

# 政府科技計畫成果效益報告

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)

---

---

( 群組 ) ( 領域 )

性質：

研究型

非研究型(人才培育、國際合作、法規訂定、產業輔導及推動)

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：核能研究所



## 目 錄

壹、科技施政重點架構圖 .....	1
貳、基本資料 .....	2
參、計畫目的、計畫架構與主要內容.....	2
一、計畫目的與預期成效 .....	2
二、計畫架構(含樹狀圖).....	2
三、計畫主要內容 .....	3
四、本年度預期目標及實際達成情形.....	5
肆、本年度計畫經費與人力執行情形.....	10
一、計畫經費執行情形： .....	10
(一)計畫結構與經費.....	10
(二)經費門經費表.....	10
二、計畫人力運用情形： .....	12
(一)計畫人力(人年).....	12
(二)主要人力投入情形(副研究員級以上).....	13
(列出主要人員清單，如副研究員以上、計畫主持人等) .....	13
伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果 output).....	16
一、本計畫重要成果及重大突破.....	16
二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破 .....	25
陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome).....	27
一、學術成就(科技基礎研究)(權重_25_%).....	27
二、技術創新(科技整合創新)(權重_25_%).....	29
三、經濟效益(產業經濟發展)(權重_30_%).....	31
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重_15_%) .....	32
五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重_5_%).....	34
柒、本計畫可能產生專利智財或可移轉之潛力技術(knowhow)說明.....	36
捌、與相關計畫之配合 .....	38
玖、後續工作構想之重點 .....	38
拾、檢討與展望.....	39
附錄一、佐證資料表.....	41
附錄二、佐證圖表.....	51

附錄三、101 年度期中審查意見回覆表.....	58
附錄四、101 年度期末審查意見回覆.....	61

# 第二部分：政府科技計畫成果效益報告

## 壹、科技施政重點架構圖

策略績效目標

績效衡量指標

執行措施 (細部子計畫)

### 科技施政發展願景

- 1. 促進國家環境品質與永續發展
- 2. 強化生質能開發
- 3. 精進開發清潔製程運用至綠色節能產品
- 4. 強化民生產業應用與推廣

### 電漿環保能源技術研發與應用

#### 衡量指標：

- 1. 降低灰渣熔融耗能率及連續產製熔岩纖維，灰渣熔融耗能率降低至1.5 kWh/kg以下。
- 2. 以熔岩纖維與熔岩細粒，製作輕質纖維複合材料及相關產品應用。建立纖維板材 60x60cm 製程，熱傳導係數 < 0.5 W/mK；多孔性陶瓷完成材料電性分析和抗彎強度 > 200MPa；聚醚醚酮複合材料完成 300°C、2000 h，機械強度的測試。
- 3. 有機物電漿氣化研發系統氣化速率提昇。氣化速率 ≥ 100 kg/hr，氣化壓力 ≥ 5 kg/cm<sup>2</sup>。
- 4. 以合成氣為原料產製 DME。二甲醚觸媒 500 小時長效性測試，一氧化碳單程轉化率 ≥ 75%。
- 5. 提昇高溫電漿理論計算模擬平行化效率，達 5 倍以上。
- 6. 進行長效永磁式 10 kW 級水蒸氣示範火炬開發，改進設計，提昇熱效率 > 75%。

#### KPI：

論文 18 篇，研究報告及技術報告 23 篇，專利申請 7 篇。

### 電漿在綠色表面工程技術開發與推展

#### 衡量指標：

- 1. 高功率脈衝磁控(HIPIMS)電漿系統開發及製程最佳化，提供業界商業運作，以及其新功能推展之電漿鍍膜試驗評析。
- 2. 大氣電漿鍍膜與滅菌技術開發。①鍍膜速率 ≥ 30 nm/min 之 SiO<sub>x</sub> 製程開發，奈米硬度 2.0 Gpa，適用於基材幅寬 150 mm。②完成一小型密閉生醫器材之大氣電漿滅菌實驗系統及滅菌程序測試，滅菌率 > 99.9999%，處理時間 < 25 min。
- 3. 大面積電漿反應器開發。提昇精進 Shower Head VHF PECVD 電漿反應器面積達 500x500 mm<sup>2</sup>，鍍製矽薄膜厚均勻度小於 ±10%。
- 4. 電漿製程大面積矽薄膜及全固態電致色薄膜之特性調制研究。(1)完成可撓式薄膜太陽能電池 1200x600 mm<sup>2</sup> 模組展示產品。(2)完成金屬基材組態之雙界面矽薄膜太陽能電池特性最佳化之模擬研究。(3)完成電漿被覆 WO<sub>3</sub>-NiO 電致色薄膜之穿透率變化量 > 40%。
- 5. 大面積捲揚式表面清潔裝置開發。捲揚式表面清潔裝置之平面 DBD 式大氣電漿清潔效能提昇，清潔速度 1 米/分，接觸角 ≤ 20 度。
- 6. 大面積捲揚式電漿被覆之先導型裝置開發。整合捲揚式表面清潔裝置、連線 PVD 及連線 PECVD 系統，適用幅寬 300 mm 可撓式基板之 nip 矽薄膜光伏元件之功能製程。

#### KPI：

論文 17 篇，研究報告及技術報告 25 篇，專利申請 8 篇。

- (1) 電漿熔融資源化技術之精進計畫。
- (2) 有機物電漿氣化發電技術之開發計畫。
- (3) 高溫電漿技術前瞻研究計畫。

- (1) 電漿表面工程清潔製程技術開發與推展計畫。
- (2) 電漿表面工程綠色節能科技開發與推展計畫。
- (3) 電漿表面節能產業先導示範型設備建置計畫。

## 貳、基本資料

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)

主持人：艾啟峰

審議編號：101-2001-02-05-19

全程期間：98年1月1日至101年12月31日

本年度期間：101年1月1日至101年12月31日

年度經費：66,889千元 全程經費規劃：378,561千元

執行單位：核能研究所

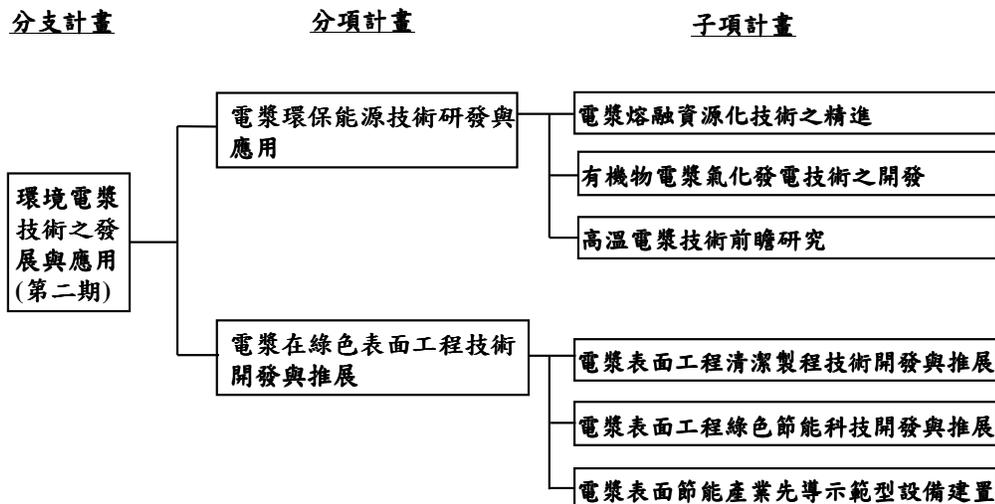
## 參、計畫目的、計畫架構與主要內容

註：請依原綱要(細部)計畫書上所列計畫目的、架構、主要內容填寫

### 一、計畫目的與預期成效

現行國家環保能源政策已趨向減少廢棄物產出與再利用，強化生質能開發，清潔生產與污染防治亦為業界亟需引入之環保因應課題。另現行各種環保法規、政策日益嚴格，如歐盟 RoHS(Restriction of Hazardous Substance 危害物質限用)綠色指令已開始生效，精進開發清潔製程運用至綠色節能產品，可進一步符合環境生態永續發展政策。綜上所述，依據以往建立的相關環保領域之電漿技術優勢，進一步持續投入相關環保能源領域進行技術研發，並推展至產業界應用，將更具優勢與效率實現我國環保政策目標及解決產業界面臨的環保課題。

### 二、計畫架構(含樹狀圖)



### 三、計畫主要內容

101 年度計畫目標說明如下：

#### 一、電漿環保能源技術研發與應用：

- (一)電漿熔融資源化技術之精進：(1)完成電弧熔融操作模式之建立，降低熔融耗能率至 1.5 kWh/kg 以下，並提出經濟評估方案。(2)利用前項產出之熔岩纖維，進一步加工製成輕質、耐燃、防火與防音之纖維板材，以及開發高附加價值之電漿熔岩多孔性陶瓷綠色環保材料、聚醚醚酮(PEEK)複合材料等製作程序；輕質纖維板材以 CNS10994 岩綿裝飾吸音板和 CNS9056 餘響室法吸音率測定法為參考規範，進行輕質纖維複合材料防音特性測試(包括吸音率和隔音效果)。並協助配合產業界，解決業界廢棄物(如煉鋁爐渣、煉鋁集塵灰和其它事業產生具再利用材料化之工業廢棄物)處理的問題。
- (二)有機物電漿氣化發電技術之開發：(1)500 kWth 電漿氣化研發系統及合成氣淨化系統之全系統整合測試，蓄壓式操作 5 kg/cm<sup>2</sup>、進料速率 100 kg/hr，產製高品質合成氣提供發電及生質燃料之原

料基礎。(2)合成氣發電系統運轉，發電機廢熱利用吸收式冰水機回收再利用、並產製冷氣，提昇整體熱效率至 60 % 以上，發電機可承受燃料氫含量至 30 % 以上。(3)研發並掌握二甲醚生質燃料生產關鍵技術，優化二甲醚生質燃料之操作參數，完成合成反應器與 DME 合成程序之設計及系統放大，奠定未來技術轉移之基石。

(三)高溫電漿技術前瞻研究：(1)高溫電漿理論計算與高溫電漿物化參數量測配合，建立經驗公式及對照表，"模擬平行化效率提昇達 5 倍以上"。(2)電漿火炬最佳設計與最佳操作模式規範制定，"長效永磁式 10 kW 等級示範火炬"，達到降低使用成本及普及化熱源應用之目標。

## 二、電漿在綠色表面工程技術開發與推展：

(一)電漿表面工程清潔製程技術開發與推展：(1)HIPIMS 電漿系統及製程最佳化，提供業界商業運作，以及其鍍製金屬與 TCO 電極性能評估與應用研究。(2)利用多功能 PIII 及 HIPIMPS 整合技術，結合學界共同研究，推展國內生醫及半導體應用，如人工植牙癒合時間縮短等效能。(3)完成大氣電漿鍍膜速率鍍膜速率 $\geq 30 \text{ nm/min}$ 之  $\text{SiO}_x$  製程開發，奈米硬度 2.0 Gpa，適用於 PET 基材幅寬 150 mm。(4)完成一小型密閉生醫器材大氣電漿滅菌實驗系統測試，發展大氣電漿滅菌程序，滅菌率 $>99.9999\%$ 整體處理程序時間 $< 25 \text{ min}$ 。

(二)電漿表面工程綠色節能科技開發與推展：(1)提昇 Shower Head VHF PECVD 電漿反應器面積達  $500 \times 500 \text{ mm}^2$ 。(2)完成可撓式薄膜太陽能電池  $400 \times 400 \text{ mm}^2$  模組展示產品。(3)完成雙接面矽薄膜太陽能電池特性最佳化之模擬研究。(4)完成電漿被覆  $\text{WO}_3\text{-NiO}$  薄膜穿透率變化量 40 %。(5)建立大面積薄膜厚度之

線上即時監控技術。

- (三)電漿表面節能產業先導示範型設備建置：(1)開發捲揚式連線基板表面清潔裝置，結合面噴射式大氣電漿，清潔速度 1 米/分，接觸角 $\leq 20$  度。(2)整合捲揚式表面清潔裝置、連線 PVD 及連線 PECVD 系統，適用幅寬 300 mm 可撓式基板之多功能製程。

#### 四、本年度預期目標及實際達成情形

項目	衡量指標	年度目標	實際達成情形
一、電漿環保能源技術研發與應用			
1	降低灰渣熔融耗能率及連續產製熔岩纖維。	灰渣熔融耗能率降低至 1.5 kWh/kg 以下。	提高電弧功率與進料速率，以進行耗能率測試。陸續進行 6 批次之灰渣熔融噴吹運轉測試，熔融約 680 kg 焚化灰渣，平均操作電力為 250A、260V，焚化灰渣每小時進料平均約 45 kg，岩礦纖維產出約 32 kg/h，以此操作條件計算熔融耗能率約 1.45 kWh/kg，並將產出之纖維提供輕質纖維材料及防火材料之試製。
2	以熔岩纖維與熔岩細粒，製作輕質纖維複合材料及相關產品應用。	建立纖維板材 60×60cm 製程，熱傳導係數 < 0.5 W/mK；多孔性陶瓷完成材料電性分析和抗彎強度 >200MPa；聚醚醚酮複合材料完成 300°C、2000 h，機械強度的測試。	完成 60×60 cm 輕質纖維板材製程開發與製作，熱傳導係數介於 0.184—0.104 W/mK。30×30 cm 輕質纖維板材防音(吸音和隔音)測試中，經音響實驗室測試結果顯示，吸音係數和隔音量分別為 E class 等級和 42 dB，纖維水泥複合材料已經驗證具有輕質、防音、防火和耐燃特性，適合作為房屋建築的輕質、隔熱和防音材料。陶瓷材料體積固有電阻、表面電阻、崩潰電壓和抗彎強度分別為 3.78E+12 Ωcm、9.81E+13 Ω/sq、10 KV 和 265 MPa。聚醚醚酮複合材料於 300°C 環境下，完成連續

項目	衡量指標	年度目標	實際達成情形
			2000 h 機械強度的測試，結果顯示並無衰減現象產生。
3	有機物電漿氣化研發系統氣化速率提昇。	氣化速率 $\geq 100$ kg/hr， 氣化壓力 $\geq 5$ kg/cm <sup>2</sup> 。	木屑粉料經電漿輔助氣化系統，在氧氣電漿功率 10 kW <sub>e</sub> 、氣化壓力 5 kg/cm <sup>2</sup> 條件下，合成氣最大熱功率達 520 kW <sub>th</sub> ，氣化速率達 104 kg/h，系統可操作在低比例電漿功率（合成氣熱值的 2%）下，提高系統熱能轉換效率。
4	以合成氣為原料產製 DME。	二甲醚觸媒 500 小時長效性測試，一氧化碳單程轉化率 $\geq 75\%$ 。	本所自行研製之 CuZnAl 二甲醚觸媒，500 小時長效性測試在空間流速 4,000、6,000 及 18,000 h <sup>-1</sup> 下進行，一氧化碳單程轉化率各為 93%、82%、61%，觸媒之小時失活率各為 0.20%、0.21% 及 0.47%，觸媒之 DME 醇基選擇性均可維持在 85% 以上，開發之觸媒適合在較低空間速度下操作。
5	提昇高溫電漿理論計算模擬平行化效率	進行高溫電漿理論計算平行化，修改演算法，提昇模擬效率達 5 倍以上。	更新 PGI Fortran Compiler 到 2012 並將井式電漿火炬模擬程式碼最佳化後再進行 OpenMP 平行化，完成使用 1~12 顆 CPU 所計算時間之比較，最佳為使用 10 顆 CPU/180 分鐘，原程式執行須花費 1206 分鐘，目前提昇近 6.7 倍效率。
6	長效永磁式 10 kW 等級示範火炬開發	進行長效永磁式 10 kW 級水蒸氣示範火炬開發，改進設計，提昇熱效率 $>75\%$ 。	進行 13KW 電漿火炬水蒸氣實驗測試，操作條件：電壓 330~358V、電流 40A、冷卻水流量 7.8l/min、溫差 ( $\Delta T$ )=5.4°C、工作氣體 N <sub>2</sub> 50L/min、蒸氣流量 20L/min。因改進長效移動式磁力構件，並搭配電極本體蒸

項目	衡量指標	年度目標	實際達成情形
			氣蓄熱方式，已可大幅減少熱能損耗，讓整體電漿火炬熱效率提昇為 82.5%。
二、電漿在綠色表面工程技術開發與推展			
1	高功率脈衝磁控(HIPIMS)電漿系統開發。	HIPIMS 電漿系統及製程最佳化，提供業界商業運作，以及其新功能推展之電漿鍍膜試驗評析。	HIPIMS 電漿系統之磁場強度及 arc 偵測靈敏度最佳化，單位面積之脈衝功率達 2.5 kW/cm <sup>2</sup> ，超過目標值。並進行 HIPIMS 沉積 TiN 潤滑膜於 WC 銑刀製程最佳化研究，經由委託高應大應工所商業測試，鐵材排屑速度可增加一倍，且精修工件表面較亮及光滑，顯示 HIPIMS 技術在刀具產業應用潛力雄厚，值得商業化推廣。
2	大氣電漿鍍膜與滅菌技術開發。	①鍍膜速率≥ 30 nm/min 之 SiO <sub>x</sub> 製程開發，奈米硬度 2.0 Gpa，適用於基材幅寬 150 mm。 ②完成一小型密閉生醫器材之大氣電漿滅菌實驗系統及滅菌程序測試，滅菌率 >99.9999%，處理時間 < 25 min。	(1)運用平面型大氣電漿鍍膜系統，以氮氣配合先驅物六甲基二矽氧烷(HMDSO)，在幅寬 150 mm PET 上，鍍製防刮 SiO <sub>x</sub> 薄膜，薄膜奈米硬度達 2.4 Gpa。 (2)小型密閉生醫器材電漿滅菌實驗系統之電漿滅菌放電於體積 2120cm <sup>3</sup> 圓柱型反應槽及空氣 100 LPM 下，進行大腸桿菌滅菌試驗。針對包括功率、放電時間、樣品離電漿源距離等參數進行探討。最佳條件為：功率為 30kV, 30mA，距離電漿源 4、7 及 10cm，處理時間 5 min，大腸桿菌滅菌結果均可達 99.9999%。
3	大面積電漿反應器開發。	提昇精進 Shower Head VHF PECVD 電漿反應器面積達	完成面積 500×500 mm <sup>2</sup> Shower Head VHF PECVD

