



(21)申請案號：107129600

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 24 日

(51)Int. Cl. : G02F1/1335 (2006.01)

G02F1/1343 (2006.01)

(30)優先權：2017/08/24 歐洲專利局

17187777.2

(71)申請人：比利時商喜多公司 (比利時) SIHTO N.V. (BE)

比利時

(72)發明人：德 斯麥 傑樂 DE SMET, JELLE (BE)；馬可 保羅 威爾福列德 希瑟

MARCHAL, PAUL WILFRIED CECILE (BE)；瑟克 彼得 CIRKEL, PETER (NL)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：7 共 40 頁

(54)名稱

具有液晶對準的光學裝置

OPTICAL DEVICE WITH LIQUID CRYSTAL ALIGNMENT

(57)摘要

一種光學裝置，其包括：-第一電極層；-第二電極層，其設置成與第一電極層有距離；-第一和第二電極層是透光的；其中光學裝置在第一和第二電極層之間進一步包括：•繞射光學元件，其相鄰於第一電極層並且包括至少一斜面；以及•液晶材料，其填充斜面和第二電極層之間的空間；液晶材料具有預傾，其補償至少一斜面的傾斜角。

An optical device, comprising: - a first electrode layer; - a second electrode layer provided at a distance from the first electrode layer; - the first and second electrode layer being light transmitting; wherein the optical device further comprises, in between the first and the second electrode layers: • a diffractive optical element adjacent to the first electrode layer and comprising at least one sloped surface; and • a liquid crystalline material filling a space between the sloped surface and the second electrode layer; the liquid crystalline material having a pretilt that compensates for a slope angle of the at least one sloped surface.

指定代表圖：

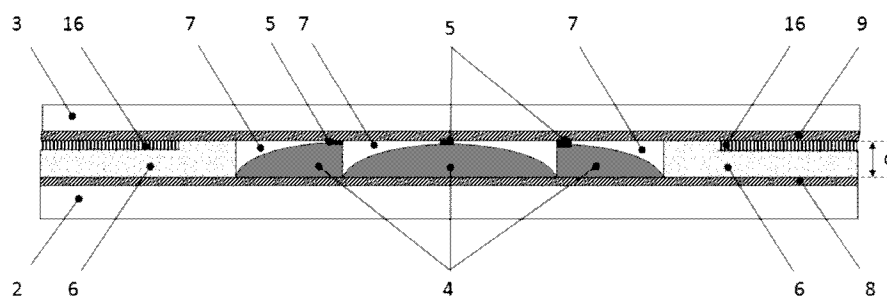


圖1

符號簡單說明：

2 . . . 第一光學透明的熱塑性層

3 . . . 第二光學透明的熱塑性層

4 . . . 繞射光學元件

5 . . . 間隔物

6 . . . 邊界

7 . . . 腔穴

8 . . . 第一光學透明的電極

9 . . . 第二光學透明
的電極

16 . . . 凹口

d . . . 距離

【發明說明書】

【中文發明名稱】 具有液晶對準的光學裝置

【英文發明名稱】 Optical Device with Liquid Crystal Alignment

【技術領域】

【0001】 本揭示關於光學裝置，尤其關於包括液體的光學裝置。

【先前技術】

【0002】 老花眼是熟知的症狀，其中眼睛喪失其聚焦在近距離的能力，而影響世上超過20億病人。典型的解決方案包括被動透鏡，例如放大鏡、漸進式透鏡或多焦點隱形眼鏡。然而，這些被動透鏡典型而言苦於受限的視野、減少的對比或長的適應時間。

【0003】 因而，可以改變部分透鏡焦距之可再聚焦的透鏡已經在此領域吸引許多注意，因為它們會免除許多已知的問題。雖然已有某些光學機械的解決方案，但是偏好電光解決方案，因為它們較容易重新架構、具有較快的反應時間、機械上更穩健。多數的電光解決方案需要填充了一或更多種液體的腔室，並且一般而言基於液晶來實施。雖然液晶顯示科技非常成熟，不過找出將可再聚焦的液晶透鏡整合於眼鏡的方式已證明有困難，主要是因為眼鏡一般所具有的彎月形狀。

【0004】 舉例來說，既有之可再聚焦的液晶透鏡描述於美國專利第7,728,949號。這專利揭示的透鏡是由二塑膠半透鏡所構成：第一彎曲半透鏡和第二半透鏡，前者具有繞射折射光學結構。二半透鏡上都沉積了透明電極。半透鏡跨越整個表面而以紫外光(UV)可固化的黏著劑膠黏在一起，光學結構的區域則是例外。在光學結構的位置，液晶材料填充二半透鏡之間的間隙。於關閉狀態，液晶具有相同於半透鏡之塑膠基板的折射率。它遂隱藏了繞射/折射結

構，並且沒有透鏡作用。藉由在半透鏡之間施加電場，則調變了液晶材料的折射率，並且它變成不同於底下的繞射折射光學結構，藉此導致有透鏡作用。

【0005】 以上做法是將液晶透鏡直接做在二相對為厚(大於1毫米)的半透鏡上，則具有許多的缺點。它很難大量製造，因為難以實現將電極層保形沉積到繞射/折射光學結構的彎曲表面上，而可以導致產生可靠性問題。在超薄透鏡中使用最新技術的一滴填充過程而獲得有成本效益且美觀上乾淨的密封是難以實現，因此阻礙了這做法的大量生產。雖然繞射/折射光學結構可以具有平坦的表面，但是這限制了典型薄透鏡設計的最大直徑，其中平坦的透鏡須稍微整合在彎曲的前和後表面之間。雖然繞射/折射光學結構可以彎曲，但液晶可能在過程期間溢出，導致表面汙染和黏膠附著不良。附著之後再填充腔室則是另一選項，但可能讓填充透鏡所經過的通道變得可見而損及透鏡的美觀。一種方法是必須分開製造每個透鏡毛胚，但這限制了產率。

【0006】 如美國專利第7728949號所觀察，要求的是電作用的透鏡必須對它所要聚焦之光的偏振不敏感。但是這由於多數的液晶材料是雙折射的因而對偏振敏感而複雜化。已知有二種基本的解決方案：吾人須使用具有向列型液晶的多層透鏡結構，例如具有用於二種偏振之正交對準的二層，或者使用組合了膽固醇型液晶的單一層，例如美國專利第7728949號所提議。該做法很難產生多層透鏡結構，而被迫使用膽固醇型液晶以建立僅有一層之不依賴偏振的透鏡。然而，熟於最新技術的人士知道很難控制膽固醇型層(尤其是厚層)的模糊度，因為膽固醇型層有向錯線和大的內能。為了避免膽固醇型液晶的模糊度，雖然一種方法是必須減少液晶層的厚度，但是這限制了炫光物(blaze)高度而被迫在光學繞射/折射結構中使用較短間距的炫光物，因此增加了色像差。

【0007】 具有向列型晶體之透鏡結構的一範例乃得知於美國專利公開案第2013/0128334A1號。透鏡包括在菲涅耳(Fresnel)透鏡結構和頂基板之間的液晶

材料。電極層是在菲涅耳透鏡結構下方和在頂基板上。進一步而言，對準層出現在頂基板上(覆蓋著電極層和面對液晶材料)和在菲涅耳透鏡結構上。對準層典型而言由聚亞醯胺材料所建造，並且預先處理(例如摩擦)以獲得對準方向。當液晶接觸對準層時，分子優選地落在基板的平面上並且對準於對準方向。如關於圖6所指定，液晶分子對準於方位方向，亦即平行於對準層。對準的方向也指示成預傾(pretilt)。當夠強的電場施加在透鏡上時，液晶分子將垂直於對準層而指向。分子的對準決定了材料整體的折射率，連帶決定了可見度。這允許調整透鏡的可見度。如果是不可見的，則整體折光強度將不同於當透鏡是不可見的情形。觀察到從美國專利公開案第2013/0128334A1號所知的結構包括所謂的可變波前構件(其包括前述的透鏡結構)和相位補償構件(其打算修正波前部分之間的相位不連續性)。

【0008】 如所言，雖然使用在關閉狀態之平坦液晶的多層透鏡可以導致不依賴偏振的透鏡而有較少的模糊度，但是此提議的做法將導致透鏡有大的厚度和許多處理上的問題。尤其，當將光學裝置界定成使得當裝置是關閉時的液晶落在平面方向上，則想要的是菲涅耳透鏡結構具有實質等於在平面方向上之分子的折射率。它典型而言是約1.7，而平行方向的折射率約1.5。當想要基於安排在正交方向的二堆疊透鏡結構而做出不依賴偏振的透鏡時，發明人已在導致本發明的調查中觀察到很難避免產生鬼影。使用同向(homeotropic)液晶(其在關閉狀態下安排成垂直於對準方向)可是一種選項。然而，這麻煩之處在於菲涅耳結構的表面不是平坦的。結果，垂直於菲涅耳透鏡表面所對準的液晶分子獲得各式各樣的指向。

【發明內容】

【0009】 因此需要具有可電調整之相位輪廓(例如焦距改變)的光學裝置，藉此這裝置可以大量製造而有可靠的光學性質。

【0010】 進一步需要不依賴偏振之可調整的透鏡，其包括第一光學裝置和第二光學裝置的堆疊，其中可以良好達成不同聚焦的第一狀態和第二狀態之間的轉換，並且其中避免或至少相當程度抑制出現雙重影像。

【0011】 也需要包括此種不依賴偏振之可調整的透鏡之眼鏡。

【0012】 進一步需要製造此種光學裝置的方法，以及/或者製造包括在不依賴偏振之可調整的透鏡中之第一和第二光學裝置的堆疊的方法。

【0013】 根據第一方面，本發明關於不依賴偏振之可調整的透鏡，其包括第一光學裝置和第二光學裝置，其中第一光學裝置包括第一電極層和設置成與第一電極層有距離的第二電極層，其中第一和第二電極層是透光的。第一光學裝置在第一和第二電極層之間進一步包括繞射光學結構，其相鄰於第一電極層並且是菲涅耳透鏡結構，其包括在菲涅耳透鏡結構之中央的第一斜面，第一斜面則由複數個有角度的進一步斜面所包圍。這些第一和進一步的斜面各具有相對於第一電極層的至少一傾斜角，並且被第一對準層所覆蓋。液晶材料填充至少一斜面和第二電極層之間的空間，並且包括液晶(liquid crystalline, LC)分子，其在第一光學裝置的關閉狀態下垂直對準。第一光學裝置進一步包括進一步對準層，其安排在相鄰於第二電極之空間的側面。根據本發明，LC分子已經預先處理以在單一對準方向上施加預傾(α)，該預傾(α)大於對應於斜面上的個別LC分子之位置的該傾斜角，並且藉由將該些LC分子在開啟狀態下指向成對準，而連帶補償了至少一斜面的傾斜角，使得在液晶材料的LC分子之第一電極層上的投影($N_{p_{xy}}$)包括在60度範圍(θ)裡而橫向於對準方向的角。

【0014】 根據進一步方面，提供的是包括本發明之可調整的透鏡之眼鏡。

【0015】 根據再進一步方面，提供的是製造不依賴偏振之可調整的透鏡的方法，該透鏡包括第一和第二光學裝置的堆疊，方法包括：在單一對準方向

上施加預傾，該預傾(α)大於對應於斜面上的個別LC分子之位置的該傾斜角，並且藉由將該些LC分子在開啟狀態下指向成對準，而連帶補償了至少一斜面的傾斜角，使得在液晶材料的LC分子之第一電極層上的投影($N_{p_{xy}}$)包括在60度範圍(9)裡而橫向於對準方向的角。可調整的透鏡尤其是本發明的透鏡。

【0016】 本發明的發明人已觀察到使用同向液晶材料來達成不依賴偏振之可調整的透鏡是可行的，儘管菲涅耳透鏡結構的斜面頂部施加了液晶材料。為了避免人為產物，可以施加預傾。然而，僅有預傾無法避免產生雙重影像。此種雙重影像是由向錯所造成，亦即具有固有雙極的LC分子指向不想要的方向。一般而言，這導致LC分子局部不對準於對準方向，而是彎曲到相反方向。開啟狀態下的向錯更可以看成液晶從第一對準層局部扭轉到進一步對準層，其中平行於第一電極層的有效指向隨著到第一對準層的距離而改變：發生了旋轉。然而當施加的預傾大於斜面(上面存在了LC分子)的傾斜角時，並且施加預傾的方式更使得橫向於對準方向的投影角不太大，則充分抑制了該問題。發現仍然發生的任何向錯是在中央外面並且很朝向邊緣。再者，當堆疊二相同光學裝置以達到不依賴偏振之可調整的透鏡時，某一光學裝置中的此種向錯被另一光學裝置放大的風險就變得很小。

【0017】 藉由在對準方向上補償至少一斜面的傾斜角，則避免了多數的此種向錯。由於補償了傾斜，故LC分子傾向於指向預定的對準方向。這顯著減少光學失效並且改善裝置的光學可靠性。為了清楚起見而觀察到至少一斜面相對於至少第一電極層而傾斜。對於球形斜面來說，傾斜角在與第一電極層的邊緣將是最大的。傾斜角乃相對於斜面上的LC分子之位置的法線來界定，並且由於預先處理對準層而是施加的傾斜角。垂直於第一電極層之液晶分子的指向也指定成絕對傾斜角 β ，並且是傾斜角和施加之預傾角 α 的組合。絕對傾斜角 β 在第一電極層上的投影包括橫向於對準方向而小於60度的橫向角 θ 。由於預傾界

定在對準方向，故傾斜角也界定在對準方向。

【0018】 較佳而言，藉由將預傾選擇使得在液晶材料分子之第一電極層上的投影落在離對準方向45度的範圍裡，更佳而言落在離對準方向30度的範圍裡，而讓該預傾補償了傾斜。該範圍界定了絕對角，因此高達60度的範圍是相對於對準方向而從-60到+60度。更佳而言，後者是在光學裝置的關閉狀態下測量。這意謂當LC分子垂直對準時，它們的向量顯示垂直分量以及在對準方向的分量、垂直於對準方向的分量。至少於較佳具體態樣，這對準方向上的分量大於垂直分量，使得分子的投影落在離對準方向的前述範圍裡。

【0019】 對準方向界定在活化電場之時多數分子所打算的指向。然而，分子是否指向這方向乃關聯於它們相對於電極層的指向。因而，當分子投影在第一電極層上時，可以決定當投影落在離對準方向的前述範圍裡時分子指向所想要的方向。當滿足這條件時，分子將傾向於在啟動電場時指向對準方向。這給出可預期、因而可靠的分子反應，如此則可以達到想要的光學效果。

