

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：93128522

※ 申請日期：93.9.21

※IPC 分類：

H04R 5/00

一、發明名稱：(中文/英文)

多聲道之交越失真消除系統

二、申請人：(共2人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 新眾電腦股份有限公司
2. 國立交通大學

代表人：(中文/英文) 1. 林洽民

2. 張俊彥

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 台北縣中和市中山路二段 351 號 8 樓之 6
2. 新竹市大學路 1001 號

國 籍：(中文/英文) 1.2. 中華民國

三、發明人：(共3人)

姓 名：(中文/英文)

1. 白明憲
2. 董志偉
3. 李志中

國 籍：(中文/英文) 1.2.3. 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。

五、中文發明摘要：

本發明係有關於一種多聲道交越失真消除系統，可提供範圍較廣大之愉悅點，此多聲道交越失真消除系統包括：中央處理器或數位訊號處理器，可輸入音訊輸入訊號並輸出立體聲訊號；濾波器，可輸入立體聲訊號並進行濾波處理，以輸出聲音訊號；陣列揚聲器，可輸入並傳送聲音訊號以在陣列揚聲器之前方形成愉悅點，其中濾波處理係依據多聲道交越失真消除系統及與立體聲訊號之頻率相關之正規化參數，音源訊號處理器可為中央處理器或數位訊號處理器。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(2)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|----------------|----------|
| 11 數位訊號處理器 | 15 使用者 |
| 20 多聲道交越失真消除系統 | 21 感應器 |
| 22 本發明濾波器 | 23 陣列揚聲器 |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

「無」

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種多聲道交越失真消除系統，尤指一種使用陣列揚聲器以增加強健性之多聲道交越失真消除系統。

【先前技術】

當使用者欲以二聲道揚聲器 (loudspeaker) 來聆聽音樂時，由於揚聲器左右聲道所產生的音樂聲將彼此干擾，將產生所謂的聲音串擾 (acoustic crosstalk) 之現象，無法達到分辨音樂聲之來源位置之功能，故無法產生三維立體聲之效果，因此必須以一多聲道交越失真消除系統來解決前述之問題。如圖1所示，傳統多聲道交越失真消除系統係包括：數位訊號處理器 (DSP) 11、傳統濾波器 12、左揚聲器 13、及右揚聲器 14。數位訊號處理器 11 可接收外部音源訊號，並進行音訊處理以輸出二聲道音源串流。為了以二聲道揚聲器產生三維立體聲之效果並避免聲音串擾之困擾，一般而言係放置一 2×2 矩陣之傳統濾波器 12 於二聲道揚聲器之前，使得具有左音源串流 (stream) L 及右音源串流 R 之二聲道音源串流能先經過傳統濾波器 12 以進行濾波處理，俾產生二聲道濾波串流 L_L 及 R_R ，再將二聲道濾波串流 L_L 及 R_R 分別輸出至左揚聲器 13 及右揚聲器 14，由使用者之左耳及右耳接收。如此一來，使用者即可聽到低聲音串擾/無聲音串擾之二聲道音樂聲，並依據此二聲道音樂聲

而判斷音樂聲之來源位置 (position)，進而產生三維立體聲之效果。具有上述技術之傳統濾波器 12 之音訊處理系統又稱多聲道交越失真消除系統 (Cross-talk Cancellation System, CCS)，其特色為經 CCS 處理過的音樂聲可於使用者之同側 (ipsilateral) 耳朵獲得單位增益之效果，而於異側 (contralateral) 耳朵獲得零增益之效果。

又，前述傳統濾波器 12 之設計原理如下：將二聲道音源串流視為 1×2 矩陣之訊號源，可由中央處理器 (CPU) 或數位訊號處理器所提供。傳統濾波器 12 分別對左音源串流 L 及右音源串流 R 進行數學運算後，予以加總；或先予以加總後再進行數學運算；或是上述二種方法之合併，最後分別輸出左濾波串流 L_L 及右音源串流 R_R 至左揚聲器 13 及右揚聲器 14。二聲道音源串流、傳統濾波器 12、與濾波串流之關係可表示成下列方程式：

$$15 \quad [L \ R] \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} = [L_L \ R_R] \quad (1)$$

