

集成电路是怎么被制造出来的？

通用的集成电路芯片是怎么做出来的？



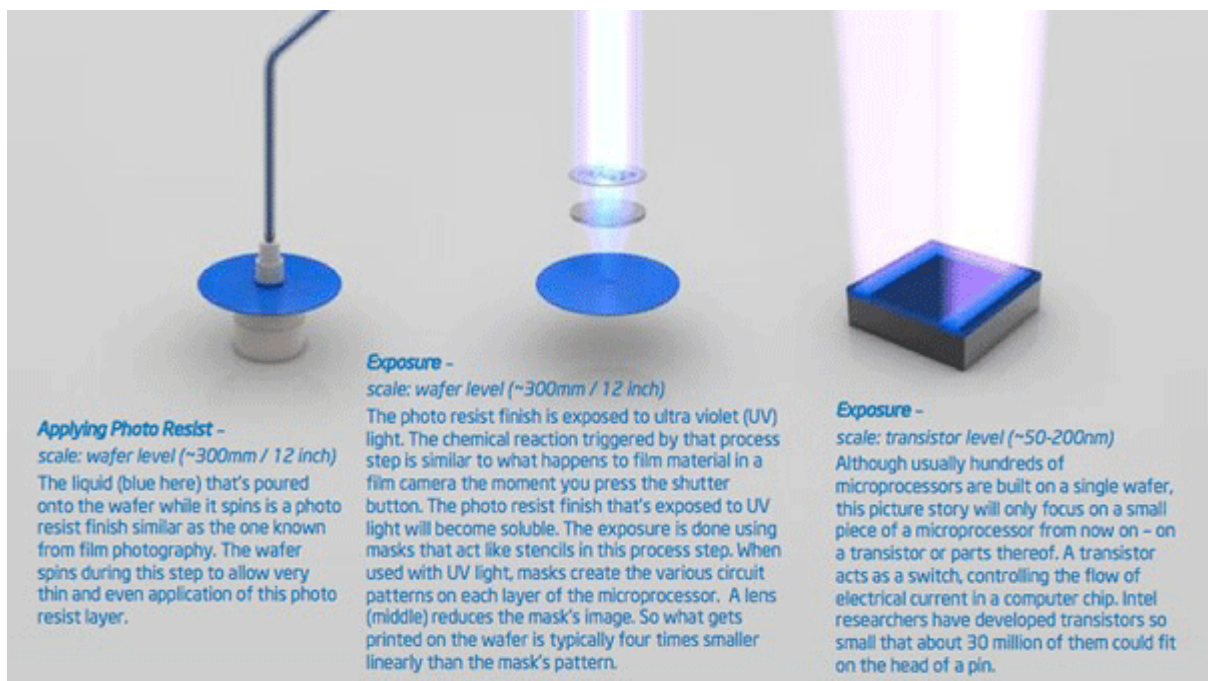
虽然这一组图片很明白的是 Intel 为自家的 Core i7 打的广告（「我们在这里以 Intel® Core i7 为例」），但仍然是了解现代处理器制作工艺的一个好方法。下图是第一组图，由沙到单晶硅的过程。



