

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：94143326

※ 申請日期：94.12.8

※IPC 分類：G06T 1/00(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

四面體對應貼圖繪圖方法

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

廖弘謙

代表人：(中文/英文)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

桃園縣龜山鄉大華村忠義路二段 238 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國

三、發明人：(共1人)

姓 名：(中文/英文)

廖弘謙

國 籍：(中文/英文)

中華民國

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：

☐ 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】

本發明為有關於一種四面體對應貼圖繪圖方法，特別是指藉由四個正三角形組成的四面體圖換算二維平面影像與三維物件之相對位置，將三維空間的各個物件由四面體的中心投射在二維平面的四面體圖上，其中影像和圖案可以隨著色彩、透明度反射材質等元素映在四面體圖。

【先前技術】

目前電腦環境貼圖(mapping)原理被廣泛地使用在電腦三維繪圖中，由電腦繪圖軟體至電腦遊戲都可以見到它的應用，隨著電腦效能的增進，我們對影像的品質要求也越來越高，故可以預見的是每個圖形的複雜度會越來越高；然而，巨大的計算負荷，資料的存取，及顯示記憶體頻寬的問題，卻使得多數的電腦難以負荷電腦三維繪圖的要求，因此如何開發一種新的想法與概念來解決上述問題實在是令專業人士們所大傷腦筋。

電腦環境貼圖提供了一個能處理及定義大量圖像之細部影像的方法，常常用來表現出物體反射周圍環境的現象，而環境貼圖有相當多的技術與原理被發明與運用，但大部分都有一些問題，如觀察角度不能移動、嚴重的解析度扭曲情形、或是計算過於複雜。而目前最常用於電腦環境貼圖的原理為六面體環境貼圖(cubic environment mapping)，係指將一個三維物件投影到六個

平面；也就是說，用一個立方體包住三維物件，這樣一來，三維物件的每個面都能兼顧，解析度扭曲的情形將不會太嚴重。更重要的是此三維物件觀察角度可以轉換，但因電腦中央處理器執行此六面體環境貼圖軟體運算能力需要非常快速，而造成使用者的不便。因此我們如何建立一個新的運算技術原理，藉此改善因計算過於複雜，導致電腦因高速運算所產生的延遲現象，或改善因電腦無法執行此過於複雜及龐大的數學運算而無法使用，實為目前亟欲解決的課題。

【發明內容】

以上述六面體為基準求得三維物體環境貼圖之相對位子，此一動作產生許多計算公式，而四面體為最簡單之立體物件，以四面體為技術原理計算三維物體環境貼圖之相對位子，較六面體環境貼圖能減少兩次電腦算計算中心向量的時間。藉此簡化六面體環境貼圖所產生的過多計算公式，同時增加運算速度效率，降低電腦運算負荷，降低記憶體頻寬，降低電腦硬體成本。

本發明係以左手定律(left hand rule)為準則來解釋各向量旋轉之角度。其主要係包括有兩大步驟：

第一步驟，產生四面體圖；四面體係以一固定的角度位置設置在四面體地方座標上，其固定的角度位置可以在四面體地方座標中任何一角度位置，其四面體係由四個正三角形所組成，從四面體的中心到各個三角形著色(render)一次，並將資料儲存在一

個貼圖(texture)上，藉此求得四面體圖；

第二步驟，自四面體圖上取出相對應的資料；結合各個三角形對應的觀察矩陣、投影矩陣及貼圖座標矩陣，成為四個三角形複合式矩陣，四面體中心到各個對應三角形中心會得到四個中心向量，將四面體地方座標上的頂點與四個中心向量進行內積運算，從最大值得知頂點座落在對應最大值的三角形，然後頂點座標乘以對應的三角形複合式矩陣，藉此進行電腦運算以轉換成平面貼圖座標，由平面貼圖座標取得三維物件在平面四面體圖上之相對資料。

如此將得到三維繪圖所需之繪圖資料，因簡化數學計算式而達到增加電腦運算速度效率、降低電腦運算負荷、降低記憶體頻寬、降低電腦硬體成本。

【實施方式】

有關於本發明所採用之原理、技術及其達成功效，以左手定律(left hand rule)為準則來解釋此專利各向量旋轉之角度，茲舉一較佳實施例並配合圖式詳細說明如後，相信當可由之得一深入而具體的瞭解。

請配合參閱第一圖至第八圖所示，四面體係以一固定的角度位置設置在四面體地方座標(local tetrahedron space)上，其固定的角度位置可以在四面體地方座標中任何一角度位置，四面體係由四個正三角形1、2、3、4所組成。

請配合參閱第九圖至第十二圖所示，四面體的中心座標 0 到每一個正三角形 1、2、3、4 將得到四個攝影機平截頭體(camera frustum)11、21、31、41，攝影機平截頭體 11、21、31、41 將包含所對應的正三角形 1、2、3、4，藉此分為第一顏色三角形 1'、第二顏色三角形 2'、第三顏色三角形 3'、第四顏色三角形 4'。

請配合參閱第十三圖及第十四圖所示。第 501 步驟在電腦記憶體緩衝區內設定四面體圖為著色目標(reder target)。第 502 步驟設定投影矩陣(perspective map)的觀察角度(field of view)在 X 軸上角度是 143.98570868 度在 Y 軸上角度是 125.2648968 度。第 503 步驟觀察角度對應在第一顏色三角形 1'，設定平面顯示器著色範圍(screen view port)，X 軸上從座標 0 到四面體圖寬的一半，四面體圖 Y 軸上從座標 0 到四面體圖高的一半，設定第一顏色攝影機平截頭體 11 的觀察矩陣為從位置(position)(0,0,0) 到 觀 看 向 量 (lookat vector)(0,-0.45970085,0.8880738)，其中包括上向量(up vector)為(0,1,0)，對所有在第一顏色攝影機平截頭體 11 範圍內的虛擬物體著色，第一顏色三角形 1'將所需的資料存在四面體圖上。第 504 步驟由觀察角度對應到第二顏色三角形 2'上，設定平面顯示器著色範圍，X 軸上從四面體圖寬的一半到四面體圖的寬，Y 軸上從座標 0 到四面體圖高的一半，設定第二顏色攝影機平截頭體 21 的觀察矩陣為從位置 (0,0,0) 到 觀 看 向 量

