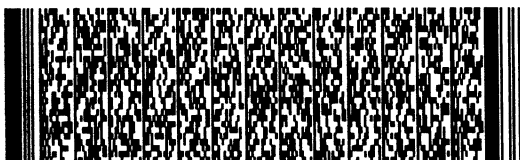


申請日期：09-10-24	IPC分類
申請案號：92129517	G06F 17/16

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	高效率頭相關轉換函數合成運算方法
	英文	
二、 發明人 (共2人)	姓名 (中文)	1. 白明憲 2. 黃嘉文
	姓名 (英文)	1. 2.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 新竹市長春路55號2樓 2. 高雄市苓雅區英明路300號5樓
	住居所 (英文)	1. 2.
三、 申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 國立交通大學
	名稱或姓名 (英文)	1.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹市大學路1001號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 張俊彥
	代表人 (英文)	1.



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



四、中文發明摘要 (發明名稱：高效率頭相關轉換函數合成運算方法)

本發明係提出一種高效率頭相關轉換函數(HRTF)合成運算方法，其係應用頭相關轉換函數對於聲源信號進行空間之定位，並為解決習知以摺積運算需佔用大量資源，而造成在處理上效率較差之困擾，係將頭相關轉換函數中的空間資料矩陣以一奇異值分解法將資料進行分解並降階處理，以減少需運算之資料量，並為能得到高精準的音源定位，係以內插方式計算求得所需空間定位資訊。此發明以其高速度之運算效能與模擬全方位空間資訊之能力，更能實現將目標音源產生連續移動音像的效果。

五、英文發明摘要 (發明名稱：)



六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：第1圖



五、發明說明 (1)

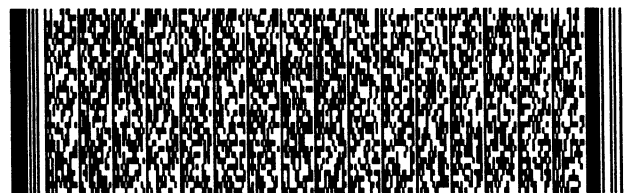
【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種聲音信號處理運算方法，特別是關於一種具有高效率之頭相關轉換函數合成運算方法

【先前技術】

按，在空間聽覺的理論中，對於三度空間聲音的模擬，頭相關轉換函數(Head Related Transfer Functions, HRTF)是相當重要的一項技術，其是假設頭在靜態狀態下，從一點音源(point sound source)經外耳到人類的耳膜，可被視為一線性非時變系統(Linear time invariant system)，音源訊號經此一系統會被此系統在時域的脈衝響應或是在頻域的轉換函數所特性化，不同的人從不同的聲源入射角度和距離來做外耳的延伸量測，會得到不同的轉換函數，稱之為頭相關轉換函數。

在進行三度空間聲音定位時，一般作法需先得到相關定位的參數稱為頭相關脈衝響應(HRIR)以建立頭相關轉換函數資料庫，頭相關脈衝響應係由不同角度中對於一模型頭(Dummy Head)中所量測得，這些資料為一包含不同角度方向連續的類比資料，將這些脈衝響應資料經數位化後，再與目標音源以摺積演算法進行信號合成處理，其最後輸出結果可將原本脈衝響應的方向加到目標音源中，使得目標音源包含有方向資訊，因而具有聲音定位的效果，但因目前在將方向資訊加入目標音源的運算係採用摺積演算，需要大量運算資源，因此在處理上的效率較差，且因頭相關轉換函數的相關係數通常需先以量測的方式建立，因此



五、發明說明 (2)

一般的三度音效技術所能模擬的方位有限，無法模擬全方位的三度空間，若為增加可模擬之方位，則需占用大量的儲存空間以儲存更多與頭相關轉換函數資料庫相關的係數資料，不僅耗費資源且運算效率亦無法提升；另外，在模擬動態虛擬音像的應用上，因對於空間定位資料與運算效率的限制，亦無法產生目標音源連續移動的聲音效果。

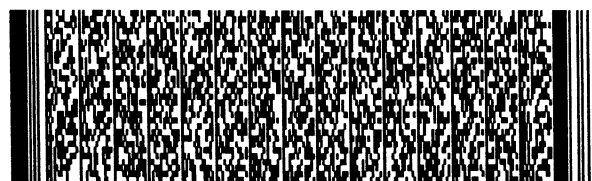
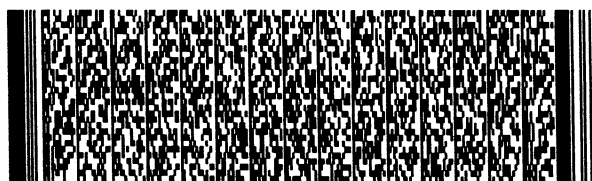
為能有效解決上述之缺失，本發明係提出一高效率頭相關轉換函數合成演算方法，利用訊號處理的方式以內插及降階的運算模式，可以最快的處理效能對於一包含有限相關係數之頭相關轉換函數資料庫進行運算以得到高精確的音源定位，並由於其高效率的運算速度與模擬全方位空間資訊之能力，更能將目標音源產生連續移動音像的效果實現。

