

發明專利說明書

PD1060356

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：P5115005

※申請日期：P5.4.27

※IPC 分類：H04S 5/00

**一、發明名稱：**(中文/英文)

虛擬重低音之合成方法

METHOD FOR VIRTUAL BASS SYNTHESIS

**二、申請人：**(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY

代表人：(中文/英文)

張俊彥/CHANG, CHUN-YEN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

1001 TA-HSUEH RD., HSINCHU, TAIWAN R.O.C.

國 籍：(中文/英文)

中華民國/R.O.C

**三、發明人：**(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 白明憲/Bai, Mingsian R.

2. 曾文亮/Tseng, Wen-Liang

3. 林婉琪/Lin, Wan-Chi

國 籍：(中文/英文)

1.~3. 中華民國/R.O.C

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 五、中文發明摘要：

本發明揭示一種虛擬重低音之合成方法，重低音係原始聲頻信號經過低通濾波器後所獲得之低頻信號，首先可先降低此低頻信號之取樣頻率以降低運算量，再使此低頻信號移至整數倍頻之多個諧波，且然後升高該等諧波之取樣頻率，藉由升高取樣頻率的諧波利用心理聲學之原理來找出不同權重的比例後，與去除重低音之原始聲頻信號相加，其效果會與未處理之重低音效果相當，因諧波為較高頻之信號，使得面板式揚聲器及普通低階之揚聲器可實現重低音之效應。

## 六、英文發明摘要：

The present invention discloses a method for virtual bass synthesis. The low frequency signal is obtained by applying a low pass filter to the original. In order to reduce the complexity, process of down sampling the low frequency signal, moving the low frequency signal to a series of harmonics whose frequencies are integral times as large as the frequency of low frequency signal, and then up sampling them are provided. By means of psycho-acoustic theory, the weights of harmonics are attained and applied to the harmonics. Finally, the weighted harmonics are combined to produce the bass signal. As a result, the virtual bass effect which is almost the same as the low frequency of the original audio signal can be realized. Because the harmonic signals are high frequency ones, the virtual effect can be made in the panel speakers or ordinary low-end speakers.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 1 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無。

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種聲頻合成方法，且特別有關於一種虛擬重低音之合成方法。

### 【先前技術】

近年來，視聽娛樂的享受越來越重要，舉凡數位電視、MP3 隨身聽、手機、家庭劇院等，除本身應具備的一般音效功能外，所附加的特殊音效功能也越來越重要，重低音的表現即為一重要課題。

普通喇叭對於低頻音訊表現效果不佳，而過去為了使小型喇叭及桌上型多媒體喇叭表現出重低音的效果，往往藉由加強低頻信號的增益或另外再附加重低音喇叭來實現重低音之效果，然而前者的作法由於非線性失真以及物理性的傷害，往往會降低喇叭的使用壽命，但若另使用重低音喇叭，卻又具有體積大且成本高之缺點，以至於較不實用。

美國專利公告第 US5,930,373 號專利揭示一種增強聲頻信號之方法及其系統，此增強聲頻信號之方法及其系統係使用多個諧波相加之總和來模擬低頻，但此方法將各諧波給予不適當之權值而導致聲音之強度失真，同時此增強聲頻信號方法之運算量龐大，將造成處理器極大的負荷。

### 【發明內容】

本發明之目的在於提供一種虛擬重低音之合成方法，可在一般揚聲器上有效實現重低音的效果，而保護揚聲器之使用壽命及降低成本，並可降低運算量及達成不失真的效應。

本發明，提供有一種虛擬重低音之合成方法，包含以下步驟：首先，使一聲頻信號通過一第一低通濾波器，以取出聲頻信號之一重低音信號；接著，利用一聲頻相位編碼器（phase vocoder）來對該重低音信號執行一調變處理以產生複數個諧波；然後參考一等效響度位準圖來調整該等諧波信號之每個諧波信號的一權值；以及依據每個諧波信號的權值來合成該等諧波信號與經取出重低音信號之所餘部分的聲頻信號，以產生一虛擬重低音之聲頻信號。

