

2022年06月10日

电子元器件

# 晶圆平坦化的关键工艺，CMP 设备材料国产替代快速推进

■CMP 是晶圆平坦化关键工艺，设备及材料需求随着先进制程推进增长：CMP 是实现晶圆全局平坦化的关键工艺，指的是通过化学腐蚀与机械研磨的协同配合作用，实现晶圆表面多余材料的高效去除与全局纳米级平坦化。CMP 避免了由单纯机械抛光造成的表面损伤和由单纯化学抛光易造成的抛光速度慢、表面平整度和抛光一致性差等缺点，在先进制程中得到广泛应用。随着摩尔定律推进，晶圆制程不断升级，CMP 工艺次数大幅提高，成熟制程 90nm 工艺 CMP 步骤为 12 步，先进制程 7nm 工艺的 CMP 步骤提高到 30 步，抛光次数倍数级增长，先进制程晶圆占比的提高带动了 CMP 设备及材料需求大幅增长。

## ■海外厂商占据 CMP 设备主要市场，华海清科国内市占率快速提高：

根据 Gartner 数据，CMP 设备在半导体晶圆制造设备中占比为 3%，按此测算，2021 年全球以及中国大陆 CMP 设备对应市场规模为 26.4 亿美元、7.6 亿美元。全球 CMP 设备市场主要被美国应用材料和日本荏原占据，2019 年这两家厂商各占 70%、25% 的全球市场份额。华海清科是国内 CMP 设备龙头，根据公司招股书，是目前国内唯一实现了 12 英寸 CMP 设备量产销售的半导体设备供应商，在已量产的制程（14nm 以上）及工艺应用中已经可以实现对行业龙头公司产品的替代。在国内的主要晶圆厂，华海清科份额快速提高。在长江存储、华虹无锡、上海华力一二期项目、上海积塔 CMP 设备采购项目中，公司 2019-2021 三年分别中标 8 台、33 台、27 台，中标占比分别为 21.05%、40.24%、44.26%，中标率连年提升。

■CMP 材料市场空间大，安集、鼎龙等率先突破：受益于 3D Nand 以及先进制程工艺的快速发展，CMP 材料需求量的大幅提升，全球抛光液/抛光垫市场规模有望于 2020 年的 16.6/10.2 亿美元分别增长至 2025 年 22.7/13.5 亿美元，2021-2025 年 CAGR 分别达 6%/5.1%。在抛光液方面，全球市场主要被卡博特、日立等占据，安集科技作为国内抛光液龙头，已在 130-28nm 技术节点实现规模化销售，在国内市占率快速提高。在抛光垫方面，全球主要被美国厂商陶氏化学垄断，国内厂商鼎龙股份率先突围，市场份额快速提高。

■投资建议：建议关注国内 CMP 设备龙头华海清科，CMP 材料龙头

## 行业深度分析

证券研究报告

投资评级

领先大市-A

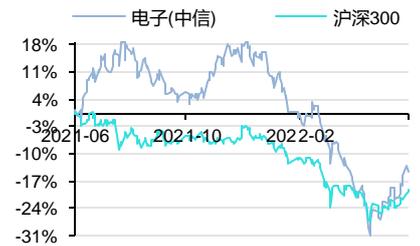
维持评级

首选股票

目标价

评级

### 股价表现



资料来源：Wind 资讯

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	-11.87	-17.49	73.77
绝对收益	-22.16	-38.29	55.33

马良

分析师

SAC 执业证书编号：S1450518060001  
maliang2@essence.com.cn  
021-35082935

郭旺

分析师

SAC 执业证书编号：S1450521080002  
guowang@essence.com.cn

### 相关报告

■**风险提示：**市场竞争风险、产品开发不及预期、下游需求衰减、业务经营风险。

## 内容目录

<b>1. CMP：晶圆平坦化的关键工艺</b> .....	<b>6</b>
1.1. CMP 工艺是晶圆全局平坦化的关键工艺 .....	6
1.2. CMP 工艺技术原理 .....	7
1.3. CMP 设备及材料对工艺效果有关键影响 .....	8
1.4. 先进制程推进带动 CMP 设备及材料需求.....	10
<b>2. CMP 设备市场快速成长，国产替代快速前行</b> .....	<b>11</b>
2.1. 行业高景气带动晶圆厂扩大资本开支，设备需求大幅提高.....	11
2.2. 中国大陆 CMP 设备市场规模接近 8 亿美元.....	12
2.3. CMP 设备技术壁垒高，海外龙头企业长期垄断.....	13
2.4. 华海清科为代表的国产厂家已经具备 12 寸 CMP 设备国产替代能力.....	16
<b>3. CMP 材料用量大幅提升，国内龙头厂商持续破局</b> .....	<b>17</b>
3.1. 半导体材料市场持续扩张，进口替代趋势明确.....	17
3.2. 集成电路工艺升级，CMP 材料用量大幅提升 .....	18
3.3. CMP 材料具有较高的技术壁垒和客户认证壁垒 .....	20
3.4. CMP 抛光液：日美厂商垄断，种类繁多催生差异化竞争机遇.....	23
3.5. CMP 抛光垫：陶氏一家独大，鼎龙率先突围 .....	27
<b>4. 相关公司</b> .....	<b>31</b>
4.1. 华海清科：国内唯一 12 英寸 CMP 设备商，市占率稳步提升.....	31
4.2. 鼎龙股份：国内 CMP 抛光垫龙头，光电半导体材料业务高速放量.....	36
4.3. 安集科技：国产 CMP 抛光液龙头，打造电子材料平台型企业.....	38
<b>5. 风险提示</b> .....	<b>40</b>
5.1. 市场竞争风险.....	40
5.2. 产品开发不及预期.....	40
5.3. 下游需求衰减.....	40
5.4. 业务经营风险.....	41

## 图表目录

图 1：IC 制造前道工艺流程 .....	6
图 2：先进封装工艺流程.....	6
图 3：CMP 平坦化效果图 .....	7
图 4：CMP 与传统方法的抛光去除速率对比.....	7
图 5：CMP 抛光模块示意图 .....	7
图 6：CMP 抛光作业原理图 .....	7
图 7：CMP 流程简析.....	8
图 8：CMP 工艺上下游 .....	9
图 9：CMP 设备结构图 .....	9
图 10：介质 CMP.....	10
图 11：金属 CMP .....	10
图 12：9-11 层金属结构 Cu CMP 的示意图.....	11
图 13：全球半导体资本开支预测.....	12
图 14：2013-2022E 全球半导体设备市场规模及增速.....	12

图 15: 2012-2022E 中国半导体设备市场规模及增速.....	12
图 16: 2021 年 CMP 设备市场规模.....	13
图 17: 2019 年全球 CMP 设备市场竞争格局.....	14
图 18: AMAT 营业收入及毛利率 (亿元) .....	14
图 19: AMAT 2010-2020 各类产品全球市场份额.....	14
图 20: Ebara 主要产品分布 .....	15
图 21: 烁科 HJP-200 CMP .....	17
图 22: 全球半导体材料行业市场规模及增长情况 (亿美元) .....	17
图 23: 全球半导体材料市场占比半导体总规模比重变化.....	17
图 24: 晶圆制造材料市场结构.....	18
图 25: 2018 年全球 CMP 各细分抛光材料占比.....	18
图 26: 2018 年全球 CMP 抛光材料市场规模 (亿美元) .....	19
图 27: 中国 CMP 抛光材料市场规模 (亿元) .....	19
图 28: 不同芯片尺寸下 CMP 抛光步骤 (次) .....	20
图 29: 存储芯片技术升级增加 CMP 工艺步骤.....	20
图 30: IC1000 的孔隙率.....	20
图 31: IC1010 的孔隙率.....	20
图 32: 中国及国际近年来抛光垫专利申请量对比.....	错误!未定义书签。
图 33: 抛光垫产品导入简要流程图.....	22
图 34: 2020 年全球 CMP 抛光液市占率 (%) .....	24
图 35: 2020 年国内 CMP 抛光液市场结构 (%) .....	24
图 36: 2017-2021 年 Cabot 经营情况 (亿美元) .....	25
图 37: Cabot 2021 主营业务构成.....	25
图 38: Versem 2019 收入结构.....	26
图 39: Fujimi 2021 年度收入结构.....	26
图 40: 抛光垫作用原理.....	28
图 41: 抛光垫种类 (硬垫上, 软垫下) .....	28
图 42: CMP 抛光垫种类.....	28
图 43: 2019 年 CMP 抛光垫市占率.....	29
图 44: 陶氏抛光垫产品平坦度.....	29
图 45: 陶氏抛光垫缺陷率.....	29
图 46: 鼎龙 CMP 抛光垫国内市占率.....	30
图 47: 华海清科历史沿革.....	31
图 48: 2018-2021 年华海清科设备出货量.....	33
图 49: 华海清科在中国大陆市占率情况.....	33
图 50: 华海清科在国内主要厂商中标率情况.....	33
图 51: 华海清科配套材料及技术收入和占比 (万元) .....	34
图 52: AMAT 2010-2020 各类产品全球市场份额.....	34
图 53: 华海清科营收结构 (百万元) .....	35
图 54: 华海清科分业务毛利率.....	35
图 55: 华海清科营收情况 (百万元) .....	35
图 56: 华海清科盈利情况 (百万元) .....	35
图 57: 鼎龙股份产业布局.....	36
图 58: 鼎龙股份营收结构 (百万元) .....	37
图 59: 鼎龙股份分业务毛利率.....	37

图 60: 鼎龙股份营收情况 (百万元) .....	37
图 61: 鼎龙股份盈利情况 (百万元) .....	37
图 62: 安集科技主要客户.....	38
图 63: 安集科技营收结构 (百万元) .....	39
图 64: 安集科技分业务毛利率.....	39
图 65: 安集科技营收情况 (百万元) .....	39
图 66: 安集科技盈利情况 (百万元) .....	39
图 67: 安集科技研发投入情况.....	40
图 68: 安集科技研发费用率.....	40
表 1: 半导体市场规模及预测.....	11
表 2: AMAT 主要产品介绍 .....	15
表 3: 日本荏原主要产品介绍.....	16
<b>表 4: 华海清科与应用材料、日本荏原的技术水平对比</b> .....	16
表 5: 全球半导体材料市场规模 (亿美元) .....	18
表 6: 不同抛光垫材料参数对比.....	21
表 7: CMP 抛光液组成及简介.....	22
表 8: CMP 抛光液种类及简介.....	23
表 9: CMP 影响因素分析.....	24
表 10: CMP 抛光液主要厂商情况.....	25
表 11: 各类型 CMP 抛光液销售金额比较 (安集 vs Cabot) .....	27
表 12: 华海清科主要产品介绍.....	32
表 13: 华海清科在研项目情况.....	34
表 14: 华海清科募投项目情况.....	36

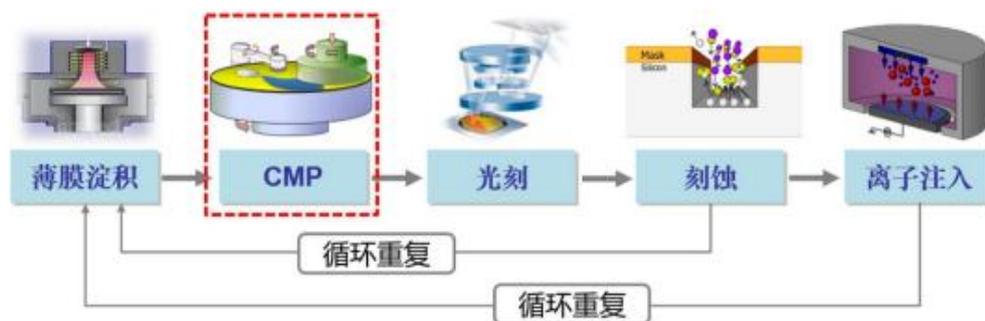
## 1. CMP：晶圆平坦化的关键工艺

### 1.1. CMP 工艺是晶圆全局平坦化的关键工艺

晶圆制造流程可以广义地分为晶圆前道和后道 2 个环节，其中前道工艺在晶圆厂中进行，主要负责晶圆的加工制造，后道工艺在封测厂中进行，主要负责芯片的封装测试，其中，化学机械抛光（CMP）是实现晶圆全局平坦化的关键工艺，指的是通过化学腐蚀与机械研磨的协同配合作用，实现晶圆表面多余材料的高效去除与全局纳米级平坦化，是先进集成电路制造前道工序、先进封装等环节必需的关键制程工艺。

**在前道加工领域：**CMP 主要负责对晶圆表面实现平坦化。晶圆制造前道加工环节主要包括 7 个相互独立的工艺流程：光刻、刻蚀、薄膜生长、扩散、离子注入、化学机械抛光、金属化。CMP 则主要用于衔接不同薄膜工艺，其中根据工艺段来分可以分为前段制程（FEOL）和后段制程（BEOL），前段制程工艺主要为 STI-CMP 和 Poly-CMP，后段制程工艺主要为介质层 ILD-CMP、IMD-CMP 以及金属层 W-CMP、Cu-CMP 等。

图 1：IC 制造前道工艺流程

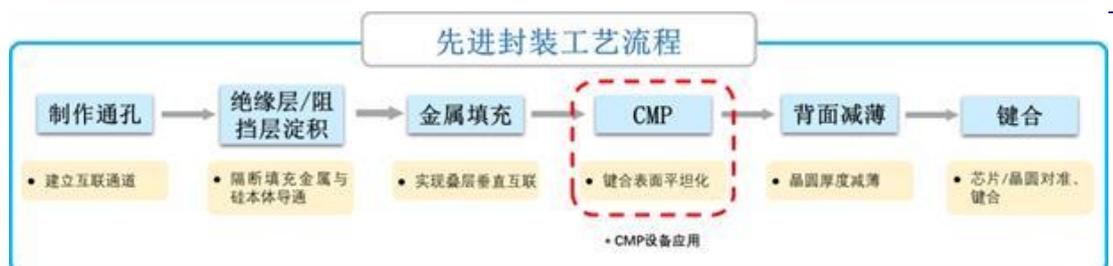


资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

**在后道封装领域：**CMP 工艺也逐渐被用于先进封装环节的抛光，如硅通孔（TSV）技术、扇出（Fan-Out）技术、2.5D 转接板（interposer）、3D IC 等封装技术中对引线尺寸要求更小更细，因此会引入刻蚀、光刻等工艺，而 CMP 作为每道工艺间的抛光工序，也得以广泛应用于先进封装中。

如果晶圆制造过程中无法做到纳米级全局平坦化，既无法重复进行光刻、刻蚀、薄膜和掺杂等关键工艺，也无法将制程节点缩小至纳米级的先进领域。随着超大规模集成电路制造的线宽不断细小化，制造工艺不断向先进制程节点发展，平坦化的精度要求也不断提高，CMP 步骤也会不断增加，从而大幅刺激了集成电路制造商对 CMP 设备的采购和升级需求。

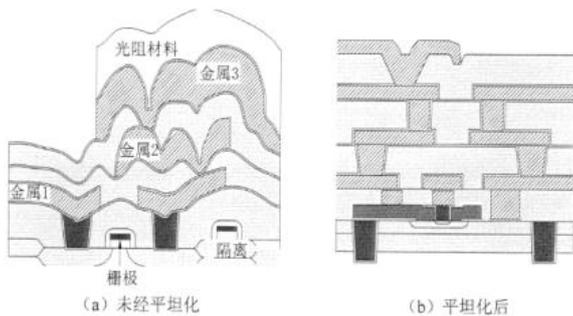
图 2：先进封装工艺流程



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

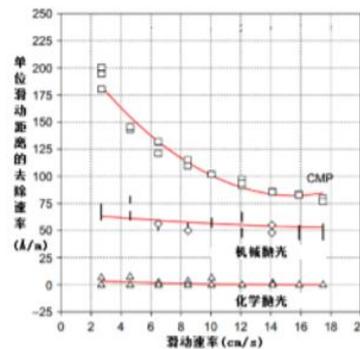
**CMP（化学机械抛光）相较于传统方法有更高的加工精度和加工速度。**传统的机械抛光和化学抛光方法，去除速率、抛光质量均无法满足先进芯片量产需求。而CMP技术利用磨损中的“软磨硬”原理，即用较软的材料来进行抛光以实现高质量的表面抛光，避免了由单纯机械抛光造成的表面损伤和由单纯化学抛光易造成的抛光速度慢、表面平整度和抛光一致性差等缺点，是目前唯一能兼顾表面全局和局部平坦化的抛光技术，在先进集成电路制造中被广泛应用。

