

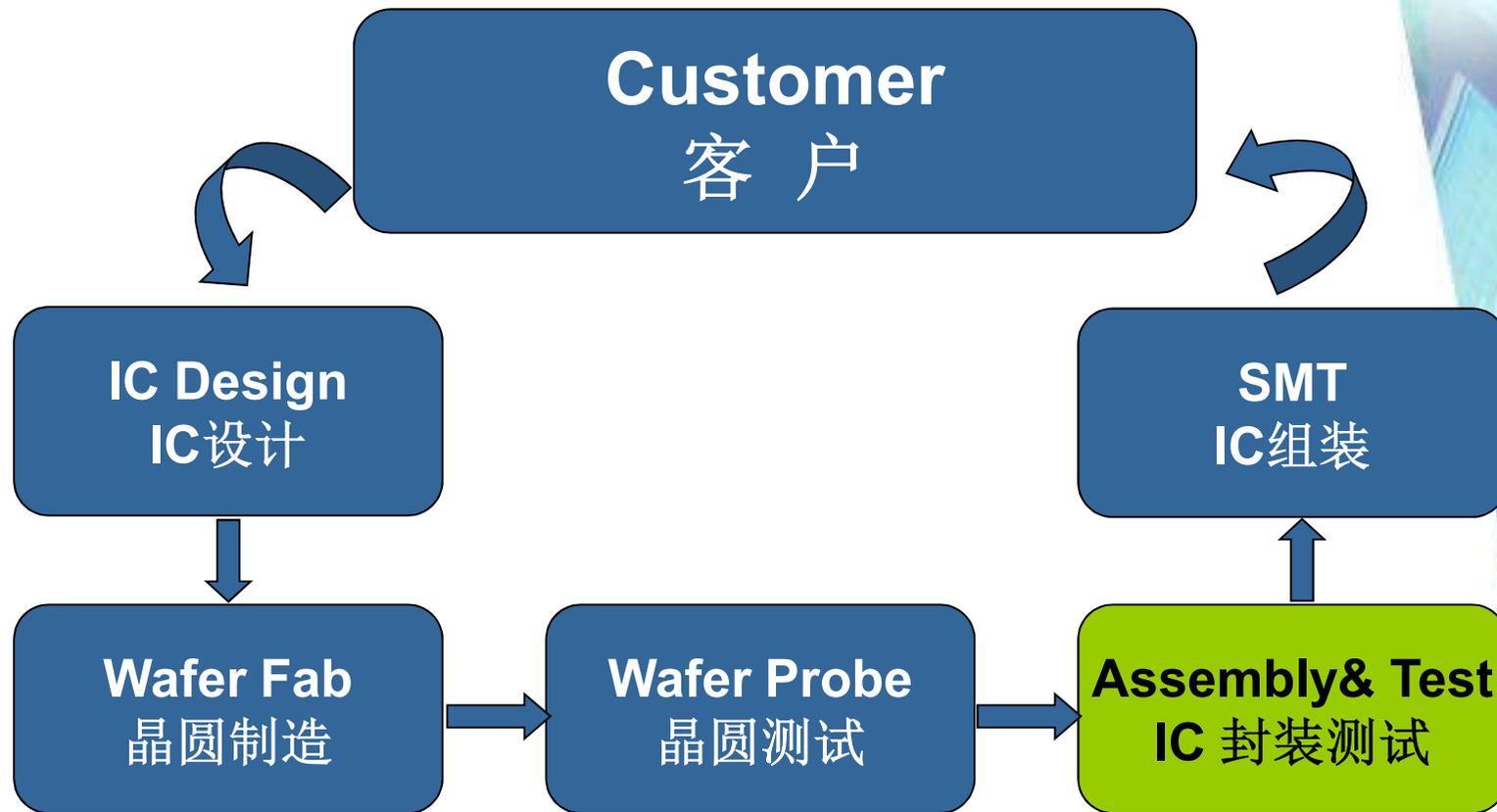
Logo 艾

Introduction of IC Assembly Process

IC封装工艺简介

Logo

IC Process Flow



IC Package (IC的封装形式)

Package--封装体:

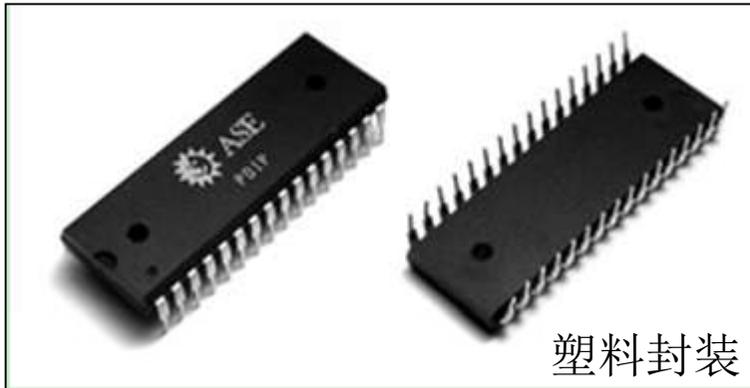
➤指芯片 (**Die**) 和不同类型的框架 (**L/F**) 和塑封料 (**EMC**) 形成的不同外形的封装体。

➤**IC Package**种类很多, 可以按以下标准分类:

- 按封装材料划分为:
金属封装、陶瓷封装、塑料封装
- 按照和**PCB**板连接方式分为:
PTH封装和**SMT**封装
- 按照封装外型可分为:
SOT、**SOIC**、**TSSOP**、**QFN**、**QFP**、**BGA**、**CSP**等;

IC Package (IC的封装形式)

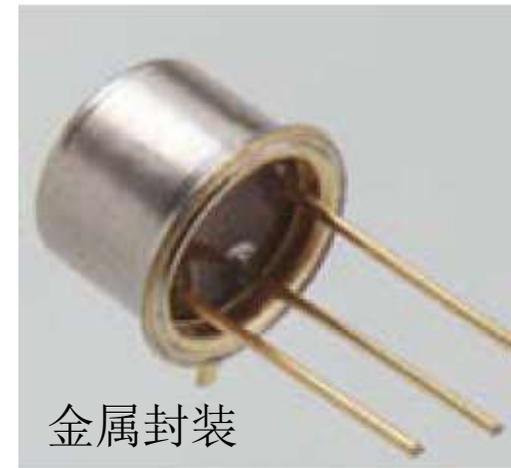
- 按封装材料划分为:



金属封装主要用于军工或航天技术，无商业化产品；

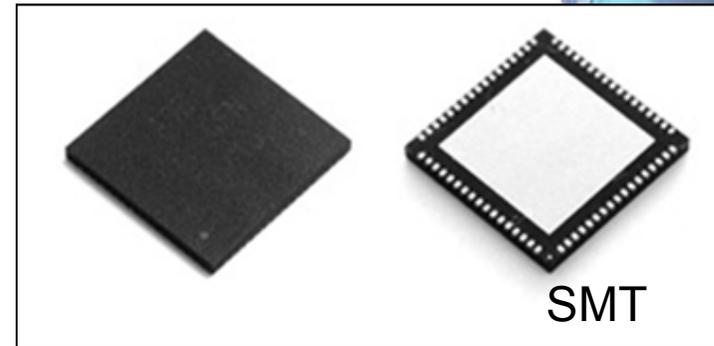
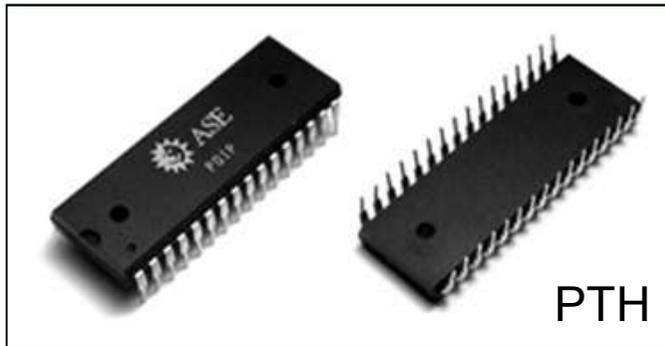
陶瓷封装优于金属封装，也用于军事产品，占少量商业化市场；

塑料封装用于消费电子，因为其成本低，工艺简单，可靠性高而占有绝大部分的市场份额；



IC Package (IC的封装形式)

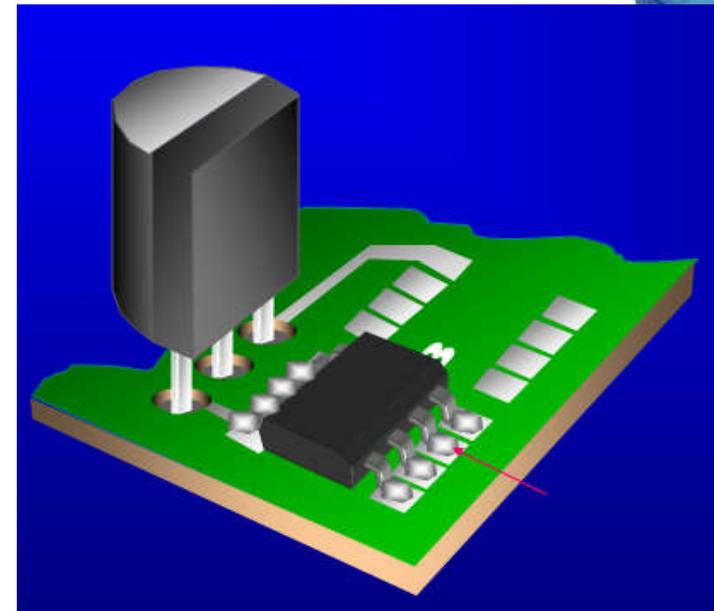
- 按与PCB板的连接方式划分为:



PTH-Pin Through Hole, 通孔式;

SMT-Surface Mount Technology, 表面贴装式。

目前市面上大部分IC均采为**SMT**式的



IC Package (IC的封装形式)

- 按封装外型可分为:

SOT、QFN、SOIC、TSSOP、QFP、BGA、CSP等;

封装形式和工艺逐步高级和复杂

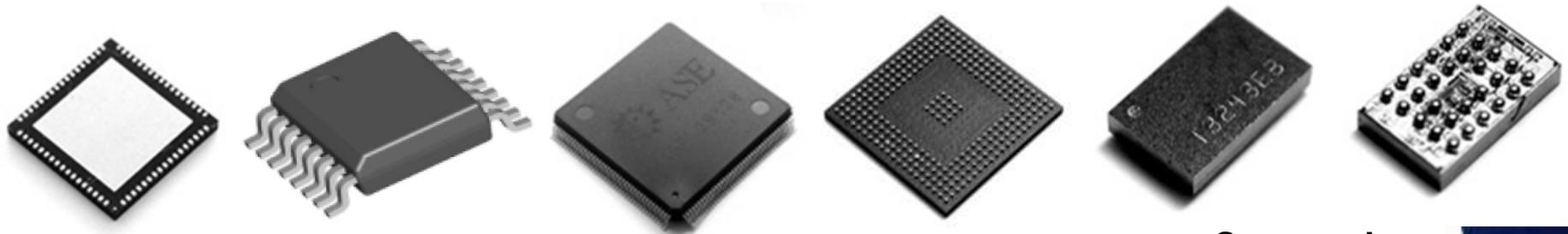
- 决定封装形式的两个关键因素:

- 封装效率。芯片面积/封装面积，尽量接近**1:1**;
- 引脚数。引脚数越多，越高级，但是工艺难度也相应增加;

其中，**CSP**由于采用了**Flip Chip**技术和裸片封装，达到了芯片面积/封装面积=**1:1**，为目前最高级的技术;

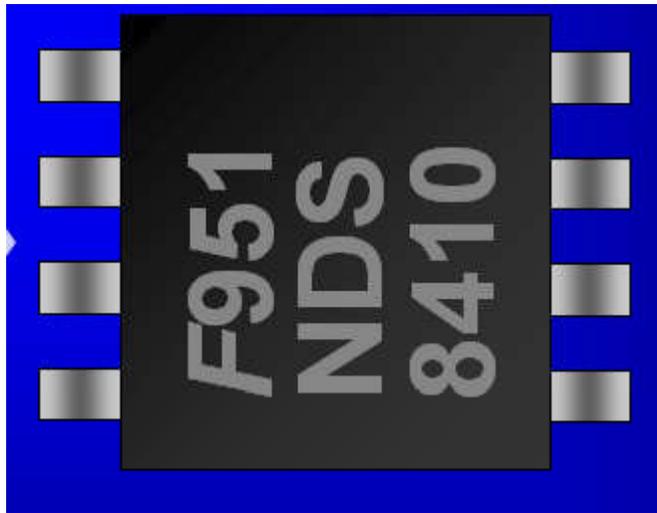
IC Package (IC的封装形式)

- QFN—Quad Flat No-lead Package 四方无引脚扁平封装
- SOIC—Small Outline IC 小外形IC封装
- TSSOP—Thin Small Shrink Outline Package 薄小外形封装
- QFP—Quad Flat Package 四方引脚扁平式封装
- BGA—Ball Grid Array Package 球栅阵列式封装
- CSP—Chip Scale Package 芯片尺寸级封装

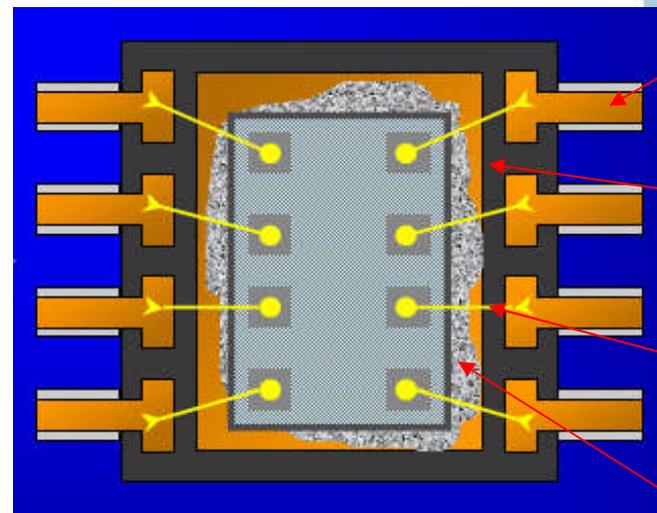


Logo

IC Package Structure (IC结构图)



TOP VIEW



Lead Frame

引线框架

Die Pad

芯片焊盘

Gold Wire

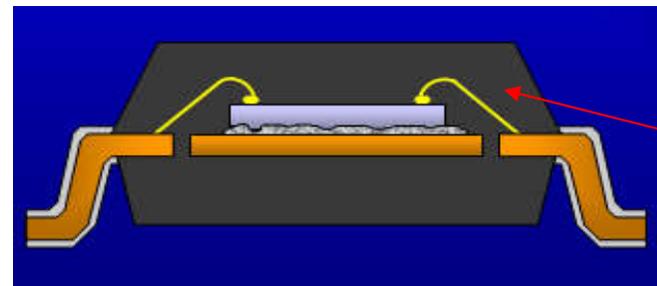
金线

Epoxy

银浆



SIDE VIEW



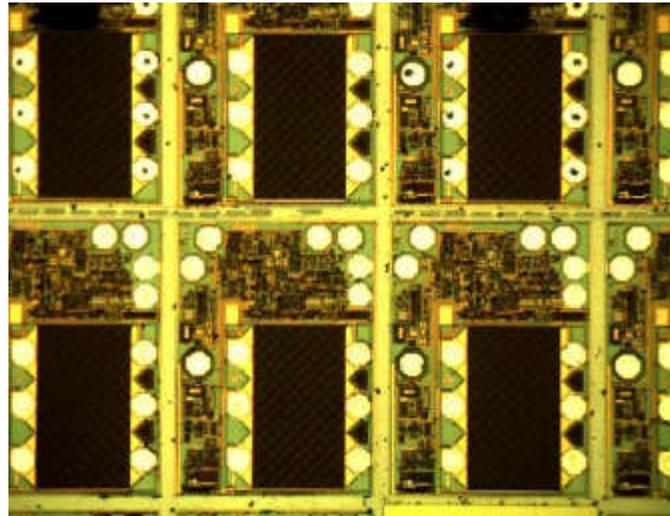
Mold Compound

环氧树脂

Logo

Raw Material in Assembly(封装原材料)

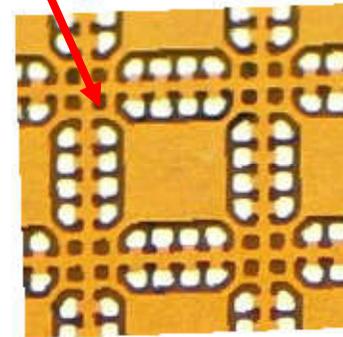
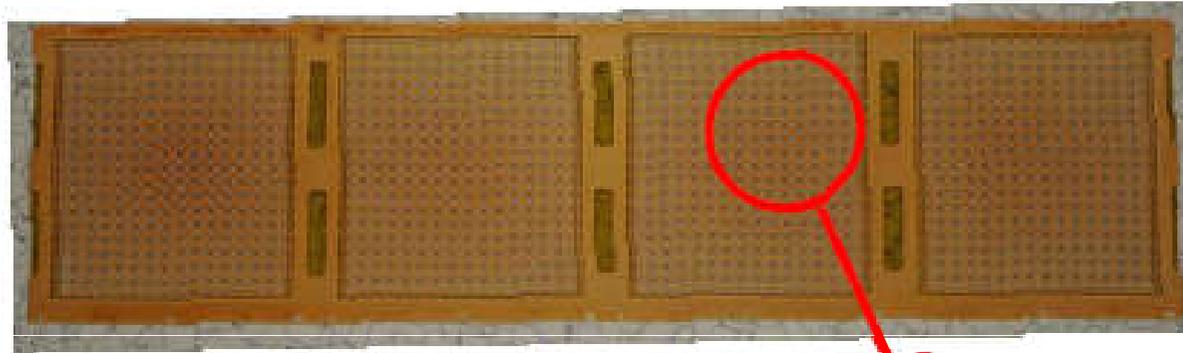
【Wafer】晶圆



.....

