

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：PEE1090674

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2020.08.31~2021.07.31

學習新穎的「演算增值測試系統」來取得  
積體電路測試產業職場優待券  
Getting a Coupon in IC Testing Career by Learning  
The Novel Evolutionary Value Added Measurement 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 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2021.08.08

# 目錄

摘要 iii

## 一、報告內文(Content)

- 1.研究動機與目的(Research Motive and Purpose) 1
- 2.文獻探討(Literature Review) 2
- 3.研究問題(Research Question) 4
- 4.研究設計與方法(Research Methodology) 6
  - (1)研究設計 6
  - (2)研究架構 8
  - (3)研究方法 9
- 5.教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes) 9
  - (1)教學過程與成果 9
  - (2)教師教學反思 11
  - (3)學生學習回饋 11
- 6.建議與省思(Recommendations and Reflections) 12

## 二、參考文獻(References) 13

附件(Appendix) 14

# 學習新穎的「演算加值測試系統」來取得積體電路測試產業職場優待券

## 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区域。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。

相對於學習 IC 測試實務技術，「IC 產品可靠度」又是更進階的一門學問。本計畫透過較進階之【積體電路加速壽命測試技術】課程，翻轉 IC 產品可靠度分析一向僅在課堂聽課的模式，①利用實驗室新購置的聯網軟/硬體設備【EVA-100 演算加值測試系統】做為平台，②尋找適當的待測元件/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，選修學生除了可在課堂吸收專業理論概念知識外，並聘請業界專家分享實務經驗。有 8 小時以上走進實驗室，使用具有 IOT 能力之實驗設備，佈局平台/選擇載具與軟體設定後，透過演算加值 (Evolutionary Value Added, 簡稱 EVA)」，模擬在測試產業執行的接腳開短路/直流/交流/功能測試...等實作單元教材。依照所要測試的 IC 規格，真實可得到各型號實體積體電路產品可靠度測試的數據結果，完成學用合一課程的最後一哩路程。

**關鍵詞：**積體電路, 演算加值測試系統, 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，本計劃主持人開設【積體電路加速壽命測試技術】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。因此，計畫主持人利用本系特有的【CTS 雲端測試系統】，曾於 108 學年完成首度產出學界專門針對積體電路測試實習教材。

緣此，相對於學習 IC 測試實務技術，「IC 產品可靠度」又是更進階的一門學問。本計劃擬翻轉 IC 產品可靠度分析一向僅在課堂聽課的模式，①利用實驗室新購置的聯網軟/硬體設備【EVA-100 演算加值測試系統】做為平台，②尋找適當的待測元件/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 可靠度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(下圖為本系所設置的積體電路量測與可靠性分析研究室)。

