

机械设备

报告日期：2023年07月03日

# 荷兰半导体设备管制靴子落地，ALD、EPI 等设备国产化加速

## ——半导体设备行业点评报告

### 投资要点

- **事件：**6月30日，荷兰政府颁布先进半导体设备出口管制新规，管制范围包括光刻机、ALD、外延、沉积设备、光罩及其生产设备等。条例将于2023年9月1日正式生效，此前设备发运不受影响。同日，ASML发布公告表示新颁布的荷兰出口管制政策仅适用于TWINSCAN NXT:2000i及后续推出的浸没式光刻机。
- **荷兰半导体设备管制“靴子落地”，范围由光刻机蔓延至ALD、Epi、沉积设备**根据荷兰政府最新政策，先进光刻机、ALD设备、Epi设备及low-k沉积设备、EUV光罩保护膜及其生产设备受到出口管制。1)光刻机：EUV和2000i以上浸没式光刻机受限。2)ALD设备：沉积Al前驱体、TiAlC和功函数高于4.0eV的金属的ALD设备。3)Epi设备：具备特定参数的用于生长硅、碳掺杂硅、硅锗或碳掺杂硅锗的设备外延设备。4)沉积设备：介电常数低于3.3、金属线之间深高比 $\geq$ 等于1:1、宽度小于25nm的等离子体low-k沉积设备。5)EUV光罩保护膜及其生产设备。

光刻机管制范围符合预期，其他管制设备为此次新增。此次管制主要对荷兰两大半导体设备巨头阿斯麦、先晶半导体的出口造成影响：光刻机及光罩保护膜主要生产商为荷阿斯麦（ASML），2021年其在光刻机领域占据全球77%份额。先晶半导体（ASM）为全球ALD设备龙头和领先的外延设备公司，2020年ALD、外延设备全球市占率55%、15%，并在low-k沉积设备处于领先地位。

- **国内成熟制程扩产无虞，新规驱动相关设备国产化加速**

根据ASML官网，1980Di光刻机的DCO值小于等于1.6nm，不满足条例中规定的DCO值小于等于1.5nm，因此不属于管制范围。此前市场担心荷兰7月光刻机政策进一步收紧，影响国内成熟制程扩产，此次荷兰新规落地，限制范围仍限于先进制程对应的2000i及EUV设备，国内成熟制程扩产主要使用的1980Di不受限。ALD设备在45nm及以下应用广泛，主要用于超薄膜厚度控制以及三维、超高深宽比结构器件的材料沉积，外延（Epi）用于沉积精确控制的晶体硅基层，是先进晶体管和存储器以及晶圆制造的关键工艺技术。ALD及Epi均为较先进制程所需相关设备，荷兰此次管制主要集中在先进节点，国内成熟制程扩产无虞。

- **ALD设备：管制升级国产化迎来加速，微导、拓荆、华创处于领先地位**

2022年我国ALD设备国产化率不足2%，处于极低水平，国产设备厂商微导、拓荆、华创实现突破。微导纳米ALD设备布局广，TALD、PEALD两大工艺类型全覆盖，可镀HfO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、TiN等多种材料，覆盖单片式、多片式，在逻辑、存储、新型显示、化合物半导体领域取得订单。拓荆科技PEALD进展较快，积极推动TALD验证。北方华创承担ALD设备02专项研发，布局TALD、PEALD，产品应用于集成电路等多个领域。多家公司实现技术突破，荷兰管制将进一步推动ALD设备国产化工艺验证进度，国产化迎来加速期。

- **外延设备：先进芯片制造关键设备之一，华创已实现Si、SiC等多种材料和4-12英寸EPI设备覆盖，中微公司积极研发锗硅外延工艺**

### 行业评级：看好(维持)

分析师：邱世梁  
执业证书号：S1230520050001  
qiushiliang@stocke.com.cn

分析师：王华君  
执业证书号：S1230520080005  
wanghuajun@stocke.com.cn

研究助理：王一帆  
wangyifan01@stocke.com.cn

### 相关报告

- 1 《北京政策支持人形机器人；持续推荐工程机械、半导体设备、人形机器人等》 2023.07.02
- 2 《政策出台加强非常规水资源配置利用，看好超声水表需求提升》 2023.07.02
- 3 《浙商机械【人形机器人】深度PPT：聚焦“具身智能”浪潮，人形机器人产业化提速》 2023.07.01

