

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93119950

※申請日期：93年07月01日

※IPC分類：G02B 17/08 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 具即時之無失真成像的全景影像系統

(英) Panoramic video system with real-time distortion-free imaging

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 物理光學公司

(英) PHYSICAL OPTICS CORPORATION

代表人：(中) 1. 喬安娜 傑森

(英) 1. JANNSON, JOANNA L.

地 址：(中) 美國加州托倫斯葛美西廣場二〇六〇〇號

(英) 20600 Gramercy Place, Torrance, CA 90501- 1821, U.S.A.

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

三、發明人：(共 4 人)

1. 姓 名：(中) 安德魯 凱斯特洛斯基

(英) KOSTRZEWSKI, ANDREW A.

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

2. 姓 名：(中) 羅松光

(英) RO, SOOKWANG

國 籍：(中) 韓國

(英) KOREA

3. 姓 名：(中) 伊歐亞 歐格洛克

(英) AGUROK, IL'YA

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

4. 姓 名：(中) 馬克 班納米亞斯

(英) BENNAHMIA, MARK

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

四、聲明事項：◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2004/01/15 ; 10/758,829 ☒ 有主張優先權
2. 美國 ; 2003/07/03 ; 60/485,336 ☒ 有主張優先權

(英) U.S.A.

四、聲明事項：◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2004/01/15 ; 10/758,829 ☒ 有主張優先權
2. 美國 ; 2003/07/03 ; 60/485,336 ☒ 有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明大體上係有關於特殊攝影機系統的領域，更明確地係有關於一種即時的 360 度全景影像系統其使用一全景環狀鏡子，攝影機及獨一無二的展開軟體來提供該全景影像的一無接縫，無失真之水平視野。

【先前技術】

可被用來提供 360 度視野的全景光學系統是已知的。舉例而言，美國專利第 6,459,451 號揭示一種反射-折射 (catadioptric) 鏡片其可提供一 360 度的視野。此等光學系統可被有利地與一攝影機一起使用以提供一系統，該系統能夠藉由使用一單一攝影機在無需掃視或將多個影像接合起來的情形下，從一單一的位置攝取整個 360 度的場景，如整個房間或風景。然而，這些鏡片所提供的影像並無法讓觀看者可立即看得懂，除非該影像先經過“展開”。物鏡的 360 度視野的影像為環狀的或甜甜圈狀的且是被扭曲的，因此是無法被一人類觀看者立即識別的。因此，將該影像裝換或“展開”成為一在一扁平的媒體上，如實體地在底片上或電子地在一電腦螢幕上，的二維格式是必要的。展開處理包含一數學的轉換，如將每一畫素或像素加以轉換，且最好是以一種會造成很小的失真或無失真結果的方式來完成。此種一個像素一個像素的轉換是非常複雜且需要複雜且耗時的電腦程式，特別是對於解析度水準有

(2)

合理的要求且有很大數量的畫素的影像而言更是如此。因此，一直以來都不可能開發全景鏡片技術來提供一具有可接受的解析度之即時展開的視訊影像。

一種可即時提供從一全景鏡片及攝影機取得之未展開的影像的系統對於許多有用的應用而言是非常有利的。舉例而言，此一系統可使用一單一顯示器在一監看者一下提供一連續的全區視野的安全監看。此一系統亦可被安裝在一運輸機制上且被用在軍事或警用勘察目的上。其亦可被用來醫療形像化系統及交通察覺系統上。該系統可被定製用以與網際網路傳輸及無線系統相容且可被設計來供影像壓縮之用，用以降低傳輸頻寬的要求。當將一全景影像在極小的失真或沒有失真下以一可被接受的解析度”展開”來變得很方便時，一有用的且有利的應用的主機即可能為可行且立即可用的。

【發明內容】

本發明在其較佳實施例中結合了一全景環狀鏡片系統（PAL），一單一的攝影機及一可即時地將 360 度的影像展開成為一無接縫，無失真的水平影像之以個人電腦（PC）為基礎的軟體系統。該 PAL 系統包含兩面鏡子，即雙曲面鏡子及一橢圓面鏡子，它們被一 360 度的圓形折射前孔徑或入射孔徑鏡片並具有一後孔徑或出口孔徑鄰近一聚光鏡。該 PAL 系統的較佳實施例在一直徑 40mm 的精簡包內具有一 360 度的水平視野及一 90 度的垂直視

(3)

野。本發明並不侷限於任何特定種類的鏡片系統。事實上，有許多鏡片系統可提供 360 度的全景視野。該攝影機可以是一以 CCD 或 CMOS 為基礎的裝置其具有 1280x1024（高解析度）或 720x480（NTSC）的畫素解析度。該展開系統為一使用電腦的繪圖卡能力來實施之幅射線追蹤程式，用以產生高效率的區域性的轉換同時將軟體的冗余的工作（overhead）降至最低。該結果是即時的，從一球形的失真影像轉成一直角座標系統上之高解析度 30fps 之平的全景影像。一圖形使用者界面（GUI）可允許選擇任何轉化點（該全景影像的任何中心線）以及將景物放大與縮小（zoom）的能力及內建校準。

【實施方式】

全像環形鏡片（PAL）

該 PAL 鏡片是以光的反射及折射兩者為依據並在一只有 40mm 直徑大的超精巧的包裝中提供全景 360 度的視野。該 PAL 鏡片提供一垂直的視野，如從 -40 度至 +50 度。如第 1 圖所示的，該全景鏡片是一片玻璃，其包含一 360 度圓形孔徑（R1），一後孔徑（R2）其連接至一聚光鏡片，一頂上鏡子（H）及一圓形鏡子（E）。該“虛擬攝影機”的視點是位在該橢圓形鏡子（E）的平面（O）上。在此結構下，該 PAL 感應器可看到環繞在其垂直軸 BC 周圍整個 360 度的場景。該垂直的視野是由該圓形鏡子 E 及該頂上鏡子 H 之有效的尺寸及位置來決定的。通常該觀

(4)

看角度是垂直的 90 度。

該 PAL 被示於第 2a 及 2b 圖中。爲了要保持寬廣的攝影機角度選擇，該 PAL 安裝是用一 C 型安裝件來收尾，該 C 型安裝件適合大多數 1/3 英寸及 1/2 英寸的拾訊裝置，包括 CMOS 及 CCD 在內。一拾訊裝置的選擇是很重要的，因爲其決定了最終影像的品質。最重要的特性爲解析度，其每一條影像線應在 1000 畫素以上。漸進模式的拾訊裝置是較佳的，因爲它們會消除掉暫時的影像場不一致。在市場上有許多此類裝置，且隨著價格的下降市場將會走向 HDTV 攝錄機，如 JVC GR-HD-1，其可以 720p HD 格式（在 30fps 漸進式掃描下由 1024X720 畫素）攝製影像。整合一攝影機的該 PAL 被示於第 3 圖中。

由該 PAL 鏡片所產生的影像是圓形對稱的，如第 4a 圖所示。該 PAL 鏡片將所又在 360 度方位角及 90 度俯仰角內的空間圖映成爲一環形圈影像。該影像仍可被識別，且與其它全景視覺化系統，如以雙曲線鏡爲基礎的 360 度系統，比較其來，其具有相對低的圖形失真。該 PAL 的主要優點爲，它可保持垂直線筆直，大幅地降低展開影像所需之運算複雜度。在第 4a 圖中的影像只有一部分可被有效地展開，如第 4b 圖所示。第 4a 圖的中心及外緣並不具有有用的視覺資訊，因此被捨棄。吾人藉由將該 PAL 與該攝影機之間的中繼鏡片最佳化來讓涵蓋整個環形圈影像的解析度最大化。經展開的影像被攤開到第 5 圖所示的直角座標上。

(5)

該 PAL 組件在數個攝影機上用許多不同的畫素解析度進行廣泛地測試。吾人先用一標準的 NTSC 攝影機作開始，其每一視場具有 420×240 畫素。接下來，吾人用漸進式掃描攝影機來測試該 PAL 鏡片，一個攝影機是 480×480 畫素，另一個攝影機是 1024×1024 畫素。對於每一種 PAL 攝影機組合而言，吾人將影像展開並藉由雙立體縮放 (bicubic scaling) 來將其標準化至參考攝影機解析度。第 6 圖是這些影像的比較。第 6a 圖顯示 1024×1024 畫素攝影機捕捉到的影像。第 6b 圖顯示 480×480 畫素攝影機捕捉到的影像。第 6c 圖顯示 1024×1024 影像被展開後之對應的影像，第 6d 圖顯示 480×480 影像被展開後之對應的影像。在兩個例子中的兩種影像（在牆上的照片）的細部被放大。如所預期的，從兩個影像的細部的仔細檢查中險示出較高解析度的影像有較平滑的邊緣及較佳的色彩表現。

具全景鏡之折反射式超廣角攝影機

在另一全景視野方式中，一折反射式系統透過一拋物線鏡來產生全方向視野。該者反射式全方向超廣角攝影機 (CUWAC) 包含一安裝在一框架上且直接瞄準一包在一透明的半球體中的拋物線鏡的頂點的微型數位攝影機，如第 7 圖所示。在第 7 圖中的該折光式攝影機鏡片拋物線的焦點成像在一 CCD 成像器上。此攝影機透過一全景鏡子來看到在一半球體內的所有方向。一具有折光式成像鏡片

(6)

的 CCD 攝影機以相距數英寸的距離面向該鏡子並產生一圓形影像的反射。此圓形影像然後可被轉換成爲一在任何方向上的正常景像。然而，該影像品質在個視場上變化極大；該系統的放大效應在該影像的中心處較大，且隨著該影像高度 Y 的增加而逐漸降低。這會在該視場邊沿處造成嚴重的影像變差。爲了要克服此一缺點，吾人將該全景成像概念擴展至兩個曲率不同之同心的拋物線鏡上。在第 8 圖所示的此一雙鏡系統中，鏡子的軸線是共線的，且與該折光式攝影機的光軸重疊。每一鏡子都具有以其軸線徑向對稱的輪廓。該主拋物線鏡造成小量的反放大，並以較佳的解析度來補捉在該半球體的較大角度處的部分。該副拋物鏡則具有較大的曲率及較高的放大率，並補捉該場景的中央部分，即靠近光軸的部分。

該 CUWAC 拋物線鏡片確保它可具有一單一有效中心的投射，來自一場景的所有光線在它們到達該攝影機鏡片上的路徑上都會通過的一單一的點。該設計仿效一攝影機，其只攝取直線的立體影像，並允許 CUWAC 電腦軟體產生可以自由扭曲的直線立體影像。

兩個具有以背靠著背的方式安裝之魚眼鏡片或拋物鏡的攝影機可產生 360 度的視野，一完整的圓球，用於監看或保全作業。在影像會議中，此一全景攝影機可同時以半球形或直線立體的方式顯示出坐在桌子周圍的每一個與會者。它可以讓一移動的機器人看到半球形的場景。當被放在一戲劇舞台的頭頂上或在一體育賽事期間的比賽場地中

(7)

場的上方時，該超廣角攝影機可提供一 360 度的視野—整個球體—給觀賞者看。藉由使用一遊戲搖桿或滑鼠，觀賞者可將任何角度放到他的螢幕上，且不只看到半球體的影像，而且是正常的，沒有失真的直線立體影像。

此多層次式拋物鏡的基本設計被示於第 9 圖中。該雙曲線鏡的投射中心 C 與焦點 F 重疊。該立體攝影機是由一內部的攝影機校準矩陣 K 來塑造的，該校準矩陣將 3D 座標 $X=[x,y,z]^T$ 中繼至視網膜座標 $q=[q_u,q_v,1]^T$ 上

$$q = \frac{1}{z} KX \quad (1)$$

全景成像系統的分析

在遠處作業且獨立自主的系統中的研究顯示可擴展一發常廣的視場的成像的有用性。透過一個可以在一時間點捕捉一整個半球形視覺資訊的攝影機，而不是一小小的圓錐形視野，該成像系統可具有數項優點。第一，無需移動該攝影機並將其固定到一有興趣的物體上，或實施探勘式的攝影機移動。第二，處理一個環鏡或目標場景的球形影像比較不會受到包含不良資訊的影像區域的影響。第三，一寬的視場讓參考物的搜尋變得容易，因為參考物不會從該視場中消失；這有助於穩定追蹤這些特徵之影像處理演算法。第四，一寬廣的視場讓區別影像加工物更為容易。能夠全景地觀看一環境及將該環境全景地成像的能力在涉及機器可見範圍，監看，避免撞擊，自我意識運動的運算，物件移動於該環境中之簡單且容易的偵測等應用上是

