

国产半导体设备技术加速追赶，国产替代正当时

——半导体设备行业深度报告

行业深度

◆ **设备简介：技术高、进步快、种类多、价值大。** 半导体行业技术高、进步快，一代产品需要一代工艺，而一代工艺需要一代设备。IC 制造设备主要分为光刻机、刻蚀机、薄膜设备、扩散/离子注入设备、湿法设备、过程检测等六大类，其中光刻机约占总体设备销售额的 18%，刻蚀机约占 20%，薄膜设备约占 20%。

◆ **市场规模：2020 全球预计超 700 亿美元，中国大陆约占 20%。** SEMI 预计 2020 年半导体设备市场将增长 20.7%，达到 719 亿美元，创历史新高。2017 年中国大陆市场需求规模约占全球的 15% 左右，2020 年预计占比将达到 20%，约 170 亿美元。

◆ **竞争格局：从总体到局部，市场集中度高。** 半导体设备市场集中度高，主要有美日荷厂商垄断。总体上看，半导体设备市场 CR10 超 60%，前五名分别为应用材料、拉姆研究、东京电子、阿斯麦和科磊半导体；局部上看，每一大类设备市场均呈现寡头竞争格局，前两名厂商占据一半以上的市场份额。

◆ **国产化情况：国产自给率低，技术加速追赶。** 根据中国电子专用设备工业协会数据，预计 2018 年国产泛半导体设备销售额约 109 亿元，但真正的 IC 设备国内市场自给率仅有 5% 左右，国产替代空间巨大。在 02 专项的统筹规划下，国内半导体厂商分工合作研发不同设备，涵盖了主要设备种类。国内厂商仍处于技术追赶期，但随着摩尔定律趋近极限，技术进步放缓，国内厂商与全球龙头技术差距正在逐渐缩短，我们认为未来 3-5 年将是半导体设备国产替代黄金战略机遇期。

◆ **投资建议：** 国内半导体设备市场虽大但自给率低，国产替代空间巨大；随着摩尔定律趋近极限技术进步放缓，国产厂商技术加速追赶，国产替代正当时，我们首次给予半导体设备行业“买入”评级。受益于半导体设备国产替代，国内厂商有望加速发展，推荐标的：北方华创、至纯科技、精测电子、长川科技；建议关注：晶盛机电、中微半导体、上海微电子、盛美半导体。

◆ **风险分析：** 行业周期性风险、设备领域技术风险、市场竞争加剧风险。

证券代码	公司名称	股价 (元)	EPS (元)			PE (X)			投资评级
			17A	18E	19E	17A	18E	19E	
002371	北方华创	65.17	0.27	0.51	0.89	238	129	73	买入
603690	至纯科技	23.76	0.23	0.45	0.64	102	53	37	买入
300567	精测电子	73.60	1.02	1.63	2.34	72	45	31	增持
300604	长川科技	37.30	0.34	0.49	0.76	111	77	49	增持

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2019 年 3 月 6 日

半导体设备行业 买入（首次）

分析师

杨明辉 (执业证书编号：S0930518010002)
0755-23945524
yangmh@ebsecn.com

王锐 (执业证书编号：S0930517050004)
wangrui3@ebsecn.com

殷磊 (执业证书编号：S0930515070001)
021-52523802
yinl@ebsecn.com

贺根 (执业证书编号：S0930518040002)
021-52523863
hegen@ebsecn.com

联系人

耿正
021-52523862
gengzheng@ebsecn.com

行业与上证指数对比图



资料来源：Wind

投资聚焦

研究背景

《科创板企业上市推荐指引》明确，保荐机构应当重点推荐七大领域的科技创新企业，其中半导体和集成电路企业排位第一。目前，国内两大半导体设备厂商介质刻蚀机龙头中微半导体和光刻机龙头上海微电子正在接受上市辅导，有望登陆科创板，值得关注。

我们的创新之处

半导体行业技术高、进步快，一代产品需要一代工艺，而一代工艺需要一代设备。SEMI 预计 2020 年半导体设备市场将增长 20.7%，达到 719 亿美元，创历史新高。2017 年中国大陆市场需求规模约占全球的 15% 左右，2020 年预计占比将达到 20%，约 170 亿美元。全球半导体设备市场集中度高，主要有美日荷厂商垄断，国内自给率仅有 5% 左右，国产替代空间巨大。在 02 专项的统筹规划下，国内半导体厂商分工合作研发不同设备。随着摩尔定律趋近极限，半导体行业技术进步放缓，国内厂商与全球龙头技术差距正在逐渐缩短，我们认为未来 3-5 年将是半导体设备国产替代黄金战略机遇期。

设备篇：每一大类设备市场中都呈现寡头竞争格局，前两名厂商占据一半以上的市场份额。

海外篇：持续高研发投入和不断并购整合是全球半导体设备龙头成长的主要驱动力。

国产篇：国内厂商分工合作，基本实现覆盖所有种类设备，技术加速追赶，国产替代正当时。

投资观点

随着半导体制造向国内转移，新建大量晶圆厂，半导体设备需求旺盛，国产替代空间巨大；同时，考虑到摩尔定律趋近极限，技术进步放缓，国产厂商技术加速追赶，国产替代正当时，我们首次给予半导体设备行业“买入”评级。

维持国内产品丰富的半导体设备龙头北方华创“买入”评级；

维持从高纯设备向 IC 清洗机延伸的至纯科技“买入”评级；

维持从面板设备向 IC 过程检测设备延伸的精测电子“增持”评级；

维持国内封测设备龙头长川科技“增持”评级；

建议关注受益于大硅片国产化的单晶炉龙头晶盛机电；

建议关注有望登陆科创板的国内介质刻蚀机龙头中微半导体；

建议关注有望登陆科创板的国内光刻机龙头上海微电子；

建议关注国内清洗机龙头盛美半导体。

目 录

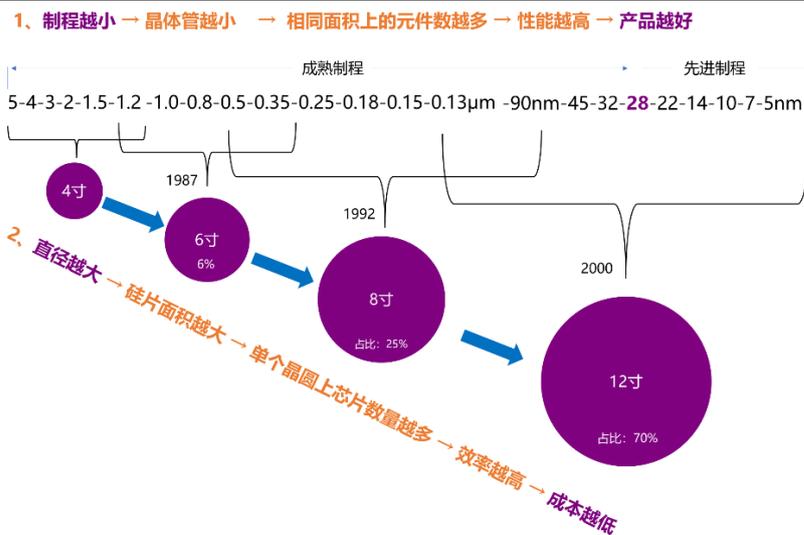
1、 概览篇：全球垄断，02 专项顶层设计求突破	4
1.1、 设备简介：技术高、进步快、种类多、价值大	4
1.2、 市场规模：2020 全球预计超 700 亿美元，中国大陆占比超 20%	5
1.3、 竞争格局：从总体到局部，市场集中度高	6
1.4、 国产化情况：国产设备自给率低，技术加速追赶	7
2、 设备篇：大国重器，均呈现寡头竞争格局	10
2.1、 硅片制造设备	10
2.2、 晶圆制造设备——光刻机	13
2.3、 晶圆制造设备——刻蚀机	17
2.4、 晶圆制造设备——薄膜生长设备	20
2.5、 晶圆制造设备——扩散及离子注入设备	23
2.6、 晶圆制造设备——湿法设备	25
2.7、 晶圆制造设备——工艺检测设备	27
2.8、 封装测试设备	27
2.9、 启示：各类产品均呈现寡头竞争格局	28
3、 龙头篇：他山之石，研发+并购铸就龙头	29
3.1、 ASML：光刻机龙头，一骑绝尘	29
3.2、 AMAT：五项第一，近乎全能	31
3.3、 Lam Research：刻蚀机龙头，CVD 第三	33
3.4、 TEL：四项第二，涂布/显影第一	34
3.5、 KLA-Tencor：过程检测设备龙头	36
3.6、 SCREEN：湿法设备龙头	37
3.7、 ASMPT：封装设备龙头	39
3.8、 Teradyne：测试设备龙头	40
3.9、 启示：研发+并购，成就龙头之道	41
4、 国产篇：自主可控，国产设备厂商梳理	42
4.1、 北方华创：国内硅刻蚀机、PVD 龙头，产品丰富加速成长	42
4.2、 至纯科技：国内高纯工艺龙头，半导体清洗设备值得期待	46
4.3、 精测电子：国内面板测试设备龙头，向 IC 检测设备延伸	48
4.4、 长川科技：国内测试设备龙头，内生外延成长可期	50
4.5、 晶盛机电：国内单晶炉龙头，受益硅片国产化	53
4.6、 中微半导体：国内介质刻蚀机龙头，有望登陆科创板	54
4.7、 上海微电子：国内光刻机龙头，有望登陆科创板	55
4.8、 盛美半导体：国内湿法设备龙头	56
5、 风险分析	57

1、概览篇：全球垄断，02 专项顶层设计求突破

1.1、设备简介：技术高、进步快、种类多、价值大

半导体行业技术高、进步快，一代产品需要一代工艺，而一代工艺需要一代设备。半导体产业技术进步主要有两大方向：一是制程越小→晶体管越小→相同面积上的元件数越多→性能越高→产品越好；二是硅片直径越大→硅片面积越大→单个晶圆上芯片数量越多→效率越高→成本越低。

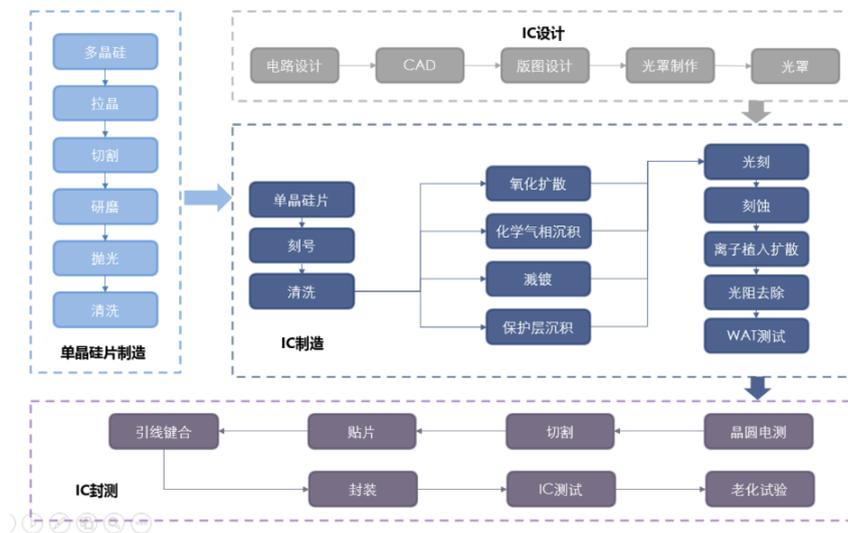
图表 1：制程变小&硅片变大双轮驱动半导体技术进步



资料来源：《中国集成电路产业投融资研究》周子学

半导体工艺流程主要包括单晶硅片制造、IC 设计、IC 制造和 IC 封测。单晶硅片制造需要单晶炉等设备，IC 制造需要光刻机、刻蚀机、薄膜设备、扩散\离子注入设备、湿法设备、过程检测等六大类设备。半导体设备中，晶圆代工厂设备采购额约占 80%，检测设备约占 8%，封装设备约占 7%，硅片厂设备等其他约占 5%。

图表 2：半导体工艺流程



资料来源：清科研究中心

一般情况下，不同的晶圆尺寸和制程的 IC 制造产线所需的设备数量不同。以每 1 万片/月产能计算，12 寸产线所需的设备数量要比 8 寸产线多，12 寸先进制程产线所需的设备数量要比 12 寸成熟制程产线设备多。

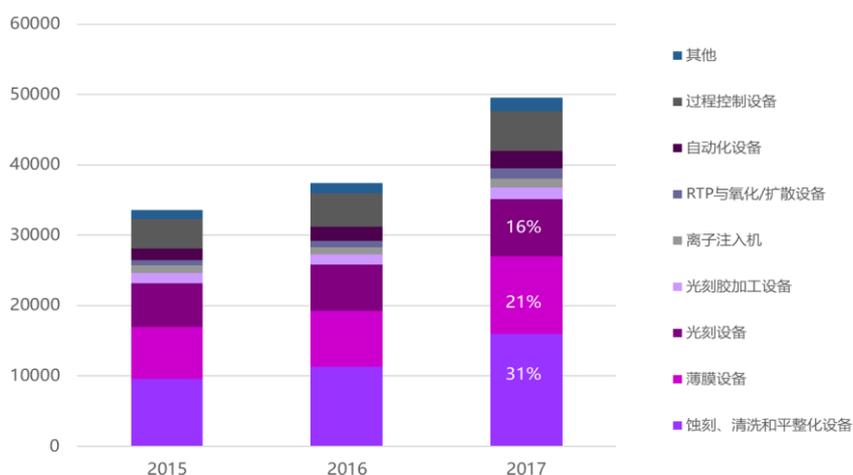
图表 3: IC 制造产线所需设备数量 (台/1 万晶圆/月)

设备种类		8 寸线	12 寸线 (成熟制程)	12 寸线 (先进制程)
光刻机		4	8	8
刻蚀机		10	25	60
薄膜设备	CVD	10	42	30
	PVD	5	20	20
扩散/离子注入	氧化/扩散/退火炉	13	22	40
	离子注入机	3	13	9
湿法设备	清洗机	5	17	20
	CMP	4	12	18
	铜电镀设备	3	3	3
过程检测设备		24	50	60

资料来源:《台积电南京专项环评报告》,中芯国际

半导体设备属于高端制造装备,其价值量较高。比如高端 EUV 光刻机单价甚至超过 1 亿美金。总体上看,IC 制造设备市场中刻蚀机、光刻机、薄膜设备的价值量占比较高。

图表 4: 半导体制造前道设备市场规模 (百万美元)



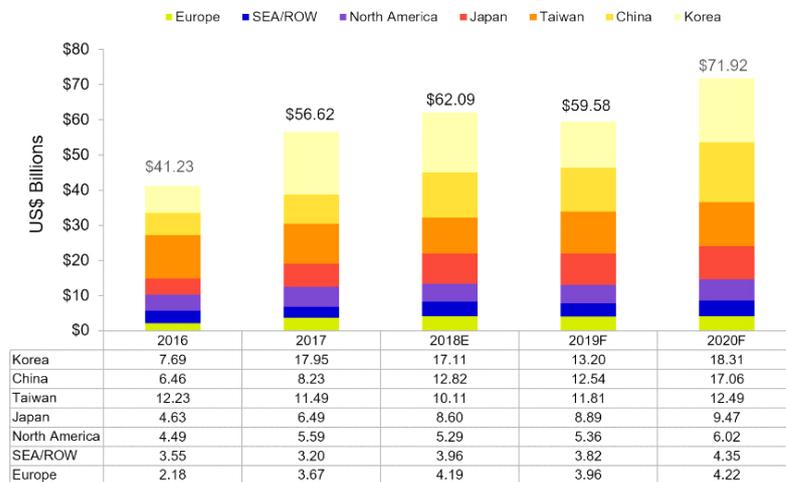
资料来源: Gartner

1.2、市场规模: 2020 全球预计超 700 亿美元, 中国大陆占比超 20%

2020 年全球半导体设备市场规模预计超 700 亿美元。根据 2018 年 12 月 12 日 SEMI 在 SEMICON Japan 2018 展览会上发布年终预测报告显示, 2018 年新的半导体制造设备的全球销售额预计将增加 9.7% 达到 621 亿美元, 超过 2017 年创下的 566 亿美元的历史新高。预计 2019 年设备市场将收缩 4.0% 至 596 亿美元, 但 2020 年将增长 20.7%, 达到 719 亿美元, 创历史新高。

2020 年中国大陆市场规模占比超 20%，约 170 亿美元。根据 SEMI 数据，2017 年中国大陆半导体设备销售额 82.3 亿美元，同比增长 27%，约占全球的 15%，预计 2020 年占比将超过 20%，约 170 亿美元。

图表 5：全球半导体设备销售额及增速预测（2018.12）

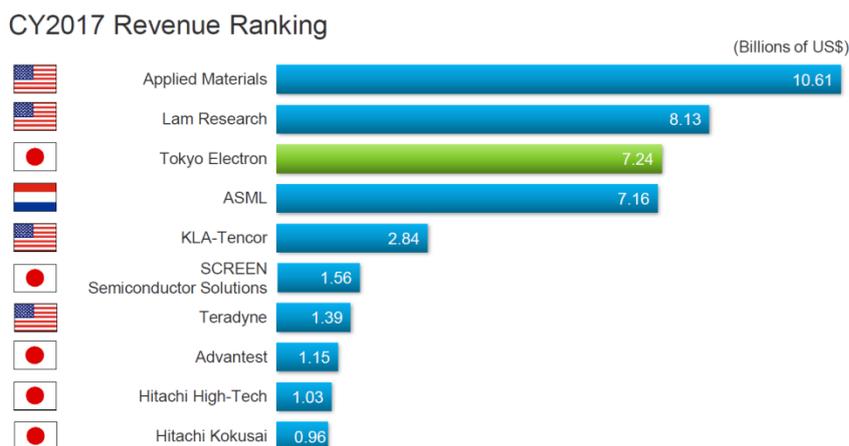


资料来源：SEMI 2018.12

1.3、竞争格局：从总体到局部，市场集中度高

半导体设备市场集中度高，CR10 超 60%。全球半导体设备生产企业主要集中于欧美、日本、韩国和我国台湾地区等，以美国应用材料、荷兰阿斯麦、美国泛林集团、日本东京电子、美国科天等为代表的国际知名企业起步较早，经过多年发展，凭借资金、技术、客户资源、品牌等方面的优势，占据了全球集成电路装备市场的主要份额。

图表 6：2017 年半导体制造设备前 10 强



资料来源：Gartner

图表 7：2017 年半导体设备竞争格局

	市场规模占比	外资品牌 (市占率)	国产品牌
光刻设备	18%	ASML (75)、Nikon (11%)、Canon (6%)	上海微电子
刻蚀设备	20%	LAM (45%)、TEL (21%)、AMAT (20%)	中微半导体、北方华创
薄膜设备	20%	AMAT (40%)、LAM (15%)、TEL (15%)	北方华创、沈阳拓荆
离子注入	5%	AMAT (60%)、Axcelis (10%)	中科信、凯世通
过程控制	15%	KLA (50%)、AMAT、日立	上海睿励、东方晶源
清洗设备	5%	Screen (54%)、TEL (23%)、KLA (10%)、LAM	盛美半导体、北方华创、至纯科技
化学机械研磨	5%	AMAT (60%)、Ebara (20%)	华海清科、中电四十五所
测试设备	10%	泰瑞达 (45%)、爱德万 (40%)	长川科技、精测电子等

资料来源：Gartner 2017

1.4、国产化情况：国产设备自给率低，技术加速追赶

国产设备自给率低，进口替代空间大。供给端看，根据中国电子专用设备工业协会对国内 42 家主要半导体设备制造商的统计，2017 年国产半导体设备销售额为 89 亿元，自给率约为 14.3%。中国电子专用设备工业协会统计的数据包括 LED、显示、光伏等设备，我们认为实际上国内集成电路 IC 设备国内市场自给率仅有 5% 左右，在全球市场仅占 1-2%。

图表 8：国产半导体装备产业销售额（供给端，亿元）



资料来源：中国电子专用设备工业协会

02 专项顶层设计，技术加速追赶。2002 年之前，我国集成电路设备基本全进口，中国只有 3 家集成电路设备厂商，由北方微电子、北京中科信和上海微电子分别承接国家“863”计划中的刻蚀机、离子注入机和光刻机项目。2006 年，《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》设立国家科技重大专项——极大规模集成电路制造装备及成套工艺科技项目（简称 02 专项）研发国产化设备，并于 2008 年开始实施。2008 年之前我国 12 英寸国产设备为空白，只有 2 种 8 英寸设备。

图表 9：国家支持集成电路产业发展的部分重点政策

时间	政策
2000 年 6 月	《鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》（国发〔2000〕18 号）
2006 年	《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006--2020 年)》
2011 年 1 月	《进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策》（国发〔2011〕4 号）
2012 年 4 月	《财政部 国家税务总局关于进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展企业所得税政策的通知》（财税〔2012〕27 号文）
2014 年 6 月	《国家集成电路产业发展推进纲要》
2015 年 5 月	《中国制造 2025》
2016 年 5 月	《关于软件和集成电路产业企业所得税优惠政策有关问题的通知》（财税〔2016〕49 号文）
2018 年 3 月	《关于集成电路生产企业有关企业所得税政策问题的通知》（财税〔2018〕27 号文）

资料来源：赛迪智库

在 02 专项的统筹规划下，国内半导体厂商分工合作研发不同设备，涵盖了主要设备种类。目前已有 20 种芯片制造关键装备、17 种先进封装设备，通过大生产线验证进入海内外销售。

图表 10：02 专项支持下国产设备厂商产品布局

设备种类	产品	供应商	技术节点 (nm)
光刻	光刻机	上海微电子	90/65
	涂胶显影机	沈阳芯源	90/65
刻蚀	硅刻蚀机、金属刻蚀	北方华创	65/45/28/14
	介质刻蚀机	中微半导体	65/45/28/14/7
薄膜	LPCVD	北方华创	65/28/14
	ALD	北方华创	28/14/7
	PECVD	北方华创、沈阳拓荆	65/28/14
	PVD	北方华创	65/45/28/14
扩散/离子注入	离子注入机	中科信、凯世通	65/45/28
	氧化/扩散炉、退火炉	北方华创	65/45/28
湿法设备	清洗机	北方华创、盛美半导体	65/45/28
	CMP 化学机械研磨设备	华海清科、盛美、中电四十五所	28/14
	镀铜设备	盛美	28/14
检测设备	光学尺寸测量设备	睿励科学、东方晶源	65/28/14

