

114 年度 亞東學校財團法人亞東科技大學 多元垮域教師社群 結案報告(113-2 學期)

多元跨域教師 社群名稱		專題研究指導方式改進教學社群			
社群類別	1. ☐ 生成式 AI				
	2. ☐ EMI 教學（全英語教學，以專業課程為主）				
	3. ☒ 教學實踐研究計畫				
	4. ☐ 數位教學				
	5. ☐ 大學社會責任(USR)				
召集人	教師姓名 (序號 1)	趙俊任		系所(單位)	機械系
	分機 / 手機	3133/0911-738967		e - m a i l	jrzhao@mail.aeust.edu.tw
教師 社群 成員	序號	學院	系所		姓名
	2	工程	材纖		林尚明
	3	工程	機械		馮君平
	4	工程	機械		王明文
	5	工程	機械		陳一順
	6	工程	機械		簡國雄
	7	工程	機械		張安欣
	8	工程	機械		顏昭文
	9	工程	機械		鄭善仁
	10	工程	機械		陳保川
	11	工程	機械		薛堯文
	12	工程	機械		葉金璋
	13	工程	機械		江昭慶
	14	工程	機械		黃良印
	15	工程	機械		吳明誠
	16	工程	機械		陳嘉偉
	17	工程	機械		楊仕吉
專案（活動）內容記錄與成果說明					

本多元跨域教師社群－「專題研究指導方式改進教學社群」系列活動，共舉辦三場主題工作坊，分別聚焦於物聯網應用、機械手臂技術與材料腐蝕機制。每場活動皆由專題教師主講，並邀請教學社群師生共同參與，強化專題研究與實務應用的連結，改善教師的教學方式並提升學生學習的動力及興趣。

首次活動於 4 月 17 日舉行，以「以物聯網之研究為例」為題，由陳一順主任介紹以樹莓派為核心的自走車設計，整合超音波感測、循跡模組與 Wi-Fi 監控，展示嵌入式系統與感測技術的實作成果。

第二場的活動主題為「以機械手臂之研究為例」，於 5 月 15 日進行。內容著重於整合人工智慧影像辨識與機械手臂，透過 AI 演算法優化機械手臂的靈活度與精度，並探討其在相關工業領域的應用潛力。

最後一場活動是由江昭慶老師在 6 月 5 日分享的「材料腐蝕機制」研究。內容主要為 AZ61/Al₂O₃ 鎂基複合材料的腐蝕行為與製程改良，也另外提及劇烈塑性變形法的應用對晶粒細化與機械性質的強化效果。

整體而言，本社群所舉辦之系列活動有效地促進社群內教師之間的專業交流並提升學生對專題研究之實作理解及運作方式，透過課程講義、影像紀錄及問卷分析強化教學品質與研究導向，以改進專題研究的指導方式。

附件

以下資料請附上電子檔

(1) 社群會議(最少 3 場次)

(■活動集錦、■簽到表、■照片原始檔)

(2) 專家諮詢

(□活動集錦、□簽到表、□諮詢意見表)

(3) 社群專業講座(含工作坊、參訪)(最少 1 場次)

(■活動集錦、■簽到表、■照片原始檔)

(4) 其它(請利用列表，並自行增列)

本次執行成果參與下列計畫

■申請 114 學年度『教師教學實踐研究計畫』

專業四階文件轉化(黃良印)

多孔矽奈米結構在電化學與半導體教學中的創新應用：理論與實踐(江昭慶)

□申請其他校外教學相關計畫，並為計畫主持人，計畫名稱_____

□發展數位教材或創新教學_____。

□開設全英語、EMI 或生成式 AI 相關課程_____。

□參與 115 年度大學社會責任計畫(USR)

□其他教學相關研究成果(如論文發表會、研究著作等)

1. 參與教師：_____，執行成果名稱：_____。

2. 參與教師：_____，執行成果名稱：_____。

請附上相關申請證明

教學實踐研究計畫內容（系統端上傳 PDF 檔）

封面 Cover Page

教育部教學實踐研究計畫申請內容

Project Proposal for MOE Teaching Practice Research Program

學門專案分類／Division：工程學門

申請年度/Project Period：114 年度 ☒一年期 ☐多年期

Innovative Applications of Porous Silicon Nanostructures in Electrochemistry and Semiconductor Education: Theory and Practice/

多孔矽奈米結構在電化學與半導體教學中的創新應用：理論與實踐

Electrochemistry / 電化學

計畫主持人(Principal Investigator)：江昭慶

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：亞東科技大學／機械工程系

計畫申請日期(Filing Date)：2024 年 11 月 21 日

本文與附件 Content & Appendix

多孔矽奈米結構在電化學與半導體教學中的創新應用：理論與實踐

一、計畫主持人部分

(至多 5 頁，超出部分將不予審查)

申請者在過去中央大學與臺灣科技大學之五年擔任博士後的經歷，積累了豐富的課程教學經驗和相關研究成果。2022 年，於明新科技大學機械所兼任助理教授，開設了有限元素法與工程應用，2024 年，於亞東科技大學機械工程系任教，開設機械設計和板金模具設計應用等課程，內容包含材料科學和奈米技術相關領域，2024 年，台科大機械黃崧任教授邀請加入台灣科技大學-常理氫能源研發中心擔任研究員，負責多孔矽儲氫技術研究。在這些課程中，申請者積極引入前沿的研究成果和應用案例，以豐富教學內容，並通過案例分析和實驗示範等方式提高學生的學習興趣和主動性。

申請者對學生的學習表現一直保持密切觀察和評估，並根據他們的反饋做出及時調整，以提高教學效果。同時，也積極參與教材的建構和更新，根據課程的實際需要和學科發展趨勢，不斷改進教材的內容和結構，包含理論、實作、小組討論、教師依序同學問題進行個別輔導說明、鼓勵同學常是發問構思、以及將業界經驗引入教學過程，以確保教學資源的及時更新和有效利用。

申請者深知教學是一個不斷反思和提升的過程，因此對教學工作一直保持著高度的熱情和責任感。申請者過往的教學相關成果也已在相關研討會或論文中得到了展示和發表。這些成果包括針對奈米材料製備和表徵特性的研究，以及在教學實踐中積累的經驗和構想。期待將這些寶貴的經驗和成果應用到本教學實踐計畫中，為教學實踐和研究工作注入新的活力和創造力。申請者於擔任博士後期間，2018~2022 年參與(科技部矽光子積體電路計畫-基於矽光子技術之快速多模組醫學檢測研發與應用，子計畫三(基於矽光子技術之血液凝固因子及老化因子的醫學檢測晶系統研製)，分別於中央大學/臺灣科技大學擔任博士後研究：研究基於矽光子技術，開發了快速多模組醫學檢測應用。血液中蘊含許多疾病生物指標，例如肝病、糖尿病、癌症等，透過拉曼光譜可快速精準地獲取相關信息。利用矽光子平台與積體電路技術，開發了光學同調斷層掃描(OCT)及血液凝血因子檢測等多項生醫檢測技術。並使用拉曼雷射光源等血液檢測用晶片的開發。

另一方面，申請者帶領一名博士生和四名碩士生，完成計畫研究。最終，通過數據分析，整合成矽光子晶片系統，可提供醫療人員和病患快速獲取檢測結果，有助於妥善治療和預防疾病。矽光子元件具有低成本製造技術、高穿透性等優勢，為光電積體電路的重要材料之一。參與的計畫並於 110 年參與科技部計畫成果展示，獲得優良獎，如圖 1 和圖 2 所示。

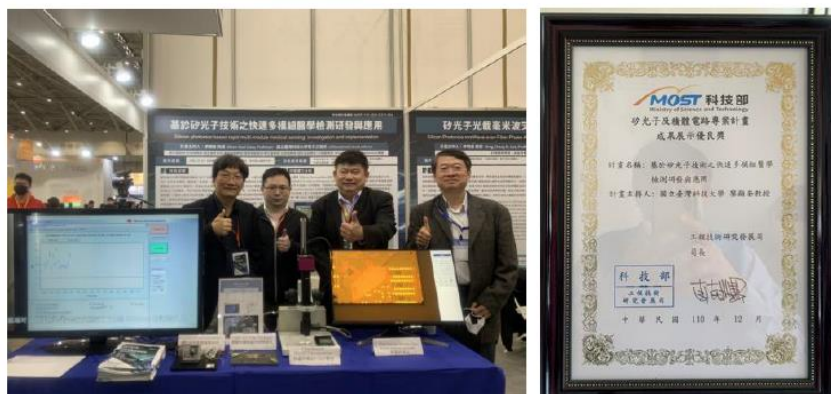


圖 1 研究成員左至右：臺科大徐世祥老師、申請人、臺科大廖顯奎老師、臺大黃升龍老師，於展示攤位前。圖 2 國際光電展成果展示優良獎

2022 年中華民國專利，[製造絕緣體上矽晶片的方法](#)，這項專利申請涉及一種製造絕緣體上矽晶片的方法，主要步驟包括提供一元件晶圓和一支撐晶圓，然後對元件晶圓進行磊晶製程，形成磊晶層。接著，在支撐晶圓表面形成一絕緣氧化層，再將磊晶層與部分絕緣氧化層貼合，並進行轉移製程，使磊晶層轉移至絕緣氧化層上。此方法的獨特性在於能在絕緣體上矽晶片上形成磊晶元件層，而且對於控制納米結構具有潛在應用價值。該專利申請對於微電子和半導體行業具有重要的學術和技術貢獻(2024 年台灣創新技術博覽會發明競賽金牌獎)，如圖 3 所示。



圖 3 台灣創新技術博覽會發明競賽金牌獎。

近五年申請者於(光電化矽量子點技術與晶圓/異質鍵合製程)相關研究領域，共發表六篇 SCI 期刊，下述申請者代表作共一篇，參考著作共兩篇，包含中華民國發明專利一篇，如表 1 所示，對學術貢獻如下：