图 3：CMP 平坦化效果图



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

图 4：CMP 与传统方法的抛光去除速率对比

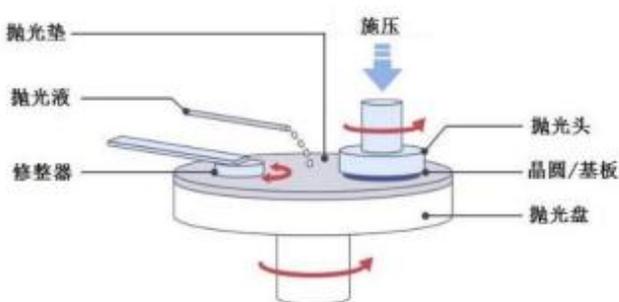


资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

## 1.2. CMP 工艺技术原理

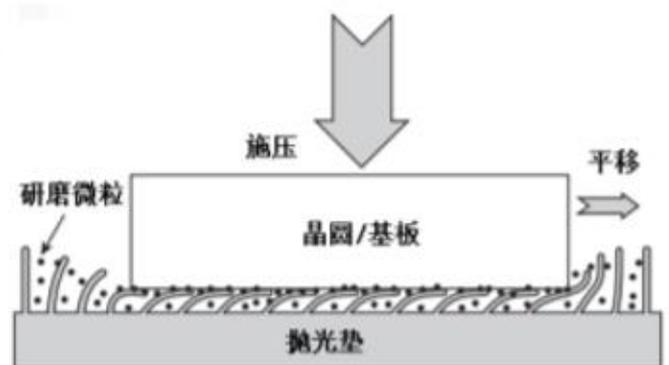
CMP 设备主要依托 CMP 技术的化学-机械动态耦合作用原理，通过化学腐蚀与机械研磨的协同配合作用，实现晶圆表面多余材料的高效去除与全局纳米级平坦化（全局平整落差 5nm 以内的超高平整度）。CMP 抛光过程可以分为化学过程和物理过程。化学过程指：研磨液中化学成分与硅片表面材料产生化学反应，通过将不溶物转化为易溶物或软化高硬度物质，生成比较容易去除的物质。物理过程指：研磨液中的磨粒与硅片表面材料发生机械物理摩擦，从硅片表面去除这些化学反应物，溶入流动的液体中带走。

图 5：CMP 抛光模块示意图



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

图 6：CMP 抛光作业原理图



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

### CMP 具体步骤：

**第一步：**将硅片固定在抛光头最下面，抛光垫放置在研磨盘上；

**第二步：**旋转的抛光头以一定压力压在旋转的抛光垫上，在硅片表面和抛光垫之间加入流动的研磨液（由亚微米或纳米磨粒和化学溶液组成），研磨液在抛光垫的传输和离心力的

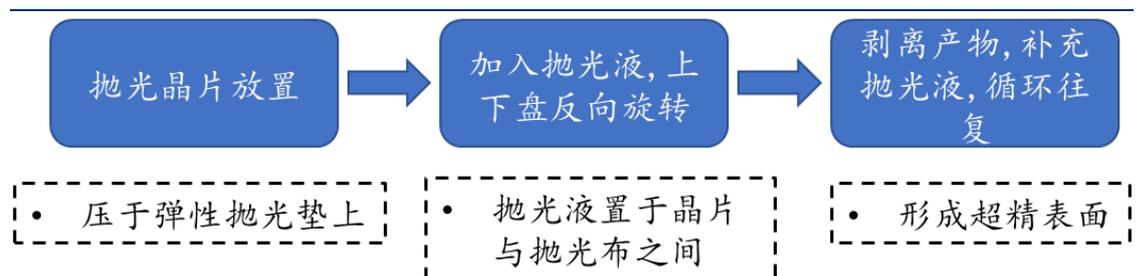
作用下均匀涂布，在硅片和抛光垫之间形成一层液体薄膜；

第三步：通过化学去膜和机械去膜的交替过程实现平坦化。

#### CMP 主要技术参数：

- **研磨速率**：单位时间内磨除材料的厚度；
- **平整度**：硅片某处 CMP 前后台阶高度之差/CMP 之前台阶高度\*100%；
- **研磨均匀性**：包括片内均匀性和片间均匀性。片内均匀性=同个晶圆研磨速率的标准差/研磨速率；片间均匀性=不同晶圆同一条件下研磨速率标准差/平均研磨速率
- **缺陷量**：CMP 工艺造成的硅片表面缺陷，一般包括擦伤、凹陷、侵蚀、残留物和颗粒污染，直接影响成品率。

图 7：CMP 流程简析



资料来源：前瞻产业研究院，安信证券研究中心

### 1.3. CMP 设备及材料对工艺效果有关键影响

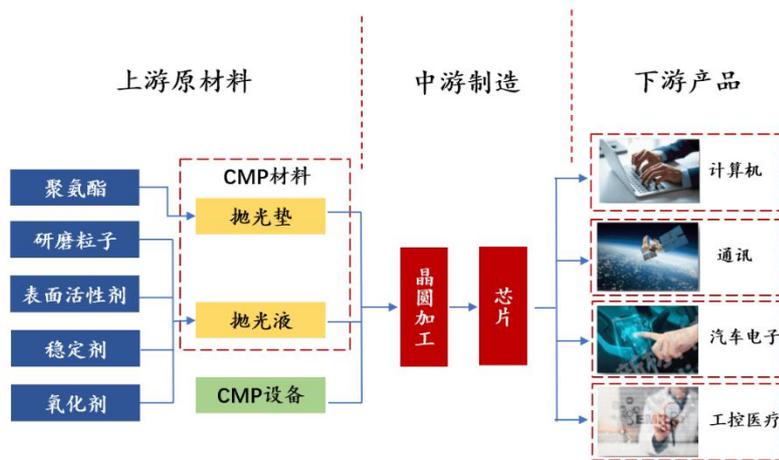
CMP 工艺离不开设备及材料，其中材料包括抛光垫和抛光液，设备和材料对工艺效果有关键影响，CMP 效果主要影响因素如下：

- **设备参数**：抛光时间、研磨盘转速、抛光头转速、抛光头摇摆度、背压、下压力等；
- **研磨液参数**：磨粒大小、磨粒含量、磨粒凝聚度、酸碱度、氧化剂含量、流量、粘滞系数等；
- **抛光垫参数**：硬度、密度、空隙大小、弹性等；
- **CMP 对象薄膜参数**：种类、厚度、硬度、化学性质、图案密度等。

CMP 材料主要包括抛光液、抛光垫、钻石碟、清洗液等，对 CMP 工艺效应均有关键影响。

1. **CMP 抛光垫**：主要作用是储存和运输抛光液、去除磨屑和维持稳定的抛光环境等；
2. **CMP 抛光液**：是研磨材料和化学添加剂的混合物，可使晶圆表面产生一层氧化膜，再由抛光液中的磨粒去除，达到抛光的目的。
3. **CMP 钻石碟**：是 CMP 工艺中必不可少的耗材，用于维持抛光垫表面一定的粗糙状态，通常与 CMP 抛光垫配套使用。
4. **CMP 清洗液**：主要用于去除残留在晶圆表面的微尘颗粒、有机物、无机物、金属离子、氧化物等杂质，满足集成电路制造对清洁度的极高要求，对晶圆生产的良率起到了重要的作用。

图 8: CMP 工艺上下游



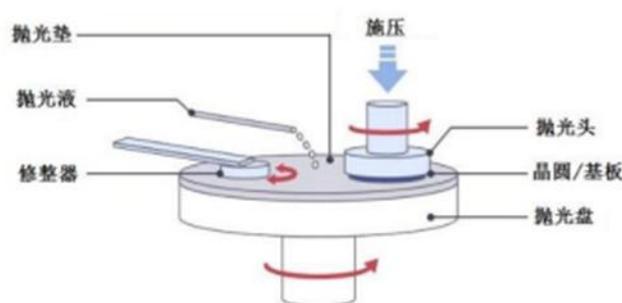
资料来源：新材料在线，安信证券研究中心

**CMP 设备是 CMP 技术应用的载体**，集摩擦学、表/界面力学、分子动力学、精密制造、化学化工、智能控制等多领域最先进技术于一体，是集成电路制造设备中较为复杂和研制难度较大的设备之一。同时，由于铜连线在微处理器生产中广泛引用，因此唯一能够抛光铜金属层的 CMP 设备更成为芯片制造厂商必需的重要工具。

**CMP 设备主要分为抛光部分和清洗部分**，抛光部分由抛光头、研磨盘等组成，清洗部分由清洗刷、供液系统等组成

- **抛光头**：通常具有真空吸附装置用于吸附晶圆，防止晶圆在抛光过程中产生位移，同时向下施加压力。
- **研磨盘**：起到对晶圆的支撑作用，承载抛光垫并带动其转动并对抛光头压力大小、转动速度、开关动作等进行控制。
- **清洗刷**：用于 CMP 后清洗环节，在 CMP 后去除颗粒和其他化学污染物，分为清洁—冲洗—干燥环节，保证晶圆干进干出。
- **终点检测设备**：终点检测设备用于检测 CMP 工艺是否把材料磨到正确的厚度，避免过薄（未达到抛光作用）及过厚（损失下层材料）带来的负面影响，通常使用电性能及光学两种测量方式

图 9: CMP 设备结构图



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

### 1.4. 先进制程推进带动 CMP 设备及材料需求

当前 CMP 已经广泛应用于集成电路制造中对各种材料的高精度抛光。按照被抛光材料类型，具体可以划分为三大类：（1）衬底：主要是硅材料。（2）金属：包括 Al/Cu 金属互连层，Ta/Ti/TiN/TiNxCy 等扩散阻挡层、粘附层。（3）介质：包括 SiO<sub>2</sub>/BPSG/PSG 等 ILD（层间介质），Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> 等钝化层、阻挡层。在 0.25μm 节点后的 Al 布线和进入 0.13μm 节点后的 Cu 布线，CMP 技术的重要性持续凸显：

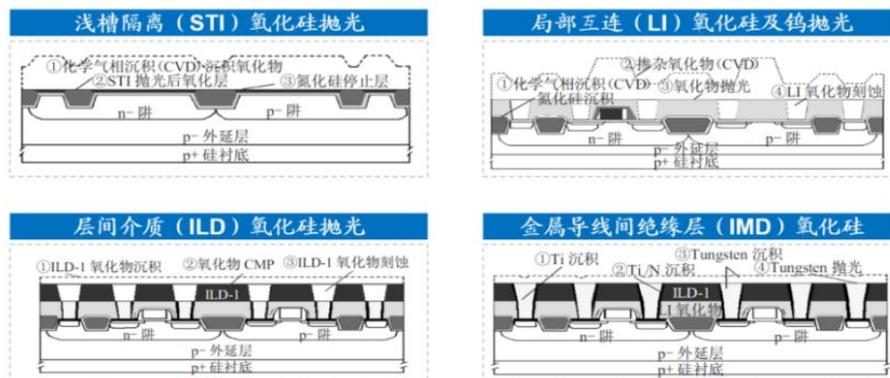
90~65nm 节点：随着铜互连技术和低 k 介质（一种绝缘材料）的广泛采用，浅槽隔离(STI)、绝缘膜、铜互连层是 CMP 的主要研磨对象。

28nm 节点：逻辑器件的晶体管中引入高 k 金属栅结构 (HKMG)，因而同时引入了两个关键的平坦化应用，包括虚拟栅开口 CMP 工艺和替代金属栅 CMP 工艺。

32nm 及 22nm 节点：铜互连低 k 介质集成的 CMP 工艺技术支持 32nm 和 22nm 器件的量产，其中开始出现的 FinFET 晶体管添加了虚拟栅平坦化工艺，这是实现后续 3D 结构刻蚀的关键技术。

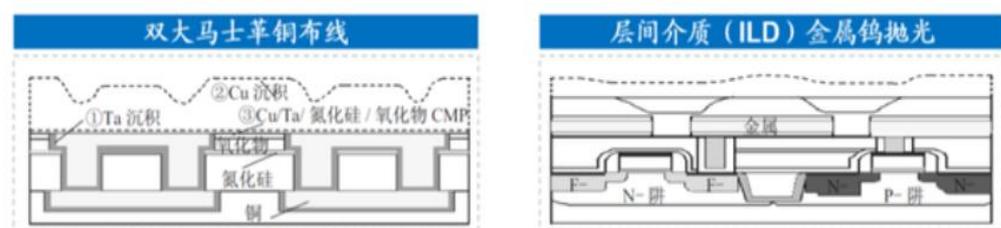
随着摩尔定律的推进，当制造工艺不断向先进制程节点发展时，对 CMP 技术的要求也相应提高。当制程节点发展至 7nm 以下时，芯片制造过程中 CMP 的应用在最初的氧化硅 CMP 和钨 CMP 基础上新增了包含氮化硅 CMP、鳍式多晶硅 CMP、钨金属栅极 CMP 等先进 CMP 技术，所需的抛光技术也增加至 30 余步，大幅刺激了集成电路制造商对 CMP 设备及材料的采购和升级需求。

图 10：介质 CMP



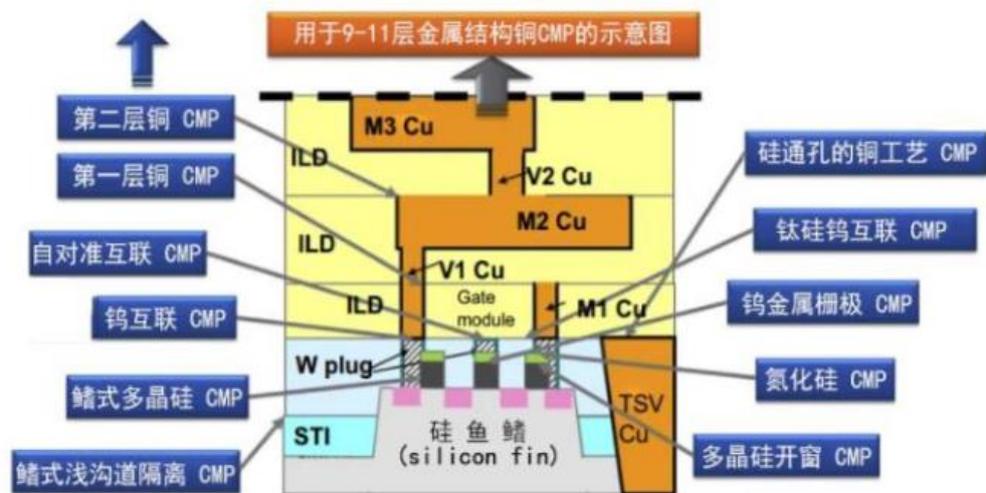
资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

图 11：金属 CMP



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

图 12: 9-11 层金属结构 Cu CMP 的示意图



资料来源: 华海清科招股书, 安信证券研究中心

## 2. CMP 设备市场快速成长, 国产替代快速前行

### 2.1. 行业高景气带动晶圆厂扩大资本开支, 设备需求大幅提高

在 5G、物联网、汽车电子、云计算等需求的带动下, 半导体市场需求持续增长。2020 年尽管受到疫情的影响, 全球半导体市场规模依然同比增长 6.8%, 达到了 4404 亿美元, 预计 2021 年、2022 年全球半导体市场规模分别为 5530 亿美元、6015 亿美元, 同比分别增长 25.6%、8.8%。从分地区来看, 2021 年和 2022 年亚太市场规模增速将高于全球平均, 分别为 26.7%、8.4%, 在全球市场的占比分别为 62.11%、61.90%。

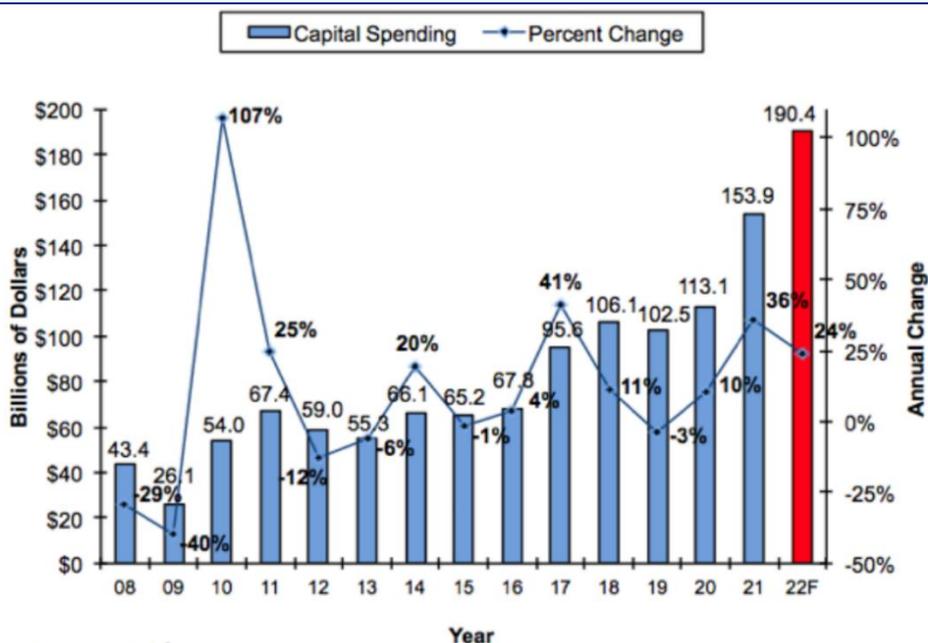
表 1: 半导体市场规模及预测

Spring 2021	Amounts in US\$M			Year on Year Growth in %		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
American	95366	118835	131084	21.3	24.6	10.3
Europe	37520	47126	50467	-5.8	25.6	7.1
Japan	36471	43581	47621	1.3	19.5	9.3
Asia Pacific	271032	343419	372317	5.1	26.7	8.4
Total World - \$M	440389	552961	601490	6.8	25.6	8.8
Discrete Semiconductors	23804	30100	32280	-0.3	26.4	7.2
Optoelectronics	40397	43229	45990	-2.8	7.0	6.4
Sensors	14962	18791	20913	10.7	25.6	11.3
Integrated Circuits	361226	460841	502307	8.4	27.6	9.0
Analog	55658	72842	79249	3.2	30.9	8.8
Micro	69678	79102	83980	4.9	13.5	6.2
Logic	118408	150736	167396	11.1	27.3	11.1
Memory	117482	158161	171682	10.4	34.6	8.5
Total Products - \$M	440389	552961	601490	6.8	25.6	8.8

