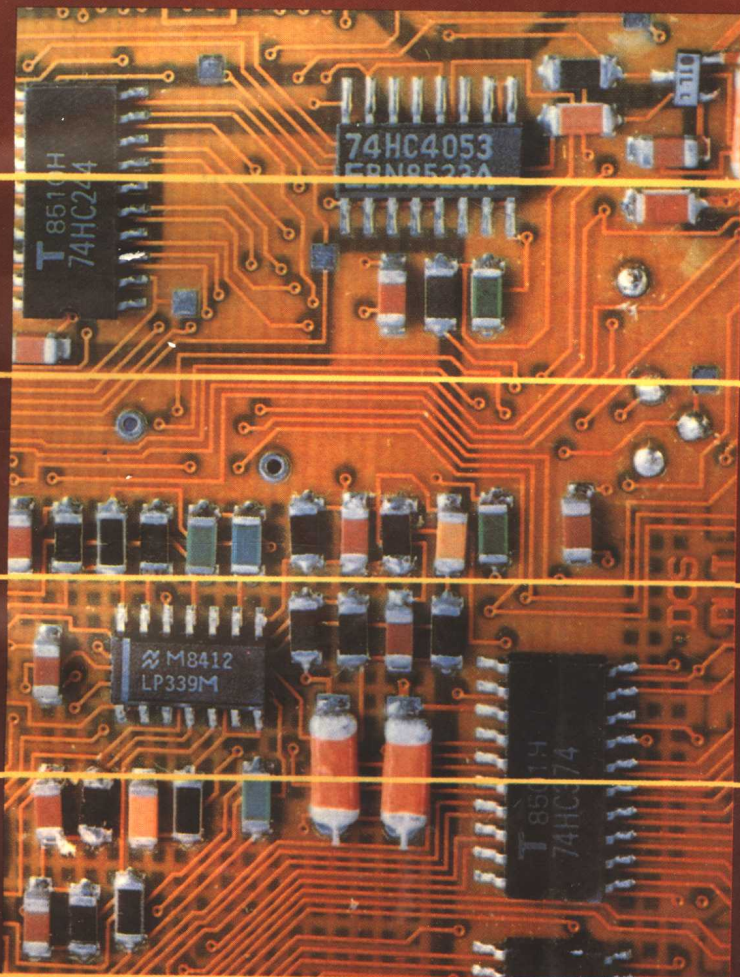


HANDBOOK OF SURFACE MOUNT TECHNOLOGY

表面安装技术手册



〔美〕

Stephen W Hinch

著

陶辅文

江锡全

译

卢明

曾砚明

审

兵器工业出版社

表面安装技术手册

〔美〕Stephen W Hinch 著

陶辅文 江锡全 译

卢明 曾砚明 审
吴明训 许棣

兵器工业出版社

(京)新登字049号

表面安装技术手册

Handbook of Surface Mount Technology

〔美〕 Stephen W Hinch 著

陶辅文 江锡全 译

卢明 曹砚明 审
姜明训 许 榛

*

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

北京大兴孙中印刷厂印装

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 17.0625 字数: 438千字

1992年2月第1版 1992年2月第1次印刷

印数: 1—2000 定价: 13.00元

ISBN 7-80038-442-X/TM·16

译者前言

表面安装技术(SMT)为继印制电路通孔插装技术之后,在电子电路互连与组装方面出现的一个重大技术变革。近几年来这一技术的发展已日趋成熟并开始广泛用于生产,对高可靠、微型化电子产品,包括电子计算机、通信设备以及光电仪器等类型产品的发展,将产生巨大的作用与深远的影响。

为配合有关SMT“七五”国家重点科技攻关项目的开展,中国长城计算机集团公司科技处组织了本手册的翻译出版,其主要目的在于满足科技攻关工作开展的需要,并为当前广大科技人员全面掌握SMT设计与工艺有关各项技术与规范提供一本具有指南性的工具书。

该书原文名为《HANDBOOK OF SURFACE MOUNT TECHNOLOGY》,1988年由英国朗曼(Longman),及美国约翰·威利(John Wiley)两家大型图书出版公司同时出版发行。作者欣奇(Stephen W Hinch)为知名的SMT高级专家,在美国惠普(Hewlett-Packard)计算机公司主持SMT的技术开发工作。他也是美国“电路互连与组装学会”(IPC)SMT学组,以及“表面安装技术协会”(SMT Association)领导小组的成员。

