

2024年

中国半导体设备（1）：薄膜沉积设备（CVD&PVD）

2024 China Semiconductor Equipment (1): Thin Film Deposition Equipment (CVD&PVD)

2024年中国半导体装置（1）：薄膜堆積装置（CVD&PVD）

报告标签：半导体设备，薄膜沉积设备，CVD，PVD

主笔人：张俊雅

2024/02

■ 团队介绍 Our Team

- ◆ 头豹深耕行企研究6年，凭借丰富的内容生产、平台运营和知识管理经验，基于人工智能、大模型、云计算等先进数字技术，构建了业内领先的全产业覆盖、百万级原创研究内容数据库，首创全开源、多方协同、可拓展的智慧行研平台——“脑力擎 Knowlengine™”知识管理与研究辅助KaaS系统，并通过“AI推理+AI搜索”双引擎辅助分析师提升工作效能，加深行研精度，助力行业实现数字化转型升级，赋能数字中国建设。
- ◆ 头豹科创网(www.leadleo.com)拥有**20万+专业用户**，全行业赛道覆盖及相关研究报告产出数百万原创数据元素，每年数千场直播及视频内容，**用户覆盖了超过70%的投融资机构、金融机构和资本市场服务机构**。近年来，头豹研报在资本市场的影响力逐年提升。据不完全统计，**已有上百家拟上市及上市公司在其信披材料中大量引用头豹数据及观点**。头豹精选报告被全球著名的财经资讯平台路孚特(Refinitiv)广泛收录，帮助中国企业获得国内外投资机构重点关注，吸引投资，赋能企业发展。

■ 报告作者 Report Author

姓名：张俊雅

职位：头豹研究院 TMT+行业分析师

Email: jacob.zhang@leadleo.com

目录

CONTENTS

| | |
|--|----|
| ◆ 半导体设备产业综述 | 5 |
| • 全球半导体行业市场规模：2023年全球半导体市场低迷，预计2024年市场开始进入上行周期 | 6 |
| • 全球半导体行业周期性：技术驱动10年长周期，资本开支驱动3-4年短周期 | 7 |
| • 半导体设备：晶圆制造投资量占比超80%，其中光刻设备、刻蚀设备、薄膜沉积设备为核心 | 8 |
| • 半导体设备投资额：集成电路设备投资额随制程节点先进程度提升而大幅增长 | 9 |
| • 半导体设备国产替代：美日荷先进半导体设备封锁，中国半导体设备国产替代势在必行 | 10 |
| • 半导体设备国产替代：中国晶圆厂半导体设备国产化率已提升至35%，预计2025年达50% | 11 |
| ◆ 薄膜沉积设备行业现状 | 12 |
| • 薄膜沉积设备：半导体制造关键设备，其技术可分为CVD、PVD和ALD三大类 | 13 |
| • CVD设备：PECVD应用最为广泛，ALD则面向先进制程应用 | 14 |
| • PVD设备：磁控溅射PVD应用范围最为广泛，发展前景可观 | 15 |
| • 薄膜沉积技术：薄膜种类繁多且工艺复杂构筑高技术壁垒，未来向低温、更高集成度发展 | 16 |
| • 薄膜沉积设备需求端：芯片制程升级，推动薄膜沉积设备需求大幅增长 | 17 |
| • 薄膜沉积设备市场：2023年全球市场规模达260亿美元，市场被海外厂商所垄断 | 18 |
| • 国产薄膜沉积设备厂商产品布局：产品布局较为分散，厂商间进行差异化竞争 | 19 |
| ◆ 薄膜沉积设备企业推荐 | 22 |
| • 拓荆科技：国产CVD设备领军企业 | 23 |
| • 北方华创：国资背景的PVD设备龙头企业 | 24 |
| • 微导纳米：国产ALD设备领军企业 | 25 |
| ◆ 业务合作 | 26 |
| ◆ 方法论与法律声明 | 27 |



