

行政院原子能委員會
97 年度科技計畫期末報告

環境電漿技術之發展與應用

計畫編號：A-EE-01

執行單位：核能研究所

計畫主持人：

報告日期：97 年 12 月 31 日

目 錄

壹、基本資料	1
貳、計畫目的、計畫架構與主要內容	1
一、計畫目的	1
二、計畫架構(含樹狀圖)	2
三、計畫主要內容	2
參、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(金額單位：千元).....	5
(二)經資門經費表	6
二、計畫人力運用情形：	7
(一)計畫人力(人年).....	7
(二)主要人力投入情形(副研究員級以上).....	8
肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output).....	10
伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)	12
一、學術成就(科技基礎研究) (權重_25_%)	13
二、技術創新(科技整合創新) (權重_25_%)	14
三、經濟效益(產業經濟發展) (權重_30_%)	17
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重_15_%)	17
五、其它效益(科技政策管理及其它) (權重_5_%)	20
陸、與相關計畫之配合	21
柒、後續工作構想之重點	23
捌、檢討與展望	25
附件一、環境電漿技術之發展與應用量化成果清單	28

政府科技計畫成果效益報告

壹、基本資料

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用

主 持 人：_____

審議編號：97-2001-03-0303

計畫期間(全程)：95 年 1 月 1 日至 97 年 12 月 31 日

年度經費：137,919 千元 全程經費規劃：468,950 千元

執行單位：核能研究所

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的

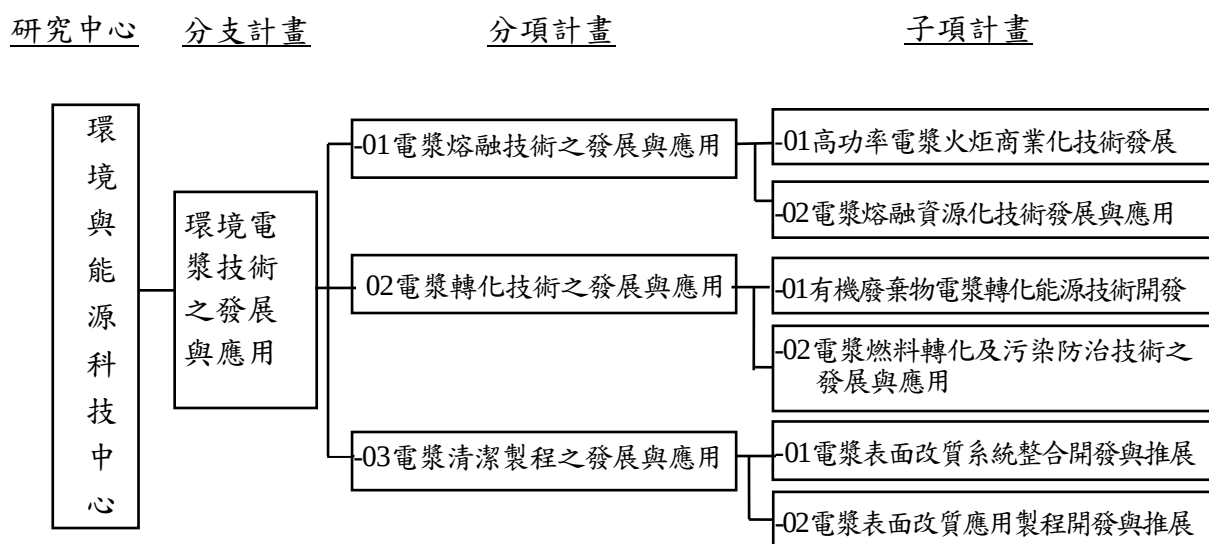
近年來由於全球環保意識的抬頭，環境保護已由污染防治、廢棄物處理等管末處理策略，進步為清潔生產、資源回收等永續發展策略，朝向零廢目標努力。台灣地狹人稠，工業化密集程度在世界上又名列前茅，環境保護問題十分嚴重，需要引進永續發展的綠色理念，發展高級環保科技，以謀求徹底解決。

核能研究所依據「國家科學技術發展計畫」中，為推動科技發展、建構綠色科技矽島、以科技引領國家邁向知識經濟時代的策略，增進全民生活品質，促進國家永續發展，持續發展高科技產業，帶動整體產業轉型與升級的措施，在包括能源與環境技術在內之重點技術領域，進行整合集中系統化之研究，包括推廣清潔生產技術、工業減廢、發展對環境衝擊最小之廢棄物處理及資源化技術，加強新興及再生能

源技術之研發與推廣，以期突破。

本計畫係發展環境電漿技術，針對有害廢棄物電漿熔融，進行減容安定化，以及針對污染性表面被覆產業，進行電漿清潔製程等之產業化，在本計畫執行後，將對結合熔融、氣化、發電的下一代、廢棄物轉為永續能源的設施，以及結合永續環境、永續產業的清潔製程之推展，有所貢獻。

二、計畫架構(含樹狀圖)



三、計畫主要內容

本計畫全程自 95 年度起至 97 年度，為三年期程之計畫，發展與應用環境電漿技術，即熔融成本之降低、熔岩價值之提昇、有機廢棄物之轉成能源、燃料重組器與引擎廢氣處理器之實用化、有關機械、生醫、電子、塑膠、紡織等產業之電漿表面清潔製程等重點，97 年度目標與內容如下：

一、電漿熔融技術之發展與應用：

分項目標在於整合核心技術，創立再生資源新興產業之關鍵，促進及維護環保產業之永續發展。

(一)電漿火炬技術之精進發展，包括：①建立 100~600 kW 非傳輸型蒸氣直流電漿火炬之設計及性能測試技術，火炬使用壽命 250 h 以上。②建立小功率電漿火炬使用壽命標準化測試技術，擬訂相關規範。

(二)電漿熔融資源化技術之精進發展，包括：①完成焚化灰渣最適進料配方探討，建立標準操作模式；②完成電子產業廢棄物電漿前處理、物理分選及回收金屬之精鍊程序開發，以精鍊純度 95 %以上為目標；③利用廢棄物熔漿產製礦纖、粉粒等中間原料，進一步開發礦纖棉、礦纖板與多樣輕質熔岩等高價資源化產品。

二、電漿轉化技術之發展與應用：

(一)有機廢棄物電漿轉化能源技術之開發，包括：①100 kg/h 級有機廢棄物電漿氣化研發系統全功能運轉測試，產生高熱值合成氣(LHV 8MJ/Nm³ 以上)；②完成 100 kW 級高效率電漿氣化發電和熱回收冰水產生示範系統之驗證測試，使熱效率 60 %以上，並連線供應直流電漿火炬所需之電力。③完成以合

