教育部辦理技專校院「發展學校重點特色專案計畫」

九十四年度計畫執行報告(暨九十五年度計畫書)

# 再生能源應用之整合研發與人才培育

Integration Development and Human Resources Education of the Renewable Energy Applications

台技(二)字第 0940071581Y 號

全程計畫:自民國94年1月至民國96年12月止本年度計畫:自民國94年3月至民國94年12月止

南台科技大學

民國 94 年 12 月 15 日

## 目錄

1.	計畫基本資料表	1
2.	整體計畫中文摘要	2
3.	整體計畫英文摘要	4
4.	年度計畫執行成果中文摘要	6
5.	年度計畫執行成果英文摘要	7
6.	年度計畫執行內容及成果說明	8
	6.1 計畫(總計畫、分項計畫)目標	8
	6.2 總計畫與分項計畫,各分項計畫間的整合架構與互動關係	8
	6.3 計畫管理(參與學校間合作方式與整合推動之機制)	10
	6.4 計畫(總計畫及分項計畫)實施方式或教學方法	11
	6.5 人力運用情形說明	19
	6.6 經費運用情形說明(含學校配合款及措施)	20
	6.7 年度計畫執行成效 (請盡量具體、量化)	22
	6.7.1 總計畫	22
	6.7.2 有機太陽電池製作 (子計畫一)	
	6.7.3 太陽電池模組 (子計畫二)	
	6.7.4 再生型燃料電池 - 氫氣儲能技術 (子計畫三)	
	6.7.5 太陽能車專用最大功率追蹤系統 (MPPT) (子計畫四)	
	6.7.6 太陽能車結構與流場分析 (子計畫五)	
	6.7.7 成果發表及展示觀摩	
	6.7.8 綜合成效	
	6.7.9 参考文獻	
7.	經費運用情形一覽表	
8.	年度計畫查核點執行情形	
9.	所面臨問題與因應措施	
10	70-1211	
	10.1 計畫名稱	
	10.2 計畫目標(發展重點項目)	
	10.3 整體計畫所發展之技術	
	10.4 具體內容及配套措施(如校內發展整合情形與現有設施及未來設施規	
	劃、課程規劃、使用規劃、管理規劃等)	
	10.4.1 本校再生能源科技發展整合情形	
	10.4.2再生能源之應用整合以及架設複合動力系統之技術研發	
	10.5 總計畫 - 再生能源應用整合與複合動力原型車開發	
	10.6 子計畫一 - 太陽電池封裝技術及新能源材料開發	
	10.7 子計畫二 - 太陽能車與複合動力車之工程分析	75

10.8	子計畫三 - 可再生型燃料電池	77
10.9	子計畫四 - 液滴行為可視化技術及應用	82
10.10	子計畫五 - 電力與動力系統監控技術	84
10.11	現有設施及未來設備規劃	88
10.12	課程及人力資源規劃	91
10.13	實施進度及分工	92
10.14	年度計畫查核點執行情形	93
11.	經費需求及行政支援	95
附錄一、	歷年計畫執行成效	100

## 圖表目錄

圖表	1	(1) 南台-火鳳凰太陽能車於教育部展示與杜部長合影;(2) 周次長與張司-	長為
		南台-火鳳凰打氣加油	. 23
圖表	2	STUT-Phoenix solar car 在澳洲達爾文 Hidden Valley Raceway	. 23
圖表	3	全固態有機光敏化太陽電池	. 27
圖表	4	有機太陽能電池中使用材料能階	. 28
圖表	5	自身掺雜導電聚苯胺奈米材料合成	. 30
圖表	6	TiO <sub>2</sub> 電極基材的表面改質與自身掺雜聚苯胺的聚合接枝	. 31
圖表	7	有機太陽電池製作與測試	. 32
圖表	8	德國 RWE 晶片,右圖為其結構示意圖,在 AMO 條件下,輸出功率	
		36.29mW/cm <sup>2</sup> [1] ·	. 34
圖表	9	比較各式太陽電池(上)與 RWE 晶片(下)吸收光譜的特性 [2,3]。	. 35
圖表	10	太陽能車晶片封裝結構示意圖	. 36
圖表	11	封裝實驗之溫度-時間圖。	. 36
圖表	12	不同高溫潮濕環境下,PC 和 Tefzel 光學性質的比較。	. 37
圖表	13	Tefzel 之高收縮率易在表面造成溝狀條紋。	. 38
圖表	14	左圖以 Tefzel 進行封裝後,內耗電阻變化情形;右圖以 PC 進行封裝後	,內
		耗電阻變化情形。	. 38
圖表	15	不同 Pt-Ru 含量之陽極觸媒層性能比較	. 44
圖表	16	不同 Pt 含量之陰極觸媒層性能比較	. 45
圖表	17	不同 Nafion 含量之陽極觸媒層性能比較	. 45
圖表	18	不同 Nafion 含量之陰極觸媒層性能比較	. 46
圖表	19	不同操作温度下 MEA 之性能表現	. 46
圖表	20	自製之 MEA 與 [2, 3] 性能比較	. 47
圖表	21	STUT-Phoenix MPPT 與鋰離子電池搭配之電力系統	. 48
圖表	22	太陽能車之結構與外形	. 49
圖表	23	太陽能車骨架之分析模型	. 50
圖表	24	車架承受自重時之變形量分佈圖	. 50
圖表	25	車架承受外部負載時之變形量分佈圖	. 51
圖表	26	車架承受自重與外部負載時之變形量分佈圖	. 51
圖表	27	車架承受自重與外部負載時之 von Mises 應力分佈圖	. 52
圖表	28	車架在無拘束時之自然頻率與振形	. 53
圖表	29	車架受到拘束時之自然頻率與振形	. 53
圖表	30	太陽能車之車身外形	. 54
圖表	31	成果發表暨展示觀摩會	. 55
圖表	32	本校新太陽能車參加 2005 WSC 比賽順利到達終點	. 66
圖表	33	太陽能電池之輸出功率、電流與強度之關係	
		充放雷之調節	. 85

圖表	35	電池充電調節示意圖	85
圖表	36	太陽能車的電路系統	87
圖表	37	能源課程關係圖	91

## 表格目錄

表格	1	能源課程相關師資	. 20
表格	2	2005 WSC 排位賽成績	. 24
表格	3	2005 WSC 拉力賽成績	. 24
表格	4	三組太陽能晶片量測其串聯內耗電阻。	. 39
表格	5	計畫實施進度之甘梯圖	. 92
表格	6	儀器設備經費及經常門經費:專案補助款和學校配合款(單位:萬元)	. 95

# 1. 計畫基本資料表

總言	十畫	名稱	再生能源應用	之整合研發與人才培	育( <u>ht</u>	tp://c	ms.m	e.stut	.edu.tw/ne	w ener	gy/index.htm )
總言	十畫為	編號			執	行	單	位	ţ	白台科	技大學
計	姓	名		張崴縉	計姓		計 姓 名			張崴縉	
畫總	電	話	06-253	33131 #3545		畫聯		話	06-2	5331	31 #3545
主持	傳	真	06-	2425092	丝	絡 傳	傳	真	C	6-242	25092
人 人	E-r	nail	wcchang@	)mail.stut.edu.tw	)		E-m	nail	<u>wcchang</u>	g@ma	ail.stut.edu.tw
全:	程計	·書	經常門		太	年	度	經	常門		6000
核網	定補足行	一 助 費	資本門		核終	· 定補 坚 仟元	前助 費	資	本門		2000
			合 計					合	計		8000
全	全程言		學校配合款 -元)		,	本年	-	校配 元)	合款		2000
計	畫序	號		計畫名稱		3	主持。	人	職和	¥	服務單位
總	計言	畫 0	再生能源應用	之整合研發與人才培	育	į	張崴:	縉	助理教持進車輛約		南台科大 機械系
分巧	頁計:	畫1	有機太陽能電	池		;	楊乾	信	教技	受	南台科大 化學工程與 材料工程系
分巧	頁計:	畫2	太陽電池模組			;	林克	默	助理教	<b>炎授</b>	南台科大 機械系
分巧	頁計:	畫3	再生型燃料電	池		į	張崴:	縉	助理教持進車輛組		南台科大 機械系
分巧	頁計 [	畫 4	太陽能車專用 (MPPT)	最大功率追蹤系統		,	彭守	道	副教	授	南台科大 機械系
分巧	頁計:	畫 5	太陽能車結構	與流場分析			呂金		副教	_ 授	南台科大 機械系

註:本表資料及相關數據請依據核定後之詳細計畫書填寫。

## 2. 整體計畫中文摘要

(關鍵詞:有機太陽能電池、太陽電池封裝、最大功率追蹤系統、可再生型燃料電池、 應力分析、太陽能車、複合動力)

本計畫之執行方式,乃結合本校相當注重之學生實務專題進行。三年內依序將新能源中心支持之各實驗室所累積的的研發能量,應用於以再生能源為動力之實務作品上,以成品展現成果。此法不僅可避免計畫之不切實際或流於形式,對學生之學習亦較具吸引力,使學生在動手製做的過程中學習如何將理論用於實務。預計完成之專題作品依次為:

- (1) 太陽能車 (已完成)
- (2) 複合動力原型車之開發 再生能源應用之整合
- (3) 再生能源複合動力車

第一年之發展重點,具體目標為製造本校新太陽能車-南台火鳳凰,因該車之製作 所衍生之各相關子計畫如下:

- (1) 有機太陽能電池
- (2) 太陽電池封裝
- (3) 最大功率追蹤技術
- (4) 太陽能車結構與流場分析
- (5) 氫氣儲能技術

第二年之子計畫除改善原有太陽能車之性能外,更將朝向太陽能-燃料電池雙動力源之複合動力車邁進。因為系統較為複雜,年度計畫目標以開發系統原型為主。

- (1) 太陽電池封裝技術及新能源材料開發
- (2) 電力與動力系統監控技術
- (3) 太陽能車與複合動力車之工程分析
- (4) 液滴行為可視化技術及應用
- (5) 可再生式燃料電池

第三年各計畫之發展,將進一步協助完成複合動力車之製作,各分項計畫名稱為:

- (1) 新式太陽電池製作
- (2) 複合動力控制系統
- (3) 太陽能車與複合動力車全車分析
- (4) 太陽晶片散熱分析技術
- (5) 太陽能 燃料電池複合動力系統

此外,將配合再生能源科技發展趨勢,積極增強研究設備、推動群體研究、有效運用既有之研究資源、加強跨系所及跨學院之合作,並積極與南部科學園區產學協會及

國內外學術單位進行學術合作與交流,藉以提昇學術研究水準,並邁向國際化。

本計畫第二年將以機械及電機兩系為主,期能在現有架構上進一步強化電力與動力系統性能,並逐步擴充計劃規模,目標為:

- () 強化和再生能源系統元件製備技術相關之實驗室,鼓勵其他實驗室轉型加入新 能源中心,並共享資源。
- () 專題作品與個各實驗室專長結合,開設『再生能源』相關課程,讓學生從實作中知不足而能主動去學習。
- () 強化大學部學生了解未來再生能源整合方法、能源系統元件製作與量測、再生 能源系統裝設等最新技術研發。
  - () 辦理『再生能源整合』相關技術研討會。

## 3. 整體計畫英文摘要

(Keywords: organic solar cell, encapsulation, MPPT, regenerative fuel cell, stress analysis, solar car, hybrid)

The executive method of this project is combined with the 「Student Special Project Practice」, which is a highly considered course in STUT. By using the cumulative research results, which are developed by supported laboratories of New Energy Center every year, to the practical products powered via renewable energy, the final results can also be displayed accordingly. This method avoids the project from becoming impractically or formally, and much easier to attracts students to learn, moreover, to educate students from the hand-on process to apply theories learned in the classrooms on a real product. The factures for each year are as following:

- (1) Solar car (finished)
- (2) The development of the prototype hybrid car Integration of renewable energy applications
- (3) Hybrid car with renewable energy

The goal of the first year project aims on making a brand new STUT-Phoenix solar car. The extended projects are:

- (1) Organic solar cells
- (2) The encapsulation of solar cells
- (3) Maximum power point tracking technology
- (4) Structure analysis of STUT solar car
- (5) Technology of energy storage through hydrogen

The object of the second year project is not only improving the performance of Phoenix solar car, but also moves forward to a electric car powered by a hybrid system with solar cell and fuel cell. Due to the complex system, a prototype model will be developed as a main goal in this year project.

- (1) Study on encapsulation technology and new material for solar cell
- (2) Power management and control
- (3) Engineering analysis for solar car and hybrid car (I/II)
- (4) Advanced visualization techniques for the analysis of liquid drop interactions
- (5) Regenerative fuel cells

The extended projects in the third year will further assist to complete the default hybrid car.

- (1) Making new solar cell
- (2) Hybrid power control system
- (3) Engineering analysis for solar car and hybrid car (II/II)
- (4) Multi-mode Heat Transfer Analysis of Solar cells
- (5) Study on hybrid system with solar cell and fuel cell

Furthermore, according to the developing trend of renewable energy technologies, New Energy Center will improve the research facilities aggressively by promoting the team-work research projects, using the existed research resources effectively, emphasizing the intercollegiate and interdepartmental co operations and seeking opportunities to cooperate with the Academia-Industrial Consortium for Southern Taiwan Science Park and outstanding research units around the world, hence to promote itself internationalized.

The main body of the second year project will be a joint venture of Mechanical and Electrical Engineering departments, hence to improve the performance of power system on existed electrical structure, and to extend the scale of this project. The final objects are:

- O To improve facilities of laboratories related to renewable energy on manufacturing of system units. Encourage interested laboratories to alternate their research field to renewable energy
- O To relate the final project factures to the specialties of each supported laboratories, and set up renewable energy related courses. Students will learn more actively from doing the special project when they meet the problems.
- O To impress undergraduate students the importance of the following new technologies in the future: integration method of renewable energy, manufacture and measurement of parts in the energy system and installation of renewable energy.
- O To organize workshop related to ☐ Integration of Renewable Energy \_ technologies.

## 4. 年度計畫執行成果中文摘要

經由各分項計畫研發成果所提供的技術支援,以及參與製作之老師和學生不眠不休的辛勤努力,南台-火鳳凰太陽能車經過近九個月的趕工,四名製作教師及十二名學生於 9/17 開赴澳洲,參加「2005 World Solar Challenge」,挑戰縱貫澳洲 3015 公里之極限測試。在沙漠荒原中度過七天的考驗,火鳳凰成功的憑藉太陽能的力量走完全程。儘管拉力賽成績不如預期,但在達爾文賽車場內的排名賽則獲得第五名的佳績,初試啼聲便讓國際上其他隊伍眼睛為之一亮,除了顯現南台科大師生的能力已達世界水準,也加深國際對台灣致力於再生能源研發的印象。

太陽能車之基本構造可以分為六大部份,本計劃著眼於太陽能車電路系統,以更高效率為目標,此外亦多方探討其他可搭配之再生能源應用。

有機太陽能電池之發展主要為降低造價,不用昂貴之砷化鎵電池;另一目標訴求即為環保,希望將毒性極強之太空級太陽電池基材以有機材料取代。聚苯胺衍生材料應用於全固態光敏化太陽電池之結果,已成功將 IPCE(%) 值提升超過 6%。

太陽電池封裝技術之發展,有助於提升整體晶片效率,延長使用壽命。已自行研發之製程所試封裝之兩個晶片模組,裝設於新太陽能車上並完成3000公里測試。

最大功率追蹤技術之研發已掌握關鍵問題,結構分析部份亦與實際發生狀況相互驗證,都將做為後續太陽能車性能改良之依據。燃料電池製作部分業已完成基礎製程開發,對於複雜度極高之可再生性燃料電池之製作方法已掌握重點。複合動力車將使用之燃料電池系統業已經完成初步設計,待太陽能系統之設計決定後,即可進行系統搭配之規劃。

本校新製之太陽能車為本年度執行成果之總成,比賽結果證明南台科大於太陽能車 製作上已具一定水準,亦再次顯示本校對再生能源發展之決心。

## 5. 年度計畫執行成果英文摘要

Supporting by the research results of all extended projects, and efforts from hardworking academic staffs and diligent students, STUT-Phoenix solar car team flew to Australia for WSC 2005 after about nine months rush work. 16 members in total traversed 3015 km rigorous journey from the north to the south in Australia outback to explore the limit of their solar car. Stay 7 days in the desert, Phoenix solar car completed their trial and entered Adelaide all by solar power. Although the rally competition result was not as good as expect, Phoenix solar car won the fifth place from the grid position race in Darwin, as a fresher in the WSC this outcome astounded all other entry. Not only prove that the ability of STUT members have reached the world level, but also impressed all other countries that Taiwan government is devoting on renewable energy development.

The basic structure of a solar car can be classified into six parts. This project focuses on the electrical system and tries to increase efficiency, and also seeking any cooperation opportunity with other renewable energy applications.

The development of the organic solar cells can reduce the cost of using solar energy, and avoid using the expensive GaAs solar cell. The other object is about environment protection, which intends to replace the toxic material with organic substance. Using sulfonated polyaniline in organic solar cell has been proved that the IPCE(%) can be reached to more than 6%.

The encapsulation technology of solar cell can improve the efficiency of solar array, and increase the life time of whole module. Two solar cell modules laminated by home-made process were installed on the Phoenix solar car and completed a 3000 km test.

The key point of maximum power point tracking technology has been hold, the structure analysis of frame and body were examined with the practical problems of solar car, and all the results will be adopted as guides for future development. The process of making fuel cells has been developed by the project, hence the method of making a regenerative fuel cell, which is considered more complicate, is captured. The initiate design of fuel cell system for the hybrid car has been finished, as long as the solar system is decided, the combination of two power systems will be designed immediately.

The Phoenix solar car represents the final result of this project. Competition outcome has proved STUT is capable of making a world standard solar car, and showed the determination of developing the renewable energy.

## 6. 年度計畫執行內容及成果說明

#### 6.1 計畫(總計畫、分項計畫)目標

再生能源是目前重點發展技術,南台科大近年來在此相關領域投入甚多人力物力,不論在風能、太陽能的應用研發上皆領先其他大學,比如說太陽能路燈、太陽能車與風力發電等。為更加提升在能源科技之研發能量,南台科技大學工學院於 92 年度成立『新能源中心』,跨系整合新能源與再生能源等相關專長的師資與設備,並進行關鍵元件研究、系統設置技術開發及人才培訓等任務。本計畫延續 93 年度『新能源科技研發與人才培育』計畫,為能達到整合目的,集中研發能量,新能源中心以再生能源發展為近三年之執行目標,探討複合動力之相關技術整合方法。期望在計畫執行過程藉由提供相關課程供學生學習,建立基礎觀念;更希望經由製作技術之傳授,落實推動再生能源之理念。

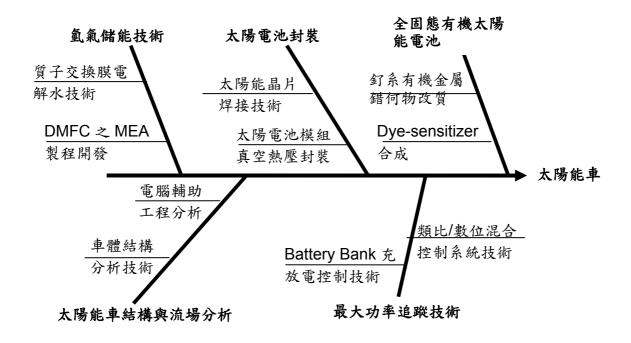
#### 主要目標為:

- 強化新能源中心教育功能,以技專院校重實做特點,發展本校特色 再生能源應用。
- 2. 培育相關領域研究人員,建立自主之關鍵性技術。

配合機械系先進車輛組學生專題,今年度完成之再生能源應用作品為太陽能車, 最高時速超過 125km/hr,該車並遠赴澳洲參加「2005 年世界太陽能挑戰賽」。

#### 6.2 總計畫與分項計畫,各分項計畫間的整合架構與互動關係

以下為今年度計畫之魚骨圖,各分項計畫衍生之關鍵技術亦可窺見一般。



本校對於新能源科技相關研究與教學相當重視和支持,近年來本校有 20 位老師投入新能源相關科技之研究,學校並大力投入經費發展。因此本校工學院將新能源科技列為長期之研究項目,並以『新能源載具之研製』、『太陽能電池製作』、『太陽電池模組設計製作與應用』、『燃料電池之研發及應用技術』、『直交流轉換器研製』及『新能源系統設置技術』等項目作為發展重點,並由機械系、電機系、電子系及化工系負責推動。由於本校新能源科技由工學院主導,因此具有技術、人力、設備及資源之整合與共享之優異環境。僅就全程計畫參與之各系特色及發展重點目標說明如下:

#### 機械系:

機械系由新能源中心主導,已逐步建構再生能源研發設備及量測儀器,並培育出太陽光電/風力發電及相關系統控制的師資,此外先進車輛組長期致力於省油技術開發,對於車輛製作研發亦累積甚多能量。近年來所設置之相關實驗室計有太陽光電/風力發電實驗場、太陽電池模組製作實驗室、未來動力系統實驗室、電子控制實驗室、自動控制實驗室,近幾年之系重點目標與再生能源相關者為『太陽電池模組設計製作與應用』、『燃料電池之研發及應用技術』及『新能源系統設置技術』。

#### 化工系:

為配合國家產業發展現況及台南科學園區之設立,以「高分子材料科技」、「光電半導體材料科技」與「生醫及奈米材料科技」等三大領域為發展方向。近年來添購之設備計有:130 kV 穿透式電子顯微鏡(TEM)、400MHz 核磁共振光譜儀(NMR)、X-射線繞射光譜儀(XRD)、多功能螢冷光吸收光譜儀、分析級高效能液相層析儀(HPLC)、原子吸收光譜儀(AA)、氣相層析儀 (GC)、原子力顯微鏡(AFM)、紫外線及可見光分光譜儀(UV)、塑譜機 (Haake)、動態機械分析儀 (DMA)、示差掃描熱卡計 (DSC)、熱重分

析儀(TGA)等。『高分子材料中心』之重點研究目標為『有機太陽能電池製作』。

### 電機系:

有再生能源實驗室、電力電子實驗室,並且電機系擁有不少與半導體、奈米光電相關的師資與儀器設備,重點目標為『直交流轉換器研製』,如開發 5 KVA 正弦波輸出直交流轉換器及馬達控制實驗室等。

本年度計畫以跨科系方式,整合本校工學院「新能源中心」與化工系「高分子材料 中心」已有的新能源科技相關領域之師資與儀器設備,共同執行此『再生能源應用之整 合研發與人才培育』重點特色計畫。

#### 6.3 計畫管理(參與學校間合作方式與整合推動之機制)

協調單位為工學院,負責相關行政支援。本計劃真正執行是以新能源中心為核心單位,各子計畫之管理為計畫主持人負責,並配合新能源中心執行各分項工作。課程之安排乃針對工學院學生,惟因課程內容之規劃與時段之安排並非可以隨時調整,因此主要針對既有與再生能源應用相關課程,與各系所協商,提出建議選單提供學生參考,避免課程開立流於形式,無法取得最佳效果。

課程合作方式採取由總計畫主持人負責,子計畫主持人進行課程設計與規劃,完成後提報該系系務會議討論、通過,並提出建議課程通知各子計畫參與學生選課。每學期末召開檢討會議,由計畫內所有老師與本計劃主持人出席,針對學生之學習成果與反應進行檢討,以作為新學期教學內容之參考依據,期能達到良好教學效果。子計畫內之設備採購及實驗室規劃,由負責老師進行初步設計後,交由系採購委員會及空間規劃委員會開會審查,最後交由各系務會議決定採購項目。另林克默老師負責連絡相關廠商,辦理研討會等相關事宜,加強產學溝通建立產學互動機制。本計畫執行的老師亦需推動產學合作、設計學生實驗課程,並推廣建立技術平台,使本計畫執行成果可以進一步推展至業界,並提供專業咨詢服務等。

為確保本計畫之執行績效,各分項工作採取控制查核方式進行管理,每一分項工作在每一季均訂定明確之查核點,季末會議時則實際按查核點進行查核,若未能達成查核進度時,則立即檢討原因,並提出修正方案,期能趕上進度,避免落後原定規劃。查核點管理模式除可以規範各分項工作之進度外,對跨院系之整合亦具有很好之督促效果,例如儀器設備、實驗用藥品之購買,皆牽涉到總務處之採購業務,經由查核可以加速計畫進行。制定查核點後,於計畫開始執行時,即可提供查核進度表給相關單位,並列入各單位之年度計劃中,各單位即可預先知道必須辦理之業務,對計畫之推展有很大之幫助。

#### 6.4 計畫(總計畫及分項計畫)實施方式或教學方法

#### 總計畫

總計畫之實施以產出成品為目標,結合實務專題進行製作。子計畫之研發成果則用來提供性能改善之參考依據。「太陽能車製作」專題由 17 名機械系先進車輛組之大學部三年級學生參與,相關課程為「汽車省能與防污技術」- 修課人數 38 人;「車輛工程概論」- 修課人數 98 人。

#### 子計畫一 - 有機太陽能電池

子計劃一由楊乾信老師擔任主持人,負責專題之規劃及相關進度之設計。考量化工科系學生之背景及未來出路,本計畫以專題製作方式培養學生在有機太陽能電池之專長。由於材料科技課程內容非常活用且日新月異,因此在教學方法上,亦採取靈活教學方式進行。課程強調實務經驗之學習,這種結合理論與實際之授課方式,將使學生畢業後更能適應職場之挑戰。學生在修習基礎課程後,於四技三年級及二技一年級需選定專題研究之題目,於實驗室中完成,並完成書面報告一份,方可畢業。透過這種「專題研究」課程,使學生更深入有機太陽電池製作的核心。

#### 子計劃二 - 太陽電池模組

目前台灣太陽能晶片的封裝方式已逐漸由灌膠生產方式升級到使用專業級真空熱壓機來製作太陽能晶片模組。本計畫中安排「太陽光電技術」與「實務專題製作」兩項課程,使用真空熱壓封裝機與恆溫恆濕機作為教學及實驗工具,經由動手操作了解封裝技巧,並藉由分析太陽能晶片在不同光照強度下的 I-V 特性曲線來推估封裝過程中晶片效率損失以及內耗電阻變化的情形,以作為評估封裝製程參數對晶片效率的影響。

實務專題製作:「太陽能晶片量測程式及光源製作」,學生2人。

實務專題製作:「太陽電池模組封裝夾具設計與製作」,學生5人。

太陽光電技術課程,學生24人。

## 子計劃三 - 再生型燃料電池

子計劃三由張崴縉老師擔任主持人,所開設課程為 「燃料電池應用技術」、「燃料電池原理」(研究所課程,全英文授課)。相關設備放置於本校機械工程館內之「未來動力系統實驗室」。另三年級之 「流體力學」屬基礎課程,旨在提供學生學習流道設計與流體行為模式之基本觀念。

為加強學生對燃料電池之認識,學生於修課期間須自行安排時間至實驗室進行性能測試。除可實際了解如何操作外,亦訓練實驗室之研究生講解說明能力,更藉由修課生之提問達到戰學相長之目的。

課程選修人數:120名

大專生參與國科會計畫:1件

碩士班研究生:2 名

## 子計劃四 - 太陽能車專用最大功率追蹤系統 (MPPT)

要實現太陽光電池的最大功率,主要的方式為日照強度之提升與最大功率點之追蹤。前者可轉動太陽能板的角度追蹤太陽,或使光線經由透鏡聚焦。後者可控制負載大小及電流,使電池工作在最大功率點。本子計畫以實務進行,搭配設計之太陽能電池模組,期能將功率轉換之效率提升至95%以上。本計劃之進行分為舊有MPPT模組之使用最佳化設計,由實務專題學生負責。另為能發展自有系統,開設之課程有「自動控制」。

專題實務學生:2名

課程選修人數:209名

#### 子計劃五 - 太陽能車結構與流場分析

藉專業電腦輔助設計及工程分析套裝軟體,搭配實物量測方式,進行新太陽能車 結構與外形之設計及分析,考慮車體結構強度、振動模態及流場特性等因素,以開發出 堅固質輕的車體結構及省能低風阻的車身外形。開設課程為「電腦輔助工程分析」,模 擬部分委由實務專題學生進行分析。。

專題實務學生:8名

課程選修人數:37名

#### 相關課程

綜合各計畫及工學院內與再生能源相關課程,提供學生建議選修之部分課程如下:

<b>ダロド・</b>			
課程名	稱:矽鍺材料與光電元件技術	<ul><li>■ 新開課程</li><li>□ 現有課程</li></ul>	<ul><li>□ 曾接受補助</li><li>■ 未曾接受補助</li></ul>
	申請補助項目(可複選): 🗌 實習教材編撰 📕	課程教材編撰 ■ 教學	·實驗設備改善
基本資料	授課教師:林克默		級:二、四技4年級
貝が	預修課程:無	學分數	: 3 學分
	開課之時間: 94年09月~95年01月	預估修	·課人數:35~45 人
	*太陽能光電系統關鍵組件介紹		
	*太陽能電池之電壓電流特性		
課程	*電流感測與充放電電路分析		
大綱	*最大功率追蹤法		
	*太陽能光電照明系統		
	*太陽能與其它能源之配合應用		
課程名	稱:流體力學	□ 新開課程	□ □ 曾接受補助

