

91

碩士論文

O
C
B

液
晶
顯
示
器
光
學
參
數
最
佳
化

光
交
通
電
大
學
工
電
機
程
資
訊
研
究
學
所
院

簡
世
郁



國立交通大學

光電工程研究所

碩士論文

OCB 液晶顯示器光學參數最佳化

**Optical Optimization of OCB
Liquid Crystal displays**

研究生：簡世郁

指導教授：王淑霞

中華民國九十二年六月

OCB 液晶顯示器光學參數最佳化

Optical Optimization of OCB Liquid Crystal Displays

研究生：簡世郁
指導教授：王淑霞

Student：Shi-Yu Chien
Advisor：Prof. Shu-Hsia Chen

國立交通大學光電工程研究所

碩士論文

A Thesis

Submitted to Institute of Electro-Optical Engineering
College of Electrical Engineering and Computer Science
National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master

In

Electro-Optical Engineering

June 2003

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十二年六月

國立交通大學

論文口試委員會審定書

本校光電工程研究所碩士班_____簡世郁
君

所提論文 OCB 液晶顯示器的光學參數最佳化_____

合於碩士資格標準、業經本委員會評審認可。

口試委員：_____

黃中堯 教授

陳威州 博士

陳伯綸 博士

楊秋蓮 博士

指導教授：_____

王淑霞 教授

所 長：_____ 教授

謝文峰 教授

中華民國 九十二年 六 月 六 日

博碩士論文授權書

(國科會科學技術資料中心版本 92.6.17)

本授權書所授權之論文為本人在_____大學(學院)_____系所
_____組_____學年度第_____學期取得_____士學位之論文。

論文名稱：_____

同意 不同意 (政府機關重製上網)

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予行政院國家科學委員會科學技術資料中心、國家圖書館及本人畢業學校圖書館，得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或數位化等各種方式重製後散布發行或上載網路。

本論文為本人向經濟部智慧財產局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請文號為：_____，註明文號者請將全文資料延後半年再公開。

同意 不同意 (圖書館影印)

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予教育部指定送繳之圖書館及本人畢業學校圖書館，為學術研究之目的以各種方法重製，或為上述目的再授權他人以各種方法重製，不限地域與時間，惟每人以一份為限。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未鈎選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：

研究生簽名：

(親筆正楷)

學號：

(務必填寫)

日期：民國 年 月 日

1. 本授權書 (得自<http://sticnet.stic.gov.tw/sticweb/html/theses/authorize.html> 下載或至<http://www.stic.gov.tw> 首頁右下方下載) 請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。
2. 授權第一項者，請確認學校是否代收，若無者，請個別再寄論文一本至台北市(106-36)和平東路二段 106 號 1702 室 國科會科學技術資料中心 黃善平小姐。(本授權書諮詢電話：02-27377606 傳真：02-27377689)
3. 本授權書於民國 85 年 4 月 10 日送請內政部著作權委員會(現為經濟部智慧財產局)修正定稿，89.11.21 部份修正。
4. 本案依據教育部國家圖書館 85.4.19 台(85)圖編字第 712 號函辦理。

簽署人須知

1. 依著作權法的規定，任何單位以網路、光碟與微縮等方式整合國內學術資料，均須先得到著作財產權人授權，請分別在兩種利用方式的同意欄內鉤選並填妥各項資料。我國博碩士論文八十二學年度以前摘要資料庫及八十四學年度以後全文資料微片目錄資料庫已上載於行政院國家科學委員會科學技術資料中心網站www.stic.gov.tw，或至教育部國家圖書館網站www.nci.edu.tw之博碩士論文書目摘要資料庫查詢。
2. 所謂非專屬授權是指被授權人所取得的權利並非獨占性的使用權，授權人尚可將相同的權利重複授權給他人使用；反之即為專屬授權，如果您已簽署專屬授權書予其他法人或自然人，請勿簽署本授權書，著作人日後不可以主張終止本授權書，但您仍可授權其他法人或自然人上述的行為。
3. 全國博碩士論文全文資料整合計畫的宏觀效益：
在個人方面，您的論文將可永久保存(微縮技術在理論上可保存八百年，實證已逾百年)，也因為您的授權，使得後進得以透過電腦網路與光碟多管道檢索，您的論文將因而被充分利用。在國家總體利益方面，紙本容易因影印而造成裝訂上的傷害，圖書館中孤本的公開陳列與外借也有破損之虞，唯有賴政府全面性的整合，借助科技設備才能一舉完成保存與利用的全方位效益，回憶您過去尋找資料之不便經驗，學弟與學妹確實須要您的論文與授權書。

目錄

	頁次
中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝	III
目錄	IV
第一章 緒論.....	1
第二章 理論.....	3
2.1 液晶分子指向矢的排列與分佈.....	3
2.1.1 OCB 液晶連續體彈性形變理論.....	3
2.1.2 OCB 液晶分子空間分佈.....	4
2.2 OCB 液晶盒的電光效應.....	4
2.2.1 OCB 液晶層的相位延遲.....	5
2.2.2 OCB 液晶顯示器的操作機制.....	5
2.3 液晶盒的光學特性計算.....	5
2.3.1 Pi-cell 的光學模擬.....	6
2.3.2 Pi-cell 的補償特性之模擬(phase match method).....	7
第三章 實驗方法.....	39
3.1 液晶盒的準備與使用材料.....	39
3.2 量測方法與實驗儀器的架設.....	40
3.2.1 OCB cell 相位差的量測.....	40
3.2.2 TV-Curve 的量測.....	42
3.2.3 OCB 樣品的光電特性.....	45
第四章 實驗結果與討論.....	47
第五章 結論與展望.....	50
參考文獻.....	51

OCB 液晶顯示器光學參數最佳化

學生：簡世郁 指導老師：王淑霞 教授

國立交通大學光電工程研究所

摘要

在先天條件上, Pi-cell 由於具有 Flow effect 與分子指向矢具有自我對稱的特性, 對於 Pi-cell 要成為卓越的顯示元件極具優勢. 本論文針對 Pi-cell 加上不同的補償片做模擬與分析; 並且設計實驗加以印證之

Optical Optimization of OCB Liquid Crystal Displays

Student : Shi-Yu Chien, Advisor : Shu-Hsia Chen

Institute of Electric-Optical Engineering, National Chiao Tung University

ABSTRACT

It's necessary to optimize the viewing angle characteristics of a pi-cell in order to operate in OCB (Optically Compensated Bend) mode with a response time ten times faster than that of TN mode employed. We employed different compensation structures on OCB mode in order to understand the detailed optical properties of OCB and establish a database for design. With a proper optical characteristics, the OCB could become an outstanding liquid-crystal mode for video display applications.

誌 謝

時光荏苒,碩士生活即將告一段落,首先要感謝王淑霞老師不論在課業或者人生經驗的傳承都讓我獲益良多,也感謝實驗室的學長姐,勇哥,寬哥,雄哥,怡安,范姜,芝珊學姊在課業上的解惑.同學德源與裴欣在實驗儀器架設的協助;同時也謝謝秋蓮學姊在實驗樣品的幫忙,友達光電的陳伯綸學長等,在論文分析上所提供的幫助.以及學弟妹對實驗雜務的整理,讓我們能有舒適的研究環境.

在求學的生涯裡,要謝謝的人實在太多,謝謝父親簡福昌先生與母親呂春嬌女士還有我的弟妹讓我能有一個好環境成長.並且再次謝謝成大的羽球教授劉鎮國先生所傳授的羽球讓我有一個豐富的休閒活動.

~Whenever feeling alone on my way of discovering the truth of physics, I still keep my own enthusiasm.~.....said by max 2003.07.02

第一章 緒論

自西元 1888 年奧地利植物學家 Friedrich Reinitzer 發現液晶(Liquid Crystal ; LC)，開創了液晶研究的新紀元以來〔1〕，液晶給予人類諸如擴大物質的認識和信息顯示等方面帶來了一場大革命。1968 年美國 RCA 公司發表以液晶為材料的顯示裝置後〔2〕，液晶顯示器(Liquid Crystal Display ; LCD)便在人類的歷史上佔有一席之地。跟著在西元 1970 年代，TFT(Thin Film Transistor)的發明，以及計算機和電子錶的出現，液晶顯示器應用層面日漸廣泛。而在 1980 年代更又發明了不同的模式，如 STN(super twist nematic)、FLC(ferroelectric LC)以及 TFT-LCD。目前已有各式各樣扁平型電子顯示幕的應用設計，由於 LCD 低電力耗損、輕薄及多彩顯示，更可期待駕乎 CRT(陰極射線管)顯示幕之上。LCD 的應用開發，已從代表民生領域的電視機顯示幕擴展到資訊、產業上之電腦終端機顯示幕等，而日漸多樣化。

今天，在平面顯示器的發展中，由於液晶顯示器具備輕、薄、耗電量小等優點，已經成為平面顯示器的主流。隨著時代的進步，大尺寸的顯示器需求量越來越多，視角及正向對比值的問題也就顯的很重要。由於 OCB cell 在本身具有快速動態反應特性及分子指向矢的自我光學補償特性對稱，對於 OCB cell 要成為下一個優越的顯示元件極具競爭力。不過 OCB cell 仍有正向對比值不足及大角度的暗態漏光等問題需

要改進.爲了改善這些問題,H.Mori at al.[3]提出一種特殊結構
negative- birefringence film 來解決上述問題,但由於 negative
-birefringence film 分子結構複雜,製程貴,所以改用 A-plate 與 c-plate
來改進之[4]

第二章 理論

在本章中,我們將從液晶連續體彈性形變理論出發,在液晶自由能與平衡狀態下需滿足極小值得條件下,得到 OCB 液晶盒中液晶分子指向矢的排列分佈;接著討論 OCB 顯示器的光電效應,敘述所使用的相關理論,及推導所使用的方程式.

§ 2.1 液晶分子指向矢的排列與分佈

爲了計算出 OCB 液晶層液晶分子的排列分佈,我們將從液晶自由能的觀點出發,利用液晶連續體彈性形變理論,計算出液晶分子指向矢的排列分佈.

2.1.1 液晶連續體彈性形變理論

如同在處理固體和液體的問題,有關液晶的許多重要物理現象,都是從連續體模型做理論的出發點(最早由 C.W.Oseen 和 Zocher1933 年分別提出).1958 年 F.C.Frank 又提出更新的研究方法,一般稱之爲[連續體彈性形變理論],在考慮線狀液晶在空間有四個對稱性,自由能可簡化爲

$$F_d = \int_{V_0} (1/2K_{11}[\nabla \cdot \bar{n}]^2 + 1/2K_{22}[\bar{n} \cdot (\nabla \times \bar{n})]^2 + 1/2K_{33}[\bar{n} \times (\nabla \times \bar{n})]^2) d\tau$$

其中 K_{11} 、 K_{22} 、 K_{33} 分別表示液晶的斜展、扭轉以及彎曲三種形變的彈性係數,若存在外加電場,則系統的總自由能爲 $F = F_d + F_e$,

$$其中 F_e = \int_{V_0} -\Delta\epsilon / (8\pi) [\bar{E} \cdot \bar{n}]^2 d\tau$$

由於平衡態時,系統的總自由能必須處在最小值,使用變分法,與邊界

條件,即可到液晶指向矢的分佈

2.1.2 OCB 液晶分子的空間分佈

在本節中,我們由圖片來敘述 OCB cell 在不同電壓的液晶分子的空間分佈模型.OCB 液晶分子根據 Gibbs' free energy 在不同的電壓與邊

界條件會有兩個 state 的存在,分別是 splay state 和 bend state(如

Fig.2-1 所示).其中 splay state 與 bend state 在 Gibbs' free energy 的相交的點,吾人可得 V_{cr} (critical voltage)

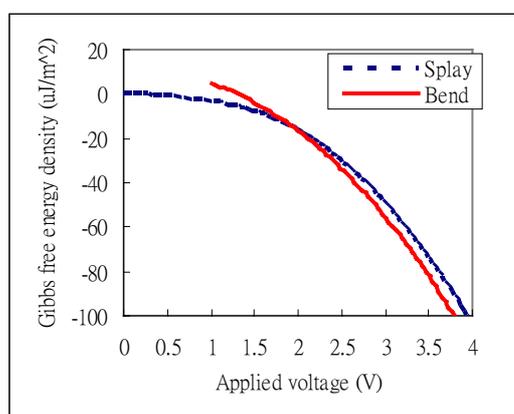


Fig.2-1-(a)自由能密度對電壓作圖

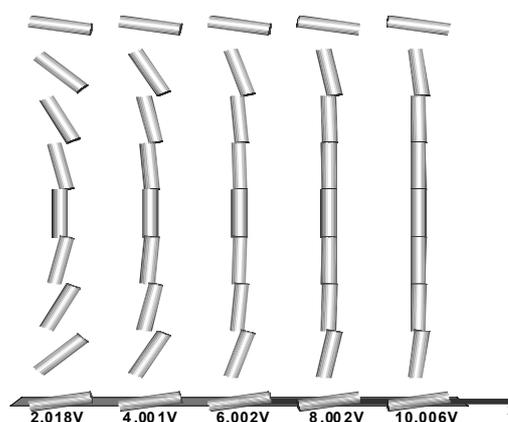


Fig.2-1-(b)分子指向矢對不同電壓的變化圖

而 bend state 為具有快速動態切換的特性,一般作為 OCB cell 顯示畫面的操作區域.,而 bend state(如 Fig.2-1-(b)所示)在不同的電壓下,具有不同的分子指向矢分佈,如此一來,可以在選擇不同的電壓操作,來使液晶分子達到有不同的光學特性的表現.

2.2 OCB 液晶盒的電光效應

在本小節裡,分析光入射至液晶層內的傳播情形,並且由 DIMOS 這個套裝軟體來計算 OCB cell 的分子指向矢的分佈,根據下式撰寫程式來

計算

2.2.1 OCB 液晶層的相位延遲

根據液晶光學,可得液晶分子的相位延遲的式子(2.2.1 式)

$$\delta = \int_0^d \frac{n_o n_e}{(n_e^2 \cos^2 \theta + n_o^2 \sin^2 \theta)^{1/2}} dz - n_o d \dots\dots\dots (2.2.1 \text{ 式})$$

其中 δ 為 OCB 液晶層所產生的相位延遲, n_o 為尋常光的折射率, n_e 為非尋常光的折射率, θ 為分子指向矢與光傳播方向 (與 z-axis 的夾角)

.我們只要把 DIMOS 這個軟體所匯出來 director profile 用科學計算程式(matlab),並且加上正確的邊界條件,即可得到 OCB 液晶分子正向的 phase retardation. 上式僅考慮光正向入射的情形,若光斜向入射的情況下,只需考慮所行經的光程與液晶的分子指向矢的相對角度做修改即可

2.2.2 OCB 液晶顯示器的操作機制

利用瓊斯矩陣法計算出射光的情況,可以算出 $I = I_0 \sin^2(\delta/2) \sin^2 2\phi$ 其中 ϕ 為 OCB cell 的 rubbing direction 與偏極片的傳輸軸的夾角

由式可知 ,如果我們改變 OCB cell 的相位延遲,就可以來操縱出射光的相對光強度,藉此來達到有灰階度的顯示

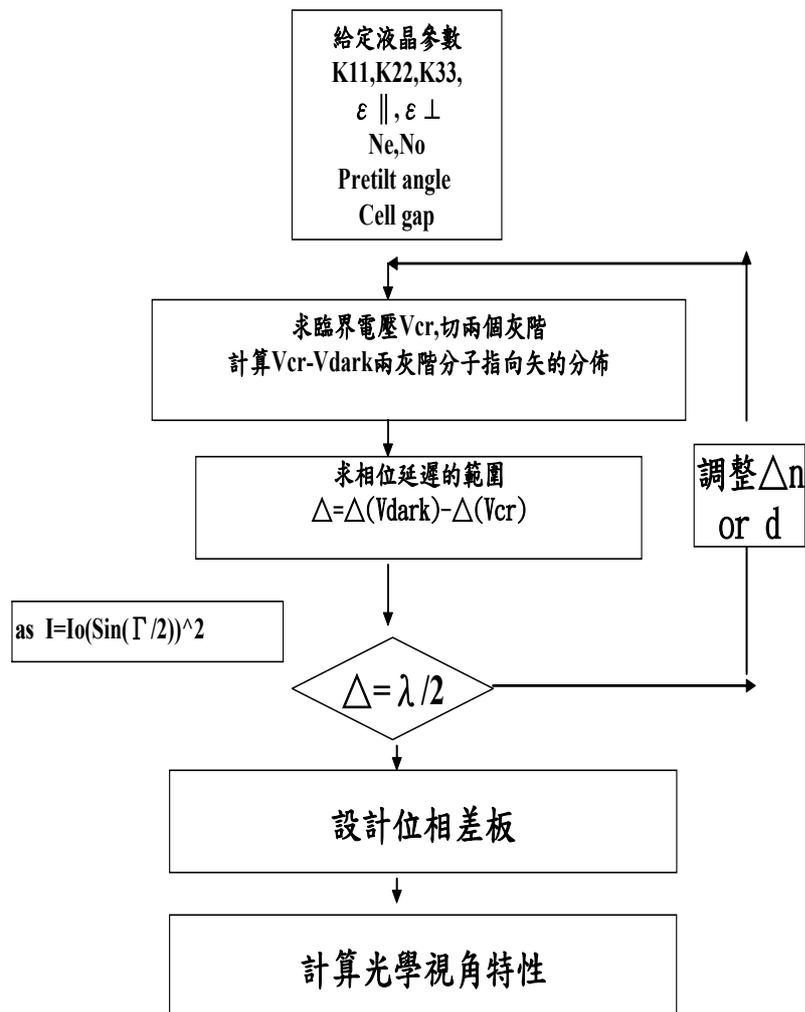
2.3 液晶盒的光學特性計算

因為我們所要討論的主題,並不只局限光正向入射,所以 2X2 optical method(Jones Matrix Method)將不適用,所以爲了考慮光斜向入射與多

重反射的問題,所以在套裝軟體 DIMOS 做 OCB 液晶盒的光學特性計算時,選擇 Berreman's 4X4 optical method 來計算.

2.3.1 Pi-cell 的光學模擬

一般在設計 OCB 液晶分子的光學特性,有以下流程



首先,準備好適當液晶參數,決定亮態與暗態的電壓,再依所決定的電壓與其邊界條件,用套裝軟體 DIMOS 來計算兩灰階的指向矢分佈,再把指向矢的分佈匯入所撰寫的計算相位延遲的程式來求得兩灰階相位

延遲的差 Δ ,如果 Δ 不等於 $\lambda/2$,則微調樣品的條件再重複一次上述的程序.等到 cell 暗態與亮態的相位延遲(phase retardation)滿足 $\lambda/2$ 的操作條件時,即可進行下一個步驟(設計相位差板,並且要算出特定角度的穿透率對視角圖,來印證所設計模型).