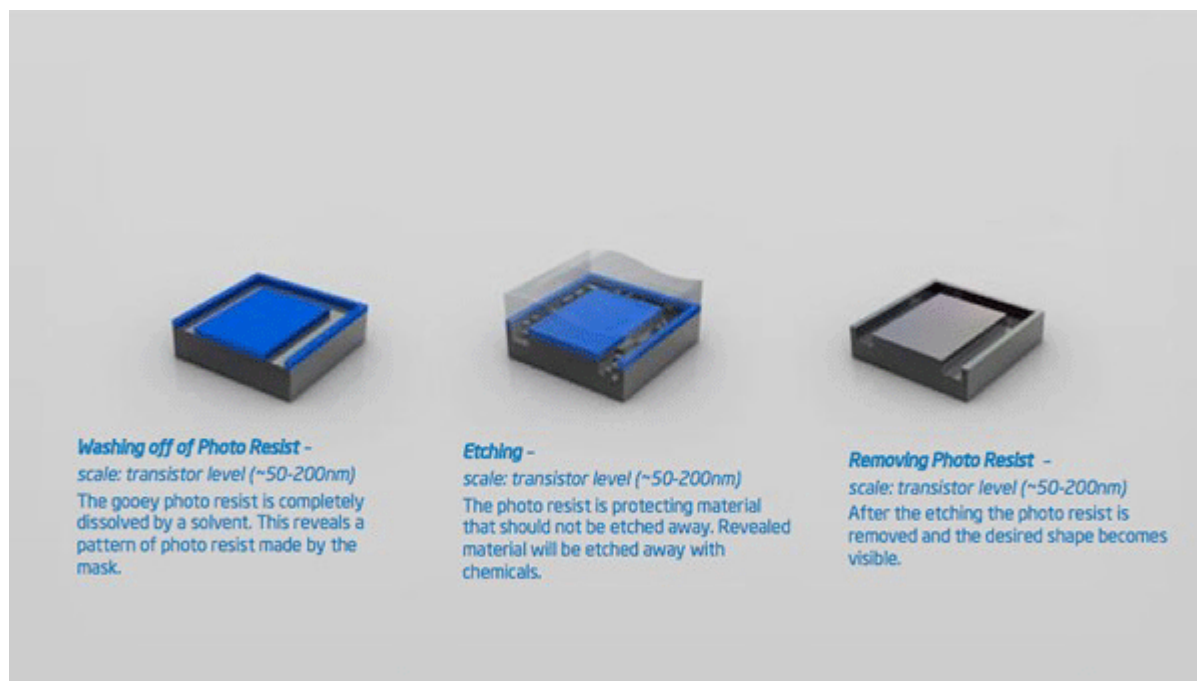
普通的沙子约有 25% 的硅，是地壳中仅次于氧的最常见元素，主要以二氧化硅的形态存在。这些硅经过多个步骤纯化后，达到足以制成芯片的质量 — 每十亿个硅原子中，仅能出现一个别种的原子。最后这些高纯度的硅原子结晶成一颗巨大的单晶硅（直径 8~12 吋），重可达 100 kg！



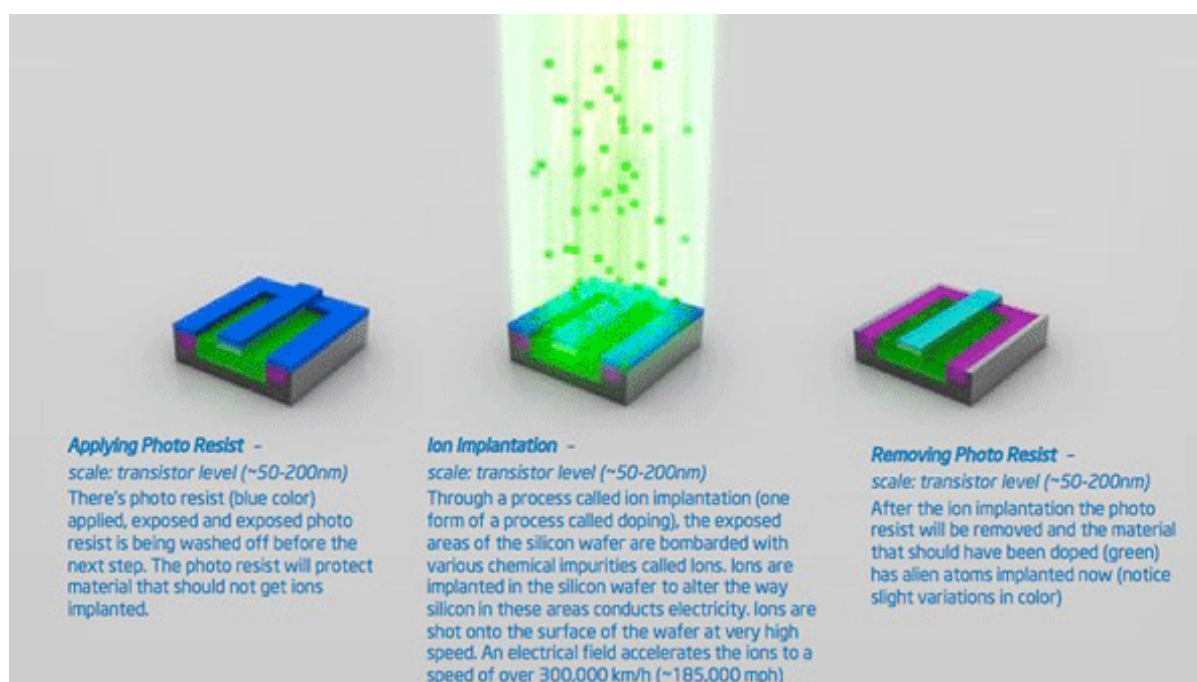
接下来，单晶硅块被横向切成一片片薄薄的薄片，每一片就是一片「晶圆」。这些晶圆经过抛光后，就形成了制造芯片的原料。最早期的晶圆因为技术的关系，直径大约只有两寸，而今天最先进的晶圆厂则已经可以处理 12 寸的晶圆了。晶圆直径越大，切割时浪费的部份就越少，而且每一颗芯片的单价越低。