		■ 現有課程	■ 未曾接受補助
	申請補助項目(可複選): [ ] 實習教材編撰	課程教材編撰 🗌 教	(學實驗設備改善
基本資料	授課教師:張崴縉 預修課程:無 預期開課之時間: 94 年 09 月~95 年 01 月	學分數:	:二、四技3年級 3學分 人數:35~45人
課程大綱	<ul><li>*概論與基本觀念等基本觀念及術語</li><li>*静力與動力</li><li>*控制體積基本方程式之積分式與微分式</li><li>*不可壓縮之無黏性流動及黏性流動</li><li>*因次分析與相似性</li><li>*外部不可壓縮黏性流動</li></ul>		
課程名和	<b>偁:工程熱力學</b>	<ul><li>」新開課程</li><li>■ 現有課程</li></ul>	<ul><li>□ 曾接受補助</li><li>■ 未曾接受補助</li></ul>
	申請補助項目(可複選):□ 實習教材編撰 ■ 課程	星教材編撰 □ 教學實際	臉設備改善
基本資料	授課教師:陳榮洪 預修課程:無 開課之時間: 94 年 09 月~95 年 01 月	學分數:	: 四技 2 年級 3 學分 人數: 35~45 人
課程大綱	*熱力學第二定律的說明與應用 *Entropy 的說明與計算 *控制體積的第二定律分析 *不可逆性與可用性的相關定義與應用 *動力與冷凍系統	[W. 2.5]	
課程名和	<b>海:熱傳學</b>	<ul><li>」新開課程</li><li>■ 現有課程</li></ul>	<ul><li>□ 曾接受補助</li><li>■ 未曾接受補助</li></ul>
	申請補助項目(可複選):□ 實習教材編撰 ■ 課程	星教材編撰 □ 教學實際	臉設備改善
基本資料	授課教師:徐中華 預修課程:無 預期開課之時間: 94年 02月~94年 07月	學分數:	:二、四技3年級 3學分 人數:35~45人
課程大綱	<ul><li>*概論</li><li>*熱傳導</li><li>*熱對流</li><li>*熱輻射</li></ul>		
	*熱傳學之工程應用		

課程名	稱:電腦輔助工程分析	■ 新開課程		□ 曾接受補助
W	111 A WENT LINES A - VI- VA 1.1	□ 現有課程	Ē	未曾接受補助
	申請補助項目(可複選): □ 實習教材編撰 ■	課程教材編撰	教學實馬	<b></b>
基本	授課教師:呂金塗		開課年級:	二、四技4年級
資料	預修課程:無		學分數:3	
	預期開課之時間: 94年09月~95年01月			數:35~45人
	*電腦輔助工程及分析軟體簡介		1// 1- 1/	
	*機構運動分析模型之建立			
課程	*敏感度分析及最佳化設計			
大綱	*機構運動分析案例			
7500	*有限元素法及分析軟體簡介			
	*桁架、樑及構架之分析			
	*一至三維元素與問題分析			
	*結構強度分析案例			
	*結構振動分析案例			
	个 后 傳 似 刬 刀 利 未 內			
課程名	稱: 燃料電池原理(全程英文教學)	□ 新開課和		□ 曾接受補助
m/4-1		■ 現有課和	呈 	■ 未曾接受補助
	申請補助項目(可複選):□ 實習教材編撰 ■	課程教材編撰	■ 教學實馬	
基本	授課教師:張崴縉		開課年級	: 研究所 1、2 年級
資料	預修課程:無		學分數:3	
	預期開課之時間: 95年 10月~96年 01月	₹	•	人數:20~35人
	*Introduction	1	スロッ・	人女 - 20 00 / 2
	*Electrochemical principles of Fuel C	عااه		
課程	*Types of fuel cell	) Ciio		
	* Fueling fuel cells			
/\^r1	* Possible Applications			
	* Practical operation			
	↑ Γαυτισαι οροτατίστι			
		一 好用油	tea	□ 治拉金铁山
課程名	稱:自動控制	新開課和		■ 曾接受補助
, ,		■ 現有課和	呈	未曾接受補助
,	申請補助項目(可複選): 🗌 實習教材編撰 📕	課程教材編撰	□ 教學實施	驗設備改善
基本	授課教師:彭守道		開課年級	: 二、四技 3, 4 年級
資料	預修課程:無		學分數:3	
	開課之時間: 95年 10月~96年 01月			人數:35~45人
	*動態系統模型與分析			
	*回饋控制之基本特性			
課程	*根軌跡設計法			
大綱	*頻率響應設計法			
75014	*狀態空間設計法			
	*應用			
<u></u>	1 7/3/19			
		立 田 七田 七	tra .	
課程名	稱:最佳化控制(全程英文教學)	新開課和		■ 対象を対象
		■ 現有課和	星	■ 未曾接受補助
,, ,	申請補助項目(可複選): 實習教材編撰	課程教材編撰	教學實	驗設備改善
基本	授課教師:黃東雍		開課年級	:碩士班1年級
資料	預修課程:無		學分數:3	3學分
	預期開課之時間: 95年10月~96年01月		預估修課	人數:20~35 人
	*Introduction		•	

*Calculus of Variations and Optimal Control							
課程	* Pontryagin Minimum Principle						
大綱	*Linear Quadratic Optimal Control Sy *Linear Quadratic Optimal Control Sy						
	* Discrete-Time Optimal Control Systems						
	,						
		□ 新開課程	□ 曾接受補助				
課程名和	<b>偁:精密控制系統實務</b>	■ 現有課程	■ 未曾接受補助				
	申請補助項目(可複選): ■ 實習教材編撰 ■		教學實驗設備改善				
基本	授課教師:黃東雍		果年級:碩士班1年級				
資料	預修課程:無		分數:3學分				
	預期開課之時間: 95年02月~95年07月	預行	古修課人數:20~35 人				
	*Introduction						
課程	*Positioning Systems & Its Compone	ents					
大綱	*Metrology - Standards, Accuracy, R	epeatability and Instr	ruments				
	*Synchronous Movement - Requirem	nents, Structures, and	d Measurement				
	*Practical Control Methodology and F	Related Issues					
	*Applications						
		新開課程	□ 曾接受補助				
課程名和	<b>新</b> : 新能源工程	□ 現有課程	■ 未曾接受補助				
	申請補助項目(可複選):□ 實習教材編撰 ■	課程教材編撰 🔲 非					
基本	授課教師:林克默	開言	果年級:二、四技4年級				
資料	預修課程:無	7	分數:3學分				
	預期開課之時間: 94年 02月~94年 07月	] 預1	古修課人數:35~45人				
	*太陽能工程:光電及光熱 *風力發電工程						
課程	*小水力發電工程						
大綱	*地熱發電工程						
	*生質能發電工程						
	*海洋潮汐發電工程						
課程 名和	<b>偁:生物化學</b>	□ 新開課程	□ 曾接受補助				
<b>以</b>		■ 現有課程	■ 未曾接受補助				
	申請補助項目(可複選):□ 實習教材編撰 ■	課程教材編撰 🗌 扌	<b></b>				
基本	授課教師:施美秀		<b>果年級:二、四技3年級</b>				
資料	預修課程:無		分數:3學分				
	開課之時間: 94 年 09 月~95 年 01 月 *Amino Acids, Peptides, and Proteins		古修課人數:35~45人				
	*Protein Architecture and Biological I						
課程	*Enzymes I: Reactions, Kinetics, Inhi		ons				
大綱	*Carbohydrates: Structure and Biolog	gical Function					
	*Lipids, Biological Membranes, and (						
	*DNA and RNA: Structure and Funct		and PMA				
	* DNA Replication and Transcription:	DIOSYNTHESIS OF DINA	anu KINA				
_							
課程名和	<b>爯:光電材料</b>	□ 新開課程	□ 曾接受補助				

		■ 現有課	程	■ 未曾接受補助
	申請補助項目(可複選):□ 實習教材編撰 ■	課程教材編撰	□ 教學實具	驗設備改善
基本 資料	授課教師:吳文昌 預修課程:無		開課年級 學分數:	:二、四技3年級 3.學公
	開課之時間: 94 年 09 月~95 年 01 月			5 字分 人數:35~45 人
	*矽與化合物半導體			
1	*微影照相用材料			
課程	*掺雜材料			!
大綱	*介電質材料			!
		- +/ BB 78		
課程名言	稱:薄膜工程	□ 新開課		□曾接受補助
ــــــ	T	現有課		■ 未曾接受補助
# 1	申請補助項目(可複選): [ 實習教材編撰	課程教材編撰		驗設備改善
基本資料	授課教師:蔡明雄			:研究所一年級
貝 作	預修課程:無		學分數:3	
<u> </u>	開課之時間: 94 年 09 月~95 年 01 月 *Reviews of material science		預估修課	人數:20~35人
i	* Reviews of material science  * Introduction of thin film application			!
課程	*Vaccum			!
大綱	* Physic vapor deposition			I
	* Chemical vopor deposition			ĺ
i	*Sol-gel thin film			
i	*The other processes of thin film			
<u> </u>	*Characterization of thin film			
四和力	2. 工,因 cm	□ 新開課	· · · · ·	□ 曾接受補助
課程石石	稱:電化學應用	■ 現有課		★曾接受補助
	申請補助項目(可複選):□ 實習教材編撰 ■	課程教材編撰	□ 教學實際	驗設備改善
基本	授課教師:吳文昌		開課年級	:二、四技4年級
資料	預修課程:無		學分數:	· · · ·
L	開課之時間: 94年 09月~95年 01月		- '	人數:35~45人
	*電化學基礎			
	*表面處理			
課程	*電鍍			
大綱	*陽極氧化 *化成處理			
i	* 化成處理 * 電化學感應器			
i	*電子材料之應用			
	का का वाचवा । <i>चाळा</i> ल			
		- 24 0H JU		
課程名言	稱:太陽電池製程技術	■ 新開課		■ 生的技术证明
<u> </u>		□ 現有課		■ 未曾接受補助
L	申請補助項目(可複選):□ 實習教材編撰 ■	課程教材編撰		驗設備改善
基本	授課教師:楊乾信		開課年級	:二、四技4年級
資料	預修課程:半導體材料、有機化學、光電材料		學分數:	• •
<u> </u>	預期開課之時間: 94年 02月~94年 07月	į	預估修課	人數:35~45 人
1	·			
1	*太陽電池光電轉換理論			
ᄱᄱᄱ	*太陽電池光電轉換效率測定方法			
課程				

	*單晶系太陽電池概述與製程技術			
	*多晶系太陽電池概述與製程技術			
	*三、五族半導體太陽電池概述與製程			
	*二、六族半導體太陽電池概述與製程	建技術		
	*敏化染料太陽電池概述與製程技術			
	*太陽電池未來應用			
细印力1	ゆ・ 電 工 組	□ 新開課	呈	□ 曾接受補助
<b> </b>	<b>稱:電工學</b>	■ 現有課	呈	■ 未曾接受補助
	申請補助項目(可複選): □ 實習教材編撰 ■	課程教材編撰	□ 教學實	驗設備改善
基本	授課教師:吳敏光	. , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,		:四技2年級
資料	預修課程:無		學分數:	
	預期開課之時間: 94 年 09 月~95 年 01 月	l		人數:35~45 人
	*歐姆定律與電能、電功率之計算	•	17/ 12 12 11	-24
	*克希荷夫電流與電壓定律			
課程	*串並聯電路之計算,節點電壓與迴路			[等效電路
大綱	*磁場強度與磁通量密度之關係,導磁			
	*電磁效應:安培右手定則與法拉第磁			
	*交流電之基本觀念,有效值、平均值 態分析	與敢大值之關係	,電風、電	谷與電阻電路之交流穩
	窓分析			
_		<u> </u>		1
理积夕4	稱:電力電子學	□ 新開課	呈	□ 曾接受補助
环任石1	件・电力电子	■ 現有課程	呈	■ 未曾接受補助
	申請補助項目(可複選): 🗌 實習教材編撰	課程教材編撰	□ 教學實	驗設備改善
基本	授課教師:蔡明村		開課年級	:四技2年級
資料	預修課程:無		學分數:	
	預期開課之時間: 94年 09月~95年 01月			人數:35~45人
	*電力電子系統介紹			
	*功率半導體介紹			
課程	*二級體整流器			
大綱	*線頻相位控制整流器			
	*直流至直流轉換器 *切換式直流至交流轉換器			
	*共振式轉換器			
	*切換式直流電源供應器			
			ie.	□ 曾接受補助
課程名	稱:電動機控制	新開課和		
	T	現有課程		■ 未曾接受補助
± <del>1</del> 1	申請補助項目(可複選): 🗌 實習教材編撰 📕	課程教材編撰	□ 教學實	驗設備改善
基本	授課教師:陳文耀			:四技4年級
資料	預修課程:無	_	學分數:	•
-	預期開課之時間: 95年 10月~96年 01月	1	]預估修課	人數:35~45 人
	*電動機控制系統			
課程	*電動機之傳統控制			
大綱	*直流電動機之固態控制			
	*交流電動機之固態控制			
	*伺服電動機控制			

\*步進電動機控制

	*特殊控制法			
	*保護裝置			
課程名	<b>稱:電源供應系統</b>	新開課和		□ 曾接受補助
	T	■ 現有課程	程	■ 未曾接受補助
± 1.	申請補助項目(可複選): □ 實習教材編撰 ■ 言	课程教材編撰		驗設備改善
基本資料	授課教師:朱慶隆			:碩士班1年級
タイ)	預修課程:無 預期開課之時間: 95年 10月~96年 01月		學分數: 頭仏修課	3 学分 人數:25~35 人
	*Introduction		以口沙叶	<u>/(数:20 00 /(</u>
	*Review of Switching Concepts and Pow			
課程大綱	*Switching Circuit, Power Computations *Nonisolated Switch-Mode dc-dc Conve		ent Concep	ots
入納	* Isolated Switch-Mode dc-to-dc Convert			
	*Soft-Swtiching dc-dc Converter			
细和力1	∞・DCD 日 J 、 HI	□ 新開課和	程	□曾接受補助
<b></b>	稱:DSP 晶片入門	■ 現有課程	程	■ 未曾接受補助
	申請補助項目(可複選): □ 實習教材編撰 ■ 言	課程教材編撰	□ 教學實	驗設備改善
基本	授課教師:朱慶隆			:四技4年級
資料	預修課程:無		學分數:	•
	預期開課之時間: 95 年 10 月~96 年 01 月 *DSP 晶片系統概論		損伍修課	人數:35~45 人
	*TMS320F24x DSP 晶片簡介			
課程	* DSP 晶片之基本功能			
大綱	*C2000 Code Composer 軟體環境 *DSP 晶片基本程式練習及設計			
	and year of the delta de			
		□ 新開課和	<del></del>	□ 曾接受補助
課程名	稱: 模糊理論	■ 現有課和		■ 未曾接受補助
	申請補助項目(可複選): □ 實習教材編撰 ■ 訂	 課程教材編撰	□ 教學實	驗設備改善
基本	授課教師:凌拯民		開課年級	:碩士班1年級
資料	預修課程:無		學分數:	•
	預期開課之時間: 95 年 10 月~96 年 01 月 *Introduction		損估修課	人數:25~35人
	*Basic Concepts of Fuzzy Theory			
課程	*Fuzzy Arithmetic			
大綱	*Fuzzy If-Then Rules *Fuzzy Logic Theory			
	*Fuzzy Logic Theory  *Fuzzy and Probability Theory			
	*Fuzzy Theroy Applications			
细妇夕的	· 审队庙 4 八七畑公	■ 新開課程	Ž	□ 曾接受補助
<b></b>	<b>等:實驗應力分析概論</b>	□ 現有課程	星	■ 未曾接受補助
	申請補助項目(可複選): 🗌 實習教材編撰 📕 🔡	果程教材編撰	□ 教學實	驗設備改善
基本	授課教師:劉乃上			:二、四技4年級
資料	預修課程:無		學分數:3	
	預期開課之時間: 9x 年 02 月~9x 年 06 月 *光測力學簡介		預估诊課/	人數:35~45 人
	- 204454 -1 18471			

課程大綱	*殘餘應力分析
	*電子封裝及太陽能晶片封裝可靠度分析

#### 6.5 人力運用情形說明

本計畫參與人員為本校師生及行政人員,5名子計畫主持人皆隸屬工學院,分屬機械系及化工系。子計畫主持人亦為計畫所規劃之實驗室的管理人與各項設備之運用與維修負責人。新能源中心為核心單位,負責整合工作,林克默老師亦經常協助相關資料蒐集與廠商接洽事宜。

- 1. 光電實驗室 (化工系) 楊乾信
- 2. 太陽電池模組製作實驗室 (機械系) 林克默
- 3. 汽車感測與控制實驗室 (機械系) 彭守道
- 4. 未來動力系統實驗室 (機械系) 張崴縉
- 5. 電腦輔助工程分析實驗室 (機械系) 呂金塗

各負責老師所帶領之研究生為當然之協助人員,參與人員 10 名。研究生負責儀器操作及實驗準備,還有協助課程之習題討論及作業收集。此外另有三名臨時工讀生協助處理相關行政工作與中心之活動整備等。

藉由工學院整合,挑選出分屬三系所開設與新能源相關課程,師資與部份課程名稱說明如下:

開設課程	職稱	姓名	最高學歷
有機光電材料 太陽電池製程技術	化工系專任教授	楊乾信	成功大學化工博士
生物化學 奈米材料	化工系專任副教授	施美秀	成功大學化工博士
光電材料 電化學應用	化工系專任副教授	吳文昌	日本横濱國立大學工學博士
材料科學與工程 薄膜工程	化工系專任副教授	蔡明雄	成功大學材料博士
新能源工程 矽鍺材料與光電元件 技術	機械系專任助理教授	林克默	德國 茀萊堡大學結晶與材料 科學博士
應用電子學 機器人應用與設計 太陽光電系統	機械系專任副教授	吳敏光	美國賓州州立大學機械博士
工程熱力學	機械系專任副教授	陳榮洪	成功大學機械博士

替代燃料引擎			
熱傳學 醫學工程	機械系專任副教授	徐中華	英國里茲大學機械博士
電腦輔助工程分析	機械系專任副教授	呂金塗	美國賓州州立大學機械博士
燃料電池技術 燃料電池原理(全程 英文教學) 流體力學	機械系專任助理教 授兼汽車組組長及 新能源中心主持人	張崴縉	英國伯明罕大學機械博士
最佳化控制(全程英 文教學) 精密控制系統實務	機械系專任助理教授	黃東雍	美國壬色列理工學院機械博士
靜力學 實驗力學簡介	機械系專任助理教授	劉乃上	美國凱斯西儲大學機械博士
自動控制	機械系專任副教授	彭守道	成功大學機械博士
感測與轉換 太陽能工程	電機系專任教授	蔡明村	成功大學電機博士
電力系統 計算機網路	電機系專任副教授	凌拯民	成功大學電機博士
電子電力學	電機系專任助理教授	謝銘原	成功大學電機博士

表格 1 能源課程相關師資

## 6.6 經費運用情形說明(含學校配合款及措施)

本計畫教育部補助款項為 800 萬元,學校配合款為 200 萬元。經費明細如 "經費運用情形一覽表"。

資本門(設備採購部份): 6,648,685

經常門: 3,400,135

使用經費略為超出預算,超支部份將由校方吸收。所有添購設備皆編入校方財產後,交由各負責老師使用。

本計畫資本門教育部補助款項為 600 萬元,學校配合款為 60 萬元。合計本年度資本門採購金額為詳細之明細如下表:

單位:新台幣 元

資本門	數量	教育部補助款	學校配合款
1 測定 IPCE(%)光電效率儀器	1	961,333	68,667
2 高溫爐	1	244,500	0
(計畫一)		小計 1,205,833	小計 68,667
3 太陽電池 I-V 量測系統	1	634,543	38,457
4 霍爾效應量測系統	1	556,918	39,082
5 管狀高溫爐系統	1	180,000	30,000
6 太陽燈	1	90,000	10,000
7 光學觀察系統配件	1	150,000	20,000
(計畫二)		小計 1,611,461	小計 137,539
8 廢氣分析儀	1	195,000	15,000
9壓力感測系統	1	280,000	20,000
10 扭力量測系統	1	231,667	46,333
11 動力輸出控制系統	1	120,000	30,000
12 1.2 kW 燃料電池系統	1	401,957	28,043
13 電流電壓測試系統	1	342,000	38,000
(計畫三)		小計 1,570,624	小計 177,376
14 DSP 控制發展系統	1	267,300	29,700
15 Pan/Tile/Zoom 伺服影像追蹤系統	1	427,500	47,500
16 資料擷取與無線通訊系統	1	168,300	29,700
(計畫四)		小計 863,100	小計 106,900
17 電腦工作站	1	445,5000	49,500
18 個人電腦(64 位元)	2	72,800	18,200
(計畫五)		小計 518,300	小計 67,700
19 筆記型電腦	2	121,510	0
20個人電腦含液晶螢幕	5	159,740	39,935
(總計畫)		小計 281,250	小計 39,935
		合計 6,050,568	598,117

經常門之使用,除少部份用於各實驗室之實驗耗材及文具用品,多數皆透過計畫總主持人申請,且主要用於參加澳洲太陽能挑戰賽之經費。其中裝箱運送之費用與四名教師和十二名學生之生活住宿費用佔極大多數,合計花費為 2,628,155 元 (1,199,000元+1,429,155元)。另外為增強本校太陽能車參賽能力,機械系先進車輛組張崴縉與陳榮洪老師於 8 月 4 日~ 8 日更趕赴日本鈴鹿市觀摩夢想盃太陽能車比賽,並與各隊伍互

相交換經驗,行程花費合計 106,920 元。該二名種子教師返國後更積極投入新型太陽能車研製工作,並將比賽方式與觀摩心得提供各成員參考,日後更可提供資料辦理製作技巧研習活動,推廣國內太陽能車競賽。

計畫執行期間,考量部份子計畫主持人因擔負整合及接洽業務,工作量極大,延請部份學生協助處理相關業務,經校方同意,提撥經常門臨時工資費用 50,000 元給各參與計畫之學生,以每小時時薪 75 元計算。人員名單及支付薪資如下:

	姓名	班級/學號	負責單位/教師	總工作時數	支領薪資
1	黃慶芳	碩研機械一甲	新能源中心	240	18,000
		M9410242			,
2	曾明輝	機械汽車三乙	林克默	207	15,525
		49211028	作九六		
3	陳昭穎	機械汽車三乙	正山石	220	10 500
		49211006	張崴縉	220	16,500

#### 6.7 年度計畫執行成效 (請盡量具體、量化)

#### 6.7.1 總計畫

整合由各分項計畫研發成果所提供的技術,南台-火鳳凰太陽能車經過近九個月的 趕工,參與製作之老師和學生不眠不休的辛勤努力,終於在 8/30 完成「西濱競走」之 路試活動,並於 8/31 於教育部召開記者會公開亮相,並獲教育部杜部長嘉許合影留念, 以及周次長與張司長之加油打氣,如圖表 1 所示。9/17 順利開赴澳洲,成員包括四名 製作教師及十二名學生,首次參加「2005 World Solar Challenge」,挑戰縱貫澳洲 3015 公里之極限測試,如

圖表 2。經過七天在沙漠荒原中度過的考驗,火鳳凰成功的憑藉太陽能的力量跑完全程。儘管拉力賽成績不如預期,但在達爾文賽車場內的排名賽則獲得第五名的佳績(表格 2 與表格 3),初試啼聲便讓國際上其他隊伍眼睛為之一亮,除了顯現南台科大師生的能力已達世界水準,也加深國際對台灣致力於再生能源研發的印象。



圖表 1 (1) 南台-火鳳凰太陽能車於教育部展示與杜部長合影;(2) 周次長與張司長為 南台-火鳳凰打氣加油



圖表 2 STUT-Phoenix solar car 在澳洲達爾文 Hidden Valley Raceway

Grid Start Positio		Car		
n	Car Name	#	Team	Country
1	Sky Ace Tiga	81	Ashiya University	Japan
2	Formosun 3	66	Taiwan University	Taiwan
3	Momentum	2	University of Michigan	USA
4	Aurora	101	Aurora Vehicle Association	VIC, Australia
5	STUT	168	Southern Taiwan University	<u>Taiwan</u>
6	Apollo 5	95	Kaoshiung University	Taiwan
7	Tesseract	6	MIT	USA
8	Nuna 3	3	Nuon Solar Team	Netherlands
9	Southern Aurora	99	Southern Aurora	VIC, Australia
10	HansGo	41	FH Bochum/SBU London	Germany/UK
11	Soleon	65	University of Calgary	Canada
12	Umicar	7	Umicore	Belgium
13	Aglaia	5	Ayoyama Gakuin University	Japan
14	Towards Tomorrow	13	Kormilda College	NT, Australia
15	Solutra	8	Raedthuys Solar Team	Netherlands
16	Kelly	62	TAFE SA	SA, Australia
17	Jules Verne	80	Sunspeed	France
18	Sunstang	96	University of Western Ontario	Canada WA.
19	Leeming Sungroper	20	Leeming Senior High	Australia
20	Keep Going	21	HelioDet	Germany

表格 2 2005 WSC 排位賽成績

## 2005 Panasonic World Solar Challenge Final Results



						Approx. km from	
Position	Car#	Car Name	Class	Control Stop	Arrival Time	Darwin *	
1	3	Nuna 3	Open	Finish of Timing	13:41 Wed 28th	2998.3	
2	101	Aurora	Open	Finish of Timing	17:05 Wed 28th	2998.3	
3	2	Momentum	Open	Finish of Timing	08:48 Thurs 29th	2998.3	
4	81	TIGA	Open	Finish of Timing	09:15 Thurs 29th	2998.3	
5	66	FORMOSUN 3	Open	Finish of Timing	11:31 Thurs 29th	2998.3	
6	6	Tesseract	Open	Finish of Timing	15:30 Thurs 29th	2998.3	
7	95	Apollo 5	Open	Finish of Timing	15:45 Thurs 29th	2998.3	
8	41	HansGo	Open	Finish of Timing	16:35 Thurs 29th	2998.3	
9	8	Solutra	Open	Finish of Timing	10:36 Fri 30th	2998.3	
10	65	Soleon	Production	Finish of Timing	13:45 Fri 30th	2998.3	
11	7	Umicore	Open	Finish of Timing	14:34 Fri 30th	2998.3	
12	62	Kelly	Production	Finish of Timing	15:43 Fri 30th	2998.3	
13	5	Aglaia	Production	Finish of Timing	9:56 Sat 1st	2998.3	
14	13	Towards Tomorrow	Stock	Finish of Timing	13:24 Sat 1st	2998.3	
15	168	STUT	Open	Finish of Timing	14:35 Sat 1st	2998.3	
16	80	Jules Verne	Open	Finish of Timing	10:52 Sun 2nd	2726****	
17	96	SunStang	Open	Finish of Timing	15:23 Sun 2nd	1573****	
18	20	Leeming Sungroper	Production	Finish of Timing	19:06 Sat 1st	591****	
***	49	Sunswift	Open	Finish of Timing	17:10 Thurs 29th	2998.3	
**	99	Southern Aurora	Open	officially withdrawn Alice Springs 16:13 - 27th Sept			
**	21	Heliodet	Production	officially withdrawn Dunmarra 15:45 - 26th Sept			

表格 3 2005 WSC 拉力賽成績

#### 6.7.2 有機太陽電池製作(子計畫一)

#### 導電高分子材料

自從奈米碳管[1]發現以來,奈米管狀材料已受到相當關注。這些材料擁有廣泛應用,例如奈米電子元件與生醫元件[2]。奈米管材料中常存在連接點(junction)顯示樹枝狀型態[3]。奈米管連接點在奈米電子元件扮演重要角色[4-6].聚苯胺(PANI)是最簡單的線性共軛高分子且是代表性的導電高分子[7].聚苯胺是一個典型的半導體;但其電導度可以經由外部摻雜量(external doping level)來改變.近來,導電高分子奈米管應用在分子電子元件,分子線及分子元件是頗有機會的材料[8,9].幾種方法被用來製備高分子奈米結構材料,例如:模板合成法(template synthesis)[10-14],charily 反應法[15],以及自身組裝法(self-assembly)[16].模板法是平常被用來製備導電高分子微/奈米管與奈米纖維的製程.此法的優點是長度和直徑可以選擇多孔薄膜來加以控制.因此,一個規則的微/奈米管狀材料可以製得.相反的,這個製程的缺點包括:一個可溶解多孔薄膜模板使用後,必須予以溶解或移除;實際應用上膜板法很難大量製得奈米結構材料.最近,微/奈米管狀聚苯胺[17]用過硫酸銨(ammoniun persulfate)當起始劑,同時存在外加摻雜物(external dopant)質子酸.此自身組裝的方法基本上是以外加摻雜物用作模板(界面活性劑)以形成奈米管[18]。雖然導電高分子的微/奈米管已經利用模板法及自身組裝法製備,然而這些使用的外加摻雜物在奈米管材料中不易控制,特別是加鹼去掺雜的程序複雜。

#### 導電聚苯胺的應用

聚苯胺的實際應用越來越廣泛,比較值得重視的是在高分子發光二極體及電致變色元件的應用。尤其磺酸化聚苯胺在高分子發光二極體中用做電洞注入層,可以提升元件發光效率及亮度。一般磺酸化聚苯胺是利用發煙硫酸與聚苯胺進行磺酸化反應合成,再用丙酮加入而沉澱析出,此法的磺酸化步驟不易控制。而本研究案,提出的方法相對簡單,易於控制聚合物的化學組成。利用鄰(或間)—苯胺磺酸與苯胺在水溶液中進行共聚合反應而得,自身掺雜聚苯胺。本方法容易調整苯胺與鄰—苯胺磺酸比例,以控制最終奈米材料的粗細,例如成為空心管狀的奈米材料或實心棒狀的奈米材料,並將此所得之自身掺雜聚苯胺之導電聚合物當做材料,拿來製作電變色元件,以及太陽能電池材料。

#### 太陽能電池現況

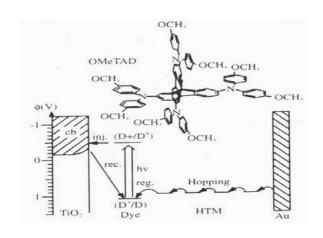
太陽能的來源是乾淨的,不需採掘,精製過程,源源不絕。台灣地處亞熱帶,日 照充沛,善加利用將是我國未來重要替代能源之一。無機半導體(Si)在 1954 年由美國 Bell 實驗室作為太陽電池材料,其理論與技術已臻成熟。而這種太陽電池的應用成本相當的昂貴。有機太陽電池是要克服成本問題而發展。有機太陽電池製程簡單易於大面積化,並具有撓曲性,近來的研究發展非常迅速。然而有機太陽電池尚無法量產的主要原因,在於能量轉換效率仍低,且使用有機貴金屬錯合物相當昂貴,成本降低有限。

