



(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 I491235 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：101150170

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 26 日

(51) Int. Cl. : **H04L7/02 (2006.01)**(71) 申請人：晨星半導體股份有限公司 (中華民國) MSTAR SEMICONDUCTOR, INC (TW)
新竹縣竹北市台元街 26 號 4 樓之 1

(72) 發明人：賴科印 LAI, KO YIN (TW)；蘇俊吉 SU, CHUN CHI (TW)；郭志成 KUO, CHIH CHENG (TW)；彭嘉笙 PENG, CHIA SHENG (TW)

(74) 代理人：祁明輝；林素華；涂綺玲

(56) 參考文獻：

US 7012983B2

US 2002/0001043A1

審查人員：陳哲賢

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：6 共 32 頁

(54) 名稱

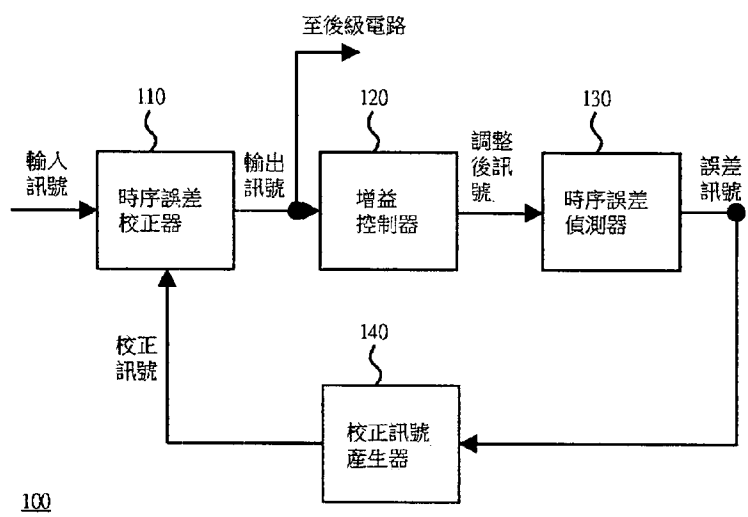
時序回復裝置及方法

TIMING RECOVERY DEVICE AND METHOD

(57) 摘要

本案揭露一種時序回復裝置，用來補償一輸入訊號之一取樣頻率偏移。該時序回復裝置包含：一時序誤差校正器，用來依據一校正訊號以及該輸入訊號產生一輸出訊號；一增益控制器，用來調整該輸出訊號之一訊號邊緣低頻誤差成分及一訊號邊緣高頻誤差成分的至少其中之一，並據以輸出一調整後訊號；一時序誤差偵測器，用來依據該調整後訊號產生一誤差訊號；以及一校正訊號產生器，耦接該時序誤差偵測器及該時序誤差校正器，用來依據該誤差訊號產生該校正訊號，並輸出該校正訊號至該時序誤差校正器以補償該輸入訊號之取樣頻率偏移。

The present invention discloses a timing recovery apparatus for compensating a sampling frequency offset of an input signal. The timing recovery apparatus comprises: a timing error corrector for generating an output signal according to an input signal and a calibration signal; a gain controller for adjusting at least one of a signal edge low-frequency error component and a signal edge high-frequency error component of the output signal to thereby generate a modified signal; a timing error detector for generating an error signal according to the modified signal; and a calibration signal generator coupled to the timing error detector and the timing error corrector for generating the calibration signal according to the error signal and outputting the calibration signal to the timing error corrector to compensate the sampling frequency offset of the input signal.



- 100 . . . 時序回復裝置
- 110 . . . 時序誤差校正器
- 120 . . . 增益控制器
- 130 . . . 時序誤差偵測器
- 140 . . . 校正訊號產生器

100

圖 1

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：(01156170)

※申請日：101.12.26

※IPC分類：H04L7/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)


時序回復裝置及方法/Timing recovery device and method

二、中文發明摘要：

本案揭露一種時序回復裝置，用來補償一輸入訊號之一取樣頻率偏移。該時序回復裝置包含：一時序誤差校正器，用來依據一校正訊號以及該輸入訊號產生一輸出訊號；一增益控制器，用來調整該輸出訊號之一訊號邊緣低頻誤差成分及一訊號邊緣高頻誤差成分的至少其中之一，並據以輸出一調整後訊號；一時序誤差偵測器，用來依據該調整後訊號產生一誤差訊號；以及一校正訊號產生器，耦接該時序誤差偵測器及該時序誤差校正器，用來依據該誤差訊號產生該校正訊號，並輸出該校正訊號至該時序誤差校正器以補償該輸入訊號之取樣頻率偏移。

三、英文發明摘要：

The present invention discloses a timing recovery apparatus for compensating a sampling frequency offset of an input signal. The timing recovery apparatus comprises: a timing error corrector for generating an output signal according to an input signal and a



calibration signal; a gain controller for adjusting at least one of a signal edge low-frequency error component and a signal edge high-frequency error component of the output signal to thereby generate a modified signal; a timing error detector for generating an error signal according to the modified signal; and a calibration signal generator coupled to the timing error detector and the timing error corrector for generating the calibration signal according to the error signal and outputting the calibration signal to the timing error corrector to compensate the sampling frequency offset of the input signal.

四、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：

- 100 時序回復裝置
- 110 時序誤差校正器
- 120 增益控制器
- 130 時序誤差偵測器
- 140 校正訊號產生器

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】

本案是關於一種時序回復裝置及一種時序回復方法，尤其是一種透過增益調整以回復時序之時序回復裝置及時序回復方法。

【先前技術】

於一通訊系統中，當傳送端與接收端的取樣率不匹配時，接收端會發生取樣頻率偏移（Sampling Frequency Offset, SFO）。該取樣頻率偏移如未經補償，會造成取樣點的誤差，且該誤差會隨著時間不斷累積，進而對系統效能造成嚴重的影響，因此，一般通訊系統均會設有時序回復裝置以補償取樣頻率偏移的問題。時序回復裝置之設計可分為資料輔助（Data-Aided）之設計及無資料輔助（Non-Data Aided）之設計（或稱為盲蔽式（Blind）設計）。資料輔助之設計係利用已知的領航訊號（Pilot Signal）或訓練序列（Training Sequence）來使傳送端與接收端之時序同步，此種設計建立同步的速度較快，但會消耗額外的傳輸頻寬；而無資料輔助之設計則無需領航訊號或訓練序列即可同步傳送端與接收端之時序，因此不會消耗額外的傳輸頻寬，但相對地會需要較長的時間來達成同步。通常對於同步時間要求較嚴格的系統（例如一無線區域網