施敏博士鑑定完整性



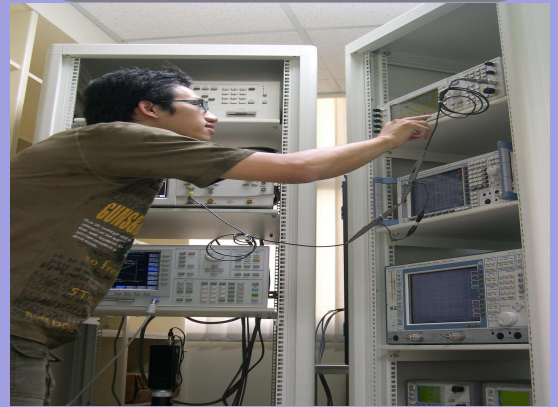
交直流/高低頻分析儀



### 定期保養/邀請原廠教學

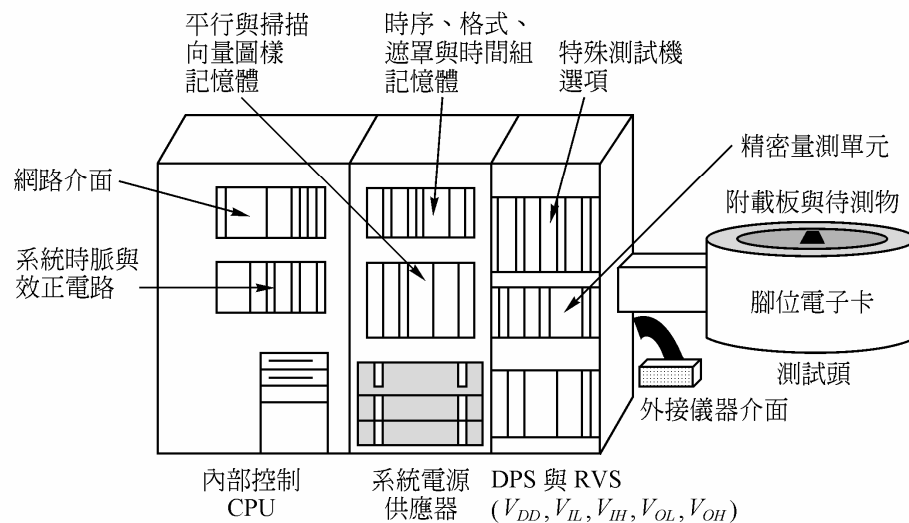


### 學生(已博士畢)操作



#### 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。



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，與第④項所需要技能的培養有所落差。

### 3. 研究問題(Research Question)

至於相關之**訓練教材**，吾人曾搜尋國外可說付之闕如，國內可查找到各類高/低階測試設備的操作手冊，或業界專家/學者編撰之教科書(如下表)，但因多樣儀器設備的品牌無法滿足所有讀者，所以內容能介紹基本原理與概念，幾乎找不到足夠培養準測試產業工程實務人才的教具/教材。

國內相關書名	ISBN	作者	發行書商/年份
積體電路：製程設計、佈局規劃及測試	9789574838011	葉文冠	東華/2015
積體電路測試實務 2/e	9789864635153	廖裕評、陸瑞強	全華/2017
半導體積體電路測試概論	無	白安鵬	網路/2010
半導體 IC 產品可靠度：統計、物理與工程	9789571160740	傅寬裕	五南/2011

若想要真正學習比較貼近業界可靠度測試所需的訓練，則可能需要報名研究機構舉辦的訓練課程(抽樣列舉如下表)，但實作部份恐怕還是非常匱乏。

主辦單位	課程編號	課程名稱	上課/實習時數	授課大綱	費用(新台幣)
財團法人 自強工業 科學基金會	08I343	產品可靠度分析與壽命實驗	12/0	1.可靠度原理及統計分析 2.可靠度設計與故障分析 3.產品環境試驗 4.加速壽命試驗 5.案例分享&課堂練習	5900
工研院 產業學院	積體電路封裝測試技術精進系列課程	產品研發之可靠度實務工程分析	6/0	1.產品導入可靠度工程分析流程介紹 2.可靠度預估手法說明 3.可靠度功能方塊圖 RBD 在複聯系統設計 4.產品 FMEA/FMECA 和 FTA 分析手法 5.可靠度試驗韋伯分析和加速壽命分析	4600
國立交通大學 電子系 工程系 人才培訓中心 (科管局委辦)	P102209	積體電路測試技術	15/0	1. Testable Digital Design。 2. Low-power Testing。 3. Test-data Compression。 4. Memory Testing。 5. Test-structure Design。 6. Wafer Acceptance Testing 7. Delay Testing。	5000
財團法人 中國生產力中心	T84839	可靠度保證技術實務	14/0	第一單元 1. 產品可靠度的內涵- 2.可靠度規格與保固 3.產品可靠度保證作業規劃 第二單元 1.可靠度設計與分析 2.可靠度統計分析 第三單元 1.可靠度試驗驗證 2.實例介紹 3.可靠度作業規劃與落實	8400



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可靠度測試工作的課程，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，本計畫針對上述癥結，翻轉傳統學習 IC 測試的教學方式，繼 108 學年以【積體電路測試實務】課程執行教學實踐計劃，打造「學用合一」創新課程主軸，謹再推出延續/進階的 109 學年【積體電路加速壽命測試技術】課程執行，讓【IC 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) 研究設計

