

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

台灣聯合大學系統奈米製作暨分析核心設施服務計畫(3/3) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 97-2120-M-009-002-
執行期間：97年08月01日至98年10月31日
執行單位：國立交通大學電子工程學系及電子研究所

計畫主持人：李建平
共同主持人：徐子民、孫建文、張立
計畫參與人員：碩士級-專任助理人員：賴良一
學士級-專任助理人員：徐武達
五專級-專任助理人員：鍾怡娟
博士後研究：李良箴

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98 年 10 月 27 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

(計畫名稱)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 97-2120-M-009-002-

執行期間：95年08月01日至98年07月31日

計畫主持人：李建平

共同主持人：孫建文 張立

計畫參與人員：李良箴 徐武達 鍾怡娟 賴良一

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學

中華民國 98 年 10 月 31 日

中文摘要

本核心設施計劃於民國九十二年開始執行，目前已進行至第二個 phase 的第三年。在這兩階段的計劃裡我們已建立了一個世界一流的奈米製程與分析實驗室。在硬體上我們不僅有一流的設備，在軟體上我們更建立了一套完善的管理與服務系統。我們服務的對象包括了全國各大院校的師生，甚至包括了產業界。

在第二個 phase 的計劃裡，國科會雖沒有補助設備費，但靠著本中心的努力，我們仍擴充了若干設備，其中包括 - Deep UV 的 Mask Aligner，- 金屬蒸鍍系統，- 可做 micro PL 及 micro Rama 的 Confocal microscope。在納入本中心之後，這些設備都已開始營運及提供服務。另外我們還添購了一台 plasma enhanced 真空鍍膜系統，及一台 PECVD，目前正在裝機測試中，在不久的將來也將提供服務。

本中心的營運採會員制，目前的 active 會員有 149 位，開放的設備共有 13 項。每項設備都有專業的技術人員或博士後或研究生負責。我們的設備因維修及管理得宜鮮少有當機情形。為廣泛於服務奈米研究人員，我們的收費十分低廉，但即便如此我們所收的會員費及技術服務費每年約可達 400 萬元。這對我們中心的營運是相當大的助益。我們的機台的運作狀況及預約情形均可由網路獲知，一目了然。

由於我們的儀器均是最先進的第一流設備，所產出的研究成果也是一流。每年由本中心所支援而所發表的論文不計其數。每年本中心均會舉辦成果發表會，邀請我們的使用者或合作研究對象發表研究成果。我們並舉辦奈米攝影比賽。藉由本中心設備所攝得之奈米影像均可參加，每年參加的情形均非常踴躍。本核心設施中心成立六年已完全實現當初的理想，即提供第一流的設備，做第一流的研究，及提供第一流的合作研究平台。這項成果我相信國科會應是可以引以為傲的。

This nano core facility program started six years ago. Now it is in the last year of the second phase of the three-year program. The core facility, under the Center for Nanoscience and Technology of the National Chiao Tung University, has become one of the renowned research and service center for nanoscience in the country.

Through the support of NSC and NCTU, our center is equipped with some of the most advanced research tools for nanoscience. Just to name a few, we have two high resolution TEMs, an X-ray diffractometer, an E-beam writer, a low temperature, high magnetic field system, etc. .. All the instruments that we own are kept at the top condition by a group of experienced and knowledgeable technicians, posdocs and Ph.D students. Not only we have the state of the art instruments, we also have a good operation system that keeps the center running at the most efficient way.

We adopted a membership system, which requires the users to join the center as members. The members, once get trained, can reserve and use the equipment by themselves. Currently we have a total of 149 active members. They are from universities and research institutions all over the country.

Our center hosts an annual nano-symposium for our users. We invite some of the users to talk about their research results. Each year we attract more than 100 attendees. We also hold a nano-photo competition. The participants submit their photos that are taken with the instruments in our center. We have seen in the past some of very innovation and artistic photos of the nano-objects they are working on.

