

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：PEE1080133

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2019.08.31~2020.07.31

學習特有的雲端測試系統來取得
積體電路測試產業職場早鳥票
Earning an Early Bird Ticket in IC Testing Career
by Studying The Particular Clouding Testing System

計畫主持人(Principal Investigator)：陳啟文

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：明新科技大學電子系所

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2020.09.15

目錄

摘要 iii

一、報告內文(Content)

研究動機與目的(Research Motive and Purpose)	1
文獻探討(Literature Review)	2
研究問題(Research Question)	3
研究設計與方法(Research Methodology)	4
教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)	5
教學過程與成果	
教師教學反思	
學生學習回饋	
建議與省思(Recommendations and Reflections)	6

二、參考文獻(References) 7

附件(Appendix) 8

學習特有的雲端測試系統來取得積體電路測試產業職場早鳥票

摘要

明新科技大學位於新竹縣新豐鄉，地處國內首屈一指的科技重鎮，鄰近新竹工業區、新竹科學園區、新竹生醫園區與竹南科學園區等，依據調查在 40 公里之內，有 14 個工業區及科學園區，公司數高達近 3,000 家，是台灣地區半導體產業最密集的區域。尤其 IC 封測產業，總產值高居世界之首，2018 年全球排名前十大封測廠商，有 6 家來自台灣，3 家有廠區位於湖口/竹北，另 4 家的廠房在竹科週邊。積體電路封測產業也一直開出人力職缺，但目前國內似無真正能培育能在畢業後能立即接軌積體電路測試工作的課程，以致應屆畢業生雖知封測業的薪資水準不低，但對封測產業陌生毫無概念而覺得就職後需要跟著「資深師傅」很長磨合期才能上手獨當一面，因而無耐性或無意願應徵，造成業界從不能填滿缺口的惡性循環。因此透過本計畫，從理論出發，在實作中驗證，提供學用合一的氛圍，讓學校成為廠商的「人才訓練所」。提早培育該產業所需人才。

課堂授課方式建立積體電路測試的基礎理論與背景常識，從晶片在載具電路設計/接腳開短路/直流/交流/功能測試等設計 6 種以上實作單元教材。依序使用模擬系統完成實作，並聘請業界專家分享實務經驗。最後參訪鄰近的測試廠，完成學用合一課程的最後一哩路程。

關鍵詞：積體電路,測試模擬,職前訓練.

一. 報告內文(Content)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

半導體產業包含 IC 設計、IC 製造、IC 測試與 IC 封裝以及與其相關之設備供應鏈等，半導體產業目前仍是當前全世界最關注的焦點之一，所製作的產品不僅帶來可觀利潤，而且能在下一波五大產業革新(人工智慧、大數據、5G、AR/VR、自駕車)站穩核心位置如台積電公司等，更能以磁吸效應將全球知名半導體設備和材料廠，向台灣群聚效應(如 德商默克 (Merck)、美商科林研發 (Lam Research)、美商應材及日商艾爾斯 (RS Technologies) 及荷商艾司摩爾 (ASML) 等都加速在台布局)，因此，多國政府無不極力發展半導體技術，以提升國家的經濟產業。對於天然資源蘊藏匱乏的台灣來說，使用腦力的產業較有機會創造另一波的經濟成長。最近這幾年半導體產業的在「國內生產總值」(Gross Domestic Product, GDP)(超過 2 兆台幣)佔有 20%之多，是目前單一產業貢獻國家財政稅收最大的產業，因此政府在投注大量資源扶植在 5+2 產業中，亦包含有「亞洲矽谷」的項目，足以說明其重要性。

新竹科學園區為我國第一個科學園區，於 1980 年 12 月 15 日設立。成立 30 年來引進國外的技術與人才，公司數計 400 多家，員工數近 15 萬人，平均一年約 1 兆元新台幣的產值，帶動國內工業技術的升級，創造我國高科技產業發展的奇蹟。因為新竹科學園區模式的成功，催生了台南及台中的科學園區之設置，同時竹科的園區也擴展至龍潭、竹南、銅鑼、宜蘭及生醫園區。

