

政府科技計畫成果效益報告

計畫名稱：電漿在綠色節能環境之開發與應用

(環境科技群組) (環能領域)

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、	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)經資門經費表	11
	二、計畫人力執行情形	12
	(一)計畫人力(人力統計截止日期：103.12.31)	12
	(二)主要人力(副研究員級以上)投入情形(人力統計截止日期：103.12.31)	13
伍、	計畫已獲得之主要成果與重大突破(含量化成果 output)	14
	一、本計畫重要成果及重大突破	14
	二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破	18
陸、	主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)	21
	一、學術成就(科技基礎研究)(權重_30_%)	22
	二、技術創新(科技整合創新)(權重_35_%)	23
	三、經濟效益(產業經濟發展)(權重_15_%)	24
	四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重_10_%)	24
	五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重_10_%)	25
柒、	與相關計畫之配合	26
捌、	後續工作構想之重點	26
玖、	檢討與展望	27
附錄一、	佐證資料表	29
附錄二、	佐證圖表	36

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. 精進開發關鍵節能元件整合系統
3. 開創上、中、下綠色全能之實境節能環境
4. 強化民生產業應用與推廣

電漿薄膜技術在可撓式節能及能源元件整合系統開發與應用

全程衡量指標：

開發可撓式之全固態薄膜節能及薄膜光伏元件，並整合各功能元件與3C民生用品及建築材料整合，作為下世代節能及能源應用產業之先驅。

本年度衡量指標：

1. 紅外線阻擋率 > 80% (Low-E Film & EC)
2. 電驅動薄膜光學變化率 > 40%。
3. 室內模組電壓 > 5V (PIPV 如手機、電子書 3C 等產品)。
4. Roll to roll 電漿製程幅寬 300mm 以上，捲長 10M 以上之 Low-E PET。
5. 低銀膠模組成本之可撓式太陽能電池模組，節約銀膠用量達 30%。
6. 自主型(PV+EC)光電驅動薄膜元件光學變化率 > 30%。

KPI：

論文 3 篇，研究報告及技術報告 9 篇，專利申請 4 篇。

1. 可撓式全固態光伏及節能元件電漿製程研究開發計畫
2. 可撓式薄膜光伏及節能整合系統應用開發計畫

電漿薄膜聚光光熱電整合系統應用開發

全程衡量指標：

開發太陽能聚光光熱與光電的整合系統，並搭配建物整合發展太陽能高溫儲熱系統、儲熱式熱電共生系統和太陽能熱泵空調系統，創造節能之效益。

本年度衡量指標：

1. 開發拋物面聚光光熱電整合系統，儲熱效率 40%。
2. 開發儲熱式熱電共生系統，熱電共生整合效率 25%。
3. 開發光熱廢熱輔助節能系統，整體能源效率 30%。

KPI：

論文 1 篇，研究報告及技術報告 4 篇，專利申請 2 篇。

電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證

全程衡量指標：

以綠色節能減碳驗證為目標，針對既有建築物環境建立整體節能改善之評估模式，並以自主之電漿薄膜式節能元件及整合系統，建立可驗證之低碳排放示範環境，提供產業推展之重要指標。包括分項計畫一節能薄膜及創能元件 (Low-E、EC、PV) 相互間整合，並與分項計畫二聚光光熱電整合之實務功能性驗證。

本年度衡量指標：

1. 精進節能窗效率模擬程式與完成其效能驗證。
2. 建置建築物節能改善效率模擬程式與完成其效率驗證。
3. 零碳排放示範系統建立，驗證節能效果 > 5%。

KPI：

論文 2 篇，研究報告及技術報告 4 篇，專利申請 1 篇。

1. 工業電漿源開發推展計畫
2. 工業電漿產業製程推廣平台計畫

工業電漿技術及應用系統平台開發建置

全程衡量指標：

配合電漿鍍製全固態可撓式節能薄膜需求，開發高效率大尺寸電漿關鍵裝置，並建置次世代光電半導體級薄膜節能元件整合型電漿製程系統平台。

本年度衡量指標：

1. 開發立體式雙向 VHF 大面積 400×400 mm² 之電漿反應器，射頻頻率 40 MHz，電漿密度 > 5×10⁹ /cm³，均勻度 ±10%。
2. 開發立體式雙向 VHF 長型式反應器，電漿區寬 600 mm，射頻頻率 60 MHz，電漿密度 > 5×10⁹ /cm³，均勻度 ±10%。
3. 大面積 400×400 mm² 之 Showerhead 之流場分布模擬。
4. 長線型寬幅 600 mm 之 showerhead 或側向進氣之流場模擬。
5. Langmuir Probe 和 OES 之電漿均勻度量測。
6. 非晶矽和微晶矽薄膜低壓製程 (<1 Torr) 之電漿反應模擬。
7. 建立非晶矽和微晶矽低壓製程之 OES 參考指標。
8. 研發製程飄移修正系統。
9. 研製及組合 RF /VHF CCP、Ion Beam、DC/PULSE/RF 磁控濺射、HIPIMS 磁控源於左列系統，並作功能整合測試。
10. 完成先進型捲揚式裝置擴充製作及功能提昇整合試驗。

KPI：

論文 3 篇，研究報告及技術報告 9 篇，專利申請 3 篇。

貳、基本資料

計畫名稱：電漿在綠色節能環境之開發與應用

主 持 人：

審議編號：103-2001- 02-05-01

計畫期間(全程)：102 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日

計畫期間(本年度)：103 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日

年度經費：49,496 仟元 全程經費規劃：277,233 仟元

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：

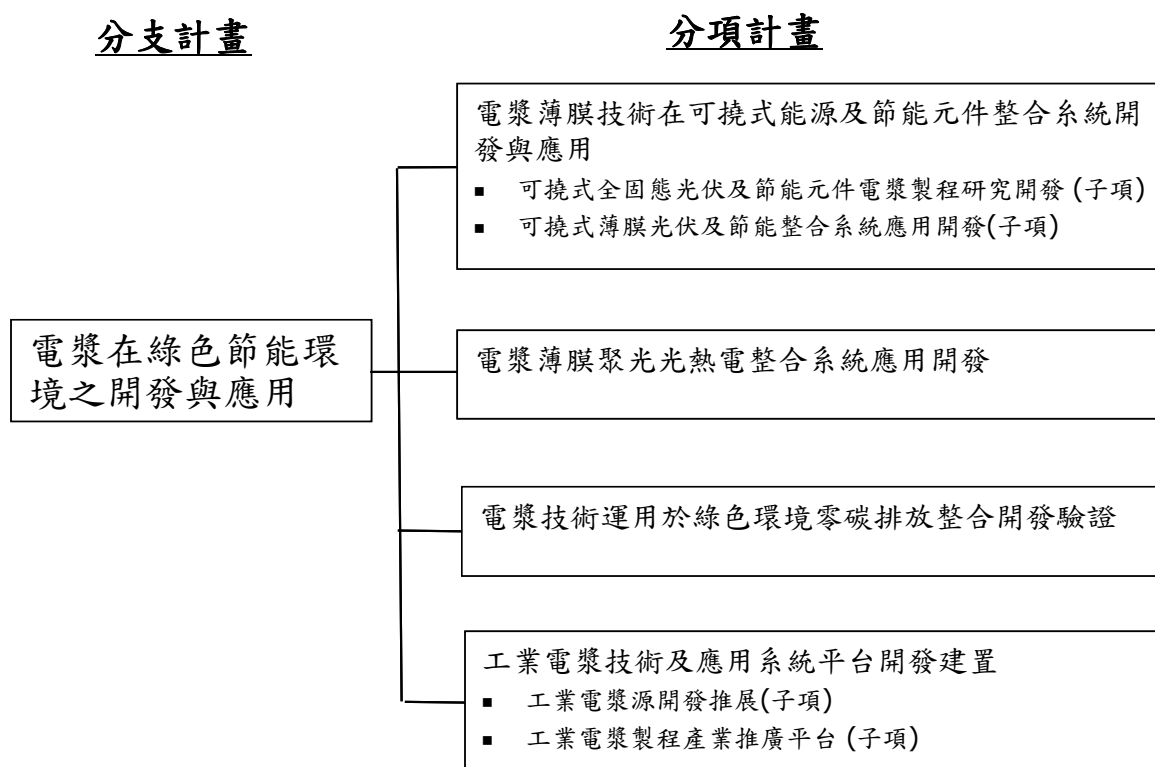
(計畫全程以及年度之具體目標填報)

