



(21) 申請案號：103135906 (22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 17 日

(51) Int. Cl. : H04S3/00 (2006.01)

(30) 優先權：2013/10/23 歐洲專利局 13290255.2

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

法國

(72) 發明人：凱勒 弗羅里安 KEILER, FLORIAN (DE) ; 波罕 約翰拿斯 BOEHM, JOHANNES (DE)

(74) 代理人：陳詩經

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：7 共 21 頁

(54) 名稱

以保真立體音響格式所編碼聲訊訊號為 L 揚聲器在已知位置之解碼方法和裝置以及電腦可讀式儲存媒體

METHOD FOR AND APPARATUS FOR DECODING AN AMBISONICS AUDIO SOUNDFIELD REPRESENTATION FOR AUDIO PLAYBACK USING 2D SETUPS

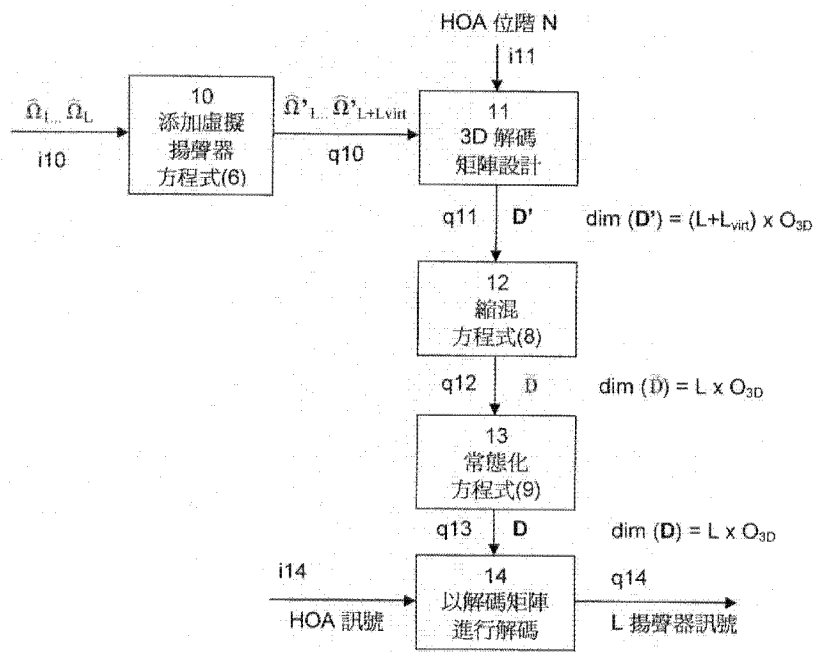
(57) 摘要

三維度(3D)音感可合成或擷取為自然聲場。為供解碼，需要解碼矩陣，專用於指定揚聲器設置，並使用已知揚聲器位置產生。然而，有些聲源方向因二維度(2D)揚聲器設置，像例如 5.1 週圍而衰減。以聲場格式所編碼聲訊訊號為 L 揚聲器在已知位置之改進解碼方法，包括步驟為：在 L 揚聲器之位置添加(10)至少一虛擬揚聲器之位置；產生(11)3D 解碼矩陣(D')，其中使用 L 揚聲器之位置($\hat{\Omega}_1 \dots \hat{\Omega}_L$)和至少一虛擬位置($\hat{\Omega}'_{L+1}$)；縮混(12)3D 解碼矩陣(D')，使用降尺寸 3D 解碼矩陣(\tilde{D})，解碼(14)所編碼聲訊訊號(i14)。結果，獲得複解碼之揚聲器訊號(q14)。

Sound scenes in 3D can be synthesized or captured as a natural sound field. For decoding, a decode matrix is required that is specific for a given loudspeaker setup and is generated using the known loudspeaker positions. However, some source directions are attenuated for 2D loudspeaker setups like e.g. 5.1 surround. An improved method for decoding an encoded audio signal in soundfield format for L loudspeakers at known positions comprises steps of adding (10) a position of at least one virtual loudspeaker to the positions of the

L loudspeakers, generating (11) a 3D decode matrix (D'), wherein the positions ($\hat{\Omega}_1 \dots \hat{\Omega}_L$) of the L

loudspeakers and the at least one virtual position ($\hat{\Omega}'_{L+1}$) are used, downmixing (12) the 3D decode matrix (D'), and decoding (14) the encoded audio signal (i14) using the downscaled 3D decode matrix (\tilde{D}). As a result, a plurality of decoded loudspeaker signals (q14) is obtained.



- 10 . . . 添加虛擬揚聲器，方程式(6)
- 11 . . . 3D 解碼矩陣設計
- 12 . . . 縮混，方程式(8)
- 13 . . . 常態化，方程式(9)
- 14 . . . 以解碼矩陣進行解碼

圖 1

發明摘要

※ 申請案號：103135906

※ 申請日：103.10.17

※IPC 分類：H04S 3/00 (2006.01)

【發明名稱】 以保真立體音響格式所編碼聲訊訊號為 L 揚聲器在已知位置之解碼方法和裝置以及電腦可讀式儲存媒體

METHOD FOR AND APPARATUS FOR DECODING AN
AMBISONICS AUDIO SOUNDFIELD REPRESENTATION
FOR AUDIO PLAYBACK USING 2D SETUPS

【中文】

三維度(3D)音感可合成或擷取為自然聲場。為供解碼，需要解碼矩陣，專用於指定揚聲器設置，並使用已知揚聲器位置產生。然而，有些聲源方向因二維度(2D)揚聲器設置，像例如 5.1 週圍而衰減。以聲場格式所編碼聲訊訊號為 L 揚聲器在已知位置之改進解碼方法，包括步驟為：在 L 揚聲器之位置添加(10)至少一虛擬揚聲器之位置；產生(11) 3D 解碼矩陣(D')，其中使用 L 揚聲器之位置($\hat{\Omega}_1 \dots \hat{\Omega}_L$)和至少一虛擬位置($\hat{\Omega}'_{L+1}$)；縮混(12) 3D 解碼矩陣(D')，使用降尺寸 3D 解碼矩陣(\tilde{D})，解碼(14)所編碼聲訊訊號(i14)。結果，獲得複解碼之揚聲器訊號(q14)。

【英文】

Sound scenes in 3D can be synthesized or captured as a natural sound field. For decoding, a decode matrix is required that is specific for a given loudspeaker setup and is generated using the known loudspeaker positions. However, some source directions are attenuated for 2D loudspeaker setups like e.g. 5.1 surround. An improved method for decoding an encoded audio signal in soundfield format for L loudspeakers at known positions comprises steps of adding (10) a position of at least one virtual loudspeaker to the positions of the L loudspeakers, generating (11) a 3D decode matrix (D'), wherein the positions ($\hat{\Omega}_1 \dots \hat{\Omega}_L$) of the L loudspeakers and the at least one virtual position ($\hat{\Omega}'_{L+1}$) are used, downmixing (12) the 3D decode matrix (D'), and decoding (14) the encoded audio signal (i14) using the downscaled 3D decode matrix (\tilde{D}). As a result, a plurality of decoded loudspeaker signals (q14) is obtained.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10 添加虛擬揚聲器，方程式(6)
- 11 3D 解碼矩陣設計
- 12 縮混，方程式(8)
- 13 常態化，方程式(9)
- 14 以解碼矩陣進行解碼

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 以保真立體音響格式所編碼聲訊訊號為 L 揚聲器在已知位置之解碼方法和裝置以及電腦可讀式儲存媒體

METHOD FOR AND APPARATUS FOR DECODING AN
AMBISONICS AUDIO SOUNDFIELD REPRESENTATION
FOR AUDIO PLAYBACK USING 2D SETUPS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於聲訊聲場表示方式之解碼方法和裝置，尤指保真立體音響格式化聲訊表示方式，供使用 2D 或接近 2D 設置進行聲訊回放。