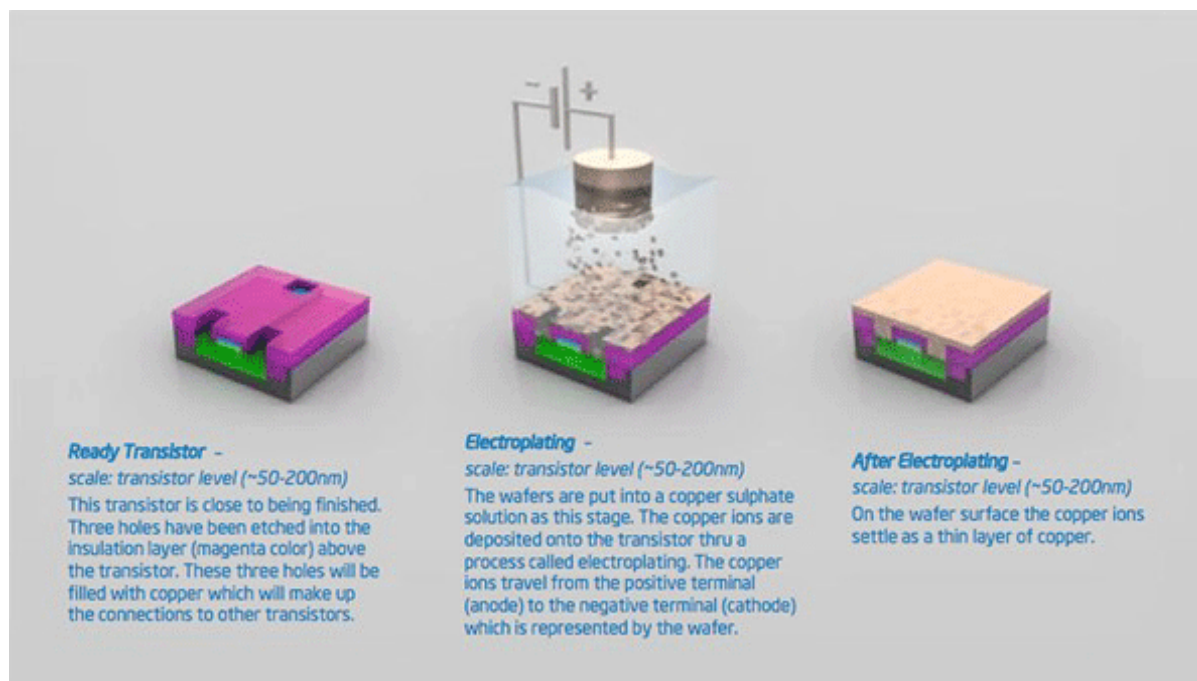
再下来就开始芯片的生产啦！整块晶圆被一层薄薄的特殊材质覆盖，这种材质的特性是当它被紫外线光照射到的部份，会变成可被溶液溶解。因此只要紫外线光透过一个有电路纹路的屏蔽照射在晶圆上，就可以在晶圆上印出和屏蔽相同的图案来。在屏蔽和晶圆间有片放大镜，可以将比较大号的屏蔽图案缩小后照在晶圆上。



