

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

民國98年7月24日呈

855950

發明專利說明書

公告本

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97139368

※申請日期：97年10月14日

※IPC分類：H04L 27/26 (2006.01)

H03M 13/27 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 資料處理設備、映圖符號及由OFDM調變信號接收資料的方法、及使用該方法之位址產生器

(英) Data processing apparatus, methods of mapping symbols and receiving data from OFDM modulated signal, and an address generator for use with the same

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 新力股份有限公司
(英) SONY CORPORATION

代表人：(中) 1. 傅海維

(英) 1. FUJII, HAROLD

地址：(中) 日本國東京都港區港南一丁目七番一號

(英) 1-7-1 Konan, Minato-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓名：(中) 安通瑟里 薩穆爾
(英) ATUNGSIRI, SAMUEL ASANBENG

國籍：(中) 喀麥隆

(英) CAMEROON

2. 姓名：(中) 泰勒 馬修
(英) TAYLOR, MATTHEW PAUL ATHOL

國籍：(中) 英國

(英) UNITED KINGDOM

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 英國

; 2007/10/30; 0721272.3 有主張優先權

五、中文發明摘要

發明名稱：資訊處理設備、映圖符號及由 OFDM 調變信號接收資料的方法、及使用該方法之位址產生器

一種資料處理器將接收自正交分頻多工 (OFDM) 符號之預定數目副載波信號的資料符號映射入一輸出資料串。該資料處理器包含一交錯器記憶體，其係將用於映射至 OFDM 副載波信號上之預定數目的資料符號讀入。該交錯器記憶體係將資料符號讀出至 OFDM 副載波上以實現該映射，該讀出之順序係不同於該讀入，該順序係由一組位址所決定，以致其該輸入資料符號被交錯於副載波信號上。該組位址係由一位址產生器所決定，該位址產生器包含一線性回饋移位暫存器及一排列電路。

$R_i[13] = R_{i-1}[0] \oplus R_{i-1}[1] \oplus R_{i-1}[2] \oplus R_{i-1}[12]$ 之該線性回饋移位暫存器之產生器多項式被一排列順序，其已藉由模擬分析而建立，以將經由典型無線電頻道之一種 OFDM 調變系統 (諸如 DVB 地面 2 (DVB-T2) 之數位視頻廣播 (DVB) 標準) 的通訊性能最佳化。

六、英文發明摘要

發明名稱：**Data processing apparatus, methods of mapping symbols and receiving data from OFDM modulated signal, and an address generator for use with the same**

A data processing apparatus maps data symbols received from a predetermined number of sub-carrier signals of an Orthogonal Frequency Division Multiplexed (OFDM) symbol into an output data stream. The data processor includes an interleaver memory which reads-in the predetermined number of data symbols for mapping onto the OFDM sub-carrier signals. The interleaver memory reads-out the data symbols on to the OFDM sub-carriers to effect the mapping, the read-out being in a different order than the read-in, the order being determined from a set of addresses, with the effect that the data symbols are interleaved on to the sub-carrier signals. The set of addresses are generated from an address generator which comprises a linear feedback shift register and a permutation circuit. A generator polynomial for the linear feedback shift register of $R_i[13] = R_{i-1}[0] \oplus R_{i-1}[1] \oplus R_{i-1}[2] \oplus R_{i-1}[12]$ is provided with a permutation order which has been established by simulation analysis to optimise communication performance via typical radio channels, of an OFDM modulated system such as a Digital Video Broadcasting (DVB) standard such as DVB-Terrestrial2 (DVB-T2).

七、指定代表圖：

- (一)、本案指定代表圖為：第 (7) 圖
- (二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

300：天線
302：調諧器
304：類比至數位轉換器
306：防護間隔移除處理器
308：快速傅立葉轉換 (FFT) 處理器
310：頻道估計器和校正
311：嵌入信號解碼單元
312：映射器
314：符號去交錯器
316：位元去交錯器
318：誤差校正解碼

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關可操作以將接收自正交分頻多工（OFDM）符號之預定數目的副載波信號的資料符號映射入輸出符號串的資料處理設備。

本發明亦有關一種用於寫入符號至/讀取符號自一交錯器記憶體之位址產生器。

本發明之實施例可提供一種 OFDM 接收器。

【先前技術】

數位視頻廣播地面標準（DVB-T）係利用正交分頻多工（OFDM）來將代表視頻影像及聲音之資料經由廣播無線電通訊信號而傳遞至接收器。已知有兩種 DVB-T 之模式，已知為 2k 及 8k 模式。2k 模式係提供 2048 副載波而 8k 模式係提供 8192 副載波。類似地，針對數位視頻廣播手持標準（DVB-H），已提供一種 4k 模式，其中副載波之數目為 4096。

為了增進使用 DVB-T 或 DVB-H 而傳遞之資料的完整性，提供一符號交錯器以交錯輸入資料符號，在當這些符號被映射至一 OFDM 符號之副載波信號上時。此一符號交錯器包含一結合位址產生器之交錯器記憶體。位元產生器係產生每一輸入符號之位址，各位址係指示其資料符號所將被映射至之 OFDM 符號的副載波信號之一。針對 2k 模式及 8k 模式，DVB-T 標準中已揭露了一種配置，用以產

生供映射之位址。類似地，針對 DVB-H 標準之 4k 模式，已提供一種用以產生供映射之位址的配置，並已於歐洲專利申請案 04251667.4 中揭露一種用以實施此映射之位址產生器。位址產生器包含一線性回饋移位暫存器及一排列（permutation）電路，該線性回饋移位暫存器可操作以產生偽隨機位元序列。排列電路係排列線性回饋移位暫存器之內容的順序以產生位址。該位址係提供其中接收自 OFDM 副載波之一的資料符號應被儲存於交錯器記憶體中之記憶體的位置之指示，以便將接收自該 OFDM 符號的副載波信號之符號映射入輸出資料串。

依據數位視頻廣播地面廣播標準（已知為 DVB-T2）已提議了提供用於傳遞資料之進一步模式。

【發明內容】

依據本發明之一形態，有提供一種資料處理設備，其可操作以將接收自正交分頻多工（OFDM）符號之預定數目的副載波信號的資料符號映射入輸出符號串。該資料處理設備包含一去交錯器，其可操作以將來自 OFDM 副載波信號之預定數目的資料符號讀入一記憶體、及從該記憶體讀出該資料符號而進入該輸出符號串以實現（effect）該映射。該讀出之順序係不同於該讀入，該順序係由一組位址所決定，以致其該資料符號被去交錯自該等 OFDM 副載波信號。一位址產生器可操作以產生該組位址，針對每一接收之資料符號產生一位址以指示其該接收之資料符號所

將被映射入該輸出符號串的 OFDM 副載波信號。位址產生器包含一線性回饋偏移暫存器，該線性回饋偏移暫存器包含預定數目的暫存器級且可操作以依據產生器多項式而產生偽隨機位元序列。一排列電路可操作以接收該等偏移暫存器級之內容並依據一排列順序以排列該等暫存器級中所存在的位元，來形成該等 OFDM 副載波之一的位址；以及一控制單元可結合一位址檢查電路而操作以再生一位址，當所產生的位址超過預定最大有效位址時。資料處理設備之特徵在於該預定最大有效位址係約三萬兩千，該線性回饋偏移暫存器具有十四個暫存器級，該等暫存器級具有 $R'_i[13]=R'_{i-1}[0]\oplus R'_{i-1}[1]\oplus R'_{i-1}[2]\oplus R'_{i-1}[12]$ 之線性回饋偏移暫存器的產生器多項式，且該排列碼係依據下表所界定之碼而以一額外位元從存在第 n 暫存器級 $R'_i[n]$ 中之位元形成第 i 資料符號的十五位元位址 $R_i[n]$ ：

R'_i 位元位置	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R_i 位元位置	6	5	0	10	8	1	11	12	2	9	4	3	13	7

雖然已知於 DVB-T 標準中提供 2k 模式及 8k 模式，以及 DVB-H 標準提供 4k 模式，已提議了針對 DVB-T2 之 32k 模式。雖然 8k 模式提供一種配置以建立具有足夠防護週期來容納介於 DVB 發射器之間的較大傳播延遲之單一頻率網路，但 2k 模式係已知於行動應用中提供了優點。此係因為 2k 符號週期僅為 8k 符號週期的四分之一，其容許更頻繁地更新頻道估計而容許接收器更準確地追蹤其

由於都卜勒或其他效應所致之頻道的時間變異。2k 模式因此有利於行動應用。

爲了能在單一頻率網路內提供 DVB 發射器之更稀少的部署，已提議提供 32k 模式。爲了實施 32k 模式，需提供一符號交錯器以將輸入資料符號映射至 OFDM 符號之副載波信號上。

