

# 先進與綠色製程 / 設備





## 電漿量測技術

電漿製程是一種利用電漿進行材料加工和表面處理的技術，目前電漿製程通常缺乏即時的量測技術，導致製程掌控度低，工程人員無法即時了解是什麼因素影響良率，進而阻礙了製程優化和新技術開發的可能性。

### 技術優勢及特色

#### 蘭牟爾探針量測模組

- 透過電子測試設備上的多個探針，完整量測電漿的重要參數：電漿密度、電子溫度、電漿電位、電子能量分佈函數等。
- 電漿密度量測範圍： $10^9 \sim 10^{12} \text{ cm}^{-3}$

#### 非侵入式射頻離子診斷模組

- 透過模組能即時分析晶圓表面離子能量與通量大小。
- 更新頻率：5次/秒。

#### 蝕刻終點檢測模組

- 準確辨識蝕刻終點(包含：低蝕刻暴露面積、複雜操作條件組合條件下)，辨識率>90%(一般辨識率低於70%)。

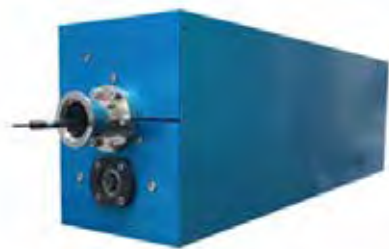
### 產業效益及商機

#### 可應用產業：

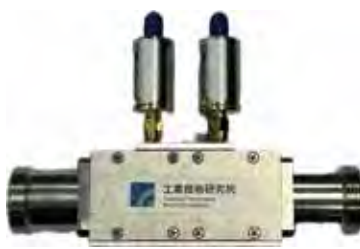
電漿製程設備產業(如：電漿蝕刻、鍍膜、清潔等設備開發)、光電半導體製造產業(如：製程監控及參數優化)。

#### 應用實例：

已導入國內光電半導體設備產業，共同進行新產品開發驗證，同時也提供給大專院校使用(如：清華大學)，作為電漿技術基礎研究工具。



蘭牟爾探針量測模組



非侵入式射頻離子診斷模組



蝕刻終點檢測模組





## 薄膜製程優化模擬器技術

薄膜沉積(緻密鍍膜)是在材料表面上披覆薄膜的一種製程，而在複雜的奈米元件之薄膜鍍膜製程中，缺乏輔助製程的模擬分析工具(如：溫度、氣流、壓力和電磁場等物理因子交互作用之分析)，導致無法快速找到最佳化參數，進而影響產品開發時程及經費耗損。

### 技術優勢及特色

#### 可視化 耦合技術

- 獨特「表面化學反應路徑決策技術」，精簡化學反應式後，再以真實數據回饋修正。
- 結合氣流場可視化及參數診斷驗證工具。

#### 縮短設備 開發時程

- 耦合出的模型結合巨量資料庫後，獲得建議最佳參數(原需1週，縮短為2小時)。
- 參數預測準確度超過90%，縮短新產品上市時程(原需3個月，縮短為1個月)。

#### 提高產能 與品質

- 提高機台產能。
- 提升鍍膜均勻性。

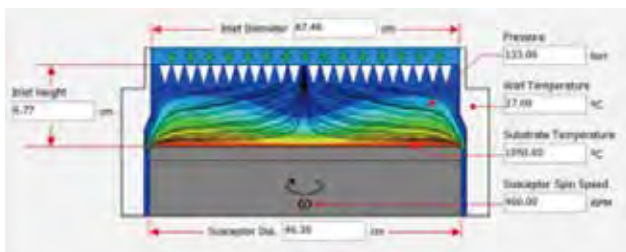
### 產業效益及商機

#### 可應用產業：

光電半導體產業(如：LED、半導體、太陽能、無線通信等元件)，應用於鍍膜製程設備上(如：MOCVD、PECVD、PVD)。

#### 應用實例：

與國內半導體設備產業ODM大廠合作，持續進行技術研發，以促進鍍膜設備品質完善，並期望三年內成功打入國際市場，成為國際供應體系的一環。



薄膜沉積系統使用者介面



鍍膜設備關鍵模組



工研院傑出研究獎(2021年)



## 高深寬比玻璃基板填孔技術

高階載板採用玻璃基板取代目前高分子材料(如：ABF、BT)，細線化與高深寬比是未來趨勢。玻璃基板具有導熱性佳、穩定性高、抗蝕性等優異特性，然而玻璃基板填充高深寬比之孔洞時，易產生孔隙與鍍膜層不均勻問題，影響產品品質。

