



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I808842 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：111127893

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 08 日

(51)Int. Cl. : G10L19/008 (2013.01)

G06F17/16 (2006.01)

(30)優先權：2012/03/28 歐洲專利局

12305356.3

(71)申請人：瑞典商杜比國際公司 (瑞典) DOLBY INTERNATIONAL AB (SE)

瑞典

(72)發明人：凱勒 弗羅里安 KEILER, FLORIAN (DE) ; 波漢 約哈拿斯 BOEHM, JOHANNES (DE)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200822781A

審查人員：莊榮昌

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：5 共 20 頁

(54)名稱

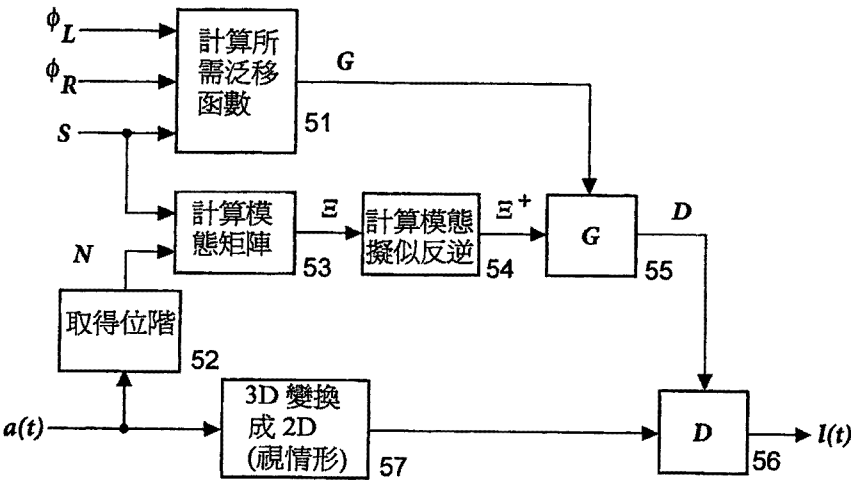
從三維度空間性高階保真立體音響聲頻訊號解碼立體聲擴音器訊號之方法及裝置，以及所用解碼矩陣之決定方法

(57)摘要

已知對立體聲擴音器裝備的保真立體音響表示法之解碼，可用於第一階保真立體音響聲頻訊號。但此等第一階保真立體音響解決方略，不是有高度負旁波瓣，便是在前區域有不良局限。本發明涉及高階保真立體音響(HOA)的立體聲解碼器之處理。從擴音器間置設虛擬源之泛移律，可推論所需泛移函數。對於各擴音器，需界定在取樣點對全部可能輸入方向之所需泛移函數。泛移函數係以圓形諧函數概算，提高保真立體音響位階，所需泛移函數即減少誤差。對於擴音器間的前區，使用泛移律，像正切律或向量基準波幅泛移(VBAP)。對於後方向，是以來自此等方向的聲音稍微減弱來界定泛移函數。

Decoding of Ambisonics representations for a stereo loudspeaker setup is known for first-order Ambisonics audio signals. But such first-order Ambisonics approaches have either high negative side lobes or poor localisation in the frontal region. The invention deals with the processing for stereo decoders for higher-order Ambisonics HOA. The desired panning functions can be derived from a panning law for placement of virtual sources between the loudspeakers. For each loudspeaker a desired panning function for all possible input directions at sampling points is defined. The panning functions are approximated by circular harmonic functions, and with increasing Ambisonics order the desired panning functions are matched with decreasing error. For the frontal region between the loudspeakers, a panning law like the tangent law or vector base amplitude panning (VBAP) are used. For the rear directions panning functions with a slight attenuation of sounds from these directions are defined.

指定代表圖：



第 5 圖

符號簡單說明：

- 51:計算所需泛移函數
- 52:取得位階
- 53:計算模態矩陣
- 54:計算模態擬似反逆
- 55:計算解碼矩陣
- 56:計算擴音器訊號
- 57:3D 變換成 2D(視情形)

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

從三維度空間性高階保真立體音響聲頻訊號解碼立體聲擴音器訊號之方法及裝置，以及所用解碼矩陣之決定方法

【英文發明名稱】

METHOD AND APPARATUS FOR DECODING STEREO
LOUDSPEAKER SIGNALS FROM A HIGHER-ORDER
AMBISONICS AUDIO SIGNAL

【中文】

已知對立體聲擴音器裝備的保真立體音響表示法之解碼，可用於第一階保真立體音響聲頻訊號。但此等第一階保真立體音響解決方略，不是有高度負旁波瓣，便是在前區域有不良局限。本發明涉及高階保真立體音響（HOA）的立體聲解碼器之處理。從擴音器間置設虛擬源之泛移律，可推論所需泛移函數。對於各擴音器，需界定在取樣點對全部可能輸入方向之所需泛移函數。泛移函數係以圓形諧函數概算，提高保真立體音響位階，所需泛移函數即減少誤差。對於擴音器間的前區，使用泛移律，像正切律或向量基準波幅泛移（VBAP）。對於後方向，是以來自此等方向的聲音稍微減弱來界定泛移函數。