根据 ASMI，2020 年全球半导体外延设备市场 8 亿美元，预计 2025 年将增长至 15-18 亿美元。当前半导体外延设备市场主要由应用材料、ASMI 等公司占据，国内北方华创、中微公司已实现突破。北方华创作为中国外延工艺装备技术开拓者，具备多种材料外延生长技术能力，可生长包括单晶硅、多晶硅、碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）、磷化铟（InP）等，已实现 4 英寸到 12 英寸设备全覆盖。中微公司积极推进 Epi 设备研发，以满足客户先进制程中锗硅外延工艺需求。

- **投资建议：**荷兰光刻机制裁靴子落地，国内成熟制程扩产无虞，国内下游招投标下半年有望加速，利好国内半导体设备行业。同时，荷兰管制政策蔓延至其他设备，推动相关设备国产化加速突破，**重点推荐微导纳米（ALD）、北方华创（ALD、Epi）、拓荆科技（ALD）、中微公司（Epi 研发）。**
- **风险提示：**下游招投标进度不及预期、设备国产化进度不及预期

## 正文目录

<b>1 荷兰半导体出口管制新规：涉及先进光刻机、ALD、外延、沉积设备</b> .....	<b>5</b>
1.1 荷兰政府先进半导体设备管制“靴子落地”，国内成熟制程扩产无虞 .....	5
1.2 ASML 成熟制程光刻机不受限，长期愿景仍基于全球需求 .....	6
<b>2 ALD 设备：管制升级，推荐微导纳米、拓荆科技、北方华创</b> .....	<b>8</b>
<b>3 外延设备：先进芯片制造关键设备，推荐北方华创、中微公司</b> .....	<b>9</b>
<b>4 投资建议</b> .....	<b>10</b>
<b>5 风险提示</b> .....	<b>10</b>

## 图表目录

图 1: 北方华创覆盖硅、SiC、GaN、InP 外延.....	10
图 2: 北方华创已实现 4 到 12 英寸外延设备全覆盖.....	10
表 1: 6 月 30 日荷兰发布半导体出口管制条例——半导体先进生产设备附件.....	6
表 2: 2023 年 6 月 30 日, 阿斯麦公告表示仅成熟制程光刻机出口不受限制.....	7
表 3: ASML 光刻机中 EUV 及 2000i 以上浸没式 DUV 受到出口管制 (注: 标灰为预计受管制机台).....	7
表 4: ALD 工艺特点: 良好的三维共形性、均匀性、精确控制.....	8
表 5: 微导纳米、拓荆科技、北方华创是国内领先的 ALD 设备公司, 多种产品处于产业化应用或者验证阶段.....	9
表 6: 北方华创部分外延设备.....	10

# 1 荷兰半导体出口管制新规：涉及先进光刻机、ALD、外延、沉积设备

## 1.1 荷兰政府先进半导体设备管制“靴子落地”，国内成熟制程扩产无虞

荷兰半导体设备管制靴子落地，国内成熟制程扩产不受影响。6月30日，荷兰政府颁布先进半导体设备出口管制新条例，管制范围包括光刻机、ALD、外延设备及其附属软件和技术。根据新规，荷兰半导体设备厂商将必须为某些类型的先进半导体制造设备的出口申请出口许可。该条例将于2023年9月1日生效。ASML随后发布公告表示新颁布的荷兰出口管制仅适用于TWINSCAN NXT:2000i及后续推出的浸润式光刻机。意味着主要应用于成熟制程的1980Di光刻机不受限。荷兰新规具体管控设备如下：

