

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.....	9
	一、計畫經費執行情形：	9
	(一)計畫結構與經費	9
	(二)經資門經費表	10
	二、計畫人力執行情形.....	11
	(一)計畫人力(人力統計截止日期：102.12.31)	11
	(二)主要人力(副研究員級以上)投入情形(人力統計截止日期： 102.12.31).....	12
伍、	計畫已獲得之主要成果與重大突破(含量化成果 output)	13
	一、本計畫重要成果及重大突破.....	13
	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_%).....	21
	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
	(一)就業機會	24
	(二)環保節能	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.....	27
玖、	檢討與展望	27

附錄一、佐證資料表.....	29
附錄二、佐證圖表.....	35

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

衡量指標：

1. 電致變色節能膜、低輻射節能膜及可撓式太陽能電池模組研發成果以實品及整合成體感節能廊道實際驗證節能成效，並參與相關能源展或記者會，**至少與2家業者**簽訂合作開發、先期參與或技術服務合約。
2. 完成寬30cm長60cm穿透度達70%之Low E(低輻射)膜節能窗模組。
3. 完成1200mm×1500mm 25W可撓式太陽能電池模組。
4. 完成寬20cm長20cm之可見光調變率30%彩色型電致變色節能窗模組。
5. 與友達簽約致力於電致變色元件結合顯示器之原型顯示器合作研究。

KPI：

論文2篇，研究報告及技術報告5篇，專利申請3篇。

電漿薄膜聚光光熱電整合系統應用開發

衡量指標：

1. 完成拋物面聚光系統規劃與初期建置。
2. 完成太陽能高溫儲熱系統規劃與初期建置，儲熱效率30%。
3. 完成儲熱式熱電共生系統規劃與初期建置。
4. 完成太陽能熱泵空調系統規劃與初期建置。

KPI：

論文2篇，研究報告及技術報告3篇，專利申請1篇。

電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證

衡量指標：

1. 完成節能窗SHGC及透光率等特性之模擬分析。
2. 完成太陽光伏元件模擬程式之建立。
3. 完成測試系統場地架構之規劃。

KPI：

論文2篇，研究報告及技術報告3篇，專利申請2篇。

工業電漿技術及應用系統平台開發建置

衡量指標：

1. 完成先導型R2R(捲揚式)PECVD(電漿輔助化學氣相沈積)系統功能提昇，驗證矽薄膜太陽電池p-i-n膜連線製程符合產品功能規範，**且可連續鍍製達1米以上之長度。**

KPI：

論文1篇，研究報告及技術報告3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

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

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：102-2001- 02-MY-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)：**102 年 1 月 1 日至 102 年 12 月 31 日**

年度經費：62,737 仟元 全程經費規劃：307,737 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：

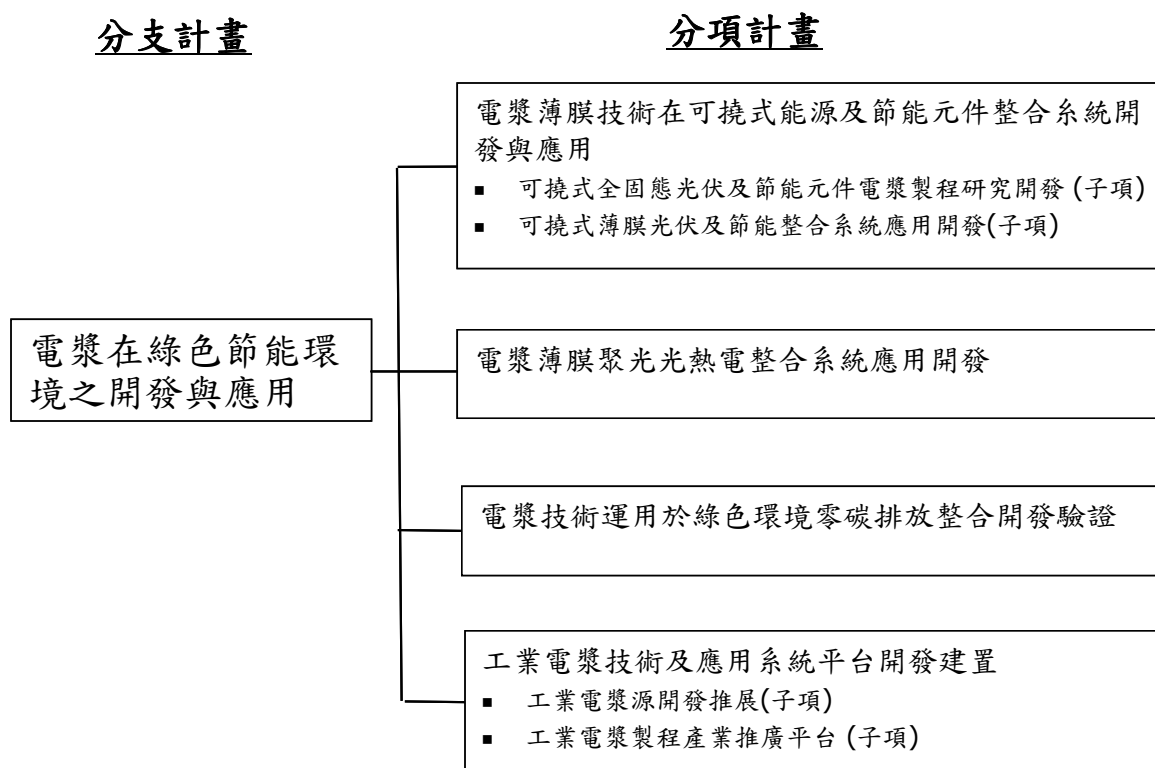
(計畫全程以及年度之具體目標填報)

- (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能效能實證為目標。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

(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 $>70\%$ 。(b) EC 膜之紅外線阻擋率 $>70\%$ ，電驅動薄膜變色之光學變化率 $>30\%$ 。(c)PV 膜之室內單一元件開路電壓 $0.5V$ 。

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) 面積 $40cm \times 40cm$ 可撓式太陽能電池封裝模組。(b)串接型(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)拋物面聚光系統規劃與初期建置，(b)高溫儲熱系統規劃與初期建置，儲熱效率 30%。(c)儲熱式熱電共生系統規劃與初期建置。(d)太陽能熱泵空調系統規劃與初期建置。

