

# 半导体国产替代系列九

## 离子注入机：四大核心装备之一，迎来国产替代机遇

分析师：许兴军

分析师：罗立波

分析师：王璐



SAC 执证号：S0260514050002



SAC 执证号：S0260513050002



SAC 执证号：S0260517080012



021-60750532



021-60750636



021-60750632



xuxingjun@gf.com.cn



luolibob@gf.com.cn



wanglu@gf.com.cn

请注意，罗立波、王璐并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人，不可在香港从事受监管活动。

### 核心观点：

- **离子注入机：集成电路制造等领域的关键设备之一。**离子注入是指将离子入射到硅片材料中，引起材料表面成分、结构和性能发生变化的掺杂过程，是最主要的掺杂工艺，下游为集成电路、IGBT、太阳能电池、AMOLED等。其中低能大束流是最主要的离子注入设备。
- **市场空间：全球市场规模较大，未来有望继续扩大。**根据 SEMI、中商产业研究院、CPIA、DIGITIMES 等数据来源以及我们的测算，离子注入设备在晶圆加工设备、光伏设备以及 AMOLED 设备的比重分别为 5%、0.3% 以上以及 7% 左右，对应的全球市场规模分别为 25 亿美元左右、1.02 亿元以上以及 3.64 亿美元以上。未来受益于全球半导体需求增加、产线产能的扩充以及技术演进，光伏行业的持续发展以及 AMOLED 需求增长，市场规模有望进一步扩大。
- **竞争格局：壁垒高企，国外厂商占据大部分市场。**离子注入机行业存在较高竞争壁垒，行业集中度较高，整体而言整个市场主要由美国厂商垄断，美国应用材料公司和美国 Axcelis 公司合计占据全球 70% 以上的市场。分领域来看，半导体制造领域应用材料、Axcelis 和汉辰科技 AIBT 地位领先，太阳能电池生产领域主要为中国大陆万业企业旗下凯世通、美国 Intevac 和日本真空技术三家，其中万业企业旗下凯世通竞争地位领先，AMOLED 面板制造领域被日本日新垄断。
- **国内边际变化：多因素助力晶圆厂建厂潮，国内厂商取得突破。**展望未来，从需求端的角度来看，政策、资金、市场三大因素助力中国内地晶圆制造产线增加，带来整体半导体设备投资金额的增加以及细分领域离子注入机的成长机遇。同时光伏产业政策与 AMOLED 产线扩充，下游领域良好成长将带动离子注入机需求。同时从供给端的角度看，国内离子注入设备的主要厂商为万业企业旗下凯世通和中科信，近年来两家公司分别在技术储备以及客户认证方面取得了良好的进展，部分领域已经取得全球领先。未来离子注入设备有望成为显著受益国内市场需求发展的赛道。
- **投资建议。**我们认为，从全球的角度看，未来半导体制造/太阳能电池/AMOLED 离子注入设备行业呈现向好发展。对于国内市场，政策、资金、市场助力国内半导体设备迎来密集投资期，国内离子注入设备空间也将持续增长，同时国内厂商离子注入机也迎来良好进展和突破。建议关注国内领先企业万业企业（已收购凯世通 100% 股权）和中科信（未上市）。
- **风险提示。**技术更新换代风险；下游投资不及预期风险；专利风险等。

### 相关研究：

半导体国产替代系列八：刻蚀设备：半导体设备国产替代先锋

2019-09-30

半导体国产替代系列七：技术突破加速，光刻胶有望吹响替代主旋律

2019-09-23

识别风险，发现价值

请务必阅读末页的免责声明

本报告联系人：蔡锐帆 cairuifan@gf.com.cn

## 重点公司估值和财务分析表

股票简称	股票代码	货币	最新	最近	评级	合理价值 (元/股)	EPS(元)		PE(x)		EV/EBITDA(x)		ROE(%)	
			收盘价	报告日期			2019E	2020E	2019E	2020E	2019E	2020E	2019E	2020E
汇顶科技	603160	CNY	199	2019/10/24	买入	246.50	4.93	5.96	40.37	33.39	42.56	35.62	35.6	30.1
韦尔股份	603501	CNY	140.69	2019/11/01	买入	126.00	0.70	2.80	200.99	50.25	86.61	38.75	3.7	13.0
卓胜微	300782	CNY	432	2019/10/29	买入	477.28	4.79	7.34	90.19	58.86	83.24	54.41	26.1	28.6
兆易创新	603986	CNY	188.5	2019/11/01	买入	209.72	2.14	3.50	88.08	53.86	80.70	50.23	13.2	17.8
澜起科技	688008	CNY	69.49	2019/11/04	买入	70.57	0.86	1.24	80.80	56.04	83.88	59.30	13.9	17.3
长电科技	600584	CNY	22.36	2019/11/12	买入	18.84	0.29	0.17	77.10	131.53	10.05	8.12	3.6	2.2

数据来源: Wind、广发证券发展研究中心

备注: 表中估值指标按照最新收盘价计算

## 目录索引

离子注入机：半导体晶圆制造等领域的关键设备之一 .....	6
市场空间：全球市场规模较大，未来有望继续扩大 .....	8
半导体制造：25 亿美元空间，受益下游需求与技术演进规模有望扩大 .....	8
太阳能电池生产：离子注入占整体比例相对较低，未来有望继续成长 .....	9
AMOLED 面板制造：超过 3 亿美元空间，受益下游 AMOLED 浪潮 .....	10
竞争格局：壁垒高企，国外厂商占据大部分市场 .....	12
国内边际变化之一：多因素助力，国内迎晶圆建厂潮 .....	14
集成电路：政策、资金、市场助力，国内半导体设备迎来密集投资期 .....	14
太阳能电池：生产设备国产化率高，受益政策回暖市场继续成长 .....	16
AMOLED：需求驱动 OLED 产线开出，未来中国大陆将占据重要市场 .....	16
国内边际变化之二：国内供应商实现重要突破 .....	18
万业企业旗下凯世通：全球领先太阳能离子注入机厂商，发力 IC/IGBT/AMOLED .....	18
中科信：国内领先的离子注入机生产厂商，集成电路产品取得进展 .....	21
离子注入设备海外可比公司估值情况 .....	22
投资建议 .....	22
风险提示 .....	22
附录：离子注入机在半导体制造/太阳能电池/AMOLED 领域应用 .....	23

## 图表索引

图 1: 离子注入示意图 (低能/低剂量/快速扫描)	6
图 2: 离子注入示意图 (高能/大剂量/慢速扫描)	6
图 3: 离子注入机结构	7
图 4: 离子注入机工作原理	7
图 5: 全球晶圆加工设备市场规模 18 年超 500 亿美元	8
图 6: 各类晶圆加工设备占比, 离子注入机占比 5%	8
图 7: 半导体晶圆产能 (折合成 8 寸晶圆) 稳步成长	9
图 8: 全球光伏设备规模近年来稳步成长	9
图 9: 全球面板设备投资规模展望	10
图 10: 离子注入机占 AMOLED 设备规模比例约为 7%	10
图 11: 中小尺寸 AMOLED 面板需求稳步成长	11
图 12: 华为的外折式可折叠手机 Mate X	11
图 13: 2017 年全球离子注入机市场格局	13
图 14: 2017 年低能大束流离子注入机竞争格局	13
图 15: 中国大陆半导体设备销售额规模与占比快速提升	15
图 16: 全球与中国大陆光伏装机量, 中国大陆占有一定比例	16
图 17: 随着中国大陆产线开出, 全球中小尺寸 AMOLED 产能供给稳步增长	17
图 18: 凯世通营业收入逐年成长	18
图 19: 凯世通归母净利润由负转正	18
图 20: 凯世通人员职务组成 (截至 2018 年 3 月 31 日)	19
图 21: 凯世通人员学历组成 (截至 2018 年 3 月 31 日)	19
图 22: 中科信电子装备有限公司产品一览	21
图 23: 2016-2019.09 华力集成离子注入设备中标结果, 中科信中标 1 台	22
图 24: 集成电路前道工艺 (FEOL): MOSFET 晶体管的制造过程	23
图 25: 目前太阳能电池各类型占比, N 型不到 10%	24
图 26: N 型电池中各类型占比	24
图 27: TOPCon 型 N 型电池工艺流程	24
图 28: AMOLED 面板制程一览	25
表 1: 离子注入优点一览	6
表 2: 离子注入机分类	7
表 3: 光伏行业各环节所用设备一览	9
表 4: 全球主要国家及地区光伏装机预测 (单位: GW)	10
表 5: 全球从事离子注入机的设备企业总览	12
表 6: 近年来与离子注入机相关的政策一览	14
表 7: 目前中国内地在建的 21 座晶圆厂	15
表 8: 凯世通核心技术人员	19
表 9: 凯世通太阳能离子注入机产品 (暂未收录最新产品 IPV-6000)	20

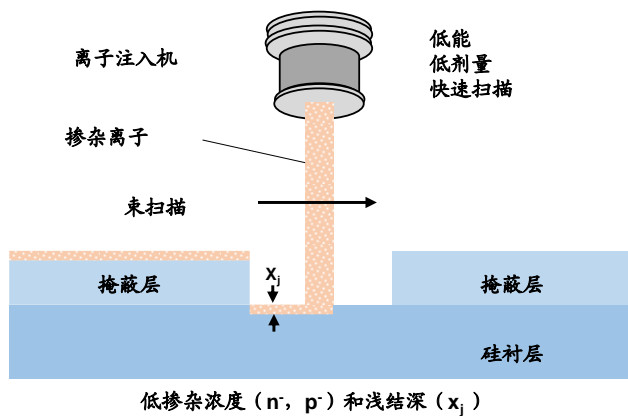
表 10: 凯世通 2018 年 1-6 月前五大客户 .....	20
表 11: 凯世通低能大束流离子注入机产品参数 .....	21
表 12: 凯世通 AMOLED 离子注入机产品参数 .....	21
表 13: 离子注入机海外可比公司估值一览 .....	22
表 14: 各种太阳能电池类型对比 .....	24
表 15: 离子注入在 N 型电池的具体应用点 .....	24

