

# 微电子学焊接

国防工业出版社

# 微 电 子 学 焊 接

[苏] Г.В.那扎洛夫 H.B.格列伏采夫 著

浙江大学《新技术译丛》编译组 译

国防工业出版社

## 内 容 简 介

书中介绍了制造微电子器件和微型电路时所采用的一些主要熔焊和钎焊方法;列举出熔焊、钎焊工艺设备的技术数据;探讨了导线与金属薄膜和印制电路的焊接规范选择原则。对外壳内装配半导体器件和集成电路、薄膜混合电路和印制电路的装配,以及微型电路外壳气密封装等工艺过程的特点也有所叙述。还扼要地讨论了微型电路中焊接接点缺陷生成的原因及其检验方法。

本书对象为从事微电子电路设计和制造工艺的技术工人和工程技术人员,也可供大专院校的学生阅读。

СВАРКА И ПАЙКА В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Г. В. Назаров Н. В. Гревцев

«Советское радио» 1969

•  
微 电 子 学 焊 接

浙江大学《新技术译丛》编译组 译

•  
国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经营

国防工业出版社印刷厂印刷

•  
787×1092 1/32 印张4<sup>3</sup>/<sub>8</sub> 99千字

1976年6月第一版 1976年6月第一次印刷 印数: 00,001—15,000册

统一书号: 15034·1462 定价: 0.52元

## 译 序

焊接在微电子器件的制造装配工艺中占有相当重要的地位,对各种微型电路的工作可靠性关系很大。当前,我国电子工业飞速发展,许多新的焊接方法已成功地运用在各种微电子器件的生产上。为更快更好地满足各方面对微电子器件的需要,有必要继续增加产品数量,提高产品质量,其中改进焊接质量也是应予注意的问题。

本书介绍了国外制造印制电路和集成电路中所采用的各种焊接方法、装配工艺和焊接设备,具有一定的参考价值。不足的是,只反映了七十年代以前国外微电子器件焊接领域内的成就,且对焊接方法和设备的叙述显得不够具体。译文中的焊接术语采用我国目前通用的;对一些数据过于保守的图表,进行了删改。

# 目 录

第一章 微电子电路的焊接方法 .....	7
1.1 热压焊 .....	8
1.2 机械热脉冲焊 .....	12
1.3 电阻焊 .....	14
1.4 超声焊 .....	18
1.5 钎焊的基本过程 .....	21
1.6 激光焊 .....	31
1.7 电子束焊 .....	35
1.8 其他焊接法 .....	36
第二章 印制电路板和微型组件的焊接 .....	40
2.1 印制电路板和微型组件装配的工艺特点 .....	41
2.2 印制电路板上分立元件的钎焊法装配 .....	44
2.3 印制电路板和微型组件的熔焊 .....	48
第三章 混合电路内引线与薄膜的焊接 .....	54
3.1 引线和薄膜连接的特点 .....	54
3.2 引线和薄膜的熔焊 .....	55
3.3 引线和薄膜的钎焊 .....	67
第四章 半导体器件和微型电路的气密封装及在外壳 内的装配 .....	70
4.1 管芯与外壳的粘接 .....	70
4.2 器件及微型电路在外壳内的装配 .....	72
4.3 半导体器件及微型电路的气密封装 .....	82
第五章 微电子电路中连接质量检验 .....	91

5.1	连接和微型电路组件的失效类型及其起因,查明失效原因的方法 .....	92
5.2	微型电路的机械试验和金相分析 .....	98
5.3	非破坏条件下连接质量和器件成品质量的鉴定 .....	101
第六章	微型电路的焊接工艺设备 .....	108
6.1	半导体器件管芯与外壳粘接的设备 .....	109
6.2	热压焊设备 .....	111
6.3	机械热脉冲焊设备 .....	118
6.4	电阻焊设备 .....	121
6.5	超声焊设备 .....	126
6.6	钎焊设备 .....	134
6.7	外壳气密封装用装置 .....	138
6.8	激光焊装置 .....	139
6.9	电子束焊设备 .....	145
参考资料	.....	147