#### 有機太陽能電池的原理

有機分子使用於製作太陽電池可分為下列數種:(一)有機高分子,(二)有機/無機奈 米複合材料, (三)有機/C60複合材料, 及(四)有機小分子等。一般無機半導體材料(Si)乃利 用 p-n 半導體連接(Junction)的型態製成太陽能電池,所以理論上若能合成出具有不同 電子親和力的導電高分子,且其能隙(band gap)在可見光的範圍內,即可組裝成類似 p-n Junction 形式的太陽電池。有機高分子材料之所以廣泛應用於太陽電池,即在於可藉由 引進不同之側鏈改變其能隙或電子親和力,以形成適當的 donor 或 acceptor。Greenham 等人〔19〕利用不同電子親和力之可溶性 poly-p-phenylene vinylene(PPV)衍生物,其 中以 MEH-PPV 為 donor, CN-PP 為 acceptor, 掺混形成 interpenetrating network (IPN) 結構之太陽電池。但單純利用有機高分子所製得之太陽電池,其發電效率太低。太陽電 池發電效率要高的重點在 donor 層與 acceptor 層需在可見光區能吸收光子,並能有效 的將所激發出之電子、電洞對在其再結合之前迅速的傳導至外迴路,或者在其衰退至基 態前快速導出,如此才能對光電流有所貢獻。有機高分子由於到處都有電子的捕捉點 (electron trap),如氧氣,導致其電子遷移率太低〔20〕,無法有效貢獻光電流,此為效 率遠低於無機半導體之主要原因。為克服此缺點,需要有極大面積之 donor-acceptor 界面,以及高導電效率之 donor-acceptor 材質,因此有利用導電高分子結合高電子傳導 效率之奈米粒子製成複合材料的構想。

#### 有機太陽電池的研究方向

90 年代初期,奈米材料的特質,製造與分析等方面的研究,有極大的進展,瑞士的 M. Gratzel [21] 將二氧化鈦粒子燒結在導電玻璃基材上,形成多孔性奈米結構電極,以取代傳統有機太陽能電池的平整電極,奈米結構電極不僅作為敏化染料之支援劑,而且亦作為電子的受體與導體。對應電極則是鍍有白金(或黃金)的導電玻璃,電解液是含有 I/I3 溶液,配合改良的 Ru 金屬錯合物,可以得到光電轉換效率大於 5%的電池。但效率必須再提升,且必須做成全固態電池(如圖表 3),另外釘(ruthenium, Ru)錯合物單價昂貴,實用性仍受限制。



圖表 3 全固態有機光敏化太陽電池

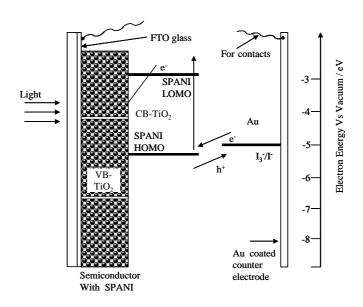
近年,太陽電池的發展,已經由傳統無機材料為主體的元件,轉換到有機光敏化太陽電池的研究(dye-sensitized solar cells,(DSSCs)),此趨勢仍由於價格較低廉所致[21]。通常,此種 DSSCs 包括光敏化剤 (有機染料),當其吸收光源將激發出電子注入到光觸媒半導體材料(一班最常用的 TiO<sub>2</sub>),而染料分子化學接觸到此半導體的表面。爲了完成電荷傳輸的機制,這些光敏化染料電極必須結合電洞傳導材料(a hole conducting material)或在電解質中的一個氧化還原對化合物,通常為碘化物/三碘化合物(iodine/triodide)[22, 23]。然而,由於封裝問題的限制,這種太陽電池的實際應用尚未完全實現。因此,為了克服這些限制,很重要的課題就是以適為電洞傳導材料取代液體電解質來製作高效率的染料敏化全固態太陽電池(dye-sensitized solid-state solar cells,DSSCs),而這些適合的電洞傳導材料如 Cul,CuSCN,PPY,OmeTAD 等[24-29]。

另一方面,由於用於此 DSSCs 的光敏化染料非常昂貴,通常使用貴金屬錯合物(例如,有機釘金屬錯合物)。研究方向已經被擴展到開發取代這些貴金屬錯合物的材料,有很多種材料被採用例如有機染料、導電高分子等[30,31]。這是因為導電高分子有長延伸的 π 共軛電子系統,好比聚吡咯(polypyrrole),聚塞吩(polythiophene),聚苯胺等。這些導電高分子已顯示有很大的潛力,歸因於在可見光區光譜中有很高的吸收係數,以及對電荷載子(charge carrier)的高遷移速率。而且當光激發時,大部分未掺雜或部分掺雜的導電高分子可以作為電子提供者(electron donor),以及顯出良好的電洞傳導材料,其能夠帶動幾毫安培(mA)的電流[31]。因此,理論上導電高分子可以取代太陽電池中的染料分子及電解質,意即單一材料扮演結合光敏化劑及電洞傳導材料雙重角色的功能。在有機釘金屬錯合物系染料分子中含有羧酸基(carboxylic moieties),主要是要使其與半導體金屬氧化物基材有良好鍵結強度 [21]。依此類推欲有效應用導電高分子當做光敏化劑於有機太陽電池中,即需將此導電高分子與金屬氧化物基材有堅強的鍵結後才可達成。然而,合成帶有羧酸基的材料易遭遇困難,通常改採用自組單分子層(self-asseunbly monolayer)方法來將如此分子架構於金屬或半導體表面。這種方法的優點有(i)可以製備排列整齊的2D及3D的結構,可以比擬用分子東磊晶的方法(molecular bearn epitaxy)【32-34】。

(ii)另外,聚苯胺可以成功地接枝到玻璃基材( $SiO_2$ )經由自組單分子層法【34,35】。近來,一些銨鹽如(imidazolium salt)引起很大注意,主要是在室溫其熔融鹽可以改善高分子的性質【36-38】。甚至,研究指出陽離子(如 imidazolium catioms)吸附於具奈米孔洞之 $TiO_2$ 電極,提升了 $TiO_2$ 在染料敏化太陽電池中的電子擴散係數【39】。

#### 研究構想

TiO<sub>2</sub>/SPANI 電極光致整流現象(phenomenon of photoinduced rectification)以能階示意於圖表  $4 \circ \text{SPANI}$  的最高佔用分子軌域(highest occupied molecular orbital,HOMO)和最低未佔用分子軌域(lowest unoccupied molecular orbital,LUMO),黄金的功函數(work fumction)及  $I_3$  / I 的氧化還原位能都表示於此圖上。當電池照射光線時, $TiO_2$  及 SPNAI 兩者在其交界面吸收光子。由於  $TiO_2$  的傳導帶(conduction band)與 SPANI 的 LUMO 非常相近,幾近相容於電荷的傳送,產生的電子可以容易傳送到  $TiO_2$  的傳導帶,即由激發的 SPANI 分子的電子注入  $TiO_2$  相的傳導帶。即由激發的 SPANI 分子的電子注入  $TiO_2$  相的傳導帶。即由激發的 SPANI 分子的電子注入  $TiO_2$  的傳導帶。由於內部電場的存在,電子可以藉由外部電路傳送到電池的另一端,而得到合理的效率。



圖表 4 有機太陽能電池中使用材料能階

製做有機太陽能電池,主要是當光激發增強電子注入  $TiO_2$ ,藉由共價接枝自身摻雜聚苯胺到  $TiO_2$ 表面,利用  $C_6H_5NHC_3H_6Si(O\ Me)_3$ 分子當  $TiO_2$ 與自身摻雜聚苯胺介質。自身摻雜聚苯胺同時當做電洞傳導材料,並加入 imidazolium salts (例如,1-methyl-3-n-hexylimidazolium iodide 及 1-ethyl-3-methylimidazolium bis (trifluoromethane sulfone) imide) 於此電池中以提升光伏性能 (photovoltaic

## performance)

## 實驗步驟

導電聚苯胺奈米材料合成

a. 調配鄰-苯胺磺酸與苯胺之水溶液

精秤  $0.2165\sim0.4325g$  鄰一苯胺磺酸與  $0.115\sim0.23g$  苯胺於燒杯中,加入 100mL 蒸餾水,均勻攪拌溶解,之後放於攝氏 50%以下溫度中,但以攝氏 5-25%之環境較佳。

b. 調配過硫酸銨之水溶液

稱取 0.57~1.14g 過硫酸銨(APS),溶於 25ml 蒸餾水中,之後放於攝氏 50℃ 以下溫度中,但以攝氏 5-25℃之環境較佳。

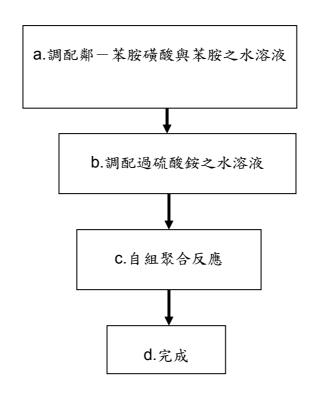
C. 自組聚合反應

等  $a \cdot b$  步驟之水溶液溫度平衡後,取 12.5ml 之 b 步驟的水溶液加入 a 步驟之水溶液中,進行自組聚合反應,並靜置於攝氏  $50^{\circ}$ C 以下之溫度中,但該溫度以  $5-25^{\circ}$ C 為佳。

#### d. 完成

一段時間後 (例如 24 小時) ,將 C 步驟的形成物取樣,即為所得材料。

e. 反應流程如圖表 5 所示。



圖表 5 自身掺雜導電聚苯胺奈米材料合成

#### <註解>

- (I)鄰一苯胺磺酸在本發明方法中,具有反應性單體及自身摻雙重角色,其不 用外加質子酸當做摻雜物。
- (Ⅱ)上述 a 步驟中之可溶性鄰—苯胺磺酸,其亦可為間—苯胺磺酸或 2,5—二 胺基苯磺酸。
- (Ⅲ)上述 a 步驟中鄰-苯胺磺酸、苯胺、蒸餾水之用量係可適當增減。
- (IV)上述 C 步驟中之過硫酸銨用量亦可適當增減。

#### 有機光敏化太陽電池製作

## 奈米結晶 TiO2 多孔薄膜製備

多孔  $TiO_2$  薄膜塗佈於氟摻雜氧化錫(FTO)玻璃上(~ $10\Omega/\Box$ ).使用前,FTO 玻璃用清潔劑在超音波中清洗,依次在用蒸餾水,異丙醇清洗.再以乾空氣吹乾,最後用 UV-O<sub>3</sub> 處理 18 分鐘(Technoision INc., Model 208).含幾滴 HNO<sub>3</sub> 的四異丁氧基鈦( $Ti[OC(CH_3)_3]_4$ .溶於乙醇溶液中(pH 2),已 1000 rpm 轉速 1 分鐘塗佈於上述 FTO 上.此膜在 500℃燒法 1h 在冷卻到室溫.重覆上述步驟的到膜厚~100nm 的  $TiO_2$ 密實的膜層.再將  $TiO_2$  漿料( $TiO_2$  paste, Solaronix Nanoxid-T)用"doctor blade"方法沉積而或奈米孔洞  $TiO_2$  電極.然後在 500℃燒結 1h 在冷卻到室溫.最終  $TiO_2$  膜厚約 4 $\mu$ m.

## TiO<sub>2</sub> 電極基材的表面改質

如圖表 6 所示。 $TiO_2$  電極基材先曝露在水蒸氣中 1 min,然後在 120°C 下乾燥之。在手套箱中,將其浸置於矽烷的甲醇溶液中 $(10mM\ C_6H_5NHC_3H_6Si(OMe)_3,SAM)$  24h。之後將膜用甲醇充分清洗於室溫下乾燥。

圖表 6 TiO2 電極基材的表面改質與自身掺雜聚苯胺的聚合接枝

## 自身掺雜聚苯胺的聚合

為了使苯胺在 SAM 接枝  $TiO_2$  電極基材表面氧化聚合。將 SAM 改質  $TiO_2$  電極置於 50ml 含苯胺(aniline)與鄰一胺基苯磺酸或間一胺基苯磺酸(aminobenzesulfonic acid)等單體水溶液中,然後( $NH_4$ ) $_2S_2O_8$  溶液再加入上述溶液中進行聚合反應,單體濃度與  $(NH_4)$   $S_2O_8$  維持 1:1 的比例。聚合反應進行 10 min 後,將膜以 1- methyl -2- pyrrolidinome (NMP) 清洗,主要是洗掉物理吸附的高分子鏈;再用乙醇浸泡過,於手套箱中以  $N_2$  氣體乾燥之。得到  $n-TiO_2/p-SPANI$  異相連結(heterojunction),如圖表 6 所示。

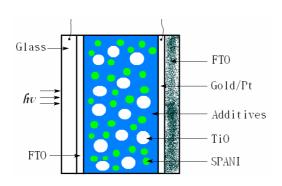
## 電極的特性測試

XPS 做元素分析及主要元素的鍵結能量(binding energy)的分析。 UV-Vis 光譜分析。

FTIR 光譜分析。

#### 有機太陽電池製作與測試

- 1. 光電池示意於圖表 7. 以三明治形式組裝黃金塗佈 FTO 玻璃及 TiO<sub>2</sub>/SAM-SPANI 電極 (電池面積 ~ 1 cm<sup>2</sup>) 或 Ti/SAM-SPANI+N3 電極 。
- 2. 光電能轉換效率用 100 mWcm<sup>-2</sup> (AM 1.5) 標準太陽照射 (利用太陽能模擬器, YSS-50A, Yamasmta Denso), 在 25°C 以電腦控制電壓電流(voltage current sourcemeter, Advantest)。



圖表 7 有機太陽電池製作與測試

3. 幾種波長光線照射電池轉換成電流的效率則以入射光子對電流轉換效率 (incident photo to current conversion,IPCE) 量測,其定義成電子產生的數目 除以入射於電池光子的數目,即 IPCE(%)= 1240 $J_{SC}/\Lambda W_i$ ,其中  $J_{SC}$  短路電流 密度( $\mu A \ cm^{-2}$ ), $\lambda$  為激發波長(nm)與 Wi 為光子通過量(Wm<sup>-2</sup>) 【32】, IP C E 測定。

#### 執行成效

- 1. 全固態有機太陽能電池的完成組裝.
- 2. 對於此種有機太陽能電池可以提升光伏特性.
- 3. 自身摻雜聚苯胺具有光敏化及電洞傳導材料的雙重角色.
- 4. 可以搭配有機釘系光敏劑於此材料混用.
- 5. 自身摻雜聚苯胺材料可利用自組方式成膜於 FTO/TiO<sub>2</sub> 電極上,可與電化學聚合 方式比較其性能.
- 6. 做出 IPCE(%)>6%的太陽電池
- 7. 發表論文:
  - 1. Chien-Hsin Yang and Guo-Yang Huang, "Preparation of TiO2 Thin Film using Wet Process for Dye-Sensitizer Solar Cell", PP.142-143, 2005

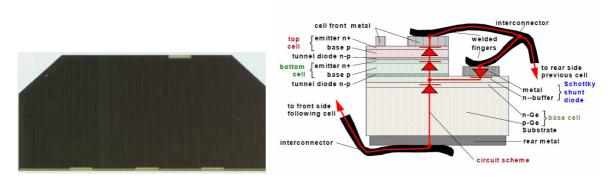
- International Symposium on Nano Science and Technology, Nov. 10-11, Taiwan (2005).
- 2. Chien-Hsin Yang, Yi-Kai Chih, Wen-Chang Wu, and Cheng-Ho Chen, "Molecular Assembly of Self-Doped POlyaniline Film for Application in Electrochromic Devices", 9, C5-C8(2006).
- 3. Chien-Hsin Yang, Yi-Kai Chih, Hsyi-En Cheng, and Cheng-Ho Chen, "Nanofibers of Self-doped polyaniline", 46, pp.10688-10698(2005)
- 4. Chien-Hsin Yang, Tsun-Chih Yang, and Yi-Kai Chih,"Mixture Design Applied to Electrochemical Polymerization of Ternary Aniline Derivatives on ITO Electrodes", 152, E273-E281(2005).

#### 6.7.3 太陽電池模組 (子計畫二)

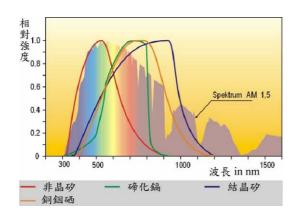
## 簡介

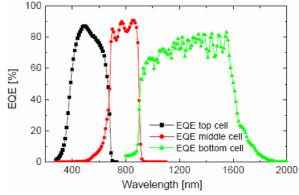
本校長期投入太陽能應用研發與人才培育工作,其中太陽能車製作計劃是太陽能應用推廣教育的重要基礎。眾所周知,太陽能車的晶片可以把光能轉換成電能,其主要是利用 N型和 P型半導體所製成的 pn 接面,當光子被太陽電池吸收時,在此接合面會有電子/電洞擴散產生,電流即可利用上下兩端的金屬導體將電流引出利用,因此晶片品質的好壞將直接決定太陽能車的最高效能。因此,太陽能車多配備太空級太陽能晶片以提高其行動能力。由於此類晶片特性不同於一般矽基太陽能晶片,其封裝過程也有所差異。以下便是我們開發太陽能車晶片封裝技術的情形。

本校新一代太陽能車採用德國 RWE Space Solar Power 公司所生產的三接面太陽能晶片,如圖表 8。在 AMO 條件下,其轉換效率約為 26.8% [1]。RWE 晶片具有 GalnP<sub>2</sub>/GaAs/Ge 三層結構[2],為利用半導體製程技術所製造多接面結構(Multi-junction),此種結構利用每一層材料對太陽光譜的吸收特性不同,分層吸收相對應的光譜區間,故可 大幅提高太陽電池轉換效率。圖二左表示各式太陽電池之吸收光譜[3];圖表 9右則為 RWE 晶片的三層材料所對應的吸收光譜區[2]。很明顯地,相對於結晶矽太陽能晶片 RWE 晶片在藍光至紫外線區域有較高的轉換效率,這也是為何必須使用其他表面封裝材料的原因。



圖表 8 德國 RWE 晶片,右圖為其結構示意圖,在 AMO 條件下,輸出功率 36.29mW/cm<sup>2</sup> [1]。





圖表 9 比較各式太陽電池(上)與 RWE 晶片(下)吸收光譜的特性 [2,3]。

## 熱壓封裝、模組結構與檢測方法

本實驗使用真空熱壓機進行太陽晶片的封裝步驟。其流程如下,詳細內容請參考文獻 [4]:

- 1. 完成暖機待機動作;
- 2. 輸入製程參數;
- 3. 将預先組合好的太陽能晶片放置於機台內;
- 4. 按下 START 鍵啟動封裝步驟;
- 5. 首先機台 UPPER CHAMBER 會先抽至真空狀態並同時下降蓋住 LOWER CHAMBER,密合後開始抽 LOWER CHAMBER 至真空狀態;
- 6. 待溫度升至指定溫度時 UPPER CHAMBER 內會逐漸充入空氣使壓力慢慢上升, 此時因 LOWER CHAMBER 仍為真空狀態,故機台內會產生壓力差進而對晶片作 施壓的動作;
- 7. 經過指定施壓時間後,進行冷卻動作;
- 8. 完成冷卻動作後,將自動上升 UPPER CHAMBER 並取出試品,完成封裝;
- 9. 關機。

在長期日照測試使用下,現有高分子材料中僅有 PC 膜和 DuPont Tefzel 能通過耐候性的考驗,故太陽能車晶片的封裝多使用 PC 膜或 Tefzel 作為表面覆蓋層。我們使用 Tefzel 取代較普遍使用的 PC(聚碳酸酯)作為表面覆蓋材料,其抗拉強度可達 6500psi,臨界電壓為 1000 V,其餘材料保持不變。本實驗的詳細封裝結構,請參考圖表 10。

在檢測晶片性能部份,我們使用本實驗室自行發展的「太陽能晶片性能分析程式」來評估太陽能晶片相對效率的改變[7]。藉由分析晶片內耗電阻的大小,可作為判斷太陽光電模組封裝製程好壞之依據。其重要內容為量測 I-V 曲線、解非線性方程組求出光照特性、並計算內耗電阻的大小,即能了解太陽能晶片效能的變化情形。

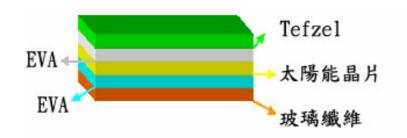
#### 實驗過程

我們執行下列的實驗步驟來分析 Tefzel 製程參數:

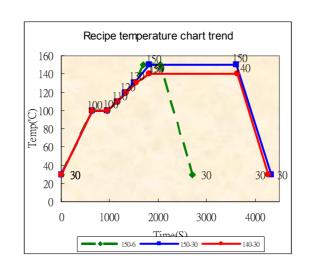
- 1. 分別測量 Tefzel 和 PC 膜的透光率;
- 2. 量測未封裝太陽能晶片的 I-V 特性曲線及計算其內耗電阻;

- 3. 進行三種不同參數組合的封裝實驗;
- 4. 量測封裝後晶片之 I-V 效能並求內耗電阻;
- 5. 進行高溫高濕實驗;
- 6. 再量測 I-V 效能和分析內耗電阻變化;

本實驗中參數的設定主要根據文獻[5,6]的建議值,改變最後硬化步驟之溫度和持續時間,以比較其差異。在封裝實驗一,最後固化溫度及時間為 150°C/6 分鐘,封裝實驗二則為 150°C/30 分鐘,實驗三為 140°C/30 分鐘,其餘條件均相同,詳細過程請參考圖表 11 [7~9]。



圖表 10 太陽能車晶片封裝結構示意圖

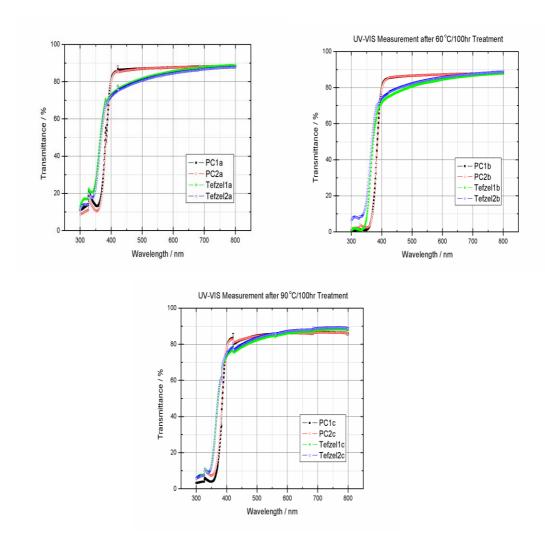


圖表 11 封裝實驗之溫度-時間圖。

#### 結果與討論

#### 穿透率的比較

在本次實驗中,我們首先比較 PC 和 Tefzel 薄膜在不同高溫潮濕環境下,光學性質的改變。我們以實驗一、二之製程參數分別製作數個樣本,結構為 Tefzel/EVA/Tefzel 和 PC/EVA/PC,標記為 PC1、PC2、Tefzel1 和 Tefzel2,再將樣品切割成三塊:a樣品表示不經高溫高濕處理,b樣品經 60°C/100hr處理,c樣品經 90°C/100hr處理。量測結果表



圖表 12 不同高溫潮濕環境下,PC和 Tefzel 光學性質的比較。

結果顯示,未經高溫高濕實驗的 Tefzel 樣本雖然在可見光藍紫光區(400~600nm)的平均穿透率 80.88%小於 PC (86.84%),即約5.95%,但在300~400 nm 區間高於 PC 膜約11.91%,且在350~400 nm 區域之差距更高達19.48%。圖表12表示其穿透率變化情形:隨著實驗溫度的升高,兩者在可見光區透光率的差異逐漸變為不明顯,但是 Tefzel 在紫外線區的透光率仍然明顯高於 PC 膜。此外,實驗一和二的參數設定對穿透率變化並無明顯影響,但因實驗一的工作時間較短,故實驗一的參數設定較優。

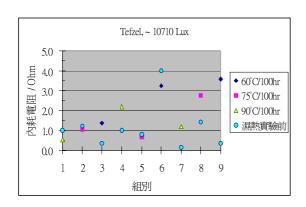
#### Tefzel 的特性與封裝參數

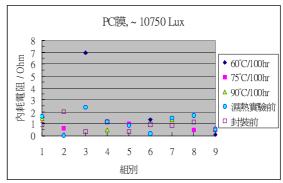
相對 Tefzel 在紫外線區的高透光率, Tefzel 在封裝製程上有其困難之處, 須加以調整。圖表 13 顯示以先前 PC 膜封裝參數所製成的 Tefzel 封裝試品。在電池模組表面上可清晰看見條溝狀結構的出現,這應是因為 Tefzel 的收縮係數較高所引起[10]。



圖表 13 Tefzel 之高收縮率易在表面造成溝狀條紋。

此外,試封的數個樣本多呈現相當大內耗電阻,甚至無法進行 I-V 曲線量測。對此,我們把最高固化溫度改為  $150^{\circ}$ C 和加壓溫度改為  $90^{\circ}$ C,其他參數保持不變,則大體可以獲得光滑的表面。整體而言,封裝後除了第六組樣品的內耗電阻明顯較高外,其餘各組的電阻皆小於  $1.50\Omega$ ,且其平均電阻為  $0.788\Omega$ ,請參考圖表 14。依先前之實驗結果可說,在封裝過程並沒有對晶片造成額外的傷害,三種封裝過程對晶片電阻的影響都可以忽略。





圖表 14 左圖以 Tefzel 進行封裝後,內耗電阻變化情形;右圖以 PC 進行封裝後,內耗電阻變化情形。

在圖表 14 中, $1\sim3$  組表示封裝實驗一之樣品; $4\sim6$  組則屬於封裝實驗二; $7\sim9$  組屬於實驗三。從圖中可看出其電阻變化情形:封裝實驗一樣品之電阻變化最小,這一點 剛好與 PC 膜封裝的情形相反,且固化時間皆為 30 分鐘的實驗二和三的結果也正好相反 [7]。這顯示,相對於 EVA 和 PC,Tefzel 更易受到溫度變化的影響,進而改變太陽電池的性能。因此,在製程溫度與固化時間以及太陽電池的使用保養上應特別注意 Tefzel 的特性。表格 4 三組太陽能晶片量測其串聯內耗電阻。將 Tefzel 膜以封裝實驗  $150^{\circ}$ C/6 分鐘,封裝實驗  $150^{\circ}$ C/30 分鐘及封裝實驗  $140^{\circ}$ C/30 分鐘等三組太陽能晶片量測其串聯內耗電阻  $R_s$ :

$$R_{S} = \frac{U_{2} - U_{1}}{I_{SC1} - I_{SC2}}$$

	150°C/6	150°C/30	140°C/30
U1	0.436	0.426	0.415
U2	0.455	0.469	0.436
Isc1	0.103	0.113	0.105
Isc2	0.083	0.091	0.086
Rs	0.923	1.987	1.134

表格 4 三組太陽能晶片量測其串聯內耗電阻。

#### 結論

本實驗室針對 Tefzel 封裝製程作了初步評估。實驗結果顯示,相對於 PC 膜,Tefzel 在紫外線區擁有較高穿透率,故適合多接面太陽能晶片的封裝應用。但因其收縮係數較高,是故相關封裝製程與使用保養皆與以往不同。我們的初步研究指出 Tefzel/EVA/晶片/EVA/玻璃纖維的封裝結構之固化溫度時間以 155°C/6 分鐘,Rs = 0.923Ω最好。未來應進一步了解發生劣化原因,並探討及改善晶片焊接技術以增強界面接合強度,最後應使用多接面太陽能晶片進行封裝試驗以評估整體的效益。

# 執行成效

#### 研討會論文

- 黄雄聖,黃文賢,劉宗志,張俊男,林克默,太陽光電模組檢測與封裝技術之探討,2005能源與冷凍空調學術研討會,台北市,(2005)。
- 黄文賢,黃雄聖,張俊男,劉宗志,林克默,太陽能車晶片封裝技術之探討,
   2005 能源與冷凍空調學術研討會,台北市,(2005)。
- 3. 黄文賢,黄雄聖,張俊男,劉宗志,林克默,PC 膜與 Tefzel 運用於太陽能車晶片封裝技術之探討,第二十二屆中國機械工程學會學術研討會,中壢, (2005)。
- 4. 林克默、蔡百傑,氧化鋅透明導電薄膜製備之研究,第二十二屆中國機械工程學會學術研討會,中壢,(2005)。
- 5. Paijay Tsai and K. Lin , A Study on the growth of ZnO transparent conductive thin films , 2005 International symposium on nano science and technology , Tainan , (2005) .

