

(部會列管)

行政院原子能委員會 99 年度
政府科技計畫(期末)成果效益報告
(99.1.1 ~ 99.12.31)

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)

執行期間：

全程：自 98 年 1 月 1 日至 101 年 12 月 31 日 止

本年度：自 99 年 1 月 1 日至 99 年 12 月 31 日 止

主辦單位：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	2
二、計畫架構(含樹狀圖)	2
三、計畫主要內容	3
肆、計畫經費與人力執行情形	5
一、計畫經費執行情形：	5
(一)計畫結構與經費	5
(二)經費門經費表	5
二、計畫人力運用情形：	6
(一)計畫人力(人年)	6
(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)	7
伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果 output)	9
一、本計畫重要成果及重大突破	9
二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破	22
陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)	24
一、學術成就(科技基礎研究)(權重 25 %)	24
二、技術創新(科技整合創新)(權重 25 %)	30
三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 30 %)	37
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重_15_%)	42
五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重_5_%)	45
柒、本計畫可能產生專利或可移轉之潛力技術說明	48
捌、與相關計畫之配合	49
玖、後續工作構想之重點	50
壹拾、檢討與展望	51
附錄一、佐證資料表	53
附錄二、佐證圖表	63
附錄三、99 年度預期目標及達成情形	69
附錄四、99 年度 12 月查核點辦理情形	72
附錄五、99 年度期末審查意見回覆	75

第二部分：政府科技計畫成果效益報告

壹、科技施政重點架構圖

策略績效目標
——
績效衡量指標
——
執行措施（細部子計畫）

科技施政發展願景

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

電漿環保能源技術研發與應用

衡量指標：

1. 灰渣熔融產製纖維測試及操作參數建立，並使灰渣熔融耗能率降低至 2.5 kWh/kg 以下。
2. 完成纖維水泥複合材料 300×300 mm 製作，試體彎曲破壞載重 > 25 kgf 及抗彎強度 > 40 kgf/cm²。
3. 有機物電漿氣化研發系統正壓操作，處理生質物 60 kg/hr、氣化壓力 3 kg/cm²。
4. 合成氣發電系統整合測試，燃料 H₂ 含量 > 10%，整體熱效率 > 40%。
5. 以合成氣為原料產製 DME，DME 選擇性 > 60%、產率 > 2.0 g-DME/g-cat.-hr。
6. 蒸汽電漿火炬使用效能 > 55%。

KPI：

論文 7 篇，研究報告及技術報告 8 篇，專利申請 4 篇。

電漿在綠色表面工程技術開發與推展

衡量指標：

1. 完成高功率脈衝(HIPIMS)電漿系統提昇達 1.5 kW/cm²，及用以提昇氮化鉻抗蝕耐磨性，達到工業化推展。
2. 大氣電漿鍍膜與滅菌技術開發，(1)完成大氣電漿鍍膜速率 20 nm/min 之防刮膜 SiO_x 製程開發，硬度達 1.0 Gpa，適用於基材幅寬 150 mm。(2)完成低功率大氣電漿滅菌，針對醫療器材不受損傷處理條件下，滅菌率高於 99%。
3. 大面積電漿反應器開發，(1)完成高密度 Helicon 電漿反應器面積 600×300 mm²，電漿密度 10¹¹ n/cm³，均勻度 ±8%，產生 CF₄ 電漿對矽薄膜蝕刻速率 ≥ 3A/s。(2)完成 shower head VHF PECVD 電漿在反應器面積 400×400 mm²，電漿密度 10⁹ n/cm³ 大之阻抗匹配模擬與驗證。
4. 完成大面積 400×400 mm² p-i-n 矽薄膜，p 及 n 層之滲雜阻值 σ_d 分別大於 10⁻⁶ 及 10⁻³ S/cm，i 層之 Dark conductivity < 1×10⁻⁹ Ω/cm²，photo sensitivity > 1×10⁵。
5. 完成適合 p-i-n 矽薄膜連續式鍍製之 4 腔大面積連線垂直式 PECVD 被覆系統開發，適用 600×300 mm² 基板。
6. 完成先導型捲揚式連線 PECVD 設備之真空、Roller 及張力控制等系統，適用幅寬 300 mm 可撓式基板。

KPI：

論文 8 篇，研究報告及技術報告 21 篇，專利申請 6 篇。

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

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

貳、基本資料

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)

主 持 人：艾 啟 峰

審議編號：99-2001-02-05-03

計畫期間(全程)：98 年 1 月 1 日至 101 年 12 月 31 日

年度經費：98,666 千元 全程經費規劃：460,947 千元

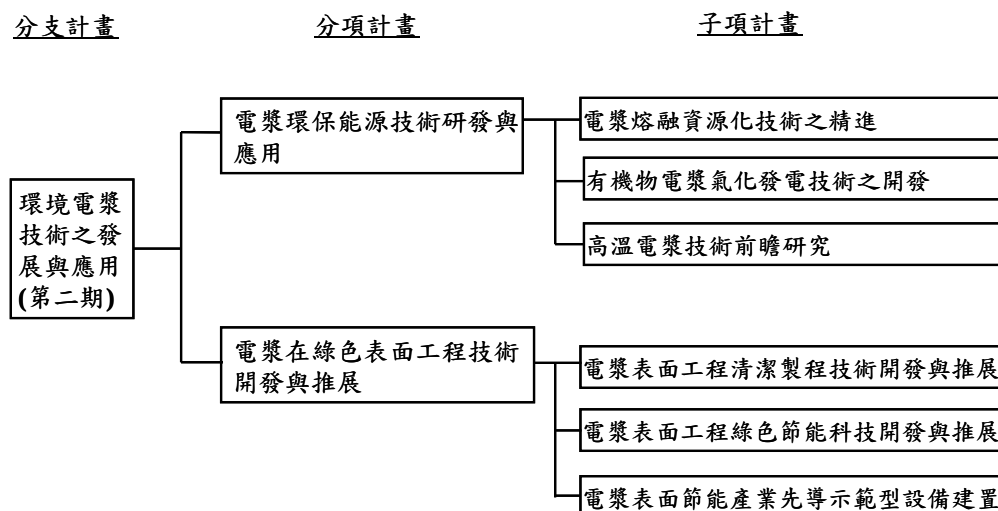
執行單位：核能研究所

參、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的

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

二、計畫架構(含樹狀圖)



三、計畫主要內容

99 年度計畫目標摘要敘述如下：

一、電漿環保能源技術研發與應用：

(一)電漿熔融資源化技術之精進，包括(1)利用 98 年建置之灰渣熔融爐進行熔融與噴吹一次作業之參數探討，並建立最佳操作模式；(2)藉由灰渣直接加熱熔融與有效利用電漿熱能，使熔融耗能率逐漸降低至 2.5 kWh/kg 以下；(3)以灰渣熔融產出之熔岩纖維為基材，添加不飽和聚酯樹脂或水泥等副材，開發成 20×15 cm 輕質複合板材，使板材之體密度 $< 1.3 \text{ g/cm}^3$ 、含水率 $< 2\%$ 及吸水率 $< 8\%$ ，以供防火建材使用；(4)使焚化灰渣熔融處理達到耗能降低，以及產出之資源化產品附加價值提昇與用途更廣泛性。

(二)有機物電漿氣化發電技術之開發，包括(1)完成 500 kW_{th} 電漿氣化研發系統操作壓力 3 kg/cm² 進料速率 60 kg/hr 整合測試，做為後續發電及合成液態燃料的應用基石；(2)完成 100 kW_e 合成氣微型渦輪發電系統與吸收式冰水機整合測試，提昇燃料氫含量至 10% 及生質物能源熱效率至 40%；(3)完成 DME 觸媒及其最適操作條件之研發。

(三)高溫電漿技術前瞻研究，完成線上量測熱電漿參數技術如溫度 ($> 5,000^\circ\text{C}$)、速度、能量分佈等，改進火炬結構設計及控制操作參數最佳化，提昇火炬使用效能。

二、電漿在綠色表面工程技術開發與推展：

(一)電漿表面工程清潔製程技術開發與推展，包括(1)提昇高功率脈衝電漿達 1 kW/cm²，用以提昇氮化鉻抗蝕耐磨性；(2)完成大氣電漿鍍膜速率 20 nm/min 之防刮膜 SiO_x 製程開發，硬度 1.0 GPa，適用於基材幅寬 150 mm；(3)建立不同材質之表面滅菌效能差異及

損傷資料庫，清潔殺菌率 $>99\%$ ，處理時間(D time) $<2\text{ min}$ 。

(二)電漿表面工程綠色節能科技開發與推展，包括(1)完成高密度 Helicon 電漿反應器面積 $600\times 300\text{ mm}^2$ ，電漿密度 10^{11} n/cm^3 ，均勻度 $\pm 8\%$ ；(2)完成 VHF PECVD 電漿反應器面積 $400\times 400\text{ mm}^2$ ，電漿密度 10^9 n/cm^3 ，均勻度 $\pm 15\%$ ；(3)完成大面積 a-Si:H 電漿鍍膜技術 $400\times 400\text{ mm}^2$ ，沉積速率 0.5 nm/s ，Dark conductivity $< 1\times 10^{-9}\text{ }\Omega/\text{cm}^2$ ；(4)完成 a-Si:H 太陽能電池之光電特性最佳化之理論模擬研究。

(三)電漿表面節能產業先導示範型設備建置，包括(1)開發 4 腔大面積連線垂直式 PECVD 被覆系統適用 $600\times 300\text{ mm}^2$ 基板；(2)開發先導型捲揚式連線 PECVD 系統適用幅寬 300 mm 可撓式基板。

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

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費(千元)	名稱	經費(千元)			
環境電漿技術之發展與應用(第二期)	98,666			艾啟峰	核能研究所	(註1) 1.會列管計畫。 2 1,000 萬元以上計畫。
		電漿環保能源技術研發與應用	47,666	曾錦清	核能研究所	
		電漿在綠色表面工程技術開發與推展	51,000	蔡文發	核能研究所	

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

(二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期 99.12.31

項目 會計科目	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	41,102,000 (41,102,000)		41,102,000 (41,102,000)	41.66% (100%)	
3.差旅費					
4.管理費					
5.營業稅					
小計	41,102,000 (41,102,000)		41,102,000 (41,102,000)	41.66% (100%)	
二、資本支出					
1.設備費	57,564,000 (57,564,000)		57,564,000 (57,555,145)	58.34% (99.98%)	98 年度保留款 1,380 千元已執行

小計		57,564,000 (57,564,000)		57,564,000 (57,555,145)	58.34% (99.98%)	
合計	金額	98,666,000 (98,666,000)		98,666,000 (98,657,145)	100 % (99.99 %)	
	占總經費%					
	$\frac{\text{分配數}}{\text{預算數}}$ (執行率=執行數 ÷分配數)	100%		(99.99%)		

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、計畫人力運用情形：

(一)計畫人力(人年) 人力統計截止日期 99.12.31

計畫名稱	執行情形	總人力 (人年)	研究員級	副研究員級	助理 研究員級	助理
環境電漿 技術之發 展與應用 (第二期)	原訂 (全年)	61.04	1.8	6.6	12.10	40.54
	實際	61.43	1.8	6.77	12.32	40.54
	差異	+0.39	0	+0.17	+0.22	0
電漿環保 能源技術 研發與應 用	原訂 (全年)	33.24	1.30	3.30	6.80	21.84
	實際	33.50	1.30	3.34	7.02	21.84
	差異	+0.26	0	+0.04	+0.22	0
電漿在綠 色表面工 程技術開 發與推展	原訂 (全年)	27.80	0.50	3.30	5.30	18.70
	實際	27.93	0.50	3.43	5.30	18.70
	差異	+0.13	0	+0.13	0	0

說明：

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

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

助理研究員級：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿三年以上之研究經驗者。

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

(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
艾啟峰	分支計畫主持人	7.2 人月 1.環境電漿技術之發展與應用 分支計畫推動與督導。	學歷	物理博士
			經歷	研究員
			專長	電漿、表面、薄膜
曾錦清	分項計畫主持人	10.2 人月 1.電漿環保能源技術研發與應用 分項計畫推動與督導。 2.電漿熔融技術之發展與應用， 開發電漿火炬和電漿熔融資 源化等相關技術。	學歷	物理博士
			經歷	研究員
			專長	電漿物理
蔡文發	分項計畫主持人	12 人月 1.電漿在綠色表面工程技術開發 與推展分項計畫推動與督導。 2.電漿脈衝離子注入技術應用發 展。	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	物理
李文成	子項計畫主持人	8.4 人月 1.子項計畫督導。 2.電漿熔融資源化技術之精進。	學歷	碩士
			經歷	助理研究員
			專長	化學工程
李灝銘	子項計畫主持人	12 人月 1.子項計畫督導，對外推廣及聯 繫。 2.有機物電漿氣化發電技術之開 發。	學歷	博士
			經歷	副工程師
			專長	電漿化學、環境電漿技術
陳孝輝	子項計畫主持人	12 人月 1.子項計畫督導。 2.高溫電漿技術前瞻研究	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	物理
吳錦裕	子項計畫主持人	12 人月 1.子項計畫督導、對外推廣及聯 繫。 2.電漿表面工程清潔製程技術開 發與推展。	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	物理、電漿
詹德均	子項計畫主持人	12 人月 1.子項計畫督導。 2.電漿表面工程綠色節能科技開 發與推展。	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	光電工程、電漿

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
謝政昌	子項計畫主持人	12 人月 1.子項計畫督導及對外推廣及聯繫。 2.電漿表面節能產業先導示範型設備建置	學 歷	碩士
			經 歷	副研究員
			專 長	電漿、自動控制
陳中生	研究人員	5 人月 1.高溫電漿技術前瞻研究。 2.電漿數值模擬。	學 歷	博士
			經 歷	研究員
			專 長	物理、電漿
郭慶輝	研究人員	12 人月 建立合成氣連續監測系統，完成合成氣線上分析檢測與維護	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	分析化學
孫金星	研究人員	4 人月 1.電漿熔融資源化技術發展與應用。 2.完成岩礦纖維產品之開發應用	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	化學工程
簡俊清	研究人員	12 人月 1.有機物電漿氣化發電技術之開發。	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	化工
張慧良	研究人員	1 人月 1.電漿表面工程清潔製程技術開發與推展。 2.大氣電漿源操作。 3.高分子材料之大氣電漿改質。	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	化學

與原計畫規劃差異說明：

新進研發替代役：

10 月 18 日新進助理研發師呂紹陽 0.22 人年。

11 月 15 日新進副研發師李世男 0.13 人年。

12 月 13 日新進副研發師張佑銘 0.04 人年。

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

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)其它效益方面說明重要之成果及重大之突破，以文字方式分列說明。(請依分項計畫列出說明)

(一) 學術成就

1. 電漿環保能源技術研發與應用

(1)利用熱電漿技術將都市垃圾焚化灰渣熔融直接噴吹產製熔岩纖維資源化產品，該纖維特性適合製成纖維水泥複合材料，可提高水泥製品之機械強度，完成撰寫「Man-made vitreous fiber produced from incinerator ash using the thermal plasma technique and application as fiber reinforcement」，發表於 Journal of Hazardous Materials, 182(2010) p. 191-196.；以及利用熔岩纖維製成蜂巢狀纖維紙基材，可當防火材料使用，同時亦可將纖維紙基材進一步做成耐磨耗之複合材料。完成撰寫「The preparation of slag fiber and its application in heat resistant friction composites」，發表於 Material and Design, Vol.31, p. 4296-4301 (2010)。

(2) “Organic Rankine Cycle Application in Waste Heat Recovery for Electricity Generation” 研究，建立一套 ORC 工作流體的標準篩選流程，並應用在 50 個工作流體中選擇出最佳工作流體，此一篩選方法對於 ORC 技術具關鍵性。此文在國科會 TTT (指導美國史丹福大學機械系三年級學生宋元順小姐)2010 Academic Conference 榮獲工程二類(Engineering II)的第一名。

(3)電漿火炬研發發表文獻多被引用及形成教材，例如在 2009 年底在 Journal of Hazardous Materials 一篇重要評論文章” Thermal plasma technology for the treatment of wastes: A critical Review” 中有關 Healthcare Waste 被引用，另外在去年新出版之 2 本書中，” 等離子體弧熔融裂解--危險廢棄物處理前沿技術”，多處

引用本所電漿熔融爐及低放射性廢棄物電漿焚化熔融廠實驗數據及圖片，”熱等離子體傳熱與流動”書中 p.512-513 引用本計畫電漿火炬之實驗數據及圖片。

- (4)99 年 4 月 23-25 日參加於中國重慶舉辦之第十三屆海峽兩岸環境保護學術研討會，發表 1 篇會議論文“含銅電子廢棄物經電漿熔融處理後之銅回收”，該論文係自廢印刷電路板回收金屬銅之研究。
- (5)應邀至高雄陸軍官校演講「電漿生質物氣化技術與發展」、應邀至第 21 屆國際輸送現象研討會發表 2 篇論文" Operational Strategy for Fixed-bed Biomass Gasifier"及" Current Statue of Dimethyl Ether Research at INER"及應邀至台南大學綠能系演講「清淨生質燃料二甲醚--過去、現在與未來」。
- (6)100 年能源國家型科技計畫，本計畫衍生提出之「生質物轉換汽油關鍵技術發展與整合」計畫，構想書與細部計畫書獲評審委員推薦執行。

2.電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)電漿鍍膜技術應用於提高薄膜太陽能電池光電轉換效率提昇研究，在於應用隨機綑摺結構對光的散射特性，改善傳統薄膜太陽電池在薄膜平坦狀態下光逸散導致之光程太短缺點，藉以捕捉更高能量的光於薄膜太陽電池結構中，以增加光伏效應。目前以奈米工程技術發展的薄膜皺摺結構，係由氧化鋅微球單層自組裝結構與氧化鋅溶膠凝膠體組合而成，並研究不同尺寸微球對皺摺結構穿透率與反射霧度影響。已發表兩篇國外期刊論文“Formation and Raman scattering of seed-like ZnO particles ”,於 JOURNAL OF RAMAN SPECTROSCOPY 和“ Haze ratio enhancement using a closely packed ZnO monolayer structure ”於 OPTICS EXPRESS。
- (2)電漿鍍膜技術應用於可撓式薄膜太陽電池研究，分別對可撓式電池進行撓曲及溫度變化時材料光暗電流特性研究，獲得 2 篇 SCI

論文刊登。其中撓曲部分的研究已刊登於 Solid-State Electronics 54 (2010) 1485 – 1487，所得結論為當薄膜遭受張應力(Tensile Strain)時薄膜內部缺陷密度降低可得較大之光電流，反之，當薄膜遭受壓應力(Compressive Strain)時薄膜內部缺陷密度增加使得缺陷複合電子電洞對機率上升，因此將導致薄膜之光電流降低；而關於溫度效應的研究則刊登於 Solid- State Electronics 54 (2010) 642 – 645，主要的研就內容為當溫度由 300 K to 150 K 時降低缺陷複合電子電洞對的機率，因此可得到可得較大之薄膜光電流特性。

- (3) 電漿浸沒離子注入技術(PIII)的離子注入能量可從 0.1kV 至 60kV，適合與學術單位共同合作，進行前瞻半導體元件、機械零組件及生醫元件(如人工關節等)之性能提昇研究，獲得 3 篇 SCI 論文刊登及一篇中國期刊論文。在半導體方面，使用低能量 PIII 離子注入技術，控制其在注入過程中，不會產生額外缺陷，對 nonvolatile memory 及 electrolyte-insulator-semiconductor 等元件進行 PIII 氮化，藉由氮化層形成於介面附近，有效阻止元件氧離子高溫擴散，降低 EOT(等效氧化層)厚度，提昇元件性能，獲得 2 篇 SCI 論文刊登，分別為“Characteristics optimization of N₂O annealing on tungsten nanocrystal with W/Si dual-sputtered method for nonvolatile memory application, Microelectronic Reliability, 50(2010) 639-642 ”及“Non-ideal effects improvement of SF₆ plasma treated hafnium oxide film based on electrolyte-insulator-semiconductor structure for pH-sensor application, Microelectronic Reliability, 50(2010) 742-746 ”；在機械零組件方面，使用低能量 PIII 合成類鑽碳膜(DLC)技術，於機械零組件表面合成 DLC，藉由 DLC 耐磨抗蝕特性，達到延壽目的，獲得 1 篇 SCI 論文刊登，“Plasma immersion implantation induced improvements of mechanical properties, wear resistance, and adhesion of diamond-like carbon films deposited on tool steel,

Surface & Coatings Technology, 204(2009) 229-236 ”；而生醫植入體方面，主要利用電漿氮離子注入技術，提昇人工關節之耐磨延壽，已有 1 篇論文刊登於中國期刊論文，“電漿表面改質技術提高人工關節抗磨損效能的實驗研究”，中華關節外科雜誌，電子版，3(4)。

(4)參加 2010 年 4 月 17-22 日於美國佛羅里達州舉行之 SVC 真空鍍膜國際研討會，高功率脈衝磁控濺鍍技術(HIPIMS)論文：梁文龍、吳錦裕、艾啟峰，“The Influence of Different Substrate Bias Sources on Film Adhesion in the HIPIMS System”。有系統的掌控基材偏壓對薄膜附著力影響，提供 HIPIMS 系統技轉重要運轉參數。

(5)大氣電漿滅菌開發研究，獲得 1 篇 SCI 論文刊登，“Inactivation of E. coli and B. subtilis by a parallel-plate dielectric barrier discharge jet”，Surface and Coatings Technology, Vol. 204 (2010) pp. 3729-3737。論文內容主要為利用非熱電漿噴射式平行板介電質放電反應器進行大腸桿菌和枯草桿菌的去活化，樣品是放置於電漿噴出口 4-20 mm 處，結果顯示於含氧的工作氣體中對大腸桿菌和枯草桿菌的去活化有較大效果。