進一步地，依照本發明的較佳實施例所述之合成方法進一步包含使重低音信號之取樣頻率降低，以簡化該調變處理，以及使諧波之取樣頻率提高，並使其通過一第二低通濾波器以去除高頻雜訊，而精確地合成諧波信號與經取出該重低音信號之所餘部分的聲頻信號來產生一虛擬重低音之聲頻，其中該重低音信號之聲頻信號的頻率係在含 120 赫茲以下的範圍內。

本發明因採用以多個諧波依不同權重值來產生重低音，並降低取樣頻率以減少運算量之結構，可使用非重低音揚聲器，例如面板式揚聲器、普通低階之揚聲器來實現重低音之效果，而可保護揚聲器之使用壽命及降低成本，並可降低運算量及達成不失真的效果。

為使本發明之上述及其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉出較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

#### 【實施方式】

第 1 圖係描繪本發明實施例虛擬重低音之合成方法的頻率分佈圖。若輸入聲頻信號為 50Hz (赫茲) 以及 130Hz 的信號時，將此輸入聲頻信號通過低通濾波器以得到位於低通頻帶之 50Hz 的低頻信號，而高通頻帶則為 130Hz 之信號，重低音信號之聲頻信號的頻率係含在 120Hz 或以下的範圍內，利用聲頻相位編碼器 (phase vocoder) 來得到 50Hz 之相關諧波序列，將重低音信號調變為頻率為 100Hz、150Hz、200Hz、250Hz 的諧波，諧波之相位需與原重低音信號相同，來達成無失真之效果。本實施例係以重低音信號之 2~5 倍頻來產生諧波，但本發明並不限於 2~5 倍頻之諧波，熟知此技藝之人士當知可依設計自由度來產生重低音信號之任何整數倍頻的諧波。

第 2 圖係描繪一等響度位準曲線圖。由於人耳對不同頻率的聲音有不同的靈敏度，該等響度位準曲線圖係一以實驗的方法統計出人耳對各種頻率感覺響度相同的曲線。從第 2 圖可看出人耳對於低頻 (約小於 300Hz) 與高頻 (約大於 10KHz) 的靈敏性較差。而每一條曲線都是以其在 1KHz 處的聲強位準標示，響度位準單位叫做風 (phon)，風 (phon) 相當於每條曲線在 1KHz (KiloHertz, 千赫茲) 處的聲強位準值，例如在等響度曲線 201 上，40Hz 及 90dB 的聲頻信號為 50phon，響度愈高的曲線則愈平坦。而在本實施例之虛擬重低音中，係利用等響度位準之概念來決定各諧波之權值。

於第 2 圖中以 20 風 (phon) 之等響度曲線 201 為例，

於 50Hz 處所得之聲強位準為 55dB，而同樣的響度在 100Hz 處所得之聲強位準為 38dB，在 150Hz 處所得之聲強位準為 30dB，在 200Hz 處所得之聲強位準為 24dB，其餘頻率處可依此類推。所以我們可求出 50Hz 的兩倍、三倍、四倍、五倍頻處等相對於 50Hz 處的大小值，來當做各諧波的權值，藉由各諧波之權值可產生虛擬重低音來取代重低音，最後以各諧波與原聲頻信號之高於 120Hz 的部分相合成，即可以得到與原聲頻信號相等的聲頻信號。

第 3 圖係描繪本發明另一實施例之虛擬重低音之合成方法的降頻方塊圖。與上述實施例不同之處在於本實施例可減少運算量，一般來說，聲頻信號之取樣頻率為 44.1kHz，因為重低音信號之頻率非常低，若在 44.1kHz 之取樣頻率時，將運算大量重複之重低音信號資訊。在本實施例中，將原始輸入聲頻信號降低至 1.6kHz，此藉由降低取樣頻率來減少資料量減少，可大量減少運算量。

