

---

# 半导体上游原材料及其生 产设备行业研究



刘杨

兴泰资本

XINGTAI CAPITAL MANAGEMENT

2019年12月

---

## 目录

一、半导体上游原材料概述 .....	1
(一) 半导体产业概述 .....	1
(二) 半导体材料行业概述 .....	2
二、晶圆制造材料细分行业 .....	5
(一) 晶圆制造材料-硅片 .....	5
1.简介 .....	5
2.制造工艺 .....	8
3.市场规模 .....	10
4.竞争格局 .....	12
5.国产化情况 .....	15
(二) 晶圆制造材料-电子气体 .....	20
1.简介 .....	20
2.制造工艺 .....	22
3.市场规模 .....	23
4.竞争格局 .....	23
5.国产化情况 .....	24
(三) 晶圆制造材料-光掩膜版 .....	27
1.简介 .....	27
2.制造工艺 .....	28

---

3.市场规模.....	30
4.竞争格局.....	30
5.国产化情况 .....	31
(四) 晶圆制造材料-光刻胶 .....	34
1.简介 .....	34
2.制造工艺.....	35
3.市场规模.....	36
4.竞争格局.....	36
5.国产化情况 .....	38
(五) 晶圆制造材料-抛光材料 .....	40
1.简介 .....	40
2.制造工艺.....	41
3.市场规模.....	42
4.竞争格局.....	42
5.国产化情况 .....	44
(六) 晶圆制造材料-靶材.....	46
1.简介.....	46
2.制造工艺.....	49
3.市场规模.....	51
4.竞争格局.....	51
5.国产化情况 .....	54
(七) 晶圆制造材料-湿法化学品 .....	57
1.简介 .....	57
2.制造工艺.....	58

---

3.市场规模.....	59
4.竞争格局.....	59
5.国产化情况 .....	62
三、半导体上游材料生产设备 .....	64
（一）晶体生长设备 .....	65
1.简介 .....	65
2.制造工艺.....	66
3.竞争格局.....	67
4.国内主要上市企业.....	68



**兴泰资本**

XINGTAI CAPITAL MANAGEMENT

## 一、半导体上游原材料概述

### (一) 半导体产业概述

根据 WSTS (世界半导体贸易统计协会) 分类标准, 半导体芯片主要可分为集成电路、分立器件、传感器与光电子器件四种类别。其中, 集成电路的市场份额占比 80%以上。集成电路可细分为存储器、模拟芯片、逻辑芯片与微处理器。模拟芯片可进一步细分为功率器件、放大器、滤波器、反馈电路、基准源电路、开关电容电路等产品。根据 WSTS 发布的数据, 2018 年全球半导体市场销售规模约为 4,687.78 亿美元, 其中集成电路市场规模为 3,932.88 亿美元, 占比为 83.90%。

2018 年全球半导体市场规模概况

细分行业	2018 年	份额占比
<b>分立器件:</b>	754.9	16.10%
分立元器件	241.02	5.14%
光电元器件	380.32	8.11%
传感器	133.56	2.85%
<b>集成电路 (IC):</b>	3932.88	83.90%
模拟芯片	587.85	12.54%
微处理器	672.33	14.34%
逻辑芯片	1093.03	23.32%

储存芯片	1579.67	33.70%
<b>半导体市场规模合计</b>	<b>4687.78</b>	<b>100.00%</b>

半导体行业具有技术难度高、投资规模大、产业链环节长、产品种类多、更新迭代快、下游应用广泛的特点，产业链呈垂直化分工格局。半导体制造产业链包含设计、制造和封装测试环节，半导体材料和设备是芯片制造、封测的重要基础，处于整个半导体产业的上游。半导体产品广泛应用于移动通信、计算机、汽车电子、医疗电子、工业电子、人工智能、军工航天等行业。



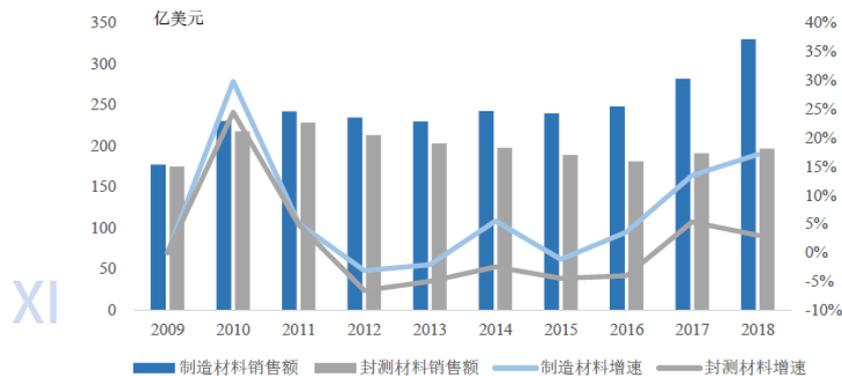
## (二) 半导体材料行业概述

### 1、全球市场

半导体材料包括半导体制造材料与半导体封测材料。由于集成电路制造与封测技术的复杂性，从晶圆裸片到芯片成品，中间需要

经过氧化、溅镀、光刻、刻蚀、离子注入以及封装等上百道特殊的工艺步骤，其工艺技术的不断进步也带动了上游专用材料的快速发展。根据 SEMI（国际半导体设备与材料协会）统计，2018 年全球半导体制造材料市场规模为 330.18 亿美元，同比增长 17.14%；全球半导体封装测试材料市场规模预计为 197.01 亿美元，同比增长 3.02%。2009 年至今，制造材料市场规模增速一直高于封测材料市场增速。2009 年，制造材料市场规模与封测材料市场规模相当，经过近十年发展，制造材料市场规模是封测材料市场规模的 1.68 倍。本文主要介绍半导体制造材料。

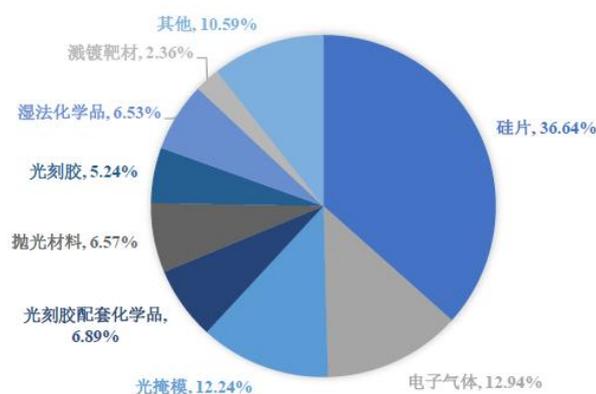
全球半导体制造材料与封测材料销售额



半导体制造材料主要包括硅片、电子气体、光掩膜、光刻胶配套化学品、抛光材料、光刻胶、湿法化学品与溅射靶材等。根据 SEMI 统计，2018 年硅片、电子气体、光掩膜、光刻胶配套化学品的销售额分别为 120.98 亿美元、42.73 亿美元、40.41 亿美元、22.76 亿美元，分别占全球半导体制造材料行业 36.64%、12.94%、

12.24%、6.89%的市场份额。半导体硅片占比最高，为半导体制造的核心材料。

2018 年全球半导体制造材料市场结构



注：硅片包括抛光片、外延片、SOI 硅片。

## 2、国内市场

据中国电子材料行业协会数据统计，2012-2018 年，中国半导体材料市场整体保持平稳增长，整体增长速度要明显快于全球半导体材料市场规模增速。2018 年，中国半导体材料市场销售规模达到 793.95 亿元，同比增长 11.64%，其中晶圆制造材料销售规模为 407.8 亿元；封装测试材料销售规模为 386.15 亿元。

2012-2018 年中国半导体材料市场销售规模（单位：万元）



资料来源：中国电子材料行业协会 前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

## 二、晶圆制造材料细分行业

### (一) 晶圆制造材料-硅片

#### 1.简介

衬底是具有特定晶面和适当电学、光学和机械特性的用于生长外延层的洁净单晶薄片，按照演进过程可分为三代：以硅、锗等元素半导体材料为代表的第一代，奠定微电子产业基础；以砷化镓（GaAs）和磷化铟（InP）等化合物材料为代表的第二代，奠定信息产业基础；以氮化镓（GaN）和碳化硅（SiC）等宽禁带半导体材料为代表的第三代，支撑战略性新兴产业的发展。



目前，硅基材料是应用最广的衬底材料，根据相关数据统计，2017 年硅衬底销售额占比达 85%以上（其他主要衬底为 GaAs、GaN、SiC 等化合物半导体材料，占比较小）。硅在地壳中占比约 27%，是除了氧元素之外第二丰富的元素，硅元素以二氧化硅和硅酸盐的形式大量存在于沙子、岩石、矿物中，储量丰富并且易于取得。通常将 95-99%纯度的硅称为工业硅。沙子、矿石中的二氧化硅经过纯化，可制成纯度 98%以上的硅；高纯度硅经过进一步提纯变为纯度达 99.9999999%至 99.999999999%（9-11 个 9）的超纯多晶硅；超纯多晶硅在石英坩埚中熔化，并掺入硼（P）、磷（B）等元素改变其导电能力，放入籽晶确定晶向，经过单晶生长，制成具有特定电性功能的单晶硅锭。一般用于集成电路的单晶硅纯度要达到 99.9999999%以上，在硅片上可布设晶体管及多层互联线，使之成为具有特定功能的集成电路或半导体器件产品。在生产环节中，

---

半导体硅片需要尽可能地减少晶体缺陷，保持极高的平整度与表面洁净度，以保证集成电路或半导体器件的可靠性。

从尺寸来看，硅片主要有 50mm（2 英寸）、75mm（3 英寸）、100mm（4 英寸）、150mm（6 英寸）、200mm（8 英寸）、300mm（12 英寸）等规格，现在已有向 18 英寸（450mm）发展的趋势。目前，全球市场主流的产品是 8 英寸、12 英寸的直径的硅片，占据约 90%以上的市场。

按照加工工序，硅片可分为**抛光片**、**外延片**、**SOI 硅片**四大类产品。其中，抛光片是应用范围最广泛，用量最大、最基础的产品，其他的硅片产品也都是在抛光片的基础上二次加工产生的。

**抛光片**：指由石英砂经过提纯、拉晶、切片、抛光等工艺处理后形成的半导体硅片。硅片表面颗粒度和洁净度对半导体产品的良品率也有直接影响。抛光工艺可去除加工表面残留的损伤层，实现半导体硅片表面平坦化，并进一步减小硅片的表面粗糙度以满足芯片制造工艺对硅片平整度和表面颗粒度的要求。抛光片可直接用于制作半导体器件，广泛应用于存储芯片与功率器件等。

**外延片**：指外延生长形成的具有单晶薄膜的衬底晶片。通过气相外延沉积的方法在衬底上进行长晶，与最下面的衬底结晶面整齐排列进行生长。外延硅晶片广泛使用在二极管、IGBT 功率器件、低

---

功耗数字与模拟集成电路及移动计算通讯芯片、工业电子、汽车电子等领域。

**SOI 硅片**：指绝缘体上硅片，是常见的硅基材料之一，其核心特征是在顶层硅和支撑衬底之间引入了一层氧化物绝缘埋层。SOI 硅片适合应用在接受耐高压、耐恶劣环境、低功耗、集成度高的芯片上，如射频前端芯片、功率器件、汽车电子、传感器以及星载芯片等。

## 2. 制造工艺

硅片的生产过程非常复杂，从硅石到硅片需要经过提纯、熔铸、拉棒、切割、抛光、清洗等多道工序。集成电路使用的硅片为单晶硅，以多晶硅做原料经过直拉法或者区熔法拉制出单晶硅棒，再通过切割、磨片、抛光工序而制成的。

从整个单晶硅生产工艺流程来看，多晶硅的制备、硅料的铸锭、拉棒以及硅片的切割是目前硅片生产过程中的四大核心技术。这四大技术在生产工艺中主要通过影响硅片的纯度、杂质含量、密实度、晶粒尺寸及尺寸分布、结晶取向与结构均匀性、以及硅片的薄厚程度等，进而影响硅片的性能。

技术	功能	方案	产品要求
制备多晶硅	从硅矿石制作高纯度的硅	改良西门子法：氯化、提纯、还原、回收	通常要求经过三步提纯制备出的半导体级硅料纯度达到 99.9999999%
铸锭	将原生硅料在铸锭炉内产生多晶硅锭	定向凝固技术：坩埚内直接将多晶硅熔化，然后通过坩埚底部的热交换，使熔体冷却	热场的设计是多晶铸锭的核心，设计热场时，在长晶过程中要尽量减少横向温度梯度，使固液界面保持平坦，以获得低缺陷、大晶粒的多晶硅。
拉棒	把多晶硅转换成单晶硅，使晶胞在三维上重复整齐地排列	1、直拉法(CZ法)：坩埚加热融化多晶硅块，再将一根棒状晶种(称籽晶)浸入溶液中，并缓慢旋转拉起。随着籽晶直拉离开熔体的过程，籽晶上的界面散发热量并向下朝着熔体方向凝固，生长出来单晶硅。 2、区熔法(FZ法)：把多晶硅棒放在一个模型里，然后放入一个籽晶，然后用射频线圈加热籽晶与多晶接触区域生长单晶硅。	单晶硅通常用于半导体、光伏等产品的制造，通常对纯度要求较高，需达到 99.99999% 甚至达到 99.9999999% 以上。 单晶硅圆片直径越大，所能刻制的集成电路越多，芯片的成本也就越低。单晶硅棒作为生产单晶硅片的原材料，目前，已实现 18 英寸技术突破。
切片	将硅棒切成符合要求的硅片	多线切割、内圆切割、电火花线切割以及超声震动切割等。目前多线切割技术已经成熟，得以大规模工业应用；电火花线切割和超声震动切割技术还处在实验室阶段。	目前，多晶硅片一般为 156mm×156mm 的正方形，更大的 210mm×210mm 硅片也已出现。通常，硅片越薄，硅锭能切出的硅片越多，对硅料的消耗越少。随着切割工艺的改进提升，硅片的切割厚度已降至 150μm。但是，多晶硅片的厚度一般不能小于 100μm。