(二)技術創新

1.電漿環保能源技術研發與應用

(1)自行設計之「電漿熔融爐進料系統」於 99 年 1 月 29 日獲得美國專利，證號 US7,644,668B2，期限 2005 年 10 月 28 日至 2025 年 10 月 27 日，該進料系統係以 55 加侖桶裝焚化灰渣或水泥固化體再推入於電漿熔融爐進行熔融。

(2)以都市垃圾焚化灰渣經電漿熔融產出之水淬熔岩為原料，經高溫熔融後進行噴吹製備熔岩纖維，該發明中華民國專利名稱「焚化灰渣熔製礦物纖維之裝置與方法」，專利證號發明第 I326759 號，

期限 99 年 7 月 1 日至 116 年 6 月 27 日；該發明同時亦獲得美國專利，專利名稱“Manufacturing device for producing mineral fibers from incinerator ashes and its plasma-vitrified slag”，99 年 5 月 31 日獲得美國專利，證號 US7,802,451B2，期限 2007 年 8 月 15 日至 2027 年 8 月 15 日；以及，利用水淬熔岩為原料完成另件發明專利「水淬熔岩人造石及其製造方法」，專利證號：發明第 I327561 號，期限 99 年 7 月 21 日至 115 年 5 月 22 日。以上 3 件國內外專利對本計畫之電漿熔融資源化業應用領域頗有成效。

- (3) 以熔岩纖維進一步加工應用製成無線射頻辨識系統 (Radio Frequency Identification, RFID) 申請中華民國專利，名稱「不織布熔岩纖維紙基材製作 RFID 天線之方法」，99 年 5 月 31 日提出申請，專利申請編號 099128593。
- (4) 「架橋」乃生質物氣化爐常見的困擾，研發提出「連續式定量進料裝置及方法」，並申請中華民國專利，申請案號：099136859，藉由特殊的機械構造與操作模式，可以連續木屑進料；並有架橋排除機構與操作模式避免架橋，有效提升生質物氣化爐的操作與運轉。
- (5) 建置日產 2 kg 二甲醚實驗室級生產系統，建立溫度與壓力對 DME 純度之影響，熱力學分析最大轉化率 >85%，DME 純度達 99.9%，符合國際二甲醚出廠標準，本系統可提供產官學研界研發與試用，產製之 DME 提供國內作為標準品，加速國內 DME 研發工作。
- (6) 提出「一種觸媒製備方法」，申請中華民國專利，申請案號：099110447 與美國專利申請，申請案號：12/788,717，一種創新性的觸媒製備新技術，應用非熱電漿技術於觸媒製備程序中，有效提升甲醇與二甲醚觸媒的選擇性，有助於生質燃料產製與工業應用。
- (7) 提出「利用低階熱能產生電力及冷凍之裝置與方法」，申請中華民國專利，申請案號：099136863，本發明係有關於一種利用低

階熱能產生電力及冷凍之裝置與方法，尤指涉及一種使用者可依據電力或冷凍之需求藉由控制閥件改變工作流體流向，進行冷電、冷凍、發電或空轉等運轉模式之切換，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，減少溫室氣體排放。

(8)提出「合成甲醇及二甲醚之 Cu-Zn-Al 觸媒製備方法」，申請美國專利，申請案號：12/796,779，利用特殊製備程序，將甲醇觸媒與脫水觸媒結合，成為一步法 DME 觸媒，可以減少生產程序並提升 DME 產率。

(9)提出「二甲基醚水溶液燃料電池」，申請中華民國專利，申請案號：099108872，二甲醚與二甲醚水溶液作為燃料之直接二甲醚燃料電池（Direct Dimethyl-ether Fuel Cell, DDFC），改善使用二甲醚作為燃料電池陽極燃料時之安定性及穩定性，進而達到燃料電池於發電時之穩定安全。

(10)提出「以反應蒸餾產製二甲醚之方法」，申請中華民國專利，申請案號：099128589，利用反應蒸餾方法將甲醇轉化為 DME，改善現有甲醇脫水產 DME 商業製程，使製程更經濟。

(11)提升「漿態床反應器產率之方法」，申請中華民國專利，申請案號：099128590，本發明之漿態床反應器經由特定方法移除部份產物，藉此提高反應物轉化率及主要產物的選擇率。

(12)美國發明專利 US 7,754,994 B2 「CLEANING DEVICE USING ATMOSPHERIC GAS DISCHARGE PLASMA」，在經過四次答辯後，於 2010/07/13 獲得。本創作早在 98 年 12 月 1 日獲得中華民國發明專利。本專利主要在仿直流電漿火炬架構，但在電極表面加一絕緣層，使原先之電特性由低壓大電流改為高壓低電流，另加上一個常壓低溫大氣電漿裝置上不易有的漩流及磁場架構，提昇放電之均勻及穩定性。此發明獲中、美 2 國專利後，將有利於基於此發明而衍生之 2 個申請中專利之審核通過，進而完善此發明之應用佈局及有利推廣。

2.電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)所開發之高功率脈衝磁控濺射(HIPIMS)之脈衝金屬離子源具有大面積、高離化率、及不會產生大顆粒金屬團微粒等優點，提出「一種金屬電漿離子佈植(Me-PIII)的設備與方法」之中華民國專利，申請案號：099133959。結合現有電漿離子佈植技術，於一大型真空腔體安裝一套HIPIMS脈衝金屬離子源，並建立一套靶材基座及同步負脈衝高電壓產生器等系統，開發完成一種先進大面積金屬離子佈植設備，相較傳統Me-PIII金屬離子佈植設備，不必使用複雜過濾式螺旋管磁場結構，容易大型化及降低成本，有效解決目前工業用傳統離子佈植機(Ion Implantor)、傳統金屬電漿浸沒離子佈植(Metal Plasma Ion Implantation, MePIII)及金屬蒸氣弧離子源(Metal Vapor Vacuum Arc, MEVVA)佈植機等無法大面積佈植處理及設備成本太高等缺點，非常適合產業應用。
- (2)為往下世代矽薄膜太陽光電產業開發，特別設計開發一套生產以可撓式為基材之捲揚式連線系統生產設備及其製程技術，申請「具有改良的光捕捉結構之太陽電池」中華民國專利，申請號碼099120264。該技術除了要有一套可靠度及重複率極佳的生產設備外，高光電轉換效率之矽薄膜太陽能電池製程技術開發與專利佈局也非常重要。為了讓進入太陽電池的光能夠大部份被吸收轉換成電，特別於電池鍍膜結構設計製作極佳之光捕捉結構(light trapping structure)，使用沉浸式鍍膜系統，在低溫下處理基板製作氧化鋅微球以做為光捕捉結構。此方法製作方式簡易，並具有微影製程無法大面積製作之優點，以及單層緊密堆積氧化鋅微球的直徑介於300 nm至650 nm，可對波長在700 nm至1,200 nm的電磁輻射形成一個次波長的二維光柵，且可使每次製作之精確度得以控制，達到提高矽薄膜太陽電池光電轉換效率之目的，提昇本計畫之電漿鍍膜技術於光電產業應用領域之技術創新。
- (3)開發中薄膜太陽能電池元件及其相關複合元件，申請2篇美國專利，其中申請案號：12/729,930，為一種新穎矽薄膜太陽能電池

結構及其製程方法，可有效抑制於電漿輔助化學氣相沉積製程中因使用同一製程腔體產生污染，所導致的元件特性劣化問題。同時，於製程中不需使用摻雜氣體，可簡化製程降低元件製作成本。而複合元件方面則以一種具有高開路電壓(Voc)特性之新穎透明薄膜太陽能電池結構及其製程方法聲請中華民國專利，申請案號：099120269，其相關技術內容為具有提升節能智慧窗穿透度以及有效降低成本之可撓式製程技術。

(4)電漿浸沒離子注入技術(PIII)的離子注入技術應用於提昇太陽能電池光電轉換效率，已申請一篇美國專利「鈍化修補太陽能電池缺陷之方法」，申請案號為 12/853,232，2010。該專利主要係利用電漿浸沒離子佈植技術(PIII)之低能量(<2 keV)氫離子具備淺層佈植離子技術，於太陽能電池內填補吸光層與界面的缺陷空隙或表面復合中心，此可有效減少太陽能電池在製作過程中可能產生的缺陷，藉以改善載子傳輸特性，實驗顯示提高太陽能電池之光電轉換效率。

(5)先進電漿鍍膜技術於產業應用研發，本年度獲得三篇中華民國專利，分別為專利證號發明第 I325016 號「微粒過濾式鍍膜電漿源裝置」，專利證號發明第 I322644 號「三極式大氣電漿產生裝置」，及專利證號發明第 I329378 號「燃料電池連接板之保護層生成方法」。

(三)經濟效益

1.電漿環保能源技術研發與應用

(1)以既有之灰渣熔岩板材製作之資源化技術為基礎，接受嘉頓金屬公司委託簽訂「鋁集塵灰開發製作防火材料與複合材料之可行性評估」技術服務案，技服金額 200 萬元，期程 1 年 98 年 10 月 5 日至 99 年 10 月 4 日止。目前已開發出人造石複合材料與高鋁磚耐火材料，該公司正向經濟部工業局申請再利用使用證照，擬建

立商業化規模產量以應用於民生。此將節省該公司委託掩埋之處置費用且能開創利潤，又能避免掩埋土地所遭受污染之環保問題。本計畫將繼續拓展與國內產業界聯繫，將已成熟之資源化技術技轉或輔導，使產業界能感受到核能研究所之研發成果，並對該產業有所助益。

- (2)電漿火炬技轉廠商台灣電漿公司所成立之子公司台灣電能公司，於99年4月獲得國內新竹某一高科技公司1套Ar/H₂O傳輸型電漿火炬系統訂單，本計畫提供必要技術支援協助完成履約，並收取本年度技術授權金新台幣1,000仟元。
- (3)有機廢棄物電漿能源轉化係利用蒸汽電漿火炬及瓦斯火炬將廢木材、樹葉等有機廢棄物加熱和氣化成為合成氣，供渦輪發電機產生電力，渦輪發電機餘熱再利用吸收式冰水機回收熱能。此運轉模式，不僅可解決環境污染，並可產生能源，具有市場競爭力，創造可觀的市場經濟價值。地球每年經光合作用所產生的生質物(乾基)約1,730億公噸(約900億公噸油當量)，全球能源年消耗量約110億公噸油當量，目前全球生質能的使用率偏低(<10%)，市場潛力深厚。台灣每年生質物產量(含有機廢棄物)約5,000萬公噸(約1,700億kWh熱能，約佔全國能源總消耗量的8.9%)。每收集1%全國生質物並進行氣化發電，每年約可產生5億度電力(約佔全台灣總發電量的0.25%)。
- (4)台灣98%的能源仰賴進口，加上共同參與解決全球暖化問題之國際趨勢，積極推動再生能源與替代能源有其正當性與必要性。有機物電漿氣化發電技術之開發，目前的研發朝向將氣化之合成氣轉化為甲醇與二甲醚(DME)。其中DME燃燒時不會產生SO_x，且NO_x、CO₂等溫室氣體排放量極低，是一種類似於LPG的液化氣燃料。合成氣液化技術的開發，可促進國內的化工產業與環境工程產業，具新市場潛力，創造新就業人口，對於國內經濟與產業具有正面、潛在的貢獻。

2. 電漿在綠色表面工程技術開發與推展

(1) 99 年度電漿鍍膜技術之產業應用推展，技服金收入 8,180 仟元，權利金收入 1,500 仟元。

(a) 滿益金科技有限公司為解決本所技轉之現有以磁控濺鍍技術無法應用於大型模具及一些高附加價值工業零組件，委託本所簽訂「新功能電漿鍍膜技術技轉授權」一案以進行先進電漿鍍膜技術開發，於 99 年 3 月簽訂本案，為期五年(99-103 年)。全案簽約金 10,600 仟元，權利金 2,300 仟元(從明年完工後開始分期支付)，99 年度已收入 7,930 仟元，權利金 470 仟元。

(b) 與琦芯科技股份有限公司開發各項反射及半反射膜製程技術。(1) 提昇合作廠商製程技術，使廠商有更佳之競爭優勢及產值。(2) 反射及半反射膜成品在捲揚式系統進行量產試驗。如可適用量產製造，未來將再與廠商更進一步洽談合作案。99 年度技服金收入 250 仟元，權利金 200 仟元。

(c) 與遠東鈦金科技股份有限公司超大型高產能建材(金屬板)表面鈦瓷金電漿被覆系統工程合作開發及量產式建材表面鈦瓷金電漿被覆系統翻新修正暨技術授權 2 案，99 年度權利金收入 230 仟元。

(d) 滿益金科技有限公司「電漿多重被覆技術及裝置」合作開發暨技術授權(技術授權期)，99 年度權利金收入 600 仟元。

(2) 本年度 HIPIMS 技術在台北世貿參展三次，包括 8 月台北國際模具技術展、9 月發明交易展及 10 月台北綠色產業技術展等。其中台北國際綠色產業展，並展出本所製作之 100mm × 100mm 及 200mm × 200mm 可撓式非晶矽薄膜太陽能電池先期研發成品及封裝成型之小型模組，並藉由此活動與相關研發廠商進行技術交流並提升本所自製之可撓式電漿鍍膜製程設備於相關光電產業應用之能見度。

(3) 已將開發成功之高功率脈衝磁控濺射(HIPIMS)鍍膜技術極具商

機，已成功技轉國內滿益金科技有限公司，進行拓展目前電漿鍍膜設備無法處理之高附加價值之工業零組件(如處理大型模具及一些高附加價值精密齒輪等)，協助國內傳統產業升級，增加利潤及就業人口。

- (4)與友達光電(AUO)簽定保密合作協定，將可撓式電漿鍍膜平台鍍製可撓式矽薄膜太陽能電池技術應用於筆記型電腦，此開發案已於 11 月於日本橫濱展展出。

(四)社會影響

1.電漿環保能源技術研發與應用

- (1)本計畫長期以來致力於都市垃圾焚化灰渣熔融資源化研究，接受嘉頓金屬公司委託已成功開發鋁集塵灰製成耐火材料與複合材料資源化產品，該公司正申請再利用執照，產能預定處理每日 5-10 噸的鋁集塵灰，屆時將可增加約 10 人之就業機會，及為該公司開創利潤；同時，又能避免煉鋁集塵灰因掩埋，致使土地所遭受污染之環保問題。
- (2)生質能屬於碳中和，以生質物發電可以減少化石燃料使用量，進而達到減碳之目的。以每度電排放 0.6 kg-CO₂ 試算，只要收集全國生質物的 1%並進行氣化發電，每年約產生 5 億度電，相當於減碳 0.3 百萬噸，相當於 600 座大安森林公園、或減少 2 萬台汽車每年的碳排放量。
- (3)2009 哥本哈根會議上世界各國已有共識要降低二氧化碳的排放，由於核能為一穩定性極高的低碳基載能源有益於大幅降低碳排放引起之地球暖化效應，目前世界各國爭相新建核電廠。為了因應核電廠增多後的放射性廢棄物處理問題，近年來便有外界廠商到本所洽詢先前本計劃所發展之低放射性廢棄物電漿焚化熔融廠技轉事宜，未來富應用商機。

2.電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)高功率脈衝磁控濺射 HIPIMS 技轉滿益金公司，該公司投資 3,000 萬以上，以及增加就業人數 10 人以上。
- (2)本年度 2 月 8 日召開三種先進電漿被覆技術記者招待會，包含高功率脈衝電漿被覆，電漿被覆厚鋁及捲繞式電漿被覆透明導電膜等技術，兼具環保清潔製程及產業競爭利基，其中高功率脈衝電漿被覆技術於 3 月順利與滿益金科技公司完成技轉簽約。
- (3)因應歐盟的危害物質限用指令 RoHS 之保護環境的法令，對國內電鍍鉻表面處理之外銷歐盟產品的限制入口所造成衝擊，本計畫所發展之大面積電漿源、大面積 PECVD、大面積 PVD、及先導型 Roll to Roll 等電漿鍍膜之大型化(scale up)技術能夠有效降低生產成本，目前已成功取代高污染之電鍍產業，協助傳統產業升級、解決外銷產品貿易障礙、及國內電鍍產業所衍生之環保問題，對國內環保作出具體貢獻。未來將更積極運用這些技術於下世代可撓式薄膜太陽能電池及智慧型節能材料等綠色能源及節能產業。

(五)其它效益

1.電漿環保能源技術研發與應用

- (1)開發灰渣熔融處理與資源化技術，主要目的是要降低廢棄物對環境污染之衝擊、確保環境安全及提昇灰渣再利用之價值。焚化灰渣經電漿熔融與噴吹作業，可產製穩定性之熔岩纖維與熔岩細粒，進一步加工可製成纖維紙基材、纖維毯、纖維水泥複合材料、透水磚、微晶材料、陶瓷複合材料、多孔性輕質板材等各種產品，並藉由電漿熔融資源化所衍生的綠色材料化技術，有效的將其他廢棄物(如煉鋁集塵灰)資源化為可用的材料或產品，如接受嘉頓公司委託，將該公司所產生之鋁集塵灰開發製成熱固型複合材料和耐火材料，預計可減少該煉鋁業者之掩埋處置費 11,000-13,000 元/噸，並減少掩埋或不當處置對環境造成的衝擊。將繼續精進

綠色材料化技術以推廣及應用於另類廢棄物，以及協助業界建立技術和策略聯盟，提供全方位的服務。

- (2)執行「有機物電漿氣化發電技術之開發」計畫，部分研究成果「合成氣液化產製二甲醚」成果優良，將研發成果延伸至產製汽油，由曾錦清與李灝銘兩主持人，與台南大學陳維新、中央大學張木彬、台科大李明哲、淡江陳錫仁、逢甲江康鈺等五位教授，共同提出「生質物轉換汽油關鍵技術發展與整合」，構想書順利通過100年能源國家型科技計畫。
- (3)貴賓參訪電漿氣化廠及合成氣液化實驗室逾100人次以上。

2.電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)本計畫之貴重儀器如X射線繞射儀、拉曼光譜儀、奈米硬度儀、全域光譜儀、SEM、GDOS等每部均專人專業維護管理，使用前均需分別填寫申請表格及使用記錄，提供全所、合作單位及技轉業界運用，合計80筆以上。
- (2)本計畫之電漿浸沒注入系統設施透過原能會-國科會基金及委託案，提供台大、清大、陽明、長庚等進行先進之光電、半導體、生醫應用研究，已形成國內唯一之獨特平台，共同研究成果，今年已有3篇論文刊登在SCI期刊，及1篇美國專利申請。
- (3)貴賓參訪電漿表面改質研發成果120人次以上。
- (4)本計畫今年亦積極進行有關ISO9001:2008品質保證工作和推動知識樹等科技管理制度，有助於計畫相關SOP及記錄健全管理，研發過程中技術及經驗之傳承。

二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

(一)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)。

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

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	國內外會議論文發表 21 篇、國內外重要期刊 (SCI 等) 發表 15 篇，合計 36 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。	請參考 p.9 重要成果及重大突破學術成就項目。
	C 博碩士培育	28 人 (詳如附錄一、佐證資料表之培育人才表)	博士培訓 9 人，碩士 19 人，為國家培養下一代之研究人員。	
	D 研究報告	36 篇 (詳如附錄一、佐證資料表之研究報告表)	增進本所研發效益。	
技術創新(科技整合創新)	G 專利	國內及國外發明專利共 31 件。 *獲得發明專利美國 4 件，中華民國 8 件，小計 12 件。 *申請發明專利美國 5 件，中華民國 14 件，小計 19 件。 (詳如附錄一、佐證資料表之智財資料表)	配合技術創新，申請多項專利，展現應用研發實力。	請參考 p.12 重要成果及重大突破技術成就項目。
	H 技術報告	8 篇 (詳如附錄一、佐證資料表之技術報告表)	增進本所研發效益	
	J 技術移轉	技術移轉 6 件 (詳如附錄一、佐證資料表之技術移轉表)	技術移轉 (權利金 2,500 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。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	S 技術服務	技術服務 3 家 (詳如附錄一、佐證資料表之 技術服務表)	收入技服金 10,180 千元，提供技術推廣平台，已成為業界新產品開發可行性評估及驗證之管道，減少投資風險。部份技轉廠商，經由此管道驗證成功後，再投資技術移轉，已有成功案例。	

陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

請依前述重要成果及重大突破說明在該面向成就上價值與貢獻度如：

一、學術成就(科技基礎研究)(權重 25%)