[1] 代表作一，Heterogeneous Bonding of PMMA and Double-Sided Polished Silicon Wafers through H₂O Plasma Treatment for Microfluidic Devices，這項研究對學術界的貢獻在於提出了一種室溫下進行的快速、無損的異質 H₂O 等離子體處理工藝，用於聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 和雙面拋光 (DSP) 矽基板的鍵合，以製作夾心結構的微流體器件。這種處理方法不僅提供了一種方便、低成本的製造微流體器件的技術，而且還消除了由於高溫處理而產生的內部應力問題，使得製造過程更加穩定可靠。此外，本研究通過分析離子體生成的自由基和高電荷電子對異質鍵合過程的影響，深入研究了夾心結構的形成機制，對理解等離子鍵合過程提供了新的視角。此外，通過控制 H₂O 氣體流速和電漿處理功率，研究了不同條件下的界面鍵合質量和強度，為微流體器件的設計和製造提供了實用的參考。因此，這項研究的學術貢獻，在於提供了一種創新的製造技術，豐富了微流體器件製造領域的知識庫，並為未來相關領域的研究提供了有價值的參考和指導，並被引用 10 次。

[2] 參考著作一，Utilization of Low Wavelength Laser Linking with Electrochemical Etching to Produce Nano-Scale Porous Layer on p-Type Silicon Wafer with High Luminous Flux，本研究探討了在氫氟酸 (HF) 溶液中使用高功率 He-Cd 激光照射對 p 型矽進行電化學蝕刻的效應。激光照射結合電化學蝕刻成功控制了納米級結構多孔矽 (PS) 的形成。利用分析技術分析了形成的納米多孔矽 (NPS) 的物理化學性質。通過控制激光功率，我們實現了 NPS 的製作，並觀察到其高光通量值。NPS 被應用於微電子設備。研究了 NPS 的形成和激光能量照射對其的影響。我們發現，高功率激光易於形成 NPS，並可通過激光控制達到抗蝕刻效果。因此，本研究為

基於矽的微電子設備提供了激光功率控制 NPS 形成的可行性技術，並被引用 4 次。

[3] 參考著作二，Forming a Photoluminescent Layer on Another Surface in the Dark through Lasering of N-Type Silicon in an Electrolyte，本研究探討了使用高功率的 1064 nm Nd:YAG 雷射在 n 型矽表面進行光蝕刻的效應。作者成功地在背面表面形成了光致發光(PL)層，而不是在照射的表面上。我們通過調整電解液濃度，在不添加氧化劑的情況下實現了 PL 層的納米結構。我們提出了一個類 PN 結構的假設，解釋了空穴電流促進的背面陽極氧化的機制。實驗結果表明，電解液濃度對於形成的納米晶體的位置和大小有著重要影響。這項研究為使用 1064 nm 激光的光蝕刻提供了新的理解，並提供了進一步探索注入電流密度對於電化學蝕刻的可能性，並被引用 3 次。

表 1 代表作和參考作目錄

編號	論文題目	期刊	IF
1.	Heterogeneous Bonding of PMMA and Double-Sided Polished Silicon Wafers through H ₂ O Plasma Treatment for Microfluidic Devices	Coatings	3.26
2.	Utilization of Low Wavelength Laser Linking with Electrochemical Etching to Produce Nano-Scale Porous Layer on p-Type Silicon Wafer with High Luminous Flux	ECS Journal of Solid State Science and Technology	2.14
3.	Forming a Photoluminescent Layer on Another Surface in the Dark through Lasering of N-Type Silicon in an Electrolyte	ACS omega	4.1
4.	<u>中華民國專利，製造絕緣體上矽晶片的方法</u>	-	-

本教學實踐計畫宗旨在將多孔矽奈米結構的理論與實踐融入到電化學和半導體教學中，通過理論講授、實驗示範、案例分析、業界專業人才演講分享等等之教學方法，向學生介紹多孔矽的製備方法、光電化學蝕刻技術以及量子尺寸效應對材料性能的影響等內容。這不僅擴展了學生的知識面，還提高了他們對新興材料和技術的理解、實作與應用能力，並且建立學生對於新知識學習的自我提升動力。申請者對於教學實踐計畫提案之主題(**多孔矽奈米結構在電化學與半導體教學中的創新應用：理論與實踐**)與自我的研究背景和專業興趣密切相關，將有助於豐富教學內容，提升教學效果，並培養學生的創新能力和實踐能力。亦期待著將這一研究成果應用於往後的教學實踐中，為學生提供更加豐富和深入的學習體驗，同時也為大專院校的教學和研究工作注入新的動力和活力。

二、計畫執行內容部分

(一) 教學實踐研究計畫動機

本研究計畫的動機源針對電化學和半導體科目的基礎原理與應用互相結合[1-4]，帶領學生進行深入探索，這兩個學科作為理工科領域的重要基礎，涵蓋了從基礎理論到實踐應用的廣泛範疇。然而，傳統課堂教學雖然可以提供理論知識的傳授，卻難以將學生真正引導到實際操作和解決實際問題的能力培養上。因此，申請者希望透過本教學實踐計畫，將電化學和半導體科目的教學與實踐結合起來，專責教授與之相關的多孔矽材料基礎物理意義與實際應用，提供一個更具深度和廣度的學習體驗，以培養學生的綜合素養和實踐能力。於教學現場面，將著重於教室和實驗室講授，兩者實驗共同結合，分週目進行。在實踐層面，本研究計畫將聚焦於多孔矽奈米結構的製備方法和孔隙率調控技術製程最為基礎課題。多孔矽作為一種重要的半導體材料[5]，在光電子學、生物醫學、能源等領域具有廣泛的應用前景。然而，其性能的調控和製備技術仍然面臨著諸多挑戰。透過電化學蝕刻的方法，帶領參與之學生探討如何精確控制多孔矽材料的孔隙率，並通過光電化學反應實現對其光學和電子性質的調控。這將有助於提高多孔矽材料的光電轉換效率、生物相容性以及電子器件的性能。本教學實踐計畫透過 Clicker 評估和回饋技術(Clicker Assessment and Feedback, CAF)[6, 7]，我們可以更好地理解教師的教學發展對學生參與和學習的影響。它是一種結合互動技術的教學評估策略，有時也被稱為課堂交流系統 (CCS) 或學生反應系統 (SRS)。這研究通常忽略了教師是否具有先前使用 CAF 的教學經驗。然而，將本教學實踐申請者加入自我規劃之即時回饋分析項目 (Instant Feedback Analysis Project, IFAP)，並且提供專案式教學法則(Project-Based-Learning, PBL)[8, 9]，故可以及時提供學生意見反饋並修正教學內容，以補充可能存在的缺失。這樣的即時調整可以增加教學實踐的效果，從而降低不穩定因素的影響，這三種實踐手法(本研究中將三種方式結合，Clicker Instant Project 簡稱 CIP)，如圖 3 所示，相互結合可以提升效益，另外，這種回饋機制不僅可以提高教學品質，增強學生的學習動機和興趣，從而最大程度地發揮 CIP 的影響力。

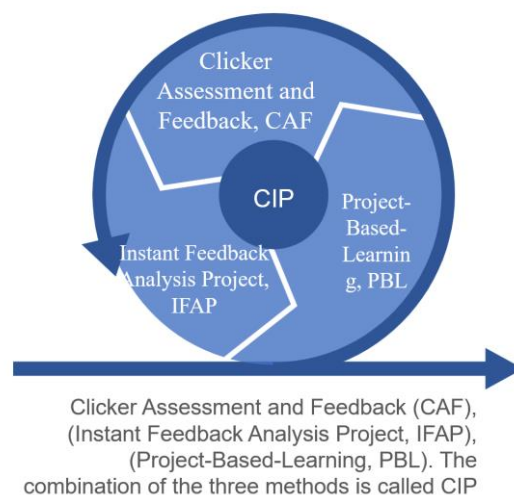


圖 3 CIP 方法教學實踐結合圖

在教學層面，本教學實踐計畫將通過實踐操作和實驗教學，將先進的製備技術和性能調控方法引入課堂教學中，並於分組實踐，於實驗室中進行實際演練。為學生提供一個具有挑戰性和豐富性的學習環境。透過實驗設計、數據分析和問題解決等活動，學生將能夠深入理解多孔矽材料的性質和應用，並培養其實驗操作、團隊合作和創新思維能力。此外，本研究

計畫將注重分組合作之構想，可以促進教研成果轉化為實際應用。通過教師與同學之間的合作，參與者將探索多孔矽材料在光電子學、生物醫學、能源等領域的應用潛力，並了解未來的技術走向。這不僅有助於提升教研成果的價值，還可以促進未來學生進入職場產業界，能個自我提升此類的實作經驗和研究創新之能力。具體而言，本實踐研究計畫，將聚焦於多孔矽奈米結構的製備和性能調控，這是當今半導體材料研究領域的熱點之一。多孔矽材料具有獨特的光電性質和生物相容性，廣泛應用於光電子學、生物醫學、能源轉換等領域。然而，其性能的優化和應用的拓展仍然面臨著許多挑戰。本研究計畫將通過電化學蝕刻、光電化學反應等方法，精確控制多孔矽材料的結構和性能，以滿足不同應用場景的需求。同時，我們還將注重分組合作，促進討論成果轉化為實際應用。通過教學與討論的合作，我們將探索多孔矽材料在光電子學、生物醫學、能源轉換等領域的應用潛力，開發相應的技術和產品，推動科技創新和產業發展。總的來說，計畫宗旨在將電化學和半導體科目的教學與實踐相結合，為學生提供一個全面的學習體驗，同時推動相關領域的教學與實作內容相互結合。

在現代科技迅速發展的時代背景下，電化學和半導體科目作為理工科領域中的重要基礎學科，扮演著至關重要的角色。然而，傳統的教學方式往往難以激發學生的學習興趣和創造力，對於培養學生的創新能力和解決問題的能力存在著一定的挑戰。因此，本教學實踐計畫的動機在於探索一種創新的教學模式，將電化學和半導體科目作為教學基礎學科，通過實踐教學的方式，促進學生對於學科知識的深入理解和應用能力的提升，培養學生能夠自我思考，知識分享已達到最佳效率。本研究計畫的實施不僅能夠提高學生的學習效果，更能夠激發他們的創造力和創新潛能，為未來的科技發展培養更多的人才儲備，申請者期待本教學實踐研究計畫的實施能夠為教學與研究工作帶來新的啟示，為教學實踐工作之發展做出積極貢獻。

