

國立清華大學
出國交換生成果報告書



姓名	李欣恬
系所	材料科學與工程學系
學號	107031239
研修家及學校	德國 TU Dresden
研修系所	Organic and Molecular Electronics (Master program)
出國及返國日期	111年3月20日至111年7月28日(summer semester)
修讀學分總數	6堂課(五門專業課, 一門語言課), 約18學分
影片時間、標題及 連結網址:	https://youtu.be/VEIKaMNyDNg

一. 緣起

其實從高三放榜後起我就開始逛清大交換心得了，現在還清晰記得當初看著這些交換心得的悸動，也期許自己之後可以在大學期間出國交換，沒想到現在夢想成真，換成自己在打這個交換心得了，覺得一切好奇妙。當初就以德國為第一志願，沒有特別明確的原因，就是一個憧憬，覺得這是一個工程很強大，很多自然美景，很重視永續環保的國家，一直都很景仰。鎖定好國家後，選校時因為專題實驗室有許多學長姐都有來過 Dresden 而且都非常推薦，加上自己偏好非一線大城市的生活氛圍，所以先刪掉了慕尼黑與漢堡，剩下阿亨與 Dresden 有理工科系，阿亨又限碩士申請，因此就選擇了有德國矽谷之稱的 Dresden 作為第一志願。

二. 研修學校簡介

TU Dresden 是德國理工大學聯盟 TU9 (德國最重要的九所工業大學聯合) 成員之一。所在的城市 Dresden 以半導體業發達為聞名，許多半導體相關大廠，如 Infineon, GlobalFoundries, Applied Materials 等都有在這裡設立據點。校區很分散，但是 Dresden 的路面 DVB 電車與公車四通八達，基本上到哪裡都很方便，學校內也有許多國際學生，且各個校區都有 Mensa (學生餐廳)，辦理 emeal 卡之後就可以用學生優惠價格購買餐點。

我所修讀的 Organic and Molecular Electronics 是國際生的碩士學程，同學來自不同國家，人數也不會很多，幾乎都是小班制。有一些大課會和其他系所，如電子所等，一起上課。我在這裡遇到的教授都非常親民，沒有上對下的距離感，對學生都非常照顧。

三. 國外研修之課程學習(課內)

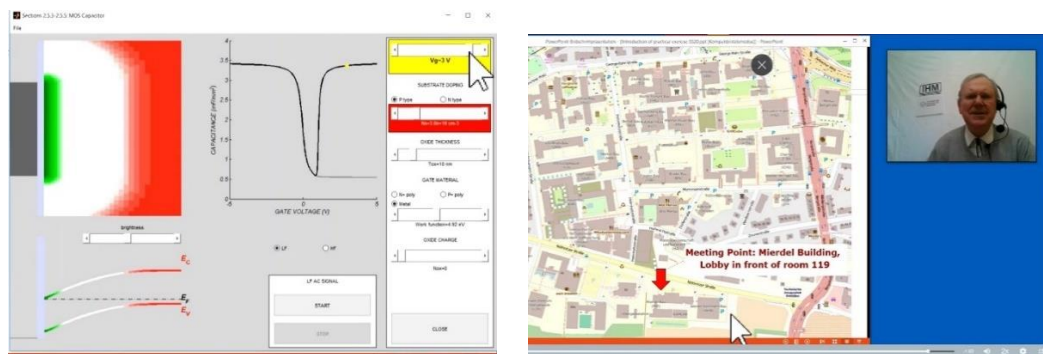
來交換時是我的大四下學期，我修讀的科系是 TU Dresden 的 Organic and Molecular Electronics (碩士學程)，內容偏向半導體相關的電子學。我在這裡的四個月修了五門專業課與一門德語課。之前問過這裡念書的碩士生，他們一學期大約是修六門專業課。以下介紹我修過的課程。

(1) Semiconductor Technology II

這一堂課是線上課，課程是去年預錄的，但約每隔兩至三周教授會有一次線上的 meeting 可以讓學生問問題。蠻推這堂課，我自己在清大沒有修過半導體製程，所以覺得在這堂課獲益良多，我上的是下學期的課，課程內容包含 MOS cap, Transistor, SRAM, Process Integration 等等；上學期則是 silicon, PVD, CVD, Photolithography, Oxidation 相關的半導體基本知識，這部分我是自己靠 google 補足的。教授教得非常用心，有很細心的在回覆學生的每個問題。理論上期末會是 120 分鐘的 written exam，約落在 8/1，然而

由於個人之後的學習規劃，有寫信詢問教授是否可以提早考試，所以我是 30 min 的 oral exam，有兩個教授會坐在你前方，詢問妳問題，要你在黑板上 illustrate，具體題目舉例包含 Field Effect Transistor 的 working principle，field oxide 與 gate oxide 之分別等，一考完會先要去出去教室，兩分鐘後他會討論一下就會通知你是否有 pass，很刺激。這是我人生第一次 oral exam，很特別的體驗。

