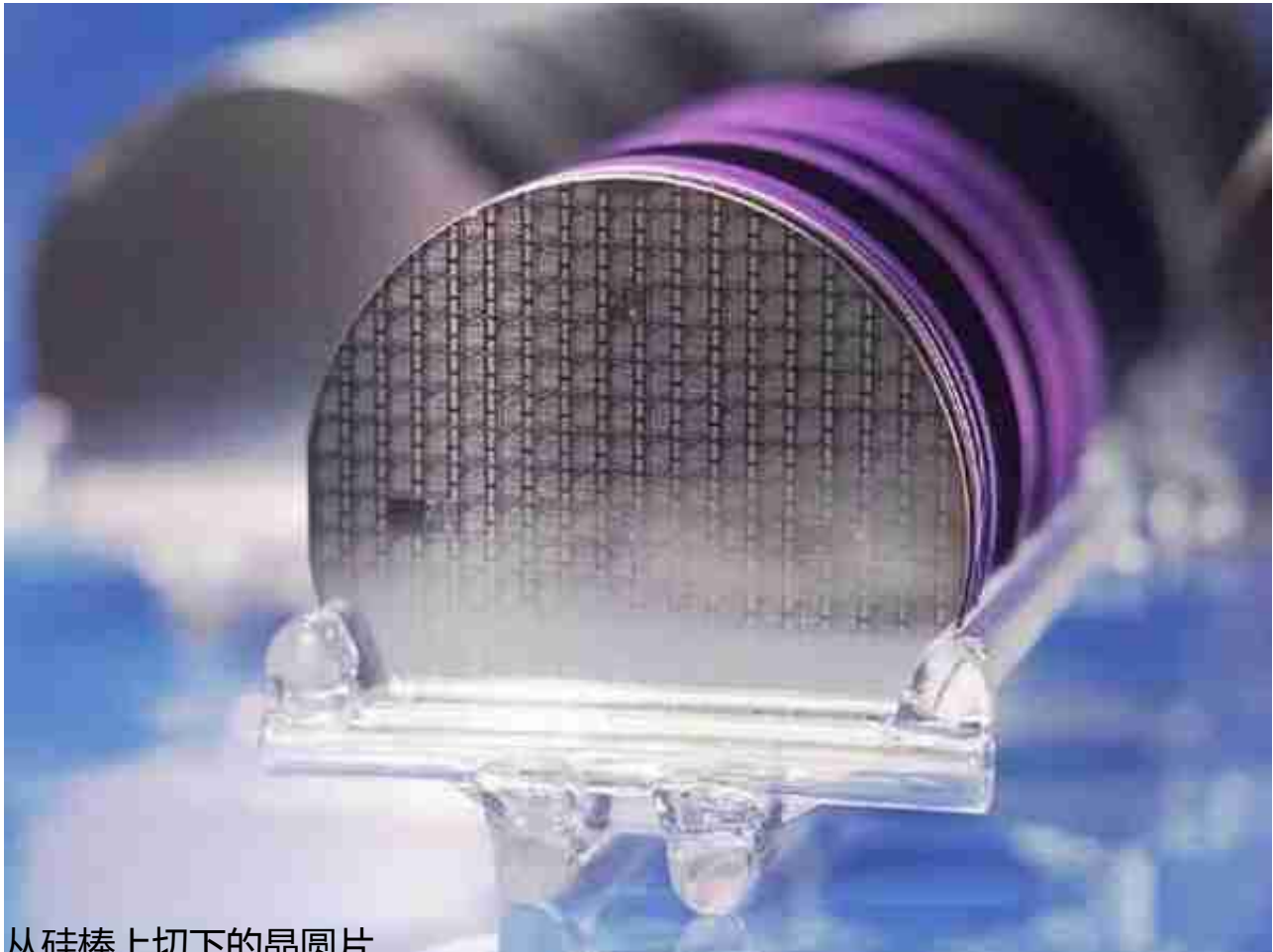