【 英文 】

Decoding of Ambisonics representations for a stereo loudspeaker setup is known for first-order Ambisonics audio signals. But such first-order Ambisonics approaches have either high negative side lobes or poor localisation in the frontal region. The invention deals with the processing for stereo decoders for higher-order Ambisonics HOA. The desired panning functions can be derived from a panning law for placement of virtual sources between the loudspeakers. For each loudspeaker a desired panning function for all possible input directions at sampling points is defined. The panning functions are approximated by circular harmonic functions, and with increasing Ambisonics order the desired panning functions are matched with decreasing error. For the frontal region between the loudspeakers, a panning law like the tangent law or vector base amplitude panning (VBAP) are used. For the rear directions panning functions with a slight attenuation of sounds from these directions are defined.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(5)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

51：計算所需泛移函數

52：取得位階

53：計算模態矩陣

54：計算模態擬似反逆

55：計算解碼矩陣

56：計算擴音器訊號

57：3D 變換成 2D（視情形）

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

從三維度空間性高階保真立體音響聲頻訊號解碼立體聲擴音器訊號之方法及裝置，以及所用解碼矩陣之決定方法

【英文發明名稱】

METHOD AND APPARATUS FOR DECODING STEREO
LOUDSPEAKER SIGNALS FROM A HIGHER-ORDER
AMBISONICS AUDIO SIGNAL

【技術領域】

[0001] 本發明係關於使用圓圈上取樣點之泛移函數（panning function），從高階保真立體音響聲頻訊號解碼立體聲擴音器訊號之方法和裝置。

【先前技術】

[0002] 已知對立體聲擴音器或頭戴式受話器裝備的保真立體音響表示法之解碼，可用於第一階保真立體音響，例如 J.S. Bamford, J. Vender-kooy 合著〈為我等之保真立體音響聲音〉中之方程式（10），見音響工程協會預刊本，第 99 屆會議提出論文 4138，1995 年 10 月，紐約，以及 XiphWiki-Ambisonics . http://wiki.xiph.org/index.php/Ambisonics#Default_channel_conversions_from_B-Format

。此等解決方略係根據英國專利 394325 號揭示之 Blumlein 立體聲。另一解決方略是使用模態匹配：M.A. Poletti 〈根據球形諧波之三維周圍聲音系統〉，J. Audio Eng. Soc., vol.53(11), pp.1004-1025，2005 年 11 月。

【發明內容】

[0003] 此等第一階保真立體音響解決方略具有高度負旁波瓣（negative side lobes），一如根據 Blumlein 立體聲之保真立體音響解碼器（GB 394325），其虛擬麥克風有 8 字形態（參見 S. Weinzierl 著《聲頻技術手冊》第 3.3.4.1 節，柏林 Springer 出版社，2008），或在前方向之不良局限。以負旁波瓣，例如來自正背後方向之聲音客體，會在左方立體聲擴音器回放。

[0004] 本發明要解決的問題是，提供具有改進立體聲訊號輸出之保真立體音響訊號解碼。此問題是以申請專利範圍第 1 和 2 項揭示之方法解決。利用此等方法之裝置載於申請專利範圍第 3 項。

[0005] 本發明記載高階保真立體音響 HOA 聲頻訊號的立體聲解碼器之處理。所需泛移函數可由擴音器間置設虛擬源之泛移律推衍。對各擴音器，要界定對全部可能輸入方向之所需泛移函數。保真立體音響解碼矩陣之計算，類似 J.M. Batke, F. Keiler 的相對應說明，見〈使用 VBAP 衍生之泛移函數於 3D 保真立體音響解碼〉，第二屆國際保真立體音響和球形聲學會議議事錄，2010 年 5 月 6-7

日，法國巴黎，URL http://ambisonics10.ircam.fr/drupal/files/proceedings/presentations/O14_47.pdf，以及 WO 2011/117399 A1。泛移函數係利用圓形諧函數概算，提高保真立體音響位階，所需泛移函數隨著降低誤差。尤其是對介置於擴音器間的前區，可用泛移律，像正切律或向量基準波幅泛移（VBAP）。對於背面超越擴音器位置之方向，使用泛移函數，來自此等方向的聲音稍微減弱。特別情況是使用對背面方向針對擴音器方向的半心臟形態。在本發明中，特別在前區開拓高階保真立體音響之較高空間解像度，而且在背面方向的負旁波瓣減弱，隨保真立體音響位階提高而增加。

[0006] 本發明亦可用於有二個擴音器以上排成半圓形，或小於半圓之圓形段之擴音器裝備。又可方便對立體音的技巧性混合調降通道數（artistic downmixes），使有些空間區域接收到更加減弱。此舉有利於創造改進直接音對擴散音之比，以致對話更為清晰。

[0007] 本發明立體聲解碼器符合若干重要性質：擴音器間前方向之良好局限，所得泛移函數只有小負旁波瓣，以及背方向之輕微減弱。又可減弱或遮蔽空間區域，否則在諦聽二通道版時，會感受到干擾或困擾。

[0008] 與 WO 2011/117399 A1 相較之下，所需泛移函數界定為圓形弓段方式，在介入擴音器中間的前區域內，可用公知的泛移處理（例如 VBAP 或正切律），而在後方向可稍微減弱。使用第一階保真立體音響解碼器時，

此等性質不宜用。

[0009] 原則上，本發明方法適於從第一階保真立體音響聲頻訊號 $\mathbf{a}(t)$ 解碼立體聲擴音器訊號 $\mathbf{l}(t)$ ，該方法包含步驟為：

從左、右擴音器的方位角度數，以及從圓圈上虛擬取樣點數 S ，計算含有對全部虛擬取樣點的所需泛移函數之矩陣 $\mathbf{G}$ ，其中 $\mathbf{G} = \begin{bmatrix} g_L(\phi_1) & \cdots & g_L(\phi_S) \\ g_R(\phi_1) & \cdots & g_R(\phi_S) \end{bmatrix}$ ，而 $g_L(\phi)$ 和 $g_R(\phi)$ 元素為 S 不同取樣點之泛移函數；

