

半导体芯科技

S/S SILICON
SEMICONDUCTOR
Connecting the Silicon Semiconductor Community

· CHINA

半导体先进封装用胶的 若干技术挑战 10

适用于化学抛光的自动化AFM表面分析 14

端到端数据管理帮助提升汽车电子产品的可靠性 21

Exyte助力中国半导体智能制造 33



www.siscmag.com



微信公众号

半导体芯科技



• CHINA

从中国政府定立的长期目标，与及中国半导体行业的潜在规模，催化了《半导体芯科技》（Silicon Semiconductor China）中国版杂志的诞生。目前，中国的半导体消耗量达全世界的60%，但其中约90%的半导体需要依靠进口。从更广阔的背景来看，中国已经启动了自己的工业4.0计划，以便与欧洲和北美的制造能力相竞争。“中国制造2025”的目标之一是升级和增加包括信息技术、机器人和汽车业在内的十个关键领域的国产零部件含量。

为了提升半导体制造能力，中国政府计划在未来10年至少投资1770亿美元，以建立中国自己的芯片产业。目前，中国正在建设中的晶圆厂有24座。

多年来，面向全球的Silicon Semiconductor英文版杂志也一直为中国半导体行业的专业人士提供服务，但现在是时候推出一本独立的《半导体芯科技》（Silicon Semiconductor China）中文版杂志了。

免费索阅



注册已经开始了

EDI
CON

2020

Electronic Design Innovation Conference

电子设计创新大会

2020年秋季

国家会议中心，北京，中国

访问www.mwjjournalchina.com/edicon注册参会

- ▶ 5G/先进通信
- ▶ 毫米波技术
- ▶ 放大器设计
- ▶ 电磁兼容/电磁干扰
- ▶ 低功耗射频和物联网
- ▶ 前端设计

- ▶ 电源完整性
- ▶ 雷达和国防
- ▶ 射频和微波设计
- ▶ 信号完整性
- ▶ 仿真和建模
- ▶ 测试和测量

www.mwjjournalchina.com/edicon

目录 CONTENTS

封面故事 Cover Story

10 半导体先进封装用胶的若干技术挑战 Challenges for Adhesives Material Applied in Advanced Packaging Industry

- 邵建义博士, 好乐公司总经理

先进封装技术已成为持续推进半导体产品性能提升和功耗降低的关键因素, 也为将不同工艺节点和工艺技术的不同芯片集成到一个 Package 上提供了可能性, 它必将成为未来半导体封装的主流方向。然而先进封装需要能推动工艺、设备和材料全面创新的解决方案。



编辑寄语 Editor's Note

4 我所看见的半导体行业大势 Semiconductor Industry's Trends in My Eyes

- 贺贵鸿

产品聚焦 Product Focus

- 5 KLA 为芯片制造提供新的量测系统
- 5 Swagelok 用于 ALD 的超高纯阀门
- 6 Edwards 智能液环真空泵适应恶劣环境
- 6 全自动薄膜测量设备用于 MEMS 及传感器制造
- 7 Brewer Science 首款永久性粘合材料
- 7 盛美先进晶圆清洗机 Ultra C Tahoe
- 7 格芯首款基于 22FDX 平台且可批量生产的 eMRAM
- 8 Manz 高精度药液浓度分析仪
- 8 泛林等离子刻蚀技术及系统解决方案

《半导体芯科技》编委会 (排名不分先后)

王文利 教授
西安电子科技大学电子可靠性(深圳)研究中心主任
雅时国际商讯顾问

张昭宇 教授
香港中文大学(深圳)理工学院
深圳半导体激光器重点实验室主任

刘功桂 教授级高工
中国电器科学研究院股份有限公司威凯技术中心主任

冀运景 总经理
深圳明锐理想科技有限公司

云星 总经理
深圳安博电子有限公司

刘丰收 总经理
上海望友信息科技有限公司

李光 常务副总裁
深圳雷曼光电股份有限公司

张弛 总裁
深圳贝特莱电子科技股份有限公司

乔旭东(Dr.) 总经理
深创投集团投资发展研究中心

关于雅时国际商讯 (ACT International)



雅时国际商讯 (ACT International) 成立于1998年, 为高速增长的中国市场中广大高技术行业服务。ACT通过它的一系列产品—包括杂志和网上出版物、培训、会议和活动—为跨国公司与中国企业架起了拓展中国市场的桥梁。ACT的产品包括多种技术杂志和相关的网站, 以及各种技术会议, 服务于机器视觉设计、电子制造、激光/光电子、射频/微波、化合物半导体、半导体制造、洁净及污染控制、电磁兼容等领域的约二十多万专业读者及与会者。ACT亦是若干世界领先技术出版社及展会的销售代表。ACT总部在香港, 在北京、上海、深圳和武汉设有联络处。www.actintl.com.hk

About ACT International Media Group

ACT International, established 1998, serves a wide range of high technology sectors in the high-growth China market. Through its range of products -- including magazines and online publishing, training, conferences and events -- ACT delivers proven access to the China market for international marketing companies and local enterprises. ACT's portfolio includes multiple technical magazine titles and related websites plus a range of conferences serving more than 200,000 professional readers and audiences in fields of electronic manufacturing, machine vision system design, laser/photronics, RF/microwave, cleanroom and contamination control, compound semiconductor, semiconductor manufacturing and electromagnetic compatibility. ACT International is also the sales representative for a number of world leading technical publishers and event organizers. ACT is headquartered in Hong Kong and operates liaison offices in Beijing, Shanghai, Shenzhen and Wuhan.

目录 CONTENTS

技术 Technology

- 14** 用于化学抛光的自动化 AFM 表面分析
Automated AFM surface profiling for CMP applications
- Keibock Lee, Park Systems 董事长
- 18** 智能制造的大数据分析
Big Data Analysis for Smart Manufacturing
- James Moyne, Jimmy Iskandar, 应用材料公司
- 21** 端到端数据管理对于满足汽车电子产品的可靠性需求至关重要
End-to-end data management essential to meet reliability requirements of automotive electronics
- Mike McIntyre, Onto Innovation 软件产品管理部门总监
- 26** 硅 3D 集成技术的新挑战与新机遇
Challenges for Adhesives Material Applied in Advanced Packaging Industry
- Jean Michailos, 意法半导体
- 29** 利用片上高速网络实现 FPGA 内部的超高带宽逻辑互连
2D NoC enables FPGA to achieve internal ultra-high-bandwidth logic interconnects
- 黄仑, Achronix 资深现场应用工程师



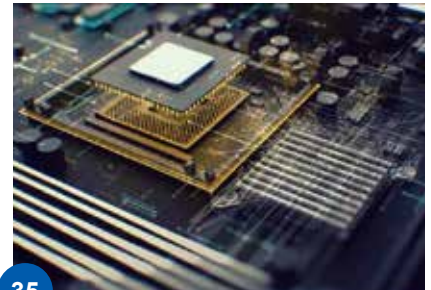
21



31

观点 Viewpoints

- 31** 为什么 AIoT 是技术持续创新的必备要素?
Why AIoT is an essential element of continued technological innovation?
- Andrew Grant, Imagination Technologies 人工智能资深总监
- 33** 高科技设施先锋 Exyte 助力中国半导体智能制造
Exyte makes for China semiconductor's intelligent manufacturing with high-tech facility solutions
- 赵雪芹



35

专栏 Column

- 35** 华润微立足功率器件，推动国产化进程
CR Micro Promotes Localization Based on Power Devices
- 贺贵鸿
- 38** 产业动态 Industry Trends
- 40** 广告索引 Ad Index

关于《半导体芯科技》

《半导体芯科技》(原半导体科技)中国版(SiSC)是全球最重要和最权威的杂志Silicon Semiconductor的“姐妹”杂志。由香港雅时国际商讯出版,报道最新半导体产业新闻、深度分析和权威评论。为中国半导体专业人士,提供他们需要的商业、技术和产品信息,帮助他们做出购买决策。《半导体芯科技》内容覆盖半导体制造、先进封装、晶片生产、集成电路、MEMS、平板显示器等。杂志服务于中国半导体产业,包括IC设计、制造、封装及应用等。

About Silicon Semiconductor China

Silicon Semiconductor China is the 'sister' title to Silicon Semiconductor - the world most respected and authoritative publication, published by ACT International in Hong Kong (former SST China), reports the latest news, in-depth analysis, and authoritative commentary on the semiconductor industry. It provides for Chinese semiconductor professionals with the business and technology & product information they need to make informed purchasing decisions. Its editorial covers semiconductor manufacturing, advanced packaging, wafer fabrication, integrated circuits, MEMS, FPDs, etc. The publication serves Chinese semiconductor industry, from IC design, manufacture, package to application, etc.

社长 Publisher

麦协林 Adonis Mak
adonism@actintl.com.hk

主编 Editor in Chief

赵雪芹 Sunnie Zhao
sunniez@actintl.com.hk
贺贵鸿 Mizy He
mizyh@actintl.com.hk

出版社 Publishing House

雅时国际商讯 ACT International
香港九龙 B,13/F, Por Yen Bldg,
长沙湾青山道478号 478 Castle Peak Road,
百欣大厦 Cheung Sha Wan,
13楼B室 Kowloon, Hong Kong
Tel: (852) 2838 6298
Fax: (852) 2838 2766

北京 Beijing

Tel/Fax: 86 10 64187252

上海 Shanghai

Tel: 86 21 62511200

Fax: 86 21 52410030

深圳 Shenzhen

Tel: 86 755 25988571

Fax: 86 755 25988567

武汉 Wuhan

Tel: 86 27 59233884

UK Office

Angel Business
Communications Ltd.
6 Bow Court,
Fletchworth Gate,
Burnsall Road, Coventry,
CV56SP, UK
Tel: +44 (0)1923 690200
Chief Operating Officer
Stephen Whitehurst
stephen.whitehurst@angelbc.com
Tel: +44 (0)2476 718970



我所看见的半导体行业大势

近年来我国半导体制造业不断遭遇国外掣肘，从中兴制裁令、《瓦森纳协定》扩大化、到对华为实施关键材料/设备及IC的限量输出甚至禁售，乃至近期美国疑似再度发起的“337调查”，我国电子行业正不断地迎来一波波冲击。从华为、中兴两个案例我们意识到两点，1) 企业必须具备核心竞争力，2) 企业必须构建主动式供应链以摆脱国外的桎梏。

芯片自给率较低、核心芯片缺乏，没有掌握关键技术，导致芯片成为我国第一大进口商品，严重威胁国家的稳定与发展。

根据中国海关统计数据：2018年IC进口金额3107亿美元、同比上年提升19.9%，与之相比2019年IC进口金额3040亿美元，同比上年下降2.2%；2018年IC出口金额845亿美元，同比上年上升26.7%；与之相比2019年IC出口金额1015亿美元，同比上年上升20.1%。

通过研究多家机构的数据，我们可以看出：1) 去年我国IC的进口额是出口额的三倍，贸易逆差很明显；2) 去年进口额略有下降，主要是国产存储器自给自足的能力在增强，MCU及控制器供货能力也在增强；3) 我国IC的需求量约占全球50%，然而产值严重不足仅占全球8%左右，存在巨大缺口。

因此，这两年我国耗巨资大力扶植半导体行业，包括芯片设计(Fabless)、芯片制造(Foundry/IDM)、先进封测代工(OSAT)以及开发新型IC应用。许多终端厂商或者服务平台跨界投入，积极参与到各地政府政策支持的IC产线规划建设当中，包括阿里巴巴、百度、康佳、京东、小米、腾讯等，这是我国一个产业大势；而配套的工艺设备以及工艺材料生产厂也紧随其后。随着国家二期大基金的逐步落实，资本市场可谓蠢蠢欲动。据《半导体芯科技 SiSC》网站统计，从2019年12月至今，大规模半导体建设项目(不包括配套产业)就有47个左右。

新兴应用为整个半导体市场展现了一幅宏大的画卷，包括5G、智能家居、IoT、AI、汽车电子、机器人、医疗等，企业只有掌握核心技术才能把握主动权、角逐未来市场。因此，加快国产化的脚步已成为我国半导体行业的大势所趋。

随着全球新型冠状病毒肺炎(COVID-19)的蔓延，从长江存储(NAND Flash)、全国半导体厂、韩国三星、SK海力士，马来西亚、美国等逐渐扩散开去，它对于全球电子信息产业的影响势必会持续进行下去；因此，现在还不到全面总结行业受损程度的时刻。然而据初步预测，全球化因素导致电子元器件已经掀起了新一轮涨价潮，MLCC、电阻、硅片、晶振、CCL、存储、面板、LED芯片等均无一幸免。所幸国内疫情已得到遏制，全面恢复生产指日可待，消费市场需要时间激活。此疫过后，我们的生活方式将会悄然改变。

作为一家深耕于国内半导体行业的专业媒体，我们将眼光着眼于未来行业的发展：先进工艺的开发及实施，Fab厂自动化及管理，新建项目追踪，工艺设备/工艺材料/IC器件的国产化替代，以及终端应用投入IC行业将激起多大的浪花，等等。

贺贵鸿

KLA为芯片制造提供新的量测系统

KLA 公司推出两款用于 IC 及芯片产线的设备，包括基于成像技术的 Archer™ 750 套刻量测系统，以及 SpectraShape™ 11k 光学临界尺寸 (CD) 量测系统。在构建芯片中的每一层时，Archer 750 用于验证特征图案是否与前层对应结构图形对准，而 SpectraShape 11k 则帮助监控三维结构的形状，例如晶体管和存储单元，确保它们符合规格要求。通过识别图案对准或特征形状的细微变化，这些新的量测系统可帮助 IC 制造商严格控制所需的复杂制程，将高性能存储器和逻辑芯片推向市场，包括 5G、AI、数据中心和边缘计算等新兴应用领域。

根据制程的调整，Archer 750 套刻量测系统可提供准确可靠的套刻误差测量结果，其产能比肩单纯基于散射测量的套刻系统上所能实现的。该系统可在各个层之间提供准确而快速的反馈，从而帮助光刻机在线识别制程偏差并改善整体图案完整性，更快地提高良率，更稳定地生产高级逻辑、DRAM 和 3D NAND 器件。

SpectraShape 11k CD 和尺寸形状量测系统将灵敏度



和生产率进行完美的结合，可容纳以前无法企及的材料、结构和晶片形状。它能以高精度和高速度测量高级逻辑、DRAM 和 3D NAND 器件功能，可快速识别制程可能出现的问题并对其进行严格监控。

两套量测系统集成了 KLA 的 5D Analyzer® 高级数据分析系统，支持实时制程控制及工程监控与分析。设备均得到 KLA 全球综合服务网络的支持，满足客户对高性能高生产率的要求。此外设备均已通过应用鉴定，并已在全球领先的 IC 制造端投入使用，为诸多道制程提供关键反馈。

Swagelok用于ALD的超高纯阀门

自从原子层沉积 (ALD) 超高纯 (UHP) 阀门技术推向市场以来，Swagelok 一直与半导体设备厂商和芯片厂商合作，为对方提供可满足工艺变化所需的高性能产品。新型 UHP ALD20 阀门因应而生，有助于工艺设计人员可以灵活地进行低蒸气压化学实验，而这些化学物质可能是未来竞争优势的关键。

ALD20 的流量系数是标准 ALD 阀门的 2~3 倍，最高达 1.2Cv，占地 1.5 英寸，可最大限度提高生产工艺效率和沉积一致性。另一版 ALD20 阀门占地 1.75 英寸，流量高达 1.7Cv。当然厂家还提供可自行设置流量系数的产品。

ALD20 阀门专为实现峰值工艺一致性而设计的，可完全浸没在 10℃ 至 200℃ 的气箱中，从而增强了热稳定性和 ALD 沉积均匀性。阀体由 316L VIM-VAR 不锈钢或哈式 22 合金制成，耐腐蚀性强可承受腐蚀性介质；另采用高度抛光的 5μm 波纹管，Ra 光洁度支持清洁作业，可实现长期的工艺完整性。

Swagelok 市场营销总监 Garrick Joseph 表示，ALD20

是公司通过与业内领导者以及流体系统工程专家的紧密合作强势推向市场的，允许客户有效地使用前驱气体，这种以前被认为可能应用难度太大或成本太高的化学物质，无疑对下一代芯片技术的发展至关重要。



ALD20 的模块化表面安装配置带有 2~3 个端口，带卡套管对焊和外螺纹或内螺纹 VCR® 面密封端接的直通配置以及多孔口阀配置，以优化现有或新系统中的流路。高温光学位置传感器同样可作为附加组件提供。

Edwards智能液环真空泵适应恶劣环境

Edwards Vacuum 开发新的液环真空泵 ELRi 系列，适合工业和粗真空范围内的潮湿和腐蚀性应用。在这项新开发中有五项重要的技术特征：1) 热交换器由叶轮、端板、储液器和不锈钢制成，因而产品可以暴露在腐蚀性和极端工艺气体环境中；2) 内部注入通道降低了泄漏的风险；3) 电机法兰的水平布置减少了宝贵的维护时间；4) 机械密封的使用可防止泄漏并延长维护间隔；5) 机器外围是紧凑而坚固的隔音罩，可以保护电子组件并延长泵的使用寿命。



此外，ELRi 还配备了两个速度可控的变速驱动器 (VSD)。其中一个 VSD 将真空泵的速度调节到真空水平，

另一个 VSD 根据运行条件调节通过离心泵的水流量，以避免出现气蚀风险。两个 VSD 通过专利算法可连续同步，始终保持最佳性能。ELRi 还可以防止自动停顿，因此用户不用担心休止状态下真空泵会发生故障。

ELRi 的集成空气逻辑控制器可监控泵的重要特征和参数，同时还提供设定值控制选项。这样，用户可以根据工艺要求精确调整真空泵，节省能源。通过使用 EControl Box，可以连接和控制多个 ELRi 液环真空泵；Icon Box 允许智能监控和远程控制，有助于泵得到最佳维护和最长的正常运行时间。与此同时，用户仅需在必要时填充隔板，可减少水的消耗。

ELRi 系列液环真空泵的输送速度为 750~1050m³/hr，它涵盖了广泛领域的应用，如中央真空、制药、塑料、运输和食品。重型系列的设计中使所有与制程相关的部件均由不锈钢制成。所有液环真空泵标配配有喷嘴，特别适用于高蒸汽负荷的应用，可促进气体容量的增加。此外设备有手动和自动两种冲洗模式，即使在最脏的应用中也能将停机时间降至最小。

全自动薄膜测量设备用于MEMS及传感器制造

德国 SENTECH 是一家提供等离子处理技术设备（蚀刻和沉积）和自动测量光谱椭偏仪（薄膜测量）的厂商。该公司推出 SENDURO[®] MEMS 全自动薄膜测量设备，用于传感器和 MEMS 的生产。SENDURO[®] MEMS 使用光谱反射法和椭偏法提供可靠且精确的膜层测量，非常适合优化测量速度，精度和光斑尺寸。

SENDURO[®] MEMS 配备了反射仪并结合椭偏仪，基于最准确的步进扫描分析仪测量模式，可用于膜厚测量、光学常数 (μ 点)、以及基于多层堆栈的薄膜分析，灵活性好、准确性高，同时还能提供精确的测点位置。此外，设备采用 SpectraRay/4 软件，并配备 SECS/GEM 软件接口选项，可支持工厂主机 (MES) 与设备之间的通信。

SENDURO[®] MEMS 可处理双面晶圆以及晶圆边缘去除，兼容 4 寸、6 寸及 8 寸晶圆。此外，设备还配置了机械手和预对准器，方便自动装载晶圆。测绘台支持

200mm 及以下晶圆的单点与多点测量；设备的模式识别有两种可选，即微点光谱椭圆仪 (100×100 μ m²) 和微点反射仪 (80 μ m²)。



SENDURO[®] MEMS 可测量多种材料，包括氧化硅、氮化硅、氮氧化硅，非晶硅、多晶硅，光刻胶、聚酰亚胺，Al、Pt、Cr 金属薄膜和 TiN、TaN、TCO 和 ITO 导电膜；而构建在硅片、绝缘硅上衬底、硅膜、硅上 GaN、SiC 等材料上的单层薄膜和堆栈层则用于 MEMS 和传感器的生产。

Brewer Science 首款永久性粘合材料

Brewer Science 在“欧洲 3D 与系统峰会”上推出第一款永久粘合材料，隶属 PermaSOL™ 材料的产品系列中，用于满足器件级和晶圆级封装要求。新材料满足永久粘合应用的一系列需求，包括低温粘合、极高耐化学性，紫外线或热固性粘合工艺，以及固化后材料不移动。

