

395139

申請日期: 87.11.6

案號: 87117436

類別: H04R 3/00

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書 395139

一、 發明名稱	中文	低聲頻增強系統
	英文	Low-Frequency Audio Enhancement System
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 亞諾·克萊門
	姓名 (英文)	1. Arnold I. Klayman
	國籍	1. 美國
	住、居所	1. 美國加州92649杭亭頓海灘區飛而普巷16821號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 美國SRS實驗室
	姓名 (名稱) (英文)	1. SRS Labs, INC.
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國加州92705聖塔亞納丹樂街2909號
	代表人 姓名 (中文)	1. 史帝芬·賽馬克
	代表人 姓名 (英文)	1. Stephen V. Sedmak



本案已向

國(地區)申請專利

美國 US

申請日期

1998/09/04 09/148,222

案號

主張優先權

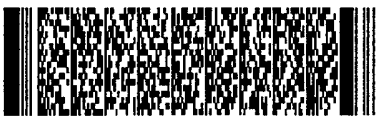
有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



## 五、發明說明 (1)

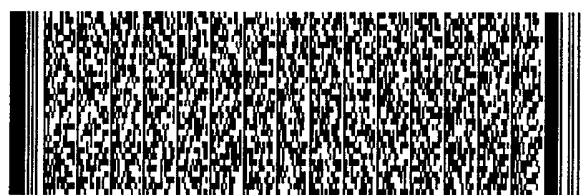
本發明係關於用來改進聲音重現之聲頻增強系統及方法。本發明尤指關於用來增強由如揚聲器之類的聲轉換器所產生聲能中的可感知低頻內容的裝置及方法。

聲頻及多媒體工業持續地努力去克服重現聲音的缺點。例如，要適當地重現如低音之低頻音經常有困難。改進低頻音輸出的各種傳統方式有使用具較大紙盆面積、較大磁鐵、較大框箱或較大紙盆衝程能力之較高品質的揚聲器。

此外，傳統系統亦嘗試藉由使揚聲器的聲阻抗與揚聲器周遭自由空間的聲阻抗相配合的共振腔及喇叭來重現低頻音。但是，並非所有系統都能利用更昂貴或更強力的揚聲器來重現低頻音。例如，在一些如光碟聲頻系統及多媒體電腦系統之類的傳統聲音系統即依賴小的揚聲器。此外，許多聲頻系統使用較不精確的揚聲器。此類揚聲器並不具有正確重現低頻音的能力而造成該聲音不像能精確重現低頻音系統一樣生動有趣。

一些傳統增強系統試著藉由在輸入訊號到揚聲器前放大低頻訊號以補償低頻音的不良重現。放大的低頻音會傳送較大的能量到揚聲器。其結果，係以較大之力來驅動揚聲器。此種嘗試放大低頻音會造成過度驅動揚聲器。不幸地，過度驅動揚聲器會增加背景雜音，引入令人困擾的失真，並損壞揚聲器。

其他傳統系統在試著補償低頻的缺乏時，會扭曲高頻的重現而加入不想要的賦音。



## 五、發明說明 (2)

本發明提供一獨特的裝置及方法以增強對低頻音的感受。對一並不重現一定的低頻音的揚聲器，本發明創造出不存在的低頻音確實存在的幻覺。因此，聽眾能感受到較揚聲器所實際能精確重現的頻率為低的低頻率。此幻覺效果係利用人體聽覺系統處理聲音的獨特方式來完成。

本發明之一實施例係利用聽眾如何由心智上感知音樂或其他聲音。聲音重現過程並非僅停留在揚聲器所產生的聲能，而係包括了聽眾的耳、聽覺神經、腦、及思考過程。人耳可視為一精巧傳送系統用來接收聲振動，轉換這些振動為神經脈波，最後成為感覺或聲知覺。人耳對聲能之反應為非線性的。此聽覺機構之非線性性質產生了以額外泛音及諧音形式存在的交變失真，該泛音及諧音並不存在於實際的錄製材料中。此非線性效果在低頻時更加顯著而這些效果對低頻音如何被感知有顯著的影響。

本發明的一些實施例利用人耳如何處理低頻音的泛音及諧音以創造不存在的低頻音係由揚聲器所發出的感受。在一些實施例中，在較高頻帶的頻率被選擇性地處理以創造低頻音訊號的幻覺。在其他實施例中，一定的較高頻帶用複數個濾波機構加以修正。

此外，本發明之一些實施例設計來改進如音樂之類的流行聲頻節目材料的低頻增強性。大多數音樂富含諧音。因此，這些實施例能修正多類的音樂形式以利用人耳處理低頻音的方式。有利地，現存格式的音樂可被處理以產生期望的低頻音。

### 五、發明說明 (3)

本新處理方式產生許多明顯的優點。因為聽眾可感受實際上不存在的低頻音而又減少所須的大揚聲器、較大的紙盆衝程或增設的喇叭。因此，在一實施例中，小揚聲器能顯現如同由較大揚聲器所發出的低頻音。如所能預期的，本一實施例創造出如低音之類低頻音的感覺，該低音在聲環境中對大揚聲器而言為太小。大揚聲器也可由創造產生低頻音之感覺而受益。

此外，本發明之一些實施例中，手提及隨身聲系統中的小揚聲器亦可創造更有趣的低頻音感覺。因此，聽眾並不須為手提方式而犧牲低頻音品質。

本發明之一實施例中，低成本揚聲器創造出低頻音的幻覺。許多低成本揚聲器並不能適當地重現低頻音。與其用昂貴的揚聲器框箱、高性能元件及大磁鐵來實際重現低頻音，不如一實施例利用較高頻音來創造低頻音的幻覺。其結果，較低成本的揚聲器可用來創造更具真實感及更生動的聽覺經驗。

更且，在一實施例中，低頻音的幻覺創造出一種卓越的聽覺經驗而增加聲音的真實感。因此，本發明之一實施例重視一種可被感知成較精確及清晰的聲音，而非如存在於許多低成本習知技藝系統中只有雜亂及顫動低頻音的重現。舉例言之，此類低成本的聲音或聲視裝置包括收音機，行動聲音系統，電腦遊戲，光碟機(CD)，數位多函數光碟機(DVD)，多媒體顯現裝置，電腦聲頻卡及類似裝置。



#### 五、發明說明 (4)

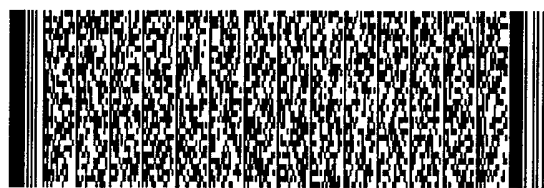
在一實施例中，創造低頻音的幻覺所需之能量比實際地產生創造低頻音為低。因此，以電池供電或在低功率環境下的系統能創造低頻音的幻覺而不須如同單純地放大或增強低頻音系統耗費許多寶貴的能源。

本發明之另一實施例使用特殊的電路來創造低頻音的幻覺。這些電路較習知低頻放大器為簡單，因此，可降低生產成本。這些成本低於添加複雜電路的習知聲音增強裝置。

本發明之其他實施例依賴所揭露的低頻增強技術的微處理器。在一些情形下，現存的處理聲頻元件可被重新程式規劃以提供本發明之一個或一個以上實施例中所揭露的獨特低頻訊號增強技術。其結果，增加低頻增強到現存系統的成本可明顯降低。

在一實施例中，聲音增強裝置接收從主系統而來的一個或一個以上的輸入訊號，並產生一個或一個以上的增強輸出訊號。特別地，該二輸入訊號經處理以提供一對頻譜增強的輸出訊號，當以揚聲器播放由聽眾收聽時，可產生寬廣低音的感覺。在一實施例中，低聲頻資料係以與高聲頻資料不同的方式加以修正。

在一實施例中，聲音增強裝置接收一個或一個以上的輸入訊號，並產生一個或一個以上的增強輸出訊號。特別地，該二輸入訊號包括具有一第一頻率範圍及一第二頻率範圍的波形。該二輸入訊號經處理以提供增強的輸出訊號，當以揚聲器播放由聽眾收聽時，可產生寬廣低音的感



## 五、發明說明 (5)

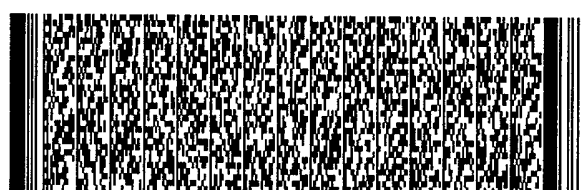
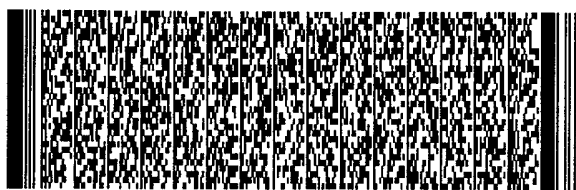
覺。此外，該實施例能以與對第二頻率範圍資料不同的方式對第一頻率範圍資料加以修正。在一些實施例中，第一頻率範圍可為頻率過低的低音而不能被揚聲器所重現，第二頻率範圍可為能被揚聲器所重現的中度低音。

一實施例以一種為二立體聲頻道所不同有的能量的方式來修正二立體聲頻道所同有的聲頻資料。該為二輸入訊號所同有的聲頻資料稱為組合訊號。在一實施例中，該增強系統頻譜成形組合訊號中頻率及相位的振幅以降低可能由高振幅輸入訊號所造成的截波，但不會排除聲頻資料為立體聲的感覺。

如以下更詳細的討論，聲音增強系統的一實施例用多數個濾波器來頻譜成形組合訊號以創造一增強訊號。藉由增強組合訊號內的選定頻寬，一實施例提供比實際揚聲器帶寬為廣的可感知揚聲器帶寬。

聲音增強裝置的一實施例包括供二立體聲頻道的前饋訊號路徑及供組合訊號路徑的四個並聯濾波器。每一個並聯濾波器包括一個由三個串聯相接的四階濾波器所構成的六階帶通濾波器。這四個濾波器的轉移函數經特別選擇用以提供一聲頻訊號低頻內容中各類諧音的相位及/或振幅形貌。當經由揚聲器播放時，該形貌超乎預期地增加聲頻訊號可感知的頻寬。在另一實施例中，六階帶通濾波器為較低階的契比雪夫濾波器所取代。

因為頻譜成形於組合訊號上發生，組合訊號接著再與前饋路徑的立體資料組合，組合訊號中的頻率能被改變而



## 五、發明說明 (6)

使得二立體頻道都受影響，一定頻率範圍內一些訊號從一立體頻道耦合到另一立體頻道。其結果，該一實施例能以完全獨特、新穎、及超乎預期的方式創造增強聲頻音。聲音增強裝置可依次連接到一個或一個以上的後級訊號處理器。這些後級器可提供改進的聲級及空間處理。輸出訊號亦可導至其他聲頻裝置如錄音裝置、功率放大器、揚聲器、及諸如此類而不影響聲音增強裝置的運作。

在另一實施例中，聲音增強係由一訊號處理器所提供，該訊號處理器可自有一第一組頻率的輸入訊號產生一第二組頻率。訊號處理器可以硬體、軟體(例如，在數位訊號處理器中)或二者共同來實現。第二組頻率被產生用以創造一種第二組頻率包含第一組頻率至少部分諧音的感覺。訊號處理器利用一零交叉偵測器來驅動一單穩態多諧振盪器以提供一系列之脈波。脈波經由對應於第一組頻率的輸入訊號之零交叉而產生。訊號處理器經由傳送一系列之脈波到一群帶通濾波器而產生第二組頻率。

在另一實施例中，聲音增強係由一訊號處理器所提供，該訊號處理器可經由一群帶通濾波器來處理輸入訊號。選定的帶通濾波器的輸出被組合以產生一組合訊號。該組合訊號做為類如自動增益控制(AGC)放大器之擴展器的輸入訊號。AGC放大器有一控制輸入以設定放大器的輸出水準。控制輸入設定成對組合訊號的包絡反應。

在另一實施例中，組合訊號提供到一尖峰壓縮器而非到擴展器。尖峰壓縮器的輸出則提供為擴展器的輸入。



## 五、發明說明 (7)

在一些實施例中，輸入訊號被組合以產生一組合訊號，再經增強以產生一增強組合訊號。增強組合訊號然後和每一原始輸入訊號組合以產生輸出訊號。在其他實施例中，輸入訊號各自分離而不組合。分離的輸入訊號各別被增強以產生增強輸出訊號。相同的訊號處理可用來增強組合訊號或分離的輸入訊號。

本發明的這些及其他方面、優點及新穎性能可經由閱讀以下的詳細說明及參考所附圖示而變得明顯。

第一圖為用於本發明之聲頻系統的方塊圖。

第二圖為具有聲音卡及揚聲器之一多媒體電腦系統的方塊圖。

第三圖為一典型小揚聲器系統的頻率響應圖。

第四圖A顯示由二分離頻率所代表之一訊號的實際及被感知頻譜。

第四圖B顯示由一連續頻譜頻率所代表之一訊號的實際及被感知頻譜。

第四圖C顯示一調變載波的時間波形。

第四圖D顯示經偵測器偵測後第四圖C中的時間波形。

第五圖為具有聲音卡及揚聲器之一典型電腦系統的方塊圖。

第六圖A為一數位聲音系統的方塊圖。

第六圖B為一具有聲音增強處理之數位聲音系統的方塊圖。

第七圖為本發明之硬體一實施例方塊圖，其中聲音增



## 五、發明說明 (8)

強函數係由一聲音增強單元所提供。

第八圖顯示訊號處理之一實施例，其係用來成形輸入訊號的頻譜以增強低頻音的感覺。

第九圖為用於本發明之一些實施例中一帶通濾波器電路圖。

第十圖為用於第八圖之訊號處理圖中帶通濾波器的轉移函數圖。

第十一圖為使用零交叉偵測器之知覺增強系統的訊號處理方塊圖。

第十二圖A顯示一經利用連接於第八圖中帶通濾波器之許多自動增益控制電路所產生的增強轉移函數，其對應於一含有明顯低頻能量的輸入訊號。

第十二圖B顯示第十二圖A中增強轉移函數所產生的總合頻譜。

第十二圖C顯示一經利用連接於第八圖中帶通濾波器之許多自動增益控制電路所產生的增強轉移函數，其對應於一含有非常小低頻能量的輸入訊號。

第十二圖D顯示第十二圖C中增強轉移函數所產生的總合頻譜。

第十三圖為產生第十二圖中增強轉移函數之一系統的訊號處理方塊圖。

第十四圖A為一自動增益控制放大器之方塊圖。

第十四圖B為對應第十四圖A中方塊圖之自動增益控制放大器之電路圖。



五、發明說明 (9)

第十五圖為一系統的一訊號處理方塊圖，提供第十二圖中之具可選擇頻率響應的增強轉移函數。

第十六圖A為一具有低音增強處理之聲音系統的方塊圖。

第十六圖B為一具有組合複頻道成一單低音頻道之低音增強處理的方塊圖。

第十六圖C為一具有各別處理複頻道之低音增強處理的方塊圖。

第十七圖為一系統的一訊號處理方塊圖，提供具可選擇頻率響應的低音增強。

第十八圖為用於第十七圖之訊號處理圖中帶通濾波器的轉移函數圖。

第十九圖為一時域圖顯示衝擊電路之時間-振幅響應。

第二十圖為一時域圖顯示經由一儀器所播放之一典型低音符之訊號及包絡部分，其中該包絡顯示上升、下降、持續及釋放部分。

第二十一圖A為一時域圖顯示低音衝擊電路對一具有緩慢上升之包絡的影響。

第二十一圖B為一時域圖顯示低音衝擊電路對一具有快速上升之包絡的影響。

第二十一圖C為聯結第二十一圖A及第二十一圖B上升時間之時域圖。

第二十一圖D為一頻域圖顯示包含第二十一圖A-D低音



五、發明說明 (10)

衝擊轉移函數之第十七圖中低音增強系統的振幅響應圖。

第二十二圖顯示用以執行第十七圖中低音增強系統之電路圖的一實施例。

第二十三圖為低音衝擊電路圖一實施例之方塊圖。

第二十四圖為第二十三圖中低音增強電路一執行方式之電路圖。

第二十五圖為一系統之訊號處理方塊圖，其利用一尖峰壓縮器及一低音衝擊電路以提供低音增強。

第二十六圖為一時域圖顯示尖峰壓縮器對一具有快速上升之包絡的影響。

第二十七圖為尖峰壓縮器一實施例之方塊圖。

以上圖示之元件符號說明如下：

100, 104 : 聲音增強系統

102 : 聲源

106 : 聲頻處理系統

108 : 放大器

110, 210 : 揚聲器

112 : 聽眾

200 : 多媒體電腦系統

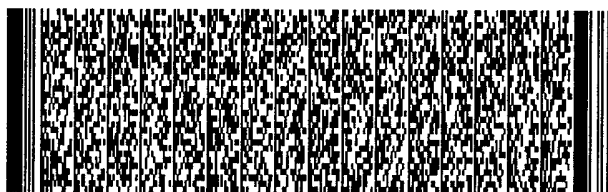
202 : 電腦使用者

204 : 電腦單元

206 : 插卡

302 : 響應

304 : 頻率



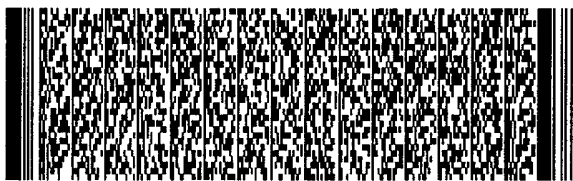
五、發明說明 (11)

- 306 , 308 : 響應曲線
- 402 , 404 , 406 , 408 , 410 : 頻譜線
- 420 : 真實頻譜
- 430 : 感知頻譜
- 500 : 多媒體電腦系統
- 502 : 處理器
- 504 : 主記憶體
- 506 : 儲存媒介
- 508 : 資料匯流排
- 510 : 聲音卡
- 512 , 514 : 揚聲器
- 520 : I/O 控制模組
- 520 , 540 : 功率放大器
- 522 : 資料路徑器
- 524 , 544 : 合成模組
- 525 , 545 : 數位訊號處理器(DSP)
- 526 , 546 , 602 : 數位類比轉換器(DAC)
- 528 , 548 : 混波器
- 530 , 534 , 536 , 550 , 554 , 556 : 增益控制
- 600 : 數位源
- 601 : 聲音增強方塊
- 700 : 聲音增強系統
- 702 : 訊號源
- 704 : 聲音增強單元



五、發明說明 (12)

- 706 , 708 : 揚聲器
- 800 : 低頻聲音增強系統
- 802 : 左頻道輸入
- 804 : 右頻道輸入
- 806 , 824 , 832 : 加法器
- 808 , 816~819 : 放大器
- 810 : 低通濾波器
- 812~815 : 帶通濾波器
- 820 : 混波器
- 821 , 918 : 輸出訊號
- 902 : 輸入
- 904 , 906 : 電阻
- 908 : 回饋電阻
- 910 : 回饋電容
- 912 : 輸入電容
- 914 : 運算放大器
- 1002 , 1004 , 1006 , 1008 : 帶通轉移函數
- 1101 : 右頻道輸入
- 1103 : 左頻道輸入
- 1102 , 1114 , 1134 , 1140 , 1144 : 加法器
- 1103 , 1108 , 1126~1129 : 放大器
- 1104 , 1136 : 低通濾波器
- 1106 , 1350 : 尖峰偵測器
- 1110 : 零交叉偵測器(ZCD)



五、發明說明 (13)

1112 : 單穩多諧振盪器

1114 : 乘法器

1116 : 單極單投電壓控制開關

1118~1121 : 帶通濾波器

1142 , 1146 : 高通濾波器

1148 , 1150 : 輸出

1202 : 輸入訊號

1204 , 1206 , 1208 , 1210 : 帶通濾波器曲線

1220 , 1270 : 增強因子

1240 : 增強波形

1252 : 輸入波形

1280 : 輸出波形

1300 : 低頻聲音增強系統

1304 : 右頻道輸入

1302 : 左頻道輸入

1306 , 1320 , 1324 , 1332 : 加法器

1308 : 放大器

1310 : 低通濾波器

1312~1315 : 帶通濾波器

1316~1319 : 自動增益控制(AGC)

1323 , 1333 : 輸出

1352 : 電位計

1402 : 控制輸入

1403 : 聲頻輸入



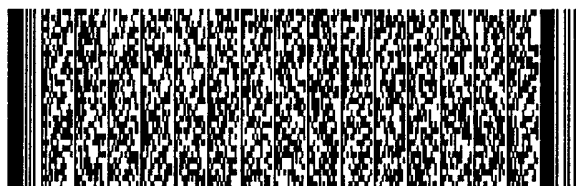
五、發明說明 (14)

- 1404 : 聲頻輸出
- 1410 : 和積分器
- 1412 : 負尖峰偵測器
- 1414 : 放大器
- 1416 : 積分器
- 1418 : 加法器
- 1431 , 1433 , 1445 , 1449 , 1450 , 1451 , 1453 : 電阻
- 1432 , 1434 , 1443 , 1444 , 1446 , 1448 : 電容
- 1435 , 1438 , 1447 , 1452 : 運算放大器
- 1436 : 回饋電容
- 1437 : 二極體
- 1439 : 音幅縮伸器
- 1440 : 輸入電阻
- 1442 : 輸入電容
- 1441 : 電晶體
- 1500 : 訊號處理系統
- 1560 : 帶通濾波器
- 1562 : 單極單投電壓控制開關
- 1602 : 訊號源
- 1604 : 低音增強單元
- 1606 , 1608 : 揚聲器
- 1609 , 1611 : 輸入
- 1610 , 1614 , 1616 , 1625 , 1626 : 組合器
- 1612 , 1613 , 1615 : 訊號處理方塊



五、發明說明 (15)

- 1621~1624 : 訊號處理方塊
- 1617 , 1619 : 輸出
- 1700 : 低音增強系統
- 1704 : 右頻道輸入
- 1702 : 左頻道輸入
- 1706 , 1718 , 1724 , 1732 : 加法器
- 1716 , 1722 : 單極單投電壓控制開關
- 1711~1715 : 帶通濾波器
- 1720 : 低音衝擊單元
- 1730 , 1733 : 輸出
- 1801~1805 : 帶通轉移函數
- 1902 : 增益
- 1904 : 上升時間常數
- 1906 : 下降時間常數
- 1909 : 輸入脈波
- 2000 : 時域圖
- 2042 , 2044 : 包絡
- 2046 : 上升
- 2047 : 下降
- 2048 : 持續
- 2049 : 釋放
- 2050 : 尖峰
- 2104 , 2114 : 輸入包絡
- 2106 , 2116 : 輸出包絡



五、發明說明 (16)

2118 : 振幅線

2202 , 2204 , 2210 , 2211 , 2212 , 2214 , 2216 ,

2230 , 2232 , 2242 , 2250 , 2252 , 2262 : 電阻

2238 , 2240 , 2258 , 2260 : 電容

2208 , 2220 , 2236 , 2256 : 運算放大器

2206 , 2218 , 2234 , 2254 : 回饋電阻

2300 : 低音衝擊單元方塊圖

2303 : 輸入

2304 : 輸出

2305 , 2306 : 增益放大器

2307 : 加法器

2308 : 電位計

2310 : 上升下降緩衝器

2312 : 包絡偵測器

2406 , 2442~2444 , 2446 : 電容

2408 , 2410 , 2445 , 2453 , 2450 : 電阻

2447 , 2452 : 運算放大器

2449 , 2451 : 回饋電阻

2449 : 增益控制電路

2461 : 包絡偵測器

2462 : 上升下降緩衝器

2463 : 增益元件

2500 : 低音增強系統

2502 : 尖峰壓縮器



## 五、發明說明 (17)

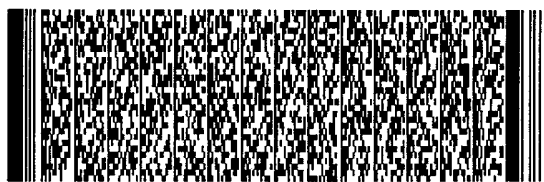
- 2614 : 輸入包絡
- 2616 , 2617 : 輸出包絡
- 2700 : 尖峰壓縮器電路
- 2703 : 輸入
- 2704 : 輸出
- 2708 : 擴展器
- 2716 , 2718 : 電阻
- 2720 : 運算放大器
- 2722 : 回饋電阻

本發明提供一方法及系統用來增強聲頻訊號。聲音增強系統以一種獨特的聲音增強過程來改進聲音的真實性。一般說來，聲音增強過程接收二輸入訊號，一左輸入訊號及一右輸入訊號，並依次產生二增強輸出訊號，一左輸出訊號及一右輸出訊號。

左及右輸入訊號被共同處理以提供一對左及右輸出訊號。特別地，增強系統一實施例以一種擴展及增強聲音可感知帶寬的方式來使存在於二輸入訊號間之差別相等。此外，許多一實施例調整二輸入訊號所共有的聲音水準以降低截波。有利地，一些實施例用簡單、低成本、及易於製造而不須要數位訊號處理的類比電路來達成聲音增強。

雖然於此處參考一較佳的聲音增強系統而描述一實施例，但本發明並不僅限於此，亦可應用於其他各種情況，將聲音增強系統的一些不同實施例適用於不同情形中。

聲音增強系統之概觀



## 五、發明說明 (18)

第一圖為包括一聲音增強系統104之聲音增強系統100方塊圖。聲音增強系統100包括一聲源102，聲音增強系統104，一選擇性的聲音處理系統106，一選擇性的放大器108，揚聲器110，及一聽眾112。聲源102之輸出提供為聲音增強系統104之輸入。聲音增強系統104之輸出提供為選擇性的聲音處理系統106之輸入。選擇性的聲音處理系統106之輸出提供為放大器108之輸入。放大器108之輸出提供為揚聲器110之輸入。揚聲器110之聲輸出提供給一個或一個以上的聽眾112。

訊號源102可包括，舉例言之，一立體聲接收器，收音機，光碟機，錄放影機(VCR)，聲頻放大器，電影院系統，電視，雷射碟片機，數位多函數光碟機(DVD)，預錄聲音之錄放設備，多媒體設備，電腦遊戲及諸如此類。雖然訊號源102一般可產生一組立體聲訊號，但不僅限於立體聲訊號。因此，在其他一些實施例，訊號源102可產生廣泛多變化的聲頻訊號，如產生單聲道或複頻道訊號的聲頻系統。

訊號源102提供一個或一個以上的訊號(例如，左及右立體聲頻道)到聲音增強系統104。聲音增強系統104經由修正左及右頻道而增強低頻音資料。在其他實施例，左及右頻道輸入訊號並不須為立體聲訊號而可包括大範圍的聲音增強，類如使用矩陣結構來儲存四個或四個以上分離的聲頻道於二個聲頻記錄軌的杜比專業邏輯系統。聲頻訊號亦能包括周遭的聲音系統而能傳送完全分離的前及後聲頻



## 五、發明說明 (19)

道。杜比實驗室之名為AC-3的五頻道數位系統即是此類系統之一。

在一實施例中，聲頻資料包括左及右頻道之和而稱為組合資料或組合訊號。一實施例成形組合訊號中頻率之頻譜諧音，然後將成形組合訊號之部分插回左及右頻道以降低會由其中一頻道之低頻高振幅輸入訊號所造成的截波。選擇性的聲音處理系統106之可提供其他聲音處理，例如包括解碼、編碼、均衡、周遭聲音處理等。放大器系統108放大一個或一個以上頻道並提供放大訊號到揚聲器系統100。揚聲器系統包括一個或一個以上揚聲器。

第二圖顯示一典型多媒體電腦系統200可有利地使用本發明之一實施例以改進由一對小桌上型電腦揚聲器210所產生的聲頻性能。揚聲器210連接於一電腦單元204內部之插卡206。插卡206典型上為類如示於第五圖的聲音卡，但亦可為能產生聲頻輸出包括收音機卡、電視調諧卡、PCMCIA卡、數位訊號處理器(DSP)插卡等任何電腦介面卡。電腦使用者202使用電腦204來執行電腦程式而使插卡206產生一經揚聲器210轉換為聲波之聲頻訊號。