2. 光熱廢熱輔助節能系統開發

完成複合式聚光及壓縮機廢熱回收整合系統之研製及評估。

(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)建置節能窗效率模擬程式與完成其效能驗證。(b)建置太陽光伏元件發電與效能驗證。

2. 零碳排放示範系統環境建立與驗證

完成以 Low-E 膜搭配一般型 PV 元件整合之示範系統降低碳排放量之環境規劃及初期建置評估。

(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 $>10^9 / \text{cm}^3$ ，均勻度 $\pm 15\%$ 。(b).開發立體式雙向 VHF 長線型電漿反應器，電漿區寬 600 mm，射頻頻率 60 MHz，電漿密度 $>10^9 / \text{cm}^3$ ，均勻度 $\pm 15\%$ 。

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)Lagmuir Probe 和 OES 之電漿均勻度量測。

3. 規劃建置批次量產型節能元件電漿多重製程系統

完成規劃設計製作高效能節能元件電漿多重製程兼批次量產系統，適用快速批次單捲式基材幅寬 300 mm & 圓周長 1,000 mm，或 8 片 $160 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ 片材鍍製測試。

4. 規劃建置垂直型可撓式薄膜雙面電漿鍍製系統

完成規劃設計精緻垂直型可撓式薄膜雙面電漿製程系統，適用整捲幅寬 200

mm 可撓式基板。

5. 先導型捲揚式電漿鍍膜裝置功能推升

完成規劃設計延伸及精進先導型捲揚式裝置，提昇功能至適用完整 p-i-n 矽薄膜一體連線鍍製程序及半導體級品質製程之需求。

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。)

年度預期目標(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		
(1)完成 Low-E 薄膜開發驗證，紅外線阻擋率 > 70% (Low-E Film & EC)。	以 Roll to Roll PVD 系統鍍製低輻射率(Low E)膜，首先由軟體模擬設計高透光性多層膜之各層厚度，再以特殊製程低功率及加氫氣等方法，明顯改善銀層氧污染程度，可做出高透光性 Low E 膜。目前結果，基材 PET 上 5 層膜製品之可見光穿透率約 72%，紅外光反射率大於 80%。	符合目標
(2)完成電致變色(EC)薄膜開發驗證，電驅動薄膜光學變化率 > 30%。	完成電漿濺鍍 30cmX30cm 電致變色(EC)薄膜 WO ₃ 及 NiO 模組組裝，並以 2.4V 電壓進行模組驅動，電致變色模組光學變化率為 40% (穿透率變化範圍介於 70%~30%)，並以此模組組裝 6 片式 80cm X100cm 電致變色節能窗模組，並於 2013 台北國際發明暨技術交易展中展出。	符合目標
(3)完成可撓式太陽能應用透明導電膜、非晶矽薄膜開發驗證，室內單一元件開路電壓 0.5V(PV)。	完成適用厚度 127μm 10cmX10cm 不銹鋼可撓式太陽能應用透明導電膜 ITO 電漿鍍膜技術開發，於 DC 電漿源 500 Watt，並將基板與靶材間距提升至 25cm，可有效減低電漿對非晶矽薄膜太陽能電池薄膜之轟擊效應，並以室內光源進行開路電壓(Voc)驗證可獲得單一元件開路電壓 0.53V。	符合目標
(4)完成可撓式單片太陽	完成可撓式單片太陽能電池封	符合目標

能電池封裝開發驗證，20W 可撓式太陽能電池模組。	裝，於 135℃ 下完成封裝可撓式背板/EVA/可撓式薄膜太陽能電池/EVA/ETFE 結構之模組，並分別以 24 片及 18 片 25cmX25cm 可撓式薄膜太陽能電池組成 25W 及 21W 可撓式薄膜太陽能電池模組，並於 2013 台北國際發明暨技術交易展中展出。	
(5)完成可撓式太陽能電池網印技術開發驗證，串接型(PV+EC)光電驅動薄膜元件光學變化率>30%。	(a)完成可撓式太陽能電池網印線寬 50 μ m 銀線技術並搭配可撓式金屬電極封裝材技術進行開發驗證，與一般傳統網印銀膠的方式相較可節省 80%左右的銀膠用量。(b)完成串接型(PV+EC)光電驅動薄膜元件測試，以所開發之 20cmX50cm 之 2.5Watt 可撓式薄膜太陽能電池模組於 50Watt LED 光源下，串接電致變色元件可驅動電致變色元件光學變化率達 35%。	符合目標
二、電漿薄膜聚光光熱電整合系統應用開發		
(1)完成拋物面聚光系統規劃與初期建置。	完成拋物面聚光反射鏡的規劃設計報告和原型製作，採光面積 3.7 m ² ，輸出功率 2.8 kW，效率 75%。另外，亦完成逆流熱虹吸熱管實驗設備，傳熱功率> 1 kW。	符合目標
(2)完成太陽能高溫儲熱系統規劃與初期建置，儲熱效率 30%。	完成太陽能熔鹽儲熱容器的規劃設計報告和原型製作，內徑>30 cm，高度>50 cm，並且包括保溫桶，內置岩棉隔熱材料，最高儲熱溫度 420 ℃，儲熱效率>30 %。	符合目標
(3)完成儲熱式熱電共生系統規劃與初期建置。	完成儲熱式熱電共生系統的規劃設計報告和原型製作，包括 139 ℃ 飽和蒸汽熱電產生器和 10W 史特林引擎熱電共生系統。	符合目標
(4)完成太陽能熱泵空調系統規劃與初期建置。	完成太陽能熱泵空調展示測試系統規劃和初期建置，包括 1.86 m ² 真空管集熱器和 6kW 熱泵空調整合。	符合目標
(5)完成太陽能集熱及壓縮機廢熱回收整合系統之初期設計及製作。	完成太陽能及熱泵節能空調系統規劃設計、備料和基礎建設。內容包括熱虹吸式熱管廢熱回收、太陽能集熱器和熱泵熱能整	符合目標