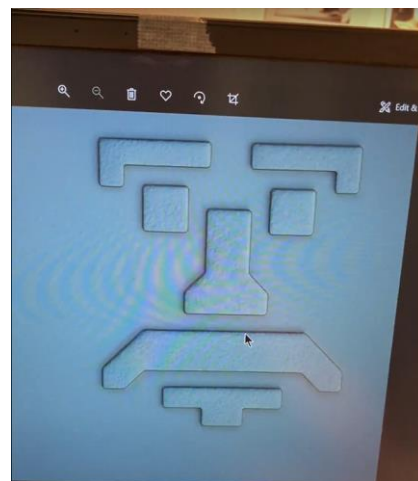
*可惜這一堂課的教授 Professor Johann Bartha 在我們這一屆是最後一屆，之後他就退休了，他真的教得很用心。



- 老師用 matlab 模擬來講解 MOS Capacitor 的 CV behavior

(2) Semiconductor Technology (Lab)

這堂是 Semiconductor Technology II 的實驗課，需要修習 Semiconductor Technology II 才可以參加。這堂課我也非常推！他有七種半導體製程的實驗，礙於帶課人手有限，上課時會由老師分組，每組同學會分配到兩至三種實驗，可以實體去參觀。上課時會穿整套無塵衣到學校的 clean room，並且依據不同無塵室，更換不同級別的無塵衣。實驗包含 CVD, RIE, Sputtering, Lithography, Pattern plating, Wet etch 等，對於在清大時，專題並非做半導體相關的我而言十分新奇。



- 分配到的實驗晶片
- 老師在晶片內藏的老爺爺的臉 (named “Big Brother”)

(3) Organic semiconductor

這堂課也蠻推的，老師講話很直白，淺顯易懂，上課講義不凌亂，有條有理。寫信詢問老師考試時程等問題老師也都很快就會回覆，感覺是個對學生蠻用心的好教授。內容主要是在說有機半導體的材料與應用，也會提到一些有機半導體和 OLED 的發光機制，如 Singlet 與 Triple excitation, Förster resonance energy transfer 等。如果在清大材料有上過林皓武老師的有機光電半導體的同學，基本上不用太擔心，許多基本觀念老師之前都有說過，對我而言相較半導體製程算是相對輕鬆的課程。期末是 90 min 的 written exam，可以帶一張 A4 手寫大抄，學期最後一個禮拜就會考試了，題目有好好準備都不算太深奧。

(4) Applied studies in organic electronics

這堂課的教授和 Organic semiconductor 是同一位，內容偏重於有機半導體的應用，期末是每人一篇 Paper 的 30 min 現場 presentation。上課時老師也會提到撰寫正式 paper 的要點，abstract、experimental section、scientific manuscript 如何撰寫等。如果還沒有撰寫過碩論或參與發 paper 流程的同學很推薦上這一堂課，因為可以學到一篇 paper 是如何形成的。老師蠻年輕的，講話很幽默，常用很 sarcastic 的方式來把一個重要的觀念帶給你，上課起來很舒服。

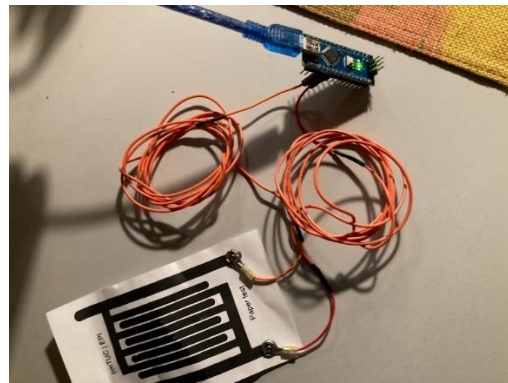
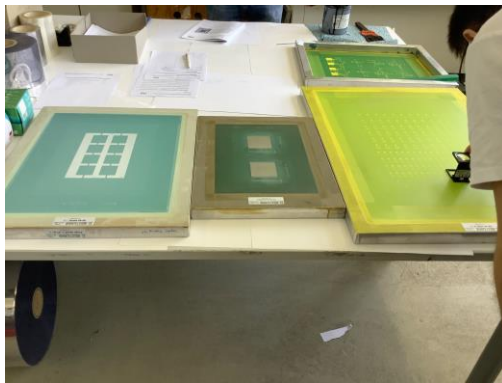


- 上課時傳閱的化學元素

(5) Printing technology

這堂課是 TU Dresden 和 TU Chemnitz 合開的課程。開學後老師會將預錄好的線上課程放到學校平台，觀看完之後在五月底左右會有實體的 tour 以