永久性粘合材料是一种粘合剂和电介质，被用于高密度异构集成封装中，包括 IC 逻辑芯片、存储芯片、图像传感器和 MEMS 器件。高端计算机、数据中心、5G 和高端手机等领域用到的人工智能 (AI)，正是高密度、超薄电子封装工艺的用武之地。正如该公司晶圆级封装材料执行董

事 Kim Arnold 所说的，“这是下一代技术所需的新材料”。

PermaSOL™ 材料用来提升器件级和晶圆级封装工艺，其中存在诸多关键的市场驱动因素：

- MEMS 器件、玻璃粉和阳极键合技术，以获取可保护 MEMS 传感器的良好气密性；
- 基于金属键合（共晶和热压键合）的 LED 器件，可满足更高的光提取性能；
- CMOS 图像传感器，用于直接键合与粘结剂键合；
- 支持融合技术的 SOI 基板制造；
- 3D 集成：热压粘合 TCB。

盛美先进晶圆清洗机 Ultra C Tahoe

盛美半导体推出 Ultra C Tahoe 槽式与单片清洗集成设备，现已投入产线应用。Ultra C Tahoe 清洗设备用于光刻胶去除、刻蚀清洗、离子注入清洗、CMP 清洗等制程，具有提升清洗效果、降低药液用量，并显著降低硫酸废液排放等优势。



Ultra C Tahoe 清洗设备集成了两个模块：槽式模块与单片模块。其中槽式模块配有 SPM 清洗与 QDR，SPM 药液可被循环使用。在槽式清洗后，润湿的晶圆

将自动传输至单片模块，在此进行先进清洗制程。尽管 Tahoe 采取两种模式清洗，清洗工序前后衔接，但在交叉

污染以及颗粒度方面，已证实与同等级单片机的匹配。其中设备的硫酸废液排放相对 SPM 单片清洗机至少节省了 80%，相对槽式清洗机，经 Tahoe 处理后的晶圆上 30nm 颗粒的数量能从数百颗减少到 10 颗左右。

单片清洗腔体可灵活配置，有 SC1、HF 酸、臭氧水 (DI-O3) 及其它药液可选。结构上单片清洗腔体至多配置 4 支 ARM，每支负责至多三种药液。还可选配氮气雾化水清洗或兆声波清洗。此外该系统还为图案化晶圆提供 IPA 干燥功能。

盛美表示，槽式清洗已无法满足 28nm 及以下技术节点的制程要求，因此逐渐从槽式清洗转变为单片清洗。然而这会大大增加硫酸用量。因此硫酸废液的处理是先进集成电路制造中的重要挑战，如何解决因硫酸废液处理带来的安全、能耗和环境问题，这是工艺设备厂商所要面临的问题。

格芯首款基于 22FDX 平台且可批量生产的 eMRAM

格芯® (GLOBALFOUNDRIES®) 宣布，基于 22nm FD-SOI (22FDX®) 平台的嵌入式、磁阻型非易失性存储器 (eMRAM) 已投入生产，计划 2020 年安排多次生产流片。eMRAM 产品将替代大容量嵌入式 NOR 闪存 (eFlash)，充分利用 28nm 及以下技术节点的高性价比功

率和密度优势，帮助设计人员扩展现有物联网和微控制器单元架构。

eMRAM 具有可扩展性，作为多功能嵌入式非易失性存储器 (eNVM) 路线图的组成部分，将在 FinFET 和未来 FDX 平台上强势推出。eNVM 已通过了 5 次严格的回

流焊实测，在 -40℃ 至 125℃ 温度范围内具有 100,000 次使用寿命和 10 年数据保存期限。FDX eMRAM 解决方案支持 AEC-Q100 2 级设计，且还在开发工艺，预计明年将支持 AEC-Q100 1 级解决方案。

格芯汽车、工业和多市场战略业务部门高级副总裁和总经理 Mike Hogan 表示，eMRAM 在先进的 FDX 平台上部署，客户将充分利用该差异化 FDX 平台构建适用于高

性能和低功耗应用的创新产品；通过结合高性能射频、低功耗逻辑和集成电源管理三大功能，帮助客户提供新一代超低功耗 MCU 和物联网应用。

格芯携手设计合作伙伴，即日起提供定制设计套件，包括通过芯片验证的插入式 MRAM 模块（4 至 48MB），以及 MRAM 内置自检功能支持。MRAM 22FDX 将在格芯位于德国德累斯顿的 12 寸晶圆厂实现量产。

Manz 高精度药液浓度分析仪

Manz 推出的化学药液分析仪设备能即时分析多达五种化学药液，可针对不同产线进行化学药液分析，每 15 分钟内会自动采样及分析药液，自动侦测并添加调整药



液状态，实现药液在线实时分析与自动添加，以确保其稳定性高于 97%，参数分析误差甚至低于 3%，精确程度媲美药水质化实验室高精度分析。

该设备能取

代人工先取样再进入实验室测试的繁琐过程，还避免了传统人工检测可能产生的误差，降低了实验室设备及人力配置和以仪器数据比对 / 分析时间，大幅提高药液添加比例精准度、提高操作人员的安全性。

此外，它可与任何厂牌的生产设备及其生产系统高度兼容。因此设备能快速整合到工厂现有设备，与电脑配套可整合制造中央管理系统 CIM 读取或交互生产参数，完全兼容 PC/ PLC 系统，可即时上传资料，轻松掌握、追踪与备份生产过程中产生的大数据。

产品本身的重量只有 5 公斤，尺寸大小宽 30cm、高 25cm、深 20cm。由于设计轻巧，搬运及维修都很方便。目前产品在相关行业制造商及学校实验室、研究机构实验室中被广泛应用，如显示器、PCB、半导体、等工业领域。

泛林等离子刻蚀技术及系统解决方案

泛林集团发布等离子刻蚀技术和系统解决方案，旨在为芯片制造商提供具有先进功能和可扩展性的 Sense.i™ 平台，以满足未来的创新需求。Sense.i™ 平台架构紧凑且精密，系统智能化，工艺性能好，生产率高，能为逻辑和存储器件的未来发展打下基础。随着半导体器件的尺寸越来越小，深宽比越来越高，工艺的复杂性和所需工序也在日渐增加，Sense.i™ 平台将为未来的技术拐点提供技术支持。

Sense.i 平台以 Kiyo® 和 Flex® 工艺设备演变而来的核心技术为基础，通过持续提升刻蚀均匀性以及形貌控制等关键技术，可获得更高的刻蚀精度（相对提升 50%）、更高的良率和更低的制造成本。

此外，Sense.i 平台集成了该公司独有的 Equipment Intelligence®（智能设备）

技术，具有自我感知能力，可以帮助半导体厂商采集并分析数据、识别模式和趋势继而提出改善措施。Sense.i 平台还具备自主校准和维护功能，可减少停机时间

和人工成本。该平台的机器学习算法使设备的自适应功能有助于维持工艺稳定性和提高产量。



半导体洁净室专用净化设备

高效全自动 智能控制FFU

特点

1. 滤料：进口PTFE
2. 效率：99.99995%
3. 节能：效能提升58%
4. 控制：全自动智能控制



半导体先进封装用胶的若干技术挑战

改革开放四十余年来，中国经济取得了举世瞩目的腾飞，已成为全球第二大经济体，正在从制造大国迈向制造强国，其中半导体市场已占全球的大半壁江山。2018、2019年我国进口芯片总额均超过2万亿元人民币，2019年略微下降，尽管贸易逆差在减少，我国对国外芯片的依赖程度依然很大。近两年来，中美贸易战唤醒了国家对包括半导体芯片在内的高科技产业的重视，也恰逢中国正在全面实施产业转型升级和高质量发展的国家战略，这对中国的半导体行业的发展提供了很好的政策环境。

从技术层面来讲，近年来人工智能（AI）、5G、高性能计算（HPC）、物联网（IoT）、智能汽车、工业4.0和数据中心等一系列高科技技术的蓬勃发展，需要高计算能力、高速度、高带宽、低延迟、低功耗、更多功能的处理器和更多的内存、高度的系统级集成以及各种传感器作为硬件支撑，这些都给半导体行业提供了前所未有的机遇。使得中国有机会快速进军半导体行业的核心产业链，包括设计、制造和封装测试，从而有机会突破半导体行业强者恒强的行业特点。

终端应用凸显封装技术的重要性

以手机为代表的消费类电子产品的高度集成化、多功能化和轻量化，使得电子产品结构日趋紧凑，功能日趋强大，相应的电路设计更加复杂，能耗管理更加严峻，这些都对半导体的封装技术提出了全新的要求和挑战。传统的半导体封装则很难满足快速发展的技术要求。后摩尔定律时代，业内在进一步探索半导体集成电路的发展方向，使得先进封装技术的重要性迅速提升起来。

先进的半导体封装可以通过更先进的封装工艺来增加芯片功能和保持/提高性能，或者通过多芯片封装（系统级封装）来大幅提高半导体产品的性能及可靠性，与此同时尽可能控制封装尺寸、简化封装工艺、提升生产效率、控制封装成本。故而，先进封装技术已经成为持续推进半导体产品性能提升和功耗降低的关键因素，同时也为将不同工艺节点和工艺技术的不同芯片集成到一个Package上提供了可能性，也必将成为未来一段时间内半导体封装的主流方向。

先进封装需要持续的技术创新，必须推动工艺、设备

作者：邵建义博士，好乐公司总经理

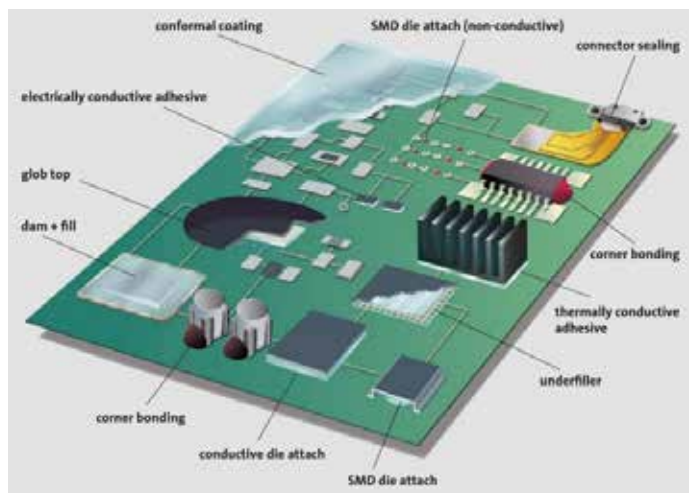


图1. 工业胶水在半导体行业中的各种应用。

和材料的全面创新。事实上，先进封装加速了基板制造、封装组装和测试工程中的关键性技术的突破。至于材料方面，需要开发新的介电材料、模塑化合物、底部填充、包封、导电互连以及散热、导热材料等，以满足市场对封装的日益严苛的性能和可靠性要求。这其中就包括粘合剂材料。

在半导体封测的整个工艺流程中，作为材料部分的工业粘合剂，即工业胶水，一般都是作为辅材来对待的。往往没有被引起足够的重视，但胶水在封装工艺中恰恰起到至关重要的作用，尤其对封装工艺、效率、封装品质、信赖性等的影响力都不容忽视。随着先进封装工艺的快速发展，与胶水相关的技术也遇到了诸多挑战。下面我们挑选封装工艺中常用的胶水逐一进行分析。

Die attach 今非昔比

Die attach 胶水即贴片胶，它的作用是把半导体芯片

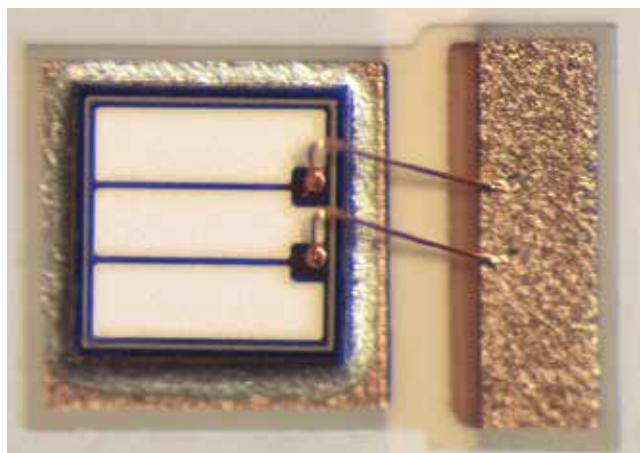


图2. Die attach胶水用来固定芯片。

牢牢地贴在PCB或者FPCB板上，实现可靠的定位。以便于后续的进一步封装，比如打金线、包封等。但随着电子产品，尤其是消费类电子产品的不断集成化、多功能化、大功率化发展。尤其是成像类芯片反而在尺寸上越来越大、越来越薄，导致其工作中发热量急剧增加。那么散热问题就成为一个很重要的议题。此时，具有导热性能的贴片胶便是业内所期盼的。

常规的胶水，如果没有特殊的导热设计，则其导热系数一般在0.25-0.3W/mK之间。这样的导热性能是无法满足大功率芯片的散热要求的。目前，市场对于贴片胶的要求是具有较高的导热性能，甚至导热系数超过1W/mK。一般而言，导热胶都是在胶水中额外加入导热的材料，也称为填料，加入的导热填料越多，则导热效果越好。然而，过多的导热填料会带来一系列的问题：

- 粘度迅速升高，这一点是最致命的！
- 点胶设备受到磨损，直接影响设备的维护成本和生产效率；
- 施胶（喷胶、点胶）工艺的顺畅性，会不会有团聚问题产生？
- 胶层厚度（BLT）变厚，直接对封装尺寸造成影响；
- 填充物颗粒的沉降则直接缩短胶水的可用时间；
- 可能出现Bleeding问题。

另外，也必须综合考虑其他更高的要求，比如胶水的固化收缩率要求也更低。这些都是开发新的贴片胶水时要考虑的实际问题。

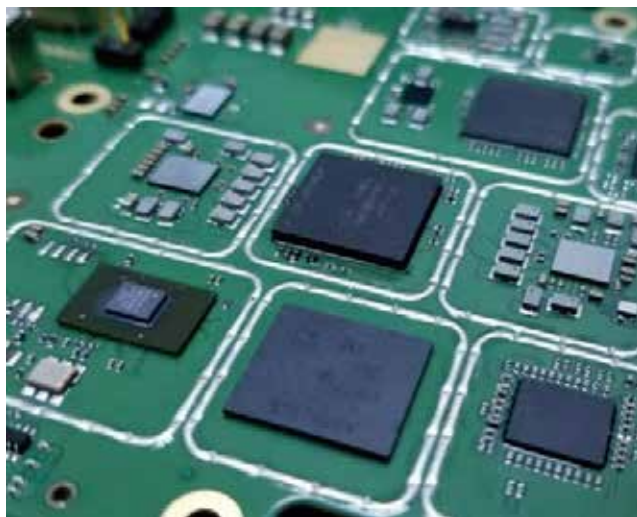


图3. Panacol公司用于先进封装中的underfill胶St 8202。

BGA焊球开裂，都是underfill惹的祸？

BGA是大尺寸半导体芯片封装最常用的方式。它的特点是大大提高了互联封装效率以适应芯片的性能，可以大幅度减小封装尺寸，适用于高密度、高性能、多引脚的芯片封装。但是BGA毕竟只有焊锡球为芯片提供机械连接和支持力，所以抗落摔的能力不强。这时候underfill胶水就是一个非常好的选择。

underfill胶叫做底部填充胶，它的作用其实不仅是对BGA进行加固，以提高芯片抗机械外力，尤其是振动和冲击的能力；它也可以对底部的电路部分进行充分的保护，起到三防的作用。看似完美无缺的BGA封装方式，也常常出现信赖性*测试无法通过的窘境。市面上关于BGA失效的分析文章和相关讨论很多，但很多都是把注意力放在焊锡和焊球上，而较少有人关注到underfill胶水本身。其实，当胶水的热膨胀系数(CTE)与芯片和PCB不一致时，在温度荷载的影响下，往往会产生很大的内应力而导致BGA失效。这也是为什么在有些特殊领域，人们想用underfill又不敢用的原因。所以，低CTE一直是对underfill胶水最直接、最迫切的期盼！

而对于先进封装中用于BGA封装的underfill胶，往往还要满足一级封装，这就意味着最好不含填料、CTE要非常低、固化收缩率低；工艺上要求易于施胶、固化效率要高，还要易于返修。这些看似简单的要求，对胶水制造商来说，其实每个都是挑战，还有相互矛盾的地方，比如没有填料和低CTE。德国好乐集团旗下的知名工业胶水供应商Panacol公司就开发出了一款新型的可用于先进封装中的underfill胶St 8202，此胶水的CTE只有14.9PPM/K，并且不含填料，已经被用于国际知名电子品牌厂商的穿戴式产品上。

用导电胶进行EMI屏蔽的关键技术

随着5G技术的发展，EMI即静电屏蔽变得越来越重要了。尤其是电子产品的高度集成化、多功能化、微型化和大功率化，使得原有传统的静电屏蔽的方式方法难以满足要求，这就要求采用新的方法来代替传统方式。其中一种方法就是用导电胶进行EMI屏蔽，这一尝试自从5G技术问世以来就一直很受关注，并且延伸出了不同的应用方向。其中一些与胶水相关的关键技术问题可以归纳如下：

- 工艺可操作性，比如把胶水涂覆到100-80 μm 的缝隙里面，导电胶的可喷性或者用一种合适的方法把胶水

填充到缝隙内部，这是一个工艺难题；

- 如果采用喷胶的方式，那么，胶水的粘度是否适合喷胶，胶水内的银颗粒的大小是否影响喷胶的顺畅性，是否对喷阀有磨损？
- 从填充效果角度看，流淌性要好，不能有气泡，缝隙要满，才能确保EMI效果；
- 从静电屏蔽效果来看，导电粒子的大小与数量等都是十分关键的参数，然而这些要求有可能与用户对于喷胶及流淌性的期待又形成矛盾；
- 在温度冲击过程中，要求胶水不能有开裂，否则也会影响静电屏蔽效果。

所有以上林林总总的要求叠加在一起，就是对胶水供应商的又一次挑战！我们在设计胶水配方的时候方方面面都要考虑到。

Encapsulation的挑战

先进封装技术主要是朝着两个方向发展：单芯片封装的改进，以及多芯片与相关组件封装的集成，往往都是为了改善芯片面积与封装面积之间的比值，或者是提升硅片效率。经过先进封装之后的模块或单元，一般体积更小、更轻薄，但同时抗机械性能却更弱，所以往往还需要进一步的保护，如塑封，或者用胶水进行“Frame & Fill”或“glop top”等的包封。与塑封工艺相比，用胶水进行包封的优势是灵活、方便、设备投入少，容易在一个模块中实现不同先进封装方式的混合使用。胶水包封法是一种低成本、高效、灵活的新型封装方式。“Frame & Fill”一般适用于大的芯片的包封，而“glop top”则更适用于小尺寸元器件的包封，尤其是在PCB或者FPCB板上对裸片形成保护，



图4. Panacol用于5G EMI屏蔽的导电胶EI X-1310639 (-1)的喷胶效果。

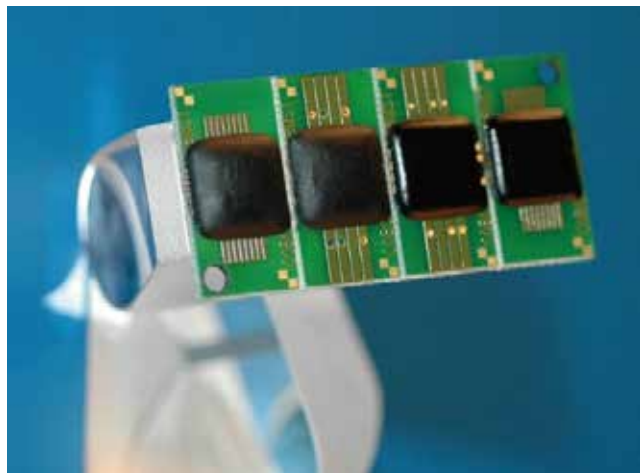


图5. 典型的包封胶。

如今已广泛应用于消费电子产品的元器件保护，尤其是可穿戴设备的电路封装上。总之，此法可以实现机械保护、防水、防腐蚀等效果。这其中对包封胶也提出了十分严苛的要求：

- 胶水要有很好的保护效果，包括粘接可靠，合适的机械性能（抵抗外力）和低吸水率；
- 胶水要有灵活的固化方式，以适应不同工艺阶段或不同厂家的要求；
- 胶水要有好的工艺稳定性并满足越来越严苛的外形尺寸要求；比如包封高度不能高于 $50\mu\text{m}$ ，点胶后溢胶部分不能超过 0.5mm ，甚至是 0.2mm ；
- 包封胶要有很好的电绝缘性能，比如介电常数，保证在长期的严苛环境下不会发生电腐蚀等重大隐患；
- 胶水的相关参数，包括 CTE、硬度、杨氏模量等都要经过专门的设计，以保证产品能通过越来越严苛的环境老化测试要求；
- 如果进行“Frame & Fill”工艺的包封，则须确保两种胶水之间的化学兼容性。