成氣為原料製備液態化合物之文獻收集與研究規劃。

(二)小型機車引擎(125 c.c.)電漿燃料重組產氫系統之改良精進，
包括電漿燃料重組系統之產氫耗能等，與機車引擎實車及緊急發電機等全系統整合測試。

(三)繼續進行脈衝靜電集塵殺菌機與空氣過濾殺菌機(殺菌效果
99.99 %以上)及醫療器材電漿清潔殺菌裝置等之開發。

三、電漿清潔製程之發展與應用：

繼續發揮電漿綠色技術的本質，依據綠色化學理念，針對各產業
綠色產品需求，開發電漿清潔製程與設備，同時作品質創新與提
昇：

(一)電漿表面改質系統開發整合推展，著重在電漿表面改質處理
關鍵零組件開發及系統整合推廣，已括①提昇過濾式陰極電
弧電漿源之過濾功能，曳出微粒小於 $1/\mu\text{m}^2$ 。②建置大面積
 $400\text{ mm} \times 400\text{ mm}$ 高密度($10^{12}/\text{cm}^3$)及高均勻度($\pm 10\%$)電漿
產生裝置，提供快速量產被覆運用。③與業界合作開發超大型
電漿被覆系統，適用寬 1,200 mm 基材，提供商業量產功
能。(若為高分子材，開發捲揚式；若為金屬材，開發直立
批次式系統)

(二)電漿表面改質應用製程開發與推展，著重運用電漿技術於綠

色製程與產品開發，包括①開發電漿浸沒注入與電漿被覆複合製程，應用於模具表面改質，如金屬離子注入與硬膜貯積之最佳製程研究，再次提昇磨耗性兼具耐蝕性達雙倍功能。

②開發大面積電漿加強式化學氣相沉積(PECVD)微晶矽薄膜最佳成長製程，可提供如薄膜太陽電池關鍵元件量產製程之方法。

③大氣電漿替代真空電漿之表面改質，如清潔、除氣、活化、聚合、鍍膜等多重製程整合技術之研究與評估。

參、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(金額單位：千元)

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費	名稱	經費			
環境電漿技術之發展與應用	137,919				核能研究所	
		電漿熔融技術之發展與應用	32,791		核能研究所	
		電漿轉化技術之發展與應用	65,136		核能研究所	
		電漿清潔製程之發展與應用	39,992		核能研究所	

(二)經資門經費表

項目 會計科目		預算數(執行數)/元				備註
		主管機關預算	自籌款	合計		
				流用後預算數 (實際執行數)	占總經費% (占總執行數%)	
一、經常支出						
1.人事費						
2.業務費		58,792,000		56,062,000 (56,032,699)	40.65% (40.63%)	流出： 2,730,000
3.差旅費						
4.管理費						
5.營業稅						
小計		58,792,000		56,062,000 (56,032,699)	40.65% (40.63%)	
二、資本支出						
1.設備費		79,127,000		81,857,000 (81,839,182)	59.35% (59.34%)	流入： 2,730,000
小計		79,127,000		81,857,000 (81,839,182)	59.35% (59.34%)	
合計	金額	137,919,000		137,919,000 (137,871,881)	100% (99.97%)	
	占總經費%： (執行數÷預算數)	100%		100% (99.97%)		

請將預算數及執行數並列，以括弧表示執行數。

與原計畫規劃差異說明：

本分支計畫為執行蒸汽電漿火炬長時間測試需要，須擴充自動化測試系統功能。電漿轉化分項計畫為分析氣化合成燃料須增購 RI 偵測器。另電漿清潔製程分項計畫為量測矽薄膜太陽電池的背電極反射霧度及光電導所須儀器，因原資本門編列不足，將計畫內之業務費 2,730 千元流用至設備費，以利計畫執行。

二、計畫人力運用情形：

(一)計畫人力(人年)

計畫名稱	執行情形	總人力	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
分支計畫 環境電漿 技術之發 展與應用	原訂	59.75	3.55	7.15	10.1	38.95
	實際	59.45	3.25	7.15	10.1	38.95
	差異	-0.3	-0.3	0	0	0
分項計畫 電漿熔融 技術之發 展與應用	原訂	14.47	1.95	1.1	1.6	9.82
	實際	14.17	1.65	1.1	1.6	9.82
	差異	-0.3	-0.3	0	0	0
分項計畫 電漿轉化 技術之發 展與應用	原訂	24.28	0.6	3.05	4.5	16.13
	實際	24.28	0.6	3.05	4.5	16.13
	差異	0	0	0	0	0
分項計畫 電漿清潔 製程之發 展與應用	原訂	21	1	3	4	13
	實際	21	1	3	4	13
	差異	0	0	0	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	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
	分支及分項計畫主持人	12 人月 1.環境電漿技術之發展與應用 分支計畫推動與督導。 2.電漿清潔製程之發展與應用 分項計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	分項計畫主持人	12 人月 1.電漿轉化技術之發展與應用 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	
			經 歷	
			專 長	
	分項計畫主持人	3.6 人月 電漿熔融技術之發展與應用分項 計畫推動與督導。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	分項計畫主持人	12 人月 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	
			經 歷	
			專 長	
	子項計畫主持人	12 人月 1.子項計畫督導。 2.電漿熔融資源化技術發展與應 用。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	子項計畫主持人	12 人月 1.子項計畫督導。 2.有機廢棄物電漿轉化能源技術 開發。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	子項計畫主持人	12 人月 1.子項計畫督導。 2.電漿燃料轉化及污染防治技術 之發展與應用。	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	研究人員	12 人月 高功率電漿火炬商業化技術發展	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	研究人員	1.2 人月 有機廢棄物電漿轉化能源技術開 發-協助實驗分析	學 歷	
			經 歷	

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
			專 長	
	研究人員	4.8 人月 高功率電漿火炬 商業化技術發展-電漿理論及模擬	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	研究人員	12 人月 有機廢棄物電漿轉化能源技術開發	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	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	
			經 歷	
			專 長	
	子項計畫 主持人	12 人月 子項計畫管制、對外推廣及聯繫	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫管理 2.大氣電漿源開發 3.電漿技術推廣	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	研究人員	12 人月 1.大氣電漿源操作 2.高分子材料之大氣電漿改質	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
	研究人員	12 人月 電漿脈衝離子注入技術應用發展	學 歷	
			經 歷	
			專 長	

與原計畫規劃差異說明：

電漿熔融技術之發展與應用分項計畫主持人陳○○博士，於 97 年 9 月職務變更，改由孫○○博士擔任分項計畫主持人。

肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output)

表一 科技計畫之績效指標(請依計畫性質勾選項目，色塊區為必填)

計畫類別 績效指標	1 學術研究	2 創新前瞻	3 技術發展 (開發)	4 系統發展 (開發)	5 政策、法規、制度、規範、系統之規劃 (制訂)	6 研發環境建構 (改善)	7 人才培育 (訓練)	8 研究計畫管理	9 研究調查	99 其他
A 論文			✓							
B 研究團隊養成										
C 博碩士培育			✓							
D 研究報告			✓							
E 辦理學術活動										
F 形成教材										
G 專利			✓							
H 技術報告			✓							
I 技術活動										
J 技術移轉			✓							
S 技術服務			✓							
K 規範/標準制訂										
L 促成廠商或產業團體投資			✓							
M 創新產業或模式建立										
N 協助提昇我國產業全球地位或產業競爭力										
O 共通/檢測技術服務										
T 促成與學界或產業團體合作研究										
U 促成智財權資金融通										
V 提高能源利用率										

計畫類別 績效指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
	學術研究	創新前瞻	技術發展 (開發)	系統發展 (開發)	政策、法規、制度、規範、系統之規劃 (制訂)	研發環境建構 (改善)	人才培育 (訓練)	研究計畫管理	研究調查	其他
W 提昇公共服務										
X 提高人民或業者收入										
P 創業育成			√							
Q 資訊服務			√							
R 增加就業			√							
Y 資料庫										
Z 調查成果										
AA 決策依據										