98 年度：

- (一)焚化灰渣電漿熔融產出水淬熔岩資源化研究 “Asphalt Concrete and Permeable Brick Produced from Incineration Ash Using Thermal Plasma Technology,” 針對水淬熔岩應用於瀝青混凝土及透水磚之製備分析，已發表於今年國內期刊 J. Environment Engineering and Management, Vol.19, No.4, p. 221-226 (2009)。
- (二)「Reduction of dioxin emission by multi-layer fluidized bed reactor with bead-shaped activated carbon」，獲頒 2009 年中國工程師學會工程論文獎—Journal of Environmental Engineering and Management, 18(6), 371-376, 2008. (2009 Chinese Institute of Engineers Awards of Technical Papers, June 6, 2009。在燃燒過程中，反應物若存在碳、氯、觸媒等物種時，可能會產生多氯聯苯、戴奧辛(PCDD/Fs)等產物，導致必須加裝空氣污染控制設備。台灣環保署對大型都市固態廢棄物焚化爐(MWSI)訂有嚴格的 PCDD/F 排放標準。活性碳注入(ACI)方法可有效地移除焚化過程中產生的空污物及重金屬(如汞)；因此基於易處理、低裝置成本等因素，活性碳吸附結合濾袋(BF)之系統被廣泛使用。但經前述技術處理後之飛灰中含有高濃度之 PCDD/F，而導致焚化廠之 PCDD/F 總排放(含飛灰與煙氣)實質增加。本論文開發了一套實驗室等級之多層次移動床反應器，利用珠粒狀活性碳(BACs)為吸附劑；測試結果顯示非常優異之 PCDD/F 移除效率(>99.99%)。此結果針對未來空污管制規範建立了具應用潛勢之技術基礎，對改善環境保護措施提供具體貢獻。
- (三)採用流動式顆粒床過濾器完成一系列冷性能測試，並發表於期刊 Journal of Hazardous Materials 「Filtration of dust particulates with a moving granular bed filter」1 篇 (171, pp. 987-994, 2009)。由於中高溫

淨化技術未臻成熟，故目前 IGCC 示範場均將高溫合成氣做降溫的動作，並在低溫下進行過濾程序，造成大幅降低熱效率的能源使用率。因此，發展中高溫之氣體除塵設備，刻不容緩。就除塵淨化裝置而言，商業化市場以陶瓷濾棒技術最為被廣泛採用，陶瓷過濾技術乃利用一耐高溫高壓之桶槽內置入排列整齊之陶瓷濾棒來進行除塵。然而傳統之陶瓷濾棒在高溫下其機械可靠性差，常有陶瓷表面易堵塞、碎裂、濾材價格昂貴及機械可靠度差，因此，經常造成系統停機維修等問題。根據相關研究顯示矽酸鋁或石英砂為極佳的選擇，因為此材料有不可燃的特性外，還具耐酸鹼及循環再利用等優點。利用上述的材質特性，顆粒床過濾器的濾材可在操作中連續淨化循環及再生使用，所以顆粒床過濾系統深具替代傳統集塵器的潛力。尤其傳統過濾器裝置無法處理高溫合成氣體；因此，顆粒床過濾系統更具有發展的價值。根據二維系統的最佳設計進行三維系統製作，並實際加入含煙塵氣體進行冷性能過濾實驗測試，以觀察濾材於系統內的流動型態。在實驗流程規劃上，乾淨濾材從上置入，濾材由上往下垂流流動，並經由輸送器將使用過後的濾材排出。三維模型系統之冷模測試，為模擬淨煤氣化電廠所排放的合成氣，測試時主要以空氣與適量的煤灰混合組成，並配合不同濾材質量流率，探討所模擬的煙道燃氣對於三維模型系統之影響。冷性能測試主要項目包括進口模擬燃氣風速、燃氣壓降量測及整體過濾效率量測。不同的濾材質量流率，必須配合適當進口風速，才能達到最佳的過濾效率。因此，在建立流動式顆粒床過濾器的冷性能資料庫中，將採用不同的濾材質量流率，並搭配不同的進口風速，以尋找最佳的過濾效率，建立最佳過濾效率之濾材質量流率與進口風速關係曲線，以為未來的商品化提供資料來源。

- (四) 完成英文會議論文「Flow-Corrective Insert in a Model of Two-Dimensional Hopper」及「Wall friction of silica sands as filter media in two-stage granular moving-bed filter」2 篇。由於氣化發電系統，在氣化的過程中會產生大量且粒徑不同的飛灰微粒物質，必須在渦輪發電機前將大量的飛灰完全攔阻，並控制氣渦輪機進氣口的微粒物質濃

度，以符合需求規範。其主要原因為高濃度與大粒徑微粒物質，會導致渦輪機葉片產生腐蝕與污濁，進而影響發電的過程。根據以上的問題，將利用不同粒徑之濾材進行除塵淨化過濾，並藉由粗細不同粒徑之濾材構成兩段過濾(two stage filtration)模式，於第一段過濾層中放置粗顆粒濾材，而第二段過濾層則置入細顆粒濾材，當不同粒徑大小之飛灰進到第一段過濾層時，其大粒徑之飛灰先被粗濾材阻擋，而小粒徑之飛灰則會通過第一段過濾層持續往第二段過濾層移動，此時小粒徑的飛灰會被該層濾材所形成的過濾層所攔阻，藉著兩段過濾的模式將不同粒徑之飛灰攔阻並吸附於濾材中。此過濾模式可有效的控制不同粒徑之飛灰攔阻與吸附於濾材中，並且降低飛灰微粒物質的濃度，達到最佳的過濾效率。另一方面，此項技術的研發，可提升我國淨煤發電技術之國產研發能力。相關技術可應用於觸媒/貴金屬回收、廢棄物燃燒系統、流體化床燃燒系統、氣化系統、高溫融熔、觸媒裂解/精煉工廠、空氣污染防治控制、半導體產業、化學製程工業等相關產業上。

- (五)奈米科技的快速發展應用 ①奈米薄膜如 ZrN 等具備優良機械性質、金黃色、低電阻及極佳抗蝕性，廣泛應用於建材、五金及衛浴設備之裝飾鍍膜。而奈米薄膜硬度及殘留應力調控對使用壽命影響很大，本研究乃針對本所技轉產業應用之裝飾膜 ZrN 特性深入研究，探討 ZrN 奈米薄膜製程參數對其硬度及殘留應力之影響，具有國際水準，發表及刊登 1 篇論文” Hardness and residual stress in nanocrystalline ZrN films: Effect of bias voltage and heat treatment” 於國際期刊 Materials Science and Engineering A 500 (2009) 104–108。②大氣電漿表面改質應用於高分子材紡織品之抗菌技術開發方面，主要係利用大氣電漿活化高分子材紡織品並接枝上幾丁聚醣或幾丁寡醣之製程技術，以提昇高分子紡織品之抗菌應用性，已刊登 1 篇論文” Nylon Textiles Grafted with Chitosan by Open Air Plasma and their Antimicrobial Effect” 於國際期刊 Fibers and Polymers, 10(2009)53-59。

- (六)電漿浸沒離子注入與被覆技術(PIII&D)具有離子注入與被覆雙重功

能，非常適合應用於高附加價值之半導體元件、人工關節及人工植牙等生醫植入體之性能提昇研究。①半導體方面，利用 PIII 淺層離子注入技術不會產生額外缺陷之優點，對 charge trapping-type flash devices 進行 PIII 氮化，所產生之氮化層有效阻止元件內 HfAlO 氧化層內的氧離子高溫擴散，降低 EOT(等效氧化層)厚度，提昇元件運轉速率，結果發表並刊登 1 篇論文，” Charge retention improvement of charge-trapping type flash device by plasma immersion ion implantation” 於國際期刊 *Microelectronic Engineering*, 86(2009) 1852-1855。②生醫植入體方面，主要利用電漿氮離子與氧離子注入技術，提昇生醫植入體之耐磨抗蝕及生物相容性等，已有 1 篇論文刊登於國際期刊，” Effect of thermal nitriding treatment on corrosion resistance of Ni-Ti Rotary File in 5.25 % sodium hypochlorite solution” 於 *Journal of Alloys and Compounds*, 475(2009)789-793 及 1 篇國際會議論文於 2008 年 12 月發表於 The Workshop on the Applications of Plasma to Bio-Medical Engineering 研討會及兩篇國內會議論文發表於 98 年度中華民國防蝕工程年會暨論文發表會並獲得論文佳作獎。

(七)可撓式基材鍍膜之捲揚式(Roll-to-roll)量產型設備與技轉經驗，不但可以使鍍膜成本降低，並可增加應用多元化。這些技術與經驗非常適合開發下世代可撓式矽薄膜太陽電池，本年度所完成電漿被覆先導型設備及相關製程技術開發，已發表 2 篇論文於國際期刊 *Electrochem. Solid-State Lett.* 及 1 篇論文於國際期刊 *Appl. Phys. Lett.*，分別為 “Effect of mechanical strain on the performance of p-type poly-silicon thin film transistors fabricated on metal foil substrate”, “Bending effect on the photo leakage currents characteristic of amorphous silicon thin film transistors”, “ A structure to reduce the photo leakage currents of microcrystalline silicon thin film transistor”。

(八)「常壓非熱電漿觸媒製備」乃全新技術，以非熱電漿技術，進行觸媒改質與製備程序技術開發，具新穎性與創新性。傳統的觸媒製作必須在較高溫度下鍛燒將觸媒穩定化。本研究提出一結合非熱電漿在

常溫下即可對觸媒進行鍛燒的新穎技術，如此觸媒不會因為高溫而喪失某些優良特性。常壓低溫電漿遇到處理均勻性問題，經多方嘗試後，研發出流體床電漿反應器順利克服之。目前已應用於合成氣液化，將合成氣(CO/H₂)高效率合成甲醇和二甲醚(DME)，且大幅提昇甲醇選擇性，具突破性於 DME 觸媒製備更是世界首見之應用。主要研究成果已獲國際期刊接受發表(“Plasma-pretreated Catalyst for Methanol Synthesis from Syngas,” IEEE T. Plasma Sci., (Aug. 6, 2009.))。此一非熱電漿觸媒改質技術乃國際間剛發展之新興技術，此論文的發表可增加本所的國際知名度，有助「環境電漿」領域開創一個全新的、有價值的研發方向。

99 年度：

- (一)熱電漿技術應用於都市垃圾焚化灰渣熔吹產製熔岩纖維，該資源化纖維產品可製成纖維水泥複合材料，提高水泥製品之機械強度，成果發表一篇 SCI 論文 Man-made vitreous fiber produced from incinerator ash using the thermal plasma technique and application as fiber reinforcement, Journal of Hazardous Materials, 182, 191-196 (2010).
- (二)利用熔岩纖維製成蜂巢狀纖維紙基材，可當防火材料使用，亦可做成耐磨耗之複合材料，成果發表一篇 SCI 論文 The preparation of slag fiber and its application in heat resistant friction composites, Material and Design, 31, 4296-4301 (2010).
- (三)有機朗肯循環(Organic Rankine Cycle, ORC)研究，建立一套 ORC 工作流體的標準篩選流程，並應用在 50 個工作流體中選擇出最佳工作流體，此一篩選方法對於 ORC 技術具關鍵性。後續可用於低溫廢熱之回收再利用，對於提昇能源效率及減碳可有貢獻。
- (四)合成氣液化產製二甲醚研究結果已達世界水平，延伸二甲醚研發成果至汽油生產。針對 100 年「能源國家型科技計畫」提出「生質物轉換汽油關鍵技術發展與整合」計畫，構想書與細部計畫書獲評審委員推薦執行。相較於二甲醚，石油乃既有市場，無市場障礙，有利

技術經濟價值之提昇，並有利建立國內自產能源之能量。

- (五)電漿火炬研發發表文獻被引用並形成教材，2009 年在 Journal of Hazardous Materials 一篇重要評論文章"Thermal plasma technology for the treatment of wastes: A critical review" 中引用本所成果；去年新出版「等離子體弧熔融裂解--危險廢棄物處理前沿技術」中多處引用本所電漿熔融爐及低放射性廢棄物電漿焚化熔融廠實驗數據及圖片，「熱等離子體傳熱與流動」書中 p.512-513 引用本計畫電漿火炬之實驗數據及圖片。顯示本所研究成果具廣泛影響力。
- (六)為提高薄膜太陽能電池光電轉換效率，應用隨機綳摺結構對光的散射特性，藉以捕捉更高能量的光於薄膜太陽電池結構中，以增加光伏效應。發表兩篇國外期刊 SCI 論文於 JOURNAL OF RAMAN SPECTROSCOPY 和，藉此發表可提昇本計畫在薄膜太陽能電池技術研究之 SCI 論文數，提高本所學術地位。
- (七)電漿鍍膜技術應用於可撓式薄膜太陽電池研究，分別對可撓式電池進行撓曲及溫度變化時材料光暗電流特性研究，獲得 2 篇 SCI 論文刊登。分別為 Solid-State Electronics 54 (2010) 1485–1487 及 Solid- State Electronics 54 (2010) 642–645，增加本計畫在薄膜太陽能電池技術研究之 SCI 論文數及提高本所學術地位。
- (八)電漿浸沒離子注入技術(PIII)獲得 3 篇 SCI 論文刊登及一篇中國期刊論文，分別 Microelectronic Reliability, 50(2010) 639-642，Microelectronic Reliability, 50(2010) 742-746，Surface & Coatings Technology, 204(2010) 229-236 及中華關節外科雜誌，電子版，3(4)。增加本計畫在薄膜太陽能電池技術研究之 SCI 論文數及提高本所學術地位。
- (九)參加 2010 年 4 月 17-22 日於美國佛羅里達州舉行之 SVC 真空鍍膜國際研討會，發表高功率脈衝磁控濺鍍技術(HIPIMS)論文一篇，認識專家學者及洽談合作事宜。
- (十)大氣電漿滅菌開發研究，獲得 1 篇 SCI 論文刊登於 Surface and Coatings Technology, Vol. 204 (2010) pp. 3729-3737。增加本計畫在大

氣電漿滅菌技術研究之 SCI 論文數及提高本所學術地位。

二、技術創新(科技整合創新)(權重 25 %)

98 年度：

- (一)以都市垃圾焚化灰渣經熔融處理後產生之熔岩纖維，混合酚醛樹脂再熱壓成型，製成車輛磨耗材料，其特性合乎市售煞車片要求，於 98 年 4 月申請中華民國專利「熔岩纖維摩擦材料的產製程序與方法」，申請案號：098120393；同時於 98 年 7 月亦提出美國專利申請，號碼 12/501,063。另再以水淬熔岩為原料，添加氧化鋁、碳化矽與黏結劑等，經高溫處理製成防音過濾板材，可供高溫熔湯之濾材與隔音牆使用，於 98 年 4 月申請中華民國專利「多孔性防音板材之製備方法」，申請號碼 098121380；同時於 98 年 7 月亦提出美國專利申請號碼 12/533,507。
- (二)「含有價金屬電漿熔渣中金、銀、銅之回收方法」中華民國專利申請號碼 098111087，與美國專利申請號碼 12/434,653，本專利係將廢印刷電路板，先經電漿焙燒處理後，熔渣再經粉碎研磨、篩分及磁選等步驟，再以硫酸浸漬及結晶等方法，可析出硫酸銅，再以硝酸浸漬以回收銀，最後以王水處理回收金等處理程序。本專利特點係利用電漿特性快速破壞印刷電路板具彈性之本質，使電路板脆化，再予研磨等處理，可降低粉碎所產生之噪音及研磨機具之耗損。本專利可提供廢印刷電路板回收有價金屬之另類處理程序。
- (三)「一種合成甲醇及二甲醚之 Cu-Zn-Al 觸媒製備方法」，申請中華民國專利，申請號碼 098136794 及美國專利申請中，本專利係採用溶膠凝膠法選用適當之溶劑與界面活性劑形成與混合鹽溶液不互溶之有機相，運用成膠後表面張力之變化，使製備過程中生成之膠團粒子迅速轉移至該有機相中，藉以對膠團起隔離作用，透過阻止其在老化與乾燥過程中變大，進而製成具奈米粒徑之 Cu-Zn-Al 觸媒。藉此，透過改變組成、凝膠沉澱及後處理條件，俾利提供調變觸媒之晶粒大小、晶型、表面結構及活性中心分布之性質，從而改善觸媒之性

能者。目前採用此分散度更佳之 sol-gel 製程已研製出銅鋅鋁 Zeolite 觸媒，此功用為以一步驟法直接生產二甲醚(DME)觸媒，經固定床反應器合成氣液化實驗，目前初步實驗已證實可自 CO 及 H₂ 合成氣反應產出甲醇及二甲醚。因此類合成氣液化二甲醚觸媒的成本及效能對減少生產成本、提昇競爭力有絕大助益，有利本所技轉推廣。

(四)「中高溫捕碳劑之吸碳奈米微層狀材料 Ca-Al-CO₃ 其製造與使用方法」，98 年 3 月申請中華民國專利，申請案號：098110083 及美國專利「Method of Fabricating a Layered Nanomaterial Used for Mid-High Temperature CO₂ Capture」申請案號：12/463,402。本項專利目的在開發中高溫碳捕捉材料研製技術，由於碳管理路徑中以碳捕捉技術佔有最大成本(約 7-8 成)，而且依據不同技術其捕碳成本 15~75 US\$/ton 仍有非常大的發展空間，因此成為美、澳、歐洲等各先進國家競相開發之關鍵技術之一。對於我國目前尚無此技術而國外現正發展中，因此本 2 項專利可以建立國內自主之先進燃煤技術(中華民國專利)，並可於國際宣示本國節能減碳之決心(美國專利)。目前研製之捕碳劑轉化率及重複捕碳穩定性皆達 90 %，已與國外類似技術齊水平。

(五)採用滾筒篩分系統，成功將過濾後帶有粉塵的濾材進行分離，並將相關成果「即時調控之粉粒體旋轉篩分裝置」申請中華民國專利，申請案號：098111872，「A DYNAMICALLY ADAPTIVE TROMMEL SCREEN」，及美國專利，申請案號：12/490,598。

(六)研製獨特新穎之高功率脈衝磁控濺鍍(HIPIMS)技術已達國際水準，瞬間電漿密度達 10^{13} n/cm³，較傳統磁控濺鍍增加 3 個數量級且電漿離子比率趨近百分之百。實際應用於電漿鍍膜製程，膜質細緻，附著強，抗蝕性更佳，完全顛覆了傳統磁控濺射鍍膜的本性及其應用範圍，國內台膜及滿益金等兩家鍍膜廠商有極高技轉意願，已顯現極佳的產業價值。「High-power Pulse magnetron sputtering apparatus and surface treatment apparatus using the same」，申請美國專利，申請案號：12/505,042。

- (七)開發 2kW&27MHz Helicon 及 1kW&60MHz VHF 等兩種大面積(>300×300 mm²)電漿源，氫電漿密度分別達 10^{12}cm^{-3} 及 10^{10}cm^{-3} ，均勻度皆小於 10%，已應用在高沉積速率之 PECVD 設備鍍製微晶矽及非晶矽等薄膜太陽電池製程研究。其中微晶矽薄膜之晶粒大小為 7~10 nm，結晶率約為 60%，光暗電導比值達到 2 order，符合微晶矽太陽電池製程要求。而非晶矽薄膜沉積速率可達 1.2 nm/s，且均勻度在 10% 以下，暗電導最低為 $1.6\times 10^{-10}\ \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ ，而 photosensitivity 則達到 10^5 ，達到非晶矽太陽電池製程需求。
- (八)開發一套平面型寬約 20 cm 之低溫大氣電漿源結合先驅物 HMDSO 噴出裝置之高分子基材 SiOx 高阻氣薄膜鍍膜裝置，最佳處理條件下，SiOx 薄膜之水氣穿透率約 0.9 g/m²/d。並運用大氣電漿粗化與活化高分子材料表面，再誘導接枝氟碳化合物單體或寡體形成氟碳單體接枝層，繼之，以四氟化碳大氣電漿接枝聚合氟碳官能基形成氟碳官能基接枝層，已申請「Structure and its method for hydrophobic and oleophobic modification of polymeric materials with atmospheric plasmas」之美國專利，申請案號 12/545,664，2009；以及獲得「大氣真空濺鍍紡織纖維絲之電漿改質方法及裝置」之國內專利，2009。
- (九)開發之大面積(400×400 mm²) 非晶矽薄膜矽薄膜製程技術，速率 1 nm/s，均勻度< 10%，而大面積透明導膜 AZO 製程技術之電阻值 $4.63\times 10^{-4}\ \Omega\text{-cm}$ ，結合金屬鋁膜成為薄膜太陽電池背電極，有極佳之 light trapping 效果，品質已達矽薄膜太陽電池要求。此外，利用電漿處理透明導電膜(TCO)表面還原為金屬奈米粒子，經由吸收入射光形成表面電漿共振效應，有效增加太陽能電池內光的強度，可有效增加太陽電池整體的元件效率。而藉由製程中必然的熱作用使摻雜的鎂向外擴散而形成金屬電極與本質矽半導體層間良好歐姆電性接觸的接觸層，從而簡化製程降低元件製作成本。申請「一種薄膜光伏裝置及其製造方法」及「一種增加矽薄膜太陽能電池效率之結構與製程方式」2 篇中華民國專利，申請案號分別為 098134346 及 098135360，2009。

- (十)開發氫電漿浸沒淺層(shallow)離子佈植技術(H-PIII)，利用低能氫離子佈植過程不會於基材產生額外缺陷之特點，藉由氫離子植入來修補太陽電池表層及界面之缺陷空隙與載子復合中心，降低載子傳輸復合機率，提高太陽電池光電轉換效率電池，這是傳統離子佈植機無法達到之獨特太陽電池鈍化(Passivation)技術。根據太陽電池產業評估，太陽能電池光電轉換率每提升 1%，毛利率就可提高約 7%，是業界用於提高利潤及擴大市場佔有率的重要技術。本技術應用於矽晶太陽電池試片鈍化處理後，其光電轉換效率由原先 9.2%增加至 10.67%，增加量約為 1.5%，充分顯現 H-PIII 鈍化技術在太陽光電應用潛力，申請中華民國專利「鈍化修補太陽能電池缺陷之方法」，申請案號：098129686，2009。國外專利進入申請程序。
- (十一)以非熱電漿技術，進行觸媒改質與製備程序技術開發。具新穎性與創新性。進而成功應用於生質物合成氣液化，大幅提昇甲醇選擇性，具突破性。合成 DME 的選擇性>60%、DME 最佳產率> 2.4 g-DME/g-cat.-hr，遠超出今年預期目標。

