

OPAL-EC：端面耦合的晶圆级测试台

适用于集成光子器件的自动化测试台

- 执行精准、可重复、灵活、快速的光子集成电路（PIC）测试，提供可追溯的测试结果



主要功能和特点

- 完整的PIC测试平台，配备生产级硬件
- 光探针和基座运动系统性能优异，提供可重复性一流的测试
- 业界首个晶圆级多端口端面耦合测试解决方案
- 一套软件可提供测试准备、自动执行和数据处理等功能
- 同一个测试台可测试晶圆、切割后晶圆、多个裸片或bar条
- 采用灵活设计，光学和RF/DC探针可重新定位
- 支持最高300毫米/12英寸的晶圆

应用

- 适用于从研发到多点量产的各种应用环境，用于标识KGD裸片（known-good-die）
- 在集成的光子平台上进行光电子测试：硅光子、磷化铟、III-V族、聚合物、异质
- 应用广泛：电信和数据通信光模块、量子、激光雷达（LIDAR）、传感器、人工智能（AI）

OPAL-EC平台

OPAL-EC端面耦合晶圆级测试台采用过精准、可重复、灵活且快速的硬件，提供先进的集成光子电路鉴定功能。PILOT软件套件强化了OPAL-EC的硬件功能，将其变成一个自动化测试台和高质量的测量平台，将测试结果变成可付诸实施的数据。整套应用成为一个平台，支持完整的测试和测量流程，帮助用户变得更加以数据为导向。这一个完整的平台与EXFO的先进光学测量功能相结合，并对任何第三方仪表开放，成为理想的PIC测试解决方案。

PILOT软件，
用于自动化和数据存储

OPAL-EC晶圆级测试台，
用于精确检测

EXFO的先进仪表，
用于全面的光鉴定



图1: EXFO的晶圆级PIC测试平台，配备OPAL-EC测试台、PILOT软件以及EXFO的先进PIC鉴定解决方案。可添加第三方仪表，并通过PILOT软件进行控制。

该测试台的硬件包括一个可重复性超高的四轴运动系统晶圆定位平台，支持 105° 旋转，卡盘可夹持最大12英寸（300毫米）的晶圆，并可选配热控功能。测试台配备适配版，可测试单个裸片、bar条和多个裸片，从而成为一个可适用各种外形晶圆的测试台。它最多可安装四个探针头，可选择安装光或电探针。它还包括高分辨率的在线明视野顶视视觉系统和远心侧视视觉系统。系统包括PILOT软件套件专用许可，安装在工业级机架式计算机上。

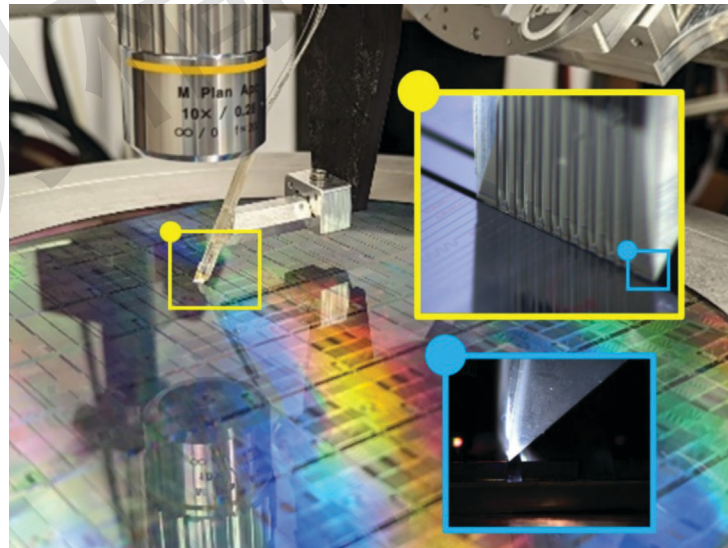


图2: 使用特殊光纤阵列和OPAL-EC-300测试台，在晶圆沟槽内实现端面耦合。

业内首创：该测试台采用先进的组件，因此能够通过沟槽耦合在晶圆上实现全自动且可重复性高的多端口光学端面耦合对准。这种水平的精准度打破了通常需要再安装垂直光栅耦合器，才能进行晶圆级裸片筛选的做法。这反过来又可以在生产链的更早阶段测试整个电路，包括用于封装的生产端口，从而省去了成本高的步骤，并提高了全球产量和电路性能。

