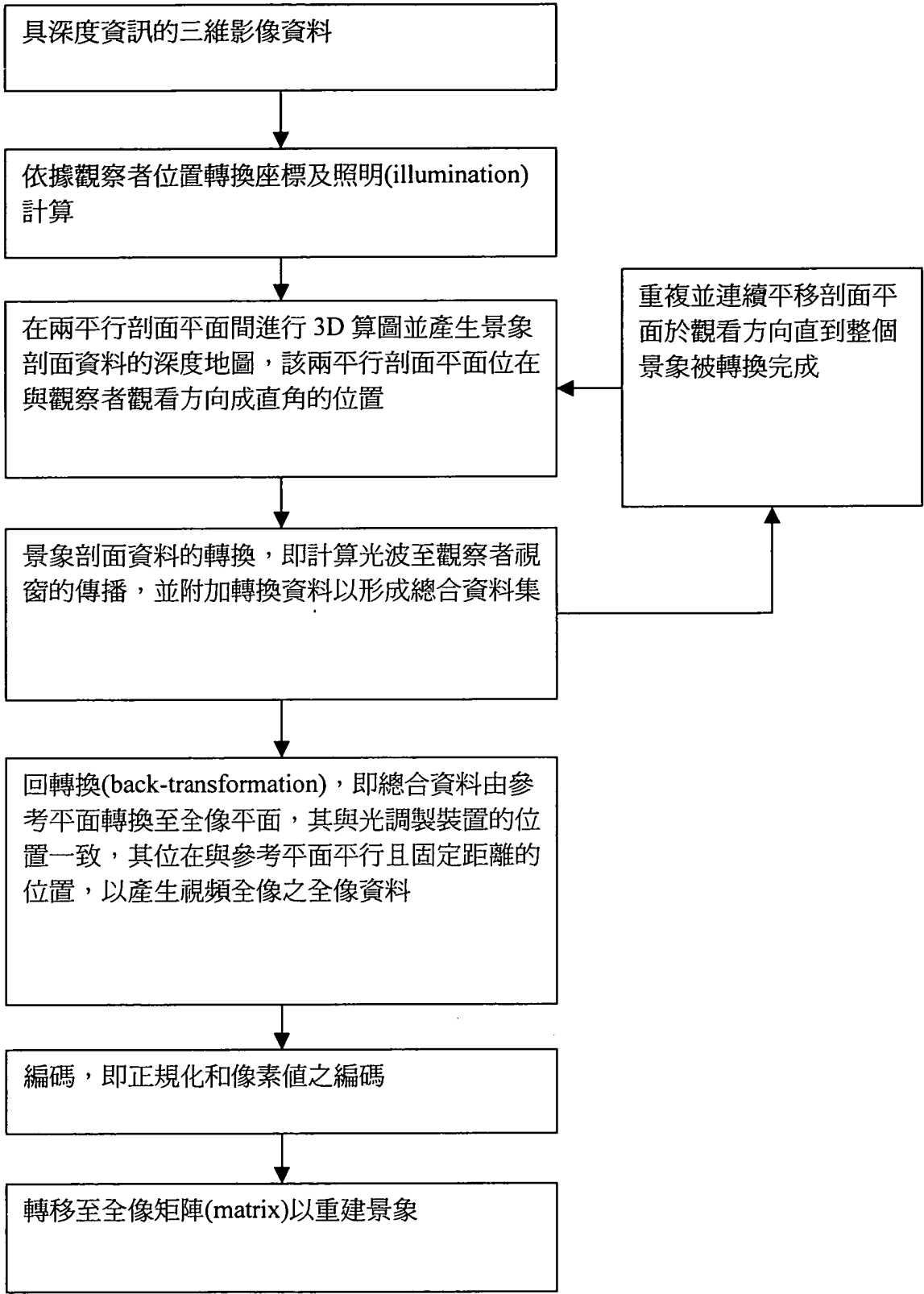
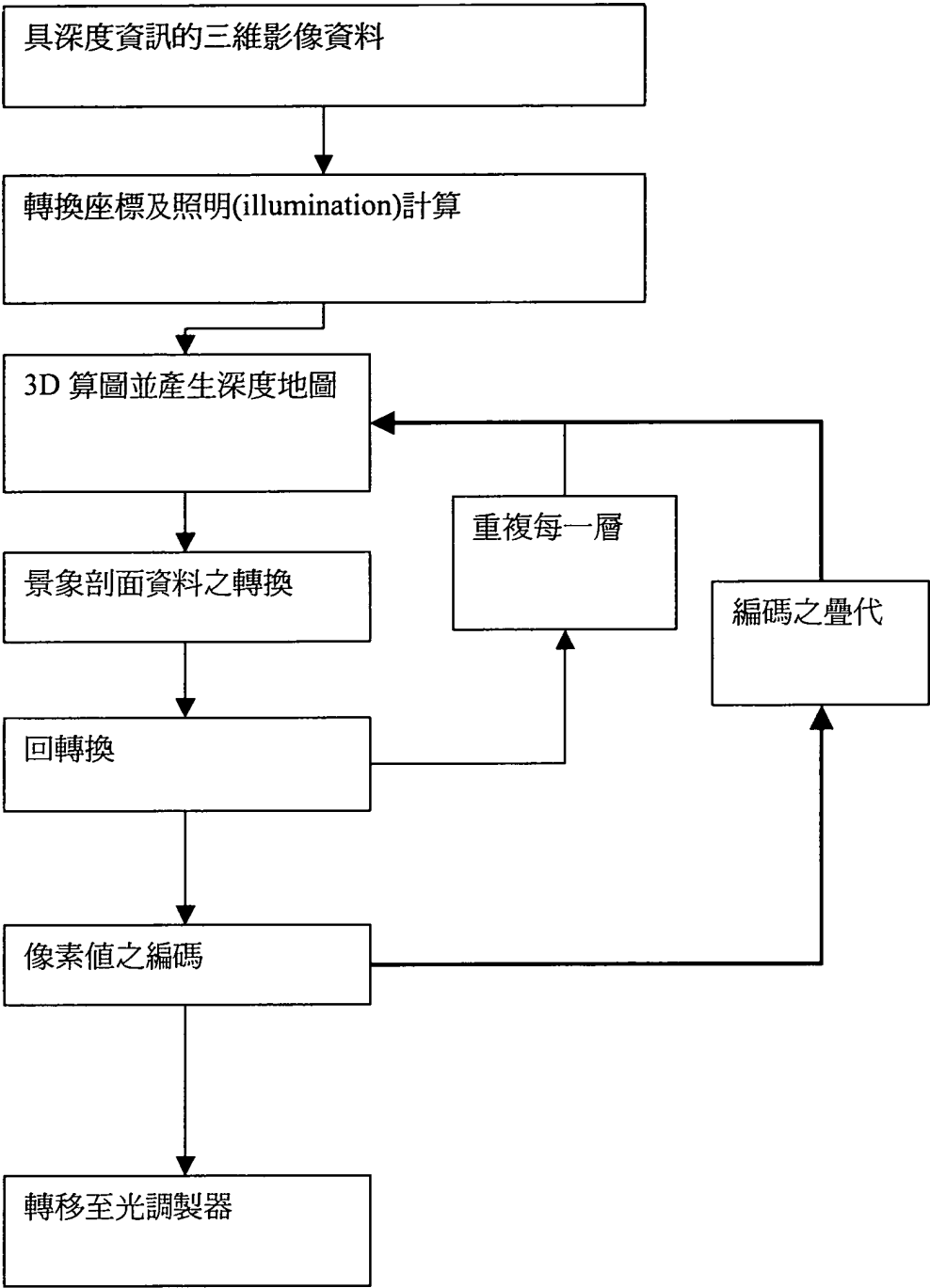