**直拉法工艺：**在 Czochralski (直拉法) 工艺中，晶体的生长是在坩埚中进行的，在坩埚中融化的硅保持一个确定的温度。熔液中加入所需的 p 型或者 n 型掺杂物。然后再熔液中加入一个小的单晶籽晶。籽晶在缓慢旋转期间，坩埚向反方向旋转，硅的单晶层被沉积在籽晶上，并保持籽晶的晶体结构。生长的晶棒同时缓慢地向上提升。直拉法工艺的优点在于可以生长长达几米的单晶棒，直径大于 30cm，用于制造 300mm 晶片的硅棒，已能工业规模生产。缺点在于晶体生长过程中熔液是与坩埚接触，单晶的纯度和质量受到限制。采用直拉法生产的晶片主要用作生长外延晶片时的衬底，

---

在外延片上进行晶圆制造。某些功率器件像 MOSFET 也是用直拉法衬底的外延晶片来生产的。

**区熔法工艺：**与直拉法相比，采用区熔法不需要用到坩埚，生产的单晶硅的杂质含量低，阻值更高，主要用于需要高电阻率材料的器件，如高功率、高压等器件。具体工艺过程：一根底部带有籽晶的高纯度多晶棒保持在垂直的方向，并被旋转。此晶棒被封在内部充满惰性气体（氩气）的石英管中，在操作过程中，利用射频加热器使一小区域（约几厘米长）的多晶棒熔融。射频加热器自底部籽晶往上扫过整个多晶棒，由此悬浮区熔（即熔融带）也会扫过整个多晶棒。熔融的硅是由正在熔融和生长的固态硅间的表面张力所支持。当悬浮区熔上移时，在再结晶处长出单晶且依籽晶方向延伸生长。

### 3.市场规模

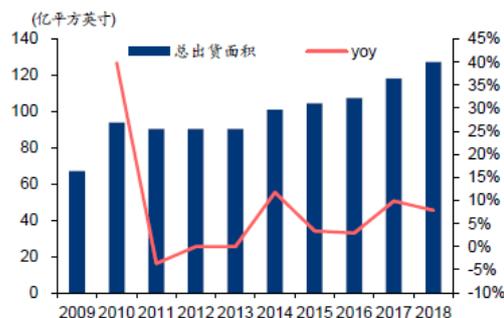
在半导体材料选择上，半导体芯片制造厂商会综合考虑生产效率、工艺难度及生产成本等多项因素，使用不同尺寸的硅片来匹配各种规格的半导体产品，以达到经营效益最大化。目前，200mm 及以下半导体硅片的需求主要来源于功率器件、电源管理器、非易失性存储器、MEMS、显示驱动芯片与指纹识别芯片及高精度模拟电路、射频前端芯片、嵌入式存储器等，终端应用领域主要为移动

通信、汽车电子、物联网、工业电子等。300mm 半导体硅片的需求主要来源于存储芯片、图像处理芯片、通用处理器芯片、高性能 FPGA（现场可编程门阵列）与 ASIC（专用集成电路），终端应用主要为智能手机、计算机、云计算、人工智能、SSD（固态存储硬盘）等较为高端领域。

近年受益于固态硬盘、工业电子市场持续增长，新兴应用领域如人工智能、区块链、物联网、汽车电子的快速发展，半导体硅片市场规模不断增长；2018 年全球硅片销售收入突破 100 亿美元，出货面积为 127.32 亿英寸。从尺寸来看，2018 年，12 英寸硅片销售占比约 63%，8 英寸硅片销售占比约 32%。从国内来看，从 2014 年开始，随着中国大陆各半导体制造生产线投产、制造技术的不断进步与终端产品市场的飞速发展；2016 年到 2018 年，硅片销售额从 5.00 亿美元上升至 9.96 亿美元，年均复合增长高于全球同期增速。



资料来源：SEMI，华泰证券研究所



资料来源：SEMI，华泰证券研究所

2016 至 2018 年，全球半导体硅片销售单价从 0.67 美元/英寸上升至 0.89 美元/英寸，年均复合增长率达 15.39%。



注：不含 SOI 硅片。

随着全球晶圆代工厂（包括在建预期未来 2 年投产）的产能逐步释放及半导体行业周期回暖等影响，硅片供不应求的情况将更加明显。根据 SUMCO 和 SEMI 的统计，2017 年全球 8 英寸和 12 英寸硅片的需求分别为 558 万片/月和 557 万片/月，8 英寸和 12 英寸硅片的出货量分别为 530 万片/月和 550 万片/月，硅片厂商在满产的状态下仍不能满足需求。保守预计到 2020 年 8 英寸和 12 英寸的终端市场需求量将分别超过 630 万片/月和 620 万片/月。

#### 4.竞争格局

由于半导体硅片行业具有技术难度高、研发周期长、资金投入大、客户认证周期长等特点，全球半导体硅片行业进入壁垒较高，行业集中度高，主要被日本、德国、韩国、中国台湾等国家和地区

的知名企业占据。近年来，硅片行业集中度越来越高 2016 年，前五大硅片供应商合计市场占比从 2016 年的 85%提升到 2018 年的 93%。

2018 年全球半导体硅片（包括抛光片、外延片、SOI 硅片）行业销售额合计为 120.98 亿美元。其中，行业前五名企业的市场份额分别为：日本信越化学其中，行业前五名企业的市场份额分别为：日本信越化学市场份额 27.58%，日本三菱住友（SUMCO）市场份额 24.33%，德国 Siltronic 市场份额 14.22%，中国台湾环球晶圆市场份额为 16.28%，韩国 SK Siltron 市场份额占比为 10.16%。另外，硅产业集团（含新傲科技）占全球半导体硅片市场份额 2.18%。



### 2018 年全球主要硅片供应商概况

企业名称	地区	全球市 场份额	硅片相关业务及产品介绍
------	----	------------	-------------

信越化学	日本	27.58%	信越化学是日本著名的化学品公司。设立于 1926 年，为东京证券交易所上市公司。主营业务包括 PVC（聚 氯乙烯）、有机硅塑料、纤维素衍生物、半导体硅片、磷化镓、稀土磁体、光刻胶等产品的研发、生产、销售。采取多元化发展战略，在多个产品领域 均全球领先。于 2001 年开始大规模量产 300mm 半导体硅片，半导体硅 片产品类型包括 300mm 半导体硅片在内的各尺寸硅片及 SOI 硅片。2018 年 1-12 月收入 3,684.90 亿日元。
三菱住友	日本	24.33%	三菱住友专注于半导体硅片业务，为东京证券交易所上市公司。主要产品包括 100-300mm 半导体硅片与 SOI 硅片。2018 年 1-12 月份收入为 3,250.00 亿
Siltronic	德国	14.22%	Siltronic 主营经营地在德国，于 2015 年在法兰克福证券交易所上市。Siltronic 专注于半导体硅片业务，从 1953 年开 始从事半导体硅片业务的研究工作，1998 年实现 300mm 半导体硅片的试生产，2004 年 300mm 半导体硅片生产线投产。主要产品包括 125-300mm 半导体硅片。2018 年收入为 14.57 亿
环球晶圆	中国台湾	16.28%	环球晶圆主要经营地在中国台湾，是一家台湾证券柜台交易市场挂牌的企业。环球晶圆专注于半导体硅片业务，主要产品有硅锭、50-300mm 硅片。2016 年收购了专注于 SOI 硅片与外延片制造的 SunEdison Semiconductor Limited、FZ（区熔）硅片产品主要供应商 Topsil Semiconductor Materials A/S 半导体事业部，从而成为全球第二大硅片制造商。2018 年，环球晶圆销售额被 Siltronic
SKSiltron	韩国	10.16%	公司未上市，主要经营地在韩国。SK Siltron 设立于 1983 年，1996 年建成 200mm 半导体硅片生产线，2002 年建成 300mm 半导体硅片生产线。2018 年度收入为 13,461.85 亿韩元。
Soitec	法国	3.86%	Soitec 是全球最大的 SOI 硅片制造商，主要经营地在法国，为巴黎泛欧证券交易所上市公司。Soitec 专注于 SOI 硅片生产制造，产品包括 200-300mm DIGITAL-SOI（数字 SOI）、RF-SOI（射频 SOI）、FD-SOI（全耗尽 SOI）、Power-SOI（功率 SOI）、Photonics-SOI（光学 SOI）、Imager-SOI（影像
合晶科技	中国台湾	2.54%	主要经营地在中国台湾，是一家台湾证券柜台交易市场挂牌的企业。合晶科技成立于 1997 年，主要产品为 100-200mm 半导体硅片。2018 年度收入为 92.2 亿
上海硅产业集团	中国	2.18%	主要从事半导体硅片的研发、生产和销售，是中国大陆规模最大的半导体硅片企业之一，是中国大陆率先实现 300mm 半导体硅片规模化销售的企业。产品包括 200nm 及以下抛光片、外延片及 SOI 硅片，300nm 抛光片及外延片。2018 年收

资料来源：上海硅产业集团招股说明书

## 5.国产化情况

目前在 8 英寸硅片产业化上，国内上海硅产业集团、浙江金瑞泓、有研半导体、中环股份、南京国盛、河北普兴等企业具备 8 英寸硅外延片批量生产的能力，国产化空间有所突破；但在 12 英寸硅片产业化上，国内能量产 12 寸硅片的企业极少，上海硅产业集团于 2018 年才开始规模化生产，浙江金瑞泓处于产线建设阶段，有研半导体仅有一条 12 寸的试验线；而且，这些企业与世界前五大硅片供应商在技术、产品认证数量、适用的技术节点等方面相比仍有一定差距，所以国内 12 寸硅片仍然依赖进口，自主率非常低。

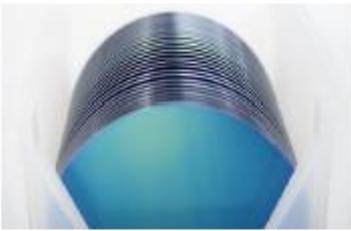
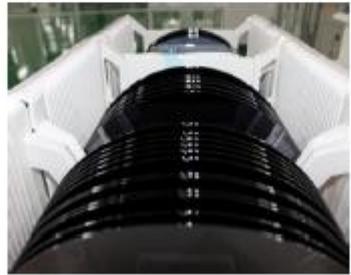
### (1) 上海硅产业集团

上海硅产业集团于 2019 年 4 月份申请上市科创板。根据资料显示，上海硅产业集团公司主要从事半导体硅片的研发、生产和销售，是中国大陆规模最大的半导体硅片企业之一，是中国大陆率先实现 300mm 半导体硅片规模化销售的企业。上海硅产业集团是一家控股性公司，上海新昇、新傲科技、Okmetic 三家控股子公司展开具体业务。其中新傲科技、Okmetic 主要负责 200nm 及以下抛光片、外延片及 SOI 硅片，上海新昇主要负责 300nm 抛光片及外延片。

子公司	概况
-----	----

上海新昇	<p>成立于 2014 年 6 月，是国内首个 300mm 大硅片项目的承担主体，也是目前唯一获得国家重大项目支持的硅片公司，承担了国家 02 专项核心工程之一的“40-28 纳米 集成电路制造用 300 毫米硅片”项目。于 2018 年实现了 300mm 半导体硅片的规模化生产，填补了中国大陆 300mm 半导体硅片产业化的空白。</p>
Okmetic	<p>成立于 1985 年，位于芬兰，是一家老牌的硅片生产商，也是世界第七大硅片生产商。2016 年 3 月，上海硅产业集团以 1.59 亿欧元的价格收购 Okmetic 全部股权。Okmetic 主要产品为抛光片和 SOI 硅片，用于 MEMS、传感器、模拟电路及分离式半导体产品开发及生产。</p>
新傲科技	<p>成立于 2001 年，建成了我国第一条 SOI 生产线，目前是中国领先的 SOI 材料生产基地，也是世界上少数的 SOI 材料规模化供应商之一。目前，新傲科技的产品 90% 以上销售到美、日、欧、俄、韩、台湾和新加坡等地。</p>

目前，公司 300mm 半导体硅片产品可应用于 40-28nm、65nm、90nm 制程，目前正在研发可用于 20-14nm 制程的 300mm 半导体硅片；公司 200mm 及以下半导体硅片（含 SOI 硅片）产品可应用于 90nm、0.11 $\mu$ m、0.13 $\mu$ m、0.18 $\mu$ m、0.25 $\mu$ m、0.35 $\mu$ m、0.5 $\mu$ m 等制程。产品具体应用领域为模拟芯片、传感器、存储器与逻辑芯片的制造。

产品分类	硅片种类	图示	应用领域	终端应用
200mm 及以下 半导体硅片 (含 SOI 硅 片)	抛光片、 外延片、 SOI 硅片		射 频 前 端 芯 片、传感器、 模拟芯片、分 立器件、功率 器件等	智能手机、便携 式设备、汽车、 物联网产品、工 业电子等
300mm 半导体 硅片	抛光片、 外延片		存储芯片、图 像处理芯片、 通用处理器芯 片、功率器件 等	智能手机、便携 式设备、计算机、 云基础设施等

2018 年，上海硅产业集团主要业务销售收入为 10.1 亿元，其中 200mm 及以下半导体硅片（含 SOI 硅片）收入比较稳定，占比约 80%，300mm 半导体硅片收入快速提升，占比约 20%。上海硅产业集团 300mm 硅片于 2018 年下半年开始规模化生产，处于市场开拓阶段。上海硅产业集团目前已成为多家主流半导体企业的供应商，提供的产品类型涵盖 300mm 抛光片及外延片、200mm 及以下抛光片、外延片及 SOI 硅片。客户包括了格罗方德、中芯国际、华虹宏力、华力微电子、华润微电子、恩智浦、意法半导体等芯片制造企业，客户遍布北美、欧洲、中国、亚洲其他国家或地区。

## （2）中环股份

中环股份为深圳证券交易所上市公司，主要产品包括高效光伏电站、太阳能电池片、太阳能单晶硅棒/片、半导体硅锭、76.2-

---

200mm 抛光片、TVS 保护二极管 GPP 芯片。2019 年 1 月，中环股份公告《2019 年非公开发行 A 股股票预案》，拟使用募集资金建造月产 15 万片 300mm 抛光片生产线。2016 年至 2018 年，中环股份半导体材料业务收入分别为 51,558.01 万元、58,355.90 万元、101,277.03 万元，分别同比增长 13.18%、73.55%。

