105 年度政府科技發展計畫 績效報告書

計畫名稱：電漿在綠色節能環境之開發與應用(4/4)

執行期間：

全程：自 102 年 1 月 1 日 至 105 年 12 月 31 日止

本期：自 105 年 1 月 1 日 至 105 年 12 月 31 日止

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：核能研究所

中華民國 106 年 3 月 日

【105 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】

計畫名稱：電漿在綠色節能環境之開發與應用

績效自評審查委員：

序號	審查意見	回復說明
壹、計畫實際執行與原計畫目標符合程度(自評評分： 9) 9-10 分：超越計畫原訂目標，且已就所遭遇困難提出有效之因應對策。 8 分：達成計畫原訂目標，且已就遭遇困難提出可行之因應對策。 7 分：大致達成原訂目標，且就遭遇困難所提因應對策尚屬可行。 1-6 分：執行內容與原規劃未符，或未達成原訂目標，或仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。		
1-1	計畫實際執行與原計畫目標皆能符合，且已就所遭遇困難提出有效之因應對策。	感謝委員意見。
1-2	額外與廠商簽訂合作開發與技術授權案，增加授權金 1 千萬元，值得佳勉。技服收入將有 1,000 萬元，相當難得。	感謝委員意見與肯定。
1-3	開發先導型量產製程驗證測試時解決溫度控制和製程穩定性問題，確保製程產品品質和量產良率。	感謝委員意見。
1-4	專利參加發明展獲得金、銅牌等，建議推動技轉。	感謝委員意見，推動技轉方面，本計畫將會持續努力。
貳、計畫經費及人力運用之妥適度(自評評分： 9) 9-10 分：與原規劃一致。 7-8 分：與原規劃大致相符，差異處經機關說明後可以接受。 1-6 分：與原規劃不盡相符，且計畫經費、人力與工作無法匹配。		
2-1	計畫經費及人力運用與原規劃大致相符，工作皆妥善發揮，差異處經機關說明後可以接受。	感謝委員意見。
2-2	原計畫投入 50 人年但實際投入 32.1 人年，其原因為受人員退	感謝委員意見。

	休、退役及離職之影響，但在計畫良好管理及人力調整調度下，充分發揮潛力未影響計畫執行。	
2-3	研究人力 50 人年，實際投入人力 32.1 人年，且研究員級人力偏低。	感謝委員意見。本計畫未來工作規劃時，將適時增加研究員級人力。
<p>參、計畫主要成就及成果(重大突破)之價值、貢獻度及滿意度 (自評評分： <u>9</u>)</p> <p>9-10 分：所達成量化指標或質化效益超越原計畫預期效益。 8 分：所達成量化指標及質化效益與原計畫預期效益相符 7 分：大致達成原計畫預期效益。 1-6 分：未達成計畫原計畫預期效益。</p>		
3-1	105 年度有 11 項技術創新，技術創新優良，計畫主要成就及成果皆已達成量化指標和質化效益，且多項超出目標值(如論文數、專利數、人才培育數、形成實驗室、技術報告、增加就業人數及參加技術活動等項)。	感謝委員意見與肯定。
3-2	原規劃 105 年技轉廠商 1 家及育成新公司或衍生公司各 1 家，但因東鏘公司技轉案驗證測試需時較長延至今年二月完成，至影響未如期達成。	感謝委員意見。原規劃係指四年期的全期程績效，並非限於 105 年完成。104 年簽訂之東鏘公司技轉案，已達成此項目標。而東鏘公司原來無生產頂級節能膜產品，107 年便可生產銷售，應如同完成 1 家衍生公司，所以目標皆已達成。
<p>肆、跨部會協調或與相關計畫之配合程度(自評評分： <u>8</u>)</p> <p>10 分：認同機關所提計畫執行無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。 9-10 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形良好。 7-8 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形尚屬良好。</p>		

1-6 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形仍待加強。		
4-1	跨部會協調與相關計畫配合情形良好。	感謝委員意見。
4-2	薄膜鋰電池技術所使用之固態電解質薄膜技術，與工研院材化所開發之合成電極材料技術合作，進行新穎鋰電池複合型元件結構之開發，突破目前全固態鋰電池元件應用瓶頸，提升現有全固態鋰電池產品性價比。	感謝委員意見與肯定。
4-3	本計畫執行，將現有電致變色薄膜技術導入電子光圈創新應用至光電產業界，打造兼具輕薄、節能及低成本特性之電致變色電子光圈技術，取代傳統機械式光圈應用，協助國內相關光電產業突破瓶頸，以提升現有消費型電子產品性價比。	感謝委員意見與肯定。
伍、後續工作構想及重點之妥適度(自評評分： <u>9</u>) 9-10 分：後續工作構想良好；屆期計畫成果之後續推廣措施良好。 7-8 分：後續工作構想尚屬良好；屆期計畫之後續推廣措施尚屬良好。 1-6 分：後續工作構想有待加強；未規劃適當之屆期計畫後續推廣措施。		
5-1	後續工作構想及重點技術應用及銜接研究計畫已有具體週延規劃。	感謝委員意見與肯定。
陸、總體績效評量暨綜合意見 (自評評分： <u>9</u>) 10:極優 9:優 8:良 7:可 6:尚可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣		
6-1	本計畫所達成量化指標或質化效益超越原計畫預期效益，整體研究目標達成產出良好，不僅論文數且產業授權金額與專利數、促進廠商投資金額等均	感謝委員意見與肯定。

	有豐碩產出，對綠色節能產業推動具有具體成效與貢獻。	
6-2	專利期望能技轉以產生效益。	感謝委員意見，本計畫未來技轉時，將盡力提升專利的應用件數，增加產業效益。

目 錄

【105 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	1
【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】	5
第一部分	9
壹、 目標與架構	10
一、 目標與效益	10
(一) 目標.....	10
(二) 效益.....	10
二、 架構	12
三、 實際達成與原預期目標之差異說明.....	15
貳、 主要內容	24
一、 執行內容	24
二、 遭遇困難與因應對策.....	25
三、 實際執行與原規劃差異說明.....	26
參、 經費與人力執行情形.....	27
一、 經費執行情形	27
(一) 經資門經費表 (E005)	27
(二) 經費支用說明.....	28
(三) 經費實際支用與原規劃差異說明.....	29
二、 計畫人力運用情形.....	30
(一) 計畫人力結構 (E004)	30
(二) 人力實際進用與原規劃差異說明.....	31
肆、 已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)	32
第二部分	38
壹、 主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)	39
一、 學術成就(科技基礎研究)	39
二、 技術創新(科技技術創新)	45
三、 經濟效益(經濟產業促進)	50
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全).....	53
五、 其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推 動輔導等).....	56
貳、 跨部會協調或與相關計畫之配合.....	60
參、 檢討與展望	60
附表、佐證資料表.....	62
附件、佐證圖表	70

【105 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	105-2001- 02-05-01					
計畫名稱	電漿在綠色節能環境之開發與應用(4/4)					
主管機關	行政院原子能委員會					
執行單位	核能研究所					
計畫主持人	姓名		職稱			
	服務機關					
計畫類別	延續型一般計畫					
計畫群組及比重	環境科技 100%					
執行期間	105 年 1 月 1 日 至 105 年 12 月 31 日					
全程期間	102 年 1 月 1 日 至 105 年 12 月 31 日					
資源投入 (以前年度 請填決算數)	年度	經費(千元)		人力(人/年)		
	102	60,928		45		
	103	49,459		50		
	104	54,737		50		
	105	55,890		50		
	合計	221,014		195		
	105 年度	經費項目		預算數(千元)	決算數(千元)	執行率(%)
		經常門	人事費	0		
			材料費	15,192		
			其他經常支出	24,000		
			小計	39,192	37,502	98.60%
		資本門	土地建築	0		
			儀器設備	12,040		
			其他資本支出	4,658		
小計			16,698	16,939	94.85%	
經費合計		55,890	54,441	97.40%		
本計畫在機關施政項目之定位及	<ul style="list-style-type: none"> • 前期之環境電漿計畫，建立了核心電漿技術及電漿清潔製程技術，有效替代非環保之表面處理方法，並配合國內傳統產業環 					

<p>功能</p>	<p>保化、科技化要求，發展了各式電漿鍍製薄膜技術及特定量產機組，技轉產業已超過 20 件以上，創造價值百億以上，更重要的是對本土環境朝綠色親和改善，具有一定程度貢獻。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 依據國際能源總署提出之未來國際能源科技發展之重點方向，其中有關綠能產業技術之發展，可歸納為傳統能源產業潔淨化技術、節約能源產業技術、低碳能源產業技術等關鍵領域，其中節約能源技術目前最具成本效益將優先應用。此即行政院 2009 年第 29 次科技顧問會議對於綠色能源產業發展結論，應先投入節能技術與推廣。 • 於此政府改組之際，核能研究所將轉型為能源研究所，因此本計畫配合能源研究所新主軸方向，延續前期計畫建立之基礎，將電漿清潔製程鍍製薄膜技術升級應用至輕薄可撓之綠色節能元件開發與整合，開創綠色全能之親和環境，更加發揮未來轉型為能源研究所的角色。
<p>計畫重點描述</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 整體計畫以綠色節能環境概念為主軸，利用電漿鍍膜技術開發出輕、薄及可撓曲之全固態非晶薄膜矽光伏(PV)、調光節能膜(電致變色膜(EC 膜)、低輻射膜(Low-E 膜)等)、鋰離子薄膜電池(TFB)及薄膜聚光光熱等關鍵節能元件及其整合型系統，與 3C 電子民生產品及建物整合應用發展，藉由既有建築物或社區環境等小型測試驗證平台之實際節能驗證，落實於日常生活節能。此外，搭配自主開發之卷對卷(R2R)電漿製鍍系統，協助相關產業技術升級，不須仰賴國外 turn-key 技術，大幅降低生產成本，符合民眾經濟消費，達到最有效之節能推廣應用功效。 • 全程計畫主要重點： <ol style="list-style-type: none"> 1. 電漿薄膜技術在可撓式功能型基材開發驗證及應用於節能元件開發。 2. 電漿薄膜技術在可撓式串接型多功能節能元件整合製程開發評估。 3. 電漿薄膜技術在可撓式整合型節能元件及應用於建築與 3C 電子產品等生活節能整合開發。 4. 拋物面電漿薄膜聚光光熱電整合系統開發。 5. 電漿薄膜聚光光熱及工業節能系統應用整合開發。 6. 節能元件及建物整合效能評估模擬。 7. 既有建物節能減碳示範驗證。 8. 大面積 VHF 電漿源開發。 9. 光電半導體級卷對卷電漿薄膜製程平台。
<p>計畫效益與重大突破</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開發輕薄可撓曲之 PV、EC、TFB、Low-E 等薄膜整合型元件，發電、感測、顯示、節能等功能一體化，並與業界先期合作開發，進行初步驗證評估，如智慧儲電顯示器、智慧變色窗、智慧太陽能眼鏡及智慧變色光圈等，實現創能、蓄能及節能三者聯動，提

	<p>供節能產業更寬廣應用。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 藉由發展拋物面聚光板、熱與電的光熱與光電整合，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。 3. 利用電漿鍍膜技術，開發高性能熱管、熱虹吸熱交換器和熱泵廢熱回收製造冰水技術，藉助薄膜管壁之毛細效應，殼管式熱交換器小型化，提昇熱交換效率，佈局工業廢熱應用領域。 4. 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。 5. 運用本所電漿核心技術發展大面積 VHF 電漿源，發展卷對卷 PECVD 及 PVD 連續製程技術，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。 6. 電弧/濺鍍電漿鍍製頂級隔熱節能膜技術(內含彩色隔熱膜、Low-E 膜、TFB 膜及 EC 膜等)，突破技術障礙，開發全球獨創之頂級節能膜生產技術，協助國內廠商，翻轉全球隔熱節能膜市場。 7. 全期計畫成功整合電弧電漿放電、磁控濺鍍與卷對卷(R2R)真空鍍膜系統技術，首創低成本之先導型卷對卷(R2R)電弧/濺鍍電漿鍍製高階節能膜技術系統及測試驗證評估平台(內含彩色隔熱膜、Low-E 膜等)等相關量產技術，不但突破電弧高溫在低溫塑材鍍膜之瓶頸，更具有設備單純及原料價廉之優勢，完全顛覆全球目前採行之高門檻高成本磁控濺鍍技術，有效降低生產成本，且完全以乾式真空電漿製程生產，符合綠色環保要件，另，Low-E 高階節能膜產品通過性能驗證，多樣化色彩、透光率與隔熱等性能完全符合國內最大節能膜製造商東○公司規格需求，雙方並於 104 年簽訂合作開發暨技術授權合約，簽約金 2,500 萬元。截至目前，為確保此全球首創量產技術之產品品質及量產良率，雙方同意第一階段測試驗證評估階段依合約延長半年，預計 106 年 2 月完成，雙方緊密配合共同為拓展國內外隔熱節能膜市場努力。
<p style="text-align: center;">遭遇困難與 因應對策</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 104 年與東○公司簽訂之合作開發暨技術授權合約，目前雙方緊密配合，共同合作測試評估此全球首創高階節能膜量產技術，依合約應於今年(105)完成第一階段之量產設備與製程測試驗證評估，但測試發現長時間鍍膜製程溫度控制和量產製程穩定性等問題有待進一步改進，方能確保節能薄膜產品品質及量產良率，經雙方評估同意，第一階段測試驗證評估階段依合約延長半年，順延至 106 年 2 月完成。目前已針對 R2R 設備之電漿源陽極結構改善，解決陽極毒化過熱問題，同時加強 R2R 滾輪遮板的冷卻效果，及製程參數調整等方向精進，並藉由模擬方式輔助降溫方法評估與建議，加速改善速度。目前長時間鍍膜製程穩定性測試的過熱問題已獲得大幅改善，預計 106 年 2 月可完成第一階段測試驗證評估，1,000 萬元技服收入可順利進帳。 2. 本年度計畫原訂技服 2 件(分別為友○及潔○公司)，技服收入達 50 萬元，目前已如期達成計畫目標。但為了增加計畫協助產業技

