



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I832942 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：108146952

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 20 日

(51)Int. Cl. : A61B5/12 (2006.01)

(30)優先權：2018/12/21 歐洲專利局 18215560.6

(71)申請人：瑞典商埃迪爾都公司 (瑞典) AUDIODO AB (PUBL) (SE)

瑞典

(72)發明人：菲利浦森 約翰 PHILIPSSON, JOHN (SE)；馬丁森 羅傑 MARTINSON, ROGER (SE)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

EP 2572640A1

US 6160893A

US 2005/0059904A1

US 2015/0358745A1

審查人員：吳丕鈞

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：11 共 43 頁

(54)名稱

補償聽力測試之方法、裝置及系統

(57)摘要

本申請案揭示了用於補償的聽力測試的方法、系統及裝置。用於對於在一不受到控制的環境中執行的一聽力測試進行雜訊補償的該方法是藉由產生數個測試音調頻率的一或多個測試音調、使用一音訊揚聲器向一使用者呈現該等測試音調、接收指示該等測試音調的使用者的感知的使用者輸入，從而提供包含針對於該數個測試音調頻率的聽力的強度層級的一測試結果，及基於該測試結果產生一聽力輪廓來執行。該方法包含以下步驟：評估(510)從一麥克風接收的一雜訊位準、基於該雜訊位準來決定(520)一雜訊感知模型，及使用該雜訊感知模型來補償(530)該測試結果，或該測試結果和該一或多個測試音調中的至少一者。

Method, systems and devises for a compensated hearing test. The method for noise compensating a hearing test performed in an uncontrolled environment is being performed by generating one or more test tones of a number of test tone frequencies, presenting, using an audio speaker, said test tones to a user, receiving user input indicative of the users' perception of the test tones such that a test result comprising intensity levels of hearing for the number of test tone frequencies is provided, and generating a hearing profile based on the test result. The method comprises evaluating (510) a noise level received from a microphone, determining (520) a noise perception model based on said noise level, and compensating (530) at least one of the test result or the test result and said one or more test tones using the noise perception model.

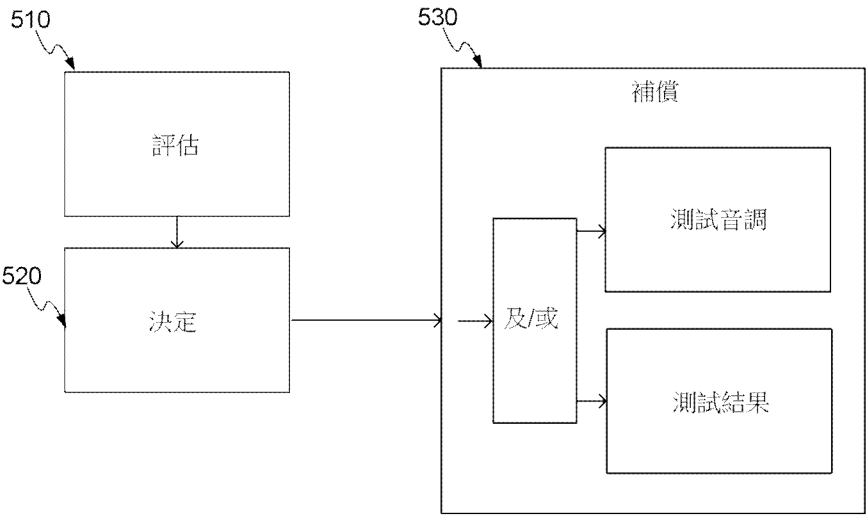
指定代表圖：

符號簡單說明：

510:步驟

520:步驟

530:步驟



第 5 圖



I832942

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】補償聽力測試之方法、裝置及系統

【英文發明名稱】METHODS, DEVICES AND SYSTEM FOR A COMPENSATED HEARING TEST

## 【中文】

本申請案揭示了用於補償的聽力測試的方法、系統及裝置。用於對於在一不受到控制的環境中執行的一聽力測試進行雜訊補償的該方法是藉由產生數個測試音調頻率的一或多個測試音調、使用一音訊揚聲器向一使用者呈現該等測試音調、接收指示該等測試音調的使用者的感知的使用者輸入，從而提供包含針對於該數個測試音調頻率的聽力的強度層級的一測試結果，及基於該測試結果產生一聽力輪廓來執行。該方法包含以下步驟：評估(510)從一麥克風接收的一雜訊位準、基於該雜訊位準來決定(520)一雜訊感知模型，及使用該雜訊感知模型來補償(530)該測試結果，或該測試結果和該一或多個測試音調中的至少一者。

## 【英文】

Method, systems and devises for a compensated hearing test. The method for noise compensating a hearing test performed in an uncontrolled environment is being performed by generating one or more test tones of a number of test tone frequencies, presenting, using an audio speaker, said test tones to a user, receiving user input indicative of the users' perception of the test tones such that a test result comprising intensity levels of hearing for the number of test tone frequencies is provided, and generating a hearing profile based on the test result. The method comprises evaluating

(510) a noise level received from a microphone, determining (520) a noise perception model based on said noise level, and compensating (530) at least one of the test result or the test result and said one or more test tones using the noise perception model.

【指定代表圖】第（ 5 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

5 1 0   ：   步 驟

5 2 0   ：   步 驟

5 3 0   ：   步 驟

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】補償聽力測試之方法、裝置及系統

【英文發明名稱】METHODS, DEVICES AND SYSTEM FOR A COMPENSATED HEARING TEST

【技術領域】

【0001】 本發明關於用於產生聽力輪廓的聽力測試，且特定地關於在不受到控制的環境中執行的聽力測試。

【先前技術】

【0002】 自1970年代末推出可攜式的電子設備（例如，Walkman<sup>TM</sup>）以來，可攜式音訊的可用性和品質一直在改善。利用智慧型手機，此類裝置的每個使用者可存取幾乎無窮無盡的供應的音樂和其他音訊內容。音訊內容通常將經由一對耳機或其他的可攜式的揚聲器來體驗。

【0003】 音訊內容意欲以特定的方式發出聲音（例如內容的作者和製作者對於聆聽者應如何地感知內容有一定的了解）。關於揚聲器和耳機也可以這麼說。彼些產品的設計者通常對於他們的產品應如何地改變音訊內容以為了建立（例如）特定於品牌的聲音或感覺有一種看法。

【0004】 聆聽者感知實際的音訊內容的方式將在很大的程度上取決於聆聽者的聽力輪廓。音訊和音訊播放設備是針對於具有平均聽力輪廓的聆聽者或具有大致上平坦的聽力輪廓的聆聽者來設計。無論利用何種方式，使得針對於聆聽者的聽力輪廓補償的感知的音訊大幅地改善聆聽體驗。

【0005】 基於使用者的聽力輪廓來補償音訊內容的基本觀念是習知的，並且被描述在 US 2006215844 中，其一般性地關於用於過濾和放大音頻訊號以改善正常人和聽力障礙者二者的聆聽環境的方法和系統。US 2006215844 使得音頻訊號的過濾和放大是基於聆聽者的決定的聽力輪廓。

【0006】 為了要建立使用者的聽力輪廓而執行聽力測試的一種方式是讓使用者聆聽不同的頻率的音訊測試音調。要求使用者指示是否感知到測試音調，且若是如此，則減低測試音調的強度，直到使用者無法感知測試音調為止。使用者感知的測試音調的最低強度將與測試音調的頻率一起構成在聽力輪廓中的一個資料點。此聽力輪廓可繼而使用以補償音訊的頻率回應，以使得針對於使用者的任何的聽力障礙來補償音訊。

【0007】 為了達成精確的目的，決定聽力輪廓將需要寂靜的，或至少安靜的環境。背景雜訊和其他形式的音訊污染將影響聽力輪廓，並可能導致不正確的輪廓。

【0008】 CN 101862195 A 關於使用於聽力測試和輔助聽力的電路，並且更為特定地關於聽力測試和助聽器系統。

【0009】 藉由執行聽力測試來決定聽力輪廓是習知的。但是，先前技術並未能揭示如何地在隨機的聲音與背景雜訊相結合的不受到控制的環境中決定聽力輪廓。

【0010】 鑑於上述情況，顯然存在改進的空間。

**【發明內容】**

**【0011】** 本發明的一個目的是提供一種新類型的聽力測試，其相對於先前技術有所改進，並且消除或至少減輕了在前文中論述的缺點。本發明的另一個目的是提供一種在不受到控制的環境中執行的聽力測試，從中可能產生精確的聽力輪廓。此些目標中的一或多者係藉由在隨附的獨立項中闡述的技術，以及在與其相關的附屬項中界定的優選的實施例來實現。

**【0012】** 根據第一態樣，提供一種用於對於在不受到控制的環境中執行的聽力測試進行雜訊補償的方法。該聽力測試係藉由產生數個測試音調頻率的一或多個測試音調、使用一音訊揚聲器向一使用者呈現該等測試音調、接收指示該等測試音調的使用者的感知的使用者輸入，從而提供包含針對於該數個測試音調頻率的聽力的強度層級的一測試結果，及基於該測試結果產生一聽力輪廓來執行。該方法包含以下步驟：評估從一麥克風接收的一雜訊位準、基於該雜訊位準來決定一雜訊感知模型，及使用該雜訊感知模型來補償該測試結果或該一或多個測試音調中的至少一者。

**【0013】** 在該方法的第一變體中，評估該雜訊感知模型的步驟包含以下步驟：基於評估的該雜訊位準來計算一雜訊功率譜。該雜訊功率譜包含：針對於數個頻率範圍的雜訊位準。該雜訊功率譜是評估的該雜訊位準的有效的、靈活的及精確的表示。頻率範圍的數量可與測試音調頻率的數量

相同。此允許在測試音調與頻率範圍之間進行簡單且有效的相互關聯，並為帶寬優化開啟了大門等等。

**【0014】** 在該方法的第二變體中，決定該雜訊感知模型的步驟進一步包含以下步驟：針對於該數個頻率範圍中的每一者，決定在該一或多個測試音調頻率與該雜訊功率譜之間的異頻遮蔽(off frequency masking)。此是有益的，因為它允許：當感知到強烈的異頻的聲音時對於雜訊進行精確的補償。

**【0015】** 在該方法的第三變體中，該音訊揚聲器被包含在音訊揚聲器組件中。將該音訊揚聲器安裝在一組件中允許將該揚聲器固定在一個位置，而可能進行更加可控和可重覆的聽力測試。該雜訊感知模型可進一步包含：將一雜訊傳遞模型應用至該雜訊感知模型。該雜訊傳遞模型包含：與外部雜訊被傳遞至音訊揚聲器組件相關的預先校準的資料。因為可以進行更為精確的雜訊補償(其是由於對於被傳遞至聆聽者的實際的雜訊作出補償)，所以此是有益的。