(8)

很有用的。

對於球形成像而言，反射鏡片是划算的且堅固耐用的。一被放在一外凸反射表面底下的攝影機可觀察一大的視場（見第 10 圖）。該鏡子的輪廓可被設計成有角度用以擴展該攝影機的觀看形狀。當具有一被適當地塑形的鏡子時，典型地具有約 30 度的視場的攝影機現可將 360 度方位角 θ 內及高達 ± 120 度的俯仰角 ϕ 內的景物成像。第 10 圖顯示一從該反射器表面被反射出的光線是如何被導引到該攝影機觀看圓錐內的。此一成像裝置具有許多優點：第一，作為一被動感應器，它所需要的電力最小。第二，它具有極堅固耐用的潛力，因為該感應器是純固態且具有有活動件。第三，可作出相對沒有光學失真之彎曲的鏡子。

具有外凸鏡子的攝影機可在影像速率下立即得到影像；它們可以是精巧的，且製造的成本相對低很多。市場上的“魚眼”鏡片比鏡子的製造要昂貴許多且更難製造。此外，以凸鏡為基礎之攝影機鏡頭可具有被清楚界定的數學關係，其可編寫成影像處理及資料過濾程式碼用以將該觀看球體之彎曲的形狀圖映至該 2d 平面的畫素陣列上。在將一 3D 圖像變成一 2D 圖像過程中發生的影像變形的校正是沒有簡單且低成本的純光學方式。使用一彎曲的反射表面的全景成像的一個基本的困難點為，影像解析度是與在該影像內的位置有關的。在高俯仰角處的視覺補丁（visual patches）的解析度與在水平處的是非常不同的，

(9)

因爲與水平的補丁所捕捉的視覺空間立體角比較起來，它們捕捉視覺空間的立體角較小。設計等角的鏡子輪廓可將一彎曲的影像轉變爲一圓柱形的投影，其保有入射到該鏡子表面上的光線的入射角與反射到該攝影機內之反射角之間相對於該探測器陣列的線性關係。這可確保該攝影機保持該環境在垂直平面上一致的解析度且與俯仰角無關，這對於高品質的全景成像而言是非常重要的。在鏡子設計及影像處理中尚未被說明的是垂直的不一致性所造成之在一個給定的目標場景上的不佳的解析度。

供日/夜操作的 POC 全景成像器

第 11 圖顯示一模組化可見光紅外線攝影機系統。來自場景的光線入射到一雙曲線鏡子上。此鏡子的表面輪廓（即，圓錐形對比，曲率半徑，及孔徑大小）被加以設計，使得雙曲線的焦點作爲該攝影機的投影中心，即所有光線都會交會的點。鏡子與攝影機在此系統中的對準對於保持俯仰角與攝影機取景角度之間的線性關係而言是很關鍵的。滿組該單一視點關係的那些光線都被該雙曲線鏡子表面所反射，且入射到一環形扁平的鏡子（見第 12 圖）上，該鏡子相對於該無底點（nadir）轉 45 度。半數打擊到該環形鏡子上光線（該取景幾何形狀之較低的俯仰角）會通過在該鏡子的中央部分的淨通光孔徑（clear aperture），另半數的光線（該取景幾何形狀之較高的俯仰角）被反射 90 度。

(10)

沿著每一光軸前進的光線被一景物縮放鏡片收集。用於此系統中之該影像景物縮放鏡片為一種市場上現成的產品其具有一 8mm 至 48mm 的可變焦聚長度，一範圍從 1.2 至無限的工作距離，及與 1/2 英寸規格的探測器相容，並具有範圍在 F1.2 至 16 的 F 數及範圍從 44.6 度至 8 度的視場角度。該二景物縮放鏡片讓吾人可以獨立地調整每一感應器的臂。它們不需被設定為相同的放大率（即，模糊點大小可被設定為填滿整個畫素陣列）；這可改善在該在每一視覺影像部分中的解析度，其具有可讓該系統將如該全景成像器的取景俯仰角的函數般地平衡解析度的優點。該具有此景物縮放鏡片的全景成像器的最小模糊點尺寸被預估為該衍射極限的約 1.5 至 2 倍。來自每一景物縮放鏡片的光線被成像在一市場上可買到的 3 百萬畫素，1/2 英寸規格的 CMOS 矽探測器晶片上。在每一探測器陣列中的畫素數目為 2048x1520，其具有 7 微米的線性間距。更大的畫素尺寸可將該攝影機晶片的低感光度改善至約 0.05lux。根據製造商的規格，用於此攝影機的 SNR 為 78dB。該攝影機是在無交錯模式（漸進式掃描）操作的，且產生且在每秒 30 幅的速率下製造全幅讀出（full frame readouts）。用可程式的空間掃描（有興趣的區域的操作模式）捕捉之完全不同步的影像讓這些攝影機有多種日間/夜間應用的彈性。該攝影機有彩色及單色兩種版本。在彩色版本中，整體的解析度被 Bayer 彩色濾光鏡降低；該解析度約每一主要顏色的約 1/3。

(11)

因爲矽在接近光譜的紅外線區域（700nm 至 1100nm）是敏感的，所以該成像器可被用在夜間監看上。又，該全景成像器被設計成模組使得一第二通道可被輕易地導入用以擴大夜間視力至中波紅外線（3 至 10 微米）範圍。此設計被擬想，用一平的鏡子，其被塗敷用以對 MWIR 光譜具有超過 98% 的反射性。該扁平的鏡子的 45 度偏角將光線朝向一第二光學（見第 13 圖）。

其餘的光學布局與先前描述的類似，只是加入了 PtSi 或 HgCdTe 探測器及紅外線景物縮放鏡片組件來偵測紅外線場景。應注意的是，這些紅外線焦點平面陣列只是 QVGA 規格（320x240 畫素）其具有 12 微米的線性間距，所以整體解析度將會被降低。然而，一多色全景成像器可在超出該以矽爲基礎的探測器的能力之外的條件下追蹤目標。在夜間，紅外線照射強度約爲在由月光條件的可見光譜下的兩倍。此外，吾人可使用複雜的影像插補技術來提高影像解析度。

展開全景影像的數學公式

該圓形的魚眼鏡片將周圍事物的一半球形景像投影成一圓形影像，如第 14 圖所示。該全景影像爲一 180 度魚眼投影。該被投影的全景影像涵蓋一完整的 180 度水平，但因爲幅框的裁剪，其涵蓋較少的垂直，約 135 度。

在建構該展開處理中，指定給該 180 度投影的限制圓的單位爲半徑，且其中心被選定爲該影像原點。在該影像

(12)

內的點被指定極座標 (r, θ) 且被轉換至具有角座標 θ 及 ϕ 的球形座標，其中 θ 為經度及 ϕ 為離投影軸的角度，如公式 (2) 所示。第 15 圖圖形地顯示一圓形魚眼影像的球形圖映。從極座標到球形座標的轉換將 θ 保持不變，而將 r 轉換為 ϕ 。第 16 圖顯示圖映座標的角度 (第 16a 圖) 及角度座標轉換的一圖形表示 (第 16b 圖)。

$$\begin{pmatrix} x_b \\ y_b \\ z_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 \\ \sin \alpha \sin \beta & \cos \beta \\ -\sin \alpha \cos \beta & \sin \beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_d \\ y_d \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \sin \beta \\ -\sin \alpha \cos \beta \\ \cos \alpha \cos \beta \end{pmatrix} \quad (2)$$

然後，然後吾人可將半立方體 (hemicube) 圖映至該魚眼影像上，且吾人可由此將一 180 度魚眼影像 (第 17a 圖) 轉換成一正常的立體影像，其結果示於第 17b 圖中。用來實施座標轉換的圖映公式為：

$$\begin{pmatrix} \phi_b \\ \varphi_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \arctan\left(\frac{y}{x}\right) \\ \arctan\left(\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{z}\right) \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{pmatrix} x_v \\ y_v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_v \cos \theta \\ r_v \sin \theta \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} \theta_v \\ r_v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \phi_b \\ r \phi_b \end{pmatrix} \quad (5)$$

該圖映執行以下的步驟來對接踵而至的影像進行連續的操作：

1. 影像平面至角度座標

(13)

2. 角度座標至球形座標

3. 找出反演 (inverse) 轉換

$$(x_d, y_d) \xrightarrow{(\alpha, \beta)} (x_b, y_b, z_b) \xrightarrow{r} (\phi_b, \varphi_b) \xrightarrow{r} (\theta_v, r_v) \rightarrow (x_v, y_v) \quad (6)$$

某些必要的工式涉及球形座標。在下面公式中的角度 θ 及 ϕ 與一標準的直角座標 (x, y, z) 座標系相關：

$$x = r \cdot \sin(\delta) \cdot \cos(\theta) \quad (7)$$

$$y = r \cdot \sin(\delta) \cdot \sin(\theta) \quad (8)$$

$$z = r \cdot \cos(\theta), \quad (9)$$

且它們的反演為：

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2 \quad (10)$$

$$\cos(\theta) = x / \sqrt{x^2 + y^2} \quad (11)$$

$$\sin(\theta) = y / \sqrt{x^2 + y^2} \quad (12)$$

$$\cos(\phi) = z / r \quad (13)$$

$$\sin(\phi) = \sqrt{x^2 + y^2} / r. \quad (14)$$

即時全景影像轉換軟體

此章節將討論影像圖映軟體架構及設計議題的基本原則。轉換系統是以 Microsoft Windows Video 技術及額外的影像操作軟體架構為基礎加以編寫成程式碼及除錯。該軟體的性能及穩定性已針對即時影像轉換軟體加以最佳化。

影像圖映軟體的設計及機能

本發明的較佳實施例包含即時全景影像轉換軟體用以

(14)

將影像從圓形極座標轉換為在每秒 30 幅的速率下具有 2000x1000 影像解析度的直角座標全景影像。

該即時全景轉換軟體已用 Microsoft Direct3D 及 DirectShow 開發完成。Microsoft Direct3D 具有即時描繪及圖映影像的完整能力。Direct3D 可在無需請求作業系統資源下直接存取及運用影像記憶體，所以圖形可在硬體中被操作。以下的目錄摘錄出 Direct3D 的能力。

Direct3D 的機能

- 以一裝置獨立的方式來裝置相依地存取 3D 影像顯示硬體
- 支援 3D z-緩衝器
- 深度可切換的緩衝
- 變形及修剪
- 可存取影像延展硬體
- 轉屬的硬體存取
- 立即存取至變形，明暗，及網格化 (rasterization) 3D 圖形管路
- 軟體模擬，如果沒有硬體加速的話

Direct3D 低階機能

- 3D 座標系統及幾何形狀
- 陰影技術
- 矩陣及變形

(15)

- 向 量 及 頂 點
- 拷 貝 表 面
- 映 面 翻 轉 及 背 面 緩 衝
- 矩 形

Direct3D 應 用 階 能

- 腫 塊 圖 映
- 環 境 圖 映
- 幾 何 形 狀 混 合
- 補 丁
- point sprites
- 程 序 畫 素 陰 影 器
- 程 序 頂 點 陰 影 器
- 四 元 法 (quaternions)
- 聚 光 燈
- 介 於 兩 者 間 (tweening)
- 頂 點 混 合
- 體 積 質 地

Microsoft 引 進 新 技 術 來 將 Direct3D 運 用 到 影 像 應 用 , 用 以 用 圖 映 , 混 合 , 質 地 , 及 陰 影 來 即 時 操 弄 影 像 。
以 下 所 列 強 調 DirectDraw 技 術 。

- 用 來 讓 媒 體 川 流 不 息 的 架 構
- 多 媒 體 流 的 高 品 質 錄 放 (playback)
- 以 檔 案 為 基 礎

(16)

- 網路流
- 全方位的解碼能力
- 不黏滯地與其它 DirectX 技術相介接
- 硬體加速支援的自動偵測
- 一共同物件模 (COM) 為基礎的界面

該即時影像軟體是以 Microsoft Direct3D 及 DirectShow 的核心功能來開發的，但此軟體之創新的及獨一無二的架構及結構開發是多媒體界首創的，其可在無明顯的等待時間下即時地轉換及顯示全景影像。

