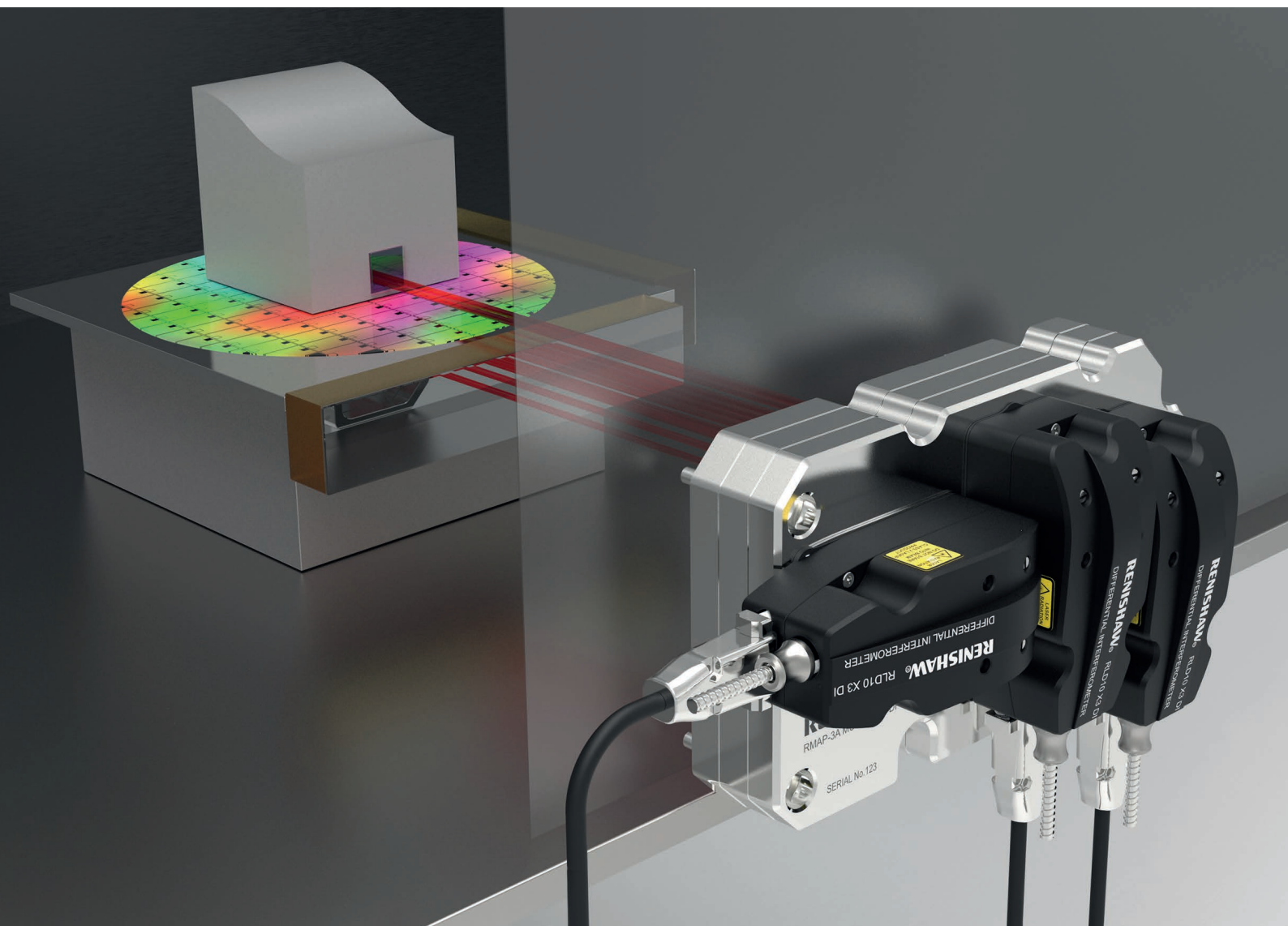




应用说明：
为要求严苛的半导体和科研应用
选择适用于超高真空环境的编码器



在配备天车搬运系统 (OHT) 的洁净室中
生产半导体器件

许多高端半导体制造工艺都要求加工环境完全没有任何污染物, 以免半导体晶圆和晶体管在制造过程中出现缺陷。半导体行业的发展趋势是特征尺寸更小, 晶圆更大, 组件更复杂, 加工步骤更多; 因此对晶圆污染控制的要求越来越严苛。