科目名稱		Course Title	
積體電路加速壽命測試技術		Practice Analysis on The Reliability of IC Product	
教學目標		Course Objective	
1.對積體電路產品可靠度分析重要性有了解 2.認識積體電路可靠度理論 3.編寫可靠度分析測試程序 4.實機對 IC 作可靠度測試分析		Let students learn something about 1.Importance of IC Reliability 2.Theory of IC Reliability 3.Edit Programs to test IC Reliability 4.Testing Practice for IC Reliability	
課程類別/Course Type :			
系別	電子工程系所	Department	Department and Institute of Electronic Engineering
任課教師	陳啟文,	Instructor	Chii-Wen Chen
授課班級	大學部/碩士班	Class	College Student / Postgraduate
教師職等	副教授,	Faculty Position	Associate Professor
電子信箱	cwchen@must.edu.tw	E-mail	cwchen@must.edu.tw
學分數	3	Credits	3
上課/實習	42/08	Class/Practice	42/08

總時數		Hours	
辦公室	明學樓 303B 室	Office	Room303B,Ming-Xue Buld.
週次/ Week	教學內容		Topics
01	課程簡介/規則公布		Introduction to This Course
02	第 1 章 緒論		Semiconductor Devices
03	第 2 章 可靠度壽命分布模型(上)		Models for IC Lifetime Part.1
04	第 2 章 可靠度壽命分布模型(下)		Models for IC Lifetime Part.2
05	第 3 章 半導體 IC 元件的基本可靠度		Basic Reliability Concept
06	第 4 章 半導體 IC 封裝的可靠度		Functional Testing
07	第 5 章 半導體 IC 產品量產的認證		Testing Process for Reliability of IC Product
08	第 6 章 故障分析		Failure Analysis
09	期中考		Mid-Exam
10	EVA-100 型演算加值測試系統架構		Structure of EVA-100 Tester
11	IC 電路測試程式概念		Testing Program for Testing
12	IC 電路可靠度測試-1 二極體		IC Reliability Analysis for Diode
13	IC 電路可靠度測試-2 電晶體		IC Reliability Analysis for BJT
14	IC 電路可靠度測試-3 MOSFET		IC Reliability Analysis for MOSFET
15	IC 電路可靠度測試 4 崩應		IC Reliability Analysis for Burning
16	T-2000 測試機實機操作演練		T-2000 Operation and Demo
17	積體電路測試廠生產線參訪		Business Visits
18	期末考		Final Exam

課堂用書(請遵守智慧財產權、不得非法影印)  
Text Book (Obey Intellectual Property Rights; do not make illegal copies.)

【Theory and Practice of IC Product Reliability】 編輯/陳啟文 出版社/自編講義 出版年/2021

#### 參考書目/Reference Books

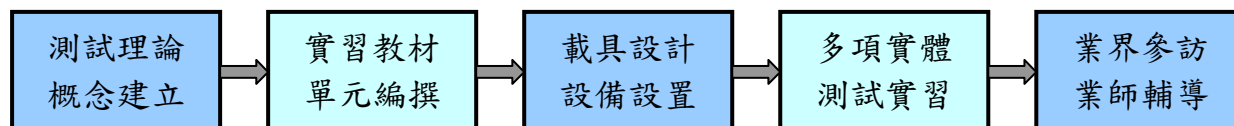
- ①積體電路測試實務 作者/廖裕評 出版社/全華圖書公司 出版年/2017
- ②積體電路：製程設計、佈局規劃及測試 作者/葉文冠 出版社/東華圖書公司 出版年/2015

- ③ 半導體積體電路測試概論 作者/白安鵬 部落格/ <http://ictesting-tom.blogspot.com/>
- ④ Operation Menu of EVA Testing System by Advantest Corp.
- ⑤ 半導體 IC 產品可靠度：統計、物理與工程 作者/傅寬裕 出版社/五南圖書公司 出版年/2011