定製的 Microsoft 影像混合描繪器

該影像混合描繪器 (VMR) 是一新的 DirectShow 過濾器只 Windows XP 家庭版及 XP 專業版上才有，其取代了 Overlay Mixer 及 Video Render 兩者，並加入了許多新的混合特徵。以性能及特徵的氣息的觀點來看，該 VMR 代表了影像描繪在 Windows 平台上的新世代。

該 VMR 支援下列的新特徵：

- 複數影像流之真實混合，利用 Direx3D 硬體裝置的 α -混合能力。
- 將你自己的組成成分插入的能力用以實現介於進入到該 VMR 中之影像流之間的效果及轉變。
- 真正的無視窗描繪。讓影像錄放 (playback) 視窗成為該應用視窗的一子代 (child) 用以播放該影

(17)

像已不再是必要的。該 VMR 的無視窗描繪模式讓應用軟體能輕易地將影像播放容納在任何視窗內而無需將視窗訊息送至該描繪器來進行限定描繪器的處理。

- 一新的無描繪器錄放模式，應用軟體在該模式中可提供它們自己的分配器構件用以在其被顯示在該螢幕上之前取得對於該經過解碼的影像。
- 改善對於配備有複數個監視器的個人電腦的支援。
- 對於 Microsoft 新的 DirectX 影像加速架構提供支援。
- 支援同時在複數個視窗中錄放高品質的影像。
- 支援 DirectDraw 獨佔模式。
- 100%向下相容既有的應用程式。
- 支援框幅 (frame) 步進及補捉目前被顯示之影像的一可靠的方式。
- 應用程式之可輕易地以一平順，不閃動的方式將它們自給的靜態影像資料 (像是通道商標標誌或 UI 構件) 與影像 α -混合的能力。

該 VMR 完全與該電腦顯示卡的圖形處理能力有關；該 VMR 不會在該主處理器上混合或描繪任何的影像，因為如此作將會大大地影響到將被顯示之影像的框幅速率及品質。VMR 所提供之新的特徵，特別是混合複數個影像流及 / 或應用影像方面，與繪圖卡的能力是有極大的關係。可將 VMR 執行的很好的繪圖卡具有以下內建的硬體

(18)

支援：

- 支援 YUV 及 “non-power of 2” 的 Direct3D 質地表面。
- 將 YUV StretchBlt 成 RGB DirectDraw 表面的能力。
- 至少 16MB 的影像記憶體，如果有複數的影像流要被混合的話。實際所需的記憶體數量與影像流的影像大小及顯示模式的解析度有關。
- 支援一 RGB 覆蓋或混合至一 YUV 覆蓋表面的能力。
- 硬體加速的影像解碼（支援 DirectX 加速）。
- 高畫素填補率。

在吾人的轉換軟體中，吾人特別將 VMR 無描繪（renderless）模式客製化用以將該軟體的能力及彈性最大化來更佳地操縱控制參數。VMR 無描繪模式爲了該客製化的描繪表面將該客製化的分配器特徵化，及爲了該客製化的描繪模式將該客製化描繪器特徵化。

在無描繪錄放（playback）模式中，應用軟體可

- 管理該錄放視窗。
- 分配 DirectDraw 物件及最終的幅框緩衝器。
- 通知該被使用的 DirectDraw 物件的其餘錄放系統。
- 在正確的時間點“遞送”該幅框緩衝器。
- 處理所有解析度模式，監視器改變，及“表面損

(19)

失”一通知這些事件之其餘的錄放系統。

該 VMR 可

- 處理所有與該遞送該影像幅框有關的時間點。
- 提供品質控制資訊給應用軟體及其餘的錄播系統。
- 提出一前後一致的界面給該錄播系統的上游構件，
這些構件並不知道該應用軟體正在實施幅框分配
及描繪。
- 實施在描會前會被要求之任何影像流混合。

基本上，該轉換軟體呼叫不同的 VMR 功能及客製化的 DirectX 表面來讓它們符合無人特定的目的，即在影像流進行期間實施即時的非線性影像轉變。吾人有意地將此軟體用 Windows XP 的 VMR-7 來編寫為程式。具 VMR-9 碼遷移的 DirectX9 可被作成與其它作業系統，像是 Windows 9x 及 Windows 2000 以及 Windows XP，相容的軟體。

即時全景展開軟體

該即使轉換軟體用圖形的關係來執行 DirectX 立即模式用以將球形影像轉換為直角座標影像。該立即模式的世界管理是以頂點，多邊形及控制它們的指令為根據。這可對變形，明暗，及網格 3D 圖形管路立即存取。影像轉換被施加到原始事物上使得中間沒有其它界面介入且直接存取硬體功能。吾人用 Nvidia GeForce, ATI Radeon, 及 Intel low-profile VGA 晶片來測試吾人的軟體。最終的程式碼

(20)

可與絕大多數的圖形加速晶片及處理器相容，因此它可用在絕大多數的硬體平台上。第 18 圖顯示該轉換軟體的圖形使用者界面（GUI）。第 19 圖顯示在該 GUI 中的魚眼影像。第 20 圖顯示在 30fps 下從該球形的魚眼影像被即時地轉換之對應的全景影像。該展開的演算法可被最佳化用以消除靠近幅框邊緣的失真。第 21 圖顯示該播放器之加強的功能。

以下列出該播放器的能力及功能的一覽表：

- 全面的錄播能力（MPEG，AVI 及研它）
- 位圖（bitmap）補捉
- 藉由點選自一圓上的三個點來校準（以紅色來顯示該圓）
- 為非方形畫素數位化器調整深寬比
- 在 360 度全景觀看模式中改變觀看中心點
- 景物縮放（zoom），鑲板（pan），及傾斜
- F1 及 F2 為拉近及拉遠
- 漸頭按鍵為籤板及傾斜
- 狀態列顯示電影大小，補捉裝置，播放時間，電影及顯示器的解析度，性能，及觀看角度
- 補捉（及 DV）裝置特性。

性能參數為：

- 全景及 360 度視野：約 30fps 用抗混淆現象（anti-aliasing）及非等方向濾光鏡
- 180 度視野：約 20fps 及更高，依具有抗混淆現象

(21)

(anti-aliasing) 及非等方向濾光鏡之處理器及顯示卡而定

• 影像解析度—高達 2048x1536 畫素之全螢幕。

幅射計射線追蹤 (R^2T)

R^2T 可得到一單一數值的全景數量，如第 22 圖所示的從任何連續的光學媒體的一輸入平面到一輸出平面的照度（亮度）。

此程序被示於第 23a，23b 及 23c 圖中，其從一環形影像（a）前進至一失真的展開影像（b），然後到一被正確地展開的影像（c）。從一法國視窗的一失真的（b）全景影像轉變為一完美的全景影像（c）是藉由 R^2T ，是以一射線追蹤為根據，相當於從一彎曲的座標系統轉變成該直角座標系統。爲了要即時實施此操作，吾人將該 120 度水平觀看區分割成大數量的畫素區塊，10x10 或更多，並分別為每一區塊開發一均勻的轉換。

硬體加速

傳統的全向視野（omni-view）系統使用的是一個圖像一個圖像的轉換處理，用以在有硬體加速或沒有硬體加速下產生經過轉換的（或被展開的）影像。然而，傳統的轉換（市面上的軟體）是一個畫素一個畫素來實施且需要大量的 CPU 能力來將球形的或圓柱形的圖像轉換為直角座標圖像。本案申請人針對此問題所提出的方法為提高效

(22)

能許多倍（典型地比任何既有的市售軟體快約 30 倍），而仍能保有圖像或影像的高品質。動畫應用需要大量的處理能力來操弄影像，因為它們需要對立體，縮放程度，變形（morphing），描繪等等作即時的轉換。許多相互競爭的顯示卡製造商已用非常高的圖形效能為電腦遊戲開發出用於顯示卡（或圖形處理單元）的這些 3D 動畫引擎。吾人發現到，使用 GPU 或 3D 引擎的這些高效能特徵讓在用於即時影像轉換的全視野系統上達到即時效能成為可能。

本發明的軟體利用以頂點（vertex）為根據的轉換而不是用一個畫素接著一個畫素的處理。每一頂點都包括座標，顏色，及影像平面資訊。一單一影像的頂點數目被限制在 65536 個，因為吾人發現高於 65536 個的頂點並無法提供任何品質加強的作用。以下的圖形處理單元（GPU）的內部功能是用在硬體加速上：明暗，形狀混合， α -混合，用於失真校正的非等方向濾光鏡或線性濾光鏡，3D 質地，立方體質地，夾緊，及頂點與畫素管路化。

- 明暗：提供詳細的亮度及光學刻度
- 形狀及頂點混合：提高被轉變的影像的寫實性
- α -混合：提供文字及圖形覆蓋到只要影像上
- 非等方向濾光鏡：藉由將轉變的失真最小化來提高品質
- 3D 質地：讓 3D 座標轉換更容易
- 立方體質地：為了完美地轉變到任意的立體圖上
- 夾緊：用於邊界外的影像控制

(23)

- 頂點及畫素管路化：提高影像運用的效能等級

總的來說，顏色，線條，點，及立體改變的實際影像運用都是在硬體或 GPU 中完成。又，影像呈現亦是在硬體中完成，沒有其它的功能，如頂點的 3D 操縱，介入其中。唯一的 CPU 負荷為根據主導公式（governing equation）計算頂點座標改變，如將球形座標轉換為直角座標。

軟體流程

如第 24 圖所示，該軟體包含四個模組：1）影像擷取，2）影像轉換，3）將影像呈現為影像操縱模組，及 4）將影像描繪在影巷界面上。該軟體提供許多影像擷取特徵，如 DV 擷取，具有任何 Microsoft ActiveMovie 相容之影像擷取（16 位元），具有用於影像流之驅動器之 WDM（視窗驅動器模型-32 位元）的影像擷取，及可被 Windows 作業系統識別之第三方擷取驅動器。

影像擷取模組通常會為軟體導入大量的額外工作及資源。然而，提供適當的管路化（pipelining）及緩衝可避免這些問題。

影像轉換模組將進來的位元圖以具有複數執行緒（或超管路化）之管路化的方式進行轉換，使得最小的遲延可在處理期間被確保。在此模組中，Microsoft DirectX3D 及 DirectX 功能被用來作影像轉換及影像記憶體之運用。該影像操縱是在圖元（primitive）層級而不是在應用層級

(24)

被完成的，使得吾人可具有最大等級之可程式化及使用彈性。此外，效能的最佳化是可能的，但編寫程式碼是極冗長乏味的，因為它需要用 C++，C 及組合語言來編寫程式。

該呈現模組的責任是準備影像，位元圖擷取，劃刻度（其被回饋至影像轉換模組），及畫出圓圈或將效能資訊顯示在影像的上面。

最後，該描繪模組與硬體（影像引擎）的相關性極深且絕大部分是使用內建在 Microsoft DirectDraw 中的功能來完成的。此模組將最終的影像流送至影像記憶體。

第 24 圖顯示用於吾人之即時全視野影像軟體的較佳實施例上之整體軟體架構。

全景測距儀

以鏡子為基礎之全景全方位成像器具有一圍繞在該垂直軸周圍的盲區（見第 25 圖）。因此，兩個這種成像器可用一個位在另一個之上的方式沿著同一垂直軸被放置而在視野上不會有彼此干擾的問題。使用兩個此種成像器可產生一立體效果且可提供根據視差角測量所得到之到達一物件的距離的能力（見第 26 圖）。

具景物縮放（Zoom）的全景成像器

以鏡子為基礎的全景成像器是在兩個步驟中形成一影像。在第一步驟中，該全方位物件空間被轉換成一虛構

(25)

的、中間的環狀影像於該鏡子上方（第 27 圖的影像 A'）。在第二步驟中，該投影鏡片將該虛構的、中間的環狀影像轉換為在接收器平面上真實的影像（見第 27 圖的影像 A''）。區域 0'0 可被用作為具有景物縮放能力的上視區的直接視野。以額外的鏡片（第 28 圖的負景物縮放鏡片）在第 28 圖的平面 0'0 處產生上圓錐物方視場的一虛構的影像。然後，一投影鏡片用該中間影像的真實影像來填充在接收器平面處的區域 0"0"。

在揭示了展現本發明的許多獨特特徵的較佳實施例之後，很明顯的是，一依據本發明的全景影像系統可用不同的方式來實施，某些方式不一定在本文中有描述到。因此，本發明的範圍不應被侷限在所揭示的特定實施例上，本發明的範圍是由以下的申請專利範圍及其等效物所界定的。