这些关键工艺流程必须在真空环境下进行, 因为如果环境中存在大量的空气或其他气体, 将会降低成品的质量。半导体制造工艺这类需要精密运动控制的制程, 需要通过真空兼容型光栅提供位置反馈。将光栅放置在真空腔内, 以确保测量设备尽可能靠近工作环境, 可大幅减少误差。

安装在真空腔内的光栅零部件 (例如读数头和栅尺) 具有如下重要特性:

- 耐高温 (> 100°C), 能够承受达到超高真空环境所需的烘烤程序。
- 洁净度高, 表面上无指纹、油污和润滑剂。
- 释气率低, 可防止污染物进入加工舱。
- 设有通气口, 可确保将读数头内部的空气完全排出。
- 采用具有聚四氟乙烯 (PTFE) 绝缘层和镀银铜编织屏蔽层的电缆。

对于大多数超高真空应用, 低释气率和高精度都是关键要求。在满足这些要求的前提下, 客户还将考量每个潜在解决方案的长期成本和风险。组件质量、售前和售后支持以及交货时间都对每款光栅产品的总拥有成本有显著影响。

晶圆检测

晶圆检测贯穿于半导体晶圆的整个图案化工艺过程。检测对于制程控制非常重要，并且有助于保持高良率。晶圆运动平台至少具有两个线性轴 (X, Y)。伺服轴控制回路利用位置反馈来实现高定位精度。

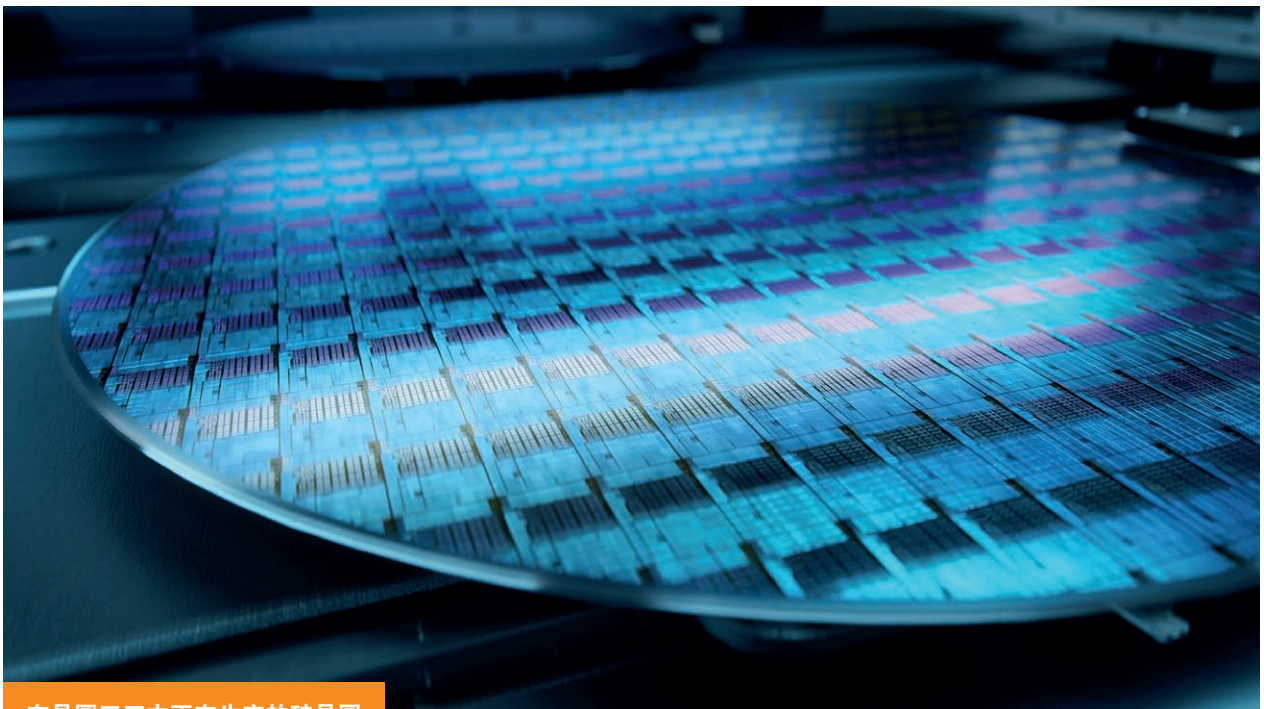
光学检测头内有高分辨率摄像机，并配备独立的暗场和明场照明源。在自动检测过程中，光学检测头将检测晶圆，然后将拍摄的图像与“标准”或模型参考图像进行比较，以定位缺陷。

