



(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 I580180 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：100132620

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 09 日

(51)Int. Cl. : **H03G5/00 (2006.01)**

(30)優先權：2010/09/10 美國 61/381,831

(71)申請人：D T S 股份有限公司 (美國) DTS, INC. (US)

美國

(72)發明人：渥爾須 馬丁 WALSH, MARTIN (IE)；史坦 愛德華 STEIN, EDWARD (US)；嘉特 珍 馬克 JOT, JEAN-MARC (FR)

(74)代理人：惲軼群；陳文郎

(56)參考文獻：

US 7564979B2

US 2009/0232329A1

US 2009/0316930A1

審查人員：陳臆聰

申請專利範圍項數：39 項 圖式數：8 共 46 頁

(54)名稱

用於改進感知頻譜失衡之音訊信號動態補償技術

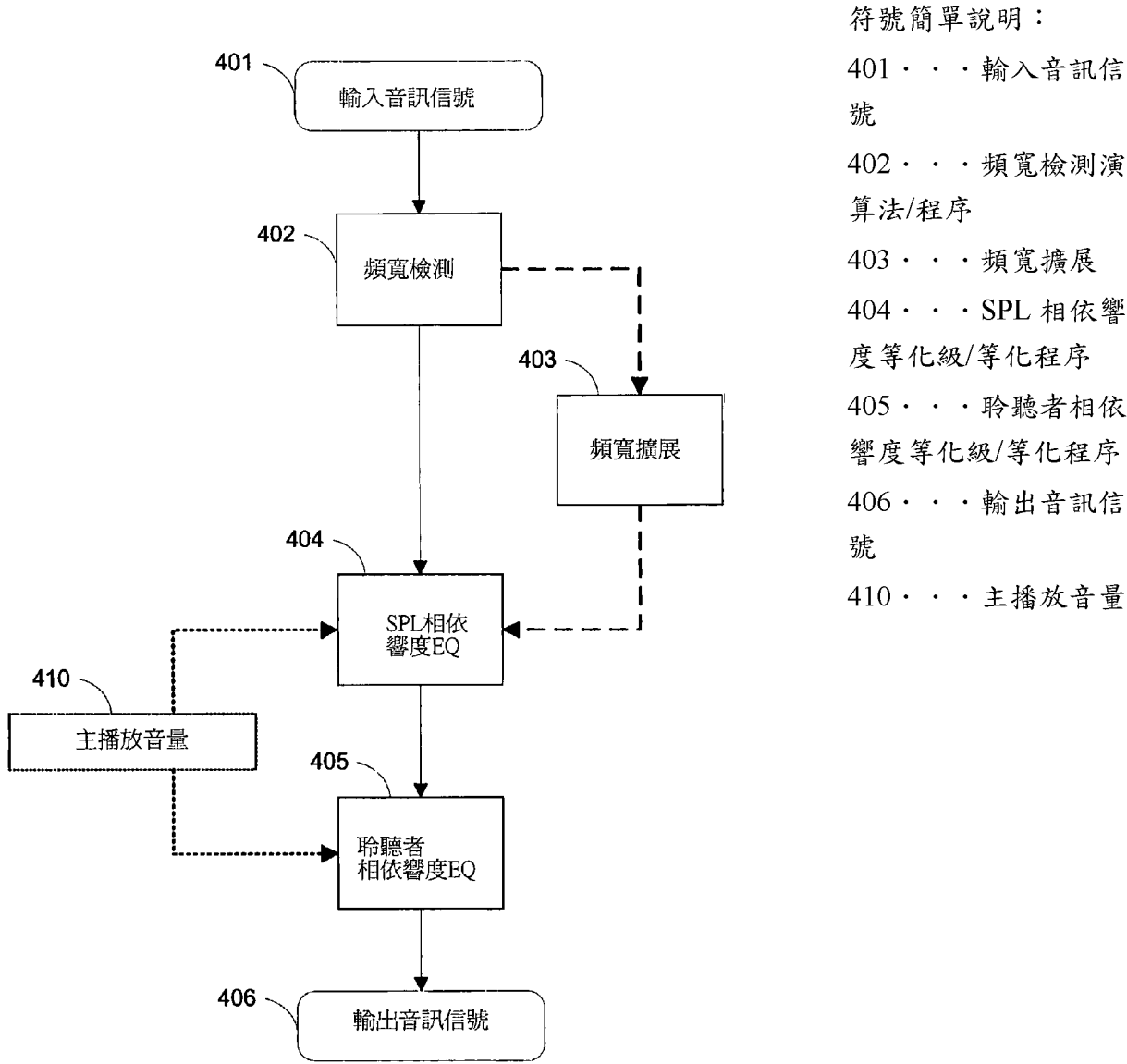
DYNAMIC COMPENSATION OF AUDIO SIGNALS FOR IMPROVED PERCEIVED SPECTRAL IMBALANCES

(57)摘要

一輸入音訊信號根據一預期的聆聽聲壓等級、一特定播放裝置之輸出性能及一聆聽者之獨特的聽覺特性被等化以形成一輸出音訊信號。一預期的聆聽聲壓等級首先基於該音訊信號之特性及一母帶製作聲音等級來確定。該預期的聆聽聲壓等級用以基於其性能及任一主音量增益來確定關於該特定播放裝置的一最佳聲壓等級。此二等級用以基於關於被標準化或直接量測之人類聽覺的資料來確定產生個別頻率的響度。在可任選地擴展信號頻寬之後，該音訊再次根據被標準化或直接量測的聽力損失資料而被進一步予以補償。最後，補償的音訊信號被發送給播放裝置用於播放。

An input audio signal is equalized to form an output audio signal on the basis of an intended listening sound pressure level, the output capabilities of a particular playback device, and unique hearing characteristics of a listener. An intended listening level is first determined based on the properties of the audio signal and a mastering sound level. The intended listening level is used to determine an optimal sound pressure level for the particular playback device based on its capabilities and any master volume gain. These two levels are used to determine how much louder to make individual frequencies based on data pertaining to human auditory perception, either standardized or directly measured. The audio is further compensated on the basis of hearing loss data, again either standardized or directly measured, after optionally extending the signal bandwidth. The final, compensated audio signal is sent to the playback device for playback.

指定代表圖：



第 4 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100132620

※申請日：100.9.9

※IPC 分類：H03G 5/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於改進感知頻譜失衡之音訊信號動態補償技術

DYNAMIC COMPENSATION OF AUDIO SIGNALS FOR IMPROVED PERCEIVED SPECTRAL IMBALANCES

二、中文發明摘要：

一輸入音訊信號根據一預期的聆聽聲壓等級、一特定播放裝置之輸出性能及一聆聽者之獨特的聽覺特性被等化以形成一輸出音訊信號。一預期的聆聽聲壓等級首先基於該音訊信號之特性及一母帶製作聲音等級來確定。該預期的聆聽聲壓等級用以基於其性能及任一主音量增益來確定關於該特定播放裝置的一最佳聲壓等級。此二等級用以基於關於被標準化或直接量測之人類聽覺的資料來確定產生個別頻率的響度。在可任選地擴展信號頻寬之後，該音訊再次根據被標準化或直接量測的聽力損失資料而被進一步予以補償。最後，補償的音訊信號被發送給播放裝置用於播放。

三、英文發明摘要：

An input audio signal is equalized to form an output audio signal on the basis of an intended listening sound pressure level, the output capabilities of a particular playback device, and unique hearing characteristics of a listener. An intended listening level is first determined based on the properties of the audio signal and a mastering sound level. The intended listening level is used to determine an optimal sound pressure level for the particular playback device based on its capabilities and any master volume gain. These two levels are used to determine how much louder to make individual frequencies based on data pertaining to human auditory perception, either standardized or directly measured. The audio is further compensated on the basis of hearing loss data, again either standardized or directly measured, after optionally extending the signal bandwidth. The final, compensated audio signal is sent to the playback device for playback.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

401...輸入音訊信號

402...頻寬檢測演算法/程序

403...頻寬擴展

404...SPL相依響度等化級/等化程序

405...聆聽者相依響度等化級/等化程序

406...輸出音訊信號

410...主播放音量

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

相關申請案之交互參照

此申請案請求2010年9月10日提出申請的美國臨時申請案第61/381,831號案的權益，其全部內容以引用方式併入本文。

發明領域

本發明有關於使用可適應性濾波來等化供播放之音訊信號。

【先前技術】

發明背景

一音訊信號可由其頻譜平衡或頻率響應來描述。當該音訊信號在一播放裝置上播放時，其具有一相關的聲壓等級，或「SPL」。一音訊信號之此二特性在邏輯上是無關的：假定一線性的時間不變再現系統，改變一音訊信號之聲壓等級不應該影響對該信號之頻譜平衡的任何客觀量測。

然而，從一主觀的心理聲學的視角來看，我們注意到聲壓等級的改變使信號之感知頻譜平衡發生顯著改變。這是因為人耳對聲壓等級差異的靈敏度隨頻率的函數而變化。例如，當我們降低一音訊信號之聲壓等級時，低頻之感知響度降低的速率遠高於中頻。

此現象可由等響度曲線來描述。第1圖繪示由ISO標準226(2003)定義的等響度曲線。響度以封(phon)為單位來量測，其中1封被定義為1000Hz(1kHz)頻率下聲壓等級(SPL)

為1分貝(dB)。第1圖中的每一曲線均代表提供整個頻率範圍由一「普通」個體所感知到的一一致的響度位準所需的SPL。第1圖繪示由以20封遞增、最高為100封的人類聽力臨界值來模仿感知響度位準的六條此種曲線。請注意，依據封的定義，20封的響度要求1kHz下SPL為20dB，40封的響度要求1kHz下SPL為40dB，依此類推。

由於環境及實體屬性，諸如年齡相關性聽力損失，亦稱為老年失聰，響度感知也可能因人而異。一「普通」人隨年齡而增加的衰減被繪示於第2圖中，其由ISO標準7029(2000)中所含資料改編而來。基線衰減為一20歲的普通個體的聽力，由衰減為0dB的一直線表示。從第2圖中可以看出，一普通的三十歲的人的聽力在約1800Hz以上僅比一二十歲的人略差。相比之下，一普通的六十歲的人在1000Hz以上頻率下聽力顯著降低(超過20dB聽力損失)。因此，老年失聰在較高的可聽頻率下尤其成問題，且與年齡極其相關。

通常，一聆聽者將嘗試藉由對高頻及低頻的音訊輸出應用一等化函數(「EQ」)來中和高頻及低頻的一感知平衡損耗。過去，此EQ功能通常使用一圖形等化器來應用以提高低及高頻，在倍頻帶間隔滑器上產生一微笑形狀。雖然「笑臉」EQ很好地填充較低聆聽聲壓等級的感知頻譜，但其應用一般與聲壓等級無關。因此，在較高的聲壓等級，所產生的等化音軌在低頻被感知的是超重低音且在較高頻率下過於刺耳。