【0020】 於較佳具體態樣，此種單一斜面上的LC分子被給予均勻的預傾。觀察到在菲涅耳透鏡結構中央的斜面可以具有小於周圍任何有角度之斜面的(最大)傾斜角。因而，預傾角對於此種有角度的斜面可以比對於中央還大。再者，於一進一步具體態樣，預傾在光學裝置上是實質均勻的。提供實質恆定的預傾角乃很容易實現和控制。觀察到該傾斜角是在包括對準方向和垂直於第一電極層之方向的平面中測量。

【0021】 替代選擇而言，有可能視光學裝置上的位置而選擇性地調整預傾角(例如使用光敏材料)。於一進一步具體態樣，可以確保絕對傾斜角(LC分子相對於平坦之第一電極層的指向)在公差界線內是跨越裝置都相同。為了更改預傾，舉例來說可以增加在被摩擦之表面的強度(Stohr等人的「摩擦聚合物表面上之液晶對準的顯微起源」)或使用光敏對準材料(Yaroshchuk等人的「液晶的光

對準：基礎和當前趨勢」)。

【0022】 熟練人士將體認當如本發明設有像是菲涅耳繞射結構時，斜面則與交互連接相鄰斜面的連接表面交替。連接表面的指向乃實質垂直於斜面或實質垂直於電極層。如此，則此種連接表面彼此構成了已知為炫光物的直立結構。

【0023】 當對準層在此種連接表面上延伸並且預先處理以提供預傾給LC分子時，LC分子可以獲得在關閉狀態下實質平行於第一電極層的指向。其效果視為影響較小。然而，於一有利的具體態樣，第一對準層可以根據預先界定的圖案來施加，使得高達炫光物之尖端的此種連接表面維持沒有對準層。典型基於聚亞醯胺之第一對準層的圖案化施加可以藉由以下來實行：噴墨印刷、網版印刷、使用光罩(在施加聚亞醯胺層之前或之後)、以及/或者披覆聚亞醯胺光敏層並且後續照射(UV)和移除該層的非固化部分。

【0024】 根據進一步實施例，菲涅耳透鏡結構設有第一和第二區段，其中第一區段的預傾(α)小於第二區段的預傾。區段適當地安排成使得第一區段之一或更多個斜面的傾斜角小於第二區段之一或更多個斜面的至少一傾斜角。區段舉例來說可以施加成條或環。

【0025】 於另一具體態樣，斜面上的對準層在至少一內區段和外區段被區段化，該些區段對準於該對準方向，其中外區段所具有的預傾角 α 大於至少一內區段的預傾角。於這更特定的具體態樣，不僅對準層在不同的區段做不同的預先處理，還施加了分開的對準層。

【0026】 較佳而言，繞射光學結構具有橢圓形狀，使得該至少一斜面包括具有相對傾斜指向的斜面區段。橢圓形狀經常為了光學目的而使用並且產生相對斜面，使得若無預傾補償，則LC分子會不可避免地指向相對方向，因此產生上述的向錯。較佳而言，當使用橢圓形狀作為繞射光學結構時，對準方向選

擇成平行於橢圓的最短軸。這暗示預傾乃平行於這最短軸。在這方向上，繞射光學結構的傾斜角可以用最小的預傾來補償。在這方向上，抑制了造成向錯的傾斜。

【0027】 較佳而言，第一電極層實質平行於第二電極層而延伸。較佳而言，多個間隔物設在斜面和第二電極層之間。間隔物保持諸層彼此有預定的距離而允許諸層實質平行地延伸。間隔物在表面積上適當的劃分，如此以提供機械穩定性而不干擾光學效能。

【0028】 於一具體態樣，不依賴偏振之可調整的透鏡的第二光學裝置是偏振器。所得之可調整的透鏡可以用於太陽眼鏡。為此，它適當組裝在沒有偏振器的習用太陽眼鏡上，該太陽眼鏡可選擇性地設有折光度。設置偏振器的方向則將會考慮可見光的第二正交偏振方向，如熟練人士所熟知。

【0029】 於另一和較佳具體態樣，第二光學裝置是另一透鏡，其相對於第一光學裝置而將光偏極化於第二正交方向。更佳而言，第二光學裝置對應於第一光學裝置之處在於它包括了菲涅耳透鏡結構、第一對準層、液晶材料、第一和第二電極層之間的進一步對準層的組合。此種不依賴偏振之可調整的透鏡本身再度是要組裝於眼鏡，較佳而言是在具有任何適當折光度的第一和第二眼鏡用透鏡之間。可調整的透鏡之優點在於它在關閉狀態下將是透明的。因此，僅當主動使用透鏡(亦即聚焦透鏡)時才使用電力。

【0030】 於更進一步實施例，較佳的是此種第一和第二光學裝置是實質或完全相同。這便於製造。再者，認為較佳的是第一和第二光學裝置組裝成相反指向，使得第二電極彼此要比第一電極靠近；換言之，第一電極是在組件的外面，而第二電極是在組件的裡面。當使用同向液晶材料時，這發現導致最好的效能。

【0031】 尤其就想要整合到眼鏡裡來看，較佳的是如菲涅耳透鏡結構所

界定的透鏡具有15~35毫米的直徑，例如20~30毫米。這是相當寬的透鏡。導致本發明的問題尤其在關於此種直徑的透鏡中觀察到。雖然在更大的直徑也將得到它，但是雙重影像可能不被充分地抑制。

【0032】 較佳而言，第一電極層實質平行於第二電極層而延伸。這是較佳的，如此以達成穩定的裝置，其中電極之間的距離因而和電場強度在整個寬度上都相同。再者，此種平行延伸可以達成的原因在於第一和第二電極各施加到基板上，之後將具有電極層和任何進一步層(例如菲涅耳透鏡結構和對準層)的基板組裝在一起。

【0033】 於再進一步實施例，多個間隔物設在斜面和第二電極層之間。多個間隔物適當地分布成以致不干擾光學效能。第一光學裝置的折光度範圍適當地在0和4之間，較佳而言在+0.5和+3.0之間，例如在+1.0和+2.5之間。

【0034】 所用的菲涅耳透鏡結構可以有多樣的階數，如熟練人士所知，其中菲涅耳透鏡結構的高度隨著階數而增加。雖然更高階給出較好的光學品質，但是切換得較慢。進一步而言，雙重影像的問題在更高階透鏡要比在更低階透鏡來得更明顯。已經做出三階透鏡和六階透鏡。

【0035】 為了製造光學裝置，較佳而言進行以下步驟：

- 提供第一基板，其具有第一電極、菲涅耳透鏡結構、第一對準層；
- 施加預傾給在單一對準方向的第一對準層；
- 提供第二基板，其具有第二電極和進一步對準層，並且施加預傾給進一步對準層，其所在的方向則使得組裝第一和第二基板之後，預傾反平行於第一對準方向；
- 組裝第一和第二基板並且提供液晶材料，使得組裝時在第一對準層和進一步對準層之間所形成的空間填滿了該液晶材料。

【0036】 為了清楚起見而觀察到進一步對準層的預先處理是想要的，如

此則LC分子在存在了LC材料之空間的頂側和底側都指向所想要的指向。當第二電極層是平坦的(此為典型情形)，進一步對準層的預傾角可以小於第一對準層的預傾角。適當而言，在第一對準層的預傾角落在4~8度的範圍裡，例如5~7度，舉例來說約6度。

【0037】 於再進一步方面，本發明關於製造光學裝置的方法：

- 提供第一基板，其具有透光的第一電極層(8)和相鄰於第一電極層的繞射光學結構(4)，該繞射光學結構是菲涅耳透鏡結構，其包括在菲涅耳透鏡結構之中央的第一斜面(11)，該第一斜面則由複數個有角度的進一步斜面所包圍，該些第一和進一步斜面各具有相對於第一電極層(8)的傾斜角；

- 施加至少一對準層在該些第一和進一步斜面上，並且處理該至少一對準層，如此以施加預先界定的預傾給所相鄰的液晶(LC)分子；

- 提供第二基板，其具有透光的第二電極層和在上面的進一步對準層，該進一步對準層經處理以施加預先界定的預傾給所相鄰的液晶(LC)分子；

- 組裝第一和第二基板，使得第二電極層設置成與第一電極層有距離(d)，而對準層則面對彼此，並且在其間產生空間，其填滿了液晶材料，

其中該至少一對準層的施加和/或處理乃建構成提供多個區段，其具有不同的對準方向和/或不同的預傾角(α)。

【0038】 根據這方面，第一對準層細分成多個區段，其具有不同的對準方向和/或不同的預傾角。在此預傾可以安排成以致匹配底下菲涅耳透鏡結構的斜度。這是有利的，如此以確保LC分子都適當地對準。適當而言，連帶達成了LC分子在開啟狀態下的指向當投影到第一電極層上時包括橫向於對準方向的橫向角，其至多45度，或者至多30度。對準層細分成區段乃認為是減少雙重影像問題的有效方法。較佳而言，提供預傾的步驟包括以下一者：在該對準方向上摩擦光學裝置，以及或者使用光敏對準材料。

【0039】 於其較佳具體態樣，提供的第一對準層乃在第一區段處理成第一對準方向，並且在第二區段處理成平行且相反於第一對準方向的對準方向，其中第一區段和第二區段安排成使得第一區段覆蓋位在菲涅耳透鏡結構中央的第一對準方向下游之斜面的第一部分，並且第二區段覆蓋位在菲涅耳透鏡結構中央的第一對準方向上游之相同斜面的第二部分。於此具體態樣，第一和第二區段被給定了相反的對準方向。第一和第二區段之間的邊界可以穿過菲涅耳透鏡結構的中央。替代選擇而言，此種邊界可以至少部分重合著從一斜面到後續斜面的轉換處。其優點則是在中央的斜面中將看不到線，該斜面對使用者來說是最主控的表面。最佳而言，當將第一對準層細分成具有相反對準方向的區段時，對應的區段則施加在進一步對準層，如此以確保匹配填充了液晶材料的腔穴之底側和頂側上的對準。

【0040】 於進一步實施例，此種第一和第二區段可以由具有相同對準方向但不同預傾角的進一步區段所劃分或伴隨。舉例來說，該些第一和第二區段是內區段，並且存在了更外的區段，其相鄰於每個第一和第二區段，其中內和外區段安排成平行於第一對準方向，較佳而言內和外區段的互相介面平行於第一對準方向，並且其中外區段具有不同於內區段的預傾角。

【0041】 於另一具體態樣(其可以與前面的具體態樣組合)，第一對準層根據對應於第一區段的預定圖案來施加，並且第二對準層根據對應於第二區段的預定圖案來施加。該第一和第二對準層具有明顯區分的預傾角(α)。第一和第二對準層在此可以包括光敏材料，其以照射來處理而界定預傾角。舉例來說，摻雜了多面體寡聚性矽倍半氧烷奈米粒子的聚亞醯胺可以用於產生具有不同預傾角的材料，其取決於奈米粒子的濃度，例如揭示於S-C Jeng等人的「控制用於液晶裝置之聚亞醯胺的對準」，第5章，*基於聚亞醯胺的高效能聚合物—從化學到應用*(INTECH，2012)，第87~104頁，特別是第88、89、95頁。替代選擇或

附帶而言，施加的第一對準層包括光敏材料，其中該些區段是藉由處理該光敏材料而提供，其中對於該些區段中之至少第一和第二區段的處理有所不同，如此以提供互相不同的預傾角和/或互相不同的對準方向。

【0042】 雖然這科技本身是已知的，不過在本發明背景下的應用與菲涅耳透鏡結構組合以避免或減少雙重影像的問題則是先前技藝所未知或未解決的。

【0043】 於再進一步具體態樣，有角度的斜面各從第一電極層所突起的硬焊物延伸，該硬焊物進一步具有側壁，其實質橫向於第一電極層(8)而延伸，其中第一對準層根據預先界定的圖案而設置成使得硬焊物的側壁保持自由且維持成沒有對準層。

【0044】 根據再進一步方面，本發明關於可依據上文描述之製造方法而獲得的光學裝置。所得的裝置是設有以下的光學裝置：第一電極層；第二電極層，其設置成與第一電極層有距離(d)，該些第一和第二電極層是透光的，並且其間存在了：繞射光學結構，其相鄰於第一電極層並且是菲涅耳透鏡結構，其包括在菲涅耳透鏡結構之中央的第一斜面，該第一斜面則由複數個有角度的進一步斜面所包圍，該些第一和進一步斜面各具有相對於第一電極層的傾斜角，並且被第一對準層所覆蓋；液晶材料，其填充至少一斜面上的該第一對準層和第二電極層之間的空間，並且包括液晶(LC)分子，其在關閉狀態下垂直對準；以及進一步對準層，其安排在相鄰於第二電極之空間的側面。LC分子在與該第一對準層的介面處具有在單一對準方向上的預傾(α)，其中第一對準層設有多個區段，如此以具有不同的對準方向和/或不同的預傾角。當第一和第二區段具有不同且相對的對準方向時，進一步對準層對應地設有第一和第二區段，其具有相對的對準方向。

【0045】 本發明進一步關於不依賴偏振之可調整的透鏡，其包括第一光

學裝置和第二光學裝置的堆疊，其中至少第一光學裝置是且較佳而言第二光學裝置也是依據前述方面，以及/或者是可依據指定的方法而獲得。這方面的光學裝置可以用本發明的方法來製造，並且當應用於不依賴偏振之可調整的透鏡時允許減少雙重影像問題。

【0046】 使用這方法，則可以如上所述來製造具有可靠光學性質的光學裝置。熟練人士將體認可以使用多個技術並且視所用的技術而定、在製程的不同階段來設置預傾。上文針對某一方面所討論的任何具體態樣或實施例也適用於任何其他方面，除非有明顯衝突。

【圖式簡單說明】

【0047】 現在將相對於示範本發明之某些較佳具體態樣的圖式來更詳細描述本發明。於圖式：

圖1顯示根據本發明具體態樣之光學裝置的截面；

圖2顯示在裝置之開啟和關閉狀態下所打算的LC指向；

圖3示範斜面上之對準方向的效果；

圖4示範補償斜面的預傾；

圖5示範部分透鏡表面的視圖，其中LC分子上之預傾的效果顯示在透鏡表面的多個位置；

圖6示範透鏡表面的立體圖，其中表面被區段化，並且其中不同的預傾施加到區段；以及

圖7示範施加預傾到透鏡表面的多個選項。

【實施方式】

【0048】 於圖式，相同的參考數字已經指派給相同或雷同的元件。

【0049】 雖然本揭示將相對於特殊具體態樣和參考特定圖式來描述，但本揭示不限於此。描述的圖式僅是示意的並且是非限制性的。於圖式，某些元

件的尺寸可以為了示範而被誇大並且未依比例來繪製。尺寸和相對尺寸未必對應於實施本揭示的真實縮小物。

【0050】 進一步而言，發明說明書和申請專利範圍中的第一、第二、第三和類似的用語乃用來區分類似的元件，並且未必用來描述排列順序或時間順序。該些用語在適當情況下是可互換的，並且本揭示的具體態樣可以用非在此所述或示範的其他順序來操作。