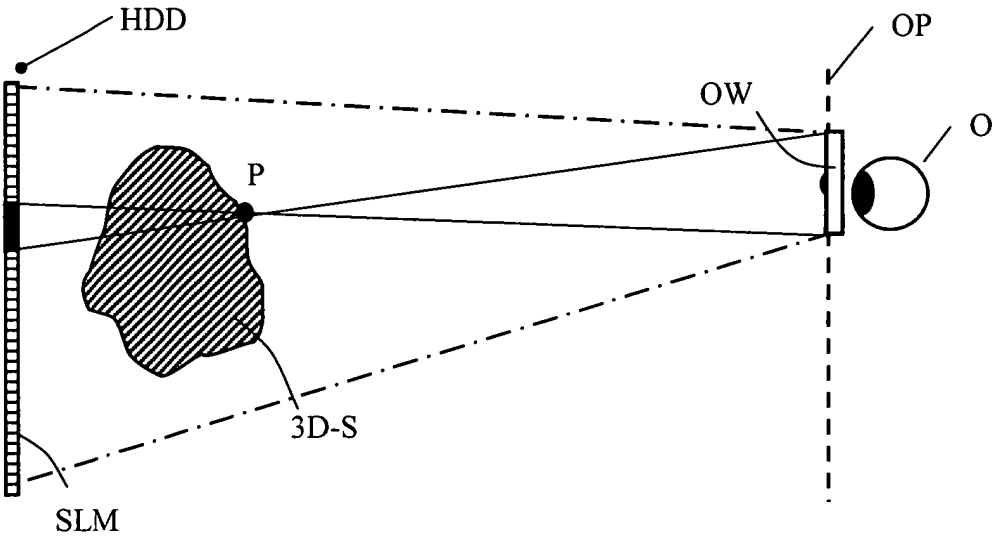