**【0016】** 在該方法的第四變體中，該方法進一步包含以下步驟：基於該雜訊感知模型來計算針對於該一或多個測試音調的測試訊號功率調整層級，及將該等訊號功率調整層級應用於該一或多個測試音調。藉由補償該測試訊號的層級，無論環境如何，記錄的結果皆將是精確的，而且，它是一種耗用很少的計算功率的簡單且直接的補償。

**【0017】** 在該方法的第五變體中，該方法進一步包含以下步驟：基於該雜訊感知模型，計算針對於該數個測試音調頻

率的測試結果調整層級，及將該測試結果調整層級應用至該測試結果。藉由將該訊號應用至該測試結果，無論環境如何，記錄的結果皆將是精確的。而且，它是一種耗用很少的計算功率的簡單且直接的補償。

**【0018】** 在該方法的第六變體中，評估該雜訊位準的步驟進一步包含以下步驟：接收一雜訊訊號、將該雜訊訊號劃分為一或多個訊框、利用窗口化、重疊和相加技術來減少在一或多個訊框中的虛假頻率和暫態，及使用快速傅立葉轉換將該一或多個訊框轉換至頻域。此是有益的，因為由FFT提供的頻率表示將是乾淨的、穩定的，及大致上沒有不想要的偽影(artefact)。

**【0019】** 在該方法的第七變體中，藉由基本上連續地評估該雜訊位準，在進行聽力測試持續時間內，基本上連續地更新該雜訊感知模型。藉由頻繁地執行該方法，可以補償在雜訊中的脈衝雜訊和快速的變化。

**【0020】** 在該方法的第八變體中，決定該雜訊感知模型的步驟進一步包含以下步驟：應用包含該音訊揚聲器的頻率轉移函數的一預先決定的音訊揚聲器校準資料。此是有用的，因為它允許：音訊揚聲器的輪廓不受到聽力測試的補償的影響。

**【0021】** 根據第二態樣，提供一種用於補償聽力測試的方法。該聽力測試係藉由產生數個測試音調頻率的一或多個測試音調、使用一音訊揚聲器來向一使用者呈現該等測試音調、接收指示該等測試音調的使用者的感知的使用者輸

入，從而提供包含針對於該數個測試音調頻率的聽力的強度層級的一測試結果，以及基於該測試結果產生一聽力輪廓來執行。該方法包含以下步驟：獲取包含該音訊揚聲器的一頻率轉移函數的一預先決定的音訊揚聲器校準資料，及使用該預先決定的音訊揚聲器校準資料來補償該測試結果或該一或多個測試音調中的至少一者。

**【0022】** 根據第三態樣，提供了一種音訊揚聲器組件，該音訊揚聲器組件經配置以操作性地連接至一計算裝置的一介面單元，而用於執行根據本發明的第一態樣的補償聽力測試。該計算裝置進一步包含：一第一控制單元和一第一麥克風。該音訊揚聲器組件包含：至少一音訊揚聲器、一第二麥克風，及操作性地連接至該至少一音訊揚聲器的一第二控制單元。該第二控制單元經配置以控制該至少一音訊揚聲器以呈現數個測試音調頻率的一或多個測試音調。該第二控制單元進一步地經配置以基於從該第一控制單元接收的指令，執行以下所述者中的至少一者：評估由該第一麥克風和/或該第二麥克風感知的一雜訊位準、基於該雜訊位準來決定一雜訊感知模型，或使用該雜訊感知模型來補償該測試結果或該一或多個測試音調中的至少一者。

**【0023】** 在該音訊揚聲器組件的第一變體中，該音訊揚聲器組件進一步地經配置以執行第二態樣的該方法。

**【0024】** 根據第四態樣，提供了一種計算裝置，該計算裝置經配置以操作性地連接至一音訊揚聲器組件，而用於根據第一態樣的該方法來執行一補償聽力測試。該音訊揚聲器

組件包含：至少一音訊揚聲器、一第二麥克風，及一第二控制單元。該計算裝置包含：一介面單元、一第一麥克風，及一第一控制單元。該第一控制單元經配置以指示該第二控制單元藉由該一或多個音訊揚聲器來呈現數個測試音調頻率的一或多個測試音調。該第一控制單元進一步地經配置以執行以下所述者中的至少一者：評估由該第一麥克風和/或該第二麥克風感知的一雜訊位準、基於該雜訊位準來決定一雜訊感知模型，或使用該雜訊感知模型來補償該測試結果或該一或多個測試音調中的至少一者。

**【0025】** 在該計算裝置的第一變體中，該計算裝置進一步地經配置以執行第二態樣的方法。

**【0026】** 根據第五態樣，提供一種用於執行補償的聽力測試的系統。藉由允許使用者指示數個測試音調頻率的一或多個測試音調的感知來執行聽力測試。該系統包含：一計算裝置，該計算裝置包含：一介面單元、一第一麥克風和一第一控制單元，及一音訊揚聲器組件，該音訊揚聲器組件包含至少一音訊揚聲器、一第二麥克風和一第二控制單元。該第一控制單元操作性地連接至該第二控制單元，並且其中該音訊揚聲器組件是根據第三態樣中的任何者的該音訊揚聲器組件，或該計算裝置是根據第四態樣中的任何者的該計算裝置。

**【圖式簡單說明】**

**【0027】** 將在後文中描述本發明的實施例；參照隨附的示意圖，該等示意圖示例說明：可以如何地將本發明的構思簡化為實踐的非限性的實例。

**【0028】** 第 1 a 圖是根據一實施例的用於在不受到控制的環境中執行補償的聽力測試的系統。

**【0029】** 第 1 b 圖是用於在一不受到控制的環境中執行補償的聽力測試的方塊圖。

**【0030】** 第 2 圖是根據一些實施例的雜訊評估模組的方塊圖。

**【0031】** 第 3 圖是根據一些實施例的雜訊感知模型決定模組的方塊圖。

**【0032】** 第 4 a 圖是示例說明異頻遮蔽的概念的圖形。

**【0033】** 第 4 b 圖是示例說明異頻遮蔽的概念的圖形。

**【0034】** 第 5 圖是示例說明根據一些實施例的用於對於在不受到控制的環境中執行的聽力測試進行雜訊補償的方法的方塊圖。

**【0035】** 第 6 圖是根據一些實施例的評估雜訊位準的方法步驟的詳細的方塊圖。

**【0036】** 第 7 圖是根據一些實施例的決定一雜訊感知模型的方法步驟的詳細的方塊圖。

**【0037】** 第 8 圖是示例說明根據一些實施例的用於對於在不受到控制的環境中執行的聽力測試進行雜訊補償的方法的方塊圖。

【0038】 第9圖是根據一些實施例的音訊揚聲器組件的方塊圖。

【0039】 第10圖是根據一些實施例的計算裝置的方塊圖；  
及

【0040】 第11圖是根據一些實施例的用於執行補償的聽力測試的系統的方塊圖。

【實施方式】

【0041】 在下文中，將參照隨附圖式更為完整地描述某些實施例。然而，本發明可以利用許多不同的形式來體現，並且不應被解釋為限於在本文中闡述的實施例；而是，此些實施例係藉由實例的方式來提供，以使得本揭露將是透徹和完整的，並且將充分地把本發明的範疇(例如，其被界定在隨附的申請專利範圍中)傳達給彼些習知技藝者。

【0042】 聲音污染是一個日益嚴重的問題，且全球越來越少的地方被認為是寂靜的。任何的都市環境皆會受到來自(例如)車輛和運輸系統、建築物的環境控制、鄰居等等的聲音的影響。此些聲音中的一些者在頻率行為和強度上表現出某種形式的週期性和可重複性，其他者則是完全隨機的、非同步的，並且將只會發生一次(例如：特定地，在交叉路口發出的汽車喇叭聲)。如同將在此說明書中揭示者，藉由提出的解決方案背後的發明人的創造性的思維，使得在此種不受到控制的環境中執行聽力測試成為可能。如同將在接下來的章節中揭示者，補償的聽力測試可被使用以產生與使用者或聆聽者相關聯的聽力輪廓，使得聽力輪廓可用

於針對於使用者的任何的聽力障礙來補償音訊或音訊播放設備。由本發明的一些實施例產生的聽力輪廓將使得可能產生與一個特定的使用者相關聯的通用的聽力輪廓。從描述使用者的聽力輪廓的角度來看，聽力輪廓是通用的，而不會受到使用以產生聽力輪廓的設備的任何影響。即使聽力測試是在不同的位置且利用不同的設備來進行，此者促進在任何的音訊播放設備中的音訊的補償和個人化。通用的聽力輪廓是有益的一個非限制性的實例是在用於車輛（例如，汽車、卡車、公共汽車等等）的音訊系統中。在車輛中產生聽力輪廓是具有挑戰性的（由於（例如）與將左耳的聽覺與右耳的聽覺隔離相關的困難）。

**【0043】** 在本揭露中，聽力障礙是指包含音訊的感知上的任何的常見的偏差（與具有完美的聽力的人的聽力輪廓相比）。換言之，耳聾或重度聽力障礙不被認為是音訊的感知上的常見的偏差（與具有完美的聽力的人的聽力輪廓相比）。

**【0044】** 參照第 1 a 圖，其中顯示：用於在不受到控制的環境中執行補償的聽力測試的系統 100。系統 100 包含：音訊揚聲器組件 20（在第 1 a 圖中顯示為一對耳機），但是它很可能是任何的適當的揚聲器組件 20（如同將在整個本揭露中舉例說明者）。因為聆聽者相對於音訊揚聲器 180 的位置將影響聽力輪廓，具有固定位置的音訊揚聲器組件 20 是優選的，但是本發明不限於此些裝置。具有固定位置的揚聲器

組件 20 在本文中被称为音訊揚聲器組件 20，其被排置在 (例如) 具有任何的尺寸、形狀或形式的耳機或聽筒中。

【0045】 如同示例說明於第 1a 圖中的系統 100 包含：計算裝置 10 (例如：行動電話、PDA、膝上型電腦、智慧型手錶，或任何的適當的可攜式或固定式的電子設備，以及音訊揚聲器組件 20 (例如一對耳機、聽筒等等))。計算裝置 10 藉由通訊介面 30 操作性連接至音訊揚聲器組件 20。通訊介面 30 可為有線或無線介面。無線介面可為：任何的適當的介面 (例如，Bluetooth、WIFI、蜂巢式服務等等)。計算裝置 10 包含：一介面單元，該介面單元經配置以藉由通訊介面 30 操作性地連接至音訊揚聲器組件 20。計算裝置 10 進一步包含：第一介面單元和操作性地連接至第一控制器的第一麥克風。音訊揚聲器組件包含：至少一音訊揚聲器 180 和操作性地連接至音訊揚聲器的第二控制單元。音訊揚聲器組件 20 可進一步包含：第二麥克風。