	合，完全取代本所 003 館無塵室空調箱 20 kW 電熱器，預估每年節省耗電量 20 萬元電費，成本回收年限 7.6 年。	
三、電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證		
(1)完成建置節能窗效率模擬程式與完成其效能驗證。	結合美國 Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL)發展的 Optics 及 Windows 軟體模擬計算黏貼商用隔熱膜節能窗之 SHGC 隔熱參數，其模擬數據與隔熱溫箱實驗之溫升曲線趨勢相符，顯示模擬程式具相當可信度。	符合目標
(2)完成建置太陽光伏元件發電與模擬程式與完成其效能驗證。	以 SolarPro 程式的 3D 模擬功能模擬光伏模組安裝於一方型建物屋頂上之發電能力，已可順利執行該模擬程式。針對面積 4.21m x 7.21m，3.05kW 電池模組模擬驗證，於七月份天候環境下約可發 122 度電。	符合目標
(3)完成零碳排放示範系統環境規劃設計及初期建置，初期整合 Low-E 膜測試。	完成示範系統節能窗隔熱性能量測平台硬體架構，內含 Low-E 貼膜節能窗及 Low-E 懸膜中空節能窗等組件。	符合目標
四、工業電漿技術及應用系統平台開發建置		
(1)完成開發立體式雙向 VHF 大面積 400×400 mm ² 之電漿反應器，射頻頻率 40 MHz，電漿密度 $>10^9$ /cm ³ ，均勻度 $\pm 15\%$ 。	完成 VHF 大面積 400×400 mm ² 之電漿反應器開發，射頻頻率 40 MHz，均勻度 $\leq \pm 10\%$ 。在 R2R PECVD 系統上，進行製程 a-si:H i 層最佳條件調試，所鍍製之 i-layer 暗電導 $\sim 5 \times 10^{-10}$ ，光電導 $> 1 \times 10^{-5}$ (AM1.5)，符合 a-si:H 光伏元件要求。	符合目標
(2)完成開發立體式雙向 VHF 長線型電漿反應器，電漿區寬 600 mm，射頻頻率 60 MHz，電漿密度 $>10^9$ /cm ³ ，均勻度 $\pm 15\%$ 。	完成幅寬 60 cm 之立體雙向式 VHF 電漿源之均勻度和電漿密度量測，此外，為達均勻放電之目的，亦研發出具 100%原創性的雙重駐波重疊法。結果顯示當僅開啟單一組駐波時，非均勻度 $> 50\%$ ，若同時開啟兩組駐波且其振幅和相位差調整得宜時，可將非均勻度降低至 $< 10\%$ ，電漿密度 $> 10^9$ /cm ³ ，上述規格可符合工業需求。	符合目標

(3) 完成大面積 400×400 mm ² 之 Showerhead 之流場分布模擬。	針對 Showerhead 之流場分布利用 Fluent 軟體進行計算分析，模擬區域依實際硬體設計共有 6 層，每層各自包含不同的氣體進、出流孔洞分布設計，模擬之目的在於驗證所設計的 Showerhead 可使氣體均勻分布。模擬條件如下：氣體入口處之邊界條件為流速 10.97 m/s，出口處之邊界條件則為壓力 100 Pa。結果顯示當 Showerhead 孔洞設計得宜時，可使氣流達均勻分布之目的，該設計亦實際應用於 400×400 mm ² 之電漿源的 Showerhead 設計。	符合目標
(4) 完成長線型寬幅 600 mm 之 showerhead 或側向進氣之流場模擬。	完成寬幅 60 cm 之電漿源的側向氣體分配器之模擬工作，模擬結果顯示孔洞間距為 5 mm 時，可得最均勻之流場分布。目前電漿源之氣體分配器亦依上述結果設計，實驗結果亦顯示氣體為均勻分布。	符合目標
(5) 完成規劃設計製作高效能節能元件電漿多重製程兼批次量產系統。適用快速批次單捲式基材幅寬 300 mm，圓周長 1,000 mm 或 8 片 200 mm×300 mm 片材。	完成批次量產型節能膜電漿多重鍍製系統主體設計、製作開發及各機構間的性能測試。而實驗方面，3 組濺鍍靶已可進行電致變色(EC)膜 Ta ₂ O ₅ 、WO ₃ 及 NiO ₂ 製鍍實驗，幅寬均勻性實際量測有效範圍達到 200mm。	符合目標
(6) 完成規劃設計精緻垂直型可撓式薄膜雙面電漿製程系統，適用整捲幅寬 200 mm 可撓式基板。	配合整合型節能元件製作，目前已經完成的垂直型可撓式薄膜雙面電漿鍍製系統之機構設計，主要結構包括垂直型收放料腔、製程腔及真空系統等。	符合目標
(7) 完成規劃設計延伸及精進先導型捲揚式裝置，提昇功能至適用完整 p-i-n 矽薄膜一體連線鍍製程序及半導體級品質製程之需求。	完成先導型 R2R PECVD 系統安裝、調校及多腔多節流閥氣壓控制程式開發。在基材靜態下，於各製程腔調試 a-si:H n/i/p layer 最佳條件，所鍍製之 i-layer 暗電導 $\sim 5 \times 10^{-10}$ ，光電導 $> 1 \times 10^{-5}$ (AM1.5)，符合 a-si:H 光伏元件要求；而整體 p-i-n 矽薄膜連線動態測試，初步已可得到效率 4.9% 之薄膜光伏元件。	符合目標

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	62,737				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	23,395		核能研究所	
		電漿薄膜聚 光光熱電整 合系統應用 開發	9,101		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	11,090		核能研究所	
		工業電漿技 術及應用系 統平台開發 建置	19,151		核能研究所	

(二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期 102.12.31

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	37,706,000 (36,657,866)		36,657,866 (34,849,266)	58.43 % (95.07%)	業務費流出： 1,048,134
3.差旅費					
4.管理費					
5.營業稅					
小計	37,706,000 (36,657,866)		(36,657,866) (34,849,266)	58.43 % (95.07%)	
二、資本支出					
1.設備費	25,031,000 (26,079,134)		26,079,134 (26,079,134)	41.57 % (100 %)	業務費流入： 1,048,134
小計	25,031,000 (26,079,134)		26,079,134 (26,079,134)	41.57 % (100 %)	
合計金額	62,737,000 (62,737,000)		62,737,000 (60,928,400)	100 % (97.12%)	

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：

- 「本計畫節餘款 1,808,600 元，惟其中含控留款 1,808,600 元，係統一依據行政院主計總處 102.9.5 院授主會公字第 1020500631 號函要求辦理控留。若控留款不納入計算，則總經費執行率可達 100%。」

二、計畫人力執行情形

(一)計畫人力(人力統計截止日期：102.12.31)

