



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201123791 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：099122004

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 05 日

(51)Int. Cl. : **H04L27/26 (2006.01)**

(30)優先權：2009/07/15 英國 0912310.0

(71)申請人：新力股份有限公司 (日本) SONY CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：安通瑟里 薩穆爾 ATUNGSIRI, SAMUEL ASANGBENG (CM)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：18 共 63 頁

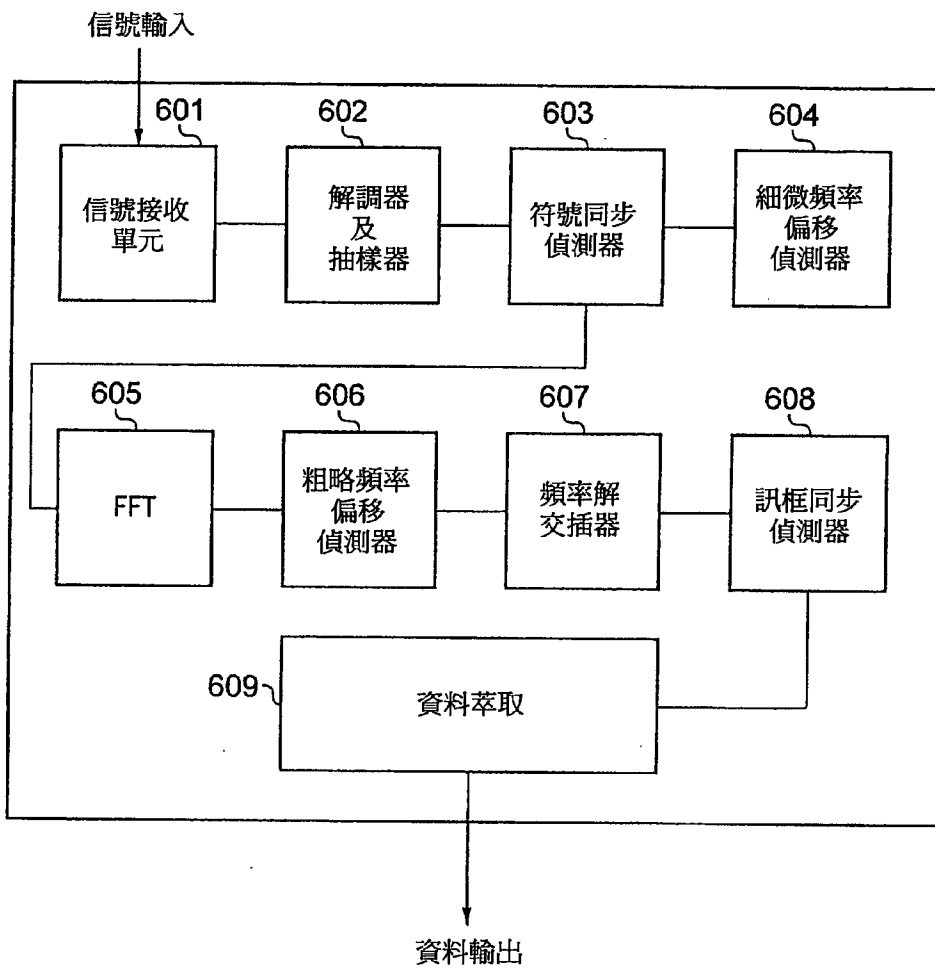
(54)名稱

接收器及方法

RECEIVER AND METHOD

(57)摘要

本發明揭示了一種用於偵測及恢復來自正交分頻多工(OFDM)符號的資料之接收器，該等 OFDM 符號包含根據一導引型樣而配置之導引資料以及藉由複製來自時域中之 OFDM 符號之一有用部分之一些樣本而形成之一保護間隔，每一 OFDM 符號的該保護間隔之長度對應於複數個預定長度中之一預定長度。該接收器包含一解調器，該解調器可操作而偵測代表該等 OFDM 符號之一信號，且在時域中產生該等 OFDM 符號之一被抽樣的版本。該接收器亦包含一符號同步單元，該符號同步單元包含用來同時輸入每一被抽樣的 OFDM 符號之複數個相關器、以及一相關偵測處理器。每一相關器可操作而使每一被抽樣的 OFDM 符號與對應於該複數個預定保護間隔長度中之一預定保護間隔長度的一樣本長度自相關，而該相關偵測處理器可操作，而根據該複數個相關器中之一相關器偵測到一相關的一點，以決定每一 OFDM 符號之一時域起始點。該接收器進一步包含一頻率轉換處理器，該頻率轉換處理器可操作而接收該等 OFDM 符號之該被抽樣的版本，且對該等 OFDM 符號執行一頻率轉換，以便在該相關偵測處理器決定的該時域起始點上開始形成該等 OFDM 符號之一頻域版本。該接收器亦包含一粗略頻率偏移偵測器，該粗略頻率偏移偵測器包含一導引資料濾波器及一粗略頻率偏移偵測處理器。該導引資料濾波器包含一些階，該等階對應於該等 OFDM 符號的導引型樣之值及間隔，且被配置成自該頻率轉換處理器接收該等頻域 OFDM 符號作為一輸入，且該粗略頻率偵測處理器被配置成自該導引資料濾波器的一輸出決定粗略頻率偏移。該接收器因而被較佳地配置成偵測及恢復來自該等 OFDM 符號的資料。



- 601：信號接收單元
- 602：解調器及抽樣器
- 603：符號同步偵測器
- 604：細微頻率偏移偵測器
- 605：快速傅立葉轉換處理器
- 606：粗略頻率偏移偵測器
- 607：頻率解交插器
- 608：訊框同步偵測器
- 609：資料萃取器



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201123791 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：099122004

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 05 日

(51)Int. Cl. : *H04L27/26 (2006.01)*

(30)優先權：2009/07/15 英國 0912310.0

(71)申請人：新力股份有限公司 (日本) SONY CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：安通瑟里 薩穆爾 ATUNGSIRI, SAMUEL ASANGBENG (CM)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：18 共 63 頁

(54)名稱

接收器及方法

RECEIVER AND METHOD

(57)摘要

本發明揭示了一種用於偵測及恢復來自正交分頻多工(OFDM)符號的資料之接收器，該等 OFDM 符號包含根據一導引型樣而配置之導引資料以及藉由複製來自時域中之 OFDM 符號之一有用部分之一些樣本而形成之一保護間隔，每一 OFDM 符號的該保護間隔之長度對應於複數個預定長度中之一預定長度。該接收器包含一解調器，該解調器可操作而偵測代表該等 OFDM 符號之一信號，且在時域中產生該等 OFDM 符號之一被抽樣的版本。該接收器亦包含一符號同步單元，該符號同步單元包含用來同時輸入每一被抽樣的 OFDM 符號之複數個相關器、以及一相關偵測處理器。每一相關器可操作而使每一被抽樣的 OFDM 符號與對應於該複數個預定保護間隔長度中之一預定保護間隔長度的一樣本長度自相關，而該相關偵測處理器可操作，而根據該複數個相關器中之一相關器偵測到一相關的一點，以決定每一 OFDM 符號之一時域起始點。該接收器進一步包含一頻率轉換處理器，該頻率轉換處理器可操作而接收該等 OFDM 符號之該被抽樣的版本，且對該等 OFDM 符號執行一頻率轉換，以便在該相關偵測處理器決定的該時域起始點上開始形成該等 OFDM 符號之一頻域版本。該接收器亦包含一粗略頻率偏移偵測器，該粗略頻率偏移偵測器包含一導引資料濾波器及一粗略頻率偏移偵測處理器。該導引資料濾波器包含一些階，該等階對應於該等 OFDM 符號的導引型樣之值及間隔，且被配置成自該頻率轉換處理器接收該等頻域 OFDM 符號作為一輸入，且該粗略頻率偵測處理器被配置成自該導引資料濾波器的一輸出決定粗略頻率偏移。該接收器因而被較佳地配置成偵測及恢復來自該等 OFDM 符號的資料。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關用於偵測及恢復來自經由通道而傳送的正交分頻多工（Orthogonal Frequency Division Multiplexed；簡稱 OFDM）符號的資料之接收器及方法。

【先前技術】

有使用正交分頻多工（OFDM）傳送資料的通訊系統之許多例子。被配置成根據諸如數位視訊廣播（Digital Video Broadcasting；簡稱 DVB）標準而操作之系統利用 OFDM。可將 OFDM 一般性地描述為提供被平行地調變的 K 個窄頻副載波（其中 K 是整數），每一副載波傳送諸如正交調幅（Quadrature Amplitude Modulated；簡稱 QAM）符號或四相移鍵控（Quadrature Phase Shift Keying；簡稱 QPSK）符號等的一被調變之資料符號。在頻域中形成對該等副載波之調變，且將該調變轉換為時域以供傳送。同時地平行調變該等副載波，因而結合之後，該等被調變之載波形成一 OFDM 符號。OFDM 符號因而包含複數個副載波，該複數個副載波中之每一副載波被以不同的調變符號同時調變。

為了可在將造成經由回波路徑接收相同 OFDM 符號之多路徑（multi-path）的情況下及（或）在自一個以上的傳送器接收相同 OFDM 符號之聯播（simulcast）的情

況下自 OFDM 符號恢復資料，傳統上係在各連續 OFDM 符號之間包含一時域保護間隔 (guard interval)。藉由在時域中重複來自 OFDM 符號的一 "有用" 部分之一些樣本，而形成該保護間隔。OFDM 符號的該有用部分對應於該等被調變的副載波被自頻域轉換為時域時形成的時域中之樣本。由於該保護間隔，所以若各版本的相同 OFDM 符號間之多路徑或聯播延遲並未超過該保護間隔，則接收器可接收來自 OFDM 符號的該有用部分之所有樣本。

然而，偵測及恢復來自接收器上的 OFDM 符號的有用部分之資料仍然可能出現技術上的問題。

【發明內容】

根據本發明，提供了一種用於偵測及恢復來自正交分頻多工 (OFDM) 符號的資料之接收器，該等 OFDM 符號包含根據一導引型樣而配置之導引資料 (pilot data)、以及一保護間隔。複製來自時域中之 OFDM 符號的一有用部分之一些樣本，而形成該保護間隔，且每一 OFDM 符號的該保護間隔之長度對應於複數個預定長度中之一預定長度。該接收器包含一解調器，該解調器可操作而偵測代表該等 OFDM 符號之一信號，且在時域中產生該等 OFDM 符號之一被抽樣的版本。該接收器亦包含一符號同步單元，該符號同步單元包含用來同時輸入每一被抽樣的 OFDM 符號之複數個相關器以及一相關偵測處

理器。每一相關器可操作而使每一被抽樣的 OFDM 符號與對應於該複數個預定長度中之一預定長度的一樣本長度自相關，而該相關偵測處理器可操作，而根據該複數個相關器中之一相關器偵測到一相關的一點，以決定每一 OFDM 符號之一時域起始點。該接收器進一步包含一頻率轉換處理器，該頻率轉換處理器可操作而接收該等 OFDM 符號之該被抽樣的版本，且對該等 OFDM 符號執行一頻率轉換，以便在該相關偵測處理器決定的該時域起始點上開始形成該等 OFDM 符號之一頻域版本。該接收器亦包含一粗略頻率偏移偵測器，該粗略頻率偏移偵測器包含一導引資料濾波器及一粗略頻率偏移偵測處理器。該導引資料濾波器包含一些階（tap），該等階對應於該等 OFDM 符號的導引型樣之值及間隔，且被配置成自該頻率轉換處理器接收頻域 OFDM 符號作為一輸入。該粗略頻率偵測處理器被配置成自該導引資料濾波器的一輸出決定任何粗略頻率偏移。通常在頻域中形成一接收器上接收的 OFDM 資料，且該 OFDM 資料被轉換為時域以供傳送。在一接收器上，為了恢復在每一 OFDM 符號上傳送的資料，通常執行一快速傅立葉轉換，而將每一 OFDM 符號轉換為頻域。為了準確地執行上述步驟，必須識別時域中之該等 OFDM 符號中之一部分，該部分將在時域中產生最佳量的有用能量，且將對該部分執行一頻域轉換。可識別發生在時域中之該等 OFDM 符號之間的每一 OFDM 符號之保護間隔部分，而完成上述步驟。可

尋找被接收的 OFDM 符號與其本身間之相關，而完成此種識別。然而，OFDM 體系可能採用不同長度的保護間隔。因而傳統上，在決定上述時域 OFDM 符號的該部分之前，必須先知道被接收的 OFDM 符號之保護間隔長度，以便設定相關程序之一樣本長度參數。一旦知道被接收的 OFDM 符號之保護間隔長度之後，然後可將該保護間隔長度用來界定被用來尋找被接收的時域 OFDM 符號的相關的樣本之一長度，以便識別保護間隔的位置。然後可將時域中之 OFDM 符號邊界的位置用來提供一符號同步時序信號，該符號同步時序信號可被用來控制將頻率轉換施加到被接收的 OFDM 符號。

此外，一旦將 OFDM 符號轉換為時域之後，最好是識別被恢復的副載波上的大於一副載波的寬度之任何頻率偏移（亦即，副載波間偏移），以便可自每一副載波正確地萃取資料，因而將改善該接收器之完整性。

根據本發明而配置的一接收器提供之一優點在於：分別被配置成根據不同的保護間隔長度而偵測相關之一些相關器係同時運行。因此，不需要在決定符號邊界之前各別地識別保護間隔長度，因而將加速識別 OFDM 符號邊界之程序，且該善該程序之準確性。此外，提供了一粗略頻率偏移偵測器，用以識別被接收的符號中之導引副載波型樣，而決定經過頻率轉換的符號之粗略頻率偏移。此種方式提供了一優點，這是因為被接收的符號之一傳統特徵（亦即，被配置在一導引型樣中之導引副載波）被用來決定

粗略頻率偏移。此種方式減輕了將任何另外的信令（signalling）包含在 OFDM 符號且將該信令用來得到粗略頻率偏移之需求，且亦有效率地重新使用通常在任何情形中將被解碼的導引資料，以便提供接收器上之通道估計。

在 OFDM 符號序列形成一序列的訊框且由一或複數個前置 OFDM 符號以及接續的複數個載有 OFDM 符號之複數個資料酬載形成每一訊框之一實施例中，該接收器包含一訊框偵測器，用以偵測訊框的前置 OFDM 符號中載有前置導引資料之導引資料載波的存在，而偵測每一訊框之一起始點。

在每一前置 OFDM 符號包含複數個載有標頭（header）資料的標頭副載波之另一實施例中，該訊框偵測器可操作而自被接收的 OFDM 前置符號之副載波中萃取資料，且識別對應於第一 OFDM 前置符號的標頭資料之被萃取資料，而識別每一訊框之一起始點。

在最後的申請專利範圍中界定了本發明之各進一步的觀點及特徵。

【實施方式】

在下文中，將參照根據 DVB-C2 標準而操作之接收器而說明本發明之實施例，但是我們應可了解：本發明之實施例可應用於其他的 DVB 標準，且實際上可應用於利用正交分頻多工（OFDM）之其他通訊系統。

OFDM 資料傳送

OFDM 系統在一系列的交頻副載波上同時地傳送資料。在一段時間中被傳送的該等頻率副載波構成一系列的 OFDM 符號。

爲了減少多路徑傳播效應及其他效應，每一 OFDM 符號通常包含一保護間隔。保護間隔是時域中之每一 OFDM 符號的一部分，係自 OFDM 符號的末端開始複製該保護間隔，且該保護間隔被插入另一 OFDM 符號之前端。因此，一 OFDM 符號之總持續時間將是 $T = T_g + T_u$ ，其中 T_g 是保護間隔之持續時間，且 T_u 是被傳送的有用資料之持續時間。保護間隔可決定系統可容忍的最大長度多路徑延遲或聯播延遲。

被用來傳送 OFDM 符號之通道可在時間及頻率上有所不同。因此，每一 OFDM 符號可包含載送具有一已知相位及振幅的副載波之導引副載波。可在接收器上自該等導引副載波萃取導引資料，且該導引資料能夠推導出通道的通道估計。因而可讓該接收器補償因通道效應而被加入 OFDM 符號之失真。

對於纜線傳送之例子而言，纜線上出現的數種終端可能造成多路徑，因而導致每一終端上的信號之部分反射。

可根據一重複導引型樣而配置各導引副載波在一系列的連續符號中之分佈。在某些 OFDM 體系中，以用來指定每一符號上的各導引副載波間之間隔的一變數 D_x 以及用來指定每一完整周期的重複型樣需要多少 OFDM 符

