



(21) 申請案號：107135401

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 08 日

(51) Int. Cl. :

**G10K11/178 (2006.01)****G10L21/02 (2013.01)****H04R5/033 (2006.01)**

(30) 優先權：2017/11/02

歐洲專利局

17199694.5

(71) 申請人：奧地利商 AMS 有限公司 (奧地利) AMS AG (AT)

奧地利

(72) 發明人：阿爾科克 羅伯特 ALCOCK, ROBERT (GB)

(74) 代理人：洪武雄；陳昭誠

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：4 共 31 頁

## (54) 名稱

用於確定噪音消除型音訊裝置的響應函數的方法

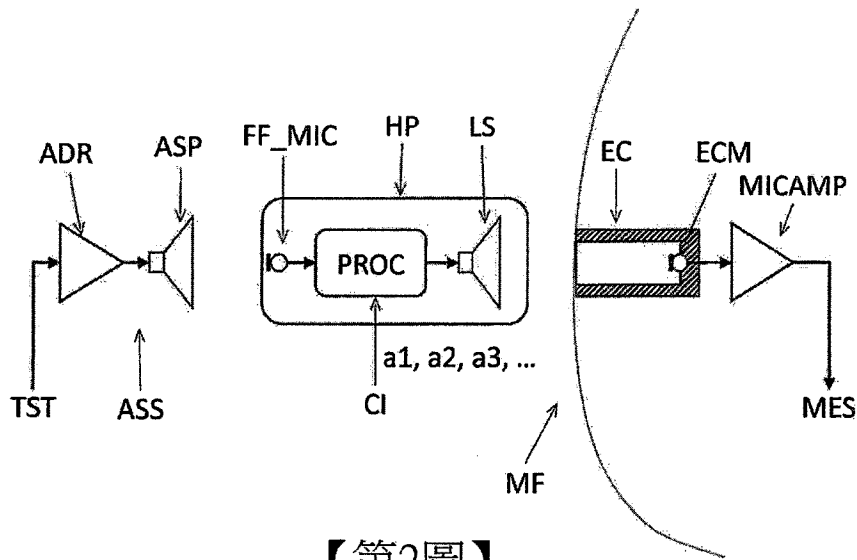
METHOD FOR DETERMINING A RESPONSE FUNCTION OF A NOISE CANCELLATION  
ENABLED AUDIO DEVICE

## (57) 摘要

在用於確定噪音消除型音訊裝置(HP)之響應函數之方法中，將音訊裝置(HP)置放到測量夾具(MF)上，其中音訊裝置(HP)之揚聲器(LS)面向測量夾具(MF)之耳道表徵(EC)。測量環境音源(ASS)與位於耳道表徵(EC)內之測試麥克風(ECM)之間的第一響應函數及第二響應函數，同時配合彼此不同之相應第一增益因子及第二增益因子(a1,a2)將音訊裝置(HP)之噪音處理器(PROC)之參數設定為比例轉移函數。基於第一響應函數及第二響應函數並基於第一增益因子及第二增益因子(a1,a2)來確定模型響應函數(F)。

In a method for determining a response function of a noise cancellation enabled audio device (HP), the audio device (HP) is placed onto a measurement fixture (MF), wherein a loudspeaker (LS) of the audio device (HP) faces an ear canal representation (EC) of the measurement fixture (MF). A first and a second response function between an ambient sound source (ASS) and a test microphone (ECM) located within the ear canal representation (EC) are measured while parameters of a noise processor (PROC) of the audio device (HP) are set to a proportional transfer function with respective first and second gain factors (a1, a2) being different from each other. A model response function (F) is determined based on the first and the second response function and on the first and the second gain factor (a1, a2).

指定代表圖：



【第2圖】

符號簡單說明：

- HP . . . 音訊裝置
- FF\_MIC . . . 麥克風
- LS . . . 揚聲器
- PROC . . . 噪音處理器
- CI . . . 控制介面
- ASS . . . 環境音源
- ADR . . . 環境驅動器
- ASP . . . 環境喇叭
- EC . . . 耳道表徵
- ECM . . . 測試麥克風
- MICAMP . . . 麥克風放大器
- TST . . . 測試信號
- MES . . . 測量信號
- MF . . . 測量夾具

# 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】(中文/英文)

用於確定噪音消除型音訊裝置的響應函數的方法

METHOD FOR DETERMINING A RESPONSE  
FUNCTION OF A NOISE CANCELLATION ENABLED  
AUDIO DEVICE

## 【技術領域】

【0001】 本揭露係關於用於確定噪音消除型音訊裝置之響應函數之方法，該噪音消除型音訊裝置例如為耳機。

## 【先前技術】

【0002】 現今包括耳機在內的大量頭戴耳機配備有噪音消除技術。舉例而言，此類噪音消除技術稱為主動噪音消除或環境噪音消除，兩者都縮寫為 ANC。ANC 大體上利用記錄為了產生抗噪音信號而予以處理之環境噪音，其接著係與待透過頭戴耳機之喇叭播放之有用音訊信號組合。亦可將 ANC 運用於其它音訊裝置中，如手機或行動電話。

【0003】 各種 ANC 方法利用回授、FB、麥克風、前授(feedforward)、FF、麥克風或回授及前授麥克風之組合。

【0004】 FF 及 FB ANC 係藉由基於系統給定之聲學調協濾波器來實現。

【0005】 對於測量前授環境噪音消除頭戴耳機中之聲學及電氣路徑、及為環境噪音消除系統推導理想濾波器，

已知有數種方法。

**【0006】** Kimura 等人在 US 5,138,664 中已完整說明一種用於推導濾波器理想形狀之標準方法。該方法涉及使用標準實驗室設備(諸如頻譜分析儀)來測量如第 1 圖所示之個別響應函數 AE、AM、DE，然後組合該等響應以產出理想 ANC 濾波形狀。

**【0007】** 專利 GB 2445984 B 中說明 Kimura 方法之開發，其進一步揭示為 ANC 濾波參數確定值之濾波器設計工具。

**【0008】** 先前技術方法之缺點在於必須存取頭戴耳機內部之測試點及刺激點才能進行測量。當頭戴耳機完全組裝好時，這些通常不可存取。電聲轉移函數亦可隨著頭戴耳機組件裝配而改變。舉例而言，穿過頭戴耳機之聲學路徑在將 PCB 封入時改變。還有，頭戴耳機殼體之質量在裝配電池時改變，造成共振特性改變。尤其基於這些理由，先前技術的方法會不太準確。