本书作者在内容选材上立意于全面系统,且侧重于实用技术,力求指导读者如何设计SMT元件,如何建立表面安装系统,以及如何保持其正常运转。全书包括(一)概论;(二)元件;(三)设计;(四)制造技术等四大部分,共十五章。各章节的内容全面涉及SMT技术发展现状、标准、专用元件(SMC、SMD)、设计、制造工艺与设备、测试、维修以及生产线设计等各个方面。在这些方面引入了大量实用的数据,介绍了许多实践的经验。

本手册由陶辅文、江锡全等翻译,由卢明、曾砚明、吴明

训、许棣等审定，并得到了费悦心的指导。其他参与过译、校、抄、图片处置、索引重排，以及在翻译出版上提供过帮助的单位或个人未能一一提及，在此统一表示感谢。

由于本书的技术内容新颖，翻译出版周期较短，难免存在疏忽与不妥之处，恳请读者随时予以指正。

关于所用计量单位的说明

虽然在许多科学领域很早已改用国际单位制,但电子工业仍继续陷于公制与英制并存的混乱局面。许多元件均采用英制,例如元件引线的间距用0.050英寸与0.025英寸表示,已成为全世界性采用的标准。固然这些英制的表示可能很容易转换为用公制1.27 mm与0.63mm来表示,但这不符合工业的惯例,而且无疑会引起不少混乱。

在许多其他的场合下,也存在公制尺寸占统治地位的情况。例如元件引线间距用1.0, 0.8, 0.6与0.5mm加以表示,也成为全世界通用的标准。把这些公制表示的尺寸转换为英制来表示,同样地也是不合适的。

本书为避免产生混乱,长度的单位一律用公制与英制两种单位来表示,并从习惯先用工业部门常用的单位标准来表示。例如0.05英寸的元件引线间距表示为:0.05英寸(1.27mm),表示这个尺寸以用英制表示为好。相反,1.0mm表示为:1.0mm (0.040英寸),表示这一尺寸最好用公制来表示。换算至非常用单位标准时,进行四舍五入至最接近的尺寸,但这可能并不是常常精确的。如果某一尺寸不存在工业部门习用的单位标准,则先引用公制尺寸来表示。

幸好大多数其他通用的计量单位,都非常符合国际单位制的规定;例如温度用摄氏度(℃)来表示。但力常用克力(gf)来表示,而不是用牛顿(N)表示。对于所有这些计量单位,均不拟既用公制又用相应的英制来表示。

原 书 前 言

自印制电路板技术出现以来,表面安装技术(SMT)被认为是一项电子器件安装中最有意义的发展。不管这种说法是否合适,SMT,有如其名,它使电子组装件制造的方法发生了惊人的变化。虽然它与传统的通孔工艺有关,但SMT要求不同的元件组装设备以及设计方法。因此,熟悉通孔组装技术的工程师们已发现他们必须学习这种全新的技术,以赶上技术发展的需要。

目前通过大量专业研讨会、会议、技术论文、咨询公司以及专门从事表面安装技术的机构的出现,人们也可意识到这一变化的重要性。这对于希望学习SMT的工程师来说,似乎存在着无止境的机会。遗憾的是目前存在的这许多信息不够完整或过于专业化。所短缺者,是根据专一信息源或资料源对整个主题作出全面与平衡的处理。

本书是为从事于实践性技术工作的工程师,即致力于SMT工厂设计与设备安装,以及利用已有设施进行产品设计、制造加工、测试与维修等技术支援性工作的工程师们编写的。虽然本书内容侧重于实际问题如何解决,但也介绍了解决这些问题的理论基础。本书考虑了对于那些新出现的或非寻常性的问题,读者易于利用书中的材料形成自己的解决方案。

本书的内容共分为四大部分:第一部分为对SMT技术综述性介绍,阐述这一技术的优点及其局限性,并提出许多论点构成本书其余部分的一个基础;第二部分介绍表面安装元件(SMC)的特性,特别着重于如何正确选择这些元件;第三部分为设计,它的重心是讨论设计上如何保证组装件成品的可靠性与可制造性;最后一部分,即第四部分介绍表面安装的制造技术。它讨论了不同的组装流水线方案,并探讨了在选择每一工序时应注意的各种因素。