號的一變數 D_y 界定導引型樣。

在某些 OFDM 系統中，於一些 OFDM 訊框中配置被傳送的連續系列之 OFDM 符號，其中每一 OFDM 訊框包含一些 OFDM 符號。在這些系統中，可將用來指示一訊框的開始且包含各種信令資料之前置符號指定給某些 OFDM 符號。這些 OFDM 符號可具有不同於載有訊框的 OFDM 符號的酬載的導引型樣之一導引型樣。

OFDM 網路

第 1 圖提供了根據諸如 DVB-T、DVB-H、DVB-T2、及尤其是 DVB-C2 等的 OFDM 標準之 DVB 套組而傳送諸如視訊影像及音頻信號等的資料的一典型 OFDM 網路之一例示方塊圖。在第 1 圖中，編碼器 101 接收資料。編碼器 101 將該資料編碼，然後將被編碼的資料輸出為一系列的 OFDM 符號。該編碼程序包含：對該資料施加交插 (interleaving) 及前向錯誤更正 (forward error correction)，然後在副載波上插入該資料，而形成一 OFDM 符號。該資料包含前文所述之導引資料。然後將每一 OFDM 符號轉換為一時域 OFDM 信號，且加入一保護間隔。然後將該時域 OFDM 信號輸出到一傳送器 102。傳送器 102 將該時域 OFDM 信號與一載波信號結合，而形成一傳送信號，且經由一通道 103 而傳送該傳送信號。通道 103 之本質將取決於所使用的 OFDM 標準之類型、以及 OFDM 網路之基礎結構。例如，通道

103 可以是一無線電通道，或可以是一多媒體內容提供者的一固定線路資料分配網路。一旦經由通道 103 而傳送了該傳送信號之後，一或複數個接收器 104 接收該傳送信號。接收器 104 將以取決於該網路的本質之一種方式接收該被傳送的信號。例如，接收器 104 可經由被一家中電話線或一光纖網路的鏈路連接到一多媒體內容提供者的網路之一纜線介面接收該傳送信號，或者該等接收器可使用一無線電信號接收介面而接收該被傳送的信號。

OFDM 傳送器

第 2 圖提供了編碼器 101 之一更詳細的圖。編碼器 101 接收包括信令資料及內容資料之輸入資料。該信令資料包括被用來控制經由該網路的資料傳送且將接收及解調被傳送的 OFDM 符號時使用的資訊提供給接收器 104 之信令資訊。該內容資料包括與在接收器上將被萃取的內容有關之資料。該內容資料通常包括音訊及視訊資料，但是亦可包括其他資料。在某些例子中，該內容資料可被分成一些被稱為實體層通道（Physical Layer Pipe；簡稱 PLP）之邏輯通道。可將每一 PLP 各別地編碼。

在被輸入到編碼器 101 之後，一輸入同步單元 202 將該內容資料同步。輸入同步單元 202 確保一固定位元速率進入編碼器 101，且補償不同的輸入資料格式之端對端（end-to-end）傳送延遲。一前向錯誤更正器及位元交插單元 203 然後對該被同步之輸入資料執行錯誤更正

及交插。一 QAM 映射器 204 然後將該資料映射到一適當的正交振幅多工 (Quadrature Amplitude Multiplex; 簡稱 QAM) 信號集 (constellation)。一些資料切片建立器 205 然後將各被編碼的 PLP 資料流形成爲一系列的資料切片。複數個時間及頻率交插器 206、207 然後對各資料切片執行時間及頻率交插，且一訊框建立器 208 將被執行時間及頻率交插之各資料切片建構成一傳送訊框 (下文中將進一步說明包含資料切片的該傳送訊框之格式)。自訊框建立器 208 輸出的該傳送訊框然後被插入導引資料，且被逆頻率轉換編碼單元 209 執行一逆頻率轉換，而將該訊框的每一 OFDM 符號轉換爲一時域信號，且被插入一保護間隔。該輸出的時域信號然後被一數位至類比轉換器 2010 執行數位至類比轉換，且被輸出到傳送器 102。

該信令資料針對該內容資料而經歷了不同的編碼。在 L1 信令產生器 2011 上使輸入的信令資料形成第 1 層 (L1) 信令資料。一 L1 前向錯誤更正及位元交插單元 2012 然後對該被產生的 L1 信令資料執行前向錯誤更正及位元交插。該被位元交插及前向錯誤更正的 L1 信號然後被時間交插器 2013 執行時間交插，且被 L1 區塊建立器 2014 形成一 L1 區塊。下文中將更詳細地說明該 L1 區塊之形成。該 L1 區塊中之信令資料然後被頻率交插器 2015 執行頻率交插，且進入訊框建立器 208，而將連同該內容資料而被合併成一訊框。

DVB-C2 實體層訊框

第 3 圖提供了可自訊框建立器 208 輸出的一 DVB-C2 實體層訊框的結構之一示意圖。如第 3 圖所示，DVB-C2 訊框以 L_p 前置 OFDM 符號開始，該 L_p 前置 OFDM 符號之後接續了 L_{Data} 酬載 OFDM 符號。 L_{Data} 通常 = 448。每一 OFDM 符號通常有可被分配給導引資料、"資料切片"、及 "陷波" ("notch") 的 3408 個有效副載波。

"資料切片" ("data slice") 是自被輸入到每一資料切片建立器 205 的內容資料流取得的每一 OFDM 符號內之各組副載波。可被分配給一資料切片的有效副載波之數目是可變的，且係由所使用的導引型樣決定該資料切片之分割程度 (granularity)，亦即，資料切片的寬度必須是導引副載波間隔 (D_x) 的倍數。

"陷波" 是每一 OFDM 符號內意圖容納可能受到窄頻帶干擾的頻譜區之一些鄰接副載波。可能因家中電源等的因素而產生該干擾。一陷波內之各副載波因而不載送需要被接收器解碼的任何資料。

在 DVB-C2 中，每一前置符號通常有 $D_x = 6$ 且 $D_y = 1$ 之一副載波導引型樣，而資料符號可具有分別對應於 1/64 或 1/128 的保護間隔的 $D_x = 12$ 且 $D_y = 4$ 、或 $D_x = 24$ 或 $D_y = 4$ 之一副載波導引型樣。以類似於 DVB-T/T2 之一虛擬雜訊 (PN) 序列調變各導引資料。每一符號有一持續時間 $T_s = T_u + T_g$ ，其中 T_u 是有

用符號持續時間，且 T_g 是係為 $T_u/64$ 或 $T_u/128$ 之保護間隔持續時間。

第 4 圖提供了在編碼器 101 內建構 DVB-C2 前置 OFDM 符號的較詳細程序之一示意圖。由載送某些第 1 層信令資訊之一個 32 副載波導引標頭構成每一前置符號。在一特定訊框的開始之所有前置符號有相同的標頭。第 5 圖提供了 L1 前向錯誤更正及調變單元 2012 之一示意圖，圖中更詳細地示出產生導引標頭之方式。

首先，一里德米勒編碼器 501 以半速率 (half rate) 里德米勒 (32, 16) 碼將來自 L1 信令產生器 2011 的十六個信令位元編碼，以便提供 32 位元。然後以兩種方式處理這些位元。第一拷貝直接進入一個四相移鍵控 (QPSK) 映射器 503，而第二拷貝通過一個 2 位元循環左移移位器 502。因而產生了一序列：

$$u_i = \lambda((i+2) \bmod 32), \text{ 其中 } i = 0, 1, \dots, 31。$$

其中 λ 是里德米勒編碼器 501 之輸出序列。然以一 32 位元拌碼序列 (scrambling sequence) w 將該序列 u 攪拌，而提供序列 v 。亦即：

$$v_i = u_i \oplus w_i \text{ 其中 } i = 0, 1, \dots, 31。$$

QPSK 映射器 503 將序列 λ 及 v 之該等位元配

對，使 λ 將最高效位元且 ν 將最低效位元提供給準備調變到現行訊框的每一前置 OFDM 符號的前三十二個非導引副載波之 QPSK 符號標記。

接收器

一旦已經由通道 103 將該 OFDM 信號傳送為一傳送信號之後，一接收器 104 接收該 OFDM 信號。第 6 圖提供了接收器 104 的功能方塊之一示意圖。為了顧及簡潔，只說明與本發明有關的功能方塊。然而，我們應可了解：該接收器將包含與傳統 OFDM 接收器相關聯的諸如通道估計及更正單元等的其他功能元件。

第 6 圖所示之該接收器包含一信號接收單元 601，用以接收傳送信號。如前文所述，信號接收單元 601 將取決於傳送信號的本質。在某些例子中，該信號接收單元可以是一無線電介面。在 DVB-C2 之例子中，該信號接收單元可以是連接到一纜線服務提供者的資料分配網路之一纜線介面。

解調器及抽樣器 602 將被接收的傳送信號解調及抽樣，以便自載波信號萃取被抽樣的時域 OFDM 信號。該時域 OFDM 信號然後被輸入到一符號同步偵測器 603，該符號同步偵測器 603 被配置成識別萃取每一 OFDM 符號的樣本之具有時域中之最多有用能量以供觸發傅立葉轉換之一最佳點。因而產生了一符號同步時間。如將於下文中說明的，該符號同步時間被用來選擇 OFDM 時域信

號中將被施加一頻率轉換操作的一部分。通常偵測隔離每一符號的保護間隔，而完成上述步驟。一旦符號同步偵測器 603 識別了時域中之 OFDM 符號邊界且產生了符號同步時間之後，一細微頻率偏移偵測器 604 進一步微調該符號同步時間。細微頻率偏移偵測器 604 被配置成移除達到一副載波頻率寬度的 $\pm 1/2$ 之任何頻率偏移誤差。一旦該符號同步時間已被處理且細微頻率偏移偵測器 604 已被用來更正細微頻率偏移之後，該時域 OFDM 信號被一快速傅立葉轉換 (Fast Fourier Transform; 簡稱 FFT) 處理器 605 處理。FFT 處理器 605 將一頻率轉換施加到該時域 OFDM 信號的一部分，該頻率轉換將該部分轉換回頻域中之 OFDM 符號。將符號同步偵測器 603 產生的該符號同步時間用來決定被稱為 FFT 窗 (FFT window) 的該部分之起始點。一粗略頻率偏移偵測器 606 然後處理該被轉換的 OFDM 符號。粗略頻率偏移偵測器 606 被配置成偵測係為一副載波的頻率寬度的倍數之副載波位置頻率偏移誤差。粗略頻率偏移偵測器 606 可被配置成使用 OFDM 符號中之導引副載波的位置以偵測此種頻率偏移誤差。

當更正了該 OFDM 符號的粗略頻率誤差之後，該 OFDM 符號被一頻率解交插器 607 解交插，然後被一被配置成偵測各 OFDM 訊框間之邊界且因而偵測 OFDM 訊框內之 OFDM 符號的位置之訊框同步偵測器 608 處理。一旦藉立了訊框同步之後，可根據訊框結構而自該

OFDM 符號的該等副載波萃取資料。以第 6 圖所示之一資料萃取器 609 代表的各種組件執行上述萃取資料步驟。一旦資料被萃取之後，即可在該接收器中適當地使用該資料。例如，信令資料可被用來提供對被接收的資料的處理所需之進一步資訊，且內容資料可被解碼及輸出為諸如音頻及視頻信號。

現在將參照第 7 至 17 圖而更詳細地說明接收器 104 之各部分。

符號同步偵測器

如前文所述，必須決定一符號同步時間，以便找出 FFT 窗之起始位置。為了執行該步驟，必須在時域 OFDM 信號中識別 OFDM 符號邊界（亦即，時域 OFDM 信號中可被施加最佳頻率轉換之一位置）。在時域中，每一 OFDM 符號之前為所謂的循環前置符號之一保護間隔，該保護間隔被該 OFDM 符號的最後 N_g 個樣本之一拷貝填滿。因而可識別一保護間隔的存在，而自時域 OFDM 信號得到符號邊界。因為保護間隔的樣本在每一 OFDM 符號中出現兩次，所以可將一相關器用來識別時域 OFDM 信號中之保護間隔的位置。在 DVB-C2 中，OFDM 符號有兩種可能的保護間隔長度中之一種保護間隔長度。符號同步偵測器 603 因而有兩項工作：找出保護間隔的持續時間；以及決定開始 FFT 窗的最佳符號同步時間。

第 7 圖提供了根據本發明的一實施例而配置的一符號同步偵測器 603 之一示意圖。符號同步偵測器 603 包含兩個相關器。第一相關器 6031 被配置成根據 $1/64$ 的保護間隔而使時域 OFDM 信號相關。換言之，第一相關器 6031 被配置成尋找時域 OFDM 信號內之用來指示存在一 $1/64$ 保護間隔之長度 $T_u/64$ 的一自相關。第二相關器 6032 被配置成根據 $1/128$ 的保護間隔而使時域 OFDM 信號相關。換言之，第二相關器 6032 被配置成尋找時域 OFDM 信號內之用來指示存在一 $1/128$ 保護間隔之長度 $T_u/128$ 的一自相關。係平行地同時運行該第一及第二相關器。

根據如前文所述只提供兩種可能的保護間隔長度之該 DVB-C2 標準而配置第 7 圖所示之符號同步偵測器 603。然而，我們應可了解：可針對採用兩種以上的保護間隔長度之一 OFDM 體系而以更多的相關器配置符號同步偵測器 603。

每一相關器包含一匹配濾波器 6034、6036、以及累加記憶體 6035、6037。該第一相關器之匹配濾波器 6034 被配置成輸出一信號，而當長度 $T_u/64$ 的輸入 OFDM 符號中之各部分愈接近地與其本身匹配時，該信號之位準將增加。累加記憶體 6035 將該匹配濾波器之輸出累加。第二相關器 6032 的累加記憶體 6035 及累加記憶體 6037 之操作與該第一相關器平行地進行，且該操作除了下列部分之外是相同的：匹配濾波器 6036

輸出一信號，而當長度 $T_u/128$ 的輸入 OFDM 符號中之各部分愈接近地與其本身匹配時，該信號之位準將增加。

由來自解調器及抽樣器 602 的一些樣本 $r(n)$ 構成之起始輸入序列被輸入到一複數共軛器 6040 及一第一延遲 6044。一乘法器 6042 將複數共軛器 6040 及延遲 6044 之輸出相乘，而形成一輸出流 $a(n)$ 。該序列 $a(n)$ 被輸入到每一匹配濾波器 6034、6036，該序列 $a(n)$ 在該等匹配濾波器中被一第二延遲 6046 延遲，且被一加法器 6048 與 $a(n)$ 相減，且一第三延遲 6050 提供 $a(n)$ 的一被延遲版本。然後分別以 $A(n)$ 或 $B(n)$ 標示該第一及第二匹配濾波器 6032 之輸出。

具體而言，第一相關器 6031 執行下列方程式（其中 * 表示複數共軛運算）：

$$A_m(n) = \sum_{i=0}^{N_{g0}} r^*(n-i)r(n-N_u-i), \text{ 其中 } N_{g0} = 4096/128 = 32$$

且第二相關器 6032 執行下列方程式：

$$B_m(n) = \sum_{i=0}^{N_{g1}} r^*(n-i)r(n-N_u-i), \text{ 其中 } N_{g1} = 4096/64 = 64$$

累加記憶體 6035、6037 然後以逐個成分之方式執行向量 $A_m(n)$ 及 $B_m(n)$ 之累加，其中 $n = 0, 1, 2 \dots N_s$ ，其中第一相關器 6031 中之 $N_s = 4128$ ，且第二相關器 6032 中之 $N_s = 4160$ ，且 m 是 OFDM 符號索引。

第 8 圖提供了在第 7 圖所示符號同步偵測單元 603 中之一些特定點上流過的信號 $r(n)$ 、 $a(n)$ 、及 $A(n)$ 的理想化描跡之一示意圖。

回到第 7 圖，一相關偵測處理器 6033 監視該第一及第二相關器之累加記憶體 6035 及 6037。因為當每一匹配濾波器偵測到該匹配濾波器被配置要偵測的保護間隔長度時，該匹配濾波器之輸出位準將增加，所以儲存最大值的該累加記憶體指示被接收的某一 OFDM 時域信號之保護間隔長度。例如，如果第一相關器 6031 的累加記憶體 6035 在一被設定的符號次數之後具有最高值，則指示該 OFDM 時域信號具有 $T_u/128$ 之保護間隔。

在某些例子中，相關偵測處理器 6033 可等候一段特定時間，然後根據具有最高值之累加記憶體而決定保護間隔。或者，相關偵測處理器 6033 可替代性地等候到該等累加記憶體中之一累加記憶體到達一臨界值為止。

