

行业评级:

集成电路 II

增持 (维持)

胡剑 SAC No. S0570518080001
研究员 SFC No. BPX762
021-28972072
hujian@htsc.com

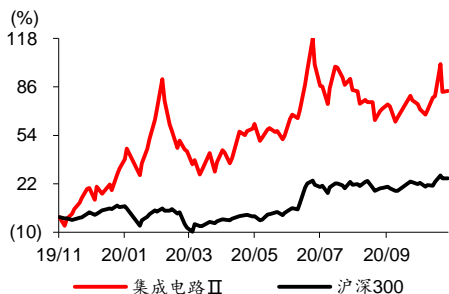
刘叶 SAC No. S0570519060003
研究员 SFC No. BKS183
021-38476703
liuye@htsc.com

李梓澎 SAC No. S0570120090023
联系人 lizipeng@htsc.com

相关研究

- 1《通富微电(002156 SZ,买入): 与 AMD 共成长, 与中国芯共奋进》2020.11
- 2《电子元器件: 内核架构意义凸显, RISC-V 现新机》2020.10
- 3《电子元器件: 以史为鉴, IC 产业内循环新机遇》2020.08

一年内行业走势图



资料来源: Wind

中国半导体光刻胶迎时代新机遇

集成电路产业系列报告之三

全球半导体市场重心向中国转移, 国产半导体光刻胶发展现新机

半导体光刻胶是半导体光刻工艺的核心材料, 决定了半导体图形工艺的精密程度和良率。作为高精尖的半导体制造核心材料, 由于技术壁垒和客户壁垒高, 全球半导体光刻胶市场集中度高, 市场被美日公司长期垄断。国内在半导体光刻胶领域自给率低, 高端 ArF 光刻胶则完全依赖进口, 中美贸易摩擦下, 出于半导体产业安全的考虑, 光刻胶自主可控意义凸显。以日本光刻胶发展史为鉴, 我们认为在拥有全球最大电子产业和半导体市场的中国, 持续扩大的本土半导体产能、国家政策和决心与集成电路大基金的支持都将为中国国产光刻胶提供前所未有的发展新机遇。

半导体光刻胶产业壁垒高, 全球市场由美日企业垄断, 国内自给率低

半导体光刻胶由于市场集中度高、技术壁垒高、客户壁垒高等原因形成了难以轻易逾越的产业壁垒, 主要由美日企业垄断。根据产业信息网数据, 2019 年作为半导体光刻胶主流的 KrF 和 ArF 光刻胶市场, 美日企业分别占据 85% 和 87% 全球市场份额。中国光刻胶产业发展薄弱且不平衡, 国内在 PCB 光刻胶实现自给自足, 而更高端的 LCD 和半导体光刻胶自给率严重不足。在半导体光刻胶方面, 产业信息网数据显示, 截至 2019 年国内在 g 线/i 线光刻胶仅达到 20% 自给率, 而 KrF 光刻胶自给率不足 5%, ArF 光刻胶则完全依赖进口, 国产化率提升刻不容缓。

以日本为鉴, 半导体市场重心向中国转移, 国产半导体光刻胶迎发展良机

1970 年代, 随着日本成为全球电子产业和半导体市场重心, 日本企业抓住本土产业机遇切入光刻胶市场, 成为光刻胶领域霸主并延续至今。如今, 随着中国成为全球最大的电子产业和半导体消费市场, 中国本土晶圆制造产能持续扩大, 据 SEMI 预测 2020 年中国晶圆产能将达到每月 400 万片, 并且在产能布局全面涵盖逻辑制程、存储器、特色工艺等领域, 有望带动半导体光刻胶需求持续提升。根据智研咨询预测, 2022 年中国大陆半导体光刻胶市场空间将会接近 55 亿元, 是 2019 年的两倍。以日本半导体光刻胶发展史为鉴, 中国国产半导体光刻胶迎来发展良机。

国家政策彰显决心, 国产半导体光刻胶研发生产或进入快车道

在半导体供应链安全逐渐得到重视的背景下, 一方面我国出台了多项相关政策, 为光刻胶产业发展提供了良好的政策支持, 另一方面国家集成电路大基金二期布局规划明确支持包括光刻胶在内的国产半导体材料产业链, 国产光刻胶研发和量产或将提速, 国内厂商纷纷计划在被日美垄断的半导体光刻胶领域扩大投入, 并在高端 ArF 光刻胶领域研发和量产持续突破。

产业链相关公司

晶瑞股份 (g-line/i-line 光刻胶量产, KrF 光刻胶进入中试)、南大光电 (干法/湿法 ArF 光刻胶承担 02 专项, ArF 生产线建成投产)、上海新阳 (KrF、ArF 光刻胶产能建设); 非上市公司: 北京科华 (g-line/i-line、KrF 光刻胶量产)、艾森半导体 (i-line 正胶、紫外负胶等)。

风险提示: 中美贸易摩擦加剧; 国产技术突破不及预期。

正文目录

光刻是半导体制造微图形工艺的核心，光刻胶是关键材料	4
光刻胶是光刻工艺的核心材料	4
光刻胶主要技术参数决定了图形工艺的精密程度和良率	5
光刻胶依据不同的产品标准进行分类	6
曝光波长是半导体光刻胶最常见的分类依据	7
光刻是半导体制造关键工艺，光刻胶通过曝光显影实现图形转移	7
半导体光刻制程通常遵循八步基本工艺	8
半导体光刻胶行业壁垒明显，市场遭遇国外垄断	10
半导体光刻胶属高精尖材料，随光刻工艺演进细分种类繁多	10
全球半导体技术持续演进，光刻胶发展空间扩大	11
器件尺寸随摩尔定律缩小，光刻胶不断革新，多重曝光带来用量提升	11
NAND Flash 堆叠层数大幅增加，为光刻胶用量带来增长机会	12
日企垄断半导体光刻胶市场，高端市场头部聚集效应越发明显	13
国产光刻胶产品结构不平衡，高端半导体光刻胶依赖进口	15
以史为鉴，半导体产业转移激发中国光刻胶产业机遇	16
半导体产业转移和分工，日本光刻胶崛起	16
全球电子产业转移带动半导体产业转移	16
在集成电路产业发展史上，欧美厂商领导了前期光刻胶产品的研发	16
半导体产业转移与分工细化，日本光刻胶借机崛起	17
以日本为鉴，中国已成全球最大半导体市场，为光刻胶自主发展提供空间	17
中国晶圆制造产能持续扩张，半导体光刻胶迎历史机遇	18
外部环境复杂多变，政策和大基金共同助力，半导体光刻胶国产替代正当时	19
国内半导体光刻胶产业链重点公司情况	20

图表目录

图表 1: ASML EUV 光刻机 3400C.....	4
图表 2: 光刻胶旋转涂敷于晶圆上.....	4
图表 3: 生产光刻胶的原料.....	4
图表 4: 光刻胶主要成本构成.....	5
图表 5: 光刻胶主要技术参数.....	5
图表 6: 正性及负性光刻胶的反应原理示意图.....	6
图表 7: 光刻胶分类.....	6
图表 8: 半导体光刻胶按曝光波长分类.....	7
图表 9: 芯片制造工艺流程.....	7
图表 10: 电子显微镜下集成电路俯视图.....	8
图表 11: 集成电路截面多层结构示意图.....	8
图表 12: 八步基本的光刻工艺.....	8
图表 13: 尼康光刻机曝光系统内部原理图.....	9
图表 14: 光刻胶涉及产业链.....	10
图表 15: 曝光光源技术与器件特征尺寸发展趋势.....	10
图表 16: 三星 DRAM 里程碑时间线.....	11
图表 17: 台积电逻辑工艺路线图.....	12
图表 18: 3D NAND Flash 结构示意图.....	12
图表 19: 2018 年全球光刻胶应用结构.....	13
图表 20: 2018 年全球半导体光刻胶产值占比（按品类）.....	13
图表 21: 2019 年全球 g/i 线光刻胶市场格局.....	13
图表 22: 2019 年全球 KrF 光刻胶市场格局.....	14
图表 23: 2019 年全球 ArF 光刻胶市场格局.....	14
图表 24: 东京应化光刻胶成品线全面.....	14
图表 25: 2018 年全球光刻胶市场份额（按应用分类）.....	15
图表 26: 2018 年我国国产光刻胶产值份额（按应用分类）.....	15
图表 27: 2017 年全球光刻胶市场份额占比（按地区）.....	15
图表 28: 全球半导体产业转移.....	16
图表 29: 全球半导体销售额及增速.....	18
图表 30: 中国集成电路产业销售额及增速.....	18
图表 31: 2019 年-2020 年中国纯晶圆代工市场规模（单位：亿美元）.....	18
图表 32: 截至 2019 年 FAB 项目情况（硅基）.....	19
图表 33: 光刻胶行业相关政策.....	20
图表 34: 截至 2020 年国内半导体光刻胶项目进展.....	20
图表 35: 报告中提及公司信息概览.....	21

光刻是半导体制造微图形工艺的核心，光刻胶是关键材料

光刻胶是光刻工艺中最关键材料，国产替代需求紧迫。光刻工艺是指在光照作用下，借助光刻胶将掩模版上的图形转移到基片上的技术，在半导体制造领域，随着集成电路线宽缩小、集成度大为提升，光刻工艺技术难度大幅提升，成为延续摩尔定律的关键技术之一。同时，器件和走线的复杂度和密集度大幅度提升，高端制程关键层次需要两次甚至多次曝光来实现。其中，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。目前，日本和美国光刻胶巨头完全主导了高端光刻胶市场。2019 年 7 月的日韩贸易摩擦中，日本通过限制对韩出口光刻胶，引发韩国半导体产业链震荡。中美贸易摩擦大背景下，光刻胶也成为深刻影响中国半导体产业链安全的关键材料。

光刻胶经过几十年不断的发展和进步，应用领域不断扩大，衍生出非常多的种类。不同用途的光刻胶曝光光源、反应机理、制造工艺、成膜特性、加工图形线路的精度等性能要求不同，导致对于材料的溶解性、耐蚀刻性、感光性能、耐热性等要求不同。因此每一类光刻胶使用的原料在化学结构、性能上都比较特殊，要求使用不同品质等级的光刻胶专用化学品。1959 年光刻胶被发明以来，被广泛运用在加工制作广电信息产业的微细图形路线。作为光刻工艺的关键性材料，其在 PCB、TFT-LCD 和半导体光刻工序中起到重要作用。