項目	衡量指標	年度目標	實際達成情形
		500×500 mm <sup>2</sup> ，鍍製矽薄膜厚均勻度小於±10%。	電漿反應器精進提昇，200°C 溫度均勻度約±2.5%，有效面積 450×450 mm <sup>2</sup> 之矽薄膜厚均勻度小於±10%。
4	電漿製程大面積矽薄膜及全固態電致色薄膜之特性調制研究。	<p>(1)完成可撓式薄膜太陽能電池 1200×600 mm<sup>2</sup> 模組展示產品。</p> <p>(2)完成金屬基材組態之雙接面矽薄膜太陽能電池特性最佳化之模擬研究。</p> <p>(3)完成電漿被覆 WO<sub>3</sub>-NiO 電致色薄膜之穿透率變化量 &gt;40 %。</p>	<p>(1)(a)完成由 18 片 240×240 mm<sup>2</sup> 可撓式薄膜太陽能電池組裝成 1500×900 mm<sup>2</sup> 可撓式太陽能電池模組，輸出功率約為 20W (Isc=3.05A，Voc=16.3 V)，並於 2012 台北國際發明暨技術交易展展出。(b)完成由 90 片 100×100 mm<sup>2</sup> 可撓式薄膜太陽能電池組裝適用於 1000×1000 mm<sup>2</sup> 窗寬之太陽能百葉窗模組組裝，並於 2012 台北國際發明暨技術交易展展出，展出期間並接受兩組記者採訪並於新聞中播出。</p> <p>(2)完成以 ITO 作為穿隧接面的雙接面矽薄膜太陽電池模擬，其最佳化電池結構為上電池以厚度 0.3um 非晶矽 nip 結構，搭配下電池以厚度 5um 微晶矽 nip 結構，可得到最佳電池效率為 13%。</p> <p>(3)完成 WO<sub>3</sub> 及 NiO 電致變色薄膜開發，於室溫下、DC 濺鍍功率密度 1.1W/cm<sup>2</sup>、濺鍍氣體比例 O<sub>2</sub>/Ar=90% 條件下，所得之 WO<sub>3</sub> 薄膜穿透度變化為 45%；於 100°C、RF 濺鍍功率密度 2.2W/ cm<sup>2</sup>，氣體比例 O<sub>2</sub>/Ar=10%之條件下，所得</p>

項目	衡量指標	年度目標	實際達成情形
			之 NiO 薄膜穿透率變化量為 40%；而以上述最佳化條件組裝之 WO <sub>3</sub> -NiO 電致變色薄膜元件其穿透率變化量為 42%。
5	大面積捲揚式表面清潔裝置開發。	捲揚式表面清潔裝置之平面 DBD 式大氣電漿清潔效能提昇，清潔速度 1 米/分，接觸角 ≤20 度。	捲揚式連線基板表面清潔裝置搭配所開發之 490×80 mm <sup>2</sup> 尺寸之 DBD 大氣電漿反應器，形成高潔淨可撓式基材清潔系統，此系統可處理 400mm 寬成捲不鏽鋼基材，有效去除成捲不鏽鋼基材表面有機物及無機物、油脂、粉塵及水痕等污染物，以確保後續太陽能電池薄膜鍍製之品質。其中本 DBD 大氣電漿反應器不同於一般大氣電漿反應器，可直接利用氮氣產生電漿，無需添加成本較為昂貴的惰性氣體，且放電功率最高 3.0 kW。目前固定清潔區間距 5 mm 時，以小試片進行測試，基材移動速率 1 m/min 下進行清潔測試，水滴接觸角 ≤20 度。
6	大面積捲揚式電漿被覆之先導型裝置開發。	整合捲揚式表面清潔裝置、連線 PVD 及連線 PECVD 系統，適用幅寬 300 mm 可撓式基板之 nip 矽薄膜光伏元件之功能製程。	完成整合捲揚式表面清潔裝置、連線 PVD 及連線 PECVD 等系統之先導型電漿鍍膜平台開發，適用幅寬 300 mm 可撓式不鏽鋼基板；捲揚式前處理清潔裝置可使不鏽鋼表面接觸角小於 20 度，而捲揚式 PECVD 系統腔體間之氣體隔離閥可有效阻隔製程氣體而不會相互污染，該閥門在氬氣流量 >200sccm 時，有效阻止不同製程腔體氣體間相互污

項目	衡量指標	年度目標	實際達成情形
			染，鍍製 nip 矽薄膜光伏效率達 5.8%，已符合光伏元件應用規格；再搭配捲揚式 PVD 系統，用於鍍製光伏元件之透明導電膜電極(TCO)，使捲揚式先導型設備達到鍍製 nip 矽薄膜光伏元件之功能。

## 肆、本年度計畫經費與人力執行情形

### 一、計畫經費執行情形：

#### (一)計畫結構與經費

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費(千元)	名稱	經費(千元)			
環境電漿技術之發展與應用(第二期)	66,889			艾啟峰	核能研究所	(註1)
		電漿環保能源技術研發與應用	29,975	曾錦清	核能研究所	
		電漿在綠色表面工程技術開發與推展	36,914	蔡文發	核能研究所	

(註1)計畫請依國家型、由院列管、1000萬元以上及1000萬元以下分類標示。

#### (二)經費門經費表

預算執行數統計截止日期 101.12.31

會計科目	項目	預算數(執行數)/元			備註	
		主管機關預算 (累計分配數)	自籌款	合計		
				流用後預算數 (實際執行數)		占總預算數% (執行率%)
一、經常支出						
1.人事費						
2.業務費	44,152,000 (38,841,032)		38,841,0032 (38,828,828)	58.07 % (99.97%)	業務費流出： 5,310,968	
3.差旅費						

4.管理費					
5.營業稅					
小計		44,152,000 (38,841,032)		38,841,0032 (38,828,828)	58.07 % (99.97%)
二、資本支出					
1.設備費		22,737,000 (28,047,968)		28,047,968 (28,047,968)	41.93% (100%)
小計		22,737,000 (28,047,968)		28,047,968 (28,047,968)	41.93% (100%)
合計	金額	66,889,000 (66,889,000)		66,889,000 (66,876,796)	100% (99.98%)
	占總經費%				
	$\frac{\text{分配數}}{\text{預算數}}$ (執行率=執行數÷ 流用後預算數)	100%		(99.98%)	

請將預算數及執行數並列，以括弧表示執行數。

### 與原計畫規劃差異說明：

無

### (三)100 萬以上儀器設備

總期程累計(中綱計畫執行期間累計)：

No.	年度	儀器設備名稱	支出金額(元)
1	98	電漿熔融爐與熔吹系統	5,340,158
2	98	微氣相層析儀	1,349,000
3	98	固定床及漿床觸媒反應裝置	3,362,058
4	98	製程進料系統	8,700,000
5	98	製程進料系統擴充	1,450,000
6	99	靜態粒徑分析儀	1,315,000
7	99	微量氣相層析儀	1,310,000
8	99	靜態粒徑分析儀	1,315,000
9	99	實驗室規模反應純化系統	2,668,800
10	99	高溫氣體特性量測系統	3,189,343
11	99	超高頻電漿電源供應器	1,300,000
12	99	捲揚式高潔淨處理系統	4,840,000
13	99	增設模組化高溫電漿被覆裝置製作及系統整合	3,170,000
14	99	抗腐蝕全磁浮渦輪式及乾式真空幫浦	4,140,000
15	99	旋轉鈦柱靶磁控濺射源	1,000,000
16	99	003 館電漿鍍膜設備製程冷卻水系統	1,270,000

17	99	射頻電漿電源供應器等組件	1,200,000
18	100	熱傳導暨熱擴散量測儀	1,945,600
19	100	小型有機朗肯循環系統	1,678,250
20	100	熱傳導暨熱擴散量測儀器	1,945,600
21	100	高溫氣體成分分析系統	1,980,000
22	100	太陽能電池 I-V 電性量測裝置製作	3,560,000
23	100	渦輪分子式及油式機械真空幫浦	1,386,000
24	100	超高頻電漿電源供應器等組件	1,900,000
25	100	太陽能電池量子效應(QE)量測儀	1,700,000
26	101	奈米粒徑分析儀	1,760,000
27	101	量測分析設備	1,325,000
28	101	生質燃料轉化系統	1,749,200
29	101	可撓式模組封裝設備	1,480,000
30	101	鋰離子電池快速升溫擴散系統	1,078,000
	合計		70,407,009

## 二、計畫人力運用情形：

### (一)計畫人力(人年) 人力統計截止日期 101.12.31

計畫名稱	執行情形	總人力(人年)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
環境電漿技術之發展與應用(第二期)	原訂	63.28	1.40	14.80	12.40	34.68
	實際	60.86	1.40	14.80	11.23	33.43
	差異	-2.42	0	0	-1.17	-1.25
電漿環保能源技術研發與應用	原訂	33.76	0.80	6.60	6.60	19.76
	實際	32.37	0.80	6.60	5.43	19.76
	差異	-1.39	0	0	-1.17	-0.22
電漿在綠色表面工程技術開發與推展	原訂	29.52	0.60	8.20	5.80	14.92
	實際	28.49	0.60	8.20	5.80	13.89
	差異	-1.03	0	0	0	-1.03

說明：

**研究員級**：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。

**副研究員級**：副研究員、副教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。

**助理研究員級**：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、

或學士滿三年以上之研究經驗者。

**助 理**：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者。

### 與原計畫規劃差異說明：

#### 新進

101.08.10 助理研發師 林維新  
101.09.10 助理研發師 徐偉修  
101.09.14 助理研發師 袁興磊

#### 離職

101.02.07 助理研發師 張鉞偉  
101.04.08 副工程師 胡鴻才  
101.06.15 技術員 楊明松  
101.07.24 副研發師 謝政廷  
101.08.01 助理研發師 常皓然  
101.08.29 助理研發師 許子衿  
101.10.24 副工程師 陳永枝  
101.11.05 技術員 蔡林球

### (二)主要人力投入情形(副研究員級以上)

(列出主要人員清單，如副研究員以上、計畫主持人等)

姓名	計畫職稱	全年預定投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
			學歷	經歷
艾啟峰	分支計畫 主持人	7.2 人月 1.環境電漿技術之發展與應用 分支計畫推動與督導。	學歷	物理博士
			經歷	研究員
			專長	電漿、表面、薄膜
曾錦清	分項計畫 主持人	9.6 人月 1.電漿環保能源技術研發與應用 分項計畫推動與督導。	學歷	物理博士
			經歷	研究員

姓名	計畫職稱	全年預定投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
		2.電漿熔融技術之發展與應用，開發電漿火炬和電漿熔融資源化等相關技術。	專長	電漿物理
蔡文發	分項計畫 主持人	12 人月 1.電漿在綠色表面工程技術開發與推展分項計畫推動與督導。 2.電漿脈衝離子注入技術應用發展。	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	物理
李文成	子項計畫 主持人	6 人月 1.子項計畫督導。 2.電漿熔融資源化技術之精進。	學歷	碩士
			經歷	助理研究員
			專長	化學工程
李灝銘	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導，對外推廣及聯繫。 2.有機物電漿氣化發電技術之開發。	學歷	博士
			經歷	副工程師
			專長	電漿化學、環境電漿技術
陳孝輝	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導。 2.高溫電漿技術前瞻研究。	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	物理
吳錦裕	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導、對外推廣及聯繫。 2.電漿表面工程清潔製程技術開發與推展。	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	物理、電漿
詹德均	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導。 2.電漿表面工程綠色節能科技開發與推展。	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	光電工程、電漿
謝政昌	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導及對外推廣及聯繫。 2.電漿表面節能產業先導示範型設備建置	學歷	碩士
			經歷	副研究員
			專長	電漿、自動控制
孫金星	研究人員	8.4 人月 1.電漿熔融資源化技術發展與應用。 2.完成岩礦纖維產品之開發應用	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	化學工程
李恆毅	研究人員	12 人月 1.有機物電漿氣化發電技術之開發。	學歷	博士
			經歷	副研究員

姓名	計畫職稱	全年預定投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
			專長	電機
趙裕	研究人員	1.2 人月 1.電漿熔融資源化技術發展與應用。 2.完成岩礦纖維產品之開發應用	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	化學工程

## 伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果 output)

### 一、本計畫重要成果及重大突破

說明：

請就本計畫涉及之 (1)學術成就、 (2)技術創新、 (3)經濟效益、 (4)社會影響、 (5)非研究類成就、 (6)其他效益方面說明重要之成果及重大之突破，凡勾選(可複選)之項目請以文字方式分列說明。

#### (一) 學術成就

##### 1. 電漿環保能源技術研發與應用

- (1) 「One-step synthesis of dimethyl ether from the gas mixture containing CO<sub>2</sub> with high space velocity」, Applied Energy, 98, 92-101 (2012). Applied Energy 期刊之 Impact Factor = 4.456。本文發表 DME 研發成果，與國外研究不同的是，此觸媒操作在高空間速度下，轉化率、選擇性等均有良好表現，顯示本計畫研發之觸媒具有高活性。
- (2) 致力瞭解 CO<sub>2</sub> 含量對 DME 生成之影響與原因，研究結果顯示當進流氣體中的 CO<sub>2</sub> 含量 ≤ 5% 時影響可以忽略，一旦 CO<sub>2</sub> 含量 > 5% 時對 DME 生成會有顯著的負面效應，主因為熱力學限制所致，發表國際期刊“Effect of Carbon Dioxide on Direct DME Synthesis under High Space Velocity,” International Conference on Applied Energy (ICAE 2012), July 5-8, 2012, Suzhou, China.
- (3) 「The heavy metal adsorption characteristics on metakaolin-based geopolymer」, Applied Clay Science, 56, 90-96 (2012). 論文探討都市垃圾焚化灰渣之熔融水淬熔岩，資源化製作成無機聚合物，用以吸附鉛銅鉻鎘等重金屬的行為動力和特性探討。

##### 2. 電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1) 「The improvement of n+-doped-layer free amorphous silicon thin film solar cells fabricated with the CuMg alloy as back contact metal」, Solid-State Electronics (impact factor: 1.397), Vol. 72,

(2012),12-14 刊登，以低成本之低阻值金屬銅鎂合金取代電子型摻雜層等技術，開發出新穎僅單接非晶的薄膜太陽能電池結構，其效率可達 6.6%，相關成果撰寫成專利(INER-9049，2012 年 4 月)，並於 2012 台北國際發明展中獲得銅牌獎肯定。

- (2)開發之可撓式薄膜節能元件技術，於日本舉辦 ISPLASMA2012 國際研討會上發表可撓式電致變色薄膜研發成果論文「The improvement of all solid state electrochromic device with the post atmosphere pressure plasma treatment」提升本所於可撓式節能薄膜元件及設備研發於相關國際研發領域之知名度。
- (3)「Characteristics of Plasma Immersion Ion Implantation Treatment on Tungsten nanocrystal nonvolatile memory」Solid-State Electronics(impact factor:1.397), Vol. 77, (2012), 31-34。
- (4)「Review of Large Area VHF Plasma Sources for Thin Film Silicon Solar Cell Industry」(submitted to Plasma Processes and Polymers, 2012, AEE010203)，針對高產率電漿源產業應用之發展趨勢，回顧改善矽薄膜太陽能電池產業的大面積超高頻電漿化學輔助氣相沉積之電漿均勻性改善技術。電磁作用導致駐波和集膚效應之機制，前者在高頻、大面積時將主導放電均勻性，後者則在高頻、高功率時，將有決定性之影響，由於非晶矽和微晶矽鍍膜的典型功率密度低於  $0.1 \text{ W/cm}^2$ ，因此就矽薄膜太陽能電池產業而言，放電均勻性由駐波效應所決定。而駐波效應抑制技術可分為相調變、雙重駐波重疊、鏡面電極和多重饋入點，前兩者乃基於駐波圖案會依電極兩邊電磁波之相位差改變而變化之原理，鏡面電極則是利用電極中特別設計凹面空間移除電漿放電區中過高之電壓，而多重饋入點則是利用各饋入點所產生的駐波圖案加以重疊，而達均勻放電之目的。
- (5)「Deposition of Low Carbon SiOx Films by Remote Atmospheric Pressure Plasma without Adding Oxidizing Gas」(submitted to Plasma Processes and Polymers, 2012, AEE010201)，大氣電漿在