$(0, -0.45970085, -0.8880738)$ ，其中包括上向量為 $(0, 1, 0)$ ，對所有在第二顏色攝影機平截頭體 21 範圍內的虛擬物體著色，第二顏色三角形 2' 將所需的資料存在四面體圖。第 505 步驟由觀察角度對應到第三顏色三角形 3' 上，設定平面顯示器著色範圍，X 軸上從四面體圖座標 0 到四面體圖寬的一半，Y 軸上從四面體圖高的一半到四面體圖的高，設定第三顏色攝影機平截頭體 31 的觀察矩陣為從位置 $(0, 0, 0)$ 到觀看向量 $(-0.8880738, 0.45970085, 0)$ ，包括上向量為 $(0, 1, 0)$ ，對所有在第三顏色攝影機平截頭體 31 範圍內的虛擬物體著色，第三顏色三角形 3' 將所需的資料存在四面體圖。第 506 步驟由觀察角度對應到第四顏色三角形 4' 上，設定平面顯示器著色範圍，X 軸上從四面體圖寬的一半到四面體圖的寬，Y 軸上從四面體圖高的一半到四面體圖的高，設定第四顏色攝影機平截頭體 41 的觀察矩陣為從位置 $(0, 0, 0)$ 到觀看向量 $(0.8880738, 0.45970085, 0)$ 其中包括上向量為 $(0, 1, 0)$ ，對所有在第四顏色攝影機平截頭體 41 範圍內的虛擬物體著色，第四顏色三角形 4' 將所需的資料存在四面體圖，經過上述步驟將得到一四面體面也許會類似第十四圖。

第二大步驟為從四面體圖上取出相對應資料，藉此進行電腦運算，以轉換平面顯示座標。

請配合參閱第十五圖所示，首先結合各個對應的觀察矩陣、投影矩陣及貼圖座標矩陣，成為四個對應的第一顏色三角形複合

式矩陣、第二顏色三角形複合式矩陣、第三顏色三角形複合式矩陣、第四顏色三角形複合式矩陣，從四面體中心到各個對應三角形中心會得到四個中心向量(face center vector)，此中心向量會與各個對應的三角形垂直。

請配合參閱第十六圖所示，第 601 步驟設四面體地方座標上的頂點為一個三維向量稱為 V 位置(Vposition)。第 602 步驟假設運算結果 V 位置有一個四維向量值稱為 V 結果(Vresult)。第 603 步驟 V 位置與第一顏色三角形中心向量行內積運算得到一個浮點值 g。第 604 步驟 V 位置與第二顏色三角形中心向量行內積運算得到一個浮點值 y。第 605 步驟 V 位置與第三顏色三角形中心向量行內積運算得到一個浮點值 b。第 606 步驟 V 位置與第三顏色三角形中心向量行內積運算得到一個浮點值 r。第 607 步驟電腦運算比較 g、y、b、r 四個浮點值。第 608 步驟如果浮點值 g 為最大值時，將直接進行第 609 步驟。第 609 步驟表示此頂點對應第一顏色三角形，使用 V 位置的座標值 x、y、z 加上向量值 w 為 1.0 的值乘以第一顏色三角形複合式矩陣，將得到 V 結果。第 610 步驟如果浮點值 y 為最大值時，將直接進行第 611 步驟。第 611 步驟表示此頂點對應第二顏色三角形，使用 V 位置的座標值 x、y、z 加上向量值 w 為 1.0 乘以第二顏色三角形複合式矩陣，將得到 V 結果。第 612 步驟如果浮點值 b 為最大值時，將直接進行第 613 步驟。第 613 步驟表示此頂點對應第三顏色三角形，使用 V 位置的座標

值 x 、 y 、 z 加上向量值 w 為 1.0 乘以第三顏色三角形複合式矩陣，將得到 V 結果。第 614 步驟如果浮點值 r 為最大值時，將直接進行第 615 步驟。第 615 步驟表示此頂點對應第四顏色三角形，使用 V 位置的座標值 x 、 y 、 z 加上向量值 w 為 1.0 乘以第四顏色三角形複合式矩陣，將得到 V 結果。第 616 步驟將 V 結果的 x 值除以 V 結果的 w 值求得四面體圖的 X 座標，將 V 結果的 y 值除以 V 結果的 w 值求得四面體圖的 Y 座標，將四面體圖 X 、 Y 座標取出所需之對應的資料。

如此將得到三維繪圖所需之繪圖資料，因簡化數學計算式而達到增加電腦運算速度效率、降低電腦運算負荷、降低記憶體頻寬、降低電腦硬體成本。

【圖式簡單說明】

第一圖所示係本發明之四面體框線立體圖。

第二圖所示係本發明之四面體實體平面圖。

第三圖所示係本發明另一角度視得之四面體實體平面圖。

第四圖所示係本發明四面體展開平面圖。

第五圖所示係本發明以四面體中心點所視之投影立體圖。

第六圖所示係本發明以四面體為中心點之俯視圖。

第七圖所示係本發明以四面體為中心點之前視圖。

第八圖所示係本發明以四面體為中心點之右視圖。

第九圖所示係本發明第一顏色攝影機平截頭體投影顯示圖。

第十圖所示係本發明第二顏色攝影機平截頭體投影顯示圖。

第十一圖所示係本發明第三顏色投攝影機平截頭體投影顯示圖。

第十二圖所示係本發明第四顏色投攝影機平截頭體投影顯示圖。

第十三圖所示係本發明產生四面體步驟流程圖。

第十四圖所示係本發明四面體圖。

第十五圖所示係本發明四面體中心向量顯示圖。

第十六圖所示係本發明產生四面體步驟流程圖。

【主要元件符號說明】

0..... 中心座標

1..... 第一正三角形

11..... 第一攝影機平截頭體

2..... 第二正三角形

21..... 第二攝影機平截頭體

3..... 第三正三角形

31..... 第三攝影機平截頭體

4..... 第三正三角形

41..... 第三攝影機平截頭體.