### 1) 光罩保护膜及光罩生产设备。

2) 光刻机：EUV和2000i以上浸没式光刻机受限。根据ASML官网，NXT1980Di光刻机的DCO值小于等于1.6nm，不满足条例中规定的DCO值小于等于1.5nm，因此理论上国内成熟制程扩产所需1980Di不受限。

3) ALD设备：部分ALD设备受限（沉积Al前驱体、TiAlC和功函数高于4.0eV的金属设备）。

4) 外延（Epi）设备：具备特定参数的用于生长硅、碳掺杂硅、硅锗或碳掺杂硅锗的设备外延设备。

5) 沉积设备：部分等离子体low-k沉积设备（介电常数低于3.3、金属线之间深高比 $\geq$ 1:1、宽度小于25nm）。

荷兰两大巨头阿斯麦、先晶半导体先进设备出口受限，两者分别在光刻机及ALD、外延、PECVD领域全球领先。此次半导体管制重点涉及荷兰两大巨头公司——阿斯麦（ASML）和先晶半导体（ASM）。阿斯麦为全球光刻机龙头，全球唯一可生产EUV光刻机的公司，2021年全球市占率77%。先晶半导体为全球ALD设备龙头和领先的外延设备公司，2020年ALD、外延设备全球市占率55%、15%，其他设备包括PECVD和立式炉。先晶的PECVD设备在先进逻辑互联的low-k薄膜沉积具备优势。

