

九十四學年南台科技大學機械工程系實務專題製作報告

題目 TEM 試片製作

指導老師：王聖璋 ()

參與學生：陳瑩隆 四技奈米四甲 19314014

張育精 四技奈米四甲 19314020

陳昶佑 四技奈米四甲 19314021

一、前言

我們選 TEM 試片的製作做為我們的專題是因為學校本身就有 TEM 可以做為我們對材料的分析，學校的相關設備也相當齊全有助於我們專題的製作，另一方面由於我們奈米組是有關於材料方面的研究，所以做 TEM 試片也可以助長我們奈米方面的知識，也可以讓我們藉助 TEM 的觀察更加的了解材料的組織跟特性，及奈米級所具有的特性。

另一方面是 TEM 的試片製作是非常不容易的，其製作過程需經過許多過程，希望能經由親自製作的過程理解其過程為什麼要經過這麼多道的手續，並能透過實際的製作去瞭解並探討如何將過程簡化，也能製作出試片來。

二、計畫緣由與目的

由於 TEM 是一種檢測奈米級物體的設備所以檢測的試片也相對的難以製作，在製作時試片的厚度也必須相當的薄，也由於試片的形狀並不是一模一樣，而是有長的、短的、片狀、塊狀、粉末狀等各種形狀，因此在製作時必須在加以加工，而材料的形狀各不相同所以製作加工也不相同，對於 TEM 來說檢測的組織相當的微小所以在材料初期的加工對後來檢測的成功與否相對的非常重要，因此在材料的初期加工方式就變的相關重要，雖然我們在本校讀的科目是奈米組但對於相關的學科，我們所學的也只是課本上的知識，對於動手去做有關 TEM 方面的檢測並沒有實際的操作經驗，經過我們的專題，實際去操作並學習有關於試片方面的知識對我們來說是一個不錯的經驗。

三、實驗方法及步驟:

由於試片的形狀都不相同，所以我們首先要針對我們想要製作的試片是怎樣的材料，再來決定我們作法。因為試片製作的種類有不同的形狀所以依照材料分類下去介紹。

首先我們一開始做的是塊狀的材料，塊狀材料我們使用的是陶瓷電容做我們的試片的製作。剛開始製作塊狀試片，我們決定以兩種方式製作。

第一種方式由於陶瓷電容是一小塊的，要用於 TEM 必須是大塊並能方便做成試片，所以我們打算用電鍍把電容鍍成一大塊，以下就是電鍍的步驟：

- (1)調電鍍液，做成硫酸銅溶液。
- (2)設定電鍍的電壓及電流。
- (3)開始電鍍，時間為四小時
- (4)電鍍結束，看電鍍成果。

第二種方式為比較簡便的方法就是直接研磨成試片，步驟為：

- (1)將電容黏在載玻片片上。
- (2)開始研磨一開始用較粗的砂紙磨。
- (3)研磨到一定的程度再取下來，換另一邊磨。
- (4)研磨到小於 5 條後取下。
- (5)清洗後用超因波震盪。

第二種試片是矽晶圓的微小組織觀察，由於矽是一大塊薄薄的一片，所以不用再經過其他加工的過程做成一大塊，我

們直接將其黏在載玻片上，進行研磨因為矽晶圓磨到薄片狀時容易脆裂所以在研磨時要非常小心如果裂開會變的太小塊而沒辦法做成試片，因此在一開始研磨時要將矽晶圓切成大塊狀的在黏在載玻片上，研磨時便會一直裂開磨到我們想要的厚度十矽晶圓也會裂成我們所需的大小，如果還太大時直接將矽切成想要的大小。

第三種試片是粉末狀的試片，一開始由於要將粉末做成試片有一定的難度，一開始想說要做成片狀但不知要怎麼黏在銅片上，經過討論後覺得以 G1 膠做成圓柱狀在加以研磨應該可行，因此就開始製作的過程，首先要把 G1 膠跟粉末調在一起，要做成圓柱狀必須要有一個模子，我們將鋁片切割成條狀在用原子筆捲成一個圓圈圈狀，在將調好的 G1 膠跟粉末到進模子內，最後加熱使 G1 膠凝固，最後再把模子取下就成為試片。

