

无铅原材料的认证方法

(焊料、锡膏、焊锡丝、助焊剂、元器件、PCB)



WWW.ISOYES.COM

电子组装的连接原理 - 软钎焊

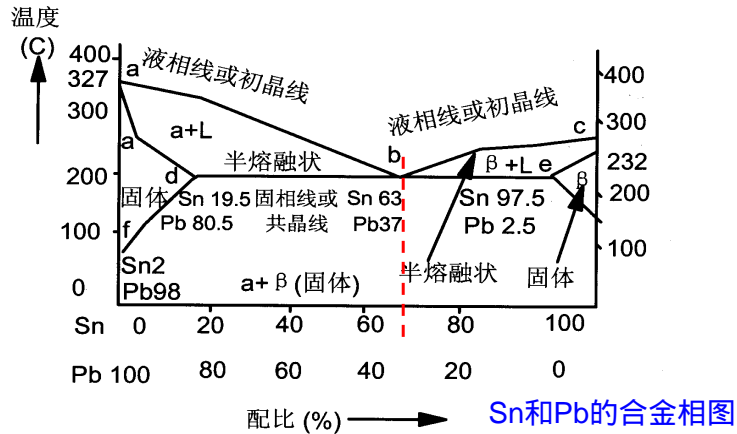
= 》手工焊接Video



- 软钎焊技术是电子组装的基本技术
 - 被连接的部件或母材由第三种物质（焊料）完成连接；
 - 被连接的母材之间留有间隙；
 - 焊料融化流动填充母材之间的间隙，凝固后形成连接，称为焊点；
 - 通常需要加热到一定的温度，并维持一段时间；
 - 加热温度较低（通常低于450℃）；
 - 钎焊时，焊料和母材的分子相互扩散形成新物质，称为IMC（intermetallic compound）

电子组装的软钎焊钎料 - 锡铅合金

目前发现的最好的软钎焊焊料：锡铅合金，有几千年的历史；

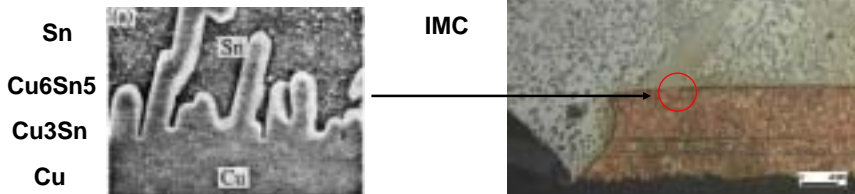


第3页

WWW.ISOYES.COM

锡铅合金各个元素的作用

- 铅在焊料中的作用
- 钎焊料中的锡在接合中与接合的金属形成合金，在金属化学上起重要作用，是接合的“主角”。铅在大多数情况下不发生反应。
- 铅在锡中的作用：
 - 降低熔点，改进操作性能；
 - 改进机械特性；
 - 减小表面张力；
 - 有防止氧化的效果。

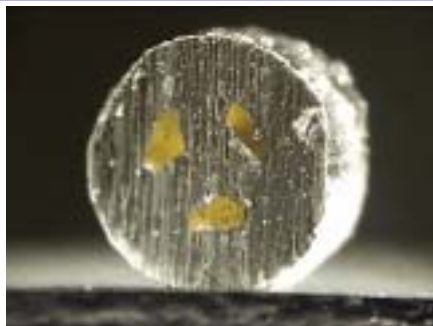


第4页

焊接过程分析

焊接的过程：

- 铺展 (Spread)
- 润湿 (Wetting)



良好焊点的外观：弯月形

第5页

WWW.ISOYES.COM

电子组装对无铅焊料的基本要求

- 可以接受的组装焊接温度；
- 具有相对良好的润湿(wetting)能力；
- 焊点能提供良好的电气与机械特性，相对有铅焊料具有相当或更好可靠性表现；
- 没有电解腐蚀和枝晶的(dendritic)增长的问题；
- 在全球范围内的可获得性：可接受的价格，以及现在与将来各种焊料形式（如锡线、锡膏用的粉末、锡球、锡条、以及预成型焊料）的可获得性；
- 本身不存在环保问题，可循环再生。



第6页

无铅焊料合金的业界调查

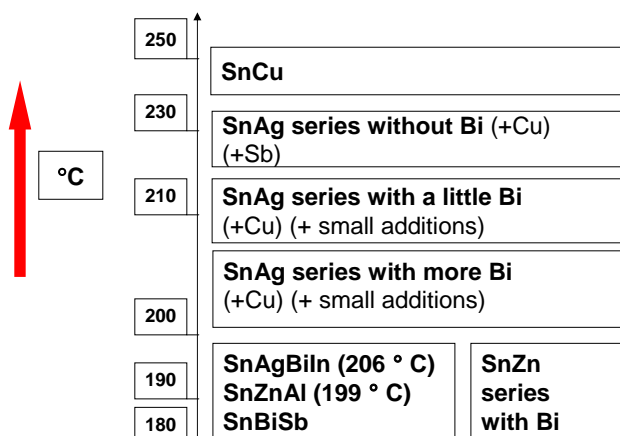
分类	合金例	熔点、固液共存温度宽 ()	强度、蠕变	润湿性	热疲劳性	经济性
Sn-Ag系	Sn/3.5Ag Sn/3.5Ag/0.7u Sn/3.5Ag/4.8Bi	共晶 216 ~ 221	优	良	优	高价
Sn-Bi系	Sn-58Bi Sn-7.5Bi-2Ag-0.5Cu Sn-2Ag-22Bi	共晶 139 ~ 200 固液区间大	良	良	优	高价
Sn-Cu系	Sn-0.7Cu	共晶	良	良		便宜
Sn-Zn系	Sn-9Zn Sn-8Zn-3Bi	共晶 近共晶	优	劣	优	便宜

第7页

WWW.ISOYES.COM

无铅焊料合金的业界调查

- 目前已知的无铅焊料成分群组：



第8页

无铅焊料合金的业界调查

Reflow soldering			Wave soldering		
EU	Material Selection	Japan	EU	Material Selection	Japan
64	Sn-Ag-Cu	61	42	Sn-Ag-Cu	64
8	Sn-Ag	9	17	Sn-Cu	20
4	Sn-Bi	0	8	Sn-Ag	5
-	Sn-Ag-Cu-Bi	5	4	Sn-Bi	-
-	Sn-Zn-Bi	9	-	Sn-Ag-Cu-Bi	2
-	Sn-Cu	1	-	Sn-Ag-Bi	1
4	Others	-	4	Others	8
20	Don't know	15	25	Don't know	-

Unit: Percentages

EU: Survey responses were from 52 organizations

Japan: 95 assembly makers and 100 suppliers

US: 71 suppliers

第9页

WWW.ISOYES.COM

无铅焊料合金的业界调查

焊锡	熔点范围	使用行业	公司
SnAg	221-226	汽车业	Ford
SnAgBi	206-213	军事/航天	Panasonic
		消费性	Hitachi
SnAgBiCu	?	军事/航天	Panasonic
SnAgBiCuGe	?	消费性	Sony
SnAgBiX	206-213	消费性	Panasonic
SnAgCu	217	汽车业	Panasonic
		电讯业	Nokia
			Nortel
			Panasonic
SnBi	138	消费性	Toshiba
SnCu	227	消费性	Panasonic
		电讯业	Nortel
SnZn	198.5	消费性	NEC
			Panasonic
			Toshiba

第10页

各种无铅焊料合金的特性

SnAgCu系列

似乎是最受欢迎之取代物。同时在以铅锡为基准下，它亦被选为测试其它供应给工业界之合金的标准。

市场价格为锡铅低共熔混合物之2.2-2.7倍。

SnCu系列

SnCu合金为波焊制程最便宜之无铅焊材选择。因此，许多公司皆将其视为无铅焊材之首选。

但另一方面，SnCu合金却存在着熔点较高(227℃)且机械性质不佳之问题。

由Nortel的测试所得，我们可知SnCu合金的抗热疲劳产性质较传统SnPb为佳。而共晶合金因其为单一熔点，而非一熔点范围，而受人青睐。过程中需特别注意的是其熔点高于SnAgCu合金。本合金之市场价格为锡铅低共熔混合物之1.5倍

SnBi Ag系列

Bi最大之顾虑在其SnPb面洞应用之剥离、脆化、毒性及低熔解相。银之析出及Bi造成其它金属之难回收亦为考虑要项。

根据NCMS研究，当SnBi Ag有较好之热循环可靠性。本研究同时指出此合金拥有较SnAg及SnAgCu为佳之润湿性。

本合金之市场价格为锡铅低共熔混合物之2.2-2.7

WWW.ISOYES.COM

各种无铅焊料合金的特性

SnZn系列

虽本合金有较低之熔点(<200℃)，但Zn之氧化及焊接点之长期腐蚀情形则为其关注要点。这合金亦需要特殊之助焊剂，且其湿润性不及SnAgCu良好。

工业界对此合金需更长期之数据以决定其是否为良好之代替选择品。

SnAg系列

本合金與SnAgCu相較之下有較高之熔點(221℃)，而價位相近。

應為多年來此合金用於step錫及特別應用(模組之連接)之故，已擁有大量之數據，這對尋找這些數據支援之廠商有極大之吸引力，但仍有銀析出之問題。

无铅焊料合金所用原材料的情况

无铅焊料所用的替代材料必须具有市场可提供性

收限制的材料价格随需求波动较大，如Bi和Ag

金属	价格比	市场可提供性
Lead 铅	1.0	Unlimited
Tin 锡	8.0	Available
Copper 铜	2.0	Available
Silver 银	150	Limited
Bismuth 铋	6.5	Limited
Antimony 锑	2.4	Available
Zinc 锌	0.96	Available
Aluminium 铝	1.5	Available

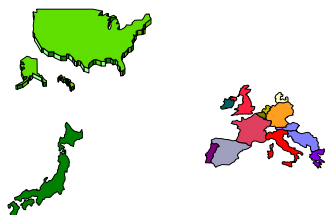
第13页

WWW.ISOYES.COM

无铅焊料合金的选择

国际组织	推荐的合金成分
US NEMI	Sn3.9wt%Ag0.6wt%Cu
	Sn0.7wt%Cu
EURAM	Sn3.8wt%Ag0.7wt%Cu
JEIDA	Sn3wt%Ag0.5wt%Cu

	Sn3.9%Ag0.6%Cu	Sn3.8%Ag0.7%Cu	Sn0.7%Cu
固相点	225	220	227
液相点	217	217	227
密度 (g/cm³)@20	-	7.5	7.3



差距在哪里？

Sn(3-4)wt%Ag(0.5-1)wt%Cu

第14页

IPC SPVC的关于SAC材料的测试

SAC焊料 : **Sn(3-4)wt%Ag(0.5-1)wt%Cu**

IPC SPVC 2003年7月做了一个全面的测试和比较，包括

- (1) Sn-3wt%Ag-0.5wt%Cu
- (2) Sn-3.8wt%Ag-0.7wt%Cu
- (3) Sn-4wt%Ag-0.5wt%Cu

测试包括：

- (1) DSC (Differential Scanning Calorimetry) melting point
- (2) IPC-TM-650, 2.4.14.2, for wetting balance
- (3) IPC-TM-650, 2.4.46 for solder spreading