2.3.2 Pi-cell 的補償特性之模擬 (phase match method)

在本節中,我們針對 Pi-cell 在正向的對比度及斜向的視角有哪些優缺點,做一些討論與提出一套改善的方法(phase match method)

2.3.2(A)如圖 2-3-(a)所示,當 OCB cell 操作在 bend state 時,在沿著 rubbing direction,分子指向矢具有自我對稱的特性.但是因為 cell 的邊界有強錨

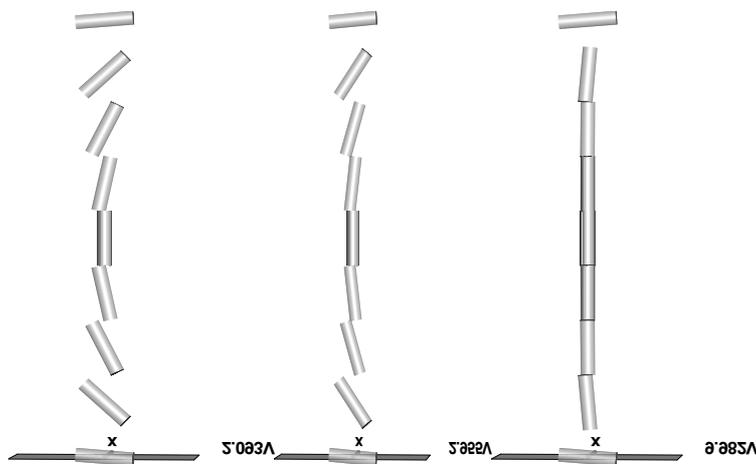


Fig.2-3-(A)Pi-cell 在不同電壓下的分子指向矢分佈(above critical voltage)

定能,所以儘管再加大操作電壓,邊界仍然具有低傾角的區域,此一低傾角的區域,在正向入射光情況下,會造成暗態漏光,使得 cell 在正向的對比度降低.另一方面,在大角度斜向入射時會造成斜向暗態漏光的現

像產生,對於 OCB 要做於大尺寸的顯示元件有先天上的限制.

2.3.2(b)根據前一節的討論可得知,我們提出一套改善的方法(phase match method),以下就 phase match method 做介紹與討論:

由於 OCB cell 在暗態操作電壓,玻璃基板對液晶分有強錨定能存在,這就導致液晶分子在暗態時有多餘的 phase retardation(Δnd),使之有暗態漏光現象的產生,根據 2.3.2.(1)式,可得知

$$C_{NW} = \frac{T_{NW}(0)}{T_{NW}(V)} \dots\dots\dots 2.3.2(1) \text{式}$$

其中, $T_{NW}(0)$ 為 OCB cell 操作在 Normally White mode 的亮態穿透率;

$T_{NW}(V)$ 為 OCB cell 操作在 Normally White mode 的暗態穿透率;

C_{NW} 為 OCB cell 操作在 Normally White mode 的正向對比值.

$T_{NW}(V)$ 因為暗態漏光的產生,其值增加,使得正向對比值下降.進而影響 OCB cell 的影像品質.根據此一缺點,我們使用一單光軸晶體(以下稱為 A-plate)來解決此問題,

A-plate



Fig 2-3-(C)為單光軸晶體的光軸軸向與 OCB cell 的 Rubbing direction 的相對關係

由 Fig 2-3-(C) 與 2.3.2(2)式可知,當我們擺一個 Δn 大於零的單光軸晶體,其慢軸軸向與 OCB cell rubbing direction 方向互相垂直時,光經過 A-plate 與 OCB cell 時所累積的 Phase retardation(Δnd)為零,利用這個原理,可以消除所操作的電壓暗態漏光之產生,正向對比值也跟著提升.

另一方面,OCB cell 在沿著 Rubbing direction 所得到的視角,由於液晶分子指向矢有自我補償(self-compensated property)的對稱性質.但是入射光以大角度斜向入射時,傾角較大液晶分子對不同的灰階有著不同的 Phase retardation 之提供,這會造成不同電壓的灰階在某些特定角度後,

有灰階反轉的現象發生.爲了改善這個問題,引進一個 Negative birefringence discotic film(以下簡稱爲 C-plate).

F

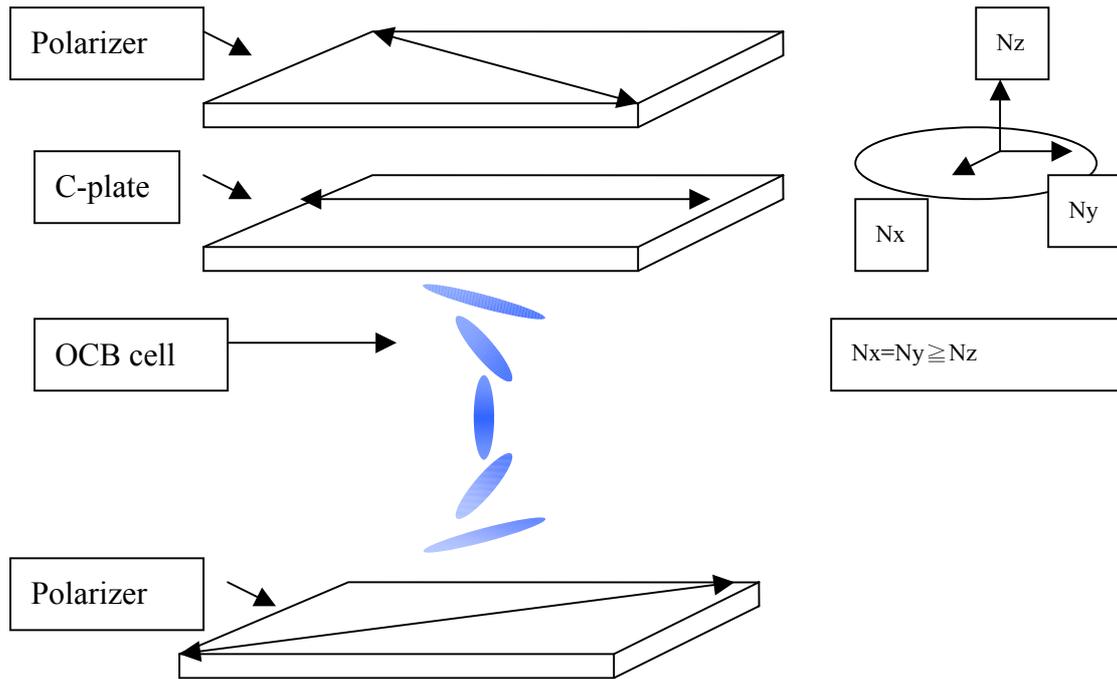


Fig 2.3-(D)OCB cell 與 C-plate 的相對關係圖

由於 C-plate 的兩個方向的折射率 N_x 與 N_y 相等,所以光在正向入射時 C-plate 並不會引進多餘的 Phase retardation,在根據 2.3.2(2)式,j 我們可以撰寫程式來計算 OCB cell 在斜向入射時沿著 Rubbing direction 的 Phase retardation 對水平視角的分析圖,由此圖,我們可以用它來看 C-plate 該如何設計. 在此節中,吾人針對 OCB cell(ZLI-2293),OCB cell(E7)的暗態灰階 $V_{\text{dark}}=10$ 伏 for E7 and

ZLI-2293 with A-plate(R40), $V_{\text{dark}}=8.7$ for E7 with A-plate(R40R40)以及廠商所提供的 C-plate 的 Phase retardtion 對水平視角的分佈圖,依此分佈圖來評估哪些 C-plate 的組合能達到最佳的補償效果.

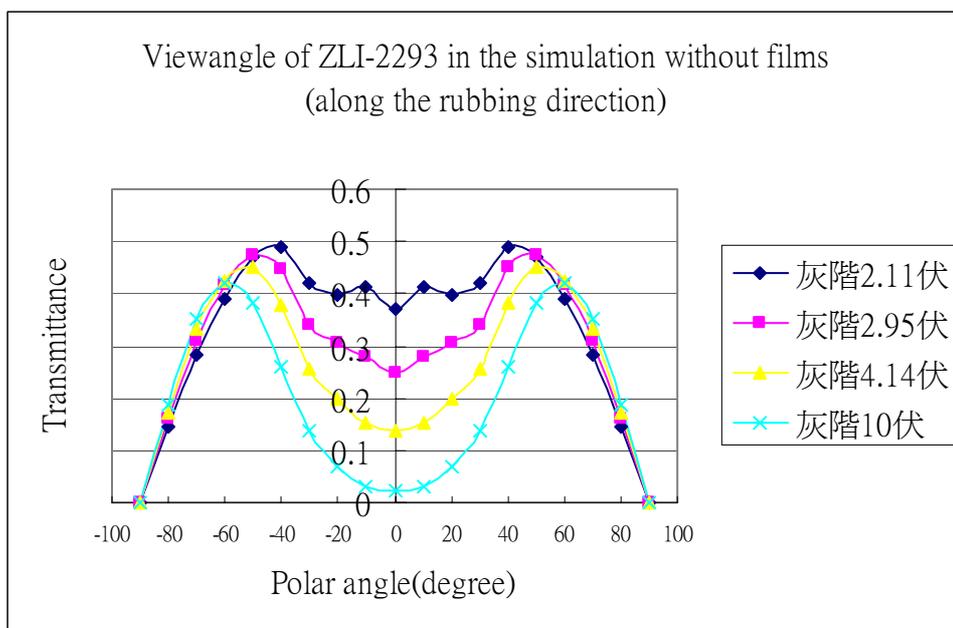


Fig2.3.(E)OCB cell(ZLI-2293)未貼補償片的水平視角圖

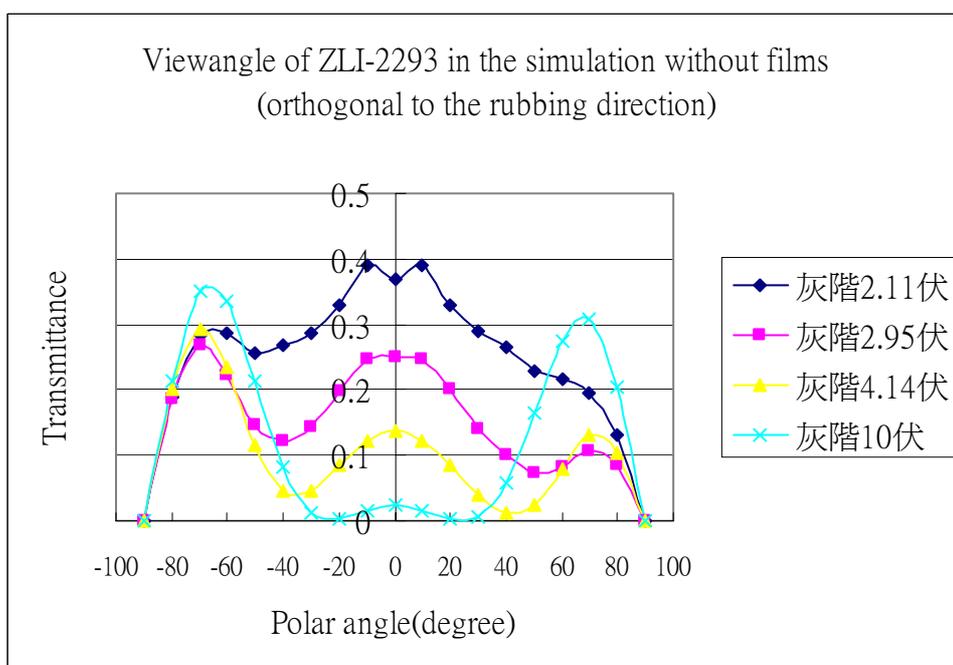


Fig2.3.(F)OCB cell(ZLI-2293)未貼補償片的垂直視角圖

C-plate 的設計原則:

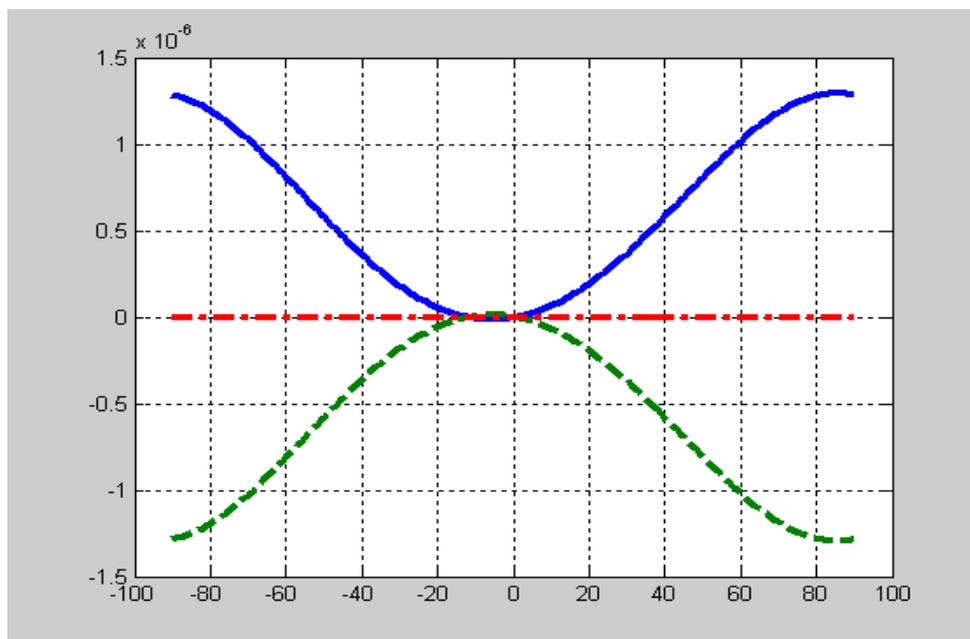


Fig2.3.(G)OCB cell 暗態灰階視角設計原則圖

其中,-代表 OCB cell 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

--代表最完美的 C-plate 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

-.代表 OCB cell 加上最完美的 C-plate 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

最佳 C-plate 的設計原則：

液晶與補償片隨角度而變化的相位延遲值應為零,且不為視角的函數.

但是這一類型 C-plate 分子排列結構過於複雜,製作成本高,一般採用

製程簡單的負型單光軸 C-plate.根據廠商所提供的 C-plate(如附錄)

的 data 值可以撰寫程式畫出如 Fig2.3(G)的參考圖來評估哪 C-plate(

如附錄)可以達到視角補償的最佳化

Part I :OCB cell(ZLI-2293) with A-plate(R40)

Case I -1:ZLI-2293 搭配 R40C140 的組合

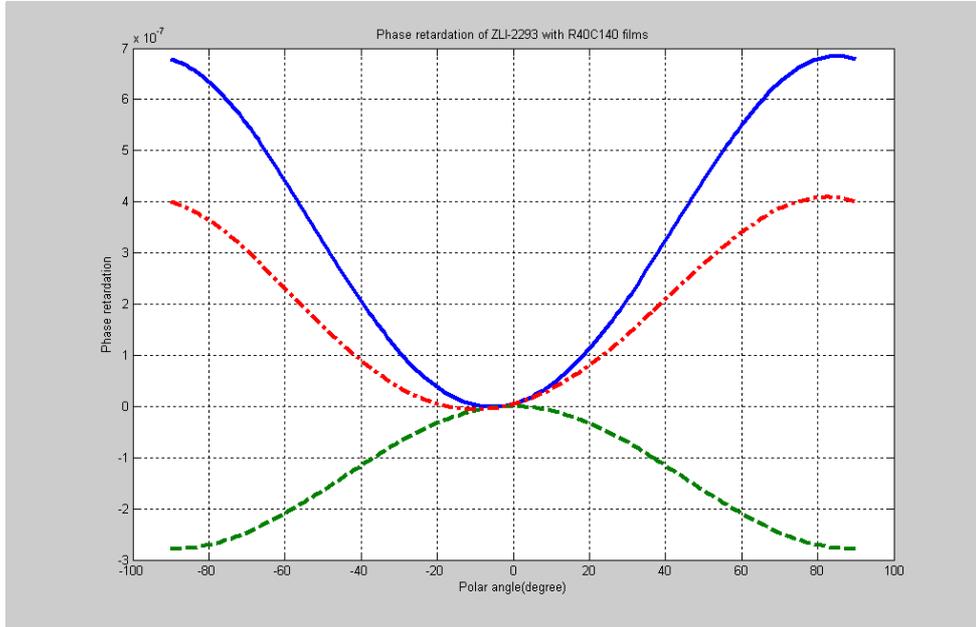


Fig2.3.(H)OCB cell l(ZLI-2293)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,--代表一片
 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,-.代表 OCB cell 加上一片 C140 隨
 入射角度變化的 Phase retardation 圖

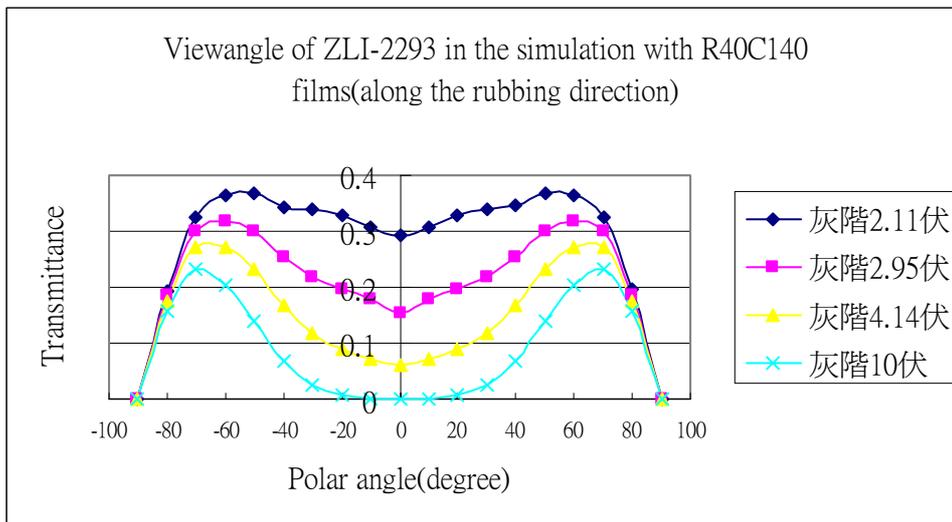


Fig2.3.(I)OCB cell(ZLI-2293)貼補償片 R40C140 的水平視角圖

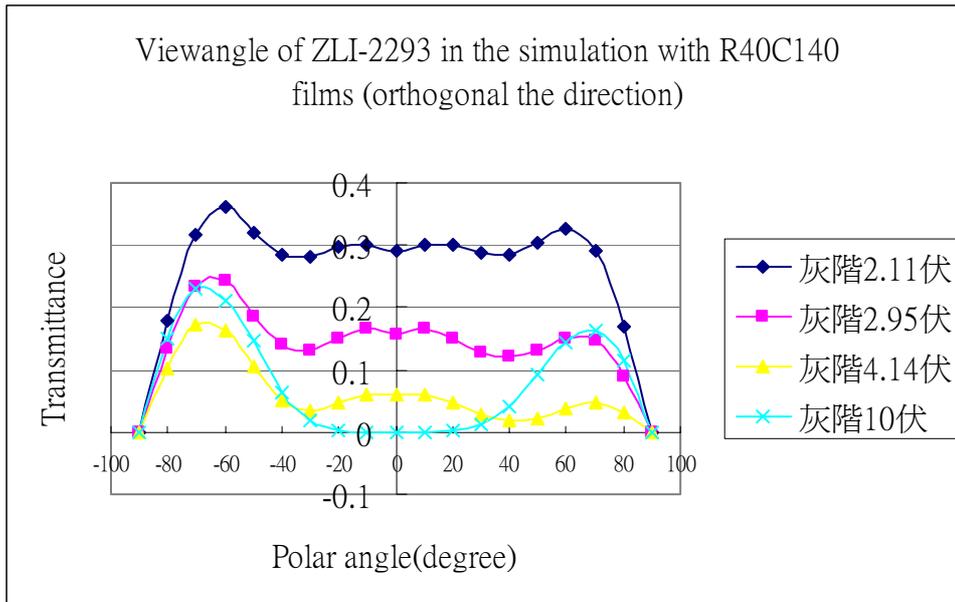


Fig2.3.(J)OCB cell(ZLI-2293)貼補償片 R40C140 的垂直視角圖

由 OCB cell 1(ZLI-2293)搭配 R40C140 的組合可以看到 Fig2.3.(E)中灰階 4.14 伏與灰階 2.95 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-60 度與 60 度, 貼完補償片後(see Fig2.3.(I))灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏灰階反轉點改良 為-80 度與 80 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(J))灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏灰階反轉點發生在-30 度與 30 度.