表1: 6月30日荷兰发布半导体出口管制条例——半导体先进生产设备附件

型号	设备及技术要求 (原文)	设备及技术要求 (翻译)
3B001.l	EUV pellicles	EUV 光罩保护膜
3B001.m	Productieapparatuur voor EUV pellicles	EUV 光罩保护膜生产设备
3B001.f.4	Lithografische apparatuur, als hieronder: a. repeteerapparatuur (‘step and repeat’ (‘direct step on wafer’) apparatuur of ‘step and scan’ (scanner) apparatuur) voor uitrichten en belichten ten behoeve van het bewerken van wafers, waarbij gebruik wordt gemaakt van foto-optische of röntgenmethoden, met één of beide van de volgende eigenschappen: 1. golflengte van de lichtbron korter dan 193 nm, of 2. golflengte van de lichtbron gelijk aan of groter dan 193 nm: a. in staat om patronen te produceren met een ‘minimum resolvable feature size’ (MRF) van 45 nm of minder; en b. een maximale ‘dedicated chuck overlay’ (DCO) waarde kleiner dan of gelijk aan 1.50 nm. <u>Technische noot:</u> 1. De ‘minimum resolvable feature size’ (MRF) wordt berekend volgens de volgende formule: $MRF = \frac{\text{golflengte van de lichtbron in nm} \times (K \text{ factor})}{\text{maximale numerieke apertuur}}$ waarbij de K-factor = 0,25 (MRF) is zelfde als resolutie. 2. DCO is de mate van accuraatheid van uitlijning van een nieuw patroon op een bestaand patroon belicht op een wafer door hetzelfde lithografische systeem.	光刻设备: a.用于制造晶圆的重复曝光设备(直接步进式设备或扫描设备),其使用光学或X射线方法进行对准和曝光,具备以下一项或两项特性: 1.光源波长小于193 nm,或 2.光源波长等于或大于193 nm: a.能够制造最小可分辨特征尺寸(MRF)为45nm或更小的图案;和 b.最大专用卡盘覆盖(DCO)值小于或等于1.50nm。 <u>技术说明:</u> 1.最小可分辨特征尺寸(MRF)根据以下公式计算: $MRF = ((\text{以纳米为单位的光源波长}) \times (K \text{ 系数})) / \text{最大数值孔径}$ 其中, K系数=0.25 (MRF) 等同于分辨率。 2.DCO是同一光刻系统在晶圆上对齐新图案和已曝光图案的准确程度。
3B001.d.12	Apparatuur voor atomaire-lagen-afzetting (ALD) van ‘uitteerarbeid’ metalen a. met alle van de volgende eigenschappen: 1. Meer dan één metaalbron waarvan één is ontwikkeld voor een aluminium (Al) uitgangsstof (‘precursor’); en 2. Uitgangsstofvat ontworpen voor temperaturen hoger dan 45 °C; en b. Ontworpen voor afzetting van ‘uitteerarbeid’ metalen met alle van de volgende eigenschappen: 1. Afzetting van titanium aluminium carbide (TiAlC); en 2. De mogelijkheid tot een ‘uitteerarbeid’ hoger dan 4.0eV. <u>Technische noot:</u> 1. ‘uitteerarbeid metaal’ is een materiaal dat de drempelspanning van een transistor reguleert.	沉积功函数金属的原子层沉积(ALD)设备 a. 具备以下所有特性: 1. 多种金属源,其中一种已被开发铝(Al)先驱体;和 2. 原材料容器设计温度高于45 °C;和 b. 专门用于沉积功函数金属,具备以下所有特性: 1. 沉积钛铝碳化物(TiAlC);和 2. 功函数可能高于4.0eV的金属。 <u>技术说明:</u> 1. 功函数金属是调节晶体管阈值电压的材料。
3B001.a.4	Apparatuur ontworpen voor epitaxiale groei van silicium (Si), koolstof-gedoteerd silicium, siliciumgermanium (SiGe), of koolstof-gedoteerd SiGe a. met alle van de volgende eigenschappen: 1. Meerdere kamers en middelen voor hoog-vacuüm (minder dan of gelijk aan 0.01 Pa) of een inerte atmosfeer (water en zuurstof partiedruk minder dan 0.01 Pa) te handhaven tussen processtappen; 2. Tenminste één voorbehandelingskamer ontworpen voor oppervlaktevoorbereidingen bedoeld om de oppervlakte van wafers te reinigen; en 3. Epitaxiale afzettingswerktemperatuur van 685 °C of lager.	用于外延生长硅(Si)、碳掺杂硅、硅锗(SiGe)或碳掺杂SiGe的设备 a. 具备以下所有特性: 1.在工艺步骤之间维持高真空(小于或等于0.01 Pa)或惰性气体(水和氧气部分压小于0.01 Pa)的多个室和装置; 2.至少一个为预处理而设计的室,用于清洁晶圆表面;和 3.外延沉积工作温度为685°C或以下。
3B001.d.19	Apparatuur ontworpen voor het middels void-vrije-plasma versterkt afzetten van een laag dielektricum met lage-κ zonder leegtes in ruimten van minder dan 25 nm breed met een diepte/hogte verhouding (‘aspect ratio, AR’) gelijk aan of groter dan 1:1 tussen metalen lijnen met een dielektrische constante lager dan 3.3	用于在介电常数低于3.3的金属线之间的深度与高度之比(AR)等于或大于1:1的小于25nm宽的空间中沉积由真空穴等离子体增强的Low K电介质的设备。
3D007	Programmatuur speciaal ontworpen voor de ontwikkeling, de productie of het gebruik van de apparatuur die is vermeld in deze regeling onder post 3B001.l, 3B001.m, 3B001.f.4, 3B001.d.12, 3B001.a.4 of 3B001.d.19.	用于开发、生产或使用本条例中设备(3B001.l, 3B001.m, 3B001.f.4, 3B001.d.12, 3B001.a.4或3B001.d.19)的软件。
3E005	Technologie die noodzakelijk is voor de ontwikkeling, productie of het gebruik van apparatuur, vermeld in deze regeling onder post 3B001.l, 3B001.m, 3B001.f.4, 3B001.d.12, 3B001.a.4 of 3B001.d.19.	用于开发、生产或使用本条例中设备(3B001.l, 3B001.m, 3B001.f.4, 3B001.d.12, 3B001.a.4或3B001.d.19)的必要技术。

资料来源: 荷兰政府官网, 浙商证券研究所(原文部分来自荷兰政府官方文件, 原文为荷兰语。翻译部分参考谷歌翻译, 可能存在翻译错误)