Raw Material in Assembly(封装原材料)

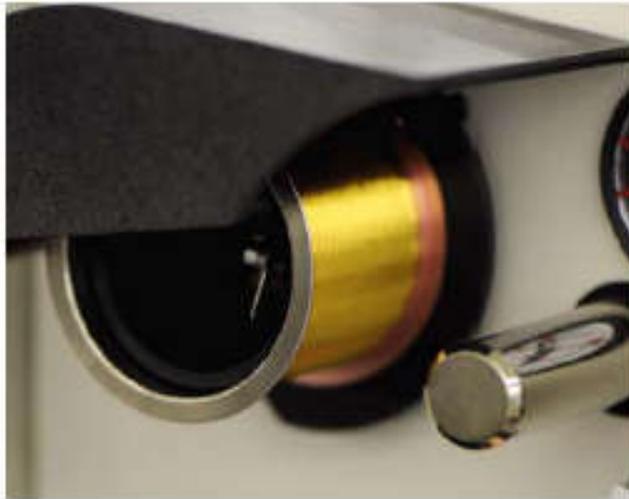
【Lead Frame】引线框架



- 提供电路连接和**Die**的固定作用；
- 主要材料为铜，会在上面进行镀银、**NiPdAu**等材料；
- **L/F**的制程有**Etch**和**Stamp**两种；
- 易氧化，存放于氮气柜中，湿度小于**40%RH**；
- 除了**BGA**和**CSP**外，其他**Package**都会采用**Lead Frame**，**BGA**采用的是**Substrate**；

Raw Material in Assembly(封装原材料)

【Gold Wire】焊接金线



- 实现芯片和外部引线框架的电性和物理连接;
- 金线采用的是**99.99%**的高纯度金;
- 同时,出于成本考虑,目前有采用铜线和铝线工艺的。优点是成本降低,同时工艺难度加大,良率降低;
- 线径决定可传导的电流; **0.8mil, 1.0mil, 1.3mils, 1.5mils和2.0mils;**

Raw Material in Assembly(封装原材料)

【Mold Compound】塑封料/环氧树脂

- 主要成分为：环氧树脂及各种添加剂（固化剂，改性剂，脱模剂，染色剂，阻燃剂等）；
- 主要功能为：在熔融状态下将**Die**和**Lead Frame**包裹起来，提供物理和电气保护，防止外界干扰；
- 存放条件：零下5° 保存，常温下需回温**24**小时；



Raw Material in Assembly(封装原材料)

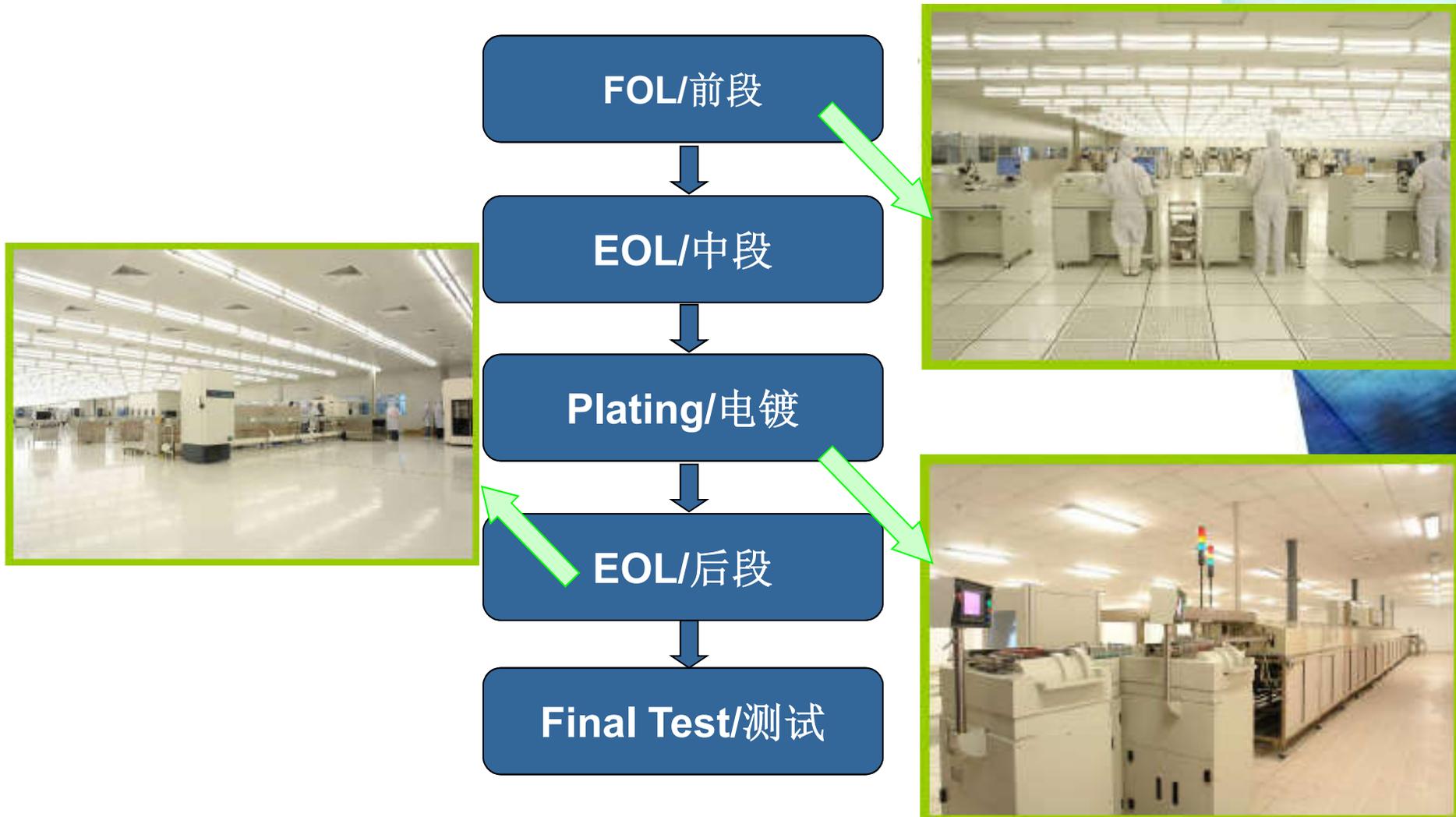
【Epoxy】银浆



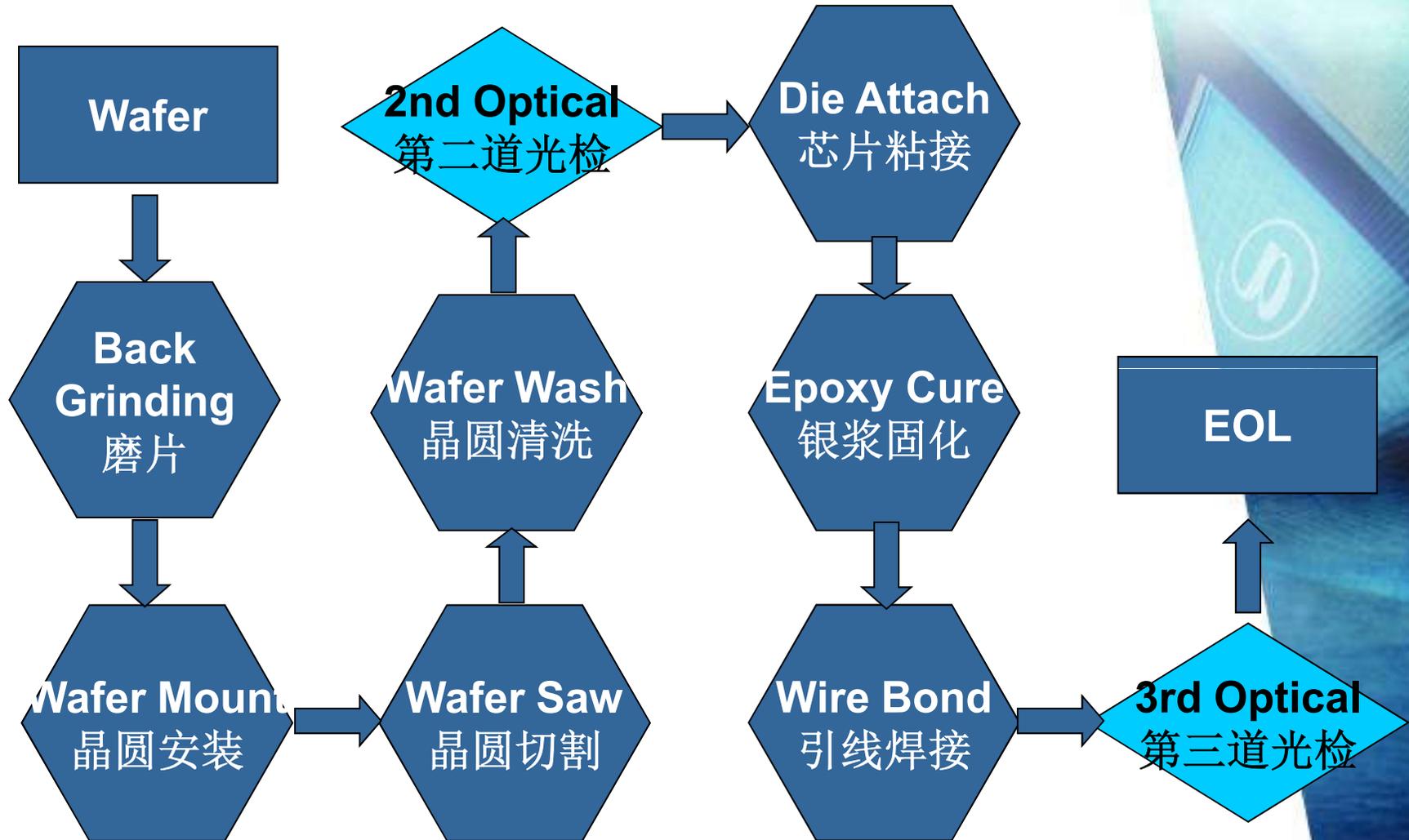
- 成分为环氧树脂填充金属粉末（Ag）；
- 有三个作用：将Die固定在Die Pad上；
散热作用，导电作用；
- 50° 以下存放，使用之前回温24小时；