	<p>術升級成效，本計畫積極於 104 度(去年)額外增加與東鏘公司簽訂合作開發暨技術授權案，並預計希望今年技服收入能夠增加 1,000 萬元額外收入，用來增加計畫技服收入成效。雖然此技轉案依合約延長半年，1,000 萬元技服收入也順延至 106 年 2 月底方能進帳，但此部份並不影響計畫原先規劃之整體績效，反而強化本計畫全期協助產業升級成效。</p>		
<p>後續精進措施</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫所開發之電致變色(EC)膜、TFB 膜及其整合型元件(PV+EC+TFLB 電池+無線遙控技術)製程技術，尚未符合車聯網及智慧綠建築等產業規格，未來將透過 106~109 年新興電漿製程工程技術開發計畫，持續運用本計畫已開發之卷對卷電弧/濺鍍電漿鍍製平台精進，符合產業需求，並積極尋找廠商合作，導入量產，大幅降低成本，加速技轉簽約。 2. 本計畫所開智慧熱管餘熱回收節能關鍵技術，以及逆流熱虹吸回路技術於空調系統的節能效益技術，已直接銜接至 105~107 年 NEPII 智慧熱管餘熱回收節能關鍵技術開發計畫，相關技術持續精進並推廣應用於工業耗能和空調產業，加速技轉簽約。 		
<p>計畫連絡人</p>	<p>姓名</p>		<p>職稱</p>
	<p>服務機關</p>	<p>行政院原子能委員會核能研究所</p>	
	<p>電話</p>		<p>電子郵件</p>

【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】

年度	階段性目標達成情形 (每年度以 300 字為限)	重要成果摘要說明 (每年度以 600 字為限，過程性結果請免列)
102	<ol style="list-style-type: none"> 1. 先導型卷對卷(R2R)PECVD(電漿輔助化學氣相沈積)及R2R PVD(物理氣相沈積)電漿鍍製技術系統開發與性能提升，並進行 p-i-n 矽薄膜太陽電池 及 ITO/Ag/ITO Low-E 節能膜連線製程驗證，尋找廠商參與先期合作開發。 2. 研製寬 20cm 長 20cm 之可見光調變率 30% 彩色型薄膜 WO₃ 及 NiO 電致變色節能窗模組，及面積 1200mm×1500mm 之功率 25W 可撓式太陽能電池模組，參加 2013 台北國際發明暨技術交易展。 3. 完成太陽能及熱泵空調系統初期建置、複合式太陽能及廢熱回收整合系統研製和評估。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成寬 30cm 長 60cm 穿透度達 70% 之 Low E (低輻射)膜節能窗模組。 2. 完成先導型卷對卷(R2R)PECVD 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。 3. 完成電漿濺鍍 30cm×30cm 電致變色模組，光學變化率達 40% (穿透率變化範圍介於 70%~30%)，並以此模組組裝 6 片式 80cm×100cm 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現智慧綠建築應用願景。 4. 完成 1200mm×1500mm 25W 可撓式太陽能電池模組，並於 2013 台北國際發明暨技術交易展中展出，展現可撓曲太陽能電池發電應用優勢。 5. 完成太陽能及熱泵空調系統建置，熱管式太陽能真空管集熱器和氣源式熱泵的結合，提供 054 館生活熱水和頂樓展示屋空調。此外，氣源式熱泵可以輸送冷媒至室內掛隱式送風口，提供室內空調。 6. 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案，技服費 500 千元。 7. 「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，為本計畫重要核心技術之一。

<p style="text-align: center;">103</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配合先期參與合作廠商(○○公司)需求，開發先導型卷對卷(R2R)電弧電漿鍍製高階節能膜系統，幅寬300mm，50μm厚PET上鍍製ITO/Ag/ITO/Ag/ITO Low-E節能膜，紅外線阻擋率85%，SHGC值達0.49，均勻度小於9%，產品符合功能規範，進入技轉簽約階段。 2. 開發可撓式薄膜鋰離子電池，大小20$\times$20mm²，電池容量150μAh，驅動低功率之電子產品，與微型元件整合，參加能源展。 3. 開發逆流熱虹吸地源熱泵實驗平台，熱通量$> 10 \text{ kW/m}^2$，向下傳熱距離$> 2 \text{ m}$，熱源溫度$< 100^\circ\text{C}$。 4. 多頻率整合新穎VHF電漿源開發。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成與最大規模節能膜廠商(○○公司)先期參與合作案評估，先導型R2R PVD系統鍍製高階節能膜系統通過驗證，收入100萬元。原規劃103年底廠商投資1,000萬轉型升級，但經由先期參與案評估，廠商為面對國外技術強力競爭，再度修正技轉內容，技轉金額增至2,000萬以上，技轉簽約時程延至104年。 2. 完成與○○光電「可撓式半導體薄膜元件電極技術製作與開發」技服案簽訂，技服金額300仟元，本所可撓式非晶矽薄膜太陽能電池導入面板製程，提供智慧顯示器應用。 3. 完成與○○科技合作開發可撓式20$\times$20cm²電致變色節能膜與太陽能電池整合模組，藉由LED照射面積100cm²薄膜太陽能電池(PV)所產生之電力驅動25$\times$25cm²可撓式電致變色元件，光學穿透度變化達45%。獲得2014年台北國際發明展展前電子報之推薦，提供發電、感測及節能一體化且無需外加電源之電致變色節能窗應用。 4. 完成20$\times$20mm²可撓曲不銹鋼基板之SS304BA/LiCoO₂/LiPON/Li全固態鋰離子電池，電容量為300μAh，可驅動穿戴式電子產品，如LED手臂環、LED帶子、LED手錶和電致變色應用商品等，並於2014年台北國際發明暨技術交易展展出。 5. 完成逆流熱虹吸式雙向傳遞熱管，熱通量10kW/m²，傳熱距離長2m，熱源溫度低於100$^\circ\text{C}$，有效熱阻$< 0.04 \text{ }^\circ\text{C/W}$，與地源熱泵整合，展現靜態冷卻節能成果。 6. 成功驗證疊加雙駐波生成行進波之技術，改善大面積VHF電漿源，頻率=80MHz、放電區長度=125cm條件下，放電非均勻度$< \pm 5\%$，突破商業產品規格。
--	---	--

<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成先導型卷對卷電弧電漿/磁控濺鍍高階節能膜系統開發，並測試驗證幅寬 60cm 長度 10m 之 Low-E 膜節能膜符合綠建材規格，技轉廠商。 2. 研製薄型化(厚度<150 μm) 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，展現節能生活應用實例，參加發明展。 3. 研製可撓式薄膜鋰離子電池製作，每單元大小 20×20 mm²，電池容量 600 μAh，規格超越市售商品，參加發明暨技術交易展。 4. 開發熱虹吸熱交換器和熱泵廢熱回收製造冰水技術，設備體積比傳統之殼管式熱交換器小 1/3，熱交換效率 40%~60%，參加發明暨技術交易展，並簽訂技服案一件。 5. 開發工業級長線式 VHF PECVD 系統，電源頻率 80 MHz，鍍膜區長度 > 1 m，鍍膜非均勻度≤10%，發表 SCI 論文。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配合國內可繞曲節能膜產業規範及降低成本需求，開發全球首創先導型卷對卷電弧電漿/磁控鍍製高階節能膜系統，提供國內隔熱膜廠商之最佳整體解決方案，並成功技轉國內最大節能膜廠商○○公司，雙方於今年 8 月 13 日簽訂合作開發授權，金額 2,500 萬元。 2. 完成全固態電致變色薄膜(EC-PV)之汽車節能天窗，結合發電/感測/節能於一體、且無需外加電源的汽車節能天窗實體模型，光學穿透度變化可達 62%，並於台北國際發明展展示，具耐久性、輕薄可繞、低成本等功能優勢。積極推動導入汽車天窗市場，再推廣至智慧生活領域。 3. 在 20×20mm 不銹鋼基板上，完成可撓式全固態薄膜鋰電池電容量 600 μAh。單位體積放電電容量為一般鋰電池的 3 倍以上，並超越國外的廠商與研究單位。並成功驅動電致變色元件與環境能源捕捉器元件，榮獲 2015 年台北國際發明暨技術交易展競賽組金牌獎，並獲廠商熱烈回響。 4. 成功製作出 SUS304 不鏽鋼熱虹吸熱管，傳熱時間 3s，穩態溫差 12°C，熱傳係數 2~20 kW/m/K，熱交換效率 48%，體積可縮減至 1/3，以小體積優勢滲透既有熱交換市場。與○○科技公司簽訂技服案，評估熱虹吸熱管熱交換器回收裂解爐排氣廢熱，投資回收期<1 年。獲 2015 年台北國際發明暨技術交易展競賽組銀牌獎。 5. 結合數值模擬與實驗，加速新穎雙駐波疊加 VHF 電漿源之開發，成功將 1.1 m 電漿源之非均勻度控制在 <±5%，Showerhead 流速非均勻度 < ±1%，鍍膜電漿設備成本降低 50%，開創下世代高鍍膜速率的電漿技術成果已投稿至 Current Applied Physics 國際期刊 (INER-12426)。
---	--

105	<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行○○公司技轉案，持續先導型卷對卷電弧電漿/磁控濺鍍高階節能膜系統精進及製程測試驗證評估，設備符合量產功能，Low-E 節能膜產品符合廠商需求。 2. 完成可無線控制且符合綠建材規範之電致變色(EC)整合 Low-E 膜高效節能窗模組。 3. 完成物理和幾何參數的最佳化，改良逆流熱虹吸迴路，並與熱泵空調系統整合測試節電效率達 30%。 4. 完成開發全固態儲能薄膜鋰電池，電池容量 1,000 μAh (104 年電池容量 600 μAh)，能量密度 1,000Wh/L，為一般鋰電池 3 倍，循環壽命在 0.5C(兩小時充飽電池電流)的電流密度下，300 圈的充放電還保有 80%的電容量。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配合○○技轉案進度，完成世界首創先導型卷對卷電弧電漿/磁控濺鍍高階節能膜系統(量產製程驗證平台)開發建置，適用幅寬 1,560mm(商業級)，速度 1~3 米/分、偏移量 5mm，Low-E 節能膜之可見光$\geq 50\%$，紅外光反射率達 90%，均勻度$\pm 10\%$內(幅寬 1,300mm)。依合約，持續進行長時間穩定測試，第一階段測試驗證評估預計於 106 年 2 月底完成，技服收入 1000 萬元。 2. 完成高效節能窗模組，動態節能 SHGC 值變化範圍可由 0.65 變化至 0.2，紅外線阻擋率達 95.4%，並整合無線控制技術及 PV 驅動，提供未來居家節能智慧窗應用。 3. 完成改良逆流熱虹吸迴路與熱泵空調系統整合，EER=3.13 升至 4.21，提升 34.5%。拋物面碟式聚光反射鏡加熱太陽能熔鹽儲熱容器，儲熱效率$\sim 62\%$。技服收入 3000 仟元。 4. 完成面積 25$\times$25 mm² 可撓式薄膜鋰電池元件，電池容量達 1,435μAh，能量密度 1,080Wh/L，在 0.5C 下，300 圈的充放電還保有 80%的電容量，成果參加 2016 年台北國際發明暨技術交易展展出。 5. 完成以「薄膜電池結構及其製作方法」專利，美國專利號 US9,472,826)及中華明國專利發明第 1485905 號，參加 2016 年德國紐倫堡國際發明展，獲得金牌獎。同時參加 2016 年第 13 屆國家新創獎，進入決選。 6. 完成與○○公司簽訂「金屬氧化物於薄膜元件製作」技服案，收入 200 仟元。
-----	--	--

第一部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、目標與架構

(計畫目標與架構之呈現方式應與原綱要計畫書一致，如實際執行與原規劃有差異或變更，應予說明；另績效報告著重實際執行與達成效益，請避免重複計畫書內容。)

一、目標與效益

(一) 目標

本計畫延續前期計畫建立之基礎，將電漿清潔製程鍍製薄膜技術升級應用至輕薄可撓之綠色節能元件與其整合型節能系統開發，協助國內廠商拓展住商節能、汽車節能及工業節能三個應用領域，共同開創綠能產業，包含：(1)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、(2)電漿薄膜聚光光熱電整合系統應用開發、(3)電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證，及(4)工業電漿技術及應用系統平台開發建置等四個分項工作。

(二) 效益

(對於國內外環境、產業目前已經面臨或未來可能面臨之挑戰與機會，請說明透過本計畫之執行而改善或衍生機會等效益。)