最後，由于編碼程序，使用低位元率(例如mp3)感知編碼技術而被大幅壓縮的音訊可被感知為沒有那麼清亮或聽不太清。這通常是因為較高的頻率已被濾除以保留頻寬。在此情況下應用一高頻EQ將不會有幫助，這是因為音訊只是不存在於較高頻帶中。

有關於以較低位準播放的一音訊信號之頻譜感知頻譜平衡的上述問題可總結如下：

人耳對聲壓等級差異的靈敏度隨頻率的函數變化，在較低的聆聽聲壓等級產生一感知頻譜失衡。

年齡相關性聽力損失產生更安靜的高頻含量的感知。

雖然應用一「笑臉」EQ曲線可能有助於在較低的聆聽聲壓等級校正感知頻譜平衡，但是其也可能在較高的聆聽聲壓等級過補償(當需要較少補償時)。

較低的位元率感知音訊編碼可產生聽不清的音訊感知。

應用任一種高頻EQ都可能不能夠使低位元率編碼材料清亮。

【發明內容】

所述實施例之概要

本發明之各種實施例使用SPL相依可適應性EQ、一可任選的頻寬擴展及SPL無關(但聆聽者相依)EQ的一組合動態地補償播放音訊內容的感知頻譜失衡，藉以處理上述先前技術的缺點。由於連續的播放等級及信號頻寬分析，所播放的音訊有利地是僅在需要時才予以處理。

如上所述者，人類對低頻($<1000\text{Hz}$)與較高頻率的靈敏度不同，使得輸出增益降低將產生一更低感知位準的低音，通常達到當以非常低的位準播放時完全聽不到低音頻率的程度。SPL等化藉由連續地調適被輸出作為一播放信號的輸入音訊信號之頻譜來運作，使得再現之感知頻譜平衡相對於感知頻譜平衡被維持在某一理想監測位準。這藉由計算相對於預期的聆聽聲壓等級與實際聆聽聲壓等級產生的等響度曲線的相對差來完成。預期與實際的播放等級之間的差越大，感知的低音等級將越低且用以平衡感知低音損耗所需的低頻EQ越大。SPL等化的基礎是業內習知的，例如，如Holman等人在J.Audio Eng. Soc.第26卷第526-536頁(1978年7月-8月)上所發表的「Loudness Compensation: Use and Abuse」中所記載者。本發明之各種實例修改基本技術，這將在下文中更加詳細地加以說明。

如第2圖中所示者，高頻聽力損失可使高頻聽敏度隨著頻率的增大而減少。為了補償各種程度的聽力減損，我們基於第2圖中所述之趨勢的逆趨勢而非直接基於音訊信號之樣本來實施一聆聽者相依EQ。因此，我們將高頻提高較高的數量且當所欲補償數量增加時從較低的截止頻率開始。所應用的高頻EQ之總增益也視假定的實際播放等級而定，以避免在較高的聲壓等級應用過多的高頻提升，否則可能被感知為惱人的或刺耳的。

頻寬擴展技術可用於聆聽者相依等化被應用但由於有限的高頻含量而具有一較小的聽覺效應的情況。廣義而

言，典型的音訊頻寬擴展演算法使用諸如非線性失真及頻譜帶複製的技術由現有的較低頻率含量導出額外的較高頻率音訊含量，非線性失真技術記載在Larsen等人在AES 112th Convention(2002年5月)的「Efficient High-Frequency Bandwidth Extension of Music and Speech」中，頻譜帶複製技術記載在Dietz等人在AES 112th Convention(2002年5月)的「Spectral Band Replication, a Novel Approach in Audio Coding」中。爲了獲得頻寬擴展與響度等化之組合的全面優勢，在本發明之有些實施例中，頻寬擴展在高頻響度等化之前被應用。一可任選的頻寬檢測演算法可用以檢測存在於輸入信號中的高頻含量的數量，使得頻寬擴展僅在需要時被應用。

因此，在本發明之第一實施例中，提供在一處理裝置內等化一音訊信號的一方法。該方法包括，在第一程序中，將音訊信號之一部分的頻率係數分為複數子頻帶，其中每一子頻帶包括一或多個頻率係數。該方法包括，相對於該複數子頻帶中的一或多者，使用處理裝置來執行一系列程序。首先，處理裝置部分基於(i)一預定的母帶製作聲壓等級及(ii)一或多個子頻帶之頻率係數來確定至少一母帶製作信號幅值。接著，處理裝置部分基於一播放裝置之一主音量位準來確定至少一播放信號幅值。接下來，處理裝置基於母帶製作信號幅值產生第一等響度曲線資料。接著，處理裝置基於播放信號幅值產生第二等響度曲線資料。一旦對音訊信號之一特定部分的曲線已產生，該方法繼續藉

由基於一或多個子頻帶內的第一及第二等響度曲線資料來開發補償資料及使用補償資料來補償音訊信號之該部分的頻率係數。

一相關方法進一步包括轉換子頻帶內的補償頻率係數以產生一等化音訊信號，該等化音訊信號可輸出至播放裝置。音訊信號可由複數部分組成，且確定至少一母帶製作信號幅值、確定至少一播放信號幅值、產生第一等響度曲線資料、產生第二等響度曲線資料、開發補償資料及補償該部分之頻率係數的步驟可重複用於每一部分。產生第一等響度曲線資料(與一理想化的聆聽設定有關)可包括依據ISO 226產生關於母帶製作信號幅值的等響度曲線資料，及使產生的等響度曲線資料正規化為在1kHz下具有0dB的增益。同樣地，產生第二等響度曲線資料(與一實際的聆聽設定有關)可包括依據ISO 226產生關於播放信號幅值的等響度曲線資料，及使產生的等響度曲線資料正規化為在1kHz下具有0dB的增益。

關於這些方法，對在音訊信號錄音期間出現的一指定頻率而言，母帶製作等級可以是峰值。而且，一或多個子頻帶可被限於，例如低於1kHz的頻率。確定補償資料可包括藉由從該部分之低頻音訊內容來導出額外的高頻音訊內容來擴展信號頻寬。

該方法可藉由以下步驟來擴展：基於接收的關於一聆聽者之聽覺特性的資料來確定第二補償資料；及基於第二補償資料來增加頻率係數中的至少一者。在此擴展方法

中，增加頻率係數中的至少一者可部分基於一假定的播放等級。而且，確定第二補償資料可包括依據一函數來計算提升等級，且該資料可能具有一預定的最大提升等級。

第二實施例中還提供用以等化一音訊信號以供在一播放裝置上播放的一方法。如前所述，此方法包括將音訊信號分為包含一或多個頻率係數的複數子頻帶。第二方法進一步需要基於一母帶製作聲壓等級及用於播放裝置的一播放等級來動態地調適一或多個子頻帶之頻率係數。接下來，該方法需要基於一聆聽者之聽覺減失資料來調適該複數子頻帶中的一或多者之頻率係數。最後，該方法需要將調適頻率係數轉換成一等化音訊信號用於在播放裝置上播放。依據此方法，動態調適及相對聽覺減失的調適導致一近似於母帶製作時音訊信號之頻譜平衡的個別化且動態等化的音訊信號。假設上，進行音訊信號母帶製作的音響工程師具有極好的聽敏度，且此方法為另一個體提供一實質上相等的聆聽體驗。

在一相關實施例中，動態地調適一或多個子頻帶之音訊幅值被限於低於1kHz的頻率。動態調適可包括對於音訊信號之每一取樣週期的四個子程序。第一子程序為部分基於一母帶製作聲壓等級來確定一預定頻率的一預期信號幅值。第二子程序為部分基於播放裝置之任一主音量調整及用於播放裝置的一最大聲壓等級來確定至少一實際的播放幅值。第三子程序為基於預期的信號幅值及實際的播放幅值產生等響度曲線資料。第四子程序為應用等響度曲線資

料來調適頻率係數中的一或多者。

在另一相關實施例中，該方法藉由基於一使用者的年齡來調整頻率係數而被擴展。因此，此擴展方法包括接收識別使用者年齡的使用者輸入。基於聽覺減失資料來調適一或多個子頻帶則包括確定第一與第二頻率之間的一函數，使得至少第一頻率及函數以接收的使用者年齡為基礎，且基於確定的函數來提升該複數子頻帶中的一或多者中的頻率係數。調適子頻帶還可包括接收表示函數之一變量的使用者輸入，使得使用者輸入修改該函數且導致頻率係數中的至少一者之提升的增加或減少。

在另一相關實施例中，該方法包括藉由產生一系列基於頻率的聲音供使用者響應來執行一聽力測試，使得調適該複數子頻帶中的一或多者包括基於使用者對聽力測試的響應來確定頻率係數中的一或多者的提升等級。

還提供第三種用以等化一音訊信號的方法。此方法包括將音訊信號轉換成一數位表示；對該數位表示濾波以便基於一母帶製作聲壓等級及關於一特定聆聽者之聽覺特性的資料來動態地調整音訊信號；及將濾波後的數位表示轉換成一濾波音訊信號以供在一播放裝置上播放。

還提供一電腦程式產品，其包含具有用以執行上述方法中的任一者或全部之電腦碼的一非暫態電腦可讀媒體。

還提供用以等化一音訊信號的一系統，其中該音訊信號由以複數取樣時間取樣的頻率係數來表示。該系統包括一聲壓等級等化器，該聲壓等級等化器用以(i)接收音訊信

號及(ii)基於關於該音訊信號的一預期的聲壓等級及一實際的播放聲壓等級來動態地調適一取樣時間的頻率係數。該聲壓等化器使用基於實際的播放聲壓等級及預期的聲壓等級而確定的等響度曲線資料來確定用以調適頻率係數的頻率係數調整。該系統還包括一聆聽者相依等化器，用以基於確定聽力損失補償資料的使用者輸入來調整取樣時間的頻率成分。

在一相關實施例中，該系統包括一頻寬檢測器，該頻寬檢測器用以(i)基於取樣時間的頻率係數在每一取樣時間檢測音訊信號之頻寬及(ii)輸出代表頻寬的一頻寬信號。該相關系統還包括一邏輯開關，該邏輯開關用以接收頻寬信號及相對於取樣時間，(i)若頻寬被確定為低於一預定頻率則向一頻寬擴展模組提供音訊信號，或(ii)若頻寬被確定為高於該預定頻率則略過頻寬擴展模組。頻寬擴展模組基於一特定取樣時間包含在音訊信號內的資訊，以高於確定頻寬的頻率，將額外的頻率係數加到音訊信號中。