【0051】 再者，發明說明書和申請專利範圍中的頂部、底部、之上、之下和類似的用語乃用於敘述，並且未必用來描述相對位置。如此使用的用語在適當情況下是可互換的，並且本揭示在此所述的具體態樣可以用非在此所述或示範的其他指向來操作。

【0052】 申請專利範圍所用的「包括」一詞不應解讀成侷限於意謂之後所列者；它不排除其他的元件或步驟。它須解讀成指定存在了所指稱之所述特色、事物、步驟或構件，但不排除存在或添加了一或更多個其他特色、事物、步驟或構件或其群組。因此，「裝置包括手段A和B」所表達的範圍不應限制成裝置僅由構件A和B所構成。它意謂相對於本揭示來說，裝置的有關構件僅是A和B。申請專利範圍所用的「.....當中至少一者」一語應解讀成指定存在了所指稱之所述特色、事物、步驟或構件當中一或更多者，藉此取代了「和/或」。因此，「A和B當中至少一者」應解讀成A和/或B。申請專利範圍所用的「.....當中一者」一語應解讀成指定存在了所指稱之所述特色、事物、步驟或構件當中的單一者，藉此取代了「或」。因此，A和B當中一者應解讀成A或B。

【0053】 熱塑性或熱軟化性塑膠是在特定溫度以上變得柔軟或可模塑的並且冷卻時固化的塑膠材料、聚合物。較佳而言，這些熱塑性層是由光學透明的聚合物所做成：亦即在可見光譜(例如400~700奈米)具有5和100%之間的透光效率。範例是聚對苯二甲酸乙酯、三醋酸纖維素、透明的聚胺甲酸乙酯、聚碳

酸酯、或硫胺甲酸乙酯材料，其用來製作眼鏡，例如Mitsui MR8。這些材料所做的膜可以具有在5和1000微米之間變化的厚度，並且典型而言可以承受高達3毫米的彎曲半徑。

【0054】 繞射光學元件可以包括繞射結構，例如炫光柵、菲涅耳透鏡、菲涅耳旋轉三稜鏡或在透射光中誘發預定之相位輪廓的其他結構。

【0055】 填充腔穴7的流體材料是液晶材料。較佳而言，對於液晶材料的至少某一狀態來說，填充腔穴之液晶材料的折射率較佳匹配於繞射光學元件4、邊界6、黏著劑的折射率。舉例來說，熟知之液晶E7的普通折射率等於UV黏膠NOA74。液晶材料較佳而言乃垂直對準。垂直對準的液晶材料是液晶自然垂直對準於對準表面的材料。換言之，當不施加電壓時，在光學裝置的關閉狀態下，液晶維持實質垂直於對準表面。在光學裝置的下部，對準表面主要是由繞射結構的斜面所形成。在光學裝置的上部，對準表面是由第二電極層或包括第二電極的那層所形成。上和下對準層形成光學裝置之腔穴的底和頂壁。於具體態樣，下對準表面和上對準表面不是平行的，而顯示對應於斜面的傾斜區段。

【0056】 已經觀察到垂直對準之液晶材料的晶體在其關閉狀態下傾向於相對於接觸表面(即對準表面，而非相對於電極層)來採取實質垂直的位置。本發明光學裝置之這行為的結果則是至少部分晶體在其關閉狀態下所採取的位置相對於第一電極層是傾斜的。這傾斜乃直接關聯於繞射結構之至少一斜面的傾斜度。因而典型來說，這相對於電極層的傾斜在光學裝置上是不連續的。於進一步敘述，LC分子相對於第一電極層之法線的傾斜則稱為有效傾斜角。於圖4，有效傾斜角是以參考符號 β 來示範。

【0057】 預傾的概念對於LC材料來說是已知的。在文獻中，預傾一詞可以具有稍微不同的定義，典型而言視情況而定。於本揭示，使用垂直對準的液

晶材料，並且對準層是不連續的，其相對於電極層而顯示不同的傾斜方向和/或角。預傾在這背景下乃界定成關聯於在裝置的關閉狀態下、在LC晶體和對準材料的表面法線之間的角。對準材料是接觸LC分子的材料。於圖4，預傾是以參考符號 α 來示範。根據這定義，清楚的是當對準表面平行於第一電極層時，有效傾斜角 β 和預傾 α 是相同的。這示範於圖4的中間部分。而且，根據這定義，當沒有給定預傾時，LC分子實質垂直於對準表面而延伸。

【0058】 文獻中描述了提供預傾給LC分子的多種技術。這些許多技術的目標在於使LC分子指向預定的方向。這影響了當切換到開啟狀態時LC分子所指向的方向。對於多數的光學系統來說，較佳的是這些LC分子指向於單一方向。這也致使清楚的是許多情形下的預傾不僅界定角，也還界定該角所指向的方向。舉例而言，當預傾經由摩擦而實現時，摩擦方向決定了預傾方向，並且摩擦強度決定了預傾角。

【0059】 為了完整起見，解釋光學裝置中之LC材料的光學效果，包括稱為漏光的效果。為了確保跨越整個繞射結構的某一偏振有均勻的光學回應，向列型LC分子應在所有狀態下維持單軸對準。以此方式，則雙折射分子所造成的遲滯將不影響線性偏振光在二特定垂直指向上的偏振。當透射光的相位輪廓被例如繞射結構在多樣位置的高度所影響時，它可以受到小心管理以展現特定的行為，例如聚焦到一點。平行於單軸方向的線性偏振光將維持線性偏振的但已改變相位輪廓，而垂直方向維持不受影響。具有想要回應的光學裝置則可以如下來建造：將線性偏振器置於具有修正指向的LC晶格前方(以減少整體透光率為代價)，或者將二相同晶格放置在90度角下，而導致不依賴偏振的裝置。

【0060】 然而，如果分子指向偏離於單軸組態，舉例來說因為繞射結構表面的緣故，則取決於位置的遲滯開始生效。結果，偏振將發生取決於位置的改變，並且局部相位輪廓將變成二狀態的疊加。不像完美的單軸指向，線性偏

振器無法免除跨越整個裝置之不想要的相位輪廓，因此取決於位置的雙重影像將開始生效。類似而言，二個此種相同的裝置會導致取決於位置的雙重影像。這效果稱為漏光，並且被本發明減到最少。

【0061】 較佳而言，底基板包括第一光學透明的熱塑性層2，並且包括第一光學透明的電極8。上基板包括第二光學透明的熱塑性層3，並且包括第二光學透明的電極9。層2和3設在固定的距離 d ，其較佳而言是由設在繞射光學元件4之頂部上的許多間隔物5所設定。距離 d 較佳而言由邊界6所進一步維持。繞射光學元件4、間隔物5、邊界6定位在層2和3之間以及在電極層8和9之間，如圖1所示範。距離 d 可以在10奈米(nm)和100微米(μm)。典型而言在50奈米和50微米之間。

【0062】 於較佳具體態樣，邊界6、間隔物5、繞射光學元件4具有相同的材料組成。舉例而言，間隔物5、繞射光學元件4、邊界6可以由高折射率的單體(例如雙酚A二丙稀酸酯)或高折射率的UV黏膠(例如NOA 1625或NOA 164)所做成。

【0063】 如下所揭示。邊界6、間隔物5、繞射光學元件4可以使用奈米壓印科技而由相同層所形成，該層具有前述材料組成而存在於底基板上。

【0064】 相較於半導體和平坦面板製造科技所用的微影圖案化，奈米壓印科技是較簡單、較低成本、高產率的圖案化科技。尤其如Kooy等人在2014年之奈米尺度研究通訊的「卷對卷之奈米壓印術的回顧」所揭示(其併於此以為參考)，奈米壓印術涉及使用預製模，其包含所想要的圖案的相反型。這模子被壓入披覆了聚合物的基板，藉此圖案由於機械變形而複製到聚合物裡。在變形之後，在變形聚合物上使用熱過程或使變形聚合物暴露於UV光而固定圖案，導致奈米壓印圖案硬化。之後移除模子。相反的圖案可以對應於所要形成的單一結構。在聚合物中形成結構陣列則須重複和所需結構之數目一樣多次的奈米壓

印過程。如果模子包含相反圖案的陣列，則可以增加產率，藉此在單一奈米壓印期間，在同一聚合物中同時形成所想要數目的結構。

【0065】 較佳而言，繞射光學元件4的表面(該表面指向第二熱塑性層3)包含次微米溝槽，其建構成用於液晶材料的對準層。當以前幾段所討論的奈米壓印來形成繞射光學元件4時，可以產生這些溝槽。用於奈米壓印過程的模子不僅包含邊界6、間隔物5、繞射光學元件4的負形狀，其內表面(至少在繞射光學元件4之形狀的位置)也包含例如圓形或矩形圖案的溝槽。這做法允許以整合方式來形成這些特色。Y.J. Liu等人在「用於液晶對準之奈米壓印的超細線和空間奈米光柵」中揭示使用奈米壓印科技來形成此種對準圖案，R. Lin等人於「用於對準之分子尺度的軟壓印術」也是。

【0066】 液晶材料的對準性質不僅由溝槽本身的幾何所決定，也由當中形成溝槽而構成繞射光學元件4的材料所決定。如果另一材料用於相同組態的溝槽，則可以形成額外的保形對準層來覆蓋這些溝槽以提供不同的材料對準性質。舉例來說，如果繞射光學元件的材料以平面方式而使液晶分子對準，則或可披覆同向對準層，其覆蓋至少某些溝槽。這保形對準層可以覆蓋繞射光學元件4的整個溝槽化表面。替代選擇而言，這溝槽化表面可以僅部分被這額外保形對準層所覆蓋，而允許利用額外保形對準層和繞射光學元件4之間的材料對準性質差異。

【0067】 一層平坦化材料可以出現在繞射光學元件4之頂部上的腔穴7裡。使溝槽形成於平坦化層的表面(該表面指向第二熱塑性層3)，則對準層也可以出現在腔穴7的底部。在裝置1的操作期間，這些溝槽幫助腔穴7中存在的液晶來指向。較佳而言，另一對準層也出現在腔穴7的側邊而相鄰於第二光學透明電極3，藉此面對溝槽化表面。

【0068】 繞射光學元件4和平坦化層的個別材料至少在其介面處可以具有

相同的折射率。進一步而言，這些材料在低頻電場(例如1赫茲~1萬赫茲)的介電常數可以有所不同。這平坦化材料也可以用來形成邊界6的上部。如果存在了凹口16，則它形成在這平坦化材料中。

【0069】 光學透明的電極可以由例如氧化銦錫(indium tin oxide, ITO)、ClearOhm[®]銀奈米線或AGFA Orgacon油墨的材料所做成。因為ITO的脆性，所以可以使用較無剛性而較可撓的材料，例如PEDOT:PSS、石墨烯、碳奈米管或銀奈米線。光學透明的電極8、9可加以圖案化以個別處理繞射光學元件4的不同區。這些電極也可加以圖案化以減少整體容量，例如僅在繞射光學元件4的區域裡才有電極，或者使這區域裡的電極與邊界6之區域裡的電極分開。

【0070】 於本揭示的第二方面，如前一方面所揭示的光學裝置1乃用於光學儀器。當插入光學儀器時，光學裝置1建構成調整朝向眼睛之光的相位輪廓。

【0071】 此種光學儀器可以是透鏡，其中光學裝置使用成透鏡插入物。當考慮眼科應用時，透鏡可能是眼鏡、隱形眼鏡或眼內透鏡。由於眼鏡和隱形眼鏡一般而言都具有彎月形狀，故當光學裝置1也是彎曲的而其曲率實質相同於它須嵌入之透鏡的曲率時，光學裝置可以更容易整合於透鏡中。典型而言，光學裝置將會彎曲於二正交方向。對於眼內透鏡而言，可以嵌入平坦或彎曲的光學裝置。

【0072】 此種光學儀器可以包含多於一個的光學裝置1。這些多個光學裝置1可以堆疊。藉由堆疊多個光學裝置，則單一光學裝置的電光性質可加以組合。舉例來說。填充了向列型液晶但具有正交對準的二個裝置可以導致不依賴偏振之可調整的透鏡。

【0073】 圖2顯示LC分子10所打算的行為，其在開啟/關閉狀態之間產生了良好控制的折射率差異。此種受控制的差異導致光學裝置有所想要之可靠的

光學性質。於圖中，關閉狀態下的LC分子指稱為10a，並且開啟狀態下的LC分子指稱為10b。於關閉狀態，LC分子垂直對準。

【0074】 包括LC分子的光學裝置透過液晶在其開啟和關閉狀態下的折射率差異來操作。這是LC分子指向改變的結果；除非小心的控制，否則透鏡錯誤地動作。尤其。想要的是多數(較佳而言所有的)分子在關閉狀態下往上指。在這狀態，液晶的折射率實質匹配於透鏡之樹脂材料的折射率。這意謂所用之液晶混合物的普通折射率 n_e 實質相同於透鏡材料的折射率。對於可見光的所有波長來說，以充分的方式做到了這匹配。因而，製作透鏡的樹脂材料乃製備有折射率分布曲線，其緊密相像於液晶混合物的分布曲線，使得二者的折射率不差超過0.05。

【0075】 當施加電場時，想要的是多數(較佳而言所有的)LC分子實質水平對準，而都實質平行於預定的軸來延伸，更佳而言指向實質相同的方向。以此方式，則對於僅一偏振來說有光學倍率，並且頂部和底部對準層都以協調方式來運作。為了讓這光學倍率有實際用途，普通和特別的折射率之間的差異應夠大，典型而言大於0.15。

【0076】 圖1顯示本發明之光學裝置的截面，並且顯示的典型狀況是繞射結構包括多個斜面11，其中傾斜具有不同的傾斜方向和/或不同的傾斜角。菲涅耳透鏡顯示高度對稱。因而斜面11可以具有不同的傾斜角。傾斜於較佳對準方向12的斜面指稱為11a。傾斜方向相反於較佳對準方向12的斜面指稱為11b。圖4進一步顯示平坦的表面11c。為了在具有此種繞射結構的光學裝置中獲得圖2所示範的行為，根據本發明，更改了LC分子的預傾。LC材料的行為(沒有更改預傾)則示範於圖3。

【0077】 光學裝置較佳而言在聚亞醯胺中產生了較佳對準方向12。這確保光之一偏振方向的倍率被聚焦，而其他則未更改。根據具體態樣，這是藉由

摩擦二透鏡上的聚亞醯胺層並且沒有透鏡層表面在反平行方向而達成。注意也可以使用達成相同結果的其他技術。

【0078】 在測試期間，觀察到這產生較佳對準方向的技術對於低光學倍率的透鏡來說運作適當。換言之，當使用具有中或低結構的繞射結構時，這技術運作適當。然而對於較高倍率的透鏡，當開啟電場時，這導致大量的向錯。

