

2023 年 07 月 04 日  
半导体设备

ESSENCE

行业专题

证券研究报告

# 半导体工艺控制设备，国产化率不足 5%，替代空间大

——半导体设备专题报告系列一

投资评级 **领先大市-A**  
维持评级

**研究要点：**本报告详细拆分了半导体工艺控制设备市场各细分品类应用场景与市场规模，并将产业应用中的主流型号设备与对应国产设备型号进行了对比，以分析国产设备与海外设备的差距。此外，报告还复盘了全球龙头 KLA 的发展历程，解析全球二三线厂商的核心竞争优势；同时对比目前主要国产厂商的研发与产品布局进展以及体量规模，验证得出结论：半导体工艺控制设备作为芯片制造良率的关键，且作为行业重要“卡脖子”环节，目前国产化率仍不足 5%，各国产设备厂商均处于各自突破的早期成长阶段，未来成长空间巨大。

## 半导体工艺控制设备：工艺良率关键，对芯片制造至关重要

半导体工艺控制设备主要两大应用场景，一是用于前道晶圆制造光刻/刻蚀/沉积/CMP 等工艺环节的质量控制；二是用于中道先进封装重布线/凸点/硅通孔等工艺环节的质量控制。集成电路工艺节点每微缩一代，工艺中产生的致命缺陷就会增加 50%，因此每一道工序的良品率都非常重要；且随着制程节点微缩，工艺控制设备的需求也将倍增。目前，产业应用中的半导体工艺控制设备 75%都基于光学检测技术，19%基于电子束检测技术。

## 市场结构：缺陷检测设备占比 62.6%，量测设备占比 33.5%

工艺应用上看，半导体工艺控制设备分为“缺陷检测”和“量测”两大类：缺陷检测设备市场占比 62.6%，包括掩模版缺陷检测/无图形缺陷检测/图形缺陷检测/电子束缺陷检测等，其中光学明场缺陷检测设备壁垒高、应用广，产业主流设备为 KLA 的 39xx/29xx 系列和 AMAT 的 UVision 系列，目前国产厂商上海精测已实现明场设备的首台套出货；量测设备市场占比 33.5%，包括光学关键尺寸（OCD）/电子束关键尺寸测量（CD-SEM）/套刻误差测量/晶圆形貌测量/膜厚测量等，其中关键尺寸和套刻误差测量需求较大。

## 市场空间：半导体设备第四大赛道，全球百亿美元空间

在前道晶圆厂设备支出中，工艺控制设备占比近 11%，是除光刻/刻蚀/薄膜沉积以外的第四大赛道。根据 Gartner 数据，2022 年全球半导体工艺控制设备市场规模达 135 亿美元，2023 年受行业周期影响需求有所放缓，预计 2024 年将继续重回高位，达

### 行业表现



资料来源：Wind 资讯

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	-4.9	5.2	29.0
绝对收益	-4.1	0.3	16.2

郭倩倩

分析师

SAC 执业证书编号：S1450521120004  
guoqq@essence.com.cn

马良

分析师

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

胡园园

联系人

SAC 执业证书编号：S1450123070005  
huyy1@essence.com.cn

### 相关报告

收入盈利订单三重上修，平 2023-05-16  
台化更显 α 竞争力 ——半  
导体设备板块 2022 年年报  
及 2023 年一季度总结

到 110 亿美元以上量级。国内需求上看，内资在建 12 吋晶圆制造产线预计合计将带来 90 亿美元工艺控制设备需求，预计将继续支撑 2023 年起 3-4 年高需求。

### 目 竞争格局：美国 KLA 独占半壁江山，二线厂商各有特色

全球龙头 KLA 从光掩模版检测和膜厚测量起家，一路兼并收购实现 90%以上产品覆盖率，2022 年其半导体工艺控制系统收入规模 70.8 亿美元，同比增长 36%，对应全球市占率 52.4%。其他主要国际厂商中，AMAT 布局明场/掩模版缺陷检测及电子束技术，在电子束检测市场占据近 50%份额；ASML 围绕光刻布局套刻误差和电子束量检测，2022 年市占率 5%；Onto Innovation 布局也相对全面，2022 年市占 6.2%；日本厂商 Lasertec 在 EUV 掩模版缺陷检测领域具备绝对优势；以色列厂商新星测量（Nova）专注量测板块；Camtek 则重点发力先进封装端工艺控制。

### 目 国产进展：国产厂商各自突破，国产化率不足 5%

国产厂商中，中科飞测/上海精测/睿励仪器 2022 年营收分别为 5.1/1.65/0.72 亿元，合计营收仅 7.5 亿元，相较 2022 年中国大陆 35 亿美元的市场规模，半导体工艺控制设备的国产化率不足 5%，替代空间巨大。近年来，国产半导体工艺设备公司均基于自身技术优势布局相关产品线，进展显著，从各自覆盖产品市场空间上看，中科飞测/上海精测/睿励仪器/东方晶源/上海微电子各自的 SAM 比例分别为 27.2%/51.5%/20%/13.9%/6.3%，中科飞测设备放量相对较快，而精测电子覆盖品类相对更广。

### 目 投资建议：

建议关注核心国产半导体工艺控制设备厂商：

- 1) 精测电子：77.3%控股上海精测，覆盖产品 SAM 比例 51.5%，国产产量覆盖相对最广
- 2) 中科飞测：覆盖产品 SAM 比例 27.2%，2022 年营收 5.1 亿元，国产放量相对最快
- 3) 中微公司：34.75%持股睿励仪器，投资布局前道量检测设备，再增新成长曲线

目 风险提示：设备验证和国产化推进不及预期；下游晶圆厂扩产及招标不及预期；中美科技博弈影响上游供应链；市场空间/市占率等测算基于我们所做的关键参数假设可能存在误差。

## 内容目录

1. 半导体工艺控制设备：芯片良率的关键，千种零部件技术壁垒高.....	6
1.1. 技术壁垒：75%基于光学检测技术，19%应用电子束技术.....	6
1.2. 发展趋势：软硬件结合，向高速/高精度/高吞吐量方向发展.....	8
1.2.1. 硬件：千种零部件，运动控制/光学系统是关键.....	8
1.2.2. 软件：大数据检测算法和软件重要性凸显.....	9
2. 细分赛道：缺陷检测占比 62.6%，量测占比 33.5%.....	10
2.1. 缺陷检测：明场光学检测高壁垒，主要用于图形晶圆检测.....	11
2.2. 量测：关键尺寸/套刻误差为主要应用场景.....	15
3. 市场空间：光刻/刻蚀/沉积外第四大赛道，2022 年全球需求 135 亿美元.....	18
3.1. 全球市场：2024 年设备支出重回高位，量检测设备需求再超 100 亿美元.....	18
3.2. 中国大陆：内资线持续扩产，在建产线合计量检测设备需求达 90 亿美元.....	19
4. 全球格局：KLA 一家独大，二线厂商各有特色.....	22
4.1. KLA：兼收并购布局全面，2015 年迎来高速成长期，市占超 50%.....	23
4.2. AMAT：布局明场/掩模版/电子束，电子束应用领域全球市占近 50%.....	25
4.3. ASML：围绕光刻布局套刻误差/电子束量检测，2022 全球市占 5%.....	26
4.4. Onto Innovation：布局相对全面，2022 全球市占 6.2%.....	27
4.5. Lasertec：EUV 掩模板缺陷检测龙头，2022 年全球市占 6.4%.....	29
4.6. Nova：专注量测板块，2022 年全球市占 3.4%.....	30
4.7. Camtek：发力先进封装量检测，2022 年全球市占 2.4%.....	31
5. 国产进展：各自突破，国产化率不到 5%.....	32
5.1. 中科飞测：布局无图形/图形缺陷检测/膜厚/三维形貌测量，SAM 比例 27.2%..	33
5.2. 上海精测：布局明场检测/Review-SEM/CD-SEM/OCD/膜厚，SAM 比例 51.5%....	35
5.3. 睿励仪器：布局膜厚/OCD/图形缺陷检测，SAM 比例 20%.....	36
5.4. 东方晶源：布局电子束量检测设备，SAM 比例 13.9%.....	37
6. 投资建议.....	37
7. 风险提示.....	38

## 图表目录

图 1. 半导体量检测设备分类及应用.....	6
图 2. 深 3D 结构检测：电子束高聚焦性可减少检测噪音.....	7
图 3. 半导体检测与量测技术.....	10
图 4. 2020 年全球半导体工艺控制设备市场结构.....	10
图 5. KLA 公司 Surfscan SP1 缺陷检测系统原理图.....	11
图 6. 明场光学检测装备光路原理和灵敏度仿真方法.....	13
图 7. eDBO 技术中的典型套刻标记.....	16
图 8. 2016-2024E 全球半导体设备及晶圆厂设备支出情况（亿美元）.....	18
图 9. 2020 年前道半导体设备（晶圆厂设备）市场结构.....	19
图 10. 2016-2024E 全球半导体工艺控制设备市场规模及增速（亿美元，%）.....	19
图 11. 2016-2024E 中国大陆半导体设备市场及增速（亿美元，%）.....	20
图 12. 2021-2022 年全球半导体设备支出地区结构.....	20
图 13. 2016-2024E 中国大陆半导体工艺控制设备市场规模及增速（亿美元，%）.....	20
图 14. 2020 年全球半导体检测和量测设备市场竞争格局.....	22
图 15. CY2022 年半导体量检测设备企业营收规模（亿美元）.....	23

图 16. FY2022 年半导体量检测设备企业毛利率/净利率对比.....	23
图 17. 2021 年全球电子束量检测设备市场结构.....	25
图 18. 2021 年全球电子束量检测设备市场竞争格局.....	25
图 19. ASML 套刻误差测量系统 YieldStar 和电子束测量系统 HMI eP5 联合应用示例....	26
图 20. ASML FY2022 年设备系统营收结构.....	27
图 21. ASMLFY2017-2022 年营收及增速（亿美元，%）.....	27
图 22. 创新科技产品矩阵.....	27
图 23. 创新科技 FY2011-2022 年总营收及增速（亿美元，%）.....	28
图 24. 创新科技 FY2022 年营收产品结构.....	28
图 25. 创新科技 FY2022 年营收地区结构.....	28
图 26. Lasertec 半导体量检测设备产品矩阵.....	29
图 27. Lasertec FY2011-2022 年总营收及增速（亿美元，%）.....	29
图 28. 新星测量 FY2011-2022 年总营收及增速（亿美元，%）.....	30
图 29. 新星测量 FY2022 年营收产品结构.....	30
图 30. 新星测量 FY2022 年营收地区结构.....	30
图 31. 康特科技 FY2011-2022 年总营收及增速（亿美元，%）.....	31
图 32. 康特科技先进封装中微凸点量检测技术布局路径.....	31
图 33. 康特科技 FY2022 年营收地区结构.....	31
图 34. 2020 年中国半导体检测和量测设备市场竞争格局.....	32
图 35. 中科飞测 FY2018-2022 年营收及增速.....	34
图 36. 中科飞测 FY2018-2022 年利润情况.....	34
图 37. 中科飞测 FY2022 年营收产品结构.....	34
图 38. 中科飞测 FY2018-2022 年研发投入情况.....	34
图 39. 上海精测 FY2019-2022 年营收规模（亿元）.....	36
表 1: 技术路线对比：光学检测技术，电子束检测技术，X 光量测技术.....	7
表 2: 半导体量检测设备主要零部件和供应商.....	8
表 3: 半导体量检测设备主要零部件和供应商.....	9
表 4: 半导体缺陷检测设备：无图形+有图形+掩模板.....	11
表 5: 无图形缺陷检测设备：产品对比.....	12
表 6: 有图形暗场/明场缺陷检测设备对比：KLA/AMAT/日立高新/上海精测.....	13
表 7: 电子束缺陷检测/复检设备对比：KLA/AMAT/ASML/上海精测/东方晶源.....	14
表 8: 掩模板缺陷检测设备对比：KLA/AMAT/Lasertec.....	14
表 9: 半导体量测设备：三维形貌+薄膜膜厚+套刻精度+关键尺寸.....	15
表 10: 关键尺寸测量设备：KLA/AMAT/日立高新/Onto Innovation/上海精测/东方晶源.....	16
表 11: 套刻误差设备对比：KLA/ASML.....	17
表 12: 膜厚测量设备：KLA/Onto Innovation/上海精测/上海睿励/中科飞测.....	17
表 13: 2022-2024E 全球及中国大陆各细分半导体量检测设备市场规模（亿美元）.....	21
表 14: 内资 12 吋晶圆厂在建产线汇总（不完全统计）.....	21
表 15: 半导体量检测设备国际厂商产品布局矩阵.....	22
表 16: KLA 主要布局产品及系列.....	23
表 17: KLA 发展历程与收购史.....	24
表 18: FY2005-2022 年 KLA 总营业收入及增速（亿美元，%）.....	24
表 19: CY2022Q1-2023Q1 单季度按产品/应用/地区分营收结构.....	25

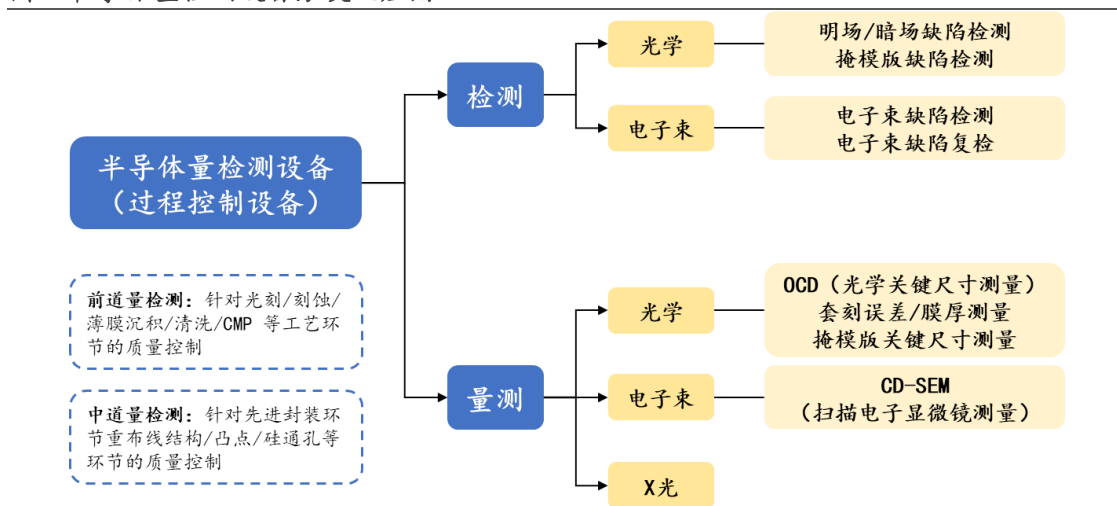
表 20: AMAT 电子束量检测设备矩阵.....	26
表 21: 半导体量检测设备国产厂商产品布局矩阵.....	32
表 22: 中科飞测产品矩阵: 无图形/有图形缺陷检测+三维形貌/膜厚量测+3D 曲面玻璃量测.....	33
表 23: 中科飞测 2020-2022 年前五大客户情况.....	34
表 24: 上海精测产品矩阵: 明场检测+OCD/CD-SEM/Review-SEM/膜厚/晶圆形貌测量...	35
表 25: 睿励仪器产品矩阵: 膜厚/OCD 量测+光学缺陷检测.....	36
表 26: 东方晶源产品矩阵: 电子束缺陷检测+CD-SEM.....	37
表 27: 半导体工艺控制设备重点公司盈利预测.....	38



## 1. 半导体工艺控制设备：芯片良率的关键，千种零部件技术壁垒高

半导体工艺控制设备对芯片良率至关重要，随着制程微缩需求倍增。主流半导体制程正从 28/14nm 向 10/7/5/3nm 发展，三维 FinFET 晶体管、3D NAND 等新技术亦逐渐成为目前行业内主流技术。随着技术的进步发展，集成电路前道制程的步骤越来越多，工艺也更加复杂。28nm 工艺节点的工艺步骤有数百道工序，由于采用多层套刻技术，14nm 及以下节点工艺步骤增加至近千道工序。根据 Yole 的统计，工艺节点每缩减一代，工艺中产生的致命缺陷数量会增加 50%，因此每一道工序的良品率都要保持在非常高的水平才能保证最终的良品率。当工序超过 500 道时，只有保证每一道工序的良品率都超过 99.99%，最终的良品率方可超过 95%；当单道工序的良品率下降至 99.98% 时，最终的总良品率会下降至约 90%，因此，制造过程中对工艺窗口的挑战要求几乎“零缺陷”。检测和量测环节贯穿制造全过程，是保证芯片生产良品率非常关键的环节。随着制程越来越先进、工艺环节不断增加，行业发展对工艺控制水平提出了更高的要求，制造过程中检测设备与量测设备的需求量将倍增。

图1. 半导体量检测设备分类及应用



资料来源：安信证券研究中心

半导体工艺控制设备主要包括“面向晶圆制造的前道检测”和“面向先进封装的中道检测”。传统的集成电路工艺主要分为前道和后道，随着集成电路行业的不断发展进步，后道封装技术向晶圆级封装发展，从而衍生出先进封装工艺。先进封装工艺指在未切割的晶圆表面通过制程工艺以实现高密度的引脚接触，实现系统级封装以及 2.5/3D 等集成度更高、尺度更小的器件的生产制造。因此，集成电路工艺进一步细分为前道制程、中道先进封装和后道封装测试；贯穿于集成电路领域生产过程的质量控制环节进一步可分为前道检测、中道检测和后道测试。前道检测主要是针对光刻、刻蚀、薄膜沉积、清洗、CMP 等每个工艺环节的质量控制的检测；中道检测面向先进封装环节，主要为针对重布线结构、凸点与硅通孔等环节的质量控制；后道测试主要是利用电学对芯片进行功能和电参数测试，主要包括晶圆测试和成品测试两个环节。我们本文所谈论的半导体检测和量测设备主要包括面向晶圆制造环节的前道检测和面向先进封装环节的中道检测两大部分。

### 1.1. 技术壁垒：75%基于光学检测技术，19%应用电子束技术

从技术原理上看，检测和量测包括光学检测技术、电子束检测技术和 X 光量测技术等。目前，在所有半导体检测和量测设备中，应用光学检测技术的设备占多数。光学检测技术、电子束检测技术和 X 光量测技术的差异主要体现在检测精度、检测速度及应用场景上。根据 VLSI Research 和 QY Research 的报告，2020 年全球半导体检测和量测设备市场中，应用光学检测技术、电子束检测技术及 X 光量测技术的设备市场份额占比分别为 75.2%、

18.7%及 2.2%，应用光学检测技术的设备占比具有领先优势，电子束检测技术亦具有一定的市场份额。

**光学检测：**检测速度快，比电子束快 1000 倍以上。光学检测技术基于光学原理，通过对光信号进行计算分析以获得检测结果，光学检测技术对晶圆的非接触检测模式使其具有对晶圆本身的破坏性极小的优势；通过对晶圆进行批量、快速的检测，能够满足晶圆制造商对吞吐能力的要求。在生产过程中，晶圆表面杂质颗粒、图案缺陷等问题的检测和晶圆薄膜厚度、关键尺寸、套刻精度、表面形貌的测量均需用到光学检测技术。

