

壹、出國目的及緣由

配合二所八十九年經濟部軍民通用科技「機械業關鍵系統技術研究發展計畫」計畫中之「非連續塗佈」子項計畫需求，赴美國 CALEB 公司、n & k Technology 公司及 AEROTECH 公司等...三家公司，研討鋰電池、線性馬達、薄膜厚度量測技術並蒐集該三家公司最新之發展現況與資料，作為本所未來發展科專案之參考。

貳、公差心得

一、 高速化與高精確度是未來半導體製程設備的驅勢。半導體製程設備投資動輒數億甚至數百億美元，而電子零件的價格卻隨時間逐漸下跌，因此投資人已由以往僅要求高精確度的心態，逐漸轉變為高精確度為基本要求，生產速率才是考慮的重點，線性馬達的出現被認為是未來半導體製程速率提昇的重要突破，近年來已有部份半導體製程設備改用線性馬達以提高生產效率，線性馬達主要之特性為：

- 直接驅動、無背隙。
- 高加速度、大範圍操作速度。
- 提供高剛性、長行程。
- 經由迴授裝置，精度及重現性高，精度可達 $0.1\mu\text{m}$ 等級。
- 經過伺服控制，比導螺桿具有更高之剛性。
- 無磨擦、免維修。

因此如何應用線性馬達來開發製程設備，將成為未來的趨勢。

二、 和半導體有關的製程均和薄膜脫離不了關係，例如 IC 晶片的製造就是先在鈹晶片上鍍上 4-6 層，不同材質與

成份之薄膜，再用蝕刻的方式將需要之元件製造出來，目前手提電腦使用之液晶螢幕，其製程原理亦相同，可見薄膜量測技術在半導體產業的重要性，因此如何選用功能強大之薄膜量測設備，對於半導體廠商非常重要，一部優異之薄膜量測設備所需具備之功能如下：

- 精確度高
- 操作容易
- 資料庫要充足
- 要能夠同時量測 3 層以上之薄膜
- 量測面積要大
- 量測速度快

三、 薄膜製程非常多樣化（例如浸沾塗佈法、噴塗法、滾筒塗佈法、旋轉塗佈法、擠出塗佈法、網板印刷法等...）應用也非常廣泛，不同的塗佈法所獲得之薄膜，膜厚精度範圍亦不同，各種製程亦各有其不同之應用領域。

研發人員選擇塗佈方式所必須考量之重點為：

- 產品之厚度
- 精度需求
- 生產環境需求(真空或低濕)
- 生產速率需求

. 塗佈原料之特性

如何選擇最經濟與快速的方式，製造出符合精度要求的產品是研發人員的責任。

四、參訪 CALEB 公司之所見與心得：

CALEB 公司是一鋰電池研究與發展公司，一般鋰電池是使用液態鋰離子溶液為原料製造鋰電池，由於鋰離子在一般環境下容易潮解，並釋放出有毒之氣體，因此必須將鋰離子密封在金屬外殼中，CALEB 公司使用固態鋰離子化合物為原料製造鋰電池，因此其製造程序與我們使用之方法類似，先以塗佈方式製造一片片固態鋰離子化合物片，再堆疊成鋰電池。

由 CALEB 公司所提供之電池性能測試資料（參考附件一）及和研發人員討論結果顯示，CALEB 公司所研發之鋰電池其性能比現在商品化之鋰電池性能更佳，電流密度更大是未來的明日之星。

然而實際參觀該公司之研發與試產實驗室，發現目前該公司所面臨之困擾為產品良率不高的問題，導致已完成研發，樣品測試性能也非常優異，卻遲遲無法量產上市之主要因素。

經與 CALEB 公司研發部經理討論，造成產品良率不高的主要原因為供電電流不穩定，容易造成鋰電池燒毀，分析原因可能是鋰離子化合物薄膜厚度不均勻，造成電流容易往厚度較小、電阻值較低的區域集中，造成瞬間電流過大而將電池燒毀。

