

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 97 1 1 2 8 7 5

※ 申請日期： 97. 4. 0 9

※IPC 分類：G02F V13363 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有傾斜板延相片的扭曲向列透射液晶顯示器(xLCD)之對比補償
TWISTED NEMATIC xLCD CONTRAST COMPENSATION WITH
TILTED-PLATE RETARDERS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商JDS尤尼費斯公司

JDS UNIPHASE CORPORATION

代表人：(中文/英文)

克里斯多夫 德威斯

DEWEES, CHRISTOPHER S.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州謬佩塔斯市北麥卡錫大道430號

430 N. MCCARTHY BOULEVARD, MILPITAS, CA 95035, U. S. A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 譚錦樑
TAN, KIM LEONG
2. 凱倫 丹妮斯 漢崔克
HENDRIX, KAREN DENISE

國 籍：(中文/英文)

1. 馬來西亞 MALAYSIA
2. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2007年04月10日；60/910,923

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本申請案一般而言係關於用於液晶顯示器的延相片補償器，且特別係關於傾斜板延相片補償器及包括其的扭曲向列透射液晶顯示器系統。

【先前技術】

在面向40英吋至70英吋電視螢幕對角線大小之市場上目前可使用數種微型顯示器投影(MDP)技術。例如，以數位光處理器(DLP)為主的投影機包含像素位準上的二進制強度調變，且通常依賴於一單一面板來暫時多工(以一時序方式)一影像的紅色、綠色及藍色(RGB)色彩通道資訊。另一方面，透射液晶顯示器(xLCD)及矽上液晶(LCoS)投影機利用一可切換LC層的電光效應來提供像素位準調變。由於製造以偏光為主的xLCD及LCoS MDP面板一般比在DLP背板上製造數百萬個鉸接微鏡之成本更低、產率更高，故xLCD與LCoS光學引擎兩者時常以一三面板架構組態，其中RGB色彩通道在投影至螢幕之前同時顯示並會聚。雖然LCoS面板可能基於扭曲向列(TN)或垂直對齊向列(VAN)液晶(LC)層，但VAN模式LC技術一般在以LCoS為主的商用投影機上更加流行。雖然在xLCD面板中產業正在轉變至VAN模式LC，但xLCD面板中的流行LC操作模式仍為TN。

使用三個TN xLCD面板的光學引擎已在"3LCD"產業論壇下倡導。在圖1中示意性說明3LCD架構的一子系統，圖中顯示一典型三面板光引擎的一影像調變片段。光學子系

統 100 包括輸入預偏光器 101a、101b、101c、延相片補償器 103a、103b、103c、xLCD 面板 104a、104b、104c 及出口清理偏光器 105a、105b、105c。光學子系統 100 的中心元件為一 X 立方體 110，其中三條獨立光束 120a、120b、120c 係作為一會聚光束 130 而聚集並發射，該會聚光束係投影到一螢幕(未顯示)上。三條分離光束提供 RGB 通道資料。一般而言，綠色通道時常對應於第一光束 120a，使其係在該 X 立方體之透射埠處加以引導。對每一色彩通道而言，xLCD 面板 104a/104b/104c 係定位在一組交叉偏光器之間(例如，分別在一輸入預偏光器 101a/101b/101c 與一出口清理偏光器 105a/105b/105c 之間)。在該示意圖中，輸入預偏光器 101a、101b、101c 使其透射軸水平對齊(與圖式之平面平行)，而出口清理偏光器 105a、105b、105c 使其透射軸垂直對齊。對應於綠色或"一"通道之光學子系統 100 之臂通常包括一半波板(HWP)106，用以將經調變的垂直偏振光轉換為水平偏振光，使其相對於 X 立方體斜邊表現為 P 偏振光，然後透射該 X 立方體。或者，若 xLCD 面板 104a 在開啟狀態下將入射垂直偏光旋轉為水平偏光，則 HWP 106 可能會定位在光學子系統 100 的另一臂中。

延相片補償器 103a、103b、103c 係用於改良 xLCD MDP 系統之對比位準的補償元件，否則當從斜視面板時對比位準會下降。例如，吾人熟知 TN 模式 LCD 面板中的折射率各向異性會劣化 xLCD MDP 系統之視角特性。若沒有延相片補償器 103a、103b、103c，則 xLCD 原本的面板對比通常

為數百比一。使用延相片補償器 103a、103b、103c 後，已補償的 xLCD 面板對比會大大提高。

傳統上，延相片補償器 103a、103b、103c 一直由拉伸有機箔(諸如 Fuji 的廣視角(WV)薄膜)製成，該薄膜係由三酸酯纖維素(TAC)基板上之一盤狀層所組成。拉伸有機箔在 MDP 系統中用作延相片補償器可能起源於其在直視型 LCD 產業中的用法，其中較大螢幕面積(例如，2.5 英吋或更大)需要補償對比及/或改良視角。然而，在 MDP 應用中，光通量增加可能會導致此類有機延相片補償器過早劣化。此外，此類有機延相片補償器不一定能滿足較小螢幕面積(例如，2.5 英吋或更小)所需之均勻性及表面品質規格。因此，需要一種更為可靠延相片技術作為一對比增強解決方案。

在美國專利申請案第 20060268207 號中提出此一解決方案，其全部內容係以引用的方式併入本文。在此參考文獻中，Tan 等人揭示使用一傾斜 C 板延相片作為在透射(例如，xLCD)與反射(例如，LCoS)MDP 系統中的一對比增強器。該傾斜 C 板延相片係由真空塗布介電層所製造，因此展現較高可靠性及較高延相均勻性。應注意，在美國專利第 7,170,574 號中還描述使用真空塗布介電層來形成一 C 板元件，其亦以引用方式併入本文。

參考圖 2，其中顯示使用一傾斜 C 板延相片補償器之先前技術 xLCD MDP 系統之一臂之光學器件。在此子系統 200 中，輸出自前級光導管(或諸如魚眼陣列之其他均質器，

未顯示)之一光錐係由預偏光器201來加以線性偏光。預偏光器201之透射軸220可在整個圓形上任意對齊，一般相對於x軸(顯示以 0° 對齊)以 $\pm 45^\circ$ 、 0° 或 90° 對齊。透過預偏光器201之光會穿過延相片補償器203及xLCD成像器204，後者一般使其慢軸230通常與預偏光器透射軸220成 $\pm 45^\circ$ 方位角偏移235而對齊。穿過xLCD成像器204之光然後透射至一後分析器205，該後分析器一般使其透射軸221垂直於預偏光器軸220而對齊。

雖然顯示此光學系統200僅包括佈置於預偏光器201與xLCD成像器204之間之一個延相片補償器203，但替代性具體實施例提供一或多個延相片補償器級，其可插入在預偏光器201與後分析器205之間的任意位置處。例如，在另一具體實施例中，延相片補償器203係佈置於xLCD成像器204與後分析器205之間。在另一具體實施例中，一第一延相片補償器203係提供於預偏光器201與xLCD成像器204之間，而一第二延相片補償器(未顯示)係提供於xLCD成像器204與後分析器205之間。

在每一情況下，延相片補償器203包括與x-y平面成一角度固定的一C板延相片。更明確而言，傾斜C板延相片203，使其相對於系統x軸成一極角傾斜211並相對於系統y軸成一極角傾斜212而對齊。此二維傾斜設定旋轉軸240相對於x軸成方位角245。旋轉軸240係平行於xLCD成像器204之平面並平行於該系統x-y平面。z軸係主光線之傳播軸，還稱為透射軸。

傾斜C板延相片203之快/慢軸相對於旋轉軸240之指派視C板延相之符號而定。對於一-C板，慢軸(SA)以方位角245位於傾斜表面上，其標稱垂直於成像器SA 235。對於一+C板，快軸(FA)以方位角245位於傾斜表面上，其標稱平行於成像器SA 235。術語"標稱垂直"及"標稱平行"用於反映在相對於成像器SA 235從垂直對齊旋轉或計時延相片補償器SA較小數值之延相補償中的慣例。

較有利的係，該-C板之傾斜引入一淨延相(由主光線看去)，其具有一量值，該量值提供在暗態下xLCD面板之殘餘平面內延相補償。另外，在該傾斜C板上的形狀雙折射塗層提供一延相輪廓(具有入射角)，其提供在暗態下xLCD面板之殘餘平面外延相補償。換言之，一單一唯-C板組件係用於為xLCD MDP系統同時提供軸上及離軸延相補償，從而以最少組件提供一高對比影像。

儘管傾斜唯C板延相片補償器已顯示用於LCoS及 xLCD MDP系統之潛力，其在高光通量環境中之耐用性及高度均勻延相特性較有利，但其卻受到限制，因為其不允許解耦快/慢軸與幾何傾斜平面。事實上，傾斜C板延相片係一幾何延相片，其中FA及SA係藉由入射平面(例如，如上所述，傾斜-C板中的SA平面係傾斜平面)來加以設定。

由於SA及FA係由入射平面來加以設定，故製造具有一線性延相輪廓匹配一給定面板之線性延相要求之幾何延相片很具挑戰(例如，其可能沿慢軸或快軸中之一在其錐光線性延相輪廓上展現一特性不對稱)。

較有利的係提供一種延相片補償器，其提供由傾斜C板延相片補償器所提供之類似耐用性及/或延相均勻性特性，其中該FA及SA係不由入射平面來決定。

【發明內容】

本發明係關於一種延相片補償器，其包括耦合至一傾斜O板元件或一傾斜A板元件之一或多個-C板元件。由於該O板元件及/或A板元件可由一無機雙折射晶體來製造，而該一或多個-C板元件可由真空塗布介電層來製造，故所得複合延相片一般展現較高可靠性及/或較高延相均勻性。

另外，包括耦合至該傾斜O板元件之一或多個-C板元件的該延相片補償器用作一笛卡爾(Cartesian)延相片。具體而言，該延相片補償器之平面內快軸及慢軸係由該平面內延相片層(例如，該A板或O板延相片)來加以定義。較有利的係，該些軸可適當有利地對齊以匹配一給定xLCD面板之要求，而該xLCD面板之延相斜率可由該延相片層之傾斜組態及/或該延相片補償器之傾斜定向來加以補充。

根據本發明之一態樣，提供一種液晶顯示器投影系統，其包含：一光源；一第一偏光器，其係用於從該光源接收光，該第一偏光器具有一透射軸，其係定向以透射具有一第一偏光之光；一液晶顯示器面板，其係用於接收透射該第一偏光器之光且用於選擇性地調變該透射光；一第二偏光器，其係用於接收透射該液晶顯示器面板之光，該第二偏光器具有一透射軸，其係實質上垂直於該第一偏光器之透射軸而定向；及一補償板，其包括：一第一雙折射元

件，其具有與該板法線成一第一角度而定向的一光軸，該第一角度大於零度；一第二雙折射元件，其具有與該板法線成一第二角度而定向的一光軸，該第二角度實質上等於零度，其中該補償板相對於該液晶顯示器面板之一平面傾斜。

根據本發明之另一態樣，提供一種在一液晶顯示器投影系統中改良對比率之方法，該方法包含：提供一補償板，其包括一第一雙折射元件，其具有與該板法線成一第一角度而定向的一光軸，該第一角度大於零度；及一第二雙折射元件，其具有與該板法線成一第二角度而定向的一光軸，該第二角度實質上等於零度；及定位該補償板使其在該液晶顯示器投影系統中相對於一液晶顯示器面板而傾斜。

【實施方式】

為了提供對延相片補償器及其在TN模式xLCD MDP系統中之使用更全面的理解，提供以下理論及/或實驗資料。

一90度正常白(NW)TN單元(TN90)經設計以提供在開啟狀態(例如，未驅動)下的絕熱波導，作為e或o波導。在未施加電壓的情況下，入射光之偏光隨LC導向器之扭曲角旋轉，該等LC導向器經歷一平滑90度扭曲，使得發射透射光，使之具有正交於入射光之偏光之一偏光。在關閉或暗態下，由施加電壓所產生之靜電場沿單元之透射軸對齊LC導向器(例如，垂直對齊)，使得入射光之偏光在穿過LC單元時不發生變化。應注意，儘管經常將整個單元描述為在

關閉狀態下具有垂直對齊，但通常僅LC單元的內部或中間區段真正垂直，因為靠近該單元之出口及入口區段之LC導向器受該等對齊層(例如，在薄膜電晶體(TFT)基板及反基板上)的錨定力的影響。

在圖3中說明在關閉狀態下TN90之一理論LC導向器分佈之一範例。當從出口或透射側檢視TN90時，入口LC導向器方位301係沿X軸對齊，而出口LC導向器方位303係平行於-Y軸而對齊。在該等入口與出口區段之間，LC導向器沿路徑302連續地旋轉，同時透過LC單元厚度來改變平面外傾斜。因此，認為TN90具有逆時針(CCW)扭曲(從外表面看去)或左手(LH)扭曲。應注意，扭曲角的跨度集結RH-XYZ視野的第四象限。在法線入射下TN90的有效慢軸(SA)大致平分扭曲角的跨度。在圖3中，SA在方位角305下表示為箭頭304。