半導體的研發和製造能量，可以支持上述重點產業的發展。相對的，未來重點產業的發展，也會帶動半導體的應用需求。期許未來政府會協助半導體業者與重點產業業者深入合作，共同型塑台灣產業總體發展的策略。但現在半導體產業面臨的諸多問題中，其中有一項是---專業人才的不足。誠如 2017 年 09 月 14 日 中國時報報導:「竹科職缺多，廠商找不到人才，求職者的專長是很大問題」。受到國際經濟景氣回溫的影響，新竹科學園區轄下的竹科、中科及南科廠商訂單增加，人力需求孔急，職缺多達 7000 餘人，找嚙人要做。大陸挖角是一個主因，使得人才荒嚴重，但另一個因素是，專業人員難養成。台灣科學工業園區科學工業同業工會新竹辦事處處長李煜梓說，除了對岸挖角，絕大部分是因求職者的專長問題，所學難以致用，同時在工程師的專業領域，廠商需要有工作經驗者能馬上上線，也不太願意找新手，很怕成為大陸的「人才訓練所」。

廠商每每在就業服務站或校園徵才，但仍找不到合適人才，因此透過本計畫，學校可以成為廠商的「人才訓練所」。訓練合適的半導體人才，能讓學員有機會進入此等領域。除了解決半導體專業人才荒外，也創造半導體廠商願意繼續留在台灣的意願。另外，學員們有工作有收入，也可帶動其他相關產業的成長，政府也有稅收可以再投資其他的領域發展，達到多贏的局面。

新竹地區是國內首屈一指的科技重鎮，明新科技大學(以下簡稱本校)位於新竹縣新豐鄉新興路 1 號，地處桃、竹、苗中心，鄰近新竹工業區、新竹科學

園區、新竹生醫園區與竹南科學園區等，依據調查在 40 公里之內，有 14 個工業區及科學園區，公司數高達近 3,000 家，是台灣地區半導體產業最密集的區域。尤其 IC 封測產業，總產值高居世界之首，2018 年全球排名前十大封測廠商(如下頁表)，有 6 家來自台灣，3 家有廠區位於湖口/竹北，4 家的廠房在竹科週邊。科技產業聚落的形成、廠商的進駐會帶動人口的移入、居民所得的成長，亦使得相關衍生的服務事業蓬勃發展。透過地利之便，校園周邊充滿科技相關工作機會，加上本校在新竹地區發展超過 50 年，在技職教育人才培育上與各類產業及地方淵源頗深，且教師多具有豐富的實務經驗，因而一直享有全國企業愛用私立技職院校前 5 名之美譽。

桃竹苗半導體產業工程師級的求職市場，IC 設計大多由頂尖大學畢業生擔崗、IC 製造則有許多非資通電專業之一般大學社會新鮮人參與、IC 測試與 IC 封裝因較屬資本/技術勞力密集型生產模式，多聘用來自擅長實務操作之科技大學之學子。學校周邊除了 7 家世界前十大產值封裝測試公司(除了中國的 3 家)外，包含矽格、欣銓、愛德萬測試、台灣精測、雍智科技、旺矽科技…等產業相關知名上市櫃公司林立，這些公司長年與本校有產學攜手、產學合作等緊密的合作關係，也常常有工程師人才不足的慨歎。

因與周周邊的廠商保保持密切的合作關係，畢業生進入職職場也深受公司的喜愛，因此廠商樂意捐贈教學設備，培育可以立即上線的產業人才。例如：2008 年力成科技公司捐贈 Advantest T5581 的記憶體測試機台，價值約 1500 萬台幣，愛德萬測試公司也配合支援講師及及維修人力；2014 年矽格公司捐贈一套年產值達 500 萬元之 HP/Agilent 840000 RF IC 測試系統；2015 年愛德萬測試公司捐贈價值 2000 萬台幣之頂級 T2000 型 SOC 測試機，本校也運用這些設備成立與業界同級之實作實驗室。