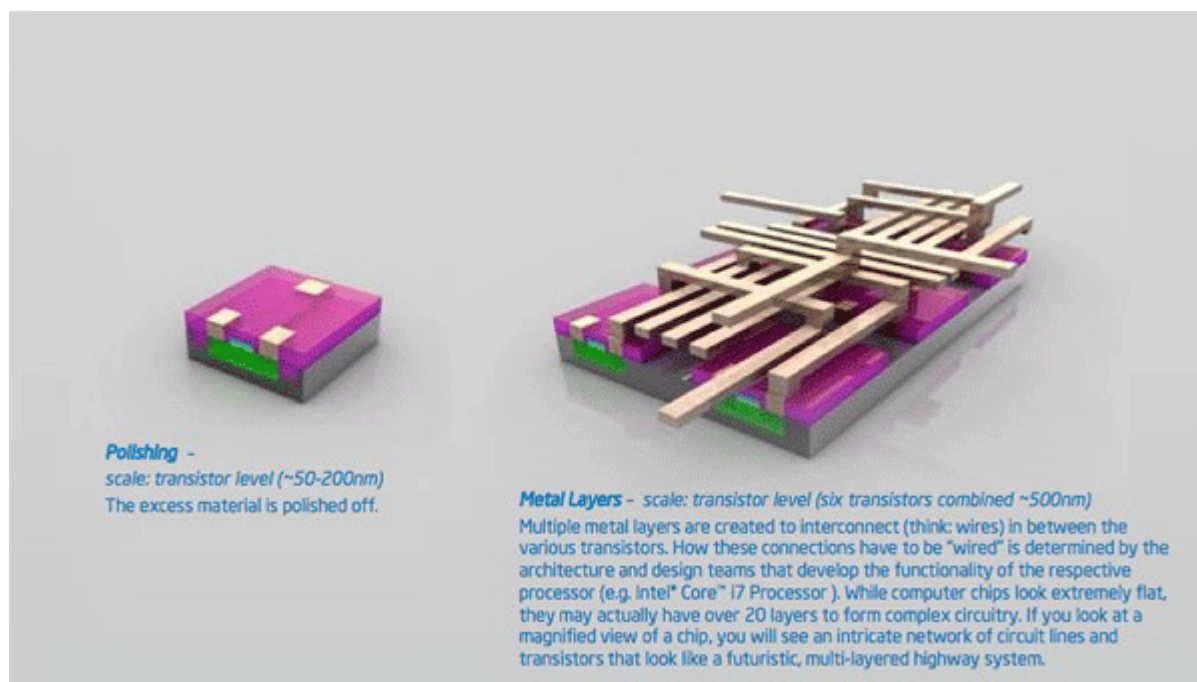
上一步的时候说过，被紫外线光照射到的部份会变成可溶解，所以这时候只要把晶圆泡在溶液里，被照射到的部份就会被溶掉，只剩下没被照射到的部份。剩下来的特殊材质成为保护硅的「保护膜」在下一步蚀刻时，有保护膜的部份不会被蚀刻掉。最后再把特殊材质洗掉，就变成有刻入纹路的硅晶了。



