

**ZERO
DEFECTS**

零缺陷

焊锡焊接技术

[日] 岸人稔 / 著 申超辉 / 译



華東理工大學出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

零缺陷焊锡焊接技术

[日]岸人稔 著
申超辉 译



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

零缺陷焊锡焊接技术/[日]岸人稔著;申超辉译.—上海:华东理工大学出版社,2016.1

ISBN 978-7-5628-4453-2

I. ①零… II. ①岸…②申… III. ①零缺陷-钎焊-焊接工艺 IV. ①TG454

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 274011 号

零缺陷焊锡焊接技术

原 著/岸人稔[日]

译 者/申超辉

策划编辑/韩媛媛

责任编辑/焦婧茹

责任校对/成俊

封面设计/方雷

出版发行/华东理工大学出版社有限公司

地 址:上海市梅陇路 130 号,200237

电 话:(021)64250306(营销部)

(021)64252344(编辑室)

传 真:(021)64252707

网 址:press.ecust.edu.cn

印 刷/上海锦佳印刷有限公司

开 本/890 mm×1240 mm 1/32

印 张/4.625

字 数/122 千字

版 次/2016 年 1 月第 1 版

印 次/2016 年 1 月第 1 次

书 号/ISBN 978-7-5628-4453-2

定 价/48.00 元

联系我们:电子邮箱 press@ecust.edu.cn

官方微博 e.weibo.com/ecustpress

天猫旗舰店 <http://hdlgdxbs.tmall.com>



作者简介

岸人稔,1970年毕业于大阪工业大学电子学专业。在日本ALPS电气公司工作了30年,之后在被称之为“世界工厂”的中国的企业工作了10年,前后合计约40年,在技术部、生产技术部、品质管理部、制造部都有工作过。虽然部门不同,但是主要的工作内容都是与焊接有关的业务。其间,取得了日本溶接协会的四个资格证,分别为操作员、品质检查员、指导者、技术者。在生产现场,编者经手了不计其数的不良发生→原因调查分析→对策→再发防止确认的过程,对焊接工作孜孜不倦,乐此不疲。最近,将生产现场发生过的不良对策实例总结成了这本书,是一本用自己的风格,对不良品进行彻底的观察,而后进行原因分析的对策集。从40年间的经验中,切身体会到对于不良品对策,用对不良品状况进行彻底的观察的精神,来进行原因分析,是非常重要的事,而且笔者现在也还战斗在生产现场。希望本书的出版对在各位的生产现场,能够提供参考,并且多少有些用处的话,笔者将感到非常高兴。

对于ALPS电气公司的有关人员,以及千住金属工业公司、白光公司的有关人员的协助,还有在中国10年间,一起吃苦进行不良品改善对策协助的各位人士,在此一并表示衷心的感谢。

这次在原书中文版出版时委托申超辉先生进行了翻译,对其

付出的大量时间和精力,表示特别的感谢。同时对在出版业务方面给予协助的陈文胜先生,以及华东理工大学出版社的韩媛媛女士、焦婧茹女士也一并表示感谢。

岸人稔的电子邮箱地址：kishindo@hotmail.com

前 言

本书是学习电子产品焊锡焊接技术的基础资料,如果掌握了这门技术,在日常的生产现场实现零缺陷的焊锡焊接(以下简称焊接)将成为可能。本书记述了笔者在日本以及海外约40年间在生产现场亲身经历的不良品改善对策。为什么仅仅是这些成为了不良品呢?彻底观察不良品进行原因分析是非常重要的。如果不是有针对性地对症下药,结果会偏离目标,不良品会再次发生。不良品必定和优良品有不一样的原因被隐藏了起来。与其急急忙忙进行对策,不如在对策之前,在不良原因分析方面投入充分的时间,这才是关键,只要知道了原因,对策自然而然就出来了。

事物并不是因为存在而被看见,而是因为看见而“被存在”!