（二）教學實踐研究計畫研究主題與目的

本研究旨在將多孔矽奈米結構引入電化學和半導體科目的教學中導入 IFAP 方法，透過實踐性的教學研究活動，探索其在學科教學中的應用價值，並促進學生對材料科學與工程的理解和創新思維的培養。以下是對研究主題與目的的詳細介紹與分析：首先，本研究將專注於多孔矽奈米結構的製備和特性探究。通過教師實驗操作示範，學生將學習到多孔矽材料的製備方法，包括電化學蝕刻、量子點效應[10]等等。同時，他們將進行一系列的材料分析，以了解多孔矽的結構特性、表面形貌和尺寸分佈等。其次，本教學實踐研究將帶領學生了解多孔矽材料在半導體器件中的應用。並通過將多孔矽材料應用於二極體、場效應電晶體(FET)等器件中。特別是，將探討多孔矽對器件的電性能、光學性能以及穩定性等方面的影響。此外，此研究將關注多孔矽材料在能源轉換和儲存方面的應用。學生將探討多孔矽在太陽能電池、鋰電池等能源器件[11, 12]中的應用。透過這些實踐性的教研活動，學生將深入了解多孔矽在能源轉換和儲存領域的潛在應用價值，並具有更好的應用前景。最後，本研究將結合案例教學和問題導向的學習，鼓勵學生在教學實踐中發揮創新思維和解決問題的能力。通過設計有挑戰性的實驗項目和案例分析，學生將有機會將所學知識應用於實際問題解決中，並進一步提升其實驗操作技能和科學研究能力。同時，他們還將參與團隊合作和討論，促進彼此之間的交流與合作，培養其團隊合作和溝通能力。另一方面，本研究旨在通過教學實踐，將多孔矽奈米結構引入電化學和半導體科目的教學中，擴展學生的科學視野，培養其創新思維和實踐能力，並為其未來從事相關領域的研究和工作奠定堅實基礎。透過這一研究，我們期待能夠為學生提供一個開放、創新的學習平台，促進其全面發展和成長。

（三）文獻探討

在多孔矽電化學蝕刻的學生實驗中，可能會遇到一些挑戰和問題，例如操作步驟的複雜性、實驗設備的使用方法、化學反應的控制等。為了解決這些問題，我們將教學實踐與學生

實驗結合起來，提供以下支持和指導：首先，我們將設計詳細的操作手冊和實驗指導，清晰地描述實驗步驟和操作要點，並提供實驗設備的使用方法和注意事項。這將幫助學生理解實驗流程，提高操作的準確性和效率。並且引入專案式教學法(Project-Based-Learning, PBL)是一種以學生親身參與並動手解決真實世界問題的教學方式。結合 2008 年 Barron 和 Darling-Hammond 教授提出[8]，透過專案式教學法，學生能夠產生更高的學習動機，激發自主學習的慾望，並對未知知識產生更多的疑問。同時，在教學過程中，老師的輔導和引導也有助於學生對所學知識的判斷和修正。專案式教學法的好處不僅體現在知識層面的提升，同時也能夠促進學生的批判性思考、團隊合作、有效溝通、論證能力、資料分析能力以及挫折容忍力等多方面的能力。這種教學方法的核心在於將學習環境設計成一個具有挑戰性的專案，讓學生通過實際操作解決問題。透過解決真實世界中的難題，學生能夠更深入地理解知識的應用，同時培養解決問題的能力和創造力。另一方面，專案式教學法不僅僅是一種教學方法，更是一種促進學生全方位發展的教育理念。透過這種方式，學生不僅能夠獲得豐富的知識和技能，還能夠提升自己的自信心和自主學習能力。

其次，配合 IFAP 方法，安排授課教師進行實驗指導和技術支援，及時解答學生在實驗過程中遇到的問題，並即時回饋提供必要的示範和演示，以幫助他們掌握實驗技術。同時，我們還將鼓勵學生之間的合作學習和討論，讓他們彼此交流和分享實驗心得和解決方法，促進彼此之間的學習和成長。最後，我們將定期進行教學評估和學生反饋，收集學生對實驗過程的意見和建議，及時調整教學方案，以提高教學效果和學生的學習滿意度。通過這些教學實踐措施的結合，我們將幫助學生克服實驗中遇到的困難，提高他們的實驗技能和專業能力，並促進他們在學習過程中的全面發展。

申請人之研究成果已經發表於 ECS Journal of Solid State Science and Technology，內容關於光電化學製程確認奈米尺度的多孔矽層的精準控制。研究使用高功率 He-Cd 325nm 雷射在氫氟酸(HF)中對 P 型矽進行光電化學刻蝕，取得了令人滿意的效果，如圖 4 所示[13]。

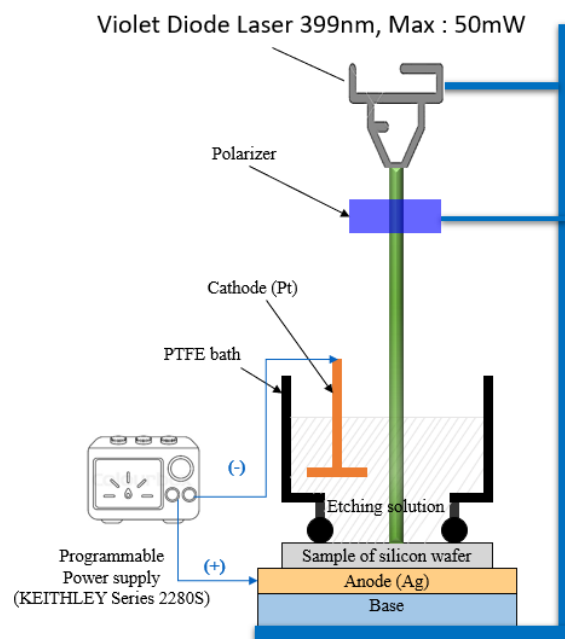


圖 4 電化學蝕刻槽及雷射光束照射示意圖[13]

研究證實，雷射照射結合電化學蝕刻製程可以成功地控制奈米級結構的 PS 形成。在這個過程中，申請者對 NPS 及其物理化學特性進行了詳細的分析，並將其現象稱為電熱的帶隙能量吸收(BEA)反應。具體而言，這項研究使用高功率雷射照射區域與電化學蝕刻過程相結

合，成功地製備出多孔矽層。研究者觀察到，雷射照射區域和未照射區域在矽片表面呈現不同的顏色，並確認了雷射照射區域的形成是由於電化學蝕刻過程受到雷射功率的影響，如圖 5 所示。進一步的分析顯示，雷射照射區域形成的多孔矽層聚集體具有奈米級尺寸，這進一步證實了高雷射功率密度抑制了電化學蝕刻過程。此外，研究人員使用了多種分析工具來進行表徵，包括 FE-SEM、螢光顯微鏡和 ImageJ 分析工具，這些工具的使用幫助研究人員深入理解了多孔矽層的形成過程和特性。此外，研究還觀察到，多孔矽層在奈米尺度上具有良好的光致發光效果，這可通過 NPS 的量子限制效應來解釋。這項研究成果為控制奈米晶多孔矽尺度，提高電子遷移的彈道發射能量，以及提升能量密度提供了新的思路和方法。截至目前，本研究組已經在光電化學蝕刻相關的 SCI 期刊上發表了七篇論文，這些研究成果對於製作奈米尺度多孔矽層的製程研究具有重要的實用價值。這項研究的成果已經在 ECS Journal of Solid State Science and Technology 發表[13]，探討了光電化學製程對奈米尺度多孔矽層的控制，將有足夠的戀以及研究成果，可以進行教學實踐的實施。

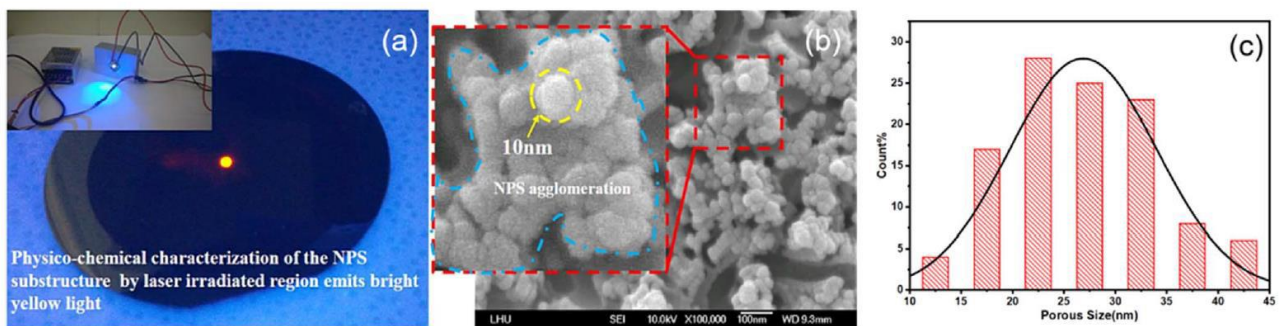


圖5 (a) NPS 結構的物理化學特性以及雷射照射區域的NPS 在325 nm 紫外光下發出明亮的黃光，(b)雷射照射後多孔矽奈米顆粒團聚的FE-SEM 圖，(c) NPS 的尺寸分佈曲線[13]

另一方面，僅有研究成果的發表是不夠的，申請者還需要將這些成果轉化為教學實踐計畫，以培養學生的相關專業知識和技能。因此，本教學實踐計畫的目的是透過教學活動，讓學生深入理解多孔矽奈米結構的製備方法、光電化學蝕刻技術以及量子尺寸效應對半導體材料性能的影響。通過教學，申請者的目標是讓學生掌握相關知識和技能，培養其在材料科學和工程領域的專業能力。教學實踐計畫將結合以上的研究成果，將其融入到教學活動中。學生將通過實驗觀察、案例分析、小組討論等形式，深入瞭解多孔矽奈米結構的製備原理和技術，並學習如何應用這些知識和技能解決實際問題。此外，教學實踐計畫將設計評量方式，包括報告、小組討論等，以評估學生的學習成果。同時，將建立及時反饋機制，幫助學生改進學習，確保教學效果的達到。綜上所述，本教學實踐計畫的目的是將研究成果轉化為教學實踐，培養學生的專業能力，並通過評量和反饋不斷改進教學效果，以達到 CIP 的教學實踐之目標。