決定該保真立體音響聲頻訊號 $\mathbf{a}(t)$ 之位階 N ；

從該數 S 和該位階 N ，計算模態矩陣 $\mathbf{\Xi}$ ，以及該模態矩陣 $\mathbf{\Xi}$ 的相對應擬似反逆 $\mathbf{\Xi}^+$ ，其中 $\mathbf{\Xi} = [\mathbf{y}^*(\phi_1), \mathbf{y}^*(\phi_2), \dots, \mathbf{y}^*(\phi_S)]$ ，而 $\mathbf{y}^*(\phi) = [Y_{-N}^*(\phi), \dots, Y_0^*(\phi), \dots, Y_N^*(\phi)]^T$ 係該保真立體音響聲頻訊號 $\mathbf{a}(t)$ 的圓形諧向量 $\mathbf{y}(\phi) = [Y_{-N}(\phi), \dots, Y_0(\phi), \dots, Y_N(\phi)]^T$ 之複共軛， $Y_m(\phi)$ 為圓形諧函數；

從該矩陣 $\mathbf{G}$ 和 $\mathbf{\Xi}^+$ 計算解碼矩陣 $\mathbf{D} = \mathbf{G} \mathbf{\Xi}^+$ ；

計算擴音器訊號 $\mathbf{l}(t) = \mathbf{D}\mathbf{a}(t)$ 。

[0010] 原則上，本發明方法適於從 2-D 高階保真立體音響聲頻訊號 $\mathbf{a}(t)$ ，決定可用於解碼立體聲擴音器訊號 $\mathbf{l}(t) = \mathbf{D}\mathbf{a}(t)$ 之解碼矩陣 $\mathbf{D}$ ，該方法包含步驟為：

接收該保真立體音響聲頻訊號 $\mathbf{a}(t)$ 之位階 N ；

從左、右擴音器的所需方位角度數 (ϕ_L ， ϕ_R)，以及圓圈上虛擬取樣點數 S ，計算含有對全部虛擬取樣點的所需泛移函數之矩陣 $\mathbf{G}$ ，其中 $\mathbf{G} = \begin{bmatrix} g_L(\phi_1) & \cdots & g_L(\phi_S) \\ g_R(\phi_1) & \cdots & g_R(\phi_S) \end{bmatrix}$ ，而 $g_L(\phi)$ 和 $g_R(\phi)$ 元素為 S 不同取樣點之泛移函數；

從該數 S 和該位階 N ，計算模態矩陣 Ξ ，以及該模態矩陣 Ξ 之相對應擬似反逆 Ξ^+ ，其中 $\Xi = [\mathbf{y}^*(\phi_1), \mathbf{y}^*(\phi_2), \dots, \mathbf{y}^*(\phi_S)]$ ，而 $\mathbf{y}^*(\phi) = [Y_{-N}^*(\phi), \dots, Y_0^*(\phi), \dots, Y_N^*(\phi)]^T$ 係該保真立體音響聲頻訊號 $\mathbf{a}(t)$ 的圓形諧向量 $\mathbf{y}(\phi) = [Y_{-N}(\phi), \dots, Y_0(\phi), \dots, Y_N(\phi)]^T$ 之複共軛， $Y_m(\phi)$ 為圓形諧函數；

從該矩陣 $\mathbf{G}$ 和 Ξ^+ 計算解碼矩陣 $\mathbf{D} = \mathbf{G} \Xi^+$ 。

[0011] 原則上，本發明裝置適於從高階保真立體音響聲頻訊號 $\mathbf{a}(t)$ ，解碼立體聲擴音器訊號 $\mathbf{l}(t)$ ，該裝置包含：

適於從左、右擴音器的方位角度數，以及從圓圈上虛擬取樣點數 S ，計算含有對全部虛擬取樣點的所需泛移函數之矩陣 $\mathbf{G}$ 之機構，其中 $\mathbf{G} = \begin{bmatrix} g_L(\phi_1) & \cdots & g_L(\phi_S) \\ g_R(\phi_1) & \cdots & g_R(\phi_S) \end{bmatrix}$ ，而 $g_L(\phi)$ 和 $g_R(\phi)$ 元素為 S 不同取樣點之泛移函數；

適於決定該保真立體音響聲頻訊號 $\mathbf{a}(t)$ 的位階 N 之機構；

適於從該數 S 和該位階 N ，計算模態矩陣 Ξ ，以及該模態矩陣 Ξ 的相對應擬似反逆 Ξ^+ 之機構，其中 $\Xi = [\mathbf{y}^*(\phi_1), \mathbf{y}^*(\phi_2), \dots, \mathbf{y}^*(\phi_S)]$ ，而 $\mathbf{y}^*(\phi) = [Y_{-N}^*(\phi), \dots, Y_0^*(\phi), \dots, Y_N^*(\phi)]^T$ 係該保真立體音響聲頻訊號 $\mathbf{a}(t)$ 的圓形諧向量 $\mathbf{y}(\phi) = [Y_{-N}(\phi), \dots, Y_0(\phi), \dots, Y_N(\phi)]^T$ 之複共軛， $Y_m(\phi)$ 為圓形諧函數；