在光学检测头保持静止时，晶圆平台将在不同位置之间快速移动，让光学检测头拍摄被测物体的图像。高性能编码器可实现更快定位，有助于大幅提高检测效率。

激光尺具有亚纳米级位置测量能力，因此扫描电子显微镜 (SEM) 可以在同一个位置上重复叠加多张图像，以进行多层缺陷检查。高性能超高真空 (UHV) 光栅提供粗略的位置反馈，使晶圆平台以极低的扭矩纹波沿预定的扫描路径移动，从而实现平稳的速度控制。

晶圆检测对编码器的要求包括：

- 通过模拟信号输出可实现极高水平的细分和分辨率。
- 抖动 $\leq 1 \text{ nm}$ ，以实现卓越的伺服控制、静态和动态稳定性，这是成功进行图像比较和图像拼接的必要条件。
- 在指定的点进行非接触式测量，以消除阿贝偏置和机械误差。
- 测量系统能够在超高真空环境下运行。
- 具有模拟和数字双输出的功能安全 (FS) 型光栅，用于晶圆扫描运动。



在晶圆工厂中正在生产的硅晶圆



RLE平面镜双轴系统

用于晶圆检测的编码器解决方案

雷尼绍RLE光纤激光尺是一种干涉仪系统,可提供高分辨率位置反馈。

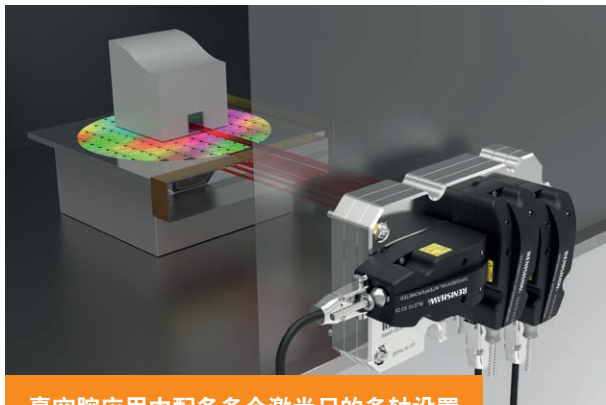
差分干涉仪发射头 (RLD10) 设计用于直接安装在加工舱的外壁上, 采用独特的光学系统, 可实现低电子细分误差 (SDE) 和高精度, 输出分辨率可达38.6 pm。内置的激光准直辅助镜可在安装设定过程中调整俯仰和扭摆角度, 从而优化准直过程。

TONiC™ UHV光栅适用于低至 10^{-10} Torr的超高真空条件, 提供高达1 nm的分辨率和低电子细分误差, 有助于实现卓越的运动控制性能。雷尼绍TONiC UHV光栅及附件由真空兼容材料和粘合剂制成, 释气率低, 适用于许多半导体应用。TONiC UHV光栅系列提供功能安全型号 (SIL2/PLd) 以及模拟和数字双输出选项, 以实现摄像机等设备与运动轴的同步移动。对于线性轴应用, 雷尼绍提供的栅尺材料包括低膨胀ZeroMet™, 可在温度不稳定的环境中实现高精度。