本發明之實施例可提供一種資料處理設備，其可操作爲符號交錯器，用以映射接收自 OFDM 符號之資料符號，其具有約三萬兩千個副載波信號。於一實施例中，副載波信號之數目可爲實質上介於兩萬四千與三萬兩千七百六十八之間的值。再者，OFDM 符號可包含引導 (pilot) 副載波，其被配置以攜載已知的符號；而預定的最大有效位址係取決於 OFDM 符號中所出現之引導副載波符號的數目。如此一來，32k 模式可被提供 (例如) 於 DVB 標準，諸如 DVB-T2、DVB-T 或 DVB-H。

映射接收自 OFDM 符號之副載波信號的資料符號 (其中副載波信號之數目約爲三萬兩千) 係代表一個技術上的問題，其需要模擬分析及測試以建立線性回饋移位暫存器及排列順序之適當產生器多項式。此係因爲映射需要其符號被交錯至副載波信號上且被去交錯自副載波以致使來自輸入資料串之連續符號在頻率上被分離以最大可能量而最佳化誤差校正編碼技術之性能。

諸如 LDPC/BCH 之誤差校正編碼技術，已提議其針對 DVB-T2 會較佳地執行在當從通訊所得之符號值的雜訊與

退化為非關連 (un-correlated) 時。地面廣播頻道可能會由於時間及頻率領域中之關連衰落 (fading) 而受損。如此一來，藉由盡可能地將已編碼符號分離至 OFDM 符號之不同副載波信號，則可增進誤差校正編碼技術之性能。

如稍後將解釋，已從模擬性能分析發現到如上所述之線性回饋移位暫存器結合排列電路的產生器多項式提供了良好的性能。再者，藉著提供一種藉由改變線性回饋移位暫存器及排列順序的產生器多項式之閥值 (taps) 而可實施每一 2k 模式、4k 模式及 8k 模式之位址產生的配置，可提供針對 32k 模式之符號交錯器的成本高效率實施。再者，藉由改變產生器多項式及排列順序，則發射器與接收器可被改變於 2k 模式、4k 模式、8k 模式與 32k 模式之間。此可以軟體方式實現 (或藉由嵌入的信號發送) ，藉此提供具彈性的實施。另一方面，藉由僅依據每 OFDM 符號之資料攜載副載波的數目來調適位址產生器中之最大有效位址，則 32k 模式交錯器可使用以 2k、4k、8k 及 16k 模式。

可由觸變 (toggle) 電路 (其係針對各位址而從 0 改變至 1) 產生額外位元 (其被用以從線性回饋移位暫存器之內容形成位址) ，以減少假如位址超過預定最大有效位址之可能性，則下一位址將為有效位址。於一範例中，該額外位元為最高有效位元 (most significant bit) 。

本發明之各個形態及特徵係界定於後附申請專利範圍中。本發明之進一步形態包含一種將接收自正交分頻多工

(OFDM) 符號之預定數目副載波信號的符號映射入一輸出符號串、以及一種接收器。

【實施方式】

已提議了其可於 DVB-T2 標準內使用之數種模式應被延伸以包含 1k 模式、16k 模式及 32k 模式。提供下列描述以說明依據本技術之一種符號交錯器的操作，雖然應理解其符號交錯器可被使用以其他模式及其他 DVB 標準。

圖 1 提供一種編碼 OFDM 發射器之範例方塊圖，該編碼 OFDM 發射器可被用以（例如）依據 DVB-T2 標準而傳輸視頻影像及音頻信號。於圖 1 中，一程式源產生待由 COFDM 發射器所傳輸之資料。視頻編碼器 2、音頻編碼器 4 及資料編碼器 6 係產生被饋送至程式多工器 10 之待傳輸資料。程式多工器 10 之輸出形成具有欲傳遞視頻、音頻及其他資料所需的其他資訊之多工串流。多工器 10 提供一串流於連接頻道 12 上。可以有許多此種被饋送入不同分支 A、B 等之多工串流。爲了簡化，將僅描述分支 A。

如圖 1 中所示，一 COFDM 發射器 20 接收串流於一多工器調適及能量散佈區塊 22。該多工器調適及能量散佈區塊 22 將資料隨機化並將適當資料饋送至一向前誤差校正編碼器 24，其執行串流之誤差校正編碼。提供一位元交錯器 26 以交錯已編碼的資料位元，其以 DVB-T2 之範例而言爲 LDPC/BCH 編碼器輸出。來自位元交錯器 26

之輸出被饋送至一位元入群集 (constellation) 映射器 28，其將位元族群映射至一群集點上，該群集點將被用以傳輸已編碼的資料位元。來自位元入群集映射器 28 之輸出為代表真實及虛構組件的群集點標號 (labels)。群集點標號代表根據所使用之調變技術而從兩或更多位元所形成的資料符號。這些將被稱為資料單元 (cells)。這些資料單元被遞送通過一時間交錯器 30，其功效係對得自多重 LDPC 碼字元之資料單元進行交錯。

資料單元係由一框建立器 32 經其他頻道 31 所接收，其資料單元係由圖 1 中之分支 B 等所產生。框建立器 32 接著將許多資料單元形成為待傳輸於 COFDM 符號上之序列，其中 COFDM 符號包含數個資料單元，各資料單元被映射至副載波之一上。副載波之數目將取決於系統之操作的模式，其可包含 1k、2k、4k、8k、16k 或 32k，其係依據 (例如) 下表而提供不同數目的副載波：

模式	副載波
1K	756
2K	1512
4K	3024
8K	6048
16K	12096
32K	24192

調適自 DVB-T/H 之副載波的數目

因此，於一範例中，32k 模式之副載波的數目為兩萬

四千一百九十二。針對 DVB-T2 系統，每一 OFDM 符號之副載波數目可根據引導及其他保留的載波之數目而改變。因此，於 DVB-T2 中，不同於 DVB-T，用以攜載資料之副載波的數目並非固定。廣播器可從各提供每 OFDM 符號之資料的副載波範圍之 1k、2k、4k、8k、16k、32k 選擇操作模式之一，每一這些模式之可得最大值個別為 1024、2048、4096、8192、16384、32768。於 DVB-T2 中，一實體層框係由許多 OFDM 符號所組成。通成，框係開始以一或更多前文或 P2 OFDM 符號，其被接續以一攜載 OFDM 符號之數字酬載。實體層框之末端由一結束符號之框所標示。針對各操作模式，各類型符號之副載波數目可為不同。再者，其可依據是否選擇頻寬延伸、是否致能音調保留、以及依據已選擇之引導副載波型態為何而各不相同。如此一來，難以進行針對每一 OFDM 符號之副載波的特定數目之一般化。然而，各模式之頻率交錯器可對任何其副載波數目小於或相同於既定模式之最大可得副載波數目的符號進行交錯。例如，於 1k 模式中，交錯器將對具有副載波數目小於或等於 1024 之符號進行操作；而針對 16k 模式，交錯器將對具有副載波數目小於或等於 16384 之符號進行操作。

將被攜載於各 COFDM 符號中之資料單元的序列被接著遞送至符號交錯器 33。COFDM 符號接著由一 COFDM 符號建立器區塊 37 所產生，該 COFDM 符號建立器區塊 37 係引入其饋送自一引導及嵌入信號形成器 36 之引導及

同步化信號。一 OFDM 調變器 38 接著於時間領域形成 OFDM 符號，其被饋送至一防護插入處理器 40 以供產生介於符號之間的防護間隔；並接著饋送至一數位至類比轉換器 42 及最後至一 RF 前端 44 內之 RF 放大器，以便由從天線 46 之 COFDM 發射器的最終廣播。

提供 32k 模式

爲了創造新的 32k 模式，數個元件需被定義，其中之一爲 32K 符號交錯器 33。位元入群集映射器 28、符號交錯器 33 及框建立器 32 被更詳細地顯示於圖 2。

如以上所解釋，本發明提供一種設施以提供資料符號之準最佳映射至 OFDM 副載波信號上。依據範例技術，提供符號交錯器以達成輸入資料符號之最佳映射至 COFDM 副載波信號上，依據排列碼及產生器多項式，其已由模擬分析所驗證 (verified)。

如圖 2 中所示，提供位元入群集映射器 28 及框建立器 32 之更詳細範例說明以解釋本技術之一範例實施例。從位元交錯器 26 經由一頻道 62 所接收之資料位元被聚集爲待映射至一資料單元上之位元組，依據調變技術所提供之每一符號的位元數。位元族群 (其形成一資料字元) 被平行地饋送經由資料頻道 64 而至一映射處理器 66。映射處理器 66 接著選擇資料符號之一，依據預指定的映射。群集點係由一真實及一虛構組件所代表，該群集點被提供至輸出頻道 29 以當作送至框建立器 32 的一組輸入之一。

