

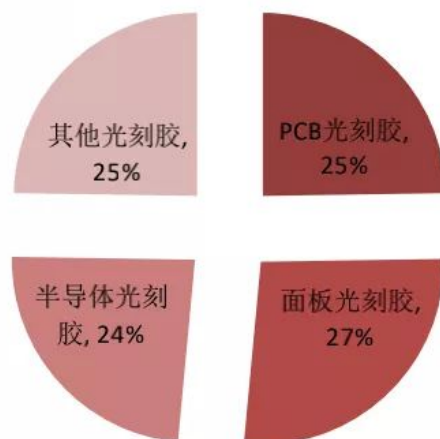
一文看懂光刻胶

光刻胶又称光致抗蚀剂，是一种对光敏感的混合液体。其组成部分包括：光引发剂（包括光增感剂、光致产酸剂）、光刻胶树脂、单体、溶剂和其他助剂。光刻胶可以通过光化学反应，经曝光、显影等光刻工序将所需要的微细图形从光罩（掩模版）转移到待加工基片上。依据使用场景，这里的待加工基片可以是集成电路材料，显示面板材料或者印刷电路板。

光刻胶成分	作用
光引发剂	光引发剂又称光敏剂或光固化剂，是一类能在从光（一般为紫外光）中吸收一定波长的能量，经光化学反应产生具有引发聚合能力的活性中间体的分子。该类光化学反应的产物能与光刻胶中别的物质进一步反应，帮助完成光刻过程。光引发剂对于光刻胶的感光度和分辨率有重要影响。光增感剂、光致产酸剂能够帮助光引发剂更好地发挥作用。
树脂	树脂是光刻胶主要组成部分，决定了光刻胶的粘附性、化学抗蚀性、胶膜厚度等基本性能。光引发剂在光化学反应的产物可以改变树脂在显影液中的溶解度，从而帮助完成光刻过程。
溶剂	溶剂能将光刻胶的各组成部分溶解在一起，同时也是后续光刻化学反应的介质。
单体	又称为活性稀释剂，对光引发剂的光化学反应有调节作用
其他助剂	根据不同目的加入光刻胶的添加剂，比如颜料等，作用是调节光刻胶整体的性能。

资料来源：浙商证券研究所

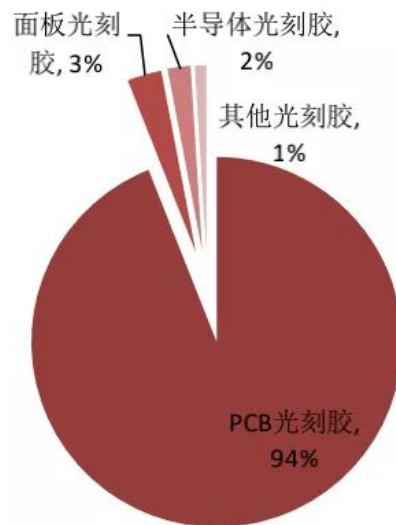
据第三方机构智研咨询统计，2019年全球光刻胶市场规模预计近90亿美元，自 2010年至今CAGR约5.4%。预计该市场未来3年仍将以年均5%的速度增长，至2022年全球光刻胶市场规模将超过100亿美元。光刻胶按应用领域分类，可分为 PCB 光刻胶、显示面板光刻胶、半导体光刻胶及其他光刻胶。全球市场上不同种类光刻胶的市场结构较为均衡，具体占比可以如下图所示。



资料来源：智研咨询、浙商证券研究所

（全球光刻胶市场结构）

智研咨询的数据还显示，受益于半导体、显示面板、PCB产业东移的趋势，自 2011年至今，光刻胶中国本土供应规模年华增长率达到11%，高于全球平均 5%的增速。2019年中国光刻胶市场本土企业销售规模约70亿元，全球占比约 10%，发展空间巨大。目前，中国本土光刻胶以PCB用光刻胶为主，平板显示、半导体用光刻胶供应量占比极低。中国本土光刻胶企业生产结构可以如图所示。



(中国本土光刻胶企业生产结构)

光刻胶分类

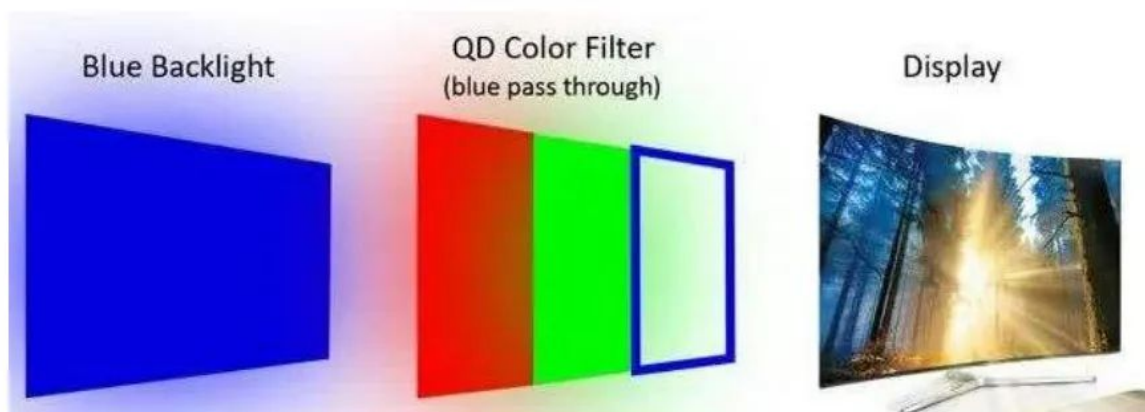
在平板显示行业；主要使用的光刻胶有彩色及黑色光刻胶、LCD触摸屏用光刻胶、TFT-LCD正性光刻胶等。在光刻和蚀刻生产环节中，光刻胶涂覆于晶体薄膜表面，经曝光、显影和蚀刻等工序将光罩（掩膜版）上的图形转移到薄膜上，形成与掩膜版对应的几何图形。



资料来源：网络、浙商证券研究所

（光刻胶胶涂工艺）

在PCB行业；主要使用的光刻胶有干膜光刻胶、湿膜光刻胶、感光阻焊油墨等。干膜是用特殊的薄膜贴在处理后的敷铜板上，进行曝光显影；湿膜和光成像阻焊油墨则是涂布在敷铜板上，待其干燥后进行曝光显影。干膜与湿膜各有优势，总体来说湿膜光刻胶分辨率高于干膜，价格更低廉，正在对干膜光刻胶的部分市场进行替代。



资料来源：网络、浙商证券研究所

（液晶屏显彩色滤光膜制造有赖于彩色光刻胶）

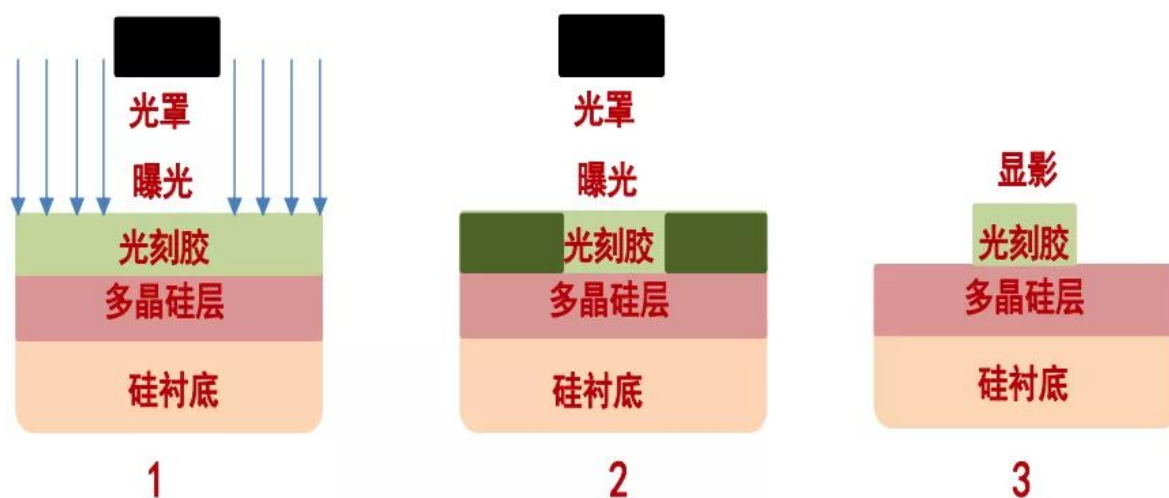
在半导体集成电路制造行业；主要使用g线光刻胶、i线光刻胶、KrF光刻胶、ArF光刻胶等。在大规模集成电路的制造过程中，一般要对硅片进行超过十次光刻。在每次的光刻和刻蚀工艺中，光刻胶都要通过预烘、涂胶、前烘、对准、曝光、后烘、显影和蚀刻等环节，将光罩（掩膜版）上的图形转移到硅片上。



