

# 發明專利說明書

公告本

(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： 94134953

※ 申請日期： 94.10.6

※IPC 分類： H04S 7/00 (2006.01)

G06F 17/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於切分立體音訊內容之改良式頭部相關轉移函數

IMPROVED HEAD RELATED TRANSFER FUNCTIONS FOR PANNED STEREO AUDIO CONTENT

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

杜比實驗室特許公司 / DOLBY LABORATORIES LICENSING CORPORATION

代表人：(中文/英文)

張莉妮 / CHEUNG, LILY S.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州舊金山市帕翠洛街 100 號

100 Potrero Avenue, San Francisco, CA 94103, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 / U.S.A.

## 三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

蒙葛瑞斯 大衛 S./MCGRATH, DAVID STANLEY

國 籍：(中文/英文)

澳洲/Australia

#### 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：

1. 美國；2004, 10, 14; 10/965, 130

☐ 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：

一種方法處理音訊信號、一裝置接收音訊信號、以及一承載媒體為一處理器承載指令以施作要處理音訊信號之該方法。該方法包括用產生一對輸出信號對應於以一對HRTF濾波器將每一輸入信號濾波及添加HRTF濾波後的信號之結果的處理將一對音訊輸入信號濾波。該對HRTF濾波器為使得透過耳機聆聽一對輸出信號之聽者遭遇來自所欲的一對虛擬擴音器位置之聲音。進而言之，該濾波為使得該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形中透過耳機聆聽一對輸出信號之聽者被提供被切分之該信號成份模擬在該等虛擬擴音器位置間之一中心位置由一虛擬音源放射的感覺。

## 六、英文發明摘要：

A method to process audio signals, an apparatus accepting audio signals, and a carrier medium that carries instructions for a processor to implement the method to process audio signals. The method includes filtering a pair of audio input signals by a process that produces a pair of output signals corresponding to the results of. filtering each of the input signals with a HRTF filter pair, and adding the HRTF filtered signals. The HRTF filter pair is such that a listener listening to the pair of output signals through headphones experiences sounds from a pair of desired virtual speaker locations. Furthermore, the filtering is such that, in the case that the pair of audio input signals includes a panned signal component, the listener listening to the pair of output signals through headphones is provided with the sensation that the panned signal component emanates from a virtual sound source at a center location between the virtual speaker locations.

**七、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

|              |          |
|--------------|----------|
| 11...聲道      | 18...加法器 |
| 12...聲道      | 19...耳機  |
| 13...濾波器     | 20...聽者  |
| 14...濾波器     | 21...位置  |
| 15...HRTF濾波器 | 22...左耳  |
| 16...HRTF濾波器 | 23...右耳  |
| 17...加法器     |          |

**八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

#### 發明背景

本發明係有關於音訊信號處理之領域，更明確地說係有關於透過濾波器處理聲道以提供空間維度之感覺，包括在使用立體或跨音效播放系統聆聽時正確地將切分信定位。

### 【先前技術】

第1圖顯示一個普遍之立體聲播放系統，其包括用如FIR濾波器之多個頭部相關轉移函數(HRTF)濾波器來處理多聲道，而以每一輸入聆聽為由特定方向被呈現之感覺提供給一聽者20。第1圖顯示由第一聲道(聲道1)、第二聲道(聲道2)、...、與第N聲道(聲道N)之資訊組成的數個(以N表示)音源之處理。該立體聲播放系統係用於以聽者20配載之一對耳機19來播放。每一聲道被一對HRTF濾波器處理，一濾波器目標為透過聽者之左耳22播放，另一個為透過聽者之右耳23播放。所以第一對濾波器13、14至第N對濾波器15、16被顯示。每一HRTF濾波器之輸出意為就聽者20之左耳22用一加法器18被相加，及每一HRTF濾波器之輸出意為就聽者20之右耳23用一加法器17被相加。被聽者20所感覺之每一聲道的入射方向藉由選用被施加至此聲道的一對HRTF濾波器加以決定。例如在第1圖中，聲道1(11)透過一對濾波器13、14被處理，使得聽者以經由耳機19之音訊輸入被呈現，其將給予聽者聲道1(11)之聲音係由以 $\theta_1$ 表示之特別到

達方位角如從位置21入射至聽者的感覺。類似地，第二聲道用之一對HRTF濾波器被設計，使得聲道2之聲音由以 $\theta_2$ 表示之特別到達方位角入射至聽者，...，以及第N聲道用之一對HRTF濾波器被設計，使得聲道N(12)之聲音由以 $\theta_N$ 表示之特別到達方位角入射至聽者。

為簡單起見，第1圖僅顯示到達方位角，如由被感覺之聲音的對應於聲道1被感覺之聲音到達。一般而言，HRTF濾波器可被用於以用對應於入射方位角與入射升高角二者被定出之任何到達方向的刺激提供給聽者20。

所謂一對HRTF濾波器係指為聽者之二耳22、23處理單一聲道所需的一組二個分離的HRTF濾波器，每一耳使用一個HRTF濾波器。所以就二聲道之聲音而言，二對HRTF濾波器被使用。

此間之描述主要就二輸入聲道即立體聲成對輸入系統詳細地被提供。擴充此間描述之層面至三個或更多輸入聲道為直覺的，所以此擴充被視為在本發明之領域內。

第2圖顯示包括左聲道輸入31與右聲道輸入32之二音訊輸入的一立體聲立體音效器系統。該等二音訊聲道輸入之每一個分離地被處理，以左聲道輸入透過一對HRTF 33、34被處理及右聲道輸入透過一對HRTF 35、36被處理。在典型之情形中，左聲道輸入31與右聲道輸入32意為用於對稱播放，使得使用二對HRTF之立體音效的目標為給予聽者由相對於聽者20之中間平面對稱地被定位的各個左與右角位置聽到左與右聲道之感覺。參照第2圖，若各對HRTF 33、

34與35、36為用於對稱的聆聽，左聲道由音源37在方位角 $\theta$ 被感覺，及右聲道由音源38在方位角 $-\theta$ ，即 $-\theta$ 方位角為右邊被感覺之音源HRTF的方位角之負值。

在此對稱性之情況下，一些簡化用之假設被做成，首先聽者之頭部與聲音感覺為對稱的，此意為：

$$\text{HRTF}(\theta, L) = \text{HRTF}(-\theta, R) \quad (1)$$

進一步言之，由左音源37至左耳22之HRTF等於由右音源38至右耳23之HRTF，此用 $\text{HRTF}_{\text{near}}$ 來表示HRTF。類似地在此對稱性之假設下，由左音源37至右耳23之HRTF等於由右音源38至左耳22之HRTF，此用 $\text{HRTF}_{\text{far}}$ 來表示HRTF。

很普遍的是今日所使用之立體聲系統係簡單地使用如第2圖之立體聲處理系統中的該對被測量之 $\theta$ 與 $-\theta$  HRTF。換言之，做出之假設為該對被測量之HRTF為對稱的。

$$\text{HRTF}_{\text{near}} = \text{HRTF}(\theta, L)$$

$$\text{HRTF}_{\text{far}} = \text{HRTF}(\theta, R) \quad (2)$$

甚至若發現聽者頭部對該對被測量之HRTF之響應的測量為不對稱的使得公式(1)不成立，如第2圖者之立體音效器可藉由使用平均測量之HRTF所形成的各對HRTF濾波器而被強迫為對稱的。此即，為了對稱地聆聽在 $\theta$ 與 $-\theta$ 方位角之被稱為「虛擬音源」，亦被稱為「虛擬擴音器」的左與右出現之音源，用於立體聲處理之濾波器被設立為：

$$\text{HRTF}_{\text{near}} = \frac{\text{HRTF}(\theta, L) + \text{HRTF}(-\theta, R)}{2},$$

$$HRTF_{\text{far}} = \frac{HRTF(\theta, R) + HRTF(-\theta, L)}{2} \quad (3)$$

此處  $HRTF(\theta, L)$  與  $HRTF(\theta, R)$  為就在角  $\theta$  被感覺之音源分別對左與右角被測量之  $HRTF$ 。因此，近與遠  $HRTF$  意為就對稱情形之實際測量或被假設的  $HRTF$ ，或就不對稱情形  
5 之平均的  $HRTF$ 。

廣泛(且粗略)而言，此種立體音效器藉由透過對應於一虛擬左擴音器 37 呈現左音訊輸入信號及透過對應於一虛擬右擴音器 38 濾波呈現右  $HRTF$  濾波器而模擬一般立體聲擴音器系統之工作方式。此被習知就以左與右聲道輸入分別  
10 模擬來自左與右虛擬擴音器位置之聲音感覺提供給聽者為很有效的。

在如透過實際立體聲擴音器之音響再生中，其經常亦欲以不僅左與右音訊輸入音源 31 與 32 為來自正確地被置於聽者左與右方出現，而且亦為來自介於此左與右擴音器位置間之一個或多個音源的感覺提供給聽者。假設在別處有一音響成份(如在聽者前方之別處)，例如假設在左與右輸入音訊聲道被假設之位置間中心有一音源，此例如在現代立體聲錄製中為了一音訊信號用相等但衰減之振幅被饋入左與右聲道為普遍的，使得當此左與右聲道輸入在聽者前方  
15 之立體聲擴音器被播放時，該聽者被給予音源正模擬由位於左與右擴音器中間之被稱為「幻像擴音器」的音源之感覺。該「幻像」為此擴音器被使用之原因是其在此並無真實之擴音器。此經常被稱為一「幻像中心」且產生音響係  
20

來自該中心之感覺的過程被稱為「創造中心影像」。

類似地，藉由比例地饋送一信號之不同數量至左與右聲道輸入，一音響模擬來自左與右擴音器位置間之別處的感覺被提供給聽者。

- 5 藉由在左與右聲道間分割一輸入而如此地創造一對立體聲被稱為「切分」，而將該信號相等地分割被稱為「中心切分」。

其欲提供相同之感覺，即在透過一組耳機用於播放之一立體音效器系統中創造該中心影像。

- 10 考慮例如被稱為MonoInput中心切分的一音訊輸入信號，如在二聲道輸入間分裂。假設有二信號LeftAudio與RightAudio被創造為：

$$\text{LeftAudio} = \frac{\text{MonoInput}}{2}$$

$$\text{RightAudio} = \frac{\text{MonoInput}}{2} \quad (4)$$

- 15 為立體聲擴音器再生之如此被中心切分的信號之結果意為將被感覺成為模擬來自前方中心之一信號。

若公式4之輸入LeftAudio與RightAudio被輸入第2圖之立體音效器，左耳22與右耳分別被饋入以LeftEar與RightEar表示之信號。

20 
$$\text{LeftEar} = \text{HRTF}_{\text{near}} \otimes \text{LeftAudio} + \text{HRTF}_{\text{far}} \otimes \text{RightAudio}$$

$$\text{RightEar} = \text{HRTF}_{\text{near}} \otimes \text{RightAudio} + \text{HRTF}_{\text{far}} \otimes \text{LeftAudio} \quad (5)$$

此處 $\otimes$ 代表濾波作業，如在 $HRTF_{near}$ 被表示為一脈波響應及LeftAudio為時域輸入之情形中， $HRTF_{near} \otimes \text{LeftAudio}$ 代表迴旋。所以，藉由組合上面之公式：

$$\begin{aligned} \text{LeftEar} &= HRTF_{near} \otimes \frac{\text{MonoInput}}{2} + HRTF_{far} \otimes \frac{\text{MonoInput}}{2} \\ &= \frac{HRTF_{near} + HRTF_{far}}{2} \otimes \text{MonoInput} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{RightEar} &= HRTF_{near} \otimes \frac{\text{MonoInput}}{2} + HRTF_{far} \otimes \frac{\text{MonoInput}}{2} \\ &= \frac{HRTF_{near} + HRTF_{far}}{2} \otimes \text{MonoInput} \end{aligned}$$

其欲一輸入之此種分裂會呈現在 $0^\circ$ 之虛擬擴音器位置的聆聽感覺，此即左與右耳以對應於一對 $0^\circ$ HRTF之刺激。在實務上此不會發生，所以聽者不會感覺信號MonoInput為來位於自虛擬左與右擴音器37與38間之一虛擬擴音器。類似地，左與右聲道輸入間不相等地分裂一信號然後透過如第2圖顯示之一立體音效器立體音效會在正確地創造虛擬左與右擴音器間音源之所欲的虛擬位置之幻影為失敗的。

因而在本技藝中有對一立體音效器與立體音效系統之需求，其創造聽者對一音響模擬來自一立體音效器系統之虛擬擴音器位置間的一位置之幻覺，此處虛擬擴音器位置意為就一左聲道輸入與右聲道輸入所假設之該等位置。

意為藉由分裂單聲道信號成為左後與右後聲道輸入而

出現成為來自中心後方之信號，在經由使用目標為將該等後方擴音器置於對稱的後方虛擬擴音器位置之一立體音效器於耳機被播放時典型地不會被感覺為來自中心後方。

因而在本技藝中有對一立體音效器與立體音效系統之需求，其創造聽者對一音響模擬來自後方擴音器信號之後方中心位置的幻影，如藉由將左與右虛擬後方(環繞)擴音器間之一信號加以中心切分所創造之四或五聲道系統之環繞音響信號。

### 【發明內容】

#### 10 發明概要

此間在不同實施例與層面中所描述者為一種方法處理音訊信號、一裝置接收音訊信號、一承載媒體為一處理器承載指令以施作要處理音訊信號之該方法、以及一承載媒體承載濾波器資料以施作音訊信號之濾波器。當該等輸入  
15 包括一切分信號時，其每一個以該切分信號成份模擬在一中心來自一虛擬音源之感覺提供給一聽者。

本發明之一層面為該方法包括用產生一對輸出信號對應於以一對HRTF濾波器將每一輸入信號濾波及添加HRTF濾波後的信號之結果的處理將一對音訊輸入信號濾波。該  
20 對HRTF濾波器為使得透過耳機聆聽一對輸出信號之聽者遭遇來自所欲的一對虛擬擴音器位置之聲音。進而言之，該濾波為使得該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形中透過耳機聆聽一對輸出信號之聽者被提供被切分之該信號成份模擬在該等虛擬擴音器位置間之一中心位置

由一虛擬音源放射的感覺。

另一方法實施例包括藉由一等化濾波器將一對音訊輸入信號等化，及使用多對HRTF將等化後之輸入信號立體音效化以提供一對立體音效化後之輸出來經由耳機提供對應於該等音訊輸入信號之音響以模擬來自一第一與第二虛擬擴音器位置的幻覺提供給聆聽該立體音效化後之輸出的聽者。該等方法之元件被配置使得等化與立體音效化之組合等值於使用多對等化HRTF之立體音效化，該等HRTF的每一對等化HRTF就使用等化濾波器的多對等化信號之立體音效化為對應之HRTF。該等等化後之HRTF的平均就聆聽模擬來自該等第一與第二虛擬擴音器位置間之一中心位置的音響的聽者而言實質地等於一所欲之HRTF。在該等多對音訊輸入信號包括切分信號成份之情形中，透過該等耳機聆聽該等多對立體音效後之輸出的聽者被提供該被切分之信號成份模擬來自一中心位置的虛擬音源之感覺。

本發明之另一層面為一承載媒體為用於處理一對音訊輸入信號以經由耳機以近似地對應於一音訊輸入信號之音響模擬來自一第一與一第二虛擬擴音器位置的幻覺提供給聆聽該等處理後之信號的聽者之一組HRTF濾波器承載濾波器資料，該等HRTF濾波器被設計使得該等HRTF濾波器之平均近似於聆聽來自該等第一與聲道虛擬擴音器位置間的一中心位置的音響之聽者的HRTF響應。