鍍製低碳含量的 SiO<sub>x</sub> 薄膜時，一般均需於電漿氣體中加入氧氣，但其缺點是會增加有害副產物(如臭氧和 NO<sub>x</sub>)的濃度，且氧氣濃度必須控制在適當的範圍，以免電弧放電的生成。為避免此缺點，本論文在無添加氧氣的情形下鍍製碳含量<2%的 SiO<sub>x</sub>，主要利用大氣電漿有利於介穩態物種的生成機制，將 HMDSO 前驅物分解成小分子，再藉由小分子之間的連鎖反應達移除碳原子之目的。大氣電漿鍍製低碳含量的 SiO<sub>x</sub> 薄膜技術以取代真空電漿鍍製 SiO<sub>x</sub> 之產業應用，可大量降低成本。

## (二) 技術創新

### 1. 電漿環保能源技術研發與應用

- (1)「輕質熔岩板材之製造方法(Method for Manufacturing Lightweight Lava Sheet Material)」於 101/01/13 獲日本發明專利(特許第 4901671 號)。以水淬熔岩為原料開發製成輕質板材，可供建材防火材料使用。
- (2)以熔岩纖維為原料開發製成(如:汽機車使用之煞車來令片)等耐磨擦材料，「製備熔岩纖維摩擦材料之方法(Method of Fabricating Slag Fiber Friction Material)」於 101 年 4 月 17 日獲得美國發明專利，專利權號碼：US8,158,049B2。
- (3)利用已建立之資源化技術接受國內業界的委託，進行開發光電半導體產業切削料純化與製作 LED 用陶瓷基板，並於 101 年 9 月簽約。除此之外，利用熱電漿技術將都市垃圾焚化灰渣熔融及經噴吹程序產製熔岩纖維，再將熔岩纖維進一步加工製成輕質、防火、耐燃和防音的複合材料，可應用於建築用建材。
- (4)利用熔岩纖維進一步製成摩擦材料，獲得美國專利，專利名稱「製備熔岩纖維摩擦材料之方法 (Method of Fabricating Slag Fiber Friction Material)」，專利證號：US8,158,049B2；以及利用焚化灰渣電漿熔融後產出之水淬熔岩，加工製成輕質熔岩板材及多孔性防音板材，獲得日本專利 1 件「輕質熔岩板材之製造方法(Method

for Manufacturing Lightweight Lava Sheet Material)」，專利證號：特許第 4901671 號；以及獲得中華民國專利 2 件「輕質熔岩板材之製造方法」，專利證號：I368631 與「多孔性防音板材之製備方法」，專利證號：I374963 號。

- (5) 將原本之兩截式電漿火炬，修改成新型低電流三節式火炬，降低電流負載，因電極熔蝕率與電流平方成正比，推估陰極壽命可比傳統電漿火炬高出 2~4 倍。技術已授權給台禹科機股份有限公司，廠商將推廣此技術於半導體廠全氟化物溫室效應氣體之排放削減，有助溫室效應氣體減量，此技術將與韓國設備商競爭，可助國內半導體業削弱韓國之影響。
- (6) 「用於含氧化合物轉換為碳氫化合物之沸石觸媒」中華民國專利申請一件（系統號：2987）。本專利乃一種特殊的熱處理方法，調整鉍沸石之酸性強弱分布，讓觸媒單程壽命延長一倍，頗具產業潛力。
- (7) 「直流蒸氣電漿火炬裝置及其電極熔蝕抑低方法」於 101/02/01 獲得中華民國專利（發明第 I357781 號）、101/04/25 獲得美國專利（US8,269,134B2）。此專利乃一種特殊的蒸氣電漿火炬設計概念與操作方法，有效降低水蒸汽氣化時體積膨脹對電漿火炬之影響，讓蒸氣電漿火炬得以平順運轉具有商業價值。

## 2. 電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1) 「可撓式太陽能百葉窗模組」中華民國專利申請，申請案號：101138648。係利用矽薄膜的太陽能電池本身可撓曲而且易製作在平面材料之特性，將居家建築所使用的百葉窗進行與之進行結合，將百葉窗功能進一步擴展；原本百葉窗遮陽擋光之功能再加上薄膜的太陽能電池光伏發電之效能，此模組為太陽能電池融入生活極簡化概念的實現，藉由引入兼具輕、薄、及室內外發電等特性的可撓式、彩色的太陽能電池模組，巧妙地結合節能、發電、及美觀等三元素於一體，為一符合居家生活氛圍的節能模組。
- (2) 「可撓式 PV-EC 二次薄膜太陽能電池及其製造方法」中華民國專

利申請，申請案號：101138114。係利用現有可撓式電漿鍍膜製程優勢結合可撓式薄膜太陽能電池元件及固態變色電池兩元件，可有效避免在電池損壞或模組受到陰影遮蔽的狀況下，運行中的電流可能因為局部受阻而產生熱點問題導致太陽能電池模組失效問題，更可藉由固態變色電池元件所具有的變色特性即時檢測失效範圍及提供電力儲存，達成可撓式薄膜太陽能電池模組兼具有抑制遮蔽效應、創能與儲能一體化之效益。

- (3) 「氣體隔離腔及其電漿鍍膜裝置」，申請中華民國專利，申請案號：101137743，美國專利申請中。另有一種驗證氣體隔離腔之氣體阻絕效率方法，提出「一種連續型鍍膜設備及其污染驗證方法與結構」，申請中華民國專利，申請案號：101138648。係解決捲揚式 PECVD 系統連續鍍製 nip 多層矽薄膜光伏元件時，nip 三層間須有連通式氣體隔離閥腔體，以阻止不同製程腔體氣體間相互污染，確保半導體層之品質，因此設計一種具有氣體隔離閥結構來阻截不同腔體氣體間相互污染，並搭配加熱器設計以確保鍍膜均勻性。
- (4) 「一種微晶矽薄膜及其元件製程方式」之中華民國專利申請，申請案號：101137752。係藉由多款電漿源的搭配，達成調控微晶矽薄膜結晶度、以及缺陷修補以及有效抑制因電漿輔助化學氣相沉積製程中製程腔體污染，所導致的元件特性劣化問題。
- (5) 「一種簡單製備不同霧度之背反射層的製程方法」中華民國專利申請，申請案號：10119744。本專利藉由控制背反射層鍍著時的濺鍍功率與濺鍍靶材端及基材端之電場磁場強度分佈等製程參數，可直接影響其霧度，足以滿足一般矽薄膜太陽電池之需求，不需額外進行後續的蝕刻製程，並且避開提升溫度的環節，如此即可將此製程使用於諸如 PET 等軟性基材上，以滿足各應用領域之實際需求。

### (三)經濟效益

#### 1.電漿環保能源技術研發與應用

- (1)與嘉頓金屬公司委託進行「煉鋁爐渣製作高鋁耐火材料和特性測試」，協助該公司獲得經濟部個案再利用許可申請，耐火材料商業化製作模廠建置提供建議和輔導，建立 11 項高鋁耐火材料的中華民國國家標準測試規範進行特性測試與分析。達到廢棄物資源再利用之價值，同時，也完成實質性之事業廢棄物清除處理工作，節省該公司委託掩埋之處置費用，可提高產品附加價值，增加廠商營運收入，避免掩埋而對環境造成衝擊。技服金 600 仟元。
- (2)與磁技興業公司委託進行「光電半導體產業切削料純化與製作 LED 用陶瓷基板」，協助該公司建立光電半導體產業切削料純化碳化矽系統建置與製作 LED 用陶瓷基板可行性評估，開發關鍵材料與關鍵零組件。開發的技術和產品具有替代原物料、減少碳排放和節能等優點，技服金 500 仟元。
- (3)「電漿火炬應用於半導體尾氣(PFC 廢氣)處理機台系統」業界(臺禹科機公司)合作開發案 1 件，利用電漿火炬之高溫分解半導體業廢氣中高穩定性的全氟化物，有助國內半導體業之溫室效應氣體減量，合作開發費新台幣 100 萬元。

#### 2.電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)與友達光電簽訂「可撓式太陽能電池技術開發」、「電致色變元件開發」、「複合型電致變色薄膜元件」等 3 案技服案，加速本計畫研究內容之實品展示及應用推廣。後續針對可撓式複合型電致變色薄膜元件相關研發領域已與友達光電完成技服案簽訂。
- (2)與富陽光電簽訂「矽薄膜隔熱功能驗證」技服案，主要針對以電漿鍍製之矽薄膜太陽能電池與建築物結合進行先期節能應用評估。

#### (四)社會影響

##### 1.電漿環保能源技術研發與應用

- (1)電漿熔融資源材料化技術長期以來致力於都市垃圾焚化灰渣熔融資源化研究，與嘉頡金屬公司委託已成功開發煉鋁爐渣製成高級耐火材料資源化產品，完成建置每日 3000 噸處理量的商業化工廠，可增加約數十人之就業機會，及為該公司開創利潤。另外，今年底接受磁技興業公司委託進行光電半導體產業切削料純化與製作 LED 用陶瓷基板，降低對陶瓷原物料進口的依賴，培植該公司自給自足長期穩定供應貨源，分散零組件原料來源供應風險，提高技術自主性優勢，提升國際競爭力，創造更大效益良機，可增加約數十人之就業機會。
- (2)電漿熔融資源材料化技術與協助產業界開發所衍生的技術，具有替代原物料，避免天然資源開採、能源消耗、減少開採過程碳排放和廢棄物不當處置對環境造成衝擊。
- (3)計畫聘用專任之工程師、研發師及技術員等共計 14 名，增加國內就業機會。
- (4)嘉頡金屬公司委託本組成功以煉鋁爐渣製成高級耐火材料資源化產品，已於台南市建置每日 3,000 噸處理量的工廠，直接創造約 30 人之就業機會，產業鏈就業人口可達數倍。
- (5)與磁技興業公司委託進行光電半導體產業切削料純化與製作 LED 用陶瓷基板，降低對陶瓷原物料進口的依賴，培植該公司自給自足長期穩定供應貨源，分散零組件原料來源供應風險，提高技術自主性優勢，提升國際競爭力，創造更大效益良機，技術一旦確立將可增加 50 人之就業機會。
- (6)臺禹科機公司技轉本組「電漿火炬技術」應用於半導體尾氣(PFC 廢氣)處理機台系統，若順利大量商業化可收取權利金新台幣約 2,000 萬元以上，增加就業人口 20 人以上。

## 2.電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)電漿綠色表面工程技術之傳統產業推廣促使傳產環保化、科技化，累積至今已有 22 件以上之技轉成功案例，已在國內形成綠色環保製程之電漿鍍膜產業鏈，創造之就業人數達數百人，創造產值近至百億。
- (2)本計畫 9 月於台北世貿舉行之「2012 台北國際發明暨技術交易展」，本計劃展示自行開發之可撓式彩色型薄膜太陽能電池結合百葉窗之「太陽能百葉窗模組」，展現輕薄可撓式薄膜太陽電池元件與居家生活結合之節能新概念，與目前市面上之太陽能電池模組相較，除提供了更輕、薄、不易破碎以及低安裝成本之功能外，更具備外觀多彩化之附加價值，展出期間並接受兩組記者採訪並於新聞中播出，吸引許多民眾到場參觀，成功推廣輕薄可撓式薄膜太陽電池元件與居家生活結合之節能新概念。

### (五)其它效益

#### 1.電漿環保能源技術研發與應用

- (1)積極參與國際會議 2012 The 7th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-7), Taipei, April 14-16, 2012. APSPT 系列研討會乃亞太地區「環境電漿技術」重要國際研討會之一，每兩年舉辦一次，本藉由台北醫學院與中華電漿工程協會主辦，日本靜電學會協辦。核研所物理組投稿 7 篇文章，並擔任研討會理事，強化國際交流與合作。
- (2)應邀參與「兩岸等離子體學術交流研討會」May 12-18, 2012, Xiamen, China. 我國由台灣鍍膜協會主辦，大陸由台盟中央主辦，是海峽兩岸首個「電漿技術」研討會。本次參與認識對岸電漿研究主要學術單位，開啟兩岸電漿領域的合作契機。
- (3)2012.09.02~13，李灝銘博士與李書哲博士等兩人，至捷克參訪生

質物氣化與煤氣化相關單位，包括 Institute of Chemical Process Fundamentals of the ASCR (簡稱 ICPF)、Czech Technical University (CTU)、Institute of Chemical Technology (ICT)、Technical University of Ostrava、及 Vresová IGCC Plant 實廠等，建立台灣、捷克雙邊學術與實廠之合作人脈與管道。

- (4)2012.10.11 由遠控科技公司率領塞爾維亞、波蘭、巴林海外採購團，前來參訪電漿輔助氣化液化示範系統，參訪團共計 3 國、5 家公司，他們對於新穎的電漿輔助氣化發電與燃料產製技術，表示高度興趣，希望引進此新興技術。
- (5)與嘉頓公司「化煉鋁爐渣為高級耐火材料技術」，參加經濟部舉辦「2012 新技術新產品商機發表展示會」，經濟部中小企業處處長特地至展示攤位，讚許所內研究開發能力、實踐研發成果商品化與產業化與本技術創新、替代氧化鋁原物料所帶來節能減少碳排放效益，符合目前世界潮流。8 家投顧公司也至現場展示攤位瞭解技術目前發展與量產化狀況，表示願意投資資金協助嘉頓公司進行高鋁耐火磚、脫硫劑粒料和金屬鋁錠三種產品量產化第二廠建置營運與市場行銷。約 30 家相關企業至現場展示攤位瞭解技術目前發展與量產化狀況。

## 2.電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)本計畫之貴重儀器如 X 射線繞射儀、拉曼光譜儀、奈米硬度儀、全域光譜儀、SEM、GDOS 等每部均專人專業維護管理，使用前均需分別填寫申請表格及使用記錄，提供全所、合作單位及技轉業界運用，合計 25 筆以上。
- (2)本計畫之電漿浸沒注入系統設施透過原能會-國科會基金及委託案，提供台科大、清大、陽明、長庚等進行先進之光電、半導體、生醫應用研究，已形成國內唯一之獨特平台，共同研究成果，今年將有 1 篇美國專利獲得及 1 篇 SCI 論文接受等待刊登中，並協助培養碩博士生。
- (3)本計畫詹德均博士赴日本日本名古屋大學進行薄膜鋰電池製造

技術研究實習，時間從 9 月 21 日至 11 月 9 日，協助本計畫捲揚式電漿鍍膜平台開發可撓式薄膜儲能技術，加速整合「節能」、「創能」、「蓄能」等功能之薄膜元件一體化之研發目標，並促使整合型節能技術往高附加價值發展。

(4) 貴賓參訪電漿表面改質研發成果 80 人次以上。

(5) 本計畫之執行，完全遵照 ISO9001：2008 品保程序，進行 SOP 及記錄管理建立，有助於提高研發品質及技術累積。

## 二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

1. 請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。
2. 請選擇合適綱要計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破(填寫說明如表格內容，未使用之指標及填寫說明文字請刪除)
3. 請於附錄一中填寫「佐證資料表」，輔佐說明下表。

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	國內外會議論文發表 19 篇、國內外重要期刊 (SCI 等)發表 14 篇，合計 33 篇。(詳如附錄一、佐證資料表之學術成就表)	發表期刊論文、國際性會議論文與國內會議論文，展現本所電漿技術紮根之基石，有效支援應用研究推廣。	
	B 研究團隊養成	2 團隊 (詳如附錄一、佐證資料表之研究團隊表)	與臺科大機械工程系，核能研究所物理組，捷克 Institute of Chemical Process Fundamentals of the Academy of Sciences of the Czech Republic (ASCR)組成研究團隊。	
	C 博碩士培育	16 人 (詳如附錄一、佐證資料表之培育人才表)	博士培訓 6 人，碩士 10 人，為國家培養下一代之研究人員。	
	D 研究報告	25 篇 (詳如附錄一、佐證資料表之研究報告表)	增進本所研發效益。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
技術創新(科技整合創新)	G 專利	國內及國外發明專利共 31 件。 *獲得發明專利美國 4 件，中華民國 8 件，小計 12 件。 *申請發明專利美國 4 件，中華民國 15 件，小計 19 件。 (詳如附錄一、佐證資料表之智財資料表)	配合技術創新，申請多項專利，展現應用研發實力。	
	I 技術活動	6 場次 (詳如附錄一、佐證資料表之技術活動表)	提昇核研所在學術界之地位。	
	J 技術移轉	技術移轉 3 件 (詳如附錄一、佐證資料表之技術移轉表)	技術移轉 (權利金 445 千元)，有效培育技轉廠商在全省各地茁壯生根，特別是輔導傳統產業科技化由點至面，具一定之貢獻。	
	S 技術服務	技術服務 7 家 (詳如附錄一、佐證資料表之技術服務表)	收入技服金 4,130 千元，提供技術推廣平台，已成為業界新產品開發可行性評估及驗證之管道，減少投資風險。部份技轉廠商，經由此管道驗證成功後，再投資技術移轉，已有成功案例。	