资料来源: WSTS、安信证券研究中心

根据 IC Insights 的数据, 半导体资本开支在 2021 年大增 36% 之后, 预计 2022 年半导体行业资本支出将增长 24%, 达到 1904 亿美元的历史新高, 比三年前(2019 年)增长 86%, 行业资本开支持续高增有望带动上游设备需求成长。

图 13: 全球半导体资本开支预测



资料来源: IC Insights, 安信证券研究中心

半导体厂商的资本开支提高将带动设备市场规模高成长, 根据 SEMI 统计, 预计 2021 年半导体设备的全球销售额同比增长 45%, 增至 1030 亿美元, 该预期数据比 2021 年 7 月的预期高出 8%, 市场增长持续超出预期。根据 SEMI 的预测, 全球半导体设备市场将于 2022 年同比增长 10.68%, 增长至 1140 亿美元, 2016-2022 年复合增长率将达到 18.47%。

另外, 中国大陆的半导体设备销售额从 2013 年的 33 亿美元增长至 2020 年的 187 亿美元, 年复合增长率高达 27.70%, 远超全球市场增速。从中国市场占比来看, 中国大陆半导体设备销售额在全球占比从 2013 年的 10.40% 提高到 2020 年的 26.25%。

2021 年, 中国大陆第二次成为全球半导体设备的最大市场, 销售额增长了 58%, 达到 296 亿美元, 在全球市场占比高达 28.7%, 占比进一步提高。

图 14: 2013-2022E 全球半导体设备市场规模及增速



资料来源: SEMI, 安信证券研究中心

图 15: 2012-2022E 中国半导体设备市场规模及增速



资料来源: SEMI, 安信证券研究中心

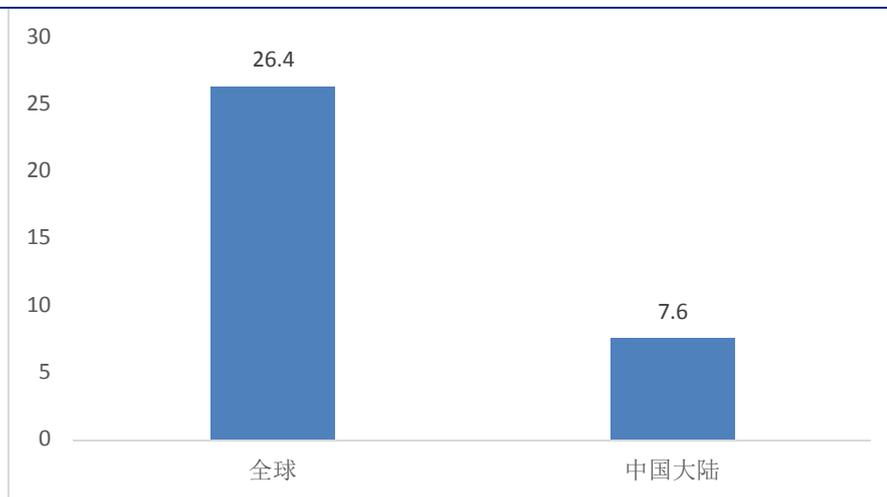
## 2.2. 中国大陆 CMP 设备市场规模接近 8 亿美元

根据 Gartner 数据, CMP 设备在半导体晶圆制造设备中占比为 3%, 结合 SEMI 的数据,

2020-2021 年全球晶圆制造设备市场规模 612 亿美元、880 亿美元，按照 3%的比例测算，CMP 设备对应市场规模为 18.4 亿美元、26.4 亿美元。

根据 SEMI 数据，2021 年中国大陆在半导体设备在全球市场占比高达 28.7%，按次比例测算 CMP 设备的占比，预计 2021 年中国大陆 CMP 设备市场规模 7.6 亿美元。

图 16：2021 年 CMP 设备市场规模



资料来源：SEMI、Gartner，安信证券研究中心

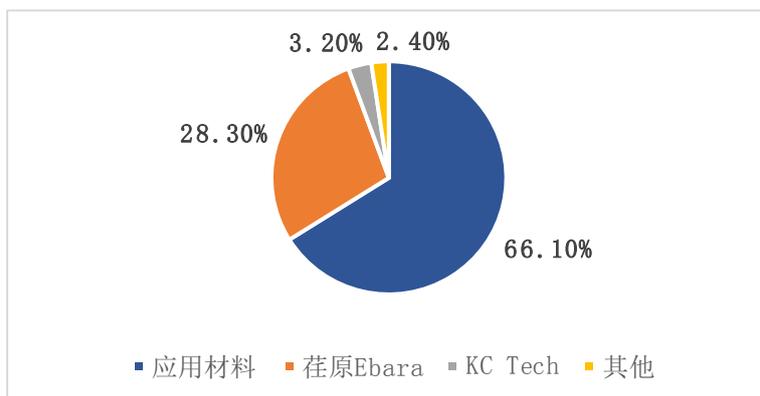
### 2.3. CMP 设备技术壁垒高，海外龙头企业长期垄断

复杂的技术工艺与高难度的研发是 CMP 设备的主要壁垒。CMP 设备是集机械学、流体力学、材料化学、精细加工、控制软件等多领域最先进技术于一体的设备，需保持精密的机械控制与干湿化学和机械间的平衡，具有较为复杂的研制难度，对技术、工艺、专利等有严格的要求，厂商竞争存在较高的技术壁垒。

专利也是 CMP 设备的一大准入壁垒。2013 年之后，CMP 专利申请量缓慢增长，而 CMP 后清洗专利申请量却处于下滑状态。全球 CMP 专利申请量总体保持平稳，反映了当前全球 CMP 技术未存在重大技术革新，后来者要想追赶必须直面强大的专利壁垒。

CMP 市场被海外垄断，市场集中度高。CMP 为多学科交叉，行业进入壁垒较高，整体产业呈日美企业垄断的格局。国内企业进入时间相对较晚，因此整体国产化率偏低。在 14nm 以下最先进制程工艺的大生产线上所应用 CMP 设备仅由美国应用材料和日本荏原两家国际巨头提供。根据 Gartner 研究数据，2019 年美国应用材料和日本荏原的 CMP 设备销售额分别为 10.43 亿美元、3.725 亿美元，各占 70%、25%的全球市场份额。2017、2018、2019 三年，两家公司合计占有的市场份额分别为 98%、90%、95%，CMP 设备市场呈现出高度垄断的竞争格局。

图 17: 2019 年全球 CMP 设备市场竞争格局



资料来源: Gartner, 安信证券研究中心

应用材料 (AMAT) 是全球最大的半导体设备供应商之一, 业务涵盖半导体设备、太阳能、显示器、自动化软件、卷对卷真空镀膜等多个领域。在半导体设备业务版块, 公司制定了 PPACT 战略旨在通过并行而非串行的创新来推动芯片的能效、性能、面积、成本和上市时间革新。公司产品覆盖沉积、刻蚀、掺杂、CMP 多工艺环节。

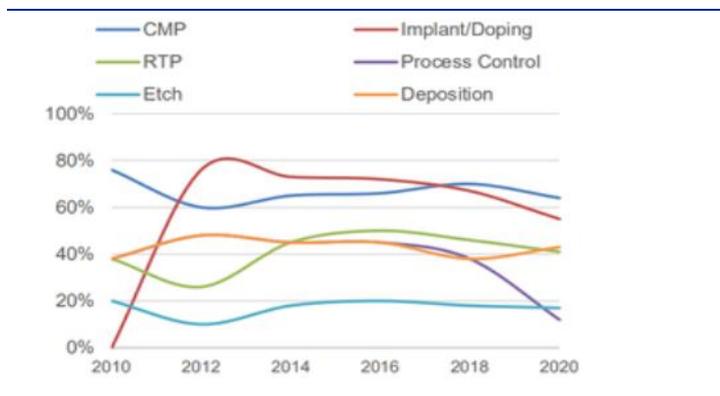
根据 Gartner 数据, 2020 年应用材料在刻蚀、沉积、CMP、离子注入、工艺控制领域的全球市场份额分别达到了 17%、43%、64%、55%和 12%。2020 年公司总体收入 172 亿美元, 半导体装备销售收入合计 113.67 亿美元, 同比增长 26%, 其中 CMP 设备销售收入 11.33 亿美元, 同比增长 18%。

图 18: AMAT 营业收入及毛利率 (亿元)



资料来源: SEMI, 安信证券研究中心

图 19: AMAT 2010-2020 各类产品全球市场份额



资料来源: SEMI, 安信证券研究中心

应用材料自 2003 年开始主攻 12 英寸设备, 目前主打 MIRRA 和 REFLEXION 两个系列, 其中 MIRRA 主要定位于 8 英寸 CMP 平台, REFLEXION 主要定位于 12 寸 CMP 平台。目前, 应用材料 CMP 设备已经可以应用最先进的 5nm 制程。

表 2: AMAT 主要产品介绍

公司	CMP主要产品	图示	简介
美国应用材料	MIRRA系列		定位200mmCMP平台，为硅、浅沟槽隔离(STI)、氧化物、多晶硅、金属钨和铜镶嵌应用提供了150mm和200mmCMP方案，多区研磨头具有较小的下压力，系统采用全套端点方法，提供同线度量和先进的工艺控制能力，确保出色的晶圆内和晶圆间工艺控制和可重复性，可实现最佳的均匀度和效率
	REFLEXITON系列		定位300mmCMP平台的Reflexion LK，为铜镶嵌、浅沟槽隔离、氧化物、多晶硅和金属钨应用提供性能CMP方案，可扩展用于45nm以下器件。升级后的Reflexion LK Prime整合了最新的抛光、清洗和干燥技术，是业界目前唯一的三转盘式顺序抛光平台。由4个抛光垫、6个抛光头控制，工艺腔相较LK的7个增加至14个，研磨清洗产能加倍，可在FinFET和3D NAND应用中达到纳米级精度

资料来源：国际电子商情、安信证券研究中心

Ebara 成立于 1912 年，目前旗下有 3 块业务，分别是：（1）流体机械及系统（2）环境工程，包括市政垃圾焚烧厂、工业垃圾焚烧厂、水处理厂等；（3）精密电子，包括干式真空泵、CMP（化学机械抛光）设备、电镀设备及排气处理设备公司在液化天然气泵领域全球市占率第一，在 CMP 系统和干泵领域全球市占率第二。2020 年公司营业收入为 49.1 亿美元，其中精密器械部门中 CMP 设备收入约 5.14 亿美元，同比增长 25.8%，占全球 CMP 市场份额的 29.1%，仅次于应用材料。

图 20: Ebara 主要产品分布



资料来源：Gartner，安信证券研究中心

日本荏原是 CMP 领域干进/干出 (dry-in/dry-out) 专利的开拓者，独立研发的 200mm 和 300 mm CMP 抛光设备均具有高可靠性和高生产率。F-REX 系列 CMP 系统可实现 10-20nm 节点的表面平整度控制，用于 IC 制造的氧化物、ILD、STI、钨和铜表面处理。F-REX200 工具代表了适用于 200 mm 晶圆的最新 CMP 技术 (也可用 150 mm)。它采用 Ebara 原创的干进干出(Dry-in/Dry-out)晶圆处理技术专利。清洁模块集成在 CMP 工具内，从而将干晶片输送到后续工艺中。目前，日本荏原的 CMP 设备已经可以应用在部分材质的 5nm 制程工艺。

表 3：日本荏原主要产品介绍

日本荏原	UFP 型系列		UFP 型是在半导体晶圆和面板上形成凸块、重新布线、导通孔等细微形状的洁净室安装型电镀装置。UFP600AS 是封装面板用途的电解电镀装置，在半导体晶圆装置的基础上发展而来。凭借高速桨式搅拌和丰富的工艺经验，同时实现了高速电镀和高度的面内均匀性。
	EAC 型系列		EAC 型是通过对于半导体晶圆端面的斜面部分以及晶圆表面和背面的边缘部分进行研磨，去除缺陷和不必要薄膜的装置。使用固定磨粒，可不拘研磨对象性质进行物理研磨。通过配方可控式研磨头，能够实现晶圆端面形状的高精度控制。
	F-REX 型系列		F-REX 型是对晶圆表面进行化学机械研磨的洁净室安装型 CMP 装置。工艺性能的高度和出色性能得到了市场的证明，能够按照要求规格，做到多种多样且又灵活自由的装置结构组成。采用双模块式，工艺腔室内不会发生交叉污染。

资料来源：国际电子商情、安信证券研究中心

#### 2.4. 华海清科为代表的国产厂家已经具备 12 寸 CMP 设备国产替代能力

国内 CMP 设备的主要研发生产单位有华海清科和北京烁科精微电子装备有限公司，其中华海清科是国产 12 英寸和 8 英寸 CMP 设备的主要供应商，是目前国内唯一实现了 12 英寸 CMP 设备量产销售的半导体设备供应商，相较于国内其他厂商（如北京烁科精微）具有明显的行业领先地位。

公司 CMP 产品在已量产的制程（14nm 以上）及工艺应用中已经可以实现对行业龙头公司产品的替代。但在 14nm 以下制程工艺方面与行业龙头公司产品尚存在一定技术差距，存在一定的提升空间：①在竖直旋转技术体系（VRM）的工艺方面，14nm 以下制程工艺中与行业龙头公司产品存在一定差距，龙头企业最先进的 CMP 后处理单元的颗粒残留可已更低；②公司产品在 28nm-14nm 制程中金属离子控制方面在与行业龙头公司水平一致，均能达到金属离子含量不超过每平方厘米含有的（特定）原子数为 5 乘以 10 的 10 次方的目标，但在更先进制程工艺中行业龙头公司产品的技术表现水平更高。

表 4：华海清科与应用材料、日本荏原的技术水平对比

对比方面	华海清科	应用材料	日本荏原
应用制程工艺水平	28nm 已实现产业化，14nm 正在验证阶段	全面应用最先进的 5nm 制程工艺	部分材质应用 5nm 制程工艺
最大晶圆尺寸	12 英寸	12 英寸	12 英寸
抛光头技术	7 分区抛光头	7 分区抛光头	7 分区抛光头
产品技术特点	直驱式抛光驱动技术；归一化抛光终点识别技术；VRM 竖直干燥技术	皮带传动和直驱驱动技术；电机电流终点检测技术；提拉干燥技术	皮带传动和直驱驱动技术；电机电流终点检测技术；水平刷洗技术

资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

北京烁科：公司于 2019 年 9 月 23 日注册成立，是中国电子科技集团有限公司所属中电科电子装备集团有限公司设立的混合所有制公司。公司于 2020 年生产的 8 英寸 CMP 设备已通过中芯国际和华虹集团验证并实现商业销售，首台 12 英寸 CMP 设备于 2021 年 2 月发

往客户处进行验证。

在横向布局方面，公司正在建立集 CMP 设备、耗材、附属设备以及工艺 demo 于一体的国产 CMP 成套工艺平台，提供一站式 CMP 技术解决方案，实现 CMP 成套技术的国产化。并在在集成电路平坦化技术领域开拓探索，对前沿的 Finfet 技术，Ru/Co 等特殊材料的平坦化工艺进行深入探索，不断推动下一代平坦化技术发展。

图 21：烁科 HJP-200 CMP



资料来源：烁科精微官网，安信证券研究中心

### 3. CMP 材料用量大幅提升，国内龙头厂商持续破局

#### 3.1. 半导体材料市场持续扩张，进口替代趋势明确

受益于晶圆厂积极扩产以及半导体工艺升级，半导体材料市场规模持续增长。据国际半导体产业协会 (SEMI) 发布数据显示，全球半导体材料市场规模始终保持在半导体总规模的 11%-13% 左右；2021 年全球半导体材料市场规模达 643 亿美元，较 2020 年的 555 亿美元增加 88 亿美元，同比增长 15.9%，再创新高。

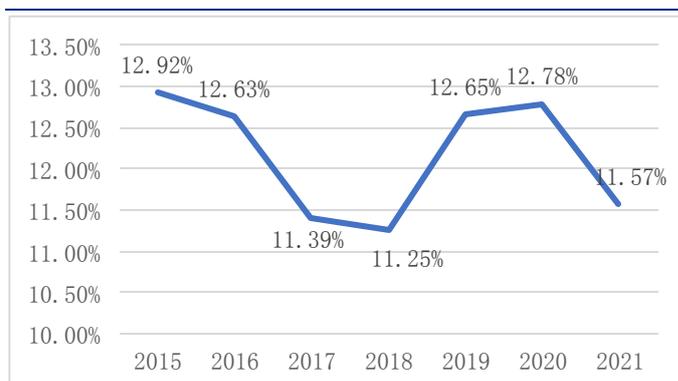
中国半导体材料市场增速高于全球增速，进口替代趋势明确。中国晶圆制造产业近年来迎来快速发展，全球半导体产业东移趋势明确，中国大陆晶圆厂产能持续提升，对上游材料产生大量本土化配套需求。根据 SEMI 数据，2016-2019 年国内半导体材料占全球市场份额约 16.3%，位居前三，2021 年中国大陆半导体材料市场规模达 119.3 亿美元，首次突破 100 亿美元，同比增长 21.9%，平均增速高于全球。