【0046】 參照第 1b 圖，其中顯示：用於在不受到控制的環境中執行補償的聽力測試的系統 100 的方塊圖。系統 100 包含：麥克風 170，該麥克風操作性地連接至雜訊評估模組 110，該雜訊評估模組又操作性地連接至雜訊感知模型決定模組 120。測試音調補償模組 130 從雜訊感知模型決定模組 120 和揚聲器特性輪廓分析模組 150 的至少一者中接收其輸入。作為測試音調補償模組 130 的替代者或補充者，測試結果補償模組 160 從雜訊感知模型決定模組 120 和揚聲器特性輪廓分析單元 150 中的至少一者中接收其輸

入。測試音調補償模組130操作性地連接至測試音調產生模組140，該測試音調產生模組操作性地連接至音訊揚聲器180。音訊揚聲器180通常被包含在音訊揚聲器組件20中。在接下來的章節中將更為詳細地解釋系統100的模組110、120、130、140、150、160，並且應該強調的是，並非所有的模組110、120、130、140、150、160皆是強制性的，甚至可以從一些實施例中省略麥克風170。從接下來的章節中以下所述者將是清楚的：可以選擇模組110、120、130、140、150、160，以及利用許多不同的組合方式來對其進行組合，並且所有的可預見的組合應被認為是由本揭露所涵蓋的。

**【0047】** 後文的揭示可將模組110、120、130、140、150、160詳細地描述為獨立的方塊。然而，並不必然地是此種情況，且模組110、120、130、140、150、160應被認為是：可以利用許多的形式來實現並且利用任何的可預見的方式來組合和劃分的建構塊。舉例而言，模組110、120、130、140、150、160中的一些者或所有者可為硬體實施的，而一些者或所有者可為軟體實施的。除此之外，與一個特定的模組110、120、130、140、150、160相關的程序的某些部分可被分佈在經排置成執行此特定的程序的子集的多於一個的單元、裝置或功能之間。

雜訊評估模組

**【0048】** 雜訊評估模組110(在第2圖中詳細地描述)量測和評估對應於由麥克風170感知的聲音的訊號。由麥克風170

感知的聲音可以數位或類比形式被提供至雜訊評估模組 1 1 0。若聲音是以類比形式來提供，訊號是使用(例如)類比至數位轉換器 1 1 1 來取樣。數位訊號將具有取樣率  $R_S$ ，並且每個取樣將由數個位元來表示。藉由將取樣緩存在逐訊框的緩衝器 1 1 2 中，將數位訊號劃分為數個訊框。訊框將包含  $N$  個取樣，因此可以根據方程式 1 計算出訊框率  $R_F$ 。

$$R_F = \frac{R_S}{N} \quad \text{方程式 1}$$

【0049】 訊框可以是任何的長度，並且訊框長度會影響系統的延遲。延遲將表現為：聲音如何快速地變化可以被追蹤和改變。典型的訊框長度由 2 5 6 個取樣組成，其對應於在 4 4 1 0 0 (H z) 的取樣音訊系統中的不到 6 (m s) 的資料。

【0050】 訊框可能包含：數個不同的頻率的訊號的取樣，並且在訊框中表示的頻率不可能是每個頻率的整數個週期。訊框中的此些不連續性在轉換至頻域時引起頻譜洩漏，並且為了要減少此些影響，對於訊框進行窗口化。窗口化包括：將訊框的取樣乘以窗口，該窗口的長度與訊框的長度相同，其中窗口的幅度平滑地變化，並且在窗口的邊緣處逐漸地接近於零。結果是：出現在訊框的邊緣處的不連續性減小為零，此造成了可被視為連續的訊框。窗口化功能減少了訊框的能量，並且使用重疊和相加功能，以為了補償此能量損失。重疊和相加功能將目前的訊框與數個先前的訊框進行卷積。重疊和相加功能以及窗口化功能是藉由窗口化、重疊和相加功能 1 1 3 來執行。具有許多的不同的窗口化功能，其可能具有(例如)變化的滾降率和旁瓣位

準，通常在本揭露中，H a m m i n g 窗口或 H a n n i n g 窗口可能是適合的，但是此些窗口化功能不應該被認為是限制性的。此外，重疊和相加功能在(例如)選擇的重疊量上是可配置的(通常地，在先前的訊框的50%與75%之間的重疊可能為適當的，但是此也應該被認為是非限制性的實例)。

【0051】 使用(例如)快速傅立葉轉換來將此些訊框轉換至頻域，FFT功能114提供音訊的頻率和相位表示。音訊的頻率的頻率解析度和相位表示將取決於訊框長度和FFT的階數二者。在非限制性的實例中，FFT的尺寸是256，此將導致FFT大小的一半(亦即，128個頻率分量或頻率段)的頻率解析度。每個段將具有一帶寬，該帶寬等於N y q u i s t 取樣率(亦即，音頻訊號的取樣率的一半)除以段的總數。在具有44100 Hz的取樣率和FFT大小為256的實例中，每個段的帶寬將為 $44100 / 2 / 128$ ，其剛好高於170 Hz。

【0052】 從FFT功能114輸出的頻率段可以在計算之間變化和波動。為了要減少此些波動並找到訊號的更為穩定的狀態，使得訊號通過平均和平滑化功能115。可以藉由(例如)利用具有(或不具有)加權的滑動窗口功能來執行平均和平滑化。可利用長度為N的滑動窗口以計算目前的取樣和最後N-1個取樣的平均。可替代性地或額外地，可應用加權，其中通常將較舊的取樣乘以相較於晚一些的取樣為較低的因數。作為一非限制性的實例，考慮藉由加權因子w f (其值為0.1)來對於二個取樣 $S_n$ 和 $S_{n-1}$ 進行加權，此將根據 $S = S_n * (1 - w f) + S_{n-1} * w f$ 得出平均S。此平均實際上

是一個低通濾波器，因此將減小不想要的波動並減少訊號的可能的虛假分量。習知技藝者將理解到如何地決定平均和平滑化參數的大小，以為了達成在帶寬與訊號平滑度之間的適當的權衡。

**【0053】** 從平均和平滑化功能 115 輸出的比較平滑的訊號再反饋至頻譜功率計算功能 116。頻譜功率計算功能 116 藉由(例如)以下的方式計算出每個段的訊號的功率頻譜：透過 FFT 功能 114 計算出的複數訊號的絕對值(亦即，訊號的振幅)。

雜訊感知模型決定模組

**【0054】** 計算出的功率頻譜被饋送至雜訊感知模型決定模組 120(在第3圖中詳細地描述)，該雜訊感知模型決定模組使用接收到的雜訊譜以利用雜訊感知模型計算功能 123 來計算雜訊感知模型。雜訊感知模型計算功能 123 計算出控制值，該等控制值可被使用以利用測試音調補償模組 130 來補償測試音調，及/或利用測試結果補償模組 160 來補償測試結果。基本上，藉由雜訊感知模型計算功能 123 計算出的控制值與感知的雜訊的倒數有關。感知的雜訊可為從頻譜功率計算功能 116 輸出的雜訊功率譜。可替代性地，感知的雜訊可為：從藉由雜訊洩漏計算功能 121 和/或頻率遮蔽計算功能 122 修改的頻譜功率計算功能 116 輸出的雜訊功率譜。

**【0055】** 接收的雜訊(如同由麥克風 170 獲取者)通常在音訊揚聲器組件 20 附近(但是在音訊揚聲器組件 20 外部)的

位置獲取。此意味著由麥克風獲取的雜訊可能具有與由聆聽者感知的雜訊不同的位準(由於(例如)音訊揚聲器組件 20 的雜訊衰減的緣故)。雜訊洩漏計算功能 121 取決於雜訊如何地從音訊揚聲器組件 20 (例如一對耳機、聽筒等等)的外部被傳送至聆聽者的耳朵來補償雜訊功率譜。基本上，此意味著描述不同的頻率的聲音如何地被音訊揚聲器組件 20 衰減，並且此可能會根據音訊揚聲器組件 20 而發生很大的變化。許多因素會影響雜訊洩露計算(例如，音訊揚聲器組件 20 的設計是例如頭戴式耳機、耳掛式耳機或入耳式耳機)。特定的揚聲器組件的雜訊洩露通常是藉由音訊揚聲器組件 20 的每個單元、模型、系列、模型組、系列組或品牌進行一次性表徵，並且以雜訊評估模組 110 可存取和可獲用的方式來儲存。雜訊洩露可藉由利用二個麥克風來表徵。一個麥克風可以被排置在音訊揚聲器組件 20 內部的位址，以使得其聲音的感知將類似於音訊揚聲器組件 20 的使用者的聲音的感知。另一個麥克風可被排置在音訊揚聲器組件 20 的外部，並且雜訊洩露是由二個麥克風針對於不同的頻率所感知的聲壓差來表徵。可以針對於數個不同的頻率且亦處於不同的聲壓級來對於雜訊洩露進行表徵。因為可以在不同的頻率和不同的聲壓二者下對於雜訊洩露進行表徵，所以可以在雜訊洩露表中表示該表徵。針對於每次疊代，雜訊洩漏計算功能 121 模組將會根據(例如)接收的雜訊譜的特定的段的功率頻譜密度，從雜訊洩露表中選擇適當的資料，並相應地補償接收的雜訊譜。

【0056】 在雜訊感知模型決定模組120中的另一個可選擇的功能是頻率遮蔽計算功能122。頻率遮蔽計算功能122針對由於異頻遮蔽的緣故而發生的聽覺遮蔽來補償接收的雜訊譜。簡而言之，此意味著處於第一頻率的聲音可減低感知處於第二頻率的聲音的可能性，其可以與(例如)無線電電子中的阻擋和選擇性進行比較。在文獻中詳細地描述了異頻遮蔽，其中曲線描述了不同的頻率和強度的聲音如何地被其他的頻率和強度的聲音掩蓋。在壓縮演算法中針對於音訊(例如，Moving Picture Experts Group Layer-3 Audio、MP3)使用異頻遮蔽的效果。為了使得異頻遮蔽發生，異頻訊號必須具有比想要的聲音更高的聲壓級。此意味著可以根據接收的雜訊譜，且亦根據要產生的測試音調的期望的聲壓，適應性地應用頻率遮蔽計算功能122。換言之，僅當在目前以聽力測試作為目標的一頻率段周圍有具有比感興趣的頻率段更高的聲壓級的頻率段時，才需要頻率遮蔽計算功能122。