报告摘要

■ 半导体设备国产替代：中国晶圆厂半导体设备国产化率已提升至35%，预计2025年达50%

全球半导体设备市场高度集中，海外龙头厂商仍处于垄断地位，中国半导体设备厂商已覆盖多个细分领域，但国产替代仍处于早期阶段。根据SEMI，2022年中国晶圆厂商半导体设备国产化率明显提升，从21%提升至35%。预计2025年，国产化率将会达到50%，并初步摆脱对美国半导体设备的依赖。

目前在28nm及以上领域，中国半导体设备厂商已基本实现了全覆盖，部分刻蚀、清洗环节已推进至先进制程节点，国产化率达80%以上。而在14nm工艺上，中国半导体设备厂商也实现了50%以上的覆盖，国产化率可能达到了20%以上。目前在14nm以下，国产化率仍较低，仅为10%左右。

■ 薄膜沉积设备市场：2023年全球市场规模达260亿美元，市场被海外厂商所垄断

根据Maximize Market Research数据，全球薄膜沉积设备市场规模预计由2017年的125亿美元增长至2025年的340亿美元。未来，逻辑芯片制程升级、存储芯片堆叠层数提升、新工艺的应用，使得薄膜沉积设备在产线中的占比及价值量逐步提升，全球薄膜沉积设备市场规模将保持稳定增长态势。

在薄膜沉积设备市场中，PECVD份额占比达33%，而其余占比较大的设备有PVD（19%）、ALD（11%）、管式CVD（12%）等。由于PECVD具有沉积速度快、工作温度低的优点，其在薄膜沉积设备中占据主要地位。

■ 薄膜沉积设备需求端：芯片制程升级，推动薄膜沉积设备需求大幅增长

先进制程使得晶圆制造的复杂度和工序量大幅提升，当线宽向7nm及以下制程发展，需要采用多重曝光工艺，薄膜沉积次数明显增加。在90nm CMOS芯片工艺中，大约需要40道薄膜沉积工序。在3nm FinFET工艺产线，大约需要超过100道薄膜沉积工序，涉及的薄膜材料由6种增加到近20种，对于薄膜颗粒的要求也由微米级提高到纳米级，进而拉动晶圆厂对薄膜沉积设备需求量的增加。

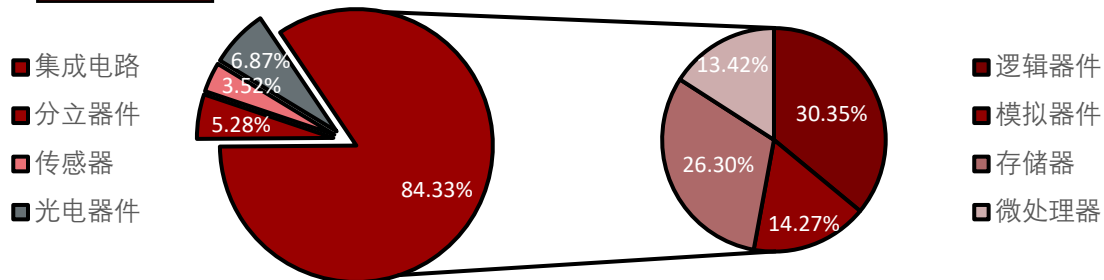
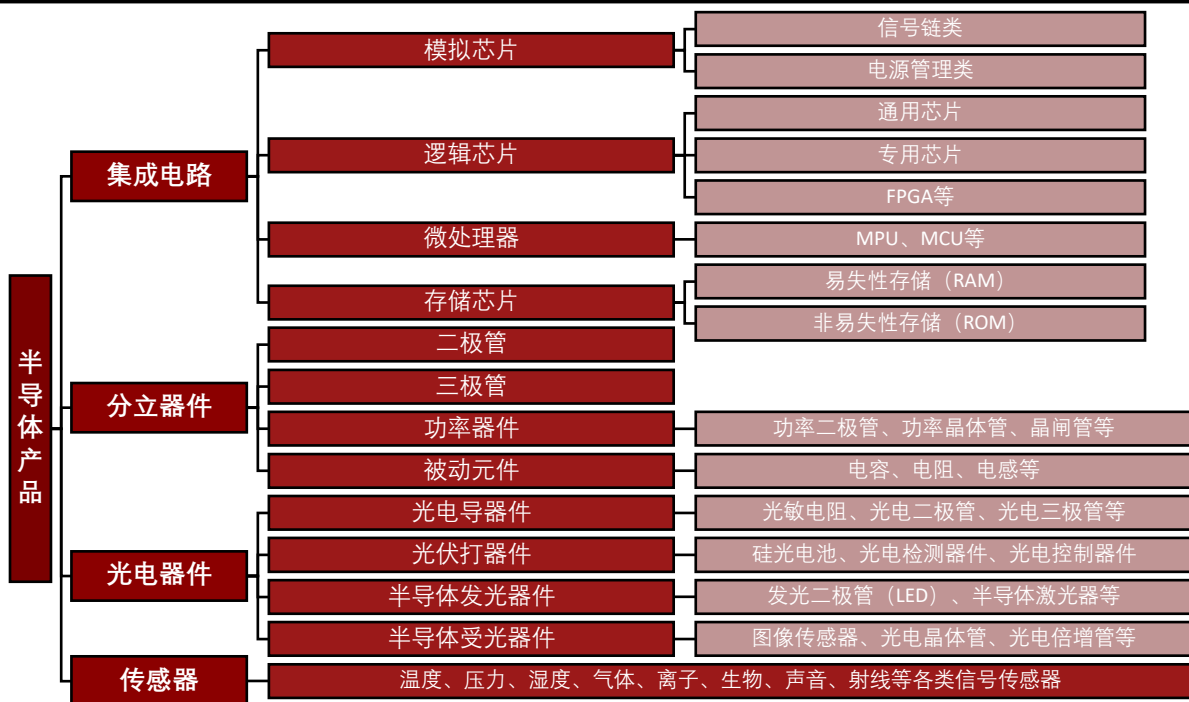
Chapter 1