99 年度：

- (一)自行設計之「電漿熔融爐進料系統」於 99 年 1 月獲得美國專利，該進料系統係以 55 加侖桶裝焚化灰渣或水泥固化體再推入於電漿熔融爐進行熔融。
- (二)以都市垃圾焚化灰渣經電漿熔融產出之水淬熔岩為原料，經高溫熔融後進行噴吹製備熔岩纖維，該發明中華民國專利名稱「焚化灰渣熔製礦物纖維之裝置與方法」，專利證號發明第 I326759 號，期限 99 年 7 月 1 日至 116 年 6 月 27 日；該發明同時亦獲得美國專利，專利名稱“Manufacturing device for producing mineral fibers from incinerator ashes and its plasma-vitrified slag”，99 年 5 月 31 日獲得美國專利，證號 US7,802,451B2，期限 2007 年 8 月 15 日至 2027 年 8 月 15 日；以及，利用水淬熔岩為原料完成另件發明專利「水淬熔岩人造石及其製造方法」，專利證號：發明第 I327561 號，期限 99 年 7 月 21 日

至 115 年 5 月 22 日。以上 3 件國內外專利對本計畫之電漿熔融資源化業應用領域頗有成效。

- (三)以熔岩纖維進一步加工應用製成無線射頻辨識系統(Radio Frequency Identification, RFID)申請中華民國專利，名稱「不織布熔岩纖維紙基材製作 RFID 天線之方法」，99 年 5 月 31 日提出申請，專利申請編號 099128593。
- (四)「架橋」乃生質物氣化爐常見的困擾，研發提出「連續式定量進料裝置及方法」，並申請中華民國專利，申請案號：099136859，藉由特殊的機械構造與操作模式，可以連續木屑進料；並有架橋排除機構與操作模式避免架橋，有效提升生質物氣化爐的操作與運轉。
- (五)建置日產 2 kg 二甲醚實驗室級生產系統，建立溫度與壓力對 DME 純度之影響，熱力學分析最大轉化率>85%，DME 純度達 99.9%，符合國際二甲醚出廠標準，本系統可提供產官學研界研發與試用，產製之 DME 提供國內作為標準品，加速國內 DME 研發工作。
- (六)提出「一種觸媒製備方法」，申請中華民國專利，申請案號：099110447 與美國專利申請，申請案號：12/788,717，一種創新性的觸媒製備新技術，應用非熱電漿技術於觸媒製備程序中，有效提升甲醇與二甲醚觸媒的選擇性，有助於生質燃料產製與工業應用。
- (七)提出「利用低階熱能產生電力及冷凍之裝置與方法」，申請中華民國專利，申請案號：099136863，本發明係有關於一種利用低階熱能產生電力及冷凍之裝置與方法，尤指涉及一種使用者可依據電力或冷凍之需求藉由控制閥件改變工作流體流向，進行冷電、冷凍、發電或空轉等運轉模式之切換，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，減少溫室氣體排放。
- (八)提出「合成甲醇及二甲醚之 Cu-Zn-Al 觸媒製備方法」，申請美國專利，申請案號：12/796,779，利用特殊製備程序，將甲醇觸媒與脫水觸媒結合，成為一步法 DME 觸媒，可以減少生產程序並提升 DME 產率。
- (九)提出「二甲基醚水溶液燃料電池」，申請中華民國專利，申請案號：

099108872，二甲醚與二甲醚水溶液作為燃料之直接二甲醚燃料電池（Direct Dimethyl-ether Fuel Cell, DDFC），改善使用二甲醚作為燃料電池陽極燃料時之安定性及穩定性，進而達到燃料電池於發電時之穩定安全。

(十)提出「以反應蒸餾產製二甲醚之方法」，申請中華民國專利，申請案號：099128589，利用反應蒸餾方法將甲醇轉化為 DME，改善現有甲醇脫水產 DME 商業製程，使製程更經濟。

(十一)提升「漿態床反應器產率之方法」，申請中華民國專利，申請案號：099128590，本發明之漿態床反應器經由特定方法移除部份產物，藉此提高反應物轉化率及主要產物的選擇率。

(十二)本年度將高功率脈衝磁控濺射(HIPIMS)之脈衝金屬離子源與電漿浸沒離子注入技術(PIII)整合一起，提出「一種金屬電漿離子佈植(Me-PIII)的設備與方法」之中華民國專利，申請案號：099133959，係為一種創新金屬離子佈植技術，解決傳統 Me-PIII 金屬離子佈植設備離子束流低，處理時間長及成本高等問題，非常有產業應用價值。

(十三)本年度為提昇可撓式太陽電池光電轉換效，申請「具有改良的光捕捉結構之太陽電池」中華民國專利，申請號碼 099120264。該技術對矽薄膜太陽電池專利佈局非常重要，可以避開國內外已有專利對未來技術發展限制。此外，此方法以氧化鋅微球做為光捕捉結構之製作方式簡易，並具有微影製程無法大面積製作之優點，以及單層緊密堆積氧化鋅微球的直徑介於 300nm 至 650nm，可對波長在 700nm 至 1,200nm 的電磁輻射形成一個次波長的二維光柵，且可使每次製作之精確度得以控制，達到提高矽薄膜太陽電池光電轉換效率之目的，對本計畫之電漿鍍膜技術於光電產業應用領域發展有實質幫助。

(十四)為提升節能智慧窗穿透度以及有效降低成本之可撓式製程技術，申請 2 篇美國專利，其中申請案號：12/729,930，為一種新穎矽薄膜太陽能電池結構及其製程方法，可有效抑制於電漿輔助化學氣相

沉積製程中因使用同一製程腔體產生污染，所導致的元件特性劣化問題。同時，於製程中不需使用摻雜氣體，可簡化製程降低元件製作成本。而複合元件方面則以一種具有高開路電壓(Voc)特性之新穎透明薄膜太陽能電池結構及其製程方法申請中華民國專利，申請案號：099120269，其相關技術內容為具有提升節能智慧窗穿透度以及有效降低成本之可撓式製程技術，對本計畫未來發展節能智慧窗技術佈局，有實質幫助。

(十五)為提升太陽電池光電轉換效，開發電漿浸沒離子注入技術(PIII)鈍化技術，已申請一篇美國專利「鈍化修補太陽能電池缺陷之方法」，申請案號：12/853,232，2010。該專利主要特點係利用 PIII 為一種三維離子佈植技術，可以填補任何形狀複雜之太陽能電池內吸光層與界面的缺陷空隙或表面復合中心，達成提高太陽能電池之光電轉換效率目的，對本計畫未來開發展矽薄膜太陽能電池技術佈局，有實質幫助。

(十六)先進電漿鍍膜技術於產業應用研發之專利，本年度獲得三篇中華民國專利，分別為專利證號發明第 I 325016 號「微粒過濾式鍍膜電漿源裝置」，專利證號發明第 I322644 號「三極式大氣電漿產生裝置」，及專利證號發明第 I329378 號「燃料電池連接板之保護層生成方法」，對本所電漿鍍膜技術推廣產業應用專利佈局，有實質貢獻。

(十七)美國發明專利 US 7,754,994 B2 「CLEANING DEVICE USING ATMOSPHERIC GAS DISCHARGE PLASMA」，在經過四次答辯後，於 2010/07/13 獲得。本創作早在 98 年 12 月 1 日獲得中華民國發明專利。本專利主要在仿直流電漿火炬架構，但在電極表面加一絕緣層，使原先之電特性由低壓大電流改為高壓低電流，另加上一般常壓低溫大氣電漿裝置上不易有的漩流及磁場架構，提昇放電之均勻及穩定性。此發明獲中、美 2 國專利後，將有利於基於此發明而衍生之 2 個申請中專利之審核通過，進而完善此發明之應用佈局及有利推廣。

三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 30 %)

98 年度：

(一)技術推廣於產業界，分述如下：

- (1)滿益金科技有限公司為因應歐盟的危害物質限用指令 RoHS 之保護環境的法令，對國內電鍍鉻表面處理之外銷歐盟產品的限制入口所造成衝擊，委託本所簽訂「電漿多重被覆技術及裝置」一案以進行電鍍鉻替代技術開發，為期一年半至 98 年 12 月 31 日止。目前已成功完成量產型電漿多重被覆裝置開發，並交由滿益金公司從事衛浴零組件及五金零組件等鉻瓷金被覆，而被覆膜均勻度佳並具耐磨、抗蝕良好的性能，可替代電鍍六價鉻技術，並已進行商業運轉。全案簽約金 12,600 千元，本年度收入技服金 2,000 千元含權利金 1,584 仟元。
- (2)遠東鈦金科技股份有限公司為擴大產能，增加其陶瓷鈦金建材在市場佔有率，委託本所於其超大型量產式建材裝飾鈦瓷膜被覆系統($\phi 2,400 \times L5,000$ mm)增加 40 組圓形靶電漿源及其模組化控制系統之開發，為國內鍍膜面積最大且電漿源最多之超大型先進鍍膜設備，可被覆長約 5 米之各式各樣平面及異形建材，並以達到大型建材裝飾鈦瓷膜均勻度與附著性良好之要求。98 年技服金收入 700 仟元，含權利金 651 仟元。
- (3)台灣鍍膜公司委託”大型螺棒電漿改質裝置先期參與案”之延長約及技術服務，主要提供系統運轉技術、新電漿源合作開發與問題諮詢。98 年技服金收入 1,000 千元。
- (4)與琦芯科技股份有限公司開發各項反射及半反射膜製程技術。(1)提昇合作廠商製程技術，使廠商有更佳之競爭優勢及產值。(2)反射及半反射膜成品在捲揚式系統進行量產試驗。如可適用量產製造，未來將再與廠商更進一步洽談合作案。98 年技服金收入 750 仟元，含權利金 200 仟元。
- (5)臺灣電漿股份有限公司，1.5MW 以下(含)電漿火炬設計製造相關技

術，98 年權利金收入 1,000 仟元。

(6)嘉頓金屬公司，鋁集塵灰開發製作防火材料與複合材料之可行性評估，全案簽約金 2,000 千元，98 年技服金收入 400 仟元。

(二)以電弧爐處理都市垃圾焚化灰渣，採取熔融處理與資源化一次作業完成，亦就是灰渣熔融後經噴吹直接產出熔岩纖維。經濟效益評估以每天處理 30 噸焚化灰渣為基準，熔融耗能率以本年度目標值 3.0 kWh/kg 計算，則每天耗電費用 234,000 元（每度電 2.6 元）；灰渣熔融後約產出 60% 的熔岩纖維，則熔吹產製纖維 18 噸/天，熔岩纖維稍為加工織成纖維毯，可廣泛應用於隔熱保溫與防火建材方面。纖維毯售價 30 元/kg，則每天產出纖維毯之銷售金額約 540,000 元；又處理焚化灰渣環保署應付費之所得約 180,000 元（6 元/kg），總計每天所得金額計 720,000 元。另熔融處理費用，電費 234,000 元、人事費 36,000 元（1,800 元/人天×20 人天）、藥品與維修費 50,000 元，合計每天支出約 320,000 元。建廠固定成本暫不予計算，則每天將有 400,000 元盈餘，一年以運轉 10 個月計算，則每年利潤約 1 億元以上。倘將熔岩纖維進一步加工做成不織布纖維紙與蜂巢狀耐火隔音板材等防火材料，則可提高熔岩纖維之附加價值，每年利潤將更提高。以上熔融資源化之程序開發係以焚化灰渣廢棄物當原料，除可創造利潤外又能有效且安全的處理灰渣；同時，亦節省飛灰固化所需土地掩埋之費用，確實兼具環境安全與保護之目的。

(三)目前以陶瓷過濾器及移動式顆粒床過濾器為最常被廣泛採用於高溫氣體淨化相關技術及設備。然而，陶瓷過濾器的高成本、高壓降(低氣體出口流量)及機械性質的耐久性差為需解決的課題。另外，常有陶瓷碎裂及表面堵塞狀況產生，因此經常造成系統停機維修。在移動式的相關技術上，所採用的過濾介質價格低廉、耐高溫、耐酸鹼、不易毀壞、容易更換及除塵力佳，而且壽命長，另一方面，其具有較低壓力損失、高氣體流量等特性，未來亦可望發展為複合淨化技術（如將除塵與脫硫於單一反應器同步處理）。因此，發展顆粒床過濾器，極具有市場競爭潛力。而在中高溫捕碳劑材料研製技術與除

碳系統測試反應器方面，目前合成捕碳材料可達到初始捕碳率 51.65 %，並且第 100 次循環吸附量為第 1 次吸附量之 89.97 %，顯示捕碳劑性質穩定，評估可長時間使用無明顯衰退現象，為未來可行且具成本效益之吸附材料；除碳系統初步測試結果可達到 90%以上去除效率。研究成果將有助於建立國內自主之碳捕獲系統，並用於碳管理關鍵技術開發。

(四)在新能源開發與節能減碳目標下，有機廢棄物電漿能源轉化發電技術係利用蒸汽電漿火炬及瓦斯火炬將廢木材、樹葉等有機廢棄物加熱和氣化成為合成氣，再經酸性滌氣及鹼性滌氣等淨化程序後，供渦輪發電機產生電力，並利用吸收式冰水機回收排氣廢熱，產生冷氣供廠內使用。此一運轉模式，不僅可解決環境廢棄物污染問題，且回收資源化及再利用產生能源，為一低碳生質綠能技術，具有市場競爭力，並可創造可觀的市場經濟價值。

(五)合成氣液化技術的開發，可促進國內的化工產業與環境工程產業，化工產業可用以生產液態燃料，具新市場開發潛力。環境工程業可由此切入 CO₂ 減量與利用，創造新產業。對於國內經濟與產業具有正面、潛在的貢獻。

99 年度：

(一)99 年度技術推廣於產業界，技服金收入 10,180 千元，權利金 2,500 千元，不但增加產業投資，也提高就業機會，對國內經濟發展，有實質幫助。各推廣案分述如下：

- 1.臺灣電漿股份有限公司，1.5MW 以下(含)電漿火炬設計製造相關技術，99 年收入權利金 1,000 仟元。
- 2.滿益金科技有限公司委託「電漿多重被覆技術及裝置」合作開發暨技術授權，主要提供系統運轉問題解決與製程技術諮詢。99 年收入權利金 600 仟元。
- 3.滿益金科技有限公司為解決本所技轉之現有以磁控濺鍍技術無法應用於大型模具及一些高附加價值工業零組件，於 99 年 3 月委託本

所簽訂「衛浴零組件鍍瓷金被覆系統升級高功率脈衝磁控濺射技術」一案以進行先進電漿鍍膜技術開發，為期五年(99-103)。全案簽約金 10,600 千元，本年度預估收入 8,400 千元，從 100 年完工後開始分期支付權利金 2,300 千元。99 年收入技服金 7,930 千元，權利金 470 千元。

- 4.遠東鈦金科技股份有限公司為增加其陶瓷鈦金建材在市場佔有率，委託本所製作之超大型高產能建材(金屬板)表面鈦瓷金電漿被覆系統工程合作開發。99 年權利金收入 100 千元。
 - 5.遠東鈦金科技股份有限公司委託本所製作之量產式建材表面鈦瓷金電漿被覆系統翻新修正暨技術授權。收入 99 年權利金 130 千元。
 - 6.與琦芯科技股份有限公司委託「電漿濺射鋁、鎳及鉻反射膜電漿製程相關技術開發研究」技服案。99 年技服金收入 250 千元，權利金 200 千元。
 - 7.嘉頡金屬公司，鋁集塵灰開發製作防火材料與複合材料之可行性評估，期程：98.10.05- 99.10.04，全案簽約金 2,000 千元，99 年技服金收入 1,600 千元。
- (二)以既有之灰渣熔岩板材製作之資源化技術為基礎，接受嘉頡金屬公司委託簽訂「鋁集塵灰開發製作防火材料與複合材料之可行性評估」技術服務案，技服金額 200 萬元，期程 1 年 98 年 10 月 5 日至 99 年 10 月 4 日止。目前已開發出人造石複合材料與高鋁磚耐火材料，該公司正向經濟部工業局申請再利用使用證照，擬建立商業化規模產量以應用於民生。此將節省該公司委託掩埋之處置費用且能開創利潤，又能避免掩埋土地所遭受污染之環保問題。本計畫將繼續拓展與國內產業界聯繫，將已成熟之資源化技術技轉或輔導，使產業界能感受到核能研究所之研發成果，並對該產業有所助益。
- (三)電漿火炬技轉廠商台灣電漿公司所成立之子公司台灣電能公司，於 99 年 4 月獲得國內新竹某一高科技公司 1 套 Ar/H₂O 傳輸型電漿火炬系統訂單，本計畫提供必要技術支援協助完成履約。
- (四)有機廢棄物電漿能源轉化係利用蒸汽電漿火炬及瓦斯火炬將廢木

材、樹葉等有機廢棄物加熱和氣化成為合成氣，供渦輪發電機產生電力，渦輪發電機餘熱再利用吸收式冰水機回收熱能。此運轉模式，不僅可解決環境污染，並可產生能源，具有市場競爭力，創造可觀的市場經濟價值。地球每年經光合作用所產生的生質物(乾基)約 1,730 億公噸(約 900 億公噸油當量)，全球能源年消耗量約 110 億公噸油當量，目前全球生質能的使用率偏低(<10%)，市場潛力深厚。台灣每年生質物產量(含有機廢棄物)約 5,000 萬公噸(約 1,700 億 kWh 熱能，約佔全國能源總消耗量的 8.9%)。每收集 1%全國生質物並進行氣化發電，每年約可產生 5 億度電力(約佔全台灣總發電量的 0.25%)。

(五)台灣 98%的能源仰賴進口，加上共同參與解決全球暖化問題之國際趨勢，積極推動再生能源與替代能源有其正當性與必要性。有機物電漿氣化發電技術之開發，目前的研發朝向將氣化之合成氣轉化為甲醇與二甲醚(DME)。其中 DME 燃燒時不會產生 SO_x，且 NO_x、CO₂ 等溫室氣體排放量極低，是一種類似於 LPG 的液化氣燃料。合成氣液化技術的開發，可促進國內的化工產業與環境工程產業，具新市場潛力，創造新就業人口，對於國內經濟與產業具有正面、潛在的貢獻。

(六)HIPIMS 技術及面積 100mm×100mm 及 200mm×200mm 可撓式非晶矽薄膜太陽能電池模組在 10 月於台北世貿綠色產業技術展參展。藉由此活動除了提升能見度外，也吸收表面處理廠商對 HIPIMS 技術技轉意願，已有一家廠商開始洽談明年技轉事宜，顯示此項技術商機雄厚。

(七)已將開發成功之高功率脈衝磁控濺射(HIPIMS)鍍膜技術技轉國內滿益金科技有限公司，協助目前電漿鍍膜設備無法處理之高附加價值之工業零組件(如處理大型模具及一些高附加價值精密齒輪等)。99 年 3 月完成簽約，簽約金 10,600 千元。不但增加該公司投資與利潤，亦增加就業人口。

(八)與友達光電(AUO)簽定保密合作協定，將可撓式電漿鍍膜平台鍍製可

撓式矽薄膜太陽能電池技術應用於筆記型電腦，此開發案已於 11 月於日本橫濱展展出，對未來該技術應用於廣告看板及 3C 組件有實質幫助。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 15 %)

98 年度：

- (一)都市垃圾焚化灰渣屬於有害廢棄物，目前處理方式是以水泥固化法處理後掩埋，但潛藏釋出重金屬與戴奧辛之危機。本計畫利用電漿熔融技術處理焚化灰渣，有效地將灰渣中之重金屬與戴奧辛安定化，並降低灰渣之減容比與減重比。同時，發展熔融後之水淬熔岩作資源化應用，應用產品包括透水磚、微晶材料、多孔性輕質熔岩板材、輕質複合板材、熔岩防音過濾板材、熔岩纖維、纖維毯、不織布纖維紙、煞車來令片及陶瓷散熱片等。故執行本計畫開展成民間產業，除能有效且安全地處理都市垃圾焚化灰渣，又能開發成有價且有利民生之綠色產品，對國內環境安全維護與永續發展，將有很大貢獻。另外，本計畫於 98 年 6 月有民間企業主動要求本所協助，開發該公司之鋁集塵灰廢棄物以製成可資利用之產品，致於 10 月 5 日正式成立「鋁集塵灰開發製作防火材料與複合材料之可行性評估」技術服務案，此表示本所資源化技術已獲得民間企業之肯定與認同。
- (二)以計算流體力學方式研究，先瞭解粉煤投入氣化爐內可能會發生的流場變化、熱能分佈及燃燒與氣化等化學反應，可以探討氣化爐的構型、配置、操作條件及煤種對於氣化效率的影響，有助於在氣化爐的最佳化設計，避免在設計初期的資源浪費。而經由最佳化設計的氣化系統，其操作效率將優於傳統氣化系統，可以節省燃料的耗用。
- (三)對於顆粒體淨化生質廢棄物氣化燃燒產生高溫氣體系統設計上提出商業化建議，為國內設計顆粒床淨化高溫氣體系統之重要基石。
- (四)經由以氣化系統為基礎之系統化模擬研究，經系統流程的參數化研究

以及新興技術的導入模擬，可估算出整體系統之效能增損，藉此獲得未來系統效能增進的基礎數據以及未來之研發方向，所增進之效能若經實行則可達成 CO₂ 減排之效果，達成政府節能減碳之政策。

