲地区的计算机资讯是支柱产业，拥有计算机资讯产品加工企业 3000 多家，计算机整机零部件配套率达到 95%，计算机磁头、计算机主机板和计算机显示器等产品产量均居世界前列。长江三角洲地区是内地规模最大、最完善的 IT 设备制造基地，IT 制造业已经形成了计算机及外设、通信产品、消费类电子和电子元器件及电子材料四大门类，几十个产品的规模化生产能力。环渤海地区是国内第三大信息产业集群，以软件和通信类产业为主，集中了全国的技术开发的骨干力量，会聚了大量的专业人才，具备构建大型系统和开发高端解决方案的能力，在一些重大的技术改造、信息安全和电子政务等领域具有较大的优势。

1.1.1 硅片制备

硅是集成电路制造中最重要的半导体材料，超过 90% 的集成电路芯片都是在硅片上制作而成的。硅片制备流程图如图 1-1 所示。

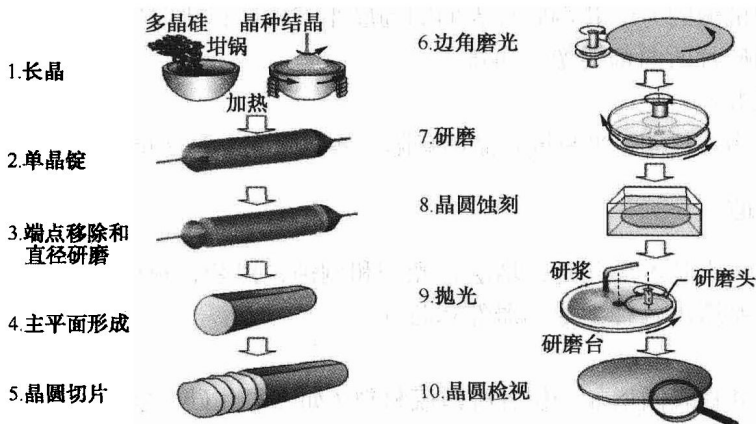


图 1-1 硅片制备流程图

1. 多晶硅提纯

硅的原材料主要来源于沙子和硅矿，经提纯后得到高纯多晶硅，多晶硅纯度如表 1-1 所示。

表 1-1 多晶硅纯度表

等 级	纯 度
工业纯	75%~90%
化学纯	90%~99%
分析纯	99%~99.99%
半导体纯	99.99%~99.9999%
MOS 纯	99.9999%以上

2. 长晶

长晶即晶体生长，是把半导体级多晶硅块按一定的晶向转换成一块大的单晶硅锭。

3. 端点移除和直径研磨

4. 主平面形成

制作硅片定位边或定位槽。主要功能是在硅片制造过程中起定位作用以及标明硅片的晶向和导电类型，如 P 型或 N 型。通常早期 200mm 以下的硅片采用定位边，并在硅片上打上激光条码标志，标明硅片的出厂日期或批次之类的信息。