图表1：ASML EUV 光刻机 3400C



资料来源：ASML，华泰证券研究所

图表2：光刻胶旋涂转涂于晶圆上



资料来源：ShinEtsu，华泰证券研究所

光刻胶是光刻工艺的核心材料

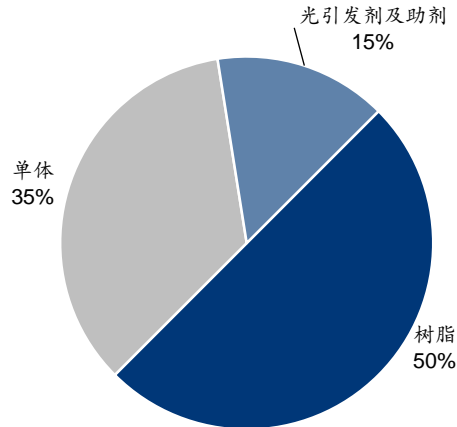
光刻胶又称光致抗蚀剂，它是指由感光树脂、增感剂和溶剂三种主要成分构成的对光敏感的混合液体。在紫外光、电子束、离子束、X 射线等辐射的作用下，其感光树脂的溶解度及亲和性由于光固化反应而发生变化，经适当溶剂处理，溶去可溶部分可获得所需图像。生产光刻胶的原料包括光引发剂（包括光增感剂、光致产酸剂）、光刻胶树脂、单体及其他助剂等。根据 2020 年前瞻产业研究院报告《2020-2025 年中国光刻胶行业市场前瞻与投资规划分析报告》数据显示，树脂占光刻胶总成本的 50%，在光刻胶各成分的中占比最大，其次是占 35%的单体和占 15%的光引发剂及其他助体。

图表3：生产光刻胶的原料

原料	主要功能
光引发剂	光刻胶的关键组分，对光刻胶的感光度，分辨率等起决定性作用
光增感剂	引发助剂，能够吸收光能并将能量传给光引发剂或本身不吸收光能但协同参与光化学反应提高引发效率的物质
光致产酸剂	在吸收光能后分子发生光解反应，产生强酸引发反应的物质，用于最尖端的化学增幅光刻胶
光刻胶树脂	光刻胶中比例最大的部分，构成光刻胶的基本骨架，主要决定曝光后光刻胶的基本性能，包括硬度，柔韧性，附着力，热稳定性，溶解度变化等
单体	含有可聚合官能团的小分子，又称活性稀释剂，一般参与光固化反应，降低光固化体系黏度，同时调节光固化材料的各种性能
助剂	根据不同用途添加的颜料、固化剂、分散剂等调节性能的添加剂

资料来源：新材料在线，华泰证券研究所

图表4：光刻胶主要成本构成



资料来源：前瞻产业研究院，华泰证券研究所

光刻胶主要技术参数决定了图形工艺的精密程度和良率

光刻胶作为光刻曝光的核心材料，其分辨率是光刻胶实现器件的关键尺寸（如器件线宽）的衡量值，光刻胶分辨率越高形成的图形关键尺寸越小。对比度是指光刻胶从曝光区到非曝光区过渡的陡度，对比度越高，形成图形的侧壁越陡峭，图形完成度更好。敏感度决定了光刻胶上产生一个良好的图形所需一定波长光的最小能量值。抗蚀性决定了光刻胶作为覆盖物在后续刻蚀或离子注入工艺中，不被刻蚀或抗击离子轰击，从而保护被覆盖的衬底。

图表5：光刻胶主要技术参数

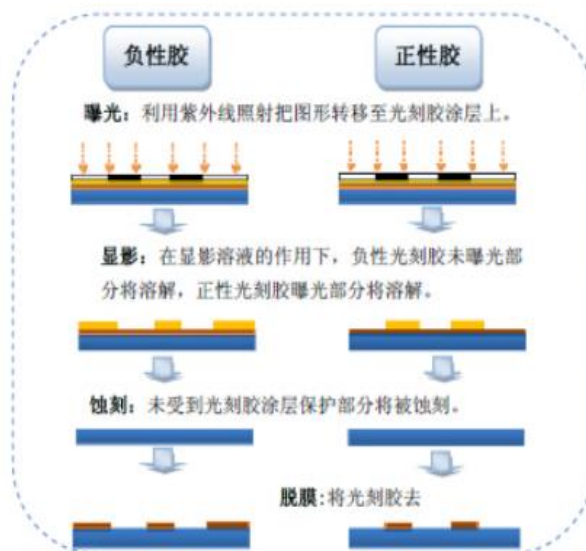
技术参数	参数释义
分辨率 resolution	区别硅片表面相邻图形特征的能力。一般用关键尺寸(CD, Critical Dimension) 来衡量分辨率。形成的关键尺寸越小，光刻胶的分辨率越好。
对比度 contrast	指光刻胶从曝光区到非曝光区过渡的陡度。对比度越好，形成图形的侧壁越陡峭，分辨率越好。
敏感度 sensitivity	光刻胶上产生一个良好的图形所需一定波长光的最小能量值（或最小曝光量）。单位：毫焦/平方厘米或 mJ/cm ² 。光刻胶的敏感性对于波长更短的深紫外光(DUV)、极深紫外光(EUV) 等尤为重要。
粘滞性/黏度 viscosity	衡量光刻胶流动特性的参数。粘滞性随着光刻胶中的溶剂的减少而增加；高的粘滞性会产生厚的光刻胶；越小的粘滞性，就有越均匀的光刻胶厚度。
粘附性 adherence	表征光刻胶粘着于衬底的强度。光刻胶的粘附性不足会导致硅片表面的图形变形。光刻胶的粘附性必须经受住后续工艺刻蚀、离子注入等。
抗蚀性 anti-etching	光刻胶必须保持它的粘附性，在后续的刻蚀工序中保护衬底表面。耐热稳定性、抗刻蚀能力和抗离子轰击能力。
表面张力 surface tension	液体中将表面分子拉向液体主体内的分子间吸引力。光刻胶应该具有比较小的表面张力，使光刻胶具有良好的流动性和覆盖。
存储和传送 storage and transmission	能量（光和热）可以激活光刻胶。应该存储在密闭、低温、不透光的盒中。同时必须规定光刻胶的闲置期限和存储温度环境。一旦超过存储时间或较高的温度范围，负胶会发生交联，正胶会发生感光延迟。

资料来源：文灏股份官网，华泰证券研究所

光刻胶依据不同的产品标准进行分类

按照化学反应和显影的原理，光刻胶可分为正性光刻胶和负性光刻胶。如果显影时未曝光部分溶解于显影液，形成的图形与掩膜版相反，称为负性光刻胶；如果显影时曝光部分溶解于显影液，形成的图形与掩膜版相同，称为正性光刻胶。在实际运用过程中，由于负性光刻胶在显影时容易发生变形和膨胀的情况，一般情况下分辨率只能达到 2 微米，因此正性光刻胶的应用更为广泛。

图表6：正性及负性光刻胶的反应原理示意图



资料来源：CNKI，华泰证券研究所

根据感光树脂的化学结构来分类，光刻胶可以分为光聚合型、光分解型和光交联型三种类型。光聚合型，可形成正性光刻胶，是通过采用了烯类单体，在光作用下生成自由基从而进一步引发单体聚合，最后生成聚合物的过程；光分解型光刻胶可以制成正性胶，通过采用含有叠氮醌类化合物的材料在经过光照后，发生光分解反应的过程。光交联型，即采用聚乙烯醇月桂酸酯等作为光敏材料，在光的作用下，其分子中的双键被打开，并使链与链之间发生交联，形成一种不溶性的网状结构，从而起到抗蚀作用，是一种典型的负性光刻胶。

按照应用领域的不同，光刻胶又可以分为印刷电路板（PCB）用光刻胶、液晶显示(LCD)用光刻胶、半导体用光刻胶和其他用途光刻胶。PCB 光刻胶技术壁垒相对其他两类较低，而半导体光刻胶代表着光刻胶技术最先进水平。

图表7：光刻胶分类

分类依据	分类名称	分类说明
显示效果	正性光刻胶	显影时未曝光部分溶解于显影液，形成的图形与掩膜版相反
	负性光刻胶	显影时曝光部分溶解于显影液，形成的图形与掩膜版相同
感光树脂的化学结构	光聚合型	光照后生成自由基并进一步引发单体聚合
	光分解型	光照后由油性分解为水溶性，可以制成正性胶
	光交联型	光照后分子双键被打开，链与链之间发生交联反应形成一种不溶性网状结构防止溶解，典型负性光刻胶
曝光波长	紫外光刻胶	300~450 nm
	深紫外光刻胶	160~280 nm
	极紫外光刻胶	EUV, 13.5 nm
应用领域	PCB 用光刻胶	主要分为干膜光刻胶、湿膜光刻胶、光成像阻焊油墨。技术壁垒相对较低，主要为中低端品种
	面板光刻胶	分为彩色光刻胶与黑色光刻胶、LCD 触摸屏用光刻胶与 TFT-LCD 正性光刻胶
	半导体光刻胶	g 线光刻胶、i 线光刻胶、KrF 光刻胶、ArF 光刻胶、聚酰亚胺光刻胶、掩膜板光刻胶等
	其他用途	CCD 摄像头彩色滤光片彩色光刻胶、触摸屏透明光刻胶、MEMS 光刻胶、生物芯片光刻胶等

资料来源：CNKI，华泰证券研究所

曝光波长是半导体光刻胶最常见的分类依据

依照曝光波长分类，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。光刻胶在不同曝光波长的情况下，适用的光刻极限分辨率也不尽相同，在加工方法一致时，波长越小加工分辨率更佳。因此，不同波长光源的光刻机需要搭配相应波长的光刻胶进去光刻。目前半导体光刻胶最常使用曝光波长分类，主要有 g 线、i 线、KrF、ArF 和最先进的 EUV 光刻胶，其中 DUV 光刻机分为干法和浸润式，因此 ArF 光刻胶也对应分为干法和浸润式两类。越先进制程相应需要使用越短曝光波长光刻胶，以达到特征尺寸微小化。