(四) 教學設計與規劃

這些教學實踐方式，在幫助學生建立對多孔矽材料及其應用的深入理解，並培養他們掌握相關實驗技術和分析能力。並且結合回饋技術，Clicker 評估和互動 (Clicker Assessment and Feedback, CAF)[14] 是一種與互動式技術相結合的教學評估策略，CAF 也稱為課堂交流系統 (Classroom Communication System, CCS)[15]，或是學生反應系統 (Student Response System, SRS)[6, 16] 進行教學發展的效果以及對學生在高等教育中的參與和學習的影響，內容如表 2 所示。上述 CAF 研究沒有考慮到是否教師們先前使用 CAF 的教學知識。如瞭解 CAF 發展的教師可能已經掌握了教學知識，並且有效地將 CAF 融入教學中。另一方面，加入本教學實踐計畫手法進行增補(IFAP)，增加學習中及時意見反饋和教師課程教授內容的補償修正，可以於下次課程中達到教學實踐的效果。故對這些可能存在的缺失因素，經過回饋之後效果應

當是非常正面的。這使得此計畫運作模型於實踐教學上，預判可以成為降低影響因素因子所造成的不穩定性，教師的即時修正補償與學生學習動機和興趣，可以杜絕對 CAF 產生的缺失，即可運用使用 CAF 的影響度。

4.1.1 教學目標設定：

確立教學目標，包括學生理解多孔矽奈米結構的特性和應用、掌握電化學蝕刻技術、了解量子尺寸效應對半導體材料性能的影響等。其內容包含下述三項：

4.1.1.1 理解多孔矽奈米結構的特性和應用：

- 理解多孔矽的結構特性，包括孔洞的形成機制、孔隙率對材料性能的影響等。
- 掌握多孔矽在不同領域的應用，如光電子學、生物醫學、氣體傳感器等，並能夠分析其應用場景和優缺點。

4.1.1.2 掌握光電化學蝕刻技術：

- 理解光電化學蝕刻的原理和基本過程，包括光源選擇、溶液組成、反應條件等。
- 學習操作光電化學蝕刻設備，掌握蝕刻參數的調節方法，以實現對多孔矽結構的精確控制。

4.1.1.3 了解量子尺寸效應對半導體材料性能的影響：

- 理解量子尺寸效應的基本概念，包括量子限制效應、能帶結構的量子限制等。
- 分析量子尺寸效應對半導體材料的電子結構、光學特性和電子傳輸性能的影響，並能夠解釋這些影響對材料應用的重要性。

表 2 CAF 教學目標

項目	時間	學習目標	參與者
1	課程過程	● 講授學習目標相關的問題 ● 設計指導性問題的答案 ● 建立答題器問題，並且充分討論 ● 使用問題來支持策略 ● 向學生提供回饋	教師與每位學生
2	下次課程前分享和討論	● 資料分析：收集學生的資料 ● 了解形成性回饋和總結性回饋之間的差異 ● 使用從課程中學生回饋數據，並且修正。來提高學生的參與度	教授與學生小組討論

4.1.2 教學內容結構：

4.1.2.1 多孔矽奈米結構的製備方法：

- 介紹多孔矽的製備原理：解釋多孔矽的形成機制，包括化學蝕刻、電化學蝕刻等方法。
- 蝕刻過程與參數控制：說明蝕刻過程中影響孔洞形成的關鍵參數，如溶液組成、溫度、蝕刻時間等。
- 不同製備方法的比較：比較不同製備方法的優缺點，包括成本、製程難度、結構控制能力等方面。

4.1.2.2 光電化學蝕刻技術：

- 原理和應用：介紹光電化學蝕刻的原理，以及在製備多孔矽結構中的應用。
- 蝕刻設備和操作：介紹光電化學蝕刻設備的結構和工作原理。
- 蝕刻參數調節：探討影響光電化學蝕刻效果的主要參數，如光源強度、反應槽溶液濃度、蝕刻時間等。

4.1.2.3 量子尺寸效應：

- 基本概念和理論：介紹量子尺寸效應的基本概念，包括量子限制效應、能帶結構的量子限制等。
- 對半導體材料的影響：分析量子尺寸效應對半導體材料性能的影響，如光學性質、電子傳輸性質等。
- 實驗應用與案例分析：探討量子尺寸效應在實驗中的應用，並通過案例分析加深學生對其理解。

以上教學內容結構安排，將幫助學生系統地學習多孔矽奈米結構的製備方法、電化學蝕刻技術以及量子尺寸效應的基本概念和應用，教師親自實驗操作與指導說明和案例分析，以加深對知識的理解。

4.1.3 教學方法與資源準備：

4.1.3.1 教學方法的選擇：

- 講授與互動討論：通過講授基本理論知識，引導學生理解多孔矽奈米結構製備方法、電化學蝕刻技術和量子尺寸效應的概念。並進行互動討論，激發學生的思考和探索精神。
- 實驗示範與實作操作：安排實驗示範，展示電化學蝕刻技術的操作步驟和效果，讓學生直觀地了解實驗過程和結果。同時，安排實作操作環節，讓學生親自操作設備進行實驗，提升其實踐能力。
- 案例分析與問題解決：通過案例分析，將理論知識與實際應用相結合，引導學生分析解決問題的方法和思路，培養其問題解決能力。

4.1.3.2 教學資源的準備：

- 教材與教學講義：準備相應的教材和教學講義，包括多孔矽製備方法、電化學蝕刻技術原理、量子尺寸效應等相關內容等等(申請者之學術研究成果)，以供學生學習與討論。
- 實驗設備與化學藥劑：準備光電化學蝕刻設備和相應的實驗器材，如蝕刻槽、光源等。同時，備齊所需的化學藥劑，如蝕刻溶液、清潔劑等(申請者進行實際操作講解，於安全考慮避免學生第一時間接觸化學藥品)。
- 教學影片：提供相關的網路資源影片以及申請者過往研究成果錄製成教學影片，用於輔助教學，讓學生於分組討論時踴躍發表自我想法，加深對理論知識的理解。

以上透過以上教學方法和資源的準備，將有助於教師有效地進行教學，並提高學生的學習效果和興趣。

4.1.4 教學進度與課程安排：

制定教學進度表將 CAF, IFAP, PBL 整合成 CIP，安排每個教學單元的授課時間和內容，確保課程進度合理，並根據需要調整教學計劃，並著重於及時反饋性質，如表 3 所示。

表 3 教學進度表

週數

簡介

第 1~2 週	多孔矽奈米結構的重要性和應用領域。 確立教學目標，包括學生對多孔矽奈米結構的理解、光電化學蝕刻技術的掌握等。
第 3~4 週	多孔矽奈米結構的製備方法： 授課內容：介紹多孔矽奈米結構的製備原理和方法，包括化學蝕刻法、電化學蝕刻法等。 實驗示範：展示不同製備方法的操作步驟和效果。
第 5~6 週	光電化學蝕刻技術： 授課內容：深入介紹光電化學蝕刻技術的原理、操作步驟和影響因素。 實作操作：安排學生進行光電化學蝕刻實驗，掌握實驗技術和操作技巧。
第 7~8 週	量子尺寸效應： 授課內容：解釋量子尺寸效應對半導體材料性能的影響，引導學生理解量子效應的機制。 案例分析：通過案例分析，探討量子尺寸效應在實際應用中的重要性。
第 9~10 週	教學設計課程項目審查： 學生提交教學設計課程項目建議的初稿。 教師進行審查並給予反饋，幫助學生完善教學計劃。
第 11~12 週	教學設計課程項目修訂： 學生根據教師的反饋，修訂教學設計課程項目的內容和結構。 學生進行討論和合作，互相提供建議和幫助，再次精進教授內容。
第 13~14 週	實驗教學資源準備： 教師準備相應的教學資源，包括教材、實驗設備等。 學生閱讀相關的報告和期刊、筆記或其他學習材料。 (實驗中，進行即時討論。)
第 15~16 週	教學實踐與執行： 學生進行教學實踐之分組討論座談，按照教學計劃進行課堂教學。 教師進行指導和監督，及時給予反饋和支持。

第 17~18 週	教學效果評估： 學生和教師共同評估教學效果，檢討教學過程中的優點和不足。 收集學生的反饋意見，為下學期之的教學實踐內容改進提供參考。
成果總結	課程結束與總結： 總結整個學年課程的教學內容和收穫。 展望未來的教學實踐學習和應用，鼓勵學生對專業領域的持續關注和探索。

4.1.5 師生互動與學習支持：

透過 CAF 措施，可以有效促進師生之間的互動和合作，提供全面的學習支持，幫助學生更好地掌握知識和技能，落實教學實踐目標工作，如表 4 所示。

表 4 師生互動 CAF 表

項目	內容
鼓勵師生互動	教師採取開放式教學風格，鼓勵學生提問、討論和分享意見。 安排小組討論和合作項目，促進學生之間的互動和合作。
促進合作學習	安排小組專題討論，讓學生在團隊中合作解決問題，提升合作能力和溝通技巧。鼓勵學生彼此分享資源和信息，相互學習和支持。
教師提供必要的學習支持	提供補充教材和資源，以滿足不同學生的學習需求和興趣。 每週課堂結束前 30 分鐘，安排答疑時間，讓學生有機會提出問題，解決困惑，及時掌握知識和技能。
設立教學個別輔導機制	1.給予學生個別化的學習建議和指導，根據其學習風格和水平。 2.定期：預定規畫一學年共八次，舉辦專題講座，邀請專家學者和業界人士分享最新的研究成果和應用案例，拓展學生的視野和知識面。