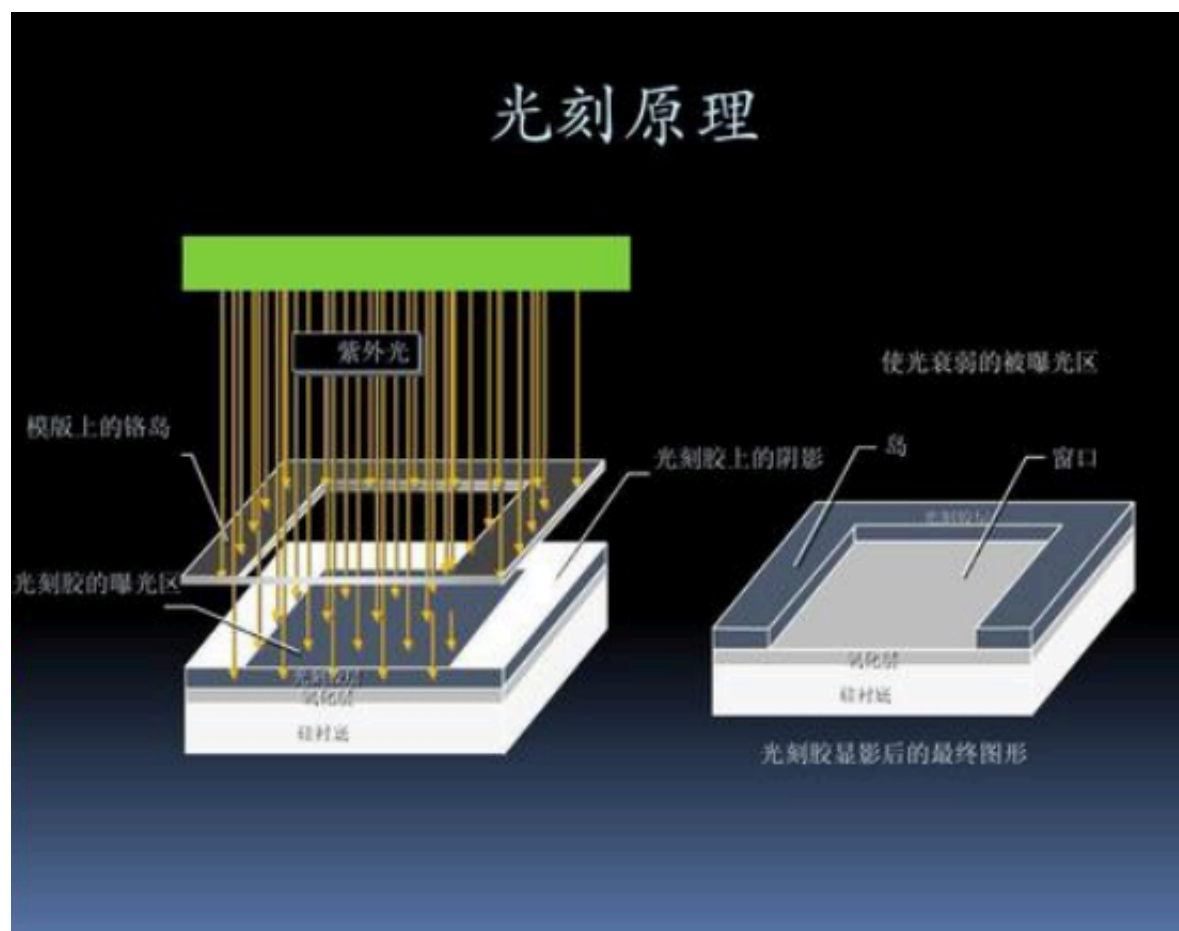