资料来源：网络、浙商证券研究所

(感光阻焊油墨用于 PCB)

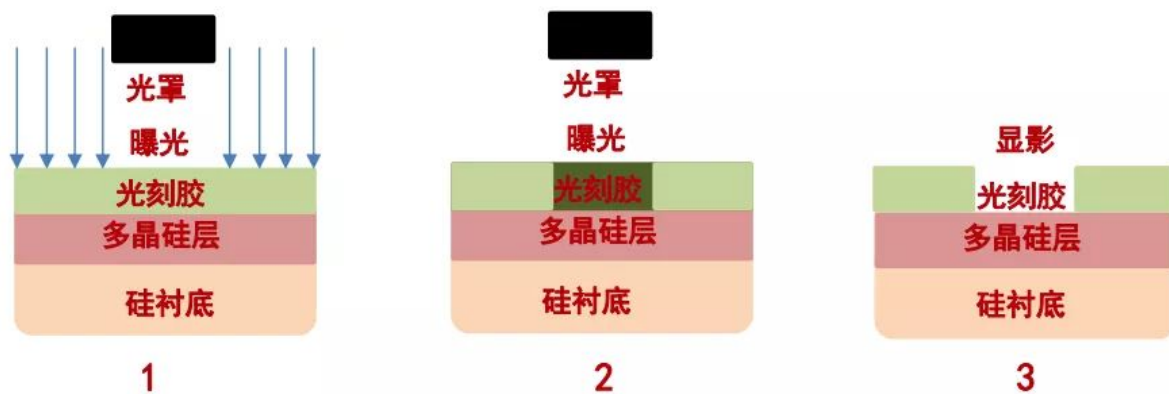
光刻胶是集成电路制造的重要材料：光刻胶的质量和性能是影响集成电路性能、成品率及可靠性的关键因素。光刻工艺的成本约为整个芯片制造工艺的35%，并且耗费时间约占整个芯片工艺的40%-50%。光刻胶材料约占IC制造材料总成本的4%，市场巨大。因此光刻胶是半导体集成电路制造的核心材料。



资料来源：浙商证券研究所

(正性光刻胶显影示意图)

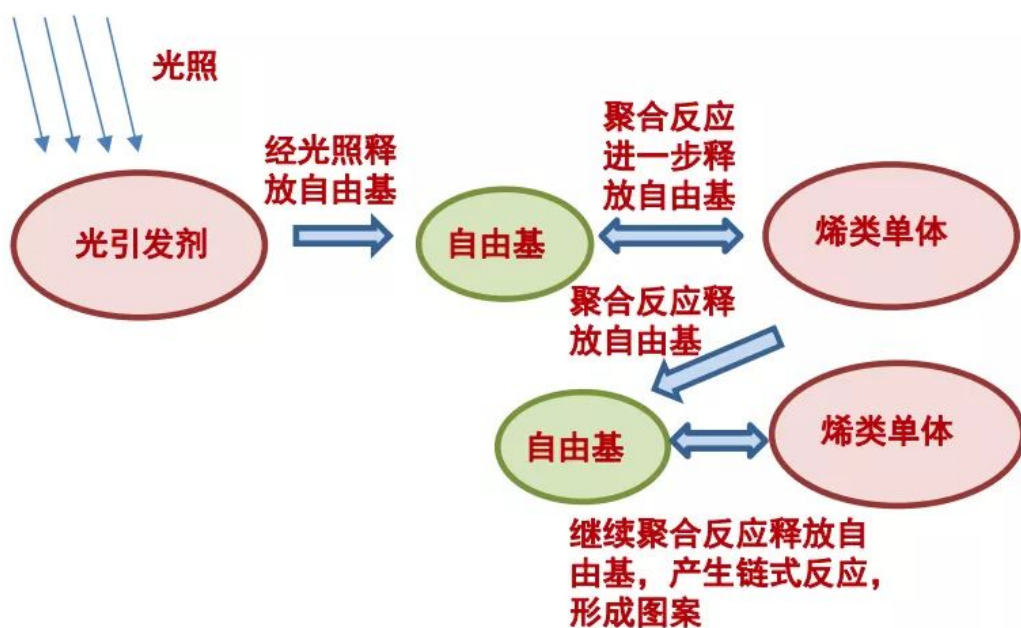
按显示效果分类；光刻胶可分为正性光刻胶和负性光刻胶。负性光刻胶显影时形成的图形与光罩（掩膜版）相反；正性光刻胶形成的图形与掩膜版相同。两者的生产工艺流程基本一致，区别在于主要原材料不同。



资料来源：浙商证券研究所

(负性光刻胶显影示意图)

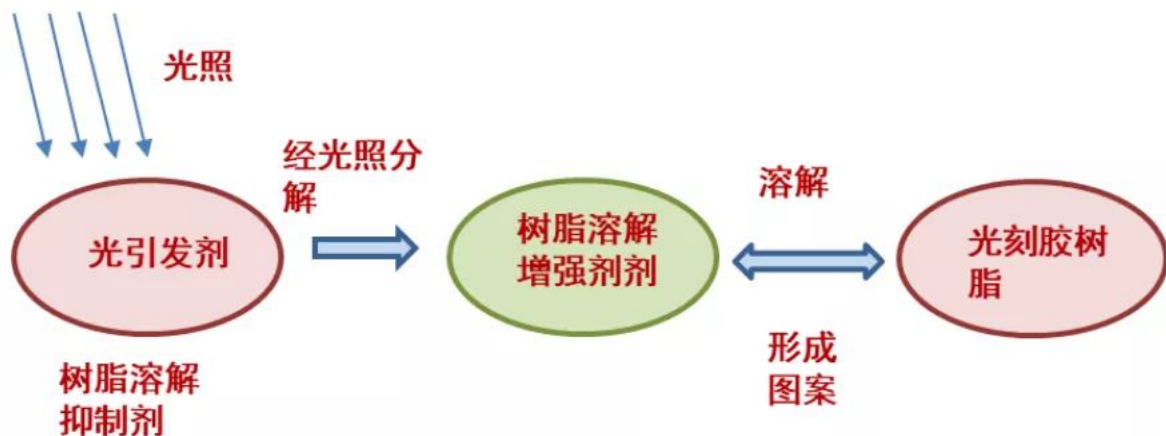
按照化学结构分类；光刻胶可以分为光聚合型，光分解型，光交联型和化学放大型。光聚合型光刻胶采用烯类单体，在光作用下生成自由基，进一步引发单体聚合，最后生成聚合物；



资料来源：浙商证券研究所

(光聚合反应示意图)

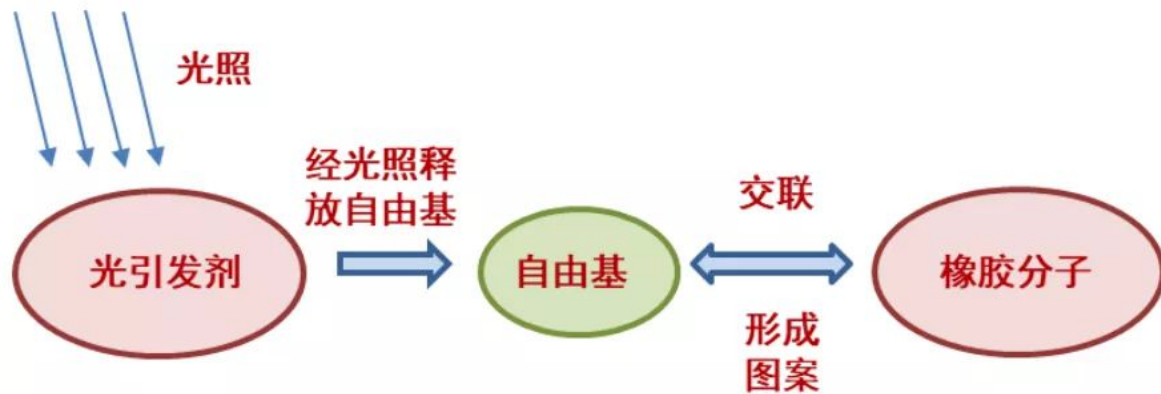
光分解型光刻胶，采用含有重氮醌类化合物(DQN)材料作为感光剂，其经光照后,发生光分解反应，可以制成正性光刻胶；光交联型光刻胶采用聚乙烯醇月桂酸酯等作为光敏材料，在光的作用下，形成一种不溶性的网状结构，而起到抗蚀作用，可以制成负性光刻胶。