***Results: No significant difference among these solders.**

第15页

WWW.ISOYES.COM

SPVC的测试方法介绍

润湿平衡法 IPC-TM-650, 2.4.14.2 Test

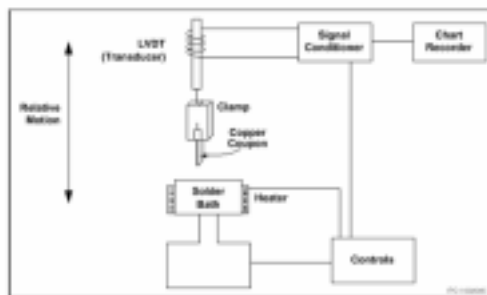
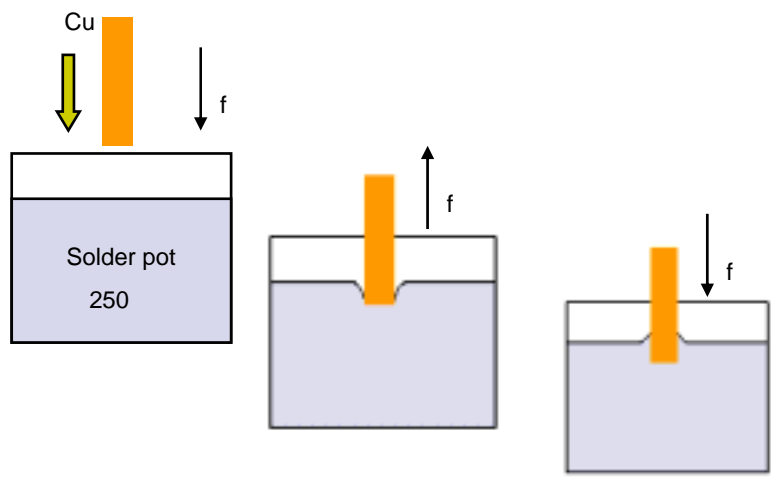


Figure 1 Wetting Balance Apparatus

第16页

润湿平衡法介绍



第17页

WWW.ISOYES.COM

SPVC的测试方法

润湿平衡曲线

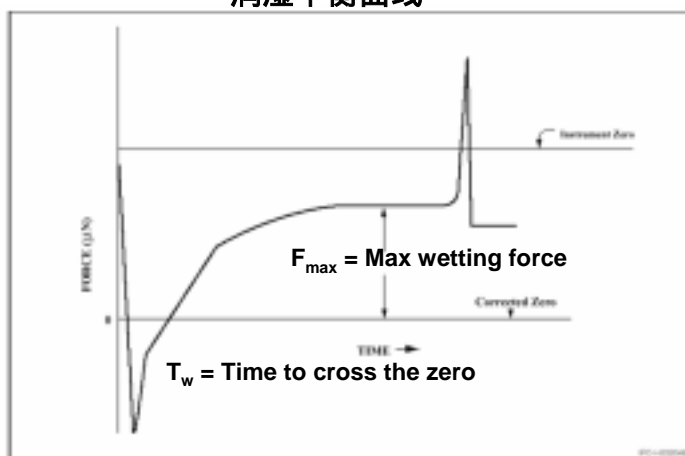
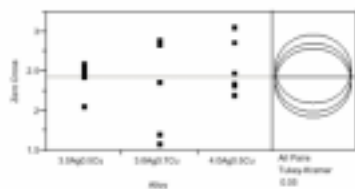


Figure 2: Wetting Balance Curve

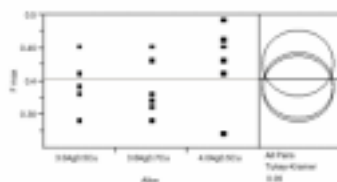
Note: The vertical force measured by the wetting balance is made up of two forces—the buoyancy force, and the wetting force caused by the contact angle changing from initial non-wetting to wetting.

第18页

SPVC的测试结果



Zero Crossing Time Analysis



Max Wetting Force Analysis

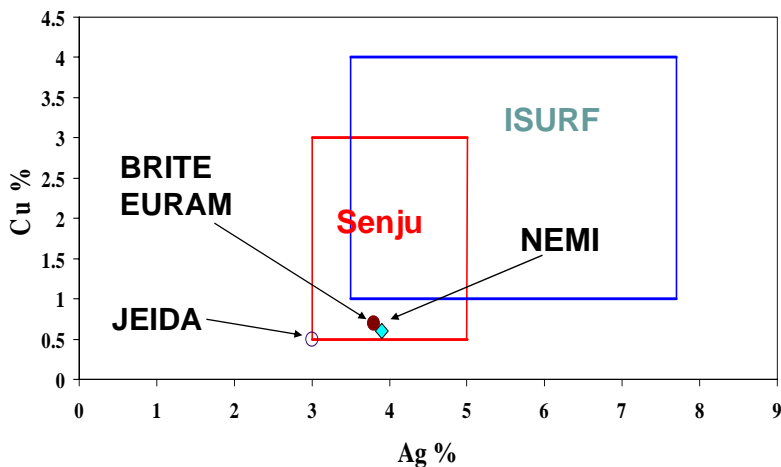
没有显著差异！

WWW.ISOYES.COM

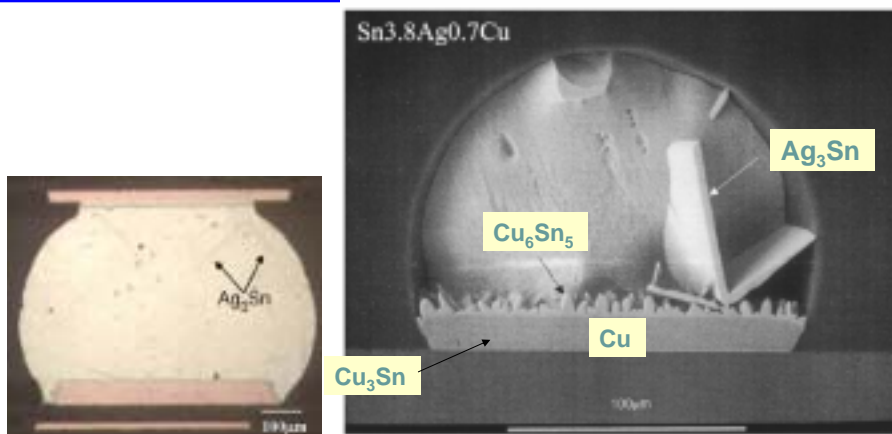
SAC焊料的专利覆盖

US 专利号 no. 5,527,628 (Iowa State & Ames) 3.5-7.7Ag1-4Cu0-10Bi0-1Zn

JP 专利 no. 5,050,286 (Senju) 3-5Ag0.5-3Cu0-5Bi0-5Sb



SAC与Cu结合的产物分析

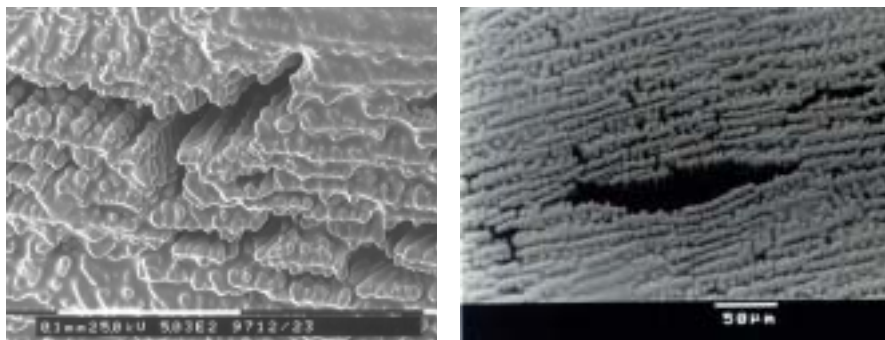


Ag_3Sn 的片状结构易导致焊点开裂和滑移，导致早期失效，所以 Suganuma 组织推荐采用银含量低的焊料： Sn3Ag0.5Cu 。

第21页

WWW.ISOYES.COM

SAC材料的表面外观结构



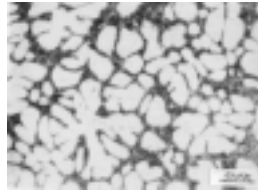
SAC的树枝状结晶是在凝固的时候形成的，结晶时在焊料造成许多表面裂纹，导致焊点外观呈现粗糙，不光滑的外观。

第22页

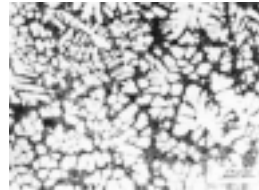
中国的SAC焊料研究情况

- 添加La元素对焊点组织的细化作用

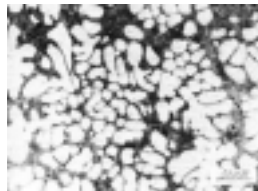
在SnAg钎料合金中添加微量的稀土元素La，稀土元素为0.1wt%时，就能起到比较明显的细化效果，稀土元素达到0.5wt%以上钎料组织变得不均匀。



a) Sn3.5Ag



b) Sn3.5Ag0.1La



c) Sn3.5Ag0.25La



d) Sn3.5Ag0.5La

WWW.ISOYES.COM

无铅焊料合金的选择

Sn(3-4)wt%Ag(0.5-1)wt%Cu

优选：Sn3.0Ag0.5Cu



助焊剂的认证

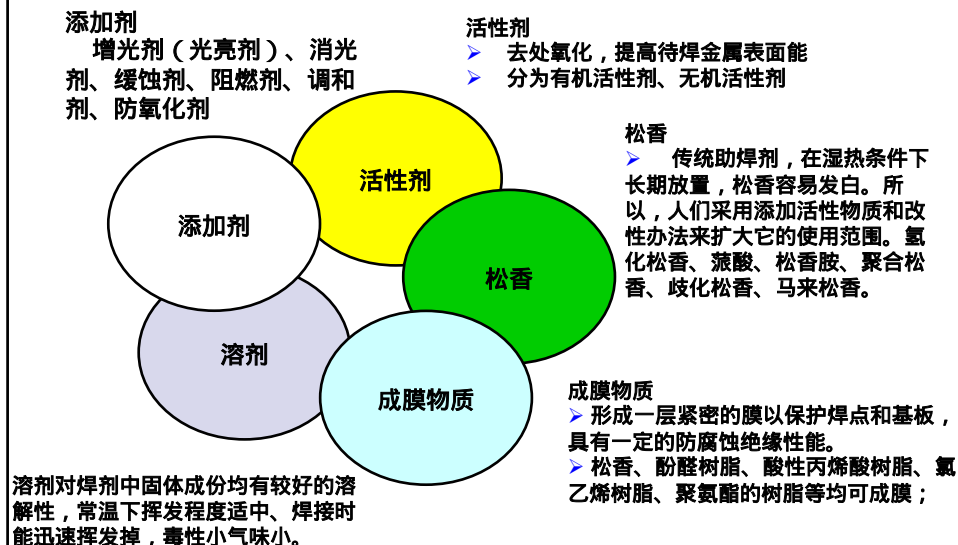
- Flux的作用：
 - 去除母材和焊料上的氧化物
 - 热过程中防止母材和焊料再度氧化
 - 降低钎焊料表面张力，促进扩散和润湿；
 - 传递热量；
- Flux的必要条件
 - 活化温度要比焊料的熔点低
 - 表面张力，粘度和比重都要比焊料小
 - 生成的残渣要容易去除
 - 对母材及焊料无腐蚀性
 - 不产生毒气和臭味