### **【發明內容】**

**【0009】** 要實現之目的是在如頭戴耳機或手機之音訊裝置中為了噪音消除而提供改良型測量概念，其允許改善噪音降低效能。

**【0010】** 此目的是用申請專利範圍獨立項之專利標的來實現。申請專利範圍附屬項中定義改良型測量概念之具體實施例及開發。

**【0011】** 改良型測量概念是以深入理解對頭戴耳機

聲學進行特性分析之先前技術方法中固有的系統性誤差為基礎。領會到的是，除非在最終產品上進行測量，否則測量結果存在缺陷，這將導致效能降低。因此，根據改良型測量概念，可在頭戴耳機或其它 ANC 型音訊裝置完全組裝時進行測量，不用為了容納特殊測試埠而改變裝置之實體設計，導致與組裝相關聯之系統性誤差得以排除。噪音消除型音訊裝置亦可為手機、行動電話或類似裝置，而不是頭戴耳機。

【0012】 改良型測量概念之一項態樣在於理解可如何以允許提取內部電聲轉移函數的方式修改穿過裝置之電氣系統之不同路徑。

【0013】 使用改良型測量概念，所有測量可在不同條件下藉由測量從環境音源(例如：環境喇叭)到位於測量夾具之耳道表徵內之測試麥克風(例如：耳道麥克風)之聲學響應來進行。這使得該程序非常簡易且不易出錯。相比之下，習知方法是進行三次測量，需要以至少兩種不同方式來組配器具。舉例而言，測試麥克風係位於耳道表徵內對應於使用者鼓膜之位置。這點亦可稱為鼓參考點 DRP。

【0014】 改良型測量概念之另一效益在於，由於測量是用通過 ANC 處理器之信號來進行，因此所得模型轉移函數自動包括與 ANC 處理器相關聯之響應形狀或延遲(諸如輸入與輸出耦合、類比數位轉換及數位類比轉換)。

【0015】 總言之，本方法簡化進行精確聲學響應測量之程序，並且避免測量誤差使結果訛誤。所以，對於使

用本方法開發之頭戴耳機或其它 ANC 型音訊裝置，聲學噪音降低效能會提升。

**【0016】** 改良型測量概念能夠解決兩種人群之測量問題：首先，聲學實驗室之頭戴耳機設計人員將能夠使用本方法建立更準確之濾波器。其次，OEM 有可能在生產線上使用本方法作為品質控制程序之部分以選擇為了各配件而最佳化之 ANC 濾波器。這將有助於補償製造期間聲學響應之輕微變異。

**【0017】** 在根據改良型測量概念之一具體實施例中，一種用於確定噪音消除型音訊裝置(尤其是頭戴耳機)之響應函數之方法包含將音訊裝置置放到測量夾具上，其中該音訊裝置之揚聲器面向該測量夾具之耳道表徵。測量環境音源與位於該耳道表徵內之測試麥克風之間的第一響應函數，同時配合第一增益因子將該音訊裝置之噪音處理器之參數設定為比例轉移函數。相似地，測量該環境音源與該測試麥克風之間的第二響應函數，同時配合與該第一增益因子不同之第二增益因子將該噪音處理器之參數設定為比例轉移函數。基於該第一響應函數、該第二響應函數以及該第一增益因子與該第二增益因子為該噪音處理器確定模型響應函數。

**【0018】** 舉例而言，該模型響應函數為該噪音處理器之濾波器之轉移函數之理想表徵，用以實現最佳噪音消除效能。因此，該模型響應函數可以用於對該噪音處理器之濾波參數進行修整以儘可能匹配該模型響應函數之基

礎。

【0019】 因此，在各項具體實施例中，本方法更包含基於該模型響應函數來確定該噪音處理器之濾波函數之參數。

【0020】 在一些實作態樣中，本方法更包含基於該第一響應函數及/或該第二響應函數來確定環境至耳朵響應函數，並基於該第一響應函數、該第二響應函數及該第一增益因子與該第二增益因子來確定總處理器響應函數。該模型響應函數係由該環境至耳朵響應函數及該總處理器響應函數來確定。特別的是，該總處理器響應函數代表從該環境音源到該音訊裝置之麥克風、以及從該音訊裝置之揚聲器到該測試麥克風之組合轉移函數。

【0021】 以公式來表示，其中，AE 為環境至耳朵響應函數，並且 AM.DE 為總處理器響應函數，可將模型響應函數 F 表示為

$$(1) \quad F = \frac{AE}{AM.DE}$$

因此，模型響應函數 F 可根據以下公式來確定

$$(2) \quad F = a1 - \frac{X(a2-a1)}{Y-X}$$

其中，a1 為該第一增益因子，a2 為該第二增益因子，X 為該第一響應函數，並且 Y 為該第二響應函數：

在一些實作態樣中，測量該環境音源與該測試麥克風之間的第三響應函數，同時配合與該第一增益因子及該第

二增益因子兩者都不同之第三增益因子將該噪音處理器之參數設定為比例轉移函數。在此一實作態樣中，該模型響應函數係基於該第一響應函數、該第二響應函數及該第三響應函數、以及基於該第一增益因子、該第二增益因子及該第三增益因子來確定。

【0022】 舉例而言，在具有三次測量之此類實作態樣中，環境至耳朵響應函數係基於該第一響應函數、或基於該第一響應函數、該第二響應函數及該第三響應函數來確定。總處理器響應函數係基於該第一響應函數、該第二響應函數及該第三響應函數、以及基於該第一增益因子、該第二增益因子及該第三增益因子來確定。類似於具有兩次響應函數測量之實作態樣，該模型響應函數係由該環境至耳朵響應函數及該總處理器響應函數來確定。舉例而言，在這種情況下亦可套用方程式(1)。

【0023】 舉例而言，在三次測量之情況下，模型響應函數  $F$  可根據以下公式來確定

$$(3) \quad F = a1 - \frac{X(a3-a2)}{Z-Y},$$

其中， $a1$  為該第一增益因子， $a2$  為該第二增益因子， $a3$  為該第三增益因子， $X$  為該第一響應函數， $Y$  為該第二響應函數，並且  $Z$  為該第三響應函數。