还可以在现场快速地重新配置好测试台，进行垂直耦合校准。



图3：使用一台OPAL-EC在整个工艺链上重新测试相同的电路：从晶圆到切割后晶圆上的单裸片，再到到适配板上的多个未填充裸片。在这里，使用了垂直耦合和DC探针。

OPAL-EC是专用于PIC测试的OPAL系列测试台的一部分。该系列还包括仅支持垂直耦合的测试台OPAL-SC，以及单裸片测试台OPAL-SD，这些测试台均采用PILOT软件。

PILOT自动化软件

PILOT是一个软件平台，可编排PIC测试和测量的完整流程：(i) 准备；(ii) 以高吞吐量执行全自动的导航、校准和测量；以及 (iii) 对结果进行分析和数据管理。

洞察力、知识和决策



大数据



数据分析



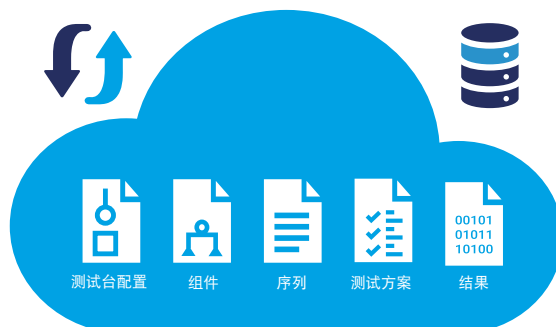
人工智能



商业智能

初稿

数据库



自动化测试台和软件

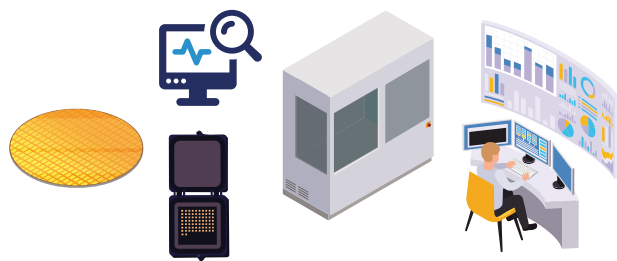


图4：OPAL测试台和PILOT软件通过强大、可扩展的功能，利用与协作数据库相连的多个应用进行高级数据分析和人工智能，从而实现自动化的PIC测试。

功能强大、易于扩展

从软件架构到实施，PILOT在时间和数量上都具有可扩展性，并有助于实施最佳实践。它通过自动化简化了各种任务（准备、数据分析、报告）和测量（导航、校准、仪表控制），从而提高了效率。该软件由多个应用组成，每个应用都针对特定任务进行设计，概念和职责分离。

数据库优势

该软件以各种应用为基础，与数据库（云端或内部）相连，该数据库保存了所有元素（结果和实验条件、测试台配置、测试定义、组件定义、驱动程序、python脚本）的数据。PILOT可实现多用户、多地点协作，共享共同的数据工作空间。该数据库为关系型的，具备可追溯性，并可以进行扩展以支持大容量，使系统具备本地兼容性，并通过内置工具或互操作性支持高级数据分析、人工智能和商业智能工具。

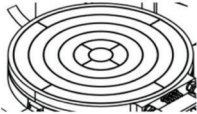

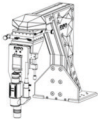
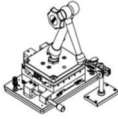