【0079】 本發明至少部分基於以下的洞察：表面拓樸附帶而言傾斜LC分子，因此當開啟電場時，它可以使LC分子(其具有固有的雙極)在透鏡的相對側而指向相反方向。這造成向錯，尤其是在頂部和底部表面的LC雙極指向相反方向的側面。此種不想要的行為示範於圖3，並且下文更詳細解釋。透鏡中之小面的傾斜度更高或者因此透鏡的倍率和直徑更高，則這不想要的效果變得更明顯。注意這些向錯典型而言發生在透鏡之最陡峭之外炫光物的相同側上。

【0080】 圖3示範此種狀況。圖3中央所示的光學裝置被處理以具有朝向圖右手邊的較佳對準方向12。光學裝置中的繞射結構是菲涅耳透鏡。在圖的左手邊，顯示的截面是光學裝置左手邊的傾斜區段11a。在圖的右手邊。顯示的截面是光學裝置右手邊的進一步傾斜區段11b。從圖中清楚的是這些傾斜區段具有相對的傾斜指向。如果在左手邊的傾斜具有20度的傾斜角，則在右手邊的傾斜具有-20度的傾斜角。

【0081】 圖3進一步在二側顯示上和下狀況。上狀況對應於在直立狀態10a的LC分子，而下狀況對應於躺下狀態11b的LC分子。直立狀態是當電極層之間沒有產生顯著電場時LC分子所採取的狀態。躺下狀態是當電極層之間產生預定電場時LC分子所採取的狀態。

【0082】 由於較佳對準方向的結果，如圖3所示範，多數的LC分子在躺下狀態11b傾向於指向右。然而，在圖右手邊的傾斜角迫使位在傾斜表面附近的LC分子指向左，其以參考數字10bb所示範。圖的右手邊和下狀況示範了部分

的LC分子指向左10bb，而另一部分的LC分子指向右10b。在此背景下。注意這是在腔穴側面之分子對準的抽象延伸到整體LC晶格裡。一般而言，整體分子將展現額外的扭轉以補償整體晶格在指向上的不匹配。這干擾了穿透LC分子的光，如此則光學裝置中看到光學誤差。

【0083】 為了解決這問題，LC材料相對於對準材料表面的預傾 α 被更改以補償表面拓樸所設定的傾斜。這預傾是LC材料的已知性質，其表示LC分子和對準材料11的表面法線之間的角 α 。為了簡單起見，吾人可以理解如果可以使LC的預傾增加得多過傾斜，則所有的LC分子都將指向相同的方向，並且可以達成所打算的對準行為。這示範於圖4。圖4示範預傾的原理。該圖顯示表面法線和在具有不同傾斜角之表面上的LC分子之間的角 α 。

【0084】 從圖4清楚的是預傾可以選擇成使得LC分子10a的絕對傾斜(圖中以角 β 來示範)對應於較佳的對準方向12。換言之，實質上所有的LC分子10a在直立狀態下指向成具有絕對傾斜 β 的相同方向。為了達成此點，預傾選擇成具有大於最陡峭之相對傾斜表面角的角 α 。這示範於圖4的右手部分，其中斜面11b所具有的表面法線顯示在相較於預傾方向的相反方向上而相對於直立軸的角。預傾角 α 大於表面法線和直立方向之間的角，以致所得的絕對傾斜 β 是在想要的方向上。當開啟電場而活化LC分子時，所有的LC分子將指向右手邊，藉此避免圖3所示範的狀況並且獲得可靠的光學性質。

【0085】 為了更改預傾。吾人可以增加表面被摩擦的強度(Stohr等人的「摩擦聚合物表面上之液晶對準的顯微起源」)，或者使用光敏對準材料(Yaroshchuk等人的「液晶的光對準：基礎和當前趨勢」)或垂直和水平對準之LC的混合物(Wu等人的「使用混合的聚亞醯胺對準層來控制液晶的預傾角」)或文獻所解釋的其他做法。注意有可能視在透鏡上的位置而選擇性地調整預傾角(例如使用光敏材料)，以確保絕對傾斜角是跨越整個菲涅耳透鏡而相同的。

【0086】 另一做法則是限制小面的傾斜。這可以如下來做：針對特定的透鏡倍率，透鏡使用更非球面的設計；或者替代選擇而言，移除半透鏡之傾斜高於預傾的外部(例如做成橢圓形透鏡)。

【0087】 圖5A顯示部分透鏡表面的立體圖。這部分或可是如上所述之繞射光學元件4的中間部分。於此圖，表面法線繪在透鏡表面的多個位置。這表面法線繪成實線箭號，並且以參考符號N來指示。如上所解釋，LC在關閉狀態下的指向是表面法線和預傾的組合。顯示LC指向的向量也繪在透鏡表面的這些多個位置，並且以參考符號 N_p 來指示。這LC指向向量是以虛線來繪製。這LC指向向量直接關聯於且打算到示範LC分子在關閉狀態下的指向。預傾角示範成角 α ，其為表面法線N和LC指向向量 N_p 之間的角。

【0088】 有效傾斜角 β 在上面界定成第一電極層的表面法線和LC指向之間的角。於圖5，顯示了第一電極層的表面法線，並且以參考符號13來指示。有效傾斜角 β 顯示成LC分子和表面法線13之間的角。

【0089】 有效傾斜角 β 乃決定當透鏡被活化時LC分子的指向。有效傾斜角 β 對LC分子之指向的效果可以藉由將LC指向向量 N_p 投影到平行於第一電極層的表面上而解釋。注意對準方向12典型而言界定成平行於第一電極層。LC指向向量 N_p 在這表面上的投影則顯示於圖5，並且以參考符號 $N_{p_{xy}}$ 來指示。投影 $N_{p_{xy}}$ 包括平行於對準方向12的分量和橫向於對準方向12的分量。注意橫向分量可以是0，此視透鏡表面上的位置而定。尤其當斜面在橫向於對準方向的方向上不傾斜時，投影 $N_{p_{xy}}$ 的橫向分量是0。

【0090】 於圖5，角 θ 乃用於示範投影 $N_{p_{xy}}$ 和對準方向12之間的角。測試已顯示當 θ 在實質整個對準表面上是小於60度時，更佳而言小於45度，最佳而言小於30度，則可以保證透鏡裝置有可靠且可預期的操作。基於以上解釋和對應的圖形，熟練人士將體認角 θ 可以藉由增加預傾和/或減少傾斜角而變得更

小。

【0091】 圖5B以俯視圖來顯示相同的透鏡表面，其平行於第一電極層，並且顯示圖5A所示的相同箭號。藉此，圖5B顯示LC分子在第一電極層上的投影 $N_{p_{xy}}$ 。圖5B也顯示表面法線 N 。於圖5B，可以清楚看到角 θ 。對於在透鏡之中央線上所示的投影來說，角 θ 是0。對於在透鏡之底部上的投影來說，角 θ 是約30度。

【0092】 圖5C以側視圖來顯示相同的透鏡表面，而也顯示圖5A和5B所示的相同箭號。從圖5C清楚的是有效傾斜角 β 致使所有的LC指向向量 N_p 都指向圖的右手邊。結果，LC指向向量 N_p 在對準方向上都具有正的向量分量。熟練人士將直接體認這些向量都指向圖的右手邊的效果在於LC分子當被活化時將指向右手邊。當LC分子活化時，這產生均勻的LC分子反應，而如上所述是有利的。

【0093】 圖6顯示類似於圖5A的圖，但其中透鏡表面包括二區段。圖6的箭號類似於上述圖5的箭號。預傾在二區段中有所不同，使得某一區段的對準方向平行且相反於另一區段的對準方向。尤其，在圖6之透鏡表面的右手邊，對準方向12a指向右。在圖6之透鏡表面的左手邊，對準方向12b指向左。當LC分子被活化時，透鏡表面右手邊上的LC分子將指向右，而透鏡表面左手邊上的LC分子將指向左。效果如上所述。當透鏡表面被區段化時，絕對的預傾可以顯著較小，以補償透鏡表面的傾斜角。從圖6，熟練人士將清楚的是多數的表面法線將顯示至少在對準方向上的向量分量。預傾的目標大大地在於補償向量分量在其他非對準方向之方向上的影響，如此則當活化LC分子時減少其影響。

【0094】 圖7顯示用於透鏡表面的多個區段化選項，其中多個對準方向和/或預傾可以指派給多個區段。於圖7，箭號示範對準方向，而虛線示範透鏡的區段化。圖7A顯示透鏡表面僅有單一區段，因此僅有單一對準方向。圖7A對

應於圖5所示的具體態樣。圖7B顯示透鏡表面具有二區段，其對應於圖6的具體態樣。二區段則設有相反的對準方向。

【0095】 當考慮透鏡表面的多個區段時，二區段旁而有平行但相反的對準，則可能有其他的組態。舉例來說，在中央對稱的繞射菲涅耳透鏡結構組合了具有較佳單向對準之液晶的情形，在透鏡側邊之區段中的分子(見圖5A和5B)由於局部傾斜而相對於對準方向則具有最大的橫向分量。為了減少角 θ (見圖5和6)而不影響在透鏡中間的光學品質，外區段可以設有較大的預傾角。這可能要以關閉狀態下的折射率匹配差為代價，但將在開啟狀態下導致較好的光學效能。內和外區段之間的邊界可以具有更複雜的形狀而非平行於對準方向的平行線，並且可以根據特定想要的光學品質措施來設計。此種區段化示範於圖7C。

【0096】 此種組態可以更進一步組合了中央區，其具有平行但相對的對準方向。此種組態的範例示範於圖7D。以此方式，則設計上加入了大的中央向錯線，但離軸偏差在側邊被減到最少，同時有效傾斜角和預傾角大大地在相同的方向上。

【0097】 以複雜為代價，則甚至可以實施更精緻的區段化，而進一步優化光學品質。

【0098】 基於圖形和發明說明書，熟練人士將能夠理解本發明及其不同具體態樣的操作和優點。然而要注意發明說明書和圖形僅打算用於理解本發明，並且不打算將本發明限制於在此所用的特定具體態樣或範例。因而強調的是本發明的範圍將僅界定於申請專利範圍中。

【符號說明】

【0099】

2 第一光學透明的熱塑性層

3 第二光學透明的熱塑性層

4	繞射光學元件
5	間隔物
6	邊界
7	腔穴
8	第一光學透明的電極
9	第二光學透明的電極
10a	關閉狀態下的液晶(LC)分子
10b	開啟狀態下的液晶分子
10bb	被迫相反指向的液晶分子
11	斜面
11a	傾斜於較佳對準方向的斜面
11b	傾斜方向相反於較佳對準方向的斜面
11c	平坦的表面
12	較佳對準方向
12a	對準方向
12b	對準方向
13	第一電極層的表面法線
16	凹口
d	距離
N	表面法線
N _p	液晶分子的指向向量
N _{p_{xy}}	液晶分子的指向向量在平行於第一電極層之表面上的投影
α	預傾
β	有效傾斜角

θ 投影 $\mathbf{N}_{p_{xy}}$ 和對準方向之間的角



201917468

【發明摘要】

【中文發明名稱】 具有液晶對準的光學裝置

【英文發明名稱】 Optical Device with Liquid Crystal Alignment

【中文】

一種光學裝置，其包括：

- 第一電極層；
- 第二電極層，其設置成與第一電極層有距離；
- 第一和第二電極層是透光的；

其中光學裝置在第一和第二電極層之間進一步包括：

- 繞射光學元件，其相鄰於第一電極層並且包括至少一斜面；以及
- 液晶材料，其填充斜面和第二電極層之間的空間；液晶材料具有預傾，其補償至少一斜面的傾斜角。

【英文】

An optical device, comprising:

- a first electrode layer;
- a second electrode layer provided at a distance from the first electrode layer;
- the first and second electrode layer being light transmitting;

wherein the optical device further comprises, in between the first and the second electrode layers:

- a diffractive optical element adjacent to the first electrode layer and comprising at least one sloped surface; and
- a liquid crystalline material filling a space between the sloped surface

and the second electrode layer; the liquid crystalline material having a pretilt that compensates for a slope angle of the at least one sloped surface.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 2 第一光學透明的熱塑性層
- 3 第二光學透明的熱塑性層
- 4 繞射光學元件
- 5 間隔物
- 6 邊界
- 7 腔穴
- 8 第一光學透明的電極
- 9 第二光學透明的電極
- 16 凹口
- d 距離

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種不依賴偏振之可調整的透鏡，其包括第一光學裝置和第二光學裝置的堆疊，其中至少該第一光學裝置包括：

- 第一電極層(8)；

- 第二電極層(9)，其設置成離該第一電極層一距離(d)，該第一電極層和該第二電極層是透光的，並且其間存在了：

- 繞射光學結構(4)，其相鄰於該第一電極層並且是菲涅耳(Fresnel)透鏡結構，其包括在該菲涅耳透鏡結構之中央的第一斜面(11)，該第一斜面則由複數個有角度的進一步斜面所包圍，該第一斜面和該進一步斜面各具有相對於該第一電極層(8)的傾斜角，並且被第一對準層所覆蓋；

- 同向液晶材料(10)，其填充該至少一斜面上的該第一對準層和該第二電極層之間的空間(7)，並且包括液晶(LC)分子，其在關閉狀態下垂直對準；

- 進一步對準層，其安排在相鄰於該第二電極(9)之該空間(7)的側面，

其中該LC分子在與該第一對準層的介面處具有在單一對準方向(12)上的預傾(α)，並且其中該進一步對準層已經預先處理以對準反平行於該對準方向的方向，該預傾(α)大於該傾斜角，並且藉由將該LC分子在開啟狀態下指向成對準，而連帶補償該第一斜面和該進一步斜面的該傾斜角，使得在該液晶材料的該LC分子(Np)之該第一電極層(8)上的投影(Np_{xy})包括在60度範圍(θ)裡而橫向於該對準方向(12)的角。

【第2項】如申請專利範圍第1項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該預傾(α)較佳而言選擇成離該對準方向而在45度的範圍(θ)裡，更佳而言離該對準方向而在30度的範圍(θ)裡，以使該預傾補償該傾斜。

【第3項】如前面申請專利範圍第1或2項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該預傾(α)在該第一光學裝置上是實質均勻的。

【第4項】根據申請專利範圍第1或2項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該菲涅耳透鏡結構設有第一區段和第二區段，其中該第一區段的該預傾(α)小於該第二區段的該預傾(α)。

【第5項】根據申請專利範圍第1到4項中任一項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該有角度的斜面各從該第一電極層所突起的硬焊物而延伸，該硬焊物進一步具有側壁，其實質橫向於該第一電極層(8)而延伸，其中該第一對準層根據預先界定的圖案而設置，使得該硬焊物的該側壁保持自由且維持成沒有對準層。