圖一



圖二



圖三

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96113174

※ 申請日期：96.4.13 ※ I P C 分類：G03H1/04

一、發明名稱：

即時算圖並產生電腦產生的視頻全像之方法/ Method for real-time rendering and generating of computer-generated video holograms

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：喜瑞爾工業公司(SeeReal Technologies S.A.)

代表人：哈根•史托勒/ Hangen Stolle

住居所：盧森堡蒙斯巴赫 L-5365 聖卓公園路 6B/6B, Parc d'Activités Syrdall, L-5365 Munsbach, Grand-Duchy of Luxembourg

國 籍：盧森堡/Luxembourg

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：史威特艾利德/Schwertner, Alexander

國 籍：德國/Germany

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

德國(DE, Germany)、2006年4月13日、DE 10 2006 018 689.3

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本案為一種由具深度資訊的三維影像資料而即時算圖並產生電腦產生的視頻全像(CGVH)之方法。至於算圖處理，本發明係關於3D算圖管道(pipeline)或圖像管道，其描述從三維景象至監視器螢幕的像素化影像之向量的、數學的描述之演算法。三維影像資料包含深度資訊通常也包含關於材料和表面性質的附加資訊。至於全像資料的產生，本發明係關於景象次剖面(sub-section)的轉換，其中此轉換描述光波的傳播。在三維物體或三維景象的全像重建期間，光波前經由同調光波的干涉和重疊而產生。

對比於傳統全像，其以攝影方式或其他合適的方式以干涉圖形的形式儲存，CGVH由一連串之三維景象之全像資料的計算處理之結果而得，並儲存於電子裝置。可產生干涉的調變光在空間中以光波前的形式傳播於觀察者的眼前，該光波前之振幅及相位值為可控制的，該光波前藉此重建三維景象。以視頻全像之全像值控制一個空間光調制器SLM造成波場，其調變為像素且由顯示螢幕射出，經由在重建空間中產生干涉之方式以重建三維景象。