路通訊系統)會利用資料輔助之設計來建立同步；而對於同步時間要求較寬鬆的系統(例如一無線廣播通訊系統)會利用無資料輔助之設計來建立同步。

儘管時序回復技術已發展相當時間，但仍有其不足之處。由於行動裝置的普及，傳送端與接收端間經常存在相對運動，該相對運動會造成傳輸路徑與距離的變化，使得接收端所收到的訊號之頻率產生飄移，此現象被稱為都卜勒效應(Doppler Effect)，且當該相對運動的速度愈快時，都卜勒效應會愈加明顯，此時習知的時序回復技術無法保持穩定的取樣點，而會造成通訊系統的位元錯誤率或封包錯誤率上升。

【發明內容】

鑑於上述，本案之一目的在於提供一種時序回復裝置及一種時序回復方法，以解決先前技術的問題。

本案之另一目的在於提供一種時序回復裝置及一種時序回復方法，以透過增益調整來進行時序回復。

本案揭露了一種時序回復裝置，用來補償一輸入訊號之一取樣頻率偏移，包含：一時序誤差校正器，用來依據一校正訊號使用以及該輸入訊號以產生一輸出訊號，該輸出訊號包含一訊號邊緣低頻誤差成分及一訊號邊緣高頻誤差成分；一增益控制器，耦接該時序誤差校正器，用來調整該訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分的至少其中之一，並據以輸出

一調整後訊號；一時序誤差偵測器，耦接該增益控制器，用來依據該調整後訊號產生一誤差訊號；以及一校正訊號產生器，耦接於該時序誤差校正器及該時序誤差偵測器，依據該誤差訊號產生該校正訊號，並輸出該校正訊號至該時序誤差校正器以補償該取樣頻率偏移。

本案另揭露了一種時序回復方法，用來補償一輸入訊號之一取樣頻率偏移，適合藉由一時序回復裝置來執行，該時序回復方法包含：依據一校正訊號以及該輸入訊號產生一輸出訊號，其中該輸出訊號包含一訊號邊緣低頻誤差成分及一訊號邊緣高頻誤差成分；調整該訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分的至少其中之一，並據以輸出一調整後訊號；依據該調整後訊號產生一誤差訊號；以及依據該誤差訊號產生該校正訊號，其中該校正訊號係用來補償該取樣頻率偏移。

有關本案的特徵、實作與功效，茲配合圖式作較佳實施例詳細說明如下。

【實施方式】

本說明書的技術用語係參照本技術領域之習慣用語，如本說明書對部分用語有加以說明或定義，該部分用語之解釋係以本說明書之說明或定義為準。另外，在實施為可能的前提下，本說明書所描述之物件或事件間的相對關係，涵義可包含直接或間接的關係，所謂「間接」係指物件間尚有中間物或物理空

間的存在，或指事件間尚有中間事件或時間間隔的存在。再者，以下內容係關於時序回復(Timing Recovery)裝置及方法，對於該領域習見之技術或原理，若不涉及本案之技術特徵，將予以節略。此外，圖示中元件或訊號之形狀、尺寸、比例以及流程之步驟順序等僅為示意，係供本技術領域具有通常知識者瞭解本案之用，非對本案之實施範圍加以限制。

另外，以下說明內容之各個實施例分別具有一或多個技術特徵，然此並不意味著使用本案者必需同時實施任一實施例中的所有技術特徵，或僅能分開實施不同實施例中的一部或全部技術特徵。換句話說，在實施為可能的前提下，本技術領域具有通常知識者可依據本案之揭露內容，視設計規範或實作需求，選擇性地實施任一實施例中部分或全部的技術特徵，或者選擇性地實施複數個實施例中部分或全部的技術特徵之組合，藉此增加本案實施時的彈性。

本案之揭露內容包含一種時序回復裝置及一種時序回復方法，該時序回復裝置及方法可應用於一通訊系統，舉例來說，可應用於符合先進電視系統委員會(Advanced Television Systems Committee, ATSC)規範之一解調變器(Demodulator)，然此並非對本案之限制，僅供本案舉例說明暨本技術領域人士瞭解本案之用，易言之，本技術領域人士能依本案之揭露將本案應用於其它系統或裝置中，例如應用於一數位電視廣播(Digital Video Broadcasting, DVB)系統。此外，

在實施為可能的前提下，本技術領域具有通常知識者能夠依據本案之揭露內容來選擇等效之元件或步驟來實現本案，亦即本案之實施並不侷限於本說明書所揭露之實施例。另外，由於本案之時序回復裝置所包含之部分或全部元件之任一單獨而言可為已知的元件，因此在不影響該裝置發明之充分揭露及可實施性的前提下，本說明書對於實現該裝置發明之個別元件的細節將予以節略。再者，本案之時序回復方法可藉由本案之時序回復裝置來執行，亦可能透過其它時序回復裝置來執行，類似地，在不影響該方法發明之充分揭露及可實施性的前提下，以下說明對於執行該方法發明之硬體裝置的細節將予以節略。

請參閱圖 1，其係本案之時序回復裝置之一實施例的示意圖。如圖 1 所示，本實施例之時序回復裝置 100 包含：一時序誤差校正器 (Timing Error Corrector) 110，用來依據一校正訊號及一輸入訊號以產生一輸出訊號，該輸入訊號可以是但不限於由一同相 (In-Phase) 基頻訊號及一正交相 (Quadrature-Phase) 基頻訊號所產生之輸入訊號，此外，本實施例中，該時序誤差校正器 110 包含一插補電路 (Interpolating Circuit)，用來依據上述校正訊號選擇性地使用該輸入訊號之複數個取樣值來進行插補，藉此產生該輸出訊號；一增益控制器 120，耦接前述時序誤差校正器 110，用來調整該輸出訊號之一訊號邊緣低頻誤差成分及一訊號邊緣高頻誤差成分的至少其中之一，並據以輸出一調整後訊號，本實