在所有的試片完成後再來就是要經過後續的手續，這在所有的 TEM 上都要經過這道手續才可以使用的在 TEM 顯微鏡上，因為經過研磨而成的試片無法研磨到 TEM 顯微鏡所能看到的範圍，要小到可以讓 TEM 足以穿透，因此所有的試片還要經過幾道手續才可以真正完成。

現在我要介紹的是在 TEM 試片完成後還要經過的手續，首先我們要將試片做成 3

mm 的大小，因為這樣的尺寸才可以放進 TEM，再來就是調 G1 膠將試片黏貼在銅環上，在進行加熱等十五分鐘後就可以拿下來，但要注意不要讓 G1 膠黏在加熱器上，要不然會使試片壞掉才拿的下來，加熱黏住後取下便可以離子打薄。

離子打薄是用離子打薄機下去打，因為研磨的試片雖然厚度跟大小都可以了，但是對於 TEM 來說還是太厚了，所以要打薄，打薄時試片要打到有破洞後在以小角度的下去修飾，就算完成了，最後就可以拿去看 TEM。

四、結果與討論

這次專題，我們找了許多資料也做了許多報告，在我們找的資料中有許多對於我們所做的專題提供了非常有用的資訊，這次專題所得到的結果我以試片的不同一一介紹，第一塊狀材料雖然試片直接研磨比用電鍍來的節省時間跟花費，雖然電鍍的方法沒有成功但是電鍍確實是一個不錯的方法如果成功對於 TEM 來說是個不錯的選擇，最後用研磨的方式對試片來說是比較不好的在製作的過程中人為的因素佔太大，也較容易造成試片的污然，第二種材料算是最難磨的，矽晶太硬了導致研磨容易裂開，因此在研磨過程必須非常注意以免裂的太小塊，而無法使用。第三種粉末用 G1 膠黏做成的試品，一開始加熱的時候

要注意 G1 膠會膨脹導致行成中空，所以在加熱時要將 G1 膠蓋上。

試片雖然全部完成但是在製作的過程中可以知道要製作 TEM 的試片真的要經過多道的手續以及過程，試片的製作真的很不容易，也因為 TEM 的特性就算試片完成度很高也不一定可以觀測到試片的組織跟成份，在我們做的試片中有些試片對於 TEM 來說還是太過於厚，就算經過離子打薄打到洞出現，因此能做出便於觀測及簡化試片的過程對於製做試片將有很大的幫助。

五、計畫成果自評

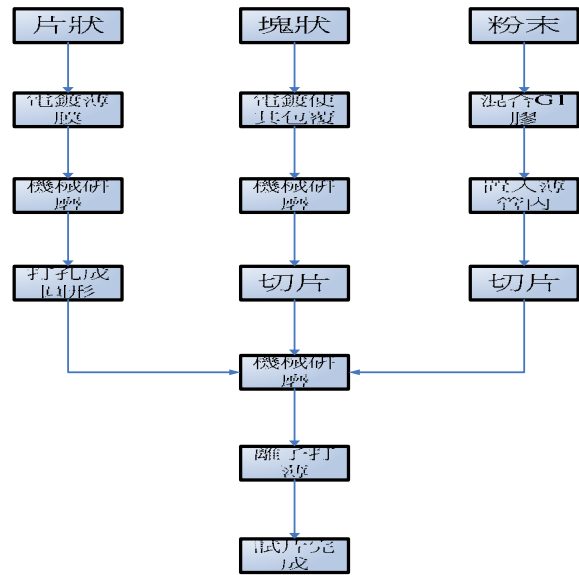
對於這次所做的專題我覺得是個不錯的經驗，因為我們是學材料的但是對於試片的準備根本沒有經驗，也不知道試片對於 TEM 這樣的觀測儀器有什麼重要的，在這次的專題上不只有實際的操作儀器，在試片的製作過程也有詳盡的去了解試片的製作過程，一開始以為試片的製作非常的容易以及簡單，但在實際的製作過程中才慢慢的發現並不是如此的容易的，要考慮到很多的因素不是做的出來就一定可以看到組織跟成分的，過程中還要決定用哪種方式適合那種試片的製作以及過程中有哪些因素要特別去注意的才不會造成試片形成污染或對試片造成變化而無法成為我們想要的試片，雖然專題只是普通的試片製