多媒體電腦系統所用之揚聲器210典型上為設計成小而貴之小桌上型單元，因此並無在低頻產生明顯聲壓水準的能力。用於多媒體電腦系統之典型小揚聲器系統具有約在200Hz滾邊的聲頻輸出響應。第三圖顯示對應於人耳之頻率響應的一曲線306。第三圖亦顯示使用高頻驅動器(高音揚聲器)來重現高頻及一四吋中度低音驅動器(低音



## 五、發明說明 (20)

揚聲器)來重現中度及低音頻率之一典型小電腦揚聲器系統的量測響應308。此使用二驅動器之系統常稱為雙向系統。使用二以上驅動器之揚聲器系統已屬習知，將利用於本發明之一實施例。使用一驅動器之揚聲器系統亦屬習知，將利用於本發明之一實施例。響應308繪於一長方圖上而以從20Hz到20kHz之頻率為X軸。此頻帶對應於正常人耳之範圍。第三圖之Y軸顯示從0dB到-50dB之正規化振幅響應。從大約2kHz到10kHz中頻寬曲線308相當平坦而在10kHz以上顯示部分滾邊。在低頻區，曲線308從大約從200Hz到2kHz間之中低音頻帶表現低頻滾邊，以至於在200Hz以下揚聲器系統產生很少的聲頻輸出。

第三圖所示頻帶之位置係用來舉例而非極限。實際的深低音帶、中低音帶、及中範圍帶之頻率範圍隨揚聲器及揚聲器所做之應用而改變。深低音帶一般指一頻帶內之頻率，其中相較於一如中低音帶之較高頻率揚聲器輸出而其揚聲器於該頻率產生較不精確之輸出。中低音帶一般指高於深低音帶之頻率。中範圍帶一般指高於中低音帶之頻率。

許多錐形驅動器於低頻產生聲能時非常無效率，其時紙盆的直徑小於聲波波長。當紙盆直徑小於波長，要維持一從紙盆而來聲輸出的均勻聲壓水準，於頻率每降低一八度音(2之因子)需要紙盆衝程增加四倍。如果要簡單地藉由增加供給驅動器的電力來改進低頻響應，驅動器的最大容許紙盆衝程會很快達到。



## 五、發明說明 (21)

因此，驅動器的低頻輸出不能無限制地增加，這也解釋大多數小揚聲器系統的不良低頻音品質。曲線308為一使用四吋直徑低頻驅動器之典型小揚聲器系統。具較大驅動器之揚聲器系統可產生較曲線308所示頻率為低的可感知聲頻輸出，而具較小低頻驅動器之系統典型上並不產生如曲線308所示低頻率的輸出。

如前所討論，直至今日，當設計具寬廣低頻響應之揚聲器系統，一系統設計者少有選擇。習知解決方式昂貴並產生對桌上型而言太大的揚聲器。一流行解決低音問題的方式為使用次低音揚聲器，置於靠近電腦系統的地面上。次低音揚聲器可提供適當的低頻輸出，但是昂貴，而且相較於較不昂貴的桌上型揚聲器也是相當地不普遍。

與其使用較大紙盆直徑之驅動器或次低音揚聲器，本發明之一實施例克服小系統的低頻限制，經由利用人耳系統的特性來產生低頻聲能的感覺，縱使這種能量並非由揚聲器系統所產生。

人類聽覺系統據知為非線性。簡單地說，所謂非線性指一系統中輸入的增加並不隨著有輸出的比例增加。因此，對耳朵而言，加倍聲壓水準並不產生聲源音量加倍的感知。事實上，人耳為一平方根律裝置，對聲能的功率而非強度響應。此聽覺機構的非線性產生互調變頻率可被聽成聲波中實際頻率的泛音或諧音。

第四圖A顯示人耳中非線性的互調變效果，表現二單純音的一理想化振幅頻譜。第四圖A中的頻譜圖顯示一第



## 五、發明說明 (22)

一頻譜線404，對應於由揚聲器驅動器(如次低音揚聲器)在50Hz所產生的聲能。第二頻譜線402示於60Hz。402及404為實際頻譜線對應於由驅動器所產生的真實聲能，且無其他聲能存在。但是，由於天生的非線性，人耳能產生互調變結果對應於二真實頻譜頻率之和及二頻譜頻率之差。

例如，一聽到頻譜線402及404所代表聲能者能感知頻譜線406所示的50Hz聲能，頻譜線408所示的60Hz聲能，及頻譜線410所示的110Hz聲能。頻譜線410並不對應於揚聲器所產生的真實聲能而對應於人耳中非線性所創造出的頻譜線。線410發生於二真實頻譜頻率之和之頻率110Hz ( $110\text{Hz}=50\text{Hz}+60\text{Hz}$ )。人耳之非線性亦創造出頻率差10Hz的頻譜線，但該線因低於人耳聽覺範圍而不能被感知。

第四圖A顯示人耳中的互調變過程，與類如音樂之真實節目材料比較起來顯得有些簡單。典型類如音樂之節目材料富含眾多諧音而使大多數音樂表現如連續頻譜，如第四圖B顯示。第四圖B顯示第四圖A所示實際頻譜及被感知頻譜間的同種類比較，但第四圖B所顯示者為一連續頻譜。第四圖B顯示真實頻譜420及其對應之被感知頻譜430。

如同大多數非線性系統，人耳之非線性在系統進行大衝程時(例如，大訊號水準)較進行小衝程時為顯著。因此，對於人耳，非線性於低頻時較明顯，其時縱使在較低音量水準鼓膜及耳朵其他部位都進行相當大的機械行程。



## 五、發明說明 (23)

因此，第四圖B顯示真實聲能420及被感知聲能430於低頻範圍傾向最大而在較高頻範圍變的相當較小。

如第四圖A及第四圖B所示，包括多重音調或頻率的低頻聲能使聽眾有中度低音範圍聲能包含較實際存在為多的頻譜內容的感知。人腦於面對一種資料被認為失落的情況時，會試著在潛意識面上補充失落的資料。此補充現象為許多光學幻像之基礎。本發明之一實施例，可經由提供人腦此種含低頻資料的中度低音效果而欺騙人腦來補充不真正存在的資料。

易言之，如低頻聲能顯現(例如頻譜線410)經人耳產生諧音而示於腦部，則在正常情況下，腦部會潛意識地補充它認為必須存在的低頻譜線406及408. 此種補充過程由人耳非線性的另一偵測器效應加以擴大。

人耳之非線性亦使得耳朵作用如偵測器，類似於調幅(AM)接收器的二極體偵測器。如一中度低諧音為一深低音所AM調變，耳朵將解調變該調變中度低音載波而重現該深低音包絡。第四圖C及第四圖D顯示調變及解調變訊號。第四圖C在一時間軸上顯示一包括被深低音訊號調變之較高頻載波訊號(例如中度低音載波)的調變訊號。

較高頻訊號的振幅被較低頻音調所調變，因此，較高頻訊號的振幅依據較低頻音調的頻率而變化。人耳之非線性將部分解調變該訊號以至於耳朵能偵測到較高頻訊號的低頻包絡，即使並未在較低頻生成實際聲能也會產生低頻音的感知。如同上述的互調變效應，可由適當處理典型上



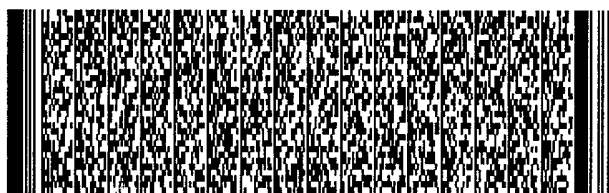
## 五、發明說明 (24)

介於低端範圍100-200Hz及高端範圍500Hz之間中度低音頻率範圍之訊號而增強偵測器效應。經由適當訊號處理，可設計一聲音增強系統來產生低頻聲能的感知，即使使用的揚聲器不能產生此種能量或效率不足亦然。

由揚聲器所產生聲能中真實頻率的感知可視為第一階效應。未出現於真實聲頻率中額外諧音的感知，不論是由互調變或偵測真所產生，可視為第二階效應。

在詳細討論應用於聲音增強系統的真實訊號處理前，先檢驗該系統的幾個安裝例會有所助益。聲音增強系統並不限於多媒體電腦系統，可應用於許多聲訊號源和許多不同種類的揚聲器，例如包括擴大箱、迷你立體聲系統、電視系統、收音機、以及甚至於供家庭或商業用途之較大揚聲器。但是，具有不適當揚聲器之多媒體電腦系統的普遍性以及安裝聲音增強系統做為多媒體電腦之軟體升級的可能性，使得多媒體電腦及其他不昂貴系統成為本發明之一些實施例的具吸引力舞台。

第五圖的方塊圖顯示一多媒體電腦系統500具有一聲音卡510，一第一揚聲器512，及一第二揚聲器514。電腦系統500包括一資料儲存媒介506，一處理器502，以及聲音卡510，都連接到輸出入(I/O)匯流排508。一用來儲存程式及資料的主記憶體504由一分離的記憶體匯流排連接到處理器502。聲音卡510包括一I/O控制模組520其連接於資料匯流排508並提供必需的函數以與資料匯流排508通訊。在聲音卡510內，一雙向資料路徑連結I/O控制模組

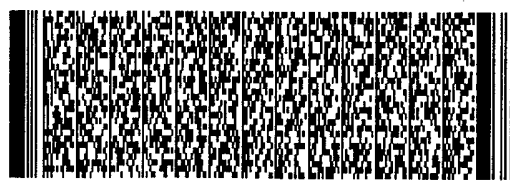


##### 五、發明說明 (25)

520 到一資料路徑器522，該資料路徑器522提供從聲音卡及I/O控制模組520多種內部資料路徑而來資料的多工化及多工解訊。

路徑器522的一第一輸出提供資料到一藉由FM合成或波表合成產生聲音的第一合成模組524。第一合成模組524的一輸出經一第一增益控制534到一第一混波器(加法器)528。路徑器522的一第二輸出提供資料到一數位訊號處理器(DSP)525的一輸入。第一DSP525的一輸出提供為一第一數位類比轉換器(DAC)526的一輸入。DSP525係可選擇的而不發現於所有聲音卡中。在沒有DSP525的卡中，路徑器522的一輸出可直接連結到數位類比轉換器526的輸入。第一DAC526的一輸出經一增益控制536到一混波器528的輸入。混波器528經一增益控制530到一第一功率放大器520。第一功率放大器520的一輸出提供給揚聲器系統512。

路徑器522的一第三輸出提供資料到一第二合成模組544。第二合成模組544經一增益控制554到一第二混波器548。路徑器522的一第三輸出提供資料到一第二數位訊號處理器(DSP)545的一輸入。第二DSP545的一輸出提供為一第二DAC546的一輸入。DSP545是供選擇的，如不提供，路徑器522的一輸出可直接連結到第二DAC轉換器546的輸入。在一些聲音卡中可提供結合DSP525及DSP545的單一DSP。第二DAC546的一輸出經一增益控制556到混波器548的一輸入。混波器548的一輸出經一增益控制550連接到一



## 五、發明說明 (26)

第二功率放大器540。功率放大器540的一輸出提供到揚聲器系統。

聲音卡510的內部結構經簡化以更有效地顯示聲音卡應用來實現各種實施例及本發明之性能。聲音卡也可具有類如連接到類比數位轉換器(ADCs)(未示於圖中)之輸入的額外性能以使使用者從類比聲源產生選樣數位訊號。聲音卡510也可提供一輸入/輸出埠以連接搖桿及用來連接有MIDI埠的音樂設備的MIDI輸入/輸出埠。除了提供輸入埠以做為類如CD光碟機及數位聲磁帶(DAT)驅動器設備的聲頻輸入,聲音卡510也可提供一線輸入埠及一線輸出埠。聲音卡510也可提供DSP性能來程式化合成器524及544的動作。合成器524及544可利用DSP525及545而被程式化或聲音卡510可提供其他DSP來程式化合成器524及544的動作。本發明的一些實施例可包括在如第五圖所示由聲音卡510提供之DSP處理器上執行的軟體。全部聲音卡的函數可由單一晶片來實現,例如個人電腦 motherboard 上的數位訊號處理器,記憶匯流排,多媒體匯流排,通用串接匯流排,火線匯流排,或其他輸入/輸出匯流排。

一載於記憶體504並在處理器502上執行的多媒體程式利用聲音卡510來產生由揚聲器512及514轉換成聲音(聲能)的聲頻訊號。聲頻訊號可由輸送指令到合成器524及544來產生。由第一合成器524產生的聲頻訊號通過增益控制級534,混波器528,增益控制530,功率放大器520而接著被揚聲器512轉換成聲能。一包括增益控制556及550,



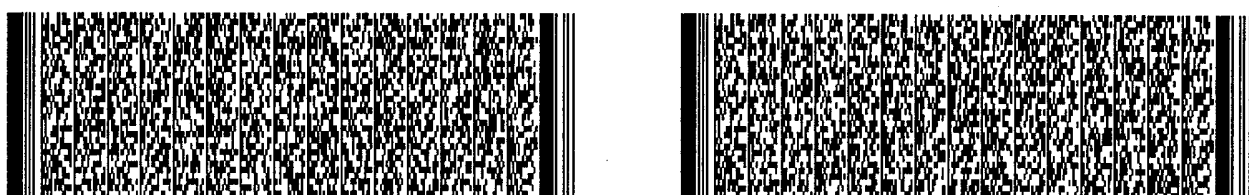
## 五、發明說明 (27)

混波器548及功率放大器540的類似處理路徑提供用於由第二合成器544產生的聲頻訊號。

一多媒體程式亦可藉由利用DACs526及546直接數位至類比轉換從數位化聲頻資料而產生聲頻訊號。數位化的聲頻資料可儲存於儲存媒介506或主記憶體504。儲存媒介506可為用來儲存資料的任何設備，包括一磁碟，光碟(CD)，DVD，DAT驅動器等。儲存於儲存媒介的數位化的聲頻資料可以包括脈碼調變(PCM)的任何原始形式儲存，或以包括適應脈碼調變(ADPCM)的任何壓縮形式儲存。儲存於硬碟或在微軟視窗操作環境提供一檔案系統之其他儲存媒介(例如CD-ROM)的數位化的聲頻資料一般儲存成熟習此項技藝者所知之檔案名為\*.wav之波檔案的檔案格式(其中\*代表一外卡檔案名)。

第六圖A為一方塊圖顯示由一數位源600產生聲音的過程。數位源600可為任何數位化的聲頻源，例如包括類比數位轉換器，DSP，光碟機，數位多函數光碟機(DVD)，錄製及播放預製聲頻之裝置，多媒體裝置，電腦程式，波檔案，電腦遊戲及諸如此類。數位資料由數位源600提供到一數位類比轉換器602，其將數位資料轉換成輸出類比訊號。轉換器602提供輸出類比訊號到類如功率放大器，揚聲器，其他訊號處理器等之其他類比裝置。

第六圖B為一方塊圖顯示本發明之一實施例之聲音增強系統。第六圖B中，數位源600來的資料提供到一聲音增強方塊601，其對數位化聲音進行訊號處理以修正數位化



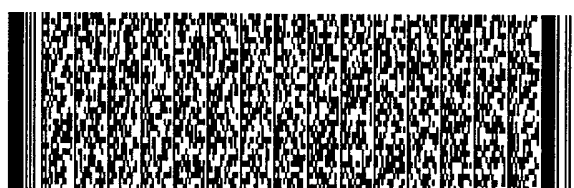
#### 五、發明說明 (28)

聲音並改進一揚聲器之可感知的低頻響應。由聲音增強方塊601來的修正數位化聲音提供到數位類比轉換方塊602以將數位資料轉換成類比訊號。由方塊602來的類比訊號提供到其他類如揚聲器，功率放大器，或其他訊號處理裝置之類比裝置。方塊601內訊號處理的實現可由類如處理器502之一通用之數位電腦，或類如DSPs525及545之一DSP來所提供。

例如，該處理可藉由載於德州儀器公司所製造之DSP(如TMS320xx系列)、其他製造商所提供之DSPs、類如Chromatic Research Inc.所提供之MPACT多媒體處理器之多媒體處理器、或類如Pentium處理器、Pentium Pro處理器、8051處理器、MIPS處理器、Power PC處理器ALPHA處理器等處理器電腦記憶體內之軟體來完成。

在一實施例，訊號處理方塊601是由在處理器502內之軟體來實現。在處理器502內執行之電腦程式所產生的數位資料(如從一波檔案來之資料)提供到一分離的訊號處理程式，其提供方塊601所代表的函數。分離的訊號處理程式修正該數位資料並提供該修正數位資料到可為聲音卡510一部分之數位類比轉換器方塊602。此純軟體一實施例提供一低成本方法給一如第二圖所示使用者之多媒體電腦系統使用者，以擴充附於多媒體電腦之揚聲器的明顯低頻響應。

在一替換的一實施例中，方塊601所代表的處理是由附於一電腦之聲音卡510內之一DSP所提供。因此，舉例言



## 五、發明說明 (29)

之，訊號處理方塊601所代表的處理可藉由第五圖中聲音卡510內的DSP525及DSP545來實現。DSP525及DSP545所代表的函數可組合於一單一DSP。本發明的軟體實施例因能以小成本來實現而具吸引力。

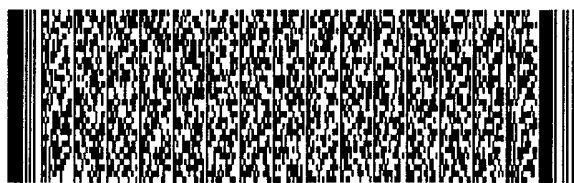
然而，硬體實施例也在本發明之範圍。第七圖為本發明之硬體實施例方塊圖，其中聲音增強函數係由一聲音增強單元704所提供。聲音增強單元704從一訊號源702接收聲頻訊號。訊號源702可為任何訊號源，包括第一圖所示之訊號源102或第五圖所示的聲音卡510。聲音增強單元704進行訊號處理以修正接收到之聲頻訊號並產生可提供到揚聲器、放大器或其他訊號處理器之聲頻輸出。

### 訊號處理

第八圖顯示低頻增強訊號處理之一實施例之方塊圖，由類如第七圖之聲音增強單元704、第六圖B之聲音增強方塊601、及第一圖之聲音增強系統元104之多種訊號處理方塊來進行。第八圖亦可用為一流程圖以描述實現本發明一實施例訊號處理運作之一DSP或其他處理器上執行的一程式。

第八圖顯示二輸入，一左頻道輸入802及一右頻道輸入804。第八圖所顯示訊號處理之二頻道將因便利而描述為一左頻道及一右頻道以對應正常立體聲左及右頻道，但是，本發明不限於此而包括多於二頻道之系統及不對應於立體聲左及右頻道之系統。

輸入802及804都提供到一加法器806，其所產生之輸



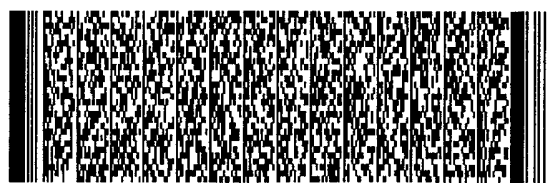
##### 五、發明說明 (30)

出為該二輸入之組合，而該二輸入之組合為一線性和。加法器806之一輸出提供到一放大器808。放大器808之增益可調整到所期望之值。加法器806及放大器808可結合成一提供該二輸入及增益之和的和放大器。

放大器808之一輸出提供到一低通濾波器810。低通濾波器810之一輸出提供到一第一帶通濾波器812，一第二帶通濾波器813，一第三帶通濾波器814，及一第四帶通濾波器815。每一帶通濾波器812-815之一輸出提供到一各自地放大器816-819，而使每一帶通濾波器驅動一放大器。每一放大器816-819之一輸出連接到一加法器820，其產生一各放大器輸出之和之輸出。

放大器820之一輸出提供到一左頻道加法器824之一第一輸入以及放大器820之一輸出提供到一右頻道加法器832之一第一輸入。左頻道輸入802提供到一左頻道加法器824之一第二輸入以及右頻道輸入804提供到一右頻道加法器832之一第二輸入。左頻道加法器824之各輸出及右頻道加法器832各輸出各別地為訊號處理方塊圖800之左及右頻道之各輸出。

低通濾波器810之滾邊頻率及速率經選擇以提供一適當數量的中度低音諧音，其在能合理地為多媒體揚聲器所產生之最低頻率以上。帶通濾波器812-815經選擇來成形由低通濾波器810所產生訊號之頻譜以強調不能被揚聲器適當地重現之低頻訊號的諧音。在一實施例，低通濾波器810為一二階契比雪夫濾波器，具有12dB/八音度之滾邊及

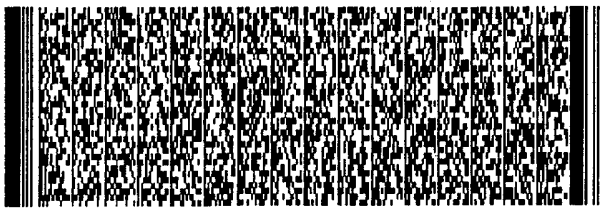


五、發明說明 (31)

200Hz之滾邊頻率。典型上，帶通濾波器被差調到100Hz，150Hz，200Hz，及250Hz之頻率。在一實施例，帶通濾波器812-815為第九圖所提供之二階契比雪夫濾波器。第九圖為一含有一輸入902及一輸出918之二階契比雪夫濾波器的電路圖。輸入902提供到一電阻R1 904之一第一端。電阻R1 904之一第二端提供到一電阻R2 906之一第一端，一輸入電容912之一第一端，及一反饋電容910之一第一端。輸入電容912之一第二端連接到一運算放大器914之一反相輸入及一電阻R3 908之一第一端。運算放大器914之一正相輸入則接地。運算放大器914之一輸出連接到反饋電容910之一第二端，反饋電阻908之一第二端及輸出918。在一實施例，輸入電容及反饋電容910均為0.1微法拉電容。表一列示依據第九圖所示電路圖用於帶通濾波器812-815之中心頻率及線路值。第十圖顯示帶通濾波器之轉移函數的一般形狀。第十圖顯示各自對應於帶通濾波器812-815之帶通轉移函數1002，1004，1006，及1008。

表一

濾波器	頻率 (Hz)	R1 (KΩ)	R2 (KΩ)	R3 (KΩ)
812	100	31.6	4.53	63.4
813	150	21.0	3.09	42.46
814	200	15.8	2.26	31.6
815	250	12.7	1.82	25.5

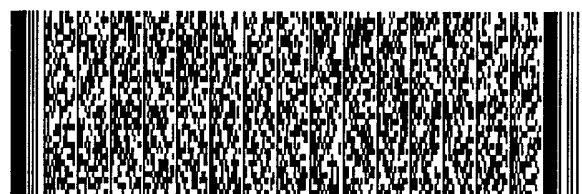


## 五、發明說明 (32)

放大器816, 817, 818, 及819之設定增益為二。因此, 混波器820之輸出及訊號821為一聲頻訊號包括已經在約100Hz到250Hz濾波及處理過之左及右立體聲頻道之和。此處理訊號被混波器824及832分別地加到左及右立體聲頻道之前饋路徑。訊號821包含左及右頻道資料, 將訊號821加回左及右頻道會引入一些左頻道聲頻訊號到右頻道, 反之亦然。因此, 其效果為等化該二頻道。

第十一圖顯示聲音增強系統的另一訊號處理實施例。第十一圖所示的實施例, 除了四個帶通濾波器是由一為零交叉偵測器1110觸發之一單穩多諧振盪器1112所驅動外, 在許多方面類似於第八圖。第十一圖顯示二輸入, 一左頻道輸入1103及一右頻道輸入1101。如同第八圖, 第十一圖所示訊號處理之二頻道將因方便被描述成一左頻道及一右頻道, 但不限於此。

輸入1103及1101都提供到一加法器1102, 其所產生之輸出為該二輸入之組合, 而該二輸入之組合為一線性和。加法器1102之一輸出提供到一放大器1103, 其增益為一。但是, 放大器1103之增益可調整到所期望之值。放大器1103之一輸出提供到一具有截止頻率約為100Hz的低通濾波器1104。低通濾波器1104之一輸出提供到一尖峰偵測器1106及一增益約為0.05的放大器1108。尖峰偵測器1106之下降時間常數為0.25毫秒。放大器1108之一輸出提供到零交叉偵測器(ZCD)1110。(ZCD)1110之一輸出提供到單穩多諧振盪器1112之輸入以至於每當低通濾波器1104通過零值



##### 五、發明說明 (33)

時，該單穩多諧振盪器1112都被觸發。

該單穩多諧振盪器1112被觸發時會產生一150毫秒之脈波。單穩多諧振盪器1112之一正相輸出提供到一乘法器1114之一第一輸入及一單極單投(SPST)電壓控制開關1116之一控制輸入，如此該開關1116每當單穩1112之一正相輸出為高位時都關閉。乘法器之一第二輸入是由尖峰偵測器1106之一輸出提供。乘法器1114之一輸出提供到開關1116。開關1116之一第二端提供到第一帶通濾波器1118，一第二帶通濾波器1119，一第三帶通濾波器1120，及一第四帶通濾波器1121。每一帶通濾波器1118-1121之一輸出分別提供到一放大器1126-1129，而使每一帶通濾波器驅動一放大器，每一放大器之增益為二。每一放大器1126-1129之一輸出提供到一混波器1134，其產生一各放大器1126-1129輸出之和之輸出。混波器1134之一輸出提供到一具有截止頻率約為200Hz的低通濾波器1136。高通濾波器1142及1144都有約為125Hz的截止頻率。

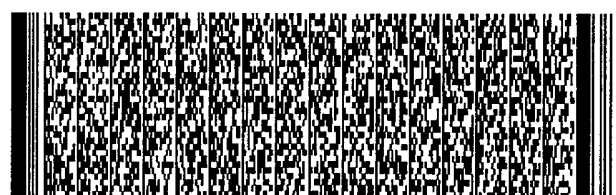
混波器1134之一輸出提供到一左頻道加法器1140之一第一輸入及一右頻道加法器1144之一第一輸入。左頻道輸入1103提供到左頻道加法器1140之一第二輸入，及右頻道輸入1101提供到右頻道加法器1144之一第二輸入。左頻道加法器1140之輸出提供到高通濾波器1142之一輸入，高通濾波器1142之一輸出提供到左頻道輸出1150。右頻道加法器1144之輸出提供到高通濾波器1146之一輸入，高通濾波器1146之一輸出提供到右頻道輸出1148。



## 五、發明說明 (34)

第十一圖之系統以低通濾波器1104輸出之零交叉為基礎而產生脈波。該脈波提供到濾波器1118-1121，並因此使該濾波器去形成主要在100Hz到300Hz範圍之諧音頻率。因該脈波係由輸入低通濾波輸入訊號之零交叉所生成，由濾波器1118-1121產生的諧音為輸入波形之低頻成分的諧音。因此，第十一圖之系統產生的諧音內容類似於在低頻資料被轉換成聲能時由人耳所產生者。產生的諧音由加法器1140及1144與正常左及右頻道資料相混合，再高通濾波以除去殘餘之低頻訊號後送至揚聲器。加成的諧音可由一聽眾之腦解釋為對應之聲波內之低頻內容。

本發明之另一實施例，由帶通濾波器所驅動之放大器（例如，第八圖之放大器816-819）被為輸入聲頻訊號之低頻內容的大小所控制之自動增益控制方塊取代。在檢驗用來達成該增益控制之訊號處理元件前，先檢驗該增益控制對輸入及輸出聲頻訊號之效果以對該過程有較佳瞭解。此一實施例以二方式增強中度低音諧音（例如，介於約100Hz及250Hz間之諧音）。此範圍之頻譜會依據輸入訊號內能量被提升及平坦化，其中該輸入訊號因頻率過低（例如，頻率低於100Hz）而不能為揚聲器所重現。當於低於100Hz頻率內只有些微能量，頻譜會變成很少。當於低於100Hz頻率內有很多能量，頻譜會在中度低音範圍被明顯地提升及平坦化。提升及平坦化是經由使用自動增益控制（AGC）電路所產生之一增強因子來達成。包含中度低音範圍之頻率會改變並且所給之頻率範圍僅供舉例而不限於此。