## 离子注入机：半导体晶圆制造等领域的关键设备之一

在半导体晶圆制造中，由于纯净硅的导电性能很差，需要加入少量杂质使其结构和电导率发生改变，从而变成一种有用的半导体，这个过程称为掺杂。目前掺杂主要有高温热扩散法和离子注入法两种，离子注入占据着主流地位：

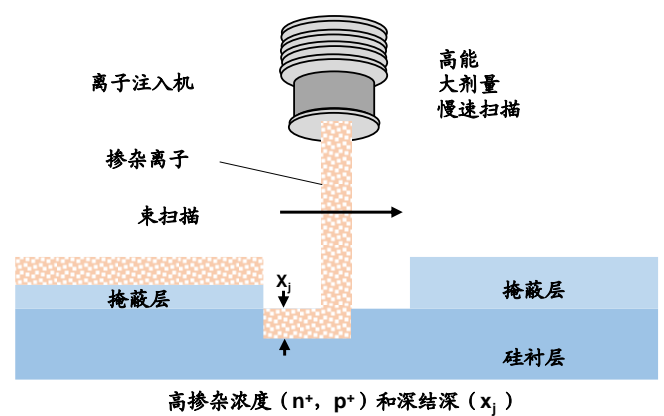
- **高温热扩散法**：将掺杂气体导入放有硅片的高温炉中，将杂质扩散到硅片内的方法。由于热扩散存在精度较难控制、高热缺陷等缺点，在现在的工艺中已经较少采用。
- **离子注入法**：通过离子注入机的加速和引导，将要掺杂的离子以离子束形式入射到材料中去，离子束与材料中的原子或分子发生一系列理化反应，入射离子逐渐损失能量，并引起材料表面成分、结构和性能发生变化，最后停留在材料中，实现对材料表面性能的优化或改变。离子注入具备精确控制能量和剂量、掺杂均匀性好、纯度高、低温掺杂、不受注射材料影响等优点，目前已经成为0.25um特征尺寸以下和大直径硅片制造的标准工艺。

图1：离子注入示意图（低能/低剂量/快速扫描）



数据来源：《半导体制造技术》（电子工业出版社），广发证券发展研究中心

图2：离子注入示意图（高能/大剂量/慢速扫描）



数据来源：《半导体制造技术》（电子工业出版社），广发证券发展研究中心

表1：离子注入优点一览

优点	描述
1. 精准控制杂质含量	能在很大范围内精准控制注入杂质浓度，从 $10^{10}$ 到 $10^{17}$ ions/cm <sup>2</sup> （离子每平方米），误差在±2%之间，扩散在高浓度控制杂质含量误差在5%到10%以内，但浓度越小误差越小
2. 很好的杂质均匀性	用扫描的方法控制杂质的均匀性
3. 对杂质穿透深度有很好的控制	通过控制注入过程中离子能量控制杂质的穿透深度，增大了设计的灵活性，如埋层，最大杂质浓度在埋层里，最小浓度在硅片表面
4. 产生单一离子束	质量分离技术产生没有玷污的纯离子束，不同的杂质能够被选出进行注入。高真空保证最少玷污
5. 低温工艺	注入在中等温度（小于125° C）下进行，允许使用不同的光刻掩模，包括光刻胶
6. 注入的离子能穿过薄膜	杂质可以通过薄膜注入，如氧化物或氮化物，这就允许MOS晶体管阈值电压调整在生长栅氧化层之后进行，增大了注入的灵活性
7. 无固溶度极限	注入杂质含量不受硅片固溶度限制

数据来源：《半导体制造技术》（电子工业出版社），广发证券发展研究中心



离子注入机与光刻机、刻蚀机和镀膜机并称四大核心装备，开发难度仅次于光刻机。具体分类，根据《离子注入机通用规范》（GB/T 15862-2012），离子注入机按能量高低可分为：低能离子注入机、中能离子注入机、高能离子注入机和兆伏离子注入机；按束流大小可分为：小束流离子注入机、中束流离子注入机、强流离子注入机和超强流离子注入机（通常将强流离子注入机和超强流离子注入机统称为大束流离子注入机）。由于集成电路制程向14nm及以下继续缩小，源漏极的结深相应减小，为了实现浅层掺杂，低能大束流（高剂量/浅度掺杂）日渐成为主流，其技术难度也最高，根据浦东投资的统计，目前低能大束流占有离子注入机市场的55%。

按下游领域分类，目前离子注入机可用于众多领域，包括集成电路与IGBT制造领域、太阳能电池生产领域、AMOLED面板制造等。

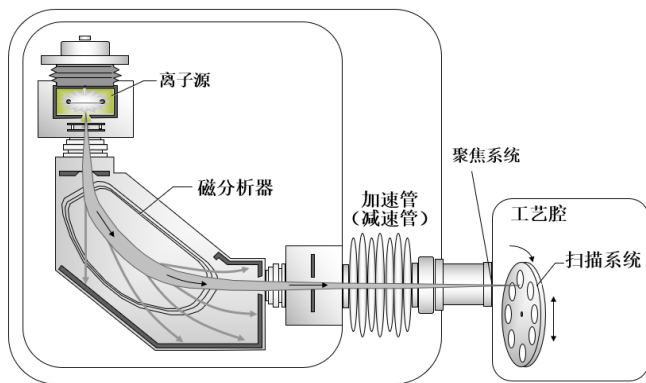
表2: 离子注入机分类

注入机分类	描述和应用
中低电流	高纯离子束，电流大于10mA 束流能量一般小于180keV 多数情况下硅片固定，扫描离子束 贯通注入专用
大电流	产生的离子束电流大于10mA，大剂量注入最大能到25mA 离子束能量通常小于120keV 大多数情况下离子束固定，硅片扫描 超浅源漏区注入的超低能束流（200eV到4keV）
高能	束流能量超过200keV，最高达到几个MeV 向沟槽或厚氧化层下面注入杂质 能形成倒掺杂阱和埋层
氧注入机	大电流系统用于半导体上硅（SOI）的氧注入

数据来源：《半导体制造技术》（电子工业出版社），广发证券发展研究中心

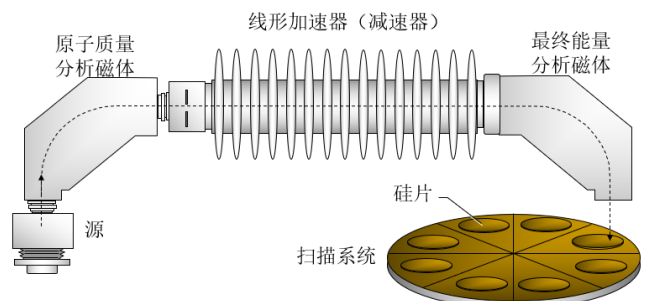
离子注入机主要由离子源、磁分析器、加速管或减速管、聚焦和扫描系统、工艺腔（靶室和后台处理系统）五部分组成。设备工作时，从离子源引出的离子经过磁分析器选择出需要的离子，分析后的离子经加速或减速以改变离子的能量，再经过两维偏转扫描器使离子束均匀的注入到材料表面，用电荷积分仪可精确的测量注入离子的数量，调节注入离子的能量可精确的控制离子的注入深度。

图3: 离子注入机结构



数据来源：《万业企业发行股份购买资产报告书（草案）（修订稿）》，广发证券发展研究中心

图4: 离子注入机工作原理



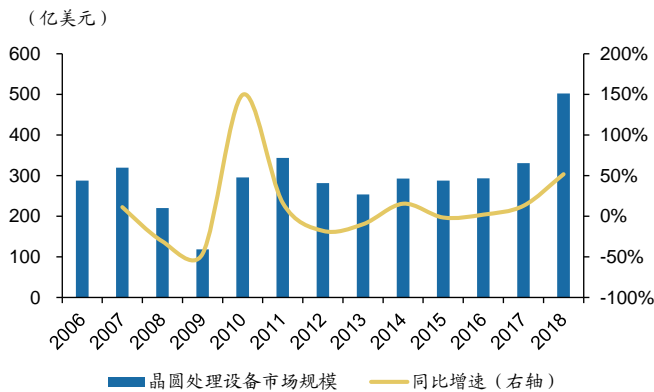
数据来源：《万业企业发行股份购买资产报告书（草案）（修订稿）》，广发证券发展研究中心

## 市场空间：全球市场规模较大，未来有望继续扩大

半导体制造：25 亿美元空间，受益下游需求与技术演进规模有望扩大

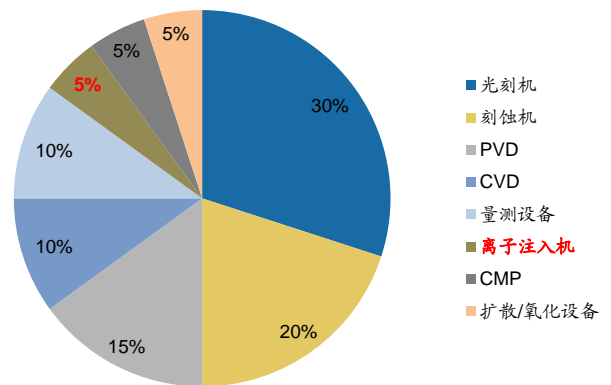
根据SEMI的统计，2018年全球晶圆加工设备市场规模达到502亿美元，同比增长52%。根据中商产业研究院的统计，离子注入机占晶圆加工设备的比重大约为5%，因此2018年用于晶圆制造的离子注入机全球市场规模达到了25亿美元。