配合封測業界工程人才需求，本計劃主持人近年雖多次開設【積體電路測試技術】選修課程，願意選修人數眾多。但在開課之前，常有巧婦無米之炊的困擾。原因是綜觀目前全球大專教學用書市場，討論積體電路測試的書，大多是在 IC 設計領域的測試理論推導或釋義，鮮少有針對封測產業實際測試訓練的教材，即便國內先進所編撰的測試相關叢書，大多僅止於對測試平實概論，學員多無法親自體會實際測試過程，即便畢業後進入相關職場，仍需經歷一段冗長的學習曲線。如此既暴殄教學資源，亦不為業界所樂見。

緣此，本計劃擬翻轉僅在課堂聽課的模式，①利用實驗室現有的聯網軟/硬體設備做為平台，②尋找適當的測試元件/載具，③結合創新的現場實作單元教材，④走出校外觀摩產業實境，一步一動讓學員參透 IC 測試技術的功能與過程。

2. 文獻探討(Literature Review)

台灣封裝測試產業總產值全球市占率高達 50%以上，就業人口超過 9 萬人。台灣封測業憑藉半導體群聚的優勢，發展出高階封測核心的競爭力。而在桃竹苗地區的封測公司包含力成科技、矽格、誠遠、欣銓、矽品、京元電、東琳、頤邦、南茂、久元、超豐、台曜、愛德萬測試、捷通、雍智科技、台灣

精測、旺矽科技…等等公司，對於封測人才有殷切的需求。

是故，縱然國外學術界在積體電路上游設計領域有很強大的可測試性理論人才與研究課程，但在下游測試端鮮少有特別為封測產業訓練人才的實務課程與教材；而國內封測人才需求雖殷，但學界礙於設置經費與區域產業環境的限制下，並無專為模擬積體電路完整測試而**設立實驗室**。大約有如下型態：

①簡易型：

可用三用電錶、電源供應器、示波器配合電路麵包板接線，採用按鈕式單點量測，人工紀錄（本系設有基礎電學實驗室）。

②自動測試型：

使用具有 IEEE-488 GPIB 通用界面匯流排的三用電錶、電源供應器、示波器…等串/並接續，利用工作站電腦搭配圖像控制(如 NI 公司的 LABVIEW 或 Keysight 公司的 VEE)軟體做機台設置與鏈結測試順序，達到可連續測試並在電腦螢幕顯現統計數據並作圖，但終究與生產線上測試積體電路的流程不夠擬真(本系設有圖控介面自動量測實驗室)。

③晶圓/晶片-交/直流-高/低頻參數分析型：

此類設備通常以測試高解析度與測試速度見長，價格高昂可達數百萬至千萬之譜，例如半導體直流參數分析儀、電感/電容/電阻(LCR)量測儀、高頻示波器、高速切換箱、任意波型產生器、頻譜分析儀、邏輯分析儀、高功率電源供應器、升溫控制系統…等，通常設於招收電子/電機研究所碩士生以上的大專院校，大多作為半導體元件的電性諸元及可靠性分析研究之用，一般大多僅只一套，測試接腳單元(SUM)有限，無法用於大班教學及已封裝多接腳的積體電路產品，測試目的亦非著重可銷售性品質管控(為本系所設置積體電路量測與可靠性分析研究室)。

④自動測試設備(ATE)：

此種設備多屬業界整合性自動大量生產設備，包含主機、工作站、測試頭或分類機等組件(如下圖)，且是高耗能(50A 三相 220VAC)機台，售價高昂，內部需要大量水冷卻系統，外在恆溫恆濕環境下運作，幾乎不可能放在實驗室供多組學生實習使用。ATE 設備領導廠商有日本愛德萬 (Advantest)、美國泰瑞達(Teradyne)、是德(Keysight)…等。