施例中，該增益控制器 120 為一數位自動增益控制器 (Digital Auto Gain Controller, DAGC)，其可調整該訊號邊緣低頻誤差成分及/或該訊號邊緣高頻誤差成分之功率準位，使得該低頻及/或高頻誤差成分之功率準位等於複數個預設功率準位中的其中之一，藉此使該二誤差成分之功率準位相同或具有固定比例，然後再輸出包含該二誤差成分的調整後訊號；一時序誤差偵測器 130，耦接該增益控制器 120，用來依據上述調整後訊號產生一誤差訊號，本實施例中，時序誤差偵測器 130 採用加德納演算法 (Gardner Algorithm)，係利用該演算法計算該調整後訊號以產生該誤差訊號，加德納演算法之誤差計算可用下列式子表示： $e_n = (r_n - r_{n-2}) \cdot r_{n-1}$ ，其中 n 代表第 n 個時間點、 e_n 代表誤差、 r_n 與 r_{n-1} 及 r_{n-2} 代表不同時間點的接收訊號、且 r_n 與 r_{n-2} 相隔一個訊號週期 T 、以及 r_n 與 r_{n-1} 相隔二分之一個訊號週期 $T/2$ ，由於加德納演算法已廣泛地應用於本技術領域且為本領域人士所熟知，因此進一步的理論推導在此不予贅述；以及一校正訊號產生器 140，耦接該時序誤差偵測器 130 及該時序誤差校正器 110，用來依據該誤差訊號產生前述校正訊號，並輸出該校正訊號至該時序誤差校正器 110 以補償該輸入訊號之取樣頻率偏移，本實施例中，該校正訊號產生器 140 係一濾波器，其可依據一預設規則處理該誤差訊號以產生該校正訊號，該預設規則可以是將一段時間內所收到的誤差訊號施以平均運算、加權平均運算或其它已知且不影響本案之實施的運

算。

請注意，上述時序誤差校正器 110、增益控制器 120、時序誤差偵測器 130 及校正訊號產生器 140 之實施說明或範例是用來讓本技術領域人士瞭解本案，而非用來限制本案，換言之，本技術領域具有通常知識者可依本案之揭露來使用其它技術或不同設定以實現上開元件，舉例而言，該時序誤差校正器 110 可包含一相位產生暨選擇電路以取代前述插補電路，該相位產生暨選擇電路可產生複數個取樣相位，並依據前述校正訊號選擇適當的取樣相位來對該輸入訊號進行取樣以產生前述輸出訊號；該增益控制器 120 可採用較多預設功率準位以提升分辨率（Resolution）或採用較少預設功率準位以節省成本；該時序誤差偵測器 130 可利用其它適用於本案的演算法，例如透過 Mueller & Muller Detector、Early-Late Time Error Detector、Zero Crossing Detector 等來產生該誤差訊號；而該校正訊號產生器 140 除可為一濾波器外，亦可為其它等效的運算電路。另請注意，由於時序誤差校正器 110、增益控制器 120、時序誤差偵測器 130 及校正訊號產生器 140 之任一個單獨而言得為習知技藝，因此本說明書不就個別元件加以闡述，而係著重於本案之技術特徵的部分。再請注意，經由時序誤差校正器 110 校正後的輸出訊號除用來執行後續的時序誤差校正程序外，亦可作為後級電路（例如等化器、資料處理器等）的輸入，然而由於後級電路之處理非關本案之技術特徵且為本技術領

域之習知技術，故在不影響本案之充分揭露及可實施性的前提下，關於後級電路的說明在此予以省略。

承上所述，本實施例使用增益控制器 120 來調整前述訊號邊緣低頻誤差成分及訊號邊緣高頻誤差成分，以避免該二誤差成分之功率準位變動而導致時序誤差偵測器 130 所產生的誤差訊號變動，更精確地說，藉由調整該二誤差成分，時序誤差偵測器 130 所產生的誤差訊號會對傳輸通道或傳輸環境的變化較不敏感，而能相對地保持穩定，進而使後續的時序校正及系統效能得以維持穩定。

請參閱圖 2，其圖 1 之增益控制器 120 之一實施例的示意圖。本實施例中，增益控制器 120 包含：一頻帶邊緣濾波電路（Band-Edge Filtering Circuit）210 以及一增益控制電路 220。頻帶邊緣濾波電路 210 依據時序誤差校正器 110 的輸出訊號取出前述訊號邊緣低頻誤差成分及訊號邊緣高頻誤差成分，以產生一濾波訊號，並將包含該二誤差成分的濾波訊號提供給增益控制電路 220 以進行調整，藉此幫助後續的時序誤差偵測器 130 進行誤差偵測。請注意，前述該二誤差成分可能受傳輸通道或其它因素影響而具有不同功率準位（Power Level），進而影響時序誤差偵測器 130 之偵測的正確性，故藉由頻帶邊緣濾波電路 210 濾出該二誤差成分，可減少其它訊號成分的干擾，而幫助時序回復裝置 200 更精確地偵測誤差。另外，增益控制電路 220 則包含：一第一調整電路 222，耦接頻帶邊緣濾波電

路 210，用來調整頻帶邊緣濾波電路 210 之濾波後訊號中的訊號邊緣低頻誤差成分，並據以輸出一低頻調整後訊號；一第二調整電路 224，耦接頻帶邊緣濾波電路 210，用來調整該濾波後訊號中的訊號邊緣高頻誤差成分，並據以輸出一高頻調整後訊號；以及一加法電路 226，耦接上述第一調整電路 224 及第二調整電路 226，用來加總該低頻調整後訊號及高頻調整後訊號以產生該調整後訊號。由於增益控制電路 220 分別調整該低頻誤差成分及該高頻誤差成分，使該二誤差成分之功率準位相同或具有固定比例，因此有利於時序誤差偵測器 130 更精確地偵測誤差。

請參閱圖 3，其係圖 1 之增益控制器 120 之另一實施例的示意圖。圖 3 與圖 2 的主要差別在於圖 3 之實施例不具有頻帶邊緣濾波器 210，而係利用增益控制電路 220 直接依據時序差誤校正器 110 之輸出訊號調整該訊號邊緣低頻及高頻誤差成分，換句話說，增益控制電路 220 本身即能找出該輸出訊號之訊號邊緣低頻及高頻誤差成分並據以調整，更精確地說，圖 3 之第一調整電路 222 此時係用來調整時序誤差校正器 110 之輸出訊號中的訊號邊緣低頻誤差成分，並據以輸出一低頻調整後訊號，而第二調整電路 224 則用來調整該輸出訊號中的訊號邊緣高頻誤差成分，並據以輸出一高頻調整後訊號。