表二 請依上表勾選合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破(填寫說明如表格內容)

	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 24 篇、國內外重要期刊 (SCI 等) 發表 23 篇, 合計 47 篇。	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。	
	C 博碩士培育	15 人(人員清單請見附件一)	博士培訓 6 人, 碩士 9 人, 為國家培養下一代之研究人員。	
	D 研究報告	34 篇	增進本所研發效益	
技術創新(科技整合創新)	G 專利	國內及國外之專利共 22 件 (申請 19、獲得 3)	配合技術創新, 申請多項專利, 展現應用研發實力。	部份已獲得專利提供技術授權之基礎。

		績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
		H 技術報告	9 篇	增進本所研發效益	
		J 技術移轉	技術移轉 5 件	技術移轉（權利金 4,230 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。	部份技轉案件，產品品質極優，且符合環保要求，已部份能取代非環保電鍍製品。
		S 技術服務	技術服務 3 件	總金額 12,540 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。
經濟效益(產業經濟發展)		L 促成廠商或產業團體投資	2 家	今年再擴增廠房 300 坪，金屬板建材。完成新廠(約)1,000 坪，今年全部遷入，衛浴被覆。	
社會影響	民生社會發展	P 創業育成	1 家	投資建廠 2 億，螺桿表面改質，廠房地坪(約)1,400 坪，員工人數 23 人。	
		Q 資訊服務	參觀電漿表面改質實驗室研發成果	訪客約 236 人次	
		R 增加就業	50 人以上	降低失業率，提昇國民生產毛額。	

伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

(請以學術成就(科技基礎研究)、技術創新成就(科技整合創新)、經濟效益(經濟產業促進)、社會影響(社會福祉提昇、環保安全)、其它效益(政策管理及其它)等項目詳述)

一、學術成就(科技基礎研究)(權重_25_%)

- (一)本年度執行期間將研發成果發表，有國外期刊論文 21 篇(其中已刊登 13 篇，已投稿 8 篇)、國內期刊 2 篇、國內外研討會論文 24 篇，合計 47 篇。(詳見附件一)
- (二)陳○○博士與李○○博士 2 人應日方主辦人東京大學 T. Oda 教授邀請參加於日本舉辦之 2008 年第 2 次日台雙邊交流電漿技術研討會，” High Pressure Plasma, Fundamental and Applications - Environmental Protection and Nano-processing”，陳○○博士並在日本靜電學會-春季聚會上發表非熱電漿技術之應用演講，促進我國電漿學界之國際交流合作。
- (三)本計畫主持人艾○○博士受邀於美國真空協會舉辦的第 35 屆國際冶金鍍膜與薄膜技術(ICFCTM)研討會上發表專題演講，”Plasma Surface Engineering in INER”，推薦核研所近年來之電漿表面工程成就，頗獲好評，歐美著名研究所，如德國 Frounhoffer 及美國 South wert 均希與本所進一步合作交流，運用本所在超大型電漿表面工程之經驗技術於未來科技產業中。
- (四)本計畫參加 97 年於台灣萬里鄉舉辦之第 6 屆國際非熱電漿技術應用會議(ISNPTP-6)，自行發表論文 4 篇(其中 1 篇獲推薦轉投該會議專題期刊)。陳○○博士應主辦人中央大學張○○教授邀請擔任電漿應用議題主持人及電漿在柴油引擎應用論壇引言人。
- (五)論文題目「非熱電漿應用於生醫器材之滅菌效應探討」，榮獲 2008 年生物醫學工程科技研討會學生壁報論文競賽特別獎。

二、技術創新(科技整合創新)(權重_25_%)

(一)本年度執行期間將研發成果，申請國內外專利 19 篇、獲得 3 篇，合計 22 篇。(詳見附件一)

(二)國內外獨特，已技轉商業運作：

- 1.超大型量產式建材裝飾鈦瓷膜被覆系統($\phi 2,400 \times L 5,000$ mm)之柱形電漿源創新設計，長約 5 米之柱形靶安置於腔體正中心位置，利用柱形靶陰極電弧方式於腔體內產生軸向對稱之均勻電漿分佈特性，以達到大型建材裝飾鈦瓷膜均勻度與附著性良好之要求，為國內鍍膜面積最大之超大型先進鍍膜設備。
- 2.大型螺桿電漿披覆系統($\phi 1,300 \times H 3,900$ mm)開發，使用 21 組平面式電弧同步放電創新設計，並利用 PLC 模組方式進行 21 組電漿源同步放電控制設計，使 3 米長大型螺桿鍍膜具有高附著性及耐磨抗蝕特性，為國內最高鍍膜設備。

(三)國際合作：

- 1.與美國 UCLA 合作開發之大面積 4×2 陣列式 Helicon 電漿源裝置之 8 組 Helicon 腔體磁場分佈與 RF 供電同步性之最佳化設計，以提昇 Helicon 電漿源穩定度、電漿密度與均勻性。改善了原本到各 Helicon 電極之間不均匀線路，使 RF 電源更平均分配輸入至各 Helicon 放電管，閃爍明顯減少，電漿源穩定性增加。此外，進一步調整 Helicon 腔體磁鐵位置以獲得最佳磁場分佈，可獲得電漿密度達 $1 \times 10^{12} \text{ n/cm}^3$ (輸入功率約 4.8 kW)，均勻度達電漿分佈均勻度達 $\pm 10\%$ ，已超過本計畫至今所能達到的低溫電漿密度。

(四)國內獨特：

- 1.利用焚化灰渣電漿熔融產出之水淬熔岩為原料產製熔岩纖維，再進一步開發成不織布纖維紙材，該製程技術係屬國內首次開發，已申請中華民國與美國專利。可有效解決都市垃圾焚化飛灰戴奧辛與重金屬之環境污染，及再利用於隔音、防火隔間材料，以及捷運車箱體與汽車內部防火硬紙板等用途，以創造產值，實具雙重效益。

(五)技術創新：

- 1.開發高功率脈衝磁控濺鍍氮化鈦及 DLC 膜製程技術，測試結果顯示附著性至少提昇 1 倍，對應用至傳統鍍膜與高附加價值產業極具潛力，已申請「高功率脈衝磁控濺射鍍膜裝置與表面處理裝置」之我國專利及「熱燈絲鑽石膜沉積裝置及方法」之美國專利。
- 2.開發大氣電漿快速、清潔、活化、鍍膜等多重製程技術，最佳處理條件下，被覆之氧化膜光學特性接近真空鍍膜。特定材質表面清潔處理時間可縮短至 2 秒以內即符合所需。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「紡織品之大氣電漿加強天然抗菌與吸濕快乾雙功能改質方法」及「高分子材料之大氣電漿撥水與撥油改質結構及其改質方法」之 2 篇我國專利及 1 篇「Apparatus and Method for Double-Plasma Graft Polymerization at Atmospheric Pressure」美國專利。
- 3.開發大面積 Helicon PECVD 裝置及矽薄膜製程技術，矽薄膜被覆面積約 1 m^2 最高速率達 5.4 Å/s ，薄膜微晶率約在 58-60 % 間，已申請「微晶矽薄膜鍍膜之生成及其裝置」之我國專利。