在圖4中說明LC導向器分佈300之一維(1D)數值計算。單元係在毛干(Mauguin)條件下組態(單元厚度 d 係由 $\sqrt{3}/2 * \lambda_0 / \Delta n$ 給出，其中中心波長 $\lambda_0 = 550 \text{ nm}$ 且在 λ_0 ， $\Delta n = 0.15$)且在能量極小化計算中使用E7向列LC之介電屬性。參考圖式之上半部分，其包括LC傾斜角 θ_i 對部分單元厚度之一曲線圖，很明顯當單元驅動至暗態時單元之中間區段係垂直的(即，具有一大約 90° 之傾斜角)。在一較小的部分單元厚度上，入口片段從一預傾斜角3度快速地變為 90° 。出口片段中之傾斜角以一對稱方式從 90° 快速地變回至3度。參考圖式之下半部分，其係方位角 ϕ_c 與部分單元厚度之一

曲線圖，顯然大多數非垂直對齊LC分子係平行於X軸或-Y軸而錨定。因此，發生交叉軸延相消除，使得在關閉狀態下的殘餘LC單元延相極小。雖然殘餘LC單元延相理論上最小，但實際上TN90單元一般不會展現上述對稱對齊分佈。因此，市售TN90成像器之殘餘淨延相略微更高(例如，數值可能為數奈米至數十奈米)。

如美國專利申請案第20060268207號所論述，一種補償在暗態下TN90之殘餘淨延相之方法係使用在一傾斜組態下固定的一單一負C板(NCP)。在此範例中(例如，在總扭曲角係小於或等於大致90度的情況下)，該NCP圍繞一旋轉軸傾斜，該旋轉軸經選擇以實質上正交於TN扭曲角範圍之平分線。該NCP相對於x-y平面之傾斜角決定NCP之淨延相之量值，其一般係經選擇以實質上等於或大於暗態下xLCD面板之殘餘延相。一般而言，還應調整C板延相之量值及極角傾斜之大小，使得傾斜-C板延相片與TN單元之錐光淨延相映射之不對稱性完全匹配。

在圖5及6中分別顯示對於一會聚 $f/2.4$ (大致 ± 12 度)錐體照明一TN90 xLCD及一傾斜-450 nm C板延相片(在 $\lambda_0=550$ nm)的理論延相三分量。更明確而言，圖5說明圖4所說明之LC導向器輪廓之計算的線性延相(左)、慢軸(中)及圓形延相(右)錐光曲線圖，而圖6說明以9.5度傾斜角(逆時針圍繞旋轉軸+45度)固定之一-450 nm C板之計算的線性延相(左)、慢軸(中)及圓形延相(右)錐光曲線圖。每個錐光曲線圖顯示在360度方位平面上來自0度至12度入射之極角之延

相分量。應注意，慢軸在 ± 90 度轉變之突變係繪圖常式之人為產物。

如該線性延相曲線圖(圖5及6之左側)所說明，該TN xLCD面板之SA及延相片補償器之SA係在正交方位定向下組態，使得對於法線入射光，該等快/慢軸之作用可從延相片補償器切換至該TN xLCD面板。換言之，具有一特定偏光之光分別在該延相片補償器及該TN xLCD面板中交替地被較多延遲，然後較少延遲，或反之亦然。由於用於法線入射光之平均延相大致與兩個分量中相同(例如，5.1至5.3 nm)，故對於入射偏光，淨效應實質上為零相對延遲。若用於法線入射光之平均延相係大於延相片補償器中的平均延相，則一般遠離此交叉軸組態來旋轉(計時)延相片補償器。

圖7所示交叉偏光器錐光洩漏強度輪廓中說明計算的對比率對視角的關係。右側顯示未補償TN90 xLCD面板之對比率等高線圖，而左側顯示已補償的TN90 xLCD面板之對比率等高線圖(例如，用沿 -45 度方位以 9.5 度傾斜(由逆時針圍繞 $+45$ 度旋轉軸旋轉來實現)之 -450 nm C板延相片來加以補償)。計算的兩級xLCD/補償器原始對比為5,900:1。該結果被6,000:1的系統基線對比(由交叉偏光器洩漏等導致的可獲得對比之極限)所壓低，以產生一3,000:1系統對比。未補償TN90 xLCD對比係計算為500:1。因此，藉由使用一適當負C板延相片作為用於TN xLCD之一補償器，對比改良因數係大約6倍。

雖然此理論對比改良係可接受，但應注意1D LC導向器分佈模型無法完全描述該等TN xLCD單元。特定言之，該模型無法說明在TFT背板上的微結構，諸如基座、凹槽及線條，其係埋入於氧化銦錫(ITO)層下面。該些微結構作為光微影曝光及蝕刻程序之人為產物，限制LC對齊，使得上述1D LC導向器輪廓不準確。例如，考量圖8中所描述的一市售TN90 xLCD面板(即，一左移1.3英吋TN90面板)之實驗錐光延相特性。該等測量係在TN90 xLCD被驅動至暗態在一520 nm之波長下獲得。令人驚奇的係，法線入射下的延相SA(平面內延相)不位於形成該扭曲範圍之角度之跨度內，該扭曲範圍跨越0度至-90度。相反，xLCD SA位於相鄰象限內，在0度與90度之間。說明TN扭曲從輸入側的0度旋轉至輸出側的-90度，如由錐光圓形延相之符號及第四象限位置所證實。還沿135度/-45度對角線觀察主線性延相不對稱性(即，圍繞錐軸之延相斜率)，指示此對角線平分扭曲角之範圍。TN90 xLCD單元具有一大約2.2 nm平面內延相之平均並使其SA與X軸成40.1度對齊(在RH-XYZ座標系統中逆時針正角度)。參考線性延相曲線圖(左)，在實驗資料集中的"眼睛"(即，入射光線傳播透過靠近其光軸之xLCD單元的低延相視角)係比預測的理論計算(例如，圖5)更靠近法線入射點。由此，進一步減少軸上延相。

圖9中顯示一模型310，其產生更靠近實驗暗態TN xLCD延相結果之錐光延相輪廓。此複合模型包括類似於相對於圖3所討論之一第一延相片與組態為一A板或O板之一第二

延相片。當從透射側檢視TN xLCD時，該第一延相片之入口LC導向器方位301沿X軸對齊且該導向器向反基板連續扭曲302，同時透過該LC單元厚度改變平面外傾斜。該第一延相片之出口LC導向器方位303係平行於-Y軸而對齊。結果係一TN單元具有一左手扭曲意義。提供組態成一A板或O板之第二延相片，以便在相鄰包含扭曲角之跨度之象限的象限中在法線入射下數值模型化TN單元之一有效SA。顯示該第二延相片為具有一SA方位角312之延相片元件311。具有額外A板/O板延相片元件之90度TN單元之淨雙折射效應產生與X軸具有一方位角315之一SA 314。

圖10中顯示TN90 xLCD之此數值模型之錐光結果。該些曲線圖顯示與圖8中所示實驗資料的出色的類似性。該等線性延相曲線圖(左)顯示沿 $135^\circ/-45^\circ$ 方位平面(即，靠近快軸(FA)平面)之一高度不對稱輪廓。此外，低延相"眼睛"係靠近法線入射點定位(應注意，該模型化曲線圖還包括沿 135° 方位大致定位的另一"眼睛")。實驗資料及數值結果兩者之圓形延相曲線圖(右)指示在法線入射下可忽略不計的一圓形延相。在 12° AOI之錐體邊緣處，圓形延相在包含扭曲角之跨度之象限內沿 -45° 方位到達一大致12 nm之最大量值。實驗及數值TN裝置兩者之SA係均與X軸成逆時針大約 40° 而對齊。預期有效TN單元SA延相隨著灰階增加(例如，隨著施加電壓降低)會逐漸向第四象限漂移(在扭曲角之跨度內)。此係由針對TN90 xLCD之全暗及灰階驅動電壓所繪製之實驗慢軸頻譜(中)所支撐，如圖11所描述。

再次參考圖 8 及圖 10，實驗面板及數值 TN 裝置模型顯示沿 FA 平面(圍繞法線入射)在線性延相輪廓中的一較大不對稱性。此不對稱性如圖 12 清楚所說明，圖中顯示對於實驗 TN xLCD 面板沿該等快軸及慢軸之線性延相輪廓。特定言之，圖 12 說明對於一 520 nm 之照明之波長，沿 FA 之實驗線性延相(例如，帶圓圈標記之線條)從 $\theta = -12^\circ$ 時的大約 12 nm 滾離至 $\theta = +12^\circ$ 時的大約 -27 nm。負延相值表示快軸/慢軸已翻轉。

參考圖 6，傾斜 NCP 還顯示沿 FA 平面在線性延相輪廓中的不對稱性。儘管此不對稱性與 1D 模型中(例如，圖 5 中所說明)沿 SA 平面之不對稱性補充，但應清楚其不與該複合模型中(例如，圖 10 中所說明)沿 FA 平面之較大不對稱性互補。因此，似乎該 NCP 補償圖 8 中所討論之實驗 TN90 xLCD 面板之暗態殘餘延相不理想。

為了提供 TN90 xLCD 之改良延相片補償器，必須看一下延相片補償器之較佳特性。理想情況下，延相片補償器應能夠(a)補償面板之平面內延相，(b)減少面板之平面外+C 板延相，(c)在翻轉軸(面板之 FA 對應延相片之 SA，且反之亦然)下匹配面板延相之線性延相不對稱性，及(d)減少關閉狀態下面板之圓形延相。

傳統上，前兩個要求(a)及(b)已由 A 板及 C 板延相之獨立控制以一靈活方式解決，例如，在美國專利第 7,170,574 號中所揭示。由於 A 板及 C 板延相係藉由不同組件來提供，故前三個要求(a)、(b)及(c)相對容易滿足。在美國專利申

請案第20060268207號中，前兩個要求(a)及(b)係使用一唯-C板延相片來加以解決，該唯-C板延相片係傾斜以提供面板之平面內及平面外延相兩者之補償。雖然傾斜唯C板延相片較有利地使用更少組件，但延相片補償器之FA及SA係由入射之平面來設定(例如，係一上述幾何延相片)之事實可使得難以滿足該第三個要求。例如，為了滿足用於上述實驗TN xLCD面板之第三個要求(c)，延相片補償器應沿SA平面展現一線性延相，其從 $\theta = -12^\circ$ 時大約12 nm滾離至 $\theta = +12^\circ$ 時大約-27 nm(在波長 $\lambda = 520$ nm)。如上所述，唯-C板延相片展現線性延相輪廓沿FA平面不對稱。因此，與上述TN模式xLCD之對比補償相比，唯C板延相片更適合於在存在該等快/慢軸定向之間的一自然匹配及在TPR與xLCD之間的面板延相不對稱性之情況下透射型面板之對比補償及/或在該不對稱性在雙程組態下等化之情況下反射型面板之對比補償。

根據本發明之一具體實施例，由一A板或O板單軸延相片及一或多個-C板延相片所製成之一延相片補償器係在一傾斜組態中用以提供用於TN xLCD面板之延相補償。較有利的係，一A板元件或O板元件與一或多個-C板元件之組合用作一笛卡爾延相片之一複合延相片。傾斜-C板延相片允許面板線性延相不對稱性之匹配，而傾斜A板或O板延相片之平面內分量在所需定向上錨定延相片補償器之慢軸。

參考圖13a，顯示根據本發明之一具體實施例之一延相

片補償器之一示意圖。該延相片補償器係一補償板403，顯示在法線入射下，其沿包含面板404之FA(例如，面板之FA處於圖式之平面內)之一檢視平面，與一TN xLCD面板404串列。補償板403包括佈置於兩個負C板延相片407a、407b之間的一O板延相片406。組合的延相片元件403係相對於TN xLCD面板404之平面以一角度 θ_{pt} 410而傾斜以形成所謂的一傾斜板延相片(TPR)。

O板延相片406係一雙折射元件，使其光軸(即，C軸)相對於該板/層之平面以一斜角定向。O板延相片406之光軸係相對於延相板法線(例如，如用於說明折射率各向異性之折射率橢球所指示)以一極角 θ_c 420而傾斜。本文所使用之術語光軸係指一均質傾斜雙折射層之C軸或一連續張開雙折射層之平均C軸。折射率橢球之對應平面外傾斜係由 θ_t 421給出，其中 $\theta_t + \theta_c = 90^\circ$ 。當O板延相片元件406係經組態為一正單軸元件時，該光軸也為慢軸。O板延相片406之慢軸方位係沿傾斜平面(例如，包含完全傾斜角 θ_{pt} 之平面，其還對應於圖13a之圖式之平面)而對齊。適用於製造O板延相片406之材料之一些範例包括液晶聚合物(LCP)材料及正單軸雙折射結晶材料，例如單晶石英。O板延相片視需要包括一支撐基板。

每個-C板延相片407a、407b係使其光軸垂直於板/層之平面定向的一雙折射元件。雖然-C板一般對法線入射光線不提供任何淨延相(即，法線入射光不受雙折射影響)，但離軸入射光線(即，與光軸成一角度)視入射角而經歷一淨

延相。特定言之，該淨延相隨入射角而減小(例如，對比淨延相隨入射角而增加的一+C板)。-C板元件407a、407b係耦合至O板406，使得其光軸係垂直於O板雙折射元件之平面而定向。適合製造該等-C板407a、407b之材料之一些範例包括盤狀液晶及盤狀雙折射聚合物化合物。製造該等-C板407a、407b之一尤其具有吸引力之方法係使用一形狀雙折射抗反射(FBAR)塗層塗布O板406之每一側。在一FBAR塗層中，雙折射係由具有交替折射率之材料形成的複數個薄膜層來提供，其中該等薄膜層之每一層之厚度係操作波長之一部分。平面外負雙折射之量值係由該塗層之厚度、在交替層之間折射率差及/或交替層之厚度差來決定。由於該複數個薄膜層一般係使用各種熟知沈積技術(例如，濺鍍或其他真空沈積)之一由介電材料所形成，故該等-C板完全適合用於投影系統中所存在之高光通量及/或高溫環境。例如，在美國專利第7,170,574號中詳細論述FBAR塗層。

