

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 微米級條紋式塗佈之可行性研究(2/2)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2214-E-007-006-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立清華大學化學工程學系(所)

計畫主持人：汪上曉

共同主持人：黃瑞星

計畫參與人員：方聰偉

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 30 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 微米級條紋式塗佈之可行性研究1/2

### FEASIBILITY STUDY OF MICRON SCALE STRIPE COATING 1/2

計畫編號：NSC 90-2214-E-007-014

執行期限：90年8月1日至91年7月30日

主持人：汪上曉 國立清華大學化學工程學系

共同主持人：黃瑞星 國立清華大學電機工程學系

共同主持人：劉大傑 中華先進塗佈有限公司

執行單位：國立清華大學化學工程學系

#### 中文摘要

#### 關鍵詞:條紋式塗佈

本研究的構想是利用微機電系統的製作方式製作微小化之 ABAB 條紋式左右共擠壓模具，探討以塗佈方式產生微米級條紋狀結構的可行性。在第一年研究中，我們完成了(1)普通 ABAB 條紋式共擠壓塗佈視窗之測定，發現如果使用相同之塗液，ABAB 條紋式共擠壓所得之最小濕膜厚會遠比單層擠壓塗佈之最小濕膜厚來得小；(2) 設計及試作以微機電乾濕蝕刻方式製備之微型 ABAB 條紋式共擠壓模具之夾片，從初步研究結果看來，此一方法基本構想雖屬可行，然而微機電系統製作之良率尚待提高。目前正在做一連串的塗佈系統組裝測試。未來我們除探討此一模具之設計及塗佈行為外，將探討以電化學方法改善夾片製作的過程。

#### ABSTRACT

*Keywords: micro-stripe coating*

The objective of this project is to investigate to produce micron-scale ABAB stripe using coextrusion (stripe) coating by creating a die-slit using micro-electrical-mechanical system (MEMS) technology. In the first year, we have investigated the coating window of stripe coating and completed the preparation of a prototype die-slit. We found that if the same coating solution is used, the wet film thickness obtained by stripe coating is much thinner than that of single layer coating. A prototype die-slit was prepared using dry and wet etching. While it is possible to prepare such a die, it is difficult to obtain a perfect mask. We are currently assembling and testing the coater system. In the future, we shall investigate coating behavior of the system and how the preparation of the die-slit could be improved using electrochemical techniques.

#### 1. 結論

彩色平面顯示器(Flat Panel Display)已逐漸成為顯示器的主流；目前日本、韓國及台灣已成為 TFT 液晶平面顯示器的三大主要生產基地，預估在公元 2001 年台灣三代以上的大型 TFT 液晶平面顯示器的產能可達 22 萬平方公尺<sup>1</sup>。2000 年全球之總產值約 2 兆日圓(~20 Billions USD) 並以年增率 20% 成長；其中台灣可佔 25~30%。

全彩有機發光元件可分為三色發光層結構及色變化結構及彩色濾光片三種，其中又以彩色濾光片最為普遍。無論那一種都需三原色結構，因此如果能改善三原色結構的製作，將是改進全彩有機發光元件的重要突破。以彩色濾光片為例，製作有染色、顏料分散、印刷、電著及遮罩蒸鍍等方法<sup>2</sup>，所需工藝均需分次將三原色材料固定在基材上，因此必須重複相同的步驟多次，導致成本增加；此外在塗佈過程使用多為旋轉式塗佈，此種方式為批式作業，費時費工亦浪費塗液。

在塗佈加工中，擠壓式塗佈的精確程度高，又能有效利用塗液，因此常被應用來生產薄膜或薄片類的產品。本研究室近年來對擠壓式塗佈深入的研究：例如李國陽<sup>3</sup>分析了擠壓式塗佈的可操作視窗，甯正宇<sup>4</sup>研究了高分子添加劑對擠壓式塗佈流動之影

<sup>1</sup> 朝倉博史，2000：【平面顯示器年鑑】PART 1-3: 動向；日經 BP 社出版、成環技術叢書【平面顯示器技術及未來趨勢 2000】翻譯

<sup>2</sup> “液晶顯示器週邊材料專題調查” 工業技術研究院報告 ITRIMR-151-S310(85)

<sup>3</sup> 李國陽：“擠壓式塗佈工程之研究” 國立清華大學博士論文 (1990)，Lee K. Y., L. D. Liu and T. J. Liu: “Minimum Wet Thickness in Extrusion Slot Coating”, *Chem. Eng. Sci.*, **47**, 1703 (1992).