本發明之另一層面為一承載媒體為用於處理一對音訊輸入信號以經由耳機以近似地對應於一音訊輸入信號之音

響模擬來自一第一與一第二虛擬擴音器位置的幻覺提供給  
聆聽該等處理後之信號的聽者之一組HRTF濾波器承載濾  
波器資料，使得在每一對音訊輸入信號間被切分之一信號  
成份以該被切分之信號成份模擬來自該等第一與第二虛擬  
5 擴音器位置的幻覺經由耳機提供給聆聽該等被處理之信號  
的聽者。

本發明之另一層面為一種方法，其包括接收一對音訊  
輸入信號用於音訊再生；隨機重組輸入信號以創造一第一  
信號(「和信號」)與該等輸入信號之和成比例及一第二信號  
10 (「差信號」)與該等輸入信號之差成比例；以及透過近似於  
一近耳HRTF之等化後版本與一遠耳HRTF之等化後版本的  
和之一濾波器將該和信號濾波。該等近耳與遠耳HRTF係用  
於聆聽在對應之虛擬擴音器位置的一對虛擬擴音器之一聽  
者。該等等化之版本使用所設計的一等化濾波器被獲得，  
15 使得該被等化之近耳HRTF與該被等化之遠耳HRTF的平均  
近似用於聆聽在該等虛擬擴音器位置間之中心位置的虛擬  
音源之聽者的中心HRTF。該方法進一步包括將濾波後之和  
信號與濾波後之差信號解除隨機重組以創造一第一輸出信  
號與該等濾波後之和及差信號的和成比例及一第二輸出信  
20 號與該等濾波後之和及差信號的差成比例。該方法為使得  
在該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形中，  
透過耳機聆聽該等第一與第二輸出信號之聽者被提供該被  
切分之信號成份模擬在該中心位置來自一虛擬音源的感  
覺。

本發明之另一層面為一種方法，其包括將一對音訊輸入信號濾波用於音訊再生，該濾波係用一處理，其產生一對輸出信號對應於以一對HRTF濾波器將每一輸入信號濾波之結果；將該等HRTF濾波後之信號相加；以及將相加後之被HRTF濾波的信號之串擾消除。該串擾消除係用於透過位於第一組擴音器位置之擴音器聆聽該對輸出信號的聽者。該對HRTF濾波器為使得聆聽該對輸出信號之聽者遭遇來自所欲之虛擬擴音器位置的一對虛擬擴音器之音響。該濾波為使得在該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形中，透過耳機聆聽該等第一與第二輸出信號之聽者被提供該被切分之信號成份模擬在該中心位置來自一虛擬音源的感覺。透過位於該第一組擴音器位置之該對擴音器聆聽該對輸出信號的聽者被提供該被切分之信號成份模擬來自該等所欲的虛擬擴音器位置間之中心位置的虛擬音源之感覺。

本發明之另一層面為一種方法，其包括接收一對音訊輸入信號用於音訊再生；隨機重組輸入信號以創造一第一信號(「和信號」)與該等輸入信號之和成比例及一第二信號(「差信號」)與該等輸入信號之差成比例；為聆聽在一中心位置之一虛擬音源的聽者透過近似一中心HRTF二倍之一濾波器將該和信號濾波；為聆聽一對虛擬擴音器之聽者透過近似一近耳HRTF與一遠耳HRTF間的差之一濾波器將該差信號濾波；以及將濾波後之和信號與濾波後之差信號解除隨機重組以創造一第一輸出信號與該等濾波後之和及差

信號的和成比例及一第二輸出信號與該等濾波後之和及差信號的差成比例。該方法為使得在該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形中，透過耳機聆聽該等第一與第二輸出信號之聽者被提供該被切分之信號成份模擬在該

5 中心位置來自一虛擬音源的感覺。

在該方法之一版本中，近似該中心HRTF二倍之濾波器被獲得分別作為該近耳HRTF與該遠耳HRTF之等化後的版本之和，其利用一等化濾波器藉由分別將該近耳HRTF與該遠耳HRTF濾波而被獲得，及其中近似該近耳HRTF與該遠

10 耳HRTF之差的濾波器為具有響應實質上等於該近耳HRTF與該遠耳HRTF之被等化的版本間之差的濾波器。

在該方法之一版本中，該等化濾波器為用於與該近耳HRTF與該遠耳HRTF之合成比例的濾波器之逆濾波器。在一特定實施例中，該等化濾波器響應藉由將與該近耳HRTF與該遠耳HRTF之合成比例的濾波器在頻域中逆轉而被決定。

15

在另一特定實施例中，該等化濾波器響應用要逆轉與該近耳HRTF與該遠耳HRTF之合成比例的濾波器響應之一適應性濾波器方法被決定。

20 在該方法之一版本中，近似該中心HRTF二倍之濾波器為具有實質上等於一所欲的中心HRTF二倍之響應的濾波器。

在一特定配置例中，該等音訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，在左虛擬擴音器位置與右虛擬擴音器位置之

該對虛擬擴音器對該聽者為對稱的，及該聆聽與聽者為對稱的，使得近HRTF為左虛擬擴音器對左耳HRTF與右虛擬擴音器對右耳HRTF，及使得遠HRTF為左虛擬擴音器對右耳HRTF與右虛擬擴音器對左耳HRTF。

- 5        在該方法之一釋例性實施例中，該等音訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，及在左虛擬擴音器位置與右虛擬擴音器位置之該對虛擬擴音器且該近耳HRTF與該左虛擬擴音器對左耳HRTF及右虛擬擴音器對右耳HRTF之平均成比例，及其中遠耳HRTF與該左虛擬擴音器對右耳HRTF及  
10    右虛擬擴音器對左耳HRTF之平均成比例。

在該方法之另一釋例性實施例中，該等音訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，及該對虛擬擴音器為在聽者前方之一左前方虛擬擴音器位置與一右前方虛擬擴音器位置。

- 15        其他之層面與特點將由描述、圖說與申請專利範圍而為清楚的。

#### 圖式簡單說明

- 第1圖顯示一個普遍之立體聲播放系統，其包括用多個HRTF濾波器來處理多聲道，而以每一輸入音訊聲道為由特定方向被呈現之感覺提供給一聽者。雖然具有第1圖之立體  
20    音效器可為習知技藝，具有依據此間所描述之一個或多個本發明之層面被選用的濾波器之立體音效器可不為習知技藝。

第2圖顯示包括二音訊輸入(一左聲道輸入與一右聲道

輸入，每一個透過一對HRTF濾波器被處理)。雖然具有第2圖之立體音效器可為習知技藝，具有依據此間所描述之一個或多個本發明之層面被選用的濾波器之立體音效器可不為習知技藝。

5 第3圖以圖面顯示就左虛擬擴音器、右虛擬擴音器與中心位置三個音源角之HRTF的例子。

第4A、4B、4C與4D圖顯示用於一立體音效器中將虛擬擴音器置於 $\theta=\pm 45^\circ$ 之一些典型的HRTF濾波器。第4A圖顯示0°HRTF、第4B圖顯示近耳HRTF、第4C圖遠耳HRTF、及第10 4D圖顯示近與遠耳HRTF之平均。

第5A-5D圖顯示等化可如何被使用以修改近與遠HRTF濾波器，使得其和更接近地配合所欲之0°HRTF。第5A圖顯示將被施用於近與遠HRTF之等化濾波器的脈波響應。第5B與5C圖分別顯示在等化後之近耳與遠耳HRTF，及第5D圖15 顯示依據本發明之層面之等化後之近耳與遠耳HRTF的平均結果。

第6圖顯示依據本發明之層面被設計的等化濾波器之頻率量響應。

第7圖顯示使用依據本發明之層面被決定的等化後20 HRTF濾波器之一立體音效器的一第一實施例。

第8圖顯示使用依據本發明之層面被決定的等化後HRTF濾波器使用一隨機重組網路(一「隨機重組器」)之一立體音效器的一第二實施例。

第9圖顯示使用依據本發明之層面的一和信號濾波器

(即所欲之中心HRTF濾波器)的一立體音效器之另一隨機重組器實施例。

第10圖顯示包括有為將虛擬擴音器置於所欲位置的立體音效器串接之串擾消除立體音效化濾波器實施例與一串擾消除器。該立體音效器部分納入本發明之層面。

第11圖顯示包括四個濾波器之一串擾消除立體音效化濾波器的一替選實施例。

第12圖顯示包括隨機重組一網路、一和信號濾波器與一差濾波器網路之串擾消除立體音效化濾波器的另一替選實施例。

第13圖顯示依據本發明之層面用於處理一對立體聲輸入之一音訊處理系統的DSP裝置式實施例。

第14A圖顯示一處理系統式立體音效器實施例，其接收五聲道之音訊資訊，且包括本發明之層面以對聽者創造一後中心切分信號模擬來自聽者之中心後方的感覺。

第14B圖顯示一處理系統式立體音效器實施例，其接收四聲道之音訊資訊，且包括本發明之層面以對聽者創造一後中心切分信號模擬來自聽者之中心後方的及一前中心切分信號模擬來自聽者之中心前方的感覺。

## 20 【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

一本發明之層面為一立體音效化方法，其就一對立體聲輸入而言為二音源在一第一音源角與一第二音源角使用多對之被測量或被假設之HRTF以就二個或多個音源角將

該對之音訊輸入立體音效化，以創造如在該對輸入間被切分之信號模擬來自該第一與第二音源角間於一第三音源角的幻覺。

第3圖顯示用於左虛擬擴音器之以 $\theta$ 表示的一第一方位角、在對稱之假設下的右虛擬擴音器之 $-\theta$ 角、以及在0度角之一中心虛擬擴音器(即介於左與右虛擬擴音器間半途)的三個音源角之HRTF例子。就中心虛擬擴音器而言，該對HRTF分別以 $HRTF(0,L)$ 與 $HRTF(0,R)$ 被表示。該對左虛擬擴音器HRTF分別以 $HRTF(\theta,L)$ 與 $HRTF(\theta,R)$ 被表示，及該對右  
10 虛擬擴音器HRTF分別以 $HRTF(-\theta,L)$ 與 $HRTF(-\theta,R)$ 被表示。

其欲將一立體聲輸入立體音效化使得音響出現為來自方位角 $\pm\theta$ 。如在「先前技術」段落中所描述者，本發明人已發現一中心切分信號在透過如第2圖之立體聲播放系統就在方位角 $\pm\theta$ 的虛擬擴音器被播放時通常以不完美之中心  
15 影像提供給聽者。此即，該立體音效器不能良好地近似 $HRTF(0,L)$ 。

參照第2圖與公式1-6，當以MonoInput表示之一輸入在左與右聲道輸入間被分裂及被第2圖之立體聲音效系統處理時，分別在聽者之左與右耳的刺激LeftEar與RightEar假設  
20 為對稱的：

$$LeftEar = RightEar = \frac{HRTF_{near} + HRTF_{far}}{2} \otimes MonoInput \quad (7)$$

其欲

$$LeftEar = HRTF(0,L) \otimes MonoInput ,$$

$$RightEar = HRTF(0, R) \otimes MonoInput \quad (8)$$

使得聽者具有 MonoInput 模擬來自一中心位置之幻覺。假設 HRTF 量測展現完全對稱性，因而假設  $HRTF(0, L) = HRTF(0, R)$  及以  $HRTF_{ctr}$  表示此值。所以欲就被

5 分裂為左與右輸入之信號而言：

$$LeftEar = RighthEar = HRTF_{ctr} \otimes MonoInput \quad (9)$$

比較公式 7 與 9，為以 MonoInput 之方向的正確感覺(稱之為良好之「幻影中心影像」)，其欲：

$$\frac{HRTF_{near} + HRTF_{far}}{2} = HRTF_{ctr} \quad (10)$$

10 依據本發明之一第一實施例，一等化濾波器被施用於該等輸入。藉由限制該等化濾波器為線性時間無變異濾波器，此等化濾波器之濾波可被施用於(a)左與右聲道輸入信號(於立體音效化前)，或(b)就左與右虛擬擴音器位置虛擬擴音器為聽者之被測量或被假設的 HRTF，使得結果之近與

15 遠 HRTF 的平均近似所欲之幻影 HRTF。此即，

$$\frac{HRTF'_{near} + HRTF'_{far}}{2} \approx HRTF_{ctr} \quad (11)$$

此處  $HRTF'_{near}$  與  $HRTF'_{far}$  為包括等化之  $HRTF_{near}$  與  $HRTF_{far}$ 。

以  $EQ_C$  表示等化濾波器響應(如脈波響應)。在立體音效

20 化前施用此濾波器至左與右聲道輸入等值於以由被表示為  $HRTF_{near}$  與  $HRTF_{far}$  之成對的  $\theta$  與  $-\theta$  HRTF 之  $HRTF'_{near}$  與  $HRTF'_{far}$  濾波器的立體音效化，且在假設對稱下該等化濾波

器為如下：

$$HRTF'_{near} = HRTF_{near} \otimes EQ_C$$

$$HRTF'_{far} = HRTF_{far} \otimes EQ_C \quad (12)$$

與公式11組合導致所欲之關係：

$$5 \quad \frac{HRTF'_{near} \otimes EQ_C + HRTF'_{far} \otimes EQ_C}{2} = HRTF_{ctr} \quad (13)$$

在一實施例中，該等化濾波器用所欲之HRTF濾波器用所欲之HRTF濾波器與一逆濾波器的組合之一等化濾波器被獲得。特別是公式13用以下列被給予之一等化濾波器加以滿足：

$$10 \quad EQ_C = HRTF_{ctr} \otimes \text{inverse} \left( \frac{HRTF_{near} + HRTF_{far}}{2} \right), \quad (14)$$

此處inverse()表示逆濾波之操作，使得若X與Y為在時域中被定出之濾波器(如脈波響應)， $Y = \text{inverse}(X)$ 意為 $Y \otimes X$ 為一差(delta)函數，此處 $\otimes$ 為迴旋。

很多方法在用於構建逆濾波器之技藝中為習知的。逆  
15 濾波在該技藝中亦被習知為解除迴旋。在一第一施作中，其中X與Y為用於以代表脈波響應之有限長度向量所定出的FIR濾波器，其一個形成根據Y之Toeplitz矩陣，以Toeplitz(Y)表示。向量X為一有限長度向量，其被選用使得Toeplitz(Y)  $\otimes$  Toeplitz(X)接近一差函數。此即，Toeplitz(Y)  
20  $\otimes$  Toeplitz(X)接近一單位矩陣，其誤差以最小平方被最小化。在一施作中，吾人使用迴覆方法以決定此逆轉。

本發明不受限於決定逆濾波器之任何特定方法。一替

選之方法構建逆濾波問題成為適應性濾波器設計問題。脈波響應X之長度為 $m_1$ 的FIR濾波器隨後為脈波響應Y之長度為 $m_2$ 的FIR濾波器。延遲一輸入之一基準輸出由被串接之X與Y濾波器的輸出被減掉以產生一誤差信號。Y之係數適應性地被改變以使最小平方的誤差信號最小化。此為標準適應性濾波器問題，用如最小均方(LMS)方法或被稱為常態化LMS方法之變形的標準方法被解出。例如見1996年N. J. Englewood Cliffs, Prentice Hall出版之S. Haykin著的“Adaptive Filter Theory”第三版。其他的逆濾波決定方法亦可被使用。

逆濾波器還有之另一實施例在頻域中被決定。本發明產生HRTF濾波器之一館藏以使用於立體音效器。這些預設之HRTF濾波器被習知在頻域中平順地採取作為，使得其頻率響應被習知為不可逆的以產生一濾波器，其頻率響應為HRTF濾波器者之逆轉。創造逆濾波器之方法為就此類HRTF濾波器求 $\frac{HRTF_{near} + HRTF_{far}}{2}$ 之倒數，其被習知為行為良好的。

