



(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 I454734 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：097146762

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 12 月 02 日

(51)Int. Cl. : G02B15/20 (2006.01)

G02B3/12 (2006.01)

(30)優先權：2007/12/04 美國

60/992,244

(71)申請人：柏萊克艾光學股份有限公司 (美國) BLACKEYE OPTICS, LLC (US)
美國

(72)發明人：簡納德 詹姆斯 H JANNARD, JAMES H. (US) ; 奈爾 艾恩 NEIL, IAIN (US)

(74)代理人：詹銘文；蕭錫清

(56)參考文獻：

TW 200533953A

TW 200537231A

TW 200736851A

US 2005/0200973A1

US 2007/0247727A1

審查人員：闕榮慶

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：17 共 0 頁

(54)名稱

變焦透鏡系統及照相系統

ZOOM LENS SYSTEM AND CAMERA SYSTEM

(57)摘要

一種高品質變焦透鏡系統，其適於使用於照相系統中。變焦透鏡系統利用可移動式透鏡群組，搭配輻射光軸的轉折，並結合液體光學原理，以於變焦透鏡系統的焦距範圍內，由近至遠提供良好的光學性能。藉由調整變焦透鏡群及液態透鏡盒中的光學接觸表面，變焦透鏡系統亦可補償不良的熱致效應。

A high performance zoom lens system suitable for use with a camera is disclosed. The zoom lens systems employs redirection of the radiation axis, liquid optics and a movable lens group to provide optical performance over the zoom focal length range at focus distances from close to infinity. The system also provides compensation for undesirable thermally induced effects by adjustments of the zoom group and the variably shaped optical surface in the liquid lens cell.

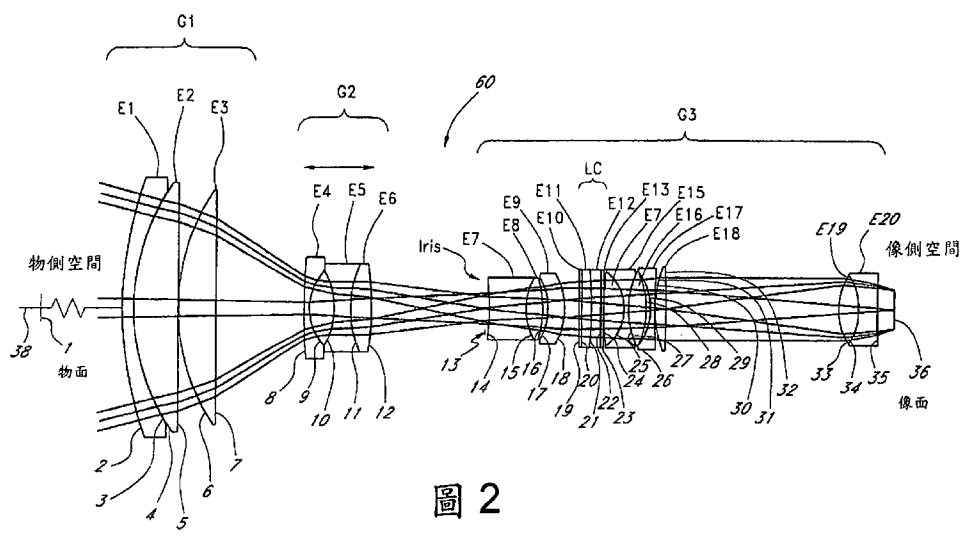


圖 2

- E1~E20 . . . 透鏡
- G1~G3 . . . 透鏡群
- LC . . . 液態透鏡盒
- 1 . . . 物體位置
- 2~12、14~20、
22~35 . . . 光學表面
- 13 . . . 光欄
- 21 . . . 液體間的接觸表面
- 36 . . . 像面
- 38 . . . 光軸
- 41 . . . 光路折合元件
- 60 . . . 變焦透鏡系統

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97146762

※申請日：97.12.2

※IPC 分類：G02B 15/20 (2006.01)
G02B 3/12 (2006.01)

一、發明名稱：

變焦透鏡系統及照相系統 / ZOOM LENS SYSTEM
AND CAMERA SYSTEM

二、中文發明摘要：

一種高品質變焦透鏡系統，其適於使用於照相系統中。變焦透鏡系統利用可移動式透鏡群組，搭配輻射光軸的轉折，並結合液體光學原理，以於變焦透鏡系統的焦距範圍內，由近至遠提供良好的光學性能。藉由調整變焦透鏡群及液態透鏡盒中的光學接觸表面，變焦透鏡系統亦可補償不良的熱致效應。

三、英文發明摘要：

A high performance zoom lens system suitable for use with a camera is disclosed. The zoom lens systems employs redirection of the radiation axis, liquid optics and a movable lens group to provide optical performance over the zoom focal length range at focus distances from close to infinity. The system also provides compensation for undesirable thermally induced effects by adjustments of the zoom group and the variably shaped optical surface in the liquid lens cell.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 2

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

E1~E20：透鏡

G1~G3：透鏡群

LC：液態透鏡盒

1：物體位置

2~12、14~20、22~35：光學表面

13：光欄

21：液體間的接觸表面

36：像面

38：光軸

41：光路折合元件

60：變焦透鏡系統

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】

本發明是有關於一種變焦透鏡系統及照相系統，且特別是有關於一種利用輻射光軸(radiation axis)的轉折(redirection)與液體光學原理的變焦透鏡系統及照相系統。

【先前技術】

在習知的成像技術中，變焦透鏡系統一般都使用兩個或兩個以上的可移動式變焦透鏡群，以提供不同的成像焦距。此外，為了達到聚焦的效果，變焦透鏡系統也需額外加入一組透鏡群。

然而，使用可移動式透鏡群組的變焦透鏡系統具有其先天上的缺陷。特別是，具有可移動式變焦透鏡群組意味著需要複雜的機械移動部件。每一組可移動式透鏡群需要支撐結構以及例如是凸輪(cam)及馬達等的驅動裝置，且在某些例子中，透鏡系統需要透過控制電路來輔助透鏡群的移動。此種複雜的機械移動部件會額外增加透鏡系統的尺寸、重量及成本，且在經過一段時間後，會使得系統運作變的不可靠。目前市面上部份具有至少兩組可移動式變焦透鏡群的變焦鏡頭產品普遍存在這些缺陷與不可預期(undesirable)的限制，而所述不可預期的限制例如是聚焦範圍的限制、無法適當地聚焦在全部的焦距範圍內、無法聚焦在近物(close objects)上、及在全部的焦距範圍與成像距離內缺乏良好的光學品質。因此，一個不需使用複雜的機械移動部件但具有良好光學品質的變焦透鏡系統仍有其必

要性。

【發明內容】

液態透鏡盒(liquid lens cells)的容置空間(chamber)包括兩種或兩種以上的流體(fluids)。這些流體彼此接觸以形成一個可透過例如是電子節點(electrical nodes)來調整形狀的表面。此外，流體例如是一種或是一種以上的氣體、一種或是一種以上的液體、或一種或是一種以上的固體與一種或是一種以上的液體所形成的混合物。因此，使用液態透鏡盒來取代一組或一組以上的可移動式透鏡群組可使光路(optical path)的架構能有不同的選擇。再者，以液態透鏡盒來取代可移動式透鏡群組可建構一個較為精巧的變焦透鏡系統。然而，線性光學的設計可能會導致鏡頭總長比所需求的長度還要長。所以，於使用例如是光路折合元件(folds)的光學元件時，使用液態透鏡盒來取代可移動式透鏡群可幫助縮短鏡頭的實體(physical)長度。雖然所述鏡頭的光路總長也許相差無幾，但是於轉折幅射光軸以縮短各方向的光路長度時，液態透鏡盒卻扮演了一個相當重要的角色。如此，即使鏡頭的光路總長較長，仍可將所述鏡頭應用於較為精巧的照相系統中。例如，定焦傻瓜相機(point and shoot camera)及手機照相系統沒有多餘的空間可容納一個太長的鏡頭。在這些精巧的照相系統中，使用液態透鏡盒搭配光路折合元件或輻射光軸的轉折可提供一個較適合的透鏡系統。即使較大型的照相機也可藉由縮短照相系統的長度獲得益處，以提供足夠的空間給沒有轉折幅射光

軸的透鏡系統。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

下列各實施例的說明是參考附加的圖式，用以例示本發明可用以實施之特定實施例。其它實施例在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾。

在 2007 年 10 月 8 日於美國專利商標局提出之臨時編號為 60/783,338 且發明名稱為“Liquid Optics Zoom Lens and Imaging Apparatus”之美國專利申請案，在此納入其內容以作為參考。所述美國專利申請案揭露一種變焦透鏡系統，其利用液體光學原理提供變焦成像功能。使用液體光學原理來達到變焦及成像功能，可提供多種具有轉折輻射光路的鏡頭組態的選擇。首先描述用以例示之變焦透鏡系統，其使用液體光學原理提供變焦成像功能。接著，其他實施例進一步結合輻射光路轉折的概念。

變焦透鏡系統的液體光學原理

圖 1 繪示一具有變焦鏡頭 102 的照像系統 100 的方塊圖。變焦鏡頭為多個透鏡的組合，可用以改變成像焦距。個別的透鏡可能被配置在固定的位置上，或是可以沿著其光軸滑動(slide)。一組透鏡群可能包括一個或一個以上的透鏡。至少一可移動透鏡群提供物體不同的成像倍率(magnification)。當至少一可移動透鏡群藉由調整其位置以提供物體不同的成像倍率時，聚焦平面(focal plane)的位置

亦會隨之改變。為了補償所述聚焦平面的偏移(movement)，可藉由調整至少一其它可移動透鏡群的位置來維持聚焦平面在一固定的位置上。此外，當物體成像倍率改變時，利用機械移動部件來調整整體的透鏡組合，亦可達到所述補償聚焦平面偏移的目的。

個別的透鏡可由固態(solid-phase)材料所構成，而所述固態材料例如是玻璃、塑膠、結晶體(crystalline)、或是半導體材料，或是個別的透鏡可由液態或氣化(gaseous)材料所構成，而所述液態或氣化材料例如是水或油(oil)。各個透鏡之間可以包括一種或一種以上的氣體。例如，可以使用一般空氣、氮氣或是氬氣填充於各個透鏡之間。此外，各個透鏡之間也可以選擇保持於真空狀態(vacuum)。任何所屬技術領域中具有通常知識者當知，本發明之實施例中使用「空氣」(air)一詞時，代表此一詞彙可包括一種或一種以上的氣體或是一真空狀態。

一般而言，變焦鏡頭通常具有三組或三組以上的可移動式透鏡群，以達到變焦成像功能。以具有三個可移動式透鏡群的變焦鏡頭為例，機械移動部件用以控制其中兩個可移動式透鏡群來改變成像距離，而另一組可移動式透鏡群用以聚焦成像。

變焦範圍在某種程度上(in part)取決於可移動式透鏡群的偏移量。較大的變焦範圍需要較充足的空間來調整可移動式透鏡群的偏移。一組或一組以上的可移動式透鏡群可以一具有液態透鏡盒功能的可移動式透鏡群取代。因為

液態透鏡盒不需要偏移空間，因此可縮短變焦鏡頭的成像焦距。此外，原本可移動式透鏡群所需的偏移空間可用來配置其他的光學元件或是光路折合元件。雖然液態透鏡盒不需要偏移空間，但仍屬於可移動式透鏡群的一部份。