- 4.開發大面積電漿源裝置，運用於大型被覆系統，已申請「射頻中空陰極電漿源產生裝置」之我國專利及美國專利。
- 5.開發脈衝電漿鍍膜技術，運用於低溫下沉積 TiO_2 薄膜於基板(如塑膠基板)上，解決基板需要耐熱且需為導體之限制，已申請「利用脈衝電漿沉積二氧化鈦薄膜之方法」之我國專利及美國專利。
- 6.以電漿焙燒技術回收處理電子廢棄物 IC 板之有價金屬之製程技術已提出美國專利申請，該技術之特點為以電漿焙燒作前處理，將 IC 板予以脆化，以避免傳統粉碎法之粉塵、噪音及機具耗損等缺點；同時，本技術具有效且快速將 IC 板脆化處理之優點。
- 7.電漿重組技術主要在整合電漿、化工、機械與車控電機等不同科技領域，同時針對在機車上應用與其空間、電力、外在惡劣環境之限制等開發出專屬特定功能產品，如具熱回收功能之電漿汽油重組器、小型高壓電漿電源，微量 4~10 cc.min 汽油壓電霧化噴嘴裝置(與大葉大學合作研發)等，針對上述新單元及控制系統與其對應開發之新 PLC 控制流程。相關電漿重組機車系統裝置專利撰寫中。

(六)先期研究評估：

- 1.開發 Pt/CeO_2 高效能產氫觸媒於 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 擔體供本所 SOFC 計劃天然氣重組器使用，解決原先因 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 擔體粉化及觸媒積碳而損壞系統之問題，目前 780°C 壽命測試已超過該 SOFC 計劃需求之 720 小時，仍持續進行測試中。
- 2.開發電漿氣化技術將生質物轉化為合成氣，可用於發電或做為製備液態燃料之原料，有助於提升我國自產能源比率；完成投稿美國專利 1 篇，” Plasma-Based Apparatus for Gasifying Bio-Waste into Synthetic Gas” 。

三、經濟效益(產業經濟發展)(權重_30_%)

(一)商品/產品上市(技轉廠商)

- 1.大面積彩色金屬板建材(電漿表面鍍膜)，年產值>5,000 萬。
(○○○○科技)
- 2.衛浴零組件(電漿表面處理)，年產值>3,000 萬/每台。
(○○○科技)
- 3.大型螺桿耐磨研壽電漿表面改質試產驗證中。
(○○○○科技)

(二)授權金／權利金

業界	技轉技服性質	技服金收入	權利金收入	增資(投資建廠及機組)	增加就業人數(約)
台○電○	技術授權		1,000 仟元		
○○科技	技術授權		200 仟元		
○○○○科技	合作開發	2,540 仟元	360 仟元	2 億 (1,500 坪)	23 人
○○○科技	合作開發	10,000 仟元	60 仟元	1,500 萬	26 人
○○○○科技	合作開發		2,610 仟元	5,000 萬 (1,500 坪)	30 人

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重_15_%)

(一)本年度所建立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等，已成功協助國內電漿鍍膜廠商應用在建材裝飾鈦瓷膜及耐磨抗蝕之商用長螺棒等，使設備成本降至最低，產能提昇至最大，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昇級，增加利潤，此兩合作開發技轉促使廠商增加投

資超過 3 億，增加就業人數 50 人以上。

(二)本年度所建立之大面積電漿源及大面積 PECVD 裝置將結合國內產業往下世代矽薄膜太陽光電產業開發，特別是以可撓式為基材之捲揚式連線系統開發。此技術在國外正在起步，但仍有極大開發空間，尤以可撓式基材為基底之產品，原料成本可再進一步降低，唯受低溫製程限制，但可藉由大面積 PECVD 設備克服解決此問題，使薄膜太陽能電池製造在更低廉的可撓式不銹鋼薄片與塑膠基材上，配合快速大量生產之捲揚式(roll to roll)設備開發，可有效降低生產成本，並可與建材一體使用，使太陽能電池應用更為多元化及普遍化。根據國外太陽能電池製造商(如美國 Uni-Solar、PowerFilm，瑞士 VHF-Technologies，及荷蘭 Nuon Helianthos 等)之評估報告指出:使用捲揚式設備生產可撓式薄膜太陽能電池，可使生產成本降至每瓦 1 美金以下，被認為未來最具市場競爭力之薄膜太陽能電池生產技術。

(三)目前都市高樓大廈林立，中央空調系統廣被使用，但大多數空調系統僅裝置熱交換與簡易的過濾系統，對於生物氣膠(Bio-aerosols)的去除效率有限，也不具有殺菌的功效，對於室內空氣品質與空氣傳染疾病的預防而言，功效有限。本計畫電漿滅菌技術之開發有助於空調衛生，已與 2~3 家空調衛生及醫療器材

廠商接洽合作研發，且與一家業者簽訂研發保密協議書。本計畫且配合政府施政，在 97 年 10 月 08 日室內空氣品質管理法草案獲行政院院會通過，將送請立法院審查。

(四)電漿重組器是以非熱電漿活化燃料(含氣態及液態)，經重組反應後產生富氫氣體，提高燃燒效率並減少有害廢氣排放濃度。電漿重組器燃料轉化技術針對國內都會區日益嚴重的交通空氣污染問題，開發出符合未來環保法規且具經濟效益的空污防治設備，一方面可解決我國日益嚴重之空污問題，例如在機車 NO_x 排放上可降低 70%，另一方面也與彰濱車輛測試中心及某國內車輛零組件廠商接洽合作研發推廣此技術，有助於國內車輛工業空污防治技術的生根，開創國內外空污設備市場。另電漿重組器具有省能及小型化之優點，可提供氫氣與燃料電池聯結使用來擴展燃料電池的實用性和便利性，以及和緊急發電機系統之整合，例如大哥大基地台，符合國內市場需求。

(五)電漿氣化技術可將都市垃圾、有機工業廢棄物、農林廢棄物等生質物轉化為高品質合成氣，利用複合發電系統可高效率產生電力，或利用觸媒轉化技術生產液態燃料，提供我國可觀的自產能源，降低能源依賴程度，可有效提升我國能源安全度。

(六)以電漿熔融技術處理都市垃圾焚化灰渣，減容比 3(灰渣體積/水淬

熔岩體積)，減重比 1.4(灰渣重量/水淬熔岩重量)，可有效達到減容、減重及解決焚化飛灰中戴奧辛與重金屬之環境污染問題。同時，可進一步將灰渣熔融後產出之水淬熔岩作成資源化產品，本計畫開發出多孔性熔岩板材、輕質複合材料、熔岩纖維、不織布纖維紙材、透水磚與路基級配等再利用產品，可實際應用於民生用途創造產值，又能節省原物料消耗，以及解決飛灰固化處理對地下水污染問題，對整體社會影響實具正面效益。

五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重_5_%)

- (一)非熱電漿滅菌技術之研發主要關鍵在於整合電漿、環保及生醫等，96 年建構之電漿滅菌專業實驗室(在國內係屬首創)已在 97 年 4 月獲本所職安會審核通過可正式運作，目前與陽明大學醫工所合作，探討非熱電漿滅菌主要機制與最佳參數。
- (二)電漿浸沒離子佈植(PIII)技術具有淺層佈植特色，非常適合應用於修補金氧半電容元件(MOS)之氧化層與矽基板之間的矽懸盪鍵結(dangling bond)等介面缺陷，達到提昇 MOS 光感測器靈敏度等特性，研究結果顯示 PIII 氫離子淺層注入製程(1 kV)可提昇 MOS 光感測器靈敏度達 2~3 倍，充分顯現 PIII 技術在提昇半導體元件性能之應用潛力。
- (三)高功率脈衝磁控濺鍍技術(HIPIMS)，兼具高電漿密度、高附著性