光刻机是在半导体领域必不可少的设备，无论生产制造什么样的芯片，都脱离不了光刻机，如果说航空发动机代表了人类科技领域发展的顶级水平,那么光刻机则是半导体工业界最为耀眼的明珠，其具有技术难度最高、单台成本最大、决定集成密度等特点。

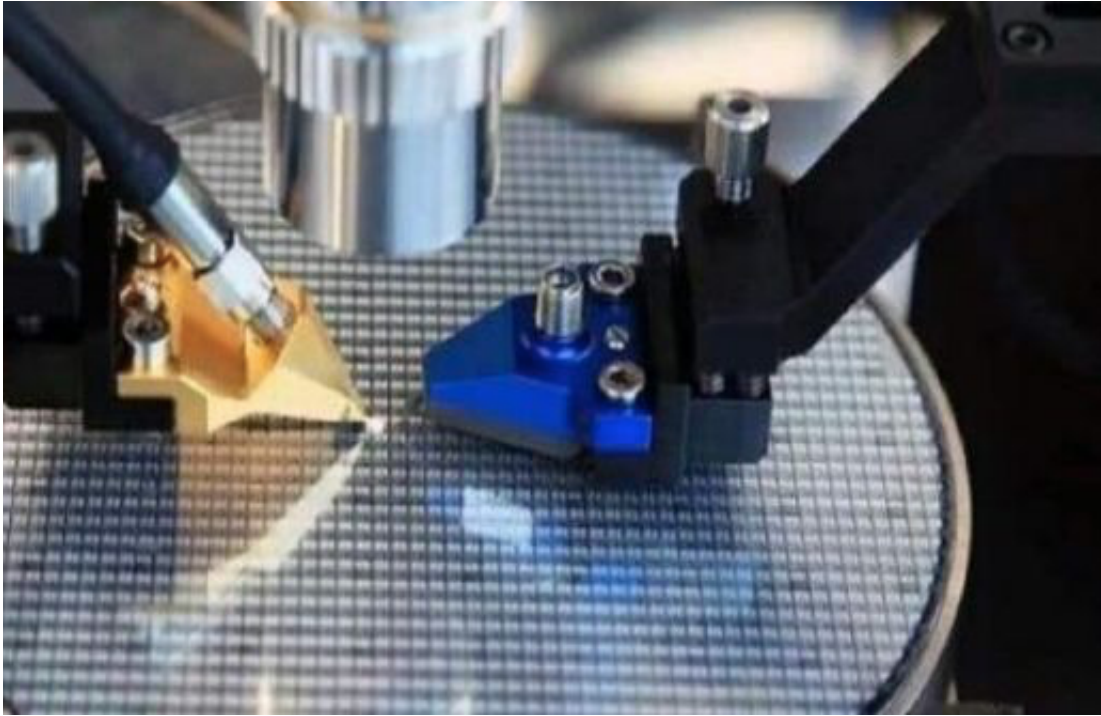


从硅棒上切下的晶圆片

晶圆是制造各式电脑芯片的基础。我们可以将芯片制造比拟成用积木盖房子，藉由一层又一层的堆叠，完成自己期望的造型（也就是各式芯片）。然而，如果没有良好的地基，盖出来的房子就会歪来歪去，不合自己所意，为了做出完美的房子，便需要一个平稳的基板。对芯片制造来说，这个基板就是晶圆。



光刻技术就是把芯片制作所需要的线路与功能区做出来。简单来说芯片设计人员设计的线路与功能区“印进”晶圆之中，类似照相机照相。照相机拍摄的照片是印在底片上，而光刻刻的不是照片，而是电路图和其他电子元件。