液態透鏡盒可提供變焦成像功能。在一實施例中，一組可移動式透鏡群以一具有液態透鏡盒功能的可移動式透鏡群取代。具有液態透鏡盒功能的可移動式透鏡群不需要機械移動部件的控制，即可達到變焦成像的目的。

一組或一組以上的可移動式透鏡群使用液態透鏡盒來達成變焦成像的目的。單一組可移動式透鏡群與單一個液態透鏡盒皆可用來執行變焦成像功能及補償熱致效應。在一實施例中，變焦透鏡系統具有至少一第一及第二透鏡群。第一透鏡群具有較高的屈光度(power)，而第二透鏡群具有較低的屈光度，其中屈光度為透鏡焦距的倒數。第一透鏡群包括傳統的玻璃或其他固態透鏡，而第二透鏡群包括至少一液態透鏡盒。

一液態透鏡盒使用兩種或兩種以上的液體以形成一透鏡。所述透鏡的焦距在某種程度上取決於液體間的接觸角度及液體折射率的差值。屈光度的變化範圍受限於液體折射率的差值及液體間接觸表面的曲率半徑，而曲率半徑因空間的限制而使其範圍為有限。

美國專利商標局提出之臨時編號為 2006/0126190 之美國專利申請案，在此納入其內容以作為參考。所述美國專利申請案揭露一鏡頭，其利用電濕潤(electrowetting)原理

使液體產生形變(deformation)。

目前所關注的液態透鏡系統，其液體折射率的差值大約至少 0.2，且較佳者其液體折射率的差值大約至少 0.3，而在某些實施例中，液體折射率的差值大約至少 0.4。水的折射率大約 1.3，而外加鹽類(salt)之後，可改變其液體折射率至大約 1.48 左右。適合的光學油品(optical oils)的折射率大約至少 1.5。即使利用的液體具有較高(higher)、較低(lower)或較高且較低(higher and lower)的折射率，例如利用一較高折射率的油品，屈光度的變化範圍仍然會受到限制。屈光度變化範圍的限制通常使倍率變化較可移動式透鏡群小。因此，在簡易的變焦透鏡系統中，為了提供變焦功能，當像平面(image plane)的位置維持不動時，大部分的倍率改變由一可移動式透鏡群提供，而於倍率改變期間在像側的離焦(defocus)補償則由一液態透鏡盒提供。然而，值得注意的是，倍率改變可由多組可移動式透鏡群提供，而離焦補償也可由多個液態透鏡盒提供。

可移動式透鏡群的屈光度可能為正或為負。液態透鏡盒的屈光度為一可變範圍，例如屈光度一直為正、一直為負、由正到負、或由負到正。適當地配置可移動式透鏡群及液態透鏡盒可提供一大於兩倍(2x)的光學變焦比(zoom ratio)，而較佳地配置可移動式透鏡群及液態透鏡盒可提供一大於三倍(3x)的光學變焦比，並於變焦範圍內提供良好的成像品質。除了變焦以外，利用來自液態透鏡盒、可移動式透鏡群、或兩者的額外有效屈光度的變化，適當地配

置可移動式透鏡群及液態透鏡盒也可在不同物距之下於全部的成像範圍內提供成像功能。此用以成像且由液態透鏡盒、可移動式透鏡群、或兩者所提供的額外屈光度變化易於達成。因為不需要利用機械移動部件控制可移動式透鏡群來做固定軌跡(locus)的偏移，因此可以調整可移動式變焦透鏡群的位置來達到變焦成像的目的。高品質的成像可以藉由可移動式透鏡群及液態透鏡盒的變焦成像來達成。

此外，亦可將可移動式變焦透鏡群以至少一液態透鏡盒來取代。然而，以至少一液態透鏡盒來取代可移動式變焦透鏡群將增加光學系統的複雜度，並可能產生其他例如是減少倍率變化等的缺點。

圖 1 亦繪示一鏡頭控制模組 104，用以控制變焦鏡頭 102 的透鏡群組的偏移與運作。鏡頭控制模組 104 包括一電子電路系統，用以控制液態透鏡盒的曲率半徑。電子電路系統亦可控制可移動式透鏡群的位置。用以控制成像位置及變焦位置的電子信號準位(electronic signal levels)可以進一步由查詢表(lookup table)上決定。此外，類比電路系統或是電路系統搭配查詢表皆可產生適當的信號準位。在一實施例中，可以依據一多項式來決定適當的信號準位。也就是說，可以將滿足多項式的點表列在查詢表上，或是利用一電路系統來實現此多項式。

在控制液體間表面的曲率半徑、可移動式透鏡群的位置或兩者時，也可將熱致效應列入考慮。多項式或查詢表可包括一額外與熱致效應相關的變數。

鏡頭控制模組 104 可包括預先控制裝置，用以預先控制特定的變焦設定或聚焦長度。這些設定可由使用者或製造商儲存。

圖 1 更繪示一影像擷取模組 106，用以接收一對應於外界物體的光學影像。此影像透過變焦鏡頭 102 沿著一光軸傳遞至影像擷取模組 106。影像擷取模組 106 可以有各種變化的形式，例如：薄膜(照相底片(film stock)或靜止畫面膠片(still picture film))或電子影像偵測技術(電容耦合元件(CCD)陣列、互補式金氧半(CMOS)元件或影像拍攝(video pickup)電路)。光軸可能是線性，或可能包括光路折合元件或其他可轉折輻射光軸的裝置。任何所屬技術領域中具有通常知識者當知，此處的光路折合元件(fold)應作廣泛的解釋。任何具有轉折輻射光軸功能的各種光學元件皆可據以實施，本發明所欲保護之範疇並不限定於特定形式的光學元件。

影像儲存模組 108 用以儲存擷取的影像於機載記憶體(on-board memory)內或於底片(film)、磁帶(tape)或光碟片(disk)上。在一實施例中，儲存媒體是可抹除的(例如：快閃記憶體(flash memory)、底片鐵殼(film canister)、開式磁帶(tape cartridge)或光碟(disk))。

影像轉換模組 110 用以轉換擷取的影像至其他裝置。影像轉換模組 110 可以使用一種或多種連接方式，例如：通用串列匯流排埠(USB port)、IEEE 1394 多媒體(multimedia)連接裝置、乙太(Ethernet)埠、藍芽(Bluetooth)

無線連接裝置、IEEE 802.11 無線連接裝置、影像色差(video component)端子或 S 影像(S-video)端子。

照像系統 100 可以用多種方式實施，例如：攝影機、行動電話照相機、數位照相機或傳統相機(film camera)。

在此將以一設計例描述變焦鏡頭之一實施例。請先參照圖 2，每一透鏡以字母「E」之後加上一個 1 至 20 的數字標示，且描繪出每一透鏡的一般組態，但實際上每一透鏡表面的曲率半徑表列於底下表 1 中。透鏡、物體、光欄或光圈以及影像表面以數字 1 至 36 標示。圖 2 中的三個透鏡群以字母「G」之後加上一個 1 至 3 的數字標示，而液態透鏡盒以字母「LC」標示，並包括光學表面 19 至 23。圖 2 中的光軸以數字 38 標示。

每一透鏡具有以不同但連續的數字標示之相對的兩表面，例如：透鏡 E1 的表面為 2 及 3，而透鏡 E9 的表面為 17 及 18 等等，如圖 2 所示。用以成像的物體位置以一垂直於光軸 38 的直線表示，並且標示為 1，其中用以成像的物體位置所在的空間為物側空間。而實像表面(real image surface)標示為 36，其中實像表面所在的空間為像側空間。除了透鏡表面 4、8 為非球面(aspheric)以外，其他所有的透鏡表面皆為球面(spherical)或平面(plano)，其中非球面為非球狀(non-spherical)、非平坦(non-plano)，但相對於光軸為旋轉對稱(rotationally symmetrical)。

在詳細描述各個透鏡的特性之前，將先對變焦透鏡系統 60 中的透鏡群及其光軸位置與移動，以及液態透鏡盒及

其接觸液面的形狀變化做概略地描述。

每一透鏡群的正屈光度或負屈光度定義為焦距的倒數。每一群透鏡的合成光學屈光度如下：物鏡群 G1 為正，變焦透鏡群 G2 為負，而後置(rear)透鏡群 G3 為正，且當液態透鏡盒接觸液面的形狀改變時，後置透鏡群 G3 的屈光度由較小的正值變化至較大的正值。在圖 2 上半部具有雙箭頭的水平箭號意指變焦透鏡群 G2 可於軸上作雙向移動。

實質上，當各透鏡僅如圖 2 所示時，任何所屬技術領域中具有通常知識者當知，在鏡頭襯座(lens housing)或鏡筒(barrel)中具有機械構件及機械裝置，用以支撐透鏡並使可移動式變焦透鏡群可作軸向移動。此外，任何所屬技術領域中具有通常知識者當知，電子電路系統用以控制液態透鏡盒接觸液面的形狀。

上述變焦透鏡系統 60 的透鏡結構及製作數據表列於底下的表 1 中。表 1 所列為攝氏 25 度(華氏 77 度)及標準大氣壓(760 毫米汞柱)下的數據。在整份說明書中，除了波長以奈米(nanometer)為單位以外，其他長度皆以毫米為單位。在表 1 中，第一行「項目」的每一光學元件所標示的數字或符號及其位置與圖 2 相同，例如：物面、像面等等。第二行的「群」代表每一光學元件(透鏡)屬於圖 2 中的哪一組透鏡群。第三行的「表面」為圖 2 所表示的物體(圖 2 中的線 1 及表 1 中的物體)、光欄 13(光圈)以及各透鏡的表面列表。第四行的「成像位置」標示變焦透鏡系統 60 中的三個特定的成像位置(F1、F2 及 F3)，其中在第三行所列的

某些表面之間的距離(間距)有所變化，且在第三行所列的表面 21 的曲率半徑有所變化，底下將作更完整的說明。第五行的「間距」為表面(第三行)與鄰近表面之間的軸向距離。例如：表面 2 和表面 3 的距離為 1.725 毫米。

標題為「曲率半徑」的第六行為每一表面的曲率半徑的列表，而負號(-)表示曲率半徑的中心在表面的左邊，如圖 2 所示，且無限大意指一平坦的光學表面。表面 4 及表面 8 的星號(*)代表其為非球面，而其曲率半徑指的是基球半徑(base radius)。使用非球面的表面可校正變焦透鏡系統的像差(aberration)，並可使系統總長較短且組態較簡單。非球面 4 及 8 的表面形狀(profile)的方程式及其係數遵守底下所列的公式：

$$z = \frac{cy^2}{1 + [1 - (1 + \kappa)c^2 y^2]^{1/2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} + Ey^{12} + Fy^{14}$$

其中：

c =表面曲率(surface curvature)($c=1/r$ ，其中 r 為曲率半徑)

y =從 X 軸及 Y 軸所量測之徑向孔徑(radial aperture)高度，其中： $y = (X^2 + Y^2)^{1/2}$

k =二次曲面係數(conic)