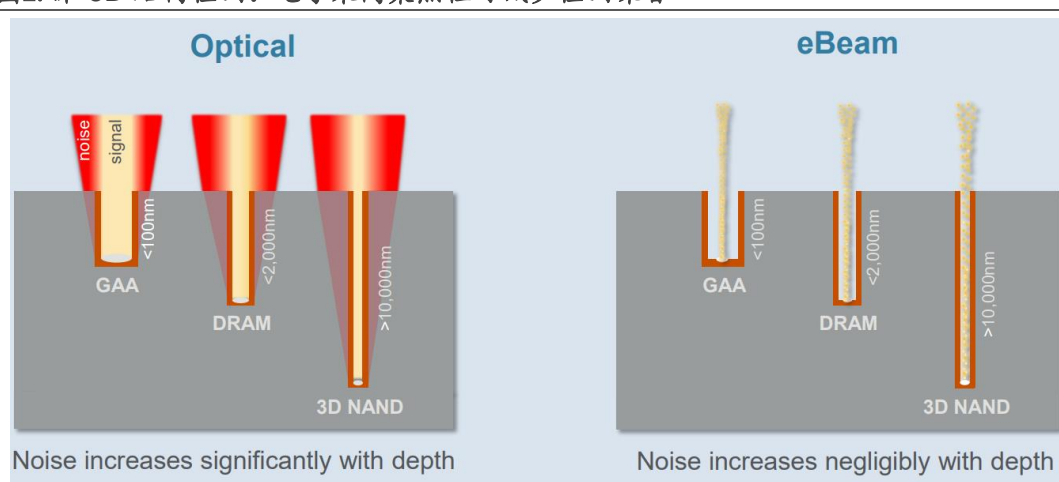
**电子束检测：**电子束波长比光波短，因而检测精度高，目前主要用于电子束缺陷检测和电子束缺陷复查。电子束检测技术是指通过聚焦电子束至某一探测点，逐点扫描晶圆表面产生图像以获得检测结果。电子束的波长远短于光的波长，而波长越短，精度越高。因此，电子束检测技术的相对低速度导致其应用场景主要在对吞吐量要求较低的环节，如纳米量级尺度缺陷的复查，部分关键区域的表面尺度量测以及部分关键区域的抽检等。

表1：技术路线对比：光学检测技术，电子束检测技术，X 光量测技术

	光学检测技术	电子束检测技术	X光量测技术
主要内容	基于光学原理，通过对光信号进行计算分析以获得检测结果，具有速度快、精度高、无损伤的特点	通过聚焦电子束扫描样片表面产生样品图像以获得检测结果，具有精度高、速度较慢的特点，通常用于部分线下抽样测量部分关键区域	基于X光的穿透力强及无损伤特性进行特定场景的测量
先进制程工艺应用情况	应用于28nm及以下的全部先进制程。 光学检测技术因其特点，目前广泛应用于晶圆制造环节	应用于28nm及以下的全部先进制程。电子束检测技术因其具有精度高但速度慢特点，所以基于电子束检测技术的设备一部分应用于研发环节，一部分应用在生产环节，例如纳米量级尺寸缺陷的复查、部分关键区域的表面尺度量测以及部分关键区域的抽检等	应用于28nm及以下的全部先进制程，但鉴于X光具有穿透性强、无损伤特性，所以主要应用于特定的场景，如检测特定金属成分
未来发展方向	通过提高光学分辨率，并结合图像信号处理算法，进一步提高检测精度	提升检测速度，提高吞吐量，由单一电子束向多通道电子束技术发展	基于X光的穿透性特性，扩大应用的场景范围

资料来源：中科飞测招股书，安信证券研究中心

图2. 深 3D 结构检测：电子束高聚焦性可减少检测噪音



资料来源：AMAT，安信证券研究中心

**X 光量测技术：**用于特定金属成分测量和超薄膜测量等领域，应用场景相对较窄。

在实际应用中，**光学与电子束技术经常互补配合使用**，即当光学技术检测到缺陷后，用电子束重访已检测到的缺陷，对部分关键区域表面尺度量测的抽检和复查，确保设备检测的精度和速度。两种技术之间存在优势互补的情况。

## 1.2. 发展趋势：软硬件结合，向高速/高精度/高吞吐量方向发展

半导体质量控制设备是晶圆厂的主要投资支出之一，设备的性价比是其选购时的重要考虑因素。质量控制设备检测速度和吞吐量的提升将有效降低集成电路制造厂商的平均晶圆检测成本，从而实现降本增效。因此，**检测速度和吞吐量更高的检测和量测设备可帮助下游客户更好地控制企业成本，提高良品率。**

总体上，集成电路检测和量测技术的发展呈现出以下趋势：随着集成电路器件物理尺度的缩小，需要检测的缺陷尺度和测量的物理尺度也在不断缩小；随着集成电路器件逐渐向三维结构发展，对于缺陷检测和尺度测量的要求也从二维平面中的检测逐渐拓展到三维空间的检测。为满足检测和量测技术向高速度、高灵敏度、高准确度、高重复性、高性价比的发展趋势和要求，行业内进行了许多技术改进，例如增强照明的光强、光谱范围延展至 DUV 波段、提高光学系统的数值孔径、增加照明和采集的光学模式、扩大光学算法和光学仿真在检测和量测领域的应用等，未来随着集成电路制造技术的不断提升，相应的检测和量测技术水平也将持续提高。

### 1.2.1. 硬件：千种零部件，运动控制/光学系统是关键

半导体工艺控制设备作为贯穿晶圆制造全过程、不可或缺的质量控制设备，涉及光学、物理学、机械学、算法等多领域学科，对设备供应商的技术实力和跨学科技术资源的整合能力有较高要求。硬件层面，设备涉及的零部件种类和型号繁多，不同型号和规格的零部件数量高达上千种。按大类来看，主要可分为六大类：运动与控制系统类、光学类、电气类、机械加工件、机械标准件及其他部件；其中，运动与控制系统类和光学类零部件为半导体量检测设备核心零部件。

**表2：半导体量检测设备主要零部件和供应商**

原材料类型	主要零部件	主要供应商
运动与控制系统类	EFEM、机械手、精密运动系统等	Rorze, Soonhan, 华卓精科, AEROTECH, Brooks, 北京锐洁机器人
光学类	光源、镜头、相机、探测器、光学传感器、光学元件等	志强视觉, 相干公司, 滨松光子学
电气类	继电器、接触器、断路器、电源类、工控机、显示屏、图像采集卡、工业传感器、仪器仪表、操作指示类等	-
机械加工件	机加工件、钣金及型材、装调工装、样品台等	-
机械标准件	光机标准件、运动及结构类机械标准件、气路控制元件、气源处理元件、气路执行元件、液体类控制元件、液体类处理元件、管接头、风机过滤机组等	-
其他	网线、电线电缆、端子/接插件、紧固件、工具类等	-

资料来源：中科飞测招股书，安信证券研究中心

半导体量检测设备厂商对于标准零部件通常采用向供应商直采的模式，而部分关键零部件则由公司设计并由供应商按照设计要求的规格制造。从中科飞测近年供应商来看，运动与控制类零部件主要供应商包括日本的 Rorze、韩国 Soonhan、华卓精科、美国 AEROTECH、美国 Brooks、北京锐洁机器人等；光学类零部件供应商主要为美国相干公司、日本滨松光子学等。行业部分关键零部件仍主要依赖美日厂商，国产化程度仍相对偏低。



**表3：半导体量检测设备主要零部件和供应商**

公司	国家	介绍	产品
<b>Rorze</b>	日本	1985年成立，半导体和面板自动化系统供应商，产品包括机械手、EFEM、真空平台、装载台等	 
<b>Soonhan</b>	韩国	1993年成立，半导体和面板设备高精控制制造商	 
<b>AEROTECH</b>	美国	1970年成立，高性能运动控制系统定制商，产品包括载物台、空气轴承、执行器等	 
<b>Brooks</b>	美国	成立于1978年，是全球领先的半导体真空机器人系统供应商	
<b>华卓精科</b>	中国	成立于2012年，国内首家可自主研发并实现商业化生产的光刻机双工件台供应商，主营业务为光刻机双工件台、超精密测控装备整机以及关键部件等衍生产品的研发、生产以及销售和技术服务	 
<b>相干公司</b>	美国	1966年成立，世界第一大激光器及相关光电子产品生产商	
<b>滨松光子学</b>	日本	成立于1953年，主要从事光电信倍增管，成像设备，光源，光半导体元件，图像处理和测量设备的制造和销售	 

资料来源：各公司官网，安信证券研究中心

采用更短波长光源、使用更大数值孔径光学系统提高光学分辨率。随着 DUV、EUV 光刻技术的不断发展，集成电路工艺节点不断升级，对检测技术的空间分辨精度也提出了更高要求。目前最先进的检测和量测设备所使用的光源波长已包含 DUV 波段，能够稳定地检测到小于 14nm 的晶圆缺陷，并且能够实现 0.003nm 的膜厚测量重复性。检测系统光源波长下限进一步减小和波长范围进一步拓宽是光学检测技术发展的重要趋势之一。此外，提高光学系统的数值孔径也是提升光学分辨率的另一个突破方向，以图形晶圆缺陷检测设备为例，光学系统的最大数值孔径已达到 0.95，探测器每个像元对应的晶圆表面的物方平面尺寸最小已小于 30nm。未来，为满足更小关键尺寸的晶圆上的缺陷检测，必须使用更短波长的光源，以及使用更大数值孔径的光学系统，才能进一步提高光学分辨率。

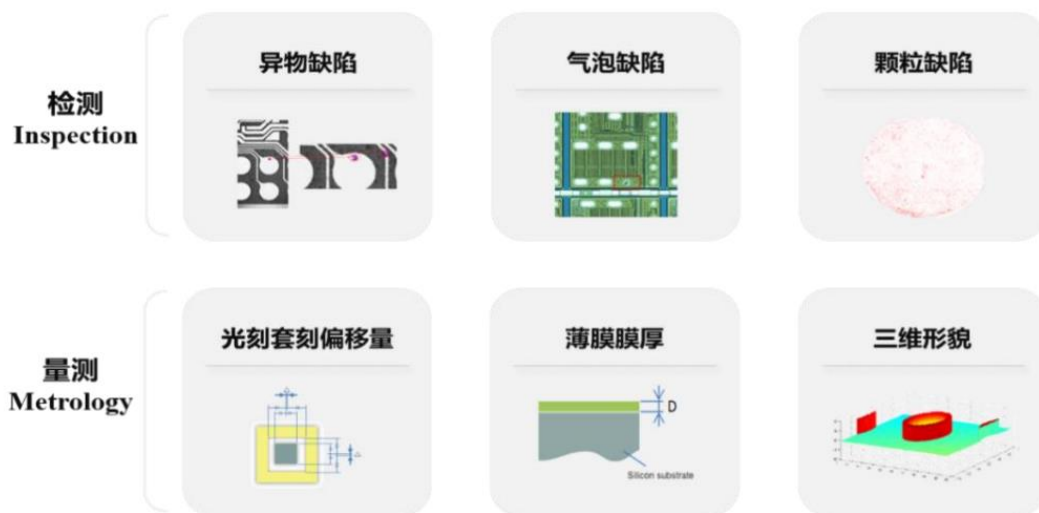
### 1.2.2. 软件：大数据检测算法和软件重要性凸显

达到或接近光学系统极限分辨率的情况下，最新的光学检测技术已不再简单地依靠解析晶圆的图像来捕捉其缺陷，而需结合深度的图像信号处理软件和算法，在有限的信噪比图像中寻找微弱的异常信号。晶圆检测和量测的算法专业性很强，检测和量测设备对于检测速度和精度要求非常高，且设备从研发到产业化的周期较长。因此，目前市场上没有可以直接使用的软件。业内企业均在自己的检测和量测设备上自行研制开发算法和软件，未来对检测和量测设备相关算法软件的要求会越来越高。

## 2. 细分赛道：缺陷检测占比 62.6%，量测占比 33.5%

工艺目的上看，半导体工艺控制设备=检测+量测。应用于前道制程和先进封装的质量控制根据工艺可细分为检测（Inspection）和量测（Metrology）两大环节。检测指在晶圆表面上或电路结构中，检测其是否出现异质情况，如颗粒污染、表面划伤、开短路等对芯片工艺性能具有不良影响的特征性结构缺陷；量测指对被观测的晶圆电路上的结构尺寸和材料特性做出的量化描述，如薄膜厚度、关键尺寸、刻蚀深度、表面形貌等物理性参数的量测。

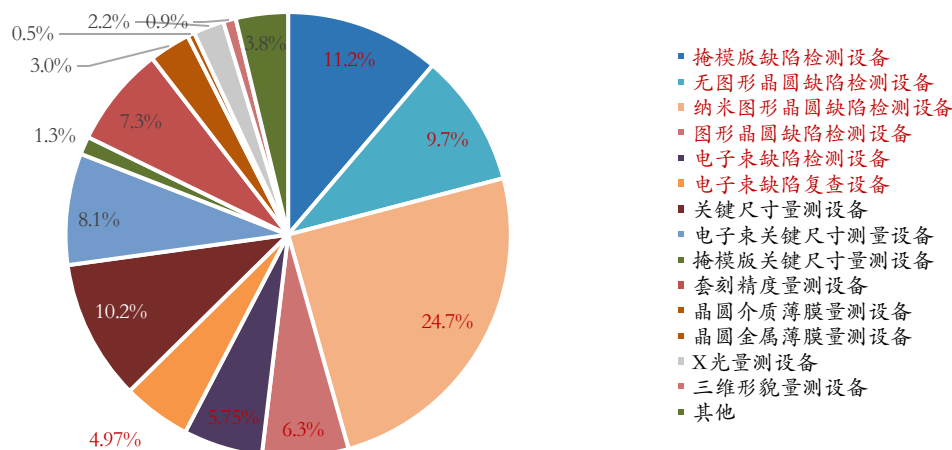
图3. 半导体检测与量测技术



资料来源：中科飞测招股书，安信证券研究中心

缺陷检测设备市场占比 62.6%，量测设备市场占比 33.5%。根据中商产业研究院数据，2020年半导体量检测设备市场结构中，检测设备占比为 62.6%，包括无图形晶圆缺陷检测设备、图形晶圆缺陷检测设备、纳米图形缺陷检测设备、掩膜检测设备等，其中纳米图形缺陷检测设备需求最大，整体占比 24.7%；量测设备占比为 33.5%，包括三维形貌量测设备、薄膜膜厚量测设备（晶圆介质薄膜量测设备）、套刻精度量测设备、关键尺寸量测设备、掩膜量测设备等，其中关键尺寸测量应用占比 18.3%（包括电子束关键尺寸测量）。

图4. 2020 年全球半导体工艺控制设备市场结构

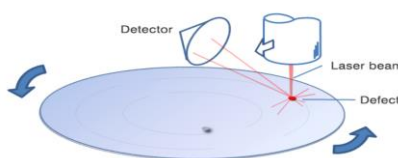
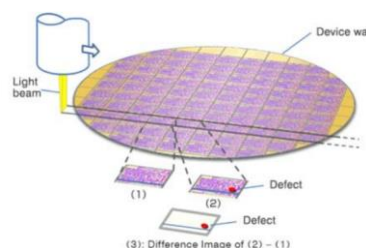
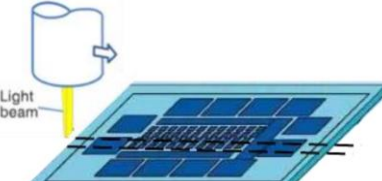


资料来源：中商产业研究院，安信证券研究中心

## 2.1. 缺陷检测：明场光学检测高壁垒，主要用于图形晶圆检测

缺陷检测（62.6%）=光学检测（51.9%）+电子束检测（10.7%）。在缺陷检测环节，无图形晶圆检测、图形晶圆检测以及掩膜版缺陷检测通常采用光学检测技术，合计占比 51.9%，而电子束技术主要用于部分关键区域的检测以及缺陷复检，合计占比 10.7%。

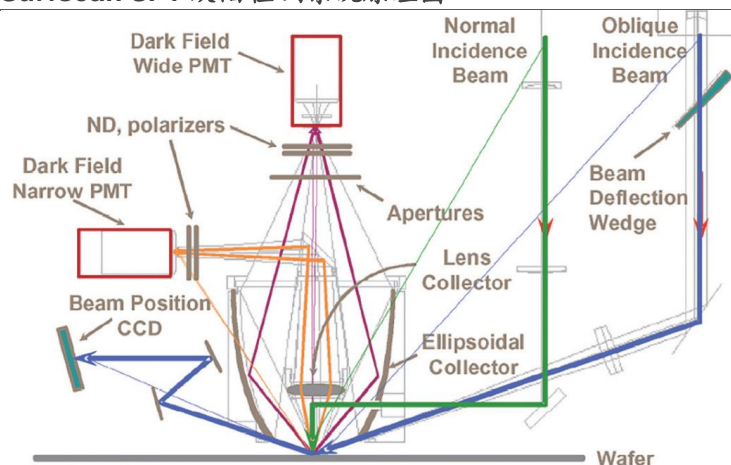
表4：半导体缺陷检测设备：无图形+有图形+掩模板

分类	技术原理	图示
无图形晶圆激光扫描检测技术	通过将单波长光束照明到晶圆表面，利用大采集角度的光学系统，收集在高速移动中的晶圆表面上存在的缺陷散射光信号。通过多维度的光学模式和多通道的信号采集，实时识别晶圆表面缺陷、判别缺陷的种类，并报告缺陷的位置	
图形晶圆成像检测技术	通过从深紫外到可见光波段的宽光谱照明或者深紫外单波长高功率的激光照明，以高分辨率大成像视野的光学明场或暗场的成像方法，获取晶圆表面电路的图案图像，实时地进行电路图案的对准、降噪和分析，以及缺陷的识别和分类，实现晶圆表面图形缺陷的捕捉	
光刻掩膜版成像检测技术	针对光刻所用的掩膜板，通过宽光谱照明或者深紫外激光照明，以高分辨率大成像口径的光学成像方法，获取光刻掩膜板上的图案图像，以很高的缺陷捕获率实现缺陷的识别和判定	

资料来源：中科飞测招股书，安信证券研究中心

**无图形晶圆缺陷检测：**无图形晶圆一般指裸硅片或有一些空白薄膜的硅片，后者主要用作测试片，检测的缺陷主要包括表面的颗粒、残留物、刮伤、裂纹等，这些缺陷会影响后续工艺质量，最终影响产品良率。目前，国际主流无图形缺陷检测设备主要采用“暗场散射”原理，即用单波长光束照射晶圆表面，光束会被晶圆表面反射，但当光束遇到晶圆表面的缺陷时，缺陷会散射一部分激光，设备通过接收采集缺陷散射光信号判断缺陷种类和位置。