5..... 上向量

1'..... 第一顏色三角形

12'..... 第一顏色三角形中心向量

2'..... 第二顏色三角形

22'..... 第二顏色三角形中心向量

3'..... 第三顏色三角形

32'..... 第三顏色三角形中心向量

4'..... 第四顏色三角形

42'..... 第四顏色三角形中心向量

五、中文發明摘要：

本發明係指一種四面體對應貼圖(Tetrahedron Mapping)繪圖方法，係以四個正三角形組成的四面體圖(tetrahedron map)換算二維平面影像與三維物件之相對位置，將三維空間的各個物件由四面體的中心投射在二維平面的四面體圖上，其中影像和圖案可以隨著色彩、透明度反射材質等元素映在四面體圖上。本發明主要係有兩大步驟：第一步驟即產生四面體圖，四面體係以一固定的角度位置設置在四面體地方座標上，其固定的角度位置可以在四面體地方座標中任何一角度位置，四面體係由四個正三角形所組成，從四面體的中心到各個三角形著色(render)一次，並將資料儲存在一個貼圖(texture)上，藉此求得四面體圖；第二步驟即自四面體圖上取出相對應的資料，以結合各個對應的觀察矩陣、投影矩陣及貼圖座標矩陣，成為四個三角形複合式矩陣，該四面體中心到各個對應三角形中心會得到四個中心向量，將四面體地方座標上的頂點與四個中心向量進行內積運算，從最大值得知頂點座落在對應最大值的三角形，然後頂點座標乘以對應的三角形複合式矩陣，藉此進行電腦運算以轉換成平面貼圖座標，由平面貼圖座標取得三維物件在平面四面體圖上之相對資料。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1、一種四面體對應貼圖繪圖方法，將三維空間的各個物件由四面體的中心投射在二維平面的四面體圖上，其中影像和圖案可以隨著色彩、透明度反射材質等元素映在四面體圖，其中包括下列步驟：

產生四面體圖：四面體的中心到各個三角形著色一次，並將資料儲存在一個貼圖上，產生四面體圖；及
自四面體圖上取出相對應的資料：結合各個對應的觀察矩陣、投影矩陣及貼圖座標矩陣，成為四個三角形複合式矩陣，四面體中心到各個對應三角形中心會得到四個中心向量，將四面體地方座標上的頂點與四個中心向量進行內積運算，從最大值得知頂點座落在對應最大值的三角形，然後頂點座標乘以對應的三角形複合式矩陣，藉此進行電腦運算以轉換成平面貼圖座標，由平面貼圖座標取得三維物件在平面四面體圖上之相對資料。

2、如申請專利範圍第 1 項之方法，其中上述之四面體係由四個正三角形所組成。

3、如申請專利範圍第 1 項之方法，其中上述之四面體係以一固定的角度位置設置在四面體地方座標上。

4、如申請專利範圍第 3 項之方法，其中上述之四面體係以一固定的角度位置設置在四面體地方座標上，其固定的角度位置可以在四面體地方座標中任何一角度位置。

5、如申請專利範圍第 1 項之方法，其中上述之四面體中心到各個三角形著色，四面體的中心座標到每一個正三角形得到四個攝影機平截頭體，攝影機平截頭體將包含所對應的正三角形，藉此分為第一顏色三角形、第二顏色三角形、第三顏色三角形及第四顏色三角形。