【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種高效率頭相關轉換函數合成演算方法，其係利用將頭相關轉換函數矩陣進行分解降階運算，可去除非必要之運算資料，大幅提高運算的效率。

本發明之另一目的係在提供一種可模擬音源在空間任一點的音像運算方法，其係以有限之頭相關轉換函數資料庫，以內插的方式計算出空間任一點之方位，提供模擬空間任一點的音像及產生連續移動音像的能力。

本發明之再一目的係在提供一種可節省儲存容量之頭相關轉換函數訊號模擬合成方法，其係可以內插演算模擬



五、發明說明 (3)

空間中任一方位，因此只需建立有限之頭相關轉換函數係數資料庫，不需為增加可模擬之方位，而使用大量空間來儲存更多的頭相關轉換函數係數。

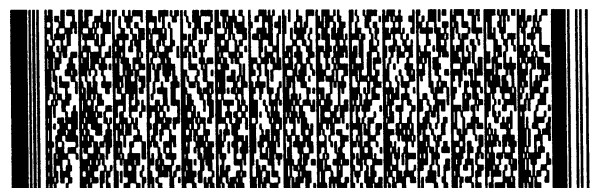
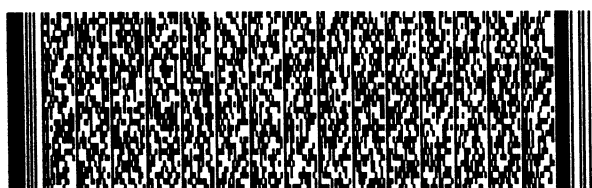
本發明之又一目的係在提供一高效率可模擬三度空間連續音像之雙聲道合成演算方法，其係利用頭相關轉換函數定位技術並應用降階及內插的運算將一般5.1聲道合成為一雙聲道，以提供使用者透過一雙聲道聲音輸出裝置即可體驗一立體且連續之聲音影像感受。

為達到上述之目的，本發明係提出一高效率頭相關轉換函數合成演算方法，其主要利用降階處理將包含在頭相關轉換函數矩陣之多餘資訊加以去除，並利用內插技術配合一有限之頭相關轉換函數空間定位資料可求出空間中任一欲定位之點，大幅降低需運算之資料量，以更快速更全方位之空間概念模擬出三度聲音影像。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

【實施方式】

本發明提出一種高效率頭相關轉換函數合成演算方法，其係應用奇異值分解(Singular Value Decomposition, SVD)將一頭相關轉換函數資料庫中之頭相關轉換函數矩陣分解為空間基底與時間基底，空間基底係為該矩陣所包含之方向資訊，時間基底係為該矩陣運算之次序，在運算過程中並將頭相關轉換函數矩陣降階，以

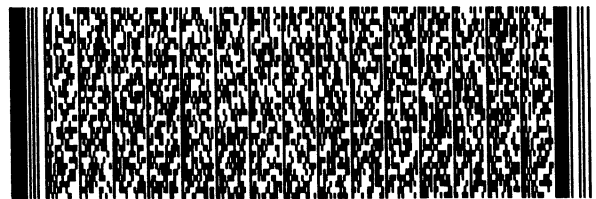
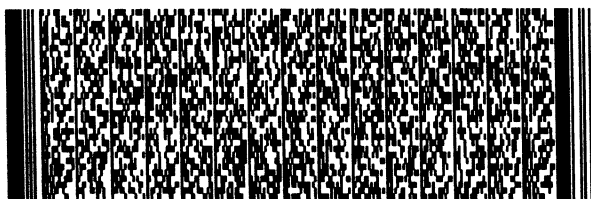


五、發明說明 (4)

提高整體運算效率，且利用內插計算欲定位之空間資訊並與聲源訊號結合，使原本單方向之聲源訊號因包含有空間資訊可模擬出三度空間的聲音影像，此運算方法係使用降階與內插之技巧，可即時表現完整連續之立體聲音效果。

本發明對於聲音信號之主要處理流程如第1圖所示，首先如步驟S10對一頭相關轉換函數矩陣進行分解與降階處理並儲存至一運算資料庫，該頭相關轉換函數矩陣係包含與定位相關之方位參數-HRIR，由於在頭相關轉換函數矩陣中的矩陣資料有大部分是屬於多餘的描述，這些資料所描述的是相當微小的細節，因此可適當的以降階處理將過多不必要的資料捨去以降低需運算之資料量，提升整體運算之效率；接續進行步驟S20將欲處理之一聲源信號輸入；並進行步驟S30，根據所輸入聲源信號的資料從運算資料庫建立相對應之一空間向量矩陣；然後進入步驟S40信號的合成處理運算，將所輸入之聲源信號與所建立之空間向量矩陣分別相乘並累加則產生一輸出信號，並如同步驟S50輸出該輸出信號。