As we lookforward, we see our center to become a world class research and service center for nano-science and technology. We will help the researchers to fulfill their needs in nano-research in the most helpful and effective way.

目錄

一、 重大成果及突破

1. 鈷摻雜氧化鋅奈米棒之磁光研究
2. 高效率砷化鎵太陽能電池應用寬頻譜全波長的奈米柱狀結構氧化銦錫
3. 半導體奈米結構與量子元件
4. 以奈米技術開發茶葉黑色素的新功能
5. 量子點對高分子發光效率之增加

二、 學術、經濟及社會面效業

- (一)、學術面分析
- (二)、經濟效益面分析
- (三)、社會衝擊等影響面

三、 量化績效統計

- (一)、績效指標 (KPI)
- (二)、儀器使用情形
- (三)、儀器使用時數和使用會員
- (四)、各研究領域使用情形
- (五)、使用者分佈情形
- (六)、重要論文與專刊

一、重大成果及突破（請以整體計畫圖文呈現，勿以分項成果條列說明，篇幅以 500 字為限）

茲從本計畫的諸多成果中列舉五項重大突破，簡介如下：

1、鈷摻雜氧化鋅奈米棒之磁光研究

利用中心提供之低溫強磁場及磁光量測設備，我們觀測到鈷摻雜氧化鋅奈米棒隨溫度變化之鐵磁特性，亦首次觀測到鈷離子於晶格場中其 d 軌域電子之光激發造成之能量躍遷，以及磁光強度隨磁場強度變化之關係。鈷摻雜氧化鋅為實現室溫可操作之自旋電子元件領域中極為重要的新穎材料。

2、高效率砷化鎵太陽能電池應用寬頻譜全波長的奈米柱狀結構氧化銦錫

我們成功展示了一種氧化銦錫奈米柱狀結構作為具導電特性的抗反射層應用在砷化鎵太陽能電池上。這種氧化銦錫柱乃是利用通入氮氣調變的電子槍斜向蒸鍍法，具有全方位的抗反射特性涵蓋了平行極化波和水平極化波，有效收光角度可達 70 度，頻譜範圍包括 300 nm ~ 900 nm。根據嚴格耦合波分析法（Rigorous coupled-wave analysis）的分析結果，此種優異的抗反射特性主要是由於斜向的柱狀結構所造成的漸變性折射係數的分布。應用在砷化鎵太陽能電池上，相較於沒有製作抗反射層的太陽能電池元件，提升了 28% 的轉換效率。根據量測數值的計算結果，在窗戶層（window layer）吸收波段以上的波段，其所產生的光電流提升了將近 42%。

3、半導體奈米結構與量子元件

我們成功展示了一種高量子效率 InAs/ In_{0.15}Ga_{0.85}As dots-in-a-well (DWELL) 量子點光偵測器。利用上述結構可得到量子點態較佳的量子侷限效應，並增加紅外線吸收之震盪強度。與傳統之紅外線光偵測器相較，其量子效率可增加 20 倍以上。

4、以奈米技術開發茶葉黑色素的新功能

我們研究細胞和奈米表面、奈米粒子等之間的交互作用現象。我們也研究動物和奈米表面的感知現象，奈米生物未來在科學和工程的衝擊是可以預期的。雖然大部分的生物材料不是良好的導體，但是生物體存在磁場與電場卻是不可否認的事實。黑色素除了存在皮膚細胞，能阻隔紫外線入侵之外，還大量存在腦部神經細胞中，在神經傳導的角色還不是很清楚。我們研究黑色素，除了探索一般電性之外，更注重它在細胞中的生物功能。