適於從該矩陣 $\mathbf{G}$ 和 Ξ^+ 計算解碼矩陣 $\mathbf{D} = \mathbf{G} \Xi^+$ 之機構；

適於計算擴音器訊號 $\mathbf{l}(t) = \mathbf{D}\mathbf{a}(t)$ 之機構。

[0012] 本發明有益之其他具體例，載於申請專利範圍各附屬項。

【圖式簡單說明】

[0013]

第 1 圖表示所需泛移函數，擴音器位置， $\phi_L = 30^\circ$ ， $\phi_R = -30^\circ$ ；

第 2 圖表示極座標上所需泛移函數，擴音器位置， $\phi_L = 30^\circ$ ， $\phi_R = -30^\circ$ ；

第 3 圖表示對 $N=4$ 所得泛移函數，擴音器位置， $\phi_L = 30^\circ$ ， $\phi_R = -30^\circ$ ；

第 4 圖表示對 $N=4$ 極座標上所得泛移函數，擴音器位置， $\phi_L = 30^\circ$ ， $\phi_R = -30^\circ$ ；

第 5 圖為本發明處理之方塊流程圖。

【實施方式】

[0014] 茲參照附圖說明本發明具體例。

[0015] 解碼處理第一步驟，必須界定諸擴音器的位置。假設諸擴音器與聆聽位置的距離相同，因而擴音器位置是以方位角界定。此方位角以 ϕ 標示，按反時鐘方向測量。左、右擴音器之方位角為 ϕ_L 和 ϕ_R ，呈對稱配置 $\phi_R = -\phi_L$ 。典型度數為 $\phi_L = 30^\circ$ 。在下述說明中，所有度數可解釋為 2π （弧度）整數倍數或 360° 之偏差值。

[0016] 圓圈上之虛擬取樣點有待界定。此等為保真立體音響解碼處理中所用虛擬源方向，為此等方向對例如二真實擴音器位置界定所需泛移函數值。虛擬取樣點以 S

標示，相對應方向等距分佈於圓圈周圍，導致

$$\phi_s = 2\pi \frac{s}{S}, s = 1, \dots, S \quad (1)$$

S 應大於 $2N+1$ ，其中 N 指保真立體音響位階。實驗顯示有益數值為 $S=8N$ 。

[0017] 左右擴音器所需泛移函數 $g_L(\phi)$ 和 $g_R(\phi)$ ，需加以界定。與 WO 2011/117399 A1 和上述 Batke/Keiler 論文之策略相反的是，泛移函數係為複數節而界定，其中諸節使用不同泛移函數。例如，對於使用三節之所需泛移函數：

- (a) 對二擴音器間之前方向，使用公知泛移律，例如正切律，或等效之向量基準波幅泛移（VBAP），如 V. Pulkki 在〈使用向量基準波幅泛移之虛擬聲音源定位〉所述，J. Audio Eng. Society, 45(6)，第 456-466 頁，1997 年 6 月。
- (b) 對超過擴音器圓圈段位置之方向，界定背方向之稍微減弱，因而此部份泛移函數在擴音器位置大約對立角度，接近零值。
- (c) 其餘部份之所需泛移函數設定於零，以避免右邊聲音回放到左邊擴音器，和左邊聲音回放到右邊擴音器。

[0018] 所需泛移函數達到零的點或角度數值，左擴音器界定為 $\phi_{L,0}$ ，右邊擴音器 $\phi_{R,0}$ 。左、右擴音器所需泛移函數可表達成為：

$$g_L(\phi) = \begin{cases} g_{L,1}(\phi) & , \phi_R < \phi < \phi_L \\ g_{L,2}(\phi) & , \phi_L < \phi < \phi_{L,0} \\ 0 & , \phi_{L,0} < \phi < \phi_R \end{cases} \quad (2)$$

$$g_R(\phi) = \begin{cases} g_{R,1}(\phi) & , \phi_R < \phi < \phi_L \\ g_{R,2}(\phi) & , \phi_{R,0} < \phi < \phi_R \\ 0 & , \phi_L < \phi < \phi_{R,0} \end{cases} \quad (3)$$

[0019] 泛移函數 $g_{L,1}(\phi)$ 和 $g_{R,1}(\phi)$ 界定擴音器位置間之泛移律，而泛移函數 $g_{L,2}(\phi)$ 和 $g_{R,2}(\phi)$ 典型界定背方向之減弱。在交叉點，應滿足以下性質：

$$g_{L,2}(\phi_L) = g_{L,1}(\phi_L) \quad (4)$$

$$g_{L,2}(\phi_{L,0}) = 0 \quad (5)$$

$$g_{R,2}(\phi_R) = g_{R,1}(\phi_R) \quad (6)$$

$$g_{R,2}(\phi_{R,0}) = 0 \quad (7)$$

[0020] 所需泛移函數在虛擬取樣點取樣。含有全部虛擬取樣點所需泛移函數之矩陣界定為：

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} g_L(\phi_1) & \cdots & g_L(\phi_S) \\ g_R(\phi_1) & \cdots & g_R(\phi_S) \end{bmatrix} \quad (8)$$

[0021] 實質或複值保真立體音響圓形諧函數為 $Y_m(\phi)$ ，其中 $m = -N, \dots, N$ ，而 N 為上述保真立體音響位階。圓形諧波係以球形諧波的方位角依賴性部份表示，參見 Earl G. Williams 〈傅立葉聲學〉，應用學數科學第 93 卷，學術出版社，1999 年。

[0022] 以實值圓形諧波：

$$S_m(\phi) = \tilde{N}_m \begin{cases} \cos(m\phi) & , m \geq 0 \\ \sin(|m|\phi) & , m < 0 \end{cases} \quad (9)$$