在上述步驟S10中將頭相關轉換函數矩陣進行分解與降階處理過程係為一預先處理步驟，其處理流程如第2圖所示，主要用以建立空間定位所需之方位資訊，並降低需處理的資料量，首先如步驟S12建立一頭相關轉換函數矩陣；接續進行S14以奇異值分解法將頭相關轉換函數矩陣分解為空間基底向量矩陣U、時間基底向量矩陣V與權重指數 Σ ，並如步驟S16對分解所得的矩陣資料進行降階處理以



五、發明說明 (5)

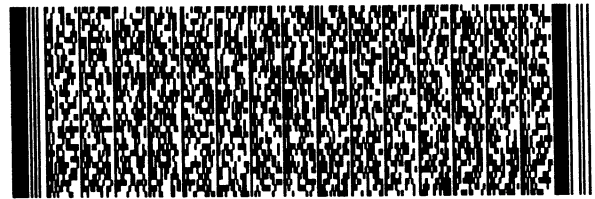
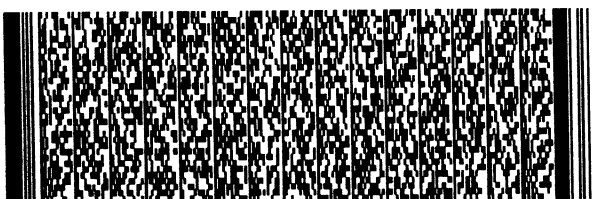
除去在矩陣中不必要的多餘描述資料，提高運算效能；如此即可如步驟S18將已經降階處理之空間基底向量矩陣、時間基底向量矩陣與權重指數儲存至一運算資料庫，以作為信號合成處理之用。

在上述所提及之奇異值分解法是一種正交矩陣分解法，在本發明中其所進行之分解運算係為設有一 $K \times L$ 之頭相關轉換函數矩陣 H ，經奇異值分解後係可表示為：

$H = U \Sigma V^H$ ，其中 U 為所分解之空間基底向量矩陣； Σ 所包含之元素 σ_n 為其權重指數； V 為時間基底向量矩陣。

另為除去非必要之運算資料，本發明並將所分解之矩陣進行降階處理，該降階處理係為運算時只取前面 M 個階數，當然運算所包含之階數愈高代表所合成之信號愈詳細，所包含細節愈多、愈精確，但相對而言其所需運算量較大，花費時間較多，因此本發明利用信號測試及數值分析測試適當的運算階數，結果發現為當運算階數大約為15階時即可得到相當好的信號輸出效果。

在完成運算資料庫的建立步驟S10後，請再參閱第1圖，接下來則是要將頭相關轉換函數的定位資訊添加於欲處理之聲源信號中，然而並非所有在頭相關轉換函數中的定位資訊均為欲合成之方位，需視所輸入之聲源信號而定，因此在如步驟S20輸入一聲源信號後，需從先前所建立之運算資料庫重新得到一組與聲源信號相對應之定位資訊稱為空間向量矩陣，如步驟S30。在此步驟中，空間向量矩陣係根據所輸入之該聲源信號對應於該運算資料庫中



五、發明說明 (6)

與空間定位相關之該空間基底向量矩陣而取得。但由於頭相關轉換函數資料庫所儲存之定位係數係以量測建立，因此只包含了有限個方位，所以經分解降階處理完之空間基底向量矩陣所儲存之方位亦有限，當聲源信號所要求之空間向量矩陣在運算資料庫中的空間基底向量矩陣並無儲存時，將無法精確對聲源信號進行定位而使輸出信號不能確實產生所需之空間效果，因此本發明利用一內插方式計算以補充求得該空間向量矩陣。該內插方式請參考第3圖，圖中係為頭相關轉換函數所使用之球面座標定位示意圖，在球面座標之方位標示係以 θ, ϕ 球座標表示，下標 p 代表所在的某一個方位，如圖中所示之線的交點 $\hat{u}_n(\theta_p, \phi_p)$ 、

$\hat{u}_n(\theta_2, \phi_2)$ 、 $\hat{u}_n(\theta_3, \phi_3)$ 、 $\hat{u}_n(\theta_4, \phi_4)$ ，假設總共有P個方位，這些交點表示在空間基底向量矩陣具有資料之方位點，設所要求之方位係為中間之 $u_n(\theta, \phi)$ ，則利用最靠近之周邊四點內插

求得， $u_n = \sum_p w_p \hat{u}_n(\theta_p, \phi_p)$ ，其中 $w_p = \frac{1/d_p}{\sum_p 1/d_p}$ 是方位內差時的權

重，由距離的倒數所構成，利用這樣的內插方式即可求得所有欲要求之方位，建立一符合聲源信號所要求之完整空間向量矩陣。

本發明對於聲源信號所進行之處理流程如第4圖所示，其中，關於步驟S40空間向量矩陣與聲源訊號之合成處理以產生一輸出信號，由於係關於多個矩陣之運算因此更包含如第5圖所示之處理流程，首先為步驟S42將該聲源信號與該空間向量矩陣相乘以得到複數筆聲源相乘結果；

