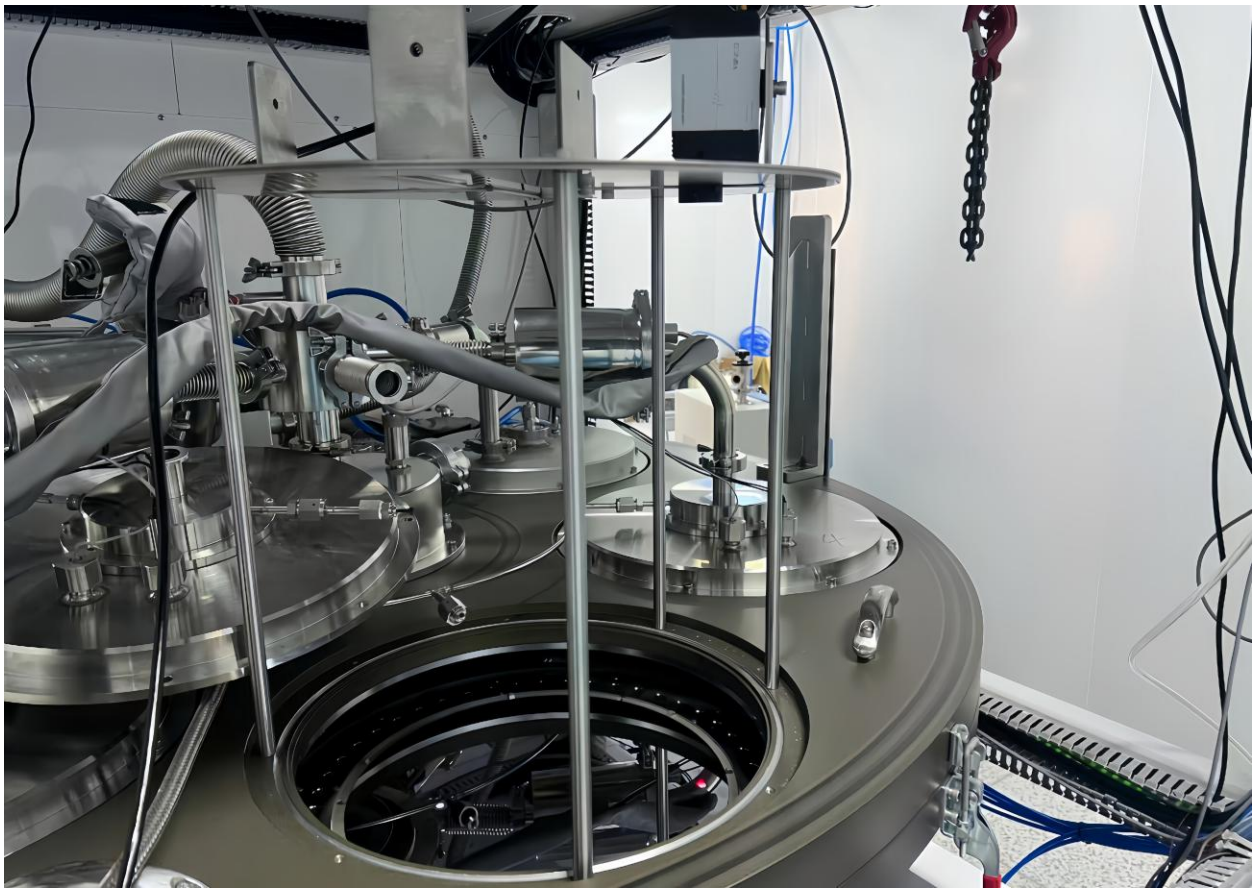
晶圆上下料过程中的
非接触位移与速度测量

威谱测 VIPICO 激光测振仪半导体应用白皮书

基于 P1 / P2 两测点独立记录的案例分析 | 采集日期 2026 年 11 月 2 日



摘要

北京威谱测光电科技有限公司（威谱测，VIPICO）在本案例中使用激光测振仪获取晶圆上下料过程的表面测点运动记录，并通过后处理查看相对位移与速度。P1、P2 记录的采样率均为 8 kHz，记录时长分别为 46.656 s 与 44.448 s。本白皮书结合现场素材、软件操作视频和客户测试汇报，说明测量流程、结果读法与工程应用条件。

关键词 晶圆上下料；激光多普勒测振仪；非接触位移测量；速度曲线分析；半导体设备；VIPICO

1 应用问题与测量口径

晶圆上下料包含运动、停留和方向变化。将测点的相对位移与速度沿同一时间轴展示，有助于定位运动片段、观察停留阶段并复查速度变化，为设备调试提供运动记录。

本案例关注晶圆表面 P1、P2 两个测点。两份记录分别从 0 秒起算，时长不同，应按各自记录内时间解读。后续若需计算两点瞬时差值、倾斜或变形，需要补充同步采集、测点空间关系和运动坐标定义。