资料来源：浙商证券研究所

(光分解反应示意图)

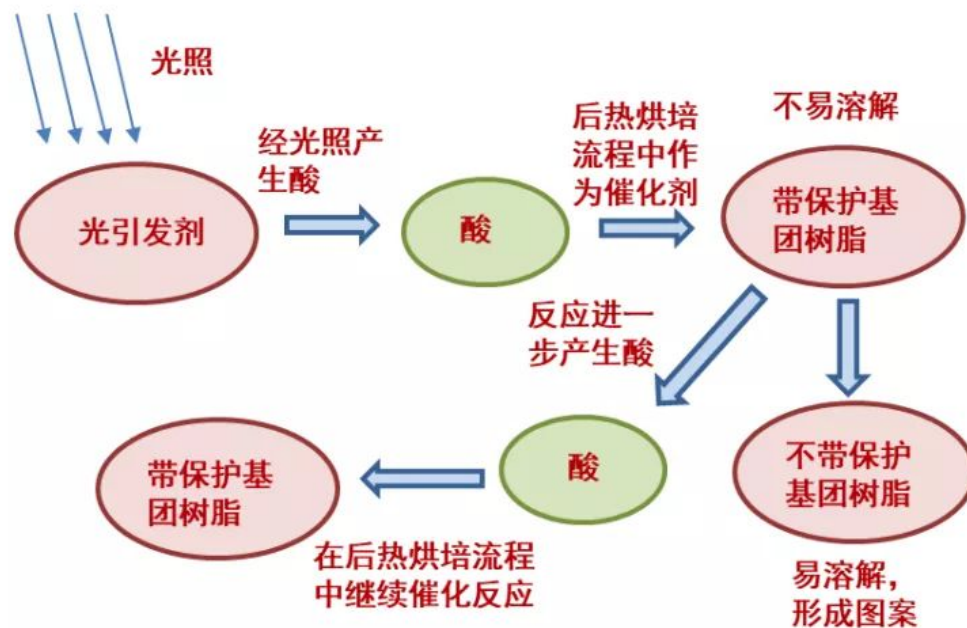
在半导体集成电路光刻技术开始使用深紫外（DUV）光源以后，化学放大（CAR）技术逐渐成为行业应用的主流。在化学放大光刻胶技术中，树脂是具有化学基团保护因而难以溶解的聚乙烯。化学放大光刻胶使用光致酸剂（PAG）作为光引发剂。



资料来源：浙商证券研究所

（光交联反应示意图）

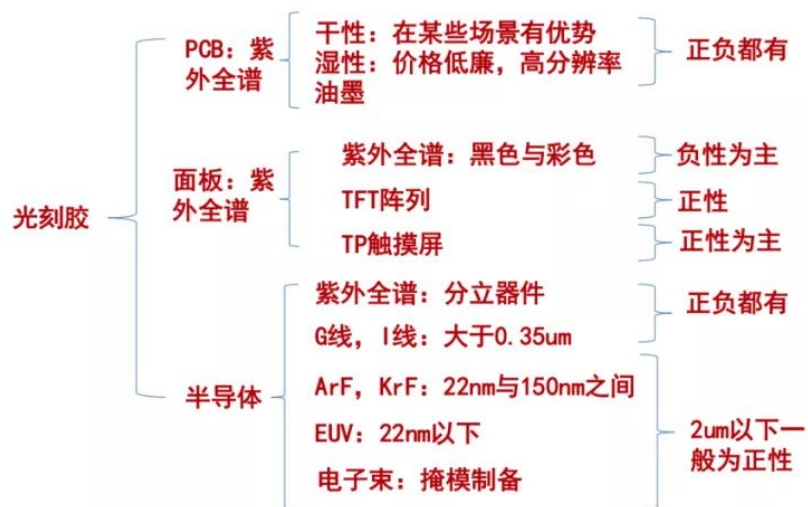
当光刻胶曝光后，曝光区域的光致酸剂（PAG）将会产生一种酸。这种酸在后热烘培工序期间作为催化剂，将会移除树脂的保护基团从而使得树脂变得易于溶解。化学放大光刻胶曝光速递是DQN光刻胶的10倍，对深紫外光源具有良好的光学敏感性，同时具有高对比度，对高分辨率等优点。



资料来源：浙商证券研究所

（化学放大光反应示意图）

按照曝光波长分类；光刻胶可分为紫外光刻胶（300~450nm）、深紫外光刻胶（160~280nm）、极紫外光刻胶（EUV，13.5nm）、电子束光刻胶、离子束光刻胶、X射线光刻胶等。不同曝光波长的光刻胶，其适用的光刻极限分辨率不同。通常来说，在使用工艺方法一致的情况下，波长越短，加工分辨率越佳。

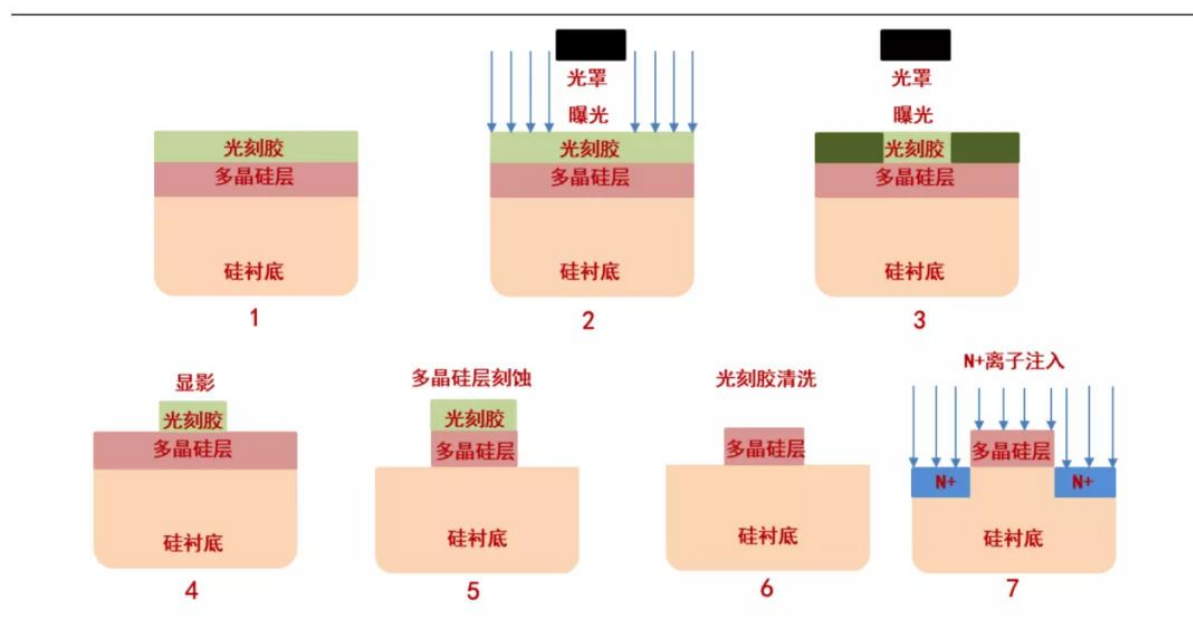


资料来源: 浙商证券研究所

(光刻胶分类总结)

光刻胶是半导体制程技术进步的“燃料”

在集成电路制造领域, 如果说光刻机是推动制程技术进步的“引擎”, 光刻胶就是这部“引擎”的“燃料”。下图展示了光刻胶如何在一个NMOS三极管的制造工艺中发挥作用。NMOS三极管是半导体制程工艺中最常用的集成电路结构之一。