图 22：全球半导体材料行业市场规模及增长情况（亿美元）



资料来源：SEMI，安信证券研究中心

图 23：全球半导体材料市场占比半导体总规模比重变化



资料来源：SEMI，安信证券研究中心

表 5：全球半导体材料市场规模（亿美元）

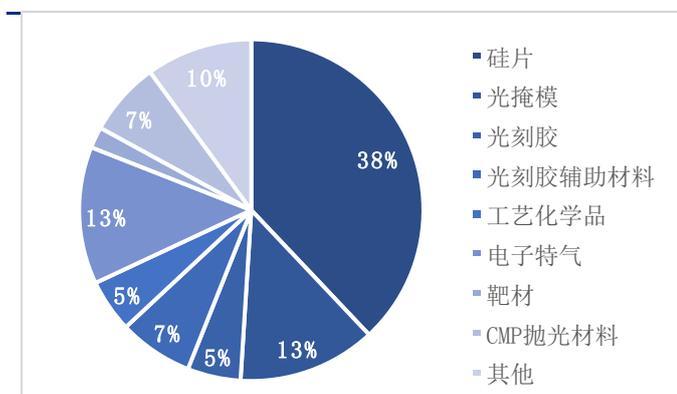
全球半导体材料市场规模（亿美元）			
地区	2020	2021	YoY
中国台湾	127.2	147.11	15.70%
<b>中国大陆</b>	<b>97.83</b>	<b>119.29</b>	<b>21.90%</b>
韩国	91.19	105.72	15.90%
日本	79.02	88.11	11.50%
其他地区	67.7	78.01	15.20%
北美	55.64	60.36	8.50%
欧洲	36.22	44.14	21.90%
<b>全部</b>	<b>554.79</b>	<b>642.73</b>	<b>15.90%</b>

资料来源：SEMI，安信证券研究中心

### 3.2. 集成电路工艺升级，CMP 材料用量大幅提升

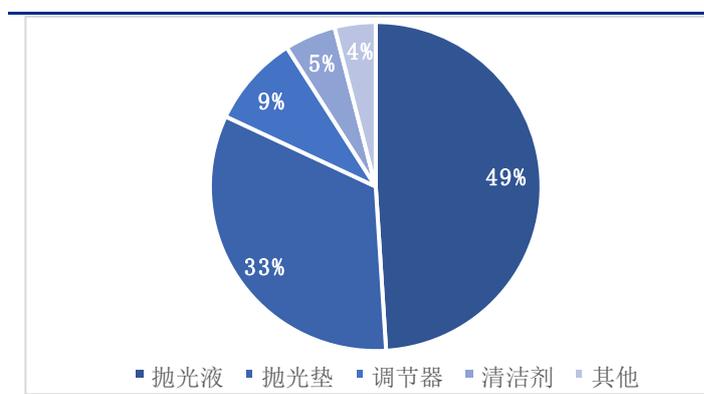
CMP 抛光材料是 CMP 工艺中用到材料的总称，在半导体材料成本中占比约 7%。其中，抛光液和抛光垫为 CMP 工艺的核心材料，在 CMP 抛光材料中占比分别达到 49%和 33%。据 Techcet 数据显示，受益于 3D Nand 以及先进制程工艺的快速的发展，CMP 材料需求量的大幅提升，全球抛光液/抛光垫市场规模有望于 2020 年的 16.6/10.2 亿美元分别增长至 2025 年 22.7/13.5 亿美元，2021-2025 年 CAGR 分别达 6%/5.1%。2020 年国内 CMP 抛光材料市场规模约为 32 亿元，近五年复合增速为 10%左右，国内抛光液/抛光垫市场分别为 20/12 亿元，国内市场受益于下游晶圆厂扩建及国产化率提升，增速有望高于全球市场，2025 年抛光液/抛光垫市场有望占全球市场的 25%，分别为 40/27 亿元，2021-2025 年 CAGR 达 15%。

图 24：2018 年晶圆制造材料市场结构



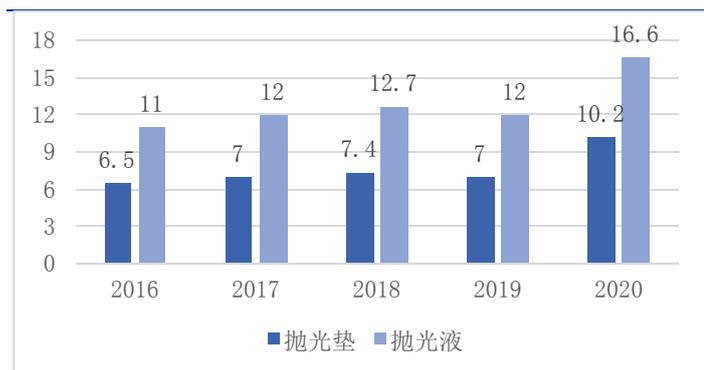
资料来源：SEMI，安信证券研究中心

图 25：2018 年全球 CMP 各细分抛光材料占比



资料来源：SEMI，安信证券研究中心

图 26：全球 CMP 抛光材料市场规模（亿美元）



资料来源：Techcet，安信证券研究中心

图 27：中国 CMP 抛光材料市场规模（亿元）



资料来源：Techcet，安信证券研究中心

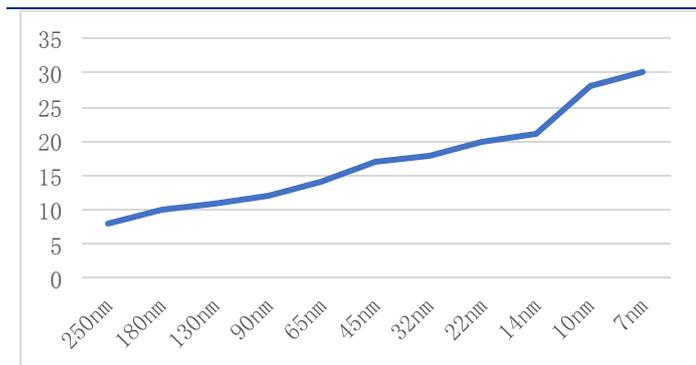
美系厂商垄断市场，国内厂商迎来国产化+差异化竞争机遇。目前半导体材料整体的国产化率仅 10%，其中，抛光垫市场呈现一家独大的市场格局，根据 Semi 统计，陶氏化学占有绝对主导地位，2018 年全球市占率达 79%；抛光液行业龙头 Cabot 微电子 2020 年市占率达 36%，差异化竞争使得市场格局相对分散。随着半导体产业逐渐向中国大陆转移，国内半导体材料需求持续增长，国产替代需求强烈。随着需求的多样化和对品质要求的提高，未来抛光材料将逐步向专用化、定制化方向发展，这为立足国内市场的国产厂商提供了与国际龙头差异化竞争的机遇。

先进制程及工艺对晶圆平整度要求更高，抛光次数与材料种类等随之增长，推动 CMP 材料用量逐年增长：

1) 逻辑芯片中，制程的缩小带动 CMP 工艺步骤增加。晶圆在生产过程根据不同工艺制程和技术节点的要求，会经历几道至几十道不等的 CMP 工艺步骤。随着制造工艺节点的缩小，对逻辑芯片平坦化程度要求提高，演进出的先进逻辑芯片工艺抛光材料提出新需求，CMP 步骤增加，CMP 材料需求量增大。据 Cabot 披露，先进制程 7nm 工艺的 CMP 步骤为 30 步，成熟制程 90nm 工艺 CMP 步骤为 12 步，抛光次数倍数级增长，制程节点的进步推动 CMP 抛光材料需求量的增长。

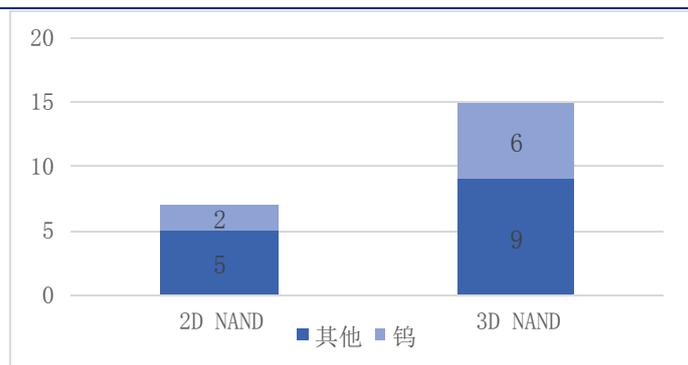
2) 存储芯片由 2D NAND 向 3D NAND 技术变革带来了 CMP 工艺步数的提升。从 2D NAND 到 3D NAND 的升级过程中，3D NAND 工艺通过堆叠内存颗粒的方式增加了存储内容，带动了 CMP 抛光耗材的用量需求，增加了工艺难度，CMP 抛光步骤翻倍增长，次数从 7 次增长到 15 次。同时，3D NAND 技术中对钨材料使用也大幅提高，拉动了钨抛光液的市场需求。

图 28: 不同芯片尺寸下 CMP 抛光步骤 (次)



资料来源: Cabot, 安信证券研究中心

图 29: 存储芯片技术升级增加 CMP 工艺步骤



资料来源: 安集科技公告, 安信证券研究中心

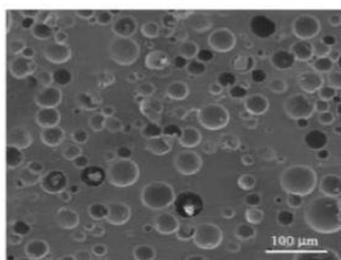
### 3.3. CMP 材料具有较高的技术壁垒和客户认证壁垒

CMP 行业涉及领域广泛, 交叉包含了摩擦学、物理学、机械学和化学反应热力学等众多学科, 整体技术壁垒较高, 存在产业规模大、技术门槛高、研发投入大和研究周期长等特点。国内厂商由于进入市场起步时间相对较晚, 国产替代市场成长性高。在种类繁多的半导体材料子行业中, 抛光垫、抛光液是最容易被“卡脖子”的领域之一, 为实现纳米级的打磨技术, 对抛光垫和抛光液的要求极为严苛。而且随着制程工艺越来越先进, 对这两种材料的技术要求也不断提高。CMP 抛光材料的技术更新动力源自下游晶圆的技术更新。晶圆制程不断提高, 为了满足更细致的工艺, CMP 材料也有着更高的要求, 具体体现在两方面: 技术壁垒和客户认证。

#### 1) 技术壁垒: 外国厂商具备先发优势, 搭建专利壁垒

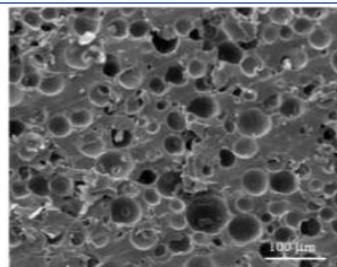
抛光垫难点主要在于孔隙率和沟槽设计, 以及较高的时间成本。抛光垫难点主要在于孔隙率和沟槽设计, 以及较高的时间成本。抛光垫的孔隙率越高和粗糙度越大, 其携带抛光液的能力越强。优秀的沟槽设计可以增强储存、运送抛光液的能力, 抛光效率和质量都得到提高。此外, 研究 CMP 抛光垫的时间成本较高, 在设计 CMP 抛光垫过程中会涉及到物理指标包含硬度、刚性、韧性、弹性模量、剪切模量、密度、可压缩性等各项机械指标, 企业需要不断进行试验摸索工艺指标、产品配方等对物理参数及性能的影响, 结合考虑材料选择、温度选择、固化时长、搅拌时长等工艺步骤控制进行研发。同时由于摩尔定律的不断演变, 平均每 18 个月半导体集成电路产品就需要换代一次, 因此对上游半导体材料的研发速度有着较高的要求, 加重了后发企业进入的资金投入压力。

图 30: IC1000 的孔隙率



资料来源: SEMI, 安信证券研究中心

图 31: IC1010 的孔隙率



资料来源: SEMI, 安信证券研究中心

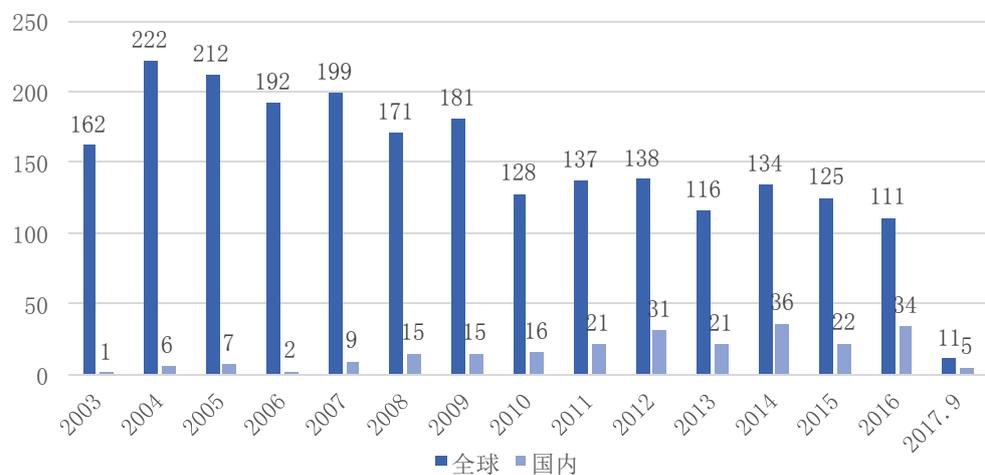
表 6：不同抛光垫材料参数对比

	硬度	密度/g*cm <sup>-3</sup>	孔隙率/%	孔径/μm	可压缩性/%	粗糙度/μm
IC1000	60	0.82	48%	40	1.6	3.514
IC1010	57	0.75	61.40%	40	1.9	4.853

资料来源：《抛光垫特性及其对300mm晶圆铜化学机械抛光效果的影响研究》，安信证券研究中心

抛光垫是 CMP 工艺中重要耗材之一，但由于国内企业在化学机械抛光领域起步较晚，专利技术积累相对较浅。代表未来趋势的 12 英寸晶圆用的开窗口抛光垫专利被美国公司占有，国内仅有 DOW 获得授权生产销售。据《集成电路制造业用高分子聚合物抛光垫专利分析》数据，2003-2009 年为国际申请数量高峰时段，2010 年后数量有所下降，但总体变化平稳，抛光垫领域仍然是各个公司重点攻略方向。国内专利申请数量于 2008 年逐步攀升，在之后呈现出波浪式上升的趋势。

图 32：中国及国际近年来抛光垫专利申请量对比



资料来源：《集成电路制造业用高分子聚合物抛光垫专利分析》，安信证券研究中心

抛光液的核心技术运用壁垒体现在产品配方和生产工艺流程两方面。CMP 抛光液的主要原料包括纳米磨料、各种添加剂和超纯水，根据产品应用领域不同，所选用的原料种类也随之改变，在加料、混合和过滤等关键生产流程中，各种组分的比例、顺序、速度和时间等都会影响到最终的产品性能，需要公司不断优化研究来找出最合适的方案，优化过程中产品配方的运用体现了公司核心技术水平，工艺流程作为转化核心技术为最终产品的实现手段受到公司机密保护，皆为企业竞争力的体现。

表 7: CMP 抛光液组成及简介

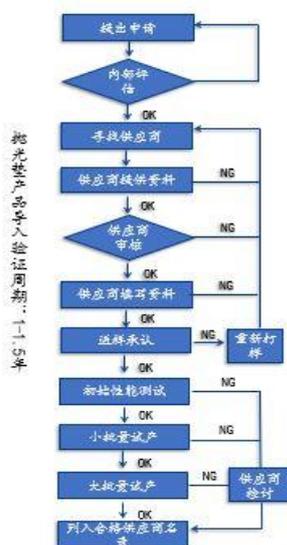
原料组成	简介
磨料	在抛光过程中通过微切削、微划擦、滚压等方式作用于工件被加工表面，去除表面材料。磨料的硬度、粒径、形状以及在抛光液中的质量浓度等综合因素决定了磨粒的去除行为及能力
PH 值调节剂	调节抛光液的 PH 值，以保证抛光过程化学反应的进行，CMP 抛光液一般分为酸性与碱性两类，前者常用于金属抛光，后者常用于非金属抛光
氧化剂	在抛光表面形成一层结合力弱的氧化膜，有利于后续机械去除，在氧化剂的氧化腐蚀与磨料研磨的共同作用下，被加工表面可达到高质量全局平坦化效果
分散剂	提高抛光液的分散稳定性，减少溶液中磨料粒子的团聚，从而使磨料均匀悬浮分散在抛光液中，并具有足够的分布稳定性
表面活性剂	改善抛光液的分散稳定性，使分散剂吸附在磨料表面，增强颗粒间的排斥作用

资料来源: CNKI, 安信证券研究中心

## 2) 客户认证壁垒: 下游厂商寻求稳定, 客户供更换应商意愿低

半导体器件对良率有极高的要求，一旦形成稳定的供应链体系，晶圆厂一般不太更换供应商。抛光垫对芯片良率影响较大，但成本占比较相对较低，晶圆厂在替换过程中的潜在损失机会成本较大，替换动力较小。抛光液技术含量高，下游客户对其实施严格的供应商认证机制，进行严格的供应商认证和定期考核。进入晶圆厂供应链体系需要经过审核、送样、测试等长达 2-3 年的认证环节。因此，行业巨头一般具有比较稳定的下游客户，容易形成市场垄断。严格来说，半导体材料行业属于成熟产业，各领域集中度高，由少数几个龙头企业占据绝大部分市场，国内仅安集科技、鼎龙股份等极少数企业参与竞争。