該系統可包括與聆聽者相依等化器通訊的一記憶體，該記憶體包含多組聆聽者相依曲線資料，且基於使用者輸入向聆聽者相依等化器提供特定的聆聽者相依曲線資料。同樣地，該系統可包括與聲壓等級等化器通訊的一記憶體，該記憶體包含多組等響度曲線資料，且基於實際的播放聲壓等級或預期的聲壓等級來提供特定的等響度曲線資料。最後，該系統可包括一聽力測試模組，用以產生不同頻率的一系列可聞音，接收響應於可聞音的使用者輸入，

及確定使用者所特有的聽力資料。

圖式簡單說明

參照參考附圖的下述詳細說明，上述實施例特徵將更易於理解，其中：

第1圖繪示由ISO標準226(2003)所定義的等響度曲線；

第2圖繪示作為一年齡之函數的一典型的聽力臨界值統計分佈，其改編自ISO標準7029(2000)中所包含的資料；

第3圖繪示由本發明之一實施例所執行，用以對一輸入音訊信號濾波以產生一輸出音訊信號的一等化程序之結果；

第4圖是繪示可用以依據本發明之一實施例來動態地等化一輸入音訊信號之響度的功能模組之一配置的一方塊圖；

第5圖是繪示用以依據第4圖之實施例來等化可聞低頻及可聞高頻的響度的一演算法的一流程圖；

第6圖繪示與依據本發明之一實施例來計算一峰值信號位準與一輸入音訊信號位準之間的一dB偏移以動態地等化可聞低頻相關聯之構想；

第7A圖繪示如何應用第6圖之構想以近似輸入音訊信號之一創建者想要一聆聽者聽到的一母帶製作聲壓等級；

第7B圖繪示如何應用第6圖之構想以近似輸入音訊信號之一聆聽者想要聽到的一聲壓等級；及

第8圖繪示依據本發明之一實施例修改的、用以等化一音訊信號來補償一個別聆聽者之聽力損失特性的第2圖。

【實施方式】

特定實施例之詳細說明

定義。依此說明及所附申請專利範圍中所用，除非文章脈絡要求，否則下面的用語應該具有所指示的意思：

一連續的(類比)音訊信號可以以一「取樣頻率」被數位取樣以形成一數位資料串流。常見的取樣頻率包括隨同MPEG-1音訊，包括MP3使用的44.1kHz、隨同各種專業數位視訊標準，諸如SDI使用的48kHz；及用於DVD音訊、藍光音訊及HD-DVD音訊的96kHz。數位資料代表被定義為音訊信號樣本間的時間的一「取樣週期」。

使用習知的轉換，諸如離散餘弦轉換(DCT)，一取樣週期之數位資料可由一基於時間的表示(「時域」)轉換成一基於頻率的表示(「頻域」)。雖然時域中的資料值可代表一電壓幅值序列(例如)，頻域中的資料值可代表在取樣週期期間存在於音訊信號中的頻率幅值。頻域中的此類資料值在本文中稱作「頻率係數」。

本發明之各種實施例使用依音訊內容而定的第一程序與並不依音訊內容而定的第二程序的一組合來動態地為感知頻譜失衡補償音訊內容。在第一程序中，SPL相依EQ可適應地應用於一音訊信號以校正一音訊播放裝置之一輸出SPL與先前，較佳地是在母帶製作期間之音訊信號的音訊信號之一SPL之間的差。在第二程序中，固定的等化被應用以補償與音訊信號之特定SPL無關的一聆聽者之聽力特性，諸如老年失聰。可任選地，在第三程序中，在應用聆聽者相

依EQ之前，音訊信號的一頻寬被擴展以改良較高頻率下的音質。

第3圖繪示本發明之一實施例所執行的一等化程序之結果。實曲線301代表頻域中的一輸入音訊信號的一部分。虛曲線302代表對輸入音訊信號301的一可任選的頻寬擴展。虛曲線303代表實施例所產生的一輸出音訊信號。請注意，由於頻寬擴展302，輸出曲線303比(未擴展的)輸入信號301延伸到更高的頻率中。

圖式左側的間隙304代表SPL相依濾波的結果，這在下文中相關於第4-7圖而被更加全面地加以描述。在第3圖中，此間隙代表一些較低頻率中的SPL的一適度增加以動態地補償「錄音室」音量與播放音量之間的差。圖式右側的間隙305代表聆聽者相依(與SPL無關)濾波的結果，這將在下文中相關於第8圖而被更加全面地加以描述。聆聽者相依濾波用以主要補償聽力損失及與輸入音訊信號無關的其他聆聽者聽覺特性。

雖然第3圖中所示之曲線301、303在一中頻範圍內實質上重疊且在低頻及高頻範圍內相異，此敘述僅用以說明SPL相依濾波與聆聽者相依濾波之間的差。特別是，SPL相依濾波一般影響較低頻率高過較高頻率，且SPL無關濾波一般影響較高頻率高過較低頻率。然而，如下文中所述者，二濾波結果可能在可聽頻譜的一部分或全部上重疊，且第3圖不應被視為將本發明之範圍局限為非重疊濾波器。

上文概述的完整解決方案的一概括圖被繪示於第4圖

中。一頻寬檢測演算法402被應用於輸入音訊信號401以評估頻寬擴展是否被授權。若被授權，則一可任選的頻寬擴展403被應用，如虛線所示者。此頻寬擴展由低頻音訊內容導出額外的高頻音訊內容。頻寬擴展演算法可以是業內許多已知的演算法之一。參見Larsen等人所著之 **Audio Bandwidth Extension: Application of Psychoacoustics, Signal Processing and Loudspeaker Design** (Wiley, 2004)，關於已發表之演算法的一極佳概覽。在本發明之其他實施例中，頻寬擴展永遠被執行，而其他實施例中，其從不被執行。

不論頻寬擴展403是否被應用，信號都被一SPL相依響度等化級404及一聆聽者相依響度等化級405進一步處理。這些級應用個別的等化函數，它們本身是一假定的預期聆聽聲壓等級(以SPL為單位)與實際的聆聽聲壓等級(假定較低)之間的預測差的一函數。EQ曲線也可相對使用者偏好而被修改成在高及低頻帶上有些逼人感。應用這些等化函數的結果是可將一輸出音訊信號406供給一播放裝置以供其輸出。播放裝置的一主播放音量410用作等化程序404、405中的一者或二者的輸入。

典型地，第4圖之程序將在包含專業硬體、電腦硬體、電腦程式碼形式之軟體或這些的一組合的一處理裝置或系統中實施。此一處理裝置可包括一頻寬檢測器，用以基於取樣時間的頻率係數在每一取樣時間檢測輸入音訊信號之頻寬及輸出代表該頻寬的一頻寬信號，如上文相關於程序

402所述者。該處理裝置還可包含用以接收該頻寬信號的一邏輯開關。若頻寬被確定為低於一預定頻率，則此開關促使音訊信號被提供給一頻寬擴展模組。上文中相關於程序403而被描述的頻寬擴展模組可基於一特定取樣時間被包含在音訊信號內的資訊，以高於預定頻寬的頻率，將額外的頻率係數加到音訊信號中。然而，若頻寬被確定為高於取樣時間的預定頻率，則開關促使音訊信號略過頻寬擴展模組。

實施本發明的一系統還可包括一SPL相依等化器，用以接收音訊信號，且基於關於音訊信號的一預期的聲壓等級及一實際的播放聲壓等級來動態地調適一取樣時間的頻率係數。聲壓等級等化器使用基於一實際的播放聲壓等級及一預期的聲壓等級而確定的等響度曲線資料來確定用以調適頻率係數的頻率係數調整。該系統還可包括一聆聽者相依等化器，用以基於確定聽力損失補償資料的使用者輸入來調整取樣時間的頻率成分。

此一系統可利用與聆聽者相依等化器通訊的一記憶體來實施，該記憶體包含多組聆聽者相依曲線資料且基於使用者輸入向聆聽者相依等化器提供特定的聆聽者相依曲線資料。同樣地，該系統可具有與聲壓等級等化器通訊的一記憶體，該記憶體包含多組等響度曲線資料且基於實際的播放聲壓等級或預期的聲壓等級來提供特定的等響度曲線資料。依據下述本發明之某些替代實施例，該系統可包括一聽力測試模組，用以產生不同頻率的一系列可聞音，接

收響應於可聞音的使用者輸入，及確定使用者所特有的聽力資料。這些資料可包括與使用者所聽到的響度曲線有關的資料，或與使用者的聽力損失有關的資料，或二者皆有。

用以在本發明之一實施例中實施響度等化的一流程圖被繪示於第5圖中。簡言之，在一初始環境，諸如一母帶製作錄音室中，此實施例藉由確定一目標音訊樣本之SPL與環境之最大SPL之間的差來運作。考慮到播放裝置自身最大的SPL及主播放音量位準所產生的任一增益，此差接著藉由產生一輸出信號在播放環境中播放而被複製。

我們從假定知道峰值預期峰值聲壓等級(例如在母帶製作等級上播放的粉色或棕色雜訊之峰值位準)、消費者之播放裝置之實際的峰值聲壓等級性能及主音量位準開始。此資訊可使用手邊的任何裝置而獲得。例如，峰值母帶製作SPL可在輸入音訊資料流中編碼，或其可被人工輸入到播放裝置中。作為一非限制性範例，在一錄音工程師為音訊信號錄音期間，母帶製作的峰值SPL可被確定成約85dB SPL。另一方面，一聆聽者的播放裝置之峰值SPL僅是裝置的一函數且因此與任一特定的輸入音訊信號無關。在一實施例中，第5圖之方法在連接至一外部揚聲器的一放大器或其他裝置內執行，且峰值SPL可基於放大器的硬體特性，包括其功率輸出來確定。在另一實施例中，第5圖之方法在播放裝置自身內執行，例如，在具有整合式揚聲器的一膝上型電腦中執行，所以播放裝置之峰值SPL可直接藉由查閱一製造商預置的值或查閱將電腦型號與它們的揚聲器特性聯

繫在一起的一資料庫來確定。

第5圖之方法從程序501開始，其中使用64頻帶過取樣多相分析濾波器組，輸入音訊信號的一部分被轉換成一複頻域表示。其他類型的濾波器組可被使用。不同數目的頻帶也可被使用。在此描述的實施態樣中，分析濾波器組對64個時域輸入樣本擷取由64個頻域樣本組成的一區塊，從而劃分頻率係數以形成複數子頻帶。

在程序502中，應用於輸入資料的任何已知的主音量增益「被取消」。這樣做，我們可更好地估計預期的內容相依母帶製作等級。在程序503中，低頻($< 1\text{kHz}$)頻譜藉由使用，例如業內已知的一漏積分器(leaky integrator)在時間上平均來平滑化。

