

Mini LED爆发在即，设备先行机遇何在？

——Mini LED系列专题报告（二）

平安证券研究所 智能制造团队&电子团队

吴文成 S1060519100002（证券投资咨询）邮箱（WUWENCHENG128@pingan.com.cn）

徐勇 S1060519090004（证券投资咨询）邮箱（XUYONG318@pingan.com.cn）

2021年7月23日

要点总结

- **Mini LED市场爆发在即，工艺改进为设备企业带来新机遇。** Mini LED指由尺寸介于50-200 μm 之间的芯片构成的LED器件。相比芯片尺寸大于200 μm 的传统LED，Mini LED在前道制造和后道封装环节均有工艺改进，有望为设备企业带来新的机遇。
- **前道制造：关注MOCVD和测试分选设备机会。** Mini LED芯片前道制造通常包括衬底、外延、芯片加工三大环节，其中芯片加工又包括光刻、刻蚀、溅射、蒸镀、测试分选等工序。针对设备而言：1) 由于Mini LED芯片外延环节对波长均匀性和缺陷控制提出新的要求，更高产能和更高良率的MOCVD设备需求有望上升。2) 芯片加工完成后，面对更大规模的芯片数量，测试分选设备需要提高产能和效率。
- **后道封装：关注固晶机和返修设备机会。** Mini LED后道封装工艺通常包括固晶、回流焊、测试、返修、封胶、烘烤等流程。针对设备而言：1) Pick & Place和刺晶为目前固晶机的主要方案，高精度、高速度固晶机成为Mini LED的优选。2) Mini LED返修是难点，设备路线标准不一，设备商多方探索。
- **投资建议：**我们认为，Mini LED渗透率提升初期，设备企业弹性最大，值得高度关注。建议关注中微公司（国产MOCVD和刻蚀设备双龙头，Mini LED专用MOCVD设备有望放量）；北方华创（半导体设备“全能型选手”，刻蚀设备和PVD等设备有望受益于Mini LED渗透率提升）；新益昌（国内LED固晶机绝对龙头，Mini LED固晶机先行者）；深科达（显示行业智能装备领导者，Mini LED检测分选设备有望放量）。



CONTENT 目录

◎ 一、Mini LED前道制造工艺与设备介绍

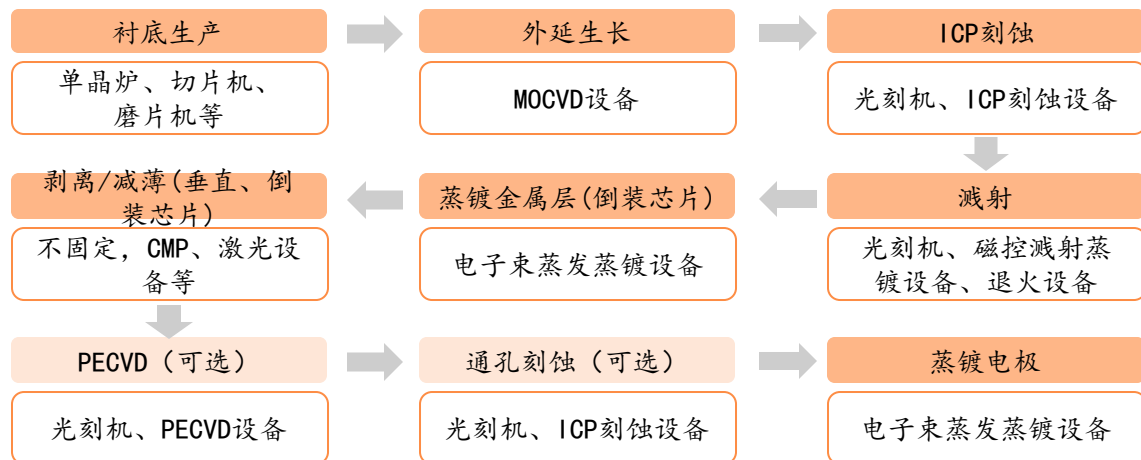
◎ 二、Mini LED后道封装工艺与设备介绍

◎ 三、设备企业布局情况

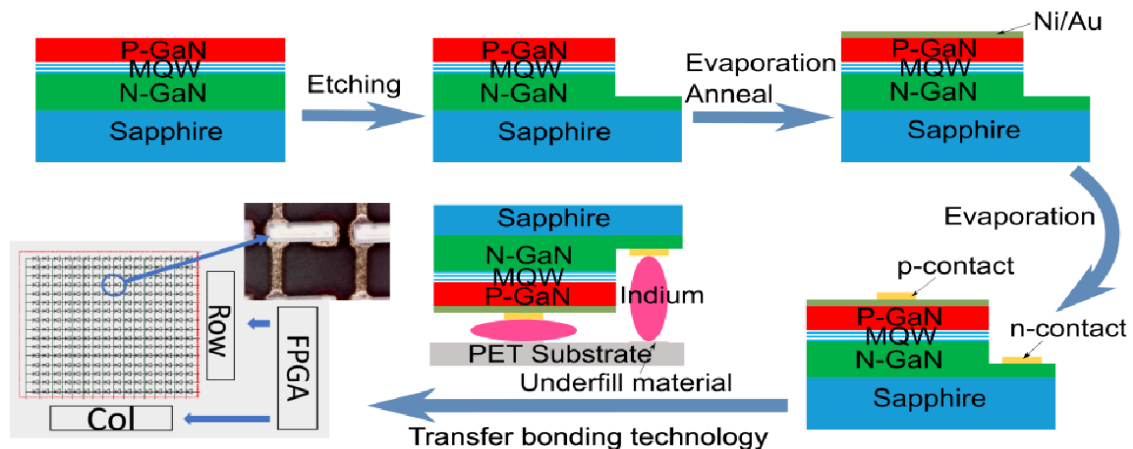
◎ 四、投资要点与风险提示

1.1 LED芯片前道制造包括衬底、外延和芯片加工三大环节

LED芯片制造的主要流程及设备



LED芯片加工主要流程图示



资料来源: CNKI, 平安证券研究所

LED芯片制造包括三大环节

LED芯片制备包括衬底、外延和芯片加工三大环节。

- ① 衬底。LED芯片通常使用蓝宝石衬底, 流程包括蓝宝石晶体生长、切片、抛光等。
- ② 外延。在蓝宝石衬底上生长不同特性的Ga_{0.5}N_{0.5}外延层, 形成PN结。这是LED芯片最核心的环节。
- ③ 芯片加工: 在外延片上通过光刻、刻蚀、溅射、蒸镀等工艺形成最终的芯片结构。具体包括:
 - ✓ 刻蚀。通过ICP刻蚀, 将N型Ga_{0.5}N_{0.5}台面暴露出来, 形成PN结台阶。
 - ✓ 溅射。在P台面上溅射蒸镀一层电流扩展层, 实现更好的导电性 (N-GaN导电性良好, 无需此步骤)。
 - ✓ 蒸镀。LED芯片需要使用金属作为电极与焊接介质, 通常通过蒸镀工艺形成金属电极。
 - ✓ 光刻: 上述步骤均需要光刻来实现图形化, 使LED的不同层有序沉积或暴露。
 - ✓ 测试分选: LED芯片制备完成后, 需要对其进行检测分选, 以保证进入下一步骤的良率。