图5：全球晶圆加工设备市场规模18年超500亿美元



数据来源：SEMI, Wind, 广发证券发展研究中心

图6：各类晶圆加工设备占比，离子注入机占比5%



数据来源：Global Foundries, 中商产业研究院, 广发证券发展研究中心

展望未来，我们认为半导体离子注入机行业的未来成长驱动力来源于两点：

一方面，离子注入机长期看受益于全球半导体需求增加与产线产能的扩充。

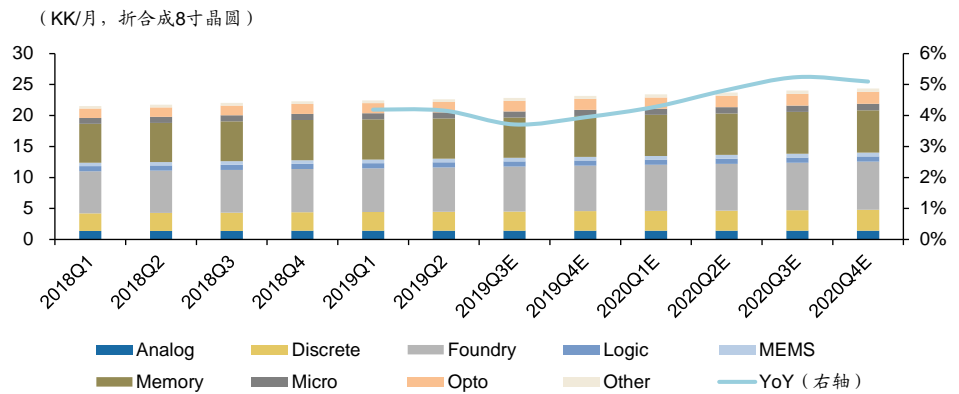
全球半导体产业空间广阔，根据全球半导体贸易统计组织（WSTS）的数据，2018年全球半导体（含分立器件、光电子、传感器、集成电路）市场规模高达4687.8亿美元，同比增长13.7%，十年复合增速达6.5%。

展望未来，我们认为在5G、AI、汽车电子等新兴领域的驱动下，半导体的长期成长空间有望进一步拉大。从半导体的应用结构来看，根据赛迪顾问的统计，2018年半导体下游应用领域分别为通信（32.4%）、计算机（30.8%）、工业（12%）、消费电子（12%）、汽车（11.5%）、政府（1%），每个领域均有相应的成长点，5G网络的建设、人工智能的应用与产品升级、智能终端的技术创新以及自动驾驶的持续渗透等，都带来了半导体产业市场规模的进一步提升。

从产能的数据来看，根据SEMI的统计，预计未来2019-2020年全球半导体晶圆产能（折合成8寸晶圆）将以4-5%的同比增速持续增长。随着半导体大厂产线的开出与产能的增加，离子注入机作为最重要的设备之一，市场规模也将进一步提升。



图7：半导体晶圆产能（折合成8寸晶圆）稳步成长



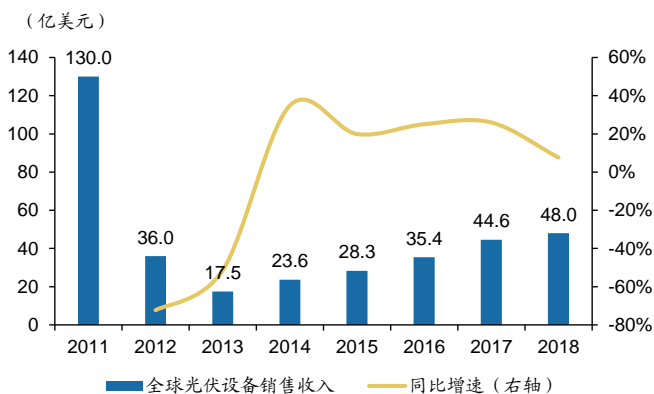
数据来源：SEMI, Bloomberg, 广发证券发展研究中心

另一方面，工艺制程的进步增加了离子注入的工艺工序。当前采用嵌入式存储器的CMOS集成电路的注入工序多达60多道。展望未来，在摩尔定律的推动下，集成电路的线宽将不断缩小以应对元器件集成度大幅提高的要求，而这会直接导致了制造工艺步骤增多与复杂度增加。根据SEMI统计，20nm工艺所需总工序约为1000道，而10nm和7nm工艺所需总工序已超过1400道。

### 太阳能电池生产：离子注入占整体比例相对较低，未来有望继续成长

整体光伏产业来看，根据中国光伏行业协会（CPIA）的统计，2018年全球光伏设备市场规模为48亿美元，同比增8%。太阳能光伏设备可分为硅片生产、电池生产和组件生产三个环节的设备，其中离子注入主要用于电池生产，由于全球仅万业企业旗下凯世通、美国Intevac和日本真空技术三家生产太阳能离子注入机，根据万业企业公告，2017年万业企业旗下凯世通和Intevac分别销售15和2台离子注入机（日本真空技术未披露销量），以600万人民币的平均单价来测算，则2017年离子注入机的市场规模至少为1.02亿人民币，占2017年全球光伏设备市场规模为0.3%以上。

图8：全球光伏设备规模近年来稳步成长



数据来源：中国光伏行业协会CPIA, 广发证券发展研究中心

表3：光伏行业各环节所用设备一览

设备环节	主要设备
硅片生产	多晶硅铸锭炉、单晶硅生长炉、切割机
电池生产	清洗机、制绒腐蚀机、离子注入机、扩散炉、PECVD、丝网印刷设备等
组件生产	检测、焊接、层压、装框、分选、专用生产设备等

数据来源：《万业企业发行股份购买资产报告书（草案）（修订稿）》，广发证券发展研究中心

展望未来，随着国内光伏建设的政策支持与方案落地，叠加欧洲、印度与其他新兴国家的发力，全球光伏装机量有望持续增长，从而带来整体光伏设备与太阳能离子注入设备行业的继续成长。

表4：全球主要国家及地区光伏装机预测（单位：GW）

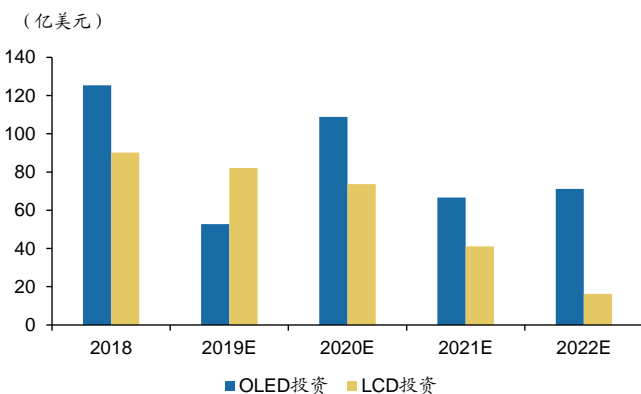
国家/年份	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019E	2020E
中国	11.0	10.6	15.1	34.5	53.1	44.4	44.5	51.2
美国	4.8	6.2	7.5	15.1	10.6	10.6	12.0	14.5
日本	6.8	9.3	11.0	8.6	6.6	6.5	6.4	9.0
欧洲	11.0	8.0	8.8	6.7	11.3	11.0	20.4	22.0
拉美	0.4	0.9	2.2	2.5	3.0	4.0	7.0	10.0
印度	1.0	0.8	2.0	4.5	9.6	8.3	13.0	14.0
其他	2.0	9.3	9.9	6.5	10.7	19.4	21.2	25.0
总计	37.0	45.1	56.5	78.5	104.9	104.1	124.5	145.7

数据来源：BP、SolarPower Europe，广发证券发展研究中心

### AMOLED 面板制造：超过 3 亿美元空间，受益下游 AMOLED 浪潮

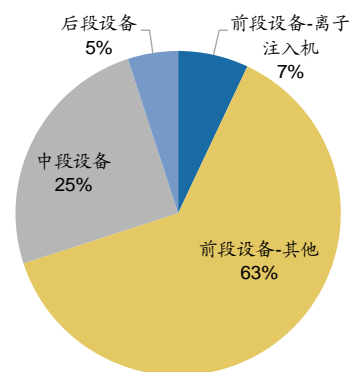
根据DSCC和DIGITIMES的统计，2019年全球OLED面板设备的投资有望达到52亿美元。AMOLED制程可分为前段、中段与后段，根据万业公司公告，AMOLED生产前段、中段与后段三个制程的设备投入占比分别约为70%、25%、5%，其中AMOLED离子注入机投资约占AMOLED前段设备投资额的10%。因此整体而言AMOLED离子注入机占整体AMOLED设备支出的7%，市场规模至少为3.64亿美元。

图9：全球面板设备投资规模展望



数据来源：DSCC，DIGITIMES，广发证券发展研究中心

图10：离子注入机占AMOLED设备规模比例约为7%

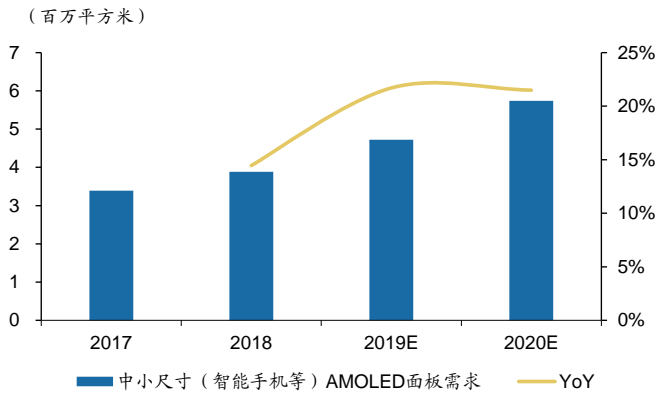


数据来源：《万业企业发行股份购买资产报告书（草案）（修订稿）》，广发证券发展研究中心

OLED屏幕相比LCD屏幕具备显示效果好、更轻薄、能耗低、可实现柔性效果等优点，随着技术的逐渐成熟与成本的逐渐下降，在智能手机中的渗透率将不断提升。

同时折叠屏手机的面世也将带动OLED需求的增长，OLED面板的市场规模将不断扩大。根据IHS的统计，2019和2020年全球中小尺寸AMOLED面板需求将以20%左右的增速持续成长，需求的成长也将带来AMOLED厂家的扩产，带来离子注入设备新增需求。