1. 運用多年累積之大面積電漿源及量產電漿鍍膜技術，自主開發卷對卷(R2R)創新電弧電漿製程鍍製高階低輻射(Low-E)及電致變色(EC)節能膜設備及製程技術，提供高品質、低製造成本之整體解決方案，技術移轉國內節能膜廠商，有利建築物、汽車高性能隔熱膜普及化，協助節能政策推動。預期高階節能膜性能與進口相當(Low-E 膜:可見光穿透率>70%，紅外線反射率>90%；EC 膜:可見光穿透變化率>50%，紅外線阻擋率>90%)，設備成本大幅降低至進口設備 1/3 以下，產品價格低於進口品一半，不但符合國內節能膜產業技術升級需求，亦符合民眾經濟消費，達到最有效之節能推廣應用功效。
2. 運用所開發可撓曲之全固態節能薄膜及整合型系統(PV+Low-E+EC+薄膜鋰電池(TFLB))，結合資通訊(ICT)技術的智慧功能，搭配 3C 電子民生產品及建物整合應用發展，推動校園、住家、社區、車輛朝低碳節能改善，落實於日常生活節能中，實現創能、蓄能及節能三者聯動之智慧節能效益，成為未來智慧綠

建築及車聯網的關鍵節能元件。

3. 運用所開發拋物面聚光板、熱與電的光熱與光電整合，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。建立智慧熱管餘熱回收節能關鍵技術，驗證逆流熱虹吸回路技術的節能效益，地源熱泵空調示範測試系統的節電效率達30%，向空調產業推廣。
4. 完成3家廠商以上之技服、技轉或先期參與合約，協助台灣傳統產業轉型至高附加價值節能產業，提供傳產轉型的一個永續發展的新方向，同時加強整合國內ICT技術，為台灣智慧節能產業開創新的競爭力。104度(去年)簽訂之彩色及Low-E節能膜技轉案，今年依合約進行第一階段量產製程評估，為確保產品品質及量產良率，第一階段測試驗證評估時程經雙方同意依合約延長半年，致使預計今年年底可額外增加的1,000萬技服收入延至106年2月底進帳。

● 國際比較與分析

(如有計畫執行前後之國際比較，請列出，並以表格方式呈現為佳。)
無。

二、架構

細部計畫		子項計畫 (本所填分項計畫)		主持人	共同 主持人	執行 機關	計畫原訂目標	計畫效益與 目標達成情形 (請扼要說明，每項建議不 超過 100 字，可明確呈現個 別計畫之效益)
名稱	預算數/ (初編決算數) (千元)	名稱	預算數/ (初編決算數) (千元)					
電漿在綠色節 能環境之開發 與應用(4/4)	55,890 (54,441)	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(4/4)	17,429 (16,608)			核能研究 所	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成紅外線阻擋率 > 95% (Low-E Film & EC)。 2. 完成電驅動薄膜可見光穿透變化率 > 60%。 3. 完成室內模組電壓 > 15V (HIPV 如家用低壓直流電源)。 4. 完成全固態薄膜蓄電池之實驗研究評估。 5. 完成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 80%。 6. 完成薄型化整合型 (PV+EC) 光電驅動薄膜元件之可見光穿透變化率 > 50%。 	各項工作皆達到原訂目標。面積 25×25 mm ² 可撓式薄膜鋰電池元件，電池容量達 1,435μAh，參加 2016 年台北國際發明展。並以美國及中華明國「薄膜電池結構及其製作方法」專利，參加 2016 年德國紐倫堡國際發明展，獲得金牌獎。
		電漿薄膜聚 光光熱電整 合系統應用 開發(4/4)	7,889 (7,889)			核能研究 所	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成開發拋物面聚光光熱電整合系統，儲熱效率 60%。 2. 完成開發儲熱式熱電共生系統，熱電共生整合效率 45%。 3. 完成開發地源熱泵空 	各項工作皆達到原訂目標。完成改良逆流熱虹吸迴路與熱泵空調系統整合，EER=3.13 升至 4.21，提升

							調示範測試系統，節電效率達 30%。 4. 完成光熱廢熱輔助節能系統功能提昇，整體能源效率達 50%。	34.5 %。拋物面碟式聚光反射鏡加熱太陽能熔鹽儲熱容器，儲熱效率~ 62 %。技服收入 3000 仟元。
		電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證(4/4)	9,484 (8,996)		-	核能研究所	1. 提出改善既有建築物節能效益之完整評估模式。 2. 模擬評估本計畫所開發之節能膜與既有建築物節最佳整合效益，提供推廣應用依據。 3. 整合零碳排放示範系統，驗證節能效果> 20%。(以所開發之全固態節能元件為主題作最佳化整合驗證)。	各項工作皆達到原訂目標。於本所 054 館測試平台裝置自行開發之節能膜，進行照明與空調聯動測試，整體節電效率達 20% 以上。
		工業電漿技術及應用系統平台開發建置(4/4)	21,088 (20,948)		-	核能研究所	1. 工業級長線型 VHF PECVD 開發：完成鍍膜區寬幅約 1000 mm，電源頻率 80 MHz，a-Si 鍍膜非均勻度≤10%之工業級長線式 VHF PECVD 開發。 2. 流場模擬、電漿反應模擬與電漿診斷：(1) 完成工業級長線型 VHF PECVD(鍍膜區寬幅約 1000 mm)之 Showerhead 流場分佈模擬。(2)完成 5.5 代尺寸之 VHF PECVD	各項工作皆達到原訂目標。執行○○公司技轉案，先導型卷對卷電弧電漿/磁控濺鍍高階節能膜系統，幅寬 1,560mm，速度 1~3 米/分，Low-E 節能膜之可見光≥50%，紅外光反射率達>95%，均勻度±10%內，第

						<p>(基材尺寸 1.4 m × 1.1 m)電磁場模擬，電源饋入點設計須使電場非均勻度≤10%。</p> <p>3. 即時電漿光譜診斷與製程飄移修正系統：完成製程飄移修正系統和卷對卷電漿鍍膜生產線之整合測試。</p> <p>4. 建置批次量產型節能元件電漿多重製程系統：完成 PV-EC 整合節能元件電漿多重製程小量產測試，並驗證左列系統。</p> <p>5. 先導型卷對卷電漿鍍膜裝置功能推升：完成國內首座全功能準產業型卷對卷電漿鍍膜育成實驗室之建置，內含連續鍍製之 PECVD 製程設備，幅寬 400 mm 鍍膜，非均勻度≤10%；以及幅寬 600 mm 連續鍍製 ITO/Ag / ITO /Ag/ ITO 五層 Low-E 節能膜之 PEPVD 製程設備，鍍膜非均勻度≤5%，紅外線反射率>95%，符合窗戶綠建材要求。</p>	<p>一階段驗證評估預計於 106 年 2 月底完成，技服收入 1000 萬元。</p>
--	--	--	--	--	--	---	--

註：初編決算數=實支數+保留數=執行數

三、實際達成與原預期目標之差異說明

預期目標	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		
完成紅外線阻擋率 > 95% (Low-E Film & EC)。	完成符合綠建材規範之 20cmx20cm 電致變色(EC)整合 Low-E 膜高效節能窗模組，節能窗動態節能 SHGC 值變化範圍可由 0.65 變化至 0.2(節能玻璃定義:SHGC<0.3)，紅外線阻擋率達 95.4%，更進一步整合無線控制技術提供未來居家節能智慧窗之應用，並於 2016 年台北國際發明暨技術交易展展出，展現高效節能兼具美觀的建築節能生活應用實例。相關研發成果共計發表國際會議一篇(AMFPD 2016) 及一篇 SCI 國際期刊論文刊登 (Applied Physics Letters, vol.109, p. 123501, 2016)，並完成一案中華民國專利申請 (中華民國專利申請號:105129396)。	達成度：100% (請參考附件，圖 1)
完成電驅動薄膜可見光穿透變化率 > 60%。	完成不同離子摻雜組成之氧化鎳(NiO)與氧化鎢(WO ₃)組成之電致變色元件結構 (substrate/170nm ITO:Ag/60nm Ni(OH) ₂ /150nm Ta ₂ O ₅ /170nmWO ₃ / 100nm ITO) 研	達成度：100% (請參考附件，圖 2)

	<p>發，實驗所得之最佳可見光穿透度變化組合為氫氧化鎳(Ni(OH)₂)與氧化鎢(WO₃)，元件於 5V 操作下，整體元件於可見光波長 550nm 之穿透度變化可達 66.4%。相關研究成果於 2016ICGET 國際會議發表。</p>	
<p>完成室內模組電壓 > 15V (HIPV 如家用低壓直流電源)。</p>	<p>完成以 27 片 10cmx10cm 可撓式非晶矽薄膜太陽能電池組成之室內模組，並採用自行開發之低銀膠成本可撓式電極技術，有效提升模組光捕捉面積，於室內光源環境下測得模組開路電壓達 16.5V。</p>	<p>達成度：100% (請參考附件，圖 3)</p>
<p>完成全固態薄膜蓄電池之實驗研究評估。</p>	<p>完成以電漿濺鍍與蒸鍍設備進行全固態薄膜鋰電池之實驗研究評估。並成功於不銹鋼基材上製作出結構為 SS/LiMn₂O₄/LiPON/Li 的全固態薄膜鋰電池元件，元件於 0.3C 的電流密度進行充放電，放電電容量可達 12.8 μAh，相關專利參加 2016 年德國紐倫堡發明展，獲得金牌肯定。</p>	<p>達成度：100% (請參考附件，圖 4)</p>
<p>完成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 80%。</p>	<p>完成藉由加入溶劑稀釋銀膠為原來的 80%，並調整適當網版高度達成縮減指狀電極高度至 40 μm，並藉由設計與此網印指狀</p>	<p>達成度：100% (請參考附件，圖 5)</p>

	電極對應之 50 μ m 拉線電極進，達成單片 10cm $\times$ 10cm 太陽能電池節約銀膠用量 80%之目標，相關專利「光電元件之可撓性電極封裝結構」參加 2016 年台北國際發明暨技術交易展專利競賽，獲得銅牌肯定。	
完成薄型化整合型 (PV+EC) 光電驅動薄膜元件之可見光穿透變化率 > 50%。	完成 20cm $\times$ 20cm 電致變色(EC)整合 Low-E 膜高效節能窗模組，5 層電致變色元件薄膜厚度僅為 650nm，並以面積 20cm $\times$ 7cm 厚度 150 μ m 開路電壓 7V 太陽能電池驅動整體模組穿透度變化(ΔT)可達 57.4%，並於 2016 年台北國際發明展展示研發成果。並完成 10,000 次電力驅動操作之可靠度測試，整體模組經測試後，穿透度變化(ΔT)仍可維持在 59% 以上。	達成度：100% (請參考附件，圖 6)
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 60%。	拋物面聚光光熱電整合系統的太陽能熔鹽儲熱鍋爐的元件包括蒸汽容器(內鍋)，熔鹽桶(外鍋)和保溫層，內鍋和外鍋的材質是 SUS316，抵抗熔鹽腐蝕，外鍋底部是粗糙面和加強導熱結構，增加吸熱效率，外鍋周圍保溫層是雙層隔熱結構，減少熱損失，內鍋是長型結構，輔助熔鹽導熱，各元件的設計均須考慮熱傳性	達成度：100% (請參考附件，圖 7)

	能最大化，經過碟式聚熱反射鏡將太陽熱能儲存於熔鹽桶，熔鹽吸熱能量(J)/ 太陽能輻射能量(J)~62%。	
完成開發儲熱式熱電共生系統，熱電共生整合效率 45%。	儲熱式熱電共生系統是由太陽能熔鹽儲熱鍋爐和熱電模組結合而成。碟式聚熱反射鏡將太陽熱能儲存於熔鹽桶，再從熔鹽釋熱於蒸汽容器產生蒸汽。蒸汽除直接提供熱能外，並藉熱電模組產生電能，故可以同時提供熱能和電能。過測試，蒸汽吸熱能量(J)/ 太陽能輻射能量(J)~46 %。	達成度：100% (請參考附件，圖 8)
完成開發地源熱泵空調示範測試系統，節電效率達 30%。	傳統的自然對流如熱虹吸現象，受冷流體重力下沉和熱流體浮力上升的交互影響，熱能由下往上傳，逆流熱虹吸迴路利用蓄壓器累積氣體的壓力，並使浮力、壓力和重力的方向一致，可將熱能由上往下傳，再將物理和幾何參數最佳化，增加蒸發器進出流體的換熱，減少流體的壓力損失，傳熱能力因而增強。改良逆流熱虹吸迴路與熱泵空調系統整合測試結果，在 30 °C 水冷條件下 EER=3.13，然後切換至逆流熱虹吸地下散熱，EER 升至 4.21，超過氣冷分離式冷氣機國家節能標章標準 3.55 (4~ 7.1 kW 冷氣能力)，提升 34.5 %。	達成度：100% (請參考附件，圖 9)
完成光熱廢熱輔助節能系統功能提昇，整體能源效率達 50%。	本輔助節能系統是以太陽能集熱器和熱泵製造熱水，輔助空氣加熱功能，再於冷卻盤管進出口以熱虹吸管熱交換器進行廢熱回收，取代育成中心無塵室空調箱最耗電的設備空氣電加熱器。為提升空調箱能源效率，完	達成度：100% (請參考附件，圖 10)