請參閱圖 4，並請一同參閱圖 5a 至 5c。圖 4 係圖 2 及圖 3 之增益控制電路 220 之一實施例的示意圖，圖 5a 至 5c 則係圖

2 至圖 4 之各訊號波形的示意圖。如圖 4 所示，增益控制電路 220 之第一調整電路 222 包含：一第一前端移頻單元 410，耦接前述頻帶邊緣濾波電路 210 或該時序誤差校正器 110，用來依據頻帶邊緣濾波電路 210 之濾波後訊號或該時序誤差校正器 110 之輸出訊號產生一第一移頻後訊號，本實施例中，該第一前端移頻單元 410 係將濾波後訊號或輸出訊號中的訊號邊緣低頻誤差成分之中心頻率移至頻率為零的位置，以產生該第一移頻後訊號；一第一濾波單元 420，耦接該第一前端移頻單元 410，用來依據該第一移頻後訊號產生一第一濾波後訊號，該第一濾波單元 420 保留前述訊號邊緣低頻誤差成分，但濾除前述訊號邊緣高頻誤差成分或該低頻誤差成分以外的訊號成分；一第一調整單元 430，耦接該第一濾波單元 420，用來依據該第一濾波後訊號產生一第一調整後訊號，本實施例中，該第一調整單元 430 係將該第一濾波後訊號之功率準位調整至一第一預設功率準位，以產生該第一調整後訊號；以及一第一後端移頻單元 440，耦接該第一調整單元 430，用來依據該第一調整後訊號產生前述低頻調整後訊號，本實施例中，該第一後端移頻單元 440 係將該第一調整後訊號之中心頻率移至原訊號邊緣低頻誤差成分之中心頻率的位置，以產生該低頻調整後訊號。

請繼續參閱圖 4，增益控制電路 220 之第二調整電路 224 包含：一第二前端移頻單元 450，耦接頻帶邊緣濾波電路 210

或該時序誤差校正器 110，用來依據頻帶邊緣濾波電路 210 之濾波後訊號或時序誤差校正器 110 之輸出訊號產生一第二移頻後訊號，本實施例中，該第二前端移頻單元 450 係將濾波後訊號或輸出訊號中的訊號邊緣高頻誤差成分之中心頻率移至頻率為零的位置，以產生該第二移頻後訊號；一第二濾波單元 460，耦接該第二前端移頻單元 450，用來依據該第二移頻後訊號產生一第二濾波後訊號，該第二濾波單元 460 保留前述訊號邊緣高頻誤差成分，但濾除前述訊號邊緣低頻誤差成分或該高頻誤差成分以外的訊號成分；一第二調整單元 470，耦接該第二濾波單元 460，用來依據該第二濾波後訊號產生一第二調整後訊號，本實施例中，該第二調整單元 470 係將該第二濾波後訊號之功率準位調整至一第二預設功率準位，以產生該第二調整後訊號，該第二預設功率準位等於前述第一預設功率準位，或者與該第一預設功率準位成固定比例；以及一第二後端移頻單元 480，耦接該第二調整單元 470，用來依據該第二調整後訊號產生前述高頻調整後訊號，本實施例中，該第二後端移頻單元 480 係將該第二調整後訊號之中心頻率移至原訊號邊緣高頻誤差成分之中心頻率的位置，以產生該高頻調整後訊號。

請注意，根據上述揭露，該高頻調整後訊號與低頻調整後訊號之功率準位會相同或成固定比例。

除前述時序回復裝置之各實施例外，本案亦揭露了一種時

序回復方法，用來補償一輸入訊號之一取樣頻率偏移，該方法可透過本案之時序回復裝置來執行，亦可能透過其它可執行本方法的裝置來執行。如圖 6 所示，本案之時序回復方法之一實施例包含下列步驟：

步驟 S610：依據一校正訊號及一輸入訊號以產生一輸出訊號，本步驟可由一插補電路來執行，更精確地說，本步驟可依據上述校正訊號選擇性地使用該輸入訊號之複數個取樣值來進行插補，藉此產生該輸出訊號；

步驟 S620：調整該輸出訊號之一訊號邊緣低頻誤差成分及一訊號邊緣高頻誤差成分的至少其中之一，並據以輸出一調整後訊號。進一步而言，本步驟可調整該訊號邊緣低頻誤差成分及/或該訊號邊緣高頻誤差成分之功率準位，使得該低頻及/或高頻誤差成分之功率準位等於複數個預設功率準位中的其中之一，藉此使該二誤差成分之功率準位相同或具有固定比例，然後再輸出包含該二誤差成分的調整後訊號；

步驟 S630：依據該調整後訊號產生一誤差訊號。本步驟可採用加德納演算法，藉此計算該調整後訊號以產生該誤差訊號，由於加德納演算法之簡介已如前述，且該演算法為本技術領域之公知理論，因此

進一步的說明在此予以節略；

步驟 S640：依據該誤差訊號產生該校正訊號，藉此步驟 S610 可依據該校正訊號選擇性地使用該輸入訊號以補償該取樣頻率偏移。本步驟可由一濾波器來執行，係依據一預設規則處理該誤差訊號以產生該校正訊號，該預設規則可以是將一段時間內所收到的誤差訊號施以平均運算、加權平均運算或其它已知且不影響本案之實施的運算。

請繼續參閱圖 6，並請一併參考圖 2 之說明，類似地，步驟 S620 之一實施態樣包含：取出該輸出訊號中的訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分以產生一濾波後訊號（步驟 S622。本步驟未圖示）；依據該濾波後訊號調整該訊號邊緣低頻誤差成分，並據以輸出一低頻調整後訊號（步驟 S624。本步驟未圖示）；依據該濾波後訊號調整該訊號邊緣高頻誤差成分，並據以輸出一高頻調整後訊號（步驟 S626。本步驟未圖示）；以及加總該低頻及高頻調整後訊號以產生該調整後訊號（步驟 S628。本步驟未圖示）。另外，請參閱圖 6 及圖 3 之說明，步驟 S620 之另一實施態樣包含：依據該輸出訊號調整該訊號邊緣低頻誤差成分，並據以輸出一低頻調整後訊號（步驟 S625。本步驟未圖示）；依據該濾波後訊號調整該訊號邊緣高頻誤差成分，並據以輸出一高頻調整後訊號（步驟 S627。本步驟未圖示）；以及加總該低頻及高頻調整後訊號以

產生該調整後訊號（步驟 S628。本步驟未圖示）。再者，請一併參考圖 4 之說明及圖 5a 至 5c 之訊號波形圖，類似地，前述步驟 S624 或 S625 可包含：依據該濾波後訊號或該輸出訊號產生一第一移頻後訊號；依據該第一移頻後訊號產生一第一濾波後訊號，該第一濾波後訊號包含該訊號邊緣低頻誤差成分；依據該第一濾波後訊號產生一第一調整後訊號；以及依據該第一調整後訊號產生該低頻調整後訊號。再者，請繼續參考圖 4 暨圖 5a、5b，類似地，步驟 S626 或 S627 可包含：依據該濾波後訊號或該輸出訊號產生一第二移頻後訊號；依據該第二移頻後訊號產生一第二濾波後訊號，該第二濾波後訊號包含該訊號邊緣高頻誤差成分；依據該第二濾波後訊號產生一第二調整後訊號；以及依據該第二調整後訊號產生該高頻調整後訊號。