一個全像顯示設備一般包含一可控制的像素排列，其藉由電子方式影響振幅及/或照射光的相而重建物體點。此一排列形成一空間光調制器(SLM)，或者，更一般性地，形成一光調制裝置。顯示設備可以連續形式代替矩陣(matrix)形式。舉例來說，可能是

一連續的 SLM，包括具矩陣控制之連續 SLM 或聲光調制器(AOM)。液晶顯示器(LCD)可作為用光圖形的空間振幅調變之方法重建視頻全像的一個合適顯示設備的例子。然而，本發明也可應用在使用同調光以調變光波前的其他可控制的設備。

在本案中，「像素」代表 SLM 的一個可控制的全像像素；個別像素由一全像點的離散值定址及控制。每個像素表示一個視頻全像的全像點。在 LCD 中，「像素」一詞是用在顯示螢幕個別可定址的影像點。在數位光處理(DLP)技術中，「像素」一詞是用在一個別微鏡或一小組微鏡。在連續 SLM 中，「像素」是表示一複數全像點之 SLM 上的過渡區域。而「像素」一詞一般代表可被表示或可顯示一複數全像點的最小單位。

【先前技術】

舉例來說，電腦產生的視頻全像可用一全像顯示設備（如申請人在案件 W02004/044659 中所述）重建。觀察者通過至少一虛擬觀察者視窗而向顯示螢幕觀看，該視窗的尺寸比瞳孔大。

觀察者視窗是一個受限的虛擬區域，透過它觀察者可在足夠的能見度下看到整個重建三維景象。觀察者視窗位於靠近眼睛處。觀察者視窗可移至 x, y, 及 z 方向。在觀察者視窗內，波場發生干涉使得重建物體對觀察者而言為可見的。視窗置放在靠近眼睛的位置，並且可以藉由已知的位置偵測及追蹤系統的幫助，追蹤到實際的觀察者位置。因此視窗之尺寸可較佳地限制在只稍大

於眼睛瞳孔。也可以使用兩個觀察者視窗，每個眼睛一個。一般而言，更複雜的觀察者視窗安排方式也是可以做到的。更進一步，可以做到將包含物體或包含對觀察者而言顯現在SLM後方的整個景象之視頻全像編碼。

「轉換」(transformation)一詞應建構在如包括任何數學的或者同於或近於轉換的計算技術。轉換在數學中僅為物理過程的近似，物理過程在馬克斯威爾波方程式(Maxwellian wave equation)中描述的更為精確。轉換，如菲涅耳轉換(Fresnel transformation)或一般熟知為傅利葉轉換(Fourier transformation)的特別轉換組類，描述二階近似。轉換通常由代數或非微分方程式表示並因而可使用已知的計算裝置作有效率且高品質的處理。此外，它們亦可精確地使用在光學系統。

申請人所提出的WO 2006/066919案件描述計算處理電腦產生的視頻全像的一種方法。依據該方法，具三維景象的複數振幅值之物體分配在平行虛擬剖面層之矩陣點，如此對每個剖面而言個別物體資料集是以矩陣點中的離散振幅值定義，且全像顯示裝置的光調制器矩陣之全像碼是由影像資料集計算而來。

依據本發明，物體的解利用以下步驟之概念以電腦輔助進行：繞射影像以觀察者平面之分離二維波場分配之形式計算（觀察者平面放置在與剖面層平行且固定距離之位置），由每個層析景象剖面之每個物體資料集，其中對至少一個一般虛擬視窗計算所有剖

面之波場，觀察者視窗置於靠近觀察者眼睛的觀察者平面，該觀察者視窗區域面積小於視頻全像；附加所有剖面層的計算分佈以對資料集之觀察者視窗定義總合波場，該資料集被觀察者平面所參考。

參考資料集被轉換為一全像平面，其被放置在與參考平面平行且一定距離，以為景象之總合的電腦產生的全像創造一全像資料集，其中光調制矩陣放置在全像平面，且景象經由該光調制矩陣在解碼後在觀察者眼前的空間中重建。