5、量子點對高分子發光效率之增加

我們以自身引導經 $\pi - \pi$ stacking 自組裝方法將 CdS 量子點放置於發藍光之 polyfluorene 高分子側鏈上可大幅增加其發光效率（約四倍）及增加光色純度，半高寬從 100nm 降到 50nm，此方面我們為世界上第一個提出以半導體量子點增加高分子發光效率，目前已透過交通大學申請日本、美國、韓國及台灣專利中，對於台灣之顯示科技產業將有極大之助益。此外我們並以奈米大小之 POSS (silsesquioxane) units 以共價鍵方式接至於 poly fluorene 上及 poly (phenylene vinylene) 上來增加高分子元件之發光效率及耐熱性質。此外以 dendritic phenyl group 接於 PPV 上增加其發光效率。

二、學術、經濟及社會面效益（請以整體計畫呈現，勿以分項成果條列說明，篇幅以 300 字為限）

（一）、學術面分析

提供光子晶體、半導體紅外線偵測器、量子計算、人工超物質及奈米電子元件、發光高分子材料及元件方面學者研究所需儀器設施，刺激研究課題。建立相關領域研究水準，促進國際上的學術交流。

（二）、經濟效益面分析

培養相關研究領域之人力資源及人才培育，促進技術之發展，跨領域整合及提昇國際上競爭力。

（三）、社會衝擊等影響面

刺激相關半導體、光電、材料產業的開發、系統整合及技術提升。相關先進奈米光電技術如量子點光偵測器元件開發。提供相關產業進行研發創意提昇。

三、量化績效統計

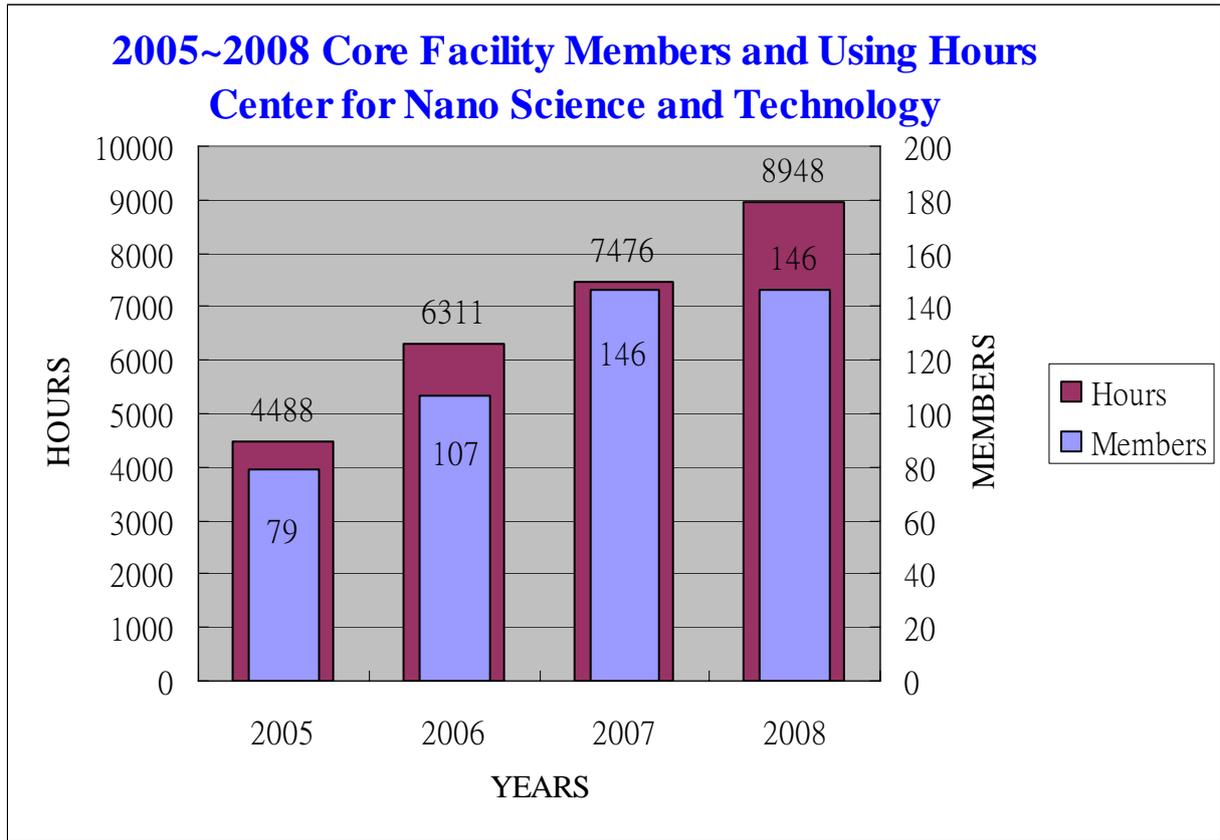
(一) 績效指標 (KPI)