#### 專利

# 太陽能晶片封裝結構 (申請中)

# 產學合作

教育部產學計畫:太陽光電模組封裝技術與快速檢測系統之研發

計劃主持人: 林克默, 總金額 473,000 元, 執行日期 94.5.1~94.12.31

# 6.7.4 再生型燃料電池 - 氫氣儲能技術 (子計畫三)

## 簡介

人類現今所享受的便利生活,都是因為消耗各種不同能量的結果,例如交通運輸主要 倚賴燃油、家用設施倚賴電力供應等等。這些生活中使用的能源,絕大部份來自於石油。 根據相關研究顯示,若依照人類使用能源的成長率來推算,目前已知之石油儲存量再過 三、四十年便會耗盡,因此開發新一代潔淨能源不但必要而且迫切,燃料電池更是其中被 視為最具有發展潛力的新能源技術。

在已發展的各種不同型式之燃料電池中,較適合應用在小型攜帶式電子產品的有兩種,一為使用氫氣做為燃料之質子交換膜燃料電池 (Polymer Exchange Membrane Fuel Cell; PEMFC),以及使用甲醇做為燃料的 DMFC [1]。

目前 DMFC 的發電效率比 PEMFC 低,大約只有十分之一。但是液態燃料運送方法安全簡易,而且對可攜式發電裝置具有充填方便之優點,使得 DMFC 在小型發電應用上有較大之發展潛力。 DMFC 的核心是 MEA,包括陽極擴散層(碳布)、質子交換膜及陰極擴散層(碳布),其中甲醇滲透是影響直接甲醇燃料電池的關鍵因素。要提升 DMFC 的效率,可行方法如下: (1) 改變 MEA 之製程:低效率導因於滲透,所以必須尋求防止滲透之方法以達較高性能表現;(2) 改變操作參數:利用溫度、壓力之變化來改善甲醇滲透問題。

Jun 等人[2] 提到關於觸媒載量對於直接甲醇燃料電池的影響,他們認為陽極觸媒Pt-Ru/C (Pt-Ru 2: 1) 載量在 4 mg/cm²時,最為適當,超過 4 mg/cm²時 MEA 性能並不會增加;而陰極觸媒Pt/C (Pt 20 wt%) 之載量,同樣在 4 mg/cm²時為較佳,超過 4 mg/cm²時會降低 MEA 性能。他們亦建議 Nafion 在陰極及陽極觸媒層之適當含量為 21.4 wt%,超過時就會讓 MEA 性能下降。

Nakagawa [3] 等人提到溫度對於直接甲醇燃料電池的影響,在他們的實驗中,發現電池的歐姆阻抗及極化現象,會隨著溫度上升而下降,因此電池性能隨著溫度上升而提升,但溫度增加使電解質的傳導係數與擴散係數上升,同時增加質傳效應,使甲醇渗透量跟著增加,因此他們提出 DMFC 之適當操作溫度為 80℃,超過 80℃時 MEA 性能不會提升。

直接甲醇燃料電池中,陽極端的擴散層,除了使甲醇水溶液滲透到達觸媒電極,還須排出電極反應生成的二氧化碳氣體。Scott et al.[4]提到,直接甲醇燃料電池中,陽極端的氣體排放是相當重要的,必須能夠讓陽極端產生的二氧化碳氣體,不會累積在電池內部造成甲醇溶液的質傳受阻。最簡單的改善方法是將氣體擴散層塗上 Nafion solution,藉由 Nafion 的特性使得擴散層產生部份的疏水性。Nafion 的含量不能過高,否則會造成擴散層的導電性變差、阻抗變大,進而影響電池性能。若陽極擴散層未經疏水處理,二氧化碳的累積則會導致甲醇質傳不易,同樣會降低電池性能,他們認為適當之 Nafion 含量為 10wt%。

本計劃是以自製之 MEA 針對觸媒層內不同觸媒載量和 Nafion 含量,及不同操作溫度,加以研究,希望能作為往後 DMFC 性能表現達到最佳之參考。

#### 計畫說明

## MEA 的製備及測試

MEA 之擴散層疏水處理製備採用在碳布上塗佈 10 wt% Nafion 溶液[4],於室溫下乾燥 10 分鐘,接著於烤箱內以 80℃加熱 20 分鐘乾燥。將不同之觸媒計量加於 Nafion 溶液中,再以超音波振盪 30 分鐘,將其塗刷於碳布上,在 80℃下烘烤 30 分鐘,生成陽極及陰極電極。接著將裁切好面積為 5 cm²之質子交換膜依序於去離子水煮一小時,3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>溶液煮一小時,去離子水煮一小時,1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 煮一小時,之後再以去離子水煮一小時[5]。最後將陽極及陰極電極分別置於處理過之質子交換膜兩側,形成三明治結構再加以熱壓,熱壓溫度 135℃,使用壓力 100 kg/cm²,時間 90 秒[6-7],完成 MEA 之製作。

MEA 測試方法為變化不同觸媒載量、觸媒層內 Nafion 含量,及電池操作溫度,對 MEA 之性能進行檢視,在測試過程中,以 2 M 的甲醇水溶液為燃料,甲醇水溶液以 10 mL/min 的流量從燃料罐送入電池,氧氣為氧化劑,背壓 10 psi,流量為 75 mL/min [8]。

#### 結果與討論

## 不同觸媒載量對 DMFC 之影響

圖表 15 顯示出 MEA 之陽極觸媒層,在不同 Pt-Ru 載量時,其性能變化之 I-V 曲線圖。從圖中可看出,陽極 Pt-Ru 載量從 1 mg/cm²增加到 4 mg/cm²時,MEA 性能上升,這是由於直接甲醇燃料電池之陽極,會有一氧化碳毒化的問題,隨著 Ru 量增加,其對一氧化碳的氧化能力隨之增加,但若 Pt-Ru 載量大到 5 mg/cm² MEA 性能反而下降,雖然電流密度增大,但由於觸媒量增加,使得陽極觸媒層厚度及二氧化碳從擴散層排出之阻力增加,造成二氧化碳在擴散層中聚集,使甲醇水溶液不容易渗透到觸媒層,導致陽極氧化反應效率降低。

圖表 16 顯示出在不同 Pt 載量時之陰極觸媒層,其 MEA 之性能變化 (以 I-V 曲線表示)。當陰極 Pt 載量從 1 mg/cm²增加到 4 mg/cm²時,MEA 性能上升,但若 Pt 載量大到 5 mg/cm² MEA 性能反而下降,雖然和陽極觸媒層之表現結果相同,但造成原因卻不一樣。圖二之結果是因為 Pt 會降低活化損失(activation overvoltage) 增加電化學反應效率。但當 Pt 載量過多時,觸媒層厚度增加,導致觸媒層中生成水排出不易,陰極氾濫 (flooding)程度加劇,會使氧氣擴散至觸媒層的阻力增大。因此陰極觸媒層之 Pt 載量過高時,反而會讓陰極性能降低。另外當陰極觸媒層之 Pt 載量過低時,因為活化損失嚴重,讓電化學反應效率降低,整體性能下滑。所以陰極觸媒層內之 Pt 載量,必須適當方可使電池性能上升。

#### 在觸媒層不同 Nafion 含量對 DMFC 之影響

圖表 16 為陽極觸媒層在不同 Nafion 含量時之性能比較。直接甲醇燃料電池之電化學反應於 Nafion、觸媒和反應物三相共存區發生,無論陽極還是陰極,若 Nafion 含量過低,會始觸媒層之離子導電性不佳,所以增加 Nafion 含量,可增加觸媒層之離子導電性,

但 Nafion 含量不能過多,否則高分子聚合物會在觸媒層表面形成較厚的電子絕緣層,導致電子傳導力下降。如圖三所示,Nafion 含量從 12 wt% 增至 21 wt%時,電極阻抗減小,但是 Nafion 含量若繼續增加,則電極阻抗隨 Nafion 含量增加而增大,電池性能反而下降,因此 Nafion 含量以 21 wt% 最佳。

圖表 17 所示為之陰極觸媒層在不同 Nafion 含量時 MEA 之性能變化。圖四結果和圖三相同,Nafion 含量超過 21 wt%,直接甲醇燃料電池性能隨著 Nafion 含量增加而下降,這是由於歐姆阻抗隨著 Nafion 含量增加而增大,過量的 Nafion 增加了 Pt 觸媒層表面聚合物厚度,質傳阻力增大,使氧氣不易通過觸媒層參與反應,讓性能下滑。

#### 不同操作溫度對 DMFC 之影響

燃料電池是經電化學反應直接將化學能轉變為電能之系統,故提高電池溫度可提升電化學反應速率,並降低電池內部之歐姆阻抗,且極限電流也因溫度提高促進質傳效應而提升。圖表 19 顯示在操作溫度為 30、60、70、80、90℃時之性能變化,由於電化學反應時會產生熱能,因此實驗時須控制冷卻風扇轉速以維持在設定之溫度。提高電池操作溫度時其性能與電流密度均提升,而且隨著溫度上升,離子在質子交換膜的傳導率也隨之增加,但當溫度高於 80℃時,DMFC 性能反而下降,如圖中 90℃,造成原因是溫度過高時,不僅會破壞質子交換膜,Nafion 溶液也會因為到達沸點而產生微小氣泡,阻礙了甲醇水溶液渗透到擴散層及觸媒層,電池性能因而衰減,故 DMFC 操作溫度最佳值為 80℃。

## 自製 MEA 性能比較

MEA 自製過程如前述,和文獻 [2, 3] 中所使用之材料及製備過程有所不同,其性能也有所不同。圖 6 顯示自製 MEA 最大功率可達  $0.13~\text{w/cm}^2$ ,Jun [2] 所製之 MEA 最大功率為  $0.09~\text{w/cm}^2$ ,Nakagawa [3] 之 MEA 最大功率為  $0.12~\text{w/cm}^2$ ,比較結果顯示自製 MEA 優於其他兩者,最大功率改善值高達 44%。

#### 結論

在 DMFC 中,觸媒層內之觸媒載量、Nafion 含量和操作溫度,對於 MEA 結構中反應物和生成物之質傳現象,以及電子與質子傳遞有著顯著的影響。

在陽極中雖然增加觸媒量電流密度增大,但由於觸媒量增加,使得陽極觸媒層厚度及二氧化碳從擴散層排出之阻力增加,造成二氧化碳在擴散層中聚集,使甲醇水溶液不容易渗透到觸媒層,導致陽極氧化反應效率降低,故最佳的陽極觸媒載量為 Pt-Ru 4 mg/cm²。

增加陰極觸媒層之 Pt 載量,可減少活化損失使電化學反應效率提高,但隨著陰極觸媒層之厚度逐漸增加,觸媒層中水的排出更加困難,會造成陰極内水的氾濫,導致氧氣擴散至觸媒層之阻力增大。所以陰極 Pt/C 觸媒之 Pt 載量過高,將導致陰極性能降低,而最佳陰極觸媒載量為 Pt 4 mg/cm²。

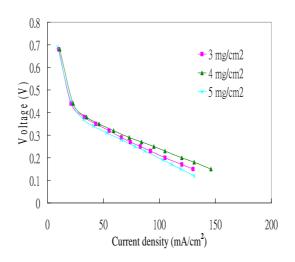
增加 Nafion 含量,可增加觸媒層之離子導電性,電極阻抗減小,但 Nafion 含量不能過多,否則高分子聚合物會在觸媒層表面形成較厚的電子絕緣層,導致電子傳導力下降,

故最佳 Nafion 含量為 21 wt%。

提高電池之操作溫度其性能與電流密度均提升,而且隨著溫度上升離子在質子交換膜傳導率也隨之增加,但溫度過高時,不僅會破壞質子交換膜, Nafion 溶液也會因為到達沸點產生微小氣泡,阻礙了甲醇水溶液渗透到擴散層及觸媒層,電池性能因而衰減,故電池操作溫度最佳值為 80%。

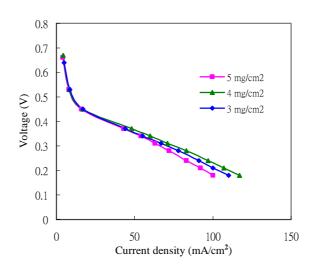
計畫中所發展出之自製之 MEA,當陽極觸媒層之觸媒載量為 Pt-Ru 4 mg/cm², Nafion 含量 21 wt%;陰極觸媒層之觸媒載量 Pt 4 mg/cm², Nafion 含量為 21 wt%,電池操作溫度在 80℃時,最大功率可達 0.13 w/cm², 不僅分別驗證了 Jun [2] 及 Nakagawa [3] 所提之觸媒載量與 Nafion 含量以及操作溫度對 DMFC 性能之影響,更驗證了使用 Pt-Ru/Black 作為陽極觸媒是可行的,與 Arico 等人[9] 所提出用 Pt-Ru/Black 作陽極觸媒效果不佳之結果相反。此外以目前市售價格比較,使用 Pt-Ru/Black 可使 Pt-Ru 之成本減少超過 60%,對推動 DMFC 之普及將有極大助益。

DMFC 在水管理與觸媒之處理上都和可再生式燃料電池相近,發展出 DMFC MEA 製程後,對後續第二年度之計畫將可成為其先期研發之基礎。



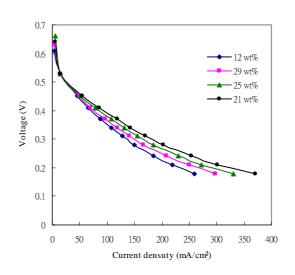
圖表 15 不同 Pt-Ru 含量之陽極觸媒層性能比較

(陽極觸媒層內 Nafion 含量 21 wt%, 陰極觸媒層內含 Pt 1 mg/cm $^2$ , Nafion 含量 21wt%, 電池操作溫度  $80^{\circ}$ C。)



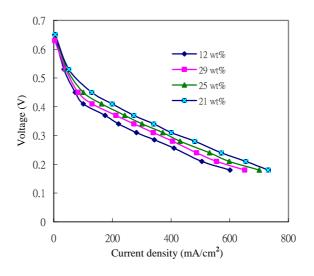
圖表 16 不同 Pt 含量之陰極觸媒層性能比較

(陰極觸媒層 Nafion 含量 21wt%, 陽極觸媒層內 Pt-Ru 1mg/cm $^2$ , Nafion 含量 21wt%, 電池操作溫度 80℃)



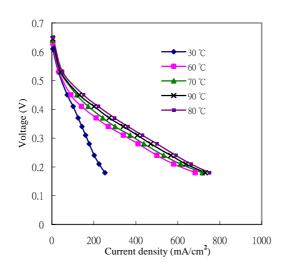
圖表 17 不同 Nafion 含量之陽極觸媒層性能比較

(陽極觸媒層內 Pt-Ru 4 mg/cm $^2$ ,陰極觸媒層內 Pt 4 mg/cm $^2$ ,Nafion 含量 21 wt%,電池操作溫度  $80^\circ\mathbb{C}$ )



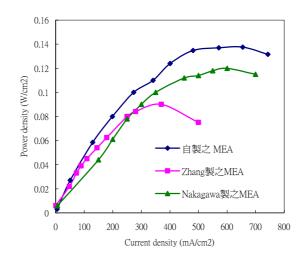
圖表 18 不同 Nafion 含量之陰極觸媒層性能比較

(陰極觸媒層內 Pt 4 mg/cm $^2$ ,陽極觸媒層內 Pt-Ru 4 mg/cm $^2$ ,Nafion 含量 21 wt%,電池操作溫度  $80^\circ\mathbb{C}$ )



圖表 19 不同操作溫度下 MEA 之性能表現

(陽極觸媒層內 Pt-Ru 4 mg/cm<sup>2</sup>, Nafion 含量 21 wt%, 陰極觸媒層內 Pt 4 mg/cm<sup>2</sup>, Nafion 含量 21 wt%)



圖表 20 自製之 MEA 與 [2, 3] 性能比較

(陽極觸媒層內 Pt-Ru 4 mg/cm<sup>2</sup>, Nafion 含量 21 wt%, 陰極觸媒層內 Pt 4 mg/cm<sup>2</sup>, Nafion 含量 21 wt%, 電池操作溫度 80℃)

#### 執行成效

### 研討會論文

- 1. 王朝松、陳振源、張崴縉,"MEA 受不同壓製壓力及進氣相對濕度對 PEMFC 之影響",中國機械工程學會第二十二屆全國學術研討會,中壢 (2005)
- Wei-Chin Chang, Charming Huang, Kai-Jan Lin, Yu-Chu Maxwell Li, Jian-Xun Wang, Ming-Yan Jiang, "DRY PHOTOCATALYTIC ACTIVITIES OF TiO2 NANOTUBES PREPARED WITH THE HYDROTHERMAL GROWTH METHOD", 2005 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NANO SCIENCE AND TECHNOLOGY, PC005~, Tainan (2005)
- 3. 王朝松、張崴縉、"觸媒層內不同觸媒載量和 Nafion 含量對於 DMFC 之影響", 2005 能源與冷凍空調學術研討會, P. 7-2-1~7-2-6, 台北 (2005)

## 6.7.5 太陽能車專用最大功率追蹤系統 (MPPT) (子計畫四)

最大功率追蹤:最大功率追蹤法則目前已有許多涉及這方面的研究,例如利用事先測試的最大功率點來調整太陽光電池端電壓的電壓迴授法[1],以 dP/dV = 0 為基礎來動態追蹤不同照度溫度下最大功率點的功率迴授法與增量電導法[2,3],或利用實際之擾動、量測與比較來實現最大功率之實際觀察法[4],或可利用一額外的小太陽能板來建立大系統之參考模型等等。各種方法均有其優缺點,也有人利用模糊控制理論來解決最大功率點的振盪問題[5]。由於微控制器功能日益強大也具相當的穩定性,本計劃將藉由軟體程式併入上述旋轉機構之微控制器系統,可比較各個方法在不同氣候下的適用性。

太陽光電受日照的影響極大,其功率的應用必須包含能量的儲存與轉換。陽光充足或負載小時可以供應或儲存轉換其能量,陽光不足時如何與其他的能源配合使用。配合最大功率追蹤,控制系統必須包含合適的充電與放電策略。另外,與市電併聯使用的方法,如何利用太陽光能產生氫氣以供燃料電池使用亦為未來研究的課題。

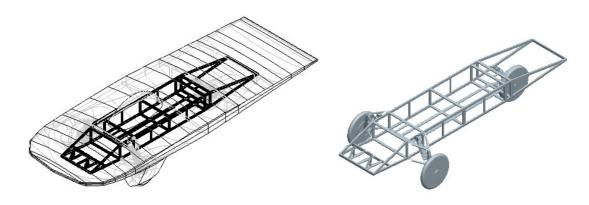
本計畫主要在發展南台火鳳凰太陽能車用之最大功率追蹤系統,因製作時成緊湊且所需零件非一般規格,今年度之 MPPT 直接向國外採購升壓型式,並自行設計電路與馬達及太陽能電池搭配,經過先後於國內 315 公里及澳洲 3015 公里測試,狀況大致良好。



圖表 21 STUT-Phoenix MPPT 與鋰離子電池搭配之電力系統

## 6.7.6 太陽能車結構與流場分析(子計畫五)

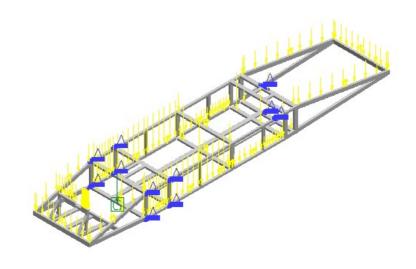
太陽能車之研製是本校「新能源中心」所訂定中長程研發方向之一,經過近幾年的研製,目前太陽能車時速可達一百公里,但在如此高速之下,如何將大面積的太陽能板及笨重的蓄電池安裝在車體上,而不影響車身輕巧靈活的特性,並顧及車體結構強度、耐震能力、風阻係數、及節省能源等因素,即成為太陽能車在設計上重要的課題。因此,本計畫所探討的主要重點即是針對太陽能車的需求,利用專業電腦輔助設計及工程分析套裝軟體,搭配實物量測方式,進行新太陽能車結構與外形之設計及分析,以期能開發出堅固質輕的車體結構及省能低風阻的車身外形。



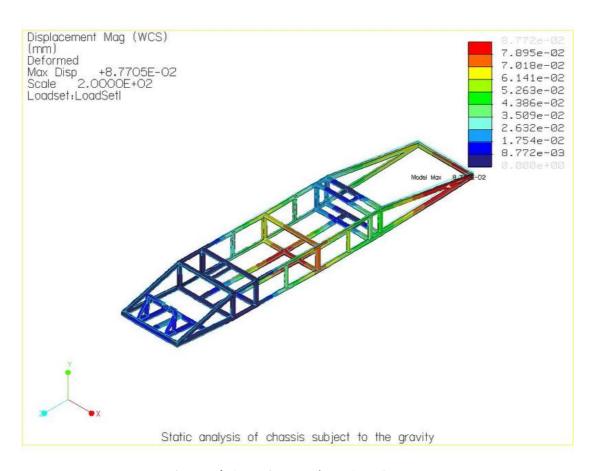
圖表 22太陽能車之結構與外形

本年度新設計太陽能車之結構與外形如圖表 22 所示。車體最重要的結構首推底盤,它提供各子系統連接的位置,使車體重量適當地分配到輪胎上,因此需要特別設計分析以確保底盤在行駛中不致損壞,且若在意外發生時可保護駕駛員。底盤結構通常採用複合材料、鈦合金、鋁合金、或鋼材。底盤是相當複雜的結構,需使用有限元素法進行分析。設計分析時須注意下列各點:駕駛員、蓄電池、及車身是較重的子系統,需調整其重心以使車體重量適當地分配到輪胎上,一般 60~70%重量落在前輪上;分配適當的空間給駕駛員、方向盤、煞車、及其它控制單元;蓄電池在相同溫度下具有最佳效率,因此最好使所有蓄電池放在同一箱子中;駕駛員的頭部及操作艙必須對應到車身的座艙罩;車身與底盤的厚度必須適當地調整以保持流線型;前後輪座與前輪間寬度必須決定以使重量適當地分配到輪胎上,且在輪子與車身之間須保持足夠的間隙。

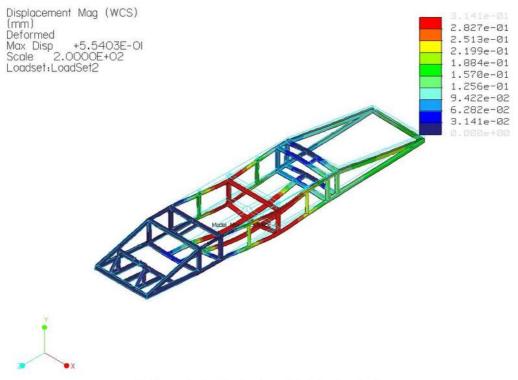
應用有限元素法為基礎之電腦輔助工程分析軟體來分析複雜的車體結構,圖表 23 為太陽能車骨架結構之分析模型,假設骨架為鋁合金,輪胎支架與骨架接合處為固定參考點,在車體骨架承受自重時,其變形情況如圖表 24 所示(淡籃色線表示變形前),最大值為 0.09 mm,發生於後側支架上;在骨架承受外部負載(駕駛員、蓄電池、及太陽能板等重量)時,其變形情況如圖表 25 所示,最大值為 0.55 mm,發生於骨架中間駕駛座區;若車體骨架同時承受自重與外部負載,其變形情況如圖表 26 所示,最大值為 0.64 mm,亦發生於駕駛座區,而最大 von Mises 等效應力值約 54 MPa,則發生於輪胎支架與骨架接合處如圖表 27 所示。由上述分析所得各值可知,不論骨架變形量或應力值均在可接受的範圍內。



圖表 23太陽能車骨架之分析模型

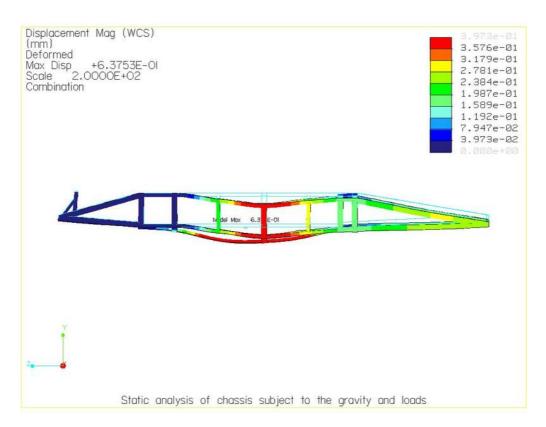


圖表 24 車架承受自重時之變形量分佈圖

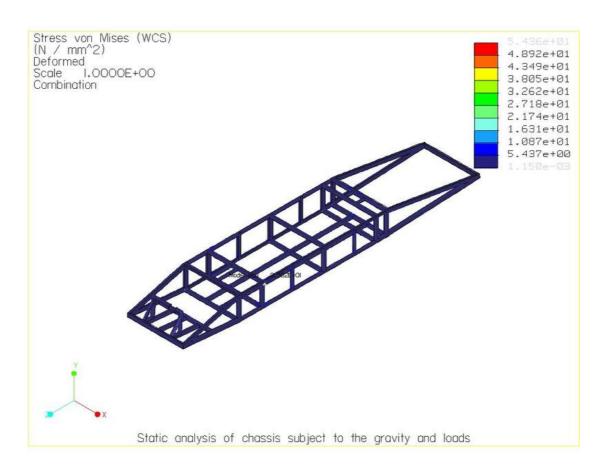


Static analysis of chassis subject to the loads

圖表 25 車架承受外部負載時之變形量分佈圖

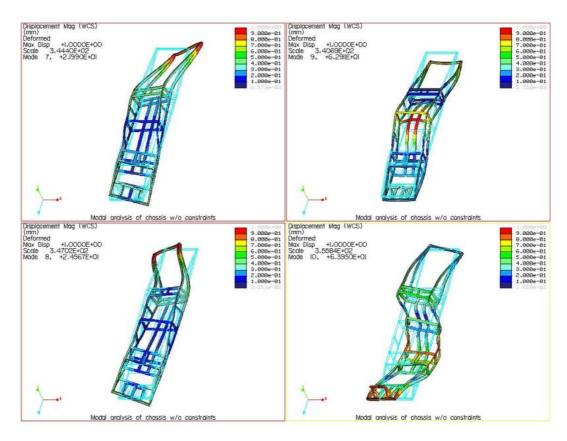


圖表 26 車架承受自重與外部負載時之變形量分佈圖

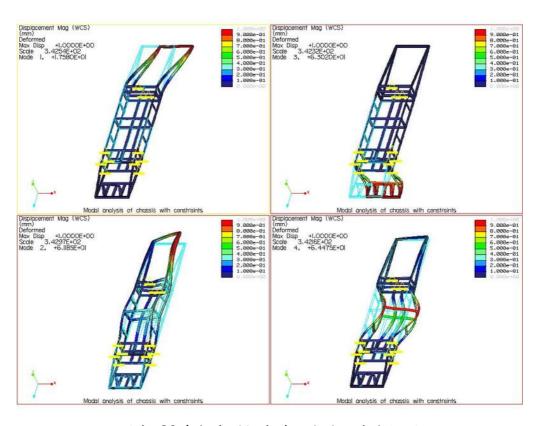


圖表 27 車架承受自重與外部負載時之 von Mises 應力分佈圖

在完成初步設計後,結構經有限元素法分析,不斷地修改設計直到重量輕、可承受所有負載情況達到。接著,再進一步對車體結構作模態分析,可測試其他動態負載的情況。當車架在無任何拘束情況下,除了前6個剛體運動模態之外,圖表28顯示車架接續的4個自然頻率與振形,第7及8模態均為車架尾部扭擺,頻率各約22及25Hz;第9模態為車體上下波狀振動,頻率約63Hz;第10模態為車體中段扭擺,頻率約64Hz。另一方面,當車架在輪胎支架接合處受到拘束時,車架前4個自然頻率與振形如圖表29所示,第1模態為車架尾部左右搖擺,頻率約18Hz;第2模態為車架尾部上下搖擺,頻率約61Hz;第3模態為車體前段左右搖擺,頻率約63Hz;第4模態為車體中段左右搖擺,頻率約64Hz。兩種分析模式均指出車架尾部結構相對地較薄弱,在低頻時即容易被激發振動,因此,可再修改車架尾部結構予以強化。



圖表 28 車架在無拘束時之自然頻率與振形



圖表 29 車架受到拘束時之自然頻率與振形

車身外形將影響空氣阻力及能源消耗,基於空氣動力學理論,若車身的側視圖如同一彎曲翼面,平滑且倒圓角,則可得到較低的阻力;若車身的上視圖呈現流線型,將可進一步降低阻力。因此,車身鼻端必須倒圓角至某種程度,計算流體力學(CFD)分析有助於精修車身鼻端的形狀,注意沿著鼻端的流線須平順且壓力梯度須逐漸增加。使用 CFD可進一步精修車身的座艙罩及輪罩,流線經過座艙罩及輪罩之後必須再重合,當流動接近座艙罩及輪罩時壓力將增加,通過之後壓力顯著下降,大壓降表示流動分離,因此設計必須修正以控制壓降。CFD程式也擅長於模擬傾斜流動通過車身,可研究不同角度的斜流,所得壓力圖有助於決定流動分離何時發生。精修車身側邊與座艙罩及輪罩之干涉,則可改善在側風時車子的空氣動力行為。



圖表 30 太陽能車之車身外形

藉由前述電腦輔助設計與工程分析,設計出重量輕、承載大的太陽能車結構;並以此為基礎,進而考慮壓降及風阻等因素,設計出低風阻之車身外形,如圖表 30 所示。

# 6.7.7 成果發表及展示觀摩

1. 94 年 12 月 10 日配合本校校慶,舉辦「再生能源應用之整合研發與人才培育計劃」 成果發表暨展示觀摩會。





圖表 31 成果發表暨展示觀摩會

- 2. 太陽能車參加基隆市環境保護局所舉辦「空氣污染防制宣導活動」之展覽活動 (10/23)。
- 3. 配合台南縣大橋國小之「小小解說員培訓」活動,提供太陽能車作為「先進車輛組之太陽能車及太陽能源利用」活動之教育素材(11/4)。
- 4. 配合本校舉辦之「南台車展」中展出多項成果,包括新一代太陽能車、省油車和省電車等作品。(12/10, 12/11)

#### 6.7.8 综合成效

本計畫兼具研究再生能源技術與推廣教學之性質,太陽能車所衍生之技術亦已獲國內 多家廠商洽詢希望合作,未來將會把發展的關鍵組件轉移給高科技產業,建立的實驗室與 課程架構亦可培養校內外學生對再生能源技術之概念、理論、實驗技術、應用技術等之認 知,及早培養其未來在產業界之競爭力。

評估本計畫成效與影響如下:

#### (一) 綜合效益:

- 1. 打造一部全新太陽能車,提供學生實作經驗,以及理論驗證之最佳機會。
- 建立發展再生能源組件與系統之重點實驗室,計有5間實驗室獲得設備補助。
- 3. 培育具跨領域、創造力、專業和國際觀之優秀人才。本計畫所建立研究設備可供 15個以上研究生使用,不但可以使學生具備新能源研發與應用之經驗與能力,尚 提供最佳學習與訓練的環境,對於升學與就業均有實質上的助益。計畫執行中參 與協助之工讀生有三名,另各老師所帶領之大學部學生及相關課程上課之學生, 計超過400名以上學生直接或間接受惠。
- 校內跨領域與科系之整合機制已建立,機械、電機、電子與化工四系間聯繫密切, 明顯提昇教學與研究水準。
- 5. 激勵參與教師產生自我培訓與成長能力,強化實驗能量,相關論文發表約20篇。

#### (二) 理論與技術培訓:

- 1. 建立有機太陽電池、太陽電池模組封裝、燃料電池的製備技術以及工程分析之能力,並開發最大功率追蹤組件及電力系統整合技術。
- 2. 再生能源技術應用整合團隊已具雛形,將進一步推動大型整合型研究計畫。
- 3. 工作人員各單位間彼此協調及整合之能力獲得提升,資源應用更具效率。
- 4. 初步完成再能源系統的硬體設施和人力訓練。

此外,參與計畫的學生在相關學識獲得更多資源,相對加強研發能力,無形中已增加日後就業機會,對學生信心之增強有明顯改進。在此良性循環之結果下,不但使技職教育的訓練無論是在學理或是技能方面,均能獲得產業界之肯定。學生受產業界之肯定之後,自然改變社會大眾對於技職教育之看法,因此可使技職教育與一般教育能平衡發展,給下一代之青年學子有一更好之選擇,使國家技職教育能夠更落實的推展

# 6.7.9 參考文獻

## 子計畫一

- 1. S. Iijima, Nature, 354, 56(1991).
- 2. J. Lei, V. P. Menon, C. R. Martin, Polym. Adv. Technol., 4, 124(1992).
- 3. B. B. Mandelbrot, Ed., The Fractal Geometry of Nature (Freeman, San Francisco, CA, 1982).
- 4. M. Menon, D. Srivastava, Phys. Rev. Lett., 79, 4453(1997).
- 5. G. Treboux, P. Lapstun, K. Silverbrool, Chem. Phys. Lett., 306, 402(1999).
- 6. A. N. Andriotis, M. Menon, D. Srivastava, L. Chernozatonskii, Phys. Rev. Lett., 87, 066802(2001).
- 7. H. S. Nalwa, Ed., Handbook of Organic Conductive Molecules and Polymers (Wiley, New York, 1997).
- 8. A. G. McDiarmid, Synth. Met., 125, 11(2002).
- 9. S. K. Saha, Appl. Phys. Lett., 81, 3645(2002).
- 10. C. R. Martin, Science, 266, 1961(1994).
- 11. C. R. Martin, Chem. Mater., 8, 1739(1996).
- 12. M. Delvaux, J. Duchet, P. Y. Stavaux, R. Legras, S. Demoustier-Champagne, Synth. Met., 113, 275(2000).
- 13. M. Steinhart, J. H. Wendorff, A. Greiner, R, B. Wehrspohn, K. Nielsch, J. Choi, U. Gosele, Science, 296, 1997(2002).
- 14. J. Joo, K. T. Park, B. H. Kim, M. S. Kim, S. Y. Lee, C. K. Jeong, J. K. Lee, D. H. Park, W. Y. Yi, S. H. Lee, K. S. Ryu, Synth. Met., 135-136, 7(2003).
- 15. K. Akagi, G. Piao, S. Kaneko, K. Sakamaki, H. Shirakawa, R. Kyotani, Science, 282, 1683(1998).
- 16. M. X. Wan, Z. X. Wei, Z. M. Zhang, L. J. Zhang, K. Huang, Y. S. Yang, Synth. Met., 135, 175(2003).
- 17. Z. X. Wei, L. J. Zhang, M. Yu, Y. S. Yang, M. X. Wan, Adv. Mater., 15, 1382(2003).
- 18. Z. M. Zhang, Z. X. Wei, M. X. Wan, Macromolecules, 35, 5937(2002).
- 19. J.J.M. Halls, C.A. Walsh, N.C. Greenham, E.A. Marseglia, R.H. Friend, S.C. Moratti and A.B. Holmes, Nature, 376, 498 (1995).
- 20. L. Bogano, S.A. Carter, J.C. Scott, G.G. Malliaras, P.J. Brock, Appl. Phys. Lett. 174, 1132 (1999).
- 21. B. O'Regan. And M. Gratgel, Nature, 353, 737 (1991).
- 22. M. Gratzel, Prog. Photovolt. Res. Appl. 8, 171(2000).
- 23. G.P. Smestad, S. Spiekermann, J. Kowalik, C.D. Grant, A.M. Schwartzberg, J. Zhang, L.M. Tolbert, E. Moons, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 76, 85(2003).
- 24. K. Tennakone, G.R.R.A. Kumara, A.R. Kumarasinghe, K.G.U. Wijayantha, P.M. Sirimanne, Semicond. Sci. Technol. 10, 1689(1995).
- 25. U. Bach, D. Luppo, P. Comte, J.E. Moser, F. Weissortel, J. Salbeck, H. Spreitzer, M. Gratzel, Nature 395, 583(1998).

- 26. B. O'Regan, F. Lenzmann, R. Muis, J. Wienke, Chem. Mater. 14, 5023(2002).
- 27. K. Murakoshi, R. Kogure, Y. Wada, S. Yanagida, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 55, 113(1998).
- 28. K. Tennakone, G.K.R. Senadeera, P.B.R.A. De Silva, I.R.M. Kottegoda, Appl. Phys. Lett. 17, 2367(2000).
- 29. G.K.R. Senadeera, P.V.V. Jayaweera, V.P.S. Perera, K. Tennakone, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 73, 103(2002).
- 30. S. Ferrere, A. Zaban, B.A. Gregg, J. Phys. Chem. B 101 (1997) 4490-4493.
- 31. S.E. Shaheen, C.J. Brabec, F. Padinger, T. Fromherz, J.C. Hummelen, N.S. Sariciftci, Appl. Phys. Lett. 78, 841(2001).
- 32. A. Ulman, Chem. Rev. 96, 1533(1996).
- 33. R. Sfez, L. De. Zhong, I. Turyan, D.M. Andler, S. Yitzchaik, Langmuir 17, 2556(2000).
- 34. M. Gratzel, Nature 414, 338(2001).
- 35. Z.F. Li, E. Ruckenstein, Synth. Met. 129, 73(2002).
- 36. C.G. Wu, C.Y. Chen, Chem. Mater. 9, 399(1997).
- 37. Y. Saito, T. Kitamura, Y. Wada, S. Yanagida, Synth. Mct. 131, 185(2002).
- 38. W. Lu, A.G. Fadeev, B. Qi, E. Smela, B.R. Mattes, J. Ding, G.M. Spinks, J. Mazurkiewicz, D. Zhou, G.G. Wallace, D.R. MacFarlane, S.A. Forsyth, M. Forsyth, Science 297, 983(2002).
- 39. W. Kubo, S. Kambe, S. Nakade, T. Kitamura, K. Hanabusa, Y. Wada, S. Yanagida, J. Phys. Chem. B 107, 4374(2003).

## 子計畫二

- [1] 德國 RWE Space Solar Power 公司,太陽能晶片型號 GAGET2-ID2/160-8040 資料表格 (2005)。
- [2] G. Strobl et al., Advanced GalnP/Ga(ln)As/Ge Triple Junction Space Solar Cells, 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Paris (2004) •
- [3] U. Hartmann, Train the Trainer, The German Solar Energy Society (2004).
- [4] LAMINATOR 350S 型封裝機使用手冊, NISSHINBO 公司,日本 (2004)。
- [5] 彭富章,太陽能光電板封裝技術及 EVA 封裝膜衰退變色之研究(上),光訊 59 期, (1995) 14。
- [6] 彭富章,太陽能光電板封裝技術及 EVA 封裝膜衰退變色之研究(下),光訊 60 期, (1995) 38。
- [7] 黄雄聖,黄文賢,劉宗志,張俊男,林克默,太陽光電模組檢測與封裝技術之探討, 2005 能源與冷凍空調學術研討會,台北市,(2005)。
- [8] 黄文賢,黄雄聖,張俊男,劉宗志,林克默,太陽能車晶片封裝技術之探討,2005 能源與冷凍空調學術研討會,台北市,(2005)。
- [9] 黃文賢,黃雄聖,張俊男,劉宗志,林克默,PC 膜與 Tefzel 運用於太陽能車晶片 封裝技術之探討,第二十二屆中國機械工程學會學術研討會,中壢,(2005)。
- [10] DuPont High Performance Films Inc., Fluoropolymer film specification Bulletin T62-4: Tefzel (2005) •

#### 子計畫三

- [1] 燃料電池:新世紀能源, 林伸佃等合著, 滄海書局, 2004 初版, ISBN 9867777565.
- [2] Zhang Jun, Li Lei, Xu Li, Wan Yu-xin, Electrochemistry, vol. 8, p.315~320, 2002.
- [3] Nobuyoshi Nakagawa, Yikun Xiu, Journal of Power Source, vol. 118, p. 248~255, 2003.
- [4] K. Scott, W.M. Taama, P. Argyropoulos, Journal of Applied Electrochemistry, Vol. 28, p. 1389~13971998, 1998.
- [5] 陳振源,質子交換膜燃料電池之性能受 MEA 壓製壓力及進氣相對濕度影響之探討, 南台科技大學機械工程所碩士論文,94 年。
- [6] 呂俊逸,燃料電池的研究-MEA 的製作和性能分析,中山大學機械工程所碩士論文, 89 年.
- [7] 李軒誠,質子交換膜燃料電池研究-MEA 製程與應用,中山大學機械工程所碩士論文,90年.
- [8] J.T. Mueller, P.M. Urban, Journal of Power Source, vol. 75, p. 139~143, 1998.
- [9] A.S. Arico, et al, Journal of Applied Electrochemisty, vol. 26, p. 671~676, 1999.

#### 子計畫四

- 1. Z. Salameh, F. Dagher and W. A. Lynch, "Step-Down Maximum Power Point Tracker for Photovoltaic System", Solar Energy, pp. 278-282 Vol. 46, No. 1, 1991.
- 2. K. Harada, G. Zhao, "Controlled Power Interface Between Solar Cells and AC Source", IEEE Trans. On Power Electronics, pp. 654-662, Vol. 8, No. 4, Oct. 1993.
- 3. K. H. Hussein, I. Muta, T. Hoshino and M. Osakada, "Maximum Photovoltaic Power Tracking: an algorithm for rapidly changing atmospheric conditions", IEEE Proc., pp. 59-64 Vol. 142, No. 1, Jan. 1995.
- 4. F. Harashima, H. Inaba, and N. Takashima, "Microprocessor-Controlled SIT Inverter for Solar Energy System", IEEE Trans. on Industrial Electronics, pp.50-55 Vol. IE-34, No. 1, Feb. 1987.
- 5. C. Y. Won, D. H. Kim, S. C. Kim, W. S. Kim and H. S. Kim, "A New Maximum Power Point Tracker of Photovoltaic Arrays Using Fuzzy Controller", Proceedings of the IEEE Power Electronics Specialists Conf., pp. 396-403, Vol. 1, June 1994.

# 7. 經費運用情形一覽表

		本年度核定經費(單位:元)				實際執行數(單位:元)					執行率(%)				
計畫序號及名稱	年度.	經常門		資本門(軟硬		經常門			資本門(軟硬		<del>7</del> /(1 + (/0)			備 註	
		人事費	業務費	其他(耗 材)	體設施費)	合計	人事費	業務費	其他(耗 材)	體設施費)	合計	經常門	資本門	合計	1773
總計畫	94	50,000	2,950,000	400,000	320,000	3,720,000	50,025	2,934,985	415,125	321,185	3,721,320	100%	100%	100%	
0	95														
	96														
分項計畫	94	0	0	0	1,000,000	1,000,000	0	0	0	1,274,500	1,274,500	-	127%	127%	
-	95														
	96														
分項計畫	94	0	0	0	1,790,000	1,790,000	0	0	0	1,749,000	1,749,000	-	97.7%	97.7%	
	95														
	96														
分項計畫	94	0	0	0	1,890,000	1,890,000	0	0	0	1,748,000	1,748,000	-	92.5%	92.5%	
三	95														
	96														
分項計畫	94	0	0	0	1,000,000	1,000,000	0	0	0	970,000	970,000	-	97%	97%	
四	95														
	96														
分項計畫	94	0	0	0	600,000	600,000	0	0	0	586,000	586,000	-	97.7%	97.7%	
五	95														
	96														

合計 50,000 2,950,000 400,000 6,600,000 10,000,000 50,025 2,934,985 415,125 6,648,685 10,048,820 100% 101% 100%
---

- 3. 註:一、本表所填各項數據應於『經費收支結算表』一致。
  - 二、『經常門』執行率未達 80%以上或『資本門』執行率未達 90%以上,應於『備註』說明具體理由,並附相關證明文件,否則將依規定刪減、停撥下一年度之經費補助或終止補助。

# 8. 年度計畫查核點執行情形

計畫序號及名稱	年度查核點	幸	九行進	度	落後原因說明			
可重厅颁及石件	7 /又旦7次,和		超前 符合 落後					
總計畫 再生能源科應用之整合研發與人才培育	專題設計與製做		√		執行進度符合			
	排定課程與儀器使用教學		√		執行進度符合			
	採購儀器與設備		√		執行進度符合			
	架設南台科大再生能源技術網站		√		執行進度符合			
	安裝與校正設備		<b>V</b>		執行進度符合			
	太陽能車比賽		1		執行進度符合 (9/17~10/4 完成)			
	子項教學與研究執行		√		執行進度符合			
	子項教學與研究擴展規劃		1		執行進度符合			
	規劃成果與觀摩		√		執行進度符合(12/10 完成)			
	撰寫結案報告		√		執行進度符合			

※註:『年度查核點』之填寫應與核定後之詳細計畫申請書所列內容一致。

# 9. 所面臨問題與因應措施

(與本計畫相關者,如補助項目變更等請一併說明,並附相關表格及證明文件)

太陽能車製作經費高昂,多數由本校自籌,教育部補助款僅提供比賽費用,且核撥較晚, 與澳洲參賽相近,導致相關作樣程序略顯倉促。結案報告與新計畫之作業程序通知較晚,致行政 作業無法正常進行。

## 因應措施:

- 1. 南台科大自行投入研發經費近 600 萬元,召集相關教師四名全力投入研發,不僅證明學校長期支持再生能源開發,對太陽能車研發技術亦已達國際水準。
- 2. 預先進行各準備工作。

# 10. 九五年度計畫內容

## 10.1 計畫名稱

# 再生能源應用之整合研發與人才培育(2/3)

#### 主要目標為:

- (1) 強化「新能源中心」教育功能,以技專院校重實做特點,發展本校特色 再生能源應 用。
- (2) 培育相關領域研究人員,建立自主之關鍵性技術。

執行時間:本年度自94年7月1日起至96年12月10日止,共三年。

# 10.2計畫目標(發展重點項目)

再生能源是目前重點發展技術,南台科大近年來在此相關領域投入甚多人力物力,不論在 風能、太陽能的應用研發上皆領先其他大學,比如說太陽能路燈、太陽能車與風力發電等。為更 加提升在能源科技之研發能量,南台科技大學工學院於 92 年度成立『新能源中心』,跨系整合 新能源與再生能源等相關專長的師資與設備,並進行關鍵元件研究、系統設置技術開發及人才培 訓等任務。本計畫為本校重點發展項目『再生能源應用之整合研發與人才培育』之第二年計畫, 期能達到整合目的,集中研發能量,新能源中心將以發展『再生能源複合動力車』為執行之目標。

計畫執行將以配合專題發展之方式,運用新能源中心各實驗室發展之成果,應用於作品上,預計完成之專題作品依次為:

- 1. 太陽能車(已完成)
- 2. 太陽能車最佳化與複合動力車雛型開發
- 3. 再生能源複合動力車

未來一年度具體之發展重點項目包括,最佳化現有太陽能車之性能,提高能源使用效率, 並以此為藍圖開發再生能源複合動力車之雛型,各相關子計畫如下:

#### 第二年各子計畫為:

- 1. 太陽電池封裝技術及新能源材料開發
- 2. 電力與動力系統監控技術
- 3. 太陽能車與複合動力車之工程分析
- 4. 液滴行為可視化技術及應用
- 5. 可再生式燃料電池

## 第三年各子計畫為:

- 1. 新式太陽電池製作
- 2. 複合動力控制系統
- 3. 太陽能車與複合動力車之全車分析
- 4. 太陽晶片散熱分析技術
- 5. 太陽能 燃料電池複合動力系統

此外,將配合再生能源科技發展趨勢、積極增強研究設備、推動群體研究、有效運用既有之研究資源、加強跨系所及跨學院之合作,並積極與南區產學協會及國內外學術單位進行學術合作與交流,藉以提昇學術研究水準,並邁向國際化。

本計畫第二年將以機械及電機兩系為主,期能在現有架構上進一步強化電力與動力系統性 能,並逐步擴充計劃規模,目標為:

- ()強化和再生能源系統元件製備技術相關之實驗室,鼓勵其他實驗室轉型加入新能源中心,並共享資源。
- () 專題作品與個各實驗室專長結合,開設『再生能源』相關課程,讓學生從實作中知不足 而能主動去學習。
- () 強化大學部學生了解未來再生能源整合方法、能源系統元件製作與量測、再生能源系統 裝設等最新技術研發。
  - () 辦理『再生能源整合』相關技術研討會。

後續計畫之目標規劃雷同,但搭配不同專題略有修正,詳細內容將逐年提出,並將以前一 年執行成果做為修正之參考。

# 10.3 整體計畫所發展之技術

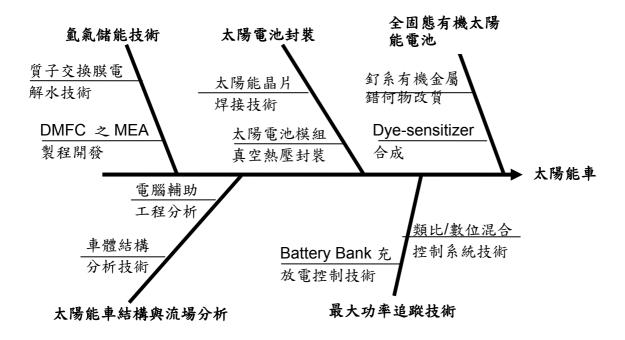
本計畫以三年期為目標,每年皆設定一實作目標須達成。去年度之成品為新太陽能車,本校投入相當多之人力進行開發,提供款項約六百萬元,加上去年度計畫所提供之二百七十萬元參賽之經常門費用,南台科大注重在生能源開發之用心,已為國內大專院校之翹楚。



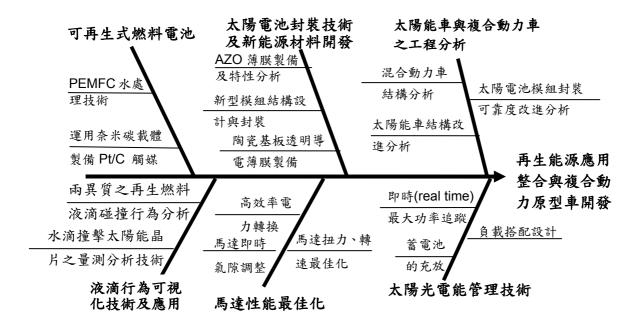
圖表 32 本校新太陽能車參加 2005 WSC 比賽順利到達終點

相關子計畫衍生之技術,以魚骨圖可清楚表示如下:

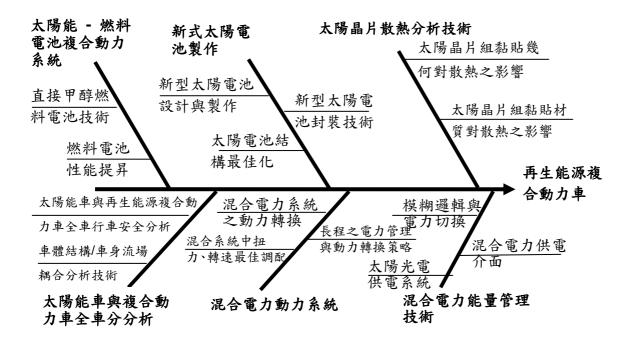
第一年 (已完成)



## 第二年 (今年度計畫)



第三年



# 10.4 具體內容及配套措施(如校內發展整合情形與現有設施及未來設施規

# 劃、課程規劃、使用規劃、管理規劃等)

# 10.4.1 本校再生能源科技發展整合情形

本校致力於太陽能科技研究,連續數年投入大筆經費製作太陽能車並積極參與國際競賽,從最初南北走透透、赴澳洲參加世界太陽能挑戰賽及最近至雅典之太陽能拉力賽,不但替台灣增光外,亦彰顯本校深耕能源技術之決心與實力。93 年雖因原來負責太陽能車教師離職,本校先進車輛組師生隨即接替開發工作,並於短短9個月成功開發出新車,並參加國際比賽證明實力。除此之外本校亦非常重視能源科技之教學,近年來有多位教師投入能源科技相關之研究,校方亦挹注大筆經費強化實驗器材,讓老師可以將實際研究成果展現於課堂上,吸引優秀學生加入實驗室,提升研發能量。

再生能源科技列為本校工學院中長期之研究項目,其中『新能源載具之研製』、『有機太陽能電池製作』、『太陽電池模組設計製作與應用』、『燃料電池之研發及應用技術』、『超級省油車研製』及『再生能源系統設置技術』等項目是發展之重點。機械系、電機系、電子系及化工系負責相關技術之推動與教學。由於計畫之規劃是透過工學院整合,因此不論在人力、技術、設備及資源上,皆具有共享與共用之優勢。各系特色及發展重點目標如下:

- ()機械系:有太陽光電/風力發電實驗場、太陽電池模組製作實驗室、燃料電池實驗室、汽車感 測與控制實驗室、電腦輔助工程分析室,並且機械系已有初步新能源研發設備及量 測儀器、太陽光電/風力發電及相關系統控制的師資,重點目標為『透明薄膜式太陽 電池之研製』、『太陽電池模組封裝技術』、『再生型燃料電池之研發及應用技術』 及『再生能源系統裝設技術』。
- () 化工與材料工程系: 主要參與為『高分子材料中心』,近年來添購有真空蒸鍍機、螢光光埔 儀、陣列二級體分光光譜儀、AFM 與塑譜儀等精密儀器。本計畫中其參與之重點研 究項目為『全固態有機太陽能電池製作』。
- ()電機系:以再生能源實驗室、電力電子實驗室為主,此外電機系擁有不少與半導體、奈米光電相關的師資與儀器設備,並已開發出高功率正弦波輸出直交流轉換器,後續將朝大電流無刷直流馬達、電力調整技術等方向研發。

計畫將以跨科系方式,以工學院內之機械系「新能源中心」為主,逐年與化工系「高分子材料中心」、電機系「光電半導體中心」合作,將原本已有且與再生能源科技相關領域之師資及 儀器設備加以整合,以執行『再生能源應用之整合研發與人才培育』重點特色計畫。教育部去年 提供之經費除建置或補強5間相關實驗室,經常門費用更大力支持本校新建太陽能車赴澳洲參加 世界太陽能車挑戰賽。也強化本校在再生能源開發之特色 - 再生能源應用整合。

# 10.4.2 再生能源之應用整合以及架設複合動力系統之技術研發

本研發計畫分為複合動力系統設置技術及專題車輛製作研發兩部份,前年度於前者著重於 有機太陽電池、太陽電池模組、氫氣儲能等組件開發;後者則著重於太陽能車設計、工程輔助分 析與最大功率追蹤器等系統之技術探討。本年度著眼於落實第一年度所開發之相關技術,並開始 朝向燃料電池-太陽能複合動力系統整合之先進再生能源應用技術開發。以下將逐一詳細敘述各 子計畫之具體內容。

# 10.5總計畫 - 再生能源應用整合與複合動力原型車開發

本計畫之特色即為以實際作品展現成果,去年度之太陽能車不僅再次證明南台科大致力於再生能源應用之決心,也因為積極參與國際比賽,提昇台灣支持綠色環保的形象。

燃料電池 - 太陽能結合之複合動力車,將未來具備無限潛能的氫能與可再生能源太陽能整何使用,不但可以解決燃料電池氫氣儲存的問題,亦能補強陽光不足時太陽能車功能不彰之缺點。



本校工學院長參訪日本玉川大學之太陽能 - 燃料電池車

本年度將規劃設計此雙電力系統,預計於次年度將此系統應用於本校已開發成熟之太陽能車上,雛型將視經費多寡安裝於新建或舊有之太陽能車,期望能將此項技術藉由於車輛上之應用,增加經驗亦提升技術水準。

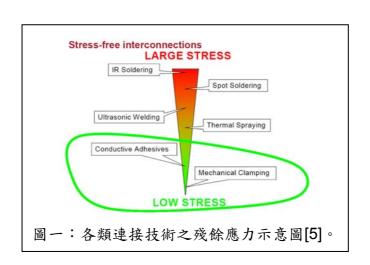
# 10.6子計畫一 - 太陽電池封裝技術及新能源材料開發

本子計劃主要研究發展方向可分為兩個重點:一為配合本校太陽車研製計劃期能在最短時間內建立太陽光電模組封裝及相關檢測技術;另一重點則有關新型太陽電池的研究工作。本實驗室在第一年已完成以真空熱壓機進行太陽光電模組封裝基本步驟的探討,並初步評估不同熱壓封裝製程的優缺點[1~3]。目前本實驗室所建立的基本技術,包括檢測、焊接、封裝及性能評估等項目。在第二年除將持續改善現有封裝製程和焊接技術外,另外一個重點在於開發新型太陽電池,包括研製新型透明導電薄膜材料以及嘗試並評估新式結構的太陽電池等。本計劃第二階段主要目標及考核重點分別敘述如下:

- 1. 太陽能晶片連接技術: (1)建立晶片切割參數; (2)探討不同晶片連接技術(電烙鐵、導電膠、雷射焊接等)對模組效率的影響; (3)建立小型量產系統。
- 新型模組結構設計與封裝:(1)封裝輔助夾具設計與製作;(2)新型模組結構封裝測試;(3) 模組效率最佳化。
- 3. AZO 薄膜製備及特性分析: (1)ZnO:AI 透明導電薄膜製作; (2) AZO 薄膜特性分析。

#### 太陽能晶片連接技術

由於單一太陽能晶片的輸出電壓並不高(0.5~2.5V),製造太陽電池模組時,一般必須將太陽能晶片以串聯方式連接,也就是將每個晶片的前端接點連接到下一個晶片的後端接點之上,連成一串以產生所需的工作電壓[4]。常見晶片連接方法為:電烙鐵焊、超音波焊接、雷射焊接、膠接以及夾具連接等方式,不同連接方法所造成的應力大小也不同,下圖為各類連接技術所造成殘餘應力大小的示意圖[5]:

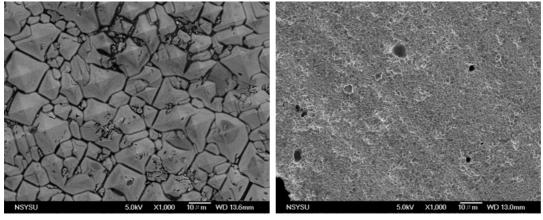


在焊料方面,傳統錫鉛焊料因鉛對人體健康有害,故產學界正尋找無鉛焊料來代替鉛錫合金,以符合相關的綠色法規,達到「綠色產品」的最新環保基準。面對環保的三大目標——「無毒、節能與回收」,大部分的企業團體已逐漸從最根本的「無毒」開始著手,即是將產品中的有害物質減量,乃至不再使用。其中難度最高的是被廣泛應用的鉛,也因此研究與開發各種無鉛焊

料被視為當務之急。目前,各式各樣的無鉛焊料正處於開發探討與少量使用階段。具有潛力取代鉛錫合金的無鉛焊料,在特性上需滿足下列條件與使用上需要[6~8]:(1)熔點與鉛錫合金相當,尤其是共晶的鉛錫合金;(2)狹窄之固液二相區;(3)各種母材濕潤性良好;(4)各種母材無劇烈的界面反應;(5)熱傳及導電等物理性質良好;(6)合適的抗拉強度;(7)良好的抗熱疲勞性質;(8)良好的抗腐蝕性質;(9)良好得抗氧化物化性質。其中最常探討的無鉛焊料為 Sn-Bi 與 Sn-Ag,下表比較兩者特性:

焊料	Sn-57wt%Bi	Sn-3.5wt%Ag		
Melting Point[9,10]	<b>139</b> ℃	<b>221</b> ℃		
<b>Electrical Resistivity</b>	34.5	12.31		
(µohm-cm)				
Coefficient of thermal	15	30		
expansion				
Thermal conductivity	21	33		
優點	良好流動性	高強度、抗熱性佳		
缺點	高應變率下性質變差、	熔點偏高[9]		
	焊接性差[11,12]			

由於焊接處的導電性對太陽能電池模組性能有相當顯著的影響,本計劃將著重於探討 SnAg 焊料焊接技術的最佳化。再者,由於各式太陽能晶片上導電層特性不同,因此其對連接強度的影響也不同。圖二左邊顯示矽基太陽能晶片焊點斷面表面形貌,右邊為 RWE 晶片焊點斷裂後導電膜斷面情形。很明顯的,蒸鍍製程的金屬導電膜,其焊點的強度高於網印銀膠的焊點。不過由於價格因素,矽基太陽能晶片未來仍是應用市場的主流,應用範圍相當廣泛,故應進一步深入探討矽基晶片的連接問題。此外,特殊產品在研發階段是以手工製作,但在量產時,應將製作步驟自動化以確保連接界面的品質以及提高經濟效益。這也是本階段重點之一。



圖二:矽基太陽能晶片和 RWE 晶片焊點斷面形貌比較。

為了使學生能及早掌握未來太陽能應用的多樣性變化,本實驗室擬在現有基礎上進一步討論下列重點:(1)建立晶片切割技術,以利於製作各式各樣太陽電池模組;(2)探討不同晶片連接技術 - 雷射焊接、電烙鐵、導電膠等 - 之優缺點,並了解其對模組效率的影響;(3)建立小型量產系統及量化標準。