及高細緻薄膜之優點，已成功應用於氮化鈦及類鑽碳膜(DLC)製程技術開發，測試結果顯示附著性至少提昇一倍，對應用至傳統鍍膜與高附加價值產業極具潛力，並已在專利佈局方面搶佔先機，分別申請我國專利及美國專利各 1 篇。

(四)大型(1,500 mm)高密度($4.6 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$)之中空陰極電漿源(Hollow cathode discharge source)，可使電漿鍍膜設備成本降至最低，產能提昇至最大，未來將用來協助國內產業往下世代矽薄膜太陽光電產業發展，特別以可撓式為基材之 Roll to Roll 連線系統開發，已分別申請我國及美國專利各 1 篇。

陸、與相關計畫之配合

一、高功率電漿火炬技術發展計畫，主要係在開發蒸汽火炬及火炬特性量測診斷工具，所開發之技術將可應用於岩礦纖維製程開發、輕質熔岩板材製程開發、電子廢棄物 IC 電路板之回收和有機廢棄物能源轉化，與電漿熔融及有機廢棄物電漿能源轉化相關計畫配合良好。

二、電漿熔融資源化技術之發展與應用計畫，主要係在開發焚化灰渣經電漿熔融後產出水淬熔岩之資源化產品，本年度主要產品有岩礦纖維、纖維毯、不織布纖維紙、多孔性輕質熔岩板材等，與電

漿熔融相關計畫配合良好順暢。

三、有機廢棄物電漿能源轉化計畫，主要係在將有機廢棄物如廢木材、農作物殘渣等轉化為乾淨能源，本年度主要成果旨在構建 500 kW_{th} 先導型有機物電漿氣化研發系統、合成氣壓縮單元(7 kg/cm²，>320 Nm³/hr)和 120 kW_e 微型燃氣渦輪發電能源設施，構建生質物電漿氣化和合成氣發電測試平台，藉以建立分散式生質能發電技術，增加我國自產能源比率。

四、電漿重組技術的研發工作在產氫觸媒的部分已經在支援本所之 SOFC 計畫之天然氣重組產氫與纖維生質酒精計畫的酒精重組產氫等二項研發工作上；若電漿重組器產氫與 SOFC 結合發電，可以提高發電效率達 20 %，有效提高能源利用效率。

五、本計畫所開發之電漿鍍膜設備、電漿源、及 PECVD 系統之大型化(scale up)技術，將繼續配合電漿表面工程產業化發展之相關計畫，結合電漿鍍膜技術在傳統產業推廣之成功經驗與模式，朝技術密集中高科技產業推展，整合上中下游產業一氣呵成，創造下世代新產業。目前先鎖定節能能源產業(可撓式智慧材料及薄膜太陽電池)，完成一系列可量產之完整系統展示裝置，其他前瞻電漿表面製程，則鎖定相關創新製程及關鍵組件創造本土自主新產業。

柒、後續工作構想之重點

- 一、非傳輸型蒸汽直流電漿火炬之技術開發之工作項，將著重火炬氣環預熱機構設計、蒸汽管路冷凝防止和流量控制、不同幾何設計之運轉特性實驗、熔蝕率光譜量測方法與火炬電極熔蝕率抑低程序方法建立等；小功率電漿火炬使用壽命標準化測試技術建立之工作項，將著重診斷實驗、流速測量實驗、長時間實驗資料擷取等。
- 二、岩礦纖維製程開發之工作項，將朝纖維製備設施精進、粒子含量改善與產品應用等方面繼續加強研究與探討；輕質熔岩板材製程開發之工作項，將持續探討不同固液比、發泡劑之添加對板材物性之改善程度，以建立輕質熔岩板材最佳製程；電子廢棄物 IC 電路板之回收有價金屬之工作項，將探討以離子交換法、置換法、沉澱法、電解法等濕式冶煉法，繼續進行電子產業廢棄物回收金屬之分離與純化研究，以建立一套最佳回收程序。
- 三、4 台 30 kW 微燃氣渦輪發電機單機及並聯測試之工作項，將整合防爆型燃氣壓縮機運作，提昇燃氣供應壓力的穩定性，進行合成氣發電穩定性及效率的測試；先導型有機物電漿氣化研發系統及 200 Nm³/h 合成氣淨化系統性能測試，使合成氣品質符合微型燃氣渦輪發電機之進氣要求之工作項，將持續進料儲存系統、氣化爐系統、排氣系統、滌氣系統和監控軟體等之性能改善，提昇合

成氣供應的穩定度和氣體品質。

四、電漿重組技術的後續研發工作在 98 年度以後將移至本所之 SOFC

計畫下之天然氣重組產氫與纖維生質酒精計畫下的酒精重組產氫等 2 項工作下進行，重點在持續改進重組產氫能源效率，開發新高效能觸媒及進行長時效(>1,000 Hrs)觸媒壽命測試。

五、電漿滅菌技術之後續研發工作在 98 年度以後將併低溫電漿表面

技術計畫下進行，重點在針對不耐熱不耐溼之醫療器材開發消毒滅菌程序與裝置。

六、繼續發展高密度、高均勻度電漿源之大型化(scale up)技術，應用

於大型化量產電漿鍍膜設備開發，使產量再增大，成本再降低，以協助傳統表面改質產業技術昇級，增加市場佔有率及競爭力。

在光電產業方面，大型化(scale up)鍍膜技術應用於可撓式薄膜太陽能電池之捲揚式生產設備開發，預期可使薄膜太陽能電池的生產成本降至每瓦 1 美金以下，協助國內光電產業往下世代薄膜太陽能電池生產技術開發，避免捲揚式之關鍵技術被國外太陽能設備製造商所壟斷。在取代高污染之非環保電鍍技術方面，繼續拓展高功率脈衝磁控濺鍍技術(HIPIMS)之專利佈局，並與大型化量產電漿鍍膜設備相結合，提高鍍膜附著性及緻密度，擴大其在傳統與高附加價值產業應用領域，達到以零污染綠色電漿薄膜技術

替代非環保低價位電鍍技術之最終目的。

七、繼續拓展高功率脈衝磁控濺鍍技術(HIPIMS)之專利佈局，並與大型化量產電漿鍍膜設備相結合，提高鍍膜附著性及緻密度，擴大其在傳統與高附加價值產業應用領域，達到以零污染綠色電漿薄膜技術替代非環保低價位電鍍技術之最終目的。

捌、檢討與展望

- 一、非傳輸型蒸汽直流電漿火炬尺寸與特性之關係能從物理角度加強探討；未來嘗試以田口式實驗設計改良實驗效果，並進行火炬混沌現象的理論與實驗研究，期望能對電漿火炬複雜的物理機制能深入掌控，主導火炬開發市場。
- 二、岩礦纖維用途廣泛，已產製該纖維，獲得初步成果，適用於防火與保溫材、防火裝飾用紙及防火建材之中間填充料等。目前是由焚化灰渣經電漿熔融產出之水淬熔岩為原料，再經熔吹製造岩礦纖維。爾後，倘都市垃圾焚化飛灰利用電漿熔融處理，建議可由熔融處理焚化灰渣直接產製岩礦纖維，以減少加熱熔融之電力費用；同時，亦能創造更高之利潤。
- 三、以天然氣及氮氣混合氣進行四台 30 kW 微燃氣渦輪發電機單機及並聯測試之工作項，雖已成功，未來可朝提高輸出功率，系統(燃氣、發電、製冷)整合設計，多元化混合燃氣發電方向努力；受限於廠商