1.1 Mini LED对工艺与设备提出新的挑战

◆ Mini LED芯片尺寸介于50-200 μm之间



◆ Mini LED工艺对外延和检测分选设备形成新需求

生产环节	工艺特点	设备需求
衬底	Mini LED与现有LED相比无明显区别。	无设备更新需求。
外延	外延片的均匀性和一致性要求更高，对缺陷控制与成本控制提出新需求。	现有MOCVD设备生产Mini LED外延片产能较低，可以改进现有设备提高效率。
芯片加工	芯片尺寸缩小、精度要求更高，但主要为工艺层面的优化，现有设备基本可以满足需求。	设备更新无硬性需求。
检测分选	测试设备的精度与速度需求大幅提升，传统设备难以满足需求。	需要精度和速度更高的检测分选设备。

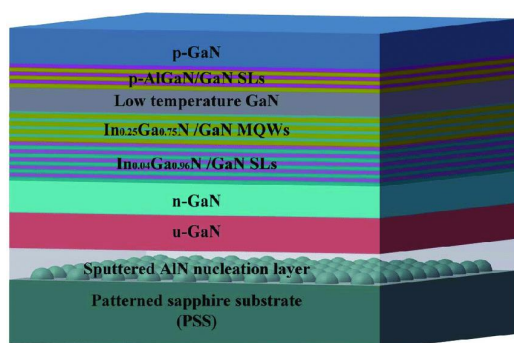
Mini LED对部分设备提出新挑战

Mini LED是指由尺寸介于50-200 μm之间的LED器件。传统LED芯片尺寸普遍大于200 μm，Mini/Micro LED是将传统的LED阵列微小化，形成的高密度集成的LED阵列。其具有“薄膜化，微小化，阵列化”的优势，被看作是未来显示技术的发展趋势。目前，Micro LED（尺寸小于50 μm）尚未成熟，Mini LED（尺寸介于50-200 μm之间）凭借逐步成熟的性能和持续的降价趋势赢得了越来越多产业链企业的认可。

Mini LED芯片和LED芯片制造流程基本一致，但对部分设备提出更高要求。与传统LED相比，Mini LED芯片制造流程基本一致。然而，更小的芯片尺寸和点间距，对芯片制造和封装提出了更高的要求。Mini LED制造流程难度提升主要在外延和检测分选两个步骤，对相关设备提出了更高的要求。

1.2 外延： Mini LED 对MOCVD设备提出更高要求

◆ LED外延片结构图示 ◆ 中微公司Mini LED用MOCVD设备



◆ Mini/Micro MOCVD设备改进需求

设备构成	设计要点
腔体设计	减少预反应，抑制生长过程中产生的表面颗粒度
传输模式	引入新的传输模式，尽可能减少中间过程颗粒生成
维护设计	控制维护过程中颗粒物对外延车间洁净度的影响，例如将托盘装卸区与腔体区域环境隔离
石墨托盘	严格管控石墨盘使用状况和烘烤工艺，以控制颗粒来源

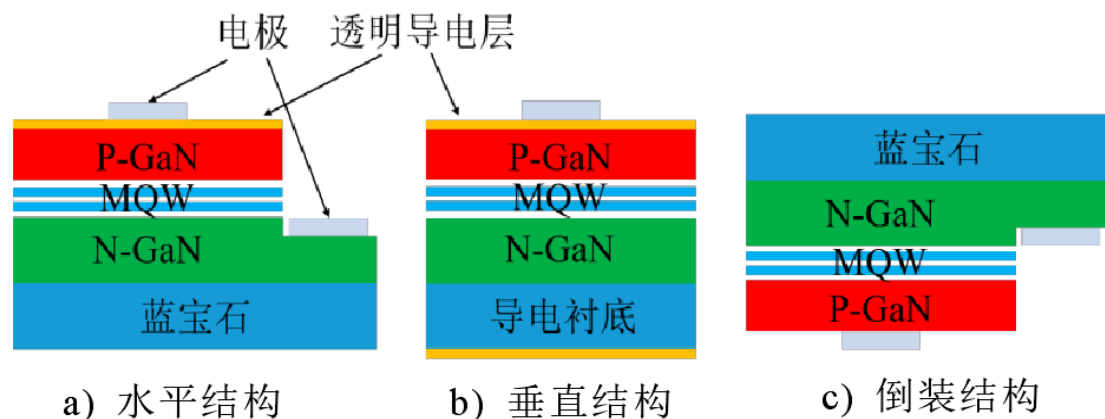
MOCVD设备波长均匀性和缺陷控制要求高

外延片的制备是LED芯片制造的重要环节，需要通过MOCVD设备实现。一个LED完整发光结构通常包含70-80层不同掺杂浓度、薄层厚度的沉积层，各沉积层均会影响最终产品的发光特性，因此外延生长环节是LED芯片生产的重要步骤。MOCVD (Metal-organic Chemical Vapor Deposition)即金属有机化合物化学气相沉积工艺，是LED外延片生产的主流工艺，通过MOCVD设备实现。

Mini LED外延片对波长均匀性和缺陷控制要求提高，传统的MOCVD设备需要升级。随着LED芯片尺寸的缩小和单位面积数目的增加，芯片良率成为厂商无法回避的挑战。提高良率可以有效的降低生产成本。就外延环节而言，提高良率的关键在于波长均匀性和缺陷密度，这对MOCVD 设备的设计与制造提出了更高要求。

1.3 芯片加工：倒装芯片优势明显，渗透率有望逐步提升

◆ LED芯片的三种结构示意图



◆ 倒装结构芯片在Mini LED规格下存在优势

	工艺难度	键合方式	出光效率	散热性能
水平结构	工艺最为简单，目前技术基本成熟。	引线键合	引线和焊盘遮挡出光面积，影响出光效率，小尺寸芯片影响明显。	蓝宝石衬底散热性能较差，随着工作时长增加，积累的热量可能使器件性能衰减。
垂直结构	蓝宝石衬底激光剥离技术难度较大，一定程度限制了垂直结构发展。	引线键合	出光面电极数较水平结构减少，出光效率较水平结构有所提高。	工作电流主要在LED芯片外延层活动，避开了横向工作电流导致的热量积累；蓝宝石衬底被替换为导热性能高的衬底，散热性能有所提升。
倒装结构	技术实现难度低于垂直结构，已得到较广泛的应用	回流焊接	出光面无引线和电极遮挡，对于更小尺寸的芯片，出光效率高于前两种结构。	倒装工艺中，回流焊接后在金属电极和基板接触点周围填入绝缘导热填充剂，散热能力优于引线键合方式。