## 1.2 ASML 成熟制程光刻机不受限, 长期愿景仍基于全球需求

ASML表示仅先进浸没式光刻和 EUV 属于管制范围, 其他光刻机出口不受限制。从影响来看, 新条例中针对光刻机的部分是靴子落地, 限制范围未拓宽。EUV 光刻机早已禁止出口给中国, 受限的 2000i 以上浸没式光刻机主要用于先进制程。1980Di 以下型号的光刻机出口不受限制, 意味着限制未扩展到成熟制程, 国内成熟制程扩产继续推进。

表2: 2023年6月30日, 阿斯麦公告表示仅成熟制程光刻机出口不受限制

regulations announcement (原文)	关于荷兰政府出口管制法规公告的声明(翻译)
<p>Today the Dutch government has published the new regulations regarding export controls of semiconductor equipment. As announced earlier in March, the new export controls focus on advanced chip manufacturing technology, including the most advanced deposition and immersion lithography systems.</p> <p>Due to these export control regulations, ASML will need to apply for export licenses with the Dutch government for all shipments of its most advanced immersion DUV lithography systems (TWINSCAN NXT:2000i and subsequent immersion systems). The Dutch government will determine whether to grant or deny the required export licenses and provide further details to the company on any conditions that apply.</p> <p>As a reminder, sales of ASML's EUV systems have already been restricted.</p> <p>Shipments of other ASML systems are not controlled by the Dutch government.</p> <p>ASML will continue to comply with applicable export regulations, including Dutch, EU and US regulations.</p> <p>The new Dutch export control regulations will come into effect on September 1, 2023. ASML can start submitting export license applications before that date. The Dutch government will grant or deny these applications on a case-by-case basis.</p> <p>Based on today's announcement, we confirm that we do not expect these measures to have a material impact on our financial outlook that we published for 2023 or for our longer-term scenarios as communicated during our Investor Day in November 2022.</p> <p>In this regard, it is important to consider that the additional Dutch export controls only pertain to the TWINSCAN NXT:2000i and subsequent immersion systems.</p> <p>In addition, ASML's longer-term scenarios are primarily based on global secular demand and technology trends, rather than on detailed location assumptions.</p>	<p>今天, 荷兰政府发布了关于半导体设备出口管制的新规定。正如今年3月宣布的那样, 新的出口管制重点放在先进芯片制造技术上, 包括最先进的沉积和浸没光刻系统。</p> <p>根据这些出口管制法规, 用于最先进的浸没式 DUV 光刻系统 (TWINSCAN NXT:2000i 及后续推出的浸没式光刻系统) 的销售 ASML 将需要向荷兰政府申请出口许可证。荷兰政府将决定是否授予或拒绝所需的出口许可证, 并向公司提供进一步更详细的条件。</p> <p>值得注意的是, ASML 的 EUV 系统的销售在此前已经受到限制。</p> <p>其他 ASML 系统的出货不受荷兰政府控制。</p> <p>ASML 将继续遵守适用的出口法规, 包括荷兰、欧盟和美国的法规。</p> <p>新的荷兰出口管制法规将于 2023 年 9 月 1 日生效。ASML 可以在此日期之前开始提交出口许可申请。荷兰政府将根据具体情况逐案通过或拒绝这些申请。</p> <p>根据今天的公告, 公司确认这些措施不会对公司在 2023 年公布的财务展望或在 2022 年 11 月的投资者日活动中传达的长期情景展望会产生重大影响。</p> <p>在这方面, 有必要考虑到新颁布的荷兰出口管制仅适用于 TWINSCAN NXT:2000i 及后续推出的浸没式光刻系统。</p> <p>此外, ASML 的长期愿景主要基于全球结构性需求和技术趋势, 而不是具体地点假设。</p>

资料来源: ASML 官网, 浙商证券研究所 (原文部分来自 ASML, 翻译部分参考谷歌翻译, 可能存在翻译纰漏)

表3: ASML 光刻机中 EUV 及 2000i 以上浸没式 DUV 受到出口管制 (注: 标灰为预计受管制机台)