【0057】 在此參照第4a圖和第4b圖來呈現一非限制性的實例。在第4a圖中，其中示例說明了在5個段A-E中表示的接收的雜訊譜。與其他的段A、C、D、E相比，段B具有相對較高的功率頻譜密度，及段B可遮蔽其他的段A、C、D、E。為了達成完整性，對於在段B中將具有落在段B的帶寬內的頻率上的接收的雜訊功率進行聽覺遮蔽的形式被稱為同頻遮蔽。在第4b圖中圖示了段B在其他的段A、C、D、

E上具有的異頻遮蔽效果，其中遮蔽效應被示例說明為：在其他的段A、C、D、E中的功率頻譜密度中的增加。

【0058】 雜訊感知模型計算功能123使用接收的雜訊功率而可選擇地根據雜訊洩漏計算功能121和/或頻率遮蔽計算功能來產生雜訊感知模型。雜訊感知模型包含：針對於每個段的補償層級，該補償層級指示落在相對應的段內的測試音調或測試結果應如何地補償。通常地，測試音調或其相對應的測試結果是藉由接收的雜訊功率來增加（可選擇地根據雜訊洩漏計算功能121和/或乘上比例因子的頻率遮蔽計算功能122）。比例因子可以根據經驗來決定，且對於段中的所有者，或段中的一些者可以是相同的因子。雜訊感知模型被提供以作為對於測試音調補償模組130和/或測試結果補償模組160的可選擇的輸入。

#### 揚聲器特性輪廓分析模組

【0059】 揚聲器特性輪廓分析模組150是計算音訊揚聲器組件20的效果的可選擇的模組、功能或單元。音訊揚聲器組件20和音訊揚聲器180的許多的製造商具有：帶有特性聲音或具有他們希望與其品牌相關聯的特定的聲音的模型。一些音訊揚聲器組件20可以被設計成：具有特定於特有的風格的音樂（例如，搖滾）的特性。具有意欲提供類似於搖滾的聲音的特性的音訊揚聲器組件20可具有：在中間區域為平坦並且在較低的區域和較高的區域為放大或增加的頻率回應。當執行聽力測試以為針對於聆聽者的聽力輪廓進行聲音的補償時，將補償當執行聽力測試以產生聽

力輪廓時使用的音訊揚聲器組件20的效果。聽力測試將致力於產生一大致上平坦的部分，此意味著與當執行聽力測試時使用的音訊揚聲器組件20相關聯的頻率回應將藉由聽力測試來進行補償。此意味著音訊揚聲器組件20的設計的特性將被去除，且此可能不是期望的效果。揚聲器特性輪廓分析模組150對於耳機校準資料進行存取。提供耳機校準資料，該耳機校準資料以可由揚聲器特性輪廓分析模組150存取的此類方式進行預先計算和預先存儲。耳機校準資料(例如)可儲存在本端記憶體中、可從雲端服務存取、可由使用者提供等等。耳機校準資料通常是藉由以下方式來產生的：將白雜訊或數個不同的頻率一個接著一個饋送至音訊揚聲器組件20，且量測來自音訊揚聲器組件20的聽覺回應。耳機校準資料可藉由在饋送至音訊揚聲器180的聲音的聲壓級與量測到的來自音訊揚聲器180的聽覺回應的聲壓級之間的差來表徵。揚聲器特性輪廓分析模組150使用耳機校準資料來產生揚聲器特性輪廓，該揚聲器特性輪廓可為耳機校準資料的倒數，該耳機校準資料可進一步地藉由因子來進行放大縮小。通常地，若耳機校準資料指示：處於特定的頻率且具有特定的大小的聲壓降低，則揚聲器特性輪廓包含：處於大致相同的頻率下的大致相同的振幅的增加。揚聲器特性輪廓被提供以作為對於測試音調補償模組130和/或測試結果補償模組160的可選擇的輸入。

測試音調補償模組

【0060】 測試音調補償模組 130 接收來自雜訊感知模型決定模組 120 或揚聲器特性輪廓分析模組 150 中的至少一者的輸入，且使用此些輸入以形成提供至測試音調產生模組 140 的測試音調補償。測試音調補償可包含（例如）：因子或補償值，其中每一者皆直接地與測試音調的不同的頻率相關聯。揚聲器特性輪廓分析模組 150 的輸出可能具有與來自雜訊感知模型決定模組 120 的輸出和 / 或測試音調產生模組 140 的所欲的輸入的格式不同的格式。若需要的話，測試音調補償模組 130 將其輸入轉換成測試音調產生模組的期望的格式。頻率解析度或振幅在輸入和 / 或輸出之間可能是不同的，並且測試音調補償模組 130 對於輸入進行放大縮小以對應於測試音調產生模組 140 的期望的輸入。

測試結果補償模組

【0061】 測試結果補償模組 160 是測試音調補償模組 130 的替代者或補充者。測試結果補償模組 160 接收來自雜訊感知模型決定模組 120 或揚聲器特性輪廓分析模組 150 中的至少一者的輸入。此些輸入被使用以補償聽力測試的結果，且其可（例如）當測試進行時、在測試結束時或在進行聽力測試的某些步驟時（例如，當最後決定一種特定的測試音調時）連續地進行。

測試音調產生模組

【0062】 測試音調產生模組 140 是負責產生提供至音訊揚聲器 180 的測試音調的單元、模組、裝置或函數。測試音調產生模組 140 接收來自測試音調補償模組 130 的輸入、測

試音調補償，及將測試音調補償應用於要產生的測試音調。通常地，此可能意味著在存在環境雜訊的情況下增加測試音調的聲壓，並且可能降低測試音調以補償音訊揚聲器組件 20 的放大。無論利用何種方式，測試音調補償包含用以執行測試音調的補償所需的資料，以為了提供所欲的振幅和頻率的測試音調至揚聲器組件 180。

**【0063】** 從到目前為止的揭露中顯而易見地，在第 1 圖中概括描繪的功能、模組的組合可以利用許多不同的方式來完成。以下的章節將詳細地描述此些組合中的一些者，但是應該提及的是：儘管沒有明確地揭示，所有適當的組合皆應該被認為是所涵蓋者。

**【0064】** 在第 5 圖中呈現用於對於在不受到控制的環境中執行的聽力測試進行雜訊補償的方法的優選的實施例。該方法可藉由例如呈現在第 1b 圖中的系統 100 來執行。聽力測試是藉由產生一或多個測試音調（藉由（例如）測試音調產生模組 140）並提供該一或多個測試音調至（例如）音訊揚聲器 180，以使得它們可被呈現至使用者來執行。使用者藉由提供傳訊至測試音調產生模組 140 的反饋來指示對音調的感知，而使得與反饋相關聯的測試音調的強度可被調整，以為了找到處於該頻率下的使用者的聽力臨界值。聽力測試的結果將包含：聽力的數個強度層級（通常每個測試音調頻率一個），並且聽力輪廓可從測試結果中產生。該方法包含以下步驟：評估 510 雜訊位準，其可藉由從麥克風 170 接收雜訊的先前呈現的雜訊位準評估模組 110 來完

成。基於評估的雜訊位準來決定520雜訊感知模型(藉由(例如)從前面的章節中已知的雜訊感知模型計算模組123)。該方法進一步包含以下步驟：基於雜訊感知模型來補償530測試結果和一或多個測試音調中的一者或二者。補償530可藉由(例如)先前呈現的測試音調補償模組130和/或先前呈現的測試結果補償模組160來完成。

**【0065】** 在實施例的一些變體中，評估510的步驟可包含：計算660雜訊功率譜的步驟。此是藉由適當的功能來執行(例如，呈現的頻譜功率計算功能116)。

**【0066】** 在另外的變體中，評估510的步驟包含：在第6圖中詳細描述的步驟。評估510是藉由雜訊訊號的接收610來啟始的，此步驟藉由將先前呈現的類比至數位轉換模組111與(例如)麥克風170相組合來執行。接收的訊號經受將該訊號劃分620成一或多個訊框的步驟，該步驟是由如同在先前的章節中呈現的逐訊框的緩衝器112來執行。訊框化的訊號是藉由使用窗口化、重疊和相加技術來減少630虛假頻率和暫態來進行處理。通常地，此是藉由功能(例如，所揭示的窗口化、重疊和相加功能113)來執行。藉由使用快速傅立葉轉換(其中藉由相關於快速傅立葉轉換方塊114來揭示的功能、程序及/或裝置)將訊框轉換640至頻域來進一步地處理減小的訊號。可選擇地，評估510的步驟可包含：對轉換的訊號進行平均650的步驟。此可以根據相關於平均和平滑化功能115來呈現的功能來完成。

【0067】 在該方法的一些變體中，如同在第7圖中詳細地描繪般來執行決定520的步驟。如同在前文中提及者，藉由根據在前面的章節中呈現的雜訊感知模型計算123來實施的功能、模組或方塊，執行雜訊感知模型決定730。決定520的步驟亦可包含：異頻遮蔽決定720的步驟，該步驟是根據關於頻率遮蔽計算122給出的細節來執行。除了此變體之外，或者作為單獨的變體，決定520的步驟可包含：應用雜訊傳遞模型710的步驟，該步驟是根據關於在前面的章節中的雜訊洩露計算121給出的描述來進行。在一些變體中，決定520的步驟可包含：應用730預先決定的音訊揚聲器校準資料的步驟。優選地，此是根據關於如同先前呈現的揚聲器特性輪廓分析模組150給出的描述來完成的。

【0068】 在呈現於第8圖中的另一個優選的實施例中，揭示一種用於補償聽力測試的方法。聽力測試是藉由產生數個測試音調頻率的一或多個測試音調來執行。使用(例如)音訊揚聲器180將測試音調呈現至使用者。使用者將指示測試音調的感知，從而提供包含針對於該數個測試音調頻率的聽力的強度層級的測試結果。基於測試結果，藉由聽力測試來建立聽力輪廓。該方法包含：獲取810音訊揚聲器校準資料的步驟。此資料通常是預先決定的，且關於揚聲器校準資料和補償的更多的細節將會在關於揚聲器特性輪廓分析模組150的章節中找到。補償820可藉由(例如)先前