A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F =4th、6th、8th、10th、12th及 14th階形變係數(deformation coefficients)

z =已知 y 值的表面形狀位置或由表面極點(pole)(即軸向頂點(axial vertex))沿著光軸量測表面 4 的係數如下：

$$\kappa=-0.6372$$

$$A=+0.9038 \times 10^{-6}$$

$$B=+0.2657 \times 10^{-8}$$

$$C=-0.1105 \times 10^{-10}$$

$$D=+0.4301 \times 10^{-13}$$

$$E=-0.8236 \times 10^{-16}$$

$$F=+0.6368 \times 10^{-19}$$

表面 8 的係數如下：

$$\kappa=+0.0000$$

$$A=+0.5886 \times 10^{-4}$$

$$B=-0.5899 \times 10^{-6}$$

$$C=+0.8635 \times 10^{-8}$$

$$D=-0.5189 \times 10^{-10}$$

$$E=-0.1186 \times 10^{-11}$$

$$F=+0.1631 \times 10^{-13}$$

表 1 中的第七行至第九行為關於圖 2 中的表面(第三行)與表面右邊下個表面之間的「材料」，其中「種類」(Type)那行表示兩表面之間是否具有透鏡(玻璃)或空無一物(空氣)或為液態透鏡(液體)。各玻璃透鏡及液態透鏡以「編碼」(code)那行識別。為了方便起見，所有透鏡的玻璃材質選自小原光學股份有限公司(Ohara Corporation)，而「名稱」

那行所列為每種透鏡於小原公司的識別名稱(Ohara identification)，但任何所屬技術領域中具有通常知識者當知，任何相同的、類似的或適合的玻璃都可以作為透鏡的材質。另外，形成液態透鏡的油料(oil)選自泰華科技有限公司(Cargille Laboratories, Inc.)，而水則取自一般可取得的各式來源(various sources)，但任何所屬技術領域中具有通常知識者當知，任何相同的、類似的或適合的液體都可以作為液態透鏡的材料。在表面 20 的液態水(water liquid)分別在波長 656.27、589.29、546.07 及 486.13 奈米具有底下的折射率：1.331152、1.332987、1.334468 及 1.337129。在表面 21 的液態油品(oil liquid)分別在波長 656.27、589.29、546.07 及 486.13 奈米具有底下的折射率：1.511501、1.515000、1.518002 及 1.523796。

表 1 中最後一行標題為「孔徑」(Aperture Diameter)的那行列出每個表面讓光線(light ray)通過最大的直徑。除了光欄表面 13 以外，所有最大孔徑的數據是在波長為 546.1 奈米、在所有變焦成像位置的像面的最大像徑(image diameter)大約為 6 毫米且 F 數值為 F/2.8 至 F/4.0 的條件下得到的。在表 1 中的光欄表面 13 最大孔徑的數據是在波長為 546.1 奈米且在變焦位置(Zoom position)Z1 及成像位置(focus position)F1 的像平面 F 數值為 F/2.8 的條件下得到的。在像面 36，最大孔徑為一近似值(approximate value)。

表 1

光學規格(Optical Prescription)									
項目	群	表面	成像		間距	曲率半徑 (毫米)	材料		孔徑 (毫米)
			位置	位置			種類	名稱	編碼
物		1	F1	無限大	無限大	無限大	空氣		
			F2	1016.2500					
			F3	378.7500					
E1	G1	2	全	1.7250	59.1716	玻璃	SLAM66	801350	37.161
		3	全	0.0750	34.5954	空氣			35.567
E2	G1	4	全	6.7565	*33.0488	玻璃	SFPL51	497816	35.618
		5	全	0.0750	2758.9929	空氣			35.182
E3	G1	6	全	5.8657	32.7151	玻璃	SFPL53	439950	33.680
		7	F1	表 2	-2981.4301	空氣			33.034
			F2	表 2					
E4	G2		F3	表 2					
		8	全	0.7652	*461.6464	玻璃	SLAH64	788474	14.273
E5	G2	9	全	3.8333	8.3339	空氣			11.605
		10	全	2.6582	-12.6370	玻璃	SFPL53	439950	11.587
E6	G2	11	全	3.2165	18.1883	玻璃	SLAM66	801350	12.383
		12	F1	表 3	-55.4718	空氣			12.337
			F2	表 3					
光欄/ 光圖	G3		F3	表 3					
		13	全	0.6371	無限大				6.708
E7	G3	14	全	5.7168	-26.3844	玻璃	SLAH65	804466	6.757
E8	G3	15	全	2.6250	9.3177	玻璃	STIH53	847238	8.304
		16	全	0.8432	-16.3366	空氣			8.533
E9	G3	17	全	2.5647	-9.2859	玻璃	SLAH58	883408	8.508
		18	全	2.2767	-11.1961	空氣			9.665
E10	G3	19	全	0.4500	無限大	玻璃	SBSL7	516641	10.151
E11	G3	20	全	1.5000	無限大	液體	水		10.201
E12	G3	21	F1	1.5000	表 4	液體	油	T300	10.367
			F2		表 4				
			F3		表 4				
E13	G3	22	全	0.4500	無限大	玻璃	SBSL7	516641	10.584
		23	全	0.0750	無限大	空氣			10.642
E14	G3	24	全	3.1583	120.2680	玻璃	SLAH65	804466	10.680
E15	G3	25	全	0.6000	-7.2241	玻璃	STIH10	728285	10.724

04091-AB

		26	全	0.0750	13.8153	空氣			10.634
E16	G3	27	全	3.0844	13.7118	玻璃	SBSM10	623570	10.696
		28	全	0.3424	-11.1618	空氣			10.713
E17	G3	29	全	0.6000	-9.5071	玻璃	STIH13	741278	10.652
		30	全	0.0750	68.8748	空氣			11.180
E18	G3	31	全	1.7063	18.2078	玻璃	SLAL13	694532	11.589
		32	全	26.6908	-115.6915	空氣			11.592
E19	G3	33	全	3.1085	10.2784	玻璃	SNPH1	808228	9.888
E20	G3	34	全	2.7193	-9.9003	玻璃	SLAH58	883408	9.581
		35	全	2.6192	58.0014	空氣			7.805
像		36	全	0.0000	無限大	空氣			6.008

變焦透鏡系統 60 包括一位於表面 13 的光欄(stop)，其控制光線通過該處孔徑的大小。光欄位於光圈(physical iris)(或快門(diaphragm))的位置。光圈配置於後置透鏡群 G3 之前，且與後置透鏡群 G3 為軸向固定(axially stationary)。值得注意的是，在圖 4A 中，由於邊緣光線(rim ray)通過光欄表面 13 刻度的光軸邊(axis side)，以致於變焦透鏡系統在任何光場位置(field position)、變焦位置及成像位置，其光束(light beam)都不會有周邊暗角(vignetting)。然而，值得注意的是，F 數值藉由變焦成像的位置及光圈的開合來改變。對成像位置 F1 而言，在變焦位置 Z1-Z8 的光圈直徑分別為 6.71、6.39、5.96、5.53、5.18、4.84、4.63 及 4.61。這顯示當焦距增加時，位於表面 13 的光圈應為閉合。與成像位置 F1 相比，對成像位置 F2 及 F3 而言，變焦位置 Z1-Z8 的光圈直徑需改變一小於 0.3 毫米直徑的微小量，以維持與成像位置 F1 相同的 F 數值。

請參照表 1，為了闡明此設計的範圍及多樣性，表 1 所列資料具有八個不同的變焦位置 Z1、Z2、Z3、Z4、Z5、

Z6、Z7 及 Z8 與三個不同的成像位置 F1、F2 及 F3，實質上，對可移動式變焦透鏡群 G2 及可形變的光學表面 21 提供 24 個($8 \times 3 = 24$)不同組合的特定數據。

對於成像位置 F1 的變焦位置 Z1-Z8 而言，變焦透鏡系統 60 的焦距於波長 546.1 奈米的條件下分別為 5.89、7.50、11.25、15.00、18.75、30.00、41.25 及 45.00 毫米。對於變焦位置 Z1-Z8 而言，相對應的 F 數值於波長 546.1 奈米的條件下分別為 2.80、2.90、3.05、3.25、3.45、3.70、3.95 及 4.00。

對於成像位置 F1 而言，物面 1(object plane)假設位於無窮遠處；對於成像位置 F2 而言，物面 1 位於大約 1016.25 毫米的中等距離；對於成像位置 F3 而言，物面 1 位於大約 378.75 毫米的近距離(即距離像面為 378.75 毫米)。在這三成像位置 F1、F2 及 F3 之每一處，在變焦透鏡群 G2 所有的可移動範圍內，透鏡群 G1 及 G3 仍保持相同的位置。表 2 及表 3 提供表面 7 及表面 12 的間距值(separation value)，而表 4 提供成像位置 F1-F3 及變焦位置 Z1-Z8 的表面 21 的曲率半徑。

表 2

表面 7 的間距值(separation value)

表面	成像	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
7	F1	0.0832	5.7132	13.7126	18.4633	21.6974	27.4007	30.5400	31.3096
7	F2	0.0902	5.7486	13.6468	18.3289	21.5154	27.0776	30.0174	30.7361
7	F3	0.0750	5.6942	13.4674	18.1217	21.3355	26.7467	29.5798	30.2701

表 3

表面 12 的間距值(separation value)

表面	成像	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
12	F1	31.5294	25.8992	17.8996	13.1486	9.9140	4.2101	1.0701	0.3000
12	F2	31.5178	25.8581	17.9590	13.2762	10.0892	4.5268	1.5870	0.8729
12	F3	31.5324	25.9120	18.1380	13.4831	10.2689	4.8577	2.0248	1.3384

表 4

表面 21 的曲率半徑

表面	成像	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
21	F1	-33.9902	-40.9700	-60.9667	-84.8892	-106.7630	-101.7297	-58.3998	-48.6792
21	F2	-34.3890	-42.0587	-65.5384	-101.1799	-154.9184	-370.2777	-263.5374	-212.3139
21	F3	-35.0134	-43.6001	-72.6330	-133.7178	-351.2333	214.4454	125.5481	115.8049

任何所屬技術領域中具有通常知識者當知，在極端(extreme)的成像位置 F1 及 F3 之間，可有效地連續成像，在極端的變焦位置 Z1 及 Z8 之間，可有效地連續變焦，且在變焦透鏡系統 60 的所述變焦成像範圍內，可有效地任意組合連續成像及連續變焦。

如圖 2 所示及滿足上述表 1 的變焦透鏡系統 60，其透鏡群 G1 及 G2 的焦距分別為 54.30 及 -12.25 毫米。而且，由於液體之間的表面 21 形狀為可變，因此透鏡群 G3 具有一可變的焦距，其最小值為 30.18 毫米而最大值為 38.97 毫米，且分別位於變焦位置 Z1 與成像位置 F1，及變焦位置 Z8 與成像位置 F3。變焦透鏡系統 60 的液態透鏡盒 LC 繪示於圖 3A 及圖 3B，從表 1 中位於液體之間的可形變表面 21 可看出兩個極端的曲率半徑。在圖 3A 及圖 3B 中，表面 21 的兩個曲率半徑分別約為 -33.99 及 +115.80 毫米。在圖 3A 及圖 3B 中，液態透鏡盒 LC 的兩個極端的焦距分

別為-185.20 及 630.97 毫米。其差異發生於變焦位置 Z1 與成像位置 F1，及變焦位置 Z8 與成像位置 F3。在本實施例中，表面 20、21 與表面 21、22 之間的兩液體的體積隨著表面形狀的改變而變化。然而，藉由外加微小的變化(大小相等但趨勢相反)至表面 20、21 與表面 21、22 之間的軸向間距，可維持每一液體的體積不變。

現請參考圖 4A、圖 4B 及圖 4C，其分別繪示具有不同位置的變焦透鏡群，不同位置的液態透鏡盒的可形變表面，及光線軌跡(traces)的變焦透鏡系統 60。圖 4A 繪示的變焦透鏡系統 60，其成像位置 F1、變焦位置 Z1 且資料列於上述表 1，而其成像於無窮遠處且具有一小焦距約 5.9 毫米。圖 4B 繪示的變焦透鏡系統 60，其成像位置 F2、變焦位置 Z3 且資料列於上述表 1，而其成像於中等距離處且焦距約 11.3 毫米。圖 4C 繪示的變焦透鏡系統 60，其成像位置 F3、變焦位置 Z8 且資料列於上述表 1，而其成像於近距離處且焦距約 44.8 毫米。

