



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201723636 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：105130175

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 19 日

(51)Int. Cl.：

*G03B35/08 (2006.01)**G02B27/00 (2006.01)*

(30)優先權：2015/09/17

歐洲專利局

15306445.6

(71)申請人：湯姆生特許公司 (法國) THOMSON LICENSING (FR)

法國

(72)發明人：波伊森 喬勒美 BOISSON, GUILLAUME (FR)；舒伯德 亞諾 SCHUBERT, ARNO (DE)；布朗迪 羅倫 BLONDE, LAURENT (FR)

(74)代理人：陳詩經

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：10 共 28 頁

(54)名稱

產生像素射束表示資料之裝置及方法

AN APPARATUS AND A METHOD FOR GENERATING DATA REPRESENTING A PIXEL BEAM

(57)摘要

本發明係為一種產生像素射束表示資料之裝置及方法，目前市面上可取得數種類型之全光裝置及相機陣列，及所有此等光場獲取裝置具有其專屬檔案格式，然而，卻未有任何標準支援多維資訊之獲取及傳輸。得到相關該光學獲取系統之感測器之像素與該光學獲取系統之物件空間之間對應關係之資訊令人關注，實際上，知道屬於光學獲取系統之感測器之像素正在感測該光學獲取系統之哪部分物件空間，能用以提升信號處理操作。因此引進像素射束概念，其表示一組光線在相機之光學系統之物件空間所佔用體積。

There are several types of plenoptic devices and camera arrays available on the market, and all these light field acquisition devices have their proprietary file format. However, there is no standard supporting the acquisition and transmission of multi-dimensional information. It is interesting to obtain information related to a correspondence between pixels of a sensor of said optical acquisition system and an object space of said optical acquisition system. Indeed, knowing which portion of the object space of an optical acquisition system a pixel belonging to the sensor of said optical acquisition system is sensing enables the improvement of signal processing operations. The notion of pixel beam, which represents a volume occupied by a set of rays of light in an object space of an optical system of a camera is thus introduced.

指定代表圖：

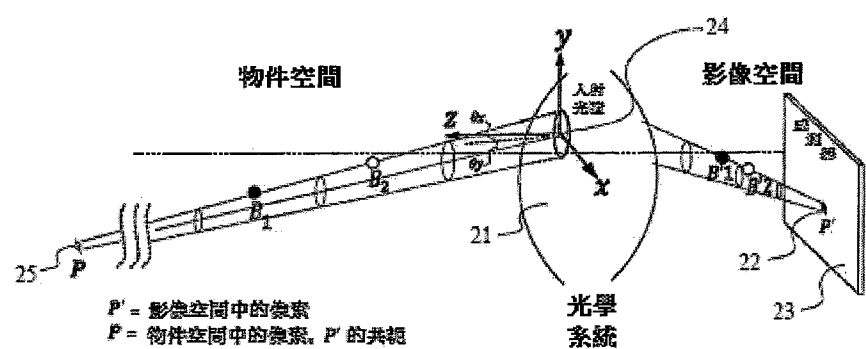


圖 2

符號簡單說明：

- 21 . . . 光學系統
- 22 . . . 像素
- 23 . . . 感測器
- 24 . . . 光瞳
- 25 . . . 像素之共軛
- P . . . 物件空間中之像素(P' 之共軛)
- P' . . . 影像空間中之像素
- θ_x, θ_y . . . 表示剪切角之參數

發明摘要

※ 申請案號：105130115

※ 申請日：105.9.19.

※IPC 分類：

G03B 35/8 (2006.01)

G03B 27/00 (2006.01)

【發明名稱】 產生像素射束表示資料之裝置及方法

An Apparatus and a Method for Generating Data Representing a Pixel Beam

【中文】

本發明係為一種產生像素射束表示資料之裝置及方法，目前市面上可取得數種類型之全光裝置及相機陣列，及所有此等光場獲取裝置具有其專屬檔案格式，然而，卻未有任何標準支援多維資訊之獲取及傳輸。得到相關該光學獲取系統之感測器之像素與該光學獲取系統之物件空間之間對應關係之資訊令人關注，實際上，知道屬於光學獲取系統之感測器之像素正在感測該光學獲取系統之哪部分物件空間，能用以提升信號處理操作。因此引進像素射束概念，其表示一組光線在相機之光學系統之物件空間所佔用體積。

【英文】

There are several types of plenoptic devices and camera arrays available on the market, and all these light field acquisition devices have their proprietary file format. However, there is no standard supporting the acquisition and transmission of multi-dimensional information. It is interesting to obtain information related to a correspondence between pixels of a sensor of said optical acquisition system and an object space of said optical acquisition system. Indeed, knowing which portion of the object space of an optical acquisition system a pixel belonging to the sensor of said optical acquisition system is sensing enables the improvement of signal processing operations. The notion of pixel beam, which represents a volume occupied by a set of rays of light in an object space of an optical system of a camera is thus introduce.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 (2)。

【本代表圖之符號簡單說明】：

21	光學系統
22	像素
23	感測器
24	光瞳
25	像素之共軛
P	物件空間中之像素(P'之共軛)
P'	影像空間中之像素
θ_x, θ_y	表示剪切角之參數

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

【發明名稱】 產生像素射束表示資料之裝置及方法

An Apparatus and a Method for Generating Data Representing a Pixel Beam

【技術領域】

【0001】 本發明相關光場表示資料的產生。

【先前技術】

【0002】 在 Anat Levin 等人的文章，名稱為“透過光場投影之貝氏分析以瞭解相機折衷(*Understanding camera trade-offs through a Bayesian analysis of light field projections*)”(公布在 ECCV 2008 會議錄中)，說明四維(或 4D)光場資料的獲取，其係可視為 4D 光場的採樣，即光線的記錄，係一熱門研究主題。

【0003】 與使用相機得到的傳統二維(或 2D)影像相比，4D 光場資料能令使用者存取到較多後製特徵，以增強影像的呈現，並增進與使用者的互動性。例如，利用 4D 光場資料，以自由選擇的聚焦距離來執行影像的重聚焦係可能的，意即可由經驗推論來規定/選擇焦點平面的位置，以及稍微變更一影像場景中的視點。為要獲取 4D 光場資料，可使用數種技術，例如，全光相機能獲取 4D 光場資料，在圖 1A 提供全光相機的架構細節。圖 1A 係以圖示意地描繪一全光相機 100，全光相機 100 包括一主透鏡 101、一微透鏡陣列 102(包括有依二維陣列排列的複數個微透鏡 103)，及一影像感測器 104。

【0004】 獲取 4D 光場資料的另一方式係使用如圖 1B 所繪示的相機陣列，圖 1B 描繪多陣列相機 110，多陣列相機 110 包括一透鏡陣列 112 及一影像感測器 114。

【0005】 在圖 1A 所顯示全光相機 100 的範例中，主透鏡 101 接收主透鏡 101 的物件場中從一物件(圖中未顯示)來的光，並將光傳遞通過主透鏡 101 的影像場。

【0006】 最後，獲取 4D 光場的另一方式係使用傳統相機，其係配置用以擷取相同場景在不同焦點平面的 2D 影像序列，例如可使用 J.-H.

