



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I556032 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：101140868

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 02 日

(51)Int. Cl.：

*G02F1/1333 (2006.01)**G02F1/1343 (2006.01)**G02F1/139 (2006.01)**C09K19/58 (2006.01)*

(30)優先權：2011/11/09

美國

13/292,656

(71)申請人：克米多夫 拉奇若 (瑞典) KOMITOV, LACHEZAR (SE)

瑞典

(72)發明人：克米多夫 拉奇若 KOMITOV, LACHEZAR (SE)；海吉 葛盧蒙西 HEGDE, GURUMURTHY (IN)；李晟曦 LEE, SEUNG HEE (KR)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2006/0187402A1

US 2008/0204612A1

US 2010/0051194A1

US 2010/0279125A1

審查人員：梁宏維

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 30 頁

(54)名稱

網狀聚合物安定化之可撓變電性極化

POLYMER NETWORK STABILIZED FLEXOELECTRIC POLARIZATION

(57)摘要

本發明揭示一種液晶裝置，該液晶裝置包括一第一基板；一第二基板；及一液晶層，其夾在該第一基板與該第二基板之間，該液晶層包括一向列液晶材料及一網狀聚合物。該網狀聚合物錨定至該第一基板且經組態以沿著與該第一基板平行之一線交替地誘發該向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形。據此，該液晶裝置之鬆弛時間 τ_{fall} 減少。

A liquid crystal device comprising a first substrate; a second substrate; and a liquid crystal layer sandwiched between the first substrate and the second substrate, the liquid crystal layer comprising a nematic liquid crystal material and a polymer network. The polymer network is anchored to said first substrate and is configured to alternately induce splay deformation and bend deformation of the nematic liquid crystal material along a line parallel with the first substrate. Hereby, the relaxation time τ_{fall} of the liquid crystal device is reduced.

指定代表圖：

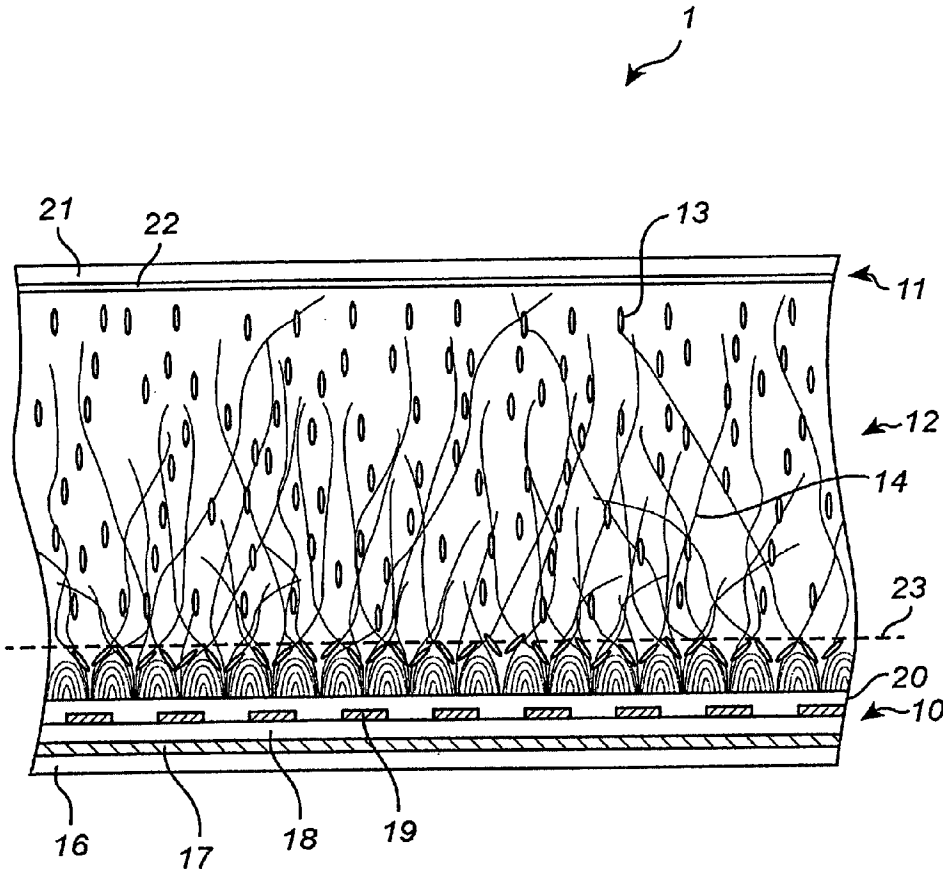


圖 2

符號簡單說明：

- 1 . . . 液晶裝置
- 10 . . . 第一基板/透明第一基板/基板
- 11 . . . 第二基板/基板
- 12 . . . 液晶層
- 13 . . . 向列液晶材料/液晶材料/液晶分子
- 14 . . . 網狀聚合物
- 16 . . . 透明載體/玻璃基板
- 17 . . . 電極/第一電極
- 18 . . . 絕緣層
- 19 . . . 第二電極
- 20 . . . 對準層
- 21 . . . 透明載體/玻璃基板
- 22 . . . 對準層
- 23 . . . 虛線

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：101140868

G02F 1/333 (2006.01)

※申請日：101.11.2

※IPC 分類：H04N

G02F 1/343 (2006.01)

G02F 1/39 (2006.01)

C09F 1/58 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

網狀聚合物安定化之可撓變電性極化

POLYMER NETWORK STABILIZED FLEXOELECTRIC

POLARIZATION

二、中文發明摘要：

本發明揭示一種液晶裝置，該液晶裝置包括一第一基板；一第二基板；及一液晶層，其夾在該第一基板與該第二基板之間，該液晶層包括一向列液晶材料及一網狀聚合物。該網狀聚合物錨定至該第一基板且經組態以沿著與該第一基板平行之一線交替地誘發該向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形。據此，該液晶裝置之鬆弛時間 τ_{fall} 減少。

三、英文發明摘要：

A liquid crystal device comprising a first substrate; a second substrate; and a liquid crystal layer sandwiched between the first substrate and the second substrate, the liquid crystal layer comprising a nematic liquid crystal material and a polymer network. The polymer network is anchored to said first substrate and is configured to alternately induce splay deformation and bend deformation of the nematic liquid crystal material along a line parallel with the first substrate. Hereby, the relaxation time τ_{fall} of the liquid crystal device is reduced.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	液晶裝置
10	第一基板/透明第一基板/基板
11	第二基板/基板
12	液晶層
13	向列液晶材料/液晶材料/液晶分子
14	網狀聚合物
16	透明載體/玻璃基板
17	電極/第一電極
18	絕緣層
19	第二電極
20	對準層
21	透明載體/玻璃基板
22	對準層
23	虛線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種包括一網狀聚合物之液晶裝置。本發明進一步係關於一種製造此一液晶裝置之方法。

【先前技術】

習用向列液晶裝置及顯示器之電光回應之重要特性係切換上升時間 τ_{rise} 及切換下降時間 τ_{fall} ，該等時間通常在幾毫秒之範圍中。眾所周知 τ_{rise} 可由所施加電場高效地控制而 τ_{fall} 不可。在液晶之諸多裝置應用(諸如 3D LCD)中，舉例而言，需要其中 τ_{rise} 及 τ_{fall} 兩者較佳地在微秒區域中之液晶裝置之快速切換。然而，在向列液晶裝置及顯示器中達成此一快速切換係一困難且極複雜之任務(尤其涉及 τ_{fall})。