图 33: 抛光垫产品导入简要流程图



资料来源: 鼎龙公司公告, 安信证券研究中心

### 3.4. CMP 抛光液：日美厂商垄断，种类繁多催生差异化竞争机遇

抛光液是一种水溶性抛光剂，由固体粒子研磨剂、表面活性剂、稳定剂、氧化剂等成分构成。通过与材料表面产生系列化学使其形成表面膜，通过成分中的研磨颗粒进行去除，达到抛光目的。通常，抛光液的流速、粘度、温度、成分、pH 值等都会对去除效果有影响。抛光液种类繁多，根据应用的不同工艺环节，可以将其分为铜（Cu）抛光液、硅片抛光液、钨（W）抛光液、钴（Co）抛光液、介质层抛光液、浅槽隔离（STI）抛光液等。其中铜抛光液用于集成电路铜互连工艺制程中铜的去除和平坦化，广泛应用于 130nm 及以下技术节点逻辑芯片的制造工艺；钨抛光液用于集成电路制造工艺中钨塞和钨通孔的平坦化，在逻辑芯片、3D NAND 和 DRAM 芯片上量产使用；硅粗抛光液主要应用于硅晶圆的初步加工过程中，硅晶圆是集成电路的基底材料。

表 8：CMP 抛光液种类及简介

产品	用途	应用领域	特点
铜化学机械抛光液	用于集成电路铜互连工艺制程中铜的去除和平坦化。	在逻辑芯片 130-14nm 技术节点以及 3DNAND 和 DRAM 芯片上量产使用	高的铜去除速率，碟型凹陷可调，低缺陷
阻挡层化学机械抛光液	用于集成电路铜互连工艺制程中阻挡层的去除和平坦化	在逻辑芯片 130-14nm 技术节点以及 3DNAND 和 DRAM 芯片上量产使用	有优异的抗铜腐蚀的能力，可调的介电材料包括低介电材料和超低介电材料去除速率的能力，抛光后晶圆表面平坦，缺陷少
钨化学机械抛光液	用于集成电路制造工艺中钨塞和钨通孔的平坦化。	产品在逻辑芯片、3DNAND 和 DRAM 芯片上量产使用	有可调的钨去除速率及钨对介电材料的选择比
介质层化学机械抛光液	用于集成电路制造工艺中中层间电介质和金属间电介质的去除和平坦化		高去除速率，高平坦化效率、低缺陷和低成本
硅化学机械抛光液	用于单晶硅/多晶硅的抛光，可用于硅片回收、存储器工艺和背照式传感器(BSI)工艺		高选择比硅粗抛系列产品具有高稀释比，高硅去除速率，高硅对氧化物/氯化物的选择比。硅精抛液系列具有低缺陷的优点。BSI 抛光液系列具有理想的硅和二氧化硅去除速率和选择比。
浅槽隔离化学机械抛光液	用于集成电路制造工艺中浅槽隔离的抛光		采用氧化铈研磨颗粒，具有高选择比，高平坦化效率，低缺陷率
用于 3D 封装 TSV 化学机械抛光液	用于 TSV 工艺的高去除速率的化学机械抛光液系列		高去除速率、选择比可调

资料来源：安集科技官网，安信证券研究中心

抛光液在 CMP 技术中至关重要，在抛光材料中的价值占比达到 49%。抛光液主要原料由纳米磨料、添加剂和纯水组成，其中纳米磨料是决定抛光液性能及抛光效率的关键原料，占据抛光液成本的三分之一。在 CMP 过程中抛光液影响着化学作用与磨粒机械作用程度的比例，很大程度上决定了 CMP 能获得的抛光表面质量和抛光效果。

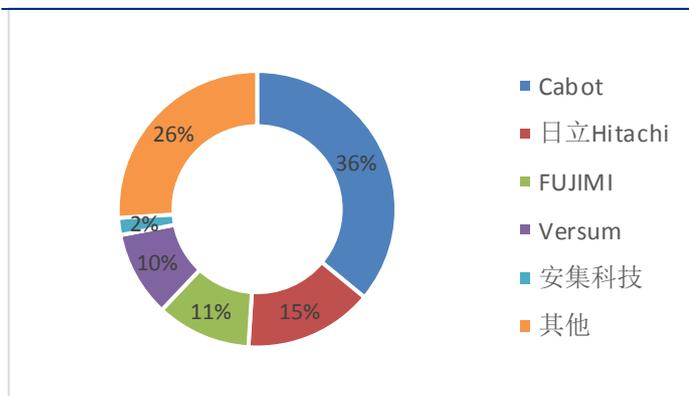
表 9: CMP 影响因素分析

物理性能	流速	较大的流速能够使反应产物及时脱离加工表面，降低加工区域的温度，使得加工表面温度相对一致，从而获得较好的表面质量。但过大的流速又会破坏加工表面平整度，令抛光效率降低。
	粘性	抛光液的粘性影响晶片与抛光垫之间的接触模式。粘性越大，抛光效率降低，其中的添加剂会阻碍抛光液的均匀分布和有效流动。
	温度	抛光液温度的升高会导致化学反应速度加快，抛光效率提高。但过高的温度会导致化学反应过于剧烈，造成表层疲劳破损层的厚度增大，从而影响加工表面的质量。同时粘性也会受到温度影响，粘性随着温度升高而降低
化学性能	PH 值	· 决定了最基本的抛光加工环节，对表面膜的形成、材料的去除分解及溶解度、抛光液的粘性等方面造成影响。 · 酸性抛光液具有可溶性好、酸性范围内氧化剂较多抛光效率高等优点，一般用于抛光金属材料。 · 碱性抛光液腐蚀性小，选择性高，一般用于抛光非金属材料。 · 使在加工表面形成一层氧化膜，便于后续的机械去除从而提高抛光效率和表面平整度。
	氧化剂	· 氧化剂的种类和浓度影响抛光效果，过浓的氧化剂会使得表面划痕尺寸增大，同时会影响磨粒的大小，需要对浓度有较好的把控。
	磨料	通过借助于机械力，将晶片表面的钝化膜去除。磨粒尺寸越小，表面损伤层厚度越小。
	分散剂	在加工过程中，为了消除硬聚集现象，分散剂的加入可以防止磨料颗粒间产生排斥力，防止磨料聚集，从而保证抛光液的稳定性，减少加工表面缺陷，但若浓度过高会使得磨料颗粒与加工表面之间发生交互作用，形成表面活性分子，导致摩擦力减小，抛光效率降低。

资料来源：《抛光液对 CMP 工艺影响》，安信证券研究中心整理

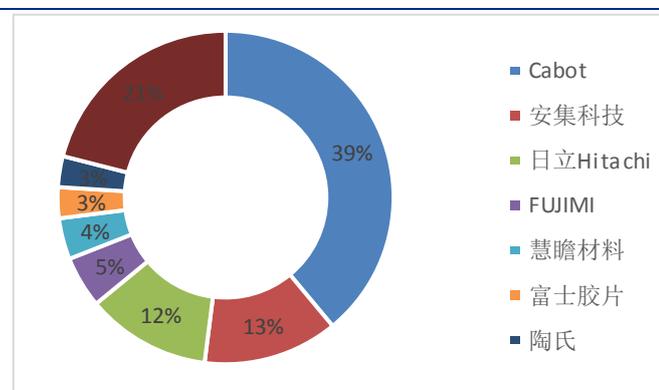
由于抛光液种类繁多，市场竞争格局相对较分散。抛光液当前的全球主流供应商为卡博特 (Cabot)、日立(Hitachi)、FUJIMI、慧瞻材料(Versum)等，垄断全球近 65% 的市场份额，根据 Cabot 数据统计，2020 年龙头企业 Cabot 抛光液全球市场占有率达 36%，在中国市场内占比达 39%，国内代表企业安集科技在国内市场中占 13% 份额，其余 48% 为其他海外企业占据。而当前的国内晶圆厂需求除了安集科技以外，主要依赖进口。安集科技作为国内抛光液龙头厂商，在铜制程上有一定优势，2018 年完成了多个具有世界先进水平的集成电路材料的研发及产业化应用。从安集科技 CMP 抛光液营收来看，2021 年营收为 5.94 亿元，同比增长 58.4%。

图 34: 2020 年全球 CMP 抛光液市占率 (%)



资料来源：Cabot，安信证券研究中心

图 35: 2020 年国内 CMP 抛光液市场结构 (%)



资料来源：Cabot，安信证券研究中心

表 10: CMP 抛光液主要厂商情况

厂商	总部所在地	电子化学品产品线简介	电子化学品产品线收入规模
<b>Cabot Microelectronics</b>	美国	<p>公司为全球 CMP 抛光液龙头企业和第二大 CMP 抛光垫供应商，2000 年以前即实现钨抛光液、电介质抛光液等 CMP 抛光液的产业化，具有先发优势和规模优势</p> <p>●2019 年 1 月，Entegris 和 Versum 宣布合并；</p> <p>● Versum 材料业务包括先进材料和工艺材料两大产品线，先进材料包括高纯度特种气体和化学品、CMP 研磨液和后 CMP 清洁、表面准备和清洁配方产品，工艺材料包括半导体、显示器和发光二极管科技在清洗、蚀刻、掺杂、薄膜沉积等过程中使用的高纯度气体和化学品；</p> <p>● Entegris 拥有特种化学品和工程材料、微污染控制、先进材料处理三大业务部门，其中，特种化学品和工程材料业务部门提供特种气体、特种材料、先进沉积材料、表面处理和集成产品</p>	<p>2021 年实现销售收入 34.09 亿美元，其中高性能化学品业务实现销售收入 11.48 亿美元，占比 34%</p>
<b>Versum 和 Entegris</b>	美国	<p>产品线包括硅晶圆以及半导体衬底的抛光研磨剂、半导体芯片上多层电路所需的 CMP 抛光产品、电脑硬盘研磨剂等</p>	<p>2019 年实现销售收入 15.91 亿美元，其中材料业务实现销售收入 5.27 亿美元，占比 33%</p>
<b>Fujimi</b>	日本	<p>主要产品包括 CMP 抛光液和光刻胶去除剂产品</p>	<p>2021 年实现销售收入 419.56 亿日元，其中半导体器件 CMP 研磨剂实现销售收入 20.04 亿日元，占比 48%</p>
<b>安集科技</b>	中国		<p>2021 年实现销售收入 6.87 亿元，其中 CMP 抛光液实现销售收入 5.94 亿元占比 86%</p>

资料来源：安集科技官网，安信证券研究中心

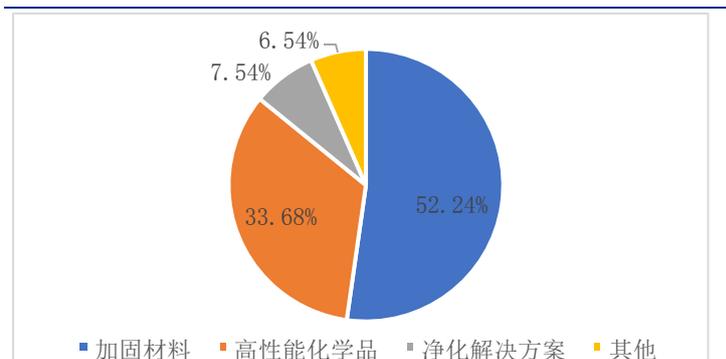
**Cabot: 1999 年成立于美国，为全球最大的 CMP 抛光液供应商，市占率常年位居榜首，2021 年实现全年营收 34.09 亿美元。Cabot 业务以抛光液为主，产品结构主要涉及钨抛光液和电介质抛光液，占比分别为 55%/30%，其他抛光液占比约为 15%。Cabot 作为全球化学机械抛光液龙头企业，2000 年之前即实现钨抛光液、电介质抛光液等化学机械抛光液的产业化，具有先发优势和规模优势。**

图 36: 2017-2021 年 Cabot 经营情况 (亿美元)



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

图 37: Cabot 2021 主营业务构成

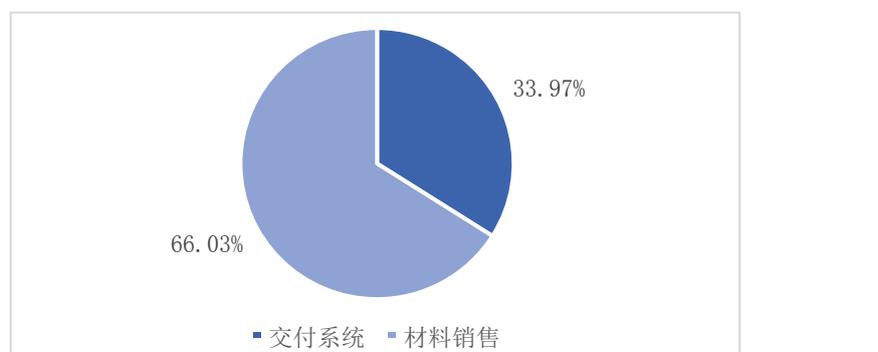


资料来源: Wind, 安信证券研究中心

尽管 Cabot 为行业龙头，但其近年市场份额呈逐渐下滑状态，从 2000 年的约 80% 下降至 2020 年的约 36%。随着制程的演进，抛光液的种类不断朝多元化方向扩展，由原先的 4-5 种已逐渐发展到 30 余种，技术难度也变得较为复杂，客户的需求逐渐多样化，龙头公司很难在所有细分领域掌握核心技术形成垄断，地区本土化自给率提升，给新进入者切入市场的机遇与挑战。

**Versum:** Versum 拥有材料、交付系统和服务两大业务，其中材料业务又包括先进材料和工艺材料两大产品类别：先进材料指集成电路制造过程中使用的先进沉积材料产品（高纯度特种气体和化学品）、化学机械平坦化产品（CMP 研磨液和后 CMP 清洁）、表面准备和清洁配方产品；工艺材料指半导体、显示器和发光二极管客户在清洗、蚀刻、掺杂、薄膜沉积等过程中使用的高纯度气体和化学品。据官网数据显示，2019 年实现销售收入 15.91 亿美元，其中材料业务实现销售收入 5.27 亿美元，占比 34%。

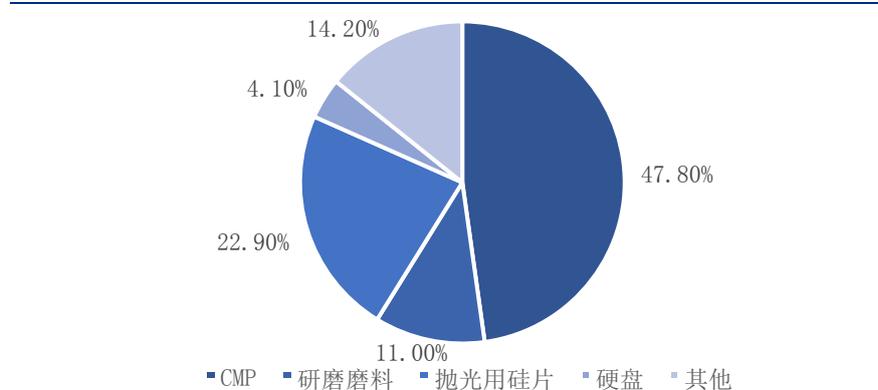
图 38: Versum 2019 收入结构



资料来源: Versum 官网, 安信证券研究中心

**Fujimi:** 成立于 1953 年，总部位于日本。Fujimi 是合成精密研磨剂制造商，产品线包括硅晶圆及其他半导体衬底的抛光研磨剂、半导体芯片上多层电路所需的化学机械抛光产品、电脑硬盘研磨剂以及对应于发动机的热喷涂材料等。据官网数据显示，2021 年实现销售收入 419.56 亿日元，其中半导体器件 CMP 研磨剂实现销售收入 20.04 亿日元，占比 48%。

图 39: Fujimi 2021 年度收入结构



资料来源: Fujimi 官网, 安信证券研究中心

**安集科技:** 安集科技成立于 2006 年 2 月，作为国内 CMP 抛光液龙头，成功打破了国外厂商对集成电路领域化学机械抛光液的垄断，实现了进口替代，使我国具备在该领域的自主

**供应能力。**公司目前化学机械抛光液已在 130-28nm 技术节点实现规模化销售，14nm 技术节点产品已进入客户认证阶段，10-7nm 技术节点产品正在研发中。

在行业景气度影响之下，2017 年至 2021 年安集科技营收处于波动上涨状态，2021 年实现营收 6.87 亿元，同比增长 62.57%，其中 CMP 抛光营收 5.94 亿元，占总体营收 86.51%；2021 年净利润出现下滑情况，主要系对外投资的青岛聚源芯星股权投资合伙企业（有限合伙）公允价值变动收益较去年同期大幅减少，实现净利润 1.25 亿元，同比下降 18.77%。

与 Cabot 相比，公司目前规模较小、员工人数较少，使得公司在产品开发、客户开拓及资源配置等方面有所侧重，产品线的多元化和客户的全球化布局较弱。公司与 Cabot 的化学机械抛光液均根据抛光对象不同进行分类，但具体产品线披露口径及收入结构存在差异。具体而言，目前公司化学机械抛光液包括铜及铜阻挡层系列抛光液、氧化物抛光液、硅抛光液、钨抛光液、其他抛光液，Cabot Microelectronics 化学机械抛光液包括钨抛光液、电介质（硅、氧化物等）抛光液、其他金属（铜、阻挡层、铝等）抛光液。