资料来源：《中国集成电路产业发展蓝皮书》中国电子信息产业发展研究院

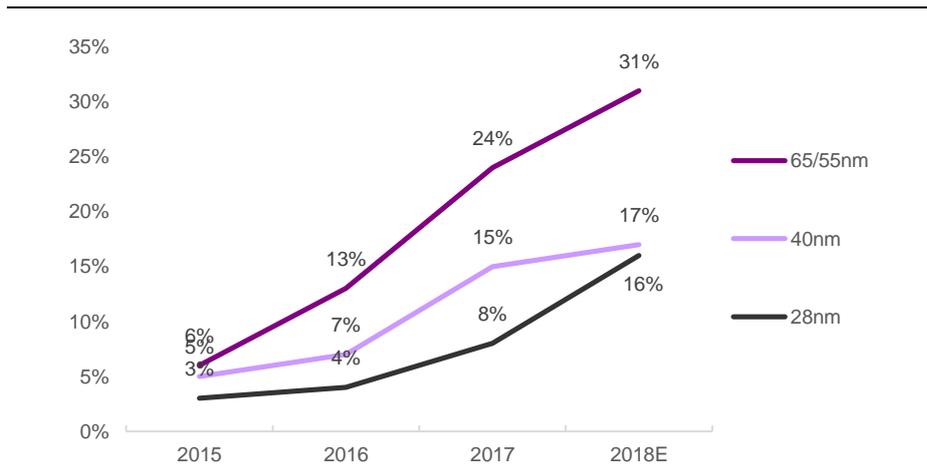
图表 11：2018H1 国产半导体设备厂商十强

序号	单位名称	主要产品	应用领域	2018H1 销售额
1	晶盛机电	多晶铸锭炉、单晶炉等晶体生长设备	光伏、LED	11.19 亿元
2	北方华创	刻蚀机、PVD、CVD、氧化扩散设备、清洗机、辅助设备	IC、LED、光伏	10.35 亿元
3	捷佳伟创	制绒设备、扩散设备、清洗设备	光伏	7.44 亿元
4	中电科	离子注入机、CMP、键合机、封装设备	IC、光伏、LED	6.33 亿元
5	北京京运通	多晶硅铸锭炉、单晶炉	光伏	4.01 亿元
6	中微半导体	MOCVD、刻蚀设备、封装	IC、LED	3.83 亿元
7	盛美半导体	镀铜设备、抛铜设备、单晶圆清洗设备	IC	1.90 亿元
8	上海微电子	光刻机	IC、其它	1.52 亿元
9	天通吉成	微电子、精密加工设备	光伏、LED	1.19 亿元
10	沈阳芯源	涂胶机、显影机、去胶机、湿法刻蚀机、单片清洗机	IC、光伏、LED	0.46 亿元
合计				48.22 亿元

资料来源：中国电子专用设备工业协会

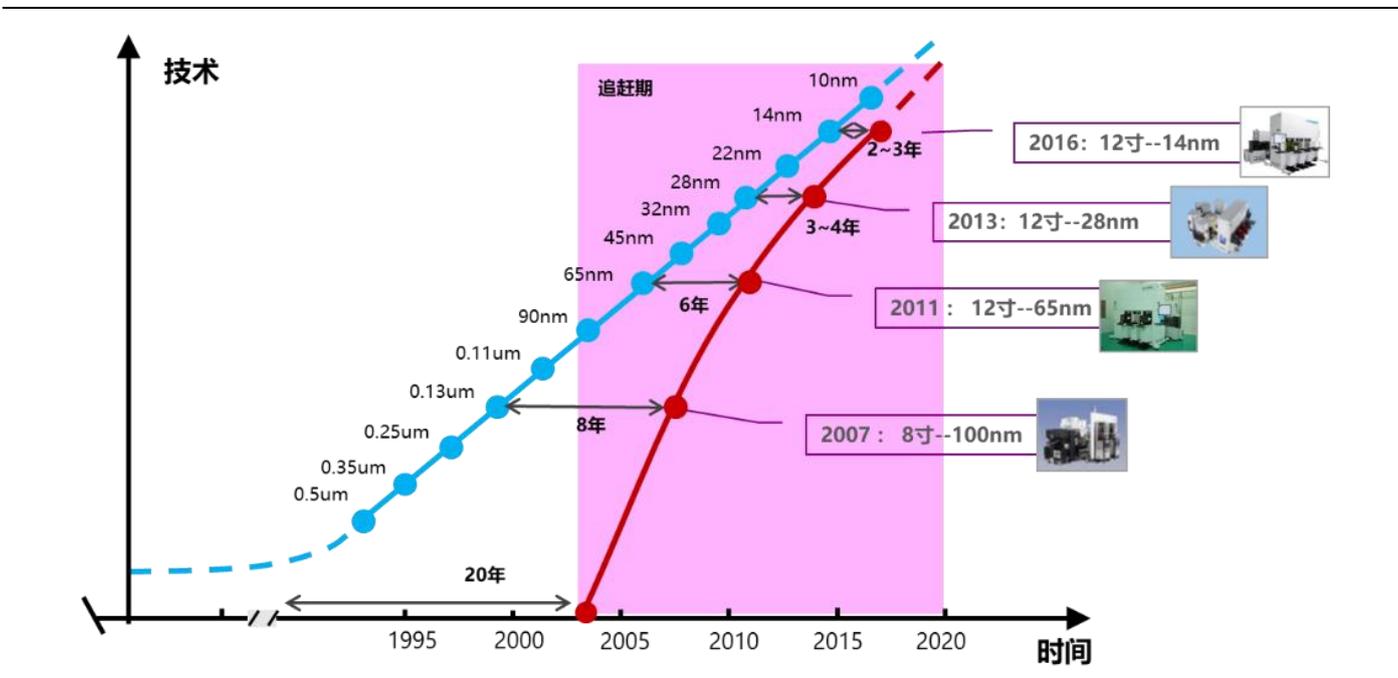
国内 IC 制造设备工艺覆盖率仍比较低，国产厂商技术加速追赶。国产全部 IC 设备在逻辑 IC 产线上 65/55nm 工艺覆盖率才 31%，40nm 工艺覆盖率仅 17%，28nm 工艺覆盖率仅 16%；在存储芯片产线上的工艺覆盖率大概约为 15-25%。随着摩尔定律放缓，国产厂商技术加速追赶。以北方华创刻蚀机为例，2007 年研发出 8 寸 100nm 设备，比国际大厂晚 8 年；2011 年研发出 12 寸 65nm 设备，比国际大厂晚 6 年；2013 年研发出 12 寸 28nm 设备，比国际大厂晚 3~4 年；2016 年研发 12 寸 14nm 设备，比国际大厂晚 2~3 年。

图表 12：国产逻辑 IC 设备工艺验证情况



资料来源：《极大规模集成电路制造技术及成套工艺》项目（02 专项）

图表 13：北方华创刻蚀机研发进展



资料来源：北方华创官网

2、设备篇：大国重器，均呈现寡头竞争格局

2.1、硅片制造设备

2.1.1、硅片制造难度大，设备种类多

硅片是半导体、光伏电池生产的主要原材料，90%以上的集成电路都是制作在高纯、优质的硅片上的。(1) 半导体硅片的制造难度大于光伏硅片。半导体硅片纯度要求达到 99.999999999999%，即 11 个 9 以上，而普通太阳能级多晶硅材料纯度通常在 5-8 个 9 左右。(2) 硅片直径越大制造难度越大。硅片制备工艺流程包括：单晶生长→截断→外径滚磨(定位槽或参考面处理)→切片→倒角→表面磨削→(刻蚀)→边缘抛光→双面抛光→单面抛光→最终清洗→(外延/退火)→包装等。

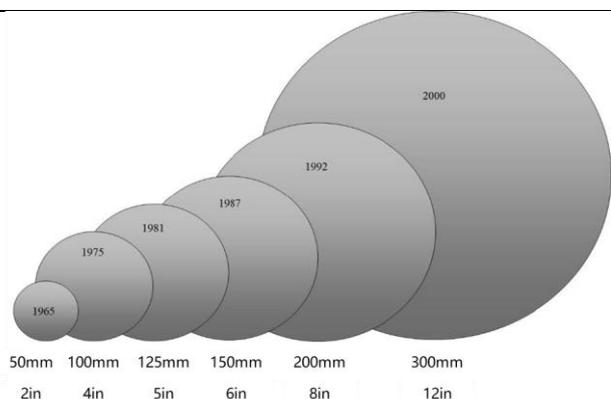
图表 14：硅片制造流程



资料来源：《半导体制造技术》韩郑生

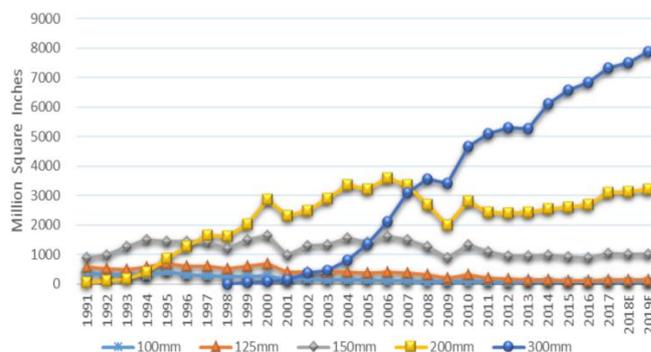
硅片直径的增大可降低单个芯片的制造成本，目前 300mm 硅片已成为业内主流，2017 年全球 12 寸出货面积约占硅片总体的 66.1%。

图表 15：半导体硅片发展历史



资料来源：SEMI

图表 16：全球各尺寸硅片出货量



资料来源：IC Mtia, 2018.10

2.1.2、硅片国产化推动硅片制造设备国产化

过去：受市场需求不足的影响，产业化推进较为缓慢。我国的硅片制备设备经过了 30 多年的发展，已可提供直径 200mm 以下的硅片制备设备，但受市场需求量较少和国外二手设备的冲击，国产设备发展的门类并不齐全。在 300mm 硅片制备设备的发展上，国内研发了单晶炉、多线切割机几种关键设备，也通过了 300mm 硅片生产试验线的验证。但与国外设备相比，受市场需求不足的影响，产业化推进较为缓慢，同时也影响了设备技术的进步。

现在：政策需求双轮驱动，大硅片国产化指日可待。根据 IC Insights 2017 数据，2017 年全球硅片需求 1160 万片（等效 8 寸），国内需求 110 万片。预计 2020 年国内对 12 寸大硅片需求从 42 万片增加到 105 万片；2020 年对 8 寸硅片需求从 70 万片增加到 96.5 万片。受政策鼓励与市场需求的驱动，多家企业正在中国积极布局半导体大硅片项目。国内规划中的 12 寸大硅片合计：145 万片，覆盖国内需求。国内规划中的 8 寸大硅片合计：168 万片，总投资规模超过 500 亿元，覆盖国内需求。

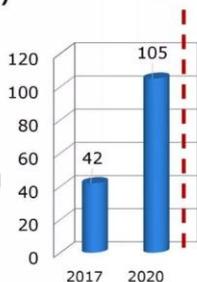
图表 20：国内 300mm 硅片投资

图表 21：国内 200mm 硅片投资

ULSI硅片投资（2018）

300mm 硅片（2020，145 万片/月）

- 上海新昇半导体，2020，30万片/月
- 浙江金瑞泓科技，2019，10万片/月
- 中环领先半导体，2019，15万片/月
- 西安高新/京东方，2020，30万片/月
- 宁夏银和半导体（日），2020，10万片/月
- 郑州合晶（台），2019，20万片/月
- 上海超硅，2019，30万片/月
-



2018-10-29, Deren Yang

微电子制造 32

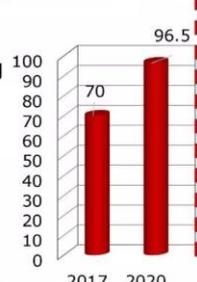
资料来源：《极大规模集成电路（ULSI）用硅材料》，杨德仁

ULSI硅片投资（2017）

200mm 硅片（2020，168 万片/月）

- 浙江金瑞泓科技，2019，40万片/月
- 宁夏银和科技（日），2020，25万片/月
- 郑州合晶（台），2019，20万片/月
- 中环领先半导体，2019，60-70万/月
- 安徽易芯，2018，8万片/月
- 重庆超硅，2018，15万片/月

投资规模：> 500亿元



2018-10-29, Deren Yang

微电子制造 33

资料来源：《极大规模集成电路（ULSI）用硅材料》，杨德仁

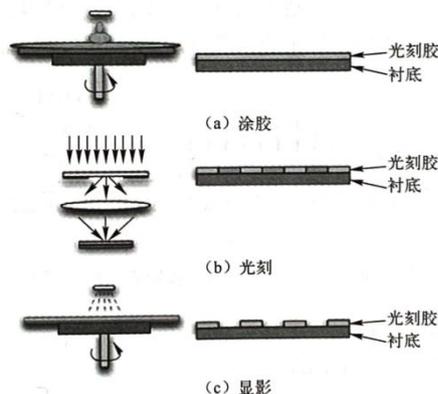
硅片设备产业化推进加快，国产厂商迎来发展良机。单晶炉方面，晶盛机电承担的 02 专项“300mm 硅单晶直拉生长设备的开发”、“8 英寸区熔硅单晶炉国产设备研制”两大项目均已通过专家组验收，8 寸直拉单晶炉和区熔单晶炉均已实现产业化，客户包括有研半导体、环欧半导体、金瑞泓等；12 寸直拉单晶炉产业化推进中，未来有望为国内大硅片项目供货。南京晶能 12 寸直拉单晶炉已进入新昇半导体大硅片产线。

2.2、晶圆制造设备——光刻机

2.2.1、光刻机发展历史

在集成电路制造工艺中，光刻是决定集成电路集成度的核心工序，该工序的作用是将电路图形信息从掩模版上保真传输、转印到半导体材料衬底上。光刻工艺的基本原理是，利用涂敷在衬底表面的光刻胶的光化学反应作用，记录掩模版上的电路图形，从而实现将集成电路图形从设计转印到衬底的目的。

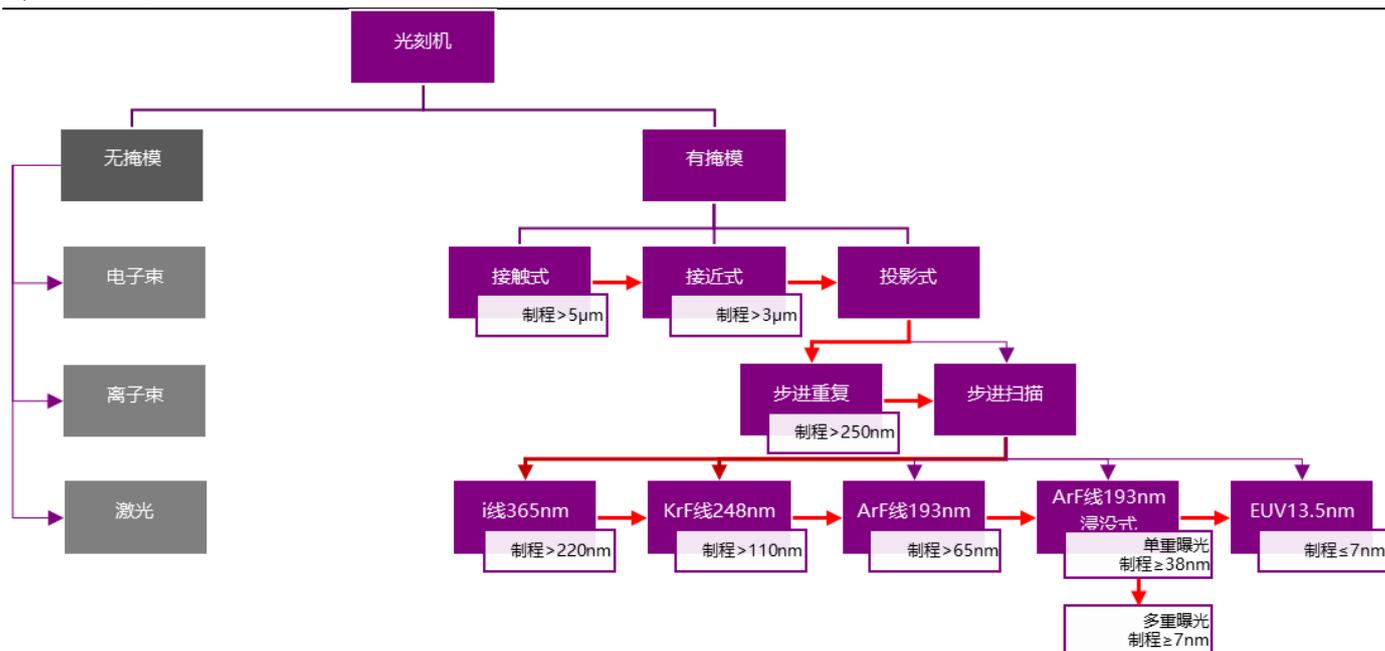
图表 22：光刻工艺的基本原理



资料来源：SMEE

光刻机分为无掩模光刻机和有掩模光刻机两大类。**无掩模光刻机**又称直写光刻机，按照所采用的辐射源的不同可分为电子束直写光刻机、离子束直写光刻机、激光直写光刻机，分别用于不同的特定应用领域。例如，电子束直写光刻机主要用于高分辨率掩模版、集成电路原型验证芯片的制造，以及特种器件的小批量制造；激光直写光刻机主要用于特定的小批量芯片的制造。

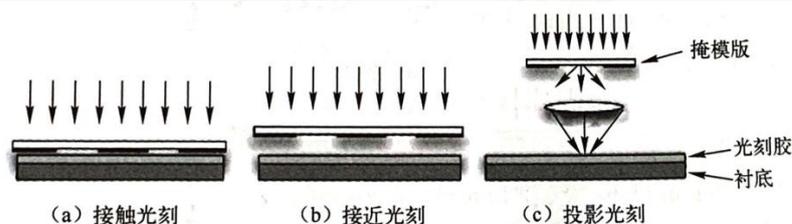
图表 23：光刻机分类



资料来源：SMEE

有掩模光刻机又分为接触/接近式光刻机和投影式光刻机。接触式光刻出现于 20 世纪 60 年代，是小规模集成电路（SSI）时代的主要光刻手段，主要用于生产制程在 $5\mu\text{m}$ 以上的集成电路。接近式光刻机于 20 世纪 70 年代在小规模集成电路与中规模集成电路（MSI）时代早期被广泛应用，主要用于生产制程在 $3\mu\text{m}$ 以上的集成电路。目前接触/接近式光刻机的国外生产商主要有德国的苏斯公司、奥地利 EVG 公司，国内生产商主要有中电科 45 所、中科院光电技术研究所等。

图表 24：接触/接近式光刻机和投影式光刻机



资料来源：SMEE

投影光刻机自 20 世纪 70 年代中后期开始替代接触/接近式光刻机，是先进集成电路大批量制造中的唯一光刻形式。早期的投影光刻机的掩模版与衬底图形尺寸比例为 1:1，通过扫描方式完成整个衬底的曝光过程。随着集成电路特征尺寸的不断缩小和衬底尺寸的增大，缩小倍率的步进重复光刻机问世，替代了图形比例为 1:1 的扫描光刻方式。当集成电路图形特征尺寸小于 $0.25\mu\text{m}$ 时，由于集成电路集成度的进一步提高，芯片面积更大，要求一次曝光的面积增大，促使更为先进的步进扫描光刻机问世。通过配置不同的曝光光源，步进扫描技术可支撑不同的工艺技术节点，从 KrF248nm、ArF193nm、ArF193nm 浸没式，直至 EUV 光刻。在 $0.18\mu\text{m}$ 工艺节点后，高端光刻机厂商基本采用步进扫描技术，并一直沿用至今。

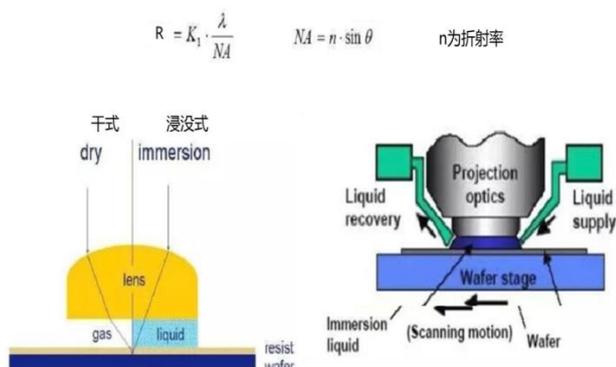
图表 25：光刻机按光源分类

	光源	波长 (nm)	工艺	工艺节点 (nm)
第一代	g-line	436	接触式光刻机	800-250
			接近式光刻机	800-250
第二代	i-line	365	接触式光刻机	800-250
			接近式光刻机	800-250
第三代	KrF	248	步进扫描投影光刻机	180-130
第四代	ArF	193	步进扫描投影光刻机	130-65
			浸没式步进扫描投影光刻机	45-22
第五代	EUV	13.5	极紫外光刻机	22-7

资料来源：光大证券研究所整理

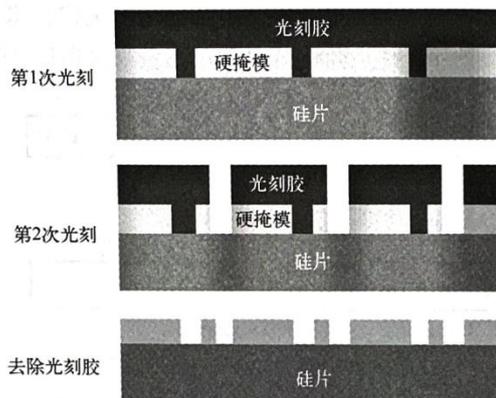
投影光刻机的基本分辨率 $R=K1*\lambda/NA$ ，其中 $K1$ 为工艺因子，根据衍射成像原理，其理论极限值是 0.25； NA 为光刻机成像物镜的数值孔径； λ 为所使用的光源的波长。提高投影光刻机分辨率的理论和工程途径是增大数值孔径 NA ，缩减波长 λ ，减小 $K1$ 。