(五)開發碳捕獲材料研製與測試平台等關鍵技術，對於國內燃煤及相關之能源安全性發展有重要影響，並有助於履行環境、經濟、能源等環境保護與節能減碳政策。

(六)本年度針對本所已技轉國內廠商之獨特大型電漿鍍膜設備如大型螺棒及大面積建材專用之量產式電漿被覆系統之性能提昇案，已成功協助其在建材裝飾鈦瓷膜及耐磨抗蝕之商用長螺棒等之產能再度提昇至最大，達到以環保之電漿薄膜技術替代非環保低價位之電鍍技術，除了對國內環保做出貢獻，並且協助國內傳統產業升級，增加利潤，此提昇案促使就業人數增加 10 人以上。

(七)本年度所建立完成之大面積電漿源、大面積 PVD 鍍膜、大面積 PECVD 矽薄膜製程裝置，已整合建置國內第一條 R2R 先導型系統，未來應用於下世代可撓式矽薄膜太陽電池生產，達到大幅降低生產成本及本土化產業自主技術建立之目的。此外，將進一步結合國內薄膜太陽電池封裝產業，使可撓式矽薄膜太陽電可與建材一體使用 (BIPV)，達到應用更為多元化及普遍化應用。預期為下一世代節能環保主力產品，做出貢獻。

(八)完成先導型電漿輔助氣化發電系統整合測試，及合成氣轉化甲醇與二甲醚相關技術建立，甲醇與二甲醚的選擇率和產率已達到國際水平，本電漿輔助氣化多聯產技術成熟整合後，我國即可建立生質能發電系統與生質液態燃料產製系統的自主核心技術，並預期促使台灣具備 8.9% 自產生質能源的潛力。(1)相較於目前傳統燃燒焚化處理方式，可將有機廢棄物如廢木材、農作物殘渣等再有效利用提昇轉化為乾淨能源發電，具有能源轉化效率高及污染排放低的優點，符合節能減碳之精神(2)合成氣液化技術的開發，可進一步有效地開發生質能，產製液態燃料，增加本土能源比率，並有助於溫室效應氣體 CO₂ 的減量。故執行本計畫開展成民間產業，對國內環境安全維

護與永續發展，將有很大貢獻。

99 年度：

- (一)本計畫長期以來致力於都市垃圾焚化灰渣熔融資源化研究，接受嘉誼金屬公司委託已成功開發鋁集塵灰製成耐火材料與複合材料資源化產品，該公司正申請再利用執照，產能預定處理每日 5-10 噸的鋁集塵灰，屆時將可增加約 10 人之就業機會，及為該公司開創利潤；同時，又能避免煉鋁集塵灰因掩埋，致使土地所遭受污染之環保問題。
- (二)生質能屬於碳中和，以生質物發電可以減少化石燃料使用量，進而達到減碳之目的。以每度電排放 0.6 kg-CO₂ 試算，只要收集全國生質物的 1%並進行氣化發電，每年約產生 5 億度電，相當於減碳 0.3 百萬噸，相當於 600 座大安森林公園、或減少 2 萬台汽車每年的碳排放量。
- (三)HIPIMS 技轉滿益金公司，該公司投資 3,000 萬以上，以及增加就業人數 10 人以上。
- (四)2 月 8 日召開三種先進電漿被覆技術記者招待會，包含高功率脈衝電漿被覆，電漿被覆厚鋁及捲撓式電漿被覆透明導電膜等技術，兼具環保清潔製程及產業競爭利基，其中高功率脈衝電漿被覆技術於 3 月順利與滿益金科技公司完成技轉簽約，使本所先進電漿被覆技術於國內產業應用居於領先地位。
- (五)因應歐盟的危害物質限用指令 RoHS 之保護環境的法令，對國內電鍍鉻表面處理之外銷歐盟產品的限制入口所造成衝擊，本計畫所發展之大面積電漿源、大面積 PECVD、大面積 PVD、及先導型 Roll to Roll 等電漿鍍膜之大型化(scale up)技術能夠有效降低生產成本，目前已成功取代高污染之電鍍產業，協助傳統產業昇級、解決外銷產品貿易障礙、及國內電鍍產業所衍生之環保問題，對國內環保作出具體貢獻。未來將更積極運用這些技術於下世代可撓式薄膜太陽能電池及智慧型節能材料等綠色能源及節能產業，為國內綠能產業作出貢獻。
- (六)2009 哥本哈根會議上世界各國已有共識要降低二氧化碳的排放，由

於核能為一穩定性極高的低碳基載能源有益於大幅降低碳排放引起之地球暖化效應，目前世界各國爭相新建核電廠。為了因應核電廠增多後的放射性廢棄物處理問題，近年來便有外界廠商到本所洽詢先前本計劃所發展之低放射性廢棄物電漿焚化熔融廠技轉事宜，未來富應用商機。

五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重5%)

98 年度：

- (一)本計畫貴儀如 X 射線繞射儀、拉曼光譜儀、奈米硬度儀、全域光譜儀、SEM、GDOS 等每部均專人專業維護管理，使用前均需分別填寫申請表格及使用記錄，提供全所、合作單位及技轉業界運用，合計 84 筆以上。
- (二)電漿浸沒注入系統設施透過原能會-國科會基金及委託案，提供台大、清大、交大、陽明、長庚等進行先進之光電、半導體、生醫應用研究，已形成國內唯一之獨特平台，成果與應用結合，如其中兩項成果注入後可提昇光電轉換效率及改善與組織親和性等，已具實用潛力。
- (三)「合成氣液化實驗室」配合今年高溫高壓合成氣液化測試系統之建立完成，考量到工安及實驗室儀校管理與量測品保，訂定電腦化標準作業程序，務求數據的正確性、時效性、與安全性，使得實驗室得以節省成本，提昇效率與品質。程序說明如下：(1)實驗室主任制訂標準表單；(2)除儀器輸出的數據外，技術員逐一比對積分基線是否可靠、停留時間是否前移；(3)助理工程師第 2 道把關，確認數據之合理性，進行結果初步研判，註解實驗結果，列印報表簽名後送實驗室主任簽核；(4)由副工程師以上職級者 1 員擔任實驗室主任，確認無誤後簽核歸檔，進行數據剖析。以上程序除特殊情況下，須於實驗結束後 3 天內完成；(5)技術員於每月第 1 個星期完成電腦資料備份作業。

(四)貴賓參訪電漿表面改質研發成果及電漿熔融爐 250 人次以上。

99 年度：

- (一)開發灰渣熔融處理與資源化技術，主要目的是要降低廢棄物對環境污染之衝擊、確保環境安全及提昇灰渣再利用之價值。焚化灰渣經電漿熔融與噴吹作業，可產製穩定性之熔岩纖維與熔岩細粒，進一步加工可製成纖維紙基材、纖維毯、纖維水泥複合材料、透水磚、微晶材料、陶瓷複合材料、多孔性輕質板材等各種產品，並藉由電漿熔融資源化所衍生的綠色材料化技術，有效的將其他廢棄物(如煉鋁集塵灰)資源化為可用的材料或產品，如接受嘉頓公司委託，將該公司所產生之鋁集塵灰開發製成熱固型複合材料和耐火材料，預計可減少該煉鋁業者之掩埋處置費 11,000-13,000 元/噸，並減少掩埋或不當處置對環境造成的衝擊。將繼續精進綠色材料化技術以推廣及應用於另類廢棄物，以及協助業界建立技術和策略聯盟，提供全方位的服務。
- (二)根據歐盟的可再生能源白皮書，再生能源使用率將提昇至 12%，其中生物質能轉化為電能及熱能的總量為 5700 PJ。配合 98 年全國能源會議結論及再生能源發展條例的立法通過，本有機物電漿氣化發電技術之開發主要係計畫在將有機廢棄物如廢木材、農作物殘渣等再利用，轉化為乾淨能源，構建一先導型電漿氣化設施運轉發電，藉以建立分散式生質能發電技術；及合成氣合成液化燃料-二甲醚(DME)，DME 是具有發展潛力的替代燃料之一，為後石油時代之重要燃料與化工原料。本計畫可提昇我國自主之新能源研發技術能力，增加我國自產能源比率。
- (三)執行「有機物電漿氣化發電技術之開發」計畫，部分研究成果「合成氣液化產製二甲醚」成果優良，將研發成果延伸至產製汽油，由曾錦清與李灝銘兩主持人，與台南大學陳維新、中央大學張木彬、台科大李明哲、淡江陳錫仁、逢甲江康鈺等五位教授，共同提出「生質物轉換汽油關鍵技術發展與整合」，構想書順利通過 100 年能源國

家型科技計畫。

- (四)本計畫貴儀如 X 射線繞射儀、拉曼光譜儀、奈米硬度儀、全域光譜儀、SEM、GDOS 等提供全所、合作單位及技轉業界運用，合計已有 80 筆以上。
- (五)透過與學界合作，本計畫之電漿浸沒注入系統設施藉由原能會-國科會基金及委託案，提供國內大學等進行先進之光電、半導體、生醫應用研究，已形成國內唯一之獨特平台，共同研究成果，今年已有 3 篇 SCI 論文刊登及 1 篇美國專利申請，並協助培養碩博生。
- (六)本年度貴賓參訪電漿表面改質研發成果及電漿熔融爐 220 人次以上。
- (七)本計畫今年亦積極進行有關 ISO9001:2008 品質保證工作和推動知識樹等科技管理制度，有助於計畫相關 SOP 及記錄健全管理，研發過程中技術及經驗之傳承。

註：若綱要計畫期程為 4 年期第 1 年執行者，請明確寫出本綱要計畫為第 1 年執行，固無主要成就及成果之價值與貢獻度；其他非第 1 年執行者請填寫起始年累積至今主要成就及成果之價值與貢獻度(例如：執行期程為第 3 年之綱要計畫即寫第 1 年到現在所有成果之 outcome)。

柒、本計畫可能產生專利或可移轉之潛力技術說明

- 一、高功率磁控脈衝濺鍍(HIPIMS)技術的鍍膜品質緻密、附著力強、抗蝕耐磨效果奇佳，是國內外最被看好的一種新穎電漿鍍膜技術，工業應用潛力雄厚。今年已精進至可技轉產業使用，並分別在台北世貿參展3次，包括8月台北國際模具技術展、9月國際發明交易展及10月綠色產業技術展，已順利技轉表面處理產業使用。明年可繼續將此項技術大型化至可處理大型模具，並順利技轉產業使用。
- 二、開發中之可撓式電漿鍍膜平台在非晶矽薄膜太陽能電池之研發成果亦參加10月之2010台北國際綠色產業展，並展出本所製作之100mm × 100mm 及 200mm × 200mm 可撓式非晶矽薄膜太陽能電池先期研發成品及封裝成型之小型模組，並藉由此次活動與相關研發廠商進行技術交流並提升本所自製之可撓式電漿鍍膜製程設備於相關光電產業應用之能見度外，更直接與友達光電(AUO)前瞻顯示研發處洽談合作開發，並簽定保密合作協定，未來將依據研發內容之可行性與廠商更進一步洽談相關先期合作計畫案，將可撓式矽薄膜太陽電池與3C產業結合，達成綠色3C產品功能。
- 三、針對用氣壓及磁場方式控制火炬弧根位置及運動速率，設計了一新式二節調壓式火炬結構及一往復式四極永久磁鐵火炬進行實驗。新設計以二節式洩氣閥探討之有關控制火炬弧根運動量測及實驗火炬弧根關係。初步實驗進展上，拆下之火炬電極內部可觀察到火炬弧根運動軌跡，其範圍有向後延伸，現正持續進行相關參數條件實驗。另一則為利用永久磁鐵水平裝置小功率火炬運轉實驗，主要在前後移動永久磁鐵水平位置，觀察火炬弧根位置及火炬運轉工作時是否穩定。結論是受限於火炬電源之最高工作電壓，磁鐵位置往前移，弧根也向前動。此二實驗目前皆證實控制弧根運動具可行性，將有助於大幅提昇電極壽命，現正持續進行相關參數條件實驗。預期其成果可申請專利及發表期刊論文。

捌、與相關計畫之配合

- 一、電漿環保能源技術研發與應用分項計畫整合內部子計畫：第一子計畫「電漿熔融資源化技術之精進」利用高溫電漿熔岩資源化技術，產製開發耐高溫濾材，供第二子計畫「有機物電漿氣化發電技術之開發」作為焦油過濾器以提升焦油分解效率。第一子計畫「電漿熔融資源化技術之精進」利用高溫電漿熔岩資源化技術，產製高耐磨類 Peek 材料，供第二子計畫「有機物電漿氣化發電技術之開發」作為進料系統氣封設備使用。第三子計畫「高溫電漿技術前瞻研究」進行電漿火炬研發，建立最適操作模式以提升火炬壽命，並研發新穎性蒸汽電漿火炬與 CO₂ 電漿火炬，供第二子計畫「有機物電漿氣化發電技術之開發」作為氣化熱源與焦油分解熱源，提升整體氣化效能。
- 二、「有機物電漿氣化發電技術之開發」與所內之「減碳政策評估與淨碳技術發展」共用實驗室，一起開發高溫除塵技術，並在 CFD 及 flow sheet simulations 人員交流與研討。
- 三、「有機物電漿氣化發電技術之開發」協助所內「纖維酒精製程技術研發」計畫，分析與試燒纖維酒精製程產生的纖維渣，不僅可解決其廢棄物問題，並進一步轉化為合成氣或用於發電，提升纖維酒精製程整體程序的經濟效益。
- 四、電漿浸沒注入系統設施透過原能會-國科會基金及委託案，提供台大、清大、陽明、長庚等進行先進之光電、半導體、生醫應用研究，已形成國內唯一之獨特平台，今年執行 6 件合作/委託案。
- 五、前瞻熱電漿技術之計畫目前與電漿氣化爐計畫緊密配合，對於電漿火炬在實際運作時遇到之問題給予解決方案。例如電漿氣化爐運作時爐內黑灰粉塵飛揚，有些會趁火炬熄火不工作時進入管道內造成日後火炬高壓點火及工作不順，損傷火炬。目前便修改火炬設計於陰極通道尾端加一進氣口，熄火便由此通氣阻隔灰粉進入，保護火炬。
- 六、電漿綠色表面工程技術開發，協助所內 SOFC(固態氧化燃料電池)發展連接板保護層鍍製，已提供 SOFC 系統整合測試。

玖、後續工作構想之重點

- 一、電漿熔融資源化技術領域，除繼續測試已建立之焚化灰渣熔融與資源化一次化作業之程序設備，建立焚化灰渣電弧熔融之操作模式，及開發以熔岩纖維為原料之各類材料之外，將朝向目前國內民間產業產出之廢棄物之處理與資源化，如鋁集塵灰與一般工廠已棄置之廢保溫綿等，使本資源化技術能更密切與產業結合，實際應用於產業待解決之廢棄物，或進一步製成有用之資源化產品。
- 二、有機物電漿氣化發電技術之開發之工作首要在確保電漿氣化爐系統可穩定高效率連續運轉，對此將持續對進料儲存單元、氣化爐單元、排氣單元、滌氣系統及取樣分析單元等之性能測試，與藉批次型氣化實驗結果改進電腦主控程式，建立自動化系統操控，減少人力。在合成氣發電方面，配合生質燃料（現為木屑及顆粒）找出最佳合成氣產出程序，使產出合成氣成分及潔淨品質符合微型燃氣渦輪發電機之進氣要求。在合成氣液化燃料合成二甲醚(DME)的研究，目前已成功開發出共沈澱、共沈澱含浸、及溶膠凝膠等三種液化合成觸媒製備技術，目前 DME 選擇性已大於 90%且每克觸媒每小時可產製大於 2 克的 DME，下一階段將著重在催化反應床之設計與測試、觸媒長效性測試，以符合商業要求。
- 三、繼續進行高功率磁控脈衝濺鍍 HIPIMS 設備之大型化(scale-up)設備與製程技術提昇，應用於傳統電漿鍍膜技術無法處理之大型模具，預計可以順利技轉給一家大型電鍍公司。
- 四、本年度完成之可撓式電漿鍍膜平台，已順利應用於鍍製以不銹鋼為基材之薄膜太陽能電池，未來將繼續提升此先進鍍膜平台，用來開發 BIPV 可撓式薄膜太陽能電池及可撓式智慧節能變色元件等產業應用。
- 五、前瞻熱電漿技術之計畫發展目標之一即為之火炬穩定性、效能及使用壽命。火炬自動化量測平台的建立，便是著眼於此，希望建立一驗證及診斷的標準化系統，同時類似建立一火炬品保制度，有助深植高溫電漿技術與工業應用推廣。另一目標則配合本組已自行發展的熱電漿

火炬模擬程式，同時亦與學界進行合作，協助完成驗證及比對。在此後續工作中，亦將藉目前多核心 CPU 及高效能 GPU 之主流架構，建立及發展高速平行計算程式以配合熱電漿實驗與理論之快速驗證，及有利於未來往 MHD 與核融合等尖端高溫電漿領域發展。

- 六、配合 100-102 年能源國家型計畫申請，進行其中有關 CO₂/Steam 火炬之技術開發。在實務應用中，若想將生質物熱解為合成氣，達到後端產品產率的最大化，則必須設法調控前段熱解製程合成氣中 H₂:CO 比例。但在目前商業化合成氣產出工藝下，隨進料種類與操作條件（流量及溫度）其比例變化頗大。目前考量中調控 H₂:CO 比例的輔助氣體，有水蒸氣(steam)及二氧化碳(CO₂)二種反應氣體，此二種氣體具成本低且來源可從系統運作中回收再利用等優點。其主要思考方向及作法為，在 H₂:CO 比例值偏低時，便通入水蒸氣使其在高溫下熱解產生氫氣(H₂)進而提高 H₂:CO 比例；反之在 H₂:CO 比例值偏高時，則通入二氧化碳使其在高溫下熱解產生一氧化碳(CO)進而降低 H₂:CO 比例。後續工作將主要在於開發 CO₂/Steam 火炬調控 H₂:CO 比例，以最佳效率方法輔助於合成氣液化製程之最佳化。

壹拾、檢討與展望

- 一、電漿氣化發電部分，由於國內生質能躉售電價偏低，相較其他再生能源經濟誘因較低；短期內商轉有其困難，未來將以商業角度思考未來及定位，朝移動式小型氣化發電裝置、高經濟價值生質燃料、或搭配國家低碳島/低碳鄉鎮政策來推動。
- 二、合成氣液化部分，鑑於能源局對於開放二甲醚持保留態度，將二甲醚的成功經驗延伸至生質汽油產製，擴大技術適用範疇。並搭配移動式氣化爐的研發，開發移動式轉換與液化系統，藉此降低生質物收集費用，提高經濟競爭性。
- 三、基於人員老化與新手加入之際，前瞻熱電漿技術的發展首重技術生根經驗傳承，目前以達成整合高溫電漿量測技巧與模擬驗證工作，循序漸進達成人員交接培訓為主。鑑於未來政府組織改造，與本所行政法

人化之規劃，必須擴大工業應用及推廣，首要應為持續對本所電漿火炬技術已移轉及授權廠商提供升級授權服務，擴大利基。再者努力爭取新技服技轉對象，如與台電建立一長期合作研發夥伴關係，更能增廣應用空間。

四、電漿綠色表面工程技術在傳統產業推廣促使傳產環保化、科技化至今已有 20 餘件案例，奠定了基石，未來將循此模式延續朝市場大高科技產業推廣轉型，以另創佳績。

五、本年度已順利將本所電漿鍍膜平台轉型應用至綠色能源產業，並以下世代可撓式能源及節能元件產業為主要拓展目標。本年度順利完成可撓式薄膜太陽能電池製程技術開發，未來將使該項技術順利應用於BIPV 可撓式薄膜太陽能電池及其在 3C 元件應用、可撓式智慧節能變色元件等產業。

填表人：艾 啟 峰 聯絡電話：03-4711400 轉 7300 傳真電話：03-4711408
E-mail：cfai@iner.gov.tw

主管簽名：黃慶村

附錄一、佐證資料表

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用（第二期）

【A 學術成就表】

序號	中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用 情形	獲 獎 情形	論文出處
1	電漿熔渣中銅金屬之資源回收	李文成	2010	a	N	N	大葉大學科學與工程技術期刊，第六卷，第三期，p.1-P.8
2	直流電漿火炬在奈米觸媒製備之原理與應用	李灝銘	2010	a	N	N	化工技術，p.140-p.157
3	水氣於固定床中對合成氣轉化為液態燃料與化學品之增長效應	余玉正	2010	a	N	N	46; Journal of Environmental Engineering and Management，第 20 卷，第三期，p.181-p.187
4	Man-made vitreous fiber produced from incinerator ash using the thermal plasma technique and application as fiber reinforcement	楊昇府	2010	d	N	N	Journal of Hazardous Materials, 182(2010) p. 191-196.
5	The preparation of slag fiber and its application in heat resistant friction composites	王多美	2010	d	N	N	Material and Design, Vol.31, p. 4296-4301 (2010)
6	單級並聯式交直流轉換器的分析與設計	李恆毅	2010	d	N	N	IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS
7	電漿前處理觸媒用於合成氣合成甲醇	李灝銘	2010	d	N	N	IEEE T PLASMA SCI
8	以平行板介電質屏蔽放電技術進行大腸桿菌及枯草桿菌的去活化研究	吳宗信	2010	d	N	N	0257-8972, SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY，204 卷，20 期，頁 3729-3737
9	Characteristics optimization of N2O annealing on tungsten nanocrystal with W/Si dual-sputtered method for nonvolatile memory application	艾啟峰	2010	d	N	N	0026-2714, MICROELECTRONICS RELIABILITY，50 卷，頁 639-642
10	Non-ideal effects improvement of SF6 plasma treated hafnium oxide film based on electrolyte-insulator-semiconductor structure for pH-sensor application	艾啟峰	2010	d	N	N	0026-2714, MICROELECTRONICS RELIABILITY，50 卷，頁 742-746
11	氫氣對於非熱電漿生成臭氧之影響 - 數值模擬研究	陳信良	2010	d	N	N	0963-0252, PLASMA SOURCES SCIENCE & TECHNOLOGY，19 卷，5 期，頁 55911- 55914