【先前技術】

【0002】 準確定域(localization)是任何聲訊重製系統之關鍵目標。此等重製系統可高度應用於會議系統、遊戲，或從 3D 聲音獲益之其他虛擬環境。3D 音感可合成或擷取為自然聲場。聲場訊號諸如保真立體音響，帶有所需聲場之表示方式。需要一種解碼過程，從聲場表示方式獲得個別揚聲器訊號。解碼保真立體音響格式化訊號，亦稱為「描繪」。為合成聲訊感，需要指涉空間揚聲器配置之泛移(panning)功能，以獲得指定聲源之空間定域。為記錄自然聲場，需要擴音器陣列，以擷取空間資訊。保真立體音響策略是很適當工具，可完成此舉。保真立體音響格式化訊號，基於聲場之球諧函數分解，帶有所需聲場之表示方式。雖然基本保真立體音響格式或 B 格式，使用 0 階或 1 階之球諧函數，所謂高階保真立體音響(HOA)使用至少第 2 階之進一步球諧函數。揚聲器之空間配置稱為揚聲器設置。為解碼過程，需要解碼矩陣（亦稱為描繪矩陣），專用於指定揚聲器設置，使用已知揚聲器位置產生。

【0003】 通常所用揚聲器設置是立體聲設置，採用二個揚聲器；標準周圍設置，使用五個揚聲器；和周圍設置延伸，使用五個揚聲器以上。然而，此等已知設置限於二維度(2D)，例如不複製高度資訊。可複製高度資訊的已知揚聲器設置，描繪時其缺點是，聲音定域和賦色(coloration)：不是空間直向泛移感受到很不均勻響度，便是揚聲器訊號有強烈側瓣，對遠離中心的傾聽位置特別不良。所以，在揚聲器上描繪 HOA 聲場描述時，以所謂

保存能量之描繪設計為佳。此意味描繪單一聲源可造成揚聲器訊號能量一定不變，與聲源方向無關。換言之，保真立體音響表示法所輸入能量，可利用揚聲器描繪器保存。本發明人等國際專利申請案 WO2014/012945A1[註 1]說明一種 HOA 描繪器設計，對 3D 揚聲器設置，具有優良能量保存和定域性能。然而，雖然此項措施對涵蓋全方向的 3D 揚聲器設置成效良好，對於 2D 揚聲器設置（像 5.1 周圍），有些聲源方向會衰減。對於例如來自上方不設揚聲器之方向尤然。

【0004】 在 F. Zotter 和 M. Frank 撰文〈全面保真立體音響泛移和解碼〉[註 2]中，若在揚聲器構成的凸面殼內有洞，則加一「假想」揚聲器。然而，為在真實揚聲器上回放，忽略假想揚聲器所得訊號。因此，來自該方向（即未有真實揚聲器之方向）的源訊號，仍然會衰減。再者，該文顯示假想揚聲器只用於 VBAP（向量基本振幅泛移）。

【發明內容】

【0005】 所以，為 2D（二維度）揚聲器設置所設計保存能量之保真立體音響描繪器，其中來自不設揚聲器的方向之聲源，較少衰減或根本不衰減，仍留下問題未決。2D 揚聲器設置可歸類為，揚聲器立面角度在界定之小範圍內（例如 $< 10^\circ$ ），故接近水平面。

【0006】 本案說明書載明為規則性或不規則性空間揚聲器配置，描繪 / 解碼保真立體音響格式化聲訊聲場表示方式之解決方案，其中描繪 / 解碼提供高度改進定域和賦色性能，並具有能量保存，且其中甚至描繪來自可能無揚聲器方向之聲音。好處是若在各方向有揚聲器時，可以實質上同樣能量描繪來自可能無揚聲器方向之聲音。當然，不可能準確定域此等聲源，因為在其方向無揚聲器。

【0007】 具體而言，至少所述某些具體例提供新方式，以獲得解碼矩陣，供解碼 HOA 格式之聲場資料。因為至少 HOA 格式說明與揚聲器位置無直接關聯之聲場，又因所要得之揚聲器訊號不一定呈頻道為基礎之聲訊格式，HOA 訊號之解碼始終與描繪聲訊訊號緊密相關。所以，本案內容兼涉及解碼和描繪聲場相關之聲訊格式。解碼矩陣和描繪矩陣是用做同義詞。

【0008】 欲為具有良好能量保存性質的指定設置獲得解碼矩陣，在無揚聲器的位置添加一或以上之虛擬揚聲器。例如，欲為 2D 設置獲得改進解

碼矩陣，在頂部和底部（相當於立面角度+90°和-90°，以 2D 揚聲器置於 0° 立面）添加二虛擬揚聲器。為此虛擬 3D 揚聲器設置，設計解碼矩陣，滿足能量保存性質。最後，從虛擬揚聲器之解碼矩陣的加權因數，與一定增益混合，成為 2D 設置之真實揚聲器。

【0009】 按照一具體例，以保真立體音響格式描繪或解碼聲訊訊號於指定揚聲器集合用之解碼矩陣（或描繪矩陣），其產生是使用習知方法和修飾揚聲器位置，產生第一預備解碼矩陣，其中修飾揚聲器位置包含指定揚聲器集合之揚聲器位置，和至少一附加虛擬揚聲器位置；和縮混(downmixing)第一預備解碼矩陣，其中除去與至少一附加虛擬揚聲器相關之係數，分配給與指定揚聲器集合的揚聲器相關之係數。在一具體例中，接著後續步驟是常態化解碼矩陣。所得解碼矩陣適於描繪或解碼保真立體音響訊號於指定揚聲器集合，其中即使來自無揚聲器存在位置之聲音，可以正確訊號能量複製。此因改進解碼矩陣構造之故。第一預備解碼矩陣以能量保存式為佳。

【0010】 在一具體例中，解碼矩陣有 L （橫）列和 O_{3D} （直）行。列數相當於 2D 揚聲器設置中之揚聲器數量，而行數相當於保真立體音響係數 O_{3D} 數量，視按照 $O_{3D} = (N+1)^2$ 之 HOA 位階 N 而定。2D 揚聲器設置之解碼矩陣各係數，是至少第一中間係數和第二中間係數之和。第一中間係數是利用 2D 揚聲器設置的現時揚聲器位置用之能量保存式 3D 矩陣設計方法所得，其中能量保存式 3D 矩陣設計方法使用至少一虛擬揚聲器位置。第二中間係數是利用至少一虛擬揚聲器用該能量保存式 3D 矩陣設計方法所得係數，乘以加權因數 g 而得。在一具體例中，加權因數是按照 $g = \frac{1}{\sqrt{L}}$ 計算，其中 L 是 2D 揚聲器設置中之揚聲器數量。

【0011】 在一具體例中，本發明係關於電腦可讀式儲存媒體，儲存有可執行指令，造成電腦進行一種方法，包括上述或申請專利範圍所載之方法步驟。

【0012】 利用此方法之裝置，載於申請專利範圍第 9 項。

【0013】 優良之具體例載於申請專利範圍附屬項、以下說明和附圖。

【圖式簡單說明】

【0014】

- 第 1 圖為方法一具體例之流程圖；
- 第 2 圖表示縮混 HOA 解碼矩陣之構造；
- 第 3 圖為獲得和修飾揚聲器位置之流程圖；
- 第 4 圖為裝置一具體例之方塊圖；
- 第 5 圖為習知解碼矩陣所得之能量分配；
- 第 6 圖為具體例解碼矩陣所得之能量分配；
- 第 7 圖為不同頻帶分別使用最佳解碼矩陣。

【實施方式】

【0015】 茲參照附圖說明本發明具體例。

【0016】 第 1 圖表示聲訊訊號，尤指聲場訊號之解碼方法一具體例流程圖。聲場訊號之解碼一般需要聲訊訊號要描繪的揚聲器位置。L 揚聲器之此等揚聲器位置 $\hat{\Omega}_1 \dots \hat{\Omega}_L$ ，輸入 i10 至過程。須知提到位置，意指實際上空間方向，即揚聲器位置是以前角 θ_l 和方位角 ϕ_l 界定，組合成向量 $\hat{\Omega}_\lambda = [\theta_\lambda, \phi_\lambda]^T$ 。然後，添加(10)至少一位置之虛擬揚聲器。在一具體例中，輸入於過程 i10 之全部揚聲器位置，實質上在同樣平面，故構成 2D 設置，而添加之至少一虛擬揚聲器在此平面以外。在一特別優良具體例中，輸入過程 i10 之全部揚聲器位置，實質上在同樣平面，於步驟 10 添加二虛擬揚聲器位置。二虛擬揚聲器之較佳位置說明如下。在一具體例中，添加是按照下述方程式(6)進行。添加步驟 10 在 q10 得修飾揚聲器角度集合 $\hat{\Omega}'_1 \dots \hat{\Omega}'_{L+L_{\text{virt}}}$ 。其中 L_{virt} 是虛擬揚聲器數量。修飾揚聲器角度集合用於 3D 解碼矩陣設計步驟 11。HOA 位階 N (一般為聲場訊號之係數位階) 需提供 i11 至步驟 11。