### **(3) 杭州立昂微电子股份有限公司**

杭州立昂微电子股份有限公司是中国规模较大的半导体硅片企业，处于 IPO 申报阶段，成立于 2002 年，主营业务为半导体硅片以及半导体分立器件芯片的研发、生产和销售，主要产品包括 150-200mm 半导体硅片及肖特基二极管芯片、MOSFET 芯片。立昂微电成立之初引进安森美的全套肖特基芯片工艺技术、生产设备

及质量管理体系，建立了 6 英寸半导体生产线，随后于 2012 年收购日本三洋半导体和日本旭化成 MOSFET 功率器件生产线。

立昂微电拥有立昂半导体、立昂东芯、浙江金瑞泓、衢州金瑞泓、金瑞泓微电子 5 家控股子公司。其中，浙江金瑞泓、衢州金瑞泓主要从事半导体硅片业务，主要产品包括硅研磨片、硅抛光片、硅外延片等；金瑞泓微电子主要从事 12 英寸半导体硅片业务，立昂东芯主要从事微波射频集成电路芯片业务。立昂微电 2016 年、

---

2017 年、2018 年半导体硅片销售额为 37,914.78 万元、48,261.20 万元、79,846.56 万元。

#### **(4) 有研半导体材料有限公司**

有研半导体成立于 2001 年，主要从事硅材料的研究、开发、生产与经营。其主要产品包括集成电路用、功率集成电路 125-200mm 硅单晶及硅片 150mm 及以下区熔硅单晶及硅片、集成电路工艺设备用超大直径硅单晶及硅部件等。公司前身为有研总院 401 室，自上世纪 50 年代开始硅材料研究，历经半个多世纪的时间，积累了丰富的硅材料研发核心技术及生产经验。

#### **(5) 其他企业**

上海/重庆超硅半导体：主营业务包括为硅片制造、蓝宝石制造和人工单晶生长等，具备抛光片、外延片产品生产技术。

南京国盛电子：成立于 2003 年，产品包括 100-200mm 的各类外延片。

河北普兴电子：成立于 2000 年，是信息产业部电子第十三研究所控股的公司，其主要从事高性能半导体材料的外延研发和生产，其主要产品为 150-200mm 硅基外延片、氮化镓外延片和碳化硅单晶及外延片。

## (二) 晶圆制造材料-电子气体

### 1.简介

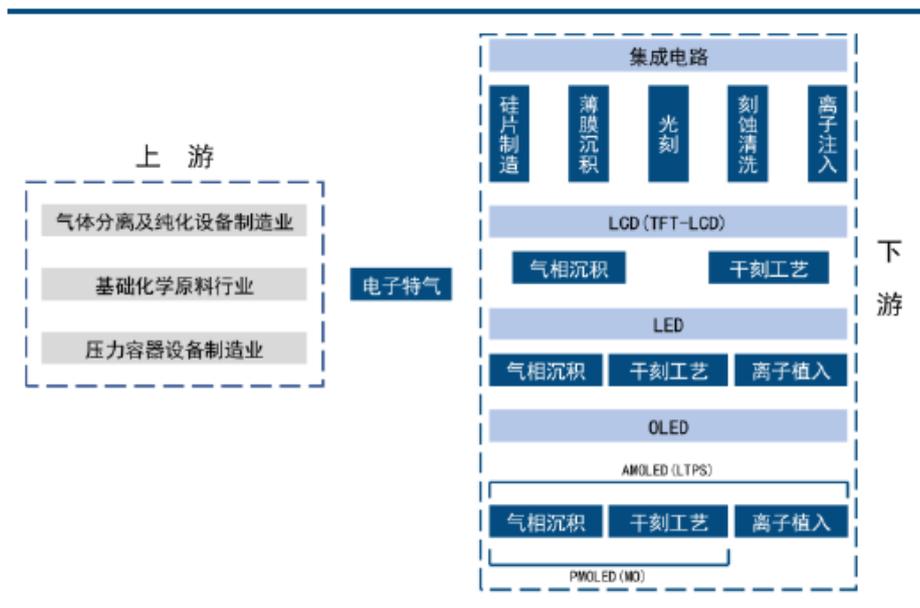
电子气体是指用于半导体及相关电子产品生产的特种气体，包括集成电路、显示面板、LED 照明及太阳能电池等领域，以下主要讲述在集成电路领域的应用。按其本身化学成分可分为：硅系、砷系、磷系、硼系、金属氢化物、卤化物和金属烃化物七类。按在集成电路中不同应用途径可分为掺杂用气体、外延用气体、离子注入气、发光二极管用气、刻蚀用气体、化学气相沉积气和平衡气。在半导体工业中应用的有 110 余种特种气体，其中常用的有超过 30 种。

环节	流程	所需电子特气	用途
硅片制造	①提纯：硅矿石+碳+氧气→98%冶金级硅		
	②氯化：硅+氯化氢气体→三氯硅甲烷或四氯化硅	HCl	氧化
	③还原：三氯硅甲烷+氢气→高纯度多晶硅	H <sub>2</sub>	还原
	④溶解旋拉：多晶硅→单晶硅晶棒	氩气	维持惰性隔绝环境，避免气体杂质留存
	⑤切割、抛光、清洗：单晶硅晶棒→单晶硅硅片		
氧化	炉管内高温加热：硅芯片+氧气+水蒸气→在芯片表面形成干式或湿式 SiO <sub>2</sub> 氧化层	Cl <sub>2</sub> 、HCl、三氯乙烷(TCA)或二氯乙烯(DCE)	控制离子侵入氧化层，去除不必要的金属杂质，清洗用途
CVD	化学气相沉积：通过化学反应，在气体中的原子或分子会沉积在表面一层固体膜	SiH <sub>4</sub> 、SiHCl <sub>2</sub> 、SiHCl <sub>3</sub> 、SiCl <sub>4</sub> 、TEOS、NH <sub>3</sub> 、N <sub>2</sub> O、WF <sub>6</sub> 、H <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> 、NF <sub>3</sub> 等	形成 CVD 膜
刻蚀	采用物理和化学方法有选择地从硅片表面去除不需要的材料的过程。刻蚀分为湿法和干法，干法刻蚀以电子气体为介质，优势明显被广泛使用	CF <sub>4</sub> 、CF <sub>3</sub> 、SF <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 、NF <sub>3</sub>	硅片刻蚀
		氟基(Cl <sub>2</sub> )和溴基(Br <sub>2</sub> 、HBr)气体 CCl <sub>4</sub> 、Cl <sub>2</sub> 、BCl <sub>3</sub> 等	改进气体、提高各向异性和选择性 铝和金属复合层的刻蚀
离子注入	将需要的杂质掺入特定的半导体区域中以改变半导体的电学性质	三价掺杂气体：B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 、BBr <sub>3</sub> 、BF <sub>3</sub> 等	P 型半导体的掺杂
		五价掺杂气体：PH <sub>3</sub> 、POC <sub>13</sub> 、AsH <sub>3</sub> 、SbC <sub>15</sub> 等	N 型半导体的掺杂

资料来源：CNKI，方正证券研究所

国际上电子气体普遍采用的标准为 SEMI 标准（国际半导体装备和材料委员会标准），但国外几大气体公司均有自己的公司标准，这些标准突出了各公司的技术水平特征，在产品纯度上较 SEMI 普遍高出 1-2 个数量级，在分析检测、包装物、使用方法、应用技术说明等方面各有特点，一些公司在某些关键杂质（金属杂质、颗粒物杂质等）含量上只标明“需与用户协商”，表明电子气体技术、市场竞争非常激烈，关键技术保密。

电子特种气体上游包括 III（硼、铝、镓）、IV（碳、硅、锗）、V（氮、磷、砷）族元素及卤族元素（氟、氯）的基础化工产业及气体分离、纯化、压力容器设备制造行业，下游围集成电路、面板、LED 等领域的各个工艺制造环节。



资料来源：中信建投证券研究发展部整理

---

## 2.制造工艺

特种气体的主要生产工序包括气体合成、气体纯化、气体混配、气瓶处理、气体充装、气体分析检测。气体合成是将原料在特定压力、温度、催化剂等条件下，通过化学反应得到气体粗产品。气体纯化是通过精馏、吸附等方式将粗产品精制成更高纯度的产品。气体混配是将两种或两种以上有效组分气体按照特定比例混合，得到多组分均匀分布的混合气体。气瓶处理是根据载气性质及需求的不同，对气瓶内部、内壁表面及外观进行处理的过程，以保证气体存储、运输过程中产品的稳定。气体充装是指通过压力差将气体充入气瓶等压力容器；气体分析检测即为对气体的成分进行分析、检测的过程。

在上述的工艺流程中，特种气体提纯（纯化）是制备工艺的核心技术壁垒。特种气体纯度的提高，能够有效提高电子器件生产的良率和性能。电子特种气体中水汽、氧等杂质易使半导体表面生成氧化膜，影响电子器件的使用寿命，含有的颗粒杂质会造成半导体短路及线路损坏。以集成电路制造为例，其电路线宽已经从最初的毫米级，到微米级甚至纳米级，对应用于半导体生产的电子特气纯度亦提出了更高的要求。

### 3.市场规模

据 SEMI 统计，2016-2018 年全球集成电路用电子气体市场规模分别为 36.3 亿美元、38.7 亿美元、42.73 亿美元。就国内来说，根据 IC Mtia 统计，2016 年中国集成电路用电子气体市场规模为 46 亿人民币。集成电路用特种气体的需求与下游晶圆制造的实际产量比较相关，而整个集成电路需求变化受到终端应用市场需求的影响。受下游应用市场需求影响，2019 年全球整个集成电路行业市场需求较弱，特种气体市场规模与去年接近。

### 4.竞争格局

根据卓创资讯数据，随着技术的逐步突破，国内气体公司在电光源气体、激光气体、消毒气等领域发展迅速，但与国外气体公司相比，大部分国内气体公司的供应产品仍较为单一，用气级别不高，尤其在集成电路、显示面板、光伏能源、光纤光缆等高端领域。2017 年国内电子特种气体市场中（应用领域包括集成电路、显示面板、太阳能等），空气化工集团、液化空气集团、大阳日酸株式会社、普莱克斯集团、林德集团等国外气体公司的市场占比超过 80%，分别占比 25%、23%、17%、16%、7%，国内气体公司仅占 12%。

国外特种气体主要供应商

公司	概况
----	----

空气化工集团 (美国)	创立于 1940 年，在 50 个国家拥有约 17,000 名员工，主要提供空分和工业气体以及相关的设备，为石化、金属、电子和食品饮料等制造产业服务，同时也是一家全球领先的液化天然气工艺技术技术和设备供应商。1987 年进入中国，在深圳蛇口建立一个气体合资工厂。
液化空气集团 (法国)	成立于 1902 年，是全球最主要的工业气体和医疗气体以及相关服务的供应商之一，业务遍及全球 80 多个国家，在中国设有近 90 家工厂，遍布 40 多个城市，拥有逾 4,000 名员工。
大阳日酸株式会社 (日本)	创立于 1910 年，是日本最大工业气体制造商，市占率排名全球前 5，在亚洲、欧洲、北美等地设有 30 多家子公司。
普莱克斯集团 (美国)	普莱克斯创立于 1907 年，是一家全球领先的工业气体专业公司，在全球 50 个国家共有约 27,000 名员工，于 1988 年进入中国市场，目前在国内经营着 22 家独资公司和 12 家合资企业，覆盖了华北、华东、华南及华西地区。
林德集团(德国)	是全球领先的气体及工程集团，分公司遍及全球 100 多个国家，在中国拥有 70 多个子公司和合资企业，在各个主要工业中心设有 200 多个运营工厂，拥有 60,000 名员工名。

## 5.国产化情况

中国特种气体于 20 世纪 80 年代随着电子行业的发展而逐渐兴起，虽然发展迅速，但如今国内厂商特气产品与国外相比仍较单一，且级别不高。在中国集成电路、显示面板、光伏能源、光纤光缆等高端领域，海外大型气体公司占据了 80%以上的市场份额，尤其在极大规模集成电路、新型显示面板等尖端应用领域，存在较大的进

---

口替代空间。近年来，随着国内特气行业的经验积累、技术进步和政策影响，已逐步实现部分产品的进口替代，预计未来在国内产业升级过程中需要大量使用特种气体，且其原料在国内较容易获得，因此传统的国外公司生产及进口销售的模式已跟不上国内特种气体大规模生产的步伐，预期中国的特种气体会大量国产化。

### **(1) 华特股份**

华特股份已获得科创板注册，主营工业气体生产，特别是电子特种气体生产。电子特气方面公司以氟碳类气体见长，高纯六氟乙烷产能规模较大。据公司招股说明书披露，公司是国内首家打破高纯六氟乙烷、高纯三氟甲烷、高纯八氟丙烷、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、高纯一氧化氮、Ar/F/Ne 混合气、Kr/Ne 混合气、Ar/Ne 混合气、Kr/F/Ne 混合气等产品进口制约的气体公司。

2018 年度，用于半导体领域的特种气体收入约为 2.3 亿元，约占总收入的 29%。公司实现对国内 8 寸以上集成电路制造厂商超过 80% 的客户覆盖率，国内晶圆制造厂客户有中芯国际、华虹宏力、长江存储、武汉新芯、华润微电子、台积电（中国）、和舰科技、士兰微电子、柔宇科技、京东方等，并进入了英特尔（Intel）、美光科技（Micron）、德州仪器（TI）、海力士（Hynix）等全球领先的半导体企业供应链体系，并且光刻气通过了 ASML 认证。

---

## **(2) 雅克科技**

雅克科技于 2010 年在 ( 002409 , SZ ) 深圳证券交易所上市，雅克科技传统业务为阻燃剂业务，2016-2017 年，公司先后并购华飞电子、江苏先科和成都科美特进军电子材料业务，当前电子材料业务主要分为 IC 前驱体、电子特气和封装用球形硅微粉三大部分。成都科美特是一家专业从事六氟化硫和电子级四氟化碳生产的企业，具备年产六氟化硫 8500 吨和电子级四氟化碳 1200 吨的生产能力，产品已远销日本、韩国、美国、印度、巴西等地。目前，雅克科技专注含氟特气，CF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub> 产能国内第一。