5. 晶圆切片

使用带金钢石刀刃的内圆切割机进行切割。但 300mm 以上的硅片，一般采用线锯进行切割。

6. 边角磨光

边角磨光又叫倒角，目的是使硅片边缘圆滑，减少因边缘损伤而引起的硅片缺陷。

7. 研磨

进行双面机械磨片，去除切片时留下的损伤，并初步平坦化。

8. 晶圆蚀刻

利用化学方法在硅表面腐蚀掉一层硅（大约 20 μm ），进一步去除硅片表面损伤和污迹。

9. 抛光

利用化学和机械的方法获得硅片表面的高度平整化。抛光是实现深亚微米级光刻的重要步骤。抛光后的硅片两面都会像一面镜子。

10. 晶圆检视

对硅片进行物理尺寸、平整度、晶体缺陷、体电阻率、氧含量及颗粒等方面的质量检测。

1.1.2 芯片制造

芯片制造的四大基本工艺是：增层、光刻和刻蚀、掺杂、热处理。反复运用这四种工艺就可以在硅片上制造出各种半导体器件和芯片。

1. 增层

增层就是在硅片表面增加一层各种薄膜材料（如二氧化硅、金属铝等），增层原理图如图 1-2 所示。

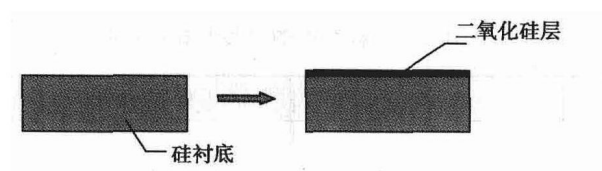


图 1-2 增层原理图

增层主要有两种方法。

- (1) 氧化：在硅片表面热氧化一层氧化层（如二氧化硅）。
- (2) 淀积：在硅片表面物理沉积一层薄膜（如金属铝淀积）。

2. 光刻和刻蚀

利用一系列工艺方法在硅片表面制作出不同的图形，其原理图如图 1-3 所示。

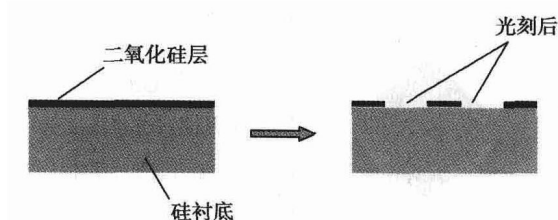


图 1-3 光刻和刻蚀原理图

3. 掺杂

在硅材料中掺入少量杂质（如硼、砷等），使其电学性能发生改变，其原理图如图 1-4 所示。掺杂主要有两种方法：扩散和离子注入。

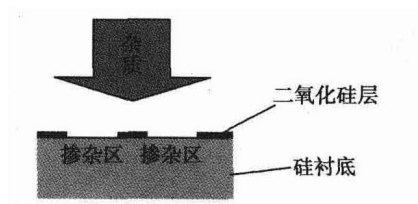


图 1-4 掺杂原理图

4. 热处理

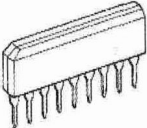
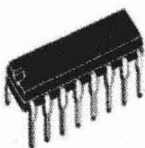
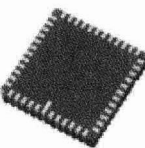
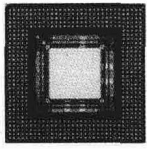
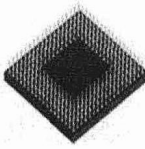
热处理是把硅片进行简单的加热和冷却，以达到特定的目的（如修复硅片缺陷等）。

1.1.3 封装

所谓封装就是指安装半导体集成电路芯片外壳的过程，它不仅起着安放、固定、密封、保护芯片和增强电热性能的作用，而且把芯片上的接点用导线连接到封装外壳的引脚上，这些引脚又通过印制板上的导线与其他器件建立连接，从而实现内部芯片与外部电路的连接。芯片必须与外界隔离，从而防止空气中的杂质对芯片电路腐蚀，造成电气性能下降，封装后的芯片也更便于安装和运输。

由于封装技术的好坏直接影响到芯片自身性能的发挥和与之连接的 PCB（印制电路板）的设计和制造，因此封装是至关重要的。几种常见的封装形式及外形如表 1-2 所示。

表 1-2 几种常见的封装形式及外形

封装形式	外形	封装形式	外形
SIP (Single Inline Package) 单列直插式封装		DIP (Double In-Line Package) 双列直插式封装	
SOP (Small Outline Package) 小外廓封装		SOJ (Small Outline J-Lead Package) 小外廓 J 形引线封装	
QFP (Quad Flat Package) 四边扁平封装		LCC (Leadless Chip Carrier) 无引线芯片载体	
BGA (Ball Grid Array) 球栅阵列		PGA (Pin Grid Array) 针栅阵列	