半导体设备产业综述

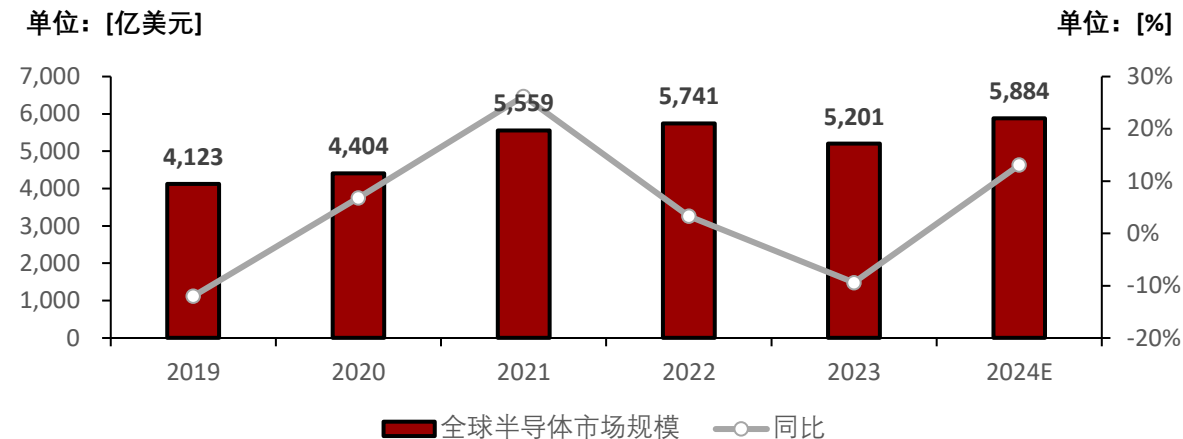
全球半导体行业市场规模：2023年全球半导体市场低迷，预计2024年市场开始进入上行周期

2023年，全球半导体市场规模为5,201亿美元，同比下滑9.4%，主要由于2023年存储芯片需求疲软，导致半导体市场低迷。在AI芯片需求强劲的推动下，全球半导体市场将有所回暖，预计2024年市场规模增长至5,884亿美元