6、如申請專利範圍第 1 項之方法，其用以產生四面體圖的方法，至少包括下列步驟：

係在記憶體緩衝區內設定一四面體圖為著色目標；

設定一投影矩陣，其中觀察角度在 x 軸與 y 軸設一角度；

觀察角度對應到第一顏色三角形上；

設定平面顯示器著色範圍，定義 x 軸及 y 軸在四面體圖上著色之相關位置；

設定攝影機平截頭體的觀察矩陣，觀察矩陣從中心座標到觀看向量，其中包含一上向量；

將所有第一顏色攝影機平截頭體範圍內的虛擬物體著色，第一顏色三角形將所需的資料存在四面體圖上；

觀察角度對應到第二顏色三角形上；

設定平面顯示器著色範圍，定義 x 軸及 y 軸在四面體圖上著色之相關位置；

設定攝影機平截頭體的觀察矩陣，觀察矩陣從中心座標到觀看向量，其中包含一上向量；

將所有第二顏色攝影機平截頭體範圍內的虛擬物體著色，第二顏色三角形將所需的資料存在四面體圖上；

觀察角度對應到第三顏色三角形上；

設定平面顯示器著色範圍，定義 x 軸及 y 軸在四面體圖上著色之相關位置；

設定攝影機平截頭體的觀察矩陣，觀察矩陣從中心座標到觀看向量，其中包含一上向量；

將所有第三顏色攝影機平截頭體範圍內的虛擬物體著色，第三顏色三角形將所需的資料存在四面體圖上；

觀察角度對應到第四顏色三角形上；

設定平面顯示器著色範圍，定義 x 軸及 y 軸在四面體圖上著色之相關位置；

設定攝影機平截頭體的觀察矩陣，觀察矩陣從中心座標到觀看向量，其中包含一上向量；及

將所有第四顏色攝影機平截頭體範圍內的虛擬物體著色，第四顏色三角形將所需的資料存在四面體圖上。

7、如申請專利範圍第 6 項之方法，其中上述之投影矩陣跟觀察矩陣所結合的攝影機平截頭體，將所對應的三角形包含在內，以此為前提，投影矩陣的觀察角度可以為任意大小。

8、如申請專利範圍第 6 項之方法，其中上述之投影矩陣跟觀察矩陣所結合的攝影機平截頭體，將所對應的三角形包含在內，

以此為前提，攝影機平截頭體觀察矩陣的觀看向量可以為任意值。

9、如申請專利範圍第 1 項之方法，其用以取出四面體圖相對應資料的方法，至少包括下列步驟：

結合各個對應的觀察矩陣、投影矩陣及貼圖座標矩陣，成為四個對應的第一顏色三角形複合式矩陣、第二顏色三角形複合式矩陣、第三顏色三角形複合式矩陣、第四顏色三角形複合式矩陣；

四面體中心到各個對應三角形中心會得到四個中心向量，此中心向量會與各個對應的三角形垂直；

設四面體地方座標上的頂點為一個三維向量稱為 V 位置；

假設運算結果， V 位置有一個四維向量稱為 V 結果；

V 位置與第一顏色三角形中心向量行內積運算得到一個浮點值 g ；

V 位置與第二顏色三角形中心向量行內積運算得到一個浮點值 y ；

V 位置與第三顏色三角形中心向量行內積運算得到一個浮點值 b ；

V 位置與第四顏色三角形中心向量行內積運算得到一個浮點值 r ；

電腦運算比較 g 、 y 、 b 、 r 四個浮點值；

浮點值 g 為最大值時，表示此頂點對應第一顏色三角形，使用 V 位置的座標值 x 、 y 、 z 加上向量值 w 為 1.0 的值乘以第一顏

色三角形複合式矩陣，將得到 V 結果；

浮點值 y 為最大值時，表示此頂點對應第二顏色三角形，使用 V 位置的座標值 x 、 y 、 z 加上向量值 w 為 1.0 乘以第二顏色三角形複合式矩陣，將得到 V 結果；

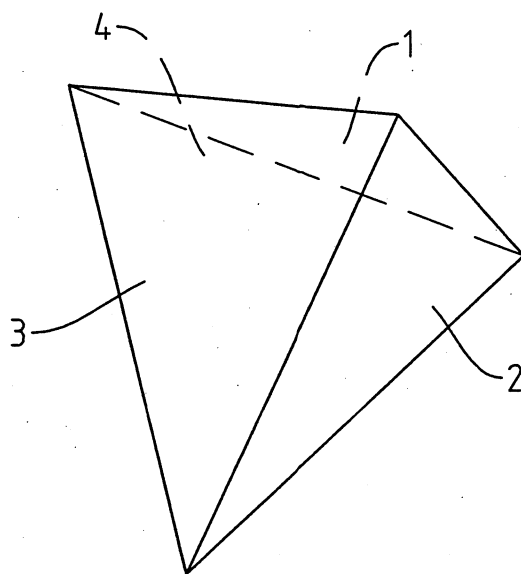
浮點值 b 為最大值時，表示此頂點對應第三顏色三角形，使用 V 位置的座標值 x 、 y 、 z 加上向量值 w 為 1.0 乘以第三顏色三角形複合式矩陣，將得到 V 結果；

浮點值 r 為最大值時，表示此頂點對應第四顏色三角形，使用 V 位置的座標值 x 、 y 、 z 加上向量值 w 為 1.0 乘以第四顏色三角形複合式矩陣，將得到 V 結果；及

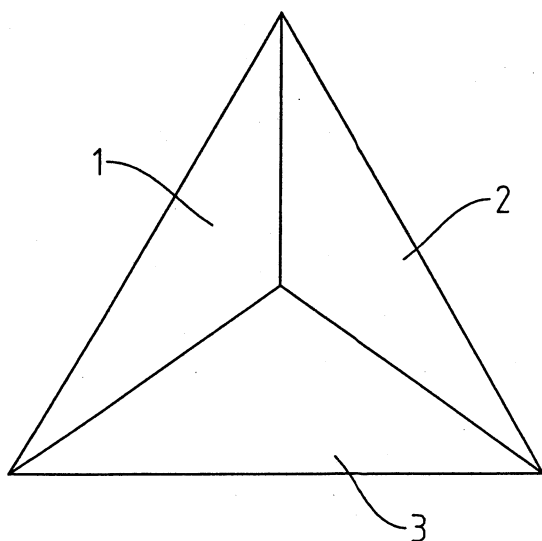
將 V 結果的 x 值除以 V 結果的 w 值求得四面體圖的 X 座標，將 V 結果的 y 值除以 V 結果的 w 值求得四面體圖的 Y 座標，將四面體圖 X、Y 座標取出所需之對應的資料，貼圖上取出相對應的資料。