图表8： 半导体光刻胶按曝光波长分类

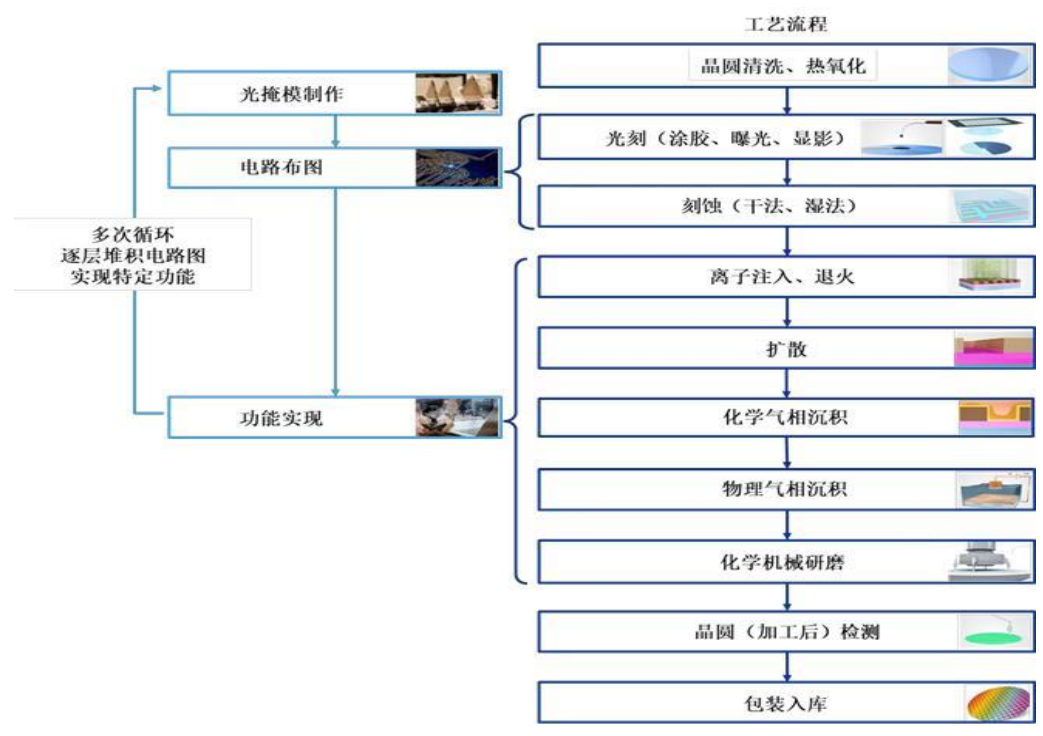
类别	曝光波长	适用逻辑制程工艺	晶圆尺寸
g 线	436nm	0.5um 以上	6 寸
i 线	365nm	0.5um-0.35um	6 寸
KrF	248nm	0.25um-0.11um	8 寸
ArF	193nm	90nm-7nm	12 寸
EUV	13.4nm	7nm 以下	12 寸

资料来源：赛瑞研究，前瞻产业研究院，华泰证券研究所

光刻是半导体制造关键工艺，光刻胶通过曝光显影实现图形转移

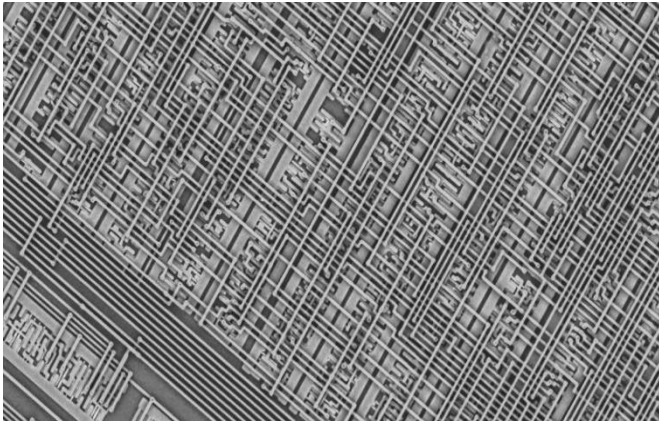
芯片制造又称晶圆制造，是通过物理、化学工艺步骤在晶圆表面形成器件，并生成金属导线将器件相互连接形成集成电路的过程。晶圆制造可分为前道工艺线（FEOL）和后道工艺线（BEOL）工艺，前道工艺是在晶圆上形成晶体管和其他器件，而后道工艺是形成金属线并在每层之前加上绝缘层。依次通过光刻（lithography）、刻蚀（etch）、离子注入（implantation）、扩散（disposition）、化学气相沉积（CVD）、物理气相沉积（PVD）、化学机械研磨等工序（CMP）形成一层电路，通过循环重复上述工艺，最终在晶圆表面形成立体的多层结构，实现整个集成电路的制造。由于制程提升，晶圆上集成的器件和电路复杂度和密度随之提升，需要上千道工序去完成芯片的制造。

图表9： 芯片制造工艺流程



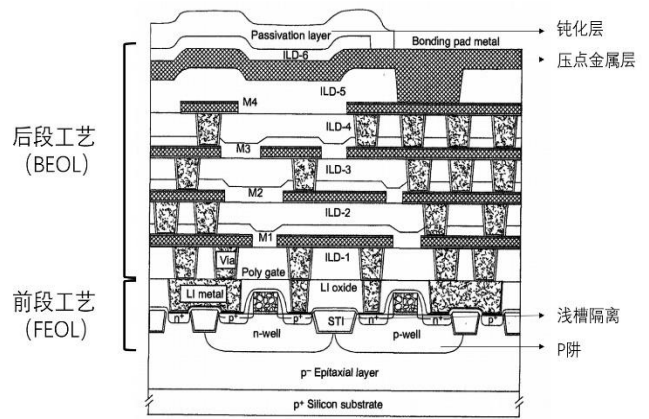
资料来源：中芯国际招股书，华泰证券研究所

图表10: 电子显微镜下集成电路俯视图



资料来源:《芯片制造-半导体工艺制程实用教材》, 华泰证券研究所

图表11: 集成电路截面多层结构示意图



资料来源:《芯片制造-半导体工艺制程实用教材》(Peter Van Zant), 华泰证券研究所

光刻工艺是半导体集成电路制造的核心工艺。光刻的基本原理是将对光敏感的光刻胶旋涂在晶圆上, 在表面形成一层薄膜, 光源透过光罩(掩模版)照射在光刻胶上, 使得光刻胶选择性的曝光, 接着对光刻胶显影, 完成光罩上电路特定层的图形的转移。剩余的光刻胶在接下来的刻蚀或离子注入工艺中充当掩层, 然后通过刻蚀工艺将光掩模上的图形转移到所在衬底上。根据产业链调研反馈, 在集成电路制造工艺中, 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%-60%。

半导体光刻制程通常遵循八步基本工艺

典型的集成电路制造光刻制程的八步基本工艺包括衬底的准备、光刻胶涂覆、软烘焙、曝光、曝光后烘焙、显影、硬烘焙和显影检测。**衬底准备**主要是在涂抹光刻胶之前, 对硅衬底进行预处理。一般情况下, 衬底表面上的水分需要蒸发掉, 这一步在带有抽气的密闭腔体内通过脱水烘焙来完成。此外, 为了提高光刻胶在衬底表面的附着能力, 还会在衬底表面涂抹化合物。

图表12: 八步基本的光刻工艺



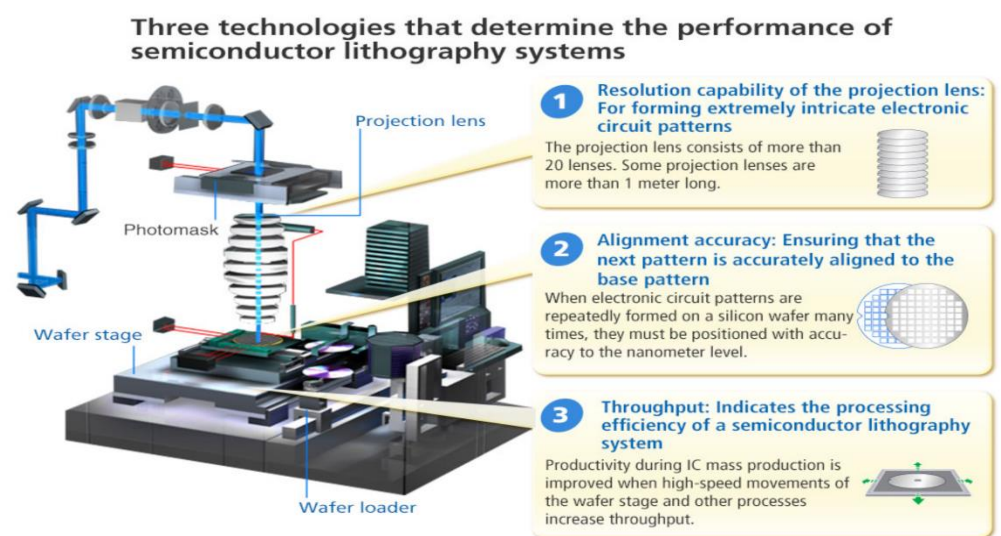
资料来源: 强力新材招股说明书, 华泰证券研究所

光刻胶涂覆是将光刻胶均匀、平整地分布在衬底表面上, 当前涂胶方式一般是旋涂。首先将光刻胶溶液喷洒在硅片表面, 将硅片放在一个平整的金属托盘上, 加速旋转托盘, 直到达到所需的旋转速度。托盘内有小孔与真空管相连, 由于大气压力的作用, 硅片可以被“吸附”在托盘上, 这样硅片就可以与托盘一起旋转。达到所需的旋转速度之后, 以这一速度保持一段时间, 以旋转的托盘为参考系, 光刻胶在随之旋转受到离心力, 使得光刻胶向着硅片外围移动。

软烘焙是完成光刻胶的涂抹之后进行的烘干操作。软烘焙主要目的是将硅片上覆盖的光刻胶溶剂挥发出来，降低灰尘的沾污。此外，该步骤也缓和在旋转过程中光刻胶胶膜内的应力，从而增强光刻胶的粘附性。在旋涂之前，光刻胶包含 65%至 85%的溶剂，而旋涂后的溶剂比例会下降到 10%至 20%，软烘焙的目标是将溶剂比例下降到 4%至 7%。

曝光是光刻工艺中最要的工序，曝光使用特定波长的光经过光罩的覆盖在衬底的光刻胶进行照射，实现图形转移。照明光源发出的光线经汇聚透镜照射在光罩上，透过光罩产生衍射的光束携带了光罩的图形信息。透过光罩的光束再经过投影透镜聚焦到晶圆或衬底表面，在晶圆或衬底表面形成掩模图形的，光刻胶中的感光剂被光束照射的区域会发生光化学反应，即使正光刻胶被照射区域（感光区域）、负光刻胶未被照射的区域（非感光区）化学成分发生变化。这些化学成分发生变化的区域，在下一步显影工艺中能够溶解于特定的显影液中。

图表13：尼康光刻机曝光系统内部原理图



资料来源：Nikon 官网，华泰证券研究所

曝光后烘焙（后烘焙）是曝光后非常重要的一步，在 I-line 光刻机中，后烘焙的目的是消除光阻层侧壁的驻波效应，使侧壁平整竖直；而在 DUV 光刻机中后烘焙的目的则是起化学放大反应，DUV 设备曝光时，光刻胶不会完全反应，只是产生部分反应生成少量 H⁺离子，而在这一步烘烤中 H⁺离子起到类似催化剂的作用，使感光区光刻胶完全反应。后烘焙主要控制的是烘焙温度与时间，此外对于温度的均匀性要求也非常高，通常 DUV 的光阻要求热板内温度偏差小于 0.3℃。

后烘焙过程完成后加入显影液进行**显影**，将光刻胶曝光后可溶部分除去，正光刻胶的感光区和负光刻胶的非感光区，会溶解于显影液中。这一步完成后，光刻胶层中的图形就可以显现出来。为了提高分辨率，几乎每一种光刻胶都有专门的显影液，以保证高质量的显影效果。一般来说正胶可以得到更高的分辨率，而负胶则更耐腐蚀。显影和清洗都在显影槽中完成，每一步的转速和时间都至为重要，对最后图形的均匀性和质量影响很大。