图11: 中小尺寸AMOLED面板需求稳步成长



数据来源: IHS, 广发证券发展研究中心

图12: 华为的外折式可折叠手机Mate X



数据来源: 华为官网, 广发证券发展研究中心

## 竞争格局：壁垒高企，国外厂商占据大部分市场

离子注入机属于高壁垒行业，存在以下几个方面的竞争壁垒：

- **技术壁垒：**离子注入机在研发和生产过程中涉及高压电子、机械、电气、计算机控制、等离子体物理等多个高技术学科，理论门槛较高，系统集成难度较大，同时要考虑下游光伏、集成电路、AMOLED等应用端客户的生产工艺路线和技术水平。技术要求和准入门槛较高。
- **人才壁垒：**国际从事离子注入机研发制造的公司很少，市场上相关人才匮乏，国内仅有万业企业旗下凯世通和中科信具备离子注入机的研发和生产能力，离子注入机厂商招聘成熟离子注入机人才难度较大，需要自我培养。
- **资金壁垒：**离子注入设备的研发投入巨大，需要较高的初始资金投入，生产研发、测试验证、生产周期较长，从投资启动开发到实现生产销售往往需要数年的时间，单台设备产品的造价较高，从数百万元甚至几千万元不等，同时为适应市场需求，还需不断进行迭代研发，开发不同规格和性能的系列化产品，对持续的资金投入和保障要求很高。
- **品牌壁垒：**离子注入机主要面向下游光伏、集成电路、AMOLED面板、电力电子器件等大型生产制造商，产品的供给方、需求方都较为集中，且具有很强的针对性。离子注入机厂商与客户形成了稳定的长期合作关系，客户壁垒较高，打破离子注入机行业竞争格局存在一定难度。

高壁垒造就了高的行业集中度，整个市场主要由美国厂商垄断，根据万业公司公告，全球第一大和第二大离子注入机厂商美国应用材料公司和美国Axcelis公司合计占据全球70%以上的市场。国内仅有万业企业旗下凯世通和北京中科信电子装备有限公司具备离子注入机的研发和制造能力。

表5：全球从事离子注入机的设备企业总览

国家和地区	厂家	产品主要应用领域
中国大陆	凯世通	太阳能、集成电路、AMOLED
	北京中科信电子装备有限公司	集成电路
美国	汉辰科技 (Advanced Ion Beam Technology, Inc. AIBT)	集成电路
	美国应用材料公司 (AMAT)	集成电路
	美国亚舍立公司 (Axcelis)	集成电路
	Intevac, INC.	太阳能、集成电路
日本	日新离子机株式会社 (Nissin Ion Equipment Co. Ltd.)	AMOLED
	日本真空技术株式会社 (ULVAC Ltd.)	太阳能、集成电路
	日本住友重机械工业株式会社 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.)	集成电路

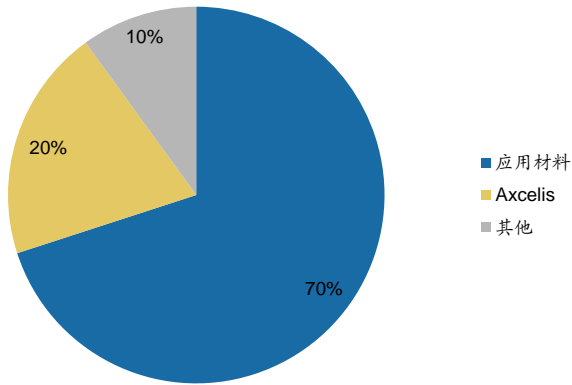
数据来源：《万业企业发行股份购买资产报告书（草案）（修订稿）》，广发证券发展研究中心

分领域来看，由于不同厂商各有侧重，因此竞争格局稍有不同：

- **半导体晶圆制造领域：**根据前瞻产业研究院的统计，美国应用材料占据全

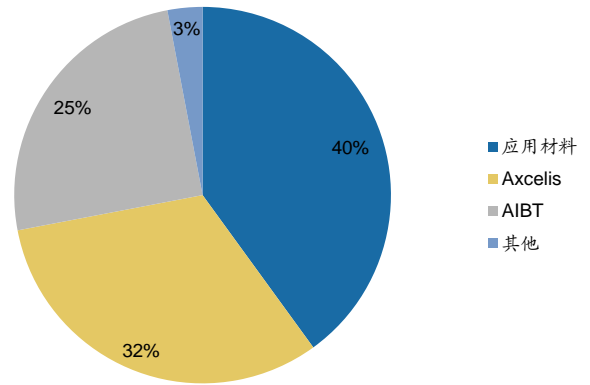
全球半导体制造离子注入机市场约70%的份额，Axcelis占据20%的份额，呈现寡头垄断的格局。其中，根据浦东投资的统计，最为重要的低能大束流离子注入机领域市场竞争格局被应用材料（40%）、Axcelis（32%）和汉辰科技AIBT（25%）占据。

图13: 2017年全球离子注入机市场格局



数据来源: 前瞻产业研究院, 广发证券发展研究中心

图14: 2017年低能大束流离子注入机竞争格局



数据来源: 微信公众号“浦东投资”, 广发证券发展研究中心

- **太阳能电池生产领域:** 根据万业企业公告, 目前全球仅凯世通、美国Intevac和日本真空技术三家生产太阳能离子注入机, 2017年凯世通和Intevac分别销售17和2台离子注入机(日本真空技术未披露销量), 因此凯世通占据着该细分市场较大的市场份额。
- **AMOLED面板制造领域:** 根据万业企业公告和IHS数据, 目前日本日新离子机株式会社(日新电气株式会社Nissin Electric Co., Ltd.的全资子公司)是AMOLED离子注入机的市场垄断厂家。

## 国内边际变化之一：多因素助力，国内迎晶圆建厂潮

### 集成电路：政策、资金、市场助力，国内半导体设备迎来密集投资期

当前中国半导体设备迎来发展机遇，从需求端的角度来看，政策、资金、市场是三大助力因素：

- **政策扶持：**早在2008年出台的“02专项”实现国产半导体设备从零到一大跨越。取得了显著阶段成果，包括服务全球的65-28nm先进制程工艺、高密度封装技术、30多种高端设备等。近几年政府也先后出台《国家集成电路产业发展推进纲要》、《鼓励集成电路产业发展企业所得税政策》等政策，从税收、资金等各个维度为半导体产业给予扶持，其中某些政策对半导体设备尤其是离子注入机也提出了明确的发展目标要求。

表6：近年来与离子注入机相关的政策一览

政策法规名称	颁布单位	颁布年份	相关主要内容
首台（套）重大技术装备推广应用指导目录（2017年版）	工信部	2018	将高效N型晶硅太阳能电池离子注入机等太阳能电池生产生产装备，以及中束流、大束流、高能离子注入机等集成电路生产装备列入名录
战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016）	国家发改委	2017	主要包括6英寸/8英寸/12英寸集成电路生产线所用的光刻机、刻蚀机、离子注入机、退火设备、单晶生长设备、薄膜生长设备、化学机械抛光设备、封装设备、测试设备等
国家集成电路产业发展推荐纲要	国务院	2014	突破集成电路关键装备和材料，加强集成电路装备、材料与工艺结合，研发光刻机、刻蚀机、离子注入机等关键设备

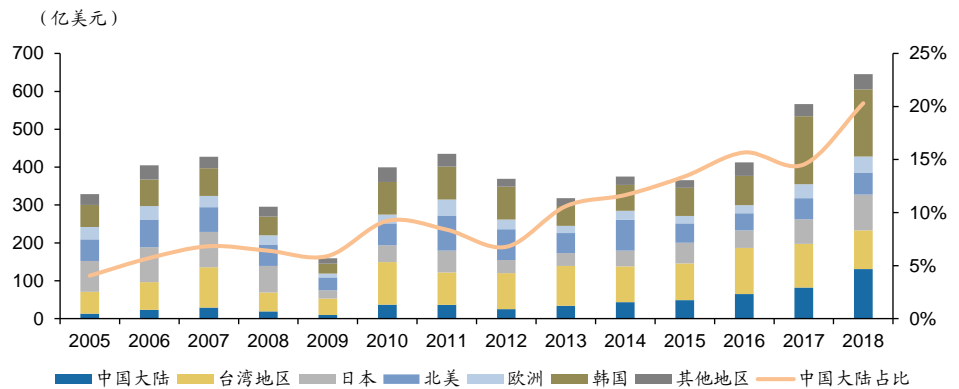
数据来源：国务院、国家发改委、工信部网站，广发证券发展研究中心

- **资金支持：**大基金一期投资完毕，注资领域重点在晶圆代工领域，其中代工企业晶圆厂扩产以及先进制程工艺提升均需采购跟多数量以及更为先进的半导体设备，目前国内半导体设备在300mm晶圆以及28nm工艺已经具备全球竞争力水平，随着14nm工艺设备完成验证以及商用，国内半导体设备制造商有望新一轮晶圆制造投资。同时，近日大基金二期投资公司已经正式成立，注册资本超2000亿元，未来有望继续带动半导体设备产业投资。
- **下游市场：**中国为最主要的全球半导体需求市场，根据WSTS数据，2018年中国大陆半导体销售额占全球销售额占比为34%，根据Wind统计，近年来中国半导体设备销售额占全球比重不断提升，但至2018年也仅有20%，仍然有不小提升空间。

三大因素助力中国内地晶圆制造产线增加，带来半导体设备投资机遇。根据我们的统计，中国内地目前在建的晶圆厂：12寸晶圆厂共15条，投资额合计5688亿元；8寸晶圆厂共6条，投资额合计247亿元。另外计划建设的晶圆厂13条，其中有披露投资额的合计4946亿元。而晶圆厂设备采购时间一般为投产前1年左右开始，投产后1年完成相关晶圆厂设备采购，带来了半导体设备的投资机遇。