請注意，由於本技術領域具有通常知識者可參閱圖 1 至圖 5c 之相關內容來充分瞭解圖 6 之時序回復方法，為免冗文，重複及不必要的說明在此予以節略。

另請注意，前述時序回復裝置及時序回復方法可以是一種無資料輔助（Non-Data-Aided）之裝置及一種無資料輔助之方法，更精確地說，本案之裝置及方法無需透過領航訊號（Pilot Signal）或訓練序列（Training Sequence）即可進行時序誤差偵測，然而本案並不排除利用領航訊號或訓練序列來進行時序誤差偵測。

綜上所述，本案透過分別調整訊號中的訊號邊緣低頻誤差

成分及訊號邊緣高頻誤差成分，使得該二誤差成分之功率準位相等或具有一固定比例，藉此避免因功率準位的變動而導致時序誤差偵測器所產生的誤差訊號容易跟著變動，換言之，採用本案之系統對傳輸通道或傳輸環境的變化相對地較不敏感，因而能保持穩定。

雖然本案之實施例如上所述，然而該些實施例並非用來限定本案，本技術領域具有通常知識者可依據本案之明示或隱含之內容對本案之技術特徵施以變化，凡此種種變化均可能屬於本案所尋求之專利保護範疇，換言之，本案之專利保護範圍須視本說明書之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 為本案之時序回復裝置之一實施例的示意圖。

圖 2 為圖 1 之增益控制器之一實施例的示意圖。

圖 3 為圖 1 之增益控制器之一實施例的示意圖。

圖 4 為圖 2 與圖 3 之增益控制電路之一實施例的示意圖。

圖 5a 至圖 5c 為圖 2 至圖 4 之各訊號的波形示意圖。

圖 6 為本案之時序回復方法之一實施例的示意圖。

【主要元件符號說明】

100 時序回復裝置

110 時序誤差校正器

- 120 增益控制器
- 130 時序誤差偵測器
- 140 校正訊號產生器
- 200 時序回復裝置
- 210 頻帶邊緣濾波電路
- 220 增益控制電路
- 222 第一調整電路
- 224 第二調整電路
- 226 加法電路
- 300 時序回復裝置
- 410 第一前端移頻單元
- 420 第一濾波單元
- 430 第一調整單元
- 440 第一後端移頻單元
- 450 第二前端移頻單元
- 460 第二濾波單元
- 470 第二調整單元
- 480 第二後端移頻單元
- S610 依據一校正訊號及一輸入訊號以產生一輸出訊號
- S620 調整該輸出訊號之一訊號邊緣低頻誤差成分及一訊號邊緣高頻誤差成分的至少其中之一，並據以輸出一調整後訊號

S630 依據該調整後訊號產生一誤差訊號

S640 依據該誤差訊號產生該校正訊號

七、申請專利範圍：

1. 一種時序回復裝置，用來補償一輸入訊號之一取樣頻率偏移，包含：
 - 一時序誤差校正器，用來依據一校正訊號以及該輸入訊號以產生一輸出訊號；
 - 一增益控制器，用來調整該輸出訊號之一訊號邊緣低頻誤差成分及一訊號邊緣高頻誤差成分的至少其中之一，並據以輸出一調整後訊號；
 - 一時序誤差偵測器，依據該調整後訊號產生一誤差訊號；以及
 - 一校正訊號產生器，耦接於該時序誤差偵測器及該時序誤差校正器，用來依據該誤差訊號產生該校正訊號，並輸出該校正訊號至該時序誤差校正器以補償該取樣頻率偏移。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之時序回復裝置，其中該增益控制器使該訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分之功率準位比例固定。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之時序回復裝置，其中該增益控制器係分別調整該訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分之功率至一第一預設功率準位及一第二預設功率準位。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之時序回復裝置，其中該增益控制器包含一增益控制電路，該增益控制電路包含：
 - 一第一調整電路，用來調整該訊號邊緣低頻誤差成分，並據以輸出一低頻調整後訊號；

一第二調整電路，用來調整該訊號邊緣高頻誤差成分，並據以
輸出一高頻調整後訊號；以及

一加法電路，用來加總該低頻及高頻調整後訊號以產生該調整
後訊號。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之時序回復裝置，其進一步包含：

一頻帶邊緣濾波電路，用來自該輸出訊號取出該訊號邊緣低頻
誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之時序回復裝置，其中該第一調整
電路包含：