硬烘焙又称显影后烘焙，为接下来刻蚀或者离子注入工艺做准备。其主要目的是蒸发光刻胶中的溶剂，提高抗刻蚀和抗离子注入性，提高光刻胶的粘附性，聚合化并稳定光刻胶以及光刻胶流动填平针孔。最后进行显影检测后，进行下一步刻蚀或者离子注入工艺。

半导体光刻胶行业壁垒明显，市场遭遇国外垄断 半导体光刻胶属高精尖材料，随光刻工艺演进细分种类繁多

光刻胶所属产业链覆盖范围广泛，从上游的基础化工材料行业和精细化学品行业，到中游光刻胶制备，再到下游电子加工商和电子产品应用终端。光刻胶是微电子领域微细图形加工核心上游材料，占据了电子材料至高点。

图表14：光刻胶涉及产业链

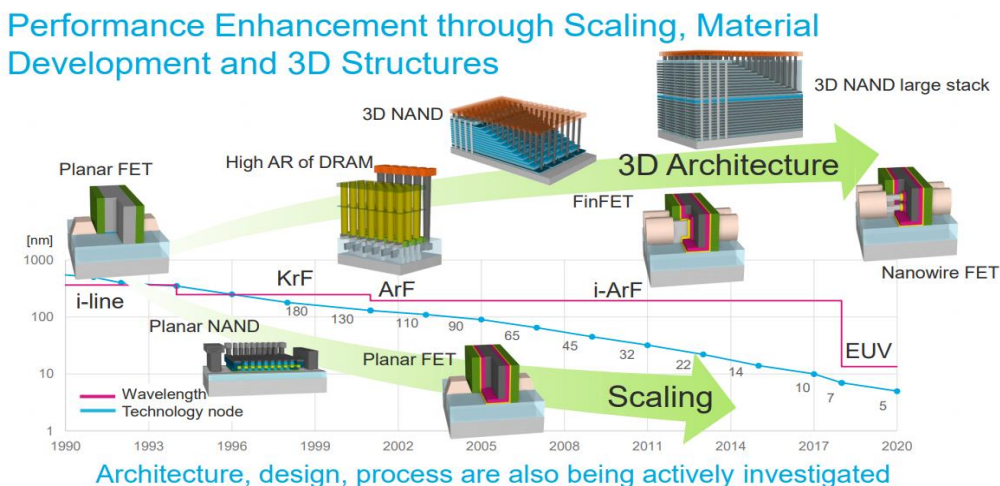


资料来源：前瞻产业研究院，华泰证券研究所

光刻胶专用化学品具有市场集中度高、技术壁垒高、客户壁垒高的特点。相同用途的光刻胶需要大量投资，行业退出壁垒较大，同时光刻胶专用化学品相似特征较多，例如品种多，用量少，品质要求高等特点。又由于市场相比下游行业的市场份额小，因此行业的集中度高；光刻胶用于微小图形的加工，生产工艺复杂，技术壁垒较高。多重技术因素综合考虑使光刻胶的技术壁垒较高；光刻胶的客户壁垒较高，市场上光刻胶产品的更新速度较快，光刻胶厂家为了实现技术保密性，从而会与上游的原料供应商保持密切合作关系，共同研发新技术，增大了客户的转换成本。因此，光刻胶行业的上下游合作处于互相依赖互相依存的关系，使得客户的进入壁垒较高。

为了匹配集成电路对密度和集成度水平，制备光刻胶的分辨率水平由紫外宽谱逐步至g线（436nm）、i线（365nm）、KrF（248nm）、ArF（193nm）、F2（157nm），以及最先进的EUV(<13.5nm)线水平。同时，双重曝光（Double-Patterning）在16nm制程被台积电引入，多重曝光（Multiple-Patterning）在之后的先进制程被相继采用实现更小的线宽，先进制程需要更多的曝光层数为光刻胶用量提供增长空间。

图表15：曝光光源技术与器件特征尺寸发展趋势



资料来源：TEL，华泰证券研究所

全球半导体技术持续演进，光刻胶发展空间扩大

随着半导体制程技术发展，半导体光刻胶市场规模持续扩大，技术上发展出了适配 EUV 光刻的光刻胶。根据 SEMI 数据，2016 年全球半导体用光刻胶及配套材料市场分别达到 14.5 亿美元和 19.1 亿美元，分别较 2015 年同比增长 9.0% 和 8.0%。2017 和 2018 年全球半导体用光刻胶市场已分别达到 16.0 亿美元和 17.3 亿美元，2019 年，全球半导体光刻胶市场达到 17.7 亿美元。从半导体光刻胶细分市场分析，根据美国半导体产业协会的统计，2018 年高端的干法和湿法 ArF 光刻胶占据 42% 市场份额，KrF 和 g 线/i 线分别占据 22% 和 24% 市场份额。我们认为随着 12 寸先进技术节点生产线的兴建和多次曝光工艺的大量应用，193nm ArF 及其它先进光刻胶的需求量将快速增加。

器件尺寸随摩尔定律缩小，光刻胶不断革新，多重曝光带来用量提升

逻辑制程跟随摩尔定律，器件线宽由原来的微米级水平进入纳米级水平，带动光刻胶不断革新来适配更短的曝光光源。2019 年台积电在 N7+ 引入了四层 EUV 光罩，而在 N5 将 EUV 层数提升到 14-15 层，EUV 光刻胶随之进入商用。

随着芯片集成度提升，电路层数不断增加，光刻层数不断增加，光刻胶用量随之提升。同时，多重曝光也被引入制造关键层。2014 年，台积电将双重曝光 (double patterning) 引入 20nm 制程，通过两次曝光制造一层电路，之后多重曝光被引入更先进工艺，台积电在 14nm 至第一代 N7 制程使用 DUV 进行多重曝光。

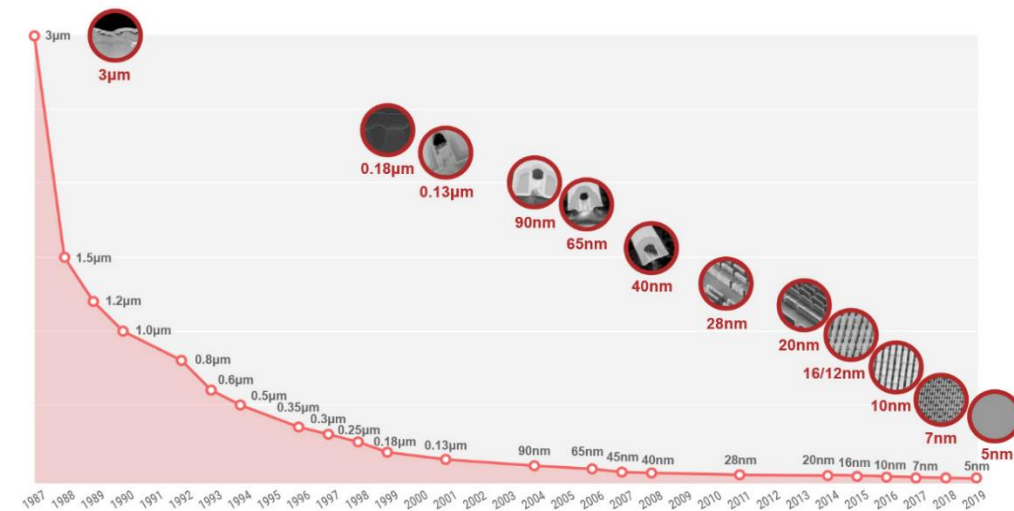
图表 16: 三星 DRAM 里程碑时间线

发布时间	三星 DRAM 重点产品
2021 (待定)	第四代 10 纳米级 (1a) 基于 EUV 的 16 Gb DDR5/LPDDR5 量产
2020 年 3 月	第四代 10 纳米级 (1a) 基于 EUV 的 DRAM 开发
2019 年 9 月	第三代 10 纳米级 (1z) 8Gb DDR4 量产
2019 年 6 月	第二代 10 纳米级 (1y) 12Gb LPDDR5 量产
2019 年 3 月	第三代 10 纳米级 (1z) 8Gb DDR4 开发
2017 年 11 月	第二代 10 纳米级 (1y) 8Gb DDR4 量产
2016 年 9 月	第一代 10 纳米级 (1x) 16Gb LPDDR4/4X 量产
2016 年 2 月	第一代 10 纳米级 (1x) 8Gb DDR4 量产
2015 年 10 月	20 纳米 (2z) 12Gb LPDDR4 量产
2014 年 12 月	20 纳米 (2z) 8Gb 第五版图形用双倍数据传输率存储器 (GDDR5) 量产
2014 年 12 月	20 纳米 (2z) 8Gb LPDDR4 量产
2014 年 10 月	20 纳米 (2z) 8Gb DDR4 量产
2014 年 2 月	20 纳米 (2z) 4Gb DDR3 量产
2014 年 2 月	20 纳米级 (2y) 8Gb LPDDR4 量产
2013 年 11 月	20 纳米级 (2y) 6Gb LPDDR3 量产
2012 年 11 月	20 纳米级 (2y) 4Gb DDR3 量产
2011 年 9 月	20 纳米级 (2x) 2Gb DDR3 量产
2010 年 7 月	30 纳米级 2Gb DDR3 量产
2010 年 2 月	40 纳米级 4Gb DDR3 量产
2009 年 7 月	40 纳米级 2Gb DDR3 量产

资料来源：三星半导体官网，华泰证券研究所

DRAM 工艺演进方向类似逻辑制程，同样推动光刻胶革新。 DRAM 由于芯片设计相对简单、标准化程度高、工艺制程转变快，如同逻辑制程一样紧跟摩尔定律，通过构件缩小增加器件密度以提高存储容量。目前，随着处理图形的尺度不断缩小，线宽减少越来越困难，需要通过 193nm 浸没式光刻多重曝光满足需求。2019 年美国 DRAM 巨头美光科技的 DRAM 技术路线图公布该公司所有 10nm 级节点都依赖于双重、三重或四重 patterning 的深紫外光刻技术 (DUVL)。2020 年 3 月，全球 DRAM 龙头三星电子宣布，该公司已成功交付基于极紫外光刻 (EUV) 技术的 10 纳米级 (D1x) DDR4 (第四代双倍数据速率) DRAM 模块，将 EUV 光刻引入 DRAM 生产。