在還有之另一實施例中，濾波器 $\frac{HRTF_{near} + HRTF_{far}}{2}$ 在頻率中如下列般地被逆轉：

(1) 轉換脈波響應為頻域。

(2) 例如在對數頻域刻度中如對1/3八度音解析度對其振幅響應施用平滑。該平滑為迫使該被平滑後之振幅響應

行為良好，且因而為不可逆的。

(3) 逆轉該被平滑後之振幅響應。

(4) 對該被平滑後之振幅響應濾波器加入相位響應使得結果之濾波器為一最小相位濾波器。在逆轉前之原始相位未被使用。

因而，包括使用在一實施例中之以  $EQ_C$  表示的等化濾波器之一第一實施例被計算為：

$$EQ_C = HRTF_{cr} \otimes \text{inverse} \left( \frac{HRTF_{near} + HRTF_{far}}{2} \right)$$

為修改  $HRTF_{near}$  與  $HRTF_{far}$  以創造等化 HRTF 濾波器  
10  $HRTF'_{near}$  與  $HRTF'_{far}$  現在不再如理想地等於  $HRTF(\theta, L)$  與  $HRTF(\theta, R)$  (即  $HRTF_{near}$  與  $HRTF_{far}$ )。而是現在左與右聲道音訊輸入信號具有整體之等化被施用於此。

一般而言，此等化已被發現由於聽者不會感覺左與右虛擬擴音器音響為壞的而不會造成整體處理之不當失真。

15 結果之一對等化 HRTF ( $HRTF'_{near}$  與  $HRTF'_{far}$ ) 滿足下列之準則：

1. 當輸入信號完全地被切分向左或向右時，系統之響應等值於  $\theta$  與  $-\theta$  表示的被選擇之音源位置的所欲之 HRTF 響應，但以相當良性的整體等化  $EQ_C$  被施用。

20 2. 當輸入信號在中心被切分時，系統之響應非常接近  $0^\circ$  音源之 HRTF 響應。

第 4A、4B、4C 與 4D 圖顯示用於一立體音效器中將虛擬擴音器置於  $\theta = \pm 45^\circ$  之一些典型的 HRTF 濾波器。第 4A 圖顯示

以  $HRTF_{center}$  表示之所欲的中心濾波器之被測量的  $0^\circ HRTF$ 、第4B圖顯示在立體音效器中被使用之被測量的  $45^\circ$  近耳  $HRTF$ 、第4C圖顯示在立體音效器中被使用之被測量的  $45^\circ$  遠耳  $HRTF$  及第4D圖顯示近與遠  $45^\circ HRTF$  之平均。

5 其可看出近與遠  $HRTF$  之和與所欲之  $0^\circ HRTF$  不媒配。

第5A-5D圖顯示等化可如何被使用以修改近與遠  $HRTF$  濾波器，使得其和更接近地配合所欲之  $0^\circ HRTF$ 。第5A圖顯示將被施用於  $HRTF_{near}$  與  $HRTF_{far}$  之等化後  $HRTF$  濾波器  $EQ_C$  的脈波響應。第5B圖顯示在在等化後之  $45^\circ$  近耳  $HRTF$ ，即  
10  $HRTF'_{near}$ 。第5C圖顯示在等化後之  $45^\circ$  遠耳  $HRTF$ ，即  $HRTF'_{far}$ ，及第5D圖顯示等化後之近耳  $HRTF$  與等化後之遠耳  $HRTF$  的平均結果。比較第4A圖與第5D圖，其可被看出近與遠  $HRTF$  之平均與被測量的  $0^\circ HRTF$  緊密地媒配。

第6圖顯示依據本發明之層面被設計的等化濾波器  $EQ_C$   
15 之頻率量響應。

一旦某人決定  $FIR$  濾波器  $HRTF'_{near}$  與  $HRTF'_{far}$  之濾波器係數，第7與8實施例顯示使用此些被決定之等化後  $HRTF$  濾波器的立體音效之二替選的施作。第7圖顯示一第一施作  
40，其中脈波響應  $HRTF'_{near}$  之二個近濾波器41與44及脈波  
20 響應  $HRTF'_{far}$  之二個遠濾波器42與43被使用以創造將被加法器45與46相加之信號來產生左耳信號與右耳信號。

第8圖顯示使用首次被Cooper與Bauck提出之隨機重組構造的一第二施作。例如見屬於Cooper與Bauck之美國專利第4,893,342號：“HEAD DIFFRACTION COMPENSATED

STEREO SYSTEM”。包括一加法器51與一減法器52之一隨機重組器產生為左與右音訊輸入信號之和的一第一信號及為左與右音訊輸入信號之差的一第二信號。在該隨機重組器施作50中只需要二個濾波器，即就第一信號(和信號)具有

5  $HRTF'_{near} + HRTF'_{far}$ 之脈波響應的和濾波器53，以及就第二信號(差信號)具有 $HRTF'_{near} - HRTF'_{far}$ 之脈波響應的差濾波器54。現在，結果所得之信號在逆轉隨機重組器之作業且包括一加法器55以產生左耳信號與一減法器56以產生右耳信號的一解除隨機重組網路(「解除隨機重組器」)中被解除

10 隨機重組。換算可被包括，如用電路中之每一路徑的二衰減器57與58或其不同部份之一系列的衰減器分裂被分割。

注意，在第8圖中具有藉由將近與遠HRTF等化之脈波響應的和濾波器53近似地等於所欲之中心HRTF濾波器脈波響應 $2 * HRTF_{center}$ 。由於隨後於解除隨機重組網路55、56

15 與衰減器57、58之和濾波器基本上為用於中心切分信號之一對HRTF濾波器，此為有道理的。

在替選方法中並非預先等化近與遠HRTF，類似第8圖之一隨機重組器被使用，但以和濾波器被雙倍之所欲的中心HRTF濾波器取代。

20 此種施作在第9圖被顯示於對應於：

- 處理被隨機重組器之第一信號，即與左與右聲道輸入之和成比例的和信號，使用就中心切分信號成份形成局部中心虛擬擴音器影像之濾波器。
- 處理被隨機重組器之第二信號，即與左與右聲道輸

入之差成比例的差信號，使得該等左與右輸入近似地被處理而在一所欲之左與一所欲之右虛擬擴音器位置局部化。

第9圖之實施例藉由使用包括加法器51與減法器52以產生該等中心與差信號的隨機重組網路來達成此點。雖然第9圖之實施例使用左與右等化HRTF然後將之轉換為該等  
5 等化後HRTF的和與差，第9圖之實施例用具有所欲之中心HRTF響應二倍之和濾波器59取代該和濾波器，且為差濾波器60使用等於未等化之差濾波器的響應。此方法以在該等  
10 左與右信號之一些局部化誤差為代價提供所欲之高品質的中心HRTF影像。

所以所提出者為如下列之一第一與一第二組的實施例：

1. 以近與遠虛擬擴音器之HRTF開始，對這些近與遠虛擬擴音器之HRTF施用等化濾波而迫使近與遠HRTF近似該  
15 所欲之中心HRTF二倍。此以在被感覺的該等左與右信號之一些局部化變異為代價提供所欲之高品質的中心HRTF影像給聽者。

2. 以近與遠虛擬擴音器之HRTF及所欲之中心HRTF開始，決定其差濾波器作為近與遠HRTF濾波器之差。使用例如一隨機重組網路來構建一和信號與差信號。施用具有與  
20 該等近與遠擴音器HRTF濾波器之差成比例的響應之一濾波器至該差信號。將結果所得之二濾波後信號解除隨機重組並例如經由耳機施至左與右耳。此以在該等左與右信號

之一些局部化誤差為代價提供所欲之高品質的中心影像給聽者。

一第三組之實施例如下列般地組合版本1與2：

3. 根據等化後之近與遠HRTF使用上面的第一方法以  
5 產生和與差濾波器。求具有所欲之中心HRTF的等化後之濾  
波器響應的和之平均以產生平均後的和信號濾波器。求具  
有所欲之中心HRTF未等化之濾波器響應的差之平均以產  
生平均後的差信號濾波器。使用例如一隨機重組網路來構  
建一和信號與差信號。施用該所欲之平均和濾波器至和信  
10 號，及施用該所欲之平均差濾波器至差信號。將結果所得  
之二濾波後信號解除隨機重組並例如經由耳機施至左與右  
耳。此以在該等左與右信號之一些EQ變異一些局部化誤差  
為代價提供所欲之高品質的中心HRTF影像給聽者。

其他替選實施例為可能的以提供中心影像之品質及左  
15 與右影像之品質間的折衷。在一第一此種實施例中，該等  
化濾波器(如用於 $\pm 45^\circ$ 虛擬擴音器之第6圖者)被修改而僅為  
部分地有效的，形成具有比上述第一組實施例所描述之  
HRTF稍微較不清楚的中心影像之結果，但具有之益處為該  
等左與右信號不會像上述第一組實施例所描述之等化後  
20 HRTF濾波器會發生有如此多地被扭曲。

作為更特殊之例子而言，一等化器藉由將第6圖之等化  
曲線(在dB尺度上)減半，使得該濾波器之效應在每一頻率  
被減半及等化濾波器之相位響應(未畫出)類似地被減半，而  
又維持行為良好之相位響應，如維持一最小相位濾波器被

產生。該結果所得之濾波器為使得一對此種被串接之等化濾波器提供與第6圖顯示之濾波器相同的響應。此等化濾波器被使用以就所欲之擴音器位置將所欲之(如被測量的)HRTF濾波器等化。當結果所得之該等信號被播放給聽者，本發明人發現結果所得之近與遠等化後濾波器展現部分地被改良之中心，但在左與右影像只遭到較少之等化誤差。

較大之擴音器角

雖然上面之描述顯示就如 $\pm 30^\circ$ 或 $\pm 45^\circ$ 將虛擬L與R擴音器置於聽者前方所使用的技術，此間所描述之方法與裝置就較大之虛擬擴音器角甚至達到 $\pm 90^\circ$ 亦為有效的。以使用實際擴音器再生下，將該等擴音器以接近 $\pm 90^\circ$ 置於聽者(如直接在聽者左與右方)不會藉由如利用就立體聲擴音器播放不會適當地創造幻影中心影像的情形中將左與右擴音器間之一單聲道信號相等地分割所創造的中心切分之切分被創造的一中心信號正確地局部化。在透過實際擴音器播放之情形中，此中心切分被習知僅在立體聲擴音器以不超過對聽者約 $\pm 45^\circ$ 對稱地被置於聽者前方時會正確地為聽者創造中心位置，即為立體聲擴音器播放創造一幻影中心影像。本發明之層面為透過耳機之播放以達成對聽者 $+/-90^\circ$ 度之虛擬左/右擴音器提供前方中心影像位置。

透過擴音器播放

上面描述之使用HRTF濾波器的方法與裝置不僅對立體聲耳機播放為可應用的，亦可被應用於擴音器播放。用

於經由擴音器創造音響局部化效應的技術(即經由擴音器播放創造幻聲音源之技術)為在本技藝中相當習知的，且一般被稱為「串擾消除立體聲」技術與「跨音效」濾波器。例如見屬於 Atal 與 Schroeder 之美國專利第 3236949 號：

- 5 APPARENT SOUND SOURCE TRANSLATOR。串擾係指聽者在聆聽之際的左與右耳間之串擾，如擴音器之輸出與離擴音器最遠的耳間之串擾。例如，就置於聽者前方之一對立體聲擴音器而言，串擾係指由右擴音器聽到音響的左耳，亦指由左擴音器聽到音響的右耳。由於正常之音響線
- 10 索被串擾分散，串擾被習知會顯著地模糊局部化。串擾消除逆轉串擾之效應。

- 就單聲道輸入而言，典型之串擾消除包括二濾波器，其處理該單聲道輸入信號至通常類似於普通立體聲對置於聽者前方之二擴音器，而以在擴音器之信號欲提供在聽者
- 15 的耳之刺激，其對應於可歸因於由虛擬音響位置到達之音響的立體聲響應。

- 舉例而言，考慮位於聽者前方 $\pm 30^\circ$ 角之二實際的擴音器並假設以在 $\pm 60^\circ$ 之音源的幻覺提供給聽者，串擾消除利用「不做」被實際擴音器設立所施予之 $\pm 30^\circ$ HRTF但使用
- 20  $60^\circ$ HRTF濾波器之立體音效化二者來達成此點。

雖然這些串擾消除技術可被施用以創造幾乎在聽者前方之任何虛擬音源角(在聽者後之虛擬音響位置非常難到達)， $0^\circ$ 前方影像仍用分裂二擴音器間之輸入(稱為中心切分)的較普遍之方法而非使用HRTF被創造，使得將被聽者置於

中心的單聲道輸入以約3至6dB之衰減被饋送至左與右擴音器。

假設欲在以如 $\pm 30^\circ$ 之某些角度被置於聽者前方的二擴音器上處理一對立體聲輸入信號用於播放，及假設欲以聆聽位於如聽者前方 $\pm 60^\circ$ 之別處的一對擴音器之幻覺提供給聽者，達成此點之一習知技藝的方法為創造串擾消除後之立體音效器。第10圖顯示此種被施作為要在如 $\pm 60^\circ$ 之所欲位置放置虛擬擴音器的立體音效器之串接的一串擾消除立體音效化濾波器。該立體音效器在對稱之情形(或如公式3之被迫對稱的情形)中包括二個近HRTF濾波器61、62，其脈波響應以 $HRTF_{near}$ 表示及二個遠HRTF濾波器63、64，其脈波響應以 $HRTF_{far}$ 表示。每一近與遠濾波器之輸出被加法器65、66相加以形成左與右立體音效信號。該立體音效器隨後為一串擾消除器以消除如在 $\pm 30^\circ$ 位置之實際擴音器所創造的串擾。該串擾消除接收來自立體音效器之信號且在對稱情形或被迫對稱之情形中包括近串擾消除濾波器67、68，其脈波響應以 $X_{near}$ 表示與遠串擾消除濾波器69、70，其脈波響應以 $X_{far}$ 表示，隨後為加總器71與72以消除在 $\pm 30^\circ$ 所創造的串擾。其輸出為用於左擴音器73與右擴音器74。

由於每一個近與遠立體音效器與串擾消除濾波器為線性時間無異系統，立體音效器之串接可被呈現為一個二輸入、二輸出系統。第11圖顯示施作此種串擾消除立體音效器成為四個濾波器75、76、77與78，及二個加總器79與80。該等四個濾波器在對稱(或被迫對稱)之情形中具有二個不

同的脈波響應：用於濾波器75與76之以 $G_{near}$ 表示的近脈波響應及用於濾波器77與第二之以 $G_{far}$ 表示的遠脈波響應，其中 $G_{near}$ 與 $G_{far}$ 之每一個為HRTF濾波器 $HRTF_{near}$ 與 $HRTF_{far}$ 及串擾消除濾波器 $X_{near}$ 與 $X_{far}$ 的函數。

- 5       如相當習知者，第11圖中顯示之二輸入、二輸出系統亦可在第12圖中顯示之構造被施作。第12圖顯示包括有一隨機重組網路90之一串擾消除立體音效器，其具有一加法器81以產生一和信號、一減法器82以產生一差信號、一和信號濾波器83以將和信號濾波，此種和信號濾波器信號濾
- 10   波器具具有與 $G_{near} + G_{far}$ 成比例之一脈波響應、一差信號濾波器83以將差信號濾波，此種差信號濾波器信號濾波器具具有與 $G_{near} - G_{far}$ 成比例之一脈波響應、隨後為一解除隨機重組91，其亦包括一加總器85為左擴音器73產生左擴音器信號與一減法器86為右擴音器74產生右擴音器信號和”半規模”
- 15   元件87及88。

因而，一串擾消除立體音效濾波器用與第8圖與第9圖中顯示之構造的第12圖顯示之構造被施作。

- 在一實施例中，和濾波器被設計以精確地再生位於如 $0^\circ$ 之中心的音響。一實施例並非計算此一濾波器為何，而是使用聽者聆聽在精確地將此信號局部化成為來自中心之
- 20   左與右擴音器上的該單聲道信號之相等數量的知識為此一濾波器使用一差函數。在一替選實施例中，該等串擾消除濾波器被等化以迫使該和濾波器為近似於該身份濾波器，如其脈波響應為一差函數之一濾波器。在一替選實施例中