在一例子中，在一特定數目 L_{sync} 的 OFDM 符號之後（在 DVB-C2 的例子中，每一長度 $N_s = 4160$ ），相關偵測處理器 6033 偵測哪一累加記憶體提供了較高的相關峰值。然後以下式決定保護間隔長度 N_g ：

$$N_g = \begin{cases} 64 & \text{如果 } \max(B) > \max(A) \\ 32 & \text{如果 } \max(A) \geq \max(B) \end{cases}$$

在另一例子中，運行兩個相關器，直到 $\max(A)$ 或 $\max(B)$ 超過一特定臨界值為止。然後，選擇對應的 N_g （亦即，保護間隔長度）。然後重定對應的累加記憶體，且再度針對 L_{sync} 個 OFDM 符號而運行被選擇的分支。

相關偵測處理器 6033 被配置成將偵測到具有被決

定的長度的保護間隔之時間用來決定符號同步時間，而 FFT 處理器 605 可將該符號同步時間用來設定 FFT 窗之起始時間。

在一例子中，如果第二累加記憶體 6037 有較大值，則可執行下列方程式而得到符號起始時間 τ ：

$$\tau = \text{Index}(\max(B)) \bmod N_s \text{。}$$

或者，如果第一累加記憶體 6035 被偵測為具有較大值，則相關偵測處理器 6033 重定第一累加記憶體 6035，且控制第一相關器 6031 針對長度 $N_s = 4128$ 的另一 L_{sync} 個符號而運行。然後以下式計算符號同步時間 τ ：

$$\tau = \text{Index}(\max(A)) \bmod N_s \text{。}$$

因此，相關偵測處理器 6033 被配置成輸出該符號同步時間 τ 。

第 9a 圖提供了用來指示第一相關器 6031 及第二相關器 6032 的第一相關階段的結果之兩圖形，其中在計算了 10 個 OFDM 符號的平均值之後得到 $\max(A) > \max(B)$ 。這是針對使用 1/128 保護間隔的一傳送系統。

第 9b 圖提供了用來指示在重定及後續計算了 10 個 OFDM 符號的平均值之後的第一累加記憶體 6035

的內容值之兩圖形。

細微頻率偏移

如前文所述，細微頻率偏移偵測器 604 被配置成決定細微頻率偏移誤差 Ω 。在某些例子中，可執行下列方程式而決定該細微頻率偏移誤差 Ω ：

如果第一累加記憶體 6035 被偵測為具有較大值，則

$$\Omega = \arg(\max(A)) ,$$

或者，如果第二累加記憶體 6037 被偵測為具有較大值，則

$$\Omega = \arg(\max(B)) 。$$

因此，被輸入到細微頻率偏移偵測器 604 的該符號同步偵測器中之相關偵測處理器 6033 之輸出包括取決於被偵測到的保護間隔長度之 $\max(A)$ 或 $\max(B)$ 。

粗略頻率偏移

如前文所述，被用來得到 OFDM 符號邊界之保護間隔相關也提供了細微（亦即，次 FFT 分類（sub-FFT bin））頻率偏移。該頻率偏移不包括一 FFT 分類（亦即，

頻域中之副載波寬度)的倍數之頻率偏移。換言之，OFDM 符號的副載波可能相對於該等副載波在被傳送之前佔用的該 OFDM 符號內之原始位置而在頻域中移動一或多個副載波位置。該移動相當於經過頻率轉換的 OFDM 符號的副載波之 "粗略" 頻率偏移，且可能因為諸如解調程序中之誤差或通道狀況施加在傳送信號的誤差等的各種原因而造成該移動。於存在此種頻率偏移時，起初在分類編號 (亦即，副載波編號) k 中被傳送的 OFDM 符號的一副載波上之資料實際上將位於分類編號 $k \pm \omega$ ，其中 ω 是倍數，且實際頻率偏移是 $\omega \Delta f$ ，其中以赫茲為單位的 Δf 是每一 FFT 分類的頻寬。因此，必須估計 ω ，以便決定粗略頻率偏移。

在根據 DVB-C2 之一例子中，對於每一前置符號而言，在一被調諧的 *rasta* 通道的上緣或下緣與第一有用 OFDM 符號邊界之間，在傳送器中將 344 (亦即， $(4096 - 3408)/2$) 個副載波設定為零。此即意指：有可能適應 $\omega = 344$ 的粗略頻率偏移。在每一 DVB-C2 前置符號中，每隔六個副載波出現一導引副載波。以傳送器及接收器都知道的一唯一之隨機序列調變該等導引副載波。在對接收器中之前置符號執行了 FFT 之後，可在頻譜中之適當位置上使該被預期的導引副載波序列與各副載波匹配，而使該序列位於 OFDM 符號內。第 10 圖示出偵測粗略頻率偏移之一種技術。

在第 10 圖中，第一列圓圈 1010 代表包含具有一

最大正偏移的一些副載波之一 OFDM 符號。陰影圓圈 1011 代表前置導引副載波，而無陰影圓圈 1012 代表非導引副載波。第二列圓圈 1020 代表包含具有零偏移的一些副載波之一 OFDM 符號。第三列圓圈 1030 代表包含具有一最大負偏移的一些副載波之一 OFDM 符號。該最大正及負偏移是代表被預期的 ω 最大值之參數。

爲了在對該 OFDM 信號執行了 FFT 且在頻域中恢復了 OFDM 符號之後決定粗略頻率偏移，所有的 OFDM 符號副載波自右至左移動通過一導引資料濾波器。當偵測到導引副載波時，該導引資料濾波器之輸出將是峰值。因此，可計算粗略頻率偏移。

第 11 圖提供了被配置成執行該技術的粗略頻率偏移偵測器 606 的一實施例之一示意圖。該粗略頻率偏移偵測器之輸入是被 FFT 處理器 605 自 OFDM 時域信號恢復的 OFDM 符號。粗略頻率偏移偵測器 606 包含一導引資料濾波器 6061。導引資料濾波器 6061 具有每一導引副載波之一延遲級 6062。如前文所述，係以傳送器及接收器都知道的一唯一之隨機序列調變前置符號的該等導引副載波。以對應於該隨機序列的一值（用於 DVB-C2 之 P_0 至 P_{570} ）定標每一延遲級之輸出階。然後以導引資料濾波器 6061 內之一累加單元 6063 累加這些組合之輸出。一脈波偵測器 6064 監視導引資料濾波器 6061 之輸出。當偵測到一脈波時，即偵測到導引副載波之該唯一序列。一信號然後被傳送到一粗略頻率偵測處理

器，而該粗略頻率偵測處理器自該脈波之時間決定粗略頻率偏移 ω 之值。

在某些例子中，該脈波偵測器之輸出只有在 $3048 + (343 - \text{最大偏移})$ 的偏移與 $4096 - (344 - \text{最大偏移})$ 的偏移之間是有效的。因此，如果最大預期頻率偏移是 $\pm 200 \Delta f$ (亦即，最大偏移 $- 200$)，則該脈波偵測器之輸出將自移動 3551 至移動 3952 (亦即， $(3952 - 3551) = 401$ FFT 分類的總偏移) 是有效的。如果一 FFT 分類的移動是自 $- \text{最大偏移}$ 至 $+ \text{最大偏移}$ ，則該脈波偵測器之輸出在該移動對應於該被檢測的頻率偏移時將成為高位準。

第 12 圖提供了在最大偏移被設定為 100 的情形下而在頻率偏移 $\omega = -30$ FFT 分類時的脈波偵測器 6064 的輸入之一例示前置符號。在某些例子中，脈波偵測器 6064 可使用將該輸入識別為偵測到存在 (或不存在) 一實質的脈波之一臨界值。

訊框取得

如前文所述，在更正了粗略頻率偏移之後，下一階段是由訊框同步偵測器 608 執行之訊框取得。訊框同步偵測器 608 之功能是：偵測被接收的 OFDM 符號中之哪些 OFDM 符號是存在於每一 OFDM 訊框的開始處之前置 OFDM 符號，而尋找每一 OFDM 符號之邊界。

前文中詳述的對粗略頻率偏移之偵測是基於對來自前

置 OFDM 符號的導引副載波之偵測。因而知道偵測到頻率偏移的 OFDM 符號是一前置 OFDM 符號。然而，如果每一訊框有一個以上的前置 OFDM 符號（亦即， $L_p > 1$ ），則不知道型訊框的一組前置 OFDM 符號中之該前置 OFDM 符號之相對位置。因此，無法自取得該粗略頻率偏移值 ω 之程序直接推導出訊框取得。

前置導引相關

在一第一例子中，可嘗試識別對應於訊框邊界的一前置導引副載波相關之第一次出現，而偵測一訊框的起始點。因此，在一種類似於粗略頻率偏移偵測器 606 中執行的頻率偏移估計之方式下，可將前置導引副載波相關用來取得 OFDM 訊框之起始點。然而，在該例子中，只需使用該導引資料濾波器的第零階。在輸出上出現一脈波時，將指示現行符號是一前置符號，且當偵測到第一脈波時（對應於第一前置符號），將該訊框識別為在起始點。然後可將導引標頭解碼，以便在將第 1 層的第 2 部分的資訊解碼之前，先萃取 `L1_INFO_SIZE` 信令資料及 `L1_TI_MODE` 信令資料。在該例子中，可在粗略頻率偏移偵測器 606 內執行訊框同步偵測器 608 的功能。

第 13 圖提供了一系統的脈波偵測器 6064 的輸入之一圖形，其中一訊框中有二十個符號（ $L_f = 20$ ），且每一訊框有四個（ $L_p = 4$ ）前置符號，而且考慮一清晰的通道以及信號雜訊比為 6 分貝的一通道。

導引標頭相關

在上述例子中，使來自前置 OFDM 符號的導引副載波之已知值與被接收的 OFDM 符號相關，而偵測訊框的起始點。然而，在另一例子中，可識別被插入訊框的每一前置 OFDM 符號之導引標頭序列，而識別該訊框之起始點。如前文所述，該標頭序列是每一訊框中之前置符號獨有的。

如前文所述，第 4 及 5 圖示出如何建構及編碼導引標頭。在編碼器上，在導引資料插入之前，先在一頻率交插器中以另一 L1 第 2 部分的資料混洗 (shuffle) 將被插入在載有標頭的前置符號的前三十二個副載波上之資料。然而，於接收器中，在頻率解交插器 607 對每一 OFDM 符號執行了頻率解交插之後，該標頭資料被送回到前置 OFDM 符號的該等前三十二個副載波之該標頭資料的原始位置。因此，在一例子中，可自該頻率解交插器的輸出萃取有關的資料 (亦即，來自每一 OFDM 符號的前三十二個副載波)，且顛倒第 5 圖所示的電路執行之程序，以便找出導引標頭出現的位置，而完成導引標頭相關。一旦識別了該導引標頭之後，即找到了訊框邊界。

硬性決定匹配

第 14a 圖提供了使用前文所述之標頭相關技術的訊框同步偵測器 608 的一第一實施例之一示意圖。第 14a 圖所示之訊框同步偵測器 608 實施一 "硬性解碼" 演算

法，用以偵測 OFDM 訊框之導引標頭（亦即，在該演算法中，爲了偵測導引標頭而處理絕對二進位值）。

訊框同步偵測器 608 自頻率解交插器 607 接收被解交插的 OFDM 符號。這些被解交插的 OFDM 符號然後被輸入到一資料萃取器 6081，該資料萃取器 6081 萃取在符號 $R(k)$ ($k = 0, 1, \dots, 31$) 的前三十二個副載波上載送之 QPSK 資料。因而提供了一輸出 $R(k)$ ，且該輸出 $R(k)$ 被輸入到一 QPSK 解多工器 6082。如第 5 圖所示，在導引標頭的建構期間，兩序列 λ 及 v 被映射到各 QPSK 標記，使 λ 提供了對應於該等 QPSK 標記的最高有效位元之一序列，且使 v 提供了該等標記的最低有效位元。例如，如果 $\lambda = \{0, 1, 1, 0, \dots\}$ 且 $v = \{0, 0, 1, 1, \dots\}$ ，則所得到的 QPSK 單元標記將是 $\{00, 10, 11, 01, \dots\}$ 。

QPSK 解多工器 6082 將 QPSK 資料分成：第一串流 λ' ，該第一串流 λ' 提供了對應於該被解調的 QPSK 資料的最高有效位元之一序列；以及一第二串流 v' ，該第二串流 v' 提供了該被解調的 QPSK 資料之最低有效位元。對包含該第二串流 v' 的位元以及一 MPS 序列產生器 6084 提供的且對應於該編碼器上使用的拌碼序列之一 32 位元 MPS 拌碼序列 w 執行一互斥或 (XOR) 運算。該運算的結果是一被修改的串流 u' ，然後一循環移位器 6085 將該被修改的串流 u' 循環右移兩位元。因而提供了一被進一步修改的串流 u'' 。

然後在一漢明距離計算器 6086 中比較該第一串流 λ' 及該被修改的串流 u'' ，以便決定該等兩串流間之漢明距離。一減法器 6087 然後將漢明距離計算器 6086 之輸出 Δ 與 32 相減。該減法器之輸出被傳送到一脈波偵測器 6089。當 u'' 與 λ' 的漢明距離 Δ 是最小值時（指示來自該等前三十二個副載波的資料對應於導引標頭及一 OFDM 訊框之起始點），脈波偵測器 6089 在減法器 6087 之輸出上偵測到一脈波。該脈波偵測器之輸出被輸入到一訊框同步偵測處理器 60810，該訊框同步偵測處理器 60810 該脈波偵測器之該輸出，且輸出用來指示已偵測到一訊框的起始點之一信號 f_t 。

一等效程序是：不改變 v' ，循環左移 λ' ，將該循環左移之結果與該 32 位元 MPS 序列 w 攪拌，而提供 λ'' 。然後可計算 v' 與 λ'' 之漢明距離 Δ 。第 14b 圖提供了訊框同步偵測器 608 的該替代實施例之一示意圖。

第 15 圖提供了指示使用第 14a 及 14b 圖所示訊框同步偵測器中實施的訊框同步技術的脈波偵測器 6089 的輸出之一圖形。第 15 圖所示之圖形尤其示出用來指示偵測到一訊框之系列的波峰 7001、7002。該等波峰之頻率指示出現訊框時之對應的頻率。例如，第 15 圖所示之該圖形指示每二十個符號有一訊框之訊框率。

軟性決定匹配

第 16a 圖提供了訊框同步偵測器 608 的另一實施例之一示意圖。第 16a 圖所示之該訊框同步偵測器實施一 "軟性解碼" 演算法，用以偵測 OFDM 訊框之導引標頭（亦即，在該演算法中，並不爲了偵測導引標頭而處理絕對二進位值，而是連續的）。

在第 16a 圖所示之訊框同步偵測器之該實施例中，一 QPSK 切割器 60812 將代表自被解交插的 OFDM 符號的前三十二個副載波萃取的資料之資料流 $R(k)$ 分成一實分量流 $\lambda'(k) = \text{real}(R(k))$ 及一虛分量流 $v'(k) = \text{imag}(R(k))$ 。一雙極轉換器 60814 將 MPS 拌碼序列 w 轉換爲一雙極形式，而產生雙極形式之拌碼信號 $w'(k)$ （亦即， $w'(k) = 1 - 2w(k)$ ）。然後將 $w'(k)$ 乘以 $v'(k)$ ，而產生一信號 $u'(k)$ ，該信號 $u'(k)$ 被循環移位二位元，而產生一信號 $u''(k)$ 。一累加單元 60813 然後將 $u''(k)$ 及 $\lambda'(k)$ 相乘及累加。該累加單元之輸出被連接到一脈波偵測器 6089。可以下列方程式代表該脈波偵測器之輸入：

$$A = \sum_{k=0}^{31} u''(k) * \lambda'(k)$$

脈波偵測器 6089 配合一訊框同步偵測處理器 60810 而以與前文中參照第 14a 圖所述方式大致相同之方式操作。因此，當累加單元 60813 針對某一符號而輸出一峰值時，此即指示目前被處理的信號包含一導引標頭，且因而代表一 OFDM 訊框之起始點。

在一種類似於該硬性決定實施例之方式下，一等效程

序是：不改變 v' ，循環左移 λ' ，將該循環左移之結果與該 32 位元 MPS 序列 w 攪拌，而提供 λ'' 。然後可以下列方程式代表該脈波偵測器之輸入：

$$A = \sum_{k=0}^{31} v'(k) * \lambda''(k)$$

第 16b 圖中示出該實施例。

第 17 圖提供了指示使用第 16a 及 16b 圖所示訊框同步偵測器中實施的訊框同步技術的脈波偵測器 6089 的輸出之一圖形之一示意圖。第 17 圖所示之圖形尤其示出用來指示偵測到一訊框之系列的波峰 8001、8002。該等波峰之頻率指示出現訊框時之對應的頻率。例如，第 17 圖所示之該圖形指示每二十個符號有一訊框之訊框率。