框建立器 32 從位元入群集映射器 28 而經由頻道 29 接收資料單元，連同來自其他頻道 31 之資料單元。在建立許多 COFDM 單元序列之框以後，各 COFDM 符號之單元被接著寫入一交錯器記憶體 100 並讀出該交錯器記憶體 100，依據由一位址產生器 102 所產生之寫入位址及讀取位址。依據寫入及讀出順序，藉由產生適當位址以獲得資料單元之交錯。位址產生器 102 及交錯器記憶體 100 之操作將稍後參考圖 3、4 及 5 而被更詳細地描述。交錯之資料單元被接著與從引導及嵌入信號形成器 36 所接收之引導及同步化符號結合並進入一 OFDM 符號建立器 37，以形成 COFDM 符號，其將被饋送至 OFDM 調變器 38，如以上所解釋。

交錯器

圖 3 提供符號交錯器 33 之部件的範例，其說明用以交錯符號之本技術。於圖 3 中，來自框建立器 32 之輸入資料單元被寫入交錯器記憶體 100。資料單元係依據從頻道 104 上之位址產生器 102 所饋送的寫入位址而被寫入交錯器記憶體 100，並依據從頻道 106 上之位址產生器 102 所饋送的讀取位址而被讀出自交錯器記憶體 100。位址產生器 102 產生寫入位址及讀取位址（如以下之解釋），根據由一饋送自頻道 108 之信號所識別的有關 COFDM 符號是否為奇數或偶數；以及根據由一饋送自頻道 110 之信號所識別的選定模式。如先前所解釋，其模式可為 1k 模式

、2k 模式、4k 模式、8k 模式、16k 模式或 32k 模式之一。如以下將解釋，寫入位址及讀取位址係針對奇數及偶數符號而被不同地產生，如參考圖 4 所解釋者，圖 4 係提供交錯器記憶體 100 之範例實施方式。

於圖 4 所示之範例中，交錯器記憶體被顯示為包含一上部分 100（其說明發射器中之交錯器記憶體的動作）及一下部分 340（其說明接收器中之去交錯器記憶體的動作）。交錯器 100 及去交錯器 340 被一同顯示於圖 4 中，以協助其操作之瞭解。如圖 4 中所示，經由其他裝置以及經由傳輸頻道之介於交錯器 100 與去交錯器 340 之間的通訊的表示已被簡化並表示為介於交錯器 100 與去交錯器 340 之間的區段 140。交錯器 100 之操作被描述於以下段落中：

雖然圖 4 提供僅有四個資料單元至 COFDM 符號之四個副載波信號的範例上之說明，但應理解圖 4 中所示之技術可被延伸為較多數目的副載波，諸如 1k 模式之 756、2k 模式之 1512、4k 模式之 3024、8k 模式之 6048、16k 模式之 12096 及 32k 模式之 24192。

圖 4 中所示之交錯器 100 的輸入及輸出定址係針對奇數及偶數符號而顯示。針對偶數 COFDM 符號，資料單元被取自輸入頻道 77 並寫入交錯器記憶體 124.1，依據由位址產生器 102 針對各 COFDM 符號所產生的一連串位址 120。寫入位址應用於偶數符號以致（如上所述）交錯係藉由寫入位址之混洗（shuffling）而達成。因此，針對各

交錯的符號： $y(h(q)) = y'(q)$ 。

針對奇數符號，使用相同的交錯器記憶體 124.2。然而，如圖 4 中所示，針對奇數符號，寫入順序 132 係位於用來讀出先前偶數符號 126 之相同位址序列中。此特徵容許奇數與偶數符號交錯器實施方式僅使用一交錯器記憶體 100，假設針對既定位址之讀出操作係執行於寫入操作之前。於奇數符號期間寫入交錯器記憶體 124 之資料單元被接著讀出於一由位址產生器 102 所產生之序列 134 中以用於下一偶數 COFDM 符號，依此類推。因此每一符號僅產生一位址，以其奇數/偶數 COFDM 符號之讀入及寫出被同時地執行。

縱言之，如圖 4 中所示，一旦已計算了所有有效副載波之該組位址 $H(q)$ ，則輸入向量 $Y' = (y_0', y_1', y_2', \dots, y_{N_{\max}-1}')$ 便被處理以產生交錯的向量 $Y = (y_0, y_1, y_2, \dots, y_{N_{\max}-1})$ ，其被定義為：

$$y_{H(q)} = y'_q \text{ 針對偶數符號, } q = 0, \dots, N_{\max}-1$$

$$y_q = y'_{H(q)} \text{ 針對奇數符號, } q = 0, \dots, N_{\max}-1$$

換言之，針對偶數 OFDM 符號，輸入字元係以排列的方式被寫入一記憶體並以序列的方式被讀回；而針對奇數符號，其被依序地寫入並排列地讀回。於上述情況下，排列 $H(q)$ 係由下表所定義：

q	0	1	2	3
H(q)	1	3	0	2

表 1：針對其中 $N_{\max} = 4$ 之簡單情況的排列

如圖 4 中所示，去交錯器 340 係操作以反轉其由交錯器 100 所應用之交錯，藉由應用如由一同等位址產生器所產生之相同組位址，但但反向地應用寫入及讀出位址。如此一來，針對偶數符號，寫入位址 342 係以序列方式；而讀出位址 344 係由位址產生器所提供。相應地，針對奇數符號，寫入順序 346 係由位址產生器所產生之該組位址來決定；而讀出 348 係以序列方式。

32k 模式之位址產生

針對 32k 模式，一用以產生排列函數 $H(q)$ 之演算法的概略方塊圖被表示於圖 5 中。

圖 5 顯示 32k 模式之位址產生器 102 的實施方式。於圖 5 中，一線性回饋移位暫存器係由十三個暫存器級 200 及一互斥或 (xor) 閘 202 所形成，該互斥或閘 202 係依據一產生器多項式而連接至移位暫存器 200 之各級。因此，依據移位暫存器 200 之內容，藉由依據如下產生器多項式以執行移位暫存器 $R[0]$ 、 $R[1]$ 、 $R[2]$ 與 $R[12]$ 之內容的互斥或運算而從互斥或閘 202 之輸出提供移位暫存器之下一位元：

$$R'_i[13] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[1] \oplus R'_{i-1}[2] \oplus R'_{i-1}[12]$$

依據該產生器多項式，從移位暫存器 200 之內容產生一虛擬隨機位元序列。然而，爲了產生用於 32k 模式之一位址（如圖所示），提供一排列電路 210，其於排列電路 210 之輸出處有效地從順序 $R'_i[n]$ 至順序 $R_i[n]$ 排列移位暫存器 200 內之位元的順序。來自排列電路 210 之輸出的十四個位元被接著饋送於一連接頻道 212 上，並經一頻道 214 而加入一由觸變電路 218 所提供的最高有效位元。於是十五位元的位址被產生於頻道 212 上。然而，爲了確保位址之真實性，位址檢查電路 216 便分析該產生的位址以決定其是否超過一預定的最大值。該預定的最大值可相應於所使用之模式可得的 COFDM 符號內之資料符號可得的副載波信號之最大數目。然而，32k 模式之交錯器亦可用於其他模式，以致其位址產生器 102 亦可用於 2k 模式、4k 模式、8k 模式、16k 模式及 32k 模式，由相應地調整最大有效位址之數字。

假如該產生的位址超過預定的最大值，則一控制信號由位址檢查電路 216 產生並經一連接頻道 220 而饋送至一控制單元 224。假如該產生的位址超過預定的最大值，則此位址被拒絕並針對該特別符號再生一新的位址。

針對 32k 模式，定義 $(N_r - 1)$ 位元，以其 $N_r = \log_2 M_{\max}$ ，其中 $M_{\max} = 32768$ ，使用 LFSR（線性回饋移位暫存器）。

用以產生此序列之多項式爲：

$$32k \text{ 模式: } R'_i[13] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[1] \oplus R'_{i-1}[2] \oplus R'_{i-1}[12]$$

其中 i 係從 0 改變至 $M_{\max} - 1$

一旦已產生了一 R'_i 字元，該 R'_i 字元便經歷排列以產生稱爲 R_i 字元之另一 $(N_r - 1)$ 位元字元。 R_i 係由如下提供之位元排列而導出自 R'_i ：

R'_i 位元位置	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R_i 位元位置	6	5	0	10	8	1	11	12	2	9	4	3	13	7

32k模式之位元排列

作爲一範例，此表示針對 32k 模式， R'_i 之位元數 12 被送至 R_i 之位元位置數 5。

位址 $H(q)$ 接著透過下列方程式而被導出自 R_i ：

$$H(q) = (i \bmod 2) \cdot 2^{N_r-1} + \sum_{j=0}^{N_r-2} R_i(j) \cdot 2^j$$

以上方程式之 $(i \bmod 2) \cdot 2^{N_r-1}$ 部分係由觸變區塊表示於圖 5 中。

接著對 $H(q)$ 執行位址檢查以驗證該產生的位址係落入可接受位址之範例內：假如 $(H(q) < N_{\max})$ ，其中於 32k 模式（例如）中 $N_{\max} = 24192$ ，則該位址爲有效的。假如該位址非爲有效，則控制單元被告知且其將藉由遞增該指數 i 以嘗試產生新的 $H(q)$ 。