图表17： 台积电逻辑工艺路线图

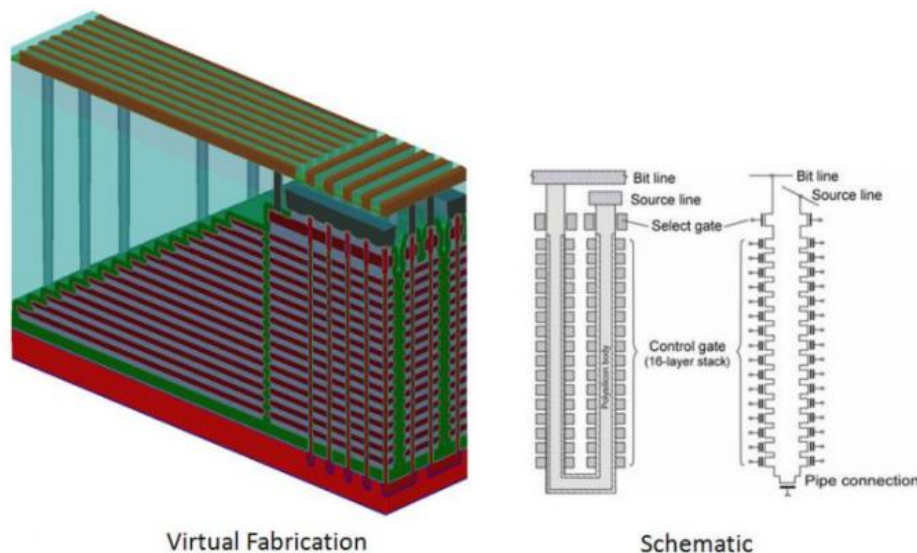


资料来源：台积电官网，华泰证券研究所

NAND Flash 堆叠层数大幅增加，为光刻胶用量带来增长机会

为了增加器件密度以提高存储容量，NAND Flash 工艺从 2D 架构转向 3D 堆叠架构，由于堆叠层数不断增加以提高存储容量，光刻工艺次数增加，光刻胶用量随之增加。截至 2020 年，三星、铠侠、美光、英特尔、西部数据、SK 海力士、长江存储已经推出或量产 3D NAND 产品。128 层是目前已经量产的最高层数，三星、SK 海力士已经实现量产，并且三星计划 2021 年量产 176 层 3D NAND Flash，而 SK 海力士也正在研发 176 层 3D NAND Flash。

图表18： 3D NAND Flash 结构示意图

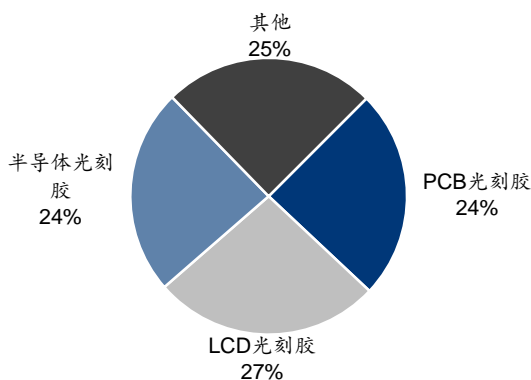


资料来源：Coventor, Lam Research, 华泰证券研究所

日企垄断半导体光刻胶市场，高端市场头部聚集效应越发明显

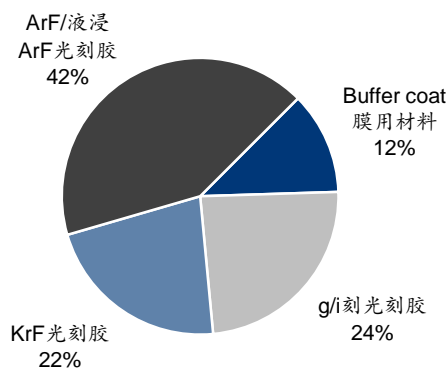
全球半导体光刻胶市场主要被日本企业高度垄断，并且在越高端市场垄断地位越明显。目前，全球半导体光刻胶主要龙头是 TOK（东京应化）、信越化学、JSR（日本合成橡胶）、住友化学、富士胶片等日本公司和美国的陶氏化学，这些龙头企业总计占据各半导体光刻胶细分领域超过 85% 市场份额，其中头部日企在各个细分领域都占据主导地位。根据前瞻产业研究院整理统计，2019 年 g/i 线光刻胶市场上，来自日本的 TOK、JSR、住友化学和富士胶片分别占据 26%、15%、15%、8% 的份额，总计达到 64% 的全球 g 线和 i 线光刻胶市场份额。而来自美国的陶氏化学、韩国的东进半导体和其他公司分别占据 18%、13% 和 5% 的市场份额。

图表19： 2018 年全球光刻胶应用结构



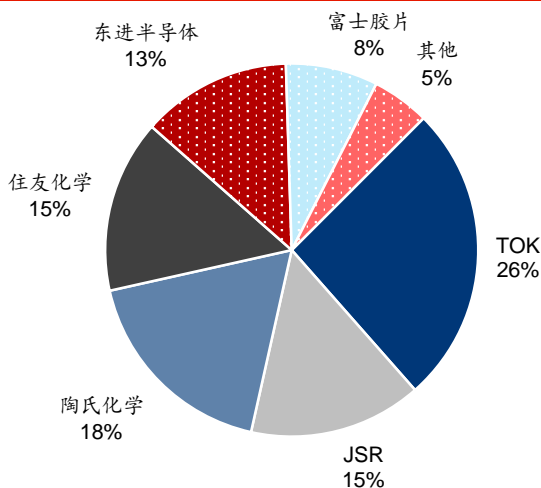
资料来源：产业信息网，华泰证券研究所

图表20： 2018 年全球半导体光刻胶产值占比（按品类）



资料来源：美国半导体产业协会，华泰证券研究所

图表21： 2019 年全球 g/i 线光刻胶市场格局

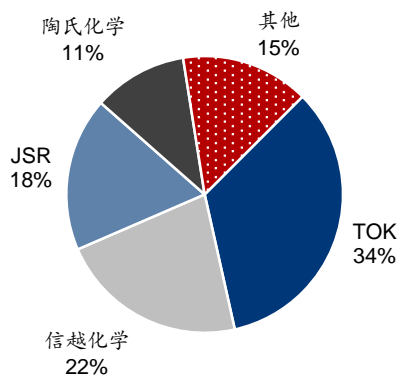


资料来源：前瞻产业研究院，华泰证券研究所

全球 KrF 光刻胶市场份额向日本头部企业集聚效应较 g/i 线光刻胶更加明显。根据前瞻产业研究院整理统计，2019 年日本龙头企业 TOK、信越化学和 JSR 在全球 KrF 光刻胶细分市场分别占据 34%、22% 和 18% 份额，总计达到 74%。美国的陶氏化学和其他厂商分别占据 11% 和 15% 的市场份额。在其他企业中，韩国企业占据 5% 的市场份额。

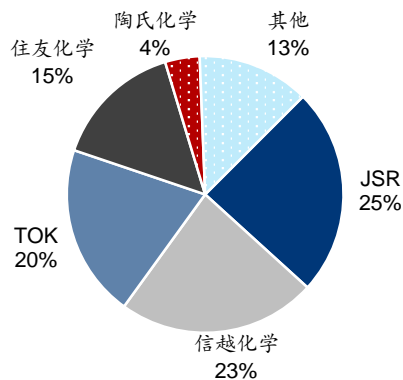
在目前先进逻辑制程和先进存储器的主力 ArF 光刻胶市场，日本企业垄断地位进一步增强。根据前瞻产业研究院整理统计，2019 年日本龙头企业 JSR、信越化学、TOK 和住友化学包揽前四，分别占据全球 ArF 光刻胶细分市场 25%、23%、20% 和 15% 市场份额，总计市场份额达到 83%。而第五名的美国陶氏化学在 ArF 光刻胶领域只占据 4% 的市场份额。

图表22: 2019 年全球 KrF 光刻胶市场格局



资料来源: 前瞻产业研究院, 华泰证券研究所

图表23: 2019 年全球 ArF 光刻胶市场格局

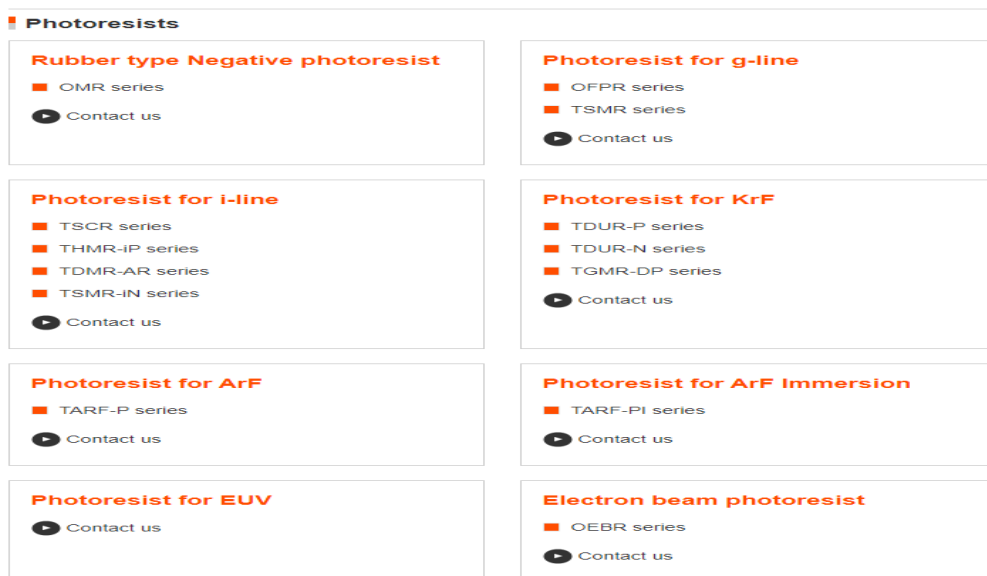


资料来源: 前瞻产业研究院, 华泰证券研究所

最先进的 EUV 光刻胶领域则完全被日本企业所主导, 日本的 JSR、TOK、信越化学成为 EUV 光刻胶市场上仅有的实现量产厂商。目前引入 EUV 工艺的仅有三星电子和台积电两家公司, 日本企业将工厂布局到韩国和中国台湾, 以便保证以地理优势的保持市场份额。2020 年 7 月, TOK 宣布在韩国仁川松岛工厂开始生产 EUV 光刻胶, 方便供应三星和 SK 海力; 2020 年 10 月 15 日, 日经新闻报道信越化工计划在中国台湾雲林县和日本江津兴建厂房, 借此提升中国台湾工厂产能 5 成和日本工厂产能 2 成, 并利用中国台湾工厂生产 EUV 光刻胶, 来应对台积电对 EUV 光刻胶持续增长的需求。根据该报道, 富士胶片和住友化学也计划进军 EUV 光刻胶市场。

由此可见, 日本这些头部企业在全全球半导体光刻胶市场上, 不仅在总体市场份额和技术层面领先行业, 并且各自在不同细分领域占据广泛市场, 建立起完善的产品线。例如东京应化, 产品涵盖从橡胶类光刻胶到 g 线到 i 线、KrF、ArF 到 EUV, 以及离子束光刻胶; 信越化学产品线同样全面涵盖主流半导体光刻胶。