2 测量与后处理流程

① 明确测点与方向。记录 P1、P2 位置、光束方向、设备运动路径和采集工况，确认光束能在所分析区间获得有效回光。

② 固定测量布置。在设备外布置激光测振仪，检查光路遮挡、支架稳定性及运动过程中的测点可见性。

③ 采集运动记录。执行上下料动作，记录采样率、起止时间和测点标识。本次两份记录均采用 8 kHz 采样率。

④ 查看位移与速度。加载记录，检查量纲、时间索引和有效片段，保存后处理参数。

⑤ 选择分析区间。P1 使用 40–45 s，P2 使用 22–26 s，结合全程曲线观察局部运动细节。

⑥ 汇总并复查。记录区间位移范围及速度极值，明确平滑处理和独立计时口径。

数据解释条件

位移表示相对位移，速度沿激光测量方向。正负号应结合光束方向和坐标定义解释。现场视频用于说明设备动作；素材没有给出视频时间与采集时间的同步映射。运动中的固定光斑也需确认是否持续落在同一物理测点。

3 P1 测点结果

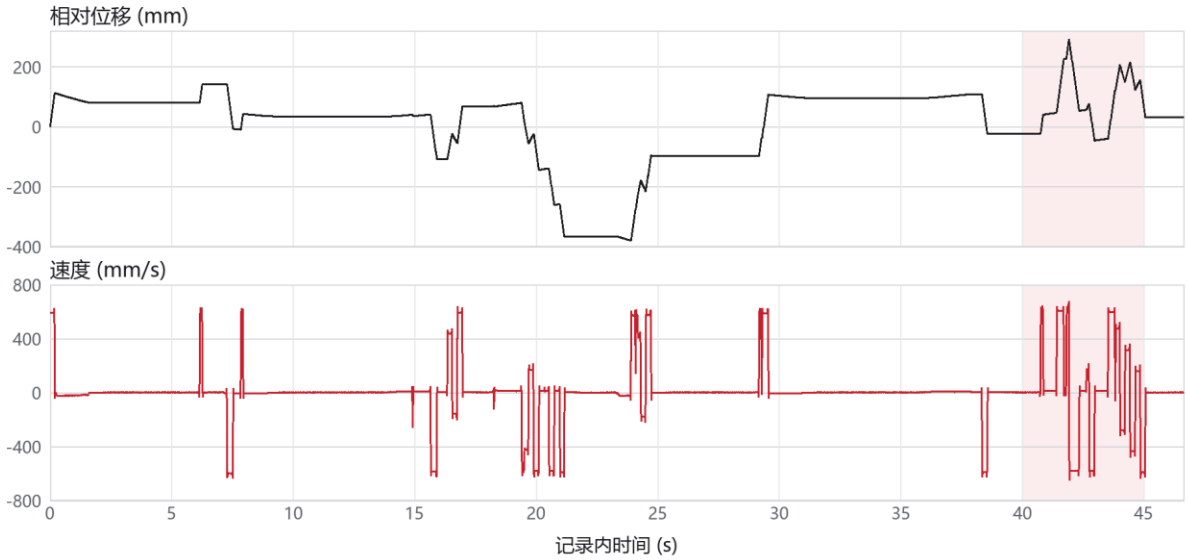


图 1　P1 全程位移与速度。粉色区域标示 40–45 s 分析窗口。来源为客户测试汇报第 2 页。

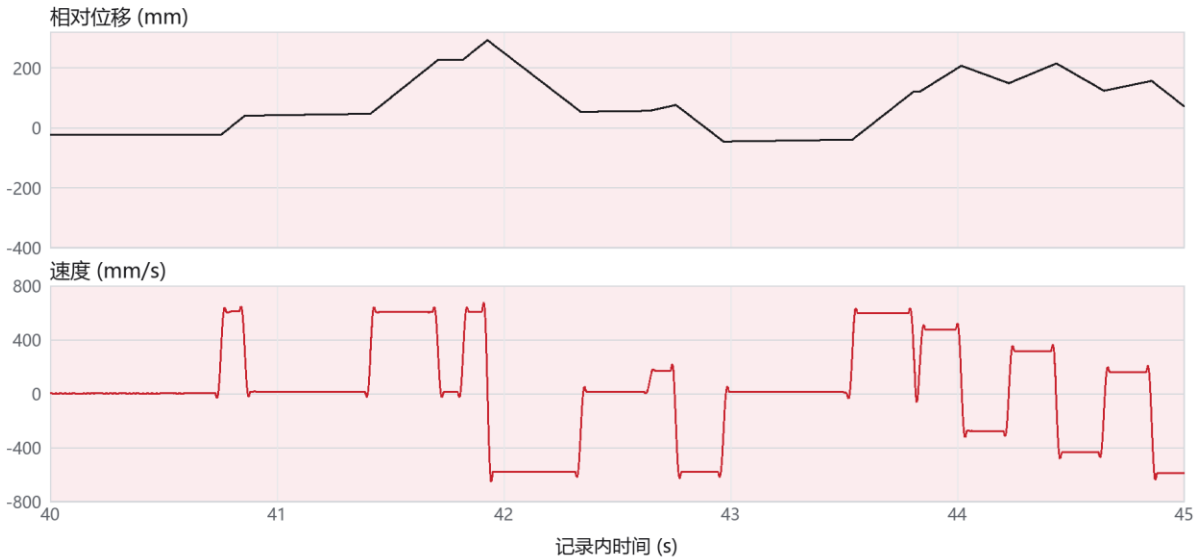


图 2　P1 的 40–45 s 局部曲线。上图为相对位移，下图为速度。来源为客户测试汇报第 3 页。

P1 记录时长 46.656 s，采样率 8 kHz。所选窗口内相对位移为−46.8 至+291.3 mm，速度极值为−652.0 与 +674.3 mm/s。位移曲线与速度曲线共同显示运动、停留及方向变化，可用于定位需要进一步复查的动作片段。