【圖式簡單說明】

本發明的實施例，特徵及優點將可在下文之參照附圖所作的詳下說明中被更完整地瞭解，其中：

第 1 圖為一可被使用在本發明中之全景環狀鏡片結構的示意圖；

第 2 圖包含第 2a 及 2b 圖，其分別為第 1 圖的鏡片結構的相片頂視及側視圖；

第 3 圖為第 1 圖的鏡片結構的相片圖，其顯示一被結合在內的 CCD 攝影機；

(26)

第 4 圖包含第 4a 及 4b 圖，其分別為一 PAL 影像在限幅（clipping）之前及之後的相片圖；

第 5 圖為第 4a 及 4b 圖之 PAL 影像的未展開版本的相片圖；

第 6 圖包含第 6a，6b，6c，及 6d 圖，其分別提供第 4a 及 4b 圖的影像在兩個不同的攝影機解析度下被展開的形式及在同樣的兩個解析度下未被展開形式的相片圖；

第 7 圖為一反射-折射（catadioptric）全方向超廣角攝影機的另一實施例的示意圖；

第 8 圖為使用雙拋物線鏡子之全景體視效果成像的簡化圖式；

第 9 圖為顯示一多層次拋物線鏡子及攝影機設計的示意圖；

第 10 圖為一使用凸反射鏡之全景成像的示意圖；

第 11 圖為可在白天及夜晚使用的全景攝影機系統的示意圖；

第 12 圖為一使用在第 11 圖的系統中之環狀扁平鏡子的示意圖；

第 13 圖為具有一第二中波長紅外線光學通道的全景成像器的示意圖；

第 14 圖為一圓形魚眼鏡片的半球視野圓形投影；

第 15 圖為該圓形魚眼鏡片的一球形座標圖映（mapping）的幾何圖；

第 16 圖包含第 16a 及 16b 圖，其分別為球形圖映及

(27)

角度圖映的圖式；

第 17 圖包含第 17a 及 17b 圖，其分別為一圓形魚眼鏡片之原始影像及經過轉換的影像的照片圖；

第 18 圖為用於本發明的較佳實施例之即時轉換（“展開”）軟體的圖形使用者界面的電腦螢幕；

第 19 圖為一魚眼攝影機系統以 30fps 全視框所捕捉到的影像的一電腦螢幕表現；

第 20 圖為使用本發明的”展開”軟體在 30fps 下從第 19 圖的魚眼影像轉換得到的一 1500x1000 直角座標電腦螢幕影像；

第 21 圖為與第 19 圖類似的電腦螢幕表現，但顯示的是用來降低失真之不同的校準方法的效果；

第 22 圖為從一畫素區塊的輸入平面到一輸出平面的幅射線追縱的圖形表示；

第 23 圖包含第 23a，23b 及 23c 圖，其為顯示從一環形影像轉變成為一沒有失真的矩形影像的轉變過程的圖形表示；

第 24 圖為使用在本發明中之即時展開的埂體流程的方塊圖；

第 25 及 26 圖為用來解釋使用全景影像作為測距器（rangefinder）的示意圖；及

第 27 及 28 圖為用解釋將縮小/放大（zoom）功能加到一全景成像器上的示意圖。

五、中文發明摘要

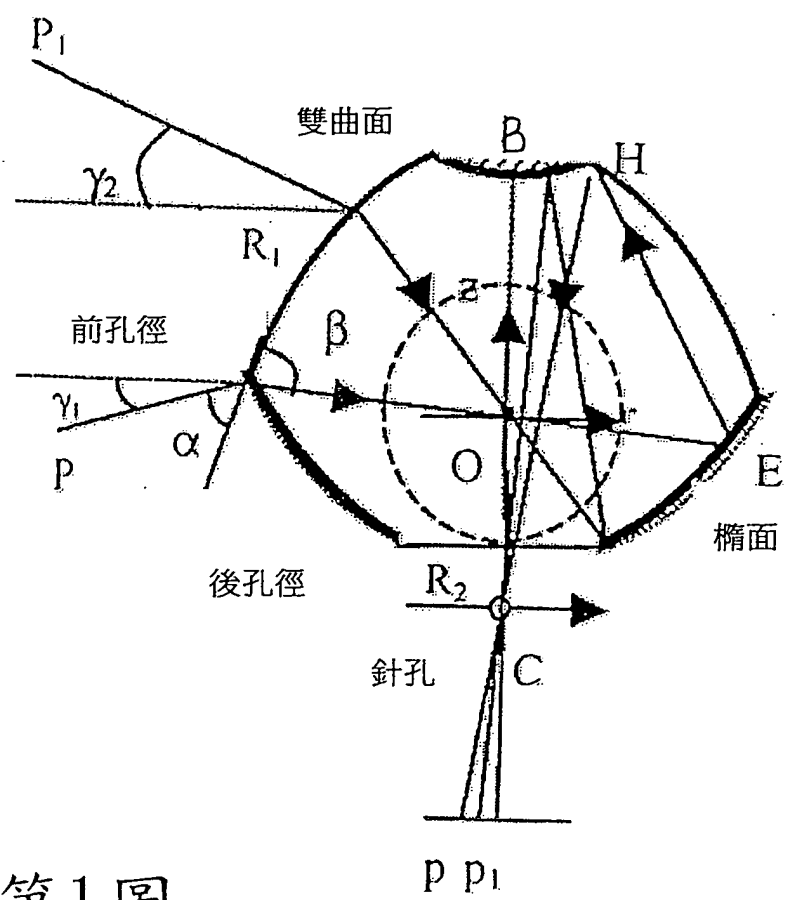
發明之名稱：具即時之無失真成像的全景影像系統

本發明提供一種全景環狀鏡片系統(PAL)，一種單一的攝影機及一種可即時地將 360 度的影像展開成爲一無接縫，無失真的水平影像之以個人電腦(PC)爲基礎的軟體系統。該 PAL 系統的較佳實施例在一直徑 40mm 的精簡包內具有一 360 度的水平視野及一 90 度的垂直視野。本發明並不侷限於任何特定種類的鏡片系統。事實上，有許多鏡片系統可提供 360 度的全景視野。該攝影機可以是一以 CCD 或 CMOS 爲基礎的裝置其具有 1280x1024(高解析度)或 720x480(NTSC)的畫素解析度。該展開系統爲一使用電腦的繪圖卡能力來實施之幅射線追蹤程式，用以產生高效率的區域性的轉換同時將軟體的冗余工作(overhead)降至最低。該結果是即時的，從一球形的失真影像轉成一直角座標系統上之高解析度 30fps 之平的全景影像。

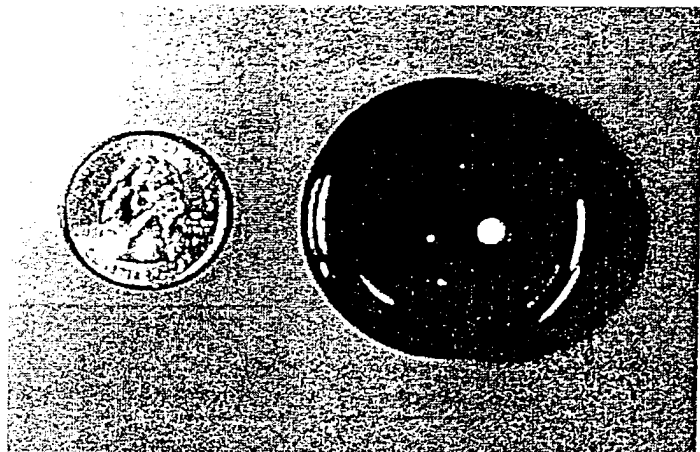
六、英文發明摘要

發明之名稱： PANORAMIC VIDEO SYSTEM WITH REAL-TIME
DISTORTION-FREE IMAGING

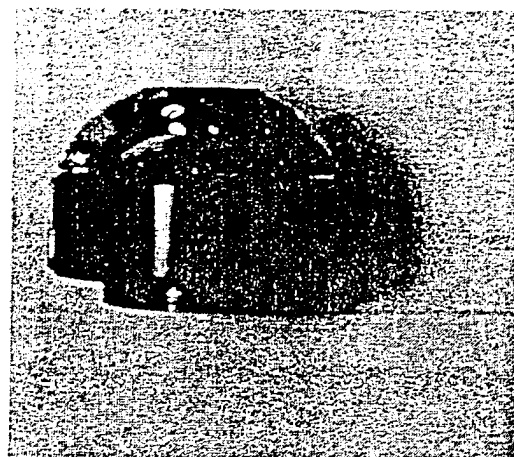
A panoramic annular lens system (PAL), a unitary video camera and a PC-based software system that unwraps a 360° video image into a seamless, distortion free horizontal image in real time. The PAL system of the preferred embodiment has a 360° horizontal field of view and a 90° vertical field of view in a 40mm diameter compact package. The invention is not limited to any particular type of lens system. In fact, there are numerous lens systems for providing a 360° panoramic view. The video camera may be a CCD or CMOS based device having a pixel resolution of either 1280 x 1024 (high resolution) or 720 x 480 (NTSC). The unwrapping system is a radiometric ray tracing program carried out using a computer's graphics card capabilities to produce highly efficient regional transformation while minimizing software overhead. The result is real time, high resolution 30 fps conversion from a spherical distorted image to a flat panoramic image in Cartesian coordinates.