Park 等人的文件”使用焦點平面掃描之光線場擷取及其使用 3D 顯示器之光學重建(Light ray field capture using focal plane sweeping and its optical reconstruction using 3D displays)”(2014 年 10 月公布在光學速報(OPTICS EXPRESS)第 22 卷第 21 期)所揭露的技術，藉由傳統相機以達成 4D 光場資料的獲取。

【0007】 表示 4D 光場資料有數種方式，實際上，在 Ren Ng 於 2006 年 7 月所發表的博士論文，名稱為”數位光場攝影術(Digital Light Field Photography)”，在其第 3.3 章揭露三種不同方式用以表示 4D 光場資料。首先，4D 光場資料係可在藉由全光相機記錄時以微透鏡影像的採集來表示，依此表示法的 4D 光場資料係稱為原始影像或原始 4D 光場資料。第二，4D 光場資料係可在藉由全光相機或藉由相機陣列記錄時以子孔徑影像集來表示，一子孔徑影像對應到從一視點所擷取的一場景影像，視點在二子孔徑影像之間係稍有不同，此等子孔徑影像提供成像場景的視差及深度有關的資訊。第三，4D 光場資料係可由一核線影像集來表示，例如參閱 S. Wanner 等人公布在 ISVC 2011 會議錄中的文章，名稱為”利用單鏡頭聚焦式全光相機以產生 4D 光場之面迴訊影像(EPI)表示法(Generating EPI Representation of a 4D Light Fields with a Single Lens Focused Plenoptic Camera)”。

【0008】 目前市面上可取得數種類型的全光裝置及相機陣列，及所有此等光場獲取裝置具有其專屬檔案格式，由於尚無任何標準支援多維資訊的獲取及傳輸，因此看似光場技術不能單獨存在於正規 2D 或 3D 成像之外。有鑑於上述原因，已提出本發明。

【發明內容】

【0009】 根據本發明的第一方面，揭示一種用電腦實施的資料產生方法，用以產生一組光線通過光學獲取系統的光瞳在該光學獲取系統的物件空間所佔用體積的資料表示，及該光學獲取系統的感測器所感測至少一像素的共軛的資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束，該方法包括有產生一數位檔案，包括有該像素射束的資料表示，該資料包括有：

- 光學獲取裝置的該光瞳的定義參數，
- 該像素射束的最小截面的定義參數，該最小截面稱為腰部，其對應到

感測器的該至少一像素在物件空間中的共軛，
其中基於該至少一像素的定義參數以計算該像素射束的腰部的該等定義參數。

【0010】 根據本發明的一實施例，該像素所擷取光強度的表示參數，係從光學獲取系統所擷取光場資料中得到，係關聯到該數位檔案中表示像素射束的參數。

【0011】 根據本發明的一實施例，光瞳的定義參數包括光瞳的半徑、相關光學獲取系統的坐標系中的光瞳中心坐標，及該坐標系中定義光瞳定向的角度。

【0012】 根據本發明的一實施例，表示像素射束腰部的參數包括像素射束腰部與光瞳中心之間的距離，及像素射束腰部在坐標系中的定向。

【0013】 本發明的另一目的涉及一種資料產生裝置，用以產生一組光線通過光學獲取系統的光瞳在該光學獲取系統的物件空間所佔用體積的資料表示，及該光學獲取系統的感測器所感測至少一像素的共軛的資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束，該裝置包括有一處理器，配置用以產生一數位檔案，包括有該像素射束的資料表示，該資料包括有：

- 光學獲取系統的該光瞳的定義參數，
- 該像素射束的最小截面的定義參數，該最小截面稱為腰部，對應到感測器的該至少一像素在物件空間的共軛，

其中基於該至少一像素的定義參數以計算該像素射束的腰部的該等定義參數。

【0014】 根據本發明的一實施例，該像素所擷取光強度的表示參數，係從光學獲取裝置所擷取的光場資料中得到，係關聯到數位檔案中表示像素射束的參數。

【0015】 根據本發明的一實施例，光瞳的定義參數包括光瞳的半徑，相關光學獲取裝置的坐標系中的光瞳中心坐標，及該坐標系中定義光瞳定向的角度。

【0016】 本發明的另一目的涉及一種光場成像裝置，包括有：

- 一微透鏡陣列，排列在一規則晶格結構中；
- 一光感測器，配置用以擷取從微透鏡陣列投射在光感測器的光，光感

測器包括有像素集，各像素集係在光學上與微透鏡陣列的個別微透鏡關聯；及

- 如申請專利範圍第 5 項的裝置，用以提供一數位檔案，包括有一組光線通過光學獲取系統的光瞳在該光學獲取系統的物件空間所佔用體積的資料表示，及該光學獲取系統的感測器所感測至少一像素的共軛的資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束。

【0017】 本發明的另一目的涉及一種影像呈現裝置，使用如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項方法所得到的數位檔案，用以從光場資料呈現出一影像，該數位檔案包括有一組光線通過光學獲取系統的光瞳在該光學獲取系統的物件空間所佔用體積的資料表示，及該光學獲取系統的感測器所感測至少一像素的共軛的資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束。

【0018】 本發明的另一目的涉及一種數位檔案，包括有一組光線通過光學獲取系統的光瞳在該光學獲取系統的物件空間所佔用體積的資料表示，及該光學獲取系統的感測器所感測至少一像素的共軛的資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束，該資料包括有：

- 光學獲取裝置的該光瞳的定義參數，
- 該像素射束的最小截面的定義參數，該最小截面稱為腰部，其對應到感測器的該至少一像素在物件空間的共軛，

其中基於該至少一像素的定義參數以計算該像素射束的腰部的該等定義參數，及

- 該像素所擷取的光強度，係從光學獲取系統所擷取光場資料中得到。

【0019】 本發明的元件所實施的一些過程係可由電腦實施，因此，此類元件可採取以下形式：完全硬體實施例、完全軟體實施例(包括有韌體、常駐軟體、微碼等)，或結合軟體與硬體方面的實施例，其在本文中通常係稱為“電路”、“模組”或“系統”。此外，此類元件可採取電腦程式產品的形式，具體實現在任何有形的表現媒體，具有電腦可用程式碼具體實現在該媒體中。

【0020】 由於本發明的元件係可實現在軟體中，本發明係可具體實現為電腦可讀取碼，藉任何合適載體媒體以提供到可程式裝置。有形載體

媒體可包括儲存媒體如軟式磁碟、CD-ROM、硬磁碟驅動機、磁帶元件，或固態記憶元件及類似物。暫態載體媒體可包括信號如電信號、電子信號、光學信號、聲音信號、磁信號，或電磁信號，如微波或射頻(RF)信號。

【圖式簡單說明】

【0021】 以下將參考附圖並僅藉由範例以描述本發明的實施例，圖中：

圖 1A 係以圖示意描繪全光相機；

圖 1B 描繪多陣列相機；

圖 2 描繪一組光線在相機(或光學獲取系統)的光學系統的物件空間所佔用體積；

圖 3 描繪單葉雙曲面；

圖 4 係以另一視圖描繪單葉雙曲面；

圖 5 係根據本發明的一實施例以示意方塊圖描繪用以產生像素射束表示資料的裝置範例；

圖 6 係根據本發明的一實施例以流程圖說明用以產生像素射束表示資料的過程；

圖 7 係根據本發明的一實施例以描繪一數位檔案，係根據用以產生像素射束表示資料的過程所產生；

圖 8 係根據本發明的一實施例以示意方塊圖描繪用以處理光學獲取系統所擷取影像的裝置範例；

圖 9 係根據本發明的一實施例以流程圖說明用以處理光學獲取系統所擷取影像的過程；

圖 10 描繪一高斯射束(Gaussian beam)的幾何形狀。

【實施方式】

【0022】 如熟諳此藝者所了解，本發明原理的方面係可具體實現為系統、方法，或電腦可讀取媒體，因此，本發明原理的方面可採取以下形式：完全硬體實施例、完全軟體實施例(包括有韌體、常駐軟體、微碼等)，或結合軟體及硬體方面的實施例，其在本文中通常皆稱為“電路”、“模組”，或“系統”。此外，本發明原理的方面可採取電腦可讀取儲存媒體的形式，可利用一或多個電腦可讀取儲存媒體的任何組合。

【0023】 用於任何光學獲取系統(係全光或可能不是)，除了表示光學獲取系統所擷取 4D 光場資料的原始影像或核線影像之外，得到相關該光學獲取系統的感測器的像素與該光學獲取系統的物件空間之間對應關係的資訊令人關注。知道屬於光學獲取系統的感測器的一像素正在感測該光學獲取系統的哪部分物件空間，能用以提升信號處理操作，如解多工、解馬賽克、重聚焦等，並能用以混合不同特徵的不同光學系統所擷取的影像。此外，相關光學獲取系統的感測器的像素與該光學獲取系統的物件空間之間對應關係的資訊係與光學獲取系統無關。