4 P2 测点结果

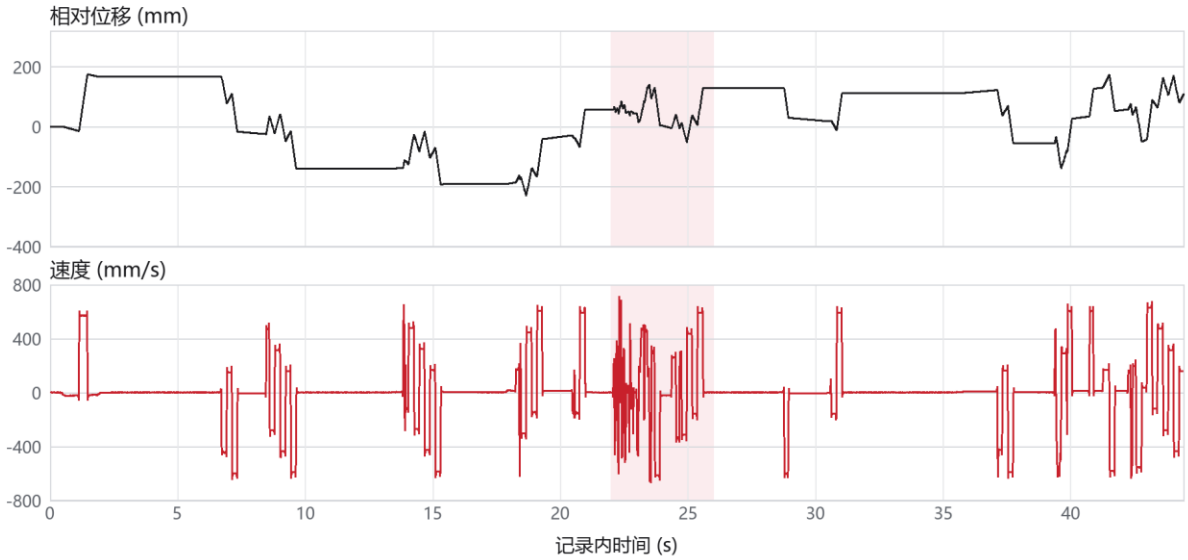


图 3　P2 全程位移与速度。粉色区域标示 22–26 s 分析窗口。来源为客户测试汇报第 4 页。

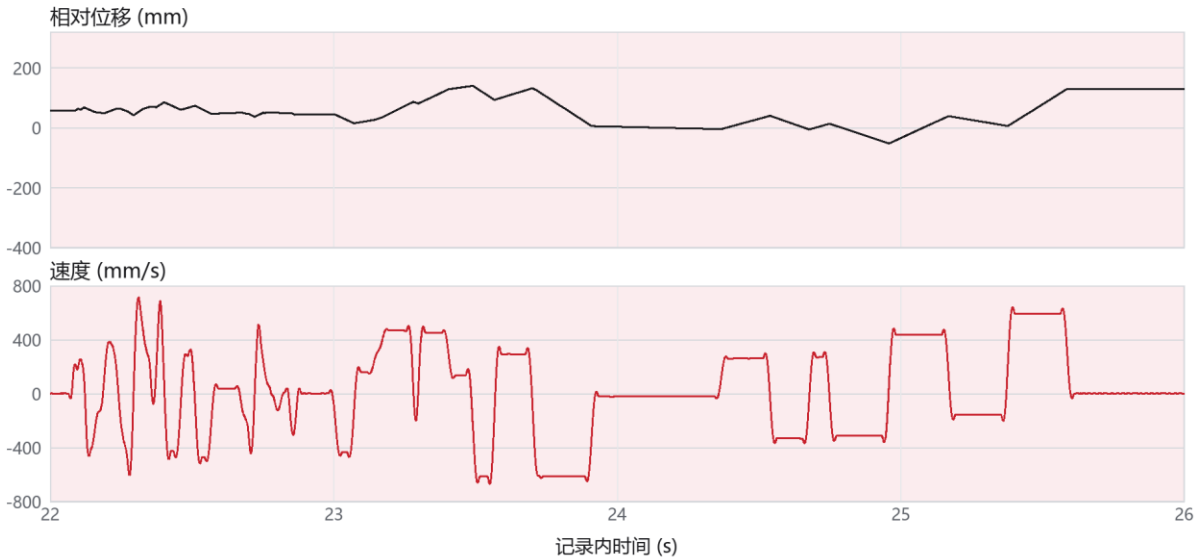


图 4　P2 的 22–26 s 局部曲线。上图为相对位移，下图为速度。来源为客户测试汇报第 5 页。

P2 记录时长 44.448 s，采样率 8 kHz。所选窗口内相对位移为−53.2 至+139.1 mm，速度极值为−670.4 与 +713.2 mm/s。结合 P2 自身的动作区间，可复查速度变化与位移变化是否对应。

5 案例数据汇总

指标	P1	P2
采样率	8 kHz	8 kHz
记录时长	46.656 s	44.448 s
局部窗口	40–45 s	22–26 s
窗口位移范围	−46.8 ~ +291.3 mm	−53.2 ~ +139.1 mm
速度极值	−652.0 / +674.3 mm/s	−670.4 / +713.2 mm/s
全程位移跨度	671.7 mm	405.6 mm

数据来源为 2026 年 11 月 2 日测试汇报第 2–6 页。速度极值取自平滑后的曲线，并沿用原汇报精度。全程位移跨度与局部窗口范围具有不同统计区间。以上为本次记录结果；原始采集文件和完整平滑参数未包含在本次素材中。

6 用于设备调试的下一步

建议在同一测点、相同动作程序和一致处理参数下重复采集，逐周期比较位移幅度、速度峰值、动作持续时间和停留阶段。评价重复性时应记录有效周期数量及分布；评价稳定时间时，应先定义目标区间和容差。

若需要比较 P1 与 P2 的相对运动，应先统一触发或建立可靠的时间对齐，并确认测点空间位置和测量方向。验收阈值应由设备工艺需求和双方测试协议确定。

7 常见问题

本次测量包含哪些量？

晶圆表面测点沿激光测量方向的相对位移与速度，以及用于查看它们的时间曲线。

P1 与 P2 可以直接逐点相减吗？

当前两份记录各有时间原点。逐点比较需要先确认同步关系、动作对应关系及空间方向。

为何要保留后处理参数？

滤波、平滑和分析窗口都会影响曲线细节及极值。保存参数可使结果具备可复查性。

