

採用 Aurora® 413ML6-U0 / 213ML5-R0 實時監測半導體製程晶圓傳送品質並預測手臂的健康狀態與壽命。

【核心摘要與專案配置】

- **客戶名稱與產業：**半導體設備製造商 Rorze (樂華) 與 Hirata (平田機工)，終端應用於台積電 (TSMC) CoWoS / CoPoS 先進封裝與高階晶圓代工產線。
- **應用設備與製程：**先進封裝與先進製程設備中的前端模組晶圓傳送手臂 (EFEM ATM Wafer Handling Robot)



- **核心解決方案：**Level 1 數位量測型方案 (Aurora® 413ML6-U1 / 213ML5-R0 智慧三軸向振動感測器)
- **通訊協定架構：**採用 RS485 Proprietary API 專屬介面直連客戶原廠機械手臂控制器，無外部網路連線，零資安風險。

【高層摘要】

本方案針對半導體設備 OEM 巨擘 (樂華 Rorze、平田機工 Hirata) 出廠之核心設備前端模組 ATM 晶圓傳送手臂 (EFEM Wafer Robot)，提供 Level 1 數位量測型預測維護解決方案。透過在手臂頂部關節內部安裝極薄型 Aurora® 413ML6-U1 或 213ML5-R0 智慧感測器，經由 RS485 proprietary API 直連原廠控制器，

實時輸出高品質高頻原始振動與特徵訊號。本方案能協助終端晶圓代工大廠 (如台積電 CoWoS 產線) 單一事故預估避免高達 USD 250,000 – 1,000,000 的直接晶圓報廢損失，並防範 4–12 小時的昂貴無塵室停工，成功打造具備原廠級健康感知能力的高可靠度晶圓搬運設備。

(註：本財務模型金額為根據業界公開研報與半導體先進製程產線節點綜合預估)

【產業痛點與高昂財務風險】

1 關鍵設備風險與高昂財務代價

在半導體自動化搬運中，EFEM 內部的 ATM 晶圓傳送手臂負責將 12 吋晶圓從 Load Port 的 FOUP 中精密傳送至各類製程腔體，是連續生產流程的核心關鍵。當手臂因長期高頻運作引發軸承磨損、傳動系餘隙過大或皮帶鬆弛時：

- **直接晶圓報廢損失：**單次事故受影響之 1 盒 FOUP 裝載 25 片 12 吋晶圓。於 CoWoS / CoPoS 先進封裝或先進製程節點下，晶圓已完成多道高成本晶體管與 Chiplet 堆疊，單片價值高昂。若手臂發生位置偏差導致晶圓刮傷、甩片或撞擊，單次事故直接報廢損失估計高達 USD 250,000 – 1,000,000 (根據業界公開研報與該產業標準產線節點預估)。
- **間接停工與 QUAL 認證成本：**EFEM 內部屬 ISO Class 1 極淨環境。一旦發生碎晶事故，現場維修人員需耗費 4 – 12 小時進行無塵室矽晶碎片清理、手臂軌道重校準 (Robot

Teaching) 與 run-card 試產品質認證 (QUAL) · 瓶頸機台停工損失每小時高達數萬美元。

2 傳統監測與維護機制之盲點

客戶過往依賴「人工巡檢聽診」或「定期換件保養 (PM)」：

- **錯失早期微小徵兆**：ATM 手臂動作行程短、速度快且運動軌跡複雜，傳統人工聽診無法在初期微小的振動能量變化時及時發現異常。
- **無預警停機與備件成本飆升**：定期保養可能過早更換良品組件，增加營運成本；而若無法在出廠時提供即時數據監診能力，設備一旦於客戶產線突發故障，將嚴重損害設備 ODM 廠的品牌信任度。

【解決方案與競品對比優勢】

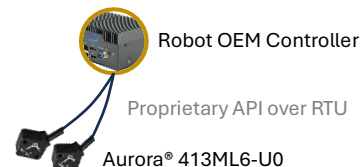
1 極致輕量化感測器與零資安風險架構

- **極薄小尺寸設計**：採用專為侷限空間設計的 **Aurora® 413ML6-U0**，外觀尺寸僅 21 × 21 × 9.5 mm，可直接安裝於 ATM 手臂最末端關節處，完全不影響手臂原本的動態姿態與高精度軌跡。