還參考圖13b，其係顯示從透射側檢視子系統400之一示意圖，延相片補償器403係圍繞旋轉軸440以角度 θ_{pt} 傾斜。顯示旋轉軸440相對於x軸(例如，對面板之長側)成一角度445(例如，大致75°)。此傾斜幾何形狀可使用記號(ϕ , θ_{pt})描述，其中第一值 ϕ 描述板傾斜方位角(0°至360°範圍)而第二值 θ 描述板傾斜極角(>0°)。例如，若板傾斜角 θ_{pt} 係等於10°且板傾斜方位角為-15°，則此傾斜幾何形狀係定義為(-15°, 10°)。或者，藉由聲明延相片補償器403係沿-15°板

傾斜方位角以一10度傾斜角固定來定義該傾斜幾何形狀。由於實現CCW板旋轉之旋轉軸係定義為板傾斜方位角加 90° ，故 -15° 之板傾斜方位角對應於 -75° 處之一旋轉軸。一般而言，旋轉軸440將會位於檢視方位平面之相鄰象限內，其中該TN面板展現透過法線入射點的最大延相斜率數量(即，具有一較大線性延相不對稱性)。在圖8所示實驗TN延相結果中，此不對稱平面對應於 -45° 方位。因此，標稱旋轉軸將會以 $+45^\circ$ 對齊，使得當傾斜該延相片時，從TPR獲得之延相還顯示沿 -45° 方位匹配該面板之不對稱性的一不對稱性。TPR之慢軸係沿此不對稱平面而對齊，而不是在TN面板之情況下之快軸。

如上所述，當TPR及TN90 xLCD兩者具有大致相同之延相量值時，TPR 403之平面內慢軸450定向係大致垂直於TN90 xLCD面板404之平面內慢軸430而對齊(例如，方位上)。在一更一般情形下，該TPR元件之淨延相更大以說明該等面板延相容限並採用計時來最佳化對比性能(即，計時軸係垂直於傾斜板)。在此情形下，該笛卡爾延相片元件之旋轉軸及/或慢軸可能分別偏離正交或平行於該板傾斜方位平面。例如，如圖13b所說明，旋轉軸440係大致與X軸成逆時針 75° 對齊，而該笛卡爾延相片之慢軸450具有大致與X軸成逆時針 110° 對齊的一慢軸450。對於一O板笛卡爾延相片元件，慢軸係指光軸與+Z軸成一尖銳極角之方位平面。圖13c中描述該旋轉軸與笛卡爾延相片慢軸之一般對齊之一3D透視圖。應注意，在板傾斜之後，該旋

轉軸仍平行於面板 x-y 平面。該笛卡爾延相片係與系統 X 軸以一極角傾斜 411 而對齊並與系統 Y 軸以一極角傾斜 412 而對齊。

再次參考圖 13a，TPR 403 之 SA 係由傾斜 O 板延相片 406 之 SA 450 及傾斜 -C 板延相片 407a、407b 之 SA 來決定。應注意，當傾斜該補償板時，該 -C 板組件之慢軸定向係平行於旋轉軸（例如，具有一角度 445）而對齊。因此，對於在一 O 板元件之任一側上具有兩個 -C 板元件之一 TPR，錐體中心處之光線經歷一所得效果，即具有一以 440 定向對齊之第一慢軸、一以 450 定向對齊之第二慢軸及一以 440 定向對齊之第三慢軸。一般而言，O 板延相片 406 將會在較小板傾斜角下比在相同板傾斜角下該等 -C 板延相片 407a、407b 之負延相效應產生一更大正延相效應。因此，當 O 板 SA 定向係大致沿該板傾斜方位平面定向且該 O 板之相對延相量值係大於 -C 板延相片之該等相對延相量值時，即使負 C 板延相片減少 O 板之延相效應，錐體中心光線仍看到該 TPR 之一有效 SA，其係沿板傾斜方位大致定向。

在操作中，佈置 TN xLCD 面板 404 使得具有極值 470 及 471 且對向一半錐角 θ_h 475 之一入射光錐之中心光線 461 係處於法線入射。佈置傾斜板延相片 (TPR) 403，使得該錐體照明之中心光線 461 以由板傾斜角 θ_{pt} 410 決定之入射角 (AOI) θ_i 460 撞擊 -C 板 407a。在一輕微橫向平移之後，錐體中心光線 461 作為光線 462 從 TPR 403 及 TN xLCD 404 出射。

該錐體之上半部分(例如，470)中的會聚光線看到一補償器延相，其係大於法線入射光線(例如，來自O板之更大淨延相)。此外，該錐體之上半部分(例如，470)中的會聚光線也會看到一面板淨延相(包括延相符號)，其係大於法線入射光線(例如，由面板之平面內及平面外延相所導致)。為了演示事實上在1D錐體照明內之所有光線均得到完全補償，已使用一單層單軸O板延相片及一單層單軸-C板延相片(例如，具有由兩個-C板延相片407a、407b所展現之相同-C板延相)來近似延相片補償器403以計算補償效率。

表1顯示用於具有一單層單軸O板延相片耦合一-C板延相片之一延相片補償器之計算的平面內延相及C板延相，該-C板延相片係傾斜並組態一SA平面延相輪廓以匹配一TN xLCD之FA平面延相輪廓。模擬之波長係520 nm。在 $\lambda=520$ nm下用於該O板之折射率 $\{n_o, n_e\}$ 係 $\{1.502, 1.655\}$ ，而在 $\lambda=520$ nm下用於該-C板之折射率 $\{n_o, n_e\}$ 係 $\{1.655, 1.502\}$ 。

根據表1，所需板傾斜角 θ_{pt} 及所需C板延相兩者與該O板光率體之平面外傾斜角 θ_t 成一函數關係而變化。圖14中顯示該些參數之曲線圖。很明顯，C板延相要求在超過75°之O板光率體傾斜角 θ_t 下漸近地變大。在小於70°之O板光率體傾斜角 θ_t 下，C板延相變化不大，但所需板傾斜角 θ_{pt} 繼續隨著O板光率體傾斜角 θ_t 的減小而增加。因此，為了適應板傾斜角 θ_{pt} 與C板延相之間的折衷，且為了產生一匹配

TN xLCD面板之FA平面線性延相輪廓之慢軸平面線性延相輪廓，O板光率體傾斜角 θ_i 一般將會在 30° 至 75° 之間，且更可能在 50° 至 70° 之間。

O板光率體傾斜 θ_i [度]	板傾斜 θ_{pi} [度]	平面內延相[nm]	C板延相[nm]
0	11.6	12.6	-558
10	11.2	12.7	-557
20	10.6	12.7	-558
30	9.8	11.7	-567
40	9.5	13	-567
50	8.7	13.4	-592
60	8.1	13.9	-593
70	7.0	13.6	-650
72	5.8	12.7	-788
75	4.8	9.4	-1100
78	4.2	8.9	-1250
88	0	2.5	-2350

表1：耦合至一-C板延相片(其SA平面延相輪廓匹配FA平面TN xLCD延相輪廓)之一單層單軸正O板延相片之延相片及板傾斜參數。

作為對比效率之一範例性計算，已模型化一延相片補償器，其具有一單層單軸O板延相片與一-C板延相片耦合且沿 -45° 方位平面以大致 10.3° (或以 $+45^\circ$ 方位圍繞旋轉軸逆時針旋轉)傾斜。此傾斜板幾何形狀係作為 $(-45^\circ, 10.3^\circ)$ 引用，其中第一值描述板傾斜方位角(0° 至 360° 範圍)而第二值描述板傾斜極角($>0^\circ$)。 -45° 之板傾斜方位(PTA)係大致正交於TN xLCD面板之慢軸平面(例如， $+40.1^\circ$)。該單層O板使其折射率光率體以 50° 平面外傾斜對齊，產生一12.6 nm之平面內延相。該-C板在 $\lambda=520$ nm時具有一-525 nm之

延相。應注意，12.6 nm之平面內延相及 10.3° 的板傾斜不同於針對 50° 之平面外傾斜在表1中所計算之對應值，因為此模型使用一O板，其具有 $\{1.598, 1.670\}$ 的折射率 $\{n_o, n_e\}$ (例如，對應於專屬液晶聚合物(LCP))。已使用折射率為 $\{1.655, 1.502\}$ 之等效C板延相片來近似該負C板，其在一具體實施例中係由一或多個介電形狀雙折射AR堆疊所形成。

在圖15中顯示在 $\lambda=520$ nm下對於一大致 $f/2.4$ 錐體照明耦合該-C板延相片之單層單軸O板延相片之錐光延相分量。左曲線圖顯示線性延相錐光輪廓；其具有類似於實驗TN xLCD面板(例如，參見圖8)之一線性延相分佈，不同之處在於錐體中心光線所看到之慢軸係大致正交於面板慢軸(例如，對於TPR -45° 對對於TN90 xLCD面板 $+40.1^\circ$)。應注意，根據該TPR與該實驗TN xLCD面板之延相量值相匹配的要求(例如兩種面板對於錐體中心光線皆為 ~ 2.2 nm延相)，在此計算範例中，選擇傾斜平面為 -45° ，以相對於面板之慢軸強加一近似交叉軸組態。圖15中之中心曲線圖顯示該TPR之慢軸分佈。其相對於圖8中所示實驗TN xLCD之慢軸分佈具有一大致 90° 偏移(例如，平均 -45° 相對於平均 40.1°)。如從一單層O板雙折射結構中所期望，對於單程透射存在可忽略不計的圓形延相分量。此係說明於圖15之右側上的曲線圖中。

一兩級系統計算(包括TPR及實驗TN xLCD面板資料)產生圖16所示之淨錐光延相分量。此圖之左、中、右曲線圖

代表線性延相、慢軸及圓形延相分佈對一 $f/2.4$ 會聚錐體。所有三個曲線圖上的陰影灰階係類似於該實驗 TN xLCD 面板資料(例如，圖 8)及 TPR 資料(例如，圖 15)中所使用之對應灰階。根據該線性延相曲線圖(左)，該實驗 TN xLCD 面板之殘餘線性延相係由該 TPR 之線性延相來加以完全補償。事實上，除在 180° 錐體方位周圍的區域之外，該兩級系統在所有錐體照明角下顯示 ~ 0 nm 的淨延相。該兩級系統之慢軸分佈並不重要，因為淨線性延相係靠近 0 nm。該兩級系統之淨圓形延相具有與該實驗 TN xLCD 面板大致相同的輪廓，因為該 TPR 不產生圓形延相。TN xLCD 面板中的圓形延相最終會限制使用模型化 TPR 作為一對比補償器的最大可實現對比。在此對比計算範例中，已模型化該實驗 TN xLCD 面板以在 $\lambda = 520$ nm 下具有一 300:1 之對比，而使用該 TPR 來補償的相同面板產生一 4,100:1 之對比。應注意，此已補償的對比係由於光學系統基線對比而壓低(例如，由於交叉偏光器洩漏等而導致)。期望系統對比率由於一 6,000:1 的實際系統基線對比而係 2,400:1。圖 17 中顯示交叉偏光器洩漏錐光輪廓。左手曲線圖顯示已補償的面板洩漏強度結果，唯面板洩漏強度之 1/10 陰影灰階係在右手曲線圖內。在該已補償的面板洩漏曲線圖中，在該第四象限周圍之錐體邊緣視角具有最嚴重的洩漏，其表明在該面板中存在殘餘未補償圓形延相。類似地，由於殘餘線性與圓形延相之組合效應，該唯面板洩漏輪廓還在該第四象限中在該錐體邊緣周圍具有最嚴重的洩漏。

藉由上述對比計算範例，已說明與一實驗TN xLCD面板成對之TPR之對比補償效率。在市售光引擎應用中，TN xLCD及TPR參數兩者將會具有均勻分佈。特定言之，面板關閉狀態延相及軸定向在面板間變化，並隨溫度漂移、機械固定應力等而變化。TPR具有O板傾斜角、平面內延相及C板延相量值之分佈。期望主動切換TN xLCD將會具有比被動O板延相片(例如，高達 $\pm 5\%$ 的延相變化)更大(例如，大至 $\pm 30\%$)的一延相變化。一種旨在覆蓋面板及TPR之整個生產變化的實用TPR設計涉及提升O板之平面內延相並使用調整TPR之極角傾斜、圍繞光學系統Z軸回轉TPR、沿傾斜平面圍繞其裝置法線旋轉(例如，計時)TPR及TN xLCD之電壓/溫度控制之非機械構件之一或組合，使得暗級面板延相及/或慢/快軸可匹配至一給定TPR之要求。

作為可生產TPR設計之一說明，一具有一 50° 光率體傾斜與32.0 nm平面內延相之O板延相片係耦合至一525 nm的負C板延相片(兩延相均參考 $\lambda=520$ nm)。組合的延相片係沿 -15° 板傾斜方位角以 9° 極角傾斜。在此情形下，圖18中所示，原始已補償的對比為16,000:1，其係圖17所示之大致交叉軸補償解決方案的幾乎四倍。在圖18中左手及右手曲線圖中所示陰影灰階係與圖17中所示者相同。圖19中顯示相對於一 $f/2.4$ 錐體之座標沿 -15° 方位平面以 9° 傾斜之32 nm TPR之錐光延相分量。O板延相片之慢軸已"計時" -64.0° (在平面外傾斜後圍繞板法線CW旋轉並避免包含於