<sup>4</sup> 甯正宇：“高分子添加劑對擠壓式塗佈流動之影響”，國立清華大學化學工程研究所碩士論文 (1995) Ning C. Y., C. C. Tsai

響，楊之光<sup>5</sup>分析了非控制連續式塗佈前沿缺憾的主要機制等等。

喻雲威<sup>6</sup>分析了擠壓式模具內複雜流場並設計出可形成 ABAB 條紋式塗膜(圖 1) 的模具，在原理上將 ABAB 條紋式共擠壓模具設計擴展到 RGB 三原色條狀結構並不困難，問題如何將條紋微小化至全彩有機發光元件三原色條狀結構之大小(約 10 $\mu$ m)。本研究的構想是利用微機電系統的製作方式製作微小化之 ABAB 條紋式左右共擠壓模具，探討以討論塗佈方式產生的 RGB 三原色條紋狀結構的可行性。如此一方法可行，將使彩色濾光片及平面顯示器之生產有重大改變。

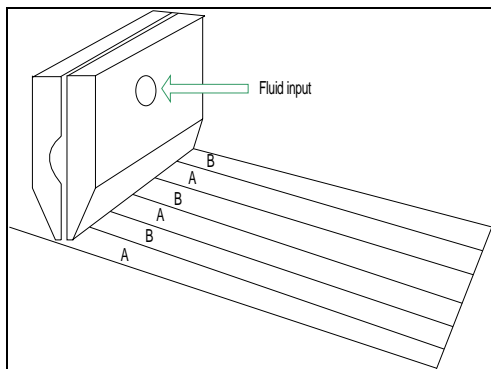


圖 1：ABAB 型塗佈

本計劃第一年預訂完成之主要項目為：普通 ABAB 條紋式共擠壓塗佈視窗之測定及微型 ABAB 條紋式共擠壓模具之試行製作。

## 2. 普通 ABAB 條紋式共擠壓塗佈視窗之測定

喻雲威<sup>6</sup>分析了擠壓式模具內複雜流場、設計出可形成 ABAB 條紋式塗膜的模具、並實際製作了一個模具及測試了其可行性；然而他沒有詳細分析 ABAB 條紋式共擠壓塗佈視窗與普通單層塗佈視窗的差異。因此我們首先以性質相同之塗液，進行 ABAB 條紋式共擠壓塗佈實驗，實驗的過程與林庭瑜<sup>7</sup>探討單層塗佈視窗的方法相同。結果所得之最小濕膜厚會遠比單層擠壓塗佈之最小濕膜厚來得小(圖 2)；由於這是文獻上首次獲得的數據，目前沒有確定的解釋，我們祇能大概地猜想塗佈缺陷的產生是由於橫向流場不穩定，使用條紋式塗佈反而限制了橫向不穩定性之發展，故此塗佈視窗會擴大。

and T. J. Liu: "The Effect of Polymer Additives on Extrusion Slot Coating", *Chem. Eng. Sci.*, **51**, 3289 (1996).

<sup>5</sup> Yang, C.K., D.S.H. Wong and T.J.Liu: "An Experimental Study on Discrete Patch Coating", *Industrial Coating Research*, to appear 2000, also presented in the 10<sup>th</sup> ICST Symposium, September 2000

<sup>6</sup> 喻雲威: "擠壓式模具內複雜流動之分析" 國立清華大學化學工程研究所碩士論文 (1998)

<sup>7</sup> 林庭瑜: "高黏度塗佈液塗佈視窗之測定與分析", 國立清華大學化學工程研究所碩士論文 (1998)

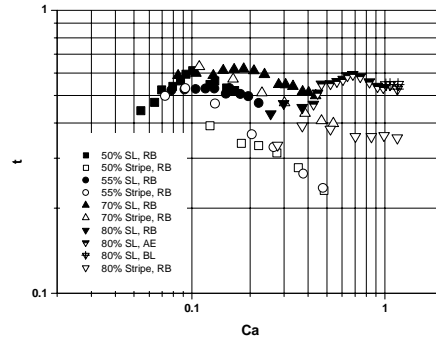


圖 2：條紋式塗佈視窗

## 3. 微型 ABAB 條紋式共擠壓模具之製作

### 3.1 微機電製造

傳統模具設計都是以不銹鋼為材料，以機械加工來達到所需之規格。本研究採用矽晶圓為材料，以晶圓加工製程製作模具，其中主要包括設計及製作適用之光罩、顯影及蝕刻等<sup>8</sup>。其中光罩是由交通大學的半導體中心製做，而顯影蝕刻則是由清華大學的中區微機電中心製做。