【0017】 3D 解碼矩陣設計步驟 11 進行任何已知方法，以產生 3D 解碼矩陣。3D 解碼矩陣最好適宜能量保存式解碼 / 描繪。例如，可用 PCT/EP2013/065034 所載方法。3D 解碼矩陣設計步驟 11 造成解碼矩陣或描繪矩陣 D' ，適於描繪 $L' = L + L_{\text{virt}}$ 揚聲器訊號， L_{virt} 為「虛擬揚聲器位置添加」步驟 10 所添加虛擬揚聲器位置數量。

【0018】 由於實體上只可得 L 揚聲器，從 3D 解碼矩陣設計步驟 11 所得解碼矩陣 D' ，需在縮混步驟 12 適應 L 揚聲器。此步驟進行解碼矩陣 D' 之縮混，其中關係到虛擬揚聲器之係數，經加權並分配給關係現存揚聲

器之係數。最好是任何特別 HOA 位階（即解碼矩陣 D' 之直行）均經加權，並添加至同樣 HOA 位階（即解碼矩陣 D' 之相同直行）之係數。其一實施例為按照下述方程式(8)之縮混。縮混步驟 12 得縮混 3D 解碼矩陣 \tilde{D} ，具有 L 橫列，即橫列數比解碼矩陣 D' 少，但直行數和解碼矩陣 D' 相同。換言之，解碼矩陣 D' 之維度是 $(L + L_{\text{virt}}) \times O_{3D}$ ，而縮混 3D 解碼矩陣 \tilde{D} 之維度為 $L \times O_{3D}$ 。

【0019】 第 2 圖表示從 HOA 解碼矩陣 D' 構成縮混 HOA 解碼矩陣 \tilde{D} 例。HOA 解碼矩陣 D' 有 $L+2$ 橫列，意即在可行 L 揚聲器位置添加二虛擬揚聲器位置；和 O_{3D} 直行，其中 $O_{3D} = (N+1)^2$ ，而 N 係 HOA 位階。在縮混步驟 12 中，HOA 解碼矩陣 D' 的橫列 $L+1$ 和 $L+2$ 之係數，經加權定分配到其個別直行之係數，而橫列 $L+1$ 和 $L+2$ 即除去。例如，各橫列 $L+1$ 和 $L+2$ 之第一係數 $d'_{L+1,1}$ 和 $d'_{L+2,1}$ ，經加權並添加至各其餘橫列（諸如 $d'_{1,1}$ ）之第一係數。縮混 HOA 解碼矩陣 \tilde{D} 所得係數 $\tilde{d}_{1,1}$ ，為 $d'_{1,1}$ ， $d'_{L+1,1}$ ， $d'_{L+2,1}$ 和加權因數 g 之函數。按同樣方式，例如縮混 HOA 解碼矩陣 \tilde{D} 所得係數 $\tilde{d}_{2,1}$ ，是 $d'_{2,1}$ ， $d'_{L+1,1}$ ， $d'_{L+2,1}$ 和加權因數 g 之函數，而縮混 HOA 解碼矩陣 \tilde{D} 所得係數 $\tilde{d}_{1,2}$ ，是 $d'_{1,2}$ ， $d'_{L+1,2}$ ， $d'_{L+2,2}$ 和加權因數 g 之函數。

【0020】 通常縮混之 HOA 解碼矩陣 \tilde{D} 是在常態化步驟 13 常態化。然而，此步驟 13 視需要而定，因為未常態化解碼矩陣亦可用來解碼聲場訊號。在一具體例中，縮混之 HOA 解碼矩陣 \tilde{D} 是按照下述方程式(9)常態化。常態化步驟 13 得常態化之縮混 HOA 解碼矩陣 D ，具有與縮混之 HOA 解碼矩陣 \tilde{D} 同樣維度 $L \times O_{3D}$ 。

【0021】 常態化縮混 HOA 解碼矩陣 D 即可用於聲場解碼步驟 14，輸入聲場訊號 i_{14} 於此被解碼到 L 揚聲器訊號 q_{14} 。常態化縮混 HOA 解碼矩陣 D 通常不需修飾，直到揚聲器設置修飾為止。所以，在一具體例中，常態化縮混 HOA 解碼矩陣 D 係儲存於解碼矩陣儲存器內。

【0022】 第 3 圖詳示在一具體例中，如何獲得和修飾揚聲器位置。此具體例包括之步驟為，決定 101 L 揚聲器之位置 $\hat{\Omega}_1 \dots \hat{\Omega}_L$ ，和聲場訊號之係數位階 N ；從位置決定 102 L 揚聲器實質上在 2D 平面；並產生 103 虛擬揚聲器之至少一虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ 。在一具體例中，至少一虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ 是 $\hat{\Omega}'_{L+1} = [0,0]^T$ 和 $\hat{\Omega}'_{L+1} = [\pi, 0]^T$ 之一。

【0023】 在一具體例中，產生 103 二虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ 和 $\hat{\Omega}'_{L+2}$ ，相當於二虛擬揚聲器， $\hat{\Omega}'_{L+1} = [0,0]^T$ 和 $\hat{\Omega}'_{L+2} = [\pi,0]^T$ 。

【0024】 按照一具體例，在已知位置為 L 揚聲器把編碼聲訊訊號之解碼方法，包括步驟為，決定 101 L 揚聲器之位置 $\hat{\Omega}_1 \dots \hat{\Omega}_L$ ，和聲場訊號的係數位階 N；從位置決定 102 L 揚聲器實質上在 2D 平面；產生 103 虛擬揚聲器之至少一虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ ；產生 11' 3D 解碼矩陣 D' ，其中使用 L 揚聲器之已決位置 $\hat{\Omega}_1 \dots \hat{\Omega}_L$ ，和至少一虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ ，而 3D 解碼矩陣 D' 具有該已決和虛擬揚聲器位置；縮混 12 3D 解碼矩陣 D' ，其中虛擬揚聲器位置之係數經加權，分配至與已決揚聲器位置相關之係數，且其中獲得縮混 3D 解碼矩陣 \tilde{D} ，具有已決揚聲器位置之係數；並使用縮混 3D 解碼矩陣 \tilde{D} 解碼 14 已編碼之聲訊訊號 $i14$ ，其中得複數解碼之揚聲器訊號 $q14$ 。

【0025】 在一具體例中，編碼之聲訊訊號是聲場訊號，例如呈 HOA 格式。在一具體例中，虛擬揚聲器之至少一虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ ，是 $\hat{\Omega}'_{L+1} = [0,0]^T$ 和 $\hat{\Omega}'_{L+1} = [\pi,0]^T$ 之一。

【0026】 在一具體例中，虛擬揚聲器位置之係數，以加權因數 $g = \frac{1}{\sqrt{L}}$ 加權。

【0027】 在一具體例中，方法具有另外步驟，即把降尺寸 3D 解碼矩陣 \tilde{D} 常態化，得常態化縮混 3D 解碼矩陣 D ，並使用常態化縮混 3D 解碼矩陣 D 解碼 14 已編碼聲訊訊號 $i14$ 。在一具體例中，方法具有又一步驟，把縮混 3D 解碼矩陣 \tilde{D} 或常態化縮混 HOA 解碼矩陣 D ，儲存於解碼矩陣儲存器內。

【0028】 按照一具體例中，描繪或解碼聲場訊號賦予揚聲器集合之解碼矩陣，係使用習知方法和使用修飾揚聲器位置，產生初次預備解碼矩陣而產生，其中修飾揚聲器位置包含指定揚聲器集合之揚聲器位置，和至少一附加虛擬揚聲器位置，並縮混初次預備解碼矩陣，其中除去與至少一附加虛擬揚聲器相關之係數，分配給與指定揚聲器集合的揚聲器相關之係數。在一具體例中，接著後續步驟是常態化解碼矩陣。所得解碼矩陣適於描繪或解碼聲場訊號給指定之揚聲器集合，其中連來自無揚聲器存在的位置之聲音，均可以正確訊號能量重製。係因改進解碼矩陣構造之故。初次預備解碼矩陣以能量保存式為佳。