績效指標 (KPI)		2003	2004	2005	2006	2007	2008	合計
期刊論文 (篇數)	國際	7	10	8	65	70	62	222
	國內							
人才培育 (人數)	博士		71	97	101	89	54	412
	碩士		78	43	89	65	55	330
專利申請 (件數)	國際							
	國內						1	1
專利獲得 (件數)	國際							
	國內							
先期技轉 (金額：千元)	件數							
	金額							
技術移轉 (金額：千元)	件數							
	金額							
促進廠商 投資(金額：千元)	件數							
	金額							

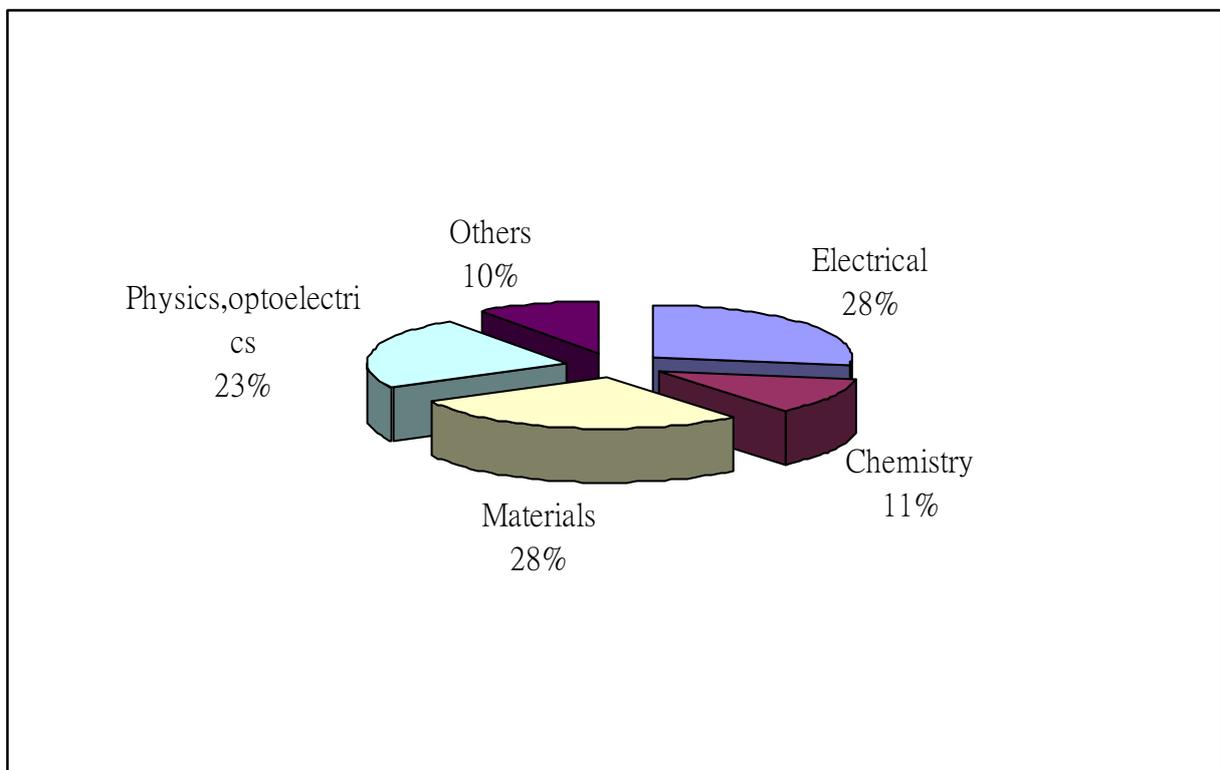
(二) 儀器使用情形

儀器使用情形		2003	2004	2005	2006	2007	2008	合計
A 級儀器	數量			1	2	2	2	2
	使用時數			368	800	4221	4741	10130
B 級儀器	數量		7	7	8	10	11	11
	使用時數		4652	4488	6311	7475	8948	31874
C 級儀器	數量							
	使用時數							
內部使用	時數							
	次數		657	952	1408	1826	2442	7285
外部使用	時數							
	次數		366	241	172	189	412	1380
參與儀器使用訓練課程人數				154	215	157	126	652
訓練時數				693	967	704	1144	3508
認證通過總人數				76	113	84	89	362