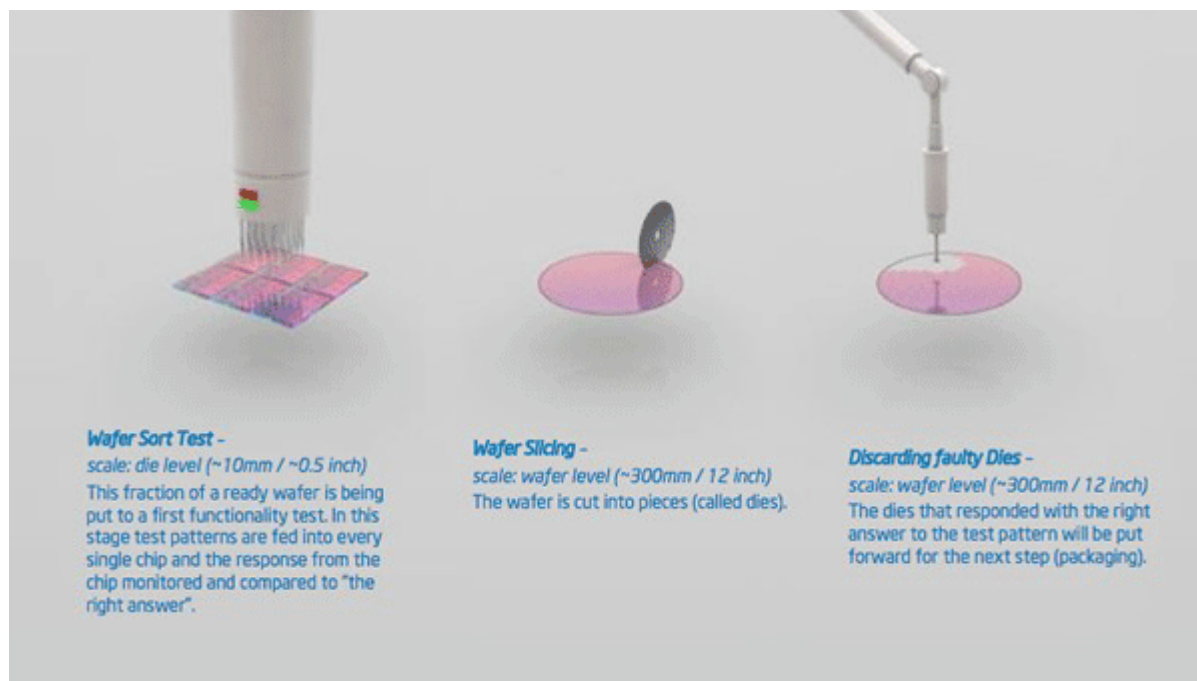
除了蚀刻纹路外，为晶圆「加料」也是一个常见的步骤。将不需要加料的部份同样的特殊材料保护起来，剩下来的部份用高速离子轰炸，就能改变硅的电气特性，形成不同的晶体管组件。在上图的例子中，绿色是被加料的部份，桃红色的是绝缘体，浅蓝色是被加另一种料的部份。



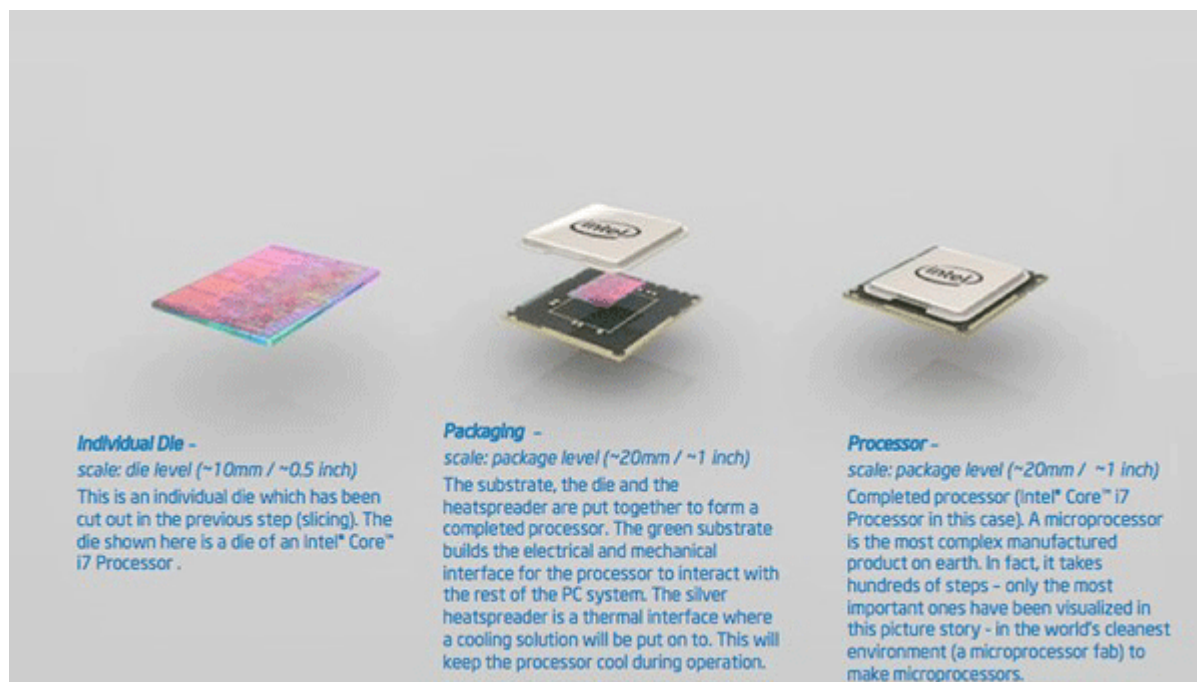
迷你的晶体管完成后，最后一步就是将整个晶体管绝缘起来，只留下未来要连接其它晶体管的接点。接点的制做方式，是将铜电镀到预先留好的洞里，再把多余的铜抛光磨掉。