- (一)以綠色節能環境概念為主軸，充分運用前期環境電漿計畫發展之核心電漿技術及電漿清潔製程環保優勢，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。
- (二)以既有建築物或社區環境節效能實證為目標。運用輕、薄、可撓式節能元件與生活建築搭配整合開發。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。

二、計畫架構(含樹狀圖)：

本計畫全程自 102 年度起至 105 年度，為四年期程之計畫，發展與應用環境電漿技術，即電漿在清潔製程與節能產業技術開發與推展等重

點。整體而言，本計畫包括『電漿薄膜技術在可撓式節能及能源元件整合系統開發與應用』、『電漿薄膜聚光光熱電整合系統應用開發』、『電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證』及『工業電漿技術及應用系統平台開發建置』等四分項計畫，其計畫架構圖如圖一所示。



圖一、電漿在綠色節能環境之開發與應用計畫架構圖

三、計畫主要內容

本年度為計畫之第二年，各分項計畫工作之發展重點項目如下：

(一)電漿薄膜技術在可撓式節能及能源元件整合系統開發與應用：

1.可撓式全固態節能薄膜電漿製程及其元件開發

完成(a)Low-E 膜之紅外線阻擋率 $>80\%$ ，EC 膜之紅外線阻擋率 $>80\%$ 。(b)電驅動薄膜變色之光學變化率 $>40\%$ 。(c) 室內模組電壓 $>5V$ (PIPV 如手機、電子書 3C 等產品)。(d) Roll to roll 電漿製程幅寬 300mm 以上，捲長 10M 以上之 Low-E PET。

2.可撓式整合型全固態智慧節能薄膜元件及模組封裝技術開發

完成(a) 低銀膠模組成本之可撓式太陽能電池模組，節約銀膠用量達 30%。(b) 自主型(PV+EC)光電驅動薄元件光學變化率 > 30%。

(二)電漿薄膜聚光光熱電整合系統應用開發：

1.聚光光熱電整合系統開發

完成(a) 開發拋物面聚光光熱電整合系統，儲熱效率 40%。(b) 開發儲熱式熱電共生系統，熱電共生整合效率 25%。

2.光熱廢熱輔助節能系統開發

完成開發光熱廢熱輔助節能系統，整體能源效率 30%。

(三)電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證：

1.既有建築綠色節能整合改善之模擬評估

完成(a) 精進節能窗效率模擬程式與完成其效能驗證。(b) 建置建築物節能改善效率模擬程式與完成其效率驗證。

2.零碳排放示範系統環境建立與驗證

完成零碳排放示範系統建立，驗證節能效果 > 5%。

(四)工業電漿技術及應用系統平台開發建置：

1.開發立體雙向電漿反應器

完成(a) 開發立體式雙向 VHF 大面積 $400 \times 400 \text{ mm}^2$ 之電漿反應器，射頻頻率 40 MHz，電漿密度 $> 5 \times 10^9 / \text{cm}^3$ ，均勻度 $\pm 10\%$ 。(b). 開發立體式雙向 VHF 長型式反應器，電漿區寬 600 mm，射頻頻率 60 MHz，電漿密度 $> 5 \times 10^9 / \text{cm}^3$ ，均勻度 $\pm 10\%$ 。

2.流場模擬、電漿反應模擬與電漿診斷

完成(a) 大面積 $400 \times 400 \text{ mm}^2$ 之 Showerhead 之流場分布模擬。(b) 長線型寬幅 600 mm 之 showerhead 或側向進氣之流場模擬。(c) Langmuir Probe 和 OES 之電漿均勻度量測。(d) 非晶矽和微晶矽薄膜低壓製程(<1 Torr)之電漿反應模擬。

3.即時電漿光譜診斷與製程飄移修正系統

完成(a) 建立非晶矽和微晶矽低壓製程之 OES 參考指標。(b) 研發製程飄移修正系統。

4.規劃建置批次量產型節能元件電漿多重製程系統

完成研製及組合 RF /VHF CCP、Ion Beam、DC/PULSE/RF 磁控濺射、HIPIMS 磁控源於左列系統，並作功能整合測試。

5.先導型捲揚式電漿鍍膜裝置功能推升

完成先導型捲揚式裝置擴充製作及功能提昇整合試驗。

四、本年度預期目標及實際達成情形

(說明本年度執行的成效，以及實際成效與預期成效之差異說明。若進度落後，請提出彌補方法與措施。)

預期目標(查核點)	實際達成情形	差異分析
一、電漿薄膜技術在可撓式節能及能源元件整合系統開發與應用		
完成 Low-E 薄膜開發驗證，紅外線阻擋率 > 80% (Low-E Film & EC)。	1. 以光學模擬設計 Low-E 膜，使其可見光透光度峰值達 70%，紅外線阻擋率大於 80%。由 Roll-to-Roll 電漿製程實做之結果，可見光透光度峰值高於 70%，紅外線阻擋率高於 80%。吻合模擬設計之預測。Low-E 鍍膜外觀之視覺色彩，透射光藍綠色，反射光為白色，更具美觀性。 2. 目前以 WO ₃ 及 NiO 薄膜所組成之電致變色(EC)膜經穿透光譜量測分析結果為於紅外線波段(1100nm~2500nm)阻擋率可達 86.4%，符合查核點目標。	符合預期目標
完成電致變色(EC)薄膜開發驗證，電驅動薄膜光學變化率 > 40%。	完成全固態電致變色元件製作測試，於鍍有透明導電膜之基板上完成電漿濺鍍電致變色薄膜 WO ₃ 及 NiO 並搭備最佳化之 Ta ₂ O ₅ /SiO ₂ 鍍膜條件，完成面積 15cm× 15cm 全固態電致變色薄膜元件(ITO/ NiO /Ta ₂ O ₅ / SiO ₂ /WO ₃ / ITO)之製作，元件於 ±4Volt 電壓操作下，元件光學變	符合預期目標

	化率 ΔT 在波長 550nm 可達 50% (上色狀態穿透度~18%，退色狀態穿透度~68%)。	
完成可撓式太陽能應用透明導電膜、非晶矽薄膜開發驗證，室內模組電壓 $>5V$ (PV)。	完成室內應用型可撓式太陽能電池模組開發，當室內光源約 1000lx 時，測得開路電壓 5.2V。此模組由 9 片 10cm $\times$ 10cm 可撓式矽薄膜太陽電池串接，以 0.3 Ω 可撓式電極封裝，並完成驗證。	符合預期目標
完成 Roll to roll 電漿製程鍍製幅寬 300mm 以上，捲長 10M 以上紅外線阻擋率 $>80\%$ 之 Low-E PET。	以卷對卷電漿鍍膜系統於幅寬 300mm，卷長 100M 之 50 μm 厚 PET 上鍍製 ITO/Ag/ITO/Ag/ITO Low-E 5 層奈米隔熱膜，並同時完成整卷封裝驗證，封裝後所得之紅外線阻擋率為 85%，SHGC 值可達 0.49，整卷均勻度差異小於 9%。	符合預期目標
完成面積 10cm $\times$ 10cm 節約銀膠用量達 30% 之可撓式薄膜太陽能電池模組電極封裝一體化測試。	完成 10cm $\times$ 10cm 可撓式太陽能電池網印線寬 100 μm 高度 12 μm 銀線驗證，有效減少傳統黏貼錫條區域所需之銀膠 30%，並搭配電阻值 0.3 Ω 線寬 100 μm 可撓式銅導線電極封裝材開發，完成 3 片可撓式薄膜太陽能電池模組串接封裝一體化測試驗證，並於室內白光 LED 光源下測得開路電壓 1.5V。	符合預期目標
完成自主型(PV+EC)光電驅動薄元件光學變化率 $>30\%$ 。	完成 PV+EC 串接型薄膜元件驅動驗證，以 50Watt 白光 LED 照射面積 100cm ² 薄膜太陽能電池 (PV)，所產生之電力驅動 25cm $\times$ 25cm 可撓式電致變色元件，光學穿透度變化達 45%。已於 2014 年台北國際發明展展出，獲得大會展前電子報之推薦。此種元件提供發電、感測及節能一體化，且因無需外加電源，可應用於智慧型電致變色節能窗。	符合預期目標
本分項工作之重要成果說明，詳如附錄二、佐證圖表(P36-41 頁)。		
二、電漿薄膜聚光光熱電整合系統應用開發		
完成開發拋物面聚光光熱電整合系統，儲熱效率	完成開發拋物面聚光光熱電整	符合預期目標

