

表面组装与贴片式元器件技术

表面组装技术与系统集成

梁瑞林 编著



科学出版社
www.sciencep.com

TN410.5
505
1=

表面组装与贴片式元器件技术

表面组装技术与系统集成

梁瑞林 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是“表面组装与贴片式元器件技术”丛书之一。书中介绍了半导体集成电路的封装技术、贴片式电子元器件在印制电路上进行表面组装以及系统集成技术。在内容上,力图尽可能地向读者传递国际上先进的表面组装技术与系统集成方面的前沿知识,而避免冗长的理论探讨。

本书可以作为电子电路、印制电路、电子材料与元器件、电子科学与技术、微电子技术、通信技术、电子工程、自动控制、计算机工程、材料科学与工程(电子方向)等领域的工程技术人员以及科研单位研究人员的参考书,也可以作为工科院校学生、研究生的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

表面组装技术与系统集成/梁瑞林编著. —北京:科学出版社,2009
(表面组装与贴片式元器件技术)

ISBN 978-7-03-023565-7

I. 表… II. 梁… III. 印装电路-组装 IV. TN410.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 190751 号

责任编辑:赵方青 杨 凯/责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静/封面制作:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 1 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2009 年 1 月第一次印刷 印张:8

印数:1—5000 字数:184 000

定 价:26.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



著者简介

梁瑞林,男,西安电子科技大学退休教授。1946年1月1日生。
山东省单县人。

1970年毕业于西北电讯工程学院。主要研究方向电子材料、电子元器件、传感器、薄膜技术、混合集成电路。主持过包括国家自然科学基金在内的多层次科研项目。曾经2次作为中日两国政府交流学者赴日本从事多年科学研究。长期兼任嘉康电子有限公司等多家知名企业技术顾问。

获得过中国工程物理研究院预研基金二等奖、NSAF基金优秀奖、中国发明博览会银奖等多种奖项,全部为第1获奖人。获得第一发明人专利授权3项。

主要著作、译著等有《薄厚膜混合集成电路》(国防工业出版社)、《半导体器件新工艺》(科学出版社)、《贴片式电子元器件》(科学出版社)、《刚性印制电路》(科学出版社)、《挠性印制电路》(科学出版社)、《传感器实用电路设计与制作》(科学出版社)、《传感器应用技巧141例》(科学出版社)、《集成光路》(科学出版社)等。在国内外学术刊物与学术会议上发表第一作者论文50余篇。

前言

1800 年前后开始的以蒸汽机为代表的第一次工业革命,给人类社会的发展带来了机械动力。1900 年前后开始的以电气化为代表的第二次工业革命,给人类奉献了优裕的生活环境,我们的生活中充满了前人闻所未闻的新词汇:通信、广播、电视、电脑、卫星遥感、手机、汽车电子、机器人、游戏机等等;同时也孕育了 2000 年前后开始的以信息技术(IT)为代表的第三次工业革命。新时代的信息技术要求上述的各种电子产品,具有更小的体积、更轻的重量、更多更好的功能、更高的可靠性、更小的能耗、更低的成本。于是,用于实现上述目标的集成电路(IC)与大规模集成电路(LSI)、贴片式电子元器件与多层印制电路应运而生。

有了集成度依照摩尔定律而高速发展的集成电路,以及与之相适应的贴片式电子元件、密度越来越高的刚性印制电路和挠性印制电路之后,就需要利用表面组装(SMT)技术将其组装成电子产品了。另外,人类对高质量物质生活的水涨船高、永不满足的需求欲望,推动着技术永无休止的推陈出新、物质文明的繁荣更繁荣。大规模集成电路集成度的提高,使得一个封装外壳之中就有可能容纳下一个电子产品,甚至容纳下一种由微处理器统一控制的一个电子系统、甚至几个电子系统,这种集成方式就变成了系统集成。当然,这种系统集成的封装外壳,或者说系统封装,可能不再是传统意义上的电子元器件或者集成电路的那种封装外壳,也不再是电子产品的封装外壳,而有可能是将其封装成了一部汽车、一个机器人,甚至是一个房间、一个大的建筑设施也未可知。这些有关表面组装与封装技术以及系统集成方