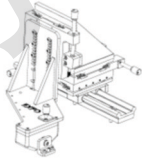



图5：PILOT软件套件：通过一套软件完成准备-执行-分析等操作。

初稿

OPAL-EC平台组件

整个测试台包括OPAL-EC主系统和PILOT软件。应根据要求增加探针（光和电子）的类型和数量，以形成一个完整的系统。OPAL-EC有两种不同的尺寸可供选择，可容纳最大200毫米（OPAL-EC-200）或最大300毫米（OPAL-EC-300）的晶圆。还提供其它型号以及满足更特定的需求，如热控卡盘。

组件					
OPAL-EC主系统	卡盘		铝质表面，研磨抛光，常温，带1个真空区。Electrical surface连接型号。	- TCH: 具有加热和冷却能力的热控卡盘，温度范围从0° C到200° C，带4个真空区	
	晶圆定位基座		提供高精度、4自由度晶圆定位功能，可将晶圆旋转105°。	- 200: 200 mm (8-in) 或 - 300: 直径300mm (12-in) 的卡盘和XY行程范围	
	视觉系统		高分辨率的顶视视觉系统，支持10倍放大倍率，使用同轴照明，配备290万像素彩色摄像头，可在XYZ轴上手动调节。		
			磁性可切换侧视视觉系统，配备290万像素彩色摄像头，支持3倍远心镜头放大率，可在XY轴上手动调节。		
	其它配件		工业级机架式PC和配件（KMW）、两个27英寸显示器。	- 独立式工作站 - 顶部外壳	
	PILOT软件专用许可		全套软件，用于完整的PIC测试和测量流程。对测试台、仪表和数据进行自动化控制，以确保结果的绝对可追溯性和可靠性，并可随时提交报告和支持AI。	- 可提供额外的浮动许可，用于从任何地方进行多用户协作	
探针 ^a	电探针		4轴手动电探针定位器。具备精细对准和长行程范围。探针座，兼容大多数DC和RF探针。	- PRE-00: 手动，50 mm 范围 - PRE-M0: 电动，25 mm 范围，200 nm分辨率	
	光探针（PRO-XX）		6轴纳米级电动和压电式针座，用于精确快速的端面耦合和垂直耦合操作。具有虚拟支点，非常适合在自动耦合过程中优化插入角度。 包括一个适用于大多数光纤阵列的夹具，以及一个滑块和手动丝杠，用于在啮合/分离位置之间切换。	- 可提供其它光探针型号（联系EXFO代表）	

a. 系统中不包括光探针（光纤阵列、光纤）和电探针（DC、RF）。如果需要这些组件，请联系EXFO代表。

配置自己的测试台

OPAL平台提供了一个灵活的测试环境来构建自定义配置，可以根据您的需求随时进行修改，并降低了测试设计（DfT）要求。可按任何方向（东/西/北/南）将光和电探针安装在被测晶圆或裸片周围，最多可安装四个。