圖 4A、圖 4B 及圖 4C 繪示變焦透鏡群 G2 三種不同的軸向位置及對應的三種位於液體之間的可形變表面 21 的形狀，其變焦及成像位置分別為：Z1、F1，Z3、F2 及 Z8、F8。

變焦透鏡系統 60 的光學品質繪示於圖 5A、圖 5B 及圖 5C，其中多彩繞射光調變轉換函數(diffraction based polychromatic modulation transfer function, MTF)資料(調變對空間(spatial)頻率)以百分比(%)表示，其分別繪示於表 1 中

提出之三種不同變焦成像位置組合的五個不同的光場位置 (field position)，而此三種不同的組合以 $(Z1, F1)$ 、 $(Z3, F2)$ 及 $(Z8, F3)$ 為示例。光場位置在此以兩種值被提出，即標準(normalize)影像高(毫米)及始於光軸的實物(actual object)空間角(度)。圖 5A、圖 5B 及圖 5C 的右上角標示調變轉換函數百分比(MTF percentage)的波長及其對應的權重(weighting)，並且以不同的標線繪出於像面 36 正切(tangential, T)及徑向(radial, R)的量測。值得注意的是，在軸向光場位置(Axis)的正切值及徑向值相等，此處僅以一種標示(plot)描繪。最大空間頻率為 90 週期/毫米(cycle/mm)時，其像徑約為 6 毫米且偵測器像素尺寸的選擇可提供至少相當於高畫質電視(HDTV)解析度的高影像品質，即水平畫素 1920、垂直畫素 1080。空間頻率的調變轉換函數為相當標準的光學品質的量測，其中「90 週期/毫米」意指於決定明晰度(clarity)的圖上，其每毫米有 90 對黑白線。對變焦位置 Z1 及成像位置 F2 而言，於全徑向光場(full radial field)中，其最高調變轉換函數值約為 89%。對變焦位置 Z8 及成像位置 F3 而言，於全正切光場(full tangential field)中，其最低調變轉換函數值約為 58%。於變焦位置 Z1 及成像位置 F1，其最小相對照度(relative illumination)約為 75%。一般而言，較高的相對照度值較佳，因為低照度值代表光在影像(picture)的角落會衰減(fall off)。對最先進的(state of the art)偵測器而言，高全場(high full field)的相對照度較受歡迎，其對全域光(light in all

areas)有一定的反應，且可精確地於變焦時隨著影像改變，而再現影像角落明暗的細微變化。低於 50% 的照度於電子偵測器可能會導致細微的變化，但對膠片(film)而言，低於 50% 的照度將可被接受。最高正畸變為+3.04%於變焦位置 Z3 及成像位置 F1，且最低負畸變為-2.98%於變焦位置 Z1 及成像位置 F3。一般鏡頭所謂「脹縮」(breathing)的問題於較大景深(depth of field)時值得注意，亦即是由遠至近成像時，影像改變大小，而此問題實質上並不存在於變焦範圍為短焦距的變焦透鏡系統 60 中。最低脹縮為-0.2%於變焦位置 Z1 及成像位置 F3，且最高脹縮為-19.5%於變焦位置 Z8 及成像位置 F3。脹縮為於最大視場角(field angle)時，由無窮遠聚焦處至一選定的(selected)聚焦處的百分比變化。據此，於無窮遠聚焦處 F1 脹縮為零，因為其為參考視角(field of view, FOV)。

所有光學品質的數據是在攝氏 25 度(華氏 77 度)，標準大氣壓(760 毫米汞柱)，且在變焦透鏡系統 60 中，全孔徑有效的情況下所得到的數據。然而，以調變轉換函數值為例，變焦透鏡系統 60 實質上於攝氏 0 度至 40 度(華氏 32 度至 104 度)的溫度範圍內，皆可提供穩定的光學品質，且若可接受品質有些許的降低(調變轉換函數)，則變焦透鏡系統 60 的操作溫度範圍可擴展至攝氏-10 度至 50 度(華氏 14 度至 122 度)或更大。於溫度改變時，藉由對變焦透鏡群 G2 作軸向調整，或改變可形變的光學表面 21 的形狀，或兩者搭配調整，可進一步達到最佳的光學品質。於

所有變焦位置及成像位置，皆可以上述方式達到最佳的光學品質。在大約攝氏 0 度(華氏 32 度)的低溫或更低時，為了避免凝固(freezing)(形成固體)，液體需要加熱或以參雜液體(doped liquids)取代，此方式類似於低溫操作時，在車用散熱器(car radiator)的水中加入防凍劑(anti-freezing)。然而，值得注意的是，較佳的液體為其材料隨著溫度的變化，而其光學特性沒有顯著的改變。

當所述使用變焦透鏡系統 60 的實施例於適當的尺寸範圍內使用 6 毫米直徑(所謂的三分之一英吋晶片感測器(third inch chip sensor))時，此變焦透鏡系統 60 的尺寸可於使用各種膠片(film)及電子偵測器的圖像格式(image formats)時作適當地縮放。

液態透鏡盒的明晰孔徑(clear aperture diameter)有其極限。若使用一足夠小的偵測器，液態透鏡盒可配置於偵測器附近。另外，液態透鏡盒可配置於中間影像(intermediate image)附近，因為通過此處的光束的「束腰」(waist)足夠窄。液態透鏡盒可配置於中間影像之前、之後或兩者皆可。束腰效應(waist effect)發生在光欄或光圈附近。如表 2 所示，光圈的直徑大約為 6.7 毫米。因為光欄或光圈的直徑小，所以將其配置於光欄或光圈的附近較為適當。僅使用一組軸向可移動式變焦透鏡群來實現廣焦距的變焦為變焦透鏡系統 60 眾多的優點之一。對大部份傳統的變焦透鏡系統而言，其需要至少兩組軸向可移動式變焦透鏡群及其對應的機械部件才可達到高光學品質，相較於

此，變焦透鏡系統 60 的設計提供了一個具有高光學品質且機械部件較不複雜的透鏡系統。變焦透鏡系統 60 獨特的設計，不需額外的可移動式透鏡群及其對應的機械部件，即可提供大範圍的聚焦成像範圍。本發明所揭露的變焦透鏡系統 60 的設計僅作為示例之用，而其他在不脫離本發明之精神和範圍內的設計，就屬本發明所欲保護的範疇。由上述的實施例及附加的參考圖式，任何所屬技術領域中具有通常知識者，對變焦透鏡系統 60 的其他特性及優點可顯而易見。

變焦透鏡系統的液體光學原理及其輻射光路的轉折

使用液態透鏡盒來取代一個或多個可移動式透鏡群，可額外增加光路組態的選擇。以液態透鏡盒取代可移動式透鏡群可使透鏡系統更加的精巧。然而，線性光學的設計會使鏡頭總長比我們想要的還要長。使用液態透鏡盒而不是可移動式透鏡群，可使得利用例如是光路折合元件(folds)的光學元件來轉折輻射光軸以縮短鏡頭實際的長度更為容易。雖然通過鏡頭的光路總長不變，但液態透鏡盒提供一個重要的空間來轉折光路，以縮短一個或多個方向的長度。此架構允許較長鏡頭總長的系統應用在較小的照相系統中。例如，定焦傻瓜相機及手機照相系統沒有多餘的空間可容納一個太長的鏡頭。使用液態透鏡盒與光路折合元件的組合允許較佳的透鏡系統使用在這些精巧的照相系統中。大型的照相機也可藉由縮短照相系統的長度獲得益處，以提供足夠的空間給沒有轉折輻射光軸的透鏡系統。

圖 6 繪示本發明一實施例之使用液態透鏡盒與單一光路折合元件 41 的變焦透鏡系統的示意圖。使用液態透鏡盒而不是可移動式透鏡群，可降低空間需求，並提供額外的空間配置選擇給折合反射鏡(fold mirrors)或稜鏡(prism)。圖中繪示光路折合元件的配置並不與可移動式透鏡群衝突。

除非增加光學的複雜度，否則隨著變焦透鏡系統的總長縮短，可能會造成光學品質些許的降低，例如於系統中使用較多透鏡及/或加入較多非球面透鏡。然而，藉由折合變焦透鏡系統，可縮短鏡頭長度。圖 6 繪示旋轉 45 度的光路折合元件配置於後置透鏡群 G3 的大空間中，以將輻射光軸轉折 90 度。

圖 7 繪示本發明另一實施例之使用液態透鏡盒與一對(dual)光路折合元件 42 及 43 的變焦透鏡系統的示意圖。圖 7 繪示一對旋轉 45 度的光路折合元件配置於後置透鏡群 G3 的大空間中，以將輻射光軸轉折兩次，總共轉折 180 度，以致於輻射光行進方向反轉。這樣的配置方式對於暗箱(camera box)中的變焦透鏡系統較受歡迎。再者，變焦透鏡系統於所有的變焦成像位置上具有 F/28 之一固定孔徑，但為了維持約相同變焦透鏡系統的直徑，可能會發生些許的周邊暗角現象。在這種情況之下，影像品質似乎會有些許的下降，但藉由變焦透鏡系統的規定(prescription)的重新優化(re-optimization)，可作部份的修正。變焦透鏡系統可調整到不發生周邊暗角的現象。

圖 8A 及圖 8B 為本發明之實施例之變焦透鏡系統的示意圖，其繪示不同位置的變焦透鏡群及於液體間不同形狀的表面與轉折輻射光軸。本實施例繪示一可供選擇的透鏡佈局。圖 8A 繪示一變焦位置，其放大(enlarge)影像至光路超出透鏡系統的參數。本實施例繪示一可供選擇的設計，且此設計可作些許的更動，以校正此效應。

由於光路折合元件 44 及 45 足夠平行，以致於離開鏡頭元件 50(lens element)的光線足夠平行透過透鏡 46 進入透鏡系統的光線。當透鏡群 48 移動以提供足夠的變焦時，透鏡群 47 仍固定不動。透鏡群 49 包括一液態透鏡盒，用以執行變焦成像功能。

圖 9A、圖 9B 及圖 9C 為本發明之實施例之變焦透鏡系統的示意圖，其中液態透鏡盒及光路折合元件被配置於一可較佳地縮短透鏡系統長度的重要位置。光透過透鏡群 200 進入透鏡系統。移動透鏡群 201 可提供足夠的變焦。光線通過光圈或光欄 202，並進入包括一液態透鏡盒的透鏡群 203。光路折合元件 204 將光轉折，以通過透鏡群 205，其包括一具有可變表面 206 的液態透鏡盒。光路折合元件 208 再將光線轉折，以通過透鏡群 209，並朝向像面 210。圖 9A 繪示之變焦透鏡系統，其焦距約 6 毫米、F/2.8 且成像於無窮遠處。圖 9B 繪示之變焦透鏡系統，其焦距約 15 毫米、F/2.8 且成像於無窮遠處。圖 9C 繪示之變焦透鏡系統，其焦距約 51 毫米、F/2.8 且成像於無窮遠處。

透鏡群 203 的第一液態透鏡盒所具有的最大明晰孔徑

的直徑約為 10 毫米。透鏡群 205 的第二液態透鏡盒所具有的最大明晰孔徑的直徑約為 16 毫米。藉由包括一閃光燈 (camera flash) 來減慢拍攝光圈 (taking aperture)，可將變焦透鏡系統回復至僅使用一個液態透鏡盒的情形。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 繪示一具有變焦鏡頭的照像系統的方塊圖。