全球半导体主要品类及占比情况，2023



全球半导体市场规模，2019-2024E



□ 半导体是指介于导体与绝缘体之间的物理材料，其广泛应用于计算机、通信、消费电子、汽车、工业/医疗、军事/政府等核心领域。根据世界半导体贸易统计组织 (WSTS) 的分类标准，半导体主要由四个组成部分组成：集成电路 (约占**84.33%**)，光电器件 (约占**6.87%**)，分立器件 (约占**5.28%**)，传感器 (约占**3.52%**)。其中，集成电路按照产品种类又可分为四大类：微处理器 (约占13.42%)，存储器 (约占**26.30%**)，逻辑器件 (约占**30.55%**)，模拟器件 (约占**14.27%**)。

□ 根据WSTS的数据，全球半导体市场规模由2019年的**4,123亿美元**增长至2023年的**5,201亿美元**。2023年全球半导体市场规模同比下滑**9.4%**，主要由于2023年存储芯片需求疲软，导致半导体市场低迷。然而在AI芯片需求强劲的推动下，全球半导体行业将有所回暖，开始进入上行周期。预计2024年全球半导体市场规模将增长至**5,884亿美元**，同比增长**13.1%**。

全球半导体行业周期性：技术驱动10年长周期，资本开支驱动3-4年短周期

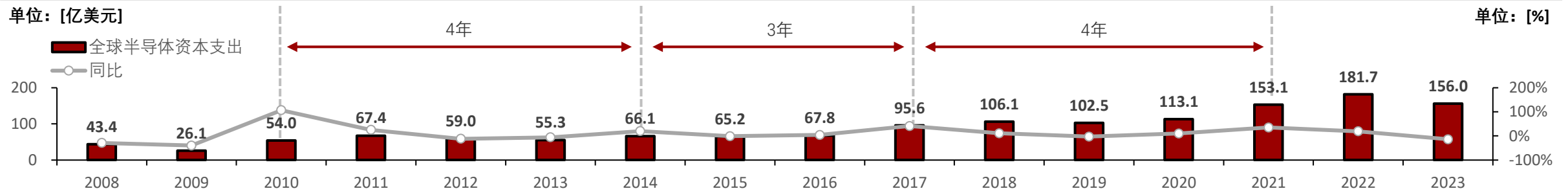
全球半导体行业周期性明显，技术驱动半导体10年长周期，资本开支驱动3-4年短周期。2023年全球半导体行业资本开支同比下降14%，主要由于芯片需求疲软及消费和移动设备库存增加，预计2024年资本开支迎来反弹

半导体产品制造技术演进历程

| 阶段 | 第一代 | 第二代 | 第三代 | 第四代 | 第五代 | 第六代 |
|-------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------|
| 时间区间 | 1965-1975 | 1975-1985 | 1985-1995 | 1995-2005 | 2005-2015 | 2015-2025 |
| 特征尺寸 | 12-3μm | 3-1μm | 1-0.35μm | 0.35μm-65nm | 65-22nm | 22-2nm |
| 存储器 | 小于1KB到16KB | 16KB-1MB | 1-64MB | 64MB-1GB | 1-16GB (芯片组) | 16GB到1TB以上 (芯片组) |
| CPU字长 (bit) | 4,8 | 8,16 | 16,32 | 32,64 | 64 | 64 |
| CPU晶体管数 | 1000 | 10 ⁴ - 10 ⁵ | 10 ⁵ - 10 ⁶ | 10 ⁶ - 10 ⁷ | 10 ⁸ - 10 ⁹ , 多核架构 | 多核架构 |
| 主流圆片直径 | 2-4in | 4in-150mm | 150mm, 200mm | 200mm, 300mm | 200mm, 300mm | 200mm, 300mm, 450mm |
| 主流设计工具 | 手工 | 从逻辑编辑到布局布线 | 从布局布线到综合 | 从综合到DFM | SoC、IP | SoC、IP、SiP |
| 主要封装形式 | 从TO到DIP | DIP | 从DIP到QFP | DIP、GFP、BGA | 多种封装、SiP | SiP、3D封装、Chiplet等 |

半导体行业：技术驱动10年长周期，资本开支驱动3-4年短周期

全球半导体行业资本开支及增速，2008-2023



□ 2023年，全球半导体行业资本开支同比下降14%至156亿美元，下降主要由于芯片需求疲软以及消费和移动设备库存增加，许多半导体公司减少对新设备的投资，以应对市场的不确定性。其中，削减幅度最大的是存储公司，降幅为19%。从多年来全球半导体资本开支同比增速来看，全球半导体资本开支约3-4年为一个周期，预计2024年资本开支迎来反弹。