## 陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

### 一、學術成就(科技基礎研究) (權重\_25\_%)

#### (一)電漿環保能源技術研發與應用

1. 「One-step synthesis of dimethyl ether from the gas mixture containing CO<sub>2</sub> with high space velocity」, Applied Energy, 98, 92-101 (2012). Applied Energy 期刊之 Impact Factor = 4.456。本文發表 DME 研發成果，與國外研究不同的是，此觸媒操作在高空間速度下，轉化率、選擇性等均有良好表現，顯示本計畫研發之觸媒具有高活性。
2. 致力瞭解 CO<sub>2</sub> 含量對 DME 生成之影響與原因，研究結果顯示當進流氣體中的 CO<sub>2</sub> 含量  $\leq 5\%$  時影響可以忽略，一旦 CO<sub>2</sub> 含量  $> 5\%$  時對 DME 生成會有顯著的負面效應，主因為熱力學限制所致，發表國際期刊“Effect of Carbon Dioxide on Direct DME Synthesis under High Space Velocity,” International Conference on Applied Energy (ICAE 2012), July 5-8, 2012, Suzhou, China.
3. 「The heavy metal adsorption characteristics on metakaolin-based geopolymer」, Applied Clay Science, 56, 90-96 (2012). 論文探討都市垃圾焚化灰渣之熔融水淬熔岩，資源化製作成無機聚合物，用以吸附鉛銅鉻鎘等重金屬的行為動力和特性探討。

#### (二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展

1. 「The improvement of n+-doped-layer free amorphous silicon thin film solar cells fabricated with the CuMg alloy as back contact metal」, Solid-State Electronics (impact factor: 1.397), Vol. 72, (2012), 12-14 刊登，以低成本之低阻值金屬銅鎂合金取代電子型摻雜層等技術，開發出新穎僅單接非晶的薄膜太陽能電池結構，其效率可達 6.6%，相關成果撰寫成專利(INER-9049, 2012 年 4 月)，並於 2012 台北國際發明展中獲得銅牌獎肯定。
2. 開發之可撓式薄膜節能元件技術，於日本舉辦 ISPLASMA2012 國

際研討會上發表可撓式電致變色薄膜研發成果論文「The improvement of all solid state electrochromic device with the post atmosphere pressure plasma treatment」提升本所於可撓式節能薄膜元件及設備研發於相關國際研發領域之知名度。

3. 「Characteristics of Plasma Immersion Ion Implantation Treatment on Tungsten nanocrystal nonvolatile memory」Solid-State Electronics(impact factor:1.397), Vol. 77, (2012), 31-34。
4. 「Review of Large Area VHF Plasma Sources for Thin Film Silicon Solar Cell Industry」(submitted to Plasma Processes and Polymers, 2012, AEE010203)，針對高產率電漿源產業應用之發展趨勢，回顧改善矽薄膜太陽能電池產業的大面積超高頻電漿化學輔助氣相沉積之電漿均勻性改善技術。電磁作用導致駐波和集膚效應之機制，前者在高頻、大面積時將主導放電均勻性，後者則在高頻、高功率時，將有決定性之影響，由於非晶矽和微晶矽鍍膜的典型功率密度低於  $0.1 \text{ W/cm}^2$ ，因此就矽薄膜太陽能電池產業而言，放電均勻性由駐波效應所決定。而駐波效應抑制技術可分為相調變、雙重駐波重疊、鏡面電極和多重饋入點，前兩者乃基於駐波圖案會依電極兩邊電磁波之相位差改變而變化之原理，鏡面電極則是利用電極中特別設計凹面空間移除電漿放電區中過高之電壓，而多重饋入點則是利用各饋入點所產生的駐波圖案加以重疊，而達均勻放電之目的。
5. 「Deposition of Low Carbon SiOx Films by Remote Atmospheric Pressure Plasma without Adding Oxidizing Gas」(submitted to Plasma Processes and Polymers, 2012, AEE010201)，大氣電漿在鍍製低碳含量的 SiOx 薄膜時，一般均需於電漿氣體中加入氧氣，但其缺點是會增加有害副產物(如臭氧和 NOx)的濃度，且氧氣濃度必須控制在適當的範圍，以免電弧放電的生成。為避免此缺點，本論文在無添加氧氣的情形下鍍製碳含量 $<2\%$ 的 SiOx，主要利用大氣電漿有利於介穩態物種的生成機制，將

HMDSO 前驅物分解成小分子，再藉由小分子之間的連鎖反應達移除碳原子之目的。大氣電漿鍍製低碳含量的 SiO<sub>x</sub> 薄膜技術以取代真空電漿鍍製 SiO<sub>x</sub> 之產業應用，可大量降低成本。

## 二、技術創新(科技整合創新) (權重\_25\_%)

### (一)電漿環保能源技術研發與應用

- 1.「輕質熔岩板材之製造方法(Method for Manufacturing Lightweight Lava Sheet Material)」於 101/01/13 獲日本發明專利 (特許第 4901671 號)。以水淬熔岩為原料開發製成輕質板材，可供建材防火材料使用。
- 2.以熔岩纖維為原料開發製成(如:汽機車使用之煞車來令片)等耐磨擦材料，「製備熔岩纖維摩擦材料之方法(Method of Fabricating Slag Fiber Friction Material)」於 101 年 4 月 17 日獲得美國發明專利，專利權號碼：US8,158,049B2。
- 3.利用已建立之資源化技術接受國內業界的委託，進行開發光電半導體產業切削料純化與製作 LED 用陶瓷基板，並於 101 年 9 月簽約。除此之外，利用熱電漿技術將都市垃圾焚化灰渣熔融及經噴吹程序產製熔岩纖維，再將熔岩纖維進一步加工製成輕質、防火、耐燃和防音的複合材料，可應用於建築用建材。
- 4.利用熔岩纖維進一步製成摩擦材料，獲得美國專利，專利名稱「製備熔岩纖維摩擦材料之方法 (Method of Fabricating Slag Fiber Friction Material)」，專利證號：US8,158,049B2；以及利用焚化灰渣電漿熔融後產出之水淬熔岩，加工製成輕質熔岩板材及多孔性防音板材，獲得日本專利 1 件「輕質熔岩板材之製造方法(Method for Manufacturing Lightweight Lava Sheet Material)」，專利證號：特許第 4901671 號；以及獲得中華民國專利 2 件「輕質熔岩板材之製造方法」，專利證號：I368631 與「多孔性防音板材之製備方法」，專利證號：I374963 號。

5. 將原有之兩截式電漿火炬，修改成新型低電流三節式火炬，降低電流負載，因電極熔蝕率與電流平方成正比，推估陰極壽命可比傳統電漿火炬高出 2~4 倍。技術已授權給台禹科機股份有限公司，廠商將推廣此技術於半導體廠全氟化物溫室效應氣體之排放削減，有助溫室效應氣體減量，此技術將與韓國設備商競爭，可助國內半導體業削弱韓國之影響。
6. 「用於含氧化合物轉換為碳氫化合物之沸石觸媒」中華民國專利申請一件（系統號：2987）。本專利乃一種特殊的熱處理方法，調整鉍沸石之酸性強弱分布，讓觸媒單程壽命延長一倍，頗具產業潛力。
7. 「直流蒸氣電漿火炬裝置及其電極熔蝕抑低方法」於 101/02/01 獲得中華民國專利（發明第 I357781 號）、101/04/25 獲得美國專利（US8,269,134B2）。此專利乃一種特殊的蒸氣電漿火炬設計概念與操作方法，有效降低水蒸汽氣化時體積膨脹對電漿火炬之影響，讓蒸氣電漿火炬得以平順運轉具有商業價值。

## (二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展

1. 「可撓式太陽能百葉窗模組」中華民國專利申請，申請案號：101138648。係利用矽薄膜的太陽能電池本身可撓曲而且易製作在平面材料之特性，將居家建築所使用的百葉窗進行與之進行結合，將百葉窗功能進一步擴展；原本百葉窗遮陽擋光之功能再加上薄膜的太陽能電池光伏發電之效能，此模組為太陽能電池融入生活極簡化概念的實現，藉由引入兼具輕、薄、及室內外發電等特性的可撓式、彩色的太陽能電池模組，巧妙地結合節能、發電、及美觀等三元素於一體，為一符合居家生活氛圍的節能模組。
2. 「可撓式 PV-EC 二次薄膜太陽能電池及其製造方法」中華民國專利申請，申請案號：101138114。係利用現有可撓式電漿鍍膜製程優勢結合可撓式薄膜太陽能電池元件及固態變色電池兩元件，可有效避免在電池損壞或模組受到陰影遮蔽的狀況下，運行

中的電流可能因為局部受阻而產生熱點問題導致太陽能電池模組失效問題，更可藉由固態變色電池元件所具有的變色特性即時檢測失效範圍及提供電力儲存，達成可撓式薄膜太陽能電池模組兼具有抑制遮蔽效應、創能與儲能一體化之效益。

3. 「氣體隔離腔及其電漿鍍膜裝置」，申請中華民國專利，申請案號：101137743，美國專利申請中。另有一種驗證氣體隔離腔之氣體阻絕效率方法，提出「一種連續型鍍膜設備及其污染驗證方法與結構」，申請中華民國專利，申請案號：101138648。係解決捲揚式 PECVD 系統連續鍍製 nip 多層矽薄膜光伏元件時，nip 三層間須有連通式氣體隔離閥腔體，以阻止不同製程腔體氣體間相互污染，確保半導體層之品質，因此設計一種具有氣體隔離閥結構來阻截不同腔體氣體間相互污染，並搭配加熱器設計以確保鍍膜均勻性。
4. 「一種微晶矽薄膜及其元件製程方式」之中華民國專利申請，申請案號：101137752。係藉由多款電漿源的搭配，達成調控微晶矽薄膜結晶度、以及缺陷修補以及有效抑制因電漿輔助化學氣相沉積製程中製程腔體污染，所導致的元件特性劣化問題。
5. 「一種簡單製備不同霧度之背反射層的製程方法」中華民國專利申請，申請案號：10119744。本專利藉由控制背反射層鍍著時的濺鍍功率與濺鍍靶材端及基材端之電場磁場強度分佈等製程參數，可直接影響其霧度，足以滿足一般矽薄膜太陽電池之需求，不需額外進行後續的蝕刻製程，並且避開提升溫度的環節，如此即可將此製程使用於諸如 PET 等軟性基材上，以滿足各應用領域之實際需求。

### 三、經濟效益(產業經濟發展) (權重\_30\_%)

#### (一)電漿環保能源技術研發與應用

1. 與嘉頓金屬公司進行「煉鋁爐渣製作高鋁耐火材料和特性測試」，

協助該公司獲得經濟部個案再利用許可申請，耐火材料商業化製作模廠建置提供建議和輔導，建立 11 項高鋁耐火材料的中華民國國家標準測試規範進行特性測試與分析。達到廢棄物資源再利用之價值，同時，也完成實質性之事業廢棄物清除處理工作，節省該公司委託掩埋之處置費用，可提高產品附加價值，增加廠商營運收入，避免掩埋而對環境造成衝擊。技服金 600 仟元。

2. 與磁技興業公司委託進行「光電半導體產業切削料純化與製作 LED 用陶瓷基板」，協助該公司建立光電半導體產業切削料純化碳化矽系統建置與製作 LED 用陶瓷基板可行性評估，開發關鍵材料與關鍵零組件。開發的技術和產品具有替代原物料、減少碳排放和節能等優點，技服金 500 仟元。
3. 「電漿火炬應用於半導體尾氣(PFC 廢氣)處理機台系統」業界(臺禹科機公司)合作開發案 1 件，利用電漿火炬之高溫分解半導體業廢氣中高穩定性的全氟化物，有助國內半導體業之溫室效應氣體減量，已收取合作開發費新台幣 100 萬元。

## (二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展

1. 與友達光電簽訂「可撓式太陽能電池技術開發」、「電致色變元件開發」、「複合型電致變色薄膜元件」等 3 案技服案，加速本計劃研究內容之實品展示及應用推廣。後續針對可撓式複合型電致變色薄膜元件相關研發領域已與友達光電完成技服案簽訂。
2. 與富陽光電簽訂「矽薄膜隔熱功能驗證」技服案，主要針對以電漿鍍製之矽薄膜太陽能電池與建築物結合進行先期節能應用評估。

## 四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重\_15\_%)

### (一)電漿環保能源技術研發與應用

1. 電漿熔融資源材料化技術長期以來致力於都市垃圾焚化灰渣熔融

資源化研究，接受嘉誦金屬公司委託已成功開發煉鋁爐渣製成高級耐火材料資源化產品，完成建置每日 3000 噸處理量的商業化工廠，可增加約數十人之就業機會，及為該公司開創利潤。另外，今年底接受磁技興業公司委託進行光電半導體產業切削料純化與製作 LED 用陶瓷基板，降低對陶瓷原物料進口的依賴，培植該公司自給自足長期穩定供應貨源，分散零組件原料來源供應風險，提高技術自主性優勢，提升國際競爭力，創造更大效益良機，可增加約數十人之就業機會。

2. 電漿熔融資源材料化技術與協助產業界開發所衍生的技術，具有替代原物料，避免天然資源開採、能源消耗、減少開採過程碳排放和廢棄物不當處置對環境造成衝擊。
3. 計畫聘用專任之工程師、研發師及技術員等共計 14 名，增加國內就業機會。
4. 嘉誦金屬公司成功以煉鋁爐渣製成高級耐火材料資源化產品，已於台南市建置每日 3,000 噸處理量的工廠，直接創造約 30 人之就業機會，產業鏈就業人口可達數倍。
5. 與磁技興業公司進行光電半導體產業切削料純化與製作 LED 用陶瓷基板，降低對陶瓷原物料進口的依賴，培植該公司自給自足長期穩定供應貨源，分散零組件原料來源供應風險，提高技術自主性優勢，提升國際競爭力，創造更大效益良機，技術一旦確立將可增加 50 人之就業機會。
6. 臺禹科機公司技轉「電漿火炬技術」應用於半導體尾氣(PFC 廢氣)處理機台系統，若順利大量商業化可收取權利金新台幣約 2,000 萬元以上，增加就業人口 20 人以上。

## (二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展

1. 電漿綠色表面工程技術之傳統產業推廣促使傳產環保化、科技化，累積至今已有 22 件以上之技轉成功案例，已在國內形成綠色環保製程之電漿鍍膜產業鏈，創造之就業人數達數百人，創造產值近至百億。

2. 本計畫 9 月於台北世貿舉行之「2012 台北國際發明暨技術交易展」，本計劃展示自行開發之可撓式彩色型薄膜太陽能電池結合百葉窗之「太陽能百葉窗模組」，展現輕薄可撓式薄膜太陽電池元件與居家生活結合之節能新概念，與目前市面上之太陽能電池模組相較，除提供了更輕、薄、不易破碎以及低安裝成本之功能外，更具備外觀多彩化之附加價值，展出期間並接受兩組記者採訪並於新聞中播出，吸引許多民眾到場參觀，成功推廣輕薄可撓式薄膜太陽電池元件與居家生活結合之節能新概念。

## 五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重\_5\_%)

### (一)電漿環保能源技術研發與應用

1. 積極參與國際會議 2012 The 7th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-7), Taipei, April 14-16, 2012. APSPT 系列研討會乃亞太地區「環境電漿技術」重要國際研討會之一，每兩年舉辦一次，本藉由台北醫學院與中華電漿工程協會主辦，日本靜電學會協辦。核研所物理組投稿 7 篇文章，並擔任研討會理事，強化國際交流與合作。
2. 應邀參與「兩岸等離子體學術交流研討會」May 12-18, 2012, Xiamen, China. 我國由台灣鍍膜協會主辦，大陸由台盟中央主辦，是海峽兩岸首個「電漿技術」研討會。本次參與認識對岸電漿研究主要學術單位，開啟兩岸電漿領域的合作契機。
3. 2012.09.02~13，李灝銘博士與李書哲博士等兩人，至捷克參訪生質物氣化與煤氣化相關單位，包括 Institute of Chemical Process Fundamentals of the ASCR (簡稱 ICPF)、Czech Technical University (CTU)、Institute of Chemical Technology (ICT)、Technical University of Ostrava、及 Vresová IGCC Plant 實廠等，建立台灣、捷克雙邊學術與實廠之合作人脈與管道。
4. 2012.10.11 由遠控科技公司率領塞爾維亞、波蘭、巴林海外採購

團，前來參訪電漿輔助氣化液化示範系統，參訪團共計 3 國、5 家公司，他們對於新穎的電漿輔助氣化發電與燃料產製技術，表示高度興趣，希望引進此新興技術。

5. 與嘉頓公司「化煉鋁爐渣為高級耐火材料技術」，參加經濟部舉辦「2012 新技術新產品商機發表展示會」，經濟部中小企業處處長特地至展示攤位，讚許所內研究開發能力、實踐研發成果商品化與產業化與本技術創新、替代氧化鋁原物料所帶來節能減少碳排放效益，符合目前世界潮流。8 家投顧公司也至現場展示攤位瞭解技術目前發展與量產化狀況，表示願意投資資金協助嘉頓公司進行高鋁耐火磚、脫硫劑粒料和金屬鋁錠三種產品量產化第二廠建置營運與市場行銷。約 30 家相關企業至現場展示攤位瞭解技術目前發展與量產化狀況。

## (二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展

1. 本計畫之貴重儀器如 X 射線繞射儀、拉曼光譜儀、奈米硬度儀、全域光譜儀、SEM、GDOS 等每部均專人專業維護管理，使用前均需分別填寫申請表格及使用記錄，提供全所、合作單位及技轉業界運用，合計 25 筆以上。
2. 本計畫之電漿浸沒注入系統設施透過原能會-國科會基金及委託案，提供台科大、清大、陽明、長庚等進行先進之光電、半導體、生醫應用研究，已形成國內唯一之獨特平台，共同研究成果，今年將有 1 篇美國專利獲得及 1 篇 SCI 論文接受等待刊登中，並協助培養碩博士生。
3. 詹德均博士赴日本日本名古屋大學進行薄膜鋰電池製造技術研究實習，時間從 9 月 21 日至 11 月 9 日，協助本計畫捲揚式電漿鍍膜平台開發可撓式薄膜儲能技術，加速整合「節能」、「創能」、「蓄能」等功能之薄膜元件一體化之研發目標，並促使整合型節能技術往高附加價值發展。
4. 貴賓參訪電漿表面改質研發成果 80 人次以上。