德国 Panacol 公司在此领域也有很强的技术优势，公司开发的 Vitralit X-631591 系列包封胶，引领了全球这一应用的市场，被消费电子行业广泛使用。另外，Panacol 公司也供应 Structuralit 5704 & 5720 作为“Frame & Fill”使用。

Wafer-level封装的若干难点

电子产品的高度集成化还导致了一个很重要的产业趋势，就是先进封装不断地朝着产业的上游移动。越来越多的封装在芯片制造商那里就完成了。这是一个很了不起

的变化，因为产业链明显被缩短；另外，生产的效率特别高，实现了批量生产芯片技术，自然也就大大降低了生产成本。这就是目前比较流行的晶圆级封装（如 WLCSP 等）。由于这类封装技术发展迅猛，所以对相应的胶水的要求更加急迫和苛刻。比如在某些封装制程中，要求胶层厚度控制在 $2\text{-}5\mu\text{m}$ ，同时胶水要阳光，遮光效果（OD 值）高达 4。这对所用胶水提出诸多挑战：

- 超薄胶层与高 OD 值之间的矛盾；
- 胶水的低粘度与高遮光效果之间的矛盾；
- 超薄胶层的施胶工艺探索，即如何施胶才能保证胶层的有效厚度得到精准控制；
- 由于反应机理所限，超薄胶层的固化对某些胶水本身就是困难的（ $<10\mu\text{m}$ ）；
- 其他性能，比如固化后的收缩率、CTE 必须足够小，否则会产生晶圆的翘曲问题；
- 客户希望胶水最好不要加热固化，因为加热对精度会有影响，这个要求又会产生一系列的其他问题。

另外在 WLO 的应用中，环氧类 UV 胶水作为光学元件的包封胶水，也存在其他特殊的要求，比如透光率、折光指数、抗黄变性能，与其他胶水的兼容性或者可粘接性。任何一点单独拿出来对研发人员来讲都是很大的问题。更大的挑战在于胶水研发是一个系统工程，往往是牵一发而动全身，而且有时候受到原材料的限制，陷入巧妇难为无米之炊的尴尬境地，这也是为什么特殊需求的胶水往往在市场上很难找到的原因，甚至有时成为制约行业发展的瓶颈！

半导体先进封装技术的不断发展，给胶黏剂行业提出了全新的要求。在绿色环保的前提下，胶水制造商不但要在胶水的性能上下功夫，满足客户端各种不同的性能要求，甚至还要面对有些明显存在矛盾的要求。同时，在研发初期也应考虑到工艺，包括工艺的可实现性、稳定性。这应该是一个长期的磨合过程，贯穿胶水研发的始终。胶水研发人员甚至还要与产业链的不同环节，比如方案提供商、设备供应商，其他材料供应商等共同探讨，在结构调整、材料改性（表面能、耐高温性、表面粗糙度等）、以及探讨施胶工艺等方面通力协作，力求找到一个多方都能接受的平衡点，进而推动封装技术的不断向前发展。这恰恰是各家参与企业的挑战和机遇所在！

* 信赖性试验：通过模拟产品在客户端和真实工作条件下的应用性进行的相关功能性验证（如：电气、插拔、导通等），从而确保产品满足客户最终的要求。◆

适用于化学抛光的自动化AFM表面分析

通过采用非接触式扫描器，成功设计了新一代原子力显微镜（AFP）。

随着代工厂的特性尺寸不断缩小，市场对于具有多功能在线高分辨率表面分析的需求也在增加。化学抛光（CMP）工艺是其中一个重要应用领域。为了解决这个问题，Park Systems 公司推出了采用非接触式扫描仪设计的新一代原子力显微镜（AFP）。该系统通过 XY 扫描仪可提供小规模分析、并通过滑动平台提供大规模分析。非接触式扫描仪设计可增强视野；在载具高度抛光的前提下，该设计有助于最大程度地减少目标位置的定位误差。

非接触式成像是该系统的另一个重要功能，用于表面粗糙度测量、自动缺陷检查、深沟槽测量。本文通过原子力扫描仪测量案例，很好地展现了 AFP 作为工厂实验室的下一代在线参考测量工具的重要性。在 AFP 中加入解耦式柔性扫描仪是一项新型设计，该系统能够为 AFM 应用（如表面粗糙度测量）提供新的功能，即非接触模式成像。

增强视野功能让系统能够在高度抛光的图形化晶圆上实现更好地定位，并且也能用于自动缺陷检查。

随着器件的小规模化和生产规模的扩大，纳米测量相比以往吸引了更多的关注，市场对于高性能测量工具的需求日益增加。为了跟上需求，测量工具有望在这四个方面做改进：精度、可重复性、产量和拥有成本^[1]。

在精度方面，这些工具需要与 Fab 厂小节点、大晶圆的制造工艺兼容。因此，生产对于具备更高分辨率的测量工具的需求量大幅增加。然而，要获得更高的分辨率，以牺牲产量为代价，其中包括制样所花费的时间。这导致更



Keibock Lee, Park Systems 董事长

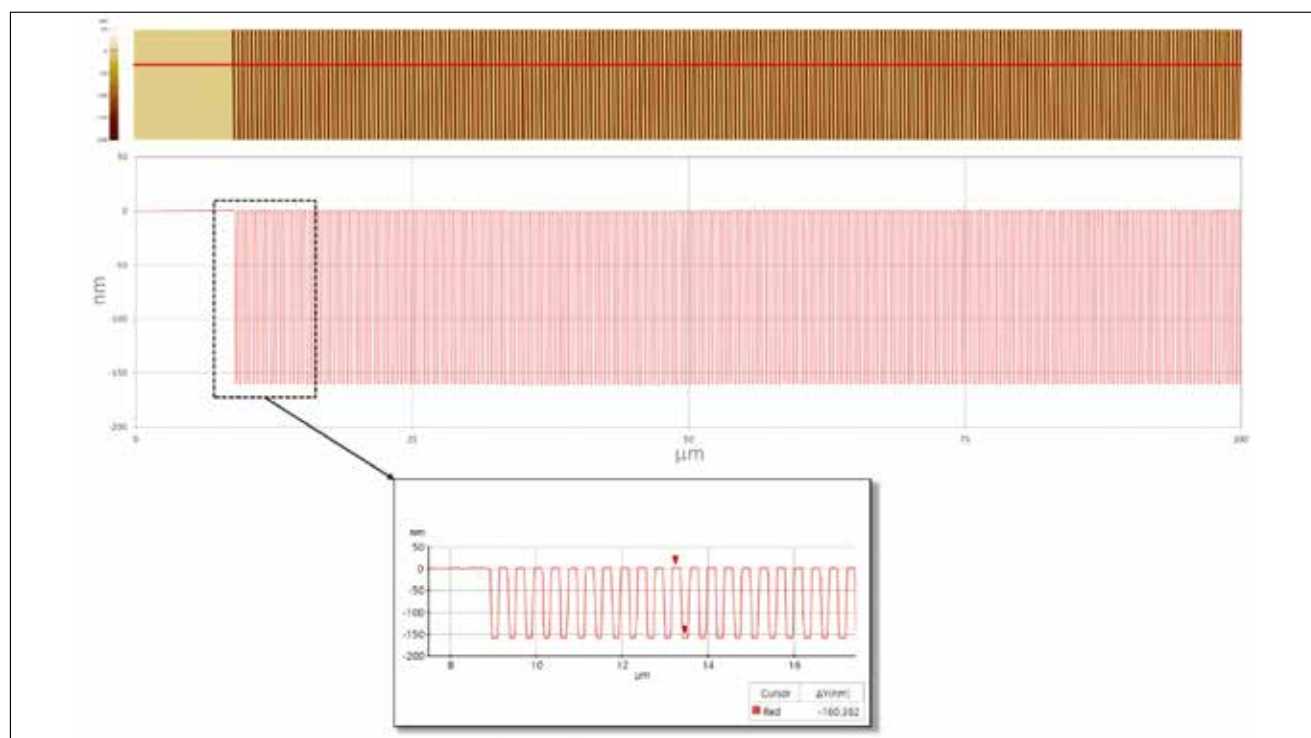
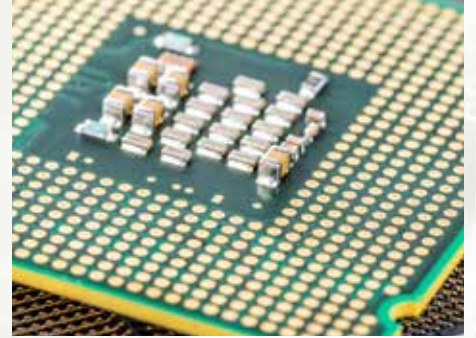
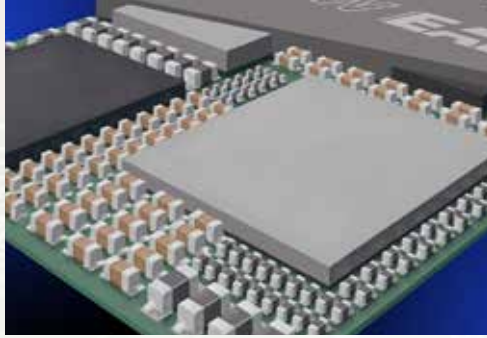
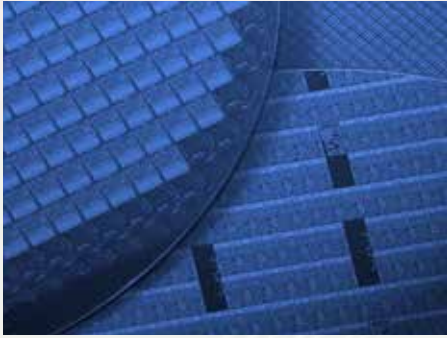


图1. 使用AFM解耦式XY扫描仪进行小规模分析，顶图展示的范围是100µm，台阶高度为160nm。插图显示了相同剖面的放大部分。

MPM | Camalot | Electrovert Vitronics Soltec | Despatch



用于半导体封装的印刷、点胶、 回流焊、清洗和热处理设备

ITW EAE 正在推进半导体封装下一代技术的创新与发展。新技术能显著提高生产率和良率。

MPM® Edison™ 是市场上最精确的印刷机。Camalot® Prodigy™ 点胶机具有最先进的技术, 例如 Dynamic Dual Head™ (动态双头), 无论零部件之间如何旋转, 两个点胶泵都可以同步点胶。

Vitronics Soltec 回流焊系统具有无与伦比的可靠性。Electrovert® 离心和在线清洗系统能对高级封装进行高性能清洗。Despatch® 提供用于聚合物固化等的高性能烘箱。

专为提高半导体良率而设计



Electronic Assembly Equipment

ITW EAE

请浏览 www.itweae.com, 获取更多信息。

A division of Illinois Tools Works

高的拥有成本，同时又保持了测量的可重复性，并且对最新一代的高分辨率测量工具提出了挑战。

通过使用物理垫片和化学活性抛光 / 研磨液，CMP 工艺用于抛光晶圆表面，平整表面形貌使之控制在亚纳米数量级^[2]。CMP 工艺在浅槽隔离 (STI) 和沟槽金属互连 (Damascene) 中具有重要作用。然而，CMP 是一种盲法技术，很难知道是否去除了预定数量的材料；因此需要引入表面分析仪和 AFM 等测量工具来监控 CMP 工艺。此外，表面分析仪和 AFM 还用于表面特性的表征。表面分析仪投入应用的时间较长，已用于表面分析和晶圆应力测量。典型的平面内测量范围是几百毫米，平面外范围可达 1mm。

面内分辨率为数十纳米，面外分辨率为埃级，这是表面分析仪典型的技术指标。因此对于表面分析仪来说这些应用都是一种挑战，包括绝缘体或多晶硅、亚埃级表面粗糙度测量、深沟测量，或横向尺寸为几个纳米的缺陷检测。

Park Systems 的原子力显微镜进驻晶圆厂已超过十年，它的主要应用是表面粗糙度、台阶高度，以及用于监控刻蚀、沉积和 CMP 制程的临界角度测量。AFM 可以测量 70 μm 以下的典型横向尺寸以及 10 μm 左右的平面外尺寸。晶圆厂环境噪声水平一直是自动化 AFM 系统的主要挑战之一。通常 AFM 系统使用压电管扫描仪，它与平面外运动相关，必须从图像中进行补偿或过滤。原子力显微镜的 Tapping 模式已作为标准的成像模式，因此探针的寿命短，导致系统在可重复性方面面临挑战。为了实现 AFM 的更高分辨率以及表面形貌的更大范围，因而引入 AFP 这种混合工具。常规型 AFP 具有传统压电管式 AFM 系统的相关局限性^[3]。本文讨论了最新的在线式 AFP 解决方案，旨在解决与传统 AFM 相关的限制，如上所述。该系统采用解耦 XY 扫描仪和 Z 扫描仪设计，消除了扫描仪之间的串扰，并提供更好的定位功能。由于定位能力的提高，该系统还用于自动缺陷检查 (ADR)。解耦式 XY 扫描仪可以提供常规的功能，例如改进晶圆的

光学视觉效果，尤其是针对 CMP 工艺之后的晶圆以及带小缺陷的晶圆裸片。产品型号为 Park NX-WAFER，可对 300mm 晶圆和 EUV 刻度线进行测量。

采用解耦的柔性XY扫描仪进行分析

为了解决传统 AFM 在横向扫描范围的限制和明显的平面外背景，我们在新设计中开发和使了解耦的柔性 XY 扫描仪。在设计中，受到两双堆叠压电执行器的牵引，扫描仪的主板在两个面内方向移动。在 100 μm 扫描范围内，XY 扫描仪的背景平面外运动幅度低于 2nm。XY

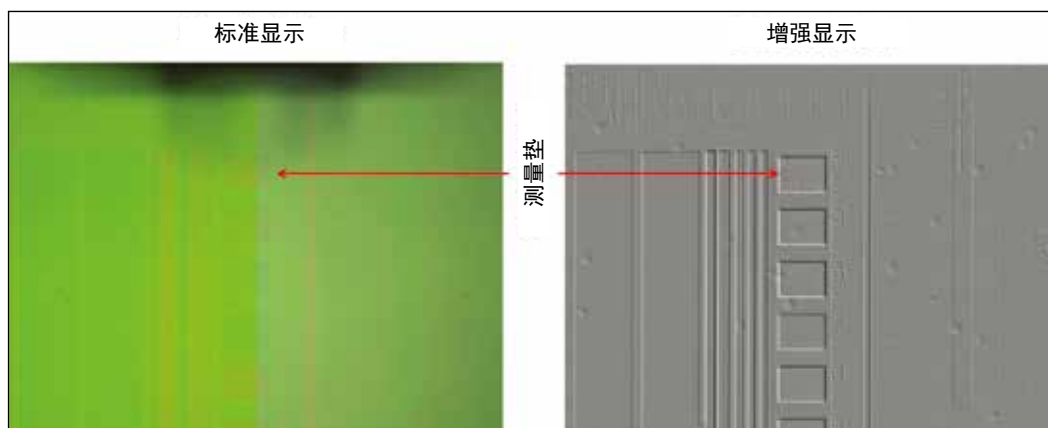


图2. 通过采用2mm线剖面图展示9 μm /1 μm 结构的碟形缺陷和蚀刻 (右图)；而左图显示的是右图某局部放大区域，图中蕴含着高分辨率的AFP数据。

扫描仪减少背景平面外运动，仅使用 XY 扫描仪即可对 100 μm 范围进行表面分析。图 1 展示了仅使用 AFM XY 扫描仪进行小规模表面分析。

在新的解耦式设计中，悬臂的 Z 轴运动由柔性导向解耦 Z 扫描仪控制。与传统压电管式扫描仪相比，柔性扫描仪的质量降低，其导向设计使谐振频率提高了九倍左右。这种设计有多种优点。首先，与传统的压电扫描仪不同，Z 扫描仪特地保留了平直度，因为它的移动与否和 XY 扫描仪的偏移量无关。其次，较小尺寸的压电扫描仪允许直接接入同轴光学相机，最终可以增强 AFM 的光学视觉效果。第三，Z 扫描仪的谐振频率更高，具有更快的响应速度和快速扫描功能。

长距离分析

通过在系统中的 XY 扫描仪下方添加滑动平台，长距离分析功能成为可能。与 AFM 扫描仪的微米级范围相比，滑动平台利用解耦式 Z 扫描仪提供表面分析，使得扫描范围更广至毫米级。解耦式 Z 扫描仪提供偏差小于 0.015%

的正交角。与一些传统扫描仪相比，无需特殊的软件算法来保持 Z 扫描仪的正交性。

长距离分析的常见应用之一是监测图形化晶圆上铜基结构的碟形缺陷和蚀刻。铜和硅的抛光率不同，这种差异导致晶圆上不同区域的抛光厚度不成比例。进行 CMP 工艺之后的碟形缺陷和蚀刻结构，可以通过 AFP 精确测量和描述；与其他技术相比，AFP 在测量过程中的作用力最小，因此它不会对样品造成损害。它还提供垂直和横向的高分辨率。图 2 显示了使用 AFP 进行此类测量的结果。

AFP 的另一个应用是晶圆边缘分析。充分利用晶圆上的大部分面积是代工厂的目标之一。因此，晶圆边缘所用之测量设备其质量如何，这对工艺工程师和工艺设备供应商都至关重要。图 3 显示了使用 AFP 的晶圆边缘表征示例。再一个 AFP 应用案例是在 SADP Fin 工艺以及晶圆到晶圆混合粘接过程中的铜基 CMP 工艺中，Fin CMP 工艺表征结果可在以下资料^[4]中找到。

结语

新一代原子力显微镜 (AFP) 使用解耦式柔性导引扫描仪，这是一种新设计的系统，能够为 AFM 应用如表面粗糙度测量实现非接触模式成像。

这款先进的纳米测量系统专为半导体器件行业开发，具有独特的功能，包括增强的视觉功能，使系统能够在高度抛光的图形化晶圆上更好地定位，并且还用于自动缺陷检查。解耦的 XY 扫描仪可最大限度减少平面外的背景运动，用于 100 μ m 范围内的小规模表面分析。长距离分析可以通过滑动平台进行毫米级刻度分析。

长距离分析用于各种应用，如监控铜基 CMP 工艺或晶圆边缘斜角测量。AFP 已被证明是 Fab 厂中富有价值的在线式参考测量工具，为在线生产过程提供可靠性和准确性。◆

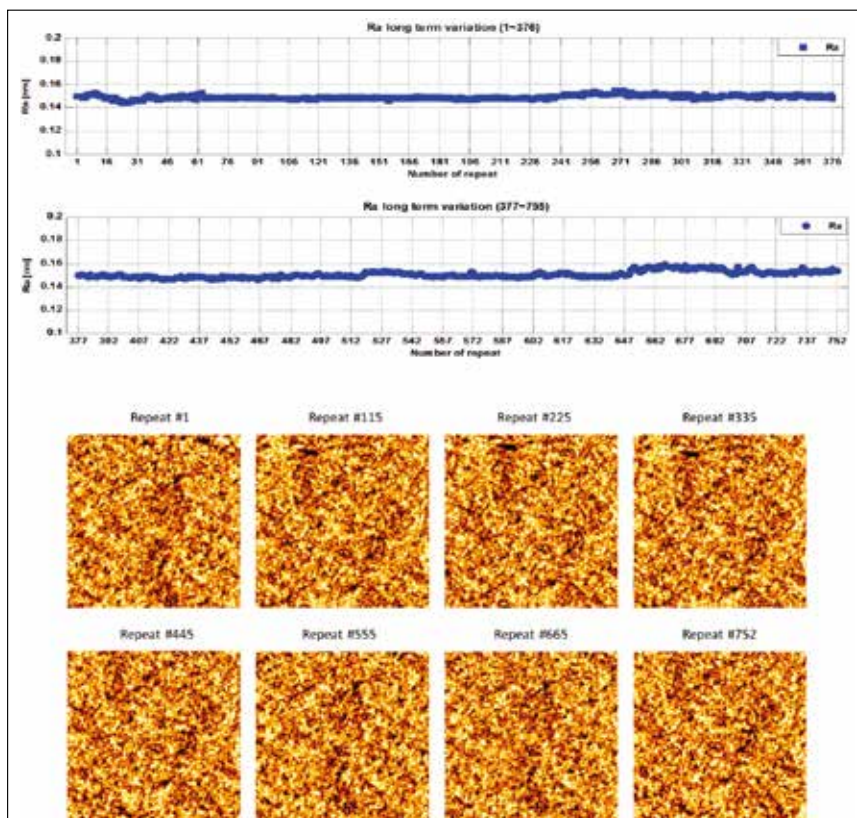


图3. 图示为AFP监控晶圆边缘的结果。AFP图像为3mm×3mm。中间图显示了两个线性剖面图。右图显示高度加倍放大的剖面图。

延伸阅读

1. G. T. Smith, 工业测量：表面和圆度，2002春季刊。
2. Mahadevaiyer Krishnan, Jakub W. Nalaskowski, and Lee M. Cook, “化学抛光：研磨液、材料和机理” Chem. Rev., vol. 110, no. 1, pp. 178–204, 2010.
3. T. Cunningham, F.M. Serry, L.M. Ge, D. Gotthard, and D.J. Dawson, “原子力显微镜和长扫描原子力显微镜：表征表面的新技术”，Surface Engineering, vol. 16, no. 4, pp. 295–298, 2000.
4. Tae-Gon Kim et al., “用于CMP工艺的在线原子分辨率局部纳米形貌的动态测量”，ICPT 2017; 比利时鲁汶，2017年国际CMP技术会议，pp. 1-6.