用这样的心情去观察不良品,不良品必定会变为零。例如在焊接生产现场的品质会议上,对于不良率为1%、2%的不良品,经常会将发生的原因归结于焊锡不好或者零件不好。如果真的是由于“焊锡”的原因造成的话,可以断定这些生产的基板,因为都是使用了这个引起有问题的“焊锡”,所以大部分基板应该都会成为不良品。但是仅有1%的不良率,应该是以“焊锡”以外的特别原因引起不良品的这种思路去查找真正的原因,产生真正的不良品原因很快就会水落石出。本书就是特意为找出这样真正的原

因而编写的,有关产生不良品的项目都是严格选择了在日常的生产现场发生频率较高、有代表性的项目。有关发生频率较低的不良品的项目,考虑可以在别的机会中进行说明。如果在生产现场多少可以为您提供一些有用参考的话,笔者将会感到十分欣慰。

本书的前半部记述了焊接教育(理论 & 实践),后半部记述了回流锡炉焊接和波峰锡炉焊接的不良品改善对策。书中并没有写有关焊接本身难以理解的内容。

除此之外,关于前半部分的资料,也正在计划制作培训员工用的容易理解的焊接教育录像(DVD)。本书和 DVD 并用效果会更加好,可以直接用于相关人员的培训。还有,本书多处设立了小小题外话、咖啡时间角落以及焊接侦探小说集。虽然是一些轻松的题外话,但是说不定或许会对生产现场起到很大的作用呢!

编者

2015年9月

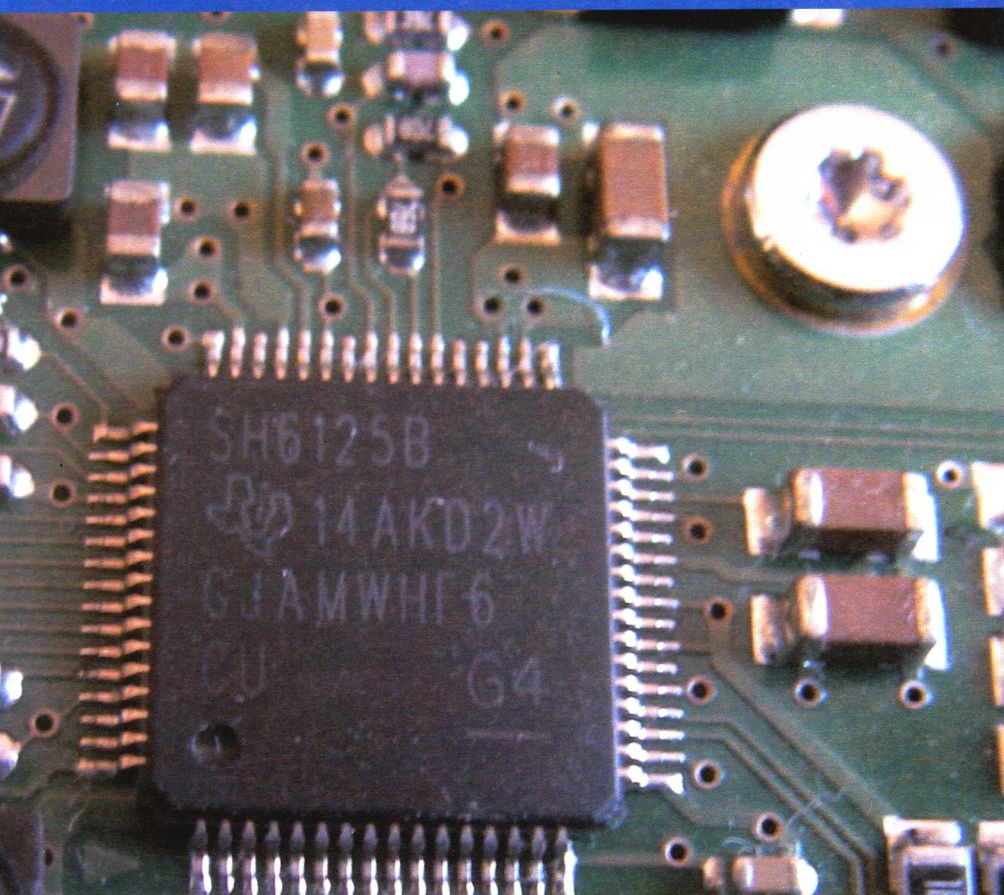
目 录

1 焊接教育(理论 & 实践)	001
1.1 焊锡焊接的历史概要	003
1.2 关于焊锡焊接的材料	004
1.3 关于焊锡的环境问题	008
1.4 焊接四要素	009
1.5 焊接烙铁作业指南	019
1.6 关于工程检查员的教育	029
2 烙铁焊接作业的各种技巧	031
2.1 关于烙铁头的使用寿命	033
2.2 流锡焊接作业	035
2.3 运用烙铁时多余的操作	036
2.4 关于发生锡珠飞溅	037
2.5 关于 IC 引脚间锡桥的修理方法	040
2.6 关于锡尖的修理方法	042
2.7 关于更换贴片零件的操作	042
3 SMT 回流锡炉焊接不良品改善对策	047
3.1 关于贴片零件的偏移、浮起、碑立	050
3.2 关于锡珠现象	070
3.3 少锡发生的原因及对策	080
3.4 锡桥发生的原因及对策	084

