UHCOOL 高中多元選修課

半導體原理與製造概論

課程說明

2023.10.22

國立陽明交通大學 高等教育開放資源研究中心
Research Center of Higher Educational Resources for Openness
HERO 研究中心

一、 開發背景

108 課綱上路後，如何設計與發展多元選修課程成為各高中的重要課題。許多高中積極嘗試與大學合作，期望能爭取大學的教學資源及教師支援，也經常邀請大學老師至高中開設短期講座，以滿足各校開設多元選修、加深加廣學習等課程的需求。然而在大學教師能夠提供的時間及服務範圍都有限的狀況下，一定會面臨到僧多粥少、城鄉資源分配不均、難以持續等種種問題。

國立陽明交大大學林奇宏校長表示，陽明交大多年來一直致力於推動數位學習及共享教育的理念，深知利用數位資源及線上學習可以充分解決以上的問題，因此委由陽明交大高等教育開放資源研究中心規劃「大學與高中共創線上學習(University/High-school Collaboration On Online Learning, UHCOOL) 」計畫，結合大學、業界、縣市政府、高中四方，利用數位優勢，配合線上及線下的虛實整合，為高中設計及製作適合多元選修或加深加廣學習的數位課程教材，並建立大學教師、高中教師與業師利用數位學習平台進行互動及合作的機制，開創可持續發展及擴大延伸之跨校、跨界、跨域的高中教學合作模式，讓全國高中學子都有機會學習到由大學老師及業界專家特別為他們介紹的專業知識、產業實務、及未來趨勢。

「半導體原理與製造概論」數位課程是 UHCOOL 計畫投入設計製作的第一門二學分高中多元選修課程，課程將提供完整的數位影音、講義教材、參考資料、甚至輔助教具等，讓高中學生能深入淺出的了解半導體元件的基本原理、產業的發展、及未來技術趨勢等。

二、 課程設計/製作團隊

參與本課程設計及製作的主要單位或人員有國立陽明交通大學、世界先進積體電路公司、十所各縣市重點高中的物理教師、及 ewant 育網開放教育平台，各參與單位或人員的主要工作方向及貢獻簡述如下:

- 陽明交大：由教學績優教授主導規劃線上學習內容、錄製教學影片、製作教材/線上活動教案，利用陽明交大多元而豐沛的半導體學習資源協助高中學子深化學習、探索志趣與規劃未來方向。

- 世界先進公司：提供經費、專業講師、師資培訓等支援，讓課程內容可以與產業實況結合，讓高中學生有機會瞭解產業特色、需求、實務應用及未來趨勢，減少學用落差。

- 重點高中物理教師：提供課程設計諮詢及參與課程製作，安排課程試教並蒐集學生對於課程的回饋，強化教學可行性；並成為種子教師，協助其他高中善用線上課程資源開設校內多元選修、加深加廣課程。

- ewant 平台：由陽明交大負責經營，提供必要的各式線上平台支援，其中至少包括設置高中用課教師的共構/互動線上專區、用課各校專屬的線上課程專區等，另將提供高中職教師所需的線上教學培訓及支援。



「半導體原理與製造概論」主要參與設計/製作單位及人員	
陽明交大	電子物理系 李威儀 教授
	工業工程與管理系 張永佳 教授
世界先進	張永政 博士
	林玉文 經理
高雄中學	盧政良 老師
臺南一中	何俊昌 老師
嘉義高中	謝閔豐 老師
臺中一中	凌美瓊 老師
新竹女中	吳雪雯 老師
竹科實中	陳其威 老師
	陳婷姿 老師
新竹高中	林慧潔 老師
武陵高中	萬昌鑫 老師
板橋高中	陳福全 老師
北一女中	陳正源 老師

三、 課程內容概要及製作進度

1. 課程設計理念及規劃方向：以高中 2 學分多元選修課程或加深加廣課程為規劃方向，設計 30 小時(30 堂課)的教材內容，包括 20 小時半導體原理及元件介紹及 10 小時半導體製造管理介紹。