图5. KLA 公司 Surfscan SP1 缺陷检测系统原理图



资料来源：《集成电路制造在线光学测量检测技术：现状、挑战与发展趋势》，安信证券研究中心

全球格局上，KLA 一直处于领先地位，其推出的 Surfscan SP 系列产品可实现晶圆表面纳米级缺陷的检测，最新推出的 Surfscan SP7<sup>XP</sup> 缺陷检测系统可检测 5nm 及以下的缺陷。国产角度看，目前中科飞测已推出 SPRUCE-600 和 SPRUCE-800 两大型号产品，分别应用于 130nm 及以上节点和 2Xnm 以上节点，部分实现国产替代；最小灵敏度指标上来看，SPRUCE-800 最小灵敏度 23nm，与 KLA SP3 相当；吞吐量上看，KLA SP3 大于 100wph，中科飞测 SPRUCE-800 在 26nm 灵敏度时吞吐量为 25wph，国产设备仍有提升空间。

表5：无图形缺陷检测设备：产品对比

公司	产品系列	产品型号	应用节点/场景	吞吐量	灵敏度
KLA	Surfscan®	Surfscan SP7 <sup>XP</sup>	≤5nm	SP7的1.6倍	12.5nm
		Surfscan SP7	7nm	-	-
		Surfscan SP5 <sup>XP</sup>	1Xnm	-	-
		Surfscan SP5	2Xnm	-	-
		Surfscan SP3	3Xnm	>100wph	23nm
	Surfscan SP Ax	Surfscan SP A2	6Xnm-0.5μm (6吋+8吋)		26nm
		Surfscan SP A3	4Xnm-0.6μm		44nm
日立高科	LS Series	-	10nm	-	-
Onto Innovation	NovusEdge系统	-	边缘、缺口、背面检测		
	AWX FSI 系统		自动正面检测		
中科飞测	SPRUCE	SPRUCE-600	≥130nm	100wph (灵敏度 102nm)	60nm
		SPRUCE-800	≥2Xnm	25wph (灵敏度26nm)	23nm
缺陷类型					

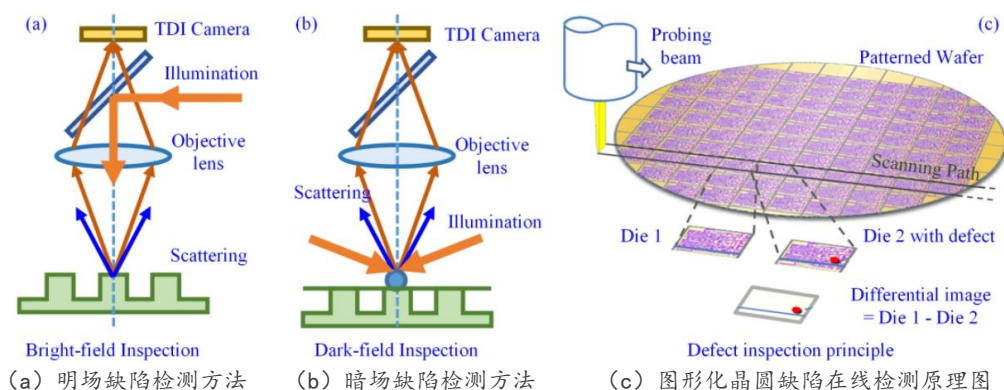
资料来源：中科飞测招股书，KLA 官网，日立高新官网，安信证券研究中心

**有图形晶圆缺陷检测：**有图形缺陷检测是指晶圆在光刻、刻蚀、沉积、离子注入、抛光等工艺过程中，对晶圆进行检测，主要的缺陷不仅包括纳米颗粒、凹陷、凸起、刮伤、断线、桥接等表面缺陷，还包括空洞、材料成分不均匀等亚表面和内部缺陷。图形化晶圆缺陷检测系统将测试芯片的空间像与相邻芯片的空间像进行比较，以获得仅有非零随机缺陷特征信号的空间差分图像。目前，产业界主流的图形结构检测设备仍然是基于光学显微镜技术的明场或暗场成像原理。明场照明是最常用的照明配置，通常包括与收集光路大致重合的定向照明光路，暗场照明是指与收集光路明显分离的定向照明光路，暗场照明在对高反射表面成像或产生边缘效应的情形中十分有效。此外，电子束也应用于部分缺陷检测及复检场景。

在明场/暗场缺陷检测领域，KLA 同样处于领先地位，其明场缺陷检测设备主要分为 29xx 和 39xx 两大系列，29xx 系列最新产品 2950/2955 和 39xx 系列 3920/3925 均可应用于 7nm 及以下节点；国产厂商中，上海精测明场光学缺陷检测设备已取得突破性订单，且已完成首台套交付。KLA 暗场有图形缺陷检测设备主要为 PUMA 系列，最新 PUMA 9980 可应用于 1Xnm。



图6. 明场光学检测装备光路原理和灵敏度仿真方法

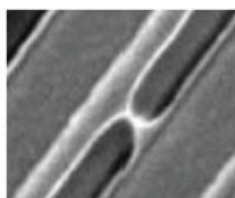


资料来源：《先进节点图案化晶圆缺陷检测技术》，安信证券研究中心

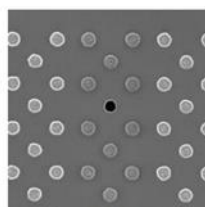
表6: 有图形暗场/明场缺陷检测设备对比: KLA/AMAT/日立高新/上海精测

公司	产品系列	产品型号	应用节点/场景
KLA	39xx (明场)	3920, 3925	$\leq 7\text{nm}$
		3900, 3905	$\leq 10\text{nm}$
		2950, 2955	$\leq 7\text{nm}$
		2930, 2935	$\leq 10\text{nm}$
	29xx (明场)	2920, 2925	$\leq 16\text{nm}$
		2910, 2915	2X/1Xnm
		2900, 2905	2Xnm
		9980	1Xnm
	Puma™ (暗场)	9850	2X / 1Xnm
		9650	$\leq 28\text{nm}$
		9500	$\leq 32\text{nm}$
AMAT	UVision® (明场)	UVision 8	1Xnm
		UVision 7	-
	Enlight® (明场+暗场)	-	-
日立高科	IS Series (暗场)	DI2800	4/6/8吋晶圆
		DI4200	12吋晶圆
上海精测	BFI 100系列 (明场)	-	取得突破性订单并实现首台交付

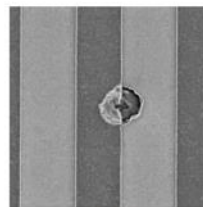
缺陷示例



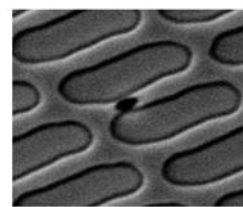
桥接



通孔缺失



内嵌缺陷



针孔

资料来源：KLA 官网，日立高新官网，AMAT 官网，精测电子公告，安信证券研究中心

**电子束缺陷检测与复检：**通过聚焦电子束扫描样片表面产生样品图像以获得检测结果，具有高精度、速度较慢的特点，通常用于纳米级尺度缺陷的复查以及部分关键区域的抽检等。

目前，应用材料在电子束量检测技术方面占据主导地位，2021 年全球市占率 51%；其推出推出电子束缺陷复检系列产品 SEMVision G10 和电子束缺陷检测系列产品 PrimeVision 10

两大系列产品。国际巨头 KLA 在 1998 年收购 Amray Inc 公司后获得电子束检测技术，目前已推出电子束图形晶圆检测系统 eSL10 和电子束缺陷复检系统 eDR7xxx 两大系列。

表7：电子束缺陷检测/复检设备对比：KLA/AMAT/ASML/上海精测/东方晶源

公司	产品系列	产品型号	应用节点/场景
KLA	eDR7xxx™ (电子束缺陷复检)	eDR7380	-
		eDR7280	≤16nm
	eSL10™ (电子束图形晶圆检测系统)	-	-
AMAT	SEMVision® G10 (电子束缺陷复检)	-	GAA残渣，光阻复检（埋桥）等
	PrimeVision® 10 (电子束缺陷检测)	-	GAA SiGe残渣，DRAM 位线检测等
ASML	HMI 系列	HMI eScan 1100	≤7nm
		HMI eScan 1000	≤10nm
		HMI eScan 600	
		HMI eP5	≤5nm
日立高科	CR7300系列	-	-
上海精测	电子束缺陷复检	eView™ AeroScan™	取得多家客户批量订单
东方晶源	SEpA (电子束缺陷检测)	i515	应用于12吋硅片工艺制程，已量产
		i505	已量产
		i605	-

资料来源：各公司公告，各公司官网，集微网，安信证券研究中心

表8：掩模板缺陷检测设备对比：KLA/AMAT/Lasertec

公司	产品系列	产品型号	应用节点/场景
KLA	Teron™ 6xx (掩模板厂用)	Teron 640e	7nm/5nm, EUV
		Teron 640	≥10nm, EUV
		Teron 630	1Xnm/2XHP
		Teron 610	2Xnm/3XHP
		TeraScan 500XR	3Xnm/4XHP
	Teron™ SL6xx (晶圆厂用)	Teron SL670e XP	5nm/3nm
		Teron SL670e	7nm/5nm
		Teron SL655	10nm
		Teron SL650	20nm
		X5.3	≥20nm
AMAT	FlashScan® (空白掩模版缺陷检测)	RA (Reticle Analyzer)	数据分析系统
		-	-
	Aera™	Aera 4	1Xnm
	-	ACTIS 150	全球首款EUV图案掩膜检测系统
	空白掩模板检测和复检	ABICS E120	EUV
	MATRICS系列 (掩模版缺陷检测)	X9ULTRA Series	≥3nm (EUV)
		X8ULTRA Series	7/5/3nm (EUV)
		X810EX系列	7nm-20nm (DUV)
		X800LITE系列	≥28nm (DUV)
Lasertec	MAGICS系列 (空白掩模板缺陷检测)	M9650/M9651	≥5nm (EUV)
		M8650/M8651	≥7nm (DUV)
		M8350/M8351	≥10nm (DUV)
		M6750/M6751	高灵敏度
	掩膜版背面检测和清洗	M6640S/M6641S	高灵敏度+高吞吐量
	掩膜版边缘检测	BASIC Series	EUV
		MZ100	DUV/EUV

资料来源：KLA 官网，AMAT 官网，Lasertec 官网，安信证券研究中心

**掩模板缺陷检测：**光刻光源从 DUV 到 EUV 时代，对掩模版缺陷检测提出了更高的要求。在光刻工艺中，必须事先设计并制备一组具有特定几何图形的光刻掩模（mask），作为复制批量生产用版，供光刻工艺曝光之用。在实际的光刻掩模生产制造过程中，也不可避免地会存在各种缺陷，而且这些缺陷会经由光刻工艺批量复制到所有硅片中。随着光刻工艺进入 KrF 及 ArF 光源主导的深紫外（DUV）光刻时代，掩模误差增强因子也将在曝光过程中显著地增加，掩模关键尺寸均匀性与掩模缺陷越来越难以控制，同时掩模上的缺陷尺寸逐渐从百纳米量级缩减至数十纳米量级，这对掩模缺陷检测波长与光刻波长的波长一致性、缺陷检测灵敏度、缺陷检测效率提出了更高的要求。

日本 Lasertec 公司在 EUV 掩模缺陷检测领域占据垄断地位，其研制出了首台 EUV 掩模缺陷检测系统 ACTIS A150。ACTIS A150 使用了 13.5 nm 波长的 EUV 光源，可分辨半周期为 35 nm 的光栅掩模，实现了 20 nm 以下尺度的掩模结构缺陷的检测。

## 2.2. 量测：关键尺寸/套刻误差为主要应用场景

2020 年市场结构上看，集成电路制造和先进封装环节中的量测设备中，OCD（光学关键尺寸量测）/CD-SEM（电子束关键尺寸量测）/掩模板关键尺寸量测/套刻精度量测/晶圆膜厚度量测/X 光量测/三维形貌量测设备分别占比 10.2%/8.1%/1.3%/7.3%/3.5%/2.2%/0.9%。其中 OCD、CD-SEM、套刻误差量测、膜厚度量测占据主要份额。

表9：半导体量测设备：三维形貌+薄膜膜厚+套刻精度+关键尺寸

分类	应用简介
三维形貌量测	三维形貌量测通过宽光谱大视野的相干性测量技术，得到晶圆级别、芯片级别和关键区域电路图像的高精度三维形貌，从而测量晶圆表面的粗糙度、电路特征图案的高度均匀性等参数，从而对晶圆的良品率进行保证
薄膜膜厚度量测	在前道制程中，需在晶圆表面覆盖包括金属、绝缘体、多晶硅、氮化硅等多种材质的多层薄膜，膜厚测量环节通过精准测量每一层薄膜的厚度、折射率和反射率，并进一步分析晶圆表面薄膜膜厚的均匀性分布，从而保证晶圆的高良品率
套刻精度量测	套刻精度测量通过对晶圆表面特征图案的高分辨率成像和细微差别的分析，用于电路制作中不同层之间图案对图案对齐的误差测量，并将数据反馈给光刻机，帮助光刻机优化不同层之间的光刻图案对齐误差，从而避免工艺中可能出现的问题
关键尺寸量测	关键尺寸测量技术通过测量从晶圆表面反射的宽光谱光束的光强、偏振等参数，来测量光刻胶曝光显影、刻蚀和 CMP 等工艺后的晶圆电路图形的线宽、高度和侧壁角度，从而提高工艺的稳定性

资料来源：中科飞测招股书，安信证券研究中心

**关键尺寸测量：CD-SEM 测量+OCD 测量。**当前行业关键尺寸测量主要采用扫描电子显微镜测量（CD-SEM）和光学线宽测量（OCD）两种方式。扫描电子显微镜测量（CD-SEM）作为传统的测量技术，可实现纳米级尺度的尺寸测量，但也存在测量速度慢、成本高、设备操作复杂的缺点。与之对比，光学测量技术具有速度快、成本低、无接触对样本无损的优点。在 IC 制造中，应用光学原理对纳米结构 CD（关键尺寸）、高度、侧壁角等形貌参数的测量主要采用“非成像式光学技术——光学散射仪”，也称为 OCD 测量仪。

**CD-SEM（电子束关键尺寸测量）：**当前市场主流产品型号包括 AMAT 的 VeritySEM 系列和 PROVision 系列，以及日立高科的 SEM 系列；国产突破上看，东方晶源面向 8 吋产线的首台 CD-SEM 设备 SEpA@-C300 系列已于 2022 年 4 月出货给燕东微，面向 12 吋产线的首台设备已于 2021 年 7 月出机中芯国际。

**OCD（光学关键尺寸量测）：**光学散射测量本质上是通过对周期性纳米结构的散射信息，求解逆散射问题来重构纳米结构的三维形貌。因此，其基本流程主要包括两个问题，即正问题和反问题。正问题是通过合适的散射测量装置获取待测纳米结构的散射信息，主要涉及仪器测量问题；反问题是从测量得到的散射数据中提取待测纳米结构的三维形貌参数。目前，市场主流型号主要包括 KLA 的 SpectraShape 系列以及 Onto Innovation 的 Aspect 系列、Atlas 系列和 IMPULSE 系列；国产突破上，上海精测 OCD 产品 IM 系列已取得多家批量订单。

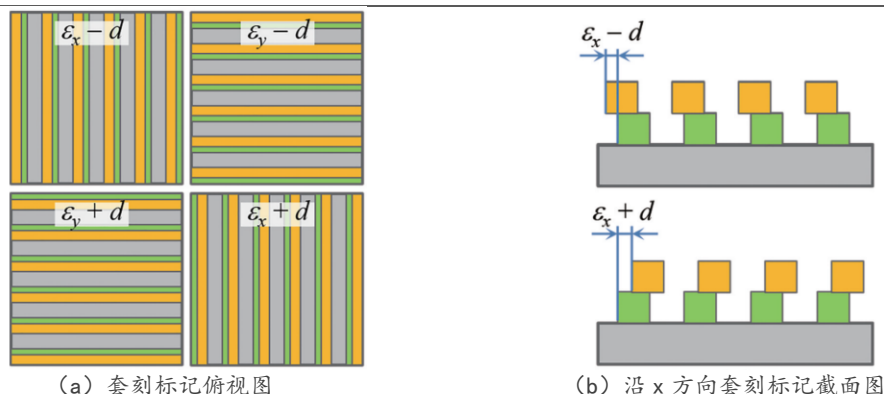
表10：关键尺寸测量设备：KLA/AMAT/日立高新/Onto Innovation/上海精测/东方晶源

公司	产品系列	技术原理	产品型号	应用节点/场景
KLA	Axion®	X射线	Axion® T2000 X	高深宽比结构进行3D形貌测量
			Axion T2000	-
	SpectraShape™	OCD	SpectraShape™11k	Finfet/存储中的三维、堆叠结构
			SpectraShape 10K	1Xnm
			SpectraShape 9000	≤20nm
			SpectraShape 8810/8660	≤32nm
AMAT	VeritySEM®	CD-SEM	VeritySEM 10	-
	PROVision®	CD-SEM	PROVision® 3E	-
日立高科	SEM系列	CD-SEM	SEM CG6300	7nm
			SEM CG7300	应用于EUV设备
			SEM CS4800	4/6/8吋线
			SEM CV6300	可测96层3D NAND中的高深宽比深孔及深沟槽尺寸
Onto Innovation	Aspect®系统	OCD	-	用于3D NAND
	Atlas系列	OCD	Atlas V	5-8代3D-NAND，1z-1Xnm DRAM，3nm/GAA
			Atlas III+	
			Atlas XP+	8吋OCD+膜厚测量
	IMPULSE®	OCD	IMPULSE V/IMPULSE+	-
上海精测	EPROFILE™	OCD	-	已取得多家批量订单
	eMetric系列	CD-SEM	-	-
东方晶源	SEpA® -C300系列	CD-SEM	-	面向8吋，2022年4月首台出机燕东微
	SEpA® -C400系列	CD-SEM	-	面向12吋，2021年7月首台出机中芯国际
睿励仪器	-	OCD	-	-

资料来源：各公司官网，新浪网，安信证券研究中心

**套刻误差：**确保电路当前层与参考层图形正对准。套刻误差是指 IC 制造中晶圆上当前层图形相对于参考层图形沿 x 和 y 方向的偏差，理想情况是当前层与参考层的图形正对准，即套刻误差是零。为了保证在上下两层中所设计的电路能够可靠地连接，当前层与参考层的套刻误差必须小于图形特征线宽的 1/3~1/5。套刻误差的快速测量与精确评估，是光刻机运行参数优化与工艺良率管理的关键。

图7. eDBO 技术中的典型套刻标记



资料来源：《集成电路制造在线光学测量检测技术：现状、挑战与发展趋势》，安信证券研究中心



**测量原理：**基于衍射的套刻误差测量技术逐渐成为先进节点的主要手段。从基本测量原理上来看，光学套刻误差测量技术可以分为：**基于成像的套刻误差（IBO）测量技术**和**基于衍射的套刻误差（DBO）测量技术**。IBO 测量技术利用具有图像识别和测量功能的高分辨率明场光学显微镜，测量专门设计的套刻标记中图形位置的偏差来实现套刻误差的测量；DBO 测量技术中的套刻标记为专门设计的纳米光栅结构，通过测量套刻标记的衍射信号，如光谱或角分辨谱等，通过一定的方法提取套刻误差。相比 IBO 技术，DBO 技术不受衍射极限以及工具引起的偏移等的限制，逐渐成为先进节点中套刻误差测量的主要手段。

目前，市场主流套刻误差设备主要为 KLA 基于成像原理的 Archer 系列和基于衍射原理的 ATL 系列，以及 ASML 的 YieldStar 系列；YieldStar 系列原理上也基于 DBO 技术。