第25页

WWW.ISOYES.COM

助焊剂的组成成分



第26页

助焊剂的作用

- 降低锡铅焊料的表面张力的作用。
- 在焊接过程中传递热量。
- 在焊接过程中，焊剂能防止由于加热而使得焊料和被焊金属再氧化的作用，改善焊接条件，克服虚焊、假焊和任何不良焊接的产生。同时，焊好后，焊剂残渣形成保护膜，覆盖焊点不被周围的气体对焊点发生腐蚀作用；



第27页

WWW.ISOYES.COM

助焊剂的作用

- 状态（液体、糊膏态和固态）
- 施加方式（喷涂、发泡）
- 活性物质种类（松香、树脂、有机、无机）
- 活性大小（低、中等、高）
- 按溶剂分（Voc、Voc - free）

第28页

助焊剂的分类(J-STD-004)

Flux Materials of Composition ^a	Flux Activity Levels (% Solides) ^b Flux Type ^c	Flux Designator
Rosin (RC)	Low (0%)	LD
	Low (<0.5%)	L1
	Moderate (0%)	MD
	Moderate (0.5–2.0%)	M1
	High (0%)	HD
	High (>2.0%)	H1
Resin (RE)	Low (0%)	LED
	Low (<0.5%)	L1
	Moderate (0%)	MD
	Moderate (0.5–2.0%)	M1
	High (0%)	HD
	High (>2.0%)	H1
Organic (OR)	Low (0%)	LO
	Low (<0.5%)	L1
	Moderate (0%)	MO
	Moderate (0.5–2.0%)	M1
	High (0%)	HO
	High (>2.0%)	H1
Inorganic (IR)	Low (0%)	LD
	Low (<0.5%)	L1
	Moderate (0%)	MD
	Moderate (0.5–2.0%)	M1
	High (0%)	HD
	High (>2.0%)	H1

第29页

WWW.ISOYES.COM

助焊剂选型中的问题

- 活性太多或太强
 - 优点：焊接性能好，缺陷少；
 - 缺点：残留物过多、表面绝缘电阻降低，使用过程中的腐蚀问题；
- 活性物质太少或太弱
 - 助焊能力弱，缺陷多；



85 85%RH测试
中助焊剂残留物
造成的腐蚀问题

第30页

无铅工艺使用的助焊剂认证要点

- 具有与无铅焊料合金配合的优秀的助焊能力；
- 性能稳定；
- 具有良好的化学相容性；
- 组装缺陷少（桥连、锡珠），工艺窗口大；
- 残留物要少，能通过绝缘电阻测试；
- 适当考虑环保的要求（溶剂的环保性和免清洗工艺）



**注意助焊剂与PCB表面
镀层工艺的配合！**

第31页

WWW.ISOYES.COM

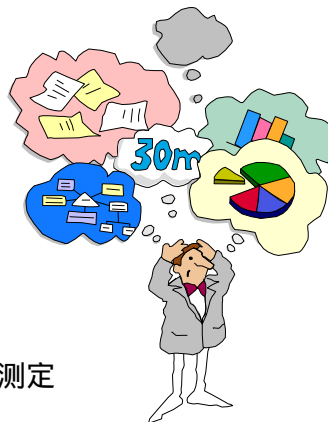
无铅工艺推荐使用的助焊剂特点

- Solid content > 4%，助焊接性良好；
- 1级产品可采用含松香的焊剂，可有效降低缺陷，2级以上采用低残留免洗有机酸系列较好；
- 醇类或水基均可，醇基类助焊剂扩散性较好，更适合高厚度的PCBA组装；
- 组装缺陷少（桥连、锡珠少），工艺窗口大；
- SMT和波峰焊和手工焊接助焊剂具有良好的化学相容性；
- 残留物要少，能通过绝缘电阻测试；
- 适当考虑环保的要求（溶剂的环保性和免清洗工艺）

第32页

助焊剂理化认证要点

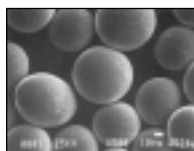
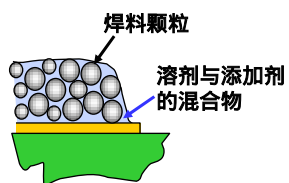
- 腐蚀性测试
 - 酸值测定
 - 潮湿性测定
 - 耐盐雾性能测
 - 含氯量的测定
 - 吸潮性测定
 - 不粘着性测定
- 电气性能测试
 - 表面绝缘电阻SIR和表面绝缘强度测定
 - 水溶性电阻测定
- 安全环保测试
 - 环境使用安全性测定



第33页

WWW.ISOYES.COM

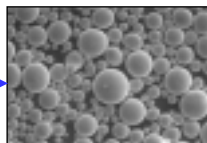
锡膏的组成成分



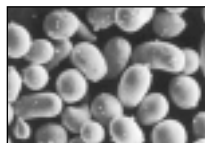
关键参数

- 颗粒形状
- 粒径大小
- 金属百分含量
- 合金粉的纯度

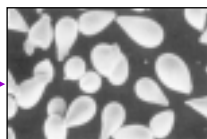
球形



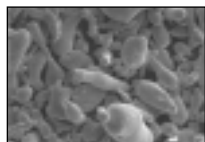
非球形



珍珠形



无定形



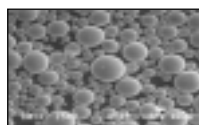
第34页

锡膏的分类

- J-STD-005按锡粒的大小分为6种锡膏

Type	None Larger Than	Less Than 1% Larger Than	80% Minimum Between	10% Maximum Less Than
1	160 Microns	150 Microns	150-75 Microns	20 Microns
2	80 Microns	75 Microns	75-45 Microns	20 Microns
3	50 Microns	45 Microns	45-25 Microns	20 Microns

Type	None Larger Than	Less Than 1% Larger Than	90% Minimum Between	10% Maximum Less Than
4	40 Microns	38 Microns	38-20 Microns	20 Microns
5	30 Microns	25 Microns	25-15 Microns	15 Microns
6	20 Microns	15 Microns	15-5 Microns	5 Microns



+



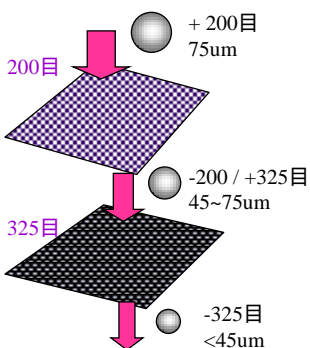
=



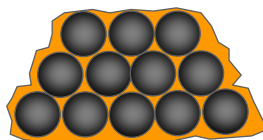
第35页

WWW.ISOYES.COM

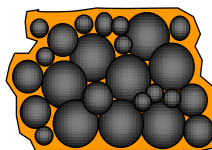
锡粉-粒径大小与分布



锡球是通过筛选进行分类的...



- 较差的坍塌性
- 较低的金属含量
- 锡粉更容易氧化
- 一致的流变性



- 较好的坍塌性
- 较高的金属含量
- 锡粉不容易氧化
- 不一致的流变性

引脚间距

>0.65mm
0.5mm
0.4mm
0.3mm

粒径大小

-325 / +400 38 ~ 45um
-325 / +500 30 ~ 45um
-400 / +500 30 ~ 38um
-400 / +625 20 ~ 38um

第36页

锡粉-金属百分含量与纯度

- 锡膏中金属的重量百分含量一般为80 ~ 90%。
- 锡膏中金属的体积百分比为40 ~ 50%。

工业标准对63Sn37Pb合金中所含金属纯度的要求:

Specification (Maximum wt. %) eg. 63/37 Tin/Lead Solder														
	Sn	Pb	Sb	Ag	Al	As	Bi	Co	Cu	Fe	Ni	Zn	Au	TAO
QQ-S-371	82.5	94%	0.12	0.1	0.005	0.03	0.10	0.005	0.06	0.02	0.01	0.005	0.08	0.25
Amend 5	83.5													
8-32-83	82.5	94%	0.12	0.015	0.005	0.03	0.25	0.001	0.06	0.02	N/A	0.005	N/A	N/A
ASTM-A	83.5													
JIS Z-3202	82.5	94%	0.3	N/A	0.005	0.03	0.25	0.005	0.05	0.03	N/A	0.005	N/A	N/A
ISO	84.0													

-BAL指Pb的百分含量为1-其它所有金属元素的总和

-TAO指其它类金属的总和

第37页

WWW.ISOYES.COM

锡膏组成-助焊剂

主要功能：

- ▶ 控制锡膏的流动特性
- ▶ 和焊粉形成均匀的悬浊液
- ▶ 去除锡粉、元件表面和焊盘上的氧化物
- ▶ 防止锡膏在室温下发生化学反应
- ▶ 在回流之前固定SMD元件



组成		使用的主要材料	功能
合金焊料粉		Sn-Pb、SnAgCu	元件和电路的机械和电气连接
焊剂系统	焊剂	松香、合成树脂	净化金属表面，提高焊料润湿性
	粘接剂	松香，松香脂，聚丁烯	提供贴装元器件所需粘性
	活化剂	硬脂酸，三乙醇胺，盐酸，联氨	净化金属表面
	溶剂	甘油、乙二醇	调节锡膏特性
	触变剂	N/A	防止分散，防止塌边

第38页

锡膏分类

- 按照焊剂活性可分为以下三种：

类型	焊剂和活化剂	应用范围
R	水白松香，非活性	航天，军事
RMA	松香，非离子性卤化物等	军事和其它高可靠性电路组件
RA	松香，离子性卤化物	消费类电子产品

- 对焊剂的活性必须严格控制，尤其是卤素含量

卤素含量	特性
<0.05%	润湿性不够好、粘度变化小、腐蚀性小
~0.2%	通常用于焊接Ag-Sn-Pb镀层的电极或焊盘
>0.4%	用于Ni 镀层合金的焊接，触变性差，有强的腐蚀性

- 常见的锡膏为水溶性锡膏和免清洗锡膏。

第39页

WWW.ISOYES.COM

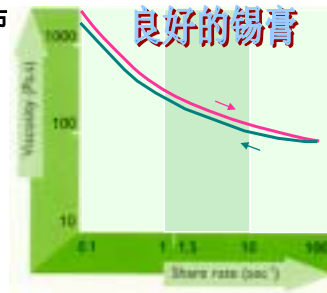
锡膏的特性-粘度

影响因素：- 金属含量

- 锡粉质量、外形、粒径大小与分布
- 增稠剂类型及添加量
- 温度&剪切速率

粒径	粘度	金属含量	粘度
20 ~ 45 um	250	86%	280
40 ~ 80 um	390	90%	400

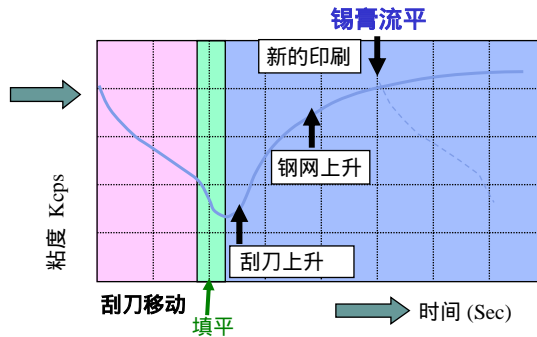
增稠剂量	粘度	温度	粘度
1.5 %	120	18 °C	320
6 %	130	28 °C	220