## 五、發明說明 (35)

第十二圖A顯示在含有明顯低頻成分的輸入訊號1202存在時，如何用控制四差調帶通濾波器之增益來產生一增強因子1220以達到此目的。在頻域所示之輸入訊號1202之例，於近40Hz處有一大尖峰(例如，一低音吉他之最低音調)。1202頻譜之振幅隨頻率之增加而逐漸減小。四條帶通濾波器曲線1204，1206，1208，及1210用來代表被調到約為100Hz，150Hz，200Hz，及250Hz之四個帶通濾波器的轉移函數。每一帶通濾波器之增益(由每一曲線1204，1206，1208，及1210之高度所表示)被設成由一分開的AGC所控制。每一AGC則依次由低於100Hz(次低音區)之曲線1202振幅所控制。

在輸入聲頻譜有與次低音區幾乎相同振幅大小之頻率區，AGC增益將如曲線1204所示幾乎為一。在輸入聲頻譜之振幅遠小於次低音區之振幅之頻率區，AGC增益將增加，如曲線1210所示。增強因子1220基本地為由曲線1204，1206，1208，及1210所代表之合成轉移函數。第十二圖B顯示應用增強轉移函數於輸入波形1202以產生增強波形1240的效果。因波形1202有一較大之次低音區振幅，相較於輸入波形1202，增強波形1240在中度低音區被顯著地提升及平坦化。

第十二圖C及第十二圖D顯示第十二圖A及第十二圖B中所示之相同步驟，其中輸入波形1252是由增強因子1270所產生。不像波形1202，波形1252具有較少之低頻能量，因此，增強因子1270較小。因為增強因子1270如此小，第十



五、發明說明 (36)

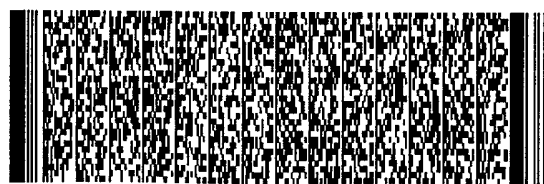
二圖D顯示之輸出波形1280幾乎同於輸入波形1252。

第十三圖為利用AGC產生一增強因子之低頻增強訊號處理系統一實施例之方塊圖1300。第十三圖亦可用為一流程圖以描述在實現本發明一實施例之訊號處理運算之DSP或其他處理器執行之程式。第十三圖顯示二輸入，一左頻道輸入1302及一右頻道輸入1304。如同以前之實施例，左及右僅為應用上方便而不受此限。輸入1302及1304都提供到一加法器1306，其產生一為二輸入之組合之輸出。

加法器1306之一輸出提供到一增益為一之放大器1308之一輸入。放大器1308之一輸出提供到一具有截止頻率約為400Hz之低通濾波器1310。低通濾波器1310之一輸出提供到一電位計1352之第一端，一第一帶通濾波器1312，一第二帶通濾波器1313，一第三帶通濾波器1314，及一第四帶通濾波器1315。每一帶通濾波器1312-1315之一輸出各別地提供到一AGC1316-1319之一聲頻訊號輸入以至於每一帶通濾波器驅動一AGC。每一AGCs1316-1319之一輸出連接到加法器1320，其產生一為放大器輸出和之輸出。

電位計1352之第二端接地而電位計之一接帶則連接到尖峰偵測器1350。尖峰偵測器1350之一輸出提供到一每一AGCs1316-1319之一控制輸入。

放大器1320之一輸出提供到左頻道加法器1324之第一輸入且放大器1320之一輸出提供到右頻道加法器1332之第一輸入。左頻道輸入1302提供到左頻道加法器1324之第二輸入而右頻道輸入1304提供到右頻道加法器1332之第二輸



## 五、發明說明 (37)

入。左頻道加法器1324及右頻道加法器1332之輸出各別為訊號處理方塊1300左頻道輸出1323及右頻道輸出1333。在一實施例中，帶通濾波器1312-1315實質上相同於第九圖及表一所示之帶通濾波器812-815。

AGC1316(以及AGCs1317-1319)基本上為一具有伺服回饋迴路之線性放大器。該伺服自動調整輸出訊號之振幅以配合在控制輸入上一訊號之振幅。因此，是控制輸入而非放大器訊號輸入決定輸出訊號的平均振幅。如輸入訊號之振幅減低，該伺服會增加AGC1316之順向增益以使輸出訊號的水準保持常數。

第十四圖A為包括有一聲頻輸入1403，一控制輸入1402，及一聲頻輸出1404之AGCs1318-1319之一實施例之方塊圖。聲頻輸入1403提供到一增益控制放大器1414之一輸入。放大器1414之一輸出提供到聲頻輸出1404及一負尖峰偵測器1412。負尖峰偵測器1412之一輸出提供到一加法器1418之一第一輸入而控制輸入1402提供到加法器1418之一第二輸入。加法器1418之一輸出提供到一積分器1416之一輸入，而積分器1416之一輸出提供到放大器1414之一增益控制輸入。加法器1418及積分器1416和起來形成一和積分器1410。

第十四圖B為第十四圖A中所示AGC之一實施例之電路圖。如第十四圖B所示，增益控制放大器1414包括一NE572音幅縮伸器1439，其具有表二所列之訊號裝腳2-8。聲頻輸入1403提供到輸入電容1442之一第一端。輸入電容1442



##### 五、發明說明 (38)

之一第二端連接到音幅縮伸器1439之裝腳7。輸入電容1442包括一2.2mf(微法拉)電容及一0.01mf電容之並聯組合。音幅縮伸器1439之裝腳2經由一10.0mf之電容1443而接地。音幅縮伸器1439之裝腳4經由一1.0mf之電容1444而接地。音幅縮伸器1439之裝腳8接地。音幅縮伸器1439之裝腳6連接到1.0K\*電阻1445之一第一端。電阻1445之一第二端連接到一2.2mf電容1446，一運算放大器1447之一正相輸入，一運算放大器1452之一正相輸入。電容1446之一第二端接地。音幅縮伸器1439之裝腳5連接到一運算放大器1447之一反相輸入，一17.4K\*回饋電阻1449之一第一端及一17.4K\*輸入電阻1450之一第一端。運算放大器1447之一輸出連接到回饋電阻1449之一第二端及輸出電容1448之一第一端。運算放大器1452之一輸出連接到輸入電阻1450之一第二端。一10.0K\*回饋電阻連接於運算放大器1452之反相輸入及輸出之間。一10.0K\*輸入電阻將連接運算放大器1452之反相輸入連接到接地。

放大器1414之增益控制輸入提供到3.0K\*輸入電阻1440之一第一端。輸入電阻1440之一第二端連接到可為一2N2222之一小訊號電晶體1441之射極。電晶體之基極接地，電晶體1441之集極連接到音幅縮伸器1439之裝腳3。負尖峰偵測器1412包括一運算放大器1438及一二極體1437。負尖峰偵測器1412之輸入連接到運算放大器1438之一正相輸入。運算放大器1438之輸出連接到二極體1437之陰極。二極體1437之陽極連接到運算放大器1438之反相輸

五、發明說明 (39)

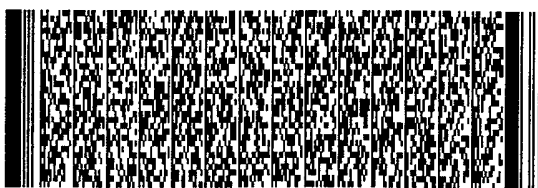
入及尖峰偵測器1412之輸出。第十三圖之尖峰偵測器1350，除了二極體1437對尖峰偵測器1350為反向外，可以類似於負尖峰偵測器1412之方式來建構。

和積分器1410之一第一輸入提供到 $100.0K\Omega$ 電阻1431及 $-4.7mf$ 電容1432之並聯組合之一第一端。和積分器1410之一第二輸入提供到 $100.0K\Omega$ 電阻1433及 $-4.7mf$ 電容1434之並聯組合之一第一端。二並聯組合第二端連接到一運算放大器1435之一反相輸入。運算放大器1435之一正相輸入接地， $-0.33mf$ 回饋電容1436連接於運算放大器1435之反相輸入及運算放大器1435之輸出之間。運算放大器1435之輸出為和積分器1410之輸出。

NE572為一雙頻道，高性能增益控制電路，其中每一頻道可用為動態範圍壓縮或擴展。每一頻道具有一用以偵測輸入訊號平均值之全波整流器，一線性化、溫度補償可變增益單元，及一動態時間常數緩衝器。緩衝器允許以最少的外部元件及改進的低頻增益控制漣波失真作動態上升及回復之獨立控制。NE572之裝腳出處列於表二(其中n, m代表頻道A, B)。NE572在本實施例用為一不貴、低雜音、低失真、增益控制之放大器。本行業人士能體認其他之增益控制之放大器亦可使用。

表二

裝腳	函數
1, 15	追縱微調
2, 14	回復

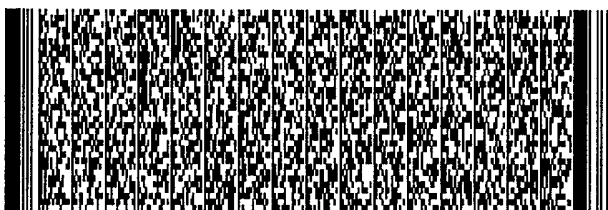


五、發明說明 (40)

3, 13	整流器輸入
4, 12	上升
5, 11	V <sub>out</sub>
6, 10	THD微調
7, 9	V <sub>in</sub>
8	接地
16	V <sub>cc</sub>

第十五圖為一具可選擇頻率之低頻增強系統之實施例的一訊號處理系統1500之圖。第十五圖亦可用為一流程圖以描述在實現本發明實施例之訊號處理運算之DSP或其他處理器執行之程式。系統1500中之可選擇頻率範圍之函數適用於以前之實施例。為簡化起見，所示之系統1500為第十三圖所示之訊號處理系統1300之修正，因此，此處僅描述系統1500與系統1300間之差異。在系統1500中，帶通濾波器1315之輸出非如系統1300一般，並不直接連接到AGC1319之輸入，而係帶通濾波器1315之輸出提供到一單極雙投(SPDT)開關1562之一第一投。開關1562之極提供到AGC1319之訊號輸入。帶通濾波器1560之一輸入連接到帶通濾波器1315之輸入以使帶通濾波器1560及1315接收相同輸入訊號。帶通濾波器1560之一輸出提供到開關1562之一第二投。

帶通濾波器1560調到一低於100Hz之頻率，類如



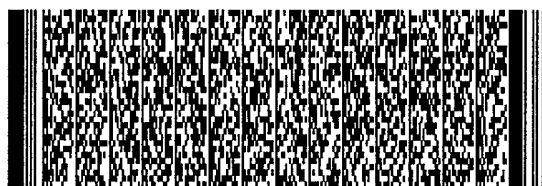
#### 五、發明說明 (41)

60Hz。當開關1562在對應於第一投之一第一位置，其選擇帶通濾波器1315，提供在100, 150, 200, 及250Hz之帶通濾波器，並造成系統1500之運作完全同於系統1300。當開關1562在對應於第二投之一第二位置，其選擇帶通濾波器1315及帶通濾波器1560，因此提供在60, 100, 150, 及200Hz之帶通濾波器。

因此，開關1562允許使用者選擇所欲增強之頻率範圍。一擁有提供類如三到四吋直徑低音揚聲器之小低音揚聲器的揚聲器系統使用者，典型上將選擇各別調到100, 150, 200, 及250Hz之帶通濾波器1312-1315所提供之較高頻率範圍。一擁有提供類如五吋或較大直徑低音揚聲器之較大低音揚聲器的揚聲器系統使用者，典型上將選擇各別調到60, 100, 150, 及200Hz之帶通濾波器1560及1312-1314所提供之較低頻率範圍。本行業人士將體認更多的開關之提供可允許更多的帶通濾波器及頻率範圍之選擇。選擇不同的帶通濾波器來提供不同的頻率範圍為一期待的技術，因為帶通濾波器不貴而且因為不同的帶通濾波器可用一單投開關來選擇。

#### 低音增強擴展器

第十六圖A為一聲音系統的方塊圖，其中聲音增強函數是由一低音增強單元1604所提供。低音增強單元1604由訊號源1602接收聲頻訊號。訊號源1602可為任何訊號源，包括示於第一圖之訊號源102，或示於第五圖之聲音卡510。低音增強單元1604實現訊號處理以修正所收到之聲



五、發明說明 (42)

頻訊號用來產生聲頻輸出訊號。聲頻輸出訊號可提供到揚聲器、放大器、或其他訊號處理元件。

第十六圖B為一具有二頻道低音增強單元1644之結構方塊圖，低音增強單元1644含有一第一輸入1609，一第二輸入1611，一第一輸出1617，及一第二輸出1619。第二輸入1611及第二輸出1619對應於一第二頻道。第一輸入1609提供到一組合器1610之一第一輸入及一訊號處理方塊1613之輸入。訊號處理方塊1613之輸出提供到一組合器1614之一第一輸入。第二輸入1611提供到一組合器1610之一第二輸入及一訊號處理方塊1615之輸入。訊號處理方塊1615之輸出提供到一組合器1616之一第一輸入。組合器1610之輸出提供到訊號處理方塊1612之一輸入。訊號處理方塊1612之一輸出提供到組合器1614之一第二輸入及組合器1616之一第二輸入。組合器1614之一輸出提供到第一輸出1617。組合器1616之一輸出提供到第二輸出1619。

從第一及第二輸入1609及1611來之訊號被訊號處理方塊1612組合及處理。訊號處理方塊1612之輸出為一訊號，其於各別地與訊號處理方塊1613及1615之輸出組合時，會產生低音增強輸出1617及1619。

第十六圖C為另一二頻道低音增強單元1604之結構方塊圖。在第十六圖C，第一輸入1609提供到一訊號處理方塊1621之一輸入及一訊號處理方塊1622之一輸入。訊號處理方塊1621之一輸出提供到一組合器1625之一第一輸入及訊號處理方塊1622之一輸出提供到一組合器1625之一第二



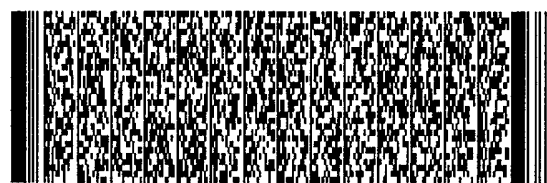
五、發明說明 (43)

輸入。第二輸入1611提供到一訊號處理方塊1623之一輸入及一訊號處理方塊1624之一輸入。訊號處理方塊1623之一輸出提供到一組合器1626之一第一輸入及訊號處理方塊1624之一輸出提供到一組合器1626之一第二輸入。組合器1625之一輸出提供到第一輸出1617及第二組合器1626之一輸出提供到第二輸出1619。

不像第十六圖B所示之結構，第十六圖C所示之結構並不組合二輸入訊號1609及1611，而係二頻道保持分開，低音增強處理在每一頻道上實現。

第十七圖為一第十六圖A所示之低音增強系統1604之一實施例的方塊圖1700。低音增強系統1700利用一低音衝擊單元1720來產生一時間相關的增強因子。第十七圖亦可用為一流程圖以描述在實現本發明一實施例之訊號處理運算之DSP或其他處理器執行之程式。第十七圖顯示二輸入，一左頻道輸入1702及一右頻道輸入1704。如同以前之實施例，左及右僅為應用上方便而不受此限。輸入1702及1704都提供到一加法器1706，其產生一為二輸入之組合之輸出。

加法器1706之一輸出提供到一第一帶通濾波器1712，一第二帶通濾波器1713，一第三帶通濾波器1714，一第四帶通濾波器1715，及一第五帶通濾波器1711。帶通濾波器1715之輸出提供到一單極雙投(SPDT)開關1716之一第一投。帶通濾波器1711之一輸出提供到開關1716之一第二投。開關1716之極提供到加法器1718之一輸入。每一帶通

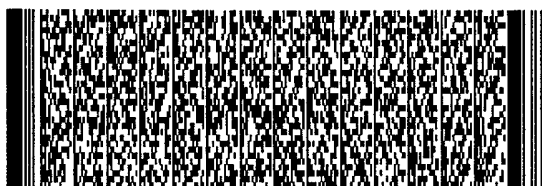


#### 五、發明說明 (44)

濾波器1712-1714之一輸出提供到加法器1718之一分離輸入。

加法器1718之一輸出提供到低音衝擊單元1720之一輸入。低音衝擊單元1720之一輸出提供到一單極雙投(SPDT)開關1722之一第一投。SPDT開關1722之一第二投接地。SPDT開關1722之極提供到一左頻道加法器1724一第一輸入及一右頻道加法器1732一第一輸入。左頻道輸入1702提供到一左頻道加法器1724一第二輸入及右頻道輸入1704提供到右頻道加法器1732一第二輸入。左頻道加法器1724及右頻道加法器1732之輸出各別地為訊號處理方塊1700之左頻道輸出1730及右頻道輸出1733。開關1722及1716非為必須的而可由固定接線替代。

濾波器1711-1715之濾波作用及組合器1718可組合成一第十七圖所示之合成濾波器1707。例如，在替代實施例，濾波器1711-1715組合成一單一帶通濾波器，具有通帶由約40Hz延到250Hz。對處理低音頻率，較佳地，合成濾波器1707之通帶在低端由約20Hz延到100Hz，在高端由約150Hz延到350Hz。合成濾波器1707亦可有其他濾波轉移函數，例如包括，一高通濾波器，一多層濾波器，等等。合成濾波器亦可建構以類似於一繪圖均衡器及衰減相對於其通帶內其他頻率之其通帶內一些頻率之方式來運作。如所示，第十七圖大約對應於示於第十六圖B之結構，其中訊號處理方塊1613及1615有一單一之轉移函數而訊號處理方塊1612包括合成濾波器1707及低音衝擊單元1720。但



## 五、發明說明 (45)

是，第十七圖所示的並不限於第十六圖B所示之結構。第十七圖之元件亦可用於第十六圖C所示之結構，其中訊號處理方塊1621及1623有一單一之轉移函數而訊號處理方塊1622及1624包括合成濾波器1707及低音衝擊單元1720。雖然未示於第十七圖，訊號處理方塊1613，1615，1621及1623可提供額外之訊號處理，例如，高通濾波以除去低音頻率，高通濾波以除去低音衝擊單元1720處理過之頻率，強調高頻以增強高頻聲音，額外中度低音處理以補充低音衝擊電路，等等。其他組合也都可設想得到。

第十八圖為一頻域圖顯示帶通濾波器1711-1715轉移函數之一般形狀。第十八圖顯示各別對應於帶通濾波器1711-1715之帶通轉移函數1801-1805。所示之轉移函數1801-1805各別地為中心在50，100，150，200，及250Hz之帶通函數。

在一實施例，帶通濾波器1711被調到一低於100Hz之頻率，類如50Hz。當開關1716在對應於第一投之一第一位置，其選擇帶通濾波器1711不選擇帶通濾波器1715，提供在50，100，150，及200Hz之帶通濾波器。當開關1716在對應於第二投之一第二位置，其不選擇帶通濾波器1711而選擇帶通濾波器1715，因此提供在100，150，200及250Hz之帶通濾波器。

因此，開關1716允許使用者選擇所欲增強之頻率範圍。一擁有提供類如三到四吋直徑低音揚聲器之小低音揚聲器的揚聲器系統使用者，典型上將選擇各別調到

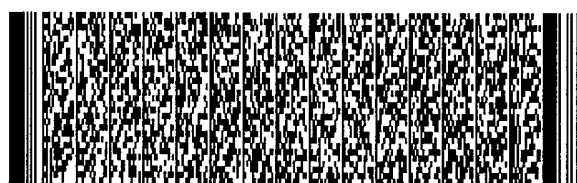


##### 五、發明說明 (46)

100, 150, 200, 及250Hz之帶通濾波器1712-1715所提供之較高頻率範圍。一擁有提供類如五吋或較大直徑低音揚聲器之較大低音揚聲器的揚聲器系統使用者，典型上將選擇各別調到50, 100, 150, 及200Hz之帶通濾波器1711-1714所提供之較低頻率範圍。本行業人士將體認更多的開關之提供可允許更多的帶通濾波器及頻率範圍之選擇。選擇不同的帶通濾波器來提供不同的頻率範圍為一期待的技術，因為帶通濾波器不貴而且因為不同的帶通濾波器可用一單投開關來選擇。

在一實施例，低音衝擊單元1720使用一包括具有伺服回饋迴路之線性放大器的自動增益控制(AGC)。該伺服自動調整輸出訊號之振幅以配合在控制輸入上一訊號之振幅。控制輸入之平均振幅典型上是由偵測控制訊號的包絡而獲得。控制訊號亦可由其他方法得到，例如包括，低通濾波，帶通濾波，尖峰偵測，RMS平均，均值平均，等等。

為回應提供到低音衝擊單元1720輸入之訊號之包絡振幅增加，該伺服迴路會降低低音衝擊單元1720之順向增益。相反地，為回應提供到低音衝擊單元1720輸入訊號之包絡振幅降低，該伺服迴路會增加低音衝擊單元1720之順向增益。在一實施例，低音衝擊單元1720之增益之增加較快於增益之降低。第十九圖為一時域圖顯示低音衝擊單元1720對一單階輸入之響應。本行業人士將體認第十九圖係一增益為時間之函數之圖，而非輸出訊號為時間之函數。



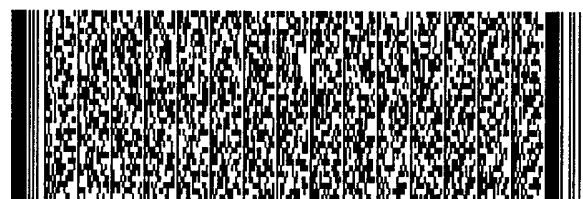
## 五、發明說明 (47)

大多數放大器具有一固定之增益，因此增益很少被繪出。但是，低音衝擊單元1720中之自動增益控制(AGC)變更低音衝擊單元1720之增益以回應輸入訊號之包絡。

單階輸入繪如曲線1909而增益繪如曲線1902。為回應輸入脈波1909之前緣，增益於對應於一上升時間常數之期間1904增加。在期間1904終端，增益1902達一 $A_0$ 之穩態增益。為回應輸入脈波1909之後緣，增益於對應於一下降時間常數之期間1906降回零值。

上升時間常數1904及下降時間常數1906經選擇以提供低音頻率之增強而不會過度驅動類如放大器及揚聲器之系統之元件。第二十圖為一經由一類如低音吉他、低音鼓、合成器等音樂儀器所播放之一典型低音符之時域圖2000。圖2000顯示一被具有調變包絡2042之較低頻部分所調幅之較高頻部分2044。包絡2042有一上升部分2046，接著一下降部分2047，跟著一持續部分2048，最後，接著一釋放部分2049。圖2000之最大振幅在一尖峰2050，其發生於上升部分2046及下降部分2047間之時間之一點。

如前所述，波形2044如非大多數亦有許多音樂儀器有波形2044之特徵。例如，當吉他弦被拉及放時，起先會有一些大振幅振動，然後安定成一於一長期間緩慢衰減大致為穩態之振動。吉他弦之初始大行程振動對應於上升部分2046及下降部分2047。緩慢衰減振動對應於持續部分2048及釋放部分2049。鋼琴弦於以附在琴鍵之擊槌敲打時也以類似方式動作。鋼琴弦從持續部分2048到釋放部分2049可



##### 五、發明說明 (48)

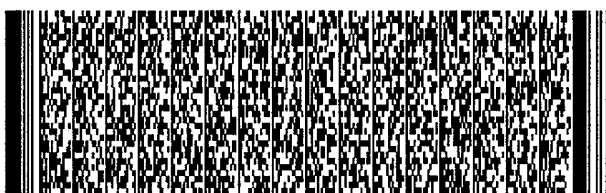
能會有較明顯之轉變，因為直到琴鍵被釋放前擊槌並不回復以靜止琴弦。當琴鍵於持續期間2048被壓住時，琴弦自由振動而只有相當小的衰減。當琴鍵被釋放，擊槌加以靜止琴鍵並在釋放期間2049迅速地衰減振動。

相同地，一鼓膜被敲打時會產生一對應於上升部分2046及下降部分2047初始組之大行程振動。在大行程振動停息後(對應於下降部分2047)鼓膜將於對應於持續部分2048及釋放部分2049之時期內繼續振動。許多音樂儀器聲音可僅由控制期間2046-2049之長度而創造出。

如相關聯於第四圖C之所述，較高頻訊號之振幅被一較低頻音(包絡)所調變，因此，較高頻訊號之振幅依據較低頻音之頻率而改變。耳朵之非線性會部分解調變訊號以至於耳朵會偵測到較高頻訊號之低頻包絡，因此，即使在較低頻率未產生真實聲能也會製造出低頻音的感知。偵測效應可藉由在中度低音頻率範圍內訊號之適當的訊號處理來增強，典型上該中度低音頻率之低端範圍在50-150Hz之間而高端範圍在200-500Hz之間。利用適當的訊號處理，可設計一聲音增強系統來製造出低頻聲能的感知，即使所用之揚聲器未能產生此種能量。

由揚聲器所產生聲能中真實頻率的感知可視為第一階效應。未出現於真實聲頻率中額外諧音的感知，不論是由互調變失真或偵測所產生，可視為第二階效應。

但是，如果尖峰2050之振幅太高，揚聲器(功率放大器也可能)會被過度驅動。過度驅動揚聲器會造成相當的



## 五、發明說明 (49)

失真並且可能損壞揚聲器。

低音衝擊單元1720提供在中度低音範圍之經增強的低音而減低尖峰2050之過度驅動效應。低音衝擊單元1720提供之上升時間常數1904經由低音衝擊單元1720限制了增益之升起時間。低音衝擊單元1720之上升時間常數對具長上升期間2046(緩慢包絡升起時間)之波形有較少之影響而對具短上升期間2046(快速包絡升起時間)之波形有較多之影響。第二十一圖A顯示相關於具長上升期間2046之一輸入波形之一包絡2104的低音衝擊單元1720之增益的時域圖。本行業人士可體認僅輸入波形之一包絡2104繪於第二十一圖A而非實際波形(一實際波形及其包絡間之關係於相關著第四圖C及第二十圖時討論)。輸入波形具一包絡2104提供到低音衝擊單元1720，而低音衝擊單元1720產生一具一包絡2106之輸出波形。為供參考，第二十一圖C為低音衝擊單元1720之增益的時域圖。第二十一圖A之時間軸與第二十一圖C之時間軸相排列以進一步顯示包絡2104有長的上升期間，相較於低音衝擊單元1720之上升時間。

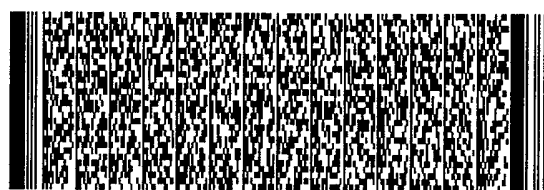
因為低音衝擊單元1720由上升時間所控制之增益之增加能與輸入包絡2104之上升部分相持續，低音衝擊單元1720除提供一些增益外，對包絡2104之升起時間有較少之形狀影響。因此，輸出包絡2106類似於輸入包絡2104但具增加之增益。其結果，對應於輸出包絡2106之真實輸出訊號類似於對應於輸入包絡2104之真實輸入訊號但具增加之增益。



## 五、發明說明 (50)

第二十一圖B顯示具短上升期間之一輸入包絡2114的時域圖。輸入包絡2114提供到低音衝擊單元1720，而低音衝擊單元1720產生一輸出包絡2116。第二十一圖C之時間軸與第二十一圖A及B之時間軸相排列以進一步顯示包絡2114有短的上升期間，相較於低音衝擊單元1720之上升時間。