表11：套刻误差设备对比：KLA/ASML

公司	产品系列	产品型号	应用节点/场景
KLA	Archer™ (基于成像原理)	Archer 750	-
		Archer 700	≤7nm
		Archer 600	≤10nm
		Archer 500LCM	2Xnm / 1Xnm (双成像+散射)
		Archer 500	2Xnm / 1Xnm
	ATL™ (基于衍射原理)	ATL100™	≤1Xnm
ASML	YieldStar (基于衍射原理)	YieldStar 1385	-
		YieldStar 1375F	-
		YieldStar 380G	-
		YieldStar 375F	-

资料来源：各公司官网，安信证券研究中心

**膜厚测量：**光学膜厚量测不接触薄膜表面，利用光学参数（折射率、消光系数等）实现对薄膜尺寸的的量测。目前，市场主流膜厚量测设备主要包括 KLA 的 SpectraFilm 系列和 Aleris 系列。国产突破上，上海精测应用于金属膜厚量测的 MetaPAM 系列已取得多家批量订单；睿励仪器的 TFX3000 系列已应用在 65/55/40/28 纳米芯片生产线并正在进行 14 纳米工艺的验证，在 3D 存储芯片产线上可支持 64 层 3D NAND 芯片的生产，并正在验证 96 层 3D NAND 芯片的测量性能；中科飞测介质膜厚量测设备已量产，并正在着力进行金属膜厚量测设备的开发。

表12：膜厚测量设备：KLA/Onto Innovation/上海精测/上海睿励/中科飞测

公司	产品系列	产品型号	应用节点/场景
KLA	SpectraFilm™	SpectraFilm F1	≤7nm
		SpectraFilm LD10	≤16nm
	Aleris® (≤32nm)	Aleris 8330	金属间电介质、光阻、底部抗反射涂层、厚氧化物和氮化物以及后段层等非关键薄膜层
		Aleris 8350	超薄扩散层、超薄栅极氧化物、先进光阻、193nm ARC层、超薄多层堆叠以及CVD层等
		Aleris 8510	HKMG和DPN工艺层
Onto Innovation	Echo 系列	-	金属薄膜测量，膜厚测量范围50Å-35μm
上海精测	EFILM™系列	-	已取得多家批量订单
	MetaPAM™系列	-	
	SCALE™系列	-	
上海睿励	-	TFX3000P	TFX3000系列已应用在65/55/40/28纳米芯片生产线并进行了14纳米工艺验证，在3D存储芯片产线支持64层3D NAND芯片的生产，并正在验证96层3D NAND芯片的测量性能
		TFX4000i	
		TFX4000E	
中科飞测	膜厚设备	-	介质膜厚设备已量产，金属膜厚设备正在研发
	三维形貌量测	CYPRESS-T910	已量产
		CYPRESS-U950	

资料来源：各公司官网，各公司公告，微电子制造，安信证券研究中心

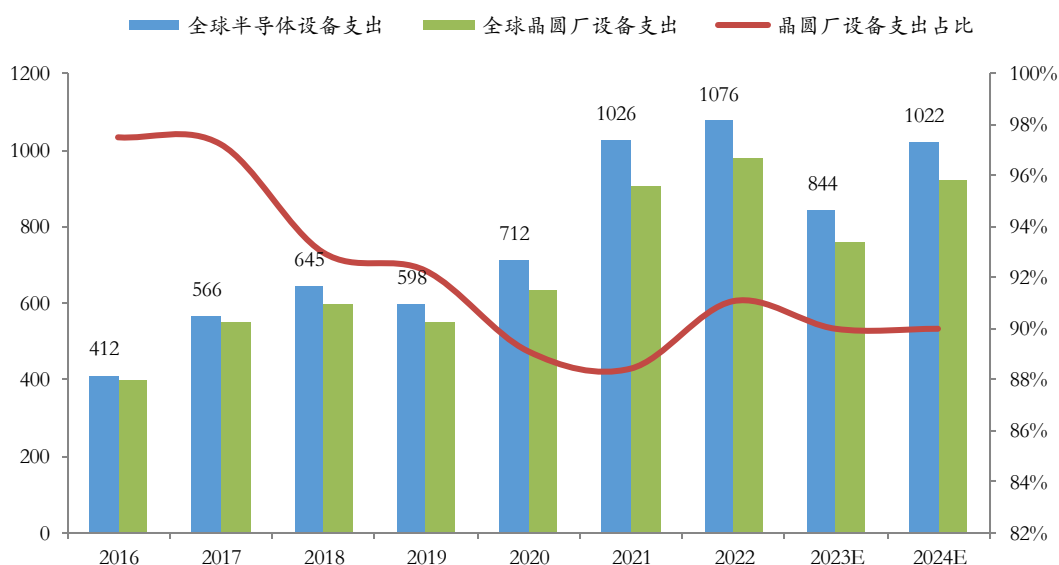
### 3. 市场空间：光刻/刻蚀/沉积外第四大赛道，2022 年全球需求 135 亿美元

#### 3.1. 全球市场：2024 年设备支出重回高位，量检测设备需求再超 100 亿美元

2021/2022 年缺芯加速产能扩张，全球半导体设备支出超 1000 亿美元创新高。2021 年，疫情诱发消费电子需求超预期增长，全球半导体市场开始迎来大范围缺芯，晶圆产能供不应求，全球新一轮扩产周期开启。根据 SEMI 数据，2021 年全球半导体设备支出达 1026 亿美元，同比增长 44%；2022 年继续维持高位再创新高，达 1076 亿美元，其中 91% 为前道晶圆厂设备支出，约 980 亿美元，9% 为后道封测企业设备支出，约 96 亿美元。

2023 年受终端需求疲软影响，全球半导体设备支出下滑至 844 亿美元，但 2024 年有望继续恢复至 1000 亿美元量级。2023 年，受产能持续开出，且下游消费需求出现疲软，全球晶圆厂资本支出放缓，根据 SEMI 测算，预计 2023 年全球前道晶圆设备支出将下滑至 760 亿美元，同比下滑 22%；假设 2023/2024 年全球半导体设备支出中晶圆厂设备占比 90%，即 2023 年全球半导体设备支出将下滑至 844 亿美元，同比下滑 22%。2024 年，随着需求逐渐复苏及 AI 等高算力应用场景增加，晶圆厂将逐步重启扩产规划，预计 2024 年全球半导体设备支出将恢复至 1022 亿美元，同比增长 21%。

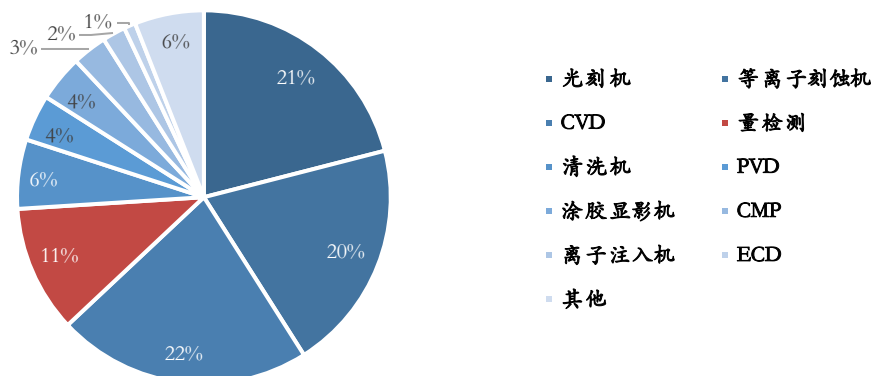
图8. 2016-2024E 全球半导体设备及晶圆厂设备支出情况（亿美元）



资料来源：SEMI，安信证券研究中心

前道制造环节，半导体量检测设备需求占比 11%。根据 Gartner 统计，2020 年前道晶圆厂设备支出中，光刻机/等离子刻蚀机/CVD/量检测/清洗机/PVD/涂胶显影机/CMP/离子注入机分别占比 21%/20%/22%/11%/6%/4%/4%/3%/2%，半导体量检测设备是除了光刻机、刻蚀机、薄膜沉积三大类核心设备以外需求占比最大的赛道。

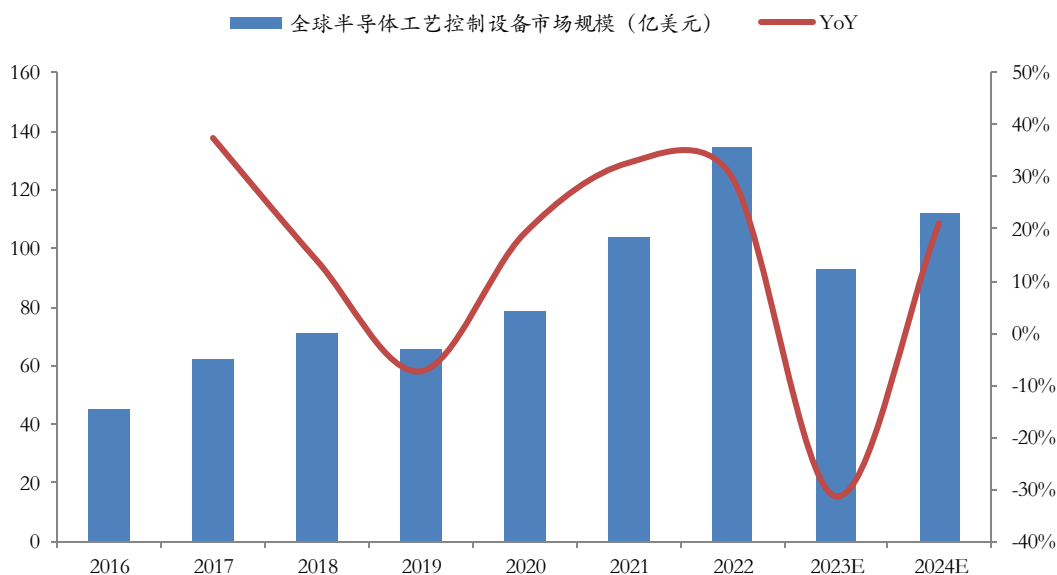
图9. 2020 年前道半导体设备（晶圆厂设备）市场结构



资料来源: Gartner 2020, 安信证券研究中心

全球半导体工艺控制设备市场规模已达 100 亿美金量级。根据 KLA 披露的 Gartner 统计数据，2022 年全球半导体工艺控制设备市场规模达到 135 亿美元，同比增长 30%，成为 WFE（晶圆制造设备）市场中成长最快的细分赛道，以 SEMI 统计的 2021/2022 年全球半导体设备支出为基数，测算可知 2021/2022 年全球半导体质量控制设备市场占设备支出比例分别为 10.1%/12.5%。我们假设 2023/2024 年 11% 的市场占比，即预计 2023/2024 年全球半导体质量控制设备市场规模将分别达到 92.9/112.4 亿美元。

图10. 2016-2024E 全球半导体工艺控制设备市场规模及增速（亿美元，%）



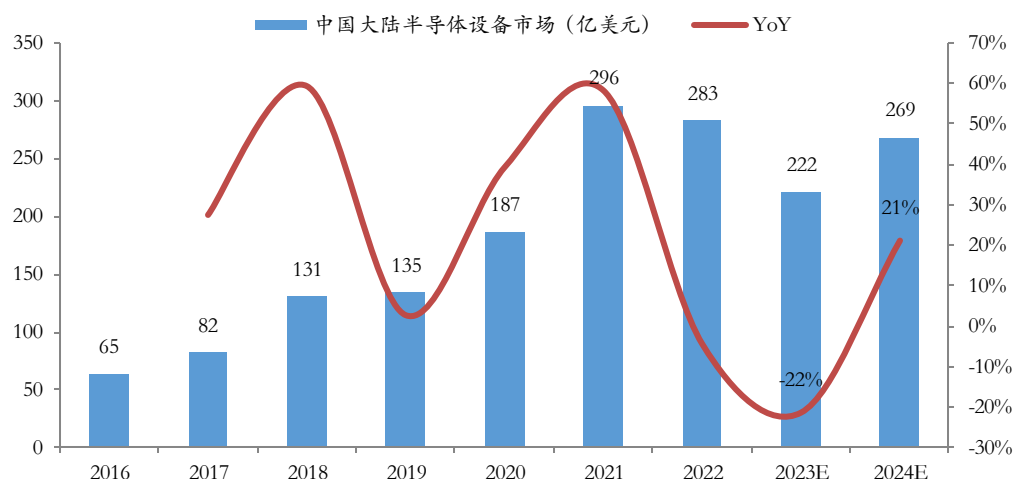
注：2016-2020、2023E-2024E 假设全球量检测（工艺控制）设备需求占全球半导体设备支出比例为 11%

资料来源: Gartner, KLA, 安信证券研究中心

### 3.2. 中国大陆：内资线持续扩产，在建产线合计量检测设备需求达 90 亿美元

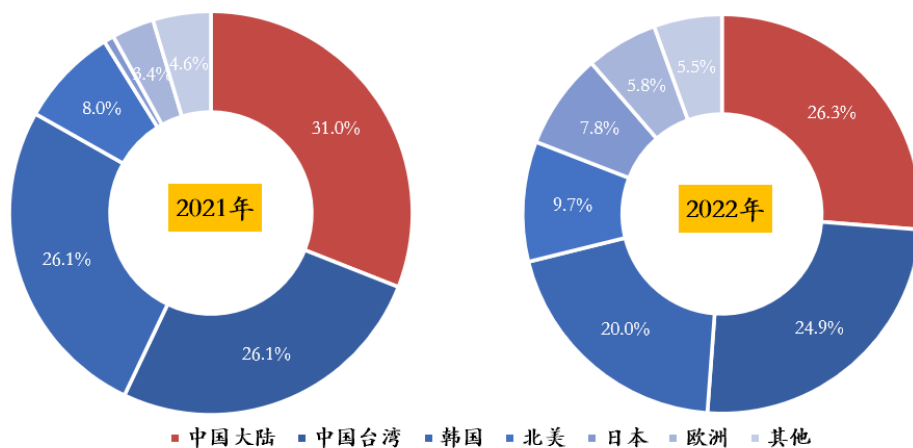
根据 SEMI 数据，2022 年中国大陆半导体设备支出 283 亿美元，相较 2021 年 296 亿美元的历史高位略有下滑，占全球市场比例约为 26.3%。回顾近五年，2017-2022 年全球半导体设备支出复合增速 14%，而中国大陆近五年复合增速近 28%，中国大陆积极布局晶圆制造产线，已成为全球半导体设备第一大需求市场。我们假设 2023/2024 年中国大陆市场占比仍为 26.3%，即预计 2023/2024 年中国大陆半导体设备支出将分别达到 222/269 亿美元。

图11. 2016-2024E 中国大陆半导体设备市场及增速（亿美元，%）



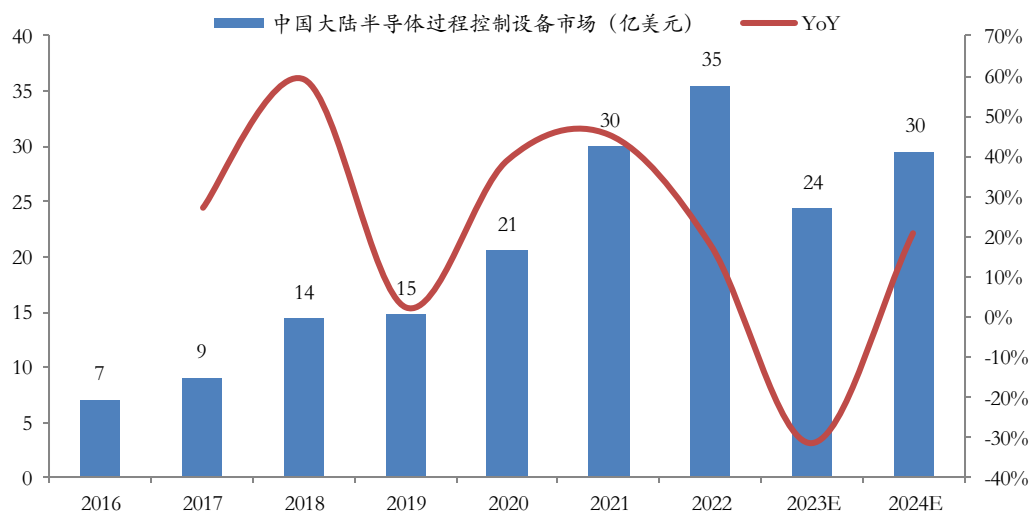
资料来源: SEMI, 安信证券研究中心

图12. 2021-2022 年全球半导体设备支出地区结构



资料来源: SEMI, 安信证券研究中心

图13. 2016-2024E 中国大陆半导体工艺控制设备市场规模及增速（亿美元，%）



资料来源: SEMI, Gartner, 安信证券研究中心



中国大陆半导体量检测设备需求步入 30 亿美元量级。假设中国大陆半导体工艺控制设备支出在整体半导体设备支出中的占比与全球一致，即 2016-2020 年为 11%，2021/2022 年分别为 10.1%/12.5%，则 2021/2022 年中国大陆半导体工艺控制设备市场规模分别为 30/35 亿美元，对于未来，我们保守假设 2023/2024 年 11% 的占比，则对应 2023/2024 年中国大陆半导体量检测设备支出规模将分别达到 24/30 亿美元。

表13：2022-2024E 全球及中国大陆各细分半导体量检测设备市场规模（亿美元）

设备品类	市场占比 假设	全球市场规模（亿美元）			中国大陆市场规模（亿美元）		
		2022	2023E	2024E	2022	2023E	2024E
纳米图形晶圆缺陷检测设备	24.7%	33.4	19.7	23.9	8.8	6.0	7.3
掩模版缺陷检测设备	11.2%	15.2	9.0	10.9	4.0	2.7	3.3
无图形晶圆缺陷检测设备	9.7%	13.1	7.7	9.3	3.4	2.4	2.9
图形晶圆缺陷检测设备	6.3%	8.5	5.0	6.1	2.2	1.5	1.9
电子束缺陷检测设备	5.8%	7.8	4.6	5.6	2.0	1.4	1.7
电子束缺陷复查设备	5.0%	6.7	4.0	4.8	1.8	1.2	1.5
关键尺寸量测设备	10.2%	13.8	8.1	9.8	3.6	2.5	3.0
电子束关键尺寸量测设备	8.1%	10.9	6.5	7.8	2.9	2.0	2.4
掩模版关键尺寸量测设备	1.3%	1.8	1.0	1.3	0.5	0.3	0.4
套刻精度量测设备	7.3%	9.9	5.8	7.1	2.6	1.8	2.2
晶圆介质薄膜量测设备	3.0%	4.1	2.4	2.9	1.1	0.7	0.9
晶圆金属薄膜量测设备	0.5%	0.7	0.4	0.5	0.2	0.1	0.2
X光量测设备	2.2%	3.0	1.8	2.1	0.8	0.5	0.7
三维形貌量测设备	0.9%	1.2	0.7	0.9	0.3	0.2	0.3
其他	3.8%	5.1	3.0	3.7	1.3	0.9	1.1