呈現的測試音調補償模組130和/或先前呈現的測試結果補償模組160來完成。

【0069】 在第9圖中，其中呈現音訊揚聲器組件20的優選的實施例的方塊圖。音訊揚聲器組件20經配置以連接至計算裝置10的介面單元1030，以使得如同在本揭露的前面的段落中描述的補償聽力測試是可能執行的。音訊揚聲器組件20包含：第二控制單元910、至少一音訊揚聲器180，及第二麥克風920。第二控制單元910操作性地連接至音訊揚聲器180，並且在一些變體中亦連接至第二麥克風920。對於介面單元1030的連接可為：任何的適當的連接介面，並且習知技藝者將具有用以調適揭示的音訊揚聲器組件20的知識，以使得：在計算裝置10的音訊揚聲器組件20與介面單元1030之間達成適當的操作性的連接。第二控制單元910接收來自計算裝置10的介面單元1030的指令，並且這些指令包含：用以進行評估雜訊位準、基於雜訊位準來決定雜訊感知模型，及/或使用雜訊感知模型來補償測試結果或測試音調中的至少一者中的一些者或所有者的指令。若沒有指示第二控制單元910藉由(例如)計算、評估、量測等等來獲得資料，則將從介面單元1030接收執行該步驟所需要的資料。這些資料是(例如)原始雜訊資料、評估的雜訊位準、雜訊感知模型等等。藉由第二控制單元910獲得的資料可能會被傳送回到計算裝置10的介面單元1030以(例如)用於進行進一步的處理、儲存、驗證等等。如同在本揭露的前面的章節中概括描述者，進行指令的執行(評估

雜訊位準、決定雜訊感知模型，或補償測試結果或測試音調中的至少一者)。

【0070】 參照第10圖，其示例說明計算裝置10的方塊圖，計算裝置10的優選的實施例將被呈現。計算裝置10經配置(或至少可配置)為：操作性地連接至音訊揚聲器組件20，以使得如同在前面的章節中呈現的補償的聽力測試是可能執行的。計算裝置10包含：第一控制單元1010、第一麥克風1020，及介面單元1030。第一控制單元1010經配置(或至少可配置)為：藉由介面單元1030操作性地連接至音訊揚聲器組件20的第二控制單元910。第一控制單元1010將傳送指令至第二控制單元910，該等指令包含用以進行以下所述者中的至少一者的指令：呈現數個測試音調頻率中的一或多個測試音調、評估雜訊位準、決定雜訊感知模型和/或補償測試結果或一或多個測試音調中的至少一者。在一些變體中，傳送至第二控制單元910的指令可包含：執行所請求的指令所需要的資料，其中資料的實例是(例如)原始雜訊資料、評估的雜訊位準、雜訊感知模型等等。

【0071】 第11圖呈現根據本揭露的用於執行補償的聽力測試的系統100的一個實施例的方塊圖。系統100包含：計算裝置1110和音訊揚聲器組件1120。系統100進一步包含：至少一控制單元、至少一麥克風，及音訊揚聲器180。至少一麥克風被使用以感知傳送至該至少一控制單元的雜訊。至少一音訊揚聲器180被使用於將先前描述的數個測

試音調頻率的一或多個測試音調呈現至使用者。在(例如)第1b圖中概括描繪和進一步地參照以下的圖式詳細地描述的功能全部皆由系統100來執行是可能的。

【0072】 在一個變體中，計算裝置1110是在系統中包含控制單元的唯一裝置，且此控制單元將負責執行揭示的所有功能。此系統是以計算裝置1110為例，該計算裝置是(例如)行動電話，且音訊揚聲器組件1120是(例如)一對有線耳機。

【0073】 在另一個變體中，音訊揚聲器組件亦包含：控制單元，但是與補償的聽力測試相關的所有的功能是由計算裝置1110執行。實例是系統100，其中計算裝置1110是(例如)行動電話，且音訊揚聲器組件1120是(例如)一對有源的有線耳機或無線耳機(例如，雜訊消除耳機等等)。

【0074】 在另一個變體中，計算裝置1110是可選擇的，且音訊揚聲器組件1120僅負責執行補償的聽力測試。此者是以音訊揚聲器組件1120為例，該音訊揚聲器組件是可經由(例如)按鈕或其他的控制方式(指示使用者對於測試音調的感知)來產生測試音調和接收使用者反饋的一對智慧型耳機。

【0075】 從系統100的二個極端的變體的前文的呈現中，一個變體為由計算裝置1110執行完整的補償的聽力測試，而另一個變體為由音訊揚聲器組件1120執行完整的補償的聽力測試，很顯然地，裝置1110、1120中的任何一個可經配置以執行補償的聽力測試的任何一部分。沒有任何的

特定的功能(除了向使用者呈現測試音調之外)被綁定至一個特定的裝置 1 1 1 0、1 1 2 0。此外，可以在系統 1 0 0 的裝置 1 1 1 0、1 1 2 0 之間劃分如同所揭示的功能和方法。

【0076】 然而，在系統 1 0 0 的優選的實施例中，第 1 1 圖的計算裝置 1 1 1 0 是如同呈現在前面的章節中的計算裝置 1 0，且第 1 1 圖的音訊揚聲器組件 1 1 2 0 是前面的章節的音訊揚聲器組件 2 0。

【0077】 輔助條款 1：一種用於補償聽力測試的方法，該聽力測試是藉由產生數個測試音調頻率的一或多個測試音調、使用音訊揚聲器 1 8 0 將該等測試音調呈現至使用者、接收指示測試音調的使用者的感知的使用者輸入，從而提供包含針對於該數個測試音調頻率的聽力的強度層級的一測試結果，及基於該測試結果產生聽力輪廓來執行，其中該方法包含以下步驟：

獲取 8 1 0 一預先決定的音訊揚聲器校準資料，該預先決定的音訊揚聲器校準資料包含：音訊揚聲器 1 8 0 的頻率轉移函數，

使用該預先決定的音訊揚聲器校準資料來補償 8 2 0 該測試結果或該一或多個測試音調中的至少一者。

#### 【符號說明】

#### 【0078】

- 1 0      :   計算裝置
- 2 0      :   音訊揚聲器組件
- 3 0      :   通訊介面

- 1 0 0 : 系 統
- 1 1 0 : 雜 訊 評 估 模 組
- 1 1 1 : 類 比 至 數 位 轉 換 模 組
- 1 1 2 : 逐 訊 框 的 緩 衝 器
- 1 1 3 : 窗 口 化 、 重 疊 和 相 加 功 能
- 1 1 4 : F F T 功 能
- 1 1 5 : 平 均 和 平 滑 化 功 能
- 1 1 6 : 頻 譜 功 率 計 算 功 能
- 1 2 0 : 雜 訊 感 知 模 型 決 定 模 組
- 1 2 1 : 雜 訊 洩 漏 計 算 功 能
- 1 2 2 : 頻 率 遮 蔽 計 算 功 能
- 1 2 3 : 雜 訊 感 知 模 型 計 算 功 能
- 1 3 0 : 測 試 音 調 補 償 模 組
- 1 4 0 : 測 試 音 調 產 生 模 組
- 1 5 0 : 揚 聲 器 特 性 輪 廓 分 析 模 組
- 1 6 0 : 測 試 結 果 補 償 模 組
- 1 7 0 : 麥 克 風
- 1 8 0 : 音 訊 揚 聲 器
- 5 1 0 : 步 驟
- 5 2 0 : 步 驟
- 5 3 0 : 步 驟
- 6 1 0 : 步 驟
- 6 2 0 : 步 驟
- 6 3 0 : 步 驟

- 6 4 0 : 步 驟
- 6 5 0 : 步 驟
- 6 6 0 : 步 驟
- 7 1 0 : 步 驟
- 7 2 0 : 步 驟
- 7 3 0 : 步 驟
- 8 1 0 : 步 驟
- 8 2 0 : 步 驟
- 9 1 0 : 第 二 控 制 單 元
- 9 2 0 : 第 二 麥 克 風
- 1 0 1 0 : 第 一 控 制 單 元
- 1 0 2 0 : 第 一 麥 克 風
- 1 0 3 0 : 介 面 單 元
- 1 1 1 0 : 計 算 裝 置
- 1 1 2 0 : 音 訊 揚 聲 器 組 件

【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

## 【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種用於對於在一不受到控制的環境中執行的一聽力測試進行雜訊補償的方法，該聽力測試是藉由產生數個測試音調頻率的一或多個測試音調、使用一音訊揚聲器(180)向一使用者呈現該等測試音調、接收指示該等測試音調的使用者的感知的使用者輸入，從而提供包含針對於該數個測試音調頻率的聽力的強度層級的一測試結果，及基於該測試結果產生一聽力輪廓來執行，其中該方法包含以下步驟：

評估(510)從一麥克風(170)接收的一雜訊位準，且基於評估的該雜訊位準來計算(660)一雜訊功率譜，該雜訊功率譜包含：針對於數個頻率範圍的雜訊位準；

基於該雜訊位準來決定(520)一雜訊感知模型，且針對於該數個頻率範圍中的每一者，決定在該一或多個測試音調頻率與該雜訊功率譜之間的異頻遮蔽(122)，其中在進行該聽力測試的持續時間內藉由基本上連續地評估該雜訊位準，基本上連續地更新該雜訊感知模型，及

使用該雜訊感知模型來補償(530)該測試結果或該測試結果和該一或多個測試音調中的至少一者。

【請求項 2】如請求項 1 所述之方法，其中頻率範圍的數目與測試音調頻率的數目相同。

【請求項 3】如請求項 1 所述之方法，其中該音訊揚聲器(180)被包含在一音訊揚聲器組件(20)中。

【請求項 4】如請求項 3 所述之方法，其中該雜訊感知模

型進一步包含：應用一雜訊傳遞模型(710)至該雜訊感知模型，其中該雜訊傳遞模型包含：與外部雜訊被傳遞至該音訊揚聲器組件(20)相關的預先校準的資料。

【請求項 5】如請求項 1 所述之方法，其中該方法進一步包含以下步驟：基於該雜訊感知模型來計算針對於該一或多個測試音調的測試訊號功率調整層級，且應用該訊號功率調整層級至該一或多個測試音調。

【請求項 6】如請求項 1 所述之方法，其中該方法進一步包含以下步驟：基於該雜訊感知模型來計算針對於該數個測試音調頻率的測試結果調整層級，且應用該測試結果調整層級至該測試結果。