### 技術優勢及特色



高接合力  
附著層技術

- 合成低黏滯性複合金屬氧化物溶液，形成奈米微孔結構。
- 接合力強度 $\geq 5$  牛頓/公分。



低孔隙率H型  
高深寬比填銅

- 首創H型電鍍架橋填孔。
- 可填充深寬比 $>15$ 。
- 電鍍缺陷 $<5\%$ 。
- 可應用至不同孔型，如：直孔、X孔與漏斗孔。



低鍍膜厚度  
高均勻性

- 低表面膜厚(表面銅厚度 $<1/3$ 孔洞直徑)。
- 高均勻性(均勻度達90%)。
- 適用於8至12吋TGV玻璃基板。

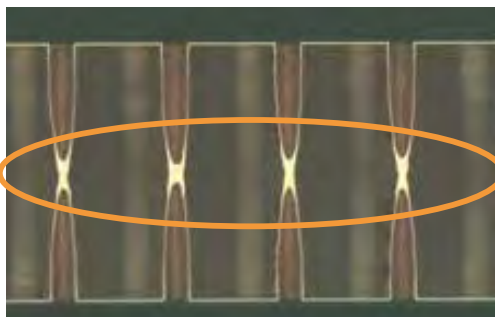
### 產業效益及商機

#### • 可應用產業：

PCB產業、先進半導體封裝產業、顯示設備產業。

#### • 應用實例：

能縮短20%製程時間，完成高深寬比 $>15$ 之填孔產品，並為國內外高階載板廠指定合作廠商，成功打入國際供應鏈。



H型電鍍架橋



高深寬比電鍍填銅



## 硬脆材料研拋技術

硬脆材料，尤其是碳化矽(SiC)，在下一代半導體產業中扮演著重要角色。由於SiC硬度極高，加工技術門檻也隨之提高，加工時間比以往多10倍以上。為因應此挑戰，本技術開發特用製程和設備，提升產出效率及品質。

### 技術優勢及特色



#### 超音波技術 輔助輪磨

- 透過超音波的振動頻率，讓刀具表面微細結晶結構重新排列，維持鋒利度。
- 搭配特殊高精度砂輪(#8000)，SiC的研磨速度較以往提升至2倍。
- 表面粗糙度符合產業<5 nm需求。



#### 大氣電漿 輔助拋光

- 透過大氣電漿輔助拋光，讓SiC表面氧化進而軟化。
- 拋光速率提升5倍。
- 適用4-8吋晶圓處理。



#### 複合式量測 高解析度呈現

- 單機多參數複合量測，包含：SiC晶圓的彎曲、翹曲、厚度和粗糙度等特性(一般需2台機器)。
- 符合業界需求形貌/厚度解析度可達0.1 μm。
- 符合業界需求粗度量測解析度<10 nm。
- 適用6-12吋晶圓處理。

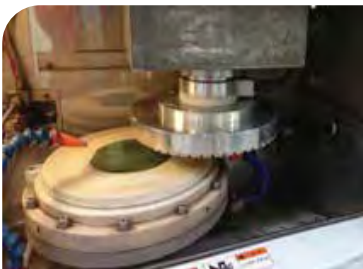
### 產業效益及商機

#### • 可應用產業：

半導體產業(晶圓前段加工製程，如：藍寶石、碳化矽等)。

#### • 應用實例：

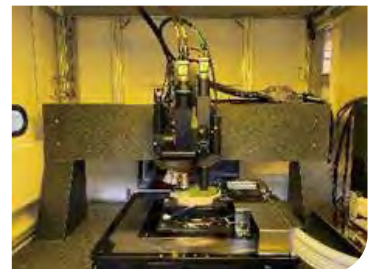
已應用至國內工具機廠以及SiC加工產業，包含：矽○、博○、東○、松○欣、創○、穩○、中○等，協助企業提升生產效率，增加產業競爭力。



透過超音波技術維持切削性能



以大氣電漿技術進行拋光



複合式量測機台



# 石墨烯儲能超級電容

超級電容器為一種相對鋰電池安全、壽命長、可快速充放電的儲能元件，一般的超級電容器通常都是低電壓(僅2.7V)，本所研發之超級電容器使用「電漿合成石墨烯」，可獲得較高之電壓(4V)，進而具備較高的能量密度，並可減少模組體積達50%以上。