图15: 中国大陆半导体设备销售额规模与占比快速提升



数据来源: SEMI, Wind, 广发证券发展研究中心

表7: 目前中国内地在建的21座晶圆厂

地点	公司	名称	生产项目	类型	晶圆尺寸/英寸	投资金额	月产能/K	动工时间	量产时间
南京	紫光集团	紫光集团南京	3D NANDFLASH, DRAM	存储器	12	100 亿美元	100	2017年2月	2019年2月
深圳	中芯国际	中芯国际深圳 Fab16	图像传感器、逻辑电路	代工厂	12	66 亿元	40	2016年9月	2017年12月
上海	中芯国际	中芯国际上海 SN1&SN2	逻辑晶片	代工厂	12	675 亿元	70	2016年10月	2018年3月
北京	中芯国际	中芯国际北京 B3	逻辑晶片	代工厂	12	40 亿美元	35	2016年10月	2018年6月
武汉	长江存储	长江存储武汉一线	逻辑芯片、3D NAND Flash	存储器	12	80 亿美元	100	2016年3月	2017年12月
武汉	长江存储	长江存储武汉二线	3D NAND Flash	存储器	12	80 亿美元	100	2016年12月	2018年7月
武汉	长江存储	长江存储武汉三线	DRAM	存储器	12	80 亿美元	100		2020年6月
南京	台积电	台积电南京 TSMC(南京)	逻辑晶片	代工厂	12	30 亿美元	20	2016年6月	2018年7月
西安	三星	三星西安 Fab1 二期	3D NAND Flash	代工厂	12	43 亿美元	100	2016年10月	2018年12月
重庆	美国 AOS	美国 AOS 重庆	MOSFET 新功率半导体器件	代工厂	12	10 亿美元	70	2016年3月	2017年12月
厦门	联华电子	联华电子厦门 Fab12X		代工厂	12	62 亿美元	50	2015年10月	2017年10月
合肥	力晶	力晶合肥晶合 12 英寸产线	LCD 驱动芯片	代工厂	12	135.3 亿元	40	2015年3月	2017年10月
上海	华力微电子	华力微电子上海 Fab2	逻辑芯片	代工厂	12	387 亿元	40	2016年12月	2018年12月
合肥	合肥长鑫/兆易创新	合肥长鑫/兆易创新合肥	DRAM	代工厂	12	494 亿	125	2017年5月	2019年2月
淮安	德科玛	德科玛淮安	CIS 芯片及测封	代工厂	12	15 亿美元	60	2016年3月	2017年12月
无锡	SK 海力士	SK 海力士无锡	扩大产能	存储器	12	36 亿美元	40	2017年7月	2019年4月
北京	燕东	燕东北京		代工厂	8	48 亿元	50	2017年6月	2019年6月
杭州	士兰集成	士兰集成杭州		代工厂	8	10 亿元	20	2016年7月	2017年12月
淮安	德科玛	德科玛淮安 F2	电源管理芯片	代工厂	8	10 亿美元	40	2016年3月	2017年12月
大连	大连宇宙	大连宇宙大连	半导体功率器件	存储器	8	24 亿元	240	2016年10月	2018年10月
厦门	三安光电	三安光电厦门		代工厂	6	30 亿元	30	2015年12月	2017年12月

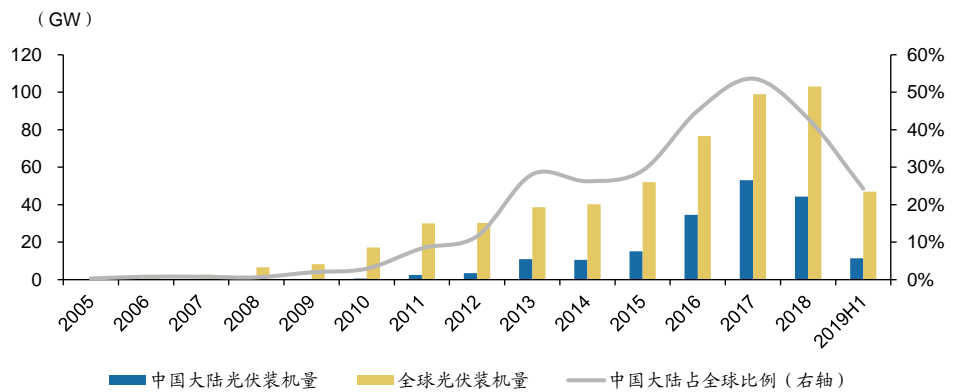
数据来源: 根据各公司公告、集微网、digitimes等整理 (更新至2019.04), 广发证券发展研究中心

## 太阳能电池：生产设备国产化率高，受益政策回暖市场继续成长

太阳能电池方面，国内光伏行业发展获得政策支持。经历了几年的高速发展，我国光伏产业在2014-2017年装机量迎来快速成长，但补贴缺口也随之不断扩大，2018年国家颁布了《关于2018年光伏发电有关事项的通知》（“531”新政）以避免行业无序混乱发展，2018年开始国内整体光伏行业受到了一定的负面影响。但进入2019年，国家颁布了《2019年光伏发电项目建设工作方案》等政策支持国内光伏建设工作，国内光伏市场发展将更加有序，未来有望健康成长。

根据万业企业公告，目前我国光伏装备已基本实现产业化，太阳能电池生产设备国产化率达到80%。与国际先进水平相比，国产太阳能电池生产设备最关键的几种设备中，离子注入机、扩散炉、管式 PECVD、等离子刻蚀设备、清洗/制绒机等达到或接近了国际先进水平，占据了国内绝大部分市场，性价比优势十分明显。因此政策的边际回暖将直接带动国内离子注入机市场健康成长。

图16：全球与中国大陆光伏装机量，中国大陆占有一定比例

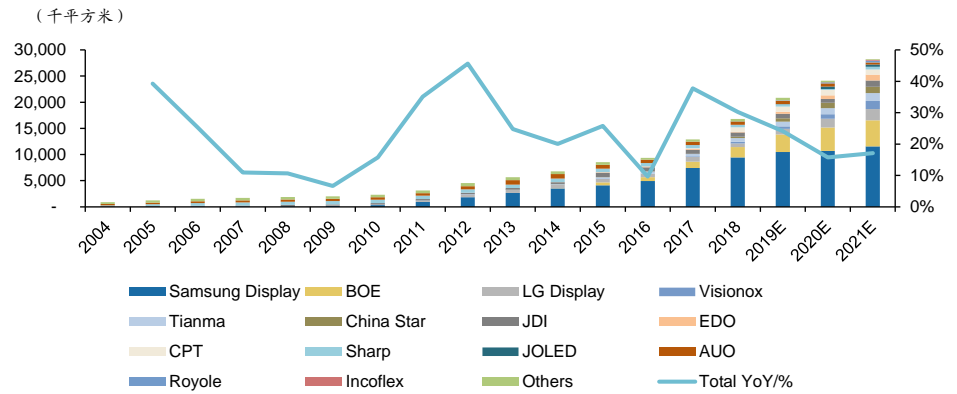


数据来源：Wind, SOLARZOOM, 前瞻产业研究院, 广发证券发展研究中心

## AMOLED：需求驱动 OLED 产线开出，未来中国大陆将占据重要市场

随着智能手机等中小尺寸领域对AMOLED面板的需求不断增长，面板厂商也纷纷布局OLED产线，而中国大陆随着京东方、深天马等厂商的持续扩产，未来中国大陆有望占据重要市场份额。根据IHS的统计，全球中小尺寸AMOLED产能2018-2021年将以19%的复合增速持续成长，其中京东方、维信诺、深天马、华星光电以及和辉光电等国内厂商的合计比例从2018年的20%提升到2021年的37%。

图17: 随着中国大陆产线开出, 全球中小尺寸AMOLED产能供给稳步增长



数据来源: IHS, 广发证券发展研究中心

## 国内边际变化之二：国内供应商实现重要突破

目前国内仅有万业企业旗下凯世通和北京中科信电子装备有限公司具备离子注入机的研发和制造能力，但近年来随着这两家供应商不断地投入研发，叠加外部因素的支持，在离子注入机行业取得了较为良好的进展。

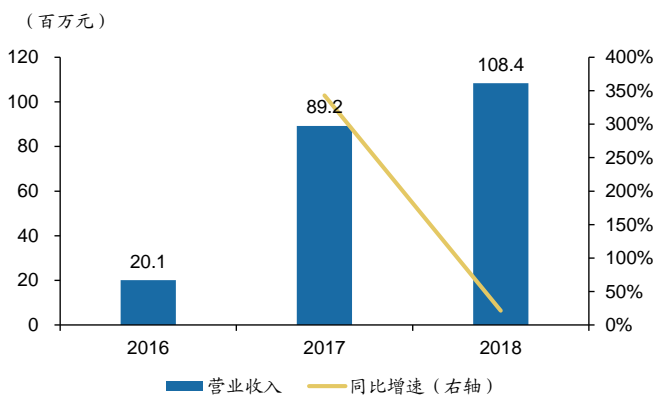
### 万业企业旗下凯世通：全球领先太阳能离子注入机厂商，发力IC/IGBT/AMOLED

上海凯世通半导体股份有限公司于2009年4月成立，是一家以离子束技术为核心的集科研、制造于一体的高科技企业，主要研制、生产、再制造和销售国际领先高端离子注入机，重点应用于光伏太阳能电池、半导体集成电路与IGBT、新型平板显示（AMOLED）领域。2015年凯世通完成股份制改造，2016年新三板挂牌，2018年被上市公司万业企业以3.98亿元的现金收购，成为万业企业旗下的全资子公司。

（注：万业企业2019H1前三大股东分别为上海浦东科技投资有限公司28.16%、三林万业（上海）企业集团有限公司13.53%、国家集成电路产业投资基金股份有限公司5.5%）

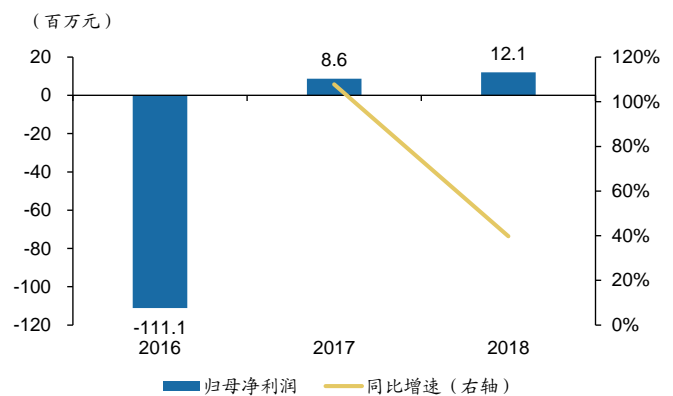
2018年凯世通实现营业收入1.08亿元和归母净利润1209万元，2016-2018年营收复合增速为132%，归母净利润2017年开始实现扭亏为盈并在2018年继续成长。