图表 26: 浸没式光刻机原理示意图



资料来源: SMEE

图表 27: 多重图形技术

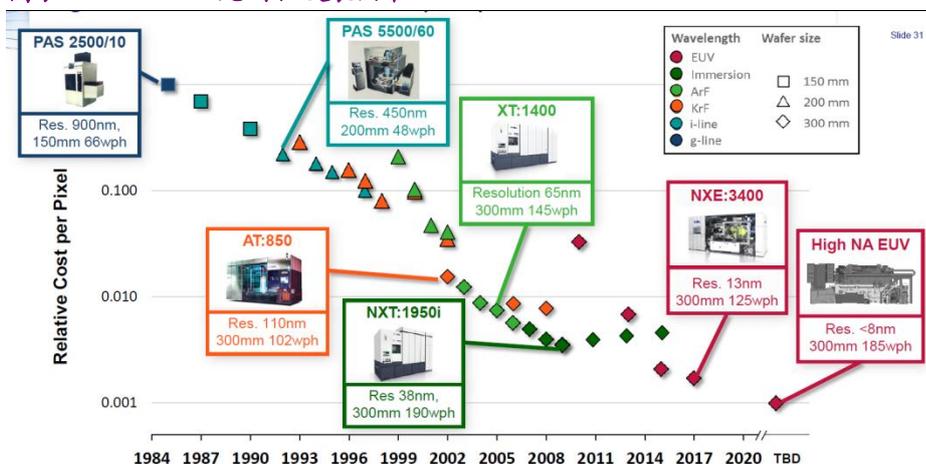


资料来源: SMEE

采用 ArF 干法曝光方式最大支持 65nm 成像分辨率, 45nm 及以下更高成像分辨率无法满足, 故而需要引入浸没式光刻方法。浸没式光刻方法通过将镜头像方下表面与圆片上表面之间充满液体(通常是折射率为 1.44 的超纯水), 从而提升了成像系统的有效数值孔径(NA=1.35)。采用 ArF 浸没式光刻技术, 考虑光刻物理极限的限制和设备的实际工作能力, 其最小分辨率可实现 38nm。为了实现更小的工艺线宽(CD)要求, 目前通过采用多重图形技术(Multi-pattern Technology)可以支撑至 7nm 节点工艺。

为了提高光刻分辨率, 在采用准分子光源后进一步缩短曝光波长, 引入波长 10~14nm 的极紫外光 EUV 作为曝光光源。EUV 光刻机研发难度及费用极大, 英特尔、三星和台积电都曾对光刻机龙头 ASML 投资, 以支持 EUV 光刻设备研发, 并希望取得 EUV 设备的优先权。ASML 从事 EUV 光刻机的研制已是第 12 个年头了, 甚于“十年磨一剑”。2017 年, 姗姗来迟的 EUV 光刻机终于进入了量产阶段。

图表 28: ASML 光刻机发展历程



资料来源: ASML

2.2.2、光刻机竞争格局

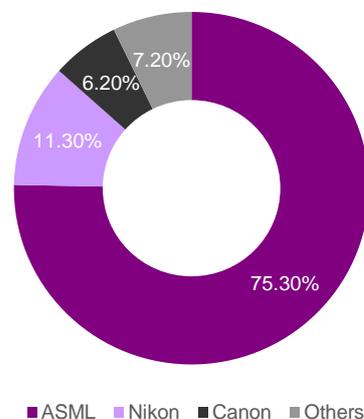
步进扫描投影光刻机的主要生产厂商包括 ASML(荷兰)、尼康(日本)、佳能(日本)和 SMEE (中国)。ASML 于 2001 年推出了 TWINSCAN 系列步进扫描光刻机，采用双工件台系统架构，可以有效提高设备产出率，已成为应用最为广泛的高端光刻机。ASML 在光刻机领域一骑绝尘，一家独占全球 70% 以上的市场份额。国内厂商上海微电子 (SMEE) 研制的 90nm 高端步进扫描投影光刻机已完成整机集成测试，并在客户生产线上进行了工艺试验。

图表 29：步进式扫描光刻机主要厂商机型信息

公司	型号	曝光方式	最小分辨率 /nm	曝光光源	最大数值孔径	圆片尺寸 /mm	套刻精度 /nm	产出率 (片/h)
ASML	NXE3300B	EUV	≤22	EUV 13.5nm	0.33	300	≤3	125
	NXT1980Di	双台浸没式步进扫描曝光	≤38	ArF 准分子激光器 193nm	1.35		≤1.6	275
	NXT1950i						≤2.5	175
	XT1450H	双台干式步进扫描曝光	≤65	KrF 准分子激光器 248nm	0.93		≤5	162
	XT1000K		≤80		0.93		≤6	180
	XT860K		≤110		0.8		≤12	210
	XT400K		≤350		0.65		≤35	220
	PAS5500/1150C	单台步进扫描曝光	≤90	ArF 准分子激光器 193nm	0.75	200	≤12	135
	PAS5500/850D		≤110	KrF 准分子激光器 248nm	0.8		≤15	145
	PAS5500/450F		≤220	高压汞灯光源 365nm	0.65		≤25	150
尼康	NSR-S631E	浸没式步进扫描曝光	≤38	ArF 准分子激光器 193nm	1.35	200、300	≤1.7	270
	NSR-S621D						≤2	200
	NSR-S322F	步进扫描曝光	≤65	0.92	≤2		230	
	NSR-S210D		≤110	0.82	≤9		176	
佳能	FPA-6300 ES6a	步进扫描曝光	≤90	KrF 准分子激光器 248nm	0.86	200、300	≤8	200
SMEE	SSA600/20	步进扫描曝光	≤90	ArF 准分子激光器 193nm	0.75	200、300	SMO≤15nm MMO≤25nm	80
	SSC600/10	步进扫描曝光	≤110	KrF 准分子激光器 248nm	\		\	\
	SSB600/10	步进扫描曝光	≤280	高压汞灯光源 365nm	\		SMO≤25nm MMO≤50nm	80

资料来源：SMEE

图表 30：2017 年全球光刻机市场竞争格局（销售额）



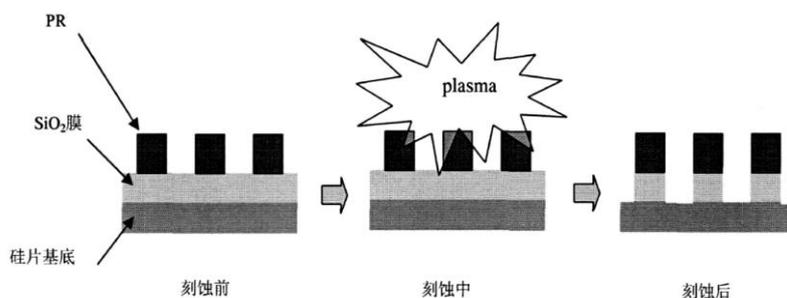
资料来源：Gartner 2017

2.3、晶圆制造设备——刻蚀机

2.3.1、刻蚀原理及分类

刻蚀是使用化学或者物理方法有选择地从硅片表面去除不需要材料的过程。通常的晶圆加工流程中，刻蚀工艺位于光刻工艺之后，有图形的光刻胶层在刻蚀中不会受到腐蚀源的显著侵蚀，从而完成图形转移的工艺步骤。

图表 31：刻蚀原理示意图



资料来源：《半导体制造技术》MichaelQuirk

刻蚀分为湿法刻蚀和干法刻蚀两种。早期普遍采用的是湿法刻蚀，但由于其在线宽控制及刻蚀方向性等多方面的局限，3 μm 之后的工艺大多采用干法刻蚀，湿法刻蚀仅用于某些特殊材料层的去除和残留物的清洗。

干法刻蚀也称等离子刻蚀。干法刻蚀是指使用气态的化学刻蚀剂 (Etchant) 与圆片上的材料发生反应，以刻蚀掉需去除的部分材料并形成可挥发性的反应生成物，然后将其抽离反应腔的过程。刻蚀剂通常直接或间接地产生于刻蚀气体的等离子体，所以干法刻蚀也称等离子体刻蚀。

等离子体刻蚀机可以根据等离子体产生和控制技术的不同而大致分为两大类，即电容耦合等离子体 (capacitively coupled plasma, CCP) 刻蚀机和电感耦合等离子体 (Inductively coupled plasma, ICP) 刻蚀机。在集成电路生产线上，等离子体刻蚀设备通常按照被刻蚀材料的种类分为硅刻蚀设备、金属刻蚀设备和电介质刻蚀设备三大类。

图表 32：等离子体 (干法) 刻蚀机分类

按刻蚀原理分类	电容耦合等离子体 CCP 刻蚀机	电感耦合等离子体 ICP 刻蚀机	
图示			
离子能量	100-1000eV	10-100eV	
按被刻蚀材料分类	介质刻蚀机	硅刻蚀机	金属刻蚀机
市场份额	~48%	~47%	~5%

资料来源：《集成电路产业全书》王阳元，光大证券研究所整理

CCP 刻蚀机主要用于电介质材料的刻蚀工艺,如逻辑芯片工艺前段的栅侧墙和硬掩模刻蚀,中段的接触孔刻蚀,后段的镶嵌式和铝垫刻蚀等,以及在 3D 闪存芯片工艺(以氮化硅/氧化硅结构为例)中的深槽、深孔和连线接触孔的刻蚀等。

ICP 刻蚀机主要用于硅刻蚀和金属刻蚀,包括对硅浅沟槽(STI)、锗(Ge)、多晶硅栅结构、金属栅结构、应变硅(Strained-Si)、金属导线、金属焊垫(Pad)、镶嵌式刻蚀金属硬掩模和多重成像(Multiple Patterning)技术中的多道工序的刻蚀等。另外,随着三维集成电路(3D IC)、CMOS 图像传感器(CIS)和微机电系统(MEMS)的兴起,以及硅通孔(TSV)、大尺寸斜孔槽和不同形貌的深硅刻蚀应用的快速增加,多个厂商推出了专为这些应用而开发的刻蚀设备。

随着工艺要求的专门化、精细化,刻蚀设备的多样化,以及新型材料的应用,上述分类方法已变得越来越模糊。除了集成电路制造领域,等离子体刻蚀还被广泛用于 LED、MEMS 及光通信等领域。

图表 33: 等离子刻蚀工艺

制造类型	主要工艺
逻辑电路	线槽隔离(STI)、多晶硅栅(Poly Gate)、栅侧墙(spacer)、接触孔(Contact)、通孔(Via)、电介质沟槽(Trench)、双壤嵌式刻蚀(Dual Damascene)、铝垫(Pad)、去胶(Stripping)、应力记忆技术(SMT)的刻蚀、应力临近技术(SPT)的刻蚀及双应力层(DSL)刻蚀等
三维闪存(NAND)	高深宽比沟槽(High Aspect Ratio Trenches)、硬掩模(Hard Mask)、台阶(Stair-step)及孔刻(Chanel Hole)的刻蚀等
封装	整面减薄(Thinning)、深斜孔/槽(Taper Hole and Trench)、硅通孔(Through silicon Via)刻蚀、空腔(Cavity)刻蚀及等离子体切割(Plasma Dicing)等

资料来源:《集成电路产业全书》王阳元

2.3.2、刻蚀机行业发展趋势及竞争格局

随着芯片集成度的不断提高,生产工艺越来越复杂,刻蚀在整个生产流程中的比重也呈上升趋势。因此,刻蚀机支出在生产设备总支出中的比重也在增加。而刻蚀机按刻蚀材料细分后的增长速度,则根据工艺技术的发展阶段不同呈现此消彼长的状况。例如,当 0.13 μm 工艺的铜互连技术出现时,金属刻蚀设备的占比大幅下降,而介质刻蚀设备的占比大幅上升;30nm 之后的工艺中出现的多重图像技术及越来越多的软刻蚀应用,则使得硅刻蚀设备的占比快速增加。

图表 34: 各技术节点 IC 制造工艺步骤数

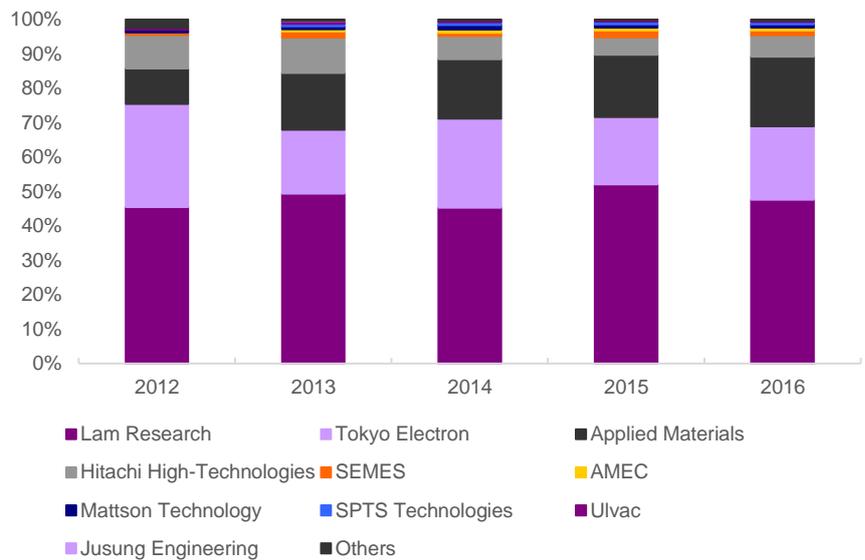
工艺节点	65nm	40nm	28nm	20nm	14nm	10nm	7nm
刻蚀步骤数	20	30	40	55	65	110	150
全工艺步骤数				1000	1100	1300	1500

资料来源:中微半导体《集成电路专用设备-刻蚀设备》

国际巨头泛林集团、东京电子、应用材料均实现了硅刻蚀、介质刻蚀、金属刻蚀的全覆盖,占据了全球干法刻蚀机市场的 80% 以上份额。国内厂商中微半导体在介质刻蚀领域较强,其产品已在包括台积电、海力士、中芯国际等

芯片生产商的 20 多条生产线上实现了量产；5nm 等离子体蚀刻机已成功通过台积电验证，将用于全球首条 5nm 工艺生产线；同时已切入 TSV 硅通孔刻蚀和金属硬掩膜刻蚀领域。北方华创在硅刻蚀和金属刻蚀领域较强，其 55/65nm 硅刻蚀机已成为中芯国际 Baseline 机台，28nm 硅刻蚀机进入产业化阶段，14nm 硅刻蚀机正在产线验证中，金属硬掩膜刻蚀机攻破 28-14nm 制程。

图表 35：干法刻蚀机市场竞争格局（销售额）



资料来源：Gartner 2017

图表 36：国内外厂商干法刻蚀机布局情况

分类	工艺	国际厂商			国内厂商	
		泛林集团	东京电子	应用材料	中微半导体	北方华创
硅刻蚀	槽刻蚀	✓	✓	✓		✓
	栅极	✓	✓	✓		✓
	硅通孔	✓	✓	✓	✓	✓
介质刻蚀	孔刻蚀	✓	✓	✓	✓	
	侧墙	✓	✓	✓	✓	
金属刻蚀	平面	✓	✓	✓		
	窄线条	✓	✓	✓		✓
	金属掩膜	✓	✓	✓	✓	✓

资料来源：各公司官网

2.4、晶圆制造设备——薄膜生长设备

2.4.1、薄膜生长设备分类

采用物理或化学方法是物质（原材料）附着于衬底材料表面的过程即为薄膜生长。薄膜生长广泛用于集成电路、先进封装、发光二极管、MEMS、功率器件、平板显示等领域。

图表 37：薄膜生长工艺类型

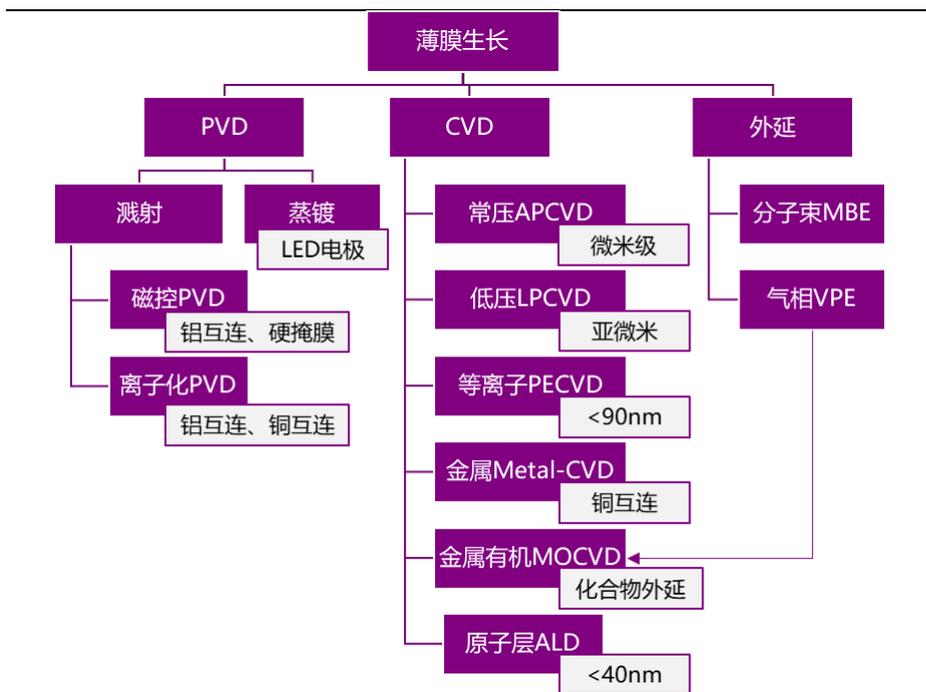
器件类型	主要工艺
逻辑电路	浅槽隔离 (STI)、活性区 (Active Area Nitride)、侧墙 (Spacer Oxide, Spacer Nitride, Offset Oxide, Offset Oxide)、刻蚀停止层 (Etching Stop Layer)、金属栅整合 (High k and Metal Gate)、自对准硅化物 (Salicide)、接触窗 (Contact)、钨栓塞 (W Plug)、铜阻挡层籽晶层 (Cu Barrier and Seed)、氮化钛金属硬掩膜 (TiN Hardmask)、铝衬垫 (Al Pad)
存储器件	串行选择门电路 (SSL Gate)、接地选择门电路 (GSL Gate)、公共源线金属化 (CSL/MC)、浅槽隔离 (STI)、自对准硅化物 (Salicide)、钨栓塞黏附和阻挡层 (W Plug Liner and Barrier)、钨栓塞 (W Plug)、铜阻挡层籽晶层 (Cu Barrier and Seed)、氮化钛金属硬掩膜 (TiN Hardmask)、铝衬垫 (Al Pad)
先进封装	硅通孔沉积 (Through Silicon Via)、凸点下金属化 (UBM)、再分布层布线 (RDL)、金凸块倒装焊接 (Gold Bump)、锡铅凸块倒装焊接 (Solder Bump)、铜柱凸块焊接 (Copper Pillar Bump)
发光二极管	A1N 缓冲层 (AlN Buffer Layer)、GaN 发光层 (GaN Light Emitting Layer)、ITO 透明电极 (ITO Transparent Electrode)、银镜 (Silver Mirror)、布拉格反射层 (DBR Reflector)、阻挡层 (Barrier Layer)、钝化 (Passivation)、衬垫 (Al Pad)
MEMS	AlN 缓冲层 (AlN Buffer Layer)、压电层 (Piezoelectric Layer)、牺牲层 (Sacrifice Layer)、绝缘层 (Insulation Layer)、钝化 (Passivation)、内部互连层 (Internal interconnect Layer)、电极 (Metal Electrode)、活性区 (Active Area Nitride)
功率器件	活性区 (Active Area Nitride)、金属电极 (Metal Electrode)、硅化物 (Silicide)
平板显示	栅绝缘层 (Gate Insulator)、活性区 (Active Area Nitride)、透明导电电极 (Transparency Conductive Electrode)

资料来源：北方华创《集成电路专用设备-薄膜设备》

根据工作原理的不同，集成电路薄膜沉积可分为物理气相沉积(PVD)、化学气相沉积(CVD)和外延三大类。

PVD 是指利用热蒸发或受到粒子轰击时物质表面原子的溅射等物理过程，实现物质原子从源物质到衬底材料表面的物质转移，从而在衬底表面沉积形成薄膜的技术。PVD 可以分为真空蒸镀和溅射两种类型。目前蒸镀主要应用于 LED 电极制造，而主流 IC 制造领域已经不再采用此类设备进行薄膜制备。溅射 PVD 广泛应用于集成电路后道互连工艺中金属薄膜制备。磁控直流 DCPVD 可用于平面薄膜制备，如铝互连和 28nm 氮化钛硬掩膜，但在铜互连中应用减少。离子化 PVD 是磁控 DCPVD 中的一种新技术，可用于铝互连的隔离层、钨栓塞的粘附层，以及铜互连中的隔离层和籽晶层。同时，离子化 PVD 和金属 CVD 腔室可以结合在一个系统中，比如钨栓塞的粘附层(钛离子 PVD) 和隔离层 (氮化钛 CVD)。

图表 38：薄膜生长设备



资料来源：北方华创 《集成电路专用设备-薄膜设备》

CVD 是通过混合化学气体并发生化学反应，从而在衬底表面沉积薄膜的一种工艺，用于沉积的材料包括金属材料(W, TIN, Co)、介电材料(SiO₂、Si₃N₄、掺磷二氧化硅、掺硼磷二氧化硅)和半导体材料(多晶硅、无晶硅)等。