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	45	1	13	21	10
	實際	42.47	1	12.7	20.77	8
	差異	-2.53	0	-0.3	-0.23	-2
<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	18	1	7	8	2
	實際	18.33	1	7	8.33	2
	差異	+0.33	0	0	+0.33	0
<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	9	0	2	5	2
	實際	8	0	1	5	2
	差異	-1	0	-1	0	0
<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	9	0	2	6	1
	實際	8.9	0	2	6	0.9
	差異	-0.1	0	0	0	-0.1
<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	9	0	2	2	5
	實際	7.24	0	2.7	1.44	3.1
	差異	-1.76	0	+0.7	-0.56	-1.9

(二)主要人力(副研究員級以上)投入情形(人力統計截止日期：102.12.31)

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與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：

102 年度規劃投入研究人力 45 人年，實際投入人力 42.47 人年，預定與實際投入人力差異主要之因素包括原規劃人員配合本所組織改造，單位人員歸屬有異動及退休、離職，造成人力與原訂有所差異，在充份發揮人力配置下，不影響對計畫階段性目標的完成。本計畫將持續爭取徵聘人才以補人力之不足。

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

- 「 Effects of ZnO-nanostructure antireflection coatings on sulfurization-free Cu₂ZnSnS₄ absorber deposited by single-step co-sputtering process 」投稿於 Appl. Phys. Lett. 獲得刊登。(Applied Physics Letters, Volume:103 , Issue: 5, 052904 -052904-4 ,2013) ，藉由濺鍍調控不同壓力及比例，搭配抗反射層技術，提升薄膜

太陽能電池效率。

2. 「Generation of Uniform Large-Area VHF Plasmas by Launching a Traveling Wave」(投稿至 PLASMA PROCESSES AND POLYMERS, 2013, AEE010401)，該論文提出國內、外上首見的駐波消除法以解決大面積 VHF 電漿源之不均勻放電現象，所提出的方法乃利用重疊兩特定駐波以合成行進波。該方法除具 100%原創性外，其設計概念更有別於現行技術，現行技術皆針對特定駐波圖案進行設計，但實際放電所產生的駐波圖案，除為頻率之函數外，亦視電漿操作參數而定，因此現行技術僅能侷限於特定電源頻率和狹窄的操作區間，但本論文所提出的方法完全不受上述限制，而且設計簡易，無須複雜的數值模式輔助電極和電源饋入點數目/位置之設計。
3. 「The development of flexible solid state electrochromic device for bypass battery application」2013/9/10-13 於南韓 ICFPE2013 發表，主要內容為可撓式電致變色元件取代現由薄膜太陽能電池之旁路二極體應用之研發，藉由引入旁路電池有效減少因遮蔽效應所損失之太陽能電池輸出電壓。
4. 「Numerical Confirmation of the Feasibility to Generate Uniform Large-Area VHF Plasmas by Launching a Travelling Wave」(投稿至 66th Gaseous Electronics Conference)，上述論文提出一具 100%原創性的方法解決大面積 VHF 電漿源中駐波效應所導致的非均勻放電現象，所提出的方法乃利用重疊兩特定駐波以合成行進波，該方法之可行性已成功利用數值模式加以驗證。
5. 「複合式太陽熱泵搭配熱管節能設計於小型空調之應用」，蔡孟昌、蔡明瑞、李恆毅、艾啟峰，2013 台灣熱管理協會年會暨技術成果發表會會議論文，pp. 166 – 178，2013。(優秀論文佳作)(INER-10042)，為將本所無塵室空調箱加熱器予以重新節能改善設計，首先利用虹吸式熱管熱交換器回收排風廢熱，然後利用太陽能真空集熱器和熱泵等節能元件組合成的熱水系統，取代既有的耗能 20kW 加熱器，經過整體系統設計和詳細節能計算，預估每年節省電費 20 萬元，成本回收年限 7.6 年。
6. 建立小型太陽能儲熱熱電系統技術，包括拋物面碟式聚光反射鏡，熔鹽儲熱容器，熱電共生設備等，將太陽能充分利用，達到節能減碳效果，成果發表於 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC 2013)，北京。Heng-Yi Li,

Tsair-Fuh Huang, Meng-Chang Tsai, Yung-Woou Lee, Shing-Lei Yuan, Ming-Jui Tsai, Chi-Fong Ai, “Energy and Exergy Analysis of a New Small Concentrating Solar Power Plant”. (INER-10475)

(二) 技術創新

1. 「先進鍍膜技術-高功率脈衝磁控濺射技術」102 年核發之發明專利 I 381063 號，參加 2013 年台北國際發明展競賽，並實機現場示範，榮獲得金牌一面，為本所重要核心技術。
2. 「一體成型之可撓式電極封裝技術」中華民國專利申請案號：102138713。藉由分散式金屬電極概念將金屬電極拆分為多條平行金屬細線與封裝材料進行結合，達成在低溫封裝製程下金屬電極高光學開口率及低阻值之要求，除有效提升整體光電元件之電壓及電流均勻性外，於封裝材部份可依需求引入具表面粗糙度之封裝材提升光學漫射效應，並結合封裝膠塗佈的方式直接與可撓式節能薄膜元件貼合達成低成本封裝之可行性，而一體成型金屬線的引入可避免撓曲時金屬薄膜因斷裂所導致的元件局部失效，適合應用於各式大面積可撓式節能薄膜元件。
3. 「可撓式太陽能百葉窗模組」美國專利申請案號：13/903370。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與之進行結合，將功能進一步擴展；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。
4. 「氣體隔離腔及其電漿鍍膜裝置」，美國專利申請案號：13/906,462。本發明係為模組化多功能氣體隔離腔，可與真空薄膜製程腔體進行不同的組合，以形成真空捲揚式鍍膜系統進行連續式薄膜相關製程，此為 R2R PECVD 系統關鍵核心技術，決定了量產的良率、速度及成本之效能。
5. 「逆流熱虹吸向下傳熱裝置」李恆毅、蔡孟昌和黃財富，中華民國專利申請案號：

102138818，其運轉是基於逆流熱虹吸原理，因此能自發性的向下傳熱，有別於傳統熱虹吸熱管，只能向上傳熱，而無法向下傳熱。適用於熱源端在上方，而散熱端在下方的廢熱利用，特別對太陽能熱儲存、鍋爐和窯爐等應用可簡化機構及降低成本。