来源：《集成电路产业全书》，IC Insights，头豹研究院

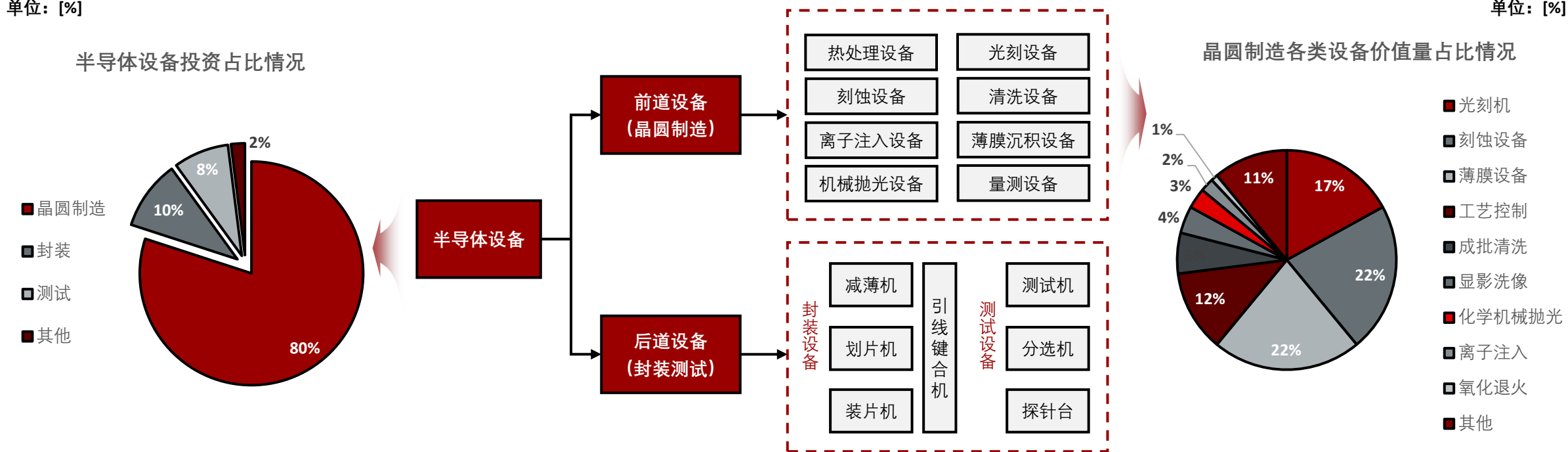


半导体设备：晶圆制造投资量占比超80%，其中光刻设备、刻蚀设备、薄膜沉积设备为核心

半导体设备可分为前道设备（晶圆制造）和后道设备（封装与测试）两大类，前道设备投资量占总设备的80%以上。前道设备中，刻蚀设备、薄膜沉积设备和光刻机设备价值量占比分别为22%、22%和17%

半导体设备分类及投资价值占比

单位：[%]



□ 半导体设备可分为前道设备（晶圆制造）和后道设备（封装与测试）两大类。前道设备涉及硅片加工、光刻、刻蚀、离子注入、薄膜沉积、清洗、抛光、金属化等工艺，所对应的核心专用设备包括硅片加工设备、光刻设备、刻蚀设备、清洗设备、离子注入设备、薄膜沉积设备、机械抛光设备、测量设备等，其中光刻设备、刻蚀设备、薄膜沉积设备是半导体前道生产工艺中的三大核心设备。后道设备则包括封装设备和测试设备，同时后道先进封装工艺也会用到部分前道设备。

□ 在晶圆厂的资本开支中，20%-30%用于厂房建设，70%-80%用于设备投资。根据国际半导体产业协会（SEMI），前道设备（晶圆制造）投资量占半导体设备投资量的约80%，封装和测试设备占比分别约为10%和8%。在晶圆制造设备中，刻蚀设备、薄膜沉积设备和光刻机分别占前道设备价值量的22%、22%和17%。