及以組別為單位的現場 final oral exam (約 50 min)，此外，結束參訪後也要一人交一份十多頁的結報，內容參照正式期刊的學術撰寫方式。實體的課程需要搭一個多小時的火車到鄰近的城鎮 Chemnitz 的電子印刷廠上課，課程中老師會帶你從 paper types, ink types, printing methods 來一一說起一個小小印刷紙片的製造過程。最後也會給你一個電路與印刷紙，要你回家用 Arduino 做濕度的測試，並且記錄數據，將結果分析寫在結報內。Final oral exam 的考試內容很細，建議參訪前要仔細看教授給的預報內容，教授會一直從小問題延伸到各種基本觀念，也會隨機點人回答，所以不可以有僥倖心態期待自己遇到超單隊友喔！好好準備，我覺得教授都不會太刁難，不用擔心 😊

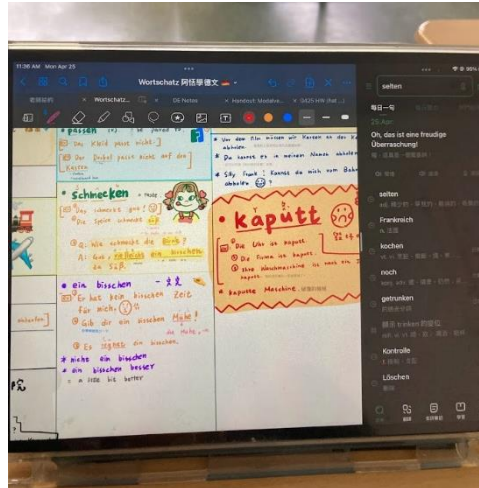


- Printing Technology – screen printing
- Arduino – Humidity measurement

(6) Deutsch course E3+4

記得開學時要提早一周選語言課！選課前會給你一個 test，題目十分詭異，很多專有名詞，像是歐盟法律和一堆地名。我另一個在台灣有上密集德語班的朋友考完也是一臉茫，所以不會寫不用灰心你不孤單。我最後考到的是 A2 左右的程度（我在清大有修過三學期的德語課），所以選擇了 E3+4 的 level。

要注意的是這裡老師上課都是用德文喔!! 包含所有指令，回家功課解說等都是德文，我開學第一周全班擠滿滿大約有 20 多個人，到接近學期末的幾堂課，全班每次上課人數不到 5 個人。我蠻喜歡最後小班級的上課方式，可以好好呼吸，上課的 tempo 也比較舒服。我蠻推薦先在台灣有一點德文基礎再過來上課，會吸收的比較快，老師在說話時也比較不慌張。（我很幸運遇到的老師偶爾會說一點點英文解釋我們聽不懂的指令，有聽說有其他班一句英文都不會說，全程德語進行）



■ 唸德文的手寫筆記

四. 國外研修之生活學習(課外)

在德國見證許多在台灣連但都沒煎過的朋友變成小當家，到後期還變出了滷雞腿、鹹酥雞等等臺灣料理。如果不是極致亞洲胃，很推薦試試看歐洲本土的食材，很多台灣很貴的進口食材這裡都很便宜，以下是一些超市簡略小 tips:

- 櫛瓜 (櫛瓜烘蛋、乾煎櫛瓜)
- 蘑菇 (乾煎灑點胡椒鹽和義式香料就是天堂了)
- 芝麻葉 (配上 mozzarella 和番茄超優)
- Vegan meat (起司豬排很好吃)
- 高麗菜記得買尖頭的才會像台灣高麗菜 (圓形的煮起來會很像橡膠)
- 歐洲豬肉腥味偏重，要衡量自己可否接受 (上網查好像是不放血的關係)
- 豬心豬肝雞心等內臟類非常便宜
- Milch rice 煮起來比較像台灣的米飯口感

記得下載 PAYBACK app，可以集點最後兌換現金。Netto 與 LIDL 是採購蔬果肉類的好朋友，離宿舍很近；REWE 品項很多，排列整齊乾淨，商品會稍貴但都還是學生可以負擔的範圍。每周二下午在宿舍附近的 Netto 會販賣烤雞。想寄明信片，Netto 附近也有一家郵局。



- 在 Dresden 自煮料理

此外可以把握在歐洲交換的時光，到周遭國家走走，開學後會拿到一張這個學期的假期表，可以及早安排交通與住宿。不愛旅遊的當然也可以好好的享受 Dresden 愜意的生活步調。我非常喜歡在 Dresden 居住的氛圍，真的是個很宜居的城市。



- 每周 ESN 會舉辦不同國家主題的 party

五. 研修之具體效益

- 紮實課程，收穫滿滿
- 清大沒有的實作課程，無塵室體驗
- 更清楚在德國留學與未來就業形式
- 了解歐洲產業聚落，幫助選擇碩士學校
- 認識不同國家的朋友
- 變得更加獨立，有能力處理各種問題

六. 感想與建議

先把要預約德協簽證的時段記在你的 google 行事曆上，或是貼在書桌前!!