2. 課程內容：

單元	主題
1	課程簡介
第一部分 量子理論的出現與運用	
2	20 世紀初的物理難題
3	原子的基本結構
4	20 世紀最重要的物理發展：量子理論的出現
5	量子理論應用在原子結構上
第二部分 半導體材料與元件原理	
6	原子如何堆積成固體及晶體
7	能帶的出現與固體電性的關係 (導體、半導體、絕緣體有何不同)
8	半導體為什麼可以做出導體及絕緣體做不出來的元件
9	半導體元件怎樣做出開關及放大訊號的功能
10	如何將半導體元件做到極小
第三部分 半導體製造與產業概論	
11	半導體工廠長什麼樣子
12	高科技製造的重要性
13	半導體廠的製造管理在做什麼
14	資訊科技、人工智慧與物聯網在半導體製造的應用
15	半導體相關產業的未來挑戰

3. 課程支援：

- 完整的課程教材：包括課程資訊、進度設計、教學影片、課程評量指標、各式參考資料及教學活動(包括線上及線下教學活動)等，置於各高中專屬的線上課程區，供夥伴高中的教師及學生使用
- 提供線上課程專區：ewant 平台將為所有採用課程的高中設置各校可以獨立自主經營的課程專區，由負責開課的高中教師擔任課程教師，可以在平台上全

權運用所有的課程資源及完備的線上教學工具。

- 提供高中用課教師各式培訓：為協助各夥伴高中用課老師能獨立開課、授課、評量及擴充課程，將提供由大學教授、業界講師親自指導如何妥善運用課程教材的面授培訓，亦將定期提供線上支援。
- 提供線上及線下課程支援：開課期間，ewant 平台將提供用課高中教師各項有關學生線上學習的學習履歷數據，協助高中教師動態追蹤及調整教學；另外可依照夥伴高中意願及經費許可情況，安排大學教授至高中面授、演講、聽取報告、提供學習意見等，也可依校方安排及教授意願規劃大學、企業參訪行程。
- 協助推動觀摩、交流與持續發：為幫助及鼓勵各夥伴學校發展課程，且善用數位學習易於交流、分享及合作的特色，將規劃分區或集中舉辦課程交流觀摩討論會，並利用網路分享不同課程的設計方式及經營成果。

4. 課程規劃進度：113 學年度第一學期 (2024 年 9 月)可以開始正式用課。



5. 課程計畫書：課程計畫書範本請見附件一。

四、 建議實施方式

1. 課程實施年級：建議採用為高中二年級或三年級的選修課程。

2. 針對將於 113 學年度入學的學生，建議於 2023 年正式將課程納入該屆學生的課程計畫，列為 114 學年度(高二)的選修課程，正式開課時間可以訂在高二上學期(2025 年 9 月)或高二下學期(2026 年 1 月)。

3. 針對已經入學的 111 學年度及 112 學年度學生，建議於 2024 年 3 月申請列入為該屆學生高二或高三的選修課程，正式開課日期可以訂在 2024 年 9 月或 2025 年 2 月。

五、 課程說明會

陽明交大將於 2023 年 11 月 17 日(五)13:30 – 15:00 舉行線上的課程說明會，會中將說明半導體原理與製造概論課程的設計理念、製作方式、提供教材及建議課程實施方式等，歡迎有興趣使用本課程或想要更深入瞭解本課程的高中主管及老師報名參加。
報名網址： https://forms.gle/kAjH1nBXACifxpeM7
報名時間：2023 年 10 月 31 日至 2023 年 11 月 14 日