## **(3) 巨化股份 ( 中巨芯 )**

公司特气业务主要集中在博瑞电子及博瑞电子和日本中央硝子合资的子公司博瑞中硝体内。2019 年 2 月，公司环评公告含氟系列电子特气项目，产能包括三氟甲烷 250 吨、八氟环丁烷 180 吨、一氟甲烷 5 吨、二氟甲烷 17 吨、五氟乙烷 3 吨、六氟乙烷 55 吨、八氟丙烷 5 吨、八氟环戊烯 5 吨，达产后预计贡献营收 5035 万元，利税 1282 万元。公司在八氟环丁烷、六氟丁二烯、八氟环戊烯等先进工艺刻蚀气体布局方面具备先发优势。

## **(4) 南大光电**

---

公司主营 MO 源和电子特气业务，2019 半年报特气业务营收占比 33%，约 0.46 亿元，毛利占比 44%，毛利率 61%，为公司毛利率最高的业务板块。公司的特气业务主要为磷烷、砷烷，在此领域市场占比较高。另外，2019 年 8 月，公司公告拟采用现金收购及增资方式取得山东飞源气体有限公司 57.97%股权，布局 NF3、SF6。

### **（三）晶圆制造材料-光掩膜版**

#### **1.简介**

光掩膜版（也被称为光罩）是微电子制造中光刻工艺所使用的图形母版，是由不透光的遮光薄膜在透明基板上形成掩膜图形，并通过曝光将图形转印到产品基板之上。每组新的基板或电路图都需要更新的光掩膜。随着电子元件的小型化，制造流程变得越来越复杂，掩膜版能精确转印电路图正在变得越来越重要。光掩膜主要应用于集成电路、平板显示（包括 LCD、LED、OLED）、印刷电路板等领域，应用较为广泛，其中用于集成电路的光掩模版精度要求高，技术门槛较高。

光掩膜上游主要包括图形设计、光掩膜设备及材料行业，下游主要包括 IC 制造、IC 封装、平面显示和印制线路板等行业，应用于主流消费电子（手机、平板、可穿戴设备）、笔记本电脑、车载

---

电子、网络通信、家用电器、LED 照明、物联网、医疗电子等终端产品。

## 2.制造工艺

首先是光掩膜版基板的制作，即在玻璃基板上形成铬膜，然后在基板上进行图像制作；图像制作需要经过数据准备、曝光描绘、显影、蚀刻、脱模、清洗等步骤在铬膜上形成图案；最后将形成图案的基板进行检查（外观、尺寸、位置精度检查）、缺陷修补、洗净、贴 Pelicle（光罩保护用薄膜）。

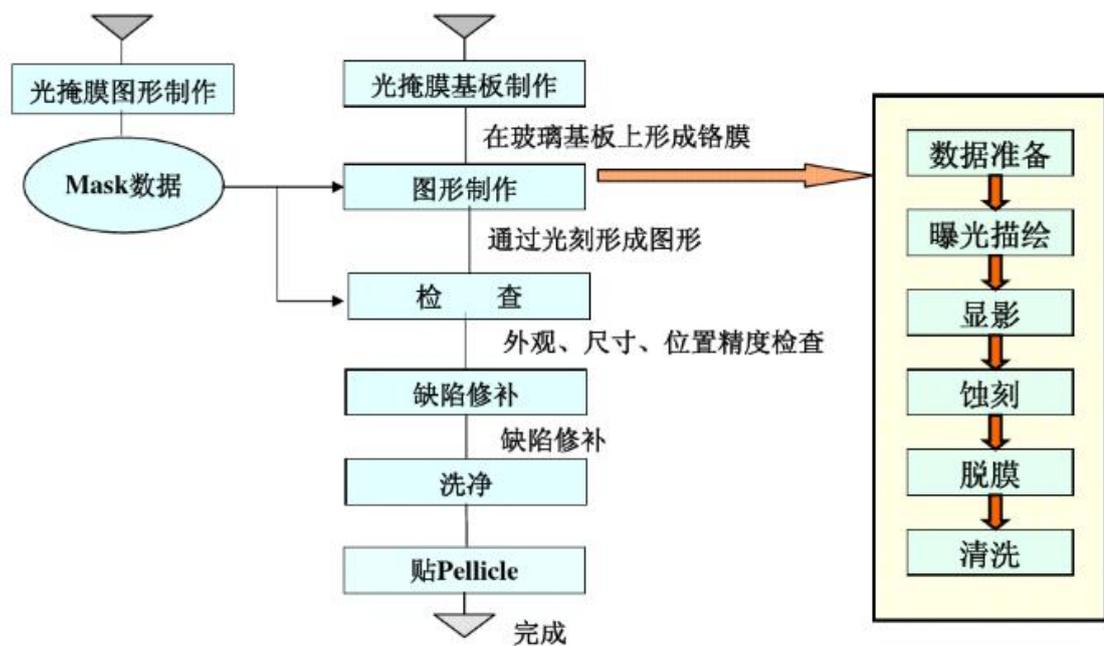
数据准备：制造企业收到客户图形后，通过专业设计软件对客户图形做二次编辑处理与检查；将客户要求的版图设计数据分层，运算，再按照相应的艺参数将文件格式转换为光刻设备专用的数据形式。

显影：将曝光完成后的掩膜版显影，以便进行蚀刻。在显影液的作用下，经过激光曝光区域的光刻胶会溶解，而未曝光区域则会保留并继续保护铬膜。

蚀刻：对铬层进行蚀刻，保留图形。在蚀刻液的作用下，没有光刻胶保护的区域会被腐蚀溶解，而有光刻胶保护的区域的铬膜则会保留。

脱膜：光刻胶的保护功能已经完成，脱膜工序通过脱膜液去除多余光刻胶。

清洗：将掩膜版正、反面的污染物清洗干净，为缺陷检验做准备。



在光罩制造过程中需要许多专业设备，主要包括光刻机、清洗设备、蚀刻设备、长尺寸测量仪、激光化学气相淀积（LCVD）设备、关键尺寸（CD）测量机、贴膜机、等离子显示器（PDP）壁障修补机、薄膜晶体管显示器（TFT）面板修补设备、薄膜晶体管显示器（TFT）检查设备等。

### 3.市场规模

根据 SEMI 统计，2018 年全球半导体用光掩膜版的销售额约 40.41 亿美元。就国内来说，根据立木信息咨询发布的《中国光掩膜版市场调研与投资前景报告（2018 版）》显示，2015 年我国光掩膜版需求市场规模为 56.7 亿元，2016 年国内需求市场规模增长至 59.5 亿元，规模较上年同期增长 4.9%。

### 4.竞争格局

目前全球范围内光刻掩膜版主要以专业生产商为主。由于下游应用领域厂商自建光刻掩膜版生产线的投入产出比很低，且光刻掩膜版行业具有一定的技术壁垒，所以光刻掩膜版都是由专业的生产商进行生产。由于光掩膜版具有十分高的技术门槛，导致光掩膜市场集中度高，主要企业为美国的福尼克斯（Photronics），日本的印刷株式会社 DNP、凸版印刷株式会社 Toppan、SKE 及 HOYA，韩国的韩国的 LG Micron 及中国台湾的 AIPC。其中福尼克斯（Photronics）、印刷株式会社 DNP、凸版印刷株式会社 Toppan 占据 80%以上的市场。

全球主要光掩膜版供应商

公司	概况
福尼克斯	是北美最大的光罩制造厂，主要生产 60nm 及以上制程的光罩。创立于 1969

( Photronics )	年，总部位于美国康涅狄格布鲁克菲尔德，从事光罩（半导体及平板显示）的生产和销售，公司旗下设有九个工厂，其中台湾 2 个、韩国 1 个、美国 3 个，还在美国、欧洲、亚洲等地设置销售办事处。
日本印刷株式会社 DNP	日本最大的印刷及媒介公司，建立于 1876 年，总部位于东京，公司开创了铅版印刷日文的先河，率先在日本开始正式的凹版相片印刷。目前拥有 20 个部门，人员超过 3.8 万人。大日本印刷(DNP)和美商 Photronics 在厦门合资成立美日丰创光罩，引进 40/28 纳米制程，未来 5 年内将投资 1.6 亿美元。
日本凸版印刷株式会社 Toppan	成立于 1900 年，员工超过 5 万人，业务包括印刷技术的数码影像处理及电子制品，以及彩色液晶使用的液晶滤色片、半导体底板光罩的制造等。在光罩业务可生产平板显示及集成电路用光罩。2004 年 10 月日本凸版印刷以 89 亿美元收购美国杜邦光掩模，成为全球最大的掩模版供应商，全球市占超过 30%。

## 5.国产化情况

国内的掩模版产业相比国际竞争对手起步较晚，经过二十余年的努力追赶，取得了一定成就。但由于国外企业长期对光掩模版的生产技术和设备严格保密，目前国产的光掩模版只能应用在低端市场，高端光掩膜仍然高度依赖进口。如刚刚在科创板上市的清溢光电，在招股说明书里表示，公司的 IC 掩模版及少部分平板显示掩模版等产品仍属于中端甚至低端产品，在国内高端掩模版市场占有率较低。另外，制作掩模版的材料和设备主要依赖进口，也是国产化有待解决的问题。如清溢光电的掩模版基板主要由境外企业供应，

---

其主要生产设备光刻机备光刻机均向境外供应商采购，且供应商集中度较高，主要为瑞典 Mycronic、德国海德堡仪器两家公司，其中最高端的平板显示用光刻机由瑞典 Mycronic 生产，全球主要平板显示用掩膜版制造商对其生产的设备都存在较高程度依赖。

### **(1) 清溢光电**

公司创立于 1997 年 8 月，由清溢精密光电（深圳）有限公司整体改制而来，主要从事掩膜版的研发、设计、生产和销售业务，是国内成立早、规模大的掩膜版生产企业之一，于 2019 年 10 月份获得科创板注册。目前公司以平板显示光掩膜版为主，并涉入集成电路光掩膜版领域。根据招股说明书，公司在在平板显示领域拥有京东方、天马、华星光电、群创光电、瀚宇彩晶、龙腾光电、信利、中电熊猫、维信诺等客户；在半导体芯片领域，已开发中芯国际、英特尔、艾克尔、颀邦科技、长电科技、士兰微等客户。在全球 2018 年平板显示光掩模版市场中，排名第 8。

### **(2) 路维光电**

公司致力于平板显示(TFT、CF、OLED)、半导体 IC 封装、TP、LED 和 PCB 等各类掩膜产品的专业生产制作销售，拥有南山、宝安两大生产基地，同时拥有苏州、台湾等办事处及香港子公司。2017 年 6 月 6 日，公司与成都高新投资集团有限公司、成都先进制造产

---

业投资有限公司共同出资设立成都路维光电有限公司,成都公司主要专注于高世代、高精度掩膜版产品的研发和制造,建成后将全面覆盖 G11 及以下光掩膜产品。公司 2017 年收入为 1.07 亿元,净利润为 1104 万元。2019 年 2 月在新三板终止挂牌。

### **( 3 ) 中芯国际**

中芯国际光罩厂提供其代工客户和其它芯片加工厂及机构光掩模制造服务。目前拥有中国较大大及较先进的光掩模制造设施,可以生产 0.5 微米到 14 纳米工艺的光掩模。配备了先进的设备工具,中芯光罩厂运用光学趋近效应修正技术(OPC),为客户提供二元铬版光掩模以及相位移动光掩模。5"×5"和 6"×6"的光掩模均可用于 G-line, I-line, 深紫外线 DUV 及 ArF 步进曝光机和扫描曝光机。

### **( 4 ) 菲利华-基板材料**

公司产品主要用于半导体芯片制程中的蚀刻材料和 TFT-LCD 中印刷线路板的光掩膜材料。公司是全球第五家具备半导体原产设备厂商供应商资格的企业,也是国内唯一一家通过国际三大半导体原产设备商认证的石英材料企业,FLH321 和 FLH321L 牌号产品均已进入国际半导体产业链。此外,公司是国内首家具备生产 G8.5 代大尺寸光掩膜版基材的生产企业,打破了国外公司的技术垄断,为平面显示器国产化进程提供了良好的材料支撑。

---

## （四）晶圆制造材料-光刻胶

### 1.简介

光刻胶是光刻工艺的核心材料，是指通过紫外光、深紫外光、电子束、离子束、X 射线等光照或辐射，其溶解度发生变化的耐蚀刻薄膜材料，是光刻工艺中的关键材料，主要应用于集成电路和半导体分立器件的细微图形加工，是图形转移介质。按应用领域分类，光刻胶可分为 PCB 光刻胶、LCD 光刻胶、半导体光刻胶及其他，市场份额基本是各 25%左右。

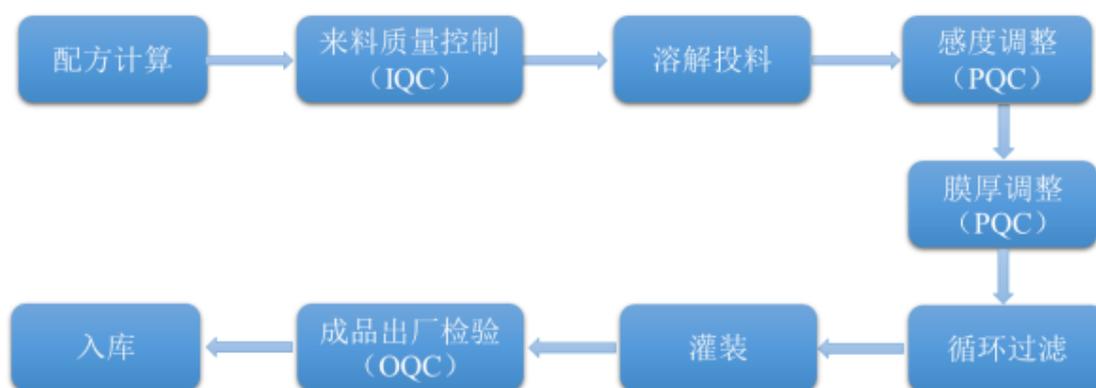
根据在显影过程中曝光区域的去除或保留可分为两种：正性光刻胶和负性光刻胶。正性光刻胶之曝光部分发生光化学反应会溶于显影液，而未曝光部分不溶于显影液，仍然保留在衬底上，将与掩膜上相同的图形复制到衬底上。而负性光刻胶之曝光部分因交联固化而不溶于显影液，而未曝光部分溶于显影液，将与掩膜上相反的图形复制到衬底上。