在程序504中，預期的內容相依位準藉由導出當前資料框之一平均低頻幅值及計算其與假定的峰值或「滿標」幅值的偏移來估計。此程序504的結果直觀地繪示於第6圖中。輸入音訊信號之一特定部分的一頻譜被繪示為曲線601。此部分的一低頻譜藉由最高達一截止頻率的頻率來定義，在此實例中為 1kHz 。這些頻率的平均幅值602為程序503之輸出。第6圖還繪示假定的峰值母帶製作SPL 603。程序504的目的在於確定音訊信號之特定部分的低頻平均值602與峰值母帶製作SPL 603之間間隙604的大小。

第7A圖提供此程序之實施的更多細節。第7A圖繪示輸入音訊信號601之頻譜的一部分、低頻平均幅值602及一假定的峰值母帶製作SPL 603。程序504指定峰值母帶製作SPL

603之一值「M」dB SPL且指定差604之一值「X」dB SPL。因此，「預期的」母帶製作等級發生在 $(M-X)$ dB SPL。X的值可藉由用假定的最高幅值603減去低頻平均值602來確定。

所欲播放SPL 701基於第7B圖中所示之X的值來確定且現在將加以描述。首先，最高的播放裝置SPL 702被指定一值「P」dB SPL，且應用於播放的任一主音量增益703被指定一值「V」dB SPL。請注意，播放裝置峰值SPL(P dB)典型地高於母帶製作峰值SPL(M dB)。輸出信號之所欲有效聲壓等級701被計算為 $(P-X-V)$ dB SPL。因此，所欲輸出音訊信號位準701被選擇成使得當其因主音量增益703而提升時，其聽起來像是比播放裝置之最大輸出位準702低X dB。這些計算的結果是，在理想化的錄音室中及在聆聽者之播放裝置上，音訊信號聽起來都比相關的峰值SPL「安靜」同一量(X dB，第7A及7B圖中的元線604)。

然而，如先前所提到者，人耳對聲壓等級差異的靈敏度隨頻率變化，在較低的聆聽聲壓等級產生一感知頻譜失衡。因此，僅依據這些公式平均地減少所有頻率的聲壓等級(例如藉由平均地減少各種頻率槽之每一者中的頻率係數)將會產生錯誤的感知頻譜平衡。在所示實施例中，藉由應用程序505-507，此情況被有利地避免。

因此，回參第5圖，在程序505中，等響度曲線資料相對預期的SPL及播放SPL而產生，預期的SPL及播放SPL由第7A及7B圖中的 $(M-X)$ dB SPL及 $(P-X-V)$ dB SPL來表示。典

型地，產生等響度曲線資料藉由參照上文所引用的ISO 226來完成。介於標準強度之間的聲壓等級資料例如可藉由內插被計算。然而，在有些實施例中，處理裝置可配備有一等響度測試模組，直接測試每一聆聽者的聽力。此替代實施例能夠產生極好地匹配一特定聆聽者以何種方式感知等響度的一等響度曲線，避免使用相比之下更粗糙的標準化ISO資料。此一實施例可被提供以不同的聆聽者設定檔，其中每一設定檔包括有關於一不同聆聽者之聽力特性的資料。

在程序506中，等響度曲線的值被正規化成在1kHz下具有一增益0dB。此程序可藉由業內已知的一定標運算來執行。而且在程序506中，EQ值形式(例如每一頻率槽的頻率係數)的音訊信號補償資料基於二等響度曲線而被開發。在一實施例中，這藉由計算每一頻率槽的正規化等響度曲線(單位為dB)的差來完成。接著，在程序507中，由程序506產生的EQ值由對數分貝標度轉換成一線性標度用以直接應用於音訊信號。這些值現在代表所需的線性EQ，使得在消費者設備上播放的音訊將與在母帶製作等級上聽到者具有相同的感知低頻平衡。

上述調整是響應於輸入音訊信號被動態地完成，以便產生被一具有完全聽力的聆聽者感知為響度適當的一輸出音訊信號。然而，並非所有聆聽者都具有完全聽力。因此，我們現在致力於聆聽者相依EQ，其在程序508中被確定。

參照第8圖，聆聽者相依EQ以一聆聽者可調整的一直

線圖為基礎。此直線之特性模擬補償聆聽者之聽力減損所需的曲線特性，且一般起提升較高頻的聲音位準的作用。因此，對一具有完全聽力的20歲的人而言，無需補償或不應用補償。對一30歲的人而言，直線曲線801可被應用。

EQ曲線可被限制成具有一最大的提升等級802(例如12dB)及一最小增益0dB。對一40歲的人而言，EQ曲線803可被應用於最高達與最大增益線802的交點頻率的頻率，接著一均一的12dB增益沿著曲線802應用於較高頻率。對一50歲的人而言，曲線804及曲線802的一部分可以以此方式一起應用。且對一60歲的人而言，曲線805及曲線802可被一起應用。

雖然第8圖中的曲線801、803-805以ISO標準為基礎，但是使用一使用者參數來修改EQ之頻率截距及斜率，EQ曲線特性也可被修改成有些逼人感。因此，直線曲線可被調整成一特定聆聽者的聽力損失特性。或者，處理裝置可接收識別聆聽者年齡的使用者輸入，且基於接收的年齡來計算適當的曲線。

為了更加準確，處理裝置可裝有一聽力損失測試模組，以類似於確定聆聽者之等響度聽力特性的方式來確定聆聽者的精確聽力損失特性。此模組藉由產生特定頻率的一系列聲音來執行一聽力測試，當聲音聽得見時一使用者做出響應。於是EQ曲線是以使用者對聽力測試的響應為基礎。類似地，處理裝置可包括各包含與一特定聆聽者有關的聽力損失資料的一系列聆聽者設定檔。

再次參照第5圖，在程序509中，SPL相依及聆聽者相依補償EQ曲線被組合以形成組合的補償資料。EQ曲線也受一頻率無關增益的影響以避免一過高的增益被應用在較高的聆聽聲壓等級，該頻率無關增益是假定的聆聽聲壓等級的一函數。在程序510中，輸入樣本之頻率係數使用組合的補償資料而被補償。因此，依據業內已知的方法，EQ被應用(在頻域中)於輸入音訊信號以產生一輸出音訊信號。典型地，EQ之應用包括基於聆聽者相依補償資料來增加至少一頻率係數。最後，在程序511中，所產生的複頻帶係數被重組且轉換到一時域，使用一64頻帶合成庫或等效的頻域對時域濾波器來等化輸出樣本區塊。第5圖之這些程序可重複用於每一輸入樣本區塊。等化的音訊信號可接著被輸出至播放裝置供其播放。

上述本發明之實施例意欲為僅屬示範性；許多變化及修改對熟於此技者將是顯而易見的。所有此類變化及修改均意欲落在任何所附請求項中所定義的本發明之範圍內。

應指出的是，邏輯流程圖在本文中用以繪示本發明之各種層面，且不應被理解為將本發明局限為任一特定的邏輯流程或邏輯實施態樣。所述邏輯可被劃分為不同的邏輯區塊(例如程式、模組、函數或次常式)而不改變總結果或背離本發明之真正範圍。邏輯元件經常可以以不同的順序被添加、修改、省略、執行，或使用不同的邏輯構造(例如邏輯閘、循環原指令、條件邏輯及其他邏輯構造)來實施而不改變總結果或背離本發明之真正範圍。

本發明可以以許多不同的形式來實施，包括但決不限於，隨同一處理器(例如微處理器、微控制器、數位信號處理器或通用電腦)使用的電腦程式邏輯、隨同一可程式邏輯裝置(例如現場可程式閘陣列(FPGA)或其他PLD)使用的可程式邏輯、離散組件、積體電路(例如特定應用積體電路(ASIC))或包括其任一組合的任何其他裝置。

實施先前本文所述之功能的全部或一部分的電腦程式邏輯可以以各種形式來實施，包括但決不限於，一原始碼形式、一電腦可執行形式及各種中間形式(例如由一組譯器、編譯器、鏈接器或定位器產生的形式)。原始碼可包括以隨同各種作業系統或作業環境使用的各種程式語言(例如目標碼、組合語言或高階語言，諸如福傳、C、C++、JAVA或HTML)中的任一者實施的一系列電腦程式指令。原始碼可定義及使用各種資料結構及通訊訊息。原始碼可以是一電腦可執行的形式(例如，經由一解譯器)，或原始碼可被轉換(例如，經由一轉譯器、組譯器或編譯器)成一電腦可執行形式。

電腦程式及任一可程式邏輯可以以任一形式(例如原始碼形式、電腦可執行形式，或一中間形式)而被固定在一非暫態儲存媒體，諸如半導體記憶體裝置(例如RAM、ROM、PROM、EEPROM或快閃可程式RAM)、磁記憶體裝置(例如磁片或固定磁碟)、光記憶體裝置(例如CD-ROM)、PC卡(例如PCMCIA卡)或其他記憶體裝置中。電腦程式可以作為具有附隨列印或電子使用說明的移動式儲存媒體(例

如現成套裝軟體)以任一形式被分配、由一電腦系統預載(例如，在系統ROM或固定磁碟上)，或由一伺服器或電子佈告欄分配在通訊系統(例如網際網路或全球資訊網)上。

實施先前本文所述之功能的全部或一部分的硬體邏輯(包括隨同一可程式邏輯裝置使用的可程式邏輯)可使用傳統的人工方法來設計，或可使用各種工具，諸如電腦輔助設計(CAD)、一硬體描述語言(例如VHDL或AHDL)或一PLD程式語言(例如PALASM、ABEL或CUPL)而以電子方式設計、擷取、模擬或產生文件。