晶圆传送

半导体晶圆不仅易碎而且价格昂贵, 必须小心处理, 以免在制造过程中受损。因此, 通常使用晶圆传送机器人在工艺设备内移动半导体晶圆。

晶圆传送机器人具有多个自由度, 由机身、多关节机械臂和晶圆夹持工具 (托盘) 组成。传送机器人通常将晶圆从一个传送室移动到另一个传送室, 或者在不同工艺步骤之间移动晶圆, 它的吞吐量直接影响半导体工厂的整体性能。



真空腔应用中配备多个激光尺的多轴设置

传送机器人的直线和角度运动必须精确, 以避免因任何意外接触导致晶圆表面损坏或污染。

机械臂通过电动上臂滑轮和上臂主轴进行控制, 这两个部件驱动一系列环形皮带, 将机械臂的肩关节与肘关节和腕关节连接起来。

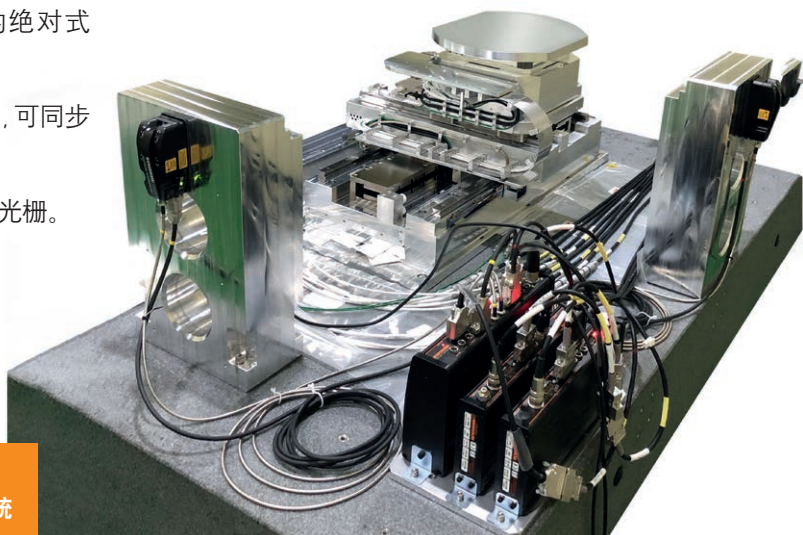
在主从关系中, 从电机接收的位置命令由主电机的位置反馈决定。利用高质量的位置反馈, 电机能够实现精确协调, 从而控制机械臂的运动。



晶圆传送机器人对编码器的要求包括:

- 绝对式光栅是优选, 因为它无需执行基准回零循环, 而且可确保即使在断电后载荷仍保持受控状态。
- 能够提供具有低周期误差的高质量位置光栅反馈, 以确保极低的扭矩纹波, 从而实现平稳的速度控制和高精度。
- 具有位置校验算法和附加安全功能, 可防止常见故障。
- 能够在高运行速度下实现高分辨率的绝对式光栅或增量式光栅。
- 具有模拟和数字双输出信号的光栅系统, 可同步晶圆夹持器或校准摄像头的操作。
- 如适用, 请选择适用于超高真空环境的光栅。

TONiC UHV光栅系统配用圆光栅和直线栅尺



用于检测半导体晶圆的真空工作台上配有RLE激光尺系统

用于晶圆传送的编码器解决方案

RESOLUTE™ UHV光栅为低至 10^{-9} Torr的超高真空应用提供绝对式光栅技术,可帮助客户提高生产效率,降低损坏风险,并增强可靠性。RESOLUTE光栅可在超高真空应用中实现出色的测量性能,在各种速度条件下的分辨率高达1 nm。

TONiC UHV光栅适用于超高真空环境,并通过光学滤波系统和动态信号处理来降低电子细分误差,从而实现高精度运动控制。TONiC UHV和RESOLUTE UHV光栅系列均提供功能安全型号,适用于需要SIL2和PLd功能安全认证的系统。