Logo

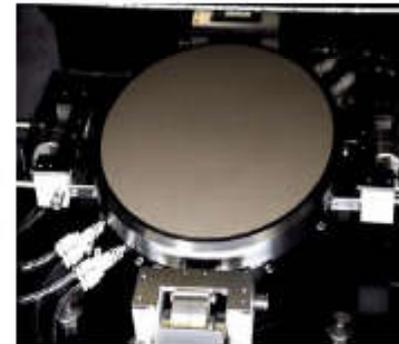
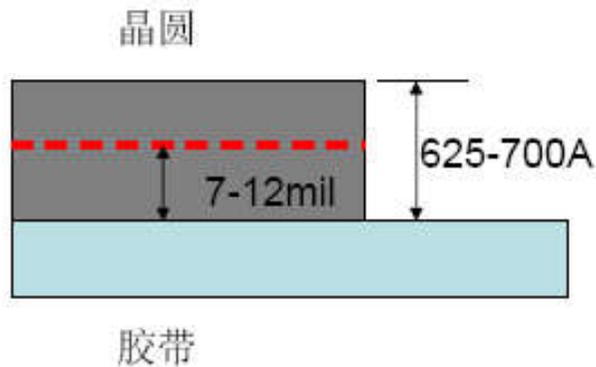
Typical Assembly Process Flow



FOL- Front of Line 前段工艺



FOL- Back Grinding 背面减薄



- 将从晶圆厂出来的**Wafer**进行背面研磨，来减薄晶圆达到封装需要的厚度（**8mils~10mils**）；
- 磨片时，需要在正面（**Active Area**）贴胶带保护电路区域同时研磨背面。研磨之后，去除胶带，测量厚度；

FOL- Wafer Saw晶圆切割



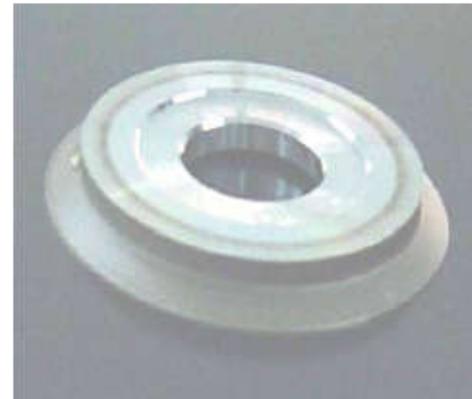
- 将晶圆粘贴在蓝膜（Mylar）上，使得即使被切割开后，不会散落；
- 通过Saw Blade将整片Wafer切割成一个个独立的Dice，方便后面的Die Attach等工序；
- Wafer Wash主要清洗Saw时候产生的各种粉尘，清洁Wafer；

Logo

FOL- Wafer Saw 晶圆切割



Wafer Saw Machine



Saw Blade(切割刀片):

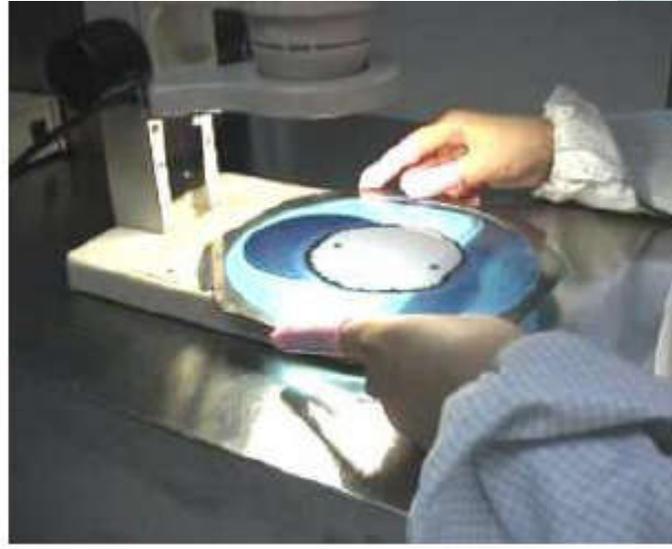
Life Time: 900~1500M;

Spindler Speed: 30~50K rpm;

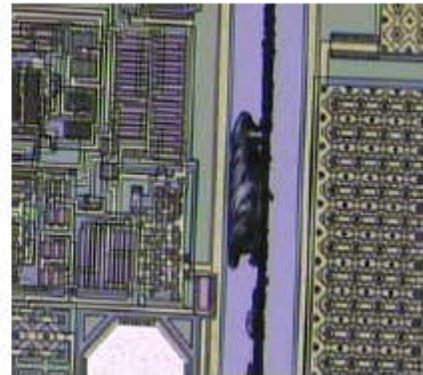
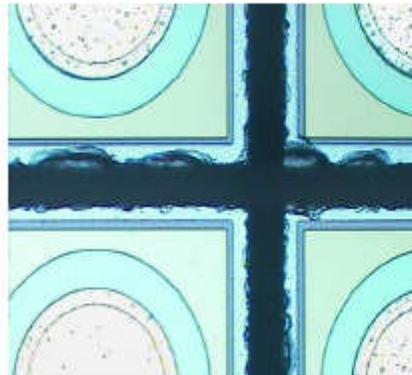
Feed Speed: 30~50/s;

Logo

FOL- 2nd Optical Inspection 二光检查



主要是针对**Wafer Saw**之后在显微镜下进行**Wafer**的外观检查，是否有出现废品。



Chipping Die
崩边

FOL- Die Attach 芯片粘接



Epoxy Storage:
零下50度存放;

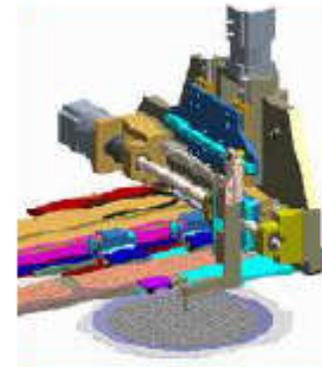
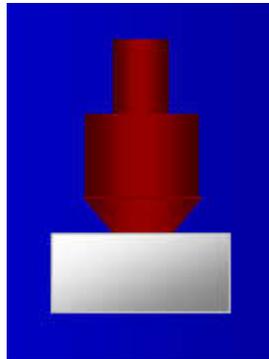


Epoxy Aging:
使用之前回温, 除去气泡;



Epoxy Writing:
点银浆于L/F的Pad上, **Pattern**可选;

FOL- Die Attach 芯片粘接



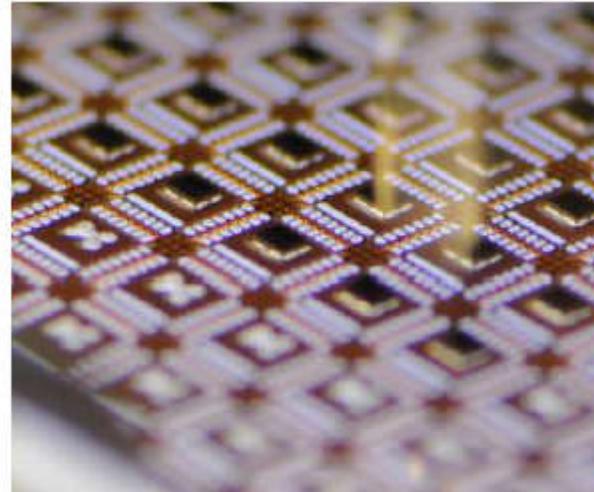
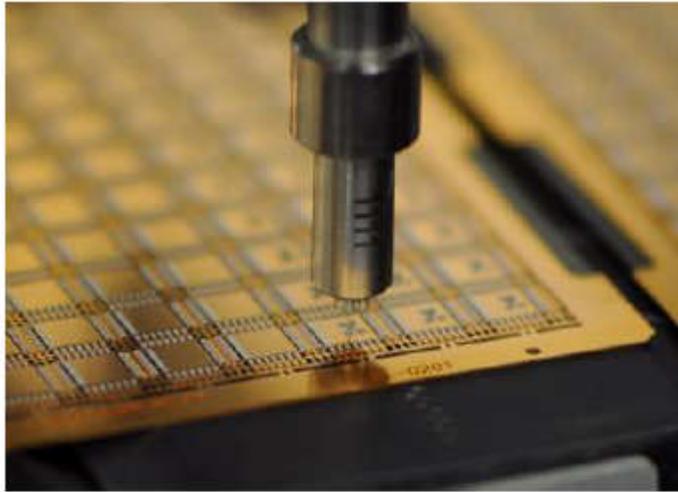
芯片拾取过程:

- 1、**Ejector Pin**从wafer下方的**Mylar**顶起芯片，使之便于脱离蓝膜；
- 2、**Collect/Pick up head**从上方吸起芯片，完成从**Wafer**到**L/F**的运输过程；
- 3、**Collect**以一定的力将芯片**Bond**在点有银浆的**L/F**的**Pad**上，具体位置可控；
- 4、**Bond Head Resolution:**
X-0.2um; Y-0.5um; Z-1.25um;
- 5、**Bond Head Speed:** 1.3m/s;



Logo

FOL- Die Attach 芯片粘接



**Epoxy Write:
Coverage >75%;**

**Die Attach:
Placement <0.05mm;**



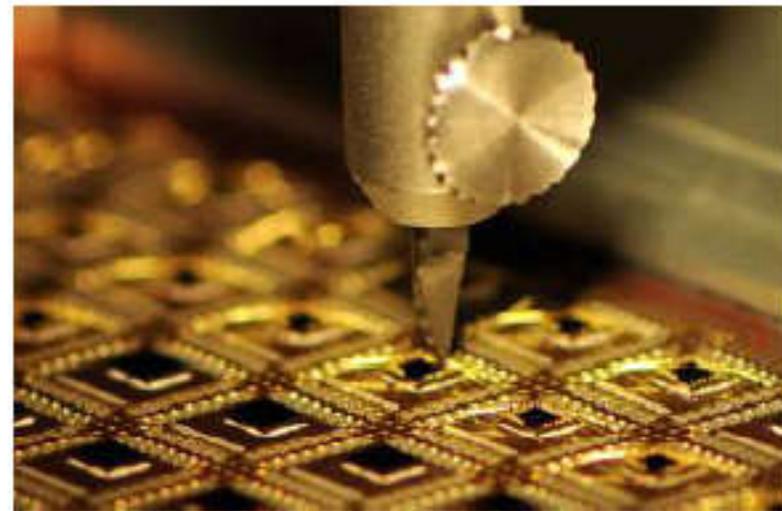
Logo

FOL- Epoxy Cure 银浆固化



银浆固化:

175° C, 1个小时;
N2环境, 防止氧化:

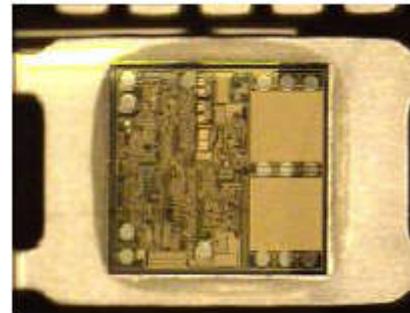


Die Attach质量检查:

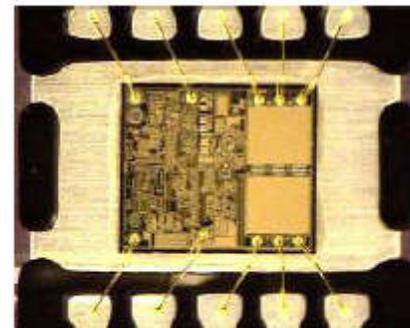
Die Shear (芯片剪切力)

Logo

FOL- Wire Bonding 引线焊接



Before



After

※利用高纯度的金线（**Au**）、铜线（**Cu**）或铝线（**Al**）把 **Pad** 和 **Lead**通过焊接的方法连接起来。**Pad**是芯片上电路的外接点，**Lead**是 **Lead Frame**上的 连接点。

W/B是封装工艺中最为关键的一部工艺。

FOL- Wire Bonding 引线焊接

Key Words:

Capillary: 陶瓷劈刀。W/B工艺中最核心的一个Bonding Tool，内部为空心，中间穿上金线，并分别在芯片的Pad和Lead Frame的Lead上形成第一和第二焊点；

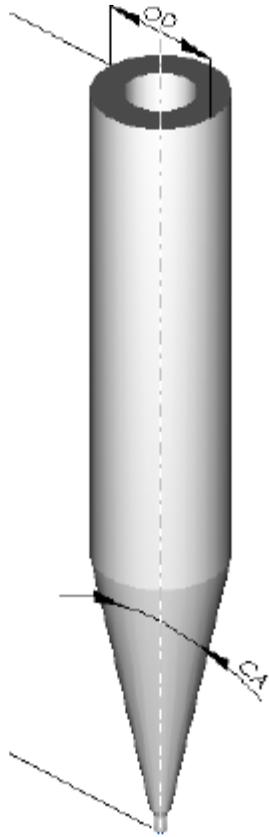
EFO: 打火杆。用于在形成第一焊点时的烧球。打火杆打火形成高温，将外露于Capillary前端的金线高温熔化成球形，以便在Pad上形成第一焊点（Bond Ball）；

Bond Ball: 第一焊点。指金线在Cap的作用下，在Pad上形成的焊接点，一般为一个球形；

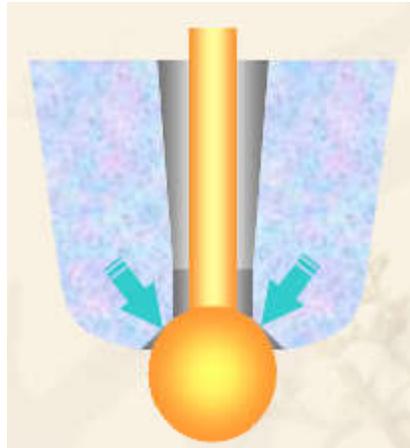
Wedge: 第二焊点。指金线在Cap的作用下，在Lead Frame上形成的焊接点，一般为月牙形（或者鱼尾形）；

W/B四要素: 压力（Force）、超声（USG Power）、时间（Time）、温度（Temperature）；

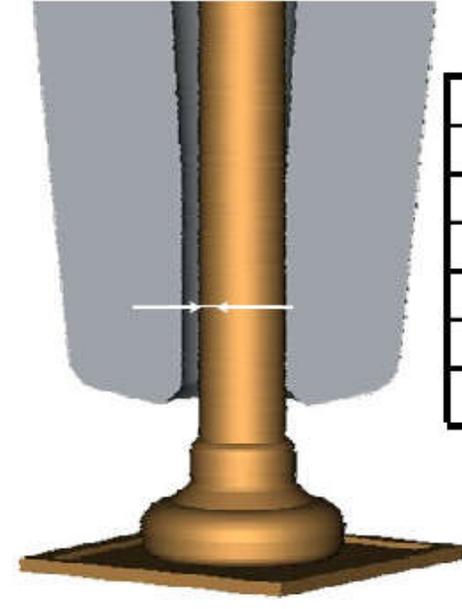
FOL- Wire Bonding 引线焊接



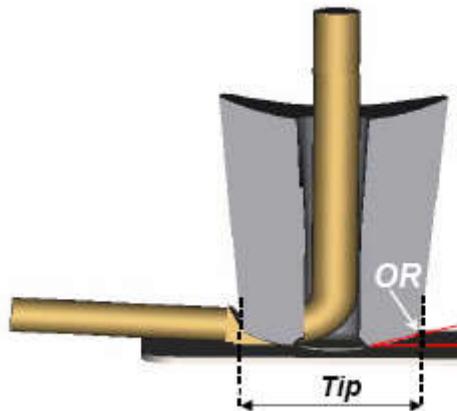
陶瓷的Capillary



内穿金线，并且在EFO的作用下，高温烧球；

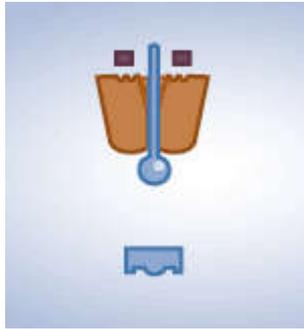


金线在Cap施加的一定压力和超声的作用下，形成Bond Ball；

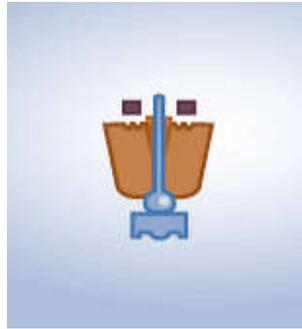


金线在Cap施加的一定压力作用下，形成Wedge；

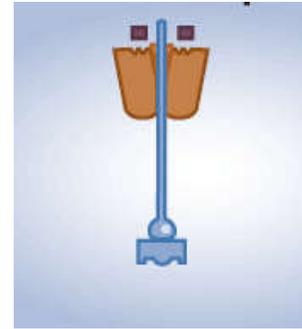
FOL- Wire Bonding 引线焊接



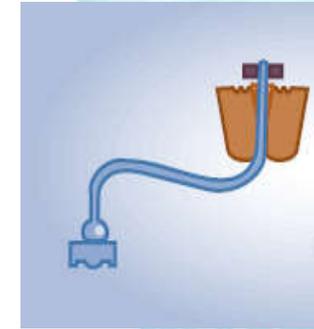
EFO打火杆在磁嘴前烧球



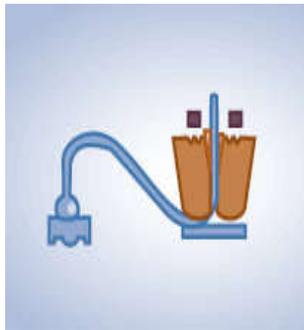
Cap下降到芯片的Pad上，加**Force**和**Power**形成第一焊点



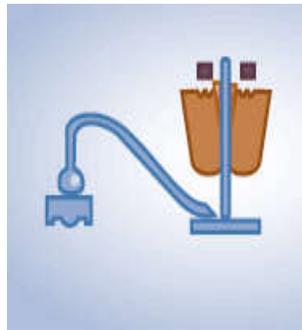
Cap牵引金线上升



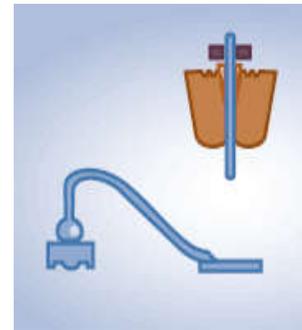
Cap运动轨迹形成良好的**Wire Loop**



Cap下降到**Lead Frame**形成焊接



Cap侧向划开，将金线切断，形成鱼尾



Cap上提，完成一次动作

FOL- Wire Bonding 引线焊接

Wire Bond的质量控制:

Wire Pull、**Stitch Pull** (金线颈部和尾部拉力)

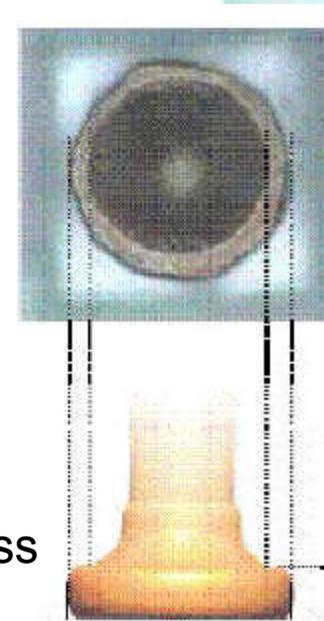
Ball Shear (金球推力)

Wire Loop (金线弧高)

Ball Thickness (金球厚度)