操作總結

第 18 圖提供了根據本發明的一實施例而執行的一程序之一流程圖。

在第一步驟 S101 中，偵測代表 OFDM 符號之一信號。在第二步驟 S102 中，產生時域中之 OFDM 符號的一被抽樣版本。在第三步驟 S103 中，使用複數個相關程序同時將每一 OFDM 符號自相關，每一相關程序將 OFDM 符號與對應於複數個預定長度中之一預定長度的一樣本長度自相關，且決定每一符號之時域起始點。在第四步驟 S104 中，根據該時域起始點而將一頻率轉換施加到該被抽樣的 OFDM 符號。在步驟 S105 中，計

算粗略頻率偏移。

可對前文所述之該等實施例作出各種修改。例如，我們應可了解：諸如符號同步偵測器、細微頻率偏移偵測器、粗略頻率偏移偵測器、以及訊框同步偵測器等的前文所述之接收器包含之特定組件部分本質上是邏輯名稱。因此，可能以並不正好符合前文所述且在各圖式中示出的形式之方式表示這些組件提供的功能。例如，可以包含可在處理器上執行的指令之電腦程式產品之形式實施本發明之觀點，該等指令被儲存在諸如軟碟、光碟、可程式唯讀記憶體（PROM）、隨機存取記憶體（RAM）、快閃記憶體、或上述這些或其他儲存媒體之任何組合等的資料載體中，或者該等指令經由諸如以太網路、無線網路、網際網路、或上述這些或其他網路之任何組合等的一網路上之資料信號而被傳送，或者該等指令以形式為特定應用積體電路（Application Specific Integrated Circuit；簡稱 ASIC）、客戶端可程式閘陣列（Field-Programmable Gate Array；簡稱 FPGA）、或適用於對傳統等效裝置進行改作的其他可設定組態的或訂製的電路之硬體而被實現。

我們應可了解：本發明不限於應用於 DVB，且可被延伸到其他固定式及行動傳送或接收標準。

【圖式簡單說明】

已參照各附圖而純以舉例方式說明了本發明，在該等附圖中，類似的部分具有對應的代號，且其中：

第 1 圖提供了一傳統 OFDM 網路之一示意圖；

第 2 圖提供了 DVB-C2 系統中使用的一 OFDM 編碼器之一示意圖；

第 3 圖提供了一 OFDM DVB-C2 訊框的結構之一示意圖；

第 4 圖提供了一 OFDM DVB-C2 標頭的建構之一示意圖；

第 5 圖提供了一 L1 前向錯誤更正及調變單元之一示意圖；

第 6 圖提供了一 OFDM 接收器的各功能方塊或級之一示意圖；

第 7 圖提供了根據本發明的一實施例而配置的一符號同步單元之一示意圖；

第 8 圖提供了在第 7 圖所示符號同步偵測單元中的一些特定點上流過的信號的理想化描跡之一示意圖；

第 9a 及 9b 圖提供了用來指示第 7 圖所示符號同步偵測單元中之各相關單元執行的第一及第二相關階段的結果之圖形；

第 10 圖示出偵測經過頻率轉換的 OFDM 符號的粗略頻率偏移之一種技術；

第 11 圖提供了被配置成執行第 10 圖所示技術的一粗略頻率偏移偵測器之一示意圖；

第 12 圖提供了第 11 圖所示粗略頻率偏移偵測器的一脈波偵測器的一輸入之一圖形；

第 13 圖提供了用來指示一訊框偵測的脈波偵測器的一輸入之一圖形；

第 14a 及 14b 圖提供了一訊框同步偵測器的一第一及第二實施例之示意圖；

第 15 圖提供了指示使用第 14a 及 14b 圖所示訊框同步偵測器中實施的訊框同步技術的一脈波偵測器的輸入之一圖形；

第 16a 及 16b 圖提供了一訊框同步偵測器的一第三及第四實施例之示意圖；

第 17 圖提供了指示使用第 16a 及 16b 圖所示訊框同步偵測器中實施的訊框同步技術的一脈波偵測器的輸入之一圖形之一示意圖；以及

第 18 圖是根據本發明的一實施例而執行的一程序之一流程圖。

【主要元件符號說明】

101：編碼器

102：傳輸器

103：通道

104：接收器

202：輸入同步單元

203：前向錯誤更正器及位元交插單元

204：正交振幅多工映射器

205：資料切片建立器

- 206,207 : 時間及頻率交插器
- 208 : 訊框建立器
- 209 : 逆頻率轉換編碼單元
- 2010 : 數位至類比轉換器
- 2011 : 第 1 層信令產生器
- 2012 : 第 1 層前向錯誤更正及位元交插單元
- 2013 : 時間交插器
- 2014 : 第 1 層區塊建立器
- 2015 : 頻率交插器
- 501 : 里德米勒編碼器
- 503 : 四相移鍵控映射器
- 502 : 2 位元循環左移移位器
- 601 : 信號接收單元
- 602 : 解調器及抽樣器
- 603 : 符號同步偵測器
- 604 : 細微頻率偏移偵測器
- 605 : 快速傅立葉轉換處理器
- 606 : 粗略頻率偏移偵測器
- 607 : 頻率解交插器
- 608 : 訊框同步偵測器
- 609,6081 : 資料萃取器
- 6031 : 第一相關器
- 6032 : 第二相關器
- 6034,6036 : 匹配濾波器

- 6035,6037 : 累加記憶體
- 6040 : 複數共軛器
- 6044 : 第一延遲
- 6042 : 乘法器
- 6046 : 第二延遲
- 6048 : 加法器
- 6050 : 第三延遲
- 6033 : 相關偵測處理器
- 6061 : 導引資料濾波器
- 6062 : 延遲級
- 6063,60813 : 累加單元
- 6064,6089 : 脈波偵測器
- 6082 : 四相移鍵控解多工器
- 6084 : MPS 序列產生器
- 6085 : 循環移位器
- 6086 : 漢明距離計算器
- 6087 : 減法器
- 60810 : 訊框同步偵測處理器
- 7001,7002,8001,8002 : 波峰
- 60812 : 四相移鍵控切割器
- 60814 : 雙極轉換器

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：099122004

※申請日：099年07月05日

※IPC分類：H04L 21/56(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

接收器及方法

Receiver and method

二、中文發明摘要：

本發明揭示了一種用於偵測及恢復來自正交分頻多工 (OFDM) 符號的資料之接收器，該等 OFDM 符號包含根據一導引型樣而配置之導引資料以及藉由複製來自時域中之 OFDM 符號之一有用部分之一些樣本而形成之一保護間隔，每一 OFDM 符號的該保護間隔之長度對應於複數個預定長度中之一預定長度。該接收器包含一解調器，該解調器可操作而偵測代表該等 OFDM 符號之一信號，且在時域中產生該等 OFDM 符號之一被抽樣的版本。該接收器亦包含一符號同步單元，該符號同步單元包含用來同時輸入每一被抽樣的 OFDM 符號之複數個相關器、以及一相關偵測處理器。每一相關器可操作而使每一被抽樣的 OFDM 符號與對應於該複數個預定保護間隔長度中之一預定保護間隔長度的一樣本長度自相關，而該相關偵測處理器可操作，而根據該複數個相關器中之一相關器偵測

到一相關的一點，以決定每一 OFDM 符號之一時域起始點。該接收器進一步包含一頻率轉換處理器，該頻率轉換處理器可操作而接收該等 OFDM 符號之該被抽樣的版本，且對該等 OFDM 符號執行一頻率轉換，以便在該相關偵測處理器決定的該時域起始點上開始形成該等 OFDM 符號之一頻域版本。該接收器亦包含一粗略頻率偏移偵測器，該粗略頻率偏移偵測器包含一導引資料濾波器及一粗略頻率偏移偵測處理器。該導引資料濾波器包含一些階，該等階對應於該等 OFDM 符號的導引型樣之值及間隔，且被配置成自該頻率轉換處理器接收該等頻域 OFDM 符號作為一輸入，且該粗略頻率偵測處理器被配置成自該導引資料濾波器的一輸出決定粗略頻率偏移。

該接收器因而被較佳地配置成偵測及恢復來自該等 OFDM 符號的資料。

三、英文發明摘要：

A receiver for detecting and recovering data from Orthogonal Frequency Division Multiplexed (OFDM) symbols, the OFDM symbols including pilot data arranged in accordance with a pilot pattern and a guard interval being formed by copying samples from a useful part of the OFDM symbol in the time domain, a length of the guard interval for each OFDM symbol corresponding to one of a plurality of predetermined lengths. The receiver comprises a demodulator operable to detect a signal representing the OFDM symbols and to generate a sampled version of the OFDM symbols in the time domain. The receiver also includes a symbol synchronisation unit comprising a plurality of correlators into which each sampled OFDM symbol is concurrently input and a correlation detection processor. Each correlator is operable to auto correlate each sampled OFDM symbol between a length of samples corresponding to one of the plurality of predetermined lengths of guard intervals, the correlation detection processor being operable to determine a time domain start point of each OFDM symbol based on a point at which one correlator from the plurality of correlators detects a correlation. The receiver further comprises a frequency transform processor operable to receive the sampled version of the OFDM symbols and to perform a frequency transform on the OFDM symbol to form a frequency domain version of the OFDM symbols starting at the time domain start point determined by the correlation detection processor. The receiver also includes a coarse frequency offset detector including a pilot data filter and a coarse frequency offset detect processor. The pilot data filter includes taps corresponding to a value and spacing of the pilot pattern of the OFDM symbols and arranged to receive as an input the frequency domain OFDM symbols from the frequency transform processor and the coarse frequency offset detect processor is arranged to detect a coarse frequency offset from an output of the pilot data filter.

The receiver is therefore better arranged to detect and recover data from the OFDM symbols.

七、申請專利範圍：

1. 一種用於偵測及恢復來自正交分頻多工 (OFDM) 符號的資料之接收器，該等 OFDM 符號包含根據一導引型樣而配置之導引資料以及藉由複製來自時域中之 OFDM 符號之一有用部分之一些樣本而形成之一保護間隔，每一 OFDM 符號的該保護間隔之長度對應於複數個預定長度中之一預定長度，該接收器包含：

一解調器，該解調器可操作而偵測代表該等 OFDM 符號之一信號，且在時域中產生該等 OFDM 符號之一被抽樣的版本；

一符號同步單元，該符號同步單元包含用來同時輸入每一被抽樣的 OFDM 符號之複數個相關器以及一相關偵測處理器，每一相關器可操作而使每一被抽樣的 OFDM 符號與對應於該複數個預定長度中之一預定長度的一樣本長度自相關，該相關偵測處理器可操作，而根據該複數個相關器中之一相關器偵測到一相關的一點，以決定每一 OFDM 符號之一時域起始點；

一頻率轉換處理器，該頻率轉換處理器可操作而接收該等 OFDM 符號之該被抽樣的版本，且對該等 OFDM 符號執行一頻率轉換，以便在該相關偵測處理器決定的該時域起始點上開始形成該等 OFDM 符號之一頻域版本；
以及

一粗略頻率偏移偵測器，該粗略頻率偏移偵測器包含一導引資料濾波器及一粗略頻率偏移偵測處理器，該導引

資料濾波器包含一些階，該等階對應於該等 OFDM 符號的導引型樣之值及間隔，且被配置成自該頻率轉換處理器接收該等頻域 OFDM 符號作為一輸入，且該粗略頻率偵測處理器被配置成來自該導引資料濾波器的一輸出決定粗略頻率偏移。

2. 如申請專利範圍第 1 項之接收器，其中序列的 OFDM 符號形成一序列的訊框，每一訊框包含複數個前置 OFDM 符號及載有 OFDM 符號之複數個資料酬載，該接收器包含一訊框偵測器，用以藉由偵測前置導引資料副載波的出現在該訊框的該等前置 OFDM 符號中，而偵測每一訊框之起始點。

3. 如申請專利範圍第 1 項之接收器，其中該序列的 OFDM 符號形成一序列的訊框，每一訊框包含複數個前置 OFDM 符號及載有 OFDM 符號之複數個資料酬載，每一訊框之該等前置 OFDM 符號包含載有標頭資料之複數個標頭副載波，且該訊框偵測器可操作而藉由自該等被接收的 OFDM 符號之副載波萃取資料且識別對應於第一 OFDM 前置符號的標頭資料之被萃取資料，而識別每一訊框之起始點。

4. 如申請專利範圍第 1 項之接收器，其中係根據一 DVB-C2 標準而傳送該等 OFDM 符號。

5. 一種偵測及恢復來自正交分頻多工 (OFDM) 符號的資料之方法，該等 OFDM 符號包含根據一導引型樣而配置之導引資料、以及一保護間隔，係藉由複製來自時域

中之 OFDM 符號之一有用部分之一一些樣本而形成該保護間隔，每一 OFDM 符號的該保護間隔之長度對應於複數個預定長度中之一預定長度，該方法包含下列步驟：

偵測代表該等 OFDM 符號之一信號；

在時域中產生該等 OFDM 符號之一被抽樣的版本；

使用複數個相關程序而同時自相關每一 OFDM 符號，每一相關程序使該 OFDM 符號與對應於該複數個預定保護間隔長度中之一預定保護間隔長度的一樣本長度自相關，且根據該等相關程序中之一相關程序偵測到一相關的一點，以決定每一 OFDM 符號之一時域起始點；

對該等被抽樣的 OFDM 符號執行一頻率轉換，以便形成在相關偵測處理器決定的該時域起始點上開始的該等 OFDM 符號之一頻域版本；以及

藉由監視用來將每一頻域 OFDM 符號濾波的一濾波器之輸出，而偵測該等頻域 OFDM 符號之粗略頻率偏移，其中該濾波器具有對應於該等 OFDM 符號的導引型樣之值及間隔之一些階。

6. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中序列的 OFDM 符號形成一序列的訊框，每一訊框包含複數個前置 OFDM 符號及載有 OFDM 符號之複數個資料酬載，該方法包含下列步驟：

藉由偵測前置導引資料副載波的出現在該訊框的該等前置 OFDM 符號中，而偵測每一訊框之起始點。

7. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該序列的

OFDM 符號形成一序列的訊框，每一訊框包含複數個前置 OFDM 符號及載有 OFDM 符號之複數個資料副載，且每一訊框之該等前置 OFDM 符號包含載有標頭資料之複數個標頭副載波，該方法包含下列步驟：

藉由自該等被接收的 OFDM 符號之副載波萃取資料且識別對應於第一 OFDM 前置符號的標頭資料之被萃取資料，而偵測每一訊框之起始點。

8. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中係根據一 DVB-C2 標準而傳送該等 OFDM 符號。

9. 一種電腦程式，該電腦程式被配置成當在一電腦中被執行時將執行申請專利範圍第 5 項中界定之方法。

10. 一種接收器，包含：

一解調器，該解調器可操作而偵測代表 OFDM 符號之一信號，該等 OFDM 符號包含根據一導引型樣而配置之導引資料、以及藉由複製來自時域中之 OFDM 符號之一有用部分之一些樣本而形成之一保護間隔，每一 OFDM 符號的該保護間隔之長度對應於複數個預定長度中之一預定長度，該解調器可操作而在時域中產生該等 OFDM 符號之一被抽樣的版本；

一符號同步單元，該符號同步單元包含用來同時輸入每一被抽樣的 OFDM 符號之複數個相關器以及一相關偵測處理器，每一相關器可操作而使每一被抽樣的 OFDM 符號與對應於該複數個預定長度中之一預定長度的一樣本長度自相關，該相關偵測處理器可操作，而根據該複數個

相關器中之一相關器偵測到一相關的一點，以決定每一 OFDM 符號之一時域起始點；

一頻率轉換處理器，該頻率轉換處理器可操作而接收該等 OFDM 符號之該被抽樣的版本，且對該等 OFDM 符號執行一頻率轉換，以便在該相關偵測處理器決定的該時域起始點上開始形成該等 OFDM 符號之一頻域版本；以及

一粗略頻率偏移偵測器，該粗略頻率偏移偵測器包含一導引資料濾波器及一粗略頻率偏移偵測處理器，該導引資料濾波器包含一些階，該等階對應於該等 OFDM 符號的導引型樣之值及間隔，且被配置成自該頻率轉換處理器接收該等頻域 OFDM 符號作為一輸入，且該粗略頻率偵測處理器被配置成自該導引資料濾波器的一輸出決定粗略頻率偏移。