圖 2 繪示本發明一實施例之使用液態透鏡盒的變焦透鏡系統的示意圖。

圖 3A 及圖 3B 繪示圖 2 之變焦透鏡系統的液態透鏡盒。

圖 4A、圖 4B 及圖 4C 繪示圖 2 之變焦透鏡系統的變焦透鏡群三種不同的軸向位置及對應的三種位於液體之間的可形變表面的形狀。

圖 5A、圖 5B 及圖 5C 繪示圖 2 之變焦透鏡系統的調變轉換函數。

圖 6 繪示本發明一實施例之使用液態透鏡盒與單一光路折合元件的變焦透鏡系統的示意圖。

圖 7 繪示本發明另一實施例之使用液態透鏡盒與一對光路折合元件及的變焦透鏡系統的示意圖。

圖 8A 及圖 8B 為本發明之實施例之變焦透鏡系統的示

意圖。

圖 9A、圖 9B 及圖 9C 為本發明之實施例之變焦透鏡系統的示意圖。

【主要元件符號說明】

100：照像系統

102：變焦鏡頭

104：鏡頭控制模組

106：影像擷取模組

108：影像儲存模組

110：影像轉換模組

E1~E20、46：透鏡

G1~G3、47~50、200、201、203、205、207、209：

透鏡群

LC：液態透鏡盒

1：物體位置

2~12、14~20、22~35：光學表面

13、202：光欄

21、206：液體間的接觸表面

36、210：像面

38：光軸

41~45、204、208：光路折合元件

60：變焦透鏡系統

七、申請專利範圍：

1. 一種變焦透鏡系統，包括：

一變焦透鏡群，可沿一光軸移動；

一軸向固定式透鏡群，沿該光軸對位，該軸向固定式透鏡群包括至少一液態透鏡盒，該至少一液態透鏡盒包括與一第二液體接觸的一第一液體，以形成一光學表面，其具有位於該第一液體與該第二液體之間的一可變形狀；以及

一光路折合元件，對位以形成沿該光軸的一折合；

其中該變焦透鏡群、該軸向固定式透鏡群以及該光路折合元件接收來自該變焦透鏡系統之一物側空間的一輻射光，並傳遞該輻射光至一像側空間而不形成沿著該被折合的光軸的一中間影像，其中該變焦透鏡群沿該光軸配置在該軸向固定式透鏡群以及該光路折合元件之前。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之變焦透鏡系統，其中該變焦透鏡群為單一的軸向可移動式變焦透鏡群。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之變焦透鏡系統，其中該軸向可移動式變焦透鏡群不包括一液態透鏡盒。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之變焦透鏡系統，其中該光路折合元件包括一平面鏡。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之變焦透鏡系統，其中該光路折合元件包括一稜鏡。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之變焦透鏡系統，更包括一物鏡群，該物鏡群為軸向固定式且具有正屈光度，其

中該物鏡群、該變焦透鏡群以及該軸向固定式透鏡群對位在該光軸上。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之變焦透鏡系統，其中該液態透鏡盒位於該變焦透鏡群與該光軸上的該像側空間之間。

8. 一種照相系統，包括：

一變焦鏡頭，包括一可移動式透鏡群、一液態透鏡盒及一光路折合元件，該可移動式透鏡群、該液態透鏡盒及該光路折合元件對位在一共同的光學路徑上，其中該可移動式透鏡群可沿該共同的光學路徑移動，以及該光路折合元件改變輻射光軸的方向以形成一折合的光學路徑；以及

一影像擷取元件，配置於該變焦鏡頭之聚焦處，其中該變焦透鏡系統沿著該被折合的光軸不形成一中間影像，以及該可移動透鏡群沿該共同的光學路徑配置在該液態透鏡盒以及該光路折合元件之前。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之照相系統，其中該可移動式透鏡群為單一的可移動式透鏡群。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之照相系統，其中該影像擷取元件為一電荷耦合元件(Charge Coupled device, CCD)偵測器。

11. 如申請專利範圍第 8 項所述之照相系統，其中該影像擷取元件為一膜片，且該膜片具有感光功能。

12. 如申請專利範圍第 8 項所述之照相系統，其中該影像擷取元件為一互補金氧半導體(Complementary Metal

Oxide Semiconductor，CMOS)偵測器。

八、圖式：

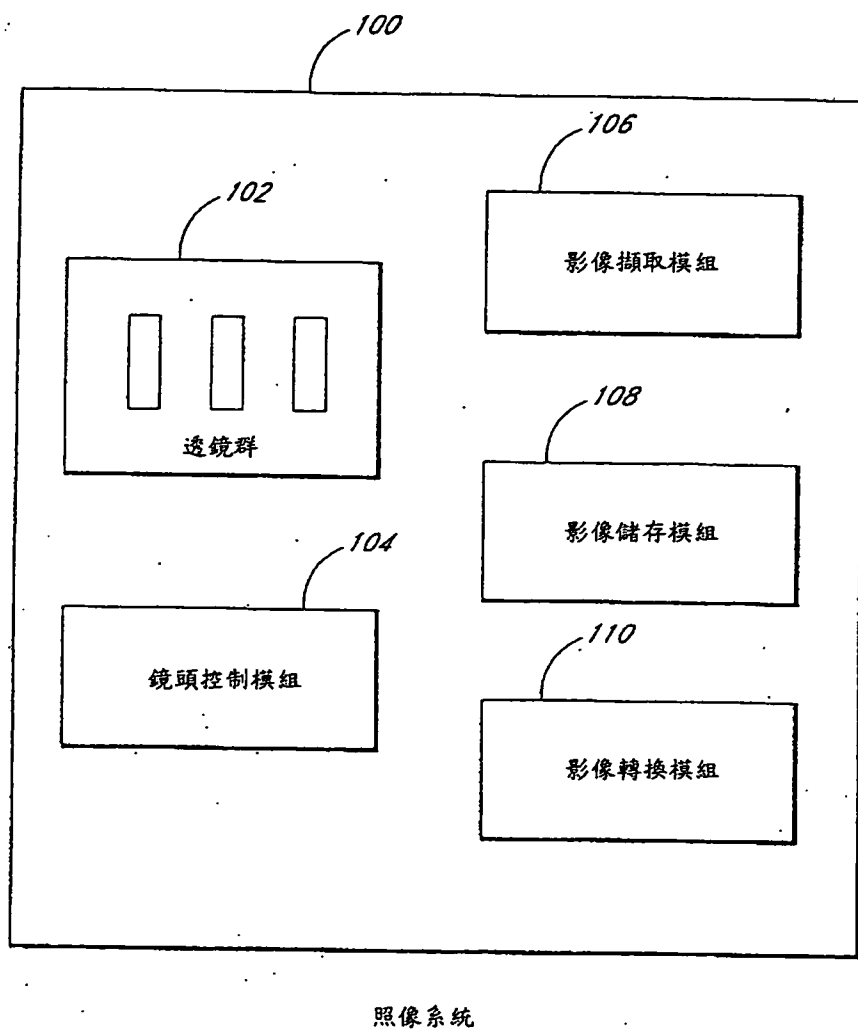
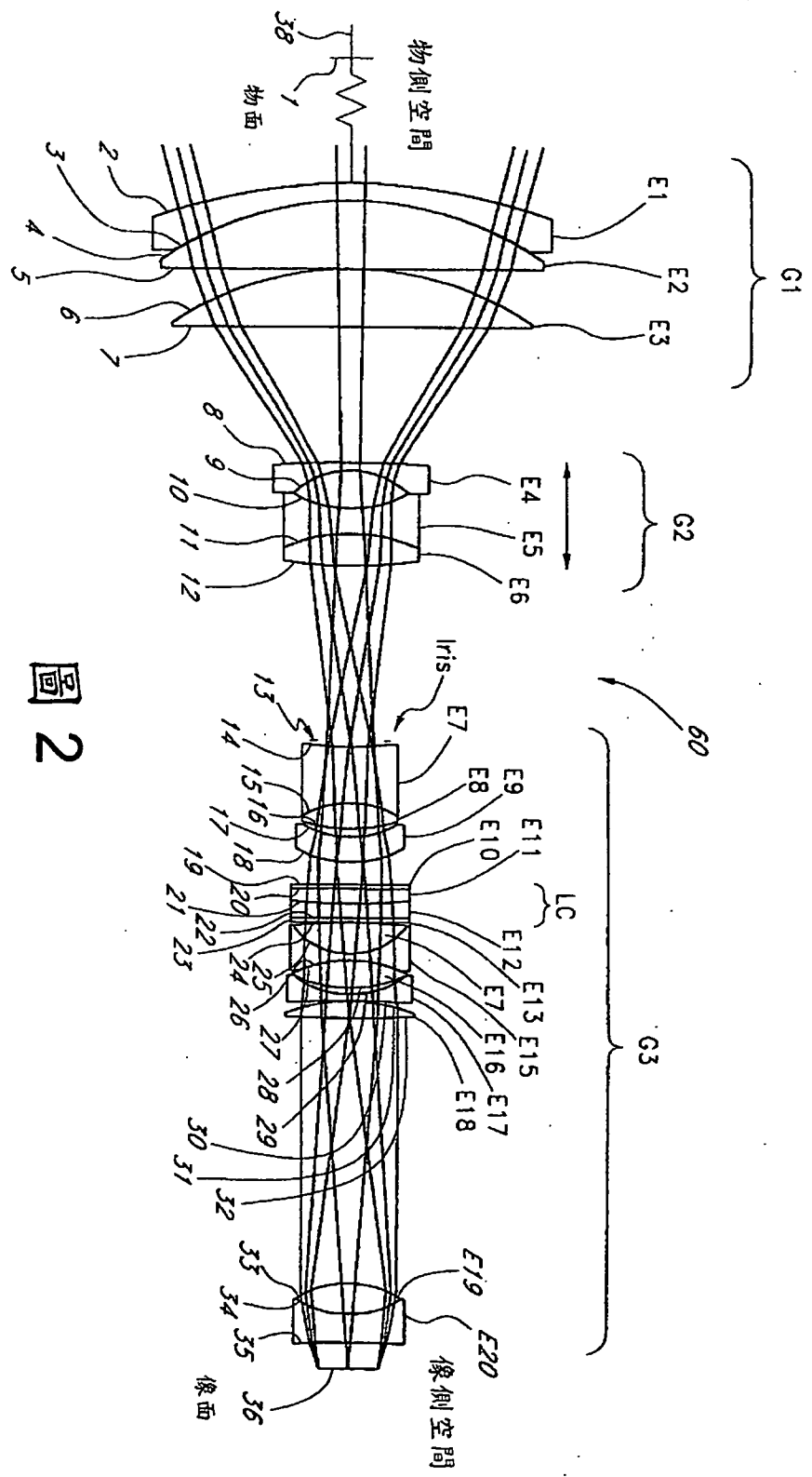