类型	型号	光源	光源波长 (nm)	最高生产分辨率 (nm)	物镜的数值孔径 NA	生产速率 (片/小时)
EUV	TWINSCAN NXE:3600D	DUV	13.5	13	0.33	160
	TWINSCAN NXE:3400C	DUV	13.5	13	0.33	170
	TWINSCAN NXT:2050i	ArF	193	38	1.35	295
浸没式 DUV	TWINSCAN NXT:2000i	ArF	193	38	1.35	275
	TWINSCAN NXT:1980Di	ArF	193	38	1.35	275
	TWINSCAN NXT:1470	ArF	193	57	0.93	300
	TWINSCAN XT:1460K	ArF	193	65	0.93	205
	TWINSCAN XT:1060K	KrF	248	80	0.93	205
千式 DUV	TWINSCAN NXT:870	KrF	248	110	0.8	330
	TWINSCAN XT:860N	KrF	248	110	0.8	260
	TWINSCAN XT:860M	KrF	248	110	0.8	240
	TWINSCAN XT:400L	i-line	365	350	0.65	230

资料来源: ASML 官网, 浙商证券研究所

## 2 ALD 设备：管制升级，推荐微导纳米、拓荆科技、北方华创

ALD 主要适用于精细薄膜沉积，在 45nm 及以下应用广泛。原子层沉积（ALD）是一种特殊的化学气相沉积，通过将气相前驱体脉冲交替通入反应室并在沉积基体上反应而形成薄膜，具有良好的三维共形性、均匀性、精确控制等优势。相较 PVD 和 CVD，ALD 能够以原子的厚度（约 0.1nm）为精度进行薄膜沉积，适用于超薄膜厚度控制以及三维、超高深宽比结构器件的材料沉积。

表4：ALD 工艺特点：良好的三维共形性、均匀性、精确控制

ALD 工艺的特点	ALD 的优势	ALD 的局限
自限制生长工艺	精确简单的膜厚控制（仅与反应循环次数有关）：无需精确控制反应蒸汽流量；优异的三维贴合性和大面积的均匀性；规模化生产的能力；致密无针孔薄膜；低的热预算（通常沉积温度在室温~400度）	低沉积速度；低的工艺温度导致低的结晶性；多余前驱体排空产生的经济性、环保问题；偏离理想的 ALD 生长模式
通过交替输入反应物蒸汽进行表面交换反应	避免气相反应，可以使用高活性的前驱体；原子层组成控制，适合界面修饰和制备多组元纳米叠层结构	缺乏合适的前驱体，材料选择受限；杂质残余（如 H）
通常存在 ALD 窗口	制备多层结构，直接掺杂，好的重复性	三元和复杂氧化物 ALD 窗口缺乏（如超导 YBCO）

资料来源：《原子层沉积技术：原理与应用》，浙商证券研究所

**国产 ALD 技术突破进行时，微导、拓荆、华创处于领先地位。2022 年我国 ALD 设备国产化率不足 2%，处于极低水平，国产设备厂商逐步突破。**

**微导纳米：**ALD 设备布局广，获客户验证订单实现高速增长。公司已布局 HfO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、TiN 等多种镀膜材料，覆盖单片式、多片式，实现 TALD、PEALD 两大工艺类型全覆盖，在逻辑、存储、新型显示、化合物半导体领域取得重复订单。公司是国内首家在逻辑 28nm 产线上实现 high-k 工艺产业化应用的公司。产品类型丰富带动公司订单高速增长，2023 年年初至 4 月 24 日，微导纳米新增半导体设备合同 2.4 亿元，截至 4 月末公司半导体在手订单约 5 亿元，约为 2022 年半导体设备收入 0.47 亿元的 11 倍。

**拓荆科技：**PEALD 进展较快，积极推动 TALD 验证。根据公司 22 年年报，PE-ALD（PF-300T Astra）产品在现有客户端成功完成产业化验证，PE-ALD（NF-300H Astra）在产业化验证中。Thermal-ALD（PF-300T Altair、TS-300 Altair）设备已完成研发，并出货至不同客户端进行验证，可以沉积 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等金属化合物薄膜。