【0029】 第 4a 圖表示裝置一具體例之方塊圖。以聲場格式所編碼聲訊訊號為已知位置的 L 揚聲器之解碼裝置 400，包括加法器單位 410，於 L 揚聲器位置添加至少一虛擬揚聲器之至少一位置；解碼矩陣產生器單位 411，以產生 3D 解碼矩陣 D' ，其中使用 L 揚聲器之位置 $\hat{\Omega}_1 \dots \hat{\Omega}_L$ ，和至少一虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ ，而 3D 解碼矩陣 D' 具有該已決和虛擬揚聲器位置之係數；矩陣縮混單位 412，以縮混 3D 解碼矩陣 D' ，其中虛擬揚聲器位置之係數經加權，分配給與已決揚聲器位置相關之係數，且其中獲得降尺寸 3D 解碼矩陣 \tilde{D} ，具有已決揚聲器位置之係數；以及解碼單位 414，使用降尺寸 3D 解碼矩陣 \tilde{D} 把所編碼聲訊訊號解碼，其中獲得複數解碼之揚聲器訊號。

【0030】 在一具體例中，裝置又包括常態化單位 413，將降尺寸 3D 解碼矩陣 \tilde{D} 常態化，其中獲得常態化降尺寸 3D 解碼矩陣 D ；和解碼單位 414，使用常態化縮混 3D 解碼矩陣 D 。

【0031】 在第 4b 圖所示一具體例中，裝置又包括第一決定單位 4101，決定 L 揚聲器之位置 (Ω_L) 和聲場訊號之係數位階 N；第二決定單位 4102，從位置決定 L 揚聲器實質上在 2D 平面；以及虛擬揚聲器位置產生單位 4103，產生虛擬揚聲器之至少一虛擬位置 ($\hat{\Omega}'_{L+1}$)。

【0032】 在一具體例中，裝置又包括複數帶通濾波器 715b，把所編碼聲訊訊號分成複數頻帶，其中產生 711b 複數分開之 3D 解碼矩陣 D_b' ，各一頻帶，並縮混 712b 各 3D 解碼矩陣 D_b' ，視情形分別常態化，且其中解碼單位 714b 把各頻帶分開解碼。

【0033】 在此具體例中，裝置又包括複數加法器單位 716b，每個揚聲器各一。各加法器單位添加與個別揚聲器相關之頻帶。

【0034】 各加法器單位 410、解碼矩陣產生器單位 411、矩陣縮混單位 412、常態化單位 413、解碼單位 414、第一決定單位 4101、第二決定單位 4102，和虛擬揚聲器位置產生單位 4103，可利用一或以上處理器實施，而各單位可與此等單位彼此間或與其他單位共用同一處理器。

【0035】 第 7 圖表示之具體例，是對輸入訊號之不同頻帶，使用分別最佳解碼矩陣。在此具體例中，解碼方法包括步驟為，使用帶通濾波器，把所編碼聲訊訊號，分開成複數頻帶。產生 711b 複數分開之 3D 解碼矩陣 D_b' ，每頻帶各一，並縮混 712b 各 3D 解碼矩陣 D_b' ，視情形分別常態化。

對各頻帶分別進行所編碼聲訊訊號之解碼 714b。此優點是，可以考量人員感受之頻率依賴性差異。對不同的頻帶導致不同的解碼矩陣。在一具體例中，只有一或以上（但非全部）解碼矩陣，是藉添加虛擬揚聲器位置所產生，再加權和分配其係數，給現存揚聲器位置之係數，如上所述。在另一具體例中，各解碼矩陣是藉添加虛擬揚聲器位置所產生，再加權和分配其係數，給現存揚聲器位置之係數，如上所述。最後，與同一揚聲器相關之全部頻帶，均在每揚聲器有一個的頻帶加法器單位 716b 內累加，其運算與頻帶分裂時相反。

【0036】 各加法器單位 410、解碼矩陣產生器單位 711b、矩陣縮混單位 712b、常態化單位 713b、解碼單位 714b、頻帶加法器單位 716b，和帶通濾波器單位 715b，可利用一或以上處理器實施，而各單位可與此等單位彼此間或與其他單位，共用同一處理器。

【0037】 本案揭示之一面向，係為 2D 設置獲得描繪矩陣，具有優良之能量保存性能。在一具體例中，在頂部和底部添加二虛擬揚聲器（與置設於立面大約 0° 之 2D 揚聲器呈立面角度 $+90^\circ$ 和 -90° ）。為此虛擬 3D 揚聲器設置，設計描繪矩陣，滿足能量保存性能。最後，來自為虛擬揚聲器的描繪矩陣之加權因數，與對 2D 設置的真實揚聲器之一定增益混合。

【0038】 茲說明保真立體音響（尤其 HOA）描繪如下。

【0039】 保真立體音響描繪，是從保真立體音響聲場說明，計算揚聲器訊號之過程。有時亦稱為保真立體音響解碼。設想位階 N 之 3D 保真立體音響聲場表示法，其係數之數量為：

$$O_{3D} = (N + 1)^2 \quad (1)$$

【0040】 時間樣本 t 之係數，以向量 $\mathbf{b}(t) \in \mathbb{C}^{O_{3D} \times 1}$ ，具有 O_{3D} 元件。以描繪矩陣 $D \in \mathbb{C}^{L \times O_{3D}}$ ，可由下述為時間樣本 t 計算揚聲器訊號：

$$\mathbf{w}(t) = D \mathbf{b}(t) \quad (2)$$

其中 $D \in \mathbb{C}^{L \times O_{3D}}$ 和 $\mathbf{w} \in \mathbb{R}^{L \times 1}$ 和 L 係揚聲器數量。

【0041】 揚聲器位置由其傾角 θ_ℓ 和方位角 ϕ_ℓ 界定，組合成向量 $\hat{\Omega}_\lambda = [\theta_\lambda, \phi_\lambda]^T$ ，其中 $\ell=1, \dots, L$ 。揚聲器與傾聽位置不同，可用揚聲器頻道的個別延遲來補償。

【0042】 HOA 內之訊號能量由下式賦予：

$$E = b^H b \quad (3)$$

其中^H指（共軛複數）轉位。揚聲器訊號之相對應能量，由下式計算：

$$\hat{E} = w^H w = b^H D^H D b \quad (4)$$

【0043】 能量保存式解碼 / 描繪矩陣之比 \hat{E}/E 應為常數，以達成能量保存式解碼 / 描繪。

【0044】 原則上，下述延伸是為改進 2D 描繪所擬：為設計 2D 揚聲器設置之描繪矩陣，添加一或以上之虛擬揚聲器。須知 2D 設置是指揚聲器立面角度在界定之小範圍內，故接近水平面。可由下式表示：

$$\left| \theta_\lambda - \frac{\pi}{2} \right| \leq \theta_{\text{thres2d}} ; \lambda = 1, \dots, L \quad (5)$$

【0045】 通常選用臨限值 θ_{thres2d} ，在一具體例中，相當於 5° 至 10° 範圍內之數值。

【0046】 為描繪設計，界定揚聲器角度 $\hat{\Omega}'_\lambda$ 之修飾組合。最後（因此例中有二個）的揚聲器位置，是在極座標系統北極和南極（在垂直方向，即頂部和底部）之二虛擬揚聲器位置：

$$\begin{aligned} \hat{\Omega}'_\lambda &= \hat{\Omega}_\lambda ; \lambda = 1, \dots, L \\ \hat{\Omega}'_{L+1} &= [0, 0]^T \\ \hat{\Omega}'_{L+2} &= [\pi, 0]^T \end{aligned} \quad (6)$$

【0047】 因此，描繪設計所用揚聲器新數量是 $L' = L+2$ 。由此等修飾揚聲器位置，以能量保存式策略設計描繪矩陣 $D' \in \mathbb{C}^{(L+2) \times O_{3D}}$ 。例如，可用[註 1]所述設計方法。如今從 D' 為原先揚聲器設置推論最後描繪矩陣。一項構想把如矩陣 D' 所界定之虛擬揚聲器加權因數，混合到真實揚聲器。使用固定增益因數，選用：

$$g = \frac{1}{\sqrt{L}} \quad (7)$$

【0048】 中間矩陣之係數 $\tilde{D} \in \mathbb{C}^{L \times O_{3D}}$ （於此亦稱為縮混 3D 解碼矩陣），界定如下：

$$\tilde{d}_{\lambda,q} = d'_{\ell,q} + g \cdot d'_{L+1,q} + g \cdot d'_{L+2,q} \quad \ell = 1, \dots, L \text{ 和 } q = 1, \dots, O_{3D} \quad (8)$$