上述的方法及全像顯示設備是以不重建景象本身的物體之想法為基礎，而偏好在一個或多個觀察者視窗中重建物體所發射出之波前。

觀察者可以透過虛擬觀察者視窗看到景象。經由已知的位置偵測及追蹤系統之幫助，虛擬觀察者視窗可被追蹤到實際的觀察者位置。一個虛擬的、平截頭體形的（frustum-shaped）重建空間，其在全像顯示設備的光調制裝置和觀察者視窗間延伸，其中SLM表示此平截頭體的底部而觀察者視窗表示頂部。若觀察者視窗非常小，此平截頭體可近似於角椎體。觀察者透過虛擬觀察者視窗往顯示處看並且在觀察者視窗接收表示景象的波前。

【發明內容】

本案之目的在於提出一種由具深度資訊的三維影像資料產生即時視頻全像之方法。尤其是，可使用圖像處理器及今日商業上

常用的圖像子系統，例如用在繪圖卡及遊戲控制器(consoles)者。至於硬體、軟體、及程式介面可使用已建立的工業標準而不限制其一般性。

本發明的方法之一般概念將在以下解釋，而不贅述可能的最佳化狀況。此方法以具深度資訊的三維影像資料為基礎。舉例來說，資訊可以頂點、法向量、及矩陣之形式的三維描述而得。影像資料通常包含關於材料及表面性質的附加資訊。

在即時算圖中，為了可在監視器螢幕上顯示，3D 算圖管道(pipeline)或圖像管道描述由三維景象之向量的、數學的描述至碼框緩衝器(frame buffer)中像素化影像資料的路徑。舉例來說，螢幕座標與設備座標之轉換，織構化(texturing)，剪取(clipping)及去階梯化在管道中執行。像素化(pixelated)的影像，表示三維景象的二維投影，其儲存在圖像適配器(adaptor)的碼框緩衝器中，包含監視器螢幕（例如液晶顯示器）的可控制的像素之像素值。

為了表示出全像，可產生干涉的光為相調變且/或振幅調變的，並藉著重疊光波產生的干涉圖形以重建三維景象。

此圖像管道也用於由具深度資訊的三維影像資料產生視頻全像的第一處理步驟。然後，全像資料的產生是以景象的轉換為基礎，其中轉換描述光波的傳播。在一個回轉換之後，編碼處理完成，其中對全像顯示設備的一個或多個光調制裝置而言複數全像

值轉換為像素值。

本發明是一方面以3D算圖處理而另一方面以全像轉換和回轉換及編碼處理，以兩者在圖像處理器和算數處理器上不分開執行之概念為基礎，而是兩個處理組在一個或多個圖像處理器上執行。所有處理步驟的完整執行是實行在圖像子系統，其主要包含圖像處理器的主要元件、儲存媒體及介面。依據本發明，主要目的是利用目前商業上可得之圖形處理器的高效能，與算數處理器比較。更進一步，在圖像子系統與其他外部介面間傳遞的複雜資料可忽略不計。

現在，上述的處理步驟之細節將在下面說明。三維景象的視野是由一觀察者的位置及觀看方向而確定。觀察者被分配至少一個虛擬視窗，該虛擬視窗位在參考平面上靠近觀察者的眼睛。

影像資料可以具深度資訊之三維描述的形式而得。典型上，物體的顏色及其表面的紋理為定義的。更進一步，材料的性質和光源經由輔助演算法的幫助而展現或產生。

在準備步驟中，景象依據觀察者的觀看方向而旋轉、縮放及平移，並計算景象的可見度。然後，經由一照明模組(illumination model)的輔助，計算所有關於光的形式和分佈的所需資訊。此目的為確保在產生全像資料的後續步驟中，座標和明暗細節不必重複運算。這些運算相當複雜而會在複合景象(complex scene)的狀況中對整個系統的表現造成反作用。