(三) 經濟效益

1. 針對電致變色於顯示器之應用與○○公司簽訂「複合型電致變色薄膜元件」技服案，本年度技術收入 500 仟元(包含去年年底簽訂之技服案於本年度收入之 250 仟元)，並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。
2. 針對電致變色薄膜光學特性進行提昇，與○○科技於模組封裝及模組控制電路設計簽訂合作研究案，提升電致變色模組長期操作之穩定度。
3. 針對一體成型之可撓式電極封裝技術應用於可撓式節能薄膜元件技術與○○科技簽訂訂保密協定進行可撓式濺鍍電極技術開發，技術特點為在低溫封裝製程下金屬電極高光學開口率及低阻值之要求，除有效提昇整體光電元件之電壓及電流均勻性外，並結合封裝膠塗佈的方式直接與可撓式節能薄膜元件貼合達成低成本封裝之可行性，而一體成型金屬線的引入可避免撓曲時金屬薄膜因斷裂所導致的元件局部失效，適合應用於各式大面積可撓式節能薄膜元件。
4. 開發高效能太陽能儲熱及熱電整合技術，取代現有太陽能熱水系統，多元化應用太陽能源，解決居家生活節能減碳的問題。技推對象包括台灣櫻花、德士特、三久、子午線等公司，預估年產值 20 億元。
5. 可撓曲 Low E、EC 及 PV 模組整體解決方案，預估運用在住商建築，可節省空調及照明 15%以上，搭配高焓儲熱微型熱電設備，家居節電可達 20%。

(四) 社會影響

1.就業機會

- (1). 藉由委託計畫培養在校博碩士班學生，初估至少 5 位畢業投入職場。

- (2). 與產業合作，發展 EC 節能模組，增加至少 5 位研究人員參與。

2. 環保節能

- (1). 9 月於台北世貿舉行之「2013 台北國際發明暨技術交易展」，以本計劃自行開發之「可撓式太陽能電池模組」實際展現以 LED 燈照明提供太陽能電池發電，而輕、薄可撓曲之薄膜太陽能電池與一般太陽能電池相較，可提供未來用於室內照明燈具光線下使用，作為光資源回收利用的節能應用概念，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居家生活結合之節能概念。
- (2). 9 月於台北世貿舉行之「2013 台北國際發明暨技術交易展」，以本計劃自行開發之「電致變色節能窗模組」實際展現居家節能應用概念，與目前市面上之隔熱膜相較，除提供隔熱的空調節能功用外，並具有調控光學穿透度之特性，亦提供照明節能之功用；此外，電致變色模組亦可作為儲電薄膜，提供低耗電電子元件所需之少量電力，展出期間吸引許多民眾到場參觀，成功推廣電致變色節能元件與居家生活結合之節能概念。
- (3). 台灣平均單位面積日照量是 $3.78 \text{ kW}\cdot\text{hr}/\text{m}^2$ ，至 2010 年底，累計太陽能熱水器總安裝面積 $1,924,300 \text{ m}^2$ ，假設汰換比例 50%及轉換效率 80%，因此，新開發的高效能太陽能儲熱及熱電整合系統每年可提供居家生活能量或節能 $1,061 \text{ M kW}\cdot\text{hr}$ ，每年可減少二氧化碳排放 569,222 噸。

(五) 其他效益方面

1. 針對電漿技術鍍製節能薄膜技術於電致變色節能窗應用，於 2013 年 9 月與○○科技簽訂合作研究案，本計劃主要針對電致變色薄膜光學特性進行提昇，並藉由○○科技於模組封裝及模組控制電路設計，提升電致變色模組長期操作之穩定度，並完成 $80\text{cm} \times 100\text{cm}$ 電致變色節能窗模組，於 2013 台北國際發明暨技術交易展中展出，提供民眾現場實際體驗電致變色窗節能特性。
2. 針對電漿技術鍍製節能薄膜技術於電致變色節能顯示器應用，與○○公司合作開發以○○公司之液晶封裝技術完成液態圖案化電致變色窗戶，並於○○公司內

部展覽中展示，並以電漿濺鍍全固態電致變色薄膜元件製程及搭配 12 吋平面顯示器面板製程之節能雙穩態電致變色型顯示器離型樣品及其特性評估，經○○公司初步測試具雙穩態顯示效果光學變化率為 35% (穿透率變化範圍介於 50%~15%)，將評估作為可撓式節能顯示器之應用，此外針對可撓式顯示器應用，於 2013 年 8 月再與友達光電簽訂保密協定進行可撓式濺鍍電極技術開發。

3. 針對一體成型之可撓式電極封裝技術應用於可撓式節能薄膜元件技術與○○科技簽訂訂保密協定進行可撓式濺鍍電極技術開發，技術特點為在低溫封裝製程下金屬電極高光學開口率及低阻值之要求，除有效提昇整體光電元件之電壓及電流均勻性外，並結合封裝膠塗佈的方式直接與可撓式節能薄膜元件貼合達成低成本封裝之可行性，而一體成型金屬線的引入可避免撓曲時金屬薄膜因斷裂所導致的元件局部失效，適合應用於各式大面積可撓式節能薄膜元件，並完成專利申請保護技術。
4. 主辦 102 年 1 月 25 日（星期五）積彭講座，邀請台灣能源技術服務產業發展公會理事長陳輝俊博士前來演講，題目：能源技術服務(ESCO)產業現況與節能案例分析。內容包括歐、美、日、中等國 ESCO 現況及未來趨勢，節能案例回歸計算和肇因分析，會後陳理事長解答本所同仁有關 Smart Grid、節能模擬、ESCO 推廣等問題。

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		國內外會議論文發表 6 篇、國內外重要期刊 (SCI 等) 發表 10 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 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		11 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 6 人，為國家培養下一代之研究人員。	
	D 研究/技術報告		18 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		國內及國外發明專利共 20 件。申請發明專利美國 7 件，歐盟 1 件，日本 1 件，中華民國 2 件，小計 11 件。*獲得發明專利美國 1 件，中華民國 8 件，小計 9 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		本年度發表於國內或國外研討會 3 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		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 1,073 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 2 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 500 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		與○○公司簽訂「複合型電致變色薄膜元件開發」與「電致色變元件開發」等 2 案工服案，金額 500 千元。	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。	
社會影響	民生社會發展	R 增加就業		本計畫本年度聘用所聘 2 人、替代役 13 人、專支人員 3 人，共 18 人。	因計畫的執行，聘用計畫相關研發人力，以創造就業機會。	

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
其他效益 (科技政策管理及其它)	其他		與學界之學術合作案包括：清華大學、交通大學、中山大學、逢甲大學，共培育博士生 5 人、碩士生 6 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_%)