【第6項】如申請專利範圍第1到5項中任一項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該第二光學裝置相同於該第一光學裝置。

【第7項】如申請專利範圍第1到6項中任一項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該第二光學裝置是偏振器。

【第8項】一種眼鏡，其包括如申請專利範圍第1到7項中任一項的不依賴偏振之可調整的透鏡。

【第9項】一種製造根據申請專利範圍第1到7項中任一項的不依賴極化之可調整的透鏡之方法，該方法包括施加該預傾，使得該LC分子在與該對準層的介面處具有在單一對準方向(12)上的預傾(α)，該預傾(α)大於該傾斜角，並且藉由將該LC分子在開啟狀態下指向成對準，而連帶補償了該至少一斜面的該傾斜角，使得在該液晶材料的該LC分子(N_p)之該第一電極層(8)上的投影($N_{p_{xy}}$)包括在60度範圍(θ)裡而橫向於該對準方向(12)的角。

【第10項】如申請專利範圍第9項的方法，其中該第一光學裝置的製造包括以下步驟：

—提供第一基板，其具有該第一電極、該菲涅耳透鏡結構、該第一對準層；

—施加該預傾給在該單一對準方向的該第一對準層；

—提供第二基板，其具有該第二電極和該進一步對準層，並且施加預傾給方向反平行於該第一對準方向的該進一步對準層；

—組裝該第一基板和該第二基板並且提供液晶材料，使得組裝時在該第一對準層和該進一步對準層之間所形成的空間填滿了該液晶材料。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 具有液晶對準的光學裝置

【英文發明名稱】 Optical Device with Liquid Crystal Alignment

【技術領域】

【0001】 本揭示關於光學裝置，尤其關於包括液體的光學裝置。

【先前技術】

【0002】 老花眼是熟知的症狀，其中眼睛喪失其聚焦在近距離的能力，而影響世上超過20億病人。典型的解決方案包括被動透鏡，例如放大鏡、漸進式透鏡或多焦點隱形眼鏡。然而，這些被動透鏡典型而言苦於受限的視野、減少的對比或長的適應時間。

【0003】 因而，可以改變部分透鏡焦距之可再聚焦的透鏡已經在此領域吸引許多注意，因為它們會免除許多已知的問題。雖然已有某些光學機械的解決方案，但是偏好電光解決方案，因為它們較容易重新架構、具有較快的反應時間、機械上更穩健。多數的電光解決方案需要填充了一或更多種液體的腔室，並且一般而言基於液晶來實施。雖然液晶顯示科技非常成熟，不過找出將可再聚焦的液晶透鏡整合於眼鏡的方式已證明有困難，主要是因為眼鏡一般所具有的彎月形狀。

【0004】 舉例來說，既有之可再聚焦的液晶透鏡描述於美國專利第7,728,949號。這專利揭示的透鏡是由二塑膠半透鏡所構成：第一彎曲半透鏡和第二半透鏡，前者具有繞射折射光學結構。二半透鏡上都沉積了透明電極。半透鏡跨越整個表面而以紫外光(UV)可固化的黏著劑膠黏在一起，光學結構的區域則是例外。在光學結構的位置，液晶材料填充二半透鏡之間的間隙。於關閉狀態，液晶具有相同於半透鏡之塑膠基板的折射率。它遂隱藏了繞射/折射結

構，並且沒有透鏡作用。藉由在半透鏡之間施加電場，則調變了液晶材料的折射率，並且它變成不同於底下的繞射折射光學結構，藉此導致有透鏡作用。

【0005】 以上做法是將液晶透鏡直接做在二相對為厚(大於1毫米)的半透鏡上，則具有許多的缺點。它很難大量製造，因為難以實現將電極層保形沉積到繞射/折射光學結構的彎曲表面上，而可以導致產生可靠性問題。在超薄透鏡中使用最新技術的一滴填充過程而獲得有成本效益且美觀上乾淨的密封是難以實現，因此阻礙了這做法的大量生產。雖然繞射/折射光學結構可以具有平坦的表面，但是這限制了典型薄透鏡設計的最大直徑，其中平坦的透鏡須稍微整合在彎曲的前和後表面之間。雖然繞射/折射光學結構可以彎曲，但液晶可能在過程期間溢出，導致表面汙染和黏膠附著不良。附著之後再填充腔室則是另一選項，但可能讓填充透鏡所經過的通道變得可見而損及透鏡的美觀。一種方法是必須分開製造每個透鏡毛胚，但這限制了產率。

【0006】 如美國專利第7728949號所觀察，要求的是電作用的透鏡必須對它所要聚焦之光的偏振不敏感。但是這由於多數的液晶材料是雙折射的因而對偏振敏感而複雜化。已知有二種基本的解決方案：吾人須使用具有向列型液晶的多層透鏡結構，例如具有用於二種偏振之正交對準的二層，或者使用組合了膽固醇型液晶的單一層，例如美國專利第7728949號所提議。該做法很難產生多層透鏡結構，而被迫使用膽固醇型液晶以建立僅有一層之不依賴偏振的透鏡。然而，熟於最新技術的人士知道很難控制膽固醇型層(尤其是厚層)的模糊度，因為膽固醇型層有向錯線和大的內能。為了避免膽固醇型液晶的模糊度，雖然一種方法是必須減少液晶層的厚度，但是這限制了炫光物(blaze)高度而被迫在光學繞射/折射結構中使用較短間距的炫光物，因此增加了色像差。

【0007】 具有向列型晶體之透鏡結構的一範例乃得知於美國專利公開案第2013/0128334A1號。透鏡包括在菲涅耳(Fresnel)透鏡結構和頂基板之間的液晶

材料。電極層是在菲涅耳透鏡結構下方和在頂基板上。進一步而言，對準層出現在頂基板上(覆蓋著電極層和面對液晶材料)和在菲涅耳透鏡結構上。對準層典型而言由聚亞醯胺材料所建造，並且預先處理(例如摩擦)以獲得對準方向。當液晶接觸對準層時，分子優選地落在基板的平面上並且對準於對準方向。如關於圖6所指定，液晶分子對準於方位方向，亦即平行於對準層。對準的方向也指示成預傾(**pretilt**)。當夠強的電場施加在透鏡上時，液晶分子將垂直於對準層而指向。分子的對準決定了材料整體的折射率，連帶決定了可見度。這允許調整透鏡的可見度。如果是不可見的，則整體折光強度將不同於當透鏡是不可見的情形。觀察到從美國專利公開案第2013/0128334A1號所知的結構包括所謂的可變波前構件(其包括前述的透鏡結構)和相位補償構件(其打算修正波前部分之間的相位不連續性)。

【0008】 如所言，雖然使用在關閉狀態之平坦液晶的多層透鏡可以導致不依賴偏振的透鏡而有較少的模糊度，但是此提議的做法將導致透鏡有大的厚度和許多處理上的問題。尤其，當將光學裝置界定成使得當裝置是關閉時的液晶落在平面方向上，則想要的是菲涅耳透鏡結構具有實質等於在平面方向上之分子的折射率。它典型而言是約1.7，而平行方向的折射率約1.5。當想要基於安排在正交方向的二堆疊透鏡結構而做出不依賴偏振的透鏡時，發明人已在導致本發明的調查中觀察到很難避免產生鬼影。使用同向(**homeotropic**)液晶(其在關閉狀態下安排成垂直於對準方向)可是一種選項。然而，這麻煩之處在於菲涅耳結構的表面不是平坦的。結果，垂直於菲涅耳透鏡表面所對準的液晶分子獲得各式各樣的指向。

【發明內容】

【0009】 因此需要具有可電調整之相位輪廓(例如焦距改變)的光學裝置，藉此這裝置可以大量製造而有可靠的光學性質。

【0010】 進一步需要不依賴偏振之可調整的透鏡，其包括第一光學裝置和第二光學裝置的堆疊，其中可以良好達成不同聚焦的第一狀態和第二狀態之間的轉換，並且其中避免或至少相當程度抑制出現雙重影像。

【0011】 也需要包括此種不依賴偏振之可調整的透鏡之眼鏡。

【0012】 進一步需要製造此種光學裝置的方法，以及/或者製造包括在不依賴偏振之可調整的透鏡中之第一和第二光學裝置的堆疊的方法。

【0013】 根據第一方面，本發明關於不依賴偏振之可調整的透鏡，其包括第一光學裝置和第二光學裝置，其中第一光學裝置包括第一電極層和設置成與第一電極層有距離的第二電極層，其中第一和第二電極層是透光的。第一光學裝置在第一和第二電極層之間進一步包括繞射光學結構，其相鄰於第一電極層並且是菲涅耳透鏡結構，其包括在菲涅耳透鏡結構之中央的第一斜面，第一斜面則由複數個有角度的進一步斜面所包圍。這些第一和進一步的斜面各具有相對於第一電極層的至少一傾斜角，並且被第一對準層所覆蓋。液晶材料填充至少一斜面和第二電極層之間的空間，並且包括液晶(liquid crystalline, LC)分子，其在第一光學裝置的關閉狀態下垂直對準。第一光學裝置進一步包括進一步對準層，其安排在相鄰於第二電極之空間的側面。根據本發明，LC分子已經預先處理以在單一對準方向上施加預傾(α)，該預傾(α)大於對應於斜面上的個別LC分子之位置的該傾斜角，並且藉由將該些LC分子在開啟狀態下指向成對準，而連帶補償了至少一斜面的傾斜角，使得在液晶材料的LC分子之第一電極層上的投影($N_{p_{xy}}$)包括在60度範圍(θ)裡而橫向於對準方向的角。

【0014】 根據進一步方面，提供的是包括本發明之可調整的透鏡之眼鏡。

【0015】 根據再進一步方面，提供的是製造不依賴偏振之可調整的透鏡的方法，該透鏡包括第一和第二光學裝置的堆疊，方法包括：在單一對準方向

上施加預傾，該預傾(α)大於對應於斜面上的個別LC分子之位置的該傾斜角，並且藉由將該些LC分子在開啟狀態下指向成對準，而連帶補償了至少一斜面的傾斜角，使得在液晶材料的LC分子之第一電極層上的投影($N_{p_{xy}}$)包括在60度範圍(9)裡而橫向於對準方向的角。可調整的透鏡尤其是本發明的透鏡。

【0016】 本發明的發明人已觀察到使用同向液晶材料來達成不依賴偏振之可調整的透鏡是可行的，儘管菲涅耳透鏡結構的斜面頂部施加了液晶材料。為了避免人為產物，可以施加預傾。然而，僅有預傾無法避免產生雙重影像。此種雙重影像是由向錯所造成，亦即具有固有雙極的LC分子指向不想要的方向。一般而言，這導致LC分子局部不對準於對準方向，而是彎曲到相反方向。開啟狀態下的向錯更可以看成液晶從第一對準層局部扭轉到進一步對準層，其中平行於第一電極層的有效指向隨著到第一對準層的距離而改變：發生了旋轉。然而當施加的預傾大於斜面(上面存在了LC分子)的傾斜角時，並且施加預傾的方式更使得橫向於對準方向的投影角不太大，則充分抑制了該問題。發現仍然發生的任何向錯是在中央外面並且很朝向邊緣。再者，當堆疊二相同光學裝置以達到不依賴偏振之可調整的透鏡時，某一光學裝置中的此種向錯被另一光學裝置放大的風險就變得很小。

【0017】 藉由在對準方向上補償至少一斜面的傾斜角，則避免了多數的此種向錯。由於補償了傾斜，故LC分子傾向於指向預定的對準方向。這顯著減少光學失效並且改善裝置的光學可靠性。為了清楚起見而觀察到至少一斜面相對於至少第一電極層而傾斜。對於球形斜面來說，傾斜角在與第一電極層的邊緣將是最大的。傾斜角乃相對於斜面上的LC分子之位置的法線來界定，並且由於預先處理對準層而是施加的傾斜角。垂直於第一電極層之液晶分子的指向也指定成絕對傾斜角 β ，並且是傾斜角和施加之預傾角 α 的組合。絕對傾斜角 β 在第一電極層上的投影包括橫向於對準方向而小於60度的橫向角 θ 。由於預傾界

定在對準方向，故傾斜角也界定在對準方向。

【0018】 較佳而言，藉由將預傾選擇使得在液晶材料分子之第一電極層上的投影落在離對準方向45度的範圍裡，更佳而言落在離對準方向30度的範圍裡，而讓該預傾補償了傾斜。該範圍界定了絕對角，因此高達60度的範圍是相對於對準方向而從-60到+60度。更佳而言，後者是在光學裝置的關閉狀態下測量。這意謂當LC分子垂直對準時，它們的向量顯示垂直分量以及在對準方向的分量、垂直於對準方向的分量。至少於較佳具體態樣，這對準方向上的分量大於垂直分量，使得分子的投影落在離對準方向的前述範圍裡。

【0019】 對準方向界定在活化電場之時多數分子所打算的指向。然而，分子是否指向這方向乃關聯於它們相對於電極層的指向。因而，當分子投影在第一電極層上時，可以決定當投影落在離對準方向的前述範圍裡時分子指向所想要的方向。當滿足這條件時，分子將傾向於在啟動電場時指向對準方向。這給出可預期、因而可靠的分子反應，如此則可以達到想要的光學效果。

【0020】 於較佳具體態樣，此種單一斜面上的LC分子被給予均勻的預傾。觀察到在菲涅耳透鏡結構中央的斜面可以具有小於周圍任何有角度之斜面的(最大)傾斜角。因而，預傾角對於此種有角度的斜面可以比對於中央還大。再者，於一進一步具體態樣，預傾在光學裝置上是實質均勻的。提供實質恆定的預傾角乃很容易實現和控制。觀察到該傾斜角是在包括對準方向和垂直於第一電極層之方向的平面中測量。

【0021】 替代選擇而言，有可能視光學裝置上的位置而選擇性地調整預傾角(例如使用光敏材料)。於一進一步具體態樣，可以確保絕對傾斜角(LC分子相對於平坦之第一電極層的指向)在公差界線內是跨越裝置都相同。為了更改預傾，舉例來說可以增加在被摩擦之表面的強度(Stohr等人的「摩擦聚合物表面上之液晶對準的顯微起源」)或使用光敏對準材料(Yaroshchuk等人的「液晶的光

對準：基礎和當前趨勢」)。

【0022】 熟練人士將體認當如本發明設有像是菲涅耳繞射結構時，斜面則與交互連接相鄰斜面的連接表面交替。連接表面的指向乃實質垂直於斜面或實質垂直於電極層。如此，則此種連接表面彼此構成了已知為炫光物的直立結構。