第一處理步驟包含 3D 算圖及產生深度地圖。然後景象資料被兩個平行剖面平面切割為剖面層。這些平面位在與觀察者觀看方向成直角的位置，且兩剖面平面的距離設為夠小到以確保足夠的計算結果精確度及好的處理效果。理想上，此距離要非常小，使得在計算中只有與觀察者在一定距離的深度資料才必須考慮。如果平面間的距離較大，應選擇深度資訊使得兩平面間的平均距離是固定的且分配於某一層。現在可算圖(rendered)出一層的之景象剖面資料並產生深度地圖。

在接續的處理步驟中，景象剖面資料進行轉換。一般而言，轉換是描述光波傳播至虛擬觀察者視窗。最簡單的轉換是傅利葉(Fourier)轉換或菲涅耳(Fresnel)轉換。傅利葉轉換較適用於遠場，其中由於與觀察者距離遠，光波可以視為平面波前。對比於其他的轉換，傅利葉轉換的好處是藉由光學元件的輔助，轉換可被模型化(modelled)，反之亦然。在球面波描述的近場中，菲涅耳轉換較為適用。轉換是基於固定的 z 座標，其由剖面層所隱含。舉例來說，使用兩平面之一的 z 座標或兩平面的平均 z 座標。

接連重複上述的 3D 算圖及轉換的步驟，藉此連續移取觀看方向的剖面平面，直到整個景象完全轉換。連續附加景象剖面資料的轉換的資料，以形成一總合資料集。在整個景象轉換後，此參考資料集表示個別景象剖面資料的轉換之總和。

在接下來的處理步驟中，進行回轉換，其中參考資料轉換為

與光調制裝置之位置一致的全像平面，其位於與參考平面平行且確定距離之位置，以產生視頻全像的全像資料。

在最後的處理步驟中，進行編碼處理，其中在正規化後，進行轉換為像素值。若使用 Burckhardt 編碼法，複數全像值是由三個在 0 和 1 範圍間被正規化的三個值所代表，其中由 1 代表的值形成最大可完成的元件值。這些值隨後轉換為離散值，它們以離散的灰階值之形式表示光調制裝置的像素之控制強度。離散化步驟的數目取決於所使用的繪圖卡之特性及顯示面板。其通常為 8 位元的解析度且具 256 灰階。也可能為其他解析度，例如 10 位元或更高。其他適用的編碼方法為兩相(two-phase)編碼法。

依據此方法的一個特別之實施例，若選用無法分析之編碼法，而只能使用疊代解，由 3D 算圖至編碼的步驟會重複直到足夠逼近以最小信號雜訊為特徵的最佳解。

編碼的像素值在碼框緩衝器傳送至光調制器，其中可產生干涉的光為相調變和/或振幅調變的，並藉由重疊光波產生的干涉圖形而重建三維景象。

若要產生色彩影像內容，可類比式的應用此方法於每個色彩元件。為了表現視頻全像，每個像素可由具三主色之次像素(sub-pixels)組成以表現或顯示彩色全像點。依照視頻全像編碼的種類，次像素可能更進一步的用以表現每個彩色全像點的主色。

本發明方法於目前商業上可得之圖像處理器及圖像子系統，

如使用在繪圖卡及遊戲控制器者，提出由具深度資訊的三維影像資料而即時產生視頻全像之方式。

【實施方式】

本發明之其他方面和細節將藉由具體實施例及隨附圖式之輔助而說明如下。

圖一為本方法之流程圖。本方法是以具深度資訊的三維影像資料為基礎。景象的視野是由觀察者的位置及觀看方向所決定。一個觀察者被分配至少一個虛擬觀察者視窗，該視窗在觀察者平面靠近觀察者眼睛處。

在準備步驟中，轉換景象座標並進行景象照明(illumination)計算，考慮觀察者的觀看方向。若有必要的話，可執行更多的步驟以增進景象呈現之品質。這些步驟及所有接續的步驟，是在圖像子系統中執行的。