【0024】 在使用者佩戴之音訊裝置之一些組態中，音訊裝置之揚聲器與音訊裝置之前授 ANC 麥克風之間可能出現洩漏。聲學洩漏路徑可穿過音訊裝置之結構中之內

部通孔、或穿過介於音訊裝置與使用者之間的密封物中之洩漏。聲學路徑可忽略不計。然而，在具有三次響應函數測量之一些實作態樣中，洩漏響應函數係基於該第一響應函數、該第二響應函數及該第三響應函數、以及基於該第一增益因子、該第二增益因子及該第三增益因子來確定。接著，該總處理器響應函數係進一步基於該洩漏響應函數來確定。

【0025】 舉例而言，該洩漏響應函數分別代表該 ANC 型音訊裝置之輸出與輸入之間的組合轉移函數、以及該音訊裝置之揚聲器與該測試麥克風(使用者之耳膜)之間的轉移函數，亦稱為驅動器至耳朵響應函數。

【0026】 憑藉這三個所測量之響應函數及三個未知響應函數，即環境耳朵響應函數、總處理器響應函數及洩漏響應函數，可形成代表各種聲學路徑之方程式系統。此方程式系統之解決方案允許根據方程式(1)求出模型響應函數。

【0027】 在這二或三種將噪音處理器設定為比例轉移函數之測量組態中，為噪音處理器設定或多或少具有相應定義之增益因子之頻率獨立轉移函數。頻率獨立性至少是在關注之頻率範圍內給定。

【0028】 在各種實作態樣中，第一增益因子等於 0。因此，隨著第一增益因子為 0，音訊裝置之揚聲器在測量期間未輸出信號。舉例而言，在測量第一響應函數期間使噪音處理器停用及/或靜音以實現零增益因子。

【0029】 將第一增益因子設定為零可簡化模型響應函數之確定，因為在這種情況下，所測第一響應函數直接對應於環境至耳朵響應函數。

【0030】 進一步發現，有一組更一般性測量允許評估模型響應函數。特別的是，更一般性解決方案是使噪音處理器為各測量實施不同但已知且預定義之濾波轉移函數，而不是僅配合相應增益因子使用比例轉移函數。在對第一響應函數、第二響應函數及視需要的第三響應函數進行測量之後，可補償由噪音處理器實施之已知響應函數。

【0031】 這可能有用之一種情境是為所有測量用 ANC 濾波器組配噪音處理器。接著，本改良型方法將產出「誤差」函數，必須將該誤差函數加入所實施之 ANC 濾波器，這將會產出更好的 ANC。這在實施具有多於一個濾波級之類比 ANC 解決方案時可能有用。在這種情境下，本方法可為各濾波級執行一次，並且提供接連改善之 ANC 濾波器。

【0032】 第二種情境是您選擇為二或三次測量實施不同但已知之濾波器。實施該等濾波器之理由可能是要改善測量之信號雜訊比。在計算個別第一響應函數、第二響應函數及視需要的第三響應函數之後，必須對這些已知濾波形狀進行校正。較佳的是，該等預定義濾波轉移函數之差異僅在於所套用之總增益因子。

【0033】 因此，在根據改良型測量概念之再一具體實施例中，一種用於確定噪音消除型音訊裝置(尤其是頭戴

耳機)之模型響應函數之方法包含將音訊裝置置放到測量夾具上，其中該音訊裝置之揚聲器面向該測量夾具之耳道表徵。測量環境音源與位於該耳道表徵內之測試麥克風之間的第一響應函數，同時搭配第一增益因子將該音訊裝置之該噪音處理器之參數設定為預定義轉移函數。類似的是，測量該環境音源與該測試麥克風之間的第二響應函數，同時搭配與該第一增益因子不同之第二增益因子將該噪音處理器之參數設定為該預定義轉移函數。基於該預定義轉移函數、該第一響應函數、該第二響應函數以及該第一增益因子與該第二增益因子為該噪音處理器確定模型響應函數。

【0034】 在一些此類實作態樣中，測量該環境音源與該測試麥克風之間的第三響應函數，同時搭配與該第一增益因子及該第二增益因子兩者都不同之第三增益因子將該噪音處理器之參數設定為該預定義轉移函數。在此一實作態樣中，該模型響應函數係基於該預定義轉移函數、該第一響應函數、該第二響應函數及該第三響應函數、以及基於該第一增益因子、該第二增益因子及該第三增益因子來確定。

【0035】 藉由播放來自環境音源之測試信號、用測試麥克風記錄回應於該所播放測試信號之響應信號、以及由該測試信號及該響應信號確定(例如：計算)響應函數，可達成測量各種響應函數。測試信號可以是各種離散頻率信號或特定噪音測試圖型或類似者之組合。舉例而言，所

測響應函數可使用頻譜分析儀來確定。

【0036】 在上述所有實作態樣中，較佳的是，在不用存取該音訊裝置內之任何測試點的情況下測量該環境音源與該測試麥克風之間所測該等響應函數之各者。類似的是，較佳為不用在相應測量期間拆卸該音訊裝置的情況下測量該環境音源與該測試麥克風之間所測該等響應函數之各者。

【0037】 舉例而言，該音訊裝置及該噪音處理器係為了前授噪音消除而啟用。

### 【圖式簡單說明】

【0038】 以下將藉助圖式更詳細地說明改良型測量概念。所有附圖中，元件若具有相同或類似功能，其參考元件符號也相同。因此，以下圖式中不必重複其說明。

在圖式中：

第 1 圖展示使用者佩戴之例示性頭戴耳機，其有數條來自環境音源之聲音路徑；

第 2 圖根據改良型測量概念，展示測量組態之一例示性實作態樣；

第 3 圖根據改良型測量概念，展示一種方法之一例示性實作態樣；以及

第 4 圖展示模型響應函數之例示性頻率響應。

### 【實施方式】

【0039】 第 1 圖展示使用者佩戴之頭戴耳機 HP 之例示性組態，其有數條來自環境音源之聲音路徑。第 1 圖所

示之頭戴耳機 HP 作為任何噪音消除型音訊裝置之一實施例，並且尤其可包括入耳式頭戴耳機或耳機、貼耳式頭戴耳機或耳罩式頭戴耳機。噪音消除型音訊裝置亦可為行動電話或類似裝置，而不是頭戴耳機。

【0040】 這項實施例中之頭戴耳機 HP 具備特別設計為前授噪音消除麥克風之麥克風 FF\_MIC、以及揚聲器 LS。為了加強概述，這裡未展示頭戴耳機 HP 之內部處理細節。