	成系統功能測試，並且開發智慧型能源管理系統，利用熱水桶儲熱功能，日間太陽儲熱，夜間熱泵儲熱，於工作期間釋熱，達到移峰填谷的效果，使能源效率提升，整體能源效率達 54%。	
三、電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合開發驗證		
完成提出改善既有建築物節能效益之完整評估模式。	以 Design Builder 4.5 建築耗能模擬軟體進行公寓住宅、透天住宅及商辦大樓等既有建築之冷房空調及照明耗電資料之建立，運用資料庫得知各式用電模式之年用電量，以簡便、快速之表單勾選方式讓用戶自行評估更換各式節能組件之整體節電效率。表單中列出影響耗能之主要參數，如地區、玻璃種類、溫度設定、冷氣效率及燈具種類等，使用者可輕易得之既有建物之節能評估結果。	達成度：100% (請參考附件，表 1~3)
完成模擬評估本計畫所開發之節能膜與既有建築物節最佳整合效益，提供推廣應用依據。	模擬評估本計畫所開發之節能膜安裝位於台北、台南之公寓(窗/牆比 20%)、透天住宅(窗/牆比 20%)及商辦大樓(窗/牆比 40%)各方位窗戶之空調(定溫 25°C)節能效益。探討公寓、透天住宅及商辦大樓之單面開窗(分別為東面、西面、南面、北面開窗)及四面開窗之空調節能	達成度：100% (請參考附件，圖 11~12)

	<p>效益比較。得知其最佳配置為四面窗皆貼節能膜，透天及商辦大樓之節能效率分別為 8.2%及 9.2%，遠高於單一方向窗之貼膜效益。本計畫開發之節能膜包含機台、鍍膜材料、製程用電及設備 5 年折舊等費用，成本約為 NT 315.6 元/m²。電費評估以每度 2.7 元計算，以位於台南之商辦大樓(窗/牆比 40%)為例，其單位面積窗節省之電費為 86.99 元/m²-年，回收期約 3.6 年。</p>	
<p>完成整合零碳排放示範系統，驗證節能效果 > 20%。(以所開發之全固態節能元件為主題作最佳化整合驗證)。</p>	<p>以自行開發之 INER Low-E 2015 膜，黏貼在本所 054 館節能測試平台展示房(地板面積 10.9m²，單開西側窗，窗/牆比 5.3%)清玻璃上進行照明與空調聯動耗能測試。於 2016/06/16~09/07 (09:00~18:00，空調定溫 24℃，室內照度維持 1000Lux)，量測記錄環境溫度、照明及空調用電量等數據，由實驗結果得知裝置 INER Low-E 膜搭配照明聯動之整體節電效率達 20%以上。</p>	<p>達成度：100% (請參考附件，圖 13~14)</p>
<p>四、工業電漿技術及應用系統平台開發建置</p>		
<p>完成鍍膜區寬幅約 1000 mm，電源頻率 80 MHz，a-Si 鍍膜非均勻度 ≤10% 之工業</p>	<p>已完成鍍膜區寬幅 1100 mm 之工業級長線型 VHF PECVD 之組裝與鍍膜測試，實驗結果顯示 a-Si</p>	<p>達成度：100% (請參考附件，圖 15)</p>

<p>級長型式 VHF PECVD 開發。</p>	<p>薄膜之最佳鍍膜非均勻度達 $\pm 9.9\%$，符合計畫目標。</p>	
<p>完成工業級長線型 VHF PECVD(鍍膜區寬幅約 1000 mm)之 Showerhead 流場分佈模擬。</p>	<p>已完成寬幅 1100 mm 之 Showerhead 流場分布模擬，流道結構共分為 6 層，其中 2 層為緩衝層，模擬結果顯示所得流速非均勻度 $< \pm 1\%$。</p>	<p>達成度：100% (請參考附件，圖 16)</p>
<p>完成 5.5 代尺寸之 VHF PECVD (基材尺寸 1.4 m $\times$ 1.1 m) 電磁場模擬，電源饋入點設計須使電場非均勻度 $\leq 10\%$。</p>	<p>已完成 5.5 代尺寸之 VHF PECVD 電磁場模擬，模擬結果顯示若在電極相對的兩邊各設置 8 個饋入點，並同時搭配本所自行研發的雙駐波疊加產生行進波技術，則可得電場非均勻度 $\pm 9.7\%$ 之結果，符合 $\pm 10\%$ 之工業需求。</p>	<p>達成度：100% (請參考附件，圖 17)</p>
<p>完成製程飄移修正系統和卷對卷電漿鍍膜生產線之整合測試。</p>	<p>精進類神經系統監控制程變化，能依據多層膜穿透光譜即時監測最上層沉積狀況，以調整長時間製程飄移，並即時修正電漿功率調整鍍膜厚度，目前誤差值 $< 2\%$。</p>	<p>達成度：100% (請參考附件，圖 18~圖 20)</p>
<p>完成 PV-EC 整合節能元件電漿多重製程小量產測試，並驗證批次量產型節能元件電漿多重製程系統。</p>	<p>利用電弧電漿技術整合節能元件電漿多重製程量產測試，電弧電漿沉積 EC WO_3 單層薄膜，尺寸 5cm$\times$5cm，再搭配磁控電漿源技術製作成全固態電致變色元件，並與 PV 整合進行變色驗證，結果顯示元件上退色變化率最</p>	<p>達成度：100% (請參考附件，圖 21~22)</p>

	高可達 $\Delta T=42\%$ 。	
<p>完成國內首座全功能準產業型卷對卷電漿鍍膜育成實驗室之建置，內含連續鍍製之 PECVD 製程設備，幅寬 400 mm 鍍膜，非均勻度$\leq 10\%$；以及幅寬 600 mm 連續鍍製 ITO/ Ag / ITO /Ag/ ITO 五層 Low-E 節能膜之 PEPVD 製程設備，鍍膜非均勻度$\leq 5\%$，紅外線反射率$>95\%$，符合窗戶綠建材要求。</p>	<p>1. 完成準產業型卷對卷磁控電漿 PVD 系統建置，並進行 ITO/Ag/ITO/Ag/ITO Low E 節能膜製鍍，成品全長 100m 幅寬 600 mm 鍍膜，沉積膜厚為 35/21/80/21/35 nm，經量測可見光穿透率 61.9%，紅外光反射$>95\%$，SHGC 0.26，符合綠建材規格。</p> <p>2. 執行 104 年本所與○○公司簽訂「卷對卷電漿鍍製節能薄膜整體解決方案」合約，已完成世界首創電弧/磁控電漿複合製程之卷對卷三腔量產製程驗證平台開發建置，適用幅寬 1,560mm 商用 PET 製程，捲繞速度 1~3 米/分，偏移量 5mm。並完成頂級奈米低熱輻射率節能膜 TiO₂/Ag/Ti/TiO₂ 製鍍及光學量測分析，可見光$\geq 50\%$，紅外光反射率高達 90%，均勻度$\pm 10\%$內（幅寬 1300 mm），製程已符合產品規格。但因設備需經長時間（約半年）鍍膜及量產製程穩定性優化測試，方能達到量產規格，以及受限於合約內容之第一階段驗證評估為期一年，於</p>	<p>達成度：100% (請參考附件，圖 23~25)</p>

	<p>105年8月31日屆期。因此，雙方討論後，依合約將第一階段驗證評估部分延半年，預計明年2月28日之前完成第一階段性驗證評估工作，技服收入1,000萬元。同時協助廠商於年底完成量產廠房建置，帶動廠商投資金額達5,000萬元以上。而廠商為配合參與本所量產技術驗證評估，增聘研發人員3人以上。</p>	
--	--	--

貳、主要內容

一、執行內容

(計畫內容之呈現方式應與原綱要計畫書一致，依綱要計畫、細部計畫、子項計畫逐層說明，計畫結構最多三層，以具體條列式說明為佳，如實際執行與原規劃有差異或變更，應予說明；另績效報告著重實際執行與達成效益，請避免重複計畫書內容。)

本年度為四年計畫最後一年，各分項計畫工作之發展執行內容如下：

- (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
 - (1). 完成紅外線阻擋率 $>95\%$ (Low-E Film & EC)。
 - (2). 完成電驅動薄膜可見光穿透變化率 $>60\%$ 。
 - (3). 完成室內模組電壓 $>15V$ (HIPV 如家用低壓直流電源)。
 - (4). 完成全固態薄膜蓄電池之實驗研究評估。
 - 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
 - (1). 完成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 80% 。
 - (2). 完成薄型化整合型(PV+EC)光電驅動薄膜元件之可見光穿透變化率 $>50\%$ 。
- (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
 - (1). 完成開發拋物面聚光光熱電整合系統，儲熱效率 60% 。
 - (2). 完成開發儲熱式熱電共生系統，熱電共生整合效率 45% 。
 - 2. 光熱廢熱輔助節能系統開發
 - 完成光熱廢熱輔助節能系統功能提昇，整體能源效率達 50% 。
- (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
 - (1). 完成提出改善既有建築物節能效益之完整評估模式。
 - (2). 完成模擬評估本計畫所開發之節能膜與既有建築物節最佳整合效益，提供推廣應用依據。

2. 零碳排放示範系統環境建立與驗證

完成整合零碳排放示範系統，驗證節能效果 > 20%。(以所開發之全固態節能元件為主題作最佳化整合驗證)。

(四)、工業電漿技術及應用系統平台開發建置：

1. 工業電漿源開發推展

- (1). 完成鍍膜區寬幅約 1000 mm，電源頻率 80 MHz，a-Si 鍍膜非均勻度≤10%之工業級長型式 VHF PECVD 開發。
- (2). 完成工業級長線型 VHF PECVD(鍍膜區寬幅約 1000 mm)之 Showerhead 流場分佈模擬。
- (3). 完成 5.5 代尺寸之 VHF PECVD (基材尺寸 1.4 m × 1.1 m) 電磁場模擬，電源饋入點設計須使電場非均勻度≤10%。
- (4). 完成製程飄移修正系統和卷對卷電漿鍍膜生產線之整合測試。

2. 工業電漿製程產業推廣平台

- (1). 完成 PV-EC 整合節能元件電漿多重製程小量產測試，並驗證批次量產型節能元件電漿多重製程系統。
- (2). 完成國內首座全功能準產業型卷對卷電漿鍍膜育成實驗室之建置，內含連續鍍製之 PVD 製程設備，幅寬 400 mm 鍍膜，非均勻度≤10%；以及幅寬 600 mm 連續鍍製 ITO/Ag/ITO/Ag/ITO 五層 Low-E 節能膜之 PVD 製程設備，鍍膜非均勻度≤5%，紅外線反射率>95%，符合窗戶綠建材要求。

二、遭遇困難與因應對策

(執行計畫過程中所遭遇困難、執行落後之因應措施及建議，如無遭遇困難或落後情形者，請填寫「無」即可。)

類別	說明	因應措施與建議
執行困難	本計畫成功開發全球首創低成本之先導型卷對卷(R2R)電弧/濺鍍電漿鍍製高階節能膜技術系統及測試驗證評估平台(內含彩色隔熱膜、Low-E膜等)，並該量產技術已於104年技轉國內最大節能膜製造商○○公司，彌補國內生產高階節能膜技術缺口，	先導型卷對卷(R2R)電弧/濺鍍電漿鍍製高階節能膜技術系統及測試驗證評估平台，從工程改善角度，已對電漿源陽極結構、加強冷卻效果、製程參數調整等方

	<p>達成協助國內節能膜產業技術升級目標，技轉金2,500萬元。此技轉案依合約應於今年(105)完成第一階段之量產設備與製程測試驗證評估，但由於此量產技術全球首創，測試發現長時間鍍膜製程溫度控制和量產製程穩定性等問題有待進一步改進，方能確保節能薄膜產品品質及量產良率。經雙方評估討論後，同意將第一階段測試驗證評估階段依合約延長半年，順延至106年2月完成</p>	<p>向精進。而過熱之工程問題，已結合模擬小組，藉由模擬方式輔助降溫方法評估，也得到不錯的修改建議，依建議修正後，過熱問題已大幅改善，目前正進行長時間鍍膜製程穩定性驗證評估。此技轉案乃計畫額外增加成果，未來應可順利完成。</p>
<p>執行落後</p>	<p>不影響計畫工作目標之達成。</p>	

三、實際執行與原規劃差異說明

差異原因為「054 館外牆整修」工程採購案件因履約期間施工計畫書、品質計畫書、鷹架計畫書、施工進度表及施工方法等，建築師與承商意見不一致，延誤施工進度，而無法於年底前完工驗收，已辦理部分預算保留 3,679 千元(經常門)，預計 106 年 2 月份可完成結報，不影響 105 年計畫目標之達成。

參、經費與人力執行情形

一、經費執行情形

(一) 經資門經費表 (E005)

1. 初編決算數：因績效報告書繳交時，審計機關尚未審定 105 年度決算，故請填列機關編造決算數。
2. 實支數：係指工作實際已執行且實際支付之款項，不包含暫付數。
3. 保留數：係指因發生權責關係經核准保留於以後年度繼續支付之經費。
4. 106 年度預算數：如立法院已通過 106 年度總預算，則填寫法定預算數；如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。