智能制造的大数据分析

设备和工艺方面的专业知识是半导体制造分析解决方案的关键组成部分。

过去几年，作为全球材料工程解决方案的领导者，应用材料公司（Applied Materials，简称 AMAT）几乎出现在每一个新生产的芯片和先进显示器的现场。在探索半导体制造业的大数据分析方法上，应用材料一直走在业界前列，这点可以通过公司参加美国、亚洲和欧洲先进制程控制（APC）大会以及在《IEEE 半导体制造会

技术	定义
先进工艺控制（APC）	应用控制策略和/或采用分析和计算机制以推荐优化的机器设置以及检测故障并确定其原因的一门制造学科。
APC 基础技术	
故障检测（FD）	通过监测和分析机台和/或工艺数据的变化来检测异常情况的技术。FD 包括单变量（UVA）和多变量（MVA）统计分析技术。
故障分类（FC）	检测到故障后确定故障原因的技术。
故障检测与分类（FDC）	故障检测（FD）与故障分类（FC）的结合。
故障预测（FP）或诊断	通过监测和分析工艺数据的变化来预测异常情况的技术。
批间（R2R）控制	在运行批次之间修改配方参数或选择控制参数以提高工艺性能的技术。“批”可以是批次，也可以是单片晶圆。
统计式工艺控制（SPC）	使用统计方法分析工艺或产品指标，以采取适当的措施来实现和维持统计控制状态并不断提高工艺能力的技术。
APC 扩展技术	
设备健康状况监测（EHM）	监测机台参数以根据与正常行为的偏离度来评估机台健康状况的技术。EHM 本质上不一定具有预测性，但通常是预测系统的组成部分。
预测式维护（PdM）	利用工艺和设备状态信息来预测机台或机台的特定元件何时可能需要维护，然后利用该预测信息改进维护过程的技术。这意味有可能预测并避免计划外的停机，并/或用预测结果替代计划外停机时间表来调整计划外停机安排。本文所定义的 PdM 解决方案针对从预测维护需求，到从维护事件中恢复，再到恢复生产的整个维护周期。
预测式调度	利用关于机台和工厂状态、能力、在制品、进度、调派和订单的当前信息和未来预计信息来预测并改进系统（机台、机组、晶圆厂等）调度的技术。
虚拟量测（VM）	预测加工后量测变量（可测量的或不可测量的）的技术。运用工艺和晶圆状态信息（可包括上游量测和/或传感器数据），有时也用“虚拟传感”和“传感器融合”等术语来表示这种能力。
良率预测	监控整个晶圆厂信息（例如机台和量测信息）以预测工艺或生产线最终良率的技术。

图1. APC和APC扩展能力的定义。

作者：James Moyne、Jimmy Iskandar，应用材料公司

刊》、Processes 期刊上发表相关论文来证实。本文探讨了半导体制造业大数据分析的发展趋势和机遇，并提供了相应的路线图；就如何采用分析技术为缺陷检测到预防式维护等一系列应用提供支持，本文援引“智能制造的大数据分析技术：半导体制造案例研究”论文中的观点（《Processes Journal》第 5 卷第 3 期，2017.07），目的是为晶圆厂管理者提供面向智能制造的大数据分析思路。

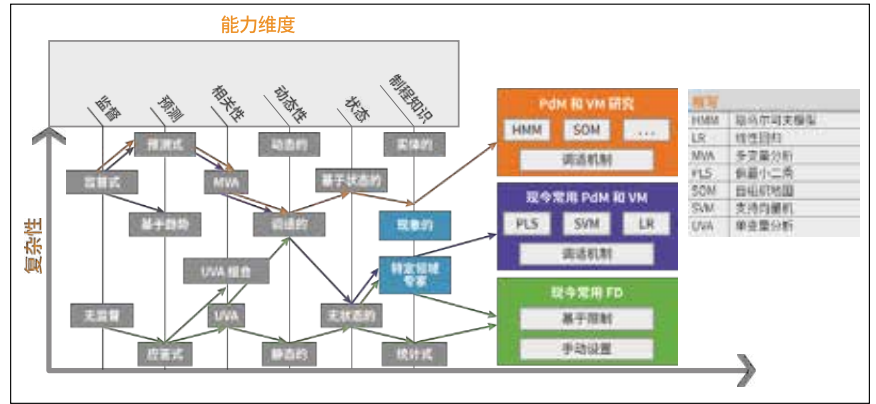


图2. 分析能力维度，将半导体制造业惯常采用的APC解决方案与这些维度相对应（现象模型是体现工艺知识的实体模型形式；利用统计数据来调整或修改）。

塑造智能制造分析技术的前景

智能制造(SM)通常用于描述制造业的一种发展方向：供应链上下游整合，实体功能与线上功能整合，运用先进信息提高灵活性和适应能力。智能制造充分利用数据在数量、速度、多样性、真实性（即数据质量分析技术）方面的巨大优势，即通过大数据分析来改进现有分析功能并提供预测式分析等新功能。

图 1 总结的这些改进功能和新功能属于“先进工艺控制”（APC）扩展技术的一部分。

半导体制造中设备和工艺分析技术的出现和发展，在一定程度上是行业三大挑战促成的结果。半导体制造业面对的这三大挑战是：1) 设备和工艺的复杂性；2) 工艺的动态性和背景丰富性；3) 在准确性和可用性方面表现不良的数据质量。这些挑战数十年来一直存在，并非是特定于智能制造或大数据革命时代才出现的，但可以说是半导体制造业所独有的。

这些挑战使人们意识到半导体行业的分析解决方案不能完全由数据驱动。机台、工艺和分析领域的专门知识或学科专业知识（SME）也是大多数晶圆厂分析解决方案的关键组成部分。因此，在设计和运用半导体制造业工艺分析技术时要始终谨记这一点。实际上，SME 的运用机制通常按照数据收集、数据处理、参数选择、模型构建、模型和临界值优化以及解决方案部署和维护等方面来正式界定。

了解半导体制造分析技术的组成

过去十年中，分析方法呈爆炸式增长，许多利用大数据分析的方法已经形成。这些分析方法需要加以辨别和分类，其中一种方法就是对分析技术的能力维度进行界定，然后详述或绘制出与这些维度相关的分析能力。图 2 针对

与半导体制造业中的分析技术相关的维度进行了细分。

有了这些维度，对于一项分析应用或分析技术，就可以根据其分析能力赋予每个维度的价值来进行界定。例如，在多变量分析（MVA）、故障检测（FD）和设备健康状况监测（EHM）中经常使用的主成分分析（PCA）属于无监督、应答式分析。多变量分析通常是静态的、无状态的，并不正式纳入 SME。在分析应用方面，当今晶圆厂的故障检测很大程度上是无监督、应答式、单变量、无状态的，并以统计为基础，在故障检测模型的开发阶段会纳入 SME。通过使用这些和其他维度来界定分析技术和分析应用，给我们提供一个可以明确能力差距、前进机会以及长期改进路线图的框架。

半导体制造业 APC 应用的最新发展，体现了从应答式到预测式、甚至到主动式工厂控制的转变。这在很大程度上依赖于大数据爆炸，后者为更大容量和更长期的数据存档提供支持，在一定程度上使预测式解决方案能够破译参数的多变量交互的复杂性，刻画系统的动态性，抑制干扰并滤除数据质量问题。

在许多情况下，必须重写这些解决方案中的算法，才能充分利用大数据解决方案赋予的并行计算能力来及时处理数据。此外还可以开发更适应大数据的新算法。例如，早期的预测式解决方案依赖于单核 CPU 和串行处理，但是随着大数据时代的到来，偏最小二乘（PLS）和支持向量机（SVM）之类的算法就会用于服务器场的并行计算。同样，自组织映射（SOM）和生成式拓扑映射（GTM）等无监督的数据探索技术也要经过重写，以便处理大量数据，使用户能够快速获得有用的分析结果。类似地，可以将诸如隐马尔可夫模型（HMM）和粒子群优化之类耗时

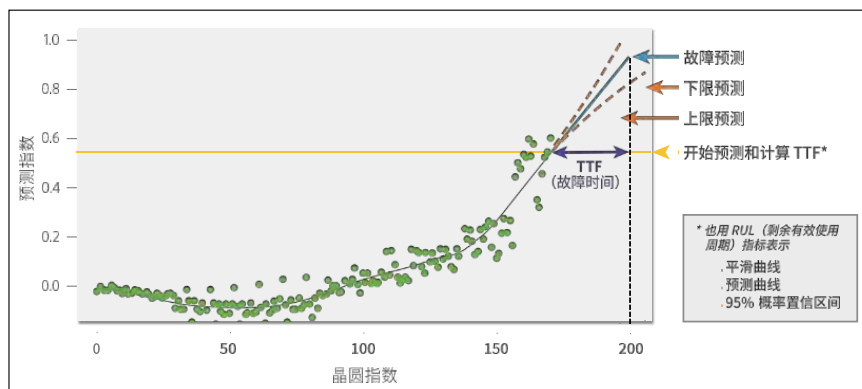


图3a. 利用MVA预测器及其元件的PdM方法，包括故障时间趋势和以置信度或区间表示的预测结果。

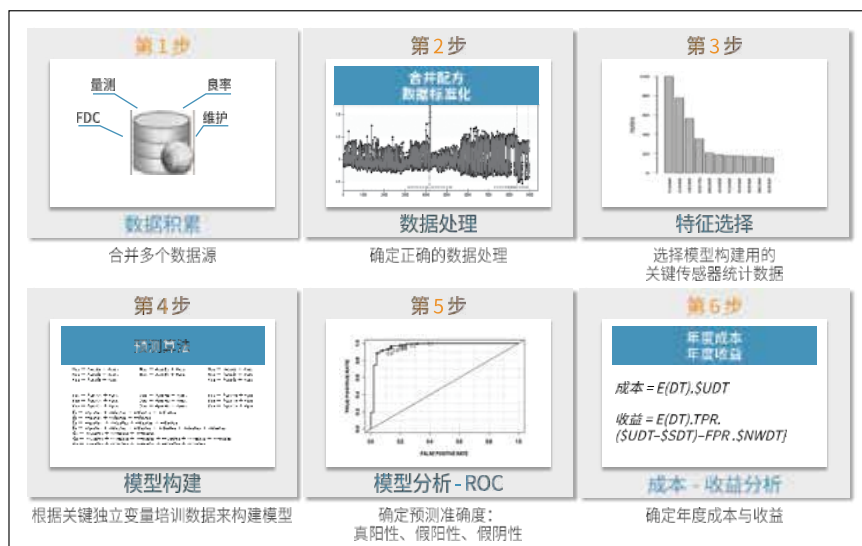


图3b. PdM方法，利用线下模型构建和优化来提供一种纳入SME的机制，可用于实现多种APC预测能力。

的统计技术重写，以求大幅提高计算效率。

但是，拥有众多技术和大量数据并不一定会带来更多有用的分析结果和更强的预测能力。笔者认为，没有一种方法或方法组合是放之四海而皆准的。具体采用的方法需要根据手头的的数据，针对具体的应用进行定制。不论怎样，我们相信 SME 将在解决方案的开发和维护中继续发挥引导作用。

人工智能的崛起和新的数据亲和分析技术

人工智能 (AI) 一词可用于描述能感知其环境并采取相应行动以实现目标的任何装置或分析技术。现今，这一术语通常指模仿人脑功能的装置或分析技术概念，例如自动驾驶汽车应用中采用的装置或技术。人工神经网络 (ANN) 就是这种分析技术的一个例子，这种 AI 分析技术数十年前就已出现，如今随着大数据的发展演变而再度

兴起。例如，深度学习是一种非常类似于结构化 ANN 的技术，它利用分层抽象方法来提高大批量数据分析的质量和速度。

深度学习可用于解决大数据分析中的一些高维问题，包括从二维图像（例如晶圆图）中提取复杂模式。深度学习技术受益于数据量的增加，并使用数据驱动的监督学习技术来发现数据中的关系。相对来说，这种技术的主要缺陷是在模型的开发和维护阶段无法纳入 SME。现有开发好的模型通常无法直接使用，因此很难评估；而半导体制造分析中涉及的背景丰富性和动态性使得深度学习技术无法利用大量的一致性数据。最近的研究工作集中在将 SME 与 AI 技术相结合，这种方法有望未来应用于生产车间。

另一项受到重视的大数据分析能力是利用通常称为“爬虫”的解决方案来进行背景分析。这类“爬虫”应用程序在后台挖掘数据，寻找相关的模式或分析结果，例如接近故障状态的部件。然后，它们通过异步方式通知工厂控制系统等应用程序，以便采取适当的措施。

该方法还能提高诊断和预测的重新配置能力。

展望未来：分析技术发展路线图

随着我们迈向智能制造，分析技术显然将继续发挥更大的作用以最大程度提高吞吐量并降低成本，同时实现高良率。大数据领域的进步，将推动这些分析技术快速发展，笔者相信目前取得的进展已经带来了一些重要的研究发现，并且有助于最大限度地发挥这些分析技术的作用。

第一项重要发现是，业界正在寻求开发或增强的许多分析解决方案可以利用相同的模型开发（“静态数据”）和模型执行/维护（“动态数据”）结构。例如，PdM 的六步模型开发过程（图 3a 和 3b 作了总结）可用于虚拟量测甚至是良率预测。利用通用方法不仅可以节省提升这些技术所花费的时间和精力，还使得制造商能交叉利用分析方法上不断取得的进步成果。



端到端数据管理对于满足汽车电子产品的可靠性需求至关重要

汽车制造商需要更强大的电子系统。然而芯片供应商在寻求机会把握该市场的时候，却面临着一个两难的境地：为消费电子产品而优化的质量控制系统，无法交付给一个产品必须运行数年而不是数月的行业应用。Onto Innovation 诠释了为什么高级数据管理是未来成功的关键。

作者：Mike McIntyre, Onto Innovation 软件产品管理部门总监

汽车应用中快速增长的电子部分揭示了两个行业在可靠性预期方面的巨大差异。汽车制造商考虑的是几十年的使用寿命，而电子产品可能在几十个月内就会过时。汽车市场肯定不会采纳电子消费者的有限预期，因此电子工业有责任提高可靠性和延长产品寿命。

电子制造商在制程良率驱动的环境中成长起来的，他们必须将重点转移到产品的可靠性上。对于检测和量测系统的供应商来说，这种转变至少体现在两个重要领域：系统性能和数据管理。为了加强制程控制和减少缺陷，量测系统必须更加精确，检测系统必须更加灵敏。

为了改进可靠性，需要增加量测和检测程序，这将造成收集、储存和分析用于提取可执行信息的数据海啸。最重要的是，电子产品制造商需要数据管理系统以便在日益复杂的产业链中提供晶粒（die/裸片单元）级别的可追溯性。尽管半导体制造商长期以来一直在收集大量的数据，多达90%的数据通常被搁置且不会被提及。一些对高级数据存储行为的预测超过了这个数字，估计多达99%的数据将被主动挖掘存储。最大的挑战之一可能来自于文化方面，如何说服每个供应商在“可信来源”的基础上进行互动并提供数据访问。

在汽车工业史上的大多数时候，对可靠性问题的关注集中在机械系统上。这种关注正在迅速改变，因为汽车工业的电子器件部分的份额/占有率正在快速增长着，电子元件的数量以指数速度增长，且每一个都有可能成为潜在的故障点。如果将器件在单个晶体管层面计数，这个数字马上就会变成天文数字。百万分之一的器件故障率是不够的，甚至十亿分之一器件故障率也会导致无法接受的系统故障。尽管零缺陷的质量控制在字面

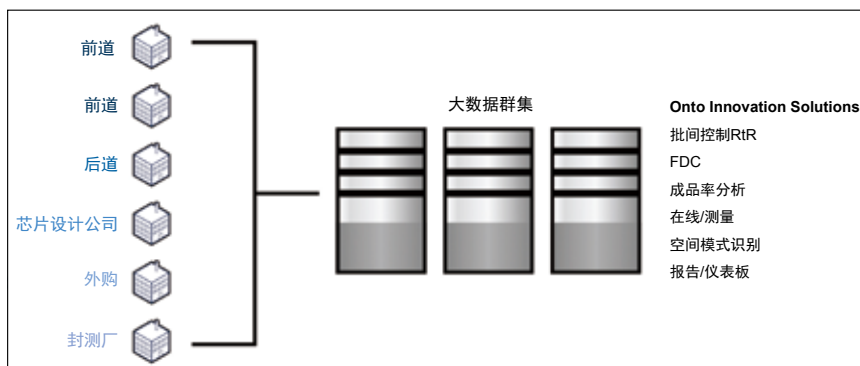


图1. 日益复杂的电子制造产业链的数据收集和管理需要将数据存入一个中央集中数据库，在这个数据库中，不同的数据结构事先校准，以便能够迅速、彻底地分析和提取可执行数据。

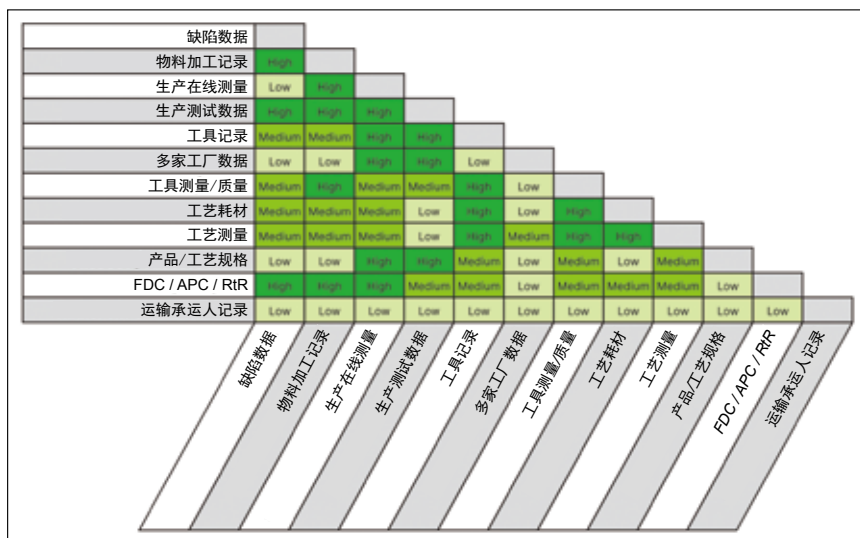


图2. 这张图表强调了整合访问从不同来源获取的预校准数据的重要性，它显示了来自任何两个来源的数据在晶圆厂层级的问题解决场景中相互作用的可能性——高、中、低。

意义上不可能实现，但这个术语捕捉到了一个可持续改善计划的基本前

提，那就是达到“无故障级别”。

汽车工业拥有完善的测试和质量保证系统。零部件在一个有着大量振动和大幅度温度波动的不洁的、苛刻的环境中预期可以工作18年。在一个有着成百上千个零件的机械系统中，百万分之几的故障率并不过分。电子工业对质量和控制也有严格的要求，但从历史上看，它的重点是提高在制程结束时功能器件的良率。相对较短的产品寿命需求让重心较少放在长期可靠性上，大多数电子元件被设计成在相对良性和可控的环境中工作。