在第 3 圖中，若原始輸入聲頻信號  $x[n]$  的取樣頻率為 44.1kHz，及取樣週期為  $T$  時，則在降低取樣頻率之前，為了取出重低音信號，原始輸入聲頻信號需先經過低通濾波器 301，其中低通濾波器 301 之增益為 1，而截止週期為  $\pi/M$ ，因此，低通濾波器 301 之特性使得取出之重低音信號增益不變。

此外，由於考慮到重低音信號與取樣頻率之頻疊 (aliasing) 現象，低通濾波器 301 可消除高頻部分而呈現取樣週期仍為  $T$  之聲頻信號  $\tilde{x}[n]$ 。同時，因為重低音信號的頻率



為 120Hz 以下，需使用降頻器 302 將 44.1KHz 的取樣頻率降低至 1.6kHz，以避免浪費太多的運算量。經過降頻器 302 所得到聲頻信號  $\tilde{x}_d[n] = \tilde{x}[nM]$ ，此時之取樣週期為  $T' = MT$ 。若取樣頻率從 44.1KHz 降低至 1.6KHz 時，則因 120Hz 之重低音信號的四倍頻為 480Hz，而取樣頻率的一半就是奈氏頻率 (Nyquist frequency)，故 480Hz 並沒有超過奈氏頻率，也就不會出現頻疊 (aliasing) 現象，然後，利用聲頻相位編碼器來對該重低音信號執行一調變處理，即可產生相位相同、頻率為重低音信號之整數倍之諧波。

第 4 圖係描繪本發明另一實施例之虛擬重低音之合成方法的分頻圖。而在產生頻率在 120Hz 以下之低頻訊號時，為了更精確的實現複數個諧波以及其所相對應的權值，吾人將降頻處理過的低頻訊號在頻率域分成三個頻帶：20Hz~60Hz, 60Hz~90Hz, 90Hz~120Hz；將此三個頻帶的訊號分別產生其數個高頻的諧波。在頻率域上分頻帶的原因是：針對 60Hz 以下的訊號，其二倍頻甚至三倍頻，也都是低於 120Hz 的極低頻，對於揚聲器來說，是低於其臨界頻率的訊號，因此必須產生更高頻的數個諧波來取代原本二倍頻以及三倍頻等訊號。因此在頻率域上分成三個頻率帶，再分別針對此三個頻率帶產生出相對應的高頻諧波，以及求出各相對應的權值，以達到更精確的重低音效果實現。

第 5 圖係描繪本發明另一實施例之虛擬重低音之合成方法的升頻方塊圖。經過降低取樣頻率之重低音信號，在經調變後將成為諧波，其中諧波仍維持同樣之取樣頻率 1.6kHz，

此時，需藉由升頻器 401 來提升諧波至原來取樣頻率 44.1kHz 以與原來除去重低音信號之原始聲頻信號合成。各個諧波  $x[n]$  之取樣週期為  $T$ ，在經過升頻器 401 後，取樣頻率將調回 44.1kHz，而此時之諧波訊號  $x_c[n]$  之取樣週期將為  $T'=T/L$ ，其中該 44.1kHz 之信號適合於 PC (personal computer, 個人電腦) 端或 DSP (digital signal processor, 數位信號處理器) 之播放。經過升頻器 401 之諧波信號需再經過低通濾波器 402，其中低通濾波器 402 之增益為  $L$ ，截止週期為  $\pi/L$ ，此係因升頻之後會產生高頻部分，故需要低通濾波器 402 將高頻部分濾除，以產生升頻信號  $x_i[n]$ ，而此時之取樣頻率維持不變。接著，再利用等響度位準圖來求得各諧波信號之權值，最後再依據各諧波信號之權值來將這些諧波信號與原始聲頻信號經過高通濾波器的高頻信號合成以輸出，可完全實現虛擬重低音。