單位：千元；%

	105 年度				執行率 (d/a)	106 年度 預算數	107 年度 申請數	備註
	預算數 (a)	初編決算數						
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	55,890	50,762	3,679	54,441	97.40%			
一、經常門小計	38,032	33,823	3,679	37,502	98.60%		業務費流出： 1,160 千元	
(1)人事費	-							
(2)材料費	15,192							
(3)其他經常支出	24,000							
二、資本門小計	17,858	16,939	-	16,939	94.85%		業務費流入： 1,160 千元	
(1)土地建築	-	-	-	-	-			
(2)儀器設備	12,040	-	-	-	-			
(3)其他資本支出	4,658	-	-	-	-			

(二) 經費支用說明

(請簡扼說明各項經費支用用途，例如有高額其他經費支出，宜說明其用途；或就資本門說明所採購項目及目的等。)

本年度編列經常門業務費 39,192 千元，流用後 38,032 千元，估計畫總經費 68.05%。主要用途除人事費以外為支應計畫執行所需之材料費(如氣體、靶材、特殊材料、金屬耗材與其他消耗性物品)、其他費用(如水

電費及清潔費、通訊費、委託研究費、房屋與設施養護費、一般事務費、國內外差旅費等多項用途)；本年度編列資本門設備費 16,698 千元，流用後 17,858 千元，估計畫總經費 31.95%。主要用途為除土地建築費以外之費用包括：儀器設備費如共通性之分析儀器，及為達成可撓式薄膜太陽電池及薄膜節能元件製程研發、工業電漿技術及應用系統平台開發建置、電漿薄膜聚光光熱電整合系統開發建置、電漿技術運用於綠色環境零碳排放整合測試開發等所需之相關設備等，其他費用如資訊設備硬體及軟體費、雜項設備、零組件與工具等。

(三) 經費實際支用與原規劃差異說明

(如有執行率偏低、保留數偏高、經資門流用比例偏高等情形，均請說明。)

1. 經常門業務費流出 1,160 千元流入資本門，作為「研發成果展示室整修」相關設備新增購置項目之設備經費。
2. 計畫經費運用：本年度至 12 月份計畫經常支出分配數為 38,032 千元，資本支出分配數為 17,858 千元，經資門支出合計分配數為 55,890 千元；104 年度保留數 919 千元(已完成結報)。截至 12 月 31 日之統計值，本年度經常門支出實際結報數為 33,823 千元，保留數 3,679 千元；資本支出實際結報數為 16,939 千元。經資門支出合計實際結報數為 50,762 千元，保留數 3,679 千元，執行率為 97.40%。差異原因為「054 館外牆整修」工程採購案件因履約期間施工計畫書、品質計畫書、鷹架計畫書、施工進度表及施工方法等，建築師與承商意見不一致，延誤施工進度，而無法於年底前完工驗收，已辦理部分預算保留 3,679 千元(經常門)，預計 106 年 2 月份可完成結報，不影響 105 年計畫目標之達成。

二、計畫人力運用情形

(一) 計畫人力結構 (E004)

計畫名稱	執行情形	105 年度							106 年度 總人力 (預算數)	107 年度 總人力 (申請數)
		研究員 級	副研究 員級	助理研究員 級	助理級	技術 人員	其他	總人力 (人年)		
分支計畫 電漿在綠色節 能環境之開發 與應用	原訂	1	13	26	4	6	—	50	—	—
	實際	0.8	12.16	13.74	2.5	2.9	—	32.1	—	—
	差異	-0.2	-0.84	-12.26	-1.5	-3.1	—	-17.9	—	—
分項計畫 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	1	7	10	2	0	—	20	—	—
	實際	0	6.4	5.12	1	0.2	—	12.72	—	—
	差異	-1	-0.6	-4.88	-1	+0.2	—	-7.28	—	—
分項計畫 電漿薄膜聚光 光熱電整合系 統應用開發	原訂	0	2	6	1	1	—	10	—	—
	實際	0	0.86	2.5	0	0.1	—	3.46	—	—
	差異	0	-1.14	-3.5	-1	-0.9	—	-6.54	—	—

分項計畫 電漿技術運用 於綠色環境零 碳排放整合開 發驗證	原訂	0	2	7	0	1	—	10	—	—
	實際	0	0.6	0.76	0	0	—	1.36	—	—
	差異	0	-1.4	-6.24	0	-1	—	-8.64	—	—
分項計畫 工業電漿技術 及應用系統平 台開發建置	原訂	0	2	3	1	4	—	10	—	—
	實際	0.8	4.3	5.36	1.5	2.6	—	14.56	—	—
	差異	+0.8	+2.3	+2.36	+0.5	-1.4	—	+4.56	—	—

- 研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正等，若非以上職稱則相當於博士滿3年、或碩士滿6年、或學士滿9年以上之研究經驗者。
- 副研究員級：副研究員、副教授、助理教授、總醫師、薦任技正，若非以上職稱則相當於博士、或碩士滿3年、或學士滿6年以上之研究經驗者。
- 助理研究員：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3年以上之研究經驗者。
- 助理級：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3年以上之研究經驗者。
- 技術人員：指目前在研究人員之監督下從事與研究發展有關之技術性工作。
- 其他：指在研究發展執行部門參與研究發展有關之事務性及雜項工作者，如人事、會計、秘書、事務人員及維修、機電人員等。

(二) 人力實際進用與原規劃差異說明

105年度規劃投入研究人力50人年，實際投入人力32.1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、退役、離職等，在充份發揮人力配置下，不影響對計畫階段性目標的完成。此外，為配合104度(去年)簽訂之彩色及Low-E節能膜技轉案執行進度，適當增加第四分項計畫人力。

肆、已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)

屬性	績效指標類別	績效指標項目		105 年度		106 年度目標值	107 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
學術成就 (科技基礎研究)	A. 論文	期刊論文	國內(篇)	0	2			發表『兩相逆流熱虹吸迴路特性分析』會議論文，投稿 2016 台灣熱管理協會年會暨技術成果發表會，獲得最佳論文獎第一名。	
			國外(篇)	6	9				
		研討會論文	國內(篇)	4	1				
			國外(篇)		6				
	B. 合作團隊 (計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數		0	0			三組團隊分別建立三種專業實驗室，包括： 1.系統整合：電漿源技術與電漿製程系統整合。 2.製程與元件：全固態電漿薄膜製程及節能元件研製。 3.節能環境模擬評估及驗證。	
		跨機構合作團隊(計畫)數		3	3				
跨國合作團隊(計畫)數		0	0						
簽訂合作協議數		0	0						
形成研究中心數		0	0						
形成實驗室數		0	3						
學術成就 ()	C. 培育及延攬人才	博士培育/訓人數		6	2			1.與國內學界之合作，深耕基礎機制，做為實務應用開發之後盾。 2.為國家培育年輕之研究人才。	
		碩士培育/訓人數			5				

屬性	績效指標類別	績效指標項目		105 年度		106 年度目標值	107 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
科技基礎研究)	D1.研究報告	研究報告篇數		16	16			呈現研發之成果及後續研發的重點與方向，使研發技術與經驗得以交流與傳承。	
技術創新 (科技技術創新)	G.智慧財產	申請中 (本年度申請)	國內	發明專利(件)	7	7		1. 配合技術創新，申請多項專利，展現應用研發實力。 2. 以可撓式整合型節能元件製作與製程及設備等專利佈局為主，以利推展競爭。 3. 以美國及中華明國「薄膜電池結構及其製作方法」專利，參加 2016 年德國紐倫堡國際發明展，獲得金牌獎。	
			國外	發明專利(件)		6			
		已獲准 (先前年度申請，於本年度獲得。)	國內	發明專利(件)		9			
			國外	發明專利(件)		3			
技術	H.技術報告及檢驗方法	新技術開發或技術升級開發之技術報告篇數		1	3			記載可視化逆流熱虹吸實驗平	

屬性	績效指標類別	績效指標項目		105 年度		106 年度目標值	107 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
		原訂目標值	實際達成值	原訂目標值	實際達成值				
創新 (科技技術創新)		新檢驗方法數		0	0			台技術研發的歷程及標準作業程序，以利技術傳承；後續的研發可在既有的基礎上，繼續發揚光大。	
	12. 參與技術活動	發表於國內外技術活動(包含技術研討會、技術說明會、競賽活動等)場次		3	5			參加國內外研討會至少 5 場次，舉辦可撓式薄膜節能及能源技術研討會及參加國內外展示會至少 3 場次。對外推展研發成果，尋求業界參與合作並充分掌握最新趨勢，促進技術提升。	
	J1. 技轉與智財授權	技轉(含先期技術) <u>國內</u> 廠商或機構	件數	1	0			首創低成本之先導型卷對卷(R2R)電弧/濺鍍電漿鍍製高階節能膜技術系統及測試驗證評估平台等相關量產技術，不但突破電弧高溫在低溫塑材鍍膜之瓶頸，更具有設備單純及原料價廉之優勢，完全顛覆全球目前採行之高門檻高成本磁控濺鍍技術，有效降低生產成本，且完全以乾式真空電漿製程生產，符合綠色環保要件。Low-E 高階節能膜產	
			金額(千元)	0	0				
		技轉(含先期技術) <u>國外</u> 廠商或機構	件數	0	0				
			金額(千元)	0	0				
		專利授權 <u>國內</u> 廠商或機構	件數	0	0				
			金額(千元)	0	0				
		專利授權 <u>國外</u> 廠商或機構	件數	0	0				
			金額(千元)	0	0				
自由軟體授權件數	0	0							
其他(不含專利)授權	件數	0	0						

屬性	績效指標類別	績效指標項目	105 年度		106 年度目標值	107 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值				
		金額(千元)	0	0			品通過性能驗證，多樣化色彩、透光率與隔熱等性能完全符合國內最大節能膜製造商○○公司規格需求，雙方並於104年簽訂合作開發暨技術授權合約，簽約金2,500萬元。截至目前，為確保此全球首創量產技術之產品品質及量產良率，雙方同意第一階段測試驗證評估階段依合約延長半年，預計106年2月完成，共同為拓展國內外隔熱節能膜市場努力。	
技術創新 ()	S1. 技術服務 (含委託案及工業服務)	技術服務件數	2	2			績效指標原訂技服 2 件(分別為○○及○○公司)，技服收入達 50 萬元，已達計畫目標。但為增加協助產業技術升級成果，本計畫努力於 104 度(去年)額外增加與	
		技術服務家數	0	2				

屬性	績效指標類別	績效指標項目	105 年度		106 年度目標值	107 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值				
科技技術創新)		技術服務金額(千元)	0	500			○○公司簽訂合作開發暨技術授權案「卷對卷電漿鍍製節能薄膜整體解決方案」，技轉金 2,500 萬元。依合約，原預計今年年底完成第一階段測試驗證評估，技服收入 1,000 萬元。但由於此量產技術為全球首創，技術門檻很高，為確保節能薄膜產品品質及量產良率，第一階段測試驗證評估，經雙方評估，同意依合約延長半年，致使今年 1,000 萬技服收入延至 106 年 2 月底方能進帳，但此部份並不影響計畫整體績效。	
經濟效益 (經濟產業促進)	L.促成投資	促成廠商投資件數	1	1			104 度(去年)已額外增加與○○公司簽訂合作開發暨技術授權案「卷對卷電漿鍍製節能薄膜整體解決方案」，配合技轉案執行，105 年年底已協助技轉廠商，完成量產設備所需之新廠房建置，廠商投資金 5,000 萬元以上。	
		促成生產投資金額(千元)	0	50,000				
		促成研發投資金額(千元)	0	0				
		促成新創事業投資金額(千元)	0	0				
		促成產值提升或新創事業所推出新產品產值(千元)	0	0				
	P.創業育成	新公司或衍生公司家數	1	0			促使廠商逐漸投資進入新節能能源產業。	

屬性	績效指標類別		績效指標項目	105 年度		106 年度目標值	107 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
社會影響	社會福祉提升	R. 增加就業	廠商增聘人數	20	24			因計畫的執行，聘用計畫相關研發人力，所聘 3 人、替代役 14 人、專支人員 4 人，共 21 人，以創造就業機會。104 度(去年)簽訂之彩色及 Low-E 節能膜技轉案，技轉廠商增聘研發人員 3 人以上，參與量產技術驗證評估。	

105 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：

本計畫原規劃 105 年技轉廠商 1 家及育成新公司或衍生公司各 1 家，但由於受到○○公司技轉案，由原規劃 103 年底廠商投資 1,000 萬轉型升級，發現無法面對國外技術強力競爭。經由一再修正技轉內容，且技轉金額也由 1,000 萬增至 2,500 萬，截至 104 年 8 月才定案並完成技轉簽約。為了執行此技轉案，105 年大部分人力及物力都集中於卷對卷(R2R)電弧電漿/磁控濺鍍複合電漿鍍膜製成平台建置與 Low-E 節能膜製程技術測試評估，因此，此兩項規畫無法如期完成。但原技轉案由金額由 1,000 萬增至 2,500 萬，增加 2 倍以上，已大大增加全期計畫之產業效益。另外，此技轉案係由與廠商合作模式，藉由廠商先期參與計劃促成，提供技轉整體解決方案(turnkey 技術)，包括設備、製程與產品，難度高，挑戰大，技轉金額較大，成案時間較費時，且時程不易於掌控，因而影響 105 年規劃。