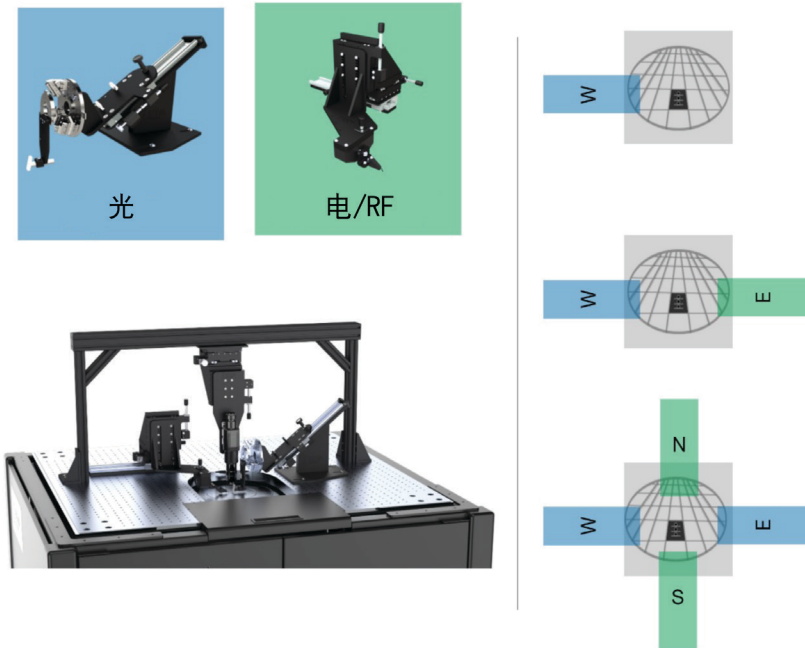


图6：可随时重新配置OPAL-EC的光电探针，实现快速换装。

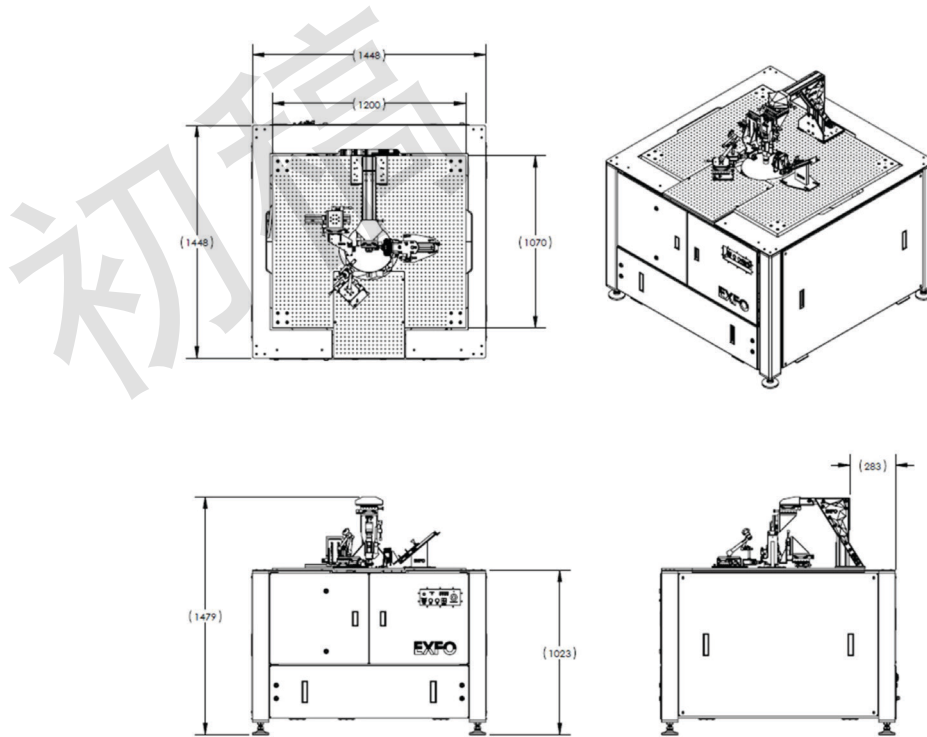


图7：OPAL-EC-300主系统技术图，尺寸单位为毫米。此处显示的是一个（1x）PRO-P60光探针和一个（1x）PRE-00手动电探针。未显示的部分包括工业级机架安装PC和IT套件（显示器、键盘、鼠标）。未显示的是（-TCH型号）中包含的冷却器和热控卡盘控制器。非最终版。