资料来源：CNKI，平安证券研究所

三种结构的LED芯片制造工艺略有差异

根据结构划分，LED芯片可分为水平、垂直、倒装三类，其工艺流程存在一定差异。

- **水平结构：**最常见的结构，P电极和N电极都镀在芯片上表面，制作流程相对最为简单。
- **垂直结构：**P电极仍制作在芯片上表面，但N电极置于芯片底部。垂直结构无需刻蚀PN台阶，但需要剥离蓝宝石衬底，并增加一层导电衬底。芯片底部蒸镀金属薄膜，作为电极的同时可将出射光反射到正面。衬底剥离工艺难度较大，一定程度制约了垂直结构的发展。
- **倒装结构：**外观类似于水平结构的翻转，但制作流程存在差别，成本也比水平芯片高。为了使光线从芯片背面出射，倒装芯片一方面需要在P-GaN层和电极之间蒸镀金属反射层，另一方面需要减薄或剥离蓝宝石衬底，以减少光线损失。
- **在Mini LED规格下，倒装结构芯片存在发光效率高、散热好等优势。倒装芯片渗透率有望逐步提升。**

1.3 芯片加工：现有LED芯片加工设备基本满足Mini LED加工要求

◆ 不同结构的LED芯片制造工艺略有差异

	衬底	外延	光刻	ICP刻蚀	溅射(PVD)	蒸镀反光层	衬底剥离/减薄	PECVD	蒸镀电极
水平结构	√	√	√	√	√			可选	√
垂直结构	√	√	√		√	√	√	可选	√
倒装结构	√	√	√	√	√	√	√	可选	√

◆ 红光倒装芯片衬底剥离或减薄工艺难度大

A1: Blue for display A2: Blue for lighting	B Green for display	C Red for display
p-GaN: Mg 5 nm	p-GaN: Mg 5 nm	p-GaP: Mg 1.8 μm
HT p-GaN: Mg { 270 nm for sample A1 } { 25 nm for sample A2 }	HT p-GaN: Mg (200 nm)	p-AHP: Mg (400 nm)
AlGaIn/GaN EBL { (10 nm/10 nm)*7 for sample A1 } { (3 nm/3 nm)*9 for sample A2 }	AlGaIn/GaN EBL (10 nm/10 nm)*7	u-AHP (400 nm)
LT p-GaN: Mg { 65 nm for sample A1 } { 40 nm for sample A2 }	LT p-GaN: Mg (65 nm)	AlGaInP QW red (5nm * 15)
InGaIn/GaN MQW blue (3 nm /12 nm)* 9	InGaIn/GaN MQW green (3 nm /12.5 nm)* 10	AlGaInP QB red (7nm)* 15
InGaIn/GaN pre-MQW (1.5nm/7nm)* 6	n-GaN:Si pre layer (0.4 μm)	n-AlInP:Si (0.35 μm)
n-GaN:Si pre layer (0.4 μm)	n-GaN:Si (2 μm)	u-AlGaInP:Si (3 μm)
n-GaN:Si (2 μm)	u-GaN (2.5 μm)	n-GaAs:Si (80 nm)
u-GaN (2.5 μm)	AlN buffer layer (20 nm)	GaNP (200 nm)
AlN buffer layer (20 nm)	Sapphire substrate (650 μm)	GaAs substrate (350 μm)
Sapphire substrate (650 μm)		

(a)

(b)

(c)

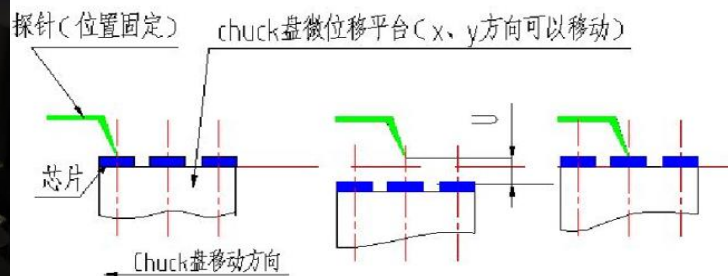
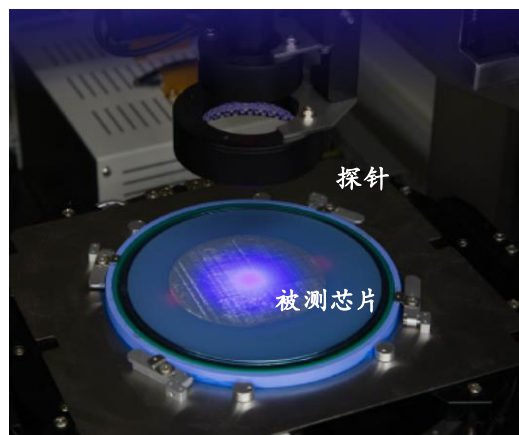
Mini LED芯片加工工艺升级存在三方面挑战

现有LED芯片加工设备基本满足Mini LED加工要求。Mini LED芯片加工设备包括光刻机、刻蚀机等，与半导体芯片设备类似，但精度要求较低。Mini LED芯片加工环节存在的挑战更多在于芯片设计和流程优化层面，对于设备并无硬性升级要求。现有的LED芯片加工设备较为成熟，基本可满足Mini LED工艺需求。