成績評量	Evaluation
1.期中考試 25% 2.期末考試 25% 3.實習報告 12.5%x2 次 4.平時態度 25%	1.Mid-Exam 25% 2.Final-Exam 25% 3.Reports 12.5%x2 4.Aptitude 25%
教學方法	Methods of Instruction
1.以投影片口授教學 介紹測試理論 2.引導測試機台操作 單元教學 3.實習完成後 將結果彙整成為報告	1.Learn through Figures or Tables of PPT files. 2.Step by step according tester practice unit. 3.Make a report after practice finished.
課程要求	Course Policies and Requirements
1.能對 IC 產品可靠度測試流程有一清楚之認識。 2.對於各項可靠度特性了解,並實機測出所需參數。	Learn something about 1.IC Reliability Analysis Process. 2.Editing AnalyTest Program while IC Testing Practice

課程進度將依學生之學習狀況做適度的調整  
 Adjustments may be made in the syllabus to meet students' needs

## (2) 研究架構



## (3) 研究方法

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	積體電路可靠度測試簡介、可靠度壽命分布模型、半導體 IC 元件的基本可靠度、半導體 IC 封裝的可靠度、半導體 IC 產品量產的認證、故障分析。	IC 電路加速壽命可靠度測試概念、EVA-100 型演算加值測試系統架構、IC 電路可靠度測試開短路、直流、交流、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) ④半導體 IC 產品可靠度:統計、物理與工程(作者/傅寬裕)	教科書：自編講義 參考書： ①The Fundamental of Testing by EVA-100 Company. ②Operation Menu of T-2000 SOC Tester by Advantest 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 ①PC40 套 ②EVA-100 演算法測試系統 ③愛德萬 T-2000 系統晶片測試機 ④HP84K 射頻 IC 測試機/恆溫烤箱
評量方式	期末考+上課態度	實習報告 2 次
社群教師	①呂明峰 交大電子博士/茂矽聯電元件部課長/現任教授兼工學院長 ②莊正 美國華盛頓電機博士/工研院電子所研究員/現任電子系教授 ③楊信佳 美國奧瑞岡物理博士/美商應材公司主任/現任電子系副教授	①王木俊 美國德州農工電機博士/聯電可靠度處經理/現任電子系教授 ②陳啟文 成大電機博士/台積電研發處+華瑞公司顧問/現任電子系副教授 ③張丞勛 國立台灣師範大學物理博士/中央研究院物理研究所博士後研究學者/現任電子系助理教授
協作實踐	接洽學界/業界學者專家來校教學或安排參訪	愛德萬測試有限公司提供業師演練 T-2000 測試機操作。
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

目前電子系【積體電路測試研究室】由本計畫主持人擔任管理者，有 3 套全國特有的設備，其一為矽格公司捐贈之 HP-84000 型 RFIC 測試機，其二為愛德萬測試公司捐贈之 T-2000 型 SOC 測試機，其三為採購自日本 Advantest 公司出品之演算加值(EVA-100)測試系統，透過網路連結 40 套全新個人電腦與帶有插槽之實體主機，直接進行可程式或連續性的可靠度測試與資料分析，目