該和濾波器被一扁平(差函數脈波響應)濾波器取代。

雖然本發明之立體聲應用欲校正「局部化」感覺誤差，本發明之串擾消除應用一般為用於校正在中心影像發生之普遍地被感覺的等化誤差。

- 5        另一本發明之層面為藉由立體音效化以模擬如具有二個後方虛擬擴音器位置而正確地模擬一後方中心音源以進一步將在 $180^\circ$ (後方中心)位置被局部化之一幻影中心定位，就好像一擴音器被放在該後方中心位置般地。

- 在一特殊例中，考慮會產生傳統之五擴音器家庭劇院  
10    之立體音效器。此種「虛擬」五擴音器配置之左與右位置可被模擬而增加一清楚之後方中心影像被創造的優點。此允許具有如Dolby Digital EX<sup>tm</sup>(加州舊金山市之杜比實驗室公司)的後方中心擴音器被模擬。

- 一第一後方信號實施例用於後方近與後方遠HRTF濾  
15    波器，使得等化後之後方近與後方遠濾波器的和近似所欲之後方中心HRTF濾波器。經由立體音效器使用預先等化之該地一後方信號實施例來處理如環繞音響輸入之左後與右後信號導致耳機感覺一後方中心切分音源由後方中心出現，但該等二環繞影像(左後與右後)聽起來將有一些可容忍  
20    之虛擬誤差。或者藉由使用一隨機重組器加上近似所欲後方中心HRTF之和信號HRTF濾波器會創造播放信號，其在透過耳機被再生時出現正確地來自中心，但具有左與右後方信號來自稍微離開該所欲位置之左與右後方虛擬擴音器出現的左與右後方信號。

另一實施例包括組合前方與後方處理以均處理後方信號與前方信號。注意，如四聲道音響之環繞音響能處理前方左與右信號及亦後方左與右信號以正確地再生一虛擬中心前方音響與一虛擬中心後方音響。

- 5        注意其將被熟習本技藝者了解，上面之濾波器施作不包括音訊放大器其他類似之元件。進一步言之，上面之濾波器係用於數位濾波。所以就類比輸入而言，將被熟習本技藝者了解有類比對數位變換器被納入。進一步言之，數位對類比變換器將被了解將被用以變換數位信號輸出為類
- 10    比輸出用於透過耳機播放，或在跨音效情形透過擴音器播放。

進一步言之，本技藝中者將了解數位濾波器可用很多方法被施作。

- 第13圖顯示依據本發明之層面用於處理一對立體聲輸入的一音訊處理系統之一施作形式。該音訊處理系統包括：一類比對數位(A/D)變換器97用於變換類比輸入之數位信號，與一數位對類比(D/A)變換器98以變換被處理之該信號為類比輸出信號。在一替選實施例中，方塊97包括為數位輸入信號該提供之一SPDIF介面而非A/D變換器。該系統
- 15    包括一DSP裝置能處理輸入以够快速地產生輸出。在一實施例中，DSP裝置包括序列埠96之形式的介面電路以與A/D及D/A變換器97、98通訊而不需處理器之間接費用，及在一實施例中有裝置外記憶體92與一DMA引擎，其可由晶片外記憶體中及必要時被載入至晶片上記憶體95而不致干擾輸
- 20

入/輸出處理。用於施作此間所描述之本發明的層面之碼可在晶片外記憶體中且必要時可被載入晶片上記憶體。DSP裝置包括一程式記憶體94，其包括碼致使DSP裝置之處理器93施作此間被描述之濾波，一外部匯流排多工器在需要  
5 外部記憶體之情形中被納入。

類似地，第14A圖顯示一立體音效化系統，其接收以透過前方擴音器播放為目標之左、中心與右信號及以經由後方擴音器播放為目標之左環繞與右環繞信號為形式的五聲道音訊資訊。該立體音效器為每一輸入(包括左環繞與右環  
10 繞信號)施作本發明之層面之HRTF濾波器對，使得透過耳機聆聽之聽者遭遇到在中心後方被切分的信號為來自聽者後方中心。該立體音效器使用如包括一處理器之一處理系統被施作。一記憶體被納入用於保存指令，包括任何參數致使該處理器執行如上面所描述之濾波。

15 類似地，第14B顯示一立體音效化系統，其接收以透過前方擴音器播放為目標之左、與右信號及以經由後方擴音器播放為目標之左與右信號為形式的四聲道音訊資訊。該立體音效器為每一輸入(包括左耳與右耳信號)施作本發明之層面之HRTF濾波器對，使得透過耳機聆聽之聽者遭遇到  
20 在中心前方被切分的信號為來自聽者前方中心與在中心後方被切分的信號為來自聽者後方中心。該立體音效器使用如包括一處理器之一處理系統被施作。一記憶體被納入用於保存指令，包括任何參數致使該處理器執行如上面所描述之濾波。

所以此間在一實施例中所描述的方法論為可用機器執行的，其包括接收一個或多個含有指令之碼段的處理器。就任何此間所描述之方法而言，當指令被機器執行時，該機器執行該方法。能執行一組指令(循序或其他的方式)之任一機器被納入，其定出將被該機器採取之行動。因而，典型之機器以包括一個或多個處理器之典型的處理系統為例。每一處理器可包括一個或多個CPU、一圖形處理單元與一可程式之DSP單元。該處理系統可進一步包括一記憶體子系統，包括主RAM及/或一靜態RAM，及/或ROM。一匯流排子系統可被納入用於元件間之通訊。若該處理系統需要顯示器，如液晶顯示器(LCD)或陰極射線管(CRT)顯示器之此種顯示器可被納入。若人工資料鍵入為需要的，該處理系統亦可包括如一個或多個如文數字輸入單元之輸入裝置，如鍵盤、指向控制裝置(如滑鼠)等。如此間所使用之記憶體單元乙詞亦包含如磁碟驅動單元之儲存系統。該處理系統在一些組態中可包括一音響輸出裝置與一網路介面裝置。該記憶體子系統因而包括一承載媒體，其承載包括指令的機器可讀取之碼段(如軟體)，其用於在被該處理系統執行時執行此間所描述之一個或多個方法。該軟體可駐於硬碟中或在用電腦系統執行之際亦可完全或部分地駐於RAM內及/或處理器內。因而，記憶體與處理器亦構成承載該機器可讀取之碼的承載媒體。

在替選實施例中，該機器操作成為獨立裝置，或在網路展開中被連接(如連網)至其他機器，該機器可在伺服器-

用戶環境中以伺服器或用戶機器之資格操作，或在層對層或分散式網路環境中操作成一層機器。該機器可為個人電腦(PC)、平版PC、機上盒(STB)、個人數位助理(PDA)、行動電話、網路設備、網路路由器、切換器或橋段、或能執行定出將被機器採取之行動的一組指令(循序或其他方式)之任何機器。

注意，雖然一些圖僅顯示單一處理器與承載該碼之單一記憶體，本技藝中者將了解上面描述之很多元件有被納入，但為了不模糊該發明性層面而未外顯地被顯示或被描述。例如，雖然只有單一機器被畫出，該「機器」乙詞將亦被採用以包括各別地或聯合地一組(或多組)指令以執行此間所描述之任何一個或多個方法論的機器之任何集合。

因而，此間所描述之每一方法的實施例係為在部分之立體音效化系統或其他實施例之跨音效系統的處理系統上執行之電腦程式的形式。因而如將被熟習本技藝者了解地，本發明之實施例可被實施為一方法、如特殊目的裝置之裝置、如資料處理系統之裝置、或如電腦程式產品之承載媒體。該承載媒體承載一個或多個電腦可讀取之碼段用於控制一處理系統來施作一方法。因之，本發明之層面可採取一方法、整體硬體實施例、整體軟體實施例、或組合軟體與硬體層面之實施例的形式。進一步言之，本發明可採取承載媒體(如在電腦可讀取之儲存媒體上的電腦程式產品)以承載在該媒體中被實施的電腦可讀取之程式碼段。

該軟體可進一步經由網路介面裝置在網路上被發射或

被接收。雖然承載媒體在一釋例性實施例中被顯示為單一媒體，該「承載媒體」乙詞應被採用為包括儲存一組或多組指令之單一媒體或多媒體(如中央式或分散式資料庫及/或有關聯之快取記憶體與伺服器)。該「承載媒體」乙詞亦應被採用為包括能儲存、編碼或承載一組指令之任何媒體用於被機器執行及其致使該機器執行本發明之任何一個或多個方法論。承載媒體可採取任何形式，包括非依電性媒體、依電性媒體與傳輸媒體，但不限於此。非依電性媒體例如包括光碟、磁碟與光磁碟。依電性媒體包括動態記憶體(如主記憶體)。傳輸媒體包括同軸電纜、銅線與光纖，包括包含匯流排子系統之配線。傳輸媒體亦可採取音響或光波之形式，如在紅外線資料與無線電通訊之際被產生者。例如，「承載媒體」乙詞將因之被採用為包括固態記憶體、光學及磁性媒體與載波信號，但不限於此。

15 本發明之其他實施例為承載電腦可讀取的資料用於濾波器處理一對立體聲輸入之一承載媒體的形式。該資料為濾波器之脈波響應或濾波器之頻域轉換函數的形式。該濾波器包括如上述被設計之二HRTF濾波器。在處理為用於耳機聆聽之情形中，該等HRTF濾波器被用以將立體音效器中之輸入資料濾波，及在擴音器聆聽之情形中，該等HRTF濾波器被納入一串擾消除立體音效器中。

其將被了解所討論之方法的步驟在一實施例中用執行儲存在儲存器中指令(碼段)的一處理系統(即電腦)之適當的處理器被執行。其亦將被了解，本發明不限於任何特定

之施作或程式技術，及本發明可使用任何適當的技術被施作用於施作此間所描述之功能。本發明不受限於任何特定之程式語言或作業系統。

5 整個此說明書所指之「某實施例」或「一實施例」意為有關該實施例中被描述的特點、構造或特徵被包括於本發明之至少一實施例。因而在整個此說明書中各處出現之「在一實施例中」未必均指同一實施例。進一步言之，該等特點、構造或特徵可用如對一般熟習本技藝者由此揭示在一個或多個實施例會為明白之任何適合的方式被組合。

10 類似地，其應被了解在本發明之釋例性的上面描述中，本發明之各種特點有時候為了揭示流暢及有助於了解一個或多個各種發明性層面的目的，在其單一實施例、圖或描述中被組在一起。然而此揭示方法不被解釋為反映所主張之發明需要比在每一申請專利範圍直接引述者更多的特點之意圖。而是如下列申請專利範圍反映者，發明性之

15 層面處於比單一前述所揭示之實施例的較少所有特點中。因而，遵循「實施方式」之申請專利範圍因此直接被納入此「實施方式」中，而以每一申請專利範圍本身固守為本發明之一分離的實施例。進一步言之，雖然此間所描述之

20 某些實施例包括一些但非其他特點，不同實施例之特點的組合意為在本發明之領域內並如此間下面所主張地形成不同之實施例。

進一步言之，如此間被描述之一些實施例為一方法或一之元件的組合，其可用一處理器或一電腦系統被施作。

因而，具有實施此一方法或一方法之元件的必要指令之一處理形成用於實施此一方法或一方法之元件的設施。類似地，此間所描述之一裝置實施例的此間所描述之一元件為用於就實施本發明之目的實施被該元件執行之功能的一設施之例子。

在此間之描述與申請專利範圍中，在固定相稱性內同等之情形被包括於同等性與實質同等性。

此間所引述之所有出版品、專利與專利申請案因而被納為參考。

因而，雖然所被描述者咸信為本發明之較佳實施例，熟習本技藝者將了解其他與進一步修改可對此被做成而不致偏離本發明之精神，且其被意圖主張所有此類變化與修改為落在本發明之領域內。例如，上面被給予之任何公式僅為可被使用之程序的代表。功能可被添加至該等方塊圖或由其被刪除，及作業可在功能方塊圖間被交換。步驟可被添加至在本發明之領域內被描述之方法或由其被刪除。

### 【圖式簡單說明】

第1圖顯示一個普遍之立體聲播放系統，其包括用多個HRTF濾波器來處理多聲道，而以每一輸入音訊聲道為由特定方向被呈現之感覺提供給一聽者。雖然具有第1圖之立體音效器可為習知技藝，具有依據此間所描述之一個或多個本發明之層面被選用的濾波器之立體音效器可不為習知技藝。

第2圖顯示包括二音訊輸入(一左聲道輸入與一右聲道

輸入，每一個透過一對HRTF濾波器被處理)。雖然具有第2圖之立體音效器可為習知技藝，具有依據此間所描述之一個或多個本發明之層面被選用的濾波器之立體音效器可不為習知技藝。

5 第3圖以圖面顯示就左虛擬擴音器、右虛擬擴音器與中心位置三個音源角之HRTF的例子。

第4A、4B、4C與4D圖顯示用於一立體音效器中將虛擬擴音器置於 $\theta=\pm 45^\circ$ 之一些典型的HRTF濾波器。第4A圖顯示 $0^\circ$ HRTF、第4B圖顯示近耳HRTF、第4C圖遠耳HRTF、及第  
10 4D圖顯示近與遠耳HRTF之平均。

第5A-5D圖顯示等化可如何被使用以修改近與遠HRTF濾波器，使得其和更接近地配合所欲之 $0^\circ$ HRTF。第5A圖顯示將被施用於近與遠HRTF之等化濾波器的脈波響應。第5B與5C圖分別顯示在等化後之近耳與遠耳HRTF，及第5D圖  
15 顯示依據本發明之層面之等化後之近耳與遠耳HRTF的平均結果。

第6圖顯示依據本發明之層面被設計的等化濾波器之頻率量響應。

第7圖顯示使用依據本發明之層面被決定的等化後  
20 HRTF濾波器之一立體音效器之一第一實施例。

第8圖顯示使用依據本發明之層面被決定的等化後HRTF濾波器使用一隨機重組網路(一「隨機重組器」)之一立體音效器之一第二實施例。

第9圖顯示使用依據本發明之層面的一和信號濾波器

(即所欲之中心HRTF濾波器)的一立體音效器之另一隨機重組器實施例。

第10圖顯示包括有為將虛擬擴音器置於所欲位置的立體音效器串接之串擾消除立體音效化濾波器實施例與一串擾消除器。該立體音效器部分納入本發明之層面。

第11圖顯示包括四個濾波器之一串擾消除立體音效化濾波器的一替選實施例。

第12圖顯示包括隨機重組一網路、一和信號濾波器與一差濾波器網路之串擾消除立體音效化濾波器的另一替選實施例。

第13圖顯示依據本發明之層面用於處理一對立體聲輸入之一音訊處理系統的DSP裝置式實施例。

第14A圖顯示一處理系統式立體音效器實施例，其接收五聲道之音訊資訊，且包括本發明之層面以對聽者創造一後中心切分信號模擬來自聽者之中心後方的感覺。

第14B圖顯示一處理系統式立體音效器實施例，其接收四聲道之音訊資訊，且包括本發明之層面以對聽者創造一後中心切分信號模擬來自聽者之中心後方的及一前中心切分信號模擬來自聽者之中心前方的感覺。

【主要元件符號說明】

|          |              |
|----------|--------------|
| 11...聲道  | 15...HRTF濾波器 |
| 12...聲道  | 16...HRTF濾波器 |
| 13...濾波器 | 17...加法器     |
| 14...濾波器 | 18...加法器     |