- 5.本計畫之執行，完全遵照 ISO9001：2008 品保程序，進行 SOP 及記錄管理建立，有助於提高研發品質及技術累積。

## 柒、本計畫可能產生專利智財或可移轉之潛力技術(knowhow)說明

- 一、多功能太陽能熱電共生系統，申請中華民國專利。本專利係一種多功能太陽能熱電共生（CHP，Combined Heat and Power）系統，發明特色係具有高效率之太陽能發電及供熱能力，可提昇太陽能使用效率及太陽能產業之競爭力，應用在分散式及集中式之太陽能熱電共生及儲能系統，有助於達成我國太陽光電累計設置容量於 2030 年達 3.1 GW 之目標。
- 二、同時散熱及發電之快速熱傳裝置，申請日本、美國專利。本專利係一種同時散熱及發電的快速熱傳裝置，相較於傳統熱虹吸管只能散熱無法發電，或傳統朗肯循環需要增壓泵對工作流體增壓方能將工作流體引流回蒸發器，本專利的設置可同時散熱及發電，並使得裝置小型化及大幅減低成本，節省能源的損耗。專利可應用範圍包括太陽熱能、高功率電子元件、內燃機廢熱、建築節能、工業廢熱、地熱、海洋溫差、低溫核融合、或核子反應爐等熱能管理。
- 三、「電漿火炬之移動式機構」是有關於一種能控制火炬電弧移動的機構方式，係透過凸輪機構導引磁鐵與氣流場之設計，將陰電極弧根在電極內部表面進行往復的週期性移動，藉此創新技術可避免電弧於單一位置所造成的損耗並能大幅減緩其熔蝕現象。本創新技術已同時申請中華民國與美國發明專利。此技術若搭配本年度新研發成功之一小功率(10kW 級)低電流長壽命三節式火炬，不僅能使電漿火炬長時間穩定運行，更提升電極壽命與可靠度，以有效達到降低電漿火炬運轉成本的目標，符合業界需求，有利推廣應用。
- 四、本計劃建置捲揚式電漿鍍膜平台並搭配發展可撓式薄膜節能元件製程技術開發，分別對設備、元件製程、模組化及其應用等技術進行全面性之專利佈局。相關專利智財說明如下：

- 1.設備方面，包含 a.針對可撓式電漿鍍膜設備關鍵組件氣體閘門申請中華民國專利(申請號: 101138648)「一種連續型鍍膜設備及其污染驗證方法與結構」，藉由本質半導體薄膜對光的敏感性，驗證薄膜摻雜污染依據。b.「一種微晶矽薄膜及其元件製程方式」之中華民國專利(申請號:101137752)，藉由多款電漿源調控微晶矽薄膜結晶度進行缺陷修補、以及有效抑制製程腔體污染，解決元件特性劣化問題。
- 2.薄膜元件製程方面，a.為提高電致變色薄膜之節效率，針對優化電致變色薄膜製程方式提出「電致變色薄膜之製造方法」中華民國專利(申請號:101122774)申請。藉由電漿生成臭氧的方式對薄膜進行優化，有效提升變色能力。b.針對薄膜元件效率提升方面提出「一種簡單製備不同霧度之背反射層的製程方法」中華民國專利申請，藉由背反射層製程參數，調控其霧度，滿足矽薄膜太陽能電池需求，不需額外蝕刻及升溫製程，應用於 PET 等軟性基材上。c.為增加可撓式薄膜太陽能電池效率，提出「一種於可撓式薄膜元件形成金屬電極的方法」中華民國專利(申請號:101132772)，此方法避免傳統網印烘烤缺點，僅需利用金屬導線與膠帶搭配層壓過程即可同時達成封裝與電極佈線的要求，實現低成本。d. 為增加太陽能電池光電轉換效率，提出「具均一尺寸單層摻鋅氧化鋅奈米微球之薄膜製作方法」中華民國(申請號:101119789)及美國專利(申請號:13/569371)申請，開發一種新的氧化鋅微球薄膜皺摺結構，以提高光進入吸收層之行經路徑，增加被吸收機率。
- 3.模組化及應用方面，包含 a.可撓式薄膜太陽能電池模組應用提出「可撓式太陽能百葉窗模組」中華民國專利申請(申請號: 101138648)，利用輕、薄、及室內外發電之可撓曲彩色矽薄膜的太陽能電池特性，與居家百葉窗整合，兼具遮陽擋光及光伏發電之生活化實現，巧妙地結合節能、發電、及美觀等三元素於一體。b.針對計畫開發之可撓式薄膜太陽能電池元件及模組提出「可撓式 PV-EC 二次薄膜太陽能電池及其製造方法」中華民國專利(申請號:101138114)申請，整合可撓

式薄膜太陽能電池元件及固態變色電池兩元件，避免在電池損壞或模組受到陰影遮蔽下，運行中的電流局部受阻而產生熱點問題導致太陽能電池模組失效問題，更可藉由固態變色電池元件變色特性即時檢測失效範圍，達成可撓式薄膜太陽能電池模組兼具有抑制遮蔽效應、創能與儲能一體化之效益。

## 捌、與相關計畫之配合

(執行中的合作情形以及未來之合作計畫，若有國際合作關係也請說明。)

- 一、本所熱電漿火炬開發團隊與臺科大機械工程系已藉由多年委託研究案建立合作關係。今年臺科大為執行此案趙教授亦申請國科會與捷克國際合作人員交流 PPP 計畫，與捷克國家科學院(ASCR)電漿所(Institute of plasma physics of the Academy of Sciences of the Czech Republic)進行學術交流。今年 3 月該院所熱電漿組組長 Dr. Milan Hrabovsky 應邀到核研所演講。考量到發揮該 PPP 計畫最大效益，擬推動台科大、核研所與捷克等三方熱電漿合作研發案之執行。目前已先提國科會 102 年與捷克國際合作人員交流 PPP 計畫。
- 二、提供本所太陽光電計畫發展 CZTS 薄膜太陽能電池之背電極電漿鍍膜技術：(a)以本計畫自行開發之雙層鉬金屬電極製程技術，提供太陽光電組作為四元素薄膜太陽能電池研發之背金屬電極，其中鉬電極為四元素薄膜太陽能電池之關鍵金屬層，所有薄膜皆以此金屬層為基底向上堆疊，因此薄膜特性需承受後續高溫退火(400°C~700°C)製程所產生之應力差異性，有效避免因應力差異所導致之薄膜剝落現象。(b)本計畫電漿鍍膜實驗室提供奈米級 TiN 阻隔膜沉積技術，協助太陽能專案製作 CZTS 電池開發，主要於 CZTS 電池之背電極 Mo 基板上鍍製一層緻密 20nm 厚 TiN 阻隔膜，用以防止背電極 Mo 受硫或硒污染，提昇電池之光電轉換效率。

## 玖、後續工作構想之重點

- 一、熱電漿火炬技術為本所之核心技術，未來雖無中央計畫支持，但擬往與學界及產業界合作發展，維繫研發人力及成果。目前擬(1)加強與學

界合作，例與臺科大機械系及捷克 Institute of physics 組成一火炬技術應用研發團隊，可能研發目標在電漿氣化應用；(2)加強業界推廣技轉，例今年台禹公司及嘉頓金屬公司案皆為利用本計畫所研發技術之應用成果。

- 二、本計畫所開發之可撓式太陽能電池及太陽能百葉窗節能模組，均以厚度為 125 $\mu\text{m}$  之不銹鋼片薄片作基材，其撓曲角度有所限制，因此未來將規劃使用更輕薄之不銹薄基材，30-75 $\mu\text{m}$ ，以增加撓曲角度，更能滿足建築及 3C 產品整合一體(BIPV 及 PIPV)功能要求，拓展節能產業應用領域。
- 三、低溫電漿配合轉型能源所，調整策略，已提前從傳統表面工程漸次平順移轉至技術密集價值更高之薄膜節能應用，開發輕薄且可撓曲光伏(PV)、節能電致變色膜(EC)及節能隔熱膜(Low E)已陸續展現績效。轉型期間薄膜節能技術正在紮根，授權待假以時日，授權金今年難免衰退，但前期已授權之傳統案，產品及產值不斷發光發熱(遠東鈦金、滿益金、卓韋光電)，社會效益更大。

## 拾、檢討與展望

- 一、近年來鑑於熱電漿火炬之應用已逐漸大眾接受，陸續有廠商來參訪本所電漿技術研發成果與尋求協助，今年亦完成與數個廠商簽定技轉及服務合約。例如火炬用於 PFC 氣體去除在十年前本所業已技轉廠商，雖為在台第一個推出半導體業 Plasma Local Scrubber，但時地不合推廣不易。但今韓、日皆推出火炬用於 PFC 氣體去除機台，台灣半導體業此時始接受此技術，才反尋求本地技術支援，亦促成本所與台禹技轉案。在未來綠色能源之推廣下，本計畫所熱電漿火炬技術之研發成果應有更多之應用對象及發展空間。
- 二、本計畫所開發之核心捲揚式電漿鍍膜設備及電漿清潔製程技術，下期計畫將更上一層開發輕、薄及可撓曲之全固態薄膜光伏、薄膜調光及薄膜儲能及薄膜聚光光熱等關鍵節能元件之整合系統，有效運用於綠色節能民生產品及零碳排放環境設施，開創下世代綠色能源節能新產業。

三、未來將運用輕、薄、可撓式節能元件與生活建築搭配整合開發，並以既有建築物或社區環境節能效實證為目標。從電漿清潔綠色製程，開發出節能綠色元件，到運用至社區建物達到節能減碳之綠色環境，開創上、中、下綠色全能之實境節能環境。

填表人：艾啟峰 聯絡電話：03-4711400 轉 7300 傳真電話：03-4711408

E-mail：cfai@iner.gov.tw

主管簽名：\_\_\_\_\_

## 附錄一、佐證資料表

(請選擇合適之佐證資料表填寫，超過1筆請自行插入列繼續填寫，未使用之指標資料表請刪除)

### 計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)

#### 【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用 情形	獲 獎 情形	論文出處
生質物前處理與氯化技術	陳維新	2012	a	N	N	化工,第59期,第1卷,3-13頁
生質物二甲醚生產技術	梁國超	2012	a	N	N	化工,第59期,第1卷,24-34頁
生質汽油產製技術	謝政廷	2012	a	N	N	化工,第59期,第1卷,35-41頁
汽油油品品質標準與分析技術	陳永枝	2012	a	N	N	化工,第59期,第1卷,50-58頁
The heavy metal adsorption characteristics on metakaolin-based geopolymers	鄭大偉	2012	d	N	N	Applied Clay Science
Characterization of Silicon Oxide Films Deposited from a Permanent-magnet Helicon Plasma Source	詹德均	2012	d	N	N	OPTICS LETTERS Vol. 36, NO.18, P3678-3680
Transparent conductive oxide layer with monolayer closed-pack Al-doped ZnO spheres and their application to a-Si thin-film solar cells	羅仕守	2012	d	N	N	Plasma Processes and Polymers, Vol.8,P750-754
無電子摻雜層之銅鎂合金矽薄膜太陽能電池結構特性改善方式	王敏全	2012	d	N	N	SOLID-STATE ELECTRONICS, Vol.72,P12-14
非晶矽薄膜元件起始電壓在溫度及撓曲時的電壓劣化測試	曹書瑋	2012	d	N	N	SOLID-STATE ELECTRONICS, Vol. 63, NO.1, P55-59
One-step synthesis of dimethyl ether from the gas mixture containing CO <sub>2</sub> with high space velocity	陳維新	2012	d	N	N	Applied Energy, 98, 92-101.
以直流和直流脈衝電源濺鍍三氧化錫之電致變色性	陳錫釗	2012	d	N	N	JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS ,

質						51 期,p. 045503-1-p.045503-4
Enhancement of Ti-containing hydrogenated carbon (Ti C:H) films by high-power plasma-sputtering	國治	2012	d	N	N	APPLIED SURFACE SCIENCE, Vol. 258,8,3433-3437
Effects of bias on properties of Ti - C:H films coated by filtered cathodic vacuum arc	李雄	2012	d	N	N	SURFACE ENGINEERING Vol. 207,7,531-535
以非熱電漿處理水中酚類化合物的降解	鄭旭惠	2012	d	N	N	Journal of water chemistry and technology Vol. 34,4,179-189
廢木料之氯化與發電實驗探討	余玉正	2012	e	N	N	2012 綠色科技工程應用研討會
煉鋁集塵灰使用鹼法製備氫氧化鋁	王多美	2012	e	N	N	2012 中國材料年會
太陽能基板切削料純化回收碳化矽	陳慶庭	2012	e	N	N	2012 中國材料年會
Arc Root Movements in a 10 kW Direct-Current Plasma Torch at Atmospheric Pressure	許哲綸	2012	f	N	N	APSPT-7 第七屆亞太電漿應用技術國際技術研討會
3D Plasma Torch Simulation Using HMPP	呂紹陽	2012	f	N	N	APSPT-7 第七屆亞太電漿應用技術國際技術研討會
Localized Lateral Growth of Single-Walled Carbon Nanotube from Nickel Catalyst by Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition	張佑銘	2012	f	N	N	APSPT-7 第七屆亞太電漿應用技術國際技術研討會
Characteristics of a Non-Transferred Plasma Torch operated in a Positive Pressure Environment	陳孝輝	2012	f	N	N	APSPT-7 第七屆亞太電漿應用技術國際技術研討會
Plasma-assisted Biomass Gasification	李灝銘	2012	f	N	N	The 7th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-7)
Plasma-assisted Gasification for Power Generation and Biofuel Production	李灝銘	2012	f	N	N	兩岸等離子體學術交流研討會
Producing Man-Made Vitreous Fiber from Incinerator Ash by the Electric-Arc Technique	楊昇府	2012	f	N	N	2012 The 7th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology

不同氧化鋅奈米結構之高效率染敏電池電極	戴于君	2012	f	N	N	International Photonics Conference 2011
Deposition of silicon oxide protective thin films by remote atmospheric-pressure plasma	薛天翔	2012	f	N	N	TACT 2011, International Thin Films Conference
Effect of Carbon Dioxide on Direct DME Synthesis Under High Space Velocity	林柏志	2012	f	N	N	International Conference on Applied Energy, Suzhou, China, July 5-8, 2012.
Mineral fiber generated from incinerator ash using the thermal plasma technique—constructing a pilot plant and application as fireproof material	楊昇府	2012	f	N	N	The Sixth International Conference on Environmental Science and Technology
焚化灰渣電漿熔融與資源化研究	李文成	2012	f	N	N	第 15 屆海峽兩岸環境保護研討會
非晶矽薄膜太陽能電池之 ITO 上電極製程對其光電特性之研究	黎禹辰	2012	f	N	N	T.A.C.T. 2011 International Thin Films Conference
以 ITO 的半導體參數探討 a-Si:H 太陽電池裡 ITO/p 介面的模擬研究	陳恩仕	2012	f	N	N	T.A.C.T. 2011 International Thin Films Conference
氫化薄膜用於全固態電致變色元件的製程方式	楊昌翰	2012	f	N	N	T.A.C.T. 2011 International Thin Films Conference
不同氧化鋅奈米結構之高效率染敏電池電極	戴于君	2012	f	N	N	International Photonics Conference 2011

註：文獻類別分成 a 國內一般期刊、b 國內重要期刊、c 國外一般期刊、d 國外重要期刊、e 國內研討會、f 國際研討會、g 著作專書；引用情形分成 Y1 被論文引用、Y2 被專利引用、N 否；獲獎情形分成 Y 有獲獎、N 否；論文出處列出期刊名稱，卷期，頁(如科學發展月刊，409 期，頁 6-15)

### 【B 研究團隊表】

團隊名稱	團隊所屬機構	團隊性質	成立時間 (西元年)
觸媒研發小組	1.核研所物理組 2.核研所化學組 3.核研所化工組	a	2011
熱電漿火炬開發團隊	1.臺科大機械工程系, 2.核能研究所物理組, 3. 捷克 Institute of Physics of the Academy of Sciences of the Czech	b, c	2012

	Republic (ASCR)		
--	-----------------	--	--

註：團隊性質分成 a 機構內跨領域合作、b 跨機構合作、c 跨國合作、d 研究中心、e 實驗室

### 【C 培育人才表】

姓名	學歷	機構名稱	指導教授
謝政廷	a	台科大	李明哲
潘冠綸	a	國立中央大學	張木彬
楊志雄	a	陽明大學牙醫系	黃何雄
陳雅肯	a	陽明大學牙醫系	黃何雄
鄭寶堂	a	交通大學顯示所	劉博村
張雅維	a	中山大學物理系	劉博村
林柏志	b	台南大學	陳維新
郭立峰	b	國立中央大學	張木彬
葉蔚揚	b	中原大學	魏大欽
沈家志	b	中原大學	魏大欽
徐少駒	b	國立臺灣科技大學	趙修武
李姿旻	b	清華大學工科系	張廖貴術
陳政揚	b	清華大學工科系	喻冀平
曾文昭	b	清華大學工科系	柳克強
吳哲偉	b	清華大學工科系	柳克強
邱揚峻	b	高雄應用大學機械系	艾和昌