我們亦將目前所研發之薄膜塗佈設備規格，與 CALEB 公司研發部經理討論及交換意見，CALEB 公司研發部經理對我們所發展

之塗佈設備非常感興趣，並希望完成後能夠優先試用，用於生產鋰電池。

五、參訪 n & k Technology 公司之所見與心得：

n & k Technology, Inc. 是專業生產量測鍍膜厚度儀器設備之公司，鍍膜厚度量測系利用不同成份與厚度之薄膜其反射係數、穿透係數與繞射角的差異，利用此差異即可量測不同薄膜之厚度。

n & k Technology, Inc. 研究此方面之技術多年，對目前市面上常用之塗佈材料已建立完整之資料庫，因此量測準確性非常高，本次公差至該公司參訪，該公司研發部經理先對膜厚度量測技術做一深入淺出之說明（幻燈片內容詳如附件二）。

現場工程師先將 1512RT 型號之膜厚度量測儀的操作程序做一簡單的介紹，然後由陳瑞宗及蕭俊誠實際操作，n & k Technology 公司在這套軟體果然下了不少功夫，大部份的操作簡單易學，一會兒功夫我們都會執行使用前校正及做簡單的量測工作，1512RT 型號之膜厚度量測儀具有大面積之吸盤（這個吸盤設計非常輕巧，和我們所研發之薄膜塗佈機上固定玻璃基板的吸盤類似，不過 n & k Technology 公司設計較為輕巧方便）可以量測 40*40cm 以上之工件，比較陳瑞宗及蕭俊誠對同一薄膜實際測試結果，兩次測試結果非常接近，顯示該膜厚度量測儀重覆精度非常優異（測試結果詳如附件三）。

我們同時也參觀該公司之生產線，研發部經理為我們介紹不

同應用範圍之其他型號之量測儀，其中最引人注意的是，n & k Technology 公司正在發展的線上模厚檢驗系統，型號為 n & k Analyzer 3000 (參考附件四)，研發部經理私下表示，提高良品率是目前各半導體廠的首要目標，所以該機種雖然尚在研發階段就已經有好幾部訂單。

六、參訪 AEROTECH 公司之所見與心得：

速化高精確度是目前半導體製程的重要需求，如何在最短時間內開發出合乎性能要求的設備，零組件的選用相形下就顯得非常重要。

AEROTECH 公司是一典型之自動化設備生產工廠，我們向營業部經理說明我們希望了解線性馬達、伺服器及控制軟體等相關產品及規格，營業部經理立即安排不同的部門經理向我們說明。

線性馬達是我們此行的重點，線性馬達部門經理向我們介紹 AEROTECH 公司線性馬達規格(參考附件五)，並依據我們目前的需求，幫我們搭配適當之機型，討論中我們也提及目前我們安裝所遭遇的卡機問題，線性馬達部門經理表示，安裝這種高精度的移動系統，須要利用高精度的雷射干涉儀及豐富的安裝經驗，否則卡機是常見的問題，建議我們採用該公司 ABL8000 Linear Air Bearing Stages (參考附件六)，該系統出貨前已經在工廠調整好，可以節省調校的問題。

到達伺服器部門，部門經理已經在等我們，部門經理先對 AEROTECH 公司所生產的伺服器做一簡單的介紹，同時帶領我們參觀生產工廠，途中聊天時談到該部門主要生產控制線路板，我們告訴他目前臺灣是線路板生產王國，委託臺灣生產一定可

以節省一半已上的成本，之後我們又和部門經理討論介面問題，應該可以和目前使用的系統配合。

最後我們參觀控制軟體部門，AEROTECH 公司有自行發展之控制軟體也可以和一些常用之控制軟體聯結，由於我們目前已使用 LabVIEW 為控制軟體，不適合再使用其他軟體徒增介面問題，AEROTECH 公司之伺服器有提供 LabVIEW 軟體的驅動程式，已符合我們的需求。