图表24: 东京应化光刻胶成品线全面

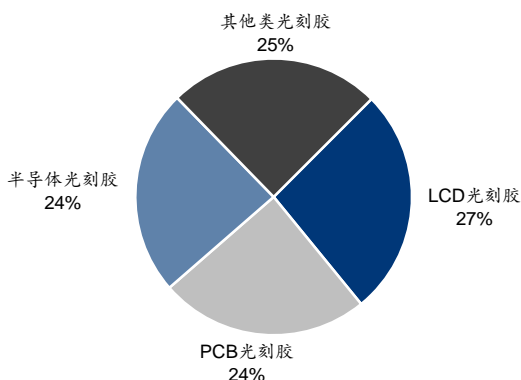


资料来源: 东京应化官网, 华泰证券研究所

国产光刻胶产品结构不平衡，高端半导体光刻胶依赖进口

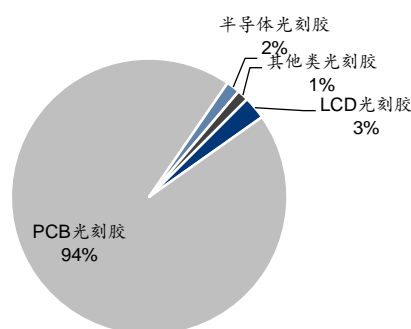
近几年全球光电产业、消费电子产业向我国转移的趋势愈加明显，下游产品 PCB、LCD、半导体等产业链迅速发展。中国的光刻胶产品需求格局与全球光刻胶市场类似，PCB、LCD、半导体和其他光刻胶市场份额占比平衡。然而，由于我国光刻胶行业发展和起步时间较晚以及高端光刻胶行业壁垒高企，造成国产光刻胶应用结构较为单一，主要集中于 PCB 光刻胶、TN/STN-LCD 光刻胶中低端产品。高端产品则需要从国外大量进口，例如 TFT-LCD、半导体光刻胶等。根据中国产业信息网数据，从下游市场应用结构来看，2018 年我国 PCB 光刻胶产值占比为 94.4%，而 LCD 和半导体用光刻胶产值占比分别仅为 2.7%和 1.6%。

图表25： 2018 年全球光刻胶市场份额（按应用分类）



资料来源：中国产业信息网，华泰证券研究所

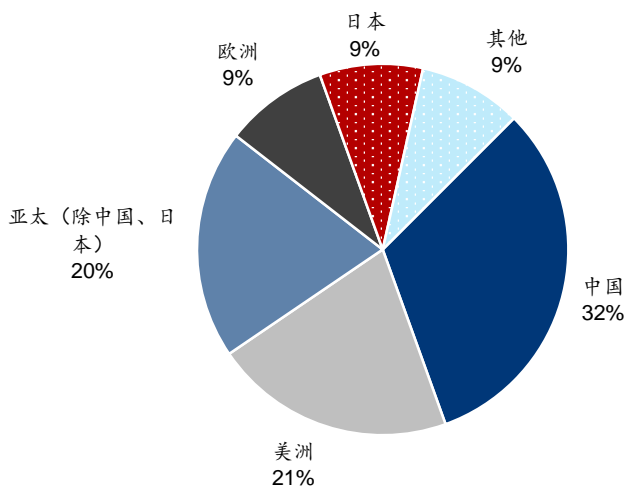
图表26： 2018 年我国国产光刻胶产值份额（按应用分类）



资料来源：中国产业信息网，华泰证券研究所

半导体光刻胶作为光刻胶中最高端的组成部分，我国本土企业目前仅占有较低的市场份额。根据中国产业信息网数据，2017 年我国是全球最大的半导体光刻胶市场，份额占全球 32%，我们认为随着国内半导体制造份额提升，我国半导体光刻胶需求将持续提升。然而半导体光刻胶自给率低，适用于 6 英寸硅片的 g 线和 i 线光刻胶的自给率约为 20%，适用于 8 英寸硅片的 KrF 光刻胶的自给率不足 5%，而适用于 12 寸硅片的 ArF 光刻胶则完全依靠进口。目前国内半导体光刻胶的市场主要被日本、美国企业所占据，主要体现在高分辨率的 KrF 和 ArF 光刻胶核心技术基本被垄断，产品也出自垄断公司。

图表27： 2017 年全球光刻胶市场份额占比（按地区）



资料来源：中国产业信息网，华泰证券研究所

以史为鉴，半导体产业转移激发中国光刻胶产业机遇

半导体产业转移和分工，日本光刻胶崛起

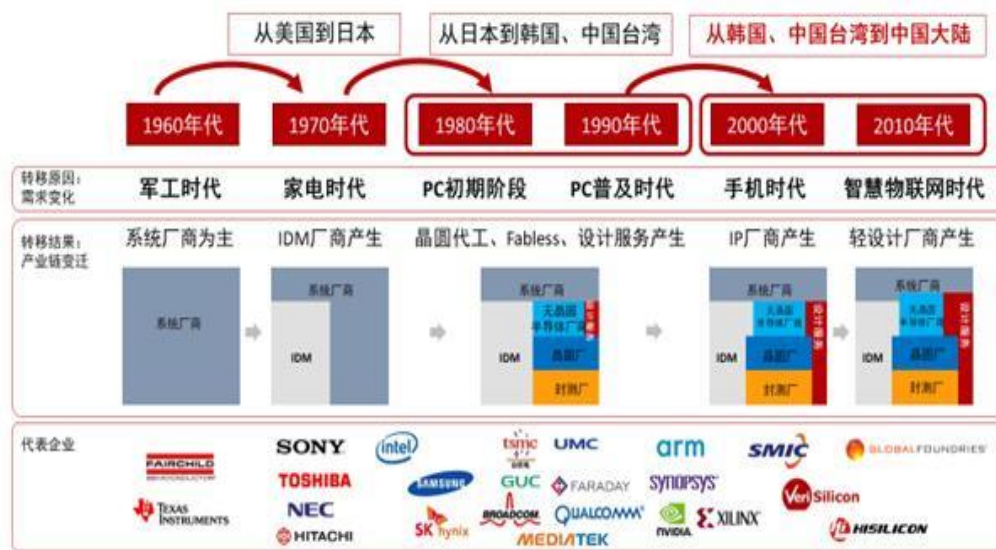
1970 年代，日本成为全球电子产业和半导体市场中心，日本企业抓住本土产业机遇切入光刻胶市场。1990 年代，持续投入的日本企业成功取代欧美厂商成为半导体光刻胶主导，TOK、信越化学、JSR、住友化学富士胶片等企业在 g 线、i 线、KrF、ArF 和 EUV 光刻胶市场都占据主导。

全球电子产业转移带动半导体产业转移

从历史发展进程来看，全球半导体产业经历了两次产业转移，并正在进行向中国大陆为主要目的地的第三次转移。20 世纪 60 年代半导体产业在美国发源，从 20 世纪 70 年代起，美国将半导体系统装配、封装测试等利润含量较低的环节转移到日本等其他地区。日本半导体产业由此开始积累，并借助家用电子市场对半导体技术及产量的需求不断完善产业链，最终在家电领域实现突破，由此产生了半导体产业的第一次产业转移，该次转移成就了索尼、东芝、日立等知名企业。

20 世纪 80 年代至 90 年代，因为日本经济泡沫破灭、投资乏力等原因，日本的半导体产业开始没落。中国台湾的台积电和联华电子两家晶圆厂的诞生，推动美国、日本半导体产业由 IDM 模式逐渐转变为 Fabless 模式。在半导体应用从家电到个人计算机的转型过程中，中国台湾着重发展半导体制造技术，在半导体产业链中占据了关键地位，而韩国则聚焦存储技术，由此产生了半导体产业的第二次转移。该次转移在芯片制造领域成就了韩国台湾的台积电和联电，以及韩国的三星、海力士等企业。

图表28：全球半导体产业转移



资料来源：芯原股份招股书，华泰证券研究所

在集成电路产业发展史上，欧美厂商领导了前期光刻胶产品的研发

1950 年代贝尔实验室尝试开发全球首块集成电路的过程中，采用了重铬酸盐明胶体系，半导体光刻胶由此诞生。柯达寻找具备强附着力的材料，并最终开发出环化橡胶-双叠氮体系：该体系由环化聚异戊二烯橡胶与双叠氮 2,6-二(4-叠氮苯)-4-甲基环己酮混合而成。柯达将此光刻胶命名为 Kodak Thin Film Resist (柯达薄膜抗蚀剂)，也即 KTFR 光刻胶。该体系在 1957-1972 年间一直为半导体工业的主力体系，为半导体工业的发展立下了汗马功劳。直至 1972 年，半导体工艺制程节点发展到 2μm，触及 KTFR 光刻胶分辨率的极限。

1970年代，美国 Azoplate 发明重氮萘醌-酚醛树脂光刻胶，并命名为“AZ 光刻胶”。AZ 光刻胶在 1972 年已经基本占据全部市场，并在此后 25 年间维持了 90% 以上的市场份额。伴随着光刻技术的发展，重氮萘醌系光刻胶的性能也在不断提升，其曝光光源可以采用 g 线、i 线。

半导体产业转移与分工细化，日本光刻胶借机崛起

1970 年代，随着日本电子产业领头的半导体产业全面崛起，日本厂商在光刻胶研发方面开始起步。1968 年，东京应化研发出首个环化橡胶系光刻胶产品 MOR-81，1972 年其开发出日本首个重氮醌类光刻胶 OFPR-2。1980 年代东京应化进入到 g 线/i 线光刻胶业务-TSMR 产品。JSR 于 1979 年进入半导体材料业务，开始销售首个光刻胶产品 CIR。

1980 年代到 1990 年代，日本半导体产业在日美贸易摩擦影响下开始没落。然而，日本的光刻胶产业抓住制程发展的机遇以及与韩国和中国台湾区位优势，成为市场霸主。IBM 在 1980 年代早期就突破了 KrF 光刻，并在 1980 年代早期至 1995 年的十余年时间一直保持 KrF 光刻胶技术垄断地位。由于此期间，半导体工艺节点主要集中在 1.5 μm -0.35 μm ，这一范围的工艺可以用 i 线光刻实现，因此 KrF 光刻胶的市场增速缓慢，并未大规模放量。1995 年日本 TOK 成功突破了高分辨率 KrF 正性光刻胶并实现了商业化销售，打破了 IBM 对于 KrF 光刻胶的垄断，而当时的半导体工艺节点发展到了 0.25-0.35 μm ，逼近了 i 线光刻的极限。

虽然伴随半导体第二次产业转移，芯片制造中心迁往韩国和中国台湾，但是日本凭借先发的材料和设备优势，以及与韩、台地理近的优势，日本的 KrF 光刻胶迅速放量占据市场。此外，1986 年的半导体行业大衰退导致美国光刻机厂商遭受重创，光刻机市场由美国厂商主导逐步演变为佳能和尼康为龙头的时代。半导体光刻胶市场由此进入日本厂商作为霸主的时代。