板傾斜方位內)。儘管錐光TPR線性延相不類似於TN xLCD線性延相輪廓，但該延相輪廓以及其慢軸分佈(多數接近 $\pm 90^\circ$ ，如中間曲線圖所示)滿足超頻要求。TPR延相特性與實驗TN xLCD延相之組合產生圖20中所示的兩級延相屬性。可以看出，該等成對裝置之淨線性延相不接近0 nm，但其組合的線性延相效應導致對於所有錐角，一雙折射軸幾乎平行/正交於該等交叉偏光器而對齊。除了補償在該TN xLCD面板內的線性延相外，此TPR還減少面板圓形延相。此係在右曲線圖中的減少圓形延相對該實驗TN xLCD之圓形延相來加以顯示(例如，軸上0.1 nm對面板中0.5 nm，及圓形延相跨度-5.8~2.3 nm對面板中的-11.5~5.1 nm)。

由於橫跨O板厚度的均質慢軸方位角，故該傾斜板延相片之結構不會產生任何圓形延相。然而，當該TPR係用於補償TN xLCD面板延相時，組合面板延相由該等錐體光線所看見之TPR延相形成一非均勻延相片串聯。面板之法線入射產生大致+0.5 nm的圓形延相。TPR與面板線性延相之組合還必須產生一負圓形延相，以便減少殘餘的+0.5 nm面板圓形延相。為了獲得一負圓形延相，兩或多個延相片元件之串聯應具有從輸入到輸出方向順時針扭曲的慢軸定向(左手扭曲，拇指指向光傳播之方向而其他手指指向慢軸演變之意義)。在此範例中，該TPR使其慢軸以大致-88.2°(也係91.8°)對齊，而該面板使其慢軸以大致+40.1°對齊。所引發的圓形延相符號為負且該兩級系統之

法線入射圓形延相係減少。類似地，所有其他錐體光線在形成非均勻延相片串聯時具有適當偏手性且在 $f/2.4$ 錐體內的最正及最負圓形延相兩者係得到部分補償。因此，根據上述補償要求(d)，自身不包含圓形延相之傾斜板延相片之應用提供一種用於減少面板圓形延相之構件。

已製造數個延相片補償器。該延相片裝配件利用 LCP 笛卡爾 O 板延相片與 FBAR -C 板元件之一單石整合。該延相片係圍繞一預定旋轉軸以一預定傾斜角對齊。對比最佳化係藉由圍繞其板法線軸計時(即，旋轉)該延相片裝配件來完成。該等面板開啟及關閉狀態亮度值係使用一頻譜解析偵測器系統來加以收集並由該光回應函數來加權。圖 21 中顯示對比結果。在綠色通道中，該 TPR 已從大致 230:1 至大約 1050:1 改良面板對比。增益因數係大於 4 倍。很明顯，根據本發明之一具體實施例所設計且應用於一併入一 TN 面板之投影系統的延相片補償器提供明顯的對比增強。

使用 TPR 時需考量的一因素係負 C 板延相片之波長散佈。雖然 O 板延相片係時常使用材料折射率散佈類似於 TN xLCD 面板中所發現之 LC 的雙折射材料(例如，LCP)來組態，但 -C 板延相片係時常由一或多個 FBAR 塗層來形成。如上所述，FBAR 塗層係一般由複數個交替低及高折射率介電薄層來製成。為了提供更有效的形狀雙折射，折射率對比(高與低折射率之比率)一般相當高。例如，該(等)FBAR 塗層係時常由交替氧化鈮及矽石層所形成。諸如氧化鈮之高折射率材料比 LCD 面板中的 LC 材料更具散佈

性。因此，在該等TPR中所使用之該(等)FBAR係視需要地設計以減小C板延相散佈。

作為一計算範例，模型化四個不同FBAR堆疊設計。第一FBAR設計包括重複片段30 nmH/45 nmL，第二FBAR設計包括重複片段20 nmH/30 nmL，第三FBAR設計包括重複片段15 nmH/23 nmL，且第四FBAR設計包括重複片段10 nmH/15 nmL。在每一情形下，"H"係指氧化鋁高折射率層，"L"係指一矽石低折射率層。該等四個堆疊的每一堆疊均針對在 $\lambda=520$ nm下的一-340 nm之C板延相與在460~580 nm內小於0.1%的反射率。在每一情形下，H/L層厚度之比率係大致相同，而該等交替H/L層之組合厚度變化。

在圖22中顯示在一7°板傾斜角(亦為錐體中心光線之入射角)下的計算的延相頻譜。該等四個FBAR堆疊之最佳散佈效能來自於最薄的重複層(例如，第四FBAR設計)。形狀雙折射的理論係基於準靜態情形，其中"H"及"L"層厚度兩者均接近0 nm。因此，由可觀"H"及"L"層所形成之一重複片段將會比形狀雙折射理論所建議的更具散佈性。在給定範例中，對於在 $\lambda=520$ nm的標稱延相值，最多散佈性的"厚"重複對在短及長波長邊緣處產生+19.5%/-11.3%的延相偏差。另一方面，最少散佈性的"薄"重複對在對應波長點處產生+8.9%/-6.0%的延相偏差。實務上，在對於一給定真空沈積程序所能製造者與在所要求波長頻帶上的最佳對比補償之間存在一折衷。

除了選擇該等交替H/L層之適當組合厚度之外，"H"層與"L"層厚度之比率也將會影響C板延相散佈。例如，若一50 nm成對厚度係對於較佳製造容限的最薄組合層厚度，則仍然存在可最小化延相散佈之數個設計之變化例。

作為一計算範例，模型化一額外五個不同的FBAR堆疊設計。第五FBAR設計包括重複片段10 nmH/40 nmL，第六FBAR設計包括重複片段20 nmH/30 nmL，第七FBAR設計包括重複片段25 nmH/25 nmL，第八FBAR設計包括重複片段30 nmH/20 nmL且第九FBAR設計包括重複片段40 nmH/10 nmL。在每一情形下，"H"係指氧化鋁高折射率層，"L"係指矽石低折射率層。該些五個堆疊之每一堆疊均針對在 $\lambda=520$ nm的一標稱-340 nm C板延相。

圖23中顯示在7 AOI且 $\lambda=520$ nm時的延相之偏差頻譜。發現在重複片段內"H"部分越多，C延相變得越多散佈(例如，第九設計)。因此，10 nmH/40 nmL設計(例如，第五設計)係最有利的設計。然而，選取不靠近一50:50比率之"H"及"L"成對厚度會降低有效形狀雙折射。因此，在該等五個範例中的最佳及最差的散佈設計需要明顯更多的層以產生相同數量的C延相。應注意，此處所指之C延相量已塑造成在 $\lambda=520$ nm具有{1.655, 1.502}折射率(及在其他提供的波長下的全折射率散佈)之一單層單軸負C板延相片之一等效離軸延相效應。參考所得異常及正常折射率之該等C延相量可能與此處所報告之結果相當不同。

參考圖24，其中顯示根據本發明之另一具體實施例之一

延相片補償器之一示意圖。該延相片補償器係一補償板503，顯示在法線入射下沿包含面板504之FA之一檢視平面與一TN xLCD面板504串列(例如該面板之FA係在該圖式之平面內)。補償板503包括佈置於兩個負C板延相片507a、507b之間的一A板延相片506。組合的延相片元件503係相對於TN xLCD面板504之平面以一角度 θ_{pt} 傾斜以形成所謂的一傾斜板延相片(TPR)。

A板延相片506係使其光軸平行於該板/層之平面定向之一雙折射元件(例如，如用於說明各向異性之折射率橢球所指示)。當A板延相片元件506係經組態成一正單軸元件時，該光軸亦係慢軸。適合製造A板延相片506之材料之一些範例包括拉伸箔延相片、液晶聚合物及單晶石英。視需要地，A板延相片包括一支撐基板。

該等-C板延相片507a、507b之每一-C板延相片係使其光軸與該板/層之平面垂直定向的一雙折射元件。雖然-C板一般為法線入射光線提供任一淨延相(即法線入射光不受雙折射影響)，但離軸入射光線(即，與光軸成一角度)經歷與入射角成比例之一淨延相。特定言之，淨延相隨入射角減小而減小(例如，對比+C板，其中淨延相隨入射角增加而增加)。該等-C板元件507a、507b係耦合至A板506，使得其光軸垂直於該A板之平面而定向。適合製造-C板507a、507b之材料之一些範例包括盤狀液晶及盤狀雙折射聚合物化合物。製造該等-C板507a、507b之一尤其具有吸引力之方法係使用一形狀雙折射抗反射(FBAR)塗層來塗布

A板506之每一側。

如上所述，組合的A板/-C板延相片元件503相對於TN xLCD面板504之平面在子系統500內以一角度 θ_{pt} 傾斜。更明確而言，延相片補償器503係圍繞一預定旋轉軸(未顯示，但垂直於圖式之平面)以角度 θ_{pt} 傾斜。由於該A板光率體傾斜角 θ_t 係大致 0° ，故該A板之板傾斜角 θ_{pt} 一般將會大於利用一O板延相片之一笛卡爾延相片元件之對應板傾斜角。

在參考圖13a及圖24所描述之每一具體實施例中，實施該A板及/或O板之傾斜，使得減少在該A/O板笛卡爾延相片元件之光軸與相對於未傾斜組態的透射軸(例如，z軸)之間的角度。因此，減少該A/O板之有效平面內延相並引發圍繞該錐體軸的一更大線性延相不對稱性，以便沿相同方位平面匹配至TN面板之線性延相斜率。在該笛卡爾延相片元件(例如，該A板或O板)之淨延遲與該傾斜-C板之淨延相之間的相互影響允許有效延相斜率之整形。沿一個方位方向，該傾斜笛卡爾延相片元件之淨延相抵消該傾斜-C板延相片之淨延相，以產生一平直延相輪廓。沿相反方位方向(即，偏移 180°)，光線靠近該傾斜笛卡爾延相片元件之光軸傳播且從該傾斜-C板元件獲得一陡峭延相斜率。

換言之，傾斜塗布有一或多個-C板塗層之A/O板還提供另一變數，其可調整使得該延相片補償器之不對稱線性延相輪廓與在關閉狀態下的TN xLCD面板之不對稱線性延相輪廓匹配/互補。此外，傾斜塗布有一或多個-C板塗層之

A/O板允許該傾斜板延相片圍繞一不平行於該透射軸之一軸遠離一大致交叉軸組態而計時，使得該傾斜板延相片至少部分地消除面板圓形延相，藉此改良TN xLCD面板對比。因此，該傾斜板延相片還滿足上述第四個要求(d)。

如上所述，該補償板之傾斜在線性延相內引入一斜率，其可匹配至面板線性延相不對稱性。特定言之，該補償板係圍繞一旋轉軸而傾斜，該旋轉軸係選擇以提供類似於液晶面板之延相不對稱的一延相不對稱性。較有利的係，該傾斜面板延相片用作笛卡爾延相片，其中慢軸係由該A板或O板來設定。當該傾斜板延相片遠離交叉軸組態計時，其線性延相不對稱性係沿相同方位平面與面板線性延相不對稱性對齊，而該傾斜A板或O板延相片之平面內分量以所需定向來錨定該延相片補償器之慢軸。

較有利的係，上述面板補償係比面板補償之許多先前技術使用更少組件來實現。例如，根據數種先前技術之補償技術，TN xLCD面板之補償係由一補償結構來提供，該結構包括佈置於LC層之第一側上的一第一O板與佈置於LC層之第二相對側上的一第二O板。在H. Mori、M. Nagai、H. Nakayama、Y. Itoh、K. Kamada、K. Arakawa及K. Kawata "用於廣視角LCDS之基於盤狀光學補償膜之新型光學補償方法" (SID 03 Digest 1058-1061 (2003))中，該兩個O板係由盤狀膜所形成。在T. Bachels、J. Funfschilling、H. Seiberle、M. Schadt、G. Gomez及E. Criton "用於TN顯示器之新型光對齊LC聚合物廣視角膜" (Eurodisplay 2002，

第 183 頁) 以及在 J. Chen、K.C. Chang、J. DelPico、H. Seiberle 及 M. Schadt "用於 TN-LCDS 之廣視角光對齊塑膠膜" (SID 99 Digest, 第 98 至 101 頁, 1999) 中, 該兩個 O 板係由 LCP 所形成。在該些參考文件之各參考文件中, 每個 O 板(在後者參考文件中稱為傾斜 A 板)係平行於 LC 層之平面。根據上述本發明之具體實施例, TN xLCD 面板之補償僅由一個補償板(例如, 具有單個 O 板)達成, 該補償板與 LC 層之平面不平行。

當然, 上述具體實施例僅作為範例提供。熟習此項技術者應瞭解, 可採用各種修改、替代性組態及/或等效物而不會脫離本發明之精神及範疇。

例如, 該傾斜板延相片不限於補償組態成 90 度扭曲面板、具有一 LH 扭曲、具有其扭曲跨度位於第四象限及/或具有入口/出口 LC 導向器平行於該等 x 軸及 y 軸的一 TN xLCD 面板。在一具體實施例中, 該傾斜延相片補償器係用於在具有一右手(RH)扭曲之 TN90 單元中改良對比率。在另一具體實施例中, 該傾斜延相片補償器係用於在根據需要定位其入口/出口方位平面之一非 90 度 TN 單元改良對比率。