如果可以取得濾波參數 C，藉由方程式 (1) 即可得知左濾波串流 L_L 及右音源串流 R_R 。為了取得濾波參數 C 則分別提供一脈衝至左揚聲器 13 及右揚聲器 14，使經濾波處理之脈衝可傳輸至使用者 15 之左耳及右耳，為了達到串擾消除之效果，濾波參數 C 亦必需滿足下列方程式：

$$20 \quad \begin{bmatrix} H_{LL} & H_{LR} \\ H_{RL} & H_{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

即左揚聲器 13 分別傳送主要音樂聲 W 及串擾音樂聲 X 至使用者 15 之左耳及右耳，而左揚聲器 13 與使用者 15 之左

耳及右耳之間所存在的轉移函數分別為轉移函數 H_{LL} 及 H_{LR} ；右揚聲器14分別傳送主要音樂聲 Z 及串擾音樂聲 Y 至使用者15之右耳及左耳，而右揚聲器14與使用者15之右耳及左耳轉移函數分別為轉移函數 H_{RR} 及 H_{RL} 。由於轉移函數
5 H 可依據量測儀器所量測之結果，再加以計算而得知，故藉由方程式(2)可得知濾波參數 C 之數值。

依上述方法可取得一個低/無串擾現在之區域，又稱之為愉悅點(sweet spot)，而為了得到最佳之聲音串擾消除之效果，使用者15之頭部需置於愉悅點內，如果使用者15
10 頭部發生偏移或離開愉悅點，則聲音串擾消除之效果即消失，且無法分辨音樂聲之來源位置，這使得二聲道揚聲器所輸出之音樂聲不再具有三維立體聲之效果。上述結果將導致使用者15僅能置於一定範圍內，為了以二聲道揚聲器來模擬三維立體聲之效果，而使得使用者位置限制於愉悅
15 點內，這將造成使用者聆聽音樂上之困擾。

【發明內容】

為避免上述缺失，本發明揭露一種多聲道交越失真消除系統，係用以對音訊輸入訊號進行音訊處理，以提供範
20 圍較習知多聲道交越失真消除系統範圍更為廣大之愉悅點，此多聲道交越失真消除系統包括：音源訊號處理器，係用以輸入音訊輸入訊號並輸出立體聲訊號；濾波器，係用以輸入立體聲訊號並進行濾波處理，以輸出至少三聲音訊號；以及陣列揚聲器，係包括至少三揚聲器，至少三揚

聲器係用以輸入並傳送至少三聲音訊號，以在陣列揚聲器之前方形成愉悅點，其中濾波處理係依據多聲道交越失真消除系統及與立體聲訊號之頻率相關之正規化參數，音源訊號處理器可為中央處理器或數位訊號處理器。

- 5 由於本發明多聲道交越失真消除系統係使用陣列揚聲器，使其愉悅點之範圍可視為習知複數愉悅點之集合，且加入正規化參數以考慮不同頻帶之音訊輸入訊號於愉悅點所產生之影響，故具有較習知多聲道交越失真消除系統更佳之強健性，並克服習知愉悅點過小之困擾。

10

【實施方式】

- 如圖2所示，本發明多聲道交越失真消除系統20包括數位訊號處理器（DSP）11、本發明濾波器22、及陣列揚聲器23，本發明多聲道交越失真消除系統20不但可消除聲
15 音串擾之現象，更可提供一個範圍較大之愉悅點（可視為複數習知愉悅點之集合），如此一來，使用者15頭部之移動範圍不受習知小範圍愉悅點之限制，且在此範圍內依舊仍享有三維立體聲之效果。此外，為了增加本發明多聲道交越失真消除系統20之強健性（robustness），針對不同頻
20 帶之聲音訊號將予以一個修正係數，使本發明多聲道交越失真消除系統20能提供更佳之串擾消除能力。此外，數位訊號處理器11亦可由中央處理器（CPU）所替代。