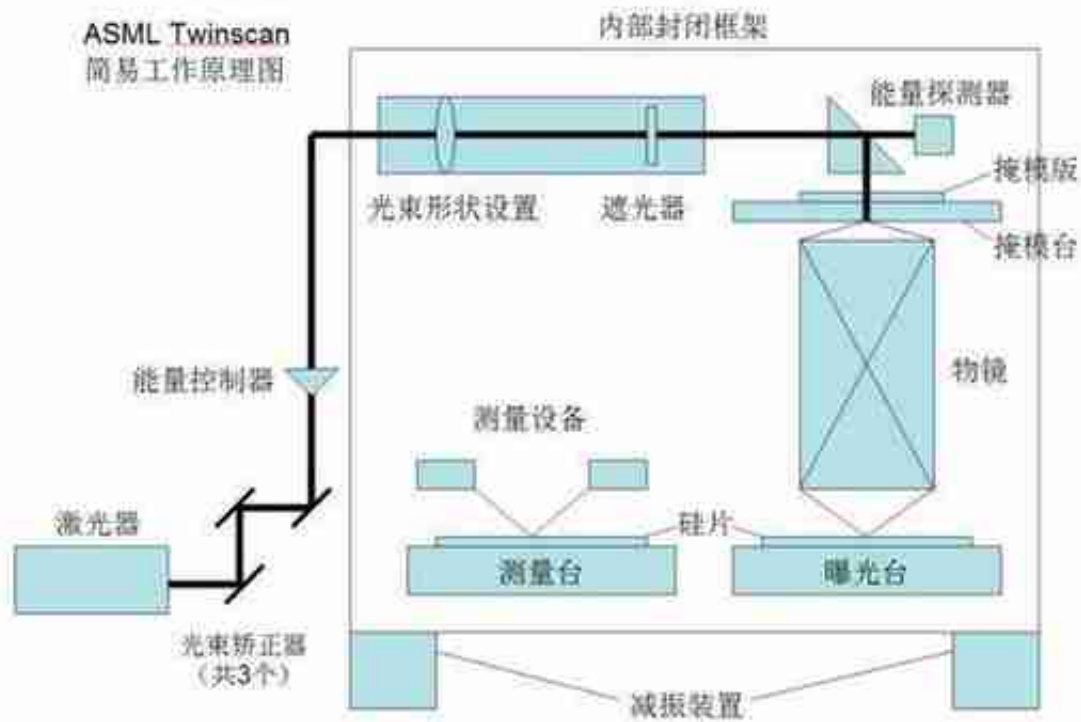


光刻包括光复印和刻蚀工艺两个主要方面：

1. 光复印工艺：经曝光系统将预制在掩模版上的器件或电路图形按所要求的位置，精确传递到预涂在晶片表面或介质层上的光致抗蚀剂薄层上。
2. 刻蚀工艺：利用化学或物理方法，将抗蚀剂薄层未掩蔽的晶片表面或介质层除去，从而在晶片表面或介质层上获得与抗蚀剂薄层图形完全一致的图形。集成电路各功能层是立体重叠的，因而光刻工艺总是多次反复进行。例如，大规模集成电路要经过约10次光刻才能完成各层图形的全部传递。

而光复印技术就是光刻机，而刻蚀工艺就是蚀刻机。

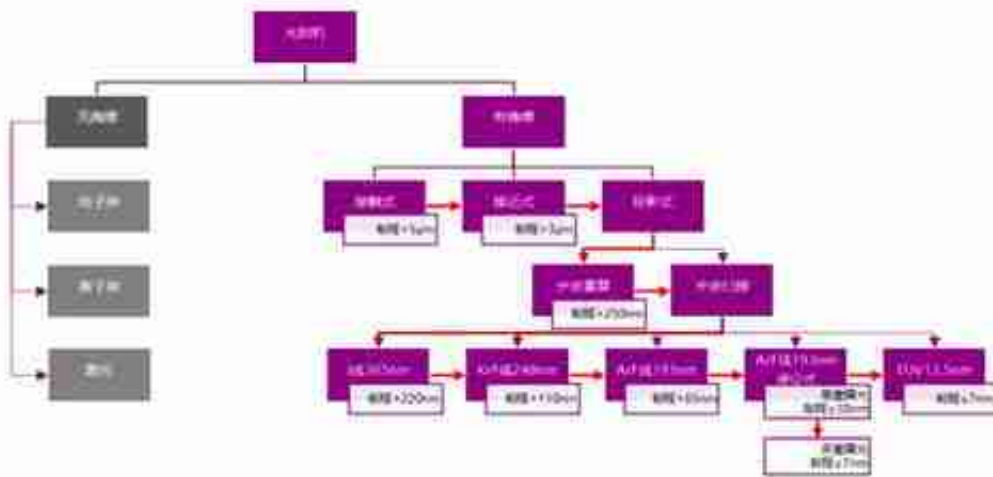
在光刻技术的原理下，人们制造了光刻机，光刻机通过一系列的光源能量、形状控制手段，将光束透射过画着线路图的掩模，经物镜补偿各种光学误差，将线路图成比例缩小后映射到晶圆上，不同光刻机的成像比例不同，有5:1，也有4:1。然后使用化学方法显影，得到刻在晶圆上的电路图（即芯片）。



可以说光刻决定了半导体线路的精度，以及芯片功耗与性能，相关设备需要集成材料、光学、机电等领域最尖端的技术。



因为光学光刻是通过广德照射用投影方法将掩模上的大规模集成电路器件的结构图形画在涂有光刻胶的硅片上，通过光的照射，光刻胶的成分发生化学反应，从而生成电路图。限制成品所能获得的最小尺寸与光刻系统能获得的分辨率直接相关，而减小照射光源的波长是提高分辨率的最有效途径。



根据所使用的光源的改进以及双工作台、沉浸式光刻等新型光刻技术的创新与发展，光刻机经历了 5 代产品的发展，每次光源的改进都显著提升了光刻机的工艺制程水平，以及生产的效率和良率。

图 11: ASML 的 EUV 光刻机研制历程：已成功发布三款



而目前最为先进的光刻机叫EUV光刻机，目前华为麒麟990 5G版首次采用了7nm EUV技术，EUV技术也叫紫外光刻（Extreme Ultraviolet Lithography），它以波长为10-14纳米的极紫外光作为光源的光刻技术。具体为采用波长为13.4nm的紫外线，目前1-4代光刻机使用的光源都属于深紫外光，而5代EUV光刻机则属于极紫外光。



在摩尔定律的规律下，以及在如今科学技术快速发展的信息时代，半导体行业人员对于半导体的未来发展充满忧虑。所以便想通过新的光刻技术来对当前的芯片制造方法做出全面的改进，推动半导体行业进入新的发展。