此外, 本發明不限於將該傾斜板延相片定位於該預偏光器與該 xLCD 成像器之間及/或在一會聚或發散照明錐體中。然而, 應注意在會聚/發散成像系統中插入任何傾斜板光學元件後, 板傾斜可能會引發採用彗差及像散之形式之像差。若該傾斜板延相片係相鄰該 TN xLCD 面板而放置

在該輸入偏光器與輸出分析器之間，則由該傾斜板所導致之像差可能劣化照明屬性(即，由於其在照明路徑中)，但不會削弱在螢幕上的最終影像品質(即，因為投影路徑不包含該傾斜板延相片)。還應注意，在低像素解析度面板(例如，具有數十微米像素間距之720p面板)中，即使該傾斜板係位於投影路徑中，由該傾斜板延相片所引發之像差仍可能不會引起一明顯的調變轉移函數(MTF)下降。

此外，該傾斜板延相片不僅限於在空氣入射中自由傾斜。例如，在一具體實施例中，在該傾斜板延相片浸沒於一相對密集等向性光學媒體(例如，固體或液體)中，使得該延相片補償器之入口及/或出口平面係實質上平行於TN xLCD(例如，但該A/O板自身仍相對於透射軸傾斜)。

在上述具體實施例之各具體實施例中，已說明該傾斜板延相片包括夾置於兩個-C板之間的一傾斜A/O板。雖然使用兩個-C板用於等化該O板延相片及/或其可選支撐基板上的應力較有利，但僅提供一-C板及/或使用一不同組態亦在本發明之範疇內。例如，在一具體實施例中，單一-C板雙折射元件係相對於光傳播序列而安裝於該笛卡爾延相片之前或之後而整個補償板係以一方式也相對於光傳播序列而安裝於微型顯示器面板之前或之後，以便減少面板與補償器之一系統之圓形延相。在圖25所說明之另一具體實施例中，傾斜板延相片603包括佈置於基板609(例如，透明玻璃基板)之一第一側上的一第一FBAR塗層堆疊607a及佈置於基板609之一第二相對側上的一第二FBAR塗層堆疊

607b。一O板606係提供於該FBAR塗布基板之一側上(例如，LCP層)。例如，在一具體實施例中，O板606係固定在該FBAR塗布基板之第二側上。O板606之相對側具備一AR塗層608以減少反射。整個補償板603係以一表示為 θ_{pt} 之角度相對於液晶顯示器面板604之一平面而傾斜。應注意，已顯示關於光傳播及面板604的該等FBAR堆疊607a/607b及O板606之此次序以及模型化結果，以提供TNxLCD面板604之改良圓形延相補償。當然，替代性組態亦可行(例如，該O板可能在入射側沈積於該FBAR塗布基板上)。

此外，在該等上述具體實施例之各具體實施例中，該傾斜板延相片係僅組態有一A板或O板。在其他具體實施例中，該傾斜板延相片係組態有一個以上以笛卡爾為主延相片元件層(例如，多個液晶聚合物層)，以便產生所需圓形延相。視需要地，還使用多層笛卡爾延相片元件來產生-C板功能性。

而且，在上述具體實施例之各具體實施例中，該等傾斜板延相片已描述為包括單軸雙折射材料。視需要地，該等傾斜板延相片利用雙軸材料。事實上，實際中時常難以製造真正單軸層(例如，認為單軸的一些液晶聚合物可能具有一雙軸分量)。

應注意雖然僅顯示一傾斜板延相片用於對比補償，但提供一個以上傾斜板延相片亦在本發明之範疇內。因此，希望本發明之範疇僅由隨附申請專利範圍來加以限制。

【圖式簡單說明】

結合附圖，根據以上詳細描述將會明白本發明之進一步特徵及優點，其中：

圖1係一三通道透射光引擎之一示意圖，其包括三個xLCD微型顯示器及三個延相片補償器；

圖2係一透射微型顯示器投影系統之一示意圖，其包括用於補償軸上及離軸光線之顯示器元件延相之一傾斜-C板；

圖3係在暗態下在一理論TN90 LC單元內之LC導向器分佈之一示意圖；

圖4顯示驅動至暗態之TN90 LC單元之理論傾斜/扭曲輪廓；

圖5顯示用於TN90 LC之計算的線性延相(左)、慢軸(中)及圓形延相(右)錐光曲線圖；

圖6顯示以一9.5度傾斜角(逆時針圍繞旋轉軸+45°)安裝之一-450 nm C板延相片之計算的線性延相(左)、慢軸(中)及圓形延相(右)錐光曲線；

圖7顯示用於TN90 xLCD(右)及已補償的TN90 xLCD(左)之計算的對比率等高線圖，其中用沿-45度方位(逆時針圍繞旋轉軸+45度)傾斜9.5度之-450 nm C板延相片提供補償；

圖8顯示在520 nm量測的驅動至暗態之TN90 xLCD之實驗線性延相(左)、慢軸(中)及圓形延相(右)錐光曲線圖；

圖9係使用一兩部分模型在暗態下在一理論TN90 LC單

元中LC導向器分佈之一示意圖；

圖 10顯示在 520 nm計算的圖 9中描述之TN90 LC單元之理論線性延相(左)、慢軸(中)及圓形延相(右)錐光曲線圖；

圖 11顯示兩種驅動電壓下一TN90 xLCD單元之實驗線性延相(上)、慢軸(中)及圓形延相(下)頻譜；

圖 12顯示在 $\lambda=520$ nm沿面板軸上延相之慢軸(帶點標記)及快軸(帶圓圈標記)平面之實驗線性延相輪廓；

圖 13a係根據本發明之一具體實施例沿一包含TN xLCD面板之快軸之平面佈置於一TN xLCD面板之前面之一延相片補償器之一示意圖；

圖 13b係從透射側檢視圖 13a所說明之延相片補償器之一2D示意圖；

圖 13c係從透射側檢視圖 13a所說明之延相片補償器之一3D透視圖；

圖 14顯示計算的延相片板傾斜角及所需C板延相對O板光率體傾斜角的曲線圖；

圖 15顯示一 $(-45^\circ, 10.3^\circ)$ 傾斜O板/-C板延相片補償器之理論線性延相(左)、慢軸(中)及圓形延相(右)錐光曲線圖，其中該O板係使用正單軸材料以 50° 平面外傾斜組態而該-C板具有-525 nm延相(計算的波長 $\lambda=520$ nm)；

圖 16顯示包括 $(-45^\circ, 10.3^\circ)$ 傾斜O板/-C板延相片補償器及實驗TN xLCD面板之一系統的理論線性延相(左)、慢軸(中)及圓形延相(右)錐光曲線圖；

圖 17顯示一實驗TN90 xLCD(右)及使用在一大致交叉軸

組態下定向之 $(-45^\circ, 10.3^\circ)$ 傾斜O板/-C板延相片(左)來補償之相同TN90 xLCD之計算的錐光交叉偏光器洩漏強度；

圖18顯示一實驗TN90 xLCD(右)及使用在一非交叉軸下定向之 $(-15^\circ, 9.0^\circ)$ 傾斜O板/-C板延相片(左)來補償之相同TN90 xLCD之計算的錐光交叉偏光器洩漏強度；

圖19顯示一 $(-15^\circ, 9.0^\circ)$ 傾斜O板/-C板延相片補償器之理論線性延相(左)、慢軸(中)及圓形延相(右)錐光曲線圖，其中該O板係使用正單軸材料以 50° 平面外傾斜組態而該C板具有 -525 nm 延相(計算的波長 $\lambda=520\text{ nm}$)；

圖20顯示包括一 $(-15^\circ, 9.0^\circ)$ 傾斜O板/-C板延相片補償器及一實驗TN xLCD面板之一系統的理論線性延相(左)、慢軸(中)及圓形延相(右)錐光曲線圖；

圖21顯示實驗量測未補償TN90面板與根據本發明之一具體實施例使用一傾斜板延相片補償之相同面板之對比率；

圖22顯示在板傾斜角 7° 下包括AR功能性之四個介電C板堆疊之計算的線性延相頻譜；

圖23顯示針對數個介電FBAR設計在 $\lambda=520\text{ nm}$ 時 7° 傾斜負C板延相之計算的延相偏差頻譜；

圖24係根據本發明之另一具體實施例沿一包含TN xLCD面板之快軸之平面佈置於TN xLCD面板之前面之一延相片補償器之一示意圖；

圖25係根據本發明之另一具體實施例佈置於一TN xLCD面板之前面之一延相片補償器之一示意圖。

應注意所有附圖中相同特徵係由相同參考數字來加以識別。

【主要元件符號說明】

100	光學子系統
101a	輸入預偏光器
101b	輸入預偏光器
101c	輸入預偏光器
103a	延相片補償器
103b	延相片補償器
103c	延相片補償器
104a	xLCD面板
104b	xLCD面板
104c	xLCD面板
105a	出口清理偏光器
105b	出口清理偏光器
105c	出口清理偏光器
106	半波板(HWP)
110	X立方體
120a	光束
120b	光束
120c	光束
130	會聚光束
200	子系統
201	預偏光器

203	延相片補償器
204	xLCD成像器
205	後分析器
211	極角傾斜
212	極角傾斜
220	透射軸/預偏光器軸
221	透射軸
230	慢軸
235	方位角偏移/成像器SA
240	旋轉軸
245	方位角
300	LC導向器分佈
301	入口LC導向器方位
302	路徑/扭曲
303	出口LC導向器方位
304	箭頭
305	方位角
310	模型
311	延相片元件
312	SA方位角
314	SA
315	方位角
400	子系統
403	補償板/延相片元件/延相片補償器/傾斜板延相片(TPR)

404	TN xLCD 面 板 /TN90 xLCD 面 板
406	傾 斜 O 板 延 相 片 /O 板
407a	傾 斜 -C 板 延 相 片 /-C 板 元 件 /-C 板
407b	傾 斜 -C 板 延 相 片 /-C 板 元 件 /-C 板
410	板 傾 斜 角 θ_{pt}
411	極 角 傾 斜
412	極 角 傾 斜
420	極 角 θ_c
421	平 面 外 傾 斜 θ_t
430	慢 軸
440	旋 轉 軸
445	角 度
450	慢 軸 /SA
460	入 射 角 (AOI) θ_i
461	錐 體 中 心 光 線
462	光 線
470	極 值
471	極 值
475	半 錐 角 θ_h
500	子 系 統
503	補 償 板 /組 合 的 A 板 /-C 板 延 相 片 元 件 /延 相 片 補 償 器
504	TN xLCD 面 板
507a	-C 板 /-C 板 延 相 片

507b	-C板 /-C板延相片
506	A板 /A板延相片
603	傾斜板延相片 /補償板
604	液晶顯示器面板 /TN xLCD面板
606	O板
607a	第一FBAR塗層堆疊 /FBAR堆疊
607b	第二FBAR塗層堆疊 /FBAR堆疊
608	AR塗層
609	基板

五、中文發明摘要：

本發明揭示使用一傾斜補償板提供用於一液晶顯示器投影系統之對比補償，該液晶顯示器投影系統包括一光源、一第一偏光器、一液晶顯示器面板及一第二偏光器。該補償板包括一第一雙折射元件，其具有一與該板法線成一第一角度定向之光軸，其中該第一角度係大於零度(例如，A板或O板)；及一第二雙折射元件，其具有一與該板法線成一第二角度定向之光軸，其中該第二角度係實質上等於零度(例如，C板)。該補償板係相對於該液晶顯示器面板之一平面而傾斜。該傾斜補償板已顯示以提供用於扭曲向列液晶顯示器之改良對比補償。

六、英文發明摘要：

Contrast compensation for a liquid crystal display projection system including a light source, a first polarizer, a liquid crystal display panel, and a second polarizer is provided using a tilted compensating plate. The compensating plate includes a first birefringent element having an optic axis oriented at a first angle to the plate normal, where the first angle is greater than zero degrees (e.g., an A-plate or O-plate), and a second birefringent element having an optic axis oriented at a second angle to the plate normal, where the second angle is substantially equal to zero degrees (e.g., a C-plate). The compensating plate is tilted relative to a plane of the liquid crystal display panel. The tilted compensating plate has been shown to provide improved contrast compensation for twisted nematic liquid crystal displays.