第 6 圖係描繪本發明實施例之虛擬重低音之合成方法的流程圖。虛擬重低音之合成方法圖包含下列步驟：首先，在步驟 S601 中，使一聲頻信號通過一低通濾波器，以取出聲頻信號之一重低音信號；接著，在步驟 S603 中利用一聲頻相位編碼器 (phase vocoder) 來對重低音信號執行一調變處理以產生複數個諧波；然後，在步驟 S605，參考一等效響度位準圖來調整該等諧波信號之每個諧波信號的一權值；隨後，在步驟 S607 中，依據諧波信號之每個諧波信號的權值來合成諧波信號與經取出重低音信號之所餘部分之聲頻信號，而產生一虛擬重低音之聲頻信號。

綜上所述，在本發明之虛擬重低音之合成方法中，由於採用整數倍之諧波來產生虛擬重低音、並利用降低取樣頻率來減低運算量、及維持各諧波信號之相位與原始聲頻信號相同來達成不失真之結構，可在一般揚聲器例如面板式揚聲器、普通低階之揚聲器上有效實現重低音的效果，可保護揚聲器之使用壽命並降低成本、並可降低運算量及達成不失真的效應。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，可在不脫離本發明之精神和範圍內，完成若干改變及修正，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

#### 【圖式簡單說明】

第 1 圖係描繪本發明實施例虛擬重低音之合成方法的頻率分佈圖；

第 2 圖係描繪一等響度位準曲線圖；

第 3 圖係描繪本發明另一實施例之虛擬重低音之合成方法的降頻方塊圖；