如已知， τ_{fall} 很大程度上取決於液晶材料性質，彈性常數及黏度。其亦取決於含有液晶之夾層單元之特性，單元間隙 d 及錨定強度 W 。在存在強勁錨定條件之情況下， τ_{fall} 與單元間隙之平方(亦即 d^2)成比例，而若該錨定條件係差勁的，則 τ_{fall} 與 d 及 $1/W$ 成比例。減小單元間隙顯然係減少 τ_{fall} 之一可行方式。然而，由於 LCD 技術之限制而不易採用此一方法。

減少 τ_{fall} 之另一可行方式係增加液晶與固體表面之間的接觸面積。

達成此之一種已知方式係在液晶塊體內形成一網狀聚合物。因此，在關斷所施加電場之後發生於液晶中之液晶/固體表面相互作用之回復力對鬆弛程序之影響實質上放

大，從而導致 τ_{fall} 之減少。

在 US 2010/0245723 中闡述此方法，US 2010/0245723 揭示其中一網狀聚合物安置於液晶層之液晶分子當中之扭曲向列類型之一液晶裝置。該網狀聚合物經配置以朝向一非扭曲狀態加偏壓於該等液晶分子。

此將減少鬆弛時間(自扭曲狀態至非扭曲狀態)，期望鬆弛時間之減少導致根據 US 2010/0245723 之液晶裝置之總回應時間($\tau_{rise} + \tau_{fall}$)之一減少。

然而，根據 US 2010/0245723 之液晶裝置中之網狀聚合物將同時增加旋轉時間(將液晶材料自非扭曲狀態轉變至扭曲狀態之時間)。此外，與不具有網狀聚合物之情形相比，網狀聚合物之引入將很可能導致用於切換之臨限電壓之一增加。可透過提供諸如根據 US 2010/0245723 之液晶裝置中之一網狀聚合物引入之另外不期望之效應包含可不利地影響液晶裝置之光學效能之光散射及殘餘雙折射。

【發明內容】

本發明之一目的係解決先前技術之以上問題且提供經組態以達成一短上升時間(當施加一電場時)及一短下降時間(當移除該電場時用於鬆弛至初始場關閉狀態之時間)之一經改良液晶裝置。特定而言，將期望在減少不需要的副效應(諸如上文所提及之增加之臨限電壓、光散射及殘餘雙折射)發生之情形下達成此目的。

根據本發明之一第一態樣，因此提供一種液晶裝置，該液晶裝置包括：一第一基板；一第二基板；及一液晶層，

其夾在該第一基板與該第二基板之間，該液晶層包括一向列液晶材料及一網狀聚合物；其中該網狀聚合物錨定至該第一基板且經組態以沿著與該第一基板平行之一線交替地誘發該向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形。

應將該網狀聚合物「錨定至該第一基板」理解為意指在該網狀聚合物與該第一基板之面對該液晶層之表面之間存在接合件。

本發明係基於認識到處於「場關閉」狀態(其中無切換電場存在於液晶裝置中)中之液晶材料之一可撓變電性極化之存在減少液晶裝置之鬆弛時間 τ_{fall} 。下文將以標題「理論闡釋」進一步闡釋此背後之理論。本發明之發明者已進一步認識到可藉由提供錨定至液晶裝置之基板中之一者且經組態以沿著與該第一基板平行之一線交替地誘發該向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形之一網狀聚合物而達成處於場關閉狀態中(亦即在液晶層中不存在一電場之情況下)之此一可撓變電性極化。

本發明之發明者已發現藉助經組態以交替地誘發毗鄰於該第一基板之一薄區域中之向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形之一網狀聚合物可達成液晶裝置之上文所提及之經減少鬆弛時間 τ_{fall} 。特定而言，其中誘發展曲及彎曲變形之區域可比對應於可見光之波長之一距離薄。因此，實質上不引入任何光學干擾(諸如先前技術章節中所提及之光散射及/或殘餘雙折射)之情況下可達成經減少鬆弛時間。

此外，本發明之發明者已驚奇地發現根據本發明之各種實施例之液晶裝置中之網狀聚合物減少液晶裝置之鬆弛時間 τ_{fall} 而實質上液晶裝置之切換時間 τ_{rise} 沒有任何增加。基於先前經驗，欲期望液晶裝置之切換時間 τ_{rise} 之此一增加，但由於交替地誘發之展曲及彎曲變形亦涉及毗鄰於該第一基板之該等液晶分子之一小的預傾，因此由於網狀聚合物所致之該等液晶分子之經減小移動性之效應藉由由於該預傾所致之經改良切換效能實質上消除(或甚至超過)。

達成錨定至該第一基板且經組態以沿著與該第一基板平行之一線交替地誘發該向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形之該網狀聚合物之一個有利方式係使向列液晶材料與可光聚合之預聚物之一混合物經受交替地實質上垂直於該第一基板及實質上平行於該第一基板之一電場，且然後提供用於聚合該可光聚合之預聚物之光同時施加電場以使得形成已受在電場影響下之向列液晶材料之組態之影響之一網狀聚合物。下文參考根據本發明之第二態樣之方法之一實施例進一步闡釋此。

可使用液晶裝置外部之電極將此一空間上交替之電場應用於製造程序中。

然而，根據各種實施例，本發明之液晶裝置可進一步包括第一可個別控制之電極及第二可個別控制之電極，該等可個別控制之電極經配置及經組態以使得該第一電極與該第二電極之間的一電壓之施加導致液晶層內部之一電場，該電場沿著與該第一基板平行之一線交替地實質上垂直於

該第一基板及實質上平行於該第一基板。

藉由在液晶裝置中包含該第一可個別控制之電極及該第二可個別控制之電極，形成強勁地侷限至該第一基板之一適合電場可係較容易的。此外，相同電極可用於控制液晶裝置成品之切換。

該第一可個別控制之電極及該第二可個別控制之電極可以一分層組態配置於該第一基板上，其中一絕緣層配置於該第一可個別控制之電極與該第二可個別控制之電極之間，該絕緣層經配置以防止該第一可個別控制之電極與該第二可個別控制之電極之間的一導電連接，且經配置以沿垂直於該第一基板之一方向將該第一可個別控制之電極與該第二可個別控制之電極實體上分離。

該第二可個別控制之電極可配置於該第一可個別控制之電極與該液晶層之間，且該第二可個別控制之電極可經配置以交替地遮蔽及曝露該第一可個別控制之電極。

此類型之電極組態通常稱為一「邊緣場切換」或FFS組態，且適合用於形成一高度侷限且空間上交替之電場。

另一選擇係，該第一可個別控制之電極及該第二可個別控制之電極可配置於同一平面中以形成一所謂的「平面內切換」或IPS組態。

FFS組態及IPS組態兩者已為熟習此項技術者熟知且廣泛用於切換各種液晶裝置。

根據本發明之液晶裝置之各種實施例，該網狀聚合物可有利地經組態以僅在自該第一基板面對該液晶層之一表面

起之 $1\ \mu\text{m}$ 內交替地誘發向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形。在自該表面起之 $1\ \mu\text{m}$ 內，所誘發之展曲及彎曲變形之量值可隨距該表面之距離逐漸減小。