资料来源：SEMI, VLSI Research, QY Research, 中商产业研究院, 安信证券研究中心

内资 12 吋在建产线合计投资超 1000 亿美元，对应量检测设备需求 90 亿美元。根据我们不完全统计，目前内资 12 吋在建晶圆厂合计规划产能达 156 万片/月，合计投资金额超 1000 亿美元，将继续支撑国内晶圆厂 3-4 年扩产高峰期，带来旺盛半导体设备采购需求。对应到量检测设备端来看，假设产线 80% 的设备支出占比，以及设备支出结构中量检测设备 11% 的占比，则 1020 亿美元产线投资额对应的半导体量检测设备需求约为 90 亿美元。

表14：内资 12 吋晶圆厂在建产线汇总（不完全统计）

产线	规划产能 (万片/月)	投资金额 (亿美元)	地区	规划/进展
中芯京城	10	76	北京	中芯京城预计2023年下半年量产
中芯国际（深圳）	4	23.5	深圳	中芯深圳已进入量产
中芯国际（临港）	10	88.7	上海	23年初完成主体结构封顶，预计年底通线
中芯国际（天津）	10	76	天津	中芯西青正在土建中
长江存储	30	240	武汉	-
长鑫存储/九鑫	30	217	合肥	-
福建晋华	6	-	泉州	-
华虹无锡-三期	8.3	67	无锡	计划2023年初开工，2024Q4完成厂房建设并开始安装设备，2025年开始投产
晶合集成-N2	4	22	合肥	布局产品DDIC、CIS
广州粤芯-三期	4	24	广州	三期规划40-55nm工业级及车规级模拟工艺平台，预计2024年建成投产
华润微（深圳）	4	32	深圳	40nm以上制程功率IC，2022年10月开工
积塔	5	-	上海	
燕东	4	11	北京	65nm，产品定位高密度功率器件、显示驱动IC、PMIC、硅光芯片等
杭州积海	6	51	杭州	一期2万片/月，二期4万片/月
杭州富芯-一期	5	26	杭州	12吋90-55nm集成电路芯片生产线
方瑞联合	3	30	珠海横琴	产品：高端显示驱动芯片；预计2024年8月投产
增芯科技	6	25	广州	先进MEMS传感器及特色工艺产线，一期2万片/月，二期4万片/月
石家庄正定项目	7	12	石家庄	功率产线，一期3万片/月，二期4万片/月
<b>12吋合计</b>	<b>156</b>	<b>1020</b>		

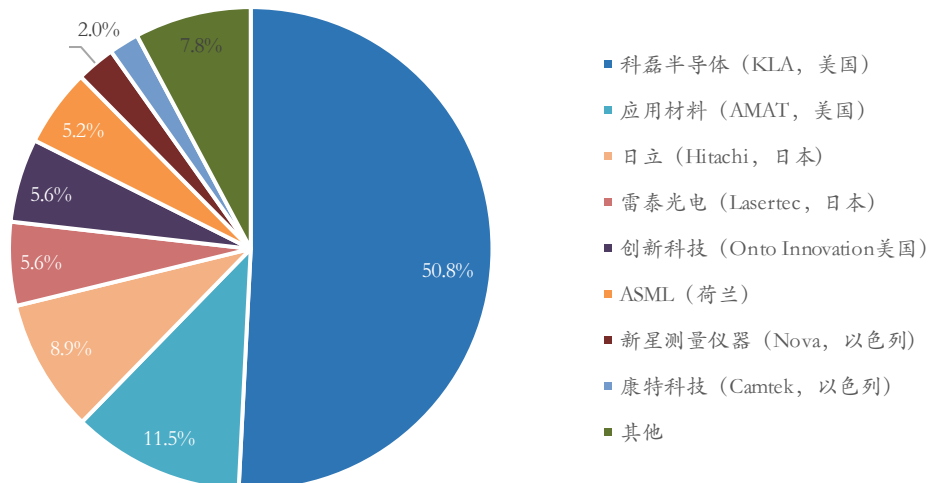
注：美元兑人民币汇率取6.91

资料来源：各公司公告/官网，各项目环评报告，各政府网站公告，集微网，电子工程专辑，先进制造业产业信息平台，安信证券研究中心

#### 4. 全球格局：KLA 一家独大，二线厂商各有特色

KLA 占据半壁江山，美日厂商份额合计超 80%。目前，全球半导体检测和量测设备市场也呈现国外设备企业垄断的格局。全球范围内主要检测和量测设备企业包括科磊半导体、应用材料、日立等。科磊半导体一家独大，根据 VLSI Research 的统计，2020 年其在检测与量测设备的合计市场份额占比为 50.8%，全球前五大公司合计市场份额占比超过了 82.4%，均来自美国和日本，市场集中度较高。

图14. 2020 年全球半导体检测和量测设备市场竞争格局



资料来源：VLSI Research, QY Research, 安信证券研究中心

国际厂商：KLA 一家独大，二三线厂商布局细分赛道，小而美。从产品布局上看，KLA 布局全面，几乎覆盖半导体量检测设备全部品类。应用材料在电子束检测技术方面重点发力，布局电子束缺陷检测、电子束缺陷复检、CD-SEM 设备，2021 年在全球电子束量检测设备领域市占率达到 51%，占据半壁江山。日立布局有暗场缺陷检测、电子束缺陷复检以及 CD-SEM 设备；ASML 围绕光刻重点布局电子束量检测、套刻误差设备；日本 Lasertec 作为全球首家推出 EUV 掩模版缺陷检测设备的厂商，在 EUV 掩模版缺陷检测领域具备绝对优势；Camtek 在宏观缺陷检测领域有所布局；Onto Innovation 产品涉及宏观缺陷检测、OCD、套刻误差及膜厚测量领域；以色列厂商新星测量则主要布局 OCD 及膜厚测量设备。

表15：半导体量检测设备国际厂商产品布局矩阵

	市场占比	KLA	AMAT	日立	ASML	康特科技 (Camtek)	Onto Innovation	雷泰光电 Lasertec	新星测量 Nova
<b>SAM:</b>		<b>91.9%</b>	<b>61.0%</b>	<b>47.5%</b>	<b>18.0%</b>	<b>6.3%</b>	<b>23.8%</b>	<b>17.5%</b>	<b>13.7%</b>
纳米图形晶圆缺陷检测设备	24.7%	★	★	★					
掩模版缺陷检测设备	11.2%	★	★					★	
无图形晶圆缺陷检测设备	9.7%	★		★			★		
图形晶圆缺陷检测设备	6.3%	★	★			★	★	★	
电子束缺陷检测设备	5.8%	★	★		★				
电子束缺陷复查设备	5.0%	★	★	★	★				
关键尺寸量测设备 (OCD)	10.2%	★					★		★
电子束关键尺寸测量设备 (CD-SEM)	8.1%		★	★					
掩模版关键尺寸量测设备	1.3%	★							
套刻精度量测设备	7.3%	★			★		★		
晶圆介质薄膜量测设备	3.0%	★							★
晶圆金属薄膜量测设备	0.5%	★					★		★
X光量测设备	2.2%	★							
三维形貌量测设备	0.9%	★							
其他	3.8%	★							

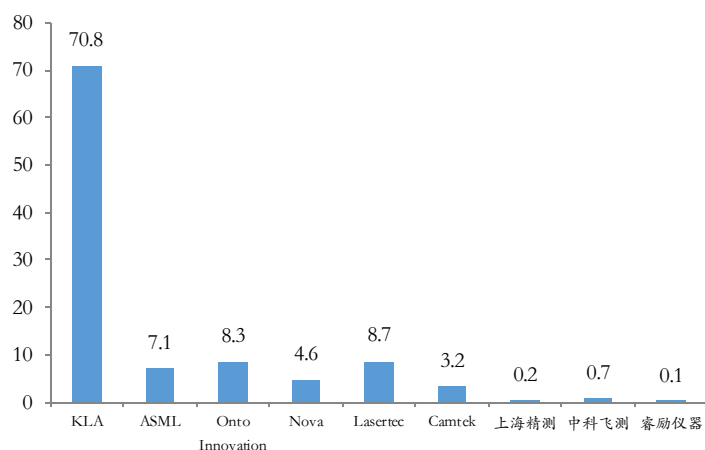
注：已量产★；产业化验证☆；在研△

资料来源：各公司官网，安信证券研究中心

营收规模上同样可以看到，KLA 一家独大，2022 年日历年半导体工艺控制系统收入规模超 70 亿美元，二线厂商 ASML/Onto Innovation/Nova/Lasertec/Camtek 半导体量检测设备收入分别为 7.1/8.3/4.6/8.7/2.7 亿美元，与 KLA 规模相差较大。而国产半导体量检测设备厂商中科飞测、上海精测营收规模均不到 1 亿美元，依旧处于早期突破成长阶段。

毛利率角度看，半导体量检测设备属于高端质量控制设备，具有极高的技术壁垒，2022 年 KLA 综合毛利率可达 61%，依托于规模效应，净利率高达 36.1%；而国际二线厂商除 Camtek 以外，Onto Innovation/Nova/Lasertec 毛利率均高于 50%，净利率普遍在 20%-25% 之间。国产设备厂商毛利率基本能与海外设备厂商对齐，但由于还处于早期成长阶段，研发投入支出较大，利润仍需时间释放。

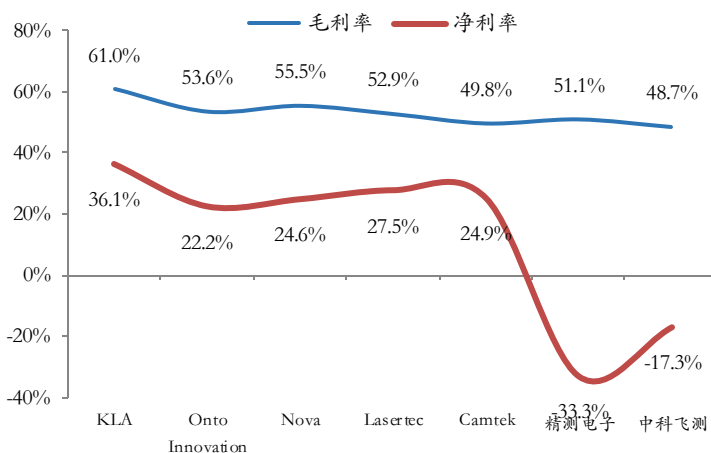
图15. CY2022 年半导体量检测设备企业营收规模（亿美元）



注：KLA 取半导体工艺控制系统收入，ASML 取其半导体量检测设备收入，Nova/Camtek/Onto Innovation 取设备系统收入；日元兑美元汇率取 0.008；人民币兑美元汇率取 6.9

资料来源：各公司公告，安信证券研究中心

图16. FY2022 年半导体量检测设备企业毛利率/净利率对比



注：精测电子取其半导体板块毛利率，其余为综合毛利率

资料来源：各公司公告，安信证券研究中心

#### 4.1. KLA：兼收并购布局全面，2015 年迎来高速成长期，市占超 50%

KLA 最初以光掩模版检测和膜厚测量起家，历史最早可追溯至 1975 年。1975 年 Ken Levy 和 Bob Anderson 共同成立公司 KLA Instruments，专注于光掩模版检测；而几乎同时段，捷克科学家 Karel Urbanek 与同事 John Schwabacher 共同创立 Tencor Instruments，专注于半导体膜厚测量。1997 年，两家公司合并成立 KLA-Tencor。

表16: KLA 主要布局产品及系列

分类	主要设备种类	主要产品系列
缺陷检测	掩模版缺陷检测	Teron™ 6xx、Teron™ SL6xx、FlashScan®
	无图形晶圆缺陷检测	Surfscan®, Surfscan SP Ax
	图形晶圆缺陷检测	明场(39xx、29xx)，暗场(Puma™)、CIRCL™
	电子束缺陷检测	eSL10™
	电子束缺陷检测和分类	eDR7xxx™
量测	套刻误差测量	Archer™、ATL™
	光学关键尺寸测量 (OCD)	SpectraShape™
	X 射线关键尺寸和形貌量测系统	Axion®
	膜厚度量测系统	SpectraFilm™、Aleris®

资料来源：KLA 官网，安信证券研究中心

合并后的二十多年里，KLA-Tencor 陆续收购了 SEM（扫描电子显微镜）供应商 Amray 获得电子束检测技术，收购台湾良率分析软件制造商 ACME Systems、美国光刻建模和分析软件开发商 Finle Technologies、高级工艺控制（APC）软件开发商 Fab Solutions 等夯实其软

件算法能力，收购表面检测系统制造商 Candela Instruments、Inspex 的晶圆检测业务等丰富其检测产品阵列。

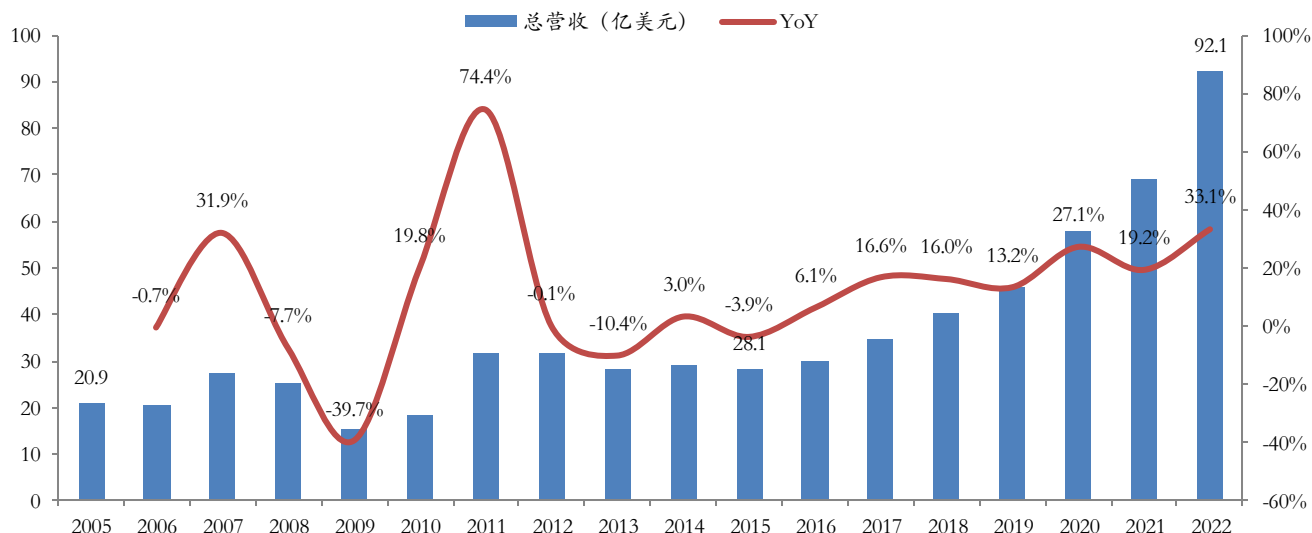
表17: KLA 发展历程与收购史

年份	发展历程
1975	Ken Levy和Bob Anderson创立KLA Instruments, 专注光掩膜检测
1976	捷克科学家和美国移民 Karel Urbanek 与同事 John Schwabacher 共同创立Tencor Instruments, 专注半导体膜厚测量; 1984年开发激光扫描技术检测表面颗粒和其他污染物
1997	<b>KLA Instruments和Tencor Instruments合并, 成立KLA-Tencor</b>
	KLA Tencor收购德国Nanopro GmbH, 用干涉技术测量晶圆形状和厚度
1998	收购美国SEM (扫描电子显微镜) 供应商Amray, Inc 收购美国图像存储和检测系统开发商VARS
1999	收购中国台湾良率分析软件制造商 ACME Systems
2000	收购美国光刻建模和分析软件开发商Finle Technologies, Inc., 收购高级过程控制 (APC) 软件开发商 Fab Solutions
2001	收购良率管理和过程控制公司Phase Metrics, Inc.
2004	<b>收购表面检测系统制造商 Candela Instruments, Inc. 和 Inspex, Inc. 的晶圆检测系统业务</b>
2006	收购硅片计量及相关设备供应商ADE Corporation
2007	收购光刻和等离子蚀刻产品制造商 OnWafer Technologies、温度监测公司 SensArray Corporation、过程控制和计量公司 Therna-Wave Corporation
2008	收购测试和测量公司 ICOS Vision Systems Corporation NV, 和Vistec Semiconductor Systems, Inc. 的微电子检测设备 (MIE) 业务部门
2010	收购技术硬件公司 Ambios Technology, Inc.
2014	收购计算光刻和检测公司Luminescent Technologies, Inc
2017	收购光学轮廓检测公司Zeta Technologies Co. Ltd
2018	从Keysight Technologies收购了Nano Indenter产品线, 还收购了 Nanomechanics Inc. 和 MicroVision
2019	收购以色列自动化光学检测设备供应商Orbotech (拥有SPTS Technologies Ltd)

资料来源: 维基百科, 安信证券研究中心

从营收规模角度看, 2005 年 KLA 营收规模达到 20.9 亿美元, 2015 年营收规模 28.1 亿美元, 10 年年复合增速 3%, 除了 2009/2010 年受全球金融危机影响处于低谷外, 基本保持平稳增长的态势。2015-2022 年, KLA 迎来高速成长期, 7 年复合增速 12.6%; 其中 2017-2018 年主要驱动来自三星、海力士等存储端的大幅扩产, 2019-2022 年则主要受益于疫情催化的从消费电子蔓延到工业/汽车端的缺芯周期。

表18: FY2005-2022 年 KLA 总营业收入及增速 (亿美元, %)



注: KLA 财年: 上一年 10 月 1 日到下一年 9 月 30 日

资料来源: Wind, 安信证券研究中心



我们将分析年度调整为日历年，分析 2022 年初以来公司营收产品结构、地区结构及下游应用结构情况。

产品角度看，收入规模增长主要由半导体工艺控制设备驱动。公司营收主要来自于半导体工艺控制系统及服务收入两大部分，2022 年 KLA 半导体工艺控制设备收入占比 68%，同比增长 36%；服务收入占比 20%，同比增长 15%；其余特色半导体工艺设备、PCB/面板/封装缺陷检测设备收入分别占比 5%。

下游角度看，逻辑需求大，存储端需求自 22Q3 开始显著疲软。2022 年全年，KLA 公司逻辑需求占比 65%，同比增长 24%；而存储需求占比 35%，同比增长 37%，但受下游需求疲软及存储价格周期影响，存储端需求从 2022Q3 开始加速下滑，2023Q1 存储端收入同比下滑 60%，环比下滑 50%。

地区需求角度看，中国大陆需求占比 28%。KLA 公司 2022 年营收结构中中国大陆/中国台湾/韩国/北美/日本/欧洲占比分别为 28%/25%/18%/10%/8%/7%，中国大陆是 KLA 最大需求市场。