# 微 电 子 学 焊 接

[苏] Г.В.那扎洛夫 H.B.格列伏采夫 著

浙江大学《新技术译丛》编译组 译

国防工业出版社

## 内 容 简 介

书中介绍了制造微电子器件和微型电路时所采用的一些主要熔焊和钎焊方法;列举出熔焊、钎焊工艺设备的技术数据;探讨了导线与金属薄膜和印制电路的焊接规范选择原则。对外壳内装配半导体器件和集成电路、薄膜混合电路和印制电路的装配,以及微型电路外壳气密封装等工艺过程的特点也有所叙述。还扼要地讨论了微型电路中焊接接点缺陷生成的原因及其检验方法。

本书对象为从事微电子电路设计和制造工艺的技术工人和工程技术人员,也可供大专院校的学生阅读。

СВАРКА И ПАЙКА В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Г. В. Назаров Н. В. Гревцев

«Советское радио» 1969

•  
微 电 子 学 焊 接

浙江大学《新技术译丛》编译组 译

•  
国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

•  
787×1092 1/32 印张4<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 99千字

1976年6月第一版 1976年6月第一次印刷 印数: 00,001—15,000册

统一书号: 15034·1462 定价: 0.52元

## 译 序

焊接在微电子器件的制造装配工艺中占有相当重要的地位,对各种微型电路的工作可靠性关系很大。当前,我国电子工业飞速发展,许多新的焊接方法已成功地运用在各种微电子器件的生产上。为更快更好地满足各方面对微电子器件的需要,有必要继续增加产品数量,提高产品质量,其中改进焊接质量也是应予注意的问题。

本书介绍了国外制造印制电路和集成电路中所采用的各种焊接方法、装配工艺和焊接设备,具有一定的参考价值。不足的是,只反映了七十年代以前国外微电子器件焊接领域内的成就,且对焊接方法和设备的叙述显得不够具体。译文中的焊接术语采用我国目前通用的;对一些数据过于保守的图表,进行了删改。



# 目 录

第一章	微电子电路的焊接方法	7
1.1	热压焊	8
1.2	机械热脉冲焊	12
1.3	电阻焊	14
1.4	超声焊	18
1.5	钎焊的基本过程	21
1.6	激光焊	31
1.7	电子束焊	35
1.8	其他焊接法	36
第二章	印制电路板和微型组件的焊接	40
2.1	印制电路板和微型组件装配的工艺特点	41
2.2	印制电路板上分立元件的钎焊法装配	44
2.3	印制电路板和微型组件的熔焊	48
第三章	混合电路内引线与薄膜的焊接	54
3.1	引线和薄膜连接的特点	54
3.2	引线和薄膜的熔焊	55
3.3	引线和薄膜的钎焊	67
第四章	半导体器件和微型电路的气密封装及在外壳 内的装配	70
4.1	管芯与外壳的粘接	70
4.2	器件及微型电路在外壳内的装配	72
4.3	半导体器件及微型电路的气密封装	82
第五章	微电子电路中连接质量检验	91

5.1	连接和微型电路组件的失效类型及其起因,查明失效原因的方法 .....	92
5.2	微型电路的机械试验和金相分析 .....	98
5.3	非破坏条件下连接质量和器件成品质量的鉴定 .....	101
第六章	微型电路的焊接工艺设备 .....	108
6.1	半导体器件管芯与外壳粘接的设备 .....	109
6.2	热压焊设备 .....	111
6.3	机械热脉冲焊设备 .....	118
6.4	电阻焊设备 .....	121
6.5	超声焊设备 .....	126
6.6	钎焊设备 .....	134
6.7	外壳气密封装用装置 .....	138
6.8	激光焊装置 .....	139
6.9	电子束焊设备 .....	145
参考资料	.....	147

## 第一章 微电子电路的焊接方法

微电子电路中元件的连接,其最大特点是:引线细(直径10~200微米)和膜薄(厚度0.05~1.0微米);被连接材料多样化;连接质量优良;装配生产效率高。

微电子电路的连接方法须满足以下要求:(1)连接强度应不低于被连接元件的强度;(2)连接应有最小的欧姆电阻;(3)连接过程的主要参数(加热温度、单位压力和持续时间)应尽可能小,保证电路元件不致损坏;(4)应能连接不同材料及各种类型材料的组合(例如金属细丝或金属带同脆性介质衬底上薄膜的连接);(5)连接过程结束后不应留下能引起腐蚀的物质;(6)连接质量的检验方法应当简便可靠。

