

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1080151

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：108 年 8 月 1 日至 109 年 7 月 31 日

(計畫名稱/Title of the Project)：融合不同的教學法於半導體課程
(配合課程名稱/Course Name)：半導體元件

計畫主持人(Principal Investigator)：林育賢

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

國立東華大學材料科學與工程學系

繳交報告日期(Report Submission Date)：2020 年 9 月 18 日

融合不同的教學法於半導體課程

壹、報告內文(Content)

一、研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

台灣是世界半導體產業的重要聚落之一，晶圓代工龍頭台積電目前正值積極擴產期，已於台南科學園區投資興建的 3 nm 世界最先進的製程新廠。在競爭激烈的高科技業，要維持公司的領先優勢，公司的員工除了要擁有豐富的半導體知識外，還必須擁有研發創新及解決問題的能力。

材料系的課程主要是以陶瓷及金屬為主，學生在電子電路及電子零件的知識相當薄弱，半導體元件物理的知識對材料系的學生而言相對比較無感，並且感到艱澀難懂，因此需要激發更多的火花，促使學生在研讀半導體元件這門課有更大的興趣。在高科技時代，全世界面臨著大量資料學習及知識整合的課題，然而，當前的教育卻只重理論而輕實務，重知識的傳授而輕問題解決能力的培養。高科技領域所面臨的是如何解決科技個案，而這些欲解決的問題，並不是某一種技能或某一種學問就可以解決。而且，在知識爆炸的時代，一門學科的知識相當廣泛，尤其是工程科系的課程，傳統的理论知識跟產業界的實作有相當的落差，但是在學校一學期短短 18 週的時間，要把理論跟實務的概念同時傳授給學生，其實有相當大困難。

為了突破此困境，在本計畫中，我們在基礎理論的教學部分，還是以傳統的「主題導向學習法(Subject Based Learning, SBL)」及評量來進行。為了讓學生能更加融入這門課，本計畫另將以『體驗學習』來輔助課堂的教學，特地讓學生有動中學、學中做的機會，將可大大提升學生的學習興趣。

二、文獻探討(Literature Review)

1984 年，David Kolb 在其所著的書—《Experience Learning: experience as the source of learning and development》—提出『體驗學習』(Experience Learning)的概念，他把體驗學習分成四個階段：1. 經驗連結；2. 觀察及省思；3. 形成抽象概念與類化；4. 在新的情境中檢視概念及內涵，其名言是：Tell me, and I will forget. Show me, and I may remember. Involve me, and I will understand。

荀子儒效篇中亦有相似的觀點：「不聞不若聞之，聞之不若見之，見之不若知之，

知之不若行之；學至於行之而止矣」。因此，在本計畫中，本課程欲將本實驗室貴重的半導體設備提供給選修此門課程的學生，讓學生經由現象的觀察、示範及實作，可以更加融入所學的理论，提高學生的學習興趣，也更加提升學生的學習效果。

三、研究問題(Research Question)

本研究試圖解決之問題及方法說明如下：

問題 1：半導體元件的物理觀念相當抽象。

解決方法：『體驗學習』的教學。為了讓學生了解半導體廠的實務，在本計畫中特地讓學生有『動中學、學中做』的機會，使抽象具體化。

問題 2：傳統的半導體理論知識跟產業界的實作有相當的落差，即：學用落差。

解決方法：除了體驗學習外，課堂中再提供相關的輔助教材。

四、研究設計與方法(Research Methodology)