4.2 教學執行規劃：

4.2.1 評量與專案機制：

透過評量與 PBL 設計與實施，可全面評估學生的學習成果，並及修正和改進教學實踐內容和方法，以確保師生教學學習目標可以精準落實，如表 5 所示。

表 5 PBL 評量與專案機制

項目	內容
期中期末個人報告	報告內容：涵蓋課程中理論知識和應用能力，以確保學生對核心概念的掌握程度。
小組討論和專題報告	安排小組討論或專題報告，讓學生就特定主題展開討論或研究，並撰寫報告或做口頭報告，評估其團隊合作和表達能力。

評量標準的規範	包括知識理解、問題解決能力、創造性思維等方面，以確保評量的客觀公正性和準確性。包括評分標準和範例，幫助學生了解期望和目標，並提高評量的透明度和可信度。
反饋機制的建立	及時提供評量結果和反饋意見，讓學生了解自己的學習表現，發現不足之處，並及時調整學習策略。 鼓勵學生參與評量結果的討論和分析，促進其自我評價和反思能力，培養批判性思維和問題解決能力，針對學生的弱項和需求，提供相應的支持和指導，幫助其克服困難，提升學習效果。

4.2.2 教學評價與改進的詳細內容：

通過 IFAP 定期的教學評價和改進，可以不斷提升教學品質和學生學習能量，實現教學目標的最佳化，如表 6 所示。

表 6 IFAP 定期的教學評價和改進表

項目	內容
定期教學評價	一個月進行教學評價回饋，收集學生對教學內容、教學方法、評量方式等方面的意見和建議。同時還可以邀請同事或其他專業人士參與評價，獲得多角度的反饋，確定教學實踐的成果。
反饋意見的整理和分析	將收集到的反饋意見進行整理和分析，歸納出主要的問題和建議。 分析學生的學習表現和成績分佈情況。
教學改進的措施	根據評價結果，針對性地調整教學方法和內容，優化教學設計和執行規劃。 可能的改進措施包括調整教學步驟和進度、更新教材和資源、改進評量方式和標準等。
教學改進的跟蹤和評估	實施改進措施後，持續跟蹤和評估教學效果，觀察學生的學習情況和表現變化。

4.2.3 安全與風險管理的詳細內容：

通過以上 PBL 教學手法以及成果評估的措施，可以全面了解教學效果和學生學習情況，及時調整教學計劃，提高教學質量，促進學生的全面發展，如表 7 所示。

表 7 PBL 定期的教學評價和改進表

項目	內容
建立安全管理制度	制定實驗室和教學現場的安全管理制度，明確安全責任和程序。確定安全人員，負責監督和執行安全管理工作，並提供必要的培訓和指導。
安全培訓和指導	為所有參與實驗操作的師生提供必要的安全培訓和指導，包括實驗室安全規則、操作流程、應急處置等方面的知識。強調個人防護措施，如戴護目鏡、手套、實驗服等。
風險評估和管理	針對每個實驗項目進行風險評估，評估可能存在的安全風險和危害。 根據風險評估結果，制定相應的安全措施和應對策略，確保實驗操作的安全進行。制定實驗室和教學現場的應急預案，明確事故發生時的應對程序和處置措施。

4.2.4 CIP 教學實踐成果評估：

通過 CIP 整合以及成果評估的措施，可以全面了解教學回饋效果和學生學習情況，及時調整教學計劃，提高教學質量，促進學生的全面發展，如表 8 所示。

表 8 CIP 定期的教學評價內容

項目	內容
學習回饋評估	評估項目針對學生對多孔矽奈米結構特性和應用的理解程度、電化學蝕刻技術的學習情況、對量子尺寸效應的理解等。
課程教學效果評估	1. 評估課程的教學效果，包括教學內容的覆蓋情況、教學方法的適用性、學生的學習專注度和參與度討論等。 2. 收集學生和同事的回饋意見，了解他們對課程的看法和建議，以評估教學效果。
學習成果分析	分析學生的學習成果，了解學生的學習態勢，確定需要重點關注和改良的方向。
持續改進	根據學習成果評估的結果，及時調整和改進教學計劃，以提高教學質量和學生的學習效果。 優化教學內容和方法，建立學生的學習欲望，提升教學成果。

（五）研究設計與執行規劃

本研究旨在探討多孔矽奈米結構在電化學與半導體教學中的創新應用，結合理論與實踐。在前期的教學實踐計畫中，申請者已經提出了一系列的教學內容和方法，並將其應用於多孔矽電化學蝕刻的學生實驗中。本研究將進一步深入探討這些教學實踐的效果和影響，以

提供多孔矽材料的教學與應用提供更深入的理解和指導。

5.1 研究設計：

本研究將採用混合研究方法，結合定性和定量研究技術，以全面評估教學實踐的效果。教學計畫旨在探討多孔矽奈米結構在電化學與半導體教學中的創新應用。教學目標包括學生理解多孔矽奈米結構的特性和應用、掌握光電化學蝕刻技術、了解量子尺寸效應對半導體材料性能的影響等。教學內容結構主要分為多孔矽奈米結構製備方法、光電化學蝕刻技術、量子尺寸效應等模組化的教學單元。在教學實施過程中，我們通過觀察和紀錄了教學活動的進行情況。教學流程基本順利，師生之間的互動積極，學生積極參與，展現出了良好的學習態度。然而，在部分較為複雜的實驗操作中，部分學生遇到了困難，需要額外的指導和支持。規劃收集了學生的學習成果和反饋意見，進行了學習效果評估。大部分學生在學習成績上表現良好，對知識和技能的掌握程度也較為滿意。然而，部分學生反映對部分內容理解不夠深入，需要加強。根據教學實施情況和學生反饋意見，我們提出了教學方法和資源改進的建議。進行分組教導：一個老師、助教(可以由小組組長擔任)和五位小組成員組成，課程依造人數共分為 4 組，學生總數為 20 人，將規劃增加複習課程，提供更多的案例分析和實驗示範，以加強學生對較難理解的內容的掌握。綜合分析了教學實踐的成果和效果，發現教學取得了一定的成果，但仍存在一些不足之處。故將進一步研究教學方法和內容，提出未來教學改進的建議，以期提高教學效果和學生學習滿意度，充分落實教學手法實踐，如圖 6 所示。

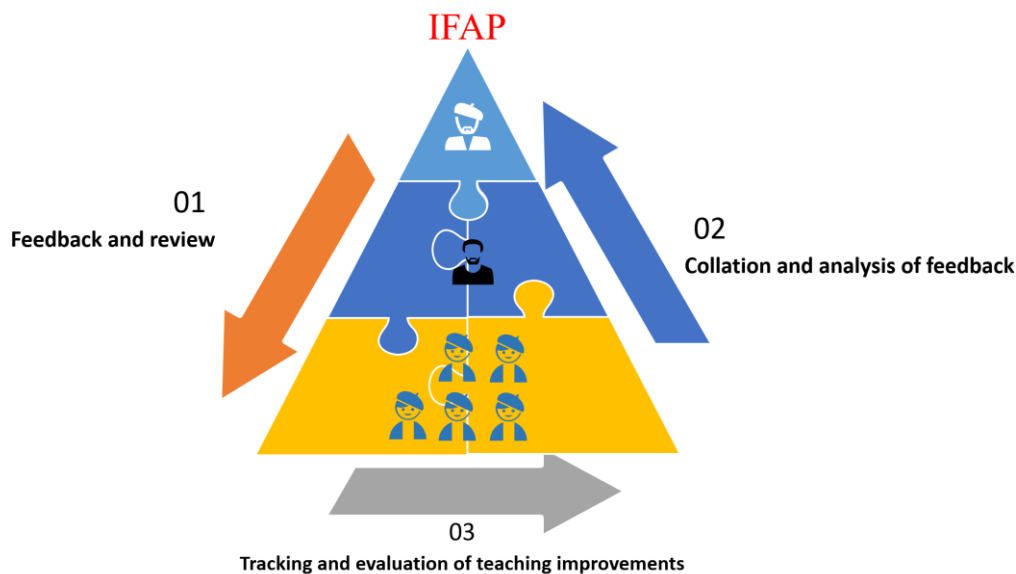


圖 6 IFAP 教學金字塔結構與研究方式

5.2 研究執行規劃：

本研究將採用多種數據收集方法，教學實踐 CIP 整合流程如圖 7 所示，包括觀察記錄和學習成績統計，以收集教學實踐相關的定量和定性數據。數據收集後，將使用統計分析數據處理，包括描述性統計、相關分析和因素分析等技術。為了保證研究的進度和效果，同時將研究分為幾個階段進行，確定每個階段的時間安排和任務目標。最終，經過附件 1~4 表格，進行調查數據統整，即可確定教學實踐計畫內容是否達到實踐目的。研究成果將以報告、論文或研討會發表等形式呈現，與相關參與者分享研究成果和心得。透過這項研究，重心於進一步探討多孔矽奈米結構在電化學與半導體教學中的狀態，為教學實踐和教學改進提供理論和實證支持。期望通過這項研究，能夠促進多孔矽材料的教學與應用的實踐落實，並對相關領域的教學和研究工作提供有價值的參考和指導。



圖 7 教學實踐 CIP 整合流程圖

(六) 預期完成工作項目與成果

此教學實踐研究專注於探索多孔矽奈米結構在電化學與半導體教學中的應用。首先，申請者設定了清晰的教學目標，包括讓學生理解多孔矽奈米結構的特性和應用，掌握電化學蝕刻技術，以及了解量子尺寸效應對半導體材料性能的影響。接著，對教學內容進行了深入分析，將其模組化為教學單元，涵蓋多孔矽奈米結構的製備方法、光電化學蝕刻技術、以及量子尺寸效應等。在教學方法上，申請者採用了多樣化的方式，包括講授、實驗示範案例、分析和請業界之專業人士演講分享，並準備了相應的教學資源，教材、實驗設備。為確保教學進度合理，申請者制定了詳細的教學進度表，安排了每個教學單元的授課時間和內容，同時根據需要調整教學計劃。在教學實踐中，鼓勵師生間的互動，促進學生之間的合作學習，並提供必要的學習支持，包括補充教材和答疑時間等。教學實施過程中，將通過問卷調查、觀察記錄和學習成績統計等方式收集數據，並使用統計分析進行數據處理。隨著研究的進行，將不斷評估教學效果，收集學生和同事的反饋意見，並根據評估結果調整教學方法和內容，以提高教學效果和學生學習滿意度。