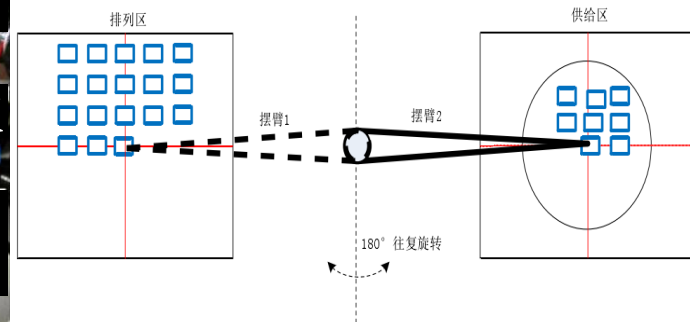
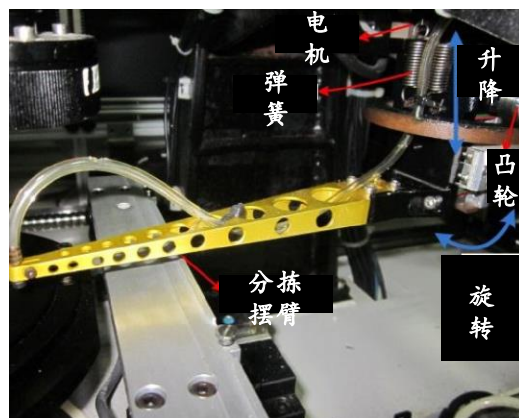
Mini LED芯片工艺升级存在三个方面的挑战。其一为小尺寸芯片设计。小尺寸情况下，焊接面平整度、电极结构设计、易焊接性、对焊接参数的适应性、封装宽容度均为设计的重难点。其二为倒装工艺的控制。倒装芯片在Mini LED规格下优势明显，但倒装工艺成熟度尚不及正装工艺，特别是RGB直显所用红光芯片，倒装时衬底转移工艺较为复杂。其三为一致性和可靠性要求的提升，需要在生产环节实行更严格的流程控制以提高良率。

1.4 测试分选：MiniLED芯片测试分选设备需提升速度与精度

◆ LED芯片测试装置图示



◆ LED芯片分选装置图示



Mini LED芯片测试分选设备需提升速度与精度

测试分选是Mini LED芯片出厂前的重要环节。

- LED测试通常分为芯片端测试和封装端测试。在芯片测试端，由于Mini LED生产工艺尚不成熟且良率不足，行业普遍采用全测全分模式，芯片出厂前需进行至少一次光电测试，以剔除不良芯片，满足下游对良率的需求。
- 测试完成、确定芯片光电等级后，由分选装置将芯片分拣排列，以供下游封装和使用。

测试和分选工序可由同一台机器(一体机)完成，也可分别由两台机器完成。前者可靠性强，但速度慢；后者可实现快速分选，但涉及数据在两台设备间的传输，可靠性有所降低。

Mini LED对芯片的一致性与可靠性要求更严格，需要测试分选设备层面的提升。芯片检测环节效率低、耗时长，成为Mini LED成本控制的瓶颈之一，要求测试分选设备厂商不断提升设备速度与精度。



CONTENT 目录

◎ 一、Mini LED前道制造工艺与设备介绍

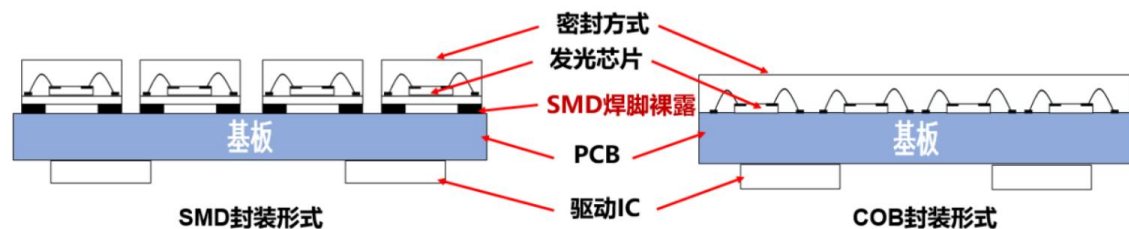
◎ 二、Mini LED后道封装工艺与设备介绍

◎ 三、设备企业布局情况

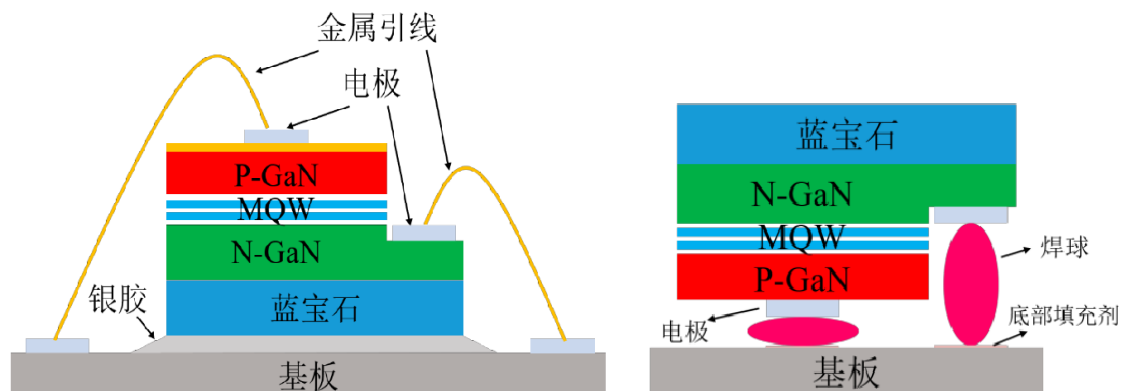
◎ 四、投资要点与风险提示

2.1 封装路线：LED封装主要包括SMD、IMD和COB三大类

◆ 根据封装集成度区分：SMD与COB



◆ 根据芯片方向区分：正装与倒装



资料来源：希达电子，CNKI，平安证券研究所

LED芯片封装主要包括SMD、IMD和COB三大类

根据封装结构的集成度，LED封装路线可分为SMD、COB与IMD(n合一)三类。SMD (Surface Mounted Devices)是先将单个芯片封装成灯珠，再将其组装至基板上的封装方案，单个封装结构中只包含1个像素。COB (Chip on Board)方案则是将多颗LED裸芯片直接与PCB电路板相连，省去LED芯片单颗封装后贴片的工艺流程，单个封装结构中可包含大量像素。IMD (Integrated Matrix Devices)方案通常被视为两种方案的折中，将多颗芯片（通常为4-9颗）封装在单个结构中，然后再组装到基板上。

根据芯片封装方向，LED封装路线又可分为正装与倒装方案。正装方案使用水平或垂直结构芯片，芯片通过焊线与PCB基板相连；倒装方案使用倒装芯片，无需引线焊接，金属电极通过回流焊与基板相连。倒装方式具有多项优势：1) 出光面无遮挡，提升了光效；2) 电极与基板接触面积大，改善了焊线虚焊、断线不良问题，可靠性更强；3) 芯片热量直接通过焊点传导到基板，易于散热，提高器件寿命及色彩稳定性。

