

国产最先进光刻机：上海微电子SMAR-TS 90nm的突破与半导体制造新进展

国产光刻机技术参数与国产化率解析

上海微电子SMAR-TS 90nm光刻机是目前我国自主研发的半导体制造设备中制程最先进的国产光刻机，采用自研双工件台设计，支持双晶圆同时曝光，单台设备日产能可达5000片晶圆。其核心组件国产化率从2020年的35%提升至2023年的68%，其中光学系统、激光光源等关键部件仍依赖进口。该设备采用i-line接触式光刻技术，分辨率可达1.2微米，适用于中低端逻辑芯片、模拟芯片及特色工艺芯片制造。

国产光刻机应用场景与产业链影响

SMAR-TS 90nm主要应用于汽车电子、工业控制、物联网等领域。以某国产车规级MCU芯片为例，采用该设备后晶圆利用率提升22%，良品率稳定在92%以上。在产业链带动方面，已形成包含上海、成都、西安三大研发基地的完整生态链，配套企业超过200家，涉及激光器、精密光学元件、真空设备等12个细分领域。

国产光刻机研发进展与核心挑战

2023年完成第四代研发迭代，将激光功率密度提升至 $120\text{W}/\text{cm}^2$ ，曝光速度达到0.8秒/片。但与ASML最新N+2工艺相比，在多层光刻、极紫外光源等关键领域仍存在代际差距。主要技术瓶颈集中在：1) 双工件台动态同步精度需从当前5nm提升至2nm；2) 国产光源寿命需从2000小时延长至8000小时；3) 晶圆热变形控制精度需达到 $\pm 0.8\text{ }\mu\text{m}$ 。

国产与进口光刻机性能对比

指标	国产SMAR-TS 90nm	ASML ASMLi 90nm
----	----------------	-----------------

曝光速度 (片/分钟)	60	120
-------------	----	-----

国产化率	68%	100%
------	-----	------

光源寿命 (小时)	2000	5000
-----------	------	------

适配晶圆尺寸	150mm/200mm	300mm
--------	-------------	-------

未来技术发展方向

上海微电子计划2025年推出N+1工艺设备原型机，重点突破多重曝光补偿算法和自研光刻胶体系。同时与中芯国际等企业共建"先进制程联合实验室"，在3D封装集成、晶圆键合等工艺领域形成协同创新。值得关注的是，国产光刻机正从单一设备输出向"设备+工艺+材料"全链条输出转型。

FAQ：

1. 国产90nm光刻机能否替代进口设备？目前主要应用于哪些领域？

答：在特定场景下可部分替代进口设备，主要应用于汽车电子、工业控制等对制程要求不极端的领域。

2. 国产光刻机与ASML设备的核心差距体现在哪些方面？

答：主要差距在光源寿命、多层曝光技术和晶圆尺寸适配能力三个维度。

3. 如何判断国产光刻机实际应用效果？

答：需综合考量良品率稳定性、设备OEE（综合效率）及适配工艺成熟度。

4. 国产光刻机未来3年发展重点是什么？

答：重点突破N+1工艺验证、自研光刻胶量产及设备自动化升级。