作但是卻可以學到很多不同於書本上相關的知識跟實做經驗。

六、參考文獻

- [1] *Metallography and Microstructures*, Metal Handbook, 9th edition, Am. Soc. Metal, (1985)
- [2] P. Hirsch, *Electron microscopy of thin crystals*, Robert E. Krieger Pub. Co., N. Y.(1977)
- [3] TEM specimen preparation of materials by ion milling, TEM specimen preparation workshop by Gatan, Nov. 1991, Taipei, Taiwan
- [4] I. M. Watt, *The principles and practice of electron microscopy*, Cambridge Univ. Press, 1985
- [5] C. Chan (陳慶宗) et al., MRS Spring Meeting 1990
- [6] 王立銘, 臺大材料所碩士論文 (1994)

七、圖表彙整



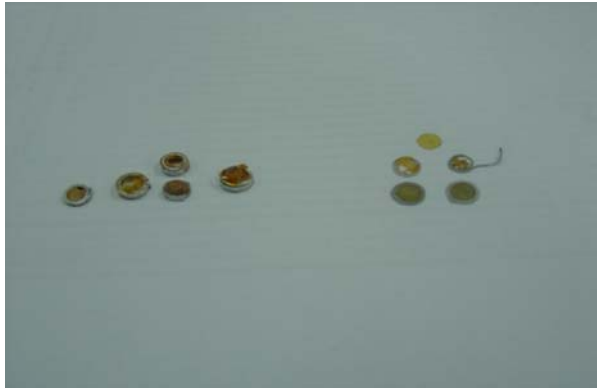
圖一 試片製作流程



圖二 塊狀試片



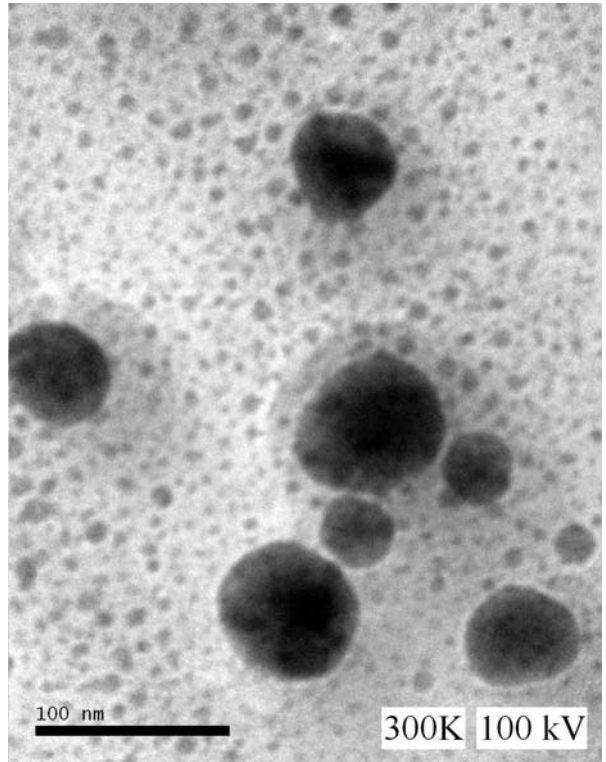
圖三 研磨好的矽晶



圖四 做好的粉末



圖五 學校的離子打薄機



圖六 用 TEM 照的中介孔耐米粉末

表 49、學生實務專題意見調查表（學生問卷）

基本資料

1. 指導老師： 王聖璋
2. 開課班級： 四技
3. 小組成員： 陳瑩隆 張育精 陳昶佑
4. 修課學期： 94.1

<p>學生實務專題意見調查，填答說明：</p> <p>您是否同意在經過一學年的「學生實務專題」課程後，能達成以下教學目標？</p>	<p>學生意見 (「是」請填 1,「否」請填 0)</p>
1.1a 是否應用機械工程與科技背景的基本知識?	1
1.1b 是否從中獲得未來終身學習的基礎?	1
1.2a 是否使用電腦及電腦相關之設備?	0
1.2b 是否自行撰寫程式?	0
1.3a 是否獲得設計與實作經驗?	1
1.3b 是否做專業資料搜尋?	1
1.3c 是否應用到數據分析、推導與演繹的能力?	0
2.1 是否從中獲得計畫、評估以及執行工程分析之能力?	1
2.2a 是否有提昇口頭及示範能力?	1
2.2b 是否有提昇書面報告能力?	1
2.3a 是否從中建立專業責任?	1
2.3b 是否從中建立職業倫理之觀念?	1