微电子电路生产上已经采用下列几种焊接方法:电阻焊、超声焊、电子束焊、激光焊、电烙铁和电阻钎焊,以及在熔化焊料内的浸焊。

为微电子电路的连接专门研究并付诸实现的焊接方法,名目繁多,计有:热压焊、机械热脉冲焊、低共熔点压焊、机械热脉冲超声焊、平行缝焊、脉冲加热劈刀钎焊、热风焊、焊料波峰焊、焊料波纹焊、选点焊、光学法钎焊、利用镓合金连接、涂敷焊等等。

微电子学中,正经历着钎焊不断为熔压焊所替代的过程。这在集成电路和混合薄膜电路的生产上尤其如此。印制电路板上的装配和组件结构的生产,在很大程度上仍采用钎焊法。

用平面工艺生产半导体器件时,柔软引线和焊点的连接

以热压焊用得最广。但近来已开始采用超声焊（及其不同形式）及平行缝焊。

在混合电路内，将金属丝引线的分立元件和扁平引线的分立元件装于有薄膜焊点的衬底上时，普遍采用平行缝焊或机械热脉冲焊，以及脉冲加热劈刀钎焊；在印制电路板上装配时则用浸焊和平行缝焊。此外，印制电路板上的装配现已开始采用电阻焊及激光焊。

微型组件的装配，除钎焊外还成功地使用电阻焊；对某些组件则应用电子束焊。

制订各种焊接规范时必须照顾到：

- (1) 被焊材料的组合、形状和厚度；
- (2) 对连接质量和性能的要求；
- (3) 所用设备的工艺可能性。

## 1.1 热 压 焊

热压焊是用加热和加压的方法，使金属和金属或金属和非金属在固态接合的一种焊接方法，即对被连接材料加热到低于低共熔点的温度，同时施以不大的单位压力，使之互连。

按照资料[1]作者的意见，热压焊就是通过可控制的有限扩散对固态材料实施连接。

“热压焊”这一术语，由Christensen 和 Anderson 在他们的微型零件连接法专利内最早提出<sup>[2]</sup>，首先是指金属同半导体的连接。按焊接术语规定，把热压焊称作加热压熔焊将更确切些。

热压焊时，为了避免残余应力造成连接的破坏，被连接材料之一（通常是引线）应具有大的塑性。热压焊的温度不得高于被连接材料低共熔点的温度，通常约相当于其中可塑性较

高的金属的回火或退火温度。

热压焊的连接材料可分成三类：

(1) 在固态可形成一系列固溶体因而相互扩散作用良好的金属(银-金, 金-铜), 它们在热压焊时可焊性最好。

(2) 相互间可形成低温共熔体的材料(铝-硅, 金-硅), 它们有较好的可焊性。

(3) 通过互扩散作用能形成金属互化物和低共熔点的金属(金-铝, 金-锡), 它们的可焊性尚佳, 但连接时要求严格遵照一定的焊接条件。

热压焊时, 要求连接区域内产生一定的变形, 才能形成牢固的连接结构。变形应保证从连接区域排除吸附的气体、薄的油脂膜和氧化膜; 这些物质在金属和非金属表面上是经常存在着的。两种金属(或金属与非金属)的清洁“原始”表面接触时, 会发生“粘连”现象。“粘连”区域出现在两种异类原子的自由电子可能发生相互作用以及原子键合的地方。要想有这一相互作用, 必须克服表面原子的位垒, 即要求原子的能量提高到会产生相互作用的一定能级。塑性变形和加热均可使原子获得这一必要的能量。

表面的氧化会严重影响热压焊连接的效率和质量, 这在引线与淀积薄膜连接时特别明显。例如引线与刚淀积好的镍、铜或银膜熔焊, 用不很高的焊接参数, 便可得到优质的连接。但如果这些薄膜在空气中放一段时间, 那么即使在同样熔焊(热压焊)条件下, 就无法获得优质的连接。

热压焊经常是在保护性气氛(干燥氮、氩、“合成的”气体——含 10% 氢的氮)内进行的。氢不能用作还原气体, 因为热压焊的温度较低。

热压焊的主要优点是: 能够将柔软的圆形和扁平形导电

性良好的引线同淀积于脆性介质衬底上的导电薄膜进行熔焊；焊接劈刀稳定耐用；规范可适当调整(参数改变 $\pm 10\%$ 一般不致影响连接质量)；焊接过程的基本参数(压力、温度和持续时间)易于控制并调节；焊接设备简单；可按引线的变形和焊点的形状控制连接质量；可在低于连接材料低共熔点的温度下焊接；无须采用焊料和焊剂，从而能防止沾污和气体饱和现象。