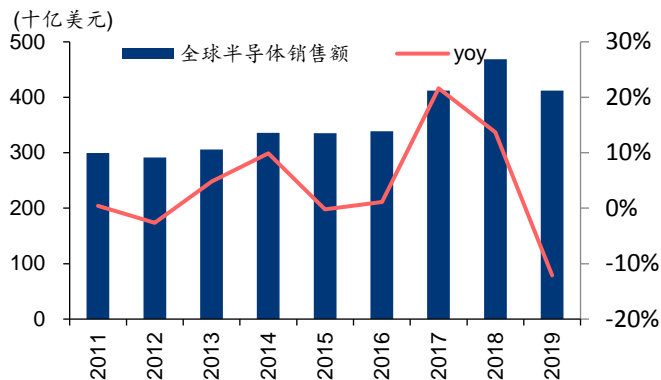
如今，日本半导体产业持续衰退，光刻机龙头已经旁落荷兰光刻机公司 ASML。失去本土半导体制造市场和光刻机设备市场协同的日本光刻胶产业凭借高度的技术壁垒和市场壁垒，在半导体产业全球化分工浪潮中依然占据高端市场的垄断地位。日本光刻胶在高端的 ArF 和 EUV 光刻胶市场，日本厂商进一步巩固霸主地位。

以日本为鉴，中国已成全球最大半导体市场，为光刻胶自主发展提供空间

如同 1980 年代的日本，今日的中国已成为世界电子产业的核心。21 世纪起，随着个人计算机产业向手机产业迈进，终端产品更加复杂多样，中国大陆的半导体产业经历了低端组装和制造承接、长期的技术引进和消化吸收、高端人才培养等较长的时间周期，逐步完成了原始积累，并以国家战略及政策为驱动力，推动了全产业链的高速发展。根据中国半导体行业协会统计，2020 年上半年中国制造的计算机、手机、彩电和汽车产量分别占据全球 90%、90%、70% 和 32%。随着 5G、智慧物联网时代的到来，以及产业发展环境完善、人才回流、政策支持、资本青睐等众多因素，中国大陆的半导体产业得以在众多领域实现快速与全面布局，正逐步驱使全球半导体产业从韩国、中国台湾向中国大陆转移。

伴随着成为世界电子产业核心，中国目前已经成为最大的半导体市场，并且继续保持最快的增速。根据美国半导体产业协会（SIA）统计的数据，2019 年全球半导体市场规模为 4120 亿美元，因为中美贸易摩擦和终端市场疲软，较 2018 年的 4687 亿美元同比下降 12.11%。根据中国半导体行业协会（CSIA）统计，2019 年中国集成电路产业销售额为 7562 亿元人民币，较 2018 年增长 16%。另据 CSIA 统计在 2020 年上半年，全球遭遇新冠疫情反复和中美贸易摩擦的背景下，中国集成电路产业销售额达到 3639 亿元，逆势同比增长 16.1%，成为全球产业最大增长引擎。随着 5G、消费电子、汽车电子等下游产业的进一步兴起，预计中国半导体产业规模将会进一步增长。

图表29: 全球半导体销售额及增速



资料来源: 美国半导体产业协会, 华泰证券研究所

图表30: 中国集成电路产业销售额及增速



资料来源: 中国半导体行业协会, 华泰证券研究所

中国晶圆制造产能持续扩张, 半导体光刻胶迎历史机遇

中国已进入晶圆产能提升周期, 半导体光刻胶需求有望持续扩大。根据 SEMI 《2018 年中国半导体硅晶圆展望报告》, 预计到 2020 年中国晶圆制造厂产能将达到每月 400 万片。另据 SEMI 在 2020 年 10 月的报告预计, 到 2024 年至少有 38 个新的 300mm 晶圆厂投产, 其中中国大陆预计将建立八个新的 300mm 晶圆厂, 并在 2024 年底之前将其 300mm 晶圆厂的市场份额大幅提高至 20%, 而在 2015 年这数字仅为 8%。根据 IC Insights 预计, 2020 年中国纯晶圆代工市场规模同比实现 26% 增长, 达到 148.64 亿美元, 本土企业中芯国际、华虹半导体和武汉新芯总计仅占 25% 市场份额, 提升空间依旧很大。根据智研咨询预测, 2022 年大陆半导体光刻胶市场空间将会接近 55 亿元, 是 2019 年的两倍。

图表31: 2019年-2020年中国纯晶圆代工市场规模 (单位: 亿美元)

公司	2020E			2019		
	在中国大陆营收	中国大陆市场占比	同比增长率	在中国大陆营收	中国大陆市场占比	同比增长率
台积电	90.45	61%	30%	69.35	59%	17%
中芯国际	24.51	16%	32%	18.51	16%	-7%
华虹集团	11.2	8%	17%	9.6	8%	6%
联电	10.3	7%	17%	8.8	7%	19%
格罗方德	4.6	3%	-6%	4.9	4%	-7%
武汉新芯	2.1	1%	14%	1.85	2%	12%
其他	5.48	4%	5%	5.2	4%	5%
总计	148.64	100%	26%	118.21	100%	10%

资料来源: IC Insights, 各公司官网, 华泰证券研究所

中国半导体制造项目遍及多个细分领域, 多元化需求给予国产光刻胶充分的市场空间。近些年在逻辑制程上, 中国从成熟制程到先进制程产能全面铺开, 如国内代工龙头中芯国际既针对成熟制程在天津 8 寸线进行扩产、在深圳进行 12 寸成产能建设, 又在上海建设 14nm 以下工艺生产线的中芯南方; 在存储器方面, 长江存储持续推进 NAND 量产、合肥长鑫推进 DRAM 生产, 涵盖最大两块存储器领域; 以功率半导体、MEMS、射频、CMOS 等为代表特色工艺 8 寸和 12 寸项目更是在全国广泛铺开。另外, 以 SiC、GaN 等化合物半导体为代表的第三代半导体也成为行业热点。国内越来越多元化的产品制造领域, 激发多元化的半导体光刻胶的需求, 为国内半导体光刻胶企业提供了多样的技术和市场发展路径。

图表32: 截至 2019 年 FAB 项目情况 (硅基)

状态	Fab 项目	项目所在地	晶圆尺寸	生产制程	
已投产	中芯南方	上海	12 寸	14nm 以下逻辑工艺	
	华虹 fab7	无锡	12 寸	90~65nm 特色工艺	
	武汉新芯二期	武汉	12 寸	NAND	
	三星二期一阶段	西安	12 寸	NAND	
	广州粤芯	广州	12 寸	0.18um~0.13um 特色工艺	
	万国半导体	重庆	12 寸	功率半导体	
	江苏时代芯存	淮安	12 寸	PCM 存储产品	
	SK 海力士	无锡	12 寸	DRAM	
	福建晋华	厦门	12 寸	DRAM	
	中芯绍兴	绍兴	8 寸	MEMS	
	北京燕东微	北京	8 寸	LCD 驱动、LDMOS、IGBT	
	江苏英锐	盐城	6 寸	模拟芯片	
	产能爬坡	华力	上海	12 寸	28nm 以下逻辑工艺
		长江存储	武汉	12 寸	NAND
		合肥长鑫	合肥	12 寸	DRAM
		合肥晶合	合肥	12 寸	驱动 IC、MCU
		厦门联芯	厦门	12 寸	40~28nm 逻辑工艺
台积电南京		南京	12 寸	16nm 逻辑工艺	
大连英特尔		大连	12 寸	NAND	
中芯深圳		深圳	12 寸	90~40nm 逻辑工艺	
中芯天津		天津	8 寸	0.35um~0.13um 逻辑工艺	
中芯宁波 N1		宁波	8 寸	特色工艺	
士兰集昕		杭州	8 寸	功率半导体	
上海新进芯微		上海	8 寸	大功率新型电力电子器件	
四川广微电子		遂宁	6 寸	功率半导体	
河南芯睿		新乡	6 寸	分立器件	
在建		士兰集科	厦门	12 寸	MEMS、功率半导体
		三星中国二期二阶段	西安	12 寸	NAND
		青岛芯恩	青岛	8 寸/12 寸	CIDM 逻辑代工
	赛莱克斯	北京	8 寸	MEMS	
	积塔半导体	上海	8 寸	功率半导体	
	中芯宁波二期	宁波	8 寸	特色工艺	
	士兰集昕二期	杭州	8 寸	功率半导体	
	海辰半导体	无锡	8 寸	面板驱动 IC、PMIC、CIS	
	富能半导体	济南	8 寸	功率半导体	
	华微电子	吉林	8 寸	功率半导体	
	兴华半导体	日照	6 寸	功率半导体	
	规划	华润微重庆	重庆	12 寸	功率半导体
		华润微无锡	无锡	8 寸	功率半导体
		积塔半导体	上海	12 寸	功率半导体
		紫光 DRAM	重庆	12 寸	DRAM

资料来源: Chip Insight, 前瞻产业研究院, 各公司官网, 华泰证券研究所

外部环境复杂多变, 政策和大基金共同助力, 半导体光刻胶国产替代正当时

日韩贸易摩擦启示中国在中美贸易摩擦下急需半导体光刻胶自主可控, 为鼓励光刻胶产业发展、突破产业瓶颈, 我国出台了多项政策支持半导体行业发展, 为光刻胶产业的发展提供了良好的环境氛围。为应对国外技术出口管制风险, 多家中国半导体企业也增加了材料国产化率要求, 增加国产半导体光刻胶进入量产产线进行测试验证的机会, 加快了国产半导体光刻胶研发进度。

大基金二期蓄势待发, 或助力光刻胶国产化发展。国家集成电路产业投资基金(“大基金”)二期于 2019 年 10 月 22 日成立, 注册资本高达 2041.5 亿元, 较一期的 987.2 亿元有显著提升。与大基金一期主要投资晶圆制造不同, 我们预计大基金二期的投资将向半导体产业链上游的设备和材料领域倾斜。半导体主要材料包括大硅片、掩膜版、靶材、光刻胶、抛光垫和湿电子化学品等。大基金二期的布局规划还提到将督促制造企业提高国产装备验证及采购比例, 为更多国产设备、材料提供工艺验证条件。

图表33：光刻胶行业相关政策

文件名	发布单位	发布时间	内容摘要
新材料关键技术产业化实施方案	发改委	2017 年 12 月 13 日	发展高端专用化学品，包括 KrF（248nm）光刻胶和 ArF 光刻胶（193nm），为大型和超大型集成电路提供配套。单套装置规模达到 10 吨/年。
“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划	科技部	2017 年 5 月 3 日	将深紫外光刻胶列为极大规模集成电路制造装备及成套工艺的关键材料
战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016 版）	发改委、工信部、科技部、财政部	2017 年 2 月 4 日	将光刻胶列入“电子核心产业”的“集成电路”项
石化和化学工业发展规划（2016—2020 年）	工信部	2016 年 9 月 29 日	发展集成电路用电子化学品，重点发展 248nm 和 193nm 级光刻胶、PPT 级高纯试剂和气体、聚酰亚胺和液体环氧封装材料
《中国制造 2025》重点领域技术创新路线图（2017 版）	中国工程院	2015 年 10 月 29 日	将光刻技术中两次曝光、多次曝光、EUV（极紫外光刻）、电子束曝光、193nm 光刻胶、EUV 光刻胶列入“新一代信息技术产业”大类的“集成电路与专用设备”项
国家重点支持的高新技术领域（2015）	科技部、财政部、国税总局	2015 年 10 月 23 日	将高分辨率光刻胶及配套化学品列入“精细化学品”大类的“电子化学品”项
国家集成电路产业发展推进纲要	工业和信息化部	2014 年 6 月 24 日	加强集成电路装备、材料与工艺结合，研发光刻机、刻蚀机、离子注入机等关键设备，开发光刻胶、大尺寸硅片等关键材料，加强集成电路制造企业和装备、材料企业的协作，加快产业化进程，增强产业配套能力