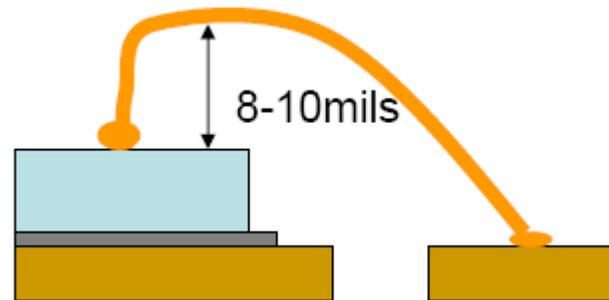
Crater Test (弹坑测试)

Intermetallic (金属间化合物测试)



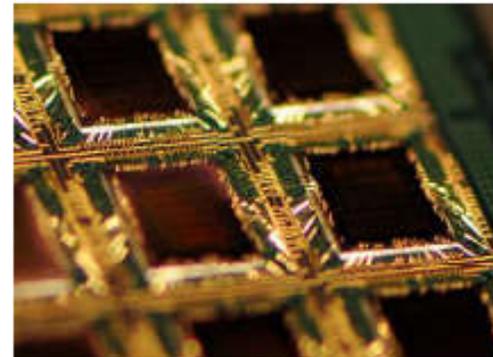
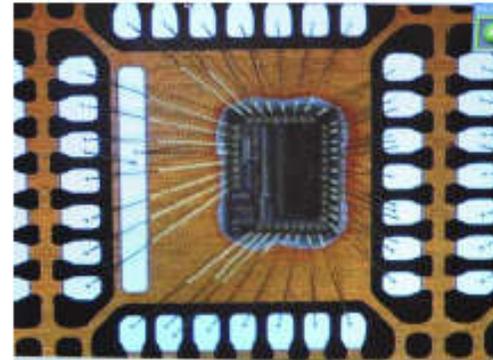
Thickness

Size



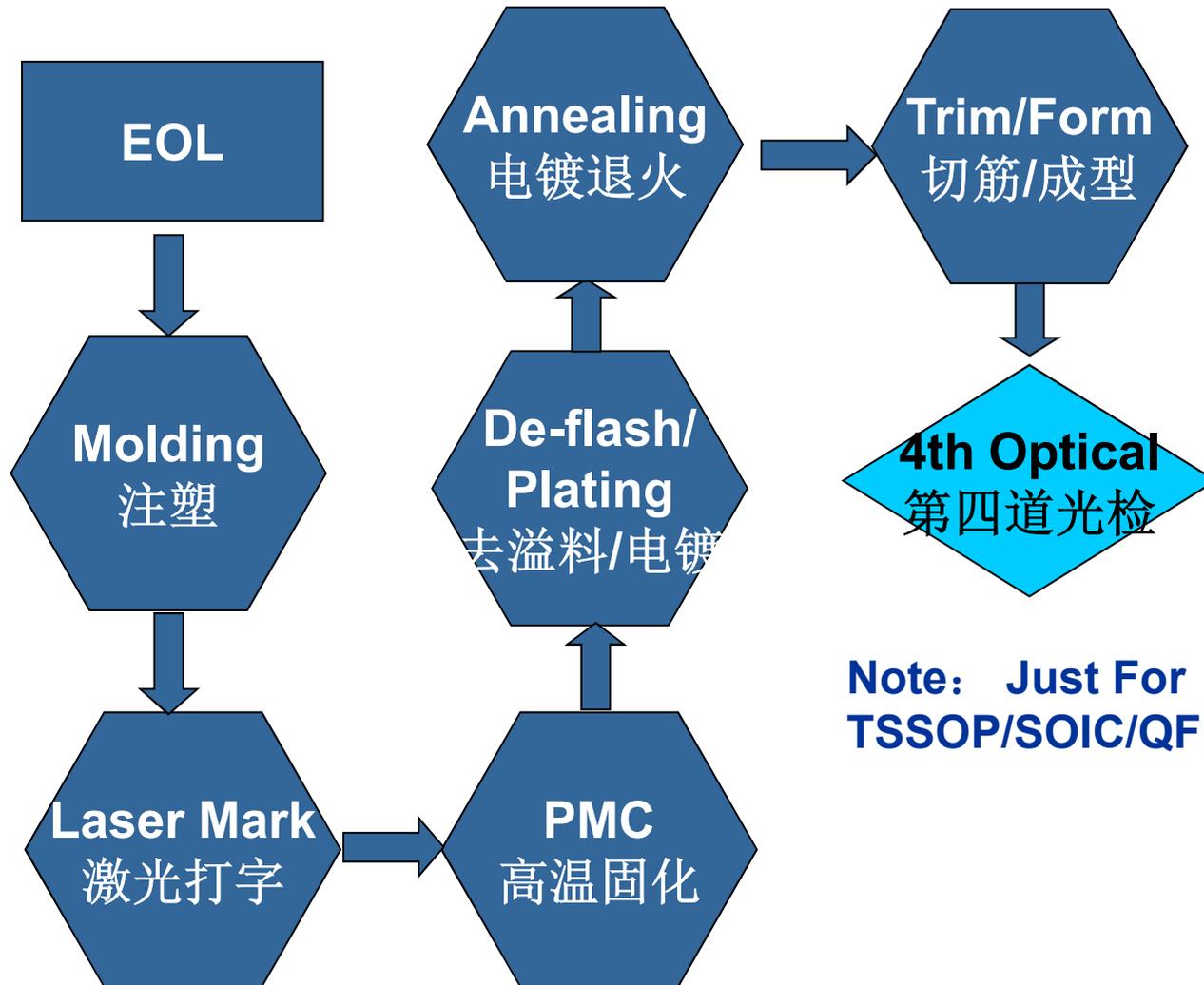
Logo

FOL- 3rd Optical Inspection 三光检查



检查Die Attach和Wire Bond之后有无各种废品

EOL- End of Line后段工艺



Note: Just For TSSOP/SOIC/QFP package

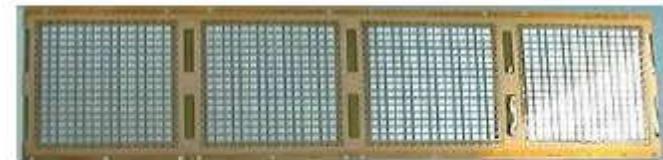
Logo

EOL- Molding (注塑)

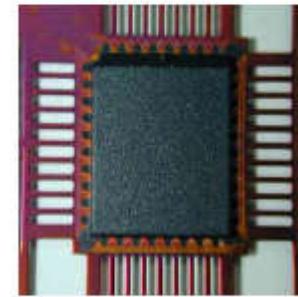
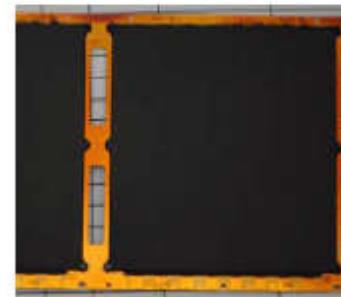
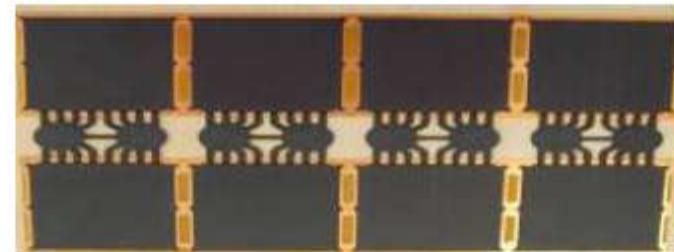


※为了防止外部环境的冲击，利用**EMC**把**Wire Bonding**完成后的产品封装起来的过程，并需要加热硬化。

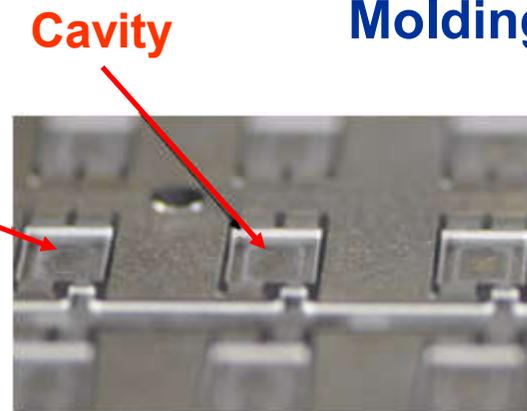
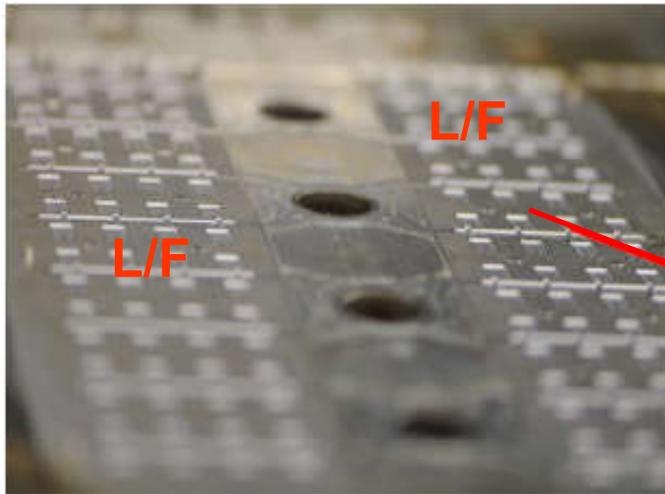
Before Molding



After Molding



EOL- Molding (注塑)



Molding Tool (模具)