第 4 圖係描繪本發明另一實施例之虛擬重低音之合成方法的分頻圖；

第 5 圖係描繪本發明另一實施例之虛擬重低音之合成方法的升頻方塊圖；以及

第 6 圖係描繪本發明實施例之虛擬重低音之合成方法的流程圖。

#### 【主要元件符號說明】

201 ~ 203	等響度曲線
301、402、502	低通濾波器
302	降頻器
401	升頻器
S601 ~ S607	虛擬重低音之合成方法的各步驟

## 十、申請專利範圍：

1. 一種虛擬重低音之合成方法，包含以下步驟：

使一聲頻信號通過一第一低通濾波器，以取出該聲頻信號之一重低音信號；

利用一聲頻相位編碼器（phase vocoder）來對該重低音信號執行一調變處理以產生複數個諧波信號；

參考一等效響度位準圖來調整該等諧波信號之每個諧波信號的一權值；以及

依據該等諧波信號之每個諧波信號的該權值來合成該等諧波信號與經取出該重低音信號之所餘部分的該聲頻信號，來產生一虛擬重低音之聲頻信號。

2. 如申請專利範圍第 1 項之虛擬重低音之合成方法，其中該等諧波信號之各個諧波信號的相位與所取出之該聲頻信號的該重低音信號之相位相同。

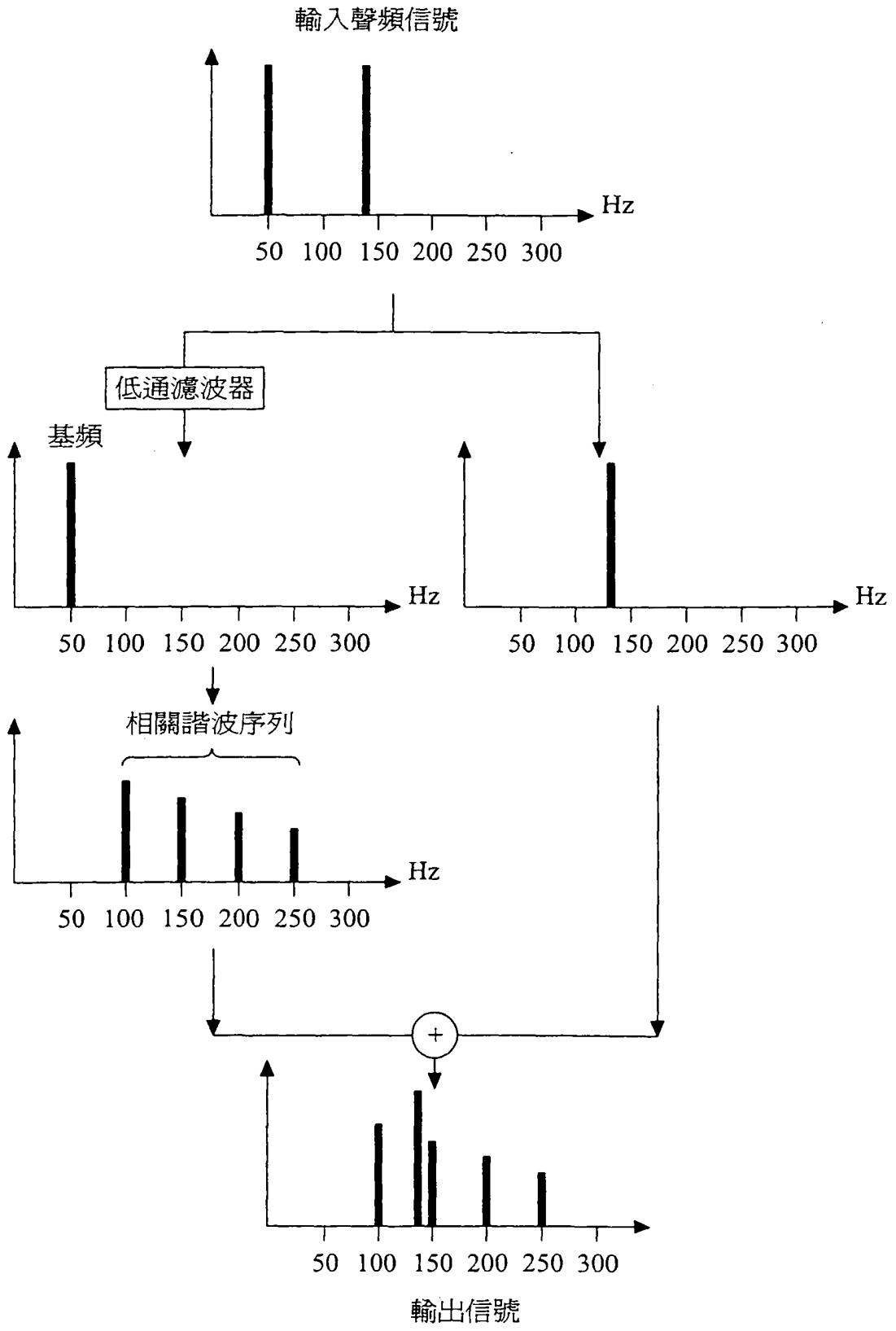
3. 如申請專利範圍第 1 項之虛擬重低音之合成方法，進一步包含使該重低音信號之取樣頻率降低，以簡化該調變處理，以及使該等諧波之取樣頻率提高，以精確地合成該等諧波信號與經取出該重低音信號之所餘部分的該聲頻信號。

