

【LORRIC 快拆噴嘴 × PCB DES】 噴淋均勻度提升，擺脫「水池」效應，細線路良率再提升

背景

HDI 與載板需求飆升，噴嘴精度成 PCB 良率關鍵。根據 Precedence Research 2024 年市場報告，全球 PCB 產值已達 918 億美元，預估 2033 年將攀升至 1,525 億美元，年複合成長率約 5.8 %。伴隨 HDI 與載板持續微細化，線寬線距 (L/S) 正從 40/40 μm 加速壓縮至 25/25 μm ，甚至挑戰 15/15 μm 。製程視窗被逼到極限，DES 噴淋段的均勻性直接決定蝕刻因子與細線良率；一旦噴幅分布不均、形成「水池」現象，如何在低流量下仍維持高均勻噴灑、縮短保養停機並提升化學利用率，已成為產線的首要課題。

什麼是 PCB DES 噴淋系統？

DES (Developing-Etching-Stripping)設備透過高壓噴嘴將顯影液、蝕刻液與去膜液均勻噴射至銅箔表面。目標是在最短時間內去除抗蝕膜、穩定蝕刻速率，同時控制側蝕量，確保線寬線距 (L/S) 一致。噴幅不均或噴射死角會讓液體滯留，形成「水池」效應，直接拉高 ΔTh (板面銅厚差) 並惡化蝕刻因子。



現況

實際案例客戶－某大型 PCB 製造廠細線路生產線

該產線長期生產高密度、細線寬線距的多層 PCB，對蝕刻均勻度要求極高。原設備配置自製 PVDF 材質噴嘴，雖可基本滿足水流需求，但隨著線路精細化趨勢，現場陸續暴露出以下問題，產線主管希望透過提升噴嘴結構與噴淋效果，徹底改善水流均勻性，降低不良率，確保產品一致性，並簡化設備維護。

瓦楞紙板膠水循環站：如何減碳節能、杜絕結冰、釋放維護空間？

現況	數值 / 描述	影響
現用噴嘴型式	自製 PVDF 噴嘴	噴淋分佈不均，易產生水池現象，影響蝕刻均勻性與良率
板面水痕	水流集中，局部積水	水池區域蝕刻過程不穩，易造成過蝕刻或欠蝕刻
線寬線距良率	未達業界標準 (細線路製程良率至少 90%)	良率受限，細線路製程良品率難以突破
噴嘴拆裝與清潔便利性	結構固定，拆卸不便	維護需長時間停機，影響設備稼動率

改善目標

- 徹底改善水流均勻性，消除水池效應
- 優化蝕刻因子分佈，提升線寬線距穩定性
- 良率突破 90%，縮小產品品質差異
- 快拆設計，降低清潔與維護工時

解決方案

擺脫水池效應、蝕刻不穩與良率瓶頸，LORRIC 快拆噴嘴一次解決五大痛點

在 PCB DES 蝕刻設備中，本案透過導入 LORRIC QFMF 系列快拆噴嘴，成功解決水池效應與蝕刻不均問題。QFMF 多孔式中心葉片搭配曲面噴口，均勻噴灑，提升蝕刻因子穩定性，細線路良率突破 90%。快拆結構大幅縮短維護時間，並依設備需求客製角度與流量，確保各型 DES 設備皆達最佳噴淋效果，製程穩定、良品率再躍進。

[→ QFMF 系列快拆噴嘴](#)



成果

電動隔膜泵如何滿足客戶需求？

目標	QUANTM 解決方法
改善噴淋均勻性，消除水池效應	✓ QFMF 噴嘴設計為多孔式中心葉片，產生多條旋轉液流，經過曲面噴口離心甩出，形成穩定均勻的圓形噴霧，杜絕水池現象
提升蝕刻因子穩定性	✓ 優異紊流控制能力，確保流量分佈與噴霧顆粒均勻一致，蝕刻藥液覆蓋全面，減少過蝕或欠蝕，提升蝕刻品質穩定性。
細線路良率突破 90%	✓ 流量公差控制在 $\pm 5\%$ ，噴灑角度公差 $\pm 5^\circ$ ，均勻噴淋效果有效提升細線路製程良品率
快拆結構，降低維護工時	✓ 兩件式快拆設計，卡扣定位結構，徒手即可快速拆裝，精準定位、防止漏水，大幅縮短清潔與維護時間。