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

### 【D 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
核電廠廢保溫材處理技術評選	趙裕、蕭憲明、張彥華	2012	核能研究所
電漿浸沒離子注入技術應用於人工植牙之性能提昇研究 II	黃何雄	2012	核能研究所
高功率脈衝電漿濺射技術工業應用研究 II	陳政揚、黃嘉宏	2012	核能研究所
薄膜熱傳分析研究	李泱儒、林仁輝	2012	核能研究所

可撓式基材封裝研究	邱揚峻、楊武璋、 艾和昌	2012	核能研究所
大尺寸製作摻鋁氧化鋅(Al-doped ZnO) 微球薄膜之研究	羅仕守、林真榆、 洪翊婷	2012	核能研究所
光電轉換薄膜優化處理製程及光電轉 換效能提昇之研究	黃彥棠、蔡娟娟	2012	核能研究所
電漿薄膜製程技術應用於綠色節能材 料特性提昇之研究	鄭寶堂、劉柏村	2012	核能研究所
2012 年世界智慧能源週展覽及 ISPlasma 研討會出國報告	王敏全	2012	核能研究所
二甲醚觸媒失活原因探討	黃孟涵、梁國超、 李灝銘	2012	核能研究所
觸媒造粒技術與規範	黃孟涵、梁國超、 李灝銘	2012	核能研究所
赴捷克執行國科會以計劃為基礎之人 員交流計劃(PPP)	李書哲、李灝銘	2012	核能研究所
煉鋁爐渣製作氧化鋁陶瓷之研究	孫金星、張彥華、 陳慶庭、楊昇府、 李文成	2012	核能研究所
應用田口實驗計畫法於煉鋁集塵灰製 備氫氧化鋁之參數最佳化	王多美、楊昇府、 陳慶庭、李文成、 孫金星	2012	核能研究所
電致變色元件與薄膜太陽能電池元件 整合成一體產業製程之可行性評估及 元件光電特性測試	王敏全	2012	核能研究所
可撓式電漿製程技術應用於智慧節能 元件製程整合之研究	王敏全	2012	核能研究所
使用捲揚式濺鍍系統在 PET/ITO 基板 上濺鍍 WO <sub>x</sub> 薄膜的電致變色性質研究	李世男	2012	核能研究所
利用 In-line PECVD 系統鍍製微晶矽薄 膜太陽能電池之研發	許子衿、黃至鵬、 王敏全、詹德均	2012	核能研究所
商用隔熱膜貼於單透明玻璃之太陽輻 射取得率與玻璃表面溫度的模擬研究	陳恩仕	2012	核能研究所
優化電致變色薄膜之研究	楊昌翰、王敏全、 詹德均、陳信良、 艾啓峰	2012	核能研究所
批次型多重電漿源節能元件量產設備 控制系統之規劃與設計	陳駿昇、曾慶沛、 林登連、楊明忠、 謝政昌	2012	核能研究所
非晶矽薄膜太陽能電池新樣式結構研 究	廖天佑、黎禹辰、 蔡文發、王敏全	2012	核能研究所

捲揚式電漿化學氣相沉積鍍膜系統之加熱裝置開發與設計	蔡孟昌、林登連、謝政昌	2012	核能研究所
捲揚式電漿化學氣相連續沉積系統之整合現況	曾慶沛、林登連、陳駿昇、李佳誠、尚道正、謝政昌	2012	核能研究所
無塵室系統 101 年運轉維護報告	林獻珍、謝政昌、蔡明瑞、陳駿昇、楊明忠	2012	核能研究所

## 【G 智財資料表】

專利名稱	專利類別	授予國家	證書號碼	發明人	專利權人	有效(起-迄)期間 (YYYY/MM)
輕質熔岩板材之製造方法 (Method for Manufacturing Lightweight Lava Sheet Material)	a	d	特許第 4901671 號	王多美、楊昇府、邱文通、李文成、陳靖良、曾錦清	核能研究所	2007/09-2027/09
製備熔岩纖維摩擦材料之方法 (Method of Fabricating Slag Fiber Friction Material)	a	b	US8,158,049B2	王多美、葛明德、侯光熙、孫金星、李文成、楊昇府、曾錦清	核能研究所	2009/12-2029/12
以電漿焙燒方式回收廢印刷電路板中有價金屬之方法	a	a	發明第 I 365225	李文成、李清華、陳靖良、葉輔仁、陳慧憶、陳筠樺	核能研究所	2012/06-2027/09
輕質熔岩板材之製造方法	a	a	發明第 I368631 號	王多美、楊昇府、邱文通、李文成、陳靖良、曾錦清	核能研究所	2012/07-2027/08
富氫氣體燃料生產系統及富氫氣體燃料生產程序	a	a	發明第 I 359107	梁仲賢、趙裕、邱進立、陳清奎、李綉偉	核能研究所	2012/03-2027/08
直流蒸氣電漿火炬裝置及其電極熔蝕抑低方法	a	a	發明第 I357781 號	林登連 曾錦清	核能研究所	2012.02.01-2027.08.31
一種具雙重放電結構之大氣電漿反應器裝置	a	a	發明第 I357090 號	陳孝輝、陳永枝、顏志明、黃孟涵、楊明松	核能研究所	2012/01-2027/10
DIRECT CURRENT STEAM PLASMA TORCH AND METHOD FOR	a	b	US8,269,134B2	林登連 曾錦清	核能研究所	2008/04-2028/04

REDUCING THE EROSION OF ELECTRODES THEREOF						
大氣電漿反應裝置	a	b	US8,142,608B2	謝政昌、吳敏文、艾啓峰	核能研究所	2007.09.11-2027.09.10
大氣電漿反應裝置	a	a	發明第 I355866 號	謝政昌、吳敏文、艾啓峰	核能研究所	2012/1 - 2027/8
高分子材料之大氣電漿雙重接枝聚合裝置及其方法	a	a	發明第 I 358414 號	吳敏文、薛天翔、謝政昌、艾啓峰	核能研究所	2012.02.21-2027.10.25
紡織品之大氣電漿加強天然抗菌與吸濕快乾雙重功能改質方法	a	a	發明第 I 361238 號	吳敏文、薛天翔、謝政昌、艾啓峰	核能研究所	2012.04.01-2028.10.21
岩棉粉人造石複合材料之製造方法	a	a	申請中	張彥華、楊昇府、孫金星、李文成	核能研究所	(申請中)
一種同時散熱及發電的快速熱傳裝置	a	a, b	申請中	李恆毅、楊峻瑋、張世澤、黃財富、李灝銘、曾錦清	核能研究所	(申請中)
具均一尺寸單層摻鋁氧化鋅奈米微球之薄膜製作方法	a	a	申請案號：101119789	詹德均、羅仕守、林真瑜	核能研究所	(申請中)
具均一尺寸單層摻鋁氧化鋅奈米微球之薄膜製作方法	a	b	申請案號 13/569,371	詹德均、羅仕守、林真瑜	核能研究所	(申請中)
一種於可撓式薄膜元件形成金屬電極的方法	a	a	申請案號 101132772	陳恩仕、王敏全、黎禹辰、詹德均、艾啓峰	核能研究所	(申請中)
電致變色薄膜之製造方法	a	a	申請案號 101122774	楊昌翰、王敏全、詹德均、陳信良、艾啓峰	核能研究所	(申請中)
用於含氧化合物轉換為碳氫化合物之沸石觸媒	a	a	申請中	梁國超、葉鳳梅、李灝銘、曾錦清	核能研究所	用於含氧化合物轉換為碳氫化合物之沸石觸媒
多功能太陽能熱電共生系統	a	a	申請中	李恆毅、李堅雄	核能研究所	多功能太陽能熱電共生系統
煉鋁爐渣複合材料之製造方法(Method of fabricating aluminum-dross	a	b	申請中	張彥華、楊昇府、葉俊彥、王多美、李文成、孫金星、曾錦清	核能研究所	煉鋁爐渣複合材料之製造方法(Method of fabricating aluminum-dross imitation stone

imitation stone composite)						composite)
可以防止產生積碳的重組器	a	a	申請中	趙裕、邱進立、陳清奎、洪文堂	核能研究所	可以防止產生積碳的重組器
DIRECT CURRENT STEAM PLASMA TORCH AND METHOD FOR REDUCING THE EROSION OF ELECTRODES THEREOF	a	b	申請案號：13548812	林登連 曾錦清	核能研究所	(101.07.13 申請)
Plasma Torch Device Using Moving Magets	a	b	申請中	顏志明 楊明松 曾錦清 張佑銘 梁國超 許哲倫 呂紹陽	核能研究所	(申請中)
可撓式 PV-EC 二次薄膜太陽能電池及其製造方法	a	a	申請案號 101138114	楊昌翰、王敏全、詹德均、艾啓峰	核能研究所	(申請中)
氣體隔離腔及其電漿鍍膜裝置	a	a	申請案號 101137743	謝政昌、林登連、曾慶沛、吳錦裕、陳駿昇、艾啓峰	核能研究所	(申請中)
微晶矽薄膜的太陽能電池元件及其製程方法	a	a	申請案號 101137752	王敏全、廖天佑、黃至鵬、詹德均	核能研究所	(申請中)
太陽能電池氧化亞銅(Cu <sub>2</sub> O)薄膜鍍膜方法	a	a	申請案號：101139741	吳錦裕、魏新武	核能研究所	(申請中)
一種連續型鍍膜設備及其污染驗證方式	a	a	申請案號：101138648	王敏全、黃至鵬、詹德均	核能研究所	(申請中)
可撓式太陽能百葉窗模組	a	a	申請案號：101138647	廖天佑、王敏全、詹德均	核能研究所	(申請中)
反射層及其矽薄膜太陽能電池的製作方法	a	a	申請案號：101139744	黎禹辰、詹德均、邱揚峻、艾和昌	核能研究所	(申請中)

註：專利類別分成 a 發明專利、b 新型新式樣、c 商標、d 著作、智財；授予國家分成 a 中華民國、b 美國、c 歐洲、d 其他

## 【I 技術活動表】

技術論文名稱	研討會名稱	性質	舉辦(起-迄)日期 (YYYY/MM/DD)	主/協辦單位
Producing Man-Made Vitreous Fiber from Incinerator Ash by the Electric-Arc Technique	2012 The 7th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology	b	2012/04/14-2012/04/16	臺北醫學大學/中華電漿工程學會
Arc Root Movements in a 10 kW Direct-Current Plasma Torch at Atmospheric Pressure	APSPT-7 第七屆亞太電漿應用技術國際技術研討會	b	2012/04/14-2012/04/16	臺北醫學大學/中華電漿工程學會
3D Plasma Torch Simulation Using HMPP	APSPT-7 第七屆亞太電漿應用技術國際技術研討會	b	2012/04/14-2012/04/16	臺北醫學大學/中華電漿工程學會
Localized Lateral Growth of Single-Walled Carbon Nanotube from Nickel Catalyst by Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition	APSPT-7 第七屆亞太電漿應用技術國際技術研討會	b	2012/04/14-2012/04/16	臺北醫學大學/中華電漿工程學會
Characteristics of a Non-Transferred Plasma Torch operated in a Positive Pressure Environment	APSPT-7 第七屆亞太電漿應用技術國際技術研討會	b	2012/04/14-2012/04/16	臺北醫學大學/中華電漿工程學會
Mineral fiber generated from incinerator ash using the thermal plasma technique- constructing a pilot plant and application as fireproof material	楊昇府	b	2012/06/25-2012/06/29	American Academy of Sciences

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會

## 【J 技術移轉表】

技術名稱	類別	授權單位	被授權廠商或機構	權利金(千元)	合約有效起-迄期間 (YYYY/MM)
小型電漿火炬技術	c	核能研究所	台禹科機股份有限公司	250	2012/01-2022/07
超大型高產能建材(金屬板)表面鈦鍍金電漿被覆系統工程合作開發	c	核能研究所	遠東鈦金科技股份有限公司	65	1998/01-2016/06
量產式建材表面鈦鍍	c	核能研究所	遠東鈦金科技	130	2010/03-2016/03

金電漿被覆系統翻新 修正暨技術授權			股份有限公司		
----------------------	--	--	--------	--	--

註：類別分成 a 先期技術移轉、b 軟體授權、c 技術移轉、d 新技術/新品種引進數

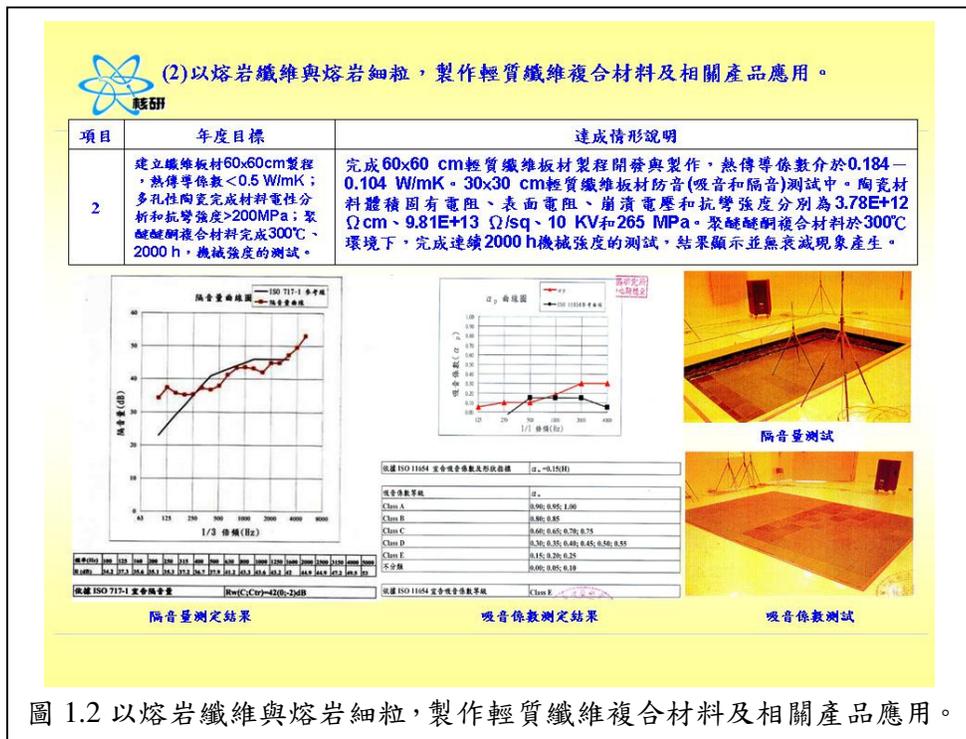
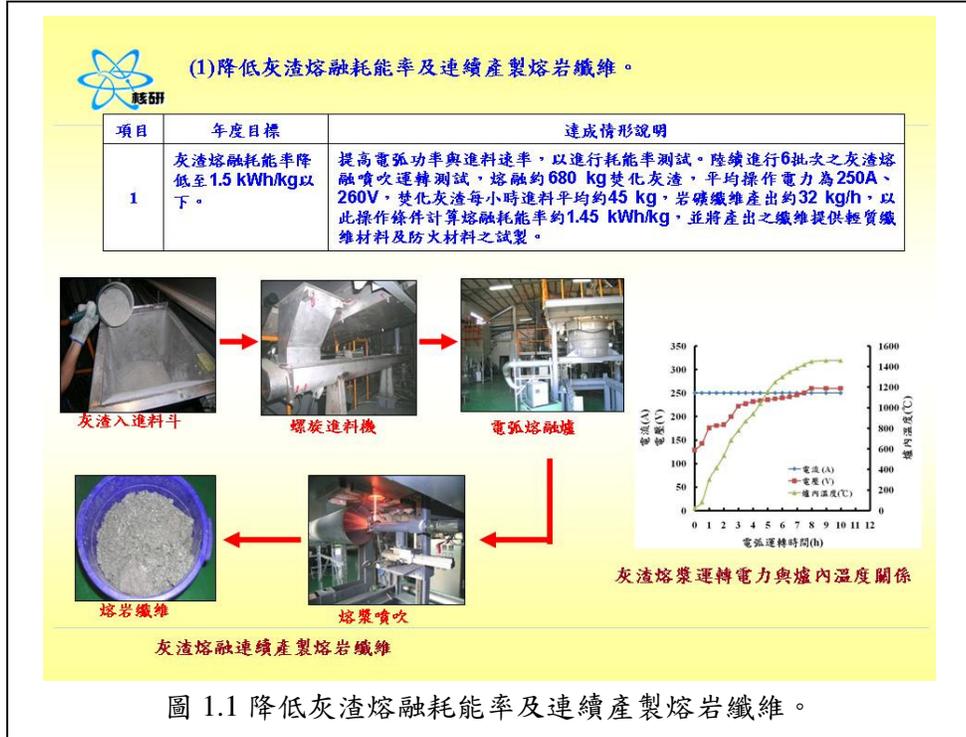
**【S 技術服務表】**

技術服務名稱	服務對象名稱	服務對象類別	服務收入(千元)
煉鋁爐渣製作高鋁耐火材料和特性測試	嘉頡金屬公司	國內廠商	600
小型電漿火炬應用於半導體尾氣(PFC 廢氣)處理 機台系統合作開發暨技術授權	台禹科機股份有限公司	國內廠商	1,250
光電半導體產業切削料純化與製作 LED 用陶瓷 基板	磁技興業有限公司	國內廠商	1,500
可撓式太陽能電池技術開發	友達光電	國內廠商	240
電致色變元件開發	友達光電	國內廠商	250
複合型電致變色薄膜元件	友達光電	國內廠商	250
矽薄膜隔熱功能驗證	富陽光電	國內廠商	40