其中 $\tilde{d}_{\lambda,q}$ 是 \tilde{D} 在第 ℓ 排和第 q 行之矩陣元件。在視情形之最後步驟中，中間矩陣（縮混 3D 解碼矩陣）使用 Frobenius 模方進行常態化：

$$D = \frac{\tilde{D}}{\sqrt{\sum_{\lambda=1}^L \sum_{q=1}^{O_{3D}} |\tilde{d}_{\lambda,q}|^2}} \quad (9)$$

【0049】 第 5 和 6 圖表示 5.0 周圍揚聲器設置之能量分配。在二圖內，能量值以灰調顯示，而圓圈指示揚聲器位置。以揭示之方法，明顯減少特別是在頂部（底部也是，惟圖上未示）之衰減。

【0050】 第 5 圖表示習知解碼矩陣所得能量分配。 $z = 0$ 平面周圍的小圓圈，代表揚聲器位置。可見涵蓋 $[-3.9, \dots, 2.1]$ dB 之能量範圍，造成能量相差 6 dB。又，來自單位球體頂部（以及底部，圖上未示）之訊號，以很低能量複製，即聽不見，因為在此沒有揚聲器。

【0051】 第 6 圖顯示得自一或以上具體例的解碼矩陣之能量分配，在第 5 圖的同樣位置，具有同樣數量揚聲器。至少具有如下優點：首先，涵蓋 $[-1.6, \dots, 0.8]$ dB 之較小能量範圍，造成只有 2.4 dB 之較小能量差異。其次，以其正確能量重製來自單位球體四面八方之訊號，即使此處無揚聲器。由於此等訊號是透過可用揚聲器重製，其局部化並不正確，但訊號可以正確響度聽到。在此例中，由於以改進解碼矩陣解碼，使來自頂部和底部（未示）之訊號變成可聞。

【0052】 在一具體例中，以保真立體音響格式所編碼聲訊訊號為 L 揚聲器在已知位置之解碼方法，包括步驟為，於 L 揚聲器之位置，添加至少一虛擬揚聲器之至少一位置；產生 3D 解碼矩陣 D' ，其中使用 L 揚聲器之位置 $\hat{\Omega}_1, \dots, \hat{\Omega}_L$ ，和至少一虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ ，而 3D 解碼矩陣 D' 具有該已決和虛擬揚聲器位置之係數；縮混 3D 解碼矩陣 D' ，其中加虛擬揚聲器位置之係數加權，並分配給與已決揚聲器位置相關之係數，且其中獲得降尺寸 3D 解碼矩陣 \tilde{D} ，具有已決揚聲器位置之係數，並使用降尺寸 3D 解碼矩陣 \tilde{D} 把所編聲訊訊號，其中獲得複數解碼之揚聲器訊號。

【0053】 在另一具體例中，以保真立體音響格式所編碼聲訊訊號，為 L 揚聲器在已知位置之解碼裝置，包括加法器單位 410，於 L 揚聲器位置添加至少一虛擬揚聲器之至少一位置；解碼矩陣產生器單位 411，產生 3D 解碼矩陣 D' ，其中使用 L 揚聲器位置 $\hat{\Omega}_1, \dots, \hat{\Omega}_L$ ，和至少一虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ ，而 3D 解碼矩陣 D' 具有已決和虛擬揚聲器位置之係數，矩陣縮混單位 412，以縮混 3D 解碼矩陣 D' ，其中把虛擬揚聲器位置之係數加權，並分配給與已決

揚聲器位置相關之係數，且其中獲得降尺寸 3D 解碼矩陣 \tilde{D} ，具有已決揚聲器位置之係數；和解碼單位 414，使用降尺寸之 3D 解碼矩陣 \tilde{D} ，把編碼之聲訊訊號解碼，其中獲得複數解碼之揚聲器訊號。

【0054】 在又一具體例中，呈保真立體音響格式之編碼聲訊訊號，為已知位置的 L 揚聲器之解碼裝置，包括至少一處理器和至少一記憶器，記憶器具有儲存之指令，在處理器上執行時，實施加法器單位 410，於 L 揚聲器位置添加至少一虛擬揚聲器之至少一位置；解碼矩陣產生器單位 411，以產生 3D 解碼矩陣 D'，其中使用 L 揚聲器位置 $\hat{\Omega}_1, \dots, \hat{\Omega}_L$ ，和至少一虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ ，而 3D 解碼矩陣 D' 具有已決和虛擬揚聲器位置之係數；矩陣縮混單位 412，供縮混 3D 解碼矩陣 D'，其中虛擬揚聲器位置之係數經加權，分配給與已決揚聲器位置相關之係數，且其中獲得降尺寸之 3D 解碼矩陣 \tilde{D} ，具有已決揚聲器位置之係數；和解碼單位 414，使用降尺寸 3D 解碼矩陣 \tilde{D} ，把編碼聲訊訊號解碼，其中獲得複數解碼之揚聲器訊號。

【0055】 在再一具體例中，電腦可讀式儲存媒體儲存有可執行指令，造成電腦進行呈保真立體音響格式之編碼聲訊訊號為 L 揚聲器在已知位置之解碼方法，其中方法包括步驟為，於 L 揚聲器之位置，添加至少一虛擬揚聲器之至少一位置；產生 3D 解碼矩陣 D'，其中使用 L 揚聲器之位置 $\hat{\Omega}_1, \dots, \hat{\Omega}_L$ ，和至少一虛擬位置 $\hat{\Omega}'_{L+1}$ ，而 3D 解碼矩陣 D' 具有該已決和虛擬揚聲器位置之係數；縮混 3D 解碼矩陣 D'，其中加虛擬揚聲器位置之係數加權，並分配給與已決揚聲器位置相關之係數，且其中獲得降尺寸 3D 解碼矩陣 \tilde{D} ，具有已決揚聲器位置之係數，並使用降尺寸 3D 解碼矩陣 \tilde{D} 把所編聲訊訊號，其中獲得複數解碼之揚聲器訊號。電腦可讀式儲存媒體之進一步具體例可包含上述任何特點，尤其是回溯申請專利範圍第 1 項之附屬項揭示之特點。

【0056】 須知本發明已純就實施例加以說明，細節可以修飾，不違本發明範圍。例如雖然僅就 HOA 加以說明，惟本發明亦可應用於其他聲場之聲訊格式。

【0057】 說明書和（適當時）申請專利範圍及附圖所揭示之各特點，可單獨或以任何適當組合方式提供。特點可以適當方式以硬體、軟體，或二者之組合式實施。申請專利範圍內呈現之參考數字，僅供說明之用，對

申請專利範圍無限制效應。

【0058】 說明書內引用之參考資料為：

[註 1]：國際專利申請案 WO2014/012945A1 (PD120032)

[註 2]:F. Zotter 和 M. Frank〈 All-Round Ambisonic Panning and Decoding 〉,
J. Audio Eng. Soc., 2012，第 60 卷，第 807-820 頁。

【符號說明】

【0059】

10	添加虛擬揚聲器，方程式(6)		
11	3D 解碼矩陣設計	12	縮混，方程式(8)
13	常態化，方程式(9)	14	以解碼矩陣進行解碼
11'	3D 解碼矩陣設計	101	決定 L 揚聲器之位置
102	決定 L 揚聲器實質上在 2D 平面		
103	產生虛擬揚聲器之至少一虛擬位置		
400	解碼裝置	410	加法器單位
411	解碼矩陣產生器單位	412	矩陣縮混單位
413	常態化單位	414	解碼單位
4101	第一決定單位	4102	第二決定單位
4103	虛擬揚聲器位置產生單位	711b	3D 解碼矩陣設計
712b	縮混，方程式(8)	713b	常態化，方程式(9)
714b	以解碼矩陣解碼	715b	帶通濾波器
716b	添加		

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無。

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無。

【序列表】(請換頁單獨記載)

無。

申請專利範圍

1.一種以申請專利範圍格式所編碼聲訊訊號為 L 揚聲器在已知位置之解碼方法，包括步驟為：

於 L 揚聲器位置添加(10)至少一虛擬揚聲器之至少一位置；

產生(11) 3D 解碼矩陣(D')，其中使用 L 揚聲器位置($\hat{\Omega}_1, \dots, \hat{\Omega}_L$)，和至少一虛擬位置($\hat{\Omega}'_{L+1}$)，而 3D 解碼矩陣(D')具有該已決和虛擬揚聲器位置之係數；