【圖式簡單說明】

第1圖繪示由ISO標準226(2003)所定義的等響度曲線；

第2圖繪示作為一年齡之函數的一典型的聽力臨界值統計分佈，其改編自ISO標準7029(2000)中所包含的資料；

第3圖繪示由本發明之一實施例所執行，用以對一輸入音訊信號濾波以產生一輸出音訊信號的一等化程序之結果；

第4圖是繪示可用以依據本發明之一實施例來動態地等化一輸入音訊信號之響度的功能模組之一配置的一方塊圖；

第5圖是繪示用以依據第4圖之實施例來等化可聞低頻及可聞高頻的響度的一演算法的一流程圖；

第6圖繪示與依據本發明之一實施例來計算一峰值信號位準與一輸入音訊信號位準之間的一dB偏移以動態地等化可聞低頻相關聯之構想；

第7A圖繪示如何應用第6圖之構想以近似輸入音訊信號之一創建者想要一聆聽者聽到的一母帶製作聲壓等級；

第7B圖繪示如何應用第6圖之構想以近似輸入音訊信號之一聆聽者想要聽到的一聲壓等級；及

第8圖繪示依據本發明之一實施例修改的、用以等化一音訊信號來補償一個別聆聽者之聽力損失特性的第2圖。

【主要元件符號說明】

301...實曲線/輸入音訊信號/(未擴展的)輸入信號/曲線

302...虛曲線/頻寬擴展

303...虛曲線/輸出曲線/曲線

304、305...間隙

401...輸入音訊信號

402...頻寬檢測演算法/程序

403...頻寬擴展

404...SPL相依響度等化級/等化程序

405...聆聽者相依響度等化級/等化程序

406...輸出音訊信號

410...主播放音量

501~511...程序

601...曲線/輸入音訊信號

602...平均幅值/低頻平均值/低頻平均幅值

603...假定的峰值母帶製作SPL/假定的最高幅值

604...間隙/差/元線

701...所欲播放SPL/所欲輸出音訊信號位準

702...最高的播放裝置SPL/最大輸出位準

703...主音量增益

801...直線曲線/曲線

802...最大的提升等級/最大增益線/曲線

803...EQ曲線/曲線

804、805...曲線

七、申請專利範圍：

1. 一種在一處理裝置內等化一音訊信號的方法，該方法包含以下步驟：

將該音訊信號之一部分的頻率係數分為複數子頻帶，其中每一子頻帶包括一或多個頻率係數；

對於該複數子頻帶中的一或多者，使用該處理裝置以：

- a) 部分基於(i)於母帶製作時該音訊信號的一預定母帶製作聲壓等級及(ii)該一或多個子頻帶之頻率係數，來確定至少一母帶製作信號幅值，
- b) 部分基於一播放裝置之一主音量位準來確定至少一播放信號幅值，
- c) 基於該母帶製作信號幅值產生第一等響度曲線資料，
- d) 基於該播放信號幅值產生第二等響度曲線資料；

基於該一或多個子頻帶內的該第一及第二等響度曲線資料來開發補償資料；

使用該補償資料來補償該音訊信號之該部分的頻率係數，及

轉換該等子頻帶內的補償頻率係數以產生一等化音訊信號。

2. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其進一步包含以下步驟：

將該等化音訊信號輸出至該播放裝置。

3. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該音訊信號由複數部分所構成，該方法進一步包含以下步驟：

對於該複數部分中的每一部分，重複以下步驟：確定至少一母帶製作信號幅值，確定至少一播放信號幅值，產生第一等響度曲線資料，產生第二等響度曲線資料，開發補償資料，及補償該部分之頻率係數。

4. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中產生第一等響度曲線資料包含以下步驟：

依據ISO 226產生關於該母帶製作信號幅值的等響度曲線資料；及

使產生的等響度曲線資料正規化為在1 kHz下具有0 dB增益。

5. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中產生第二等響度曲線資料包含以下步驟：

依據ISO 226產生關於該播放信號幅值的等響度曲線資料；及

使產生的等響度曲線資料正規化為在1 kHz下具有0 dB增益。

6. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該母帶製作聲壓等級是該音訊信號錄音期間發生的一指定頻率的峰值等級。

7. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該一或多個子頻帶被限於低於1 kHz的頻率。

8. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中確定該補償資料包括由該部分之低頻音訊內容導出額外的高頻音訊內容。

9. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其進一步包含以下步驟：

基於關於一聆聽者之聽力特性的接收資料來確定第二補償資料；及

基於該第二補償資料來增加該等頻率係數中的至少一者。

10. 如申請專利範圍第9項所述之方法，其中增加該等頻率係數中的至少一者是部分基於一假定的播放等級。

11. 如申請專利範圍第9項所述之方法，其中確定第二補償資料包括依據一函數來計算提升等級。

12. 如申請專利範圍第11項所述之方法，其中該第二補償資料具有一預定的最大提升等級。

13. 一種等化一音訊信號用於在一播放裝置上播放的方法，該方法包含以下步驟：

將該音訊信號分為含有一或多個頻率係數的複數子頻帶；

基於一母帶製作聲壓等級及用於該播放裝置的一播放等級來動態地調適一或多個子頻帶之頻率係數；

基於一聆聽者的聽力損失資料來調適該複數子頻帶中的一或多者之頻率係數；

將調適頻率係數轉換成一等化音訊信號用於在該

播放裝置上播放；

其中該動態調適及對於聽力損失的調適導致一近似於母帶製作時音訊信號之頻譜平衡的個別化且動態等化的音訊信號，其中動態地調適一或多個子頻帶之音訊幅值被限於低於1 kHz的頻率。

14. 如申請專利範圍第13項所述之方法，其中動態地調適該等音訊幅值包括以下步驟：

對於該音訊信號之每一取樣週期：

部分基於一母帶製作聲壓等級來確定在一預定頻率的一預期信號幅值；

部分基於播放裝置之任一主音量調整及用於該播放裝置的一最大聲壓等級來確定至少一實際的播放幅值；

基於預期的信號幅值及實際的播放幅值產生等響度曲線資料；及

應用等響度曲線資料來調適該等頻率係數中的一或多者。

15. 如申請專利範圍第13項所述之方法，其進一步包含以下步驟：

接收識別該使用者之年齡的使用者輸入；

其中基於聽力損失資料來調適該複數子頻帶中的一或多個者包括：

確定第一與第二頻率之間的一函數，其中至少該

第一頻率及該函數是以所接收的該使用者年齡為基礎；
及

基於所確定的函數來提升該複數子頻帶中的一
或多者中的頻率係數。

16. 如申請專利範圍第15項所述之方法，其中調適該複數子
頻帶中的一或多者包括：

接收指示該函數之一變量的使用者輸入；且

其中該使用者輸入修改該函數且導致該等頻率係
數中的至少一者之提升的增加或減少。

17. 如申請專利範圍第13項所述之方法，其進一步包含以下
步驟：

藉由產生一系列基於頻率的聲音供該使用者響應
來執行一聽力測試；且

其中調適該複數子頻帶中的一或多者包括基於該
使用者對聽力測試的響應來確定該等頻率係數中的一
或多者的提升等級。

18. 一種電腦程式產品，其包含其上具有用以等化一音訊信
號的電腦碼的一非暫態電腦可讀媒體，該電腦碼包含：

用以將該音訊信號之一部分的頻率係數分為複數
子頻帶的電腦碼，其中每一子頻帶包括一或多個頻率係
數；

對於該複數子頻帶中的一或多者，用以實施以下步
驟的電腦碼：

a) 部分基於(i)於母帶製作時該音訊信號之一預

定的母帶製作聲壓等級及(ii)該一或多個子頻帶之頻率係數，來確定至少一母帶製作信號幅值，

b) 部分基於一播放裝置之一主音量位準來確定至少一播放信號幅值，

c) 基於該母帶製作信號幅值產生第一等響度曲線資料，及

d) 基於該播放信號幅值產生第二等響度曲線資料；

用以基於該一或多個子頻帶內的第一及第二等響度曲線資料來開發補償資料的電腦碼；及

用以使用該補償資料來補償該音訊信號之該部分的頻率係數的電腦碼；及

轉換該等子頻帶內的補償頻率係數以產生一等化音訊信號的電腦碼。

19. 如申請專利範圍第18項所述之電腦程式產品，其進一步包含：

用以將該等化音訊信號輸出至該播放裝置的電腦碼。

20. 如申請專利範圍第18項所述之電腦程式產品，其中該音訊信號由複數部分組成，該電腦程式產品進一步包含：

用以重複該確定至少一母帶製作信號幅值、確定至少一播放信號幅值、產生第一等響度曲線資料、產生第二等響度曲線資料、開發補償資料及對於該複數部分中的每一部份補償該部分之頻率係數的電腦碼。

21. 如申請專利範圍第18項所述之電腦程式產品，其中用以產生第一等響度曲線資料的該電腦碼包含：

用以依據ISO 226產生關於該母帶製作信號幅值的等響度曲線資料的電腦碼；及

用以使產生的等響度曲線資料正規化為在1 kHz時具有0 dB增益的電腦碼。

22. 如申請專利範圍第18項所述之電腦程式產品，其中用以產生第二等響度曲線資料的該電腦碼包含：

用以依據ISO 226獲得關於該播放信號幅值的等響度曲線資料的電腦碼；及

用以使獲得的等響度曲線資料正規化為在1 kHz時具有0 dB增益的電腦碼。

23. 如申請專利範圍第18項所述之電腦程式產品，其中該母帶聲壓製作等級是在該音訊信號錄音期間產生的一指定頻率的峰值等級。

24. 如申請專利範圍第18項所述之電腦程式產品，其中該一或多個子頻帶被限於低於1 kHz的頻率。

25. 如申請專利範圍第18項所述之電腦程式產品，其中用以確定該補償資料的電腦碼包括用以由該部分之低頻音訊內容來導出額外的高頻音訊內容的電腦碼。

26. 如申請專利範圍第18項所述之電腦程式產品，其進一步包含：

用以基於關於一聆聽者之聽力特性的接收資料來確定第二補償資料的電腦碼；及

用以基於該第二補償資料來增加該等頻率係數中的至少一者的電腦碼。

27. 如申請專利範圍第26項所述之電腦程式產品，其中用以增加該等頻率係數中的至少一者的電腦碼是部分基於一假定的播放等級。
28. 如申請專利範圍第26項所述之電腦程式產品，其中用以確定第二補償資料的電腦碼包括用以依據一函數來計算一第一頻率與一第二頻率之間的提升等級的電腦碼。
29. 如申請專利範圍第28項所述之電腦程式產品，其中該第二補償資料具有一預定的最大提升等級。
30. 一種電腦程式產品，其包含其上具有用以等化一音訊信號用於在一播放裝置上播放的電腦碼的一非暫態電腦可讀媒體，該電腦碼包含：