首先，和習知CCS一樣，需取得陣列揚聲器23與使用者15之間的轉移函數 f ，因此，於陣列揚聲器23之前方置設

m個感應器21（例如：麥克風），而m個感應器21之位置可對應至使用者15頭部（或耳朵）之位置。陣列揚聲器23之第j個揚聲器輸出聲音訊號 $v_j(t)$ ，第m個感應器21與第j個揚聲器兩者之間的傳送函數為 h_{mj} ，則第m個感應器21所接收到的聲音訊號 $f_m(t)$ 可由下列方程式表示：

$$f_m(t) = \sum_{j=1}^J h_{mj}(t) * v_j(t), 1 \leq m \leq M \quad (3)$$

其中，*表示時間迴旋（temporal convolution）運算子，而聲音訊號 $f_m(t)$ 可依據頭部轉移函數（Head-Related Transform Function, HRTF）而略作修正。將方程式（3）進行富利葉轉換（Fourier transform），並以矩陣形式表示成下列方程式：

$$F(\omega) = H(\omega)V(\omega) \quad (4)$$

其中， $V(\omega)$ 為聲音訊號 $v_j(t)$ 經富利葉轉換（Fourier transform）後所得之行向量（即行數等於1之矩陣）； $F(\omega)$ 表示m個感應器21所接收之聲音訊號 $v_j(t)$ 經富利葉轉換後所得之行向量；轉換矩陣 $H(\omega)$ 係用以表示陣列揚聲器23與m個感應器21之間，特定頻率下聲音訊號 $v_j(t)$ 之傳遞特性，又稱為單頻傳遞（monochromatic propagation）矩陣。

為簡化串擾消除計算之複雜度，本發明多聲道交越失真消除系統20之離散（discrete）時間反濾波（inverse filtering）處理之方塊圖如圖3所示。假設音訊輸入訊號之向量為 $x(z)$ ，立體聲訊號之向量為 $u(z)$ ，揚聲器音訊輸入訊號之向量為 $v(z)$ ，重製訊號之向量為 $w(z)$ ，預期訊號之向量為 $d(z)$ ，錯誤訊號之向量為 $e(z)$ ，匹配（matching）模組

33標記成 $M(z)$ 且為 $R \times B$ 之矩陣，轉移函數35標記成 $H(z)$ 且為 $R \times S$ 之矩陣，CCS濾波器34標記成 $C(z)$ 且為 $S \times B$ 之矩陣，合成模組31為 $B \times U$ 之矩陣，延遲模組32標記成 z^{-m} 且用以產生延遲效果，依據上述假設，則可建立下列方程式：

$$5 \quad v(z) = C(z)u(z) \quad (5)$$

$$w(z) = H(z)v(z) \quad (6)$$

$$d(z) = z^{-m}M(z)u(z) \quad (7)$$

$$e(z) = d(z) - w(z) \quad (8)$$

在最佳的情況下，則 $H(z)C(z)$ 與 $M(z)$ 係為相等。一般而言， $H(z)$ 為無法反運算，因此，在此實施例中，本發明係使用Tikhonov正規化方法以進行反矩陣處理，但不以此為限。依據Tikhonov正規化方法，成本方程式J可定義為效能誤差(performance error)與輸入功率之和，並如下列方程式所示：

$$15 \quad J(e^{j\omega}) = e^H(e^{j\omega})e(e^{j\omega}) + \beta^2(\omega)v^H(e^{j\omega})v(e^{j\omega}) \quad (9)$$