Case I -2:ZLI-2293 搭配 R40C140C140 的組合

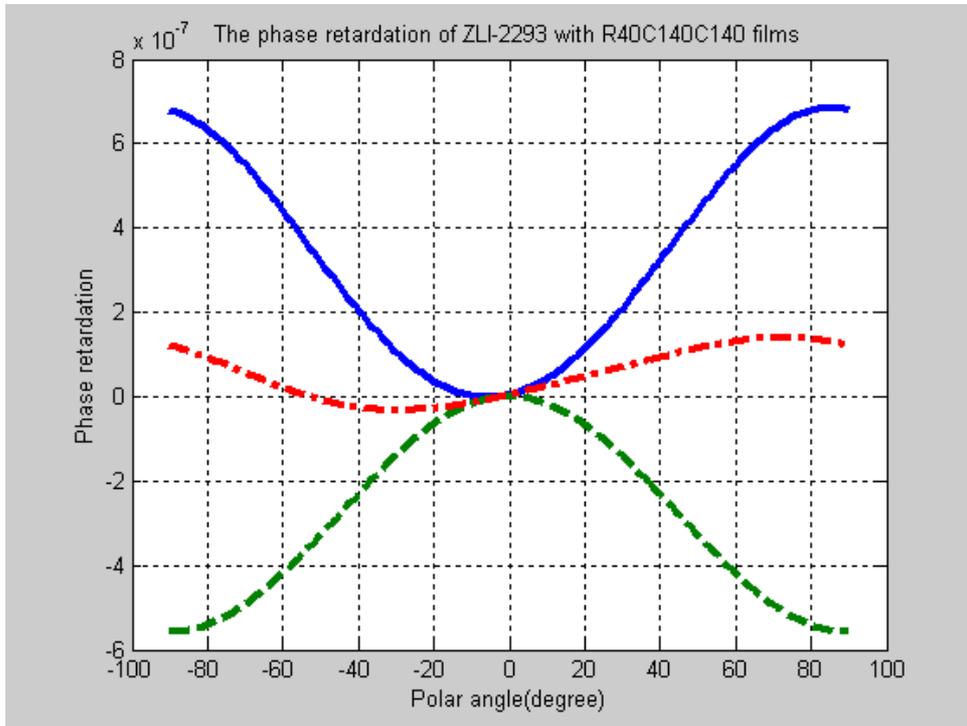


Fig2.3.(K)OCB cell l(ZLI-2293)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,
 --代表兩片 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖
 - .代表 OCB cell 加上兩片 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

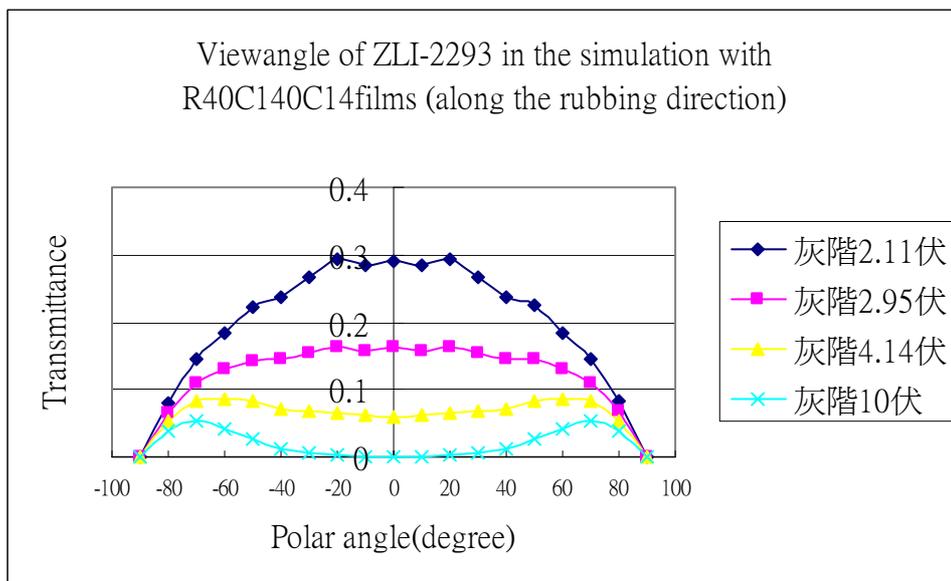


Fig2.3.(L)OCB cell(ZLI-2293)貼補償片 R40C140C140 的水平視角圖

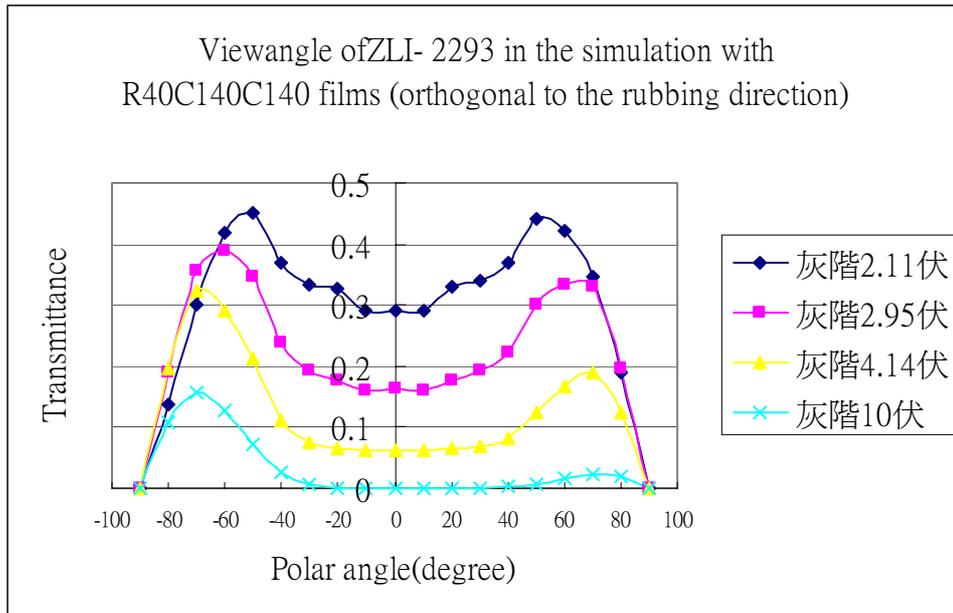


Fig2.3.(M)OCB cell(ZLI-2293)貼補償片 R40C140C140 的垂直視角圖

由 OCB cell l(ZLI-2293)搭配 R40C140C140 的組合可以看到 Fig2.3.(E)中灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-60 度與 60 度,貼完補償片後(see Fig2.3.(L))灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏灰階反轉點改良為-90 度與 90 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(M))灰階 4.14 伏與灰階 10 伏灰階反轉點發生在-90 度與 90 度.

Case I -3:ZLI-2293 搭配 R40C90 的組合

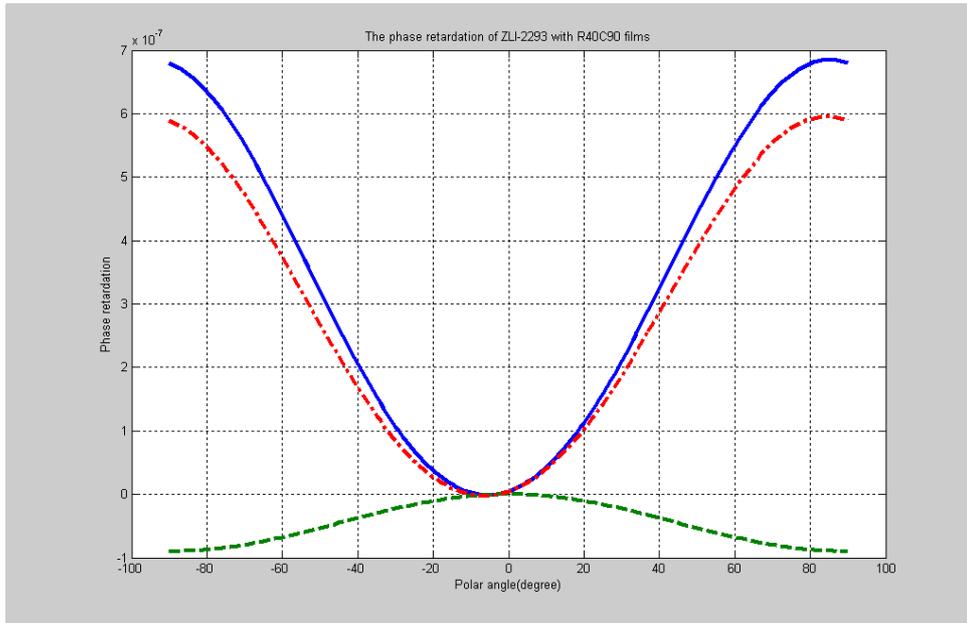


Fig2.3.(N)OCB cell l(ZLI-2293)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖

其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,

--代表一片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

-.代表 OCB cell 加上一片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

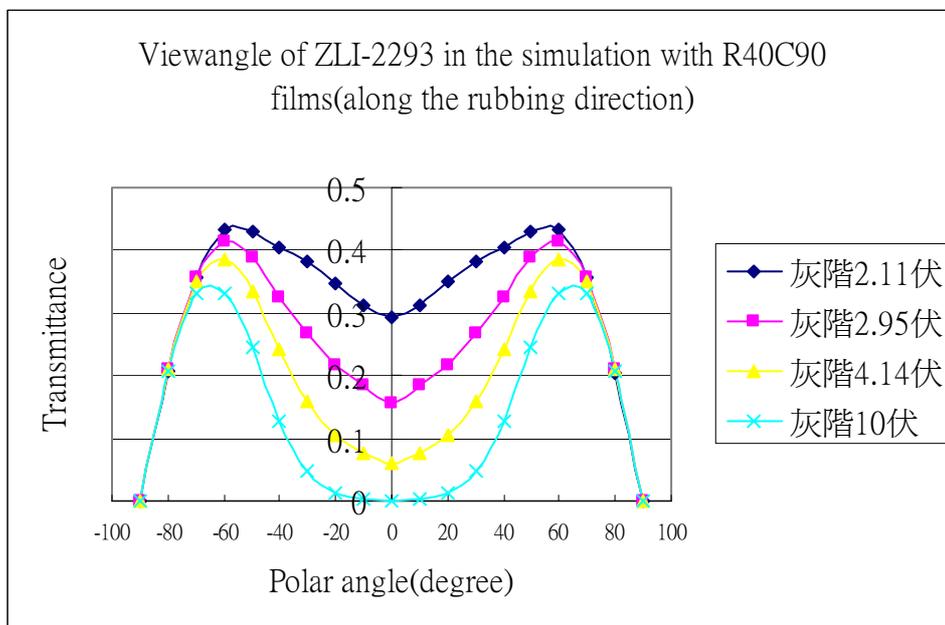


Fig2.3.(O)OCB cell(ZLI-2293)貼補償片 R40C90 的水平視角圖

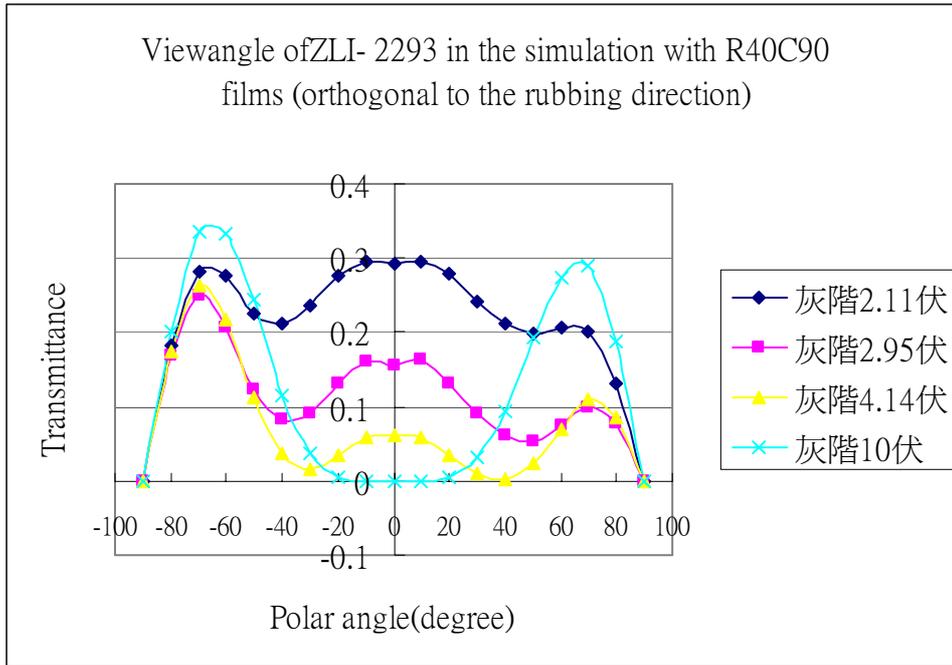


Fig2.3.(P)OCB cell(ZLI-2293)貼補償片 R40C90 的垂直視角圖

由 OCB cell 1(ZLI-2293)搭配 R40C140 的組合可以看到 Fig2.3.(E)中灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-60 度與 60 度, 貼完補償片後(see Fig2.3.(O))灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏灰階反轉點改良 為-70 度與 70 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(P))灰階 4.14 伏與灰階 10 伏灰階反轉點發生在-30 度與 30 度.

Case I -4:ZLI-2293 搭配 R40C90C90 的組合

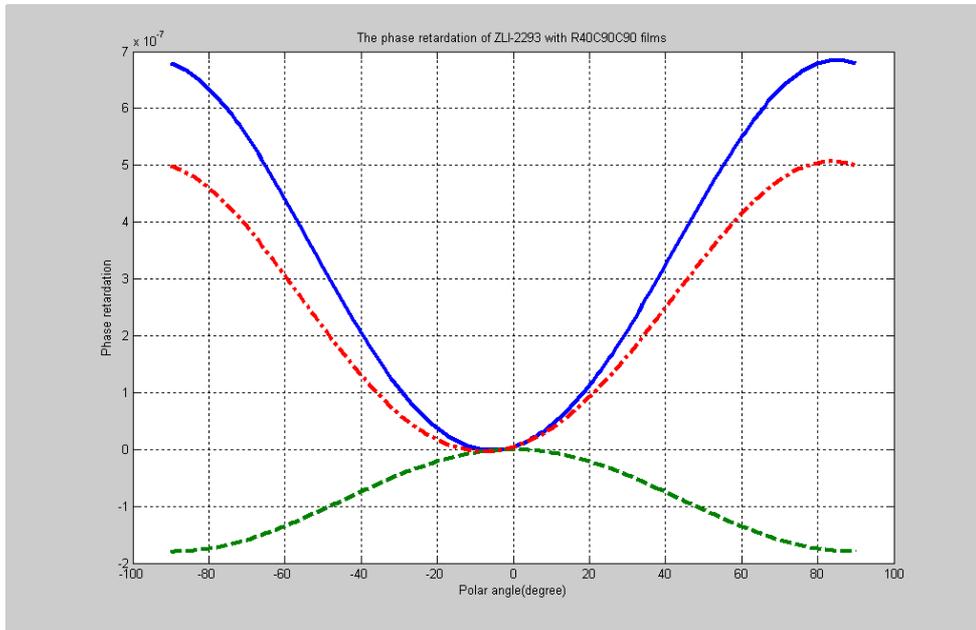


Fig2.3.(Q)OCB cell I(ZLI-2293)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,
 --代表兩片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖
 -代表 OCB cell 加上兩片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

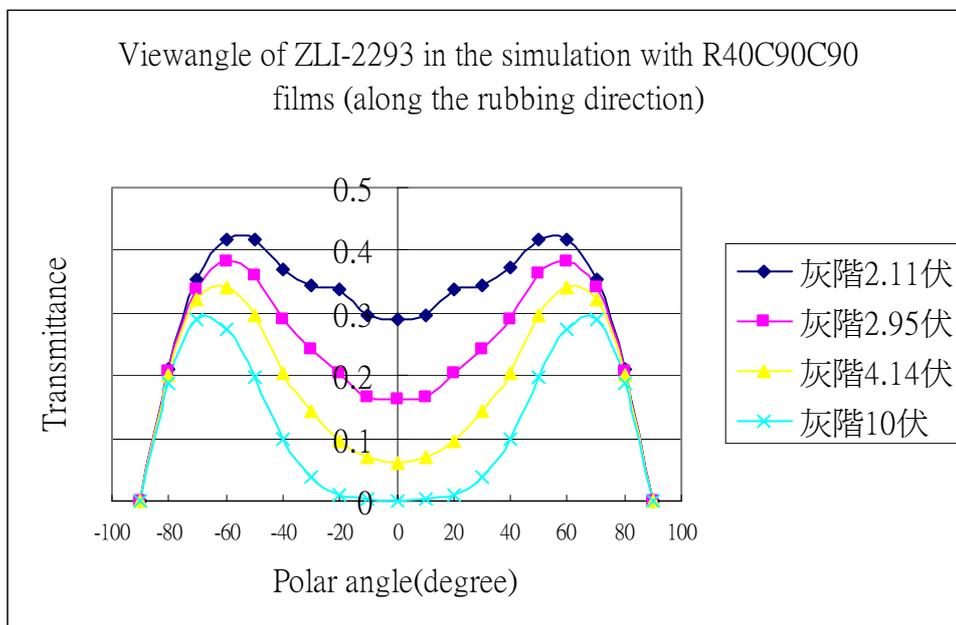


Fig2.3.(R)OCB cell(ZLI-2293)貼補償片 R40C90C90 的水平視角圖

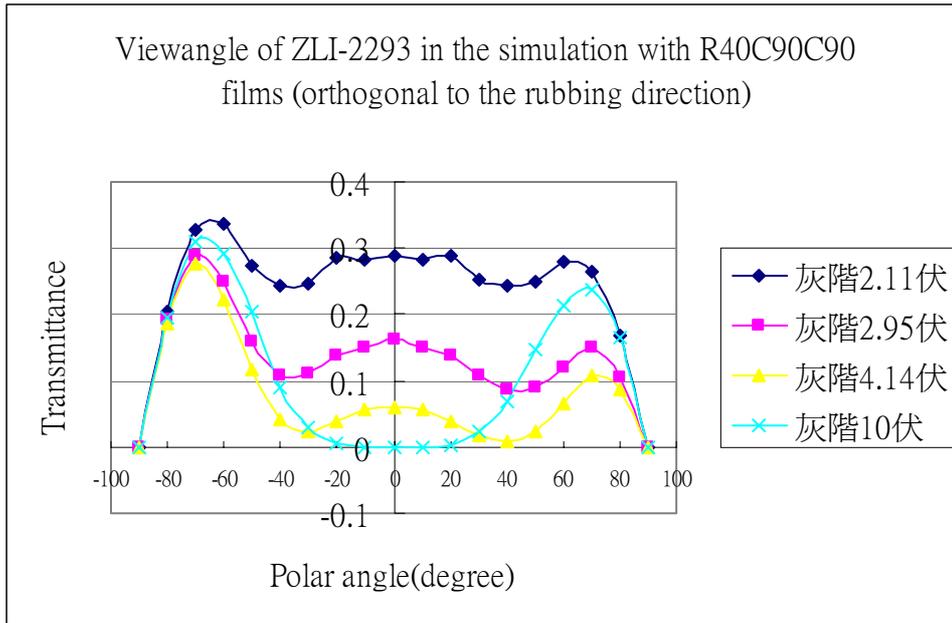


Fig2.3.(S)OCB cell(ZLI-2293)貼補償片 R40C90C90 的垂直視角圖

由 OCB cell 1(ZLI-2293)搭配 R40C140 的組合可以看到 Fig2.3.(E)中灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-60 度與 60 度, 貼完補償片後(see Fig2.3.(R)灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏灰階反轉點改良 為-80 度與 80 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(S))灰階 4.14 伏與灰階 10 伏灰階反轉點發生在-30 度與 30 度.