「預約簽證時段」絕對是整個出國前置作業最重要的一環。有順利預約到那就平安無事，沒有預約到的話，你要每天早上六點起床刷系統不定期釋出的預約，這是十分荒謬且消耗心智的動作（德協不接受現場排隊預約，也不一定會通融看在你快開學讓你提早辦，有可能只會回覆罐頭信。簽證預約有釋出名額也不會公告網頁，你只能想到就上去刷刷看碰運氣。簽證辦理可能要一個月到兩個月不等，建議及早搜尋相關前置作業）。之後的簽證文件準備都不難，還有其他保險與限制提領帳戶有 expatrio 包辦都不算太繁瑣，上網查都有許多介紹。

這裡放上我當時參考很多之後，覺得最精華的網站：

- 德國簽證表格填寫：[Facebook](#)
- 公私保險&限制提領帳戶：[如何選擇德國簽證公私保險&限制提領帳戶 | 2021 比較/推薦 \(willstudy.tw\)](#)
- 入籍：[德國 Anmeldung 入籍教學 | 線上預約流程、需攜帶文件 \(willstudy.tw\)](#)

機票我是預定土耳其航空的學生機票到柏林（當時買約一萬五台幣，含 40 kg 託運），再搭乘 FlixBus 過去 Dresden。**住宿**的部分很推薦 Fritz 16，是個國際生宿舍，價格合理，設備也很優，離火車站走路 6 分鐘，門口就有 tram，非常宜居！因為各國人使用廚房的習慣不一，公共廚房到晚上會變得很髒亂，但是神奇的清潔阿姨或伯伯會在隔天早上八點變魔法般地把它們清潔的極度乾淨，還會神采奕奕地和你道 Guten Morgen（十分佩服）。**健身房**的話，TU Dresden 本身的健身房很小，偏向自由重量，而且可能要配合學校體育課使用時間，所以我後來是到外面找健身房，推薦 Fitness First（價格偏貴）以及 Fitness loft（後來才知道有這間，朋友非常推薦，價格很便宜，設備也不錯）。**電話卡**我是使用 ALDI Talk，剛開始使用 7.99 歐元 3G 可打電話的 combined package，後來改成 9.99 歐元的 5G 純數據網路（不能打電話），

到歐洲其他國家也可以使用，整體用下來沒遇到甚麼問題，下載 APP 可以加值也可以看到剩餘的數據流量，蠻方便。**旅遊**的話周遭的小鎮等等之前學長姊幾乎都有提到，這裡就不多說了。在 Dresden 校園內英文都可以通，但在學生餐廳或一般超市內英文是通常不通的，你對店員說英文他還是會回你德文，這個現象在 Dresden 很常見，不用覺得被冒犯或針對，畢竟我們是來到人家家鄉的外國人，理論上是我們應該要學當地的語言，他們沒有責任要和我們說英文。到了大城市如 Berlin 和 Munich 英文就比較普遍了。

另外還有推薦帶一些代表台灣特色的小伴手禮，首推小包純素米果，因為德國許多人是 vegan (蛋奶蜂蜜等動物製品都不碰)或是 vegetarian，純素米果非常安全牌不踩雷。另外我自己也有帶一些台灣手繪山景的明信片，最後離開前送給在這裡認識的好朋友，她們非常喜歡!

出發德國前，很推到 youtube 上搜尋「台灣家庭在德國」的影片，裡面有提到很多德國相關的生活小知識，很受用! 可以先從這支影片開始: <https://youtu.be/50wXlsgQESw>。像影片內最後說到的，來德國前請準備好良好的心態，你有請求可以大方的說，但同時記得別人永遠都有拒絕的權利。沒有人有義務要幫忙你，出國在外很多事情都要自己解決，包含最後的成績單領取，交換生註冊考試等等，這些都是要自行寫信去詢問的。



- 到德國朋友家煮台灣料理
- 學餐 (Mensa) 的外帶循環餐盒

最後非常感謝學校與系上的獎學金，讓我可以幾乎零負擔的出國交換，也讓我有機會體驗這一段美麗的交流時光，很滿足! 特別感謝馮薇學姊與鼎元學長在來德國前給了我許多有用的建議，謝謝曾心學姐在第一天晚上邀請我們到家裡吃了一頓溫馨的台灣味晚餐，也謝謝之前用心寫交換心得報告的

前輩們，希望這篇心得也能幫到接下來即將啟程 Dresden 的學生。謝謝在 Dresden 遇見的各位，這段交換的日子很開心且充實，之後絕對會想要再回來拜訪在 Dresden 的好友們 ☺