- **RS485 Proprietary API 直連控制器**：
 - **純地端訊號直連**：感測器透過專屬 **RS485 proprietary API** 介面直接與 OEM 手臂控制器對接，無需經由外部閘道器或網段轉接。

- **絕對資安保障 (Zero Cybersecurity Risk)**：數據完全閉環於設備控制層，不連接廠內外部網路，100% 消除半導體廠務最嚴格的資安風險 (Cybersecurity Compliance)。



2 核心三大差異化優勢對比

對比項目	傳統競品方案 (傳統加速度計 / 外掛 DAQ 卡)	Texol Aurora® Level 1 數位量測方案	本方案核心優勢與效益
診斷與預測能力	僅能輸出未處理之原始比對波形，或需昂貴外掛數據擷取卡與專用軟體。	感測器內建 Edge 邊緣計算與訊號過濾，直接輸出高品質時域與高頻特徵訊號。	為手臂控制器提供乾淨數據源，輕鬆對接原廠異常診斷演算法。
部署與資安	需複雜外接佈線、搭設 DAQ 伺服器，且易引發 OT 網路資安疑慮	採 RS485 proprietary API 直連手臂控制器 ，零外部網路連線。	零資安風險 (Zero Cyber Risk) ，佈線工時極短，出廠標配無門檻。
整體持有成本 (TCO)	監測系統價格高昂，大幅增加 OEM 出廠 BOM 成本。	精簡輕量化感測器架構，經濟效益極高，極適合 OEM 大規模平展標配。	降低 OEM 硬體與整合成本，提升出廠產品附加價值。

【告警機制與維護 workflow】

本方案建構了無資安疑慮、純地端閉環的即時訊號擷取與維護 workflow：

- **高頻特徵訊號擷取**：Aurora® 413ML6-U0 / 213ML5-R0 感測器以高採樣率實時擷取三軸向振動與溫度數據，並於邊緣端完成基礎訊號濾波清理。
- **RS485 Proprietary API 傳輸**：感測器透過專屬 RS485 API，將高精度特徵訊號直接寫入手臂控制器記憶體暫存器中。
- **控制器邏輯判定與告警**：手臂控制器結合原廠健康演算法，當偵測到關節/軸承/皮帶等振動特徵超出正常基線時，直接透過機台主控台推播告警或觸發保護機制。
- **預約式保養閉環**：現場維修人員依據控制器輸出的特定異常訊號（如：Z 軸皮帶鬆弛或關節軸承磨損），於排修窗口精準更換備件，確保設備運轉品質。

【客戶實績與預警效能】

本方案已於半導體代工龍頭廠區正式導入並完成實踐驗證：

客戶名稱	樂華 / 平田機工 (Rorze / Hirata)
應用設備與廠區	EFEM ATM Wafer Robot (終端應用：台積電 CoPoS 先進封裝)
方案等級	Level 1 數位量測型
選用感測器 / 通訊架構	Aurora® 413ML6-U0 / 213ML5-R0 + RS485 Proprietary API
具體預警與導入效能	出廠標配智慧感測器，

訊號直連手臂控制器。
成功於早期捕捉傳動餘隙過大與軸承異常，零資安風險且大幅提升設備競爭力。

【量化商業效益】

- **避免天價報廢與停工損失 (High ROI)**：協助終端晶圓廠客戶避開單次 ATM 手臂撞擊/刮傷晶圓高達 USD 250,000 – 1,000,000 的直接報廢風險 (根據業界公開研報與該產業標準產線節點預估)，並防止 4-12 小時無塵室碎晶清理與重校準停工，單一廠域每年預計可保護 USD 500,000 – 700,000 的營運資產。
- **2. 提升設備整體有效稼動率 (OEE)**：為 OEM 機械手臂賦予原廠級健康感知能力，將突發性停機轉化為可控的預約式保養，顯著提升 EFEM 模組於晶圓廠內的整體稼動率。
- **3. 零資安風險與極低 TCO**：採 RS485 proprietary API 直連控制器，無需經過廠內 OT/IT 網路，徹底解決半導體廠最嚴格的資安審查門檻；極具競爭力的 BOM 成本讓 OEM 廠商能輕鬆進行全系列出廠標配。

【產品詢問】

如果您對此方案有興趣，請聯繫您當地的經銷商以取得更進一步的資訊與系統報價。非常感謝。