- 锡膏是触变性流体

第40页

锡膏印刷时的流变行为-粘度的变化



- 锡膏流变性的复杂状况主要是由于粘性焊剂系统中合金焊料粉末的弥散现象引起的。
- 焊料颗粒的质量是影响锡膏印刷特性的重要因素。

第41页

WWW.ISOYES.COM

锡膏的评估指标

- 锡膏的评估指标包括三部分：锡膏的使用性能、焊料粉末和焊剂系统。

焊膏使用性能	焊膏外观	金属粉末	焊料重量百分比	焊剂	焊剂酸值测定
	焊膏的印刷性		焊料成分测定		焊剂氯化物测定
	焊膏的黏性试验		焊料粒度分布		焊剂本溶物电导率测定
	焊膏的堵塞度		焊料粉末形状		焊剂耐蚀腐蚀性试验
	焊膏热稳定性干燥温度				焊剂绝缘电阻测定
	焊膏的球珠试验				
	焊膏润湿性扩展率试验				

- 上述各种测试项目的测试方法可参照相关国内外标准，比如IPC的ANSI/J-STD-005。

第42页

SMT工艺对锡膏性能的要求

表 6.6 对焊要求的热性和相关因素

材料说明表		塑料合金					纤维					纤维	
		尼龙 66	尼龙 6	聚酰胺 11	聚酰胺 12	聚酰胺 10	涤纶 100	涤纶 150	涤纶 200	涤纶 300	涤纶 400	涤纶 500	涤纶 600
性能要求特性													
印刷前	储存稳定性	△					○	○		△	△	○	
印刷后	印刷稳定性		○	○	○			○		○		○	○
开模前	耐光性		○	△	△	△	○	○		△	△	○	△
	耐 热						○	○		○	○	○	○
开模时	耐腐蚀性	○	○			○			○	△		△	○
	耐腐蚀性	△	○	○	○	△	△	○		△	○	○	○
	耐刮飞屑	○				△	○			△	○		
	透气性					△	○	○		△	○		
	抗静电					△	△	○	○	△	○		○
	耐冲击强度	△	○		△	△				△	△		
	耐腐蚀性	△						○	○				
开模后	耐磨损性	△					△	○	△		△	△	
	强力 稳定性 有弹性 柔软性	○	○			○			○	○			

注:○关系大,△有关系。

锡膏认证标准和方法

美国互联及封装标准协会【IPC】

J-STD-003	Solderability Tests for Printed Boards
J-STD-004	Requirements for Soldering Fluxes
J-STD-005	Requirements & Test Methods for Solder Pastes
J-STD-006	Requirements & Test Methods for Soft Solder Alloys
IPC-TM-650	Test Methods Manual

日本工业规格协会【JIS】

JIS-Z-3197	Testing Method for Resin Type Soldering Flux
JIS-Z-3284	Solder Paste

锡膏认证标准和方法

项次	测试项目	主要设备材料	规范标准	测试产品
1	锡粉粒径与形状 (Powder Size & Shape)	高倍数显微镜, 3D图像测定仪	J-STD-005 之3.3 IPC-TM-650之2.2.14	锡膏
2	锡粉的合金成份 (Alloy)	火花放射光谱仪	JIS-Z-3282	锡膏 锡棒
3	助焊剂含量 (Flux Content)	电子天秤	JIS-Z-3197之6.1篇	锡膏 助焊剂
4	黏度(Viscosity)	黏度计	JIS-Z-3284之附件六4.1篇	锡膏
5	黏着指数 (Thixotropy)	黏度计	JIS-Z-3284附件六之5.2篇	锡膏
6	卤素含量 (Chlorine Content)	电位差自动滴定仪	JIS-Z-3197之6.5 JIS-Z-3284之4.2	锡膏 助焊剂
7	锡珠(Solder Ball)	陶瓷基板, 加热板或小锡炉	JIS-Z-3284之附件十一	锡膏
8	扩散性(Spread)	铜板, 加热板或小锡炉	JIS-Z-3197之6.10	锡膏 助焊剂

第45页

WWW.ISOYES.COM

锡膏认证标准和方法

9	湿润性(Wetting)	铜板, 沾锡天秤	JIS-Z-3284之附件十	锡膏 助焊剂
10	印刷性(Print)	印刷机	各公司内部制定试验方法	锡膏
11	坍塌性(Hot Slump Test)	印刷机, 铜板	JIS-Z-3284附件八	锡膏
12	铜镜试验(Copper Mirror)	铜镜	IPC-TM-650之2.3.32C	锡膏 助焊剂
13	铬酸银试验(Silver Chromate)	铬酸银试纸	IPC-TM-650之2.3.33C	锡膏 助焊剂
14	铜板腐蚀试验 (Copper Plate Corrosion)	恒温恒湿箱 铜板	JIS-Z-3197之6.6.1 IPC-TM-650之2.6.15	锡膏 助焊剂
15	表面绝缘阻抗(S.I.R)	梳型电路板, 恒温恒湿箱	JIS-Z-3284之附件三 IPC-TM-650之2.6.3.3	锡膏 助焊剂
16	电子迁移 (Electromigration)	梳型电路板, 恒温恒湿箱	JIS-Z-3284之附件十四 Belcore TR NWT-000078之13.5.1	锡膏 助焊剂

第46页

锡膏认证标准和方法 - 锡粉的直径与形状

目的：良好的锡粉形状(球状)与粒径范围，将有助于印刷时的下锡性

(表一)： % of Sample by Weight - Nominal Sizes

	Less Than 1% Larger Than	80% Minimum Between	10% Maximum Less Than
Type 1	150 μm	150-75 μm	20 μm
Type 2	75 μm	75-45 μm	20 μm
Type 3	45 μm	45-25 μm	20 μm

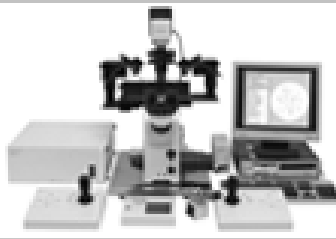
测试仪器：3D画像测定仪

测试方法：使用80倍以上的显微镜观察锡粉外观。
并利用随机取样的方式计算出锡粉的粒径分布范围，同时观察锡粉的形状是否呈现为“真球状”或者是“不定形状”。

(表二)： % of Sample by Weight-Nominal Sizes

	Less Than 1% Larger Than	90% Minimum Between	10% Maximum Less Than
Type 4	38 μm	38-20 μm	20 μm

附注说明：测试主要朝向type 3及type 4两种型号进行确认



第47页

WWW.ISOYES.COM

锡膏认证标准和方法 - 锡粉的合金成分

测试仪器：火花放射原子光谱仪(如右下图所示)

测试方法：

- (1) 从锡膏当中取样约250g并将flux用溶剂洗净。
- (2) 加热使其成为锡块。
- (3) 将锡块样本放置在火花放射光谱仪上。
- (4) 约莫30秒钟之后计算机将自动将所设定测试的合金不纯物比例列出。

判定标准：铅含有量不得超出0.1%。



第48页

锡膏认证标准和方法 - 助焊剂含量

目的：确认助焊剂含量与标准值不超过 $\pm 0.5\%$ ，避免锡膏在加热之后，残留过多的助焊剂。

测试仪器：电子天秤(如右下图所示)

测试方法：

锡膏搅拌均匀后，精称约30克样品至250毫升烧杯中，记录其重量为W1(g)。

加入甘油，其量须能完全覆盖锡膏，加热使焊锡与助焊剂完全分离。

放冷并令焊锡固化。

取出已固化的焊锡，以水清洗。浸入乙醇中约5分钟，常温下再水洗并干燥之。

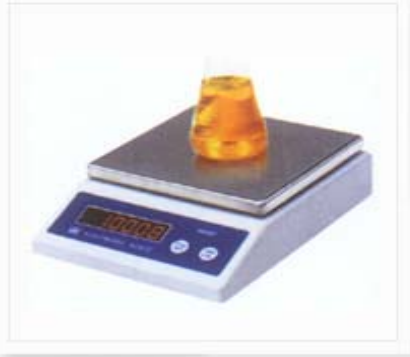
精称其重量记为W2(g)。

依据下式计算助焊剂含量。

助焊剂含量(%) = $[(W1 - W2) / W1] \times 100$

判定标准：

是否符合厂商所附规格上的内容。



第49页

WWW.ISOYES.COM

锡膏认证标准和方法 - 粘度测试

目的：确保锡膏印刷品质及保持良好的印刷性

测试仪器：Malcom 黏度计PCU 203型—(如右下图)

测试方法：

- (1) 将焊锡膏放在室温或25℃里2~3小时。
- (2) 将焊锡膏容器的盖子打开，用刮刀搅拌1~2分钟。
- (3) 将焊锡膏容器放入恒温槽。
- (4) 回转速度调整在10RPM，温度设定在25℃，约3分钟后确认被Rotor所吸取的焊锡膏出现在排出口后，停止Rotor回转，等到温度回复稳定为止。
- (5) 温度调整完后，设定10RPM，读取3分钟后的粘度值。
- (6) 接着设定3RPM的回转速度，在回转状态下放6分钟。
- (7) 读取6分钟后的粘度值。
- (8) 回转速度由3 4 5 10 20 30 10RPM变化，读取在3, 10, 30, 10RPM时的粘度值。读取时间各为6, 3, 3, 3, 1~3, 1~3, 1分钟。

判定标准：是否符合厂商所附规格的内容。



第50页

锡膏认证标准和方法 - 卤素测试

目的：检测助焊剂中的氯或溴离子含量是否符合规范中所列的含量

测试仪器：
 电位差自动滴定仪 (KYOTO AT-400) (如右图)
 250毫升烧杯
 电子自动天平 (Denver Instrument M-120)、回转子、0.02M硝酸银溶液

测试方法：
 精确约10克锡膏样品至250毫升烧杯中，加入约150毫升乙醇。
 锡膏样品重量 \times 助焊剂含量 = 锡膏样品中的助焊剂重量（即输入滴定仪之size值）。
 将装有样品的烧杯移至电位滴定装置充分搅拌以后以0.02M硝酸银溶液滴定至终点
 滴定仪可自动计算出氯含量，并给出电位VS硝酸银溶液耗用体积之图形。

判定标准：
 (1) 是否符合厂商所附规格的内容。
 (2) 计算出的数值请参照JIS-Z-3284之4.2的规范内容执行，内容如下：

助焊剂的品质分类 助焊剂的品质分类依助剂的活性度、助焊剂成份的氯含量、绝缘抵抗性、铜板腐蚀及铜箔腐蚀之有无，如表5之分类。

注(1) 评价是以96小时及168小时后的值，24小时后的值如达到96小时后的基准值以下亦可。
 (2) 条件A: 温度40℃，相对湿度90%，168小时
 条件B: 温度85℃，相对湿度85%，168小时

助焊剂的品质分类

记号	活性度	助焊剂成份的氯含量%	绝缘抵抗(1)		铜板腐蚀	铜箔腐蚀
			条件A(2)	条件B(3)		
I	低	0.03以下	1×10^{11} 以上	5×10^8 以上	无腐蚀	无腐蚀
II	中	0.03以上 0.1以下	1×10^{11} 以上	1×10^8 以上	无腐蚀	---
III	高	0.1以上 0.5以下	1×10^{11} 以上	1×10^8 以上	无腐蚀	---