4. 如申請專利範圍第 3 項之虛擬重低音之合成方法，進一步包含使該等取樣頻率提升之諧波通過一第二低通濾波器以去除一高頻雜訊。

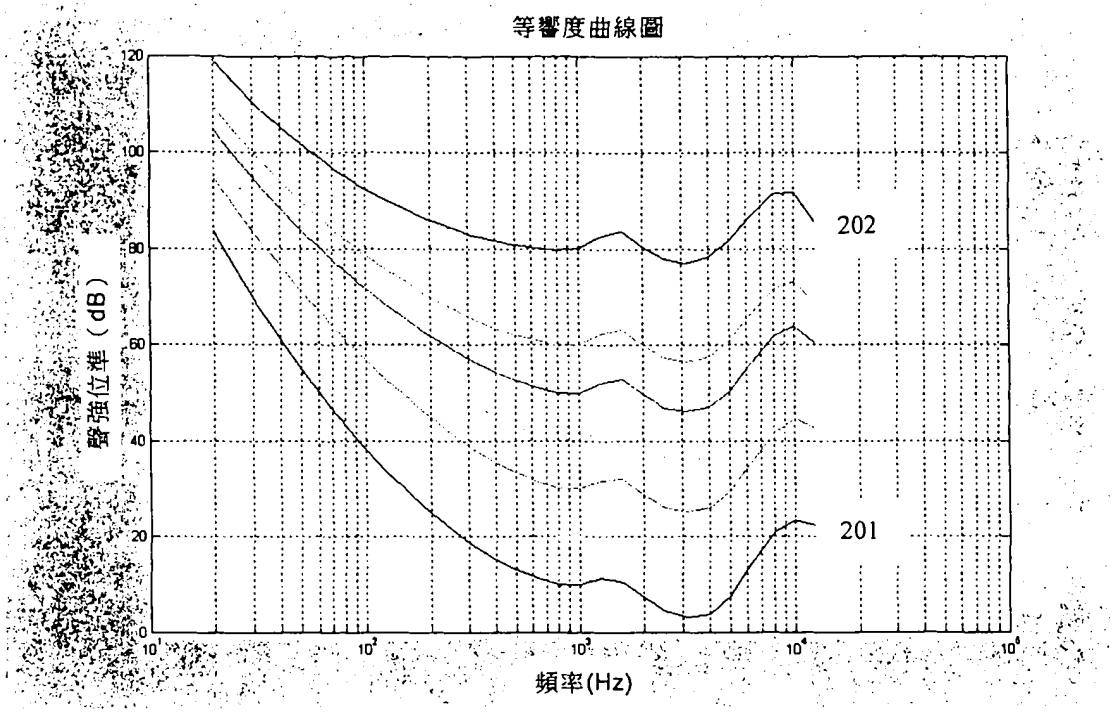
5. 如申請專利範圍第 1 項之虛擬重低音之合成方法，其中該等諧波信號之頻率為該重低音信號之頻率的整數倍。