最終，申請者期待的成果包括學生對多孔矽奈米結構特性和應用的深入理解和掌握，具備光電化學蝕刻技術和量子尺寸效應的實踐能力，以及持續改進的教學方法和資源。另一方面，提供學生學習資料和參考資料，解答他們對課程內容和實驗操作的疑問，以協助他們理解和掌握相關知識和技能，同時進行問題及時反饋。監督學生的實驗進展，及時發現並修正操作錯誤，並給予實時的反饋和指導，以提升學習效果。鼓勵學生之間的合作與交流，組織團隊合作實驗項目，以培養學生的團隊合作精神和溝通能力。在課堂時間內進行討論，協同學生收集實驗數據，並指導學生進行數據處理和分析，幫助理解實驗結果並將其與相關理論內容結合，並引導學生進行結果討論與分析，鼓勵分享彼此的發現和思考。每兩週對教學實踐的效果進行評估和小總結，收集學生的反饋意見，協助改進教學方法和內容，提高教學質量，可精準達成教學實踐內容。

參考文獻

- [1] M. Theunissen, J. Appels, and W. J. J. o. T. E. S. Verkuylen, "Application of preferential electrochemical etching of silicon to semiconductor device technology," vol. 117, no. 7, pp. 959, 1970.
- [2] S. J. A. E. L. Maldonado, "The importance of new "sand-to-silicon" processes for the rapid future increase of photovoltaics," vol. 5, no. 11, pp. 3628-3632, 2020.
- [3] G. Ayvazyan, "Crystalline and Porous Silicon," *Black Silicon: Formation, Properties, and Application*, pp. 1-49: Springer, 2024.
- [4] V. R. Gonçalves, J. Lian, S. Gautam, R. D. Tilley, and J. J. J. A. R. o. A. C. Gooding, "Functionalized silicon electrodes in electrochemistry," vol. 13, pp. 135-158, 2020.
- [5] R. Smith, and S. J. J. o. a. p. Collins, "Porous silicon formation mechanisms," vol. 71, no. 8, pp. R1-R22, 1992.
- [6] K. L. Nielsen, G. Hansen, and J. B. Stav, "Teaching with student response systems (SRS): teacher-centric aspects that can negatively affect students' experience of using SRS," 2013.
- [7] D. L. Dawson, K. N. Meadows, T. J. T. C. j. f. t. s. o. t. Haffie, and learning, "The effect of performance feedback on student help-seeking and learning strategy use: Do clickers make a difference?," vol. 1, no. 1, 2010.
- [8] D. Kokotsaki, V. Menzies, and A. J. I. s. Wiggins, "Project-based learning: A review of the literature," vol. 19, no. 3, pp. 267-277, 2016.
- [9] R. J. J. M. l. DeFillippi, "Introduction: Project-based learning, reflective practices and learning," 1, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, 2001, pp. 5-10.
- [10] Z. C. Feng, and R. Tsu, "Porous silicon," 1994.
- [11] P. Chen, G. R. Li, T. T. Li, and X. P. J. A. S. Gao, "Solar-driven rechargeable lithium–sulfur battery," vol. 6, no. 15, pp. 1900620, 2019.
- [12] A. Gurung, and Q. J. J. Qiao, "Solar charging batteries: advances, challenges, and opportunities," vol. 2, no. 7, pp. 1217-1230, 2018.
- [13] P. N. Immanuel, C.-C. Chiang, T.-H. Lee, S. D. Midyeen, S.-J. J. E. J. o. S. S. S. Huang, and Technology, "Utilization of low wavelength laser linking with electrochemical etching to produce nano-scale porous layer on p-type silicon wafer with high luminous flux," vol. 10, no. 1, pp. 016003, 2021.
- [14] D. Bruff, *Teaching with classroom response systems: Creating active learning environments*: John Wiley & Sons, 2009.
- [15] J. H. J. C. Han, and Education, "Unpacking and repacking the factors affecting students' perceptions of the use of classroom communication systems (CCS) technology," vol. 79, pp. 159-176, 2014.
- [16] J. D. Benson, K. A. Szucs, and M. J. O. t. i. h. c. Taylor, "Student response systems and learning: Perceptions of the student," vol. 30, no. 4, pp. 406-414, 2016.

附件一：

回饋調查表					
一. 基本資料：					
課程名稱：			授課教師姓名：		
二. 學習成效：請自我評估並「圈選」目前所感知狀態					
	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 滿意課程內容安排 -----	5	4	3	2	1
2. 課程主題是否具有挑戰性 -----	5	4	3	2	1
3. 需要教師額外的輔助或講解 -----	5	4	3	2	1
4. 對於實作內容精通 -----	5	4	3	2	1
5. 從本課程學習到的能力					
☐ 分析問題能力					
☐ 增進思考及自我學習					
☐ 團隊合作能力					
☐ 與別人探索及討論意見能力					
三. 學習情況：請依實際情況填寫(可複選)					
1. 學習動機					
☐ 興趣		☐ 追求專業		☐ 學分成績	
☐ 同儕激勵		☐ 其他			
2. 學習困擾					
☐ 時間規劃與執行		☐ 閱讀量大增		☐ 撰寫專業性報告	
☐ 不敢提問或是與同儕討論 ☐ 學習新知識是否感到害怕					
☐ 無法理解本課程		☐ 閱讀原文書能力不足			
☐ 本課程是否讓您對專業科目之學習興趣大增				☐ 其他	
四. 對課程的建議					

附件二：

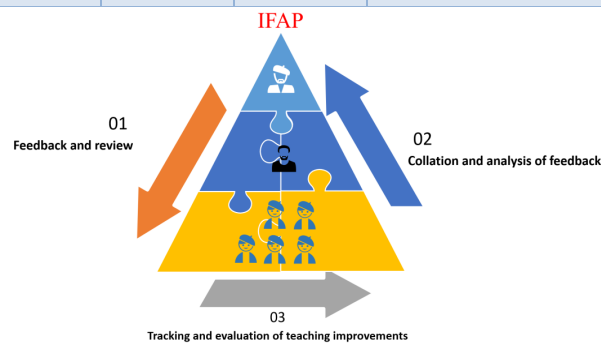
CAF 師生互動與學習支持調查表					
CAF 互動評估(授課過程)	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1-講授學習目標相關的問題是否明瞭					
2-建立問題，並且充分討論					
CAF 互動評估(課堂結束前)					
1-回饋資料分析					
2-總結性回饋之間的差異					
如需教學個別輔導機制請詳細說明：					

附件三:

IFAP 定期的教學評價和改進表			
	不需要 改善	需要改 善	補充說明
1-定期教學評價			
2-反饋意見是否獲得改善			
3-教學改進的跟蹤和評估			

附件四：

CIP 定期的教學表			
	不需要改善	需要改善	補充說明
1-學習回饋評估			
2-課程教學效果評估			
3-學習成果分析			
4-總結 CAF 表、IFAP 表、CIP 表學習評估是否需有解決學習困擾			



■請自我評估 CAF 表、IFAP 表、CIP 表是否哪個階段出現未解決的項目?請詳細說明?

■整體教學計畫成果，請自我評估參與本計畫之後改善成效分數級距：

分數級距	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
☒										

教學實踐研究計畫內容（系統端上傳 PDF 檔）

封面 Cover Page

教育部教學實踐研究計畫申請內容

Project Proposal for MOE Teaching Practice Research Program

學門專案分類／Division：

申請年度/Project Period：114 年度 ☒一年期 ☐多年期

Four-Tier Document Conversion Process

專業四階文件轉化

計畫主持人(Principal Investigator)：黃良印

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：亞東科技大學／機械工程系

計畫申請日期(Filing Date)：2024 年 12 月 10 日

專業四階文件轉化

一、計畫執行內容部分

國外原廠文件在各行各業中扮演著重要角色，主要是權威性資訊，原廠文件提供準確且經驗證的技術資料，具有高度的可靠性和可信度。文件中包含產品的詳細特性、性能參數及相容性說明，有助於準確執行與應用。符合法規與標準：原廠文件確保產品符合相關法規及行業標準，降低不合法規的風險。高效維修與故障排除：原廠的操作手冊和指南提供針對維修、保養及故障排除的具體指導，減少停機時間與錯誤發生。便於工程師、技術人員及客戶之間的交流與協作。

1、文件一階至四階概述

1、1 一階文件

一階文件主要是概念設計及細部設計重點在於需求分析與概念生成及評估與選擇概念設計是一個創造性的過程，針對特定問題或需求所提出初步的設計解決方案。這一階段的核心是發展創新想法，在執行可行性前提為基礎，經實際了解使用者的需求或技術限制，設計團隊設計核心目標和方向。同時考量資源和外部條件的限制，例如成本、時間和技術水平，避免不切實際的設計方向。概念設計的最終成果是一份完整的設計框架，包括概念模型、設計說明以及初步的技術規格。另細部設計是產品設計過程中將概念轉化為具體可實現形式的階段，它注重每個細節的準確性與完整性，確保產品能夠以高品質和高效率進入生產環節。對產品的技術規格、結構、材料相關要素進行精確定義，確保功能和性能，細部設計的起點是從概念設計中提煉出更具體的技術規範。這些規範包括尺寸、形狀、材質、功能參數等，另材料的選擇則需考量強度、耐用性和成本效益。確保產品的合規性和業界接受度。當需求涉及電子或控制系統，則需在細部設計中對硬體和軟體進行細緻設計。硬體設計包括电路板的佈局與連接設計，而軟體設計則涵蓋控制邏輯的編寫與測試。這些設計需要確保系統內部各模組的協調工作，並對可能出現的電磁干擾進行預防。

完成細部設計後，必須通過模擬與測試來驗證設計的可靠性和實現性。模擬分析可以預測產品在實際操作中的性能，例如熱傳導效率或結構穩定性，而原型測試則能直接檢測產品的物理特性和耐用性。這些過程後續將成為進一步調整和優化設計的重要依據。細部設計不僅僅是技術上的落實，還需為後續的量產做好準備，設計的每一部分都需考慮到生產成本的控制和使用者的接受度，間接提供高價值的需求產品。