下一步，就是在晶体管之间拉细细的铜线。哪条线该连到谁由芯片的设计所决定，但总而言之是非常复杂的。虽然芯片表面上看起来是平的，但事实上可以有多达 20 层的线穿缩在晶体管之间。



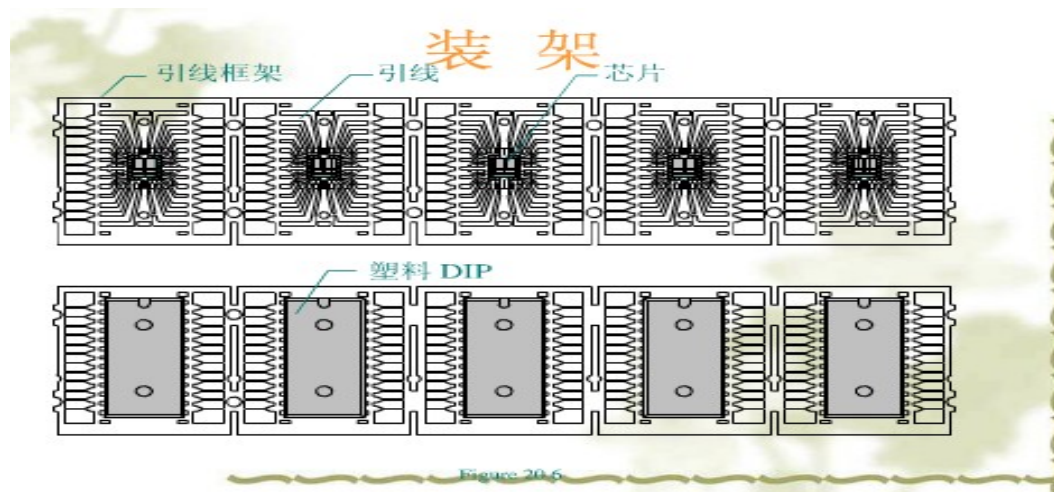
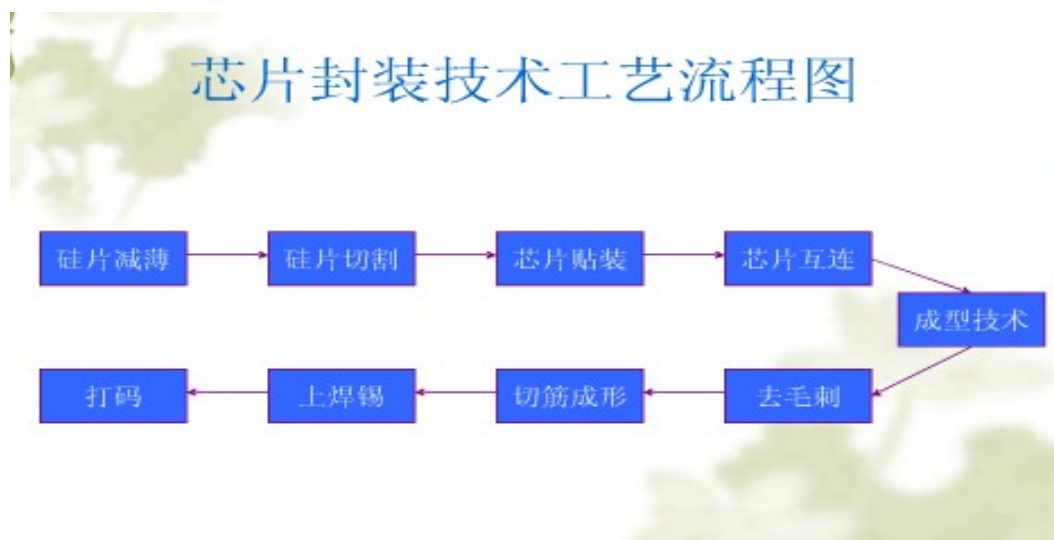