十、申請專利範圍：

1. 一種液晶顯示器投影系統，其包含：

一光源；

一第一偏光器，其係用於接收來自該光源之光，該第一偏光器具有定向以透射具有一第一偏光之光的一透射軸；

一液晶顯示器面板，其係用於接收透射該第一偏光器之光並用於選擇性調變該透射光；

一第二偏光器，其係用於接收透射該液晶顯示器面板之光，該第二偏光器具有實質上垂直於該第一偏光器之該透射軸定向的一透射軸；及

一補償板，其包括：

一第一雙折射元件，其具有與板法線成一第一角度定向的一光軸，該第一角度大於零度；

一第二雙折射元件，其具有與該板法線成一第二角度定向的一光軸，該第二角度實質上等於零度，

其中該補償板係相對於該液晶顯示器面板之一平面而傾斜。

2. 如請求項1之液晶顯示器投影系統，其中該第一雙折射元件包含一正單軸雙折射材料。

3. 如請求項2之液晶顯示器投影系統，其中該第一雙折射元件包含一液晶聚合物。

4. 如請求項1之液晶顯示器投影系統，其中該第二雙折射元件包含一第一形狀雙折射抗反射塗層，其係佈置於該

第一雙折射元件之一第一側上。

5. 如請求項4之液晶顯示器投影系統，其包含一第二形狀雙折射抗反射塗層，其係佈置於該第一雙折射元件之一第二相對側上。
6. 如請求項1之液晶顯示器投影系統，其中該補償板包括一透明支撐基板。
7. 如請求項1之液晶顯示器投影系統，其中該補償板係佈置於該等第一偏光器與第二偏光器之間。
8. 如請求項1之液晶顯示器投影系統，其中該第一角度係在15度與60度之間。
9. 如請求項8之液晶顯示器投影系統，其中該第一角度係在20度與40度之間。
10. 如請求項1之液晶顯示器投影系統，其中該補償板係在0度與約12度之間的一角度下相對於該液晶顯示器面板之該平面而傾斜。
11. 如請求項1至10之任一項之液晶顯示器投影系統，其中該液晶顯示器面板包含一扭曲向列液晶層。
12. 如請求項11之液晶顯示器投影系統，其中該扭曲向列液晶層具有在一第一象限內的一慢軸，該第一象限相鄰一第二象限，該第二象限在一暗態下驅動該扭曲向列液晶層時跨越液晶扭曲角。
13. 如請求項11之液晶顯示器投影系統，其中該補償板係相對於該液晶顯示器面板之該平面而傾斜，使得該第一雙折射元件之該光軸係與該扭曲向列液晶顯示器面板之該

平面之一法線成一第三角度而定向，該第一角度大於該第三角度。

14. 如請求項11之液晶顯示器投影系統，其中該補償板係圍繞一旋轉軸而傾斜，該旋轉軸係選定以提供一延相不對稱性，其係與該液晶面板之一延相不對稱性互補。
15. 如請求項11之液晶顯示器投影系統，其中該補償板係圍繞一平行於該板法線之軸遠離一交叉軸組態而計時。
16. 一種在一液晶顯示器投影系統中改良對比率之方法，該方法包含：

提供一補償板，其包括一第一雙折射元件，其具有一與該板法線成一第一角度定向之光軸，該第一角度大於零度；及一第二雙折射元件，其具有一與該板法線成一第二角度定向之光軸，該第二角度實質上等於零度；及

定位該補償板使其係相對於在該液晶顯示器投影系統中之一液晶顯示器面板而傾斜。

17. 如請求項16之改良對比率之方法，其中定位該補償板包含圍繞實質上平行於該液晶顯示器面板之一慢軸的一旋轉軸傾斜該補償板。
18. 如請求項16之改良對比率之方法，其中定位該補償板包含圍繞一旋轉軸來傾斜該補償板，該旋轉軸係佈置於與該液晶顯示器面板之一慢軸相同的一象限內。
19. 如請求項16至18之任一項之改良對比率之方法，其包含圍繞一平行於該板法線之一軸來旋轉該補償板使得該對比率增加。