产品责任是两个行业之间的另一重要区别。很少有应用于汽车的消费

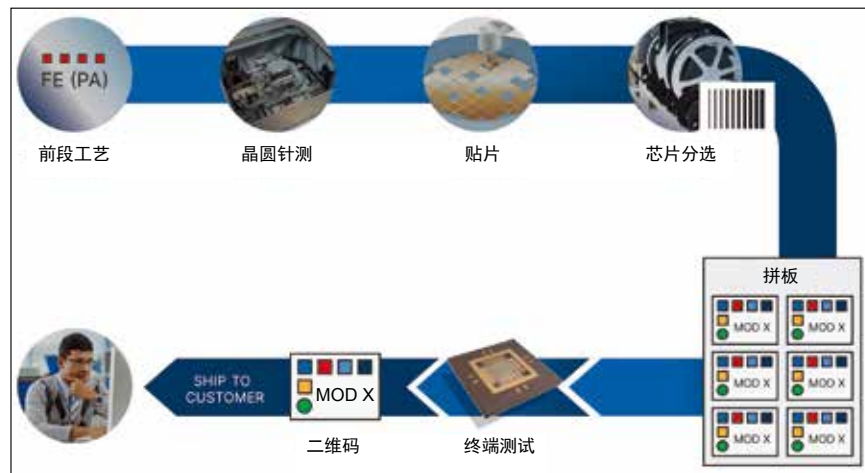


图3. 晶粒级可追溯性要求跟踪单个晶粒，因为它们在制造过程的各个步骤中被不断重新调整配置——从芯片分选到拼板再到模块——每次重构在不同的供应商处经常发生。



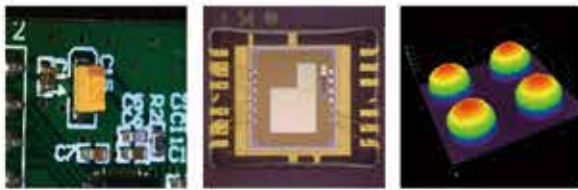
DSX1000

全新! 数码显微镜



OLS5000

3D 测量激光显微镜



- 放大倍率 20X-7000X
- 明场、暗场、MIX、斜射、偏光、微分干涉
- 6种观察方式一键切换
- 测量准确度和重复性的双重保证
- 为您的分析选择最佳的镜头，可在各种放大倍率下获得丰富图像。



- 放大倍率 54X-17280X
- 搭载 405nm 激光光源的共焦光学系统
- 非接触、无损的亚微米 3D 观察和测量
- 符合 ISO 25178 标准的表面粗糙度测量
- 基于可追溯系统的测量重复性和准确度保证
- 使用简单，只需放置样品并按下按钮
- 扩展支架和专用长工作距离物镜，可测量具有挑战性的样品。



为您的分析选择最佳的镜头，可在各种放大倍率下获得丰富图像。



邀您莅临奥林巴斯展位
SEMICON CHINA 2020
展位号: N2-2627
上海新国际博览中心
展览时间: 2020/03/18-20



关注我们

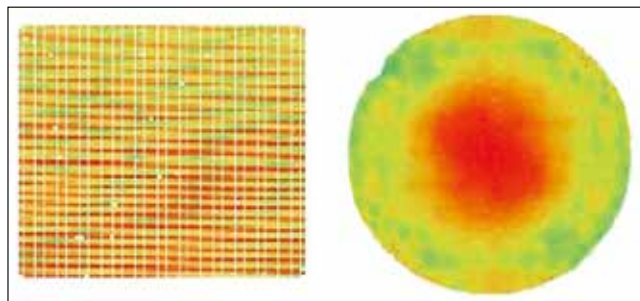


图4. 反向映射可以揭示不明显的空间关系。工程师们在面板片测试结果的视觉呈现中观察到一种特征性条纹图案。反向映射结果展示了原始晶粒在晶圆上的位置，从而揭露了前端工艺出现问题。类似方法可以用于鉴别有失效风险的晶粒。

电子产品会给用户的健康和带来重大安全风险。对电子装配来说，产品可靠性的一个更独特的方面来自于成品组件的整体特性。一个组件可能由多个芯片和数百万个无法单独修复的晶体管组成。如果组件失效，所有这些组件都将被废弃。对废品的财务责任会转嫁到上游，因此提供缺陷晶粒的供应商最终可能要承担整个组件的费用。这种模式可能适用于手机或智能手表，但不适用于汽车。

目前的趋势只会更加强调可靠性。虽然电子元件的数量及其份额正在迅速增长，但专家们也指出：使用模式正在发生变化。如今，汽车通常大部分时间都停放在那里不被使用。如果我们进入一个无人驾驶汽车可以通过共享经营、按需行驶的时代，汽车的使用率可能接近100%，一年可以行驶数十万英里。

为了迎接这些挑战，电子工业将不得不从根本上将重点从制程良率转移到产品可靠性上。在可靠性故障成本远远超过良率损失成本的环境下，废弃名义上合格零件的可靠性和测试方法可能得到更广泛地采用。这方面的例子包括保护带设置和参数零件平均法，前者会将位于已知缺陷附近的器件废弃，后者采用零件均值方式，废弃那些统计学的离群值，即使它们

在工艺制程规格范围内。工艺工程师、检测及量测系统供应商必须集中精力，用更严格的制程控制、更精确的测量和更灵敏的检测找到可靠性故障的根本原因。此外，

电子制造商需要在发展得愈加复杂的产业链上，提供详细可见性的数据管

理工具实现端到端的制程控制。

召回控制

一旦一个失效零件从一个已经经过分析并确定了失效原因的区域退回，汽车制造商必须迅速确定有哪些其它车辆包含可能因相同或相关原因失效的部件。晶粒级别的可追溯性(有时也称为谱系学)允许工程师回顾整个生产过程，找到具有相似特征或历程的晶粒。这些特征可能包括常见的材料批次、加工设备、事件、时间、



图5. 这个列表是一个具备大量变量的案例，必须加以监控。自动化的程式可以不断地挖掘集成数据存储空间来发现新的极端案例。

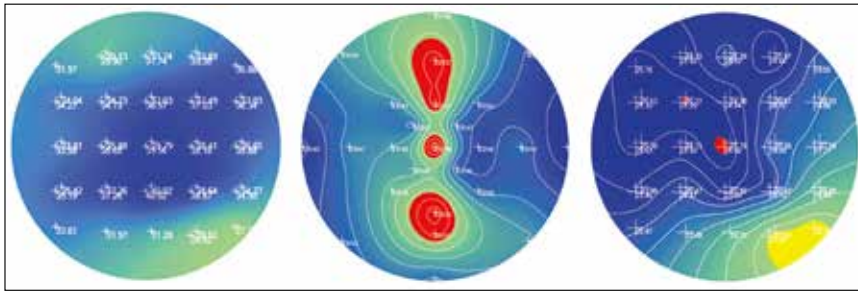


图6. 自适应采样根据测量值调整采样率，以优化和权衡测量和产能。

地点、制造厂、托运人等等，清单几乎是无穷无尽的。数据来源可能包括缺陷探测、良率分析、自动化制程控制以及故障检测与分类系统，所有这些都来自不同的制造商。工程师们面临着诸多挑战，包括数据量、数据格式差异以及产业链上不同实体对数据的访问。一个有效的解决方案需要一个高速、大容量并能够预先整合来自不同来源数据的集成数据库，以方便算法搜索重要的相关性。当发现了共同影响因素并鉴别出高危晶粒时，制造商可以通过召回并且只召回那些可能受影响的车辆，如此可尽量减少成本和责任。

极端案例识别

工程师通过程式化地产品和工艺测试，以确定可接受的各变量规格限制。变量接近规格限制称为边缘案例。当存在多个相互影响的变量时，这个问题会变得更具有挑战性。将边缘比喻扩展到多元分析，当多维度的变量接近它们自己的规格极限，这种情况也被称为是极端案例。在低风险应用中，极端案例会较少受到关注，因为人们假定一个元件遇到多个条件接近其规格的可能性很低。在汽车应用中，由于存在对操作者健康安全构成的风险，故障的成本会很高，因而极端案例会更加重要。对于每一个故障，工程师们都想知道它是否是一个从未见过的

极端案例。虽然二维极端的类比很容易被推崇，但随着变量 / 维数的增加，找到一个“极端”变得更具挑战性。在多元参数空间中的一个从未被验证过的极端案例，导致它在零件或模块发生故障时有能力识别这种极端案例，这是防止漏网之鱼的必备要素。

保护带

在传统工程中，防护带是指在规格限制周围建立一个区域，该区域等于测量系统精度的某个比例。因此，测量和检查系统的功能必须有良好的表征，在所有测试结果中提供误差线或用其他图形化方式展示精度。在半导体工程中，保护带也被用于运行额外的、冗余的电路，以确保单个器件的失效不会导致整个电路的故障。与这个说法更相关的是几何图形保护条带，在该条带中，一个晶粒可能仅仅因为位于晶圆上被检测缺陷

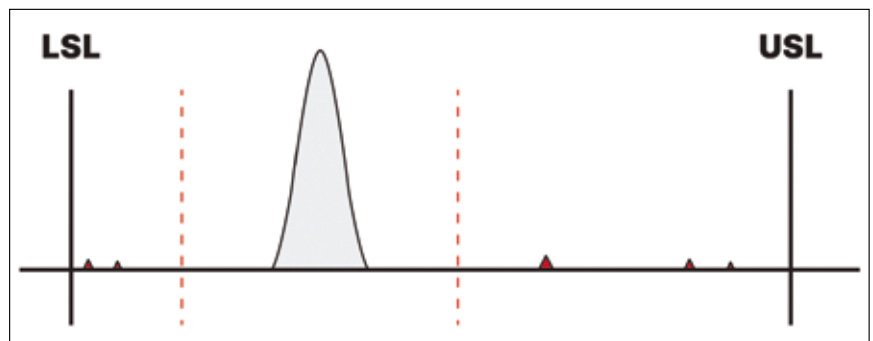


图7. 对于静态参数零件平均测试 (PAT)，正态分布取自一个跨越多个批次的代表性样本，并定期刷新。对于动态PAT，正态分布是通过最近测试零件的滚动样本来计算得出的。

的附近而报废。例如，晶粒紧挨着一条划痕或几个晶粒在一条划痕的延伸方向上都可能被排查出来，因为它们更有可能不合格。在这些情况下，不合格品的潜在成本被断定为高于良率损失的成本。

自适应抽样

在生产能力和测量 / 检验要求之间有一个恒定的张力。从最严格的意义上来说，花在这些功能上的时间不具备生产力，但它对最大限度地提高器件的良率和可靠性是至关重要的。自适应采样旨在通过动态调整采样率或密度来优化权衡，以响应高度可变的测量结果。举个例子，基于样本测量的可变性，相邻两片 wafer 上的采样密度是变化的。

如图 6 所示，样品利用连续的色彩来显示测量参数的实际变化（未知测量系统）。白色数字表示在特定位置测量的采样值。考虑到左边晶圆片的基本均匀性，测量结果的变异性很小，因此它们被认为代表了晶圆片上的所有点，这点可信度高。在中间和右边的晶圆片上，采样测量值显示出较大的变异性，这表明需要增加采样密度来完全表征整块晶圆片，并确保所有点都在可接受的规格范围内。

硅3D集成技术的新挑战与新机遇

从低密度的后通孔 TSV 硅 3D 集成技术，到高密度的混合引线键合或 3D VSLI CoolCube™ 解决方案，研究人员发现许多开发新产品的机会。通过了解当前新兴的硅 3D 集成技术，本文对图像传感器、光子器件、MEMS、Wide I/O 存储器和布局先进逻辑电路的硅中介层展开讨论，并根据 3D 平台的性能评估结果，重点介绍硅 3D 封装的技术发展和面临的挑战。

3D 技术的机会

除了在同一芯片上集成所有功能的系统芯片 (SoC)，硅 3D 集成是另一种支持各种类型的应用的解决方案，从最初为图像传感器设计的硅 2.5D 集成技术，到复杂的高密度高性能 3D 系统，两种方法都用于创建性价比更高的系统。硅 3D 集成技术的主要优势包括：缩短互连线长度，降低 R.C 积，让先进系统芯片 (SoC) 能够垂直划分功能，进一步降低系统尺寸和外形因数。

在首批 3D 产品中，业界认为存储器层叠方案可以提高 DRAM/ 逻辑控制器的容量 / 带宽，适用于高性能计算系统、图形处理器、服务器和微型服务器 (图 1)。

美光的混合存储器模块 (HMC) 和海力士的宽带存储器 (HBM) 开始进入量产阶段，这两个解决方案都连接硅中介层，面向高性能计算 (HPC) 应用。另一个案例来自 Xilinx，该公司于 2012 年提出在硅中介层制造现场

可编程门阵列 (FPGA) 的概念。这项技术最初采用 CoWoS 集成工艺，引起供应链巨变，后来改用两个 28nm FPGA 和两个 65nm 混合信号芯片堆叠在 65nm 硅中介层上。

服务器对高带宽和低功耗的进一步需求催生了新的硅光子器件平台以及硅光中介层集成技术。该平台特征包括两点：1) 将 CMOS / BiCMOS 和光子功能分开；2) 每个通道传输速率高达 25Gb/s。研究人员认为，在逻辑层上堆叠存储层可以大幅降低存储器与处理器之间的接口功耗。堆叠在逻辑层上的 Wide I/O DRAM 的能效是 LPDDR 解决方案的四倍 (图 2)，并且在未来几年内传输速率将达到 50 GB/s。

为了给高性能计算或电信应用提供高带宽性能，研究人员设计了一个基于异步 3D Network-On-Chip 架构的先进逻辑层叠方案，采用 3D 封装方法将两颗相同的逻辑裸片正反面层叠，证明了可扩展的同构 3D 层叠方法的技术

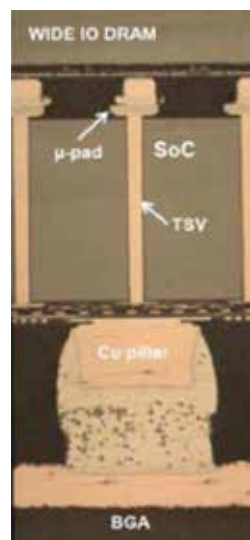


图2. 置于65nm逻辑层上的Wide IO存储器，顶层/底层具有1250个TSV互连线，1000个倒装片铜柱（底部/BGA）。

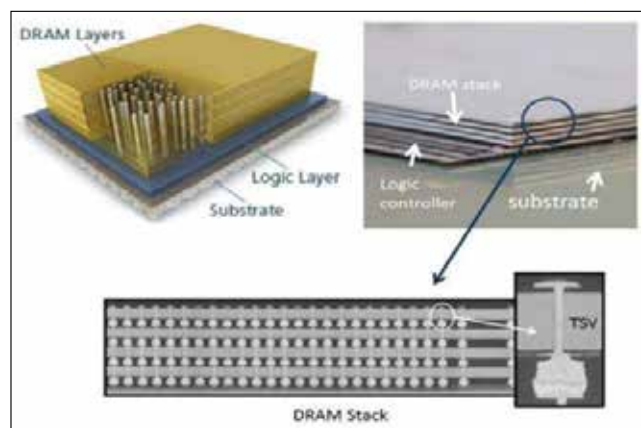


图1. 与逻辑控制器相连的DRAM混合存储器层叠模块HMC。来源：美光科技

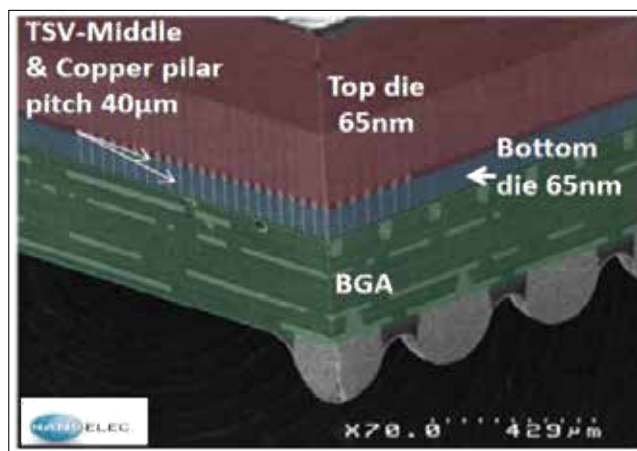


图3. 采用逻辑芯片层叠方法的异步Network-on-Chip 3D架构。

作者：Jean Michailos，意法半导体

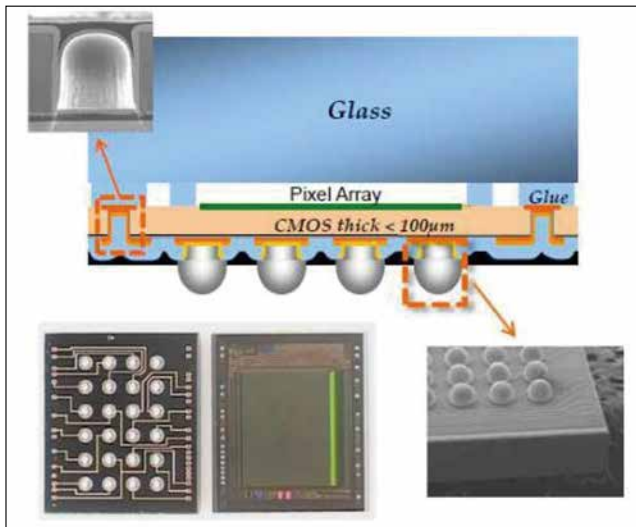


图4. 晶圆级摄像头2.5D后通孔方法。

优势。该3D集成方案的逻辑芯片采用CMOS 65nm制造工艺，使用宽高比为1:8的TSV Middle通孔和40μm节距的铜柱连接芯片（图3）。

在2.5D TSV被引入CMOS图像传感器后（图4），3D集成技术从2013年开始用于智能手机和平板电脑中，目前市场上存在多种不同的竞争性层叠技术，数字处理层可以布局在硅衬底上，而不是像素阵列电路上，通过功能划分和工序优化，图像传感器尺寸变得更加紧凑，比方说索尼图像传感器就是结合直接键合+TSV的晶圆级层叠解决方案的。

对于MEMS，微缩化是除成本和性能之外的另一个差异化要素。2007年以来，技术发展趋势是开发3D异构MEMS功能，包括通过TSV连接IC。

3D技术的挑战

3D集成得到广泛应用证实了基于TSV等工艺

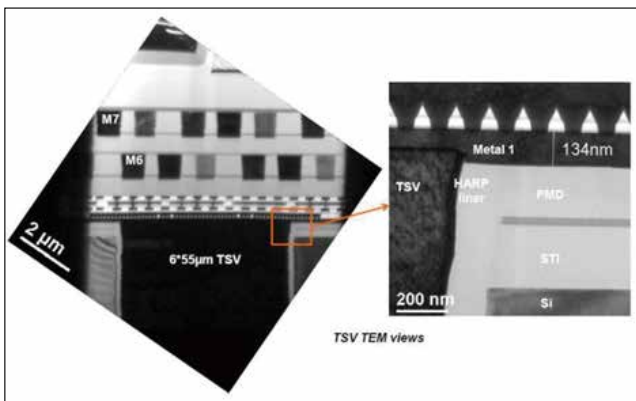


图5. 图示为6×55μm 28FDSOI Via Middle集成模块的TEM视图，模块基于TSV工艺。

技术已经成熟（图5）。现在，研发重点转移到由市场需求驱动的封装应变管理上面；通过改进散热效率提高系统性能，提高芯片间的互连密度。

对于尺寸较大的硅中介层来说，热机械应变是一个需要考虑的难题，需要解决硅光子变化以及HBM/CPU集成封装问题，叠层之间的热膨胀系数（CTE）不匹配将会致使裸片翘曲。由于裸片级曲率受到温度的影响，研究人员开发出一种应变监测和翘曲补偿策略，通过综合使用阴影莫尔干涉仪、现场应力传感器和有限元建模（FEM）方法，创建了介电层特性模型。

为此，研究人员利用X射线衍射技术对TSV集成引起的局部应变进行表征实验（图6）。同步辐射源纳米级聚焦X射线衍射测量图高亮显示了TSV周围应变的2D平面分布情况，并证明应变分布与3D FEM模拟相关。