#### 新型模組結構設計與封裝

太陽電池封裝是保護太陽電池的重要步驟,良好的封裝方式能減少太陽電池受環境影響的程度,並對其表面具有一定程度的保護效果,可提高太陽電池的使用效益。商用太陽電池模組多在太陽電池下側放置基板以保護模組,在太陽電池之受光面放置透明基板做為支持板,在其下用透明填充材料,如耐濕性佳之 EVA [13, 14],封入太陽電池。透明基板以熱強化白板玻璃為佳。另外為了加強其對濕氣的抵抗力,亦會在透明接著樹脂上再貼上一層高分子薄膜。此封裝方式因為使用強化玻璃,故其重量較重。圖三為本實驗室所製作之太陽電池模組。



圖三:本實驗室自製之 PV 模組, $V_{oc}$  = 5.73V , $I_{sc}$  = 3.33A,自然日光條件,8.8 Klux。

由於玻璃的重量較重,並不適合用於移動式裝置,如太陽能車。故目前太陽能車的晶片封裝結構通常以 PC 膜或 Tefzel 膜取代玻璃;以 Tedlar 膜取代下基板,但此結構的太陽能晶片有下列缺點:

- 1. PC 膜本身之透光率差,無法將太陽產生之光能有效轉換成電能;
- 2. Tefzel/EVA/Cells/EVA/ Tedlar 結構易出現大應力情形,不良率高。

為改善這些問題,我們採用 Tefzel/EVA/ Cells/EVA/Tefzel 結構來提高透光率及減少應力,並已取得初步成效。不過,在上述的封裝結構中,在大面積太陽電池的封裝過程中,高分子薄膜易因熱脹冷縮而使表面產生溝槽,如 TCE 值高的 Tefzel 就極易因收縮效應而產生溝槽。另外,封裝中大量使用的 EVA 等碳基樹脂會在太陽光紫外線照射下容易損壞變黃,進而影響太陽光的穿透率而降低模組的效率。本計劃擬進一步討論下列重點:(1)使用光穿透率與抗紫外線性質均較佳之矽基樹脂[15]或以紫外線穿透率高之 PVB[16]來取代目前常用之 EVA 材料;(2)設計封裝輔助夾具,在封裝之過程中以夾具固定高分子薄膜,以減少其收縮之變化程度和產生溝槽的機會;(3)進行一系列封裝測試以獲得最佳工作參數。



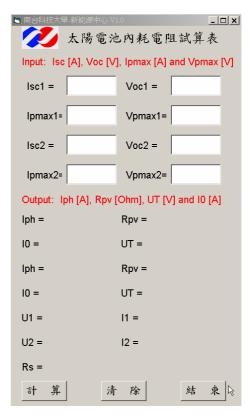
圖四:Tefzel之高收縮率易在表面造成溝狀條紋[2]。

擬執行下列的實驗步驟來分析封裝製程參數:

- 1. 分別測量 Tefzel/PVB/Tefzel 膜和 PC/PVB/PC 膜的透光率;
- 2. 量測未封裝太陽能晶片的 I-V 特性曲線及計算其內耗電阻;
- 3. 進行不同參數組合的封裝實驗;
- 4. 量測封裝後晶片之 I-V 效能並求內耗電阻;
- 5. 進行高溫高濕實驗以及熱循環實驗;
- 6. 再量測 I-V 效能和分析內耗電阻變化;

其中,我們使用本實驗室自行發展的太陽能晶片性能分析程式來評估太陽能晶片相對效率的改變[1]。藉由分析晶片內耗電阻的大小,可作為判斷太陽電池模組封裝製程好壞之依據。其重要內容為量測 I-V 曲線、解非線性方程組求出光照特性、並計算內耗電阻的大小,即能了解太陽能晶片效能的變化情形。

在陰影下之太陽電池模組,因產生電壓的不同, 易產生逆偏差電壓,而造成模組燒損或故障,故在模 組上常並聯 Bypass 二極體,但因電流流向 Bypass 而 降低串聯之出力,即造成壓降,而造成總輸出功率的 下降。此時若能設置一控制機制,以決定當某陰影下 之模組電壓極低時,是否將此陰影下之模組斷路,以 防控制器大幅拉降其它模組電壓,以達到一適當之電 源管理,避免功率大幅下降。本計劃擬建立一數值分 析模型,並配合電路設計和相關實驗驗證,以作將為 太陽電池模組設計最佳化之輔助工具。



圖五:太陽電池內耗電阻試算程式。

#### AZO 薄膜製備及特性分析

目前在單晶/多晶太陽晶片的成本中矽基板便佔了 40%以上的成本[17],可降低成本的空間

並不大;為了進一步改善太陽電池經濟效益,新型太陽電池的研究是應該要發展的方向。本計劃 擬開發太陽電池結構中重要的關鍵材料 - 氧化鋅透明導電薄膜[18]。相對於 ITO 導電薄膜,氧 化鋅薄膜具有無毒、價格便宜、蘊藏量豐富等優點。由於氧化鋅具有高能隙、高透光性、高折射 率以及非線性光學係數,在薄膜的應用上也相當廣泛。若是將 AI、Ga、In [18, 19]等比鋅多一價 的元素摻雜於氧化鋅薄膜中,或刻意製造薄膜的陰離子空缺以形成 n 型半導體,則可提高薄膜導 電性。若能開發一低成本、可量產大面積塗佈的方法製作氧化鋅薄膜,將可以進一步降低太陽電 池的材料成本,或用於建設計新的電池結構。本階段主要目標在於先探討氧化鋅透明導電薄膜成 長理論及導電機制,經由各類實驗分析各種可能因素,並加以證明;接著進一步分析鋅鋁組成分 佈、能階及氧空缺等因素,以利於製作高性能 AZO 透明導電薄膜。主要實驗項目包括:

- 利用 sol-gel 法製作氧化鋅薄膜;
- 2. 使用真空管狀高溫爐,以不同的熱處理條件(溫度、時間、真空度)進行結晶成長;
- 3. 使用四點探針儀量測樣品之片電阻,以霍爾效應量測儀量測載子遷移率、載子濃度與 電阻率;
- 4. 以 FE-SEM/AFM 觀察試片表面、截面形貌;
- 5. 以低掠角薄膜 X 光繞射儀分析試片結晶度、結晶優選取向、晶粒大小;
- 6. 以紫外-可見光光譜儀(UV-VIS)量測樣品之穿透率。

本子計畫擬探討不同封裝材料實際熱壓封裝時之重要參數如工作溫度、工作壓力、降溫速率 對整體效率影響、如何避免氣泡產生,各類可能連接技術和新能源材料的開發等等皆是實驗研究 的重點。此外製程輔具的設計與製作、焊接步驟、封裝製程的規劃和參數的最佳化等,可作為學 生專題製作及實習課程項目之用。

本計畫第三年計劃擬結合奈米結構材料與新型透明導電薄膜以建構新型太陽電池,包括新型太陽電池設計與製作、新型太陽電池封裝技術,以及太陽電池結構最佳化等項目。隨著高科技的快速進步,由各類半導體薄膜製程結合奈米科技所組成的新型太陽能電池,將有機會取代現有矽基太陽能電池,而成為應用主流。其中首要重點為製作出可與 ITO 相媲美且價格低廉、更具競爭優勢的透明導電薄膜,以期進一步降低太陽電池的成本。另一努力目標則為,掌握奈米結構材料的成長技術,以建構新型太陽電池。

# 10.7子計畫二 - 太陽能車與複合動力車之工程分析

本子計劃的主旨在於使用電腦數值分析與實驗應力分析的方法(1)改進太陽能車之結構;(2) 改進太陽能晶片模組之可靠度以及(3)對複合動力車結構與外形設計進行分析以期能開發出堅固 質輕及省能的車體。

有限元素分析(FEA:Finite Element Analysis)軟體提供了車輛與再生能源研究人員在事前預測及事後驗證的工具[張智凱、鄭榮和][ 鄭榮和]。經過超過 30 年的發展,有限元素法在工程分析上的應用已經相當成熟。目前國內外車輛與再生能源相關企業普遍都已設置了研發部門,而近幾年更以倍數成長導入專業電腦輔助工程分析軟體。藉著本計劃的執行,能讓參與的學生熟悉專業電腦輔助工程分析軟體如何實際應用在產品功能的事前預測及事後驗證上,使學生踏出校園時就能與產業緊密結合。雖然現今的工程師廣泛的使用電腦輔助工程分析軟體於實際的工程問題求解中,然而實際的工程測試仍是不可或缺的工程步驟。隨著科技的不斷創新與實驗力學研究者的不斷努力,許多以往只能在研究型實驗室才能進行的實驗(例如雲紋法、數位影像相關法等)目前已經逐漸被工業界採用以驗證電腦輔助工程分析所得結果之可靠性。藉著本計劃的執行,能讓參與的學生了解如何使用新興的實驗力學方法量測重要的工程參數。最終目的是希望讓參與的學生能將電腦數值分析與實驗力學分析的方法結合使用,如此更能拓展工程分析的應用範圍與增加分析的精確度。

#### 太陽能車結構改進分析

研發高效能的太陽能車為本校新能源中心所訂定中長程目標之一,如何研製能顧及車體結構 強度、耐震能力、節省能源、良好操控性、行車人員安全之車架/底盤結構為太陽能車在設計上 重要的課題[Carroll, 2003]。太陽能車的車架/底盤提供各子系統連接的位置,使車體重量適當地 分配到輪胎上,因此需要特別設計與分析以確保車架/底盤在行駛中不致損壞以保證各子系統能 正常運作。太陽能車的車架提供前後輪懸吊系統之固定,因此在行駛時須直接承受來自地面的動 態負荷;車架也提供了太陽能車車殼的安置,因此車殼的重量及高速行駛時車殼的氣彈力學效應 也將成為車架之負載。此外在車架/底盤中駕駛艙部份之結構需要有足夠的剛性以保護駕駛員在 碰撞意外發生時不因車體變形而受到擠壓;然而車架的其他部分要能要能充分吸收撞擊之能量使 得傳遞到駕駛人員之撞擊力降至最低。今年本校所研製的太陽能車火鳳凰一號為了降低太陽能車 的重量以節省動力,車架結構由質輕的鋁合金方管焊接而成的。然而,若是能在不影響行車性能 及駕駛人員安全之下可以進一步改良設計以減輕車架/底盤結構之重量將能提升能源的使用效 率。太陽能車的車殼是除了太陽能車的車架/底盤結構之外重量最重的組件,如何減輕車殼的重 量是太陽能車研發人員經常思考的問題。然而車殼為太陽能晶片模組鋪設之處,因此除了要合乎 空氣動力學原理之外,車殼要有足夠的剛性才不致讓太陽能晶片模組承受過大的振動負荷而導致 太陽能晶片模組中的晶片破裂或焊錫脫落。因此,本子計畫目標之一為藉著使用專業工程分析套 裝軟體,搭配實驗力學中的量測技術及分析方法(1)設計出不影響車體輕巧靈活的特性,並顧及 結構強度、耐震能力與安全性之最輕化車架/底盤結構。(2)設計出高剛性、低風阻係數,能讓太 陽能晶片模組不致因長期振動而失效的最輕車殼。藉著本項目的執行可讓學生了解如何使用專業 工程分析套裝軟體改進工程設計。

## 太陽電晶片焊點與電池封裝模組之機械可靠度分析

太陽能車實際在路上行駛時太陽能晶片模組除了承受紫外光照射的老化反應之外還須承受 衝擊負荷、長期震動、日夜溫差變化、日曬雨淋之瞬間溫度變化等外在不利因素。以本校過去數 年太陽能車的行車經驗發現,太陽能晶片模組失效的主要原因包括焊點脫落、焊點疲勞破壞、晶 片破裂、晶片與封裝材料剝離等。因此現有太陽能晶片焊接及模組封裝技術仍有很大改善的空 問。當太陽能車行經不平路面時,衝擊負荷將由車輪經過懸吊系統、車架傳達至車殼上的太陽能 晶片模組,此一衝擊力量可能使太陽能晶片與晶片之間的焊接點瞬間脫落或直接導致晶片破裂; 太陽能車行駛時所產生的震動雖不致讓焊接點於短時間內破壞,但經過長時間行駛之後在承受過 大震動處之焊點很可能因疲勞破壞而失效。太陽能晶片模組為由下基板、晶片、焊錫、高分子薄 膜等所組成的非均質複合結構,各組成份子間的熱膨脹係數之差可達數十倍之多,因為日夜溫度 變化將使太陽能晶片模組每日經歷一次熱應力循環(thermal cycle)過程,經年累月下來不同材料 間的熱應力差將造成界面(例如太陽能晶片與封裝材料之接合面)剝離而使太陽能模組失效;此外 在烈日之下行駛的太陽能車若經歷暴風雨時,太陽能晶片模組的溫度將瞬間下降,此一現象稱為 熱衝擊(thermal shock),因為太陽能晶片模組各組成份子的比熱、熱傳係數不同,因此在模組受 到熱衝擊的瞬間模組內各部份的溫度與溫度梯度分佈非常不均勻,再加上各組成份子間熱膨脹係 數不同,因此可能在局部產生很大的熱應力而使太陽能晶片模組內部產生微裂縫。上述可能使太 陽能晶片模組的原因在太陽能晶片模組封裝之時就要考慮因應之對策。

太陽電池模組主要製作過程包括:(1)選擇太陽能晶片及設計模組性能、(2) 焊接多個晶片為一模組、(3) 真空熱壓封裝晶片模組、(4) 模組性能(包含機械性質)檢測。本計畫擬以數值模擬與實驗應力分析的方法(1)找出太陽電池模組製作過程中各種可能影響太陽電池模組焊點機械可靠度的參數並探討這些參數的重要性;(2)探討不同封裝材料與不同真空熱壓封裝過程對太陽電池模組翹曲變形與內部殘餘應力之影響;(3)對太陽電池模組在各種不利的機械因素(衝擊負荷、長期震動、熱循環、熱衝擊)之下的壽命提出評估。性能穩定且耐用的太陽電池模組是順利推廣太陽能應用的助力。綜合上述研究結果將能對太陽電池模組的可靠度評估建立法則並提供提高太陽電池模組可靠度的參考。藉著本項目的執行可讓學生了解太陽電池模可靠度的重要性及提昇太陽電池模可靠度的方法。

#### 複合動力車原型之工程分析

結合太陽電池與燃料池等再生能源之複合動力車是具有發展潛力的概念,本計畫主要是針對複合動力車的需求,考慮車體結構強度、耐震能力、散熱能力、風阻係數、及節省能源等因素, 擬藉專業電腦輔助設計及工程分析軟體,進行複合動力車結構與外形之設計及分析,以期能開發 出堅固質輕的車體結構及省能低風阻的車身外形。藉著本項目的執行可讓學生了解如何使用專業 工程分析套裝軟體於複合動力車尚未製造前預測該車之力學反應。

# 10.8子計畫三 - 可再生型燃料電池

近百年來,由於社會的進步及人口的快速成長,對能源的需求量有增無減,造成有限的地球資源日益枯竭,若沒有開發新的能源,或使用新的能源技術,人類很快便會面對生存危機。傳統的發電方式,各有其不同的缺點,相形之下具有零污染、低噪音、高效率、使用範圍廣泛的燃料電,便逐漸成為國際上爭相研發的新能源科技 [1]。近年來質子交換膜燃料電池的研究方向,大多朝向材質不同之新式質子交換膜、非貴金屬觸媒、金屬雙極板材料、流道設計、製程技術及高效率的水與熱之管理等,期能降低製作成本,讓大眾普遍使用。

本計畫將探討在不同壓壓力完成之 MEA (membrane electrode assembly) 對質子交換膜燃料電池性能之影響。實驗過程中除改變壓製壓力外,進氣之相對濕度亦列為影響參數,分別使用不同厚度之質子交換膜 (Proton Exchange Membrane): Nafion 112、Nafion 115 及 Nafion 117 製備 MEA 進行性能測試分析。一般來說,壓製壓力過低時,將使 MEA 在操作過程中產生剝離現象,性能表現亦相對較低。提高壓製壓力能使 MEA 結合良好且性能明顯提升,直至壓力超過特定值時 (依薄膜厚度而不同),繼續提高壓製壓力性能反而變差。在進氣之相對溼度對輸出功率的影響方面,當進氣之相對溼度較高時,輸出的功率明顯提高,但若超過某一定值時,陰極側可能會因累積過多的水,造成多孔性電極有泛溢 (flooding) 現象,使得質傳阻抗增加而不利於功率的提昇,此時良好的水管理設計對質子交換膜燃料電池便極為重要。

可再生型燃料電池,因為需同時兼具燃料電池與電解槽之雙重功能,對以上之壓製過程要求 更嚴格。本計畫將著眼兩項重要技術:

- 1. 本型燃料電池對於水處理之掌控相當困難,因此去年度計畫中所建立之 DMFC MEA 製程技術便可以用來做為本型燃料電池之基本參考製程。
- 2. 考量電解程序,更高效率之觸媒載體必須被使用,奈米級之觸媒載體將是提升效能的極 佳方法。

#### PEMFC 水處理技術

李軒誠[2]提到增加熱壓過程中之壓製壓力,可使催化劑與質子交換膜結合緊密,形成良好的 三相區,不但減少 MEA 之厚度,縮短氫離子質傳行程,亦增加質子交換膜與電極間的接觸面 積,降低內電阻,使得 MEA 增加其輸出功率,但是過高之壓製壓力反使得三相區中的孔隙度 降低,阻檔了氣體分子擴散至三相區發生電化學反應之機制,而降低 MEA 的輸出功率。

水管理技術亦是影響 MEA 性能的重要因素, Choi 等人[3] 針對燃料電池電池組的內部加濕 (internal humidification) 進行研究改善。他們控制燃料電池內部的含水量,使效能明顯提昇。因為離子傳導性和質子交換膜的水合作用 (hydration) 有直接關係, 他們亦建議燃料電池內的質子交換膜需有足夠水份來保持離子傳導性。所以若以 Nafion 為質子交換膜,該薄膜便必須保持適當水分,以避免離子傳導能力下降。Chu 與 Jiang [4] 在不同氫氣流量及環境變化 (溫度、溼度)下對自然吸氣式 PEM 燃料電池堆進行研究。結果顯示對於自然吸氣式的燃料電池堆而言,對

其性能輸出影響的首要考慮因素是周遭環境的溼度。當環境溫度在 35°C 時,相對溼度若低於 10%,則其電池性能表現將僅為相對溼度 85% 時的 5% 而已。

林建良[5]對 PEMFC 的水管理技術則作更深一層的探討。他認為水對電池性能的影響主因是液態水的形成、反應氣體被水氣稀釋及薄膜脫水,因此可以利用以下方式改善,即利用隨著氫離子由陽極電泳到陰極的水與反應生成的水所造成的濃度梯度,讓濃度梯度高到可使水以一定的速度由陰極滲透回到陽極,進行濕潤作用。或是使用較高的壓力及適當的溫度與溼潤條件操作電池,減少水的蒸發損失,此外濕潤氣體的溫度必須比電池溫度高 5~10℃,以避免脫水問題。

Baschuk 和 Li [6] 以不同的操作溫度和壓力,分別以純氧和空氣作為氧化劑輸入陰極,藉 以觀察電極孔隙之氾溢比率和電流密度的關係。結果顯示,使用空氣所產生的氾溢程度比純氧 低,主要是因為使用空氣時,所需輸入的流量較大,間接幫助水的排除,所以較不容易積水。

#### 運用奈米碳載體製備 Pt/C 觸媒

電極觸媒載體的基本要求為高導電性、高孔隙度及高化學穩定性。高導電性便利於電子傳輸,高孔隙度便利燃料及質子傳輸,高表面積利於貴金屬分佈,高化學穩定性則可抵抗酸性電解質的腐蝕。碳黑因為俱備良好的耐酸性、高表面積及高導電性,為目前商業及研發 PEMFC 觸媒所最常用的。目前最常用的商業觸媒載體為 Cabot 公司之 Vulcan XC-72 (表面積為 250  $m^2$ /g),其他的碳黑載體包括 Cabot 公司之 Black Pearl 2000 (表面積為 1500  $m^2$ /g)、Denka 及 Shawinigan Black 之 Acetylene Black (表面積分別為 61 及 50  $m^2$ /g) 及 Ketjen Black International 之 Ketjen Black (表面積為 1000  $m^2$ /g) 等[7] ,皆符合作為電極觸媒載體的基本要求。

目前商業碳黑的缺點之一為表面缺乏官能基,與觸媒前驅體的作用力不足,導致載體觸媒產物性能未達理想,但透過表面處理方法可以大幅的增加碳黑表面官能基,提升碳黑表面與觸媒前驅體的作用,以及增加貴金屬的分佈及降低活性中心的粒徑,藉以提升觸媒的使用率及效率,而氧化反應為目前最常用之表面官能化方法,可以使用 KMnO<sub>4</sub>、HNO<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 等液體氧化劑,亦可以配合使用氧氣及高溫來完成[8]。

Vulcan XC-72 為目前最常用的觸媒載體,但對必需使用高金屬含量之觸媒而言,其表面積及孔隙度仍未達高活性觸媒的要求,成為影響貴金屬分佈、活性中心粒徑尺寸及觸媒使用率之關鍵因素。E-Tek 10% Pt/C 觸媒平均金屬粒徑為 2 nm ,將金屬成份提高至 30% 及 60% 之粒徑分別為 3.2 及 8.8 nm,由此可知,欲藉由增加觸媒之金屬含量來提升觸媒金屬表面積,會變成載體表面積不足。此外,其他高表面積碳黑則因為微孔比例過高而導致孔洞易被觸媒堵塞,大幅降低觸媒之使用率。要同時提升觸媒貴金屬含量及保有小粒徑,必需透過提升載體表面積、表面改質及改善合成的方法[9]。

開發兼具更高表面積、洞徑分佈均勻及導電性更高之新碳材,為提升觸媒效率最有效的方法之一。圖 2-1~2-2 為奈米碳錐 (Carbon Nanoborn) 取代碳黑作為觸媒載體[10],藉著奈米碳錐

之高表面積及奈米尺寸管徑,可以大幅降低鉑活性中心的粒徑及提升分佈,達到大幅提升觸媒效率的目的。另外使用奈米碳管 (Carbon Nanotube,圖 2-3~2-4) [11]、奈米碳圈(Carbon Nanocoil, 2-5~2-6) [12] 及中孔洞碳材等新型碳載體,亦可以提升觸媒的催化效果。

目前最有效的氧氣還原反應之觸媒為 Pt,由於 Pt 金屬價格昂貴,目前觸媒多為使用碳為載體之 Pt/C 觸媒,將貴重金屬分佈於碳表面上,可以大幅提升 Pt 金屬表面積,達到提升觸媒使用率及降低生產成本的效益。除了選用適當之碳材為合成高性能觸媒之關鍵外,前驅體的選擇亦極為重要,須考量的因素包括溶解渡、溶液 pH 值、與載體之相容性及容意易轉化成 Pt 金屬態,故使用易於與碳載體進行離子交換反應的前驅體,可以得到較小之活性中心粒徑及較佳的催化效果。為活性中心粒徑尺寸與分佈之關係,活性中心粒徑越小,貴金屬之分佈越佳,觸媒之催化效果也會更好。

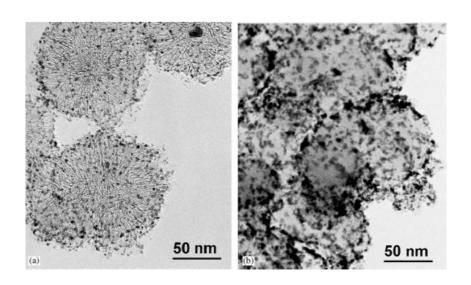


圖 2-1 Carbon Nanohorn

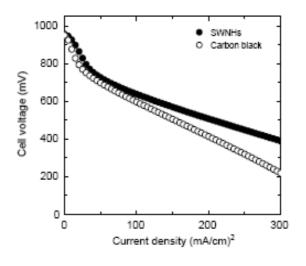


圖 2-2 Carbon Nanohorn 之性能測試

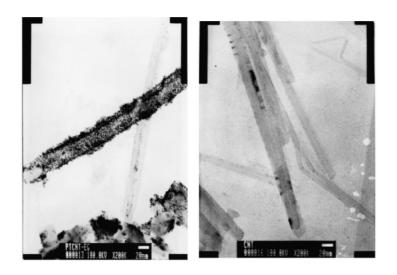


圖 2-3 Pt/CNT之 TEM 圖

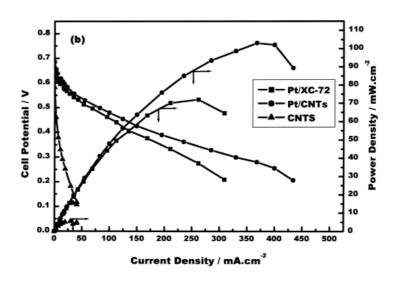


圖 2-4 Pt/CNT之性能測試

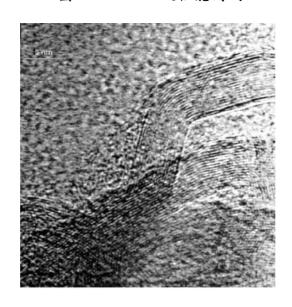


圖 2-5 Carbon Nanocoil 之表面形貌圖

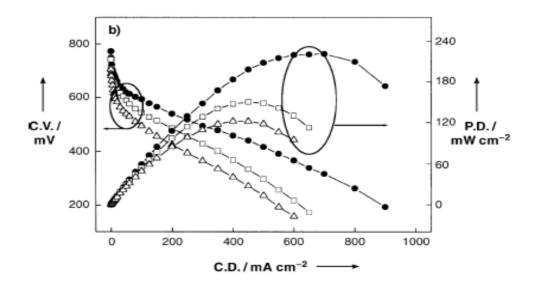


圖 2-6 Carbon Nanocoil 之性能測試

# 10.9子計畫四 - 液滴行為可視化技術及應用

近年來,在液滴碰撞之應用研究上,大部分焦點放在噴霧燃燒、內燃機等工程應用研究上 [1、2]。Brenn 和 Frohn [3]首先研究兩等直徑之 propanol 液滴之碰撞行為。Ashgriz 和 Givi [4]則研究比較兩已烷(n-hexane)液滴在未燃燒和燃燒環境中碰撞現象之異同。Jiang 等人 [5]則實驗指出兩碳氫化合物液滴之碰撞現象,遠比兩水滴碰撞現象複雜。並指出兩碳氫化合物液滴正撞時,從甚低韋伯數開始之黏合現象,隨韋伯數增加轉為跳開,再次形成黏合而後反彈分離。Qian 和 Law [6]隨後利用不同環境氣體之壓力、密度和黏滯力,針對此一兩碳氫化合物液滴碰撞後之跳開現象作一比對,並指出當環境中為該液滴之蒸汽時,對液滴碰撞之黏合現象有促進的作用。Estrade 等人 [7]在兩乙醇液滴碰撞實驗中指出其碰撞結果與兩碳氫化合物液滴碰撞之跳開現象雷同,具有較大之跳開區域。作者並針對碰撞後跳開或黏合在撞擊參數和韋伯數平面上的邊界提出理論模式。Brenn 等人 [8]則在兩異丙醇(propanol-2)液滴碰撞後之衛星液滴數目做實驗探討並提出理論模式,結果指出在撞擊參數較小之正撞狀況下,其衛星數目與 Ashgriz和 poo [9]之兩水滴碰撞結果相同。

在液滴具低黏滯性狀況下,影響液滴碰撞行為之主要參數為韋伯數和撞擊參數,而且液滴組成不同和碰撞時之環境不同皆會影響碰撞行為。Orme [10] 將上述這些有關液滴碰撞行為之影響因素,作了詳細的文獻回顧。

由上述文獻回顧中可知,甚少諸如:在噴霧燃燒工程應用上,燃料噴霧液滴與助燃物(氧)噴霧液滴之碰撞研究;鍋爐中重油噴霧液滴與輕質柴油液滴之碰撞研究;在防火工程中水滴與油滴;水滴與溶融之石蠟等碳氫化合物液滴之碰撞等,兩表面張力、互溶性等性質相異之液滴碰撞研究。近年來乙醇與柴油混合燃料應用於柴油引擎中,乙醇不僅扮演綠色能源,而且在石化燃料日益短缺的情況下,同時也扮演了替代燃料的角色〔11〕,Li 等人〔12〕在研究中指出含乙醇柴油可降低柴油引擎之黑煙、CO、NOX之排放濃度,但 THC 濃度則稍增。由於柴油與乙醇互溶性甚低,需有介面活性劑作為結合〔13〕,此一介面活性劑成份對於引擎排放的影響則難以評估。事實上柴油與乙醇分別噴入汽缸是可考慮的設計選項之一,但著必須針對柴油與乙醇的液滴碰撞行為,進行研究。最近我們在兩相異性質之水滴與乙醇液滴碰撞研究中(Gao 等人〔14〕)發現,這兩種表面張力差異很大的液滴,在碰撞過程中其表面張力不平衡的的效應(我們將之定義為 unbalanced-surface-force,USF 現象),極易在碰撞過程中自水滴表面上擠出一衛星小水滴。由於乙醇表面張力較小,在碰撞過程中變形量較大,且碰撞作用區之液體橋表面在具乙醇成分後其表面張力會急降,所以整個碰撞現象之邊界,可由撞擊參數對應乙醇韋伯數之平面來加以定量描述。

最早有關液滴碰撞作用現象,被應用在降雨時雨滴長成過程的研究上〔15〕,實驗上係利用高速攝影機來觀測小水滴自由落體撞擊懸吊之大水滴或半球面上。其後的研究〔3-6、8、9、14〕皆係利用壓電特性板對噴流輸出同相位、同頻率之電波擾動,產生兩串相同頻率之同質液滴串,運用閃頻儀之視覺暫留影像重疊原理,使用攝影機拍攝到穩定之液滴碰撞行為。但 Ashgriz 和 poo〔9〕在大小水滴碰撞時之質量交換行為拍攝,則是利用照相機重複嘗試大量拍攝,方得到清晰的影像以確定液滴行為。