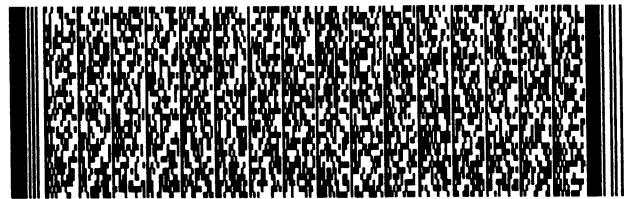
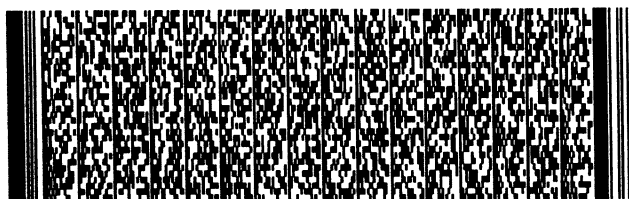


五、發明說明 (7)

接續如步驟S44將在步驟S42所得之聲源相乘結果各自累加運算並分別乘上前述以奇異值分解法計算得之運算資料庫中相對應之權重指數，以能完整呈現聲源信號在空間中不同方位所佔之權重；然後進行步驟S46將經乘上權重指數之聲源信號分別與前述已先建立之時間基底向量矩陣進行摺積運算，將完整的頭相關轉換函數所包含之資訊加入聲源信號中；最後如步驟S48將所得摺積運算結果相加以即可重建一包含有定位資訊之輸出信號。

由於就頭相關轉換函數之空間資訊而言，以雙聲道為例，左、右兩耳對於同樣的聲源信號所建立之空間資訊並不相同，因此以上所述之處理流程係以對單一空間資訊所進行之處理為例，如對雙聲道之左聲道所建立之空間資訊作為輸出運算，至於右聲道之輸出，則只要將該聲源訊號建立相對應右耳之空間向量基底，並同時進行同樣之運算即可同步得到關於右耳的輸出，將其結果輸出至如耳機或喇叭等輸出裝置即可聆聽具有三度空間效果之音場。

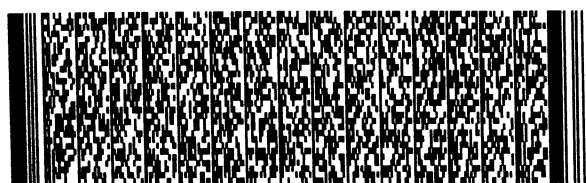
另由於本發明利用內插技術可定義任一之空間方位，因此可以一有限之頭相關轉換函數資料庫透過內插運算模擬任意空間方位，其最大特色在於可提供模擬連續移動音場的能力，透過內插計算連續之定位資訊並與聲源訊號合成，則可產生聲源連續移動由遠至近的聲音效果，更具臨場立體音感。另對於同時包含多個聲音來源之音源，同樣也可進行不同方位之空間定位，可更真實模擬現實生活中聲音所展現的情況，本發明所提出之運算方法可以高效率



五、發明說明 (8)

進行聲音信號的運算輸出，且因其採用降階處理大量減低所需之記憶體空間，對於如多聲道耳機、遊戲軟體、虛擬實境等、各式模擬訓練系統(飛行、駕駛等)、家庭劇院、各式音效晶片等均有其應用之功效。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍。故即凡依本發明申請範圍所述之形狀、構造、特徵及精神所為之均等變化或修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。



圖式簡單說明

第1圖為本發明信號處理之流程示意圖。

第2圖為本發明信號分解處理之方塊示意圖。

第3圖為本發明內插計算示意圖。

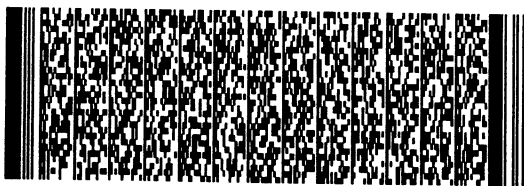
第4圖為本發明對聲源信號處理之流程示意圖。

第5圖為本發明對聲源信號所進行合成處理步驟之方塊示意圖。



六、申請專利範圍

- 1、一種高效率頭相關轉換函數合成運算方法，首先對一頭相關轉換函數矩陣進行一分解降階處理，將經該分解降階處理之矩陣儲存至一運算資料庫，並且輸入一聲源信號，依據該聲源信號，從該運算資料庫計算得到相對應之一空間向量矩陣，對該聲源信號進行一合成處理步驟以產生一輸出信號並傳輸出去；其特徵在於：該分解降階處理係包含下列步驟：
建立該頭相關轉換函數矩陣；
以奇異值分解法將該頭相關轉換函數矩陣分解為一空間基底向量矩陣、一時間基底向量矩陣與一權重指數；
將已分解之該空間基底向量矩陣、該時間基底向量矩陣與該權重指數進行一降階處理，該降階處理的運算階數係可由使用者決定；以及
將已經該降階處理之該空間基底向量矩陣、該時間基底向量矩陣與該權重指數儲存為該運算資料庫。
- 2、如申請專利範圍第1項所述之高效率頭相關轉換函數合成運算方法，其中該空間向量矩陣係依據所輸入之該聲源信號對應於該運算資料庫中之該空間基底向量矩陣而建立。
- 3、如申請專利範圍第2項所述之高效率頭相關轉換函數合成運算方法，其中當該運算資料庫中之該空間基底向量矩陣無儲存對應於該聲源信號之一方位資料時，則以一內插計算補充建立該空間向量矩陣。
- 4、如申請專利範圍第3項所述之高效率頭相關轉換函數合