1、2 二階文件

二階文件是產品設計與開發過程中的重要階段，主要是將初步構想深化為更加詳細和可操作的設計藍圖。它使設計方向的進一步明確，更是實施階段的協作的依據。在這個階段，文件的核心內容圍繞需求的細化與功能的分解展開初期提出的高層次需求被轉化為具體的功能模組，每個模組的輸入、輸出以及操作條件被清晰地定義，確保整體系統在實現時具有一致性和可操作性。同時技術規格也被詳細描述，包含尺寸、性能、材料選擇等細節，特別是模組之間的標準，就在此時進行明確的設計與規範。這階段部分內容通常以架構圖的形式呈現，展示硬體、軟體和通信協議的整體配置。內部結構設計也會以 3D 模型進一步說明產品元件的佈局與裝配方式，預為未來的製造和組裝提供參考相關資訊。最重要一點是技術可行性與風險分析也是二階文件的重要組成部分。是未來三階文件重要基礎，此時可以提供每個可能的問題制定應對策略。通過風險分析，設計時可以在項目進入生產或詳細開發前，大大減少不確定性。

另外說明製造與成本的考量也是很重要。設計時可以考量確保產品不是只有技術可行性，還能在未來業界市場上具備競爭力。當然材料選擇和相關供應鏈的初步規劃與佈局也要考慮在內，在測試計畫的詳細性也會考慮直接影響到未來產品的可靠性與業界接受度。此時時間表與資源規劃在二階文件中也會呈現出來，這個階段也確保了後續每個階段的工作可以有條不紊地往前推進，並在人力、設備和經費的分配等項目亦能進行合理化管理。

1、3 三階文件

三階文件更關注實際操作層面的落地細節，整合所有設計、製造與測試的內容，並有完整的產品藍圖。內容包含了精確的技術規範、完整的製造方式，通過並符合測試與驗證方法，並進行量產這個階段設計的每個部分都是經過反覆驗證與優化。結構設計不再僅是初步模型，而是具有真實性的工程圖，包括各個零件的精確尺寸、公差範圍以及材料特性。這些設計不僅要滿足功能需求，還需考慮製造與裝配的可行性。這階段所面臨的複雜結構可能需要根據生產設備的限制進行修改，或重新設計以簡化製造過程。材料的選擇在三階文件中得到了進一步確定。此時可以比對早期的測試結果，材料的性能、供應鏈來源以及成本均需達到最優化平衡。製造方法的選擇也從理論分析轉向實踐測試確保每個零件的製造能夠符合當初設計時的預期。這包括模具的設計與製作、加工流程的優化，以及對表面處理技術的確認，從而實現高效且穩定的生產。

測試計畫在第三階文件中更是重要，這一部分為產品的最終性能提供了可靠度。在詳細的測試方法中、參數以及合格的標準需要與初期的設計目標保持一致，在必要時也是要進行調整以符合實際情況應用。

另外說明的是在三階文件中還需包含完整的生產準備計畫，當然也包括供應鏈的確立(配合商源品質)、生產線的佈局與製造里程碑及試生產的安排。這些準備工作相關時程與安排都在確保產品順利進入量產階段，同時也是要達到減少生產過程中的風險和成本資源浪費。每個製造步驟都會詳細記錄，並與品質管控標準相匹配，為產品的穩定性提供可靠依據。

1、4 四階文件

四階文件主要是產品需求設計和開發的最終階段，承載了產品從設計到實際量產的實用內容。在這一階段生產線的穩定性驗證、全面的品質保證計畫，以及對產品實際運作進行相關支援準備。四階文件是整個設計過程的整合，是所有的細節集大成。經過多輪測試與優化，達到量產要求。結構設計、材料應用和製造選擇在這一階段被定義為標準化的規範，生產過程一致性。所有設計的工程圖紙、製造參數和組裝流程都被細緻記錄與比對。品質管控是四階文件的最重要核心。文件須詳細記錄每一個生產環節的品質標準與檢驗方法，包括進料檢驗、過程控制和成品測試。同時，還制定嚴格的抽檢規範與不良品處置流程，不良率比例及故障型態相關預案和改進計畫等配套措施進場或備案等等的考量。人員操作的培訓計畫。文件中會包含詳細的產品手冊、使用說明書以及維修指南，為使用者提供完善的支援。後續售後服務計畫也在這一階段被制定，確保能夠滿足使用者的需求。業界的反饋，文件中也有規劃處理流程設計出的設備或產品使用週期管理的建立或起點。直接決定了穩定、高效地投入業界並長期並應用。

二、實踐內容

這份教學實踐計畫主要以業界產品或設備設計時的四個階段作為核心，重點是在讓學生通過實際操作，全面理解從概念設計出發到產品供業界使用的完整流程。分述下列說明如下：

2、1 第一階段

學生從實際問題出發，學習分析需求，並以創意思維提出初步的設計構想。他們會繪製概念草圖並撰寫簡要說明，將想法具體化。在此過程中，學生學會如何在創新與可行性之間取得平衡。他們會以腦力激盪的方式激發創意實踐等提出多種解決方案，並進行初步篩選與優化，確保概念具有創新性和實際價值。這個過程中，學生會直觀呈現設計思路，並撰寫簡要說明以闡明設計目標與功能特點。這一階段的重點是引導學生學會在創新與可行性之間取得平衡，不僅要考慮技術實現的可能性，還要考量需求者要求和成本效益。透過小組討論進行反饋，學生能夠進一步完善設計，為後續的細部設計做好準備。

2、2 第二階段

學生將進一步細化設計，將模糊的概念轉化為具體的技術規格。他們會需要確定設計的尺寸、材料和功能，並運用 3D 建模工具建立產品結構模型。同時也會透過模擬分析，驗證實驗設計，幫助學生提升對技術問題的解決能力。在這一過程中，學生會以視覺化的方式直觀呈現設計內容。他們還會進行材料性能的比較與選擇，考量耐用性、環境影響以及成本，並根據需求決定最適合的材料組合。此外，透過結構模擬分析（如有限元素分析）、熱分析或運動模擬學生將檢驗設計在不同條件下的表現，將產品或設備受力情況、熱穩定性或動態運行效果，進一步驗證設計的可行性與可靠性。

在實驗設計方面，學生需要規劃合理的測試流程，模擬實際應用場景，並記錄與分析相關數據。這些數據將成為改進設計的依據，幫助他們理解技術挑戰並提出創新的解決方案。通過這些過程，學生將會大幅提升解決技術問題的能力，同時也培養出系統化的設計思維與邏輯分析能力，為後續的製造與生產階段奠定堅實基礎。

2、3 第三階段

這個階段重於設計的整合與測試，學生會製作原型，並對其進行性能測試。他們並且需要設計測試計畫、記錄數據，並根據結果進行改進。此時，學生還要會模擬小規模生產流程，並將成本與效率考慮其中，體驗設計向生產過渡的挑戰與壓力承受。在性能測試中，學生需根據設計需求制定詳細的測試計畫，包括測試目標、方法、工具和數據記錄方式。模擬產品或設備在實際應用場景中的運行狀況，測試其功能穩定性、耐久性以及其他性能指標。這一過程中，學生不僅要記錄數據，還需學會應用分析結果，確認並識別問題的根源同時提出改進建議。這些測試數據將作為下一個設備或產品設計堆疊的基礎，幫助他們進一步優化設計。

學生將模擬小規模生產流程，以更接近實際生產條件的方式驗證設計的製造可行性。他們需要設計生產製造流程，確定生產所需的設備、工具和資源，並考量每個環節的時間與成本投入管控。製造里程碑建立等等過程中，學生將學習如何平衡設計的功能性與生產效率，以及如何降低製造成本而不影響品質。他們還需應對模擬生產過程中可能出現的問題，例如資源短缺、加工失誤或裝配挑戰，人力調配等因素，從中體驗設計向生產過渡所帶來的壓力與挑戰間接幫助學生掌握設計整合與測試的技術方法，也讓他們更加深刻地理解設計對生產的影響，並培養出在壓力下解決問題的能力。同時，透過小規模生產模擬，他們能夠更全面地體驗設計從理論到實現的完整過程，進一步提升對設計與工程的整體理解。

2、4 第四階段

學生將會完成設計的最後確認，整合所有設計文件，模擬產品的量產流程及故障率與不良率並為產品編寫使用手冊與業界推廣策略。他們需要提交完整的設計與生產計畫，展現設計的可行性與業界價值。通過這一系列過程，學生學會如何掌握設計工具與方法，更能提升團隊協作與實踐能力，為未來的職業發展打下堅實基礎。跟同齡競爭者有不同區別性及能力。

三、參考資料

- 3、1 Product Design and Development (Ulrich & Eppinger, 2019)
- 3、2 Engineering Design (Pahl et al., 2007)
- 3、3 Autodesk Fusion 360
- 3、4 Design Thinking (Cross, 2021)
- 3、5 Fundamentals of Modern Manufacturing (Groover, 2020)
- 3、6 Juran's Quality Handbook (Juran, 2010)
- 3、7 Business Model Generation (Osterwalder & Pigneur, 2010)
- 3、8 Marketing Management (Kotler & Keller, 2019)
- 3、9 Experiential Learning (Kolb, 2015)
- 3、10 Understanding by Design (Wiggins & McTighe, 2005)

113 學年度第二學期 亞東科技大學 活動集錦

教 師 姓 名	趙俊任	系所、單位	機械工程系
專案（活動）名稱	專題研究指導方式改進教學社群_專題指導改進-以電動車之研究為例		
活 動 日 期	114 年 3 月 13 日 12 時 ~ 114 年 3 月 13 日 13 時		
執 行 地 點	機械系會議室	參 與 人 數	19

專案（活動）內容記錄與成果說明

活動花絮及相關活動內容、另附上時程(請自行增列)