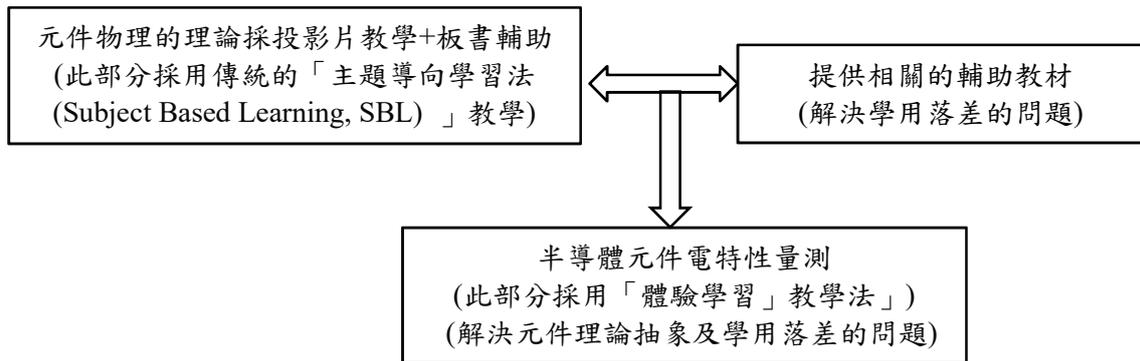
本計畫是以國立東華大學 108 學年度下學期所開設的『半導體元件』為研究的課程，本課程可供大學部及研究所的同學選修。因本校的課程採學程制，理工學院的材料系跟光電工程學系有一個合開的共同學程—「太陽光電學程」，因此，也很多外系的同學選修本課程

半導體元件的課程內容，主要是元件物理學，所以半導體元件這門課在各大學的教學中幾乎都是以基礎理論為主。因此，本計畫將如以上研究架構，在半導體元件的基礎理論部分，我們將以傳統的 SBL 教學為主，而「半導體元件特性量測」是本課程的特色，我們以研究等級的貴重硬體設備來支援教學。

(1) 研究對象：

身分	大學部			研究所			
	材料系	光電系	電機系	材料系	光電系		
年級	三	四	四	六	一	二	一
人數小結	2	14	7	1	4	1	1
本課程修課總人數(人)	30						

(2) 本教學研究之主要架構



五、 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

1. 教學過程與成果

(1) 半導體元件的課程內容，包含：

- (a) 半導體材料的相關知識
- (b) p-n 二極體(p-n diode)
- (c) 金屬-半導體界面(M-S junction)理論
- (d) 金屬-氧化物-半導體場效應電晶體(MOSFET)
- (e) 光電元件

本門課在期中考之前，主要是採用 SBL 教學法，以基礎理論為主，再輔以一些補充教材。

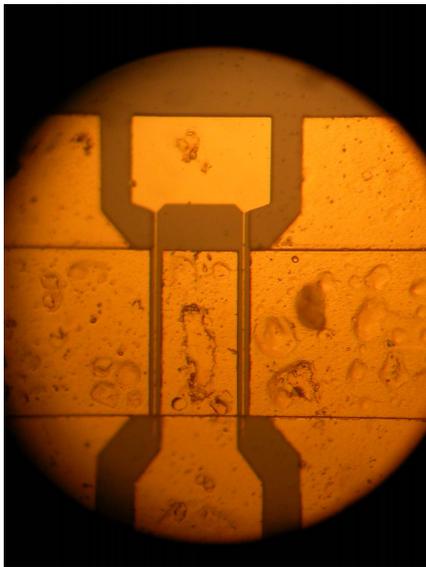
(2) 輔助教材：為縮短學用落差，課程中隨時補充半導體元件的相關資訊。

- 科技-台積電宣佈延聘胡正明博士擔任技術長
- 科技新知-英特爾預計 2023 年推出 5 奈米 GAA 製程
- 科技新知-5 奈米及 3 奈米戰爭
- 科技新知-蘋果震撼彈！5 奈米延後量產
- 科技新知-台積電提供 5 年 250 萬元博士獎學金
- 科技新知-台積電竹南先進製程封測場建廠在望
- 專篇簡介-奈米通訊-三五族材料與電子元件簡介
- 專篇簡介-奈米通訊-應用於毫米波的三五族半導體元件
- 專篇簡介-科學發展-半導體元件電晶體的演進
- 補充-半導體積體電路製程-影片介紹

- 科技新知-5G 關鍵拼圖還少一塊
- 光電科技-Micro_LED 是什麼？
- 補充-聯亞-人力銀行就業資訊
- 補充-穩茂-人力銀行就業資訊
- 補充資料-面試