规格

晶圆定位基座			
型号名称		OPAL-EC-200	OPAL-EC-300
XY轴	行程范围 (mm)	200	300
	分辨率 (μm)	0.003	
	精准度 (μm)	0.5	0.75
	双向可重复性 (μm)	0.1	
	最高处理速度 (mm/s)	100	
	正交弧秒	1	
	电机类型	直驱线性电机, 非接触式编码器	
Z轴 (高度)	行程范围 (mm)	5	
	分辨率 (μm)	0.0008	
	精准度 (μm)	1.5	
	双向可重复性 (μm)	0.3	
	最高速度 (mm/s)	4	
	电机类型	直驱无刷线性电机	
Rz轴 (晶圆旋转)	行程范围	105 °	
	分辨率	0.36弧秒; 0.0001 °	
	精准度	80弧秒; 0.02 °	
	可重复性	3弧秒; 0.0008 °	
	最高速度 (rpm)	600	
	电机类型	直驱无刷旋转电机, 机械轴承	

卡盘			
型号名称	TA	TH	TCH
温度范围 (° C) ^a	环境温度	环境温度 - 200	0 - 200
分辨率 (° C)	-	0.01	
稳定度 (° C)	-	$\pm 0.05^\circ\text{C}$ (>25° C)	$\pm 0.05^\circ\text{C}$ (>25° C) 和 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ (<25° C)
加热速率 (° C/分钟)	-	15	
冷却速率 (° C/分钟)	-	-	1.5
表面平坦度 (μm)	< 25		
真空区	4个独立区域 (4"、6"、8"、12"), 电子控制		
Electrical surface ^b	Grounded		

a. 可根据要求提供其它温度范围

b. 可根据要求提供其它型号: floating、triaxial

顶视视觉系统	
型号名称	VHD
X、Y、Z轴行程范围 (mm)	48
X、Y轴位移/旋转 (mm)	1.41
Z轴位移/旋转 (mm)	0.3175
放大倍率 (X)	10
数值孔径	0.28
景深 (μm)	3.6
视场 (μm)	2.4
工作距离 (mm)	34
分辨率 (MP)	2.9
最高帧速率 (fps)	144
传感器类型	彩色, 12 bit, 全局快门
波长	可见
照明类型	视频显微镜采用LED照明

侧视视觉系统	
机械定位	磁性可切换基座, 6D手动粗调, XY轴手动平移平台
X - Y轴行程范围 (mm)	48
X - Y轴位移/旋转 (mm)	1.41
放大倍率 (X)	3
数值孔径	0.093
视场 (mm)	2.9 x 2.2
工作距离 (mm)	65
波长范围	可见
分辨率 (MP)	2.9
帧速率 (fps)	144
传感器格式 (")	2/3
传感器类型	彩色, 12 bit, 全局快门
波长	可见

光探针型号

PRO-P60光探针:	
型号名称	PRO-P60
自由度	6轴电动
电机类型	压电
X轴行程 (mm)	20
Y轴行程 (mm)	11
Z轴行程 (mm)	20
X、Y、Z轴分辨率 (nm)	1
X、Y、Z轴单向可重复性 (nm)	50
Rx轴行程 (度)	23
Ry轴行程 (度)	38
Rz轴行程 (度)	26
Rx、Ry、Rz轴分辨率	0.04弧秒; 0.00001 °
Rx、Ry、Rz轴单向可重复性	1.5弧秒; 0.0004 °
包括	用于切换到啮合/脱离位置的导轨系统、光纤阵列支架和单光纤支架
可能的方向	北/东/西/南

a. 可根据要求提供其它光探针型号

电探针		
型号名称	PRE-00	PRE-MO
平移台类型	手动	电动XYZ, 手动探针角度
X、Y、Z轴行程范围 (mm)	48	25
X、Y、Z轴分辨率 (nm)	-	200
X、Y、Z轴可重复性 (μm)	-	1.25
X、Y、Z轴精准度 (μm)	典型值: 2	2.5
X、Y、Z轴速度 (mm/s)	-	0.4
X、Y、Z轴位移/旋转 (mm/rev)	0.3	-
倾斜行程 (度)		10
导轨系统X轴行程 (mm)		180
Z轴粗步长行程 (mm)	最小值: 6.35 最大值: 56	最小值: 6.35 最大值: 57
可能的方向		北/东/西/南