图18：凯世通营业收入逐年成长



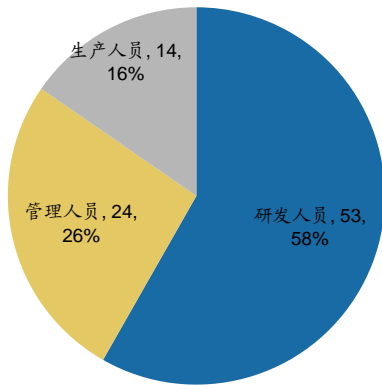
数据来源：凯世通2016-2018Q1审计报告，万业企业2018年年报，广发证券发展研究中心

图19：凯世通归母净利润由负转正



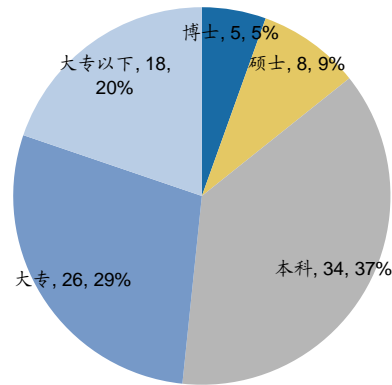
数据来源：凯世通2016-2018Q1审计报告，万业企业2018年年报，广发证券发展研究中心

图20: 凯世通人员职务组成 (截至2018年3月31日)



数据来源:《万业企业发行股份购买资产报告书(草案)(修订稿)》, 广发证券发展研究中心

图21: 凯世通人员学历组成 (截至2018年3月31日)



数据来源:《万业企业发行股份购买资产报告书(草案)(修订稿)》, 广发证券发展研究中心

表8: 凯世通核心技术人员

姓名	职位	学历	主要经历
JIONG CHEN (陈炯)	董事长、总经理	浙江大学热能系硕士,美国哥伦比亚大学应用物理学博士	曾任加拿大 Advance Laser and Fusion Technologies, Inc、美国 Eaton Corporation 技术部门职务, AIBT 的创始人之一兼首席技术官
JUNHUA HONG (洪俊华)	董事、副总经理	圣安德鲁斯大学物理学博士	曾任加拿大国家研究委员会研究员, 加拿大北电网络公司、美国迅网网络公司和 AIBT 公司的工程师职务, 波特曼安全系统市场总监职务
JEFFREY SCOTT BOEKER	董事、副总经理	美国华盛顿大学计算机科学硕士和法学博士	曾任 Miller Nash 合伙人, Ambertec Inc 工程副总裁, AIBT 软件和自动控制总监职务
杨立军	电气工程师	本科	多路控制电路专利的发明人之一, 曾任任毕梯优电子(上海)有限公司电气工程师
陈守俊	项目经理	博士	为晶片盒、传输矫正机构专利的发明人之一
何川	高级技术经理	硕士	
王宇琳	电气主管	硕士	多路控制电路专利的发明人之一, 曾任盛美半导体设备(上海)有限公司电气工程师, 飞利浦电子技术(上海)有限公司研发工程师
张晓峰	机械工程师	硕士	束流检测装置、离子注入机专利的发明人之一




数据来源:《万业企业发行股份购买资产报告书(草案)(修订稿)》, 广发证券发展研究中心

目前, 凯世通已量产的太阳能离子注入机共四款: IonSolar、iPV-2000、iPV-3000和iPV-6000 (iPV-3000升级版, 产能提升一倍, 性价比提升, 9月已成功下线, 10月移入客户生产线), 全球地位领先。凯世通2017年共销售iPV-2000和iPV-3000共15台, 同期竞争对手美国Intevac仅销售2台(日本真空数据未有披露), 因此行业内凯世通地位领先, 这背后的原因主要来源于以下两点:

一是从产品性能来看, 凯世通的太阳能离子注入机的产品具备产能大、运行成本低、工艺创新、兼容性好以及服务全面等优势。

二是从下游客户来看, 凯世通背靠中国大陆市场, 产品已进入国内多家知名客户, 太阳能离子注入机产品的主要客户为中来股份、英利集团、锦州华昌、苏州国鑫、陕西有色等。

表9: 凯世通太阳能离子注入机产品 (暂未收录最新产品IPV-6000)

型号	IonSolar	iPV-2000	iPV-3000
产品图片			
定型时间	2012年	2014年	2017年
尺寸	6.0m*3.5m*3.5m	4.5m*2.5m*3.0m	5.5m*2.5m*3.0m
掺杂源	低压磷烷	固态磷源	固态磷源
掺杂源消耗	3.4分/片	0.3分/片	0.3分/片
离子源数量	单离子源	单离子源	双离子源
离子束大小	30mA	120mA	160mA*2
注入能量	5-25keV	5-15keV	5-15keV
产能	1500WPH	2000WPH	3000WPH
特点	精准的质量分析, 提升掺杂纯度	真空环境高速皮带水平传送硅片; 省去昂贵的磷烷, 使用固态磷	选择性掺杂; 可同步实现P型和N型注入

数据来源:《万业企业发行股份购买资产报告书(草案)(修订稿)》, 广发证券发展研究中心

表10: 凯世通2018年1-6月前五大客户

客户名称	2018H1营业收入(万元)	占比(%)
泰州中来光电科技有限公司	1,671.55	38.96
上海市机械设备成套(集团)有限公司	715.52	16.68
英利能源(中国)有限公司	603.78	14.07
品澳(扬州)太阳能科技有限公司	598.73	13.95
苏州国鑫所投资有限公司	598.29	13.94
合计	4,187.87	97.61

数据来源:《万业企业发行股份购买资产报告书(草案)(修订稿)》, 广发证券发展研究中心

集成电路离子注入机方面, 凯世通采取“领先一步”的策略, 将目标直接定位在16纳米及以下制程的FinFET集成电路以及3D存储器的离子注入设备方面 (FinFET是一种3D结构, 相比以往的结构可以大幅改善电路控制并减少漏电流, 将晶体管制程工艺提高到更小的尺寸)。

细分来看, 在低能大束流离子注入机方面, 凯世通针对研制低能大束流离子注入机所需要解决的关键技术和技术难点, 建立了相应的研发平台、相关核心关键技术及工艺的研究参数数据库和性能检测规范标准, 正在准备进行国内知名生产线应用验证。目前凯世通的低能大束流离子注入机在低能和大束流等核心指标上已达到或超过国外同类产品, 能够满足国内集成电路行业实际应用。

在高能离子注入机方面, 凯世通计划在政府项目的支持下, 自主研发国产自主高能离子注入机。凯世通于2019年4月申报的02专项“300mm高能离子注入机装备及工艺研发项目”完成第一阶段审批, 申报的上海市科委的高能离子注入机关键技术项目已获得立项。目前凯世通已完成实验机台的调试、恢复与实验场地准备, 正在与国内关键客户沟通高能注入的技术需求。

IGBT离子注入机方面, 凯世通目前在研发及市场推广方面主攻IGBT氢离子注入机。根据万业企业公告, 凯世通基于前期的技术积累开发出在与竞争对手保持同样性能的前提下, 价格较竞争对手低1/3。技术路径方面, 凯世通采用RF技术的离子源以及Tandemtron加速器和凯世通已研发成熟的硅片传送系统实现上述研发目标。该机型的研发预计于2019年底完成, 并于2020年向市场推广。

AMOLED离子注入机方面, 凯世通目前已经推出了G6 iPD600 AMOLED离子注入机, 正在与国内面板企业进行合作评估。



表11: 凯世通低能大束流离子注入机产品参数

关键技术指标	凯世通产品参数	国外主流同类产品参数
硅片尺寸	12英寸	12英寸
特征线宽	7nm-32nm	7nm-32nm
离子种类	P,B,As,Ge,C,N,H	P,B,As,Ge,C,N,H,Sb
注入能量	100eV-50keV	200eV-60keV
注入束流	3keV能量下对P离子的注入束流能达到40mA	22mA
注入剂量范围	$1 \times 10^4 - 5 \times 10^{16}$ ion/cm <sup>2</sup>	$1 \times 10^4 - 5 \times 10^{16}$ ion/cm <sup>2</sup>
最大产能	400片/小时	500片/小时
开机率	约90% (待验证)	约92%

数据来源:《万业企业发行股份购买资产报告书(草案)(修订稿)》,广发证券发展研究中心

表12: 凯世通AMOLED离子注入机产品参数

项目	特性
注入元素	P,B
离子能量	5-90keV
尺寸	8.4m*12.9m*3.88m
剂量均匀度	3%
剂量重复性	0.03
基板尺寸	1500mm*1850mm
静电	<120V
基本温度	<120V°C
产能	无间断注入: 60面板/小时
特点	出片率高,造价低,某种气体用量低,耗材价格便宜约60%,高稳定性

数据来源:《万业企业发行股份购买资产报告书(草案)(修订稿)》,广发证券发展研究中心

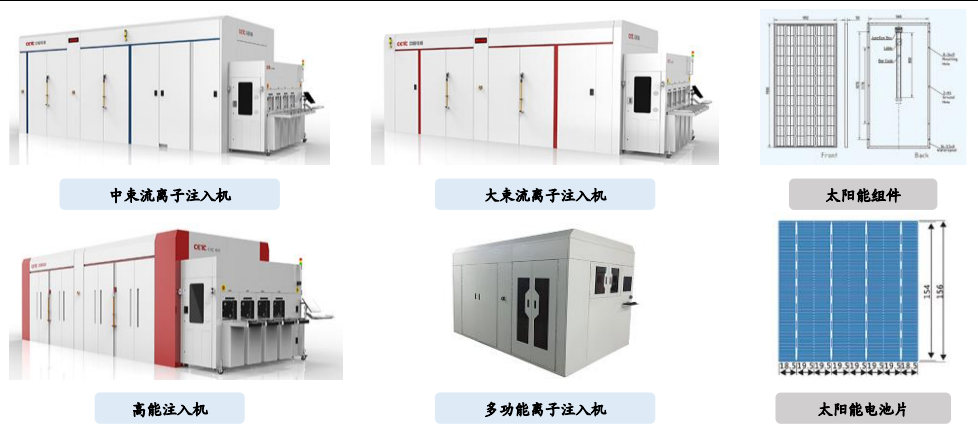
### 中科信: 国内领先的离子注入机生产厂商, 集成电路产品取得进展

北京中科信电子装备有限公司成立于2003年,是中电科电子装备集团有限公司(中电科隶属于中国电子科技集团有限公司)的全资子公司。中科信是一家专业从事离子注入机研发、生产、制造和销售,以及光伏系列产品生产和销售的高新技术企业。