根据使用的不同波长的曝光光源分类，如 g 线（436nm，指波长）、i 线（365nm）、KrF（248nm）、ArF（193nm）和 EUV（13.5nm），相应的光刻胶组分也会有一定的变化。如 248nm 光刻胶常用聚对羟基苯乙烯及其衍生物为光刻胶主体材料，193nm 光刻胶为聚酯环族丙烯酸酯及其共聚物，EUV 光刻胶常用聚酯衍生物

和分子玻璃单组分材料等为主体材料。随着集成电路制程越来越小，就要求曝光光源的波长越来越短，如 7nm 以下制程需使用 EUV 光刻胶及 EUV 光刻机进行光刻制造。

## 2.制造工艺

光刻胶主要由**感光剂(光引发剂)**、**聚合剂(感光树脂)**、**溶剂与助剂**构成。光引发剂是光刻胶的最关键成分，对光刻胶的感光度、分辨率起着决定性作用。感光树脂用于将光刻胶中不同材料聚合在一起，是构成光刻胶的骨架，决定光刻胶包括硬度、柔韧性、附着力等基本属性。溶剂是光刻胶中最大成分，目的是使光刻胶处于液态，但溶剂本身对光刻胶的化学性质几乎没影响。助剂通常是专有化合物，由各家厂商独自研发，主要用来改变光刻胶特定化学性质。光刻胶生产流程如下：



来源：晶瑞股份招股说明书

光刻胶研发难度较大，不同的客户会有不同的应用需求，同一个客户也有不同的光刻应用需求，不同的光刻过程对光刻胶的具体

---

要求也不一样，即使类似的光刻过程，不同的厂商也会有不同的要求。针对以上不同的应用需求，光刻胶的品种非常多，对厂商的配方研发能力提出较高要求。同时，行业资金壁垒较高，光刻胶的研发需要使用光刻机，以 ASML 为例，EUV 光刻机常年保持在 1 亿欧元左右，248nm 的 KrF 光刻机也基本维持在一千万欧元以上。

### 3.市场规模

目前，半导体市场上主要使用的光刻胶包括 g 线、i 线、KrF、ArF 四类光刻胶，根据 SEMI 统计，2018 年全球半导体用光刻胶市场规模约 17.3 亿美元。就全球市场份额来看，中国的销售量占 1/3，占比最高，美洲约占 20%，亚太（除日本、中国）约占 20%，日本、欧洲规模相当，各约占 10%左右。

### 4.竞争格局

光刻胶行业进入壁垒较高，初期投入较大，行业集中较高，长年被日本、欧美专业公司垄断。目前，前 5 大厂商占据了全球光刻胶市场约 87%的份额，分别是日本 JSR（28%）、东京应化（21%）、罗门哈斯（15%）、日本信越（13%）以及富士电子材料（10%）。就半导体用光刻胶细分领域来说，其光刻胶核心技术主要被日本和欧美企业所垄断，包括日本的 JSR、信越化学、东京

应化 ( TOK )、住友化学，美国的 SEMATECH、IBM，韩国的东进化学等，合占市场份额达到 95%。

公司	概况
JSR	为日本合成橡胶、合成树脂等石化事业的领导厂商，主要产品 CF 光刻胶、半导体光刻胶等。JSR 联合日本微电子研究中心共同成立的 EUV 光刻胶制备和认证中心，致力于实现 EUV 光刻胶材料的量产应用，预计 2020 年前实现批量供货应用于 7 纳米及以下的晶圆制程，其产品技术布局行业最前沿。
信越化学	成立于 1926 年，已成功在美国、日本、荷兰、韩国、新加坡、中国（含台湾）等国家和地区建立了全球范围的聚氯乙烯、有机硅、纤维素衍生物等原材料的生产和销售网络，拥有 PVC 化成品、有机硅、效能性化学品、半导体硅、电子效能材料事业等众多事业。光刻胶产品包括 KrF、ArF 光刻胶及其对应配套试剂等。
东京应化 ( TOK )	以生产和销售提供光刻胶为主，同时也有部分的其它微电子化学品生产和销售。主营产品包括 g 线光刻胶、i 线光刻胶、KrF、ArF 光刻胶等，2016 年占全球市场 26.1% 规模。
住友化学	主要从高纯试剂的生产、研发。在日本及亚洲市场上占有一定的份额，特别是在大尺寸晶圆制造中应用的微电子化学品更具有产品优势。光刻胶主要产品包括 LCD 彩色光刻胶、半导体光刻胶等。已经研制出适用于 ArF 浸入式光刻胶和 EUV 技术光刻胶，其中 EUV 技术的光刻胶应用于 32 纳米以下晶圆制造制程。
东进化学	成立于 1967 年 10 月 7 日，是韩国首家开发 PVC 以及橡胶发泡剂的公司，制造的半导体和显示材料包括光刻胶，抗反射膜（BARC），旋涂碳（SOC），研磨剂（CMP 浆料），湿化学药品，有色抗蚀剂，有机绝缘体，柱状间隔物等。2004 年到北京建厂，目前，在中国成都、合肥、西安、重庆、惠州、武汉、宁夏等地均建厂。

## 5.国产化情况

据立木信息咨询发布的《中国光刻胶市场调研与未来预测报告（2019版）》显示，国内光刻胶整体技术水平与国际先进水平仍存在较大差距，自给率仅10%左右，主要集中于技术含量相对较低的PCB领域，6英寸硅片的g/i线光刻胶的自给率约为20%，8英寸硅片的KrF线光刻胶的自给率不足5%。12英寸硅片的ArF线光刻胶目前尚没有国内企业可以大规模生产。国内能生产光刻胶的企业较少，主要有北京科华（南大光电参股公司）、苏州瑞红（晶瑞股份子公司）、潍坊星泰克、飞凯科技、永太科技等。以下就晶瑞股份、北京科华、上海新阳等公司进行介绍。

### （1）晶瑞股份

主要生产超净高纯试剂、光刻胶、功能性材料和锂电池粘结剂四大类微电子化学品，应用于半导体、光伏太阳能电池、LED、平板显示和锂电池五大下游行业。其中光刻胶业务占比为15%左右。子公司苏州瑞红承接国家重大科技项目02专项“i线光刻胶产品开发及产业化”，率先在国内实现i线光刻胶的量产，已通过中芯国际上线测试。

### （2）南大光电

---

参股北京科华微电子材料有限公司，进入集成电路材料光刻胶领域。248nm 光刻胶新品的开发和客户认证工作取得了一定的进展。193nm 光刻胶及配套材料启动项目获得国家 02 专项正式立项，项目年限为 2017 年 1 月至 2020 年 12 月，正在投建高端集成电路制造用 193nm 光刻胶材料以及配套关键材料的开发及产业化项目。

### **(3) 上海新阳**

与合作方共同投资设立子公司开展 193nm(ArF)干法光刻胶研发及产业化项目。计划总投资 2 亿元人民币，上海新阳出资 8000 万元人民币，占目标公司股权的 80%；邓海博士技术团队出资 2000 万元人民币，占目标公司股权的 20%。邓海博士是当年 intel 开发铜互连 90nm 时，铝转铜，光刻制程升级时，光刻胶研发成员之一，是全球最早涉足 193nm 光刻胶技术的人员。

### **(4) 强力新材-光刻胶材料供应商**

公司主要为光刻胶厂商提供光引发剂（包括光增感剂、光致产酸剂）、光刻胶树脂等产品，可应用到 PCB 光刻胶、LCD 光刻胶、半导体光刻胶等领域。在半导体领域，公司主要从事半导体 KrF 光刻胶用光酸、光酸中间体及聚合物用单体的生产及销售。公司主要客户包括长兴化学、旭化成、日立化成、住友化学、JSR、TOK、三菱化学、LGC、三星 SDI 等全球知名光刻胶生产商。公司 2018 年

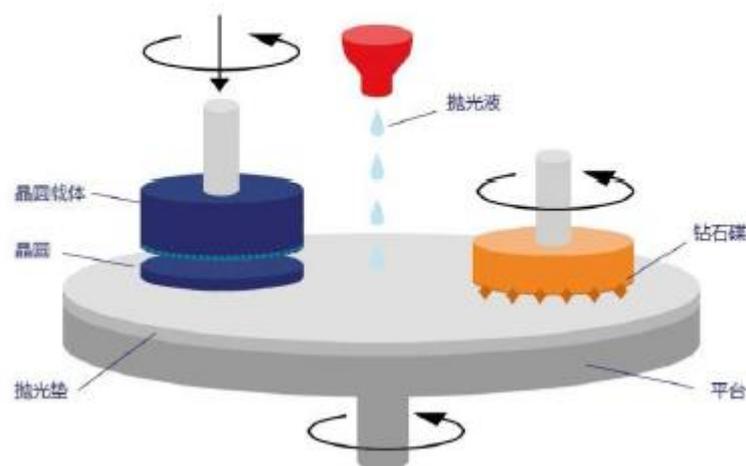
收入为 7.4 亿元，其中半导体光刻胶光引发剂业务收入为 0.27 亿元，占比 3.66%。

## （五）晶圆制造材料-抛光材料

### 1.简介

CMP 化学机械抛光(Chemical Mechanical Polishing)是集成电路制造过程中实现晶圆全局均匀平坦化的关键工艺。与传统的纯机械或纯化学的抛光方法不同，CMP 技术是通过化学和机械的组合技术避免了由单纯机械抛光造成的表面损伤，利用了磨损中的“软硬磨”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，将化学腐蚀和机械磨削作用达到一种平衡。根据不同工艺制程和技术节点的要求，每一片晶圆在生产过程中都会经历几道甚至几十道的 CMP 抛光工艺步骤。

CMP 工艺原理图



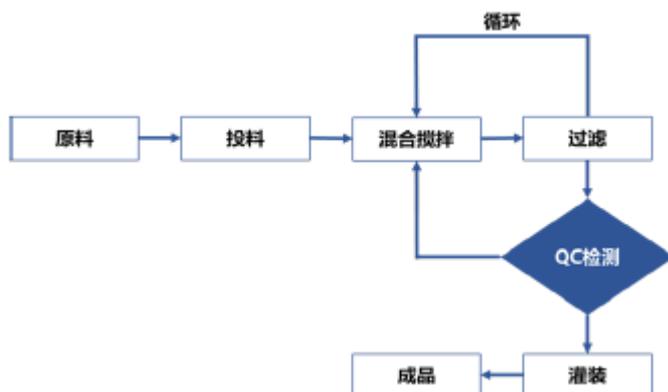
---

抛光材料是 CMP 工艺过程中必不可少的耗材。根据功能的不同，可划分为抛光垫、抛光液、调节器、以及清洁剂等，主要以抛光液和抛光垫为主。**抛光垫**的作用主要是传输抛光液，传导压力和打磨发生化学反应的材料表面，通常为影响化学机械抛光的“机械”因素。抛光垫的材料通常为聚氨酯或聚酯中加入饱和的聚氨酯。抛光垫的各种性质严重影响到抛光晶片的表面质量和抛光速率，主要有抛光布的纤维结构和孔的尺寸、抛光垫的粘弹性、抛光垫的硬度和厚度、耐化学性、以及反应性等。**抛光液**的作用主要是为抛光对象提供研磨及腐蚀溶解，通常为影响化学机械抛光的“化学”因素。CMP 抛光液又称 CMP 研磨液或 CMP 磨料，是平坦化工艺中研磨材料和化学添加剂的混合物，CMP 抛光液一般由超细固体粒子研磨剂(如纳米级 SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 粒子等)、表面活性剂、稳定剂、氧化剂等组成。其中，固体粒子提供研磨作用，化学氧化剂提供腐蚀溶解作用。

## 2.制造工艺

化学机械抛光液生产过程为配方型复配工艺，以常温常压下复配、混合、过滤为主，不涉及复杂剧烈的化学反应。抛光液的配方是影响抛光效果的决定性因素，是技术门槛。各家公司通常非常注

重抛光液配方的研究，同时根据抛光对象的不同对抛光液的组成进行调整，以获得较好的抛光速率和抛光效果。



资料来源：安集微电子招股说明书

### 3.市场规模

根据 SEMI 统计，2018 年全球 CMP 抛光材料市场规模约 21.68 亿美元。根据 CabotMicroelectronics 官网公开披露的资料，2018 年全球 CMP 抛光材料市场规模为 20.1 亿美元，其中抛光液和抛光垫市场规模分别为 12.7 亿美元和 7.4 亿美元;预计 2017-2020 年全球 CMP 抛光材料市场规模年复合增长率为 6%。

### 4.竞争格局

长期以来，全球化学机械抛光液市场主要被美国和日本企业所垄断，包括美国的 Cabot Microelectronics（卡博特）、Versum 和日本的 Fujimi 等。其中，卡博特全球抛光液市场占有率最高，但

是已经从 2000 年约 80%下降至 2017 年约 35%，表明未来全球抛光液市场朝向多元化发展，地区本土化自给率提升。

公司	概况
Cabot Microelectronics	<p>成立于 1999 年，总部位于美国，员工数量约 1200 余人，为纳斯达克上市公司，是全球领先的化学机械抛光液供应商和第二大化学机械抛光垫供应商。</p> <p>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。2017 年度，销售总收入 5.07 亿美元，其中化学机械抛光液（以钨抛光液、电介质抛光液为主）销售收入 4.11 亿美元，占比 81%。</p>
Versum	<p>Air Products and Chemicals, Inc.在 2016 年 10 月剥离电子材料业务，成立 Versum Materials, Inc. ( Versum )。Versum 总部位于美国，员工数量约 2000 多人，为纽交所上市公司。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。2017 年度，Versum 销售总收入 11.27 亿美元，其中材料业务（包括先进材料和工艺材料）销售收入 8.30 亿美元，占比 74%。</p>
Entegris ( 2019 年 1 月份与 Versum 宣布合并 )	<p>Entegris, Inc.和 Mykrolis Corporation 于 2005 年 3 月 17 日合并为 Entegris, Inc.。Entegris 总部位于美国，员工数量将近 3,900 名，纳斯达克上市公司。Entegris 是全球领先的半导体和其他高科技行业制造过程中微污染控制产品、特种化学品、先进材料处理解决方案的开发商、制造商、供应商，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，</p>