AEROTECH 公司所發展之線性馬達、空氣軸承、伺服器及控制軟體，已經模組化所以使用該公司之零組件來建立生產系統非常方便，可以有效降低生產設備之研發時程。

參、效益分析

綜合此次參訪行程，可以看出半導體產業設備未來發展方向，近年來部份零組件均有模組化驅勢，且搭配電腦軟體的發展易學易用已是不可避免的驅勢，此次為經濟部科專案的訪廠行動中，所得到的效益有：

- 一、n & k Technology 公司發展之測試軟體操作簡單容易學習、測試設備精確度高準確性好、大面積之吸盤設計非常輕巧、了解客戶的需求發展線上檢驗系統協助半導體廠商提高良率；這些觀念都值得我們學習。
- 二、AEROTECH 公司所發展之線性馬達、空氣軸承、伺服器及控制軟體，已經模組化設計，所以使用該公司之零組件來設計與建立生產系統非常方便，而且可以有效降低研發時程；值得我們參考。
- 四、CALEB 公司所研發之鋰電池其性能比現在商品化之鋰電池性能更佳，電流密度更大是未來的明日之星。從參訪中我們亦體會到目前薄膜塗佈計畫，所開發之塗佈技術不僅可用於生產液晶螢幕，此種技術亦可用於生產鋰電池等...相關產品；這種結果對我們研發人員有正面之激勵作用。

肆、國外工作日程表

項次	日期	地點	交往接觸人士及機關 (外文名及譯名)			洽談內容紀要	
			姓名	國籍	性別		地址
1.	10/20	美國 洛杉磯	Thomas S. Lin Raffaele La Ferla	美國 美國	男 男	23935 Madison Street Torrance, CA 90505	·由 Raffaele 研發部經理介紹 CALEB 公司所研發之鋰電池特性。 ·參觀 CALEB 公司之研發實驗室。
2.	10/21- 10/22	美國	行程				
3.	10/23	美國 聖何西	Tracy L. Scott John C. Lam	美國 美國	男 男	3150 De La Cruz Boulevard Santa Clara, California	·由 n&k 公司工程師 John 介紹膜厚量測基本原理。 ·業務經理 Tracy 先生帶領參觀研發與製造部門。
4.	10/24	美國	行程				
5.	10/25	美國 匹次堡	Albert P. Ciez Tom Markel	美國 美國	男 男	101 Zeta Drive, Pittsburgh, PA 15238-2897	·AEROTECH 公司線性馬達部門經理 Tom 先生為我們介紹及討論線性馬達規格。 ·系統整合部門經理 Albert 先生為我們介紹控制器及軟體架構。

伍、社交活動

- 一、在參訪聖荷西時，有機會和蕭俊誠先生的侄子 MICHAEL CHIU 餐敘，MICHAEL CHIU 先生在 CBM SYSTEMS INC 上班，CBM SYSTEMS INC 以生產工作站（SUN）等...高速電腦聞名，從訪談中我們也了解國外電腦發展的趨勢。
- 二、再洛杉磯停留期間，亦順路拜訪陳瑞中先生的高中同學，兩人 20 多年未見面，竟在國外相聚，感覺非常興奮。

陸、建議事項

- 一、目前我們安裝塗佈機遭遇到卡機的問題，據了解，安裝這種高精度的移動系統，需要利用高精度的雷射干涉儀及具備豐富的安裝經驗，目前我們尚無這方面之能力與設備，建議直接應用現成調校完成之組件，以節省研發的時程。
- 二、為提高產品的良率，將膜厚度量測技術導入半導體生產製程中，已是未來半導體製程設備發展的趨勢；本研究計畫內許多結果也需要膜厚度量測技術來驗證，因此及早投入適當人力研究膜厚度量測技術，對後續本院在半導體製程設備之研發應該有非常大之助益。

附件

附件一：鋰電池性能測試資料。

附件二：膜厚度量測原理

附件三：1512RT 型號之膜厚度量測儀測試結果

附件四：Analyzer 3000 膜厚度量測儀

附件五：AEROTECH 公司線性馬達規格

附件六：ABL8000 附空氣軸承之移動平台規格