10、如申請專利範圍第 9 項之方法，其中上述之 w 值為 1.0 是用以考慮 V 位置的位置性。

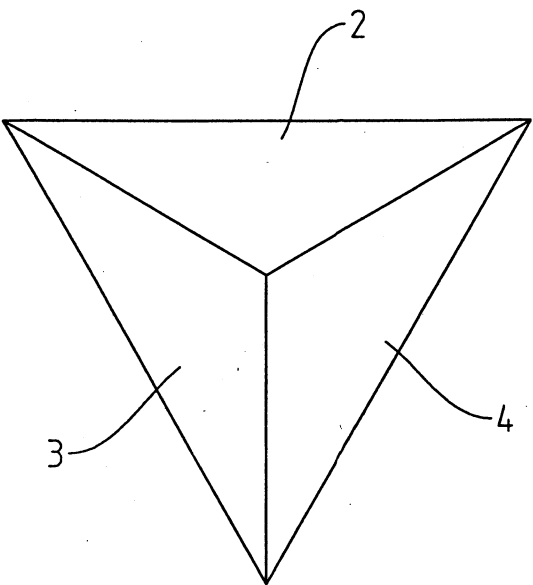
十一、圖式：



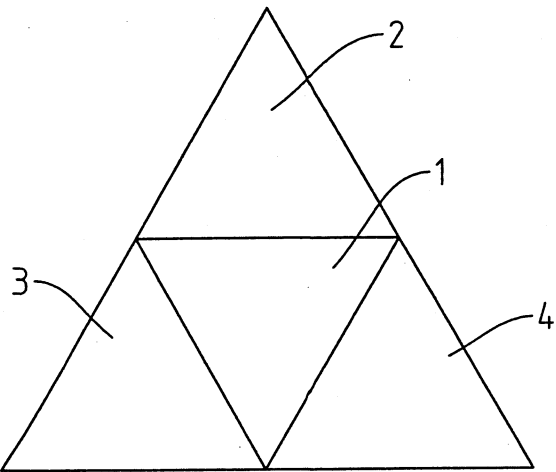
第一圖



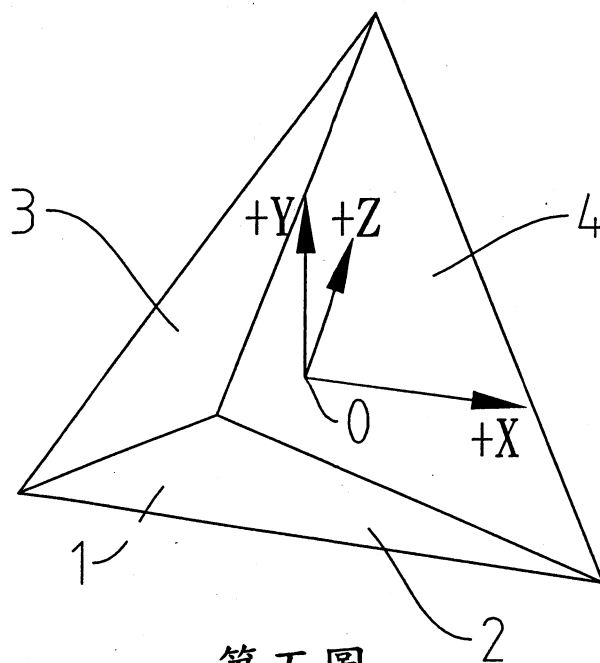
第二圖



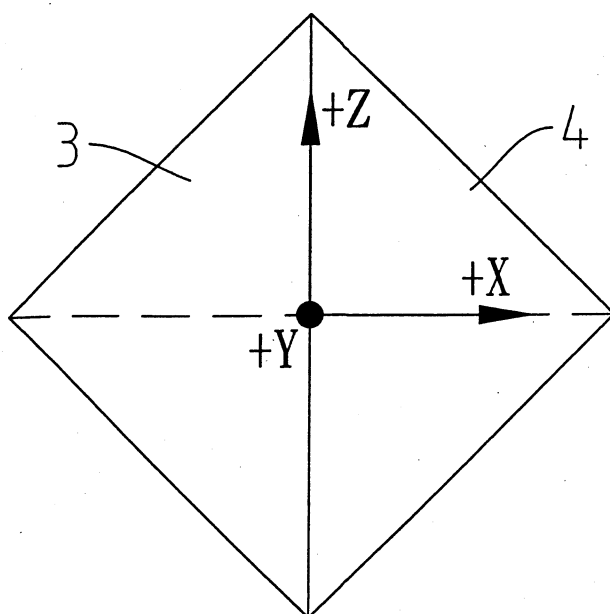
第三圖



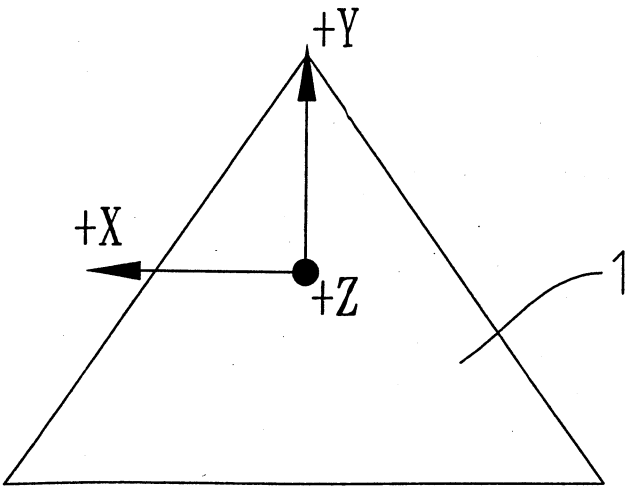