表19：CY2022Q1-2023Q1 单季度按产品/应用/地区分营收结构

	CY 22Q1	CY 22Q2	CY 22Q3	CY 22Q4	CY 2022	YoY	占比	CY 23Q1	QoQ	YoY
营收合计	22.9	24.9	27.2	29.8	104.8	28%	100%	24.3	-18%	6%
半导体工艺控制	15.3	16.0	18.4	21.2	70.8	36%	68%	16.4	-23%	7%
特色半导体工艺	1.1	1.1	1.1	1.5	4.8	34%	5%	1.2	-21%	8%
PCB、面板显示和封装缺陷检测	1.2	1.8	1.3	1.1	5.5	-7%	5%	0.7	-37%	-44%
服务	4.9	5.1	5.3	5.2	20.5	15%	20%	5.3	2%	8%
其他	0.4	0.9	1.1	0.9	3.3	53%	3%	0.8	-11%	93%
按应用分：										
逻辑	14.4	13.7	17.2	23.0	68.2	24%	65%	20.9	-9%	45%
存储	8.5	11.2	10.1	6.9	36.6	37%	35%	3.4	-50%	-60%
按地区分：										
中国台湾	5.3	6.2	7.4	7.8	26.6	3%	25%	4.6	-41%	-13%
韩国	4.8	4.0	4.1	6.0	18.8	18%	18%	4.3	-27%	-10%
日本	1.4	2.2	2.2	2.7	8.5	12%	8%	2.1	-23%	50%
亚洲其他	0.7	0.7	1.1	1.2	3.7	35%	4%	0.7	-42%	0%
中国大陆	7.1	7.2	8.4	6.9	29.6	20%	28%	6.0	-13%	-16%
欧洲	1.6	2.0	1.6	1.8	7.0	39%	7%	2.1	15%	29%
北美	2.3	2.5	2.5	3.6	10.8	12%	10%	3.2	-11%	40%

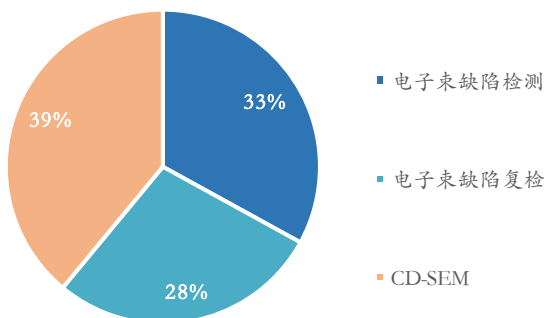
注：  
1、半导体工艺控制：IC制造中的缺陷检测和测量、衬底缺陷检测和测量、掩模缺陷检测和测量、材料质量分析、过程工艺管理和晶圆处理诊断、软件产品、翻新和重制造产品  
2、特色半导体工艺控制：MEMS、RF芯片和应用汽车/工业的功率半导体客户在制造中用到的真空沉积和蚀刻工艺工具。

资料来源：KLA 官网，安信证券研究中心

#### 4.2. AMAT：布局明场/掩模版/电子束，电子束应用领域全球市占近 50%

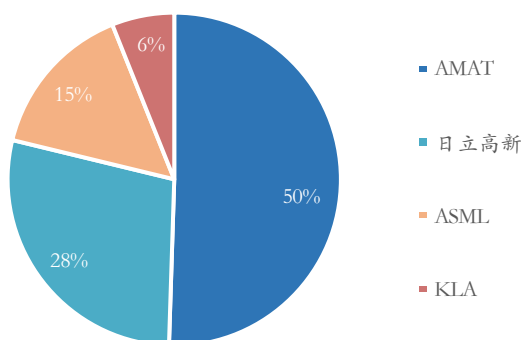
应用材料在电子束量检测技术方面占据主导地位，2021 年其电子束系列产品实现营收 10.8 亿美元，同比增长 95%，在全球半导体电子束量检测技术领域市占率近 50%。

图17. 2021 年全球电子束量检测设备市场结构



资料来源：AMAT，安信证券研究中心

图18. 2021 年全球电子束量检测设备市场竞争格局



资料来源：AMAT，安信证券研究中心

应用材料覆盖电子束缺陷检测、电子束缺陷复检、电子束关键尺寸测量三大品类，拥有 SEMVision、PrimeVision、PROVision、VerifySEM 四大系列产品。

表20: AMAT 电子束量检测设备矩阵

分类	产品系列	应用目的	图例	设备
DR-SEM	缺陷复检 <b>SEMVision</b>	从噪声中识别关键缺陷		
电子束检测	缺陷检测 <b>PrimeVision</b>	检测微小的、深埋的和电子缺陷		
	量测 <b>PROVision</b>	测量套刻误差和边缘误差，以确保关键尺寸（CD）的一致性		
CD-SEM	关键尺寸测量 <b>VerifySEM</b>	激光扫描以最大化良率		

资料来源: AMAT, 安信证券研究中心

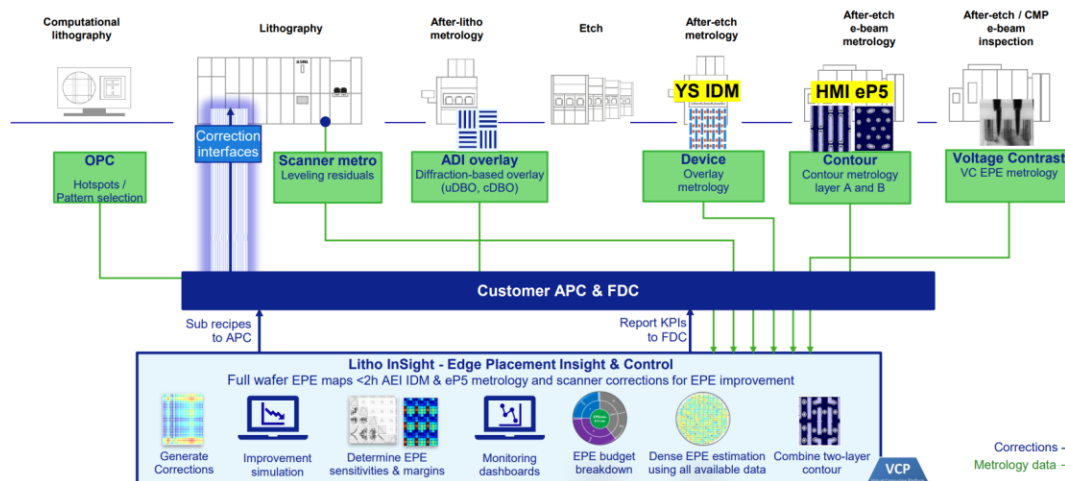
#### 4.3. ASML: 围绕光刻布局套刻误差/电子束量检测, 2022 全球市占 5%

ASML 围绕光刻系统布局布局量检测设备, 以减少每一道曝光环节的边缘误差, 确保套刻和关键尺寸的一致性。其产品主要分为两大类:

一是基于光学检测技术的套刻误差测量: 2020 年, 其推出的 YieldStar 385H 系列, 用于光刻后刻蚀前抗蚀剂的套刻误差测量, 2021 年, 其最新推出的 YieldStar 1385H 系列则用于刻蚀后图案的内部套刻误差测量, 并可实现一次性测量多层;

二是基于电子束检测技术的电子束缺陷检测和电子束关键尺寸测量设备: 其最新的单电子束缺陷检测系统 eScan 430 相较前一代在产能上实现了 35% 的改善; 2022 年新一代多电子束缺陷检测系统 HMI eScan 1100 搭载 25 个电子束进行持续扫描检测, 可大大提高产能, 目前已送机至客户端处进行验证评估; 2022 年发布的高分辨率系统 eP5 XLE 最低分辨率可达 1nm, 主要用于逻辑和存储芯片内 3D 结构的检测与测量。

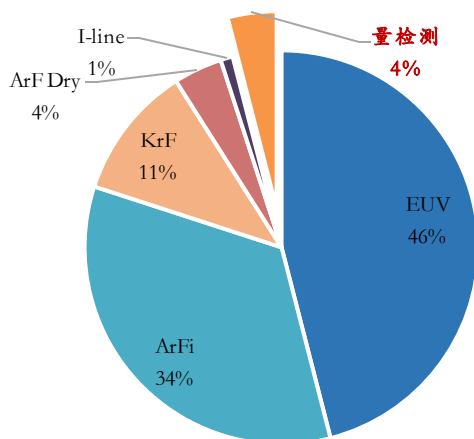
图19. ASML 套刻误差测量系统 YieldStar 和电子束测量系统 HMI eP5 联合应用示例



资料来源: ASML 官网, 安信证券研究中心

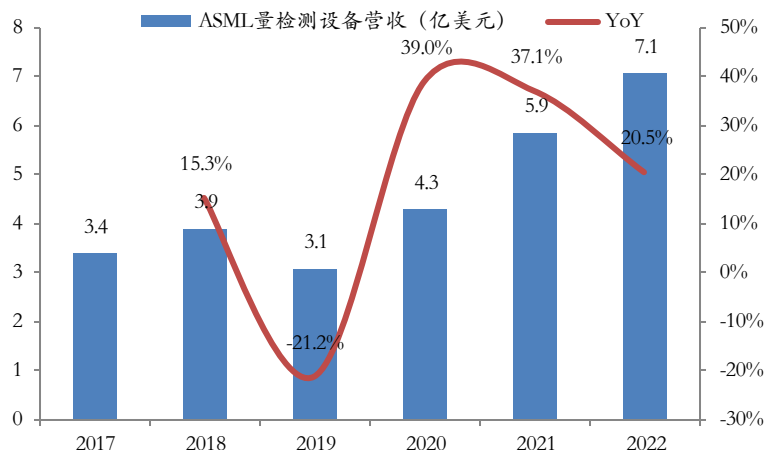
2022 年收入 7.1 亿美元，全球市占率 5.2%。ASML 半导体量检测设备板块营收从 2020 年开始实现较快增长，2020-2022 年分别实现销售收入 4.3/5.9/7.1 亿美元，同比增长 39%/37.1%/20.5%。从系统收入结构上看，量检测设备占比较小，2021 年与 2022 年均占比近 4%。

图20. ASML FY2022 年设备系统营收结构



资料来源：ASML 官网，安信证券研究中心

图21. ASMLFY2017-2022 年营收及增速（亿美元，%）



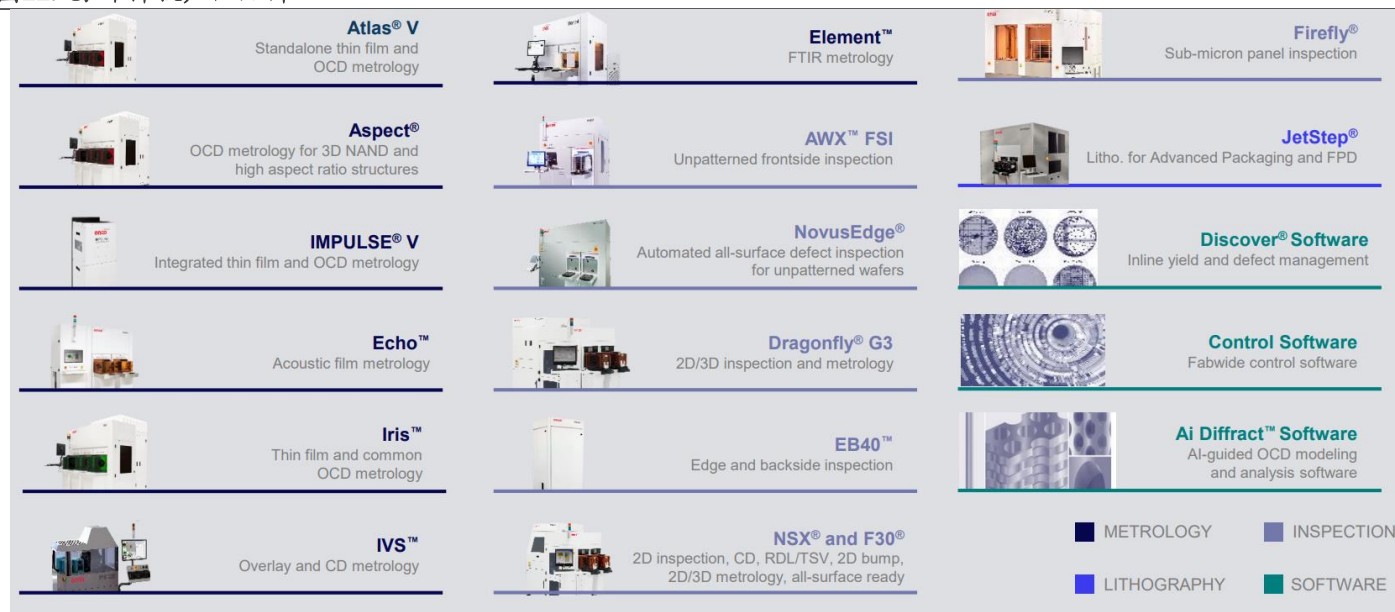
注：欧元兑美元汇率取每财年年底值

资料来源：ASML 官网，安信证券研究中心

#### 4.4. Onto Innovation: 布局相对全面，2022 全球市占 6.2%

Rudolph Technologies, Inc. 和 Nanometrics Incorporated 分别成立于 1940 年和 1975 年，并于 2019 年合并成立创新科技 (Onto Innovation)，其总部位于美国麻萨诸塞州。Onto Innovation 主要产品与服务涵盖关键尺寸量测设备、薄膜膜厚度量测设备、三维形貌量测设备、缺陷检测设备，以及半导体制程控制软件等产品。

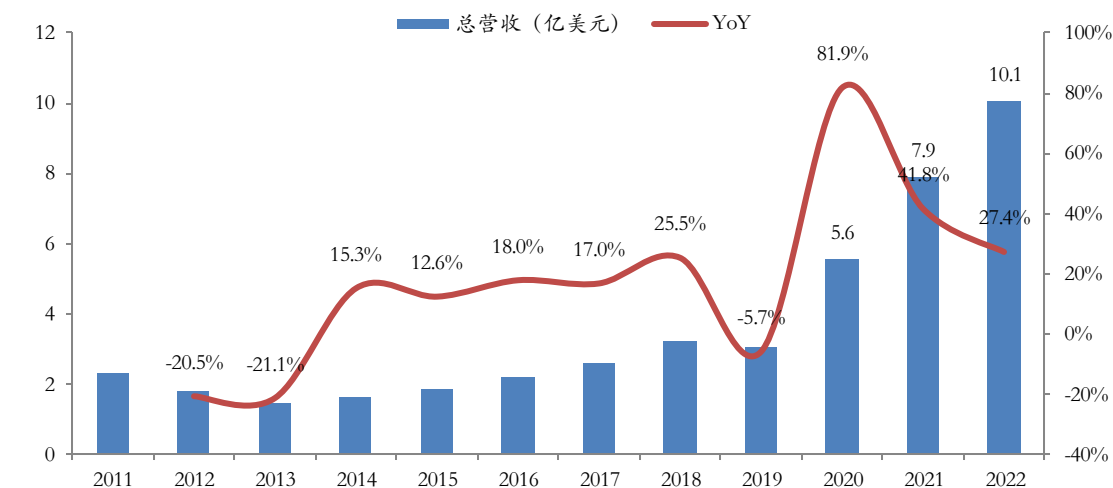
图22. 创新科技产品矩阵



资料来源：创新科技官网，安信证券研究中心

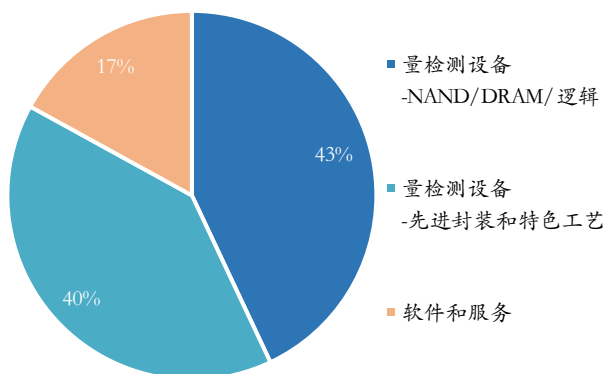
创新科技 2020 年开始爆发式增长，2022 年全球市占 6.2%。2020-2022 年创新科技分别实现营收 5.6/7.9/10.1 亿美元，同比增长 81.9%/41.8%/27.4%，其中 2022 年全球市占率约 6.2%。从 2022 年营收结构看，NAND/DRAM/逻辑端量检测设备收入占比 43%，先进封装及特色工艺端量检测设备收入占比 40%，其余软件和服务收入占比 17%。地区结构上，创新科技主要依赖中国大陆、中国台湾以及韩国市场，营收占比均超 20%。