圖 1



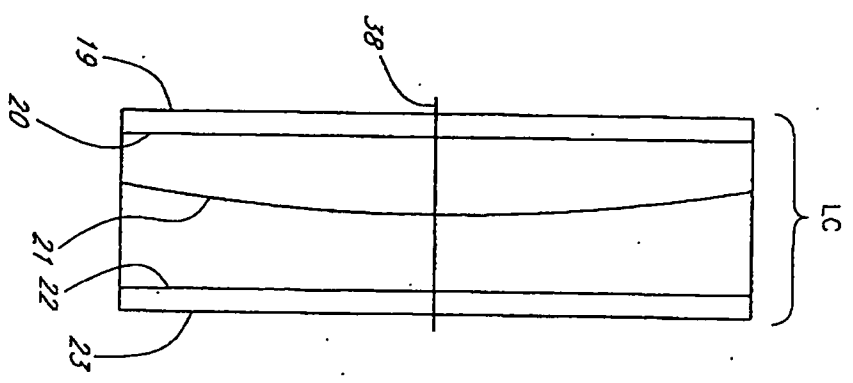


圖 3A

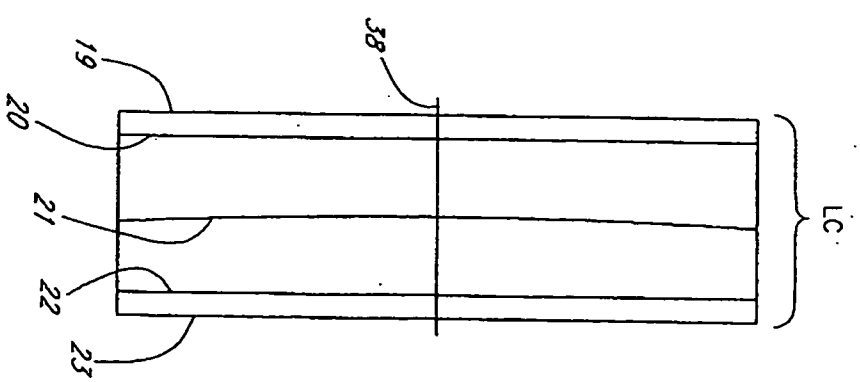


圖 3B

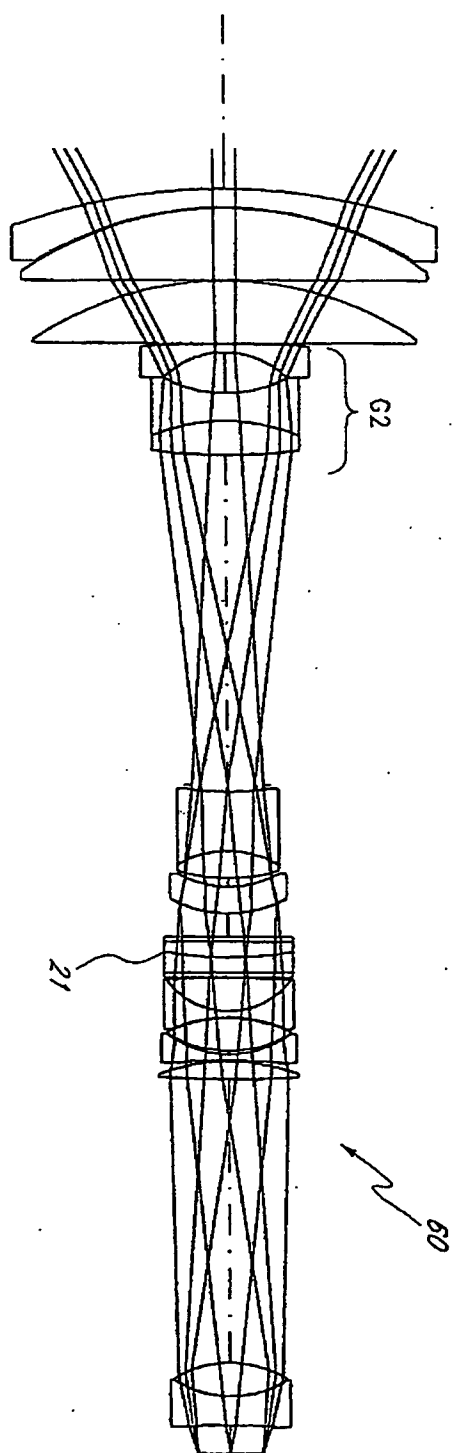


圖 4A

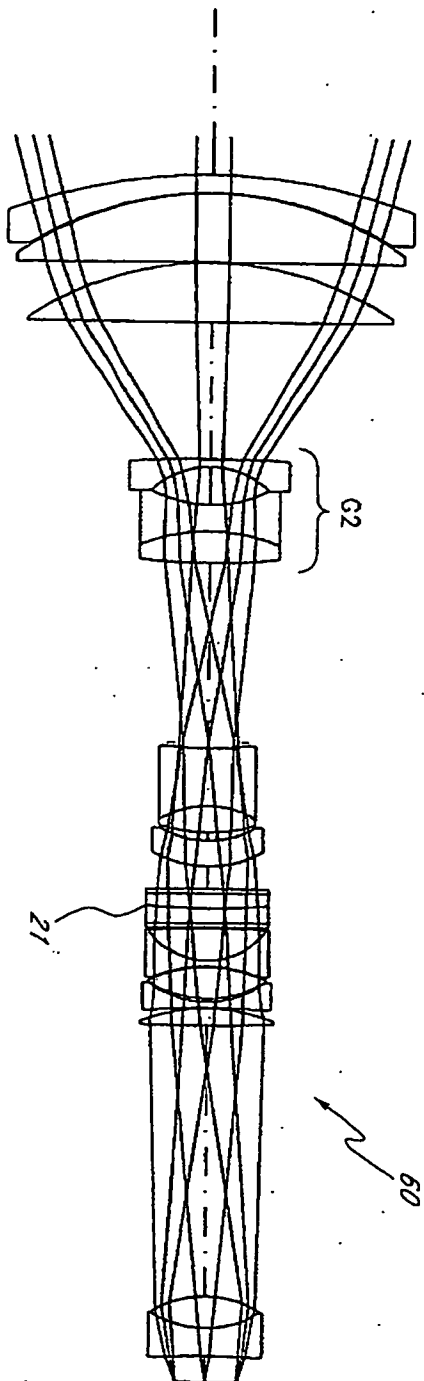


圖 4B

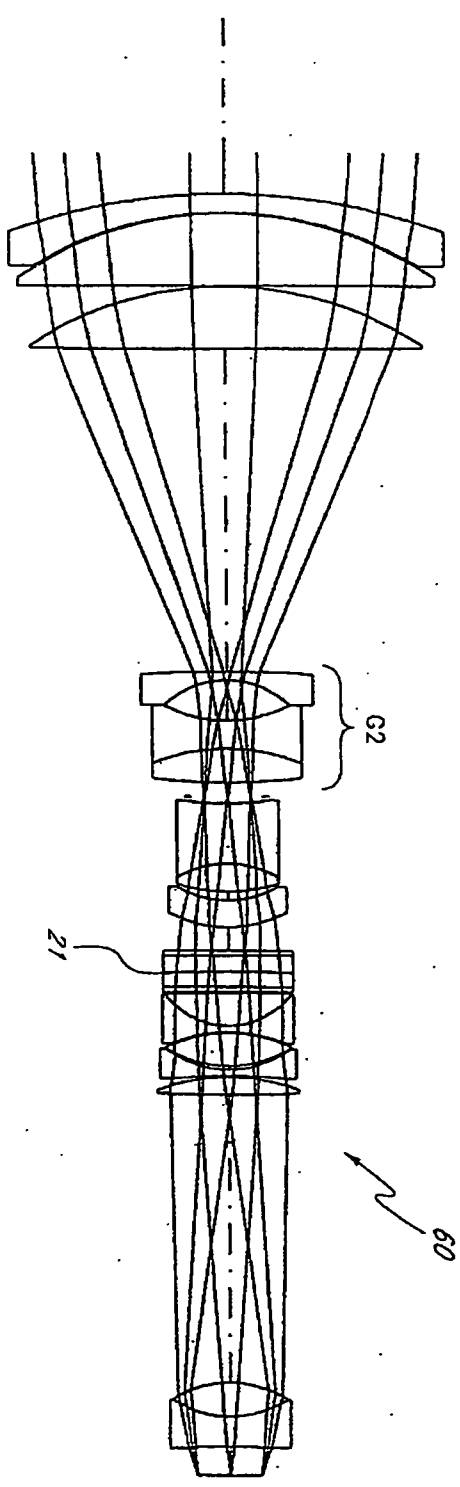