六、申請專利範圍

成運算方法，其中該內插計算係可由最靠近欲求得之該方位資料周圍之四個已知方位計算求得。

5、如申請專利範圍第1項所述之高效率頭相關轉換函數合成運算方法，其中對該聲源信號進行該合成處理步驟，係包括：

將該聲源信號與該空間向量矩陣相乘以得到複數筆聲源相乘結果；

將該聲源相乘結果各自累加運算並分別乘上相對應之該權重指數；

將經乘上該權重指數之信號分別與該時間基底向量矩陣進行摺積運算；以及

將所得摺積運算結果相加以得該輸出信號。

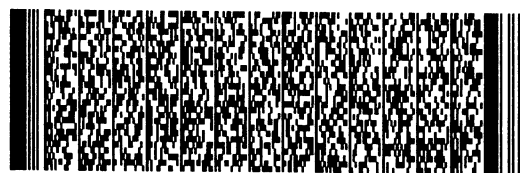
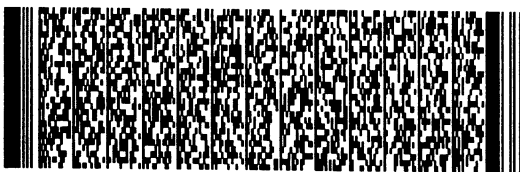
6、如申請專利範圍第5項所述之高效率頭相關轉換函數合成運算方法，其中該輸出信號係可為雙聲道其中之一聲道的輸出。