縮混(12) 3D 解碼矩陣(D')，其中虛擬揚聲器位置之係數經加權，分配給與已決揚聲器位置相關之係數，且其中獲得降尺寸之 3D 解碼矩陣(\tilde{D})，具有已決揚聲器位置之係數；和

使用降尺寸 3D 解碼矩陣(\tilde{D})，解碼(14)所編碼聲訊訊號(i14)，其中獲得複數解碼揚聲器訊號(q14)者。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中虛擬揚聲器位置之係數，以加權因數 $g = \frac{1}{\sqrt{L}}$ 加權，其中 L 係揚聲器數量者。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中虛擬揚聲器之至少一虛擬位置($\hat{\Omega}'_{L+1}$)係 $\hat{\Omega}'_{L+1} = [0, 0]^T$ 和 $\hat{\Omega}'_{L+1} = [\pi, 0]^T$ 之一者。

4.如申請專利範圍第 1 至 3 項之任一項方法，又包括步驟為，使用 Frobenius 模方把降尺寸之 3D 解碼矩陣(\tilde{D})常態化，其中獲得常態化之降尺寸 3D 解碼矩陣(D)，而編碼之聲訊訊號之解碼步驟(14)，係使用常態化降尺寸 3D 解碼矩陣(D)者。

5.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中常態化是按照

$$D = \frac{\tilde{D}}{\sqrt{\sum_{\lambda=1}^L \sum_{q=1}^{O_{3D}} |\tilde{d}_{\lambda,q}|^2}} \text{ 進行者。}$$

6.如申請專利範圍第 1 至 5 項之任一項方法，又包括步驟為：

決定(101) L 揚聲器位置($\hat{\Omega}_1, \dots, \hat{\Omega}_L$)和聲場訊號係數之位階 N ；

從位置決定(102) L 揚聲器實質上在 2D 平面；

產生(103)虛擬揚聲器之至少一虛擬位置($\hat{\Omega}'_{L+1}$)者。

7.如申請專利範圍第 1 至 6 項之任一項方法，又包括步驟為，使用帶通濾波器把編碼聲訊訊號分離成複數頻帶，其中產生(711b)複數之分開 3D 解碼矩陣(D'_b)，每頻帶各一，並把各 3D 解碼矩陣(D'_b)縮混(712b)，並視情況

分別常態化(713b)，又其中編碼聲訊訊號(i14)之解碼步驟(714b)係對各頻帶分別進行者。

8.如申請專利範圍第 1 至 7 項之任一項方法，其中已知 L 揚聲器位置，係實質上在一 2D 平面，其立面不超過 10°者。

9.一種以保真立體音響格式所編碼聲訊訊號為 L 揚聲器在已知位置之解碼裝置，包括：

加法器單位(410)，於 L 揚聲器位置添加至少一虛擬揚聲器之至少一位置；

解碼矩陣產生器單位(411)，供產生 3D 解碼矩陣(D')，其中使用 L 揚聲器位置($\hat{\Omega}_1, \dots, \hat{\Omega}_L$)和至少一虛擬位置($\hat{\Omega}'_{L+1}$)，而 3D 解碼矩陣(D')具有該已決和虛擬揚聲器位置之係數；

矩陣縮混單位(412)，供縮混 3D 解碼矩陣(D')，其中虛擬揚聲器位置之係數經加權，分配給與已決揚聲器位置相關之係數，且其中獲得降尺寸 3D 解碼矩陣(\tilde{D})，具有已決揚聲器位置之係數；

解碼單位(414)，使用降尺寸 3D 解碼矩陣(\tilde{D})，把編碼聲訊訊號(i14)解碼，其中獲得複數解碼揚聲器訊號(q14)者。

10.如申請專利範圍第 9 項之裝置，又包括常態化單位(413)，使用 Frobenius 模方把降尺寸 3D 解碼矩陣(\tilde{D})常態化，其中獲得常態化降尺寸 3D 解碼矩陣(D)，而解碼單位(414)使用常態化降尺寸 3D 解碼矩陣(D)者。

11.如申請專利範圍第 9 或 10 項之裝置，又包括：

第一決定單位(101)，決定 L 揚聲器位置($\hat{\Omega}_1, \dots, \hat{\Omega}_L$)，和聲場訊號係數之位階 N；

第二決定單位(102)，從位置決定 L 揚聲器之位置實質上在 2D 平面；

虛擬揚聲器位置產生單位(103)，產生虛擬揚聲器之至少一虛擬位置($\hat{\Omega}'_{L+1}$)者。

12.如申請專利範圍第 9 至 11 項之一項裝置，又包括複數帶通濾波器(715b)，把編碼聲訊訊號分開成複數頻帶，其中產生複數分開之 3D 解碼矩陣(D'b)，每頻帶各一，各 3D 解碼矩陣(D'b)經縮混(712b)，視情況分開常態化，且其中解碼單位(714b)把各頻帶分開解碼者。

13.一種電腦可讀式儲存媒體，儲存有可執行指令，造成電腦進行以保

真立體音響格式所編碼聲訊訊號在 L 揚聲器在已知位置之解碼方法，此方法包括步驟為：

於 L 揚聲器位置添加(10)至少一虛擬揚聲器之至少一位置；

產生(11) 3D 解碼矩陣(D')，其中使用 L 揚聲器位置($\hat{\Omega}_1, \dots, \hat{\Omega}_L$)，和至少一虛擬位置($\hat{\Omega}'_{L+1}$)，而 3D 解碼矩陣(D')具有該已決和虛擬揚聲器位置之係數；

縮混(12) 3D 解碼矩陣(D')，其中虛擬揚聲器位置之係數經加權，分配給與已決揚聲器位置相關之係數，且其中獲得降尺寸之 3D 解碼矩陣(\tilde{D})，具有已決揚聲器位置之係數；和

使用降尺寸 3D 解碼矩陣(\tilde{D})，解碼(14)所編碼聲訊訊號(i14)，其中獲得複數解碼揚聲器訊號(q14)者。

14.如申請專利範圍第 13 項之電腦可讀式儲存媒體，其中虛擬揚聲器位置之係數，以加權因數 $g = \frac{1}{\sqrt{L}}$ 加權，其中 L 為揚聲器數量者。

15.如申請專利範圍第 13 或 14 項之電腦可讀式儲存媒體，其中虛擬揚聲器之至少一虛擬位置，係 $\hat{\Omega}'_{L+1} = [0,0]^T$ 和 $\hat{\Omega}'_{L+1} = [\pi, 0]^T$ 之一者。