履約能力及本計畫專業人力不足，先導型有機物電漿氣化研發系統及 200 Nm³/h 合成氣淨化系統性能測試，使合成氣品質符合微型燃氣渦輪發電機之進氣要求之工作項，已完成基本功能測試，未來將整合燃氣壓縮系統，以提昇全系統安全性及穩定性。

四、目前在常壓非熱電漿滅菌技術部分，國內投入研發單位及廠家少，尚屬創新階段，此時切入可搶得先機。特別是在非熱電漿生物性表面污染去除技術之應用推廣上，尤其在醫療器材之低溫消毒滅菌認證嚴謹，須長期投入開發以求通過，獲得廠商與使用者之信賴才有利推廣。另此非熱電漿滅菌技術的研發須整合生醫領域，核研所在此方面剛起步，要積極納入相關人才及與外界分工合作，才可提昇與加快研發能力，開發技術與產品。

五、所開發之超大型電漿鍍膜技術，已成功替代非環保低價位之電鍍技術，並使成本降至最低，產能提昇至最大，技轉國內傳統鍍膜產業，對環保做出貢獻。而大面積電漿源及大型 PECVD 系統的開發，對大型電漿鍍膜技術往下世代矽薄膜太陽光電產業開推展已誇出一大步，未來將以更低廉的可撓式不銹鋼薄片與塑膠等為基材之捲揚式(roll to roll)連線系統開發為目標，不但可使薄膜太陽能電池製造成本有效降低，並可與建材一體使用，使薄膜太陽能電池應用更為多元化及普遍化。

填表人：_____

*計畫主管機關審閱後 簽名：

附件一、環境電漿技術之發展與應用量化成果清單

國外期刊：

1. “Major Products Obtained from Plasma Torch Pyrolysis of Sunflower-Oil Cake ”, Energy & Fuels, 2008, 22, 75–82. (INER-5157) (Impact Factor : 1.673)
2. “Flow of filter granules in moving granular beds with louvers and sublouvers”, Chemical Engineering and Processing 47, 2084-2097.2008. (INER-5577) (Impact Factor : 1.156)
3. “Inactivation of Aquatic Microorganisms by Low Frequency AC Discharges,” IEEE Transaction on Plasma Science, 36(1), 215-219, Feb. 2008. (INER-5098) (Impact Factor : 1.025)
4. “Influence of Nonthermal Plasma Reactor Type on CF₄ and SF₆ Abatements,” IEEE transaction on plasma science, 36(2), 509-515, April 2008. (INER-5224) (Impact Factor : 1.025)
5. “Review of Packed-Bed Plasma Reactor for Ozone Generation and Air Pollution Control,” Industrial & Engineering Chemistry Research, 47(7), 2122-2130, April 2008. (INER-5203) (Impact Factor : 1.749)
6. “Hydrogen Production via Partial Oxidation of Methane with Plasma Assisted Catalysis,” International Journal of Hydrogen Energy, 33(2), 664-671, Jan. 2008. (INER-5164) (Impact Factor : 2.725)
7. “Review of Plasma Catalysis on Hydrocarbon Reforming for Hydrogen Production-- Interaction, Integration, and Future Prospects ” , Applied Catalysis B: Environmental, 85, 1-9, 2008. (INER-5882) (Impact Factor : 4.651)
8. “Driving characteristics of a motorcycle fuelled with hydrogen-rich gas produced by an onboard plasma reformer,” Int. J. Hydrogen Energy, 33, 7619-7629, 2008. (INER-5883) (Impact Factor : 2.725)
9. “Fluorine effects on the dipole structures of the Al₂O₃ thin films”, Applied Physics Letter, Vol. 90, p.17290, 2008.(INER-5302) (Impact Factor : 3.596)
10. “Improved electrical characteristics of high-k gated MOS devices by nitrogen incorporation with plasma immersion ion implantation (PIII)”, Microelectronic engineering, Vol.84, p.2192~2195, 2008.(INER-5212) (Impact Factor : 1.503)

11. "A Study on Chitosan Modification of Polyester Fabrics by Atmospheric Pressure Plasma and Its Antibacterial Effects," FIBER POLYM
9(3),(2008)307-311. (INER-5394) (Impact Factor : 0.693)
12. "Analyses of the work required to delaminate a coating film from a substrate under oscillating load conditions and the film-substrate contact behavior after delamination" J APPL PHYS, 103, 103505,2008.(INER-5463) (Impact Factor : 2.171)
13. "Structural characterization of $\text{La}_x\text{Sr}_{1-x}\text{MnO}_3$ protective coatings for SOFC interconnect deposited by pulsed magnetron sputtering", Thin Solid Films, Volume 516, Issue 18, 31 July 2008, Pages 6300-6304. (INER-5284) (Impact Factor : 1.693)
14. "Antibacterial effect of chitosan grafted on nylon textiles by open air plasma," FIBER POLYM (accepted).
15. "A Discharge Reactor with Water-Gas Mixing for Methyl Orange Removal," International Journal of Plasma Environmental Science and Technology, 2008. (accepted for publication)
16. "Characteristics of $\text{Au/Mg}_x\text{AlO}$ hydrotalcite catalysts on CO selective oxidation," Journal of Molecular Catalysis A: Chemical, 2008. (accepted for publication) (Impact Factor:2.707)
17. Removal of Volatile Organic Compounds (VOCs) by Single-Stage and Two-Stage Plasma Catalysis Systems: A Review of the Interactions, Developments and Suitable Applications," Environmental Science & Technology, 2008. (accepted for publication) (Impact Factor: 4.363)
18. "Phase Feedforward Control for Single-Phase Boost- Type SMR.", IEEE Transactions on Power Electronics, 2008(Applied)
19. "Analysis and Design of a Single Stage Parallel AC-to-DC Converter", IEEE Transactions on Power Electronics, 2008(Applied)
20. "Production of Slag Fibers from Water-quenched Plasma-molten Slag -Influence of Graphite Powders on Metal Composition.", 2008(Applied:Materials Letters) (Impact Factor : 1.625)
21. "Investigation on manufacturing of porous materials by using plasma vitrified slag as raw materials.",2008. (Applied: Environmental Engineering Science) (Impact Factor : 0.639)

國內期刊：

1. “廢 IC 板電漿熔渣之資源回收”，97 年 8 月。(INER-5483)
2. “電漿浸沒離子注入氮化法(PIII&N)於牙科挫針之切削率研究”，先進工程學刊 (Journal of Advanced Engineering)，97 年 9 月。(INER-5668)