本課程敬邀全國各高中老師提供具體建議及積極參與，歡迎隨時與我們聯絡！

課程聯絡人：

陽明交大高等教育開放資源研究中心

李威儀 教授兼主任	wilee@nycu.edu.tw	0911-256279
張永佳 教授兼副主任	jasmine.chang@nycu.edu.tw	03-5731815
鄭筑云 課程規劃師	chuyun@nycu.edu.tw	03-5712121 #56059

附件一 、 半導體原理與製造概論 課程計畫書範本

<table>
<tr><td rowspan="2">課程名稱</td><td>中文名稱</td><td colspan="3">半導體原理與製造概論</td></tr>
<tr><td>英文名稱</td><td colspan="3">Introduction of Semiconductor Principles and Manufactures</td></tr>
<tr><td>授課年段</td><td colspan="2">（由各申請開課學校填入，建議年級為高二或高三）</td><td>學分數</td><td>二學分</td></tr>
<tr><td>課程屬性</td><td colspan="4">（系統帶入或請負責申請開課的高中老師填入）
☐專題探究 ☐跨領域/科目專題 ☐跨領域/科目統整 ☐實作(實驗)
☐探索體驗 ☐第二外語 ☐本土語文 ☐全民國防教育
☐職涯試探 ☐通識性課程 ☐大學預修課程 ☐特殊需求
☐其他_____</td></tr>
<tr><td>議題融入</td><td colspan="4">（系統帶入或請負責申請開課的高中老師填入）
☐性別平等 ☐人權 ☐環境 ☐海洋 ☐品德 ☐生命 ☐法治 ■科技 ☐資訊
☐能源 ☐安全 ☐防災 ☐家庭教育 ☐生涯規劃 ☐多元文化 ☐閱讀素養
☐戶外教育 ☐國際教育 ☐原住民族教育</td></tr>
<tr><td>師資來源</td><td colspan="4">☐校內單科 ☐校內跨科協同 ■跨校協同 ■外聘(大學) ☐外聘(其他)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">課綱
核心素養</td><td>A 自主行動</td><td colspan="3">☐A1. 身心素質與自我精進 ☐A2. 系統思考與問題解決 ☐A3. 規劃執行與創新應變</td></tr>
<tr><td>B 溝通互動</td><td colspan="3">☐B1. 符號運用與溝通表達 ☐B2. 科技資訊與媒體素養 ☐B3. 藝術涵養與美感素養</td></tr>
<tr><td>C 社會參與</td><td colspan="3">☐C1. 道德實踐與公民意識 ☐C2. 人際關係與團隊合作 ☐C3. 多元文化與國際理解</td></tr>
<tr><td>學生圖像</td><td colspan="4">（由各申請開課學校填入）</td></tr>
<tr><td>學習目標</td><td colspan="4">本課程以高中物理為基礎，依循半導體歷史的發展脈絡，著重在其概念的理解與建立，避免過度涉入理論或數學公式。目標在於幫助學生了解物理學家的思考方式與科技的發展過程並且：
(1) 了解量子理論的產生過程及其主要觀念
(2) 經由量子理論，了解半導體材料的獨特性質
(3) 利用半導體材料的特性，了解幾種半導體元件(包括二極體、電晶體、積體電路、發光二極體及太陽電池等)的基本原理及製作方式
(4) 基於半導體元件及積體電路的製作方式，了解半導體廠製造管理的重要概念及半導體產業的現況</td></tr>
<tr><td rowspan="7">教學大綱</td><td>週次</td><td>單元/主題</td><td colspan="2">內容綱要</td></tr>
<tr><td>1</td><td>課程簡介</td><td colspan="2">針對本課程進行內容概要說明。</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20 世紀初的物理難題</td><td colspan="2">討論 20 世紀初物理學家如何處理一些古典物理無法解釋的物理現象，進而導引出物理量被量子化(例如能量必須做不連續性變化)的假設以及波粒二重性的出現。</td></tr>
<tr><td>3</td><td>原子的基本結構</td><td colspan="2">介紹物理學家如何利用精心設計的實驗逐步了解原子的結構(例如電子及原子核的存在)，並說明波爾原子模型如何解釋古典物理無法解釋的原子輻射光譜。</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20 世紀最重要的物理發展:量子理論的出現</td><td colspan="2">介紹量子理論的第一個假說(德布羅伊假說)及量子力學的第一個公式(薛丁格方程式)，並解釋為何在解量子力學問題時會出現能量量子化(即能量做不連續性變化) 的現象及量子態。</td></tr>
<tr><td>5</td><td>量子理論應用在原子結構上</td><td colspan="2">將量子理論應用在氫原子，進而推衍出原子中電子分布的 s 軌域、p 軌域、d 軌域等量子態及各量子態對應的能階。</td></tr>
<tr><td>6</td><td>第一次期中複習及</td><td colspan="2">針對量子理論及量子理論應用在原子的結果進行複習，</td></tr>
</table>