用以將該音訊信號分為包含一或多個頻率係數的複數子頻帶的電腦碼；

用以基於一母帶製作聲壓等級及用於該播放裝置的一播放等級來動態地調適一或多個子頻帶之頻率係數的電腦碼；

用以基於一聆聽者的聽力損失資料來調適該複數子頻帶中的一或多者之頻率係數的電腦碼；

用以將調適頻率係數轉換成一等化音訊信號用於在該播放裝置上播放的電腦碼；

其中用於動態調適的電腦碼及用於對於聽力損失

的調適的電腦碼導致一近似於母帶製作時音訊信號之頻譜平衡的個別化且動態等化的音訊信號；

其中用以動態地調適該等音訊幅值的電腦碼包括：相關於該音訊信號之每一取樣週期，用以執行以下步驟的電腦碼：

部分基於一母帶製作聲壓等級來確定一預定頻率的一預期信號幅值；

部分基於該播放裝置之任一主音量調整及用於該播放裝置的一最大聲壓等級來確定至少一實際的播放幅值；

基於預期的信號幅值及實際的播放幅值產生等響度曲線資料；及

應用該等響度曲線資料來調適該等頻率係數中的一或多者。

31. 如申請專利範圍第30項所述之電腦程式產品，其中用以動態地調適一或多個子頻帶之音訊幅值的電腦碼被限於低於1 kHz的頻率。

32. 如申請專利範圍第30項所述之電腦程式產品，其進一步包含：

用以接收識別該使用者年齡的使用者輸入的電腦碼，其中用以基於年齡相關性聽力損失來調適該複數子頻帶中的一或多者的電腦碼包括：

用以確定第一與一第二頻率之間之一函數的電腦碼，其中至少該第一頻率及該函數以接收的該使用

者年齡為基礎；及

用以基於確定的函數來提升該複數子頻帶中的一或多者中的頻率係數的電腦碼。

33. 如申請專利範圍第32項所述之電腦程式產品，其中用以調適該複數子頻帶中的一或多者的電腦碼包括：

用以接收表示該函數之一變量的使用者輸入的電腦碼；且

其中該使用者輸入修改該函數且導致該等頻率係數中的至少一者之提升的增加或減少。

34. 如申請專利範圍第30項所述之電腦程式產品，其進一步包含：

用以藉由產生一系列基於頻率的聲音供該使用者響應來執行一聽力測試的電腦碼；且

其中用以調適該複數子頻帶中的一或多者的電腦碼包括用以基於該使用者對該聽力測試的響應來確定該等頻率係數中的一或多者的提升等級的電腦碼。

35. 一種用以等化一音訊信號的系統，其中該音訊信號由以複數取樣時間來取樣的頻率係數來表示，該系統包含：

一聲壓等級等化器，該聲壓等級等化器用以(i)接收該音訊信號及(ii)基於該音訊信號的一預期聲壓等級及一實際的播放聲壓等級來動態地調適一取樣時間的頻率係數，其中該聲壓等級等化器使用基於實際的播放聲壓等級及預期聲壓等級而確定的等響度曲線資料來確定用以調適該等頻率係數的頻率係數調整；及

一聆聽者相依等化器，用以基於確定聽力損失補償資料的使用者輸入來調整該取樣時間的頻率成分。

36. 如申請專利範圍第35項所述之系統，其進一步包含：

一頻寬檢測器，該頻寬檢測器用以(i)基於該取樣時間的頻率係數在每一取樣時間檢測該音訊信號之頻寬及(ii)輸出表示該頻寬的一頻寬信號；

一邏輯開關，用以接收該頻寬信號，及相對於該取樣時間，(i)若該頻寬被確定為低於一預定頻率則向一頻寬擴展模組提供該音訊信號，或(ii)若該頻寬被確定為高於該預定頻率則略過該頻寬擴展模組；

對於一特定取樣時間，該頻寬擴展模組基於包含在該音訊信號內的資訊以高於預定頻寬的頻率將額外的頻率係數加到該音訊信號中。

37. 如申請專利範圍第35項所述之系統，其進一步包含：

一記憶體，與該聆聽者相依等化器通訊，該記憶體包含多組聆聽者相依曲線資料且基於該使用者輸入向該聆聽者相依等化器提供特定的聆聽者相依曲線資料。

38. 如申請專利範圍第35項所述之系統，其進一步包含：

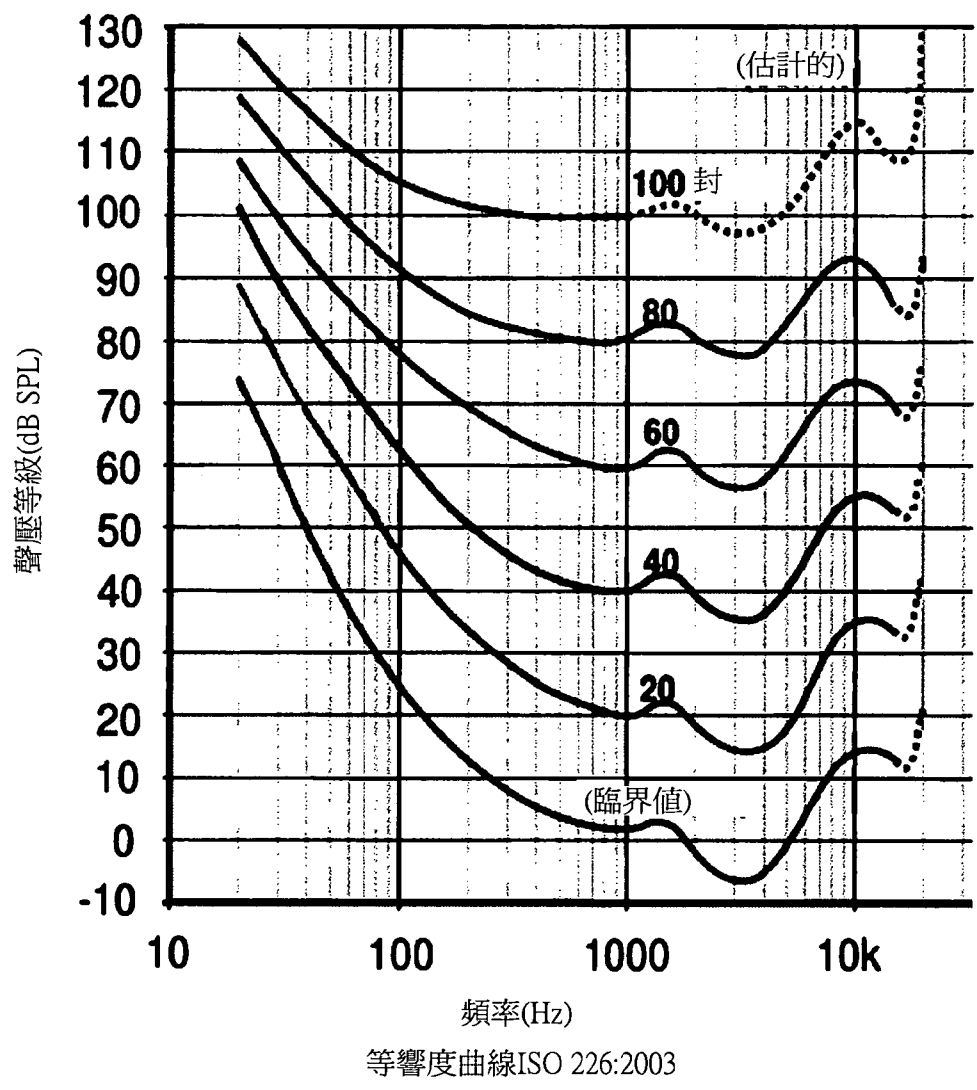
一記憶體，與該聲壓等級等化器通訊，該記憶體含有多組等響度曲線資料且基於實際的播放聲壓等級或預期的聲壓等級來提供特定的等響度曲線資料。