據此，可使處於場關閉狀態中之液晶分子之定向變化之光學影響保持至一最小值。為進一步減小或甚至消除定向變化之光學影響，該網狀聚合物可經組態以僅在自該第一基板面對該液晶層之一表面起之約 $0.4\ \mu\text{m}$ 內交替地誘發向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形，以使得可見光將不受毗鄰於該第一基板之向列液晶材料之局部化畸變之影響。

根據各種實施例，該第一基板可包括面對該液晶層之一對準層，該對準層促進一實質上垂面對準，亦即其中毗鄰於該對準層之該等液晶分子在不存在一電場之情況下實質上垂直於該第一基板之一組態。

此外，該第二基板亦可包括面對該液晶層之一對準層，該對準層促進一實質上垂面對準。

此外，該液晶材料可具有正介電各向異性或負介電各向異性。

根據本發明之液晶裝置之各種實施例，該向列液晶材料可有利地具有以致該向列液晶材料之展曲變形導致垂直於該第一基板之一第一可撓變電性極化分量且該向列液晶材料之彎曲變形導致具有與該第一可撓變電性極化分量相同之方向之一第二可撓變電性極化分量之可撓變電性係數。

透過選擇具有以上性質之一向列液晶，總的可撓變電性極化(其係由於展曲變形所致之可撓變電性極化與由於彎

曲變形所致之可撓變電性極化之向量和)將係較高，此將導致液晶裝置之鬆弛時間 τ_{fall} 進一步減少。下文將針對一例示性情形以標題「理論闡釋」進一步闡釋此。

根據本發明之液晶裝置之各種實施例可進一步包括一網狀聚合物，該網狀聚合物錨定至該第二基板且經組態以沿著與該第二基板平行之一線交替地誘發該向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形。

此外，該液晶裝置可進一步包括第三可個別控制之電極及第四可個別控制之電極，該等可個別控制之電極配置於該第二基板上且經組態以使得該第三電極與該第四電極之間的一電壓之施加導致該液晶層內部之一電場，該電場沿著與該第二基板平行之一線交替地實質上垂直於該第二基板及實質上平行於該第二基板。

根據本發明之一第二態樣，提供一種製造一液晶裝置之方法，該方法包括以下步驟：提供一液晶裝置，其具有夾在一第一基板與一第二基板之間的一液晶層，該液晶層包括一向列液晶材料及光可聚合預聚物；及以使得形成一網狀聚合物之一方式光聚合該光可聚合預聚物，該網狀聚合物錨定至該第一基板且經組態以沿著與該第一基板平行之一線交替地誘發該向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形。

應將術語「光可聚合預聚物」理解為在用光輻照之後旋即形成一聚合物之任何物質。光可聚合預聚物之實例包含單體或一聚合物之任何適合之部分(諸如二聚物)。

根據一項實施例，光聚合該光可聚合預聚物之步驟可包

括以下步驟：在該液晶層內部形成一非均質電場，該電場沿著與該第一基板平行之一線交替地實質上垂直於該第一基板及實質上平行於該第一基板；及用光照射該液晶裝置以用於聚合毗鄰於該第一基板之該光可聚合預聚物同時維持該電場。

有利地，可將該非均質電場侷限至該第一基板以使得比 $1\ \mu\text{m}$ 更遠地遠離該第一基板之該液晶層內部之任何電場沿垂直於該第一基板之一方向係實質上均質的。

據此，形成一網狀聚合物，其在不存在一電場之情況下僅在該第一基板附近之一薄區域內誘發交替之展曲及彎曲變形。

根據另一實施例，光聚合該光可聚合預聚物之步驟可包括以下步驟：透過一遮罩用光照射該液晶裝置，該遮罩包括具有一第一臨限值以下之一光學透射率之一第一複數個部分及具有大於該第一臨限值之一第二臨限值以上之一光學透射率之一第二複數個部分，該第一複數個部分及該第二複數個部分交替地配置。

該第一複數個部分及該第二複數個部分可(舉例而言)以一條帶組態或以一棋盤組態配置。此外，該遮罩可有利地係一所謂的灰度遮罩，以使得在彼此毗鄰配置之該第一複數個部分中之一部分與該第二複數個部分中之一部分之間存在光學透射率之一逐漸轉變。

根據依據本發明之方法之各種實施例，用於照射該液晶裝置之光可具有經選擇以沿垂直於該第一基板之一方向僅

聚合在自該第一基板起之 $1\ \mu\text{m}$ 內之該光可聚合預聚物之光學性質。

本發明之此第二態樣之實施例及透過本發明之此第二態樣所獲得之效應很大程度上類似於本發明之第一態樣之上文所闡述之彼等實施例及效應。

【實施方式】

現在將參考展示本發明之實例性實施例之隨附圖式更詳細地闡述本發明之此等及其他態樣。

在以下詳細說明中，主要參考一單個單元液晶裝置闡述本發明之實施例。然而，應注意，本文中所提供之說明同樣適用於包括複數個可個別控制之單元之一液晶裝置，諸如用於(舉例而言)一顯示設備(諸如一電視裝置)中之一液晶面板。包括複數個單元之此一液晶裝置自然亦在申請專利範圍之範疇內。

此外，下文所闡述之液晶單元係一單側液晶單元，該單側液晶單元具有：若干控制電極，其僅包括於第一基板中；及一網狀聚合物，其錨定於第一基板處且經組態以影響在第一基板附近處於場關閉狀態中之向列液晶材料。應注意，本發明決不限於此一單側液晶單元，而是同樣良好地適用於在兩個基板處具有若干控制電極及/或一網狀聚合物之一雙側液晶單元。

圖1係根據本發明之各種實施例之一液晶裝置1之一示意性透視圖。液晶裝置1包括配置於交叉之偏光器板3、4之間的一液晶單元2—「偏光器」3最靠近於光源5，且一

「分析器」4最靠近於觀看者6。在圖1中偏光器3及分析器4之各別極化方向由虛線指示。

在操作中，液晶裝置1透過施加於包括於(圖1中未展示)液晶裝置1中之若干控制電極之間的電壓之調變而在一亮狀態與一暗狀態之間來回切換。在亮狀態中，液晶裝置1修改已通過偏光器3之光以使得光亦可通過分析器4，且在暗狀態中，已通過偏光器3之光將不能通過分析器4。

如圖2(其係圖1中之液晶單元2之一示意性剖面圖(其中該剖面係沿著線A-A'做出))中可見，液晶單元2包括一第一基板10、一第二基板11及夾在第一基板10與第二基板11之間的一液晶層12。

液晶層12包括一向列液晶材料13及一網狀聚合物14。向列液晶材料13通常由數個示意性液晶分子指示，且網狀聚合物14由某些聚合物股線指示。液晶材料13之液晶分子及單元間隙(第一基板10與第二基板11之間的距離)未按比例繪製，且網狀聚合物14之聚合物股線可具有可根據液晶單元不同而變化之諸多不同組態。

第一基板10包括(如圖2中所指示之自底部至頂部)一透明載體16、一第一電極17、一絕緣層18、一第二電極19及一對準層20，對準層20促進毗鄰於該對準層之液晶分子之垂直對準(所謂的垂面對準)。

第二基板11包括(如圖2中所指示之自頂部至底部)一透明載體21及一對準層22，對準層22促進毗鄰於該對準層之液晶分子之垂直對準(所謂的垂面對準)。

第一基板10之第一電極17及第二電極19可有利地由一透明導電材料(諸如ITO (氧化銦錫)、IZO (氧化銦鋅)或摻鋁之IZO)製成或可替代地由一金屬層製成，該金屬層足夠薄以允許光通過該金屬層。絕緣層18由一適合之透明絕緣體(諸如一種氧化物、一種氮化物或一聚合物層)製成。適合之絕緣體材料之實例包含(舉例而言)氧化矽、氮化矽及各種旋塗介電質。