11. 如申請專利範圍第 10 項之接收器，其中序列的 OFDM 符號形成一序列的訊框，每一訊框包含複數個前置 OFDM 符號及載有 OFDM 符號之複數個資料酬載，該接收器包含一訊框偵測器，用以藉由偵測在訊框的該等前置 OFDM 符號中出現有前置導引資料副載波，而偵測每一訊框之起始點。

12. 如申請專利範圍第 10 項之接收器，其中該序列的 OFDM 符號形成一序列的訊框，每一訊框包含複數個前置 OFDM 符號及載有 OFDM 符號之複數個資料酬載，每一訊框之該等前置 OFDM 符號包含載有標頭資料

之複數個標頭副載波，且該訊框偵測器可操作而藉由自該等被接收的 OFDM 符號之副載波萃取資料且識別對應於第一 OFDM 前置符號的標頭資料之被萃取資料，而識別每一訊框之起始點。

13. 如申請專利範圍第 10 項之接收器，其中係根據一 DVB-C2 標準而傳送該等 OFDM 符號。

14. 一種偵測及恢復來自正交分頻多工（OFDM）符號的資料之裝置，該等 OFDM 符號包含根據一導引型樣而配置之導引資料、以及一保護間隔，係藉由複製來自時域中之 OFDM 符號之一有用部分之一些樣本而形成該保護間隔，每一 OFDM 符號的該保護間隔之長度對應於複數個預定長度中之一預定長度，該裝置包含：

用來偵測代表該等 OFDM 符號之一信號之機構；

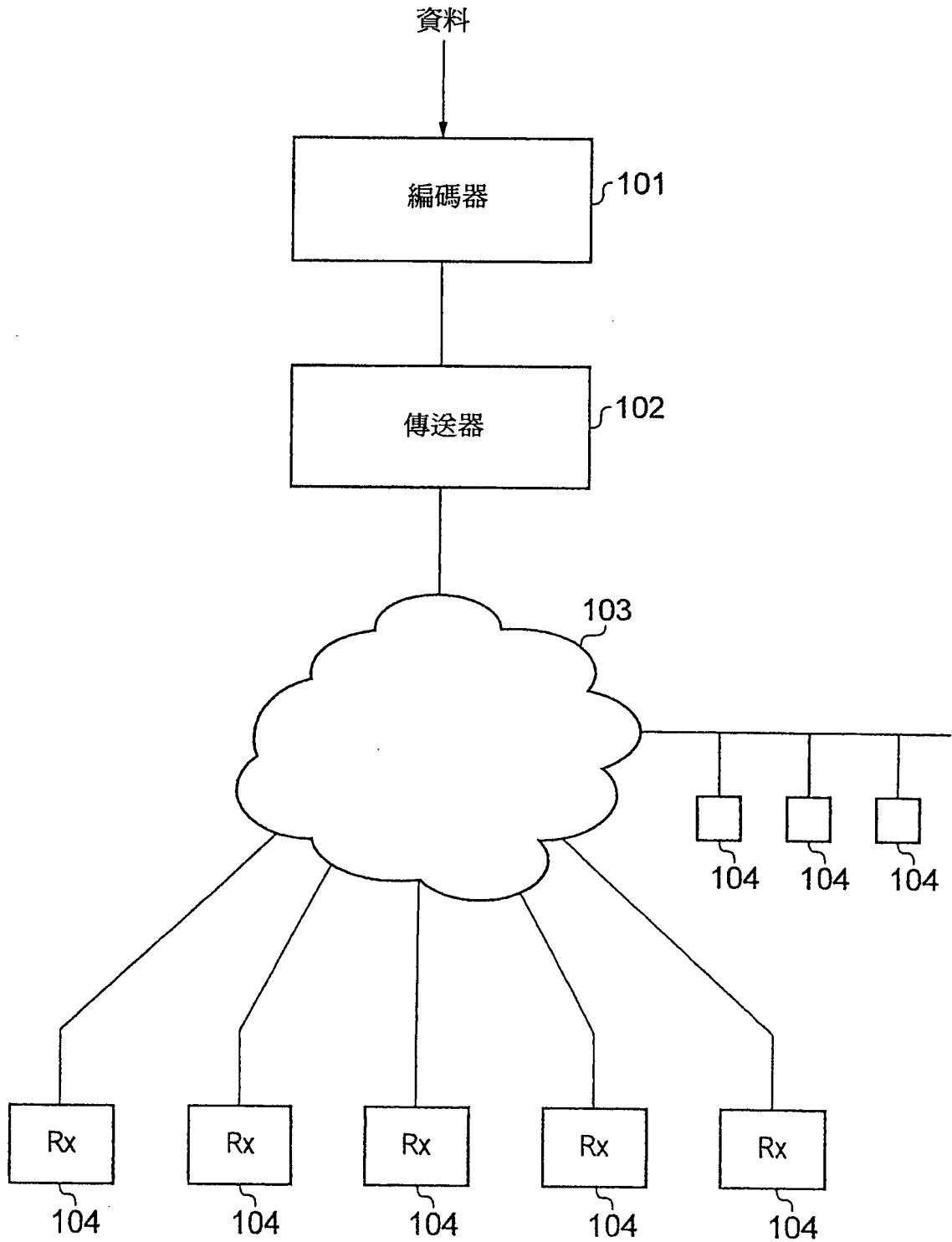
在時域中產生該等 OFDM 符號之一被抽樣的版本之機構；

使用複數個相關程序而同時自相關每一 OFDM 符號之機構，每一相關程序使該 OFDM 符號與對應於該複數個預定保護間隔長度中之一預定保護間隔長度的一樣本長度自相關，且根據該等相關程序中之一相關程序偵測到一相關的一點，以決定每一 OFDM 符號之一時域起始點；

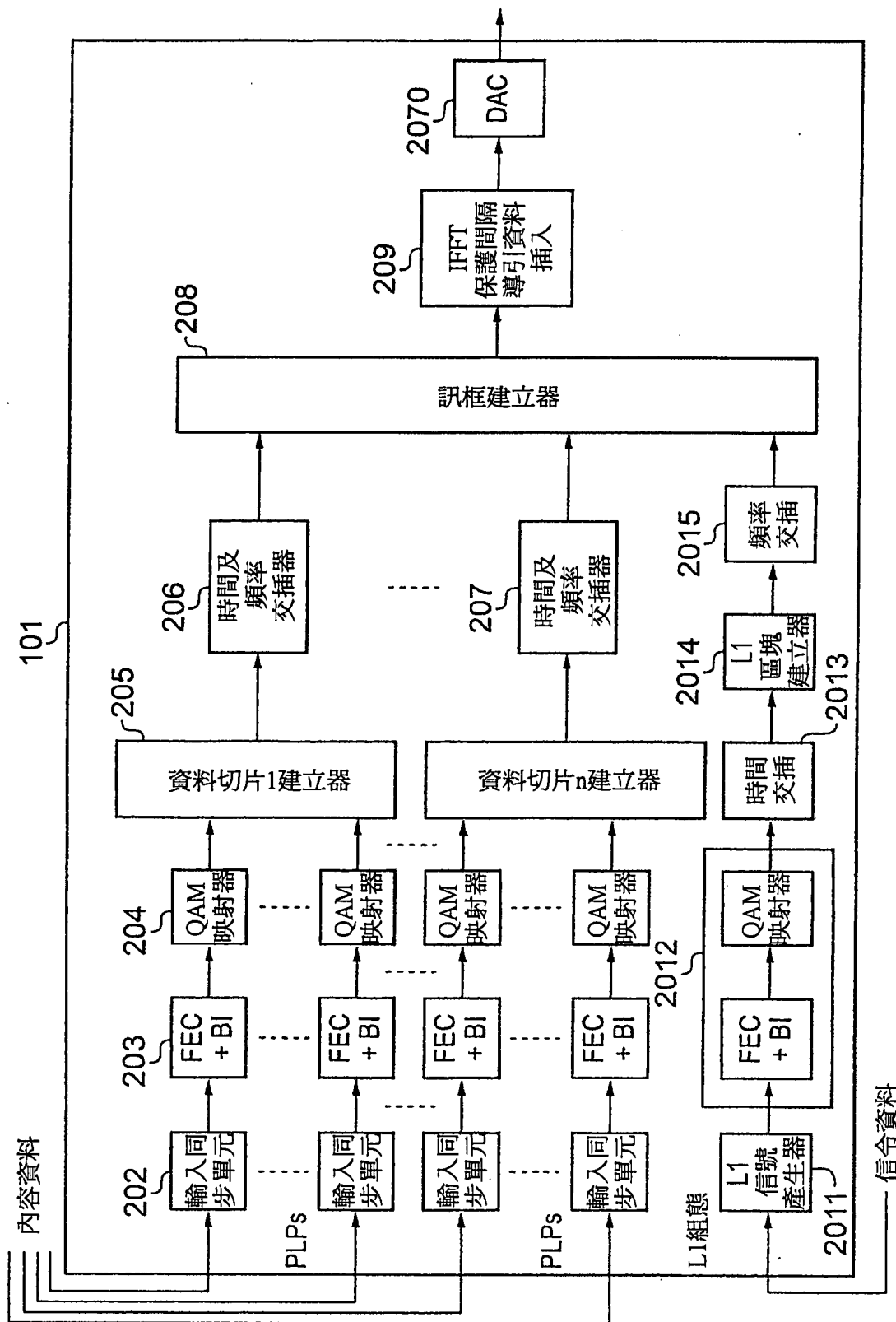
對該等被抽樣的 OFDM 符號執行一頻率轉換之機構，用以在相關偵測處理器決定的該時域起始點上開始形成該等 OFDM 符號之一頻域版本；以及

偵測粗略頻率偏移之機構，用以藉由監視用來將每一

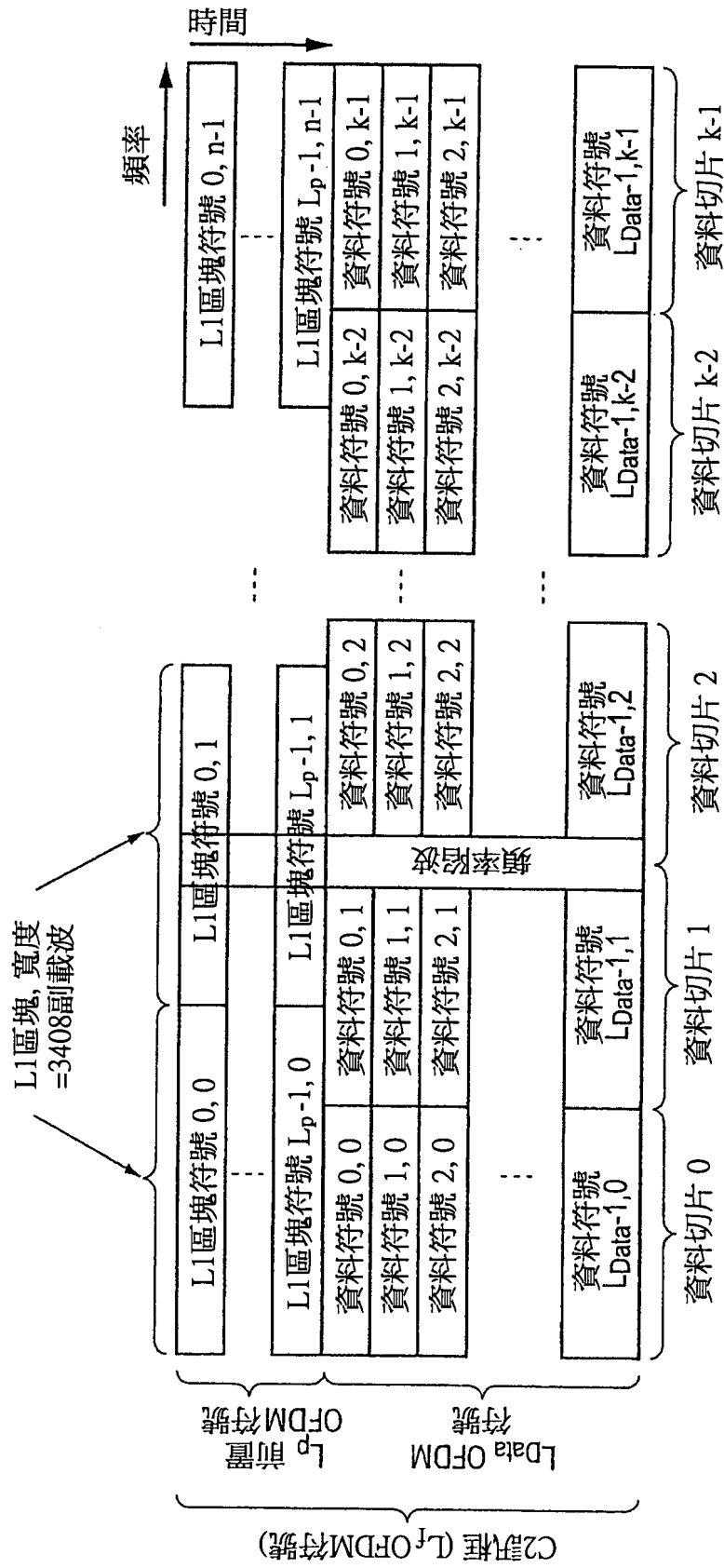
頻域 OFDM 符號濾波的一濾波器之輸出，而偵測該等頻域 OFDM 符號之粗略頻率偏移，其中該濾波器具有對應於該等 OFDM 符號的導引型樣之值及間隔之一些階。