2.1 封装路线：倒装COB有望成为Mini LED主流的封装方式

◆ 各封装方案优劣势比较

	路线描述	优势	劣势	技术成熟度
SMD	单颗芯片封装后集成在基板上	设备与工艺成熟，中大尺寸应用中成本优势明显；全测分选显示一致性高，标准化元器件可兼容不同的点间距	焊点多，气密性差；封装难度、器件可靠性和终端贴片精度均难以适应P1.0以下发展	☆☆☆☆
IMD	多颗（常见4颗）芯片阵列化封装后集成在基板上	通用性较强，色彩一致性及良率都优于COB，可满足P0.9~0.4需求；产业链配套成熟，综合成本低，可实现快速产业化	防磕碰、防水汽能力不及COB；显示颗粒感强；产品间距无法灵活调整	☆☆☆
COB	芯片集成在PCB基板上进行封装	减少支架成本、工艺简化；降低芯片热阻；可靠性与稳定性强，失效率低；防磕碰性能好，防护性最优；屏幕厚度更薄等	光色一致性尚存在瓶颈，量产难度较高；P0.7以下载板PCB精度不足、制程良率低有待攻克；返修困难	☆☆
COG	采用玻璃基板作为LED的载板，芯片集成在玻璃基板上进行封装	基板尺寸稳定性、平整度更高，且利用了半导体的光刻制程，布线精度更高，有利于高密度封装	面临高密度多层线路布线(基板过孔)、切割、不良返修等关键技术瓶颈	☆

资料来源：CNKI，国星光电，平安证券研究所

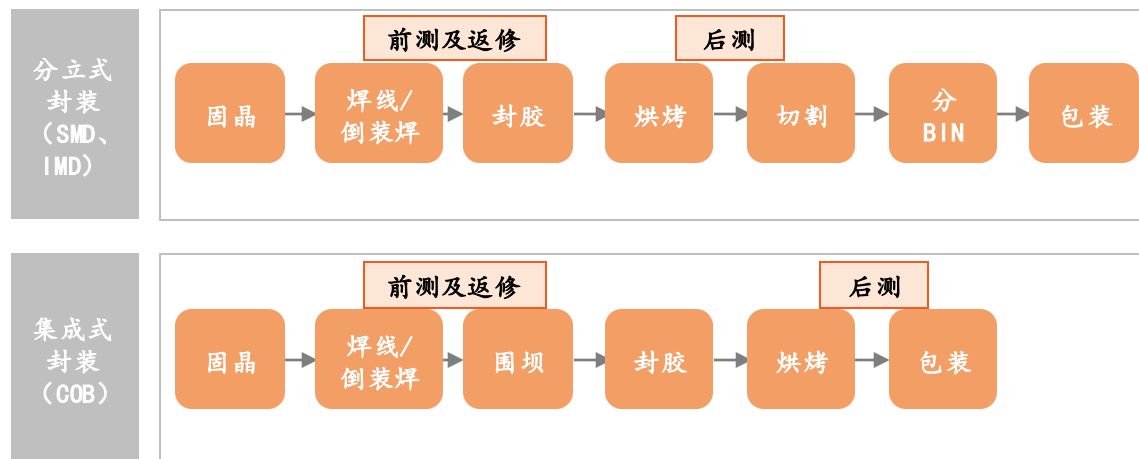
IMD和COB是现阶段Mini LED主流方案

倒装COB有望成为Mini LED主流的封装方式。Mini LED时代，芯片微缩化增加了封装难度，促成了不同封装技术的开发，SMD、IMD、COB、COG (Chip On Glass)等路线百花齐放。我们认为，倒装COB有望成为Mini LED主流的封装方式。

- **SMD**：设备与工艺高度成熟，但可靠性和稳定性有缺陷；难以应对P1.0以下需求。
- **IMD**：材料与工艺与SMD类似，具备SMD光色一致性的优点，同时可靠性和贴片效率较SMD有所提高。产业链成熟，可优先实现产业化。
- **COB**：包括正装和倒装COB。可靠性和稳定性强，更容易实现小间距显示。随着产业链生态的逐步成熟，倒装COB有望成为Mini LED主流的封装方式。
- **COG**：精度高、稳定性好，被视为Micro LED (<P0.3)的未来，然而目前技术仍存在一定瓶颈。

2.2 Mini LED封装工艺对固晶机、检测和返修设备提出新要求

◆ Mini LED封装工艺流程



◆ Mini LED工艺对封装设备的要求

设备名称	设备需求
固晶机	Mini LED要求实现高精度、高速度固晶。传统固晶设备在对P1.0以下Mini LED进行贴片时，为满足精度要求，贴片速度被迫大幅降低，影响生产效率。因此更高精度和速度的固晶机是Mini LED量产的关键设备。
检测设备	芯片尺寸小且用量成倍增长，传统测试设备所需测试时间同步延长，导致生产时间增加，产能受限。因此需要开发速度与精度都更高的检测设备。
返修设备	为保证最终产成品质量，需开发返修设备，对焊接不良或芯片不良的元件进行剔除和替换。

Mini LED对设备速度良率要求更高

LED封装流程所需设备包括固晶机、焊线机/回流焊机、灌胶机、检测与返修设备等。固晶机用于芯片贴装环节；焊线机用于正装芯片与基板之间的引线键合；回流焊机用于倒装工艺下的芯片焊接；灌胶机用于封装环节；检测设备用于生产各环节的检测；返修设备用于去除和替换存在缺陷的部分晶粒。

Mini LED封装对作业速度与良率提出挑战。随着LED芯片尺寸缩小，单位面积芯片用量急剧增加，生产速度与良率的平衡成为厂商的重要挑战。一方面，提高速度有助于降低生产成本，是实现量产的关键；另一方面，如果速度提高时良率无法保证，返修工序会相应加重，从而抬升成本。Mini LED封装流程中，固晶机、检测设备和返修设备涉及到芯片的巨量处理，与作业速度和良率息息相关，是量产的关键设备。

2.3 固晶环节：芯片转移技术是提升MiniLED产能的关键

◆ 新益昌HAD8606六头平面式高速固晶机



◆ 各下游厂商开发中的巨量转移方案

技术路线	中文名称	应用原理	应用厂商或机构	转移速率
Elastomer stamp	弹性转印	范德华力	X-Celeprint	1M units/hr
Roll Printing	滚轮转印	范德华力	KIMM	1000 units/sec
Laser Release	激光剥离转移	激光	Uniqarta, QMAT	100M units/hr
Liquid Assembly	流体自组装	重力&流体力学	eLux	50M units/hr
Magnetic Stamp	磁性转印	磁力	ITRI	0.9M units/hr
Electrostatic Stamp	静电转印	电磁力	Luxvue	12M units/hr

资料来源：新益昌，IEEE，平安证券研究所

Mini LED固晶机转移速度与精度待提升

固晶机是LED封装的重要设备。在LED封装流程中，固晶机用于将晶片从晶片盘吸取后贴装到PCB（印刷线路板）或支架的指定区域，并进行缺陷检测。常见的Pick & Place模式固晶机工作原理为：①对晶片和PCB/支架板进行图像识别、定位及图像处理。②通过银胶拾取装置对支架板的给定位置进行点胶处理。③利用晶片吸取装置将晶片准确放置于点胶处固定。