- 「 Effects of ZnO-nanostructure antireflection coatings on sulfurization-free Cu₂ZnSnS₄ absorber deposited by single-step co-sputtering process 」投稿於 Appl. Phys. Lett. 獲得刊登。(Applied Physics Letters, Volume:103 , Issue: 5, 052904-052904-4,2013) , 藉由濺鍍調控不同壓力及比例，搭配抗反射層技術，提升薄膜太陽能電池效率。
- 「 Generation of Uniform Large-Area VHF Plasmas by Launching a Traveling Wave 」(投稿至 PLASMA PROCESSES AND POLYMERS, 2013, AEE010401) , 該論文提出國內、外上首見的駐波消除法以解決大面積 VHF 電漿源之不均勻放電現象，所提出

的方法乃利用重疊兩特定駐波以合成行進波。該方法除具 100%原創性外，其設計概念更有別於現行技術，現行技術皆針對特定駐波圖案進行設計，但實際放電所產生的駐波圖案，除為頻率之函數外，亦視電漿操作參數而定，因此現行技術僅能侷限於特定電源頻率和狹窄的操作區間，但本論文所提出的方法完全不受上述限制，而且設計簡易，無須複雜的數值模式輔助電極和電源饋入點數目/位置之設計。

3. 「The development of flexible solid state electrochromic device for bypass battery application」2013/9/10-13 於南韓 ICFPE2013 發表，主要內容為可撓式電致變色元件取代現由薄膜太陽能電池之旁路二極體應用之研發，藉由引入旁路電池有效減少因遮蔽效應所損失之太陽能電池輸出電壓。
4. 「Numerical Confirmation of the Feasibility to Generate Uniform Large-Area VHF Plasmas by Launching a Travelling Wave」(投稿至 66th Gaseous Electronics Conference)，上述論文提出一具 100%原創性的方法解決大面積 VHF 電漿源中駐波效應所導致的非均勻放電現象，所提出的方法乃利用重疊兩特定駐波以合成行進波，該方法之可行性已成功利用數值模式加以驗證。
5. 「複合式太陽熱泵搭配熱管節能設計於小型空調之應用」，2013 台灣熱管理協會年會暨技術成果發表會會議論文，pp.166 - 178，2013。(優秀論文佳作)(INER-10042)，為將本所無塵室空調箱加熱器予以重新節能改善設計，首先利用虹吸式熱管熱交換器回收排風廢熱，然後利用太陽能真空集熱器和熱泵等節能元件組合成的熱水系統，取代既有的耗能 20kW 加熱器，經過整體系統設計和詳細節能計算，預估每年節省電費 20 萬元，成本回收年限 7.6 年。
6. 建立小型太陽能儲熱熱電系統技術，包括拋物面碟式聚光反射鏡，熔鹽儲熱容器，熱電共生設備等，將太陽能充分利用，達到節能減碳效果，成果發表於 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC 2013)，北京。Heng-Yi Li, Tsair-Fuh Huang, Meng-Chang Tsai, Yung-Woou Lee, Shing-Lei Yuan, Ming-Jui Tsai, Chi-Fong Ai, “Energy and Exergy Analysis of a New Small Concentrating Solar Power Plant”。(INER-10475)

二、 技術創新(科技整合創新)(權重_35_%)

1. 「先進鍍膜技術-高功率脈衝磁控濺射技術」102 年核發之發明專利 I 381063 號，參加 2013 年台北國際發明展競賽，並實機現場示範，**榮獲得金牌一面**，為本所重要核心技術。
2. 「一體成型之可撓式電極封裝技術」中華民國專利申請案號：102138713。藉由分散式金屬電極概念將金屬電極拆分為多條平行金屬細線與封裝材料進行結合，達成在低溫封裝製程下金屬電極高光學開口率及低阻值之要求，除有效提升整體光電元件之電壓及電流均勻性外，於封裝材部份可依需求引入具表面粗糙度之封裝材提升光學漫射效應，並結合封裝膠塗佈的方式直接與可撓式節能薄膜元件貼合達成低成本封裝之可行性，而一體成型金屬線的引入可避免撓曲時金屬薄膜因斷裂所導致的元件局部失效，適合應用於各式大面積可撓式節能薄膜元件。
3. 「可撓式太陽能百葉窗模組」美國專利申請案號：13/903370。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與之進行結合，將功能進一步擴展；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。
4. 「氣體隔離腔及其電漿鍍膜裝置」，美國專利申請案號：13/906,462。本發明係為模組化多功能氣體隔離腔，可與真空薄膜製程腔體進行不同的組合，以形成真空捲揚式鍍膜系統進行連續式薄膜相關製程，此為 R2R PECVD 系統關鍵核心技術，決定了量產的良率、速度及成本之效能。
5. 「逆流熱虹吸向下傳熱裝置」李恆毅、蔡孟昌和黃財富，中華民國專利申請案號：102138818，其運轉是基於逆流熱虹吸原理，因此能自發性的向下傳熱，有別於傳統熱虹吸熱管，只能向上傳熱，而無法向下傳熱。適用於熱源端在上方，而散熱端在下方的廢熱利用，特別對太陽能熱儲存、鍋爐和窯爐等應用可簡化機構及降低成本。

三、 經濟效益(產業經濟發展)(權重_15_%)

1. 針對電致變色於顯示器之應用與○○公司簽訂「複合型電致變色薄膜元件」技服案，本年度技術收入 500 仟元(包含去年年底簽訂之技服案於本年度收入之 250 仟元)，並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。
2. 針對電致變色薄膜光學特性進行提昇，與○○科技於模組封裝及模組控制電路設計簽訂合作研究案，提升電致變色模組長期操作之穩定度。
3. 針對一體成型之可撓式電極封裝技術應用於可撓式節能薄膜元件技術與○○科技簽訂訂保密協定進行可撓式濺鍍電極技術開發，技術特點為在低溫封裝製程下金屬電極高光學開口率及低阻值之要求，除有效提昇整體光電元件之電壓及電流均勻性外，並結合封裝膠塗佈的方式直接與可撓式節能薄膜元件貼合達成低成本封裝之可行性，而一體成型金屬線的引入可避免撓曲時金屬薄膜因斷裂所導致的元件局部失效，適合應用於各式大面積可撓式節能薄膜元件。
4. 開發高效能太陽能儲熱及熱電整合技術，取代現有太陽能熱水系統，多元化應用太陽能源，解決居家生活節能減碳的問題。技推對象包括台灣櫻花、德士特、三久、子午線等公司，預估年產值 20 億元。
5. 可撓曲 Low E、EC 及 PV 模組整體解決方案，預估運用在住商建築，可節省空調及照明 15%以上，搭配高焓儲熱微型熱電設備，家居節電可達 20%。