1.2 电子组装技术概述

1.2.1 电子组装技术

电子组装技术 (Electronic Assembly Technology) 又称为电子装联技术。电子组装技术是根据电路原理图, 对各种电子元器件、机电元器件以及基板进行互连、安装和调试, 使其成为电子产品的技术。

电子组装技术是伴随着电子器件封装技术的发展而不断前进的, 有什么样的器件封装, 就产生了什么样的组装技术, 即电子元器件的封装形式决定了生产的组装工艺。

电子管的问世, 宣告了一个新兴行业的诞生, 它引领人类进入了全新的发展阶段, 电子技术的快速发展由此展开, 世界从此进入了电子时代。开始, 电子管在应用中安装在电子管座上, 而电子管座安装在金属底板上, 组装时采用分立引线进行器件和电子管座的连接, 通过对各连接线的扎线和配线, 保证整体走线整齐。其中, 电子管的高电压工作要求, 使得我们对强电和信号的走线, 以及生产中的人身安全等给予了更多关注和考虑。

1947 年, 美国贝尔实验室发明了半导体点接触式晶体管, 从而开创了人类的硅文明时代。半导体器件的出现, 低电压工作的晶体管器件应用, 不仅给人们带来了生活方式的改变, 也使人类进入了高科技发展的快行道。有引线、金属壳封装的晶体管和有引线、小型化的无源器件, 为我们将若干有关联的电路集成到一块板子上创造了基础, 于是单面印制板和平面布

线技术应运而生，组装工艺强调单块印制板的手工焊接，由此大大缩小了电子产品的体积，随着技术的不断发展，出现了半自动插装技术和浸焊装配工艺，生产效率提高了许多。

20 世纪 70 年代，随着晶体管的小型塑封化，集成电路、厚薄膜混合电路的应用，电子器件出现了双列直插式金属、陶瓷、塑料封装，DIP、SOIC 塑料封装使得无源元件的体积进一步小型化，并形成了双面印制板和初始发展的多层印制板，组装技术也发展到采用全自动插装和波峰焊技术，电路的引线连接则更简单化，如图 1-5 所示。

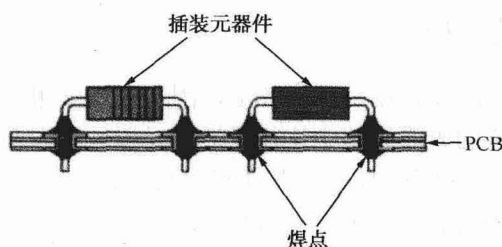


图 1-5 插装元器件示意图

20 世纪 80 年代以来，随着微电子技术的不断发展，以及大规模、超大规模集成电路的出现，使得集成电路的集成度越来越高，电路设计采用了计算机辅助分析的设计技术。此时，器件的封装形式也随着电子技术发展，在不同时期由不同封装形式分别占领主流地位，如 20 世纪 80 年代由于微处理器和存储器的大规模 IC 器件的问世，满足高速和高密度要求的周边引线、短引脚的塑料表贴封装占据了主导地位；而 20 世纪 90 年代由于超大规模和芯片系统 IC 的发展，推动了周边引脚向面阵列引脚和球栅阵列密集封装发展，并促使其成为主流。无源器件发展到表面组装元件 SMC (Surface Mount Component)，并继续向微型化发展，IC 器件的封装有了表面组装器件 SMD (Surface Mount Device)，在这一时期 SMD 有了很大的发展，产生了球栅阵列封装 BGA、芯片尺寸封装 CSP (Chip Size Package)、多芯片组件 MCM (Multi-Chip Model) 等封装形式。表面组装技术 SMT (Surface Mount Technology) 正是在这样的形式下发展起来的，如图 1-6 所示为表面组装示意图。

