

The application of a low-coherence interferometer in measuring the refractive index of a liquid crystal material

Fang-Wen Sheu^{a,b} (許芳文), Ching-Huang Chang^b (張境晃), and Yi-Ping Chen^a (陳怡萍)

^aDepartment of Applied Physics, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

(國立嘉義大學應用物理學系)

^bInstitute of Optoelectronics and Solid State Electronics, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

(國立嘉義大學光電暨固態電子研究所)

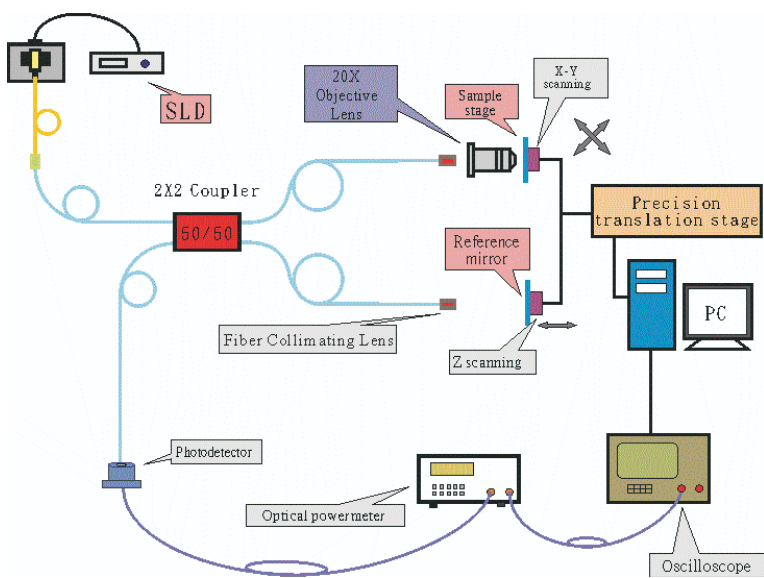
Abstract

In this study, we set up a fiber-based low-coherence interferometer system, where we used the optical fiber components for the transmission, splitting and receiving of light. The broadband light source of this system has the central wavelength of 1304 nm and the bandwidth of 26.7 nm. We first carried out the measurement using the mirror as the sample and obtained the resolution of the system to be 28.55 μm . We measured the tomography imaging of a liquid crystal cell, before and after a liquid crystal material was filled in it, using this system. Thus we obtained the refractive index of the liquid crystal material to be 1.58 in the cell.

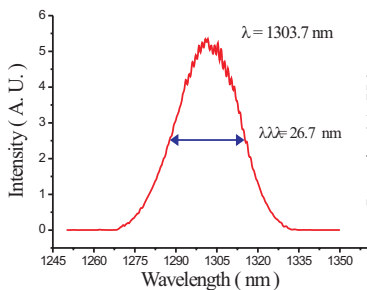
* This project is financially sponsored by Ministry of Education (Project for Cultivating Outstanding Talents in Science), and by National Science Council (grand no. NSC 93-2112-M-415-004).

低同調干涉儀系統

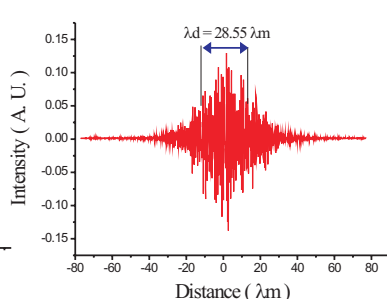
實驗的架構為光纖式低同調干涉儀系統。此系統的寬頻光源是使用中心波長約為1304 nm的高亮度發光二極體 (Superluminescent Diode, SLD)，二極體發光後由光纖輸出，再利用FC/APC的光纖接頭轉接至一個二對二的光纖耦合器 (2x2 Optical Fiber Coupler)，分光比例為50:50。SLD寬頻光源經過光纖耦合器後被均分至兩端輸出光纖，分別為參考端與樣本端。參考端與樣本端的光源輸出皆經過光纖式光束準直透鏡 (Fiber Collimating Lens) 給聚成為平行光束。由樣本端輸出的平行光束再經過一個20倍的顯物鏡 (20x Objective Lens) 聚焦於待測樣本上。



【圖一】低同調干涉儀的系統架構圖。



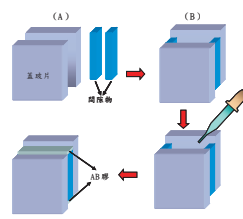
【圖二】低同調干涉儀系統中所用的寬頻光源的頻譜圖，中心波長為1303.7 nm，頻寬為26.7 nm。