第二部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

(請說明計畫所達成之主要成就與成果，以及其價值與貢獻度；若綱要計畫為多年期計畫，請填寫起始年累積至今之主要成就及成果之價值與貢獻度。)

一、學術成就(科技基礎研究)

102~104 年度：

(一) 全固態電致變色薄膜元件開發與應用：

1. 「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。
2. 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)。
3. 針對自行研發之高分子固態電解質，搭配可撓式氧化鎢(WO₃)與氧化鎳(NiO)電致變色薄膜，組裝成一可撓式全固態電致變色元件，其穿透度變化率可達 33.7%，並將此研究成果「A Flexible all-solid-state Electrochromic Device with Polymeric Crystal Composite Electrolyte and WO₃/NiO Complementary System」發表於 ISE 2015 國際電化學研討會(台灣/台北 2015/10/4~2015/10/9)。
4. 利用自行研發之紫外光(UV)固化型高分子固態電解質，搭配氧化鎢(WO₃)與氧化鎳(NiO)電致變色薄膜，組裝成一固態電致變色元件，其穿透度變化率可達 45%，離子導電度為 5.6

$\times 10^{-5}$ S/cm，並將此研究成果「A Flexible quasi-solid-state Electrochromic Device with Polymeric Electrolyte and WO_3/NiO Complementary System」發表於 MPT2015 材料工藝技術國際研討會(中國/上海 2015/7/19~2015/7/21)。

5. 全固態電致變色薄膜光圈應用驗證，其結構為單一基板之全固態電致變色薄膜元件，可輕易完成光圈圖案化，並避免液態封裝及有機材料所衍伸的劣化問題。所製作元件於波長 633nm 穿透度變化率可達 82%，於 5.5V 電壓操作下，所需之電力僅為 16.75mW/cycle，為一節能之全固態光圈，並將此研究成果「All-solid-state electrochromic thin films for optical iris application」發表於 AMFPD-2015 國際研討會(日本/京都 2015/7/1~201/7/3)。

(二) 大面積 VHF 電漿源開發

1. 「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。
2. 「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。

3. 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。
4. 結合模擬與實驗，開發高頻電漿機台，提昇鍍膜均勻度，主要由數值模擬與實驗驗證雙管齊下，成功開發鍍膜長度 1.1 m 的 80 MHz PECVD，電漿源非均勻度 $< \pm 5\%$ ，Showerhead 流速非均勻度 $< \pm 1\%$ ，預期鍍膜速率可提昇 50%、電漿設備成本降低 50%，開創出下世代的電漿技術。HL Chen, YC Tu, CC Hsieh, DL Lin, CJ Chang, KC Leou, “Improving discharge uniformity of industrial-scale very high frequency plasma sources by launching a traveling wave,” **Current Applied Physics** (submitted, INER#35486).

(三) 開發自主循環的逆流熱虹吸迴路向下傳熱裝置：

1. 透過蒸氣壓力、重力與浮力的適當配置，構成逆流熱虹吸迴路，能夠自主循環且向下傳熱，可應用於地源熱泵空調系統，達到節能效果。成果寫成『可視化無泵兩相逆流熱虹吸迴路設計與測試』會議論文(INER-11705)，發表於 2015 台灣熱管理協會年會暨技術成果發表會，獲得最佳論文獎。
2. 「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。

- (四) 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)
- (五) 可撓式薄膜全固態鋰電池元件開發, 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)。
- (六) 太陽能電池前瞻技術開發, 完成「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。

105 年：

- (一)、Low-E 低輻射膜結合電致變色元件技術, 節能效益再提升: 所發展之技術除可調整電致變色元件狀態提供照明與空調節能的功

用外，並同時提供智慧窗在透明態時即具紅外線阻擋的節能功用。節能窗動態節能 SHGC 值變化範圍可由 0.65 變化至 0.2，模組穿透度變化(ΔT)可達 57.4%、紅外線阻擋率達 95.4%。相關研究成果「All-solid-state electrochromic device integrated with Near-IR blocking layer for image sensor and energy-saving glass application」於國際知名 SCI 期刊 Applied Physics Letters (Impact Factor 3.12)刊登(APL,vol.109, p. 123501,2016)。

- (二)、導入鍍膜結構有利離子傳導之電弧電漿鍍膜技術，提升電致變色元件操作速度：以電弧電漿技術鍍製具奈米孔隙路徑之氧化鈦離子傳導層，其離子電導值($7.62 \times 10^{-6} \text{S/cm}$)為傳統濺鍍鍍膜技術的 2 倍，有效提升電致變色元件之操作速度及降低製程成本。相關研究成果「The improvement of all-solid-state electrochromic devices fabricated with the reactive sputter and cathodic arc technology」獲國際知名 SCI 期刊 AIP Advance(Impact Factor 1.44)接受刊登。
- (三)、自行研發熱塑形高分子固態電解質成功：搭配氧化鎢(WO_3)與電致變色薄膜，組裝成一可撓式全固態電致變色元件，穿透度變化率 53%，離子導電度 $6.43 \times 10^{-5} \text{S/cm}$ 。相關研究成果「Synthesis of Poly(methyl methacrylate)-Succinonitrile Composite Polymer Electrolyte and its Application for Flexible Electrochromic Devices」投稿至國際知名 SCI 期刊 Solar Energy Materials and Solar Cells(Impact Factor 4.73)。
- (四)、全台唯一完成全固態薄膜鋰電池元件之製作，運用電漿技術層層堆疊在可撓式不銹鋼基材上面，並擁有充放電效果。將研究發表「Fabrication of flexible all-solid-state thin film lithium batteries with high volumetric energy density and safety」於 International Battery Association 2016 會議 (2016/03/20~2016/03/25)。
- (五)、藉由將電極設計成凸狀結構，改善原本薄膜電池層狀結構中活

性物質與固態電解質的接觸面積小(1D 擴散)的缺點。運用凸狀結構增加活性物質與固態電解質的接觸面積大(3D 擴散)，達到在高電流密度(High C-rate)的充放電過程中電容量高(提升 1 倍電容量)。並將研究成果「Island-like lithium manganese oxide spinel (LiMn_2O_4) deposited by RF magnetron sputtering on a stainless steel in all-solid-state thin film battery」投稿 JOURNAL OF APPLIED ELECTROCHEMISTRY(Impact Factor 2.22)國際期刊。

- (六)、運用統計方法探討圓柱形陰極靶電弧弧斑之運動軌跡，深入探討電弧放電物理機制，提供電弧電漿鍍製節能膜動態模擬參考。研究成果刊登於國外期刊，PW Chen, JY Wu, Md. Ali, P Yang, CT Chang, DJ Jan, “A Statistical Model for the Dynamics of Single Cathode Spot in Vacuum Cylindrical Cathode,” International Journal of Mathematical, Computational, Physical, Electrical and Computer Engineering, 10, 417-420, 2016。
- (七)、全台唯一完成全固態薄膜鋰電池元件之製作，運用電漿技術層層堆疊在可撓式不銹鋼基材上面，並擁有充放電效果。研究成果於國際會議發表，「Fabrication of flexible all-solid-state thin film lithium batteries with high volumetric energy density and safety」於 International Battery Association 2016 會議 (2016/03/20~2016/03/25)。
- (八)、將電極設計成凸狀結構，改善原本薄膜電池層狀結構中活性物質與固態電解質的接觸面積小(1D 擴散)的缺點。運用凸狀結構增加活性物質與固態電解質的接觸面積大(3D 擴散)，達到在高電流密度(High C-rate)的充放電過程中電容量高(提升 1 倍電容量)。並將研究成果「Island-like lithium manganese oxide spinel (LiMn_2O_4) deposited by RF magnetron sputtering on a stainless steel in all-solid-state thin film battery」投稿 JOURNAL OF APPLIED ELECTROCHEMISTRY(Impact

Factor 2.22)國際期刊。

- (九)、以 DesignBuilder 4.5 建築物耗能模擬軟體(內含 EnergyPlus 8.0) 探討台南地區之商辦建物(窗/牆比 0.08~0.64)，運用節能玻璃及採光配置方式，進行照明及空調聯動之最佳整體節電效率比對。使用本所自行研發之高可見光透光度(74%)節能膜玻璃，整體節能效率可達 24.8~48.2%。將此研究成果發表「台南區商辦建物之窗牆比與窗玻特性對整體節能效率的影響」刊登於臺灣能源期刊，第 3 卷第 3 期，2016/09/30，345~356 頁。

二、技術創新(科技技術創新)

102~104 年度：

- (一)、高功率脈衝磁控濺射技術開發，完成「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。
- (二)、可撓式電極封裝技術開發，完成「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，除有效提昇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。
- (三)、可撓式太陽能百葉窗模組開發，完成「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。

(四)、**R2R PECVD 系統關鍵核心技術開發**，完成「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。

(五)、**逆流熱虹吸向下傳熱裝置開發**，完成「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。

(六)、**全固態電致變色薄膜元件製程開發**：

1. 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。
2. 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。

3. 提出「一種改善全固態電致變色元件特色效能的方法」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，有效提升元件特色時間。
4. 自退色之全固態無機型電致變色元件，讓智慧節能生活更方便：成功發展出無電壓驅動時、可自行退色至透明態之全固態無機型電致變色元件，相較現有的有機型電致變色元件，可免除昂貴的電路控制系統。與太陽能電池結合，可應用於自動感測變色型電致變色節能窗，低成本讓智慧節能生活更加可能。
5. 全固態電致變色薄膜元件於相機電子光圈及汽車後視鏡之應用，未來有望打入消費電子及車聯網產品：單一基板之全固態電致變色薄膜元件結構，輕易完成光圈圖案化應用，避免傳統液態封裝及有機材料的劣化問題，元件具有高穿透度變化率 82% @ 633 nm，僅需 16.75 mW 即可驅動，為一節能產品，未來可應用於消費型電子產品如相機鏡頭，亦可應用於後視鏡防炫光等用途。
6. 藍芽無線控制曲面型變色隔熱鏡片開發，完成特色型電致變色元件之關鍵 UV 固化型電解質材料封裝驗證，以此技術進行曲面型變色隔熱鏡片之應用測試，所得之可調控光穿透度範圍可達 34%，獲國內廠商興趣合作開發出藍芽無線控制曲面型變色隔熱鏡片產品雛形，預期可應用於智慧節能窗上。

(七)、創新獨特的卷對卷(R2R)電弧電漿鍍製節能膜技術，為本所電漿技術歷年最大突破，讓高階節能膜低成本化，技轉國內最大節能膜○○公司，簽約金 2500 萬元。

1. 主要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。有利汽車、家居高性能貼膜普及化，已積極進行專利布局。

2. 類神經網路監控技術開發，R2R 鍍膜系統之膜厚誤差控制在 1%以內：線上監控薄膜透光譜，經類神經網路學習後，即時測量 R2R 線上的膜層厚度，並主動調整製程參數，使 R2R 鍍膜系統的誤差控制在 1%以內，乃為 104 年○○技轉案中的關鍵技術之一。

(八)、積極專利布局高能量密度之全固態薄膜鋰電池元件，技術成熟後商機可期：全台唯一完成全固態薄膜鋰電池元件之製作，能量密度為傳統鋰電池的 3 倍，獲 2015 年台北國際發明暨技術交易展之發明競賽金牌獎，布局多國專利：已獲中華民國專利 (I485905) 一件，另中華民國(104128426)、美國(14/505,249)、歐盟(5153387.4)、日本(2015-001009)等多國專利審查中各一件。

105 年：

(一)、世界首創電弧/磁控電漿複合製程之卷對卷鍍製節能膜技術，該項技術去年已和○○公司簽訂「卷對卷電漿鍍製節能薄膜整體解決方案」合約，目前雙方正進行頂級高階 Low-E 節能膜開發，搶佔國內外節能膜市場。今年積極專利布局電致變色(EC)節能膜技術，運用卷對卷電弧/濺鍍電漿技術，導入量產，大幅降低成本，並將依循 Low-E 節能膜合作開發模式，技轉廠商。目前獲得中華民國專利(I545215 號)一件，另中華民國(104125687)、美國(15/097,42)(014/820,648)等專利審查中；而“電弧電漿源沉積全固態電致變色元件製作方法”美國&中華民國發明等專利申請中。

(二)、開發卷對卷電漿鍍製電致變色(EC)節能膜製程技術，兼具低成本、低阻值及 Low-E 特性之透明導電電極，克服大面積智能窗應用之瓶頸：所發展之 Low-E 低輻射膜結合電致變色元件技術，除可調整電致變色元件狀態提供照明與空調節能的功用外，並同時提供智慧窗在透明態時即具紅外線阻擋的節能功用，而低電阻值高穿透度透明導電電極的引入，更有效克服大