目 录

第一部分 概 论

第一章 引言	(1)
1.1 表面安装技术的选择	(3)
1.1.1 SMT优点	(3)
1.1.2 局限性	(12)
1.2 技术的分类	(17)
1.2.1 按工艺技术分类	(17)
1.2.2 按最后组装件特性分类	(23)
1.2.3 功能模块	(24)
1.3 标准与规范	(25)
1.3.1 电子电路互连与组装学会 (IPC)	(25)
1.3.2 国防部	(26)
1.3.3 电子工业协会 (EIA)	(27)
1.3.4 国际电工委员会 (IEC)	(29)
1.3.5 其他全国性机构	(29)

第二部分 元 件

第二章 无源元件	(31)
2.1 固定电阻	(32)
2.1.1 矩形片状电阻	(32)
2.1.2 MELF金属表面电极电阻	(38)

2.1.3	较佳的电阻结构要求	(39)
2.2	电位器与可变电阻	(40)
2.2.1	密封式结构	(42)
2.2.2	敞开式结构	(43)
2.2.3	电位器的一般要求	(43)
2.3	网络电阻	(44)
2.4	固定电容	(47)
2.4.1	陶瓷电容	(47)
2.4.2	钽电解电容器	(55)
2.4.3	其他类型电容器	(58)
2.5	电感器	(60)
2.5.1	线绕电感器	(60)
2.5.2	多层电感器	(62)
第三章	半导体器件	(64)
3.1	表面安装半导体器件的设计依据	(64)
3.1.1	焊点设计	(64)
3.1.2	热膨胀的不匹配	(65)
3.1.3	封装结构热阻	(65)
3.1.4	焊点温度	(70)
3.1.5	耐环境条件	(75)
3.2	分立式半导体封装方式	(78)
3.2.1	SOT—23	(78)
3.2.2	SOT—89	(80)
3.2.3	SOT—143	(81)
3.2.4	DPAK	(82)
3.2.5	MELF	(82)
3.2.6	分立式半导体器件的选择原则	(84)
3.3	集成电路设计的一般依据	(85)
3.3.1	引线伸出式结构	(86)

3.3.2	无引线与有引线设计的比较	(86)
3.3.3	引线结构	(87)
3.3.4	引线共面性误差	(89)
3.4	IC封装器件类型	(90)
3.4.1	小外形集成电路 (SOIC)	(90)
3.4.2	带引线塑料芯片载体 (PLCC)	(92)
3.4.3	四方器件	(93)
3.4.4	无引线陶瓷芯片载体 (LCCC)	(96)
3.4.5	带引线陶瓷芯片载体 (LDCC)	(97)
3.4.6	先进的封装器件结构	(98)
3.5	IC封装结构选择的原則	(104)
第四章	连接器与机电器件	(108)
4.1	连接器	(108)
4.1.1	焊点应力	(109)
4.1.2	连接器设计要素	(110)
4.1.3	连接器类型	(113)
4.2	IC插座	(114)
4.3	测试夹	(117)
4.4	开关与继电器	(119)
第五章	焊接材料与可焊性	(121)
5.1	锡铅相图	(121)
5.2	焊料合金	(122)
5.2.1	选用的依据	(122)
5.3	可焊性	(125)
5.4	焊剂	(127)
5.4.1	溶剂型焊剂	(127)
5.4.2	水溶型焊剂	(129)
5.4.3	焊剂效率	(130)
5.5	形成可焊性问题的原因	(131)

5.5.1	氧化.....	(131)
5.5.2	污染.....	(131)
5.5.3	锡铅镀层的针孔.....	(132)
5.5.4	不正常焊点金属学性能.....	(132)
5.5.5	焊料镀层晶粒结构.....	(133)
5.5.6	薄的表面镀层.....	(133)
5.5.7	“抽芯”现象.....	(134)
5.6	可焊性技术规范.....	(135)
5.7	可焊性测试.....	(135)
5.7.1	可焊性测试所用的焊剂.....	(136)
5.7.2	浸焊试验.....	(136)
5.7.3	润湿称量法.....	(138)
5.7.4	金属化部位的抗溶解作用.....	(144)
5.7.5	其他测试方法.....	(144)
5.8	老化.....	(147)
5.8.1	蒸汽老化.....	(148)
5.8.2	干热老化.....	(150)
5.9	元件端接点材料的确定.....	(150)