蝕刻的方法有濕蝕刻(Wet Etching)及乾蝕刻(Dry Etching)。濕蝕刻之化學反應屬於液相與固相的反應。對於矽基材，可使用硝酸(Nitric Acid)與氫氟酸(Hydrofluoric Acid)的混合溶液來進行反應。濕蝕刻的優點是製做成本較低，且蝕刻的條件比較不受限制，例如可將基材蝕穿；但由於矽晶體結構的限制，濕蝕刻有固定的方向性，如我們經常使用的 n-type 100 平面的晶片，蝕刻所得斜面的角度固定為 54.7° (如圖 3)。乾蝕刻是以電漿而非溶液來進行蝕刻，因不涉及溶液，故稱之為乾蝕刻。乾蝕刻最主要的優點是可以進行指定之非等向蝕刻如垂直蝕刻(圖 4)。此種非等向性蝕刻主要是利用粒子轟擊的物理現象來進行，粒子會同時對基材及光阻進行蝕刻，圖案轉移的精確性可能較差。

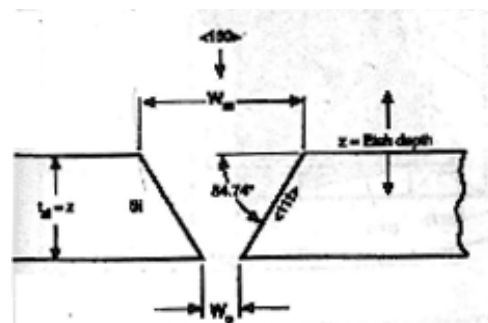


圖 3：濕蝕刻的方向性

<sup>8</sup> 莊達人: "VLSI 製造技術"; 高立:台北縣 2001

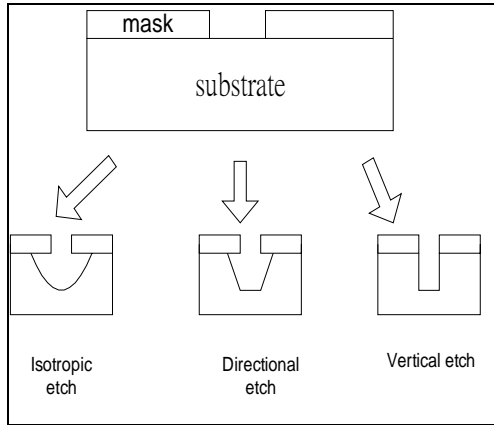


圖 4: 乾蝕刻的方向性

### 3.2 模具設計

根據喻雲威<sup>6</sup>提出的模具夾片設計及乾濕蝕刻的特性的我們設計以下之微米級條紋式塗佈模具夾片。圖 5 及圖 6 所示為夾片正反兩面之俯視圖，夾片大小為 6 公分 x 6 公分(因為晶圓大小為 4 吋)，中間下方黑色部份為流道，正面有長短流道各 150 條，長流道長 1.5 公分，短流道長為 1 公分(圖 5)。反面的流道皆為 1 公分長，共 150 條，在末端有一洞空通往正面，與正面之短流道相接(圖 6)。圖 7、圖 8、及圖 9 分別代表三個不同位置的剖面圖。圖 7 為流道出口之剖面圖，即圖 5 中位置 C 的剖面圖，0.4 毫米(即 400 微米)為晶圓厚度，流道的寬與高皆為 100 微米，而流道間距為 30 微米。圖 8 是洞口處的剖面圖，即圖 5 中位置 B 的剖面圖，在微機電製程中，因無法用乾蝕刻將晶圓蝕穿，所以在夾片反面必需使用濕蝕刻製程，然而濕蝕刻平面為固定角度，無法如乾蝕刻般得到垂直的流道壁；因此反面流道的底部寬仍為 100 微米，而到了上面則放寬為 240 微米。