40%。	合系統，儲熱媒介： 40%KNO ₃ +60%NaNO ₃ 混合物 5 kg，太陽輻射強度約 1100~1170 W/m ² ，環境溫度從 24.8°C 上升到 33.0°C，熔鹽最高溫度 451°C，最佳儲熱效率 46.83%。	
完成開發儲熱式熱電共生系統，熱電共生整合效率 25%。	太陽能聚熱熱電系統採用儲熱熔鹽 40%KNO ₃ +60%NaNO ₃ ，熔鹽從 350 °C 開始釋放熱量，可以產生 157 °C/ 5 kg/cm ² 飽和蒸汽和 0.6 W 電力，熱電共生效率約 32%。	符合預期目標
完成開發光熱廢熱輔助節能系統，整體能源效率 30%。	以 9/24-10/1 每日耗能為因變數，每日環境平均溫度和平均日照度為自變數，經多元線性迴歸求出改善前耗能基準線，將該耗能基準線預測值與 10/3-10/14 節能改善後之空調箱整體實際耗能曲線比對，結果顯示改善後節電 36%。	符合預期目標
本分項工作之重要成果說明，詳如附錄二、佐證圖表(P42-44 頁)。		
三、電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證		
完成精進節能窗效率模擬程式與完成其效能驗證。	採用 CNS12381-R3161 之規範，完成建立平面式節能窗效率模擬程式。其計算之太陽熱取得率 (SHGC) 數值可反映各式平面窗之光譜差異，如模擬計算 INER Low-E 膜黏貼於室內/外側之 SHGC 各為 0.39 及 0.34。	符合預期目標
完成建置建築物節能改善效率模擬程式與完成其效率驗證。	取得 DesignBuilder 建築物節能模擬程式，完成測試平台模型，使用台灣北部氣候資料進行模擬測試平台展示間(地板面積 10.9m ² ，開窗率 37.8%，空調定溫 24°C) 之空調耗電情形，結果顯示安裝 INER Low-E 膜節能窗 (INER Low-E on glass) 年度空調耗電較安裝 8mm 青板玻璃省電 15.8%，10 月份的展示間可節省 25%。實測方面，顯示安裝 Low-E 膜節能窗可於 10 月份節省 22% 的空調用電，與模擬接近。	符合預期目標
完成零碳排放示範系統建立，驗證節能效果 > 5	節能測試平台展示間(地板面積 10.9m ² ，開窗率 37.8%，空調定	符合預期目標

%。(加入可撓式 PV 元件及 Low-E 整合之概念)	溫 24°C)於晴天(09:00~18:00)實測空調耗電情形(單日最大用電量 6kWh)，並比較窗戶黏貼 Low-E 膜及加入可撓式 PV 元件(單日發電量>300Wh)後得之其節電效果>5%。	
本分項工作之重要成果說明，詳如附錄二、佐證圖表(P45-47 頁)。		
四、工業電漿技術及應用系統平台開發建置		
完成開發立體式雙向 VHF 大面積 400×400 mm² 之電漿反應器，射頻頻率 40 MHz，電漿密度>5×10⁹/cm³，均勻度±10%。	已完成 80 MHz 放電測試，氣體壓力和功率密度為 0.1-2 Torr 和 0.03-0.08 W/cm²，採用疊加兩駐波之創新技術改善放電均勻性，結果顯示僅施加單一駐波時，非均勻度介於±30%-±100%，但同時疊加兩駐波可將非均勻度降低至<±10%，電子密度介於 10⁹-10¹⁰ cm⁻³。	符合預期目標
完成開發立體式雙向 VHF 長型式反應器，電漿區寬 600 mm，射頻頻率 60 MHz，電漿密度>5×10⁹/cm³，均勻度±10%。	已在 0.2-0.6 Torr 下，完成放電測試，採用同時疊加兩特定駐波之新穎技術改善放電非均勻度，實驗結果顯示當僅施加單一駐波時，電漿無法完全涵蓋放電間距，因此非均勻度高達±100%，但同時疊加兩特定駐波時，最佳非均勻度可低至±5%以下，且電子密度~1×10¹⁰ cm⁻³，此外，實驗結果亦顯示雙疊波疊加之電漿放電分布情形，可利用兩駐波方程式之線性疊加結果準確預測。	符合預期目標
1. 完成大面積 400×400 mm² 之 Showerhead 之流場分布模擬。 2. 完成長線型寬幅 600 mm 之 showerhead 或側向進氣之流場模擬。	完成 180 cm×10 cm 之長線型與 160 cm×120 cm 之大面積型的 VHF 電漿反應器電磁場分布模擬，工作重點為兩特定駐波之時間/空間相位差與振幅對於疊加結果之影響。模擬結果顯示當兩駐波之空間和時間相位差皆為 90° 時，電磁場分布將呈現對稱結果，根據長線型反應器可視為一維系統，而大面積型反應器在適當的饋入點數目與排列下，可有效改善非均勻度。	符合預期目標
完成 Langmuir Probe 和 OES 之電漿均勻度量測。	已完成 Langmuir Probe 和 OES 等設備之安裝與測試，兩者皆可藉由真空腔體外之機構，於真空環境下移動，藉此量測不同位置	符合預期目標

	之電漿特性。	
完成非晶矽和微晶矽薄膜低壓製程。	完成非晶矽和微晶矽薄膜低壓製程並藉由光學放射光譜儀 OES 量測電漿放射光譜，監測電漿製程中的穩定度，另外建立電漿光譜隨製程參數如射頻功率、氣體壓力及氫稀釋比變化的關係，此次實驗中射頻功率改變範圍為 40~100 W；氣體壓力改變範圍為 100~400 pa，在此次的實驗分析中， Si^*/SiH^* 來代表電子溫度的變化趨勢，並與 $\text{H}_\beta/\text{H}_\alpha$ 分析比較，當壓力上升時， $\text{OES-ratio}(\text{Si}/\text{SiH}^*, \text{H}_\beta/\text{H}_\alpha)$ 有下降的趨勢符合預期，而在功率上升時， $\text{OES-ratio}(\text{Si}/\text{SiH}^*, \text{H}_\beta/\text{H}_\alpha)$ 有相反的趨勢變化。	符合預期目標
完成研製及組合 RF /VHF CCP、Ion Beam、DC/PULSE/RF 磁控濺射、HIPIMS 磁控源於左列系統，並作功能整合測試。	配合 EC 節能膜應用已安置 DC、PULSE、RF 及 RF PULSE 等磁控濺射多重製程電漿源且規劃設計 RF CCP、Ion Beam 等前處理電漿源。在 RF 功率 600W 氧流量 34sccm 下濺鍍 EC 離子儲存層 NiO 膜厚為 126nm，穿透率變化可達 48%。另在 ITO-PET 基板上進行電漿濺鍍電致變色薄膜(WO_3 及 NiO)二種 EC 製程膜，並完成 15cm×15cm 電致變色元件樣品其穿透度變化約 50%。	符合預期目標
完成先導型捲揚式裝置擴充製作及功能提昇整合試驗。	完成先導型捲揚式裝置擴充製作及功能提昇整合試驗。包含改善加熱均溫性、製程氣體對流穩定性、VHF 電漿穩定、軸承防塵、自動化及張力保護控制精進等，系統可達一體連線自動化鍍製程序及光電級品質製程之需求。系統測試可穩定連續鍍製 p-i-n 光伏達 10 米以上之長度。	符合預期目標
本分項工作之重要成果說明，詳如附錄二、佐證圖表(P48-54 頁)。		