4 波峰锡炉(DIP)焊接不良品改善对策	089
4.1 锡桥发生的原因及对策	092
4.2 不上锡发生的原因及对策	097
5 焊接侦探案例集(现场不良品改善对策案例录)	103
案例 1 A、B 生产线,为什么仅是 A 生产线生产的基板,顾客的 投诉比较多呢?	105
案例 2 贴片零件断裂突然发生	107
案例 3 柔性基板的印刷偏移之怪现象	110
案例 4 焊锡的特性突然变化了!	116
案例 5 IC 引脚不上锡	119
案例 6 深夜生产工厂的怪异	122
案例 7 基板膨胀症状突然发生	123
案例 8 买后 3 年,定时器的显示突然消失了!	127
案例 9 铜箔线路突然没了	129
案例 10 不良品是钻石(隐藏其中的重要技能)!	130
案例 11 关于汽车用基板	135

1

焊接教育 (理论&实践)



1.1 焊锡焊接的历史概要

焊锡焊接的历史非常古老,在人类开始使用金属的青铜器时代,就已经有了人类利用焊锡焊接的形迹。从波斯、埃及、希腊公元前 3000 年的遗迹中,就曾经发掘到经过焊锡焊接的动物的塑像。图 1-1 所示的就是焊锡焊接的历史概要图。从这幅图可以看出,人类和焊锡焊接不断保持着密切的联系,一直持续到现代。

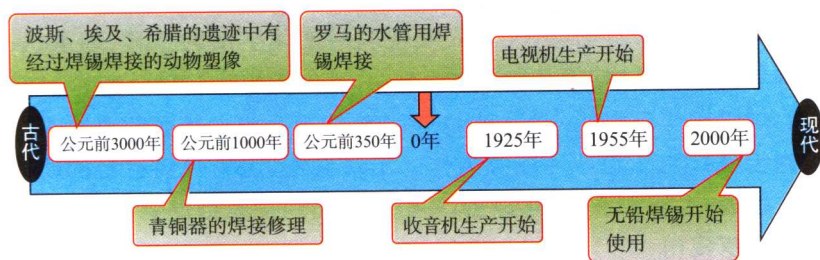


图 1-1 焊锡焊接的历史概要图

到了现代,最初的焊锡焊接技术以“焊接烙铁作业”为主流;没过多久,就变成了大量生产、自动化生产的时代,从而有了“波峰锡炉焊接”技术;随着产品的小型化、高密度化的进展,进而有了“回流锡炉焊接”技术。

现在这个“回流锡炉焊接”成了主流。如今人们所使用的手机、数码相机、笔记本电脑等电子产品,基本上都是通过回流锡炉焊接工艺生产的。

除此之外,从前的焊锡材料含有对自然界和人体有不良影响的金属铅(Pb)。为了实现不使用铅的焊锡材料,人们通过不断的努力,

在 2000 年左右,研发出了不含有铅的焊锡材料,即无铅焊锡。现在,在大多数的生产现场,含有铅的“共晶焊锡”已经基本上不再被使用,“无铅焊锡”正在被大多数的生产现场使用。

1.2 关于焊锡焊接的材料

所谓焊锡焊接,是指通过焊锡焊接使两种不同的金属实现机械和电气的连接。在约公元前 3000 年,人类已经掌握了这种技术,在各个方面都有被利用。即使现在,手机、数码相机、个人电脑等多数的电子产品也都是通过焊锡焊接从而成为完成品的。假如这个世界没有焊锡这种材料的话,实现人类便利的文化生活的工具(如手机、电脑等电子产品)就不可能存在吧!