中科信先后承担“十五”863计划100nm大角度离子注入机项目、“十一五”02专项12英寸90-65nm大角度离子注入机研发及产业化项目及“十二五”12英寸45-22nm低能大束流离子注入机研发及产业化项目。其中“十一五”90-65nm大角度中束流离子注入机已具备产业化能力,进入国内超大规模集成电路制造生产线并实现量产,2016年取得国产机台首家量产突破百万的佳绩,2015、2016年度连续获得由中国半导体行业协会颁发的中国半导体创新产品和技术大奖。

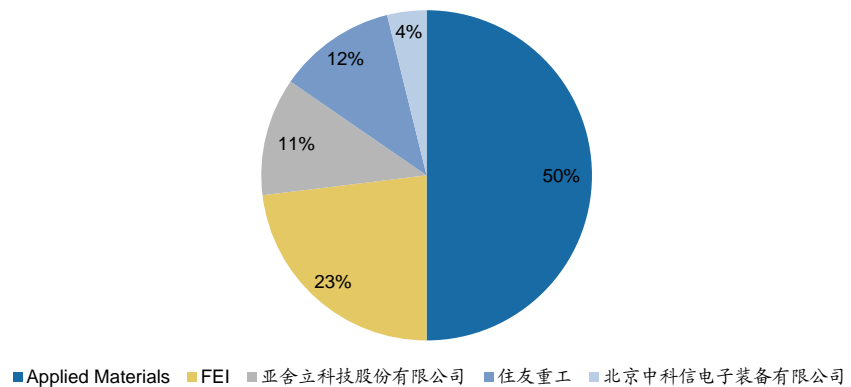
根据中国招标网的数据,2016年至2019年9月一共有5家厂商中标华力集成的离子注入机项目,一共中标26台,其中中科信中标1台,取得了进展和突破。

图22: 中科信电子装备有限公司产品一览



数据来源: 中科信电子装备有限公司官网, 广发证券发展研究中心

图23: 2016-2019.09华力集成离子注入设备中标结果, 中科信中标1台



数据来源: 中国招标网, 广发证券发展研究中心

## 离子注入设备海外可比公司估值情况

表13: 离子注入机海外可比公司估值一览

股票代码	证券简称	单位 (除PS和PE外)	总市值	营业收入			PS			净利润			PE		
				2018A	2019E	2020E	2018A	2019E	2020E	2018A	2019E	2020E	2018A	2019E	2020E
AMAT.O	应用材料	亿美元	511.21	172.53	146.08	164.37	2.96	3.50	3.11	45.69	28.13	34.40	11.19	18.17	14.86
ACLS.O	Axcelis	亿美元	6.98	4.43	3.31	4.13	1.58	2.11	1.69	0.48	0.13	0.34	14.54	53.69	20.53

数据来源: Wind, Bloomberg, 广发证券发展研究中心

注: 市值为2019年12月4日数据, 盈利预测来源于Bloomberg一致预期

## 投资建议

我们认为, 从全球的角度看, 未来集成电路/太阳能电池/AMOLED离子注入设备行业将受益于下游需求与技术演进, 行业呈现向好发展。对于国内市场, 政策、资金、市场助力国内半导体设备迎来密集投资期, 国内离子注入设备空间也将持续增长, 同时国内厂商离子注入机也迎来良好进展和突破, 有望显著受益。建议关注国内领先企业万业企业 (已收购凯世通100%股权) 和中科信 (未上市)。

## 风险提示

技术更新换代风险; 下游投资不及预期风险; 专利风险等。

## 附录：离子注入机在半导体制造/太阳能电池/AMOLED 领域应用

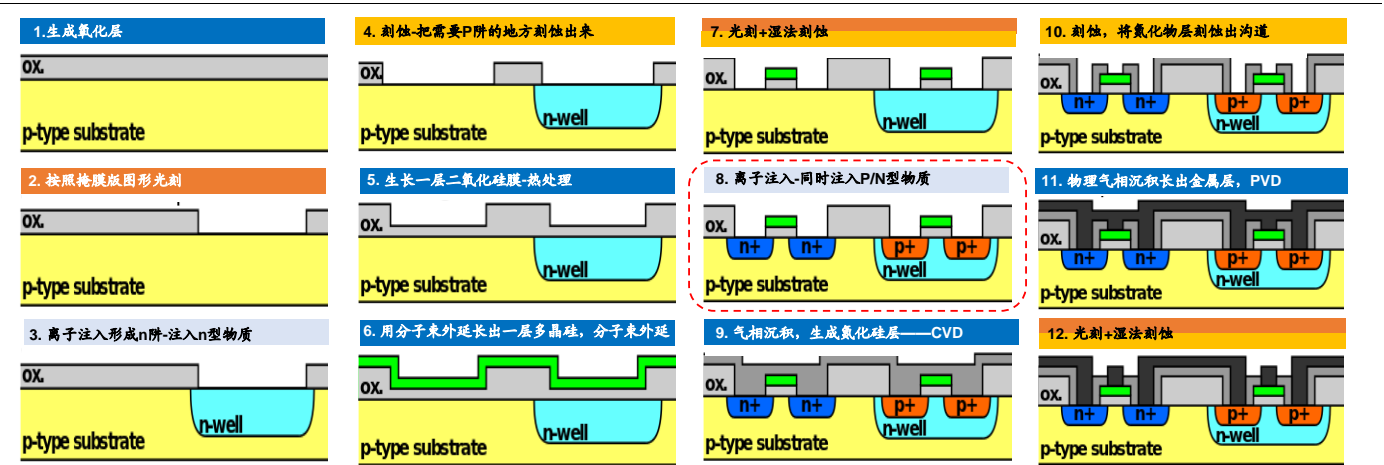
### （1）离子注入机在晶圆制造中的应用

集成电路到最底层是晶体管以及连接它们的导线，因此芯片制造可以分为前道基板工序FEOL（制作晶体管等部件）和后道布线工序BEOL（将在FEOL制造的各部件与金属材料连接布线以形成电路）。

其中FEOL工序流程如下：在一个p型硅晶圆衬底上，生成一层氧化膜（氧化），利用掩膜版图形光刻（光刻机），然后进行离子注入（进行n型离子掺杂），形成n阱；继续刻蚀出p阱，然后在表面生长一层二氧化硅膜，利用分子束外延法生成一层多晶硅膜，随后进行光刻和湿法刻蚀，再同时进行P型和N型杂质的掺杂，形成PN阱。然后用化学气相沉积生成氮化物膜，继续刻蚀出沟道，然后利用物理气相沉积的方式（溅射机），长出金属层，再利用光刻和湿法刻蚀形成沟道。整个过程多次重复利用：生长-光刻-刻蚀-掺杂-生长等工序。

离子注入机在其中主要负责注入P/N型物质，完成掺杂工作。

图24：集成电路前道工艺（FEOL）：MOSFET晶体管的制造过程



数据来源：Anandtech，广发证券发展研究中心

### （2）离子注入机在太阳能电池生产中的应用

根据集邦新能源网，目前太阳能电池主要有P型和N型两种，P型市场份额较大，N型电池中的具体路线有PERT、HJT、IBC路线。根据万业企业公告的分类，现有高效晶硅太阳能电池技术路线主要有三条：N型PERT-TOPCon-TOPCon IBC技术方案、P型PERC技术方案、HJT技术方案。

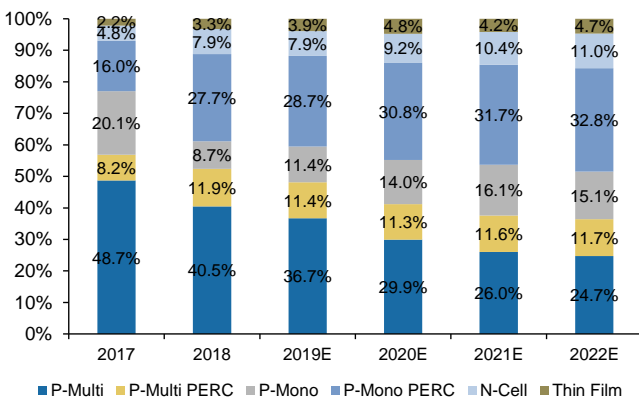
其中，离子注入在太阳能电池生产中的主要功能是在硅片中制备P-N结，掺杂制结过程的质量决定了电池转换效率、衰减率、良品率等多个关键指标，因此是太阳能光伏电池生产过程中的关键步骤之一。

表14: 各种太阳能电池类型对比

InfoLink	P-Mono PERC	N-PERT	N-TOPCon	HJT	IBC	
现电池片效率	21.8-22%	21.5-21.7%	22.5%-23.2%	22.5%-24%	24%-25%	
2018年底产能	约57.2GW	约2.1GW	约2GW	约3.8GB	约1.5GW	
2019预估产能	108.8GW	0.9GW	3.8GW	5.2GW	1.6GW	
目前主要量产企业	主流电池片厂商	中来 林洋	LG、REC 中来	Panasonic 上彭、晋能、钧石	SunPower LG	
现状比较	优点	性价比高	可从现有产线升级	有机会从现有新产线升级	工序少	效率高
	量产性	非常成熟	已可量产	已可量产、但难度高	已可量产、但难度高	国内尚未有量产实绩
	技术难度	容易	较容易	难度很高	难度高	难度极高
	工序	少	较少	多	最少	非常多
	设备投资	少	设备投资较少	设备仍贵	设备仍贵	非常高
与现有产线兼容性	已有许多产能	可用现有设备升级	有机会由新产线升级	完全不兼容	几乎不兼容	
目前问题	产品扩充非常快, 后续提效路线不明朗	与双源P-PERC相比没有性价比优势, 几乎从市场上消失	量产难度高, 效率提升空间可能略低于HJT	与现有设备不兼容, 设备投资成本高	难度高, 成本也远高于前述技术	