- 1) 在微米技术代，化学气相沉积均采用多片式的常压化学气相沉积设备(APCVD)，其结构比较简单，圆片的传输和工艺是连续的。
- 2) 在亚微米技术代，低压化学气相沉积设备(LPCVD)成为主流设备，其工作压力大大降低，从而改善了沉积薄膜的均匀性和沟槽覆盖填充能力。
- 3) 从 90nm 技术代开始，等离子体增强化学气相沉积设备(PECVD)扮演了重要的角色。由于等离子体的作用，化学反应温度明显降低，薄膜纯度得到提高，薄膜密度得以加强。
- 4) 从 180nm 技术代开始，Cu 取代 Al 作为金属互连材料。金属栓塞工艺模块中的 TIN 阻挡层和 W 栓塞均是采用金属化学气相沉积(金属 Metal-CVD) 完成的。
- 5) 从 45nm 技术代开始，为了减小器件的漏电流，新的高介电材料(High k)材料及金属栅(Metal Gate)工艺被应用到集成电路工艺中，由于膜层非常薄，通常在数纳米量级内，所以不得不引入原子层沉积(ALD)的工艺设备，以满足对薄膜沉积的控制和薄膜均匀性的需求。

6) MOCVD 主要用于制备半导体光电子、微电子器件领域的各种砷化镓、氮化镓等三五族化合物，在 LED、激光器、高频电子器件和太阳能电池等领域具有规模化生产的能力。

外延是一种在晶片等单晶衬底上按照衬底晶向生长单晶薄膜的工艺过程。根据外延生长材料的不同，外延可以分为同质外延和异质外延。同质外延是指生长的外延层和衬底是同一种材料，异质外延是指外延生长的薄膜材料与衬底材料不同，如 SPS 技术(在蓝宝石或尖晶石上生长硅)。根据外延技术可分为分子束外延、气相外延、液相外延等。MOCVD 也可作为气相外延的一种。

2.4.2、薄膜生长设备竞争格局

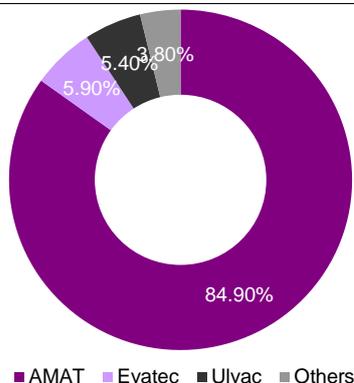
PVD 领域，AMAT 一家独大，约占全球市场份额的 80%以上；CVD 领域，AMAT、LAM、TEL 三家约占全球市场份额的 70%以上。国内设备厂商中北方华创薄膜设备产品种类最多，目前其 28nm 硬掩膜 PVD 已实现销售，铜互连 PVD、14nm 硬掩膜 PVD、AI PVD、LPCVD、ALD 设备已进入产线验证。中微半导体的 MOCVD 在国内已实现国产替代。沈阳拓荆的 65nm PECVD 已实现销售。

图表 39：国内外薄膜设备厂商产品布局

	细分	AMAT	LAM	TEL	北方华创	沈阳拓荆
PVD	磁控离子化 PVD	✓			✓	
CVD	常压 APCVD					
	低压 LPCVD	✓		✓	✓	
	等离子 PECVD	✓	✓	✓	✓	✓
	金属 Metal-CVD	✓	✓	✓		
	原子层 ALD	✓	✓	✓	✓	
外延	气相 VPE (硅锗)	✓			✓	
	金属有机 MOCVD	Aixtron	Veeco	中微半导体	中晟光电	
	分子束 MBE	Riber	Veeco	SVT Associates	沈阳科仪	

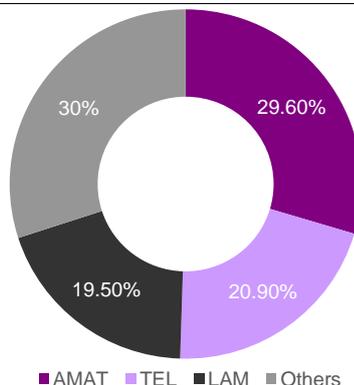
资料来源：光大证券研究所整理

图表 40：2017 年全球 PVD 市场竞争格局（销售额）



资料来源：Gartner 2017

图表 41：2017 年全球 CVD 市场竞争格局（销售额）



资料来源：Gartner 2017

2.5、晶圆制造设备——扩散及离子注入设备

在集成电路制造过程中，掺杂主要有扩散和离子注入两种工艺，扩散属于高温工艺，而离子注入工艺属于低温工艺。

扩散工艺是向硅材料中引入杂质的一种传统方法，控制圆片衬底中主要载流子的类型、浓度和分布区域，进而控制衬底的导电性和导电类型。扩散工艺设备简单，扩散速率快，掺杂浓度高，但扩散温度高，扩散浓度分布控制困难，难以实现选择性扩散。

离子注入工艺是指使具有一定能量的带电粒子(离子)高速轰击硅衬底并将其注入硅衬底的过程。离子注入能够在较低的温度下，可选择的杂质种类多，掺杂剂量控制准确，可以向浅表层引入杂质，但设备昂贵，大剂量掺杂耗时较长，存在隧道效应和注入损伤。

图表 42：扩散工艺和离子注入工艺对比

	扩散工艺 (高温)	离子注入工艺 (低温)
优点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设备简单 2. 扩散速率快 3. 掺杂浓度高 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能够在较低的温度下 2. 可选择的杂质种类多 3. 掺杂剂量控制准确 4. 可以向浅表层引入杂质
缺点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 扩散温度高 2. 扩散浓度分布控制困难 3. 难以实现选择性扩 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设备昂贵 2. 大剂量掺杂耗时较长 3. 存在隧道效应和注入损伤

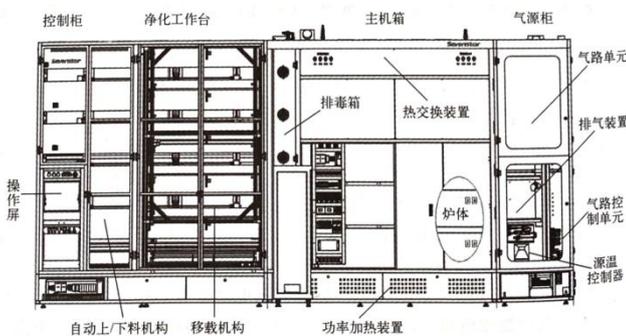
资料来源：光大证券研究所整理

2.5.1、扩散炉分类及竞争格局

扩散炉广泛用于分立器件、电力电子、光电器件和光导纤维等行业的扩散、氧化、退火、合金等工艺中，因此按照功能不同，有时也称扩散炉为退火炉、氧化炉。扩散炉主要分为卧式扩散炉和立式扩散炉。

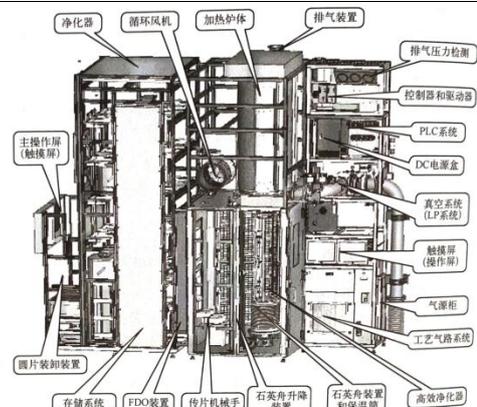
卧式扩散炉是一种在圆片直径小于 200mm 的集成电路扩散工艺中大量使用的热处理设备，其特点是加热炉体、反应管及承载圆片的石英舟(Quartz Boat)均呈水平放置，因而具有片间均匀性好的工艺特点。

图表 43：卧式扩散炉（一般用于 8 英寸以下）



资料来源：北方华创《集成电路专用设备-扩散炉设备》

图表 44：立式扩散炉（一般用于 8 和 12 英寸）



资料来源：北方华创《集成电路专用设备-扩散炉设备》

立式扩散炉泛指应用于直径为 200mm 和 300mm 圆片的集成电路工艺中的一种批量式热处理设备，俗称立式炉。立式扩散炉的结构特点是，加热炉体、反应管及承载圆片的石英舟均垂直放置(圆片呈水平放置状态)，具有片内均匀性好、自动化程度高、系统性能稳定的特点，符合 SEMI 标准要求，可以满足大规模集成电路生产线的需求。立式扩散炉是半导体集成电路生产线的重要设备之一，也常应用于电力电子器件(如 IGBT)等领域的相关工艺。立式扩散炉适用的工艺包括干氧化、氢氧合成氧化、DCE (二氯乙烯)氧化、氮氧化硅氧化等氧化工艺，以及二氧化硅、多晶硅(Poly-si)、氮化硅(SiN)、原子层沉积(ALD)等薄膜生长工艺，也常应用于高温退火、铜退火(Cu Anneal)及合金(Alloy)等工艺。

扩散设备方面，卧式扩散炉较为简单，国内基本能实现自给自足，设备厂商主要有北方华创、中电科第 48 所等。立式扩散/氧化炉设备门槛较高，全球主要厂商有东京电子(TEL)、日立国际(HKE)等，单台平均售价约为 80 万美元，国内仍主要依赖进口，只有北方华创公司能够小批量提供 300mm 立式炉产品。

传统的退火炉使用类似卧式扩散炉的炉管系统，一般用于直径小于 200mm 的晶圆制造。而 200mm 或者 300mm 的大尺寸晶圆一般采用立式炉及单片快速热处理(RTP)设备。相对于炉管加热退火，RTP 具有热预算少，掺杂区域中杂质运动范围小，沾污小和加工时间短等优点。RTP 设备门槛高，主要由应用材料公司、Axcelis Technology、Mattson Technology 和 ASM 等 4 家公司垄断，约占全球 90% 的市场份额。

2.5.2、离子注入机分类及竞争格局

离子注入机是集成电路装备中较为复杂的设备之一，根据注入离子的能量和剂量的不同，离子注入机大体分为低能大束流离子注入机、中束流离子注入机和高能离子注入机 3 种类型。其中，低能大束流离子注入机是目前占有率最高的注入机，适用于大剂量及浅结注入，如源漏极扩展区注入、源漏极注入、栅极掺杂以及预非晶化注入等多种工艺。中束流离子注入机可应用于半导体制造中的沟道、阱和源漏极等多种工艺。高能离子注入机在逻辑、存储、成像器件、功率器件等领域应用广泛。

图表 45：离子注入机分类及应用

分类	低能大束流离子注入机 (主要)	中束流离子注入机	高能离子注入
应用	适用于大剂量及浅结注入，如源漏极扩展区注入、源漏极注入、栅极掺杂以及预非晶化注入等多种工艺	应用于半导体制造中的沟道、阱和源漏极等多种工艺。	在逻辑、存储、成像器件、功率器件等领域应用广泛。

资料来源：中电科 45 所《集成电路专用设备-离子注入设备》

离子注入设备厂商主要有美国的 AMAT、Axcelis 等。国内生产线上使用的离子注入机多数依赖进口，国内北京中科信、中电科 48 所、上海凯世通等也能提供少量产品。其中，中科信公司已具备不同种类(低能大束流、中束流和高能)离子注入机上线机型的量产能力。

2.6、晶圆制造设备——湿法设备

湿法工艺是指在集成电路制造过程中需要使用化学药液的工艺，主要有湿法清洗、化学机械抛光和电镀三大类。

2.6.1、湿法清洗机

湿法清洗是指针对不同的工艺需求，采用特定的化学药液和去离子水，对圆片表面进行无损伤清洗，以去除集成电路制造过程中的颗粒、自然氧化层、有机物、金属污染、牺牲层、抛光残留物等物质。

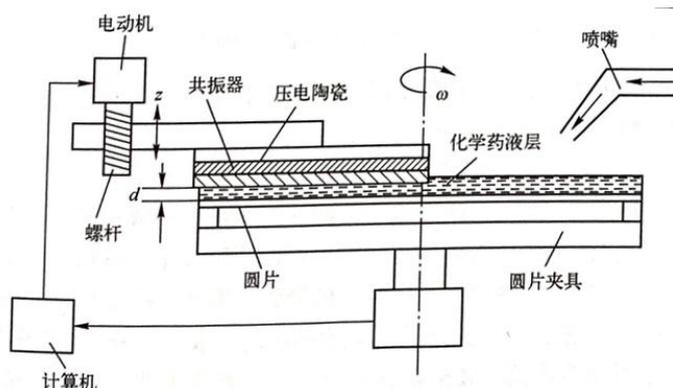
清洗机主要分为槽式清洗机和单圆片清洗机。槽式清洗技术是由美国无线电公司(RCA)于1970年提出的，它是通过多个化学槽体、去离子水槽体和干燥槽体的配合使用，完成圆片清洗工艺。

随着28nm及更先进工艺的湿法清洗对圆片表面小颗粒的数量及刻蚀均匀性的要求越来越高，同时必须达到图形无损干燥。而槽式圆片清洗机的槽体内部化学药液的差异性、干燥方式，以及与圆片接触点过多，导致无法满足这些工艺需求，现已逐渐被单圆片清洗机取代，目前槽式圆片清洗机在整个清洗流程中约占20%的步骤。

槽式圆片清洗机主要厂商有日本的迪恩士(SCREEN)、东京电子(Tokyo Electron)和JET，三家约占全球75%以上的市场份额。韩国的SEMES和KCTECH主要供给韩国市场。

单圆片清洗设备主要厂商有日本的迪恩士、东京电子和美国泛林集团提供，三家约占全球70%以上的市场份额。在国内的单圆片湿法设备厂商中，盛美半导体独家开发的空腔交变相位移(SAPS)兆声波清洗设备和时序气穴振荡控制(TEBO)兆声波清洗设备已经成功进入韩国及中国的集成电路生产线并用于大规模生产。北方华创的清洗机也成功进入中芯国际生产线。

图表 46: (SAPS)兆声波清洗设备技术原理



资料来源：盛美半导体《集成电路专用设备-湿法设备》

2.6.2、化学机械抛光设备

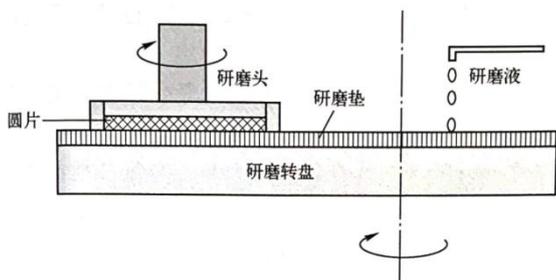
化学机械抛光 (CMP)是指圆片表面材料与研磨液发生化学反应时，在研磨头下压力的作用下进行抛光，使圆片表面平坦化的过程。圆片表面材料包括多晶硅、二氧化硅、金属钨、金属铜等，与之相对应的是不同种类的研磨液。

化学机械抛光能够将整个圆片高低起伏的表面研磨成一致的厚度，是一种圆片全局性的平坦化工艺。

CMP 工艺在芯片制造中的应用包括浅沟槽隔离平坦化(STI CMP)、多晶硅平坦化(Poly CMP)、层间介质平坦化(ILD CMP)、金属间介质平坦化(IMDCMP)、铜互连平坦化(Cu CMP)。

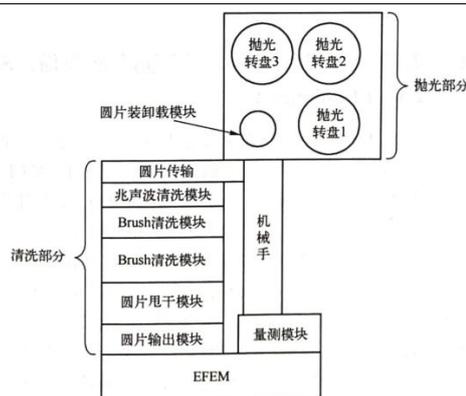
CMP 设备主要分为两部分，即抛光部分和清洗部分。抛光部分由 4 部分组成，即 3 个抛光转盘和一个圆片装卸载模块。清洗部分负责圆片的清洗和甩干，实现圆片的“干进干出”。

图表 47：化学机械抛光 (CMP) 原理



资料来源：盛美半导体《集成电路专用设备-湿法设备》

图表 48：化学机械抛光 (CMP) 配套设备



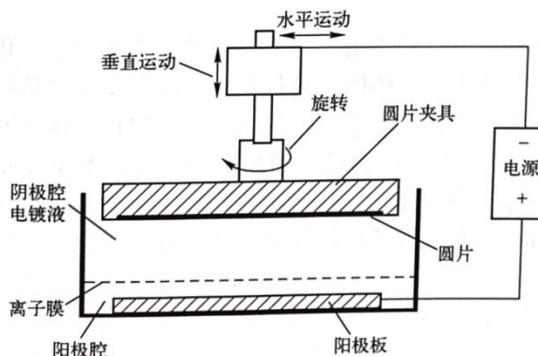
资料来源：盛美半导体《集成电路专用设备-湿法设备》

CMP 设备主要生产商有美国 AMAT 和日本 Ebara，其中 AMAT 约占 CMP 设备市场 60%的份额，Ebara 约占 20%的份额。国内 CMP 设备的主要研发单位有天津华海清科和中电科 45 所，其中华海清科的抛光机已在中芯国际生产线上试用。

2.6.3、电镀设备

电镀是指在集成电路制造过程中，用于加工芯片之间互连金属线所采用的电化学金属沉积。随着集成电路制造工艺的不断发展，目前电镀已经不限于铜线的沉积，还涉及锡、锡银合金、镍等金属的沉积，但金属铜的沉积仍是其中最主要的部分。

图表 49：电镀原理



资料来源：盛美半导体《集成电路专用设备-湿法设备》

电镀设备主要的生产商包括 Lam Research、AMAT 以及 TEL。其中，Lam Research 在前道的镶嵌式技术电镀铜设备中占据 90% 以上的市场份额，日本的东京电子在先进封装领域约占据 50% 市场。盛美半导体设备已经掌握了电镀机的核心专利技术，包括多圆环阳极技术和兆声波辅助电镀技术等，自主开发了 Ultra ECP 系列电镀机。

2.7、晶圆制造设备——工艺检测设备

工艺检测设备是应用于工艺过程中的测量类设备和缺陷(含颗粒)检查类设备的统称。集成电路芯片制造工艺流程中在线使用的工艺检测设备种类繁多，应用于前段芯片制造工艺的主要检测设备分为：圆片表面的颗粒和残留异物检查；薄膜材料的厚度和物理常数的测量；圆片在制造过程中关键尺寸(CD)和形貌结构的参数测量；套刻对准的偏差测量。

随着芯片结构的不断细微化和工艺的不断复杂化，工艺检测设备在先进的前段生产线中起着越来越重要的作用。目前工艺检测设备投资占整个前端工艺设备总投资的 10%~15%。

工艺检测设备的供应商主要有科磊半导体、应用材料、日立高新等，国内厂商主要有上海睿励科学仪器器和深圳中科飞测科技。

2.8、封装测试设备

根据 SEMI 数据，2017 年全球封装测试设备市场高速增长 27.89%，销售额达到 83.1 亿美元。2017 年中国大陆半导体封装测试设备与封装模具市场增长了 18.6%，达到 206.1 亿元，约为 30.53 亿美元（按统计局 2017 年度平均汇率计算：1 美元=6.75 元），其中封装设备市场 14 亿美元，测试设备与封装模具市场为 16.53 亿美元。2017 年国内半导体设备市场规模为 82.3 亿美元，封装测试设备占比超过 1/3，达到 37.1%。

图表 50：全球半导体封测设备市场规模及增速



资料来源：SEMI

图表 51：国内半导体封测设备市场规模及增速



资料来源：SEMI

2.8.1、封装设备

封装和组装可分为四级，即芯片级封装(0 级封装)、元器件级封装(1 级封装)、板卡级组装(2 级封装)和整机组装(3 级封装)。在 0 级封装阶段，为了实现圆片的测试、减薄、划切工艺，与之对应的主要封装设备有圆片探针台、圆片减薄机、砂轮和激光切割机。在 1 级封装阶段，为了实现芯片的互连与封装工艺，与之对应的主要封装设备有黏片机、引线键合机、芯片倒装机、塑

封机、切筋成型机、引线电镀机和激光打标机等。在此阶段，为了实现圆片级芯片尺寸封装(WLCSP)工艺，相应的主要封装设备还有植球机、圆片凸点制造设备、圆片级封装的金属沉积设备及光刻设备等。在2级封装阶段，为了实现PCB组装工艺，与之对应的主要封装设备有焊膏涂覆设备、丝网印刷机、点胶机、贴片机、回流炉、波峰焊机、清洗机自动光学检测设备等。

图表 52: 封装设备供应商

	设备	国际厂商	国内厂商
0 级封装	圆片减薄机	日本 Disco、东京精密	北京中电科
	砂轮划片机	日本 Disco、东京精密	北京中电科
	激光划片机	日本 Disco、美国 JPSA、瑞士 Synova	北京中电科 45 所、华工激光、大族激光
	圆片键合机	德国 SUSS、奥地利 EVG	苏州美图、上海微电子
1 级封装	黏片机	ESEC、ASM	
	引线键合机	K\$S、ESEC、ASM	中电科、深圳大族
	倒装机	ASM、Datacon、ESEC	中电科
2 级封装	回流炉	SUNEAST、千住金属	深圳劲拓

资料来源：中电科，光大证券研究所

2.8.2、测试设备

集成电路所有的关键参数，所以花费的时间较长，但对于保证产品质量却能起到关键作用。为加快集中检测电学参数的速度，降低集成电路的测试成本，半导体产业界开发了相关的自动测试设备(ATE)。利用计算机控制，ATE 能够完成对集成电路的自动测试。

ATE 价格昂贵，对测试环境要求苛刻，所以要求有高标准测试场地，同时还要保证多台 ATE 并行运行，以保证测试的速度和效率。对于每种集成电路都要开发专门的 ATE 测试程序，以保证测试自动进行。

近年来，测试设备商经过不断整合，形成了以日本爱德万测试(ADVANTEST)和美国泰瑞达(TERADYNE)两大公司，其产品约占全球半导体企业测试设备市场份额的 80% 以上。国内测试设备厂商有长川科技、华峰测控、广立微等。