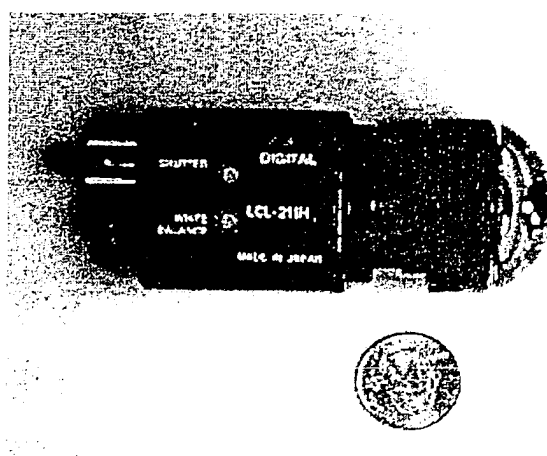
第1圖



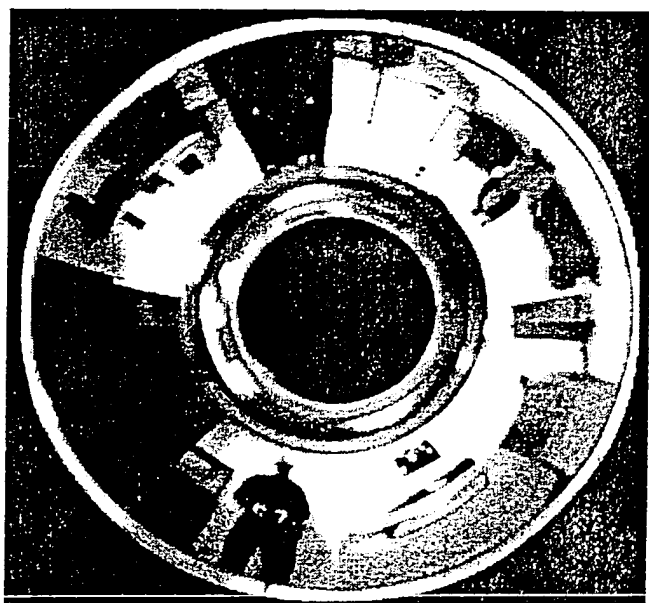
第2a圖



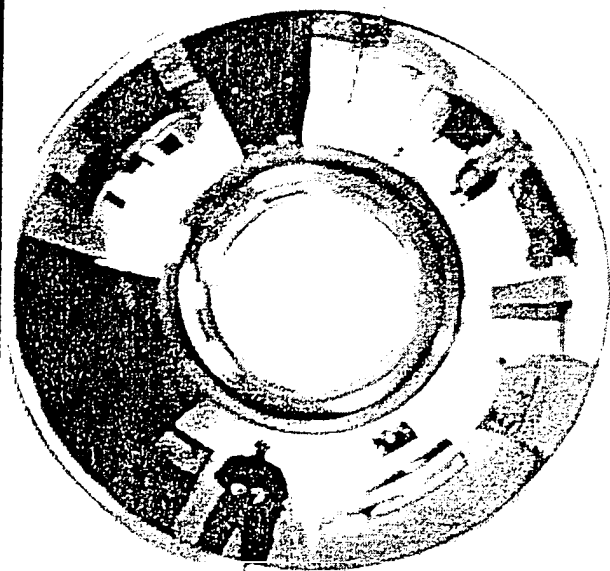
第2b圖



第3圖



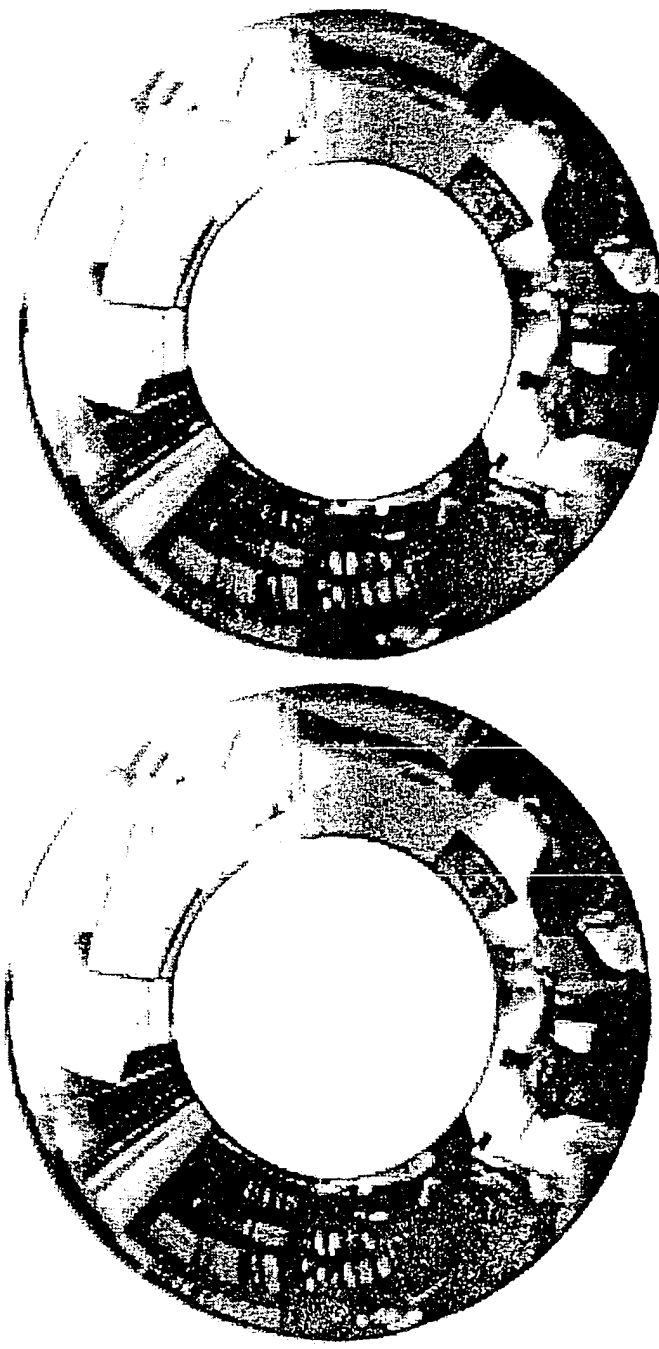
第4a圖



第4b圖



第5圖



第6a圖

第6b圖

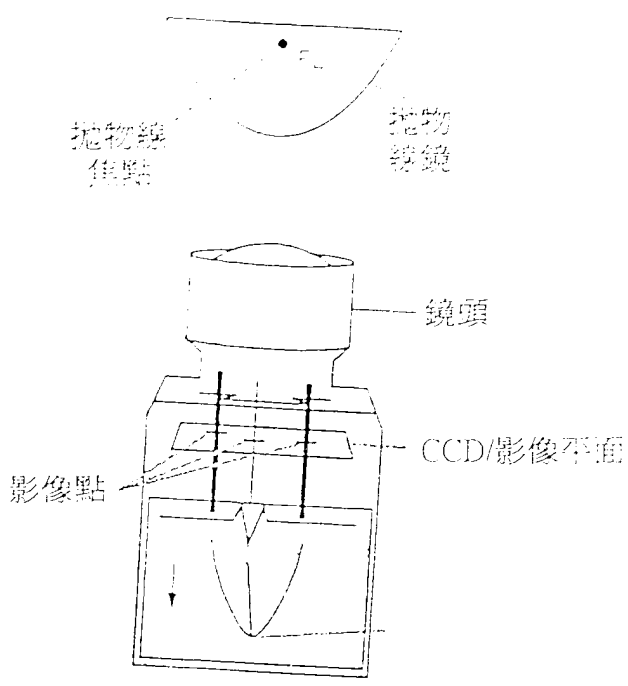


第6c圖

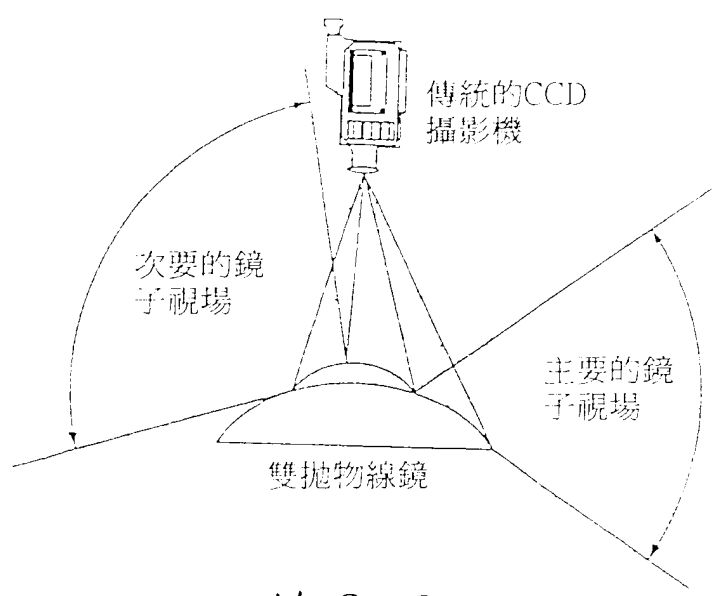


第6d圖



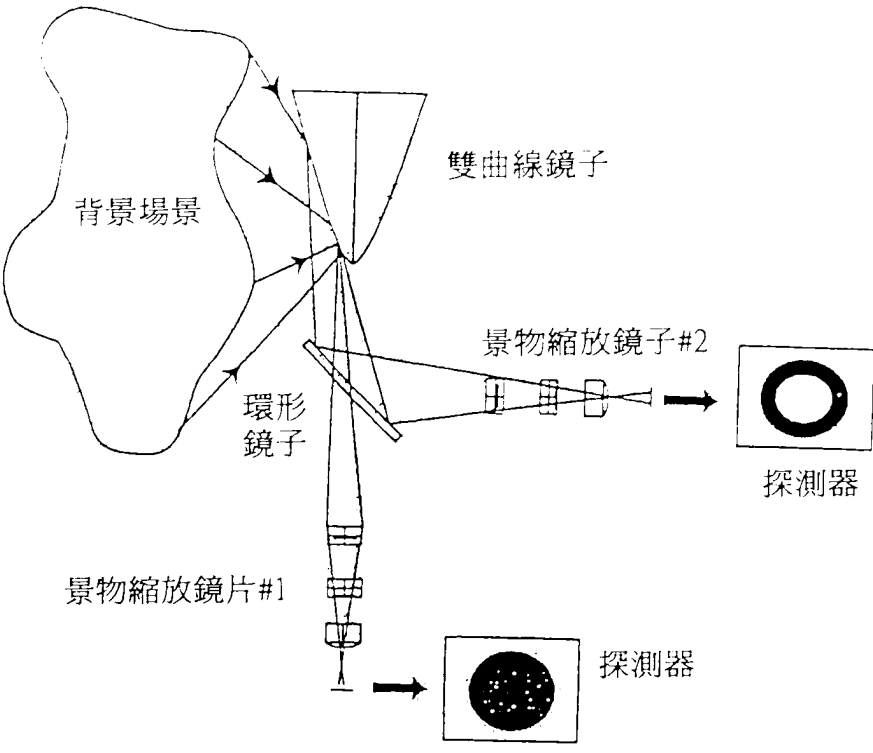


第7圖

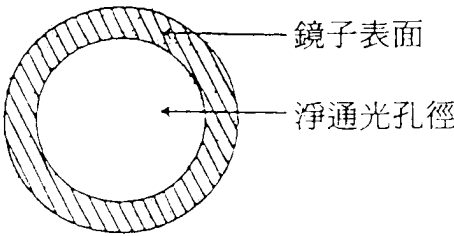


第8圖

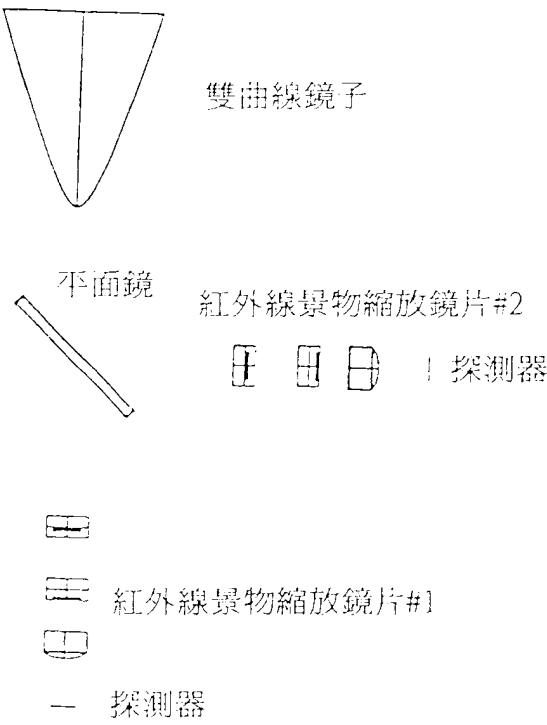
第10圖



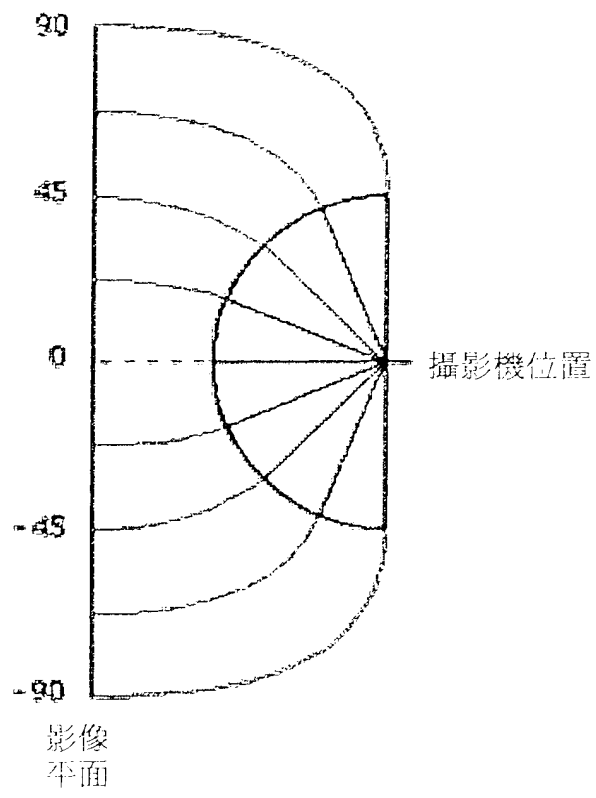
第11圖



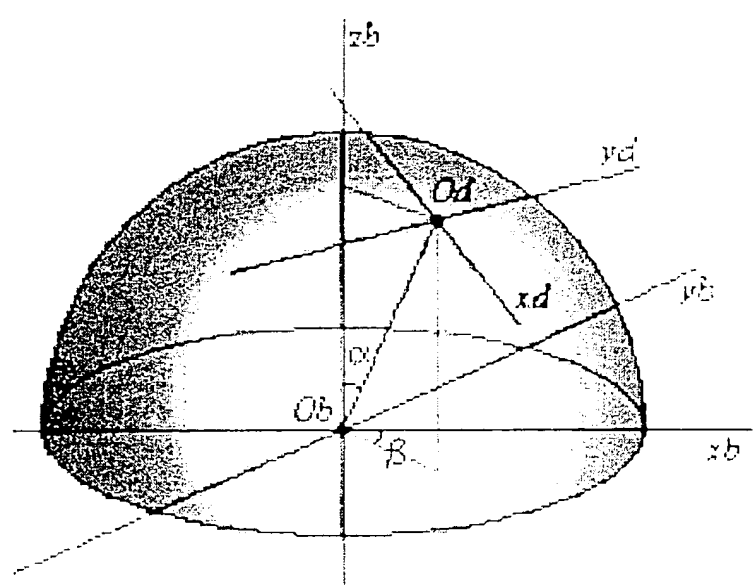
第12圖



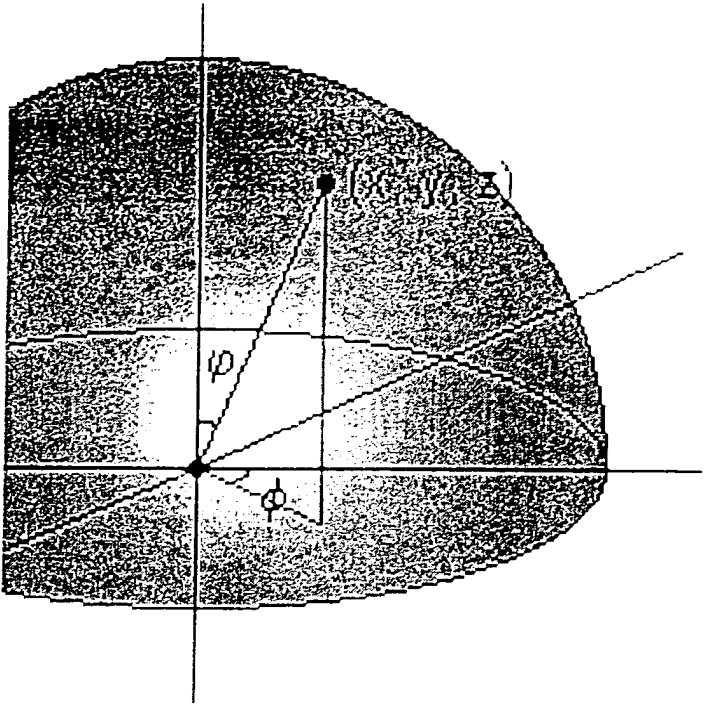
第13圖



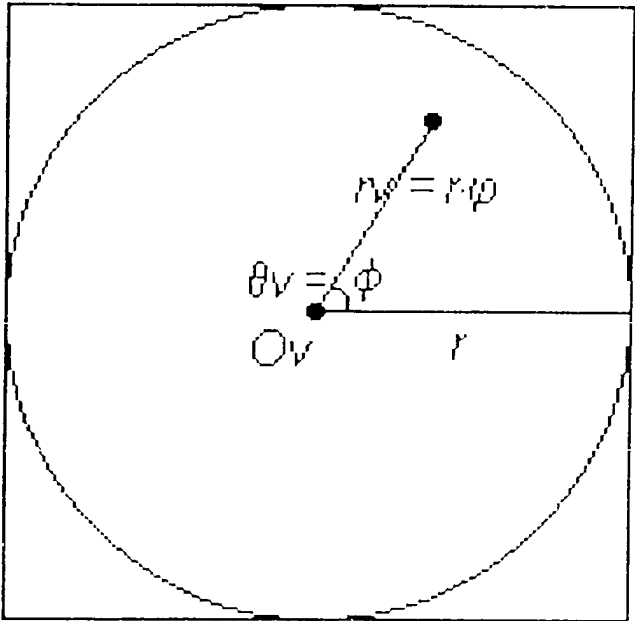
第14圖



第15圖



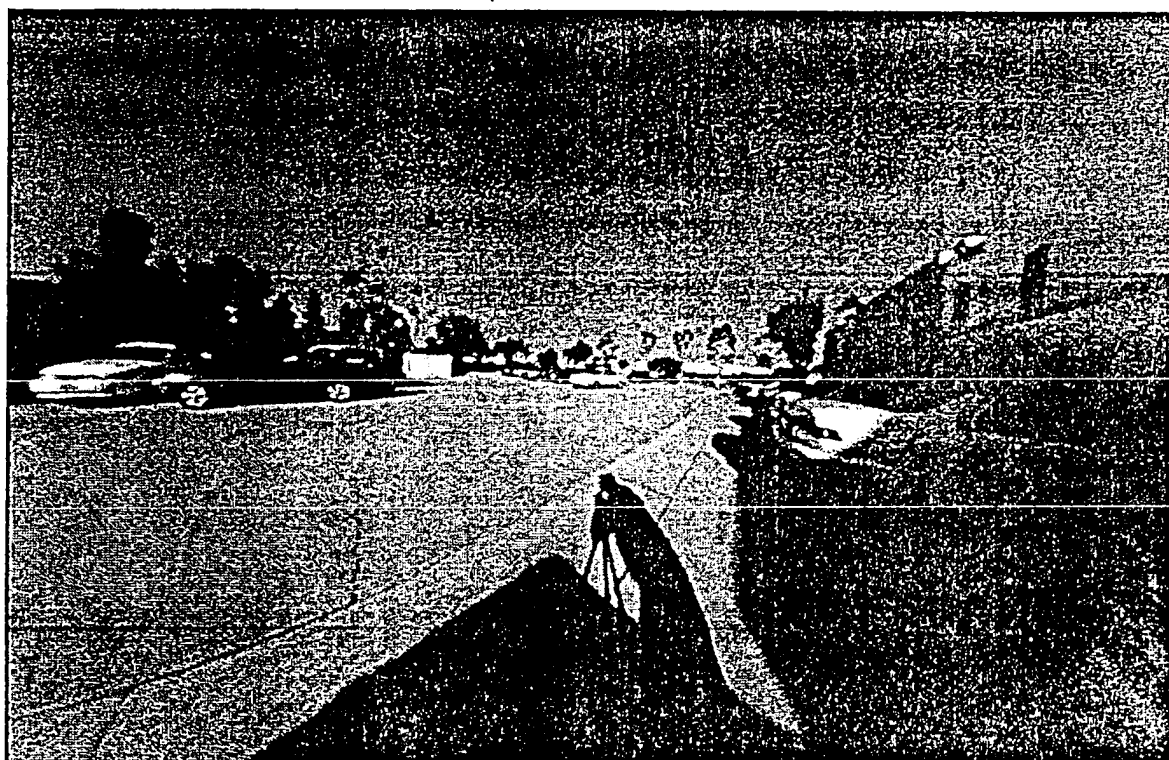
第16a圖



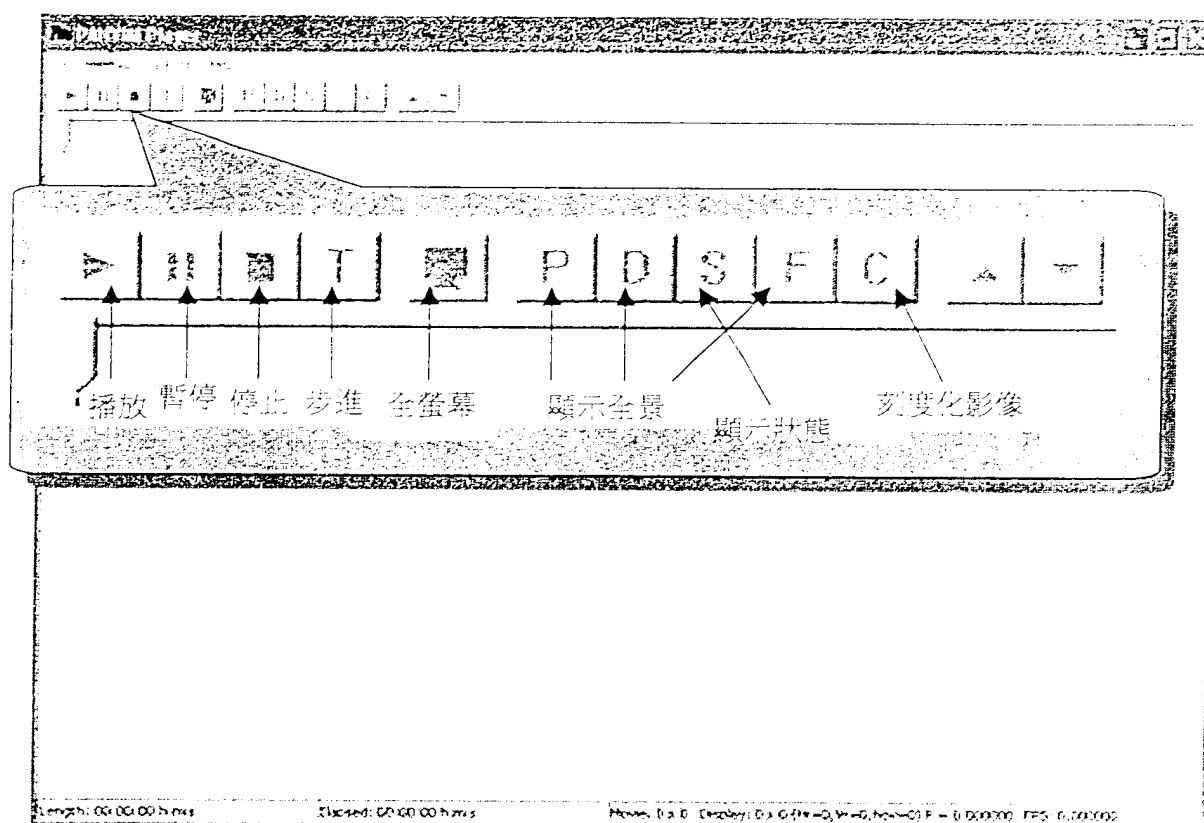
第16b圖



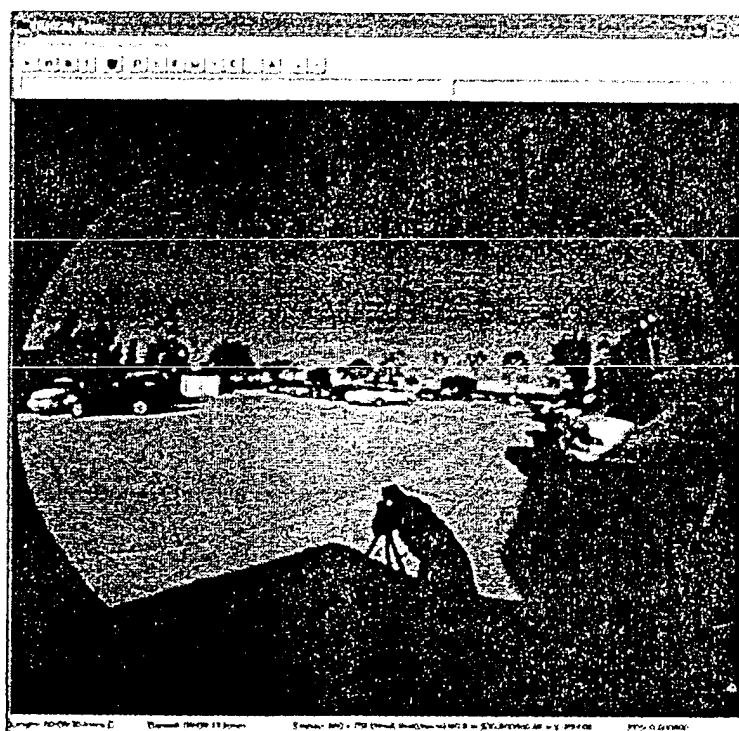
第17a圖



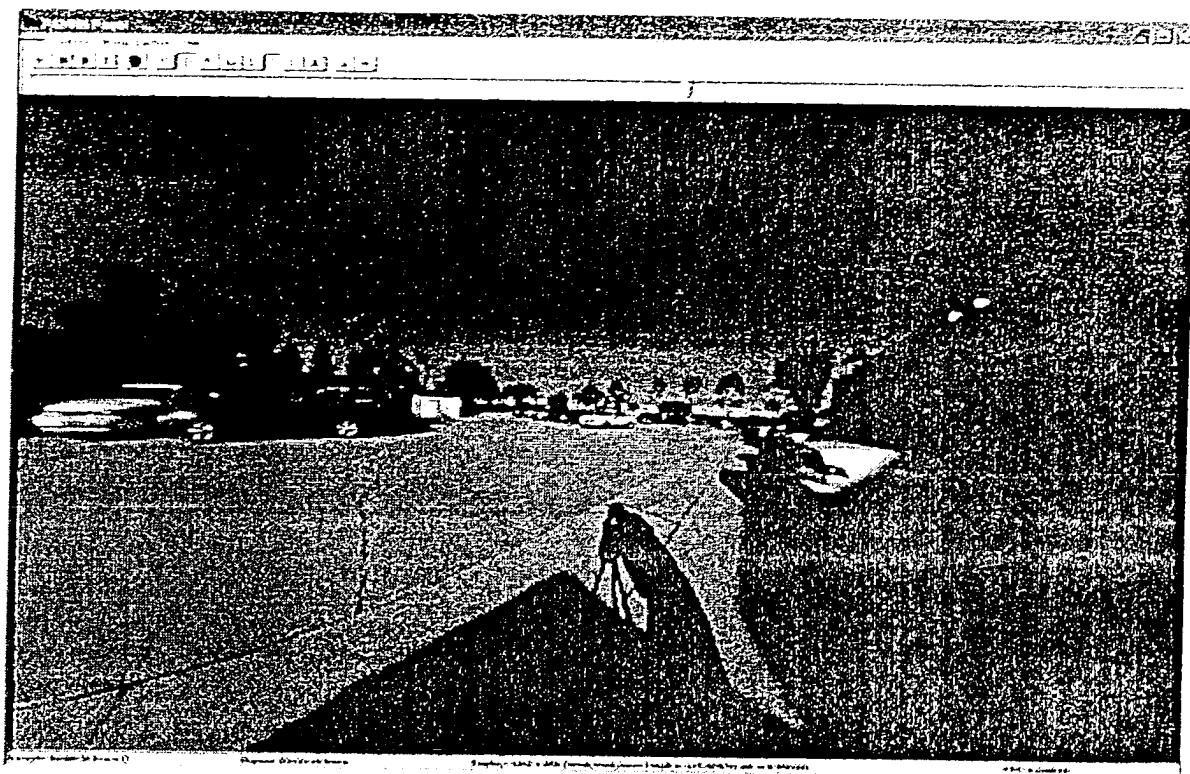
第17b圖



第18圖



第19圖



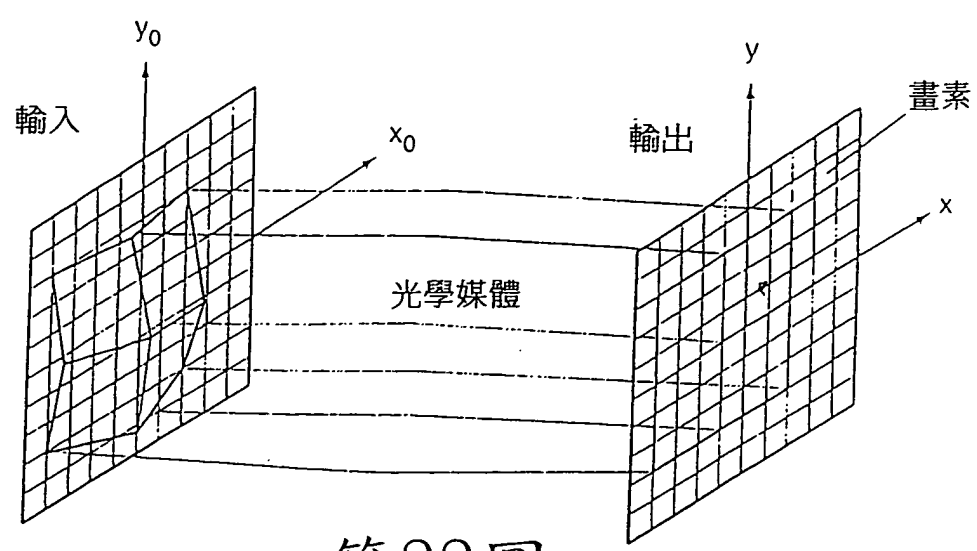
第20圖

鏡子系統
之360°全
景觀看