前均為可以操作使用的狀態。此次教學實踐研究計畫擬以測試產業針對封裝後的積體電路(俗稱「晶片」)，進行最後可靠度(Reliability)測試流程的訓練。

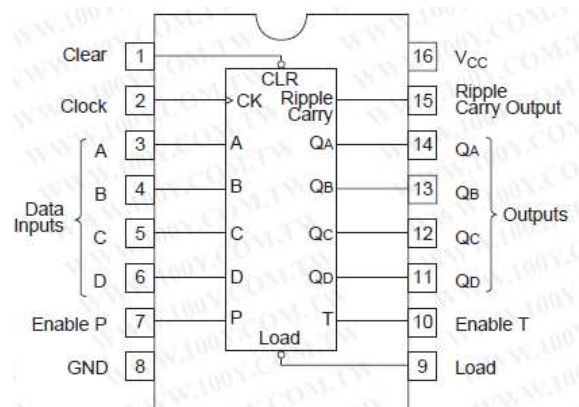
【演算加值測試系統】，其研發的概念是源自於測試產業的測試機台，一般體積、費用、與耗電極為龐大，且設置的溫濕散熱環境均有所要求。對於學術/研究單位發展新型晶片的過程中，需要進行標準生產測試(非晶圓針試)之時，礙於空間與經費而無法在實驗室進行。因此全球測試設備最大供應商日本愛德萬測試(Advantest)公司研製了 EVA-100 系列演算加值測試系統，讓非產界乃至於微型的實驗室，即便沒有電源供應器、各類電錶、示波器…等儀器設備的環境下，能可以經過簡單的晶片載板的選擇與電路的設計/連線，在個人電腦端使用特定應用程式適當的流程規劃與參數設定，透過網路與該公司雲端伺服器連線運算，發送信號至測試主機平台；而後將測試所得到的電性訊號(如電流、電壓、阻抗、頻率…等)，傳回電腦螢幕顯示，並可接續使用者電腦資料庫作後續數據分析製圖，就如同置身於測試廠房內使用測試機一般。即便測試者遠在他鄉，此系統仍可但確實得到測試的「實體數據」，其功能尚可視使用者測試規格需求，加購各種電性模組，猶如測試設備供應商(如 Adventest, Taradyne, NI, Keysight, Keithley…等)常使用 PXI(PCI eXtensions for Instrumentation)機箱機構，選用硬體模組插入插槽取得特定測試功能一樣異曲同工，只要有網路的環境，可以隨攜筆電異地測試。本課程實施程序細節如下：

### 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。本課程前段將會以【半導體 IC 產品可靠度：統計、物理與工程 作者/傅寬裕】相關圖書為參考，課堂授課方式建立積體電路產品可靠度分析的基礎理論與背景常識，俾便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，需要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。初期將針對 PN 二極體、雙載子接面電晶體(BJT)、金氧半場效電晶體(MOSFET)做基本可靠度分析實習；而後從市面上選擇 14-pin CD4007 數位反相器、3-pin CEB6030 高功率電晶體、以及 16-pin 之 HD74LS161A 同步 4 位元二進位計數器(如右圖)做為實作樣本，在加速壽命



與崩應分析測試上，設計 6 種實作單元。

### ③轉(設備實作)：

根據教材單元，依序使用模擬系統完成實作，每次均須繳交報告，並列入期末成績評量項目。最後實作單元，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 T2000 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)，因為要價不菲且使用有一定的程序規範，將聘請愛德萬公司資深工程師親自示範操作，配合教學(如右圖例)。



### ④合(業界參訪/業師輔導)：

期末的最後一次上課，原已安排於 2021/05/18(週二)參訪台積創新館、台灣半導體研究中心(TSRI)、與國立陽明交通大學奈米中心，無奈因新冠肺炎疫情嚴峻，行前一週中央疫情指揮中心宣布進入三級警戒而被迫取消，改為線上導覽參觀，網上體驗晶片測試實境，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 27 位學生有參加數位電子/儀表電子乙級技術士認證通過、有 3 位投稿 2020 國際電子元件與材料研討會發表論文、有 6 位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「積體電路加速壽命測試技術」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。