一第一前端移頻單元，用來依據該訊號邊緣低頻誤差成分產生
一第一移頻後訊號；

一第一濾波單元，用來依據該第一移頻後訊號產生一第一濾波
後訊號，該第一濾波後訊號包含該訊號邊緣低頻誤差成分；

一第一調整單元，用來依據該第一濾波後訊號產生一第一調整
後訊號；以及

一第一後端移頻單元，用來依據該第一調整後訊號產生該低頻
調整後訊號，

且該第二調整電路包含：

一第二前端移頻單元，用來依據該訊號邊緣高頻誤差成分產生
一第二移頻後訊號；

一第二濾波單元，用來依據該第二移頻後訊號產生一第二濾波
後訊號，該第二濾波後訊號包含該訊號邊緣高頻誤差成分；

一第二調整單元，用來依據該第二濾波後訊號產生一第二調整後訊號；以及

一第二後端移頻單元，用來依據該第二調整後訊號產生該高頻調整後訊號。

7. 如申請專利範圍第 4 項所述之時序回復裝置，其中該第一調整電路包含：

一第一前端移頻單元，用來依據該輸出訊號產生一第一移頻後訊號；

一第一濾波單元，用來依據該第一移頻後訊號產生一第一濾波後訊號，該第一濾波後訊號包含該訊號邊緣低頻誤差成分；

一第一調整單元，用來依據該第一濾波後訊號產生一第一調整後訊號；以及

一第一後端移頻單元，用來依據該第一調整後訊號產生該低頻調整後訊號，

且該第二調整電路包含：

一第二前端移頻單元，用來依據該輸出訊號產生一第二移頻後訊號；

一第二濾波單元，用來依據該第二移頻後訊號產生一第二濾波後訊號，該第二濾波後訊號包含該訊號邊緣高頻誤差成分；

一第二調整單元，用來依據該第二濾波後訊號產生一第二調整後訊號；以及

一第二後端移頻單元，用來依據該第二調整後訊號產生該高頻

調整後訊號。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之時序回復裝置，其中該時序誤差校正器包含一插補電路，用來依據該校正訊號對該輸入訊號以進行插補，藉此產生該輸出訊號。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之時序回復裝置，其中該時序誤差偵測器採用加德納演算法以依據該調整後訊號產生該誤差訊號。
- 10. 如申請專利範圍第 1 項所述之時序回復裝置，其中該校正訊號產生器計算一段時間內該誤差訊號之平均值，以產生該校正訊號。
11. 一種時序回復方法，用來補償一輸入訊號之一取樣頻率偏移，適合藉由一時序回復裝置來執行，該時序回復方法包含：
依據一校正訊號以及該輸入訊號以產生一輸出訊號；
調整該輸出訊號之一訊號邊緣低頻誤差成分及一訊號邊緣高
● 頻誤差成分的至少其中之一，以輸出一調整後訊號；
依據該調整後訊號產生一誤差訊號；以及
依據該誤差訊號產生該校正訊號，其中該校正訊號係用來補償
該取樣頻率偏移。
12. 如申請專利範圍第 11 項所述之時序回復方法，其中調整該訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分之步驟包含：
使該訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分之功率準位比例固定。

13. 如申請專利範圍第 11 項所述之時序回復方法，其中調整該訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分之步驟包含：分別調整該訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分之功率至一第一預設功率準位及一第二預設功率準位。
14. 如申請專利範圍第 11 項所述之時序回復方法，其中調整該訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分之步驟包含：調整該訊號邊緣低頻誤差成分，並據以輸出一低頻調整後訊號；調整該訊號邊緣高頻誤差成分，並據以輸出一高頻調整後訊號；以及
加總該低頻及高頻調整後訊號以產生該調整後訊號。
15. 如申請專利範圍第 14 項所述之時序回復方法，其進一步包含：自該輸出訊號取出該訊號邊緣低頻誤差成分及該訊號邊緣高頻誤差成分。
16. 如申請專利範圍第 15 項所述之時序回復方法，其中調整該訊號邊緣低頻誤差成分之步驟包含：
依據該訊號邊緣低頻誤差成分進行移頻以產生一第一移頻後訊號；
依據該第一移頻後訊號進行濾波以產生一第一濾波後訊號，該第一濾波後訊號包含該訊號邊緣低頻誤差成分；
依據該第一濾波後訊號進行調整以產生一第一調整後訊號；以及
依據該第一調整後訊號進行移頻以產生該低頻調整後訊號，

且調整該訊號邊緣高頻誤差成分之步驟包含：

依據該訊號邊緣高頻誤差成分進行移頻以產生一第二移頻後訊號；

依據該第二移頻後訊號進行濾波以產生一第二濾波後訊號，該第二濾波後訊號包含該訊號邊緣高頻誤差成分；

依據該第二濾波後訊號進行調整以產生一第二調整後訊號；以及

● 依據該第二調整後訊號進行移頻以產生該高頻調整後訊號。

17. 如申請專利範圍第 14 項所述之時序回復方法，其中調整該訊號邊緣低頻誤差成分之步驟包含：

依據該輸出訊號進行移頻以產生一第一移頻後訊號；

依據該第一移頻後訊號進行濾波以產生一第一濾波後訊號，該第一濾波後訊號包含該訊號邊緣低頻誤差成分；

依據該第一濾波後訊號進行調整以產生一第一調整後訊號；以及

● 依據該第一調整後訊號進行移頻以產生該低頻調整後訊號，

且調整該訊號邊緣高頻誤差成分之步驟包含：

依據該輸出訊號進行移頻以產生一第二移頻後訊號；

依據該第二移頻後訊號進行濾波以產生一第二濾波後訊號，該第二濾波後訊號包含該訊號邊緣高頻誤差成分；

依據該第二濾波後訊號進行調整以產生一第二調整後訊號；以及

依據該第二調整後訊號進行移頻以產生該高頻調整後訊號。

18. 如申請專利範圍第 11 項所述之時序回復方法，其中依據該校正訊號以及該輸入訊號以產生該輸出訊號之步驟包含：依據該校正訊號對該輸入訊號以進行插補，藉此產生該輸出訊號。
19. 如申請專利範圍第 11 項所述之時序回復方法，其中依據該調整後訊號產生該誤差訊號之步驟包含：使用加德納演算法以依據該調整後訊號產生該誤差訊號。
20. 如申請專利範圍第 11 項所述之時序回復方法，其中依據該誤差訊號產生該校正訊號之步驟包含：計算一段時間內該誤差訊號之平均值，以產生該校正訊號。