能否由本案例给出良率或产能提升比例？

本素材提供运动测量记录。良率与产能评估还需要对应的工艺统计和改进前后验证。

8 English abstract

VIPICO laser vibrometry was used to examine wafer loading and unloading through displacement and velocity records at two wafer surface points, P1 and P2. Both records were sampled at 8 kHz. Record durations were 46.656 s and 44.448 s. Detailed review windows were 40–45 s for P1 and 22–26 s for P2. Smoothed velocity extrema were −652.0 / +674.3 mm/s for P1 and −670.4 / +713.2 mm/s for P2. Each record has its own time origin. The case supports inspection of motion profiles; synchronized spatial comparisons require additional timing and geometry information.

9 素材与结果追溯

本白皮书依据用户提供的晶圆上下料测试汇报（采集日期 2026 年 11 月 2 日，第 1–6 页）、测量布置视频、位移数据后处理视频、实际上下料视频及现场照片编写。图 1–4 直接取自汇报内嵌图像。现场视频的人脸已在配套展示视频中进行模糊处理。

原始记录文件、仪器具体配置、测量距离、安装角度、位移重建参数及完整平滑参数尚未随素材提供。复现实验时应将这些信息连同采集文件归档。

术语

LDV 激光多普勒测振。P1 / P2 本案例测点标识。记录内时间 各次记录相对于自身起点的时间。位移跨度 指定区间内最大位移与最小位移之差。速度极值 指定处理口径下的有符号最小值和最大值。

威谱测 VIPICO | 半导体运动测量应用 | www.vipico.cn