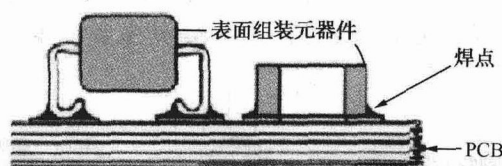


图 1-6 表面组装示意图

1.2.2 SMT 表面组装技术

表面组装技术 SMT (Surface Mount Technology) 是新一代电子组装技术，它将传统的电子元件压缩成为体积只有几十分之一的器件，从而实现了电子产品组装的高密度、高可靠、小型化、低成本以及生产的自动化。将这些元件装配到电路上的工艺方法称为 SMT 工艺，相关的组装设备则称为 SMT 设备。目前，先进的电子产品，特别是计算机及通信类电子产品，已普遍采用 SMT 技术。国际上表面组装器件产量逐年上升，而传统器件产量逐年下降，因此随着时间的推移，SMT 技术将越来越普及。

表面组装技术，是目前电子组装行业里最流行的一种技术和工艺，它有以下几个特点。

- (1) 组装密度高、电子产品体积小、重量轻，贴片元件的体积和重量只有传统插装元件的 1/10 左右。一般采用 SMT 之后，电子产品体积缩小 40%~60%，重量减轻 60%~80%。
- (2) 可靠性高，抗振能力强，焊点缺陷率低。
- (3) 高频特性好，减少了电磁和射频干扰。
- (4) 易于实现自动化，提高生产效率，降低成本。

1.2.3 SMT 的基本工艺流程

目前，表面组装元器件的品种规格并不齐全，因此在表面组装中仍需要采用部分通孔插装元器件。所以，通常所说的表面组装中往往是插装元器件和表面组装元器件兼有的，全部采用表面组装元器件的只是一部分。插装元器件和表面组装元器件兼有的组装称为混和组装，全部采用表面组装元器件的组装称为全表面组装。

组装方式及其工艺流程主要取决于组装元器件的类型和组装的设备条件。大体上可分成单面组装工艺、单面混装工艺、双面组装工艺和双面混装工艺四种类型。

1. 单面组装工艺

单面组装工艺的流程为：来料检测→印刷焊膏（点贴片胶）→贴片→烘干（固化）→再流焊→清洗→检测→返修，其主要步骤示意图如图 1-7 所示。

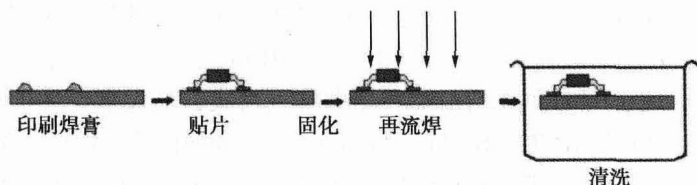


图 1-7 单面组装工艺主要步骤示意图

2. 单面混装工艺

单面混装工艺的流程为：来料检测→印刷焊膏（点贴片胶）→贴片→烘干（固化）→再流焊→（清洗）→插件→波峰焊→清洗→检测→返修，其主要步骤示意图如图 1-8 所示。

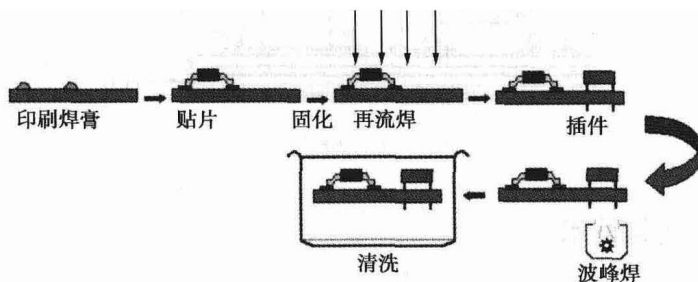


图 1-8 单面混装工艺主要步骤示意图

3. 双面组装工艺

双面组装工艺的流程为：来料检测→PCB 的 A 面印刷焊膏（点贴片胶）→贴片→烘干（固化）→A 面再流焊→（清洗）→翻板→PCB 的 B 面印刷焊膏（点贴片胶）→贴片→烘干→再流焊→清洗→检测→返修，其主要步骤示意图如图 1-9 所示。