表 11：各类型 CMP 抛光液销售金额比较（安集 vs Cabot）

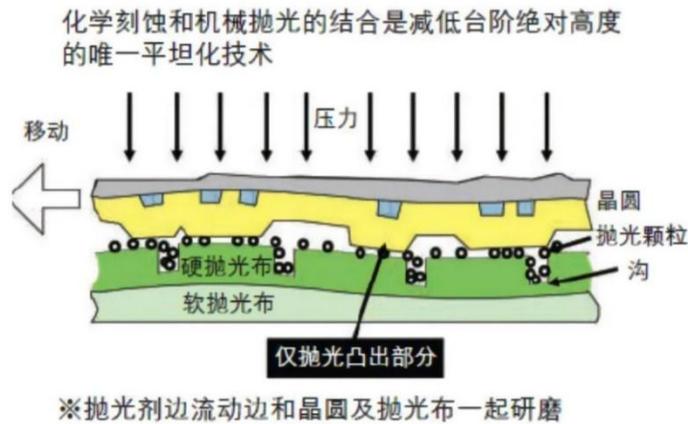
抛光液类型	公司	2018		2017		2016	
		金额	占比	金额	占比	金额	占比
铜及铜阻挡层系列	安集 (万元)	16,436.96	80.12%	17,430.82	83.66%	15,028.09	85.15%
	Cabot (亿美元)	-	-	-	-	-	-
氧化物抛光液	安集 (万元)	2,200.22	10.72%	2,188.98	10.51%	1,993.03	11.29%
	Cabot (亿美元)	-	-	-	-	-	-
硅抛光液	安集 (万元)	1,042.97	5.08%	1,010.41	4.85%	522.09	2.96%
	Cabot (亿美元)	-	-	-	-	-	-
钨抛光液	安集 (万元)	340.89	1.66%	15.4	0.07%	-	-
	Cabot (亿美元)	2.53	54.78%	2.21	54.75%	1.85	53.19%
电介质抛光液	安集 (万元)	-	-	-	-	-	-
	Cabot (亿美元)	1.4	30.21%	1.2	29.72%	0.99	28.45%
其他抛光液	安集 (万元)	495.41	2.41%	189.02	0.91%	105.17	0.60%
	Cabot (亿美元)	0.69	15.00%	0.63	15.53%	0.64	18.35%

资料来源：安集科技招股书，安信证券研究中心

### 3.5. CMP 抛光垫：陶氏一家独大，鼎龙率先突围

抛光垫是 CMP 工艺中除抛光液之外的另一重要耗材。抛光垫由多孔、有弹性的聚合物材料组成，具有类似海绵的机械特性和多孔特性，且表面有特殊的沟槽，可提高抛光均匀性。其主要作用是储存和运输抛光液、去除磨屑和维持稳定的抛光环境，使抛光均匀。

图 40：抛光垫作用原理



资料来源：鼎龙公司公告，安信证券研究中心

根据软硬的不同，抛光垫可分为硬垫和软垫两种，

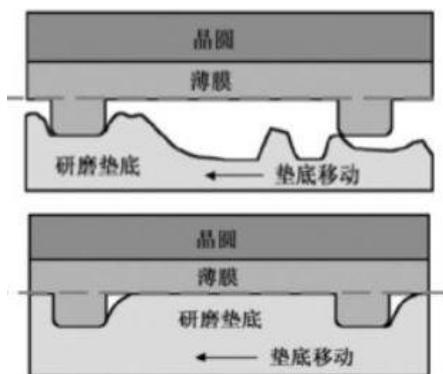
►硬垫：硬度较大、抛光液固体颗粒大，能实现较快的抛光速度，有较好均匀性和平整度；但表面较粗糙，损伤层较严重。

►软垫：抛光液利用率高，抛光液中固体颗粒较小，有更好的硅片内平均性，因此可以增加光洁度，同时去除粗抛时留下的损伤层，但难以实现高效的平坦化加工

高硬度抛光垫容易造成晶圆刮伤导致低的良率，较软的抛光垫则有更高的损耗率，因而通过改变化学成分与多孔结构控制，根据工艺需求选择特定硬度的抛光垫是抛光垫环节的工艺难点。在硬垫领域过去制程演进的过程中不同的技术节点对于抛光垫的变化不是非常大，龙头公司相对容易保持产品的一致性、垄断性、和稳定性。

根据材质的不同，抛光垫又能分为聚氨酯抛光垫，无纺布抛光垫和带绒毛结构的无纺布抛光垫。

图 41：抛光垫种类（硬垫上，软垫下）



资料来源：《半导体制造技术导论》，安信证券研究中心

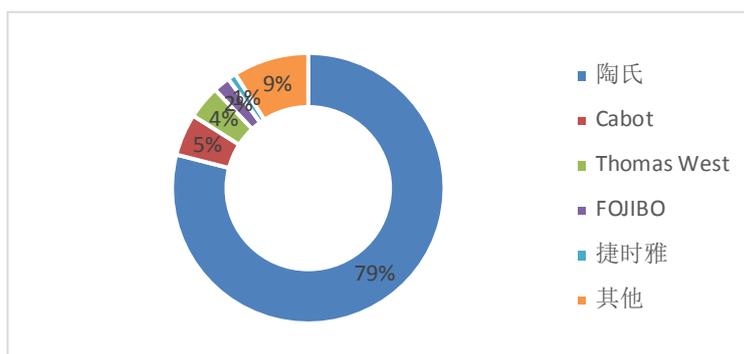
图 42：CMP 抛光垫种类



资料来源：华经情报网，安信证券研究中心

抛光垫产品种类相对单一，市场呈一家独大的竞争格局。目前全球抛光垫市场主要被美国厂商所垄断，据华经情报网统计，陶氏化学 2018 年占全球抛光垫市场份额接近 80%，其中陶氏 20 英寸占据 85% 的市场份额，30 英寸市场占比更高。此外其他供应商 Cabot、Thomas West、FOJIBO 等公司所占份额分别为 5%、4%、2%。大陆厂商中，鼎龙股份通过 28nm 产品全制程 (ILD/SIT/W/Cu/GKMG) 的验证并获得订单，针对 14nm 以下先进制程开发的新产品在客户端验证进展顺利，已初步打破抛光垫技术垄断，产能仍在释放当中。

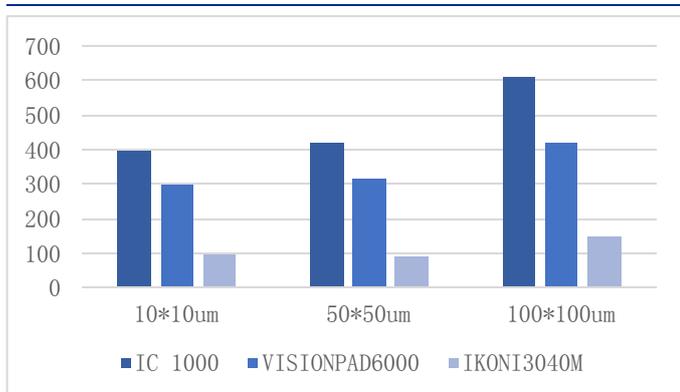
图 43：2018 年 CMP 抛光垫市占率



资料来源：华经情报网，安信证券研究中心

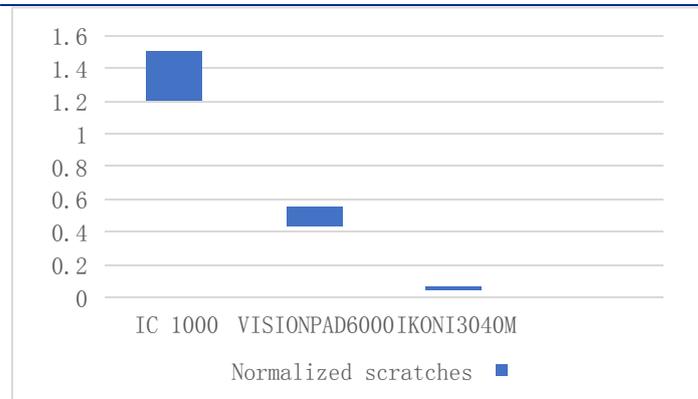
**陶氏：**陶氏化学成立于 1897 年，是美国第一大、全球第二大化工企业。陶氏产品种类涉猎广泛，2019 年拆分后的新陶氏主要业务集中于材料科学，其中公司在 CMP 抛光垫市场的绝对统治地位对中国半导体材料影响最大，全球市占率高达 79%。陶氏具备较早进入市场的先发优势，丰富的技术累计和先进产品研发技术始终引领着市场发展。陶氏最早推出的 IC1000 抛光垫产品已经成为了抛光垫行业的测试标准。陶氏的抛光垫产品随着工艺发展，逐步向缺陷率更低、平坦度更高、使用寿命更长的目标靠拢，提高市场正义工艺技术，维护公司产品技术领先优势。在未来这一发展方向仍将引领整个抛光垫行业的发展。

图 44：陶氏抛光垫产品平坦度



资料来源：DOW，安信证券研究中心

图 45：陶氏抛光垫缺陷率



资料来源：DOW，安信证券研究中心

**鼎龙股份：**鼎龙股份率先突围，成为 CMP 抛光垫唯一本土供应商，打破国外垄断局面。公司拟打造平台型材料企业，在业务领域全方位布局，包括打印复印通用耗材和光电半导体材料两条主线，公司 2013 年立项 CMP 抛光垫，并被纳入了“02”专项，负责中芯国际子课题 20-14nm 技术节点 CMP 抛光片产品的研发任务。2020 年 CMP 抛光垫产品已经导入国内领先下游存储芯片、功率芯片以及逻辑芯片等重要晶圆制造商，其中公司的 28nm 以上抛光垫获得国内存储大厂量产订单。22 年 3 月公司氧化铝抛光液产品也通过客户认证，进入吨级采购阶段，实现了关键材料的自主制备。

**营收及市占率突飞猛进，国内龙头地位初步显现。**鼎龙股份 2021 年实现营业收入 23.55 亿元，同比增长 29.67%；实现归母净利润 2.13 亿元，同比增长 233.60%。抛光垫业务营收水平持续增长，进入放量期。2021 年，抛光垫产品实现销售收入 3.02 亿元，同比增长 284%，首度扭亏为盈实现规模盈利，国内市占率由 2020 年不到 10%增长到 2021 年的

15%。公司抛光垫产品实现了成熟制程及先进制程的 100%全覆盖。关键原材料自主化持续推进，常规型号原料均实现自研自产，极大程度上保障了供应链的自主性、安全性，并优化了产品成本结构。

图 46：鼎龙 CMP 抛光垫国内市占率



资料来源：Wind，安信证券研究中心

## 4. 相关公司

### 4.1. 华海清科：国内唯一 12 英寸 CMP 设备商，市占率稳步提升

公司成立于 2013 年 4 月，是中国大陆一家拥有核心自主知识产权的高端半导体设备制造商，科创板上市注册申请已获证监会通过。公司主要从事半导体专用设备的研发、生产、销售及技术服务，主要产品为化学机械抛光（CMP）设备，并提供配套耗材及技术服务。公司生产的 CMP 设备可广泛应用于 12 英寸和 8 英寸的集成电路大生产线，总体技术性能已达国际先进水平。

公司是目前国内唯一一家提供 12 英寸 CMP 商业机型的高端半导体设备制造商，所产主流机型已成功填补国内空白，打破国际巨头数十年的垄断，有效降低了国内下游客户的采购成本，减少对国外设备的依赖，支持国内集成电路产业发展。

图 47：华海清科历史沿革



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

公司产品主要为拥有核心自主知识产权的 CMP 设备，产品类型涵盖 12 英寸 CMP 设备 300 系列、8 英寸 CMP 设备 200 系列及 12 英寸减薄抛光一体机 Versatile-GP300，全面覆盖集成电路制造过程中的非金属介质 CMP、金属薄膜 CMP、硅 CMP 等抛光工艺并取得量产应用，高端 CMP 设备的工艺技术水平已突破至 14nm 制程，形成了硬件+技术服务的全方位体系。公司在配套材料业务亦有布局，已打通整套晶圆再生工艺流程，能够实现无污染、低缺陷、高平整度、高洁净度的晶圆再生加工，未来有望实现与公司 CMP 设备业务之间的高度协同。

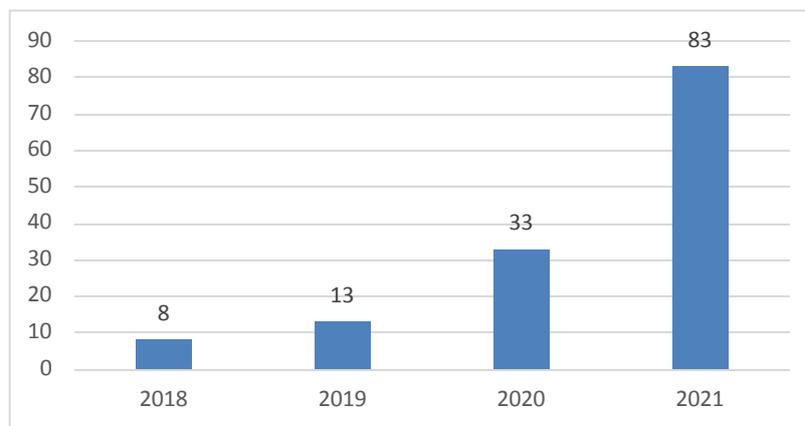
表 12: 华海清科主要产品介绍

产品分类	产品型号	图示	简介	主要满足的工艺需求
12 英寸 CMP 设备	Universal-300		具有完全自主知识产权的国产首台 12 英寸 CMP 设备, 适用于集成电路制造、晶圆基片生产、CMP 研磨材料研发和相关科学研究。	65-130nm Oxide/STI/Poly/Cu/W CMP 等各种工艺需求
	Universal-300Plus		根据市场需求研发的新型 12 英寸 CMP 设备, 具有四个抛光单元和单套清洗单元, 集成多种终点检测技术	45-130nm Oxide/STI/Poly/Cu/W CMP 等多种工艺需求
	Universal-300Dual		根据中高端市场需求开发的先进 12 英寸 CMP 设备, 具有四个抛光单元和双清洗单元	28-65nm 逻辑芯片以及 2xnm 存储芯片 Oxide/SiN/STI/Poly/Cu/W CMP 等多种工艺需求
	Universal-300X		根据高端市场需求开发的先进 12 英寸 CMP 设备, 抛光头具有 8 个独立气压分区, 用于实现晶片更加优异的全局平坦化, 结合先进的多种终点检测技术	14-45nm 逻辑工厂以及 1xnm 存储工厂 Oxide/SiN/STI/Poly/Cu/W CMP 等多种工艺需求
	Universal-300T		在 300X 机型基础上搭载了更先进的组合清洗技术, 展现更卓越的清洗效果	28nm 以下逻辑工厂以及 1xnm 存储工厂 Oxide/SiN/STI/Poly/Cu/W CMP 等各种工艺需求
8 英寸 CMP 设备	Universal-200		独立控制的 8 英寸 CMP 抛光单元系统, 兼容 4-8 英寸多种材料的化学机械抛光, 沿用了华海清科抛光设备的成熟技术和功能, 适用于 MEMS 制造、第三代半导体制造、科研院所和实验室	Oxide/STI/Poly/Cu/W CMP 等各种工艺要求
	Universal-200Plus		采用 Universal-300Plus 的成熟经验设计, 拥有完全自主知识产权, 集成多种终点检测技术, 4 个抛光单元和单套清洗单元, 技术水平高、产量高、性能稳定、多工艺灵活组合	Oxide/STI/Poly/Cu/W CMP 等各种工艺要求
12 英寸减薄抛光一体机	Versatile-GP300		公司新研制的用于 3D IC 制造的 12 英寸晶圆减薄抛光一体机, 通过新型整机布局集成超精密磨削、CMP 及后清洗工艺, 配置先进的厚度偏差与表面缺陷控制技术, 提供多种系统功能扩展选项, 具有高精度、高刚性、工艺开发灵活等优点, 可拓展研发多种配置	3D IC 制造、先进封装等领域的晶圆减薄技术需求

资料来源: 华海清科招股书, 安信证券研究中心

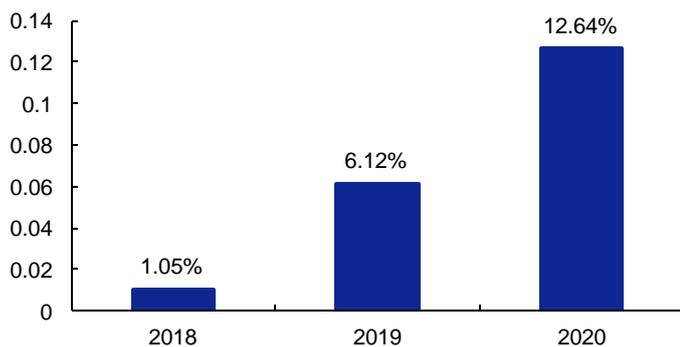
公司市场化进展顺利，依托稳定的性能、突出性价比和良好的售后服务优势，国内市占率稳步提升。公司主要客户包括中芯国际、长江存储、华虹集团、英特尔、长鑫存储、厦门联芯、广州粤芯、上海积塔等国内外先进集成电路制造商。截至 2021 公司 CMP 设备已累计出货超 140 台，未发出产品的在手订单超 70 台。根据 SEMI 统计的 2018-2020 年中国大陆地区的 CMP 设备市场规模和公司 2018-2020 年 CMP 设备销售收入计算，公司 2018-2020 年在中国大陆地区的 CMP 设备市场占有率约为 1.05%、6.12%和 12.64%，呈逐年提升趋势。在项目中标上，根据招股说明书 2019-2021 年间，公司在长江存储、华虹无锡、上海华力一二期项目、上海积塔 CMP 设备采购项目中，三年分别中标 8 台、33 台、27 台，中标占比分别为 21.05%、40.24%、44.26%，中标率连年提升。