第一步驟包含3D算圖及產生兩平行剖面平面之景象剖面資料的深度地圖，該兩平行平面配置於與觀察者觀看方向成直角的位置。然後轉換景象剖面資料，也就是說，計算傳遞至參考平面上虛擬觀察者視窗的光波之傳播。附加上轉換的景象剖面資料以形成一總合資料集。在此實施例中使用傅利葉轉換，其經由快速傅利葉轉換演算法的輔助而執行數值上運算。主要的數值操作需要執行此轉換，也就是說，主要的乘法和加法、重複及條件指令、

及其組合，經由一個可程式化的著色器(shader)而實行。

然後重複 3D 算圖及轉換的步驟，此時連續的在觀看方向移取剖面平面，直到整個景象轉換完成。之後，將景象回轉換，此處也使用傅利葉轉換演算法。反轉換經由可程式化的標準化著色器而執行，如同原始的轉換。在回轉換過程中，總合資料由參考平面轉換至與光調制裝置位置一致的全像平面，且其位於與參考平面固定距離且平行之位置，以產生視頻全像的全像資料。

最後，將景象編碼，其中在正規化步驟後，像素值在碼框緩衝器被計算並傳送至光調制裝置以重建三維景象。與轉換相比，這些簡單的算數運算是在最簡單的狀況中並經由可程式化的著色器而進行及表現。

圖二為本方法於疊代解特例的流程圖。如第一實施例所述而設計並執行以下主要步驟：計算景象能見度和照明、3D 算圖和深度地圖的產生、總合轉換資料之轉換、回轉換、及編碼之主要步驟。此實施例是基於像素值的編碼被無法解析式計算的想法。由 3D 算圖至編碼的步驟因而以疊代方式執行。計算出的編碼像素值，也就是相和/或振幅，使用在接續的疊代步驟中之轉換及回轉換的初始值。不斷重複疊代直到足夠逼近以最小信號雜訊為特徵的最佳解。考慮使用的轉換的形式及數值演算法，也可使用其他停止條件或最佳解定義。

圖三說明本案較佳之全像顯示設備(HDD)的一般原理，該全像

顯示設備用以顯示依據本發明方法所產生的視頻全像。由觀察者他或她的眼睛代表觀察者(O)，透過虛擬觀察者視窗(OW)看向全像顯示設備(HDD)。此設備包含有空間光調制裝置(SLM)。此全像顯示設備是以重建三維景象(3D-S)中由物體發射至觀察者平面(OP)上之一個或多個虛擬觀察者視窗(OW)之波前為基礎。

【圖式之簡單說明】

圖一為本案較佳實施例的流程圖；

圖二為本案較佳實施例於疊代解特例的流程圖；

圖三為本案較佳實施例之全像顯示設備的示意圖。

【元件編號之說明】

HDD 全像顯示設備

O 觀察者

OW 虛擬觀察者視窗

SLM 空間光調制裝置

3D-S 三維景象

OP 觀察者平面

五、中文發明摘要：

本案為一種由具有深度資訊的三維影像資料而進行即時算圖(rendering)並產生電腦產生的視頻(video)全像(holograms)之方法，其中觀察者的位置和觀看方向定義景象(scene)的視野，每個觀察者被分配至少一虛擬觀察者視窗，其位於靠近觀察者眼睛的觀察者平面處，此方法包含以下處理步驟：

步驟 1：3D 算圖及產生兩平行剖面(section)平面間景象剖面資料之深度地圖，該平行的剖面平面配置於與觀察者觀看方向成直角之位置，

步驟 2：景象剖面資料之轉換，即計算光波至觀察者視窗之傳播，

步驟 3：重複 3D 算圖及轉換的步驟，其中加入個別轉換之結果，

步驟 4：回轉換(Back-transformation)，其中總合資料由觀察者平面轉換至全像平面以產生全像資料，

步驟 5：像素值編碼以重建三維景像，

其中個別處理步驟藉由一個或多個圖像處理器在圖像子系統中執行。

六、英文發明摘要：

Method for real-time rendering and generating of computer-generated video holograms from three-dimensional image data with depth information, where the position and viewing direction of an observer defines a view of the scene, and where the observer is assigned with at least one virtual observer window, which is situated in an observer plane near the observer eyes, comprising the following process steps:

- Step (1): 3D rendering and generation of the depth map of scene section

data between two parallel section planes, which are disposed at right angles to the viewing direction of the observer,

- Step (2): transformation of the scene section data, i.e. calculation of the propagation of the light waves to the observer window,
- Step (3): repetition of the steps of 3D rendering and transformation, where the results of the individual transformations are added,
- Step (4): Back-transformation, where the aggregated data are transformed from the observer plane into the hologram plane so to generate hologram data,
- Step (5): encoding in pixel values in order to reconstruct the three-dimensional scene,

where the individual process steps are executed on a graphics sub-system by one or multiple graphics processors.

七、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：圖一

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

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：

十、申請專利範圍：

1. 一種由具有深度資訊的三維影像資料而進行即時算圖並產生電腦產生的視頻全像之方法，對於一全像顯示設備（HDD），其包含光調制裝置（SLM），其重建由一物體射向一觀察者眼睛的波前，其中該觀察者的位置和觀看方向定義三維景象(3D-S)的一視野且該觀察者被分配至少一虛擬觀察者視窗(OW)，其位於靠近該觀察者眼睛的一觀察者平面處，以及在一準備處理步驟中，考慮該觀察者的觀看方向而轉換景象座標並進行景象照明計算，此方法包含以下處理步驟：

步驟(1)：3D 算圖及產生兩平行剖面平面之間景象剖面資料的深度地圖，該平行剖面平面配置於與該觀察者觀看方向成直角之位置，

步驟(2)：該景象剖面資料的轉換，即計算光波至該觀察者視窗之傳播，

步驟(3)：重複 3D 算圖及轉換的步驟，同時在該觀看方向連續將該剖面平面移位，直到整個景象轉換完成，並附加個別轉換的結果，

步驟(4)：回轉換(Back-transformation)，其中總合資料由該觀察者平面轉換至與一空間光調制裝置（SLM）的位置一致的一全像平面，其位於與該觀察者平面平行且相距一固定距離的位置，以產生該視頻全像的全像資料，

步驟(5)：編碼，其中在一正規化步驟後，像素值在一碼框緩衝器

中被計算和轉移以重建該三維景像，

其中個別處理步驟藉由一個或多個圖像處理器在一圖像子系統(sub-system)中執行。

2. 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中該3D算圖、轉換、回轉換、和編碼的處理步驟是在一可程式化的標準化著色器(shader)上實現並執行。

3. 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中該轉換藉由傅利葉(Fourier)轉換或菲涅耳(Fresnel)轉換之方式描述該光波至該觀察者視窗(OW)之傳播。

4. 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中該3D算圖及轉換處理只用於進行該景象(3D-S)之輪廓。

5. 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中對於色彩表現，本方法應用於每個主色。

6. 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中轉換至該觀察者平面是基於一固定Z座標，其由該剖面平面表示。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，對於該轉換和編碼處理的一疊代解，其中步驟(1)到(3)為重複進行，直到足夠逼近以最小信號雜訊為特徵的最佳解。

data between two parallel section planes, which are disposed at right angles to the viewing direction of the observer,

- Step (2): transformation of the scene section data, i.e. calculation of the propagation of the light waves to the observer window,
- Step (3): repetition of the steps of 3D rendering and transformation, where the results of the individual transformations are added,
- Step (4): Back-transformation, where the aggregated data are transformed from the observer plane into the hologram plane so to generate hologram data,
- Step (5): encoding in pixel values in order to reconstruct the three-dimensional scene,

where the individual process steps are executed on a graphics sub-system by one or multiple graphics processors.

七、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：圖一

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

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：