其中， $\beta(\omega)$ 為與頻率相關之正規化參數，即不同 β 可對應至不同頻率之音訊輸入訊號，而 β 之大小可依使用者之需求而設定。如果 β 值過大則本發明多聲道交越失真消除系統20之串擾消除效果不佳，如果 β 值過小則本發明濾波器22之頻率響應將過於陡峭，造成本發明濾波器22實現上之困擾。因此，使用者可設定 β 至適當範圍，使理想及可實現性之間取得平衡點。另外，將方程式(9)予以整理而取得下列方程式：

$$20 \quad v(e^{j\omega}) = [H^H(e^{j\omega})H(e^{j\omega}) + \beta^2(\omega)I]^{-1} H^H(e^{j\omega})M(e^{j\omega})u(e^{j\omega}) \quad (10)$$

因此，CCS濾波器34亦表示成下列方程式：

$$C(e^{j\omega}) = [H^H(e^{j\omega})H(e^{j\omega}) + \beta^2(\omega)I]^{-1} H^H(e^{j\omega})M(e^{j\omega}) \quad (11)$$

當預期訊號等於立體聲訊號時，即 $u(z)$ 等於 $d(z)$ 。當匹配模組33可表示為 $R=B$ 之單位矩陣（identity matrix），方程式（11）可簡化如下：

$$C(e^{j\omega}) = [H^H(e^{j\omega})H(e^{j\omega}) + \beta^2(\omega)I]^{-1} H^H(e^{j\omega}) \quad (12)$$

將音訊輸入訊號之頻率區分成 N 段，使每一段頻率皆可設定不同之 β 值，則方程式（12）可改寫如下：

$$C(k) = [H^H(k)H(k) + \beta^2(\omega)I]^{-1} H^H(k), \quad k=1,2,,N \quad (13)$$

對方程式（13）進行反富利葉轉換即可得知反濾波器之脈衝響應。然而，依方程式（13）所取得之結果係呈週期性位移（cyclic shift）。為避免上述問題並增強本發明多聲道交越失真消除系統20之強健性，本發明引用理想專注參數 F ，對每一感應器21而言，則專注參數 F 滿足下列方程式：

$$F_m = \{0,0,,1,0,,0\}, \quad 1 \leq m \leq M \quad (14)$$

如圖4所示，即每一揚聲器皆能於使用者照明區（illuminated zone）42具有高增益，而於陰影區（shadow zone）44具有低增益，可想而知地，隨著揚聲器所在位置之不同，其所對應之照明區42及陰影區44可為相同或相反。假設每個立體聲訊號皆為獨立，則可於第 m 個感應器形成一個場（field），且此場可表示如下：

$$F_m(\omega) = \sum_{j=1}^J H_{mj}(\omega)V_j(\omega), \quad 1 \leq m \leq M \quad (15)$$

$$F(\omega) = H(\omega)V(\omega) \quad (16)$$

最後，再將揚聲器視為點狀源，則傳播運算子 (propagation operator) 可表示如下：

$$(H)_{mj}(\omega) = \frac{e^{-jkr_{mj}}}{r_{mj}} \quad (17)$$

5 其中， r_{mj} 為第 m 個感應器 21 與第 j 個揚聲器之間的距離。由於 $F(\omega)$ 及 $H(\omega)$ 為已知，故可依據方程式 (16) 而得知 $V(\omega)$ 之值。為簡化 $V(\omega)$ 之計算，因而對方程式 (10) 執行最少平方法而得知聲音訊號 $v(z)$ 之值：

$$v(e^{j\omega}) = [H^H(e^{j\omega})H(e^{j\omega}) + \beta^2(\omega)I]^{-1} H^H(e^{j\omega})F(\omega) \quad (18)$$