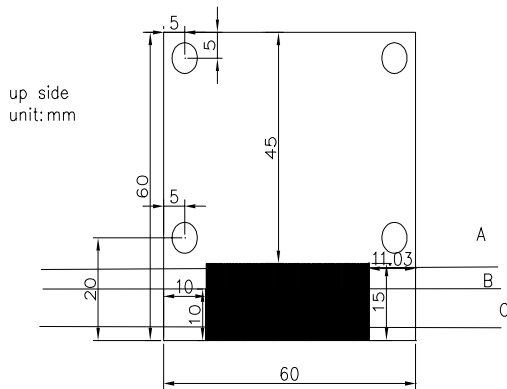


圖 5: 夾片正面俯視圖

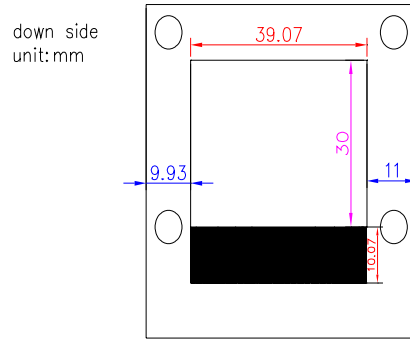


圖 6: 夾片反面俯視圖

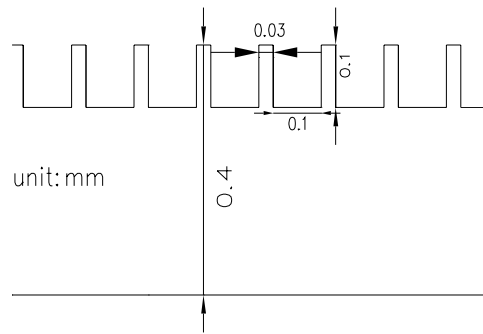


圖 7: 流道出口之剖面圖

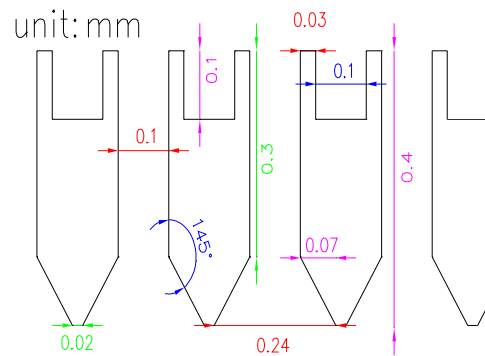


圖 8: 洞口處的剖面圖

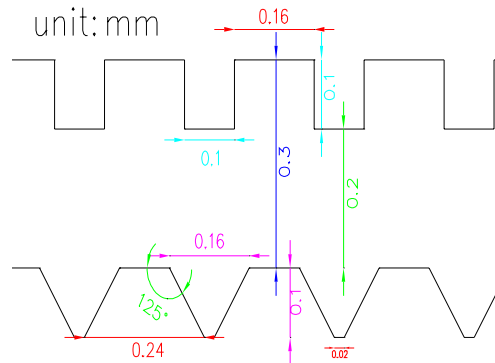


圖 9: 正面長流道末端之剖面圖

圖 9 為正面長流道末端之剖面圖，即圖 5 中位置 A 的剖面圖，因此處之正面只剩長流道，故流道間距

為 160 微米，而反面之流道則與圖 8 相同。圖 10 為三道光罩的相對位置，在整個製程中，首先在正面部份以乾蝕刻於洞口處下蝕 200 微米，再於正面之全部流道及洞口下蝕 100 微米，然後在反面於全部流道及洞口以濕蝕刻下蝕 100 微米，如此即可完成，故全部需三道光罩。

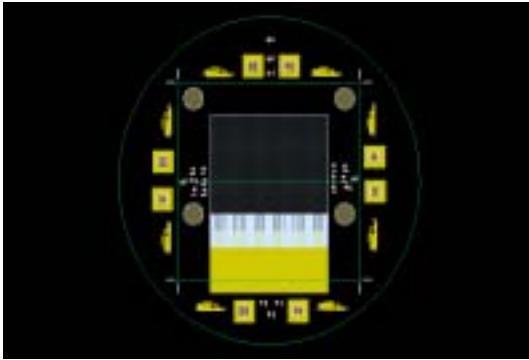


圖 10：三道光罩的相對位置

### 3.3 製作結果

圖 11 為正面曝光顯影後之流道，圖中可明顯發現三種顏色，表示光阻覆蓋的層數，顏色越深表示光阻越厚。在圖 12 為正面乾蝕刻後之流道，其白色部份為流道，其餘為光阻所覆蓋。圖 13 反面曝光顯影後之流道；圖 14 反面溼蝕刻後之流道，從圖中可隱約看出流道現 V 字型，此亦是溼蝕刻所造成的特性。