【0023】 當對準層在此種連接表面上延伸並且預先處理以提供預傾給LC分子時，LC分子可以獲得在關閉狀態下實質平行於第一電極層的指向。其效果視為影響較小。然而，於一有利的具體態樣，第一對準層可以根據預先界定的圖案來施加，使得高達炫光物之尖端的此種連接表面維持沒有對準層。典型基於聚亞醯胺之第一對準層的圖案化施加可以藉由以下來實行：噴墨印刷、網版印刷、使用光罩(在施加聚亞醯胺層之前或之後)、以及/或者披覆聚亞醯胺光敏層並且後續照射(UV)和移除該層的非固化部分。

【0024】 根據進一步實施例，菲涅耳透鏡結構設有第一和第二區段，其中第一區段的預傾(α)小於第二區段的預傾。區段適當地安排成使得第一區段之一或更多個斜面的傾斜角小於第二區段之一或更多個斜面的至少一傾斜角。區段舉例來說可以施加成條或環。

【0025】 於另一具體態樣，斜面上的對準層在至少一內區段和外區段被區段化，該些區段對準於該對準方向，其中外區段所具有的預傾角 α 大於至少一內區段的預傾角。於這更特定的具體態樣，不僅對準層在不同的區段做不同的預先處理，還施加了分開的對準層。

【0026】 較佳而言，繞射光學結構具有橢圓形狀，使得該至少一斜面包括具有相對傾斜指向的斜面區段。橢圓形狀經常為了光學目的而使用並且產生相對斜面，使得若無預傾補償，則LC分子會不可避免地指向相對方向，因此產生上述的向錯。較佳而言，當使用橢圓形狀作為繞射光學結構時，對準方向選

擇成平行於橢圓的最短軸。這暗示預傾乃平行於這最短軸。在這方向上，繞射光學結構的傾斜角可以用最小的預傾來補償。在這方向上，抑制了造成向錯的傾斜。

【0027】 較佳而言，第一電極層實質平行於第二電極層而延伸。較佳而言，多個間隔物設在斜面和第二電極層之間。間隔物保持諸層彼此有預定的距離而允許諸層實質平行地延伸。間隔物在表面積上適當的劃分，如此以提供機械穩定性而不干擾光學效能。

【0028】 於一具體態樣，不依賴偏振之可調整的透鏡的第二光學裝置是偏振器。所得之可調整的透鏡可以用於太陽眼鏡。為此，它適當組裝在沒有偏振器的習用太陽眼鏡上，該太陽眼鏡可選擇性地設有折光度。設置偏振器的方向則將會考慮可見光的第二正交偏振方向，如熟練人士所熟知。

【0029】 於另一和較佳具體態樣，第二光學裝置是另一透鏡，其相對於第一光學裝置而將光偏極化於第二正交方向。更佳而言，第二光學裝置對應於第一光學裝置之處在於它包括了菲涅耳透鏡結構、第一對準層、液晶材料、第一和第二電極層之間的進一步對準層的組合。此種不依賴偏振之可調整的透鏡本身再度是要組裝於眼鏡，較佳而言是在具有任何適當折光度的第一和第二眼鏡用透鏡之間。可調整的透鏡之優點在於它在關閉狀態下將是透明的。因此，僅當主動使用透鏡(亦即聚焦透鏡)時才使用電力。

【0030】 於更進一步實施例，較佳的是此種第一和第二光學裝置是實質或完全相同。這便於製造。再者，認為較佳的是第一和第二光學裝置組裝成相反指向，使得第二電極彼此要比第一電極靠近；換言之，第一電極是在組件的外面，而第二電極是在組件的裡面。當使用同向液晶材料時，這發現導致最好的效能。

【0031】 尤其就想要整合到眼鏡裡來看，較佳的是如菲涅耳透鏡結構所

界定的透鏡具有15~35毫米的直徑，例如20~30毫米。這是相當寬的透鏡。導致本發明的問題尤其在關於此種直徑的透鏡中觀察到。雖然在更大的直徑也將得到它，但是雙重影像可能不被充分地抑制。

【0032】 較佳而言，第一電極層實質平行於第二電極層而延伸。這是較佳的，如此以達成穩定的裝置，其中電極之間的距離因而和電場強度在整個寬度上都相同。再者，此種平行延伸可以達成的原因在於第一和第二電極各施加到基板上，之後將具有電極層和任何進一步層(例如菲涅耳透鏡結構和對準層)的基板組裝在一起。

【0033】 於再進一步實施例，多個間隔物設在斜面和第二電極層之間。多個間隔物適當地分布成以致不干擾光學效能。第一光學裝置的折光度範圍適當地在0和4之間，較佳而言在+0.5和+3.0之間，例如在+1.0和+2.5之間。

【0034】 所用的菲涅耳透鏡結構可以有多樣的階數，如熟練人士所知，其中菲涅耳透鏡結構的高度隨著階數而增加。雖然更高階給出較好的光學品質，但是切換得較慢。進一步而言，雙重影像的問題在更高階透鏡要比在更低階透鏡來得更明顯。已經做出三階透鏡和六階透鏡。

【0035】 為了製造光學裝置，較佳而言進行以下步驟：

- 提供第一基板，其具有第一電極、菲涅耳透鏡結構、第一對準層；
- 施加預傾給在單一對準方向的第一對準層；
- 提供第二基板，其具有第二電極和進一步對準層，並且施加預傾給進一步對準層，其所在的方向則使得組裝第一和第二基板之後，預傾反平行於第一對準方向；
- 組裝第一和第二基板並且提供液晶材料，使得組裝時在第一對準層和進一步對準層之間所形成的空間填滿了該液晶材料。

【0036】 為了清楚起見而觀察到進一步對準層的預先處理是想要的，如

此則LC分子在存在了LC材料之空間的頂側和底側都指向所想要的指向。當第二電極層是平坦的(此為典型情形)，進一步對準層的預傾角可以小於第一對準層的預傾角。適當而言，在第一對準層的預傾角落在4~8度的範圍裡，例如5~7度，舉例來說約6度。

【0037】 於再進一步方面，本發明關於製造光學裝置的方法：

—提供第一基板，其具有透光的第一電極層(8)和相鄰於第一電極層的繞射光學結構(4)，該繞射光學結構是菲涅耳透鏡結構，其包括在菲涅耳透鏡結構之中央的第一斜面(11)，該第一斜面則由複數個有角度的進一步斜面所包圍，該些第一和進一步斜面各具有相對於第一電極層(8)的傾斜角；

—施加至少一對準層在該些第一和進一步斜面上，並且處理該至少一對準層，如此以施加預先界定的預傾給所相鄰的液晶(LC)分子；

—提供第二基板，其具有透光的第二電極層和在上面的進一步對準層，該進一步對準層經處理以施加預先界定的預傾給所相鄰的液晶(LC)分子；

—組裝第一和第二基板，使得第二電極層設置成與第一電極層有距離(d)，而對準層則面對彼此，並且在其間產生空間，其填滿了液晶材料，

其中該至少一對準層的施加和/或處理乃建構成提供多個區段，其具有不同的對準方向和/或不同的預傾角(α)。

【0038】 根據這方面，第一對準層細分成多個區段，其具有不同的對準方向和/或不同的預傾角。在此預傾可以安排成以致匹配底下菲涅耳透鏡結構的斜度。這是有利的，如此以確保LC分子都適當地對準。適當而言，連帶達成了LC分子在開啟狀態下的指向當投影到第一電極層上時包括橫向於對準方向的橫向角，其至多45度，或者至多30度。對準層細分成區段乃認為是減少雙重影像問題的有效方法。較佳而言，提供預傾的步驟包括以下一者：在該對準方向上摩擦光學裝置，以及或者使用光敏對準材料。

【0039】 於其較佳具體態樣，提供的第一對準層乃在第一區段處理成第一對準方向，並且在第二區段處理成平行且相反於第一對準方向的對準方向，其中第一區段和第二區段安排成使得第一區段覆蓋位在菲涅耳透鏡結構中央的第一對準方向下游之斜面的第一部分，並且第二區段覆蓋位在菲涅耳透鏡結構中央的第一對準方向上游之相同斜面的第二部分。於此具體態樣，第一和第二區段被給定了相反的對準方向。第一和第二區段之間的邊界可以穿過菲涅耳透鏡結構的中央。替代選擇而言，此種邊界可以至少部分重合著從一斜面到後續斜面的轉換處。其優點則是在中央的斜面中將看不到線，該斜面對使用者來說是最主控的表面。最佳而言，當將第一對準層細分成具有相反對準方向的區段時，對應的區段則施加在進一步對準層，如此以確保匹配填充了液晶材料的腔穴之底側和頂側上的對準。

【0040】 於進一步實施例，此種第一和第二區段可以由具有相同對準方向但不同預傾角的進一步區段所劃分或伴隨。舉例來說，該些第一和第二區段是內區段，並且存在了更外的區段，其相鄰於每個第一和第二區段，其中內和外區段安排成平行於第一對準方向，較佳而言內和外區段的互相介面平行於第一對準方向，並且其中外區段具有不同於內區段的預傾角。

【0041】 於另一具體態樣(其可以與前面的具體態樣組合)，第一對準層根據對應於第一區段的預定圖案來施加，並且第二對準層根據對應於第二區段的預定圖案來施加。該第一和第二對準層具有明顯區分的預傾角(α)。第一和第二對準層在此可以包括光敏材料，其以照射來處理而界定預傾角。舉例來說，摻雜了多面體寡聚性矽倍半氧烷奈米粒子的聚亞醯胺可以用於產生具有不同預傾角的材料，其取決於奈米粒子的濃度，例如揭示於S-C Jeng等人的「控制用於液晶裝置之聚亞醯胺的對準」，第5章，*基於聚亞醯胺的高效能聚合物—從化學到應用*(INTECH，2012)，第87~104頁，特別是第88、89、95頁。替代選擇或

附帶而言，施加的第一對準層包括光敏材料，其中該些區段是藉由處理該光敏材料而提供，其中對於該些區段中之至少第一和第二區段的處理有所不同，如此以提供互相不同的預傾角和/或互相不同的對準方向。

【0042】 雖然這科技本身是已知的，不過在本發明背景下的應用與菲涅耳透鏡結構組合以避免或減少雙重影像的問題則是先前技藝所未知或未解決的。

【0043】 於再進一步具體態樣，有角度的斜面各從第一電極層所突起的硬焊物延伸，該硬焊物進一步具有側壁，其實質橫向於第一電極層(8)而延伸，其中第一對準層根據預先界定的圖案而設置成使得硬焊物的側壁保持自由且維持成沒有對準層。

【0044】 根據再進一步方面，本發明關於可依據上文描述之製造方法而獲得的光學裝置。所得的裝置是設有以下的光學裝置：第一電極層；第二電極層，其設置成與第一電極層有距離(d)，該些第一和第二電極層是透光的，並且其間存在了：繞射光學結構，其相鄰於第一電極層並且是菲涅耳透鏡結構，其包括在菲涅耳透鏡結構之中央的第一斜面，該第一斜面則由複數個有角度的進一步斜面所包圍，該些第一和進一步斜面各具有相對於第一電極層的傾斜角，並且被第一對準層所覆蓋；液晶材料，其填充至少一斜面上的該第一對準層和第二電極層之間的空間，並且包括液晶(LC)分子，其在關閉狀態下垂直對準；以及進一步對準層，其安排在相鄰於第二電極之空間的側面。LC分子在與該第一對準層的介面處具有在單一對準方向上的預傾(α)，其中第一對準層設有多個區段，如此以具有不同的對準方向和/或不同的預傾角。當第一和第二區段具有不同且相對的對準方向時，進一步對準層對應地設有第一和第二區段，其具有相對的對準方向。

【0045】 本發明進一步關於不依賴偏振之可調整的透鏡，其包括第一光

學裝置和第二光學裝置的堆疊，其中至少第一光學裝置是且較佳而言第二光學裝置也是依據前述方面，以及/或者是可依據指定的方法而獲得。這方面的光學裝置可以用本發明的方法來製造，並且當應用於不依賴偏振之可調整的透鏡時允許減少雙重影像問題。

【0046】 使用這方法，則可以如上所述來製造具有可靠光學性質的光學裝置。熟練人士將體認可以使用多個技術並且視所用的技術而定、在製程的不同階段來設置預傾。上文針對某一方面所討論的任何具體態樣或實施例也適用於任何其他方面，除非有明顯衝突。

【圖式簡單說明】

【0047】 現在將相對於示範本發明之某些較佳具體態樣的圖式來更詳細描述本發明。於圖式：

圖1顯示根據本發明具體態樣之光學裝置的截面；

圖2顯示在裝置之開啟和關閉狀態下所打算的LC指向；

圖3示範斜面上之對準方向的效果；

圖4示範補償斜面的預傾；

圖5示範部分透鏡表面的視圖，其中LC分子上之預傾的效果顯示在透鏡表面的多個位置；

圖6示範透鏡表面的立體圖，其中表面被區段化，並且其中不同的預傾施加到區段；以及

圖7示範施加預傾到透鏡表面的多個選項。

【實施方式】

【0048】 於圖式，相同的參考數字已經指派給相同或雷同的元件。

【0049】 雖然本揭示將相對於特殊具體態樣和參考特定圖式來描述，但本揭示不限於此。描述的圖式僅是示意的並且是非限制性的。於圖式，某些元

件的尺寸可以為了示範而被誇大並且未依比例來繪製。尺寸和相對尺寸未必對應於實施本揭示的真實縮小物。

【0050】 進一步而言，發明說明書和申請專利範圍中的第一、第二、第三和類似的用語乃用來區分類似的元件，並且未必用來描述排列順序或時間順序。該些用語在適當情況下是可互換的，並且本揭示的具體態樣可以用非在此所述或示範的其他順序來操作。

【0051】 再者，發明說明書和申請專利範圍中的頂部、底部、之上、之下和類似的用語乃用於敘述，並且未必用來描述相對位置。如此使用的用語在適當情況下是可互換的，並且本揭示在此所述的具體態樣可以用非在此所述或示範的其他指向來操作。

【0052】 申請專利範圍所用的「包括」一詞不應解讀成侷限於意謂之後所列者；它不排除其他的元件或步驟。它須解讀成指定存在了所指稱之所述特色、事物、步驟或構件，但不排除存在或添加了一或更多個其他特色、事物、步驟或構件或其群組。因此，「裝置包括手段A和B」所表達的範圍不應限制成裝置僅由構件A和B所構成。它意謂相對於本揭示來說，裝置的有關構件僅是A和B。申請專利範圍所用的「.....當中至少一者」一語應解讀成指定存在了所指稱之所述特色、事物、步驟或構件當中一或更多者，藉此取代了「和或」。因此，「A和B當中至少一者」應解讀成A和或B。申請專利範圍所用的「.....當中一者」一語應解讀成指定存在了所指稱之所述特色、事物、步驟或構件當中的單一者，藉此取代了「或」。因此，A和B當中一者應解讀成A或B。