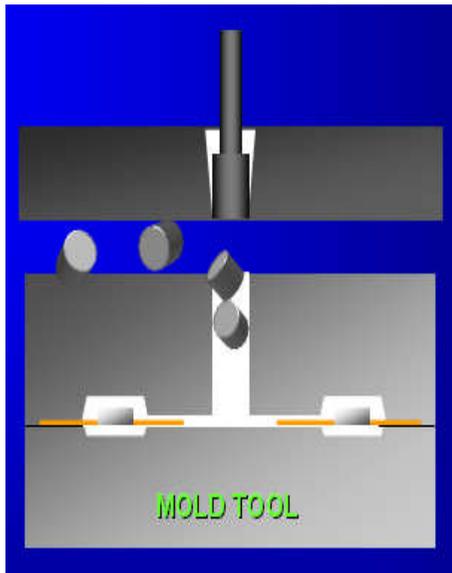
➤ **EMC** (塑封料) 为黑色块状，低温存储，使用前需先回温。其特性为：在高温下先处于熔融状态，然后会逐渐硬化，最终成型。

➤ **Molding**参数：

**Molding Temp: 175~185° C; Clamp Pressure: 3000~4000N;
Transfer Pressure: 1000~1500Psi; Transfer Time: 5~15s;
Cure Time: 60~120s;**

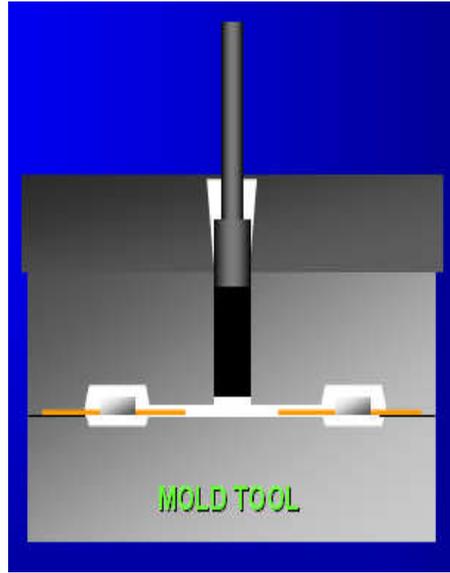
EOL- Molding (注塑)

Molding Cycle

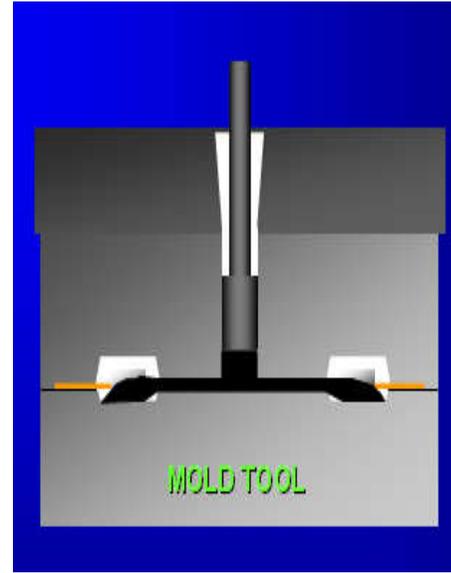


-L/F置于模具中，每个Die位于Cavity中，模具合模。

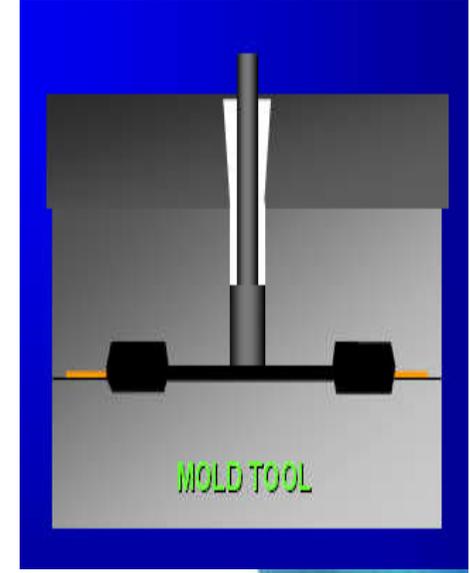
-块状EMC放入模具孔中



-高温下，EMC开始熔化，顺着轨道流向Cavity中



-从底部开始，逐渐覆盖芯片

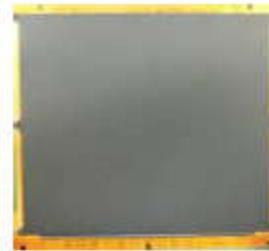


-完全覆盖包裹完毕，成型固化

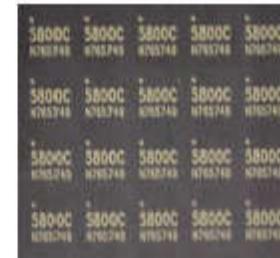
EOL- Laser Mark (激光打字)



Before



After

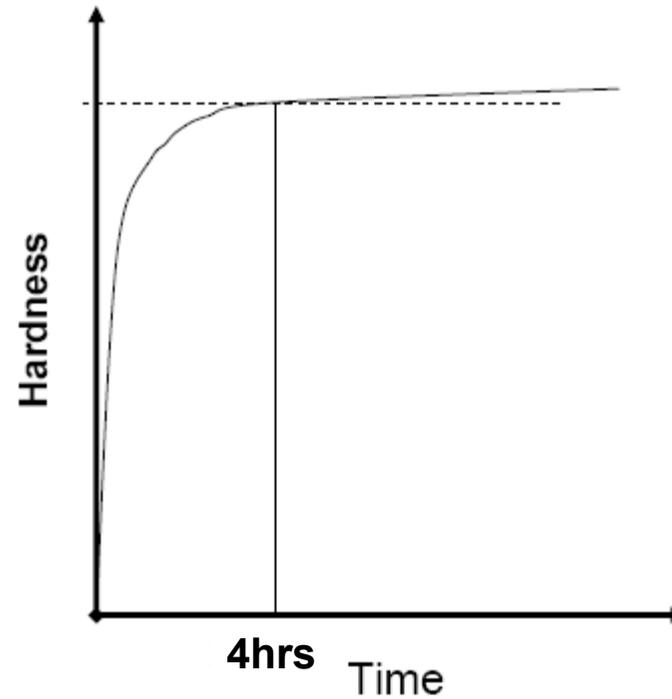


在产品 (**Package**) 的正面或者背面
激光刻字。内容有：产品名称，生产
日期，生产批次等；

EOL- Post Mold Cure (模后固化)



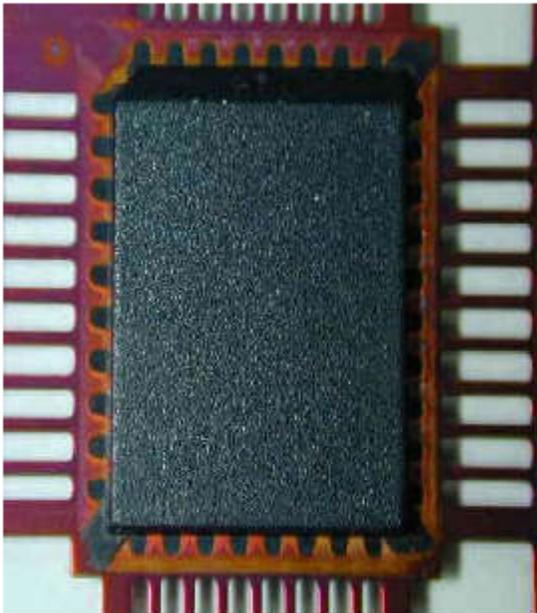
ESPEC Oven



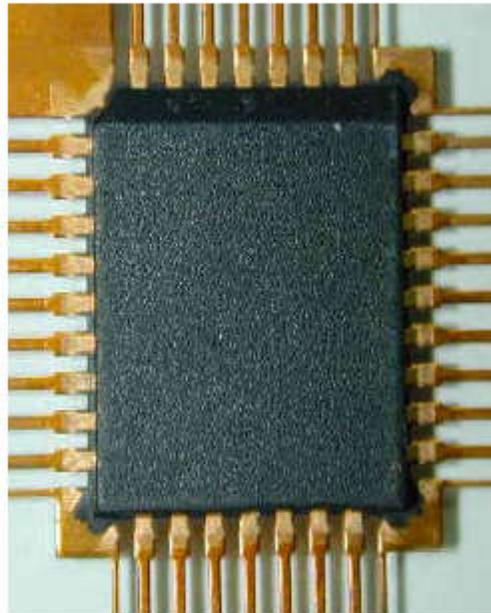
用于Molding后塑封料的固化，保护IC内部结构，消除内部应力。
Cure Temp: $175 \pm 5^\circ \text{C}$; Cure Time: 8Hrs

EOL- De-flash (去溢料)

Before



After



目的: **De-flash**的目的在于去除**Molding**后在管体周围**Lead**之间多余的溢料;

方法: 弱酸浸泡, 高压水冲洗;

EOL- Plating (电镀)

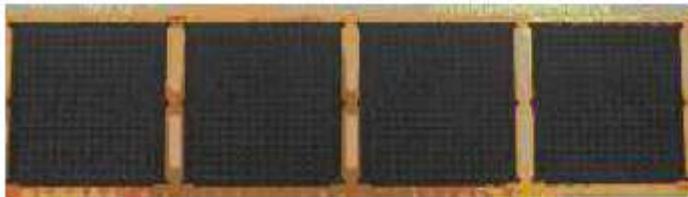


□ 利用金属和化学的方法，在**Leadframe**的表面镀上一层镀层，以防止外界环境的影响（潮湿和热）。并且使元器件在**PCB**板上容易焊接及提高导电性。