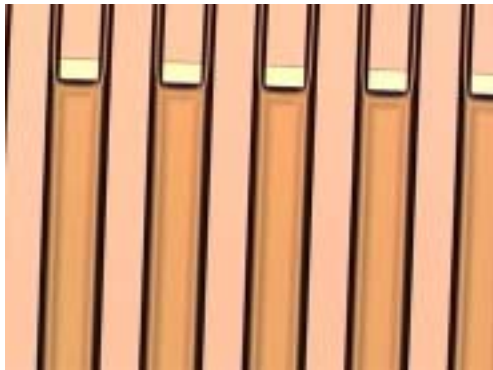


圖 11：正面曝光顯影後之流道

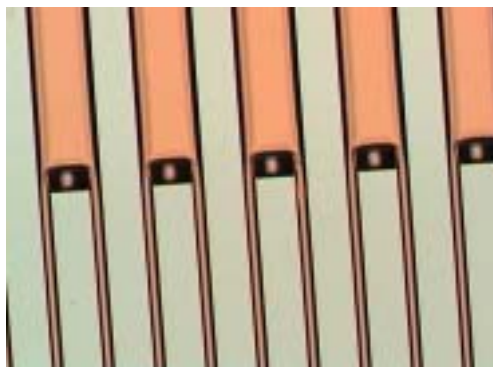


圖 12：正面乾蝕刻後之流道

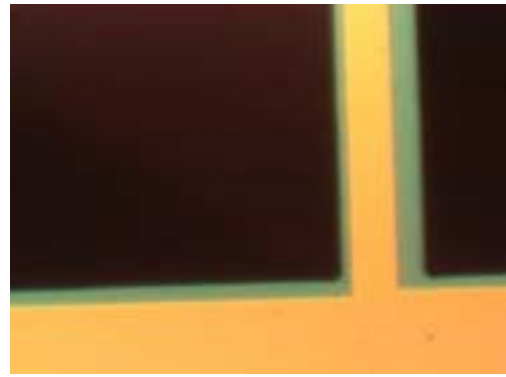


圖 13：反面曝光顯影後之流道

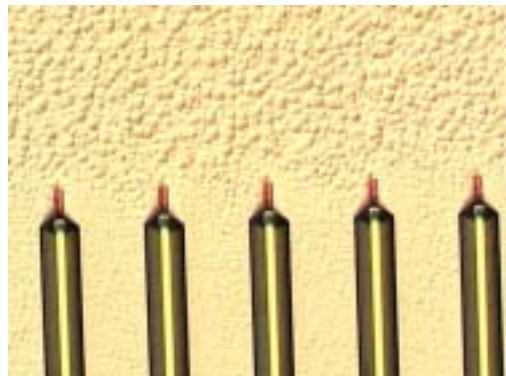


圖 14：反面溼蝕刻後之流道

根據製作的結果看來，利用微機電系統大致可以製作出所需之模具夾片；然而從實作的經驗，製作的過程中良率不佳，要獲得橫向 150 mm 一致之模具夾片有一定困難，雖然在實際應用中每次祇要一個良好的成品即可以，但如能改善模具夾片製作的方法，可使我們更有效地測試不同的模具夾片設計。目前我們正探討以電化學方法製作模具夾片之可行性。

### 4. 結論

本研究的構想是探討以微機電系統的製作方式製作微型條紋式左右共擠壓模具，生產微米級 RGB 三原色條紋狀結構的可行性。從初步研究結果看來，此一方法基本構想雖屬可行，然而要實際應用，尚待改善之處甚多：提高微機電系統的製作中光罩製作及蝕刻之良率，使生產完整之模具夾片。本計劃共分二年，本年度為第一年，預訂完成微型條紋式左右共擠壓模具之製作及共擠壓塗佈製程視窗之測定，目前均已完成。在第二年中我們除依原訂計劃組裝測試此一製程系統及塗佈行為外，亦將進一步探討改善夾片製作的方法。