10 因此，依據方程式 (18) 所得知之 $v(z)$ 及已知之 $u(z)$ ，則可知 CCS 濾波器 34 之結構即可得知，並使本發明多聲道交越失真消除系統 20 提供一個範圍較大之愉悅點 46。另外，除了最少平方法外，亦可使用假反轉 (pseudo-inverse) 方法及其對稱性以進行本發明濾波器 22 之設計，不以最少
15 平方法為限。

依據上述方法則可建立本發明濾波器 22，且本發明濾波器 22 依不同的頻率而選用不同之 β 值，最後再結合數位訊號處理器 (DSP) 11 及陣列揚聲器 23 而形成本發明多聲道交越失真消除系統 20，不但具有較習知愉悅點範圍更大的愉悅點 46，故本發明多聲道交越失真消除系統 20 較習知
20 多聲道交越失真消除系統 10 具有顯著之強健性。此外，陣列揚聲器 23 之所有揚聲器的位置較佳係為緊鄰，並使其中線與使用者對應；可想而知地，所有揚聲器的位置亦為為

彼此遠離，無論陣列揚聲器 23 之排列為何，皆可利用上述法則而建立本發明濾波器 22，達到增加串擾消除之強健性。

上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

【圖式簡單說明】

圖 1 係習知多聲道交越失真消除系統之示意圖。

圖 2 係本發明多聲道交越失真消除系統之示意圖。

10 圖 3 係本發明多聲道交越失真消除系統之離散時間反濾波處理之方塊圖。

圖 4 係照明區、陰影區、及愉悅點之示意圖。

【主要元件符號說明】

10	多聲道交越失真消除系統	11	數位訊號處理器
12	濾波器	46	愉悅點
13	左揚聲器	14	右揚聲器
15	使用者	20	多聲道交越失真消除系統
21	感應器	22	本發明濾波器
23	陣列揚聲器	31	合成模組
32	延遲模組	33	匹配模組
34	CCS 濾波器	35	轉移函數
42	照明區	44	陰影區