面積變色窗變色不均的現象。並將相關研究成果申請中華民國專利「電致變色元件及其製造方法」(中華民國專利申請號: 105129396)。

- (三)、 導入具快速鍍膜特性之電弧電漿鍍膜技術，逐步降低電致變色元件量產成本: 以電弧電漿技術鍍製氧化鈮離子傳導層薄膜鍍率(0.56nm/sec)為傳統濺鍍鍍膜速率的 7 倍，有效提升電致變色元件之操作速度及降低製程成本。並將相關研究成果申請中華民國專利「電致變色元件及其製造方法」(中華民國專利申請號: 105129871)。
- (四)、 針對全固態薄膜電池元件製程開發，提出「雙面式全固態薄膜鋰電池及其製作方法」美國專利(申請案號：15/097,489)，可以再將薄膜電池元件其能量密度在提升一倍以上。
- (五)、 針對全固態薄膜電池元件製程開發，提出「多晶粒電極製造方法」美國專利(申請案號：15/097,489)，針對全固態薄膜電池正極材料薄膜可以透過不同的製程條件，創造出具有多晶粒電極，提升全固態薄膜電池的電化學特性。
- (六)、 研發高分子固態薄膜電解質，開拓製程成本較低的全固態薄膜電池元件製程開發，提出「一種快速成膜製備全固態電池之柔性固態電解質薄膜的方法」(中華民國專利)-交付專利公司。
- (七)、 「薄膜電池結構及其製作方法」，全台唯一完成全固態薄膜鋰電池元件之製作，運用電漿技術提高鋰電池 3 倍能量密度，並且擁有長循環壽命、可撓曲特性與高安全性的特點，獲得美國專利於 2016/10/18 核准公告 專利號：US9,472,826。
- (八)、 針對全固態薄膜電池元件製程開發，提出「雙面式全固態薄膜鋰電池及其製作方法」美國專利(申請案號：15/097,489)，可以再將薄膜電池元件其能量密度在提升一倍以上。
- (九)、 針對全固態薄膜電池元件製程開發，提出「多晶粒電極製造方法」美國專利(申請案號：15/097,489)，針對全固態薄膜電池正極材料薄膜可以透過不同的製程條件，創造出具有多晶粒電極，提升全固態薄膜電池的電化學特性。
- (十)、 研發高分子固態薄膜電解質，開拓製程成本較低的全固態薄膜電池元件製程開發，提出「一種快速成膜製備全固態電池之柔性固態電解質薄膜的方法」(中華民國專利)-交付專利公司。
- (十一)、 「薄膜電池結構及其製作方法」，全台唯一完成全固態薄膜鋰電池元件之製作，運用電漿技術提高鋰電池 3 倍能量密度，

並且擁有長循環壽命、可撓曲特性與高安全性的特點，獲得美國專利於 2016/10/18 核准公告 專利號：US9,472,826。

三、經濟效益(經濟產業促進)

102~104 年度：

- (一)、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，102 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。
- (二)、針對電致變色薄膜光學特性進行提昇，102 年度與○○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。
- (三)、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，102 年度與○○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。
- (四)、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%。
- (五)、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，103 年度與國內○○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。
- (六)、針對電漿鍍膜新穎面板感測元件整合之應用，103 年度與○○公司簽訂「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。)

- (七)、 針對彩色節能奈米薄膜之應用，103 年度與○○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。
- (八)、 針對國內上市○○公司聚合物基材低溫薄膜製程需求，103 年度與該公司簽訂「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。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。
- (九)、 104 年度與○○公司技術合作開發暨技術授權案全程 8 年，開發 R2R 電弧/磁控複合製程設備技術，提供低成本節能膜整體解決方案，合作開發期暨技術輔導期 2 年，收取 2,200 萬元；技術授權期 6 年，其授權金暨權利金 300 萬元，總收入合計 2,500 萬元，研發成果運用收入 3,341,242 元上繳國庫。
- (十)、 針對可撓式電漿濺鍍電致變色薄膜技術，104 年度與○○○公司簽訂「電漿鍍製電致變色薄膜元件開發研究」技服案，開發多階調控之光學穿透度智慧型太陽能眼鏡應用，除展現電致變色膜於現有穿戴裝置應用之靈活性外，未來以此無線驅動技術為基礎，加速電致變色節能膜於現有居家窗戶應用之接受度，先期技術收入 100 仟元。
- (十一)、 104 年度與○○公司簽訂「感光元件製作開發及電性分析」保密協議，針對本所開發之可撓式薄膜太陽能電池技術進行感測器應用之評估。並藉由感測元件與顯示器之整合，使顯示器可依所處環境調變明亮程度達成實際節能效益。
- (十二)、 104 年度與○○科技股份有限公司簽訂「塑料裂解爐廢熱利用節能評估」技術服務案(104.2.1~104.7.31)，本案開發和利用

熱虹吸熱管熱交換器回收裂解爐排氣廢熱，驅動吸收式熱泵產生 7°C 冰水，取代原冷卻水塔，增加油氣的潛熱移除量，使產量增加，先期技術收入 300 仟元。

- (十三)、 104 年度與○○公司簽訂「電漿鍍製功能型薄膜開發研究」技服案，電漿鍍製功能型薄膜於不銹鋼基材，加速電漿鍍膜製程技術應用之推廣，先期技術收入 100 仟元。

105 年：

- (一)、 國內節能膜產品侷限中低階市場，產值不及全球百分之一，而高階 Low-E 節能膜產品，量產技術層次高，目前全球有能力製造商寥寥無幾，生產成本頗高，產品無法普及化，而且國內無此能量亦無能力引進。本計畫去年與○○公司簽訂「卷對卷電漿鍍製節能薄膜整體解決方案」合約，共同開發 Low-E 節能膜產品之卷對卷生產技術，足以彌補國內節能膜產業之高階節能膜產品技術缺口，協助國內產業提高國內外市占率來增加產值及經濟規模。目前雙方緊密配合，積極合作，共同朝向搶佔全球高階市場邁進。今年已完成世界首創電弧/磁控電漿複合製程之卷對卷三腔量產製程驗證平台開發建置，適用幅寬 1,560mm 商用 PET 製程，捲繞速度 1~3 米/分，偏移量 5mm。雙方並完成頂級奈米低熱輻射率節能膜 $TiO_2/Ag/Ti/TiO_2$ 製鍍及光學量測分析，可見光 $\geq 50\%$ ，紅外光反射率高達 90%，均勻度 $\pm 10\%$ 內(幅寬 1300mm)，製程已符合產品規格。但因設備需經長時間(約半年)鍍膜及量產製程穩定性優化測試，方能達到量產規格，以及受限於合約內容之第一階段驗證評估為期一年，於 105 年 8 月 31 日屆期。因此，雙方討論後，依合約將第一階段驗證評估部分延半年，預計明年 2 月 28 日之前完成第一階段性驗證評估工作，技服收入 1,000 萬元。同時協助廠商於年底完成量產廠房建置，帶動廠商投資金額達 5,000 萬元以上。而廠商為配合參與本所量產技術驗證評估，增聘研發人員 3 人以上。
- (二)、 完成○○公司『廢塑料裂解系統節能改善評估技術服務案』，

採用熱管熱交換器技術搭配吸收式冰水機回收裂解爐廢熱來製造冷凝器所需的冰水，降低油氣冷凝的溫度，直接提升產能，技服收入 300 仟元。

- (三)、 針對金屬氧化物電致變色薄膜技術，與○○光電公司簽訂「金屬氧化物於薄膜元件製作」技服案，主要針對金屬氧化物與現有有機材料介面整合進行開發，擴展金屬氧化物薄膜於現有光電及顯示產業之應用，技服收入 200 仟元。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

102~104 年度：

- (一)、 102 年 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。
- (二)、 102 年 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。
- (三)、 103 年 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。

- (四)、電弧電漿製程創新突破鍍製高階隔熱膜並通過驗證，104 年度促成國內最大規模節能膜廠商○○與本所於雲林斗六新廠簽訂技術授權及合作合約。本技術使整體製程單純化，大幅降低成本，有利建築物、汽車高性能隔熱膜貼膜普及化，協助節能政策推動。
- (五)、104 年 10 月於台北世貿舉行之「2015 台北國際發明暨技術交易展」，針對可撓式薄膜全固態鋰電池元件進行展示，展現出本計畫在全固態鋰電池領域的技術能量。並且成功結合太陽能電池(PV)所產生之環保電力驅動可撓式電致變色元件，提供發電、感測及節能一體化之智慧型電致變色元件於智慧節能家庭應用之電源解決方案，可以說是未來的智慧節能家庭與物聯網時代最佳的電源裝置系統。
- (六)、104 年度整合本所可撓式電漿濺鍍電致變色薄膜技術，搭配○○○○公司之無線驅動方式，呈現多階調控之光學穿透度智慧型太陽能眼鏡應用雛形，除展現電致變色膜於現有穿戴裝置應用之靈活性外，未來以此無線驅動技術為基礎，提供無需佈線之電致變色智能窗應用，加速電致變色節能膜於現有居家窗戶應用之接受度。
- (七)、104 年度與國內光電大廠○○光電合作藉由感測元件與顯示器之整合，使顯示器可依所處環境調變明亮程度達成實際節能效益，預估可節省的顯示器用電力達 40%。

105 年：

- (一)、本計畫藉由與逢甲大學、台灣大學、中央大學、成功大學、清華大學、台北科技大學及交通大學等委託計畫，進行半導體熱電薄膜特性研究、金屬氧化物半導體薄膜電池元件之製程整合特性研究、環保沸石吸附床吸脫附特性研究計畫、隔熱建材於既有建築之節能改善評估研究、高效能 HIT 太陽能電池之鈍化

層製程研發及廢熱回收熱管熱交換器模擬分析研究計畫等研究工作及學術論著發表，促進學研界交流，培養在校碩博士班學生，畢業後可進入本所或國內其他研究單位及產業界，有助於增加就業人口。

- (二)、執行 104 年本所與○○公司簽訂「卷對卷電漿鍍製節能薄膜整體解決方案」合約之第一階段性驗證評估工作，○○公司為參與量產技術驗證評估工作，增聘研發人員 3 人以上。
- (三)、9/29~10/1 於台北世貿舉行之「2016 台北國際發明暨技術交易展」，針對薄膜電池結構及其製作方法進行展示，展示出具有高能量密度、長循環壽命、可撓曲特性與高安全性的全固態薄膜鋰電池。並展示整合無線控制功能之高效能電致變色節能玻璃，提供電致變色節能玻璃於未來智慧節能家庭應用之完整解決方案，展出期間吸引許多民眾到場參觀與多家廠商熱烈回響。
- (四)、9 月於台北世貿舉行之「2016 台北國際發明暨技術交易展」，針對全固態電池的與其應用於永久免換電池的微型電源技術進行展示，展示出具有高能量密度、長循環壽命、可撓曲特性與高安全性的全固態薄膜鋰電池。並結合太陽能電池(PV)所產生之環保電力驅動感測器與無線裝置，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元件於智慧節能家庭應用之解決方案，展示過程中得到多家政府機關與廠商的熱烈回應，希望在往後有技術合作、先期開發與技術服務的機會。
- (五)、9 月於台北世貿舉行之「2016 台北國際發明暨技術交易展」，針對全固態電池的與其應用於永久免換電池的微型電源技術進行展示，展示出具有高能量密度、長循環壽命、可撓曲特性與高安全性的全固態薄膜鋰電池。並結合太陽能電池(PV)所產生之環保電力驅動感測器與無線裝置，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元件於智慧節能家庭應用之解決方案，展示過程中得到多家政府機關與廠商的熱烈回應，希望在往後有技術合作、先期開發與技術服務的機會。

五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

102~104 年度：

- (一)、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 80cm×100cm 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。
- (二)、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，102 年度與○○光電合作開發以○○光電之液晶封裝技術完成液態圖案化電致變色窗戶，並於○○光電內部展覽中展示，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雛型樣品及其特性評估，經○○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○○光電簽訂保密協定進行可撓式濺鍍電極技術開發。
- (三)、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，102 年度與○○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。

- (四)、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。
- (五)、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，103 年度與○○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。
- (六)、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○○○工業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，並協助廠商完成地方型 SBIR 計畫申請及 MOU 簽署。
- (七)、103 年度完成面積為 $22\times 22\text{mm}^2$ 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。

- (八)、103 年度本組主辦 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。
- (九)、103 年度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。
- (十)、104 年度完成面積為 20×20 mm 的可撓式薄膜全固態鋰電池元件(SS/LiMn_{1.9}Al_{0.1}O₄/LiPON/Li and SS/LiCoO₂/LiPON/Li)之製作，其單位體積放電電容量 1,790 Wh/L 和 1,460Wh/L 為一般鋰電池的 3 倍以上，在單位體積放電電容量方面皆超越國外的廠商與研究單位。並且成功結合太陽能電池(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元件於智慧節能家庭應用之解決方案。參加 2015 年台北國際發明暨技術交易展競賽組展出，並得到金牌獎與廠商熱烈回響。
- (十一)、104 年度藉由參加研討會安排參訪日本 AIST 名古屋分部，由於 AIST 於日本約有 10 個分部，總部位於東京，各分部依據當地的產業屬性進行研發，該分部有 100 多名研發人員，所拜訪之單位以隔熱材料主要的研發重點，而在該地區為豐田的汽車產業研發中心，包含先進的氫能車開發，因此 AIST 名古屋分部配合當地產業屬性發展相關的材料及應用，本次參訪與光熱制御研發部山田組長、首席研究員吉村博士、研究員胡博士等人針對進行電致變色節能領域研發交流，後續將針對可行合作之議題進行合作開發評估。