光刻机龙头企业 ASML 从 1999 年开始 EUV 光刻机的研发工作，原计划在 2004 年推出产品。但直到 2010 年 ASML 才研发出第一台 EUV 原型机，2016 年才实现下游客户的供货，比预计时间晚了十几年。直到 2019 年，第一款 7nm EUV 工艺的芯片 Exynos 9825 才正式商用。

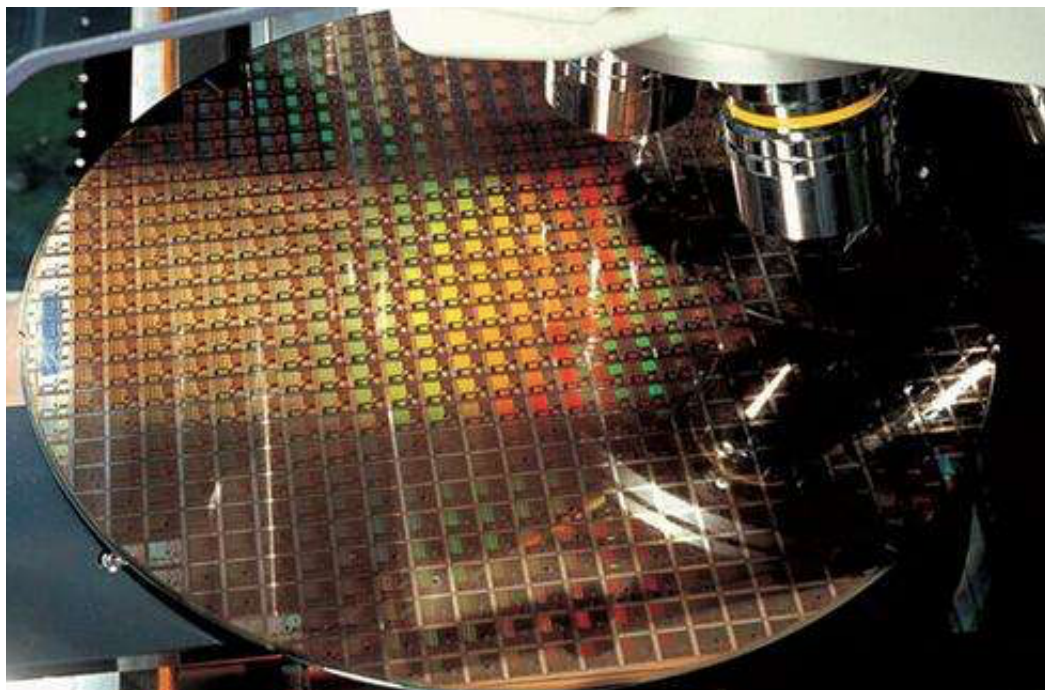


中国光刻机的发展现状

受《瓦森纳协定》影响，“瓦森纳安排”规定成员国自行决定是否发放敏感产品和技术出口许可证，并在自愿基础上向“安排”其他成员国通报有关信息。但“安排”实际上完全受美国控制。所以中国在前几年一直无法获取到最新的光刻机，直到2018年，中芯国际花费1.2亿美元向荷兰顶级光刻机厂商ASML订购了一台最先进的EUV(极紫外光)技术光刻机。



比如中国台湾台积电林本坚创新性地提出浸没式光刻设想后，ASML开始与台积电合作开发第四代浸没式光刻机，并在2007年成功推出第一台浸没式光刻机TWINSCANXT:1900i，该设备采用折射率达到1.44的去离子水做为媒介，实现了45nm的制程工艺，并一举垄断市场。



中国市场是没有这样的半导体生态的，除了海思之外，上下游都没有在世界领先的半导体厂商进行反哺产业链，在2017年梁孟松加入中芯国际之后，中芯国际才掌握了12纳米的加工工艺，与台积电还有着明显差距。



上海微电子装备有限公司光刻机现场展示

而至于曝光的中国研发成功紫光超分辨光刻机实现22纳米工艺制程，结合多重曝光技术后，可用于制造10纳米级别的芯片，纯属误读，紫光超分辨光刻机适用于特殊应用，类似的应用范围是光纤领域，5G天线，无法应用在集成电路领域。



有顶级的镜头和光源，没极致的机械精度，也没有用。光刻机里有两个同步运动的工件台，一个载底片，一个载胶片。两者需始终同步，误差在2纳米以下。两个工作台由静到动，加速度跟导弹发射差不多。而中国目前还缺少这样的核心器件，还需要海外进口。