Part II :E7 with A-plate(R40)

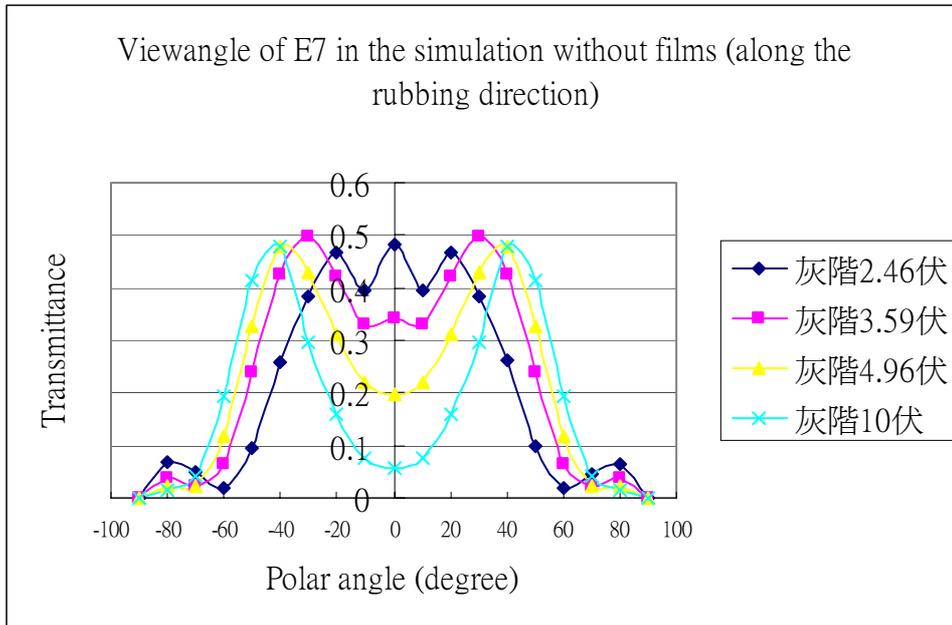


Fig2.3.(T)OCB cell(E7)未貼補償片的水平視角圖

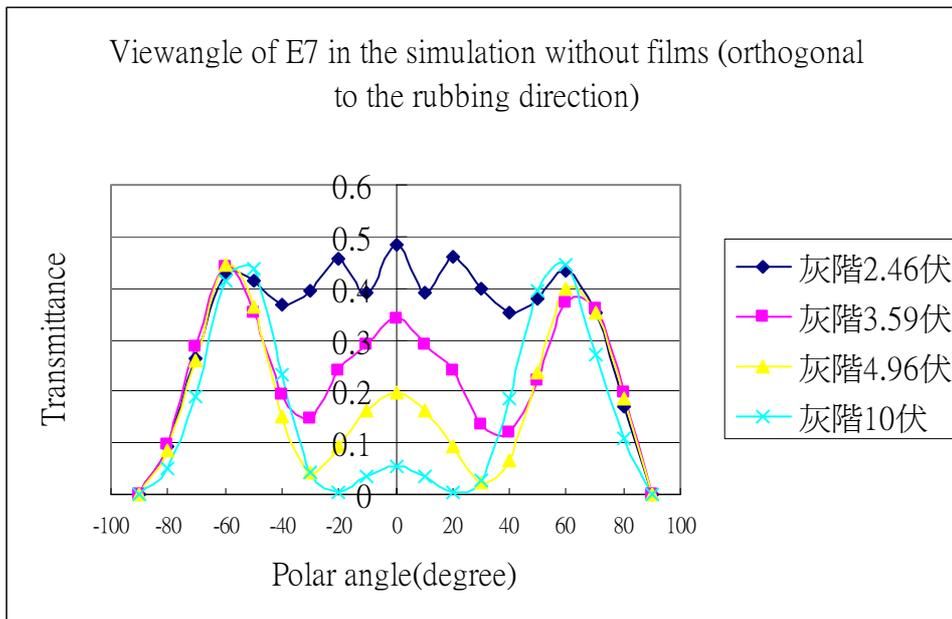


Fig2.3.(U)OCB cell(E7)未貼補償片的垂直視角圖

Case II -1:E7 搭配 R40C140 的組合

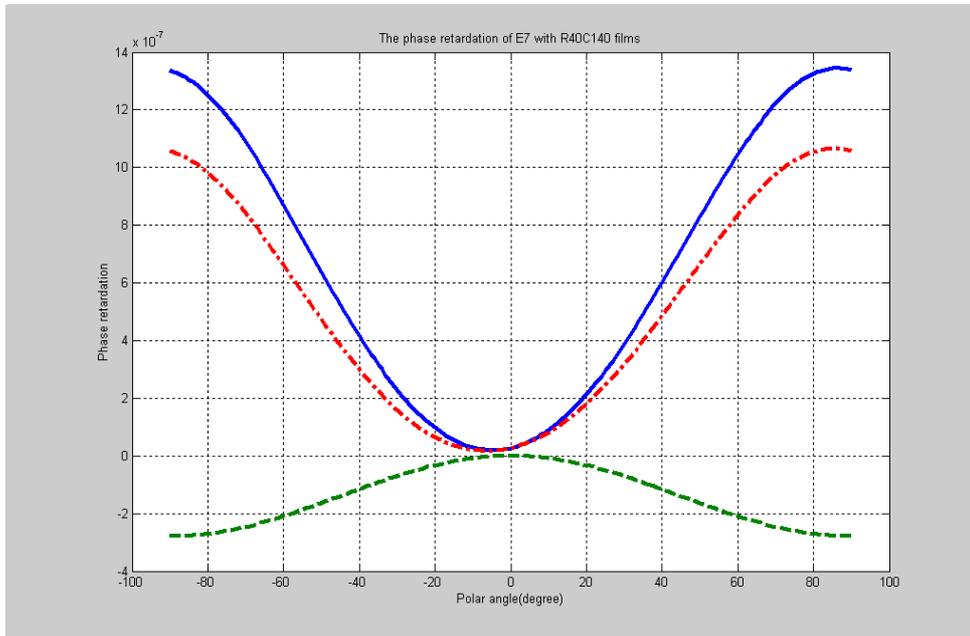


Fig2.3.(V)OCB cell l(E7)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,
 --代表一片 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖
 -代表 OCB cell 加上一片 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

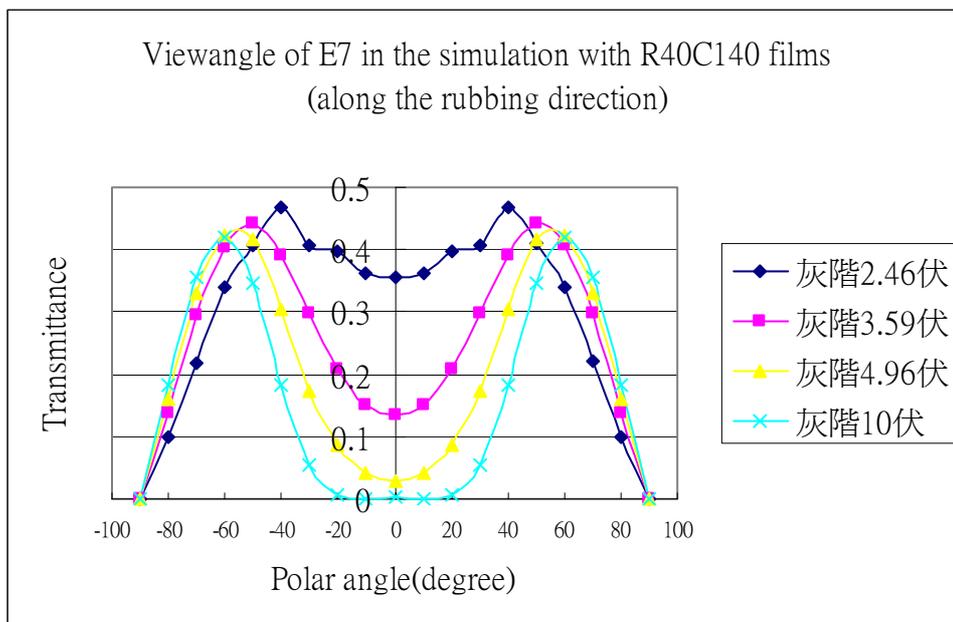


Fig2.3.(W)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140 的水平視角圖

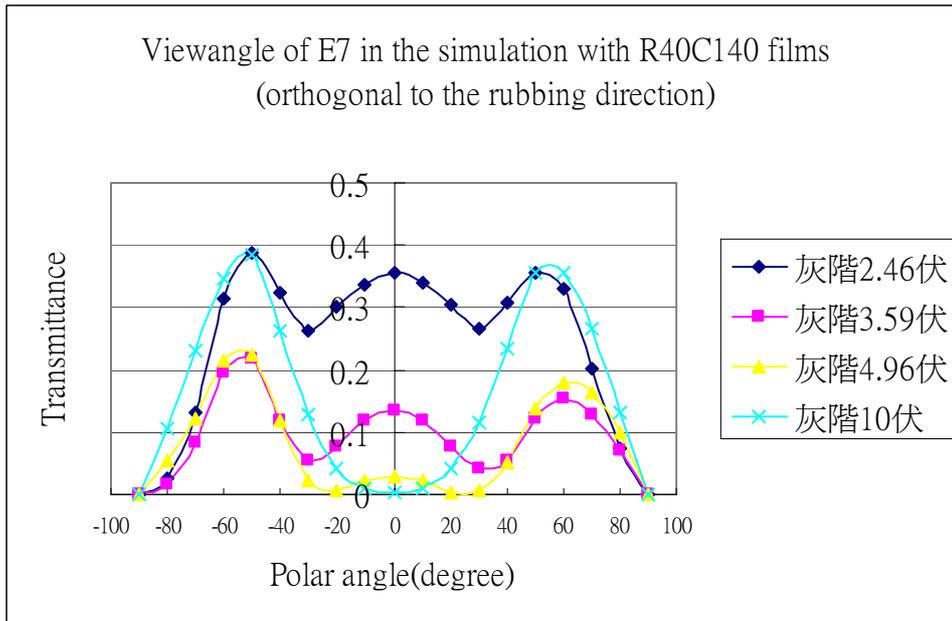


Fig2.3.(X)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140 的垂直視角圖

由 OCB cell (E7)搭配 R40C140 的組合可以看到 Fig2.3.(T)中灰階 2.46 伏與灰階 10 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-35 度與 35 度,貼完補償片後(see Fig2.3.(W))灰階 2.46 伏與灰階 10 伏灰階反轉點改良為-55 度與 55 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(X))灰階 4.14 伏與灰階 10 伏灰階反轉點發生在-10 度與 10 度.

Case II -2:E7 搭配 R40C140C140 的組合

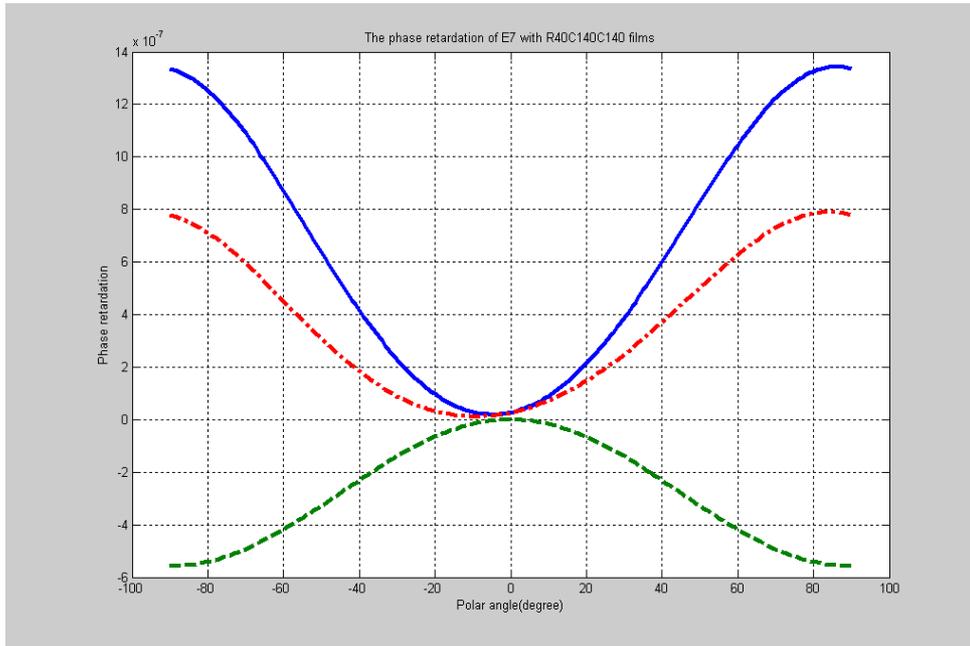


Fig2.3.(Y)OCB cell l(E7)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,
 --代表兩片 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖
 -代表 OCB cell 加上兩片 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

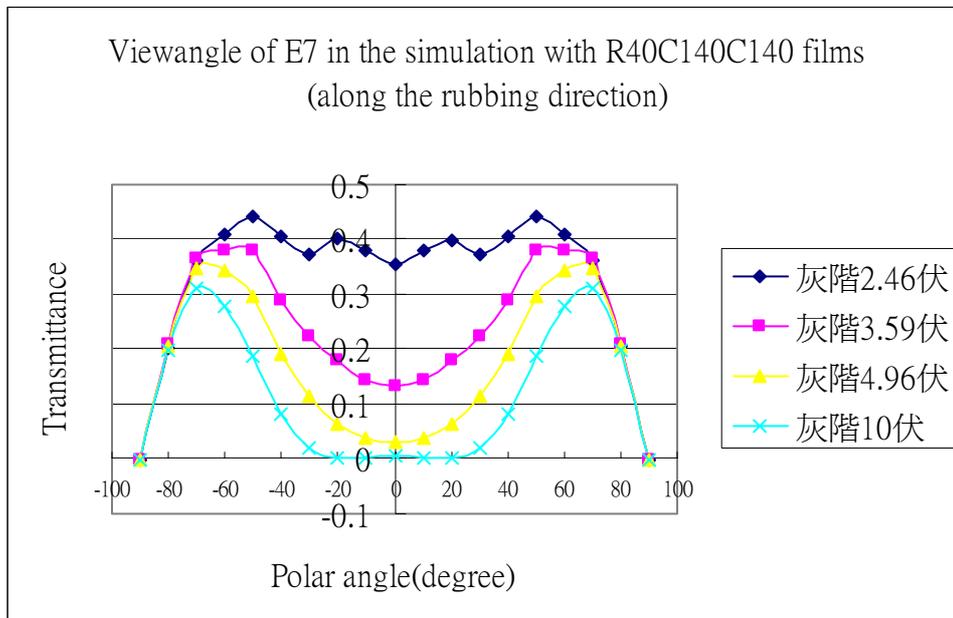


Fig2.3.(Z)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140C140 的水平視角圖

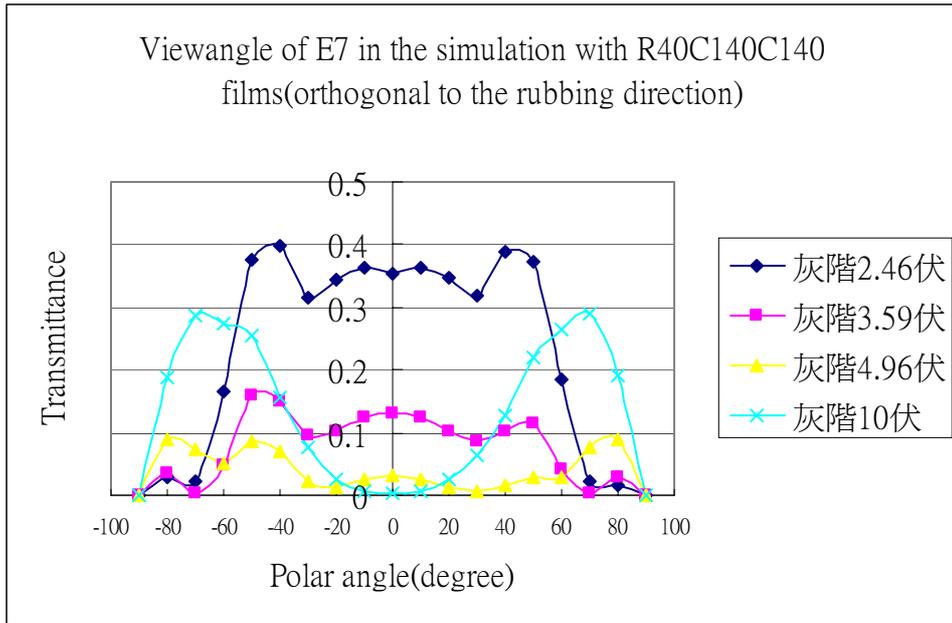


Fig2.3.(a)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140C140 的垂直視角圖

由 OCB cell l(E7)搭配 R40C140C140 的組合可以看到 Fig2.3.(T)中灰階 2.46 伏與灰階 10 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-35 度與 35 度, 貼完補償片後(see Fig2.3.(Z)灰階 2.46 伏與灰階 10 伏灰階反轉點改良 為-80 度與 80 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(a))灰階 2.46 伏與灰階 10 伏灰階反轉點發生在-15 度與 15 度.