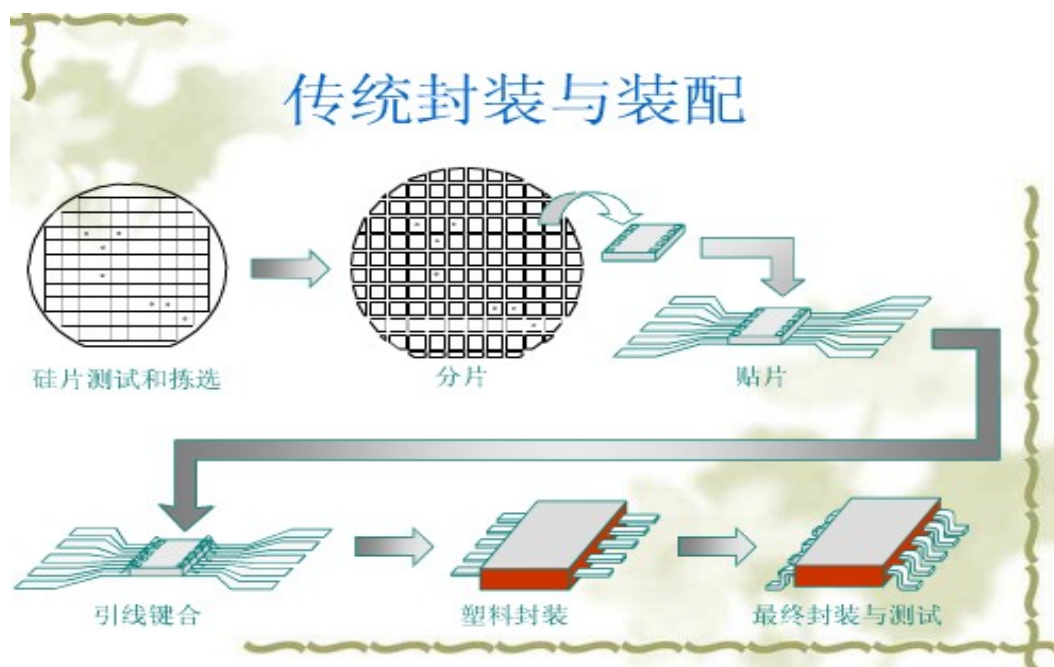
线拉完之后，芯片本身的制作就完成了。接下来是简单的测试，将一组特定的讯号送入芯片中，再比较输出的结果，看看有没有什么明显的大错误。然后晶圆被切割成一片片的芯片，先前测试不过关的不良品就此被抛弃。