【0041】 在第 1 圖所示之組態中，存在數條各可由相應響應函數或轉移函數來表示之聲音路徑。舉例而言，環境至耳朵聲音路徑 AE 代表從環境音源穿過使用者之耳道到使用者之耳膜的聲音路徑。從環境音源到麥克風 FF\_MIC 之聲音路徑可由響應函數 AM 表示，亦稱為環境至麥克風響應函數 AM。頭戴耳機 HP 之響應函數或轉移函數，尤其是麥克風 FF\_MIC 與揚聲器 LS 之間的響應函數或轉移函數，可由可在正規操作期間予以參數化為噪音消除濾波器之處理器函數 P 來表示。規格 DE 代表頭戴耳機之揚聲器 LS 與鼓膜之間的聲學路徑，並且可稱為驅動器至耳朵響應函數。可將頭戴耳機 HP 到前授麥克風 FF\_MIC 之另一路徑 G 列入考量，此路徑是經由頭戴耳機 HP 中之內部及/或外部洩漏而發生。此路徑 G 可代表驅動器至前授麥克風 FF MIC 響應，並且亦可稱為洩漏響應或洩漏路徑。

【0042】 因此，在操作期間，存在一條直接聲音路徑(即聲音路徑 AE)及一條從環境音源到鼓膜之組合聲音路徑。該組合聲音路徑導因於聲音路徑 AM、將噪音消除

電子器件的所有電氣元件之頻率響應併入之處理器路徑 P、以及驅動器至耳朵聲音路徑 DE 之組合。可將該等組合聲音路徑寫為 AM.P.DE。

【0043】 為了最佳化噪音消除效能，可將處理器噪音路徑 P 參數化成或多或少代表如方程式(1)中所定義之模型響應函數 F，使得

$$(4) \quad P \approx F = - \frac{AE}{AM.DE} .$$

【0044】 將搭配如第 2 圖所示測量組態之一例示性實作態樣、以及如第 3 圖所示對應方法之一例示性流程圖更詳細地闡釋模型響應函數 F 之確定。

【0045】 第 2 圖根據改良型測量概念，展示包括環境音源 ASS 之測量組態之一例示性實作態樣，環境音源 ASS 包含環境放大器 ADR、及用於播放測試信號 TST 之環境喇叭 ASP。噪音消除型音訊裝置 HP 包含麥克風 FF\_MIC，其信號係藉由噪音處理器 PROC 來處理，並且係經由揚聲器 LS 輸出。噪音處理器 PROC 具備控制介面 CI，可透過控制介面 CI 設定噪音處理器 PROC 之處理參數，像是用於相應比例轉移函數之濾波參數或增益因子 a1、a2、a3。將音訊裝置 HP 置放到測量夾具 MF 上，其可以是具有耳道表徵 EC 之人造頭，端部處設有用於經由麥克風放大器 MICAMP 記錄測量信號 MES 之測試麥克風 ECM。應注意的是，至少測量夾具 MF 及環境音源 ASS 係以其基本函數來表示，即播放測試信號 TST 及記錄測量信號 MES，不排

除更精良之實作態樣。

【0046】 現請參閱第 3 圖，所示為例示性方塊圖，其展示用於確定噪音消除型音訊裝置(尤其是頭戴耳機)之響應函數之方法的方法流程。本方法可用第 2 圖所示例示性測量設置來操作。

【0047】 如步驟 310 所示，作為先決條件，將音訊裝置置放到測量夾具 MF 上，使得音訊裝置 HP 之揚聲器 LS 面向測量夾具 MF 之耳道表徵 EC。

【0048】 步驟 320 包括測量二或更多個響應函數 X、Y、及視需要的 Z。在環境音源 ASS 與位於耳道表徵 EC 內較佳為對使用者之鼓膜位置進行仿真之測試麥克風 ECM 之間測量各該響應函數。

【0049】 根據改良型測量概念，對於要測量之各該響應函數，配合特定增益因子將噪音處理器 PROC 之參數設定為比例轉移函數。舉例而言，第一響應函數 X 係配合選擇為因子 a1 之第一增益因子來測量，第二響應函數 Y 係配合設定為因子 a2 之第二增益因子來測量，並且視需要的第三響應函數 Z 係配合設定為因子 a3 之第三個增益因子來測量。所有增益因子 a1、a2 及 a3 都有不同選擇。

【0050】 舉例而言，響應函數 X、Y 及 Z 係藉由從環境音源 ASS 播放適當之測試信號 TST，並且用測試麥克風 ECM 記錄相關聯之響應信號 MES 來測量。接著，可由測試信號 TST 及對應之響應信號 MES 確定響應函數 X、Y 及 Z。舉例而言，所測響應函數 X、Y 及 Z 代表在給定頻

率範圍內具有相位及幅度之頻率響應。此類頻率響應亦可用具有實部及虛部之複數符號來表示，這在信號處理領域中為眾所周知。

【0051】 現請參閱第 3 圖之步驟 330，至少基於第一響應函數及第二響應函數  $X$ 、 $Y$  以及相關聯之增益因子  $a_1$ 、 $a_2$  來確定模型響應函數  $F$ 。在一些實作態樣中，亦可使用視需要之第三響應函數  $Z$  及對應之第三增益因子  $a_3$ 。

【0052】 對於以之前進行之測量為基礎之最佳噪音消除效能，模型響應函數  $F$  代表噪音處理器 PROC 之理想響應。

【0053】 因此，在視需要的步驟 340 中，可基於模型響應函數  $F$  為處理器 PROC 確定濾波函數。特別的是，例如憑藉用於使濾波參數採用儘可能接近或技術上可行之方式適於模型響應函數  $F$  之各種設計工具，可確定處理器 PROC 之濾波函數之參數。