因為低音衝擊單元1720由上升時間所控制之增益之增加不能與輸入包絡2114之上升部分相持續，輸出包絡2116之升起時間類似於輸入波形2114之升起時間。因此，輸出波形2116之最大振幅類似於輸入包絡2114之最大振幅。受限於上升時間之輸出包絡2116並不包括衝擊單元1720所加入增加之增益，因為輸入波形之上升部分發生太快而不能為低音衝擊單元1720所追蹤。如此極小化衝擊單元1720所提供增加之增益會過度驅動放大器或揚聲器之可能性。但是，在持續期間2048，當輸入包絡2116達到大致穩態值，衝擊單元1720之增益會追上輸入包絡，因此在持續期間2048，輸出包絡2116之振幅大於輸入包絡2114之振幅。如第二十一圖B所示，低音衝擊單元1720之動作在長時期增益提供相當高的增益而在短時期增益提供相當低的增益以降低會過度驅動揚聲器之輸入訊號內過度放大暫態及波脈波之機會。第二十一圖B顯示對應於會過度驅動揚聲器（及/或功率放大器）之振幅之一振幅線2118。輸入包絡2114之尖峰振幅類似於線2118，因為在上升期間低音1720之增益尚未達到其極大值。



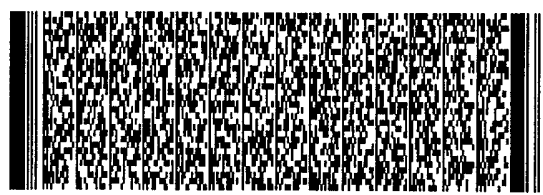
## 五、發明說明 (51)

第二十一圖D顯示一低音增強電路1700之振幅響應之頻域圖。濾波器1711-1715所提供之頻率選擇限制低音衝擊單元1720之動作於一衝擊頻率範圍，主要在於一較低頻率|L及一較高頻率|H。低於|L之頻率區為一滾邊區。在滾邊區，低音增強電路1700提供一接近於一之轉移函數。之所以稱為滾邊區是因典型的小揚聲器在此區產生小聲頻輸出。頻率|H以上之區為一通帶區，其中低音增強電路提供一接近於一之轉移函數。

在衝擊區，由於低音衝擊單元1720之時間相關之增益，低音增強電路1700提供一時間相關之增益。第二十一圖D顯示對應於具不同包絡升起時間之輸入訊號的衝擊頻率區內增益曲線之一家族。對具相當快速包絡升起時間之輸入訊號，衝擊頻率區內低音增強電路1700之增益較小於具緩慢變化(大約為穩態)包絡訊號的增益。

第二十二圖顯示低音增強電路1700的一實施例的電路圖。輸入1702及1704提供到加法器1706之第一及第二端。直流閉塞電容可串聯接於輸入1702及1704以提供一直流閉塞於低音增強電路1700的輸入。

加法器1706之第一端對應於一電阻2202之一第一端而加法器1706之第二端對應於一電阻2204之一第一端。電阻2202之一第二端及電阻2204之一第二端提供到一運算放大器2208之一反相輸入。運算放大器2208之一正相輸入則接地。運算放大器2208之一輸出提供到一回饋電阻2206之一第一端。回饋電阻2206之一第二端提供到運算放大器2208



五、發明說明 (52)

之一反相輸入。運算放大器2208之輸出對應於加法器1706之輸出。

在一實施例，直流閉塞電容為4.7mF電容，而電阻2202，2204，及2206為100KW電阻。

濾波器1711-1715使用第九圖所示之結構，利用德州儀器公司所製造之TL074及表三所示值之電阻元件。

表三

濾波器	中心頻率 (Hz)	R1 (KΩ)	R2 (KΩ)	R3 (KΩ)
1711	50	53.6	7.5	105.0
1712	100	31.6	4.53	63.4
1713	150	21.0	3.09	42.46
1714	200	15.8	2.26	31.6
1715	250	12.7	1.82	25.5

帶通濾波器1711之輸出提供到一電阻2210之一第一端。帶通濾波器1715之輸出提供到一電阻2211之一第一端。電阻2210之一第二端提供到SPDT開關1716之第一投而電阻2211之一第二端提供到開關1716之第二投。SPDT開關1716之極提供到一加法器1718之一第一端。加法器1718之一第一端提供到一運算放大器2220之反相輸入。

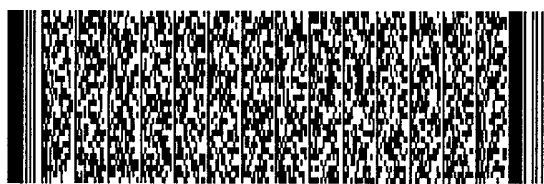
帶通濾波器1712-1714之輸出各別地提供到加法器



## 五、發明說明 (53)

1718之一第二、一第三、及一第四輸入。加法器1718之第一輸入對應於電阻2210之一第一端。加法器1718之第二輸入對應於電阻2212之一第一端。加法器1718之第三輸入對應於電阻2214之一第一端。加法器1718之第四輸入對應於電阻2216之一第一端。每一電阻2210, 2212, 2214, 及2216之一第二端提供到運算放大器2220之反相輸入。運算放大器2220之輸出提供到一回饋電阻2218之一第一端。回饋電阻2218之一第二端提供到運算放大器2220之反相輸入。運算放大器2220之正相輸入則接地。運算放大器2220之輸出對應於加法器1718之輸出。加法器1718亦可利用如數位訊號處理、電晶體等來實現。帶通濾波器1711-1715及加法器1718亦可藉由提供一具類似於帶通濾波器1711-1715響應和所達成轉移函數之轉移函數的濾波器(例如一帶通濾波器)來組合。

在一實施例, 電阻2211, 2212, 2214, 及2216為100KW電阻而電阻2210為一69.8KW電阻。運算放大器2220為一TL074而回饋電阻2218為一13.0KW電阻。本行業人士將體認加法器1718提供一權衡和, 其中濾波器1712-1715之輸出具有一權衡值約為0.13而濾波器1711之輸出具有一權衡值約為0.186。從濾波器1711而來中心頻率為50Hz之諸多頻率係以較小之振幅而提供以避免用大、低頻訊號來過度驅動一小的揚聲器。其他權衡函數亦可使用, 包括例如一非均勻權衡函數, 一均勻權衡函數, 等等。權衡函數亦可由使用與一組合器結合而具一權衡轉移函數之帶通或



#### 五、發明說明 (54)

其他濾波器來完成。

SPDT 開關 1722 之極提供到左頻道加法器 1724 之第一輸入及右頻道加法器 1732 之第一輸入。左頻道加法器 1724 之第一輸入對應於一電阻 2230 之一第一端。左頻道加法器 1724 之第二輸入對應於一電阻 2232 之一第一端。電阻 2230 之一第二端及電阻 2232 之一第二端提供到一運算放大器 2236 之一反相輸入。運算放大器 2236 之一正相輸入接地。運算放大器 2236 之一輸出提供到一電容器 2238 之一第一端，一電容器 2240 之一第一端，及一回饋電阻 2234 之一第一端。回饋電阻 2234 之一第二端提供到一運算放大器 2236 之一反相輸入。電容器 2238 之一第二端及電容器 2240 之一第二端提供到一輸出電阻 2242 之一第一端。輸出電阻之一第一端提供到左頻道輸出 1730。輸出電阻 2242 之一第二端接地。

左頻道加法器之第一輸入對應於一電阻 2250 之一第一端。右頻道加法器之第二輸入對應於一電阻 2252 之一第一端。電阻 2250 之一第二端及電阻 2252 之一第二端提供到一運算放大器 2256 之一反相輸入。運算放大器 2236 之一正相輸入接地。運算放大器 2236 之一輸出提供到一電容器 2 聲音增強之一第一端，一電容器 2260 之一第一端，及一回饋電阻 2254 之一第一端。回饋電阻 2254 之一第二端提供到一運算放大器 2256 之一反相輸入。電容器 2 聲音增強之一第二端及電容器 2260 之一第二端提供到一輸出電阻 2262 之一第一端。輸出電阻 2262 之一第一端提供到右頻道輸出



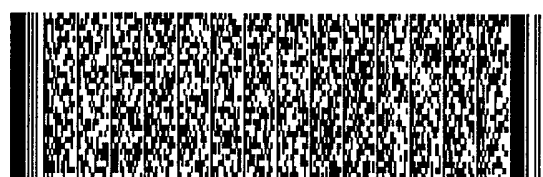
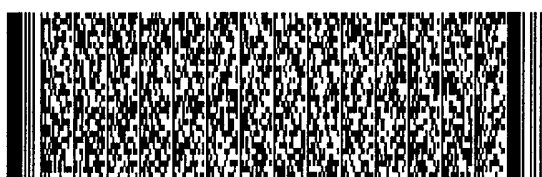
五、發明說明 (55)

1733。輸出電阻2262之一第二端接地。

在一實施例，電阻2232，2234，2252，及2254為100KW電阻，電阻2230及2250為一33.2KW電阻，電阻2242及2262為一10KW電阻。電容2238及2聲音增強為4.7mF電容，電容2240及電容2260為一0.01mF電容。運算放大器2220及2260為TL074。本行業人士將體認加法器1724及1732提供一權衡和，其中每一加法器之第一輸入有一權衡值約為3.01而每一加法器之第一輸入具有一權衡值約為1.0。

低音衝擊單元1720之一實施例之方塊圖以一方塊圖2300示於第二十三圖，該方塊圖2300對應於第二十四圖之電路圖。在第二十三圖，輸入2303提供到一固定增益放大器2306之一第一端，到一可變增益放大器2305之一第一端，到一電位計2308之一第一固定端。電位計2308之一第二固定端接地。電位計2308之一接帶端提供到一包絡偵測器2312之一輸入。包絡偵測器2312之一輸出提供到一上升/下降緩衝器2310。上升/下降緩衝器2310之一輸出提供到一增益控制之放大器2305之一增益控制輸入。固定增益放大器2306之一輸出提供到一輸出加法器2307之一第一輸入而可變增益放大器2305之一輸出提供到輸出加法器2307之一第二輸入。輸出加法器2307之一輸出提供到一低音衝擊輸出2304。

固定增益放大器2306提供一單位增益前饋路徑到輸出加法器2307。因此，即使增益控制放大器2308之增益為

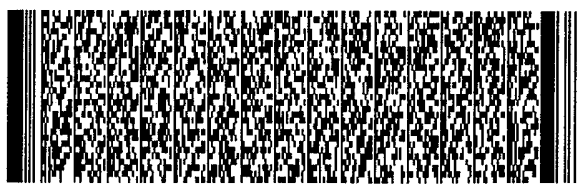


## 五、發明說明 (56)

零，前饋路徑將提供低音衝擊單元2300一極小值為1.0之增益。電位計2308連接成一分壓器以用來選擇輸入訊號之一部分。選定部分提供到一包絡偵測器2312。包絡偵測器之輸出為一相當於輸入訊號之包絡之訊號。包絡訊號提供到上升/下降緩衝器。當包絡訊號有一正斜率(上升邊)上升/下降緩衝器提供一訊號以一由上升時間常數所給定之速率來提高增益控制放大器之增益。當包絡訊號有一負斜率(下降邊)上升/下降緩衝器提供一訊號以一由下降時間常數所給定之速率來減低增益控制放大器之增益。

因為單元2300之增益，及因此所導至之輸出水準為輸入訊號所控制，第二十三圖之低音衝擊單元2300為一擴展器。當輸入訊號之平均振幅增加時，增益隨之增加。相反地，當平均輸入訊號水準減低時，增益隨之減低。當電位計2308被定位成所有的輸入訊號都被選擇並提供到包絡偵測器2312時可產生輸入訊號的極大擴展。當電位計2308被定位成無一輸入訊號被選擇時(亦即，包絡偵測器2312的輸入接地)極小擴展發生，且增益降至一。增加擴展的值可提高低音的感知，但也會提高過度驅動揚聲器的機會。電位計2308被期待定位來提供充足的輸入訊號的擴展以增強低音的感知而無不當地提高過度驅動揚聲器的機會。

第二十四圖顯示低音衝擊單元2300之一實施例之電路圖。在第二十四圖，輸入2303提供到一電容2442之一第一端及到一電位計2308之一第一固定端。電位計2308之一第二固定端接地，而電位計2308之一接帶端提供到一電容



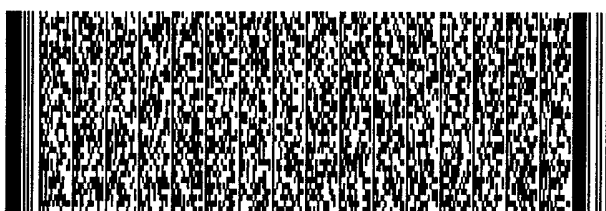
五、發明說明 (57)

2406 之一第一端。電容 2406 之一第二端提供到一電阻 2408 之一第一端而電阻 2408 之一第二端提供到一增益控制電路 2449 之一包絡偵測器輸入(裝腳 3)。在一實施例，增益控制電路 2449 為一 NE572，如於相關聯第十四圖及表二所討論。一上升時間電容 2443 之一第一端提供到增益控制電路 2449 之一上升控制輸入(裝腳 4)而上升時間電容 2443 之一第二端接地。一下降時間電容 2444 之一第一端提供到增益控制電路 2449 之一下降控制輸入(裝腳 2)而下降時間電容 2444 之一第二端接地。

一電容 2442 之一第二端提供到增益控制電路 2449 之一 Vin 端(裝腳 7)及一電阻 2410 之一第一端。電阻 2410 之一第二端提供到增益控制電路 2449 之一 Vout 端(裝腳 5)及一運算放大器 2447 之一反相輸入。運算放大器 2447 之一正相輸入提供到一接地電容 2446 之一第一端，到一運算放大器 2452 之一正相輸入，及到一電阻 2445 之一第一端。電阻 2445 之一第二端提供到增益控制電路 2449 之一 THD 端(裝腳 6)。

運算放大器 2447 之一輸出 2304 提供到一輸出及一回饋電阻 2449 之一第一端。回饋電阻 2449 之一第二端提供到運算放大器 2447 之一反相輸入。

運算放大器 2452 之一反相輸入提供到一接地電阻 2453 之一端及一回饋電阻 2451 之一第一端。回饋電阻 2451 之一第二端提供到運算放大器 2452 之一輸出及到一電阻 2450 之一第一端。電阻 2450 之一第二端提供到運算放大器 2447 之一反



## 五、發明說明 (58)

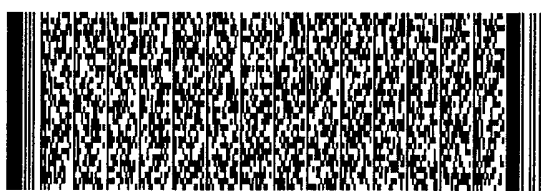
相輸入。

在一實施例，電位計2308為一1.0KW線性電位計。電容2442，2406，及2446為2.2mF電容。上升時間電容為一1.0mF電容而下降時間電容2444為一10mF電容。電阻2408為一3.1KW電阻，而電阻2445為一1.0KW電阻。電阻2453及2451為10KW電阻，而電阻2410，2449，及2450為17.4KW電阻。

增益控制電路2449包括一包絡偵測器2461，一上升/下降緩衝器2462，及一增益元件2463。如同第二十三圖之方塊圖，包絡偵測器2461之一輸出提供到上升/下降緩衝器2462，上升/下降緩衝器2462之一輸出控制增益元件2463。上升及下降時間常數由電阻\_電容(RC)網路所控制。上升/下降緩衝器2462提供上升RC網路一10KW的內電阻並提供下降RC網路一10KW的內電阻。1.0mF上升電容2443產生一約為40ms(毫秒)的上升時間常數。10mF下降電容2444產生一約為400ms(毫秒)的下降時間常數。在其他實施例，上升時間常數可從5ms到400ms而下降時間常數可從100ms到1000ms。

增益元件2463類似於一可變電阻而用來連接運算放大器2447的回饋電路以改變運算放大器2447的增益。運算放大器2452提供一DC偏壓。單位增益前饋路徑由電阻2410所提供。

低音衝擊單元1720亦作用成藉由增強一些低頻音的諧音及增強其他低頻音的基諧波來修正及加強聲頻波形。藉



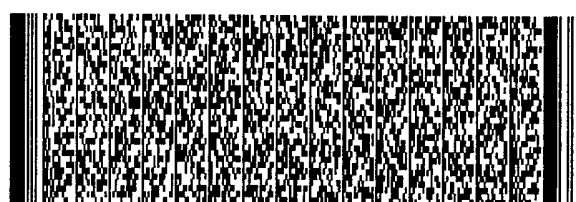
## 五、發明說明 (59)

由增強一些低頻音的諧音，低音衝擊單元1720利用人耳處理低頻音的泛音及諧音的方式以創造出低頻音被一揚聲器發出的感知。低音衝擊單元1720製造揚聲器產生許多低頻音的感知，即使低頻音被揚聲器差勁地重現。此外，低音衝擊單元1720之動作就長時程增益提供相當地較高的增益而對短時程增益相當地提供較低的增益以降低會過度驅動揚聲器之過度放大輸入訊號內暫態及脈波的機會。於回應一超時的輸入訊號之增加，低音衝擊單元1720之增益會依據一上升時間常數而增加。於回應一超時的輸入訊號之減低，低音衝擊單元之增益會依據一下降時間常數而減低。上升時間常數及下降時間常數之動作用為降低輸入訊號短時程增加之放大而因此減低過度驅動揚聲器之機會。

### 具尖峰壓縮之低音衝擊

如第二十圖及第二十一圖B所示，一低音樂器(如一低音吉他)所彈奏出一律音之一上升部分常常開始於一相當高振幅的初始脈波。在一些情形，此尖峰會過度驅動放大器及揚聲器而造成扭曲音並可能損壞放大器或揚聲器。低音增強處理器於增加低音訊號之能量時會提供低音訊號內尖峰之平坦化，因此提高低音的整體感知。

一訊號之能量是一訊號之振幅及一訊號之持續期間的函數。從另一方面來說，能量與訊號之包絡所含蓋面積成比例。雖然低音律音之初始脈波可能有相當高振幅，因其短持續期間脈波常常只含有少能量。因此，含有少能量之初始脈波常常不能顯著地貢獻出低音的感知。因此，初始

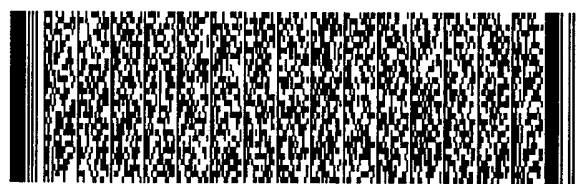
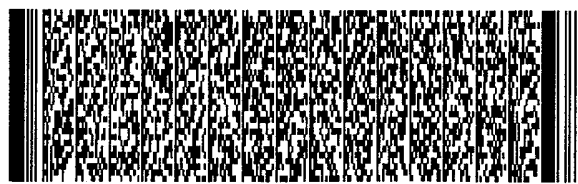


## 五、發明說明 (60)

脈波通常可在振幅上被減低而不顯著地影響低音的感知。第二十五圖為一低音增強系統2500之一訊號處理方塊圖，其利用一尖峰壓縮器來控制類如初始脈波、低音律音之脈波之振幅以提供低音增強。在系統2500中，一尖峰壓縮器2502介於組合器1718及衝擊單元1720間。組合器1718之輸出提供到尖峰壓縮器2502之一輸入，而尖峰壓縮器2502之一輸出提供到低音衝擊單元1720之輸入。

上述聯結第十七圖到第十六圖B及第十六圖C之討論也可應用於第二十五圖之結構。例如，如所示，第二十五圖大略對應於第十六圖B之結構。訊號處理方塊1613及1615有一單位轉移函數而訊號處理方塊1612包括複合濾波器1707、尖峰壓縮器2502、及低音衝擊單元1720。但是，第二十五圖所示之訊號處理並不限於第十六圖B之結構。第二十五圖之元件亦可用於第十六圖C之結構。雖未示於第二十五圖，訊號處理方塊1613，1615，1621，及1623可提供額外之訊號處理，例如類如高通過濾以除去低的低音頻率，高通過濾以除去被低音衝擊單元1720及壓縮器2502所處理的頻率，高頻加重以增強高頻音，額外中度低音處理以補充低音衝擊單元1720及尖峰壓縮器2502，等等。其他組合亦可同樣預期。

尖峰壓縮器2502平坦化被提供為其輸入之訊號之包絡。對具有大振幅之輸入訊號，壓縮單元2502之視增益被降低。對具有小振幅之壓縮單元2502之訊號，壓縮單元2502之視增益被提高。因此，壓縮單元降低輸入訊號之包



## 五、發明說明 (61)

絡之尖峰(並填補輸入訊號之包絡之凹處)。就關於提供與壓縮單元2502之輸入之訊號，由壓縮單元2502來輸出訊號之包絡(即平均振幅)具有一相當均勻之振幅。

第二十六圖為一時域圖顯示尖峰壓縮器對一具有快速上升之初使脈波之包絡的影響。第二十六圖顯示一輸入包絡2614之時域圖，該輸入包絡2614具有被一有較長週期之較低振幅訊號所跟隨之初使大振幅脈波。輸出包絡2616顯示低音衝擊單元1720對輸入包絡2614之影響(無尖峰壓縮器2502)。一輸出包絡2617顯示輸入包絡2614通過尖峰壓縮器2502及低音衝擊單元1720之效果。

如第二十六圖顯示，假定輸入訊號2614之振幅足夠過度驅動放大器或揚聲器，低音衝擊單元並不限制輸入訊號2614之極大振幅而因此輸出訊號2616亦足夠過度驅動放大器或揚聲器。

脈波壓縮單元2502用於連接訊號2617，但是，壓縮(降低其振幅)大振幅脈波。壓縮單元2502偵測輸入訊號2614之大振幅衝程並壓縮(降低)其極大振幅而使輸出訊號2617較少可能於過度驅動放大器或揚聲器。

由於壓縮單元2502降低訊號之極大振幅，有可能增加衝擊單元1720所提供之增益而不明顯降低輸出訊號2617將過度驅動放大器或揚聲器之機率。訊號2617對應於一低音衝擊單元1720之增益已被提高之實施例。因此，在長下降部分，訊號2617比訊號2616有較大之振幅。

如前所討論，訊號2614，2616，及2617之能量與代表



## 五、發明說明 (62)

每一訊號之曲線下之面積成比例。訊號2617有較多之能量因為，雖然其有一較小的極大振幅，代表訊號2617之曲線下之面積較訊號2614或2616者為多。由於訊號2617有較多之能量，聽眾將於訊號2617中感知較多低音。

因此，尖峰壓縮器與低音衝擊單元1720之組合使用允許低音增強系統提供較多之能量於低音訊號內，而降低增強低音訊號將過度驅動放大器或揚聲器之可能。

尖峰壓縮器屬習知技藝。例如，前所討論之NE572之資料表揭露一壓縮電路（雖為一相當複雜之電路）。

第二十七圖為一包括一輸入2703及一輸出2704之尖峰壓縮電路2700之一實施例之方塊圖。在輸出2704之訊號為在輸入2703之訊號之一壓縮版。在一新穎之組合中，尖峰壓縮器2700利用一擴展器而提供壓縮。壓縮器2700所使用之擴展電路類似於低音衝擊電路2300所使用之擴展器。

於一擴展器中，如第二十四圖所示之擴展器，總（亦即被擴展的）輸出訊號為輸入訊號加一擴展訊號之和。當輸入訊號之振幅增加時，擴展訊號之振幅增加，而因此輸出（二者之和）增加。相反地，壓縮器2700之輸出訊號為輸入訊號減擴展訊號。當輸入訊號變大時，擴展訊號也變大，但是，二者之差（壓縮器輸出）變小。此為壓縮器之本質，當輸入訊號變大時，壓縮器之視增益降低。對具有相當小振幅之輸入訊號，壓縮器有相當大之增益。但是，對具有相當大振幅之輸入訊號，壓縮器有相當小之增益。

在第二十七圖，輸入2703提供到一反相擴展器2708之



## 五、發明說明 (63)

一輸入及一電阻2716之一第一端。反相擴展器2708之一輸出提供到一電阻2718之一第一端。

電阻2716之一第二端及電阻2718之一第二端都提供到一運算放大器2720之一反相輸入。一回饋電阻2722連接於運算放大器2720之反相輸入及運算放大器2720之一輸出之間。運算放大器2720之一正相輸入接地。運算放大器2720之輸出提供到輸出2704。

反相擴展器2708為一擴展器，具有擴展輸入及一相對於擴展輸入為反相(負號)之擴展輸出。亦可由將擴展器之輸入(或輸出)通過一反相放大器而使用一正相擴展器。上升及下降時間常數較佳地類似於低音衝擊單元1720之上升及下降時間常數。在一實施例，擴展器2708包括第二十四圖所示之擴展器2300。

運算放大器2720之反相輸入實際上為一和連接點，其中輸入訊號(由電阻2716所提供)被加到擴展訊號(由電阻2718所提供)。因為擴展器2708之輸出相對於擴展器之輸入為負的，減除發生於和連接點。壓縮器2700之輸出為輸入訊號(為電阻2716所加權)減去擴展訊號(為電阻2718所加權)之一權重和。以 $R_1$ 代表電阻2716， $R_2$ 代表電阻2718，則典型上 $R_1$ 應大於 $R_2$ 。

### 其他實施例

本發明之一些特殊的實施例雖已討論過，這些實施例僅屬例示，而非有意地來限制本發明之範圍。例如，本發明並不限於數個輸入頻道組合以產生一組合頻道，其再經



##### 五、發明說明 (64)

修正以產生增強低音之實施例。頻道之組合並未被要求，而增強訊號處理可在數個分離的輸入頻道上執行。許多實施例使用四階的及契比雪夫濾波器，但是，本發明並不限於這些濾波器排列。因此，其他，濾波器排列亦可使用。更且，可藉由低通及高通濾波器之組合而非所描述之帶通濾波器來完成濾波。由此，本發明之寬度及範圍應被界定與下述之申請專利範圍及其均等相一致。

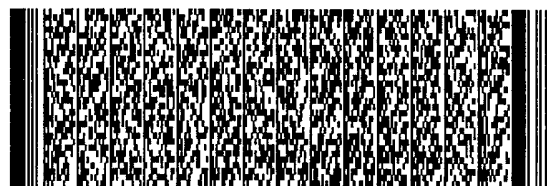


## 四、中文發明摘要 (發明之名稱：低聲頻增強系統)

本發明提供一聲頻增強裝置及方法，頻譜成形一對聲頻訊號中低頻資料的諧音，以使當為揚聲器所重現時，一聽眾能感覺該揚聲器具有較實際所提供為廣的帶寬。額外帶寬的感知在低頻時，尤其在揚聲器系統產生較少聲輸出能量之頻率特別明顯。在一實施例中，本發明將訊號從一聲頻訊號移至另一聲頻訊號用來於可用的揚聲器中得到較廣的帶寬以降低截波。在一實施例中，本發明亦提供一組合訊號路徑以頻譜成形期望的諧音及對每一對聲頻訊號提供一前饋訊號路徑。

## 英文發明摘要 (發明之名稱：Low-Frequency Audio Enhancement System)

The present invention provides an audio enhancement apparatus and method which spectrally shapes harmonics of the low-frequency information in a pair of audio signals so that when reproduced by a loudspeaker, a listener perceives the loudspeaker as having more acoustic bandwidth than is actually provided by the loudspeaker. The perception of extra bandwidth is particularly pronounced at low frequencies, especially frequencies at which the loudspeaker system



四、中文發明摘要 (發明之名稱：低聲頻增強系統)

英文發明摘要 (發明之名稱：Low-Frequency Audio Enhancement System)

produces less acoustic output energy. In one embodiment, the invention also shifts signal from one audio signal to the other audio signal in order to obtain more bandwidth for the available loudspeaker to reduce clipping. In one embodiment, the invention also provides a combined signal path for spectral shaping of the desired harmonics and a feedforward signal path for each pair of audio signals.