肆、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

單位：仟元

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)			
電漿在綠色 節能環境之 開發與應用	49,496				核能研究所	
		電漿薄膜技 術在可撓式 節能及能源 元件整合系 統開發與應 用	16,990		核能研究所	
		電漿薄膜聚 光光熱電整 合系統應用 開發	7,590		核能研究所	
		電漿技術運 用於綠色環 境零碳排放 整合開發驗 證	10,562		核能研究所	
		工業電漿技 術及應用系 統平台開發 建置	14,354		核能研究所	

(二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期 103.12.31

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	36,406,000 (36,406,000)		36,406,000 (36,369,357)	73.55 % (73.48%)	
3.差旅費					
4.管理費					
5.營業稅					
小計	36,406,000 (36,406,000)		36,406,000 (36,369,357)	73.55 % (73.48)	
二、資本支出					
1.設備費	13,090,000 (13,090,000)		13,090,000 (13,090,000)	26.45 % (26.45 %)	
小計	13,090,000 (13,090,000)		13,090,000 (13,090,000)	26.45 % (26.45 %)	
合計金額	49,496,000 (49,496,000)		49,496,000 (49,459,357)	100 % (99.93%)	

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

二、計畫人力執行情形

(一)計畫人力(人力統計截止日期：103.12.31)

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
<u>分支計畫</u> 電漿在綠色節能環境之開發與應用	原訂	50	1	13	26	10
	實際	43.96	0.7	11.86	22	5.4
	差異	-5.84	-0.3	-1.14	-4.0	-4.6
<u>分項計畫</u> 電漿薄膜技術在可撓式節能及能源元件整合系統開發與應用	原訂	20	1	7	10	2
	實際	18.32	0.7	6.02	11.4	0.2
	差異	-1.68	-0.3	-0.98	+1.4	-1.8
<u>分項計畫</u> 電漿薄膜聚光光熱電整合系統應用開發	原訂	10	0	2	6	2
	實際	9.0	0	2.62	6.28	0.1
	差異	-1.0	0	+0.62	+0.28	-1.9
<u>分項計畫</u> 電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證	原訂	10	0	2	7	1
	實際	7.9	0	1.0	5.5	1.4
	差異	-2.1	0	-1.0	-1.5	+0.4
<u>分項計畫</u> 工業電漿技術及應用系統平台開發建置	原訂	10	0	2	3	5
	實際	8.74	0	2.22	2.82	3.7
	差異	-1.26	0	+0.22	-0.18	-1.3

(二)主要人力(副研究員級以上)投入情形(人力統計截止日期：103.12.31)

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
	分支計畫主持人	12 人月 電漿在綠色節能環境之開發與應用分支計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	分項計畫主持人	12 人月 電漿薄膜技術在可撓式節能及能源元件整合系統開發與應用分項計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	分項計畫主持人	12 人月 電漿薄膜聚光光熱電整合系統應用開發分項計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	分項計畫主持人	12 人月 電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證分項計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	分項計畫主持人	12 人月 工業電漿技術及應用系統平台開發建置分項計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	子項計畫主持人	12 人月 工業電漿源開發推展子項計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	子項計畫主持人	12 人月 可撓式全固態光電漿製程研究開發子項計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
	子項計畫主持人	12 人月 可撓式薄膜光伏及節能整合系統應用開發子項計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	子項計畫主持人	12 人月 工業電漿產業製程推廣平台分支計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	

與原計畫規劃差異說明：

103 年度規劃投入研究人力 50 人年，實際投入人力 43.96 人年，預定與實際投入人力差異主要為單位人員有異動含退休、離職，在充份發揮人力配置下，不影響對計畫階段性目標的完成。

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. “Generation of Uniform Large-Area VHF Plasmas by Launching Two Specific Standing Waves Simultaneously, Journal of Applied Physics (IF=2.185), 2014, 116, 103307”：VHF PECVD 可在不影響薄膜特性下，大幅提升鍍膜速率，但將電源頻率提升至 VHF 頻段時，駐波效應所造成的不均勻放電現象將更加顯著。本論文以實驗成功驗證本所自行研發的雙駐波疊加技術可行性，可使長度 54 cm 之非均勻度由單駐波時

的 $\pm 60\%$ 改善至 $\pm 10\%$ ，符合工業需求；此外，本文亦成功證實上述技術可在相同電極設計下，應用於不同電源頻率，此特點為現行技術所缺乏之優點。

2. 『兩相逆流熱虹吸之研製與性能分析』，熱管理產業通訊第 35 期，2014 年 8 月，本研究已成功開發 600 W 自主向下傳熱 1.5 m 之逆流熱虹吸裝置。
3. 「Flexible All-Solid-State Electrochromic Devices Fabricated by Reactive Sputtering」IME-11 國際研討會(2014/8/31~2014/9/4)。全固態電致變色薄膜元件(ITO/ NiO /Ta₂O₅/ SiO₂/WO₃/ ITO)之製作，主要藉由 SiO₂ 薄膜降低電致變色元件之漏電，於 $\pm 4\text{V}$ 電壓操作下，元件光學變化率 ΔT 在波長 550nm 可達 50% (上色狀態穿透度 $\sim 18\%$ ，退色狀態穿透度 $\sim 68\%$)。
4. "A Novel Technique to Improve the Uniformity of Large-Area VHF Plasmas — Launching Two Specific Standing Waves Simultaneously"(發表於 ISPlasma 2014/IC-PLANTS 2014 研討會)：本論文採用本所自行研發的雙駐波疊加技術，成功在 80 MHz、放電區長度 125 cm 等規格下，將放電非均勻度降低至 $\pm 5\%$ ，上述規格與結果皆可和世界技術領先者相媲美，更重要的是，上述技術原理簡單，無須數值模擬輔助設計，可大幅減少設備建造時間，此外，雙駐波疊加法之可行性不受頻率限制，具可突破最高商業頻率規格—80 MHz 之潛力。
5. "Experimental Study of a Constant Pressure Two-Phase Thermosyphon with a Thermoelectric Generator" 和 "Experimental Study of a Cyclical Two-Phase Reverse Loop Thermosyphon"，The Heat Transfer Symposium 2014，中國北京，5 月 6 日至 5 月 9 日。本研究開發的兩相虹吸熱電產生器裝置，為兩相熱虹吸桶槽結合熱電晶片進行發電，裝置內含熔鹽可充分緩衝太陽不穩定的能量，並維持加熱、儲能與發電。兩相逆流熱虹吸儲熱裝置(Reverse Loop

Thermosyphon, RLT)能以逆向自然對流的方式將大量熱能以較低的溫差快速由上而下傳送至上方的儲熱槽，裝置可靠性高、能抵抗浮力，並且在高功率熱能儲存應用上有良好的表現，此裝置可應用於太陽熱能、儲熱、廢熱回收、冷凍空調等許多不同的領域。