		評量	並對學生學習成果進行評量。
	7	原子如何堆積成固體及晶體	介紹各種原子鍵結方式(包括離子鍵、金屬鍵及共價鍵等)，進而說明晶體與非晶體的不同、及晶體的形成模式。
	8	能帶的出現與固體電性的關係	以定量方式描述在晶體中形成能帶的過程，討論能帶與固體電性的關係(包括導體、半導體及絕緣體間的能帶結構有何不同)
	9	半導體為什麼可以做出導體及絕緣體做不出來的元件	說明雜質在純淨半導體材料中對導電特性的影響，進而介紹 n 型半導體及 p 型半導體。
	10	半導體元件怎樣做出開關及放大訊號的功能	介紹基本半導體電子元件(包括二極體、二級電晶體、金氧半電晶體)及半導體光電元件(例如發光二極體及太陽電池)的工作原理。
	11	如何將半導體元件做到極小	介紹基本的半導體元件製作程序，解釋為何積體電路可以做到極小、以及為何積體電路製程要求極高的原物料純淨度及環境清潔度。
	12	第二次期中複習及評量	針對半導體材料、元件及製造等基本原理進行複習，並對學生學習成果進行評量。
	13	半導體工廠長什麼樣子	從半導體的製造流程、半導體工廠的介紹，談到半導體的供應鏈。
	14	高科技製造的重要性	經由介紹高科技製造對世界以及對台灣的重要性，談到高科技製造要怎麼管理？管理什麼？怎樣知道管理得好不好？
	15	半導體廠的製造管理在做什麼	半導體廠的製造管理是所有製造管理中最為精密複雜的，那麼，實際上是怎麼做的？
	16	資訊科技、人工智慧與物聯網在半導體製造的應用	介紹新興技術(如資訊科技、物聯網、人工智慧等)在半導體製造方面的應用。
	17	半導體相關產業的未來挑戰	介紹半導體相關產業的未來挑戰，所需要的人才，以及人才的職涯發展。
	18	期末複習及評量	針對半導體製造相關概念進行複習，並對學生學習成果進行評量。
學習評量	（由各申請開課學校填入）		
備註	本課程教材為國立陽明交通大學推動之「大學與高中合作線上學習」(UHCOOL)計畫的系列課程開發成果。主要內容由陽明交大及世界先進積體電路公司合作為高中多元選修或加深加廣學習所設計，並與由高雄中學、台南一中、嘉義高中、台中一中、新竹女中、新竹高中、科園實中、武陵高中、板橋高中及北一女中等校物理老師所組成的諮詢小組參與討論、提供意見。 課程的教材除講義外，另有約 20 小時由陽明交大精心製作的完整教學影音。上課方式可以採用更多元的混成式教學、翻轉式教學或自主式學習，也方便學生預習或複習，以提升學習興趣、效率及成果。陽明交大的老師將提供線上教學支援，例如在線上為高中教學老師提供教學建議或解答。若條件許可，大學老師也可以為採用教材的高中進行至少一次的線上直播或入校實體面授。		