## 六、申請專利範圍

1. 一聲頻系統用以處理具有擬為左及右揚聲器重現之聲頻資料之左及右立體聲訊號，相較於重現低音頻率，該左及右揚聲器能重現較精確之中度低音頻率及較高頻率，該聲頻系統藉由左及右揚聲器來增強低音資料之重現，該聲頻系統包括：

一左聲頻訊號及一右聲頻訊號；

一第一電子加法器，其組合該左及右聲頻訊號以產生一單音訊號，該單音訊號具有一組低音頻率及一組中度低音頻率；

一第一濾波器連通於該第一電子加法器，用以選擇該中度低音頻率；

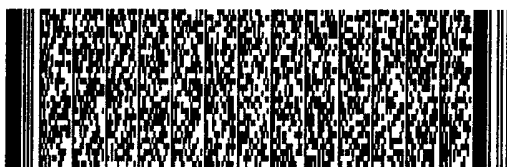
一壓縮器連通於該第一濾波器，用以控制該中度低音頻率之一振幅；

一低音衝擊單元連通於該壓縮器，用來成形該中度低音頻率以產生一修正單音訊號，該修正單音訊號於該中度低音頻率被該左及右揚聲器重現時用以增強該系統之可感知低音；

一第二電子加法器結合該修正單音訊號及該左聲頻訊號以產生一經修正之左輸出訊號；以及

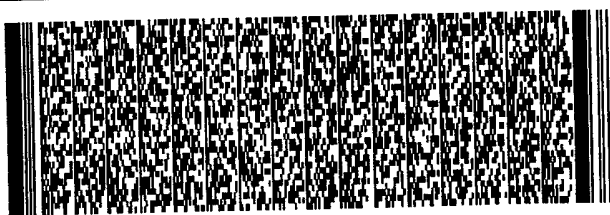
一第三電子加法器結合該修正單音訊號及該右聲頻訊號以產生一經修正之右輸出訊號，其中該修正右輸出訊號及該修正左輸出訊號驅動該左及右揚聲器。

2. 如申請專利範圍第1項之聲頻系統，其中該第一濾波器包括複數個帶通濾波器。



#### 六、申請專利範圍

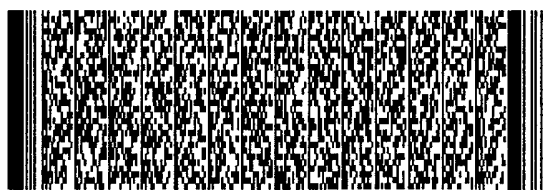
3. 如申請專利範圍第2項之聲頻系統，其中該二個或二個以上之帶通濾波器之輸出相結合。
4. 如申請專利範圍第2項之聲頻系統，其中該低音衝擊單元包括一自動增益控制。
5. 如申請專利範圍第1項之聲頻系統，其中該低音衝擊單元之一增益對該中度低音頻率之包絡而反應。
6. 如申請專利範圍第訊號項之聲頻系統，其中該低音衝擊單元對該包絡反應而改進該中度低音頻率。
7. 一增強聲頻之裝置，包括：
  - 一輸入訊號；
  - 一濾波器用以選擇該輸入訊號之一選定部分，該選定部分具有一包絡部分及一調變部分；
  - 一訊號處理器對該包絡部分反應而產生一修正訊號以修正該調變部分；以及
  - 一組合器用來組合該修正訊號及該輸入訊號以產生一輸出訊號。
8. 一增強聲頻之裝置，包括：
  - 一第一組合器用以組合一第一訊號之至少一部分及一第二訊號之至少一部分以產生一組合訊號；
  - 一第一訊號處理器用以選擇該組合訊號之一部分以產生一選定訊號；
  - 一第二訊號處理器對該選定訊號之一包絡反應而產生一修正訊號以修正該選定訊號；以及
  - 一第二組合器用以組合該修正訊號及該第一訊號以產



六、申請專利範圍

生一輸出訊號。

9. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中該第二訊號處理器包括一自動增益控制。
10. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中該第二訊號處理器相對於一第一頻率範圍之頻率而增強一第二頻率範圍之頻率。
11. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中該第一訊號處理器包括複數個濾波器。
12. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中該第一訊號處理器包括複數個帶通濾波器。
13. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中該第二訊號處理器包括一擴展器具有一增益以相關於一上升時間常數之速率而增加。
14. 如申請專利範圍第13項之裝置，其中該增益以相關於一下降時間常數之速率而減低。
15. 如申請專利範圍第14項之裝置，其中該下降時間常數較長於該上升時間常數。
16. 如申請專利範圍第14項之裝置，其中該下降時間常數約為訊號-訊號0毫秒。
17. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中該第二訊號處理器包括一擴展器。
18. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中該第二訊號處理器包括一壓縮器。
19. 如申請專利範圍第18項之裝置，其中該壓縮器包括一



六、申請專利範圍

擴展器。

20. 如申請專利範圍第19項之裝置，其中該壓縮器更包括一組合器用來組合該擴展器之一輸出及該擴展器之一輸入以產生一壓縮訊號。

21. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中該第二訊號處理器包括一壓縮器及一擴展器。

22. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中該第一訊號處理器包括一開關具有一第一位置及一第二位置，該第一位置用來選擇該組合訊號之至少一第一部分以產生該選定訊號，該第二位置用來選擇該組合訊號之至少一第二部分以產生該選定訊號。

23. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中該第一訊號處理器包括一開關用來選擇一個或一個以上帶通濾波器之一輸出以產生該選定訊號之一部分。

24. 一增強聲頻資料之裝置，包括：

一第一組合模組用來組合一第一聲頻資料流之至少一部分及一第二聲頻資料流之至少一部分以產生一具有一第一組頻率及一第二組頻率之組合資料流；

一第一處理模組用來處理該組合資料流以產生一第一處理資料流；

一低音處理模組用來改進該第一處理資料流以產生一低音增強資料流；以及

一第二組合模組用來組合該低音增強資料流及該第一聲頻資料流以產生一輸出訊號資料流。



六、申請專利範圍

25. 如申請專利範圍第24項之裝置，更包括一第二處理模組於組合該低音增強資料流及該第一聲頻資料流前用來處理該第一聲頻資料流。
26. 如申請專利範圍第25項之裝置，其中該第二處理模組包括一高通濾波器。
27. 如申請專利範圍第25項之裝置，其中該第二處理模組包括一低通濾波器。
28. 如申請專利範圍第25項之裝置，其中該第二處理模組包括一帶通濾波器。
29. 如申請專利範圍第24項之裝置，其中該第一處理模組包括一高通濾波器。
30. 如申請專利範圍第24項之裝置，其中該第一處理模組包括一低通濾波器。
31. 如申請專利範圍第24項之裝置，其中該第一處理模組包括一帶通濾波器。
32. 如申請專利範圍第24項之裝置，其中該第一處理模組包括一類比濾波器。
33. 如申請專利範圍第24項之裝置，其中該第一處理模組包括一數位濾波器。
34. 如申請專利範圍第24項之裝置，其中該聲頻資料流包括一類比訊號。
35. 一種增強聲頻之裝置，包括：
  - 一第一組合器用以組合一第一訊號之至少一部分及一第二訊號之至少一部分以產生一具有一第一組頻率及一第



## 六、申請專利範圍

二組頻率之一組合訊號；

一訊號處理器用來修正該組合訊號之第二組頻率以產生一修正組合訊號能製造一種該第二組頻率至少包含部分該第一組頻率的感覺，該訊號處理器包括一複數個帶通濾波器以驅動一增益控制放大器，該增益控制放大器對該組合訊號之包絡反應；以及