7、如申請專利範圍第6項所述之高效率頭相關轉換函數合成運算方法，係可將欲處理之一音源如上述步驟同時合成運算以同時輸出雙聲道之左右聲道信號。

8、如申請專利範圍第6項所述之高效率頭相關轉換函數合成運算方法，其中該輸出信號係可模擬該音源連續移動之輸出效果。

9、如申請專利範圍第7項所述之高效率頭相關轉換函數合成運算方法，其中該音源係可為5.1聲道系統的信號。

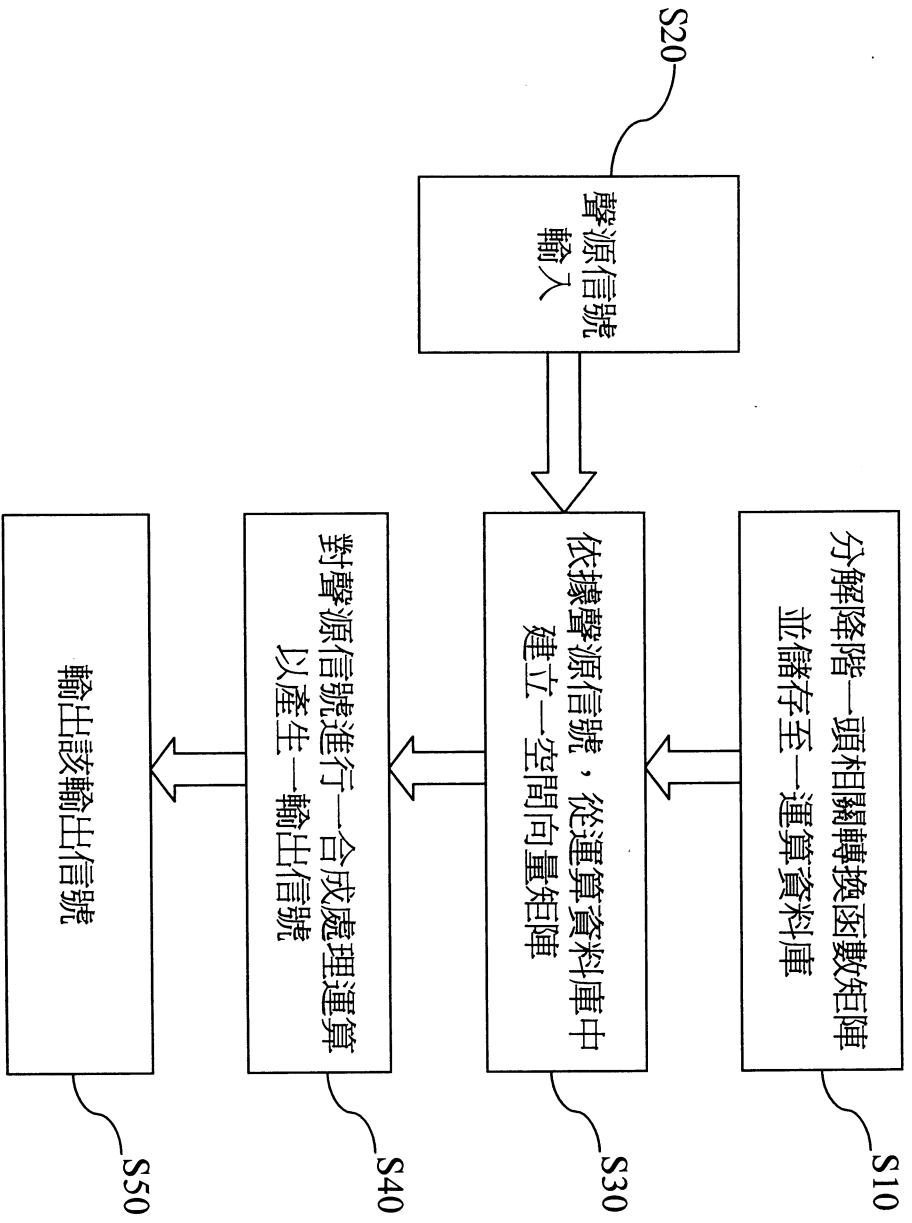
10、如申請專利範圍第7項所述之高效率頭相關轉換函數



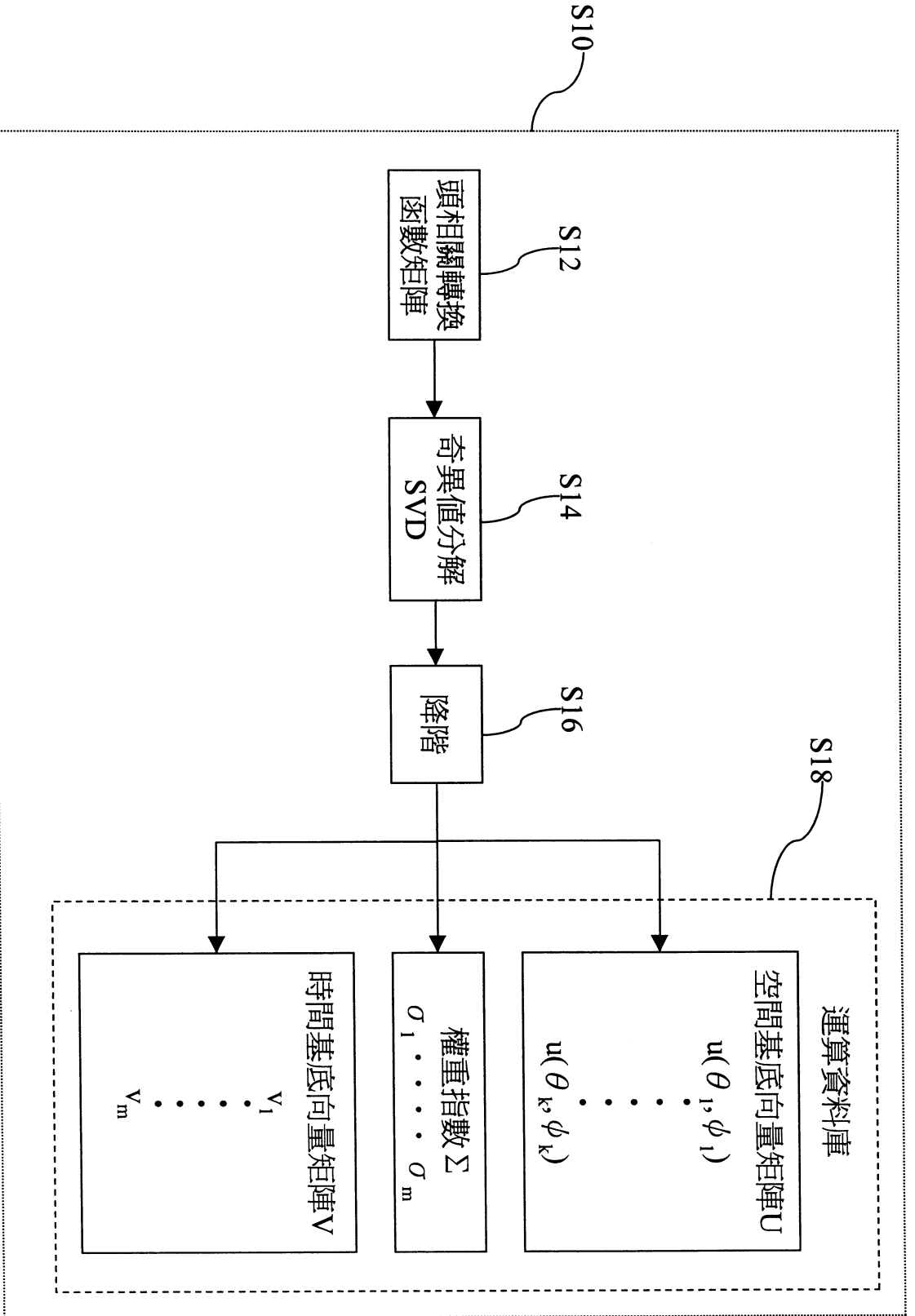
六、申請專利範圍

合成運算方法，其中該音源更可包含複數個不同的來源聲音，並同時進行合成運算處理。