6. 如申請專利範圍第 1 項之虛擬重低音之合成方法，其中該重低音信號之聲頻信號的頻率係 120 赫茲及 120 赫茲以下範圍的頻率。

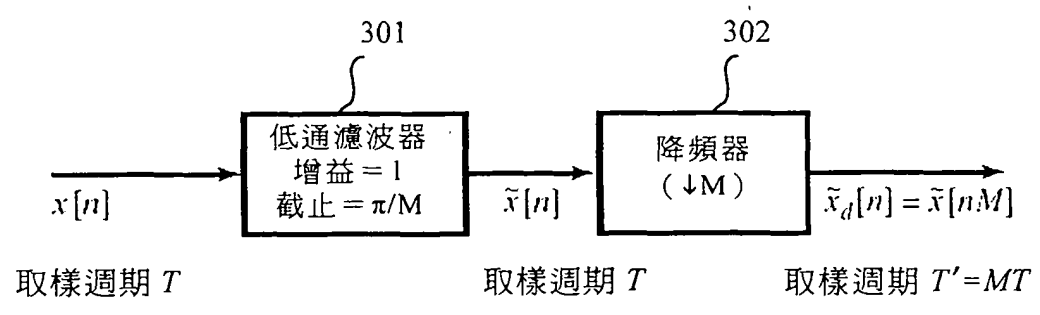
十一、圖式：



第 1 圖

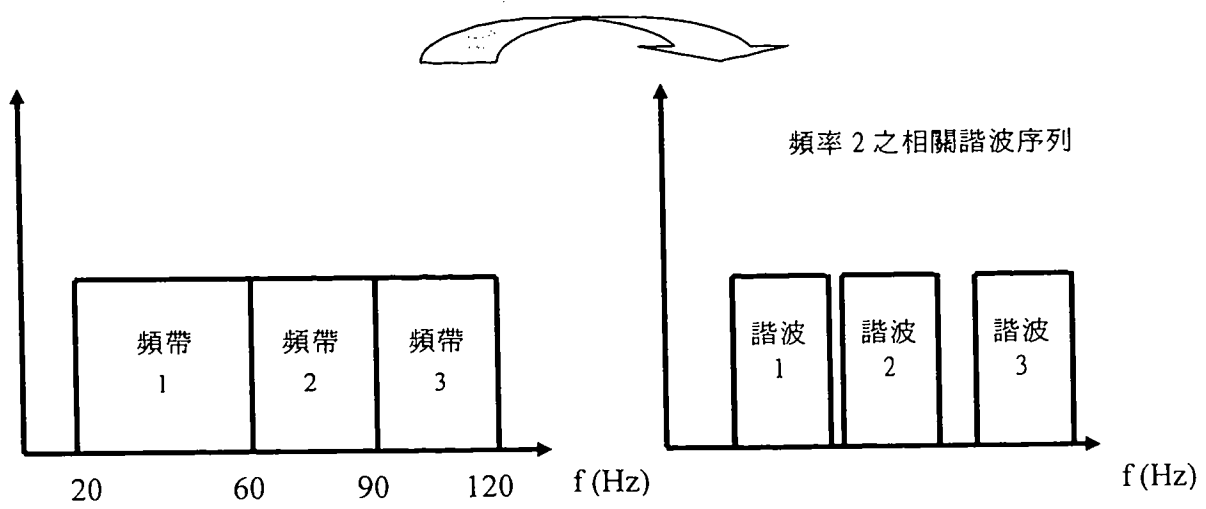


第 2 圖

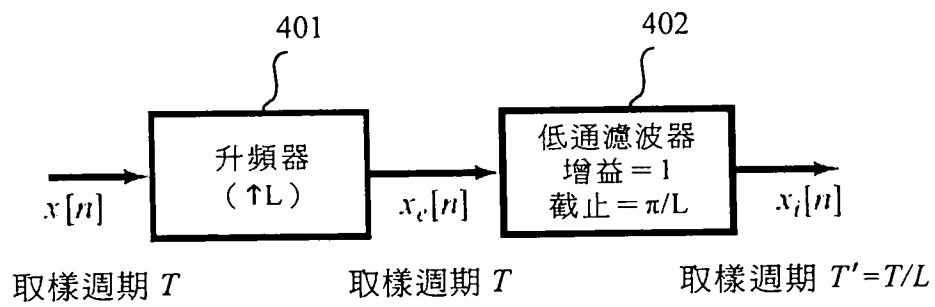


第 3 圖

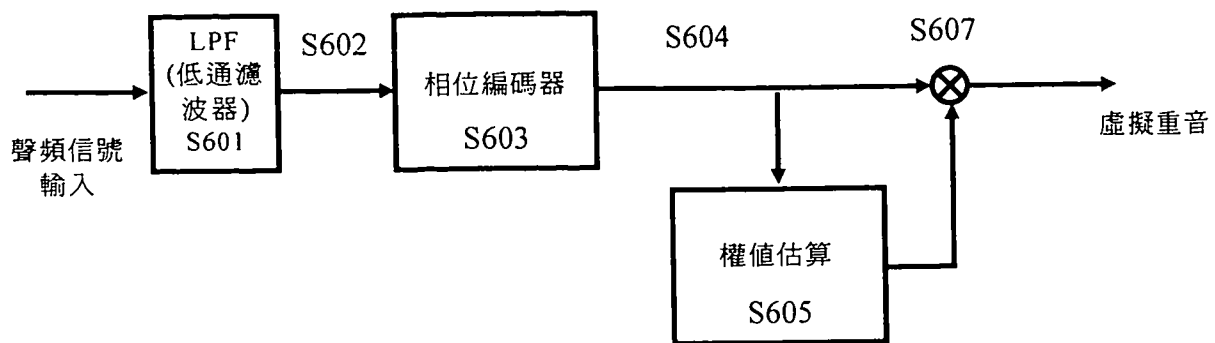




第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