6. **“A Novel Thermosyphon for Ground Heat Exchanger”**，2014 年宏偉再生能源國際研討會，7 月 27 日至 8 月 2 日。本研究是利用逆流熱虹吸(Reverse Thermosyphon)原理，開發自主性向下傳熱迴路，取代傳統地源熱泵的機械泵驅動土壤換熱迴路(Ground Heat Exchanger)，具有節能、可靠性高、低成本及安裝容易等優點，逆流熱虹吸原型傳熱距離 1.5 M，熱阻 $0.05^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，逆流熱虹吸地源熱泵的耗電是空氣散熱空調的 51%。

(二) 技術創新

1. **「真空鍍膜裝置」**，中華民國發明專利 (申請案號: 103131945)。本發明為一種大面積捲對捲真空鍍膜裝置，包括真空腔體、電弧放電電漿源、收放料組件、滾輪等以形成真空捲揚式鍍膜系統。系統採本所獨特電弧式電漿鍍膜技術，相較高成本濺鍍技術，本電弧製鍍技術，結構單純，原料充裕價廉，大幅降低成本，有利汽車、家居高性能隔熱膜貼膜普及化。世界獨創，已規劃製程設備專利佈局。
2. **太陽熱能利用技術”Multi-functional solar combined heat and power system”**日本專利特許第 5541603 號。本發明特色係具有高效率之太陽能發電及供熱能力，提昇太陽能使用效率及太陽能產業之競爭力，應用在分散式或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。
3. **工業節能技術”A fast heat transfer device with function of heat dissipation and power generation”**美國專利許可，專利權號碼：US8,658,918B1。本專利係一種同時散熱及發電的快速熱傳裝置，應用

於需要快速傳熱或廢熱回收利用的場合。藉著工作流體不斷快速地重複蒸發和冷凝兩相變化過程，形成一閉迴路循環；相較於傳統熱虹吸管或傳統朗肯循環，本專利具有同時散熱及發電的功能，且不須循環泵，使得裝置小型化及大幅減低成本，節省能源的損耗。

4. 工業節能技術”Apparatus and method for generating power and refrigeration from low-grade heat”美國專利許可，專利權號碼：US8,572,973B2。本專利係一種結合有機朗肯循環和噴射式冷凍系統之熱能利用裝置，可應用於低階熱能，如工業廢熱、太陽熱能或地熱等再利用，使用者依據電力或冷凍的需求，決定適當的運轉模式，俾使系統熱能達至最適且最多元化之利用，以充分發揮節能功效。
5. ”Device of downward heat-transfer using reverse thermosiphon loop”美國專利申請，申請案號 14/332,629。本技術係利用飽和蒸汽壓力與重力的特殊配置，建立自主向下大量傳熱的機制，可以應用於太陽熱能傳遞、鍋爐廢熱回收、地源熱泵散熱和核子反應爐的散熱等。

(三) 經濟效益

1. 針對電漿技術鍍製節能薄膜技術於電致變色節能元件應用，與國內○○○工業股份公司針對電致變色元件應用進行「無線傳輸控制電變色薄膜眼鏡應用整合技術」應用提出合作開發提案，目前已就 MOU 簽署部分進行評估，預估先期技術收入 100 仟元。
2. 針對電漿鍍膜新穎面板感測元件整合之應用與○○光電簽訂「可撓式半導體薄膜元件電極技術」技服案，本年度技術收入 30 萬元(2013 年年底針對可撓式電漿濺鍍金屬電極應用於可撓式顯示器先期評估方面簽訂 NDA。)
3. 針對彩色節能奈米薄膜之應用與○○工業股份有限公司簽訂「可撓式全固態節能薄膜元件製程技術」先期參與案，本年度收入 100 萬元，先期參與案計劃採本所獨特電弧式電漿鍍膜技術，可大幅降低成本，有

利汽車、家居高性能隔熱膜普及化。預期第二階段技轉授權，該公司將投入 2,000 萬元以上經費，建立工業級設備。

(四) 社會影響

1. 與產業合作，發展電致變色節能模組及顯示器相關技術，增加至少 8 位研究人員參與。

(五) 其它效益

1. 藉由與國內優秀學術研發團隊進行合作，尤其是與產業界合作關係密切之團隊，以產業需求為出發點，培育節能及光電產業所需人才，共計 12 人預計畢業後投入相關產業界研發。

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。

績效屬性	績效指標	原訂值	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	論文、國內/國外 SCI 期刊發表數量:9 篇	國內外會議論文發表 9 篇、國內外重要期刊 (SCI 等) 發表 7 篇，合計 16 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，展現本所電漿及薄膜節能技術紮根之基石，有效支援應用研究推廣。	
	B 研究團隊養成	3	3 個團隊 (詳如附錄一、佐證資料表之研究團隊表)	各分項計畫均將建置專業實驗室，包括： 1.電漿技術及電漿製程系統整合與鍍膜實驗室。 2.全固態電漿薄膜製程及節能元件鍍膜實驗室。 3.節能能源環境模擬評估及驗證實驗室。	
	C 博碩士培育	6	10 人 (詳如附錄一、佐證資料表之培育人才表)	博士培訓 5 人，碩士 5 人，為國家培養下一代之研究人員。	
	D 研究/技術報告	26	研究/技術報告 29 篇。 (詳如附錄一、佐證資料表之研究/技術報告表)	增進本所研發效益。	
技術創新(科技整合創新)	G 專利	申請/獲得國內或國外之專利: 10 件以上	國內及國外發明專利共 21 件，其中申請發明專利中華民國 6 件，美國 2 件；獲得發明專利美國 5 件，中華民國 7 件，日本 1 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	5	發表於國內或國外研討會 5 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。	

績效屬性	績效指標	原訂值	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	J 技術移轉	1	技術移轉 2 件 (詳如附錄一、佐證資料表之技術移轉表)	技術移轉(權利金 256 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	2	技術服務 3 項 (詳如附錄一、佐證資料表之技術服務表)	技術服務(服務收入 2,300 千元), 有效提升產業界開發產品之技術能力。	
經濟效益 (產業經濟發展)	L 促成廠商或產業團體投資	1	1. 與民間產業先期合作 3 件: (1)與○○光電簽訂「可撓式半導體薄膜元件電極技術製作與開發」委託合作計畫案, 金額 300 千元。 (2)與○○工業股份有限公司簽訂「可撓式全固態節能薄膜元件製程技術」委託合作計畫案, 金額 1,000 千元。 (3)與○○科技股份有限公司簽訂「高功率脈衝磁控濺鍍低溫製品評估」委託合作計畫案, 金額 1,000 千元。 2. 與國內 5 所學界簽訂合作研究計畫 5 件, 研究金額 3,200 千元。	1.可加速本計劃研究項目之應用推廣及達到技術實際與產業搭配之目標。 2. 與學界之合作案包括 <u>清華大學</u> :(超高頻矽烷/氫氣電容式電漿模擬計算分析之研究); <u>中央大學</u> :(捲對捲式濺鍍低輻射膜的精密光學監控系統研發); <u>中山大學</u> :(電致變色元件與薄膜電晶體元件之製程整合特性研究);高雄應用科技大學:(提升可撓式太陽能電池模組效率之研究);淡江大學:(太陽能聚光中溫熱管之開發)。	

績效屬性		績效指標	原訂值	初級產出量化值	效益說明	重大突破
社會影響	民生社會發展	R 增加就業	30	聘用 2 人、替代役 16 人、專支人員 8 人，共 26 人。	因計畫的執行，聘用計畫相關研發人力，以創造就業機會。	
	其他效益（科技政策管理及其它）	其他		學術合作案包括：清華大學、中央大學、中山大學、高雄應用科技大學，淡江大學，共培育博士生 5 人、碩士生 5 人。	藉由與國內優秀學術研發團隊進行合作，培育節能及光電產業所需人才。	

陸、 主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

說明：

1. 請填面向之權重，加總共 100%。

請依前述重要成果及重大突破所勾選之內容說明其價值與貢獻度：

重要成就與重大突破項目	權重(%)
	原計畫設定
一、學術成就(科技基礎研究)	30
二、技術創新(科技整合創新)	35
三、經濟效益(產業經濟發展)	15
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)	10
五、其它效益(科技政策管理及其它)	10
總計	100%