	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 and 集成产品。2017 年度，Entegris 销售总收入 13.43 亿美元，其中特种化学品和工程材料业务部门销售收入 4.85 亿美元，占比 36%。
Fujimi	Fujimi Incorporated ( Fujimi ) 成立于 1953 年，总部位于日本，员工数量约 800 余名，东京证券交易所和名古屋证券交易所上市公司。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，并正在培育金属陶瓷、热喷涂材料等新领域。2017 年度，Fujimi 销售总收入 357.88 亿日元，其中半导体器件 CMP 研磨剂销售收入 146.21 亿日元，占比 41%。

全球 CMP 抛光垫长期呈现出一家独大的竞争格局，美国陶氏化学长期占据约 80% 的市场份额，第二名为美国卡博特，其他如 3m、日本东丽、台湾三方化学等可生产部分芯片用抛光垫。就国内来说，CMP 抛光垫基本依赖进口。

公司	概况
陶氏化学	半导体领域相关产品是公司的主要产品系列，其细分市场包括集成电路制造和半导体制造，主要生产 CMP 耗材、光刻材料、半导体制造材料、制造清洁剂和消毒剂、先进的芯片封装材料和热管理材料。

## 5. 国产化情况

全球化学机械抛光液市场长期以来主要被美国和日本企业所垄断，抛光垫市场陶氏化学长期占据约 80% 的市场份额，国内 CMP 抛光垫基本依赖进口。目前，国内上市公司从事化学机械抛光液主

---

要代表企业为安集微电子，抛光垫主要为鼎龙股份。非上市公司有上海新安纳电子科技等。

### **(1) 安集微电子-抛光液**

于 2019 年 10 月份获得科创板注册。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光刻胶去除剂，主要应用于集成电路制造和先进封装领域，其中化学机械抛光液业务占比在 80%以上。根据招股说明书，公司化学机械抛光液已在 130-28nm 技术节点实现规模化销售，主要应用于国内 8 英寸和 12 英寸主流晶圆产线；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。公司现为中芯国际、合肥长鑫的主流供应商，为台积电、联华电子的合格供应商，其他客户包括华虹宏力、华润微电子等。2018 年公司营收约 2.5 亿元（其中抛光液收入为 2.05 亿元），净利润约。约占全球化学机械抛光液市场规模的 2.44%。

### **(2) 鼎龙股份-抛光垫**

公司之前业务为打印耗材，近年向 CMP 抛光垫、柔性 OLED 显示基板材料 PI 浆料等新业务拓展。2018 年，公司 CMP 抛光垫已经实现从应用于成熟制程到先进制程领域，从硬垫到软垫的全面

---

产品布局，全年共计实现年销售收入 314.89 万元，新增三家客户订单和六家客户认证。

### **(3) 上海新安纳电子科技**

成立于 2008 年 7 月，是主要从事电子级纳米磨料和抛光液技术开发、生产、销售和服务的高科技企业，由中国科学院上海微系统与信息技术研究所联合中外投资者创办。

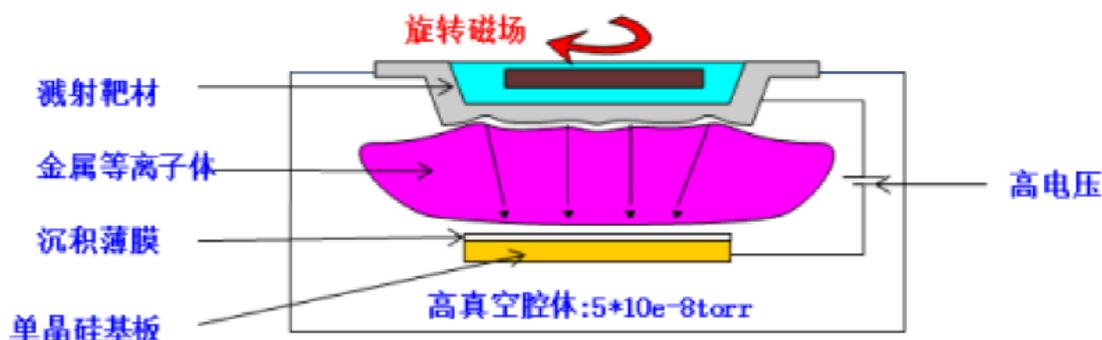
## **(六) 晶圆制造材料-靶材**

### **1.简介**

溅射：为制备薄膜材料的主要技术之一，它利用离子源产生的离子，在真空中经过加速聚集而形成高速的离子束流，轰击固体表面，离子和固体表面原子发生动能交换，使固体表面的原子离开固体并沉积在基底表面，被轰击的固体是用溅射法沉积薄膜的原材料，称为溅射靶材。

高纯溅射靶材：指纯度为 99.9%-99.9999%(3N-6N 之间)的金属或非金属靶材，应用于电子元器件制造的物理气象沉积(PVD)工艺，是制备晶圆、面板、太阳能电池等表面电子薄膜的关键材料。相比于平板显示器、太阳能电池等其他领域，半导体芯片对溅射靶

材的技术要求最高，价格也最为昂贵，溅射靶材金属纯度通常要求达到 99.9995%(5N5)以上。



溅射镀膜基本原理示意图

来源：江丰电子招股说明书

溅射靶材的种类较多，即使相同材质的溅射靶材也有不同的规格。按照不同的分类方法，能够将溅射靶材分为不同的类别。

序号	分类标准	产品类别
1	按形状分类	长靶、方靶、圆靶
2	按化学成份分类	金属靶材（纯金属铝、钛、铜、钽等）、合金靶材（镍铬合金、镍钴合金等）、陶瓷化合物靶材（氧化物、硅化物、碳化物、硫化物等）
3	按应用领域分类	半导体芯片靶材、平面显示器靶材、太阳能电池靶材、信息存储靶材、工具改性靶材、电子器件靶材、其他靶材

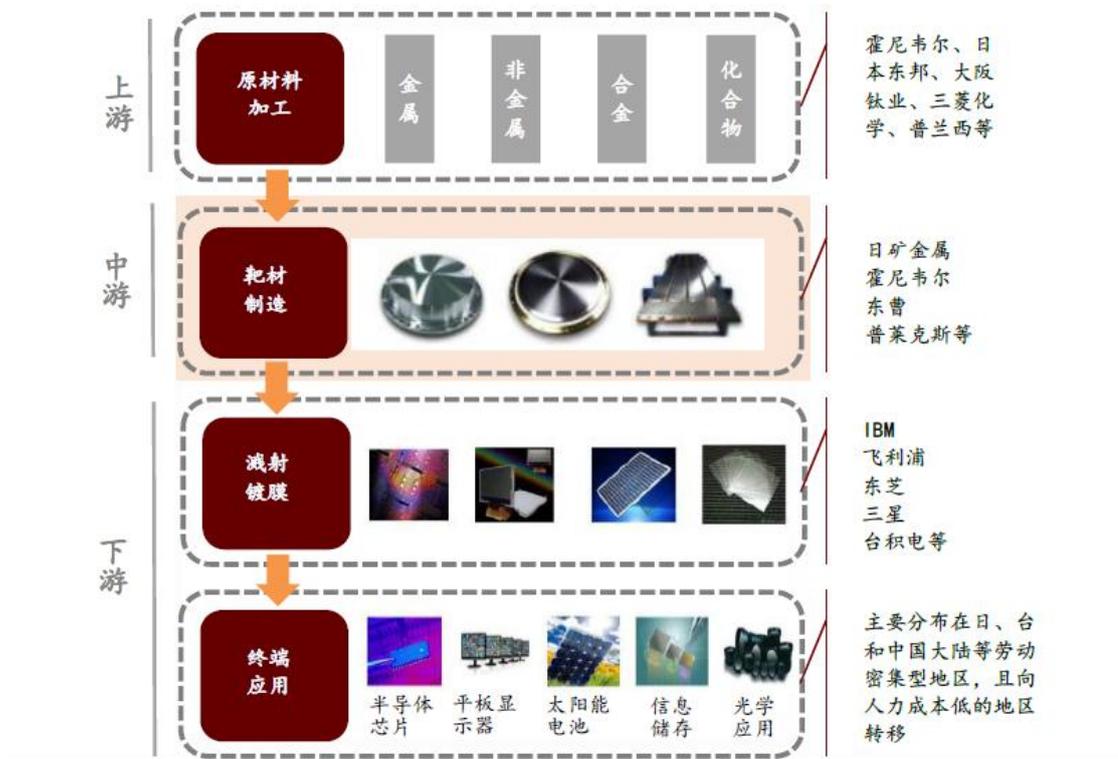
来源：江丰电子招股说明书

在晶圆制作环节，半导体用溅射靶材主要用于晶圆导电层及阻挡层和金属栅极的制作，主要用到铝、钛、铜、钽等金属；在芯片封装环节，靶材用来生成凸点下金属层、布线层等金属材料，主要有铜、铝、钛等。其中，晶圆制作导电层使用金属靶材主要有铝靶和铜靶，阻挡层使用金属靶材主要有钽靶和钛靶，阻挡层主要有两

---

个作用，一方面是阻隔与绝缘，防止导电层金属扩散到晶圆主体材料硅中，另一方面作为黏附，用于粘结金属和硅材料。一般来说，110nm 技术节点以上晶圆分别用铝、钛作为导线及阻挡层的薄膜材料，110nm 以下晶圆分别使用铜、钽材料作为导线及阻挡层的薄膜材料，随着晶圆制程的缩小，未来对铜靶、钽靶以及制作金属栅极用钛靶的用量占比将不断提升。

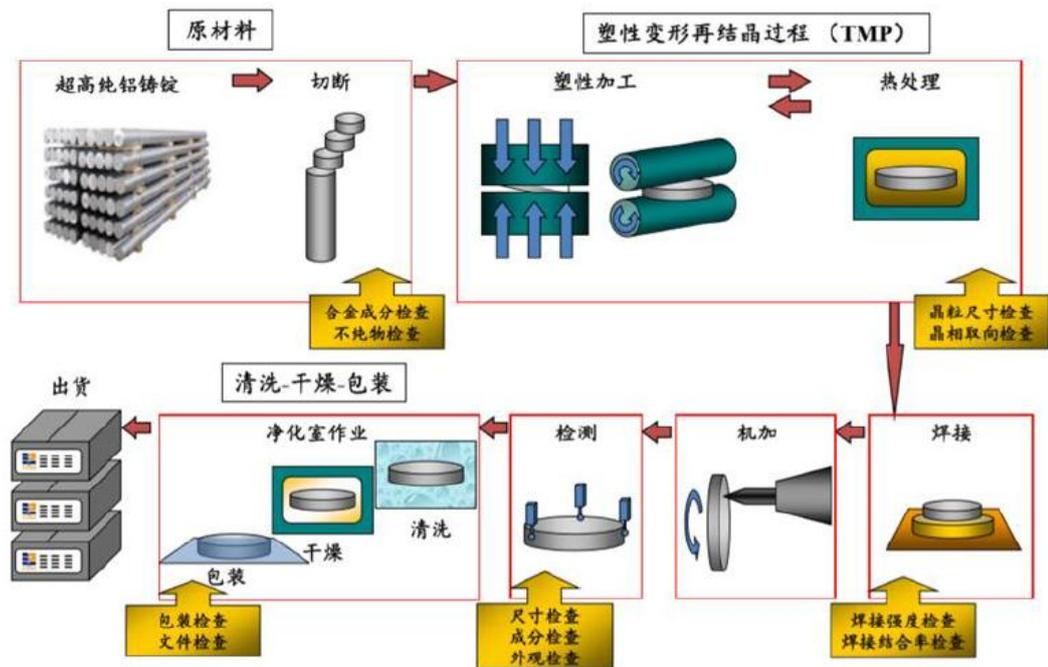
溅射靶材产业链主要包括金属提纯（原材料加工成高纯度金属）、靶材制造、溅射镀膜和终端应用等环节。目前，全球范围内高纯金属产业集中度较高，美国、日本、德国等国家的高纯金属生产商依托先进的提纯技术在整个产业链中居于有利的地位，具有较强的议价能力，同时，包括霍尼韦尔、日矿金属等全球靶材制造龙头也积极向上游延伸，把控上游高纯金属生产制造环节。中游为靶材制造，下游为溅射镀膜（如晶圆代工制造中的 PVD 工艺）以及终端应用领域（半导体、平板显示、太阳能电池等）。



## 2. 制造工艺

靶材的生产需要经过预处理、塑性加工、热处理、焊接、机加、净化、检测等多道工艺处理，塑性变形再结晶过程需要重复进行。

以铝靶材为例，一般是将铝原料进行熔炼(电子束或电弧，等离子熔炼)、铸造，将得到的锭或坯料进行热锻破坏铸造组织，使气孔或偏析扩散、消失，再通过退火使其再结晶化从而提高材料组织的致密化和强度，进而经过焊接、机加和清洗等步骤最终制备成靶材。



根据靶材材料以及用途的不同，制备工艺主要包含熔炼铸造法和粉末烧结法两大技术路径。

1)熔炼铸造法：高纯金属如 Al、Ti、Ni、Cu、Co、Ta、Ag、Pt 等具有良好的塑性，直接采用物理提纯法熔炼制备的铸锭或在原有铸锭基础上进一步熔铸后，进行锻造、轧制和热处理等热机械化处理技术进行微观组织控制和坯料成型。

2)粉末烧结法：对于 W、Mo、Ru 等难熔金属及合金，由于材料的熔点高、合金含量高、易偏析、本征脆性大等原因，采用熔炼法难以制备或者材料性能无法满足溅射需求时，需要采用粉末烧结法制备。首先进行粉体材料的预处理，包括采用粒度和形貌合适的高纯金属粉末进行均匀化混合、造粒等，再选择合适的烧结工艺，