3. 研究問題(Research Question)

上述**①~③**項雖可作量測訓練，但與測試產業界的測試準則南轅北轍，與**④**項所需要技能的培養有所落差。

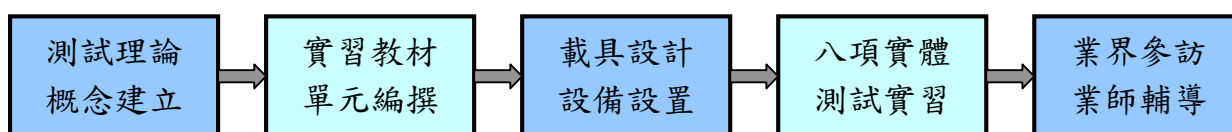
至於相關之**訓練教材**，吾人曾搜尋國外可說付之闕如，國內除可查找到各類高/低階測試設備的操作手冊或教科書外，幾乎沒有足夠培養準測試產業工程實務人才的教具/教材，若想要真正學習測試業界的訓練，則可能需要報名研究機構舉辦的訓練課程，但實作部份恐怕還是非常匱乏。

綜觀前述原因，產官學研各界雖呼籲學術界應以台灣產業需求人才領域規劃學程，積體電路封測產業也一直開出人力職缺，但目前國內似無真正能培育能在畢業後能立即接軌積體電路測試工作的課程，以致應屆畢業生雖之封測業的薪資水準不低，但對封測產業陌生毫無概念而覺得就職後需要跟著「資深師傅」很長磨合期才能上手獨當一面，因而無耐性或無意願應徵，造成業界從不能填滿缺口的惡性循環。

執此，本計畫擬針對上述癥結，翻轉傳統學習【積體電路測試】的教學方式，打造「學用合一」創新課程，讓【積體電路測試】與 IC 設計或 IC 製程一樣成為顯學，畢業生對測試領域工作有自信心而願意投入。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

(1)研究架構



(2)研究範圍

課程階段	第一階段	第二階段
授課方式	口授講課+投影片	實驗室實作+軟硬體設備
課程範疇	半導體元件、積體電路製程、積體電路測試簡介、IC 特性與規格介紹、DC 參數測試、功能測試、資料分析、測試經濟學	IC 電路測試程式概念、IC 的選擇與載具電路、IC 電路測試模擬 1 開短路、IC 電路測試模擬 2 直流、IC 電路測試模擬 3 交流、IC 電路測試模擬 4 功能、T-2000 測試機實機操作演練、積體電路測試廠生產線參訪
教材選用	教科書：自編講義 參考書： ①積體電路：製程設計、佈局規劃及測試(作者/葉文冠) ②積體電路測試實務(作者/廖裕評) ③半導體積體電路測試概論(作者/白安鵬)	教科書：自編講義 參考書： ①The Fundamental of Testing by CTS Company. ②Operation Menu of T-2000 SOC Tester by Adevantest Technology Corp.
教學資源應用	電子系館多媒體教室 ①多媒體主控講桌 ②投影機/布幕 ③無線麥克風/擴音機	電子系積體電路封裝測試實驗室 ①PC+CTS 測試模擬系統 10 套 ②愛德萬 T-2000 系統晶片測試機 ③HP84K 射頻 IC 測試機/恆溫烤箱

評量方式	期中考+上課態度	實習報告 8 次+期末考
協作實踐	-	① 愛德萬測試有限公司提供業師演練 T-2000 測試機操作愛德 ② 接洽鄰近之 IC 測試廠(如：力成、欣詮、愛德萬、或矽格)參訪並現場教學
反應調查	期末【學生成績系統問卷】調查	