芯片转移技术的突破是Mini LED产能提升的关键。Mini LED芯片的大量转移是突破产能瓶颈的关键，对固晶机芯片转移的精度和速度提出了更高需求。目前，固晶机芯片转移方案主要包括传统的拾取放置方案（Pick & Place）、刺晶方案和激光转移方案。此外，为了应对未来Micro LED的更高要求，各厂商分别推出了不同的巨量转移方案。芯片转移速度和精度的突破，有望成为未来固晶设备厂商的关键竞争点。

2.3 固晶环节：Pick & Place和刺晶为目前主要的固晶方案

图示	◆ Pick & Place	◆ 刺晶	◆ 弹性转印	◆ 激光剥离转移
说明	<p>① 对晶片和 PCB/支架板进行图像识别、定位及图像处理。</p> <p>② 通过银胶拾取装置对支架板的给定位置进行点胶处理。</p> <p>③ 利用晶片吸取装置将晶片准确放置于点胶处固定。</p>	<p>将排布芯片的蓝膜置于刺针和PCB板/玻璃板之间，芯片面朝下。刺针向下推动蓝膜发生形变，使芯片与基板发生接触并固定。这一方案无需逐个识别芯片位置，因此速度远快于拾取放置方式，但蓝膜形变可能导致精度受到限制。</p>	<p>使用弹性印模进行芯片转移，让LED以范德华力粘附在转移头上，或转印到目标衬底片的预定位置上。实现转移的原理包括控制剥离速度、控制印章曲率、制作微结构、使用形状记忆聚合物等。此方案适合小面积、柔性屏幕，包括可穿戴设备屏幕等制作。</p>	<p>图案化激光剥离，即应用激光直接从原有衬底上剥离LED芯片以实现转移。使用准分子激光，选择性地照射在氮化镓外延层生长界面上的特定区域，再通过紫外线曝光产生镓单质和氮气，使外延片平行转移至新衬底，实现精准的阵列转移。</p>
应用公司	新益昌、ASMpt	K&S (Rohinni)	X-Celeprint	Uniqarta, QMAT

资料来源：普莱信，n-tech research, IEEE, 平安证券研究所

2.4 测试与返修环节：工艺与设备路线各异，设备商多方探索

◆ 吉洋视觉Mini划片后检测收料一体机



◆ 微组半导体(左)&盟拓科技(右)Mini LED返修设备



资料来源：各公司官网，平安证券研究所

封装测试与坏点返修是Mini LED封装新的挑战

测试设备是Mini LED最终产品良率的重要保障。LED封装完成后，需再次进行光电测试，并进行色度学参数测试。Mini LED可通过AOI (Automated Optical Inspection, 自动光学检测) 设备进行检测，应用视觉方案检测固晶和焊接情况、产品外观情况，亦可对点亮后的LED进行测试。目前Mini LED封装测试领域设备的种类繁多，设备标准化程度不高，各厂商提供的设备路线与工艺不尽相同，但均要求检测精度和速度的不断提升。

返修设备的开发是Mini LED新的痛点与难点，设备厂商多方探索。对微米尺寸且数量庞大的LED灯珠进行有效检测并修复坏点难度很大，封装后的Mini LED返修对设备厂商提出挑战。目前市场上尚无标准化的技术路线。部分设备产品可实现的功能包括自动获取不良坐标和不良类型、自动剔除不良元件（超声波或激光）和清理焊盘、自动重置焊锡或银胶、二次固晶和焊接等。设备厂商的多方探索有利于加速Mini LED的量产运用。