十一、圖式：

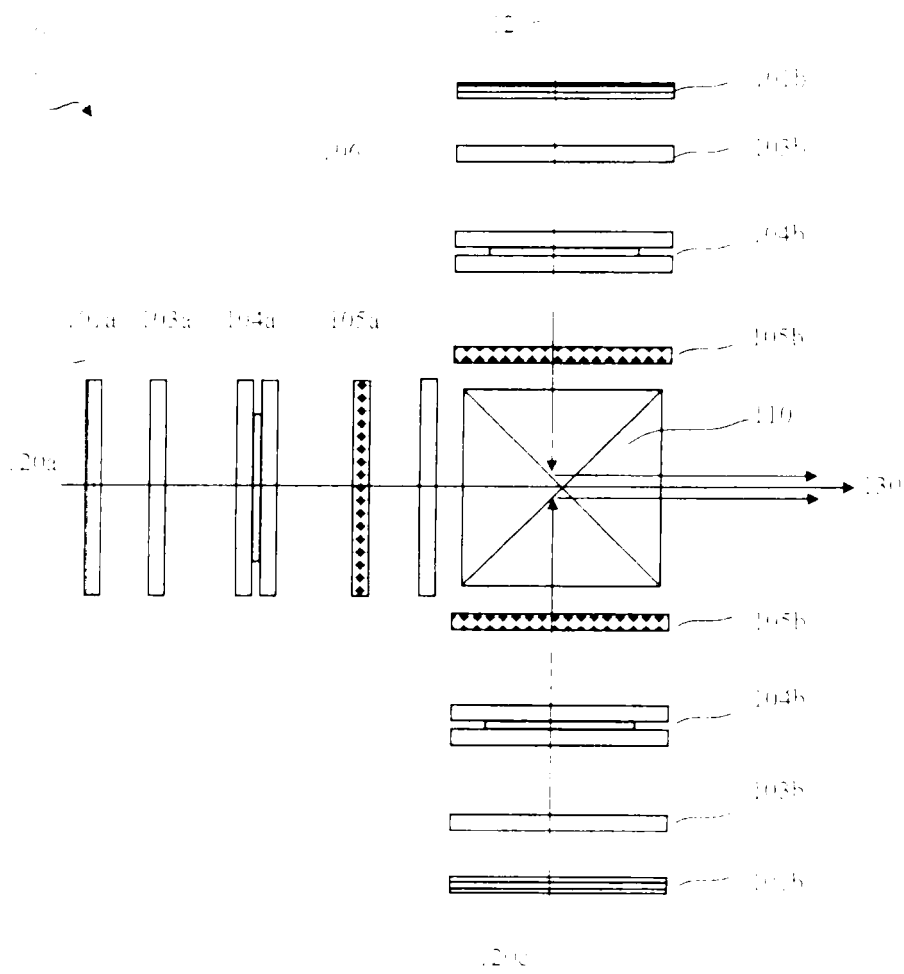


圖 1

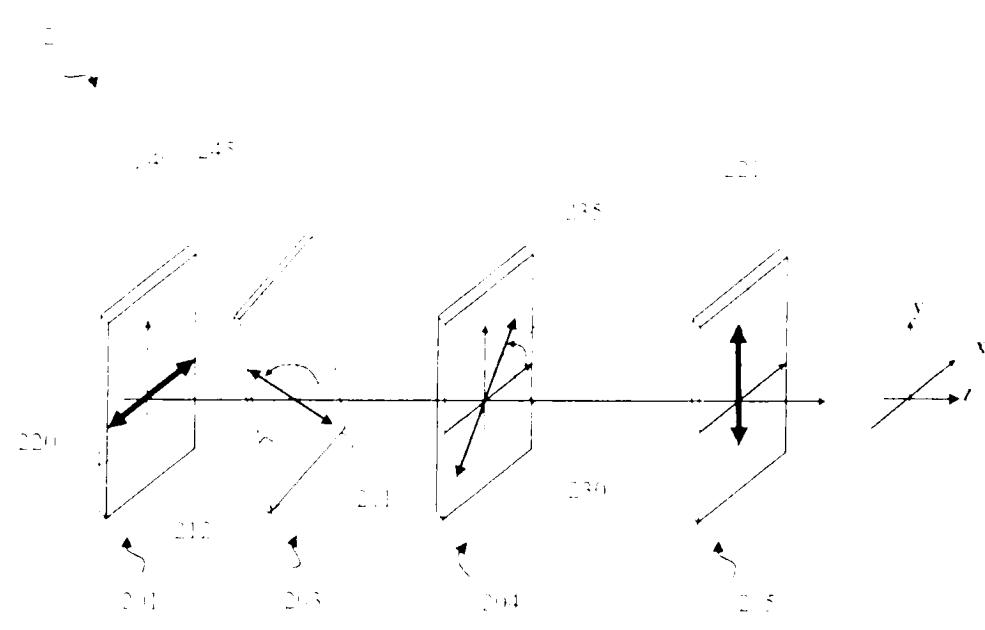


圖 2

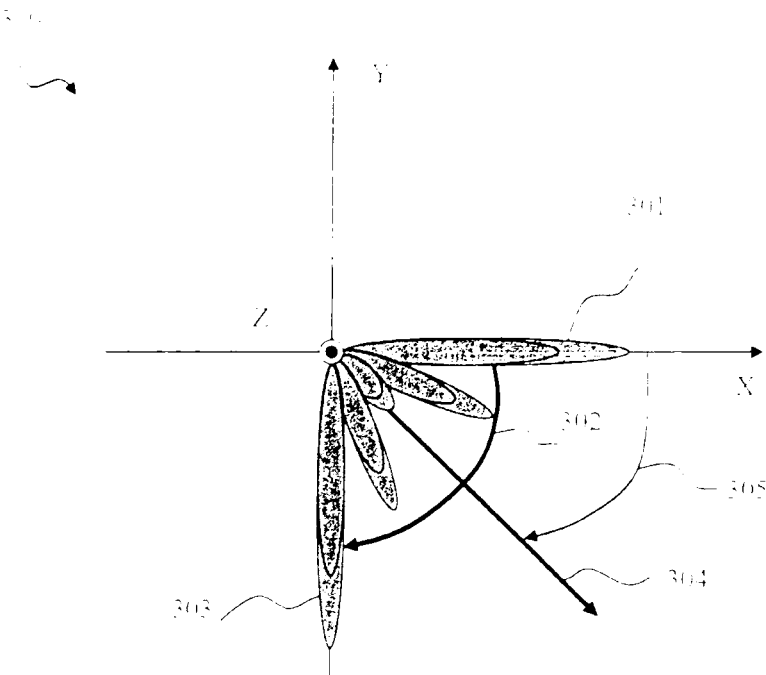


圖 3

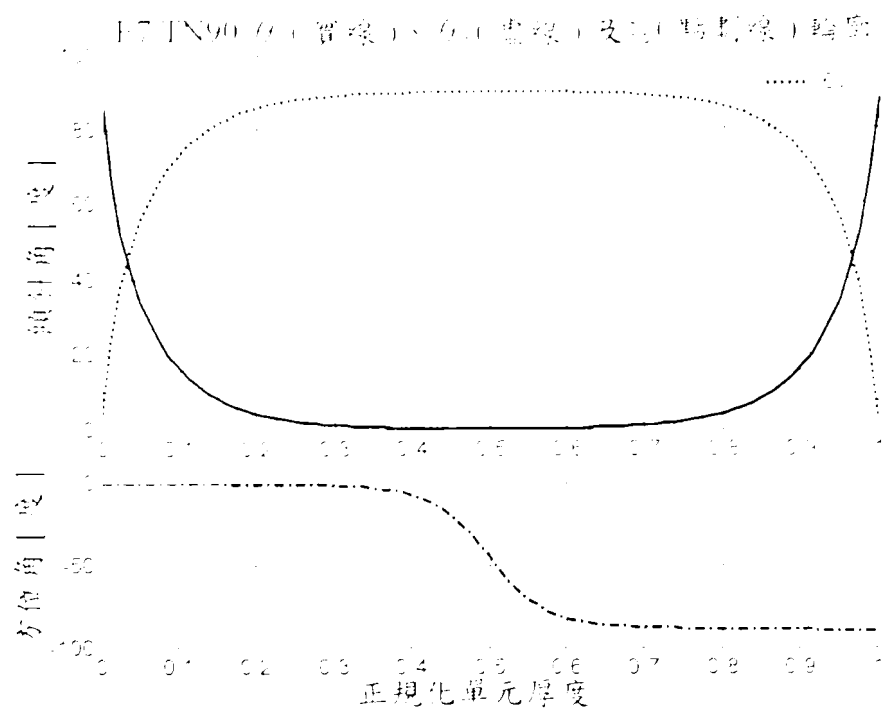


圖 4

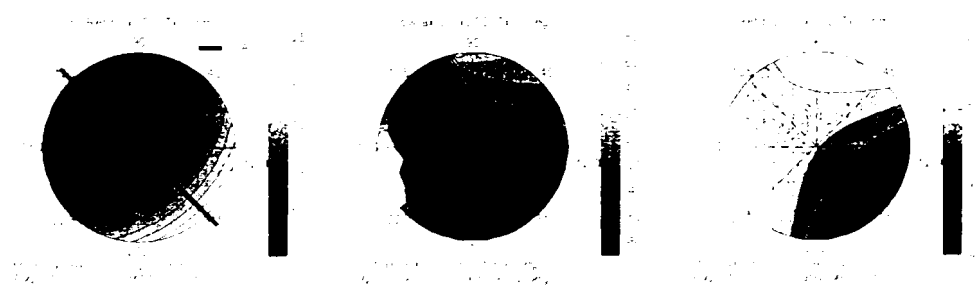


圖 5

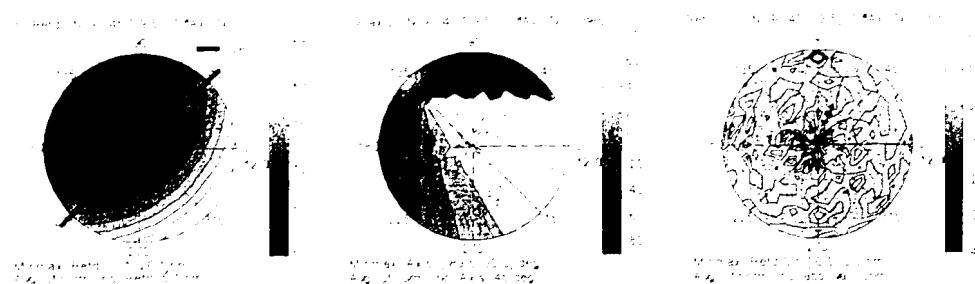


圖 6

超頻 0.0 度，CR 5.9k，基線 CR 6.0k，未補償系統 CR 0.5k，系統 CR 5.0k

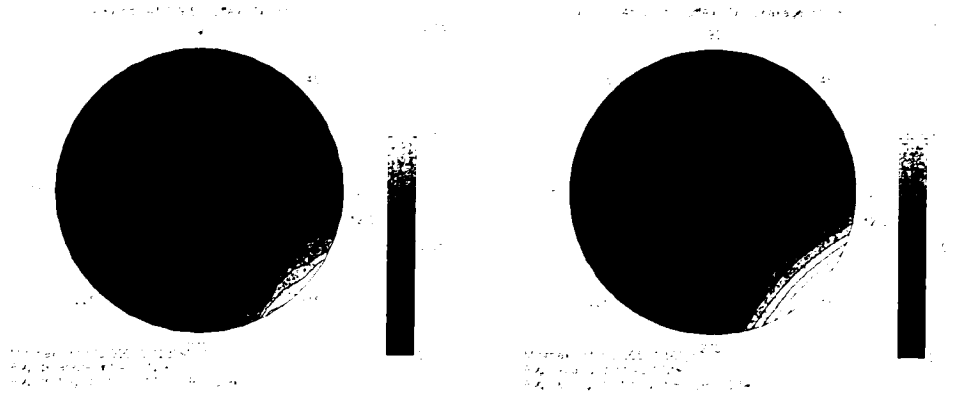


圖 7



圖 8

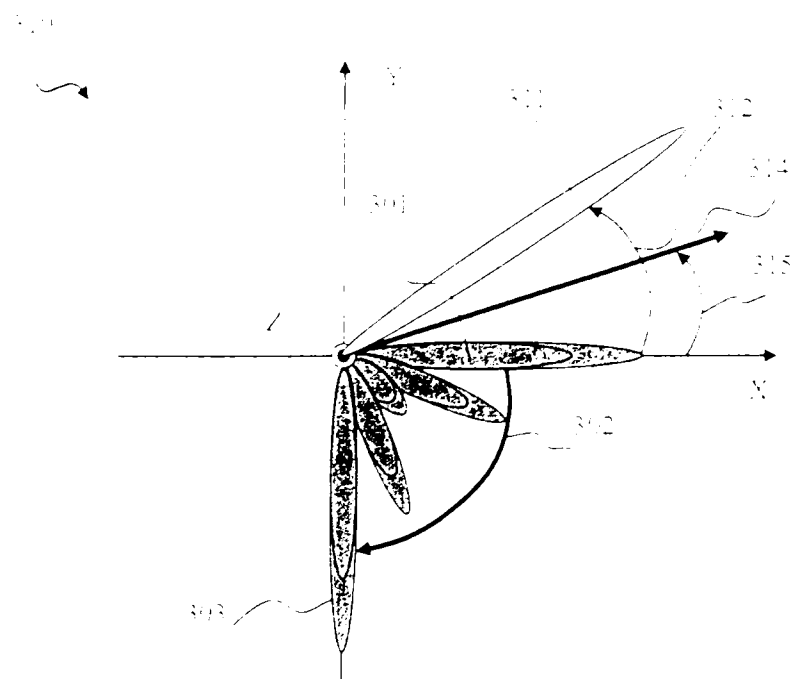


圖 9

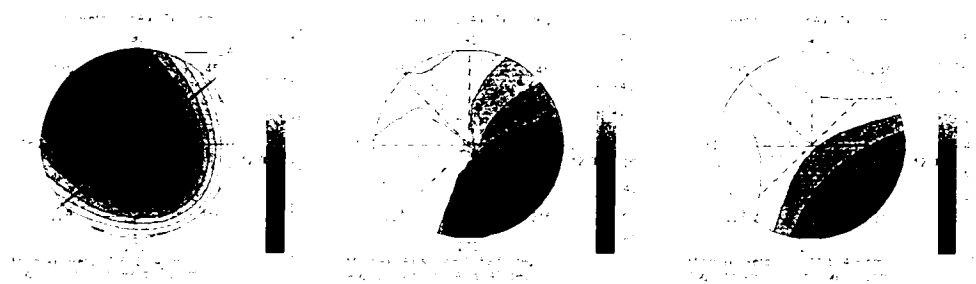


圖 10

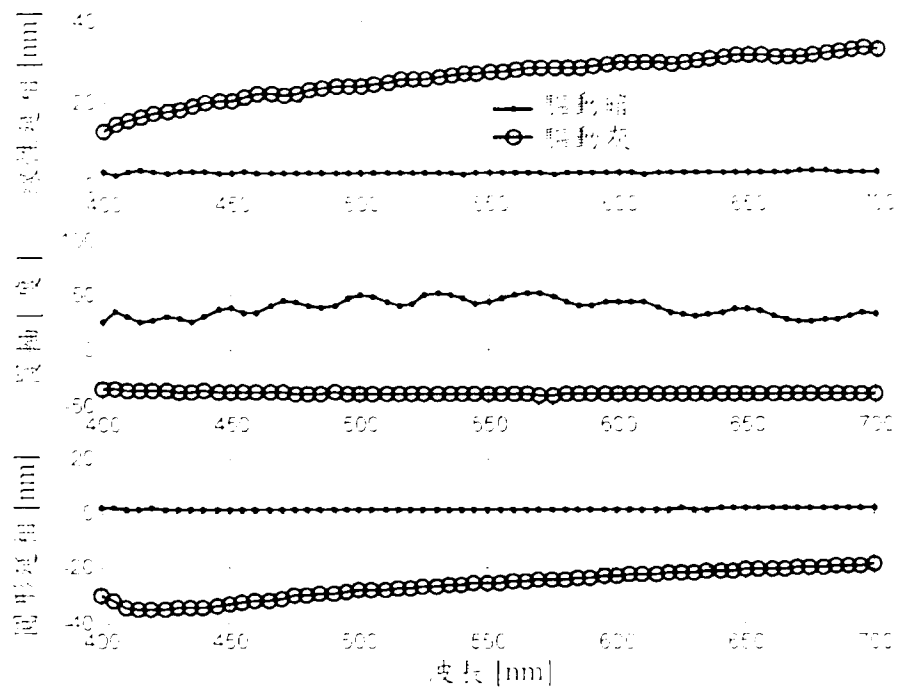


圖 11

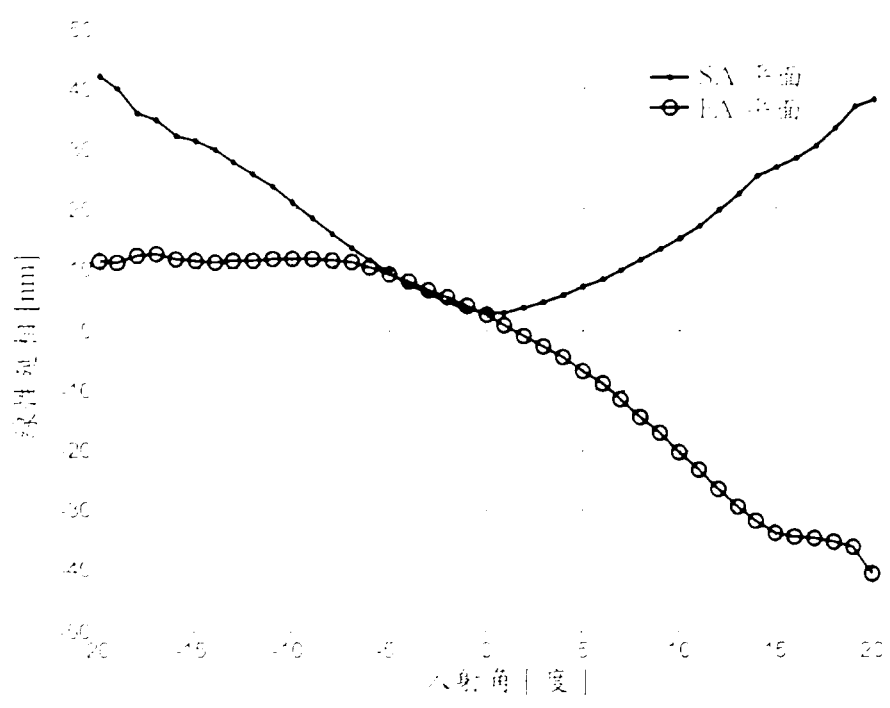


圖 12

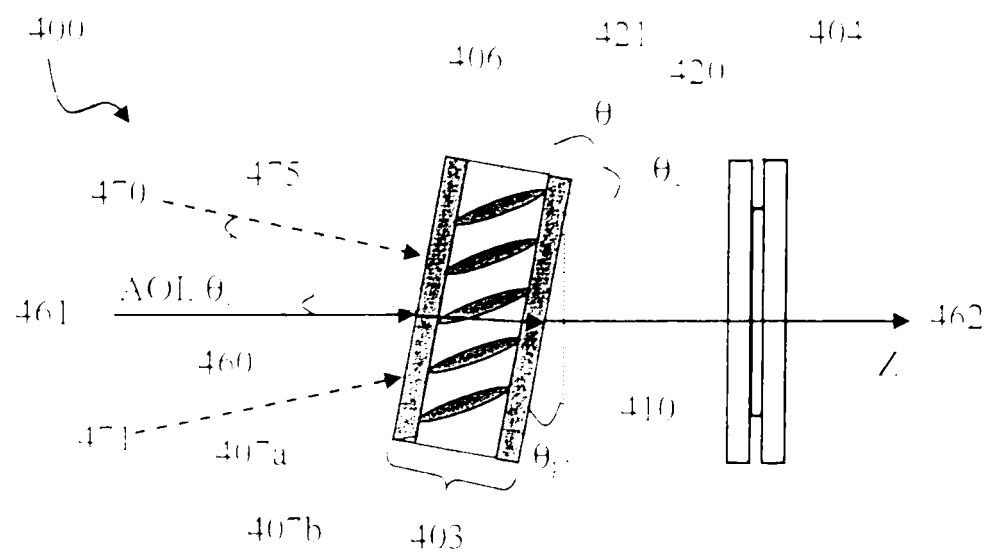


圖 13a

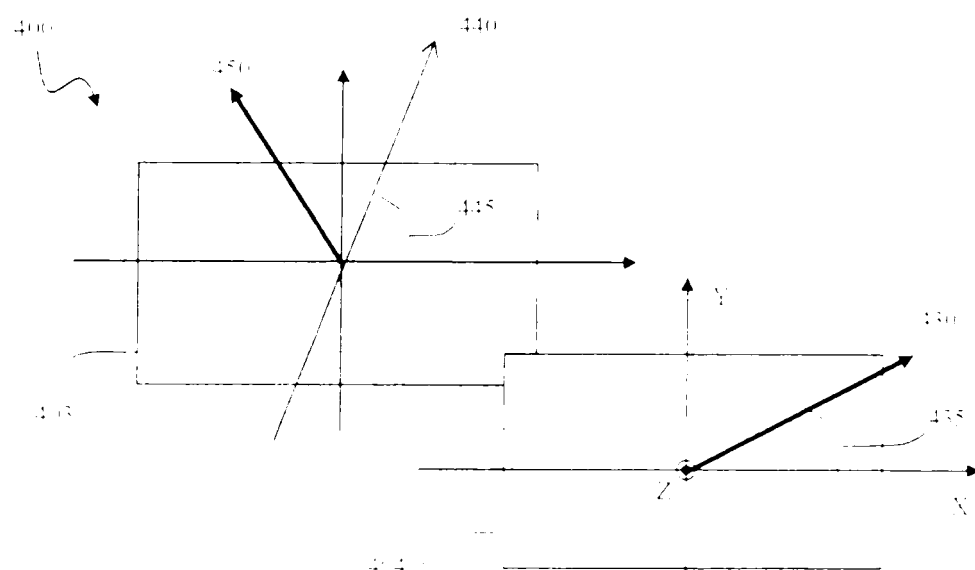


圖 13b

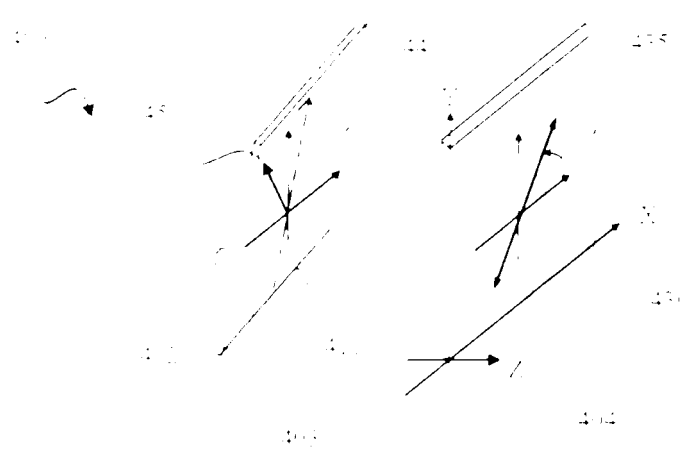


圖 13c

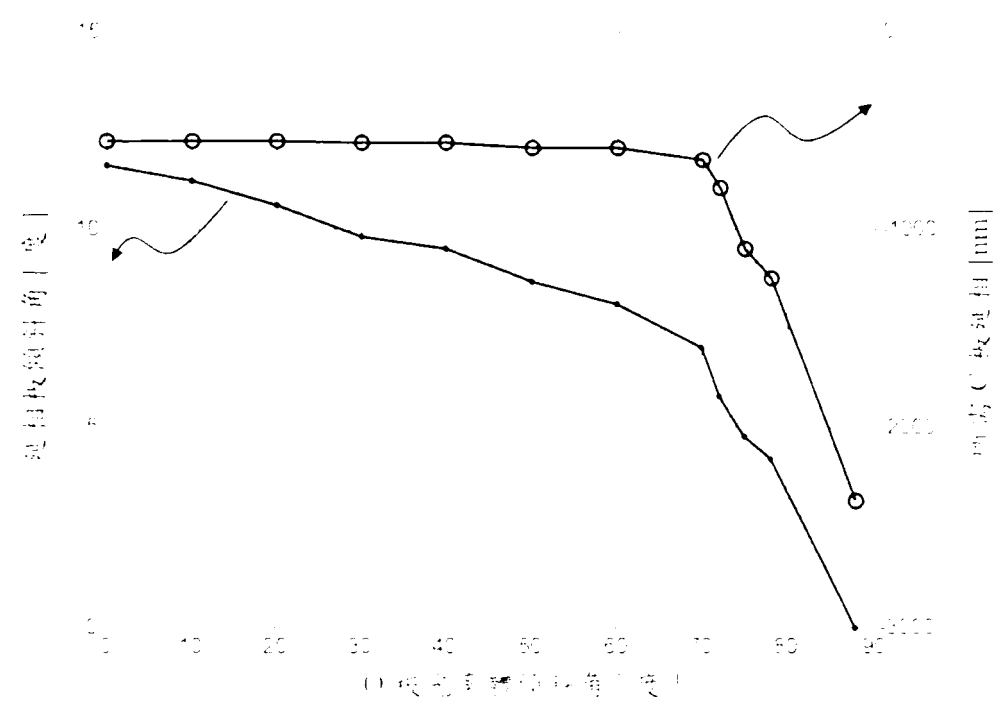


圖 14

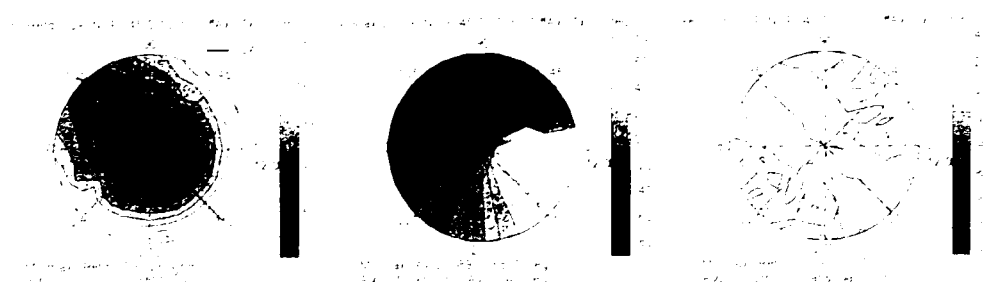


圖 15



圖 16