第51页

WWW.ISOYES.COM

锡膏认证标准和方法 - 锡球测试

目的：测试锡膏於加热融化後，於氧化铝板上是否收缩成一顆錫球的能力與安定不飛濺的穩定度。

测试工具：

- (1) 氧化铝(alumina)基板(25×50×0.6~0.8mm)(如右图所示)
- (2) 钢板(25×50×0.2mm)：中心有直径为6.5mm的孔洞。
- (3) 焊锡浴槽(sol der bath) 尺寸100×100×75mm或同等品。
- (4) 镊子、刮刀。
- (5) 放大镜：10~20倍(全景观察用)，50倍(焊锡球观察用)。

测试方法：

- (1) 焊锡槽的温度设定为合金较合金液相温度高出50℃。
- (2) 将试验用的焊锡膏轻轻搅拌使其均匀。有必要时等焊锡膏回复至室温为止。
- (3) 将钢板置于氧化铝基板上，以刮刀将锡膏印刷在基板上，制备两个试验样品。
- (4) 将一个样品在条件(a)下加热及熔化并将另一样品在条件(b)下加热及熔化。
 条件(a) 印刷后一小时内
 条件(b) 印刷后在相对湿度为(60~20)%且温度为 25 ± 2 ℃的条件下放置24小时后
- (5) 以刮刀清理焊锡槽中焊锡的表面，将试验样品水平地置于液状焊锡的表面，锡膏熔化5秒钟后将试验样品水平地自液状焊锡的表面移出，令其冷却直到试验样品焊锡固化。

判定标准：(符合2级以上)

焊锡(粉末)熔融，焊锡变成一个大球，在周围有直径75μm以下的锡球在3个以下

1	焊锡(粉末)熔化并生成一个大球，且其周围未发现锡球	
2	焊锡(粉末)熔融，焊锡变成一个大球，在周围有直径75μm以下的锡球在3个以下。	
3	焊锡(粉末)熔融，焊锡变成一个大球，在周围有直径75μm以下的锡球在3个以上，未成半连续的环状。	
4	焊锡(粉末)熔融，焊锡变成一个大球，在周围有多数的细球成半连续的环状排列	
5	其它	



放大鏡



氧化铝基板

第52页

锡膏认证标准和方法 - 扩散性测试

测试工具：

铜板：符合JIS H 3100之C 1201 P或者C 1220 P级的加磷去氧化铜板，

其尺寸为 $0.3 \times 50 \times 50$ mm。

加热板：加热板应能设定及维持温度在220-230 。

千分尺：符合JIS B 7502者或等同于或优于彼的量测装置。

测试方法：

- (1)将铜板浸没于二甲苯中并以#500砂纸研磨以去除氧化膜。
- (2)研磨之后以异丙醇将附着至铜板表面的污物清除，并置于空气中至完全干燥。
- (3)将铜板置于温度约为150 的烘箱中1小时以实施氧化处理。
- (4)将铜板自烘箱中取出并冷却至室温，精称约0.3克的锡膏至铜板上。
- (5)将铜板置于温度为220-230 的加热板上30秒，令锡膏熔化扩散。
- (6)冷却至室温后，以异丙醇将残余的助焊剂去除，并风干。
- (7)以分厘卡量测焊锡扩散后的直径并计算扩散率。

计算方法：

扩散率(%) = $(D - H) / D \times 100\%$

其中 H：扩散之焊锡的高度（扣除空板厚度）；

D：假设扩散的焊锡为球体时，其直径

(mm)；

$D = 1.24V^{1/3}$

V：重量/比重

f. 判定标准：由于无铅的扩散率尚未制定标准，但是以目前的经验，其扩散率大致上介于70-80%为可接受范围。



千分尺

烘箱

第53页

WWW.ISOYES.COM

锡膏认证标准和方法 - 润湿性测试

测试仪器：沾锡天秤(如右图)

测试材料：

(1)试验板 试验板以下列所示2种的铜板及黄铜板。

(a)铜板 JIS H 3100适合C1201P或C1220P的磷脱酸铜板，尺寸为 $50 \times 50 \times 0.5$ mm

(b)黄铜板 JIS H 3100适合C2680P的黄铜板，尺寸为 $50 \times 50 \times 0.5$ mm

(2)砂纸(# 600)

(3)异丙醇

(4)钢网 厚0.2mm、直径6.5mm的孔4个，开在距中心处10mm位置。

(5)spatula(刮刀)

(6)刮刀(scraper)

(7)手套

(8)空器循环干燥器

(9)焊锡浴槽(solder bath) 尺寸

$100 \times 100 \times 75$ mm以上，在Sn60/Pb40的焊锡时，能保持温度 235 ± 2 或 215 ± 2 的东西，浸渍器具需使用低热容量的东西。



沾锡天秤测试系统

第54页

锡膏认证标准和方法 - 润湿性测试 (续)

测试方法时手不要接触到试验板。

- (1)将焊锡浴槽设定在温度 260 ± 2 。
- (2)焊锡膏放置到与室温相同为止。
- (3)用异丙醇将铜及黄铜的试验板擦拭干净。
- (4)将试验片的单面用砂纸沾水研磨。首先，同一方向研磨，接着再以先前呈直角的方向研磨。
- (5)用异丙醇再次擦拭表面。
- (6)将焊锡膏用刮刀(spatula)搅拌均匀。
- (7)表面研磨后的1小时内，把钢网盖在表面。
- (8)用刮刀在钢网上印刷锡膏。
- (9)自基板取下钢网。
- (10)如有预备干燥时，将涂有焊锡膏的试验板放到150 的空气循环干燥器里处理1分钟。
- (11)焊锡浴槽的表面用刮板加以清除干净。
- (12)为使熔融焊锡与基板有一良好的热接触，将表面涂有焊锡膏的基板以水平放置在焊锡浴槽上加热。
- (13)自焊锡浴槽中取出。
- (14)以水平位置放置直到基板上焊锡固化为止。
- (15)检查扩散程度。

扩散程度的区分	扩散状态
最好	焊锡膏融化，把试验板润湿，扩散到所涂布焊锡膏面积以上的状态。
好	润湿面积等于涂布焊锡膏面积
正常	润湿面积大部分为涂布焊锡膏处面积，少部份De-wetting
差	试验板并无焊锡润湿的样子，熔融焊锡变成一个或多个数量锡球的状态

第55页

WWW.ISOYES.COM

锡膏认证标准和方法 - 铜镜试验

(12)、铜镜试验---(说明)

目的：利用铜镜是否有透光或颜色消失来检测助焊剂对真空蒸镀成的铜镜的侵蚀性。

测试方法：将约0.05ml的助焊剂溶液滴于铜镜上，并且将铜镜置于温度为 23 ± 2 及相对湿度为 $50 \pm 5\%RH$ 的试验箱中，放置24小时。

判定标准：铜镜的铜膜不能被除去而透光。

a. 目的：利用铬酸银试纸的颜色变化来检测助焊剂中氯、溴离子的含量

b. 规范标准：依据参考J-STD-004之3.2.4.2.1 IPC-TM-650之2.3.33

测试方法：将锡膏当中的助焊剂萃取后，再把一滴助焊剂溶液滴于51mm×51mm的铬酸银试纸，约过了10min后，观察试纸上颜色的变化。

判定标准：试验纸不能变为白色或白黄色

(13)、铜板腐蚀试验

目的：主要验证助焊剂残渣残留在基板上是否会造成腐蚀的现象

测试方法

称取0.3克锡膏置于铜板上。

将此试验板置于220 的加热板上使焊锡熔化。熔化状态下保持5秒钟。

将此试验板冷却至室温。然后再将此试验板放在40 ，相对湿度90%的环境中放置96小时。

判定标准

与室温下储存之比较用试验板互相比，其腐蚀性不会更为显著

第56页

锡膏认证标准和方法 - SIR测试

测试仪器及材料：恒温恒湿箱 & 绝缘抵抗计 & 梳型电路板(如图示)

测试环境条件：

条件A：温度40℃，相对湿度90%，条件B：温度85℃、相对湿度85%，168小时

测试方法：

(1) 试验板之取得

(a) 焊锡膏的涂布方法 在梳形电极试验板上按相同的形状用0.1mm钢网印刷锡膏

(b) 印刷后的焊锡膏放到设定150℃干燥器内2分钟，接着放在保持260℃热板上，将锡膏熔融30秒(焊锡熔融需能保持15秒以上)。放冷后，成为试验片。回焊后，用放大镜确认试验片有无尘埃附着，如有附着时则用镊子夹除。如有短路则丢弃。需选取三片良好试片进行测试。

(2) 恒温恒湿箱之设定

(a) 在放入恒温恒湿槽之前用DC 100V，用绝缘抵抗计测各端子间的绝缘抵抗值。

(b) 设定chamber的环境条件为40℃、90%R. H.。

(c) 于chamber中置放24小时后，利用100V DC电压量测其阻值。

(d) 施加一偏压 +48V。于施加偏压后第24、96、168小时，以 -100V电压量测试片阻值。

判定标准：

每个锡膏测试样品皆取三片进行测试，并取各测定值的平均值。

经过168小时之后，所有样品皆须达到电阻达到 10^{10} 以上，才算通过。

附注说明：此项测试也可参照IPC规范中之IPC-TM-650之2.6.3.3法进行



第57页

WWW.ISOYES.COM

锡膏认证标准和方法 - 离子迁移测试

测试仪器与材料：恒温恒湿箱 & 绝缘抵抗计 & 梳型电路板

测试环境条件：温度40℃，相对湿度90%，1000小时

测试方法：

(1)、试验板之取得

(a) 焊锡膏的涂布方法 在梳形电极上印刷等形状的锡膏，厚度为0.1mm;

(b) 焊锡膏的熔融 放到设定150℃干燥器内2分钟，接着放在保持260℃热板上，将锡膏熔融30秒(焊锡熔融需能保持15秒以上)。放冷后，成为试验片。印刷后及回焊后，用放大镜确认试验片有无尘埃附着，如有附着时则用镊子夹除。

(2)、恒温恒湿箱之设定

(a) 在各电极配线，顾虑凝集水滴不会滴落到梳形板的模型上，顺依4. (1)所示之条件，将试验片放入所设定之干净的恒温恒湿槽，在电极间印加电压DC45 ~ 50V。

(b) 在试验片投入恒温恒湿槽后1000小时，自槽内取出用放大镜(20倍以上)确认迁移情况。

判定标准：

每个锡膏测试样品皆取三片进行测试，用放大镜如看到一极往另一极生成树枝状的金属的话，即可判定有迁移发生。

附注说明：此项测试也可参照Bellcore Standard中之Bellcore TR NWT-000078之13.5.1法进行。并确认最后的阻抗值(500小时)是否大于十分之一的96小时阻抗值，并检视PCB板有否生成树枝状的金属现象发生。