主系统	
尺寸 (H x W x D)	1496 mm X 1448 mm x 1448 mm
质量 (kg)	1250
工作温度 (° C)	18 - 22
存储温度 (° C)	0 - 40
工作环境湿度 (RF)	20% - 60%
存储环境湿度 (RF)	10% - 70% (非冷凝)
针座	封闭式针座系统 花岗岩底座, 用于被动隔振 前门和可拆卸的前光学面包板, 用于装载晶圆
光学面包板	网格状M6螺纹安装孔 25毫米孔距 经过黑色阳极氧化处理, 减少反射
工作站计算机	4U机架式工业级PC, Intel i7 CPU, 64 Gb RAM DDR5, 1Tb SSD, Nvidia RTX 4060 GPU, 3个以太网端口 (10 + 2.5 + 1 Gbit/s), 多个USB端口, 其它PCIe插槽, Windows 11 Pro操作系 统, 包括鼠标和键盘
显示器	2个27英寸显示器
测试台针座上提供用于设备的其它通信接口	以太网Cat6 RJ54, USB-A 3.0
线缆、电源、驱动器、控制器。	全包

a. 系统应放置在低振动环境中。地面振动或声音振动过大会影响系统性能。虽然测试台基座包括一个被动隔振系统, 但OPAL-EC运行时的预期振动级别应等于或低于端面耦合对齐的VC-A振动标准曲线。速度应低于 50 ($\mu\text{m/s}$), 以三分之一倍频程进行测量, 频率在8至80 Hz之间。在这个水平上, 振动不可察觉。否则, 请联系我们了解有关主动减振系统的更多信息。

b. 如果工作温度在任何时候偏离 20 ° C, 可能会导致性能下降。

初稿

订购须知

探针台

OPAL-EC-XX-XX

行程范围

200 = 200 mm行程范围, 用于8英寸晶圆
 300 = 300 mm行程范围, 用于12英寸晶圆

卡座型号

TA = 环境温度 (无温度控制)
 TA = 环境温度 - 200° C温度控制 (仅用于加热)
 TCH = 0° C - 200° C温度控制 (加热和冷却)

示例: OPAL-EC-300-TCH

订购须知

光探针臂

PRO-XX

探针臂等级

P60 = 6自由度电动

示例: PRO-P60

订购须知

电探针臂

PRE-XX

探针臂等级

00 = 手动平移台
 M0 = 电动XYZ, 手动探针角度

示例: PRE-M0

由于EXFO不断改进其产品, 交付的测试台可能与CAD以及本文内图像所示的测试台略有不同。

EXFO公司总部 电话: +1 418 683-0211 免费电话: +1 800 663-3936 (美国和加拿大)
 EXFO中国 北京市海淀区中关村南大街12号天作国际中心写字楼1号楼A座第二十五层 (邮编: 100081) 电话: +86 10 89508858

EXFO为100多个国家的2000多家客户提供服务。如欲了解当地分支机构联系详情, 敬请访问www.EXFO.com/zh/contact。

关注EXFO微信公众号
 获取更多技术资讯



如欲了解最新的专利标识标注信息, 敬请访问www.EXFO.com/patent。EXFO产品已获得ISO 9001认证, 可确保产品质量。EXFO始终致力于确保本规格书中所包含的信息的准确性。但是, 对其中的任何错误或遗漏, 我们不承担任何责任, 而且我们保留随时更改设计、特性和产品的权利。本文档中所使用的测量单位符合SI标准与惯例。此外, EXFO制造的所有产品均符合欧盟的WEEE指令。有关详细信息, 请访问www.EXFO.com/zh/corporate/social-responsibility。如需了解价格和供货情况, 或查询当地EXFO经销商的电话号码, 请联系EXFO。

如需获得最新版本的规格书, 请访问EXFO网站, 网址为www.EXFO.com/specs。

如打印文献与Web版本存在出入, 请以Web版本为准。