## 技術優勢及特色



- 以電漿合成之石墨烯，內部化學性質穩定(表面無官能基)，打造成高電壓(4V)超級電容模組。



- 電漿合成石墨烯，搭配自主研發之鋰離子電解液，彼此親和力佳，電荷交換快，反應率快，故同樣體積下能儲存較多的能量(高能量密度)。



- 能量密度及功率密度高，模組體積減少(50%)，亦大幅縮短充電時間(5C→100C)，再者安全無虞，提升商業應用價值。

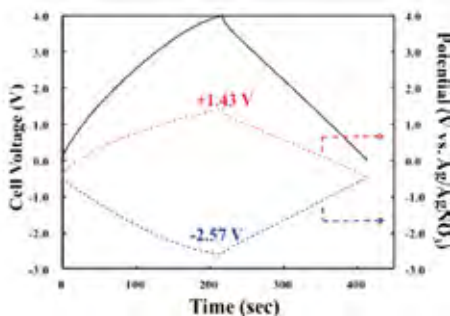
## 產業效益及商機

### • 可應用產業：

儲能產業、電動車產業、電子產業。

### • 應用實例：

以電漿合成之石墨烯，搭配自主研發之鋰離子電解液，組建的超級電容模組，具備超快速充放電之特性，適合應用於高扭力、高負載電動車，已成功於西螺蔬果運輸車及高雄輕軌電車進行示範，取代傳統鉛酸電或鋰電池，並縮短充電時間(20秒)，解決傳統車輛造成的空氣污染及噪音問題。



高電壓(4V)石墨烯超級電容器



西螺蔬果運輸車示範應用實例



高雄輕軌電車示範應用實例





## 高效率微波加熱技術

針對溫度控制需求較高的精密加熱，多數採用電熱或燃燒間接加熱，導致較高的汙染、過高的加熱溫度需求，並使得加熱及降溫時間變長。現行採用微波加熱技術，其波長可對物質直接穿透加熱，局部升溫速度快、半導體工件退火製程工作溫度較低，局部達到升溫目標的時間縮短，但在熱度均勻性的精密調控上，仍待製程控制上進一步突破。

### 技術優勢及特色

#### 多重模態數

- 透過調控微波電場、訊號等空間幾何排列方式，讓模態數增加4倍，多數據將有助於分析結果更具客觀性。

#### 低溫節能

- 與傳統加熱退火(RTA)或雷射退火，微波退火為低溫製程(工件退火工作溫度比上述兩者低一半)，節能至少50%。

#### 提升均勻性

- 產品均勻性>99%，符合半導體產業要求之標準(約99%)。

### 產業效益及商機

#### • 可應用產業：

食品產業乾燥等製程、化工產業材料加熱製程、半導體產業晶片退火製程等。

#### • 應用實例：

應用於食品業烘烤製程，電力節能30%，加熱時間減少50%以上。並已於半導體廠驗證低溫微波退火技術，協助節能與提升均勻性的目標，成功降低因退火製程產生之相關成本約50%。



微波加熱機台



# 馬達及動力機械節能雲端管理系統

現有廠房對於產能與電力規劃未臻完善，離峰或低負載時，馬達及動力機械可能全功率運轉，造成大量能源浪費。馬達以及動力機械如泵浦、風機、壓縮機等作為工廠內製程設備的主要動力源，在長時間運轉下有極大的調控優化與節電空間。

## 技術優勢及特色



- 以非侵入式量測方法(安裝獨立外加感測器)，無需停機，不影響生產製程，整體評估廠房耗能。
- 開放式雲端管理系統，提供檢測結果，監控更新1次/5秒，以確保最佳效能。