图23. 创新科技 FY2011-2022 年总营收及增速（亿美元，%）



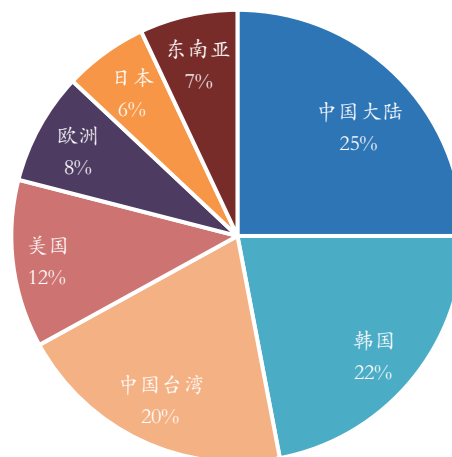
资料来源: Wind, 安信证券研究中心

图24. 创新科技 FY2022 年营收产品结构



资料来源: 公司公告, 安信证券研究中心

图25. 创新科技 FY2022 年营收地区结构



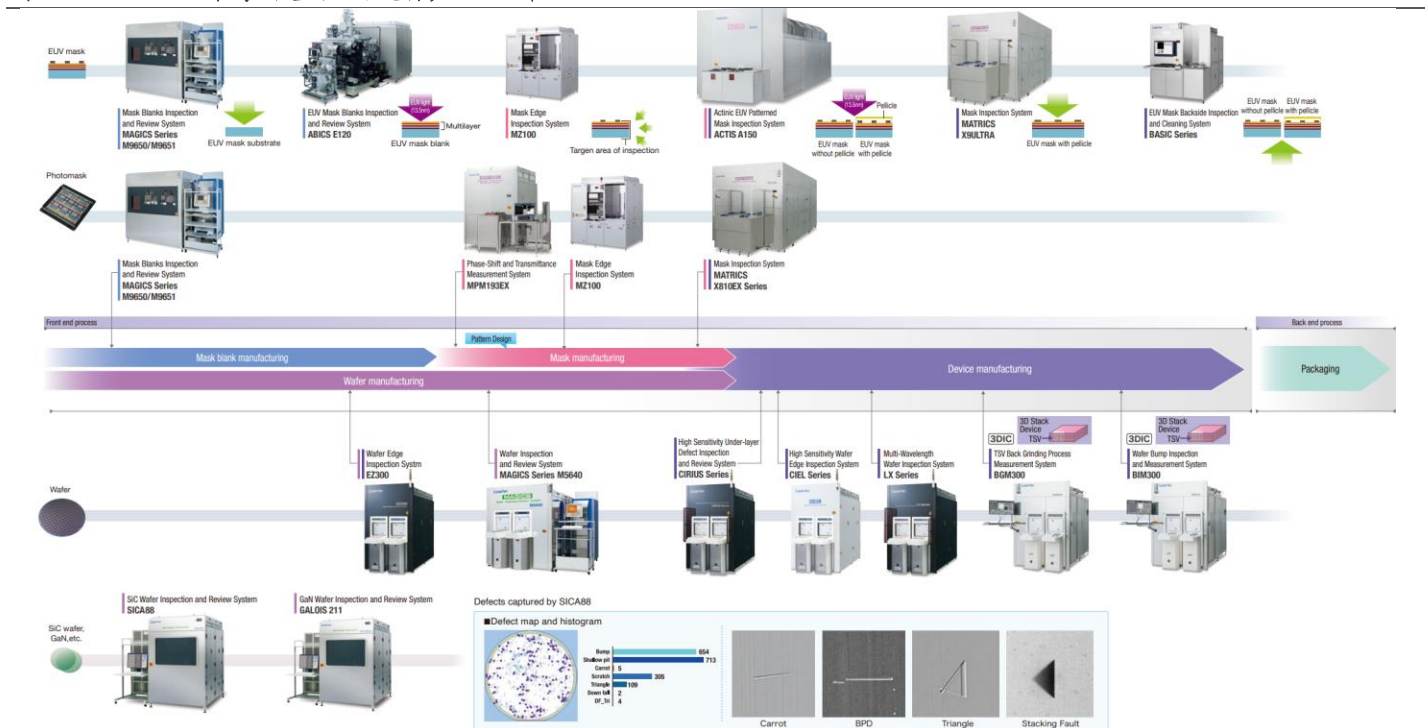
资料来源: 公司公告, 安信证券研究中心



#### 4.5. Lasertec: EUV 掩模板缺陷检测龙头，2022 年全球市占 6.4%

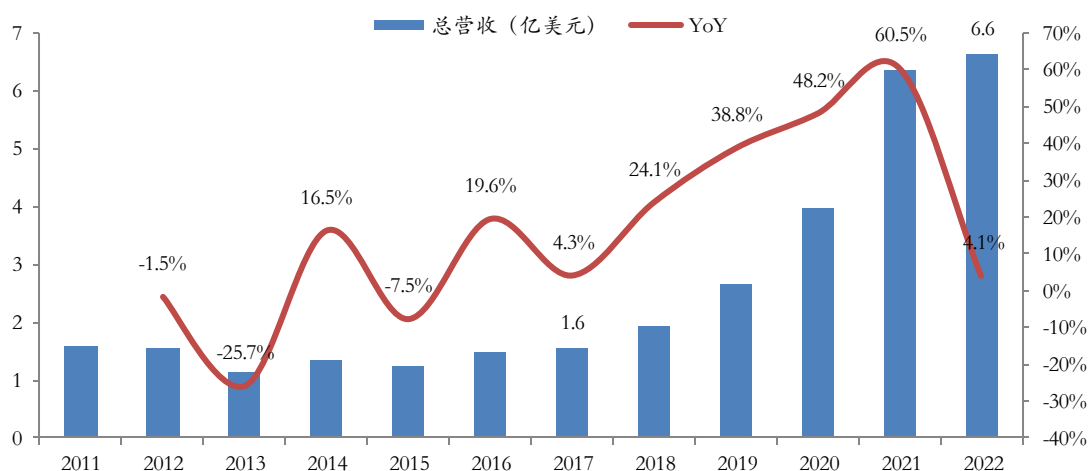
Lasertec 起源于 1960 年成立的东京 ITV 综合研究所，最初公司主要开发用于医疗机构的 X 射线电视摄像机；后 1975 年推出光掩膜针孔检测系统，首次进入半导体行业，并于 1976 年开发出世界第一台 LSI 光掩膜自动缺陷检测系统。Lasertec 的高速成长则得益于 2017 年，其开发并推出世界首台空白 EUV 掩模版缺陷检测和复检系统，后续并于 2019 年推出世界首台 EUV 掩模缺陷检测系统 ACTIS A150，进一步奠定了其在 EUV 掩模版缺陷检测领域的龙头地位。2017 年全年 Lasertec 实现营收 1.6 亿美元，2022 年其营收规模增长至 6.6 亿美元，五年复合年增速 33.7%。

图26. Lasertec 半导体量检测设备产品矩阵



资料来源：公司官网，安信证券研究中心

图27. Lasertec FY2011-2022 年总营收及增速（亿美元，%）

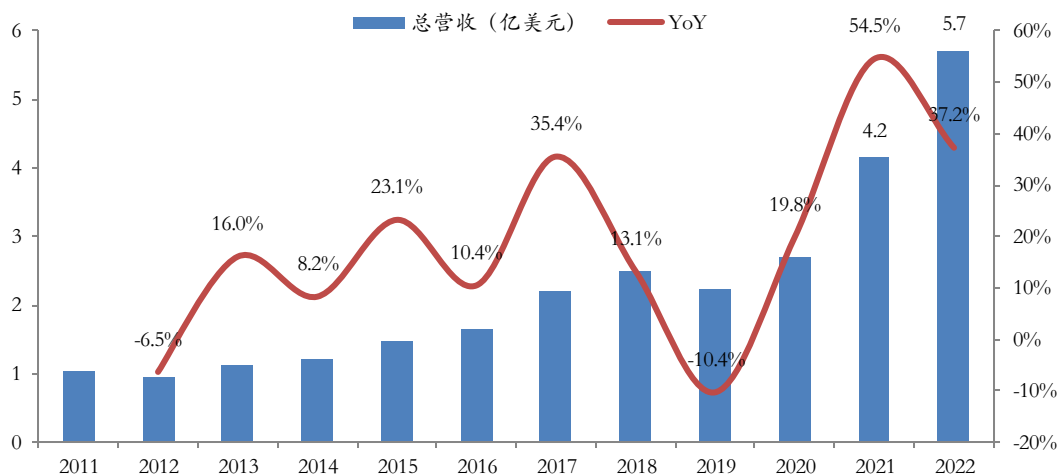


资料来源：Wind，安信证券研究中心

#### 4.6. Nova：专注量测板块，2022 年全球市占 3.4%

新星测量仪器（Nova Measuring Instruments）成立于 1993 年，总部位于以色列雷霍沃特。该公司产品主要为半导体量测设备，包括关键尺寸测量、薄膜膜厚测量、材料性能测量等，通过综合应用 X 射线、光学技术、软件建模等技术，为半导体制造企业提供专业的工艺控制解决方案。

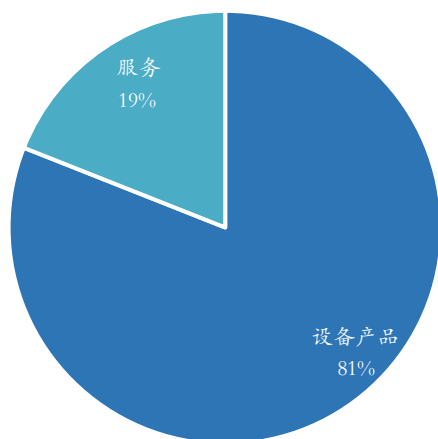
图28. 新星测量 FY2011-2022 年总营收及增速（亿美元，%）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

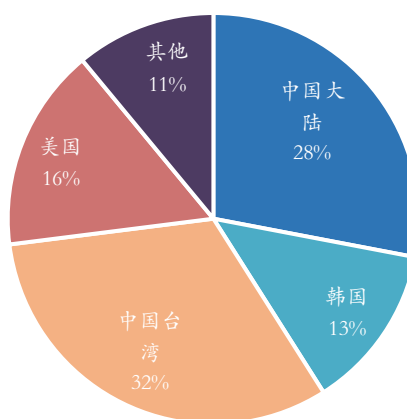
2021 年增长显著，2022 年全球市占 3.4%。根据新星测量仪器年报披露显示，其 2021/2022 年分别实现营收 4.2/5.7 亿美元，同比增长 54.5%/37.2%，2021 年增长显著，2022 年全球市占率 3.4%。地区结构上看，其 2022 年营收中中国大陆/中国台湾/美国/韩国营收占比分别为 28%/32%/16%。

图29. 新星测量 FY2022 年营收产品结构



资料来源：公司公告，安信证券研究中心

图30. 新星测量 FY2022 年营收地区结构



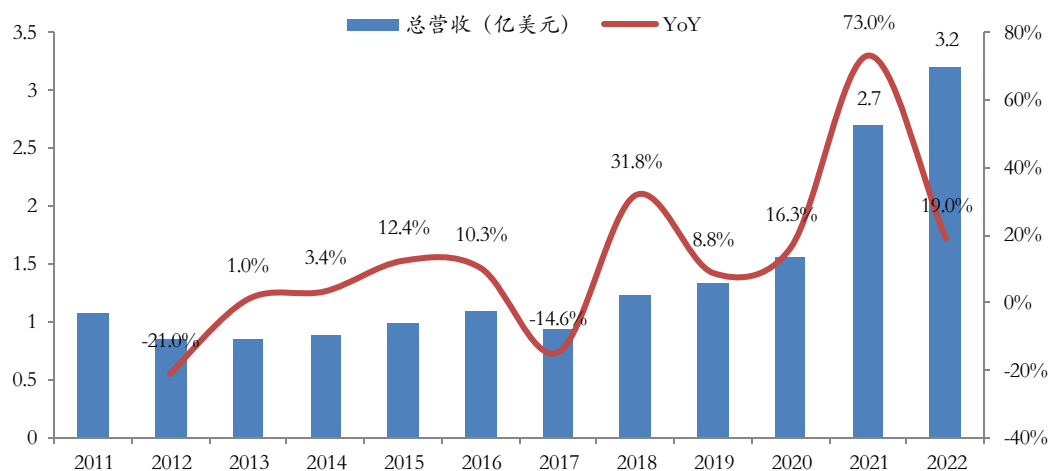
资料来源：公司公告，安信证券研究中心

#### 4.7. Camtek：发力先进封装量检测，2022 年全球市占 2.4%

康特科技（Camtek）成立于 1987 年，总部位于以色列米格达勒埃梅克。该公司是半导体行业高端检测和量测设备的制造商，其产品应用于先进封装、异构集成、化合物半导体、CMOS 图像传感器、存储、MEMS、射频和功率器件等领域，为众多行业内领先的全球 IDM、OSAT 和代工厂提供服务；其中先进封装业务收入占比近 60%。

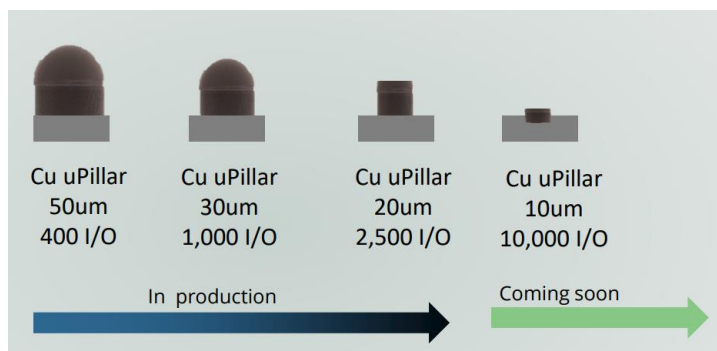
2021 年，康特科技实现爆发式增长，全年营收 2.7 亿美元，同比增长 73%；2022 年继续实现 19% 增长，全年营收达 3.2 亿元，全球市占率达 2%。地区结构上，2022 年 Camtek 收入中近 44% 来自于中国市场。

图31. 康特科技 FY2011-2022 年总营收及增速（亿美元，%）



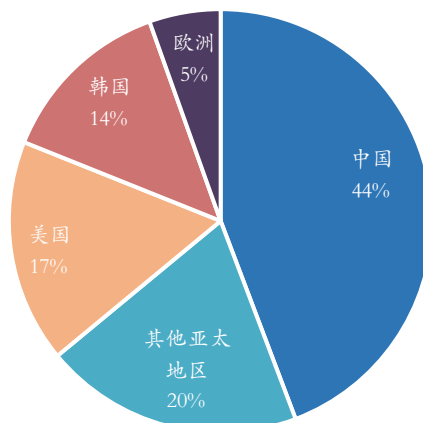
资料来源：Wind，安信证券研究中心

图32. 康特科技先进封装中微凸点量检测技术布局路径



资料来源：康特科技官网，安信证券研究中心

图33. 康特科技 FY2022 年营收地区结构

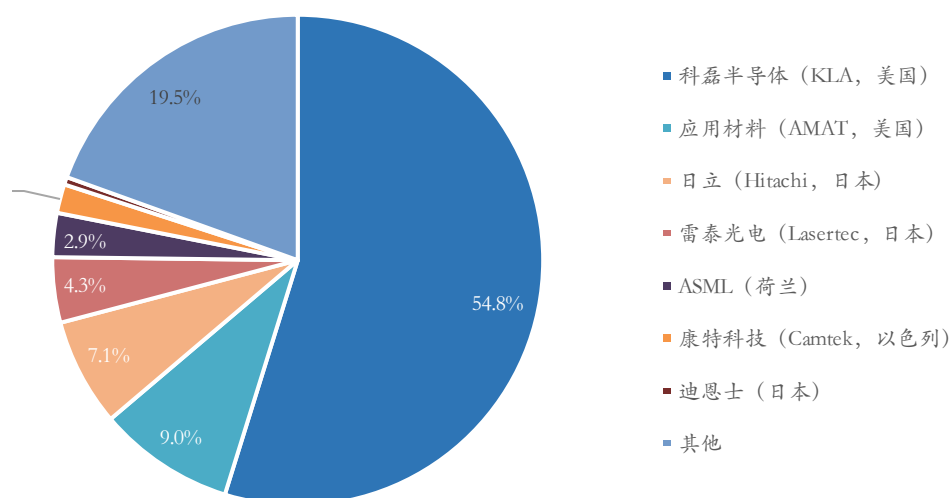


资料来源：康特科技官网，安信证券研究中心

## 5. 国产进展：各自突破，国产化率不到 5%

中国半导体检测与量测设备市场中，设备的国产化率较低，市场主要由几家垄断全球市场的国外企业占据主导地位，其中科磊半导体在中国市场的占比仍然最高，领先于所有国内外检测和量测设备公司，并且得益于中国市场规模近年来的高速增长。国产厂商中，中科飞测/上海精测/睿励仪器 2022 年营收分别为 5.1/1.65/0.72 亿元，合计营收仅 7.5 亿元，相较于 2022 年中国大陆工艺控制设备 35 亿美元的市场规模，国产化率不足 5%。目前，国内半导体市场处于高速增长期，本土企业存在较大的国产化空间，但由于国外知名企业规模大，产品线覆盖广，品牌认可度高，导致本土企业的推广难度较大。近年来国内企业在检测与量测领域突破较多，受益于国内半导体产业链的迅速发展，该领域国产化率有望在未来几年加速提升。

图34. 2020 年中国半导体检测和量测设备市场竞争格局



资料来源：VLSI Research, QY Research, 安信证券研究中心

表21：半导体量检测设备国产厂商产品布局矩阵

	市场占比	中科飞测	上海精测	睿励仪器	东方晶源	上海微电子
	TAM:	62.6%	-	-	-	-
	SAM:	27.2%	51.5%	20.0%	13.9%	6.3%
纳米图形晶圆缺陷检测设备	24.7%	△	★			
掩模版缺陷检测设备	11.2%					
无图形晶圆缺陷检测设备	9.7%	★				
图形晶圆缺陷检测设备	6.3%	★		★		★
电子束缺陷检测设备	5.8%				★	
电子束缺陷复查设备	5.0%		★			
关键尺寸量测设备 (OCD)	10.2%	△	★	★		
电子束关键尺寸测量设备 (CD-SEM)	8.1%		★		★	
掩模版关键尺寸量测设备	1.3%					
套刻精度量测设备	7.3%	★				
晶圆介质薄膜量测设备	3.0%	★	★	★		
晶圆金属薄膜量测设备	0.5%	☆	★	★		
X光量测设备	2.2%					
三维形貌量测设备	0.9%	★				
其他	3.8%					

注：已量产★；产业化验证☆；在研△

资料来源：各公司官网，安信证券研究中心



## 5.1. 中科飞测：布局无图形/图形缺陷检测/膜厚/三维形貌测量，SAM 比例 27.2%

中科飞测成立于 2014 年，自成立以来始终专注于检测和量测两大类集成电路专用设备的研发、生产和销售，产品主要包括无图形晶圆缺陷检测设备系列、图形晶圆缺陷检测设备系列、三维形貌量测设备系列、薄膜膜厚度量测设备系列等，已应用于国内 28nm 及以上制程的集成电路制造产线。

表22：中科飞测产品矩阵：无图形/有图形缺陷检测+三维形貌/膜厚度量测+3D 曲面玻璃量测

产品	无图形晶圆缺陷检测设备	图形晶圆缺陷检测设备	三维形貌量测设备	薄膜膜厚度量测设备	3D 曲面玻璃量测设备
图示					
型号	SPRUC-600 (2017推出) SPRUC-800 (2020推出)	BIRCH-60 BIRCH-100 (2020推出)	CYPRESS-T910 CYPRESS-U950		
产品性能	主要应用于硅片的出厂品质管控、晶圆的入厂质量控制、半导体制程工艺和设备的污染监控。该系列的设备能够实现无图形晶圆表面的缺陷计数，识别缺陷的类型和空间分布	主要应用于晶圆表面亚微米量级的二维、三维图形缺陷检测，能够在图形电路上的全类型缺陷检测。拥有多模式明/暗照明系统、多种放大倍率镜头，适应不同检测精度需求，能够实现高速自动对焦，可适用于面型变化较大翘曲晶圆	主要应用于晶圆上的纳米级三维形貌测量、双/多层薄膜厚度测量、关键尺寸和偏移量测量，配合图形晶圆智能化特征识别和流程控制、晶圆传片和数据通讯等自动化平台	主要应用于晶圆上纳米级的单/多层膜的膜厚测量，采用椭圆偏振技术和光谱反射技术实现高精度薄膜膜厚、n-k值的快速测量	主要应用于3D曲面玻璃等构件的轮廓、弧高、厚度、尺寸测量，采用光谱共焦技术，实现高精度、高速度的非接触式测量。搭载可配置的全自动测量软件工具和完整的测试及结果分析界面
技术指标	最小灵敏度23nm 吞吐量100wph (灵敏度102nm) 吞吐量25wph (灵敏度26nm)	最小灵敏度0.5μm, 吞吐量80wph (灵敏度3μm)	重复性精度0.1nm	重复性精度0.003nm	
应用	集成电路前道制程	集成电路前道制程 先进封装	集成电路前道制程 先进封装	集成电路前道制程	精密加工
重要节点	2017年通过中芯国际产线验证 2021年通过国家科技重大专项验收	2018年通过长电先进产线验证	2017年通过长电先进产线验证 2019年通过长江存储产线验证	2020年通过士兰集科产线验证	2019年通过蓝思科技产线验证

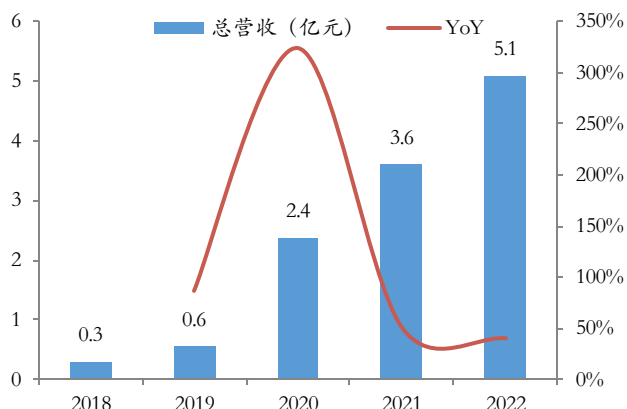
资料来源：中科飞测招股书，安信证券研究中心

2018 年以来各产线放量，驱动收入规模持续增长。随着 2017 年公司无图形晶圆缺陷检测设备通过中芯国际产线验证、三维形貌量测设备通过长电先进产线验证，2018 年晶圆图形缺陷检测设备通过长电先进产线验证，2019 年三维形貌设备再次通过长江存储验证，中科飞测主要产品线进入逐步放量阶段，收入规模持续增长，2018-2022 年中科飞测分别实现营收 0.3/0.6/2.4/3.6/5.1 亿元。2022 年营收结构中，50.1%来自无图形缺陷检测设备，25.5%来自图形缺陷检测设备，23.1%来自量测设备。