四、 社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重_10_%)

(一) 就業機會

1. 藉由委託計畫培養在校博碩士班學生，初估至少 5 位畢業投入職場。
2. 與產業合作，發展 EC 節能模組，增加至少 5 位研究人員參與。

(二) 環保節能

1. 9 月於台北世貿舉行之「2013 台北國際發明暨技術交易展」，以本計劃自行開發之「可撓式太陽能電池模組」實際展現以 LED 燈照明提供太陽能電池發電，而輕、

薄可撓曲之薄膜太陽能電池與一般太陽能電池相較，可提供未來用於室內照明燈具光線下使用，作為光資源回收利用的節能應用概念，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居家生活結合之節能概念。

2. 9月於台北世貿舉行之「2013 台北國際發明暨技術交易展」，以本計劃自行開發之「電致變色節能窗模組」實際展現居家節能應用概念，與目前市面上之隔熱膜相較，除提供隔熱的空調節能功用外，並具有調控光學穿透度之特性，亦提供照明節能之功用；此外，電致變色模組亦可作為儲電薄膜，提供低耗電電子元件所需之少量電力，展出期間吸引許多民眾到場參觀，成功推廣電致變色節能元件與居家生活結合之節能概念。

3. 台灣平均單位面積日照量是 $3.78 \text{ kW}\cdot\text{hr}/\text{m}^2$ ，至 2010 年底，累計太陽能熱水器總安裝面積 $1,924,300 \text{ m}^2$ ，假設汰換比例 50% 及轉換效率 80%，因此，新開發的高效能太陽能儲熱及熱電整合系統每年可提供居家生活能量或節能 $1,061 \text{ M kW}\cdot\text{hr}$ ，每年可減少二氧化碳排放 569,222 噸。

五、 其它效益(科技政策管理及其它)(權重_10_%)

1. 針對電漿技術鍍製節能薄膜技術於電致變色節能窗應用，於 2013 年 9 月與○○科技簽訂合作研究案，本計劃主要針對電致變色薄膜光學特性進行提昇，並藉由○○科技於模組封裝及模組控制電路設計，提升電致變色模組長期操作之穩定度，並完成 $80\text{cm} \times 100\text{cm}$ 電致變色節能窗模組，於 2013 台北國際發明暨技術交易展中展出，提供民眾現場實際體驗電致變色窗節能特性。
2. 針對電漿技術鍍製節能薄膜技術於電致變色節能顯示器應用，與○○公司合作開發以○○公司之液晶封裝技術完成液態圖案化電致變色窗戶，並於○○公司內部展覽中展示，並以電漿濺鍍全固態電致變色薄膜元件製程及搭配 12 吋平面顯示器面板製程之節能雙穩態電致變色型顯示器離型樣品及其特性評估，經友達光電初步測試具雙穩態顯示效果光學變化率為 35% (穿透率變化範圍介於 50%~15%)，將評估作為可撓式節能顯示器之應用，此外針對可撓式顯示器應用，於 2013 年 8 月再與○○公司簽訂保密協定進行可撓式濺鍍

電極技術開發。

3. 針對一體成型之可撓式電極封裝技術應用於可撓式節能薄膜元件技術與○○科技簽訂訂保密協定進行可撓式濺鍍電極技術開發，技術特點為在低溫封裝製程下金屬電極高光學開口率及低阻值之要求，除有效提昇整體光電元件之電壓及電流均勻性外，並結合封裝膠塗佈的方式直接與可撓式節能薄膜元件貼合達成低成本封裝之可行性，而一體成型金屬線的引入可避免撓曲時金屬薄膜因斷裂所導致的元件局部失效，適合應用於各式大面積可撓式節能薄膜元件，並完成專利申請保護技術。
4. 主辦 102 年 1 月 25 日（星期五）積彭講座，邀請台灣能源技術服務產業發展公會理事長陳輝俊博士前來演講，題目：能源技術服務(ESCO)產業現況與節能案例分析。內容包括歐、美、日、中等國 ESCO 現況及未來趨勢，節能案例回歸計算和肇因分析，會後陳理事長解答本所同仁有關 Smart Grid、節能模擬、ESCO 推廣等問題。

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、與國內研究 HIT 太陽電池已有十年經驗之教授合作發展 HIT 太陽電池製程，利用本所之電漿鍍膜設備經調查修正後，進行大面積 HIT 製程，並邀請設備廠商先期參與，驗證國內有能力自主開發 HIT 太陽電池設備和製程。
- 二、國內生產隔熱紙之廠商，於 102 年 12 月 2 日投標先期參與本計畫可撓性超低輻射膜研發成果，且本所已完成資格標審查。本計畫已擬妥先期參與合約書草案「新穎高效能節能膜電漿製程及量產系統開發評估」計畫書簽請長官核示。
- 三、與國內拉線廠商簽訂 NDA 並進行 24cm× 24cm 大小之可撓式分散式電極開發，已完成初步驗證目前進行最佳化製程研究中，將依測試結果進行後續合作開發提案。

捌、 後續工作構想之重點

- 一、開發 Roll to roll 電漿製程幅寬 300 mm 以上，捲長 10M 以上之 Low-E PET 製程，展現本所低輻射膜技術開發能力已達量產規模。預計 103 年度與廠商簽訂先期參與量產系統開發量產系統開發評估，待評估結束後將正式技術移轉。
- 二、開發儲熱式熱電共生系統，熱電共生整合效率 25%，以及光熱廢熱輔助節能系統，整體能源效率 30%。有效提升太陽光熱能利用的效率，以符合工業界冷凍、加溫及節能應用需求。
- 三、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 $\pm 10\%$ 。完成高性能綠色薄膜節能元件之關鍵設施產業育成平台，開創下世代可撓式綠色節能新產業。
- 四、開發低銀膠用量網印技術，搭配可撓式分散式電極技術，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，節約銀膠用量 30%。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。
- 五、零碳排放示範系統建立，驗證節能效果 $> 5\%$ 。藉由創能、蓄能及節能等元件的整合控制及實務驗證，並以既有建築節能整合改善之模擬評估，推動校園、住家、社區朝低碳節能改善，達成綠建築之永續發展。
- 六、開發自主型(PV+EC)光電驅動薄元件，光學變化率 $> 30\%$ 。將 EC 和 PV 整合成高節能效益之產品，實現創能、蓄能及節能三者聯動，提供節能產業更寬廣應用。