第58页

锡膏认证标准和方法 - 印刷性测试

测试仪器：印刷机DEK 265，显微镜

测试工具：钢网，试验PCB板PTC-SP-001

测试方法：

- (1)取一平面板作为印刷用板
- (2)钢板开孔设计如，开孔间距为6mil (0.15mm)、8mil (0.2mm)、10mil (0.25mm)。
- (3)钢网使用厚度为0.13mm、0.1mm
- (4)印刷机参数为---刮刀速度(25mm/sec)，刮刀压力(5.4kg)，脱模速率(0.99mm/sec) 脱模距离(1.5mm)。
- (5)将锡膏由自动搅拌机搅拌后开始印刷，连续印刷12片不擦拭钢板，使用150倍放大观察短路数量，并加以纪录。

判定标准：纪录其短路数量，并从锡膏当中选择较优的一款



第59页

WWW.ISOYES.COM

锡膏认证标准和方法 - 坍塌性测试

测试设备与工具：

- (1)设计3.0×0.7mm、3.0×1.5mm2种开口尺寸，开后间隔由0.2mm到1.2mm止以逐次渐加0.1mm的钢网，每种开口5列；
- (2)覆铜板(80×60×1.6mm)
- (3)热风回流式加热炉
- (4)砂纸(#600)
- (5)异丙醇

测试方法：

- (1)用砂纸研磨覆铜板，用异丙醇清洗。
- (2)将钢网置放在覆铜板上，使用适当的刮刀来印刷锡膏，然后拿开钢网。
- (3)在热风回流加热炉中，将印刷过的试验板150 加热1分钟。
- (4)2种模型的5列之中，测定锡膏坍塌连锡的的最小间隔。

判定标准：

所印的錫膏坍塌成一体的最小間隔。

第60页

锡膏认证标准和方法 - 可靠性测试

原材料的信赖性测试之后，需要安排进一步进行试产，然后进行焊接点的可靠度测试：

项次	测试项目	备注说明
1	振动试验(Vibration Test)	可参照此规范MIL-STD-883E Method 2005.2, 2007.3
2	热冲击试验(Thermal Shock)	可参照此规范MIL-STD-883E Method 1010.7
3	金相切片试验(Cross Section)	观察无铅合金与PCB板接合点的IMC层状态
4	零件推力强度试验(Push Test)	选择各种被动组件零件尺寸与不同镀层跟焊材接合后进行强度测试
5	零件拉力强度试验(Pull Test)	选择各种IC零件与焊材接合后，零件脚与Pad接合面进行拉力强度试验。
6	跌落试验	针对成品进行摔落试验，以确保焊接点的强度。

第61页

WWW.ISOYES.COM

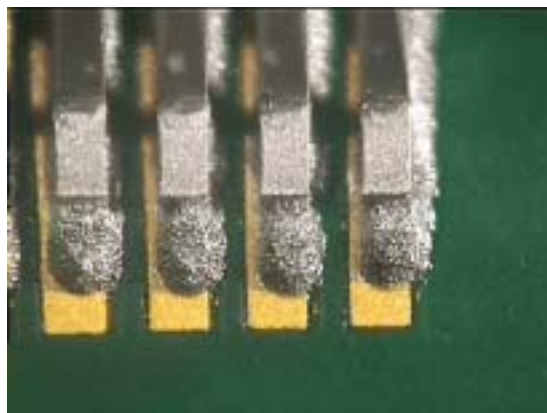
无铅锡膏价格参考

Prices of Lead-Free Solders

Products	Range (USD/kg)
Solder paste (reflow soldering)	70 - 120 (depending on powder sizes and type of fluxes)
Solder bar or solid wire (wave soldering)	15 - 18 (depending on shape and diameter)
Flux cored solder wire (hand soldering)	25 - 50 (depending on diameter and type of fluxes)
Solder anodes (ball/button/cone)	25 - 40 (depending on diameter, shapes, and sizes)

第62页

无铅锡膏的问题：润湿性差



第63页

WWW.ISOYES.COM

无铅元器件的认证

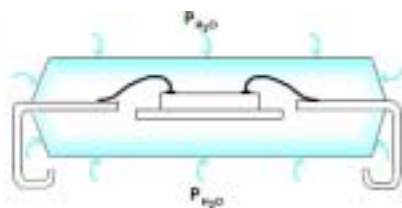
- 选择无铅元器件需要考虑的要求：
 - 元器件各材料组成必须满足无铅元器件定义；
 - 对无铅工艺的适应性 - - 如耐高温特性和潮湿敏感等级；
 - 无铅标识明确，便于分类和库存管理；
 - 供应商的无铅工艺技术成熟

无铅工艺对于我们和元器件供应商而言，
都是全新的制造技术，
成熟的过程一定时间和持续的投入

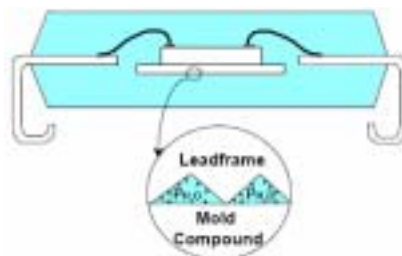


第64页

高温和潮湿对元器件的损坏



- 塑料封装IC将从潮湿环境中吸收水汽
- 吸潮的影响因素：时间，温度，湿度

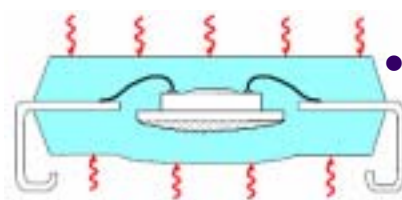


- 扩散浸入潮气将聚集在封装体内各结构界面或子界面

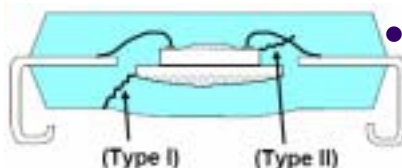
第65页

WWW.ISOYES.COM

高温和潮湿对元器件的损坏



- 回流焊接高温引起封装体内部聚集水汽的汽化，导致封装薄弱界面的分层



- 如果内部压力超过了封装承受强度，可能发生封装裂缝

“爆米花”效应

第66页

器件潮湿敏感的标准定义

IPC/JEDEC定义了潮湿敏感器件的分级及处理标准：

- J-STD-020B 非密封SMD潮敏分级要求
- J-STD-033A 潮湿敏感器件处理、包装、运输及使用方法

WWW.ISOYES.COM

元器件潮湿敏感等级分级方法



IPC/JEDEC J-STD-020 Revision C
Proposed Standard for Ballot January 2004

Table 5-1 Moisture Sensitivity Levels

	FLOOR LIFE		SOAK REQUIREMENTS			
			Standard		Accelerated Equivalent ¹	
	TIME	CONDITIONS	TIME (hours)	CONDITIONS	TIME (hours)	CONDITIONS
1	Unlimited	≤30 °C/85% RH	168 +5/-0	85 °C/85% RH		
2	1 year	≤30 °C/60% RH	168 +5/-0	85 °C/60% RH		
2a	4 weeks	≤30 °C/60% RH	696 ² +5/-0	30 °C/60% RH	120 +1/-0	60 °C/60% RH
3	168 hours	≤30 °C/60% RH	192 ² +5/-0	30 °C/60% RH	40 +1/-0	60 °C/60% RH
4	72 hours	≤30 °C/60% RH	96 ² +2/-0	30 °C/60% RH	20 +0.5/-0	60 °C/60% RH
5	48 hours	≤30 °C/60% RH	72 ² +2/-0	30 °C/60% RH	15 +0.5/-0	60 °C/60% RH
5a	24 hours	≤30 °C/60% RH	48 ² +2/-0	30 °C/60% RH	10 +0.5/-0	60 °C/60% RH
6	Time on Label (TOL)	≤30 °C/60% RH	TOL	30 °C/60% RH		

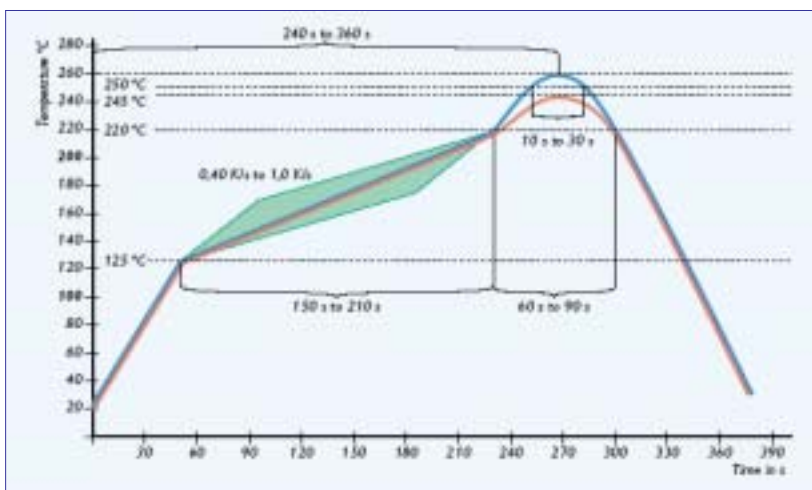
潮敏器件的烘烤规则

MSD封装厚度	潮湿敏感等级 (MSL)	烘烤 (90 , RH 5%)	烘烤 (45)
1.4mm	2、 2a、 3、 4、 5	24小时	RH 5%条件下 168小时
	5a	48小时	
2.0mm	2、 2a、 3、 4、 5	48小时	
	5a	96小时	
4.5mm	2a、 3、 4、 5、 5a	120小时	

通用规则：24小时@125

WWW.ISOYES.COM

无铅器件MSL分级回流焊接曲线



无铅MSL分级要求

- 封装体较小的无铅器件MSL分级温度提升到260

锡铅工艺			
封装体 厚度	体积 (mm3) < 350	体积 (mm3) 350	
< 2.5mm	240 + 0/-5	225 + 0/-5	
2.5mm	225 + 0/-5	225 + 0/-5	
无铅工艺			
封装体 厚度	体积 (mm3) < 350	体积 (mm3) 350 ~ 2000	体积 (mm3) > 2000
< 1.6mm	260 + 0/-5	260 + 0/-5	260 + 0/-5
1.6 ~ 2.5mm	260 + 0/-5	250 + 0/-5	250 + 0/-5
> 2.5mm	250 + 0/-5	260 + 0/-5	245 + 0/-5

第71页

WWW.ISOYES.COM

实例分析：MSL分级测试

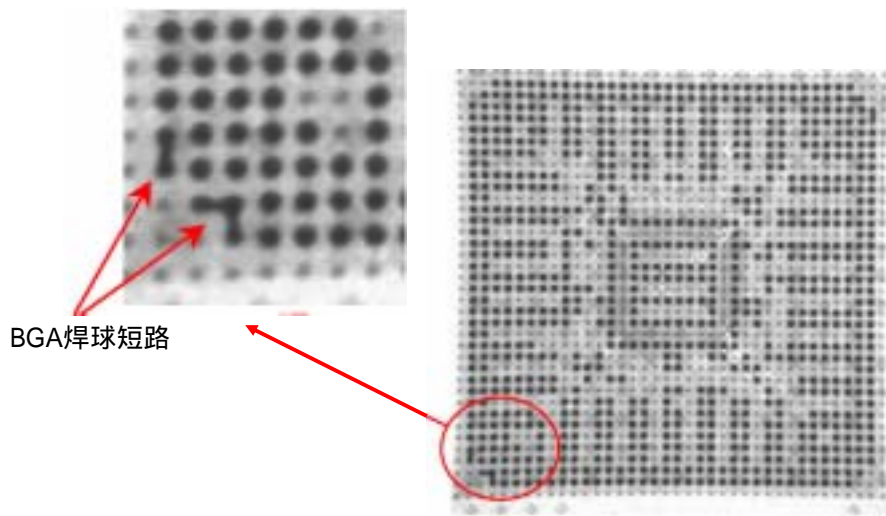
器件信息：35mm，4 Layer PBGA，Pb/Sn组装工艺

实验结果

MSL	峰值回流焊接温度		
	225	250	260
2a	Pass (9 Units)	Fail (9/9 “爆米花”效应)	Fail (9/9 “爆米花”效应)
3		Pass (9 Units)	Fail (2/9 小面积分层)
4			Pass (9 Units)

注意：器件的无铅MSL等级高于有铅等级，对于有铅器件必须降格1~2级使用.....