第四圖



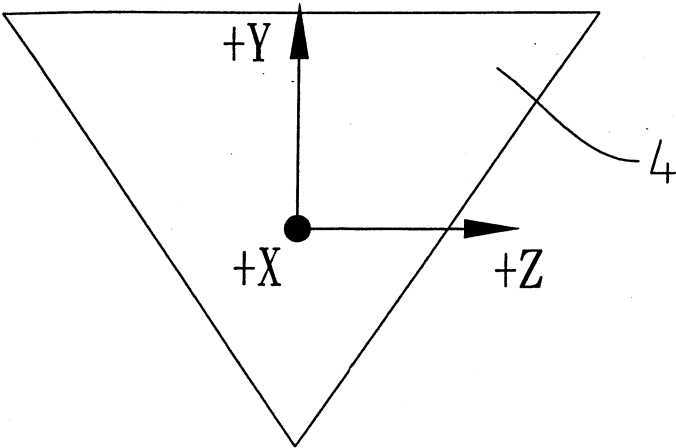
第五圖



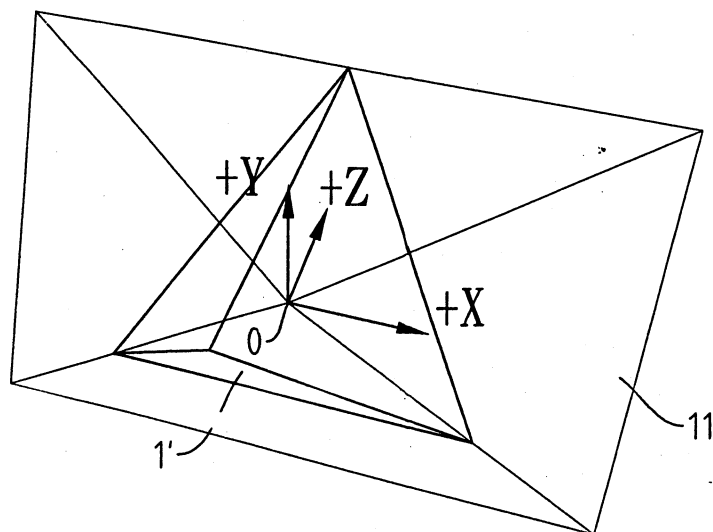
第六圖



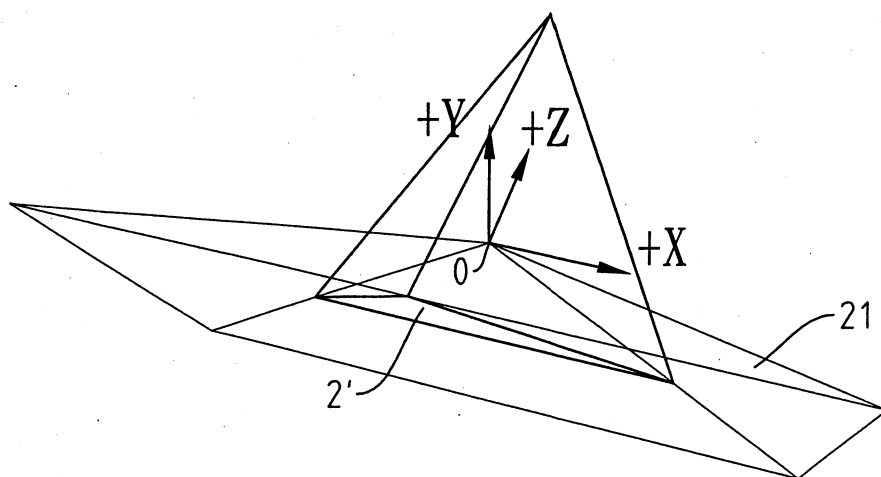
第七圖



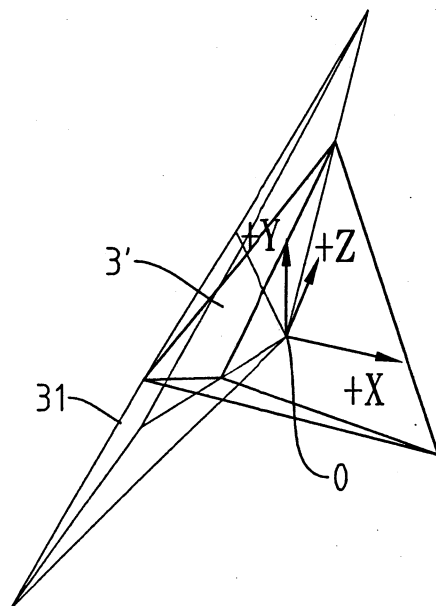
第八圖



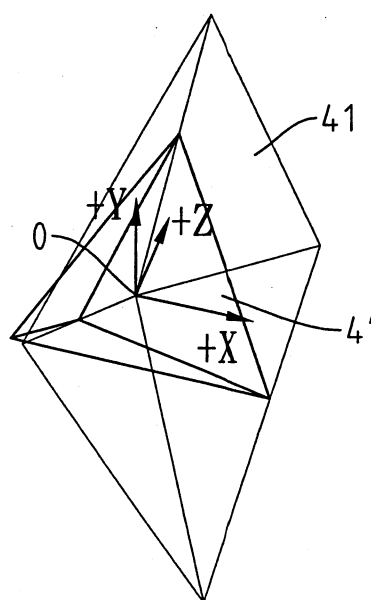
第九圖