---

包括冷等静压(CIP)、热压(HP)、热等静压(HIP)及无压烧结成型等。

### 3.市场规模

据 SEMI 数据显示，在晶圆制造材料中，溅射靶材约占芯片制造材料市场的 2.6%。在封装测试材料中，溅射靶材约占封装测试材料市场的 2.7%。据此测算，2018 年全球半导体用靶材市场规模约为 13.69 亿美元，同比增长 10.55%，其中晶圆制造用靶材市场规模为 8.37 亿美元；封装测试用靶材市场规模为 5.32 亿美元。根据有研新材 2018 年年度报告，国内半导体用高纯金属靶材市场已经在 10 亿元以上，预计未来几年将保持两位数增长。据统计，我国投资新建的 300mm 晶圆厂，预计 2020 年总产能预计将达到 125 万片/月，对高端大尺寸靶材的需求将会有数倍的增长。

### 4.竞争格局

半导体芯片用溅射靶材技术要求最高，具有规模化生产能力的企业数量也相对较少，主要分布在美国、日本等国家和地区。较高的技术与客户壁垒导致日美跨国公司形成垄断优势，行业集中度高，且产业格局长期维持在相对稳定的状态。一方面溅射镀膜工艺起源于国外，对所需溅射靶材的性能要求高、专业性强，属于技术密集型产业，新进入者无论在技术、设备、人才等各方面均需要大规模

投入；另一方面，靶材行业下游客户认证周期长，客户定制化程度高。在供应商与下游用户初步接触后，需要经过供应商初评、报价、样品检测、小批样使用、以及稳定性检测等评价过程，才能成为正式供应商，一般需要 2-3 年，且一旦成为供应商后将与下游客户保持相对稳定的关系。目前，霍尼韦尔、日矿金属、东曹、普莱克斯、住友化学、爱发科等占据了全球半导体靶材的主要市场份额。

全球主要靶材供应商

公司	概况
日矿金属	<p>JX 日矿日石金属株式会社成立于 1992 年，为 JX 控股（JX Holdings）子公司。JX 控股总部位于日本，为东京证券交易所上市公司，主要有能源业务、石油天然气探测和生产业务、金属业务三大业务，其中金属业务为日矿金属运营，日矿金属以铜为中心，致力开展从上游的资源开发、中游的金属冶炼至下游的电子材料加工、环保资源再生业务，主要产品包括铜箔、复合半导体、金属粉末、溅射靶材等，其中溅射靶材主要用于大规模集成电路、平板显示、相变光盘等。约占全球市场的 30%。</p>
霍尼韦尔	<p>成立于 1885 年，总部位于美国，纽约证券交易所上市公司，拥有航空航天集团、自动化控制系统集团以及特殊材料和技术集团三大业务部门。其中特殊材料和技术集团下属特性材料业务部门，主要产品之一电子原材料包括热界面材料、电子化学品、电子聚合物、贵金属热电偶、靶材、线圈组和金属材料等。霍尼韦尔的主要靶材包括钛铝靶、钛靶、铝靶、钽靶、铜靶等。霍尼韦尔在并购 Johnson</p>

	Mattey、整合高纯铝、钛等原材料生产厂后，占到全球市约 20%的份额。
东曹	东曹株式会社（Tosoh Corporation）成立于 1935 年，总部位于日本，为东京证券交易所上市公司，其功能产品部门由有机化学产品、高机能材料产品、生命科学三部分组成，其中高机能材料产品主要包括电池材料、石英玻璃、分子筛、溅射靶材等。其溅射靶材通过在美国、日本、韩国和中国的生产基地生产，主要用于半导体、太阳能发电、平板显示器、磁记录媒体等领域。约占全球市场的 20%。东曹在中国大陆设有 4 家子公司，其中溅射靶材相关业务主要由东曹达（上海）贸易有限公司、东曹达（上海）电子材料有限公司两家子公司经营。
普莱克斯	普莱克斯公司（Praxair, Inc.）成立于 1907 年，总部位于美国，为纽约证券交易所上市公司，是世界最大的气体供应商之一，主要产品包括大气气体产品、生产气体产品以及表面技术产品。普莱克斯公司主要服务于航空航天、化工、医疗保健、金属生产、石油天然气、能源、电子等行业，其中其电子行业的主要产品包括电子设备、次大气气体输送系统、溅射靶材等，其溅射靶材主要应用于电子及半导体行业。
住友化学	住友化学株式会社（Sumitomo Chemical Company, Limited），成立于 1913 年，总部位于日本，东京证券交易所上市公司，主要服务于石油化学、能源-功能材料、情报电子化学、健康-农业相关事业和医药五大领域，其中情报电子化学领域的主要产品包括滤色镜、光学功能薄膜、彩色光阻剂、导光板、触摸屏面板、溅射靶材等。住友化学在中国大陆设有 19 家子公司，其中溅射靶材行业相关业务由住化电子材料科技（上海）有限公司经营。
爱发科	日本爱发科真空技术株式会社（ULVAC, Inc.），成立于 1952 年，总部位于日本，东京证券交易所上市公司，设有真空设备部门和真空应用部门，主要产品分为真空设备、真空组件和原材料三大类，其中原材料包括高性能材料和溅射靶材，其溅射靶材主要应用于平板显示、半导体、太阳能电池等领域，此外爱发科

还可以生产 ITO 靶材。爱发科真空技术株式会社在中国设有 7 家子公司，其中溅射靶材相关业务由爱发科真空技术（苏州）有限公司经营。
--

## 5.国产化情况

目前国内高纯溅射靶材产业总体表现出数量偏少，企业规模偏小和技术水平偏低的特征。目前，国内靶材厂商主要聚焦在低端产品领域，在半导体高端靶材市场还无法与国际巨头全面竞争。但依靠国内的巨大市场潜力和利好的产业政策，以及产品价格优势，国内企业已经逐步在国内市场占有一定的市场份额，并逐步在个别细分领域抢占了部分国际大厂的市场空间。如在高端领域，以江丰电子为代表的国产高纯溅射靶材厂商，逐渐打破了国外技术垄断，成功进入了下游知名半导体企业供应名单。国内上市公司主要有江丰电子、有研新材、阿石创等，其中应用到半导体行业的有江丰电子、有研新材，阿石创的靶材主要应用到平板显示领域。非上市公司有睿宁材料、江苏比昂电子等，公司规模较小。

### （1）江丰电子

公司主营业务为高纯溅射靶材的研发、生产和销售，主要产品为各种高纯溅射靶材，以铝靶、钛靶、钽靶、钨钛靶为主，其中铝靶广泛应用于半导体芯片、平板显示器、太阳能电池等领域；钛靶、

---

钽靶主要应用于超大规模集成电路芯片制造领域；钨钛靶主要应用于超大规模集成电路及太阳能电池领域。2018年，公司实现营业收入6.5亿元，其中钽靶、铝靶、钛靶收入占比分别为31.70%、24.44%、15.58%。归属于母公司净利润为5,880.86万元。

在半导体靶材领域，公司生产的300mm晶圆用Al、Ti、Ta、Cu等靶材产品已批量应用于半导体芯片90-7nm技术节点。公司超高纯金属溅射靶材产品在7纳米技术节点实现批量供货。客户包括台积电、海力士、中芯国际、联华电子等。位于合肥的江丰电子子公司主要为平板显示领域用靶材产品的焊接工厂，为京东方做配套。

## **(2) 有研新材**

有研新材原名为有研半导体材料股份有限公司,是由北京有色金属研究总院独家发起,以募集方式设立的股份有限公司,于1999年3月成立并在上海证券交易所挂牌上市。主要从事超高纯金属及稀贵金属材料、微电子光电子用薄膜材料、高端稀土功能材料、红外光学及光纤材料、生物医用材料等新材料的研发与生产。2018年收入为47.68亿元，其中高纯/超高纯金属材料（含靶材）收入为17亿元，占比约36%；净利润8,250万元。

---

在靶材方面，在超高纯金属、铜靶材、铜铝合金靶材、钴靶材、镍铂合金靶材等产品上实现了技术突破，8-12 英寸靶材产品在市场上稳步推进，2018 年度 30 余款 8-12 寸靶材新产品完成送样，已有多款靶材产品顺利通过考核认证。目前已成为台积电、格罗方德、英特尔、中芯国际、长江存储等国际知名集成电路企业的稳定供应商。

### **(3) 阿石创**

公司成立于 2002 年，位于福建省福州市，2017 年在深交所创业板上市。公司产品主要分溅射靶材和蒸镀材料两个系列，主要应用在在平板显示、光学光通讯、节能玻璃等领域，其中靶材主要有铝靶材、钼靶及 ITO 陶瓷靶材。主要客户有京东方、群创光电、蓝思科技、伯恩光学、水晶光电等企业。2018 年收入 2.6 亿元，其中靶材收入为 1.99 亿元，占比约 78%；归属于母公司的净利润 2,773.18 万元。

### **(4) 睿宁材料**

睿宁高新技术材料（赣州）有限公司成立于 2011 年，专注研发、生产和销售高纯材料、高纯溅射靶材、蒸发镀膜材料、硅零部件等材料产品。在集成电路用高纯溅射靶材方面，靶材有 Ta、Ti、Cu、Al、Co、Si、W、Ni、V 及其合金 AlSi、AlSiCu、CuMn、

---

CuAl、NiPt、NiV、TiAl、WSi、WTi 等，纯度在 4N-6N；应用范围涵盖 60nm、45-28nm、22-10nm 及小于 10nm 现代集成电路半导体芯片制造的工艺制程。

## **(七) 晶圆制造材料-湿法化学品**

### **1.简介**

湿法化学品指为微电子、光电子湿法工艺(主要包括湿法刻蚀、湿法清洗)制程中使用的各种电子化工材料。湿法化学品按用途可分为通用化学品(又称超净高纯试剂)和功能性化学品(以光刻胶配套试剂为代表)。其中超净高纯试剂一般要求化学试剂中控制颗粒的粒径在  $0.5\mu\text{m}$  以下，杂质含量低于 ppm 级，是化学试剂中对颗粒控制、杂质含量要求最高的试剂。功能湿法化学品是指通过复配手段达到特殊功能、满足制造中特殊工艺需求的配方类或复配类化学品。功能性湿法化学品一般配合光刻胶用，包括显影液、漂洗液、剥离液等。

在集成电路领域，湿法化学品主要应用到前段的晶圆制造及后端的封装测试环节。在晶圆制造中需要反复通过十几次清洗、光刻、蚀刻等工艺流程，每次都需要湿法化学品进行相关处理，用于清洗颗粒、有机残留物、金属离子、自然氧化层等污染。在封装测试环节，湿法化学品主要应用在清洗、溅射、黄光、蚀刻等工艺环节。

SEMI 将湿法化学品的品质划分为五个等级，其中 G5 级代表纯度越高，技术含量越高。

SEMI 标准	C1(Grade1)	C7(Grade2)	C8(Grade3)	C12(Grade4)	Grade5
金属杂质/( $\mu\text{g/L}$ )	$\leq 100$	$\leq 10$	$\leq 1$	$\leq 0.1$	$\leq 0.01$
控制粒径/ $\mu\text{m}$	$\geq 1.0$	$\geq 0.5$	$\geq 0.5$	$\geq 0.2$	*
颗粒个数/(个/mL)	$\leq 25$	$\leq 25$	$\leq 5$	供需双方协定	*
适应 IC 线宽*范围/ $\mu\text{m}$	$> 1.2$	0.8-1.2	0.2~0.6	0.09~0.2	$< 0.09$

## 2. 制造工艺

湿法化学品的关键技术主要包括混配工艺技术、分离纯化技术以及与其生产相配套的分析检验技术、环境处理与监测技术、包装储存技术等。在工艺制备上，主要采用蒸馏、亚沸蒸馏等温蒸馏、减压蒸馏以及升华、化学处理、气体吸收等技术，将产品中的金属杂质分离出来确保产品的纯净度。

制备工艺	细分	使用材料或方法
工艺制备技术		蒸馏、亚沸蒸馏、等温蒸馏、减压蒸馏、低温蒸馏、升华、气体吸收、化学处理、树脂交换、膜处理等技术
分析测试技术	颗粒分析测试技术	激光光散射法
	金属杂质分析测试技术	发射光谱法、原子吸收分光光度法、火焰发射光谱法、石墨炉原子吸收光谱、等离子发射光谱法(ICP)、电感耦合等离子体-质谱(ICP-MS)法
	非金属杂质分析测试技术	离子色谱法
包装技术		使用高密度聚乙烯(HDPE)、四氟乙烯和氟烷基乙烯基醚共聚物(PFA)、聚四氟乙烯(PTFE)等材料

---

### 3.市场规模

据 SEMI 数据显示，2018 年全球半导体制造湿法化学品的市场规模约 21.56 亿美元。根据前瞻研究院显示，2018 年我国半导体用湿法化学品用量将达到 37.5 万吨，需求金额将达到 35 亿元人民币。

### 4.竞争格局

欧美和日韩台地区企业仍占据湿法化学品产业主导位置。其中欧美和日本湿电子化学品企业技术先进，品种齐全；韩国和台湾地区及其他国家和地区企业在技术专利和市场份额等方面仍与欧美和日本企业存在较大差距。

根据江化微招股说明书，全球第一块湿电子化学品市场主要由欧美传统老牌企业所占领（2014 年市场份额约 35%），主要企业有德国的巴斯夫公司，美国的 Ashland 公司、霍尼韦尔公司、AIR PRODUCTS 公司、Avantor Performance Materials 公司及 ATMI 公司。第二块市场主要由日本企业占有（2014 年市场份额约 28%），主要有关东化学公司、三菱化学、住友化学、和光纯药工业（Wako）、stella-chemifa 公司等。第三块市场主要由中国台湾、韩国、本地企业占有（2014 年年市场份额约 35%），中国台湾企业主要有台湾东应化、伊默克化学、联仕电子化学、三福化

工、台硝投资股份及理盛精密科技等；韩国企业主要有东友（DONGWOOFINECHEM）、东进（DONGJIN SEMICHEM）等；国内上市公司主要有江化微、苏州晶瑞化学等。

德美日韩及中国台湾相关企业概况

公司	国家	概况
巴斯夫	德国	巴斯夫为迅猛发展的半导体产业和液晶显示器生产提供电子化学产品，成为电子化学行业的领先供应商。
Ashland	美国	主要业务涉及到专业化学品等精细化工产品，各种高级润滑油以及水处理等。
Avantor Performance Materials	美国	其 LCD、IC、LED 工业用的电子级磷酸较为有名，在世界及我国国内有一定规模的市场。
Honeywell	美国	为全球半导体行业供应杂质在 100ppt 以下的高纯度湿电子化学品，如氢氟酸、氢氧化铵、过氧化氢和盐酸等产品，其材料事业部门每年可创出约近 10 亿美元的收入。
ATMI	美国	目前世界知名的半导体制程所用聚合物剥离液生产、供应的美国厂商。
AIR PRODUCTS	美国	在湿电子化学品生产供应上，其 CMP 后清洗液、碱性、酸性的剥离液占世界及我国的半导体厂家外有较大的市场。
关东化学	日本	在半导体材料领域，主要有超纯化学品、蚀刻剂等。