第三部分 设 计

第六章	组装件设计与可靠性	(156)
6.1	表面安装焊点.....	(156)
6.1.1	焊点故障类型.....	(156)
6.1.2	无引线焊点.....	(158)
6.1.3	带引线焊点.....	(159)
6.1.4	焊点应力.....	(159)
6.2	组装与互连结构.....	(161)
6.3	有机基材.....	(162)

6.3.1	加工工艺	(162)
6.3.2	纸基材料	(170)
6.3.3	环氧树脂—玻璃纤维材料	(171)
6.3.4	聚酰亚胺—玻璃纤维材料	(171)
6.3.5	芳族聚酰胺材料	(171)
6.3.6	其他有机基材料	(172)
6.4	约束芯体材料	(173)
6.5	陶瓷基材	(175)
6.6	挠性层状材料	(176)
6.7	组装工艺对可靠性的影响	(177)
6.7.1	焊料合金的选择	(177)
6.7.2	焊料体积	(178)
6.7.3	元件安放	(179)
6.7.4	焊接工艺	(179)
6.7.5	焊剂清除	(181)
第七章	设计与布线指南	(184)
7.1	印制电路板的要求	(184)
7.1.1	电路板的尺寸与结构	(184)
7.1.2	加工定位孔	(186)
7.1.3	基准标志	(188)
7.1.4	导电电路	(188)
7.1.5	导通孔	(190)
7.2	整个板的电路布局	(191)
7.2.1	元件定位	(191)
7.2.2	元件密度	(191)
7.2.3	测试点	(193)
7.3	元件焊盘图形	(193)
7.3.1	波峰焊元件的胶粘位置	(194)
7.3.2	标准焊盘图形计算公式	(194)

7.3.3	无源元件焊盘图形.....	(195)
7.3.4	分立式半导体器件焊盘图形.....	(198)
7.3.5	SOIC小外形集成电路焊盘图形	(199)
7.3.6	PLCC元件焊盘图形	(200)
7.3.7	LCCC元件焊盘图形.....	(203)
7.3.8	翼形四方体组件.....	(203)
7.4	设计上的其他考虑.....	(205)

第四部分 制造技术

第八章	SMT工厂与工艺流程	(206)
8.1	各种可选用的工艺流程.....	(207)
8.1.1	胶粘剂固定/波峰焊工艺综述	(208)
8.1.2	热熔焊工艺综述.....	(210)
8.1.3	工艺流程的比较.....	(211)
8.2	混合式组装技术.....	(213)
8.2.1	普通通孔插装工艺方案.....	(213)
8.2.2	全SMT方案.....	(213)
8.3	双面SMT.....	(216)
8.3.1	热熔/波峰焊混合式	(216)
8.3.2	双面热熔焊.....	(219)
8.4	工厂厂房设计.....	(221)
8.4.1	全自动化工厂设计.....	(222)
8.4.2	半自动化工厂设计.....	(228)
8.5	工厂成本分析.....	(229)
8.6	工厂设计方案的推荐.....	(233)
第九章	焊膏及其操作技术	(236)
9.1	流变学.....	(236)
9.1.1	粘度.....	(236)

9.1.2	表面张力	(238)
9.2	粘度的测量	(239)
9.2.1	转轴式粘度计	(239)
9.2.2	锥板式粘度计	(241)
9.3	焊膏	(242)
9.3.1	焊料粉末	(242)
9.3.2	焊剂	(247)
9.3.3	流变调节剂	(248)
9.3.4	溶剂	(248)
9.4	焊膏规范与测试	(248)
9.4.1	金属(粉末)百分含量	(249)
9.4.2	粘度	(250)
9.4.3	塌陷	(250)
9.4.4	焊料球	(251)
9.4.5	焊剂活性	(252)
9.4.6	工作寿命	(253)
9.4.7	贮存寿命	(254)
9.5	丝网印刷	(254)
9.5.1	丝网印刷理论	(255)
9.5.2	丝网印刷设备	(258)
9.6	焊膏的注射式操作	(264)
9.6.1	气动注射	(265)
9.6.2	蠕动泵	(265)
9.6.3	正位移泵	(265)
9.7	各种其他的焊料涂布工艺	(267)
9.7.1	印制电路板上沉积焊料	(267)
9.7.2	元件预浸锡	(268)
9.7.3	涂焊剂	(269)
	附录:泊罗克菲得(Brookfield)粘度计测试程序	(269)