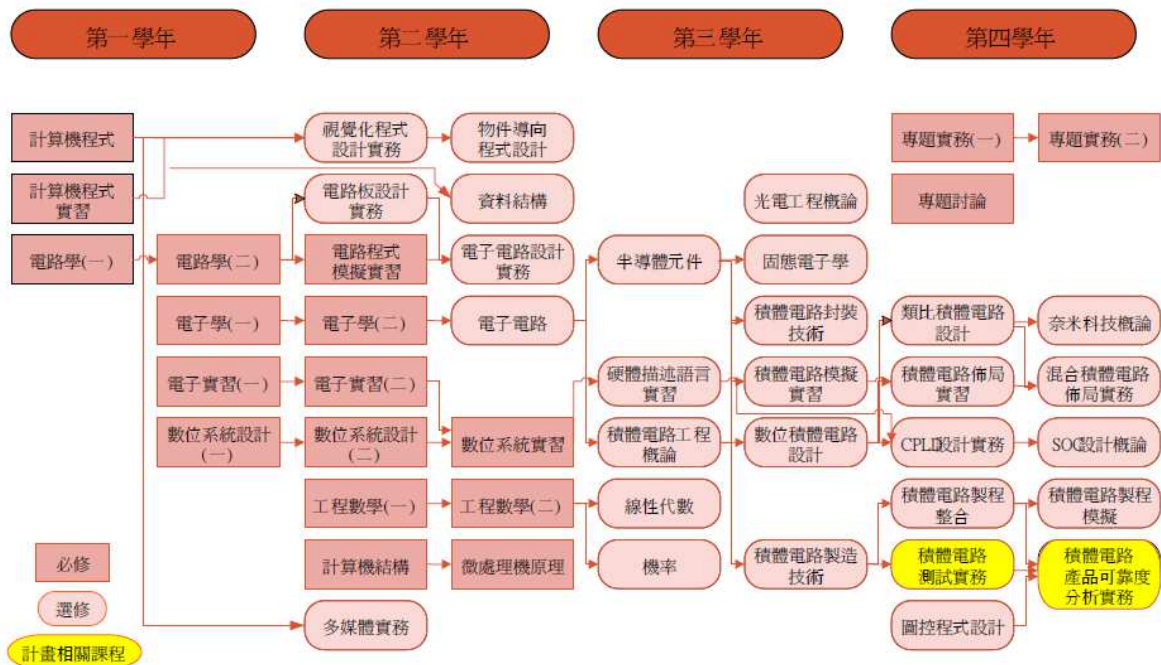
課程參訪雖為網路導覽，但「臺積創新館」、國立陽明交通大學「奈米中心」無塵環境，再加上台灣半導體研究中心提供的線上連結，仍讓學員獲益良多。

## 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教學實踐計畫的人才培育研究，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 半導體 IC 產品可靠度：統計、物理與工程, 傅寬裕, 五南圖書公司, 2011
- ⑤ Operation Menu of EVA100 Measurement System, Advantest Corp.
- ⑥ 明新科技大學/電子工程系/大學部/積體電路領域學程/專業選課建議流程圖, 2018.





### 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	A00205	教師姓名	陳啟文	學 年 度	108學年度第2學期
課程代碼	EXBXT0	課程名稱	積體電路加速壽命測試技術		
開課班級	四子四甲	問卷類型	一般課程	有效卷數	33
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.				4.48
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.				4.61
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.				4.39
4	教師上課的態度認真，具教學熱忱 The teacher taught passionately and engagingly in class.				4.55
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.				4.61
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.				4.36
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.				4.45
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.				4.64
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.				4.39
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.				4.58
11	教師對學生考核及評分公正合理 The assessment of the course was fair and reasonable.				4.45
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.				4.36
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.				4.36
14	整體而言，本課程之教學品質優良 Overall, the teaching quality of the course was excellent.				4.45
				總 分	147.79
				課程平均	4.48

## 附件 2. 參訪問卷表

# 明新科技大學電子工程系 109 學年科學園區人才培育計畫 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、填妥後請將本表交予領隊老師。 2、請將適合您的答案方框打勾。

### 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：110年5月18日(週二)
- (五) 參訪地點：台積創新館、台灣半導體研究中心、國立陽明交通大學奈米中心

### 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"/>
對未來生涯規劃有所助益	<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？

### 附件 3. 學生校外參訪線上連結

由於疫情管制,5/18 下午課程採非同步遠距教學, 因本週原定校外參訪取消,為讓同學仍有機會了解參訪單位, 請抽空連結下列影音網址觀看作為 5/18 課程教材, 部分內容將會成為下週畢業考試考題,祝防疫平安!

台灣半導體研究中心

<https://www.ntdtv.com.tw/b5/20190202/video/239444.html?>

<https://www.ntdtv.com.tw/b5/20190202/video/239444.html?>

<https://www.ntdtv.com.tw/b5/20210309/video/290645.html?>

陽明交大 奈米中心

[https://youtu.be/7\\_4xLqYMVjo](https://youtu.be/7_4xLqYMVjo)

<https://youtu.be/G1t9gsuubTc>

成大奈米中心

<https://www.youtube.com/watch?v=smQbqk11QVo>

台積創新館

<https://youtu.be/iwx3GzuWIOQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=hqMAssDEdD4>

<https://www.youtube.com/watch?v=h3Z0bppkwps>

<https://www.youtube.com/watch?v=WOyo3ny9eSM>