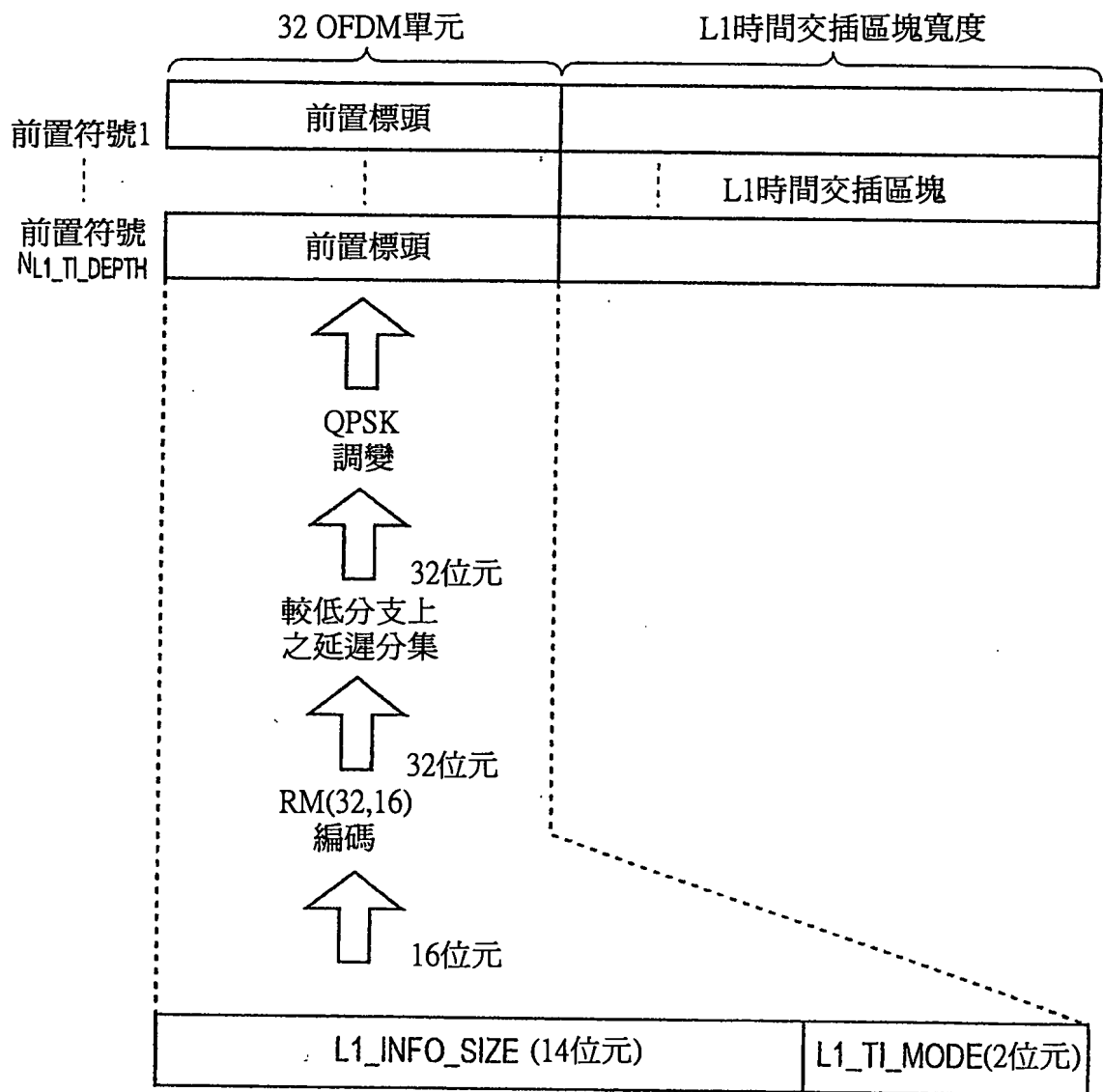
第1圖



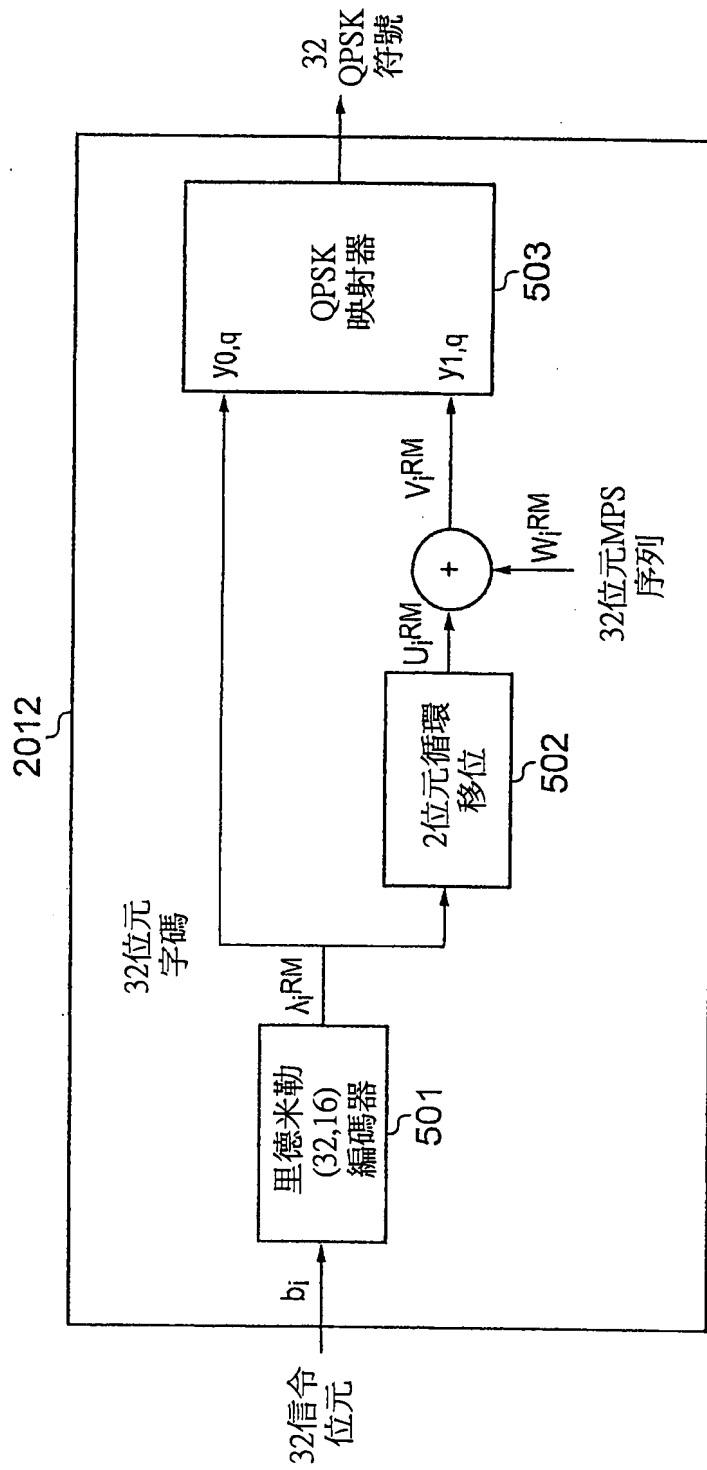
第2圖



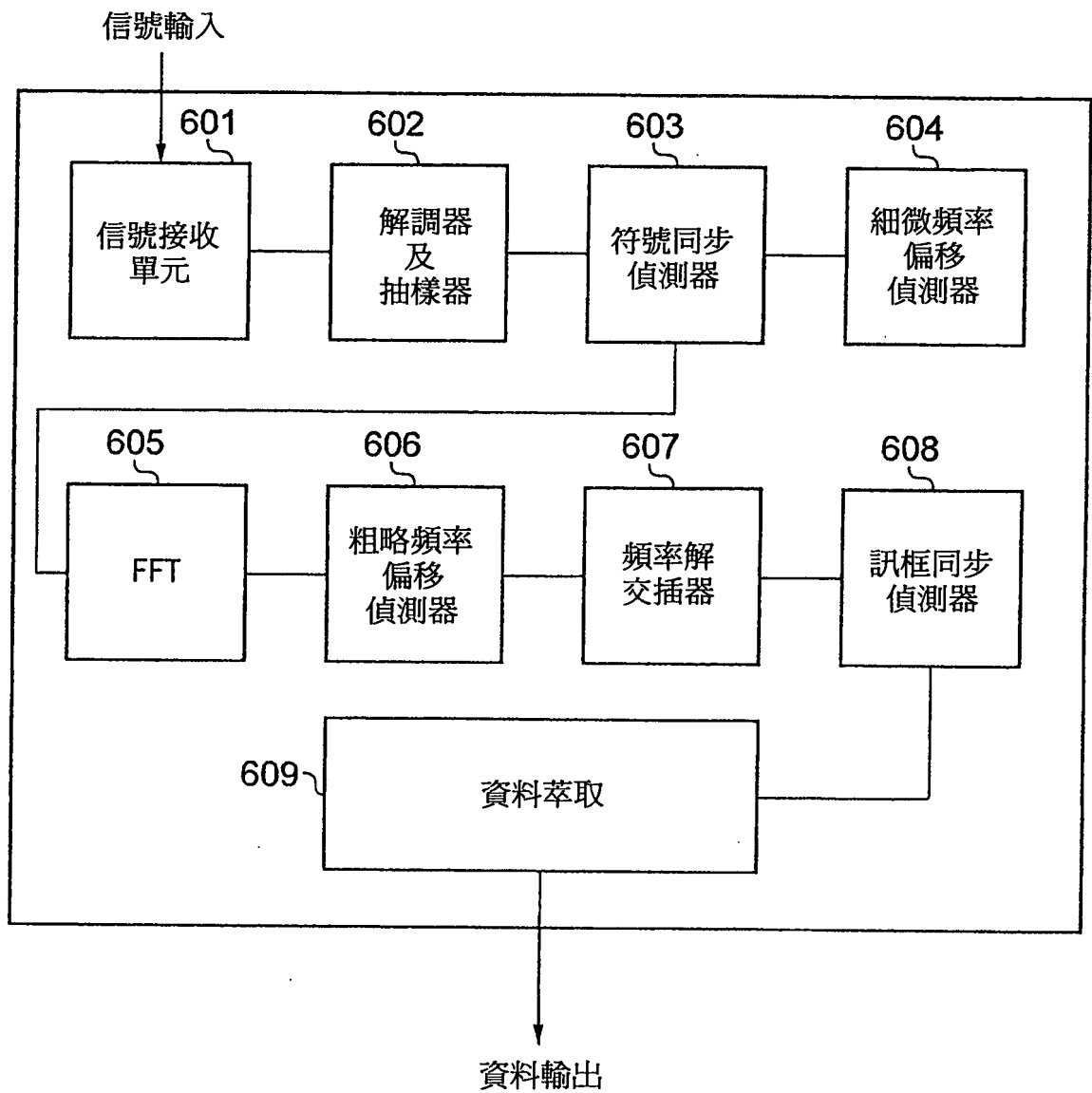
第3圖



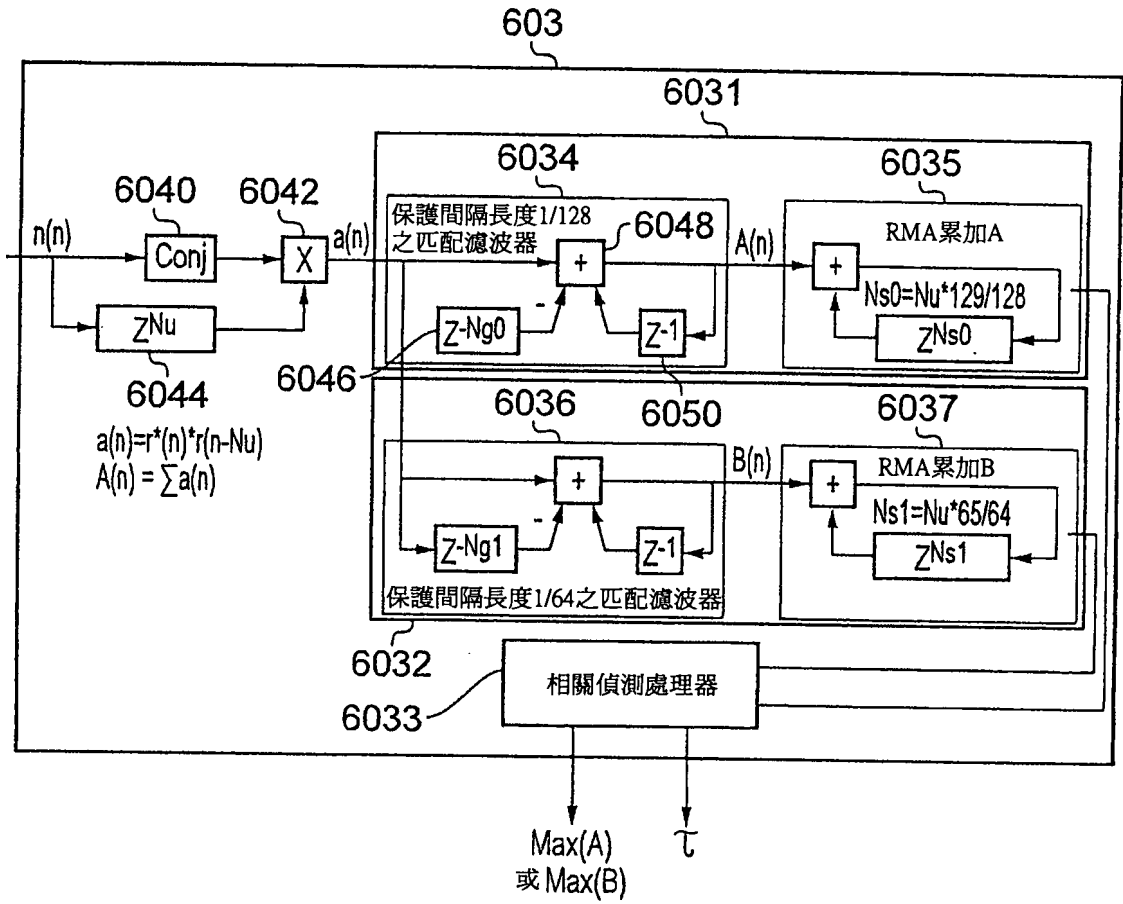
第4圖



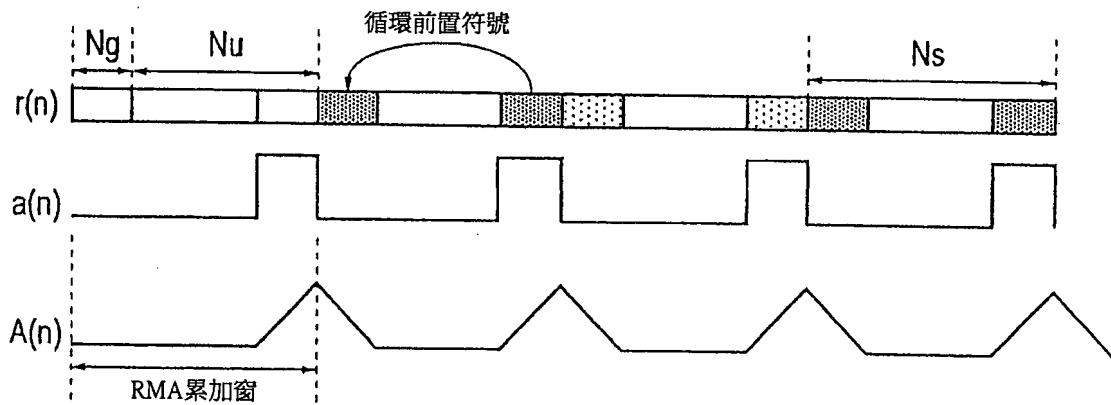
第5圖



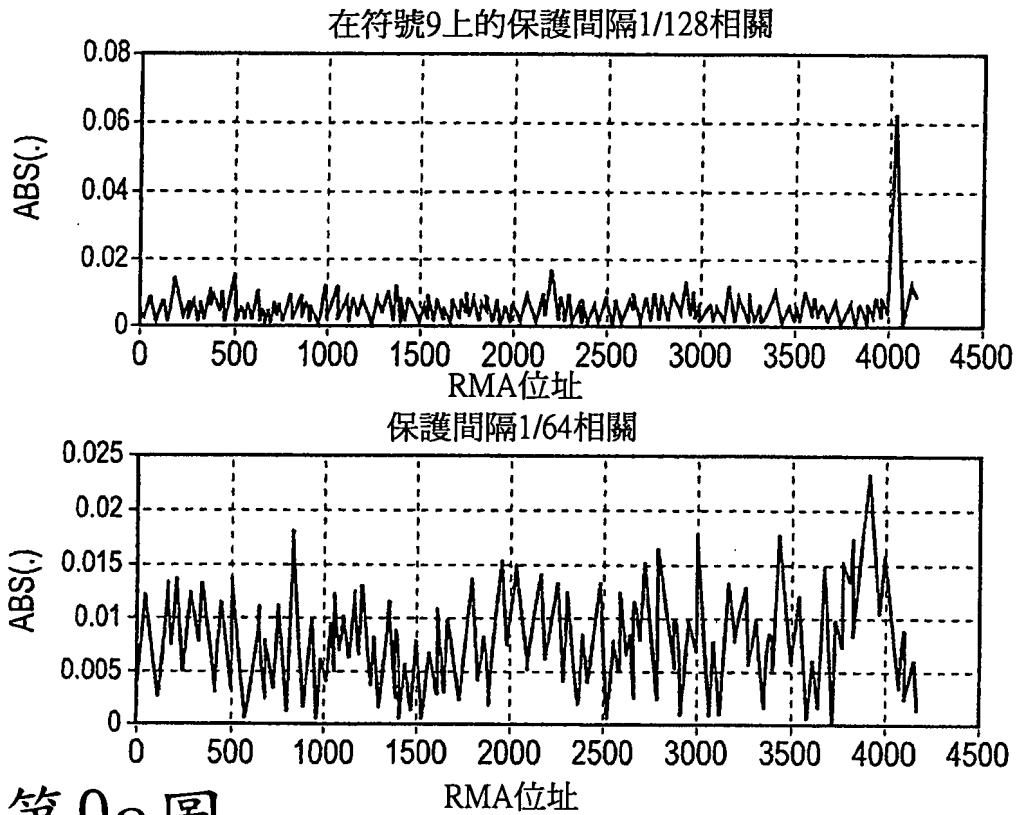
第6圖



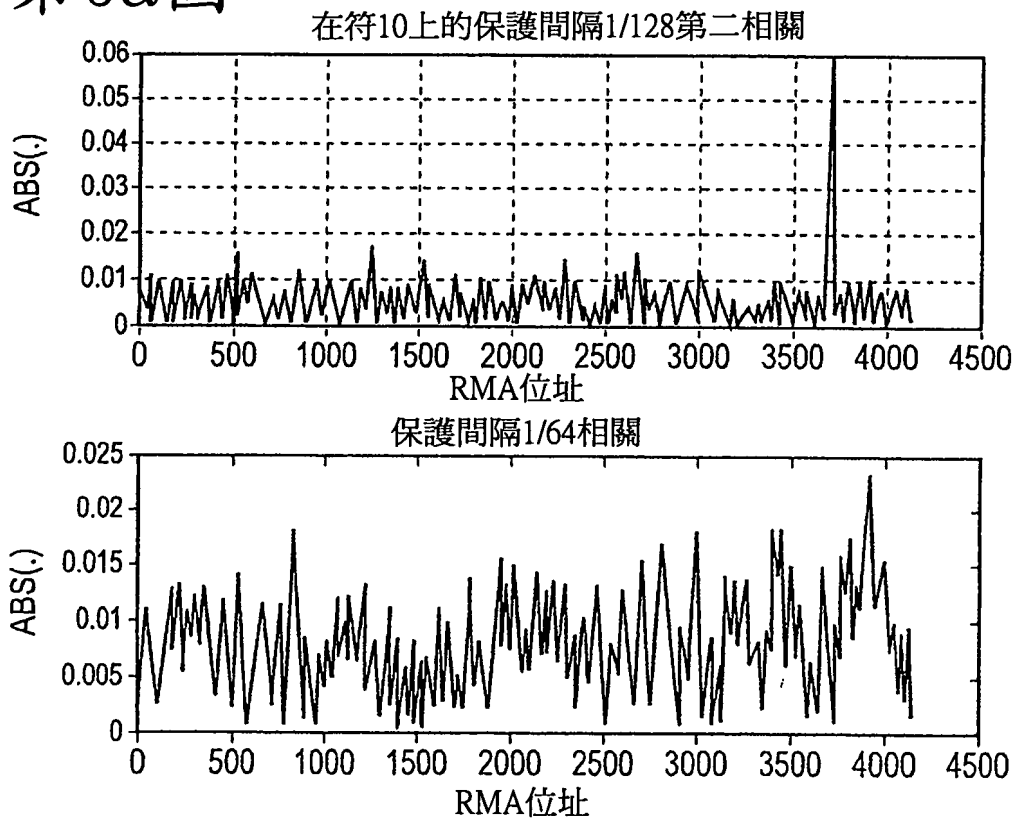
第7圖



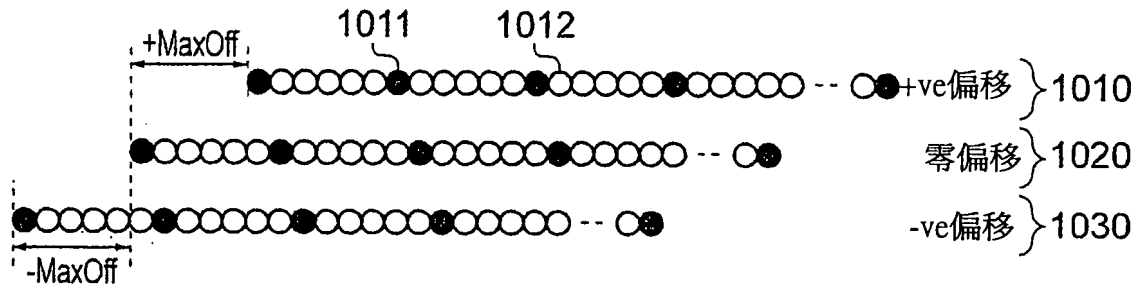