觸變區塊之角色係用以確保不會連續兩次產生一超過

N_{\max} 之位址。實際上，假如產生了一超過的值，則表示該位址 $H(q)$ 之 MSB (亦即，觸變位元) 為一。因此下一產生之值將另 MSB 設為零，以確保產生一有效位址。

以下方程式將整體性能加總並協助瞭解此演算法之迴路結構：

$$\begin{aligned}
 & q = 0; \\
 & \text{針對 } (i = 0; i < M_{\max}; i = i + 1) \\
 & \{ H(q) = (i \bmod 2) \cdot 2^{N_r - 1} + \sum_{j=0}^{N_r - 2} R_i(j) \cdot 2^j; \\
 & \quad \text{if } (H(q) < N_{\max}) \quad q = q + 1; \}
 \end{aligned}$$

支援 32k 模式之位址產生器的分析

在交錯器之相對性能的模擬分析後，已識別了上述針對 1k 模式之位址產生器 102 的多項式產生器及排列碼的選擇。已使用供分辨連續符號或「交錯品質」之交錯器的相對能力而評估了交錯器之相對性能。如上所述，有效地，需針對奇數及偶數符號兩者以執行交錯，以便使用單一交錯器記憶體。交錯器品質之相對量度係藉由界定距離 D (副載波之數目) 而決定。選定一準則 C 來識別其在交錯器之輸出處為距離 $\leq D$ (其在交錯器之輸入處為距離 $\leq D$) 的副載波之數目，接著各距離 D 之副載波的數目係針對相對距離而被加權。針對奇數及偶數 COFDM 符號以評估該準則 C 。使 C 最小化而產生絕佳品質的交錯器。

$$C = \sum_1^{d=D} N_{\text{even}}(d) / d + \sum_1^{d=D} N_{\text{odd}}(d) / d$$

其中： $N_{\text{even}}(d)$ 及 $N_{\text{odd}}(d)$ 是個別保持在彼此為 d 副載波間隔內的交錯器之輸出處的偶數及奇數中的副載波之數目。

如上所識別之針對偶數 COFDM 符號之值： $D = 5$ 的 32k 模式之交錯器的分析係顯示於圖 6 (a)，而針對奇數 COFDM 符號則顯示於圖 6 (b)。依據以上分析，如上所識別之 32k 模式之排列碼的 C 之值係產生 $C = 21.75$ 之值，其於依據以上方程式之輸出中被分離五或更少的符號之副載波的加權數為 21.75。

圖 6 (c) 係提供針對偶數 COFDM 符號之替代排列碼的相應分析，而圖 6 (d) 則提供針對奇數 COFDM 符號。如於圖 6 (a) 與 6 (b) 所示之結果的比較中可見，當與圖 6 (a) 及 6 (b) 所示之結果比較時，存在有更多代表分離較小距離（諸如 $D = 1$ 及 $D = 2$ ）之符號的組件，說明了如上針對 32k 模式符號交錯器所識別之排列碼係產生絕佳品質的交錯器。

替代排列碼

以下十五個替代的可能碼（ $[n]R_i$ 位元位置，其中 $n = 1$ 至 15）申；已被發現能提供具有如由上述準則 C 所決定之良好品質的符號交錯器。

R_i 位元位置	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
[1] R_i 位元位置	0	6	1	7	2	11	12	5	9	8	3	10	4	13
[2] R_i 位元位置	9	5	0	7	2	8	3	6	12	11	4	1	10	13
[3] R_i 位元位置	9	12	0	1	2	13	5	8	6	3	7	4	10	11
[4] R_i 位元位置	13	8	1	12	11	0	9	5	3	7	6	2	10	4
[5] R_i 位元位置	5	8	7	0	3	2	11	4	13	6	1	10	12	9
[6] R_i 位元位置	8	9	5	13	0	10	7	1	12	3	2	4	11	6
[7] R_i 位元位置	11	10	0	7	2	9	8	1	5	3	6	4	12	13
[8] R_i 位元位置	11	4	0	13	10	12	5	7	2	8	3	1	6	9
[9] R_i 位元位置	4	0	5	1	12	2	10	3	13	9	6	11	8	7
[10] R_i 位元位置	4	7	0	8	10	1	6	3	2	9	11	12	13	5
[11] R_i 位元位置	4	6	0	13	12	1	11	2	8	3	10	7	9	5
[12] R_i 位元位置	0	5	1	9	2	12	3	6	8	7	4	10	11	13
[13] R_i 位元位置	12	4	2	11	10	1	13	6	0	9	3	8	5	7
[14] R_i 位元位置	10	6	0	13	12	11	8	5	2	4	3	1	9	7
[15] R_i 位元位置	7	6	0	1	10	3	9	4	2	5	8	11	12	13

32k模式之位元排列

接收器

圖 7 提供一種可配合本技術而使用之接收器的範例說明。如圖 7 中所示，COFDM 信號係由天線 300 所接收並由調諧器 302 所檢測；且由類比至數位轉換器 304 轉換為數位形式。在從 COFDM 符號復原資料以前，一防護間隔移除處理器 306 係從接收之 COFDM 符號移除防護間隔，該復原資料係使用一快速傅立葉轉換 (FFT) 處理器 308

以及一配合嵌入信號解碼單元 311 之頻道估計器和校正 310，依據已知的技術。解調的資料被復原自一映射器 312 並饋送至一符號去交錯器 314，其係操作以進行所接收之資料符號的反向映射而再生一已將資料去交錯之輸出資料串。

符號去交錯器 314（如圖 7 中所示）係形成自一具有交錯器記憶體 540 及位址產生器 542 之資料處理設備。交錯器記憶體係如圖 7 中所示，並（如以上所解釋）係操作以藉由利用位址產生器 542 所產生之多組位址而進行去交錯。位址產生器 542 係如圖 8 中所示，且被配置以產生相應的位址來將復原自各 COFDM 副載波信號之資料符號映射入一輸出資料串。

圖 7 中所示之 COFDM 接收器的剩餘部分被提供以致使誤差校正解碼 318 進行校正誤差及復原來源資料之估計值。

本技術所提供之針對接收器及發射器的一項優點為：接收器及發射器中之符號交錯器與符號去交錯器可藉由改變產生器多項式及排列順序而被切換於 1k、2k、4k、8k、16k 與 32k 模式之間。因此，圖 8 中所示之位址產生器 542 包含一輸入 544（其提供模式之指示）以及一輸入 546（其指示是否有奇數/偶數 COFDM 符號）。藉此提供了彈性的實施方式，因為符號交錯器及去交錯器可被形成如圖 3 及 8 中所示，具有如圖 5 中所示之位址產生器。位址產生器因此可藉由改變為針對每一模式所指示之產生器

多項式及排列順序而適於不同的模式。例如，可使用軟體改變來完成。另一方面，於其他實施例中，指示 DVB-T2 傳輸之模式的嵌入信號可被檢測於嵌入信號處理單元 311 中之接收器中，且被用以依據所檢測之模式而自動地組態符號去交錯器。

可對上述實施例做出各種修改而不背離本發明之範圍。特別地，已被用來代表本發明之形態的產生器多項式及排列順序之範例代表並非限制性的，且可延伸至同等形式的產生器多項式及排列順序。

應理解的：個別於圖 1 及 7 中所示之發射器及接收器僅被提供以利說明而非為限制。例如，應理解其相對於（例如）位元交錯器及映射器之符號交錯器及去交錯器的位置可被改變。應理解的：交錯器及去交錯器之效果不會因其相對位置而改變，雖然交錯器可交錯 I/Q 符號而取代 v 位元向量。於接收器中亦可做出相應的改變。因此，交錯器及去交錯器可被操作於不同的資料型式，且被定位在不同於範例實施例中所述的位置。

依據一種範例發射器之實施方式，有提供一種資料處理設備，其可操作以將待傳遞之輸入符號映射至正交分頻多工（OFDM）符號之預定數目的副載波信號上。該資料處理設備包含：一交錯器，其可操作以將用於映射至該等 OFDM 副載波信號上之該等預定數目的資料符號讀入一記憶體、及將用於實現該映射之該等 OFDM 副載波的該等資料符號讀出該記憶體。該讀出之順序係不同於該讀入，該

順序係由一組位址所決定，以致其該等資料符號被交錯於該等副載波信號上。該組位址係由一位址產生器所決定，針對每一輸入符號產生一位址以指示該資料符號所將被映射至的該等副載波信號之一。