【0054】 最後，舉例來說，如果使用者使用該音訊裝置或頭戴耳機，則以這種作法確定之濾波參數可用於該音訊裝置之正常操作。

【0055】 請參閱第 4 圖，所示為模型響應函數  $F$  之例示性頻率響應，上圖為其振幅，而下圖為其相位。

【0056】 濾波函數較佳為設計成使得模型響應函數  $F$  之頻率響應儘可能緊密匹配。

【0057】 請回頭參閱第 3 圖，下文中將更詳細地闡釋用於確定模型響應函數之方法之各種實作態樣。

【0058】 舉例而言，如果忽略洩漏路徑  $G$  之影響，則測試麥克風之 ECM 位置處之響應函數  $M$  基本上導致環境至耳朵響應函數  $AE$ 、以及響應函數  $AM$ 、處理器轉移函數  $P$  及驅動器至耳朵響應函數  $DE$  之組合。因此，這可表示為

$$(5) \quad M = AE + AM.P.DE ,$$

其中  $AM.P.DE$  代表前述組合。

【0059】 在一些實作態樣中，為第一響應函數  $X$  及第二響應函數  $Y$  進行兩次不同測量，其中配合用於第一響應函數  $X$  之第一增益因子  $a_1$ 、及配合用於第二響應函數  $Y$  之第二增益因子  $a_2$  將噪音處理器 PROC 之參數設定為比例轉移函數。憑藉方程式(5)，可將第一響應函數  $X$  寫為

$$(6) \quad X = AE + AM.a_1.DE$$

並且，可將第二響應函數  $Y$  寫為

$$(7) \quad Y = AE + AM.a_2.DE ,$$

其中  $a_1$ 、 $a_2$  分別代表方程式(5)之處理器轉移函數  $P$ 。

取用方程式(6)及(7)，可推導以下方程式

$$(8) \quad Y - X = AM.(a_2 - a_1).DE ,$$

為環境至麥克風  $AM$  及驅動器至耳朵  $DE$  之組合響應得出以下表示式：

$$(9) \quad AM.DE = \frac{Y-X}{a_2-a_1} .$$

舉例而言，從方程式(6)開始，可將環境至耳朵響應函數  $AE$  推導為

$$(10) \quad AE = X - AM.a1.DE = X - a1 \cdot \frac{Y-X}{a2-a1}。$$

將方程式(9)及(10)之表示式插入方程式(1)，可將模型響應函數 F 寫為

$$(11) \quad F = a1 - \frac{X(a2-a1)}{Y-X}。$$

【0060】 總言之，當頭戴耳機或其它音訊裝置完全組裝且不需要存取內部測試點或類似者時，確定模型響應函數 F。

【0061】 可將方程式(11)簡化，例如藉由將第一增益因子 a1 選擇為零來簡化，使得沒有信號從音訊裝置之麥克風 FF\_MIC 轉移至其揚聲器 LS。除了實際設定處理器轉移函數 P 之濾波參數以實現零增益因子以外，這還可藉由在測量第一響應函數 X 期間使噪音處理器 PROC 停用及/或靜音來實現。在此一組態中，模型響應函數 F 簡化成

$$(12) \quad F = -a2 \frac{X}{Y-X}。$$

【0062】 在一些實作態樣中，亦可進行第三測量，亦即，為噪音處理器 PROC 之比例轉移函數，配合第三增益因子 a3 來測量第三響應函數 Z。再次將方程式(5)列入考量，這得出

$$(13) \quad Z = AE + AM.a3.DE。$$

類似於上面之方程式(9)，現可從方程式(7)及(13)確定組合響應 AM.DE，得出

$$(14) \quad AM.DE = \frac{Z-Y}{a_3-a_2}。$$

類似於方程式(10)，可將環境至耳朵響應函數 AE 確定為

$$(15) \quad AE = X - AM.a_1.DE = X - a_1 \cdot \frac{Z-Y}{a_3-a_2}。$$

使用方程式(1)，模型響應函數 F 例如得出

$$(16) \quad F = a_1 - \frac{X(a_3-a_2)}{Z-Y}，$$

其中對所屬技術領域中具有通常知識者顯而易見的是，三個所測響應函數 X、Y、Z 之其它組合皆為可能。

【0063】 如果將第一增益因子  $a_1$  選擇為零，則如上述，方程式(16)簡化成

$$(17) \quad F = -\frac{X(a_3-a_2)}{Z-Y}。$$

此外，如果將例如第二及第三增益因子  $a_2$ 、 $a_3$  選擇為  $a_2=+1$  且  $a_3=-1$ ，則方程式(17)進一步簡化成

$$(18) \quad F = \frac{2X}{Z-Y}。$$

【0064】 儘管在前面之例示性實作態樣中，已忽略洩漏響應 G，但仍可在如下所述之實作態樣中將其列入考量。舉例而言，進行如上述三個響應函數 X、Y、Z 之測量，可將這些響應函數表示為

$$(19) \quad X = (AE + AM.a1.DE)/(1 - G.a1.DE) ,$$

$$(20) \quad Y = (AE + AM.a2.DE)/(1 - G.a2.DE)$$

以及

$$(21) \quad Z = (AE + AM.a3.DE)/(1 - G.a3.DE) 。$$

【0065】 憑藉這三次測量，有可能為了最終根據方程式(1)求出模型響應函數 F 之表示而確定三個未知數 AE、AM.DE 及 G.DE。

【0066】 配合選擇為  $a1 = 0$ 、 $a2 = +1$  及  $a3 = -1$  之三個增益因子  $a1$ 、 $a2$  及  $a3$  為此一組態取用一例示性實作態樣，方程式(19)、(20)及(21)簡化成

$$(22) \quad X = AE ,$$

$$(23) \quad Y = (AE + AM.DE)/(1 - G.DE)$$

以及

$$(24) \quad Z = (AE - AM.DE)/(1 + G.DE) 。$$

憑藉這些簡化，可將縮寫為 L 之組合洩漏響應 G.DE 表示為

$$(25) \quad L = G.DE = \frac{2 \cdot X - Y - Z}{Z - Y} 。$$

接著，可將組合響應函數 AM.DE 表示為

$$(26) \quad AM.DE = \frac{1}{2} \cdot (Y \cdot (1 - L) - Z \cdot (1 + L)) 。$$

最後，可使用方程式(22)、(26)及(25)將方程式(1)重寫為

$$(27) \quad F = -2 \cdot X / (Y \cdot (1 - L) - Z \cdot (1 + L)) 。$$

【0067】 在替代實作態樣中，亦可能使用以下方法：噪音處理器 PROC 針對每次測量實施不同但已知且預定義之濾波轉移函數  $P$ ，而不是僅配合相應增益因子  $a_1$ 、 $a_2$  及視需要的  $a_3$  使用比例轉移函數。在為第一響應函數、第二響應函數及視需要的第三響應函數  $X$ 、 $Y$  及  $Z$  進行測量之後，可補償藉由噪音處理器 PROC 所實施之已知響應函數。