八、圖式：

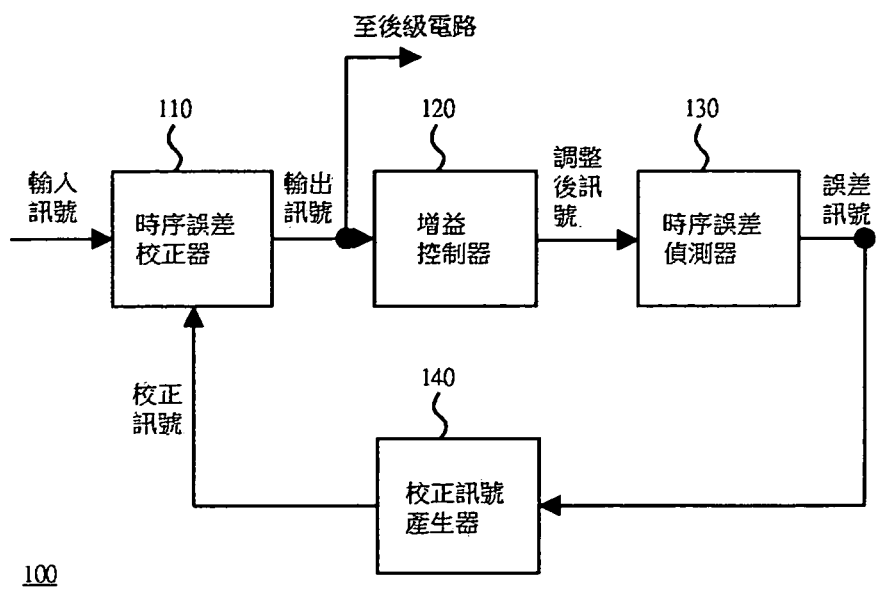


圖 1

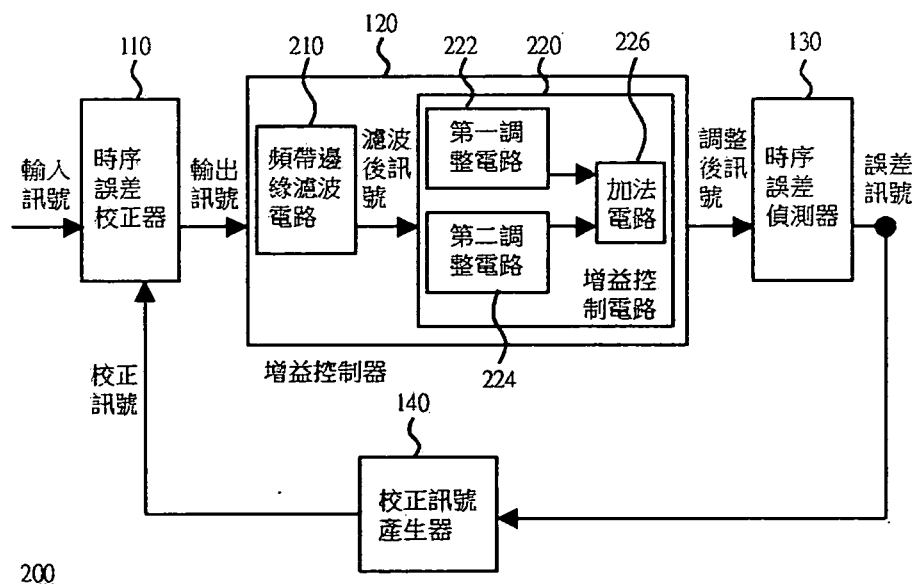


圖 2

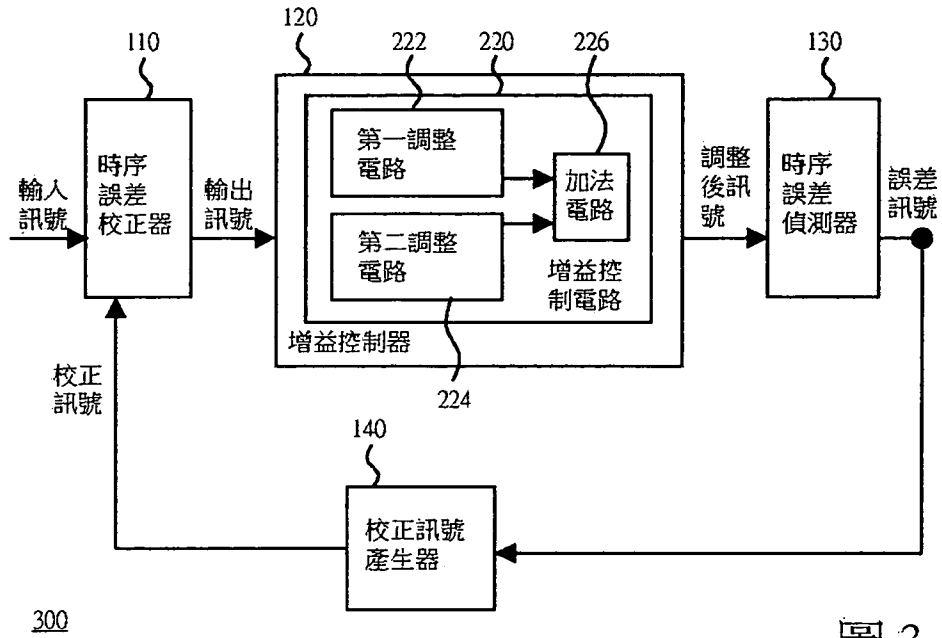


圖 3

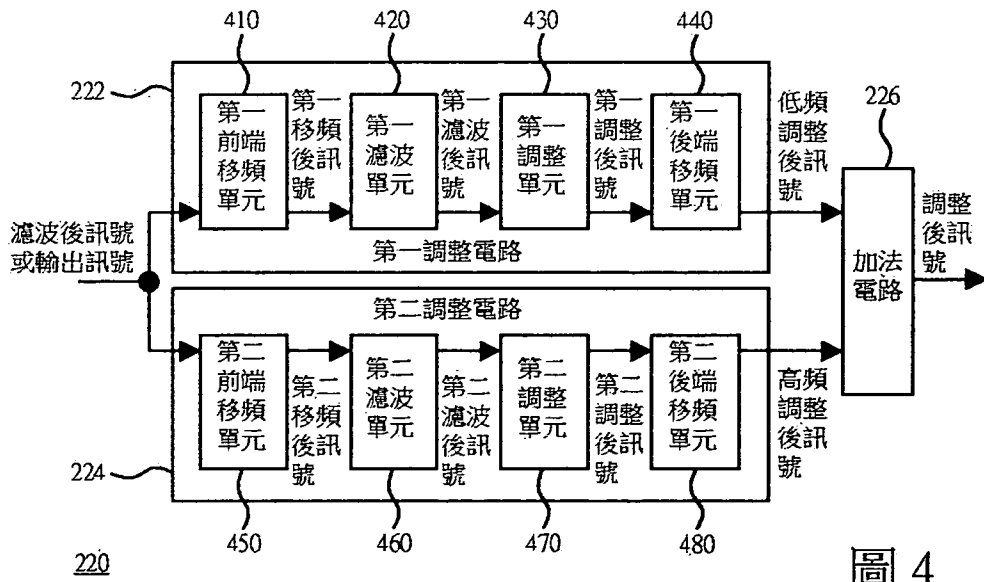