焊锡较长时间都是“锡(Sn)-铅(Pb)”的合金。然而随着人类认识到铅(Pb)对于地球环境及人体的不良影响,无铅焊锡材料的研究有了进展,大约在 2000 年以后,不含铅(Pb)的“无铅焊锡”的焊锡材料被广泛使用。

一般情况下,使用的有铅焊锡和不含铅的无铅焊锡几大不同点如表 1-1 所述。

表 1-1 有铅焊锡和无铅焊锡的区别

	焊 锡	成 分	熔 点
1	有铅焊锡(共晶焊锡)	Sn62%、Pb38%	183℃
2	无铅焊锡	Sn-3Ag-0.5Cu	217℃

关于长期使用的有铅焊锡,其状态图如图 1-2 所示。Sn 的熔点是 232℃,Pb 的熔点是 327℃。这两种金属按照 Sn62%、Pb38% 配

合成的合金^①的熔点会下降到 183℃(共晶点),长期以来我们就是将这样的合金作为“焊锡”来使用了。

虽然有铅焊锡在不久的将来会完全不使用,但是 Sn - Pb 的“共晶焊锡”的合金状态由于比较简单、基本,所以在了解焊锡材料时,搞清楚这个“共晶焊锡”的状态图,对于今后的焊锡焊接将会有很大的帮助。这个 Sn - Pb 焊锡的状态图如图 1-2 所示。

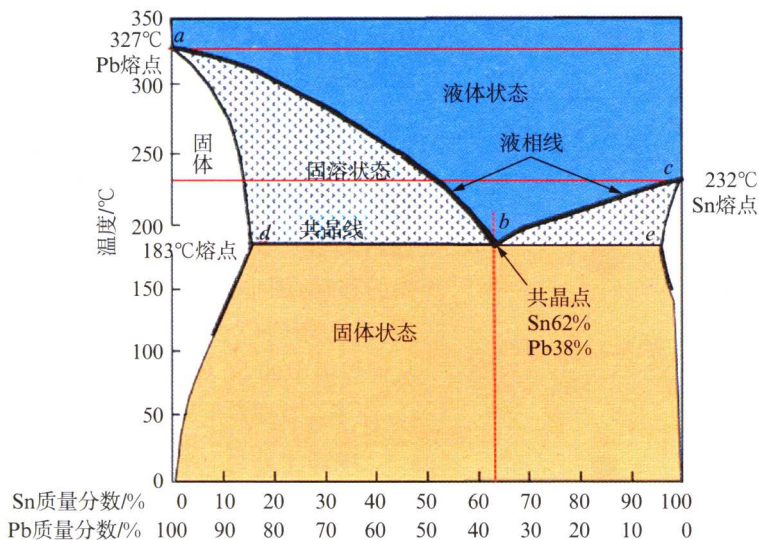


图 1-2 Sn - Pb 焊锡状态图

如图 1-2 所示,人类一直使用在 *b* 点的焊锡合金。从图上就可以知道,*b* 点在 183℃ 以上是液体状态,在 183℃ 以下是固体状态。*a* 点是 Pb 100% 时的熔点(327℃),*c* 点是 Sn 100% 时的熔点(232℃)。

通过焊锡焊接可以实现将两种金属进行电气、机械性的连接,采用焊锡焊接的金属被称为母材金属。在众多的母材金属中,除了金(Au)