【0068】 舉例而言，可為二或三次測量實施不同但已知之濾波器，這可改善測量之信號雜訊比。在計算個別第一響應函數、第二響應函數及視需要的第三響應函數  $X$ 、 $Y$  及  $Z$  之後，必須對這些已知濾波形狀進行校正。較佳的是，該等預定義濾波轉移函數之差異僅止於所套用之總增益因子。

【0069】 因此，在此類實作態樣中，可搭配相應增益因子  $a_1$ 、 $a_2$  及視需要的  $a_3$  將噪音處理器 PROC 之濾波轉移函數  $P$  設定為預定義轉移函數  $R$ ，使得產生二或三個已知濾波函數。這係使用控制介面 CI 採用類似方式達成。基於方程式(5)，這得出類似於方程式(6)、(7)及(13)之方程式，即：

$$(28) \quad X = AE + AM.R.a_1.DE ,$$

$$(29) \quad Y = AE + AM.R.a_2.DE ,$$

以及視需要的

$$(30) \quad Z = AE + AM.R.a_3.DE .$$

【0070】 基於預定義轉移函數  $R$ 、響應函數  $X$ 、 $Y$  及

視需要的  $Z$ 、以及基於增益因子  $a_1$ 、 $a_2$  及視需要的  $a_3$ ，為噪音處理器 PROC 確定模型響應函數  $F$ 。

【0071】 舉例而言，所有計算之結果都產出答案  $F/R$ ，而不是所欲之答案  $F$ ，可由於知悉預定義轉移函數  $R$  而對其進行補償。所屬技術領域中具有通常知識者可為了使用增益因子  $a_1$ 、 $a_2$  及視需要的  $a_3$  之實作態樣而從以上說明輕易推導必要方程式之詳細實作態樣。

【0072】 如前述，如配合上述各該例示性實作態樣所確定之模型響應函數  $F$  可當作模型用於為噪音處理器 PROC 之轉移函數  $P$  設計適當之濾波參數。舉例而言，在知悉模型響應函數  $F$  的情況下，可離線（offline）確定相應濾波參數，之後經由控制介面 CI 轉移至音訊裝置或頭戴耳機 HP。

【0073】 舉例而言，本改良型測量概念之主要受益者是設計 ANC 頭戴耳機之聲學工程師。本改良型測量概念允許工程師測量參考頭戴耳機設計更準確且採用的方式更方便。其在耳機生產線上具有輔助應用區域，允許在該處進行測量，可將測量結果用於在生產頭戴耳機時為各單元選擇最佳 ANC 濾波器。

### 【符號說明】

#### 【0074】

310~340	步驟
HP	音訊裝置
FF_MIC	麥克風

LS	揚聲器
AM	環境至麥克風響應函數
AE	環境至耳朵響應函數
DE	驅動器至耳朵響應函數
G	洩漏響應函數
P	處理器轉移函數
F	模型響應函數
PROC	噪音處理器
CI	控制介面
ASS	環境音源
ADR	環境驅動器
ASP	環境喇叭
EC	耳道表徵
ECM	測試麥克風
MICAMP	麥克風放大器
TST	測試信號
MES	測量信號
MF	測量夾具

# 發明摘要

## 【發明名稱】(中文/英文)

用於確定噪音消除型音訊裝置的響應函數的方法

METHOD FOR DETERMINING A RESPONSE  
FUNCTION OF A NOISE CANCELLATION ENABLED  
AUDIO DEVICE

## 【中文】

在用於確定噪音消除型音訊裝置(HP)之響應函數之方法中，將音訊裝置(HP)置放到測量夾具(MF)上，其中音訊裝置(HP)之揚聲器(LS)面向測量夾具(MF)之耳道表徵(EC)。測量環境音源(ASS)與位於耳道表徵(EC)內之測試麥克風(ECM)之間的第一響應函數及第二響應函數，同時配合彼此不同之相應第一增益因子及第二增益因子( $a_1$ ,  $a_2$ )將音訊裝置(HP)之噪音處理器(PROC)之參數設定為比例轉移函數。基於第一響應函數及第二響應函數並基於第一增益因子及第二增益因子( $a_1$ ,  $a_2$ )來確定模型響應函數(F)。

**【英文】**

In a method for determining a response function of a noise cancellation enabled audio device (HP), the audio device (HP) is placed onto a measurement fixture (MF); wherein a loudspeaker (LS) of the audio device (HP) faces an ear canal representation (EC) of the measurement fixture (MF). A first and a second response function between an ambient sound source (ASS) and a test microphone (ECM) located within the ear canal representation (EC) are measured while parameters of a noise processor (PROC) of the audio device (HP) are set to a proportional transfer function with respective first and second gain factors ( $a_1$ ,  $a_2$ ) being different from each other. A model response function (F) is determined based on the first and the second response function and on the first and the second gain factor ( $a_1$ ,  $a_2$ ).

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 2 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

HP	音訊裝置
FF_MIC	麥克風
LS	揚聲器
PROC	噪音處理器
CI	控制介面
ASS	環境音源
ADR	環境驅動器
ASP	環境喇叭
EC	耳道表徵
ECM	測試麥克風
MICAMP	麥克風放大器
TST	測試信號
MES	測量信號
MF	測量夾具

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

本案無化學式

## 申請專利範圍

1. 一種用於確定噪音消除型音訊裝置(HP)之響應函數的方法，該噪音消除型音訊裝置尤其為頭戴耳機，該方法包含

將該音訊裝置(HP)置放到測量夾具(MF)上，其中，該音訊裝置(HP)之揚聲器(LS)面向該測量夾具(MF)之耳道表徵(EC)；

測量環境音源(ASS)與位於該耳道表徵(EC)內之測試麥克風(ECM)之間的第一響應函數，同時配合第一增益因子(a1)將該音訊裝置(HP)之噪音處理器(PROC)之參數設定為比例轉移函數；

測量該環境音源(ASS)與該測試麥克風(ECM)之間的第二響應函數，同時配合與該第一增益因子(a1)不同之第二增益因子(a2)將該噪音處理器(PROC)之參數設定為比例轉移函數；

基於該第一響應函數、該第二響應函數以及該第一增益因子與該第二增益因子(a1, a2)為該噪音處理器(PROC)確定模型響應函數(F)。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含