第8圖



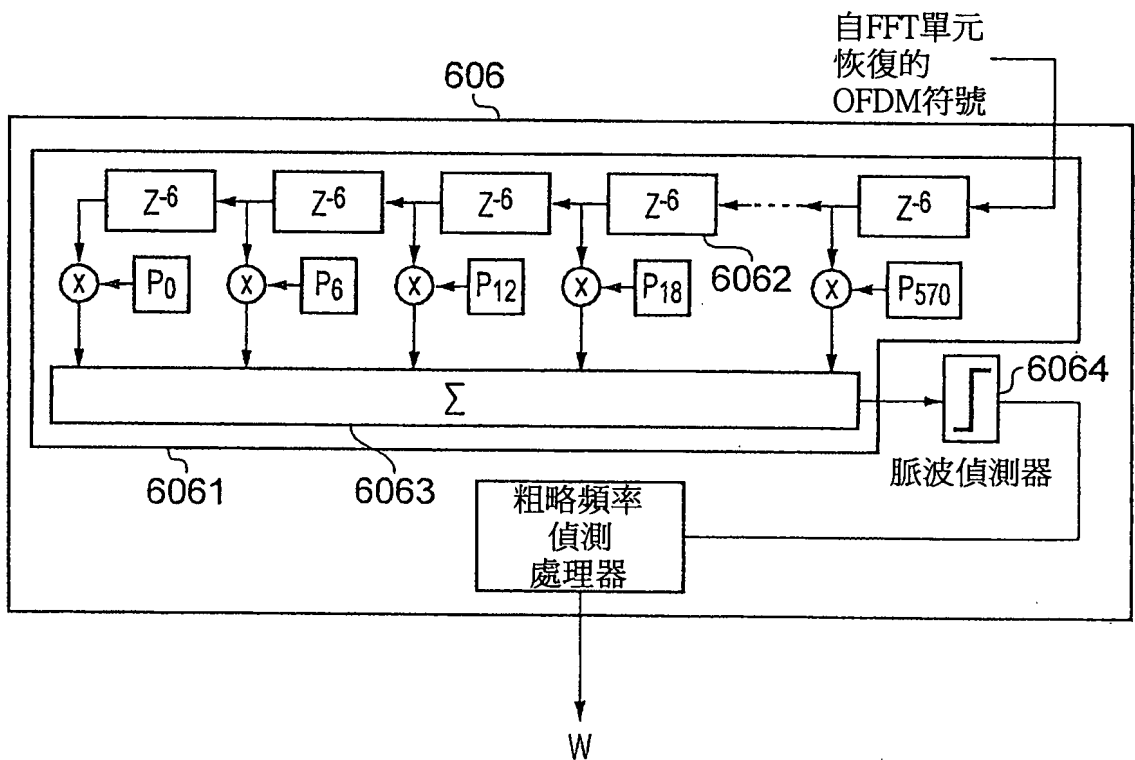
第9a圖



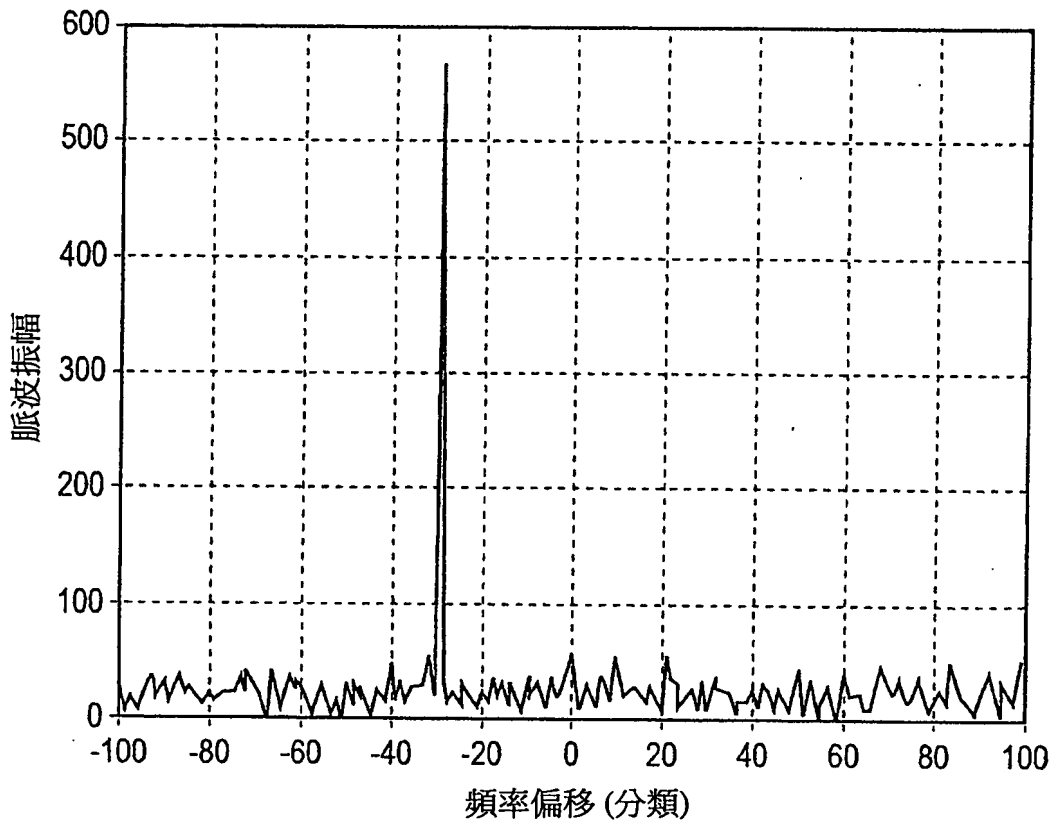
第9b圖



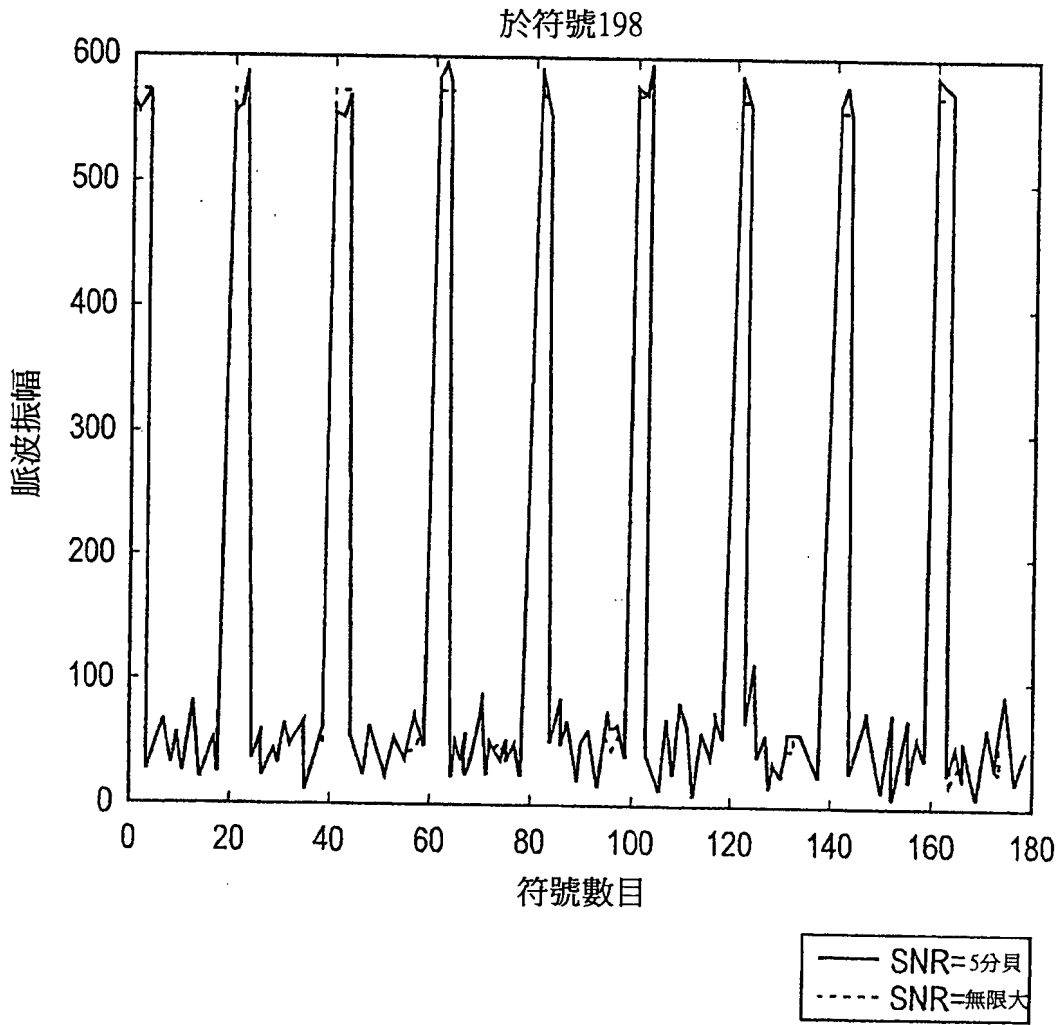
第10圖



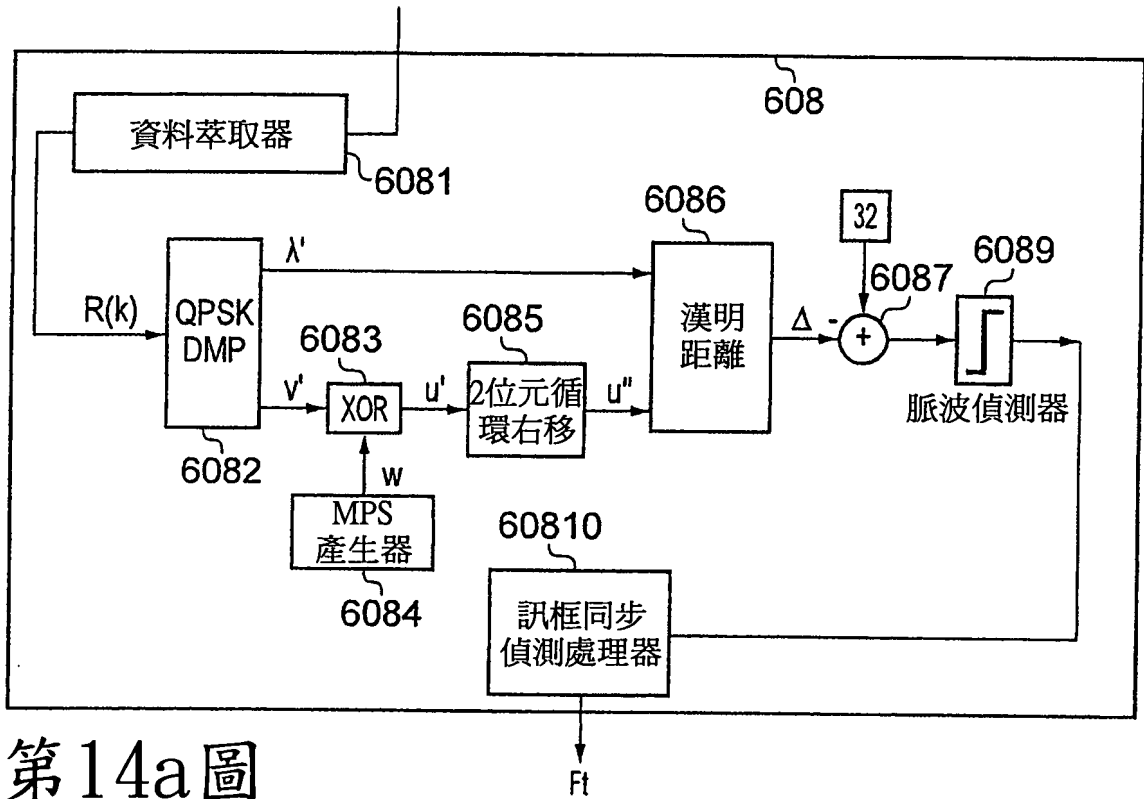
第11圖



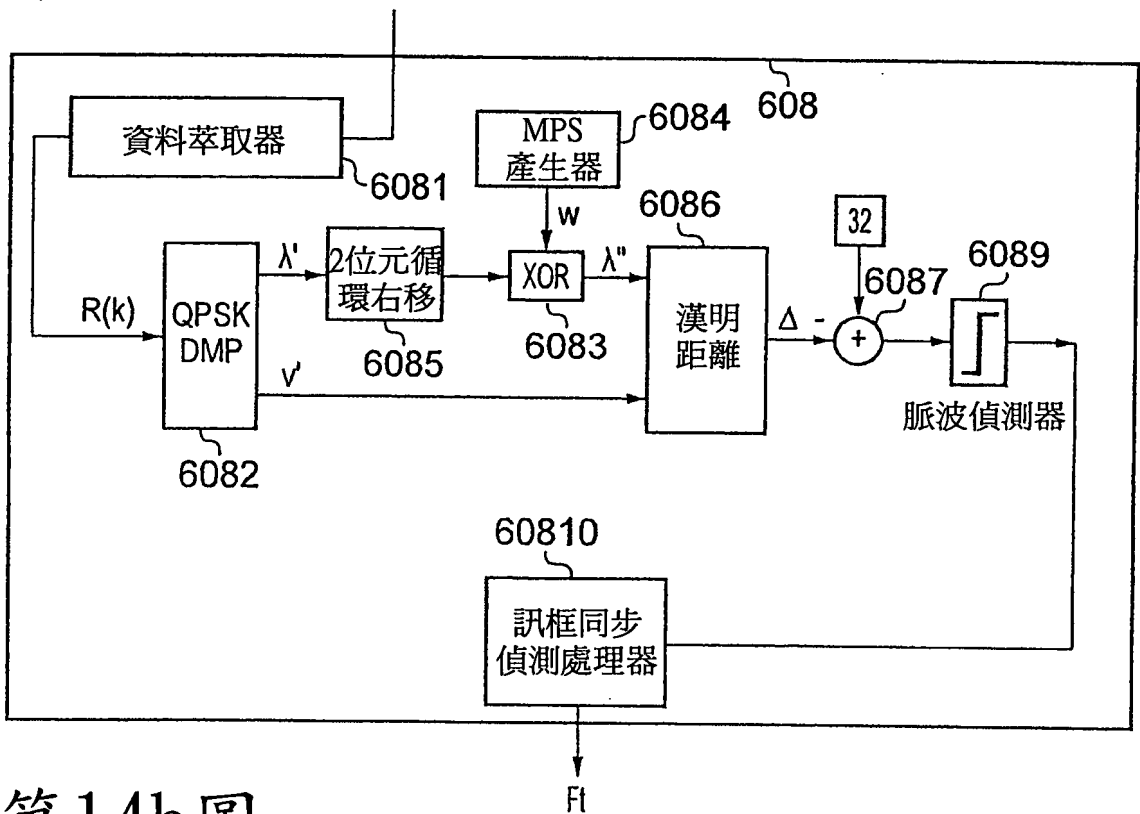
第12圖



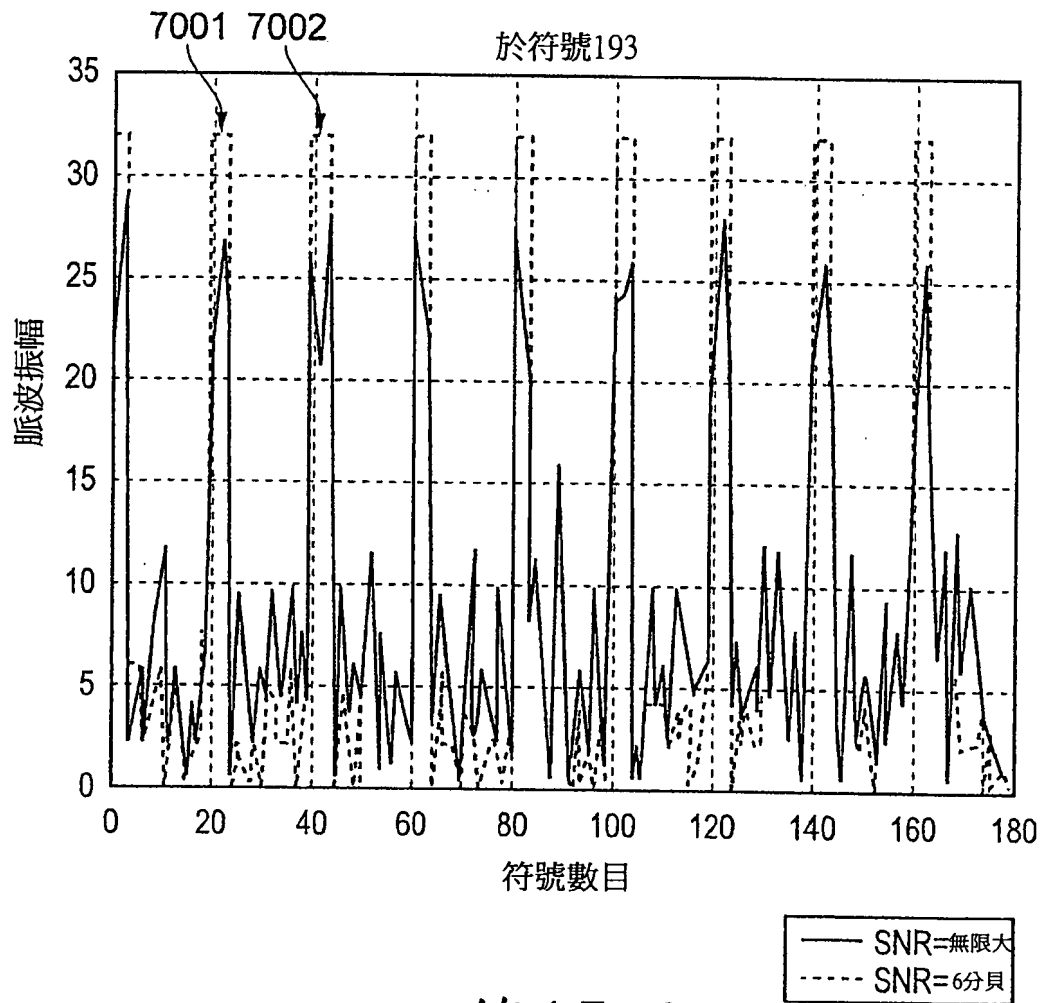
第13圖



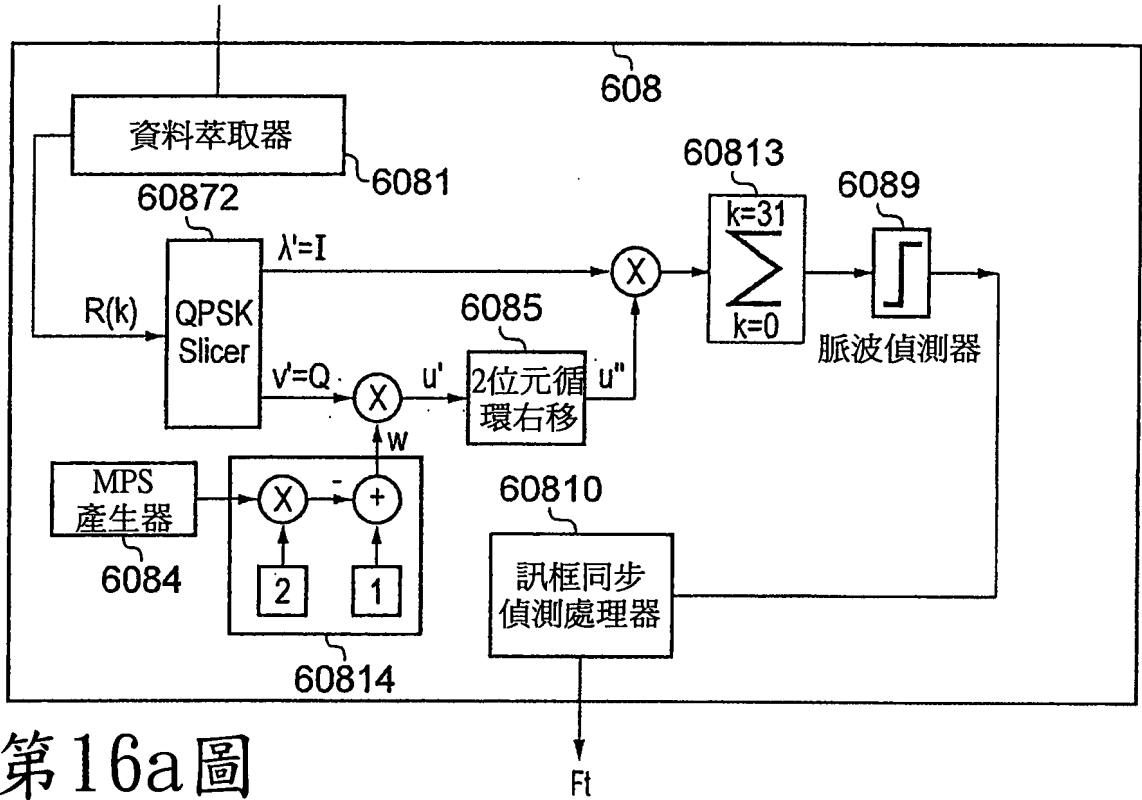
第14a圖



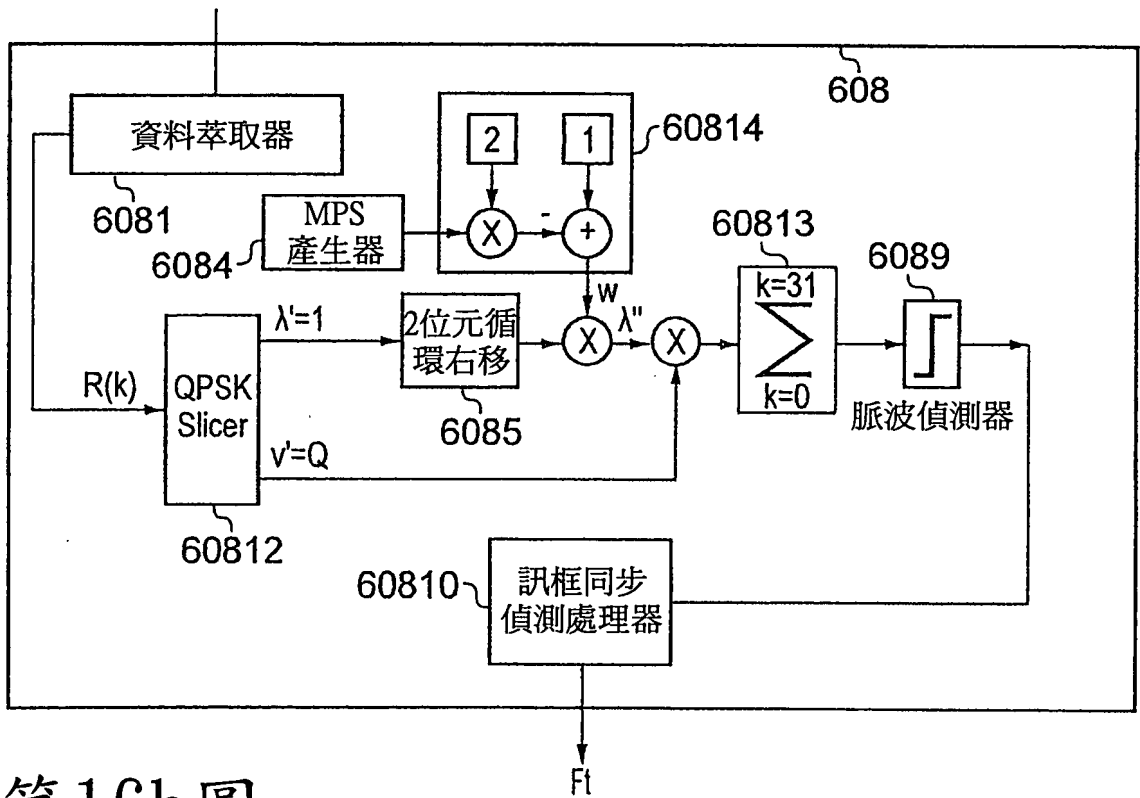