圖式

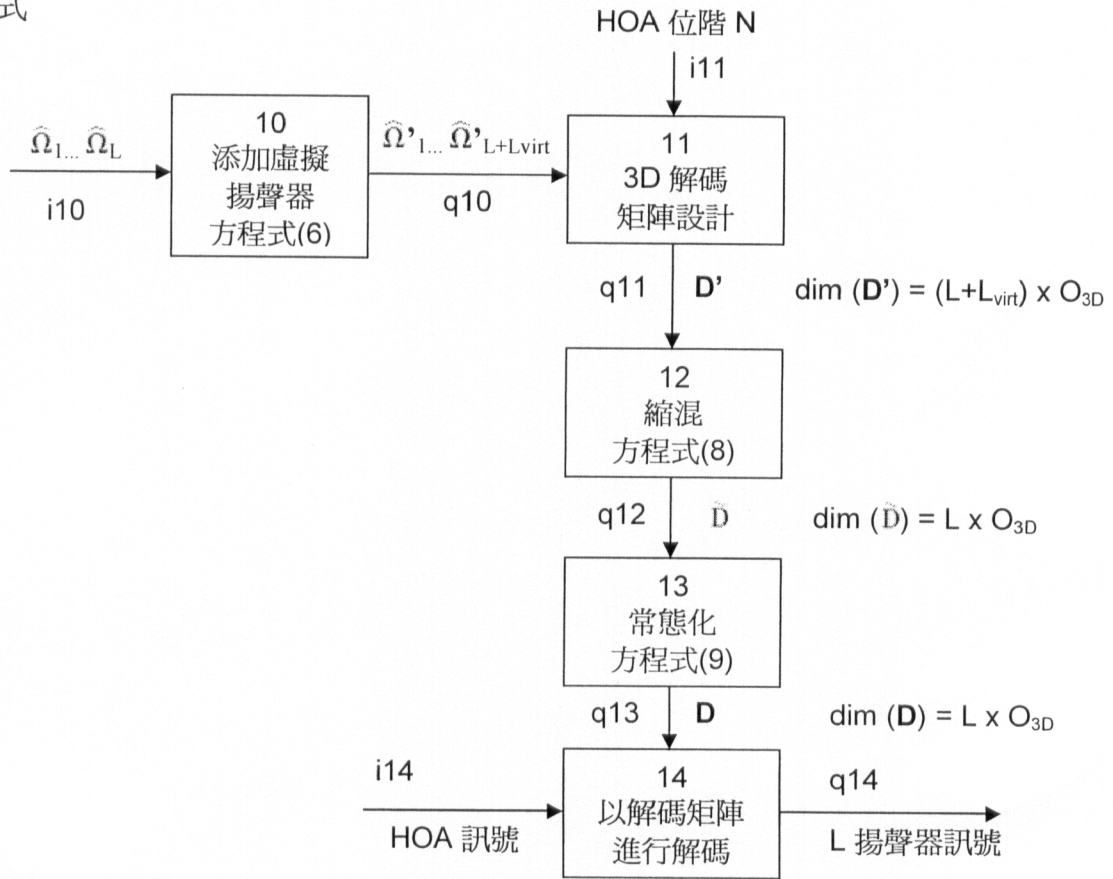


圖 1

$$D' = \begin{bmatrix} d'_{1,1} & d'_{1,2} & \dots & d'_{1,O_{3D}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d'_{L,1} & d'_{L,2} & \dots & d'_{L,O_{3D}} \\ d'_{L+1,1} & d'_{L+1,2} & \dots & d'_{L+1,O_{3D}} \\ d'_{L+2,1} & d'_{L+2,2} & \dots & d'_{L+2,O_{3D}} \end{bmatrix} \Rightarrow \bar{D} = \begin{bmatrix} \bar{d}_{1,1} & \bar{d}_{1,2} & \dots & \bar{d}_{1,O_{3D}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{d}_{L,1} & \bar{d}_{L,2} & \dots & \bar{d}_{L,O_{3D}} \end{bmatrix}$$

$$D' = \begin{bmatrix} d'_{1,1} & d'_{1,2} & \dots & d'_{1,O_{3D}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d'_{L,1} & d'_{L,2} & \dots & d'_{L,O_{3D}} \\ d'_{L+1,1} & d'_{L+1,2} & \dots & d'_{L+1,O_{3D}} \\ d'_{L+2,1} & d'_{L+2,2} & \dots & d'_{L+2,O_{3D}} \end{bmatrix} \Rightarrow \bar{D} = \begin{bmatrix} \bar{d}_{1,1} & \bar{d}_{1,2} & \dots & \bar{d}_{1,O_{3D}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{d}_{L,1} & \bar{d}_{L,2} & \dots & \bar{d}_{L,O_{3D}} \end{bmatrix}$$

圖 2

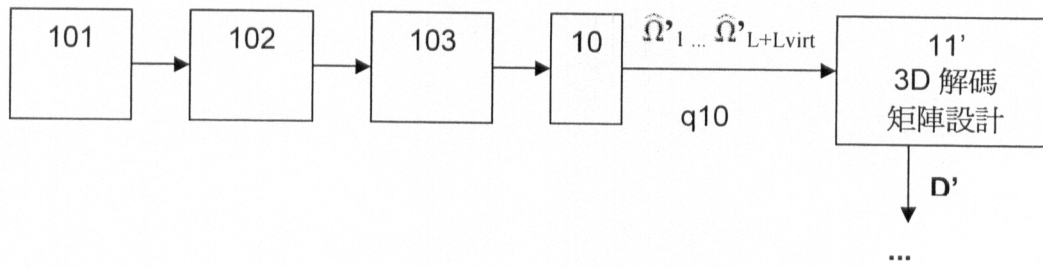
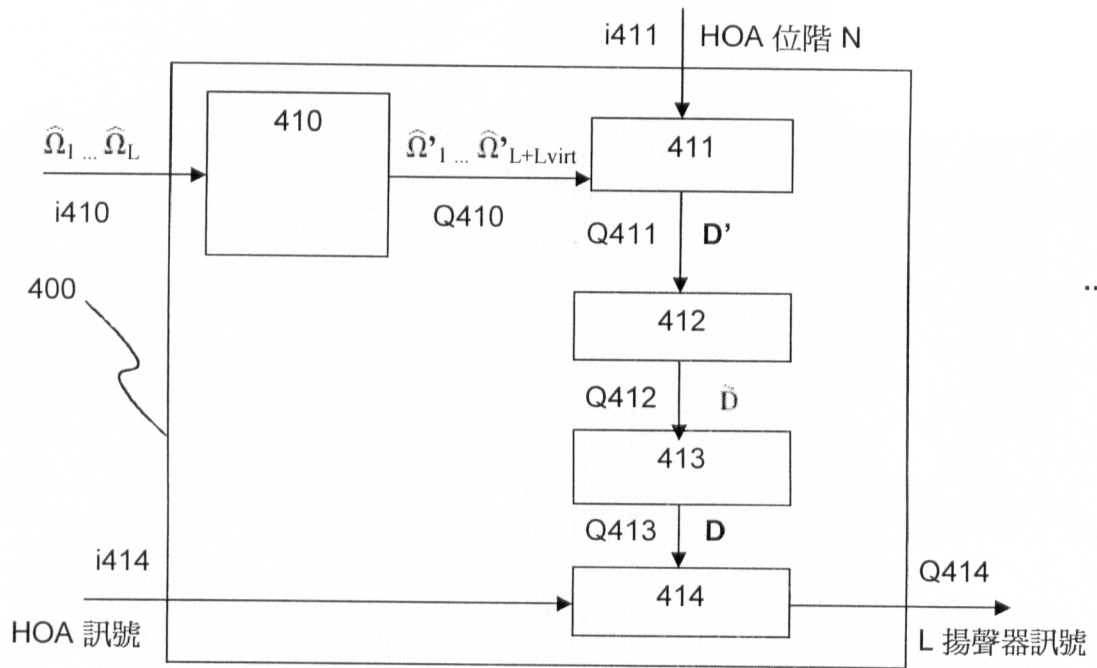
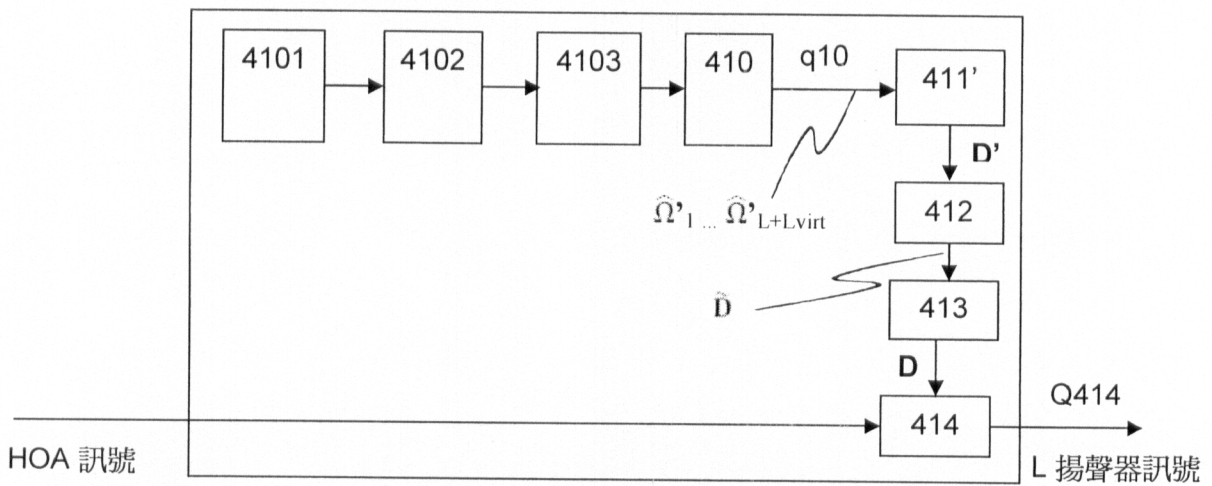


圖 3



a)



b)