12	撓曲效應對非晶矽薄膜元件光漏電特性的影響	王敏全	2010	d	N	N	0038-1101, SOLID-STATE ELECTRONICS, 51 卷, 頁 1485-1487
13	Formation and Raman scattering of seed-like ZnO particles	羅仕守	2010	d	N	N	0377-0486, JOURNAL OF RAMAN SPECTROSCOPY, 40 卷, 11 期, 頁 1694-1697
14	Haze ratio enhancement using a closely packed ZnO monolayer structure	羅仕守	2010	d	N	N	1094-4087, OPTICS EXPRESS, 18 卷, 2 期, 頁 662-669
15	溫度對非晶矽薄膜元件光漏電流之影響	曹書璋	2010	d	N	N	0038-1101, SOLID-STATE ELECTRONICS, 54 卷, 6 期, 頁 642-645
16	備水淬熔岩/氧化鋁複合陶瓷之研究	葉俊彥	2010	e	N	N	99 年中國材料科學學會研討會
17	以煉鋁爐渣為原料製作人造石材之研究	張彥華	2010	e	N	N	2010 清潔生產暨環保技術研討會, p.317-p.328
18	大氣電漿技術於生物氣膠去除效率之研究	陳永枝	2010	e	N	N	2010 年環境分析化學研討會, 靜宜大學, 2010-04-30~05-01
19	不織布熔岩纖維紙基材製作 RFID 天線	王多美	2010	e	N	N	第 18 屆國防科技研討會
20	製備水淬熔岩氧化鋁複合陶瓷之研究	葉俊彥	2010	e	N	N	中國材料科學學會
21	以煉鋁爐渣為原料製作人造石材之研究	張彥華	2010	e	N	N	2010 清潔生產暨環保技術研討會
22	單級並聯轉換器的建模與控制	李恆毅	2010	e	N	N	中華民國第 30 屆電力工程研討會
23	合成氣微型渦輪機之動態模型與控制	李恆毅	2010	e	N	N	中華民國燃燒學會第二十屆學術研討會
24	CO ₂ 對二甲醚純化蒸餾塔之影響	謝政廷	2010	e	N	N	GTEA2010 綠色科技工程與應用研討會
25	電漿技術及其在生質能之應用	李灝銘	2010	e	N	N	陸軍軍官學校八十六週年校慶基礎學術暨通識教育研討會
26	活性碳處理異味問題面面觀	李灝銘	2010	e	N	N	桃園縣大學校院產業環保技術服務
27	低熱值微型渦輪發電機的動態模型建立與控制	李恆毅	2010	e	N	N	亞太電協第 18 屆電力產業研討會
28	電漿火炬火燄噴流影像之診斷技術探討	許哲綸	2010	e	N	N	中國機械工程學會第 24 屆全國學術研討會
29	非傳輸型井式直流蒸氣電漿火炬內部流場之數值分析	許哲綸	2010	e	N	N	2010 中華民國燃燒學會第二十屆學術研討會
30	以非熱電漿提升 CH ₃ OH 及 DME 合成用之 Cu-ZnO-Al ₂ O ₃ 觸媒活性	李灝銘	2010	f	N	N	6th Asian DME Conference
31	核研所二甲醚研究現況	李灝銘	2010	f	N	N	The 21st International Symposium on Transport Phenomena (ISTP21)

32	固定床生質物氣化爐之操作策略	李灝銘	2010	f	N	N	The 21st International Symposium on Transport Phenomena (ISTP21)
33	Parallel Computation of Three-Dimensional Thermal Plasma Flow	許哲綸	2010	f	N	N	22nd International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics 2010
34	電漿火炬三階非線性振幅方程式動態分析	李恆毅	2010	f	N	N	SICE annual control conference 2010
35	含銅電子廢棄物經電漿熔融處理後之銅回收	李清華	2010	f	N	N	第十三屆海峽兩岸環境保護學術研討會
36	基材偏壓源對高功率脈衝磁控濺鍍薄膜附著力研究	梁文龍	2010	f	N	N	第 53 屆美國 SVC 真空鍍膜研討會，佛羅里達州奧蘭多市，2010-04-17~22

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

【C 培育人才表】

序號	姓名	學歷	機構名稱	指導教授
1	陳文丁	a	國防大學理工學院	葛明德
2	楊志雄	a	陽明大學牙醫系	黃何雄
3	陳雅肯	a	陽明大學牙醫系	黃何雄
4	何偉碩	a	臺灣大學電子所	劉致為
5	黃彥崇	a	交通大學顯示所	蔡娟娟
6	許宏榮	a	交通大學顯示所	蔡娟娟
7	鄒百騏	a	長庚大學電子所	賴朝松
8	洪保鎮	a	中央大學	張木彬
9	潘冠倫	a	中央大學	張木彬
10	李正勳	b	台北科技大學資源工程研究所	鄭大偉
11	詹尹依	b	台北科技大學資源工程研究所	鄭大偉
12	林昆鴻	b	國防大學理工學院	葛明德
13	王 珊	b	陽明大學牙醫系	黃何雄
14	李宜政	b	清華大學工科系	張廖貴術
15	張雅嵐	b	清華大學工科系	柳克強
16	蘇政揚	b	清華大學工科系	喻冀平
17	林政博	b	清華大學工科系	喻冀平

18	廖英凱	b	長庚大學電子所	賴朝松
19	廖天右	b	台北科技大學機械所	吳翼貽
20	鄭柏翔	b	交通大學顯示所	蔡娟娟
21	曾奕文	b	交通大學顯示所	蔡娟娟
22	廖文琳	b	中原大學	趙修武
23	宋元順	b	美國史丹福大學機械系	無
24	呂紹陽	b	台科大	趙修武
25	林承澤	b	淡江大學	陳錫仁
26	蕭承翰	b	中央大學	張木彬
27	洪琬婷	b	元智大學	林琨松
28	阮英俊	b	龍華大學	丁鯤

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

【D 研究報告表】

序號	報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
1	灰渣電弧熔爐之設計建造與測試	李文成、李永武、林登連、曾錦清	2010	核能研究所
2	水淬熔岩製備無機聚合凝膠材料可行性探討	王多美、楊昇府、葉俊彥、李文成、孫金星、曾錦清	2010	核能研究所
3	灰渣玻璃化電弧爐之規劃與設計	李永武、林登連、李文成、曾錦清	2010	核能研究所
4	鋁集塵灰開發製作防火材料與複合材料之可行性評估－期末報告	楊昇府、王多美、葉俊彥、張彥華、李文成、孫金星、曾錦清	2010	核能研究所
5	水淬熔岩製作陶瓷複合材料之研究	葉俊彥、楊昇府、王多美、李文成、孫金星、曾錦清	2010	核能研究所
6	電弧爐持溫區之加熱系統與噴吹系統之設計建置	李永武、葉輔仁、邱明聰、李文成	2010	核能研究所
7	熔岩纖維與煉鋁爐渣之資源化研發與展望	孫金星、張彥華、王多美、葉俊彥、楊昇府、李文成	2010	核能研究所
8	電漿熔渣中銅金屬之資源回收	李清華、李文成、陳靖良、劉冠廷、張人權、伍紹文、顏辰有	2010	大葉大學科學與工程技術期刊
9	不織布熔岩纖維基材製作 RFID 天線結案報告	葛明德、陳彥政、王多美、李文成	2010	核能研究所
10	矽薄膜與太陽能電池特性分析技術	張鉅璋	2010	核能研究所
11	在軟性不鏽鋼基板上的薄膜太陽電池之元件模擬研究	陳恩仕	2010	核能研究所

12	電漿源阻抗匹配電路模擬設計	謝政昌	2010	核能研究所
13	高功率脈衝磁控電漿被覆控制系統規劃與設計	謝政昌	2010	核能研究所
14	電漿鍍膜製程進行 SKD51 及 WC 基材表面改質	蔡明瑞	2010	核能研究所
15	非晶矽薄膜太陽電池於玻璃基板上之製程開發	許子衿	2010	核能研究所
16	以 PECVD 製程優化非晶矽薄膜太陽電池之研究	陳泳智	2010	核能研究所
17	銅銦鎵硒化合物薄膜之研究	常皓然	2010	核能研究所
18	電致變色薄膜分析	楊昌翰	2010	核能研究所
19	平面型中空陰極大氣電漿強化化學氣相均勻沉積氧化矽薄膜之基礎研究	薛天翔	2010	核能研究所
20	PECVD 捲揚式控制系統設計規劃	曾慶沛	2010	核能研究所
21	捲揚式 PECVD 設備之張力控制系統探討	曾慶沛	2010	核能研究所
22	薄膜太陽能電池	蔡丁貴	2010	核能研究所
23	可撓式電漿鍍膜技術應用於光電產業研討會出國報告	王敏全	2010	核能研究所
24	赴美國參加 SVC 真空鍍膜研討會發表論文	梁文龍	2010	核能研究所
25	電漿產生器的最佳化研究	鍾慎修	2010	核能研究所
26	由 CO ₂ 氫化合成 DME 之觸媒國際研究現況分析	黃孟涵、梁國超、李灝銘	2010	核能研究所
27	CO/CO ₂ 氫化產製二甲醚之雙功能觸媒研發	黃孟涵、梁國超、葉鳳梅、李灝銘	2010	核能研究所
28	合成氣合成二甲醚反應器國際現況分析	梁國超	2010	核能研究所
29	電漿顫動與工作氣體溫度控制的研究	廖德誠、張世澤	2010	核能研究所
30	有機或生質廢棄物多階段電漿轉化結合觸媒合成油品之探討	張慶源、謝哲隆、張華宇、江勝偉、張家驥	2010	核能研究所
31	參加第四屆 IGCC 及 XtL 國際研討會國外公差報告	李灝銘	2010	核能研究所
32	生質物氣化發電及冷熱電混合系統規劃	李恆毅、李灝銘、曾錦清、楊珍鈴、李瀛生	2010	核能研究所
33	非傳輸型蒸汽火炬之實驗研究	林登連、許哲綸、黃世文、陳孝輝、曾錦清	2010	核能研究所
34	井式陰極電漿火炬數理模式之建立與模擬計算	陳中生	2010	核能研究所
35	二溫度氫氣電漿熱力性質與遷移性質之計算	陳中生	2010	核能研究所
36	電極熔蝕與三維暫態電漿火炬內部流場研究(II)	許哲綸、趙修武	2010	核能研究所

【G 智財資料表(獲得)】

序號	專利名稱	專利類別	授予國家	證書號碼	發明人	專利權人	有效(起-迄)期間 (YYYY/MM)
1	Feeding system for plasma melting-furnace	a	b	US7,644,668B2	郭茂穗 洪聰民 李文成	核能研究所	2005/10/28- 2025/10/27
2	Manufacturing device for producing mineral fibers from incinerator ashes and its plasma-vitrified slag	a	b	US7,802,451B2	楊昇府 李永武 王多美 李文成 孫金星 陳靖良 曾錦清	核能研究所	2007/08/15- 2027/08/15
3	焚化灰渣熔製礦物纖維之裝置與方法	a	a	發明第 I326759 號	楊昇府 李永武 王多美 李文成 孫金星 陳靖良 曾錦清	核能研究所	2010/07/01- 2027/06/27
4	水淬熔岩人造石及其製造方法	a	a	發明第 I327561 號	邱文通 林立夫 曾錦清 楊昇府	核能研究所	2010/7/21- 2026/5/22
5	燃料電池連接板之保護層生成方法	a	a	發明第 I329378 號	林祈廷 詹德均 艾啟峰	核能研究所	2010/08/21- 2026/08/23
6	微粒過濾式鍍膜電漿源裝置	a	a	發明第 I325016 號	吳錦裕 蔡明瑞 黃尚峰 蔡丁貴 魏新武 艾啟峰	核能研究所	2010/05/21- 2026/10/25
7	三極式大氣電漿產生裝置	a	a	發明第 I322644 號	謝政昌 吳敏文 艾啟峰	核能研究所	2010/03/21- 2026/07/05
8	半導體製程廢氬氣高壓放電處理反應器	a	b	US7,594,810B2	曾錦清 陳孝輝 林登連 楊明松 顏志明 余玉正	核能研究所	2005/10/28- 2025/10/27
9	大氣電漿清潔處理裝置	a	b	US7,754,994B2	顏志明 陳孝輝 楊明松 黃孟涵 陳永枝	核能研究所	2006/12/13- 2026/12/12
10	高功因交直流電源轉換器	a	a	發明第 I320989 號	李恆毅 張隆國	核能研究所	2010/02/21- 2026/09/20
11	水汽型電漿火炬裝置	a	a	發明第 I325350 號	李恆毅 曾錦清 張烈誌	核能研究所	2010/6/01- 2027/09/27
12	大氣電漿清潔處理裝置	a	a	發明第 I317657 號	顏志明 陳孝輝 楊明松	核能研究所	2009/12/01- 2026/11/15

					黃孟涵 陳永枝		
--	--	--	--	--	------------	--	--

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

【G 智財資料表(申請)】

序號	專利名稱	專利類別	申請國家	申請號碼	發明人	專利權人
1	不織布熔岩纖維紙基材製作 RFID 天線之方法	a	a	099128593	王多美、楊昇府、李文成、孫金星、曾錦清、葛明德、陳文丁、陳彥政	核能研究所
2	一種薄膜光伏裝置及其製造方法	a	b	12/729,930	王敏全、陳泳智、詹德均、艾啟峰	核能研究所
3	一種具有新式電路設計的電漿源	a	b	12/732,753	曾士誠、謝政昌、楊明忠、詹德均、艾啟峰	核能研究所
4	具有改良的光捕捉結構之太陽電池	a	a	099120264	羅仕守、詹德均、黃迪生	核能研究所
5	一種太陽能發電裝置及其製程方法	a	a	099120269	王敏全、楊昌翰、陳恩仕、詹德均、艾啟峰	核能研究所
6	一種新穎的堆疊式奈米晶矽薄膜太陽電池結構	a	a	099127917	陳泳智、許子衿、王敏全、詹德均、艾啟峰	核能研究所
7	鈍化修補太陽電池缺陷的方法	a	a	12/853,232	蔡文發、廖炯峰、陳彥瑜、劉致為、艾啟峰	核能研究所
8	無電極與薄膜污染之大面積大氣電漿鍍膜裝置	a	a	099131375	吳敏文、蔡丁貴、張慧良、林登連、謝政昌、艾啟峰	核能研究所
9	一種金屬電漿離子佈植之設備及其方法	a	a	099133959	黎禹辰、吳錦裕、蔡文發	核能研究所
10	有機電激發光元件之封裝方法及其結構	a	a	099135931	詹德均、劉國辰、江毅霖	核能研究所
11	具有改良的光捕捉結構之太陽電池	a	b	12/905,737	羅仕守、詹德均、黃迪生	核能研究所
12	一種觸媒製備方法	a	b	12/788,717	李灝銘	核能研究所
13	合成甲醇及二甲醚之 Cu-Zn-Al 觸媒製備方法	a	b	12/796,779	簡俊清、許寧逸、邱顯都、林素賢、黃婉敏	核能研究所
14	二甲基醚水溶液燃料電池	a	a	099108872	簡俊清、許寧逸	核能研究所
15	一種觸媒製備方法	a	a	099110447	李灝銘	核能研究所

16	連續式定量進料裝置及方法	a	a	099136859	張烈誌、李灝銘、曾錦清	核能研究所
17	利用低階熱能產生電力及冷凍之裝置與方法	a	a	099136863	李恆毅、李灝銘、曾錦清	核能研究所
18	以反應蒸餾產製二甲醚之方法	a	a	099128589	謝政廷、李灝銘、梁國超、曾錦清	核能研究所
19	提升漿態床反應器產率之方法	a	a	099128590	梁國超、李灝銘、曾錦清	核能研究所

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；申請國家分成 a 中華民國、b 美國、c 歐洲、d 其他

【H 技術報告表】

序號	報告名稱	作者姓名	出版年（西元年）	出版單位
1	054 館電漿鍍膜實驗室製程氣體管路配置及控制系統技術手冊	李佳誠	2010	核能研究所
2	捲揚式高潔淨處理系統基本設計及製作規範	黃世文	2010	核能研究所
3	捲揚式電漿鍍膜實驗室標準操作程序書	蔡明瑞	2010	核能研究所
4	無塵室空調系統運轉報告	林獻珍	2010	核能研究所
5	捲揚式高潔淨前處理系統操作程序與維護保養	陳駿昇	2010	核能研究所
6	先導型電漿氣化爐進料系統操作程序	張烈誌	2010	核能研究所
7	移動式生質物氣化發電裝置之建立及其操作程序	余玉正	2010	核能研究所
8	甲醇脫水產製二甲醚系統圖控整合系統之操作說明書	謝政廷	2010	核能研究所

【I 技術活動表】

序號	技術論文名稱	研討會名稱	性質	舉辦(起-迄)日期 (YYYY/MM/DD)	主/協辦單位
1	製備水淬熔岩/氧化鋁複合陶瓷之研究	中國材料科學學會	a	2010/11/19-20	中國材料科學學會/義守大學
2	以煉鋁爐渣為原料製作人造石材之研究	2010 清潔生產暨環保技術研討會	a	2010/11/18	2010 清潔生產暨環保技術研討會/台北市
3	合成氣微型渦輪機之動態模型與控制	中華民國燃燒學會第二十屆學術研討會	a	2010/03/20	中華民國燃燒學會第二十屆學術研討會/台南
4	CO ₂ 對二甲醚純化蒸餾塔之影響	GTEA2010 綠色科技工程與應用研討會	a	2010/05/26	GTEA2010 綠色科技工程與應用研討會/國立勤益科技大學
5	電漿技術及其在生質能之應用	陸軍軍官學校八十六週年校慶基礎學術暨通識教育研討會	a	2010/05/14	陸軍軍官學校八十六週年校慶基礎學術暨通識教育研討會/高雄
6	活性碳處理異味問題面面觀	桃園縣大學校院產業環保技術服務	a	2010/06/25	桃園縣大學校院產業環保技術服務

7	低熱值微型渦輪發電機的動態模型建立與控制	亞太電協第 18 屆電力產業研討會	a	2010/10/24-28	亞太電協第 18 屆電力產業研討會/台北
8	非傳輸型井式直流蒸氣電漿火炬內部流場之數值分析	2010 中華民國燃燒學會第二十屆學術研討會	a	2010/03/20	2010 中華民國燃燒學會第二十屆學術研討會/崑山科技大學
9	分析工作氣體溫度對電漿火炬顫動行為之影響	燃燒學會第二十屆學術研討會	a	2010/03/20	燃燒學會第二十屆學術研討會/崑山科技大學
10	核研所二甲醚研究現況	The 21st International Symposium on Transport Phenomena (ISTP21)	b	2010/11/02-05	The 21st International Symposium on Transport Phenomena (ISTP21)/ Kaohsiung, Taiwan
11	固定床生質物氣化爐之操作策略	The 21st International Symposium on Transport Phenomena (ISTP21)	b	2010/11/02-05	The 21st International Symposium on Transport Phenomena (ISTP21)/ Kaohsiung, Taiwan
12	Parallel Computation of Three-Dimensional Thermal Plasma Flow	22nd International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics 2010	b	2010/05/17-21	22nd International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics 2010/ Kaohsiung, Taiwan
13	電漿火炬三階非線性振幅方程式動態分析	SICE annual control conference 2010	b	2010/08/18-21	SICE annual control conference 2010/ Taipei, Taiwan

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會

【J 技術移轉表】

序號	技術名稱	類別	授權單位	被授權廠商或機構	權利金(千元)	合約有效起-迄期間(YYYY/MM)
1	「1.5MW 以下(含)電漿火炬設計製造相關技術」技術授權	c	核能研究所	臺灣電漿股份有限公司	1,000	095/04/20 -101/04/19
2	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 權利金	c	核能研究所	遠東鈦金科技股份有限公司	100	087/01/02 - 105/06/07
3	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	遠東鈦金科技股份有限公司	130	096/03/21 - 113/09/30
4	「電漿多重被覆技術及裝置」合作開發暨技術授權	c	核能研究所	滿益金科技有限公司	600	097/07/01 - 104/06/30
5	電漿濺射鋁、鎳及鉻反射膜電漿製程相關技術開發研究	c	核能研究所	琦芯科技股份有限公司	200	098/04/15 - 100/04/14
6	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	滿益金科技有限公司	470	099/03/22 - 105/03/21