【請求項 7】如請求項 1 所述之方法，其中評估(510)該雜訊位準的步驟進一步包含以下步驟：

接收(610)一雜訊訊號，

將該雜訊訊號劃分(620)為一或多個訊框，

利用窗口化、重疊和相加技術來減少(630)在該一或多個訊框中的虛假頻率和暫態，

使用一快速傅立葉轉換將該一或多個訊框轉換(640)至一頻域。

【請求項 8】如請求項 1 所述之方法，其中決定(520)該雜訊感知模型的步驟進一步包含以下步驟：應用(730)一預先決定的音訊揚聲器校準資料，該預先決定的音訊揚聲器校準資料包含：該音訊揚聲器(180)的一頻率轉移函數。

【請求項 9】一種用於執行如請求項 1 至 10 中的任何一項所述之方法的一補償的聽力測試的音訊揚聲器組件(20)，該音訊揚聲器組件經配置以操作性地連接至一計算裝置(10)的一介面單元(1030)，其中該計算裝置(10)進一步包含：一第一控制單元(1010)和一第一麥克風(1020)，其中該音訊揚聲器組件(20)包含：至少一音訊揚聲器(180)、一第二麥克風(920)，及操作性地連接至該至少一音訊揚聲器(180)的一第二控制單元(910)，其中該第二控制單元(910)經配置以控制該至少一音訊揚聲器(180)以呈現數個測試音調頻率的一或多個測試音調，及

其中該第二控制單元(910)進一步地經配置以基於從該第一控制單元(1010)接收的指令，執行以下步驟：

在進行聽力測試持續時間內，基本上連續地評估由該第一麥克風和/或該第二麥克風(920，1020)感知的一雜訊位準，且基於評估的該雜訊位準來計算(660)一雜訊功率譜，該雜訊功率譜包含：針對於數個頻率範圍的雜訊位準，

基於該雜訊位準來決定一雜訊感知模型，且針對於該數個頻率範圍中的每一者，決定在該一或多個測試音調頻率與該雜訊功率譜之間的異頻遮蔽(122)，其中在進行聽力測試持續時間內藉由基本上連續地評估該雜訊位準，基本上連續地更新該雜訊感知模型，及

使用該雜訊感知模型來補償該測試結果和該一或多個測試音調。

【請求項 10】一種用於執行如請求項 1 至 10 中的任何一項所述之方法的一補償的聽力測試的計算裝置(10)，該計算裝置經配置以操作性地連接至一音訊揚聲器組件(20)，該音訊揚聲器組件(20)包含：至少一音訊揚聲器(180)、一第二麥克風(920)，及一第二控制單元(910)，其中該計算裝置(10)包含：

一介面單元(1030)、一第一麥克風(1020)，及一第一控制單元(1010)；

其中該第一控制單元(1010)經配置以指示該第二控制單元(910)藉由該一或多個音訊揚聲器(180)來呈現數個測試音調頻率的一或多個測試音調，及

其中該第一控制單元(1010)進一步地經配置以執行以下步驟：

在進行聽力測試持續時間內，基本上連續地評估由該第一麥克風和/或該第二麥克風(920，1020)感知的一雜訊位準，

基於該雜訊位準來決定一雜訊感知模型，且針對於該數個頻率範圍中的每一者，決定在該一或多個測試音調頻率與該雜訊功率譜之間的異頻遮蔽(122)，其中在進行聽力測試持續時間內，藉由基本上連續地評估該雜訊位準，基本上連續地更新該雜訊感知模型，及

使用該雜訊感知模型來補償該測試結果和該一或多個測試音調。

【請求項 11】一種用於執行一補償的聽力測試的系統

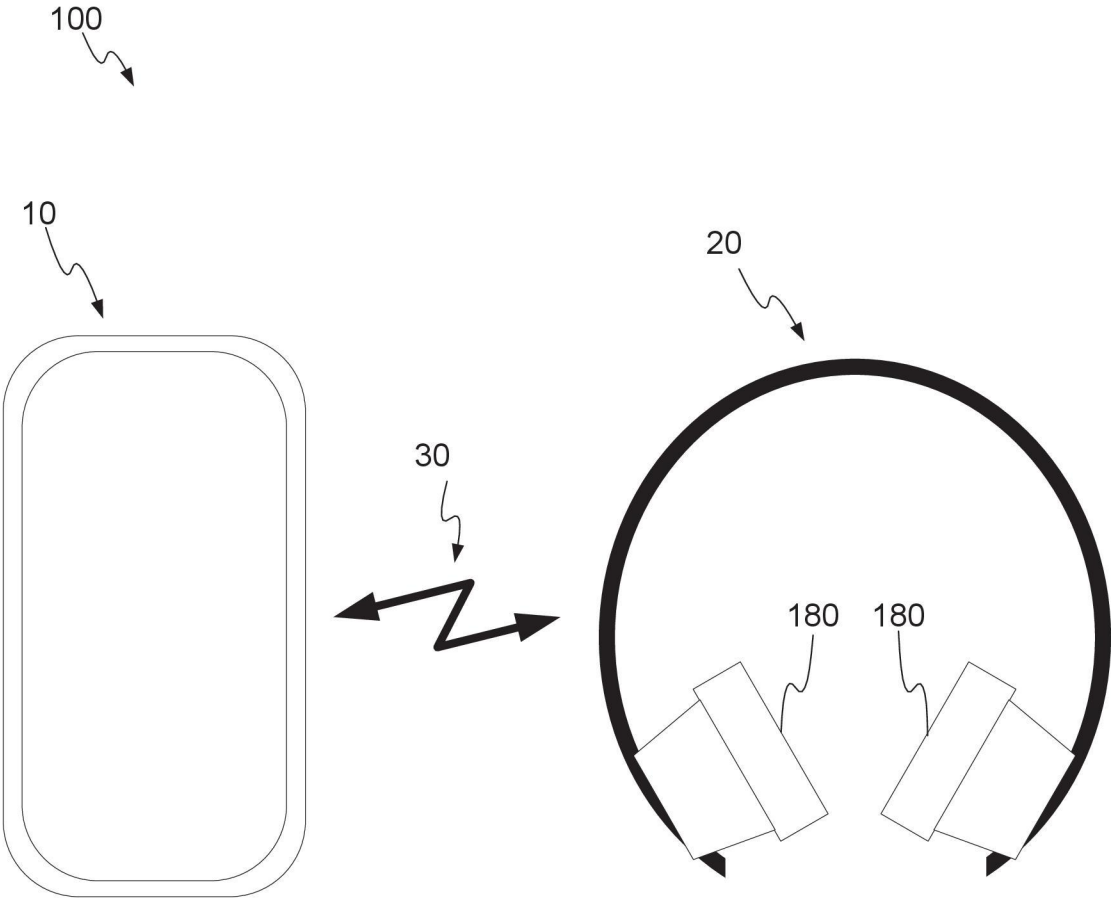
(100)，該聽力測試係藉由允許一使用者指示數個測試音調頻率的一或多個測試音調的感知來執行，該系統(100)包含：

一計算裝置(10)，該計算裝置包含：一介面單元(1030)、一第一麥克風(1020)，及一第一控制單元(1010)，

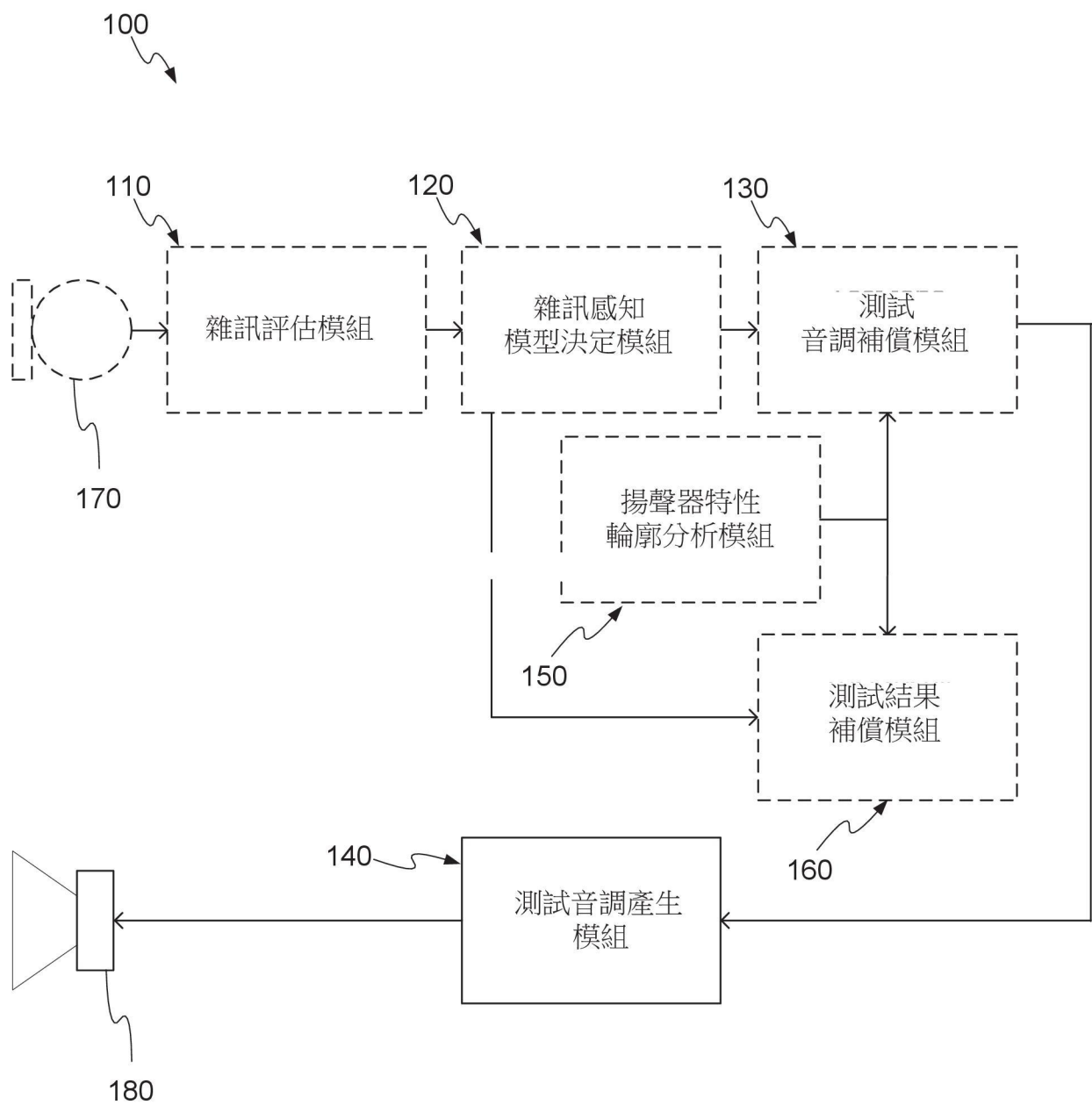
一音訊揚聲器組件(20)，該音訊揚聲器組件包含：至少一音訊揚聲器(180)、一第二麥克風(920)，及一第二控制單元(910)，其中