Case II-3:E7 搭配 R40C90 的組合

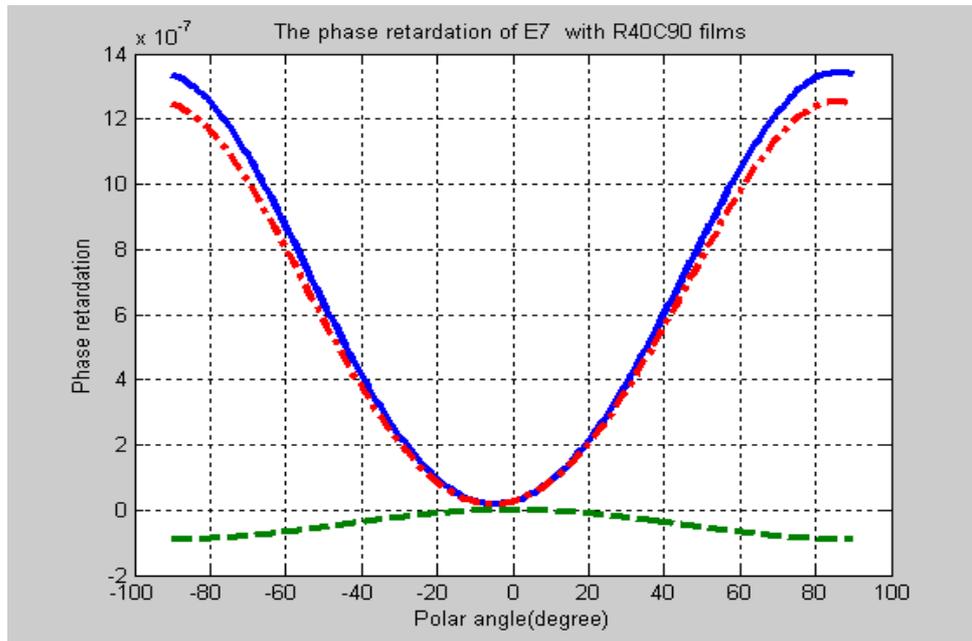


Fig2.3.(b)OCB cell I(E7)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,
 --代表一片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖
 -.-代表 OCB cell 加上一片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

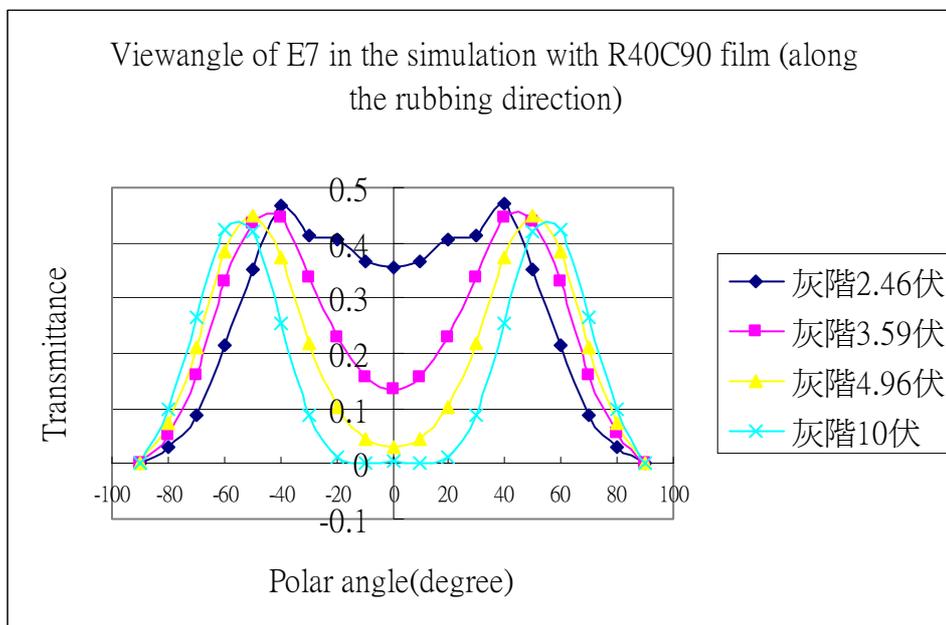


Fig2.3.(c)OCB cell(E7)貼補償片 R40C90 的水平視角圖

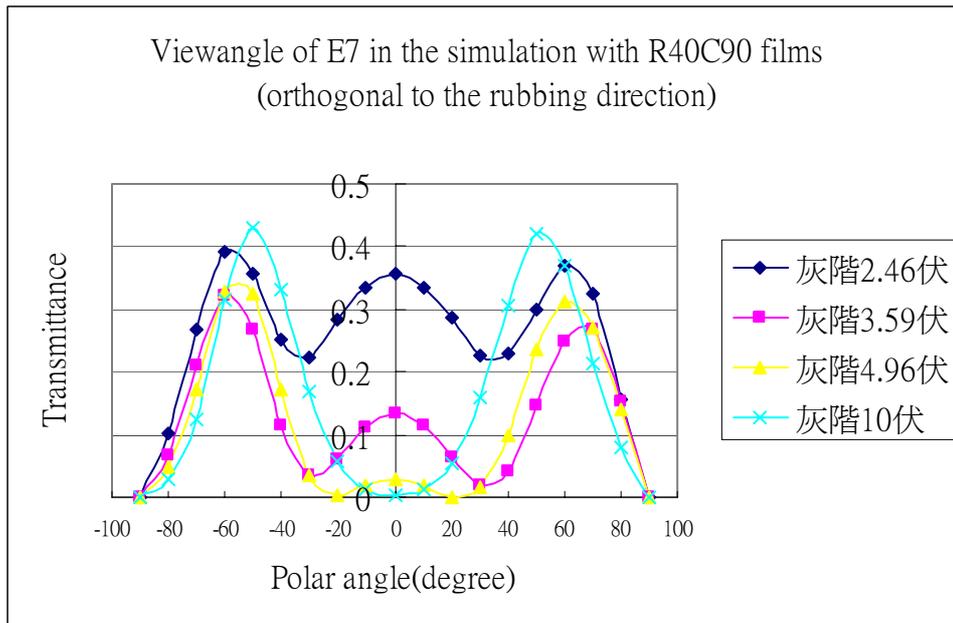


Fig2.3.(d)OCB cell(E7)貼補償片 R40C90 的垂直視角圖

由 OCB cell l(E7)搭配 R40C90 的組合可以看到 Fig2.3.(T)中灰階 2.46 伏與灰階 10 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-35 度與 35 度,貼完補償片後(see Fig2.3.(c)灰階 2.46 伏與灰階 10 伏灰階反轉點改良為-45 度與 45 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(d))灰階 4.96 伏與灰階 10 伏灰階反轉點發生在-10 度與 10 度.

Case II -4:E7 搭配 R40C90C90 的組合

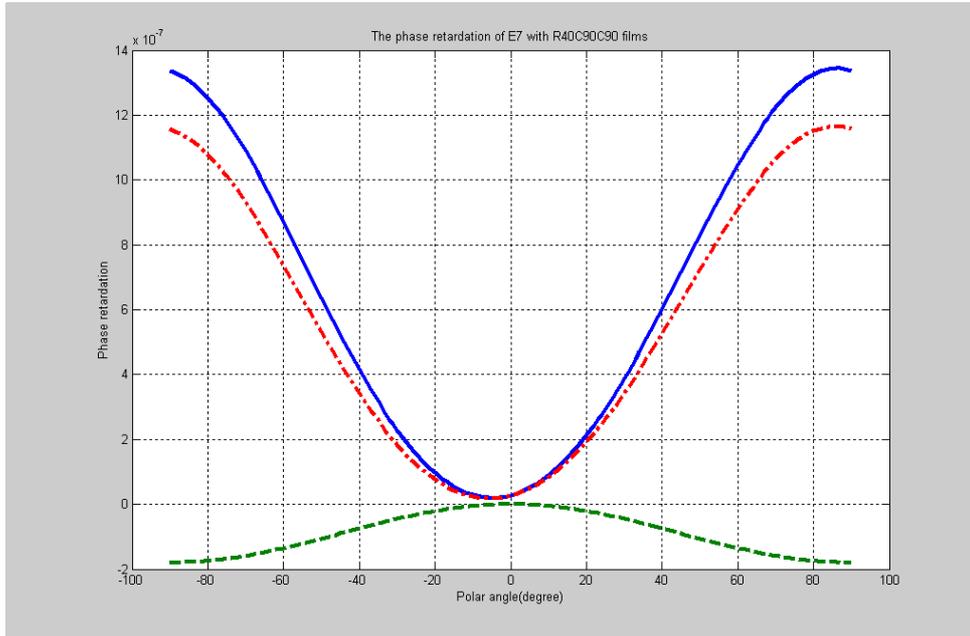


Fig2.3.(e)OCB cell (E7)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,
 --代表兩片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖
 -.-代表 OCB cell 加上兩片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

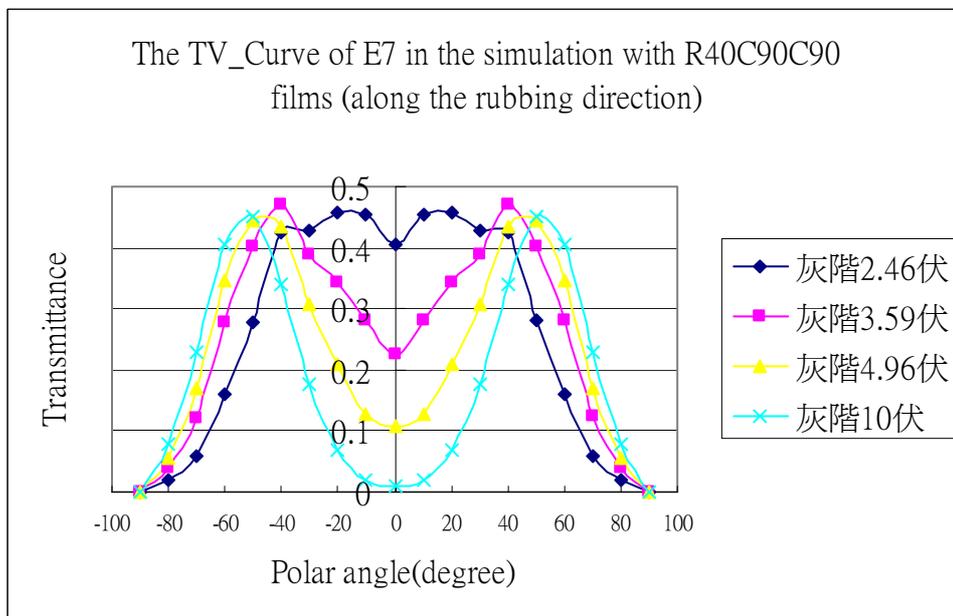


Fig2.3.(f)OCB cell(E7)貼補償片 R40C90C90 的水平視角圖

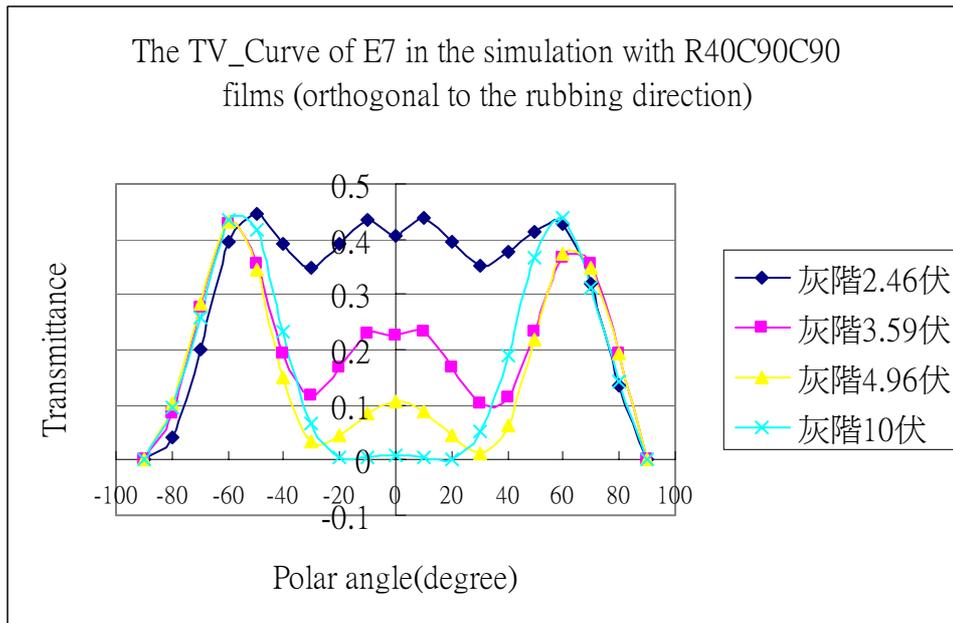


Fig2.3.(g)OCB cell(E7)貼補償片 R40C90C90 的垂直視角圖

由 OCB cell 1(E7)搭配 R40C90C90 的組合可以看到 Fig2.3.(T)中灰階 2.46 伏與灰階 10 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-35 度與 35 度,貼完補償片後(see Fig2.3.(f)灰階 2.46 伏與灰階 10 伏灰階反轉點改良為-40 度與 45 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(g))灰階 4.96 伏與灰階 10 伏灰階反轉點發生在-30 度與 30 度.

Part III :E7 with two A-plate(R40)

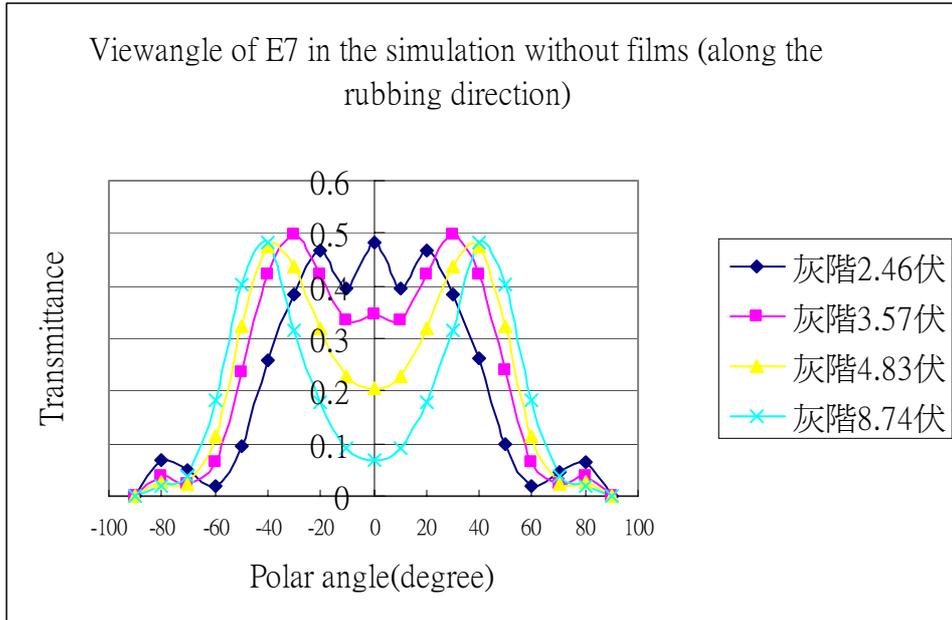


Fig2.3.(h)OCB cell(E7)未貼補償片的水平視角圖

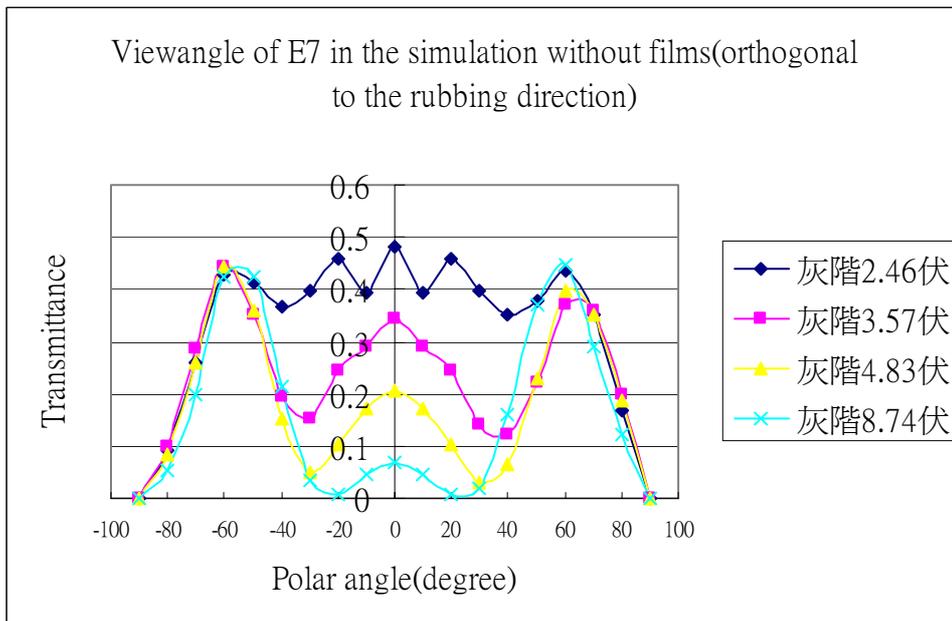


Fig2.3.(i)OCB cell(E7)未貼補償片的垂直視角圖

Case III-1: E7 搭配 R40R40C140 的組合

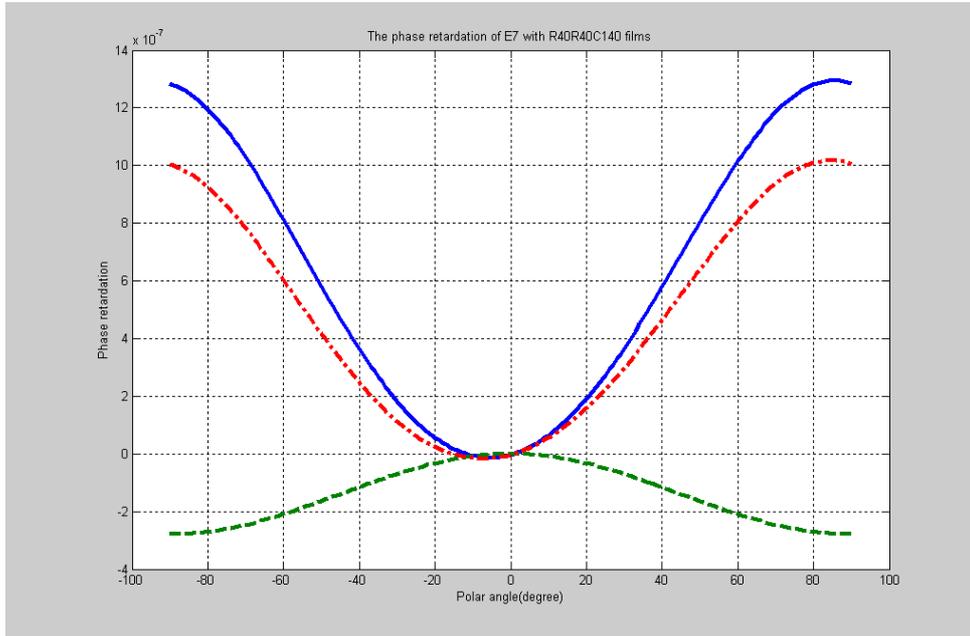


Fig2.3.(j)OCB cell l(E7)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,
 --代表一片 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖
 -代表 OCB cell 加上一片 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

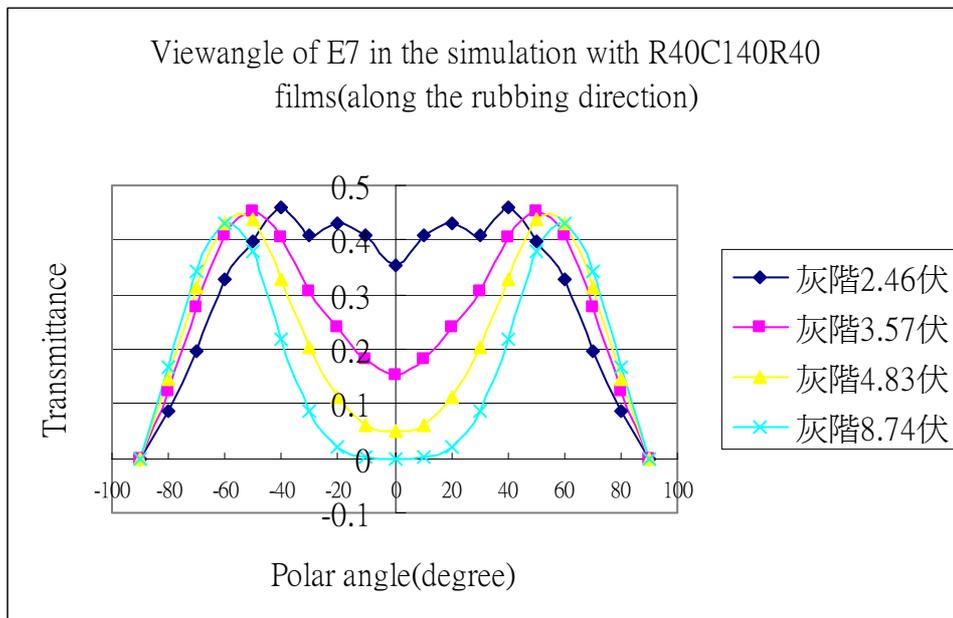


Fig2.3.(k)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140C140 的水平視角圖

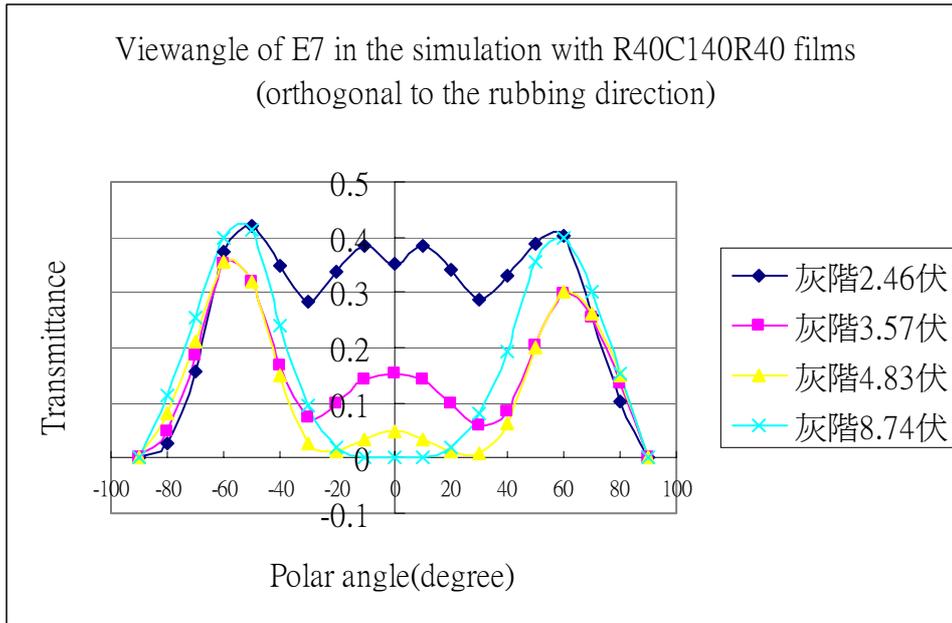


Fig2.3.(l)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140C140 的垂直視角圖

由 OCB cell l(E7)搭配 R40R40C140的組合可以看到 Fig2.3.(h)中灰階 2.46 伏與灰階 10 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-30 度與 30 度,貼完補償片後(see Fig2.3.(k)灰階 2.46 伏與灰階 10 伏灰階反轉點改良為-50 度與 50 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(l))灰階 4.83 伏與灰階 8.74 伏灰階反轉點發生在-18 度與 20 度.