【0024】 本發明引進像素射束 20 的概念(顯示在圖 2)，其描繪一組光線在一相機或光學獲取系統(未顯示在圖 2)的光學系統 21 的物件空間所佔用體積。相機的一感測器 23 的一像素 22 透過該光學系統 21 的光瞳 24 感測到該組光線，光學系統 21 可係適用於光子或視訊相機的一透鏡組合，一光學系統的光瞳係定義為一孔徑光闌的影像，如透過該光學系統(即光學獲取系統的透鏡，其在該孔徑光闌之前)所見。一孔徑光闌係一開口，其限制通過光學獲取系統的光學系統的光量，例如，位在相機鏡頭內部的可調式光圈葉片係用於鏡頭的孔徑光闌。允許通過光圈的光量係由光圈開口的直徑(其係可依相機使用者希望允許的光量來調適)來控制，例如，使孔徑變小以縮減允許通過光圈的光量，及同時增加焦點深度。因一部分透鏡的折射作用，光闌的視尺寸係可比其實體尺寸較大或較小。正式地說，光瞳係孔徑光闌透過光學獲取系統位在實體光闌與觀察空間之間的所有透鏡所見的影像。

【0025】 一像素射束 20 係定義為一束光線，其在經由一入射光瞳 24 傳播通過光學系統 21 時到達一給定像素 22。由於光在自由空間係依直線行進，因此此一像素射束 20 的形狀係可由二截面定義，一者係像素 22 的共軛 25，及另一者係入射光瞳 24。像素 22 係由其非空表面及其敏感度圖來定義。

【0026】 因此，如圖 3 所顯示，一像素射束 30 係可由單葉雙曲面來表示，由二元件支持：光瞳 34，及像素 22 在物件空間的共軛 35。

【0027】 單葉雙曲面係一規則表面，其可支持光線束概念，並符合實體光束的“範圍(*étendue*)”概念，及連結到跨越實體光束截面保留能量的

概念。

【0028】 單葉雙曲面對應到高斯射束的幾何。實際上，在光學中，高斯射束係單色電磁輻射束，其橫向磁場及電場振幅輪廓係由高斯函數提供；此亦隱含一高斯強度輪廓。由於此一光束係可聚焦成最集中點，因此，此基本橫向高斯模式描述大部分雷射的預期輸出。

【0029】 以下方程式假設一射束在所有 z 值具有一圓形橫截面；此係可藉由注意到單一橫向尺寸(r)出現而看出。

【0030】 在沿著射束的一位置 z (自焦點測量起)，點大小參數 w 係提供如下：

$$w(z) = w_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_R}\right)^2}$$

其中 w_0 係腰部大小。

【0031】 如圖 10 所描繪，在離腰部的距離等於 z_R ，射束的寬 w 係等於 $\sqrt{2}w_0$ 。

【0032】 雖然高斯函數的尾實際上不曾達到零，用於 $z \gg z_R$ ，此表示遠離腰部，射束”邊”係錐形。沿著錐的線(其 $r = w(z)$)與射束的中心軸($r = 0$)之間的角係稱為射束的散度。

【0033】 射束遠離腰部的總角度展開則由 $\Theta = 2\theta$ 提供。

【0034】 如圖 4 所描繪，單葉雙曲面 40 係大致同等於其漸近錐面 41、42，除了在其最小截面的基本區域，稱為腰部 45，其對應到物件空間中的共軛 25。用於全光系統如光場相機，此係執行藉由多重路徑射線空間採樣的區域。在此區域利用錐形進行空間採樣並不適當，因像素 22 敏感度在其表面的數十平方微米上係顯著的且無法以數學上具有無限小表面的一點(就如一錐頂)來表示。

【0035】 在本發明的第一實施例中，定義各像素射束 20、30、40 係藉由四個參數 $z_p, \theta_x, \theta_y, a$ (定義像素共軛 25、45(在光瞳 24、34 前方)的位置及大小)，及藉由六個光瞳參數 $x_o, y_o, z_o, \theta_{x0}, \theta_{y0}, r$ (其定義光瞳 24、34 的位置、定向及半徑)，此六個光瞳參數係共用於共享同一光瞳 24、34 的像素射束集合，實際上，一像素射束表示像素 22 透過光瞳 24 所感測的

一組光線在光學系統 21 的物件空間所佔用的體積，即一給定對耦(像素 22/光瞳 24、34)對應到單一像素射束 20、30、40，但複數個相異像素射束係可由同一光瞳 24、34 支持。

【0036】 如圖 2 所顯示，一坐標系 (x, y, z) (其中定義像素射束 20、30、40 的參數)的原點 O 對應到光瞳 24 的中心，其中 z 軸定義正交於光瞳 24、34 的表面的方向。

【0037】 參數 θ_x, θ_y 定義主射線方向，關連到光瞳 24 中心的入射，該等參數係取決於像素 22 在感測器 23 上的位置及取決於光學系統 21 的光學元件。較精確地，參數 θ_x, θ_y 表示剪切角，定義從光瞳 24 的中心往像素 22 的共軛 25 的方向。

【0038】 參數 z_p 表示像素射束 20、30、40 的腰部 45(或像素 22 的共軛 25)與光瞳中心之間沿著 z 軸的距離。

【0039】 參數 a 表示像素射束 20、30、40 的腰部 45 的半徑。

【0040】 用於光學系統 21(其中可使光學失真及場曲率模型化)，經由參數函數，參數 z_p 及 a 係可取決於參數 θ_x 及 θ_y 。

【0041】 四個參數 $z_p, \theta_x, \theta_y, a$ 係相關像素 22 及其共軛 25。

【0042】 定義像素射束 20、30、40 的六個補充光瞳參數係：

- r ，其表示光瞳 24、34 半徑，
- x_0, y_0, z_0 ，其表示光瞳 24、34 中心在 (x, y, z) 坐標系中的坐標，及
- θ_{x0}, θ_{y0} ，其表示光瞳 24、34 在參考 (x, y, z) 坐標系中的定向。

【0043】 此六個光瞳參數係相關光瞳 24、34。定義另一參數 c ，此一參數 c 係依存於參數 z_p 及 a (相關像素 22 及其共軛 25)，及依存於參數 r (相關光瞳 24、34)。參數 c 定義像素射束 20、30、40 的角孔徑 α 並由公式 $\tan(\alpha) = \frac{a}{c}$ 提供。

【0044】 因此參數 c 的表式係由以下方程式提供：

$$c^2 = \frac{a^2 z_p^2}{r^2 - a^2} \quad (1)$$

【0045】 屬於像素射束 20、30、40 定界表面的點在物件空間的坐標 (x, y, z) 係以上所定義參數集(相關光瞳 24 及相關像素的共軛 25)的函數。因此，能用以產生單葉雙曲面(表示像素射束 20、30、40)的方程式(2)

係：

$$\frac{(x-z.\tan(\theta_x))^2}{a^2} + \frac{(y-z.\tan(\theta_y))^2}{a^2} - \frac{(z-z_P)^2}{c^2} = 1 \quad (2)$$

【0046】 表示像素射束 20、30、40 的相同雙曲面的參數方程式(3)

係：

$$\begin{cases} x = a \sqrt{1 + \frac{(z-z_P)^2}{c^2}} \cdot \cos(v) + z.\tan(\theta_x) \\ y = a \sqrt{1 + \frac{(z-z_P)^2}{c^2}} \cdot \sin(v) + z.\tan(\theta_y) \end{cases} \quad (3)$$

其中 v 係 (x,y) 平面中的一角度，能用以從一生成雙曲線中產生像素射束 20、30、40， v 係在 $[0, 2\pi]$ 區間中變動，及 $z \in [0, \infty]$ 係沿著 z 軸(其定義正交於光瞳 24、34 表面的方向)的坐標。方程式(2)及(3)係依以下假設寫成：像素 22 及其共軛 25 的截面係圓形，及光瞳 24、34 的截面亦圓形。

【0047】 為要得到像素射束 20、30、40 如何將光學系統 21 的物件空間採樣的精確描述，判定像素 22 的截面幾何及光瞳 24、34 的截面幾何如何鋪物件空間令人關注，此判定引到入射到物件空間的光如何在感測器 23 的不同像素 22 之間分布的知識。