如圖2中可見，絕緣層18經配置以將第一電極17與第二電極19實體上分離以及電分離，以達成一所謂的邊緣場切換(FFS)配置。為此，第一電極17及第二電極19配置於不同平面中，且自液晶層之視點看，第二電極19經組態以交替地(空間上)遮蔽第一電極17及曝露第一電極17。

由於第一基板10之對準層20及第二基板11之對準層22兩者促進垂直對準，因此液晶材料13在不存在一電場之情況下(當無電壓施加於第一電極17與第二電極19之間時)將係實質上垂面地/垂直地對準。如下文將進一步闡釋，當如圖1中所指示液晶單元2配置於交叉之偏光器之間時此場關閉狀態將係一暗狀態。

當一電壓施加於第一電極17與第二電極19之間時，電場將與液晶分子耦合且致使經歷一足夠大的電場之彼等液晶分子重新定向。此將導致液晶單元2之相阻滯之一移位，此移位又將導致光透射穿過圖1中之液晶裝置1。

雖然自一暗場關閉狀態至一亮場接通狀態之此切換背後之機制已為熟習此項技術者熟知，但是下文提供一簡要理

論闡釋。

具有均勻對準之一向列液晶單元在光學上表現為其光軸與該單元中之液晶分子之較佳定向方向一致之一單軸(雙折射)光學板。當插入於兩個交叉之偏光器之間的該單元在其光軸與偏光器透射方向成 45° 之情況下定向時，透射穿過該單元及偏光器之光 I 之強度由以下表達式簡單給出：

$$I = I_0 \sin^2 \delta / 2 ,$$

其中 $\delta = 2\pi d \Delta n / \lambda$ 表示該單元由於其雙折射 $\Delta n = n_e - n_o$ (n_e 及 n_o 分別係液晶材料之特別折射率及普通折射率)所致之相阻滯，且 λ 係該光之波長。當該等向列液晶分子皆實質上垂直地對準時，液晶單元2之雙折射 Δn 實質上將係零，此意指透射強度實質上亦將係零。當液晶分子重新定向時，雙折射 Δn 將變為非零，且液晶裝置1將透射光。

如上文所提及，圖2中之液晶單元2包括一網狀聚合物14。此網狀聚合物14錨定至第一基板10且經組態以沿著與第一基板10平行之一線交替地誘發向列液晶材料13之展曲變形及彎曲變形。

透過由網狀聚合物14誘發之液晶材料13之展曲及彎曲變形，在場關閉狀態中誘發一可撓變電性極化。由於場關閉狀態中之一可撓變電性極化之存在，液晶單元2之鬆弛時間 τ_{fall} 與不具有網狀聚合物14之情形相比減少。下文將以標題「理論闡釋」進一步闡釋可撓變電性極化與鬆弛時間 τ_{fall} 之間的此關係背後之理論。

除導致一減少之鬆弛時間 τ_{fall} 外，與不具有一網狀聚合物之情形相比，網狀聚合物 14 之上文所闡述之組態並不導致一顯著增加之切換時間 τ_{rise} 或用於切換之臨限電壓。事實上，切換時間 τ_{rise} 及用於切換之臨限電壓甚至可低於不具有一網狀聚合物之一對應液晶單元之情形。此之原因係該網狀聚合物亦引入毗鄰於第一基板 10 之一小的預傾，此允許較快切換及一減少之臨限電壓。

有利地，網狀聚合物 14 可經組態以僅在靠近於第一基板之一子區域內誘發向列液晶材料 13 之上文所提及之展曲及彎曲變形，如圖 2 中由第一基板 10 之表面及虛線 23 所界定之子區域示意性地指示。

第一基板 10 之表面與虛線之間的距離可有利地小於 $1\ \mu\text{m}$ ，在該情形中由展曲及彎曲變形造成之光學影響/干擾將在大多數情形中係可忽略的。若網狀聚合物 14 經組態以使得向列液晶材料 13 之展曲及彎曲變形實質上限制於延伸小於可見光之波長之一距離(約 $0.4\ \mu\text{m}$)之一子區域內，則展曲及彎曲變形將不對液晶單元 2 之光學性質存在不利影響。

現在將參考圖 3 及圖 4a 至圖 4d 闡述製造圖 2 中之液晶單元 2 之一例示性方法。

在一第一步驟 101 中，提供具有一液晶層之一液晶單元 30 (圖 4a 至圖 4d 中部分地展示)，該液晶層包括一光可聚合預聚物 31 (在圖 4a 中由圓環示意性地指示)與一向列液晶材料 13 之一混合物，該液晶層夾在第一基板 10 與第二基板

(該第二基板在圖4a至圖4d之部分剖面中未經展示)之間。

以與上文參考圖2所闡述相同之方式組態該等基板。該液晶層可進一步包括一光起始劑等，且可以一單體或一聚合物之任何適合之部分(諸如一種二聚物)之形式提供光可聚合預聚物31。

在第二步驟102中，藉由如上文參考圖2所闡述在第一電極17與第二電極19之間施加一電壓而在液晶層內部提供一非均質電場，如圖4b中示意性地指示。

如在圖4b中可見，該電場沿著與該第一基板平行之一線交替地實質上垂直於該第一基板及實質上平行於該第一基板。亦如圖4b中示意性地指示，向列液晶材料13之液晶分子往往將與電場線對準，此將造成光可聚合預聚物31之一實質上對應排序。

可有利地選擇施加於第一電極17與第二電極19之間的電壓以使得該電場毗鄰於第一基板10而強勁地受侷限。舉例而言，可選擇該電壓以使得在自第一基板10之表面起之約1 μm 內僅存在液晶分子之一實質上改向。

隨後，在步驟103中，用透射穿過透明第一基板10之光輻照該液晶層以形成一網狀聚合物。如上文所提及，由於光可聚合預聚物31之分佈受液晶分子之場誘發改向影響，因此透過輻照形成之網狀聚合物之組態亦將受液晶分子之場誘發改向影響。

有利地選擇光之性質以使得光可聚合預聚物主要聚合在第一基板10附近。可透過適合地選擇光之波長及強度來控

制聚合自第一基板10之延伸。特定而言，可以液晶材料13吸收光之一波長有利地選擇紫外線範圍中之光。此意指紫外線光強度通常將隨著光已行進於液晶層內部之距離而指數減小。最佳輻照參數將取決於所使用之光可聚合預聚物及向列液晶材料之類型而變化，但假定已知材料性質，則熟習此項技術者將直接判定適合之輻照性質。在專利申請案第10/766,273號中亦闡釋關於光聚合之更多內容，該專利申請案據此以全文引用之方式併入。

在最後步驟104中，移除電場，此意指不再存在由於電場作用於液晶分子所致之任何影響力。然而，最靠近於第一基板之液晶分子之定向將受在前述步驟103中所形成之網狀聚合物32影響。特定而言，網狀聚合物32將沿著與第一基板平行之一線交替地誘發向列液晶材料13之展曲變形及彎曲變形。