圖 4C

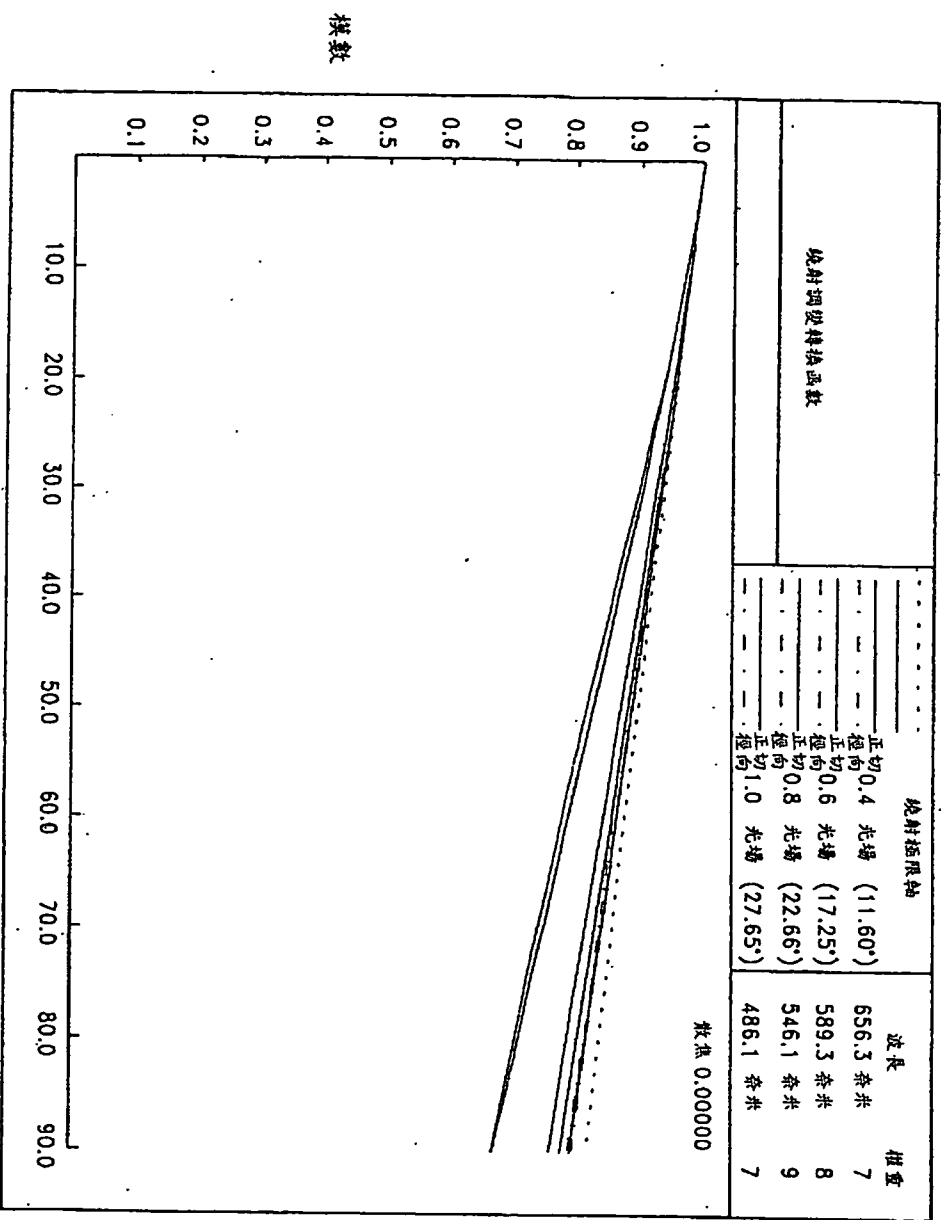


圖 5A

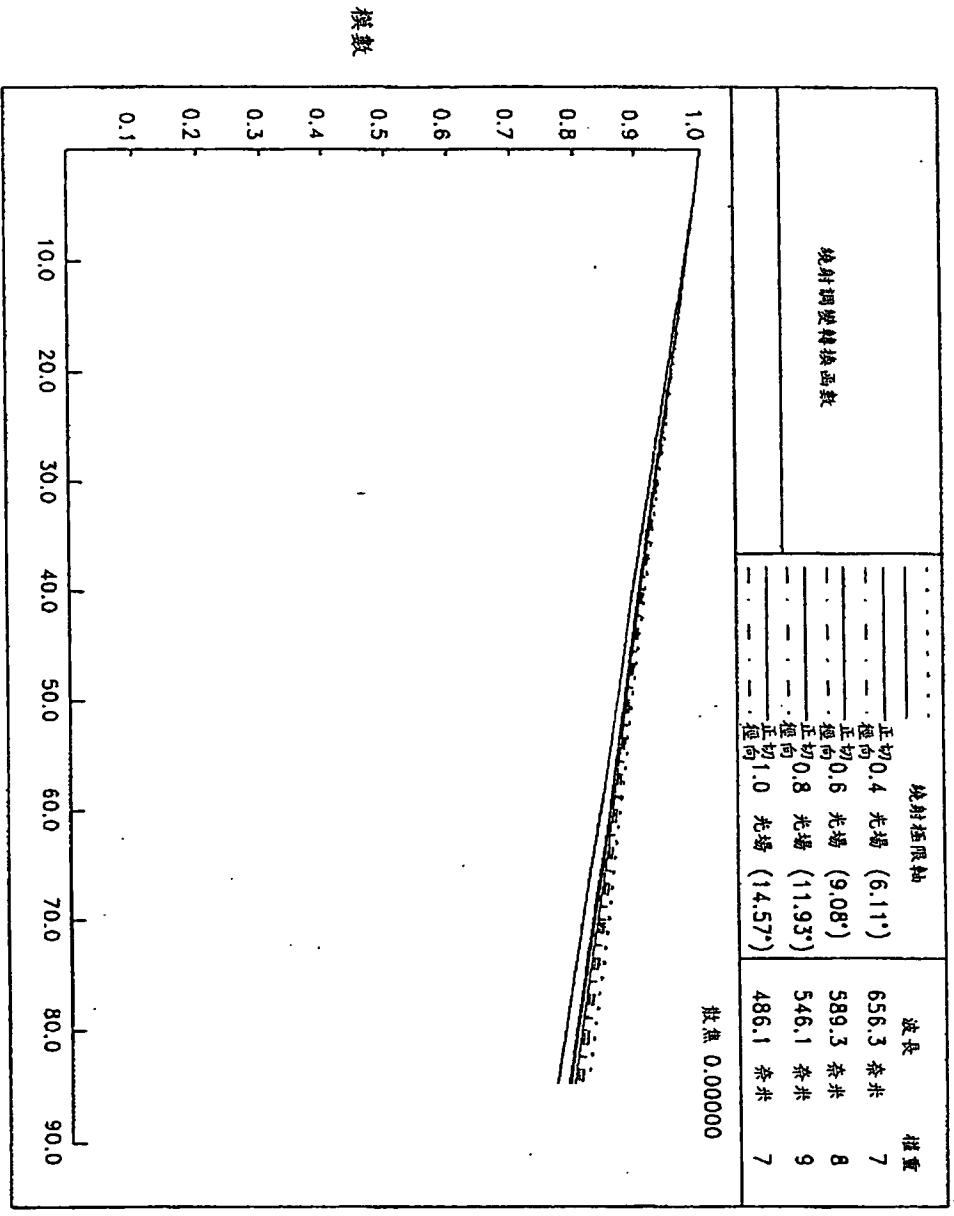


圖 5B

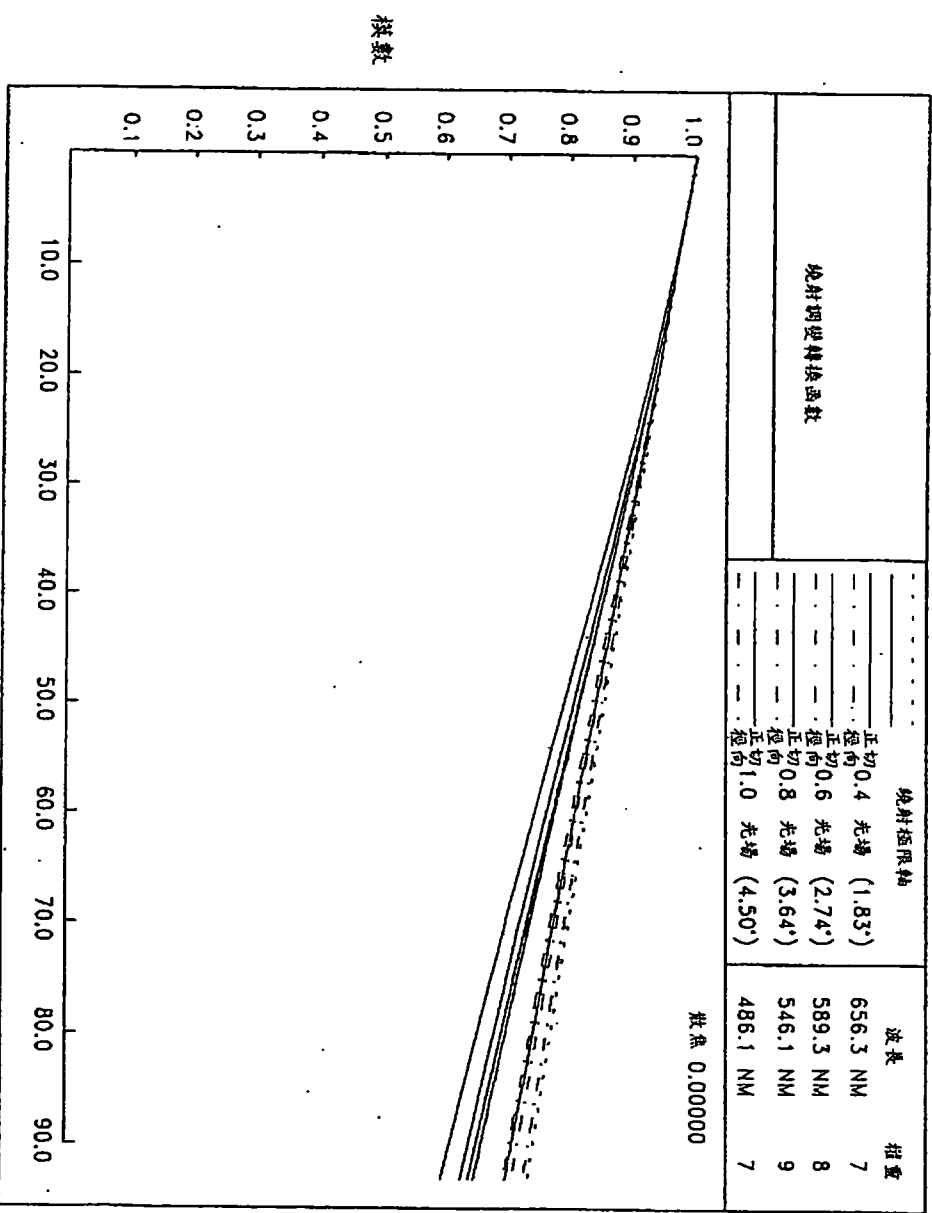


圖 5C

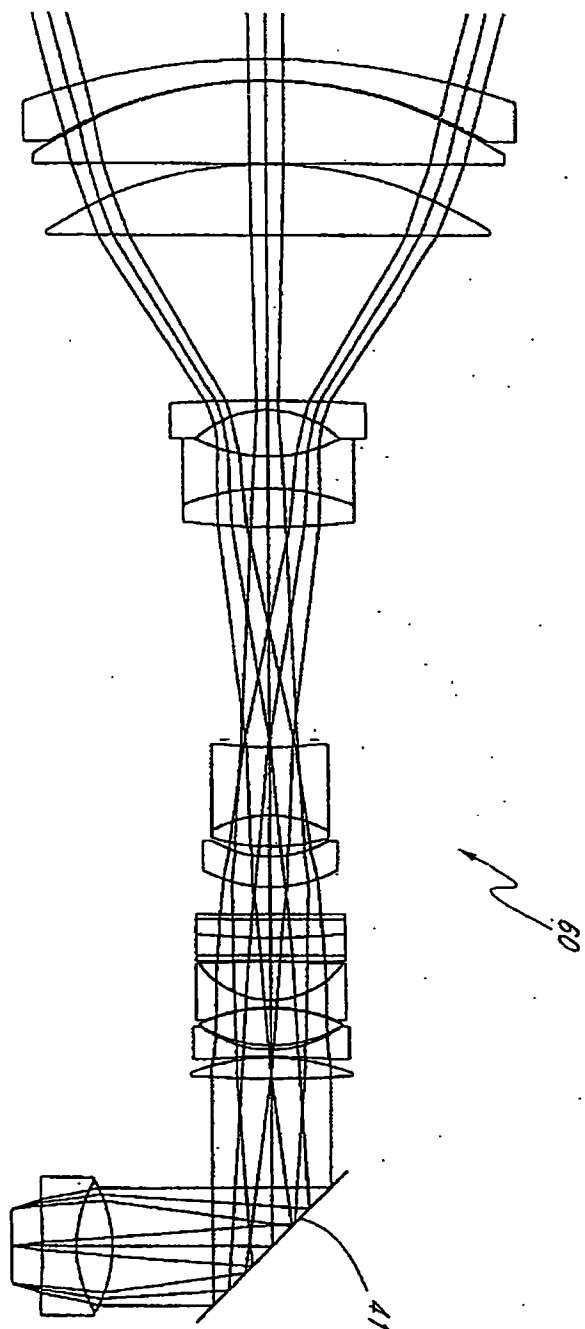


圖 6

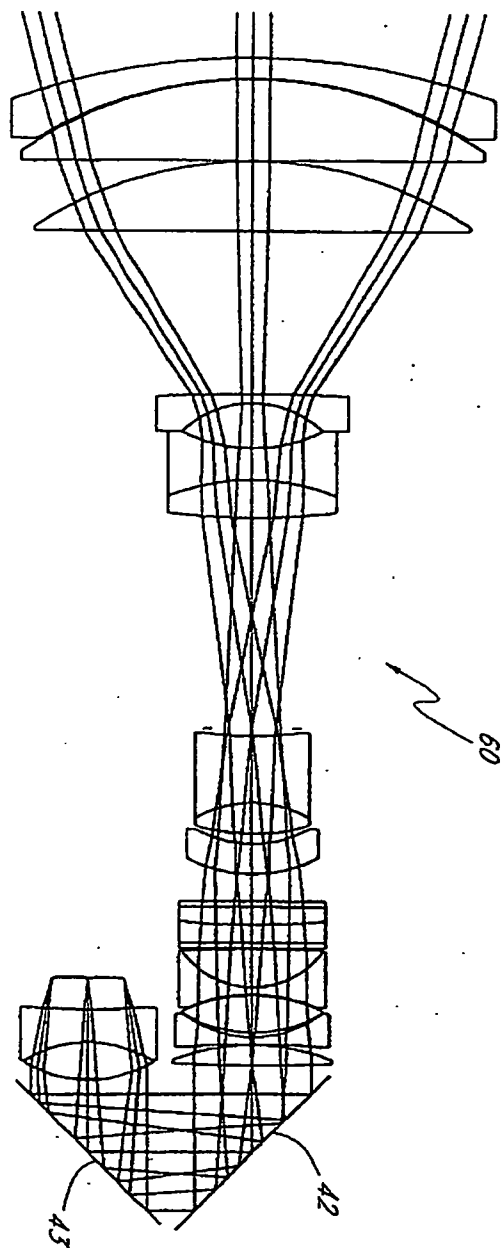