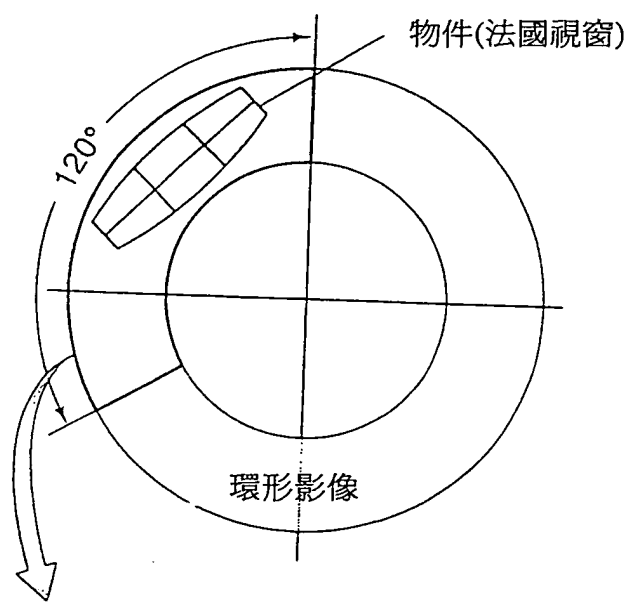
刻度圓

第21圖

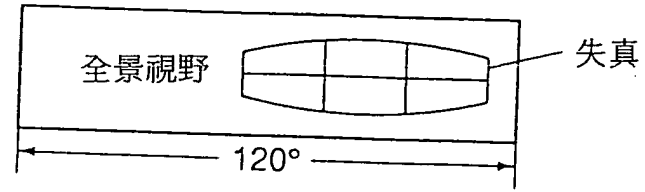


第22圖

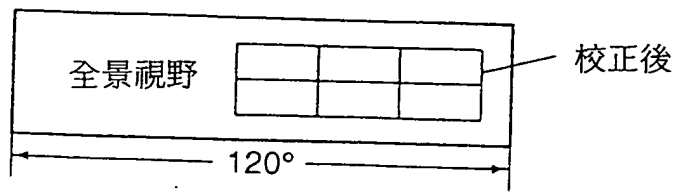
第23a圖

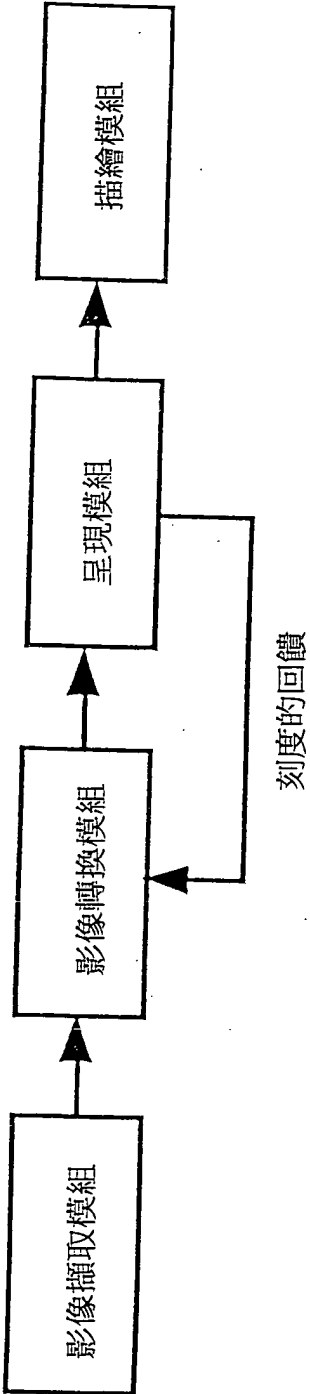


第23b圖

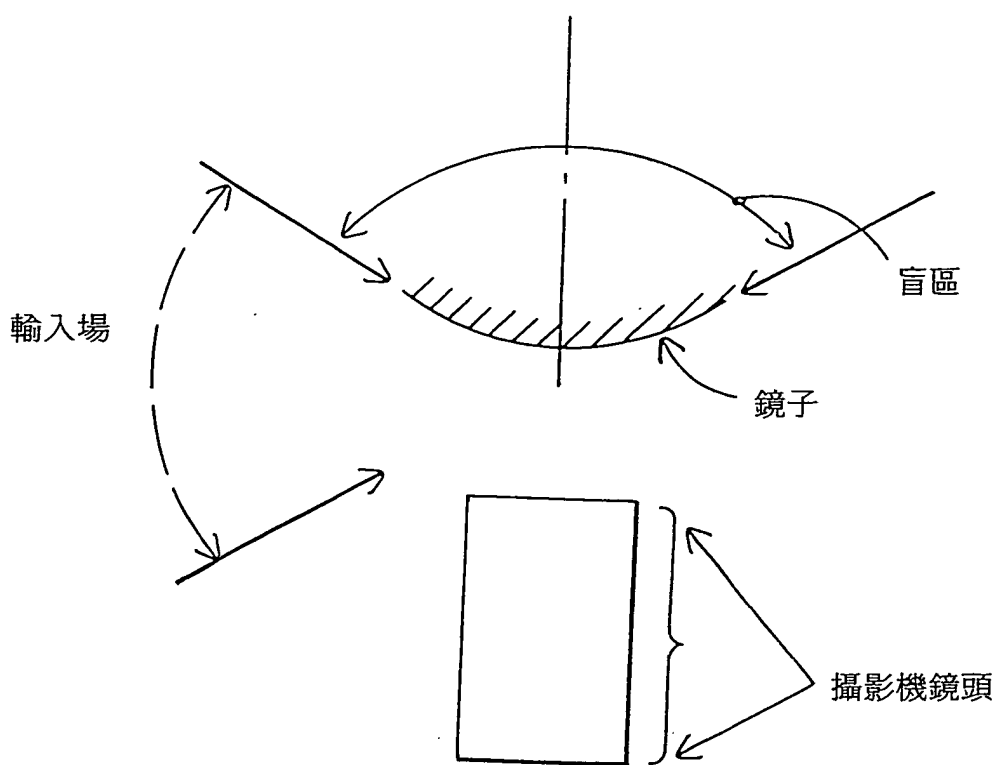


第23c圖

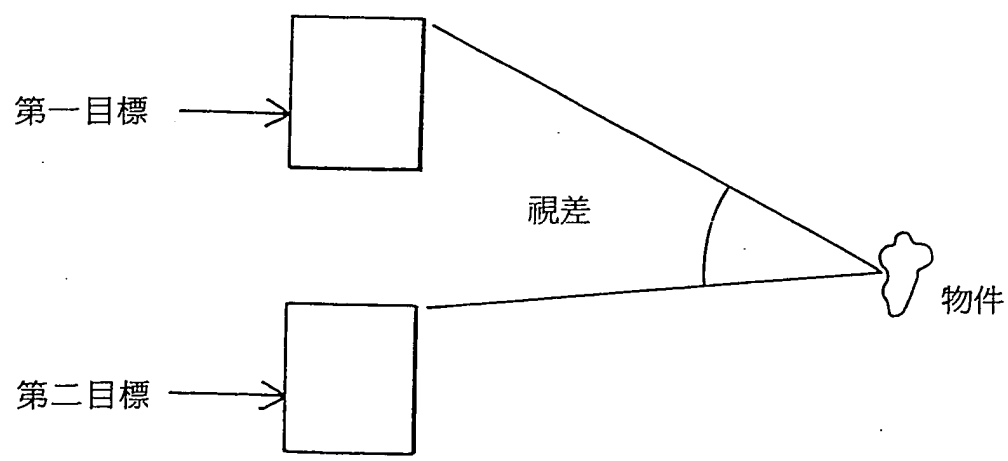




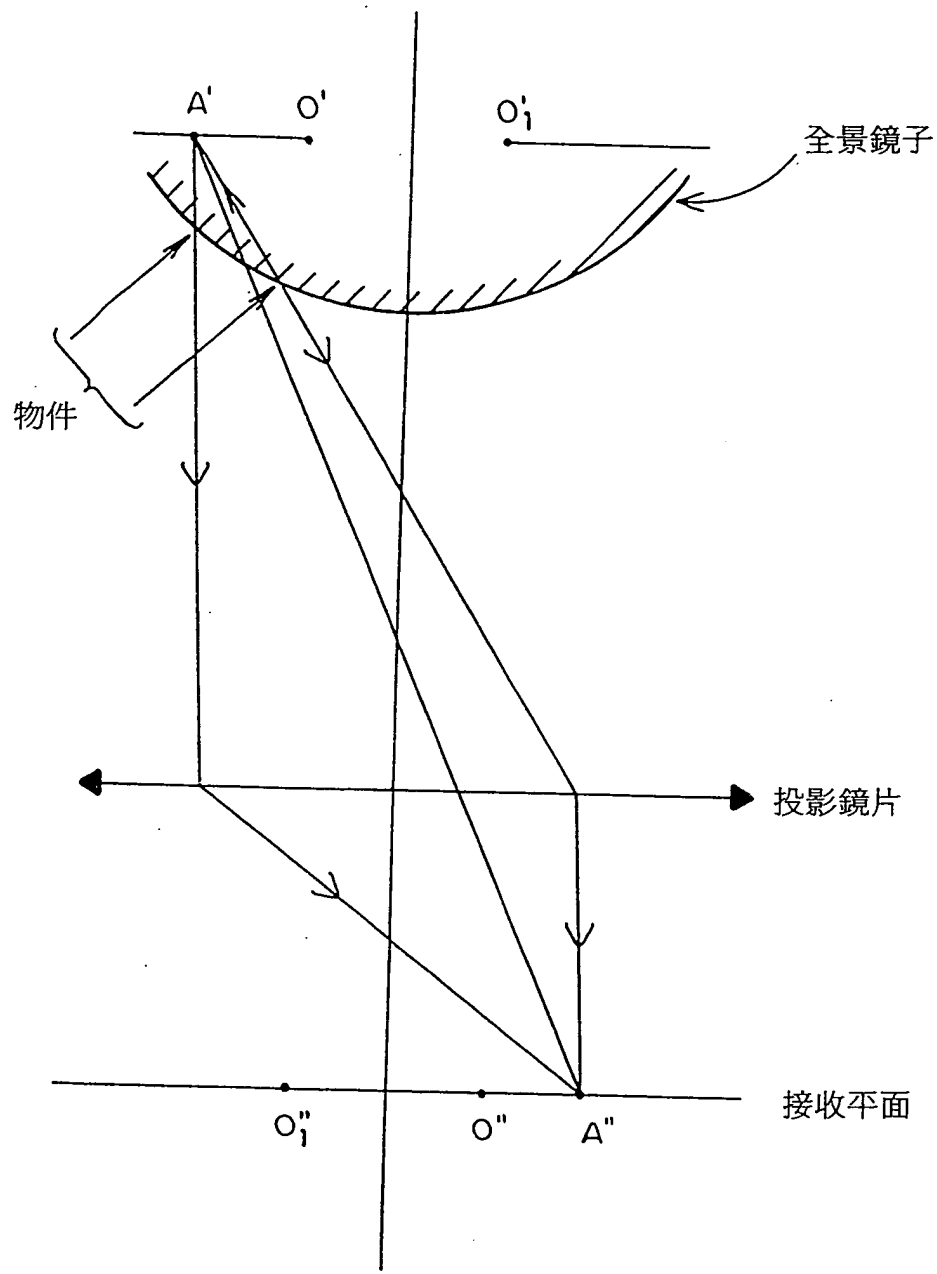
第24圖



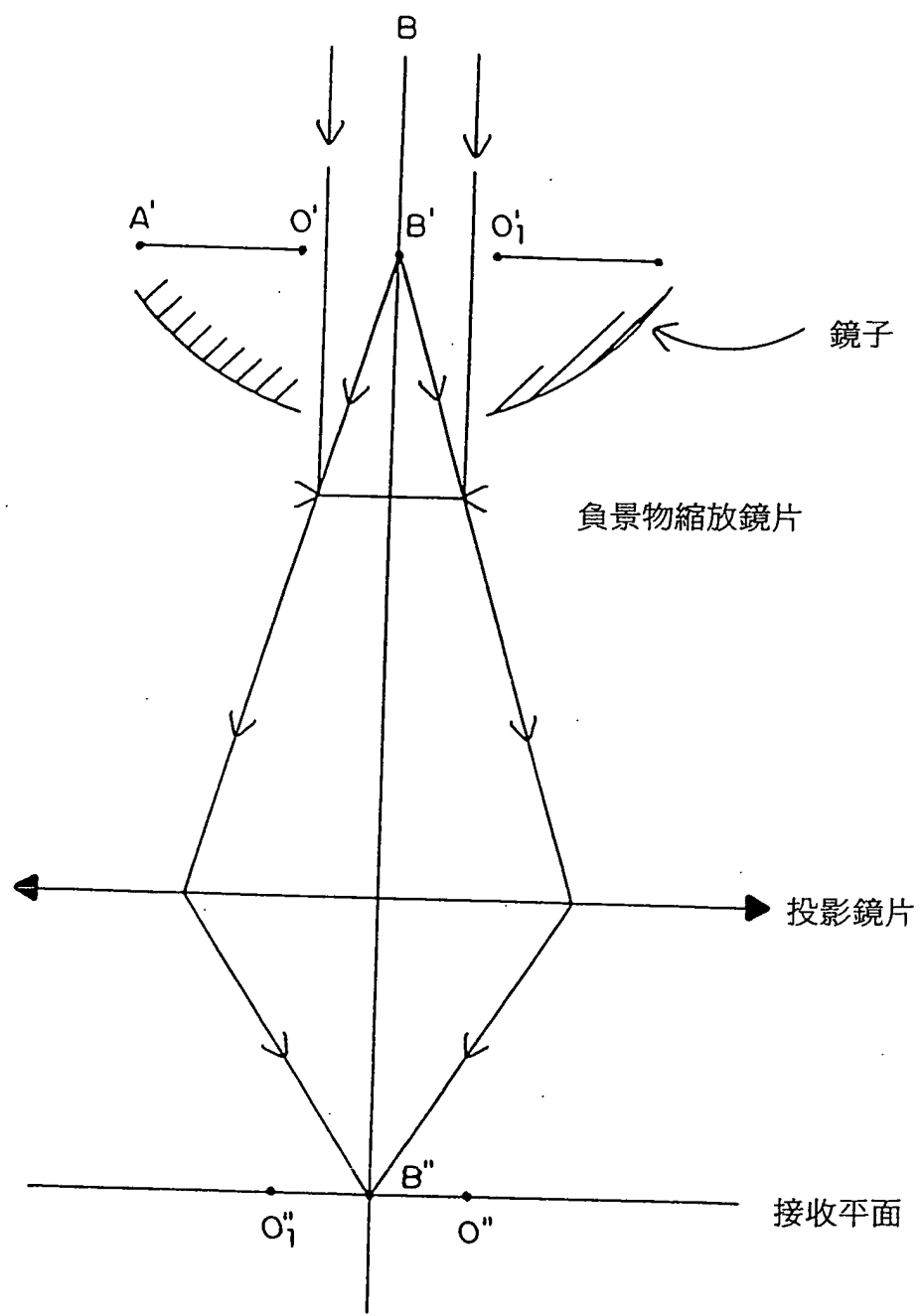
第25圖



第26圖



第27圖



第28圖

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(23a、23b、23c)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

附件 3A：第 093119950 號專利申請案中文申請專利範圍修正本

民國 100 年 8 月 8 日修正

十、申請專利範圍

1. 一種用一矩形格式來提供即時全景視訊影像的方法，其包含的步驟為：

a) 提供一全景環形鏡片系統用以捕捉一以 360 度看到的環形影像；

b) 將該以 360 度看到的環形影像聚焦到一攝影機影像平面上；

c) 將該攝影機影像平面的一資料訊號輸出傳送到一個人電腦上；

d) 利用該個人電腦以至少 30fps 的速率來將該環形影像展開成一無失真的矩形影像；及

e) 將該矩形影像呈現在一視覺顯示器上；

其中該步驟 d) 包含利用一使用該個人電腦的圖形處理單元之以頂點為基礎的轉換的步驟。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該步驟 a) 提供全景環形鏡片系統包含提供一雙曲線鏡片及橢圓形鏡子的步驟。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該步驟 b) 提供攝影機包含提供一 CCD 影像平面的步驟。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該步驟 b) 提供攝影機包含提供一 CMOS 影像平面的步驟。