應注意，該等圖係經簡化的且係經提供以闡釋本發明之各種態樣之示意性圖解說明，且比例並不代表一真實情況。

此外，熟習此項技術者將能夠選擇另外適合之液晶材料、單元尺寸、對準層、更複雜之驅動方案等而無需過度負擔。

熟習此項技術者認識到本發明決不限於上文所闡述之較佳實施例。相反，諸多修改及變化皆可能在隨附申請專利範圍之範疇內。

在申請專利範圍中，措辭「包括(comprising)」並不排

除其他元件或步驟，且不定冠詞「一(a)」或「一(an)」並不排除複數個。在互不相同的附屬請求項中陳述某些措施之單純事實並不指示不可有利地使用此等措施之一組合。

理論闡釋

為簡單起見，考量具有厚度 d 且在場關閉狀態中具有垂直對準(VA)之一向列液晶層之一般情形，一所施加電場下之彈性展曲/彎曲變形係在 xz 平面中，其中在 $d/2$ 處 $z=0$ ，亦即 z 在 $\pm d/2$ 範圍中變化。在一個彈性常數近似中，液晶層之彈性自由能量 $f_{elastic}$ 由以下表達式給出：

$$f_{elastic} = \frac{1}{2} \int_{-d/2}^{d/2} K \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 dz, \text{ 其中}$$

K 係彈性常數， Φ 係由導向器與 z 軸形成之角度。若向列液晶擁有可撓變電性性質，則由聚合網狀物凍結且錨定至基板表面的 xz 平面中之彈性變形在 $E=0$ 處引起一可撓變電性極化 P_{flexo} ，其中僅沿著 z 軸之分量由以下表達式闡述

$$P_z = e_{11} \bar{n} \text{div} \bar{n} - e_{33} \bar{n} \times \text{rot} \bar{n}, \text{ 其中}$$

e_{11} 及 e_{33} 分別係展曲及彎曲變形之可撓變電性係數。在此情形中，在存在 P_{flexo} 之情況下樣本中之介電位移表達為

$$D_z = \epsilon_{zz} E_z + P_z, \text{ 其中}$$

ϵ_{zz} 係介電常數沿著 z 軸之分量，其由以下表達式給出

$$\epsilon_{zz} = \epsilon_{\perp} \sin^2 \Phi + \epsilon_{\parallel} \cos^2 \Phi, \text{ 且}$$

E_z 係由於不同於零之可撓變電性極化 P_{flexo} 所致之電場之僅有分量。

藉由假定液晶係絕緣介質，亦即沒有自由電荷，則 D_z 係

零。因此，

$$E_z = -\frac{P_z}{\varepsilon_{zz}}, \text{ 其中}$$

由於可撓變電性極化所致(亦即由於場 E_z 所致)之靜電能量由以下表達式給出

$$f_{flexo} = \frac{1}{2} \int_{-d/2}^{d/2} \frac{P_z^2}{\varepsilon_{zz}} dz, \text{ 其中}$$

P_z 由以下表達式給出：

$$P_z = -\frac{e}{2} \sin(2\phi) \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right), \text{ 其中 } e = e_{11} + e_{33}$$

插入 P_z 獲得

$$f_{flexo} = \frac{1}{2} \int_{-d/2}^{d/2} \frac{e^2 \sin^2(2\phi)}{4\varepsilon_{zz}(\phi)} \left(\frac{d\phi}{dz} \right)^2 dz$$

則總自由能量將係

$$f = f_{elastic} + f_{flexo}, \text{ 或}$$

$$f_{total} = \frac{1}{2} \int_{-d/2}^{d/2} \left(K + \frac{e^2 \sin^2(2\phi)}{4\varepsilon_{zz}(\phi)} \right) \left(\frac{d\phi}{dz} \right)^2 dz, \text{ 其給出}$$

$$f_{total} = \frac{1}{2} \int_{-d/2}^{d/2} \bar{K} \left(\frac{d\phi}{dz} \right)^2 dz, \text{ 其中}$$

$$\bar{K} = K + \frac{e^2 \sin^2(2\phi)}{4\varepsilon_{zz}(\phi)}$$

$\bar{K}$ 係在存在 P_{flexo} 之情況下之重新正規化之彈性常數，該彈性常數大於在不存在此一極化之情況下之彈性常數 K ，亦即 $\bar{K} > K$ 。

在關斷所施加電場之後鬆弛回應時間或所謂的衰減時間 τ_{fall} 由以下表達式給出

$$\tau_{fall} \propto \eta d^2 / K$$

當 P_{flexo} 存在時，則

$$\tau_{fall}^{flexo} \propto \eta d^2 / \bar{K}$$

由於 $K < \bar{K}$ ，因此則

$$\tau_{fall}^{flexo} < \tau_{fall}$$

因此，由於在關斷所施加電場之後固持液晶之彈性變形之聚合網狀物所致之可撓變電性極化使向列液晶之鬆弛(衰減)時間更快。

實驗

在一項例示性實驗(參考圖4a至圖4d)中，液晶單元30含有其中溶解默克公司(Merck)之光反應液晶單體31 RM257之默克公司之向列液晶混合物ZLI4792($\Delta\epsilon > 0$)及光起始劑Irgacure 784，該三種物質重量比分別係80/19/1%。液晶單元30之玻璃基板16、21之內表面覆蓋有呈來自Nissan Chemical之聚醯亞胺SE-1211之形式之對準層20、22以用於促進液晶分子13之垂面對準，亦即具有垂直於基板10、11之較佳定向方向。單元間隙係均勻的且係約3 μm 。對於光反應單體之光聚合且因此在液晶層中形成一網狀聚合物14，由自德國OSRAM，Ultra-Vitalux獲得之供應具有寬波長光譜之光之一非偏振光源照射液晶單元30。

在用非偏振光照耀液晶單元30之前，將一電壓施加於液晶單元30之第一電極17與第二電極19之間以便產生一邊緣電場，如圖4b中示意性指示。將該所施加電壓之量值選擇為極低以使得邊緣場實質上侷限於第一基板10之表面處，

亦即其在液晶層之塊體中穿透極少。因此，所施加邊緣電場僅在電極表面附近造成液晶之垂面對準之週期性畸變。在施加此一低電壓之後，用非偏振光照射液晶單元30達40分鐘以便藉助溶解於液晶中之光反應液晶單體RM257之光聚合在液晶塊體中形成一網狀聚合物。所施加電壓在照射期間保持恆定。網狀聚合物之纖維在施加邊緣場之條件下在很大程度上遵循液晶層中之液晶分子之對準。

已發現放置於兩個交叉之偏光器之間的液晶單元30成品在用非偏振光照射之後的光學外觀與在照射之前的光學外觀相同。未發現由於液晶塊體中存在網狀聚合物14所致之不期望之光散射效應。亦應注意，未發現由網狀聚合物保持之接近電極表面之液晶分子定向之週期性畸變對裝置之光學特性具有任何負面影響，此乃因該等週期性畸變在電極表面處侷限於具有短於入射光之波長之厚度且因此係光學不可見之一極薄層中。

分別在圖5a及圖5b中提供展示在光反應單體之光聚合之前及之後液晶單元30之光學回應之標繪圖。曾發現在照射之前液晶單元30之切換時間 τ_{rise} 及鬆弛時間 τ_{fall} 係約數毫秒而在用非偏振光照射裝置達40分鐘之後，回應時間 τ_{rise} 及 τ_{fall} 變為較短之一個數量級，亦即約一百 μs 。