一第二組合器用以組合該修正組合訊號及該第一訊號以產生一輸出訊號。

36. 一種用來增強聲頻訊號中低音之方法，包括以下步驟：

提供一聲頻訊號；

分離該聲頻訊號中之低頻內容；

過濾該低頻內容以產生一濾波訊號；

於一增益控制放大器內放大該濾波訊號以產生一放大訊號，該放大器之一增益與該濾波訊號之包絡有關；以及

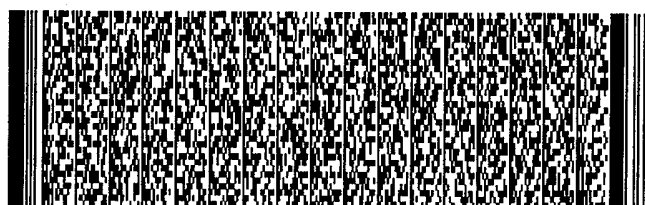
組合該聲頻訊號及該放大訊號以產生一模擬低頻訊號。

37. 如申請專利範圍第36項之方法，其中該過濾步驟包括在一複數個帶通濾波器內過濾該低頻內容。

38. 如申請專利範圍第37項之方法，其中該過濾步驟更包括加權每一帶通濾波器之每一輸出。

39. 如申請專利範圍第37項之方法，其中該放大步驟包括壓縮該濾波訊號。

40. 如申請專利範圍第39項之方法，其中該放大步驟包括



六、申請專利範圍

擴展該濾波訊號。

41. 一種用來增強聲頻訊號中低音之方法，包括以下步驟：

提供一聲頻訊號；

選擇該聲頻訊號中之低頻內容以產生一濾波訊號；

壓縮該濾波訊號以產生一壓縮訊號；

擴展該壓縮訊號以產生一擴展訊號；以及

組合該聲頻訊號及該擴展訊號以產生一模擬低頻訊號。

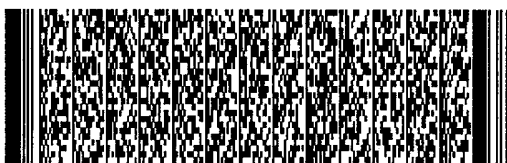
42. 一種低音增強系統，包括：

選擇裝置用來選擇一聲頻訊號中之低頻內容以產生一濾波訊號；

壓縮該濾波訊號以產生一壓縮訊號；

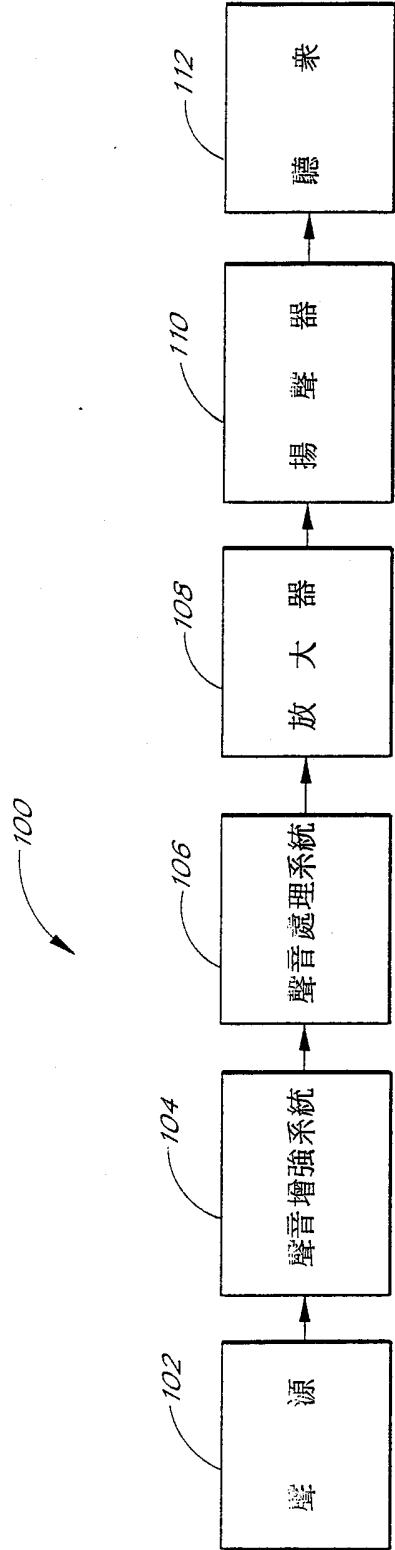
擴展裝置用來擴展該濾波訊號以產生一擴展訊號；以及

組合裝置用來組合該聲頻訊號及該擴展訊號以產生一模擬低頻訊號。

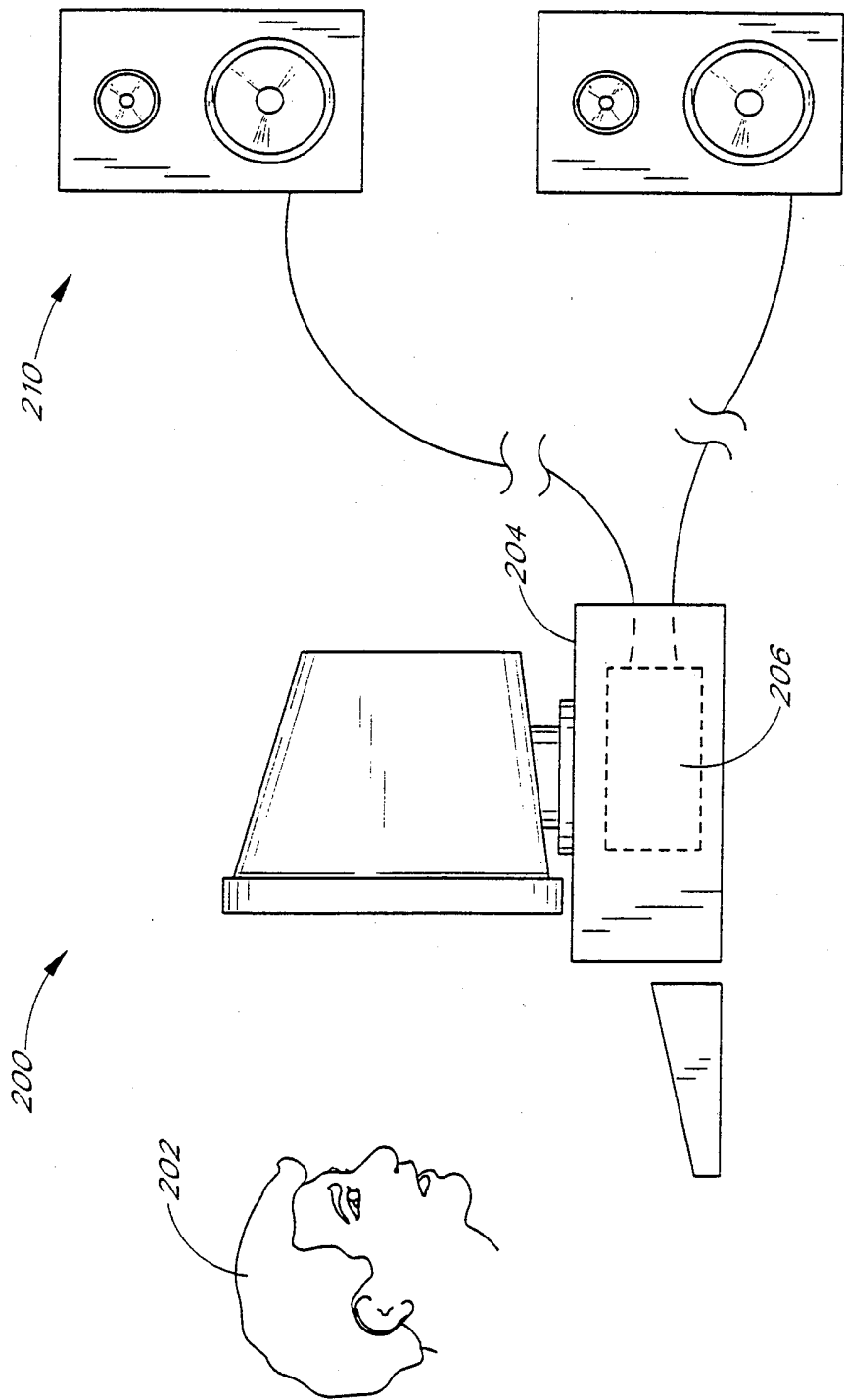


89119436

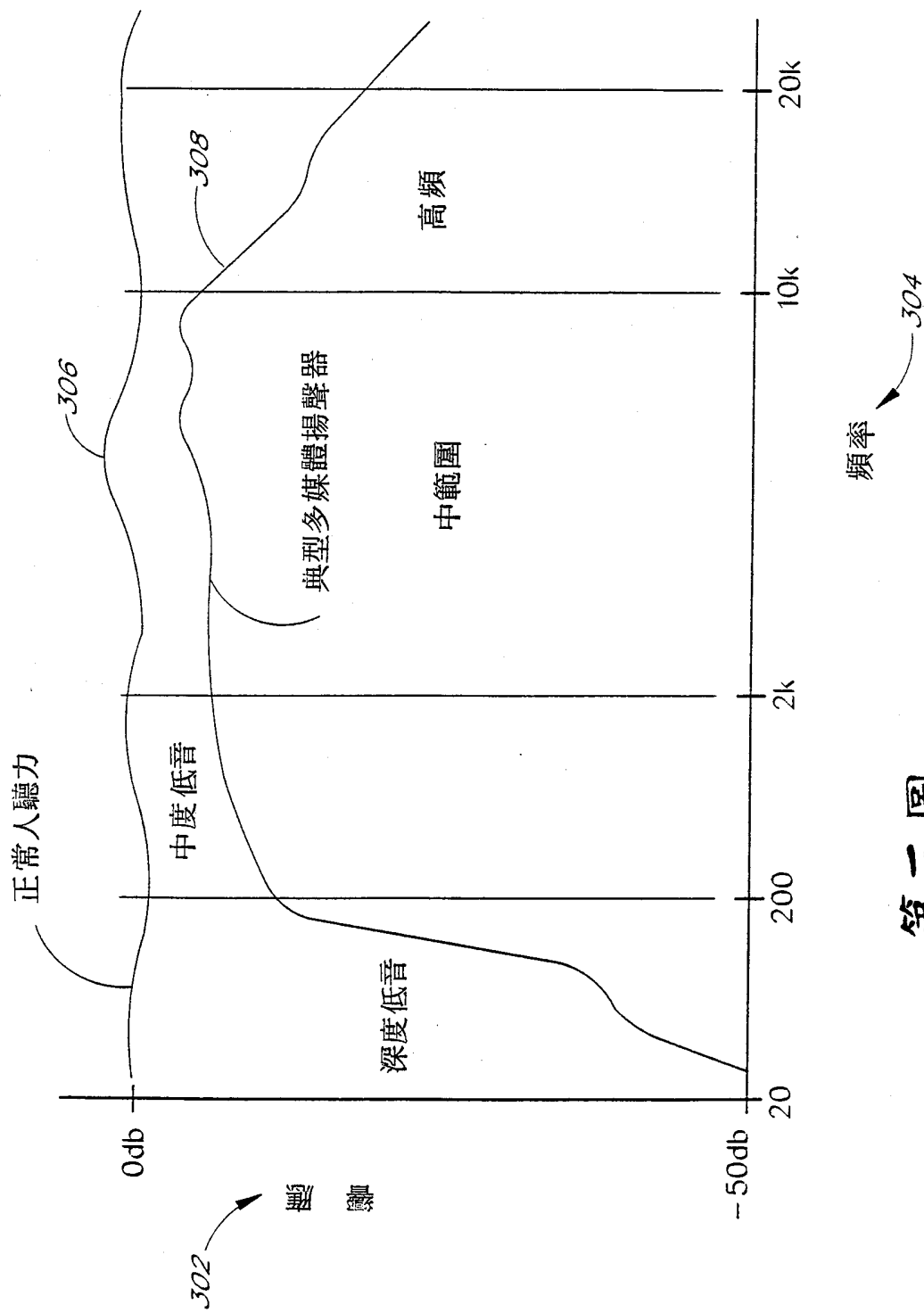
圖式



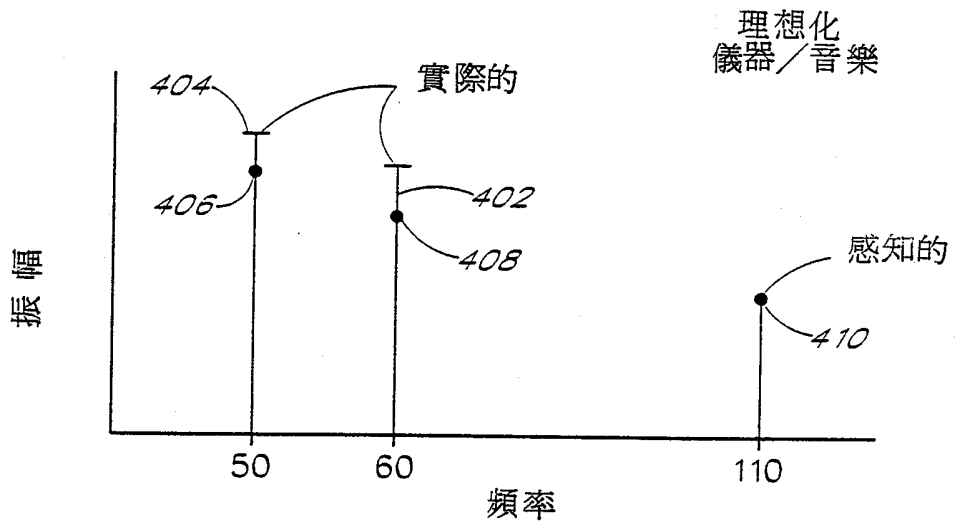
第一圖