图 48：2018-2021 年华海清科设备出货量



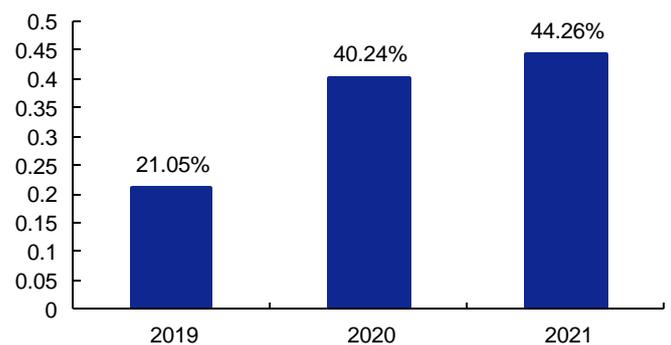
资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

图 49：华海清科 CMP 设备在中国大陆市占率情况



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

图 50：华海清科 CMP 设备在国内主要厂商中标率情况



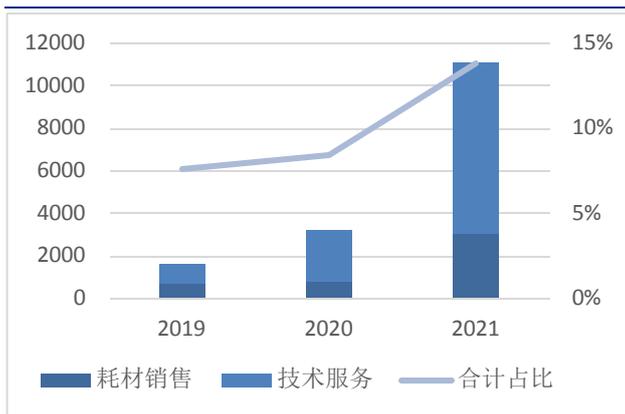
资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

CMP 设备正常运行过程中，除了使用到抛光液、抛光垫等通用耗材外，设备自身的抛光头、保持环、气膜、清洗刷、钻石碟等耗材在抛光过程中快速损耗，需进行定期维保更新。公司关键耗材销售和维保业务主要是针对已销售的 CMP 设备，由于国产化集成电路设备供应商要获得市场突破，打破国际巨头的垄断，不仅要求产品的技术水平、性能稳定性达到国际先进水平，更需要以本地化服务优势来争取客户的认可和订单。公司对此发展相关配套业务，向客户提供设备关键易磨损零部件的维保、更新服务，以保证设备的稳定运行。报告期内，公司向客户销售的关键耗材主要包括保持环、探测器、气膜、7 分区抛光头等，维保服务主要包

括向客户提供 7 分区抛光头维保等。随着公司 CMP 设备销售数量增加，相关产线陆续投产并持续运行，关键耗材销售和维保业务规模将随之扩大，业务可持续性较强。

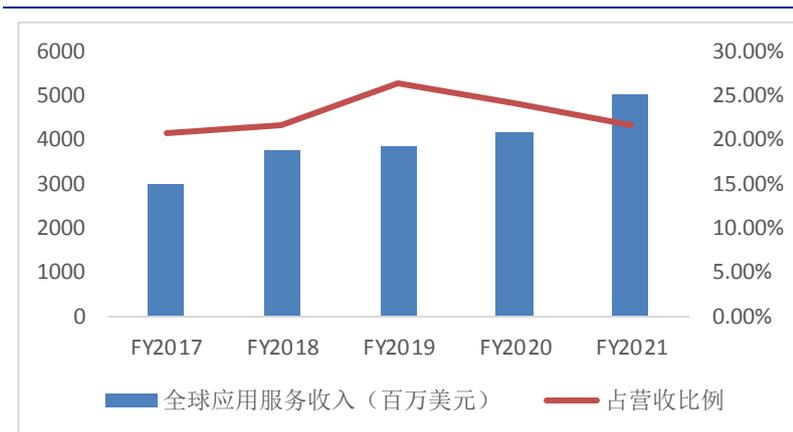
2021 年公司配套材料及技术服务营业收入达 1.11 亿元，同比增长 236.36%，占总年度收入 13.81%，整体占比呈不断爬坡趋势。参考海外成熟半导体设备厂商应用材料，技术服务收入在营收占比长期维持在 20% 的比例左右，我们认为公司配套材料及技术服务收入在总体收入的占比仍有较大提升空间。

图 51：华海清科配套材料及技术收入和占比（万元）



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

图 52：AMAT 服务收入及占整体收入比例



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

公司与清华大学保持紧密合作关系，研发实力雄厚。清华大学是公司大股东清控创投的控股股东，公司已与清华大学达成合作协议，清华大学负责配合公司进行 14-7nm CMP 装备、纳米金属薄膜厚度测量技术、抛光耗材节约技术等先进抛光技术及工艺的基础性论证，并配合公司进行工艺开发。目前，公司具有完全自主知识产权的先进 CMP 设备，并已实现在国内外知名客户先进大生产线的产业化应用。清华大学作为国内率先从事 CMP 基础原理研究的著名高校，拥有雄厚的技术原理基础与研发力量，公司与其建立的紧密合作关系，将为未来公司技术开发持续赋能。

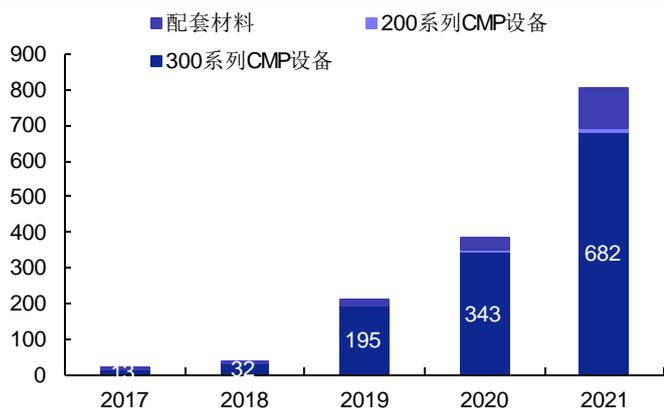
表 13：华海清科在研项目情况

序号	项目名称	项目总预算	项目进展	项目应用	技术水平
1	先进制程 DRAM CMP 工艺研究项目	9,150 万元	已完成、待验收	DRAM 制造抛光工艺	国际先进
2	先进制程 3DNAND CMP 工艺研究项目	8,700 万元	已完成、待验收	3D NAND 制造抛光工艺	国际先进
3	减薄设备研发项目	8,550 万元	已完成、待验收	集成电路制造减薄工艺	国际先进
4	关键节点金属 CMP 机台研制及工艺开发	10,090 万元	已完成、待验收	集成电路制造抛光工艺	国际先进
5	高效 CMP 后清洗关键技术研发	640 万元	研究阶段	集成电路制造晶圆清洗工艺	国际先进
6	关键零部件项目	21,400 万元	研究阶段	集成电路制造抛光设备	国际先进
7	高性能抛光头气压控制系统开发	150 万元	研究阶段	集成电路制造抛光工艺	国际先进

资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

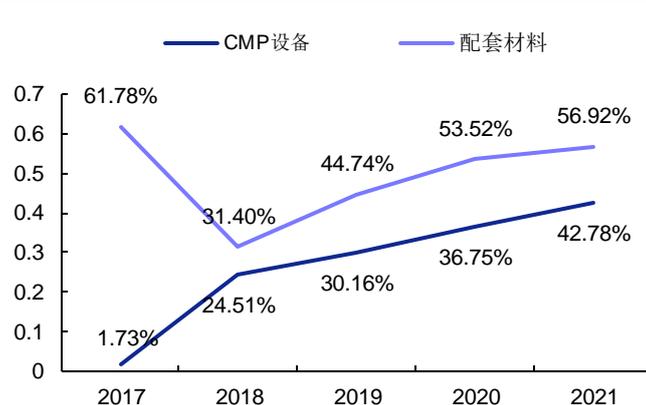
300 系列 CMP 设备是目前收入主要来源。从营收结构来看，2021 年公司 300 系列 CMP 设备、200 系列 CMP 设备和配套材料分别为 6.82 亿元 (YoY+98.83%)、0.12 亿元 (YoY+13.46%)、1.11 亿元 (YoY+240.88%)，占公司整体收入比例分别为 84.75%、1.43%、13.81%。2021 年 CMP 设备和配套材料毛利率分别为 42.78%、56.92%。

图 53：华海清科营收结构（百万元）



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

图 54：华海清科分业务毛利率

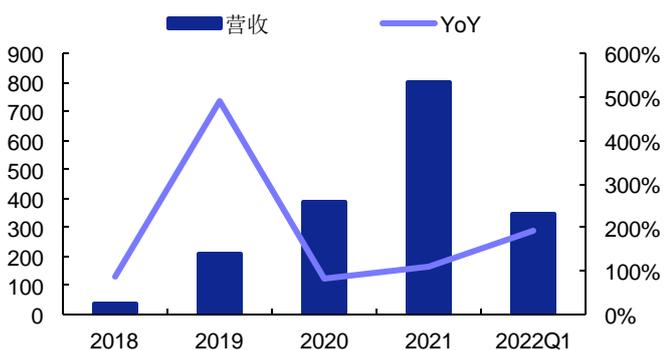


资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

从公司整体营收来看，公司业务发展迅速，收入规模不断扩大，市场份额持续提升。2018 年到 2022 年第一季度，公司营业收入分别约为 0.36 亿元、2.11 亿元、3.86 亿元、8.05 亿元和 3.48 亿元，2018-2021 年复合增长率达 182.60%，市场占有率逐步提高。

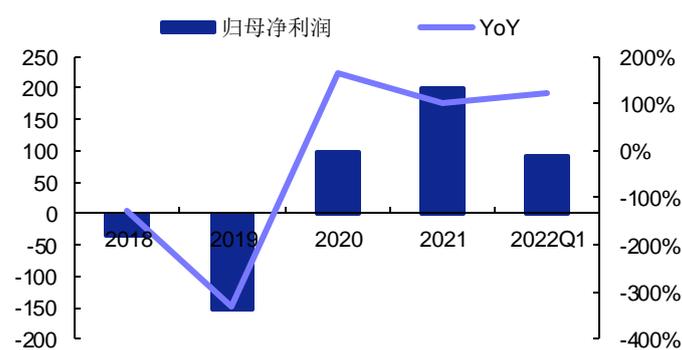
盈利能力方面，公司所在行业前期研发投入高，在机台量产前和产品持续创新升级时公司需要保持较大强度的研发投入；同时公司所销售的设备需工艺测试一段时间通过客户验证后方可确认销售收入，最近三年产销量较小，而单位成本较高或期间费用率较高，尚未体现规模效应，导致 2020 年前公司存在连续亏损。2020 年公司完成了由负转盈的突破。2021 年，公司实现归母净利润 1.98 亿元，同比增长 102.76%；扣非归母净利润 1.14 亿元，同比增长 679.88%。公司盈利能力不断上涨，其主要原因是公司生产规模的增长加大了固定成本的分摊，同时优化选型令直接材料的价格逐步降低，综合降低了生产成本；同时公司持续进行创新研发、推出新的高端产品，单台设备价格有所提升。

图 55：华海清科营收情况（百万元）



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

图 56：华海清科盈利情况（百万元）



资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

本次 IPO 公司拟募资 10 亿元用于以下项目：（1）**高端半导体装备（化学机械抛光机）产业化项目**：计划总投资约 5.4 亿元，建设期为 15 个月，设计产能为年产 100 台化学机械抛光机（包括减薄设备）。本项目是对公司核心产品的产能扩充，并促进新产品或新功能的创新开发及升级，助力公司扩展产品线，加快研发成果产业化，抢占国内集成电路装备市场。

（2）**高端半导体装备研发项目**：计划总投资约 3.1 亿元，通过开展系列技术研发课题，创新研发面向 14nm 及以下制程先进半导体制造 CMP、减薄多项关键技术及系统，并研发相

应的成套先进工艺。(3) 晶圆再生扩产升级项目：计划总投资约 3.6 亿元，建设期为 15 个月，新增生产设备及仪器 46 套，项目建成后具备月加工 10 万片 12 英寸再生晶圆的生产能力。

表 14：华海清科募投项目情况

项目名称	投资总额 (万元)	拟投入募集资金 (万元)
高端半导体装备 (化学机械抛光机) 产业化项目	54,044	35,000
高端半导体装备研发项目	31,185	20,000
晶圆再生扩产升级项目	35,790	15,000
补充流动资金	30,000	30,000
<b>合计</b>	<b>151,019</b>	<b>100,000</b>

料

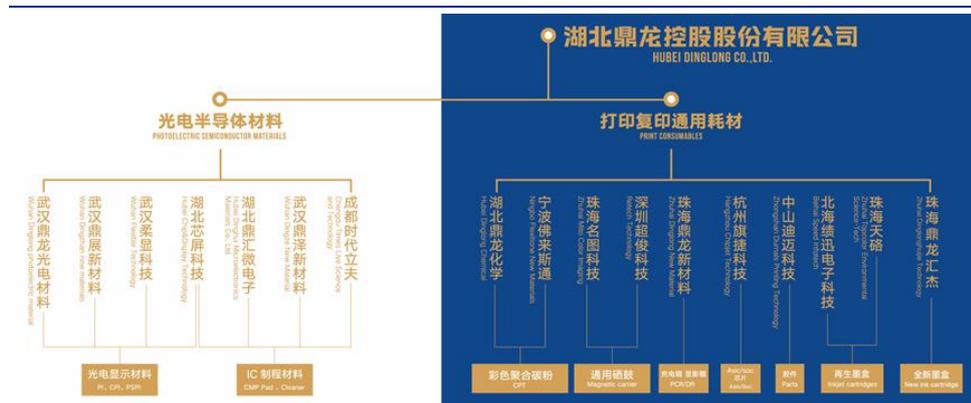
资料来源：华海清科招股书，安信证券研究中心

#### 4.2. 鼎龙股份：国内 CMP 抛光垫龙头，光电半导体材料业务高速放量

湖北鼎龙控股股份有限公司创立于 2000 年，并于 2010 年在创业板上市。鼎龙股份是一家从事集成电路芯片设计及制程工艺材料、光电显示材料、打印复印通用耗材等研发、生产及服务的企业。公司在创立之初主要产品为电荷调节剂和显色剂，并一步步拓展了碳粉、硒鼓、显影辊、耗材芯片、墨盒等产品，实现了打印复印通用耗材全产业链布局。此外，公司拓展泛半导体材料领域，形成光电半导体材料产业布局，泛半导体材料业务主要包括半导体制程工艺材料、半导体显示材料、半导体先进封装材料三个板块，着力攻克国家战略性新兴产业（集成电路、新型显示）被国外卡脖子、保障供应链安全的核心关键材料。

公司半导体制程工艺材料产品包括 CMP 抛光垫、抛光液、清洗液三大 CMP 环节核心耗材。在 CMP 抛光垫方面，公司从 2013 年开始 CMP 抛光垫项目的研发，是国内唯一一家全面掌握抛光垫全流程核心研发和制造技术的 CMP 抛光垫供应商，已成为部分客户的第一供应商，在该领域国内市场的优势地位已经确立；公司也在积极开拓海外市场，经过在客户端验证，于 2021 年 11 月取得首张海外订单。CMP 抛光液方面，公司在 Oxide, SiN, Poly, Cu, Al 等 CMP 制程抛光液产品多线布局，客户端验证反馈情况良好，部分产品也已通过各项技术指标测试：Oxide 制程某抛光液产品已取得小量订单；Al 制程某抛光液产品在 28nm 技术节点 HKMG 工艺中通过客户验证，进入吨级采购阶段。清洗液方面，公司在 Cu 制程 CMP 清洗液实现突破，获得三家国内主流客户验证通过，另有 3 家客户已进入大规模验证阶段并取得小量订单。