該位址產生器包含一線性回饋移位暫存器、一排列電路及一控制單元，該線性回饋移位暫存器包含預定數目的暫存器級且可操作以依據產生器多項式而產生偽隨機位元序列。該排列電路可操作以接收該等移位暫存器級之內容並依據一排列順序以排列該等暫存器級中所存在的位元，來形成該等 OFDM 副載波之一的位址。

該控制單元可結合一位址檢查電路而操作以再生一位址，當所產生的位址超過預定最大有效位址時。該資料處理設備之特徵在於：該預定最大有效位址約為三萬兩千，該線性回饋移位暫存器具有十四個暫存器級，該等暫存器級具有 $R'_i[13] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[1] \oplus R'_{i-1}[2] \oplus R'_{i-1}[12]$ 之線性回饋移位暫存器的產生器多項式，且排列順序係依據下表而以一額外位元從存在第 n 暫存器級 $R'_i[n]$ 中之位元形成第 i 資料符號的十五位元位址 $R_i[n]$ ：

R'_i 位元位置	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R_i 位元位置	6	5	0	10	8	1	11	12	2	9	4	3	13	7

如上所述，已參考特定模式之實施方式而描述的交錯器之排列碼及產生器多項式可同等地被應用於其他模式，藉由依據該模式之副載波數目以改變預定的最大容許位址。

如上所述，本發明之實施例發現了 DVB 標準（諸如 DVB-T、DVB-T2 及 DVB-H）之應用，其被併入於此以供參考。例如，本發明之實施例可被使用於依據 DVB-H 標準而操作之發射器或接收器，於手持式行動終端機中。行動終端機可被整合與（例如）行動電話（無論是第二、第三或更高世代）或個人數位助理或輸入板個人電腦。此等行動終端機能夠接收於建築物內部或者於（例如）汽車或火車內移動（即使以極高的速度）中之 DVB-H 或 DVB-T 相容的信號。行動終端機可（例如）由電池、主要電力或低電壓 DC 供應所供電；或者從汽車電池供電。可由 DVB-H 所提供之符號包含聲音、訊息、網際網路瀏覽、無線電、靜態及／或動態視頻影像、電視服務、互動服務、隨選的視頻或近視頻及其他選項。這些服務可彼此結合而操作。

於其他範例實施例中，本發明亦發現 DVB-T2 標準之應用，如依據 ETSI 標準 EN302 755 所指明者。於本發明之其他範例實施例中，亦發現已知為 DVB-C2 之電纜傳輸標準。然而，應理解本發明並非限制於 DVB 之應用而可延伸至包含固定式及行動式兩者之傳輸及接收的其他標準。

【圖式簡單說明】

現在將僅參考後附圖形而以範例方式描述本發明之實施例，其中類似的部件係提供相應的參考數字，及其中：

圖 1 係一種可被使用（例如）以 DVB-T2 標準之編碼 OFDM 發射器的概略方塊圖；

圖 2 係圖 1 中所示之發射器的部件之概略方塊圖，其中一符號映射器及一框建立器說明交錯器之操作；

圖 3 係圖 2 中所示之符號交錯器的概略方塊圖；

圖 4 係圖 3 中所示之交錯器記憶體以及接收器中之相應符號去交錯器（de-interleaver）的概略方塊圖；

圖 5 係用於 32k 模式之圖 3 中所示之位址產生器的概略方塊圖；

圖 6（a）係一圖形，其說明使用圖 5 中所示之位址產生器於偶數符號之交錯器之結果；及圖 6（b）係一圖形，其說明針對奇數符號之設計模擬結果；而圖 6（c）係一圖形，其說明使用不同排列碼於偶數之位址產生器的比較結果；及圖 6（d）係針對奇數符號之一相應圖形；

圖 7 係一種可被使用（例如）以 DVB-T2 標準之編碼 OFDM 接收器的概略方塊圖；及

圖 8 係出現於圖 7 中之符號去交錯器的概略方塊圖。

【主要元件符號說明】

2：視頻編碼器

4：音頻編碼器

6：資料編碼器

10：程式多工器

12：連接頻道

- 20 : COFDM 發射器
- 22 : 多工器調適及能量散佈區塊
- 24 : 向前誤差校正編碼器
- 26 : 位元交錯器
- 28 : 位元入群集映射器
- 29 : 輸出頻道
- 30 : 時間交錯器
- 31 : 頻道
- 32 : 框建立器
- 33 : 符號交錯器
- 36 : 引導及嵌入信號形成器
- 37 : OFDM 符號建立器
- 38 : OFDM 調變器
- 40 : 防護插入處理器
- 42 : 數位至類比轉換器
- 44 : RF 前端
- 46 : 天線
- 62 : 頻道
- 64 : 資料頻道
- 66 : 映射處理器
- 100 : 交錯器記憶體
- 102 : 位址產生器
- 104 : 頻道
- 106 : 頻道

- 108 : 頻道
- 110 : 頻道
- 111 : 控制頻道
- 140 : 區段
- 200 : 暫存器級
- 202 : 互斥或閘
- 210 : 排列電路
- 212 : 連接頻道
- 214 : 頻道
- 216 : 位址檢查電路
- 218 : 觸變電路
- 220 : 連接頻道
- 224 : 控制單元
- 300 : 天線
- 302 : 調諧器
- 304 : 類比至數位轉換器
- 306 : 防護間隔移除處理器
- 308 : 快速傅立葉轉換 (FFT) 處理器
- 310 : 頻道估計器和校正
- 311 : 嵌入信號解碼單元
- 312 : 映射器
- 314 : 符號去交錯器
- 318 : 誤差校正解碼
- 340 : 去交錯器

540 : 交錯器記憶體

542 : 位址產生器

544 : 輸入

546 : 輸入

附件2：第097139368號申請專利範圍修正本

民國 100 年 2 月 22 日修正

P1-6

十、申請專利範圍

1. 一種資料處理設備，其可操作以將接收自正交分頻多工（OFDM）符號之預定數目的副載波信號之符號映射入一輸出符號串，該資料處理設備包含：

一去交錯器，其可操作以將來自 OFDM 副載波信號之預定數目的資料符號讀入一記憶體、及從該記憶體讀出該等資料符號而進入該輸出符號串以實現該映射，該讀出之順序係不同於該讀入，該順序係由一組位址所決定，以致其該等資料符號被自該等 OFDM 副載波信號去交錯，

一位址產生器，其可操作以產生該組位址，針對每一接收之資料符號產生一位址以指示該 OFDM 副載波信號，由該處接收之資料符號將被映射入該輸出符號串，該位址產生器包含

一線性回饋移位暫存器，其包含預定數目的暫存器級且可操作以依據產生器多項式而產生偽隨機位元序列，

一排列電路，其可操作以接收該等移位暫存器級之內容並依據一排列順序以排列該等暫存器級中所存在的位元，來形成該等 OFDM 副載波之一的位址，及

一控制單元，其可結合一位置檢查電路而操作以再生一位置，當所產生的位址超過預定最大有效位址時，其特徵在於：

該預定最大有效位址約為三萬兩千，

該線性回饋移位暫存器具有十四個暫存器級，該等暫存器級具有 $R_i[13]=R_{i-1}[0]\oplus R_{i-1}[1]\oplus R_{i-1}[2]\oplus R_{i-1}[12]$ 之線性回饋移位暫存器的產生器多項式，且排列順序係依據下表而加上一額外位元成爲從存在第 n 暫存器級 $R_i[n]$ 中之位元形成第 i 資料符號的十五位元位址 $R_i[n]$ ：

R_i 位元位置	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R_i 位元位置	6	5	0	10	8	1	11	12	2	9	4	3	13	7

2. 如申請專利範圍第 1 項之資料處理設備，其中該預定最大有效位址爲實質上介於兩萬四千與三萬兩千七百六十八之間的值。

3. 如申請專利範圍第 1 項之資料處理設備，其中該 OFDM 符號包含引導副載波，其被配置以攜載已知的符號；而該預定最大有效位址係取決於 OFDM 符號中所存在之該等引導副載波符號的數目。

4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項之任一項的資料處理設備，其中該去交錯器記憶體被配置以實現將來自該等副載波信號之該等接收的資料符號映射至該輸出資料串上，針對偶數 OFDM 符號係藉由依據一序列順序以讀入該等資料符號並依據由該位址產生器所產生之該組位址以從記憶體讀出該等資料符號；而針對奇數 OFDM 符號則係藉由依據由該位址產生器所產生之該組位址以將該等符號讀入該記憶體並依據一序列順序以從該記憶體讀出該等資料符號。

5. 一種用以接收來自正交分頻多工 (OFDM) 調變信

號之資料的接收器，該接收器包含申請專利範圍第 1 至 4 項之任一項的資料處理設備。

6. 如申請專利範圍第 5 項之接收器，其中該接收器可操作以接收已依據數位視頻廣播標準，諸如數位視頻廣播地面標準、數位視頻廣播手持標準或數位視頻廣播地面 2 標準而調變的資料。