2.9、启示：各类产品均呈现寡头竞争格局

通过上文对全球设备龙头的梳理，我们发现：每大类设备市场中，最终都形成了寡头竞争的格局，前三名厂商占据了绝大部分的市场份额，呈现强者恒强大者恒大的特点。

图表 53: 寡头竞争格局

	外资品牌 (市占率)	集中度
光刻机	ASML (75)、Nikon (12%)、Canon (6%)	CR3=93%
刻蚀机	LAM (45%)、TEL (21%)、AMAT (20%)	CR3=86%
薄膜设备	AMAT (40%)、LAM (15%)、TEL (15%)	CR3=70%
离子注入	AMAT (60%)、Axcelis (10%)	CR3=70%
过程控制	KLA (50%)、AMAT、日立	CR3>50%
清洗机	Screen (54%)、TEL (23%)、KLA (10%)、LAM	CR3=87%
CMP	AMAT (70%)、Ebara (25%)	CR3>95%
测试设备	泰瑞达 (45%)、爱德万 (40%)	CR2>85%

资料来源：Gartner 2017

3、龙头篇：他山之石，研发+并购铸就龙头

3.1、ASML：光刻机龙头，一骑绝尘

3.1.1、核心产品：光刻机

ASML 是全球光刻机绝对龙头。1984 年，ASML 由飞利浦与先进半导体材料国际（ASMI）合资成立，总部位于荷兰；1995 年在阿姆斯特丹和纳斯达克交易所上市；2012 年开展客户联合投资创新项目，三星、英特尔和台积电共同向 ASML 注资加速开发 EUV；2017 年公司 EUV 光刻机量产出货。

图表 54：ASML 发展历程

年份	事件
1986	推出媲美当时最佳机型的 PAS 2500 步进式光刻机
1991	推出突破性平台 PAS 5000，获得较大成功
2000	推出双晶圆台技术，进一步提高公司认可度
2003	推出业界首款浸入式光刻工具，尼康与佳能市场份额被压缩，奠定高端市场垄断地位
2007	推出 TWINSCAN NXT: 1950i 浸入式光刻系统，市场份额进一步扩大
2008	佳能逐步退出芯片光刻机市场，尼康芯片光刻机部门持续亏损
2010	与台积电开展 EUV 设备研究，逐步垄断高端光刻机市场
2012	三星、英特尔和台积电共同向阿斯麦注资，加速开发 EUV
2017	EUV 光刻机量产出货

资料来源：ASML 官网

2018 年 ASML、Nikon、Canon 三巨头半导体用光刻机出货 374 台，较 2017 年的 294 台增加 80 台，增长 27.21%。三巨头高端光刻机 EUV、ArFi、ArF 2018 年共出货 134 台，其中 ASML 出货 120 台，占有 90% 以上的市场。2018 年 ASML、Nikon、Canon 三巨头光刻机总营收 118.92 亿欧元，较 2017 年增长 25.21%。ASML 光刻机营收 82.76 亿元，约占三巨头总营收的 70%。

图表 55：2018 年 ASML、Nikon、Canon 光刻机出货量

	EUV	ArFi	ArF	KrF	i-line	面板	营收 (亿欧元)
ASML	18	86	16	78	26		82.76
Nikon	\	5	9	5	17	70	20.66
Canon	\				~114	69	15.5

资料来源：Bloomberg，光大证券研究所

3.1.2、营收情况

公司 2018 年实现营收 128.90 亿美元，同比增长 25.45%；净利润 30.65 亿美元，同比增长 26.82%。2018Q4 实现营收 35.86 亿美元，同比增长 22.73%；净利润 9.07 亿美元，同比增长 19.4%。

按照产品种类分，公司 2018 年 EUV 营收约占光刻机业务总营收的 23%，ArFi 约占 58%，ArF 约占 3%、KrF 约占 11%，i-line 约占 1%；按照终端应用领域分，逻辑约占 45%，存储约占 55%；按照地区分，美国约占 16%，韩国约占 35%，中国台湾地区约占 19%，中国大陆约占 19%。

图表 56: ASML 营收及增速 (亿欧元)



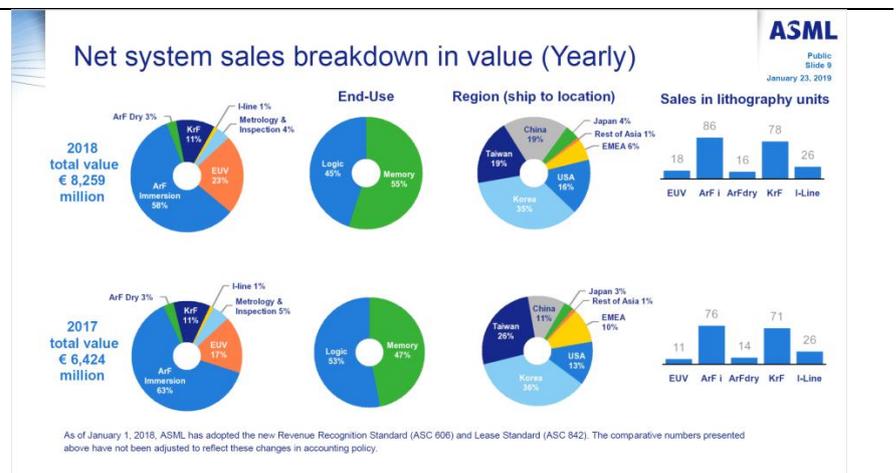
资料来源: Bloomberg

图表 57: ASML 净利润及增速 (亿欧元)



资料来源: Bloomberg

图表 58: ASML 光刻机收入来源

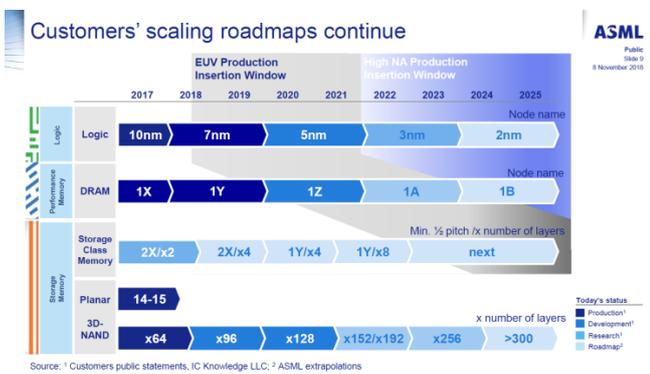


资料来源: ASML 官网

3.1.3、2019 年展望

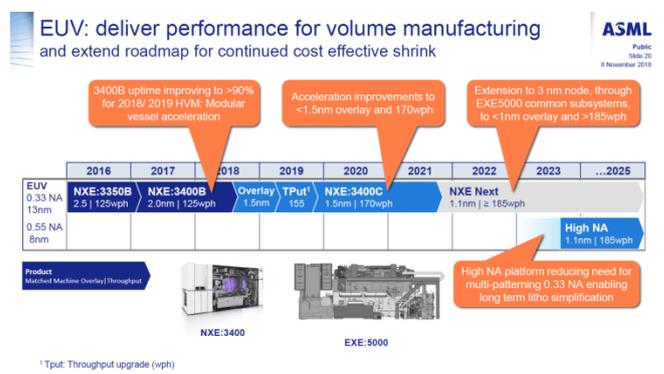
2019 年下半年,ASML 计划推出每小时吞吐量为 170 片的 EUV 新机型 NXE: 3400C; 2021 年计划推出 0.55 NA 的新机型 EXE: 5000, 可用于 2 纳米生产。ASML 预估 2019 年全年将出货 30 台 EUV 光刻机, DRAM 公司也将有望于 2019 年开始采用 EUV 光刻机制造。

图表 59: ASML 客户技术路径



资料来源: ASML 官网

图表 60: ASML 技术路径



资料来源: ASML 官网

3.2、AMAT：五项第一，近乎全能

3.2.1、核心产品：PVD+CVD+刻蚀+离子注入+湿法+检测

AMAT（应用材料）是全球薄膜生长设备龙头。AMAT 创建于 1967 年，1972 年 10 月 1 日在美国纳斯达克上市，1992 年成为全球最大的半导体设备制造商，并蝉联这一头衔至今。AMAT 通过数次并购活动，不断扩充产品线，基本涵盖了半导体前道制造的主要设备，包括原子层沉积 ALD、物理气相沉积 PVD、化学气相沉积 CVD、刻蚀 ETCH、离子注入、快速热处理 RTP、化学机械抛光 CMP、电镀、测量和圆片检测设备等等。

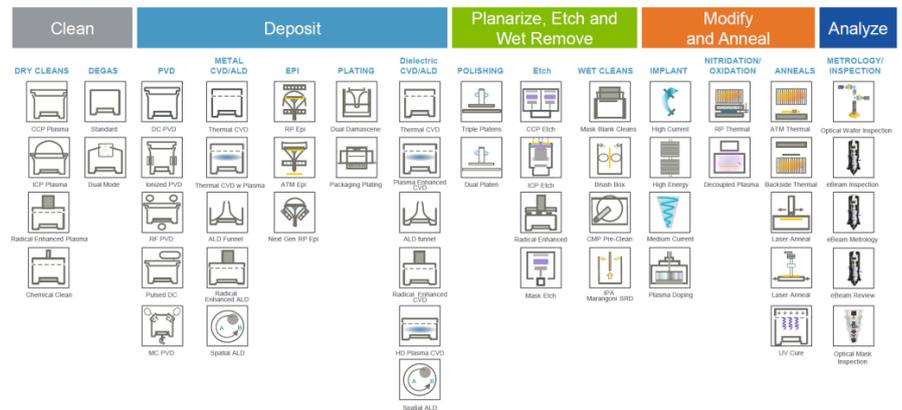
图表 61：AMAT 半导体设备并购历史

时间	被收购公司	说明
1980	Lintott Engineering, Ltrd	进入离子注入设备市场
1996	Opal Technologies	1.75 亿美元;生产用于检查图案化硅晶片以提高产量的系统,以及用于检测图案化过程中使用的掩模的系统
1996	Orbot Instruments	1.1 亿美元;高速计量系统来验证集成电路生产过程中的关键尺寸
1998	Consilium	通过其 MES 系统提高生产效率,推动软件技术与设备操作系统相结合
1999	obsidian Inc	CMP 技术
1999	Applied Komatsu Technology	成为广泛应用于平板显示(FPD)领域的化学气相沉积(CVD)系统的主要供应商
2000	Etec Systems	成功切入光罩图案生成解决方案
2001	Schlumberger	电子束晶圆检测业务
2001	Oramir Semiconductor	2100 万美元;半导体晶圆激光清洗技术,对公司现有的晶片检测系统进行补充
2004	Metron Technology N.V.	8500 万美元;提供专业的原料管理、厂房清洁、专业设备和厂房维护等服务,推动 AMAT 成为最大服务公司
2005	SCP Global Technologies 部门	收购湿法工艺和硅片去污部门,促使 AMAT 巩固湿法设备领先地位
2007	Brooks Software	软件解决方案
2009	Semitool	3.64 亿美元;提高在晶圆级封装和存储器铜互连工艺这两大快速增长市场上的地位
2011	Varian	40 亿美元;提高在离子注入系统和晶体管生产方面的技术

资料来源：AMAT 官网，芯思想

图表 62：AMAT 产品布局

Applied: Largest Set of Materials Engineering Capabilities



资料来源：AMAT 官网

AMAT2017年PVD的销售额占据全球80%以上的市场份额,全球第一;CVD约占全球30%左右的市场份额,全球第一;等离子刻蚀机约占全球20%的市场份额,全球第三;离子注入设备约占全球60%的市场份额,全球第一;RTP设备约占全球50%的市场份额,全球第一;CMP约占全球60%的市场份额,全球第一。

3.2.2、营收情况

公司2018年实现营收168.02亿美元,同比增长8.66%;净利润42.13亿美元,同比增长7.26%。2018Q4实现营收37.53亿美元,同比增长-10.73%;净利润7.79亿美元,同比增长-31.4%。

图表 63: AMAT 营收及增速 (百万美元)



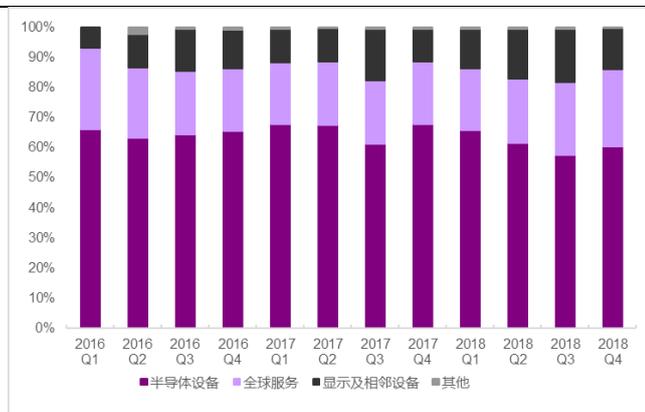
资料来源: Bloomberg

图表 64: AMAT 净利润及增速 (百万美元)



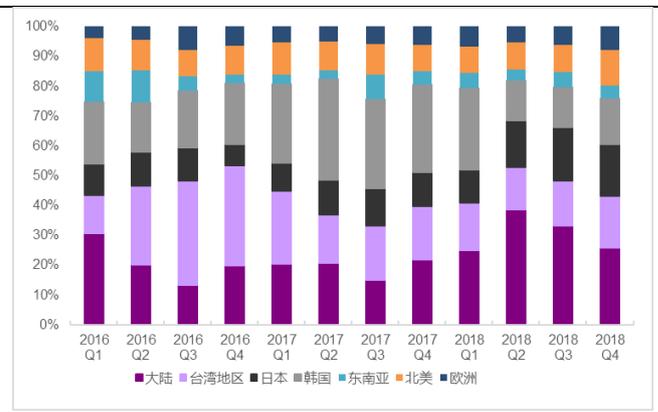
资料来源: Bloomberg

图表 65: AMAT 收入来源 (按产品)



资料来源: Bloomberg

图表 66: AMAT 收入来源 (按地区)



资料来源: Bloomberg

3.2.3、2019 年展望

公司认为在过去几年中,智能手机推动了大部分晶圆厂设备支出。2019年,超过一半的客户投资将由其他新的增长动力推动,包括云数据中心,物联网设备,5G和汽车应用等。公司预计2019年全球晶圆厂设备支出将同比下降15-20%。2018Q4半导体系统的收入为22.7亿美元,全球服务收入为9.62亿美元,显示设备收入为5.07亿美元。公司预计2019Q1收入约为34.8±1.5亿美元。公司预计第三季度的情况将逐步改善,然后在第四季度将再次改善。

3.3、Lam Research：刻蚀机龙头，CVD 第三

3.3.1、核心产品：刻蚀+CVD

Lam Research（泛林集团、科林研发、拉姆研究）是全球刻蚀设备龙头，成立于1980年，总部位于美国加利福尼亚州，1984年5月在纳斯达克上市。1997年3月，2.25亿美元收购了CMP设备制造商OnTrak Systems Inc。2006年，收购了Bullen Semiconductor。2008年，收购了SEZ AG。2012年，以33亿美元收购了Novellus Systems。

图表 67：Lam Research 刻蚀机发展历史

年份	产品	可应用制程
1982	Auto Etch	1.5 μ m
1992	ICP 干法刻蚀设备	0.8 μ m
1995	首款双频 ICP 介质刻蚀设备	350nm
2000	2300 系列刻蚀平台	180nm
2004	KIYO 和 FLEX 系列第一代	90nm
2014	ALE 刻蚀设备 FLEX 系列及 KIYO 系列	14nm

资料来源：Lam Research 官网

公司的三大核心产品分别是刻蚀（ETCH-RIE/ALE）设备、薄膜（Deposition--CVD/ECD/ALD）设备以及去光阻和清洗（Strip & Clean）设备。2017年刻蚀设备销售额约占全球45%的市场份额，全球第一，其中导体刻蚀约占全球50%以上的市场份额，全球第一；介质刻蚀约占全球20%以上的市场份额，全球第二。CVD约占全球市场20%左右的市场份额，全球第三。

图表 68：Lam Research 主要产品



资料来源：Lam Research 官网

图表 69：Lam Research 刻蚀机产品

产品家族	刻蚀用途	工艺	技术
Kiyo	晶体管、互连、成像、存储刻蚀	导体刻蚀	Reactive Ion Etch/ALE
Flex	晶体管、互连、成像、存储刻蚀	介电刻蚀	Reactive Ion Etch
Versys Metal	晶体管、互连、成像、存储刻蚀	金属刻蚀	Reactive Ion Etch
Syndion	硅通孔刻蚀	TSV 刻蚀	Deep RIE
DSiE	MEMS	MEMS 刻蚀	Deep silicon etch

资料来源：Lam Research 官网

3.3.2、营收情况

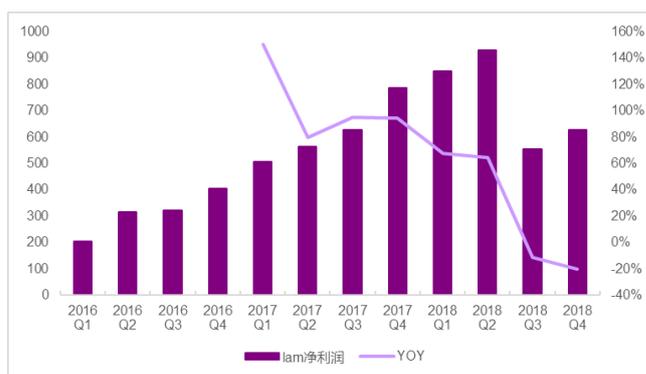
公司 2018 年实现营收 108.71 亿美元，同比增长 13.74%；净利润 29.67 亿美元，同比增长 19.23%。2018Q4 实现营收 25.23 亿美元，同比增长-2.25%；净利润 6.28 亿美元，同比增长-20.3%。公司预计 2019Q1 收入为 24 ± 1.5 亿美元，毛利率为 44.5% ± 1%。

图表 70: Lam Research 营收及增速 (百万美元)



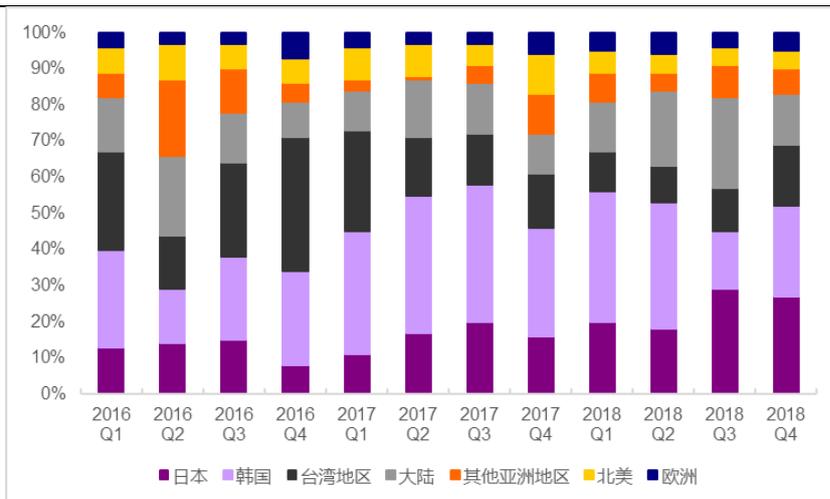
资料来源: Bloomberg

图表 71: Lam Research 净利润及增速 (百万美元)



资料来源: Bloomberg

图表 72: Lam Research 收入来源 (按地区)



资料来源: Lam Research 官网

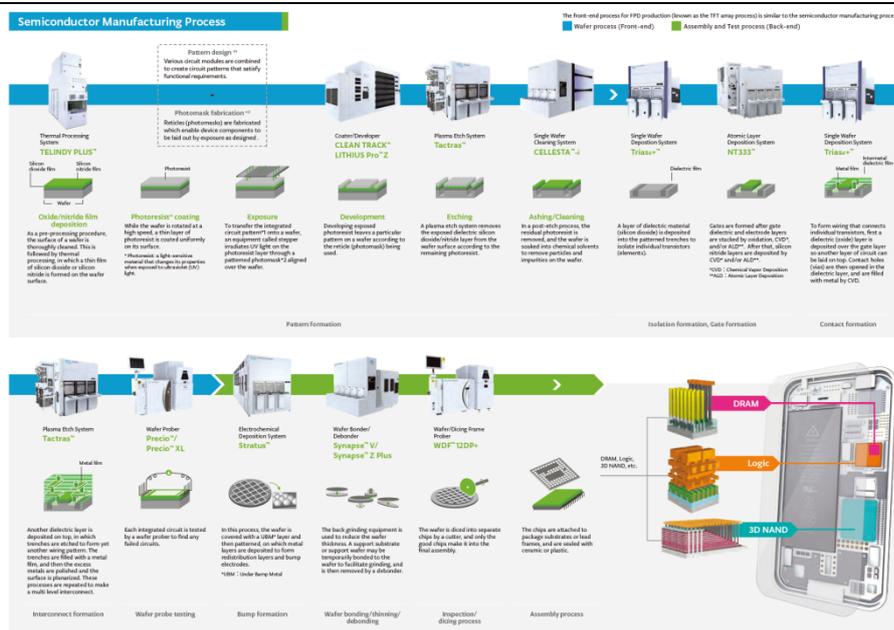
3.4、TEL: 四项第二，涂布/显影第一

3.4.1、核心产品：刻蚀机+CVD+涂布/显影+扩散炉+清洗

TEL (东京电子) 于 1963 年在日本东京成立; 1968 年, 与 Thermco Products Corp 合作开始生产半导体设备; 1980 年, 在东京证券交易所上市; 1983 年, 与美国公司拉姆研究合作, 引进当时一流的美国技术, 在日本本土开始生产刻蚀机。目前公司主要产品包括半导体设备和平板显示设备, 半导体设备又包括刻蚀机、CVD、涂布/显影机和清洗机等。2017 年 TEL 的涂布/显影机销售额约占全球 87% 的市场份额, 全球第一; 刻蚀机约占全球 26% 的市场份额, 全球第二; CVD 约占全球 20% 的市场份额, 全球第二; 氧化扩