【圖式簡單說明】

圖1係根據本發明之各種實施例之一液晶裝置之一示意性透視圖；

圖2係包括於圖1中之液晶裝置中之一液晶單元之一剖面

圖；

圖 3 係圖 2 中之液晶單元之一例示性製造方法之一流程图；

圖 4a 至圖 4d 係各自示意性地圖解說明液晶單元在圖 3 中之相關聯方法步驟之後的狀態之剖面圖；及

圖 5a 至圖 5b 分別係液晶單元在光聚合之前及在光聚合之後的光學回應之標繪圖。

【主要元件符號說明】

- | | |
|----|------------------|
| 1 | 液晶裝置 |
| 2 | 液晶單元 |
| 3 | 偏光器板/偏光器 |
| 4 | 偏光器板/分析器 |
| 5 | 光源 |
| 6 | 觀看者 |
| 10 | 第一基板/透明第一基板/基板 |
| 11 | 第二基板/基板 |
| 12 | 液晶層 |
| 13 | 向列液晶材料/液晶材料/液晶分子 |
| 14 | 網狀聚合物 |
| 16 | 透明載體/玻璃基板 |
| 17 | 電極/第一電極 |
| 18 | 絕緣層 |
| 19 | 第二電極 |
| 20 | 對準層 |

21	透明載體/玻璃基板
22	對準層
23	虛線
30	液晶單元
31	光聚合預聚物/反應液晶單體
32	網狀聚合物
τ_{fall}	切換下降時間/鬆弛時間/衰減時間/回應時間
τ_{rise}	切換上升時間/切換時間/回應時間
A-A'	線

七、申請專利範圍：

1. 一種液晶裝置，其包括：

一第一基板及一第二基板；

一液晶層，其夾在該第一基板與該第二基板之間，該液晶層包括一向列(nematic)液晶材料；

其中，藉由施加一控制場(control field)，該裝置可在一關閉狀態與一接通狀態之間切換，且該向列液晶材料之分子在該關閉狀態中相對於該基板實質上垂直地排列，且該控制場與該等分子在該接通狀態中耦合(couple with)以使得該等分子被重新定向(reorient)；

該第一基板包括第一及第二可個別控制之電極，該等可個別控制之電極經配置及經組態以使得該第一電極與該第二電極之間的一電壓之施加導致該液晶層內部之一電場；

該電場沿著與該第一基板平行之一線交替地實質上垂直於該第一基板及實質上平行於該第一基板；

其中該液晶層進一步包括一安定化網狀聚合物(stabilized polymer network)；

其中該安定化網狀聚合物錨定至該第一基板且形成在靠近於該第一基板之該液晶層之一子區域(sub-region)內，且該安定化網狀聚合物經組態以沿著與該第一基板平行之一線在該子區域中交替地誘發該向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形；

其中在該子區域中經誘發的該向列液晶層之展曲變形

及彎曲變形經組態以在該向列液晶材料中提供一可撓變電性極化(flexoelectric polarization)，該可撓變電性極化係垂直於該第一基板；及

其中由於該子區域內該安定化網狀聚合物之存在，在該子區域中的該液晶材料之展曲變形及彎曲變形與由該變形所導致之該可撓變電性極化係保持於該裝置之該關閉狀態與該接通狀態中。

2. 如請求項1之液晶裝置，其中該第一可個別控制之電極及該第二可個別控制之電極以一分層組態配置於該第一基板上，其中一絕緣層配置於該第一可個別控制之電極與該第二可個別控制之電極之間，

該絕緣層經配置以防止該第一可個別控制之電極與該第二可個別控制之電極之間的一導電連接，且經配置以沿垂直於該第一基板之一方向將該第一可個別控制之電極與該第二可個別控制之電極實體上分離。

3. 如請求項2之液晶裝置，其中該第二可個別控制之電極配置於該第一可個別控制之電極與該液晶層之間，

該第二可個別控制之電極經配置以交替地遮蔽及曝露該第一可個別控制之電極。

4. 如請求項1之液晶裝置，其中該第一可個別控制之電極及該第二可個別控制之電極配置於同一平面中。

5. 如請求項1之液晶裝置，其中該網狀聚合物經組態以僅在自該第一基板面對該液晶層之一表面起之1 μm 內交替地誘發該向列液晶材料之該展曲變形及該彎曲變形。

6. 如請求項1之液晶裝置，其中該第一基板包括面對該液晶層之一對準層，該對準層促進一實質上垂面對準。
7. 如請求項1之液晶裝置，其中該第二基板包括面對該液晶層之一對準層，該對準層促進一實質上垂面對準。
8. 如請求項1之液晶裝置，其中該向列液晶材料具有以致該向列液晶材料之該展曲變形導致垂直於該第一基板之一第一可撓變電性極化分量且該向列液晶材料之該彎曲變形導致具有與該第一可撓變電性極化分量相同之方向之一第二可撓變電性極化分量之可撓變電性係數。
9. 如請求項1之液晶裝置，其包括錨定至該第二基板且經組態以沿著與該第二基板平行之一線交替地誘發該向列液晶材料之展曲變形及彎曲變形之一網狀聚合物。
10. 如請求項1之液晶裝置，其進一步包括：

第三可個別控制之電極及第四可個別控制之電極，該等可個別控制之電極配置於該第二基板上且經組態以使得該第三電極與該第四電極之間的一電壓之施加導致該液晶層內部之一電場，該電場沿著與該第二基板平行之一線交替地實質上垂直於該第二基板及實質上平行於該第二基板。