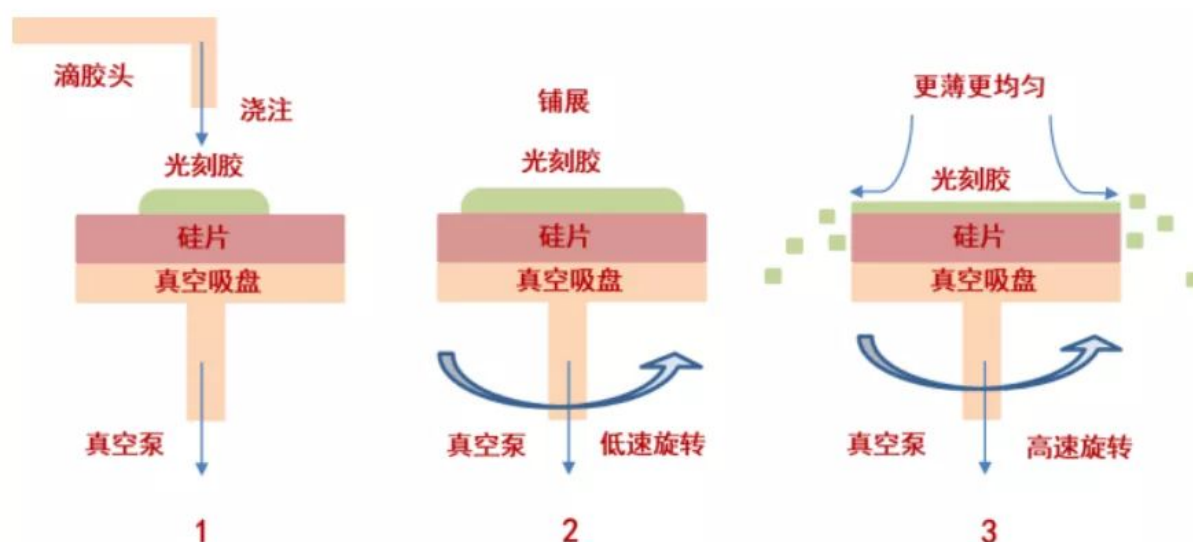
资料来源：浙商证券研究所

(一种 NMOS 三极管集成电路结构的制造过程)

在这样一个典型例子中，步骤1中的绿色部分代表红色部分多晶硅材料被涂上了一层光刻胶。在步骤2的光刻曝光过程中，黑色的掩膜遮挡范围之外的光刻胶被都被光刻光源照射，发生了化学性质的改变，在步骤3中表现为变成了墨绿色。在步骤4里，经过显影之后，红色表征的多晶硅材料上方只有之前被光罩遮挡的地方留下了光刻胶材料。

于是，光罩（掩模版）上的图形就被转移到了多晶硅材料上，完成了“光刻”的过程。在此后的步骤5到步骤7里，基于“光刻”过程在多晶硅材料上留下的光刻胶图形，“多晶硅层刻蚀”、“光刻胶清洗”和“N+离子注入”工艺共同完成了一个NMOS 三极管的构造。

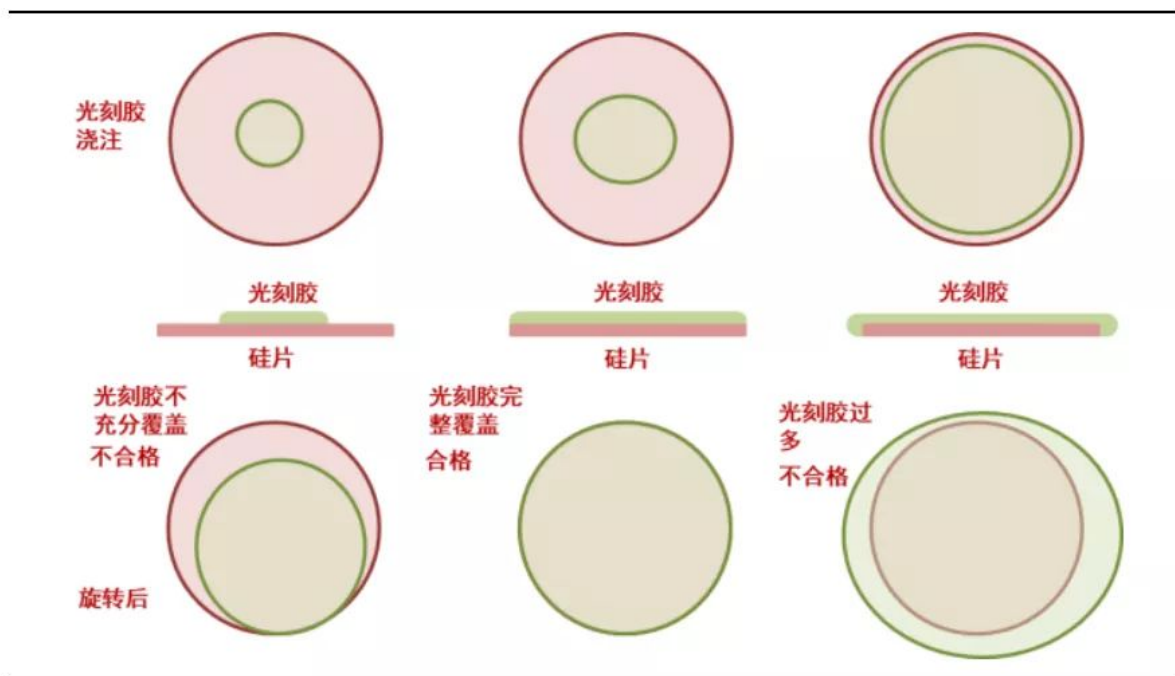
上图步骤1中的光刻胶涂胶过程也是一种重要的半导体工艺。其目的就是在晶圆表面建立轻薄，均匀且没有缺陷的光刻胶膜。一般来说，光刻胶膜厚度从0.5um到1.5um 不等，厚度的误差需要在正负0.01um以内。半导体光刻胶的涂敷方法主要是旋转涂胶法，具体可以分为静态旋转法和动态喷洒法。



资料来源：浙商证券研究所

(静态旋转法涂胶过程示意图)

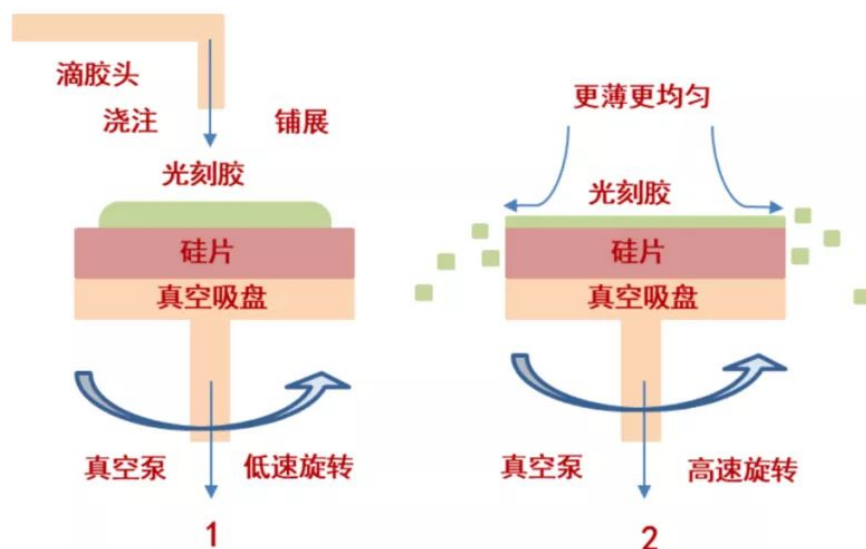
静态旋转法：首先把光刻胶通过滴胶头堆积在硅片的中心，然后低速旋转使得光刻胶铺开，再以高速旋转甩掉多余的光刻胶。在高速旋转的过程中，光刻胶中的溶剂会挥发一部分。这个过程可以如图表16中所示。静态涂胶法中的光刻胶堆积量非常关键，量少了会导致光刻胶不能充分覆盖硅片，量大了会导致光刻胶在硅片边缘堆积甚至流到硅片的背面，影响工艺质量。



资料来源：浙商证券研究所

(合格与不合格的静态涂胶过程示意图)