7. 一種將接收自一正交分頻多工 (OFDM) 符號之預定數目副載波信號的符號映射入一輸出符號串的方法，該方法包含：

將來自該等 OFDM 副載波信號之該等預定數目資料符號讀入一記憶體，

從該記憶體讀出該等資料符號而進入該輸出符號串以實現該映射，該讀出之順序係不同於該讀入，該順序係由一組位址所決定，以致其該等資料符號被自該等 OFDM 副載波信號去交錯，

產生該組位址，針對每一接收之符號產生一位址以指示該 OFDM 副載波信號自該處接收之資料符號所將被映射入該輸出資料串，該產生該組位址包含

使用一線性回饋移位暫存器，其包含預定數目的暫存器級以依據產生器多項式而產生偽隨機位元序列，

使用一排列電路以接收該等移位暫存器級之內容並依據一排列順序來排列該等暫存器級中所存在的位元而形成一位址，及

再生一位址，當所產生的位址超過預定最大有效位址

時，其特徵在於：

該預定最大有效位址約為三萬兩千，

該線性回饋移位暫存器具有十四個暫存器級，該等暫存器級具有 $R'_i[13]=R'_{i-1}[0]\oplus R'_{i-1}[1]\oplus R'_{i-1}[2]\oplus R'_{i-1}[12]$ 之線性回饋移位暫存器的產生器多項式，且該排列順序係依據下表而加入一額外位元從存在第 n 暫存器級 $R'_i[n]$ 中之位元形成第 i 資料符號的十五位元位址 $R_i[n]$ ：

R'_i 位元位置	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R_i 位元位置	6	5	0	10	8	1	11	12	2	9	4	3	13	7

8. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該預定最大有效位址為實質上介於兩萬四千與三萬兩千七百六十八之間的值。

9. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該 OFDM 符號包含引導副載波，其被配置以攜載已知的符號；而該預定最大有效位址係取決於 OFDM 符號中所存在之該等引導副載波符號的數目。

10. 一種用以從正交分頻多工 (OFDM) 調變信號接收資料之方法，該方法包含：

從正交分頻多工 (OFDM) 符號之預定數目副載波信號接收預定數目的資料符號，

將來自該等 OFDM 副載波信號之該等預定數目資料符號讀入一記憶體，

從該記憶體讀出該等資料符號而進入一輸出符號串，該讀出之順序係不同於該讀入，該順序係由一組位址所決

定，以致其該等資料符號被自該等 OFDM 副載波信號去交錯，

產生該組位址，針對每一接收之資料符號產生一位址以指示該 OFDM 副載波信號於該處接收之資料符號所將被映射入該輸出符號串，該產生該組位址包含

使用一線性回饋移位暫存器，其包含預定數目的暫存器級以依據產生器多項式而產生偽隨機位元序列，

使用一排列電路以接收該等移位暫存器級之內容並依據一排列順序來排列該等暫存器級中所存在的位元而形成一位址，及

當所產生的位址超過預定最大有效位址時，再生一位址，其特徵在於：

該預定最大有效位址約為三萬兩千，

該線性回饋移位暫存器具有十四個暫存器級，該等暫存器級具有 $R_i[13]=R_{i-1}[0]\oplus R_{i-1}[1]\oplus R_{i-1}[2]\oplus R_{i-1}[12]$ 之線性回饋移位暫存器的產生器多項式，且該排列順序係依據下表而加入一額外位元從存在第 n 暫存器級 $R_i[n]$ 中之位元形成第 i 資料符號的十五位元位址 $R_i[n]$ ：

R_i' 位元位置	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R_i 位元位置	6	5	0	10	8	1	11	12	2	9	4	3	13	7

11. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中從正交分頻多工（OFDM）符號之副載波信號接收資料符號包含依據數位視頻廣播標準，諸如數位視頻廣播地面標準、數位視頻廣播手持標準或數位視頻廣播地面 2 標準來接收該等

資料符號。

12. 一種位址產生器，用於被交錯至正交分頻符號之副載波上的資料符號之接收，該位址產生器可操作以產生一組位址，各位址係針對每一資料符號而產生，用以指示該資料符號所將被映射至的該等副載波信號之一，該位址產生器包含：

一線性回饋移位暫存器，其包含預定數目的暫存器級且可操作以依據產生器多項式而產生偽隨機位元序列，

一排列電路，其可操作以接收該等移位暫存器級之內容並依據一排列順序以排列該等暫存器級中所存在的位元來形成一位址，及

一控制單元，其可結合一位址檢查電路而操作以再生一位址，當所產生的位址超過預定最大有效位址時，其特徵在於：

該預定最大有效位址約為三萬兩千，

該線性回饋移位暫存器具有十四個暫存器級，該等暫存器級具有 $R_i[13] = R_{i-1}[0] \oplus R_{i-1}[1] \oplus R_{i-1}[2] \oplus R_{i-1}[12]$ 之線性回饋移位暫存器的產生器多項式，且該排列順序係依據下表而加上一額外位元從存在第 n 暫存器級 $R_i[n]$ 中之位元形成第 i 資料符號的十五位元位址 $R_i[n]$ ：

R_i 位元位置	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R_i 位元位置	6	5	0	10	8	1	11	12	2	9	4	3	13	7

