

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

液態晶體與表面配向材料之作用

Interactions between Liquid Crystals and Surface alignment materials

計畫類別：V 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 89 - 2112 - M - 009 - 031 -

執行期間：88年 08月 01日至 89年 07月 31日

計畫主持人：趙如蘋

共同主持人：

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立交通大學電子物理系

中 華 民 國 89 年 10 月 02 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

國科會專題研究計畫成果報告撰寫格式說明

Preparation of NSC Project Reports

計畫編號：NSC 89-2112-M-009-031-

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：趙如蘋 國立交通大學電子物理系

共同主持人：

計畫參與人員：陳亦儒 蔡良春(國立交通大學物理所)

林雅鋒 許家榮(國立交通大學電子物理系)

一、中文摘要

本研究是以光纖式原子力顯微術來研究鍍在矽晶片表面的液晶配向膜。我們測量光纖探針與配向膜樣品接近時，探針振幅隨著與樣品距離改變而變化的情形，因而分辨液晶配向膜之間的差異性。

我們也探討利用原子力顯微鏡之光纖在 polyimide 液晶配向膜上製作出微小的液晶配向區域。

Abstract

We use atomic force microscopy with fiber probing tip to study the liquid crystal alignment agents coated on silicone surfaces. In order to distinguish the difference between the alignment agents, we measured the tip oscillation amplitude that changes with distance between the tip and sample.

We also use this atomic force microscope (AFM) to align liquid crystal in micron-size area by modifying polyimide surface with the fiber tips.

Keywords: Liquid crystal, Atomic force microscope, Surface alignment

二、緣由與目的

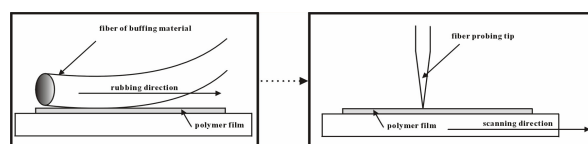
掃描式探針顯微術最基本的概念來自於兩物質(如探針與樣品)在很接近時，某一物理量會隨距離有敏感的變化，這物理量經由感測回饋電路的工作，能使探針與樣品的距離維持在一固定的高度，進而重

建樣品的表面影像。我們所使用的光纖式原子力顯微鏡也是應用此技術，只不過探針是採用光纖製成且回饋方式不同而已。

在液晶的應用中，表面配向是不可少的關鍵步驟，雖然配向原理是基於配向劑與液晶分子間與方向有關的作用力，但是因為液晶本生的長程秩序性，一群分子給予之整體作用力才是真正相關之作用力。

光纖式電子顯微鏡利用光纖振幅的變化來探測震動範圍內表面分子與光纖探針之作用力，剛好是一適當之探測工具。

除了顯示器以外，液晶也可用於其他地方。微小光學系統有者和微機電系統連結的淺能，也是現代工業走向輕薄短小趨勢中光學系統必然之方向。要將液晶光學元件更一步縮小並有多元之光學功能，液晶元件之製作方法必須要有創新。我們在本研究中亦以 AFM 之探針修飾液晶定向膜之方向性以獲得微小區域液晶之方向控制。在下圖中我們顯示現在液晶工業上普遍利用之磨刷方法之機制以及我們想用 AFM 之構想。



以光纖探針模擬磨刷行為之原始構想圖

三、研究方法

我們要做探針振幅與樣品距離的關係圖，在現有的軟、硬體設備下將無法做測量。因此，我們將此套儀器做了一番改裝，使 Z 軸的電壓輸出可以不受回饋電路的影

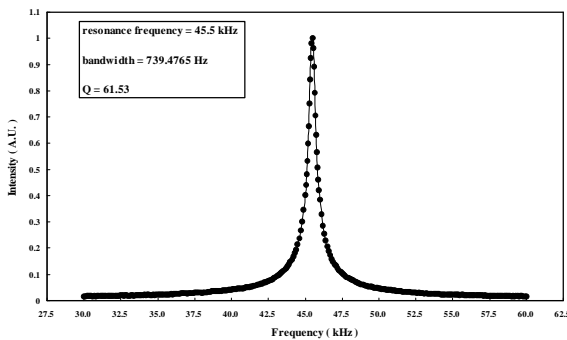
響，讓探針可以接觸到樣品，感受樣品表面的作用力。

考慮到光纖探針的損耗性大、需求高，故在經濟、實用、方便性的考量下，我們採取自己製作探針。我們採用雙尖式探針的製法，在我們的製作過程中，探針品質相當一致且成功率很高，良率可達 80 %。下圖為我們自製探針之顯微鏡照片。