【0053】 熱塑性或熱軟化性塑膠是在特定溫度以上變得柔軟或可模塑的並且冷卻時固化的塑膠材料、聚合物。較佳而言，這些熱塑性層是由光學透明的聚合物所做成：亦即在可見光譜(例如400~700奈米)具有5和100%之間的透光效率。範例是聚對苯二甲酸乙酯、三醋酸纖維素、透明的聚胺甲酸乙酯、聚碳

酸酯、或硫胺甲酸乙酯材料，其用來製作眼鏡，例如Mitsui MR8。這些材料所做的膜可以具有在5和1000微米之間變化的厚度，並且典型而言可以承受高達3毫米的彎曲半徑。

【0054】 繞射光學元件可以包括繞射結構，例如炫光柵、菲涅耳透鏡、菲涅耳旋轉三稜鏡或在透射光中誘發預定之相位輪廓的其他結構。

【0055】 填充腔穴7的流體材料是液晶材料。較佳而言，對於液晶材料的至少某一狀態來說，填充腔穴之液晶材料的折射率較佳匹配於繞射光學元件4、邊界6、黏著劑的折射率。舉例來說，熟知之液晶E7的普通折射率等於UV黏膠NOA74。液晶材料較佳而言乃垂直對準。垂直對準的液晶材料是液晶自然垂直對準於對準表面的材料。換言之，當不施加電壓時，在光學裝置的關閉狀態下，液晶維持實質垂直於對準表面。在光學裝置的下部，對準表面主要是由繞射結構的斜面所形成。在光學裝置的上部，對準表面是由第二電極層或包括第二電極的那層所形成。上和下對準層形成光學裝置之腔穴的底和頂壁。於具體態樣，下對準表面和上對準表面不是平行的，而顯示對應於斜面的傾斜區段。

【0056】 已經觀察到垂直對準之液晶材料的晶體在其關閉狀態下傾向於相對於接觸表面(即對準表面，而非相對於電極層)來採取實質垂直的位置。本發明光學裝置之這行為的結果則是至少部分晶體在其關閉狀態下所採取的位置相對於第一電極層是傾斜的。這傾斜乃直接關聯於繞射結構之至少一斜面的傾斜度。因而典型來說，這相對於電極層的傾斜在光學裝置上是不連續的。於進一步敘述，LC分子相對於第一電極層之法線的傾斜則稱為有效傾斜角。於圖4，有效傾斜角是以參考符號 β 來示範。

【0057】 預傾的概念對於LC材料來說是已知的。在文獻中，預傾一詞可以具有稍微不同的定義，典型而言視情況而定。於本揭示，使用垂直對準的液

晶材料，並且對準層是不連續的，其相對於電極層而顯示不同的傾斜方向和/或角。預傾在這背景下乃界定成關聯於在裝置的關閉狀態下、在LC晶體和對準材料的表面法線之間的角。對準材料是接觸LC分子的材料。於圖4，預傾是以參考符號 α 來示範。根據這定義，清楚的是當對準表面平行於第一電極層時，有效傾斜角 β 和預傾 α 是相同的。這示範於圖4的中間部分。而且，根據這定義，當沒有給定預傾時，LC分子實質垂直於對準表面而延伸。

【0058】 文獻中描述了提供預傾給LC分子的多種技術。這些許多技術的目標在於使LC分子指向預定的方向。這影響了當切換到開啟狀態時LC分子所指向的方向。對於多數的光學系統來說，較佳的是這些LC分子指向於單一方向。這也致使清楚的是許多情形下的預傾不僅界定角，也還界定該角所指向的方向。舉例而言，當預傾經由摩擦而實現時，摩擦方向決定了預傾方向，並且摩擦強度決定了預傾角。

【0059】 為了完整起見，解釋光學裝置中之LC材料的光學效果，包括稱為漏光的效果。為了確保跨越整個繞射結構的某一偏振有均勻的光學回應，向列型LC分子應在所有狀態下維持單軸對準。以此方式，則雙折射分子所造成的遲滯將不影響線性偏振光在二特定垂直指向上的偏振。當透射光的相位輪廓被例如繞射結構在多樣位置的高度所影響時，它可以受到小心管理以展現特定的行為，例如聚焦到一點。平行於單軸方向的線性偏振光將維持線性偏振的但已改變相位輪廓，而垂直方向維持不受影響。具有想要回應的光學裝置則可以如下來建造：將線性偏振器置於具有修正指向的LC晶格前方(以減少整體透光率為代價)，或者將二相同晶格放置在90度角下，而導致不依賴偏振的裝置。

【0060】 然而，如果分子指向偏離於單軸組態，舉例來說因為繞射結構表面的緣故，則取決於位置的遲滯開始生效。結果，偏振將發生取決於位置的改變，並且局部相位輪廓將變成二狀態的疊加。不像完美的單軸指向，線性偏

振器無法免除跨越整個裝置之不想要的相位輪廓，因此取決於位置的雙重影像將開始生效。類似而言，二個此種相同的裝置會導致取決於位置的雙重影像。這效果稱為漏光，並且被本發明減到最少。

【0061】 較佳而言，底基板包括第一光學透明的熱塑性層2，並且包括第一光學透明的電極8。上基板包括第二光學透明的熱塑性層3，並且包括第二光學透明的電極9。層2和3設在固定的距離 d ，其較佳而言是由設在繞射光學元件4之頂部上的許多間隔物5所設定。距離 d 較佳而言由邊界6所進一步維持。繞射光學元件4、間隔物5、邊界6定位在層2和3之間以及在電極層8和9之間，如圖1所示範。距離 d 可以在10奈米(nm)和100微米(μm)。典型而言在50奈米和50微米之間。

【0062】 於較佳具體態樣，邊界6、間隔物5、繞射光學元件4具有相同的材料組成。舉例而言，間隔物5、繞射光學元件4、邊界6可以由高折射率的單體(例如雙酚氟二丙烯酸酯)或高折射率的UV黏膠(例如NOA 1625或NOA 164)所做成。

【0063】 如下所揭示。邊界6、間隔物5、繞射光學元件4可以使用奈米壓印科技而由相同層所形成，該層具有前述材料組成而存在於底基板上。

【0064】 相較於半導體和平坦面板製造科技所用的微影圖案化，奈米壓印科技是較簡單、較低成本、高產率的圖案化科技。尤其如Kooy等人在2014年之奈米尺度研究通訊的「卷對卷之奈米壓印術的回顧」所揭示(其併於此以為參考)，奈米壓印術涉及使用預製模，其包含所想要的圖案的相反型。這模子被壓入披覆了聚合物的基板，藉此圖案由於機械變形而複製到聚合物裡。在變形之後，在變形聚合物上使用熱過程或使變形聚合物暴露於UV光而固定圖案，導致奈米壓印圖案硬化。之後移除模子。相反的圖案可以對應於所要形成的單一結構。在聚合物中形成結構陣列則須重複和所需結構之數目一樣多次的奈米壓

印過程。如果模子包含相反圖案的陣列，則可以增加產率，藉此在單一奈米壓印期間，在同一聚合物中同時形成所想要數目的結構。

【0065】 較佳而言，繞射光學元件4的表面(該表面指向第二熱塑性層3)包含次微米溝槽，其建構成用於液晶材料的對準層。當以前幾段所討論的奈米壓印來形成繞射光學元件4時，可以產生這些溝槽。用於奈米壓印過程的模子不僅包含邊界6、間隔物5、繞射光學元件4的負形狀，其內表面(至少在繞射光學元件4之形狀的位置)也包含例如圓形或矩形圖案的溝槽。這做法允許以整合方式來形成這些特色。Y.J. Liu等人在「用於液晶對準之奈米壓印的超細線和空間奈米光柵」中揭示使用奈米壓印科技來形成此種對準圖案，R. Lin等人於「用於對準之分子尺度的軟壓印術」也是。

【0066】 液晶材料的對準性質不僅由溝槽本身的幾何所決定，也由當中形成溝槽而構成繞射光學元件4的材料所決定。如果另一材料用於相同組態的溝槽，則可以形成額外的保形對準層來覆蓋這些溝槽以提供不同的材料對準性質。舉例來說，如果繞射光學元件的材料以平面方式而使液晶分子對準，則或可披覆同向對準層，其覆蓋至少某些溝槽。這保形對準層可以覆蓋繞射光學元件4的整個溝槽化表面。替代選擇而言，這溝槽化表面可以僅部分被這額外保形對準層所覆蓋，而允許利用額外保形對準層和繞射光學元件4之間的材料對準性質差異。

【0067】 一層平坦化材料可以出現在繞射光學元件4之頂部上的腔穴7裡。使溝槽形成於平坦化層的表面(該表面指向第二熱塑性層3)，則對準層也可以出現在腔穴7的底部。在裝置1的操作期間，這些溝槽幫助腔穴7中存在的液晶來指向。較佳而言，另一對準層也出現在腔穴7的側邊而相鄰於第二光學透明電極3，藉此面對溝槽化表面。

【0068】 繞射光學元件4和平坦化層的個別材料至少在其介面處可以具有

相同的折射率。進一步而言，這些材料在低頻電場(例如1赫茲~1萬赫茲)的介電常數可以有所不同。這平坦化材料也可以用來形成邊界6的上部。如果存在了凹口16，則它形成在這平坦化材料中。

【0069】 光學透明的電極可以由例如氧化銦錫(indium tin oxide, ITO)、ClearOhm[®]銀奈米線或AGFA Orgacon油墨的材料所做成。因為ITO的脆性，所以可以使用較無剛性而較可撓的材料，例如PEDOT:PSS、石墨烯、碳奈米管或銀奈米線。光學透明的電極8、9可加以圖案化以個別處理繞射光學元件4的不同區。這些電極也可加以圖案化以減少整體容量，例如僅在繞射光學元件4的區域裡才有電極，或者使這區域裡的電極與邊界6之區域裡的電極分開。

【0070】 於本揭示的第二方面，如前一方面所揭示的光學裝置1乃用於光學儀器。當插入光學儀器時，光學裝置1建構成調整朝向眼睛之光的相位輪廓。

【0071】 此種光學儀器可以是透鏡，其中光學裝置使用成透鏡插入物。當考慮眼科應用時，透鏡可能是眼鏡、隱形眼鏡或眼內透鏡。由於眼鏡和隱形眼鏡一般而言都具有彎月形狀，故當光學裝置1也是彎曲的而其曲率實質相同於它須嵌入之透鏡的曲率時，光學裝置可以更容易整合於透鏡中。典型而言，光學裝置將會彎曲於二正交方向。對於眼內透鏡而言，可以嵌入平坦或彎曲的光學裝置。

【0072】 此種光學儀器可以包含多於一個的光學裝置1。這些多個光學裝置1可以堆疊。藉由堆疊多個光學裝置，則單一光學裝置的電光性質可加以組合。舉例來說。填充了向列型液晶但具有正交對準的二個裝置可以導致不依賴偏振之可調整的透鏡。

【0073】 圖2顯示LC分子10所打算的行為，其在開啟/關閉狀態之間產生了良好控制的折射率差異。此種受控制的差異導致光學裝置有所想要之可靠的

光學性質。於圖中，關閉狀態下的LC分子指稱為10a，並且開啟狀態下的LC分子指稱為10b。於關閉狀態，LC分子垂直對準。

【0074】 包括LC分子的光學裝置透過液晶在其開啟和關閉狀態下的折射率差異來操作。這是LC分子指向改變的結果；除非小心的控制，否則透鏡錯誤地動作。尤其。想要的是多數(較佳而言所有的)分子在關閉狀態下往上指。在這狀態，液晶的折射率實質匹配於透鏡之樹脂材料的折射率。這意謂所用之液晶混合物的普通折射率 n_e 實質相同於透鏡材料的折射率。對於可見光的所有波長來說，以充分的方式做到了這匹配。因而，製作透鏡的樹脂材料乃製備有折射率分布曲線，其緊密相像於液晶混合物的分布曲線，使得二者的折射率不差超過0.05。

【0075】 當施加電場時，想要的是多數(較佳而言所有的)LC分子實質水平對準，而都實質平行於預定的軸來延伸，更佳而言指向實質相同的方向。以此方式，則對於僅一偏振來說有光學倍率，並且頂部和底部對準層都以協調方式來運作。為了讓這光學倍率有實際用途，普通和特別的折射率之間的差異應夠大，典型而言大於0.15。

【0076】 圖1顯示本發明之光學裝置的截面，並且顯示的典型狀況是繞射結構包括多個斜面11，其中傾斜具有不同的傾斜方向和/或不同的傾斜角。菲涅耳透鏡顯示高度對稱。因而斜面11可以具有不同的傾斜角。傾斜於較佳對準方向12的斜面指稱為11a。傾斜方向相反於較佳對準方向12的斜面指稱為11b。圖4進一步顯示平坦的表面11c。為了在具有此種繞射結構的光學裝置中獲得圖2所示範的行為，根據本發明，更改了LC分子的預傾。LC材料的行為(沒有更改預傾)則示範於圖3。

【0077】 光學裝置較佳而言在聚亞醯胺中產生了較佳對準方向12。這確保光之一偏振方向的倍率被聚焦，而其他則未更改。根據具體態樣，這是藉由

摩擦二透鏡上的聚亞醯胺層並且沒有透鏡層表面在反平行方向而達成。注意也可以使用達成相同結果的其他技術。

【0078】 在測試期間，觀察到這產生較佳對準方向的技術對於低光學倍率的透鏡來說運作適當。換言之，當使用具有中或低結構的繞射結構時，這技術運作適當。然而對於較高倍率的透鏡，當開啟電場時，這導致大量的向錯。

【0079】 本發明至少部分基於以下的洞察：表面拓樸附帶而言傾斜LC分子，因此當開啟電場時，它可以使LC分子(其具有固有的雙極)在透鏡的相對側而指向相反方向。這造成向錯，尤其是在頂部和底部表面的LC雙極指向相反方向的側面。此種不想要的行為示範於圖3，並且下文更詳細解釋。透鏡中之小面的傾斜度更高或者因此透鏡的倍率和直徑更高，則這不想要的效果變得更明顯。注意這些向錯典型而言發生在透鏡之最陡峭之外炫光物的相同側上。

【0080】 圖3示範此種狀況。圖3中央所示的光學裝置被處理以具有朝向圖右手邊的較佳對準方向12。光學裝置中的繞射結構是菲涅耳透鏡。在圖的左手邊，顯示的截面是光學裝置左手邊的傾斜區段11a。在圖的右手邊。顯示的截面是光學裝置右手邊的進一步傾斜區段11b。從圖中清楚的是這些傾斜區段具有相對的傾斜指向。如果在左手邊的傾斜具有20度的傾斜角，則在右手邊的傾斜具有-20度的傾斜角。

【0081】 圖3進一步在二側顯示上和下狀況。上狀況對應於在直立狀態10a的LC分子，而下狀況對應於躺下狀態11b的LC分子。直立狀態是當電極層之間沒有產生顯著電場時LC分子所採取的狀態。躺下狀態是當電極層之間產生預定電場時LC分子所採取的狀態。