一、學術成就(科技基礎研究)(權重_30_%)

- (一)、成功驗證嶄新駐波消除法可改善大面積 VHF 電漿源之放電均勻性
“Generation of Uniform Large-Area VHF Plasmas by Launching Two Specific Standing Waves Simultaneously, *Journal of Applied Physics* (IF=2.185), 2014, 116, 103307”和“A Novel Technique to Improve the Uniformity of Large-Area VHF Plasmas — Launching Two Specific Standing Waves Simultaneously”(已於 ISPlasma 2014/IC-PLANTS 2014 研討會發表):論文使用 100%創新的雙駐波疊加技術改善大面積 VHF 電漿源放電非均勻性，技術原理為將兩特定駐波轉換成行進波，為國際首見使用行進波解決 VHF CCP 駐波效應之學術論文，實驗結果亦顯示整體電漿放電行為可利用兩駐波之線性疊加有效預測之。
- (二)、完成全固態電致變色薄膜元件(ITO/ NiO /Ta₂O₅/ SiO₂/WO₃/ ITO)之製作，主要藉由 SiO₂ 薄膜降低電致變色元件之漏電，於±4Volt 電壓操作下，元件光學變化率 ΔT 在波長 550nm 可達 50% (上色狀態穿透度~18%，退色狀態穿透度~68%)。並將研究成果「Flexible All-Solid-State Electrochromic Devices Fabricated by Reactive Sputtering」投稿並發表於 IME-11 國際研討會 (2014/8/31~2014/9/4)。
- (三)、對可撓式薄膜全固態鋰電池元件的開發，完成可撓式薄膜全固態鋰電池元件(SS/LiMn₂O₄/LiPON/Li and SS/LiCoO₂/LiPON/Li)之製作及其基本電化學測試。並將研究成果「Development of flexible lithium-ion battery on a stainless steel substrate by radio frequency magnetron sputtering」投稿並發表於 Electrochemical Conference on Energy & the Environment, ECEE 2014 國際研討會 (2014/3/13~2014/3/16)。

二、 技術創新(科技整合創新) (權重_35_%)

- (一)、 完成自主型太陽能電池結合電致變色元件驅動驗證，藉由白光 LED 照射面積 100cm^2 薄膜太陽能電池(PV)所產生之環保電力驅動 $25\text{cm}\times 25\text{cm}$ 可撓式電致變色元件，整體薄膜元件光學穿透度變化可達 45%。更於 2014 年台北國際發明展展出，獲得大會展前電子報之推薦，提供發電、感測及節能一體化且無需外加電源之智慧型電致變色節能窗於智慧節能家庭應用之解決方案。
- (二)、 以本所獨特電弧式電漿鍍膜技術，創新大突破鍍製高階隔熱膜並通過驗證(高透光率 50%時，阻絕 50%以上熱滲透，且可調變色彩)，完全翻轉高門檻高成本全球主力濺鍍技術，大幅降低成本，世界獨一無二。預期促成國內最大規模節能膜廠商，投資 2000 萬以上來轉型升級。有利汽車、家居高性能貼膜普及化，已積極進行專利布局。
- (三)、 與可撓式國內拉線廠商進行 $24\text{cm}\times 24\text{cm}$ 大小之可撓式分散式電極開發，達成在低溫封裝製程下金屬電極高光學開口率及低阻值要求，經 $23\text{cm}\times 23\text{cm}$ 之太陽能電池驗證可將電極電阻值降至 0.3Ω 左右;更進一步針對 $15\text{cm}\times 15\text{cm}$ 之電致變色元件進行驗證，實驗結果整體電致變色元件變色均勻度有效提升，因此未來可應用於各式大面積可撓式節能薄膜元件，達成關鍵技術本土化與產業化之目標。
- (四)、 針對全固態電致變色薄膜元件製程開發，提出「一種改善全固態電致變色元件持色效能的方法」中華民國專利申請，對於全固態電致變色薄膜元件(ITO/ NiO /Ta₂O₅/ SiO₂/WO₃/ITO)之結構，藉由 SiO₂ 薄膜的引入降低電致變色元件之漏電特性，有效提升元件持色時間。

三、 經濟效益(產業經濟發展)(權重_15_%)

- (一)、 針對電漿技術鍍製節能薄膜技術於電致變色節能元件應用，與國內○○○工業股份公司針對電致變色元件應用進行「無線傳輸控制電變色薄膜眼鏡應用整合技術」應用提出合作開發提案，目前已就 MOU 簽署部分進行評估，預估先期技術收入 100 仟元。
- (二)、 針對電漿鍍膜新穎面板感測元件整合之應用與○○光電簽訂「可撓式半導體薄膜元件電極技術」技服案，本年度技術收入 30 萬元(2013 年年底針對可撓式電漿濺鍍金屬電極應用於可撓式顯示器先期評估方面簽訂 NDA。)
- (三)、 針對彩色節能奈米薄膜之應用與○○工業股份有限公司簽訂「可撓式全固態節能薄膜元件製程技術」先期參與案，本年度收入 100 萬元，先期參與案計劃採本所獨特電弧式電漿鍍膜技術，可大幅降低成本，有利汽車、家居高性能隔熱膜普及化。
- (四)、 針對國內上市○○公司聚合物基材低溫薄膜製程需求，本所與該公司簽訂「高功率脈衝磁控濺鍍低溫製品評估」技術服務案，並導入高分子塑膠基材運用。本年度技服收入 100 萬元，且採用本所高功率脈衝磁控濺鍍 (HIPIMS)核心技術，可大幅改善傳統電鍍業之高耗能及廢液處理等環保節能需求，並可廣泛應用於 3C 及汽車產業。

四、 社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重_10_%)

- (一)、 與產業合作，發展電致變色節能模組及顯示器相關技術，增加至少 8 位研究人員參與。
- (二)、 9 月於台北世貿舉行之「2014 台北國際發明暨技術交易展」，針對自主型太陽能電池結合電致變色元件驅動進行展示，藉由白光 LED 照射面積 100cm^2 薄膜太陽能電池(PV)所產生之環保電力驅動可撓式電致變色元件，提供發電、感測及節能一體化且無需外加

電源之智慧型電致變色節能窗於智慧節能家庭應用之解決方案，展出期間吸引許多民眾到場參觀，成功推廣可撓式薄膜太陽能電池元件與節能膜與居家生活結合之節能概念。

五、 其它效益(科技政策管理及其它)(權重_10_%)

- (一)、 針對電漿技術鍍製節能薄膜技術於電致變色節能元件應用，與○○科技合作研究針對可撓式圖案化電致變色節能元件技術進行開發，主要針對電致變色薄膜光學特性進行提昇，並藉由○○科技於模組封裝，提升電致變色模組長期操作之穩定度，並完成自主型太陽能電池結合電致變色元件驅動驗證，藉由白光 LED 照射面積 100cm^2 薄膜太陽能電池(PV)所產生之環保電力驅動 $25\text{cm} \times 25\text{cm}$ 可撓式電致變色元件，整體薄膜元件光學穿透度變化可達 45%。更於 2014 年台北國際發明展展出，獲得大會展前電子報之推薦，提供發電、感測及節能一體化且無需外加電源之智慧型電致變色節能窗於智慧節能家庭應用之解決方案。
- (二)、 針對電漿技術鍍製節能薄膜技術於電致變色節能元件應用，於「2014 台北國際發明暨技術交易展」會場與國內○○股份公司針對電致變色元件應用進行交流，廠商針對「無線傳輸控制電變色薄膜眼鏡應用整合技術」應用提出後續合作開發提案，並提供初步資訊協助廠商申請地方型 SBIR 計畫，協助產業技術創新應用，目前已就 MOU 簽署部分進行評估。
- (三)、 完成面積為 $22 \times 22 \text{ mm}^2$ 的可撓式薄膜全固態鋰電池元件(SS/LiMn₂O₄/LiPON/Li and SS/LiCoO₂/LiPON/Li)之製作，其最高的放電電容量以達到目前國際大廠所製作的薄膜全固態鋰電池電容量。並且成功驅動一些市面上的穿戴式 LED 產品，例如 LED band，LED arm band，LED 手錶和 LED 發光衣服等應用商品做結