註：服務對象類別分成 a 國內廠商、b 國外廠商、c 其他

## 附錄二、佐證圖表

### 一、電漿環保能源技術研發與應用：



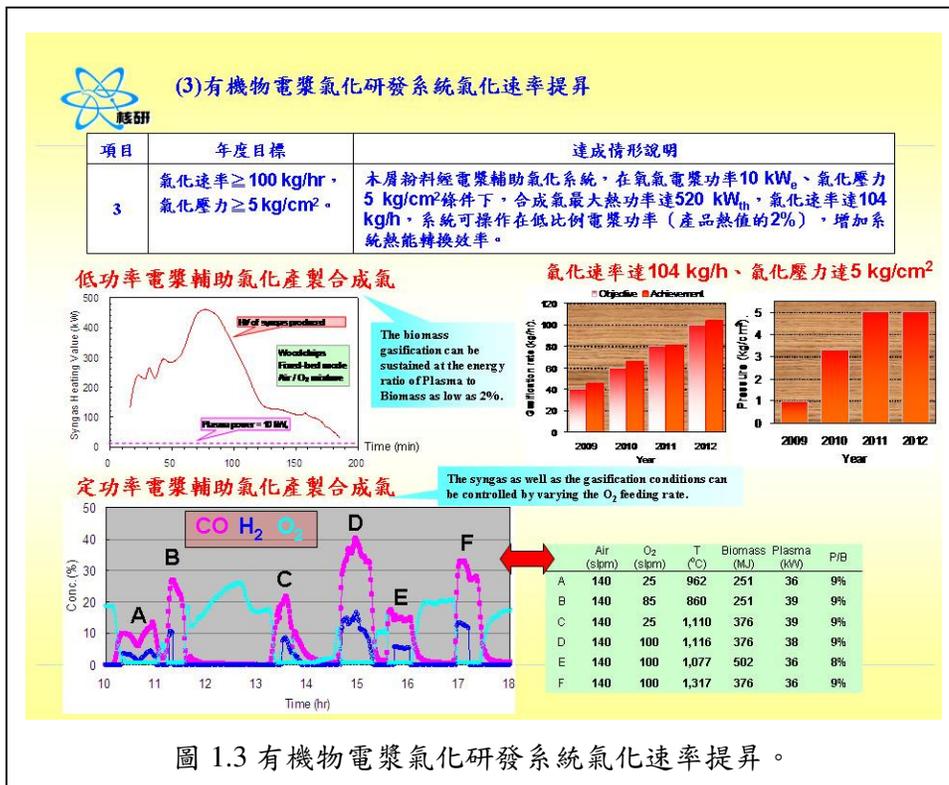
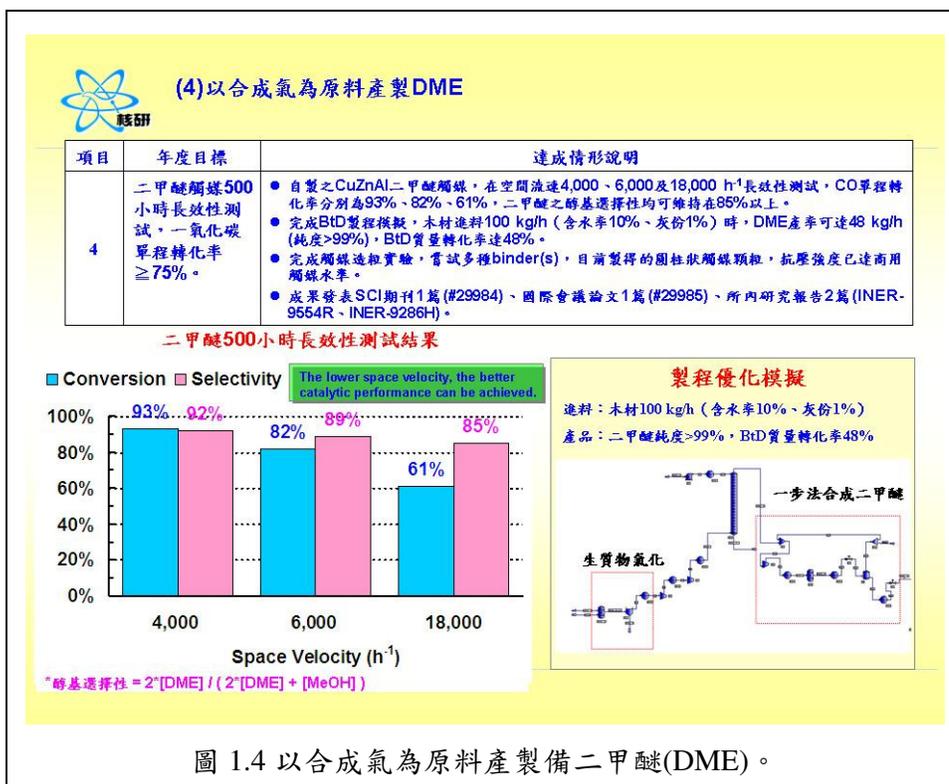


圖 1.3 有機物電漿氣化研發系統氣化速率提昇。

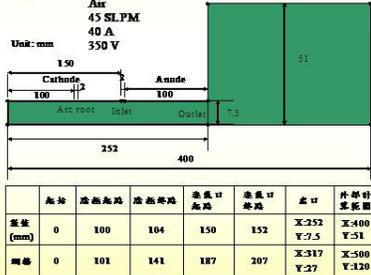




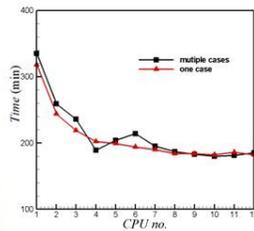
(5) 提昇高溫電漿理論計算模擬平行化效率

項目	年度目標	達成情形說明
5	進行高溫電漿理論計算平行化，修改演算法，提昇模擬效率達5倍以上	更新PGI Fortran Compiler 到2012並將升式電漿火炬模擬程式碼最佳化後再進行OpenMP平行化，完成使用1~12顆CPU所計算時間之比較，最佳為使用10顆CPU/180分鐘，原程式執行須花費1206分鐘，目前提昇近6.7倍效率。

計算幾何、物理條件與網格設置



Computing time vs. CPU no.



•OpenMP: 在工作站12顆CPU核跑滿與一次只跑一個CASE之情況下，其中9~12顆CPU皆為獨立運算故時間差異不超過3%，而1~8顆CPU皆為複合計算(1+2+4+6, 4+8, 5+7)，由圖中可以看出一次只跑一個CASE之計算時間較佳，但時間差異最大不超過10%(20min)。受資料匯流排頻寬限制。

程式碼最佳化

編譯指令	normal	-fast	-fastsse
計算時間(分)	1206	342	316

圖 1.5 提昇高溫電漿理論計算模擬平行化效率。



(6) 長效永磁式10 kW等級示範火炬開發

項目	年度目標	達成情形說明
6	進行長效永磁式10 kW級水蒸氣示範火炬開發，改進設計，提昇熱效率>75%	進行10 kW級電漿火炬水蒸氣實驗測試，操作條件：電壓330~358 V、電流40 A、冷卻水流量7.8 L/min、溫差ΔT = 5.4°C、蒸氣流量20 L/min。改進長效移動式磁力構件，搭配電極本體蒸氣蓄熱，大幅減少熱能損耗，整體電漿火炬熱效率提昇至82.5%。

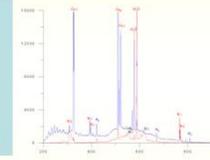
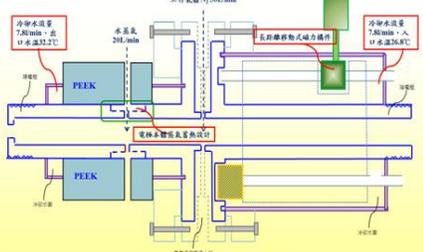
Flow and ΔT Requirements for Water

$$\text{Power} = \text{Flow} \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T; \quad \rho \cdot C_p = 4.2 \text{ kJ} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\Delta T(\text{K}) = 0.24 \text{ Power}(\text{kW}) / \text{Flow}(\text{L/s})$$

實驗參數:

電壓330~358V電流40A  
冷卻水流量7.8 L/min  
溫差(ΔT)=5.4°C  
工作氣體N<sub>2</sub> 50L/min  
蒸氣流量20L/min  
電漿火炬熱效率82.5%