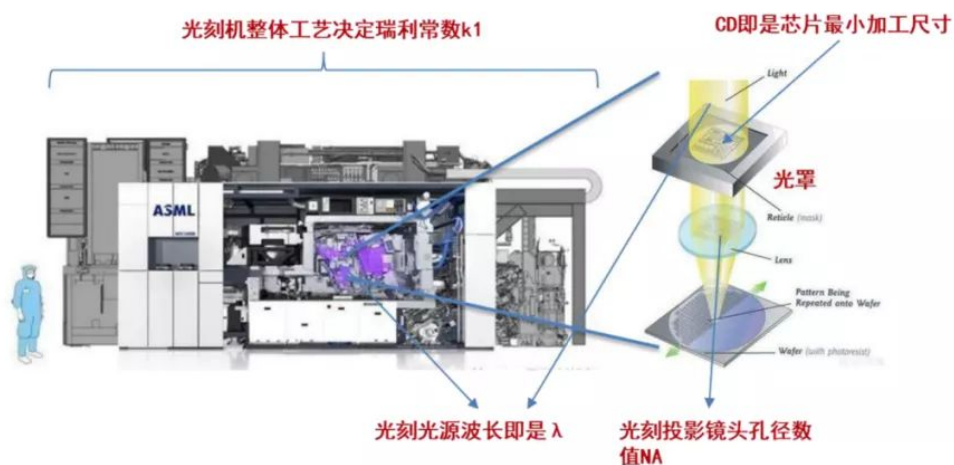
动态喷洒法：随着硅片尺寸越来越大，静态涂胶已经不能满足最新的硅片加工需求。相对静态旋转法而言，动态喷洒法在光刻胶对硅片进行浇注的时刻就开始以低速旋转帮助光刻胶进行最初的扩散。这种方法可以用较少量的光刻胶形成更均匀的光刻胶铺展，最终以高速旋转形成满足厚薄与均匀度要求的光刻胶膜。



资料来源：浙商证券研究所

(动态喷洒法涂胶过程示意图)

随着IC集成度的提高，世界集成电路的制程工艺水平按已由微米级、亚微米级、深亚微米级进入到纳米级阶段。集成电路线宽不断缩小的趋势，对包括光刻在内的半导体制程工艺提出了新的挑战。在半导体制程的光刻工艺中，集成电路线宽的特征尺寸可以由如右所示的瑞利公式确定： $CD = k1 \cdot \lambda / NA$



资料来源：浙商证券研究所

(瑞利公式中各个参数的意义)

CD (Critical Dimension)表示集成电路制程中的特征尺寸；k1是瑞利常数，是光刻系统中工艺和材料的一个相关系数； λ 是曝光波长，而NA(Numerical

Aperture)则代表了光刻机的孔径数值。因此，光刻机需要通过降低瑞利常数和曝光波长，增大孔径尺寸来制造具有更小特征尺寸的集成电路。其中降低曝光波长与光刻机使用的光源以及光刻胶材料高度相关。

历史上光刻机所使用的光源波长呈现出与集成电路关键尺寸同步缩小的趋势。不同波长的光刻光源要求截然不同的光刻设备和光刻胶材料。在20世纪80年代，半导体制成的主流工艺尺寸在1.2 μm (1200nm)至 0.8 μm (800nm)之间。那时候波长436nm的光刻光源被广泛使用。在90年代前半期，随着半导体制程工艺尺寸朝 0.5 μm (500nm) 和0.35 μm (350nm) 演进，光刻开始采用365nm波长光源。

436nm和365nm光源分别是高压汞灯中能量最高，波长最短的两个谱线。高压汞灯技术成熟，因此最早被用来当作光刻光源。使用波长短，能量高的光源进行光刻工艺更容易激发光化学反应、提高光刻分辨率。以研究光谱而闻名的近代德国科学家约瑟夫·弗劳恩霍夫将这两种波长的光谱分别命名为G线和I线。这也是 g-line光刻和 i-line光刻技术命名的由来。

g-line与i-line光刻胶均使用线性酚醛成分作为树脂主体，重氮萘醌成分（DQN 体系）作为感光剂。未经曝光的DQN成分作为抑制剂，可以十倍或者更大的倍数降低光刻胶在显影液中的溶解速度。

曝光后，重氮萘醌(DQN)基团转变为烯酮，与水接触时，进一步转变为茛羟酸，从而得以在曝光区被稀碱水显影时除去。由此，曝光过的光刻胶会溶解于显影液而被去除，而未曝光的光刻胶部分则得以保留。虽然g-line光刻胶和i-line 光刻胶使用的成分类似，但是其树脂和感光剂在微观结构上均有变化，因而具有不同的分辨率。G-line光刻胶适用于0.5 μm (500nm)以上尺寸的集成电路制作，而i-line光刻胶使用于0.35 μm (350nm至0.5 μm (500nm) 尺寸的集成电路制作。

此外，这两种光刻胶均可以用于液晶平板显示等较大面积电子产品的制作。

90年代后半期，遵从摩尔定律的指引，半导体制程工艺尺寸开始缩小到0.35 μm (350nm) 以下，因而开始要求更高分辨率的光刻技术。深紫外光由于波长更短，衍射作用小，所以可以用于更高分辨率的光刻光源。随着 KrF、ArF等稀有气体卤化物准分子激发态激光光源研究的发展，248nm (KrF)、193nm (ArF) 的光刻光源技术开始成熟并投入实际使用。

然而,由于 DQN 体系光刻胶对深紫外光波段的强烈吸收效应, KrF和ArF作为光刻气体产生的射光无法穿透DQN光刻胶, 这意味着光刻分辨率会受到严重影响。因此深紫外光刻胶采取了与i-line和g-line光刻胶完全不同的技术体系, 这种技术体系被称为化学放大光阻体系(Chemically Amplified Resist, CAR)。

在CAR技术体系中, 光刻胶中的光引发剂经过曝光后并不直接改变光刻胶在显影液中的溶解度, 而是产生酸。在后续的热烘培流程的高温环境下, 曝光产生的酸作为催化剂改变光刻胶在显影液中的溶解度。因此CAR技术体系下的光引发剂又叫做光致酸剂。

由于CAR光刻胶的光致酸剂产生的酸本身并不会在曝光过程中消耗而仅仅作作为催化剂而存在, 因此少量的酸就可以持续地起到有效作用。CAR光刻胶的光敏感性很强, 所需要从深紫外辐射中吸收的能量很少, 大大加强了光刻的效率。CAR 光刻胶曝光速递是 DQN 光刻胶的10倍左右。

从 90 年代后半期开始, 光刻光源就开始采用 248nm 的 KrF 激光; 而从 2000 年代开始, 光刻就进一步转向使用193nm 波长的 ArF 准分子激光作为光源。在那之后一直到今天的约 20 年里, 193nm 波长的 ArF 准分子激光一直是半导体制程领域性能最可靠, 使用最广泛的光刻光源。

一般而言, KrF (248nm) 光刻胶使用聚对羟基苯乙烯及其衍生物作为成膜树脂, 使用磺酸碘鎓盐和硫鎓盐作为光致酸剂; 而ArF (193nm) 光刻胶则多使用聚甲基丙烯酸酯衍生物, 环烯烃-马来酸酐共聚物, 环形聚合物等作为成膜树脂; 由于化学结构上的原因, Arf(193nm)光刻胶需要比KrF (248nm) 光刻胶更加敏感的光致酸剂。

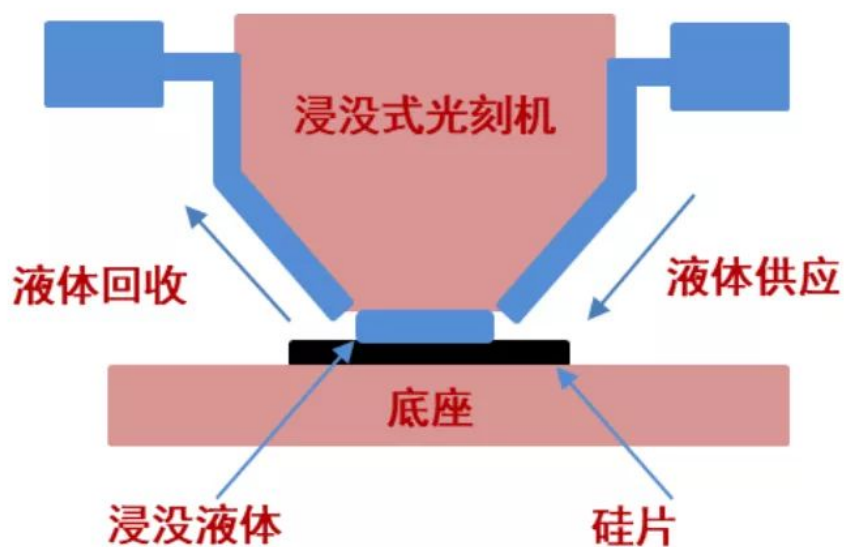
虽然在2007年之后, 一些波长更短的准分子光刻光源技术陆续出现, 但是这些波段的辐射都很容易被光刻镜头等光学材料吸收, 使这些材料受热产生膨胀而无法正常工作。少数可以和这些波段的辐射正常工作的光学材料, 比如氟化钙(萤石)等, 成本长期居高不下。再加上浸没光刻和多重曝光等新技术的出现, 193nm波长ArF光刻系统突破了此前 65nm 分辨率的瓶颈, 所以在45nm 到10nm之间的半导体制程工艺中, ArF光刻技术仍然得到了最广泛的应用。

