

國立交通大學

理學院應用科技學程

碩士論文

藍相液晶合成與鑑定

Synthesis and Characterization  
of Blue Phase Liquid Crystals



研究生：傅嘉恩

指導教授：許千樹 教授

中華民國九十九年四月

藍相液晶合成與鑑定  
Synthesis and Characterization  
of Blue Phase Liquid Crystals


研究生：傅嘉恩

Student : Chia-En Fuh

指導教授：許千樹

Advisor : Dr. Chain-Shu Hsu

國立交通大學  
理學院應用科技學程  
碩士論文



A Thesis  
Submitted to Degree Program of Applied Science and Technology  
College of Science  
National Chiao Tung University  
in partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of  
Master  
in

Degree Program of Applied Science and Technology

April 2010

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年四月

# 藍相液晶合成與鑑定

研究生：傅嘉恩

教授：許千樹 博士

國立交通大學理學院應用科技學程

## 摘 要

本研究主要目的為合成旋光性化合物，與液晶混合物混合後誘導出藍相液晶。第一部分合成出五種旋光性化合物，以酯基做為連接基。其中三種化合物結構為長碳鏈上有旋光性甲基取代基，具有較小的 HTP (helical twisting power)。化合物 1M 及 3M 含有 4-[(4-[(1R)-1-methylheptyl]oxybenzoyl)oxy] benzoic acid。1M~3M 皆為膽固醇液晶相，液晶相溫度範圍分別為 $-10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、 $25\sim 98^{\circ}\text{C}$ 、 $86\sim 240^{\circ}\text{C}$ 。其中 2M 成功出現藍相 BPIII\*，藍相溫度範圍達  $25^{\circ}\text{C}$ 。而其餘兩種化合物以具光學活性的雙環結構做為中間連接基呈對稱性結構，得到較大的 HTP，但無液晶相。

第二部分將實驗中合成之化合物與商業用 nematic 液晶混合，依據不同混合配方與比例得到藍相結構。其中化合物 3M 和 host NCTU-2 混合後得到  $90^{\circ}\text{C}$  寬溫並為 BPIII\* 結構。我們發現本實驗合成之化合物成功出現藍相，並經由混合後更得到寬廣藍相範圍，相信有機會應用於新一代藍相液晶顯示器中。

# Synthesis and Characterization of Blue Phase Liquid Crystal

Student: Chia-En Fuh

Adviser: Dr. Chain-Shu Hsu

Degree Program of Applied Science and Technology College of Science  
National Chiao Tung University

## Abstract

The goal of this study is aimed to synthesize chiral dopants which are mixed with liquid crystals to induce blue phase liquid crystal. The first part of this study, we synthesized five chiral dopants based on ester group. The three compounds contain chiral group-methyl substituted on alkyl chain. They have low helical twisting power (HTP). Both 1M and 3M contain 4-[(4-[(1R)-1-methylheptyl]oxybenzoyl)oxy] benzoic acid . All of three monomers 1M~3M exhibit cholesteric phase. The cholesteric temperature range of 1M~3M are  $-10\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $25\sim 98\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $86\sim 240\text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectively. Monomer 2M exhibits a blue phase BPIII\* over a temperature range more than  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Both monomer 4M and 5M containing isosorbide group show no mesomorphic behavior. They are high HTP.

The second part of this study the chiral dopants are mixed with eutectic mixture to study the formation of blue phase. The results indicate that depend on different proportions can be successfully induced blue phase. The chiral dopant 3M mixed with host LC NCTU-2 can induce a blue phase BPIII\* which cover a wide temperature range of  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ . In this study, we formulate several mixtures which exhibit wide temperature range of BPIII\*. They have potential applications in BPLC display.

# 目錄

摘要 .....	i
目錄 .....	iii
表目錄.....	iv
圖目錄 .....	iv
流程目錄.....	v
附錄目錄.....	v
謝誌.....	vi
第一章序論 .....	1
1.1 液晶簡介.....	1
1.2 液晶之分類.....	2
1.3 膽固醇液晶.....	6
1.4 研究動機.....	12
第二章實驗 .....	15
2.1 試藥.....	15
2.2 測試方法.....	15
2.3 液晶單體合成.....	16
第三章結果與討論 .....	39
3.1 各化合物液晶相溫度探討.....	39
3.2 各化合物摻混及相變化溫度探討.....	40
3.3 chiral dopant螺距及HTP測量.....	47
3.4 Kerr effect.....	53
第四章結論.....	55
參考文獻 .....	57
第五章附錄.....	59