热压焊的缺点是：被焊接材料的组合种类有限(热压焊很难焊柯伐合金、镍和铁合金)；衬底要用对热冲击不灵敏的且易于同淀积膜粘附的材料(玻璃、氧化铝、氧化铍或其他陶瓷)制做；被焊零件几何尺寸受到限制(引线的直径或厚度不得超出 $0.1\sim 0.13$ 毫米，淀积膜的厚度不小于 $500$ 埃)；待连接材料须经十分仔细的预处理(酸洗、清洗、去油、氧化防护)。

各种热压焊可按下列几个特征加以分类：

- (1) 加热方法(图 1.1)；
- (2) 连接方法，其中包括：

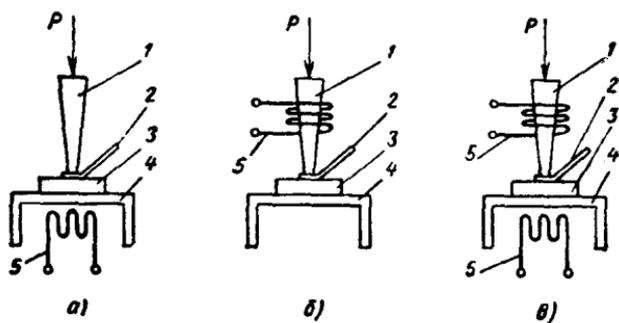


图 1.1 热压焊的几种形式(按加热方法分)

- a—工作台加热； b—劈刀加热； c—工作台和劈刀同时加热。  
 1—劈刀(冲头)； 2—被连接的引线； 3—衬底或半导体器件管芯； 4—工作台； 5—加热用电阻丝。

热压焊(搭接热压焊●) 从侧面经过专门的小孔往劈刀下面送丝,或直接经过劈刀(空芯劈刀、有分岔的“鸟喙”型空芯劈刀、有送丝侧孔的劈刀)往下送丝。

金丝球焊(对接热压焊●) 经过空芯劈刀送丝,焊接前丝端烧熔成一小球。

(3) 依劈刀形状而定的连接类型(图 1.2)。

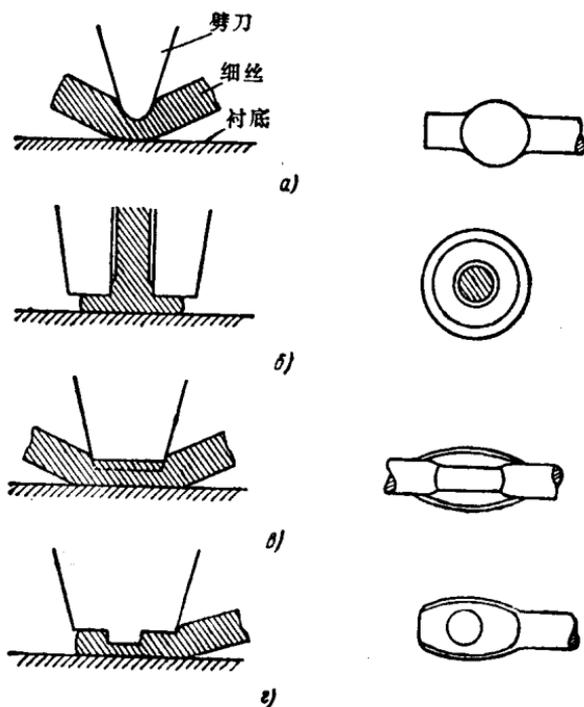


图 1.2 热压焊连接的基本类型

a—扁平焊点形连接(楔形热压焊); b—钉帽形连接(借助空芯劈刀形成小球的金丝球焊); c—有加强棱的连接(用带槽的劈刀热压); d—“鱼眼”型连接(用带凸缘的劈刀热压)。

● 国内把搭接热压焊普遍称为热压焊,而对接热压焊称为金丝球焊。译文均按国内通用名称。——校者