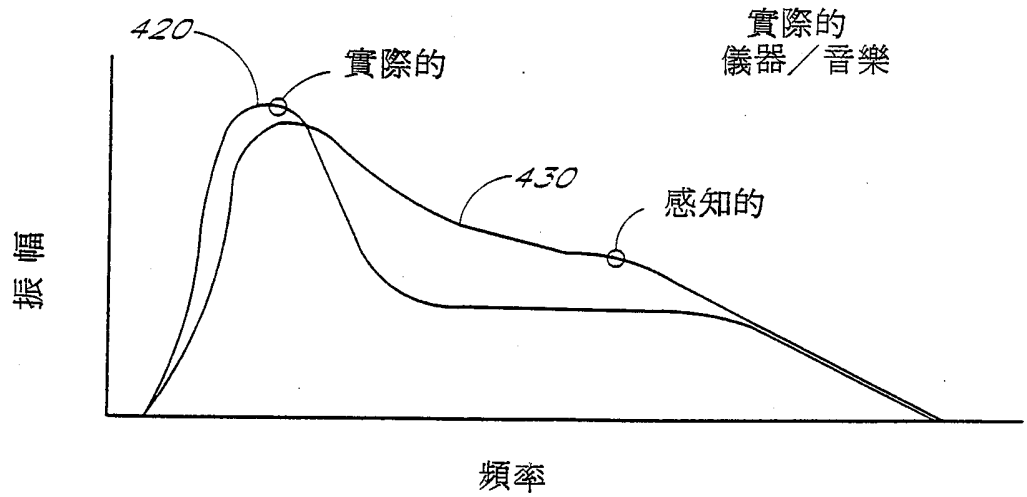
第二圖



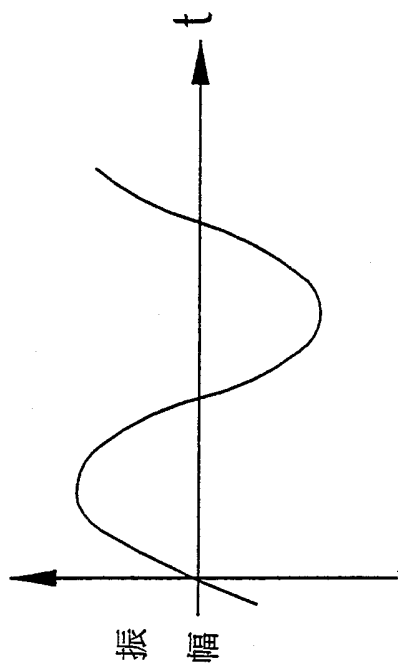
第三圖



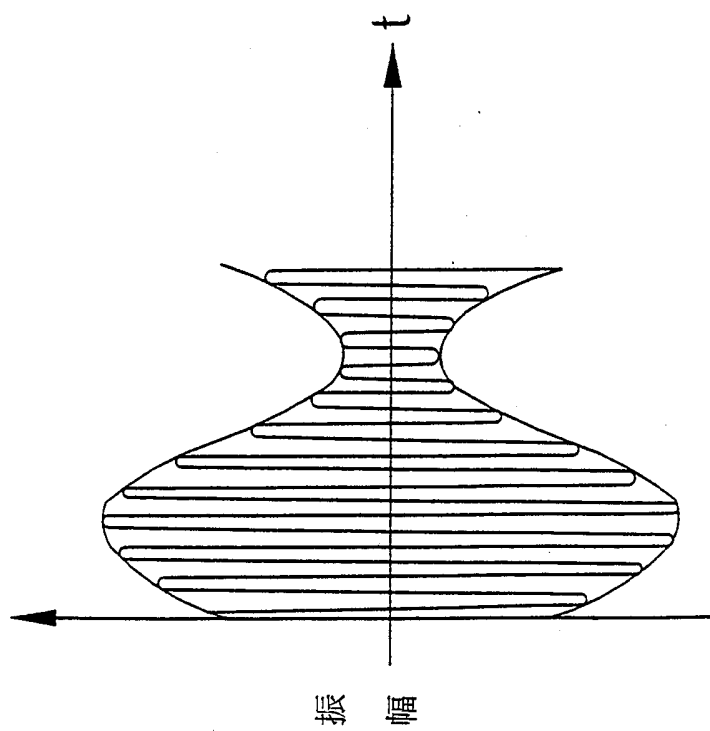
第四圖A



第四圖B

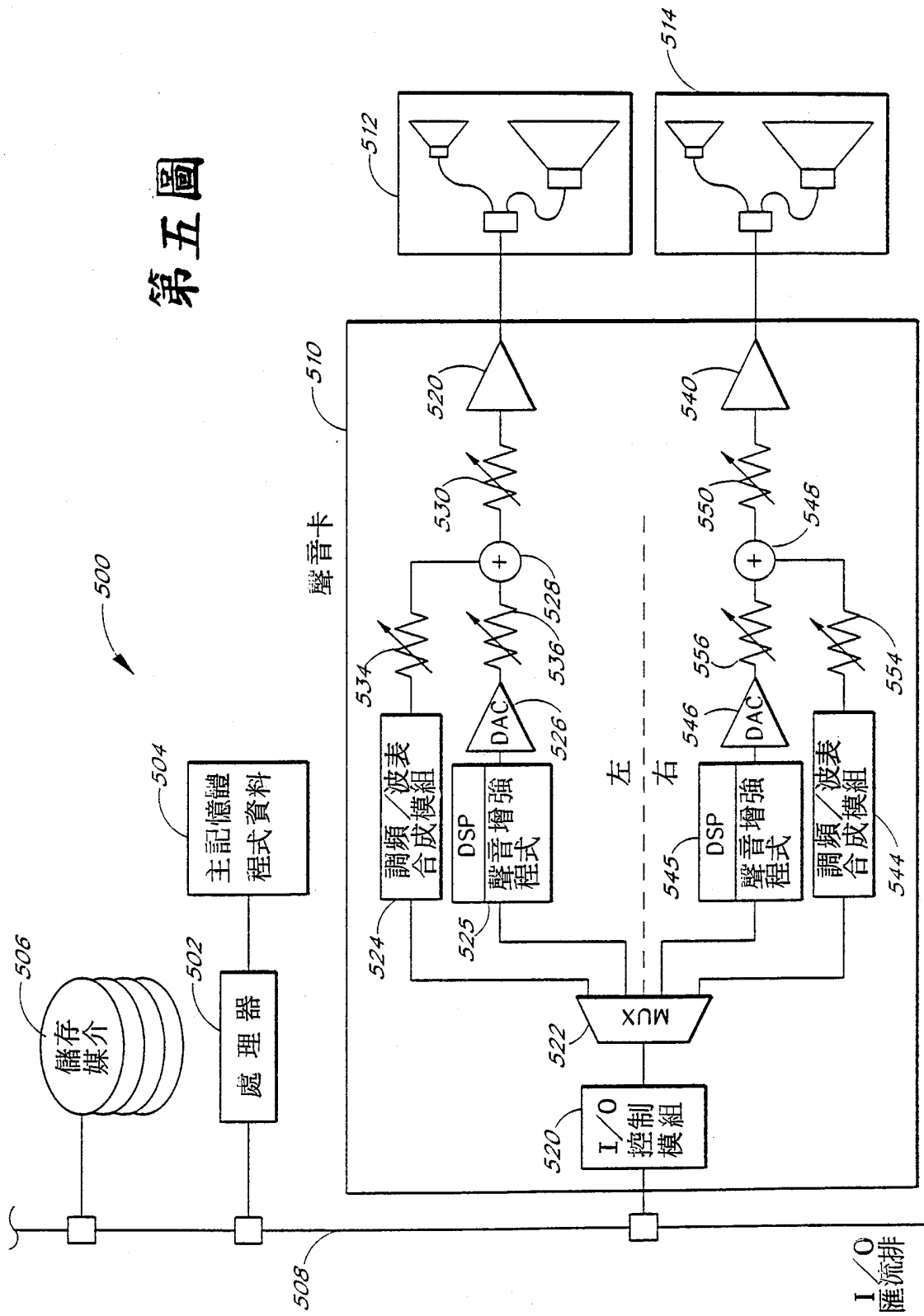


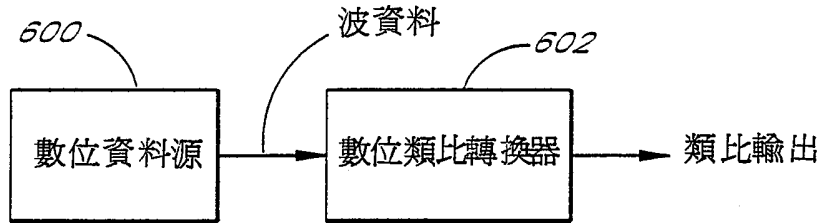
第四圖D



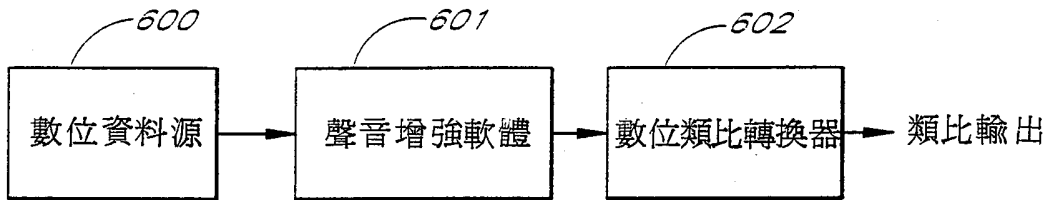
第四圖C

# 第五圖

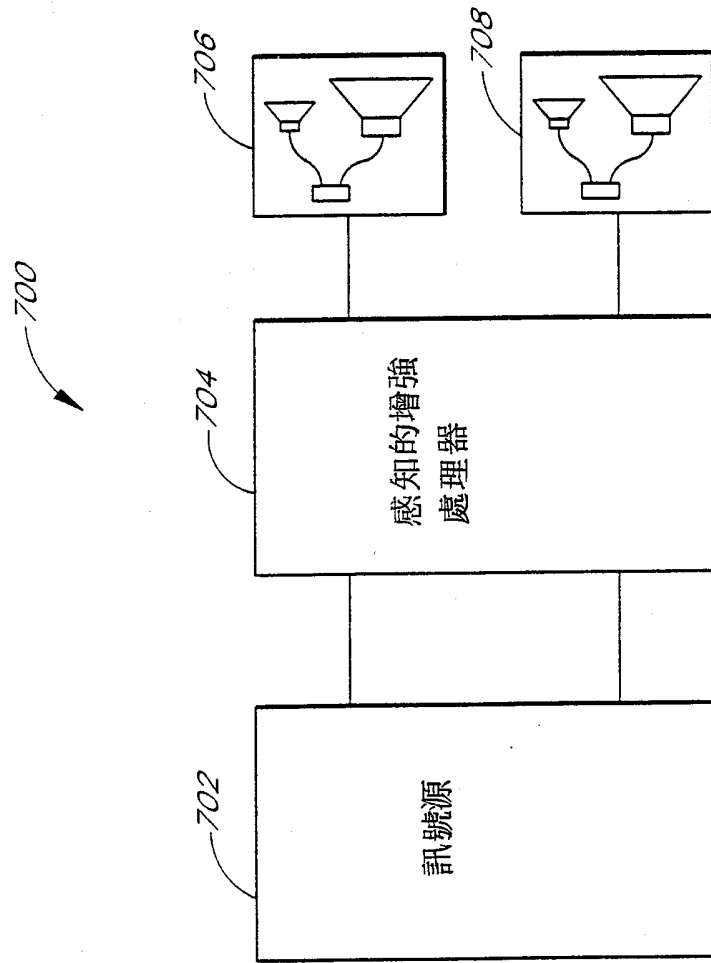




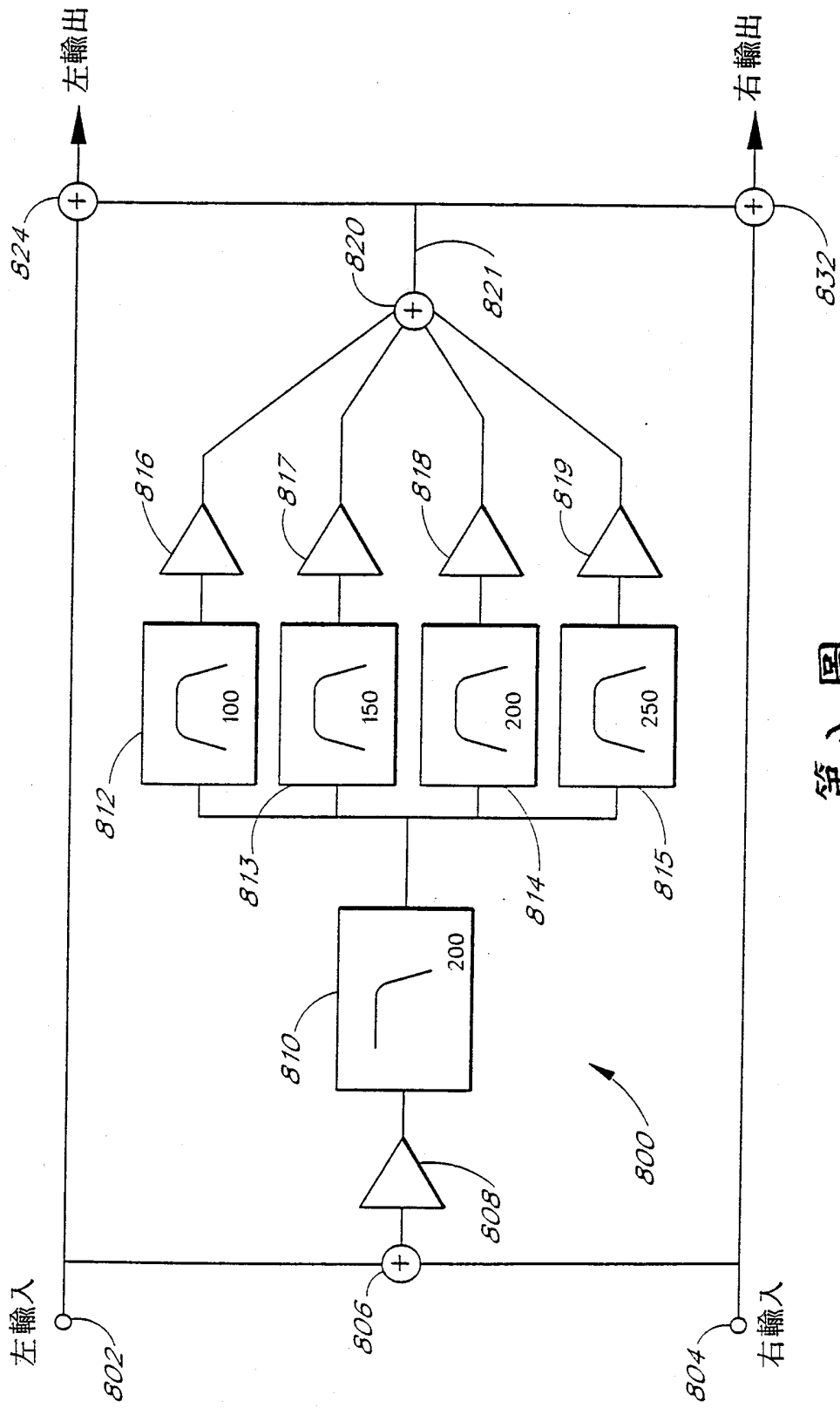
第六圖A



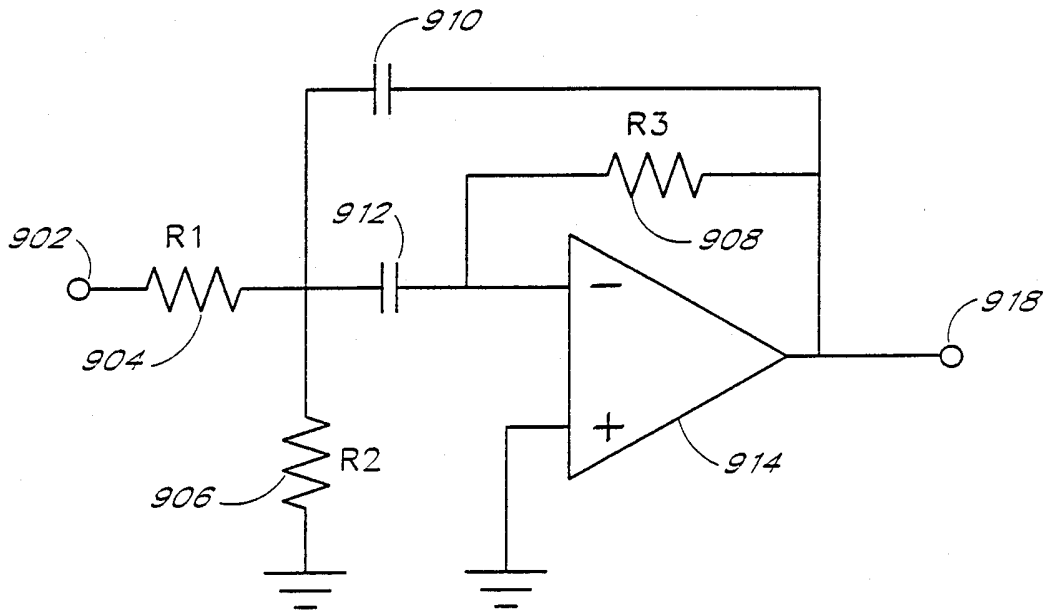
第六圖B



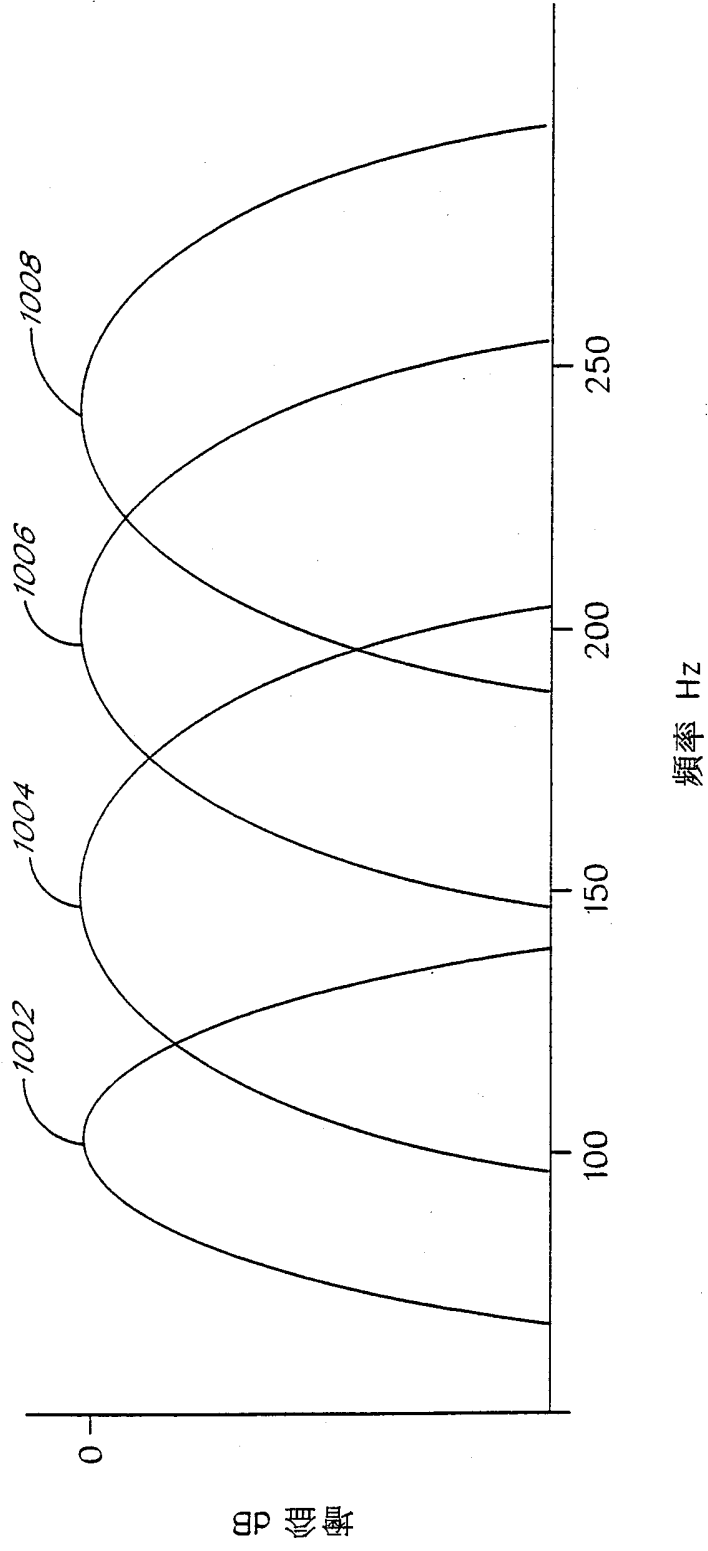
第七圖



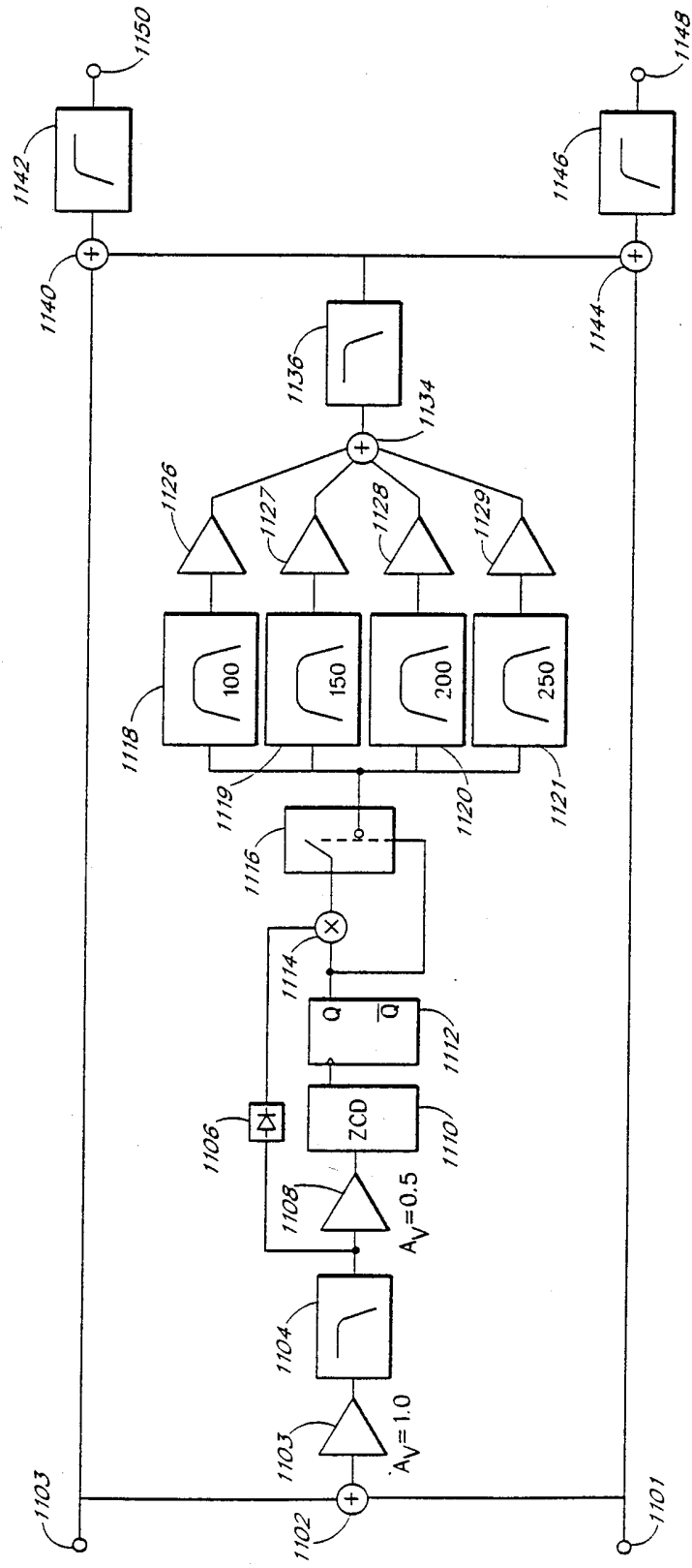
第八圖



第九圖

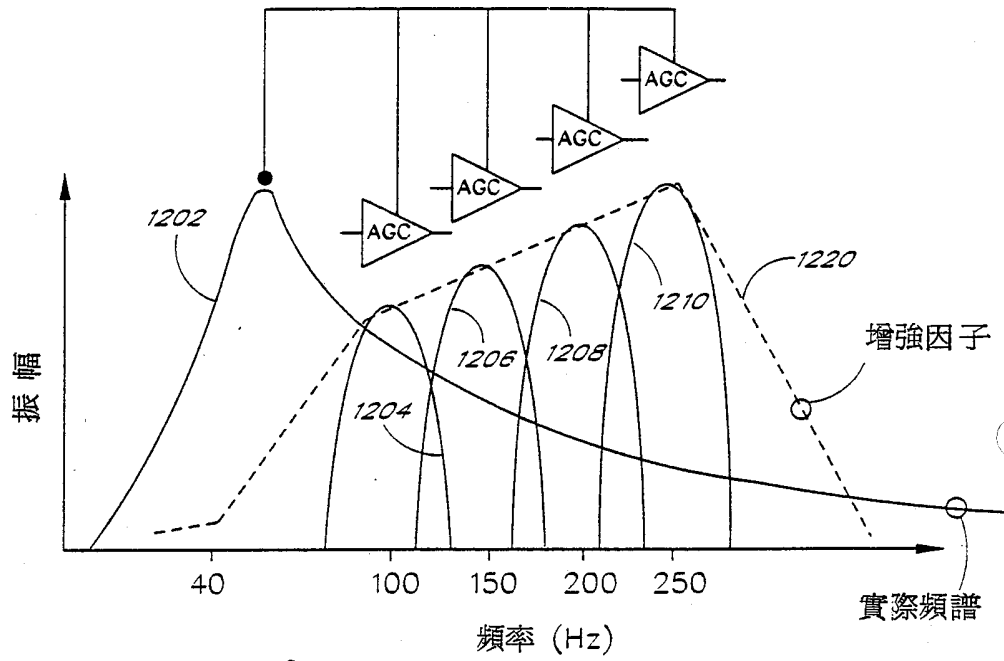


第十圖

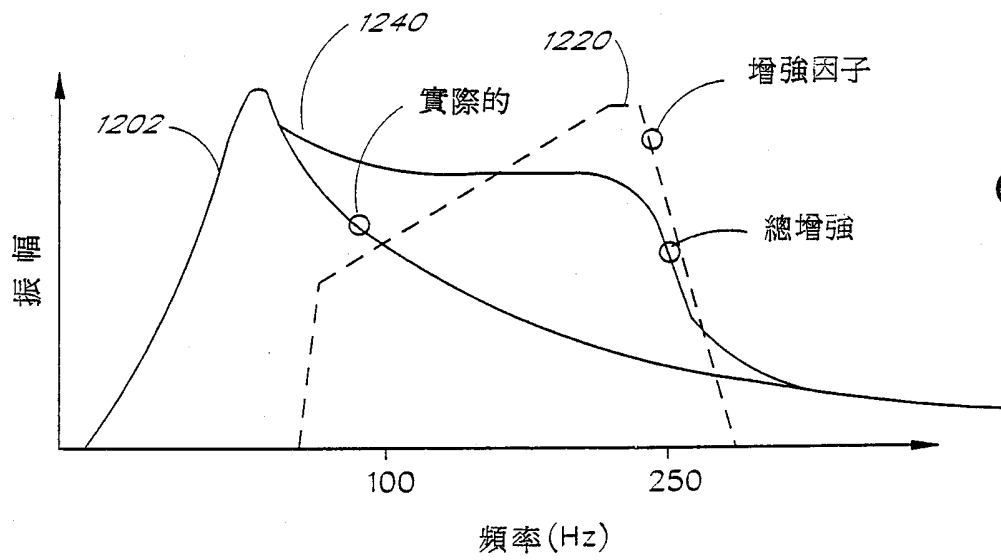


第十圖

圖式

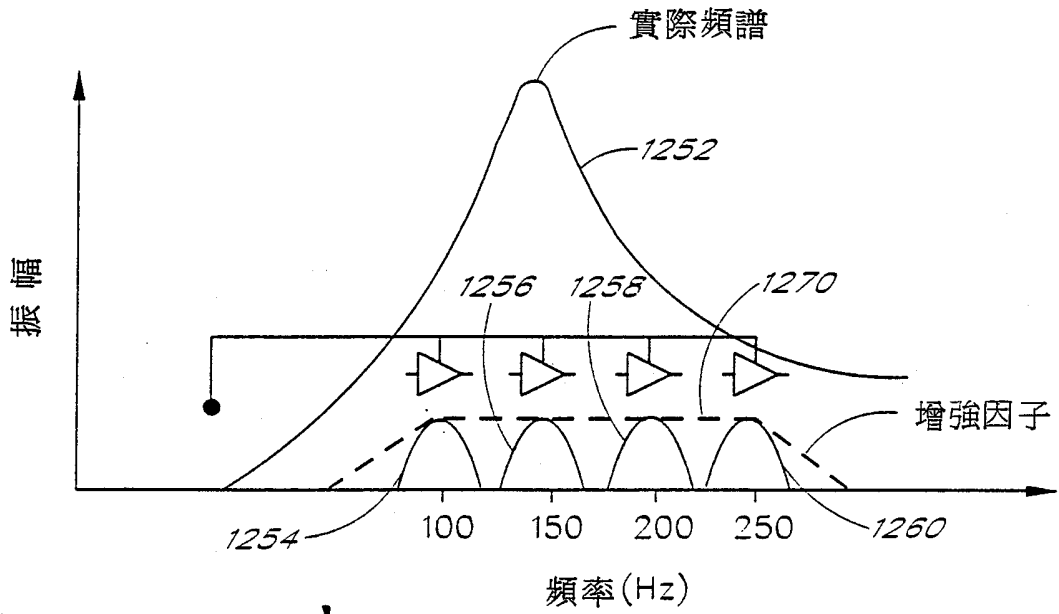


第十圖A

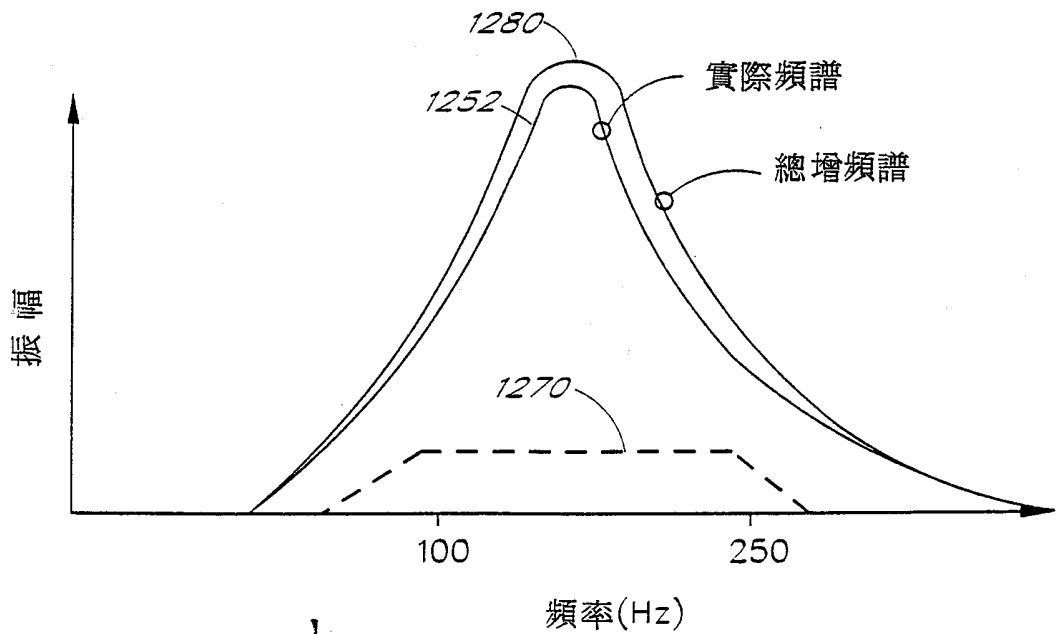


第十圖B

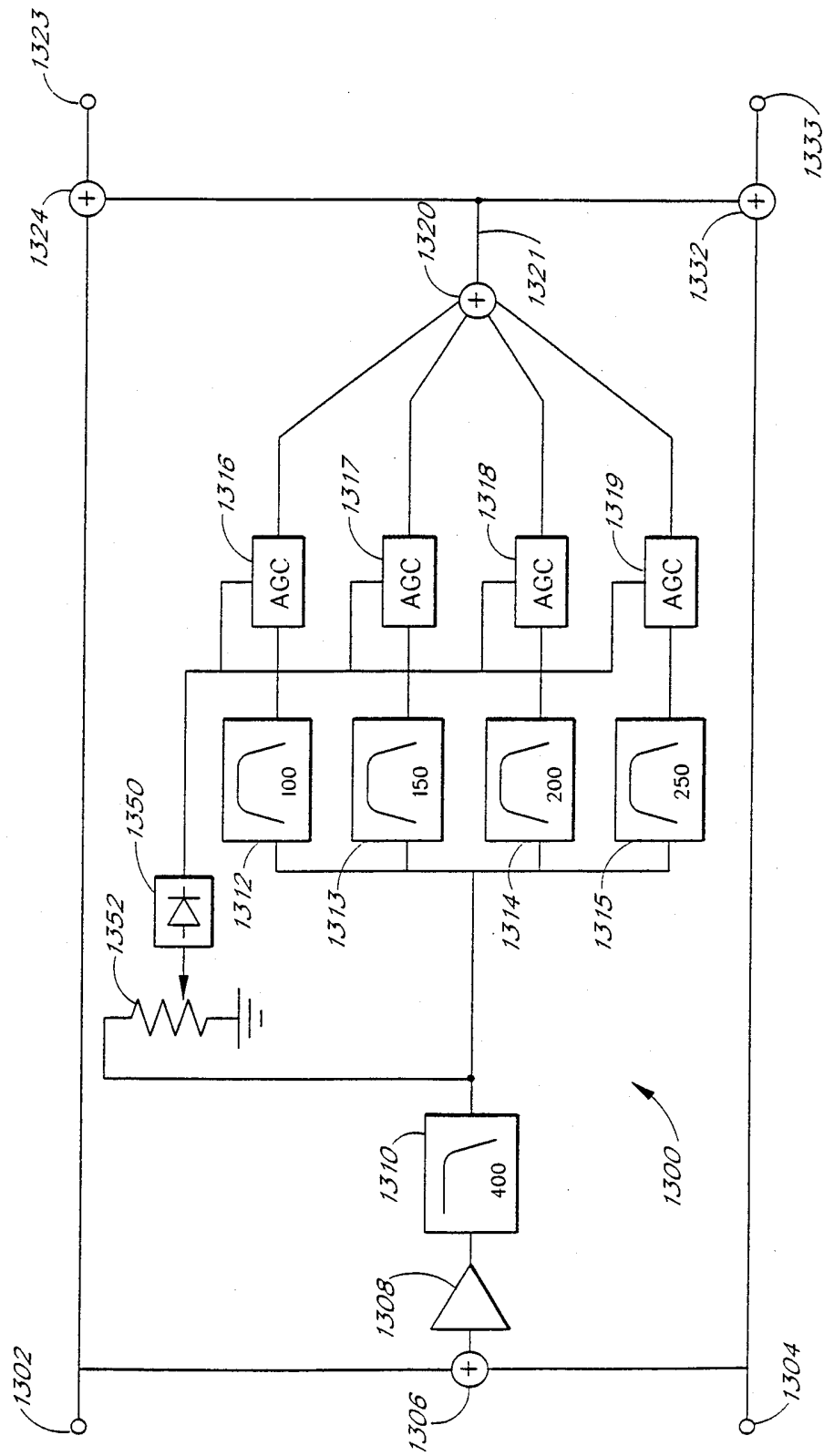
圖式



第十圖C

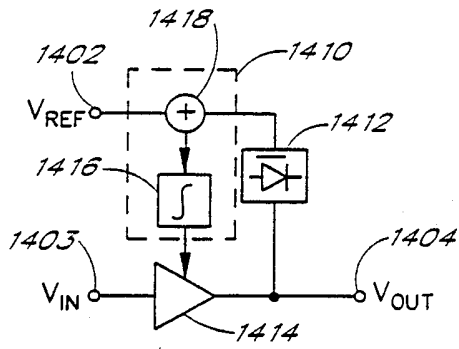


第十圖D

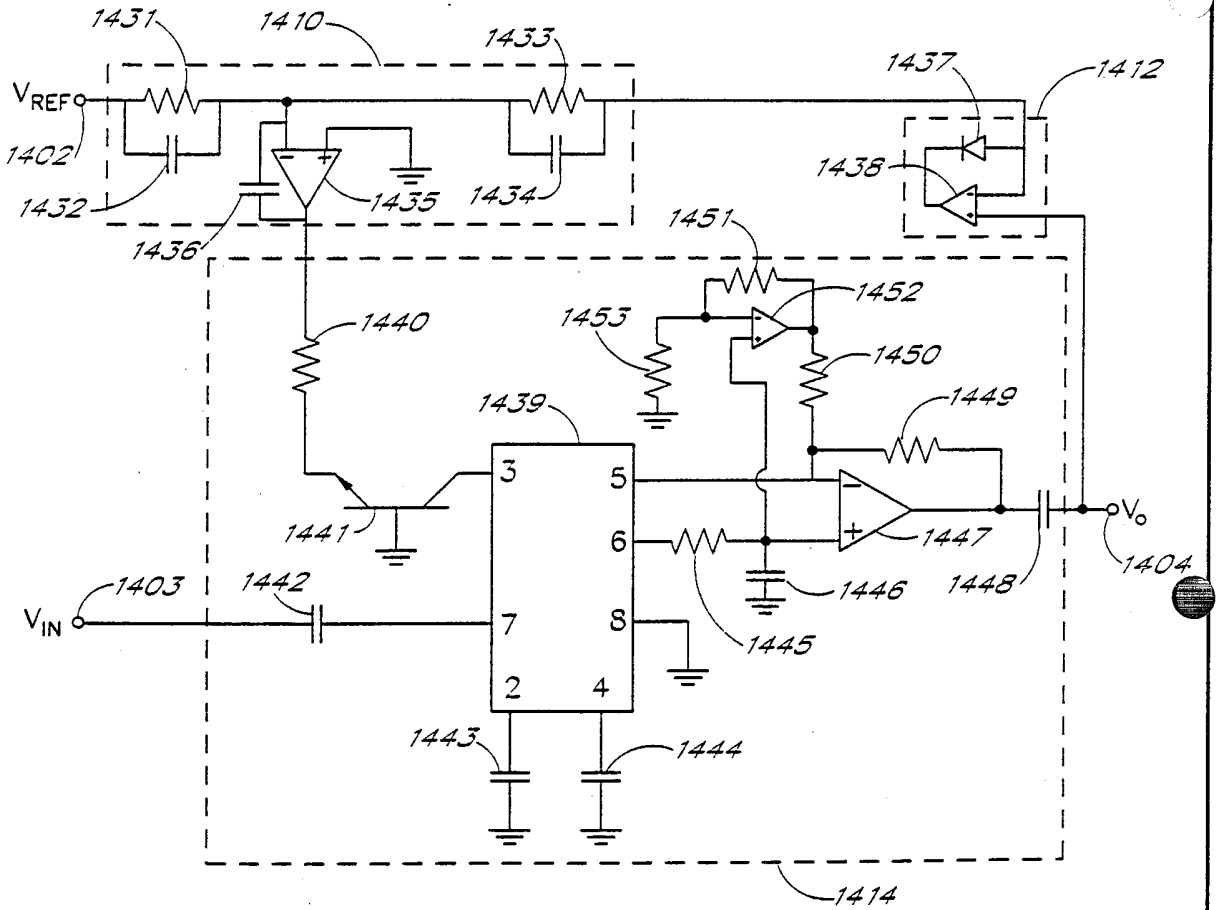


第三十圖

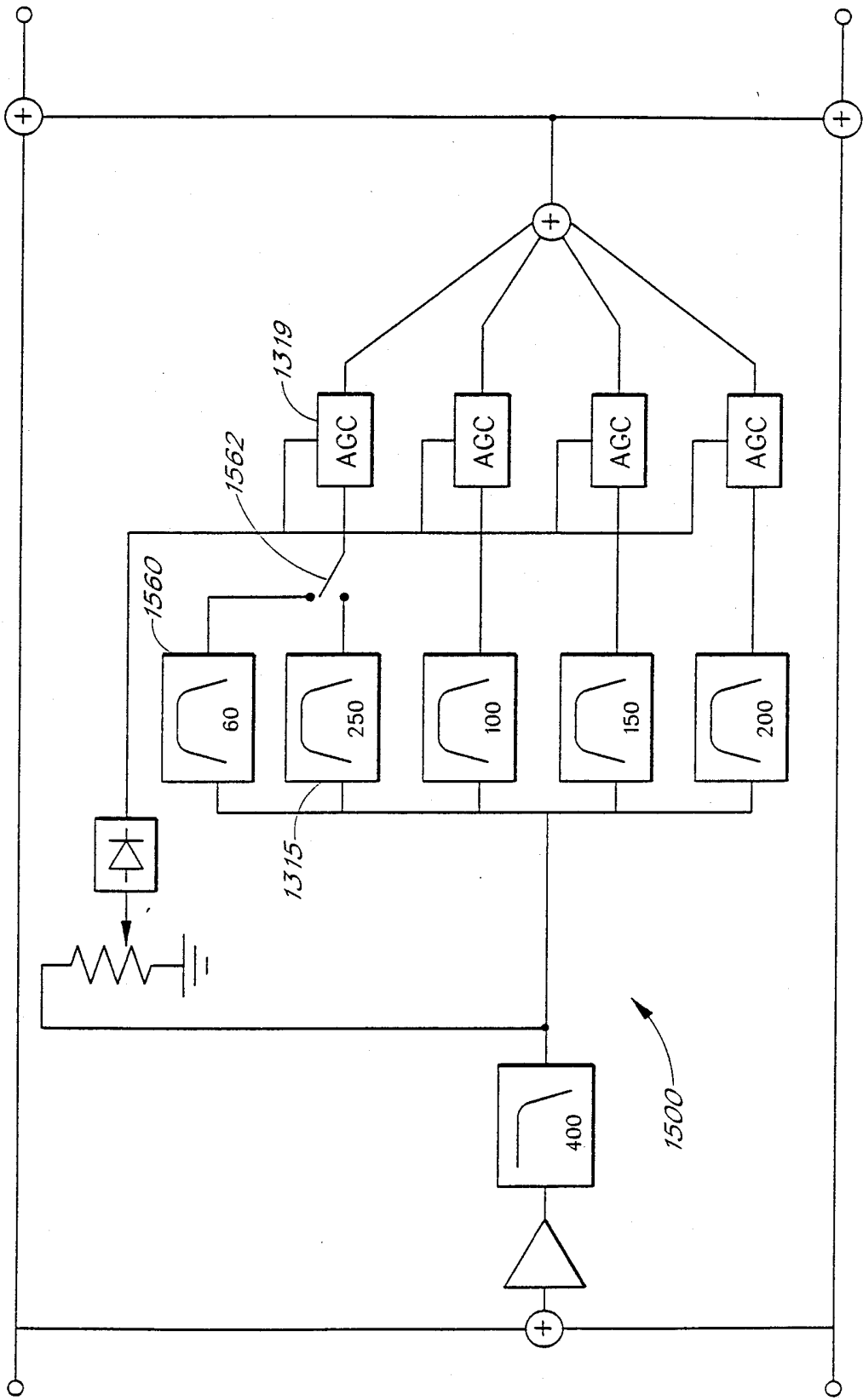