【0048】 因此定義另一參數集，為要描述以下各項的截面形狀：光瞳 24、34 及像素 22，及像素 22 的共軛 25。

【0049】 定義第一參數 A_o ，參數 A_o 表示允許用於非對稱光瞳 24、34 的縱橫比。

【0050】 定義第二參數 A_p ，參數 A_p 表示允許在像素 22 的共軛 25、45(腰部)用於非對稱像素射束的縱橫比。

【0051】 第三參數依存參數 α 係定義如下：

$$\alpha = \left| \frac{1 - \left(\frac{z}{z_P}\right)^k}{1 + \left(\frac{z}{z_P}\right)^k} \right| \quad (4)$$

α 係一係數，其表示像素射束 20、30、40 形狀沿著 z 軸在光瞳 24、34 與像素 22 的共軛 25、45 之間的傳播，與光瞳 24、34 的截面形狀及像素 22 的截面形狀無關；並從像素 22 的共軛 25、45 到無限遠。參數 k 係調整像素射束 20、30、40 形狀沿著 z 軸展開的參數， $k \approx 1.3$ 的值逼近參數 α 在

光瞳 24、34 與像素 22 的共軛 25、45 之間的線性變動。

【0052】 二參數 ρ_O 及 ρ_P (稱為極半徑因子) 係分別描述光瞳 24、34 的形狀及像素 22 的共軛 25、45 的形狀，參數 ρ_O 及 ρ_P 係由以下方程式定義：

$$\rho = \min \left(\frac{1}{abs(\cos(v))}, \frac{1}{abs(\sin(v))} \right) \tag{5}$$

其中 ρ 係極半徑，定義用於角度 v 的單位平方點。

【0053】 下表(稱為表一)提供 $A_O = A_P = 1.0$ 時參數 ρ_O 及 ρ_P 的值的範例：

ρ_O	ρ_P	
1.0	1.0	圓形光瞳 24、34 及圓形像素共軛 25、45
1.0	ρ	圓形光瞳 24、34 及正方形像素共軛 25、45
ρ	1.0	正方形光瞳 24、34 及圓形像素共軛 25、45
ρ	ρ	正方形光瞳 24、34 及正方形像素共軛 25、45

表一

【0054】 考量到以上所定義相關光瞳 24、34 的截面形狀及像素 22 的截面形狀及像素 22 的共軛 25 的截面形狀的參數，表示像素射束 20、30、40 的雙曲面的延伸參數方程式(6)係：

$$\begin{cases} x = a \sqrt{1 + \frac{(z-z_P)^2}{c^2}} \cdot [\alpha \cdot \rho_O + (1 - \alpha) \cdot \rho_P] \cdot \cos(v) + z \cdot \tan(\theta_x) \\ y = a \sqrt{1 + \frac{(z-z_P)^2}{c^2}} \cdot [\alpha \cdot A_O \cdot \rho_O + (1 - \alpha) \cdot A_P \cdot \rho_P] \cdot \sin(v) + z \cdot \tan(\theta_y) \end{cases} \tag{6}$$

【0055】 相關該光學獲取系統的感測器的像素與該光學獲取系統的物件空間之間對應關係的資訊或可採取一參數集的形式，包括有四個參數 $z_P, \theta_x, \theta_y, a$ ，定義像素共軛 25、45(在光瞳 24、34 前方)的位置及大小，及六個光瞳參數 $x_O, y_O, z_O, \theta_{xO}, \theta_{yO}, r$ ，其在像素射束將由其參數方程式表示時定義光瞳 24、34 的位置、定向及半徑。因此，在表示光學獲取系統

所擷取 4D 光場資料的原始影像或核線影像之外，尚提供此參數集，為要在處理 4D 光場資料時使用。

【0056】 該等相關像素射束的額外資訊係關聯到一給定光學獲取系統的元資料，其係可提供為一資料檔案，例如儲存在一 CD-ROM 或備有光學獲取系統的快閃驅動器上，含有相關像素射束額外資訊的資料檔案亦可從屬於光學獲取系統製造商的伺服器下載。在本發明的一實施例中，此等相關像素射束的額外資訊係亦可內嵌在光學獲取系統所擷取影像的標頭中。

【0057】 此等相關像素射束的資訊知識能用以處理任何光學獲取系統所擷取的影像，與專屬檔案格式無關，亦與用以擷取待處理影像的光學獲取系統的特徵無關。

【0058】 圖 5 係根據本發明的一實施例以示意方塊圖描繪用以編碼光學獲取系統所擷取影像的裝置範例，此一裝置可係光學獲取系統如相機。

【0059】 裝置 500 包括一處理器 501、一儲存單元 502、一輸入元件 503、一顯示元件 504，及一介面單元 505，該等元件係藉由一匯流排 506 來連接。當然，電腦裝置 500 的構成元件係可藉由匯流排連接以外的連接方式來連接。

【0060】 處理器 501 控制裝置 500 的操作，儲存單元 502 儲存將由處理器 501 執行能用以編碼光學獲取系統所獲取影像的至少一程式，及儲存各種資料，包括有相關像素 22 在感測器 23 的位置的參數、相關光瞳位置的參數或相關光學獲取系統的光學系統 21 的參數、處理器 501 所執行運算所使用的參數、處理器 501 所執行運算的中間資料等。處理器 501 係可由任何習知且合適的硬體或軟體或硬體與軟體的組合來形成，例如，可由專屬硬體如處理電路或由可程式處理單元如 CPU(中央處理單元)來形成處理器 501，以便執行其記憶體中所儲存程式。

【0061】 儲存單元 502 係可由任何能以電腦可讀取方式儲存程式、資料或類似物的合適儲存體或構件來形成，儲存單元 502 的範例包括非暫態電腦可讀取儲存媒體如半導體記憶元件，及載入一讀取及寫入單元的磁性、光學或磁光記錄媒體。程式令處理器 501 執行一過程，根據本發

明如以下參考圖 6 所描述的一實施例，用以計算一組光線在光學系統的物件空間所佔用體積的表示參數，並將此等參數與光學獲取系統所擷取影像進行編碼。

【0062】 輸入元件 503 係可由鍵盤、指向元件如滑鼠，或類似物來形成，由使用者用以輸入命令以作出使用者的參數選擇，用以產生一組光線在一光學系統的物件空間所佔用體積的參數表示法。輸出元件 504 係可由一顯示元件形成，例如一圖形使用者介面(GUI)，用以顯示根據本發明的一實施例所產生的影像。輸入元件 503 及輸出元件 504 例如係可藉由一螢幕觸控面板而一體成型。

【0063】 介面單元 505 提供裝置 500 與一外部裝置之間的介面，介面單元 505 係可經由纜線或無線通訊與外部裝置通訊，在一實施例中，外部裝置可係光學獲取系統如相機、智慧型手機、數位板等。

【0064】 圖 6 係根據本發明的一實施例以流程圖說明用以產生像素射束資料表示的過程。

【0065】 裝置 500 的處理器 501 執行程式，該程式能計算像素射束(屬於光學獲取系統的一像素射束集合)的表示參數，並能將此等參數與光學獲取系統所擷取影像進行編碼。

【0066】 因此，在一步驟 601 期間，處理器 501 計算六個光瞳參數， $x_0, y_0, z_0, \theta_{x0}, \theta_{y0}, r$ ，其定義光瞳 24、34 的位置、定向及半徑。此步驟 601 係執行用於光學獲取系統的各光瞳 24 及感測器 23 的各像素 22。

【0067】 例如在光學獲取系統的一校準階段期間藉由執行一程式以實現此計算，該程式能將光線透過光學系統 21 的傳播模型化。此一程式例如係光學設計程式如 Zemax©、ASAP©或 Code V©。光學設計程式係用以設計及分析光學系統 21，光學設計程式將光線透過光學系統 21 的傳播模型化；及能將光學元件(如簡單透鏡、非球面透鏡、梯度指數透鏡、反射鏡及繞射光學元件等)的作用模型化。一商用鏡頭程式庫係儲存在裝置 500 的儲存單元 502 中，當處理器 501 執行光學設計程式時可存取到該處理器中。