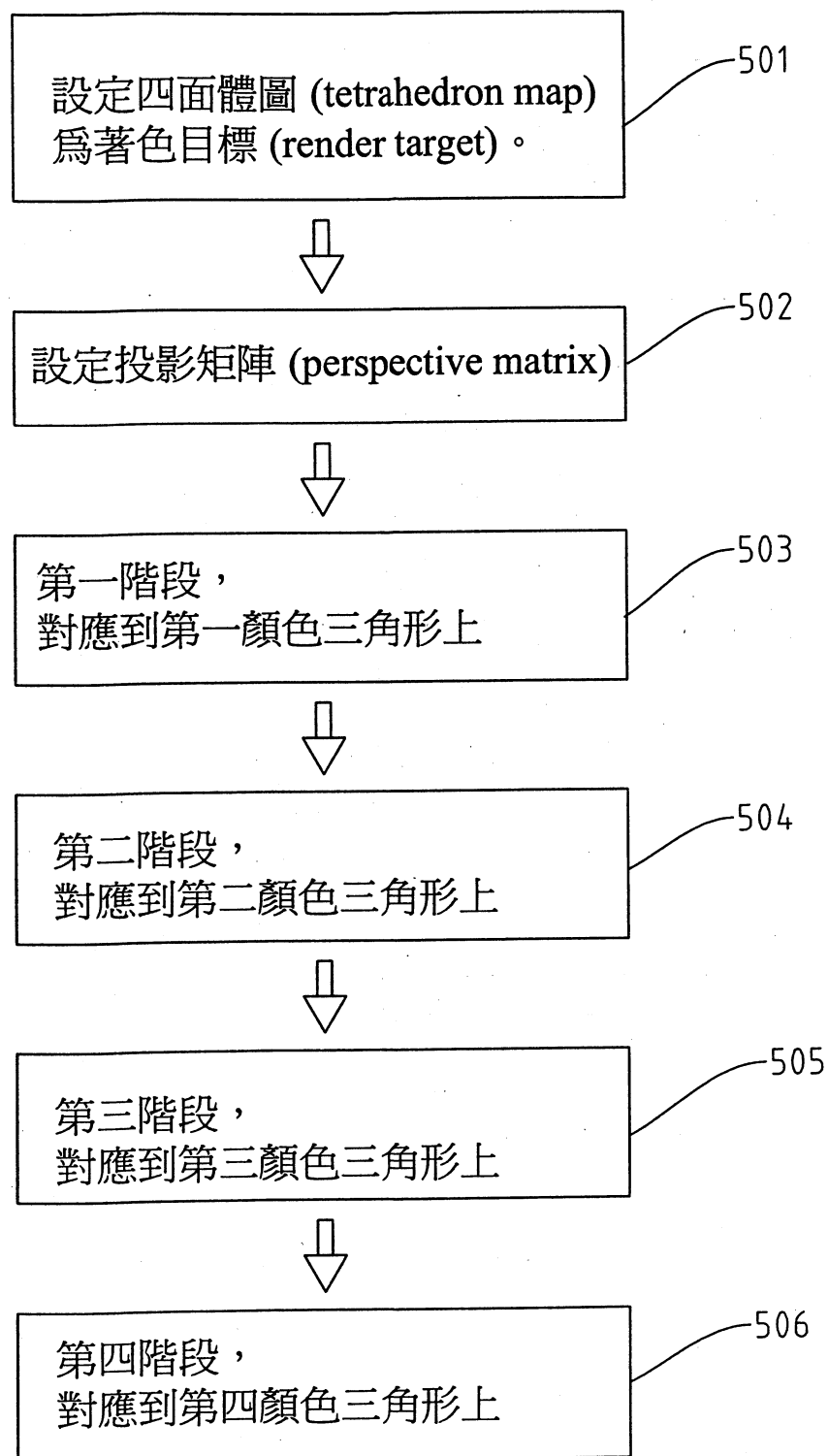
第十圖



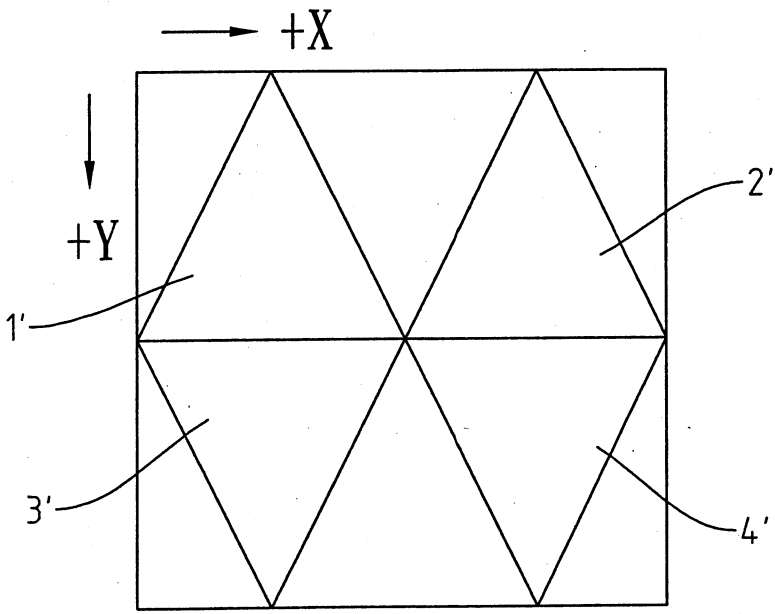
第十一圖



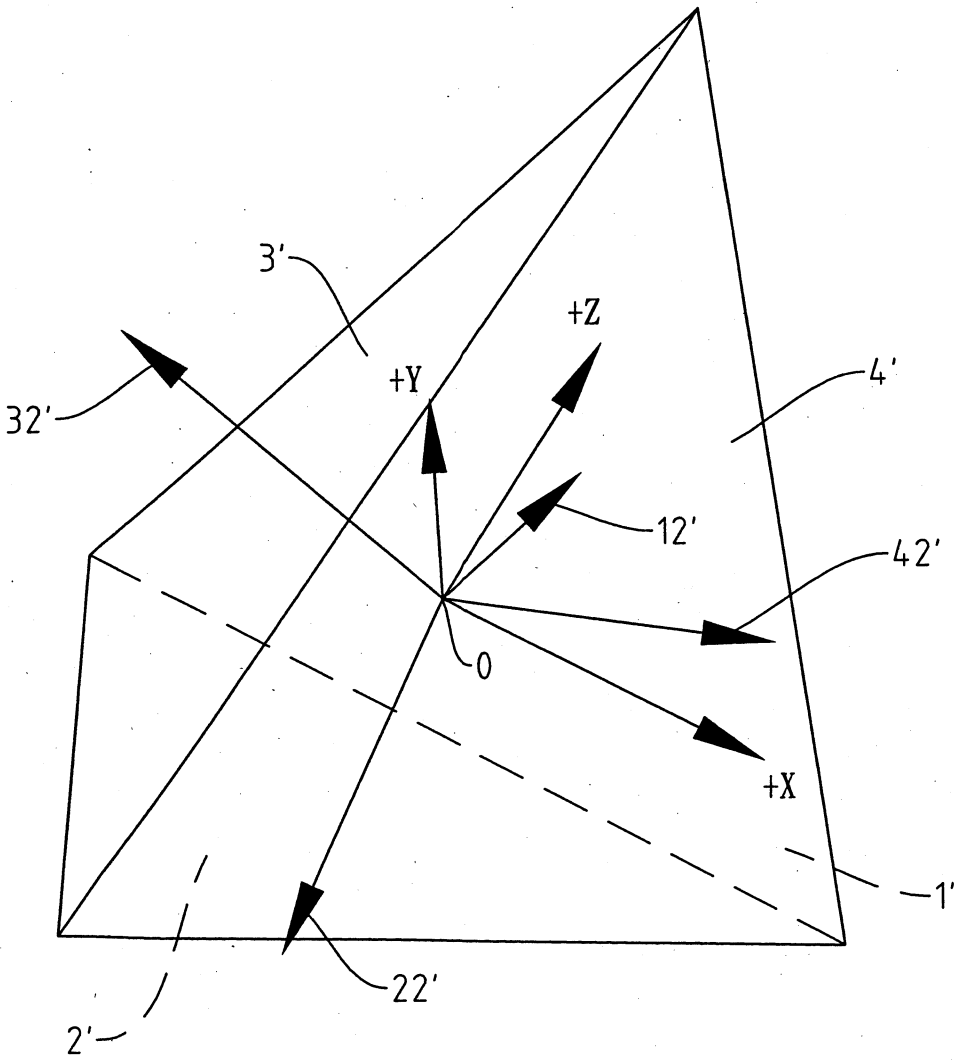
第十二圖



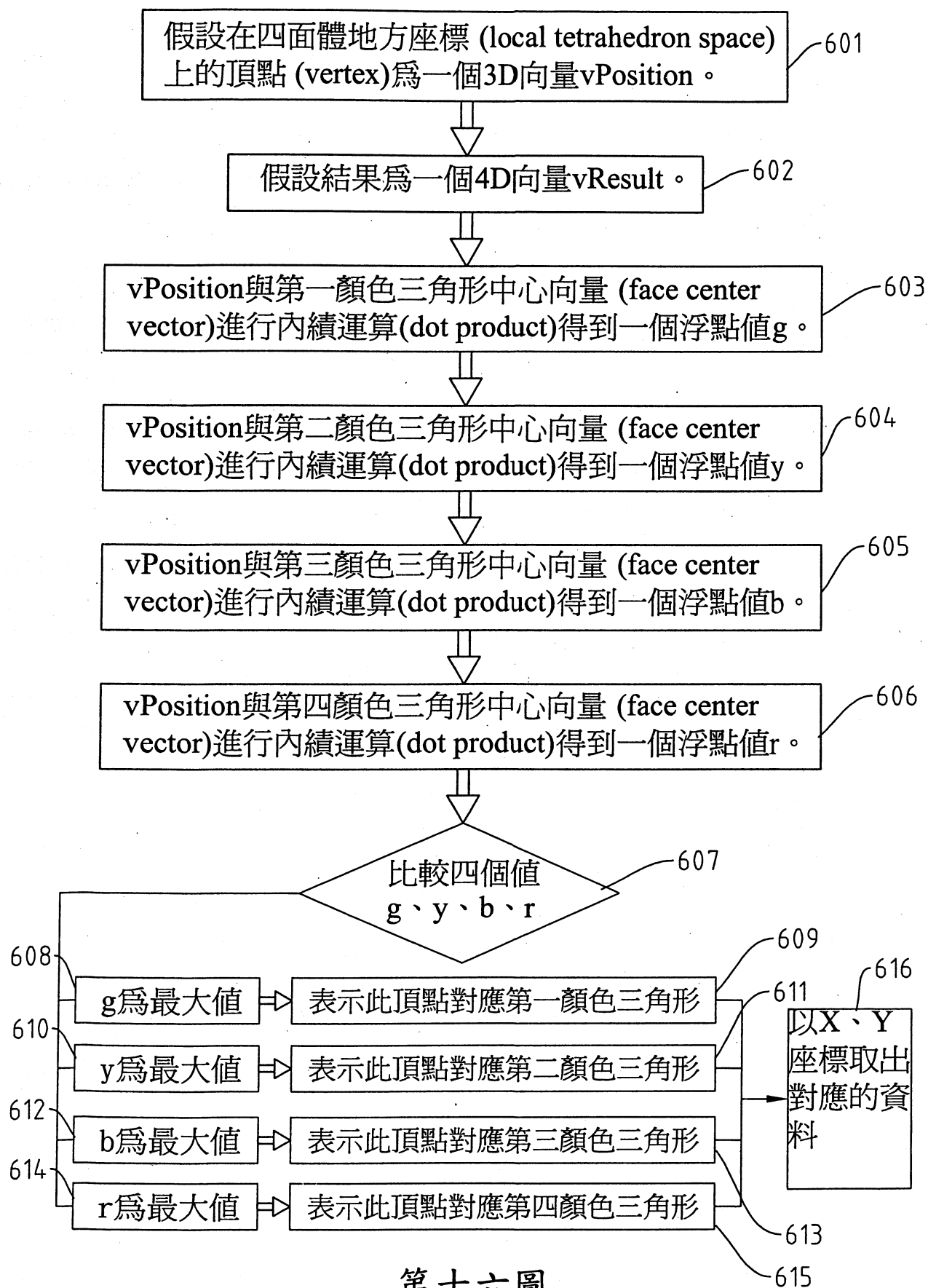
第十三圖



第十四圖



第十五圖



第十六圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (十五) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1..... 第一顏色三角形
- 12..... 第一顏色三角形中心向量
- 2..... 第二顏色三角形
- 21..... 第二顏色三角形中心向量
- 3..... 第三顏色三角形
- 31..... 第三顏色三角形中心向量
- 4..... 第四顏色三角形
- 41..... 第四顏色三角形中心向量

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：