**北方华创：**承担 ALD 设备 02 专项研发，产品应用于多个领域。在 ALD 设备领域，北方华创布局 TALD、PEALD，产品可应用于集成电路、半导体照明、功率半导体、微机电系统、先进封装等领域。



**表5: 微导纳米、拓荆科技、北方华创是国内领先的 ALD 设备公司, 多种产品处于产业化应用或者验证阶段**

公司	产品系列	设备类型	产品说明	应用领域	产业化阶段
微导纳米	iTomic Hik 系列	TALD	高介电常数 (High-k) 栅氧层、MIM 电容器绝缘层、TSV 介质层金属、金属氮化物等薄膜工艺需求	逻辑、存储、先进封装	产业化应用
	iTomic MW 系列批 (批量式)	TALD	一次处理 25 片 12 寸晶圆, 适用于成膜镀率低、厚度要求高、产能要求高的关键工艺	存储、Micro-OLED、MEMS	产业化验证
	iTomic Lite 轻型 ALD	TALD、PEALD	满足 6、8 英寸第三代化合物等沉积	MEMS、光电器件	产业化验证
	iTomic PEALD	PELAD	制备氧化硅、氮化硅、氮氧化硅等薄膜制备, 完美实现材料厚度均匀性、膜应力、热处理过程, 以及阶梯覆盖率等工艺需求。	逻辑、存储、先进封装	产业化验证
拓荆科技	PF-300T Astra	PELAD	SiO <sub>2</sub> 、SiN 薄膜	先进的芯片制造及先进封装 (TSV)	产业化应用
	NF-300H Astra	PELAD	SiO <sub>3</sub> 、SiN 薄膜	先进存储	产业化验证
	PF-300T Altair	TALD	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 等多种金属化合物薄膜材料	逻辑	产业化验证
	TS-300 Altair	TALD	Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 等多种金属化合物薄膜材料	—	产业化验证
北方华创	Polaris PE 系列 PE-ALD	PEALD	通过高效能 CCP 等离子体能提供足够多的活性源, 将自由离子对衬底薄膜的损伤降低, 实现了不同薄膜的沉积厚度可控性。	集成电路、半导体照明、功率半导体、微机电系统、先进封装	—
	Polaris A 系列 ALD	TALD	热原子层沉积。适用于科学研究、企业研发和大规模自动化生产。	集成电路、半导体照明、功率半导体、微机电系统、先进封装	—
	Promi+系列手动 ALD	PEALD、TALD	兼容加热和射频的方式, 用于沉积多种薄膜。适用于科学研究、企业研发和小规模生产。	集成电路、半导体照明、功率半导体、微机电系统、先进封装	—

资料来源: 各公司公告, 浙商证券研究所

### 3 外延设备: 先进芯片制造关键设备, 推荐北方华创、中微公司

外延设备是先进芯片制造关键设备之一, ASMI 预计 2025 年全球市场 15-18 亿美元。外延 (Epi) 是沉积高度控制的硅基晶体薄膜的过程, 是先进晶体管和存储器以及晶圆制造的关键工艺技术。外延是一种用于沉积精确控制的晶体硅基层的工艺, 该层对于半导体器件的电性能非常重要。硅外延工艺可用于修改晶圆表面的电特性, 以在半导体芯片的制造过程中创建高性能晶体管。根据 ASMI, 2020 年全球半导体外延设备市场 8 亿美元, 预计 2025 年将增长至 15-18 亿美元。