CONTENT 目录

◎ 一、Mini LED前道制造工艺与设备介绍

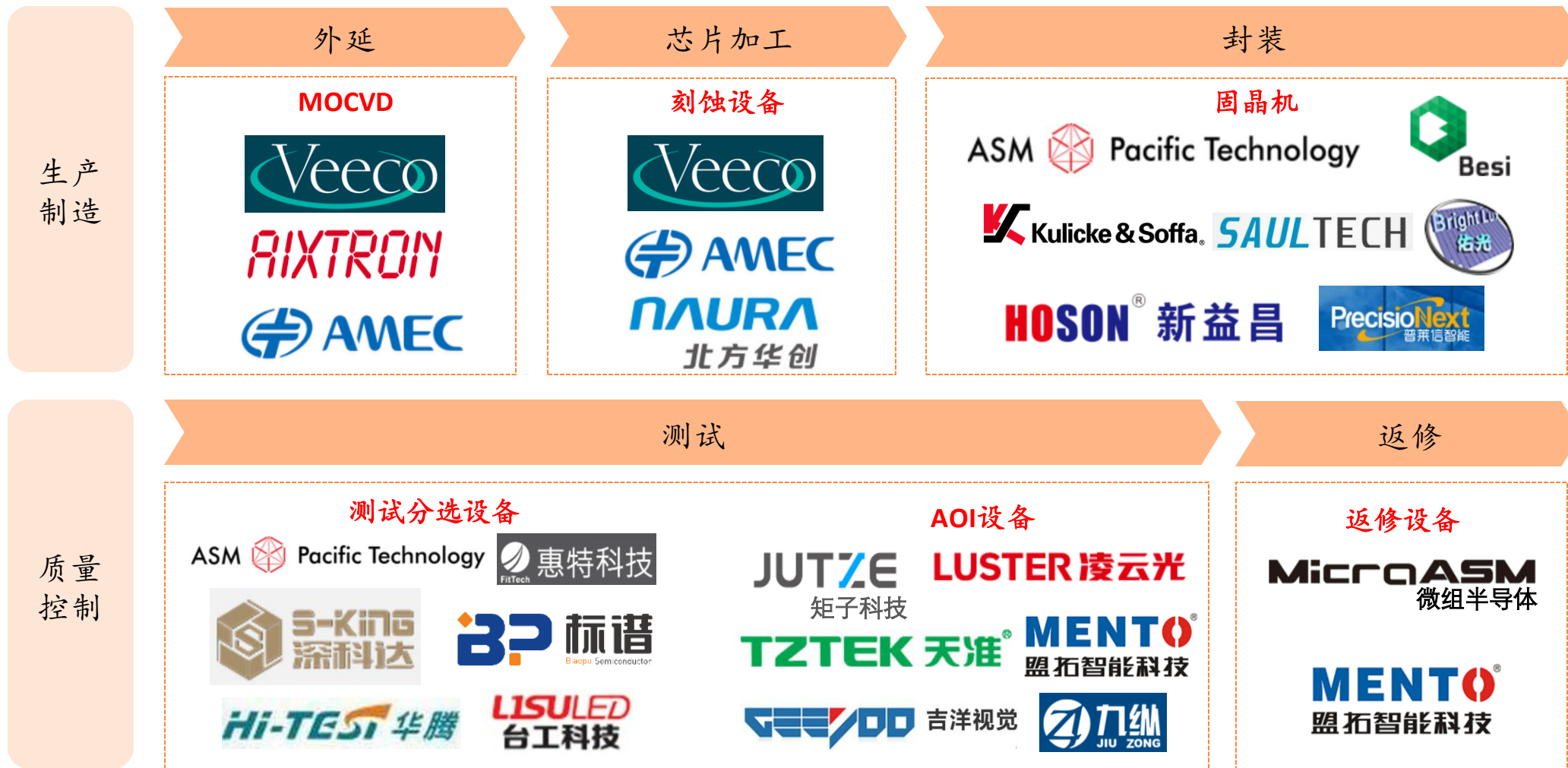
◎ 二、Mini LED后道封装工艺与设备介绍

◎ 三、设备企业布局情况

◎ 四、投资要点与风险提示

3.1 芯片制造、封装和测试领域涌现出一批国产设备商

◆ Mini LED设备产业图谱



3.2 芯片制造与封装设备：中微公司、北方华创和新益昌成为国内优秀代表

◆ Mini LED生产与封装设备公司情况

	公司名称	公司简介&Mini LED设备布局
芯片制造	Veeco	成立于1945年，是全球领先的MOCVD设备厂商。针对Mini LED生产需求，开发了MOCVD设备、湿法清洗与刻蚀设备、干法刻蚀设备等，提供Mini LED全套解决方案。
	Aixtron	成立于1983年，总部位于德国，是全球领先的MOCVD设备厂商。爱思强独有的行星式反应器可保证外延生长的波长一致性和高良率，已获得臻创、康佳等多家Micro LED厂商认可。
	中微公司	成立于2004年，于2019年登陆科创板，是国产刻蚀设备和MOCVD双龙头。公司于2021年6月推出专为高性能Mini LED量产设计的Prismo UniMax MOCVD设备；半导体ICP刻蚀设备已获客户验证。
	北方华创	成立于2001年，于2010年深交所上市，是国内半导体设备龙头，设备业务布局广泛。公司LED芯片加工设备产品包括等离子刻蚀设备、物理气相沉积（PVD）设备、清洗设备等，均可用于Mini LED生产。
芯片封装	ASMPT	成立于1975年，半导体和LED集成及封装设备全球领先，总部位于新加坡。ASMPT拥有独特的巨量转移接合技术，推出全自动巨量焊接产线OceanLine，提供精准排序、转移与接合方案。此外，ASMPT联手希达电子，在2020年共同打造了基于Mini COB封装技术的智能生产工厂，新增Mini LED产能7000KK/年。
	Besi	成立于1995年，是全球半导体和电子行业半导体组装设备的领先供应商，总部位于荷兰。Besif旗下有Esec和Datacon两大固晶机品牌，提供多款LED固晶机产品，满足正装和倒装等不同需求。
	K&S	成立于1951年，是全球领先的半导体和电子组装解决方案提供商，总部位于美国。公司和Rohinni联合推出Mini LED转移设备PIXALUX，此设备是第一台真正实现Mini LED巨量转移的设备。
	Saultech	梭特科技总部位于中国台湾，Mini LED设备产品包括固晶机和分选机，专注于Pick and Place转移技术的研发和革新。
	新益昌	成立于2006年，2021年4月登陆科创板，是国产LED固晶机龙头。目前公司用于Mini背光的固晶机台可实现40k/h固晶效率，用于Mini直显的机台固晶效率120k/h，良率达到99.9998%。
	佑光	佑光器材公司成立于2007年2月，主要设备产品包括自动固晶机、贴片机、高速固晶机等。可提供Mini LED背光及直显用高速固晶机。
	普莱信	成立于2017年，从事半导体设备，高精密绕线设备，控制器，驱动器的研发及销售，总部位于东莞。公司推出了XBonder COB倒装巨量转移设备，采用刺晶模式，最小可对100μm芯片进行固晶，速度最高180K/h，精度±15微米。

资料来源：各公司官网，LED Inside，平安证券研究所

3.3 测试与返修设备：技术路线各异，厂商百花齐放

◆ Mini LED测试与返修设备公司情况

	公司名称	公司简介&Mini LED设备布局
测试分选	ASMPT	成立于1975年，总部位于新加坡。在半导体和LED领域布局了测试分选设备和AOI设备。
	惠特科技	成立于2004年，总部位于中国台湾，是全球最大的LED点测与分选设备制造商，Mini LED点测分选设备贡献营收持续增长。设备业务之外，公司于2021年启动了Mini LED检测代工业务。
	深科达	成立于2004年，2021年3月在科创板上市，总部位于深圳，从事全自动贴合系列、半自动贴合系列、AOI/检测系列、指纹模组系列、COG/FOG系列、非标系列、半导体系列邦定贴合设备研发、生产、销售、服务。公司Mini LED测试分光设备已获得下游订单。
	华腾半导体	LED封装测试设备公司，总部位于深圳。针对Mini LED测试需求，推出了全自动测试分选机HT7600和全自动编带机HT6000，测试精度和良率均有所提升。
	标谱	成立于2011年，是一家集研发、生产、销售、服务于一体的半导体封测设备制造商，总部位于深圳。标谱LED封测相关产品包括LED分光机、编带机等，现已成功完成了COB LED测试系统升级，以应对Mini LED检测需求。
	台工科技	成立于2010年，总部位于东莞。产品包括LED分光设备、编带设备、AOI目检机等。
AOI	矩子科技	成立于2007年，总部位于上海，于2019年登陆创业板。公司致力于机器视觉设备的制造，主要产品为在线全自动光学检测设备。截至2020年底，公司AOI设备产品已导入Mini LED生产应用。
	天准科技	成立于2005年，总部位于苏州，2019年科创板上市。公司主营产品为工业视觉装备。截至2020年底，公司应用于LCD、OLED、MiniLED、MicroLED等工艺的前段Array制程检测设备处于研究阶段。
	凌云光	成立于2002年，于2021年6月递交科创板招股说明书申报稿。总部位于北京，是可配置视觉系统、智能视觉装备与核心视觉器件的专业供应商。在新型显示领域，公司开发了LCD/OLED/mini LED/Micro LED显示屏cell段/模组段半自动/全自动点灯、外观质量检测装备等系列产品。
	奥普特	成立于2006年，于2020年12月登陆科创板。公司以成像技术和视觉分析两大技术平台为基础，结合多年积累的专有技术（Know-How），协助下游产业实现智能制造。在LED显示领域，公司AOI设备可实现晶圆切割定位、PCB板、晶片和DIE检测、焊锡检测等。
返修	吉洋视觉	成立于2014年，总部位于东莞，致力于高精度光学检测设备的研发。公司Mini LED自动光学检测机可应用于Mini LED划片后在线检测。
	微组科技	成立于2017年，是上市公司易天股份控股子公司，总部位于深圳。公司是半导体微组设备专业制造商，研发了AMR系列Mini LED/IC全自动激光返修设备，可进行mini LED焊接不良以及芯片不良的修复，对于焊接不良进行芯片拆除后，进行新芯片贴装焊接。
	盟拓智能	成立于2010年6月，总部位于东莞。从事工业机器视觉软硬件技术研发，为新型显示、泛半导体、电子产业的客户提供自动化生产和检测设备、视觉方案。可提供Mini LED AOI外观检测设备和返修设备。