- |            |              |
|------------|--------------|
| 19...耳機    | 54...差濾波器    |
| 20...聽者    | 55...加法器     |
| 21...位置    | 56...減法器     |
| 22...左耳    | 57...衰減器     |
| 23...右耳    | 58...衰減器     |
| 31...左聲道輸入 | 59...和濾波器    |
| 32...右聲道輸入 | 60...差濾波器    |
| 33...HRTF  | 61...HRTF濾波器 |
| 34...HRTF  | 62...HRTF濾波器 |
| 35...HRTF  | 63...HRTF濾波器 |
| 36...HRTF  | 64...HRTF濾波器 |
| 37...音源    | 65...加法器     |
| 38...音源    | 66...加法器     |
| 40...第一施作  | 67...串擾消除濾波器 |
| 41...近濾波器  | 68...串擾消除濾波器 |
| 42...遠濾波器  | 69...串擾消除濾波器 |
| 43...遠濾波器  | 70...串擾消除濾波器 |
| 44...近濾波器  | 71...加總器     |
| 45...加法器   | 72...加總器     |
| 46...加法器   | 73...擴音器     |
| 50...第二施作  | 74...擴音器     |
| 51...加法器   | 75...濾波器     |
| 52...減法器   | 76...濾波器     |
| 53...和濾波器  | 77...濾波器     |

78...濾波器

79...加總器

80...加總器

81...中心

82...減法器

83...和信號濾波器

84...差濾波器

85...加總器

86...減法器

87...衰減器

88...衰減器

90...隨機重組器

91...解除隨機重組器

92...裝置外記憶體

93...處理器心

94...程式記憶體

95...晶片上記憶體

96...序列埠

97...A/D變換器

98...A/D變換器

## 十、申請專利範圍：

1. 一種處理一對音訊輸入信號以用於音訊再生之方法，該方法包含：

接收該對音訊輸入信號；

- 5 隨機重組該等輸入信號以創造與該等輸入信號之和成比例之一第一信號(「和信號」)，及與該等輸入信號之差成比例之一第二信號(「差信號」)；

為聆聽在一中心位置之一虛擬音源的聽者透過近似一中心HRTF二倍之一濾波器將該和信號濾波；

- 10 為聆聽一對虛擬擴音器之聽者透過近似一近耳HRTF與一遠耳HRTF間的差之一濾波器將該差信號濾波；以及

- 將濾波後之和信號與濾波後之差信號解除隨機重組以創造與該等濾波後之和及濾波後之差信號的和成比例之一第一輸出信號，及與該等濾波後之和及濾波後之差信號之差成比例之一第二輸出信號，

- 20 使得在該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形下，透過耳機聆聽該等第一與第二輸出信號之聽者被提供該被切分之信號成份散發來自在該中心位置之該虛擬音源的感覺。

2. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中近似該中心HRTF二倍之濾波器被獲得分別作為該近耳HRTF與該遠耳HRTF之等化後的版本之和，其利用一等化濾波器藉由分別將該近耳HRTF與該遠耳HRTF濾波而被獲

得，及其中近似該近耳HRTF與該遠耳HRTF之差的濾波器為具有響應實質上等於該近耳HRTF與該遠耳HRTF之被等化的版本間之差的濾波器。

5 3. 如申請專利範圍第2項所述之方法，其中該等化濾波器為用於與該近耳HRTF與該遠耳HRTF之和成比例的濾波器之逆濾波器。

4. 如申請專利範圍第3項所述之方法，其中該等化濾波器響應藉由將與該近耳HRTF與該遠耳HRTF之和成比例的濾波器在頻域中逆轉而被決定。

10 5. 如申請專利範圍第3項所述之方法，其中該等化濾波器響應用要逆轉與該近耳HRTF與該遠耳之和成比例的濾波器響應之一適應性濾波器方法被決定。

15 6. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中近似該中心HRTF二倍之濾波器為具有實質上等於一所欲的中心HRTF二倍之響應的濾波器。

20 7. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，在左虛擬擴音器位置與右虛擬擴音器位置之該對虛擬擴音器對該聽者為對稱的，及其中該聆聽與聽者為對稱的，使得近HRTF為左虛擬擴音器對左耳HRTF與右虛擬擴音器對右耳HRTF，及使得遠HRTF為左虛擬擴音器對右耳HRTF與右虛擬擴音器對左耳HRTF。

8. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為

在左虛擬擴音器位置與右虛擬擴音器位置，及其中該近  
耳HRTF與該左虛擬擴音器對左耳HRTF及右虛擬擴音  
器對右耳HRTF之平均成比例，及其中遠耳HRTF與該左  
5 虛擬擴音器對右耳HRTF及右虛擬擴音器對左耳HRTF  
之平均成比例。

9. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該等音訊輸入  
信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為  
在聽者前方之一左前方虛擬擴音器位置與一右前方虛  
擬擴音器位置。

10 10. 如申請專利範圍第9項所述之方法，其中該左前方與右  
前方虛擬擴音器位置為在對聽者45與90度間之量的方  
位角。

11. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該等音訊輸入  
信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為  
15 在聽者後方之一左後方虛擬擴音器位置與一右後方虛  
擬擴音器位置。

12. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該等音訊輸入  
信號為一組用於環繞音響播放之多於二個輸入信號的  
一部分集合，及其中該方法包括處理該組多於二個輸入  
20 信號用於透過耳機之聆聽，包括為每一該等輸入信號創  
造虛擬擴音器位置。

13. 一種用以處理一對音訊輸入信號以用於音訊再生之裝  
置，該裝置包含：

用以將該對音訊輸入信號隨機重組之構件，該用以

隨機重組之構件創造與該等輸入信號之和成比例之一第一信號(「和信號」)及與該等輸入信號之差成比例之一第二信號(「差信號」)；

5 用以為聆聽在一中心位置之一虛擬音源的聽者透過近似一中心HRTF二倍之一濾波器將該和信號濾波之構件，用以濾波該和信號之該構件被耦合於用以隨機重組之該構件；

用以為聆聽一對虛擬擴音器之聽者透過近似一近耳HRTF與一遠耳HRTF間的差之一濾波器將該差信號  
10 濾波之構件，用以將該差信號濾波之該構件被耦合於用以隨機重組之該構件；以及

用以將該經濾波後之和信號與該經濾波後之差信號解除隨機重組之構件，該用於解除隨機重組之構件被耦合於該用於隨機重組之構件，該用於解除隨機重組之  
15 構件創造與該等經濾波後之和及經濾波後之差信號的和成比例之一第一輸出信號及與該等經濾波後之和及經濾波後之差信號的差成比例之一第二輸出信號，

使得在該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形中，透過耳機聆聽該等第一與第二輸出信號之  
20 聽者被提供該被切分之信號成份散發來自在該中心位置之該虛擬音源的感覺。

14. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中近似該中心HRTF二倍之濾波器被獲得分別作為該近耳HRTF與該遠耳HRTF之等化後的版本之和，其利用一等化濾波器

藉由分別將該近耳 HRTF 與該遠耳 HRTF 濾波而被獲得，及其中近似該近耳 HRTF 與該遠耳 HRTF 之差的濾波器為具有響應實質上等於該近耳 HRTF 與該遠耳 HRTF 之被等化的版本間之差的濾波器。

5 15. 如申請專利範圍第 14 項所述之裝置，其中該等化濾波器為用於與該近耳 HRTF 與該遠耳 HRTF 之和成比例的濾波器之逆濾波器。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之裝置，其中該等化濾波器響應藉由將與該近耳 HRTF 與該遠耳 HRTF 之和成比例  
10 的濾波器在頻域中逆轉而被決定。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述之裝置，其中該等化濾波器響應用要逆轉與該近耳 HRTF 與該遠耳之和成比例的濾  
波器響應之一適應性濾波器方法被決定。

18. 如申請專利範圍第 13 項所述之裝置，其中近似該中心  
15 HRTF 二倍之濾波器為具有實質上等於一所欲的中心 HRTF 二倍之響應的濾波器。

19. 如申請專利範圍第 13 項所述之裝置，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，在左虛擬擴音器位置與  
右虛擬擴音器位置之該對虛擬擴音器對該聽者為對稱  
20 的，及其中該聆聽與聽者為對稱的，使得近 HRTF 為左  
虛擬擴音器對左耳 HRTF 與右虛擬擴音器對右耳  
HRTF，及使得遠 HRTF 為左虛擬擴音器對右耳 HRTF 與  
右虛擬擴音器對左耳 HRTF。

20. 如申請專利範圍第 13 項所述之裝置，其中該等音訊輸入

信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為在左虛擬擴音器位置與右虛擬擴音器位置，及其中該近耳HRTF與該左虛擬擴音器對左耳HRTF及右虛擬擴音器對右耳HRTF之平均成比例，及其中遠耳HRTF與該左  
5 虛擬擴音器對右耳HRTF及右虛擬擴音器對左耳HRTF之平均成比例。

21. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為在聽者前方之一左前方虛擬擴音器位置與一右前方虛  
10 擬擴音器位置。

22. 如申請專利範圍第21項所述之裝置，其中該左前方與右前方虛擬擴音器位置為在對聽者45與90度間之量的方位角。

23. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為在聽者後方之一左後方虛擬擴音器位置與一右後方虛  
15 擬擴音器位置。

24. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中該等音訊輸入信號為一組用於環繞音響播放之多於二個輸入信號的一部分集合，及其中該方法包括處理該組多於二個輸入  
20 信號用於透過耳機之聆聽，包括為每一該等輸入信號創造虛擬擴音器位置。

25. 一種用以處理一對音訊輸入信號以用於音訊再生之裝置，該裝置包含：

一隨機重組器，其具有輸入以接收該對音訊輸入信號來創造與該等輸入信號之和成比例之一第一信號(「和信號」)，及與該等輸入信號之差成比例之一第二信號(「差信號」)，該隨機重組器具有一和信號輸出與一差信號輸出；

一和濾波器，其被耦合於該和信號輸出，而為聆聽在一中心位置之一虛擬音源的聽者將和信號濾波至近似一中心HRTF二倍；

一差濾波器，其被耦合於該差信號輸出以將該差信號濾波，該差濾波器近似一近耳HRTF與一遠耳HRTF間的差以用於聆聽一對虛擬擴音器之聽者；以及

一解除隨機重組器，其耦合於該和濾波器與該差濾波器之輸出以創造與該等濾波後之和及濾波後之差信號的和成比例之一第一輸出信號及與該等濾波後之和及濾波後之差信號之差成比例之一第二輸出信號，

使得在該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形中，透過耳機聆聽該等第一與第二輸出信號之聽者被提供該被切分之信號成份散發來自在該中心位置之該虛擬音源的感覺。

26. 如申請專利範圍第25項所述之裝置，其中近似該中心HRTF二倍之和濾波器的響應被獲得分別作為該近耳HRTF與該遠耳HRTF之等化後的版本之和，其利用一等化濾波器藉由分別將該近耳HRTF與該遠耳HRTF濾波而被獲得，及其中近似該近耳HRTF與該遠耳HRTF之差

的濾波器為具有響應實質上等於該近耳HRTF與該遠耳HRTF之被等化的版本間之差的濾波器。

27. 如申請專利範圍第26項所述之裝置，其中該等化濾波器為用於與該近耳HRTF與該遠耳HRTF之和成比例的濾波器之逆濾波器。

28. 如申請專利範圍第26項所述之裝置，其中該等化濾波器響應藉由將與該近耳HRTF與該遠耳HRTF之和成比例的濾波器在頻域中逆轉而被決定。

29. 如申請專利範圍第27項所述之裝置，其中該等化濾波器響應用要逆轉與該近耳HRTF與該遠耳之和成比例的濾波器響應之一適應性濾波器方法被決定。

30. 如申請專利範圍第25項所述之裝置，其中該和濾波器具有的響應實質上等於一所欲的中心HRTF二倍。

31. 如申請專利範圍第25項所述之裝置，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，在左虛擬擴音器位置與右虛擬擴音器位置之該對虛擬擴音器對該聽者為對稱的，及其中該聆聽與聽者為對稱的，使得近HRTF為左虛擬擴音器對左耳HRTF與右虛擬擴音器對右耳HRTF，及使得遠HRTF為左虛擬擴音器對右耳HRTF與右虛擬擴音器對左耳HRTF。

32. 如申請專利範圍第25項所述之裝置，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為在左虛擬擴音器位置與右虛擬擴音器位置，及其中該近耳HRTF與該左虛擬擴音器對左耳HRTF及右虛擬擴音

器對右耳HRTF之平均成比例，及其中遠耳HRTF與該左  
虛擬擴音器對右耳HRTF及右虛擬擴音器對左耳HRTF  
之平均成比例。

5 33. 如申請專利範圍第25項所述之裝置，其中該等音訊輸入  
信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為  
在聽者前方之一左前方虛擬擴音器位置與一右前方虛  
擬擴音器位置。

10 34. 如申請專利範圍第33項所述之裝置，其中該左前方與右  
前方虛擬擴音器位置為在對聽者45與90度間之量的方  
位角。

35. 如申請專利範圍第25項所述之裝置，其中該等音訊輸入  
信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為  
在聽者後方之一左後方虛擬擴音器位置與一右後方虛  
擬擴音器位置。

15 36. 如申請專利範圍第25項所述之裝置，其中該等音訊輸入  
信號為一組用於環繞音響播放之多於二個輸入信號的  
一部分集合，及其中該方法包括處理該組多於二個輸入  
信號用於透過耳機之聆聽，包括為每一該等輸入信號創  
造虛擬擴音器位置。

20 37. 一種處理一對音訊輸入信號以用於音訊再生之方法，該  
方法包含：

用對應於以下步驟之結果產生一對輸出信號的處  
理來將該對音訊輸入信號濾波；該步驟為：

以一對HRTF濾波器將各個該等輸入信號濾波；以

及

加入HRTF濾波後的該等信號，

其中該對HRTF濾波器為使得透過耳機聆聽該對輸出信號之聽者感受來自所欲的一對虛擬擴音器位置之聲音，以及

其中該濾波為使得在該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形下，透過耳機來聆聽該對輸出信號之聽者被提供被切分之該信號成份散發來自該等虛擬擴音器位置間之一中心位置之一虛擬音源的感覺，以及

其中過濾該對音訊輸入信號之該對HRTF濾波器具有一濾波器響應，其特徵在於將該對音訊輸入信號之和藉由實質和一所欲之中心HRTF的響應成比例之一濾波器濾波。

38. 如申請專利範圍第37項所述之方法，其中該對HRTF濾波器由一近耳HRTF與一遠耳HRTF組成，用於聽者聆聽在所欲之虛擬擴音器位置的一對虛擬擴音器，及其中該對音訊輸入信號之濾波包括：

隨機重組輸入信號以創造一第一信號(「和信號」)與該等輸入信號之和成比例及一第二信號(「差信號」)與該等輸入信號之差成比例；

為聆聽在一中心位置之一虛擬音源的聽者透過近似一中心HRTF二倍之一濾波器將該和信號濾波；

為聆聽一對虛擬擴音器之聽者透過近似一近耳

HRTF與一遠耳HRTF間的差之一濾波器將該差信號濾波；以及

將濾波後之和信號與濾波後之差信號解除隨機重組以創造一第一輸出信號與該等濾波後之和及差信號的和成比例及一第二輸出信號與該等濾波後之和及差信號的差成比例。

39. 如申請專利範圍第38項所述之方法，其中近似該中心HRTF二倍之濾波器為具有實質上等於該所欲的中心HRTF二倍之響應的濾波器。

10 40. 如申請專利範圍第37項所述之方法，其中該對HRTF濾波器由一等化後之近耳HRTF與一等化後之遠耳HRTF組成，該等化後之近耳HRTF與該等化後之遠耳HRTF係藉由分別將一近耳HRTF與一遠耳HRTF等化而被獲得用於聽者聆聽在該等虛擬擴音器位置之一對虛擬擴音器，該等化使用一等化濾波器被組構使得該等化後之近耳HRTF與該等化後之遠耳HRTF的平均為用於該聽者聆聽在中心位置之虛擬音源的所欲之中心HRTF。