函數典型上以下式界定：

$$Y_m(\phi) = \begin{cases} N_m e^{im\phi} & , \text{複值} \\ S_m(\phi) & , \text{實值} \end{cases} \quad (10)$$

其中 $\tilde{N}_m$ 和 N_m 係定標因數，視所用常態化綱要而定。

[0023] 圓形諧波在向量上組合：

$$\mathbf{y}(\phi) = [Y_{-N}(\phi), \dots, Y_0(\phi), \dots, Y_N(\phi)]^T \quad (11)$$

以 $(\cdot)^*$ 標示之複共軛得：

$$\mathbf{y}^*(\phi) = [Y_{-N}^*(\phi), \dots, Y_0^*(\phi), \dots, Y_N^*(\phi)]^T \quad (12)$$

虛擬取樣點之模態矩陣以下式界定：

$$\Xi = [\mathbf{y}^*(\phi_1), \mathbf{y}^*(\phi_2), \dots, \mathbf{y}^*(\phi_S)] \quad (13)$$

所得 2-D 解碼矩陣由下式計算：

$$\mathbf{D} = \mathbf{G} \Xi^+ \quad (14)$$

Ξ^+ 係矩陣 Ξ 之擬似反逆。對於方程式(1)內所指定同等分佈的虛擬取樣點，其擬似反逆可改為 Ξ^H 定標版，係 Ξ 之伴隨（轉置和複共軛）。在此情況，解碼矩陣為：

$$\mathbf{D} = \alpha \mathbf{G} \Xi^H \quad (15)$$

其中定標因數 α 視圓形諧波之常態化綱要和設計方向數 S 而定。

[0024] 向量 $\mathbf{l}(t)$ 代表在時點 t 的擴音器樣本訊號，由下式計算：

$$\mathbf{l}(t) = \mathbf{D} \mathbf{a}(t) \quad (16)$$

[0025] 當使用 3 維度高階保真立體音響訊號 $\mathbf{a}(t)$ 為輸入訊號時，施以適當變換為 2 維度空間，得變換後保真立體音響係數 $\mathbf{a}'(t)$ 。在此情況，方程式(16)改變成 $\mathbf{l}(t) = \mathbf{D} \mathbf{a}'(t)$ 。

[0026] 亦可界定已包含 3D/2D 變換之矩陣 $\mathbf{D}_{3D}$ ，直接應用於保真立體音響訊號 $\mathbf{a}(t)$ 。

[0027] 以下說明之實施例，為立體聲擴音器裝備之

泛移函數。介於擴音器位置之間，使用方程式(2)和(3)所得泛移函數 $g_{L,1}(\phi)$ 和 $g_{R,1}(\phi)$ ，以及按照 VBAP 之泛移增益。此等泛移函數連續半心臟形態，其最大值在擴音器位置。界定角度 $\phi_{L,0}$ 和 $\phi_{R,0}$ ，以便具有在擴音器位置之對立位置：

$$\phi_{L,0} = \phi_L + \pi \quad (17)$$

$$\phi_{R,0} = \phi_R + \pi \quad (18)$$

[0028] 常態化泛移增益滿足 $g_{L,1}(\phi_L) = 1$ 和 $g_{R,1}(\phi_R) = 1$ 。指向 ϕ_L 和 ϕ_R 之心臟形態以下式界定：

$$g_{L,2}(\phi) = \frac{1}{2}(1 + \cos(\phi - \phi_L)) \quad (19)$$

$$g_{R,2}(\phi) = \frac{1}{2}(1 + \cos(\phi - \phi_R)) \quad (20)$$

[0029] 為評估解碼，對隨意輸入方向所得泛移函數，由下式求得：

$$\mathbf{W} = \mathbf{D}\mathbf{Y} \quad (21)$$

其中 $\mathbf{Y}$ 為所考慮輸入方向之模態矩陣。 $\mathbf{W}$ 為應用保真立體音響解碼過程時，含有所用輸入方向和所用擴音器位置所用泛移權值之矩陣。

[0030] 第 1 和 2 圖分別繪示所需（即理論上或是完美）泛移函數對照線性角度比例尺以及極座標格式。所得保真立體音響之泛移權值，係為所用輸入方向，使用方程式(21)算出。第 3 和 4 圖分別表示為計算保真立體音響位階 $N=4$ ，相對應所得泛移函數對照線性角度比例尺，以及極座標格式。就第 3 和 4 圖與第 1 和 2 圖比較，顯示所需泛移函數很相配，而所得負旁波瓣很小。

[0031] 以下提供複值球形和圓形諧波由 3D 變換成 2D

之例（實值基函數可按類似方式進行）。3D 保真立體音響之球形諧波為：

$$\hat{Y}_n^m(\theta, \varphi) = M_{n,m} P_n^m(\cos(\theta)) e^{im\varphi} \quad (22)$$