(3) 體驗學習的元件、設備、及相關內容舉例如下：

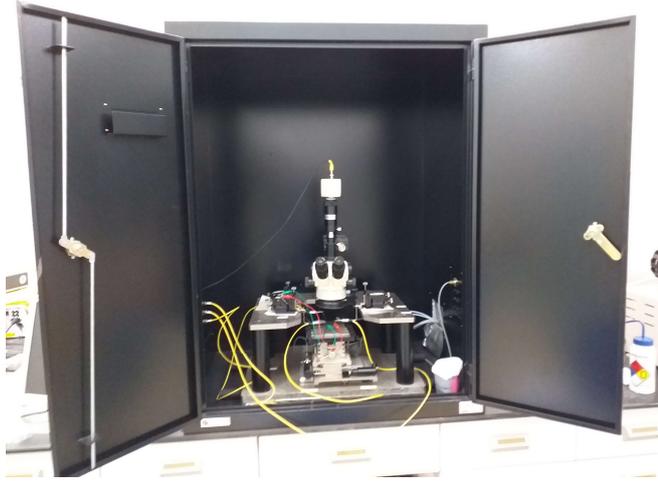
(a) 顯微鏡下看到的半導體元件



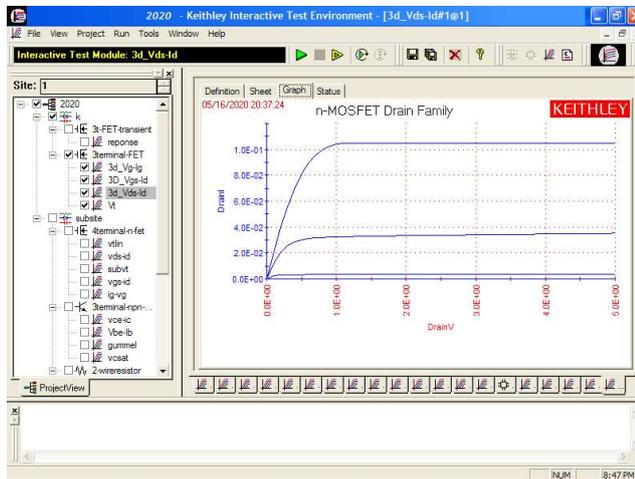
(b) 半導體元件量測設備



(c) 元件量測設備



(d) 半導體元件量測結果



2. 學生期中學習回饋及教師教學反思

(1) 期中問卷回饋：

期中做以下的問卷，做為後續課程的修正。

問卷 1-本課程難易度

問卷統計結果：太難(8 人)，適中(22 人)，太簡單(0 人)

問卷 2-課程進度

問卷統計結果：太快(7 人)，適中(22 人)，太慢(1 人)

問卷 3-本課程中所遇到的困難

問卷結果：上課內容對我來說太抽象。

問卷 4-你覺得老師可以用甚麼方式，幫你解決學習本課程所遇到的困難？

問卷結果：

(a) 可以舉例子，讓整個課變得有趣些。

(b) 老師除了指定教科書外，還從其他教材補充了許多觀念與解釋，我很喜歡這個方式，多一些補充更能幫助我們去理解與學習。

(2) 期中教師教學反思

期中問卷調查前，還是以傳統 SBL 的教學法為主，並附加少量的輔助教材。雖然輔助教材可以減少學用落差的問題，但對於成績在後半段同學，還是無法完全解決課程內容過於抽象的問題。故在期中之後，加入「體驗學習」的課程。

3. 學生期末學習回饋

對於這門課我最喜歡的是：

- (a) 老師授課內容豐富，會有許多實際應用帶領我們了解，並且會照顧到每位學生的狀況。
- (b) 很感謝這堂課中林教授的講解，自己由於論文的需要，極欲學取半導體元件的相關原理與知識，在第五章中細膩地講解到能帶圖的配置，並從能帶圖延伸 to capacitor 與 transistor 的差異，再慢慢帶入後來的 MESFET、JFET，著實學習到不少。
- (c) 希望可以藉由這些知識，幫助到自己以後在碩士學程中的研究。
- (d) 老師教學認真，準備很多補充資料讓學生更加了解這門課的學習內容，還會實際讓我們觀看課程相關元件。
- (e) 老師教學內容豐富，學到很多半導體與業界相關知識。謝謝老師的教導!
- (f) 老師的授課內容多元且豐富。尤其是半導體元件，紮實的理論加上課外新知補充，讓我們能跟上業界的知識。我想不管對於即將畢業之學生將來於求職半導體廠的面試，抑或繼續升學之學生而言，老師的教學定能成為極大的助力，尤其半導體業更是許多學生，爭相進入的產業。
- (g) 老師的教學相當清楚，會用很淺顯的方式來解釋，老師加油，你的用心學生都知道。