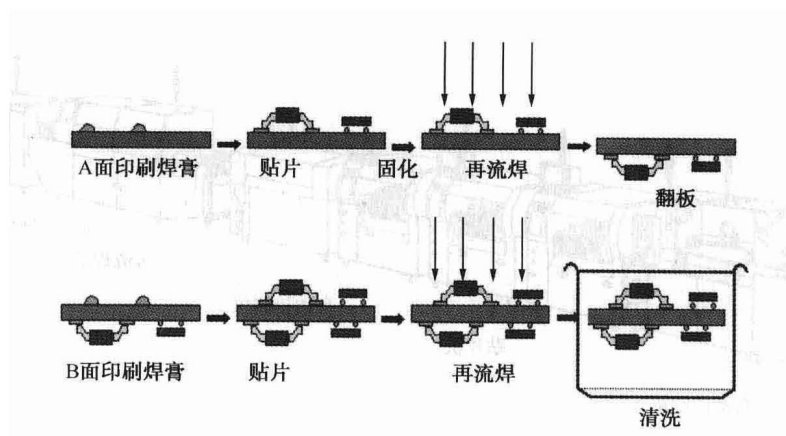


图 1-9 双面组装工艺主要步骤示意图

4. 双面混装工艺

双面混装工艺的流程为：来料检测→PCB 的 A 面印刷焊膏→贴片→烘干→再流焊→插件，引脚打弯→翻板→PCB 的 B 面印刷焊膏→贴片→固化→翻板→波峰焊→清洗→检测→返修，其主要步骤示意图如图 1-10 所示。

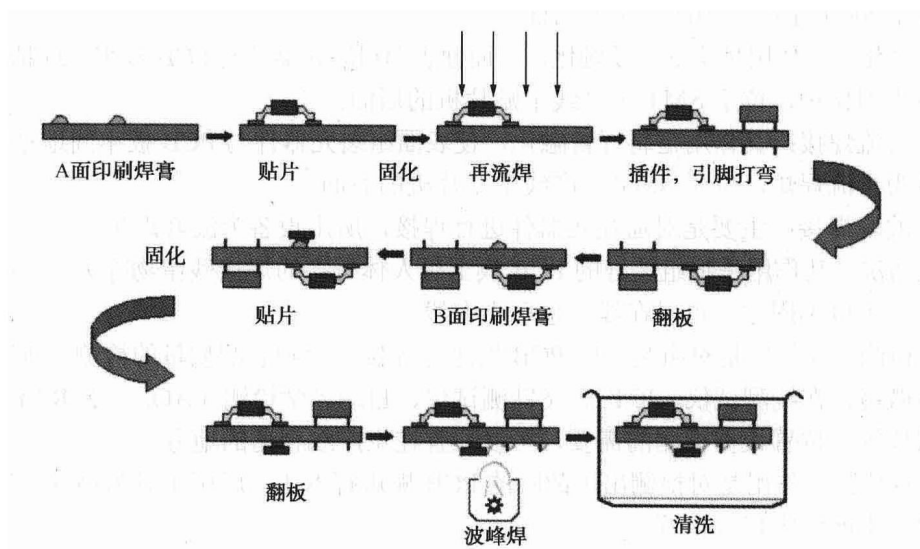


图 1-10 双面混装工艺主要步骤示意图

1.2.4 生产线构成

SMT 生产线主要由焊膏印刷机、贴片机、再流焊接设备和检测设备组成。SMT 生产线的设计和选型要结合产品生产的实际需要、实际条件、适应性和先进性等几个方面进行考虑。如图 1-11 所示是采用再流焊技术的最基本的 SMT 生产线组成，一般适用于单面组装工艺。

(1) 印刷焊膏：其作用是将焊膏或贴片胶漏印到印制电路板 PCB 的焊盘上，为元器件的焊接做准备。所用设备为印刷机（丝网印刷机），位于 SMT 生产线的最前端。