热管理是业界关注的影响3D性能的一个主要问题。精确的FEM模型和在TSV 3D电路上校准的紧凑型热模型有益于设计流程改进，研究人员做过高导热率散热器材料的评测，这种材料可以提高封装的散热性能，耐受更大的耗散功耗，可以显著降低潜在的局部热点效应，高性能冷却技术被证明具有嵌入式微流体特性（图7）。

如何提高互连密度？经过验证，混合引线键合工艺是

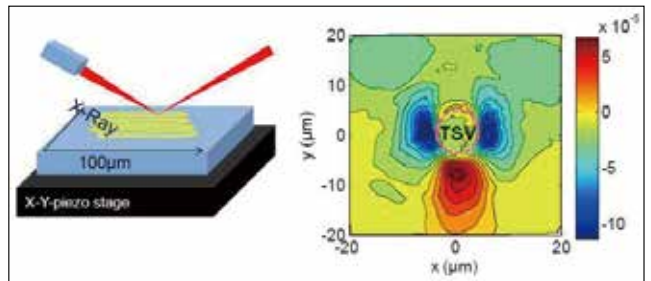
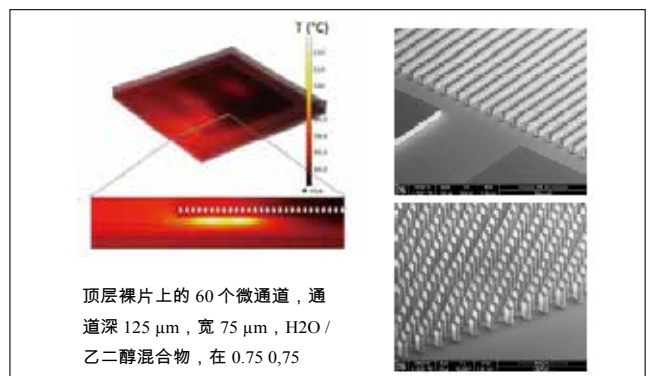


图6. 使用纳米聚焦X射线束衍射方法测量的TSV周围应变2D平面空间应变分布；稀化样品是在室温和原位退火过程中完成测量。



顶层裸片上的60个微通道，通道深125 μm，宽75 μm，H₂O / 乙二醇混合物，在0.75 / 0.75

图7. 左图在一个热点密集且密闭Wioming 3D电路上实现微流体冷却技术（2000W/cm²）；右图在Si中蚀刻的微通道和鳍引脚的SEM图像。

一个前景很好的微凸点技术的替代方法，或者说是一种可以替代裸片互连使用的 TSV 直接氧化物键合方法。混合键合工艺允许在后工序进行低节距的面对面的层叠，但也给集成和设计优化带来新挑战。

CEA-Leti 曾发布了一个集成背面照明 (BSI) 与控制逻辑单元的晶圆级混合键合封装，证明低节距 (5 μm 至 24 μm) 焊盘对准精度在 400nm 以下，并使用了 2x6 金属层 0.13 μm 双大马士革镶嵌工艺(图 8)。为避免非键合区域，必须优化焊盘设计和表面抛光工序。套刻精度优于 250nm 的高性能对准系统能够实现最低 7 μm 的高密度节距。

此外，研究人员还做了键合界面完整性表征实验，在附加的热应变实验后进行 EDX 分析，未在氧化层发现铜扩散现象。一份有关混合键合技术的电学表征实验和初步可靠性的研究报告证明，在 300mm 层叠晶片上，良率达到 100%，在 30k 菊花链时，界面电阻离差较低。储热循环实验结果证明，技术成熟的图像传感器专用混合键合工艺实现了低电阻离差 (暂定 0.5% 以下)。

与混合引线键合形成对比，研究人员可能会想出更先进的解决方案，例如直接键合。3D VLSI CoolCube™ 集成方案利用独特的连接密度超过百万 / 平方毫米的通孔技术，可以垂直堆叠多层芯片，为异质集成带来新的机遇 (高微缩化的像素、CMOS 与 NEMS 混合架构、III-V/Ge 材料) 和设计灵活性，特别适合于线长微缩或神经形态计算 (图 9)。

结论

硅 3D 集成是一种高性能的半导体集成创新解决方案，

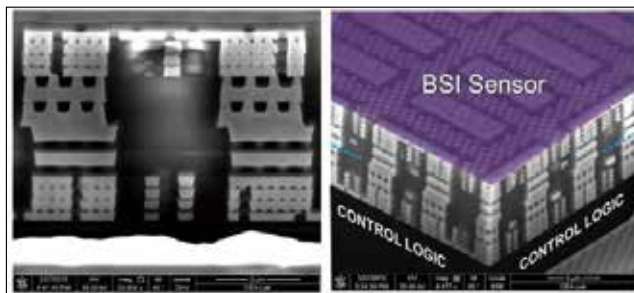


图8. 混合键合封装的SEM图像 (俯视图和3D视图)，包括BSI成像器结构+逻辑的所有金属层。



图9. 3D VLSI CoolCube™集成方案的工作原理。

可以替代因光刻技术投资庞大而在未来十年内难以维持经济效益的标准“摩尔定律”。3D 集成得到认可的原因在于性能、带宽、复杂性、互连密度，以及系统微缩化、最终成本和价值链。硅 3D 集成技术已经开发出来了，且热管理、热机械应变和连接密度等难题都在逐个解决。随着直接混合键合套刻精度的提高，业界可能会想出创新的集成方法，替代现有的裸片层叠解决方案，简化产品价值链，开发出功能分区、高密度互连的高性能器件。◆

贺利氏具有优异导热性能的新型烧结银

贺利氏电子宣布推出一款新型烧结银 mAgic DA295A。这是一款低温无压烧结解决方案，是贺利氏 mAgic 烧结银系列的最新产品。该产品具有优异的导热性，非常适合工作温度较高的电力电子应用。贺利氏总裁 Klemens Brunner 博士表示，新款 mAgic DA295A 烧结银能够提升器件的可靠性和使用寿命，尤其是高频功率放大器的封装。

凭借经过改进的专利配方，mAgic DA295A 不仅能形成牢固可靠、散热极佳的纯银粘接层，并且还能进一步拓宽工艺窗口，降低总体拥有成本。此外这款烧结银的使用

十分简单，能够为电力电子制造商带来更大的灵活性和可操作性。贺利氏是唯一使用微米级片状银粉的烧结银供应商。与纳米粉相比，这确保了更高的良率、更宽的工艺窗口和更低的成本。

当前，电力电子行业越来越青睐具有高熔化温度、高抗疲劳强度、高热导率和低电阻率等特性的连接材料。这类材料不仅能够确保优异的可靠性，同时有助于提高元器件的功率密度、工作温度上限和开关频率。包括贺利氏 mAgic 系列产品在内的烧结银是替代传统焊锡膏的高效方案，可将器件的寿命延长 10 倍。

利用片上高速网络实现FPGA内部的超高带宽逻辑互连

Achronix 最新的 Speedster7t FPGA 器件包含了新型二维片上网络 (2D NoC)，该 FPGA 器件基于台积电 (TSMC) 7nm FinFET 工艺。创新的 2D NoC 如同在 FPGA 可编程逻辑结构上运行的高速公路网络一样，为 FPGA 外部高速接口和内部可编程逻辑的数据传输提供了超高带宽 (~27Tbps)。

NoC 使用一系列高速的行和列网络通路在整个 FPGA 内部分发数据，从而在整个 FPGA 结构中以水平和垂直方式分发数据流量。NoC 中的每一行或每一列都有两个 256 位的、单向的、行业标准的 AXI 通道，可以在每个方向上以 512Gbps (256bit x 2GHz) 的传输速率运行。

NoC 为 FPGA 设计提供了几项重要优势，包括：

- 提高设计的性能。

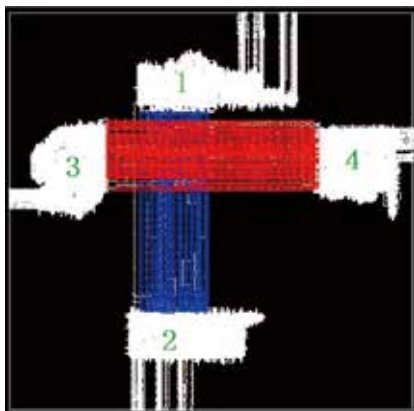


图2. 3DES设计 (未采用NoC) 后端布局布线图。

- 减少逻辑资源闲置，在高资源占用设计中降低布局布线拥塞的风险。
- 减小功耗。
- 简化逻辑设计，由 NoC 去替代传统的逻辑去做高速接口和总线管理。

- 实现真正的模块化设计。

通过一个具体的 FPGA 设计例子，本文将展现 NoC 在 FPGA 内部逻辑互连中发挥的重要作用。本设计主要是实现三重数据加密解密算法 (3DES)，而算法是 DES 加密算法的一种模式，它是对于每个数据块应用三次 DES 加密算法，通过增加 DES 的密钥长度增加安全性。

在 FPGA 设计中，我们将输入输出管脚放在的 FPGA 上下左右四个方向上。上面管脚进来的数据经过逻辑



图1. Speedster 7t FPGA结构图。

1 进行解密然后通过蓝色的走线送到逻辑 2 加密以后从下面的管脚送出。左边管脚进来的数据经过逻辑 3 进行解密然后通过红色的走线送到逻辑 4 加密以后从右边的管脚送出 (图 2)。

我们在设计中遇到两个重要的问题，包括：

- 加密和解密模块中间的连线延时太长，如果不增加流水寄存器 (pipeline)，设计性能会受到很大限制。然而，连接总线位宽是 256 位，增加几级流水寄存器又

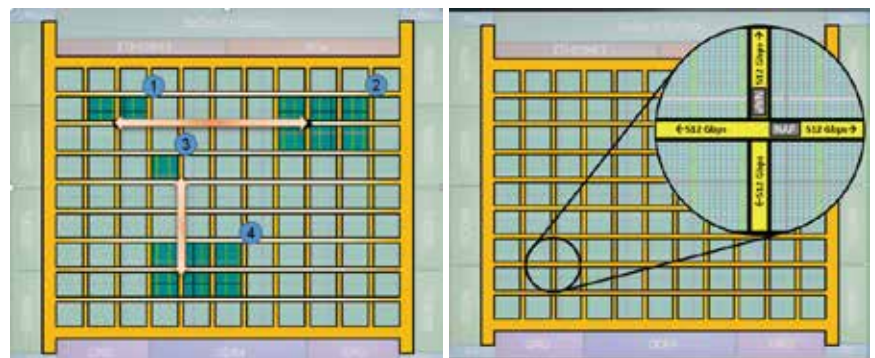


图3. 利用2D NoC进行内部逻辑互连 (左)，网络接入点NAP。

作者：黄仑，Achronix资深现场应用工程师


```

ACX_NAP_VERTICAL # (
    .must_keep (1)
) nap_vertical_in (
    .rstn (1'b1),
    .output_rstn (),
    .clk (user_clock),
    .tx_ready (),
    .tx_valid (1'b1),
    .tx_dest (4'h1),
    .tx_sop (1'b1),
    .tx_eop (1'b1),
    .tx_data (user_data),
    .rx_ready (1'b1),
    .rx_valid (),
    .rx_src (),
    .rx_sop (),
    .rx_eop (),
    .rx_data ()
) /* synthesis syn_noprune=1 */;

ACX_NAP_HORIZONTAL # (
    .must_keep (1)
) nap_horizontal_in (
    .rstn (1'b1),
    .output_rstn (),
    .clk (user_clock),
    .tx_ready (),
    .tx_valid (1'b1),
    .tx_dest (4'h1),
    .tx_sop (1'b1),
    .tx_eop (1'b1),
    .tx_data (user_data),
    .rx_ready (1'b1),
    .rx_valid (),
    .rx_src (),
    .rx_sop (),
    .rx_eop (),
    .rx_data ()
) /* synthesis syn_noprune=1 */;
    
```

图4. 例化NAP宏定义示例。

会占用很多额外的寄存器资源。

上下模块之间的连接总线和左右模块之间的连接总线出现了交叉，如果设计再复杂一点有可能会遇到布局布线的局部拥塞，会大大增加工具布局布线时间。

上面两个问题正是增加设计者在复杂的FPGA设计中或多或少会遇到的问题，其中的原因有可能是设计比较复杂，也有可能是硬件平台的限制，或者设计必须连接不同位置的外围Hard IP导致的。

NoC的出现让我们在面对上述问题时迎刃而解。NoC为FPGA逻辑内部互连提供了双向288bit的原始数据

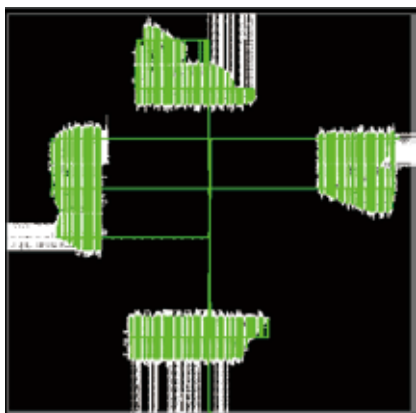


图5. 3DES设计（采用了NoC）后端布局布线图。

模式（Raw data mode）。用户可以通过该双向288bit信号进行逻辑直连或者自定义协议互连。

在NoC的每个交叉点上都有两个网络接入点（NAP），用户只要简单地通过例化NAP的原语或者宏定义就可以将自己的逻辑接入到NoC并进行互连。

这样通过在3DES加密和解密模块上分别例化NAP，就可以实现3DES加密和解密模块之间的NoC互连。

这样在简化用户设计的同时，设计性能有了很大的提高，从之前的260MHz提高到了750MHz。在图5中，我们可以看到之前逻辑之间大量的连接总线已经不见了，总线的连接都由NoC接管，在后端布局布线图中只能看到绿色时钟走线和白色模块内部的逻辑走线。

结语

本文通过以上案例为广大FPGA设计者展示：如何利用NoC来进行FPGA内部逻辑的互连，从而给设计者们提供另一种考虑问题的思路。在

传统的FPGA设计中出现了性能无法提升、布局布线拥塞的时候，设计师是否可以考虑利用Achronix新一代的Speedster7t FPGA来简化和加速用户的设计。

有关二维片上网络（NoC），我们后面还会陆续推出一系列技术小贴士，包括NoC技术的发展，NoC性能评测以及与传统互连架构的对比，Speedster7t FPGA中NoC的技术参数以及调用方法，以及NoC的各种参考设计等等。◆

上接第20页

第二项重要发现是智能制造将扩展这些分析技术的应用范围。例如，将诊断、控制和预测的使用从晶圆厂内部扩展到供应链，这将有助于更好地把握客户需求并增强解决现场良率等问题的能力。

第三项，这也许是最重要的一个发现，SME将继续在我们行业的分析技术应用中发挥重要作用。未来的应用千变万化，但设备和工艺专业知识（SME）仍将是半导体制造分析解决方案的关键组成部分。◆

作者简介



James Moyne 曾担任应用材料公司全球服务部标准和技术专家。他在密歇根大学获得博士学位，也是该大学副研究教授。



Jimmy Iskandar 是应用材料公司全球服务小组

开发和算法成员，重点是异常检测、设备健康监控、预测性维护、故障分类、故障诊断和虚拟计量。他在加利福尼亚大学伯克利分校获得了计算机科学和数学学士学位，并在圣塔克拉拉大学获得了计算机工程硕士学位。

为什么AIoT是技术持续创新的必备要素？

作者：Andrew Grant，Imagination Technologies人工智能资深总监

随着许多技术已经在边缘运行，我们开始看到人工智能（AI）和物联网（IoT）的结合，即人工智能物联网（AIoT）。AIoT是一个术语，指将AI应用于IoT，这是一种比较新的嫁接应用，代表着在硬件设备之间实现许多简单的数字连接。随着AI越来越靠近边缘，



并进入诸如传感器、摄像头和移动设备等各种应用当中，它可以使嵌入式设备更智能，并且在许多情况下，不再需要大量基于云端的计算。相反，分析可以直接在设备中进行，从而消除了数据在处理过程中的所有延迟。

尽管AIoT的概念相对较新，但是提前了解在不久的将来它将如何改变我们的日常生活是很重要的。以下是我们期望看到的与AIoT相关的一些机会。

智能汽车、智慧城市

该如何应用AIoT技术？自动驾驶汽车（AV）是一个很好的例子。一辆自动驾驶汽车有多个摄像头，用于目标识别、计算机视觉、车道预警和驾驶员疲劳状态监测等；此外，还有用于传感器融合的其他传感器（例如，热成像、雷达和激光雷达传感器）。通过在边缘处理收集的数据，使得数据进出车辆的带宽需求降至最低，从而避免了数据分析的延迟。在连接容易出问题的地方或者延迟至关重要的时刻（例如当车辆高速行驶时），毫不夸张地说，边缘处理可能就是生与死的差别。

另一个应用案例是智慧城市，其中AIoT将使越来越智能的边缘设备不仅成为数据发生器，还成为数据聚合器、数据交换平台和数据驱动的决策者。在城市中，这意味着汽车能够不断得到街道基础设施和其他车辆提供的最新信息，从而减少或消除交通拥堵。数据共享可以实现更佳的交通路线

决策，同时可为应急车辆清开道路使其更快通行。未来，我们将看到汽车与交通信号灯、路灯柱和路牌进行“对话”。

AIoT技术可以为智慧城市提供进一步支持，它将实现基于实时和预测信息做出有根据的选择。例如，我们都知道，由于人工没有及时更新使得我们看到的路牌上显示过时的交通信息，或者我们没能收到指示或建议从下一个出口出去，结果我们成为交通拥堵的一部分——这是一件令人沮丧的事！车辆对车辆（v2v）或车辆对基础设施（v2x）的数据共享将确保车辆前进过程中没有障碍。

v2x通信技术使车辆之间以及车辆与周边环境之间能够通信。与视觉传感器等试图复制我们已有感觉的传统传感器不同，v2x为人和机器的感知添加了新的组件。该传感器可以看清拐角处以及超过一英里半径范围内的任何障碍物。很快，v2v和v2x将成为标准——但这也要求将AIoT技术包含在数万亿个传感器中。

智慧城市应用还将监测城市环境，检查空气质量，并且当污染水平上升时会向人们发出警报，同时重新规划交通，以避免在特定区域造成交通拥堵和汽车尾气聚集。

工厂和零售

AIoT将对工厂工人的工作方式产生影响。未来的工厂将变得更加安全，因为以前的“沉默式”工业机器人和机器人车辆将利用AIoT技术来“感知”其周边环境。通过AIoT技术，机器人的安全得到保障：如果有人进入其附近区域，机器人会立刻明白正在发生什么事情并回到安全模式。随着在货仓中高速行进的快速机器人四处移动货物，可以说它们变得越智能，仓库地面对我们这些“软机器”来说就越安全。

我们也将开始看到更多Amazon Go这样的智能商店，购物者可以选择他们的商品，也许是一瓶饮料或一个三明治，当他们离开商店时，该商品的费用将从他们的银行账户中扣除，他们的积分也将被更新，而货架将自动进行补充。这一系列神操作都将来自于商店中的传感器和摄像头配合执行，且得到AIoT技术的支持。



医疗保健

在医疗保健领域，我们会想到可穿戴式健身设备，但越来越多的边缘设备将进入我们的视野，它们用来检查各种身体状况，从呼吸活检到胰岛素调节。的确，在这一领域，我们将看到这些设备变得价廉物美且普遍存在，从而使医务人员能够准确地跟踪和评估全球的疾病，并协助他们为所有个体进行更有效的诊断、开出正确的处方和监测医疗结果。

未来就在眼前

上述理念将让我们受益匪浅，一联想到这些前景就会令人兴奋，而 AIoT 正是可以帮助我们实现此类目标的技术支持之一。当下，我们能看到下一个阶段的 AI 计算正在向边缘转移，比如在本地机柜中执行而非在云端执行。因此，我们正在“积跬步”、朝着未来迈出无数的小小步伐。未来 AIoT 将被广泛部署在我们的汽车、城市、工厂、商店以及整个生活中，从而创造更加美好的生活。◆

莱迪思推出全新低功耗FPGA技术平台

莱迪思半导体公司推出全新低功耗 FPGA 技术平台 Lattice Nexus。无论是在解决方案、架构还是电路设计层面，莱迪思 Nexus 能大幅降低功耗的前提下优化系统性能，在网络边缘 AI 推理和传感器管理等应用开发方面的优势非常明显。例如，该平台优化的 DSP 模块和更大的片上存储器可实现低功耗高性能的计算（如 AI 推理算法），其运行速度是其他同类 FPGA 的两倍、功耗减少 50%。