半导体设备投资额：集成电路设备投资额随制程节点先进程度提升而大幅增长

完整版登录www.leadleo.com

搜索《2024年中国半导体设备（1）：薄膜沉积设备（CVD&PVD）》

半导体设备国产替代：美日荷先进半导体设备封锁，中国半导体设备国产替代势在必行

完整版登录www.leadleo.com

搜索《2024年中国半导体设备（1）：薄膜沉积设备（CVD&PVD）》

半导体设备国产替代：中国晶圆厂半导体设备国产化率已提升至35%，预计2025年达50%

完整版登录www.leadleo.com

搜索《2024年中国半导体设备（1）：薄膜沉积设备（CVD&PVD）》

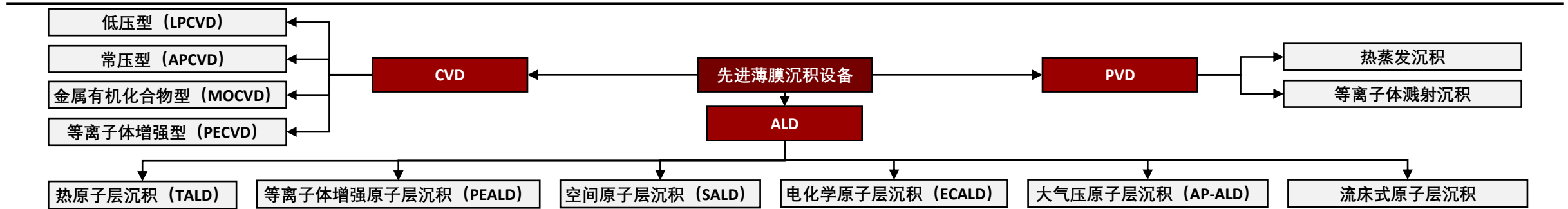
Chapter 2

薄膜沉积设备行业现状

薄膜沉积设备：半导体制造关键设备，其技术可分为CVD、PVD和ALD三大类

薄膜沉积设备是半导体制造的核心设备，薄膜沉积设备主要负责各个步骤当中的介质层与金属层的沉积，包括CVD（化学气相沉积）设备、PVD（物理气相沉积）设备/电镀设备和ALD（原子层沉积）设备

薄膜沉积技术分类及对比



| 技术路线 | PVD | CVD | ALD |
|---------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| 沉积原理 | 物理气相沉积 | 化学气相沉积 | 化学表面饱和反应 |
| 沉积过程 | 成核生长 | 成核生长 | 逐层饱和反应 |
| 沉积速度 | 快 | 快 | 慢 |
| 均匀性控制能力 | 5nm左右 | 0.5-2nm | 0.07-0.1nm |
| 薄膜质量 | 化学配比一般，针孔数量高，应力控制有限 | 具有很好的化学配比，针孔数量少，具有应力控制能力 | 具有很好的化学配比，针孔数量少，具有应力控制能力 |
| 阶梯覆盖能力 | 弱 | 中 | 强 |
| 工艺环境 (温度、压强、流场等) | 对真空要求较高，镀膜具有方向性 | 对工艺参数的变化较为敏感 | 基于表面化学饱和反应，工艺参数可调整范围较大 |

□ 薄膜沉积设备是半导体制造的核心设备，不同类型的设备适合不同沉积材料和用途。薄膜沉积技术则是指在硅片衬底上沉积一层待处理的薄膜材料，所沉积薄膜材料可以主要分为：介质材料（二氧化硅、氮化硅、多晶硅等）、金属材料（铜、钨、钛、氮化钛等）和半导体材料（单晶硅、多晶硅等）。薄膜沉积设备主要负责各个步骤当中介质层与金属层的沉积，具体包括化学气相沉积（CVD）设备、物理气相沉积（PVD）设备、电镀设备和原子层沉积（ALD）设备，其中ALD又是属于CVD的一种，主要应用于先进制程工艺节点。从沉积效果看，PVD是指向性沉积，适合沉积金属材料，而CVD和ALD的沉积覆盖性较好，适合沉积介质材料，其中ALD对薄膜厚度控制精准度高，但沉积速度较慢。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/898053075106006103>