玖、 檢討與展望

- 一、完成高性能可撓性超低輻射膜開發，已有多家廠商接洽中，未來一年將積極推展技術授權移轉工作，與廠商共同合作，拓展國內高階膜市場。
- 二、低溫電漿配合轉型能源所，調整策略，已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，陸續展現績效，從節能—創能—儲能元件一氣呵成，未來將建置零碳排放示範系統環境，展現本所研發實力。
- 三、薄膜節能目前推展並有良好績效，未來將透過能源管理機制，從能源、環境、舒適

三個面向考量，整合為住商建築自平衡智慧能源解決方案，建立零碳建築新典範—活力建築(Active Building)。

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】

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別
複合式太陽熱泵搭配熱管節能設計於小型空調之應用		2013	e
不同光譜特性的隔熱膜貼於透明玻璃對室內空調耗能的模擬研究		2013	e
國內高功率脈波磁控濺射技術的發展及工業應用		2013	a
複合式太陽能熱泵搭配熱管節能設計於小型空調之應用		2013	a
蒸汽腔體均溫板熱組分析與實驗		2013	d
碳八十四分子嵌入矽基板之特性研究		2013	d
氧化鋅奈米抗反射層結構於無硫化單一共濺鍍銅鋅錫硫薄膜太陽能電池吸收層效應之研究		2013	d
ZnS/ZnO/ZnS 奈米結構的染敏電池的效率變化		2013	d
以不同方法沉積 WO ₃ 膜之鍵結及電致變色特性		2013	d
新式小型太陽能聚光發電廠之能源和可用能分析		2013	f
微透鏡陣列轉印之 PV 模組封裝		2013	f
氧化銀對熱鏡製作的檢驗與模擬		2013	f
Effects of sputtering parameters on the		2013	f

crystallinity and orientation of tin oxide (SnOx) thin films in thin film Lithium-ion batteries			
藉由引發行進波生成均勻大面積 VHF 電漿		2013	d
Characteristics of plasma immersion ion implantation treatment on tungsten nanocrystal nonvolatile memory		2012	d
新式小型太陽能聚光發電廠之能源和可用能分析		2013	c

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, c	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, c	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, c	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
○○○	b	高雄應用科技大學	○○○
○○○	a	交通大學	○○○
○○○	a	中山大學	○○○

○○○	a	中山大學	○○○
○○○	b	清華大學	○○○
○○○	a	逢甲大學	○○○
○○○	a	逢甲大學	○○○
○○○	b	逢甲大學	○○○
○○○	b	逢甲大學	○○○
○○○	b	逢甲大學	○○○
○○○	b	逢甲大學	○○○

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
提升轉換效率於非晶矽薄膜太陽能電池上之背反射層皺褶結構研究		2013	核能研究所
電致變色元件之氧化鎳薄膜沉積與分析		2013	核能研究所
光電轉換薄膜及元件於撓曲時特性及結構優化之研究		2013	核能研究所
新穎半導體薄膜及元件製程之研究		2013	核能研究所
奈米銀結構於薄膜太陽電池應用光電特性研究		2013	核能研究所
雷射在可撓性基板之應用研究		2013	核能研究所
提升太陽能電池模組封裝效率之研究		2013	核能研究所
利用捲式鍍膜研製低輻射隔熱膜		2013	核能研究所

節約能源發展現況及技術路徑圖		2013	核能研究所
高頻高均勻度電漿源技術開發		2013	核能研究所
二氧化錫(SnO ₂)-鋰磷氧氮(LiPON)-錳酸鋰(LiMn ₂ O ₄)全固態鋰離子薄膜電池之評估研究		2013	核能研究所
高焓儲熱熔鹽容器之研製		2013	核能研究所
捲揚式 PECVD 鍍膜系統製程控制技術探討		2013	核能研究所
使用光發射光譜儀監測捲揚式濺鍍系統製作 Low-E 薄膜		2013	核能研究所
102 年度無塵室系統運轉維護報告		2013	核能研究所
史特林引擎的動態特性分析		2013	核能研究所
低氧汙染製程濺鍍之節能窗用低輻射隔熱膜		2013	核能研究所
鋰錳氧陰極材料之半電池與可撓式全固態鋰離子薄膜電池之研究		2013	核能研究所

【G 智財資料表】

專利名稱	專利類別	授予國家	有效日期 (YYYYMM)
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	a	b	98.08.21-118.08.20
射頻中空陰極電漿源產生裝置	a	a	102.02.11-117.08.20
高功率脈衝磁控濺射鍍膜裝置與表面處理裝置	a	a	102.02.11-117.08.20
一種太陽能發電裝置及其製程方法	a	a	102.01.01-117.09.23
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	a	a	102.02.21-119.06.21

一種薄膜光伏裝置及其製造方法	a	a	102.01.01-117.10.08
一種具有新式電路設計的電漿產生裝置	a	a	102.11.21-118.08.20
鈍化修補太陽能電池缺陷之方法	a	a	102.07.21-118.09.02
利用低階熱能產生電力及冷凍之裝置與方法	a	a	102.06.21-119.10.27
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	a	b	
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	a	b	
多功能太陽能熱電共生系統	b	d	
多功能太陽能熱電共生系統	a	b	
微晶矽薄膜的太陽能電池元件及其製程方法	a	b	
產生均勻大面積高頻電漿之方法	a	b	
氣體隔離腔及其電漿鍍膜裝置	a	b	
可撓式薄膜太陽能百葉窗模組	a	b	
產生均勻大面積高頻電漿之方法	a	c	
光電元件之可撓性電極封裝結構	a	a	
逆流熱虹吸向下傳熱裝置	a	a	

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)
Energy and Exergy Analysis of a New Small Concentrating Solar Power Plant	2013 年亞太電力與能源工程研討會	c	2013/7/12~14
The development of flexible solid state electrochromic device for bypass battery application	2013 年可撓式與印製電子國際研討會	b	2013/9/10~13
Examination and simulation of effect of Ag ₂ O content on heat mirror production	2013 年第八屆國際薄膜物理與應用會議	c	2013/9/20~23

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
衛浴零組件鍍鍍金被覆系統升級高功率脈衝磁控濺射技術	c	核能研究所	○○○科技有限公司

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)
複合型電致變色薄膜元件開發	○○公司	a	250
電致色變元件開發	○○公司	a	250

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