15 41. 如申請專利範圍第40項所述之方法，其中該等化濾波器為用於與該近耳HRTF與該遠耳之和成比例的濾波器之逆濾波器。

20 42. 如申請專利範圍第37項所述之方法，其中該等訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為在對稱於聽者之一左虛擬擴音器位置與一右虛擬擴音器位置，及其中該聽者與聆聽為對稱的，使得近HRTF為

對左耳HRTF之左虛擬擴音器及對右耳HRTF之右虛擬擴音器，與使得遠HRTF為對右耳HRTF之左虛擬擴音器及對左耳HRTF之右虛擬擴音器。

5 43. 如申請專利範圍第37項所述之方法，其中該等訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為在一左虛擬擴音器位置與一右虛擬擴音器位置，及其中該近HRTF為與對左耳HRTF之左虛擬擴音器及對右耳HRTF之右虛擬擴音器的平均成比例，及其中該遠HRTF為與對右耳HRTF之左虛擬擴音器及對左耳HRTF之右  
10 虛擬擴音器的平均成比例。

44. 如申請專利範圍第1或37項所述之方法，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與右輸入，其中該對虛擬擴音器為在聽者前方之一左前方虛擬擴音器位置與一右前方  
15 虛擬擴音器位置。

45. 如申請專利範圍第44項所述之方法，其中該左前方與右前方虛擬擴音器位置為在對聽者45與90度間之量的方位角。

46. 如申請專利範圍第37項所述之方法，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與右輸入，其中該對虛擬擴音器為在  
20 聽者前方之一左後方虛擬擴音器位置與一右後方虛擬擴音器位置。

47. 如申請專利範圍第37項所述之方法，其中該等音訊輸入信號為一組用於環繞音響播放之多於二個輸入信號的一部分集合，及其中該方法包括處理該組多於二個輸入

信號用於透過耳機之聆聽，包括為每一該等輸入信號創造虛擬擴音器位置。

48. 一種處理一對音訊輸入信號以用於音訊再生之方法，該方法包含：

5           將該對音訊輸入信號濾波以用於音訊再生，該濾波動作係藉由對應於下列步驟之結果以一產生一對輸出信號的處理來進行，該步驟為：

          以一對HRTF濾波器將每一該等輸入信號濾波；

          加入HRTF濾波後的該等信號；以及

10           將所加入之HRTF濾波後的該等信號消除串擾；

          其中該消除串擾係用於經由設置於一第一組擴音器位置之擴音器供聆聽該對輸出信號之聽者用；

          其中該HRTF濾波器對係可使聆聽該對輸出信號之聽者感受來自位於所欲虛擬擴音器位置之一對虛擬擴音器的聲音；

15           其中該濾波係可使得在於該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形下，透過位於第一組擴音器位置之該對擴音器聆聽該對輸出信號之聽者被提供被切分之該信號成份散發來自在該等所欲虛擬擴音器位置間之一中心位置之一虛擬音源的感覺，以及

20           其中過濾該對音訊輸入信號之該對HRTF濾波器具有一濾波器響應，其特徵在於將該對音訊輸入信號之和藉由實質和一所欲之中心HRTF的一響應成比例之一濾波器濾波。

49. 如申請專利範圍第48項所述之方法，其中該對HRTF濾波器由一近耳HRTF與一遠耳HRTF組成，用於聽者聆聽在所欲之虛擬擴音器位置的一對虛擬擴音器，及其中該對音訊輸入信號之濾波包括：

5 隨機重組輸入信號以創造一第一信號(「和信號」)與該等輸入信號之和成比例及一第二信號(「差信號」)與該等輸入信號之差成比例；

為聆聽在一中心位置之一虛擬音源的聽者透過近似一中心HRTF二倍之一濾波器將該和信號濾波；

10 為聆聽一對虛擬擴音器之聽者透過近似一近耳HRTF與一遠耳HRTF間的差之一濾波器將該差信號濾波；以及

將濾波後之和信號與濾波後之差信號解除隨機重組以創造一第一輸出信號與該等濾波後之和及差信號的和成比例及一第二輸出信號與該等濾波後之和及差信號的差成比例。

15

50. 如申請專利範圍第49項所述之方法，其中近似該中心HRTF二倍之濾波器為具有實質上等於該所欲的中心HRTF二倍之響應的濾波器。

20 51. 如申請專利範圍第37或48項所述之方法，其中該對HRTF濾波器由一等化後之近耳HRTF與一等化後之遠耳HRTF組成，該等化後之近耳HRTF與該等化後之遠耳HRTF係藉由分別將一近耳HRTF與一遠耳HRTF等化而被獲得用於聽者聆聽在該等虛擬擴音器位置之一對虛

擬擴音器，該等化使用一等化濾波器被組構使得該等化後之近耳HRTF與該等化後之遠耳HRTF的平均為用於該聽者聆聽在中心位置之虛擬音源的所欲之中心HRTF。

5 52. 如申請專利範圍第51項所述之方法，其中該等化濾波器為用於與該近耳HRTF與該遠耳之和成比例的濾波器之逆濾波器。

10 53. 如申請專利範圍第48項所述之方法，其中該等訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為在對稱於聽者之一左虛擬擴音器位置與一右虛擬擴音器位置，及其中該聽者與聆聽為對稱的，使得近HRTF為對左耳HRTF之左虛擬擴音器及對右耳HRTF之右虛擬擴音器，與使得遠HRTF為對右耳HRTF之左虛擬擴音器及對左耳HRTF之右虛擬擴音器。

15 54. 如申請專利範圍第48項所述之方法，其中該等訊輸入信號包括一左輸入與一右輸入，其中該對虛擬擴音器為在一左虛擬擴音器位置與一右虛擬擴音器位置，及其中該近HRTF為與對左耳HRTF之左虛擬擴音器及對右耳HRTF之右虛擬擴音器的平均成比例，及其中該遠HRTF為與對右耳HRTF之左虛擬擴音器及對左耳HRTF之右  
20 虛擬擴音器的平均成比例。

55. 如申請專利範圍第48項所述之方法，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與右輸入，其中該對虛擬擴音器為在聽者前方之一左前方虛擬擴音器位置與一右前方虛擬

擴音器位置。

56. 如申請專利範圍第55項所述之方法，其中該左前方與右前方虛擬擴音器位置為在對聽者45與90度間之量的方位角。

5 57. 如申請專利範圍第48項所述之方法，其中該等音訊輸入信號包括一左輸入與右輸入，其中該對虛擬擴音器為在聽者前方之一左後方虛擬擴音器位置與一右後方虛擬擴音器位置。

10 58. 如申請專利範圍第48項所述之方法，其中該等音訊輸入信號為一組用於環繞音響播放之多於二個輸入信號的一部分集合，及其中該方法包括處理該組多於二個輸入信號用於透過耳機之聆聽，包括為每一該等輸入信號創造虛擬擴音器位置。

15 59. 一種處理一對音訊輸入信號以用於音訊再生之方法，該方法包含：

接收該對音訊輸入信號；

隨機重組輸入信號以創造與該等輸入信號之和成比例之一第一信號(「和信號」)及與該等輸入信號之差成比例之一第二信號(「差信號」)；

20 透過近似於一近耳HRTF之等化後版本與一遠耳HRTF之等化後版本的和之一濾波器將該和信號濾波，該等近耳與遠耳HRTF係用於聆聽在對應之虛擬擴音器位置的一對虛擬擴音器之一聽者，該等等化之版本使用所設計的一等化濾波器被獲得，使得該被等化之近耳

HRTF與該被等化之遠耳HRTF的平均近似用於聆聽在該等虛擬擴音器位置間之中心位置的虛擬音源之聽者的中心HRTF；

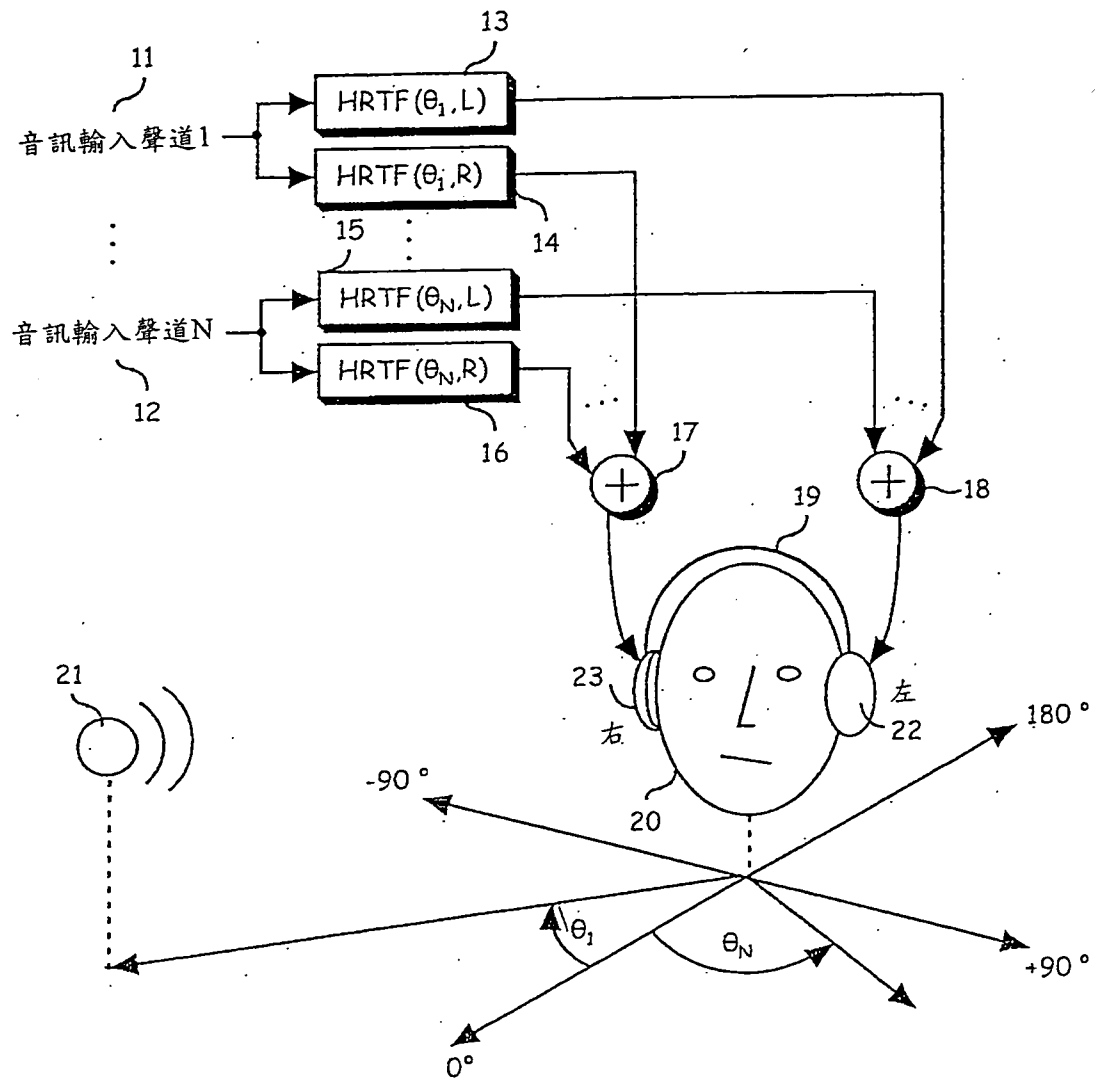
5 透過近似於該近耳HRTF之等化後版本與該遠耳HRTF之等化後版本的差之一濾波器將該差信號濾波，以用於聆聽該對虛擬擴音器之該聽者；以及

將濾波後之和信號與濾波後之差信號解除隨機重組以創造與該等濾波後之和及濾波後之差信號的和成比例之一第一輸出信號及與該等濾波後之和及濾波後之差信號的差成比例之一第二輸出信號，

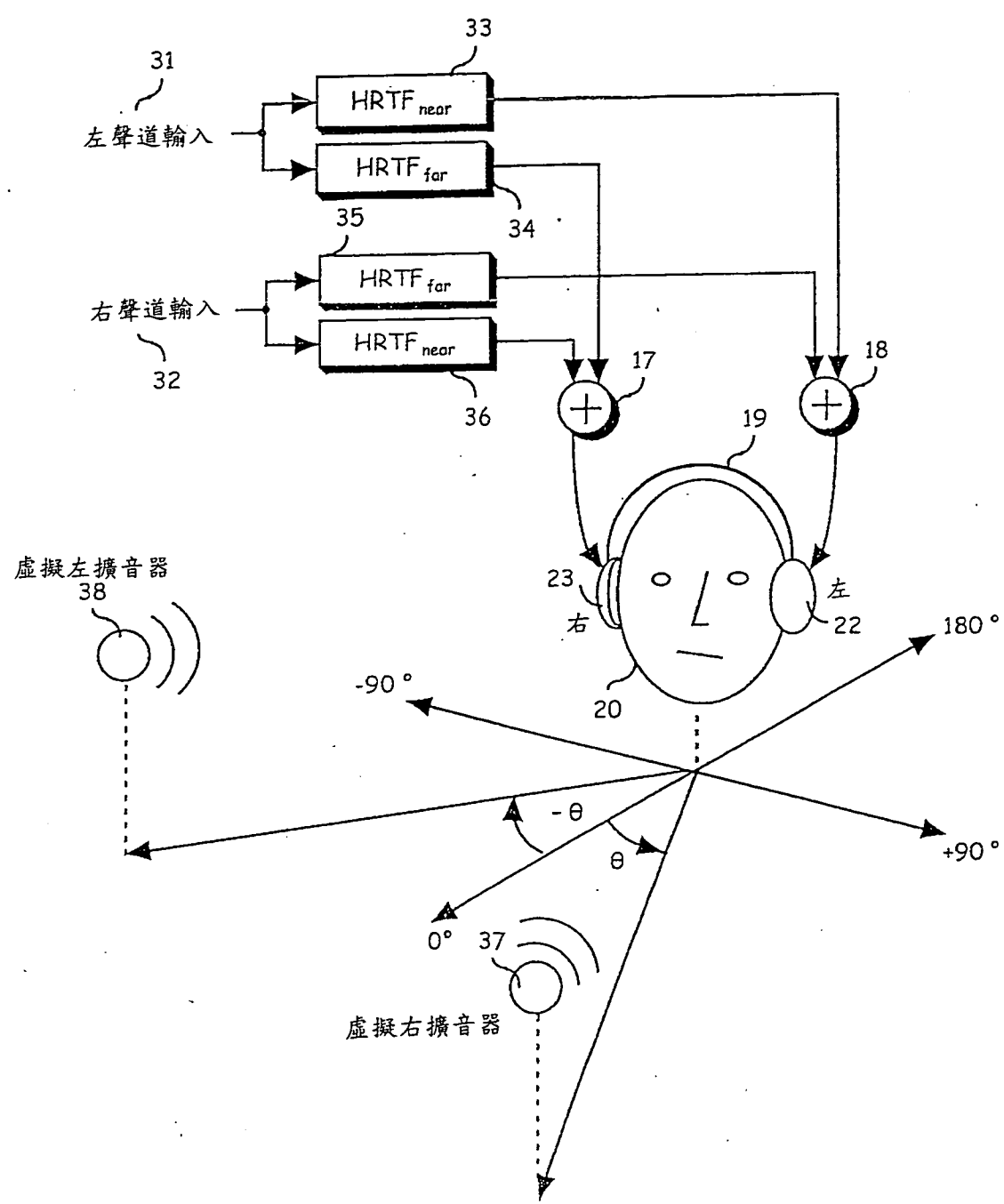
10

使得在該對音訊輸入信號包括被切分之一信號成份的情形下，透過耳機聆聽該等第一與第二輸出信號之該聽者被提供該被切分之信號成份散發來自在該中心位置之該虛擬音源的感覺。

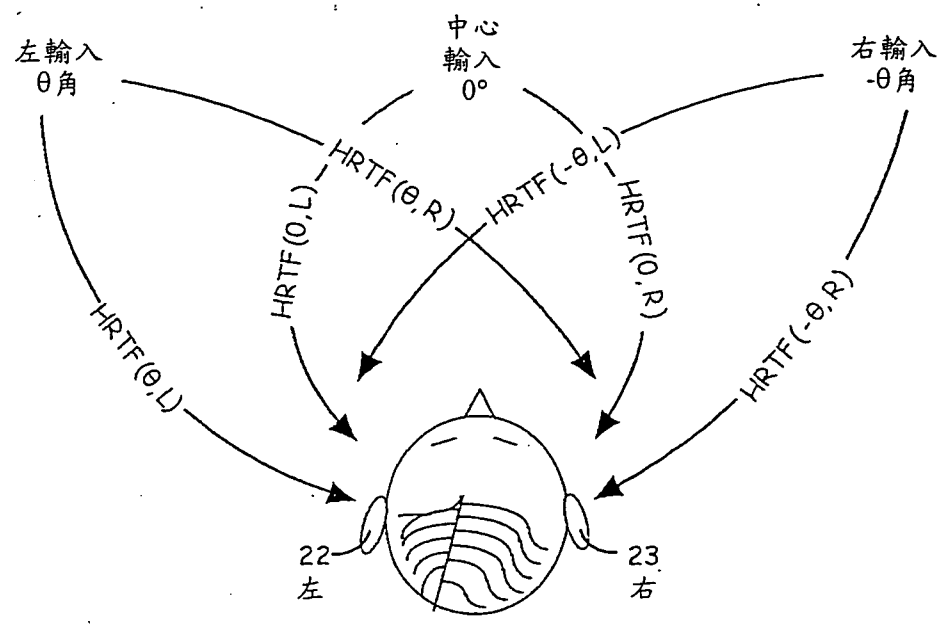
15 60. 一種攜載指令之一攜載媒體，當該等指令由一處理系統之一或多個處理器執行時，實現處理一對音訊輸入信號以用於音訊再生之一方法，該方法係如申請專利範圍第1至12及37至59項中任一項所述之方法。