【0068】 在一步驟 602 期間，處理器 501 計算四個參數 $z_p, \theta_x, \theta_y, a$ ，定義像素共軛 25、45(在光瞳 24、34 前方)的位置及大小。此計算係基於

定義光瞳 24、34 的參數(在步驟 601 期間所計算)，及基於定義像素 22 在感測器 23 的位置的參數(儲存在裝置 500 的儲存單元 502 中)。亦在光學獲取系統的校準階段藉由執行一程式以實現此計算，該程式能將光線透過光學系統 21 的傳播模型化。步驟 602 係執行用於感測器 23 的各像素 22。

【0069】 在一步驟 603 期間，處理器 501 係從光學獲取裝置所擷取光場資料中計算出感測器 23 的一像素 22 所擷取光強度的表示參數。取決於感測器 23 的類型，像素 22 所擷取光強度的表示參數例如係一顏色通道屬性如 R、G 或 B，或其一組合 RGB，或亮度屬性 L 或紅外線屬性 IR 等。

【0070】 在一步驟 604 中，處理器 501 產生一數位檔案，包括有光學獲取系統的光瞳 24、34 的定義參數，及關聯到各光瞳，像素 22 的共軛 35(其利用光瞳以定義一像素射束)的定義參數。像素 22(其共軛 35 定義像素射束)所擷取光強度的表示參數係關聯到光瞳 24、34 的定義參數。所產生的資料檔案例如係儲存在 CD-ROM 或備有光學獲取系統的快閃驅動器上，或儲存在屬於光學獲取系統製造商的伺服器上。

【0071】 在圖 7 描繪此一數位檔案 70，數位檔案 70 表示一光學獲取系統如相機的一像素射束集合，各光瞳 1 至 Y 對應到相機的一微透鏡(當相機係全光相機時)，或對應到不同相機的透鏡(在相機陣列的情形)。

【0072】 數位檔案 70 的一欄位 71 係專屬於相機的各光瞳 1 至 Y，在此欄位中儲存有相關所考慮光瞳的所有參數，如六個光瞳參數 $x_0, y_0, z_0, \theta_{x0}, \theta_{y0}, r$ (其定義光瞳的位置、定向及半徑)，一參數 A_0 (表示允許用於非對稱光瞳的縱橫比)，及一參數 ρ_0 (稱為極半徑因子，描述光瞳的形狀)。

【0073】 在專屬於一光瞳 1 至 Y 的各欄位中，相關該光瞳所定義像素射束 1 至 X 的參數係儲存在專屬子欄位 72 中。在此等子欄位 72 中儲存有四個參數 $z_p, \theta_x, \theta_y, a$ (定義像素共軛 25、45(在光瞳 24、34 前方)的位置及大小)，一參數 A_p (表示允許用於非對稱光瞳的縱橫比)及一參數 ρ_p (稱為極半徑因子，描述像素的形狀)，及一像素(其共軛定義像素射束)所擷取光強度的表示參數。

【0074】 在本發明的一實施例中，數位檔案 70 包括至少二相異光學獲取裝置的光瞳及像素共軛的定義參數，各光學獲取裝置係以外在參數

如 3×3 旋轉矩陣及 3×1 平移向量為其特徵，旋轉矩陣及平移向量兩者皆係藉由獲取裝置的外在校準所得。

【0075】 在本發明的另一實施例中，在一步驟 605 期間，處理器 501 使數位檔案關聯到光學獲取系統所擷取影像，該數位檔案包括有像素射束(相關光學獲取系統的感測器的不同像素)的表示參數。資料檔案例如係儲存在所擷取影像的標頭的一特定欄位中。

【0076】 在一步驟 606 期間，處理器 501 產生一信息(待傳送到能處理光學獲取系統所擷取影像的裝置)。在本發明的第一實施例中，該信息包括資料檔案，該資料檔案包括有所計算表示像素射束(相關光學獲取系統的感測器的不同像素)的參數。在本發明的第二實施例中，該信息在於光學獲取系統所擷取影像，內嵌有資料檔案在其標頭的一欄位中。

【0077】 接著將此信息透過介面單元 505 傳送到一外部裝置，介面單元 505 係經由纜線或無線通訊將信號(攜帶有包括參數的信息)傳送到外部裝置。外部裝置係能使用所接收參數(在裝置 500 所傳送信息中)以處理光學系統 21 所擷取的影像。

【0078】 圖 8 係根據本發明的一實施例以示意方塊圖描繪用以處理光學獲取系統所擷取影像的裝置範例。

【0079】 裝置 800 包括一處理器 801、一儲存單元 802、一輸入元件 803、一顯示元件 804，及一介面單元 805，此等元件係藉由一匯流排 806 來連接，當然，電腦裝置 800 的構成元件係可藉由匯流排連接以外的連接方式來連接。

【0080】 處理器 801 控制裝置 800 的操作，儲存單元 802 儲存至少一程式(能由處理器 801 執行以處理光學獲取系統所獲取影像)，及各種資料，包括有相關像素 22 在感測器 23 的位置的參數或相關光學獲取系統的光學系統 21 的參數，處理器 801 所執行運算使用的參數，處理器 801 所執行運算的中間資料等。處理器 801 係可藉由任何習知且合適的硬體或軟體或硬體與軟體的組合來形成，例如，可藉由專屬硬體如處理電路或藉由可程式處理單元如 CPU(中央處理單元)來形成處理器 801，以便執行其記憶體中所儲存程式。

【0081】 儲存單元 802 係可藉由能以電腦可讀取方式儲存程式、資

料或類似物的任何合適儲存體或構件來形成，儲存單元 802 的範例包括非暫態電腦可讀取儲存媒體如半導體記憶元件，及載入一讀取及寫入單元中的磁性、光學或磁光記錄媒體。程式令處理器 801 執行一過程，根據本發明如以下參考圖 9 說明的實施例，基於具備有待處理影像的像素射束的參數以處理光學獲取系統所擷取的影像。

【0082】 輸入元件 803 係可藉由鍵盤、指向元件如滑鼠，或類似物來形成，由使用者用以輸入命令以作出使用者的參數選擇，用以處理光學獲取系統所擷取的影像。輸出元件 804 係可藉由一顯示元件來形成，例如一圖形使用者介面(GUI)，用以顯示根據本發明的一實施例所產生的影像。輸入元件 803 及輸出元件 804 例如係可藉由一觸控螢幕面板而一體成型。

【0083】 介面單元 805 提供裝置 800 與一外部裝置之間的介面，介面單元 805 係可經由纜線或無線通訊與外部裝置通訊，在一實施例中，外部裝置可係光學獲取系統或裝置。

【0084】 圖 9 係根據本發明的一實施例以流程圖說明用以處理光學獲取系統所擷取影像的過程。

【0085】 裝置 800 的處理器 801 執行程式，能基於參數以處理光學獲取系統所擷取影像，該等參數表示與待處理影像關聯的一像素射束。

【0086】 因此，處理器 801 在一步驟 901 期間，從一 CD-ROM 或備有光學獲取系統的快閃驅動器中擷取像素射束(其將用以處理所擷取影像)的表示參數，或藉由從屬於光學獲取系統製造商的伺服器下載包括有該等參數的資料檔案。在本發明的一實施例中，處理器 801 係在待處理影像的標頭中擷取此等參數。

【0087】 接著，在一步驟 902 期間，基於步驟 901 期間所擷取像素射束 20、30、40 的表示參數以處理步驟 901 期間光學獲取系統所擷取影像。

【0088】 擷取影像的處理可在於解多工、解馬賽克、重聚焦、呈現或將該擷取影像與一相異光學獲取系統所擷取的至少另一影像混合，或此等作用中的任何組合。

【0089】 雖然以上已參考特定實施例以說明本發明，但本發明係不

限於該等特定實施例，包括在本發明範圍內的修改對熟諳此藝者將顯而易見。

【0090】 參考以上繪示的實施例，熟諳此藝者將輕易看出許多進一步的修改及變化，該等實施例係只藉由範例方式提供，並不希望用以限制本發明的範圍，其係單由後附申請專利範圍來判定，尤其，只要適當，依據不同實施例的不同特徵係可互換。