## 表目錄

表 3-1	液晶相轉移溫度及焓值.....	39
表 3-2	市售液晶之物理性質比較.....	40
表 3-3	化合物S811混合後於POM觀察之液晶相溫度.....	41
表 3-4	化合物3M混合後於POM觀察之液晶相溫度.....	42
表 3-5	化合物4M混合後於POM觀察之液晶相溫度.....	43
表 3-6	化合物5M混合後於POM觀察之液晶相溫度.....	45
表 3-7	化合物1M~5M及S811之Pitch及HTP.....	48
表 3-8	各添加比例旋光物之換算HTP.....	49
表 3-9	化合物S811及3M各與host液晶混合後之液晶相及藍相溫度....	50
表 3-10	化合物4M及5M各與host液晶混合後之液晶相及藍相溫度.....	50

## 圖目錄

圖 1-1	向列型液晶排列示意圖與相圖.....	2
圖 1-2	層列型液晶排列示意圖.....	3
圖 1-3	膽固醇型液晶排列示意圖.....	4
圖 1-4	碟狀液晶排列示意圖.....	6
圖 1-5	膽固醇液晶排列示意圖及POM下觀察相圖.....	7
圖 1-6	藍相液晶POM下觀察之相圖.....	9
圖 1-7	藍相液晶堆疊結構.....	10
圖 1-8	藍相柱狀示意圖.....	10
圖 1-9	藍相晶格缺陷示意圖.....	11
圖 1-10	旋光性與藍相溫度關係圖.....	11
圖 3-1	Wedge Cell測量pitch原理.....	47

## 流程目錄

Scheme 1 : Synthesis of 1-methylheptyl2-fluoro-4-[4-[4-[(1R)-1-methylheptoxy] benzoyl]oxybenzoyl]oxy-benzoate.....	17
Scheme 2 : Synthesis of [(1S)-1-methylheptyl] 4-[4-(4-decoxyphenyl) benzoyl]oxy-2-fluoro-benzoate.....	18
Scheme 3 : Synthesis of [4-(4-pentylcyclohexyl)phenyl] 4-[4-[(1R)-1-methylheptoxy]benzoyl]oxybenzoate.....	19
Scheme 4 : Synthesis of 2,5-bis-[4'-(heptyloxy)-phenyl-4-carbonyl]-1,4; 3,6-dianhydride-D-sorbitol.....	20
Scheme 5 : Synthesis of 2,5-bis- { 4'-[ [(1R)-1-methylheptoxy]benzoyl]oxy -phenyl-4-carbonyl } -1,4; 3,6-dianhydride -D-sorbitol.....	21

## 附錄目錄

圖 5-1 化合物 1M 於溫度 0°C 下之液晶相紋理圖.....	59
圖 5-2 化合物 2M 於溫度 80°C 下之液晶相紋理圖.....	59
圖 5-3 化合物 2M 於溫度 70°C 下之液晶相紋理圖.....	60
圖 5-4 化合物 2M 於溫度 55°C 下之液晶相紋理圖.....	60
圖 5-5 化合物2M於溫度45 °C下之液晶相紋理圖.....	61
圖 5-6 化合物3M於溫度90 °C下之液晶相紋理圖.....	61
圖 5-7 化合物S811與各host混合後之藍相紋理圖.....	62
圖 5-8 化合物3M與各host混合後之藍相紋理圖.....	63
圖 5-9 化合物4M與各host混合後之藍相紋理圖.....	63
圖 5-10 化合物5M與host液晶ZLI5600混合後之藍相紋理圖.....	65
圖 5-11 化合物5M與host液晶混合後之藍相紋理圖.....	66

## 誌謝

首先感謝指導教授 許千樹教授一路來對我的指導及鼓勵，其間因為工作的緣故轉換了研究方向，老師一直支持我的決定，並讓我有機會進入實驗室與同學們一同成長。實驗室的日子裡，也要感謝 鄭彥如助理教授指導以及對我的關心及叮嚀。另外感謝 謝有容教授於百忙中給予口試指導。

在我工作期間支持我進修的吳博、郭博及健哥，謝謝你們對我在工作期間的包容以及一路上的關心，因為你們我有了動力更要完成學業。也要謝謝專班主任 陳永富教授對於專班的用心指導，以及美雯、林老師一路的陪伴。

在實驗室的日子裡，首先要謝謝晉彥學長帶我進入液晶合成的領域，在實驗上提供我很多想法也給予很多方向，並在論文的撰寫上給予細心的教導。另外謝謝小安學弟對於合成實驗的教導，並在我遇到瓶頸時給予指導。謝謝小燕在這段時間裡的照顧，以及學妹 peggy、美美的陪伴，使我更適應實驗室生活。

最後感謝一路支持我的家人及凱勝，謝謝你們支持我的一切決定，使我能進入實驗室中學習。這段日子因為有你們關心、鼓勵及支持才能完成學業。

在此僅以本論文獻給我最摯愛的各位。