面的内容,就是本书成书的两大脉络。

这次我们结合以表面组装技术作为 21 世纪技术立国支柱之一的日本以及我们国内在这方面的发展现状,编写出版这套“表面组装与贴片式元器件技术”丛书的目的是:试图在为我国赶超世界先进技术水平的诸多努力中,献出自己的微薄之力。纵观我国在大规模集成电路以及表面组装与贴片式电子元器件技术落后于先进国家的原因,主要的不在所谓的理论上,而是在材料与工艺上,因此本套丛书则主要着墨于它们的材料与工艺。

为了避免读者或者学生在没有条件体验实物的场合下,对于洋洋数十万言的书籍不知言为何物,本套丛书采用图文并茂的图解方式,其目的就是要让读者或学生通过图(有些是照片)文对照的方式,更好地读懂与理解本套丛书企图向他们传递的知识与信息。

本套图解技术丛书共五册,它们分别是《半导体器件新工艺》、《贴片式电子元件》、《刚性印制电路》、《挠性印制电路》和《表面组装技术与系统集成》。本书是该套丛书的最后一个分册。

在本套丛书的整个编写过程中,梁音以及西安电子科技大学退休教工李小琳参与了本套丛书图形、照片、表格和公式的文字处理与校对工作。尤其是在其出版过程中,始终得到科学出版社相关人士的指导与帮助。

值此整套丛书行将全部出版完成之际,对于所有关心、指导、帮助过本套丛书编写、校对、整理和出版工作的人士,表示衷心的感谢。

编 者

2009 年 1 月于广州

目 录

第1章 概 述

第2章 集成电路的封装方式

2.1	传统的集成电路封装方式	7
2.1.1	TO 封装	7
2.1.2	DIP 封装	8
2.1.3	SIP 封装	8
2.1.4	SOP 封装	9
2.1.5	QFP 封装与 PLCC 封装	10
2.1.6	LLCC 封装	10
2.1.7	TCP 封装	10
2.1.8	PGA 封装	11
2.1.9	传统的集成电路封装方式演化过程	11
2.2	目前常见的组装与封装方式	12
2.2.1	BGA 封装	12
2.2.2	CSP 封装	18
2.2.3	WLP 装	21
2.2.4	COB 封装、COF 封装与 COG 封装	21
2.3	崭露头角的新型封装方式	24
2.3.1	MCM 封装	24

2.3.2	平铺型 MCM 封装	26
2.3.3	叠层型 MCM 封装	27
2.3.4	POP 型 MCM 封装	30
2.3.5	集成电路芯片内置式(刚性)印制电路模块	31
2.3.6	COC 型 MCM 封装	32
2.3.7	系统封装 SIP、SOP 与 SOF	33
2.3.8	整个集成电路封装方式的演化方向	35

第3章

表面组装与封装的主要材料与基本技术

3.1	表面组装与封装中的基本原则	41
3.1.1	信号、功率与热量分配方面的问题属于在印制 电路设计中解决的内容	41
3.1.2	对器件的保护	43
3.1.3	批量生产适应性与生产成本	44
3.1.4	易检测性	44
3.1.5	环保方面的要求	46
3.2	表面组装与封装使用的主要材料	48
3.2.1	集成电路芯片往自身外壳中封装时使用的 材料	48
3.2.2	往电子产品基板上进行表面组装与封装时 使用的材料	64
3.3	表面组装与封装的基本技术与设备	80
3.3.1	芯片固定(Die Bonding)技术	80
3.3.2	引线焊接(引线键合)	84
3.3.3	倒装焊	97
3.3.4	球栅阵列(BGA)表面组装与封装技术	112

3.3.5	裸片搭载 COB、COF、COG 与 TAB 技术与设备	118
3.3.6	多功能组装技术与设备,特殊组装技术与设备	125
3.4	表面组装与封装的质量保障	127

第4章

系统集成基础知识

4.1	系统集成一词在不同的技术领域具有不同的含义	131
4.2	系统芯片的出现	135
4.3	电子技术领域内的系统集成	140

第5章

机器人

5.1	机器人的概念	143
5.2	关于机器人的逸闻趣事	144
5.3	形形色色的机器人	146
5.4	穿着日本江户时代装束的茶童机器人	154
5.5	日本村田公司的机器人村田顽童	159
5.5.1	村田顽童的研发经过	159
5.5.2	技艺高超的村田顽童 2006	160
5.5.3	村田顽童 2006 高车技的奥秘	162
5.5.4	村田顽童中的超声波传感器	163
5.5.5	村田顽童中的陀螺传感器	164
5.5.6	村田顽童中的振动传感器	166
5.5.7	村田顽童中的透光性陶瓷	166
5.5.8	村田顽童中的蓝牙模块	167