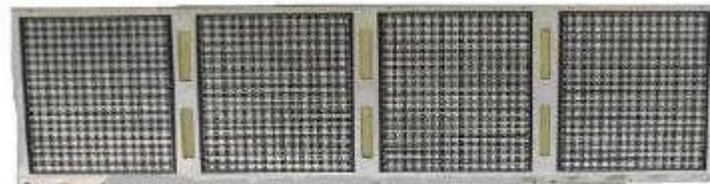
□ 电镀一般有两种类型：

Pb-Free: 无铅电镀，采用的是**>99.95%**的高纯度的锡（**Tin**），为目前普遍采用的技术，符合**Rohs**的要求；

Tin-Lead: 铅锡合金。**Tin**占**85%**，**Lead**占**15%**，由于不符合**Rohs**，目前基本被淘汰；

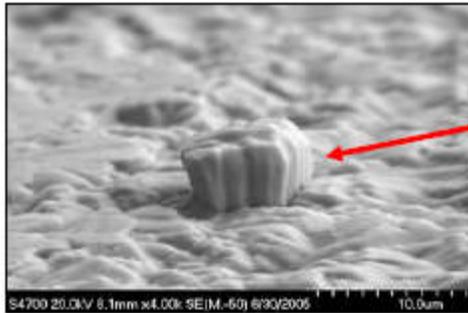
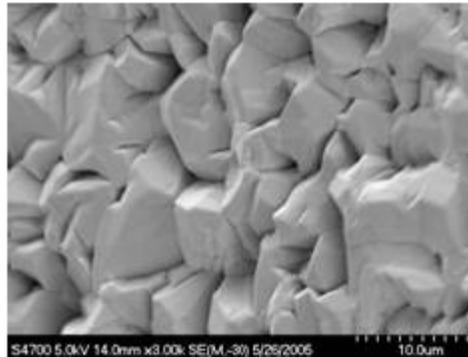


Before Plating



After Plating

EOL- Post Annealing Bake (电镀退火)



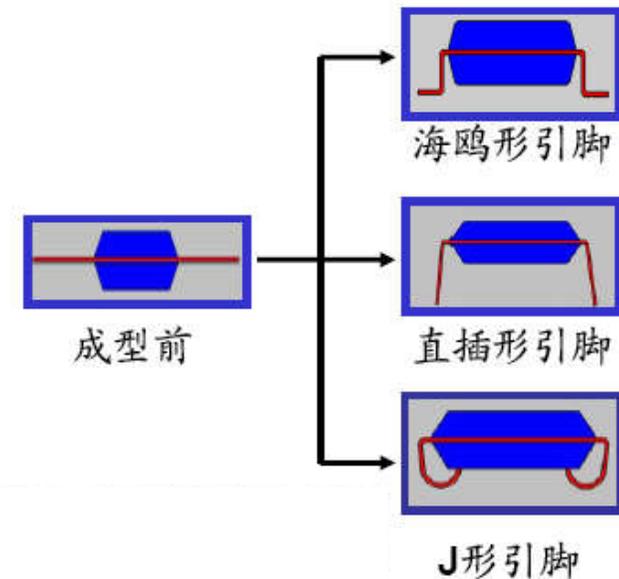
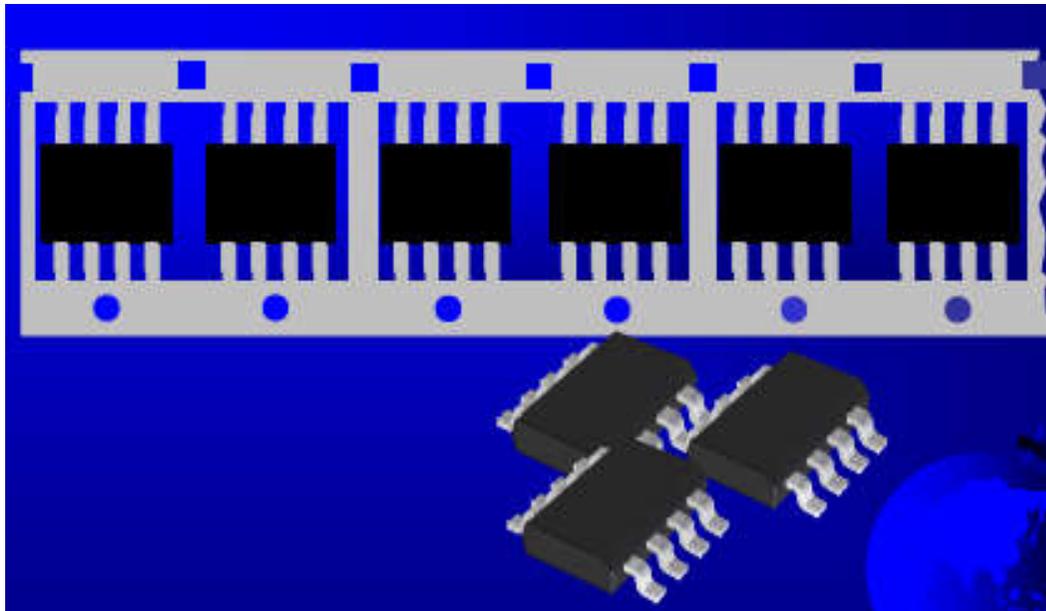
晶须，又叫 **Whisker**，是指锡在长时间的潮湿环境和温度变化环境下生长出的一种须状晶体，可能导致产品引脚的短路。

晶须

目的：让无铅电镀后的产品在高温下烘烤一段时间，目的在于消除电镀层潜在的晶须生长（**Whisker Growth**）的问题；

条件：**150+/-5C; 2Hrs;**

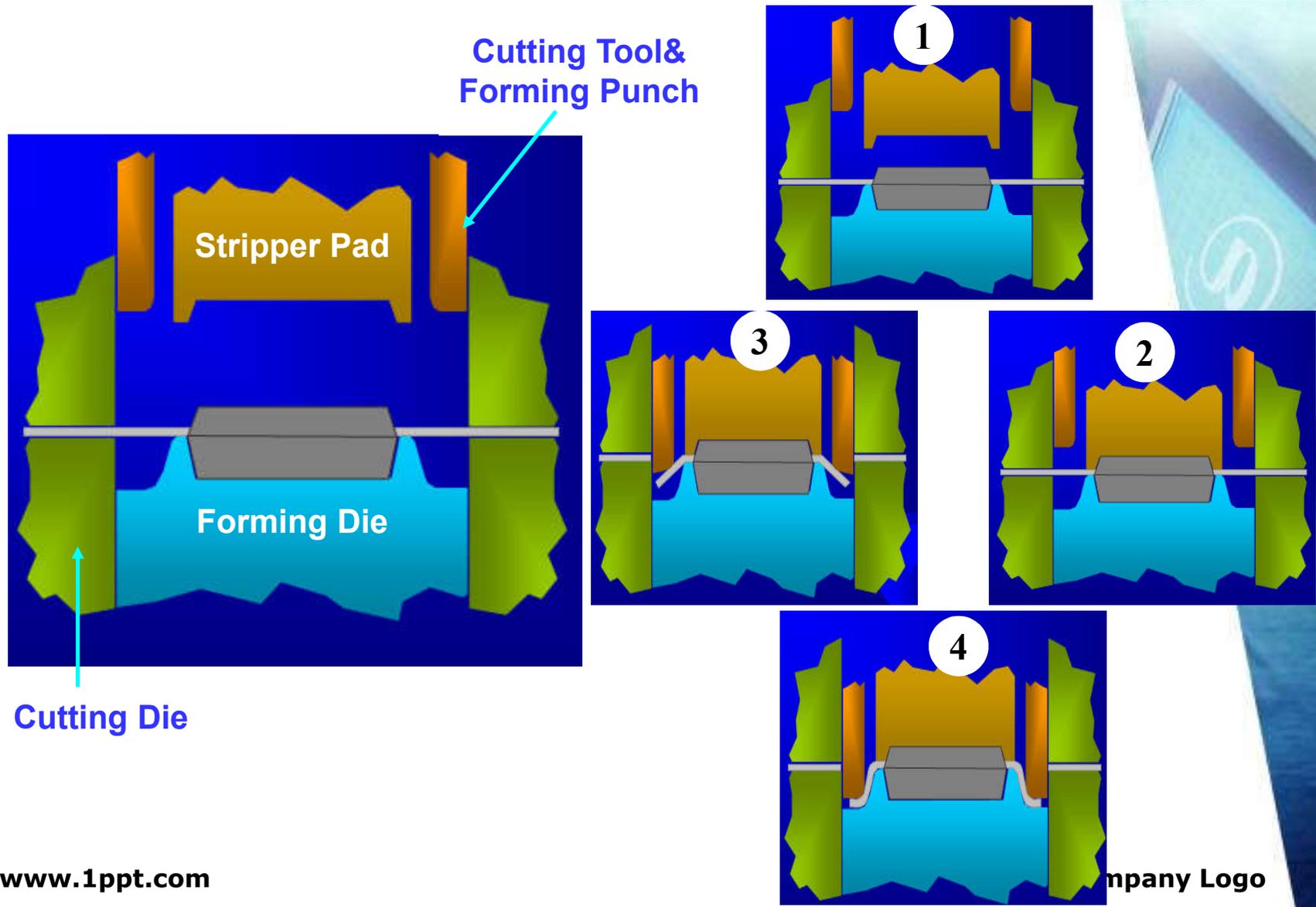
EOL- Trim&Form (切筋成型)



Trim: 将一条片的**Lead Frame**切割成单独的**Unit (IC)**的过程;

Form: 对**Trim**后的**IC**产品进行引脚成型, 达到工艺要求的形状, 并放置进**Tube**或者**Tray**盘中;

EOL- Trim&Form (切筋成型)



Logo

EOL- Final Visual Inspection (第四道光检)



Final Visual Inspection-FVI

在低倍放大镜下，对产品外观进行检查。主要针对**EOL**工艺可能产生的废品：例如**Molding**缺陷，电镀缺陷和**Trim/Form**缺陷等；

Logo

Introduction of IC Assembly Process

The End
Thank You !