Case III-2:E7 搭配 R40R40C140C140 的組合

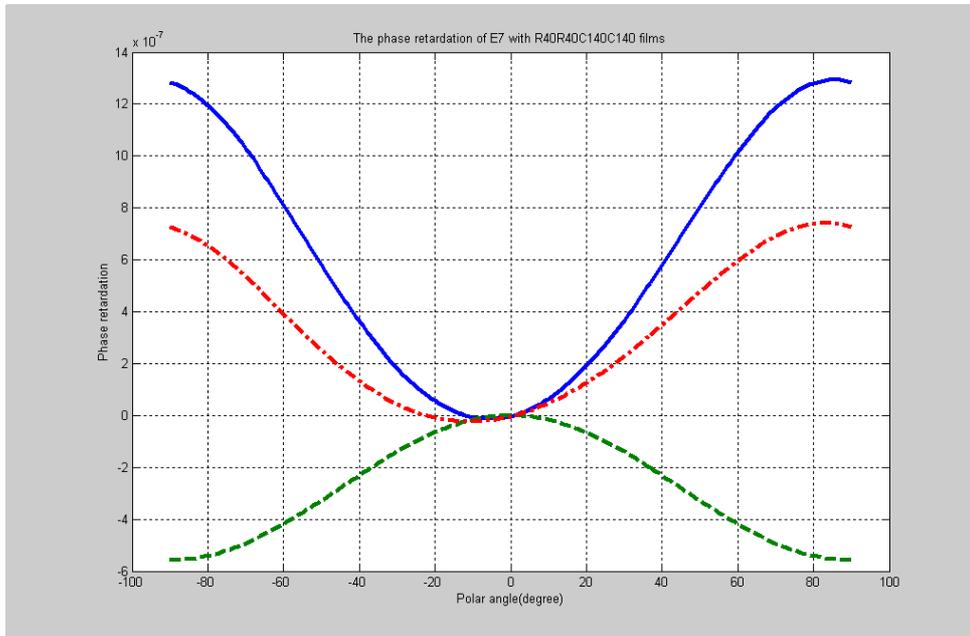


Fig2.3.(m)OCB cell l(E7)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,
 --代表兩片 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖
 -.代表 OCB cell 加上兩片 C140 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

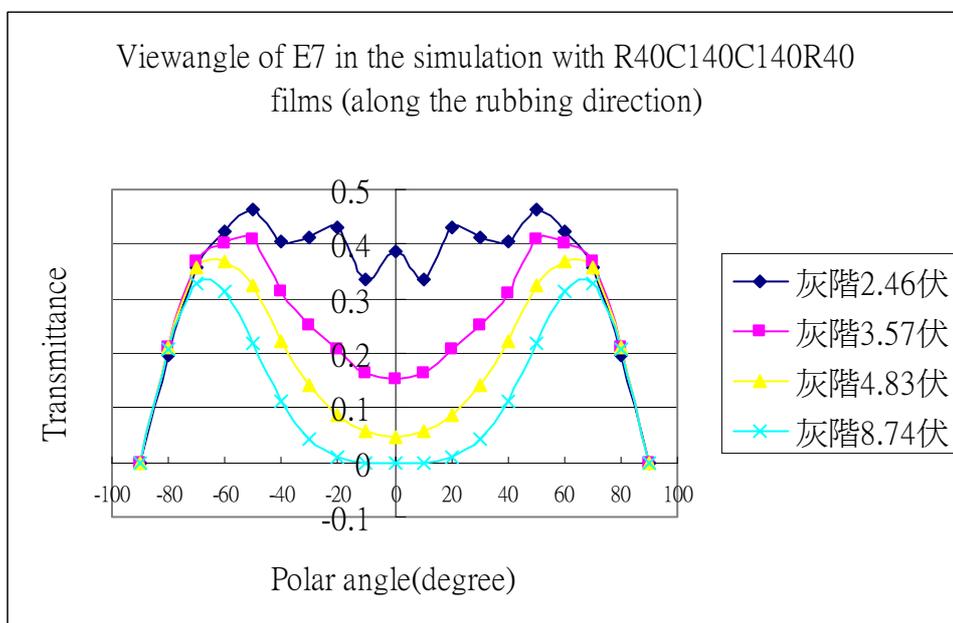


Fig2.3.(n)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140C140C140 的水平視角圖

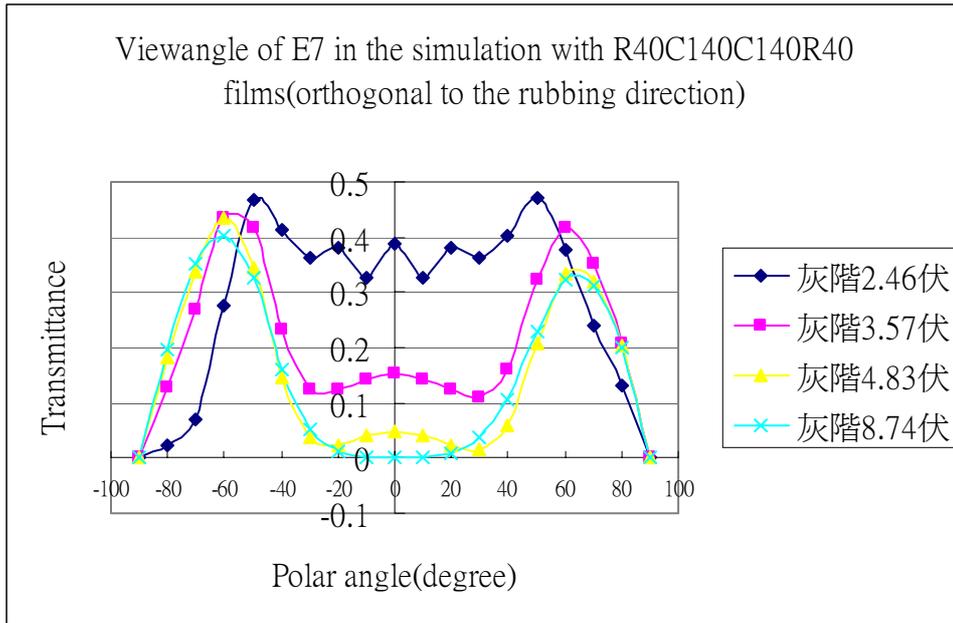


Fig2.3.(o)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140C140C140 的垂直視角圖

由 OCB cell l(E7)搭配 R40R40C140C140 的組合可以看到 Fig2.3.(h)中灰階 2.46 伏與灰階 10 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-30 度與 30 度,貼完補償片後(see Fig2.3.(n)灰階 2.46 伏與灰階 10 伏灰階反轉點改良為-80 度與 80 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(o))灰階 4.83 伏與灰階 8.74 伏灰階反轉點發生在-20 度與 20 度.

Case III-3:E7 搭配 R40R40C90 的組合

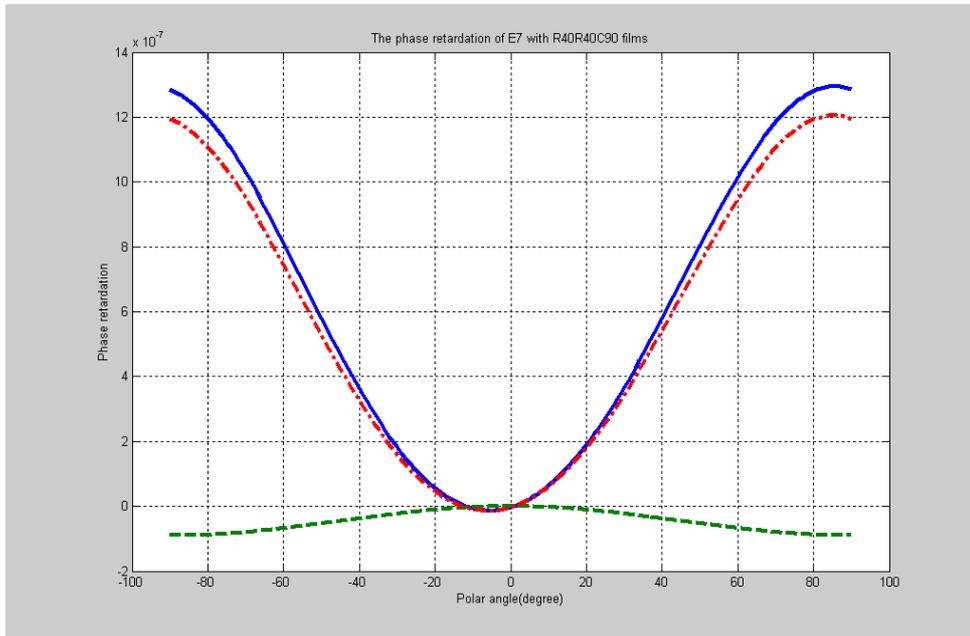


Fig2.3.(p)OCB cell l(E7)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,
 --代表一片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖
 -.-代表 OCB cell 加上一片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

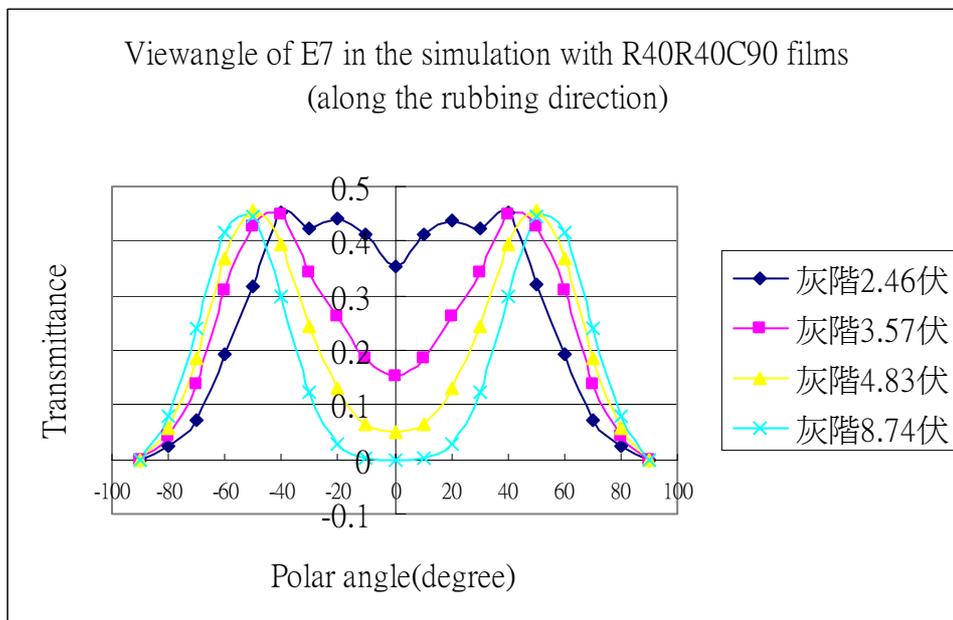


Fig2.3.(q)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140C90 的水平視角圖

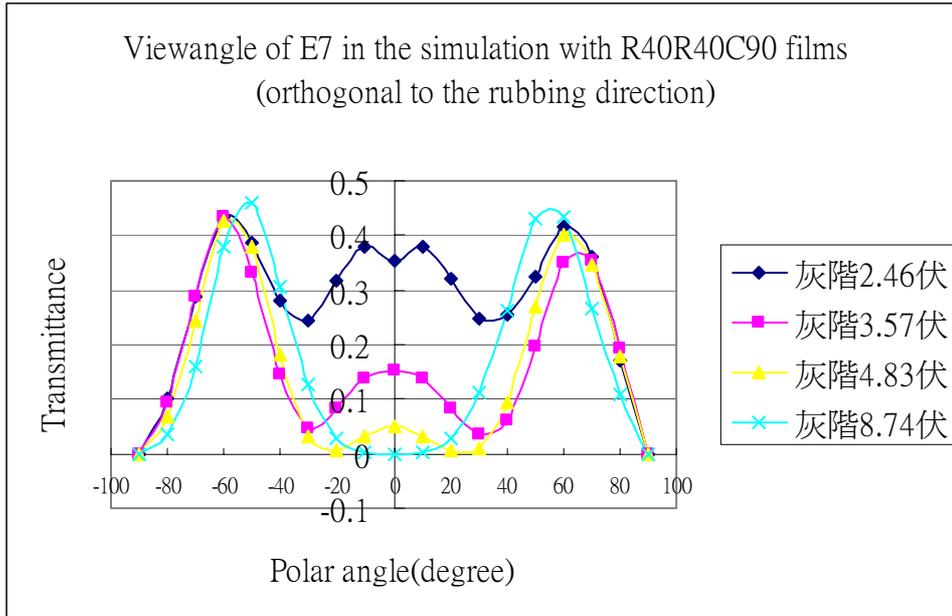


Fig2.3.(r)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140C90 的垂直視角圖

由 OCB cell 1(E7)搭配 R40R40C90 的組合可以看到 Fig2.3.(h)中灰階 2.46 伏與灰階 10 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-30 度與 30 度,貼完補償片後(see Fig2.3.(q))灰階 2.46 伏與灰階 10 伏灰階反轉點改良為-45 度與 45 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(r))灰階 4.83 伏與灰階 8.74 伏灰階反轉點發生在-15 度與 15 度.

Case III-4: E7 搭配 R40R40C90C90 的組合

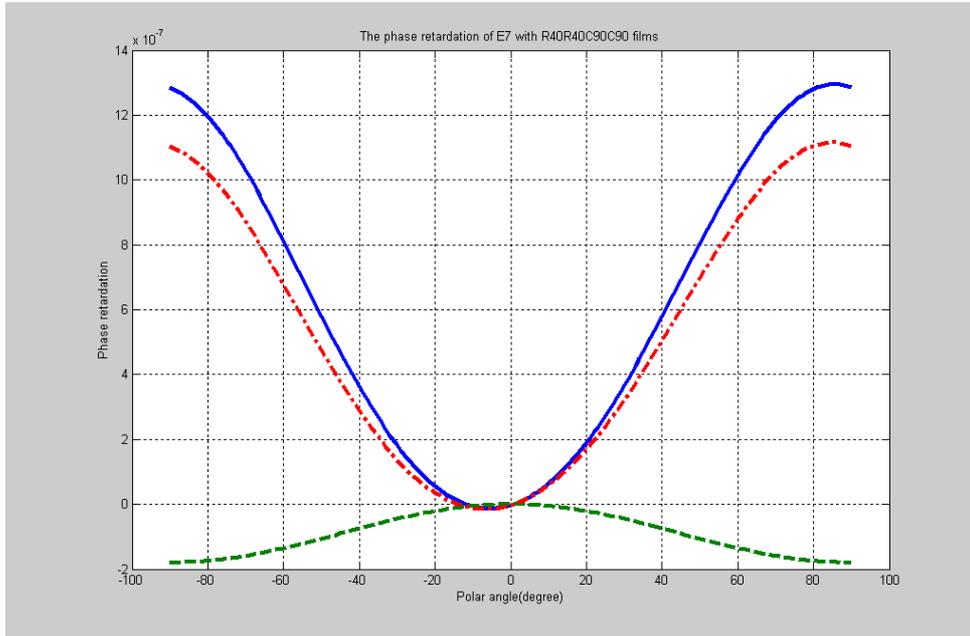


Fig2.3.(s)OCB cell l(E7)暗態灰階的視角入射角度變化的 Phase retardation 圖
 其中,-代表 OCB cell(暗態電壓)隨入射角度變化的 Phase retardation 圖,
 --代表兩片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖
 -代表 OCB cell 加上兩片 C90 隨入射角度變化的 Phase retardation 圖

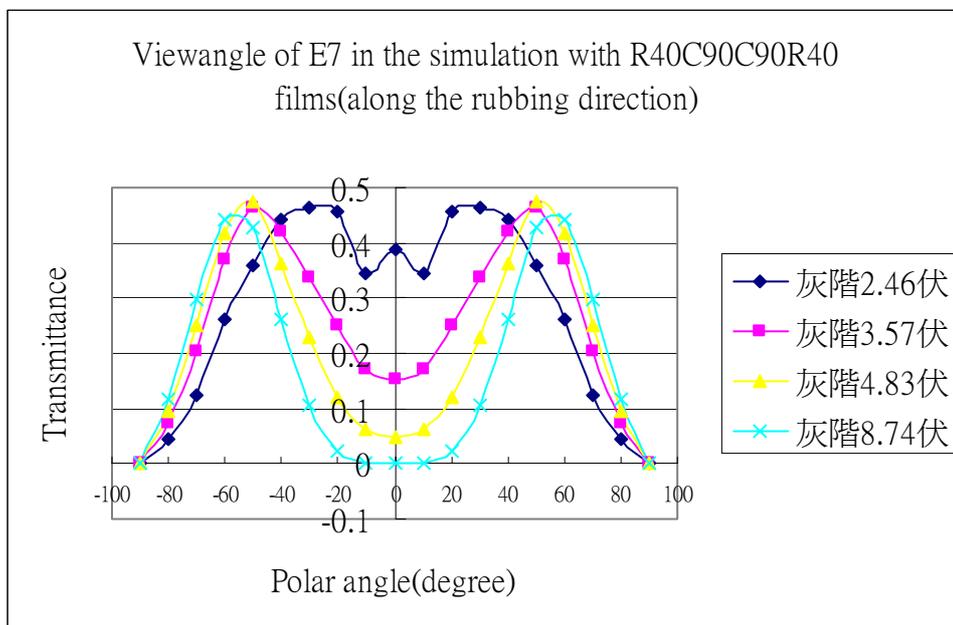


Fig2.3.(t)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140C90C90 的水平視角圖

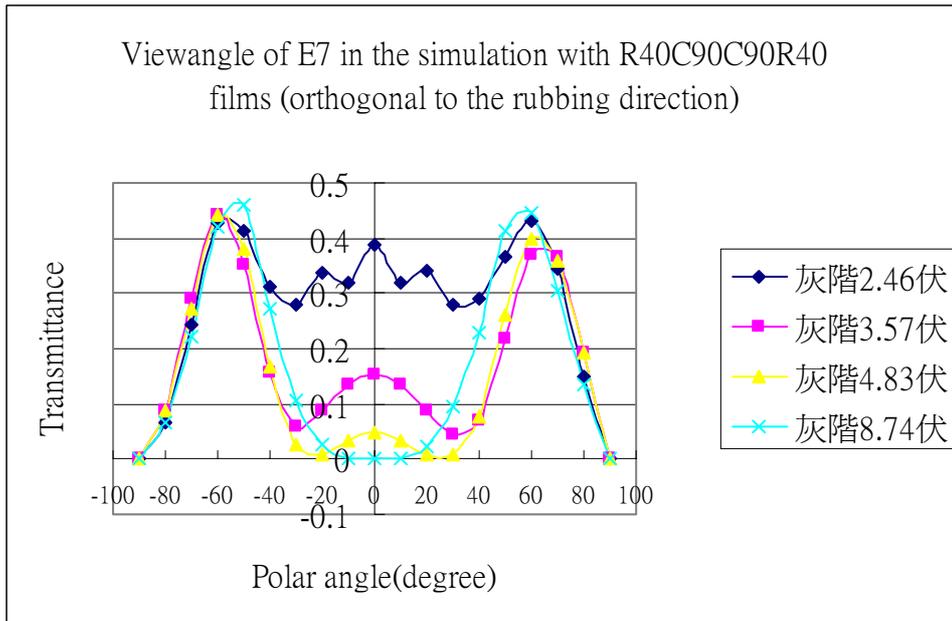


Fig2.3.(u)OCB cell(E7)貼補償片 R40C140C90C90 的垂直視角圖

由 OCB cell l(E7)搭配 R40R40C90C90 的組合可以看到 Fig2.3.(h)中灰階 2.46 伏與灰階 10 伏的灰階反轉點未貼補償片前發生在-30 度與 30 度, 貼完補償片後(see Fig2.3.(t)灰階 2.46 伏與灰階 10 伏灰階反轉點改良為 -45 度與 45 度,但垂直方向的視角(see Fig2.3.(u))灰階 4.83 伏與灰階 8.74 伏灰階反轉點發生在-20 度與 20 度.