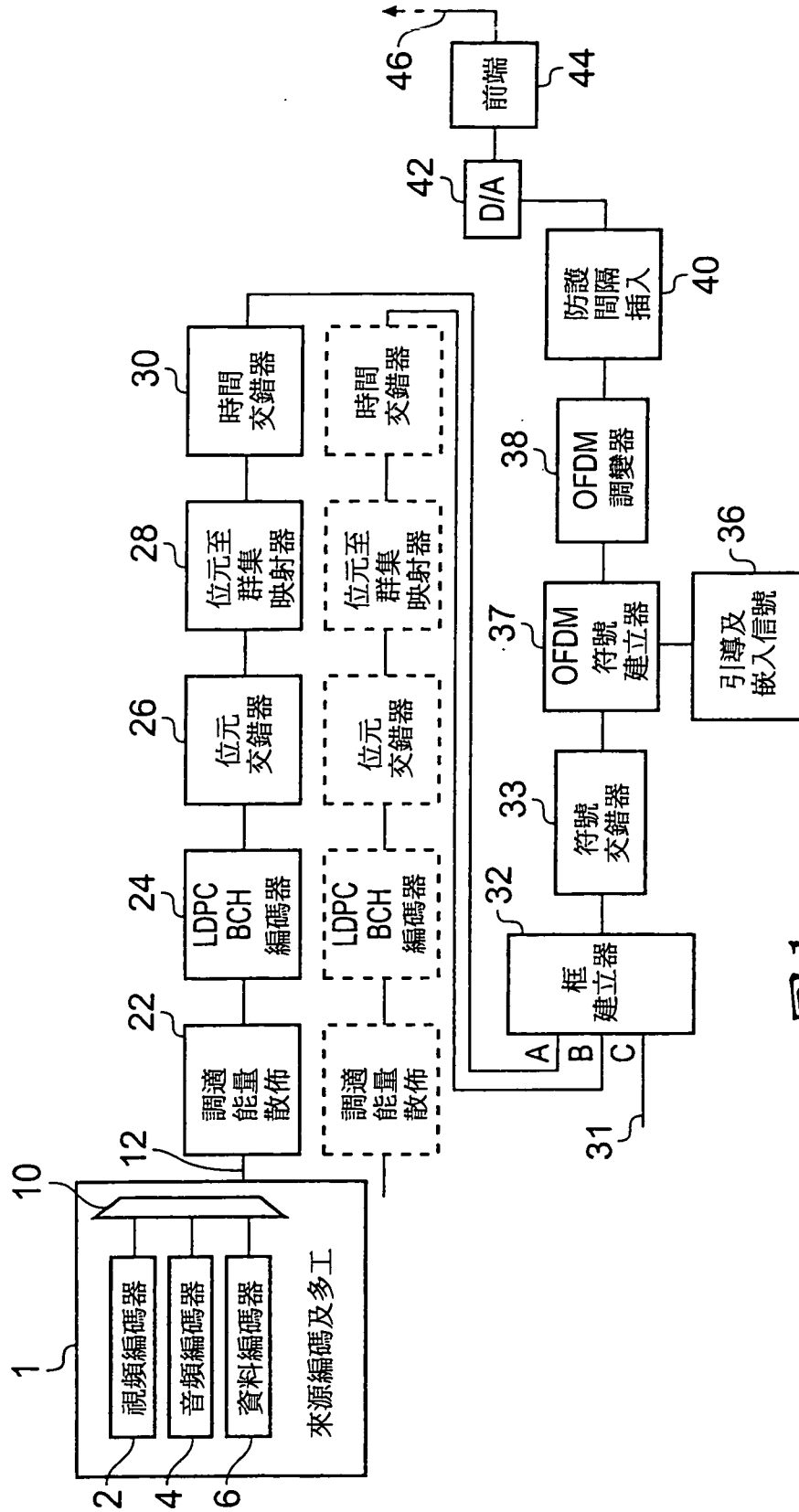


圖1

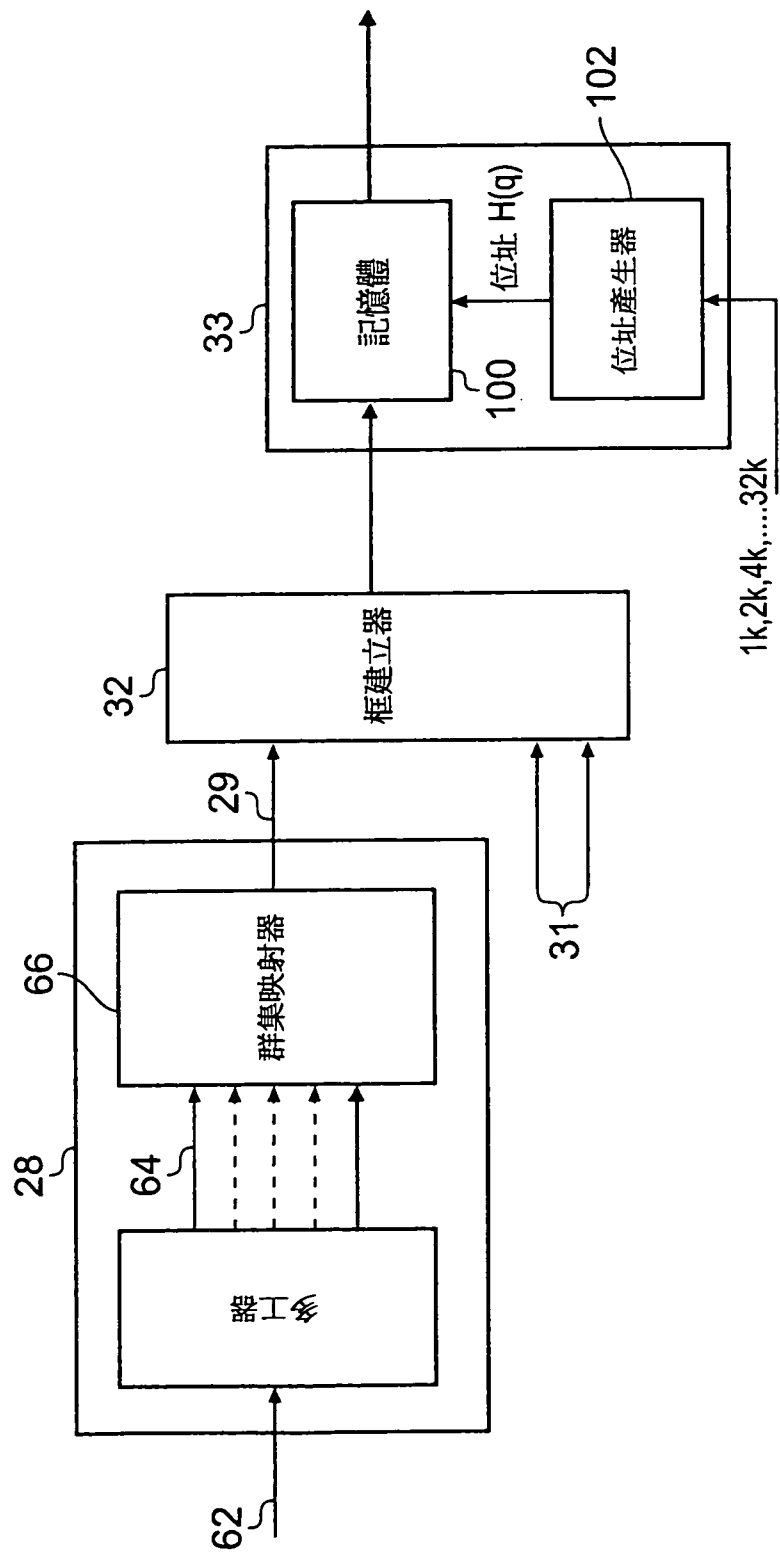


圖2

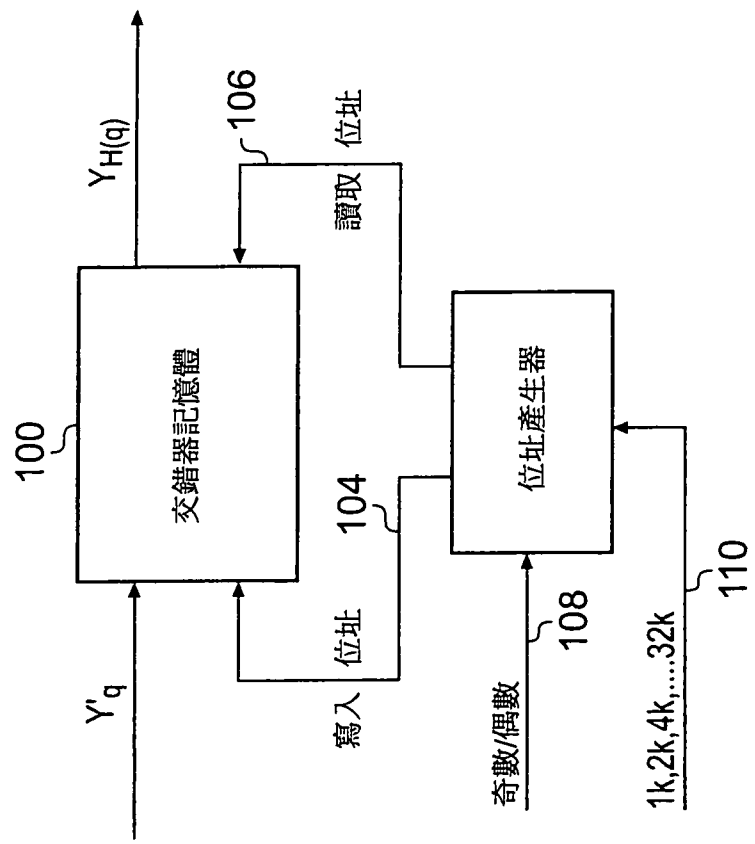


圖3

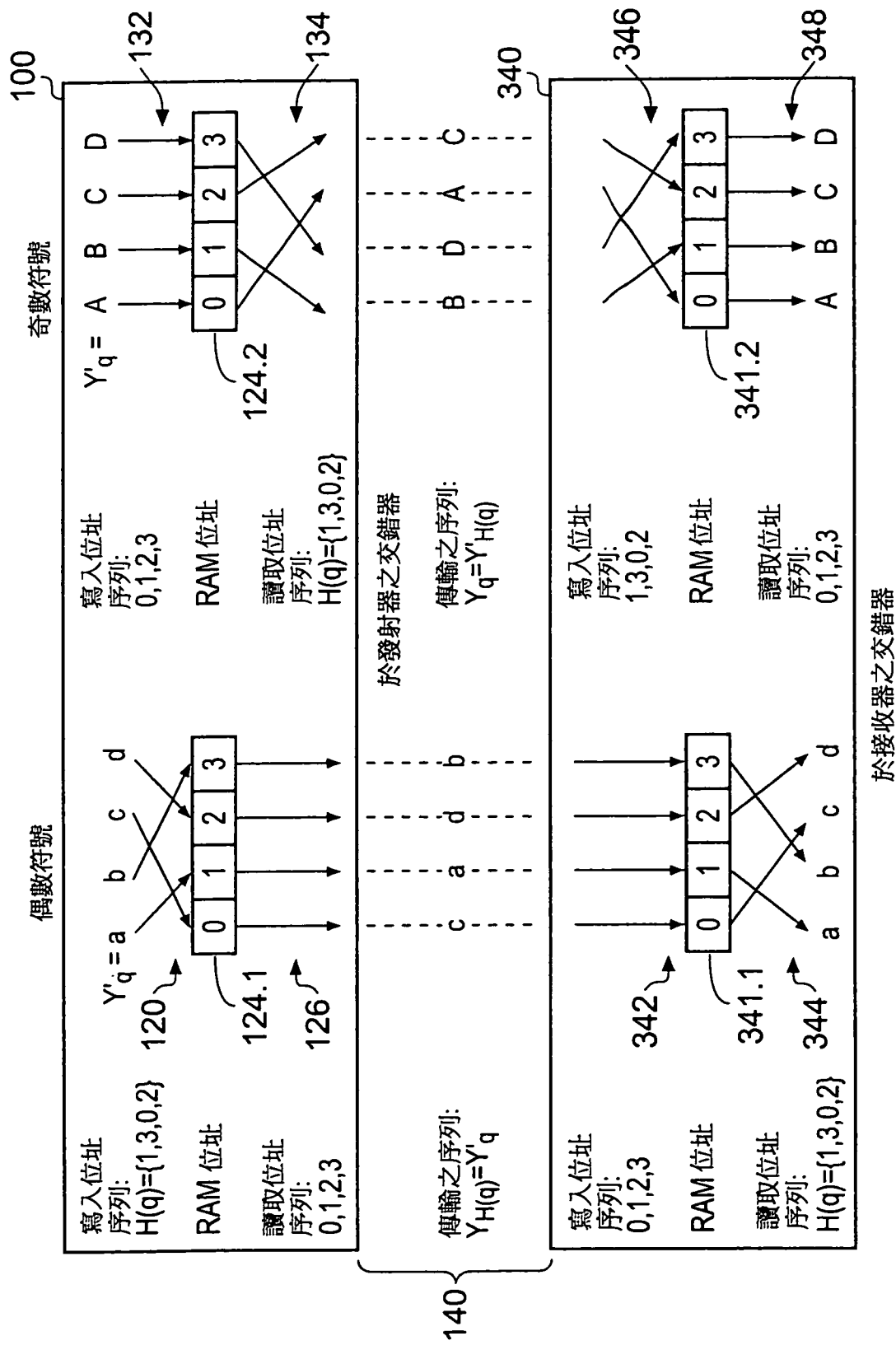