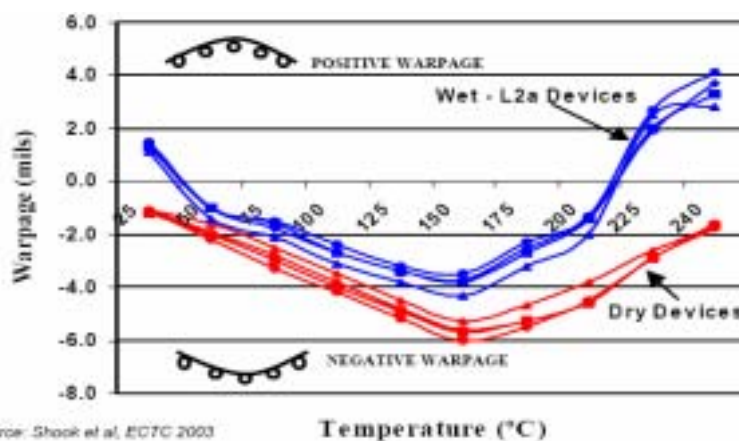
BGA焊球短路的X射线分析



第73页

WWW.ISOYES.COM

“干”（Dry）、“湿”（Wet*）器件形变对比测试



Wet* = 60 °C / 60%RH for 168 hours

第74页

无铅元器件要求--W/S耐焊接温度要求



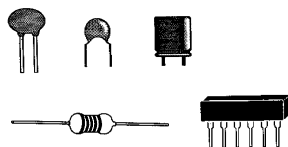
表面贴装片式器件

封装本体在265 焊料槽中停留时间 4秒



插装元器件

引脚在265 焊料槽中停留时间 4秒，封装体无损伤



第75页

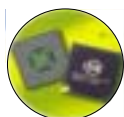
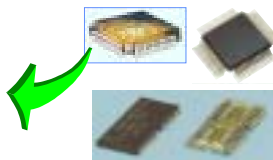
WWW.ISOYES.COM

无铅元器件要求-镀层要求

引脚镀层：

优选：Matte-Sn、SnAgCu、Ni/Au、Ni/Pd/Au

可选：SnBi、SnCu、Ni/Pd



BGAs



CSP



器件面阵列器件焊球

优选 SnAgCu (Ag含量为4.0%，Cu含量为0.5%)

可选 SnAgCu (Ag含量为3.0-4.0%，Cu含量为0.5-1.0%)

第76页

业界无铅镀层使用情况

公司名称	镀层材料			
	表贴器件			插装器件
	CHIP	LEADFRAME	BGA	
PHILIPS		Sn	SnAgCu	Sn, NiPd
NEC		Sn3Ag0.5Cu		Sn3Ag0.5Cu
MOTOROLA		Sn, Sn2Bi, Sn0.7Cu		
LUCENT		NiPd Pd厚度0.075 ~ 0.175um Ni厚度1~3um	Sn4.0Ag0.7Cu	
COOKSON	Sn, SnBi, SnCu, SnAg, NiPd, NiAu (只是对这些镀层出现的缺陷进行了描述)			
INTEL			Sn4.0Ag0.5Cu	
ALTERA		Sn, SnCu, SnBi	SnAgCu	
LATTICE	Sn (暗)			
XILINX		Sn, Sn0.7Cu, SnBi	SnAgCu	
TI		NiPd, NiPdAu	SnAgCu	

第77页

WWW.ISOYES.COM

无铅镀层的厚度要求

镀层质量要求标准；

Sn镀层：对于纯Sn镀层来讲Sn镀层厚度 7.6um（电镀工艺）、或 2.5um（电镀后熔融工艺）、或 5.1um（浸锡工艺）、或 0.5um（化学镀工艺）；阻挡层Ni厚度 2.54um；

SnBi镀层：镀层厚度 3um，且Bi含量控制在3%以下；

SnCu镀层：SnCu镀层厚度 3um；

Ni/Pd镀层：Pd镀层厚度 0.075um，Ni层厚度在2.5um以上；

Ni/Pd/Au镀层：Ni厚度 2.5um，Pd厚度 0.075um，Au厚度在0.025 ~ 0.10um，且Au含量控制在4%以下。

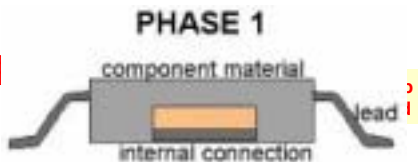
Table 1. Lead-free finishes and thicknesses

1) 3um satin Sn
2) 3um satin SnCu0.7
3) 3um satin SnBi2.0
4) 2um conformable Ni / 0.1um Pd
5) 2um conformable Ni / 0.1um Pd / 0.025um GF

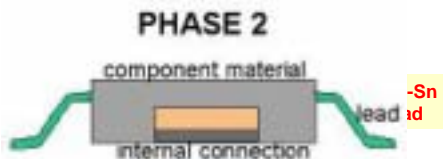
第78页

无铅元器件与绿色元器件

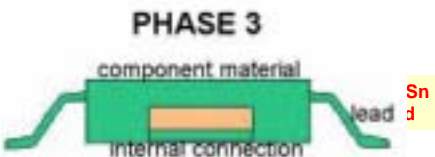
Lead-Free无铅兼容元器件
(可承受 260°C温度)



Lead-Free无铅元器件
(引脚镀层已做无铅化处理)



绿色Rohs元器件
(在封装材料中去除
了PBB- PBDE物质)



第79页

WWW.ISOYES.COM

无铅元器件标识

无铅元器件应有明显无铅标识和说明



参考国际标准
JESD97

《Marking, Symbols, and Labels
for Identification of Lead (Pb) Free
Assemblies, Components, and Devices》

Mark	Categorization	Material Type
e1	Tin/Silver/Copper	SnAgCu and its versions
e2	Other Pb Free solders (No Bismuth)	SnCu, SnAg, SnAgCuX
e3	Tin Plate (all forms)	Pure Tin (Sn)
e4	Plated Precious Metals	Au, NiPd, NiPdAu
e5	Zinc containing	Tin/Zinc = SnZn (no Bi) or versions
e6	Bismuth Containing	Materials containing Bismuth
e7	Indium Containing	Materials that contain indium and are very low temperature ($<150^{\circ}\text{C}$)

第80页

无铅元器件标识—样例

器件标识样例：



第81页

WWW.ISOYES.COM

无铅元器件标识—样例

Intel BGA 包装标记

PB-FREE=(e?)

2nd LVL
INTERCONNECT=(e?)



"Second Level Interconnect" (SLI) refers to the package-to-board connection. For BGAs, SLI refers to the balls.

第82页

无铅元器件认证FAQ

问：无铅化和有铅器件的成本差异有多少？

答：对芯片IC类，由于封装材料所占成本很低，所以几乎没有影响，但对插接件，大概在10%以内；

问：元器件厂家无铅化进程如何？

答：国际主要元器件厂家都有封装的无铅化解决方案，有些已不再提供有铅器件。片式阻容器件已完全实现无铅化，比如风华高科、宁夏星日，对插接件，目前切换的比例并不高；

WWW.ISOYES.COM

无铅印制电路板（PCB）关注点



无铅产品PCB需要考虑

采用无铅表面镀层，而且与无铅焊料有很好的兼容性（可焊性、焊点可靠性等）

对无铅工艺的适应性，尤其是耐高温特性（防止分层和树脂降解）和在高温下的抗变形能力；考虑到组装和返修的要求，PCB要能承受多次最高温度达到260 的组装。

由于无铅组装过程中的高温，在PCB板上的孔的厚径比较高时（ 10）需要考虑孔在高温下的可靠性



无铅PCB基板选择时需要重点考虑的指标

- Tg：Glass Transition Temperature
- Td：Decomposition Temperature

业界印制电路板表面镀层工艺比较

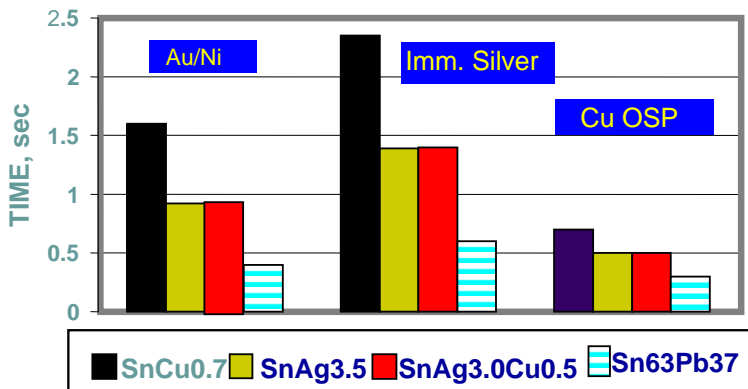
	HASL	OSP	化学镍金ENIG	化学锡	化学银
厚度 (um)	2-25	0.2-0.5	Ni : 2.5-5 Au: 0.05-0.15	0.8 ~ 1.2	0.05-0.15 Or 0.15-0.5
加工温度	250-260 LF:260-270	41-46	Ni82-90 Au72-80	35 ~ 70	30-50
工艺可控性	一般	简单	复杂	简单	简单
阻焊兼容性	好	好	中等	中等	好
环保性	一般	好	含氰废水	含硫脲废水	一般
焊盘平整度	差	好	好	好	好
耐多次可焊性	好	3-4次	好	好	好
可焊性*	10	6	9	8	8
焊接面	SnPb LF:SnCu(Ni)	Cu	Ni	Sn	Cu
可靠性	好	好	脆性IMC多, 防止黑镍和金脆	锡须无定论	加疏水膜, 可以通过迁移测试
适于WB	不可	不可	可以Al线, 厚金才适合Au线	不可	可以
厚压接背板	不常用	常用	不常用	常用	不常用
电接触性	Ok	需完善	ok	ok	ok
技术成熟性	最成熟 LF:试用中	成熟	成熟	一般	一般
加工成本	中等	低	高	中等	中等
最新发展	无铅HASL	第五代OSP	高P药水	继续稳定工艺	继续稳定工艺