會議論文：

1. “Innovative Plasma Gasifier for Conversion of Biomass into Syngas” 2008 Japan-Taiwan Plasma Technology Conference, Tokyo, and Oita, Japan, March 4-7, 2008. (INER-5225)
2. “Diesel NOx Emission Control with Two-Step Plasma Catalytic Method”, The 6th International Symposium on Non-Thermal Plasma Technology (ISNPTP-6), Wan-Li, Taipei, Taiwan (R.O.C.), 2008. (INER-5342)
3. “Recent Development of Non-Thermal Plasma Techniques at INER”, 2008 Japan-Taiwan Plasma Technology Conference, Tokyo, and Oita, Japan, March 4-7, 2008. (INER-5280)
4. “A New Discharge Reactor with Water-Gas Mixing for Methyl Orange Removal”, The 6th International Symposium on Non-Thermal Plasma Technology (ISNPTP-6), Wan-Li, Taipei, Taiwan (R.O.C.), May, 2008. (INER-5343)
5. “Dielectric Property—Influence and Measurement”, The 6th International Symposium on Non-Thermal Plasma Technology (ISNPTP-6), Wan-Li, Taipei, Taiwan (R.O.C.), May, 2008. (INER-5270)
6. “Liquid-phase non-thermal plasma technology for degradation of two high strength”, Singapore International Water Week 2008 – Singapore, (INER-5405)
7. “A newly designed liquid-phase non-thermal plasma reactor for degradation of two different phenols”, The 6th International Symposium on Non-Thermal Plasma Technology (ISNPTP-6), Wan-Li, Taipei, Taiwan (R.O.C.), May, 2008. (INER-5406)
8. “Operation Strategy for a Plasma-Assisted Catalysis Reactor”, The 6th International Symposium on Non-Thermal Plasma Technology (ISNPTP-6), Wan-Li, Taipei, Taiwan (R.O.C.), May, 2008. (INER-5459)
9. “Non-Thermal Plasma for Inactivation of Airborne Bacteria” 2008 Taiwan-Japan Bilateral Technology Interchange Project -The Workshop on the Application of Plasma to Bio-Medical Engineering, Lunghwa University of Science and Technology,

2008/12/15-17。

10. “Tribological Behavior of UHMWPE Sliding Against Nitrided Ti-6Al-4V Alloys by Plasma Immersion Ion Implantation”, The 35th International Conference on Metallurgical Coatings and Thin films (ICMCTF 2008), San Diego, California, USA, April 28-May 2, 2008.(INER-5664)
11. “The Tribological Behavior of Artificial Joint Coated with Dimond-like Carbon Films Deposited by Plasma Immersion Ion Implantation”, The 35th International Conference on Metallurgical Coatings and Thin films (ICMCTF 2008), San Diego, California, USA, April 28-May 2, 2008.
12. “Plasma Surface Engineering for Industrial Applications”, The 35th International Conference on Metallurgical Coatings and Thin films (ICMCTF 2008), San Diego, California, USA. April 28-May 2, 2008.
13. “Thermal Temperature Measurements of Plasma Torch by Alexandrite Effect Spectropyrometer”, The High Temperature Plasma Diagnostics '08 Conference, Albuquerque, New Mexico, USA. May, 11-15, 2008. (INER-5416)
14. “礦物纖維研製不織布之探討”，2008 中華民國高分子學會年會暨奈米高分子材料國際研討會，INER-5208，97 年 5 月。
15. “以電漿熔融水淬熔岩為原料製作熔岩纖維之研究-轉輪離心法製程案例”，2008 產業綠色技術研討會-台大集思國際會議中心。
16. “礦渣複材製備煞車來令之耐磨特徵研析”，2008 中華民國第 13 屆車輛工程學術研討會-明志科技大學。
17. “以自製熔岩纖維增強水泥試體機械強度之研究”，2008 環工年會-台灣大學。
18. “酸度係數改變對熔岩纖維特性影響”，2008 材料年會-台北科技大學。
19. “網路印表機機房間之室內空氣品質探討”，2008 環境分析年會，台灣中壢，INER-5239，97 年 5 月。
20. “車載型電漿重組器產出富氫氣體為機車輔助燃料之行車特性探討”，中華民國燃燒學會第 18 屆學術研討會，雲林科技大學，INER-5458，97 年 8 月。
21. “ $\alpha\beta$ -不飽和醛於 Au/MgxAlO-hydrotalcite 觸媒之選擇性氫化反應研究”，第 26 屆台灣區觸媒與反應工程研討會，台中勤益科技大學，INER-5723，97 年 10 月。
22. “含鋁氧化鋅透明導電膜在濕蝕刻中的微結構變化”，2008 年中華民國陶業研究學會年會論文，台中逢甲大學，INER-5266，97 年 5 月。
23. “硼玻璃之大氣中空陰極放電電漿清潔製程研究”，2008 年環境分析化學研討會

暨學會年會，國立成功大學，INER-5365，97 年 5 月。

24. “非這電漿應用於生醫器材之滅菌藥應探討”，2008 年生物醫學工程科技研討會，台北，2008/12/13。

研究及技術報告：

1. “電漿火炬相關流場之研究(II)”，核能研究所，INER-A1573R，97 年 1 月。
2. “電漿火炬漩渦流性質之研究”，核能研究所，INER-5548，97 年 10 月。
3. “100 kW 電漿火炬自動化長時間壽命測試系統設施規範建立”，核能研究所，INER-OM-1280，97 年 10 月。
4. “以水淬熔岩為原料製作人造石材之研究”，核能研究所，INER-5279R，97 年 6 月。
5. “熔岩纖維製造不織布纖維紙之研究”，核能研究所，INER-5206R，97 年 5 月。
6. “熔岩纖維粒子去除分選設備之設計與規範”，核能研究所，INER-5496R，97 年 5 月。
7. “熔岩纖維製造系統之熔融單元改善作業”，核能研究所，INER-SOP-0135，97 年 10 月。
8. “都市垃圾焚化灰渣電漿熔融資源化研究與經濟評估”，核能研究所，INER-5521R，97 年 9 月。
9. “電漿熔岩纖維應用之開發研究”，核能研究所，INER-5779H，97 年 10 月。
10. “015B 館放射性廢棄物固化體品質測試實驗室之建立”，核能研究所，INER-5824，97 年 10 月。
11. “熔岩纖維製造系統之吹製與集料單元改善作業”，核能研究所，INER-OM-1269R，97 年 10 月。
12. “有機物電漿氣化系統之先進能源系統操作及保養程序”，核能研究所，INER-SOP-0126，97 年 7 月。
13. “023 館電漿氣化爐公用系統之操作程序”，核能研究所，INER-OM-1206R，97 年 6 月。
14. “電漿火炬電力供應系統整合鐵心技術之研究結案報告”，核能研究所，INER-A1575R，97 年 1 月。
15. “003C 館小型電漿氣化實驗系統標準操作程序書”，核能研究所，