自製雙尖式光纖探針成品圖

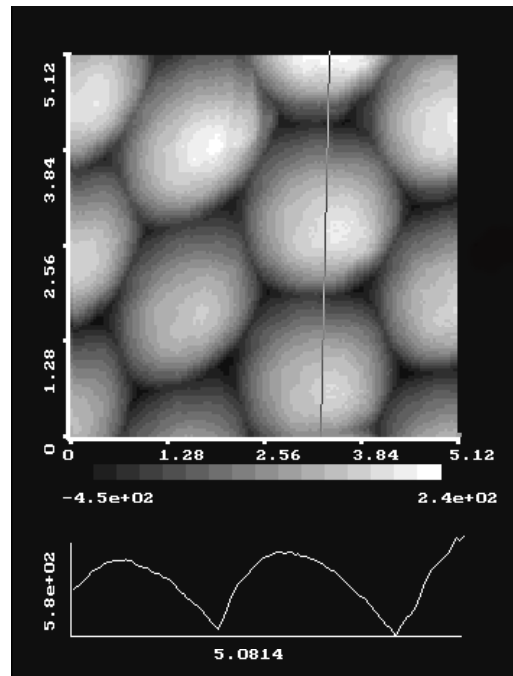
我們製作之探針放在 A F M 系統中，隨電壓震動。下圖為其振幅與電壓頻率之關係。圖中顯示一共振頻率，此即為我們探測時所用之頻率。



自製雙尖式光纖探針之頻率響應

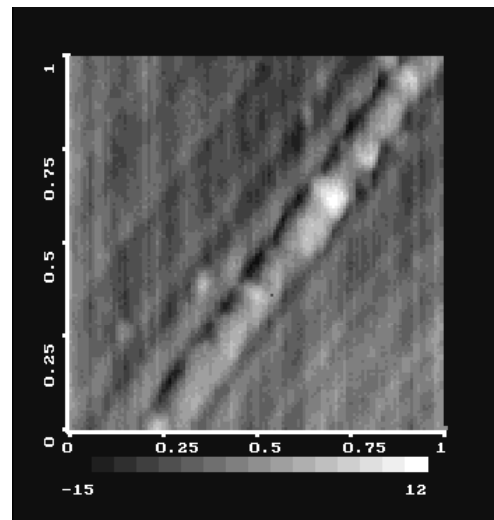
四、結果與自評

我們先用一鋪有塑膠小球之玻離片作為樣品，來測試我們的探針及系統。下圖極為掃描出之表面地形圖，此即果可謂相當成功。也因此可確定我們可用此系統及此自製探針進行我們預定之研究工作。



2 μm 顆粒球樣品之地形分析圖
圖掃描範圍為 5.12 μm

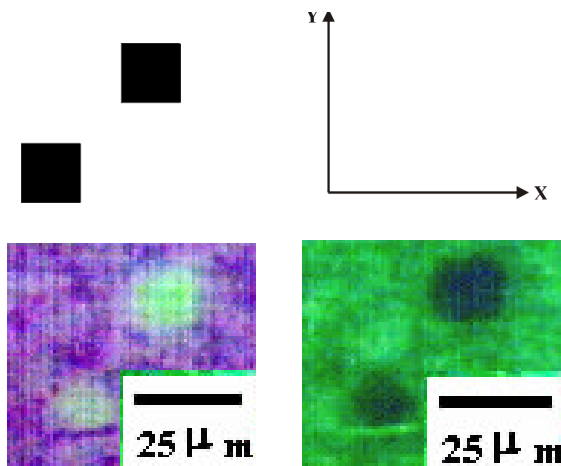
下圖為我們看到之經過用傳統磨刷方法處理過後之 Polyimide 表面，其刮痕相當明顯。其深淺並不很均勻，但寬度則約 0.1 μm 左右。



磨刷 polyimide 之表面影像圖 掃描範圍為 1 μm ,
磨刷方向皆為相對於圖中的對角線方向

下圖為我們利用 A F M 探針刮過度有 Polyimide 之玻離樣品經放入液晶後在偏極顯微鏡下看到之照片。被刮過的部分很明顯已達到對液晶的配向功能。圖中每一刮過方塊之寬度為 15 μm，共刮過 128 條線，每條線距則為 0.12 μm，與磨刷之間距近似。