其中 $n = 0, \dots, N$ 是位階指數， $m = -n, \dots, n$ 是角度指數， $M_{n,m}$ 是視常態化綱要而定之常態化因數， θ 為傾角，而 $P_n^m(\cdot)$ 是關聯之 Legendre 函數。對 3D 情況，以指定之保真立體音響係數 $\hat{A}_n^m$ ，可由式計算 2D 係數：

$$A_m = \alpha_m \hat{A}_{|m|}^m, m = -N, \dots, N \quad (23)$$

使用定標因數：

$$\alpha_m = \frac{N_m}{M_{|m|,m} P_{|m|}^m(0)}, m = -N, \dots, N \quad (24)$$

[0032] 在第 5 圖，所需泛移函數之計算步驟 51，接收左、右擴音器之方位角 ϕ_L 和 ϕ_R 度數，以及虛擬取樣點數 S ，由此按上述計算矩陣 G ，含有全部虛擬取樣點之所需泛移函數值。在步驟 52，從保真立體音響訊號 $a(t)$ 推算位階 N 。在步驟 53，根據方程式(11)至(13)，從 S 和 N 計算模態矩陣 Ξ 。步驟 54 計算矩陣 Ξ 計算擬似反逆 Ξ^+ 。在步驟 55，按照方程式(15)，從矩陣 G 和 Ξ^+ 計算解碼矩陣 D 。在步驟 56，使用解碼矩陣 D ，從保真立體音響訊號 $a(t)$ 計算擴音器訊號 $l(t)$ 。若保真立體音響輸入訊號 $a(t)$ 為三維度空間訊號，在步驟 57 進行 3D 變換為 2D，而步驟 56 接收 2D 保真立體音響訊號 $a'(t)$ 。

【符號說明】

[0033]

- 51:計算所需泛移函數
- 52:取得位階
- 53:計算模態矩陣
- 54:計算模態擬似反逆
- 55:計算解碼矩陣
- 56:計算擴音器訊號
- 57:3D 變換成 2D (視情形)

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種用於解碼高階保真立體音響(HOA)聲頻訊號的方法，所述方法包含：

接收所述 HOA 聲頻訊號；

確定泛移函數值的矩陣 G ，其中對於球面上的虛擬取樣點的數目 S 中之各者，所述矩陣 G 含有增益向量 $g_1 \dots g_s$ ，其中至少所述矩陣 G 的第一增益向量 g_1 和第二增益向量 g_2 不同；

接收基於所述虛擬取樣點的數目 S 和所述 HOA 聲頻訊號的位階確定的模態矩陣；

基於所述矩陣 G 和所述模態矩陣來確定解碼矩陣；以及

藉由至少一個處理器，基於所述解碼矩陣和所述 HOA 聲頻訊號來確定立體聲擴音器訊號。

【請求項 2】如請求項 1 的方法，其中所述矩陣 G 的大小為 $L \times S$ ，其中 L 對應於擴音器的數目。

【請求項 3】如請求項 2 的方法，其中所述增益向量 $g_1 \dots g_s$ 係用以在 L 個擴音器的 S 個方向上實現泛移混合。

【請求項 4】如請求項 2 的方法，其中所述增益向量 $g_1 \dots g_s$ 的子集對於位於較靠近所述 L 個擴音器的取樣點具有較高的值。

【請求項 5】如請求項 4 的方法，其中所述增益向量 $g_1 \dots g_s$ 的另一個子集對於位於遠離所述 L 個擴音器的取樣點具有接近於零的值。

【請求項 6】一種其上儲存有指令的非暫態電腦可讀取媒體，當所述指令由一或多個處理器執行時，使一或多個處理器用以執行如請求項 1 的方法。

【請求項 7】一種用於解碼高階保真立體音響(HOA)聲頻訊號的設備，所述設備包含：

第一接收器，其配置成接收所述 HOA 聲頻訊號；以及

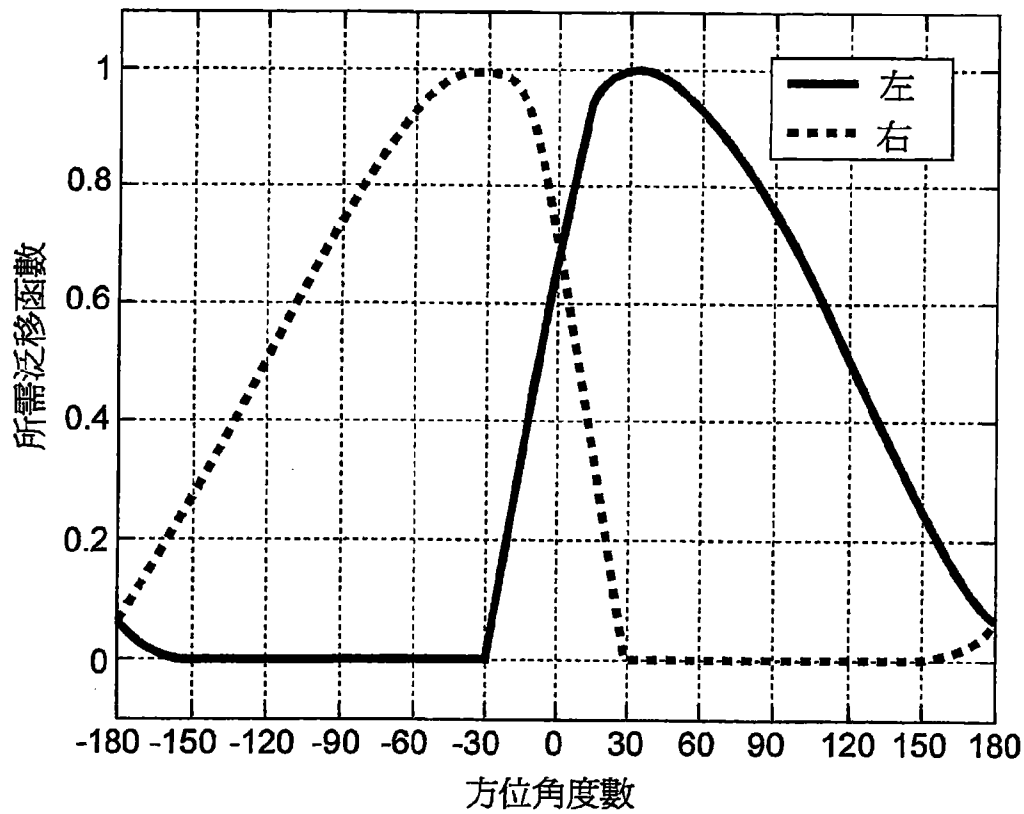
第一處理器，其用於確定泛移函數值的矩陣 G ，其中對於球面上的虛擬取樣點的數目 S 中之各者，所述矩陣 G 含有增益向量 $g_1 \dots g_s$ ，其中至少所述矩陣 G 的第一增益向量 g_1 和第二增益向量 g_2 不同；