	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	2007	2010 之后
制程尺寸/um	1.2	0.8	0.5	0.35	0.25	0.18	0.13	0.10	<0.07
适用光刻技术	g-line 光刻		g'i-line,KrF 光刻		i-line,KrF 光刻	KrF	KrF (RET), ArF	ArF(RET)	ArF,浸没 ArF,浸没 ArF+双重曝光, EUV 等
g-line:	436nm 光刻光源;	ArF:	193nm 光刻光源	光刻技术与光刻胶技术跟随模拟定律演进					
i-line:	365nm 光刻光源;	EUV:	13.5nm 光刻光源						
KrF:	248nm 光刻光源								

资料来源：晶瑞股份、浙商证券研究所

(光刻用光源技术演进)

浸没光刻；在与浸没光刻相对的干法光刻中，光刻透镜与光刻胶之间是空气。光刻胶直接吸收光源发出的紫外辐射并发生光化学反应。在浸没光刻中，光刻镜头与光刻胶之间是特定液体。这些液体可以是纯水也可以是别的化合物液体。光刻光源发出的辐射经过这些液体的时候发生了折射，波长变短。这样，在不改变光源的前提条件下，更短波长的紫外光被投影光刻胶上，提高了光刻加工的分辨率。下图左展示了一个典型的浸没光刻系统。

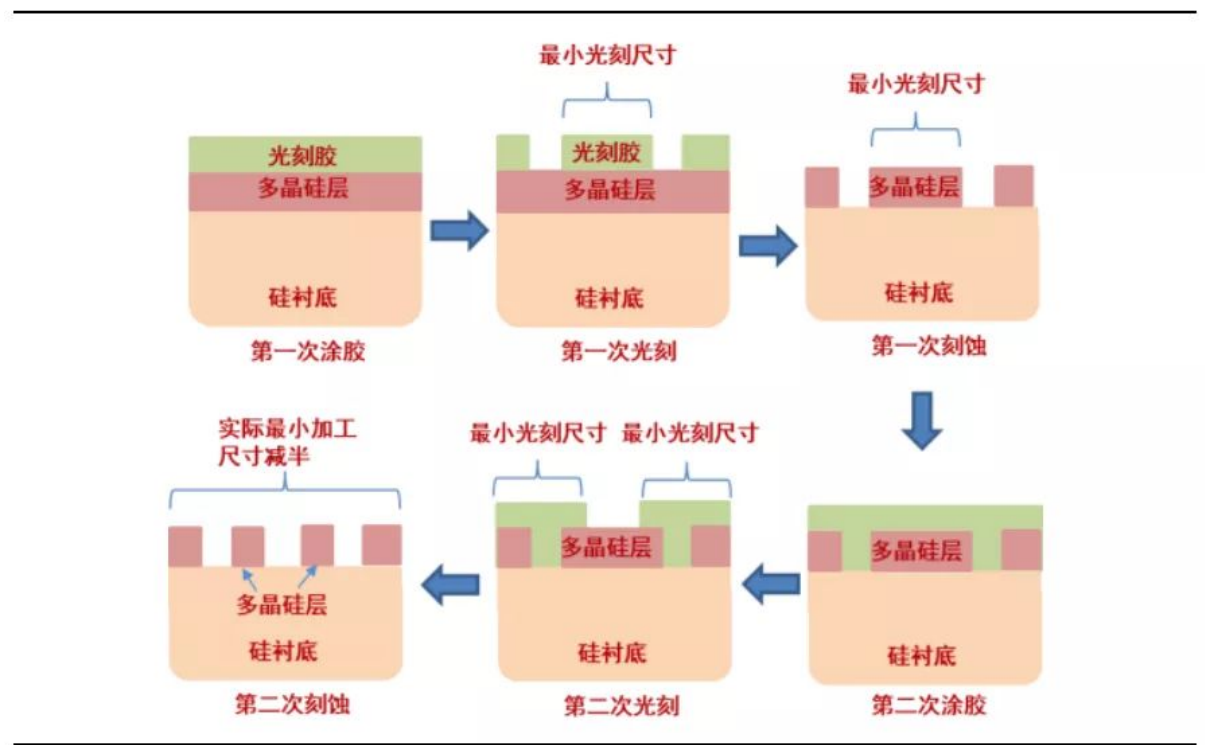


资料来源：浙商证券研究所

(典型的浸没光刻系统)

双重光刻；双重光刻的意思是通过两次光刻使得加工分辨率翻倍。实现这个目的的一种方法是在第一次光刻过后平移同一个光罩进行第二次光刻，以提

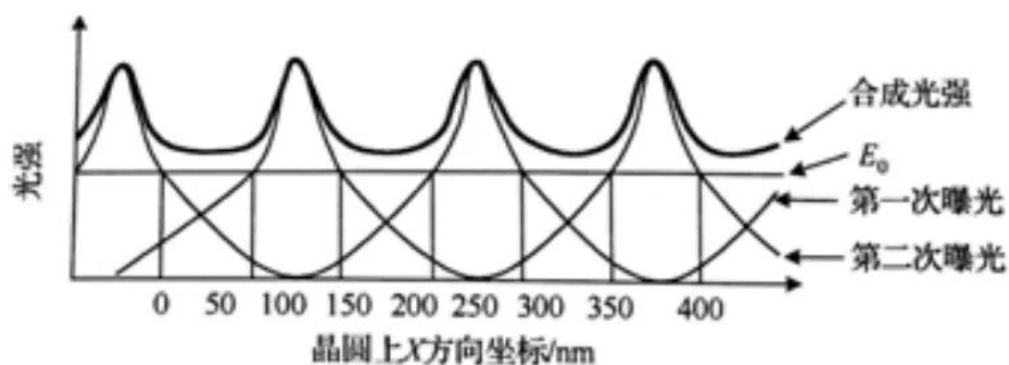
高加工分辨率。下图右展示了这样一个过程。下图右中双重光刻子进行了两次涂胶，两次光刻和两次刻蚀。随着光刻胶技术的进步，仅需要一次涂胶，两次光刻和一次刻蚀的双重光刻工艺也成为可能。



资料来源：浙商证券研究所

（双重光刻使加工分辨率翻倍）

浸没光刻和双重光刻技术在不改变 193nm 波长 ArF 光刻光源的前提下，将加工分辨率推向 10nm 的数量级。与此同时，这两项技术对光刻胶也提出了新的要求。在浸没工艺中；光刻胶首先不能与浸没液体发生化学反应或浸出扩散，损伤光刻胶自身和光刻镜头；其次，光刻胶的折射率必须大于透镜，液体和顶部涂层。因此光刻胶中主体树脂的折射率一般要求达到 1.9 以上；接着，光刻胶不能在浸没液体的浸泡下和后续的烘烤过程中发生形变，影响加工精度；最后，当浸没工艺目标分辨率接近 10nm 时，将对于光刻胶多个性能指标的权衡都提出了更加苛刻的挑战。浸没 ArF 光刻胶制备难度大于干性 ArF 光刻胶，是 ArF 光刻加工分辨率突破 45nm 的关键之一。