時 間	活動主題
13:00-13:10	報到
13:10-15:00	專題指導改進-以電動車之研究為例

以電動車之研究為例

本次活動由陳一順主任介紹電動車相關主題研究

課程主題	課程內容
電動車產業趨勢	電動車的發展歷程
	電動車充電系統與安全
	電動車電能系統與安全
	電動車動力系統
各系統基礎原理	電動車系統架構與操作安全
	電動車充電系統與安全
	電動車電能系統與安全
	電動車動力系統
機電整合系統的重要元件	車用感測器之特性與應用
	車用控制器之特性與應用
	車用致動器之特性與應用
電動車附件系統整合	電動車充電與電力設施系統整合
	電動車儲能裝置與電能管理系統整合
	電動車電控與通訊系統整合
	電動車驅動、電機與傳動系統整合

補充附件（活動紀錄及成果照片等成果條列後視情況可另附）

課程講義、問卷(需自行分析統計結果)

(請利用列表，並自行增列)

成果照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片

亞東科技大學 【專題研究指導方式改進教學社群活動】簽到表

活動時間：114 年 3 月 13 日

項次	系所	職編 / 學號	姓名	簽名
1	材纖系	FC013	林尚明	林尚明
2	機械系	FD038	陳一順	陳一順
3	機械系	FD028	王明文	王明文
4	機械系	FD034	馮君平	馮君平
5	機械系	FD019	簡國雄	簡國雄
6	機械系	FD0024	張安欣	張安欣
7	機械系	FD040	顏昭文	顏昭文
8	機械系	FD0041	鄭善仁	鄭善仁
9	機械系	FE033	陳保川	陳保川
10	機械系	FD046	薛堯文	薛堯文
11	機械系	FD036	葉金璋	葉金璋
12	機械系	FD043	江昭慶	江昭慶
13	機械系	FD044	黃良印	黃良印
14	機械系	FD045	趙俊任	趙俊任
15	機械系	FD031	吳明誠	吳明誠

16	機械系	FD039	陳嘉偉	陳嘉偉
17	機械系	FD047	楊仕吉	楊仕吉
18	機械系	FZ139	陳芄安	陳芄安
19	機械系	FZ115	黃鈺婷	黃鈺婷
20				

如不足可自行增列

113 學年度第二學期 亞東科技大學 活動集錦

教 師 姓 名	趙俊任	系所、單位	機械工程系
專案（活動）名稱	專題研究指導方式改進教學社群_專題指導改進-以物聯網之研究為例		
活 動 日 期	114 年 4 月 17 日 12 時 ~ 114 年 4 月 17 日 13 時		
執 行 地 點	機械系會議室	參 與 人 數	19

專案（活動）內容記錄與成果說明

活動花絮及相關活動內容、另附上時程(請自行增列)

時 間	活動主題
13:00-13:10	報到
13:10-15:00	專題指導改進-以物聯網之研究為例

以物聯網之研究為例

本次活動由陳一順主任介紹物聯網研究-樹莓派

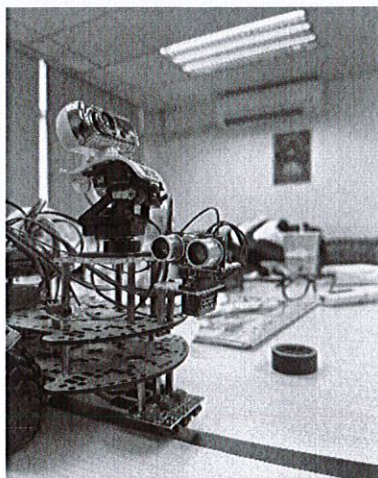
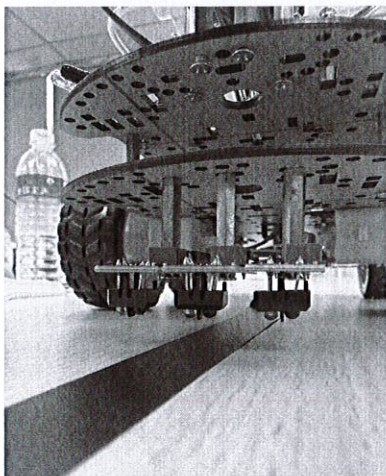
以樹莓派 (Raspberry Pi) 為核心的自走小車，藉由整合超音波模組與循跡模組，使小車具備避障與自動循線行駛的基本功能。

在硬體方面，系統搭載超音波感測器以偵測前方障礙物，進行距離測量並即時反應以避開碰撞；同時透過循跡模組感應地面路徑，實現自動導引。

軟體部分則利用 Python 語言撰寫控制程式，配合樹莓派的 GPIO 介面進行模組間通訊與控制。

此外，小車配備 Wi-Fi 攝像鏡頭，可即時回傳行車影像至行動裝置，便於使用者進行遠端監控。同時開發專屬行動應用程式 (App)，可用於遙控小車行進。

最終成品可應用於智慧運輸、物流自動化等領域，展示嵌入式系統與感測技術整合的實務應用潛力。



補充附件（活動紀錄及成果照片等成果條列後視情況可另附）

課程講義、問卷(需自行分析統計結果)
(請利用列表，並自行增列)

成果照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片

亞東科技大學 【專題研究指導方式改進教學社群活動】簽到表

活動時間：114 年 4 月 17 日

項次	系所	職編 / 學號	姓名	簽名
1	材纖系	FC013	林尚明	林尚明
2	機械系	FD038	陳一順	陳一順
3	機械系	FD028	王明文	王明文
4	機械系	FD034	馮君平	馮君平
5	機械系	FD019	簡國雄	簡國雄
6	機械系	FD0024	張安欣	張安欣
7	機械系	FD040	顏昭文	顏昭文
8	機械系	FD0041	鄭善仁	鄭善仁
9	機械系	FE033	陳保川	陳保川
10	機械系	FD046	薛堯文	薛堯文
11	機械系	FD036	葉金璋	葉金璋
12	機械系	FD043	江昭慶	江昭慶
13	機械系	FD044	黃良印	黃良印
14	機械系	FD045	趙俊任	趙俊任
15	機械系	FD031	吳明誠	吳明誠

16	機械系	FD039	陳嘉偉	陳嘉偉
17	機械系	FD047	楊仕吉	楊仕吉
18	機械系	FZ139	陳芄安	陳芄安
19	機械系	FZ115	黃鈺婷	黃鈺婷
20				

如不足可自行增列

113 學年度第二學期 亞東科技大學 活動集錦

教 師 姓 名	趙俊任	系所、單位	機械工程系
專案（活動）名稱	專題研究指導方式改進教學社群_專題指導改進-以機械手臂之研究為例		
活 動 日 期	114 年 5 月 15 日 12 時 ~ 114 年 5 月 15 日 13 時		
執 行 地 點	機械系會議室	參 與 人 數	19

專案（活動）內容記錄與成果說明

活動花絮及相關活動內容、另附上時程(請自行增列)

時 間	活動主題
13:00-13:10	報到
13:10-15:00	專題指導改進-以機械手臂之研究為例

以機械手臂之研究為例

本次活動由陳一順主任介紹機械手臂之研究

摘要

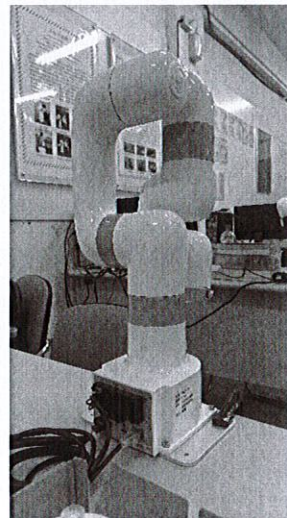
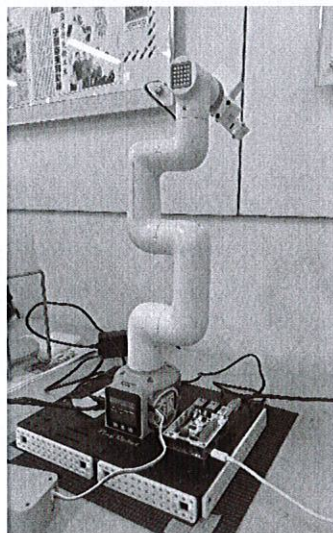
本研究旨在探討以人工智能（AI）技術為基礎的機械手臂系統。該系統將採用 AI 算法，使機械手臂具有更高的精確度和靈活性。此外，加深對 AI 人工機械手臂系統的理解，並探討其在工業、服務和其他領域的應用潛力

研究目的

目的在探索以人工智能技術為基礎的機械手臂系統，以提升人類的製造能力和作業效率，並深入瞭解 AI 技術在機械手臂中的應用，並探討對人類生活和工作方式的影響，從而指導相關技術的發展和應用。

影像控制程式

這程式是為了解影像辨識和機械手臂結合而改寫的程式，主要目的是為了更深入了解如何改善機械手臂或是利用影像辨識來貼近生活應用。



補充附件（活動紀錄及成果照片等成果條列後視情況可另附）

課程講義、問卷(需自行分析統計結果)

(請利用列表，並自行增列)

成果照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片



社群活動照片

亞東科技大學 【專題研究指導方式改進教學社群活動】簽到表

活動時間：114 年 5 月 15 日

項次	系所	職編 / 學號	姓名	簽名
1	材纖系	FC013	林尚明	林尚明
2	機械系	FD038	陳一順	陳一順
3	機械系	FD028	王明文	王明文
4	機械系	FD034	馮君平	馮君平
5	機械系	FD019	簡國雄	簡國雄
6	機械系	FD0024	張安欣	張安欣
7	機械系	FD040	顏昭文	顏昭文
8	機械系	FD0041	鄭善仁	鄭善仁
9	機械系	FE033	陳保川	陳保川
10	機械系	FD046	薛堯文	薛堯文
11	機械系	FD036	葉金璋	葉金璋
12	機械系	FD043	江昭慶	江昭慶
13	機械系	FD044	黃良印	黃良印
14	機械系	FD045	趙俊任	趙俊任
15	機械系	FD031	吳明誠	吳明誠

16	機械系	FD039	陳嘉偉	陳嘉偉
17	機械系	FD047	楊仕吉	楊仕吉
18	機械系	FZ139	陳芄安	陳芄安
19	機械系	FZ115	黃鈺婷	黃鈺婷
20				

如不足可自行增列