105 年：

- (一)、R2R 電弧/磁控電漿節能膜複合製程設備技轉技服○○公司一

案，以本所新創卷對卷三腔聯動先導型系統進行第一階段量產製程評估，同時協助廠商於年底完成量產廠房建置，全廠面積約 $40 \times 50 \text{m}^2$ ，帶動廠商投資金額達 5,000 萬元以上。

貳、跨部會協調或與相關計畫之配合

(請說明本計畫是否與其他科技發展計畫相關連，其分工與合作之配合情形為何；如相關連計畫為其他機關所執行，請說明協調機制及運作情形是否良好；計畫審議階段如委員特別提出須區隔計畫差異性並強化分工合作、強化與其他機關合作者，請強化說明配合情形；如計畫與其他計畫、其他機關無相關連，亦請簡扼說明該計畫業務屬性可獨立執行。)

- 一、藉由保密協議書與合作意願書簽訂等合作形式，本計畫薄膜鋰電池技術所使用之固態電解質薄膜技術，與工研院材化所開發之合成電極材料技術合作，進行新穎鋰電池複合型元件結構之開發，突破目前全固態鋰電池元件應用瓶頸，提升現有全固態鋰電池產品性價比。
- 二、本計畫搭配 105 年下半年度科發基金計劃執行進度，將現有電致變色薄膜技術導入電子光圈創新應用，打造兼具輕薄、節能以及低成本特性之電致變色電子光圈技術，提供取代傳統機械式光圈應用，協助國內相關光電產業突破瓶頸，以提升現有消費型電子產品性價比。

參、檢討與展望

(請檢討計畫執行可改善事項或後續可精進處，並說明後續工作構想重點與未來展望等；屆期計畫請強化說明後續是否有下期計畫、計畫轉型或整併、納入機關例行性業務、或其他推廣計畫成果效益之作為等。)

- 一、本計畫去年已成功開發創新獨特的低成本 R2R 電弧/濺鍍電漿鍍製節能膜技術，彌補國內節能膜產業高階產品之生產技術缺口，技轉國內最大節能膜製造商○○公司，協助住商及汽車窗戶貼膜產業技術升級，如期達到計畫階段性目標。今年依合約進行第一階段量產製程評估，實驗中發現長時間鍍膜製程溫度控制和量產製程穩定性

等問題有待進一步驗證評估，以突破技術障礙。此量產技術為全球首創，為確保產品品質及量產良率，第一階段測試驗證評估時程經雙方同意依合約延長半年，致使預計今年年底 1000 萬技服收入延至 106 年 2 月底方能進帳。目前雙方緊密配合，除了積極合作，解決量產技術問題外，同時協助○○公司量產廠房建置，廠商投資金額達 5,000 萬元以上。此外，本計畫所開發之電致變色(EC)膜製程技術，未來銜接計畫(106~109 年新興電漿製程工程技術開發)也將比照相同技轉模式，積極配合合作廠商需求，運用卷對卷電弧/濺鍍電漿鍍製平台，導入量產，大幅降低成本，加速技轉簽約。

- 二、本計畫所開發 R2R 可撓式智慧調光薄膜整合型元件(PV+EC+TFLB 電池+無線遙控技術)，具有發電、感測、顯示、節能等一體化功能，未來銜接計畫(106~109 年新興電漿製程工程技術開發)將積極發展成為電致變色窗及環境能源獵能器等智慧綠建築及車聯網的關鍵節能元件，推廣應用於建築與汽車節能上，拓展智慧節能生活應用，協助國內廠商發展綠能產業。
- 三、本計畫所開智慧熱管餘熱回收節能關鍵技術，以及逆流熱虹吸回路技術於空調系統的節能效益等技術，未來將直接應用至 105~107 年 NEPII 智慧熱管餘熱回收節能關鍵技術開發計畫，直接耗能和空調產業應用推廣。

附表、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。)

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別
兩相逆流熱虹吸迴路特性分析		2016/6/17 INER-12526	A
台南區商辦建物之窗牆比與窗玻特性對整體節能效率的影響		2016/10/13 INER-12854	A
可撓式擬固態電致變色元件基於高分子電解質與氧化鎢/氧化鎳之互補式系統		2015/7/1 INER-12708	C
建立統計模組探究真空陰極弧斑在柱形靶材上之運動		2016/9/7 INER-12757	C
整合具近紅外線阻擋層功能之全固態電致變色元件於影像感測器及節能玻璃之應用		2016/9/19 INER-12728	D
逆流熱虹吸熱性質分析		2016/6/23 (申請中)	D
雙層金屬氧化物無電解質電致變色元件		2016/10/31 (申請中)	D
應用類神經網路與理論光譜即時量測薄膜厚度		2016/11/2 (申請中)	D
製備聚甲基丙烯酸甲酯-丁二腈複合高分子電解質及其於可撓式電致變色元件之應用		2016/11/2 (編號中)	D
結合陰極電弧及磁控濺鍍鍍膜技術提升全固態電致變色元件特性/The improvement of all-solid-state electrochromic devices fabricated with the		2016/11/2 (編號中)	D

reactive sputter and cathodic arc technology			
逆流熱虹吸迴路之開發		2016/11/25 (申請中)	D
兩相逆流熱虹吸迴路特性分析		2016/5/4 INER-12441	E
WO ₃ /NiO 結構之無電解質層電致變色元件		2016/2/16 INER-12341	F
逆流熱虹吸熱熱特性研究		2016/6/16 INER-12529	F
逆流熱虹吸迴路與地源熱泵的結合		2016/7/15 INER-12565	F
整合近紅外線阻擋層之全固態電致變色元件於影像感測器及節能玻璃之應用 /All-solid-state electrochromic device integrated with Near-IR blocking layer for image sensor and energy-saving glass application		2016/9/6 INER-12672	F
退火處理對矽異質界面太陽電池之鈍化層特性的影響/ Post-Annealing Effect on a-Si:H Passivation Layer for Silicon Heterojunction Solar Cells		2016/10/18 INER-PT-0280	F
Fabrication of flexible an all solid state thin film lithium battery with high volumetric energy density and safety		2016/11/10 INER-PT-0288	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 國內專書論文、H 國際專書論文

【B 合作團隊(計畫)養成表】

團隊(計畫)名稱	合作對象	合作模式	團隊(計畫)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	A,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. 國立高雄應用科技大學模具系 6. 國內光電大廠	B	A,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. 國內節能量產廠商	B	A,C	2013~

註：合作模式分成 A 機構內跨領域合作、B 跨機構合作、C 跨國合作；團隊(計畫)性質分成 A 形成合作團隊或合作計畫、B 形成研究中心、C 形成實驗室、D 簽訂協議

【C 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質
○○○	台灣大學	A	B
○○○	台灣大學	A	B
○○○	清華大學	B	B
○○○	淡江大學機電研究所	B	B
○○○	清華工學工程與系統科學系	B	B
○○○	國立成功大學	B	B
○○○	逢甲大學	B	B

註：學歷分成 A 博士(含博士生)、B 碩士(含碩士生)、C 學士(含大學生)；性質分成 B 學程通過、C 培訓課程通過、D 國際學生/學者交換、E 延攬人才

【D1 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	是否被採納
塑料裂解爐廢熱利用節能評估技術服務案結案報告		2016/2/3 INER-12308	C

熱管熱交換器設計		2016/4/12 INER-12413	C
數值模擬輔助掌握 高品質非晶矽薄膜 關鍵鍍膜之研究		2016/2/17 INER-A3159R	C
離子型節能薄膜元 件之製程整合特性 研究		2016/1/21 INER-A3140R	C
既有建築物節能改 善之評估研究		2016/1/13 INER-A3136R	C
可撓式光電薄膜感 測器元件之製程整 合特性研究		2016/1/21 INER-A3139R	C
太陽能聚光高溫液 態金屬熱管之先期 研究		2016/1/13 INER-A3134R	C
以卷對卷雙磁控濺 鍍系統研製低輻射 隔熱膜之 TiO ₂ 薄膜		2016/8/4 INER-12605R	C
054 館太陽能電池模 組環境測試		2016/8/15 INER-12628R	C
窗隔熱膜之空調節 能量測		2016/9/14 INER-12700R	C
穿戴式電子產品之 自充電全固態鋰離 子電池開發計畫成 果報告		2016/8/30 INER-A3204R	C
沉積電致變色膜之 新式陰極電弧源及 製程開發		2016/10/6 INER-12810R	C
探討不同參數之 27.12MHz 磁控濺鍍 薄膜鋰電池陰極鋰		2016/10/5 INER-12799R	C

鈷氧特性之研究			
PAN系膠態電解質應用於固態鋰電池之研究		2016/10/6 INER-12813R	C
向上濺鍍爐系統之固態電解質最佳製程研究		2016/10/14 INER-12871	C
捲揚式陰極電弧電漿沉積控制系統開發		2016/10/24 INER-12920R	C

註：是否被採納分成 A 院級採納、B 部會署級採納、C 單位內採納、D 存參

【G 智慧財產資料表】

智財名稱	智財類別	授予國家	有效日期 (YYYYMM)
沉積錫錒氧化物之控制方法	A	A	2016.02.11- 2034.10.02
具皺褶結構之光學薄膜元件的製備方法	A	A	2016.03.21- 2034.01.06
有機電激發光元件之封裝方法及其結構	A	A	2016.04.21- 2030.10.20
同時散熱及發電之快速熱傳裝置	A	A	105.07.21- 121.06.14
真空鍍膜裝置	A	A	105.08.11- 123.09.15
產生均勻大面積高頻電漿之方法	A	B	102.06.20- 122.12.13
多功能太陽能熱電共生系統	A	A	105.08.11- 121.10.28
逆流熱虹吸向下傳熱裝置	A	A	105.09.11- 122.10.24
一種全固態電致變色元件的製造方法	A	A	105.09.21- 123.10.23
薄膜電池結構及其製作方法	A	B	103.10.02- 123.11.21
製備具週期奈米	A	A	105.12.11-

銀盆支狀結構之光捕捉層的方法			123.10.06
製備具週期奈米銀盆支狀結構之光捕捉層的方法	A	B	105.11.15- 124.02.03
多晶粒電極製造方法	A	B	申請中
高效能廢熱回收熱管內部結構	A	A	申請中
卷對卷模組化電漿複合製程設備	A	B	申請中
雙面式全固態薄膜鋰電池及其製作方法	A	B	申請中
高頻電漿裝置	A	A	申請中
高頻電漿裝置	A	B	申請中
電致變色元件及其製造方法	A	A	申請中
電致變色裝置之製備方法	A	A	申請中
高效能廢熱回收熱管內部結構	A	B	申請中
全固態電池、固態電解質薄膜及製造方法	A	A	申請中
電致變色裝置之製備方法	A	A	申請中
具核殼結構之量子電池的製法及其製品	A	A	申請中
直流磁控電弧鍍膜裝置及其方法	A	A	申請中

註：智財類別分成 A 發明專利、B 新型/設計專利、C 商標、D 專書著作、E 品種
 授予國家分成 A 中華民國、B 美國、C 歐洲、D 其他

【H 技術報告檢驗方法表】

技術或檢驗方法名稱	性質	作者姓名	出版年(西元年)	出版單位
可視化逆流熱虹吸操作技術手冊	A		2016/4/21 INER-OM-2115	核能研究所
大面積連續式真空電漿鍍膜系	A		2016/9/12	核能研究所

統操作手冊			INER-OM-2138	
熔鹽熱利用技術的探討	A		2016/10/28 INER-OM-2171	核能研究所

註：性質分成 A 技術報告、B 檢驗方法

【12.參與技術活動】

技術論文名稱	性質	舉辦日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位
Fabrication of flexible an all solid state thin film lithium battery with high volumetric energy density and safety	B	20160320~20160325	International Battery Association
Post-Annealing Effect on a-Si:H Passivation Layer for Silicon Heterojunction Solar Cells(退火處理對矽異質接面太陽電池之鈍化層特性的影響)	B	20160904~20160908	The APEnergy2016 Organizing Committee in collaboration with National Tsing Hua University (NTHU), Hsinchu, Taiwan.
All-solid-state electrochromic device integrated with Near-IR blocking layer for image sensor and energy-saving glass application(整合近紅外線阻擋層之全固態電致變色元件於影像感測器及節能玻璃之應用)	B	20160706~20160708	International Society of Functional Thin Film Materials & Devices (FTFMD)
Study of Thermal Characteristics in a Reverse Thermosyphon Loop (逆流熱虹吸熱熱特性研究)	B	20160612~ 20160616	韓國機械工程學會和國際熱管協會/韓國能源研究所、日本熱管協會和濟州島旅遊局
Reverse thermosyphon in conjunction with a ground source heat	B	20160612~ 20160616	韓國機械工程學會和國際熱管協會/韓國能源研究所、日本熱管協會

pump(逆流熱虹吸迴路與地源熱泵的結合)			和濟州島旅遊局
-----------------------	--	--	---------

註：性質分成 A 國內研討會、B 國際研討會、C 兩岸研討會

【S1 技術服務表】

技術服務名稱	服務對象類別	服務對象名稱	服務收入(千元)
廢塑料裂解系統節能改善評估	A	本段落屬機密性內容，故不公開	300
金屬氧化物於薄膜元件製作	A	本段落屬機密性內容，故不公開	200

註：服務對象類別分成 A 國內廠商、B 國外廠商、C 其他(請序明)

附件、佐證圖表

※註 本段落屬機密性內容，故不公開。