5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

① 起(基礎理論)：

選修本課程的學員，要求在三年級(大學生)或大學畢業前(碩士生)須修畢【半導體元件】與【積體電路工程/製程】學分，才能對待測元件(DUT)內部的半導體單位元件結構(以 MOSFET 為主)、物理特性、以及製造的過程有先期的共識，如此始可選修本計劃課程。本課程前段以【積體電路：製程設計、佈局規劃及測試 作者/葉文冠】與【積體電路測試實務 作者/廖裕評】2 本相關圖書為參考，課堂授課方式建立積體電路測試的基礎理論與背景常識，了解測試的內涵與最後目的。

② 承(教材編撰)：

因在學術校園目前沒有相關教材，本課程後半階段關鍵之處，編排一系列搭配積體電路晶片測試的實作教材，以便真正培育可用之才。因為市面上晶片類型繁多，經篩選初步擇訂具有 16 根接腳之 HD74LS161A 同步 4 位元二進位技術器當做實作樣本，從晶片在載具電路設計/接腳開短路/直流/交流/功能測試等設計 6 種以上實作單元。

③ 轉(設備實作)：

根據教材單元，依序使用模擬系統完成實作，繳交報告，並列入期末成績評量項目。第 7 個實作單元，為實地演練實驗室之業界產線使用中(如 Intel/TSMC...等)的愛德萬公司 T-2000 系統晶片測試機，其測試探頭需要搭配一組探針卡/載板(Load Board)，因為要價不斐且使用有一定的程序規範，聘請愛德萬公司資深工程師親自示範操作，配合教學。

④ 合(業界參訪/業師輔導)：

期末的最後一次上課(第 8 個實習單元)，參訪鄰近的測試廠與研究機構交通大學奈米中心



無塵室，由線上主管引導，實際體驗晶片測試/製程實境，完成學用合一課程的最後一哩路程。

在既定的教學流程期間，選修學生有參加數位電子/儀表電子乙級技術士認證通過、有參加全國 TDK 創思競賽/國際機器人全能大賽獲得名次、有投稿 2019 國際電子元件與材料研討會發表論文、有赴校外園區公司企業實習 3 個月...等成就，成果堪稱豐碩。

(2) 教師教學反思

台灣封測業在前輩先進努力之下，年產值超過 4000 逾億台幣，有 9 萬以上直接從業人員。此雖獨占鰲頭佔全球產值 50% 以上，但面對中國經濟擴增，投資競業，吾人深恐未來人才消長，封測產業這根經濟支柱無以為繼，甚至影響台灣半導體一條龍的群聚優勢甚鉅。是故筆者願意繼續爭取執行相關務實計畫，拋磚引玉，冀望以綿薄之力培育相關人才，完成以教育報國職志。

(3) 學生學習回饋

因為「積體電路測試實務」課程聘請企業資深主管專家上課，以其多年累積經驗與看法，亦穿插介紹業界概況及相關技能，化為活潑教材，讓學子在即將步入社會前，有了紮實之心理建設。由於業界師資與學生、老師、學校互動良好，讓學生就業技能普遍提升。經由問卷調查顯示，選修學員對於業界師資實務教學興趣濃厚，互動頻繁，成效都持正面評價，安排之參訪行程亦感到眼界大開。

課程參訪新竹科學園區管理局「園區探索館」、並穿戴無塵衣帽進入參觀國立交通大學「奈米中心」體驗無塵環境，再加上參訪愛德萬測試公司，由該司資深副總親自全程安排高階大型會議簡報室與精實靜態簡介與動態設備導覽介紹，並指派專人在各站詳細解說，學員獲益良多。

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

在眾多公私立電資科系績優學生努力尋求積體電路設計/製程領域的職缺浪潮中，台灣的積體電路封測產業，仍有許多值得發展的專業技術與工程人力的缺口，感謝並期待教育主管機關持續關心與鼓勵諸如本計畫類似的人才培育研究，讓台灣的技職教育超前訓練，繼續保持世界前茅。

二. 參考文獻(References)

- 1.積體電路測試實務 2/e, 廖裕評, 全華圖書公司, 2017.
- 2.積體電路：製程設計、佈局規劃及測試, 葉文冠, 東華圖書公司,2015.
- 3.半導體積體電路測試概論,白安鵬, <http://ictesting-tom.blogspot.com/>, 2008.
4. Operation Menu of T-2000 SOC Tester, Adevantest Technology Corp.
5. The Fundamental of Testing, CTS Company.