超頻 +60 度，CR 4.1k，基線 CR 6.0k，未補償系統 CR 0.3k，系統 CR 2.4k

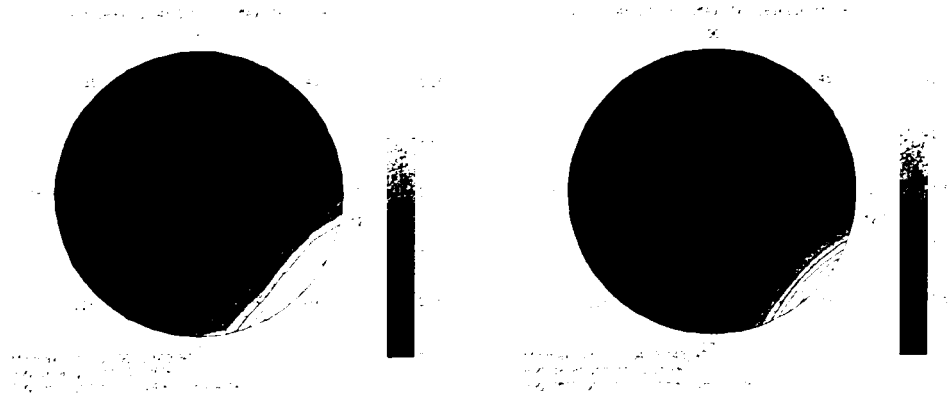


圖 17

超頻 +64.0 度，CR 16.0k，基線 CR 6.0k，未補償系統 CR 0.3k，系統 CR 4.4k

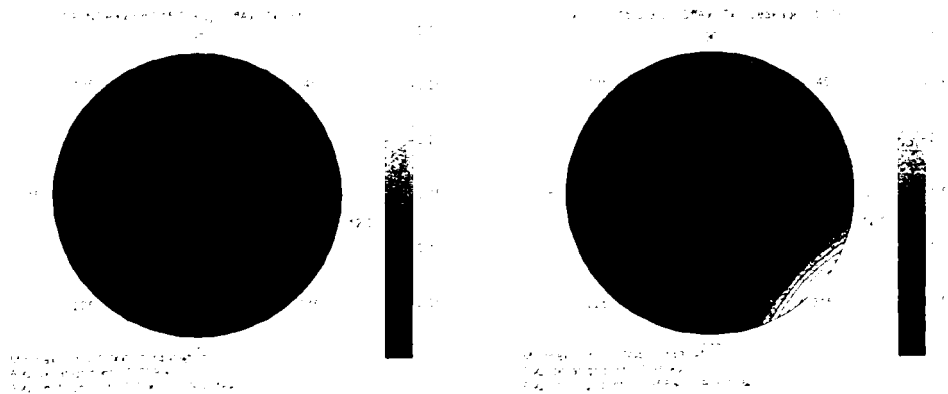


圖 18

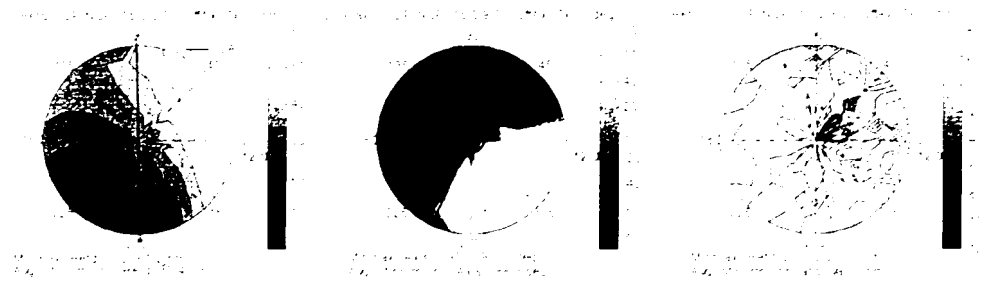


圖 19



圖 20

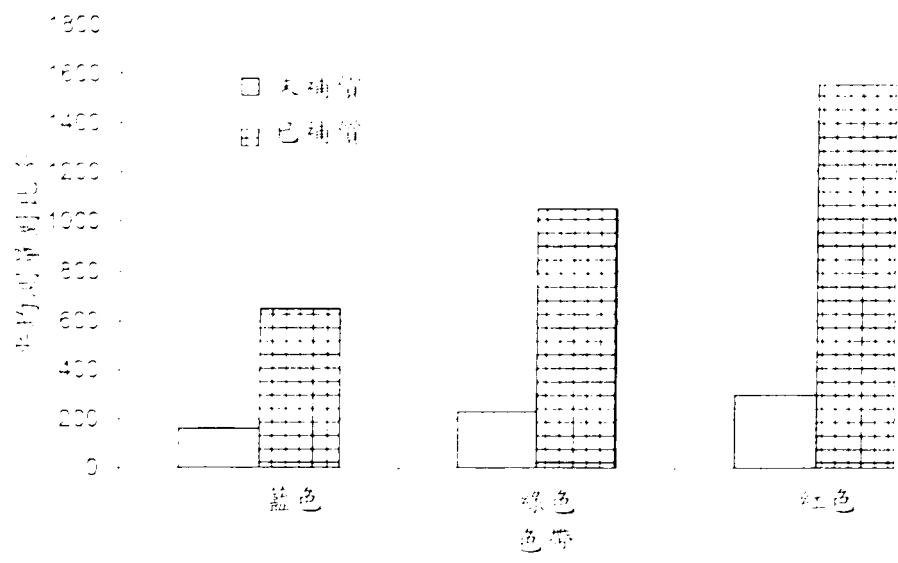


圖 21

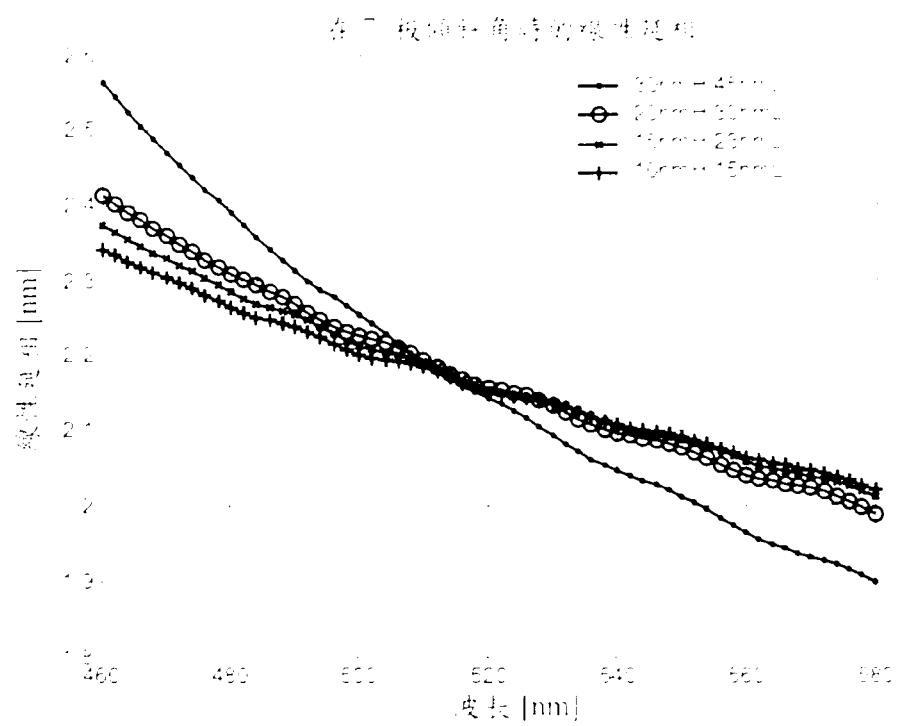


圖 22

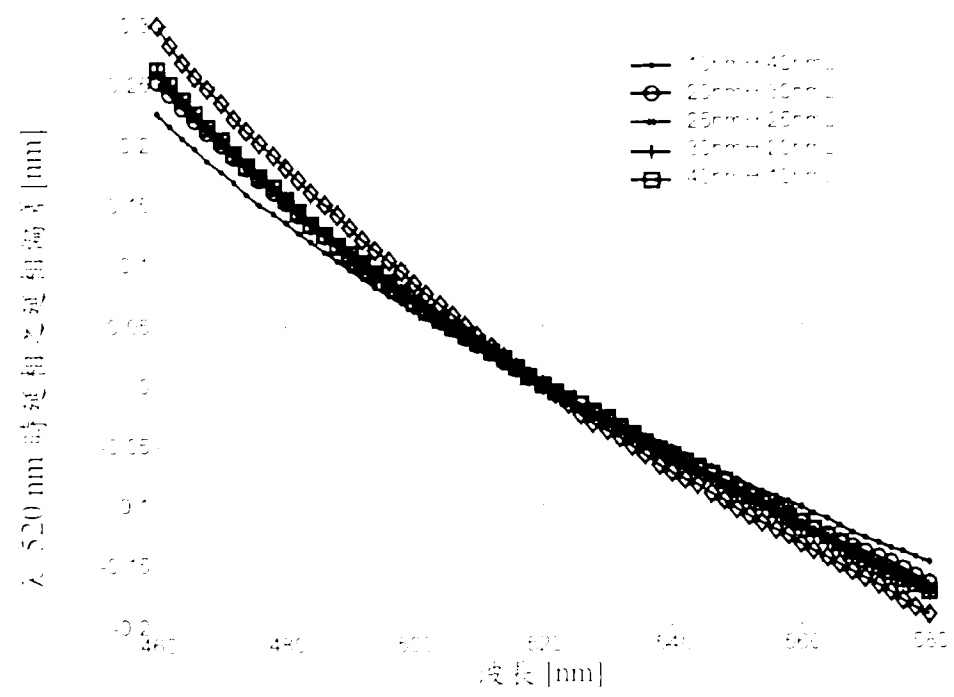
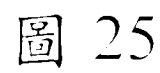
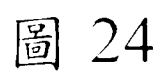


圖 23



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (13a) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

400	子系統
403	補償板/延相片元件/延相片補償器/傾斜板延相片(TPR)
404	TN xLCD面板/TN90 xLCD面板
406	傾斜O板延相片/O板
407a	傾斜-C板延相片/-C板元件/-C板
407b	傾斜-C板延相片/-C板元件/-C板
410	板傾斜角 θ_{pt}
420	極角 θ_c
421	平面外傾斜 θ_t
460	入射角(AOI) θ_i
461	錐體中心光線
462	光線
470	極值
471	極值
475	半錐角 θ_h

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)