合，已於 2014 年台北國際發明暨技術交易展展出，受到多家廠商的詢問和關注。

- (四)、本組主辦 3 月 7 日績彭講座，邀請成大航太系主任鄭金祥博士來本所演講，題目『從能量轉換觀點談節能科技發展』。主要內容係介紹史特林引擎和冷凍機的最新發展和太陽能應用，同時提出需要解決的問題，如耐高溫氣缸材料的開發。
- (五)、本組與中央大學機械系楊建裕教授合作開發吸附式製冷技術。由本組負責關鍵元件沸石吸附材料的研究，而由中央大學負責吸附式製冷系統的設計與測試。目前國際的吸附式冰水機商品均以矽膠當作吸附材料，如果以沸石取代，理論上可減少 40 %的體積。

柒、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、與國內光電大廠針對電漿製程製做可撓式半導體薄膜元件電極技術先行進行先期評估，除已簽訂一技服案外，預計於本年度完成初步製程測試後，與國內相關應用廠商進行後續合作開發提案，目前已就 MOU 部分進行評估，並協助國內創新研發公司爭取地方型 SBIR 計畫申請。
- 二、HIPIMS 低溫製程沉積 Cr 膜及各式反應性膜 (TiN、TiNO、DLC) 於工業 PC 塑材樣品，色澤及高附著力(3M 898 膠帶測試)超越傳統製程之極限，其中金屬 Cr 膜並已通過 10 項嚴苛環測。新創之高黏著性之膜，下年度續與民間業者簽新約輔導上線生產。

捌、後續工作構想之重點

- 一、針對 5.5 代規格之 VHF PECVD (基材尺寸=140 cm × 110 cm)進行純電磁場模擬，旨在探討如何藉由適當饋入點位置和數目之安排，將本所自行研發的雙駐波疊加法應用在非長線型電漿源。

- 二、針對目前太陽能電池技術之新穎應用，提出不同記憶體元件與太陽能電池之整合概念，針對可調變太陽能電池開路電壓之整合型元件進行研究開發，並詳細紀錄研發歷程，作為相關技術發展及移轉之重要技術資料，初步實驗結果證實元件具有 0.27Volt 的開路電壓 Voc 偏移效果，預計規劃先完成專利申請評估。
- 三、與國內拉線廠商進行 24cm×24cm 大小之可撓式分散式電極開發，以達成在低溫封裝製程下金屬電極高光學開口率及低阻值要求，可應用於各式大面積可撓式節能薄膜元件，達成關鍵技術本土化與產業化之目標，初步已完成單片薄膜元件封裝驗證，預計應用此技術完成 30cm×30cm 模組封裝實驗。
- 四、節能產業技轉推廣：配合產業可撓曲節能膜規範及降低成本之需求，開發 R2R 電弧/磁控電漿節能膜複合製程設備技術，提供低成本節能膜技轉整體解決方案於民間產業。
- 五、完成薄型化(厚度<150μm) PV-EC 自動調變模組(穿透度變化>40%)整合應用於汽車天窗或建築物之實體模型展示，展現節能生活應用實例，並與○○光電合作將此技術導入面板製程中提供創新應用。

玖、檢討與展望

- 一、電弧電漿鍍製高階陽光控制膜技術大突破，世界獨創，預期翻轉節能市場，空間無限。已提出 105 新興政策額度計畫構想書，開發整體解決方案，專利佈局，帶動國內節能膜產業全面升級，搶佔全球千億以上市場，但全球第一部系統風險太高，**建立原型系統或與合作開發授權並行**，保護雙方。

- 二、開發 80MHz VHF 電漿源，新創雙駐波疊加成行進波，1.2 公尺長度內，獲 $\leq \pm 5\%$ 之放電非均勻度，國際首創。適合高品質高速率矽薄膜製鍍應用。除 HIT 應用外，亦積極思考非太陽電池之應用領域。
- 三、前瞻創新智慧整合應用(輕薄可繞 PV、EC、TFB、Low E..發電、感測、節能一體化)與科技業合作正進行初步驗證評估如矽薄膜光電光感測導入顯示器面板製程、無線傳輸控制 EC 薄膜灰階變色...，極具挑戰性。盡速完成驗證、簽約合作開發測試元件，確立雙方權利義務，共創雙贏。
- 四、本計畫將積極投入讀書會，培育年輕人獨立思考創造能力，資深同仁陪導，主題涵蓋節能新能源，建立知識庫。配合新環境新政策逐漸縮小至特定若干主題，如大空間電弧電漿、融合電漿、冷熱電三生、零耗能建築...等。

填表人：_____

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：

【A 學術成就表】

中文/英文題名	第一作者	發表年 (西元年) (所內登錄編號日期)	文獻類別
新式小型太陽能聚光發電廠之能源和可用能分析 Energy and Exergy Analysis of a New Small Concentrating Solar Power Plant		2014/1/22	c
藉由引發行進波生成均勻大面積 VHF 電漿 Generation of Uniform Large-Area VHF Plasmas by Launching a Traveling Wave		2014/4/16	d
研究萊格特-Garg 不等式對於一個開放系統的二能階在非馬可夫過程的退相干 Investigating Leggett-Garg inequality for a two level system under decoherence in a non-Markovian dephasing environment		2014/8/27	d
Characteristics of nitrogen plasma immersion ion implantation treatment on gadolinium oxide resistive switching random access memory		2014/9/12	d
Generation of Uniform Large-Area VHF Plasmas by Launching Two Specific Standing Waves Simultaneously		2014/9/16	d
運用射頻電漿技術發展可撓式全固態鋰離子電池 Fabrication of a flexible lithium-ion battery on stainless steel by radio-frequency magnetron sputtering		2014/9/23	d
Enhanced optical performance by energetic hydrogen passivation at Si/oxide interface		2014/10/7	d
應用超臨界二氧化碳技術提升電阻型記憶體薄膜特性之研究		2014/10/31	d
兩相逆流熱虹吸之研製與性能分析		2014/9/2	a
兩相逆流熱虹吸管之研製與性能分析		2014/5/16	e
相變發電裝置之研製與測試		2014/6/24	e
自由活塞史特林引擎的動態行為之研究		2014/10/14	e
應用光譜分析儀於磁控濺鍍系統的反應沉積製程控制		2014/10/14	e

DC 直流濺射 WO ₃ 之電致變色特性 Electrochromic and optical properties of tungsten oxide films deposited with DC sputtering by introducing of hydrogen		2014/6/3	f
兩相穩壓虹吸管搭配熱電晶片發電實驗研究		2014/7/7	f
兩相逆流熱虹吸迴路實驗研究		2014/7/7	f
一種改善大面積 VHF 電漿源的新穎方法 — 同時疊加兩特定駐波 A Novel Technique to Improve the Uniformity of Large-Area VHF Plasmas — Launching Two Specific Standing Waves Simultaneously		2014/6/30	f
可撓式 EC 元件之製備		2014/10/3	f

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

【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)
電漿技術及電漿製程系統整合團隊	1.核研所物理組 2.清華大學工科系	b	2011
全固態電漿薄膜製程及節能元件設計團隊	1. 核研所物理組 2. 中山大學物理系及光電材料系 3. 交通大學光電系 4. 逢甲大學材料科學與工程學系 5. 國立高雄應用技大學模具系 6. 國內光電大廠	b	2012
節能能源環境模擬評估及驗證團隊	1. 核研所物理組 2. 成大建築系 3. 國內節能膜量產廠商	b	2013