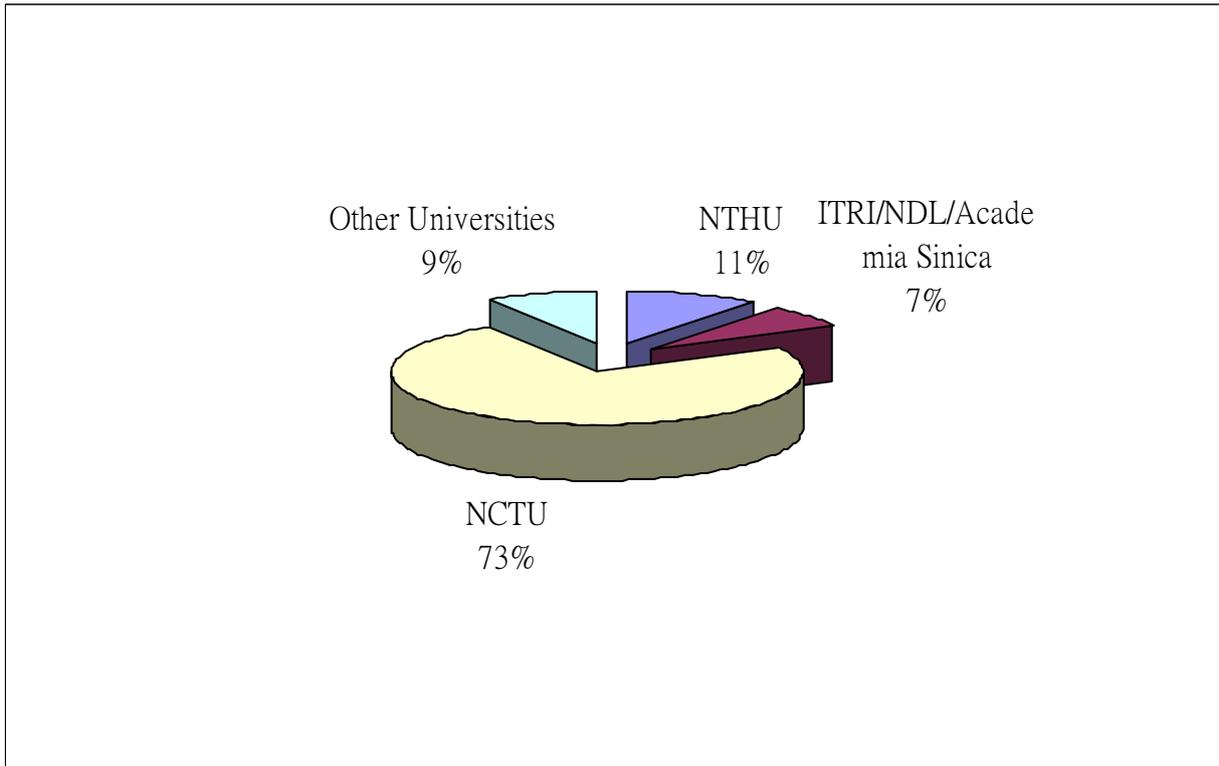
(三) 儀器使用時數和使用會員



四) 各研究領域使用情形



(五) 使用分佈情形



- (三) 重要論文與專利 (請列出 10 篇最具代表性論文與專利, 論文請註明發表當年之 IF, 並以*號註記該篇通訊作者。)
1. M. F. Tsai, H. Lin, C. H. Lin, S. D. Lin, S. Y. Wang, M. C. Lo, S. J. Cheng, M.C. Lee, W. H. Chang, “ Diamagnetic response of exciton complexes in semiconductor quantum dots”, *Phys. Rev. Lett.* (2009), 101, 267402.
 2. C. Y. Lin, W. H. Wang, C.-S. Lee, K. W. Sun*, and Y. W. Suen,” Magneto-photoluminescence Properties of Co-doped ZnO Nanorods”, *Applied Physics Letters* (2009), (Also highlighted by NPG Nature Asia-Material), 94/151909
 3. P. Yu*, C. H. Chang, C. H. Chiu, C. S. Yang, “Efficiency Enhancement of GaAs Photovoltaics Employing Indium-Tin-Oxide Nano-Columns”, *Advanced Materials*, January, 2009 (Also highlighted by NPG Nature Asia-Material), April 8, volume 21 Issue 16, p. 1618-1621
 4. Chih-Pang Chang and Y. S. Wu,” Improved Electrical Performance of MILC Poly-Si TFTs Using CF₄ Plasma by Etching Channel Surface”, *IEEE Elec. Device Lett.* (2009), 30 (2009) PP130-132
 5. High quantum efficiency dots-in-a-well quantum dot infrared photodetectors with AlGaAs confinement enhancing layer; H.S. Ling, S. Y. Wang, C. P. Lee, M. C. Lo, *APL* (2008), 92/193506