基於該第一響應函數及/或該第二響應函數來確定環境至耳朵響應函數(AE)；以及

基於該第一響應函數、該第二響應函數以及該第一增益因子與該第二增益因子(a1, a2)來確定總處理器響應函數(AM.DE)；其中

該模型響應函數(F)係由該環境至耳朵響應函數(AE)及該總處理器響應函數(AM.DE)來確定。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之方法，其中，該模型響應函數 F 係根據以下公式來確定

$$F = a1 - \frac{X(a2-a1)}{Y-X},$$

其中，a1 為該第一增益因子，a2 為該第二個增益因子，X 為該第一響應函數，並且 Y 為該第二響應函數。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含

測量該環境音源(ASS)與該測試麥克風(ECM)之間的第三響應函數，同時配合與該第一增益因子(a1)及該第二增益因子(a2)不同之第三增益因子(a3)將該噪音處理器(PROC)之參數設定為比例轉移函數；其中

該模型響應函數(F)係基於該第一響應函數、該第二響應函數及該第三響應函數、以及該第一增益因子、該第二增益因子及該第三增益因子(a1, a2, a3)來確定。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之方法，更包含

基於該第一響應函數、或基於該第一響應函數、該第二響應函數及該第三響應函數來確定環境至耳朵響應函數(AE)；以及

基於該第一響應函數、該第二響應函數與該第三響應函數及該第一增益因子、該第二增益因子與該第三增

益因子(a1, a2, a3)來確定總處理器響應函數(AM.DE)；  
其中

該模型響應函數(F)係由該環境至耳朵響應函數(AE)及該總處理器響應函數(AM.DE)來確定。

6. 如申請專利範圍第 4 或 5 項所述之方法，其中，該模型響應函數 F 係根據以下公式來確定

$$F = a1 - \frac{X(a3-a2)}{Z-Y},$$

其中，a1 為該第一增益因子，a2 為該第二增益因子，a3 為該第三增益因子，X 為該第一響應函數，Y 為該第二響應函數，並且 Z 為該第三響應函數。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述之方法，更包含

基於該第一響應函數、該第二響應函數與該第三響應函數及該第一增益因子、該第二增益因子與該第三增益因子(a1, a2, a3)來確定洩漏響應函數(G.DE)；其中

該總處理器響應函數(AM.DE)係進一步基於該洩漏響應函數(G.DE)來確定。

8. 如申請專利範圍第 1 至 7 項其中一項所述之方法，其中，該第一增益因子(a1)等於零。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中，在第一響應函數之測量期間使該噪音處理器(PROC)停用及/或靜音。
10. 一種用於確定噪音消除型音訊裝置(HP)之響應函數的方法，該噪音消除型音訊裝置尤其為頭戴耳機，該方法

包含

將該音訊裝置(HP)置放到測量夾具(MF)上，其中，該音訊裝置(HP)之揚聲器(LS)面向該測量夾具(MF)之耳道表徵(EC)；

測量環境音源(ASS)與位於該耳道表徵(EC)內之測試麥克風(ECM)之間的第一響應函數，同時搭配第一增益因子(a1)將該音訊裝置(HP)之噪音處理器(PROC)之參數設定為預定義轉移函數；

測量該環境音源(ASS)與該測試麥克風(ECM)之間的第二響應函數，同時搭配與該第一增益因子(a1)不同之第二增益因子(a2)將該噪音處理器(PROC)之參數設定為該預定義轉移函數；

基於該預定義轉移函數、該第一響應函數、該第二響應函數以及該第一增益因子與該第二增益因子(a1, a2)為該噪音處理器(PROC)確定模型響應函數(F)。

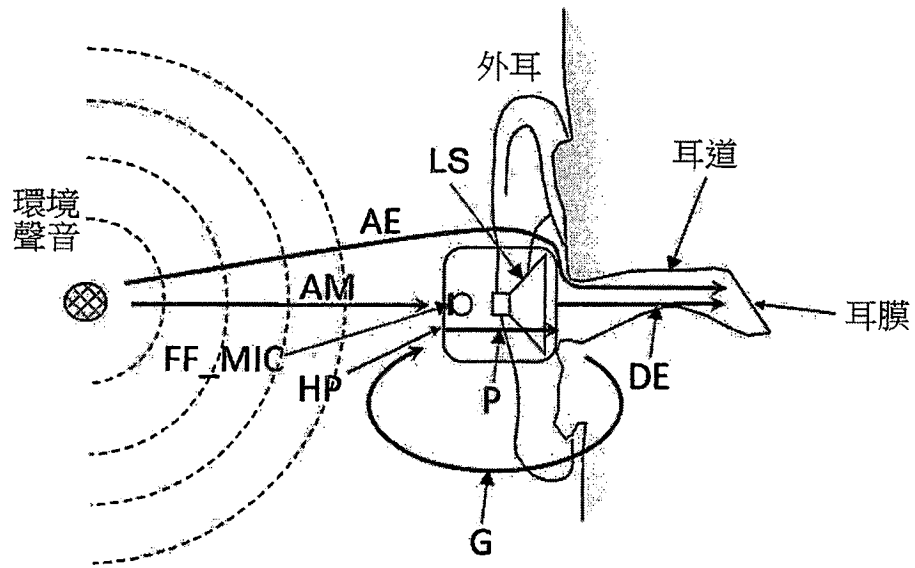
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，更包含

測量該環境音源(ASS)與該測試麥克風(ECM)之間的第三響應函數，同時搭配與該第一增益因子(a1)及該第二增益因子(a2)不同之第三增益因子(a3)將該噪音處理器(PROC)之參數設定為該預定義轉移函數；其中