第三章 實驗方法

在本章中，我們將實驗時所進行的步驟陳列於下，敘述液晶樣品的製作、檢驗，以及所架設量測系統的原理與操作方法。

3.1 樣品製作

爲了解 OCB cell 液晶的光電特性，我們需要製作穿透式的 OCB 液晶樣品。藉著“穿透式”樣品來分析 OCB cell 樣品和相位補償膜的相位匹配(Phase Matching)情形，並由此說明相位補償膜的設計方式及修正設計時所需的參數。

3.1.1 使用材料

在選擇液晶種類時，需考慮到下列因素

- (1) 雙折射率差(Δn)不能太大，否則樣品厚度須相當小，在製程上有一定困難。
- (2) 液晶存在溫度範圍大。
- (3) 液晶之阻抗值越大越好。
- (4) 液晶的化學性質要穩定，不易因爲光照、溫度劇烈變化....等因素而分解。
- (5) 在此我們使用的液晶是 ZLI-2293, Cell gap=5.8 μ m, pretilt angle=4.5 度, $N_e=1.6312$, $N_o=1.499$ for $\lambda = 633\text{nm}$.

3.2 量測方法與實驗儀器的架設

3.2.1 OCB cell 相位差的量測

在這個實驗,我們量測 OCB cell 正向時,加不同電壓於液晶 cell,以決定要操作的最亮與最暗電壓,實驗儀器如下圖所示

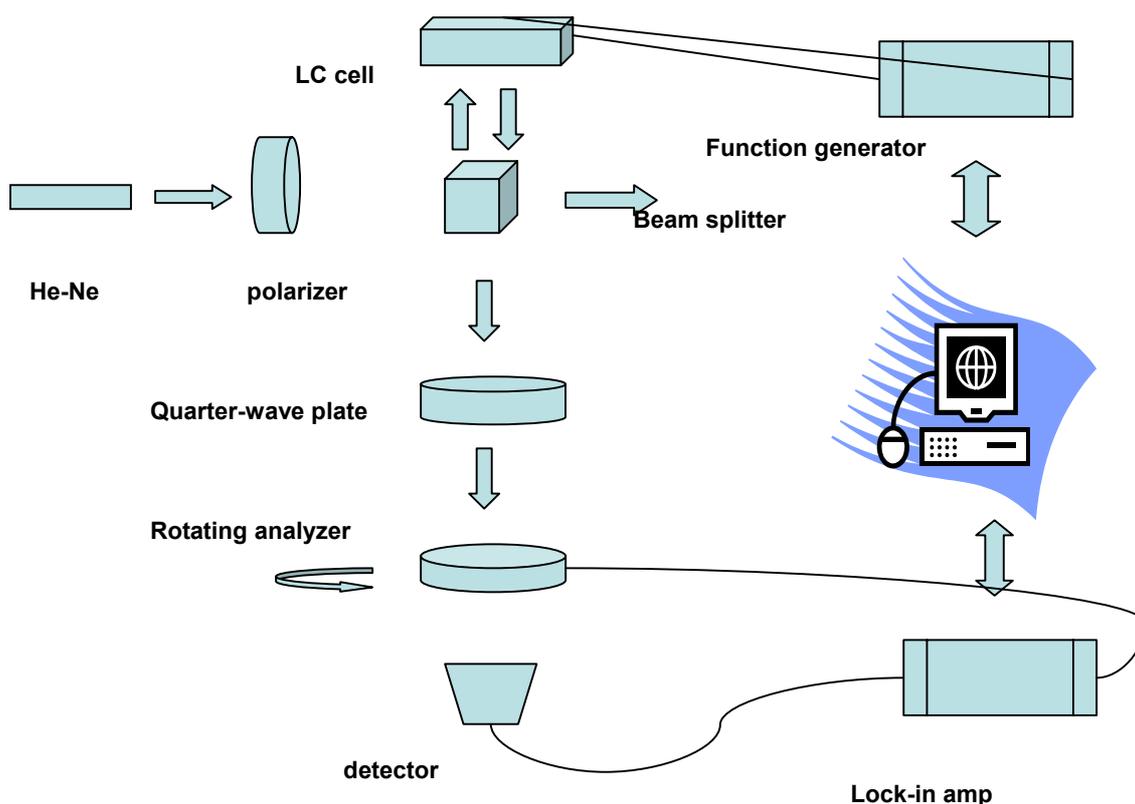


Fig 3.2.1 相位差量測圖

量測步驟：

氦氖雷射經過線性偏極片,使其極化方向與水平面夾 45 度角,接著通過 Beam splitter,在通過 OCB cell,液晶分子軸向平行水平面,線性極化光經過液晶樣品再反射時,因為雙折射會變成橢圓極化光,穿過前面的四分之一的波片(光軸與前一偏振片平行),將其轉換成線性偏振光.其

線性偏極化方向為原橢圓偏鎖光的長軸方向.,因此光通過旋轉的檢偏片後,從光偵測器可讀到一正弦波,其頻率為兩倍於檢偏片轉速.由旋轉檢偏片系統可取出頻率為馬達轉速兩倍的參考方波.其頻率相等於前面所述之弦波.此二訊號之相位差,為液晶樣品所造成.此相位差由鎖相放大器讀出.

原理:由 Jones Matrix Method 來計算此出射光的 Jones vector:

$$\begin{pmatrix} \cos^2 \theta & \cos \theta \sin \theta \\ \cos \theta \sin \theta & \sin^2 \theta \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & -i \\ -i & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{-i\Gamma/2} & 0 \\ 0 & e^{-i\Gamma/2} \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$= (1-i) / 2 [\cos(\Gamma / 2 + \theta) + \sin(\Gamma / 2 + \theta)] \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix}$$

$$I = |E_x|^2 + |E_y|^2 = I_0 [\sin(2\theta + \Gamma) + 1]$$

Γ 可由鎖相放大器讀出.

由相位差量測實驗裝置,可得出 ZLI-2293 cell 的 Phase 對電壓的圖

(see Fig2.3.2),另外我們可以由套裝軟體 DIMOS 所匯出的各個灰階電

壓的分子指向矢的分佈,撰寫程式與實驗圖做比較,可以發現實驗和模

擬的曲線吻合.並且廠商所提供的 A-plate 的 Phase retardation 值為

40nm,相當於 22.45 度,由 Fig3.2.3 可知,具有 22.45 度的暗態電壓已超

過 10 伏,所以在電壓不操過 10 伏的原則下,我們選定 $V_{\text{dark}}=10$ 伏做為

我們的暗態電壓

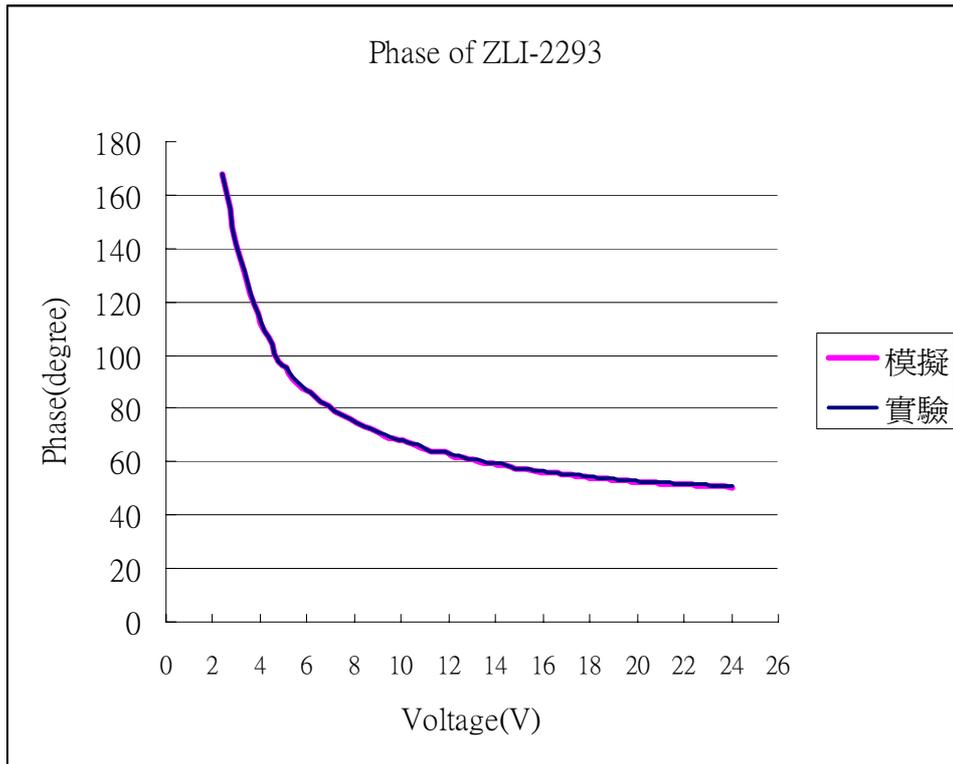


Fig 3.2.2 ZLI-2293 的相位差對電壓量測(模擬與實驗)圖形

3.2.2 TV-Curve 的量測

由此實驗裝置,我們可以量得 OCB cell 在貼補償片前後,穿透率的改變以及來評估最大亮度的減少.實驗裝置圖如 Fig3.2.3,需注意的一點,由於 OCB cell 有 Splay 與 Bend state 的切換,所以我們根據 Free energy 對這兩個 state 的條件繪圖(如 Fig3.2.5),求得曲線的交點. V_{cr} (critical voltage)即為可得,所以量 Cell 的 TV-Curve 的起始電壓就從 V_{cr} 開始,選定亮態電壓大於 V_{cr} , $V_{white}=2.11$ 伏