圖 4

在 S_2 上的能量，以 dB 計 [-3.9, 2.1] dB

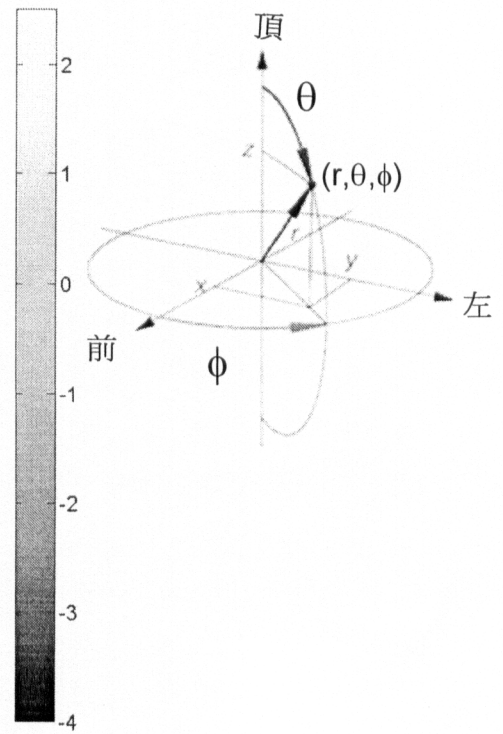
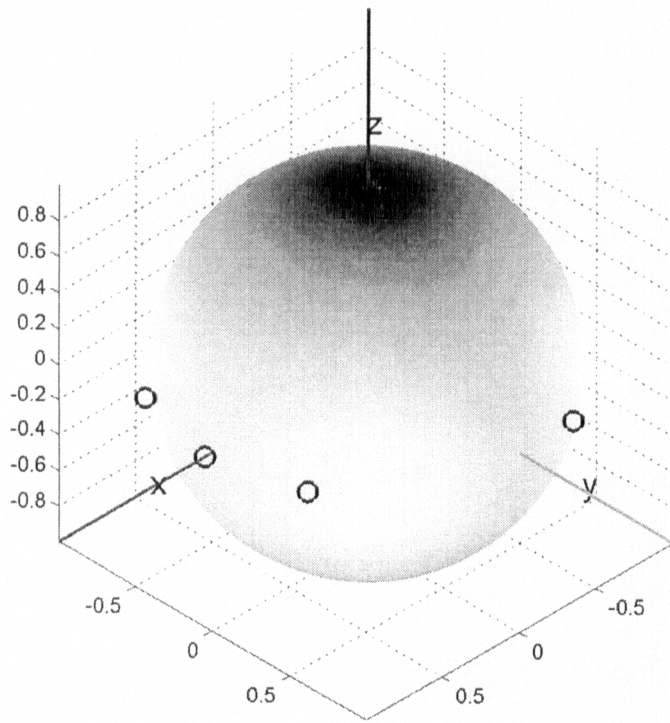


圖 5

在 S_2 上的能量，以 dB 計 [-1.6, 0.8] dB

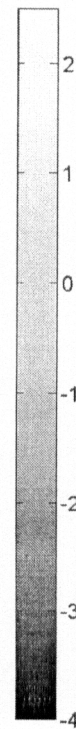
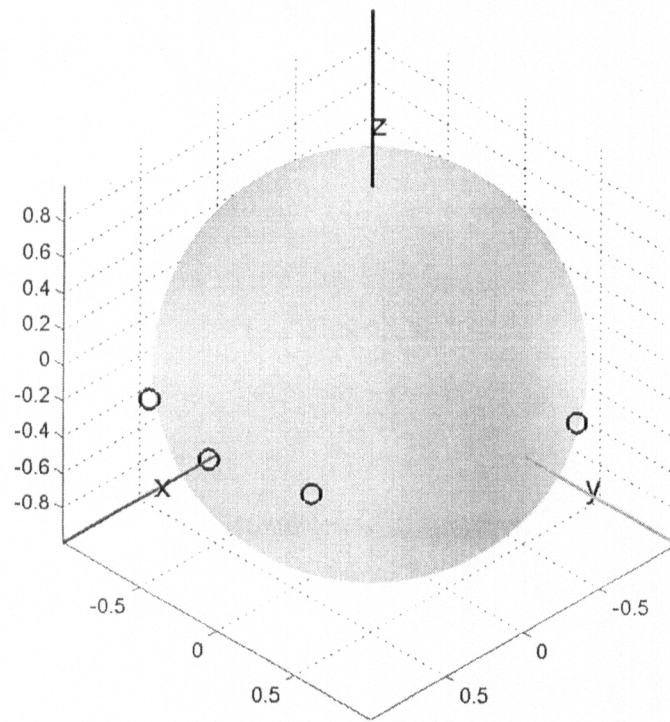


圖 6

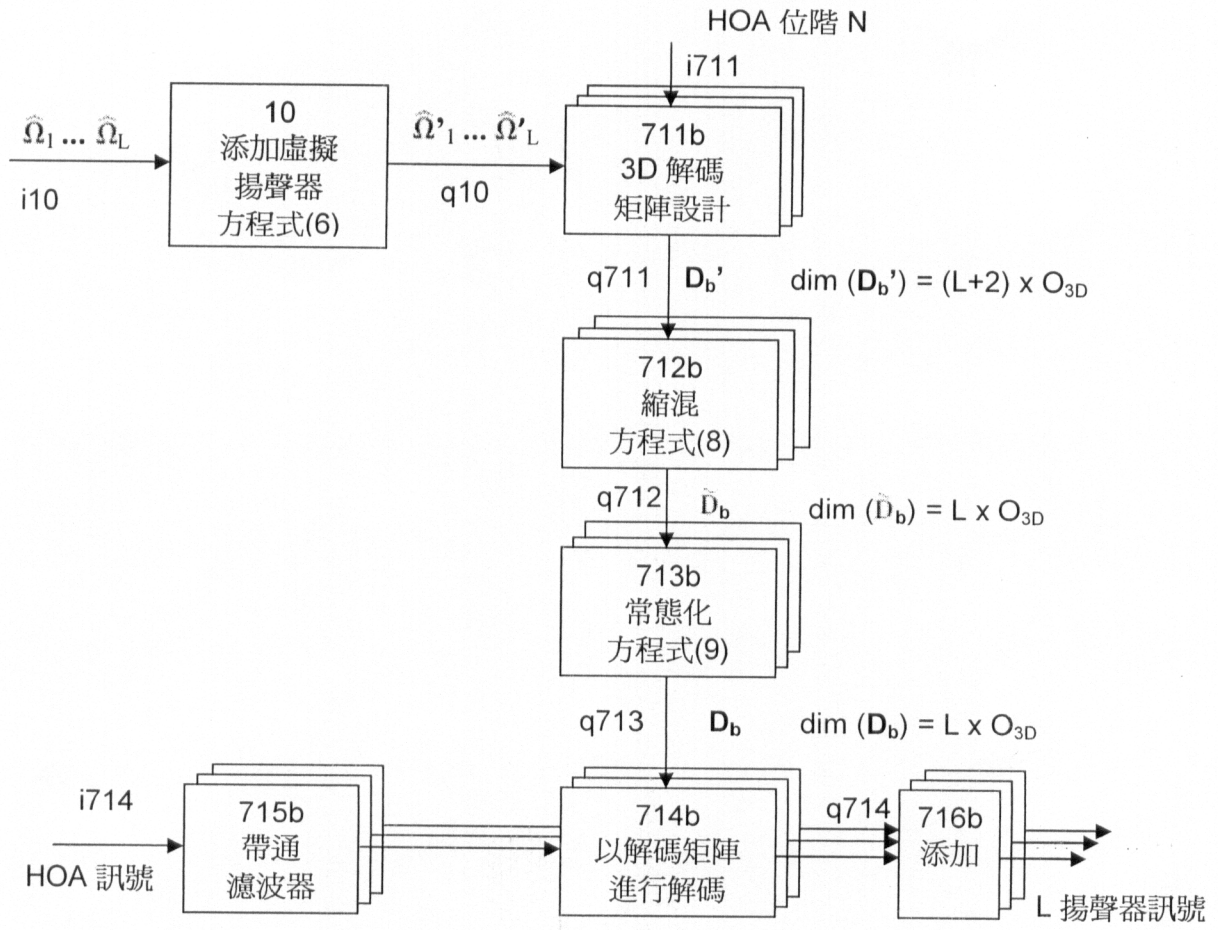


圖 7