該第一控制單元(1010)操作性地連接至該第二控制單元(910)，且其中該音訊揚聲器組件(20)是如請求項9所述之該音訊揚聲器組件(20)，或該計算裝置(10)是如請求項10所述之該計算裝置(10)。

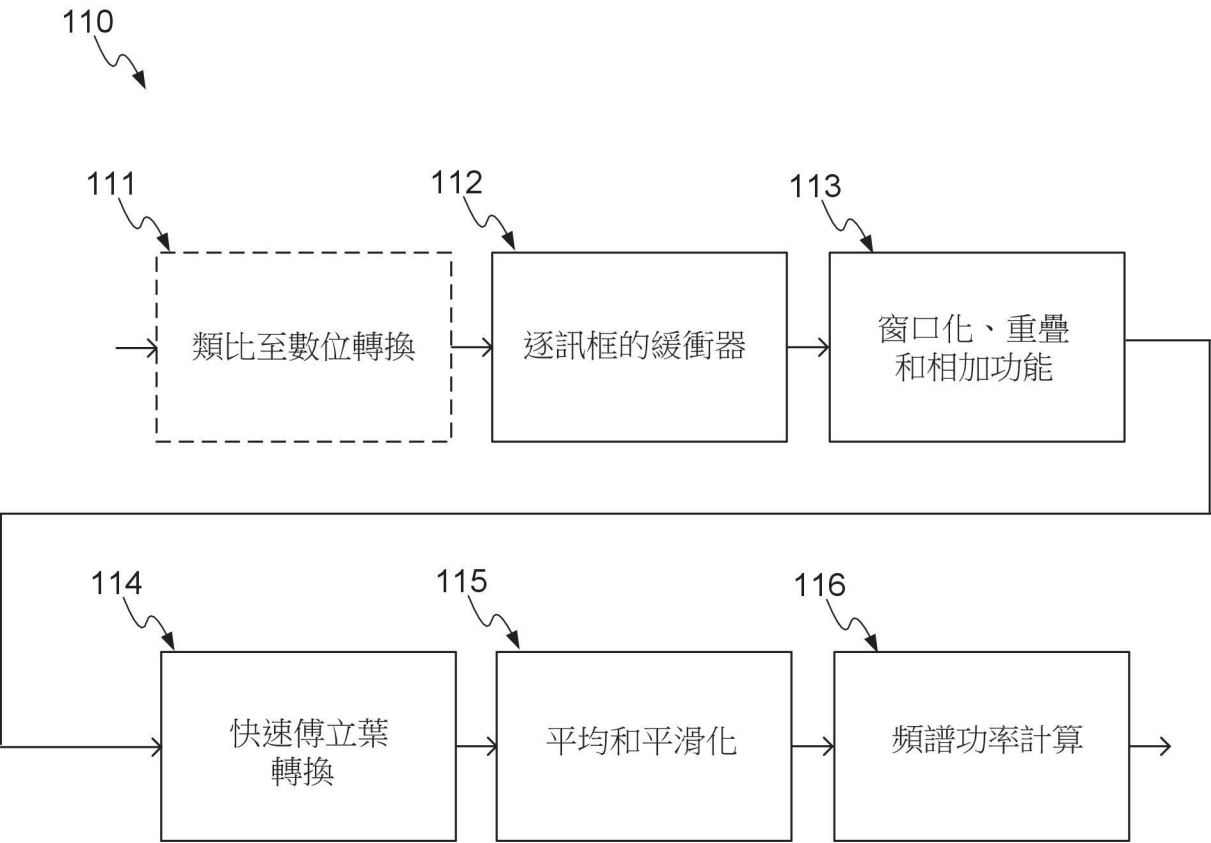
【發明圖式】



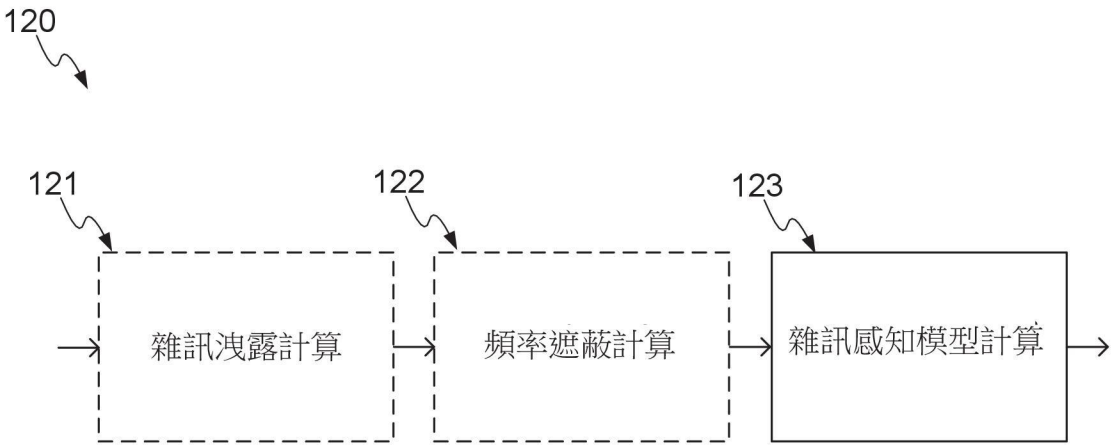
第 1a 圖



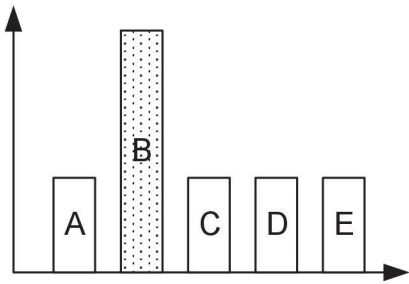
第 1b 圖



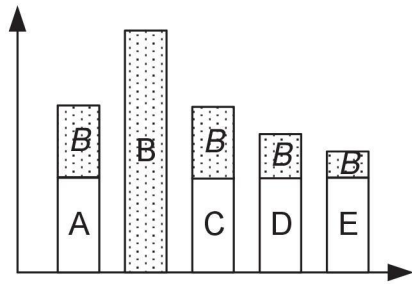
第 2 圖



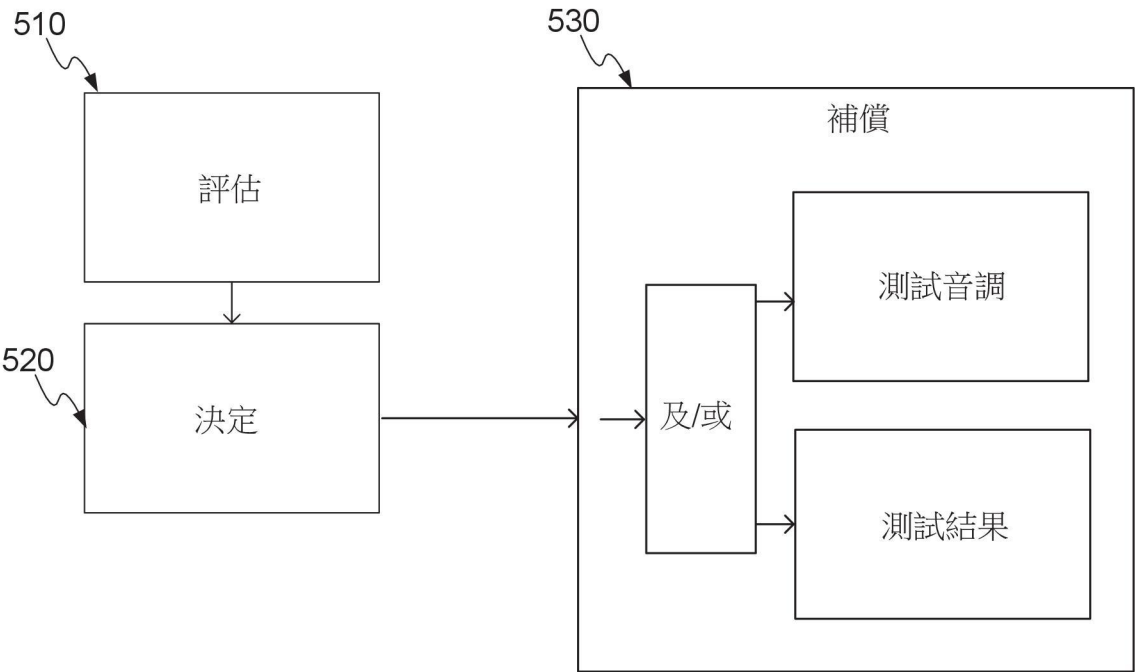
第 3 圖