39. 如申請專利範圍第35項所述之系統，其進一步包含：

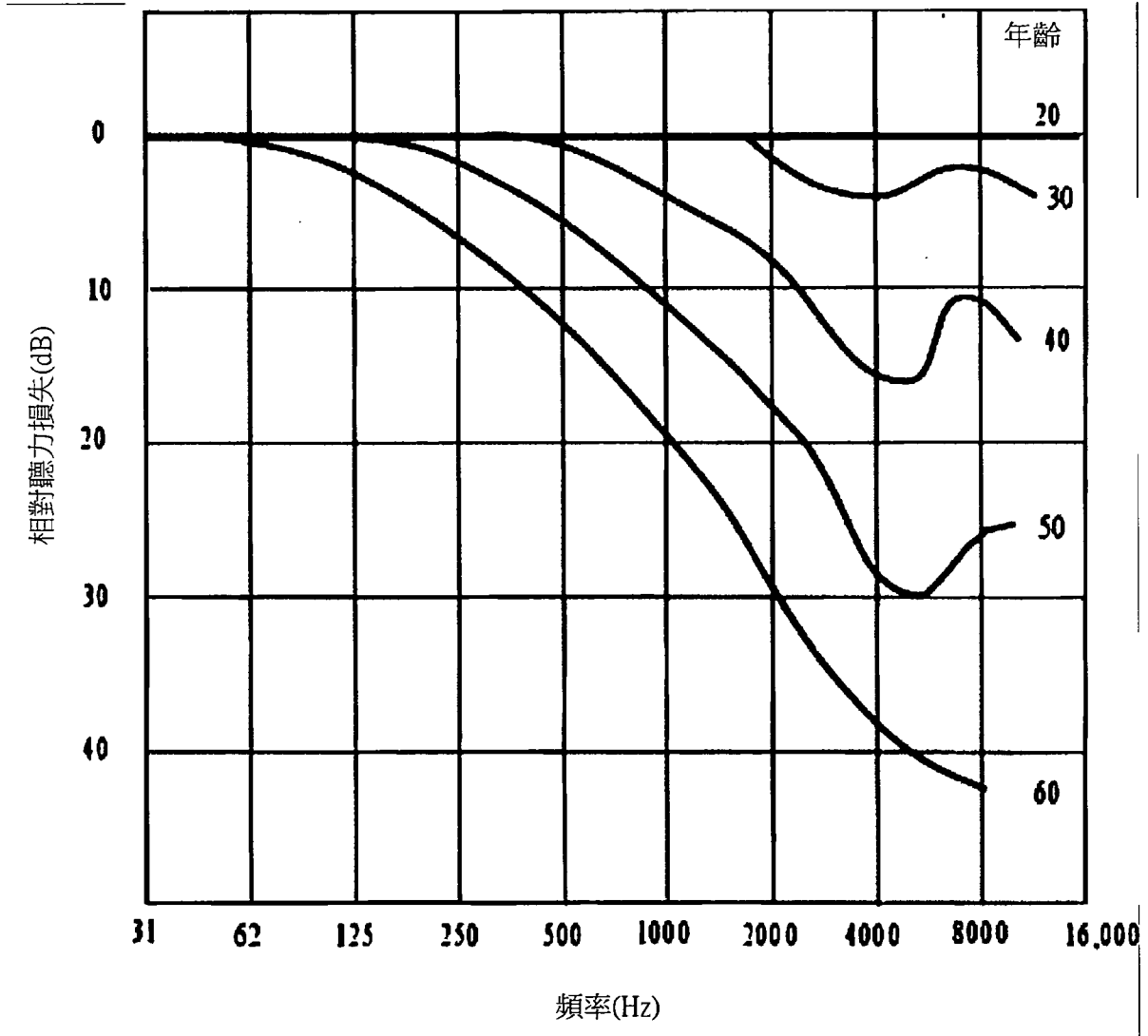
一聽力測試模組，用以產生不同頻率的一系列可聞

音，接收響應於該等可聞音的使用者輸入，及確定該使用者所特有的聽力資料。

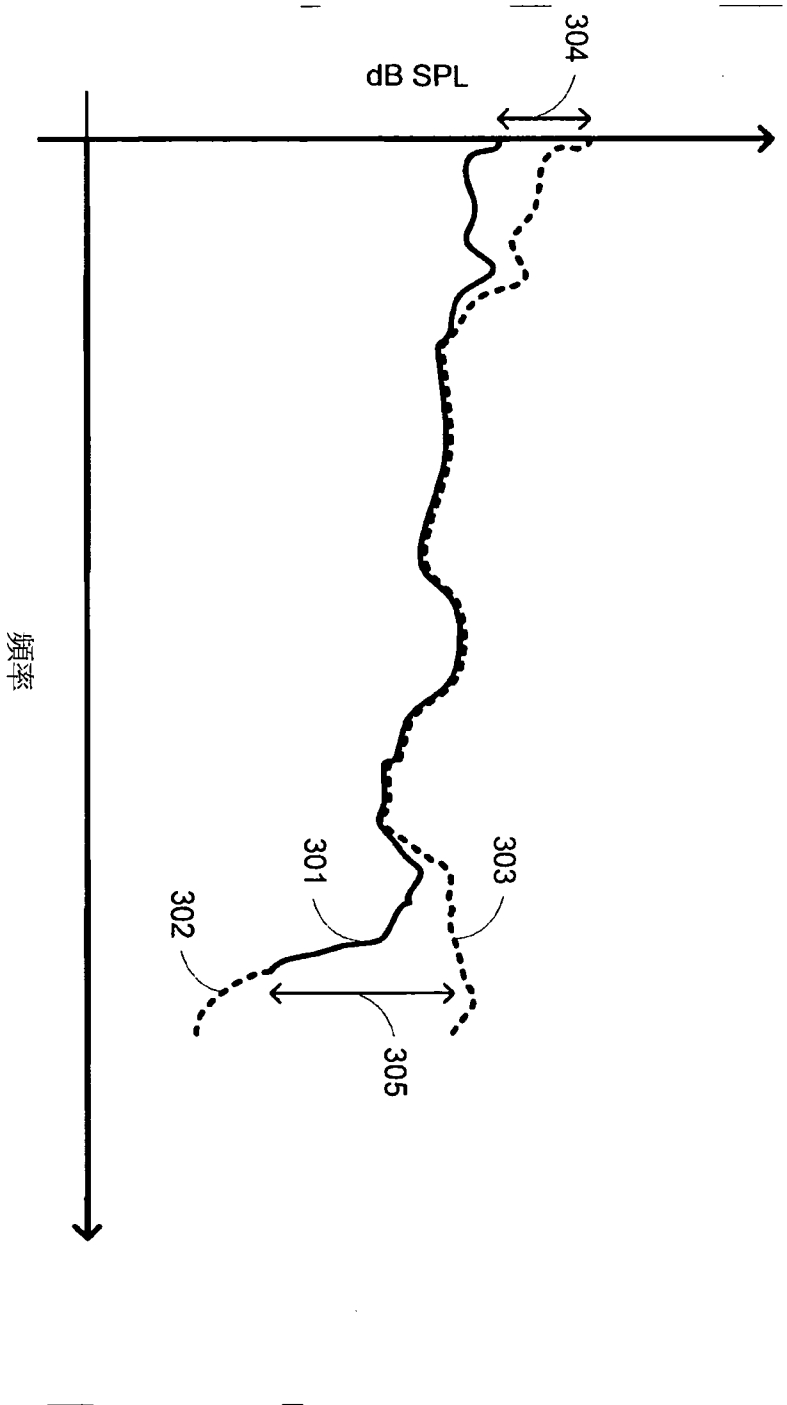
八、圖式：



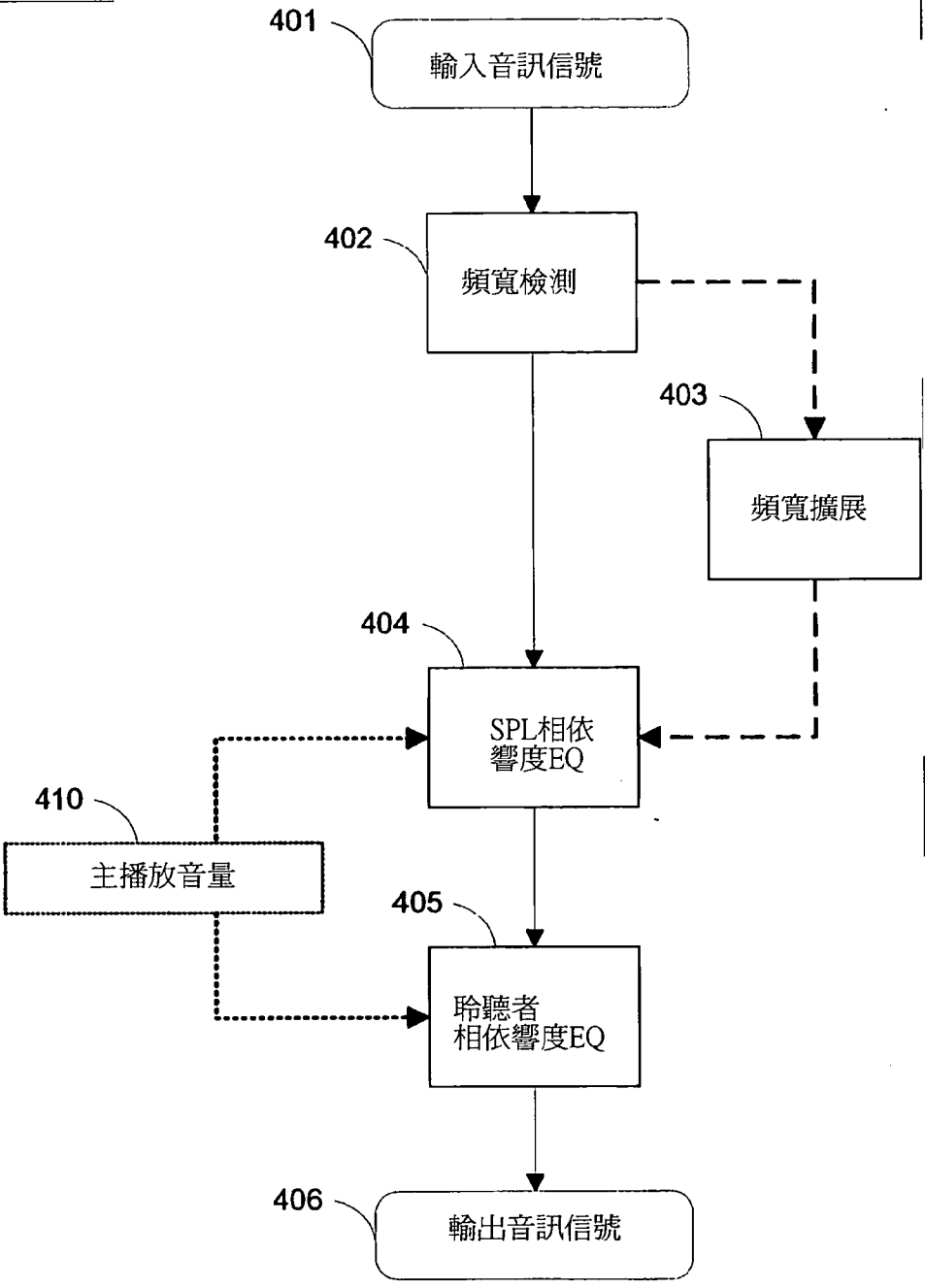
第 1 圖