第十章 元件安放	(272)
10.1 机器一般结构	(272)
10.2 设备特性	(274)
10.2.1 精度	(274)
10.2.2 速度	(283)
10.2.3 柔性	(286)
10.3 设备的分类	(291)
10.3.1 接续安放	(291)
10.3.2 同时安放	(298)
10.3.3 连续安放	(300)
10.4 设备设计上的考虑	(301)
10.4.1 整个机械结构	(301)
10.4.2 x - y 传送机构的设计	(302)
10.4.3 坐标的对准	(305)
10.4.4 元件输送装置	(311)
10.4.5 计算机控制	(311)
10.4.6 元件验证	(314)
10.5 元件输送系统	(316)
10.5.1 带一卷轴式送料器	(316)
10.5.2 盒式送料器	(320)
10.5.3 散装送料	(325)
10.5.4 矩阵碟式送料	(326)
第十一章 热熔焊	(329)
11.1 热熔理论	(329)
11.1.1 温度特性曲线	(330)
11.2 热熔引起的元件移位	(333)
11.2.1 自动对位	(333)
11.2.2 偏移	(333)
11.2.3 “石碑”现象	(334)

11.3	可供选择的热熔方法	(338)
11.4	热传导式热熔焊	(339)
11.4.1	传送带式生产系统	(340)
11.4.2	改进型烙铁	(341)
11.5	气相热熔焊	(341)
11.5.1	气相理论	(341)
11.5.2	气相液体	(345)
11.5.3	气相设备设计	(347)
11.6	红外热熔焊	(351)
11.6.1	红外源	(354)
11.6.2	温度特性	(357)
11.6.3	热熔气氛	(358)
11.7	激光热熔焊	(359)
11.7.1	激光源	(361)
11.8	热对流热熔焊	(363)
11.9	各种热熔焊技术的比较	(364)
第十二章	波峰焊	(367)
12.1	波峰焊评述	(367)
12.2	焊剂涂布操作	(368)
12.2.1	泡沫涂布焊剂	(369)
12.2.2	波峰涂布焊剂	(369)
12.2.3	喷射涂布焊剂	(370)
12.3	板子的预热	(371)
12.4	波峰焊接	(372)
12.4.1	单波峰系统	(372)
12.4.2	焊料遮蔽效应	(376)
12.4.3	双波峰系统	(378)
12.4.4	拖浸焊	(380)
12.4.5	焊接温度特性曲线	(380)

12.5	掺入油的波峰焊	(382)
12.6	粘合剂	(383)
12.6.1	粘合剂的选择	(384)
12.6.2	环氧粘合剂	(384)
12.6.3	丙烯酸粘合剂	(385)
12.6.4	点胶方法	(386)
12.6.5	元件与粘合剂的兼容性	(390)
第十三章	焊后清洗	(392)
13.1	污染物类型	(393)
13.1.1	松香焊剂残留物	(394)
13.1.2	有机酸焊剂残留物	(394)
13.1.3	白色残留物	(394)
13.2	清洗工艺选择	(396)
13.2.1	表面安装器件下面的清洗	(397)
13.3	溶剂清洗	(399)
13.3.1	溶解力	(399)
13.3.2	氟化溶剂	(402)
13.3.3	氯化溶剂	(408)
13.3.4	保健和安全	(410)
13.3.5	环境影响	(411)
13.3.6	溶剂系统中水的提取	(411)
13.4	溶剂清洗工艺	(412)
13.4.1	间歇蒸气去脂器	(412)
13.4.2	连续清洗	(413)
13.4.3	超声搅拌	(417)
13.4.4	合适溶剂清洗工艺的选择	(417)
13.5	水清洗	(418)
13.5.1	水的硬度	(418)
13.5.2	水溶液	(419)