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
○○○	a	中央大學	○○○
○○○	a	中央大學	○○○
○○○	a	中央大學	○○○

○○○	b	中央大學	○○○
○○○	a	中山大學	○○○
○○○	a	中山大學	○○○
○○○	b	高雄應用科技大學	○○○
○○○	b	淡江大學	○○○
○○○	b	清華大學	○○○
○○○	b	清華大學	○○○

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

【D 研究/技術報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年) (所內登錄編號日期)	出版單位
熱電產生器之研製		2014/1/21	核能研究所
拋物面聚光裝置之研製		2014/1/21	核能研究所
捲揚式電漿鍍膜設備及其隔絕污染之製程研究		2014/1/21	核能研究所
捲揚式電漿化學氣相沉積系統於非晶矽薄膜沉積之研究		2014/1/21	核能研究所
連續式電漿輔助化學氣相沉積之微晶矽薄膜太陽能電池製程研究		2014/1/21	核能研究所
銅銦鎵銻太陽能電池之研究		2014/2/11	核能研究所
鋰磷氧氮(LiPON)固態電解質薄膜之製作及其特性探討		2014/7/21	核能研究所
表面粗糙化矽晶太陽能電池之濕式化學蝕刻程序		2014/9/29	核能研究所
液態電致變色元件封裝		2014/10/8	核能研究所
優化電致變色薄膜之製程條件		2014/10/6	核能研究所

薄膜鋰電池陰極材料鋰鈷氧(LiCoO ₂) 薄膜晶格取向控制之物理及電化學特性研究		2014/10/8	核能研究所
熔鹽儲熱系統的應用		2014/10/15	核能研究所
鋰鈷氧陰極材料之可撓式固態鋰離子電池研究		2014/10/20	核能研究所
SiH ₄ /H ₂ 流量比對於本質非晶矽薄膜特性與矽異質接面太陽能電池效能之影響		2014/10/31	核能研究所
先導型捲揚式電漿鍍膜裝置功能推升探討		2014/11/4 (已核示)	核能研究所
以銅銻鎵三元合金靶配合無毒硒化製程製作銅銻鎵硒太陽能電池		2014/10/7(已核示)	核能研究所
不同太陽輻射熱取得率之窗玻璃對北台灣建築物的節能效率模擬研究		2014/10/9(已核示)	核能研究所
捲對捲式濺鍍低輻射膜的精密光學監控系統研發		2014/12/15(已核示)	核能研究所
超高頻矽烷/氫氣電容式電漿模擬計算分析之研究		2014/12/19(已核示)	核能研究所
電致變色元件與薄膜電晶體元件之製程整合特性研究		2014/12/15 (申請中)	核能研究所
提升可撓式太陽能電池模組效率之研究		2014/12/17 (申請中)	核能研究所
太陽能聚光中溫熱管之開發		2014/12/19 (申請中)	核能研究所
大面積 VHF 電漿源與 HIT 太陽能電池發展現況回顧		2014/10/20 (申請中)	核能研究所
週期奈米銀樹狀結構應用於薄膜太陽能電池背反射層研究		2014/1/7	核能研究所
矽負極全固態薄膜電池之開發與特性		2014/1/7	核能研究所

研究			
Roll-to-Roll 電漿化學氣相沉積系統電漿放射光譜特性量測分析		2014/1/7	核能研究所
節能薄膜及元件於撓曲時特性及結構優化之研究		2014/1/7	核能研究所
全固態離子型薄膜元件開發		2014/1/7	核能研究所
可撓性基板之電性隔離研究		2014/1/7	核能研究所
降低太陽能電池模組之接點電阻之研究		2014/1/7	核能研究所
第 66 屆氣態電子研討會(66th Gaseous Electronics Conference)會議出國報告		2014/1/6	核能研究所
赴日本參加 ISPlasma 2014/IC-Plasma 2014 會議出國報告		2014/5/15	核能研究所

【G 智財資料表】

專利名稱	發證/申請日期	專利類別	授予國家	有效日期 (YYYYMM)
微晶矽薄膜鍍膜之生成方法及其生成裝置	103.01.11	a	a	103.01.11~117.09.17
利用脈衝電漿沉積二氧化鈦薄膜之方法	103.01.11	a	a	103.01.11~117.08.10
Structure and its method for hydrophobic and oleophobic modification of polymeric materials with atmospheric plasmas(高分子材料之大氣電漿撥水與撥油改質結構及其改質方法)	103.02.04	a	b	103.03.06~123.03.05
A fast heat transfer device with function of heat dissipation and power generation (同時散熱及發電之快速熱傳裝置)	103.02.25	a	b	101.09.07~120.09.06
Packaging structure and method for oled (有機電激發光元件之封裝方法及其結構)	103.03.25	a	b	100.09.22~120.09.21
一種金屬電漿離子佈植之設備及其方法	103.05.21	a	a	102.05.21~119.10.05

Multi-functional solar combined heat and power system (多功能太陽能熱電共生系統)	103.05.16	a	d	102.03.22~112.03.21
(水汽型電漿火炬裝置)	103.06.03	a	b	96.11.06~116.11.05
電致變色薄膜之製造方法	103.06.21	a	a	103.06.21~121.06.25
(高分子材料之大氣電漿雙重接枝聚合裝置及其方法)	103.07.15	a	b	97.05.21~117.05.20
氣體隔離腔及其電漿鍍膜裝置	103.09.21	a	a	103.09.21~121.10.11
可撓式太陽能電池結構之安裝處理方法	103.10.01	a	a	103.10.01~120.12.21
太陽能電池氧化亞銅(Cu ₂ O)薄膜鍍膜方法	103.10.21	a	a	103.10.21~-121.10.25
具皺褶結構之光學薄膜元件的製備方法	103.01.07	a	a	申請中
薄膜電池結構及其製作方法	103.07.18	a	a	申請中
逆流熱虹吸向下傳熱裝置	103.07.16	a	b	申請中
真空鍍膜裝置	103.09.16	a	a	申請中
薄膜電池結構及其製作方法	103.10.02	a	b	申請中
沉積銻錫氧化物之控制方法	103.10.03	a	a	申請中
製備具週期奈米銀岔支狀結構之光捕捉層的方法	103.10.07	a	a	申請中
一種全固態電致變色元件的製造方法	103.10.24	a	a	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	舉辦日期 (YYYYMMDD)
A Novel Technique to Improve the Uniformity of Large-Area VHF Plasmas — Launching Two Specific Standing Waves Simultaneously	第 66 屆氣態電子研討會(66th Gaseous Electronics Conference)	b	2013/9/30~10/4
Improvement of Discharge Uniformity of	APSPT-8 會議	b	2013/12/20~12/22

Large-Area VHF Plasma Source by Launching Two Specific Standing Waves Simultaneously			
Numerical Confirmation of the Feasibility to Generate Uniform Large-Area VHF Plasmas by Launching a Travelling Wave	ISPlasma 2014/IC-Plasma 2014 會議	b	2014/3/2~6
Flexible All-Solid-State Electrochromic Devices Fabricated by Reactive Sputtering	第 11 屆國際電致色變會議 (The 11th International Meeting on. Electrochromism, IME-11)	b	2014/8/31~2014/9/4
應用光譜分析儀於磁控濺鍍系統的反應沉積製程控制	2014 年第 13 屆台灣電力電子研討會暨展覽會	a	2014/9/4

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
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	○○○○科技股份有限公司
量產式建材表面鈦鍍金電漿被覆系統翻新修正暨技術授權	c	核能研究所	○○○○科技股份有限公司
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	○○○○科技股份有限公司

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)
可撓式全固態節能薄膜元件製程技術	○○工業股份有限公司	a	1,000
高功率脈衝磁控濺鍍低溫製品評估	○○科技股份有限公司	a	1,000
可撓式半導體薄膜元件電極技術製作	○○光電股份有限公司	a	300

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

本段落屬機密性內容，故不公開