散炉约占全球 20% 的市场份额，全球第二；清洗机约占全球 20% 的市场份额，全球第二。

图表 73：TEL 主要产品



资料来源：TEL 官网

3.4.2、营收情况

公司 2018 年实现营收 119.22 亿美元，同比增长 29.10%；净利润 23.31 亿美元，同比增长 46.29%。2018Q4 实现营收 23.79 亿美元，同比增长 4.03%；净利润 4.33 亿美元，同比增长 20.1%。

公司预计 2019 年全球半导体设备资本支出由于受到存储需求降低和中美贸易摩擦的影响将同比降低 15-20%，预计资本支出将从 H2 恢复。

公司预计 2019 财年(2018.4-2019.3)营收 1.28 万亿日元，同比增长 13.2%，其中半导体设备业务 1.17 万亿日元，同比增长 10.9%。

图表 74：TEL 营收及增速 (百万美元)



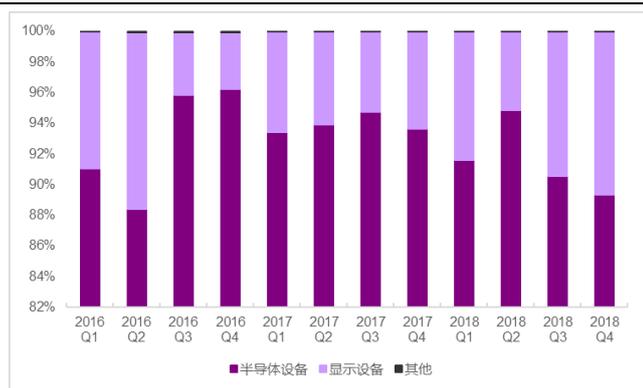
资料来源：Bloomberg

图表 75：TEL 净利润及增速 (百万美元)



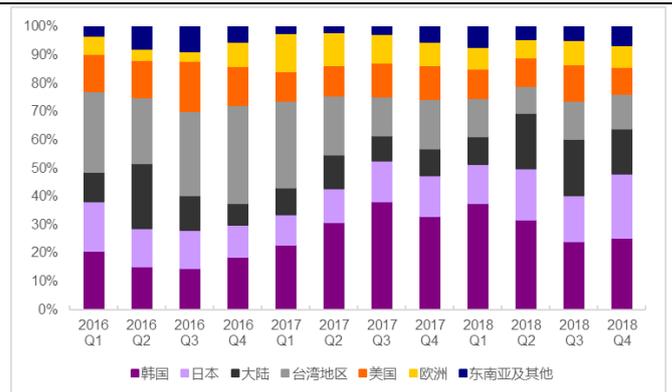
资料来源：Bloomberg

图表 76: TEL 收入来源



资料来源: Bloomberg

图表 77: TEL 半导体设备收入来源 (按地区)



资料来源: Bloomberg

3.5、KLA-Tencor: 过程检测设备龙头

3.5.1、核心产品: 过程检测设备

KLA-Tencor (科磊半导体、科天半导体) 是全球过程检测设备龙头, 1976 年成立于美国加州硅谷。1997 年收购 Tencor, 原 KLA 专注于缺陷检测解决方案, 而 Tencor 则致力于量测解决方案。合并后的 KLA-Tencor 凭借其良好的现金流大肆进行收购, 扩充 KLA-Tencor 的产品组合, 不断强化公司的竞争优势。目前, 公司在检测与量测领域拥有 70% 以上的市场占有率, 全球第一。

图表 78: KLA-Tencor 并购历史

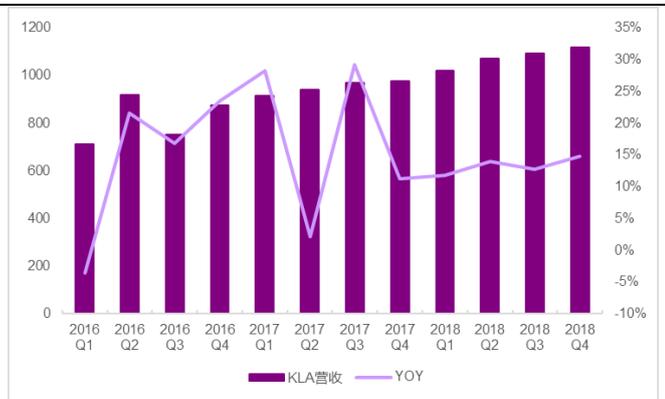
时间	被收购公司	产品/业务
1997	Tencor	量测解决方案
1998	Nanopro GmbH	芯片测量的先进干涉技术
1998	Amray	扫描电子显微镜
1998	VARS	半导体设备图像存档和检索系统制造
1999	Uniphase's Ultrapointe	硅片缺陷分析工具
1999	Acme Systems, Inc.	产量分析软件
2000	FINLE Technologies, Inc.	行业标准光刻建模和分析软件
2001	Phase Metrics	数据存储行业检验/认证技术
2004	Candela Instruments	表面检测系统
2004	Inspex, Inc.	晶圆检测系统业务
2006	ADE Corp.	硅晶圆检测设备
2007	OnWafer Technologies	等离子刻蚀产品
2007	SensArray	即时温度量测技术
2007	Therma-Wave	计量设备服务
2008	ICOS Vision Systems Corporation NV	封装和互连检测解决方案
2008	Vistec Semiconductor Systems's MIE	微电子检测设备
2010	Ambios Technology	光学轮廓仪
2014	Luminescent Technologies	发光器
2018	Keysight Technologies's Nano Indenter	力学测试系统产品线

资料来源: KLA-Tencor, 芯思想

3.5.2、营收情况

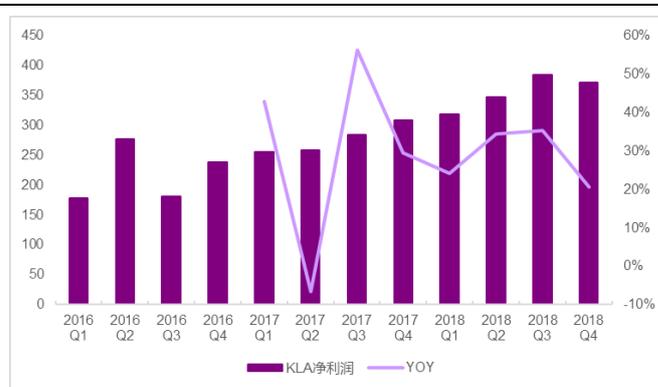
公司 2018 年实现营收 43.04 亿美元，同比增长 13.34%；净利润 14.23 亿美元，同比增长 28.43%。2018Q4 实现营收 11.20 亿美元，同比增长 14.76%；净利润 3.72 亿美元，同比增长 20.6%。

图表 79: KLA-Tencor 营收及增速 (百万美元)



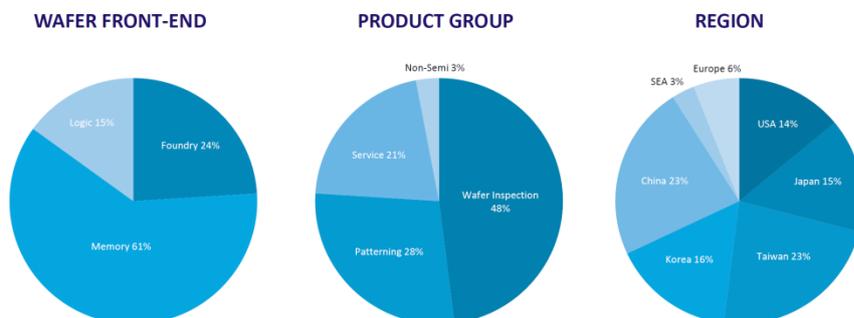
资料来源: Bloomberg

图表 80: KLA-Tencor 净利润及增速 (百万美元)



资料来源: Bloomberg

图表 81: KLA-Tencor 2018Q4 收入来源



资料来源: KLA-Tencor 官网

3.6、SCREEN: 湿法设备龙头

3.6.1、核心产品: 清洗机

SCREEN (迪恩士、斯库林、网屏) 是全球清洗机龙头，成立于 1943 年，总部位于日本。公司产品主要包括半导体设备、显示设备、PCB 设备等。半导体设备产品主要有清洗机、蚀刻、显影/涂布等，其中清洗机约占全球 50% 以上的市场份额，全球第一。2017 年，单晶圆清洗机销售额占全球 39% 市场份额，全球第一；分批式清洗机约占全球 49% 的市场份额，全球第一；spin scrubber 清洗机约占全球 69% 的市场份额，全球第一。

图表 82: SCREEN 清洗机



资料来源: SCREEN 官网

3.6.2、营收情况

公司 2018 年实现营收 33.34 亿美元, 同比增长 18.94%; 净利润 2.16 亿美元, 同比增长 5.94%。2018Q4 实现营收 7.30 亿美元, 同比增长 17.08%; 净利润 0.50 亿美元, 同比增长-87.1%。

图表 83: SCREEN 营收及增速 (百万美元)



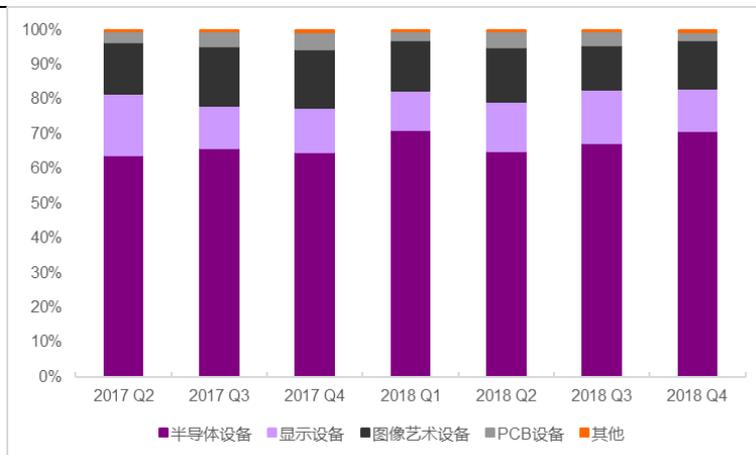
资料来源: Bloomberg

图表 84: SCREEN 净利润及增速 (百万美元)



资料来源: Bloomberg

图表 85: SCREEN 收入来源 (按产品)



资料来源: Bloomberg

3.7、ASMPT：封装设备龙头

3.7.1、核心产品：封装设备+SMT 设备

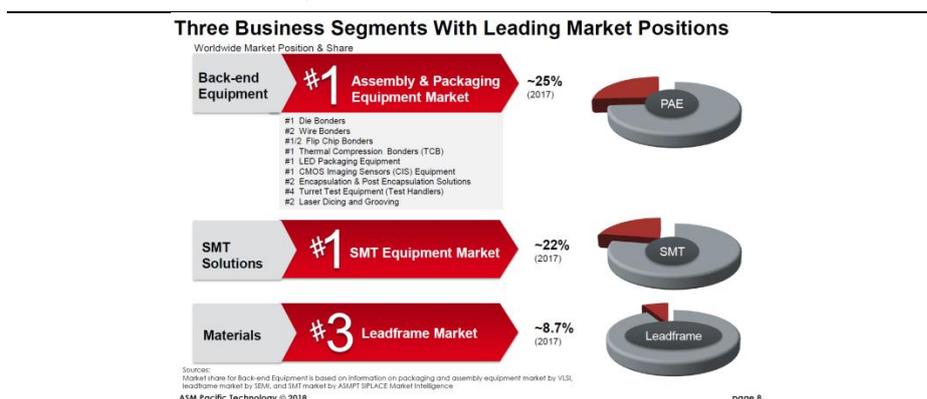
ASMPT (ASM 太平洋科技、先域) 是全球最大的封装和 SMT 设备供应商, 总部位于新加坡, 于 1975 年在香港从代理模塑料及封装模具起家, 并于 1989 年在香港上市。公司主要产品包括封装设备、SMT 设备和封装材料, 其中封装设备约占全球 25% 的市场份额, 全球第一; SMT 设备约占全球 22% 的市场份额, 全球第一; 封装材料约占全球 8.8% 的市场份额, 全球第三。

图表 86: ASMPT 并购历史

时间	被收购公司	说明
1980	线机制造公司 FICO	掌握金线厚线机生产技术
1981	引线框架电镀公司	生产冲压引线框架, 配合公司焊线机产品
2011	西门子旗下表面贴装业务	进军 SMT 贴装市场
2014	ALSI	进军激光切割市场
2014	DEK 印刷业务	进一步扩充 SMT 解决方案业务
2018	AMICRA	扩大倒芯片和芯片键合市场
2018	EL NEXX, Inc	利用 ECD 和 PVD 强化封装市场

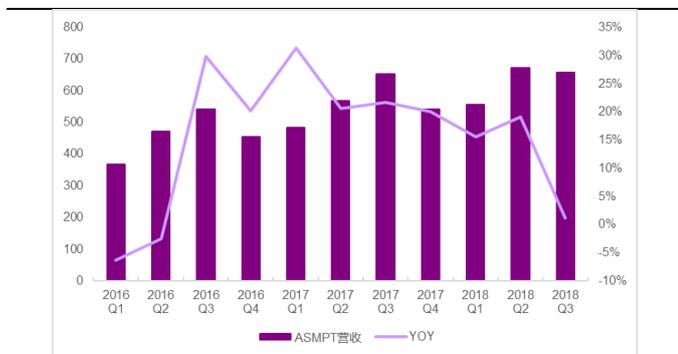
资料来源: ASMPT 官网, 芯思想

图表 87: ASMPT 产品布局



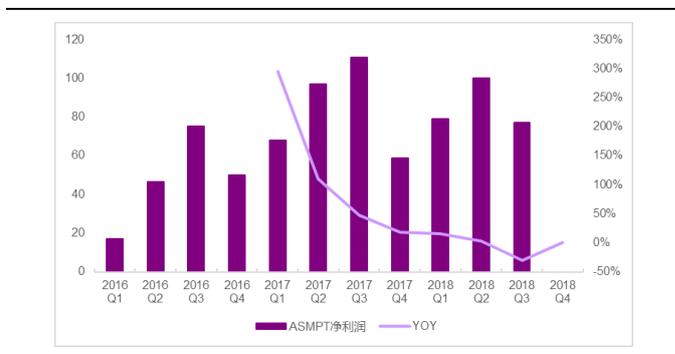
资料来源: ASMPT 官网

图表 88: ASMPT 营收及增速 (百万美元)



资料来源: Bloomberg

图表 89: ASMPT 净利润及增速 (百万美元)

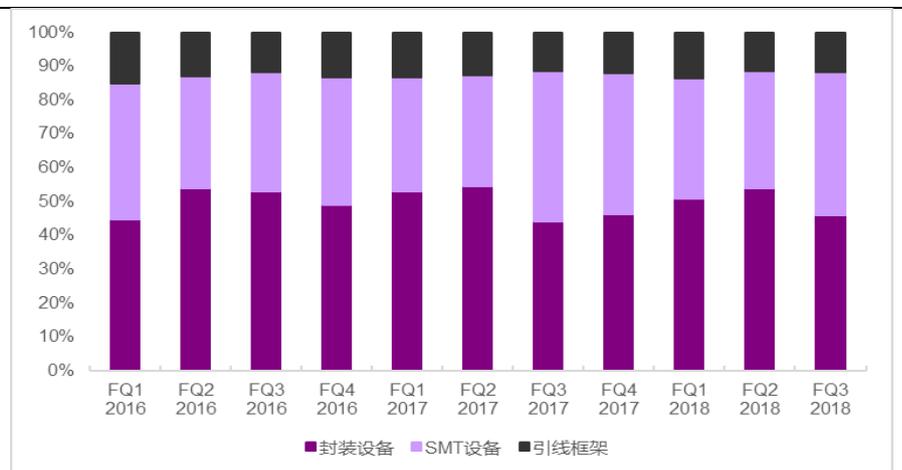


资料来源: Bloomberg

3.7.2、营收情况

公司 2018Q1-Q3 年实现营收 18.85 亿美元，同比增长 10.47%；净利润 2.56 亿美元，同比增长-7.27%。2018Q3 实现营收 6.59 亿美元，同比增长 1.10%；净利润 0.77 亿美元，同比增长-30.5%。

图表 90：ASMPT 收入来源（按产品）



资料来源：Bloomberg

3.8、Teradyne：测试设备龙头

3.8.1、核心产品：自动测试机（ATE）

Teradyne（泰瑞达）是全球测试机龙头，创立于 1960 年，总部位于美国马萨诸塞州。1970，在纽交所上市；2001 年，收购 GenRad 电路板测试业务。2008，收购 Eagle Test，闪存测试市场；收购 Nextest Systems，加强公司模拟测试业务；2011，收购 LitePoint；2015，收购 Danish company Universal Robots。2019 年 1 月，宣布收购大功率半导体测试设备供应商 Lemsys。公司主要产品包括自动测试机和工业机器人。自动测试机约占全球 45% 的市场份额，全球第一。

图表 91：Teradyne 营收及增速（百万美元）



资料来源：Bloomberg

图表 92：Teradyne 净利润及增速（百万美元）

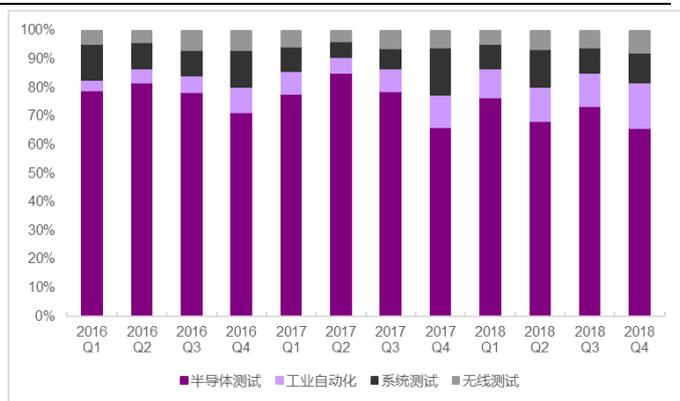


资料来源：Bloomberg

3.8.2、营收情况

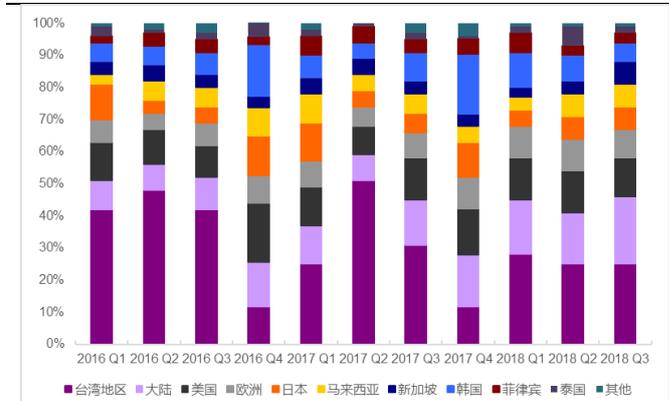
公司2018年实现营收21.01亿美元,同比增长-1.68%;净利润4.50亿美元,同比增长-4.01%。2018Q4实现营收5.20亿美元,同比增长17.08%;净利润1.13亿美元,同比增长23.6%。

图表 93: Teradyne 收入来源 (按产品)



资料来源: Bloomberg

图表 94: Teradyne 收入来源 (按地区)

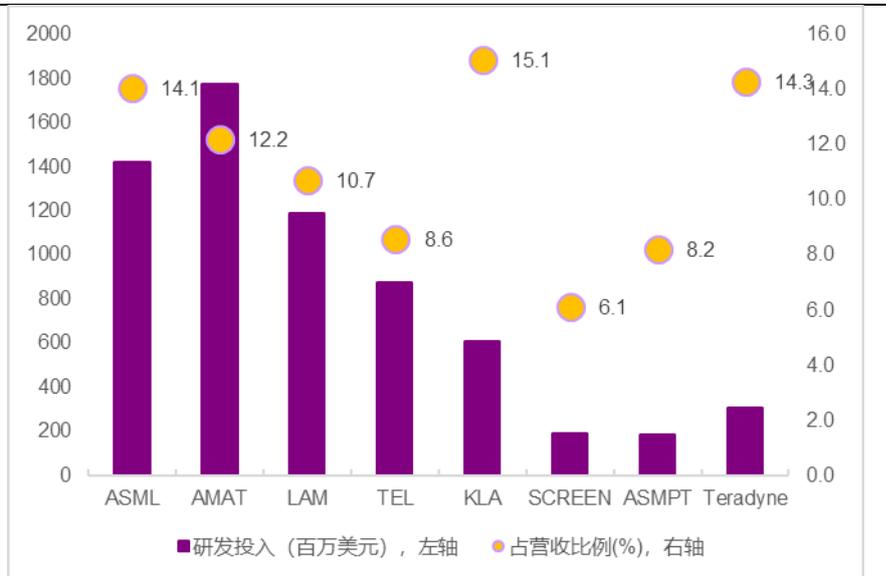


资料来源: Bloomberg

3.9、启示: 研发+并购, 成就龙头之道

通过上文对全球设备龙头的梳理, 我们发现: 每个龙头在成长过程中都进行了多次的并购, 通过并购扩充产品线、加强协同作用, 提高市场占有率。此外, 半导体设备是一个高科技行业, 研发能力以及研发投入在公司成长过程中起到决定性的作用。

图表 95: 半导体设备公司研发投入以及占营收比例



资料来源: Bloomberg

4、国产篇：自主可控，国产设备厂商梳理

4.1、北方华创：国内硅刻蚀机、PVD 龙头，产品丰富加速成长

4.1.1、北京电控集团旗下两家公司强强合并

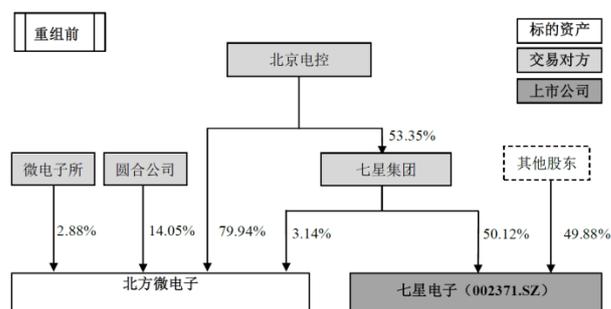
北方华创是由七星电子和北方微电子战略重组而成，重组前七星电子和北方微电子同隶属于北京电控，而北京电控由北京市电子工业办公室转制而来，是北京市国资委授权的以电子信息产业为主业的国有特大型高科技产业集团。目前，北京电控旗下拥有京东方、北方华创和电子城 3 家上市公司。