三. 附件(Appendix)

附件 1.教學評量

明新科技大學 教學評量表
Minghsin University of Science and Technology Course Evaluation Form

部 別	日間部	單 位	工學院 電子工程系(所)		
人事編號	A1----	教師姓名	-----	學 年 度	108學年度第1學期
課程代碼	EXBNLO	課程名稱	積體電路測試實務		
開課班級	四子四甲	問卷類型	一般課程	有效卷數	41
題號	題 目				平均值
1	開學時，教師曾就本科目之教學目標、授課大綱、教材、評分方式等做說明 At the beginning of the semester, the teacher explained the objectives, syllabus, materials, and assessment.				4.44
2	教師上課很少遲到、早退或中途離席 The teacher was never late, left early or abruptly.				4.54
3	教師未曾缺課或有事未能到課時，會事前通知學生並安排事後補課。 The teacher was never absent or if the teacher had to be absent from class, he or she informed the students in advance and made up the missed lessons.				4.54
4	教師上課的態度認真，具教學熱忱 The teacher taught passionately and engagingly in class.				4.56
5	本課程教材與內容有組織且恰當，課程內容與目標相符 The learning materials were well-organized and the course content met the established objectives.				4.51
6	教師上課時，在教科書外，會適當補充講義或其他教學資料 Besides the textbook, the teacher offered handouts or other supplementary materials.				4.56
7	作業能配合教學內容，且份量與難易適中，教師有批閱作業 The assignments met the course objectives and the amount and degree of difficulty of the assignments were appropriate.				4.61
8	教師上課時，表達清晰、條理分明，容易理解 The teacher presented the subject in a clear and systematic way in class.				4.63
9	教師上課時，能鼓勵學生發問討論，師生互動良好，並營造引導學習之環境 The teacher encouraged the students to discuss, participate, and think. There were positive interactions between the teacher and the students in class.				4.54
10	教師能考慮到學生之需求並做調整 The teacher could take into account students' needs and adjusted the course program accordingly.				4.66
11	教師對學生考核及評分公正合理 The assessment of the course was fair and reasonable.				4.49
12	教師對學生之評量能反映教學重點，測出學習成果 The assessment was able to reflect important learning points of the course and to evaluate students' learning performance.				4.46
13	本課程幫助學生知能之成長，提升學生在此領域之能力 The course helped students obtain knowledge and develop ability in their profession.				4.44
14	整體而言，本課程之教學品質優良 Overall, the teaching quality of the course was excellent.				4.44
				總 分	185.71
				課程平均	4.53

附件 2.參訪問卷表

明新科技大學電子工程系 108 學年參訪活動問卷調查

親愛的參訪同學 您好，

歡迎您參加本次參訪活動，希望活動內容及安排能讓您有豐富的收穫！敬請依據參與本次活動的感受，提供寶貴的建議，作為我們日後舉辦各種活動的參考依據，感謝。

※注意事項

- 1、領妥後請將本表交予領隊老師， 2、請將適合您的答案方格打勾。

一、基本資料

(一) 性別：男 女

(二) 學制：大學部 研究所

(三) 年級：一 二 三 四

(四) 參訪時間：_____

(五) 參訪地點：_____

二、滿意度調查

項 目	滿意程度為五個級距，以 5 分代表非常滿意， 1 分代表非常不滿意。				
	5	4	3	2	1
參訪活動內容的適切性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
參訪時程的規劃與掌控	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
對就讀本系興趣的啟發	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
對未來職涯規劃有所助益	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
本次活動整體而言符合您的期待	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

三、意見調查

(一) 請問您對本次參訪活動的心得或想法？

(二) 請問您對本次參訪活動建議？