【符號說明】

20, 30, 40	像素射束
21	光學系統
22	像素
23	感測器
24, 34	光瞳
25, 35	像素的共軛
41, 42	非對稱錐
45	像素射束腰部
70	數位檔案
71	欄位
72	子欄位
100	全光相機
101	主透鏡
102	微透鏡陣列
103	微透鏡
104, 114	影像感測器
110	多陣列相機
112	透鏡陣列
500	資料產生裝置
501, 801	處理器
502, 802	儲存單元
503, 803	輸入元件

504, 804	輸出元件(顯示元件)
505, 805	介面單元
506, 806	滙流排
601	參數計算步驟
602	參數與影像的關聯步驟
603	資料檔案產生步驟
604	資料檔案與影像的關聯步驟
605	信息產生步驟
800	處理裝置
901	參數擷取步驟
902	影像處理步驟
a	像素射束腰部半徑
c	從腰部算起的距離
P	物件空間中的像素(P'的共軛)
P'	影像空間中的像素
θ_x, θ_y	表示剪切角的參數

申請專利範圍

1. 一種用電腦實施之資料產生方法，用以產生一組光線通過光學獲取系統之光瞳在該光學獲取系統之物件空間所佔用體積之資料表示，及該光學獲取系統之感測器所感測至少一像素之共軛之資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束，該方法包括有產生一數位檔案，包括有該像素射束之資料表示，該資料包括有：

- 光學獲取裝置之該光瞳之定義參數，
- 該像素射束之最小截面之定義參數，該最小截面稱為腰部，其對應至感測器之該至少一像素在物件空間之共軛，

其中基於該至少一像素之定義參數以計算該像素射束之腰部之該等定義參數。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該像素所擷取光強度之表示參數，係從光學獲取系統所擷取光場資料中得到，係關聯至該數位檔案中表示像素射束之參數。

3. 如先前申請專利範圍中任一項之方法，其中光瞳之定義參數包括光瞳之半徑，相關光學獲取系統之坐標系中之光瞳中心坐標，及該坐標系中定義光瞳定向之角度。

4. 如先前申請專利範圍中任一項之方法，其中像素射束腰部之表示參數包括像素射束腰部與光瞳中心間之距離，及像素射束腰部在坐標系中之定向。

5. 一種資料產生裝置，用以產生一組光線通過光學獲取系統之光瞳在該光學獲取系統之物件空間所佔用體積之資料表示，及該光學獲取系統之感測器所感測至少一像素之共軛之資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束，該裝置包括有一處理器，配置用以產生一數位檔案，包括該像素射束之資料表示，該資料包括有：

- 光學獲取裝置之該光瞳之定義參數，
- 該像素射束之最小截面之定義參數，該最小截面稱為腰部，對應至感測器之該至少一像素在物件空間之共軛，

其中基於該至少一像素之定義參數以計算該像素射束腰部之該等定義參

數。

6. 如申請專利範圍第 5 項之裝置，其中該像素所擷取光強度之表示參數，係從光學獲取裝置所擷取光場資料中得到，係關聯至數位檔案中表示像素射束之參數。

7. 如申請專利範圍第 5 至 6 項中任一項之裝置，其中光瞳之定義參數包括光瞳之半徑，相關光學獲取裝置之坐標系中之光瞳中心坐標，及該坐標系中定義光瞳定向之角度。

8. 一種光場成像裝置，包括有：

- 一微透鏡陣列，排列在一規則晶格結構中；
- 一光感測器，配置用以擷取從微透鏡陣列投射在光感測器之光，光感測器包括有像素集，各像素集係在光學上與微透鏡陣列之個別微透鏡關聯；及
- 如申請專利範圍第 5 項之裝置，用以提供一數位檔案，包括有一組光線通過光學獲取系統之光瞳在該光學獲取系統之物件空間所佔體積之資料表示，及該光學獲取系統之感測器所感測至少一像素之共軛之資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束。

9. 一種影像呈現裝置，使用如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項方法所得之數位檔案，用以從光場資料呈現出一影像，該數位檔案包括有一組光線通過光學獲取系統之光瞳在該光學獲取系統之物件空間所佔用體積之資料表示，及該光學獲取系統之感測器所感測至少一像素之共軛之資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束。

10. 一種數位檔案，包括有一組光線通過光學獲取系統之光瞳在該光學獲取系統之物件空間所佔用體積之資料表示，及該光學獲取系統之感測器所感測至少一像素之共軛之資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束，該資料包括有：

- 光學獲取裝置之該光瞳之定義參數，
- 該像素射束之最小截面之定義參數，該最小截面稱為腰部，其對應至感測器之該至少一像素在物件空間之共軛，

其中基於該至少一像素之定義參數以計算該像素射束之腰部之該等定義參數。

- 該像素所擷取之光強度，係從光學獲取系統所擷取光場資料中得到。

11. 如申請專利範圍第 10 項之數位檔案，係藉由如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之方法所得。

12. 一種用於可程式裝置之電腦程式產品，該電腦程式產品包括有一指令序列，當由可程式裝置載入並執行時用以實施如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之方法。

圖式：

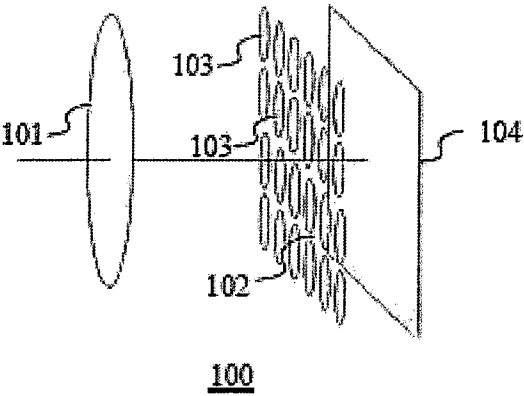


圖 1A (先前技術)

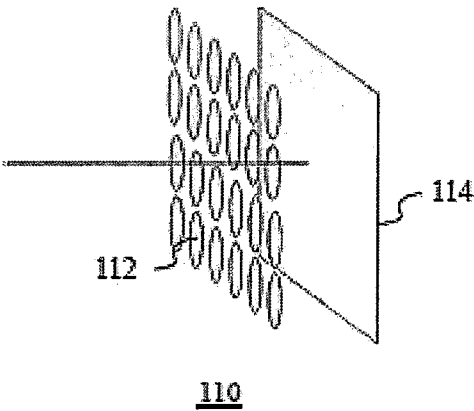


圖 1B (先前技術)