第二接收器，其配置成接收基於所述虛擬取樣點的數目 S 和所述 HOA 聲頻訊號的位階確定的模態矩陣；

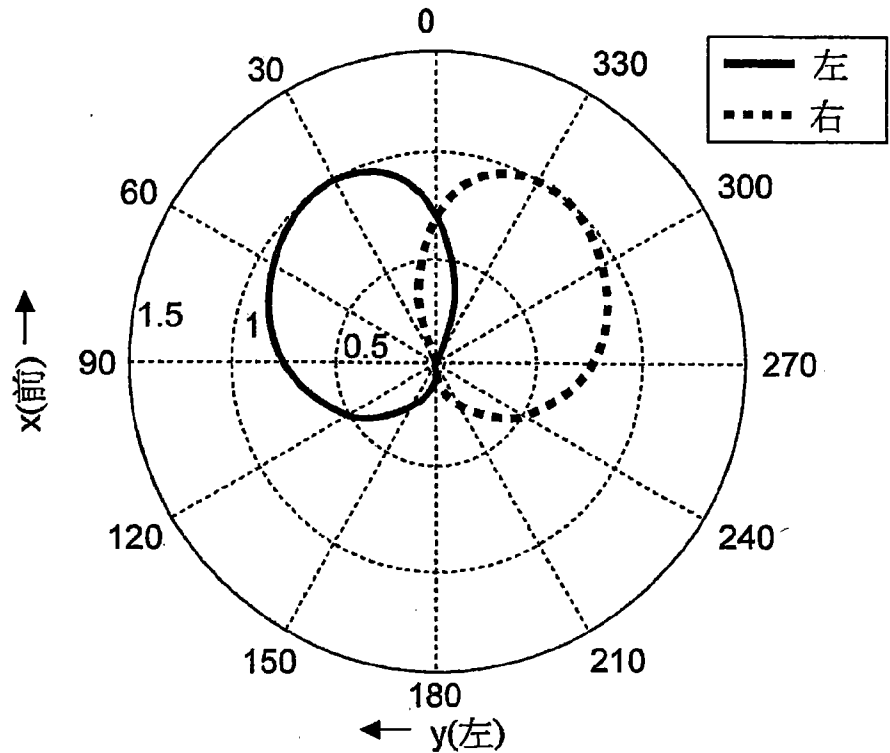
第二處理器，其用於基於所述矩陣 G 和所述模態矩陣來確定解碼矩陣；以及

第三處理器，其用於基於所述解碼矩陣和所述 HOA 聲頻訊號來確定立體聲擴音器訊號。