【圖三】由反射鏡作為樣本，得到此寬頻光源的同調長度為28.55 μm ，寬頻光源的同調長度亦為此低同調干涉儀系統的解析度。

液晶盒樣本的設計與製作

實驗樣本設計上分成實驗組跟對照組，實驗組的液晶盒製作上有經過完整的玻璃片清洗處理與液晶的配向，而對照組的液晶盒完全沒有經過清洗處理與液晶的配向。兩個實驗所製作的液晶盒，其液晶盒的間距皆採用厚度為75 μm 的間隙物來製作。



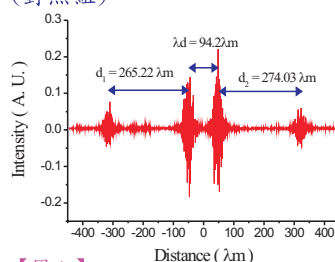
【圖四】液晶盒製作的程序圖。



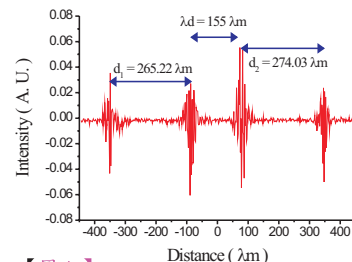
【圖五】液晶盒樣本的實體照片。

實驗結果

(對照組)



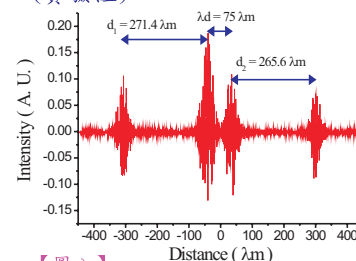
【圖六】



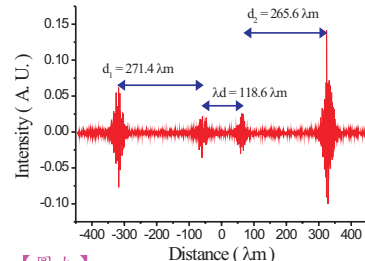
【圖七】

【圖六】為對照組未灌入液晶時，對液晶盒的量測結果。 $\Delta d = 94.2 \mu\text{m}$ 為液晶盒的間距厚度， $d_1 = 265.22 \mu\text{m}$ 與 $d_2 = 274.03 \mu\text{m}$ 分別為兩片蓋玻片的厚度量測值，真正的厚度必須要除上玻璃的折射率1.5。 Δd 與當初實驗設計為75 μm 的厚度距離相差很多，由此可知在液晶盒製作上清洗玻璃面是很重要的。【圖七】為灌入液晶後量測液晶盒的厚度結果，由結果得知灌入液晶後量測到 Δd 的距離變大了，這變化表示光束在液晶溶液中行經等效距離比在空氣中來的大，因此液晶溶液的折射率可以用兩個量測的厚度距離的比值來得到為1.64，不過對照組的液晶盒未經過配向處理，其液晶分子在液晶盒內的排列不規則，因此所得到的液晶溶液的折射率為液晶的快軸與慢軸折射率的平均值。

(實驗組)



【圖八】



【圖九】

【圖八】表示實驗組未灌入液晶時所量測的結果，由結果得到我們精準的把間隙物的厚度 Δd 為75 μm 給量測出來，這結果也說明著液晶盒製作時玻璃面清洗的重要性。【圖九】的結果表示液晶盒灌入液晶後，所量測到的 Δd 改變成118.6 μm ，所以將改變的距離與未改變前的距離相除後的比值為1.58，這也就是經過水平配向後液晶分子的慢軸折射率(n_0)。

結論

我們架設出一個低同調干涉儀，其系統的解析度為28.55 μm ，並運用此解析度來量測液晶盒的厚度與液晶的折射率。由實驗組中量測到的資料顯示，在液晶盒未灌入液晶前所量測到兩蓋玻片的空隙距離為75 μm ，這結果表示我們很精準的把間隙物的厚度為75 μm 測出來。之後將液晶盒灌入液晶，所量測到的距離改變成118.6 μm ，將改變的距離與未改變前的距離相除後的比值為1.58，這個比值也就是經過水平配向後液晶分子的慢軸折射率(n_0)，此結果與液晶溶液液廠商給的數據1.52很接近(誤差為4%)，這結果也說明了我們成功的將液晶分子慢軸的折射率給量測出來，還有液晶盒的配向也很成功。