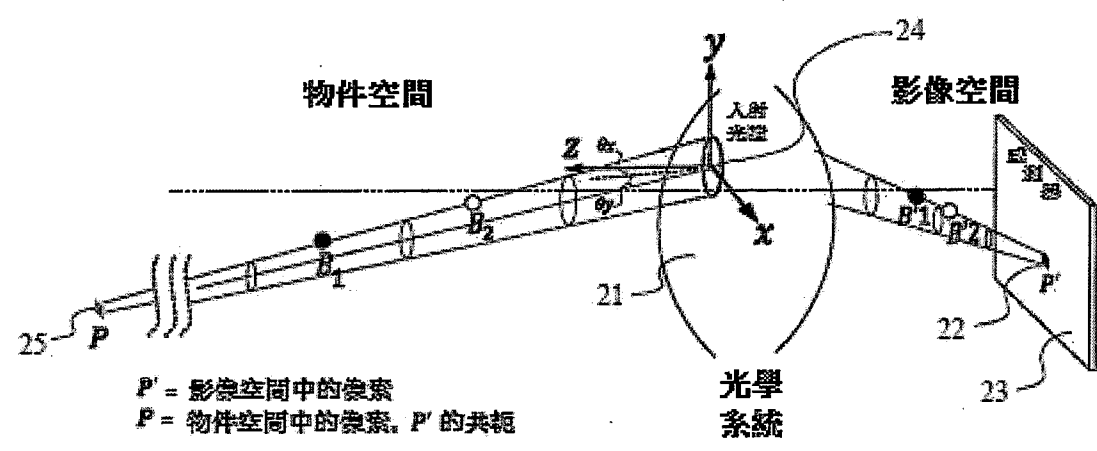


圖 2

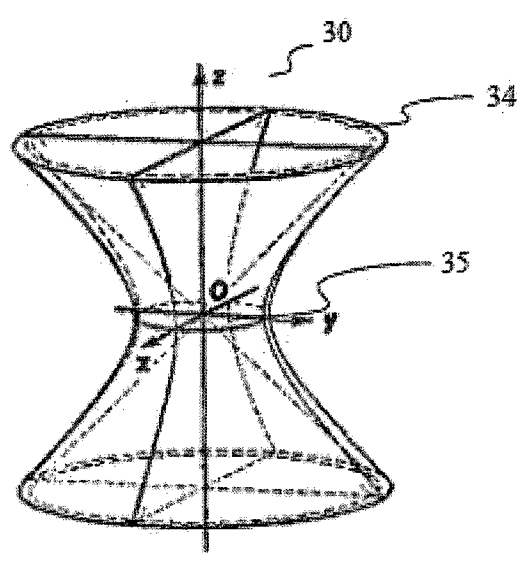


圖 3

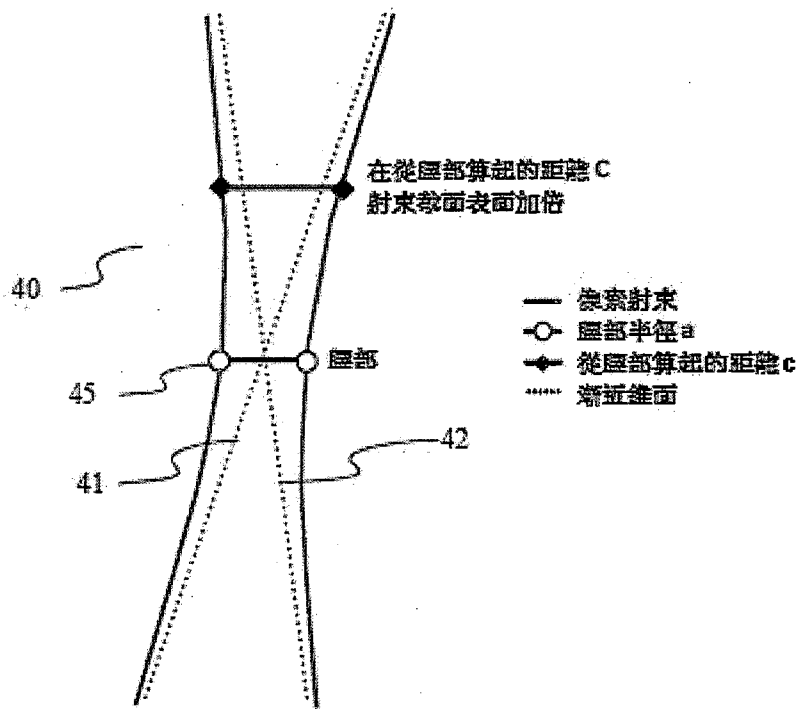


圖 4

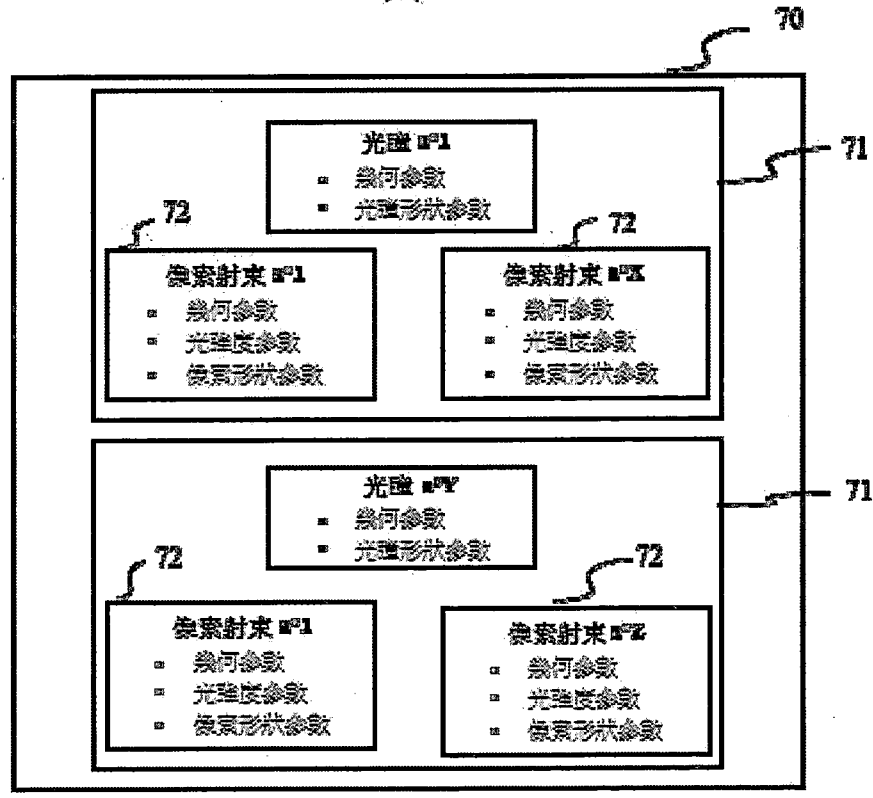


圖 7

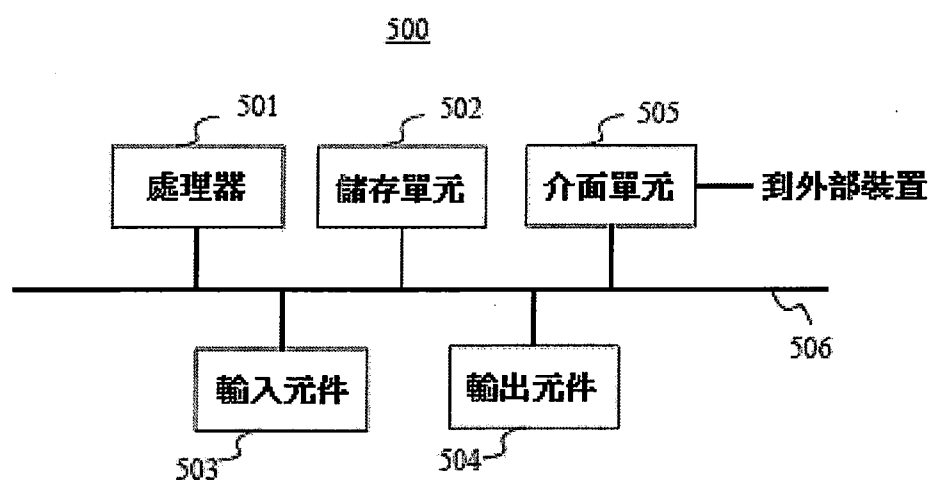


圖 5

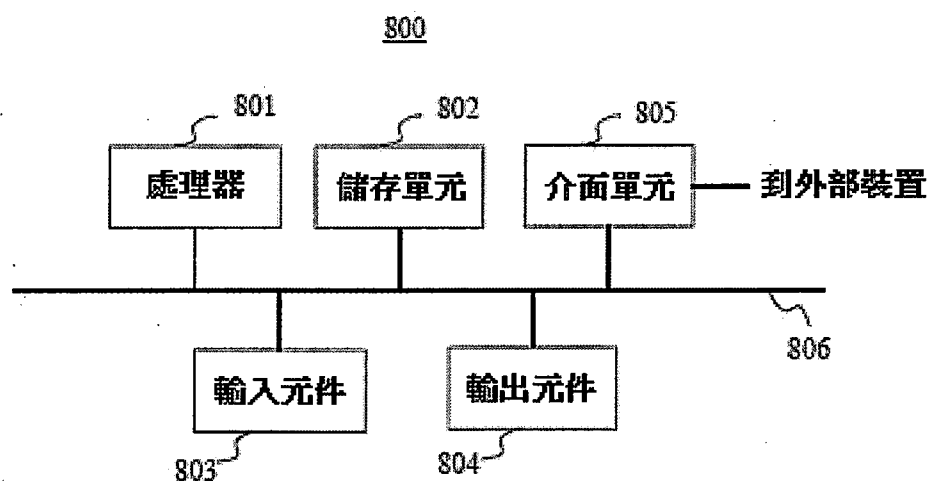


圖 8

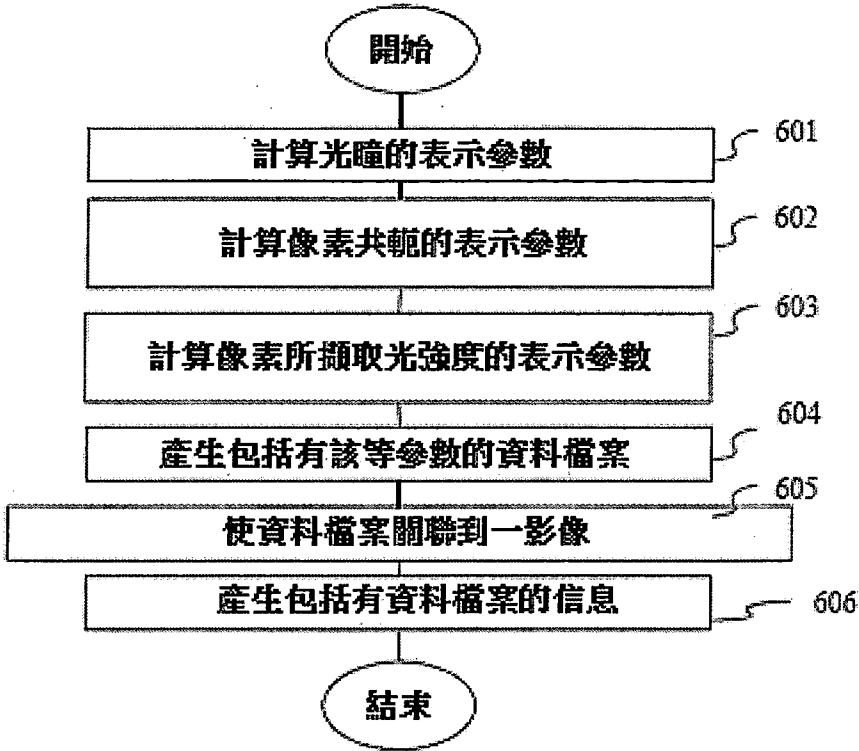


圖 6

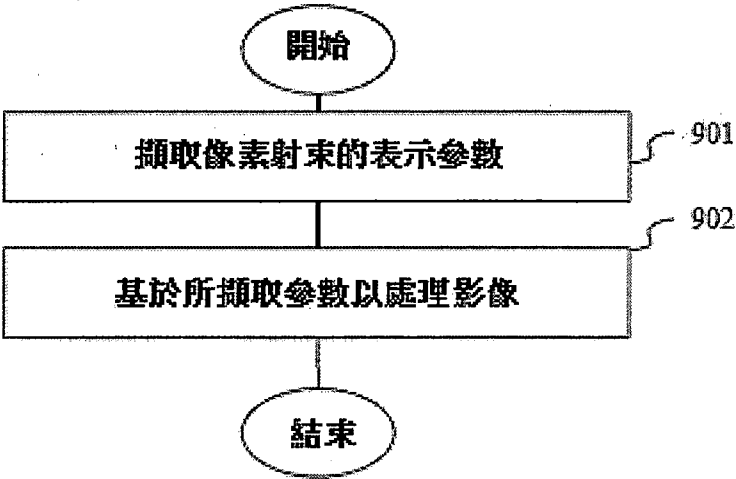


圖 9

發明專利說明書

【發明名稱】 產生像素射束表示資料之裝置及方法

An Apparatus and a Method for Generating Data Representing a Pixel Beam

【技術領域】

【0001】 本發明相關光場表示資料的產生。

【先前技術】

【0002】 在 Anat Levin 等人的文章，名稱為”透過光場投影之貝氏分析以瞭解相機折衷(*Understanding camera trade-offs through a Bayesian analysis of light field projections*)”(公布在 ECCV 2008 會議錄中)，說明四維(或 4D)光場資料的獲取，其係可視為 4D 光場的採樣，即光線的記錄，係一熱門研究主題。

【0003】 與使用相機得到的傳統二維(或 2D)影像相比，4D 光場資料能令使用者存取到較多後製特徵，以增強影像的呈現，並增進與使用者的互動性。例如，利用 4D 光場資料，以自由選擇的聚焦距離來執行影像的重聚焦係可能的，意即可由經驗推論來規定/選擇焦點平面的位置，以及稍微變更一影像場景中的視點。為要獲取 4D 光場資料，可使用數種技術，例如，全光相機能獲取 4D 光場資料，在圖 1A 提供全光相機的架構細節。圖 1A 係以圖示意地描繪一全光相機 100，全光相機 100 包括一主透鏡 101、一微透鏡陣列 102(包括有依二維陣列排列的複數個微透鏡 103)，及一影像感測器 104。

【0004】 獲取 4D 光場資料的另一方式係使用如圖 1B 所繪示的相機陣列，圖 1B 描繪多陣列相機 110，多陣列相機 110 包括一透鏡陣列 112 及一影像感測器 114。

【0005】 在圖 1A 所顯示全光相機 100 的範例中，主透鏡 101 接收主透鏡 101 的物件場中從一物件(圖中未顯示)來的光，並將光傳遞通過主透鏡 101 的影像場。