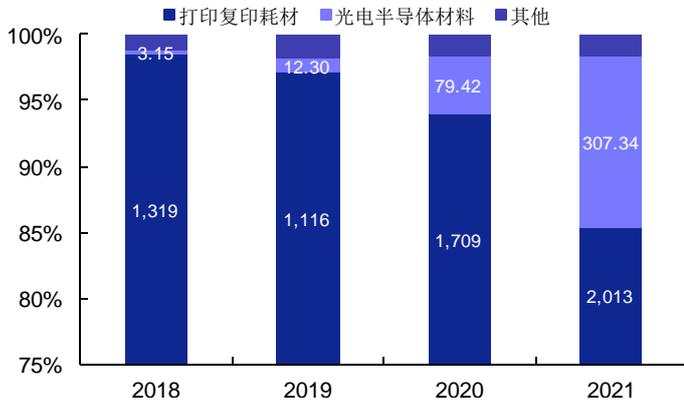
图 57：鼎龙股份产业布局



资料来源：公司官网，安信证券研究中心

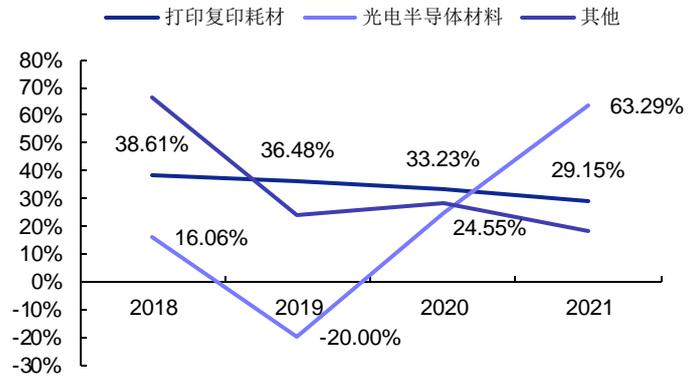
目前，公司的主要营收来源还是传统业务打印复印耗材，但在光电半导体材料产业的布局也逐渐取得成效。从营收结构来看，2021年公司打印复印耗材和光电半导体材料分别为20.13亿元（YoY+17.79%）、3.07亿（YoY+286.98%），占公司整体收入比例分别为85.43%、13.05%；毛利率分别为29.15%、63.29%，光电半导体材料毛利率显著高于打印复印耗材。

图 58：鼎龙股份营收结构（百万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 59：鼎龙股份分业务毛利率

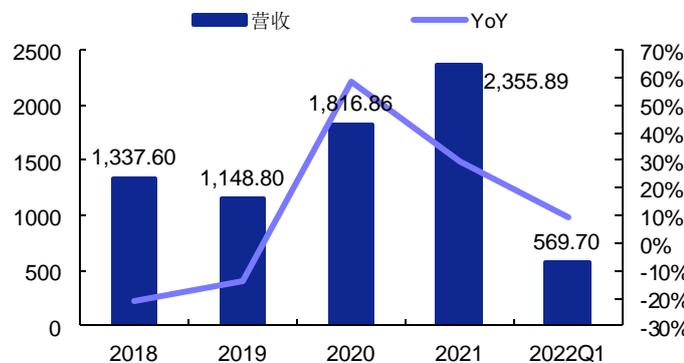


资料来源：Wind，安信证券研究中心

随着集成电路产业的蓬勃发展，半导体材料用量逐步增加，公司光电半导体材料业务布局获得良好成效，营收快速提升。2018-2021年，公司营业收入分别为12.38亿元、11.49亿元、18.17亿元、23.56亿元，4年CAGR为15.20%。2021年公司营收同比增长29.67%，主要源自公司CMP抛光垫业务较上年同期大幅增长，以及打印复印通用耗材业务的稳步增长；同时，归母净利润2.14亿元，同比增长233.60%；归母扣非净利润2.07亿元，同比增长175.62%。

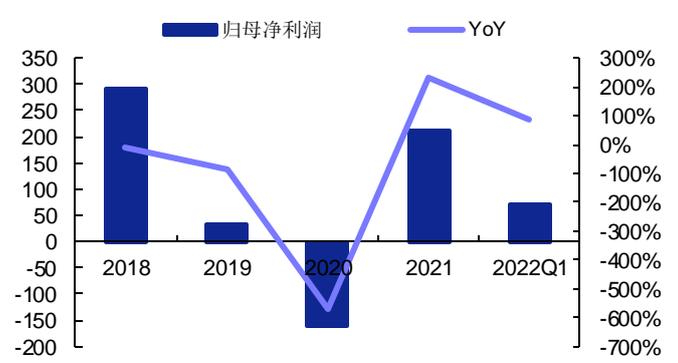
2022年第一季度，公司实现营收5.70亿元，同比增长9.57%；归母净利润0.71亿元，同比增长90.12%；归母扣非净利润0.67亿元，同比增长27.23%。根据公司一季报，公司半导体工艺材料业务收入、利润同比显著增加；半导体显示材料收入较去年四季度呈现环比增长趋势；打印复印通用耗材业务收入基本持平。

图 60：鼎龙股份营收情况（百万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 61：鼎龙股份盈利情况（百万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

未来规划方面，CMP抛光垫二期工厂已于2021年年底正式投产，将抛光硬垫一、二期合计年产能提升至30万片每年，目前二期产能利用率正在爬坡中；抛光垫三期工厂（潜江）已于

2021年5月正式动工，并于2021年10月顺利封顶，目前正在内部装修及设备装机中，预计于2022年夏季完成设备安装，进入设备联动、试生产阶段。CMP抛光液产品开发验证快速推进，一期武汉5000吨年产能建设完毕静待放量，二期产线在按计划筹备中。清洗液主要产品验证通过，年产能2000吨的武汉本部一期清洗液产线完成试产，已达到稳定供货的能力。半导体先进封装材料方面，公司开启先进封装材料产线的建设，计划10月份在武汉竣工试产。柔性显示材料PSPI、TFE-INK产品中试结束，客户端验证情况良好，武汉本部PSPI一期年产150吨中试产线已建成，即将开始规模化产线的二期建设。

#### 4.3. 安集科技：国产CMP抛光液龙头，打造电子材料平台型企业

安集科技成立于2006年，2019年在科创板上市，是一家集研发、生产、销售、服务为一体的自主创新型高科技微电子材料企业。公司主营业务为关键半导体材料的研发和产业化，目前产品包括不同系列的化学机械抛光液和功能性湿电子化学品，主要应用于集成电路制造和先进封装领域。公司已形成了铜及铜阻挡层抛光液、介电材料抛光液、钨抛光液、基于氧化铈磨料的抛光液、衬底抛光液、功能性湿电子化学品和新材料新工艺七大产品平台，并均取得了不同程度的进展和突破。

公司为国内抛光液龙头，根据TECHTET，公司2021年CMP抛光液的全球市场份额达到5%。公司客户涵盖中芯国际、长江存储、台积电、华虹半导体、华瑞微电子等主流晶圆厂商。由于集成电路制造行业集中度较高，且公司致力于为客户提供完整的一站式解决方案，公司客户集中度较高，前五名客户合计销售额占2020年销售总额的84.45%，第一名客户和第二名客户占比分别为42.91%和31.10%。2021年，公司服务国内本土Fab厂并持续取得新订单，还获得数个全球领先外资芯片企业在中国大陆Fab厂的新订单，有望持续受益国产替代趋势。

图 62：安集科技主要客户



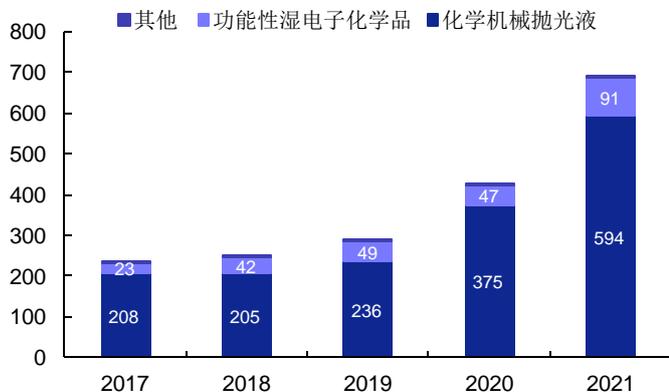
资料来源：公司公告，安信证券研究中心

公司积极布局研发创新，多项技术取得突破性进展。在化学机械抛光液板块，公司在用于28nm技术节点HKMG工艺的铝抛光液取得重大突破，打破国外厂商垄断；基于氧化铈磨料的抛光液实现国产自主供应，目前已在3D NAND先进制程中实现量产并逐步上量；衬底抛光液取得突破性进展，已进入量产的准备阶段；公司通过合资成立子公司山东安特纳米建立了关键原材料硅溶胶的自主可控生产供应能力、通过自研自建的方式持续加强了氧化铈颗粒的制备和抛光性能的自主可控能力，推进核心原材料自主可控取得了突破性进展。在功能性湿电子化学品板块，28nm技术节点后段硬掩模铜大马士革工艺刻蚀后清洗液技术实现进口替代，并已在重要客户上线稳定使用；14nm-7nm技术节点后段硬掩模铜大马士革工艺刻蚀后清洗液的研究及验证正在按计划进行；抛光后清洗液已经量产，并应用于12英寸芯片制造；功能性刻蚀液成功建立技术平台，并开始客户端验证。

从营收结构来看，化学机械抛光液为公司最大营收来源，功能性湿电子化学品也在2021年实现快速增长。2021年公司化学机械抛光液和功能性湿电子化学品分别为5.94亿元

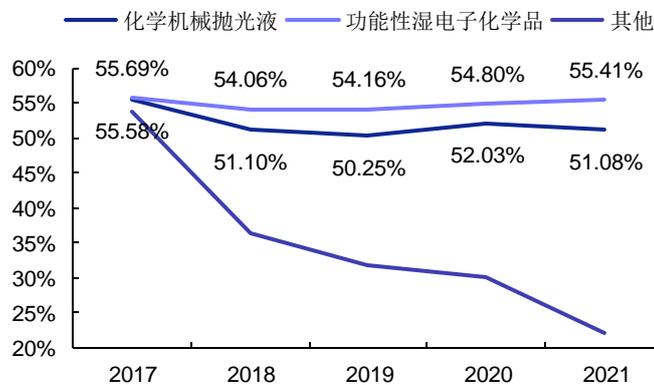
(YoY+58.45%)、0.91 亿 (YoY+92.15%)，占公司整体收入比例分别为 86.51%、13.23%；毛利率分别为 51.08%、55.41%，始终保持较高水平。

图 63：安集科技营收结构（百万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 64：安集科技分业务毛利率

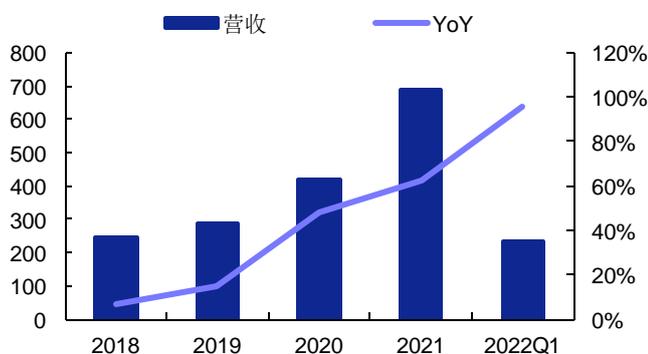


资料来源：Wind，安信证券研究中心

得益于半导体行业高景气度、中国 CMP 设备市场高增速，以及公司在化学机械抛光液全品类布局开花结果、在功能性湿电子化学品产品线布局持续攻克领先技术节点难关，公司营收实现高速增长，2018-2021 年分别为 2.48 亿、2.85 亿、4.22 亿、6.87 亿，4 年 CAGR 为 29.01%。2021 年公司营业收入 6.87 亿元，同比增长 62.57%；归母净利润 1.25 亿元，同比-19.77%，同比下降的原因主要是非经常性损益科目的影响，对外投资的青岛聚源芯星公允价值变动收益较去年同期大幅减少；归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润 0.91 亿元，同比增长 54.81%。

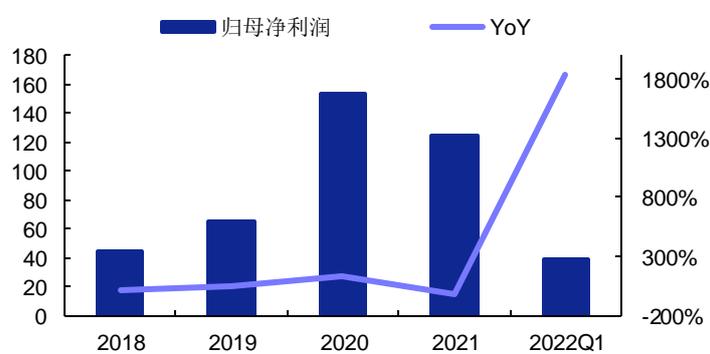
2022 年第一季度，公司实现营业收入 2.33 亿元，同比增长 95.14%；归母净利润 0.40 亿元，同比增长 1830.27%；归母扣非净利润 0.51 亿元，同比增长 575.44%。21Q1 公司整体营收以及归母净利润均大幅提高，主要原因为公司整体业务稳健增长，多款产品持续扩大份额，以及 2021 年第一季度基数较小。

图 65：安集科技营收情况（百万元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 66：安集科技盈利情况（百万元）

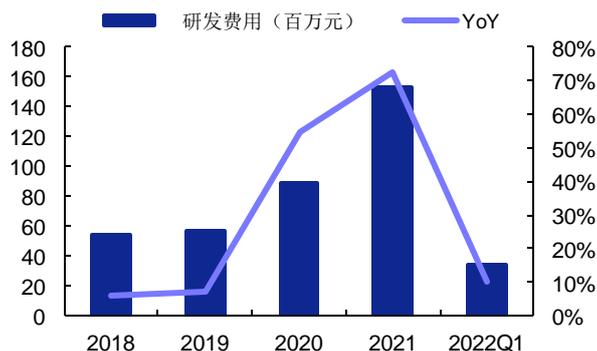


资料来源：Wind，安信证券研究中心

公司持续加大研发投入和产能建设，提升核心竞争力。2021 年，公司研发费用为 1.53 亿元，同比增长 72.23%，研发费用率达到 22.30%。产能建设方面，公司启动了在上海化学工业区内新建上海安集集成电路材料基地的可转债募投项目，建设期为 3 年，投资 3.8 亿元用于 1)

功能性湿电子化学品板块新增产品产能：特殊工艺用刻蚀液 8000 吨/年、新型配方工艺化学品 400 吨/年；2) 化学机械抛光液板块新增关键原材料产能：化学机械抛光液用高端纳米磨料 1500 吨/年、特殊电子级添加剂 1200 吨/年等，将填补国内高端纳米磨料等关键半导体材料上游原料规模化生产的空白，实现核心原材料的自主可控并降本增效。宁波北仑基地主要生产功能性湿电子化学品，一期部分已于 2020 年竣工并投产，二期部分已完成主体基础设施建设。公司三大生产制造基地（上海金桥、宁波北仑、上海化学工业区）将形成产品差异化布局并协同互补发展。

图 67：安集科技研发投入情况



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 68：安集科技研发费用率



资料来源：Wind，安信证券研究中心

## 5. 风险提示

### 5.1. 市场竞争风险

由于国内 CMP 企业进入市场的时间晚、产品较为单一、经营规模较小且市场占有率较低，较海外龙头企业仍有一定的技术差距，若海外企业加大研发投入或通过兼并购增加公司规模及研发实力，可能会导致国内企业竞争加剧。同时 CMP 市场的快速增长以及我国巨大的市场规模和进口替代预期，还将吸引更多的潜在进入者，将对国产企业对未来的长期发展带来一定负面影响。

### 5.2. 产品开发不及预期

CMP 行业对技术创新要求较高，需要对客户需求进行持续跟踪研究并开发满足客户需求的产品。如果公司未来不能准确地把握技术发展趋势，在产品开发方向的战略决策上出现失误，或者未能及时进行产品升级和新技术的运用，紧跟国内外半导体设备制造技术的发展趋势，或者后续研发投入不足，将使得公司产品开发的成功率受到影响，持续大量的研发投入成本无法回收，面临因无法保持持续创新能力而导致市场竞争力下降的风险。

### 5.3. 下游需求衰减

受本次疫情影响，宏观经济发生较大波动，导致通信、计算机、汽车、消费电子、人工智能等终端市场需求下降，对于位于产业链上游的 CMP 设备和材料企业，其需求直接受到下游芯片制造及终端应用市场的影响，市场需求不及预期，将导致国产设备材料每年的采购额大幅下降，对公司的业务发展和经营业绩造成不利影响。

#### 5.4. 业务经营风险

受国际经济局势和全球疫情的影响，部分境外客户的经营情况和盈利能力可能下滑，从而造成境外客户应收账款及账龄的增加，如果公司主要供应商的供货条款发生重大调整或者停产、交付能力下降、供应中断等或者原材料采购国采取出口管制，会对公司原材料供应的稳定性、及时性和价格产生不利影响，从而对公司的经营业绩造成不利影响。

## ■ 行业评级体系

### 收益评级:

领先大市 — 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%以上;

同步大市 — 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%;

落后大市 — 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上;

### 风险评级:

A — 正常风险, 未来 6 个月投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动;

B — 较高风险, 未来 6 个月投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动;

## ■ 分析师声明

本报告署名分析师声明, 本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责, 保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据, 特此声明。

## ■ 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)经中国证券监督管理委员会核准, 取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告, 是证券投资咨询业务的一种基本形式, 本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析, 形成证券估值、投资评级等投资分析意见, 制作证券研究报告, 并向本公司的客户发布。

## ■ 免责声明

本报告仅供安信证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息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。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。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“安信证券股份有限公司研究中心”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设，并采用适当的估值方法和模型得出的，由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性，估值结果和分析结论也存在局限性，请谨慎使用。

安信证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

### 安信证券研究中心

深圳市

地址：深圳市福田区深南大道 2008 号中国凤凰大厦 1 栋 7 层

邮编：518026

上海市

地址：上海市虹口区东大名路 638 号国投大厦 3 层

邮编：200080

北京市

地址：北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮编：100034