圖 4

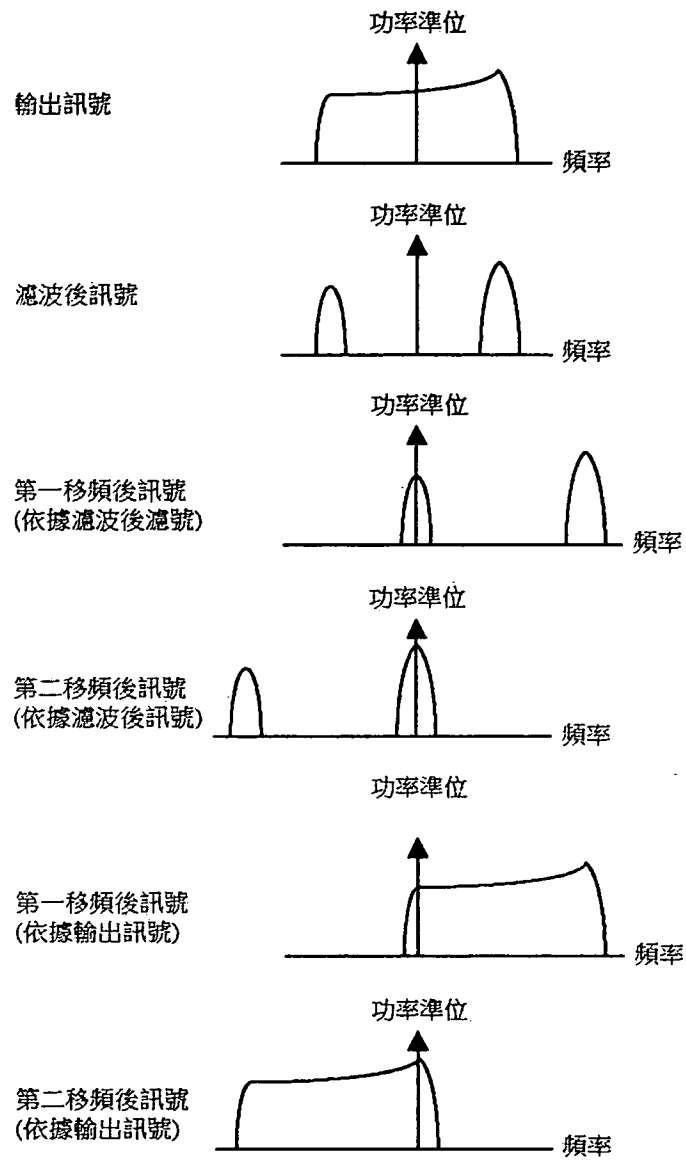


圖 5a

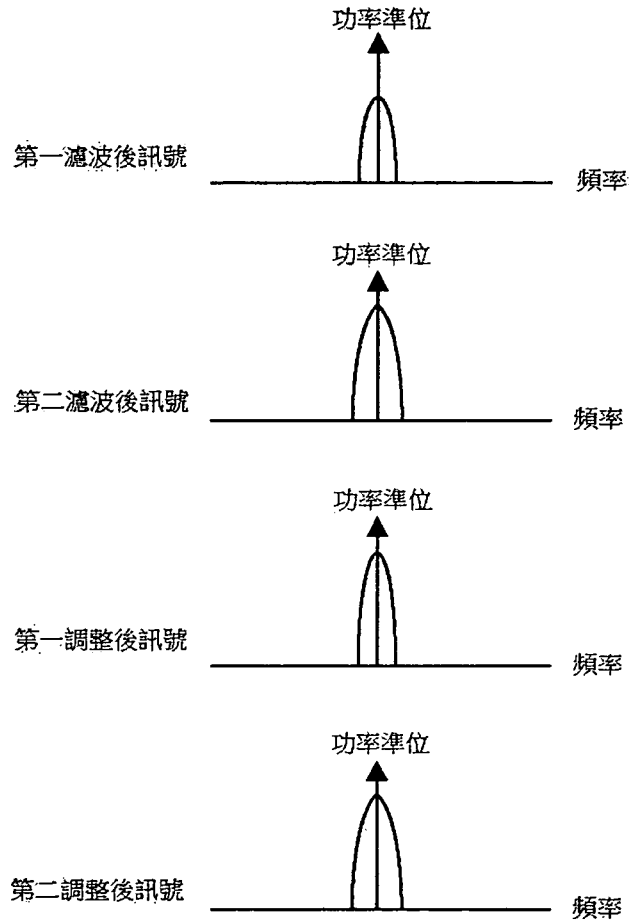


圖 5b

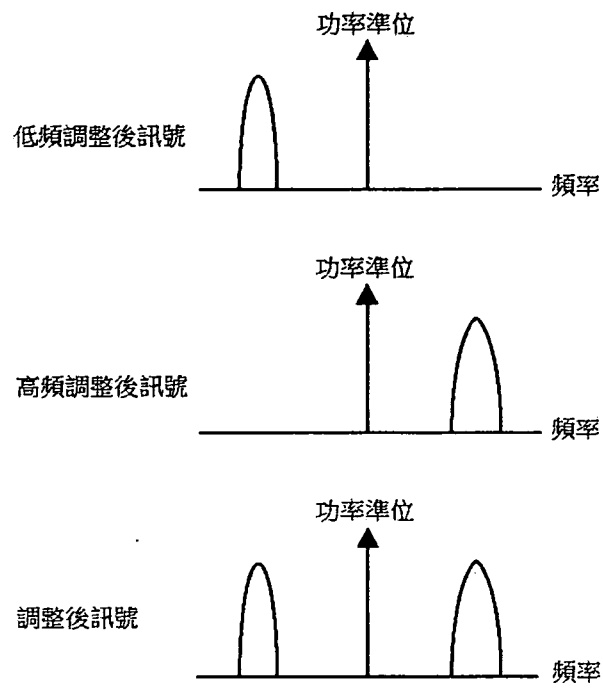


圖 5c

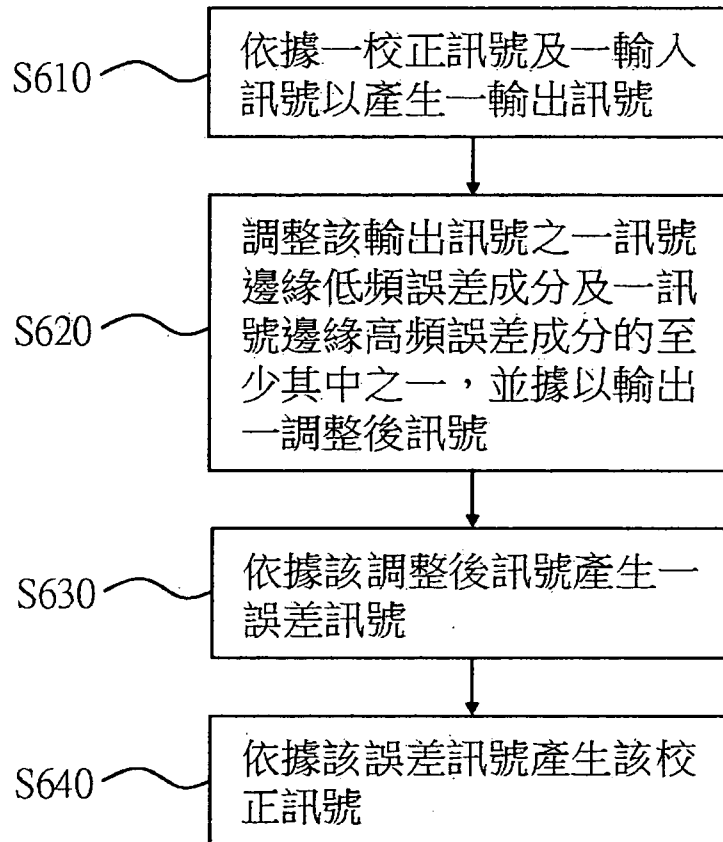


圖 6