八、圖式：

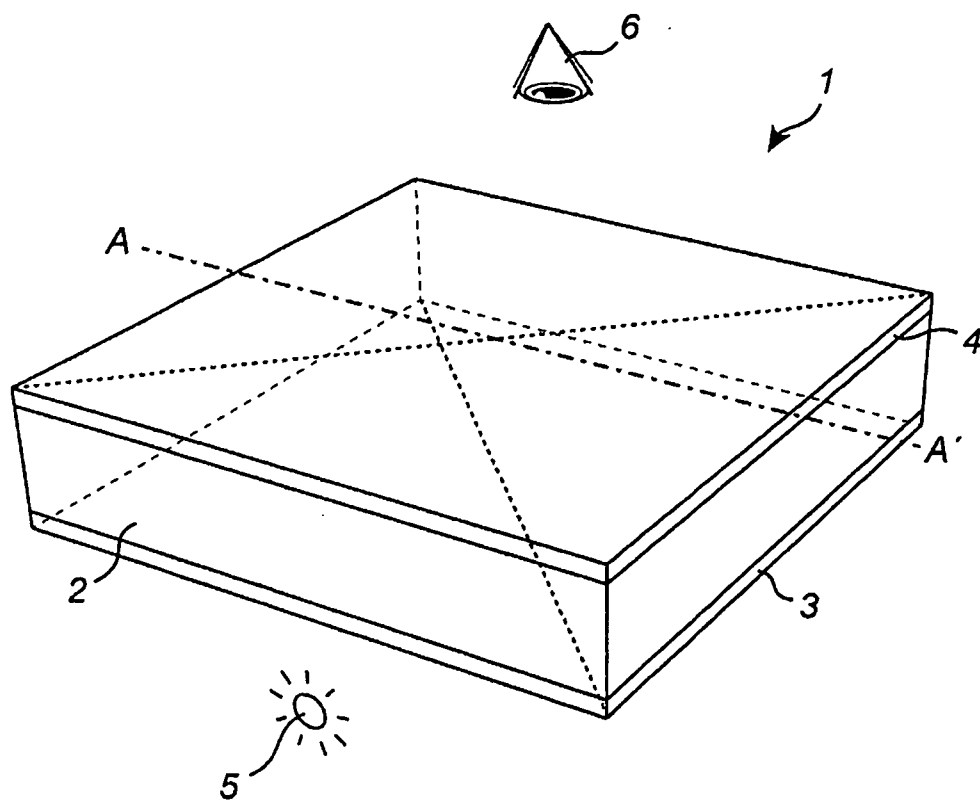


圖 1

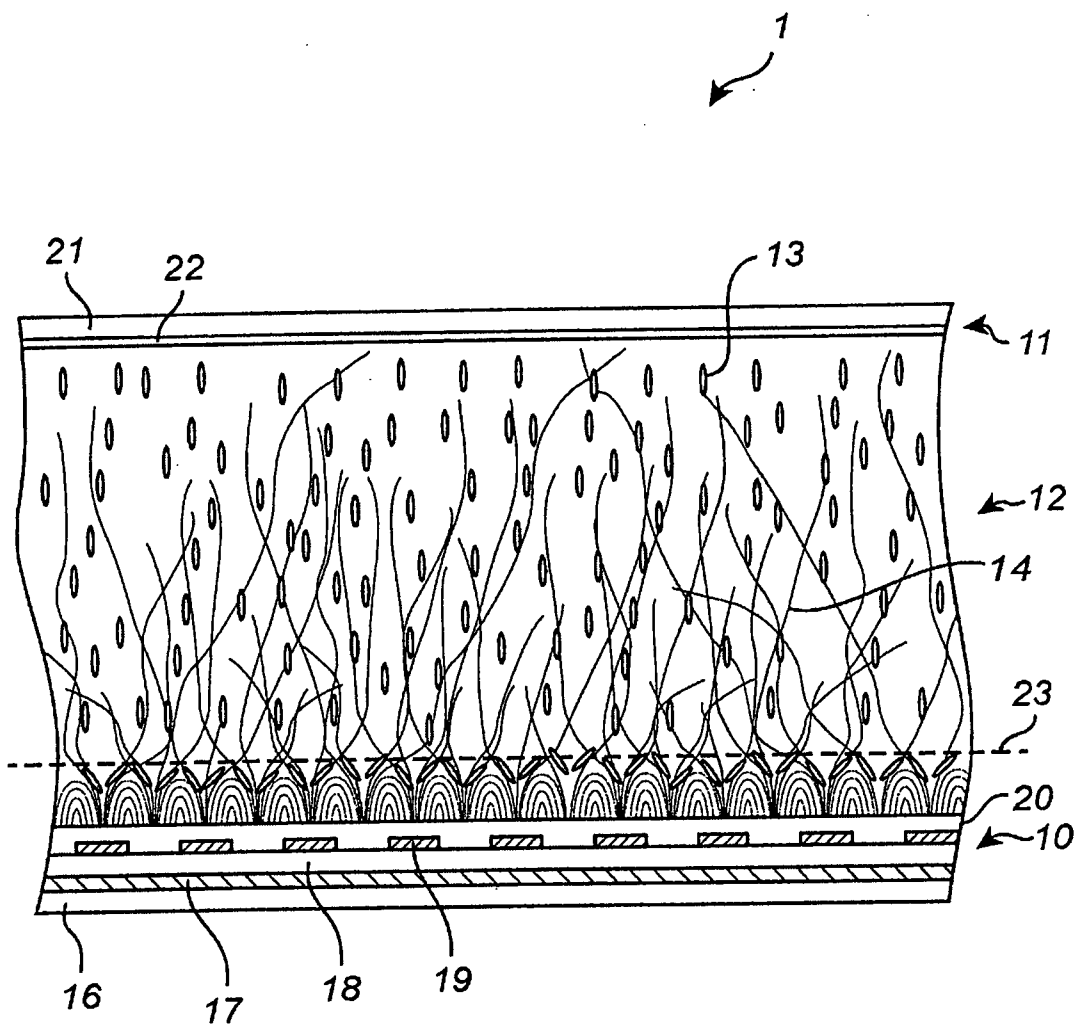


圖 2

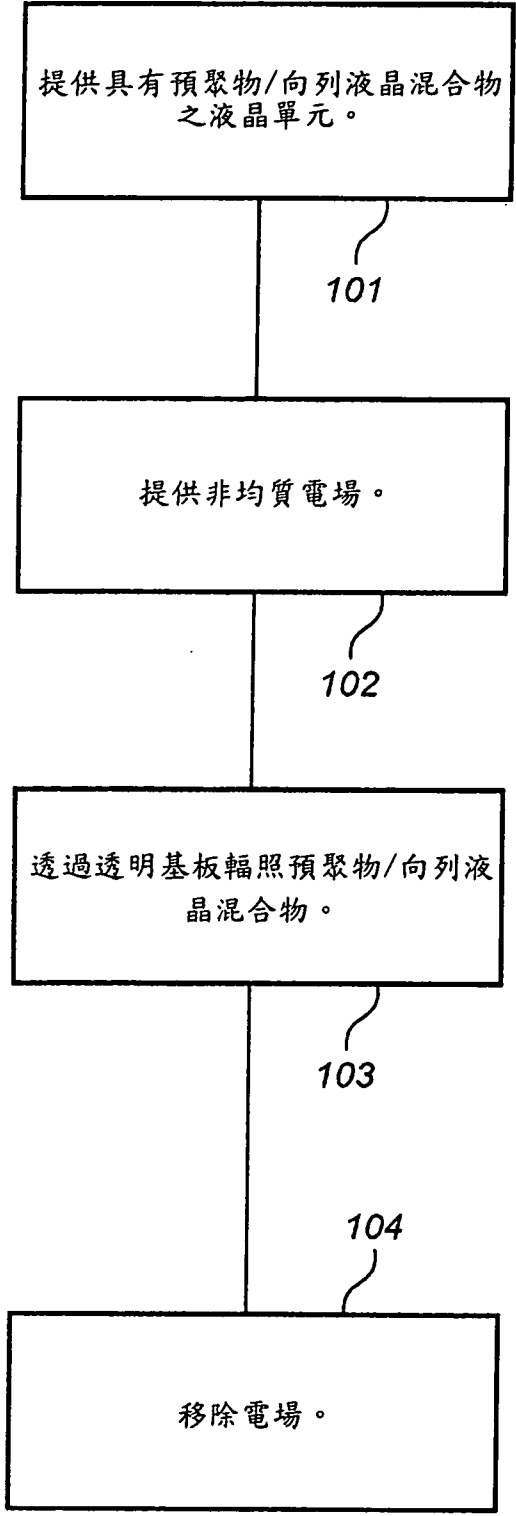


圖 3

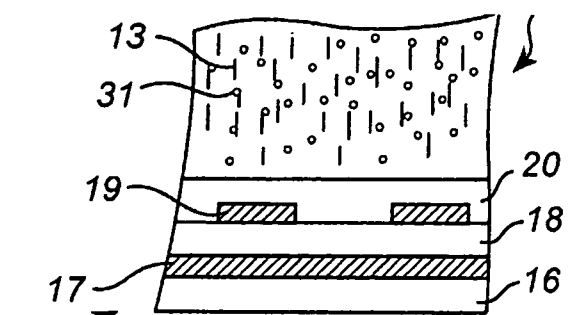


圖 4a