【0082】 由於較佳對準方向的結果，如圖3所示範，多數的LC分子在躺下狀態11b傾向於指向右。然而，在圖右手邊的傾斜角迫使位在傾斜表面附近的LC分子指向左，其以參考數字10bb所示範。圖的右手邊和下狀況示範了部分

的LC分子指向左10bb，而另一部分的LC分子指向右10b。在此背景下。注意這是在腔穴側面之分子對準的抽象延伸到整體LC晶格裡。一般而言，整體分子將展現額外的扭轉以補償整體晶格在指向上的不匹配。這干擾了穿透LC分子的光，如此則光學裝置中看到光學誤差。

【0083】 為了解決這問題，LC材料相對於對準材料表面的預傾 α 被更改以補償表面拓撲所設定的傾斜。這預傾是LC材料的已知性質，其表示LC分子和對準材料11的表面法線之間的角 α 。為了簡單起見，吾人可以理解如果可以使LC的預傾增加得多過傾斜，則所有的LC分子都將指向相同的方向，並且可以達成所打算的對準行為。這示範於圖4。圖4示範預傾的原理。該圖顯示表面法線和在具有不同傾斜角之表面上的LC分子之間的角 α 。

【0084】 從圖4清楚的是預傾可以選擇成使得LC分子10a的絕對傾斜(圖中以角 β 來示範)對應於較佳的對準方向12。換言之，實質上所有的LC分子10a在直立狀態下指向成具有絕對傾斜 β 的相同方向。為了達成此點，預傾選擇成具有大於最陡峭之相對傾斜表面角的角 α 。這示範於圖4的右手部分，其中斜面11b所具有的表面法線顯示在相較於預傾方向的相反方向上而相對於直立軸的角。預傾角 α 大於表面法線和直立方向之間的角，以致所得的絕對傾斜 β 是在想要的方向上。當開啟電場而活化LC分子時，所有的LC分子將指向右手邊，藉此避免圖3所示範的狀況並且獲得可靠的光學性質。

【0085】 為了更改預傾。吾人可以增加表面被摩擦的強度(Stohr等人的「摩擦聚合物表面上之液晶對準的顯微起源」)，或者使用光敏對準材料(Yaroshchuk等人的「液晶的光對準：基礎和當前趨勢」)或垂直和水平對準之LC的混合物(Wu等人的「使用混合的聚亞醯胺對準層來控制液晶的預傾角」)或文獻所解釋的其他做法。注意有可能視在透鏡上的位置而選擇性地調整預傾角(例如使用光敏材料)，以確保絕對傾斜角是跨越整個菲涅耳透鏡而相同的。

【0086】 另一做法則是限制小面的傾斜。這可以如下來做：針對特定的透鏡倍率，透鏡使用更非球面的設計；或者替代選擇而言，移除半透鏡之傾斜高於預傾的外部(例如做成橢圓形透鏡)。

【0087】 圖5A顯示部分透鏡表面的立體圖。這部分或可是如上所述之繞射光學元件4的中間部分。於此圖，表面法線繪在透鏡表面的多個位置。這表面法線繪成實線箭號，並且以參考符號N來指示。如上所解釋，LC在關閉狀態下的指向是表面法線和預傾的組合。顯示LC指向的向量也繪在透鏡表面的這些多個位置，並且以參考符號N_p來指示。這LC指向向量是以虛線來繪製。這LC指向向量直接關聯於且打算到示範LC分子在關閉狀態下的指向。預傾角示範成角 α ，其為表面法線N和LC指向向量N_p之間的角。

【0088】 有效傾斜角 β 在上面界定成第一電極層的表面法線和LC指向之間的角。於圖5，顯示了第一電極層的表面法線，並且以參考符號13來指示。有效傾斜角 β 顯示成LC分子和表面法線13之間的角。

【0089】 有效傾斜角 β 乃決定當透鏡被活化時LC分子的指向。有效傾斜角 β 對LC分子之指向的效果可以藉由將LC指向向量N_p投影到平行於第一電極層的表面上而解釋。注意對準方向12典型而言界定成平行於第一電極層。LC指向向量N_p在這表面上的投影則顯示於圖5，並且以參考符號N_{p_{xy}}來指示。投影N_{p_{xy}}包括平行於對準方向12的分量和橫向於對準方向12的分量。注意橫向分量可以是0，此視透鏡表面上的位置而定。尤其當斜面在橫向於對準方向的方向上不傾斜時，投影N_{p_{xy}}的橫向分量是0。

【0090】 於圖5，角 θ 乃用於示範投影N_{p_{xy}}和對準方向12之間的角。測試已顯示當 θ 在實質整個對準表面上是小於60度時，更佳而言小於45度，最佳而言小於30度，則可以保證透鏡裝置有可靠且可預期的操作。基於以上解釋和對應的圖形，熟練人士將體認角 θ 可以藉由增加預傾和/或減少傾斜角而變得更

小。

【0091】 圖5B以俯視圖來顯示相同的透鏡表面，其平行於第一電極層，並且顯示圖5A所示的相同箭號。藉此，圖5B顯示LC分子在第一電極層上的投影 $N_{p_{xy}}$ 。圖5B也顯示表面法線 N 。於圖5B，可以清楚看到角 θ 。對於在透鏡之中央線上所示的投影來說，角 θ 是0。對於在透鏡之底部上的投影來說，角 θ 是約30度。

【0092】 圖5C以側視圖來顯示相同的透鏡表面，而也顯示圖5A和5B所示的相同箭號。從圖5C清楚的是有效傾斜角 β 致使所有的LC指向向量 N_p 都指向圖的右手邊。結果，LC指向向量 N_p 在對準方向上都具有正的向量分量。熟練人士將直接體認這些向量都指向圖的右手邊的效果在於LC分子當被活化時將指向右手邊。當LC分子活化時，這產生均勻的LC分子反應，而如上所述是有利的。

【0093】 圖6顯示類似於圖5A的圖，但其中透鏡表面包括二區段。圖6的箭號類似於上述圖5的箭號。預傾在二區段中有所不同，使得某一區段的對準方向平行且相反於另一區段的對準方向。尤其，在圖6之透鏡表面的右手邊，對準方向12a指向右。在圖6之透鏡表面的左手邊，對準方向12b指向左。當LC分子被活化時，透鏡表面右手邊上的LC分子將指向右，而透鏡表面左手邊上的LC分子將指向左。效果如上所述。當透鏡表面被區段化時，絕對的預傾可以顯著較小，以補償透鏡表面的傾斜角。從圖6，熟練人士將清楚的是多數的表面法線將顯示至少在對準方向上的向量分量。預傾的目標大大地在於補償向量分量在其他非對準方向之方向上的影響，如此則當活化LC分子時減少其影響。

【0094】 圖7顯示用於透鏡表面的多個區段化選項，其中多個對準方向和/或預傾可以指派給多個區段。於圖7，箭號示範對準方向，而虛線示範透鏡的區段化。圖7A顯示透鏡表面僅有單一區段，因此僅有單一對準方向。圖7A對

應於圖5所示的具體態樣。圖7B顯示透鏡表面具有二區段，其對應於圖6的具體態樣。二區段則設有相反的對準方向。

【0095】 當考慮透鏡表面的多個區段時，二區段旁而有平行但相反的對準，則可能有其他的組態。舉例來說，在中央對稱的繞射菲涅耳透鏡結構組合了具有較佳單向對準之液晶的情形，在透鏡側邊之區段中的分子(見圖5A和5B)由於局部傾斜而相對於對準方向則具有最大的橫向分量。為了減少角 θ (見圖5和6)而不影響在透鏡中間的光學品質，外區段可以設有較大的預傾角。這可能要以關閉狀態下的折射率匹配差為代價，但將在開啟狀態下導致較好的光學效能。內和外區段之間的邊界可以具有更複雜的形狀而非平行於對準方向的平行線，並且可以根據特定想要的光學品質措施來設計。此種區段化示範於圖7C。

【0096】 此種組態可以更進一步組合了中央區，其具有平行但相對的對準方向。此種組態的範例示範於圖7D。以此方式，則設計上加入了大的中央向錯線，但離軸偏差在側邊被減到最少，同時有效傾斜角和預傾角大大地在相同的方向上。

【0097】 以複雜為代價，則甚至可以實施更精緻的區段化，而進一步優化光學品質。

【0098】 基於圖形和發明說明書，熟練人士將能夠理解本發明及其不同具體態樣的操作和優點。然而要注意發明說明書和圖形僅打算用於理解本發明，並且不打算將本發明限制於在此所用的特定具體態樣或範例。因而強調的是本發明的範圍將僅界定於申請專利範圍中。

【符號說明】

【0099】

2 第一光學透明的熱塑性層

3 第二光學透明的熱塑性層

- 4 繞射光學元件
- 5 間隔物
- 6 邊界
- 7 腔穴
- 8 第一光學透明的電極
- 9 第二光學透明的電極
- 10a 關閉狀態下的液晶(LC)分子
- 10b 開啟狀態下的液晶分子
- 10bb 被迫相反指向的液晶分子
- 11 斜面
- 11a 傾斜於較佳對準方向的斜面
- 11b 傾斜方向相反於較佳對準方向的斜面
- 11c 平坦的表面
- 12 較佳對準方向
- 12a 對準方向
- 12b 對準方向
- 13 第一電極層的表面法線
- 16 凹口
- d 距離
- N 表面法線
- Np 液晶分子的指向向量
- Np_{xy} 液晶分子的指向向量在平行於第一電極層之表面上的投影
- α 預傾
- β 有效傾斜角

θ 投影 $\mathbf{N}_{p_{xy}}$ 和對準方向之間的角



【發明摘要】

【中文發明名稱】 具有液晶對準的光學裝置

【英文發明名稱】 Optical Device with Liquid Crystal Alignment

【中文】

一種光學裝置，其包括：

- 第一電極層；
- 第二電極層，其設置成與第一電極層有距離；
- 第一和第二電極層是透光的；

其中光學裝置在第一和第二電極層之間進一步包括：

- 繞射光學元件，其相鄰於第一電極層並且包括至少一斜面；以及
- 液晶材料，其填充斜面和第二電極層之間的空間；液晶材料具有預傾，其補償至少一斜面的傾斜角。

【英文】

An optical device, comprising:

- a first electrode layer;
- a second electrode layer provided at a distance from the first electrode layer;
- the first and second electrode layer being light transmitting;

wherein the optical device further comprises, in between the first and the second electrode layers:

- a diffractive optical element adjacent to the first electrode layer and comprising at least one sloped surface; and
- a liquid crystalline material filling a space between the sloped surface

and the second electrode layer; the liquid crystalline material having a pretilt that compensates for a slope angle of the at least one sloped surface.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 2 第一光學透明的熱塑性層
- 3 第二光學透明的熱塑性層
- 4 繞射光學元件
- 5 間隔物
- 6 邊界
- 7 腔穴
- 8 第一光學透明的電極
- 9 第二光學透明的電極
- 16 凹口
- d 距離

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種不依賴偏振之可調整的透鏡，其包括第一光學裝置和第二光學裝置的堆疊，其中至少該第一光學裝置包括：

—第一電極層(8)；

—第二電極層(9)，其設置成離該第一電極層一距離(d)，該第一電極層和該第二電極層是透光的，並且其間存在了：

—繞射光學結構(4)，其相鄰於該第一電極層並且是菲涅耳(Fresnel)透鏡結構，其包括在該菲涅耳透鏡結構之中央的第一斜面(11)，該第一斜面則由複數個有角度的進一步斜面所包圍，該第一斜面和該進一步斜面各具有相對於該第一電極層(8)的傾斜角，並且被第一對準層所覆蓋；

—同向液晶材料(10)，其填充該至少一斜面上的該第一對準層和該第二電極層之間的空間(7)，並且包括液晶(LC)分子，其在關閉狀態下垂直對準；

—進一步對準層，其安排在相鄰於該第二電極(9)之該空間(7)的側面，

其中該LC分子在與該第一對準層的介面處具有在單一對準方向(12)上的預傾(α)，並且其中該進一步對準層已經預先處理以對準反平行於該對準方向的方向，該預傾(α)大於該傾斜角，並且藉由將該LC分子在開啟狀態下指向成對準，而連帶補償該第一斜面和該進一步斜面的該傾斜角，使得在該液晶材料的該LC分子(Np)之該第一電極層(8)上的投影($N_{p_{xy}}$)包括在60度範圍(θ)裡而橫向於該對準方向(12)的角。

【第2項】如申請專利範圍第1項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該預傾(α)較佳而言選擇成離該對準方向而在45度的範圍(θ)裡，更佳而言離該對準方向而在30度的範圍(θ)裡，以使該預傾補償該傾斜。

【第3項】如前面申請專利範圍第1或2項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該預傾(α)在該第一光學裝置上是實質均勻的。

【第4項】根據申請專利範圍第1或2項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該菲涅耳透鏡結構設有第一區段和第二區段，其中該第一區段的該預傾(α)小於該第二區段的該預傾(α)。

【第5項】根據申請專利範圍第1或2項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該有角度的斜面各從該第一電極層所突起的硬焊物而延伸，該硬焊物進一步具有側壁，其實質橫向於該第一電極層(8)而延伸，其中該第一對準層根據預先界定的圖案而設置，使得該硬焊物的該側壁保持自由且維持成沒有對準層。

【第6項】如申請專利範圍第1或2項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該第二光學裝置相同於該第一光學裝置。

【第7項】如申請專利範圍第1或2項之不依賴偏振之可調整的透鏡，其中該第二光學裝置是偏振器。

【第8項】一種眼鏡，其包括如申請專利範圍第1到7項中任一項的不依賴偏振之可調整的透鏡。

【第9項】一種製造根據申請專利範圍第1到7項中任一項的不依賴極化之可調整的透鏡之方法，該方法包括施加該預傾，使得該LC分子在與該對準層的介面處具有在單一對準方向(12)上的預傾(α)，該預傾(α)大於該傾斜角，並且藉由將該LC分子在開啟狀態下指向成對準，而連帶補償了該至少一斜面的該傾斜角，使得在該液晶材料的該LC分子(N_p)之該第一電極層(8)上的投影($N_{p_{xy}}$)包括在60度範圍(θ)裡而橫向於該對準方向(12)的角。

【第10項】如申請專利範圍第9項的方法，其中該第一光學裝置的製造包括以下步驟：

—提供第一基板，其具有該第一電極、該菲涅耳透鏡結構、該第一對準層；

—施加該預傾給在該單一對準方向的該第一對準層；

—提供第二基板，其具有該第二電極和該進一步對準層，並且施加預傾給方向反平行於該第一對準方向的該進一步對準層；

—組裝該第一基板和該第二基板並且提供液晶材料，使得組裝時在該第一對準層和該進一步對準層之間所形成的空間填滿了該液晶材料。