十、申請專利範圍：

1. 一種多聲道交越失真消除系統，係用以對一音訊輸入訊號進行音訊處理，以提供一愉悅點，該多聲道交越失真消除系統包括：

5 一音源訊號處理器，係用以輸入該音訊輸入訊號並輸出一立體聲訊號；

一濾波器，係用以輸入該立體聲訊號並進行一濾波處理，以輸出至少三聲音訊號；以及

10 一陣列揚聲器，係包括至少三揚聲器，該至少三揚聲器係用以輸入並傳送該至少三聲音訊號，以在該陣列揚聲器之前方形成該愉悅點，

其中該濾波處理係依據一多聲道交越失真消除系統及與該立體聲訊號之頻率相關之一正規化參數。

15 2. 如申請專利範圍第1項所述之多聲道交越失真消除系統，其中該音源訊號處理器係為一中央處理器。

3. 如申請專利範圍第1項所述之多聲道交越失真消除系統，其中該音源訊號處理器係為一數位訊號處理器。

4. 如申請專利範圍第1項所述之多聲道交越失真消除系統，其中該至少三揚聲器係緊鄰排列。

20 5. 如申請專利範圍第1項所述之多聲道交越失真消除系統，其中該至少三揚聲器係彼此遠離。

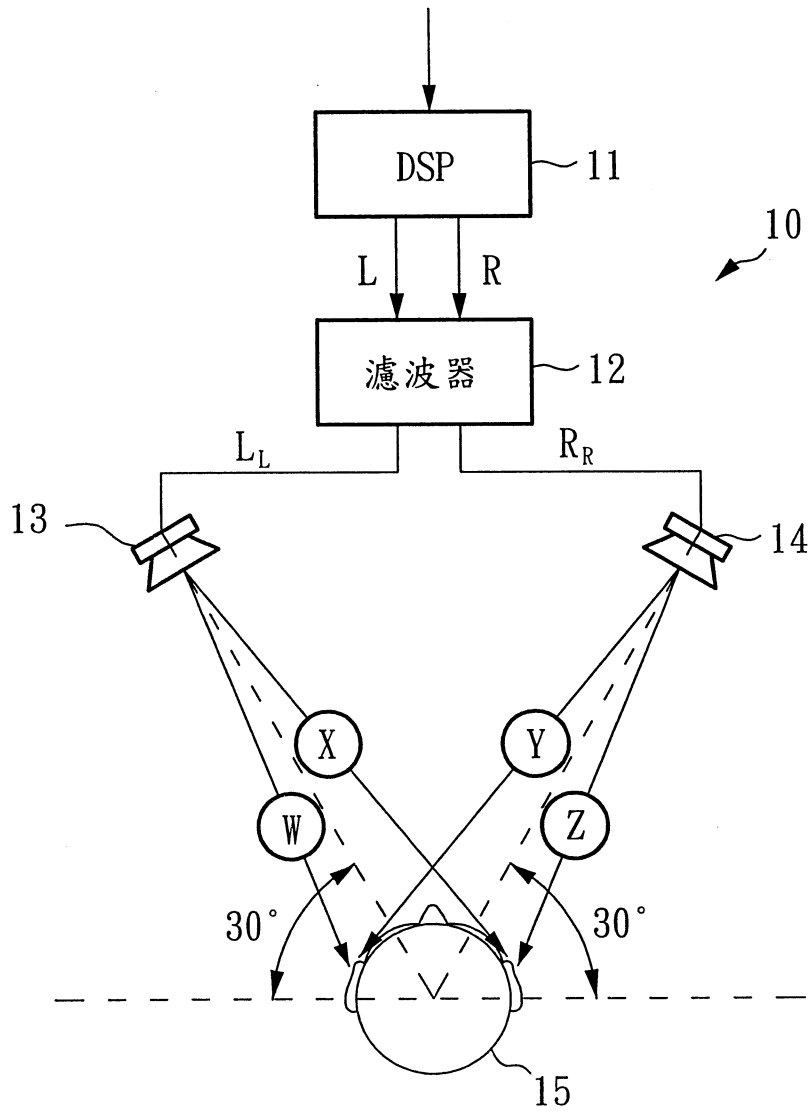


圖1

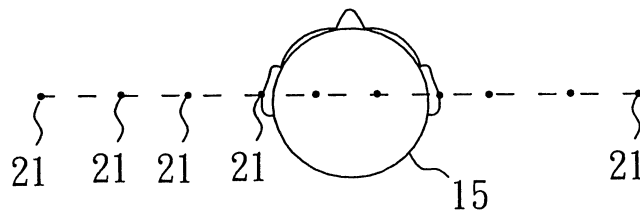
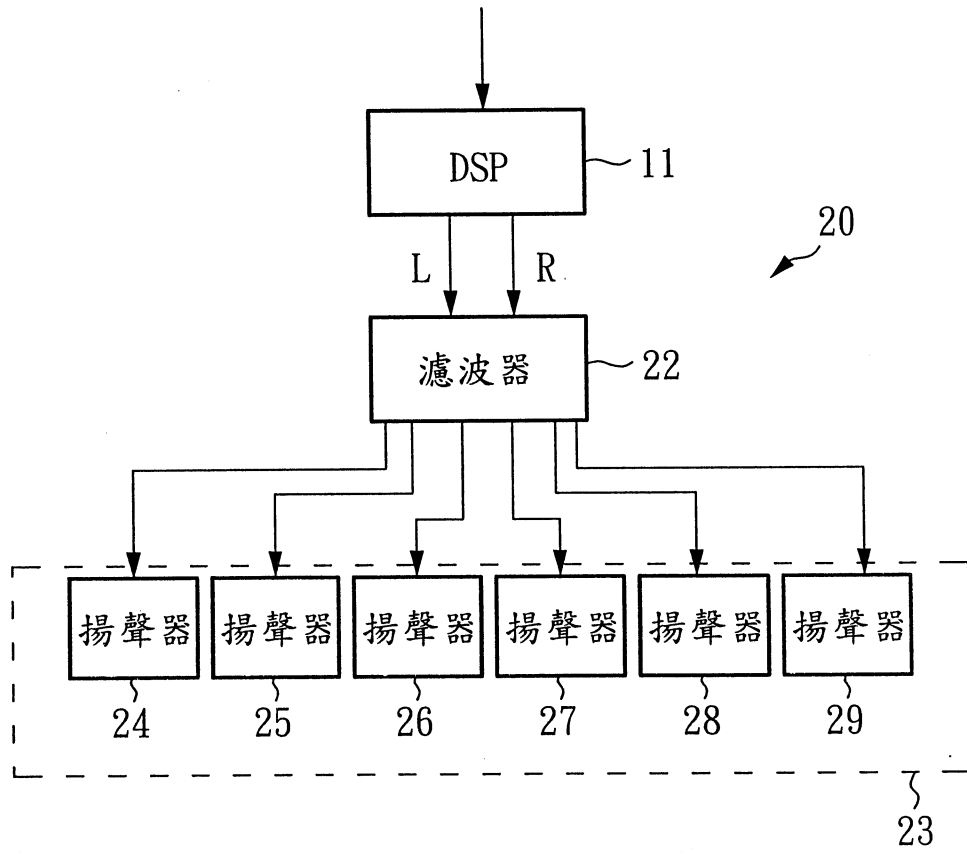