圖式



第十圖A

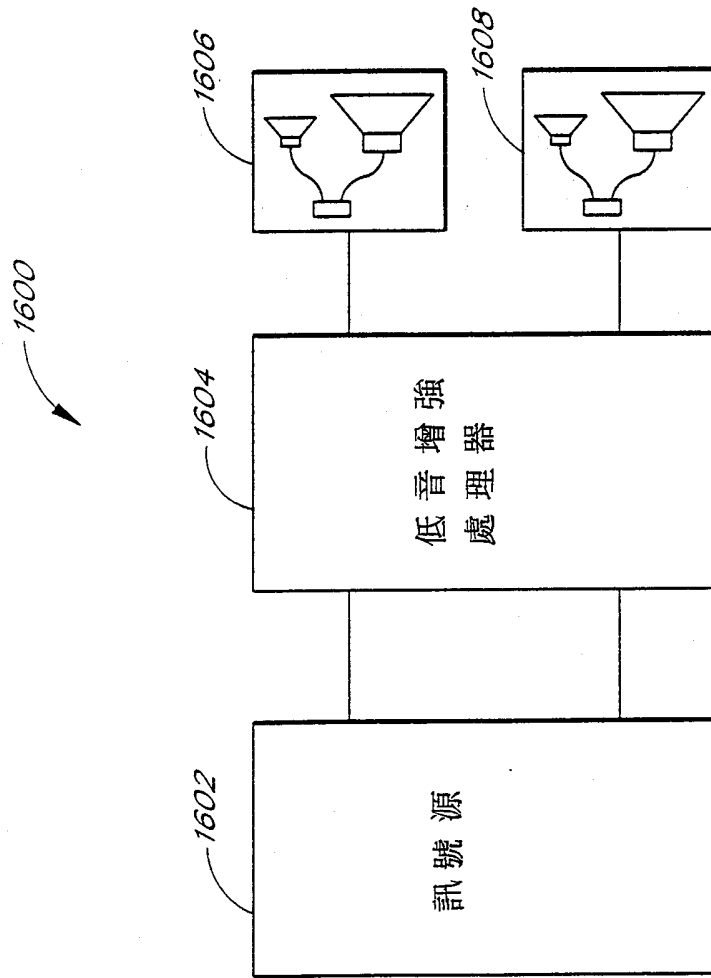


第十圖B



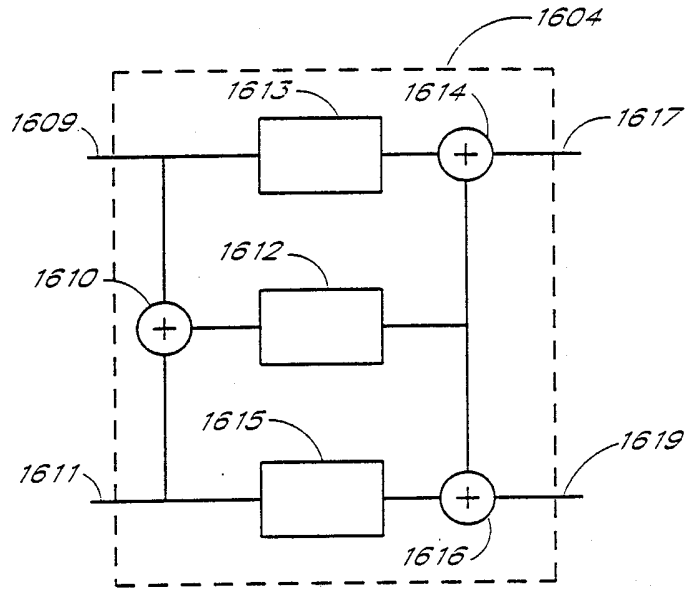
第十圖  
第五

圖式

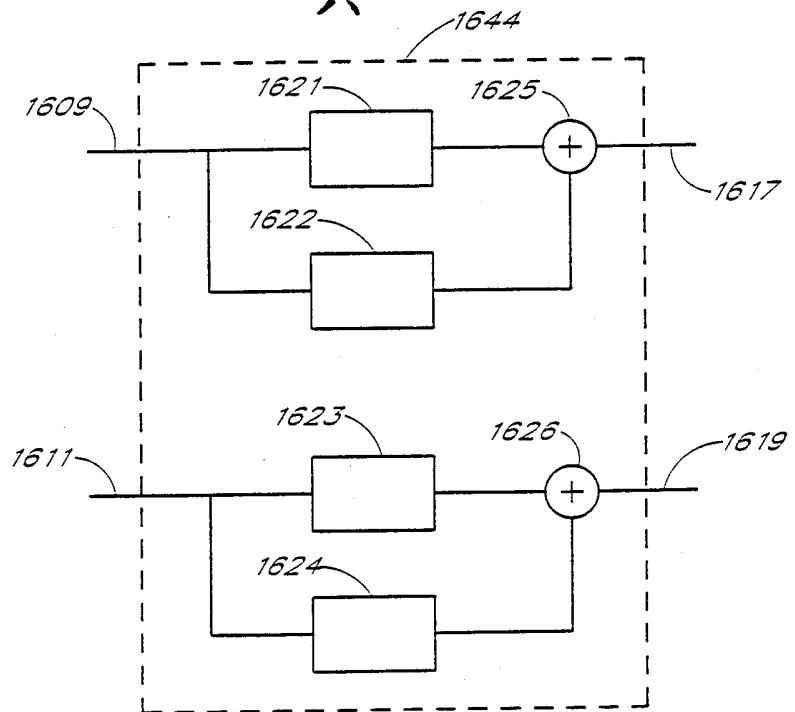


第十六圖A

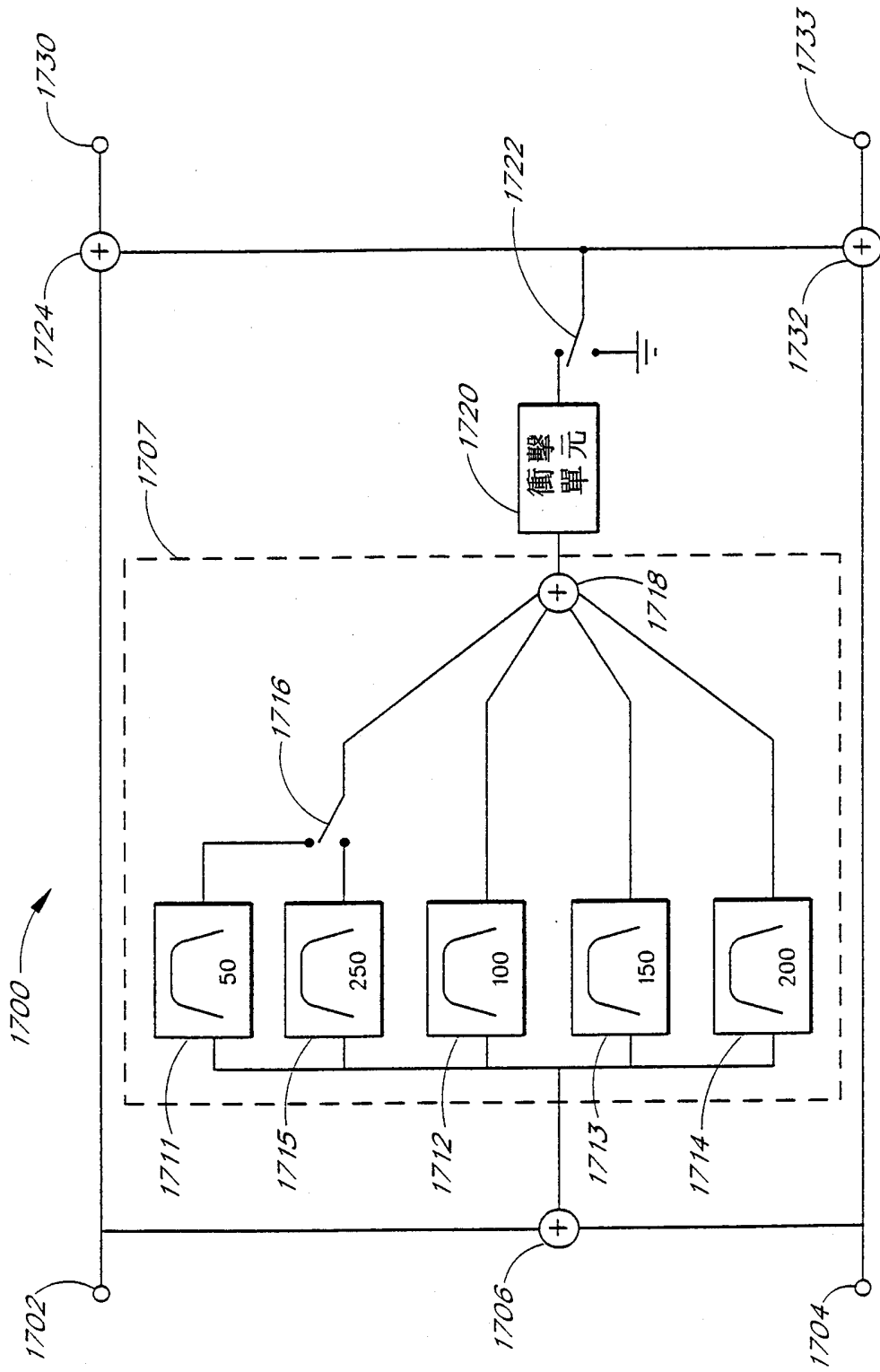
圖式



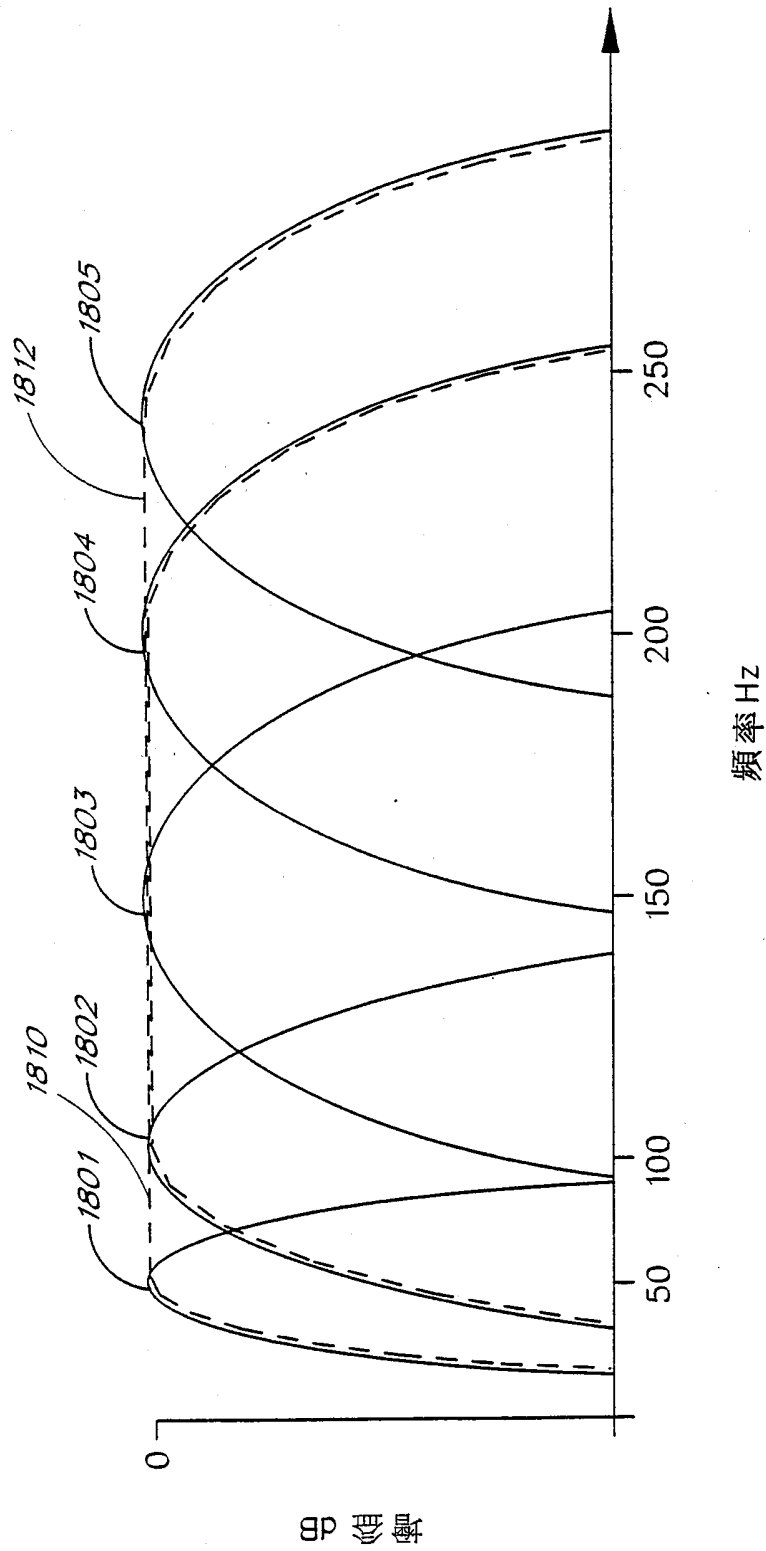
第十圖 B



第十圖 C

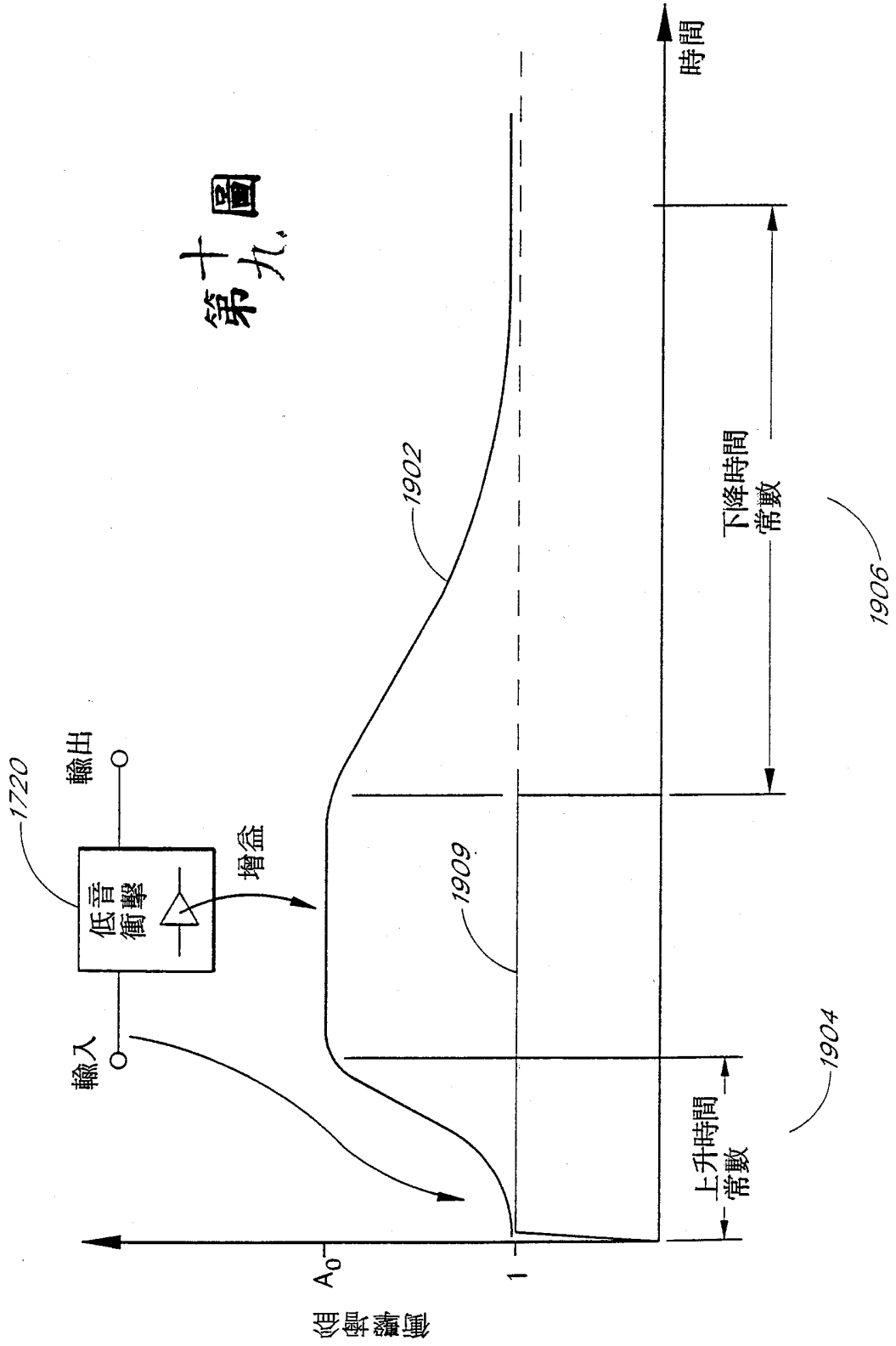


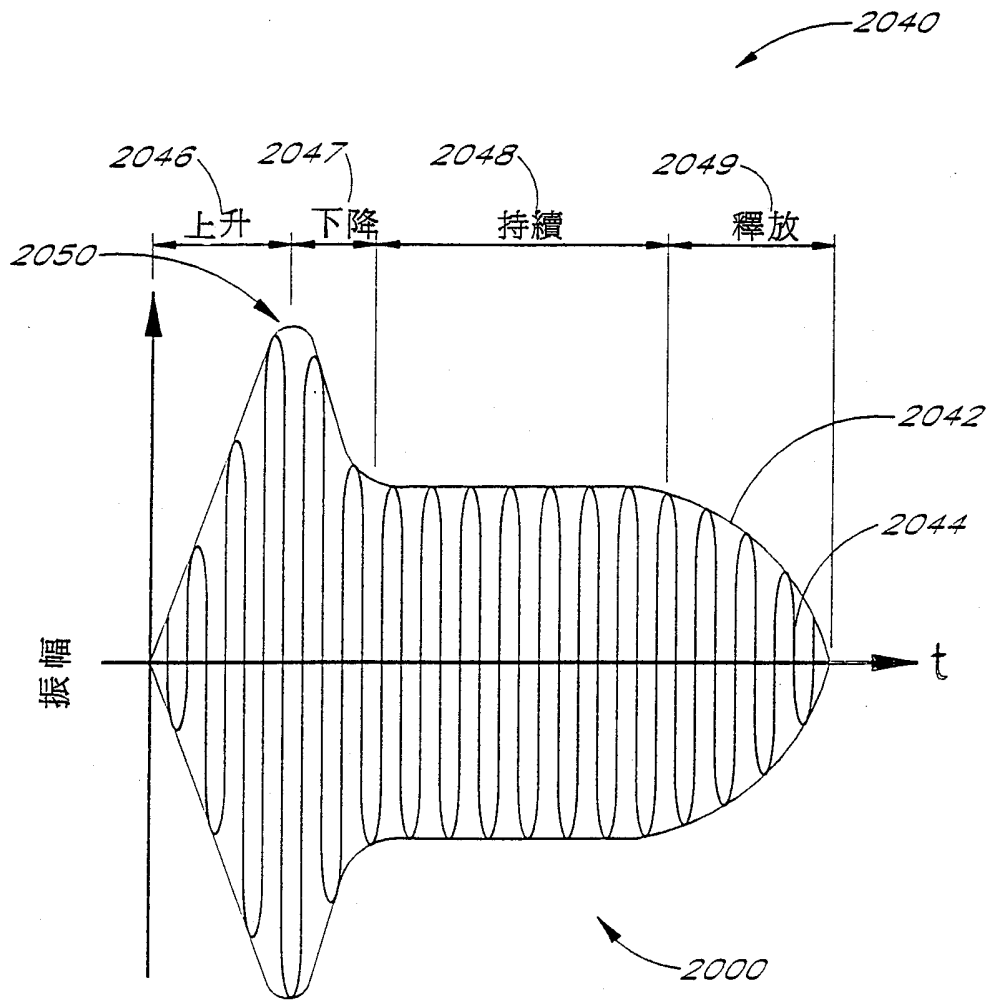
第七圖



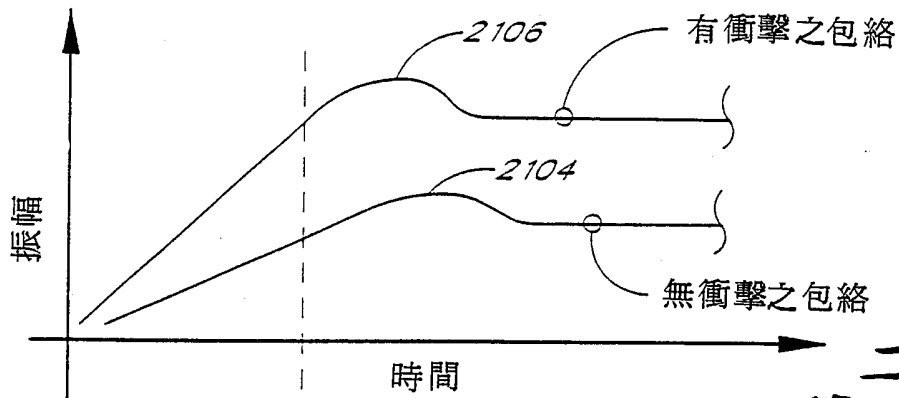
第八圖

# 第九圖

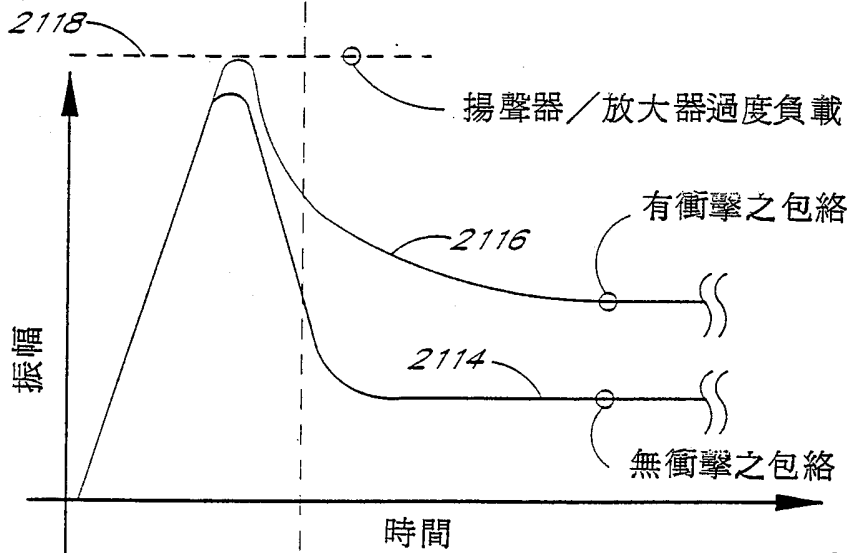




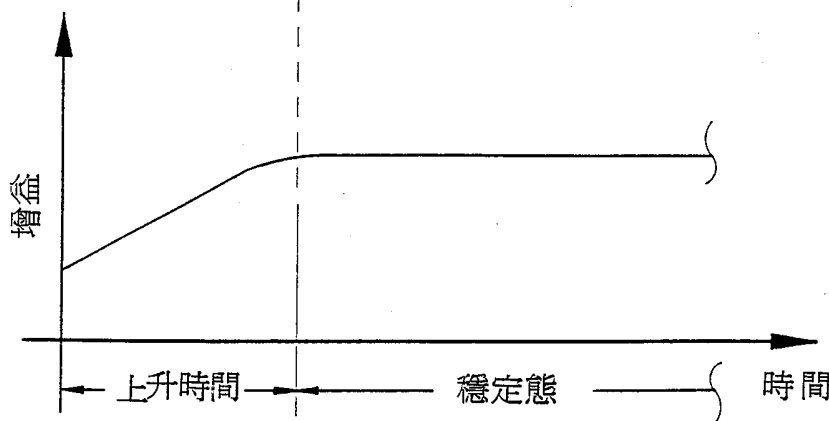
第二十圖



第十圖 A

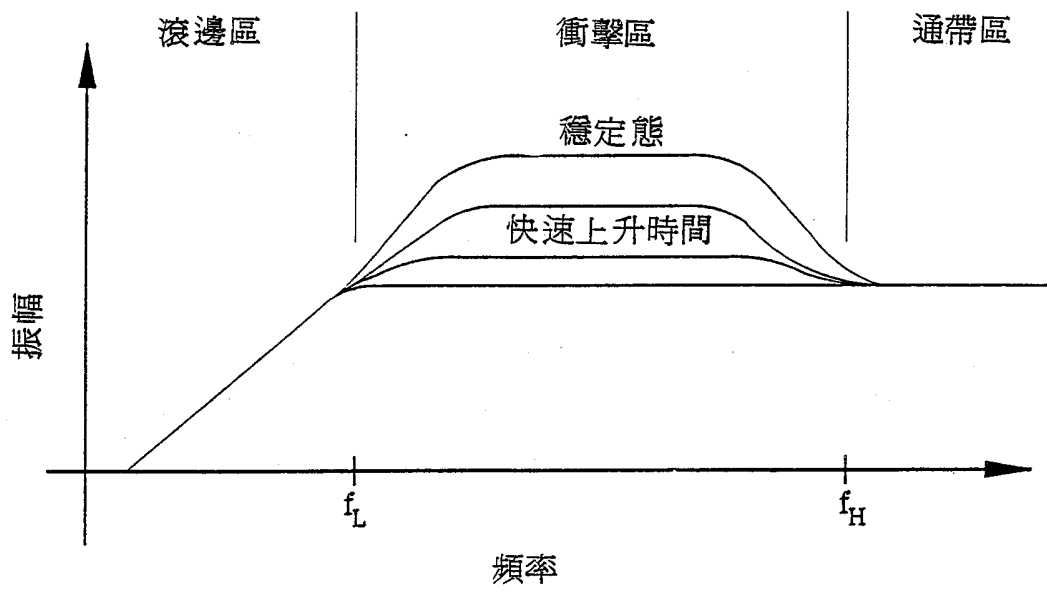


第十圖 B

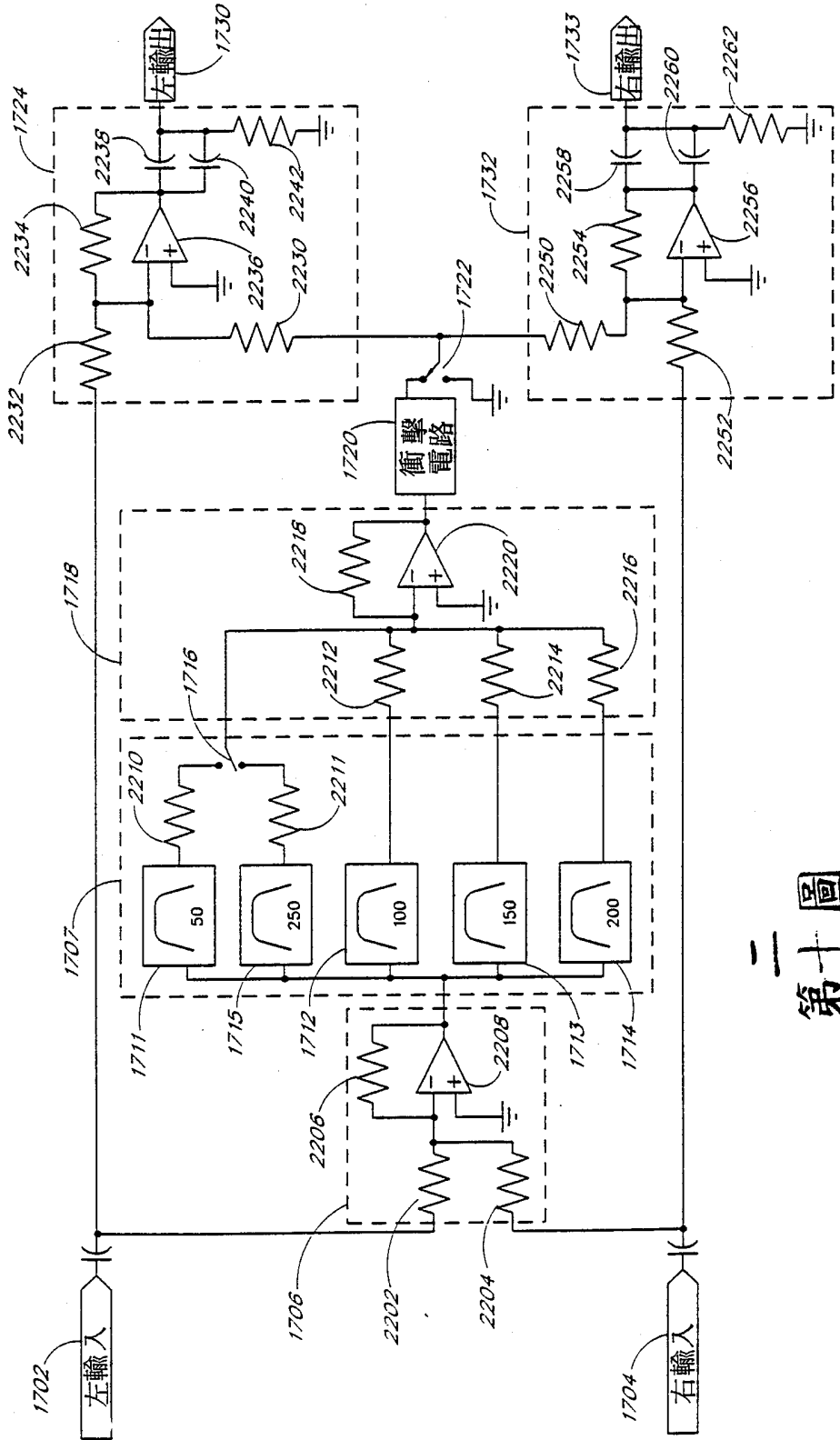


第十圖 C

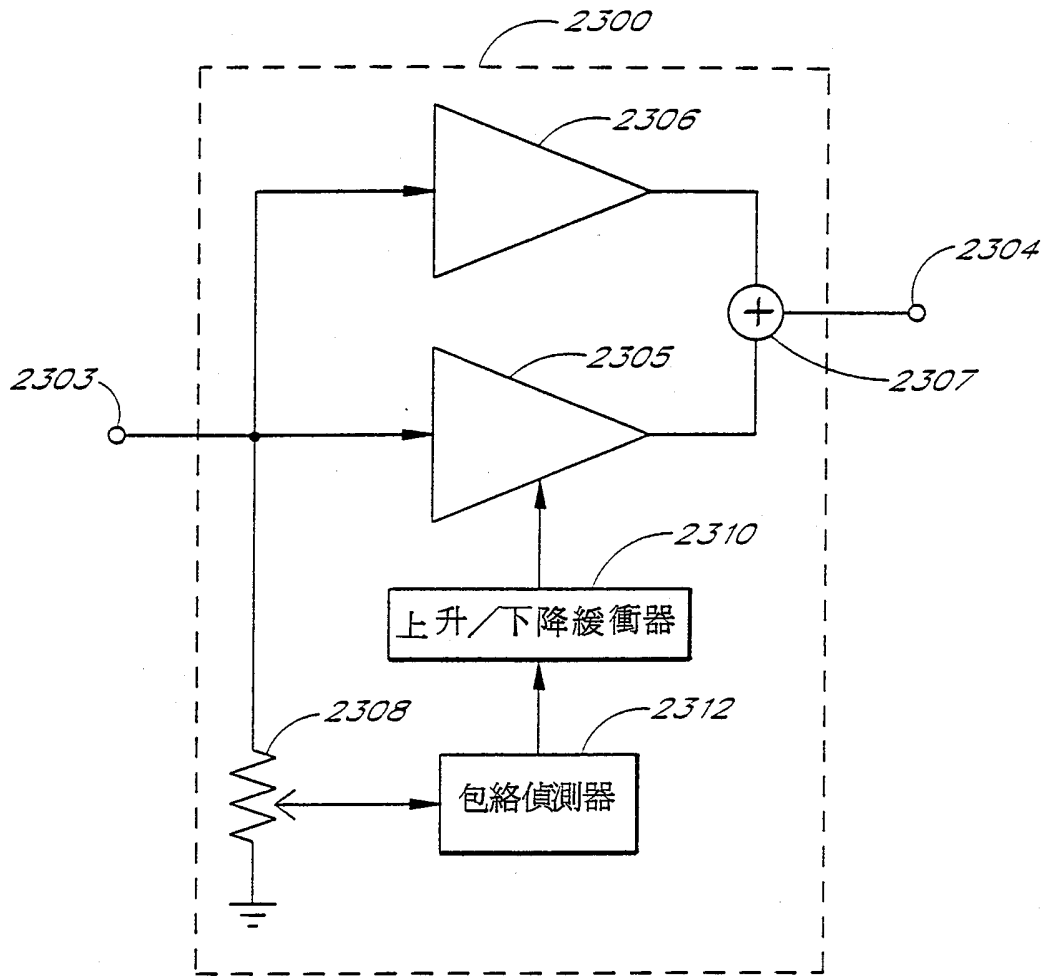
圖式



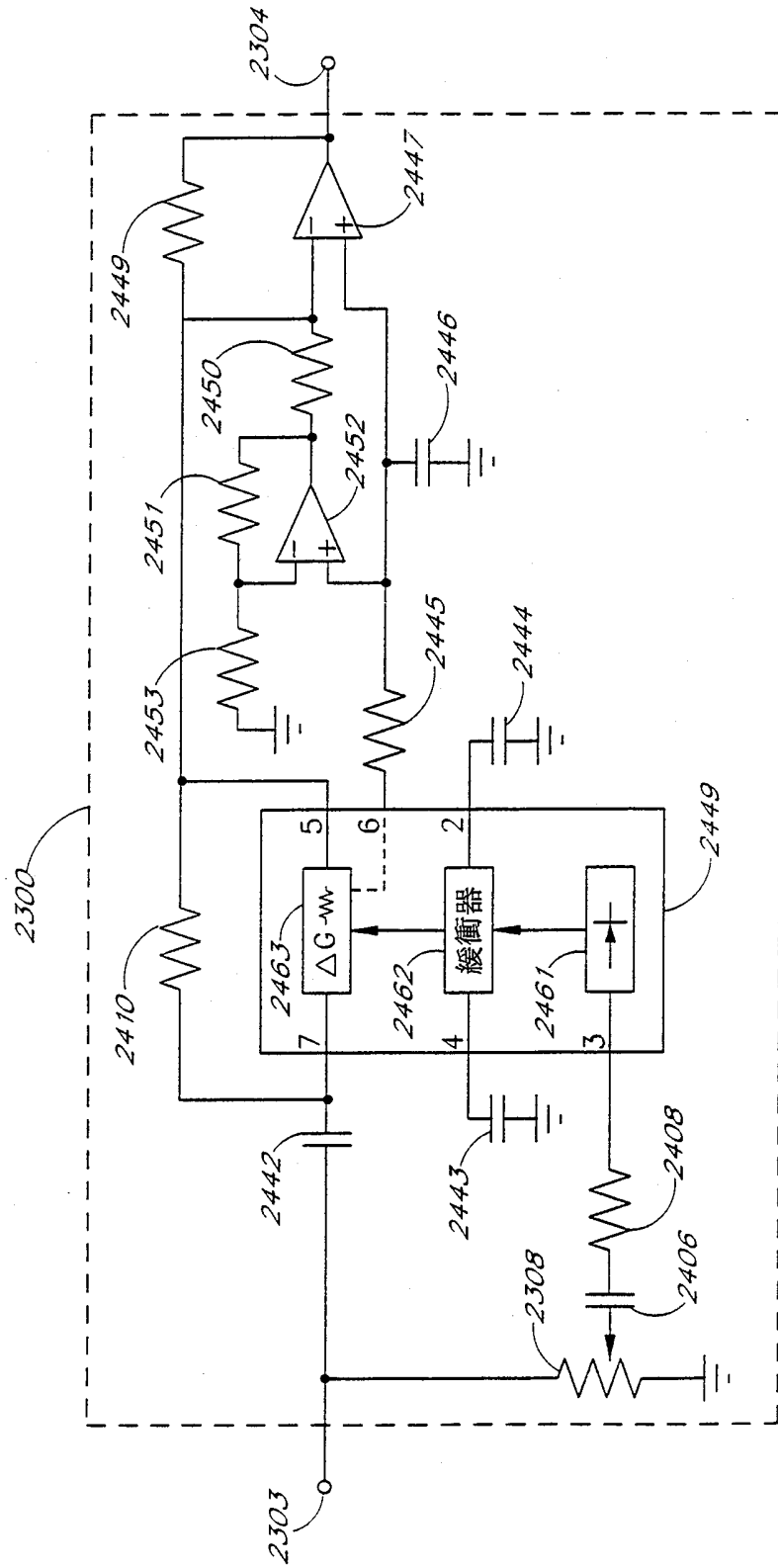
二  
第十圖 D  
一



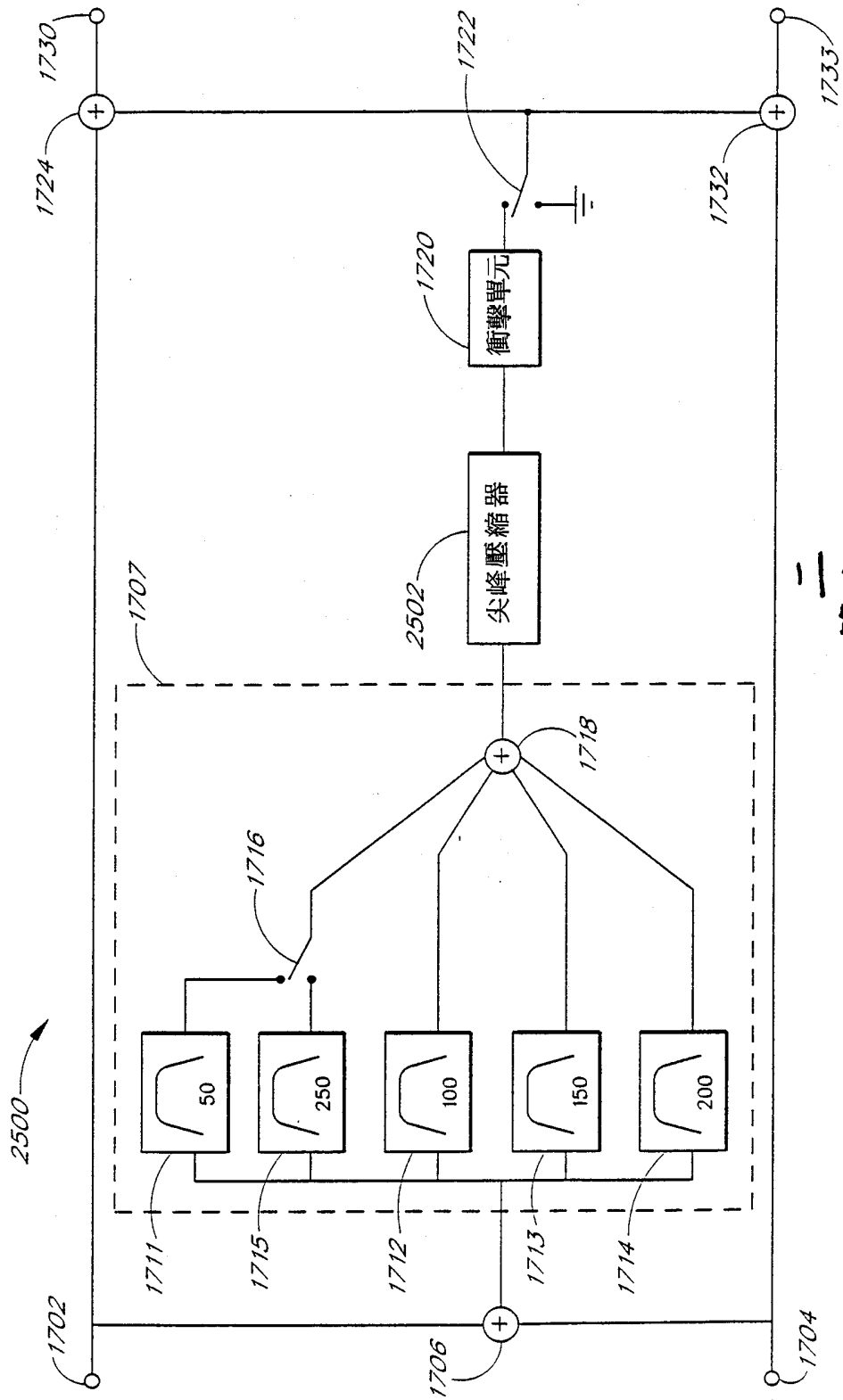
第二十圖



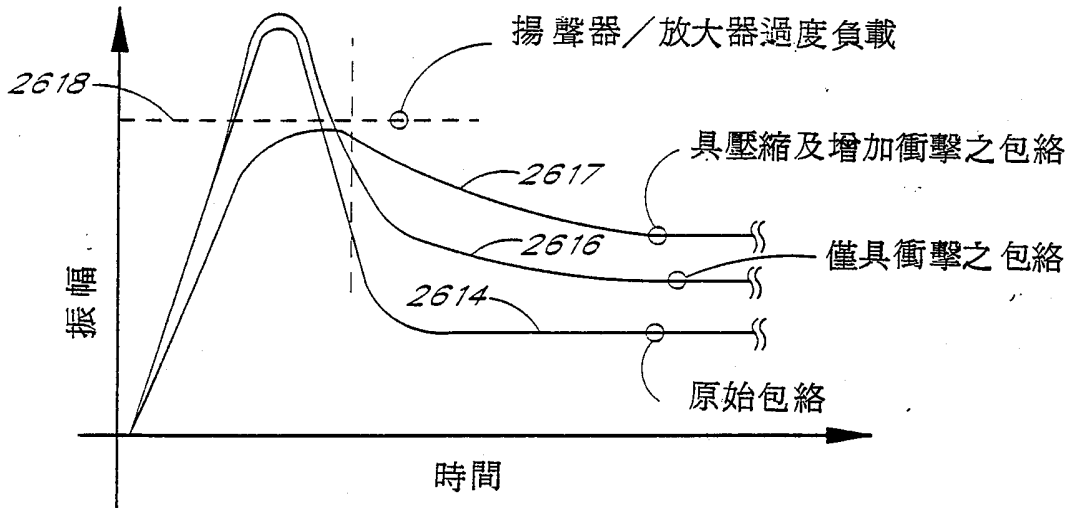
第二十圖  
三



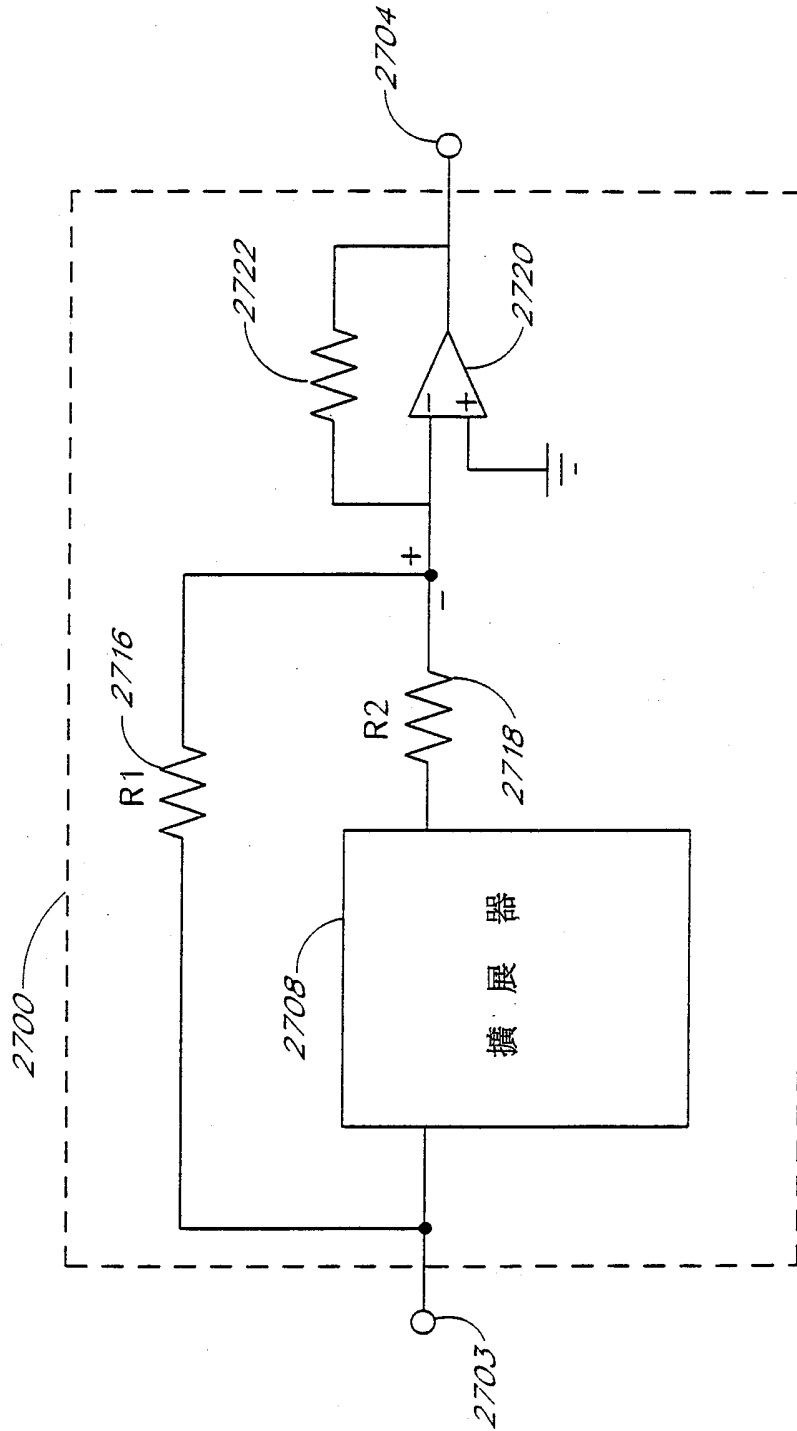
第二十圖



第二十圖  
五



二  
第十圖  
六



第二十圖