第14b圖



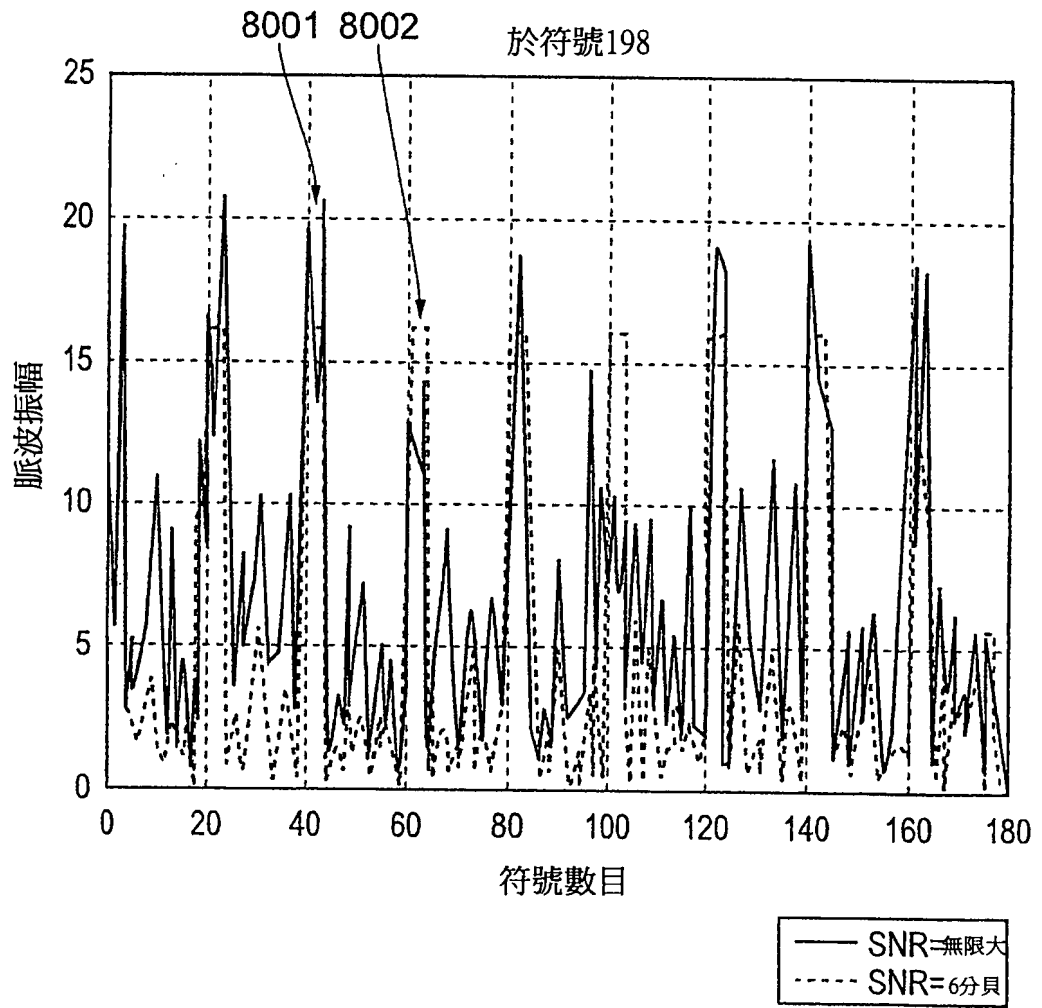
第15圖



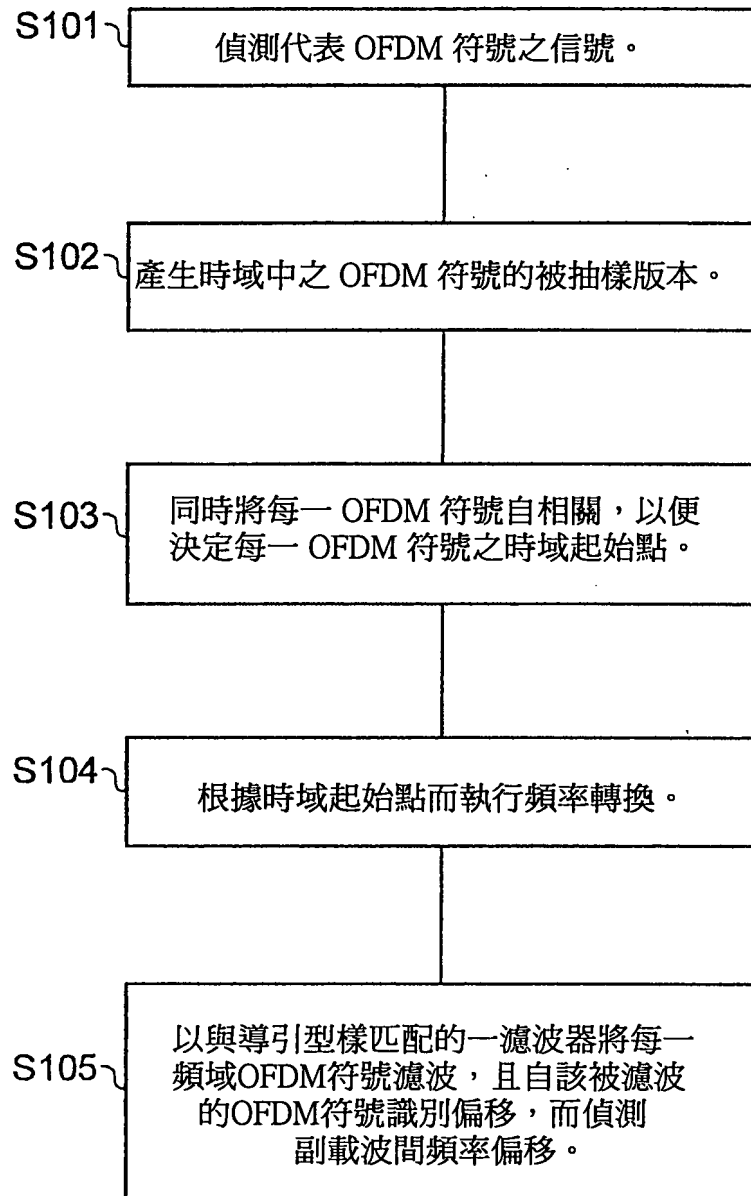
第16a圖



第16b圖



第17圖



第18圖

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

601：信號接收單元

602：解調器及抽樣器

603：符號同步偵測器

604：細微頻率偏移偵測器

605：快速傅立葉轉換處理器

606：粗略頻率偏移偵測器

607：頻率解交插器

608：訊框同步偵測器

609：資料萃取器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無