在液滴撞擊固體壁面的研究上,液滴撞擊常溫表面或 Leidenfrost 溫度以上之熱板,與液滴之擴展面積涵蓋範圍,反彈和飛濺等行為是噴霧應用上相當重要的參數。由於液滴/固體/環境氣體三者之性質本身和之間之交互作用非常複雜,Rioboo 和 Tropea [16]利用水、乙醇、不同混合比例之甘油/水、矽油 (silicone)

等液滴撞擊不同粗糙度和不同濕能力材質表面,試圖將液滴撞擊乾表面之型態現象和影響參數做系統化之實驗分析。實驗指出液滴撞擊現象可細分為附著(deposition)、撥灑飛濺 (prompt splash)、皇冠飛濺 (corona splash)、縮回斷裂 (receding break-up)、部分反彈 (partialrebound)和完全反彈 (complete rebound)等六種型態。。上述文獻之觀測係以高速攝影機完成,液滴撞擊行為之時序雖可據以確認,但液滴無論在飛行中或擴展中,要詳細觀測液滴流動情形相當困難。chandra 等人〔17〕在實驗中,利用高速閃頻儀配合閃光延遲和照相機及放大鏡頭,快速拍攝到清晰的相片以供分析。Manzello 等人〔18〕則利用高速閃頻儀配合高速攝影機分析HFE-7100和 n-heptane 液滴撞擊熱板之行為。

### 乙醇-水液滴表面張力不平衡效應之觀測分析

乙醇與水是表面張力差異大之互溶性物質。乙醇與柴油液滴之間幾無表面張力差但互溶性極差。其他生質能包括油菜油、蔬菜油等液體性質不同,在不同韋伯數,撞擊參數條件下碰撞後之黏合、拉伸、拉伸顆粒數等現象皆大不相同。本實驗室在乙醇-水液滴碰撞研究中〔14〕,發現碰撞後之黏合、拉伸,反彈分離現象由撞擊參數和韋伯數主導,但在甚小韋伯數下或不同乙醇-水混合比下,表面張力不平衡作用將更為複雜。本計畫主要擬以此複雜之物理現象,運用高速閃頻儀配合閃光延遲之影像技術,擷取清晰之作用圖像加以分析。參與計畫同學不僅在計畫中能學習到此一影像技術,同時透過這些可視化圖像,亦可讓參與計畫的同學能清楚了解影響液滴碰撞之物理機制及影響參數,進而在其他生質能液滴碰撞分析中加以運用。而這些圖片亦可提供作為教學講解之用。

#### 水滴撞擊太陽能晶片之行為分析

目前國內太陽能晶片模組之封裝方法多屬玻璃夾層封裝方法,但重量較重,較不適合於太陽能車使用。本校曾以環氧樹酯封裝晶片模組,但使用兩年後出現脆化現象。相對於此,EVA 和鐵氟龍是值得嘗試的材料,特別是鐵氟龍透明,不易沾灰塵的特性。由於使用不同封裝材料之晶片表面,在雨滴撞擊時之行為將大為不同,此一撞擊行為的觀測液可提供作為太陽能晶片模組封裝材料之選擇依據參考資料。

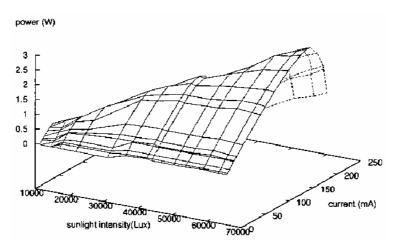
本子計畫主持人之實驗室曾成功運用滾輪和穩定噴流技術,獨立分離出地心引力、離心力和切線速度,各別對液滴撞擊鐵氟龍表面的影響[19]。但限於影像技術,僅能探討低韋伯數液滴撞擊的影響。本子計畫擬發展之高速閃頻儀配合高速攝影機影像技術,則可克服上述困難,用以探討高韋伯數液滴撞擊行為。而此一技術的發展,亦可提供作為本校機械系先進車輛組大學部同學,觀測雨滴撞擊汽車車身鈑金或擋風玻璃之可視化教材。而參與計畫人員亦可從中體會液滴撞擊之延伸應用。

# 10.10 子計畫五 - 電力與動力系統監控技術

#### 太陽光電能管理技術

車體重量、風阻設計、太陽能電池效能、馬達效率等元件與次系統的效能與最佳化設計,決定系統先天的競爭力;而系統的整合管理,決定系統能否有最佳的整體性表現。除了針對太陽能電池採用最大功率追蹤,配合蓄電池的充放電效率、馬達的扭力與轉速的輸出效率,找出在各種溫度下,最佳的操控條件,可以提升系統的整體競爭力——效率、可靠度。

在太陽能電池的種種應用上,通常採用最大功率追蹤(Maximum Power Point Tracking; MPPT)方法。其目的在使電壓與電流為非線性關係的太陽光電板,能在不同的日照強度下,找出最佳工作點。圖表 33 顯示日照強度、功率與電流之間的關係。圖上顯示,即使在相同的日照強度下,由於太陽光電板的電壓與電流為一非線性關係,每一條日照強度固定的工作曲線,均只有一個最大功率點,此即太陽光電板的最佳工作點。在不同的日照強度、溫度等因素下,太陽光電板的輸出功率與電流均不同。雖然在相同的日照強度下,溫度改變會微微影響電流,但日照強度的強弱則明顯地影響電流與功率。圖上顯示在不同的日照強度條件下,有各個獨特的工作曲線。最大功率追蹤即特定的日照強度條件下,找到輸出最大功率的工作點。



圖表 33 太陽能電池之輸出功率、電流與強度之關係

當特定日照強度條件下的最佳工作點找出後,必須以電路調整輸出電壓、電流。當最佳工作點的電壓比實際電壓高時,採用昇壓電路;而當最佳工作點的電壓比實際電壓低時,採用降壓電路。如此使輸出電壓盡可能逼近最佳工作點。

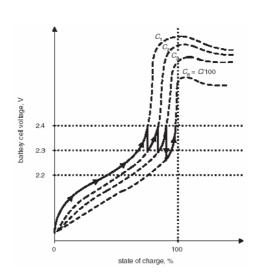
本計畫將持續發展太陽能車專用的最大功率追蹤系統,希望就太陽能車在行駛時,遭遇如快速陰影變化等特殊情況時,藉由數位化的狀態監控,快速且更有彈性的追蹤到最大功率點,使太陽能板的輸出保持在最佳狀態。一般最大功率追蹤,常選擇一特定工作點;而為因應天候、地形、陰影、方向等變化,最好能即時(real time)進行最大功率追蹤,使太陽能電池隨時在最大功率輸出的工作點工作。計畫採用數位式運算,以提高其響應速率與準確性。

太陽光電受日照的影響極大,其功率的應用必須包含能量的儲存與轉換。陽光充足或負載小

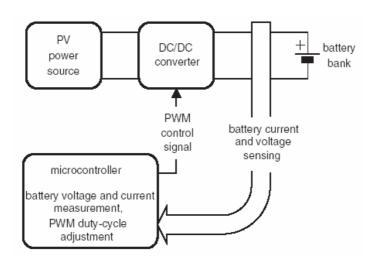
時可以供應或儲存轉換其能量;陽光不足時,則使用蓄電池儲存的電或配合使用其他的能源。由於太陽能電池多搭配閥調節鉛酸蓄電池(valve regulated lead-acid battery),太陽能車行駛時,除盡可能得到即時最大功率追蹤,為有效使用電力,必須注意蓄電池充放電之控制。閥調節鉛酸電池,會因充電控制不良,導致壽命減短。而在傳統的 on/off 電流控制下,常未能在適當時間充足電。且電池之充電電流調節考慮太陽能光電池產生的功與天候狀況。如圖表 34,充放電之調節中,電壓、電流均納入考量。而配合最大功率追蹤方法的使用,將可有最多的能源傳至充電電池儲存。圖表 35 為充電電池調節系統之示意圖。

此外,負載搭配(load matching)之設計,會影響太陽能電池實際輸出至負載的功率。當太陽能電池內部電阻遠大於外部負載時,能量將浪費在內部;當外部負載遠大於太陽能電池內部電阻時,電流過小也一樣降低能量轉換效率。

而在太陽能車長途賽中,日照強度除了隨時間變化外,可能需參考天氣預測,來決定蓄電池 的充放電與行駛速度的快慢,才能有效使用電力。故需擬定一套電能管理策略,以得到最佳的實 際行駛的時間與里程數。



圖表 34 充放電之調節



圖表 35 電池充電調節示意圖

## 馬達性能最佳化

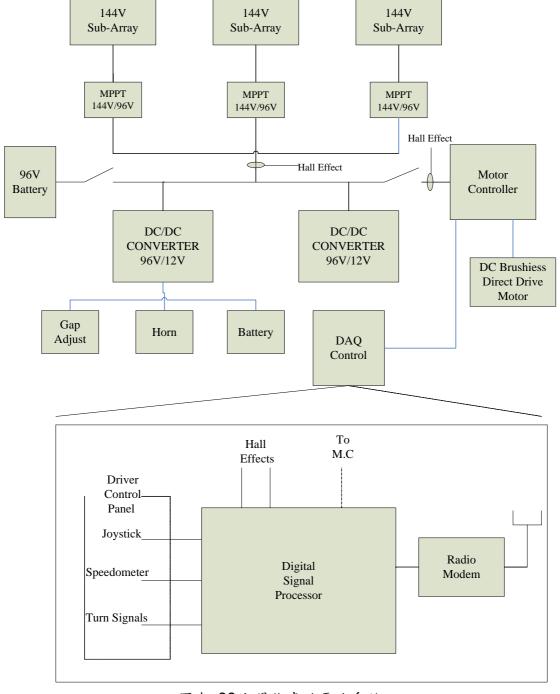
由於太陽能電池屬於小功率電池,要特別注重電力轉換具高效率,才能讓馬達有效使用電力,不致使能量耗損在電力轉換電路上。其中包含負載搭配(load matching)之設計,以及功率元件的選定等。藉由降低不必要的分路電流,以及高效能的變壓器,將可使電力轉換效率最高。

同樣的,馬達負載的適當調配(一般稱之為馬達選配, motor sizing),可得到最高的機械能轉換效率。一般選擇多使馬達和負載的旋轉慣量相等。

就馬達的使用而言,為得到最佳的性能表現,除藉負載調配得到最大輸出,必須注意扭力與轉速的非線性輸出關係,以便配合地形調整得到最快的前進速度。

目前太陽能車使用的馬達,多使用氣隙可調的外轉子馬達,故在我們的控制策略之一,即在 研擬其氣隙調整,以得到較佳的扭力與轉速。如同將最大功率追蹤即時化可以保持輸出在最佳狀態,若能即時調整馬達氣隙,則可配合路況、充放電及電能管理策略,使整套系統有最佳的性能 表現。

在馬達的使用上,除考慮本身扭力與轉速的輸出效率外,必須配合太陽能光電池產生的能源 與充電電池之充放電。因為,此時太陽能光電池不只扮演著提供能源的角色,同時需為充電電池 充電。計畫藉由圖 4 的太陽能車電路系統,對系統進行監測,並施行我們的控制策略,以達到較 佳的性能表現。



圖表 36 太陽能車的電路系統

# 10.11 現有設施及未來設備規劃

為順利完成本計畫,除了「新能源中心」所屬實驗室既有之設備,如附錄一,可提供學生基本的製程訓練與觀念建立外,93年度教育部補助之新能源計畫,業已強化六間實驗室,94年度教育部補助之新能源計畫,更加強或更新五間設備先進之實驗室,可輔助本計畫執行之實驗室名稱及部份重要設備如下:

## (A) 光電實驗室 (化工系)

- (1) 手套箱乾燥系統
- (2) 電化學分析儀
- (3) 真空蒸鍍機
- (4) 螢光光譜儀
- (5) 陣列二級體分光光譜儀
- (6) 旋轉塗佈機
- (7) 輝度及光電流測試儀
- (8) 計算流體力學軟體 (FemLab)
- (9) 測定 IPCE(%)光電效率儀器
- (10) 高溫爐

#### (B) 電子控制實驗室 (機械系)

- (1) DSP 控制卡
- (2) 示波器
- (3) 頻譜分析儀
- (4) AC 馬達、DC 馬達、步進馬達
- (5) ME'Scope 機械分析軟體
- (6) 激振器、衝擊鎚、加速規
- (7) 微振動雷射干涉量測儀
- (8) 動態頻譜分析儀
- (9) 多領域有限元素分析軟體 (ANSYS Multiphysics)

#### (C)未來動力系統實驗室 (機械系)

- (1) 500W 燃料電池測試台
- (2) 20T 手動熱壓機
- (3) 交流阻抗分析儀
- (4) 高溫烘箱
- (5) 直接甲醇燃料電池測試組
- (6) AB5儲氫合金儲氫過濾系統
- (7) 氫氣產生機
- (8) 恆電位儀
- (9) 環盤旋轉電極測試儀
- (10) 1200W 燃料電池電堆
- (11) 壓力感測系統
- (12) kW 級燃料電池測試站

## (D) 自動控制實驗室 (機械系)

- (1) 20MHz 示波器
- (2) 60MHz 數位儲存示波器
- (3) 電路板雕刻機系統
- (4) 數位螢光示波器函數波產生器
- (5) 微控制器發展系統
- (6) 雙軸追日太陽能光電系統

#### (E) 電力電子實驗室 (電機系)

- (1) 模擬器(PIC, WINeZ)
- (2) 直流電源供應器
- (3) 功率及功因可調負載供應器
- (4) 16M 儲存示波器
- (5) 温度資料收集系統
- (6) 阻抗分析儀
- (7) 可程控恆溫恆濕箱(落地型)
- (8)

#### (F) 太陽電池模組製作實驗室 (機械系)

- (1) 太陽電池模組封裝真空熱壓機
- (2) 快速昇溫退火爐
- (3) 管狀高溫爐
- (4) 光譜式橢圓儀
- (5) 小型 DC/AC 濺鍍機
- (6) 太陽電池 I-V 量測系統
- (7) UV-VIS-NIR 微光譜儀 (擬本計畫添購)
- (8) SPM 表面電流密度量測 (擬本計畫添購)
- (9) RF 濺鍍機
- (10) Raman 光譜儀 (擬本計畫添購)

#### (G) 電腦輔助工程分析實驗室 (機械系)

- (1) 電腦伺服器
- (2) 多領域有限元素分析軟體(ANSYS)
- (3) 電腦輔助設計軟體(Pro/E)
- (4) 電腦輔助工程分析軟體(Pro/M)
- (5) 電腦工作站
- (6) 個人電腦(64 位元)
- (7) 有限元素分析軟體(ABACUS)

### (H) 太陽光電發電實驗場 (機械系),相關設備與儀器如下所述:

- (1) 十瓩太陽光電發電示範系統
- (2) 温度感測器
- (3) 可變角度太陽電池模組支架
- (1) 風力發電實驗場 (機械系),相關設備與儀器如下所述:
  - (1) 一瓩風力發電系統
  - (2) 風向儀
  - (3) 風速儀

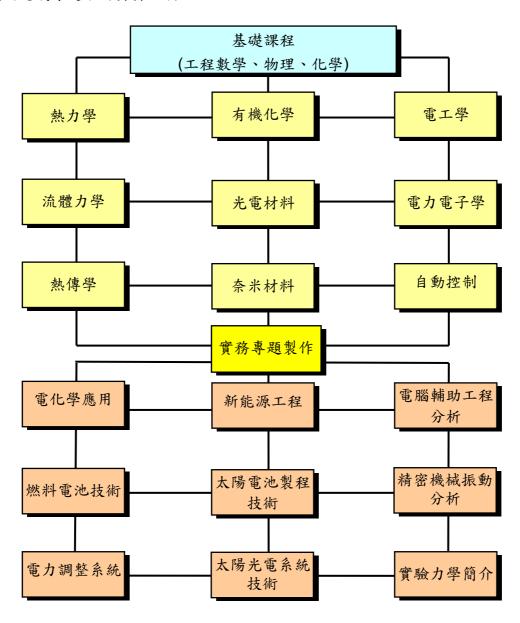
本計畫除將再度補強前述部份重點發展實驗室,亦加入三間新參與之機械系與電機系之實驗室,所須添加之設備如下

- (A) 先進系統整合實驗室 (機械系)
  - (1) 線性馬達
  - (2) 轉速量測系統 (擬本計畫添購)
  - (3) 扭力量測系統 (擬本計畫添購)
  - (4) DAQ 系統 (擬本計書添購)
- (B)霧化與燃燒實驗室 (機械系)
  - (1) 雷射粒徑分析儀
  - (2) 高速攝影機
  - (3) 廢氣分析儀
  - (4) 數位放大器
  - (5) 雷射都普勒流場速度量測儀 (擬本計畫添購)
  - (6) 高速閃頻儀 (擬本計畫添購)
  - (7) CCD 攝影機 200 萬書素 (擬本計書添購)
  - (8) 變焦放大鏡頭 (擬本計畫添購)
- (C) 光測力學實驗室 (機械系)
  - (1) 倒立式顯微鏡
  - (2) 幾何雲紋量測系統
  - (3) 傅立葉轉換雲紋量測系統
  - (4) 桌上型萬能拉伸試驗機 (擬本計畫添購)
  - (5) 環境控制箱 (擬本計畫添購)
  - (6) 有限元素分析軟體(ABAQUS) (擬本計畫添購)
  - (7) 個人電腦(64 位元) (擬本計畫添購)
  - (8) 實驗數據分析軟體 (擬本計畫添購)

# 10.12 課程及人力資源規劃

本計畫中將以現有碩士班、四技、二技機械、化工、電機及電子之課程為基本架構,結合 各系老師專長,規劃「能源」相關課程,以跨系整合新能源與再生能源課程為主,並針對大學部 學生設計,搭配實務專題製做,由實做中導引學生發現問題,藉由所開設課程提供解答。

課程規劃如圖表 37 所示,其中分成基礎學科、專業課程、應用課程。基礎學科為大一課程、專業課程共九門多屬大二或大三課程、而應用課程則開設在大三下學期及大四,基礎學科為工學院必修科目,結束後進一步修習專業課程,完成專業課程開始專題製做時,再進一步修習應用課程。本校工學院學生大三下學期必修一門實務專題,將招募對再生能源應用有興趣之學生加入專題製做,學生依所參與之專題需求,藉由指導老師之建議及個人興趣,選修應用課程,以幫助自己順利完成專題中所負責之項目。



圖表 37 能源課程關係圖

現有可以擔任相關課程之專業師資約21人(表格1所示僅為部份)。

# 10.13 實施進度及分工

本年 (95 年度) 計畫之工作時程,將優先考量整備南台火鳳凰太陽能車,以備於九十五年八月初參加日本鈴鹿夢想盃太陽能車比賽,並積極開發燃料電池-太陽能複合動力系統雛形,實際應用各子計畫之研發成果。第三年將參酌今年執行成效修正。執行進度由以下之甘特圖(表格5)表示:

月次 工作項目	第 1 月	第2月	第3月	第 <b>4</b> 月	第5月	第6月	第7月	第8月	第9月	第 <b>10</b> 月	第 <b>1</b> 1月	第 12 月
專題設計與製做	Л	7	7	7	Л	Л	Л	7	/1	71	Л	7
排定課程與儀器使用教學												
開立儀器與設備規格並詢價												
採購儀器與設備												
設備安裝與校正												
太陽能車比賽												
教學與研究執行												
教學與研究擴展規劃												
規劃成果與觀摩												
撰寫結案報告												
預定進度累計百分比(%)	6	13	19	25	31	40	48	62	71	81	92	100

表格 5 計畫實施進度之甘梯圖

# 10.14 年度計畫查核點執行情形

計畫序號及名稱	年度查核點	载	(行進	度	落後原因說明
自 重			符合	落後	A K A 50 71
總 計 畫 再生能源應用整	1. 新動力源(馬達)購入				
合與複合動力原 型車開發	2. 車體完成				
	3. 初部系統測試完成				
	4. 結案報告				
太陽電池封裝技					
術及新能源材料 開發	2. 封裝輔助夾具設計與製作				
	3. 晶片連接技術測試				
	4. 小型晶片連接系統建立				
子 計 畫 二太陽能車與複合	1. 最輕化車架/底盤結構之 工程分析				
動力車之工程分 析	2. 最輕化下車殼之工程分析				
	3. 最輕化上車殼之工程分 析				
	4. 整合車體震動模態分析				
子 計 畫 三 可再生型燃料電	1. MEA 最佳化				
池	2. 奈米觸媒製作				
	3. 電堆性能測試				
	4. 複合動力系統整合				
子 計 畫 四 液滴行為可視化 技術及應用	1. 液滴產生器及外加頻 率、噴嘴口直徑、流量之 選取、測試				
12 H 22 NO H	2. 可視化儀器安裝及試車				
	3. 生質能液滴撞擊液滴碰 撞行為量測分析				
	4. 水滴撞擊太陽能晶片量 測及分析				

子計畫五	1.	資料蒐集、負載搭配設計		
電力與動力系統		完成		
監控技術	2.	蓄電池的充放電管理完		
(分計畫一)		成		
太陽光電能管理	3.	電壓、電流調整電路完		
技術		成、最大功率追蹤完成		
	4.	即時(real time)最大功率		
		追蹤、長途賽之電能管理		
		策略完成		
子計畫五	1.	資料蒐集、馬達負載調配		
電力與動力系統		完成		
監控技術	2.	馬達氣隙調整完成、高效		
(分計畫二)		率電力轉換完成 50%		
馬達性能最佳化	3.	馬達即時氣隙調整、高效		
		率電力轉換完成		
	4.	完成馬達扭力、轉速最佳		
		化		

※註:『年度查核點』之填寫應與核定後之詳細計畫申請書所列內容一致

# 11.經費需求及行政支援

整體「再生能源應用之整合研發與人才培育」經費需求編列如表格 6。

表格 6 儀器設備經費及經常門經費:專案補助款和學校配合款(單位:萬元)

接換表   接換表   接換表   接換表   接換表   接換表   接換   接換						-	-			
一	類別						經費	來源		
一方   一方   一方   一方   一方   一方   一方   一方	(資本			<b>₽</b> /₋			本部	提供		
##	門 /	設備名稱(中/英文)	說明		單價	金額	補助	配合		
第一年 (已完成)		,		董				·		
第一年 (已完成)										
資本 門     測定 IPCE(%)光電效率儀器     太陽能晶片光電效 率量測     1     75     75     70     5       資本 門     高温爐     產品加熱     1     25     25     25     0       資本 門     太陽電池 I-V 量測系統     太陽電池性能檢測     1     70     70     66     4       資本 門     管肤高温爐系統     薄膜退火處理     1     61     61     57     4       資本 門     大陽燈     人工太陽能燈     1     10     10     9     1       資本 門     未學觀察系統配件     退火處理之 In-situ 觀察     1     17     17     15     2       資本 門     慶和分析儀     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     建力量測系統     馬達扭力測試     1     30     30     28     2       資本 門     加力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本 門     本 門     大陽能車壁電池充 所     1     40     40     36     4       資本 門     本 門     大陽能車壁電池充 所     1     40     40     36     4       資本 門     本 門     大陽線經     大陽線經     1     30     30     27     3	11)		the to the second	<u> </u>			而小	切只		
門     測定 PCE(%)光電效率儀器     率量測     1     75     75     70     5       資本     高温爐     產品加熱     1     25     25     25     0       資本     大陽電池 I-V 量測系統     太陽電池性能檢測     1     70     70     66     4       資本     質本     方     本房工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工工		第一年 (已完成)								
下   下   下   下   下   下   下   下   下   下	資本	叫应IDCE(0/)业南北南洋県	太陽能晶片光電效	_	7.5	7.5	70	_		
資本 門     高溫爐     產品加熱     1     25     25     25     0       資本 門     太陽電池 I-V 量測系統     太陽電池性能檢測     1     70     70     66     4       資本 門     霍爾效應量測系統     薄膜電性量測     1     61     61     57     4       資本 門     管狀高溫爐系統     薄膜退火處理     1     21     21     18     3       資本 門     光學觀察系統配件     退火處理之 In-situ 觀察     1     10     10     9     1       資本 門     慶氣分析儀     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     基力感測系統     高壓量測(200 bar 以上)     1     30     30     28     2       資本 門     動力輸出控制系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本 門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本 門     0SP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	門	测定IPUE(70)尤电效率俄裔	率量測	1	75	75	70	5		
內     產品加熱     1     25     25     25     0       資本     大陽電池 I-V 量測系統     太陽電池性能檢測     1     70     70     66     4       資本     業職效應量測系統     薄膜電性量測     1     61     61     57     4       資本     管狀高溫爐系統     薄膜退火處理     1     21     21     18     3       資本     大陽燈     人工太陽能燈     1     10     10     9     1       資本     光學觀察系統配件     觀察     1     17     17     15     2       資本     房氣分析儀     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本     野本     山上)     1     30     30     28     2       資本     投力量測系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本     電流電壓測試系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本     電流電壓測試系統     大陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本     DSP 控制發展系統     控制發展系統     1     30     30     27     3										
資本 門     太陽電池 I-V 量測系統     太陽電池性能檢測     1     70     70     66     4       資本 門     灌構效應量測系統     薄膜電性量測     1     61     61     57     4       資本 門     管狀高溫爐系統     薄膜退火處理     1     21     21     18     3       資本 門     大學觀察系統配件     退火處理之 In-situ 觀察     1     17     17     15     2       資本 門     慶氣分析儀     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     上力量測系統     高壓量測 (200 bar 以上)     1     30     30     28     2       資本 門     土力量測系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本     DSP 控制發展系統     控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3		高溫爐	產品加熱	1	25	25	25	0		
大陽電池 I-V 量測系統   太陽電池性能檢測   1   70   70   66   4   4   4   40   36   4   4   4   4   4   4   4   4   4	P7									
資本 門     電爾效應量測系統     薄膜電性量測     1     61     61     57     4       資本 門     管狀高溫爐系統     薄膜退火處理     1     21     21     18     3       資本 門     太陽燈     人工太陽能燈     1     10     9     1       資本 門     光學觀察系統配件     銀火處理之 In-situ 觀察     1     17     17     15     2       資本 門     極氣分析儀     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     基力感測系統     高壓量測 (200 bar 以上)     1     30     30     28     2       資本 門     動力輸出控制系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     電流電壓測試系統     燃料電池系統     燃料電池流流     1     40     40     36     4       資本 門     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	資本	大陽雪油 LV 暑測系統	大陽雪油州华岭測	1	70	70	66	1		
資本 門     灌爾效應量測系統     薄膜電性量測     1     61     61     57     4       資本 門     管狀高溫爐系統     薄膜退火處理     1     21     21     18     3       資本 門     大學觀察系統配件     退火處理之 In-situ 觀察     1     17     17     15     2       資本 門     壓力感測系統     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     型力感測系統     高壓量測 (200 bar 以上)     1     30     30     28     2       資本 門     動力輸出控制系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     電流電壓測試系統     燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 門     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	門	从17 电心 ITV 里侧尔凯	人们 电心壮肥级例	'	/ / /	70	00	4		
資本 門     管狀高溫爐系統     薄膜退火處理     1     21     21     18     3       資本 門     太陽燈     人工太陽能燈     1     10     10     9     1       資本 門     未學觀察系統配件 門     銀察     1     17     17     15     2       資本 門     壓力感測系統     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     壓力感測系統     1     30     30     28     2       資本 門     動力輸出控制系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     電流電壓測試系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 門     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	資本		<b></b>					_		
資本 門     管狀高溫爐系統     薄膜退火處理     1     21     21     18     3       資本 門     太陽燈     人工太陽能燈     1     10     10     9     1       資本 門     光學觀察系統配件     退火處理之 In-situ 觀察     1     17     17     15     2       資本 門     壓力感測系統     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     基力量測系統     高壓量測(200 bar 以上)     1     30     30     28     2       資本 門     動力輸出控制系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     電流電壓測試系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     大陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 門     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	門	霍爾效應量測系統	薄膜電性量測	1	61	61	57	4		
賣本     方本     內門     一門     1     21     21     18     3       賣本     大陽燈     人工太陽能燈     1     10     10     9     1       賣本     光學觀察系統配件     退火處理之 In-situ 觀察     1     17     17     15     2       賣本     壓力感測系統     氣體成份分析     1     28     28     26     2       賣本     壓力感測系統     1     30     30     28     2       賣本     抽力量測系統     馬達抽力測試     1     30     30     25     5       賣本     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       賣本     門     電流電壓測試系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       賣本     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       賣本     DSP 控制發展系統     控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3										
資本 門     太陽燈     人工太陽能燈     1     10     10     9     1       資本 門     光學觀察系統配件     退火處理之 In-situ 觀察     1     17     17     15     2       資本 門     廢氣分析儀     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     極力感測系統     1     30     30     28     2       資本 門     動力量測系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     電流電壓測試系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 門     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3		<b>管狀高溫爐系統</b>	薄膜退火處理	1	21	21	18	3		
內     太陽燈     人工太陽能燈     1     10     10     9     1       資本 門     光學觀察系統配件     退火處理之 In-situ 觀察     1     17     17     15     2       資本 門     廢氣分析儀     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     壓力感測系統     1     30     30     28     2       資本 門     動力輸出控制系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     電流電壓測試系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 門     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	門	D /F - 1 3 /// ME / 3 / 4 / 5 / 5								
賣本 門     光學觀察系統配件     退火處理之 In-situ 觀察     1     17     17     15     2       賣本 門     廢氣分析儀     氣體成份分析     1     28     28     26     2       賣本 門     壓力感測系統     高壓量測 (200 bar 以上)     1     30     30     28     2       賣本 門     動力輸出控制系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       賣本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     電流電壓測試系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       賣本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       賣本 門     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	資本	1 77 136	) — 1 pg /L 126	4	40	40	•			
資本 門光學觀察系統配件退火處理之 In-situ 觀察11717152資本 門廢氣分析儀氣體成份分析12828262資本 門壓力感測系統高壓量測 (200 bar 以上)13030282資本 門無力量測系統馬達扭力測試13030255資本 門動力輸出控制系統動力控制系統11515123資本 門1.2 kW 燃料電池系統燃料電池測試14646433資本 門電流電壓測試系統太陽能車鋰電池充 放電測試14040364資本 門DSP 控制發展系統控制模組13030273	門	太陽燈	人工太陽能燈	1	10	10	9	1		
門     光學觀察系統配件     觀察     1     17     15     2       資本 門     廢氣分析儀     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     壓力感測系統     高壓量測(200 bar 以上)     1     30     30     28     2       資本 門     動力強制系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     電流電壓測試系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 門     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3										
資本 門     廢氣分析儀     氣體成份分析     1     28     28     26     2       資本 門     壓力感測系統     高壓量測 (200 bar 以上)     1     30     30     28     2       資本 門     動力量測系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     15     12     3       資本 門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 別     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3		光學觀察系統配件		1	17	17	15	2		
賣本     戶     戶     戶     戶     戶     戶     戶     戶     戶     戶     戶     月<	門		觀祭							
資本 門     壓力感測系統     高壓量測 (200 bar 以上)     1 30 30 28 2       資本 門     扭力量測系統     馬達扭力測試     1 30 30 25 5       資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1 15 15 12 3       資本 門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池系統     1 46 46 43 3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1 40 40 36 4       資本 別     DSP 控制發展系統     控制模組     1 30 30 27 3	資本	成与八七任	<b>与 蛐                                   </b>	4	20	20	26	2		
関本	門	<b>一般</b>	<b></b>	'	28	28	26	2		
関本										
資本 門扭力量測系統馬達扭力測試13030255資本 門動力輸出控制系統動力控制系統11515123資本 門電流電壓測試系統燃料電池測試14646433資本 門電流電壓測試系統太陽能車鋰電池充 放電測試14040364資本 資本DSP 控制發展系統控制模組13030273		壓力感測系統	•	1	30	30	28	2		
門     扭力量測系統     馬達扭力測試     1     30     30     25     5       資本     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     12     3       資本     門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     43     3       資本     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3			以上)							
資本 門     動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     12     3       資本 門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	資本	 	<b>医凌妇力测</b> 试	1	30	30	25	5		
動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     12     3       資本 門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	門	1247 里外不例	~》走7年/1 / /	'	30	30	23	3		
動力輸出控制系統     動力控制系統     1     15     12     3       資本 門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	資本									
資本 門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3		動力輸出控制系統	動力控制系統	1	15	15	12	3		
門     1.2 kW 燃料電池系統     燃料電池測試     1     46     43     3       資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1     40     40     36     4       資本 DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3										
資本 門     電流電壓測試系統     太陽能車鋰電池充 放電測試     1 40 40 36 4       資本 DSP 控制發展系統     控制模組     1 30 30 27 3	資本	12kW 燃料雷池系统	燃料雷油測試	1	46	46	<b>4</b> 3	વ		
電流電壓測試系統     放電測試     1     40     36     4       資本     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	門	112 11 / 加州 电心水池	が作りもんのがあ	'	70	70	70			
電流電壓測試系統     放電測試     1     40     36     4       資本     DSP 控制發展系統     控制模組     1     30     30     27     3	資本		太陽能車鋰電池充							
<sup>資本</sup> DSP 控制發展系統 控制模組 1 30 30 27 3		電流電壓測試系統	,	1	40	40	36	4		
DSP 控制發展系統			从电侧武	-						
	資本	DSP 控制發展系統	控制模组	1	30	30	27	3		
P5	門	4T 44 0X VX VV VV VV	4T 114 127 12T	'		30				