过关的芯片下一步就是「封装」，将脆弱的芯片装入一个保护套内。封装好的芯片，就是我们所说的集成电路 IC 了。

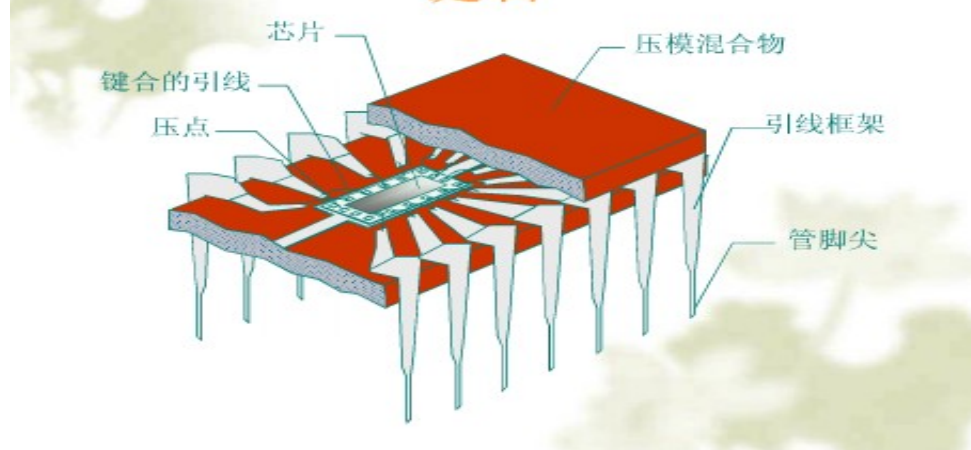
当然 BM 半导体的芯片没这么大，通常是 5 寸，6 寸，最大到 8 寸的晶圆而已，但是制作 WAFER 所必须的流程跟工序是一道也不少的。

下面说说芯片的封装流程：（只挑几个重要的步骤说明下，具体的说明要一本书）



- ❖ 在芯片封装中，器件失效大约四分之一到三分之一由芯片互连引起的。因此，互连技术对器件性能的影响和可靠性影响至关重要。

从芯片压点到引线框架的引线键合



引线键合的主要材料

- ❖ 金丝：用于热压焊、（热超声）金丝球焊；
- ❖ 铝丝、铝合金丝：用于超声焊；
- ❖ 铜：近年来，大量用于集成电路互连。铜比铝有较高的导电率；铜丝相对于金丝具有成本低、强度和刚度高、适合于细间距键合的优点。

铜打线要求保护的气体不同，也要求 WAFER 上的 PAD 的铝层厚度不同，打线过浅过深都会引起可靠性问题，附着的拉力大小变成功率器件的关键，从 2007 年开始的时候，铜线制程的问题不断，到现在已经走向成熟，因为成本比金线低很多，也给集成电路的价格降价打下基础。

密封技术

作用：主要起保护和抗潮作用，其工艺在内引线压焊完成后进行。

选择密封材料应考虑的因素：抗溶解能力，固化程序，配制方法，机械性能，热膨胀系数，离子污染水平以及最终使用环境等。

常用密封材料有：环氧树脂（常用）、硅胶、聚酰亚胺等。

典型成型技术工艺过程

❖ 转移成型技术使用的材料：**热固性聚合物**

❖ 成型技术工艺过程：

芯片放置于模具中---预成型块预加热----放入转移成型机---塑封料挤压到浇道----注入模腔---固化----保压---顶杆顶出----放入固化炉固化。

预热温度：**90~95℃**；模具温度：**170~175℃**

电镀也是比较重要的一个环节，里面涉及到铜管脚的防氧化，环保的要求。

上焊锡

❖ 主要工艺方法：**电镀、浸锡**

❖ 在框架引脚上作保护镀层，增加可焊性。

❖ 流程：**去飞边---去油---去氧化物---浸助焊剂---热浸锡---冲洗---烘干**

再经过切筋，打弯，及激光打印，测试装管，或测试编带的工序了，通常的 IC 封装的就是这样，只不过不同的封装厂的能力不同，材料不同，工艺也稍有差别。

我们 BM 半导体为了减少麻烦，封装厂的选择上，只选择大的一类封装厂进行封测，再加上自己的严格的 QC 管控跟老化管控流程，提供给客户可靠的产品。