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

【L 廠商投資表】

廠商名稱	投資類別	投資金額(千元)	產品名稱	產值(千元)
滿益金科技有限公司	b	30,000	衛浴零組件	300,000

註：投資類別分成：a 研發投資、b 生產投資

【R 增加就業表】

廠商名稱	廠商統一編號	增加員工人數	增加之年度
滿益金科技有限公司	70504686	10 人以上	99

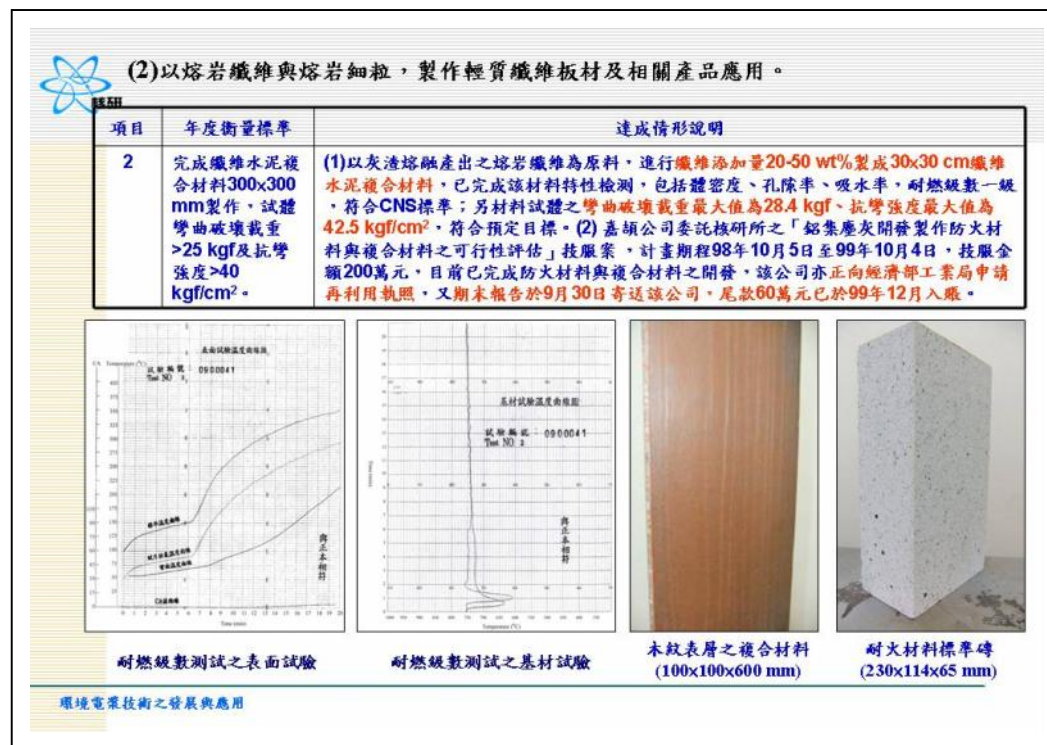
【S 技術服務表】

序號	技術服務名稱	服務對象名稱	服務對象類別	服務收入(千元)
1	鋁集塵灰開發製作防火材料與複合材料之可行性評估	嘉頓金屬公司	a	2,000
2	電漿濺射鋁、鎳及鉻反射膜電漿製程相關技術開發研究	琦芯科技公司	a	250
3	衛浴零組件鍍瓷金被覆系統升級高功率脈衝磁控濺射技術	滿益金科技公司	a	7,930

註：服務對象類別分成 a 國內廠商、b 國外廠商、c 其他

附錄二、佐證圖表

一、電漿環保能源技術研發與應用：





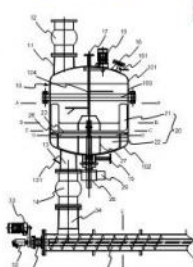
(3)有機物電漿氣化研發系統正壓操作

項目	年度衡量標準	達成情形說明
3	處理生質物60 kg/hr、氣化壓力3 kg/cm ² 。	完成一套新式進料系統之設計發包與施工，已解決本層生質物進料時的架橋問題，實測進料率達115~121 kg/hr，此創新性的進料裝置已提出中華民國及美國專利之申請。壓力測試結果顯示，持壓測試>6.0 kg/cm ² ，連續運轉壓力3.30±0.07 kg/cm ² 。本層生質物經氣化，合成氣中之CO、H ₂ 、CH ₄ 濃度分別為30%、10%、7%，CO/COx=77%優於傳統生質物氣化爐。

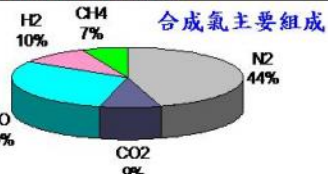
新式進料系統完工照片



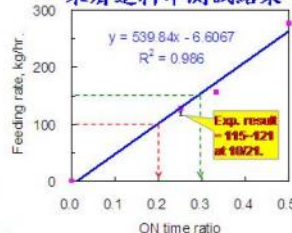
新式進料系統專利申請



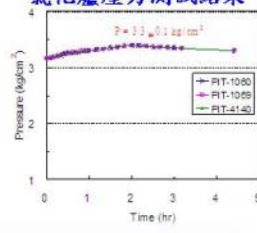
台北世貿綠能展



木屑進料率測試結果



氣化爐壓力測試結果

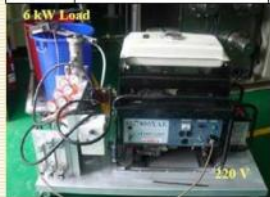


環境電漿技術之發展與應用

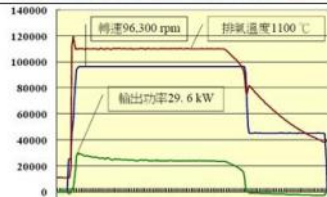


(4)合成氣發電系統整合測試

項目	年度衡量標準	達成情形說明
4	燃料H ₂ 含量>10%、整體熱效率>40%。	電漿氣化研發系統合成氣發電系統整合測試，混合燃氣H ₂ =10%及LPG=15%、熱值18.9 MJ/m ³ 條件下，微型渦輪發電機可運轉發電，其廢氣餘熱將510 LPM水加熱，提供吸收式冰水機製造冷空氣供廠區空調自用，整體熱效率達60%。



7.5 kVA生質燃料引擎



微型渦輪機運轉測試曲線圖
(Syngas: 10% H₂, 15% LPG, 75% N₂)



120 kW合成氣發電能源利用系統



燃燒測試系統



合成氣燃燒測試系統設計圖



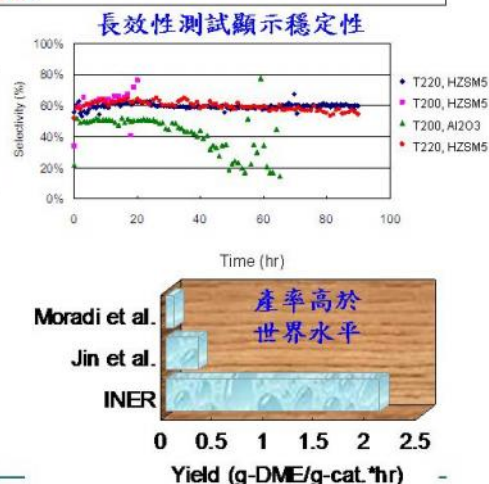
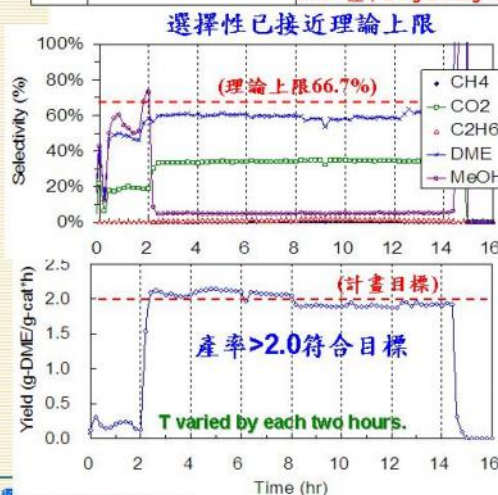
微型渦輪機發電系統圖

環境電漿技術之發展與應用



(5) 以合成氣為原料產製DME

項目	年度衡量標準	達成情形說明
5	DME 選擇性>60% 產率>2.0 g-DME/g-cat.-hr	完成以合成氣為原料產製 DME 之觸媒研發、製備、與測試，一步 DME 觸媒 (CuZnAl/HZSM5) 於 H ₂ /CO=2 之合成氣、壓力 40 atm、溫度 200~260°C，DME 選擇性 61%、產率 2.1 g-DME/g-cat.-hr。



(6) 蒸汽電漿火炬使用效能提昇

項目	年度衡量標準	達成情形說明
6	蒸汽電漿火炬使用效能>55%。	配合整合之電漿火炬操作與數據擷取系統平台，進行直流電漿蒸汽火炬整體系統運轉測試，另亦針對火炬弧艱運動設計了一新式二節調壓式火炬結構進行實驗。同時進行火炬結構機制（隔絕通直徑及長度、氣旋孔數及孔徑等）改良設計，實驗測試顯示蒸汽電漿火炬(ST100)火炬在 95 kW 時熱效能可從去年的 30% 提昇到 65%。



003C 電漿火炬系統實驗室

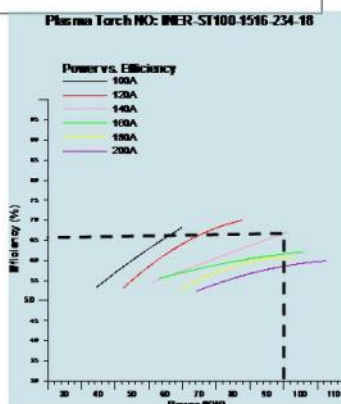


整合之電漿火炬操作與數據擷取系統



Plasma gas	Current A	Power kW	Efficiency %
Steam	140	50.4	31.0
	160	44.0	27.4
CC	484.4	89.8	50.3
003C	140	49.4	54.1
	160	46.6	52.2
CC	472.0	84.3	58.5

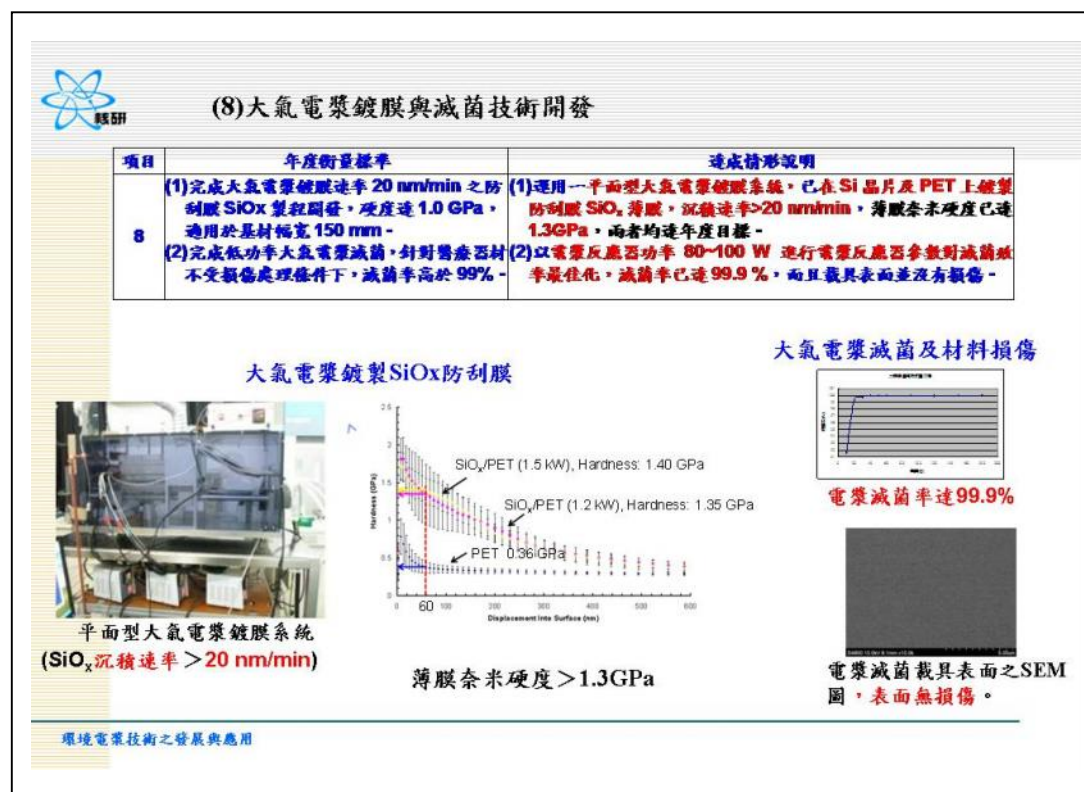
去年蒸汽火炬熱效能~30%



今年電漿火炬(ST100)熱效能提昇到65%

環境電漿技術之發展與應用

二、電漿在綠色表面工程技術開發與推展

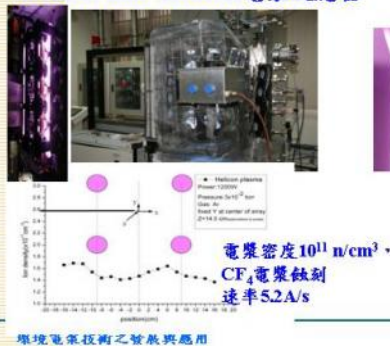




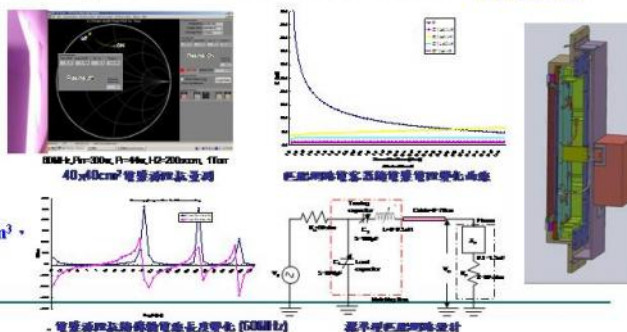
(9) 大面積電漿反應器開發

項目	年度衡量標準	達成情形說明
9	(1) 完成高密度Helicon電漿反應器面積$600 \times 300 \text{ mm}^2$，電漿密度$10^{11} \text{ n/cm}^3$，均勻度$\pm 8\%$，產生$\text{CF}_4$電漿對矽薄膜蝕刻速率$\geq 3 \text{ A/s}$。 (2) 完成shower head VHF PECVD電漿在反應器面積$400 \times 400 \text{ mm}^2$，電漿密度$10^9 \text{ n/cm}^3$大之阻抗匹配模擬與驗證。	(1) 完成array式大面積Helicon電漿源製作，4組電極並聯後以RF 27.12 MHz電源驅動，具有有效電漿區域範圍$600 \times 400 \text{ mm}^2$內，電漿密度$1 \times 10^{12} \text{ n/cm}^3$進行電漿蝕刻實驗，在$1,200 \text{ W}$、$\text{CF}_4 = 210 \text{ sccm}$、$1 \times 10^{-2} \text{ torr}$條件下，蝕刻速率為$5.2 \text{ A/s}$。 (2) 完成VHF PECVD電漿源標準型及交替型二種L-type匹配網路模擬分析及量測，電漿密度$1 \times 10^9 \text{ n/cm}^3$，在$40 \text{ MHz}$以下頻率，標準型匹配網路可達阻抗匹配；$60 \text{ MHz}$時，標準型及交替型匹配網路，亦可達到阻抗匹配，但必須採用低電容值可變真空電容器$5\text{-}200 \text{ pf}$。

600x300 mm² Helicon電漿反應器



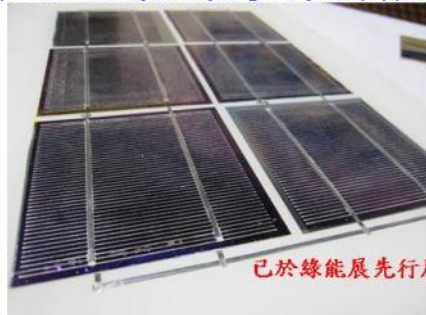
400x400 mm² shower head VHF PECVD電漿反應器



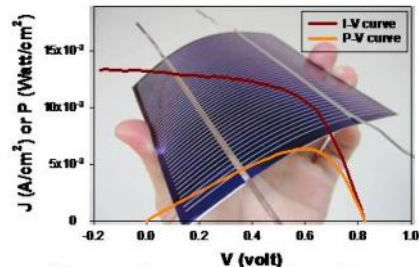
(10) 大面積矽薄膜製程及特性研究

項目	年度衡量標準	達成情形說明
10	完成大面積$400 \times 400 \text{ mm}^2$ p-i-n矽薄膜，p及n層之滲雜阻值σ_d分別大於10^6及10^3 S/cm，i層之Dark conductivity $< 1 \times 10^{-9} \Omega/\text{cm}^2$，photo sensitivity $> 1 \times 10^5$。	以27.12 MHz平行電極PECVD在200°C於$250 \times 250 \text{ mm}^2$玻璃基板上沉積矽薄膜p-i-n各層：(1)固定電漿功率23 W，調變氣體比例至$\text{B}_2\text{H}_6/\text{SiH}_4 = 2 \times 10^{-2}$所得之非晶p層最佳暗電導值為$\sigma_d = 5.2 \times 10^{-6} \text{ S/cm}$，更進一步於電漿功率$300 \text{ W}$，$\text{B}_2\text{H}_6/\text{SiH}_4 = 1 \times 10^{-2}$氣體比例下之微晶p層暗電導值$\sigma_d = 4.4 \text{ S/cm}$。(2)固定電漿功率$25 \text{ W}$，調變氣體比例至$\text{PH}_3/\text{SiH}_4 = 1.25 \times 10^{-2}$所得之非晶n層最佳暗電導值$\sigma_d = 6.8 \times 10^{-3} \text{ S/cm}$，更進一步於電漿功率$60 \text{ W}$，$\text{PH}_3/\text{SiH}_4 = 2.5 \times 10^{-2}$氣體比例下之微晶n層暗電導值$\sigma_d = 45.8 \text{ S/cm}$。(3)固定電漿功率$15 \text{ W}$，於$\text{SiH}_4/\text{SiH}_4 + \text{H}_2$比例為100%時i層光吸收層之暗電導值$\sigma_d = 7.94 \times 10^{-10} \text{ S/cm}$，光敏感度為$1.11 \times 10^5$。

6片 $100 \times 100 \text{ mm}^2$ 薄膜太陽能電池小型玻璃封裝模組



金屬基板上N-I-P太陽能電池元件製作



Voc (volt)	Isc (mA/cm ²)	Eff.(%)	F.F.(%)
0.824	13.1	7.2	58.4

環境電漿技術之發展與應用

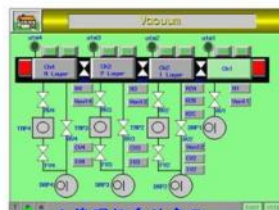


(11) 4腔大面積連線垂直式PECVD被覆系統開發

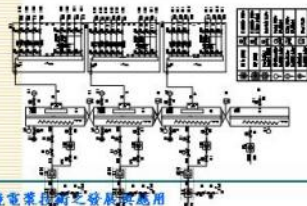
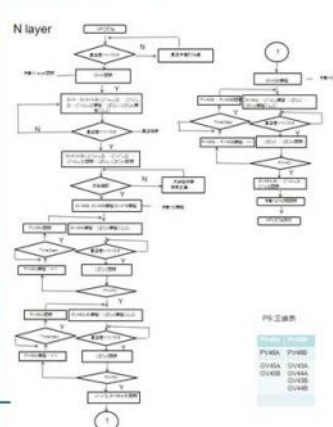
項目	年度數量標準	達成情形說明
11	完成適合 p-i-n 矽薄膜連續式鍍製之 4 腔大面積連線垂直式 PECVD 被覆系統開發，適用 600×300 mm ² 基板。	已完成腔體製作及整體連線測試工作，其傳動基板尺寸均 600×600 mm ² ，配合所設計 VHF PECVD 電漿源可製鍍面積 400×400 mm ² ，加溫控制至 200℃，真空抽氣達 10 ⁻⁴ torr。而在 PECVD 鍍膜方面，初步完成包含 SiH ₄ 、PH ₃ 、B ₂ H ₆ 、GeH ₄ 、H ₂ 、CH ₄ 、O ₂ 、CF ₄ 、N ₂ 、CO ₂ 、Ar 和 CDA 等 12 種氣體控制流程規劃設計，特別是特殊氣體的安全控制，已完成系統機件成實驗室，並進行機台系統整合測試中。



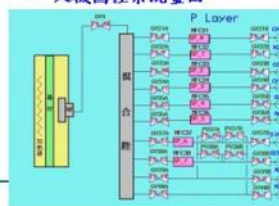
連線系統照片



人機圖控系統畫面



環境電氣控制之發展與應用



(12) 先導型捲揚式連線PECVD系統開發

項目	年度目標	達成情形說明
12	完成先導型捲揚式連線PECVD設備之真空、Roller及張力控制等系統，適用幅寬300 mm可撓式基板。	完成先導型捲揚式連線PECVD系統真空腔體及控制系統設計安裝，適用幅寬300 mm可撓式SS430基板，目前進行張力控制、高真空 PUMP及人機控制介面整合及特性測試。目前真空在無高真空 PUMP協助抽氣下還可達5×10 ⁻⁴ torr。先導型捲揚式PECVD控制系統規劃採用CPU可程式邏輯運動控制器為核心，搭配INTOUCH人機界面，可同時進行包括張力控制、高真空抽氣、製程控制及安全防護等程序控制，行進速度在0.05 ~10 m/min速度間。而gas gate的3D設計、壓力差計算及氣體流場模擬分析也初步完成，並由結果可知現行設計可使得氣流均勻分布。同時也配合完成捲揚式連線前端高潔淨處理系統，經試驗清潔可撓式SS430基板接觸角約40度，矽薄膜附著測試通過。

先導型捲揚式連線PECVD系統

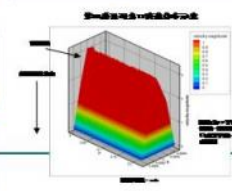
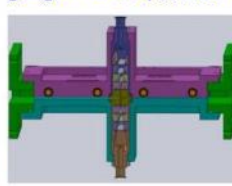