成长期高研发投入，新布局纳米图形缺陷检测/金属膜厚测量/OCD 设备。利润端，由于中科飞测仍处于成长期，收入规模较小但研发需求大，因此仍处于亏损阶段，2022 年扣非后归母净利润亏损 0.9 亿元；而 2018-2022 年公司研发支出金额分别为 0.35/0.56/0.46/0.95/2.06 亿元。未来，公司将持续加强研发投入，除了在已有产品线的基础上进一步提升设备工艺能力，还将布局开发纳米图形缺陷检测设备、金属薄膜量测设备、图形晶圆光学关键尺寸测量设备。

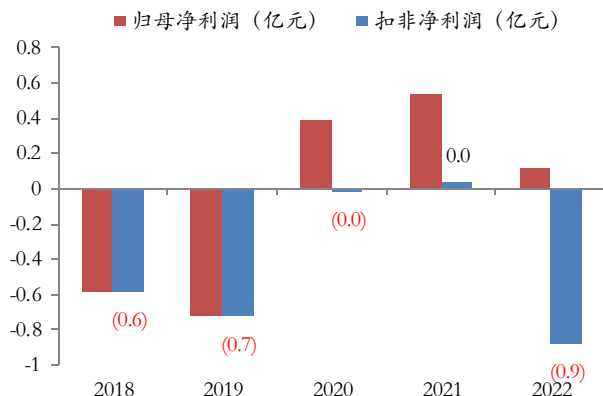
2022 年前五大客户中芯国际/士兰集科/长江存储/青岛芯恩/浙江创芯，合计占比 33.3%。随着各产线设备陆续在各客户端验证通过，公司前五大客户占比逐年下降。2022 年，公司与前五大客户中芯国际/士兰集科/长江存储/青岛芯恩/浙江创芯分别实现销售收入 4160/3880/3212/2937/2751 万元，分别占营收比例为 8.2%/7.6%/6.3%/5.8%/5.4%，合计营收占比 33.3%，相较 2020/2021 年的 51.2%/44.3%大幅下降。

图35. 中科飞测 FY2018-2022 年营收及增速



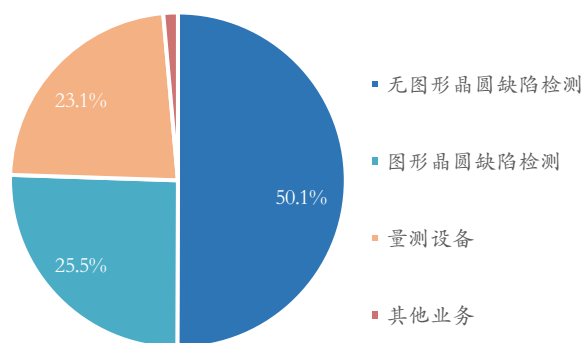
资料来源: Wind, 安信证券研究中心

图36. 中科飞测 FY2018-2022 年利润情况



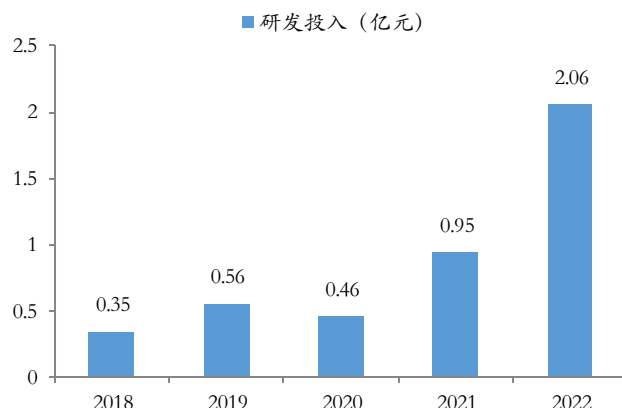
资料来源: Wind, 安信证券研究中心

图37. 中科飞测 FY2022 年营收产品结构



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

图38. 中科飞测 FY2018-2022 年研发投入情况



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

表23: 中科飞测 2020-2022 年前五大客户情况

客户名称	主要销售内容	销售金额 (2022年, 万元)	占营业收入的比例		
			2022年	2021年	2020年
中芯国际	检测设备、量测设备	4160	8.2%	6.6%	8.8%
士兰集科	检测设备、量测设备	3880	7.6%	-	6.4%
长江存储	检测设备、量测设备	3212	6.3%	-	7.1%
芯恩(青岛)	检测设备、量测设备	2937	5.8%	12.5%	-
浙江创芯	检测设备、量测设备	2751	5.4%	-	-
长电先进	检测设备、量测设备	-	-	11.5%	-
华天昆山	检测设备、量测设备	-	-	7.8%	19.9%
福建晋华	检测设备	-	-	6.0%	-
客户B	检测设备	-	-	-	8.9%
前五大客户合计		16940	33.3%	44.3%	51.2%

资料来源: 中科飞测招股书, 安信证券研究中心

## 5.2. 上海精测：布局明场检测/Review-SEM/CD-SEM/OCD/膜厚，SAM 比例 51.5%

布局设备 SAM 比例 51.5%，为国产厂商最广。上海精测成立于 2018 年，为精测电子控股子公司，目前已成功开发膜厚量测、关键尺寸测量（OCD）、电子束缺陷复检（Review-SEM）、电子束关键尺寸测量（CD-SEM）、形貌测量以及明场缺陷检测设备，布局产品合计 SAM（可服务市场）比例达 51.5%。目前，公司膜厚产品（含独立式膜厚设备）、电子束设备已取得国内一线客户的批量订单；OCD 设备获得多家一线客户的验证通过，且已取得部分订单；半导体硅片应力测量设备也取得客户订单并完成交付；明场光学缺陷检测设备已取得突破性订单，且完成首台套交付；其余储备的产品目前正处于研发、认证以及拓展的过程中。

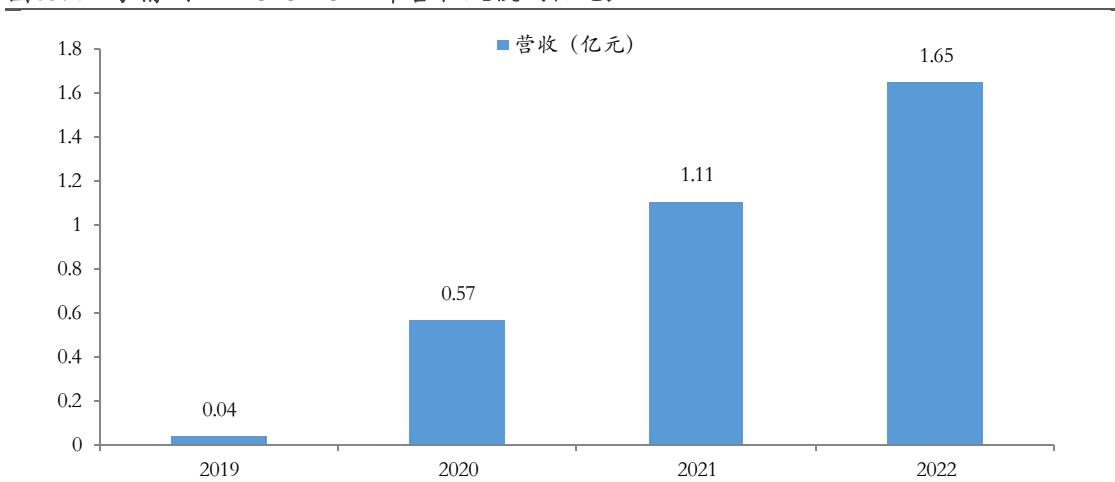
精测电子半导体设备在手订单 8.91 亿元，实现大幅增长。2019-2022 年，上海精测分别实现营收 0.04/0.57/1.11/1.65 亿元，依据处于早期成长期。根据母公司精测电子披露的信息，截至其 2022 年度年报披露日（2023 年 4 月 23 日），精测电子在手订单金额总计约 27.97 亿元，其中半导体领域订单约 8.91 亿元（包括上海精测前道量检测设备订单和武汉精密鸿存储自动测试设备订单），实现大幅增长。预计未来随着各产品线在不同客户处获得批量及重复订单，公司收入规模将实现持续增长。

表24：上海精测产品矩阵：明场检测+OCD/CD-SEM/Review-SEM/膜厚/晶圆形貌测量

分类	应用	产品系列	进展	图示
膜厚测量系统	能准确的确定半导体制造工艺中的各种薄膜参数和细微变化（如膜厚、折射率、消光系数等），应用范围包括刻蚀、化学气相沉积、光刻和化学机械抛光（CMP）等工艺段的测量	EFILM <sup>TM</sup> 系列 MetaPAM <sup>TM</sup> 系列 SCALE <sup>TM</sup> 系列	批量生产	
光学关键尺寸测量（OCD）	可以进行显影后检查（ADI）、刻蚀后检查（AEI）等多种工艺段的二维或三维样品的线宽、侧壁角度（SWA）、高度/深度等关键尺寸（CD）特征或整体形貌测量，可测量二维多晶硅栅极刻蚀（PO）、隔离槽（STI）、隔离层（Spacer）、双重曝光（DoublePatterning）或三维连接孔（VIA）、鳍式场效应晶体管（FinFET）、闪存（NAND）等多种样品	EPROFILE <sup>TM</sup> 系列	批量生产	
电子束缺陷检测系统	可以对光学缺陷检测设备的检测结果进行高分辨率复查、分析和分类，满足28纳米及更先进集成电路工艺制程的需求	eView <sup>TM</sup> 系列 AeroScan <sup>TM</sup> 系列	小批量生产	
电子束关键尺寸测量（CD-SEM）	-	eMetric <sup>TM</sup> 系列	-	
形貌测量	-	TG <sup>TM</sup> 系列	-	
明场光学缺陷检测	8/12英寸晶圆制造过程中的微小缺陷检测：高速检测晶圆芯片电路中的short（短路）、open（断路）、凹陷和凸起等典型制造缺陷	BFI100系列	前期产品已取得订单突破性订单，且完成首台套交付；主力制程产品研发中	
半导体硅片应力测量	8/12英寸的硅片形貌及应力测量，可以为提高工艺制程的良率提供依据	-	客户验证	

资料来源：Semicon China，公司官网，公司公告，安信证券研究中心

图39. 上海精测 FY2019-2022 年营收规模（亿元）



资料来源: Wind, 安信证券研究中心

### 5.3. 睿励仪器：布局膜厚/OCD/图形缺陷检测，SAM 比例 20%

睿励仪器是归国留学生团队在上海市人民政府支持下成立，位于上海浦东新区张江高科技园区的集成电路装备制造企业。目前，上海睿励已成功开发光学膜厚测量设备、光学关键尺寸测量设备以及光学缺陷检测设备，合计 SAM 比例达 20%。产品进展上，其膜厚系列产品 TFX3000 已应用在 65/55/40/28 纳米芯片生产线并在进行了 14 纳米工艺验证，在 3D 存储芯片产线支持 64 层 3D NAND 芯片的生产，并正在验证 96 层 3D NAND 芯片的测量性能。2022 年，睿励仪器全年实现营收 7186 万元。

表25：睿励仪器产品矩阵：膜厚/OCD 量测+光学缺陷检测

产品	图示	产品性能	应用
光学膜厚测量设备		可量测介质材料、半导体硅化物材料、超薄金属材料半导体薄膜厚度、折射率和吸收系数；可测量晶圆的衬底应力。具有产能输出高及极高的性价比等优点。可量测范围10A~4um，达0.1nm数量级的超精密量测。  目前有TFX3000P、TFX4000i及TFX4000E三个系列。	该产品适用于集成电路制造前后道，3D NAND，DRAM等制造生产线
光学关键尺寸量测 (OCD)		应用于显影后检查 (ADI)、刻蚀后检查 (AEI) 等多种工艺段的二维或三维样品的线宽、侧壁角度 (SWA)、高度 (Height)/深度等关键尺寸 (CD) 特征或整体形貌测量。	-
光学缺陷检测设备		可检测缺陷类型：颗粒、污染、图形缺少、划伤、图形黏连、残留等，具备晶圆全表面检测、自动缺陷分类以及高分辨率的缺陷复查功能。配置自主开发的缺陷检测增强算法；拥有低持有成本、高稳定性和高可靠性的设计。  目前有FSD、WSD及正在开的BrSiteSD三个系列。	适用于LED、化合物半导体以及光通讯等领域。



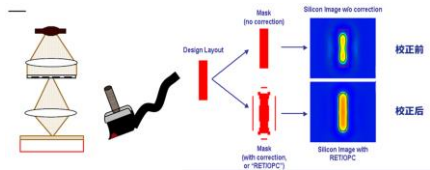
资料来源: 微电子制造, 安信证券研究中心



#### 5.4. 东方晶源：布局电子束量检测设备，SAM 比例 13.9%

东方晶源成立于 2014 年，总部位于北京经济技术开发区，是一家专注于集成电路领域良率管理的企业。截止目前，公司已成功自主研发了计算光刻软件（OPC）、纳米级电子束检测装备（EBI）和关键尺寸量测装备（CD-SEM）三款核心产品，EBI 和 CD-SEM 设备合计 SAM 比例达到 13.9%。2019 年，公司首台电子束缺陷检测设备 EBI 出机国内一线大厂，并于 2021 年 6 月完全进入 28nm 产线全自动量产；此外，首台 12 吋和 8 吋 CD-SEM 设备分别于 2021 年下半年和 2022 年上半年出机到客户端。

表26：东方晶源产品矩阵：电子束缺陷检测+CD-SEM

产品	图示	产品型号	产品特点
电子束缺陷检测		SEpA-i505	面向12吋工艺制程，采用步进式扫描，定位精度高，移动后稳定时间短，适合高分辨率检测
		SEpA-i605	面向12吋工艺制程，采用连续式扫描，在硅片上进行连续的区域扫描，显著提升检测速度
CD-SEM		SEpA-c300系列	面向8吋工艺制程，结构紧凑，高产能
		SEpA-c400系列	面向12吋工艺制程，具有更高的分辨率和定位精度
计算光刻产品（OPC）			<p>连接芯片设计和制造的关键技术，应用于光刻掩模版优化；是保证硅片最终图像不失真的必须软件。</p> <p>创新地解决了全芯片 ILT（反向光刻）难题，通过深度学习和大数据对光刻制程精确地建模，优化工艺窗口，确保良率；同时基于 HPO™ 的整体设计理念具有上下游的可扩展性，无缝连接设计和制造，实现芯片良率的显著提升。</p>

资料来源：东方晶源官网，安信证券研究中心

## 6. 投资建议

建议关注核心国产半导体工艺控制设备厂商：

**精测电子：77.3%控股上海精测，覆盖产品 SAM 比例 51.5%，国产量产覆盖相对最广**

精测电子主业为显示面板测试设备，2022 年营收 21.7 亿元，营收占比 79%，目前需要主要来自已有产线升级改造，未来随着新型显示 Mini/Micro 市场的产业化推进，平板显示测试设备行业将迎来新一轮发展机遇。半导体板块，公司 77.3%控股上海精测，目前上海精测已成功开发膜厚/OCD/Review-SEM/CD-SEM/明场缺陷检测设备，合计 SAM 占半导体工艺控制设备市场比例 51.5%，国产布局最广；65%控股武汉精鸿，聚焦存储芯片后道自动测试（ATE）设备。2022 年精测电子半导体板块营收 1.83 亿元，截至其年报披露日（2023 年 4 月 23 日）半导体在手订单 8.91 亿元，订单销售比接近 4.9 倍，公司多条产品线均进入放量期，预计将驱动公司半导体业务持续增长。

**中科飞测：覆盖产品 SAM 比例 27.2%，2022 年营收 5.1 亿元，国产放量相对最快**

公司成立于 2014 年，目前已成功开发无图形晶圆缺陷检测/图形晶圆缺陷检测/三维形貌量测/薄膜膜厚量测设备，覆盖产品 SAM 比例 27.2%。2022 年公司营收 5.1 亿元，相较上海精测/睿励仪器 2022 年营收 1.65/0.72 亿元，放量相对最快；营收结构上，其 50.1%来自无图形缺陷检测设备，25.5%来自图形缺陷检测设备，23.1%来自量测设备。此外，公司正进一

步布局开发纳米图形缺陷检测/金属薄膜量测/图形晶圆光学关键尺寸测量设备，合计布局 SAM 比例 62.6%，为后续长期成长提供强有力支撑。

#### 中微公司：34.75%持股睿励仪器，投资布局前道量检测设备，再增新成长曲线

中微公司 34.75%持股睿励仪器，目前，上海睿励已成功开发光学膜厚/光学关键尺寸测量/光学缺陷检测设备，合计 SAM 比例 20%。产品进展上，其膜厚系列产品 TFX3000 已应用在 65/55/40/28 纳米芯片生产线并在进行了 14 纳米工艺验证，在 3D 存储芯片产线支持 64 层 3D NAND 芯片的生产，并正在验证 96 层 3D NAND 芯片的测量性能。2022 年，睿励仪器全年实现营收 7186 万元。

表27：半导体工艺控制设备重点公司盈利预测

代码	简称	市值 (亿元)	营收 (亿元)				归母净利润 (亿元)				PE			
			2022	2023E	2024E	2025E	2022	2023E	2024E	2025E	2022	2023E	2024E	2025E
300567.SZ	精测电子	265	27.3	33.8	43.3	54.2	2.7	3.5	4.8	6.5	51.4	75.8	55.1	41.0
688361.SH	中科飞测-U	266	5.1	7.5	10.8	14.7	0.1	0.4	0.9	1.6	-	632.7	288.5	164.4
688012.SH	中微公司	967	47.4	62.4	80.8	101.1	11.7	14.3	18.2	22.5	51.6	67.6	53.2	43.0
688502.SH	茂莱光学	101	4.4	5.5	6.8	8.9	0.6	0.8	1.1	1.4	51.6	127.5	95.9	72.3

资料来源：Wind，安信证券研究中心（截止 2023 年 7 月 2 日，均采用 wind 一致预期）

## 7. 风险提示

- 1) 国产半导体工艺控制设备厂商设备研发、验证不及预期，最终导致国产化推进不及预期；
- 2) 下游晶圆厂扩产及招标不及预期；
- 3) 中美科技博弈影响上游供应链；
- 4) 市场空间/市占率等测算基于我们所做的关键参数假设可能存在误差：如表 13 中国大陆各细分半导体量检测设备市场规模基于 1) 中国大陆半导体工艺控制设备支出占整体半导体设备支出比例与全球一致；2) 中国大陆半导体工艺控制设备市场各细分品类支出占比与全球一致。

## 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%及以上；

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%及以上；

风险评级：

A —— 正常风险，未来 6 个月的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 个月的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：深圳市福田区福田街道福华一路 19 号安信金融大厦 33 楼

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