5. 一種用一矩形格式來提供即時全景視訊影像的方

法，其包含的步驟為：

a) 提供一全景環形鏡片系統用以捕捉一以 360 度看到的環形影像；

b) 將該以 360 度看到的環形影像聚焦到一攝影機影像平面上；

c) 將該攝影機影像平面的一資料訊號輸出傳送到一個人電腦上；

d) 利用該個人電腦以至少 30fps 的速率來將該環形影像展開成一無失真的矩形影像；及

e) 將該矩形影像呈現在一視覺顯示器上；

其中該步驟 d) 包含利用輻射度的射線追蹤來首先將該環形影像轉換成一失真的展開影像，然後將該失真的展開影像轉換成一沒有失真的展開影像的步驟。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該步驟 d) 包含以下的步驟：擷取該資料訊號輸出；將來自該資料訊號輸出的該視訊影像加以轉換；操縱該經過轉換的視訊影像；及以直角座標格式來描繪該影像。

7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該步驟 d) 包含使用該個人電腦的至少一繪圖卡來展開該環形影像的步驟。

8. 一種提供一矩形格式的即時全景視訊影像的設備，該設備包含：

一全景環形鏡片系統，其被建構成可捕捉以 360 度看到的環形影像；

一攝影機，其具有一影像平面用來接收該環形影像及產生一相應的資料訊號輸出；

一電腦，其接收該資料訊號輸出；

一繪圖卡及至少一在該電腦內的軟體模組，用來將該資料訊號輸出以至少 30fps 的速率從一環形影像展開成沒有失真的矩形影像；及

一視覺顯示器，用來顯示該矩形影像；

其中該軟體模組具有一用於以頂點為基礎之展開該環形影像的轉換的程式。

9.如申請專利範圍第 8 項之設備，其中該全景環形鏡片系統具有一雙曲面鏡片及一橢圓面鏡子。

10.如申請專利範圍第 8 項之設備，其中該攝影機具有一 CCD 影像平面。