5.5.9	村田顽童中的锂离子电池	167
5.5.10	村田顽童中的 DC-DC 转换器	169
5.5.11	村田顽童中的薄型平面扬声器	171
5.5.12	村田公司投资研发村田顽童的真正目的	172
5.5.13	村田顽童的堂妹村田少女	172

第6章 汽车电子

6.1	印制总线与连接	179
6.2	车身控制	182
6.2.1	ABS 系统	182
6.2.2	第一代的 ABS 系统	183
6.2.3	新型的 ABS 系统	183
6.2.4	TCS 系统	184
6.2.5	ESP 程序	186
6.2.6	陀螺传感器	188
6.2.7	双轴静电容式加速度传感器	188
6.2.8	无线 ASIC 汽车轮胎压力监测报警	190
6.3	汽车动力	191
6.4	安防系统	200
6.5	娱乐游戏系统	209
6.6	全球定位系统	210

第7章 电子乐器

7.1	形形色色的电子乐器	215
7.2	MIDI 技术	221
7.3	研制电子笙的规划与设计	224

7.4	硬件研发	225
7.5	系统集成软件的研发环境与执行环境的不同 ...	232
7.6	验 证	234
参考文献		237

第1章 概述

有了集成度依照摩尔定律而高速发展的集成电路,以及与之相适应的贴片式电子元件、密度越来越高的刚性印制电路和挠性印制电路,就可以利用表面组装(Surface Mount Technology, SMT)与封装技术将其组装成电子产品。由于在表面组装技术中使用的集成电路(含大规模集成电路)属于贴片式结构,其他贴片式电子元器件更属于贴片式结构,因此有的人把表面组装技术称之为表面贴装技术;把表面组装机称之为贴片机。尤其是“贴片机”一词的叫法,在电子元件行业和厚膜电路行业中更为盛行。

虽然在本套丛书的前面四部书《半导体器件新工艺》、《贴片式电子元件》、《刚性印制电路》和《挠性印制电路》中,也都零星地谈到了与之相关联的表面组装问题,但是相对而言,内容比较分散,不够完整,因此有必要在本书中集中地对于表面组装和封装技术,以及由此而衍出的系统集成作一个系统地介绍。

图 1.1 是将集成电路、贴片式电子元件、刚性印制电路和挠性印制电路通过表面组装和封装技术,制作成的一部诺基亚 7500 手机的照片。

曾经听到有人抱怨说,电子元器件的封装在中国不受重视,并指责说正是由于“封装无技术”的错误指导思想直接导致了中国封装技术乃至电子技术的落后局面。而且抱怨说,这种电子元器件的封装在中国不受重视的结果,使得封装技术没有跟得上器件的研究发展,直接导致了微电子机械系统(Micro-Electro-Mechanical Systems, MEMS)研究出来的成果只能停留在了实验室阶段。然而事实上,如果这种指责指向的是不懂装懂,还要指手画脚的外行,这种指责当然无可厚非;但是,如果把这种指责指向中国的半导体行业、指向中国