资料来源：发改委、科技部、工信部等官网，华泰证券研究所

图表34：截至 2020 年国内半导体光刻胶项目进展

上市公司	g-line/i-line	KrF	干法 ArF	湿法 ArF	EUV
北京科华	量产	量产	-	-	通过 02 专项验收
晶瑞股份	量产	中试	-	-	-
南大光电	-	-	承担 02 专项	承担 02 专项	-
上海新阳	-	产能建设	产能建设	-	-

资料来源：前瞻产业研究院，各公司官网，华泰证券研究所

国内半导体光刻胶产业链重点公司情况

北京科华（未上市）：

北京科华微电子材料有限公司是一家中美合资企业，成立于 2004 年，是一家产品覆盖 KrF（248nm）、I-line、G-line、紫外宽谱的光刻胶及配套试剂供应商与服务商，也是集先进光刻胶产品研、产、销为一体的拥有自主知识产权的高新技术企业。科华微电子光刻胶产品序列完整，产品应用领域涵盖集成电路（IC）、发光二极管（LED）、分立器件、先进封装、微机电系统（MEMS）等。产品类型覆盖 KrF（248nm）、G/I 线（含宽谱），主要包括：KrF 光刻胶 DK1080、DK2000、DK3000 系列；g-i line 光刻胶 KMP C5000、KMP C7000、KMP C8000、KMP EP3100 系列和 KMP EP3200A 系列；Lift-off 工艺使用的负胶 KMP E3000 系列；用于分立器件的 BN、BP 系列等。

晶瑞股份（300655 CH）：

苏州晶瑞化学股份有限公司是一家生产销售微电子业用超纯化学材料和其他精细化工产品的上市企业，产品广泛应用于超大规模集成电路、LED、TFT-LCD 面板制造过程、太阳能硅片的蚀刻与清洗。2020 年 8 月 21 日晶瑞股份中报披露其子公司苏州瑞红 1993 年开始光刻胶生产，承担并完成了国家 02 专项“i 线光刻胶产品开发及产业化”项目，i 线光刻胶已向国内头部的知名大尺寸半导体厂商供货，KrF 光刻胶完成中试，产品分辨率达到了 0.25~0.13μm 的技术要求，建成了中试示范线。2020 年 10 月 12 日，晶瑞股份对深交所关注函的回复公告显示，公司拟购买光刻机设备的型号为 ASML XT 1900Gi ArF 浸入式光刻机，可用于研发最高分辨率达 28nm 的高端光刻胶。

南大光电 (300346 CH):

南大光电是一家专业从事先进电子材料高纯金属有机化合物的研发、生产和销售的高新技术企业，对关键技术拥有完全自主知识产权，亦是全球 MO 源领导供应商之一，产品主要应用于下游制备 LED 外延片等。在半导体光刻胶领域，南大光电拟投资 6.56 亿元，3 年建成年产 25 吨 193nm (ArF 干式和浸没式) 光刻胶生产线，该启动项目已获得国家 02 专项正式立项。2020 年 11 月 6 日，南大光电披露 2020 年度向特定对象发行股票预案，拟向特定对象发行股票的募集资金总额不超过 6.35 亿元，其中 1.5 亿元拟用于先进光刻胶及高纯配套材料的开发和产业化、ArF 光刻胶产品的开发和产业化。

上海新阳 (300236 CH):

上海新阳是以技术为主导，立足于自主创新的高新技术企业，专业从事半导体行业所需电子化学品及配套设备的研发设计、生产制造和销售服务，致力于为用户提供化学材料、配套设备、应用工艺和现场服务一体化的整体解决方案。上海新阳主攻 KrF 和干法 ArF 光刻胶，已经进入产能建设阶段。根据 2020 年 11 月 3 日定增预案，公司拟定增募资不超过 14.50 亿元，其中 8.15 亿元拟投资于集成电路制造用高端光刻胶研发、产业化项目，主要目标为实现 ArF 干法工艺使用的光刻胶和面向 3D NAND 台阶刻蚀的 KrF 厚膜光刻胶的产业化，力争于 2023 年前实现上述产品的产业化，填补国内空白。

图表35: 报告中提及公司信息概览

上市公司		未上市	
公司简称	股票代码	公司简称	股票代码
上海新阳	300236 CH	陶氏化学	DOW US
晶瑞股份	300655 CH	IBM	IBM US
南大光电	300346 CH	美光科技	MU US
芯原股份	688521 CH	ASML	ASML US
中芯国际	688981 CH	英特尔	INTC US
华微电子	600360 CH	柯达	KODK US
士兰微	600460 CH	SK 海力士	000660 KS
华润微	688396 CH	三星电子	028260 KS
紫光国微	002049 CH	东进半导体化学	005290 KS
强力新材	300429 CH	台积电	2330 TT
东芝	6502 JP	联华电子	2303 TT
佳能	1151 JP		
信越化学	4063 JP		
TOK	4186 JP		
TEL	8035 JP		
Nikon	7731 JP		
JSR	4185 JP		
住友化学	4005 JP		
富士胶片	4901 JP		
索尼	6758 JP		
日立	6501 JP		
华虹半导体	1347 HK		
西部数据	WDC US		
		积塔半导体	
		铠侠	
		长江存储	
		Azoplate	
		合肥长鑫	
		合肥晶合	
		武汉新芯	
		万国半导体	
		江苏时代芯存	
		福建晋华	
		北京科华	
		北京燕东微	
		厦门联芯	
		广义微	
		青岛芯恩	
		赛莱克斯	
		海辰半导体	
		富能半导体	
		上海新进芯微	
		江苏英锐	
		广州粤芯	
		华力微	
		艾森半导体	

资料来源: Bloomberg, 华泰证券研究所

风险提示**1) 中美贸易摩擦进一步加剧的风险:**

由于国内半导体产业链的设计使用的 EDA 软件、IP 授权、制造和封测设备、原材料等领域的技术竞争力相较美国、日本仍然较弱，中美贸易摩擦的加剧或是美国对我国技术上的封锁都有可能造成国内技术迭代的进度低于预期。

2) 国产技术发展不及预期的风险:

技术突破是本土企业实现进口替代的核心要素，若国内企业技术突破不及预期，或将导致企业业绩增长不及预期；集成电路产业发展需要较大的资金投入，若半导体企业经营、融资情况不及预期，企业或行业发展进程存在不确定性风险。

免责声明

分析师声明

本人，胡剑、刘叶，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并无就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。

一般声明及披露

本报告由华泰证券股份有限公司（已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格，以下简称“本公司”）制作。本报告仅供本公司客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成购买或出售所述证券的要约或招揽。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。本公司不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，为该公司提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务或向该公司招揽业务。

本公司的销售人员、交易人员或其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理部、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。投资者应当考虑到本公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使本公司及关联子公司违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本公司研究报告以中文撰写，英文报告为翻译版本，如出现中英文版本内容差异或不一致，请以中文报告为主。英文翻译报告可能存在一定时间延迟。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

中国香港

本报告由华泰证券股份有限公司制作，在香港由华泰金融控股（香港）有限公司向符合《证券及期货条例》第571章所定义之机构投资者和专业投资者的客户进行分发。华泰金融控股（香港）有限公司受香港证券及期货事务监察委员会监管，是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。在香港获得本报告的人员若有任何有关本报告的问题，请与华泰金融控股（香港）有限公司联系。

香港-重要监管披露

• 华泰金融控股（香港）有限公司的雇员或其关联人士没有担任本报告中提及的公司或发行人的高级人员。
更多信息请参见下方“美国-重要监管披露”。

美国

本报告由华泰证券股份有限公司编制，在美国由华泰证券（美国）有限公司向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司对其非美国联营公司编写的每一份研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受 FINRA 关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。华泰证券（美国）有限公司是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

美国-重要监管披露

- 分析师胡剑、刘叶本人及相关人士并不担任本报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。声明中所提及的“相关人士”包括 FINRA 定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或不时会以自身或代理形式向客户出售及购买华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或其高级管理层、董事和雇员可能会持有本报告中所提到的任何证券（或任何相关投资）头寸，并可能不时进行增持或减持该证券（或投资）。因此，投资者应该意识到可能存在利益冲突。

评级说明

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力（含此期间的股息回报）相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数），具体如下：

行业评级

- 增持：**预计行业股票指数超越基准
- 中性：**预计行业股票指数基本与基准持平
- 减持：**预计行业股票指数明显弱于基准

公司评级

- 买入：**预计股价超越基准 15% 以上
- 增持：**预计股价超越基准 5%~15%
- 持有：**预计股价相对基准波动在 -15%~5% 之间
- 卖出：**预计股价弱于基准 15% 以上
- 暂停评级：**已暂停评级、目标价及预测，以遵守适用法规及/或公司政策
- 无评级：**股票不在常规研究覆盖范围内。投资者不应期待华泰提供该等证券及/或公司相关的持续或补充信息

法律实体披露

中国: 华泰证券股份有限公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格, 经营许可证编号为: 91320000704041011J

香港: 华泰金融控股(香港)有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格, 经营许可证编号为: AOK809

美国: 华泰证券(美国)有限公司为美国金融业监管局(FINRA)成员, 具有在美国开展经纪交易商业业务的资格, 经营业务许可编号为: CRD#:298809/SEC#:8-70231

华泰证券股份有限公司

南京

南京市建邺区江东中路228号华泰证券广场1号楼/邮政编码: 210019

电话: 86 25 83389999/传真: 86 25 83387521

电子邮件: ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路5999号基金大厦10楼/邮政编码: 518017

电话: 86 755 82493932/传真: 86 755 82492062

电子邮件: ht-rd@htsc.com

华泰金融控股(香港)有限公司

香港中环皇后大道中99号中环中心58楼5808-12室

电话: +852 3658 6000/传真: +852 2169 0770

电子邮件: research@htsc.com

http://www.htsc.com.hk

华泰证券(美国)有限公司

美国纽约哈德逊城市广场10号41楼(纽约10001)

电话: +212-763-8160/传真: +917-725-9702

电子邮件: Huatai@htsc-us.com

http://www.htsc-us.com

©版权所有2020年华泰证券股份有限公司

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦A座18层/

邮政编码: 100032

电话: 86 10 63211166/传真: 86 10 63211275

电子邮件: ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路18号保利广场E栋23楼/邮政编码: 200120

电话: 86 21 28972098/传真: 86 21 28972068

电子邮件: ht-rd@htsc.com