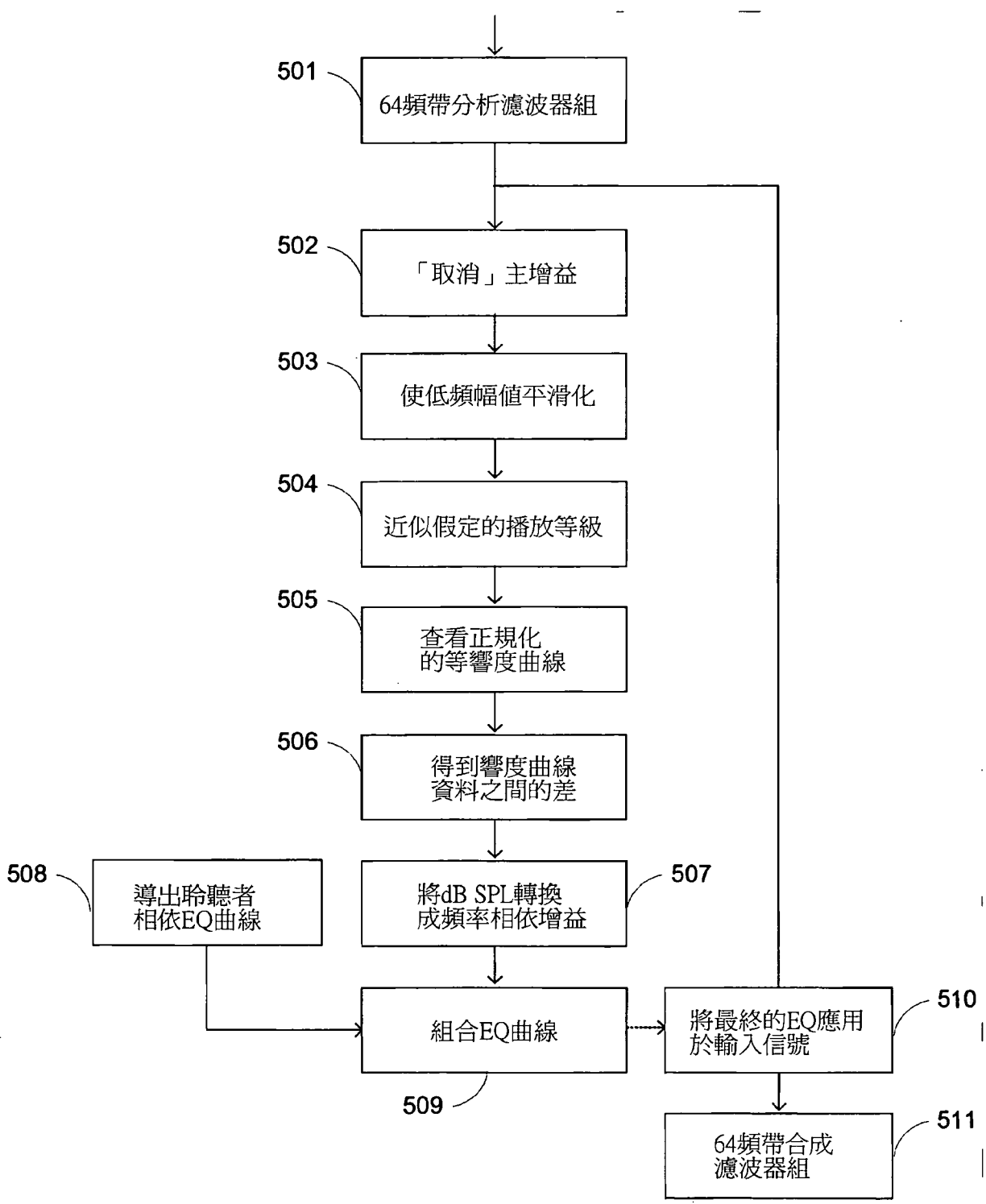
第 2 圖



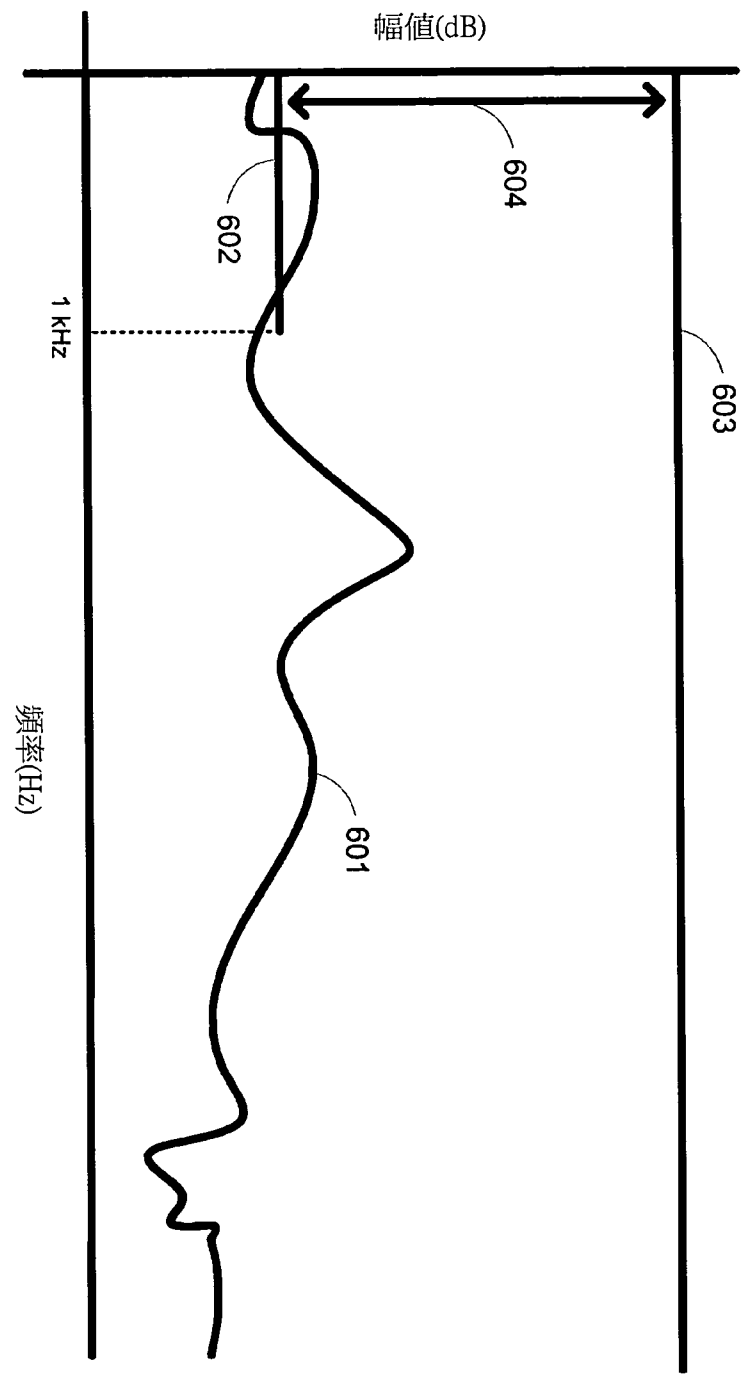
第3圖



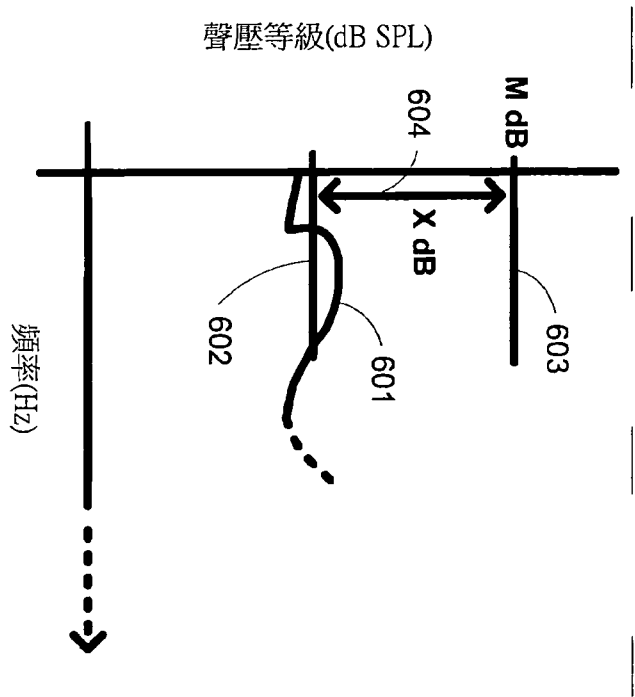
第 4 圖



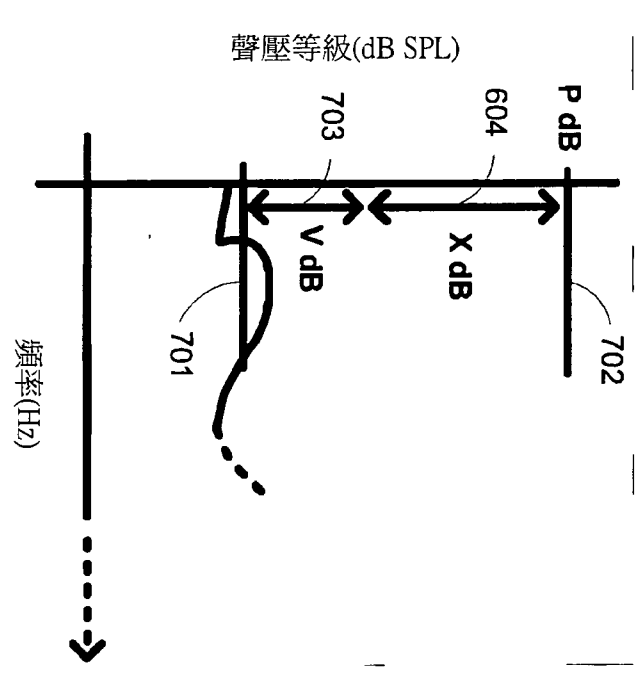
第 5 圖



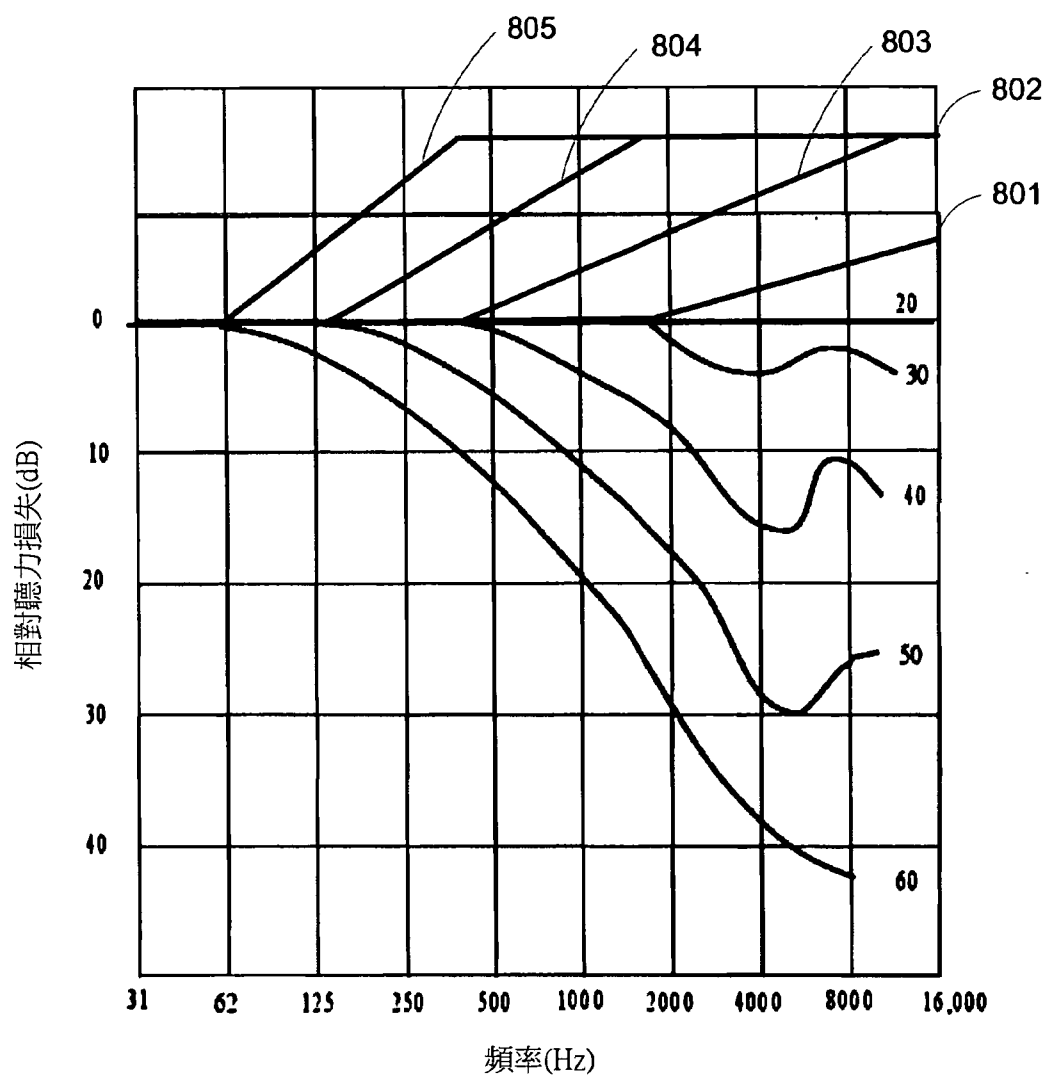
第6圖



第7A圖



第7B圖



第 8 圖