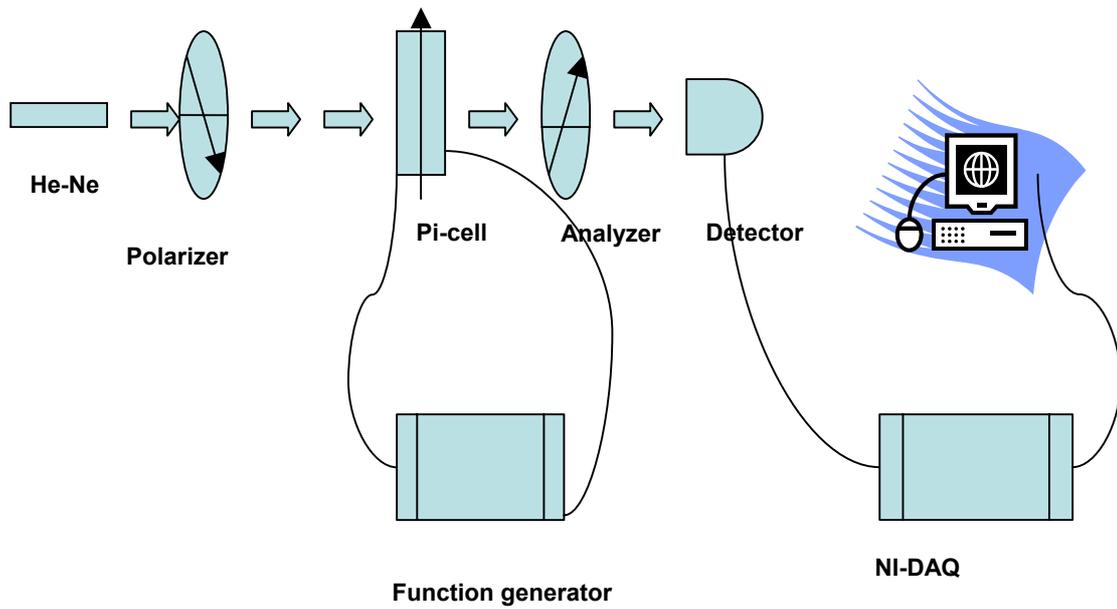


Fig 3.2.3 TV-Curve 實驗量測裝置

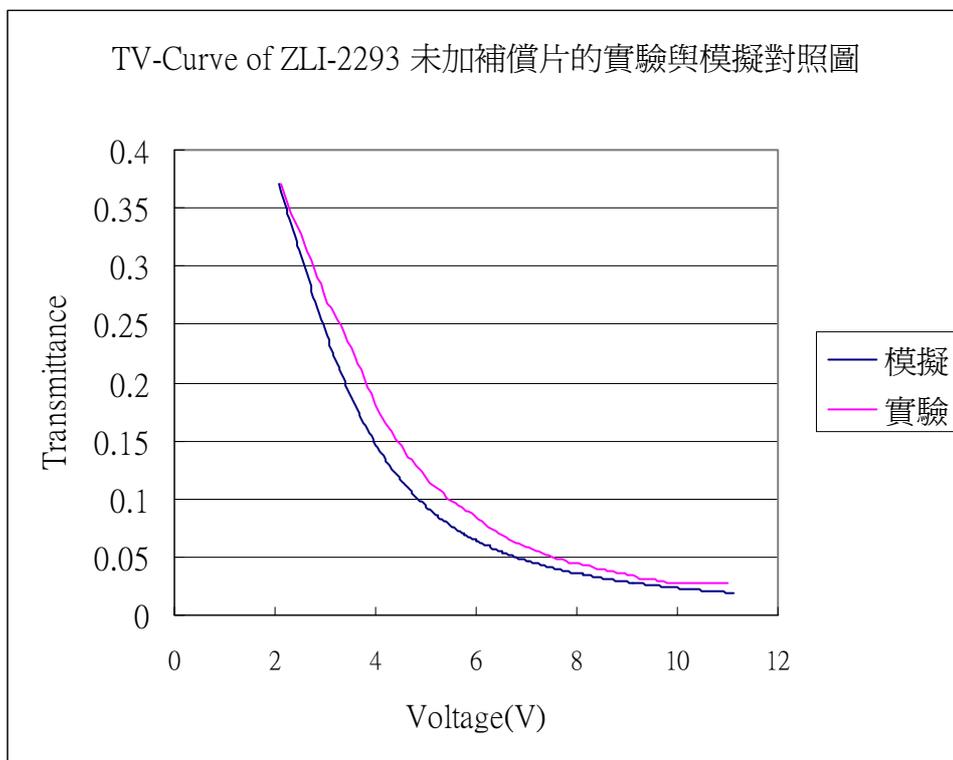


Fig 3.2.4 OCB cell(ZLI-2293)未加補償片的實驗與模擬圖

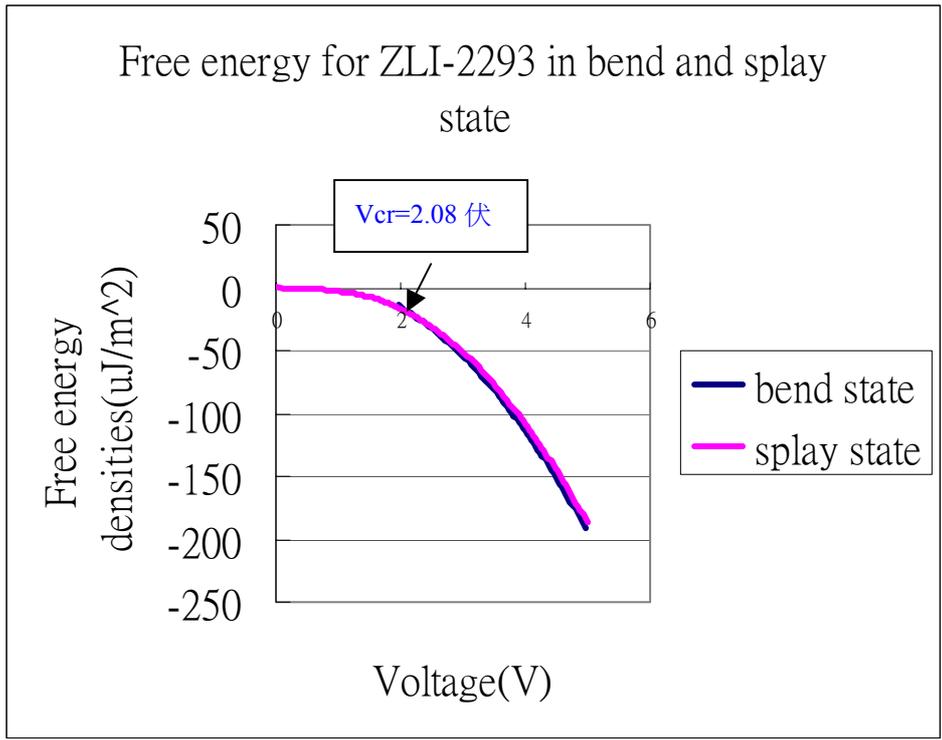


Fig3.2.5 Free energy density for ZLI-2293 between bend and splay state

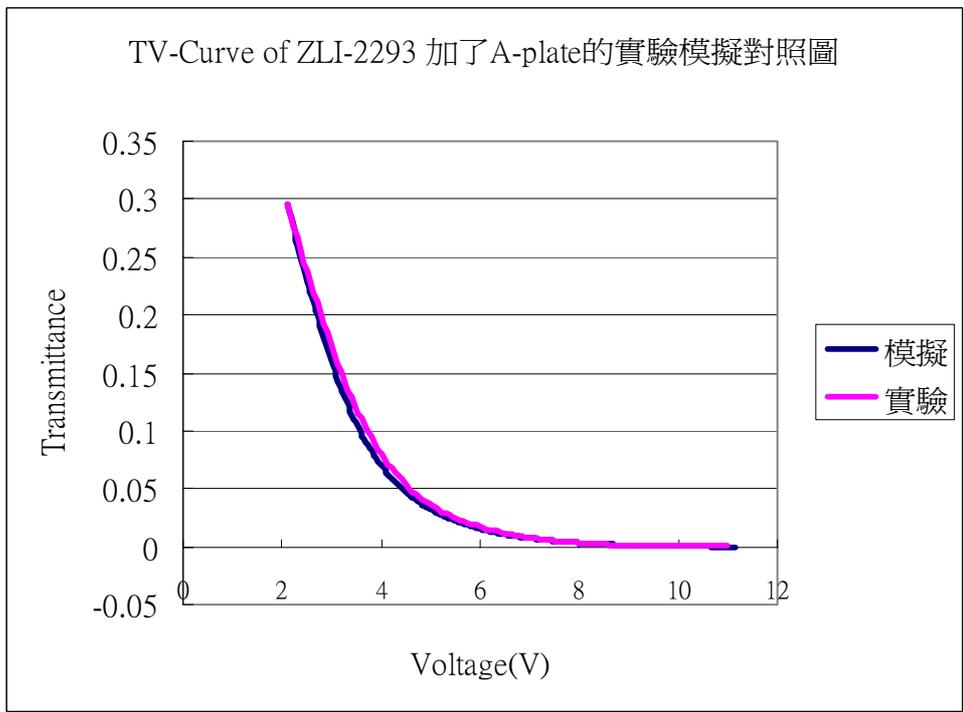


Fig3.2.6 TV-Curve of ZLI-2293 貼上 A-plate 後模擬與實驗圖

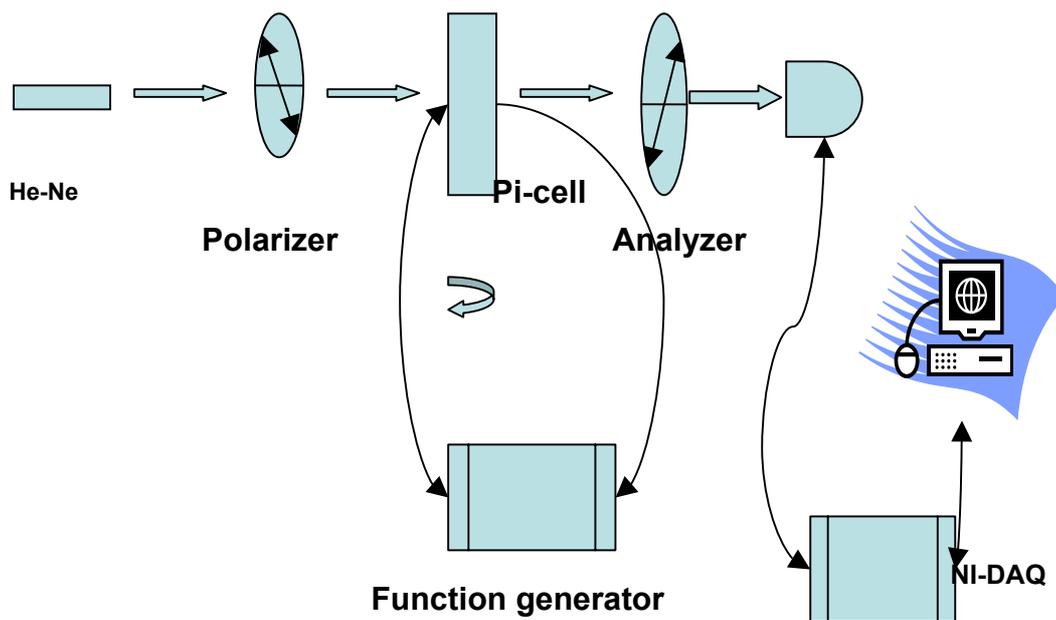
由 Fig3.2.4 與 Fig3.2.6 可以發現 OCB cell 貼上 A-plate 後在暗態電壓

V_{dark}=10 伏的穿透率很明顯的下降.

3.2.3 OCB 樣品的光電特性

在此部分的實驗中，我們要量測在不同視角下，外加電壓和穿透光強度的關係，由此關係可以得知此機制應用在顯示器上的顯示性能、視角範圍等特性。在量測時我們使用單色光的雷射(氦氖紅光：632.8nm)

• 實驗裝置：



• 測量步驟：

實驗上，我們使用氦氖紅光雷射架設系統，

(1)先校正 Function generator 控制之輸出電壓，使其輸出準確到 10⁻³Order

^⁻³Order

(2)將樣品 Rubbing 方向與偏極片穿透夾 45 度，加偏極片於樣品前後，
固定於系統旋轉座上。

(3)調整旋轉座至待測角度.

【實驗時量測角度由+90°至-90°】

(4)量取外加電壓與穿透光強度的關係。

(1)貼上補償片，重複步驟(2)。

第四章 實驗結果與討論

根據第二章 Case I -2:ZLI-2293 搭配 R40C140C140 的組合以及

Fig2.3.(L)OCB cell(ZLI-2293)貼補償片 R40C140C140 的水平視角圖

水平方向的四個灰階電壓灰階反轉點發生在-90 度與 90 度

Fig2.3.(M)OCB cell(ZLI-2293)貼補償片 R40C140C140 的垂直視角圖

垂直方向灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏灰階反轉點發生在 60 度與 75 度

我們決定做這一組補償膜的實驗來定性探討 A-plate 與 C-plate 是否有增進視角與正向對比值的效果

4.1 實驗結果:

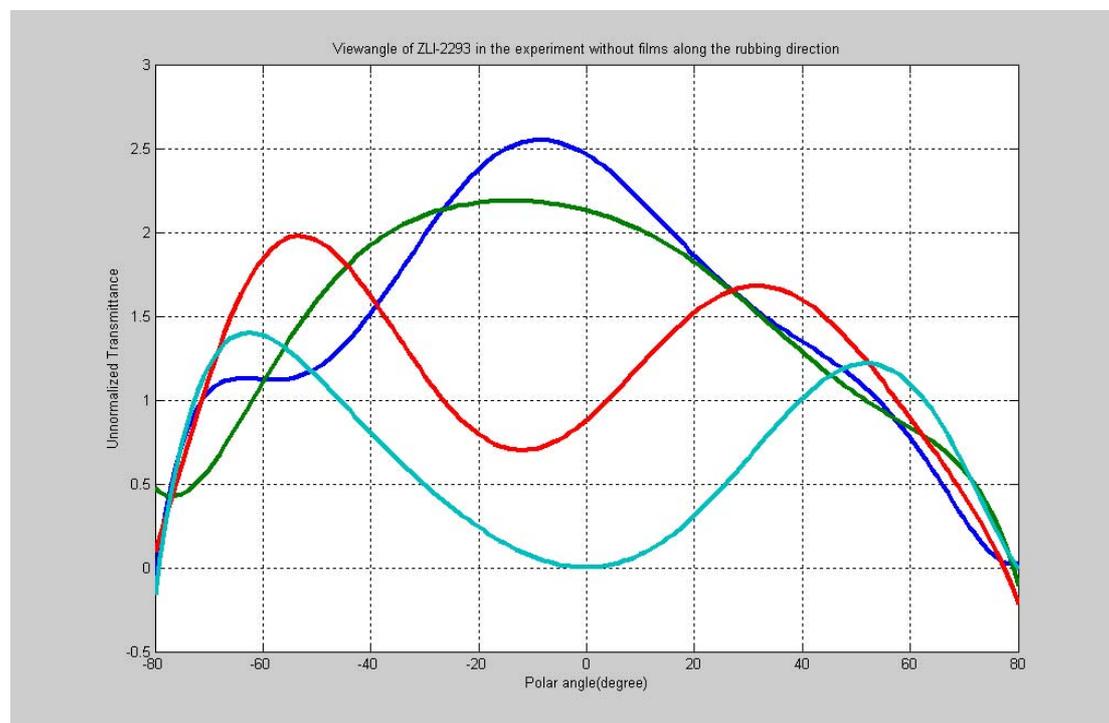


Fig 4.1.(a)OCB cell(ZLI-2293)未加補償片的水平視角圖,其中藍線為灰階 2.11 伏
綠線為灰階 2.95 伏,紅線為灰階 4.14 伏,淡藍線為灰階 10 伏

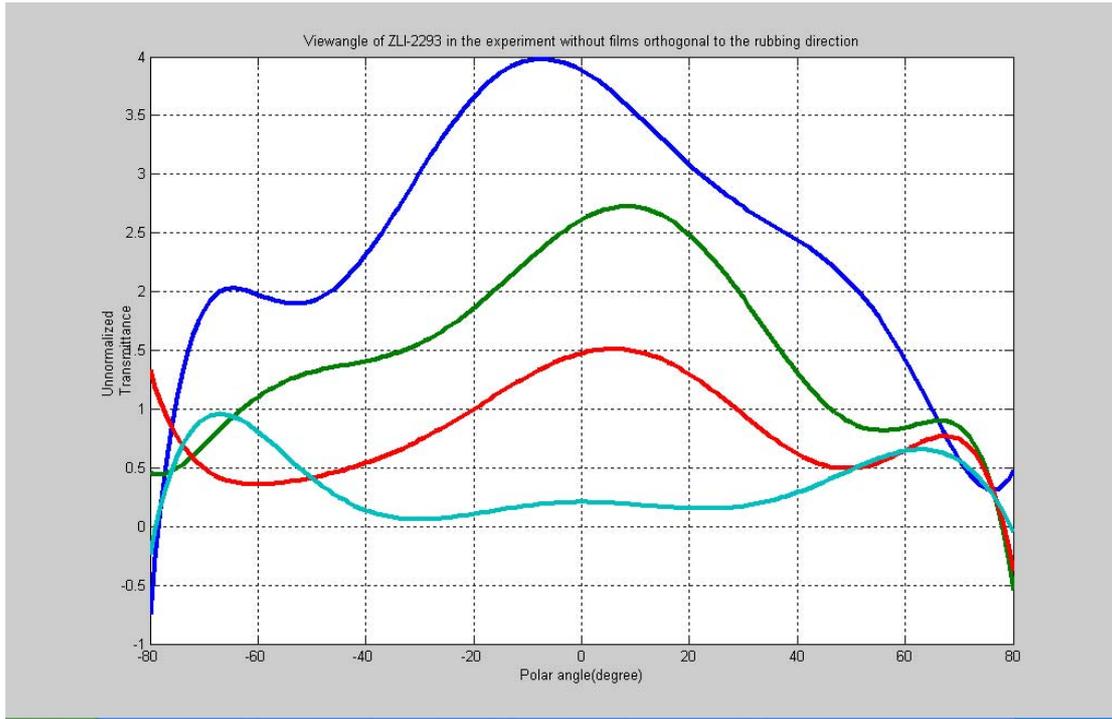


Fig 4.1.(b)OCB cell(ZLI-2293)未加補償片的垂直視角圖,其中藍線為灰階 2.11 伏
綠線為灰階 2.95 伏,紅線為灰階 4.14 伏,淡藍線為灰階 10 伏

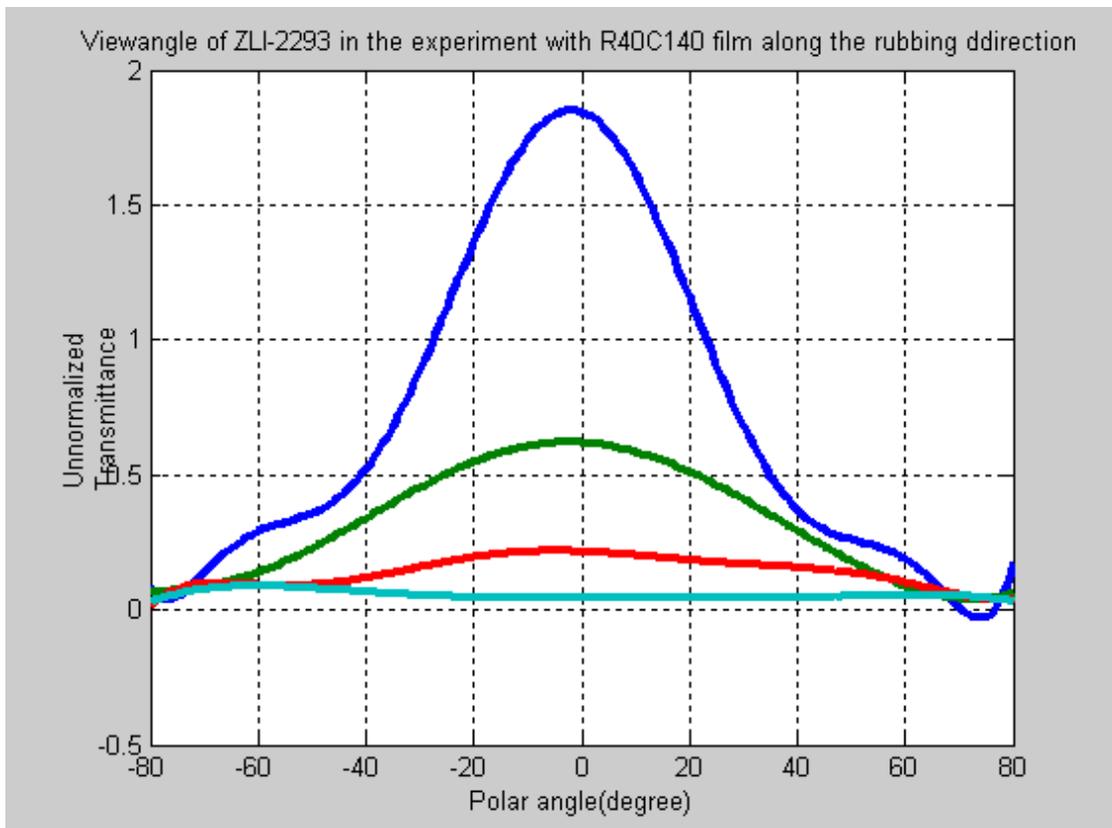


Fig 4.1.(c)OCB cell(ZLI-2293)加補償片 R40C140C140 的水平視角圖,其中藍線為

灰 2.11 伏,綠線為灰階 2.95 伏,紅線為灰階 4.14 伏,淡藍線為灰階 10 伏

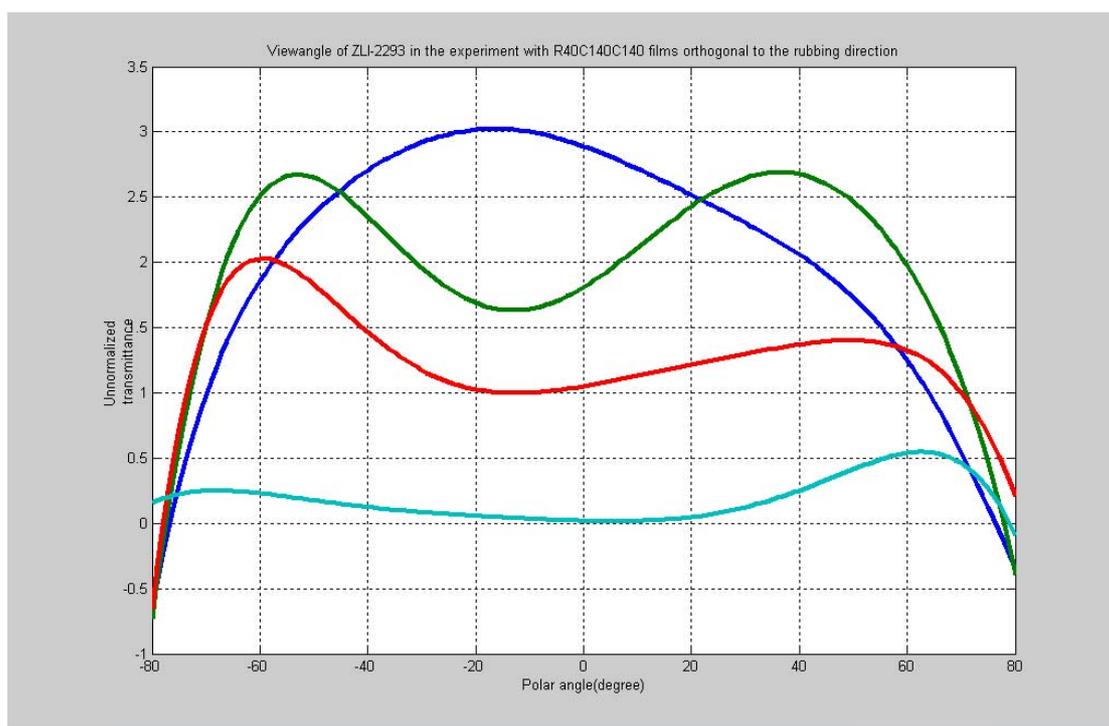


Fig 4.1.(d)OCB cell(ZLI-2293)加補償片 R40C140C140 的水平視角圖,其中藍線為灰 2.11 伏,綠線為灰階 2.95 伏,紅線為灰階 4.14 伏,淡藍線為灰階 10 伏

一. 由實驗結果來討論:

1. 由未補償前水平方面的視角圖(see Fig 4.1.(a))灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏灰階反轉點發生在-30 度與 30 度, 灰階 4.14 伏與灰階 10 伏灰階反轉點發生在-70 度與 50 度加上補償片後的視角圖(see Fig 4.1.(c)) 灰階 2.11 伏與灰階 2.95 伏灰階反轉點改良為在-70 度與 70 度, 灰階 4.14 伏與灰階 10 伏灰階反轉點改為-60 度與 70 度

2. 由未補償前垂直方面的視角圖(see Fig 4.1.(c))灰階 4.14 伏與灰階 10 伏灰階反轉點發生在-50 度與 50 度加上補償片後的視角圖(see Fig 4.1.(d)) 灰階 4.14 伏與灰階 10 伏灰階反轉點改良為在-75 度與 75 度.

第五章 結論與展望

本論文主要是探討 OCB 液晶顯示器單一畫素的視角改善機制，我們從液晶連續體彈性形變理論著手，以電腦模擬顯示器的光電特性，設計實驗方法並製作出顯示器樣品進行實驗，分析探討所觀測到的現象，由這些討論我們可以得到下列結果：

- (1) 在顯示器的水平方向，在 -60° 到 70° 的視角範圍內，皆無影像反轉發生。
- (2) 在顯示器的垂直方向上，在視角 -45° 到 20° 後，才會出現影像反白的問題，犧牲一些對比度及亮度(即犧牲灰階 2.11 伏)，選擇比較小的工作電壓範圍，則影像反轉會延遲至 ± 70 以上才會出現。
- (3) 對比度隨視角的增大而減小，在視角為 0° 時顯示器的對比度達到最大,A-plate 對於補償後的正向對比值有定性上的提高。
- (4) 此型顯示器有優越的灰階度特性，若加上彩色濾光片(Color Filter)，則能顯示“全彩化”(Full Color)的影像畫面。

- 1 日本學術振興會第 142 委員會編,液晶器件手冊,黃錫振.黃輝光,李之榕編(航空出版社,北平,1992)
- 2.中田一郎,堀文一著,液晶製法與應用,賴耿陽譯著(復漢出版社,台南,1991)
- 3.H.Mori and P I.Bos,J.J.A.P,2837(1999)
- 4.J.Chen,et al,SID Digest,315(1998)
- 5.POCHI YEH,CLAIRE GU,Optical of Liquid Crystal displays(John Wiley & Sons,Inc),Chap9
- 6.POCHI YEH,Optical Waves in Layered Media(John Wiley & Sons,Inc)
- 7.H.Mori,,Optical performance of an novel compensation film for wide-viewing angle LCDs,IDW/AMLCD Dig.,Vol.1,p.189.1996.
- 8.H.Mori,Novel optical compensation film for AMLCDs using a discotic compound,SID Dig.,p.941,1997
- 9.C-L.Kuo,T.Uchida,SID 94,p.927
- 10.Y.Yamaguchi et al.,Eurodisplays'93 digest,p.147
- 11T.Uchida,SID93,p.277