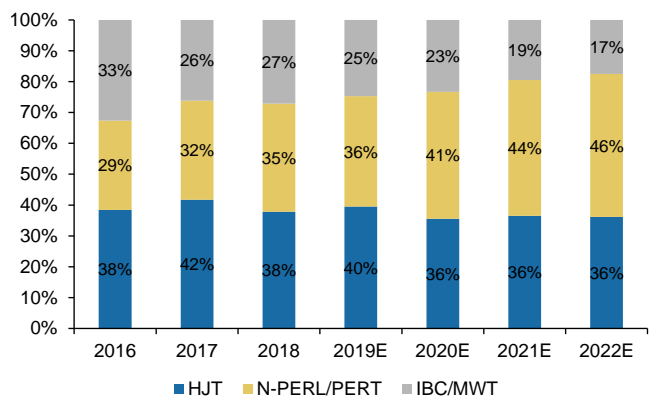
数据来源: PV InfoLink技术趋势调研报告, 广发证券发展研究中心

图25: 目前太阳能电池各类型占比, N型不到10%



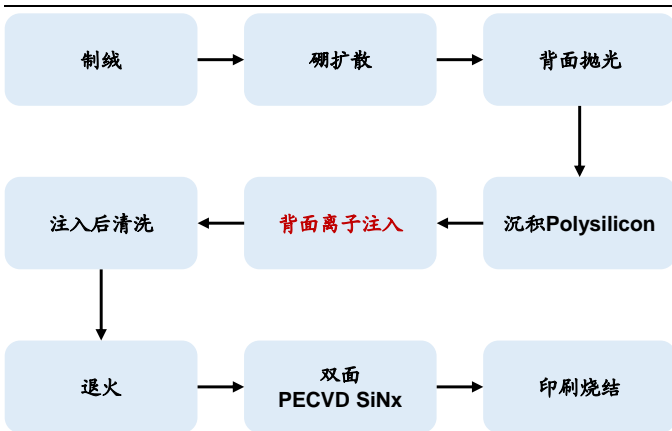
数据来源: 集邦新能源网, 广发证券发展研究中心

图26: N型电池中各类型占比



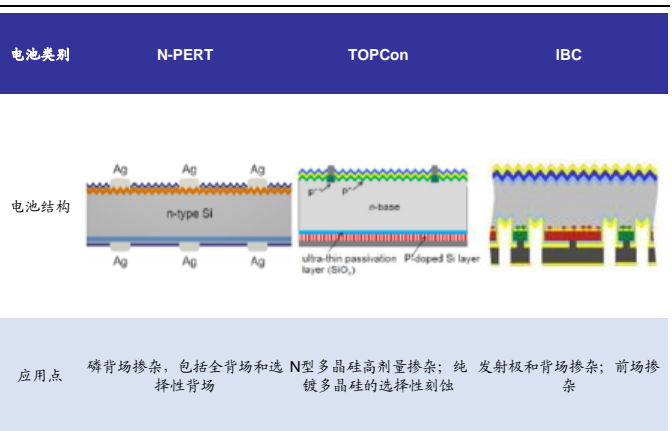
数据来源: 集邦新能源网, 广发证券发展研究中心

图27: TOPCon型N型电池工艺流程



数据来源: 《万业企业发行股份购买资产报告书(草案)(修订稿)》, 广发证券发展研究中心

表15: 离子注入在N型电池的具体应用点



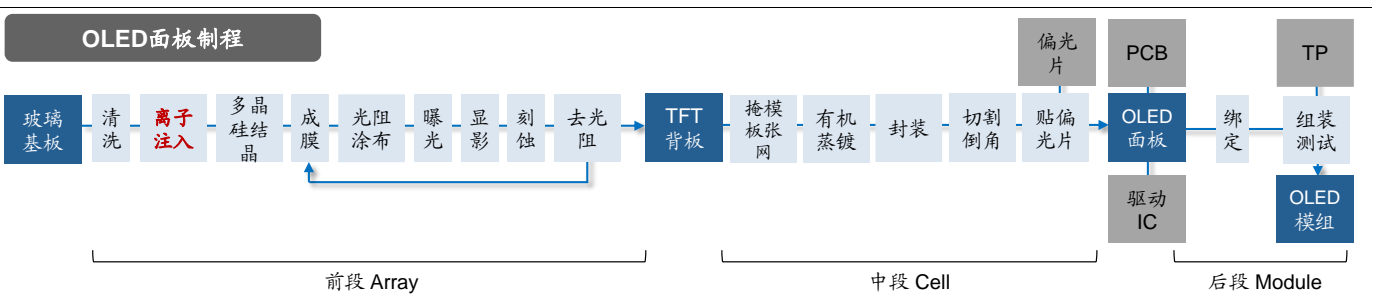
数据来源: 《万业企业发行股份购买资产报告书(草案)(修订稿)》, 广发证券发展研究中心

### (3) 离子注入机在AMOLED中的应用

AMOLED面板制造可分为前段（阵列工序Array，通过成膜/曝光/蚀刻等工序以形成驱动电路）、中段（成盒工序Cell，通过高精度金属掩模板FMM将有机发光材料等材料蒸镀在背板上，形成发光器件，再在无氧环境中进行封装以起到保护作用）、后段（模组组装工序Module，将封装完毕的面板切割成实际产品大小，之后进行偏光片贴附、控制线路与芯片贴合、测试以及包装等工艺，最终呈现为客户手中的产品）。

离子注入为AMOLED前段环节，离子注入对AMOLED中硅载流子进行掺杂，从而改变AMOLED面板的导电特性，因此离子注入为AMOLED的必要环节。

图28: AMOLED面板制程一览



数据来源: IHS, 广发证券发展研究中心

## 广发证券电子元器件和半导体研究小组

- 许兴军：首席分析师，浙江大学系统科学与工程学士，浙江大学系统分析与集成硕士，2012年加入广发证券发展研究中心。
- 王亮：资深分析师，复旦大学经济学硕士，2014年加入广发证券发展研究中心。
- 王璐：资深分析师，复旦大学微电子与固体电子学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 余高：资深分析师，复旦大学物理学学士，复旦大学国际贸易学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 彭雾：资深分析师，复旦大学微电子与固体电子学硕士，2016年加入广发证券发展研究中心。
- 王昭光：研究助理，浙江大学材料科学与工程学士，上海交通大学材料科学与工程硕士，2018年加入广发证券发展研究中心。
- 蔡锐帆：研究助理，北京大学汇丰商学院硕士，2019年加入广发证券发展研究中心。

## 广发证券—行业投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

## 广发证券—公司投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。
- 增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

## 联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市	香港
地址	广州市天河区马场路 26号广发证券大厦35 楼	深圳市福田区益田路 6001号太平金融大厦 31层	北京市西城区月坛北 街2号月坛大厦18层	上海市浦东新区世纪 大道8号国金中心一 期16楼	香港中环干诺道中 111号永安中心14楼 1401-1410室
邮政编码	510627	518026	100045	200120	
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn				

## 法律主体声明

本报告由广发证券股份有限公司或其关联机构制作，广发证券股份有限公司及其关联机构以下统称为“广发证券”。本报告的分销依据不同国家、地区的法律、法规和监管要求由广发证券于该国家或地区的具有相关合法合规经营资质的子公司/经营机构完成。

广发证券股份有限公司具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管，负责本报告于中国（港澳台地区除外）的分销。

广发证券（香港）经纪有限公司具备香港证监会批复的就证券提供意见（4号牌照）的牌照，接受香港证监会监管，负责本报告于中国香港地区的分销。

本报告署名研究人员所持中国证券业协会注册分析师资质信息和香港证监会批复的牌照信息已于署名研究人员姓名处披露。

## 重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。

本报告署名研究人员、联系人（以下均简称“研究人员”）针对本报告中相关公司或证券的研究分析内容，在此声明：（1）本报告的全部分析结论、研究观点均精确反映研究人员于本报告发出当日的关于相关公司或证券的所有个人观点，并不代表广发证券的立场；（2）研究人员的部分或全部的报酬无论在过去、现在还是将来均不会与本报告所述特定分析结论、研究观点具有直接或间接的联系。



研究人员制作本报告的报酬标准依据研究质量、客户评价、工作量等多种因素确定，其影响因素亦包括广发证券的整体经营收入，该等经营收入部分来源于广发证券的投资银行类业务。

本报告仅面向经广发证券授权使用的客户/特定合作机构发送，不对外公开发布，只有接收人才可以使用，且对于接收人而言具有保密义务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。在特定国家或地区传播或者发布本报告可能违反当地法律，广发证券并未采取任何行动以允许于该等国家或地区传播或者分销本报告。

本报告所提及证券可能不被允许在某些国家或地区内出售。请注意，投资涉及风险，证券价格可能会波动，因此投资回报可能会有所变化，过去的业绩并不保证未来的表现。本报告的内容、观点或建议并未考虑任何个别客户的具体投资目标、财务状况和特殊需求，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的投资建议。本报告发送给某客户是基于该客户被认为有能力独立评估投资风险、独立行使投资决策并独立承担相应风险。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券认为可靠，但广发证券不对其准确性、完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策，如有需要，应先咨询专业意见。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券的立场。广发证券的销售人员、交易员或其他专业人士可能以书面或口头形式，向其客户或自营交易部门提供与本报告观点相反的市场评论或交易策略，广发证券的自营交易部门亦可能会有与本报告观点不一致，甚至相反的投资策略。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且无需另行通告。广发证券或其证券研究报告业务的相关董事、高级职员、分析师和员工可能拥有本报告所提及证券的权益。在阅读本报告时，收件人应了解相关的权益披露（若有）。

本研究报告可能包括和/或描述/呈列期货合约价格的事实历史信息（“信息”）。请注意此信息仅供用作组成我们的研究方法/分析中的部分论点/依据/证据，以支持我们对所述相关行业/公司的观点的结论。在任何情况下，它并不（明示或暗示）与香港证监会第5类受规管活动（就期货合约提供意见）有关联或构成此活动。

## 权益披露

(1) 广发证券（香港）跟本研究报告所述公司在过去12个月内并没有任何投资银行业务的关系。

## 版权声明

未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。