2.4a 是否應用到跨領域知識?	1
2.4b 是否有良好團隊合作關係?	1
2.4c 是否展現創新能力?	1
3.1a 是否有助於了解你在當代社會應扮演的工程角色?	1
3.1b 是否有助於提昇適應社會環境變遷之能力?	1

3.2	是否有將文化、藝術或人文素養融合專題製作中?	0
3.3	是否有參考到以外語撰寫之相關資料?	0
3.4	本專題實作經驗是否可成為終身學習的工具?	1

表 50、學生實務專題意見調查表（指導老師問卷）

基本資料

1. 指導老師： 王聖璋
2. 開課班級： 四技
3. 小組成員： 陳瑩隆 張育精 陳昶佑
4. 修課學期： 94.1

<p>學生實務專題意見調查，填答說明：</p> <p>您是否同意在經過一學年的「學生實務專題」課程後，能達成以下教學目標？</p>	<p>指導老師意見 (「是」請填 1,「否」請填 0)</p>
1.1a 是否應用機械工程與科技背景的基本知識?	
1.1b 是否從中獲得未來終身學習的基礎?	
1.2a 是否使用電腦及電腦相關之設備?	
1.2b 是否自行撰寫程式?	
1.3a 是否獲得設計與實作經驗?	
1.3b 是否做專業資料搜尋?	
1.3c 是否應用到數據分析、推導與演繹的能力?	
2.1 是否從中獲得計畫、評估以及執行工程分析之能力?	
2.2a 是否有提昇口頭及示範能力?	
2.2b 是否有提昇書面報告能力?	
2.3a 是否從中建立專業責任?	
2.3b 是否從中建立職業倫理之觀念?	
2.4a 是否應用到跨領域知識?	
2.4b 是否有良好團隊合作關係?	
2.4c 是否展現創新能力?	
3.1a 是否有助於了解你在當代社會應扮演的工程角色?	
3.1b 是否有助於提昇適應社會環境變遷之能力?	

3.2	是否有將文化、藝術或人文素養融合專題製作中?	
3.3	是否有參考到以外語撰寫之相關資料?	
3.4	本專題實作經驗是否可成為終身學習的工具?	

指導老師：王聖璋 題目 TEM 試片製作

參與學生：陳瑩隆 四技奈米四甲 19314014

張育精 四技奈米四甲 19314020

陳昶佑 四技奈米四甲 19314021

附件一

實務專題協力單位資料表¹

協力單位名稱	聯絡人	電話	地址	可協助加工項目	備註

¹協力單位可以是校外加工廠家，或是校內各院系實習工廠和實驗室。備註欄可註記意願、能力程度等。

附件二

零組件/材料/工具供應店家資料表²

店家名稱	聯絡人	電話	地址	可提供零組件/ 材料/工具項目	備註

--	--	--	--	--	--

²指可提供各種機械零組件、電子元件、控制元件、馬達、五金材料、組裝工具等店家。

備註欄可註記取得經驗、是否物美價廉等。若表格不足，請自行加頁。