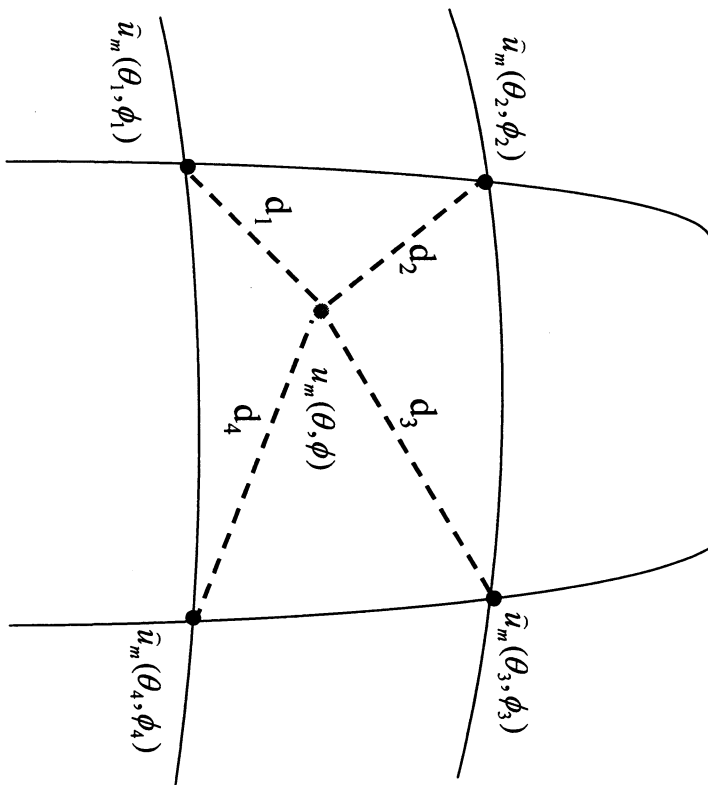




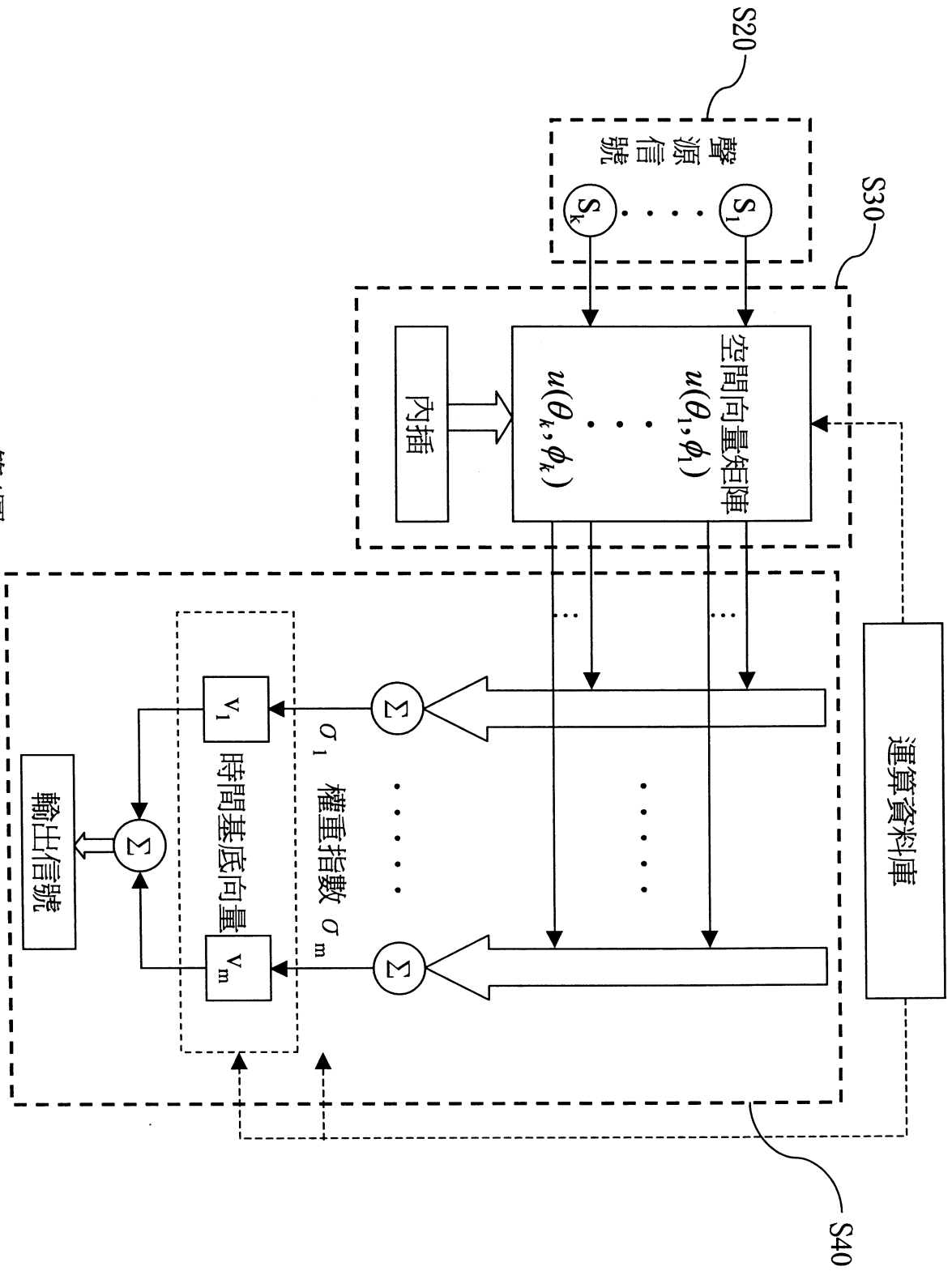
第1圖



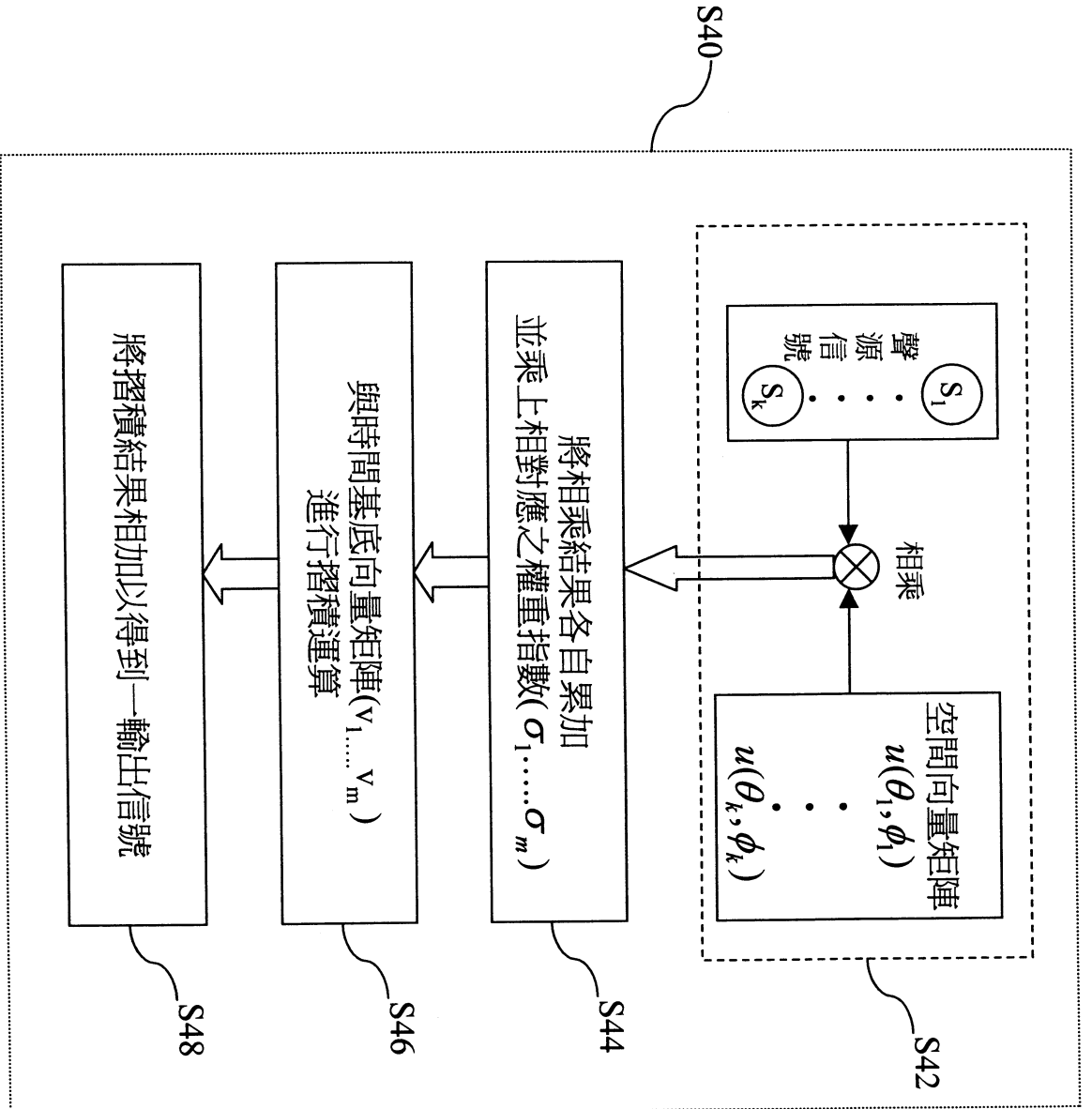
第2圖



第3圖



第4圖



第5圖