图表 96：北方华创发展历程



资料来源：公司公告

图表 97：北方华创重组前股权结构



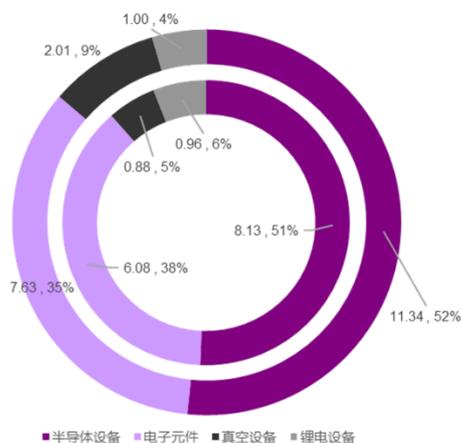
资料来源：公司公告

七星电子和北方微电子同属半导体前道制造工艺流程的设备制造厂商，两家公司在生产研发、供应链管理、软件平台建设、客户维护等诸多方面具有共通性。通过整合业务，公司有效的提高了资源的使用效率，提升了整体服务能力，提高了公司市场竞争力。2017 年，公司形成了半导体装备、真空装备、新能源锂电装备、精密元器件四大业务群。

4.1.2、营收高速增长，毛利率维持较高水平

公司半导体设备业务收入占总收入 50% 以上，如果算上真空设备和锂电设备，公司设备业务收入占总收入 60% 以上，设备厂商属性较强。

图表 98：北方华创营收结构（亿元）



资料来源：wind；备注：内环为 2016，外环为 2017

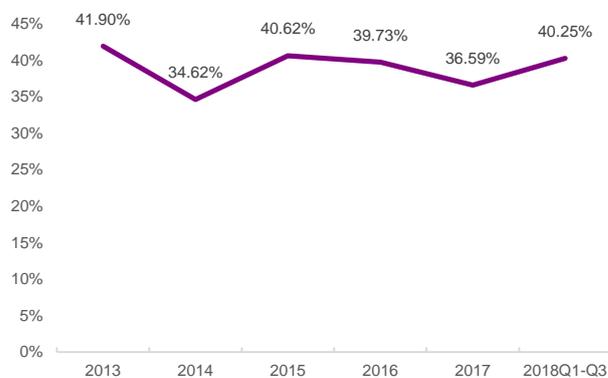
公司 2016 年完成重组合并报表，2017 年实现营收 22.23 亿元，同比增长 37.01%；2018Q1-Q3 实现营收 21.01 亿元，同比增长 35.59%，营收稳定增长。公司 2017 年毛利率为 36.59%，2018Q1-Q3 毛利率为 40.25%，毛利率有所提高。

图表 99：北方华创营收及增速



资料来源：wind

图表 100：北方华创毛利率情况



资料来源：wind

公司 2017 年实现归母净利润 1.26 亿元，同比增长 35.21%；2018Q1-Q3 实现归母净利润 1.69 亿元，同比增长 110.12%。公司 2017 年净利率为 7.53%，2018Q1-Q3 净利率为 9.46%。

公司发布 2018 年业绩快报，报告期内实现营业总收入 33.20 亿元，同比增长 49.36%；归母净利润 2.31 亿元，同比增长 84.27%。

图表 101：北方华创归母净利润及同比增速



资料来源：wind

图表 102：北方华创净利率情况



资料来源：wind

4.1.3、卡位优势明显，技术加速追赶

公司承担了刻蚀机、氧化炉、清洗机、PVD、CVD 等设备研发工作，在国内半导体设备厂商中产品种类最全。同时，公司主攻的刻蚀机、薄膜设备 (PVD、CVD) 市场规模大，约占半导体设备总体市场规模的一半左右，公司卡位优势明显。

图表 103：北方华创产品种类最全

设备种类	产品	供应商	技术节点 (nm)
光刻	光刻胶	上海微电子	90/65
	涂胶显影机	沈阳芯源	90/65
刻蚀	硅刻蚀机	北方华创	65/45/28/14
	介质刻蚀机	中微半导体	65/45/28/14/7
薄膜	LPCVD	北方华创	65/28/14
	ALD	北方华创	28/14/7
	PECVD	北方华创、沈阳拓荆	65/28/14
	PVD	北方华创	65/45/28/14
离子注入	离子注入机	中科信、凯世通	65/45/28
湿法	清洗机	北方华创、盛美半导体	65/45/28
	CMP 化学机械研磨设备	华海清科、盛美、中电四十五所	28/14
	镀铜	盛美	28/14
热工艺处理	氧化/扩散炉、单片退火炉、合金炉	北方华创	65/45/28
检测	光学尺寸测量设备	睿励科学、东方晶源	65/28/14

资料来源：《中国集成电路产业发展蓝皮书》中国电子信息产业发展研究院

目前，公司 28nm Hard mask PVD、Al-Pad PVD 设备已率先进入国际供应链体系；12 英寸清洗机累计流片量已突破 170 万片；深硅刻蚀设备也进入东南亚市场。公司自主研发的 14nm 等离子硅刻蚀机、单片退火系统、LPCVD 已成功进入大产线验证。

图表 104：北方华创多种 12 英寸 28nm 国产设备已实现销售

序号	设备	厂商	技术节点	主要应用工艺	当前状态
1	介质刻蚀机	中微半导体	28 nm	AIO ETCH	已销售
2	栅刻蚀机	北方华创	28 nm	STI ETCH	已销售
3	PVD 设备	北方华创	28 nm	HM DEP	已销售
4	掩膜清洗设备	瑞择微电子	90 nm	Mask Clean	已销售
5	低能大束流离子注入机	北京中科信	28nm	IMP	测试中
6	LPCVD	北方华创	28 nm	Poly DEP	通过验证，采购审批中
7	立式氧化炉	北方华创	28 nm	AA OX	通过验证，采购审批中
8	中束流离子注入机	北京中科信	28 nm	WELL IMP	已销售
9	光学尺寸测量设备	睿励科学仪器	28 nm	Film Thickness	已销售
10	清洗设备	北方华创	65 nm	Post - Et clean	通过验证，采购审批中
H	Sorter 设备	北京自动化研究所	65 nm	wafer transfer	已销售
12	PECVD 设备	沈阳拓荆	65 nm	PEOX DEP	已销售
13	栅刻蚀机	北方华创	65 nm	STI ETCH	已销售
14	立式氧化炉	北方华创	65 nm	AA OX	已销售
15	中束流离子注入机	北京中科信	66 nm	WELL IMP	已销售
16	化学机械研磨设备	天津华海清科	-	wafer reclaim	入线前审核
17	清洗机	盛美半导体	-	wafer recycle	已销售

资料来源：赛迪智库 2017.2

14nm 产品有望验证通过实现替代。目前，公司 14nm 设备正在中芯国际产线上进行同步开发验证，而中芯国际 14nm 制程研发进展顺利，预计将于 2019 年上半年进行试产。中芯国际后续 14nm 产能上量以及扩产，将有望带动公司 14nm 设备通过验证并获取重复订单。

图表 105：多项 14nm 国产设备进入生产线验证

序号	类型	厂商	工艺应用
1	硅刻蚀机	北方华创	STI ETCH
2	HM PVD 设备	北方华创	HM DEP
3	单片退火设备	北方华创	Anneal
4	LPCVD	北方华创	SiO ₂ Film Deposition
5	AI PVD 设备	北方华创	AI DEP
6	ALD	北方华创	Hi-K insulator
7	介质刻蚀机	中微半导体	AIO ETCH、PASS ETCH
8	光学尺寸测量设备	睿励科学仪器	Film Thickness/OCD
9	清洗机	上海盛美	Wafer recycle

资料来源：中国电子专用设备工业协会

4.1.4、投资评级

公司是国内半导体设备龙头，产品种类最为丰富，卡位优势明显，技术加速追赶，有望深度受益于设备国产替代，未来成长动力充足。我们维持公司 2018-2020 年 EPS 的预测为 0.51、0.89、1.37 元，当前股价对应 PE 估值分别为 102、58、38 倍，维持“买入”评级。

4.1.5、风险提示

定增失败风险，技术开发失败风险，行业景气下行风险。

业绩预测和估值指标

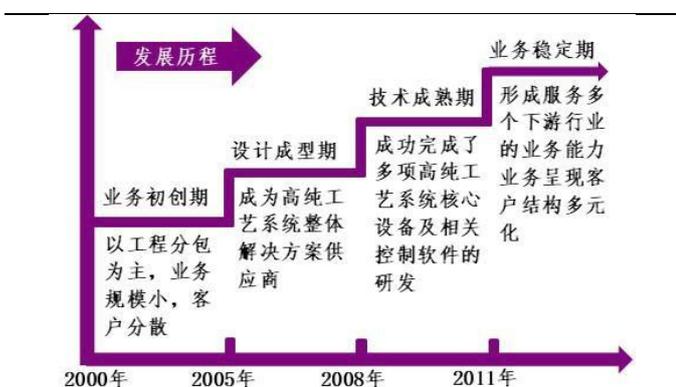
指标	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入（百万元）	1,622.39	2,222.82	3,320.00	4,820.97	6,799.02
营业收入增长率	89.87%	37.01%	49.36%	45.21%	41.03%
净利润（百万元）	92.90	125.61	231.46	406.60	627.85
净利润增长率	140.38%	35.21%	84.27%	75.67%	54.42%
EPS（元）	0.20	0.27	0.51	0.89	1.37
ROE（归属母公司）（摊薄）	2.91%	3.80%	6.56%	10.40%	13.96%
P/E	321	238	129	73	48
P/B	9	9	8	8	7

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2019 年 3 月 6 日

4.2、至纯科技：国内高纯工艺龙头，半导体清洗设备值得期待

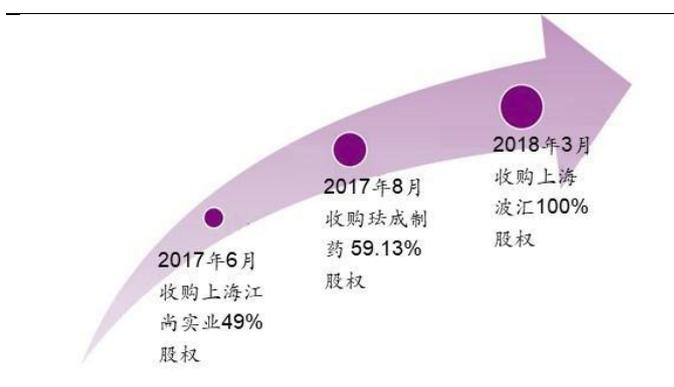
至纯科技是国内高纯工艺龙头，于2000年在上海成立。2005年以前，公司主要以工程分包为主，客户较为分散。2005年至2008年，公司在高纯度工艺系统方面有了一定优势，主要客户是一些医药和光伏公司。2008年至2011年，公司加大研发的投入，将公司的核心技术与工艺提升至优秀水平。2011年至今，公司形成了多元化的客户结构，并大力发展半导体业务。2017年8月，公司收购珐成制药59.13%的股权，增强了公司医药设备制造能力。2018年3月，公司收购了上海波汇100%的股权，拓展了光传感系统和光电元器件的相关相关业务，有利于公司的发展，提高了公司产品竞争力。

图表 106：至纯科技发展历程



资料来源：公司公告

图表 107：至纯科技上市以来公司进行的股权收购



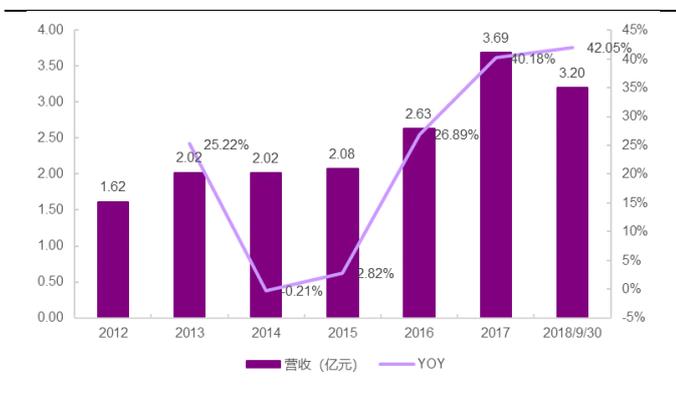
资料来源：公司公告

目前，公司产品主要包括高纯气化装备、半导体清洗机、超净电子材料、生物制药系统及设备等。按照下游客户所处的领域，公司业务可分为半导体、光伏、LED 和医药四大部分，其中半导体业务占比在一半以上。

4.2.1、业绩增长迎来新动力，营业收入大幅提高

公司把握住了半导体行业快速发展的机会，营业收入和净利润得到大幅提高。由于半导体行业不断发展，且公司不断侧重于半导体业务，营业收入由2016年的2.63亿元提升至2017年的3.69亿元，同比增长40.18%，2016年和2017年公司归母净利润分别为0.45亿元和0.49亿元。

图表 108：至纯科技营收及增速



资料来源：wind

图表 109：至纯科技净利润及增速



资料来源：wind

2018 年 Q1-3 公司营业收入为 3.20 亿元，同比增长 42.05%；归母净利润 0.27 亿元，同比减少 23.99%。归母净利润减少主要是由于股权激励等导致营业成本提高。

4.2.2、立足于半导体设备产业，向清洗设备进军

为了把握半导体制造设备国产化的发展机遇，公司积极进行清洗设备的研发制造。在国家半导体、电子行业的国产化政策激励下，公司组建了核心研发团队，与国家重点院校和实验室合作，并设置了院士工作站提升研发能力。最终通过子公司至微半导体有限公司完成了槽式湿法清洗设备和单片式湿法清洗设备产品的研发和制造。

公司致力于打造自有的清洗设备品牌名称 ULTRON，形成高端湿法设备制造开发平台。公司已经形成了 Ultron B200 和 Ultron B300 的槽式湿法清洗设备和 Ultron S200 和 Ultron S300 的单片式湿法清洗设备产品系列，其中槽式湿法清洗设备并已经取得 6 台的批量订单。公司生产制造的清洗设备在国内半导体市场具备广阔的发展空间。

图表 110：至纯科技 ULTRON S-series 简介

	圆晶尺寸	上料端口	腔体	化学品供应	产能	机械手臂	尺寸
ULTRON S2XX	200mm	4 个	8 个	多腔体可用	Max=295	Index Robot: 1 个 晶圆传送机械手: 2 个	2520 (W) x 4180(D) x 3800(H)
ULTRON S3XX	300mm	4 个	12 个 双层三排	多腔体可用	Max=590	Index Robot: 1 个 晶圆传送机械手: 2 个	2400 (W) x 4720(D) x 2555(H)

资料来源：至纯科技

4.2.3、投资评级

公司是国内高纯工艺龙头，立足于半导体设备产业，向清洗设备进军，产品已获得批量订单，未来发展空间广阔。我们维持公司 2018-2020 年 EPS 为 0.45、0.64、1.12 元的预测，维持“买入”评级。

4.2.4、风险提示

收购整合不及预期，技术开发失败风险，行业景气下行风险。

业绩预测和估值指标

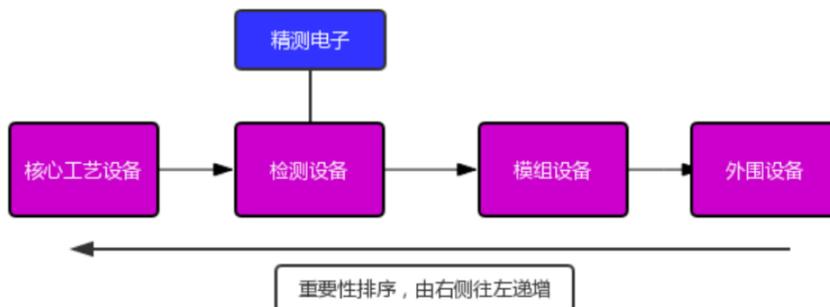
指标	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入（百万元）	263.30	369.08	526.82	760.78	1,224.33
营业收入增长率	26.89%	40.18%	42.74%	44.41%	60.93%
净利润（百万元）	45.31	49.29	94.14	134.24	235.37
净利润增长率	156.00%	8.79%	91.00%	42.59%	75.34%
EPS（元）	0.22	0.23	0.45	0.64	1.12
ROE（归属母公司）（摊薄）	15.46%	12.17%	18.54%	21.87%	29.09%
P/E	110	101	53	37	21
P/B	17	12	10	8	6

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2019 年 3 月 6 日

4.3、精测电子：国内面板检测设备龙头，向 IC 检测设备延伸

精测电子是检测设备领域的龙头企业，成立于 2006 年 4 月，总部位于武汉。公司于 2016 年在深交所 IPO 上市。公司主营业务集中于检测设备这一细分领域，是显示屏领域的稀缺标的。公司主营产品包括模组检测系统、面板检测系统、OLED 检测系统、AOI 光学检测系统、Touch Panel 检测系统和平板显示自动化设备。

图表 111：精测电子主营业务

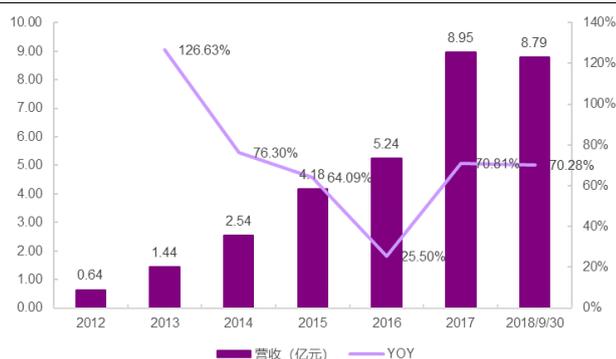


资料来源：公司公告

4.3.1、业绩保持稳定增长，龙头地位稳固

公司业绩高速增长，2017 年公司营业收入 8.95 亿元，同比增长 70.81%，净利润增速为 1.67 亿元，同比增长 69.07%。根据公司业绩快报，2018 年公司未经审计营收预计为 13.89 亿元，同比增长 55.2%，归母净利润预计为 2.89 亿元，同比增长 73.1%。公司业绩持续保持高增长，业绩增速高于营收增速，主要由于 AOI 光学检测系统、OLED 检测系统等高毛利产品持续放量。

图表 112：精测电子营收及增速



资料来源：wind

图表 113：精测电子净利润及增速



资料来源：wind

4.3.2、内生外延，打造泛半导体检测设备平台

2018 年以来不断完善产业布局，打造泛半导体检测设备平台。新增 CoverGlass 与 BL 产品的光学测试能力；设立上海精测半导体等，布局半导体测试；设立武汉精能电子，布局新能源测试；收购安徽荣创芯科自动化股

权等，进一步丰富面板产品线；子公司苏州精瀚与韩国 Cowin 成立合资公司苏州科韵，开拓精密激光加工业务。

4.3.3、投资评级

公司是国内面板测试设备龙头，向 IC 检测设备延伸；内生外延，不断完善产业布局，打造泛半导体检测设备平台，驱动公司不断成长。我们维持公司 2018-2020 年 EPS 为 1.63/2.34/3.28 元的预测，维持“增持”评级。

4.3.4、风险提示

下游投资放缓风险，市场竞争加剧风险，新业务进展不及预期风险。

业绩预测和估值指标

指标	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入（百万元）	524.01	895.08	1,393.19	2,073.79	2,890.76
营业收入增长率	25.50%	70.81%	55.65%	48.85%	39.40%
净利润（百万元）	98.68	166.85	266.44	383.56	536.85
净利润增长率	28.58%	69.07%	59.69%	43.96%	39.97%
EPS（元）	0.60	1.02	1.63	2.34	3.28
ROE（归属母公司）（摊薄）	13.94%	19.51%	22.90%	25.76%	27.60%
P/E	122	72	45	31	22
P/B	17	14	10	8	6

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2019 年 3 月 6 日

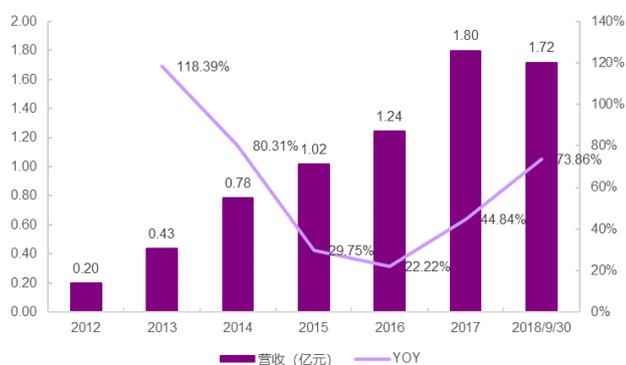
4.4、长川科技：国内测试设备龙头，内生外延成长可期

4.4.1、2018 前三季度营收高增长，研发投入增加导致净利率下降

公司成立于 2008 年 4 月，2012 年承担了 2 项国家科技重大专项的研究开发工作。公司于 2017 年 4 月 17 日在深交所创业板挂牌上市，成为国内集成电路封测设备行业首家上市公司。公司主要为集成电路封装测试企业、晶圆制造企业、芯片设计企业等提供测试设备，目前公司主要产品包括测试机和分选机。