- INER-OM-1254，97 年 10 月。
- 16.“023 館有機物電漿氣化研發系統安全分析報告”，核能研究所，
INER-SOP-0138R，97 年 10 月。
- 17.“赴日參加第二屆日台電漿技術交流研討會國際會議出國報告”，核能研究所，
INER-F0186，97 年 5 月。
- 18.“汽油重組產氫之商用貴金屬觸媒效能測試”，核能研究所，INER-5728R，97 年
10 月。
- 19.“天然氣產氫觸媒的探討及研製”，核能研究所，INER-OM-1198R，97 年 6 月。
- 20.“重組觸媒的長效測試與探討”，核能研究所，INER-OM-1218R，97 年 8 月。
- 21.“紡織材料之大氣電漿表面抗菌改質與生物相容性研究”，核能研究所，
INER-A1579R，97 年 1 月。
- 22.“大氣輝光電漿模型研究與光譜分析”，核能研究所，INER-A1574R，97 年 1 月。
- 23.“國產人工關節元件表面抗磨耗效能提昇最佳化電漿表面改質技術研究”，核能
研究所，INER-A1572R，97 年 1 月。
- 24.“直流磁控濺鍍 AZO 透明導電膜”，核能研究所，INER-5213，97 年 5 月。
- 25.“電漿清潔製程之發展與應用 97 年第一季(1 月—3 月)執行成效報告”，核能研究
所，INER-PC-0107H，97 年 6 月。
- 26.“模組化電漿被覆控制系統之設計與開發”，核能研究所，INER-5271H，97 年 6
月。
- 27.“永久磁鐵型螺旋波電漿系統電漿診斷分析”，核能研究所，INER-5358R，97 年
7 月。
- 28.“大氣介電質阻障放電電漿模擬”，核能研究所，INER-5352R，97 年 7 月。
- 29.“赴美參加第 51 屆國際真空鍍膜及第 35 屆冶金鍍膜與薄膜技術研討會發表論文
並參訪 Lawrence 柏克萊電漿應用實驗室”，核能研究所，INER-F0195，97 年 5
月。
- 30.“建立高壓用 ICP 電漿源之電漿浸沒離子注入系統”，核能研究所，INER-5430R，
97 年 6 月。
- 31.“偏壓對過濾式陰極真空電弧被覆含鈦類鑽碳膜性質影響”，核能研究所，
INER-5473R，97 年 9 月。
- 32.“捲揚式活化加熱系統機械結構設計”，核能研究所，INER-5475H，97 年 9 月。

- 33.“PECVD 沉積含氫非晶及微晶矽薄膜之研究”，核能研究所，INER-5504R，97年9月。
- 34.“氮氣與乾淨空氣之電弧大氣電漿沉積 SiO_x 薄膜”，核能研究所，INER-5517R，97年9月。
- 35.“高功率脈衝磁控濺鍍氮化鈦薄膜研究”，核能研究所，INER-5508R，97年9月。
- 36.“「大型螺棒電漿改質裝置開發案」結案報告”，核能研究所，INER-A1626R，97年9月。
- 37.“量產式建材表面鈦瓷被覆系統操作手冊”，核能研究所，INER-A1631H，97年9月。
- 38.“大型量產電漿被覆爐翻修委託案結案報告”，核能研究所，INER-A1637R，97年10月。
- 39.“可撓式矽薄膜太陽電池技術發展現況”，核能研究所，INER-5578R，97年10月。
- 40.“高功率脈衝磁控濺鍍法被覆含鈦類鑽碳膜之膜性質研究”，核能研究所，INER-5594，97年10月。
- 41.“反應磁控濺鍍即時控制模擬研究”，核能研究所，INER-5652R，97年10月。
- 42.“大氣電漿清潔與活化製程開發”，核能研究所，INER-5764R，97年10月。
- 43.“電漿清潔製程之發展與應用 97年第三季(7月—9月)執行成效報告”，核能研究所，97年10月。

專利：

- 1.「側流式非熱電漿廢氣處理裝置」，獲得中華民國專利，專利證號：I 303582，專利期限：2008.12.1 至 2026.11.15，97年12月。
- 2.「磁控射頻電漿源產生裝置」，獲得中華民國專利，專利證號：I 292440，專利期限：97.01.11~114.09.22，97年1月。
- 3.「可撓性材料之大氣輝光電漿表面處理方法與裝置」，獲得中華民國專利，專利證號：I 295547，專利期限：97.04.01~114.10.13，97年4月。
- 4.「直流蒸氣電漿火炬裝置及其電極熔損抑制方法」，申請美國發明專利，申請案號：12/149,085，97年6月。

5. 「礦物纖維紙之製造方法」，申請中華民國發明專利，申請案號：097110925，97年4月。
6. 「礦物纖維紙之製造方法」，申請美國發明專利，申請案號：12/081,945，97年6月。
7. 「以電漿培燒方式回收廢印刷電路板中有價金屬之方法」，申請美國發明專利，申請案號：12/007,153，97年2月。
8. 「製作熔岩纖維之篩選裝置」，申請中華民國發明專利，申請案號：097119165，97年6月。
9. 「生質廢棄物蒸氣電漿火炬氯化爐裝置」，申請美國發明專利，申請案號：12/076,243，97年4月。
10. 「一種雙模式工作之電漿反應器裝置」，申請日本發明專利，申請案號：2008-33046，97年4月。
11. 「一種雙模式工作之電漿反應器裝置」，申請美國發明專利，申請案號：12/076,252，97年4月。
12. 「一種具雙重放電結構之大氣電漿反應器裝置」，申請美國發明專利，申請案號：12/138,196，97年7月。
13. 「熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法」，申請美國發明專利，申請案號：12/068,249，97年3月。
14. 「高分子材料之大氣電漿雙重接枝聚合裝置及其方法」，申請美國發明專利，申請案號：12/124,685，97年5月。
15. 「利用脈衝電漿沉積二氧化鈦薄膜之方法」，申請中華民國專利，申請案號：097130597，97年9月。
16. 「射頻中空陰極電漿源產生裝置」，申請中華民國專利，申請案號：097131946，97年9月。
17. 「高功率脈衝電源鍍膜方法與裝置」，申請中華民國專利，申請案號：097136578，97年10月。
18. 「微晶矽薄膜鍍膜之生成方法及其生成裝置」，申請中華民國專利，申請案號：097135908，97年10月。
19. 「利用脈衝電漿沉積二氧化鈦薄膜之方法」，申請美國專利，申請案號：12/237,902，97年8月。

- 20.「射頻中空陰極電漿源產生裝置」，申請美國專利，申請案號:12/207,045，97 年 10 月。
- 21.「高分子材料之大氣電漿撥水與撥油改質結構及其改質方法」，申請中華民國專利，申請案號：097138833，97 年 10 月。
- 22.「紡織品之大氣電漿加強天然抗菌與吸濕快乾雙功能改質方法」，申請中華民國專利，申請案號 097140410，97 年 10 月。

培訓碩博士生清單

序號	單位	姓名	碩/博士	就讀學校	備註
1	成功大學	○○○	碩士	成功大學	委託案
2	中興大學	○○○	博士	中興大學	委託案
3	中興大學	○○○	碩士	中興大學	委託案
4	陽明大學	○○○	博士	陽明大學	委託案
5	陽明大學	○○○	博士	陽明大學	本所支助
6	陽明大學	○○○	碩士	陽明大學	委託案
7	陽明大學	○○○	碩士	陽明大學	委託案
8	臺灣大學	○○○	博士	臺灣大學	MF
9	臺灣大學	○○○	碩士	臺灣大學	MF
10	臺灣大學	○○○	碩士	臺灣大學	MF
11	台灣大學	○○○	碩士	台灣大學	委託案
12	中央大學	○○○	博士	中央大學	MF
13	中央大學	○○○	碩士	中央大學	委託案
14	清華大學	○○○	碩士	清華大學	委託案
15	長庚大學	○○○	博士	長庚大學	本所支助