^① Sn62%、Pb38% 的合金,确切的是 Sn61.9%、Pb38.1% 的合金。

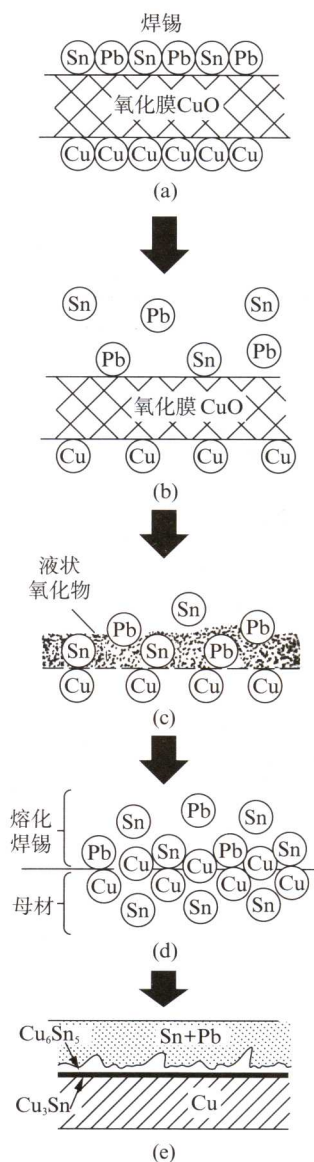


图 1-3 焊锡焊接过程

以外,所有的金属在空气中都会被氧化(锈的初期状态)。例如铜(Cu)的金属表面会变为如图 1-3 所示那样。这样的母材金属(Cu)的表面,虽然用肉眼看不见氧化现象,但是在空气中必定会被氧化,如图 1-3(a)所示那样的氧化膜(CuO)会生成。有了这样的氧化膜(CuO),焊锡焊接是绝对不能进行的。因而在焊锡焊接作业时,必定会使用到松香,这里的松香会将氧化膜(CuO)通过化学反应干净地除去(松香的作用会在后面章节中进行详细的说明)。通过加热,焊锡中的 Sn、Pb 的原子会进行自由的移动(图 1-3(b))。通过松香的作用,氧化膜(CuO)会变为液态,进而消失。从而焊锡中的 Sn 原子和母材金属中的 Cu 原子会直接发生冲撞(图 1-3(c))。

焊锡中的 Sn 原子会进一步进入母材金属 Cu 的内部,这样的现象被称为扩散(图 1-3(d))。图 1-3(d)的结果,导致金属间化合物(合金层)Cu₃Sn 和 Cu₆Sn₅ 生成(图 1-3(e))。经过图 1-3(a)~(e)的过程,才能完成焊锡焊接。

根据金属不同,有容易焊接的金属和不易焊接的金属(容易上锡和不易上锡的金属)。这样的排序如图 1-4 所示。从图中可以知道,锡是最容易进行焊锡焊接的金属。

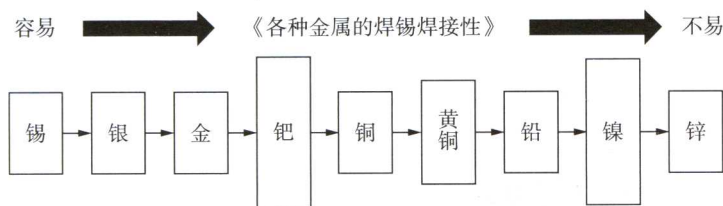


图 1-4 金属焊锡焊接难易度排序

通常,在对焊锡焊接难易度较难的金属进行焊接时,为了容易进行焊接,一般的做法是在金属表面进行镀金层处理。这样的镀金层有如下所示的种类,多数被应用于金属的表面处理上。


- (1) 镀焊锡;
- (2) 镀锡;
- (3) 镀银;
- (4) 镀金。

还有根据焊锡的使用生产现场不同,同样的焊锡外形却有着较大的区别。例如,在 SMT 生产现场(表面贴装零件的焊锡焊接现场)中,由于使用的是膏状的焊锡,焊锡会放在容器中。关于焊锡外形的不同点,详见表 1-2 所示。

表 1-2 焊锡的外形、种类

	焊锡名称	备注
1	含松香锡线 	★焊锡焊接烙铁作业时使用 (手工焊锡焊接)

(续表)

	焊锡名称	备注
2	<p style="text-align: center;">锡棒</p> 	<p>★波峰锡炉使用 (波峰锡炉焊锡焊接)</p>
3	<p style="text-align: center;">锡膏</p> 	<p>★回流锡炉使用 (SMT 回流锡炉焊锡焊接) SMT: 表面贴装技术 (Surface Mount Technology)</p>

1.3 关于焊锡的环境问题

人类大约从公元前 3000 年开始在各种各样的场合使用着焊锡,在此以后,人们的生活随着时代的进步也变得越来越丰富多彩。然而,随着人们逐渐认识到焊锡中含有的铅(Pb)是会对人体及环境产生不良影响的有害物质后,2000 年以后开始对铅的使用进行立法限制。如图 1-5 所示,使用含有铅的焊锡进行焊接了的基板被废弃后,通过雨水的作用土壤会被铅污染,进而铅会进入地下水,最终导致饮用水被铅污染,从而被人体吸收。大量的铅被人体吸收后,会侵入大脑与神经系