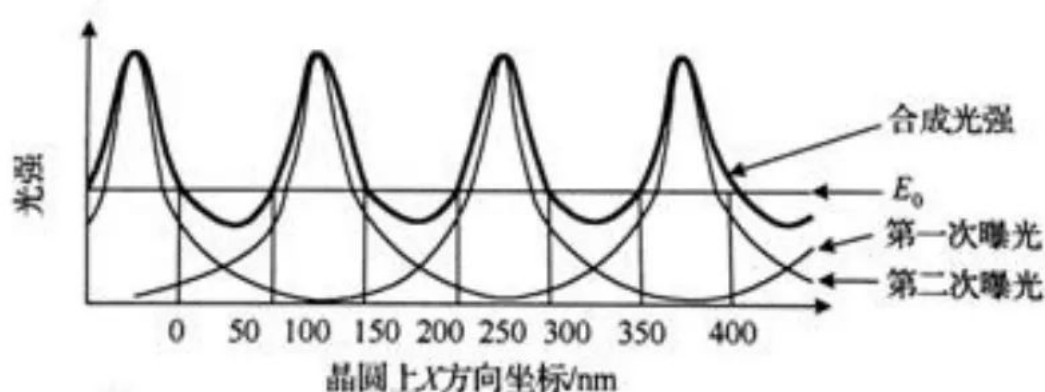


(a) 单次曝光的低成像对比度导致了整个光刻胶的损失

资料来源：浙商证券研究所

(不合格的双重曝光)

在双重曝光工艺中，若光刻胶可以接受多次光刻曝光而不在光罩遮挡的区域发生光化学反应，就可以节省一次刻蚀，一次涂胶和一次光刻胶清洗流程。下图左展示了一次不合格的双重曝光过程。由于在非曝光区域光刻胶仍然会接受到相对少量的光刻辐射，在两次曝光过程后，非曝光区域接受到的辐射有可能超过光刻胶的曝光阈值 E_0 ，而发生错误的光刻反应。在下图右中，非曝光区域的光刻胶在两次曝光后接受到的辐射能量仍然小于其曝光阈值 E_0 ，因此下图右是一次合格的双重曝光。从这个例子可以看出，与单次曝光不同，双重曝光要求光刻胶的曝光阈值和光刻光源的照射强度之间的权衡。



(b) 需要更高的空间图像对比度以确保总的图像对比度符合需求

资料来源：浙商证券研究所

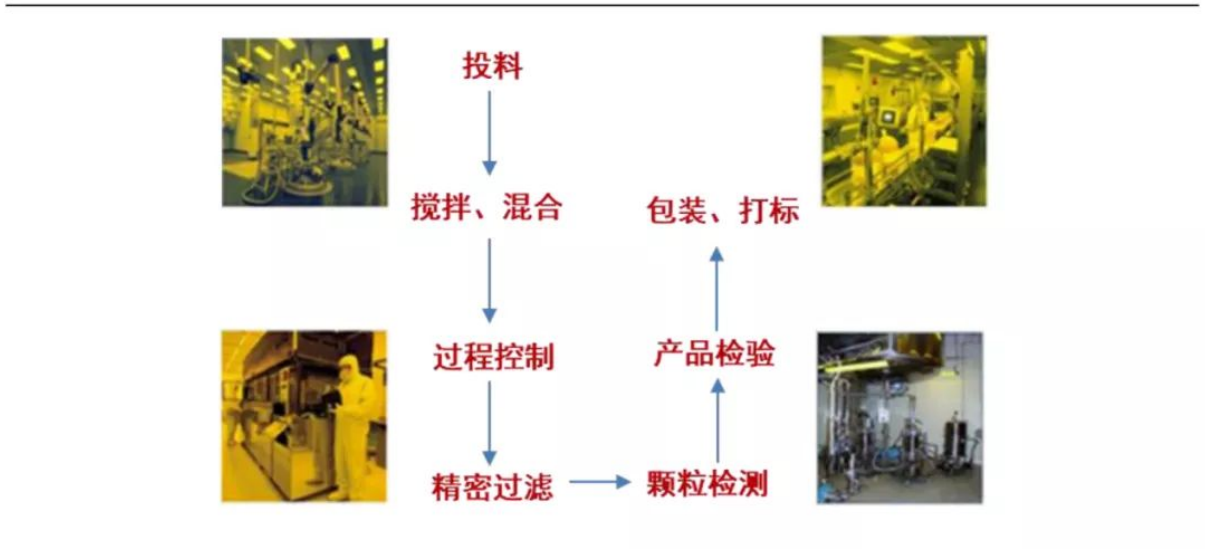
(合格的双重曝光)

EUV(极紫外光)光刻技术是20年来光刻领域的最新进展。由于目前可供利用的光学材料无法很好支持波长13nm以下的辐射的反射和透射，因此 EUV 光刻技术使用波长为13.5nm的紫外光作为光刻光源。EUV（极紫外光）光刻技术将半导体制程技术在10nm以下的区域继续推进。在 EUV 光刻工艺的13.5nm 波长尺度上，量子的不确定性效应开始显现，为相应光源，光罩和光刻胶的设计和使用时带来了前所未有的挑战。目前 EUV 光刻机只有荷兰ASML 有能力制造，许多相应的技术细节尚不为外界所知。在即将到来的EUV 光刻时代，业界预期已经流行长达 20 年之久的 KrF、ArF 光刻胶技术或将迎来全面技术变革。

光刻胶材料制备壁垒高

光刻胶所属的微电子化学品是电子行业与化工行业交叉的领域，是典型的技术密集行业。从事微电子化学品业务需要具备与电子产业前沿发展相匹配的关键生产技术，如混配技术、分离技术、纯化技术以及与生产过程相配套的分析检验技术、环境处理与监测技术等。同时，下游电子产业多样化的使用场景要求微电子化学品生产企业有较强的配套能力，以及时研发和改进生产工艺来满足客户的个性化需求。

光刻胶的生产工艺主要过程是将感光材料、树脂、溶剂等主要原料在恒温恒湿 1000 级的黄光区洁净房进行混合，在氮气气体保护下充分搅拌，使其充分混合形成均相液体，经过多次过滤，并通过中间过程控制和检验，使其达到工艺技术和质量要求，最后做产品检验，合格后在氮气气体保护下包装、打标、入库。整个工艺流程可以如下图所示：



资料来源：南大光电，浙商证券研究所

（光刻胶的生产工艺简要流程）

光刻胶的技术壁垒包括配方技术，质量控制技术和原材料技术。配方技术是光刻胶实现功能的核心，质量控制技术能够保证光刻胶性能的稳定性而高品质的原材料则是光刻胶性能的基础。

配方技术：由于光刻胶的下游用户是IC芯片和FPD面板制造商，不同的客户会有不同的应用需求，同一个客户也有不同的光刻应用需求。一般一块半导体芯片在制造过程中需要进行10-50道光刻过程，由于基板不同、分辨率要求不同、蚀刻方式不同等，不同的光刻过程对光刻胶的具体要求也不一样，即使类似的光刻过程，不同的厂商也会有不同的要求。针对以上不同的应用需求，光刻胶的品种非常多，这些差异主要通过调整光刻胶的配方来实现。因此，通过调整光刻胶的配方，满足差异化的应用需求，是光刻胶制造商最核心的技术。

质量控制技术：由于用户对光刻胶的稳定性、一致性要求高，包括不同批次间的一致性，通常希望对感光灵敏度、膜厚的一致性保持在较高水平，因此

，光刻胶生产商不仅仅要配路齐全的测试仪器，还需要建立一套严格的QA体系以保证产品的质量稳定。

原材料技术：光刻胶是一种经过严格设计的复杂、精密的配方产品，由成膜剂、光敏剂、溶剂和添加剂等不同性质的原料，通过不同的排列组合，经过复杂、精密的加工工艺而制成。因此，光刻胶原材料的品质对光刻胶的质量起着关键作用。对于半导体化学试剂的纯度，国际半导体设备和材料组织（SEMI）制定了国际统一标准，如下表中所示。

SEMI 等级	G1	G2	G3	G4	G5
金属杂质/（ $\mu\text{g/L}$ ）	≤ 100	≤ 10	≤ 1	≤ 0.1	≤ 0.01
控制粒径/ μm	≤ 1.0	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.2	*
颗粒个数/（个/mL）	≤ 25	≤ 25	≤ 5	*	*
适应 IC 线宽范围/ μm	> 1.2	0.8-1.2	0.2 ~ 0.6	0.09 ~ 0.2	< 0.09

资料来源：晶瑞股份招股书，SEMI，浙商证券研究所

（SEMI 超净高纯试剂标准）

半导体集成电路用试剂材料的纯度要求较高，基本集中在SEMI G3、G4水平，我国的研发水平与国际尚存在较大差距；半导体分立器件对超净高纯试剂纯度的要求要低于集成电路，基本集中在 SEMI G2 级水平，国内企业的生产技术能够满足大部分的生产需要；平板显示和 LED 领域对于超净高纯试剂的等级要求为 SEMI G2、G3 水平，国内企业的生产技术能够满足大部分的生产需求。