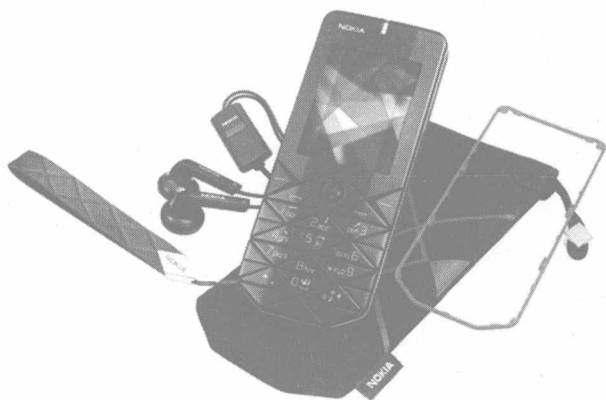


图 1.1 通过表面组装与封装制作成的诺基亚 7500 手机照片

整个电子产业,那就有失偏颇了。因为在世界上产业界的微电子机械系统(MEMS)研究,与国内提出上述指责的那些专门从事“学术界的微电子机械系统(MEMS)研究”完全是两码事,产业界的微电子机械系统(MEMS)研究本来就应当将功能设计、材料设计、工艺设计、器件设计、封装设计作为一项系统工程来进行实施,具备整套完整的配套措施。除非在国内闭门造车的“学术界的微电子机械系统(MEMS)研究”实验室中,才会看到只有单科独进的“器件研究”,而缺乏与之相配套的封装技术的难堪局面。而且如果将提出这种指责者的研究方向与研究内容,与国外目前借助于印制电路尤其是借助于挠性印制电路而新开发出的表面组装与封装方式相对比,不知道他们的研究方向和研究内容是否过于狭窄了一些。因此,本书在表面组装与封装技术部分,对于这类的封装技术略有所侧重地进行了介绍。作者这样说和这样做的目的,不是在有意贬低国内某些从事组装与封装技术研究工作者的贡献与努力,相反地,而是试图协助这些与组装与封装相关的人员打开一扇通往另一种思路的窗户。按照这种新思路,也许你新设计的微电子机械系统专用集成电路,借助于高密度印制电路的表面组装技术,尤其是借助于高密度挠性印制电路的表面组装技术(参阅本

套丛书的《刚性印制电路》和《挠性印制电路》),就有可能轻而易举地组装或者封装到已有的集成电路封装结构中也未可知。

将本套丛中其他几本书所涉及的集成电路(含大规模集成电路)、贴片式电子元件、刚性印制电路、挠性印制电路,通过表面组装与封装技术,构成一件体积小、重量轻、功能强、可靠性好的电子产品,是电子元器件研究者、设计者、生产者的共同心愿,也是集成电路和电子元器件应有的共同归宿。因此,本书的前面几章将着重介绍表面组装与封装技术的结构、所使用的材料、表面组装与封装所使用的设备与工艺等方面的内容。

由于大规模集成电路集成度的提高,不仅有可能将整个电子产品都组装在一个封装外壳之内,甚至于将由微处理器统一控制的整个电子系统都组装在一个封装外壳之中也都成为可能。这种将由微处理器统一控制的一个电子系统或者几个电子系统都组装在一个封装外壳之中的集成方式叫做系统集成。不过随着系统集成场合的不同,系统集成的封装外壳,或者说系统的封装外壳,可能不再是传统意义上的电子元器件或者集成电路之类的封装外壳,而是一种广义的封装外壳了。这种外壳有可能是一部汽车、一个机器人的外形,甚至是一个房间、一栋大的建筑设施也未可知。图1.2是日本村田制作所(国

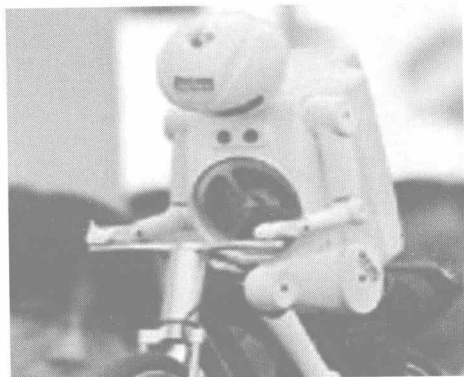


图 1.2 日本村田制作所研制的机器人村田顽童 2005

内习惯上把村田制作所称为村田公司)研制出的机器人村田顽童 2005 的照片。图 1.3 是奥杰汽车电子的汽车电子系统集成图,而这类汽车电子系统集成可以通过图 1.4 所示的汽车驾驶人员面前的控制面板,很方便地实现控制汽车电子系统的人机交流。



图 1.3 奥杰汽车电子的系统集成图



图 1.4 汽车驾驶人员面前的控制面板

人类对高质量物质生活的水涨船高、永不满足的需求欲望,激励着各项技术永无休止地推陈出新、物质文明的繁荣更繁荣,于是系统集成就成了表面组装与封装技术的必然发展趋势。因此,在本书的后

面几个章节中将介绍电子产品的系统集成,并以举例的方式诠释某些系统集成的新成果,以期对有志于开发系统集成的读者起到抛砖引玉的作用。