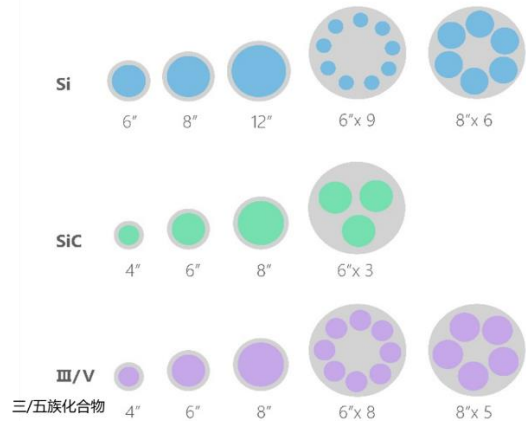
**北方华创: 中国外延工艺装备技术开拓者, 具备多种材料外延生长技术能力。**北方华创 2010 年已启动外延装备的研发工作, 目前已发布 20 余款量产型外延设备, 累计出货近 1000 腔, 广泛应用于集成电路、功率器件、硅材料、第三代半导体等领域。**1) 材料覆盖方面,**可生长包括单晶硅、多晶硅、碳化硅 (SiC)、氮化镓 (GaN)、磷化铟 (InP) 等, 覆盖集成电路、功率器件、射频、半导体照明等领域应用需求。**2) 设备尺寸方面, 实现 4 英寸到 12 英寸全覆盖:**包括 8 英寸及以下的单片及多片大产能硅外延设备、12 英寸硅外延设备、4/6/8 英寸碳化硅外延设备、8 英寸及以下单片及多片大产能硅基氮化镓外延设备。

图1: 北方华创覆盖硅、SiC、GaN、InP 外延

生长材料		Si/Si	SiC/SiC	GaN	InP
应用领域					
集成电路		NAURA	/	/	/
功率器件		NAURA	NAURA	NAURA	NAURA
射频		/	/	NAURA	NAURA
半导体照明		/	/	NAURA	NAURA

资料来源: 北方华创公众号, 浙商证券研究所

图2: 北方华创已实现 4 到 12 英寸外延设备全覆盖



资料来源: 北方华创公众号, 浙商证券研究所

表6: 北方华创部分外延设备

设备名称	设备图片	设备介绍	应用领域
12 英寸常压硅外延 (Si Epi) 设备		用于制备逻辑芯片所需的高品质外延片, 攻克了加热场、气流场控制技术等诸多技术难点, 稳定的电阻率均匀性和厚度均匀性处于行业先进水平。设备在多家客户端实现稳定量产, 2022 年荣获中国集成电路创新联盟第五届“IC 创新奖”。	集成电路、功率器件
碳化硅外延 (SiC Epi) 设备		可实现 N 型、P 型同质外延, 具备薄膜和厚膜外延能力。设备工艺腔室为水平热壁式, 生长速率高、缺陷控制好、良品率高、结构简单、维护便利, 且占地面积小、耗材费用低, 凭借优异的工艺性能和稳定性得到多家客户认可。	功率器件

资料来源: 公司公告, 浙商证券研究所

**中微公司: 积极推进 EPI 设备研发, 以满足客户先进制程中锗硅外延工艺需求。** 根据中微公司 2022 年年报, 公司组建的 EPI 设备研发团队, 通过基础研究和采纳关键客户的技术反馈, 已经形成自主知识产权及创新的预处理和外延反应腔的设计方案。目前公司 EPI 设备已进入样机的设计, 制造和调试阶段, 以满足客户先进制程中锗硅外延生长工艺的电性和可靠性需求。

## 4 投资建议

荷兰光刻机靴子落地, 国内成熟制程扩产无虞, 国内下游招投标下半年有望加速, 利好国内半导体设备行业。荷兰管制政策蔓延, 推动相关设备国产化加速突破, 重点推荐诱导纳米 (ALD)、北方华创 (ALD、Epi)、拓荆科技 (ALD)、中微公司 (Epi 研发)。

## 5 风险提示

下游招投标进度不及预期、设备国产化进度不及预期

## 股票投资评级说明

以报告日后的6个月内，证券相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 买入：相对于沪深300指数表现+20%以上；
2. 增持：相对于沪深300指数表现+10%~+20%；
3. 中性：相对于沪深300指数表现-10%~+10%之间波动；
4. 减持：相对于沪深300指数表现-10%以下。

## 行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 看好：行业指数相对于沪深300指数表现+10%以上；
2. 中性：行业指数相对于沪深300指数表现-10%~+10%以上；
3. 看淡：行业指数相对于沪深300指数表现-10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

## 法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，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，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

## 浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>