11.如申請專利範圍第 8 項之設備，其中該攝影機具有一 CMOS 影像平面。

12. 一種提供一矩形格式的即時全景視訊影像的設備，該設備包含：

一全景環形鏡片系統，其被建構成可捕捉以 360 度看到的環形影像；

一攝影機，其具有一影像平面用來接收該環形影像及產生一相應的資料訊號輸出；

一電腦，其接收該資料訊號輸出；

一繪圖卡及至少一在該電腦內的軟體模組，用來將該資料訊號輸出以至少 30fps 的速率從一環形影像展開成沒

有失真的矩形影像；及

一視覺顯示器，用來顯示該矩形影像；

其中該軟體模組具有一用於輻射度射線追蹤用以首先將該環形影像轉換成一失真的展開影像，然後將該失真的展開影像轉換成一沒有失真的展開影像的程式。

13.如申請專利範圍第 9 項之設備，其更包含用來捕捉該資料訊號輸出的機構；用來轉換來自該資料訊號輸出的視訊影像的機構；用來操縱該經過轉換的視訊影像的機構；及用來以直角座標格式描繪該影像的機構。

14.一種即時、無失真成像的全景影像系統，該系統包含：

一全景光學系統，其具有至少一光學元件用來觀看一 360 度的視場及用來將一相應的影像聚焦到一影像平面上；

一攝影機，其具有一設在該影像平面上的感測元件，用來將該影像轉換為一對應的影像訊號；

一電腦，其接受該影像訊號且具有至少一程式用來藉由對該影像施加以頂點為基礎的轉換以至少 30fps 的速率建構該影像的一無失真的矩形顯示；及

一監視器，用來呈現該顯示。

15.如申請專利範圍第 14 項的全景影像系統，其中該光學系統的光學元件包含一環形元件及該對應的影像為該 360 度視場的一環形影像。

16.如申請專利範圍第 14 項的全景影像系統，其中該

攝影機包含一 CCD 感測元件。

17.如申請專利範圍第 14 項的全景影像系統，其中該攝影機包含一 CMOS 感測元件。

18.如申請專利範圍第 14 項的全景影像系統，其中該攝影機的感測元件具有至少 1280x1024 的畫素解析度。

19.如申請專利範圍第 14 項的全景影像系統，其中該攝影機的感測元件具有至少 720x480 的畫素解析度。

20.如申請專利範圍第 14 項的全景影像系統，其中該電腦包含至少一繪圖卡用來建構該矩形顯示。