同步加速器镜面弯曲

同步加速器是一种粒子加速器,它可提供极其强大的X射线源用于科学研究。在实验中,需要采用适当的光束处理技术才能实现先进、高效的应用。在照射实验样品时,通过镜面和斩波器(快门)控制光束轨迹和曝光时间至关重要。

聚焦镜的理想形状是椭球面,但椭球面反射镜很难制造。它的替代方法是利用一对彼此垂直的反射镜在两个维度上聚焦光束,例如著名的柯克帕特里克-贝兹(K-B)反射镜系统。

K-B系统通常安装在一系列非真空和真空运动平台上,利用光栅反馈精确地控制反射镜在光束中平移和旋转。由于X射线在每个镜面上的入射角较小,因此只需施加弯曲力便可得到合适的反射镜形状。每个反射镜两端安装的致动器也需要通过光栅反馈来精确地控制反射镜的形状。

同步加速器应用对编码器的要求包括:

- 平移精度优于 $\pm 0.5\ \mu\text{m}$
- 角度分辨率高达 $0.1\ \mu\text{rad}$
- 设计坚固耐用,可承受高强度振动
- 适用于超高真空环境,可耐受 120°C 的高温



晶圆传送机器人

用于镜面弯曲器的编码器解决方案

RESOLUTE UHV光栅适合在超高真空腔体内使用。雷尼绍RESOLUTE UHV系列光栅适用于高性能、半导体和科研应用。



RESOLUTE UHV光栅配用
圆光栅和直线栅尺

结论

为半导体和科研应用选择位置编码器时，需要考虑许多常规因素：例如，在这个应用中需要绝对式位置反馈还是增量式位置反馈？编码器如何与运动系统的其余部分连接？该应用的测量要求是什么？热效应和环境问题是否会影响编码器的选择？如何安装和调试编码器系统？

雷尼绍提供的卓越的全球应用和支持服务是帮助客户寻找所需答案的关键。正因为此，广大客户一直信赖雷尼绍和我们的产品。

通过本地技术支持团队，以及响应迅速且灵活的供应链，雷尼绍帮助客户降低与编码器产品相关的生命周期成本。

www.renishaw.com.cn/uhv-encoders

#雷尼绍

© 2024-2025 Renishaw plc. 版权所有。RENISHAW®和测头图案是Renishaw plc的注册商标。

Renishaw产品名、型号和“apply innovation”标识为Renishaw plc或其子公司的商标。

其他品牌名、产品名或公司名为其各自所有者的商标。

Renishaw plc. 在英格兰和威尔士注册。公司编号：1106260。注册办公地：New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK。

在出版本文时，我们为核实本文的准确性作出了巨大努力，但在法律允许的范围内，无论因产生的所有担保、条件、声明和责任均被排除在外。



扫码关注雷尼绍官方微信

文档编号：PD-6517-9084-01-A

发布：2025.04

上海 T +86 21 6180 6416 E shanghai@renishaw.com

北京 T +86 10 8420 0202 E beijing@renishaw.com

广州 T +86 20 8550 9485 E guangzhou@renishaw.com

深圳 T +86 755 3369 2648 E shenzhen@renishaw.com

武汉 T +86 27 6552 7075 E wuhan@renishaw.com

天津 T +86 22 8485 7632 E tianjin@renishaw.com

成都 T +86 28 8652 8671 E chengdu@renishaw.com

重庆 T +86 23 6865 6997 E chongqing@renishaw.com

苏州 T +86 512 8686 5539 E suzhou@renishaw.com

沈阳 T +86 24 2334 1900 E shenyang@renishaw.com

青岛 T +86 532 8503 0208 E qingdao@renishaw.com

西安 T +86 29 8833 7292 E xian@renishaw.com

宁波 T +86 574 8791 3785 E ningbo@renishaw.com

郑州 T +86 371 6658 2150 E zhengzhou@renishaw.com