圖 7

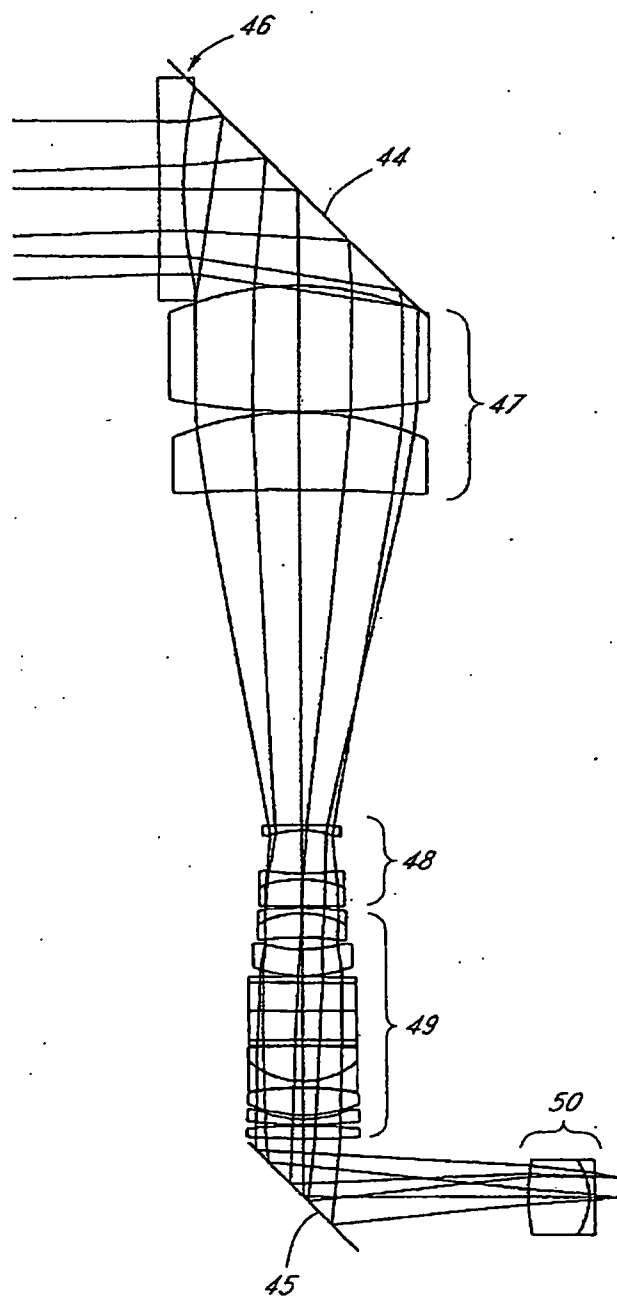


圖 8A

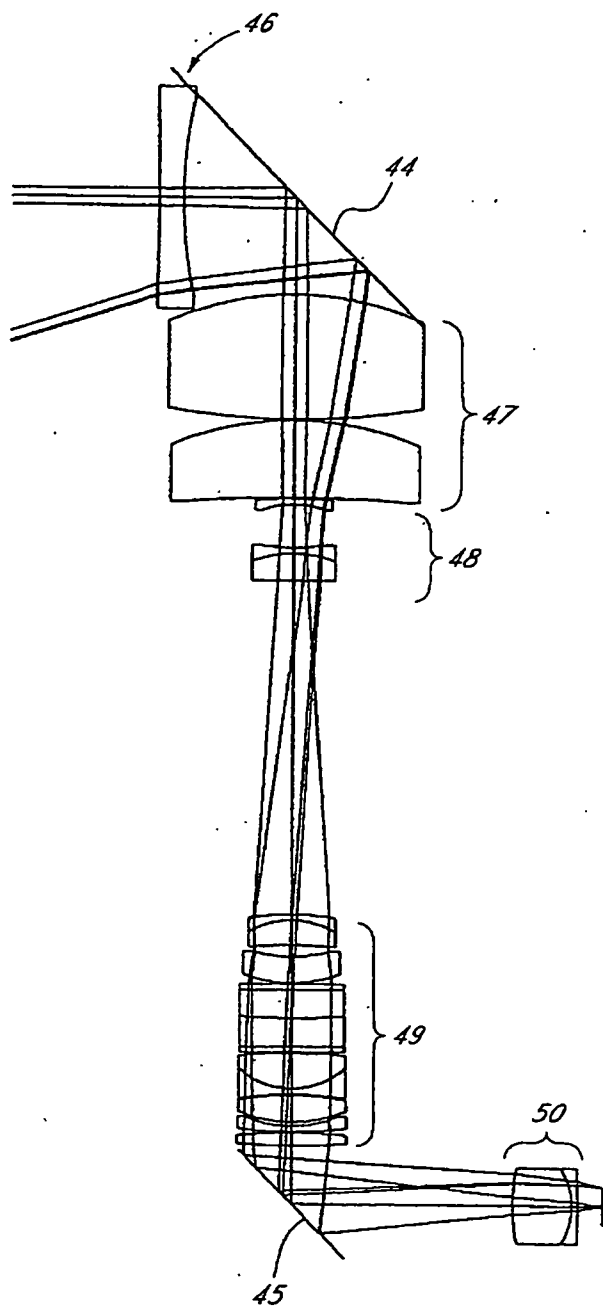


圖 8B

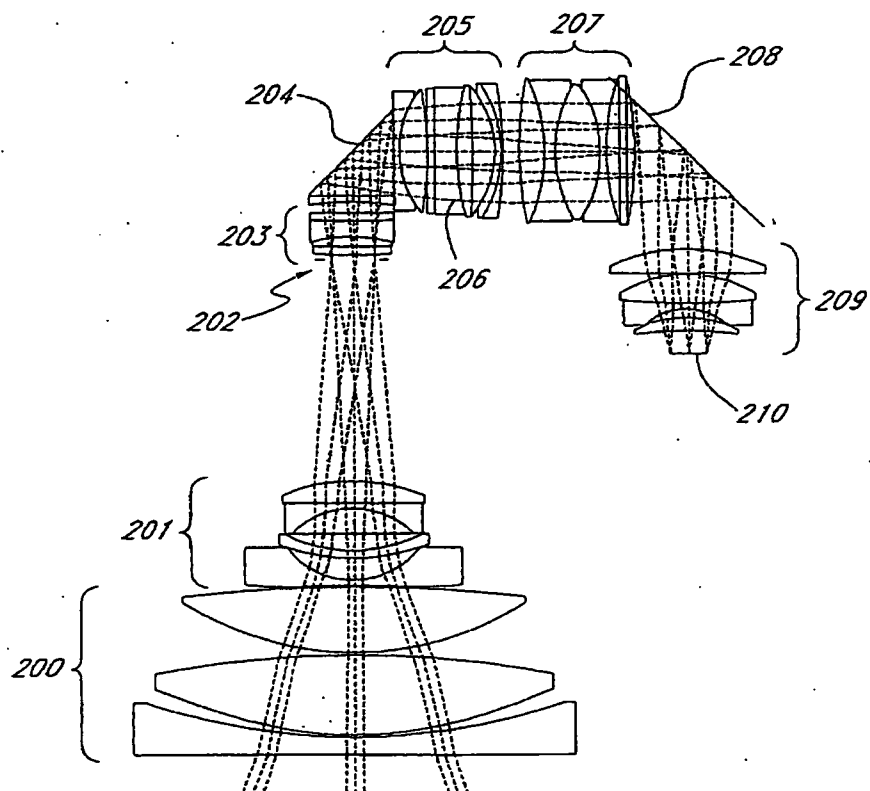


圖 9A

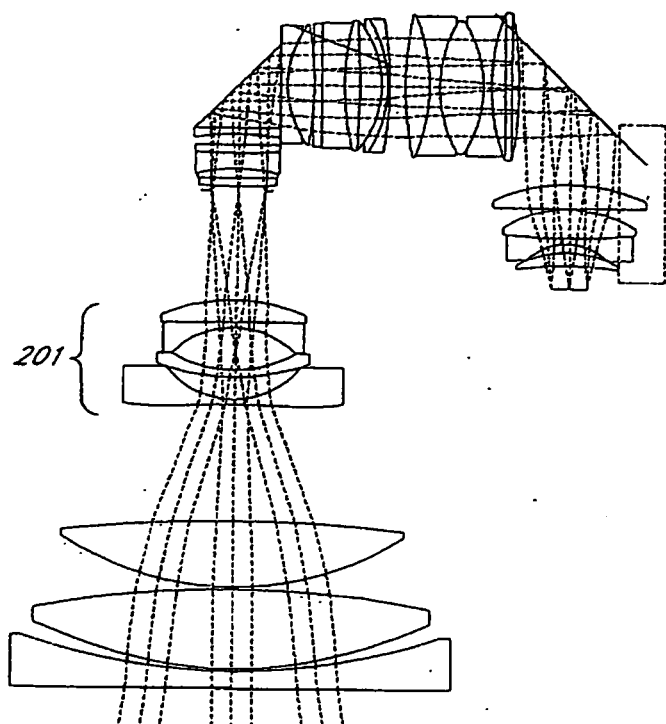


圖 9B

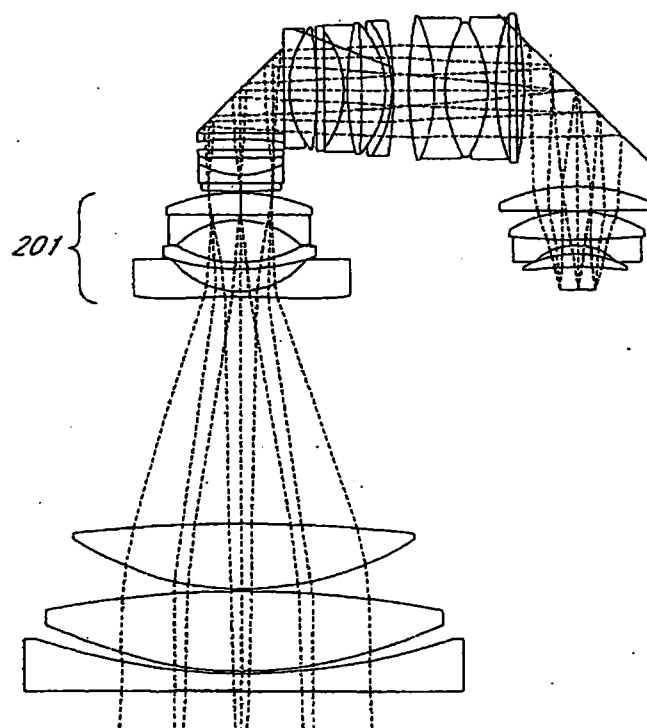


圖 9C