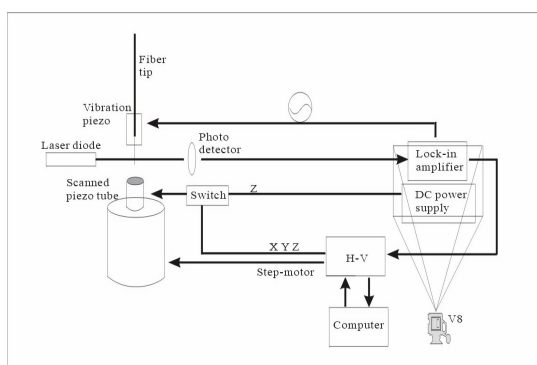
我們亦進行在相同區域刮不同次數的實驗，結果顯示刮一次是不夠的。下圖是刮三次的結果。



偏光顯微鏡之觀察結果

上圖中上半部為 AFM 磨刷區域示意圖。下半部是由一基版由探針處理過，一基版由磨刷 polyimide 所組合的樣品盒於偏光顯微鏡下的觀察結果。兩個區域分別是 $15\ \mu\text{m} \times 15\ \mu\text{m}$ ，斜向排列於 xy 方向，水平及垂直間隔分別是 $10\ \mu\text{m}$ 。左圖是在正交偏振下的結果，右是上下兩偏振片夾角 30° 的結果。其中， $-y$ 方向為磨刷基版的磨刷方向，探針振盪方向 x 方向，探針掃描方向為 y 方向。正交偏振為 xy 方向，平行偏振為 y 方向。觀察時磨刷基版置於上方，平行於探針的掃描方向。

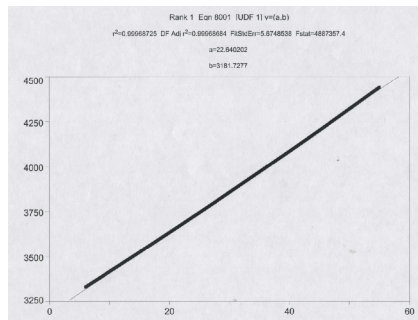
下圖為我們測量探針與不同表面之作用力時所採用之實驗裝置圖。



表面作用測量實驗裝置圖。

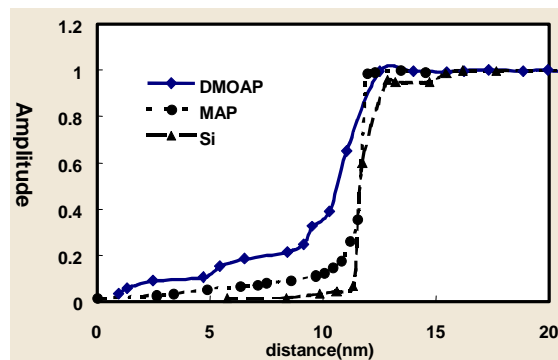
在實驗過程中，我們輸入電壓給控制樣品

高度之軋電器。為了獲得高度的變化，我們利用下圖之校正關係圖已將電壓換算成樣品高度。

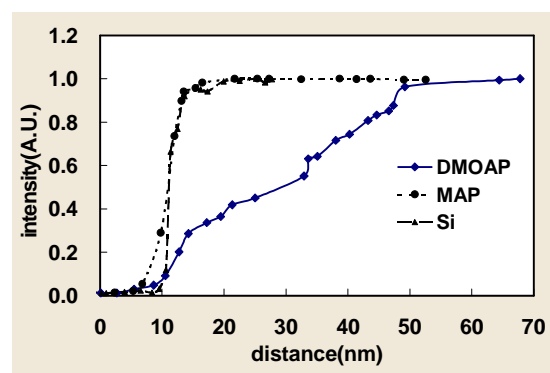


電壓與距離的關係圖

我們共用了兩隻探針做此作用力之實驗。我們用下面兩個圖來中合總和這部份之結果。



1 號探針對三種樣品的測量曲線



2 號探針對三種樣品的測量曲線

我們已可用改裝之系統測量出不同表面對探針之作用力與距離之關係。已用 AFM 做出微小區域之液晶元件。後面部分應已可發表，前面部份還須繼續已達到在同一片樣品上可對配向膜從事不同方向之修飾。

五、參考文獻

[1]蔡良春，國立交通大學 物理研究所 碩士論文
“利用光纖式原子力顯微鏡製作微小液晶配向區之研究”（民國89年）

[2]陳亦儒，國立交通大學 物理研究所 碩士論文”
以光纖式原子力顯微術研究液晶配向膜在固體表面之性質”（民國89年）