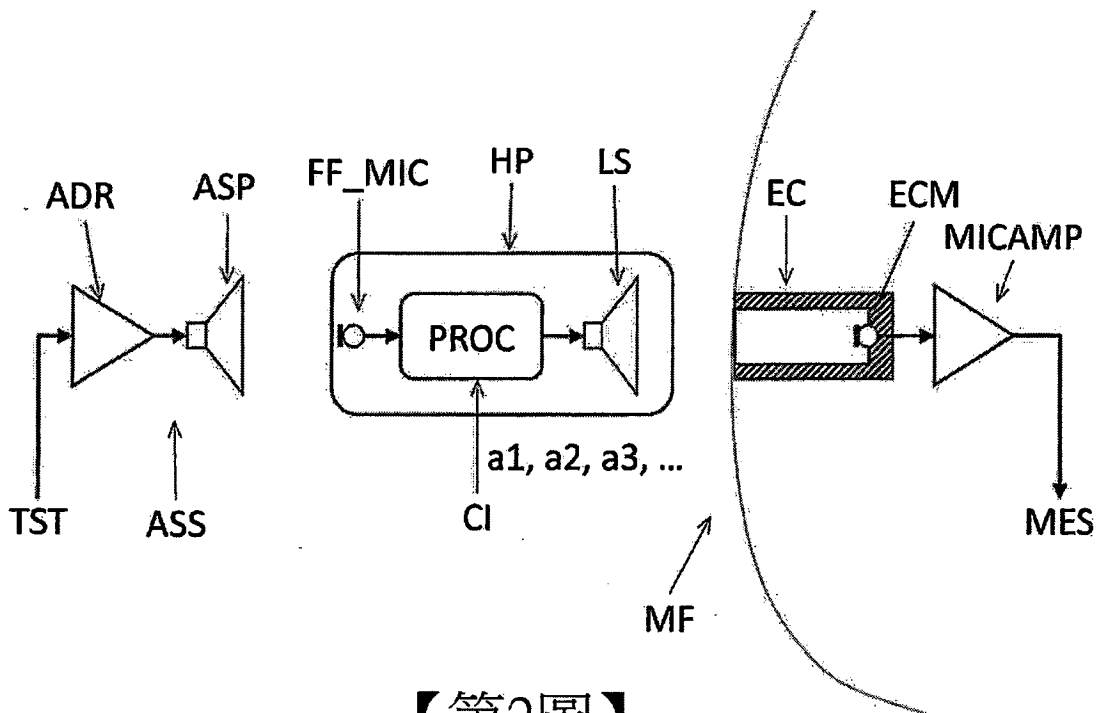
該模型響應函數(F)係基於該預定義轉移函數、該第一響應函數、該第二響應函數及該第三響應函數、以及該第一增益因子、該第二增益因子及該第三增益因子(a1, a2, a3)來確定。

12. 如申請專利範圍第 1 至 11 項其中一項所述之方法，其中，測量該環境音源(ASS)與該測試麥克風(ECM)之間所測到的該等響應函數之各者，而不用存取該音訊裝置(HP)內之任何測試點。
13. 如申請專利範圍第 1 至 12 項其中一項所述之方法，其中，測量該環境音源(ASS)與該測試麥克風(ECM)之間所測到的該等響應函數之各者，而不用在相應測量期間拆卸該音訊裝置(HP)。
14. 如申請專利範圍第 1 至 13 項其中一項所述之方法，其中，該音訊裝置(HP)及該噪音處理器(PROC)係為了前授噪音消除而啟用。
15. 如申請專利範圍第 1 至 14 項其中一項所述之方法，更包含基於該模型響應函數(F)來確定該噪音處理器(PROC)之濾波函數之參數。

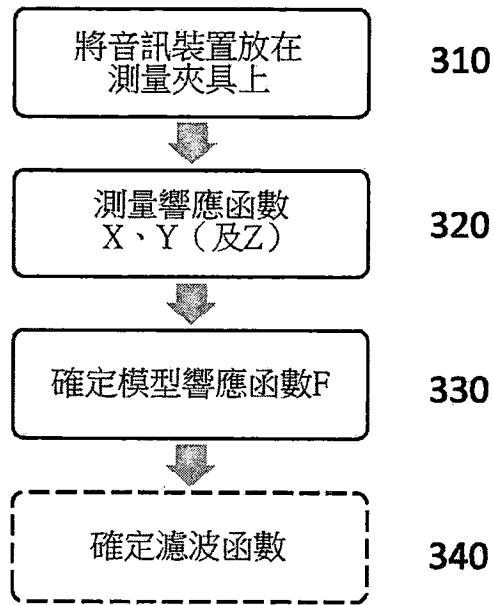
【發明圖式】



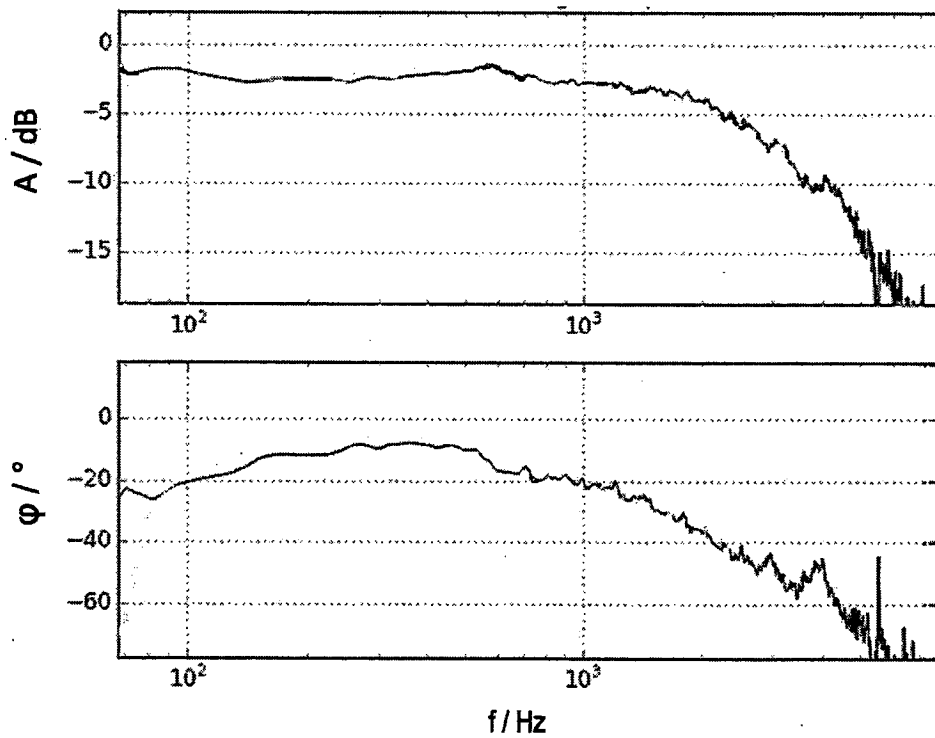
【第1圖】



【第2圖】



【第3圖】



【第4圖】