【0006】 最後，獲取 4D 光場的另一方式係使用傳統相機，其係配置用以擷取相同場景在不同焦點平面的 2D 影像序列，例如可使用 J.-H.

Park 等人的文件”使用焦點平面掃描之光線場擷取及其使用 3D 顯示器之光學重建(*Light ray field capture using focal plane sweeping and its optical reconstruction using 3D displays*)”(2014 年 10 月公布在光學速報(OPTICS EXPRESS)第 22 卷第 21 期)所揭露的技術，藉由傳統相機以達成 4D 光場資料的獲取。

【0007】 表示 4D 光場資料有數種方式，實際上，在 Ren Ng 於 2006 年 7 月所發表的博士論文，名稱為”數位光場攝影術(*Digital Light Field Photography*)”，在其第 3.3 章揭露三種不同方式用以表示 4D 光場資料。首先，4D 光場資料係可在藉由全光相機記錄時以微透鏡影像的採集來表示，依此表示法的 4D 光場資料係稱為原始影像或原始 4D 光場資料。第二，4D 光場資料係可在藉由全光相機或藉由相機陣列記錄時以子孔徑影像集來表示，一子孔徑影像對應到從一視點所擷取的一場景影像，視點在二子孔徑影像之間係稍有不同，此等子孔徑影像提供成像場景的視差及深度有關的資訊。第三，4D 光場資料係可由一核線影像集來表示，例如參閱 S. Wanner 等人公布在 ISVC 2011 會議錄中的文章，名稱為”利用單鏡頭聚焦式全光相機以產生 4D 光場之面迴訊影像(EPI)表示法(*Generating EPI Representation of a 4D Light Fields with a Single Lens Focused Plenoptic Camera*)”。

【0008】 目前市面上可取得數種類型的全光裝置及相機陣列，及所有此等光場獲取裝置具有其專屬檔案格式，由於尚無任何標準支援多維資訊的獲取及傳輸，因此看似光場技術不能單獨存在於正規 2D 或 3D 成像之外。有鑑於上述原因，已提出本發明。

【發明內容】

【0009】 根據本發明的第一方面，揭示一種用電腦實施的資料產生方法，用以產生一組光線通過光學獲取系統的光瞳在該光學獲取系統的物件空間所佔用體積的資料表示，及該光學獲取系統的感測器所感測至少一像素的共軛的資料表示，該組光線所佔該體積係稱為一像素射束，該方法包括有產生一數位檔案，包括有該像素射束的資料表示，該資料包括有：

- 光學獲取裝置的該光瞳的定義參數，
- 該像素射束的最小截面的定義參數，該最小截面稱為腰部，其對應到