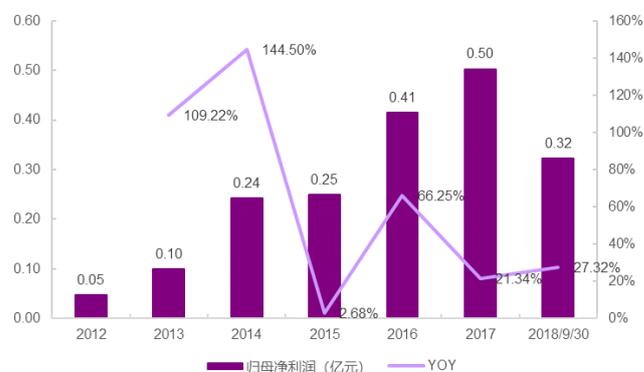
公司 2018Q1-Q3 实现营收 1.72 亿元，同比增长 73.86%；归母净利润 3223 万元，同比增长 27.32%。公司发布 2018 年业绩快报，公司实现营业收入 21,612.15 万元，同比增长 20.20%；营业利润 3,425.43 万元，同比下降 36.40%；归属于上市公司股东的净利润 3,653.93 万元，同比下降 27.29%。

图表 114：长川科技营收及增速情况



资料来源：wind

图表 115：长川科技归母净利润及增速情况



资料来源：wind

公司通过不断加大新产品研发和新市场拓展力度、加大与行业内知名客户的合作力度等措施推动主营业务增长已初见成效；同时，公司产品种类不断丰富，产品的性价比优势明显，市场竞争力稳步提升。公司经营情况稳定，主营业务收入有所增长。但由于公司研发投入加大、股权激励费用摊销及人力资源投入等费用大幅增加，导致净利润有所下降。

4.4.2、内生募投产能释放，研发投入不断加强

内生募投产能释放。公司 2016 年产能为 448 台（测试机和分选机），2017 年通过优化管理进一步提升产能达到 566 台，已大幅超过原有设计产能。公司 2017 年 IPO 募投产能 1100 台，目前募投项目正稳步推进中。“长川科技生产基地建设项目”、“长川科技研发中心建设项目”等项目已在 2018 年下半年逐步投入使用，从而突破产能限制为公司增长提供动力；此外，随着公司在日本、香港地区设立子公司，在台湾地区成立分公司，“长川科技营销服务网络建设项目”也在有序推进。

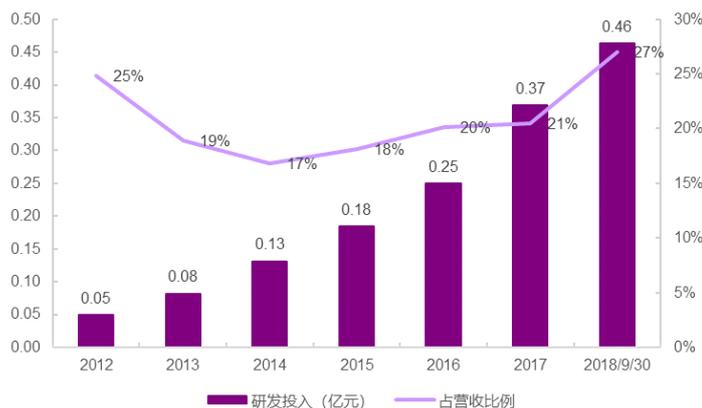
图表 116：长川科技产品销售量与生产量情况

行业分类	项目	单位	2017 年	2016 年	同比增减
集成电路电子	销售量	台	495	426	16.20%
	生产量	台	566	448	26.34%
工业专用设备	库存量	台	258	192	34.38%

资料来源：wind

公司不断加强研发投入。公司不断加强研发与创新力度，与客户不断沟通，改进产品性能，增加产品功能，同时加强研发团队力量，与国内多所知名院校就业办建立了合作关系，推动技术和产品不断升级，继续强化项目储备及新产品研发。公司 2017 年研发费用支出约为 3,666 万元，约占营业收入 21%。公司 2018 年 Q1-Q3 研发费用支出为 4,630 万元，约占营业收入 27%。此外，公司持续加强知识产权体系管理及无形资产保护，截止 2018 年年中，公司共有专利 92 项，软著 40 项。

图表 117：长川科技研发费用支出情况



资料来源：wind

4.4.3、拟收购 STI，切入圆晶级测试市场

公司 12 月 13 日公告拟以定增换股形式购买国家集成电路产业基金、天堂硅谷以及上海半导体装备材料基金三方合计持有的长新投资 90% 股权。收购完成后，长新投资将成为公司的全资子公司，公司将通过长新投资全资控股新加坡半导体测试设备企业 STI。

STI 在半导体测试设备领域技术积淀雄厚，其 2D/3D 高精度光学检测设备优势明显，产品广泛应用于日月光、安靠、德州仪器、镁光等全球领先的集成电路封测及 IDM 企业。本次收购完成后，公司与 STI 将在产品、客户和研发技术上形成高度协同，助力公司快速拓展半导体测试设备的国内及海外市场。

STI 拥有的雄厚实力将提升公司整体技术水平，并助力公司切入圆晶级测试市场。STI 致力于芯片和 Wafer 的光学检测、分选、编带等设备近三十年，累计专利 154 项，在集成电路 2D/3D 高精度光学检测 (AOI) 设备等领域技术积淀雄厚，将显著提升公司整体技术水平。同时，STI 生产的转塔、平移式测编一体机和公司现有产品高度重叠，相互融合能提高产品整体性能。而 STI 现有的膜框架测编一体机和圆晶光学检测机生产技术，公司此前未掌握。通过本次收购，公司将在圆晶级封装终检和圆晶制造及封装过程检查市场获得快速突破，打开新的成长空间。

STI 拥有全球顶尖的客户结构，有利于加速公司在海外市场的拓展。STI 为日月光、安靠、矽品、星科金朋、UTAC、力成、德州仪器、瑞萨、意法、镁光、飞思卡尔等全球顶尖的封测厂和 IDM 厂供应半导体检测设备。STI 目前已在韩国、中国台湾和东南亚 (菲律宾和马来西亚) 拥有 4 家子公司，在中国大陆及泰国亦拥有专门的服务团队，基本完成全球主要半导体封测市场的

全覆盖。STI 广泛的客户基础、良好的业界口碑和全面的市场布局，将显著加速公司现有产品在海外市场的拓展步伐。

4.4.4、投资评级

由于全球半导体行业景气度下行，以及公司研发投入加大、股权激励费用摊销及人力资源投入等费用大幅增加，结合公司业绩快报，我们下调公司 2018-2020 年 EPS 预测为 0.25、0.69、0.94 元（上次为 0.49、0.76、1.07 元），但考虑到公司不断加大研发投入，内生外延驱动公司成长，我们维持“增持”评级。

4.4.5、风险提示

收购 STI 可能取消的风险，技术开发失败风险，行业景气下行风险。

业绩预测和估值指标

指标	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入（百万元）	124.13	179.79	216.11	316.26	427.68
营业收入增长率	22.22%	44.84%	20.20%	46.34%	35.23%
净利润（百万元）	41.42	50.25	36.54	102.21	139.65
净利润增长率	66.25%	21.34%	-27.29%	179.74%	36.63%
EPS（元）	0.28	0.34	0.25	0.69	0.94
ROE（归属母公司）（摊薄）	18.49%	11.99%	7.46%	17.52%	19.97%
P/E	134	110	151	54	40
P/B	25	13.2	11.3	9.5	8

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2019 年 3 月 6 日

4.5、晶盛机电：国内单晶炉龙头，受益硅片国产化

公司是国内领先的专业从事晶体生长、加工装备研发制造和蓝宝石材料生产的高新技术企业。主营产品为全自动单晶生长炉、多晶硅铸锭炉、区熔硅单晶炉、单晶硅滚圆机、单晶硅截断机、全自动硅片抛光机、双面研磨机、单晶硅棒切磨复合加工一体机、多晶硅块研磨一体机、叠片机、蓝宝石晶锭、蓝宝石晶片、LED 灯具自动化生产线等。公司产品主要应用于太阳能光伏、集成电路、LED、工业 4.0 等领域。

图表 118：晶盛机电产品布局

半导体领域	光伏领域	LED照明领域	工业4.0领域
<ul style="list-style-type: none"> •全自动单晶硅生长炉 •区熔法单晶炉 •单晶硅棒滚磨一体机 •单晶硅滚圆机 •金刚线硅棒截断机 •全自动硅片抛光机 •双面研磨机 	<ul style="list-style-type: none"> •单晶硅生长炉 •单晶截断机 •金刚线单晶硅棒切磨一体机 •单晶硅块加工自动化生产线 •多晶硅铸锭炉 •多晶截断机 •多晶硅块磨面倒角一体机 •光伏组件自动化生产线 •CFZ专用区熔硅单晶炉 •叠片机 	<ul style="list-style-type: none"> •LED芯片检测、封装、贴片设备 •LED球灯泡、T管及灯具全自动生产线 •蓝宝石单晶炉 •蓝宝石晶体晶棒 •蓝宝石抛光片 	<ul style="list-style-type: none"> •生产信息化IMES软件管理系统 •工厂设备自动化物流及生产系统提供及改善 •工厂设备外包服务 •叠瓦自动化生产线

资料来源：晶盛机电官网

2017 年，公司全年实现营收 19.5 亿，同比增长 78.6%，连续三年保持超过 40%高速增长。2018Q1-3 公司实现营收 18.9 亿，同比增长 50.3%，净利润 4.46 亿元，同比增长 76.13%。

图表 119：晶盛机电营收及增速



资料来源：wind

图表 120：晶盛机电净利润及增速



资料来源：wind

硅片国产化推进将带动国内半导体制造设备需求，公司作为国内唯一生产 8 英寸以及 12 英寸半导体单晶硅炉厂商，半导体单晶炉有望成为公司未来增长重要看点。建议关注。

风险提示：硅片国产化不及预期，公司产品研发进展不及预期。

4.6、中微半导体：国内介质刻蚀机龙头，有望登陆科创板

中微半导体成立于 2004 年 5 月 31 日，股东包括大基金、上海科创投、华登国际、美国高通、中金等。公司产品主要包括介质刻蚀设备、硅通孔刻蚀设备和 MOCVD 设备，均已成功进入海内外重要客户供应体系。目前，MOCVD 设备在国内市场占有率达 70%，成为全球 MOCVD 设备领域的两强之一。

图表 121：中微半导体产品布局



资料来源：中微半导体官网

刻蚀机方面，公司在国际投资最多的 17 家芯片制造公司中，已进入 11 家，在最先进的代工厂公司中超过 250 个反应台，已加工 6000 多万片合格的晶圆。公司自主研发的 5nm 等离子体介质刻蚀机经台积电验证，性能优良，将用于全球首条 5nm 制程生产线。公司介质刻蚀机在主要亚洲晶圆代工市场中占有率达到 25%，在主要亚洲存储厂中市场占有率达到 15%。

上文已提到 CCP 是电容耦合刻蚀机，ICP 是电感耦合刻蚀机，TCP 其实也是电感耦合刻蚀机，ICP 是立体式电感线圈，而 TCP 是平面式电感线圈。公司 TSV、MEMS 刻蚀机采用的是 TCP 原理，未来公司将继续延伸至 ICP 刻蚀机和薄膜设备领域。根据中微半导体预计，目前全球 CCP 刻蚀机市场规模约 20 亿美元，TSV/MEMS 刻蚀机市场规模超过 10 亿美元，MOCVD 设备市场规模超过 10 亿美元，ICP 刻蚀机市场规模约有 30 亿美元，合计市场空间超过 70 亿美元，公司未来成长空间大。

公司目前已接受上市辅导，有望登陆科创板，建议关注。

风险提示：上市失败风险，技术开发失败风险，行业景气下行风险。

4.7、上海微电子：国内光刻机龙头，有望登陆科创板

上海微电子(SMEE)是国内光刻机龙头，于2002年在上海成立；2008年11月，十五光刻机重大科技专项通过了国家科技部组织的验收；2009年12月首台先进封装光刻机产品SSB500/10A交付用户。2018年5月11日，SMEE第100台国产高端光刻机交付产线。公司产品广泛应用于集成电路前道、先进封装、FPD面板、MEMS、LED、Power Devices等制造领域。

图表 122：上海微电子光刻机



资料来源：上海微电子官网

公司前道光刻机实现90nm制程，65nm制程正在验证。公司承接了光刻机国家重大科技专项，以及02专项“浸没光刻机关键技术预研项目”（通过国家验收）和“90nm光刻机样机研制”（通过了02专项专家组现场测试）任务。目前公司光刻机产品主要包括IC前道光刻机、IC后道封装光刻机、面板前道光刻机、面板后道封装光刻机。公司最先进的IC前道光刻机已经达到90nm制程，65nm制程设备正在进行整机考核。未来65nm制程通过后，对65纳米的进行升级就可以做到45纳米。后道封装光刻机可以满足各类先进封装工艺的需求，已经实现批量供货，并出口到海外市场，国内市场占有率达到80%，全球市场占有率40%。公司用于LED制造的投影光刻机的市场占有率也达到20%。

公司目前已接受上市辅导，有望登陆科创板，建议关注。

风险提示：上市失败风险，技术开发失败风险，行业景气下行风险。

4.8、盛美半导体：国内湿法设备龙头

盛美半导体 (ACM) 是国内湿法设备龙头，于 1998 年在美国成立，2006 年设立盛美上海，开发 SAPS 兆声波清洗技术；2017 年在美国纳斯达克成功上市。公司主要产品为清洗机，截止到 2017 年，盛美总共销售了 30 多台清洗设备，客户包括海力士、长江存储、中芯国际、上海华力、JECT 等。

图表 123：盛美半导体简介



资料来源：ACM 官网

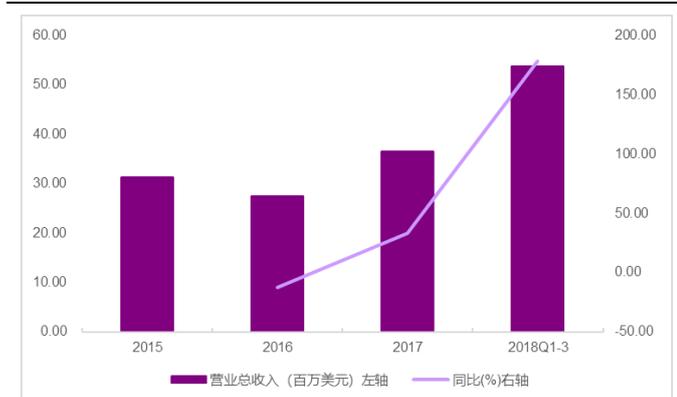
图表 124：盛美半导体产品布局



资料来源：ACM 官网

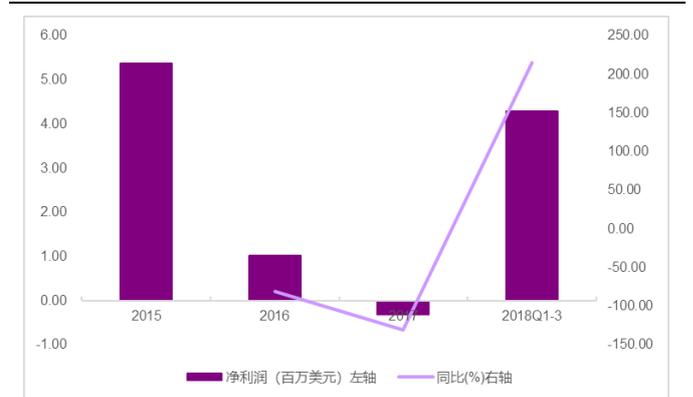
公司 2017 年营业收入 3650 万美元，同比增长 33.2%；净利润-3.2 万美元。从产品结构看，公司 2017 年单晶片清洗设备销售收入达到 2710 万美元，同比增长 26%；先进封装设备收入 750 万美元，同比增长 67%；售后服务收入 190 万美元，同比增长 38%。2018Q1-Q3 营收 5380 万美元，同比增长 178.53%；净利润 42.9 万美元。

图表 125：盛美半导体营收及增速



资料来源：wind

图表 126：盛美半导体净利润及增速



资料来源：wind

公司是国内湿法设备龙头，有望受益于半导体设备国产替代而快速成长。公司在美股上市，建议关注。

风险提示：行业竞争加剧风险，技术开发失败风险，行业景气下行风险。

5、风险分析

行业周期性风险：集成电路装备行业随集成电路产业的周期性波动而波动。另外，泛半导体行业的其他应用领域如半导体照明、光伏行业等也存在同样的周期性波动，进而会影响上游设备市场的需求变化。

设备领域技术风险：目前国内集成电路装备产业化技术水平与国际先进技术水平尚存一定的差距，处于加速追赶态势。同时集成电路设备技术研发支出较大，验证周期较长，导致新产品、新技术的研发及产业化均存在一定风险。

市场竞争加剧风险：随着国内半导体设备公司技术实力的不断提升，国际竞争对手对国产厂商的重视程度也在增加，后续不排除国际竞争对手采取进一步提升在中国大陆市场竞争力的策略，这可能会使国产厂商未来面临竞争加剧的风险。

行业重点上市公司盈利预测、估值与评级

证券 代码	公司 名称	收盘价 (元)	EPS(元)			P/E(x)			P/B(x)			投资评级	
			17A	18E	19E	17A	18E	19E	17A	18E	19E	本次	变动
002371	北方华创	65.17	0.27	0.51	0.89	238	129	73	9.0	8.5	7.6	买入	维持
603690	至纯科技	23.76	0.23	0.45	0.64	102	53	37	12.4	9.8	8.1	买入	维持
300567	精测电子	73.60	1.02	1.63	2.34	72	45	31	14.1	10.4	8.1	增持	维持
300604	长川科技	37.30	0.34	0.49	0.76	111	77	49	13.3	10.5	8.9	增持	维持

资料来源: Wind, 光大证券研究所预测, 股价时间为 2019 年 3 月 6 日

行业及公司评级体系

评级	说明
买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15% 以上;
增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5% 至 15%;
中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差 -5% 至 5%;
减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5% 至 15%;
卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15% 以上;
无评级	因无法获取必要的资料, 或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件, 或者其他原因, 致使无法给出明确的投资评级。

基准指数说明: A 股主板基准为沪深 300 指数; 中小盘基准为中小板指; 创业板基准为创业板指; 新三板基准为新三板指数; 港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设, 不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性, 估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师, 以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法, 使用合法合规的信息, 独立、客观地出具本报告, 并对本报告的内容和观点负责。负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证, 本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与, 不与, 也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

特别声明

光大证券股份有限公司 (以下简称“本公司”) 创建于 1996 年, 系由中国光大 (集团) 总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司, 是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可, 光大证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围: 证券经纪; 证券投资咨询; 与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问; 证券承销与保荐; 证券自营; 为期货公司提供中间介绍业务; 证券投资基金代销; 融资融券业务; 中国证监会批准的其他业务。此外, 公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本证券研究报告由光大证券股份有限公司研究所 (以下简称“光大证券研究所”) 编写, 以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础, 但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息, 但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断, 可能需随时进行调整且不予通知。报告中的信息或所表达的意见不构成任何投资、法律、会计或税务方面的最终操作建议, 本公司不就任何人依据报告中的内容而最终操作建议做出任何形式的保证和承诺。在任何情况下, 本报告中的信息或所表达的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表达的意见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。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。

不同时期, 本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。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会独立做出与本报告的意見或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险, 在做出投资决策前, 建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下, 本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易, 也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突, 勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发, 仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅向特定客户传送, 未经本公司书面授权, 本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品, 或再次分发给任何其他人, 或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。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。如欲引用或转载本文内容, 务必联络本公司并获得许可, 并需注明出处为光大证券研究所, 且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

光大证券股份有限公司

上海市南京西路 1266 号恒隆广场一期 49 楼 邮编 200040

机构业务总部	姓名	办公电话	手机	电子邮件
上海	徐硕	021-52523543	13817283600	shuoxu@ebscn.com
	李文渊		18217788607	liwenyuan@ebscn.com
	李强	021-52523547	18621590998	liqiang88@ebscn.com
	罗德锦	021-52523578	13661875949/13609618940	luodj@ebscn.com
	张弓	021-52523558	13918550549	zhanggong@ebscn.com
	黄素青	021-22169130	13162521110	huangsuqing@ebscn.com
	邢可	021-22167108	15618296961	xingk@ebscn.com
	李晓琳	021-52523559	13918461216	lixiaolin@ebscn.com
	郎珈艺	021-52523557	18801762801	dingdian@ebscn.com
	余鹏	021-52523565	17702167366	yupeng88@ebscn.com
	丁点	021-52523577	18221129383	dingdian@ebscn.com
	郭永佳		13190020865	guoyongjia@ebscn.com
	北京	郝辉	010-58452028	13511017986
梁晨		010-58452025	13901184256	liangchen@ebscn.com
吕凌		010-58452035	15811398181	lvling@ebscn.com
郭晓远		010-58452029	15120072716	guoxiaoyuan@ebscn.com
张彦斌		010-58452026	15135130865	zhangyanbin@ebscn.com
庞舒然		010-58452040	18810659385	pangsr@ebscn.com
中青雯		021-22169527	15921857444	shenqw@ebscn.com
深圳		黎晓宇	0755-83553559	13823771340
	张亦潇	0755-23996409	13725559855	zhangyx@ebscn.com
	王渊锋	0755-83551458	18576778603	wangyuanfeng@ebscn.com
	张靖雯	0755-83553249	18589058561	zhangjingwen@ebscn.com
	苏一耘		13828709460	su1y@ebscn.com
	常密密		15626455220	changmm@ebscn.com
国际业务	陶奕	021-52523546	18018609199	taoyi@ebscn.com
	梁超	021-52523562	15158266108	liangc@ebscn.com
	金英光		13311088991	jinyg@ebscn.com
私募业务部	周梦颖	021-52523550	15618752262	zhoumengying@ebscn.com
	安玲娴	021-52523708	15821276905	anlx@ebscn.com
	张浩东	021-52523709	18516161380	zhanghd@ebscn.com
	吴冕	0755-23617467	18682306302	wumian@ebscn.com
	吴琦	021-52523706	13761057445	wuqi@ebscn.com
	王舒	021-22169419	15869111599	wangshu@ebscn.com
	傅裕	021-52523702	13564655558	fuyu@ebscn.com
	王婧	021-22169359	18217302895	wangjing@ebscn.com
	陈潞	021-22169146	18701777950	chenlu@ebscn.com
	王涵洲		18601076781	wanghanzhou@ebscn.com
	黄小芳	021-52523715	15221694319	huangxf@ebscn.com