第 1 圖



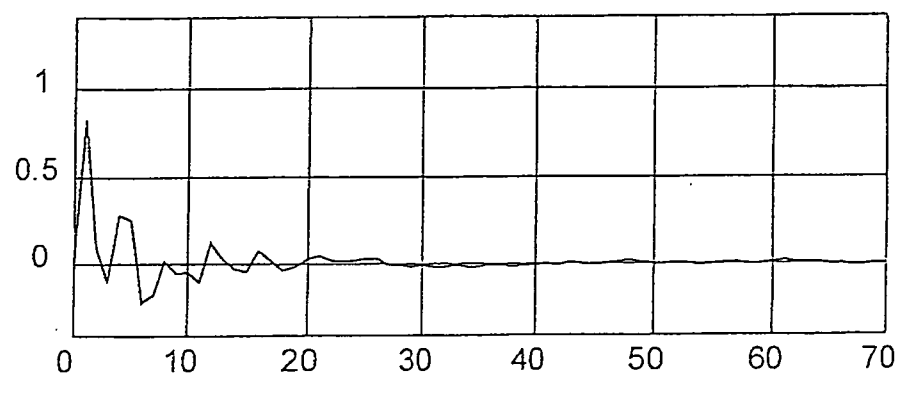
第 2 圖



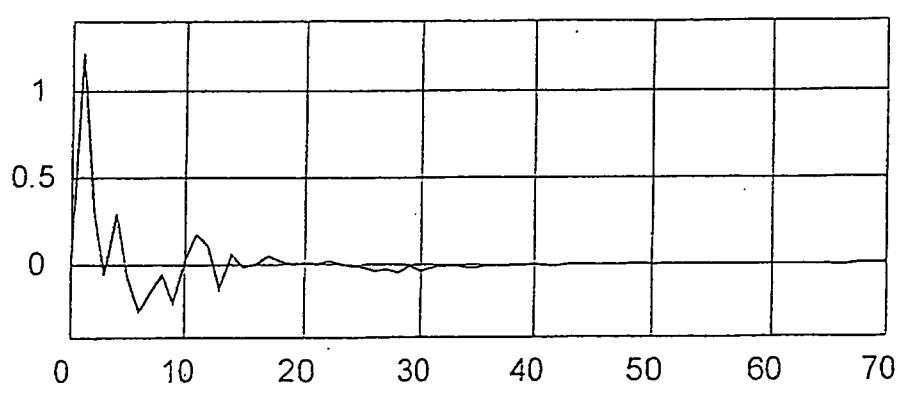
第 3 圖

4/15

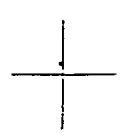
4/15



第4A圖

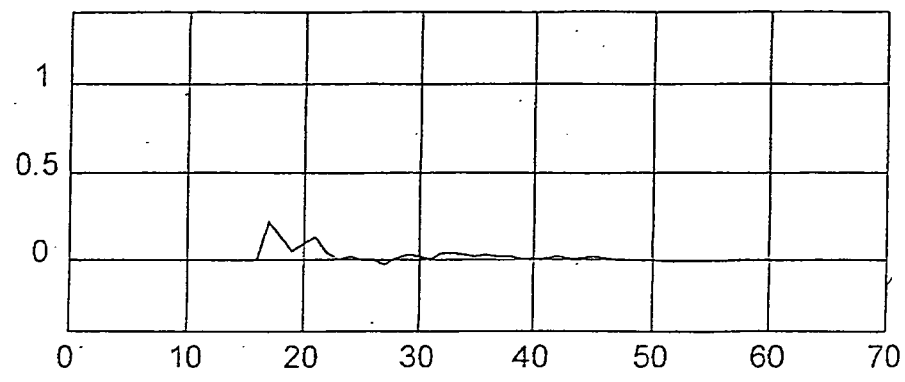


第4B圖

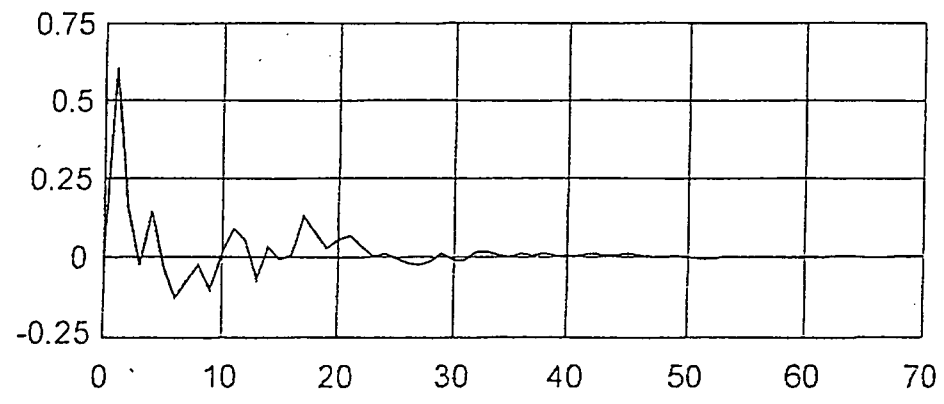


5/15

5/15



第4C圖

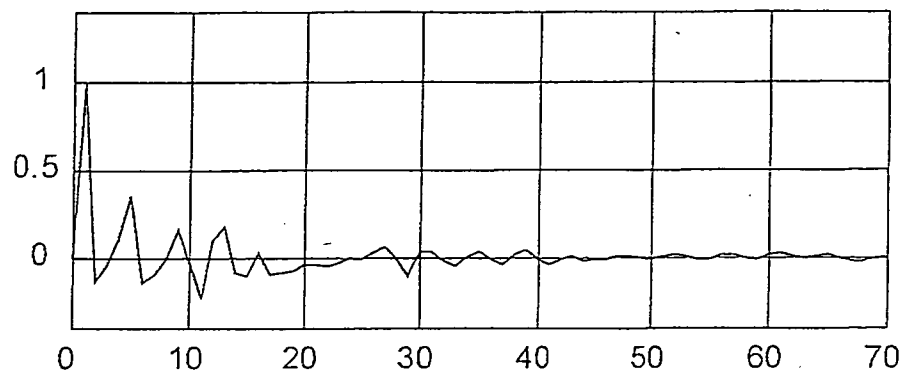


第4D圖

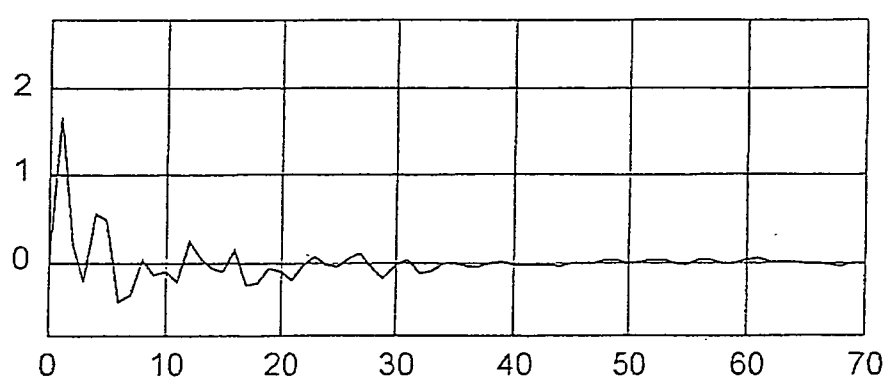


6/15

6/15



第5A圖

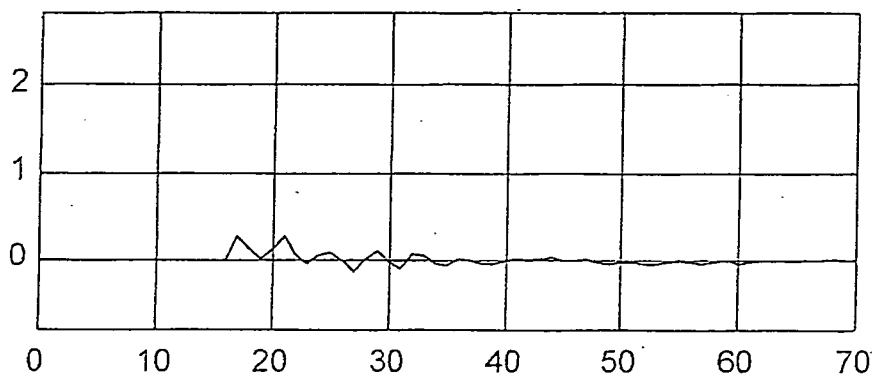


第5B圖

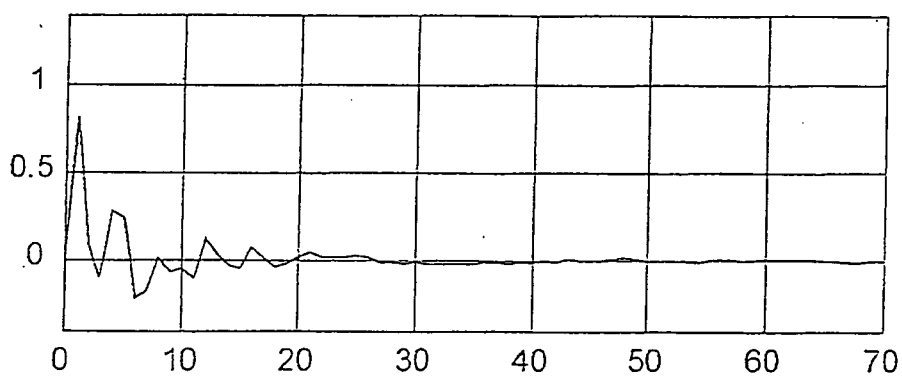


7/15

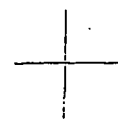