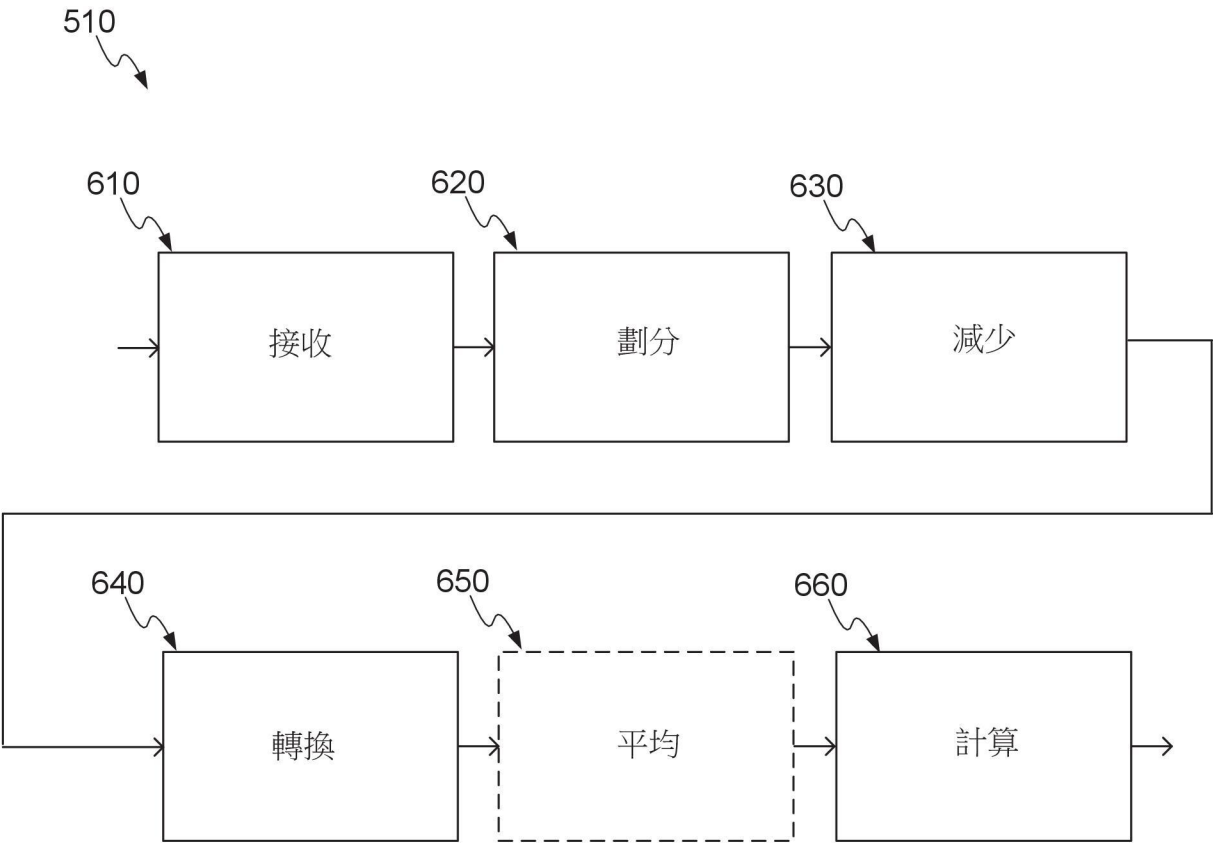
第 4a 圖



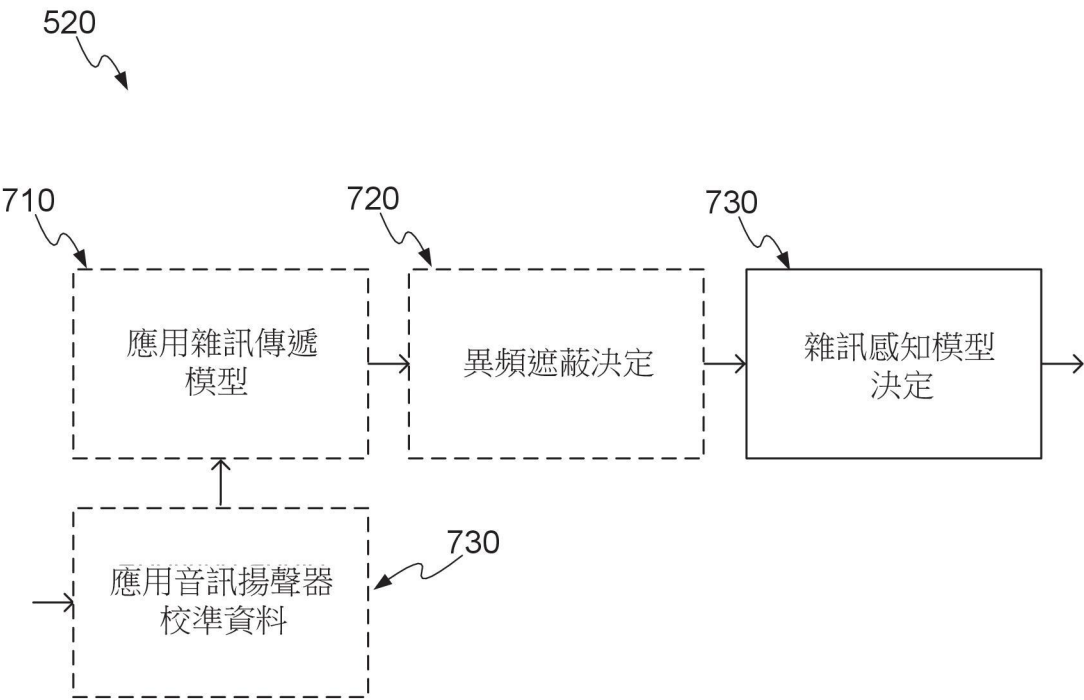
第 4b 圖



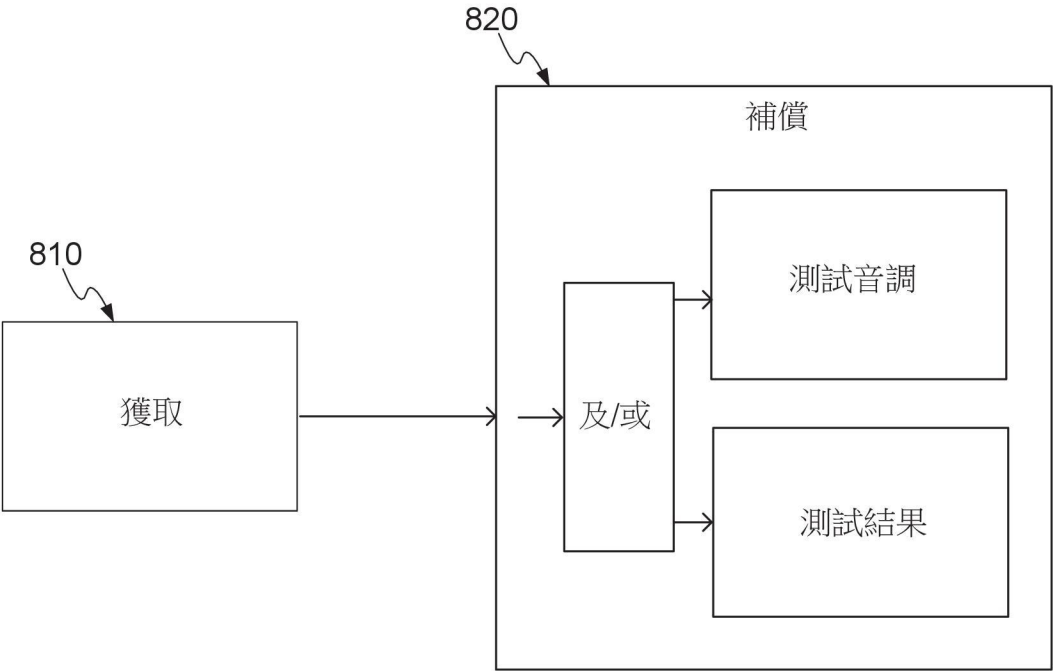
第 5 圖



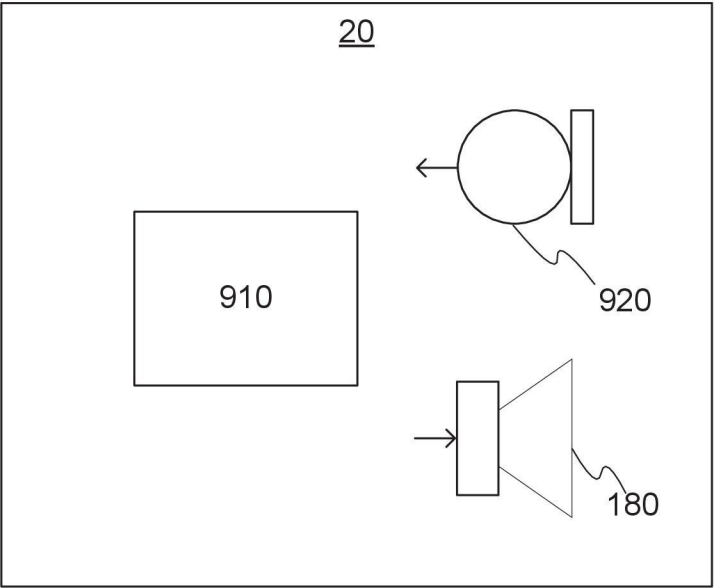
第 6 圖



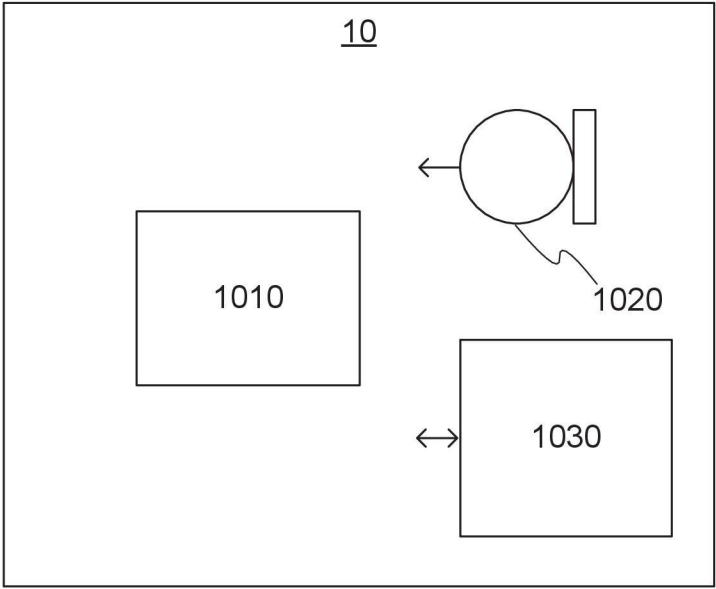
第 7 圖



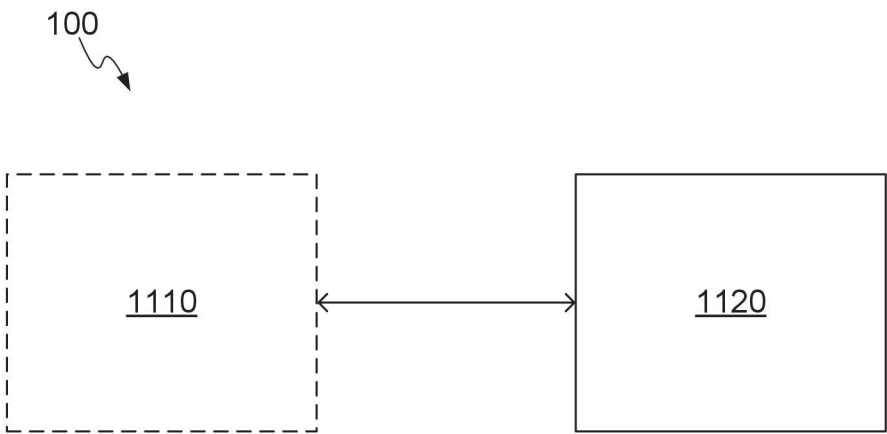
第 8 圖



第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