- 依據企業特性，客製化選擇適用規格設備。
- 支援常用通訊資料庫(如：ISO、IEC、NEMA、OPCUA等)，可相容於客戶既有系統。



- 可給予精確的節電建議，臨場診斷服務案件已超過300案。
- 協助客戶節電，節電率可達15~35%。

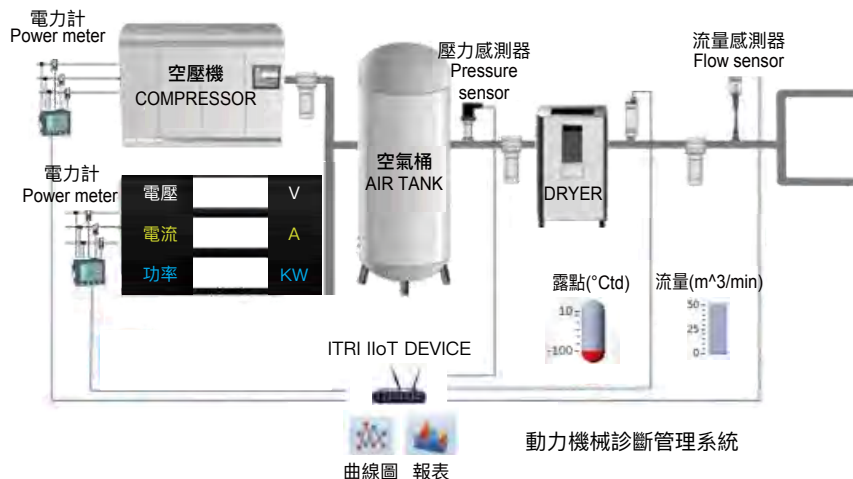
## 產業效益及商機

### • 可應用產業：

鋼鐵業、食品業、紡織業、電子業等具備高耗能動力設備(如：馬達、空壓機、泵浦等)之產業。

### • 應用實例：

現已輔導超過100家廠房，如電子廠空壓系統、紡織廠、石化廠泵浦系統等，並已建立106家高效率馬達技術應用示範工廠，節電率皆達15%以上。







# 主動式智慧電池儲能管理系統

再生能源發電具備間歇性及分散式等特性，需要搭配儲能系統以進行電力分配與使用優化，本技術採用主動式智慧電能管理技術，包括智慧預測電池能力，主動配比各類電池的電能平衡，並進行需求端與供應端的優化策略，使得再生能源電力發揮最高綜效。

## 技術優勢及特色



- 堆疊式電池監控測量，準確度可達 $\pm 1\text{mV}$ (一般為 $\pm 10\text{mV}$ )。
- 主動式電池平衡，確保各單元間的電壓保持相同水平，電流可高達 $10\text{A}$ (一般約 $100\text{mA}$ )。



- 透過再生能源儲能管理系統緩衝電力，減少對電網衝擊。
- 提升再生能源有效儲存量達17%以上。



- 白天(尖峰)/夜間(離峰)電力能獲得有效儲存與運用(削峰填谷)。
- 即時反應電力需求和時間分佈。為企業節省10%以上電費。

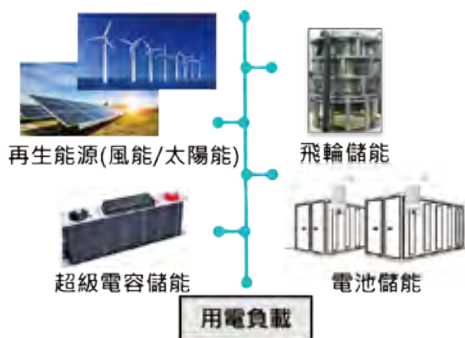
## 產業效益及商機

### • 可應用產業：

儲能產業、綠能產業。

### • 應用實例：

已廣泛應用於儲能、綠能產業，現與台灣儲能系統整合商共同進行廠房綠電等整合工作，協助企業節電達20%，降低10%電力成本，提升再生能源有效儲存量達17%以上，預計創造綠能產業效益數十億台幣。



再生能源儲能電網系統示意



## 精密彈性材料生產協作設計技術開發

精密彈性材料是同時具備高精密度及高彈性的零件或部件(如：彈簧、密封圈)，其廣泛應用於橡塑膠業、紡織業等生產製程，由於材料的彈性使得自動化生產難以精確調控，進而影響產品品質，本技術可開發彈性材料之協作自動化製程。

### 技術優勢及特色

#### 智慧化夾治具

- 智慧化的夾持裝置，可隨工件型態自動調整，縮小定位誤差，讓工件可穩定保持在目標位置及方位上。

#### 全自動整合

- 依不同彈性材料特性，分析出物件運動軌跡，7秒內自動化完成移動、貼合、定位等功能。

#### 智慧影像分析

- 提供影像姿態分析，可幫助對位精度提升。
- 5秒內自動對位及找出生產設計最佳方案。

### 產業效益及商機

#### • 可應用產業：

橡塑膠業、食品包裝業、紡織業等。

#### • 應用實例：

本技術已導入國內大型運動用品製造商，協助廠房自動化，廠商導入後提高50%生產效率，也成功協助廠商打入國際市場、建立產業供應鏈等。



精密循跡協作設備



彈性材料移載/貼合/定位  
全自動整合設備



精密對位驅控模組