7/15



第5C圖



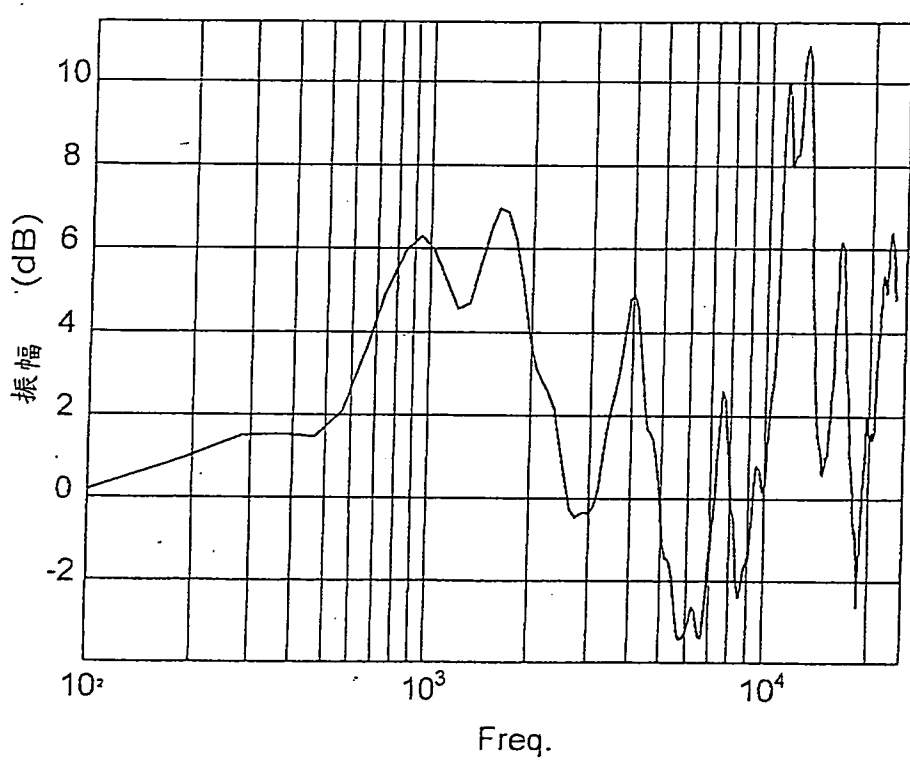
第5D圖



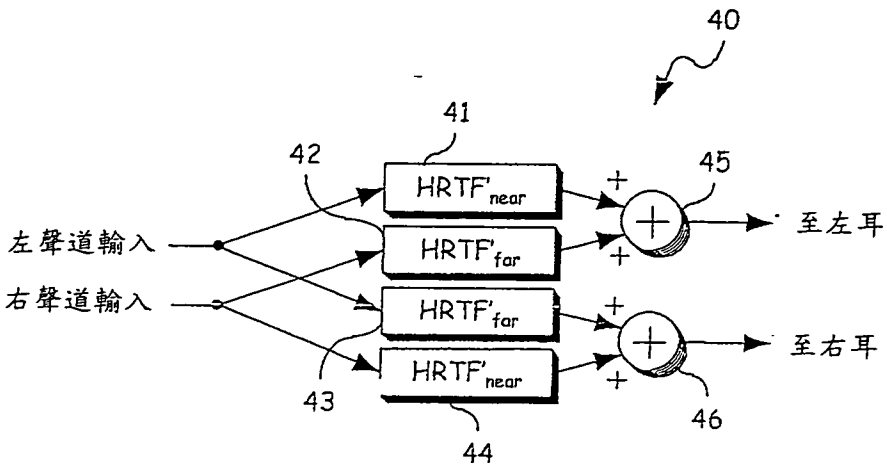
I397325

8/15

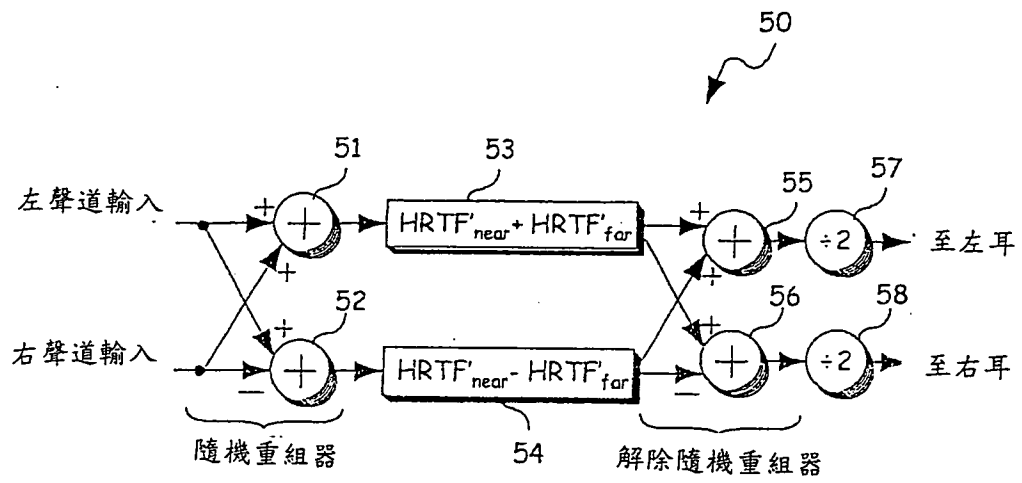
8/15



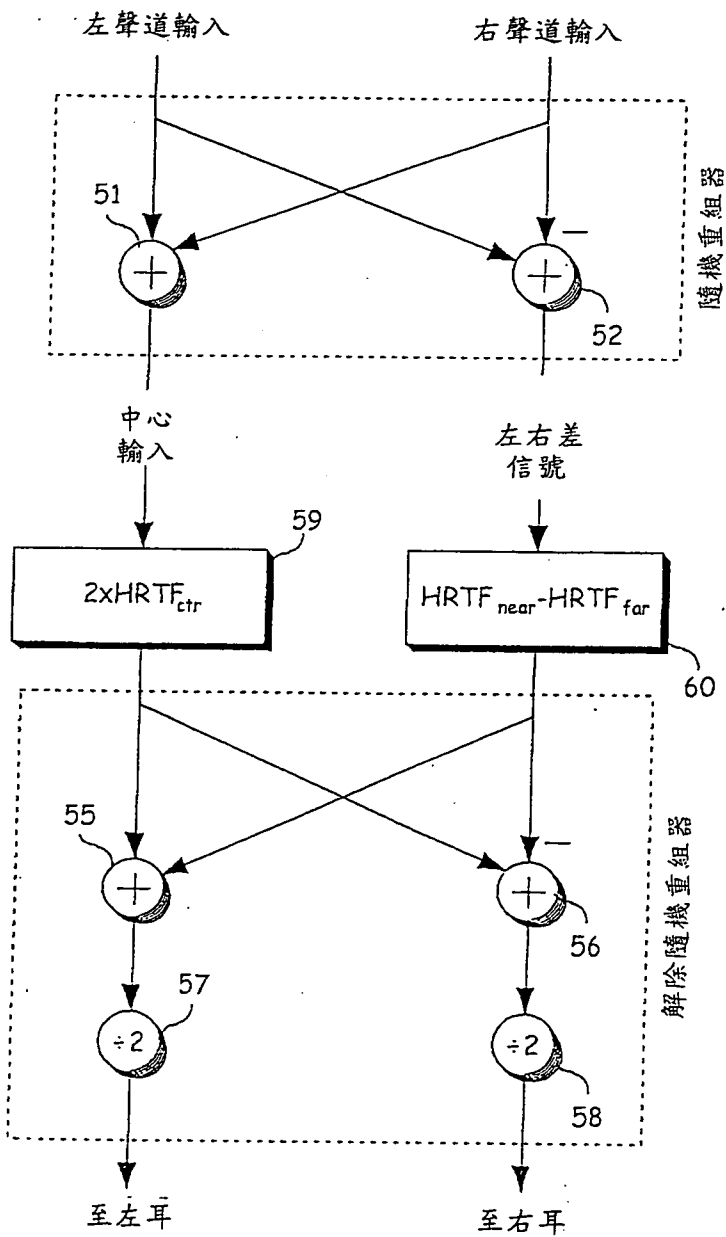
第 6 圖



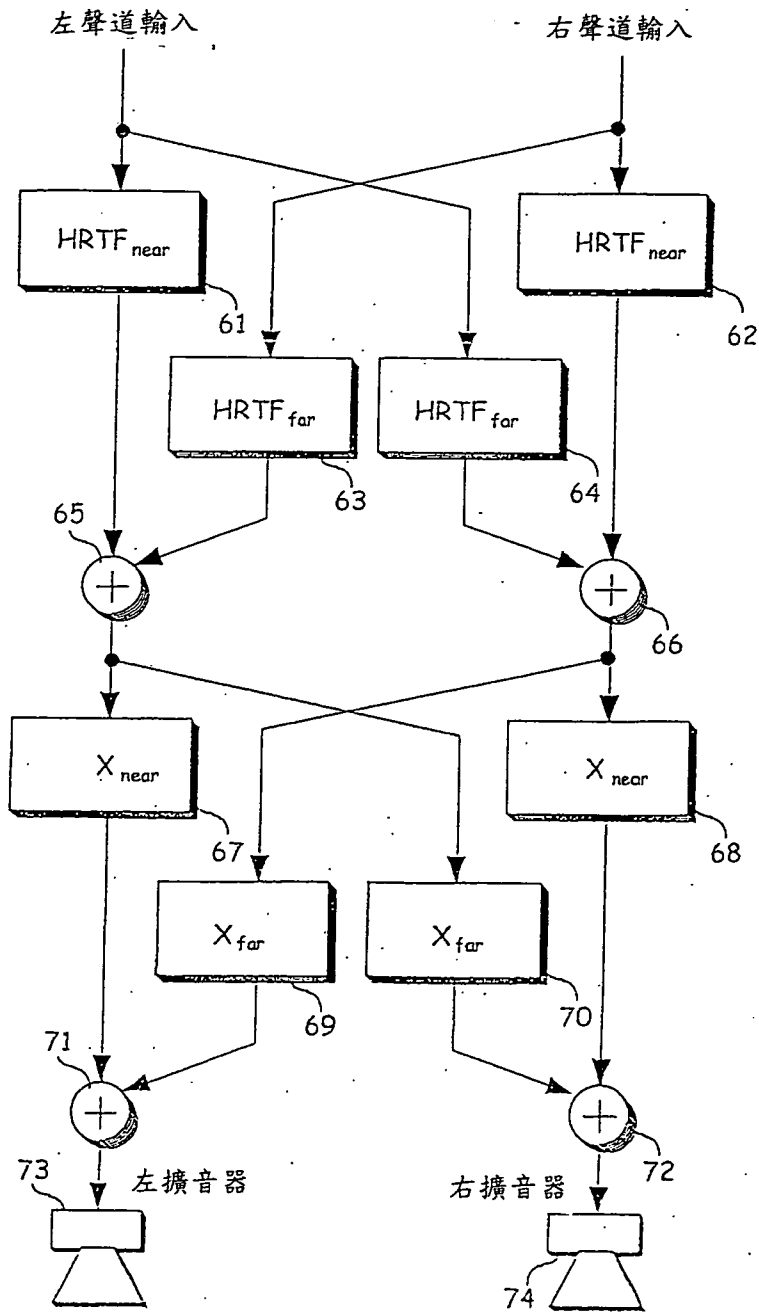
第 7 圖



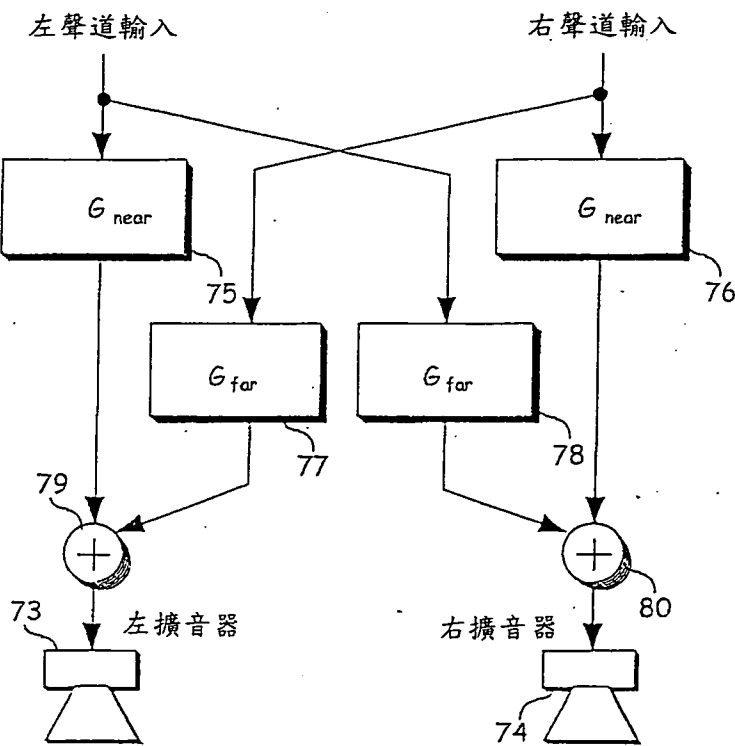
第 8 圖



第 9 圖

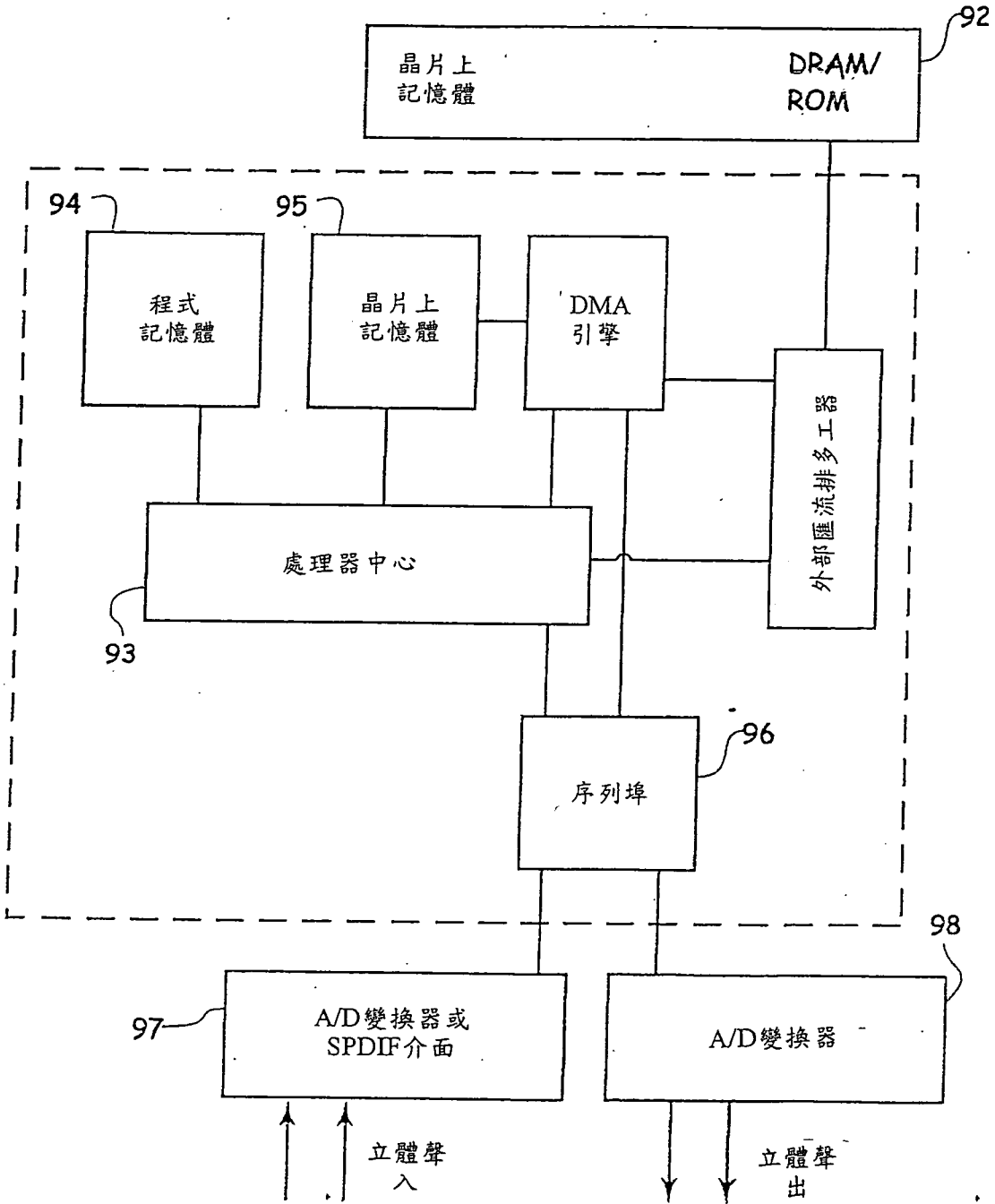


第 10 圖

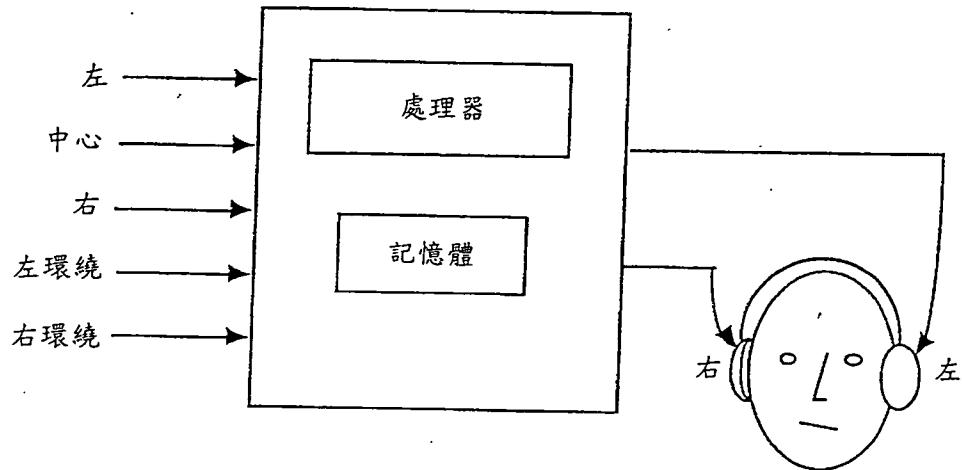


第 11 圖

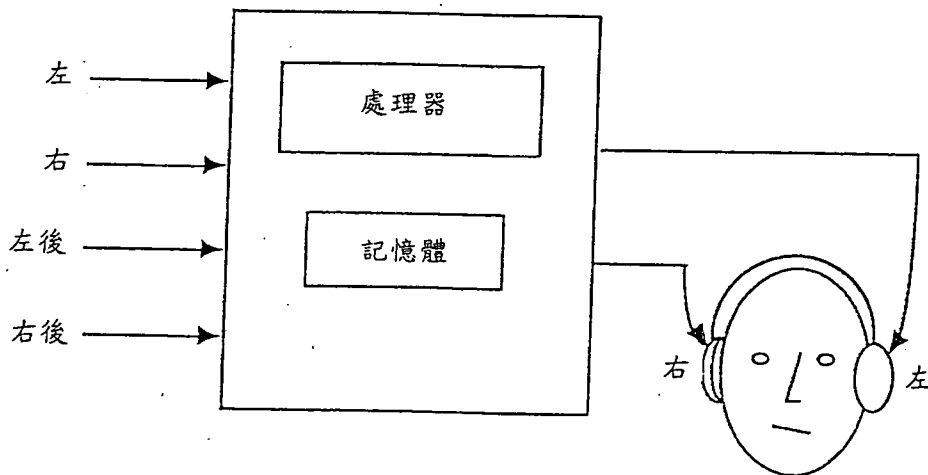




第 13 圖



第 14A 圖



第 14B 圖