 6. S. F. Hu, Y. C. Wu, C. L. Sung, C. Y. Chang and T. Y. Huang, A Dual-Gate-Controlled Single-Electron Transistor using Self-Aligned Polysilicon Sidewall Spacer Gates on Silicon-on-Insulator Nanowire, *IEEE Tran. on Nanotechnology* vol. 3, No. 1, 92-97 (2004).
 7. Chia-Hung Chou, So-Lin Hsu, Siao-Wei Yeh, Hsu-Shen Wang and Kung-Hwa Wei, “Enhanced Luminance and Thermal Properties of Polyphenylenevinylene Copolymer Presenting Side-Chain-Tethered Silsesquioxane Units”, *Macromolecules* 2005, ASAP article.
 8. G. Steven Huang, Yu-Shiun Chen, Hsiao-Wei Yeh(葉孝蔚), “Measuring the Flexibility of Immunoglobulin by Gold Nanoparticles”, *Nano Letters* 2006, 6, 2467.
 9. Chia-Hung Chou, Hsu-Shen Wang, Kung-Hwa Wei and Jung Y. Huang “Thiophenol-modified CdS nanoparticles enhance the luminescence of benzoxyl dendron-substituted polyfluorene copolymers” *Advanced Functional Materials* 2006,
 10. P. I. Shih, C. Y. Chuang, C. H. Chien, E. W. G. Diau, C. F. Shu, “Highly Efficient Non-doped Blue-Light-Emitting Diodes Based on an Anthracene Derivative End-Capped with Tetraphenylethylene Groups”, *Adv. Funct. Mater.* 17/3141 (2007) 909 (IF 6.7), 周嘉宏, 王旭生, 韋光華, 黃中焄。

可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：__年__月__日

國科會補助計畫	計畫名稱： 計畫主持人： 計畫編號： 學門領域：
技術/創作名稱	
發明人/創作人	
技術說明	中文： (100~500 字)
	英文：
可利用之產業 及 可開發之產品	
技術特點	
推廣及運用的價值	

※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。

※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。