圖2

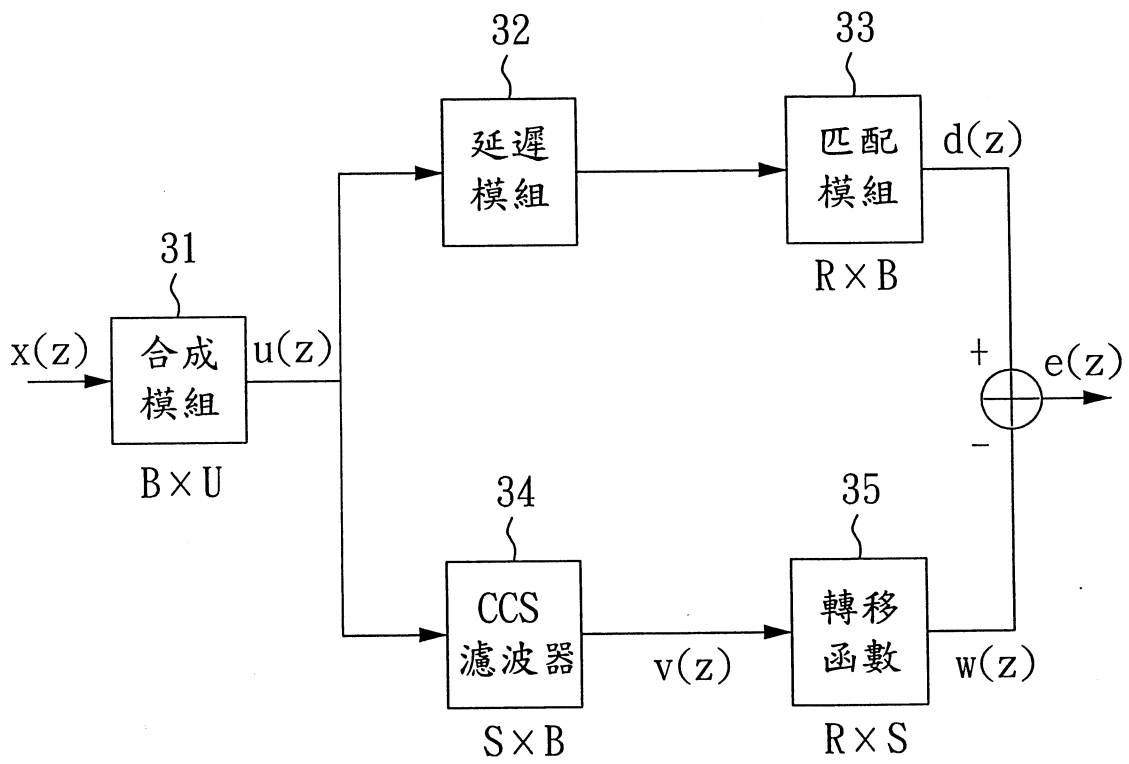


圖3

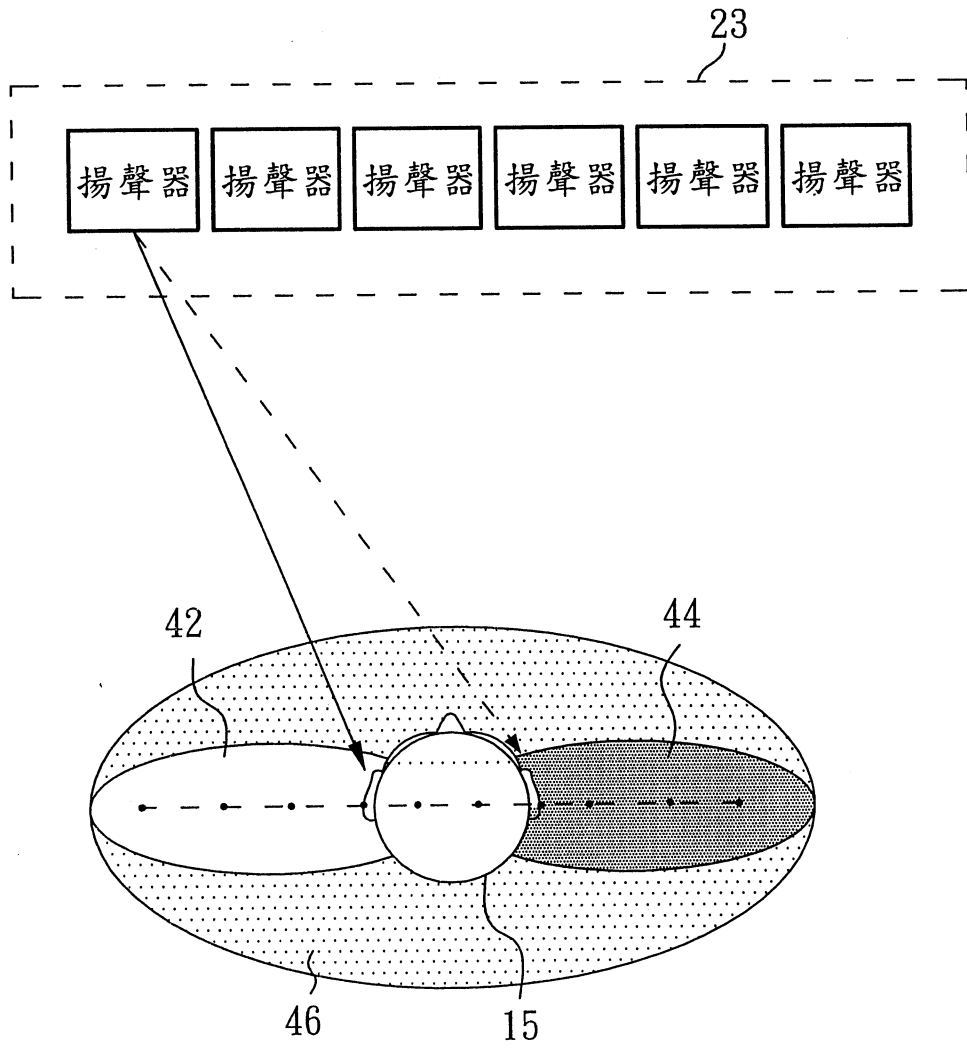


圖4