	本	
住友化学	日本	大尺寸晶圆制造中应用的湿电子化学品
Stella-Chemifa	日本	氢氟酸产品
三菱化学	日本	MC-1、AM1、MCX Series
和光纯药工业	日本	Cu-CMP 后清洗液、碱性清洗液 “CLEAN8000” 系列
东友 ( DONGWOOFINECHEM )	韩国	半导体用高纯电子化学品及精细化工产品
东进 ( DONGJIN SEMICHEM )	韩国	以生产和销售半导体及 FPD 用电子化学品和发泡剂产品为主导
台湾东应化	中国台湾	半导体、TFT-LCD 用剥离液、显影液
伊默克化学	中国台湾	提供台湾半导体及平面显示器工业高纯度化学品与相关之生产供应及技术服务
联仕电子化学	中国台湾	提供高质量和高纯度的化学品，包括蚀刻剂，清洁剂和剥离剂，应用于半导体、FPD、PV 和 LED 行业。

	湾	
理盛精密科技	中国 台湾	制造、销售高纯度磷酸
台硝投资	中国 台湾	清洁剂等化工产品
三福化工	中国 台湾	显影液、蚀刻液、光阻剥离剂及光阻稀释剂与洗边剂等，应用于 IC 半导体、LCD、触控面板、LED、太阳能面板等产业

## 5.国产化情况

根据前瞻研究院，在国内市场上，湿法化学品主要被欧美、日韩企业、台湾的企业所占据；在我国湿法化学品市场中，国内企业在半导体领域和平板显示领域市场占有率均为 25%，在太阳能领域市场占有率为 98%。

### (1) 江化微

公司成立于 2001 年，位于江苏省江阴市，2017 年在上交所上市。主营业务为超净高纯试剂、光刻胶配套试剂等湿法化学品的研

---

发、生产和销售。生产的湿法化学品主要应用于在平板显示、半导体及 LED 及太阳能等领域的清洗、光刻、显影、蚀刻、去膜、掺杂等制造工艺过程。公司的产品技术等级普遍达到国际半导体设备与材料组织 SEMI 标准 G2、G3 级，公司 IPO 募投项目部分产品达到 G4 等级，在国内同行中处于前列位置。2018 年公司收入约 3.8 亿元，归属于母公司净利润为 3,992.31 万元。

在半导体领域拥有有士兰微电子、华润微电子、中芯国际、长电科技等客户。具体到产品，超净高纯试剂对士兰微电子的销售持续放量，蚀刻液成功导入 12 英寸的重庆万国产线；2018 年增加对士兰集昕、长电先进、方正微等客户的显影液（光刻胶配套试剂）产品销售。

## （2）晶瑞股份

公司成立于 2001 年，位于江苏省苏州市，2017 年在深交所创业板上市。公司主导产品包括超净高纯试剂、光刻胶、功能性材料、锂电池材料和基础化工材料等，重点应用到半导体、锂电池、LED、平板显示和光伏太阳能电池等行业的清洗、光刻、显影、蚀刻、去膜等工艺环节。2018 年公司收入为 8.1 亿元，其中，超净高纯试剂收入 2.25 亿元，光刻胶收入 0.84 亿元，功能性化学品收入 0.71 亿

---

元，锂电池材料收入 2.65 亿元，基础化工材料收入 1.14 亿元。归属于母公司净利润为 5022 万元。

公司超净高纯试剂主要有高纯硫酸、高纯过氧化氢、高纯氨水、高纯硝酸等，其中超净高纯双氧水和超净高纯氨水的品质达到 SEMI G5 等级，达到国际先进水平，可应用晶圆制造；氟化铵、硝酸、盐酸、氢氟酸等产品品质已提升到 G3、G4 等级，可用于平板显示、太阳能领域。另外引进日本三菱化学的硫酸的制造技术，提高高纯硫酸品质。公司功能性化学品主要包括显影液、剥离液、蚀刻液和清洗液等。在半导体领域客户主要有户中芯国际、华虹、合肥睿力、士兰微等。

### **三、半导体上游材料生产设备**

半导体上游材料晶圆制造材料主要包括硅片、特殊电子气体、光掩模版、光刻胶、抛光材料、靶材及湿法化学品等。其中硅片的生产的重要设备为晶体生长设备，是形成硅棒的关键设备。光掩模版（也被称为光罩）的生产过程需要用到光刻机、蚀刻机、清洗设备等。特殊电子气体生产工序包括气体合成、气体纯化、气体混配、气瓶处理、气体充装、气体分析检测，设备定制化比较强。光刻胶主要由感光剂(光引发剂)、聚合剂(感光树脂)、溶剂与助剂构成，所需材料来自上游材料供应商，核心技术为配方的配比，同样需要光

---

刻机来验证光刻机的效果。抛光材料中的化学机械抛光液生产核心为配方型复配工艺。靶材的生产主要是将所购买的高纯度金属材料通过塑性加工、热处理、焊接、机加、净化等过程处理。湿法化学品的关键技术主要包括混配工艺技术、分离纯化技术等。总的来说，半导体上游原材料生产所需的设备中如光刻机、蚀刻机、清洗设备等亦是晶圆制造设备，下文主要讲述硅片生产中的晶体生长设备。

## **（一）晶体生长设备**

### **1.简介**

晶体生长是制作硅片比较关键的工艺环节，所需设备主要有单晶硅生长炉、多晶硅铸锭炉、区熔硅单晶炉等。单晶硅生长炉是在真空状态和惰性气体保护下，通过石墨电阻加热器将多晶硅原料加热熔化，然后用直拉法生长单晶的设备。多晶硅铸锭炉是在真空状态和惰性气体保护下，通过石墨电阻加热器将多晶硅原料加热熔化，然后在受严格控制的温度场中用定向凝固法生长多晶硅锭的设备。区熔硅单晶炉是一种高纯单晶硅棒生长设备，用于悬浮区熔提纯与单晶生长，主要应用于采用区熔法生产硅片的生产工艺中。



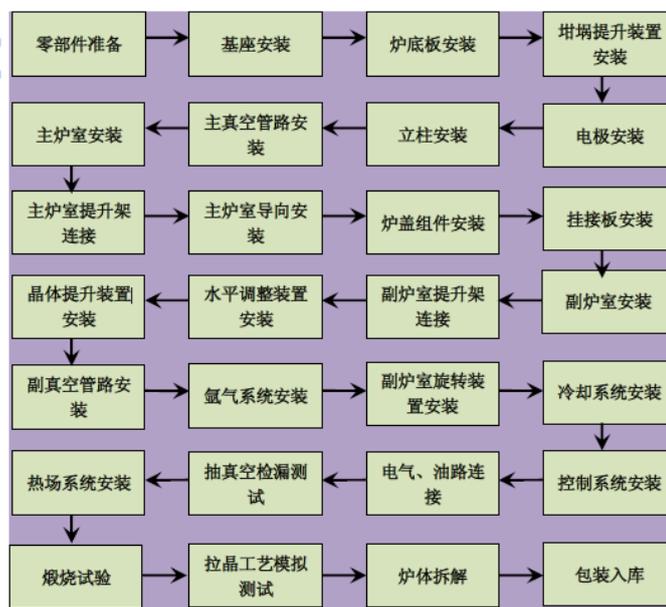
来源：晶盛机电招股说明书、公司官网

另外，在晶体生长为硅棒之后，需要单晶硅截断机、单晶硅滚圆机、全自动硅片抛光机等对硅棒进行切割、抛光等，最后形成硅片。

## 2. 制造工艺

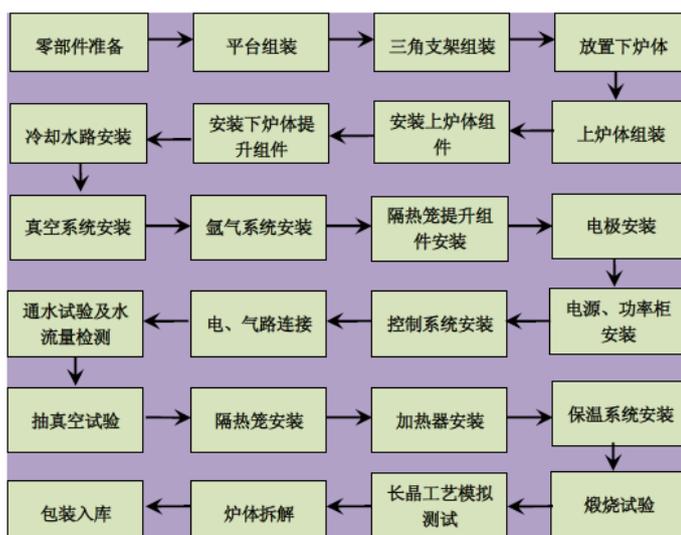
以晶盛机电的全自动单晶硅生长炉和多晶硅铸锭炉为例，其总体装配工艺流程如下：

全自动单晶硅生长炉总体装配工艺流程



来源：晶盛机电招股说明书

多晶硅铸锭炉总体装配工艺流程



来源：晶盛机电招股说明书

### 3.竞争格局

美国、欧洲及日本的晶体硅材料提纯及制造设备代表了行业当今国际最高水平，也占据了相关领域大部分市场。我国晶体硅生长设备市场已初具规模，主要企业包括晶盛机电、京运通、天龙光电、天通股份等。相比半导体领域，光伏领域的国产化率较高。

国外晶体生长设备供应商概况

设备	公司	概况
单晶硅生长炉	Kayex	JX 即 Kayex Crystal Growing Technology Co., Ltd, 总部位于美国纽约州，是一家半导体级和太阳能级晶体硅生长设备制造商。
	PVA TePla	即 PVA TePla AG，总部位于德国 Wettenberg，是一家国际化的设备和系统供应商，主要产品包括高温真空炉设备、晶体生长设备、等离子体设备。

多晶硅铸锭炉	GT Solar	美国 GT Solar 公司是一家太阳能光伏设备供应商，主要产品包括高纯多晶硅 制备设备和多晶硅铸锭炉，已于 2008 年 7 月在美国纳斯达克上市。
	ALD	德国 ALD 真空工业有限公司成立于 1994 年，是全球最大的真空炉及热处理 设备生产商，其主要产品包括：真空冶金、真空烧结、真空热处理及多晶硅铸锭炉。

#### 4.国内主要上市企业

国内主要从事晶体生长设备的上市公司主要有晶盛机电、京运通、天龙光电、天通股份等。

##### (1) 晶盛机电

公司成立于 2006 年，位于浙江省杭州市，2012 年在创业板上市。主营产品为全自动单晶硅生长炉、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、叠瓦自动化生产线、蓝宝石晶锭、蓝宝石晶片、LED 灯具自动化生产线等，主要应用于太阳能光伏、集成电路、LED 领域。2018 年度，公司实现晶体生长设备营业收入 19.4 亿元，智能化加工设备营业收入 2.8 亿元，蓝宝石材料营业收入 1.2 亿元。

在半导体领域，公司承担的国家科技重大专项“极大规模集成电路制造装备及成套工艺”项目的“300mm 硅单晶直拉生长装备

---

的开发”和“8英寸区熔硅单晶炉国产设备研制”两项课题，已进入产业化阶段。公司成功研发了6-12英寸晶体滚圆机、截断机、双面研磨机及6-8英寸的全自动硅片抛光机，已逐步批量销售。近年来，公司半导体产品结构不断丰富，建立了半导体材料关键加工设备的国产化领先优势。公司逐步布局半导体相关辅材、耗材、关键零部件业务，增加了半导体抛光液、阀门、磁流体部件、16-32英寸坩埚等新产品。同时，公司参与投资无锡集成电路大硅片生产项目，引进国外先进设备，强化在高端精密加工领域的技术实力，建立技术和产品质量领先的大型高真空精密零部件制造基地。

## **(2) 京运通**

公司成立于2002年，位于北京市，2011年在上交所上市。公司主营业务包括高端装备制造、新能源发电、新材料和节能环保四大产业，其中高端装备制造包括光伏设备产品和半导体设备产品。就半导体设备产品而言，主要有括区熔单晶硅炉、碳化硅晶体生长设备等。2018年，公司高端装备业务实现营业收入4.26亿元，2018年生产多晶铸锭炉73台，单晶硅炉100台，主要用于光伏行业。

## **(3) 天龙光电**

---

公司成立于 2001 年，位于江苏省金坛经济开发区，2009 年在创业板上市。主要业务包括光伏设备（单晶硅生长炉、多晶硅铸锭炉）及其相关配套设备（切割机、切方机、研磨机）的生产与销售。2018 年营业收入为 957.66 万元。

#### **(4) 天通股份**

公司成立于 1999 年，位于浙江省海宁经济开发区，2001 年在上交所上市。公司主营业务分为电子材料和高端专用设备两块，其中高端专用设备包括粉体材料专用设备、晶体材料专用设备和半导体显示专用设备。晶体材料专用设备主要包括为蓝宝石晶体生长炉、硅单晶生长炉、LT/LN 晶体生长炉等，各种晶体材料的研磨机、抛光机、晶圆减薄机、倒角机等加工设备，广泛应用于光伏、半导体、LED 照明、5G 射频和通讯等应用领域。

近年来，公司在晶体材料专用设备方面进行了功能和性能升级，大规模及大尺寸硅单晶炉子开发，LT/LN 及半导体晶体生长炉的开发，工艺实验室的建设和使用，新技术采用和验证，使得设备的自动化控制程度更高，实现硅晶体生长高效率、低能耗的领先技术优势。针对晶体材料切磨抛关键技术攻关，开发出技术指标达到国内、国际领先的切磨抛及相关自动化设备，实现大尺寸衬底的超光滑表

---

面加工。晶圆加工的化学机械抛光机已完成技术研发，样机正在安装调试中，并已与华虹签订了设备验证协议。