10kW蒸氣電漿解離OES光譜



10kW移動永磁電漿火炬



四極永磁電漿火炬弧根影像

10kW電漿火炬示意圖

圖 1.6 長效永磁式 10 kW 等級示範火炬開發。

## 二、電漿在綠色表面工程技術開發與推展

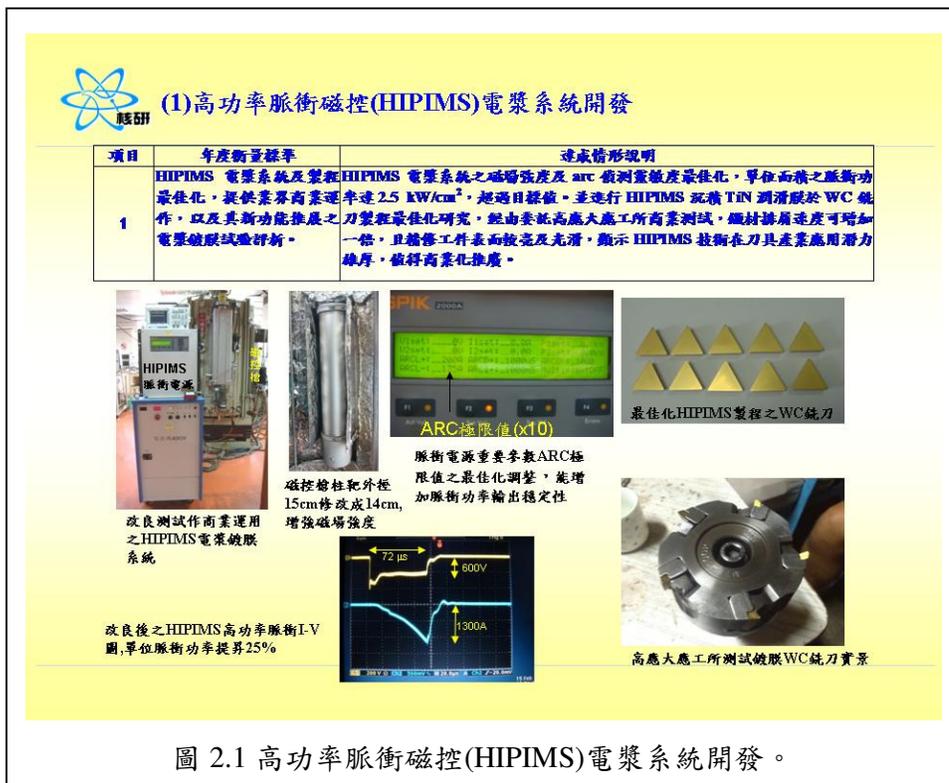


圖 2.1 高功率脈衝磁控(HIPIMS)電漿系統開發。

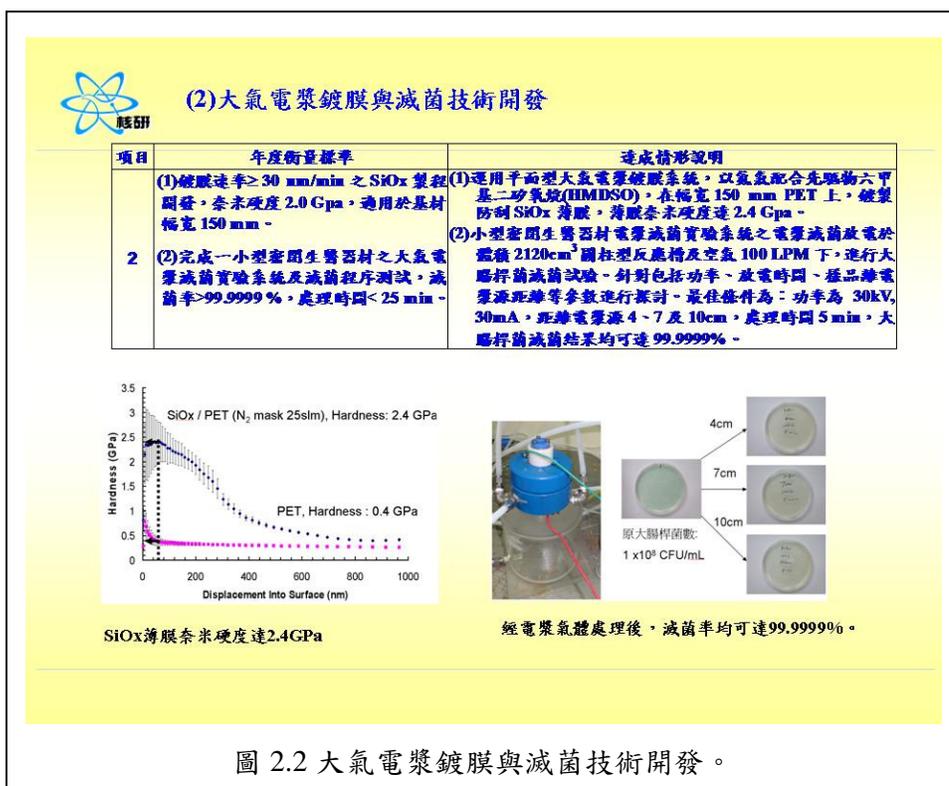
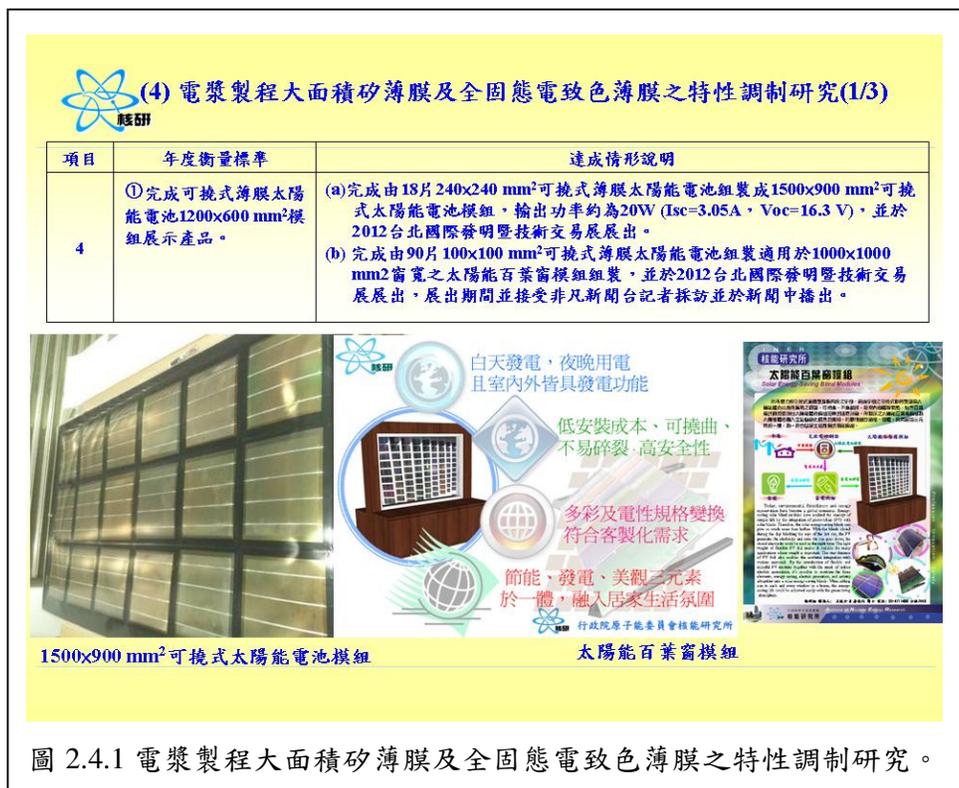
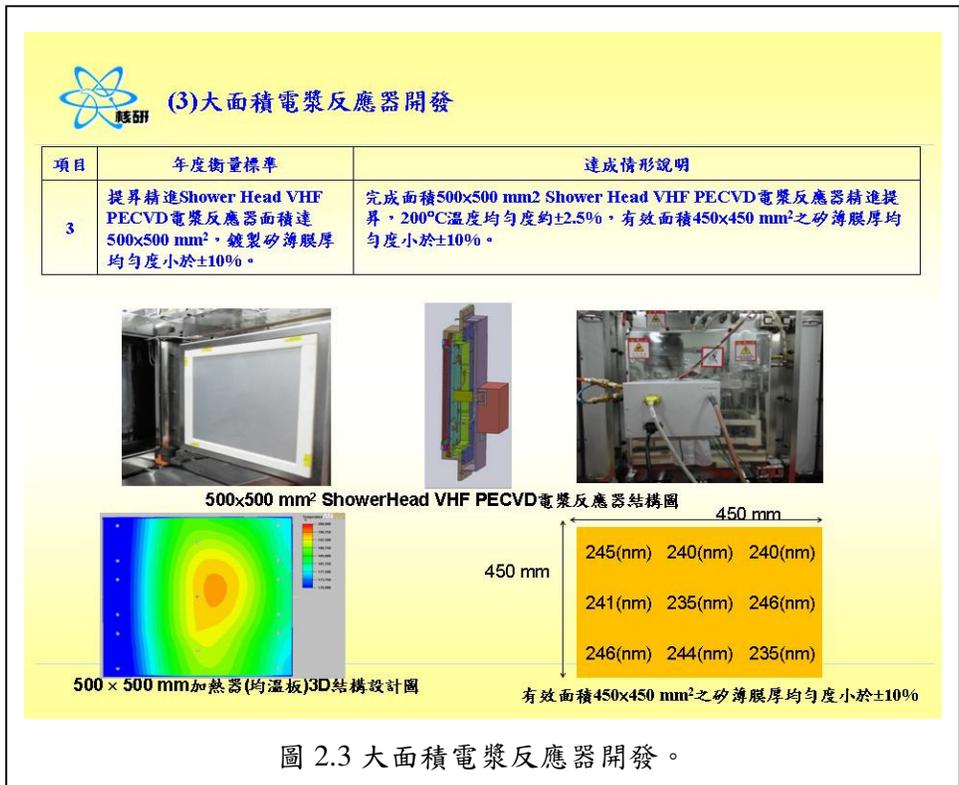
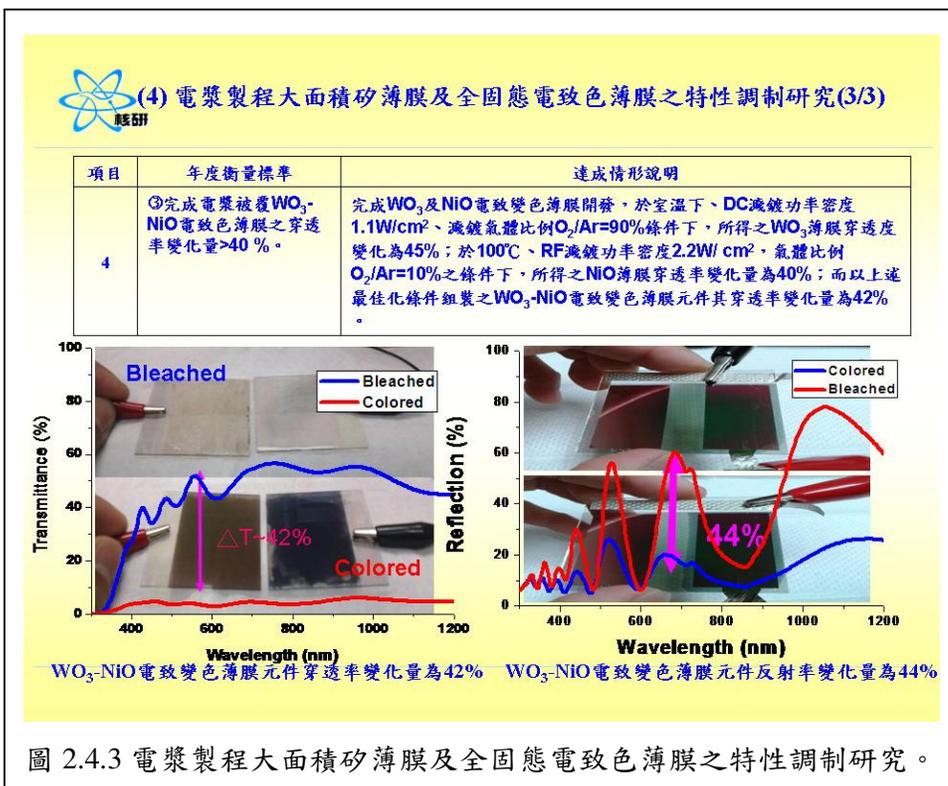
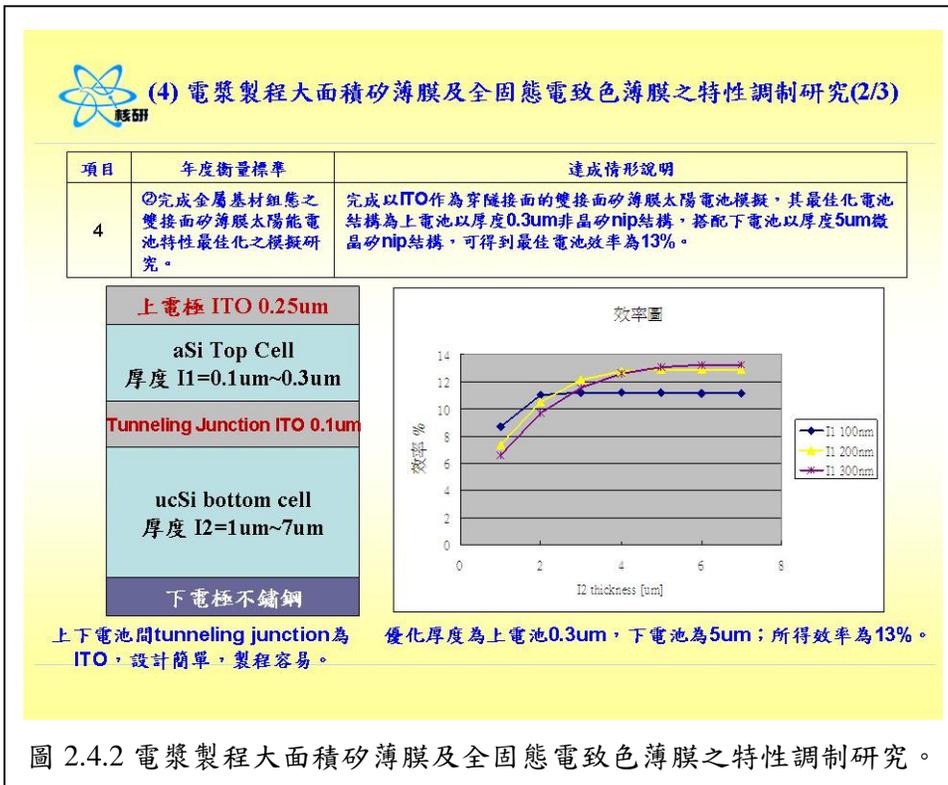
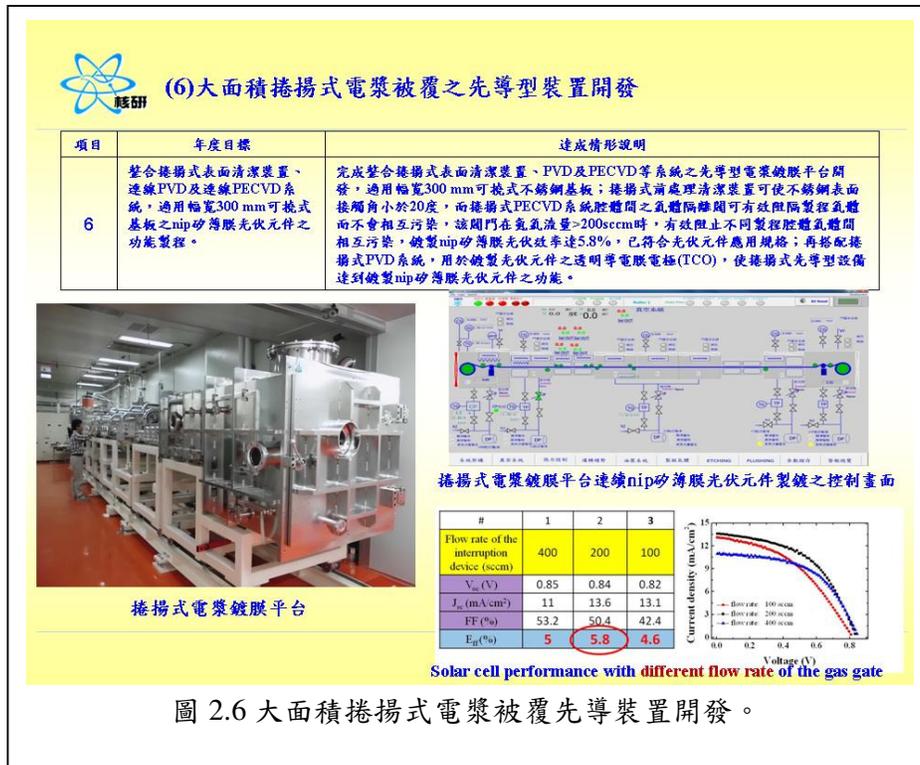
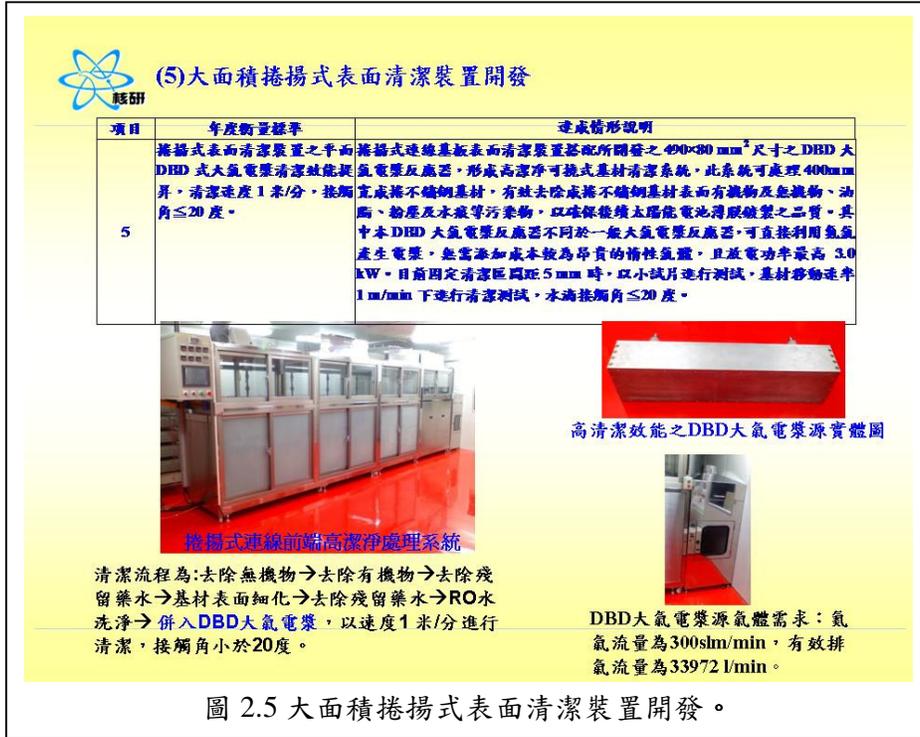


圖 2.2 大氣電漿鍍膜與滅菌技術開發。







### 附錄三、101 年度期中審查意見回覆表

#### 核能研究所 101 年度科技計畫期中查訪會議審查意見及回覆表

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)	
審查單位：行政院原子能委員會	
審 查 委 員 意 見	回 覆 說 明
1.本計畫在技術層面，每年都認真執行，達到科研計畫之指標。唯政府預算有限，經濟狀況嚴峻，因此非學術性之計畫，部會在未來會有更強烈之產業效益要求。因此執行團隊應有更積極之產業化意識，慎擇可行之技術，規劃商業化之模式，否則未來若進入經濟部之系統，將有更重之壓力，這是無可迴避之局勢。	謝謝委員建議。
2.簡報內容充實，建議可針對各工作項目之實際進度及遭遇之困難與解決方案，作更清楚之說明。	會於期末報告時，針對全期計畫進行詳細說明與檢討。
3.計畫執行期程尚餘四個多月，建議應針對各計畫執行項目如何在成果之展現上(尤其是國內相關產業之應用方面)更具體多作努力。	謝謝委員建議，本所會把握時機，持續努力。
4.未來的計畫及發展方向建議可朝向協助國內建置以電漿技術為中心的環保或能源產業作規劃。	謝謝委員建議。目前本所物理組的電漿技術將朝向電漿節能技術、電漿環保技術、電漿能源應用技術等三個主軸，均是以電漿技術為本的工業與民生應用。受限於政府組織條例，要在體制內另外成立一個中心有所困難；物理組有約 2/3 研發人力投入電漿相關研發，本身已是中心規模；未來會向所部爭取命名虛擬中心或專業實驗室，例如「創新綠能電漿技術中心」，讓外界可以直接清楚了解本所物理組的電漿能量。

5.本計畫預期目標及達成情形良好，雖部分項目之目標規格未完成，仍有約半年期間，本年度應可完成預期之年度進度。	謝謝委員肯定。
6.本計畫之成果及重大突破，在學術成就及技術創新方面優良，在經濟效益及社會影響等其他效益方面則更佳。	謝謝委員建議。本計畫會於期末報告時彙整經濟效益與社會影響等效益，具體呈現此方面成果。
7.未來與能源所主軸任務目標結合，將採單一目標，不再是彙整型電漿應用計畫，應該是不錯的調整，惟是否考慮也有一些較小的任務目標，以分散風險。	謝謝委員厚愛。單一目標是指各分項計畫或工作目標不再是各自獨立而是相互依存，整合開創新局。即時如此，各分項計畫或工作目標仍有單獨推展之空間來分散風險，同時亦能兼顧整合成高門欄高競爭性之產出。至於本所致力電漿高門檻技術開發，所訂之目標乃基于過去長年累積之經驗，或許具有風險，但卻是國家實驗室必須承擔之責任與義務，本所會審慎訂定任務目標，在可接受的風險條件下，戮力達成目標。
8.本計畫在預期目標及技術皆能達成，但在經濟效益及產業合作，技術轉移可有更好成效較完整。	謝謝委員建議。本計畫會於期末報告時彙整經濟效益與社會影響等效益，具體呈現此方面成果。
9.國營事業機構中鋼、中油皆有灰渣問題，政府部內環保署都市垃圾焚化灰渣熔融資源化，核能所應善掌握這些機會主動積極爭取合作。	環保問題除了技術外，牽涉到政策、外部成本、與既有市場擁有者利益等複雜問題，本所屬於政府機構，有所為有所不為，未來會透過適當管道與政府單位及國營企業加強橫向聯繫，介紹與推銷本所技術。另外針對民營公司或法人部分，謝謝委員建議，後續會安排與大型事業機構或各公會聯繫，介紹與推銷本所技術。

<p>10.台糖準備投入生質燃料事業，應積極掌握此機會，若採熱能、熱化學轉化生質能則可大發揮。</p>	<p>台糖準備投入生質燃料事業，本所陸續與其保持聯繫，目前台糖正在評估採用生物轉化或熱化學轉化途徑產製生質燃料，也評估整合生物與熱化學兩途徑以提高整場經濟價值。本所會持續與台糖保持聯繫，提供相關經驗供其參考，促使我國生質燃料事業之發展。</p>
<p>11.有關煉鋁渣與鋁集塵灰廢棄物能參考鋼鐵廠商同業成立"台灣鋼聯"營運模式，推廣產學合作模式此計畫成效將更好。</p>	<p>謝謝委員建議，這是個很棒的模式。後續會安排與金屬或非金屬同業公會聯繫，介紹與推銷本所技術。</p>
<p>12.這些年研發成果已具推展案例和實績，應持續以技服或合作開發授權案配合業界需求，可行性高者還是可多配合支持。</p>	<p>謝謝委員肯定與支持。</p>

## 附錄四、101 年度期末審查意見回覆

核能研究所 101 年度科技計畫(期末)成果效益報告審查委員意見及回復表

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)	
審查單位：核能研究所	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
<p>1. 計畫量化績效指標，均展現極佳成效，特別是專利佈局方面，獲得專利 12 件，申請中 19 件，成果豐碩。質化成果大部份均有一定水準，唯技轉授權金尚未見成長，未來應持續積極爭取產研相關計畫，將有潛力研發成果落實產業化。</p>	<p>感謝審查委員的肯定與鼓勵，本年度為配合本所轉型為能源所，電漿表面工程積極往技術密集價值更高之薄膜節能產業發展，轉型期間授權金難免衰退，但所開發之技術已陸續展現績效。未來計畫執行初期即引入產業先期參與，中期共同合作開發，爭取產研相關計畫，後期技轉授權，落實成果產業化。</p>
<p>2. 四年期計畫已告一段落，過去目標較雜，資源能量分散，因此積極配合本所轉型能源所，將電漿技術升級朝新能源及節能目標是正確的方向。以國家實驗室定位，應規畫團隊合作整合為訴求高門檻主軸目標，以區別於學校、業界或少數人運作的模式，才能創造高價值及高產值的社會的效益，如太陽能節能窗簾之創新研究，年度內快速整合團隊，製程、元件、封裝及能源管理等多項自主技術，成為一高門檻之創作，並與民生生活結合，為一良好的典範，應再接再厲快速推展至產業，可為本計劃階段性成果作出更進一層實務社會貢獻。未能展現之項目，也應檢討規畫合宜性、統御執行力、團隊合作度、市場接受性等缺失，做為借鏡，並作適當的調整調度，務使累積之技術經驗傳承發揮至節能及新能源計畫之推展。</p>	<p>感謝審查委員的肯定與鼓勵，未來電漿技術將升級往薄膜能源及薄膜智慧節能元件等應用領域發展，開發輕、薄及可撓曲之全固態薄膜光伏、薄膜調光、薄膜儲能及薄膜聚光光熱等關鍵節能元件之整合系統，有效運用於綠色節能民生產品及零碳排放環境設施，開創下世代綠色能源節能新產業。相關人力與專業將配合新任務進行整合，並以團隊運作模式面對新的挑戰。</p>