Nexus 是基于三星的 28nm 耗尽型绝缘层上硅（FD-SOI）工艺技术开发的。与 bulk CMOS 工艺相比，这项

技术的漏电降低了 50%，是莱迪思 Nexus 低功耗技术平台的最佳选择。该公司研发副总 Steve Douglass 表示，Nexus 技术平台增强了 FPGA 的并行处理和可重新编程能力，可加快莱迪思开发新品的速度。

Nexus 技术平台提供创新的系统级解决方案，集合了设计软件、预置的软 IP 模块、评估板、套件和参考设计，帮助客户更快地构建系统。由于适用性强，即使客户不擅长 FPGA 设计也能更快地开发新的系统，比如传感器桥接、传感器聚合和图像处理等针对嵌入式视觉等增长迅猛的应用领域。

高科技设施先锋Exyte助力中国半导体智能制造

近年来，随着中国半导体产业的快速发展，很多厂房设施需要投入建设。如何建造安全、可靠的厂房？具有百余年历史的德国高科技设施和厂房设计、工程和施工服务的全球先锋Exyte，自1995年在上海注册成立中国公司，通过25年在中国市场实践，成功完成300多个项目，为我们呈现了一份极其亮丽的答卷。



Exyte中国执行总经理罗润 (Frank Lorenzetto)

2019年11月28日，《半导体芯科技》在IC World 2019展会上采访了Exyte高层，了解关于Exyte的发展理念、专业解决方案及最新动态。

专注于尖端高科技设施：从概念到交付

Exyte中国执行总经理罗润(Frank Lorenzetto)介绍：Exyte集团于1912年成立于德国斯图加特，已经有一百多年历史。之前叫做“M+W”，2018年改名为Exyte，来自英文单词“excite”，代表我们对工作的高度热情、长期的工程经验和追求卓越。

Exyte在可控和受控环境方面具备特殊的专业技术，为半导体、化工、生命科学及数据中心等高技术客户提供从咨询、设计到“交钥匙”全方位的方案，满足客户最高标准的技术要求。Exyte业务覆盖全球20多个国家，2018年，全球销售额超过35亿欧元。

Exyte中国于1995年在上海成立，进入中国市场25年，已经完成了300多个项目。凭借在技术与工程上的专长和全球运营经验，在中国成功为众多客户设计和建造了厂房、科研实验室等高科技设施。Exyte在中国拥有建筑工程施工总承包和机电安装壹级的资质，可以承包各类高科技设施的设计施工。

“我们一直专注于高科技设施领域，在高

科技设施的设计、工程和施工服务方面可以说是专家，也是交付高科技设施和厂房的全球先锋。同时，我们也专注于前沿热门的高科技技术，比如这次在IC World期间我们展示的Exyte最新的智能制造(Smart Fab)和智能建筑信息管理(BIM)解决方案。”Frank Lorenzetto说，“公司的很多客户是回头客，我们一起成长发展，年复一年长期为他们做项目。我们很自豪地看到，客户有知名国际客户和本土客户，像中芯国际和华虹集团，都是我们合作多年的老客户。长江存储我们这几年也合作紧密。今年十月份，我们刚刚在武汉为一个项目举办了100万安全工时庆典。不断维持旧的客户的同时我们也在发展新的客户。比如像徐州鑫晶半导体科技有限公司(GCL Semi)大硅片项目洁净室工程，是较新的项目。”

作为全球领先的半导体工程企业，Exyte也做设备安装和二次配，提供全方位的服务。Frank Lorenzetto表示：我们在全球拥有一个强大的专家团队，研究各个领域的尖端技术和实际运用。我们也会和整个产业链上的关键供应商进行探究，在帮助业主设计厂房的时候会关注后期机台所需的外在环境和要求等，保证建造环境满足设备所需求的动力设施和环境设施要求，我们要从里到外都了解最新的技术。

Exyte亚太区高科技设施副总裁张文甫(John Zhang)表示：Exyte一百多年前就是从制造企业起家，我们有自

高科技设施(ATF)	生命科学与化工(LSC)	数据中心(DTC)
<p>半导体 平板显示 光伏 电池</p>	<p>制药与生物技术 食品与营养品 家用化学品 专用化学品</p>	<p>云计算 企业自用 第三方托管 超级计算</p>
百余年历史	受控环境和洁净室技术专长	覆盖20多个国家，服务国际和当地客户
为具有极高技术要求的客户服务	安全承诺：“无事帮工作场所”(IFW)	2018年销售额：35亿欧元
从咨询、设计到交钥匙管理的全方位解决方案	5600多名经验丰富、积极进取的员工(2018年)	

作者：赵雪芹

己的研发中心、实验室和制造工厂，可以说高科技是我们的基因。我们和行业上下游企业一起在下一代设备上调试、研发、试验，我们知道它的需求。从最里面的 process to equipment，包括内部的工艺、机台的摆放、承重、高低、布局自动化等，从内到外……这也是我们最独特的优势，我们不是一个简单的施工公司和设计公司，我们是全面结合的，这有助于我们的客户更好的准备下一代厂房的建设。

智能制造实现成本和效率最优化

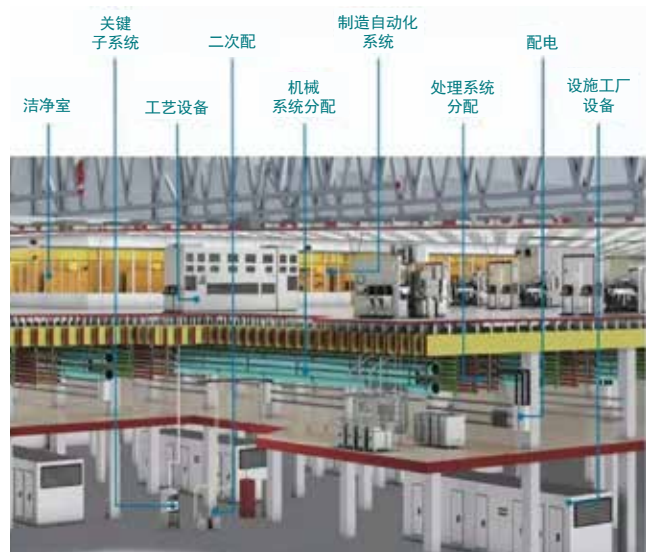
智能制造 (Smart Fab) 已经成为所有行业追求的目标。对于半导体行业的厂房来说，除了时间、成本、质量以外，我们更加关心未来如何运行的更加经济、更加高效。目前最基本的智能制造解决方案是运用物联网 (IoT) 平台，由制造执行系统 (MES)、企业资源规划系统 (ERP)、设施监控系统 (FMCS) 等各类制造操作系统组成。

从厂房设施的角度，Exyte 提出了自己独特的智能制造概念和解决方案，就是“数字化设施孪生” (Digital Facilities Twin)。这一透明的数字化平台包括先进的楼宇信息管理 (BIM)，并结合来自关键的设施监控系统 (FMCS) 模块的实时数据，以及高级的数据分析。它包含厂房建筑及所有设施系统的虚拟数字化模型，贯穿于工厂设计、施工及运营过程中，并且不断发展更新。通过设施数字化孪生的形式来整合所有设施系统，成为制造商智能制造平台的组成部分。

Frank Lorenzetto 认为：智能制造概念的发展超出了今天的资本支出 (CAPEX)、上市周期及设计和质量的典型优化方法，并注重持续性地改善工厂在生命周期内的运营支出 (OPEX)。

对于半导体制造商来说，在竞争激烈又瞬息万变的半导体市场里，即便面临产品、技术和客户的挑战，提升 CAPEX 和 OPEX 是实现发展和增长所必需的举措。因此，我们要以最高效的方式整合供应链。智能制造概念为供应链整合创造了机会，同时也改善了设施系统的透明度、可靠性和可持续性，进而降低 OPEX。此外，现有生产线上产生的运行数据能够用于对比分析，并帮助我们优化新项目中的 CAPEX。

任何工厂都有一个爬坡的过程，具体精确地了解生产所需的动力设施、化学品的需求量和产能的关系，如何更经济地运行，不要过度地去保证生产，生产需要多少提供多少。这些数据在运行过程中会被收集起来，在建设下一



Exyte 数字化设施孪生结合了实时的设施数据与制造数据。

家工厂的时候，根据上面的数据做适当的设计转型，经济实惠，这才是一个良性的过程。

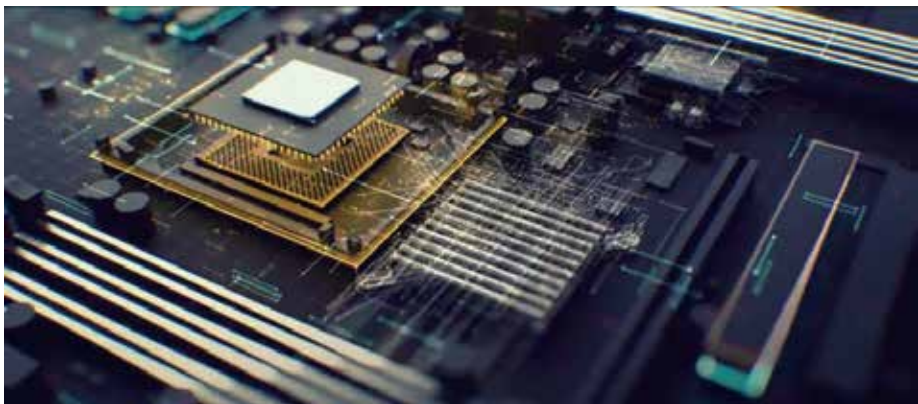
张文甫进一步解释说：微电子厂已经是很高端、自动化的，这个产业不断创新，以后它在人工智能、5G 各方面会更加智能化。刚才 Frank 提到了，我们正在和客户一起做研究，怎么把生产和设施方面的数据对接到一起，自动分析，实现成本最低化，效率最高化。这是一个层面。第二个层面是数字化，从自动化到数字化，也许未来的机台，里面不用人来操作，全部自动化，人工智能来操作。作为德国的百年企业，在做高精尖的同时，我们要“see beyond”，关注下一代如何发展，和客户一起创造价值。这也是我们的优势，从智能入手，帮助中国企业为未来做好准备。

Frank Lorenzetto 还介绍：目前我们在全球建设的最先进的工厂，已经在开始着手设计怎样把实时的数据收集起来做分析。我们还有一个业务板块是数据中心，其中在其他行业积累的经验 and 实用技术，我们也把它应用到半导体行业，主要是电和暖通节能方面的，因为数据中心需要非常高稳定性的系统，比如在电方面怎样备用，暖通空调怎样做到节能极致，这些技术我们也会应用到半导体行业。

Frank Lorenzetto 最后强调说：满足客户的需求是 Exyte 最终的目标。客户的需求包括：精益、洁净、绿色、快速，这些方面我们都会从用户的角度帮他们考虑项目的完整性，在整个过程中，所有这些方面都要考虑进去。交付高品质符合严格安全标准的高科技设施，并与客户及供应链建立了稳固的信任关系，通过我们的方案帮助客户节省成本，让他们也可以获得快速的成长。◆

华润微立足功率器件，推动国产化进程

在国内多家拥有半导体制造业务的公司中，华润微电子近期的发展动态可谓是全方位的，比方说，参与研发的项目获得国家级以及省级奖项，通过内部架构改革让集团总部实体化，A股科创板上市并拟定首次30亿8寸线募投，重庆12寸产线扩建，各方面齐头并进，活跃度很高。相对其他企业，这个期间最热门的话题可能是如何抗疫努力逐步恢复生产。因此，本期挑选华润微作为明星企业，与大家一起分享，华润微这段特殊时期收获的累累硕果。



加大研发力度

作为一家IDM公司，华润微在部分工艺技术（如BCD、MEMS）及功率器件（MOSFET）及传感器产品几个方面拥有一定的市场竞争力。2019年1月，重庆华润微“功率半导体技术创新中心”揭牌，全面布局功率半导体前瞻性领域的研究，聚焦LVMOS、SGMOS等及其模块的研发，具体表现为建设高性能计算与仿真设计平台、一流的功率电子器件可靠性测试平台，并争取在今年年底前获得国家级企业研发中心认定。

“科技是第一生产力”。1月10日上午，国务院在北京举行国家科学技术奖励大会，华润上华参与的“高性能MEMS器件设计与制造关键技术及应用”项目获国家科学技术进步奖二等奖。近期，江苏省政府发布了《关于2019年度江苏省科学技术奖励的决定》，华润上华参与的“智能功率驱动芯片设计及制备的关键技术与应用”课题成为45个荣获江苏省科学技术一等奖项目之一。

1. “高性能MEMS器件设计与制造关键技术及应用”

该项目由东南大学、江苏英特神斯、华润上华三家单位合作完成。针对我国微机电系统（MEMS）产业链关键技术问题，开发了MEMS设计技术与设计工具、制造工艺和在线检测以及高性能压力传感器技术，推动了我国MEMS技术产业化发展。

在项目中华润上华的具体贡献包括：开发MEMS表面加工、体加工、键合加工等成套制造工艺技术及检测技术，优化生产工艺及流程，实施MEMS生产制造工艺、在线检测技术以及代工服务；大大减少了工艺条件和参数

的反复试验，降低了工艺开发成本并优化了工艺条件及其流程，缩短了制造工艺开发周期。

此外该项目成功研制了高精度硅各向异性腐蚀模拟、厚胶光刻工艺模拟、工艺流程模拟等11个软件模块，并实现了商业化；国内用户40余个，远销美国、日本等。关键技术已用于华润上华规模化生产线，形成批量生产能力并为国内外用户代工超过10万片，为压力传感器系列、麦克风系列等MEMS器件生产提供强有力的技术支持。产品已在智能电子、工业控制、环境监测等领域得到广泛应用。

2. “智能功率驱动芯片设计及制备的关键技术与应用”

该项目由东南大学、华润上华、无锡芯朋微、无锡新洁能四家单位合作完成。通过长期深度合作，四家单位成功构建了智能功率驱动芯片的完整技术链，实现了芯片的自主设计与制备。项目涉及多方面的技术，包括高低压兼容工艺技术、抗瞬时电冲击电路技术、低损耗功率器件技术及高功率密度集成互联技术等；其中核心技术已获得中国发明专利118项（合计）、美国专利8项；在600V~1000V多电位浮置衬底高低压兼容技术、抗瞬时电冲击电路技术方面达到国际领先水平。

在该项目中，华润上华首次开创基于P-Sub/P-Epi的600V-1000V多电位浮置衬底高低压兼容工艺平台，发明

作者：贺贵鸿

了双条状 N 阱辅助耗尽型 Divided-RESURF 隔离结构和低损耗“U-shape”沟道 600V SOI-LIGBT 功率器件。该平台在为公司各类高可靠的智能功率驱动芯片产品提供工艺技术支持的同时，为多家国内外公司提供代工服务。

这两个研发项目涉及华润微功率半导体、智能传感器与智能控制领域三大主流业务，围绕这个主题进行了相关改革。可以这么说，华润微内部组织改革及科创板股市升值点均与此有关。华润微电子代工事业群总经理苏巍表示：“集成电路国产化蕴含着巨大的机会，华润微电子在支持公司产品业务发展的同时乐于与本土产业链合作伙伴携手研发新的技术，提供特色的工艺平台，与客户共同布局中国半导体市场热点。”

内部组织改革

近期华润微宣布，以科创板上市为契机，进行内部组织改革，整合旗下包括华润华晶、华润芯功率、重庆华润微、华润矽科、华润矽威、华润半导体、华润安盛、华润赛美科、华润矽磐、华润迪思、华润上华在内的 11 家独立法人单位的实体公司之半导体业务资源，成立四大事业群一大事业部，包括 PDBG- 功率器件事业群、ICBG- 集成电路事业群、ATBG- 封装测试事业群、FBG- 代工事业群)，以及 MBU- 模块事业部。

功率器件业务是华润微的核心以及对外窗口。新成

立的 PDBG- 功率器件事业群，整合了华润微电子（重庆）有限公司、无锡华润华晶微电子有限公司、无锡华润芯功率半导体设计有限公司；全面负责华润微旗下功率器件设计、研发、制造与销售的业务单元。据悉，整合后的 PDBG 将下设中低压 MOSFET、高压 MOSFET、双极和特种器件、IGBT 四条产品线以及系统应用事业部，聚焦功率器件业务领域。

具体来说，PDBG 拥有来自 CRMICRO、华晶、IPS 等多个自主品牌功率器件，包括分立器件 1100 余种、及 IC 产品 500 余种，面向消费电子、工业控制、新能源、汽车电子等应用市场。产品及现状分四点阐述：1) MOSFET：提供 -100V 至 1500V 范围内低、中、高压全系列，拥有国内 MOSFET 主流器件结构研发和制造能力。2) 在 IGBT、SBD、FRD 等功率器件上亦具有较强的产品竞争力，已建立业界领先的 Trench-FS 工艺平台，并具备 600V-6500V IGBT 工艺能力；其中，客制化 SBD 产品采用先进的 8 英寸 Trench 技术，具有低电阻、低漏电、高可靠性等特点；FRD 产品通过采用先进的重金属掺杂工艺，使产品在反向恢复速度、软度系数等性能上表现较优。3) 功率 IC 产品主要是各类电源管理 IC，面向诸多细分领域，包括 AC-DC 系列产品、LED 驱动芯片、锂电管理芯片、线性稳压集成电路、无线充电 IC、电机驱动 IC、音频功放 IC 等。4) 化合物半导体如 GaN、SiC 等器

业务板块	城市	企业名称	主要产品/服务
晶圆制造	无锡	无锡华润上华科技有限公司	6寸及8寸晶圆代工，为客户提供广泛的晶圆制造技术，包括BCD、Mixed-signal、RFCMOS、Embedded-NVM、BiCMOS、Logic、MOSFET、IGBT、SOI、MEMS、Bipolar等标准工艺及一系列客制化工艺平台。
	重庆	华润微电子（重庆）有限公司	- 1*8寸晶圆代工，月产51000片8英寸、工艺能力可达0.18微米的生产线，并建有独立的特色工艺线，具备MEMS传感器和化合物半导体产品的规模化工艺制造能力；并设有功率半导体技术创新中心。 - 1*12寸功率半导体晶圆产线在建。目标产品包括MOSFET、IGBT、电源管理芯片等功率半导体产品。
掩膜制造	无锡	无锡迪思微电子有限公司	掩膜生产线，月产掩膜板2000块，最高工艺水平0.13微米。
封装测试	重庆	华润微电子（重庆）有限公司	规划：基板级扇出封装项目，至2020年达到5000片/月（约当12寸晶圆17500片/月）的封测能力，远期2万片/月的封测能力。
	深圳	华润赛美科微电子（深圳）有限公司	分离器件、模拟IC、数字IC、混合电路等产品的晶圆测试、成品封测、晶圆切割、挑粒等服务。
	无锡	无锡华润安盛科技有限公司	SIP、QFP、DIP、SOP、QFN等传统封装，测试产品包括模拟、数字及混合信号和电源管理器件。

件仍在布局，其中 SiC 二极管已实现销售，SiC MOSFET 基本产品化；GaN 产品线尚需明年有所收获。

总而言之，这次内部组织改革，目的是让华润微从一个控股型总部转型成一家经营实体公司，让组织架构更加符合股份制公司而非纯央企模式，业务上能集中资源实现重点突破，此为一；再者通过将公司业务模块划分清楚，可以让 IDM 业务模式更加显现化，产品结构更加条分缕析；最后，方便融入资本氛围，让股民深入理解。

制造与服务

ICBG 半导体制造及服务业务（华润上华、华润安盛、华润赛美科）是与本刊杂志对口的部分，尤其是华润上华以及重庆华润微。目前拥有两条 8 寸线（无锡重庆各一条）、三条 6 寸线、两条封测线、掩模生产线一条、设计公司三家。其中，8 寸线年产能约 73 万片，6 寸线年产能约 247 万片。

工艺方面，华润微可提供 1.0-0.11 μm 的工艺服务，包括硅基和 SOI 基 BCD、混合信号、高压 CMOS、射频 CMOS、Bipolar、BiCMOS、嵌入式非易失性内存、IGBT、MEMS 等以及相关客制化工艺平台，其中 BCD、MEMS 相对其他工艺技术在业内更具竞争力，硅基 GaN、SiC 工艺仅仅是起步。此外在发展传统封测技术的基础上，先后开发了 12 寸 50 μm 级晶圆减薄划片工艺、高密度金丝/铜丝键合工艺、多层封装工艺等新型封装技术，以满足封装小型化、薄型化、高密度和高可靠的需要。