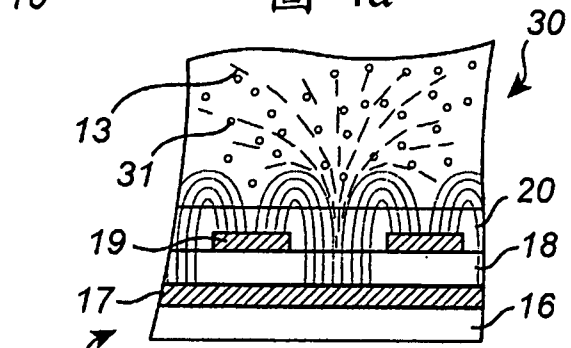


圖 4b

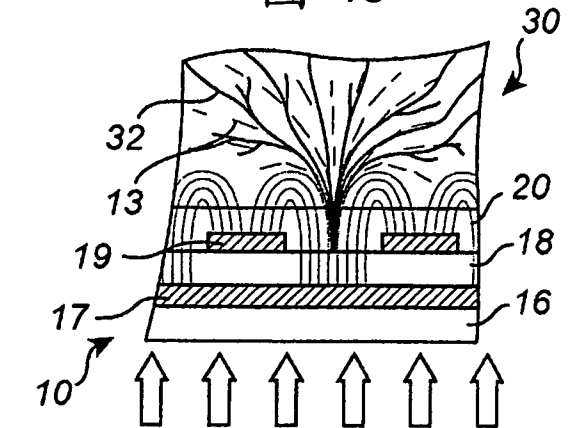


圖 4c

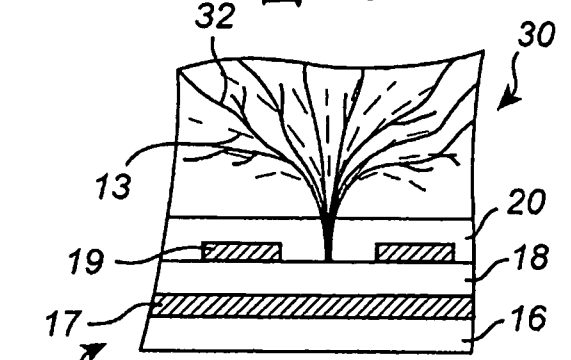


圖 4d

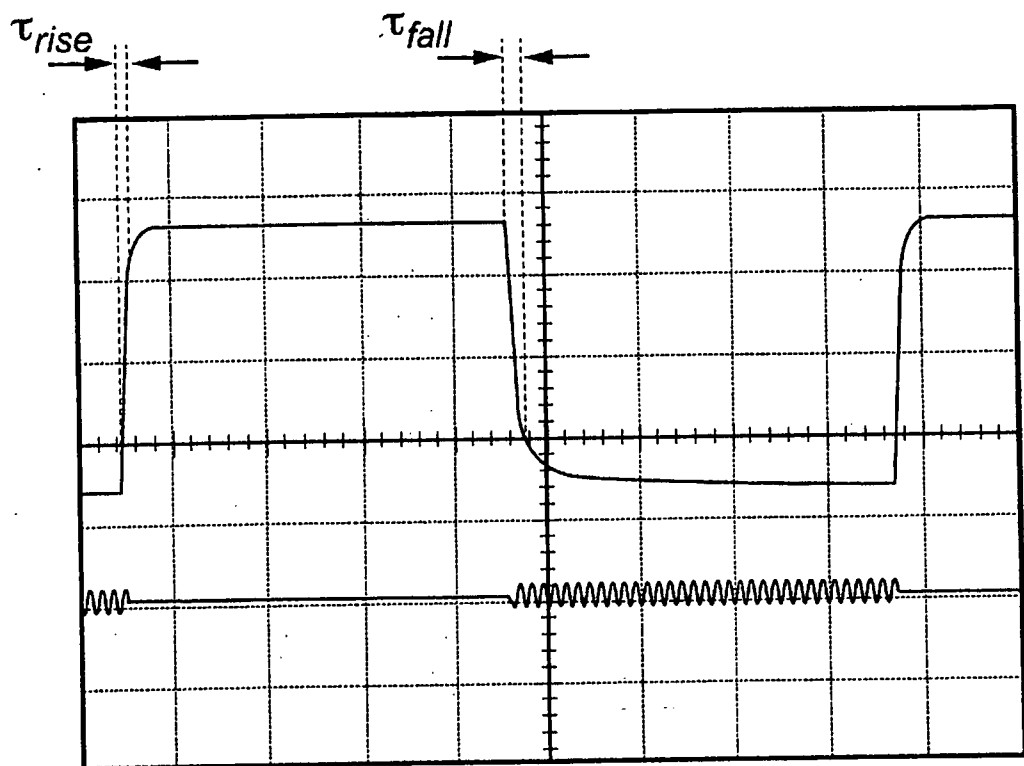


圖 5a

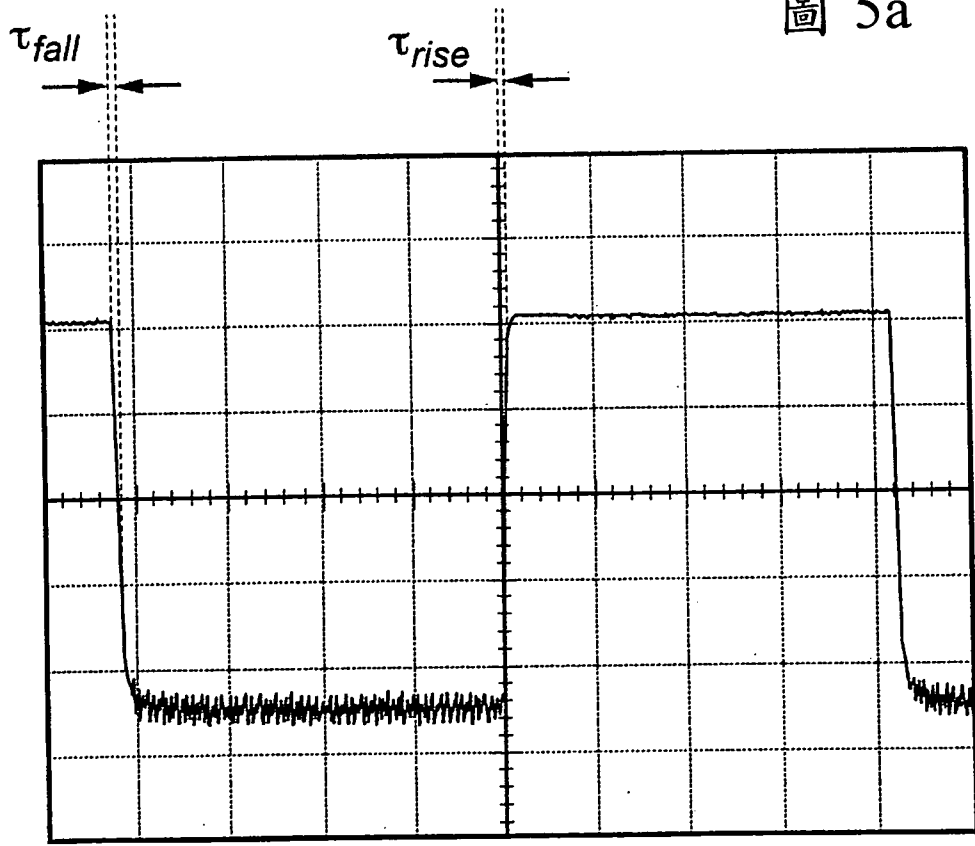


圖 5b