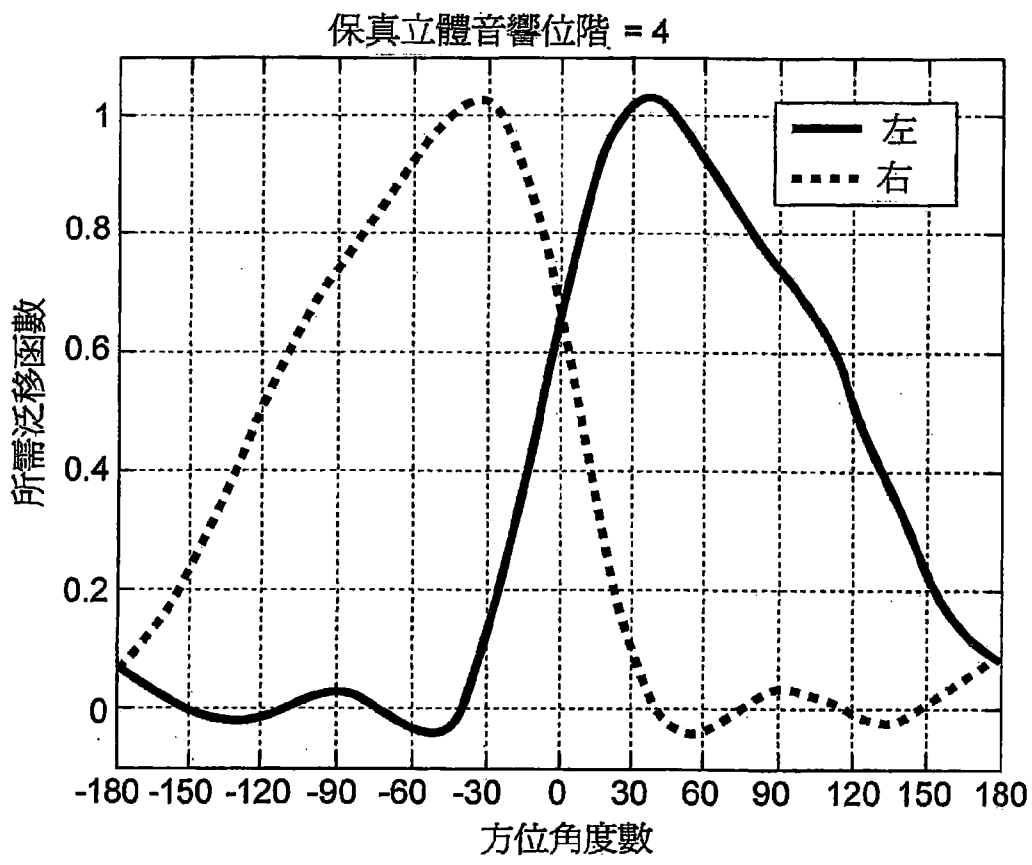
【發明圖式】



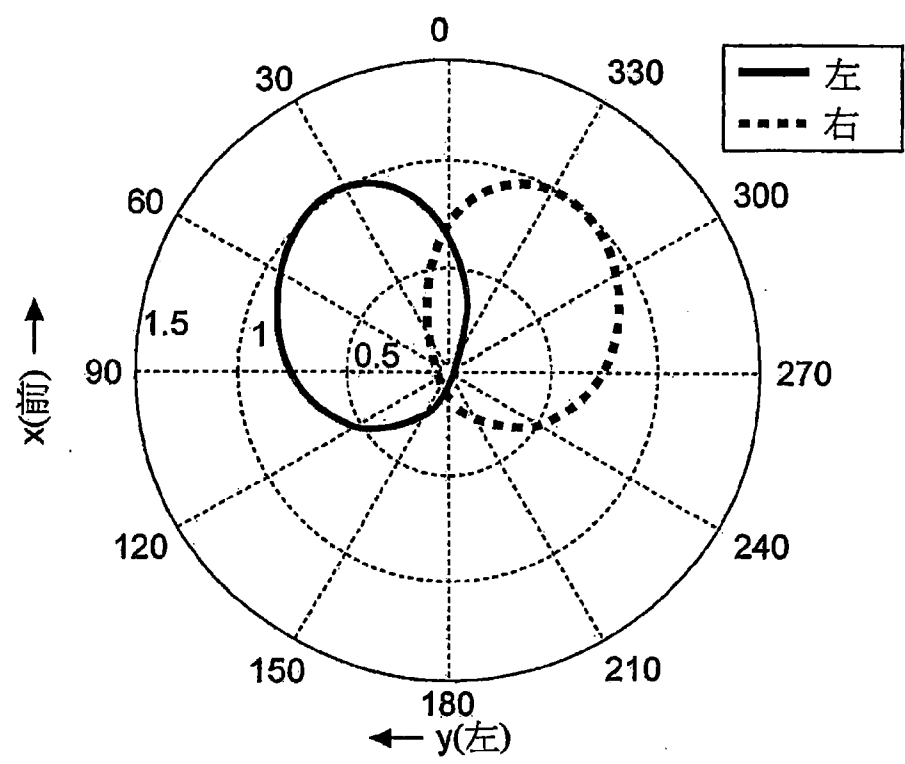
第 1 圖



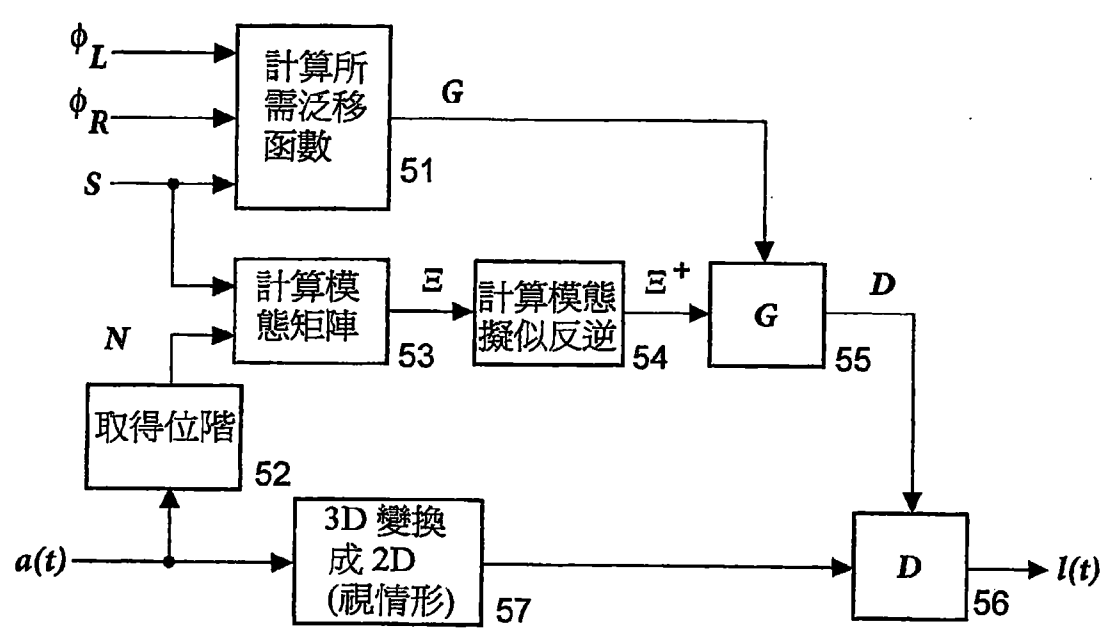
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