资料来源：各公司官网，LED Inside，平安证券研究所

3.4 国内重点公司聚焦

中微公司 (688012.SH)：公司是国产刻蚀设备和MOCVD双龙头，MOCVD和ICP刻蚀设备业务有望受益于Mini LED爆发。

MOCVD方面，公司于2021年6月推出专为高性能Mini LED量产设计的Prismo UniMax MOCVD设备；ICP刻蚀设备方面，公司半导体ICP刻蚀设备已获客户验证，作为国内刻蚀设备龙头有望受益于Mini LED带来的ICP刻蚀设备增量需求。

北方华创 (002371.SZ)：公司半导体设备布局全面，受益于Mini LED爆发，刻蚀设备和PVD设备有望量价齐升。

公司是国内半导体设备龙头，设备业务布局广泛。公司LED芯片加工设备产品包括等离子刻蚀设备、物理气相沉积（PVD）设备、清洗设备等，均可用于Mini LED生产，有望形成一站式服务能力。

新益昌 (688383.SH)：公司是国产LED固晶机龙头，Mini LED固晶机有望成为国内厂商首选，分享市场爆发红利。

公司是国内LED固晶机龙头企业，LED固晶机全球市占率28%，国内市占率60%，国内市场认可度高。Mini LED固晶机竞争对手包括ASMPT和K&S，公司具有价格和服务优势，有望成为国内厂商首选，分享Mini LED爆发红利。目前公司Mini LED固晶机在手订单充足，业绩增长动力强。

深科达 (688328.SH)：显示行业智能装备领导者，Mini LED设备布局形成新增量。

公司从事全自动贴合系列、半自动贴合系列、AOI/检测系列、指纹模组系列、COG/FOG系列、非标系列、半导体系列邦定贴合设备研发、生产、销售、服务。公司Mini LED测试分光设备已获得下游订单。



CONTENT 目录

◎ 一、Mini LED前道制造工艺与设备介绍

◎ 二、Mini LED后道封装工艺与设备介绍

◎ 三、设备企业布局情况

◎ 四、投资要点与风险提示

投资要点

- **Mini LED市场爆发在即，工艺改进为设备企业带来新机遇。** Mini LED指由尺寸介于50-200 μm 之间的芯片构成的LED器件。相比芯片尺寸大于200 μm 的传统LED，Mini LED在前道制造和后道封装环节均有工艺改进，有望为设备企业带来新的机遇。
- **前道制造：关注MOCVD和测试分选设备机会。** Mini LED芯片前道制造通常包括衬底、外延、芯片加工三大环节，其中芯片加工又包括光刻、刻蚀、溅射、蒸镀、测试分选等工序。针对设备而言：1) 由于Mini LED芯片外延环节对波长均匀性和缺陷控制提出新的要求，更高产能和更高良率的MOCVD设备需求有望上升。2) 芯片加工完成后，面对更大规模的芯片数量，测试分选设备需要提高产能和效率。
- **后道封装：关注固晶机和返修设备机会。** Mini LED后道封装工艺通常包括固晶、回流焊、测试、返修、封胶、烘烤等流程。针对设备而言：1) Pick & Place和刺晶为目前固晶机的主要方案，高精度、高速度固晶机成为Mini LED的优选。2) Mini LED返修是难点，设备路线标准不一，设备商多方探索。
- **投资建议：**我们认为，Mini LED渗透率提升初期，设备企业弹性最大，值得高度关注。建议关注中微公司（国产MOCVD和刻蚀设备双龙头，Mini LED专用MOCVD设备有望放量）；北方华创（半导体设备“全能型选手”，刻蚀设备和PVD等设备有望受益于Mini LED渗透率提升）；新益昌（国内LED固晶机绝对龙头，Mini LED固晶机先行者）；深科达（显示行业智能装备领导者，Mini LED检测分选设备有望放量）。

风险提示

(1) Mini LED 市场发展不及预期风险。

若 Mini LED 背光和直显市场发展不及预期，则相关设备采购量将低于预期，影响相关设备公司增长机会。

(2) Mini LED 设备技术迭代的风险。

目前，Mini/Micro LED 技术路线尚未定型，设备方案同样存在更迭风险。如果国产设备企业技术研发不足或技术突破不及预期，可能影响国产设备进口替代的节奏。

(3) 竞争加剧的风险。

半导体/泛半导体设备行业高度垄断，随着大陆市场的快速成长，外资巨头若加大对大陆市场的投入，Mini LED 设备市场竞争可能加剧，影响国内相关公司的业绩。

(4) 宏观经济下行风险。

若疫情加剧，或其他因素导致国内宏观经济下行，可能对各类设备需求造成负面影响。

平安证券综合研究所投资评级：

股票投资评级：

- 强烈推荐（预计6个月内，股价表现强于沪深300指数20%以上）
- 推荐（预计6个月内，股价表现强于沪深300指数10%至20%之间）
- 中性（预计6个月内，股价表现相对沪深300指数在±10%之间）
- 回避（预计6个月内，股价表现弱于沪深300指数10%以上）

行业投资评级：

- 强于大市（预计6个月内，行业指数表现强于沪深300指数5%以上）
- 中性（预计6个月内，行业指数表现相对沪深300指数在±5%之间）
- 弱于大市（预计6个月内，行业指数表现弱于沪深300指数5%以上）

公司声明及风险提示：

负责撰写此报告的分析师（一人或多人）就本研究报告确认：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

平安证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本公司研究报告是针对与公司签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本公司研究报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的，本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识，认真考虑是否进行证券交易。

市场有风险，投资需谨慎。

免责声明：

此报告旨在发给平安证券股份有限公司（以下简称“平安证券”）的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准，不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠，但平安证券不能担保其准确性或完整性，报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价，报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任，除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断，可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问，此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。

平安证券股份有限公司2021版权所有。保留一切权利。