重庆华润微起始于 2017 年 8 月收购中航微。2018 年 11 月华润微与西永微电园签署协议，拟投资 100 亿元建设 12 寸产线；目标产品是 MOSFET、IGBT、电源管理芯

片等功率半导体芯片。据了解，这条生产线将实现全自动化，预计在 2022 年达到 3 万片/月产出规模。今年当地政府将重庆华润微 12 寸产线纳入“芯屏器核网”全产业链建设的重点项目，并提出要加快启动项目及建设进度。

结语

股票市场是一个喧嚣的世界，然而这是大多数企业追求资本市场的唯一目标，华润微电子不出其右。笔者不懂股市也不是股民，在此笔者只能从实际的行业角度阐述几个事实：1) 华润微电子绝不是国内唯一一家 IDM 厂商，以功率半导体细分领域为主营业务的国产 IDM 厂商就有好几家，如士兰微、扬杰科技、华微电子、捷捷微电等；2) 以功率半导体为主营业务的利润不能跟同为 A 股中其他芯片设计、工艺设备厂商等相比拟，市值虽高实则利润率偏低，毛利仅 20% 左右；3) 目前工艺线以 6 寸、8 寸为主，MOSFET、传感器虽有技术突破，但还需开发更多特色化产品、特色工艺以决胜于市场。

企业如何在国内大尺寸产线建设浪潮中找到适合自己的路，以权衡工艺先进化、产品细分化、服务特色化、成本结构优化这四点，这将成为我们大多数国内半导体芯片制造厂商都应该考虑的问题。

有一点值得肯定，重庆 12 英寸项目的启动将极大推动国产装备和材料的认证工作。目前重庆 8 英寸产线全部采用国产硅片，无锡 6 英寸产线也全部采用国产硅片，公司还有专门的国产装备和材料认证部门，为国产装备厂商和材料厂商的发展创造机会，携手共进。而“国产化”将是本刊下期关注的主要话题之一。◆

上接第 25 页

参数零件平均测试

参数零件平均测试 (PAT) 是汽车制造商开发的一项技术。这是另一个已实施的例子，丢弃了那些名义上良好却被判别为存在更高故障风险的零件。在参数零件平均测试中，符合规范但超出其同类的正态分布范围的晶粒将被排查出来。

结语

电子和汽车制造商历来对产品可靠性有不同的预期。汽车中电子器件的增加将要求电子产品制造商在更严苛的环境中显著提高产品使用期和可靠性。能够做到这一点的

关键是对工艺制程数据的合理利用。主要挑战包括容纳海量数据、在集成的数据存储中统一全异的数据结构，以及建立在复杂的产业链中数据源之间的可信关系，这三点必须要得到解决。

在文中我们描述了几个使用高级数据分析和数据挖掘来解决汽车市场可靠性需求的例子，包括召回控制、极端案例识别、自适应抽样和参数零件平均测试。汽车制造商和他们的客户对质量和可靠性提出了需求间隙，而所有这些技术及越来越多的方法论将是引领汽车电子填补这一间隙的必要因素。◆

Manz推进国内首个大板级扇外型封装示范工艺线建设

Manz（亚智科技）交付大板级扇外型封装解决方案于广东佛智芯微电子技术研究有限公司（简称佛智芯），推进国内首个大板级扇外型封装（FOPLP）示范线建设，这是佛智芯成立工艺开发中心至关重要的一个环节，同时也为板级扇外型封装装备奠定了基础，推进整个 FOPLP 行业的产业化。

作为异质整合封装的新兴技术，扇外型封装技术发展至板级，驱动力是能以更大面积进行生产以实现同质及异质多芯片的整合，既可以进一步降低生产成本又能达到市场端的对芯片效能的需求，已成为先进封装技术中是最有潜力能够提供异质整合同时降低生产成本的技术平台。

Manz 此次交付佛智芯的装备线，为佛智芯的工艺开发中心导入黄光制程设备，完善了佛智芯在公共服务平台中至关重要的设备验证环节。不同的客户可依据其制程及材料在装备线得到产前打样验证，以此推动封装领域中制造成本相对较低的板级扇外型封装产业化解决方案。通过与佛智芯的合作，双方可为想要投入 FOPLP 开发的制造商进行先导计划的可行性评估、试验、专利、技术输出到量产前的测试。

广东佛智芯微电子技术研究有限公司（简称佛智芯）是广东省半导体智能装备和系统集成创新中心承载单位，由广东省及其地方政府、国内半导体装备龙头企业、科研院所等共同出资建设，在产学研领域拥有雄厚实力。其重点目标是发展板级扇外型封装共性技术研发中心和建立产业化平台，近期建立的大板级扇外型封装示范工艺线，将成为该目标的重要里程碑之一，并奠定了国内板级扇外型封装产业链在制造、设备、材料的成长。

泛林集团发布应用于EUV光刻的技术突破

泛林集团发布了一项用于 EUV 光刻图形化的干膜光刻胶技术。它结合了泛林在沉积、刻蚀工艺上的领导地位及其与阿斯麦（ASML）和比利时微电子研究中心（imec）战略合作的成果，将有助于提高 EUV 光刻的分辨率、生产率和良率，从而优化了单次 EUV 光刻晶圆的总成本。

由于领先的芯片制造商已开始将 EUV 光刻系统应用于大规模量产，进一步提升生产率和分辨率将帮助他们以更合理的成本抵达未来的工艺节点。泛林全新的干膜光刻

胶应用和显影技术可以实现更低的剂量和更高的分辨率，从而增加生产率并扩大曝光工艺窗口。

此外，通过将原材料的用量降低至原来的五分之一到十分之一，不仅为客户大幅节省了运营成本，同时还为环境、社会和公司治理提供了一种更加可持续的解决方案。目前该技术已成功应用于高级逻辑 IC 和存储器的生产，更加小型化。

昭和电工计划在上海建设第二家工厂

日本昭和电工于宣布，计划在上海建设第二家工厂，以满足半导体和显示屏材料的市场需求。据悉，新工厂拟于 2021 年下半年投产，并将建设在上海昭和电子化学材料有限公司（以下简称“SSE”）的旁边。按照昭和电工的计划，上海第二工厂将会把高纯一氧化二氮年的生产能力提升至 1000 吨，高纯八氟环丁烷年生产能力 600 吨。

资料显示，高纯度一氧化二氮主要是半导体及显示屏制造时的氧化膜的氧来源的特种气体，高纯八氟环丁烷主要是这种氧化膜的微细加工（蚀刻）时的特种气体。两种都是半导体生产过程中的重要原料。外界猜测，这家日企此番在华设下第二家新工厂，或许是在担忧受到日本对于自家半导体出口限制带来的影响。

中国芯片专利数同比增长73.4%

国家知识产权局最新一期数据显示，2019 年共收到集成电路布图设计登记申请 8319 件，同比增长 87.7%；集成电路布图设计发证 6614 件，同比增长 73.4%；办理集成电路布图设计侵权案件 2 件。有声音指出，这个增长率为近 10 年来的最高水平，芯片作为集成电路行业发展的难点，73.4% 的增长水平也意味着我国芯片设计专利数正在不断攀升，背后则是芯片设计企业不断突破专利难关。

就拿行业龙头的中芯国际来说，截至 2019 年，该公司海外发明授权专利量高达 1387 件，是汇顶科技（第二名）的 4 倍之多。

大基金二期三月底开始实质性投资

据悉，“国家大基金二期三月底应该可以开始实质投资”。对此，与华芯基金管理公司（国家集成电路二期基金）关系密切的人士透露，“正在努力按这个目标推进。”

大基金二期已于 2019 年 10 月注册成立，资本金

2041.5 亿元，超过一期 1387 亿元，将继续以股权投资和项目定增等方式投资支持产业优秀上市和非上市公司发展。目前，国家大基金二期尚未有公开投资公司，也并未直接投资任何一家 A 股上市公司。

大基金管理机构华芯投资总裁此前曾表示，二期将首先关注已投入的企业和项目，重点关注存储芯片行业；对于设备领域，二期将对在刻蚀机、薄膜设备、测试设备和清洗设备等领域已布局企业保持高强度持续支持，推动龙头做大做强；此外，将加快开展光刻机等核心设备投资布局，填补一期空白。

大基金曾在去年半导体集成电路零部件峰会表示，大基金二期将从 3 个方面重点支持国产设备与材料发展：1) 二期基金将对在刻蚀机、薄膜设备、测试设备和清洗设备等领域已布局的企业保持高强度的持续支持，培育中国大陆“应用材料”或“东电电子”的企业苗子；2) 加快开展光刻机、CMP 设备等核心设备以及关键零部件的投资布局，填补国产工艺设备空白；3) 督促制造企业提高国产装备验证及采购比例，为更多国产设备、材料提供工艺验证条件。

苹果A14处理器转向5nm制程

受益于市场应用的逐次展开，台积电的工艺线规划及建设进展顺利。预计 2020 年上半年将量产 5nm 节点产品，2022 年末或 2023 年初批量生产 3nm 芯片，2024 年才会投产 2nm 工艺。

台积电新工艺的最大受益者莫过于苹果，当然苹果 A 系列芯片的高阶需求也驱动着台积电制程向摩尔定律的极限发展。苹果将在 2020 年转向 5nm 工艺，A14 处理器很有可能使用 5nm 制程，以保证不断往前的性能和功率效率提升。苹果同时计划在 2020 年开始应用 5G 解决方案。

备受期待的苹果 iPhone 12 将搭载 5nm 工艺制程技术的 A14 处理器芯片。

中芯国际斥资11亿美元购买工艺设备

中芯国际宣布在 2019 年 3 月 12 日至 2020 年 2 月 17 日的 12 个月期间，向泛林 (Lam Research) 提交采购清单，斥资 6.01 亿美元 (约合 42 亿元人民币) 购买工艺设备，可能包括该司三大关键设备，比如干刻 (RIE/ALE)、沉积 (CVD/ALD)、及去光阻和清洗 (Stripper & Cleaning) 设备。

然而这仅仅是中芯国际建设 14nm 产线的部分设备清单。自从去年年底宣布 14nm 产线贯通之后，扩大 14nm 产线的月产能成了该公司乃至中国芯片制造业的重中之重。

为了达成上述目标，日前中芯国际再次透露已斥资 11 亿美元 (约合人民币 77 亿元)，用于采购 Applied Material、TEL 工艺设备。其中，应用材料的订单是在 2 月 11-18 日期间，金额 5.43 亿美元，而东京电子的采购单是在 2019 年 3 月 26 日至 2020 年 2 月 28 日期间陆续提交，所涉金额 5.51 亿美元。

三星7nm产线开始量产

三星宣布，其新的 EUV (远紫外线) 半导体生产线 (韩国华城厂) 已开始大规模生产，该生产线将为客户生产 7 纳米或更小的芯片。2017 年和 2019 年分别开发了现已商用的 7 纳米和 5 纳米制程工艺。

韩国华城厂新的 V1 产线是第一条专门用于 EUV 光刻技术的生产线。早在 2018 年 2 月，该公司就开始打造 V1 生产线，迄今已向其投资 60 亿美元。加上 S3 生产线，其 7 纳米或更小芯片的产量预计将比去年增加两倍。

三星表示，公司将使用 7 纳米及以下工艺节点生产芯片。该公司还将采用 7 纳米和 6 纳米工艺生产移动芯片，并最终规划最先进的 3 纳米芯片。2019 年 5 月，三星共享了其 3 纳米制程的工艺设计工具包。

近年来，三星与芯片代工领头羊台积电 (TSMC) 展开激烈竞争，争夺高通、英伟达、苹果、AMD、华为海思等大客户。

Global Foundries将为Intel代工14nm芯片

随着越来越多的产品开始采用 14nm 工艺，在第十代 Comet Lake 系列酷睿处理器 (仍为 14nm) 即将全面发售之时，Intel 确实难以满足未来的市场需求，这导致英特尔 14nm 的产能越来越紧张！在扩大 14nm 产能的同时，Intel 也有意寻找适合的代工厂来缓解 14nm 产能危机。

据悉，英特尔计划先将部分采用 14nm 制程工艺的主板芯片组交给 Global Foundries 代工，并在合适的时机将 Celeron 和 Pentium 这些低端处理器也交给 Global Foundries 代工。毕竟 Global Foundries 拥有 12nm~350nm 各节点的先进制程及配套生产线，完全有能力承接 Intel 的 14~22nm 级产品代工业务。

Advertiser	广告商名称	网址	页码
EDI CON China 2020	电子设计创新大会	www.mwjournalchina.com/edicon	1
ITW EAE		www.itweae.com	15
OLYMPUS		www.olympus-ims.cn	23
Semicon China 2020		www.semiconchina.org	IBC
中电南方		www.zjnf.cn	9

欢迎投稿

《半导体芯科技》(Silicon Semiconductor China, SiSC) 是面向中国半导体行业的专业媒体, 已获得全球知名权威杂志《Silicon Semiconductor》的独家授权。本刊针对中国半导体市场特点遴选相关优秀文章翻译, 并汇集编辑征稿、采编国内外半导体行业新闻、深度分析和权威评论等多方面内容。本刊由香港雅时国际商讯 (ACT International) 以简体中文出版发行。

本刊内容覆盖半导体制造工艺技术、封装、设备、材料、测试、MEMS、mini/Micro-LED 等。文章重点关注以下内容:

FAB (Foundry, IDM, OSAT, R&D)

四个环节: 晶圆制造 (wafer 后道)、芯片制造、先进封装、洁净室; 深入报道与之相关的制造工艺、材料分析、工艺材料、工艺设备、测试设备、辅助设备、系统工程、关键零备件, 以及与 particle (颗粒度) 及 contamination (沾污) 控制等厂务知识。

FABLESS

芯片设计方案、设计工具, 以及与掩膜版内容和导入相关的资讯。

半导体基础材料及其应用

III-V 族、II-VI 族等先进半导体材料的科学研究成果、以及未来热门应用。

《半导体芯科技》欢迎读者、供应商以及相关科研单位投稿, 已甄选中文稿件将在印刷版杂志以及网上杂志刊登; IC 设计及应用等半导体相关内容将酌情予以网络发表 (微信推送、杂志网站)。本刊优先刊登中文来稿 (翻译稿请附上英文原稿)。

技术文章要求

- 论点突出、论据充分: 围绕主题展开话题, 如工艺提升、技术改造、系统导入、新品应用, 等等。
- 结构严谨、短小精悍: 从发现问题到解决问题、经验总结, 一目了然, 字数以 3000 字左右为宜。
- 文章最好配有 2-4 幅与内容有关的插图或图表。插图、图表按图 1、图 2、表 1、表 2 等依次排序, 编号与文中的图表编号一致。
- 请注明作者姓名、职务及所在公司或机构名称。作者人数以四人为限。
- 文章版权归作者所有, 请勿一稿多投。稿件一经发表如需转载需经本刊同意。
- 请随稿件注明联系方式 (电话、电子邮件)。

新产品要求

- 新产品必须是在中国市场新上市、可在中国销售的。
- 新产品稿件的内容应包含产品的名称、型号、功能、主要性能和特点、用途等。
- 新产品投稿要求短小精悍, 中文字数 300~400 字左右。
- 来稿请附产品照片, 照片分辨率不低于 300dpi, 最好是以单色作为背景。
- 来稿请注明能提供进一步信息的人员姓名、电话、电子邮件。

电子邮箱: mizyH@actintl.com.hk,
sunniez@actintl.com.hk

行政及销售人员 Administration & Sales Offices

行政人员 Administration

HK Head Office (香港总部)

ACT International (雅时国际商讯)

Unit B, 13/F, Por Yen Buiding,
No. 478 Castle Peak Road,
Cheung Sha Wan, Kowloon, Hong Kong
Tel: 852 28386298

Publishing Director (出版总监)
Adonis Mak (麦协林), adonism@actintl.com.hk

Editor-in-Chief (编辑)
Sunniez Zhao (赵雪芹), sunniez@actintl.com.hk
Mizy He (贺贵鸿), mizyH@actintl.com.hk
Sales Director (销售总监)
Eva Liu (刘婷), eval@actintl.com.hk

General Manager-China (中国区总经理)
Michael Tsui (徐旭升), michaelt@actintl.com.hk

London Office

Hannay House, 39 Clarendon Road
Watford, Herts, WD17 1JA, UK.
T: +44 (0)1923 690200

Coventry Office

Unit 6, Bow Court, Fletchworth Gate
Burnsall Road, Coventry, CV5 6SP, UK.
T: +44 (0)2476 718 970

Publisher & Editor-SiS English

Jackie Cannon, jackie.cannon@angelbc.com
+44 (0)1923 690205

销售人员 Sales Offices

China (中国)

Shenzhen (深圳)

Jenny Li (李文娟), jennyl@actintl.com.hk
Gavin Hua (华北平), gavinH@actintl.com.hk
Tel: 86 755 2598 8571

Shanghai (上海)

Hatter Yao (姚丽莹), hattery@actintl.com.hk
Helena Xu (许海燕), helenax@actintl.com.hk
Amber Li (李歆), amberL@actintl.com.hk
Tel: 86 21 6251 1200

Beijing (北京)

Cecily Bian (边团芳), cecilyB@actintl.com.hk
Tel: 86 135 5262 1310

Wuhan (武汉)

Eva Liu (刘婷), eval@actintl.com.hk
Tel: 86 138 8603 3073

Sky Chen (陈燕), skyc@actintl.com.hk

Tel: 86 137 2373 9991

Grace Zhu (朱婉婷), graceZ@actintl.com.hk
Tel: 86 159 1532 6267

Hong Kong (香港特别行政区)

Mark Mak (麦协和), markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

Asia

Japan (日本)

Masaki Mori, masaki.mori@ex-press.jp
Tel: 81 3 6721 9890

Korea (韩国)

Lucky Kim, semieri@semieri.co.kr
Tel: 82 2 574 2466

Taiwan, Singapore, Malaysia (台湾, 新加坡, 马来西亚)

Regional Sales Director
Mark Mak (麦协和), markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

US (美国)

Janice Jenkins, jjenkins@brunmedia.com
Tel: 724 929 3550

Tom Brun, tbrun@brunmedia.com
Tel: 724 539 2404

Europe (欧洲)

Shehzad Munshi, Shehzad.Munshi@angelbc.com
Tel: +44 (0)1923 690215
Jackie Cannon, Jackie.cannon@angelbc.com
Tel: +44 (0) 1923 690205

SEMICON[®] CHINA

FPDCHINA



2020年6月26-29日 上海新国际博览中心及浦东嘉里大酒店



国际半导体专业展

跨界全球·心芯相联

CONNECT · COLLABORATE · INNOVATE

SEMI IS MORE

SEMI连接2200多家会员企业和全球130万专业人士来推进科学和电子制造行业进步。SEMI中国推动中外产业界的交流与合作，加强政府与企业间的互动。

SEMICON
China

国际半导体展

SEMI
Standards

SEMI标准

WFD

SEMI中国
英才计划

SIIP China

SEMI产业创新
投资平台

SEMI China
Media Platform

SEMI中国
媒体平台

SEMI IS
MORE

扫码 注册观展赢iPad
加入SEMI社区



开幕主题演讲
Grand Opening Keynote
贵宾晚宴
Industry Gala
大会同期研讨会及论坛
SNA Programs and Events

上海浦东嘉里大酒店
Kerry Hotel Pudong Shanghai



FPD CHINA
SEMICON
CHINA E1

SEMICON
CHINA E2

SEMICON
CHINA E3

SEMICON
CHINA E4

SEMICON
CHINA E5

SEMICON
CHINA E6

SEMICON
CHINA E7

SEMI
CHINA



www.semiconchina.org
www.fpdchina.org



您的技术信息平台

一系列产品—包括国际专业技术杂志的
中文版、网上出版物、会议、培训和活动

www.actintl.com.hk

雅时国际商讯 (ACT International) 成立于1998年, 为高速增长的中国市场中广大高技术行业服务。ACT通过它的一系列产品—包括杂志和网上出版物、培训、会议和活动—为跨国公司及中国企业架设了拓展中国市场的桥梁。 ACT的产品包括多种技术杂志和相关的网站, 以及各种技术会议, 服务于机器视觉设计、电子制造、镭射/光电子、射频/微波、化合物半导体、半导体制造、洁净及污染控制、电磁相容等领域的约二十多万专业读者及与会者。ACT亦是若干世界领先技术出版社及展会的销售代表。ACT总部在香港, 在北京、上海、深圳和武汉设有联络处。

香港

852-28386298

深圳

86-755-25988571

上海

86-21-62511200

北京

86-10-84844007

武汉

86-27-59221554