包括光刻胶在内的微电子化学品有技术要求高、功能性强、产品更新快等特点，其产品品质对下游电子产品的质量和效率有非常大的影响。因此，下游企业对微电子化学品供应商的质量和供货能力十分重视，常采用认证采购的模式，需要通过送样检验、技术研讨、信息回馈、技术改进、小批试做、大批量供货、售后服务评价等严格的筛选流程。

认证时间久，要求严苛；一般产品得到下游客户的认证需要较长的时间周期。显示面板行业通常为 1-2 年，集成电路行业由于要求较高，认证周期能达到 2-3 年时间；认证阶段内，光刻胶供应商没有该客户的收入，这需要供应商有足够的资金实力。

光刻胶供应商与客户粘性大；一般情况下，为了保持光刻胶供应和效果的稳定，下游客户与光刻胶供应商一旦建立供应关系后，不会轻易更换。通过建立反馈机制，满足个性化需求，光刻胶供应商与客户的粘性不断增加。后来

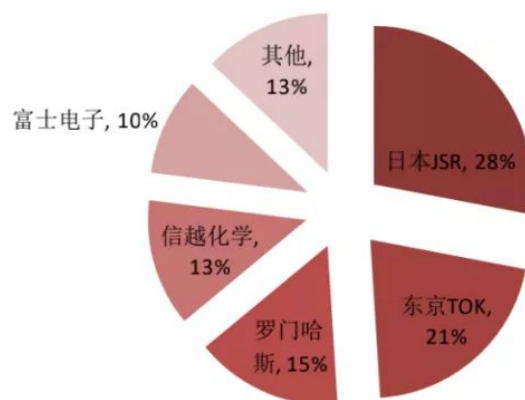
者想要加入到供应商行列，往往需要满足比现有供应商更高的要求。所以光刻胶行业对新进入者壁垒较高。

通常光刻胶等微电子化学品不仅品质要求高，而且需要多种不同的品类满足下游客户多样化的需求。如果没有规模效益，供应商就无法承担满足高品质多样化需求带来的开销。因此，品种规模构成了进入该行业的重要壁垒。

同时，一般微电子化学品具有一定的腐蚀性，对生产设备有较高的要求，且生产环境需要进行无尘或微尘处理。制备高端微电子化学品还需要全封闭、自动化的工艺流程，以避免污染，提高质量。因此，光刻胶等微电子化学品生产在安全生产、环保设备、生产工艺系统、过程控制体系以及研发投入等方面要求较高。如果没有强大的资金实力，企业就难以在设备、研发和技术服务上取得竞争优势，以提升可持续发展能力。因此，光刻胶这样的微电子化学品行业具备较高的资金壁垒。

美国和日本把持的市场

光刻胶行业具有极高的行业壁垒，因此在全球范围其行业都呈现寡头垄断的局面。光刻胶行业长年被日本和美国专业公司垄断。目前前五大厂商就占据了全球光刻胶市场 87% 的份额，行业集中度高。其中，日本 JSR、东京应化、日本信越与富士电子材料市占率加和达到 72%。并且高分辨率的 KrF 和 ArF 半导体光刻胶核心技术亦基本被日本和美国企业所垄断，产品绝大多数出自日本和美国公司，如杜邦、JSR 株式会社、信越化学、东京应化工业、Fujifilm，以及韩国东进等企业。整个光刻胶市场格局来看，日本是光刻胶行业的巨头聚集地。



资料来源：卓创资讯、浙商证券研究所

（全球光刻胶生产企业市场份额）

日韩材料摩擦：半导体材料国产化是必然趋势；2019年7月份，在日韩贸易争端的背景下，日本宣布对韩国实施三种半导体产业材料实施禁运，包含刻蚀气体，光刻胶和氟聚酰亚胺。韩国是全球存储器生产基地，显示屏生产基地，也是全球晶圆代工基地，三星，海力士，东部高科等一大批晶圆代工厂和显示屏厂都需要日本的半导体材料。这三种材料直接掐断了韩国存储器和显示屏的经济支柱。

在禁运之后，韩国半导体产业面临空前危机，一时间，三星半导体，海力士等全球存储器龙头都处于时刻停产危机，三星本身的材料存货只能支撑3个月的生产。三星，海力士高管也是频频去日本交涉。同为美国重要盟友的日韩之间尚且如此，尚在发展初期的中国科技产业更需要敲响警钟。

目前中国大陆对于电子材料，特别是光刻胶方面对国外依赖较高。所以在半导体材料方面的国产代替是必然趋势。

中美贸易摩擦：光刻胶国产代替是中国半导体产业的迫切需要；自从中美贸易摩擦依赖，中国大陆积极布局集成电路产业。在半导体材料领域，光刻胶作为是集成电路制程技术进步的“燃料”，是国产代替重要环节，也是必将国产化的产品。

光刻是半导制程的核心工艺，对制造出更先进，晶体管密度更大的集成电路起到决定性作用。每一代新的光刻工艺都需要新一代的光刻胶技术相匹配。现在，一块半导体芯片在制造过程中一般需要进行10-50道光刻过程。其中

不同的光刻过程对于光刻胶也有不一样的具体需求。光刻胶若性能不达标会对芯片成品率造成重大影响。

目前中国光刻胶国产化水平严重不足，重点技术差距在半导体光刻胶领域，有 2-3 代差距，随着下游半导体行业、LED及平板显示行业的快速发展，未来国内光刻胶产品国产化替代空间巨大。当今，中国通过国家集成电路产业投资基金（大基金）撬动全社会资源对半导体产业进行投资和扶持。

同时，国内光刻胶企业积极抓住中国晶圆制造扩产的百年机遇，发展光刻胶业务，力争早日追上国际先进水平，打进国内新建晶圆厂的供应链。光刻胶的国产化攻关正在全面展开，在面板屏显光刻胶领域，中国已经出现了一批有竞争力的本土企业。

在半导体和面板光刻胶领域，尽管国产光刻胶距离国际先进水平仍然有差距，但是在政策的支持和自身的不懈努力之下，中国已经有一批光刻胶企业陆续实现了技术突破。

主要类型	细分类型	近年国内市场 规模（亿元）	国产化情况	国内公司
PCB 光刻胶	干膜光刻胶	40	几乎全部进口	
	湿膜及阻焊油墨	35	46%	容大感光、东方材料、北京力拓达、飞凯材料
LCD 光刻胶	CF 彩色光刻胶	16	5%：永太科技已经通过华星光电认证；雅克科技子公司收购 LG 化学旗下彩色光刻胶部分资产	永太科技（产能建成）、雅克科技（收购 LG 彩胶）、鼎材科技、北旭新材、阜阳欣弈华
	CF 黑色光刻胶	5.5		上海新阳（产能在建）、江苏博碗（产能建成）、阜阳欣弈华
	LCD 光刻胶	1.1 ~ 1.5	30% ~ 40%	晶瑞股份（苏州瑞红）、容大感光、北京科华
	TFT-LCD 正性光刻胶	5 ~ 6	大部分靠进口	晶瑞股份旗下苏州瑞红、北京科华、容大感光、中电彩虹、飞凯材料（产能扩建）、京东方旗下北旭电子（产能扩建）
LED 光刻胶	宽普 g/i/h 线 （365/405/433nm）	2 ~ 3	100%	晶瑞股份旗下苏州瑞红、北京科华、容大感光（产能建设）
半导体光刻胶	环化橡胶类光刻胶	0.5	10 ~ 15%	晶瑞股份（苏州瑞红）、北京科华
	g/i 线光刻胶 （436/365nm）	2	15%	容大感光（产能建设）、晶瑞股份旗下苏州瑞红（02 专项）、北京科华、潍坊星泰克
	KrF/ArF 光刻胶 （248/193nm）	5	几乎全部进口	上海新阳（产能建设）、南大光电（02 专项）、晶瑞股份（苏州瑞红）（科研攻关）、北京科华
	极紫外(EUV)光刻胶		国内处于早期研究阶段	北京科华（02 专项）

资料来源：新材料在线，浙商证券研究所

（国内光刻胶主要生产企业及国产替代情况）