捲揚式連線前端高潔淨處理系統

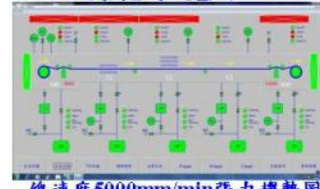


環境

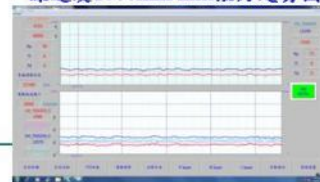
gas gate 3D設計與模擬



人機圖控系統畫面



線速度5000mm/min張力趨勢圖



附錄三、99 年度預期目標及達成情形

年度預期目標	達成情形
1.熔岩纖維連續生產製程建立與電漿熔融爐降低耗能之評估。 (年度衡量標準：灰渣熔融產製纖維測試及操作參數建立，並使灰渣熔融耗能率降低至 2.5 kWh/kg 以下。)	進行灰渣電弧熔融測試與熔岩纖維產製試驗，目前已進行 10 批次熔吹測試，計熔融約 600 kg 焚化灰渣，電弧操作電力約 250A、220V，目前已能掌握電極之升降高低、電力之調節與纖維噴吹等操作條件，灰渣熔融耗能率初步評估約 2.3-2.4 kWh/kg，將繼續進行連續進料與連續產製纖維之試驗。
2.以熔岩纖維與熔岩細粒，製作輕質纖維板材及相關產品應用。 (年度衡量標準：完成纖維水泥複合材料 300×300 mm 製作，試體彎曲破壞載重>25 kgf 及抗彎強度>40 kgf/cm²。)	(1)以灰渣熔融產出之熔岩纖維為原料，進行纖維添加量 20-50 wt% 製成 300×300 mm 纖維水泥複合材料，已完成該材料特性檢測，包括體密度、孔隙率、吸水率，耐燃級數一級，符合 CNS 標準；另材料試體之彎曲破壞載重最大值為 28.4 kgf、抗彎強度最大值為 42.5 kgf/cm²，符合預定目標。 (2)嘉頓公司委託核研所之「鋁集塵灰開發製作防火材料與複合材料之可行性評估」技服案，計畫期程 98 年 10 月 5 日至 99 年 10 月 4 日，技服金額 200 萬元，目前已完成防火材料與複合材料之開發，該公司亦正向經濟部工業局申請再利用執照，又期末報告於 9 月 30 日寄送該公司，尾款 60 萬元已於 99 年 12 月入賬。
3.有機物電漿氣化研發系統正壓操作。 (年度衡量標準：處理生質物 60 kg/hr、氣化壓力 3 kg/cm²。)	完成一套新式進料系統之設計發包與施工，已解決木屑生質物進料時的架橋問題，實測進料率達 115~121 kg/hr，此創新性的進料裝置已提出中華民國及美國專利之申請。壓力測試結果顯示，持壓測試>6.0 kg/cm²，連續運轉壓力 3.30±0.07 kg/cm²。木屑生質物經氣化，合成氣中之 CO、H₂、CH₄ 濃度分別為 30%、10%、7%，CO/CO_x=77% 優於傳統生質物氣化爐。
4.合成氣發電系統整合測試。 (年度衡量標準：燃料 H₂ 含量>10%，整體熱效率>40%。)	升級微型渦輪發電機的網路連線功能，可遠端數據擷取與後續分析。發電測試在混合燃氣 H₂=10%、LPG=15% 下，微型渦輪發電效率>25%；渦輪發電機廢氣經熱交換產生熱水，供應吸收式冰水機製造廠內空調，整體熱效率 60%。
5.以合成氣為原料產製 DME。 (年度衡量標準：DME 選擇性>60%、	完成五類觸媒製備，包括甲醇觸媒、一步 DME 觸媒、CO₂ 轉化觸媒、耐 CO₂ 觸媒、及電漿改質觸媒等。一步 DME 觸媒於 H₂/CO=2、P=4 MPa、T=200

產率 >2.0 g-DME/g-cat.-hr。)	℃時，選擇性 61%、產率 2.1 g-DME/g-cat.-hr。
6.蒸汽電漿火炬使用效能提昇。 (年度衡量標準：蒸汽電漿火炬使用效能>55%。)	配合整合之電漿火炬操作與數據擷取系統平台，進行直流電漿蒸汽火炬整體系統運轉測試，同時進行火炬結構機制（陽極通道直徑及長度、氣旋孔數及孔徑等）改良設計，實驗測試顯示蒸汽電漿火炬(ST100)火炬在 95 kW 時熱效能可從去年的 30% 提昇到 65%。
7.高功率脈衝磁控(HIPIMS)電漿系統開發。 (年度衡量標準：完成高功率脈衝電漿系統提昇達 1.5kW /cm ² ，及用以提昇氮化鉻抗蝕耐磨性，達到工業化推展。)	高功率脈衝磁控濺射(HIPIMS)功率提昇，並成功驅動面積 150cm ² 之柱形鈦靶，靶功率已達 1.5 KW/cm ² 以上，被覆之 TiN、CrN 膜之工具具高抗蝕及高附著性能，解決傳統電漿鍍膜不易處理大型模具延壽問題。另一方面亦成功達成低溫製程在塑膠表面沈積各種色澤金屬膜之能力，年內參展三次，上半年即與廠商簽約合作開發商業機組，預計明年初推展第二套此等功能系統。
8.大氣電漿鍍膜與滅菌技術開發。 (年度衡量標準：(1)完成大氣電漿鍍膜速率 20 nm/min 之防刮膜 SiOx 製程開發，硬度達 1.0 Gpa，適用於基材幅寬 150 mm。 (2)完成低功率大氣電漿滅菌，針對醫療器材不受損傷處理條件下，滅菌率高於 99%。)	(1)運用一平面型大氣電漿鍍膜系統，在 4 吋 Si 晶片及 150×150mm ² PET 上鍍製防刮膜 SiOx 薄膜，沉積速率>20 nm/min，薄膜奈米硬度已達 1.3GPa。 (2)以大腸桿菌及 Bacillus Atrophaeus 孢子為測試菌種，搭配平板反應器進行滅菌，處理時間從 40 秒到 5 分鐘，滅菌率均可達 99.9%以上，功率約 80-100W。經滅菌處理後，以 SEM 檢視蓋波片並沒有損傷，甚至檢測其表面接觸角後發現親水性更佳，表示表面經電漿活化更清潔且無損材料本身。
9.大面積電漿反應器開發。 (年度衡量標準：(1)完成高密度 Helicon 電漿反應器面積 600×300 mm ² ，電漿密度 10 ¹¹ n/cm ³ ，均勻度±8%，產生 CF ₄ 電漿對矽薄膜蝕刻速率 ≥3A/s。 (2)完成 shower head VHF PECVD 電漿在反應器面積 400×400 mm ² ，電漿密度 10 ⁹ n/cm ³ 大之阻抗匹配模擬與驗證。)	(1)完成 array 式大面積 Helicon 電漿源製作，4 組電極並聯後以 RF 27.12 MHz 電源驅動，其有效電漿區域範圍 600×400mm ² 內，電漿密度 1×10 ¹² n/cm ³ 進行電漿蝕刻實驗，在 1,200W、CF ₄ = 210 sccm、1×10 ⁻² torr 條件下，蝕刻速度為 5.2 A/s。 (2)完成 VHF PECVD 電漿源標準型及交替型二種 L-type 匹配網路模擬分析及量測，電漿密度 1×10 ⁹ n/cm ³ ，在 40MHz 以下頻率，標準型搭配網路可達阻抗匹配；60MHz 時，標準型及交替型匹配網路，亦可達到阻抗匹配，但必須採用低電容值可變真空電容器 5-200pf。

10.大面積矽薄膜製程及特性研究。 (年度衡量標準：完成大面積 $400 \times 400 \text{ mm}^2$ p-i-n 矽薄膜，p 及 n 層之滲雜阻值 σ_d 分別大於 10^{-6} 及 10^{-3} S/cm，i 層之 Dark conductivity $< 1 \times 10^{-9} \Omega/\text{cm}^2$，photo sensitivity $> 1 \times 10^5$。)	以 27.12 MHz 平行電極板 PE -CVD 在 200°C 於玻璃基板上沉積矽薄膜 p-i-n 各層：(1)固定電漿功率 23W，調變氣體比例至 $\text{B}_2\text{H}_6/\text{SiH}_4=2 \times 10^{-2}$ 所得之非晶 p 層最佳暗電導值為 $\sigma_d=5.2 \times 10^{-6} \text{ S/cm}$，更進一步於電漿功率 300W，$\text{B}_2\text{H}_6/\text{SiH}_4=1 \times 10^{-2}$ 氣體比例下之微晶 p 層暗電導值 $\sigma_d=4.4 \text{ S/cm}$。(2)固定電漿功率 25W，調變氣體比例至 $\text{PH}_3/\text{SiH}_4=1.25 \times 10^{-2}$ 所得之非晶 n 層最佳暗電導值 $\sigma_d=6.8 \times 10^{-3} \text{ S/cm}$，更進一步於電漿功率 60 W，$\text{PH}_3/\text{SiH}_4=2.5 \times 10^{-2}$ 氣體比例下之微晶 n 層暗電導值 $\sigma_d=45.8 \text{ S/cm}$。(3)固定電漿功率 15W，於 $\text{SiH}_4/\text{SiH}_4+\text{H}_2$ 比例為 100% 時 i 層光吸收層之暗電導值 $\sigma_d=7.94 \times 10^{-10} \text{ S/cm}$，光敏感度為 1.11×10^{-5}。初步串接模組大於 $400 \times 400 \text{ mm}^2$。
11. 4 腔大面積連線垂直式 PECVD 被覆系統開發。 (年度衡量標準：完成適合 p-i-n 矽薄膜連續式鍍製之 4 腔大面積連線垂直式 PECVD 被覆系統開發，適用 $600 \times 300 \text{ mm}^2$ 基板。)	完成適合 p-i-n 矽薄膜連續式鍍製之 4 腔大面積連線垂直式 PECVD 被覆系統測試，其傳動基台尺寸可約 $600 \times 600 \text{ mm}^2$，加溫控制至 200°C，真空抽氣達 10^{-6} torr。系統含 SiH_4、PH_3、B_2H_6、GeH_4、H_2、CH_4、O_2、CF_4、N_2、CO_2、Ar 和 CDA 等 12 種氣體。而配合本系統開發並配備有 VHF PECVD 電漿源及 array 式大面積 Helicon 電漿源進行製程整合開發。
12.先導型捲揚式連線 PECVD 系統開發。 (年度衡量標準：完成先導型捲揚式連線 PECVD 設備之真空、Roller 及張力控制等系統，適用幅寬 300 mm 可撓式基板。)	完成先導型捲揚式連線 PECVD 系統真空腔體及控制系統設計製作及安裝，目前進行張力控制、高真空 PUMP 及人機控制介面整合及特性測試。控制系統採雙 CPU 可程式邏輯運動控制器為核心，搭配 INTOUCH 人機介面，可同時進行包括張力控制、高真空抽氣、製程控制及安全防護等程序控制，行進速度在 $0.05 \sim 10 \text{ m/min}$ 速度間。另新增一組反應氣體隔離閥 gas gate 的工程設計及製作，經由 3D 氣流場模擬分析，有效協助最佳化設計，已加入整體整合測試中。

附錄四、99 年度 12 月查核點辦理情形

一、電漿環保能源技術研發與應用						
序號	查核點名稱	預定狀態	預定完成日期	實際狀態	實際達成日期	辦理情形
1	灰渣熔融耗能率 < 2.5 kWh/kg。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	電弧熔融爐先加熱約 1500°C，此時爐內熔融物已成熔漿態，再將 20kg 焚化灰渣陸續進料，平均操作電力約 250A、230V，灰渣進料後熔漿經由持溫區坩堝流出，20kg 灰渣於 50 分鐘進料完成，經計算灰渣之熔融耗能率為 2.4 kWh/kg，符合預定目標。
2	處理生質物 60 kg/hr、氣化壓力 3 kg/cm ² 。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	處理生質物進料率達 130 kg/hr，操作壓力達 3.5 kg/cm ² 。
3	DME 選擇性 >60%、產率 >2.0 g/g-hr。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	完成 DME 選擇性 62.5%，產率 2.1 g/g-h。
4	燃料 H ₂ 含量 >10%，整體熱效率 >40%。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	微渦輪發電機在混合氣 H ₂ +LPG 為 10%+15%條件下可運轉發電。廢氣餘熱供吸收式冰水機製造冷空氣，整體熱效率達 60%。
5	蒸汽電漿火炬使用效能 >55%。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	配合整合之火炬操作平台，改良火炬結構如通道直徑及長度、氣旋孔數及孔徑等，實驗測試顯示蒸汽電漿火炬 (ST100) 在最大功率 110kW/200A 時，熱效率 56%。在 95kW/140A 時，熱效率 65%。
6	完成委託計畫期末查核作業。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	完成本所委託學術單位執行「電漿水淬熔岩試作重金屬吸附劑之研究」、「以熔岩纖維製備微孔網狀觸媒應用於產氫製程」、「高氣壓狀態下電漿之基礎特性研究」、「蒸氣火炬之電極腐蝕機制研究」、「利用合成氣轉化甲醇/二甲基醚之技術研發及國際實廠現況調查」及「常壓非熱電漿滅菌裝置之模擬研究 II」6 項委託研究計畫之期末報告查核及結報作業。

二、電漿在綠色表面工程技術開發與推展						
序號	查核點名稱	預定狀態	預定完成日期	實際狀態	實際達成日期	辦理情形
1	完成高功率脈衝電漿系統提昇達 $1.5\text{kW}/\text{cm}^2$ 及用以提昇氮化鉻抗蝕耐磨性，達到工業化推展。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	完成長 700mm 柱型鈦靶之 HIPIMS 脈衝功率提昇，靶面功率達 $1.5\text{ kW}/\text{cm}^2$ ，鍍膜區達 $800\times 400\times 500\text{mm}^3$ ，TiN、CrN 膜之附著性及抗蝕性極佳，鍍 TiN 之刀具，壽命提昇 3 倍以上，完成技轉簽約。
2	完成大氣電漿鍍膜速率 20 nm/min 之防刮膜 SiOx 製程開發，硬度 1.0 GPa，適用於基材幅寬 150 mm。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	運用一平面型大氣電漿鍍膜系統，完成 4 吋 Si 晶片及 $150\times 150\text{mm}^2$ PET 上鍍製防刮膜 SiOx 膜技術開發，沉積速率 $>20\text{ nm}/\text{min}$ ，薄膜奈米硬度已達 1.3GPa，適用於基材幅寬 150 mm 之可撓式薄膜太陽電池模組封裝之阻水阻氣使用。
3	完成低功率大氣電漿滅菌，針對醫療器材不受損傷處理條件下，滅菌率高於 99%。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	完成以大腸桿菌及 Bacillus Atrophaeus 孢子為測試菌種，搭配低功率(約 80-100W)反應器，進行醫療用內視鏡之不銹鋼、蓋玻片及鐵弗龍等材料之滅菌處理，滅菌率達 99.9%以上，處理後材料沒有損傷且表面親水性更佳。
4	完成高密度 Helicon 電漿反應器面積 $600\times 300\text{ mm}^2$ ，電漿密度 $10^{11}\text{ n}/\text{cm}^3$ ，均勻度 $\pm 8\%$ ，產生 CF_4 電漿對矽薄膜蝕刻速率 $\geq 3\text{A}/\text{s}$ 。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	完成 array 式大面積 Helicon 電漿源製作，4 組電極並聯後以 RF 27.12 MHz 電源驅動，其有效電漿區域範圍 $400\times 400\text{mm}^2$ 內，進行電漿蝕刻實驗。在 $1,200\text{W}$ 、 $\text{CF}_4=210\text{ sccm}$ 、 $1\times 10^{-2}\text{ torr}$ 條件下，蝕刻速度為 $5.2\text{ A}/\text{s}$ 。
5	完成 shower head VHF PECVD 在電漿反應器面積 $400\times 400\text{ mm}^2$ ，電漿密度 $10^9\text{ n}/\text{cm}^3$ 下之阻抗匹配模擬與驗證。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	完成 shower head VHF PECVD 電漿源阻抗匹配網路模擬分析及量測，反應器面積 $400\times 400\text{ mm}^2$ ，電漿密度 $10^9\text{ n}/\text{cm}^3$ 下，40MHz 以下頻率，標準型可達阻抗匹配；60MHz 時，標準型及交替型皆達阻抗匹配，但需採低電容值可變真空電容器 5-200pf。

6	完成大面積 400×400 mm ² p-i-n 矽薄膜，p 及 n 層之滲雜阻值 σ_d 分別大於 10^{-6} 及 10^{-3} S/cm，i 層之 Dark conductivity < 1×10^{-9} Ω/cm^2 ，photo sensitivity > 1×10^5 。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	完成以 27.12 MHz PECVD 沉積矽薄膜 p-i-n 各層：(1)電漿功率 23W， $\text{B}_2\text{H}_6/\text{SiH}_4=2 \times 10^{-2}$ 之非晶 p 層 $\sigma_d=5.2 \times 10^{-6}$ S/cm。(2)功率 25W， $\text{PH}_3/\text{SiH}_4=1.25 \times 10^{-2}$ 之非晶 n 層 $\sigma_d=6.8 \times 10^{-3}$ S/cm。(3)功率 15W， $\text{SiH}_4/\text{SiH}_4+\text{H}_2$ 比例為 100%，i 層之 $\sigma_d=7.94 \times 10^{-10}$ S/cm，光敏感度為 1.11×10^{-5} 。初步串接模組大於 400×400mm ² 。
7	完成適合 p-i-n 矽薄膜連續式鍍製之 4 腔大面積連線垂直式 PECVD 被覆系統開發，適用 600×300 mm ² 基板。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	完成適合 p-i-n 矽薄膜連續式鍍製之 4 腔大面積連線垂直式 PECVD 被覆系統測試，其傳動基台尺寸可約 600×600 mm ² ，加溫控制至 200℃，真空抽氣達 10^{-6} torr。系統含 SiH_4 、 PH_3 、 B_2H_6 等 12 種氣體。配有 VHF PECVD 及 array Helicon 等電漿源整合開發。
8	完成先導型捲揚式連線 PECVD 設備之真空、Roller 及張力控制等系統，適用幅寬 300 mm 可撓式基板。	完成	99.12.31	完成	99.12.31	完成先導型捲揚式連線 PECVD 系統真空腔體及控制系統設計製作及安裝，並進行張力控制、高真空 PUMP 及人機控制介面整合及特性測試。控制系統可同時進行包括張力、真空、製程及安全等程序控制。

附錄五、99 年度期末審查意見回覆

核能研究所 99 年度科技計畫期末成果效益報告審查委員意見及回復表

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用	
審查單位：核能研究所 (A)	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1.P.1 架構圖中電漿環保能源技術研發與應用之子項計畫(3)與 P.2 計畫架構名稱不一致，請釐清後修正。	1.謝謝委員指正，已修訂為「高溫電漿技術前瞻研究」。
2.計畫年度經費執行(執行率 94.72%)及人力運用(總人力差異 0.39 人年)良好。	2.敬悉。
3.計畫成果有關學術成就部份，除敘述發表於期刊雜誌外，可再說明被引用次數；專利佈局部份，加強專利應用性；經濟效益則加強廠商投資及增加產業產值；至於社會效益，除節能減炭外，增加就業機會為其增益之效益。	3.關於學術成就的被引用次數，由於統計資料都是針對當年度新刊出的文章，被引用次數不會多。專利應用性，我們目前透過政府平台公開資訊，另主動參加商業展覽，以強化專利應用性。經濟效益部分，我們會持續努力。
4.第六項應強調主要成就及成果之價值與貢獻度，建議與第五項之重要成果及重大突破，有所區別。	4.謝謝委員意見，已依建議作部分修正。
5.計畫應多加強國內、外技術合作，以提升技術水準，另有關廢棄物之處理再利用，除技術外更應注意環保等相關法規。	5.謝謝寶貴建議，來年計畫會強化所外技術合作與環保法規。

核能研究所 99 年度科技計畫期末成果效益報告審查委員意見及回復表

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用	
審查委員：核能研究所 (B)	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1.總經費執行率 94.72%，預算執行之管考有改善之空間。	1.委員評審期末報告之總經費執行率資料時間為 99 年 12 月 23 日，至年底預算執行率應可達 99%以上。
2.研發績效及 KPI 表現優良，績效顯著。	2.謝謝委員。
3.請比較電漿氣化發電技術之發電效率、價格及 CO ₂ 排放量與其他發電技術發之比較，以評估電漿氣化發電技術之競爭力。	3.電漿氣化發電的效率主要決定於氣化與發電兩者，以目前核研所搭配的微渦輪發電機發電效率約 25%，雖屬效率較低的機組，但搭配吸收式冰水機後可將整體熱效率提升至 60%以上。電漿氣化後若搭配目前的微渦輪發電機，CO ₂ 排放量約 1.1 kg-CO ₂ /kWh；若提高發電效率如整合 SOFC 燃料電池，CO ₂ 排放量約 0.3 kg-CO ₂ /kWh；整體而言電漿氣化發電技術的 CO ₂ 排放量落在 0.3~1.1 kg-CO ₂ /kWh，目前台電燃煤機組的 CO ₂ 排放量約 0.64 kg-CO ₂ /kWh，顯示電漿氣化發電技術具發展潛力。因為電漿氣化的燃料係來自生質廢棄物，故在自然界的碳循環過程係維持中性。此外，電漿氣化尚有兩大優勢：(1)氣化後 CO ₂ 濃度較高，有利 CO ₂ 捕捉；(2)生質能屬於碳中和，因此技術上前項計算的 CO ₂ 排放量可視為零。