從研磨液到晶圓界面 整合材料分析提升CMP製程穩定性

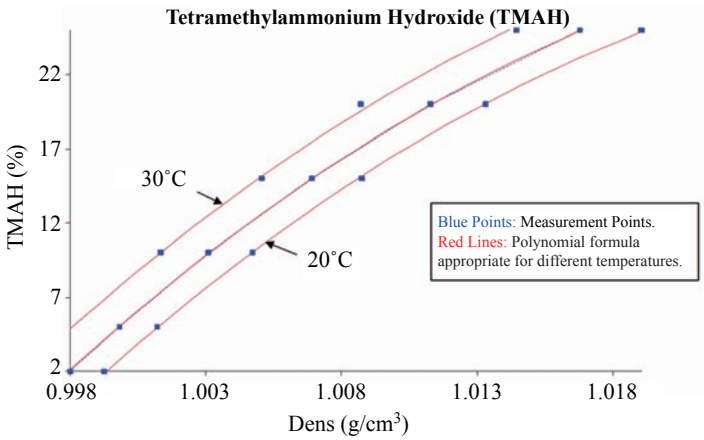
掌握Slurry、Post-Clean與Wafer–Particle Interaction的關鍵變因

CMP不是單一參數可以解答的製程

化學機械平坦化(Chemical Mechanical Planarization; CMP)同時結合化學反應、磨粒移除、流體輸送、晶圓表面作用與機械接觸。當研磨液的粒徑、濃度、黏度或表面電荷出現小幅變化，就可能反映在材料移除率(Material Removal Rate; MRR)、面內均勻性、刮傷、殘留粒子與金屬污染。因此，製程問題不能只由研磨機台條件判斷，而需由研磨液(Slurry)、後清洗劑(Post-clean)化學與晶圓表面三個面向，建立完整的材料特徵（指紋）分析(Material Fingerprinting)，才能在昂貴的機台試驗(Tool Trial)之前，先有效縮小可能的異常原因範圍。

以材料粒徑、密度與流變特性建立Slurry快速品質管制

研磨液中的粒徑與粒徑分布會影響磨粒參與反應與機械移除的方式，少量過大顆粒或聚集體則可能提高晶圓表面微刮痕數量進而導致缺陷率提高；另一方面，也提高使用研磨液於排出過程中堵塞濾心的風險。動態光散射(Dynamic Light Scattering; DLS)、雷射繞射(Laser, Diffraction; LD)與小角度X光散射(Small Angle X-ray Scattering; SAXS)可由不同尺度觀察磨粒大小、分布及內部結構，協助確認配方是否維持預期的分散狀態。密度量測則適合作為磨粒濃度與配方穩定性的快速篩選工具；若結果隨時間或取樣位置改變，通常表示沉降、蒸發、污染、稀釋或混合程序需要進一步確認。黏度與流變特性可再補充研磨液輸送、潤滑及在特



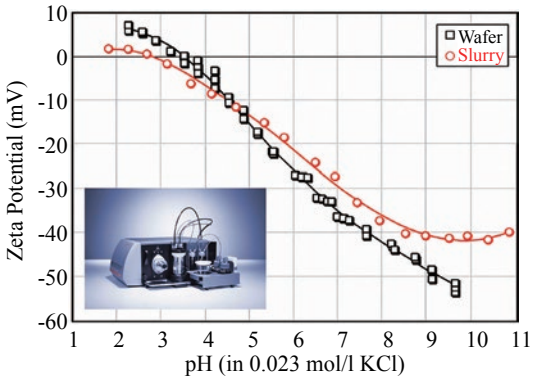
Graph 1: Density at Different Temperatures and Concentrations
Total Measurement Accuracy: L-Dens 7500: ± 0.22%
L-Dens 7400: ± 0.28%
L-Dens 3300: ± 1.32%



定晶片、研磨液、研磨墊的組合下，其摩擦係數的資訊。將這些方法分層使用，可先以快速量測完成日常放行，再於結果異常時利用粒徑與流變分析追查原因，建立放行、重新混合或進一步調查的明確判斷流程。

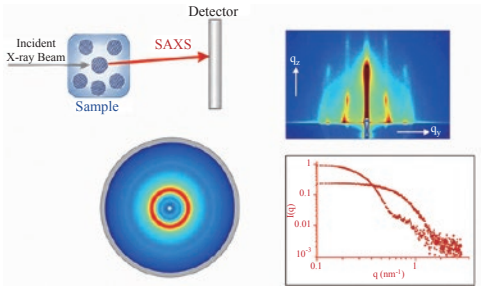
用界達電位預測晶圓與粒子的吸附傾向

除了顆粒尺寸，pH值、離子強度與界達電位(Zeta Potential)也會改變研磨液內懸浮粒子分散穩定性及其對晶圓的吸附傾向。Anton Paar Litesizer可量測研磨液粒子的電泳光散射訊號；SurPASS 3則以Streaming Potential/Current分析晶圓、薄膜與其他固體表面的界面電荷。將兩者置於相同化學條件下比較，才能判斷粒子與晶圓是相互吸引或排斥。當雙方表面帶有相同符號且足夠的電荷時，靜電排斥有助於降低粒子靠近與沉積；若其中一方接近等電位點，或兩者帶有相反電荷，則需注意吸附與清洗難度上升。藉由pH Scan與類似情況做比較，可建立較有利於分散及低吸附的操作區間，並作為研磨液與清洗劑配方優化的依據。



從配方篩選延伸至Post-clean驗證

CMP後清洗劑需兼顧粒子與有機殘留去除，同時避免晶圓表面被腐蝕、污染物再吸附及痕量金屬污染(Trace Metal Contamination)。透過整合粒徑、密度、流變與界面電荷的整合量測，可系統性比較不同研磨液與清洗劑配方的特性及其相容性，並建立標準化的混合、取樣、量測時間與品質放行規範，將最終結果連結至MRR、均勻性、刮傷及清潔度，形成更有效率的根因分析流程。





關於台灣安東帕

Anton Paar提供密度、粒徑、界達電位、流變、表面與多孔材料、奈米力學及X-ray結構分析等完整量測方案，並由台灣應用實驗室提供方法評估、樣品測試與技術支援。（廣編企劃）

台灣安東帕有限公司｜電話：+886-2-8979-8228｜信箱：info.tw@anton-paar.com