第85页

WWW.ISOYES.COM

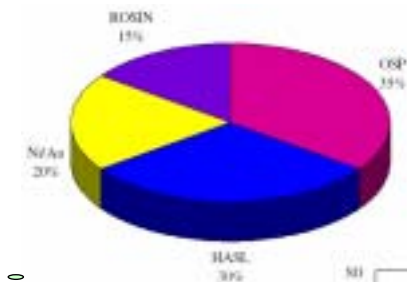
无铅印制电路板表面处理调查

Wetting Balance测试的Zero Crossing Time时间



第86页

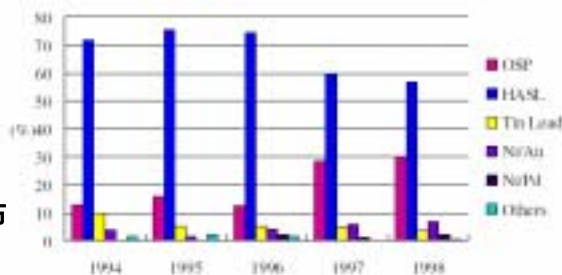
无铅印制电路板表面处理调查



2004年日本市场表面处理的分布



美国市场表面处理的分布



WWW.ISOYES.COM

无铅印制电路板选择指南-板材选择

- 板材选择考虑要素：
 - 无铅组装中的高温对变形的影响
 - 无铅组装中的高温对PCB可靠性的影响
- 推荐采用如下的策略：
 - 对于家电、消费类产品，可以直接采用有铅工艺条件下的板材选择方案，但在组装过程中要注意采用防变形的手段；
 - 对于复杂产品，在满足以下条件时，建议采用高Tg（ $T_g > 170$ ）的板材,如BT、PI、CE等；
 - 层数 14
 - 孔厚径比 10
 - 长期运行环境 80



对于高可靠性的无铅产品，建议采用高Td的板材。

无铅印制电路板表面处理推荐

工艺路线	表面处理选择	
	优选	次选
SMT	OSP	化学银
波峰焊	ENIG	OSP、化学银
压接板	OSP	化学锡
SMT + 波峰焊或手工焊	ENIG*	OSP、化学银
	OSP	化学银



对于手机板单板，
建议采用OSP +
ENIG的表面处理

*ENIG易出现“黑盘”问题，适
合没有BGA/CSP面阵列器件
的板



第89页

WWW.ISOYES.COM

ENIG表面处理的问题 - Black Pad

化学镍金（Electroless Nickel/Immersion Gold，或简称为ENIG）在电子业界逐渐得到了广泛应用。化学镍金的优点包括：

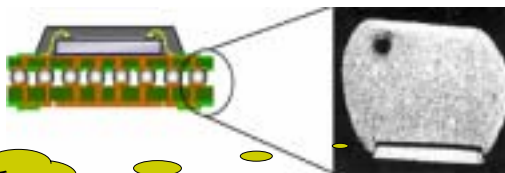
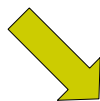
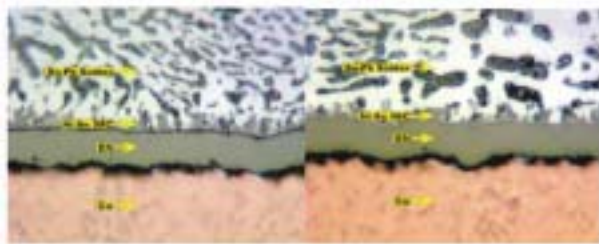
- 焊盘平整
- 可焊性好，经多次热冲击后仍可保持较好的可焊性
- 制作过程中PCB所受的热冲击较小（相对于热风整平），因此引起的PCB变形较小
- 可以直接进行Wire bonding

致命缺点：“黑
盘”Black Pad问题



第90页

ENIG表面处理的问题 - Black Pad



“黑盘”是无法返修处理的！！

WWW.ISOYES.COM

无铅替代材料

电子组装业界使用的互联工艺主流目前仍然软钎焊工艺，随着欧盟关于环境保护的ROHS和WEEE法规的颁布，材料制造商们仍在致力于寻找无铅焊料的替代品，在近二十年得到了快速的发展。

目前最有可能替代软钎焊工艺的材料是：**导电胶**

导电胶的分类：

- 各向同性的ICA(Isotropic Conductive Adhesives)导电胶
- NCA(Non - Conductive Adhesives)
- 各向异性的ACA(Anisotropic Conductive Adhesives)导电胶

各向同性导电胶

导电金属颗粒 + 树脂 = 各向同性导电胶

导电金属颗粒通常为银、镍、金、铜、钨或氧化锡，尤以银粉最常见；常见工艺制造的银粉形态；

名称	粒度 (μm)	形状
电解银粉	2 ~ 40	树枝状
化学还原银粉	0.02 ~ 2	无定形粒状
球磨银粉	0.01 ~ 2	鳞片状
喷射银粉	10 ~ 40	球状

第93页

WWW.ISOYES.COM

ICA的特点和运用

优点：

- 组装温度低（固化）
- 施加方便
- 适合于密间距互联
- 导热



Flip Chip组装采用ICA的情形

缺点：

- 银迁移现象导致绝缘阻抗下降
- 怕潮气



Figure 2. Encased wetting points will ensure high reliability. High temperatures that may cause damage to the package or substrate components are reduced by the use of ICA.

芯片制造Die Attach工序采用ICA的情形

第94页

各向异性导电胶

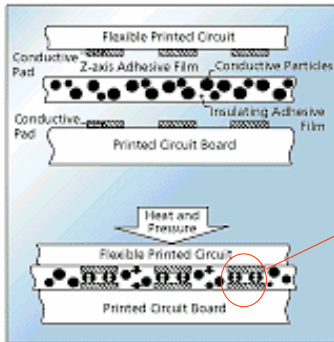


FIGURE 2: Principle of adhesive connection.

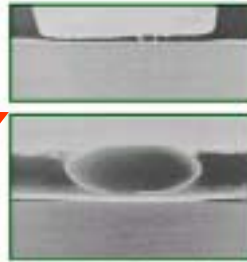


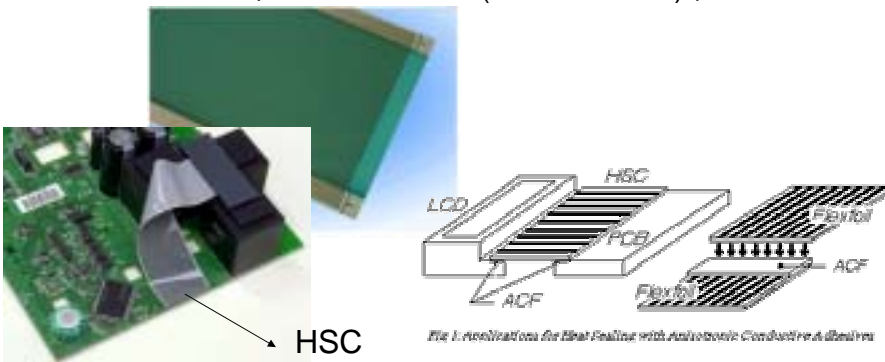
FIGURE 3: SEM photo shows a single particle trapped between conductors. Particle size is 5 μm .

第95页

WWW.ISOYES.COM

ACA的特点和运用

- 1、ACF : Anisotropic conductive adhesives foil , 各向异性导电膜 , 低成本低密度连结方案(Pitch 0.4mm) ;
- 2、HSC : heat seal connector (导电纸、斑马纸) , 将ACA和导电线路做在一起 , 适合高密度组装(Pitch < 0.1mm) ;



第96页

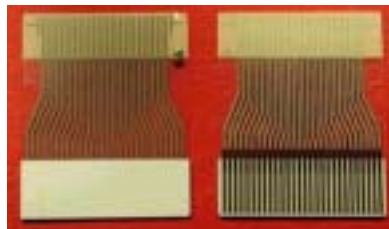
ACA的优缺点：

优点：

- 1、低成本、适合各种密间距互联；
- 2、应用灵活，连结可靠，抗弯折能力强；

缺点：

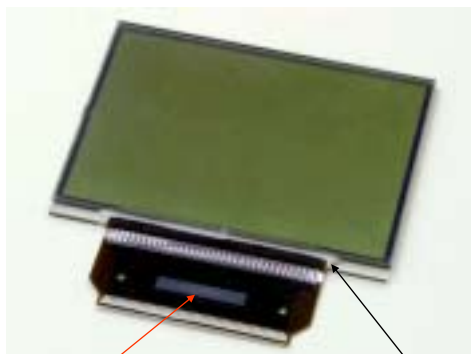
- 1、连结阻抗大，0.1 ~ 100欧姆
- 2、不适合应用于高频场合；
- 3、不适合大电流场合；



第97页

WWW.ISOYES.COM

ACF的运用

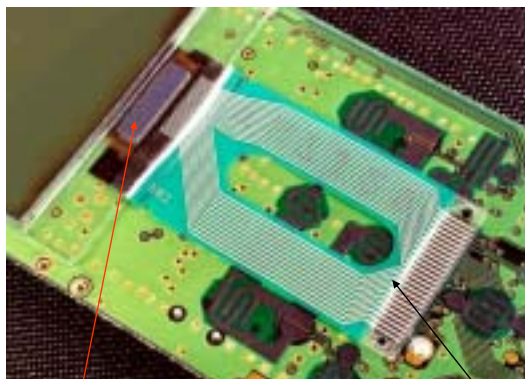


ACF工艺COF组装

ACF bonding
组装间距100微米

第98页

HSC的运用

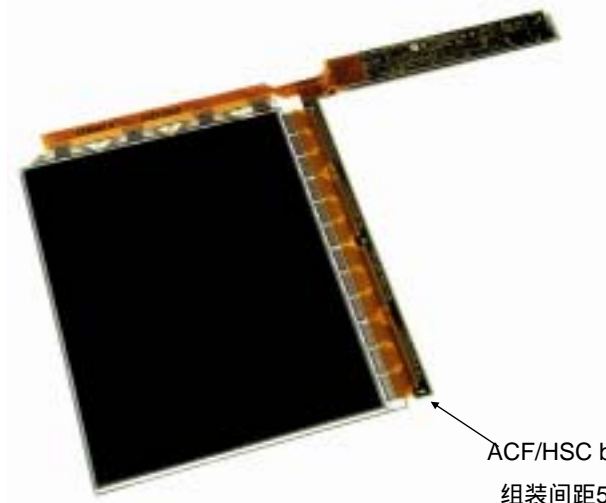


COG的ACF bonding

HSC bonding
组装间距0.2/0.4mm

WWW.ISOYES.COM

HSC的运用



ACF/HSC bonding
组装间距50微米

相关国际标准

J-STD-001 15	Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies
J-STD-002	Solderability Tests for Component Leads, Terminations, Lugs, Terminals and Wires
J-STD-005	Requirements for Soldering Pastes
J-STD-006	Requirements for Electronic Grade Solder Alloys & Fluxed & Non-Fluxed Solid Solders for Electronic Soldering Applications
J-STD-020	Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Non-Hermetic Solid State Surface Mount Devices
J-STD-028	Performance Standard for Flip Chip/Chip Scale Bumps
J-STD-033	Standard for Handling, Packing, Shipping and Use of Moisture/Reflow Sensitive Surface Mount Devices
JEDEC JESD22-A113	Preconditioning Of Plastic Surface Mount Devices Prior To Reliability Testing:
JEDEC JEP113	Symbol And Labels For Moisture-Sensitive Devices
JEDEC New Standard	Marking, Symbols and Labels for Identification of Lead (Pb) Free Assemblies, Components and Devices
IPC-A-610	Acceptability of Electronic Assemblies

第101页

WWW.ISOYES.COM

谢谢！



第102页