4. 總結

1. 由學生期末的意見回饋顯示，本課程所提供的輔助教材，可以彌補「主題導向學習法(SBL)」學用落差的問題。
2. 由學生期末的意見回饋顯示，『動中學、學中做』的教學方式可以使學生不再覺得課程很抽象，更加提高學生的學習動機。
3. 本課程的『體驗學習』，讓學生可以與半導體廠同步，在學校時就吸收到科技業界的實務經驗，達成學用合一的目標。

附註、本課程整體教學意見及學生學習成果：

(a) 對於授課教師之教學意見

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	總分	平均	極端值逕予排除後填表人數
1	本課程上課內容符合課程的教學目標	0	0	6	9	13	119	4.25	28
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	6	9	13	119	4.25	28
3	本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計	0	0	6	9	13	119	4.25	28
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	6	10	12	118	4.21	28
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	0	6	9	13	119	4.25	28
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	6	11	11	117	4.18	28
7	老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好	0	0	6	9	13	119	4.25	28
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	6	9	13	119	4.25	28
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	6	9	13	119	4.25	28
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	0	6	9	13	119	4.25	28
11	老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋	0	0	6	9	13	119	4.25	28

(b) 學生自我學習評量

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
1	我能理解本課程的專業知識	0	0	6	8	14
2	我能應用本課程的專業知識	0	0	6	10	12
3	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	6	9	13
4	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	6	11	11
5	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	6	8	14
6	本課程讓我學到如何解決問題	0	0	6	8	14
7	本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣	0	0	6	9	13
8	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	0	6	9	13
9	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	0	6	9	13

貳、參考文獻(References)

1. 江各明，以 MOODLE 為數位學習平台的混合式教學成效之探討—以「電腦輔助機械製圖丙級技能檢定」為例，國立彰化師範大學／資訊工程學系／碩士 (2010)。
2. 張毓智，混合式教學模式於國中數學教學之研究，國立高雄師範大學／資訊教育研究所／碩士 (2011)。
3. 趙偉順、張玉山，”經驗學習理論在生活科技課程的教學應用”，生活科技教育月刊，四十四卷 第六期 (2011)。
4. 李沛霖，探討不同教材在翻轉教室結合問題導向學習對於學習成效之影響，淡江大學／資訊管理學系碩士班／碩士 (2015)。
5. 趙宗蓮，混合式問題導向學習法實施於國文課程對國中資源班學生學習態度與問題解決態度影響之研究，國立中興大學／資訊管理學系所／105／碩士 (2016)。
6. 林信東，混合式教學對國小自然科學習成就之影響，國立中正大學／資訊工程研究所／碩士 (2016)。
7. Y. S. Lin* and C. C. Lu, “Improved AlGaIn/GaN metal-oxide-semiconductor high-electron mobility transistors with TiO₂ gate dielectric annealed in nitrogen,” *IEEE Trans. Electron Devices*, v. 65, pp. 783-787, 2018.

8. Y. S. Lin*, S. B. Ng, and W. F. Yu, "Current gain and offset voltage in InGaP/GaAsSb/GaAs double heterojunction bipolar transistor," *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 59, pp.3339-3343, 2012.
9. Y. S. Lin* and J. J. Jiang, "Reduction of turn-on, knee, and offset voltages of InAlGaP/GaAs HBTs using δ -doping in the InAlGaP emitter," *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 57, pp. 2970-2977, 2010.
10. Y. S. Lin* and J. J. Jiang, "Temperature-dependence of current gain, ideality factor and offset voltage of AlGaAs/GaAs and InGaP/GaAs HBTs," *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 56, pp. 2945-2951, 2009.
11. Y. S. Lin*, Y. J. Jou, and P. C. Huang, "Stability study and effect of passivation on InP/InGaAs double heterojunction bipolar transistors," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 94, p. 063506, 2009.
12. Y. S. Lin* and J. J. Jiang, "Novel delta-doped InAlGaP/GaAs heterojunction bipolar transistor," *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 29, pp. 671-673, 2008.