		I			1	1	1
資本門	Pan/Tile/Zoom 伺服影像追 蹤系統	控制模組	1	50	50	45	5
資本門	資料擷取與無線通訊系統	系統狀態監控	1	20	20	17	3
資本門	電腦工作站	數值分析工作平台	1	50	50	45	5
資本門	個人電腦(64 位元)	電腦輔助設計/分析平台	2	5	10	8	2
資本門	筆記型電腦	太陽能車動態資料 傳輸分析	2	6	12	12	0
資本門	個人電腦含液晶螢幕	專題製作設計/繪圖/ 資料分析整理	5	4	20	16	4
經常門	新能源中心實驗室工程	實驗室隔間/裝修	1	20	20	15	5
經常門	專題製作耗材	各專題製作耗材	1	40	40	20	20
經常門	國際競賽觀摩	國際太陽能車競賽 觀摩學習、新技術引進	1	15	15	15	0
經常門	澳洲太陽能車比賽人員費用	費用 機票/住宿/車輛租用 /生活費		150	150	125	25
經常門	澳洲太陽能車比賽運費	太陽能車運送相關 費用	1	110	110	20	90
經常門	臨時人員費用	臨時工資		5	5	5	0
	第一年 總計(	單位:萬元)			1000	800	200
		第二年 (今年度)					
資本門	太陽能晶片切割機	切割太陽能晶片	1	150	150	1114	190
資本門	太陽能晶片焊接設備	用於太陽能晶片焊接	1	100	100		
資本門	SPM 表面電流密度量測	量測薄膜之面電阻 及表面形貌	1	140	140		
資本門	桌上型萬能拉伸試驗機(含 控制器、夾具)	太陽能晶片焊接、太 陽能晶片模組封裝 可靠度測試	1	90	90		
資本門	環境控制箱	控制太陽能晶片焊 接、陽能晶片模組封 裝可靠度測試時的 溫度及溼度	1	20	20		

資本	有限元素分析軟體	北伯州外推八七	1	30	30	
門	(ÅBAQUS)	非線性結構分析	'	30	30	
資本門	個人電腦(64 位元)	實驗數據分析	1	5	5	
資本門	實驗數據分析軟體 (Fortran,Tecplot,Matlab)	實驗數據分析	1	15	15	
資本門	薄膜透氣率量測儀	MEA 透氣率量測	1	44	44	
資本門	直流電源供應器	鋰電池大電流電壓 充電用	1	33	33	
資本門	NOx氣體排放檢測系統	排放氣體檢驗	1	78	78	
資本門	直流馬達含控制器	太陽能車用	1	50	50	
資本門	SolidWorks 繪圖軟體	專題製作使用	1	10	10	
資本門	扭力量測系統	馬達扭力量測	1	20	20	
資本門	轉速量測系統	馬達轉速量測	1	5	5	
資本門	電源轉換器	太陽光電能轉換	1	5	5	
資本門	Code Composer	DSP 轉碼用	1	14	14	
資本門	電腦模擬軟體	電力轉換與電能管 理模擬用	1	40	40	
資本門	電磁分析軟體	分析馬達電磁用	1	15	15	
資本門	DAQ 系統	人機介面之資料擷 取與控制	1	45	45	
資本門	MPPT 控制器	MPPT 及穩壓輸出	1	6	6	
資本門	DSP系統	微處理機及 I/O	1	10	10	
資本門	示波器	系統監控	3	40	120	
資本門	電流計	電流量測	2	10	20	

資本門	雷射都普勒流場速度量測儀	流場量測用	1	100	100		
資本門	高速閃頻儀	影像擷取用	1	25	25		
資本門	閃光延遲器	影像擷取用	1	9	9		
資本門	光學桌	精確定位	1	20	20		
資本門	CCD 攝影機 200 萬畫素	影像擷取用	1	9	9		
資本門	變焦放大鏡頭	影像擷取用	1	20	20		
資本門	微量幫浦	控制液滴大小	2	5	10		
資本門	資料擷取系統	資料蒐集	1	10	10		
資本門	紅外線氣體流量計	氣體流量測量	1	4	4		
資本門	二維微調移動台	光學桌用	5	1, 2	6		
資本門	表面張力計	表面張力性質量測	1	5	5		
資本門	落地防潮櫃	藥品貯存	1	3	3		
資本門	數位產波器	訊號測試	1	8	8		
資本門	電腦含液晶螢幕(64 位元, 影像處理)	資料處理	2	5	10		
經常門	太陽能車專題製作	材料及耗材費	1	100	100	336	100
經常門	太陽能車國外比賽費用	人員差旅、運輸費、 通關手續費用等	1	190	190		
經常門	國外太陽能車比賽觀摩	日本/美國相關比賽 觀摩學習	2	15	30		
經常門	邀請國外專家學者進行短期 教學及技術交流	每人次約 4~10 天 之學術交流	4	10	40		
經常門	差旅費	出差及旅運	10	0.5	5		

經常門	子計畫耗材費	消耗性材料	5	10	50				
經常 門	臨時工資	臨時性派遣工資	7	3	21				
第	第二年 總計(單位:萬元)(實際配合款之分配視核撥金額修正) 1740 1450 290								
	第三年 (部份記	设備需求,因價格可能: (1)	變異	,不列約	<b>允計</b> )				
資本門	氣相層析質譜儀	排放氣體分析	1	250	250				
資本門	Raman 光譜儀	量测薄膜之結晶及 鍵結特性	1	400	400				
資本門	計算流體力學軟體 (FLUENT)	流力熱傳分析	1	40	40				
資本門	高速攝影機	碰撞實驗分析	1	35	35				
資本門	混合動力伺服控制系統	混合動力開發製作	1	90	90				
資本門	冷卻散熱分析軟體 (ICEPACK)	流力熱傳分析	1	50	50		_		

# 附錄一、 歷年計畫執行成效

本校工學院歷年執行『發展學校重點特色』及『提升教學品質計畫』之相關計畫如下:

## (一) 九十年度之相關計畫為:

- ()發展學校重點特色計畫名稱--『數位信號處理晶片應用』
- ()提升教學品質計畫名稱--『跨平台 Unix 工作站教育環境整合計劃』

#### (二) 九十一年度之相關計畫為:

- ()發展學校重點特色計畫名稱--『奈米複合材料技術研發、教學與人才培訓』
- ()發展學校重點特色計畫名稱--『生命科學與工程技術整合、開創技職教育新特色』
- ()提升教學品質計畫名稱--『智慧型晶片系統發展平台之教育環境整合計畫』

#### (三) 九十二年度之相關計畫為:

- ()發展學校重點特色計畫名稱--『奈米光電技術之研發與人才培訓』
- ()發展學校重點特色計畫名稱--『生物奈米技術研究人才培育計畫』

#### (四) 九十三年度之相關計畫為:

- () 發展學校重點特色計畫名稱--『先進功能性奈米元件之開發與人才培育』
- () 發展學校重點特色計畫名稱--『新能源科技研發與人才培育計畫』

#### (五) 九十四年度之相關計畫為:

- () 發展學校重點特色計畫名稱--『數位信號處理晶片應用與人才培育』
- () 發展學校重點特色計畫名稱--『再生能源應用之整合研發與人才培育』

# 表 A1、九十~九十三年本校「發展學校重點特色」與「提升教學品質計畫」補助計畫一 覽表

年度	計畫夕稱	計畫名稱 核定經費		执行數	- 計畫執行期間(起迄)	
十及	可重力冊	极尺紅貝	補助款	配合款	可重机11 知间(及近)	
	數位信號處理晶片應					
九十	用	10,000,000 元	10,000,000 元	2,055,538 元	90年8月~91年7月	
	(發展學校重點特色計畫)					
	跨平台 Unix 工作站					
九十	教育環境整合計劃	500,000 元	500,000 元	150,000 元	90年8月~91年7月	
	(提升教學品質計畫)					
	奈米複合材料技術研					
九十一	發、教學與人才培訓	11,500,000 元	11,500,000 元	3,216,211 元	91年8月~92年7月	
	(發展學校重點特色計畫)					
九十一	生命科學與工程技術	13,000,000 元	13,000,000 元	2,365,126 元	91年8月~92年7月	

	整合、開創技職教育				
	新特色				
	(發展學校重點特色計畫)				
	智慧型晶片系統發展				
九十一	平台之教育環境整合	1,300,000 元	1,300,000 元	375,000 元	91年8月~92年7月
767 —	計畫	1,300,000 /6	1,300,000 /6	375,000 /6	91 平 0 月 192 平 7 月
	(提升教學品質計畫)				
	生物奈米技術研究人				
九十二	才培育計畫	1,300,000 元	1,300,000 元	375,000 元	92年4月~92年12月
	(發展學校重點特色計畫)				
	奈米光電技術之研發				
九十二	與人才培訓	11,500,000 元	11,500,000 元	11,000,000 元	92年4月~92年12月
	(發展學校重點特色計畫)				
, , _	先進功能性奈米元件	0.000.000.5	0.000.000 =	0.000.000.5	00 5 4 7 00 5 40 7
九十三	之開發與人才培育	8,000,000 元	8,000,000 元	2,000,000 元	93 年 4 月~93 年 12 月
	(發展學校重點特色計畫)				
1. 1 -	新能源科技研發與人	15 000 000 =	4F 000 000 ÷	2 000 000 =	00 5 4 7 00 5 40 7
九十二	才培育計畫	15,000,000 元	15,000,000 元	3,000,000 元	93 年 4 月~93 年 12 月
	(發展學校重點特色計畫)				
	數位信號處理晶片應用與 人才培育				
九十四	(http://www3.stut.edu.tw/	8,000,000 元	8,000,000 元	1,750,000 元	94年6月~94年12月
	project/dsp)	0,000,000 /6	0,000,000 /0	1,700,000 /6	01-7 071 01-7 1271
	(發展學校重點特色計畫)				
	再生能源應用之整合研發				
	與人才培育				
九十四	(http://www.stut.edu.tw/m	8,000,000 元	8,000,000 元	2,000,000 元	94年6月~94年12月
	ech/)				
	(發展學校重點特色計畫)				

九十至九十四年度相關計畫之執行成效說明如下:

表 A2、各計畫實際執行情形及成效說明

計畫名稱	實際執行情形說明及檢討(以500字為限)
	a. 成立德州儀器公司(TI)之南台灣 DSP 教育訓練中心:
	已在 S601 籌設 "TI 南台灣 DSP 教育訓練中心",以本校資工系
	及電機系等相關科系師生 DSP 教育為主,並在教育部及德州儀器工業
	股份有限公司贊助與支持下,提供校外師生及業界 DSP 相關教育訓練
	課程及諮詢服務。發揮社區教育功能,提供相關技術人員學習機會。
	b. <u>設立數位信號處理實驗室網站</u> :
	http://www.csie.stut.edu.tw/laboratory/news/index.htm
	C. <u>完成建立與彙整數位信號處理晶片之應用技術</u> ,包括基頻通訊、語音
	信號、影像處理、運動控制等四大應用,及其教材之編寫與整理。目
	前數位信號處理晶片之課程如下:
數位信號處理晶片應	電機系:大三(下): DSP 晶片入門(3 學分),大四(上): DSP 晶片應
	門(3 學分)。每年共培育 DSP 專長學生約有 1500~200 人。
	資工系:大三(上):DSP 晶片入門實務(3 學分),大四(上):DSP 實
/水口网上土町 4.4	習(1 學分)。每年共培育 DSP 專長學生約有 100~200 人。
(發展學校重點特色計	d. 舉辦相關數位信號處理晶片應用學術研討會:
畫)	(1)91年11月25~26日舉辦『影像信號處理器與教學研討會』,參
	與人數有 60 人。
	(2)91年8月23日與盛暘科技股份有限公司共同舉辦『DSP影像及
	其教學研討會』
	e. <u>完成產學合作或技術交流</u> :
	(1) 2001 年 2 月~ 2002 年 2 月與新華電腦股份有限公司產學合作,
	開發『TMS320F24x DSP 全數位伺服馬達控制器』。計畫經費:
	18 萬。
	(2) 2002 年 6 月~2003 年 5 月與盛暘科技股份有限公司產學合作,開
	發『前端影像擷取系統暨居家保全通訊門控系統』。計畫經費:
	78 萬。
	數位信號處理晶片應 用 (發展學校重點特色計 畫)

		,
九十	跨平台 Unix 工作站教 育環境整合計劃 (提升教學品質計畫)	完成與成功大學、IC Design House、Unix Platform 公司及其它技專校院之整合效益,分別說明如下: a. 針對成功大學: (1) 開課更多元(半導體人才訓練班) (2) 互利互補之實驗器材 (3) 南台 <> 成大老師/學生可以互相交流 b. 針對與 IC Design House: (1) 南台學生可以參加校外實習 (2) 產學經驗可以互相交流 (3) 公司可以找到合適的人才 c. 針對與 Unix Platform 公司: (1) 南台教師可以獲得認證 (2) 該公司 AE 員工可以獲得再教育 (3) AE 員工訓練品質可以獲得控制 d. 針對其它技專校院: (1) Unix 技術推廣 (2) Unix 使用經驗分享 (3) Unix 網路資源分享
九十一	奈米複合材料技術研發、教學與人才培訓 (發展學校重點特色計畫)	中央教政內外期刊論文 14 扁及國內外研討曹論文 27 扁。 d. <u>舉辦相關奈米學術研討會及邀請國內外奈米專家學者之演講會</u> : (1) 91 年 5 月 10 日舉辦『奈米科技—光電平面顯示器應用研討會』,

- a. 開辦三級生物科技學程:科目及學分數如下:
  - 第一. 生物科技通識學程: 生命科學概論(2 學分)、保健食品概論(2 學分)(2學分)、生物科技概論(2學分)、生物科技與倫理(2學
  - 第二. 生物科技基礎學程:生物學 (3 學分)、生物化學(3 學分)、生 化工程學(3 學分)、生醫材料概論(3 學分)、生物科技概論(3 學分)
  - 第三. 生物科技專業學程:酵素與蛋白質工程 (3學分)、生技製藥概 論(3學分)、應用菌類學 (3學分)、菇類栽培與發酵 (3學分)、 保健食品安全性與功能性評估(3學分)、基因工程(3學分)
- b. 完成產學合作或技術交流:
  - (1) 中國化學合成股份有限公司產學合作,開發『Rapamycin 生產菌 種改良』。計畫經費:600萬。
  - (1) 景岳生技股份有限公司產學合作,開發『抗過敏乳酸菌篩選與製 程開發』。計畫經費:100萬
  - (2) 新生原生物科技股份有限公司產學合作,開發『抗軟腐病基因篩 選』。計畫經費:200萬。
  - (4) 薇得生化科技股份有限公司產學合作,開發『抗氧化益生菌之篩 選』。計畫經費:20萬

共發表國內外期刊論文 5 篇及國內外研討會論文 12 篇。

- d. 舉辦相關奈米學術研討會及邀請國內外奈米專家學者之演講會:
  - (1) 91 年 4 月 19 日舉辦『德國生技教育研討會』, 參與人數約有 120
  - (2) 91 年 6 月 20 日舉辦『食藥用菇類栽培技術與市場分析研討會』, 參與人數約有80人。
  - (3) 91 年 6 月 28 日舉辦『植物生物技術研討會』,參與人數約有 100
  - (4) 91 年 7 月 10-11 日舉辦『生物科技產業研討會』,參與人數約 有 120 人。
- e. 完成奈米設備之採購:重要採購設備如下,

甲、1000公升發酵槽

乙、振動式薄膜分離機

丙、生物犯應器

丁、流式細胞儀

戊、超高速離心機

生命科學與工程技術 整合、開創技職教育新 特色

九十一

|(發展學校重點特色計|C. <u>發表相關論文</u>: 畫)

	I	
九十一	(提升教學品質計畫)	a完成舉辦兩場學術研討會: (1) 91 年 11 月 6 日舉辦『新世代生醫電子發展驅勢研討會』,參與人數約有 90 人。 (2) 91 年 12 月 4 日舉辦『3D 影像暨機械視覺研討會』,參與人數約有 100 人。 b. 完成兩件產學合作案: (1) 2002 年 6 月~2003 年 3 月與『基益企業股份有限公司』產學合作,進行"電動機車驅動器與 DSP 控制"之研究。計畫經費:30 萬。 (2) 2002 年 6 月~2003 年 5 月與『1 加 1 家飾企業股份有限公司』產學合作,進行"E 世代多功能高科技座椅"之研究。計畫經費:60 萬。 c. 完成 6 家廠商之技術交流: (1) 與『新華電腦公司』進行 DSP 伺服控制器之技術交流。 (2) 與『日久電子公司』進行 DSP 控制器及馬達驅動器之技術交流。 (3) 與『智泰科技公司』進行機械視覺之技術交流。 (4) 與『奇美醫院』復健科進行殘障輔具設計與醫學影像分析之技術交流。 (5) 與『期美科技公司』進行控制晶片在運動健身器材之技術交流。 (6) 與『聯雅科技公司』進行控制晶片在運動健身器材之技術交流。 (6) 與『聯雅科技公司』進行控制晶片在運動健身器材之技術交流。 (6) 與『聯雅科技公司』進行控制晶片為與醫學影像分析之技術交流。 (6) 與『聯雅科技公司』進行控制品片為與醫學影像分析之技術交流。
九十二	奈米光電技術之研發 與人才培育 (發展學校重點特色計 畫)	研究所(下):薄膜工程(3 學分)、有機電致與高分子發光元件(3 學分) b. 舉辦 2003 國際奈米光電科技研討會

九十二	生物奈米技術研究人才培育計畫(發展學校重點特色計畫)	b.教材改進及課程規劃成果
九十三	先進功能性奈米元 件之開發與人才培 育 (發展學校重點特色計畫)	a. 強化校內學生學習未來在奈米元件製作與量測、功能性探討等領域之新技術研發  1. 微奈米型幫浦一生醫晶片系統  2. 奈米太陽能電池製備技術  3. 奈米級氣體感測模組  4. 奈米碳管顯示器元件  b. 辦理『奈米元件設計與產業應用』相關技術研討會  1. 11 月 20-21 日於本校舉辦「2004 奈米科技國際學術研討會」與會國外學者共 21 人(包括日本和美國),共發表論文 115 篇。  2. 12 月 22 日於本校舉辦「重點特色成果觀摩會」邀請國內各大專院校師生來共享成果。  C. 建立及改善奈米學程: 本院原已有『奈米學程』,但經本計畫之支持後已做調整以符合『先進功能性奈米元件』之教育目標  d. 完成奈米設備之採購,重要採購設備如下,  1. 表面聲波濾波器發展測試系統  2. NIKON TE2000L 倒立螢光顯微鏡  3. 光激螢光光譜系統  4. 光譜式橢圓儀  5. 氣體感測元件分析系統  6. 完成兩件產學合作案: 與東元電機股份有限公司建立產學合作:  1.奈米碳管高解析 TEM 結構與漿體性質分析  2.鎮攙雜氧化銦錫薄膜應用於低溫主動有機電致發光二極體 之研究

	T	
九十三	新能源科技研發與人才培育計畫(發展學校重點特色計畫)	學習研製技巧並引進相關技術,返校負責太陽能車種子教師。
九十四	數位信號處理晶片 應用與人才培育 (發展學校重點特色計畫)	執行成效: (1)發展完成之技術:     六個分項計畫共完成 23 項技術 (2)培育學生晶片設計及應用之技術及學生數:     六個分項計畫大學部共開 11 門課,培育 800 學生人次;碩士班共開 5 門課,培育 122 學生人次 (3)國際學術交流:     ()邀請 6 位海外學者進行學術交流     ()有 3 位老師到國外大學進行學術交流     ()有 20 人次老師參加國內舉辦之國際學術研討會     ()有 5 人次老師參加國外舉辦之國際學術研討會 (4)產學合作:     ()有 7 件產學合作計畫     ()辦理 3 場學術研討會 (5)學生校外競賽:

- () 國際性學生競賽: 3項得獎
- () 國內學生競賽:19項得獎
- (6) 師生研究能力:
  - () 國科會計畫:有14件計畫通過
  - () 期刊論文:有7篇論文發表
  - () 研討會論文:有66篇論文發表
  - () 專利:有4件發明或新型專利

#### 上述執行成效中,重要資料表列:

#### (a) 邀請國外學者

- 1. 邀請新加坡南洋理工大學(Nanyang Technological University)智慧型系統研究中心主任-- Dr. Er Meng Joo, 蒞校進行演講與學術教流,主題為『Computational Intelligence, Robotics and Autonomous Systems』。(2005年10月23日至2005年10月29日)
- 2. 邀請美國加州大學聖地牙哥分校(University of California San Diego, USA) 計 算 神 經 科 學 研 究 所 (Institute for Neural Computation)的 Dr. J.R. Duann 蒞校作為期五天七場的「計算神經影像與訊號」系列講座與學術教流。(2005 年 11 月 21 日至 2005 年 11 月 25 日)
- 3. 邀請韓國 ICASE President-- Dr. Ju-Jang Lee, 蒞校進行演講與學術教流,主題為『Intelligent Robot』。(2005年11月16日至2005年11月20日)
- 4. 邀請加拿大學者 Concordia University Professor--Prof. M.N.S. Swamy 及美國學者 University of Washington --Prof, Ming-Ting Sun 及 University of Minnesota—-Prof. Mostafa Kaveh 蒞校進行演講與學術教流,主題為『The application technology of DSP』。 (2005年11月21日至2005年11月25日)

#### (b) 產學合作計畫七件

- 1. 蔡尚榮,蔡亮宙, Intelligent Object-Based Storage System 架構 與設計,工研院電通所,計畫經費 800,000。
- 2. 許毅然, 具網路診斷之放電加工機, 國科會、精益機電有限公司。
- 3. 龔應時"永磁同步馬達(PMSM)驅動控制技術於跑步機之應用",亞星健康科技有限公司產學合作計畫,94年8月~95年7月。. 計畫經費: 350,000元
- 4. 龔應時,王明賢"汎用電流向量控制IC研製(II)",教育部技職司科技大學與東元集團產學合作大聯盟計畫,94年1月~94年12月。. 計畫經費: 700,000元。
- 5. 王明賢"多軸機器人之控制研究(II)",日久電子公司之產學合作計畫,94年09月~95年08月。計畫經費:200,000。
- 6. 王明賢"交流伺服馬達驅動跑步機之研究(II)",力伽實業股份有限公司產學合作計畫,94年5月~95年4月。計畫經費: 150,000元。
- 7. 何金山、吳賢財,產學合作計畫,"聽覺誘發電位監測系統之設計", 計畫執行時間為94年11月1日至94年10月31日(一年期),計

		畫經費為 428,000 元。
		(c) <u>舉辦三場學術研討會</u> 1.舉辦『生醫訊號處理與應用研討會』,2005年11月22日 2.舉辦『DSP技術於機器人控制之發展與應用研討會』,2005年11月17日 3. 舉辦『信號處理實務研討會』,2005年12月5日
九十四	再生能源風用之整育 (發展學校畫)	<ul> <li>a. 實驗設備改進成果成立或補強五間專業研究室:</li> <li>1. 光電實驗室 (化工系)</li> <li>2. 太陽電池模組製作實驗室 (機械系)</li> <li>3. 未來動力系統實驗室 (機械系)</li> <li>4. 汽車感測與控制實驗室 (機械系)</li> <li>5. 電腦輔助工程分析實驗室 (機械系)</li> <li>b. 教材改進、課程規劃及實際成果</li> <li>1. 建置完成新能源學程架構,横跨工學院電子、電機、機械和化工等系所,整合 20 名老師。</li> <li>2. 參加中華民國第十三屆全國大專院校超級環保車大賽,獲得超級省油車組第三名。</li> <li>3. 參加中華民國第十三屆全國大專院校超級環保車大賽,獲得超級省電車組第一名。</li> <li>4. 派遣機械系兩名教師赴日本觀摩鈴應夢想盃太陽能車大賽(8/4~8/8),實際了解太陽能車研製技巧及相關技術,返校負責太陽能車種子教師。</li> <li>5. 完成新太陽能車路跑測試 - 「西濱競走」,並於教育部公開展不(8/30)。</li> <li>6. 參加澳洲 2005 世界太陽能車大賽(9/24~10/1),成功完成3000 公里之賽程。</li> <li>7. 舉辦「重點特色成果觀摩會」邀請國內各大專院校師生來共享成果(12/10)。</li> <li>C. 提供示範展覽</li> <li>1. 省油車及電動車參加經濟部工業局、能源局及環保署於高雄市所舉辦「2005 電動車嘉年華會」之展覽活動(10/15)。</li> <li>2. 太陽能車參加基隆市環境保護局所舉辦「空氣污染防制宣導活動」之展覽活動(10/23)。</li> <li>3. 配合台南縣大橋國小之「小小解說員培訓」活動,提供太陽能車作為「先進車輛組之太陽能車及太陽能源利用」活動之</li> </ul>
		教育素材(11/4)。 4. 配合本校舉辦之「南台車展」中展出多項成果,包括新一代

太

陽能車、省油車和省電車等作品。(12/10, 12/11)

- d. 完成新能源設備之採購:重要採購設備如下,
  - 1. 測定 IPCE(%)光電效率儀器。
  - 2. 太陽電池 I-V 量測系統。
  - 3. 霍爾效應量測系統。
  - 4. 壓力感測系統和扭力量測系統、
  - 5. 動力輸出控制系統。
  - 6. 1.2 kW 燃料電池系統。
  - 7. 電流電壓測試系統。
  - 8. DSP 控制發展系統。
  - 9. Pan/Tile/Zoom 伺服影像追蹤系統。
  - 10.資料擷取與無線通訊系統。
- e. 發表相關論文及專利:
  - 1. 發表於國內外研討會論文共 12 篇。
  - 2. 發表於國內外期刊共5篇。
  - 3. 專利1件。

#### f. 產學合作計畫:

- 1. 呂金塗,機械結構分析合作案第二期,東捷科技(股)公司
   94年4月~94年7月。
- 林克默,太陽光電模組封裝技術與快速檢測系統之研發,教育部,日光能光電股份有限公司,94年8月~94年12月。
- 3. 楊乾信,切削酯化油用界面劑合成與專用油精製作,國科會, 華志實業有限公司,93年11月~94年10月。
- 4. 楊乾信,回收銘材生產微細鋁膏,國科會,常琪鋁實業有限公司,94年11月~95年10月。