圖4

圖6(a)

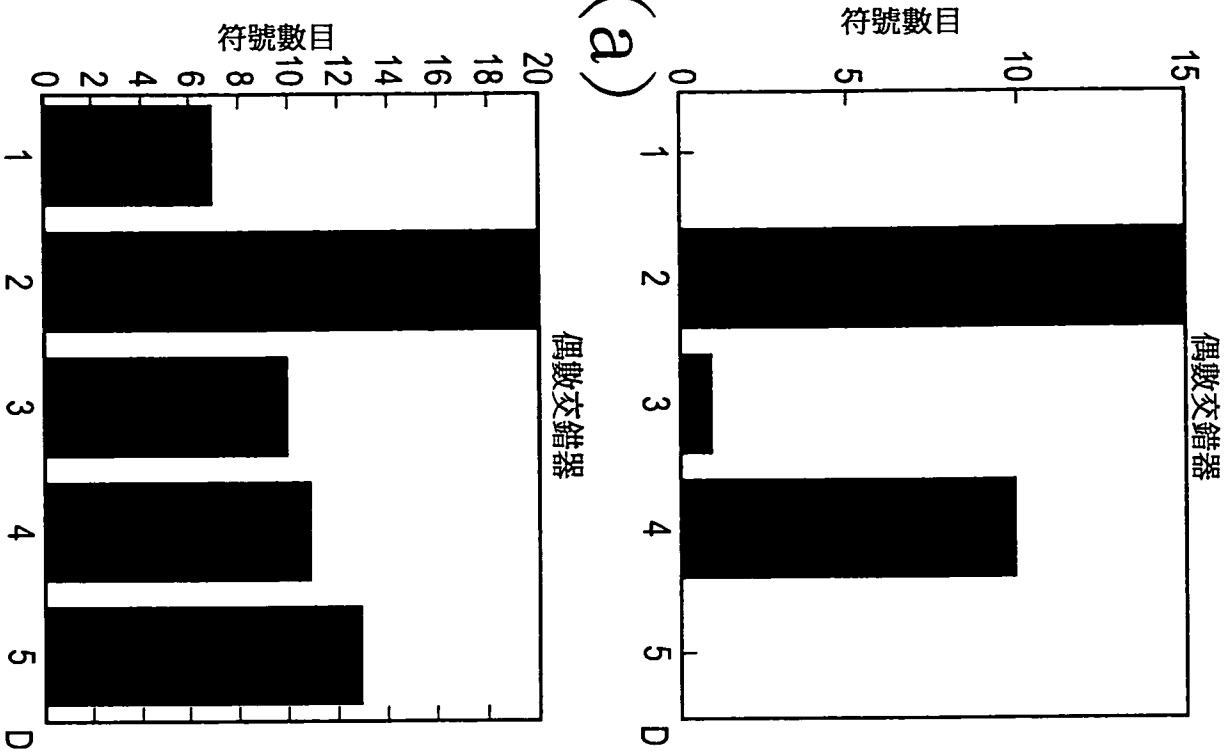


圖6(b)

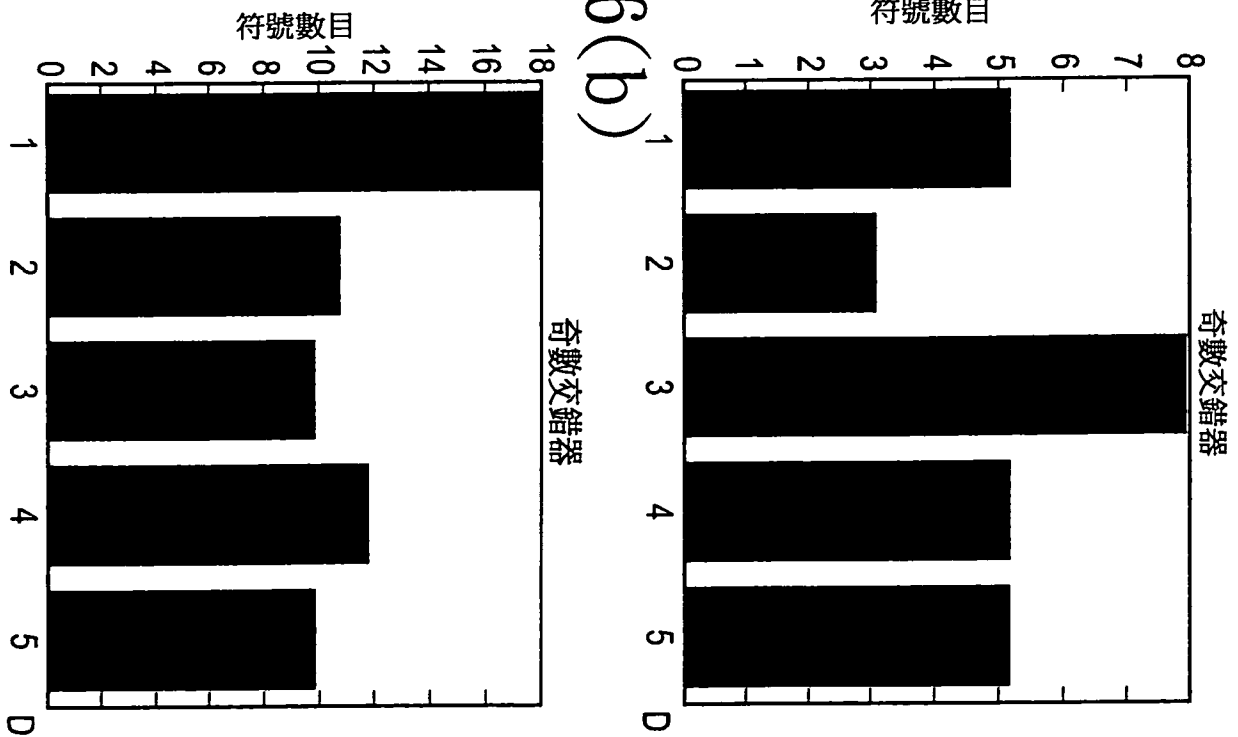


圖6(c)

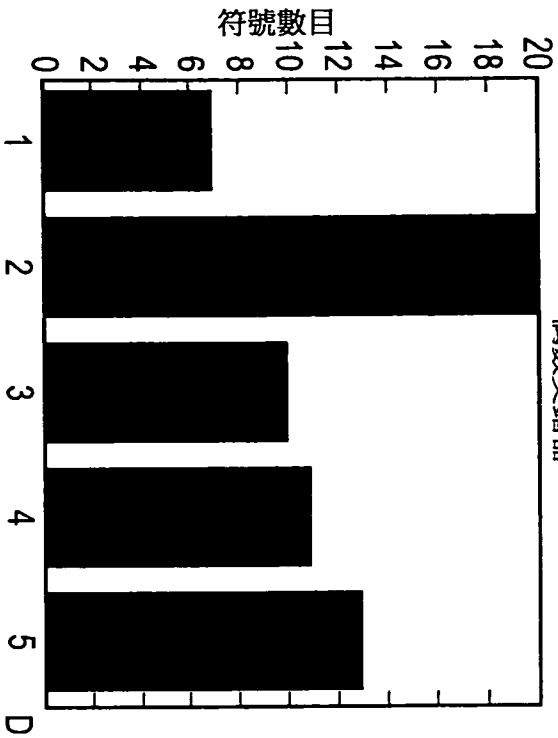
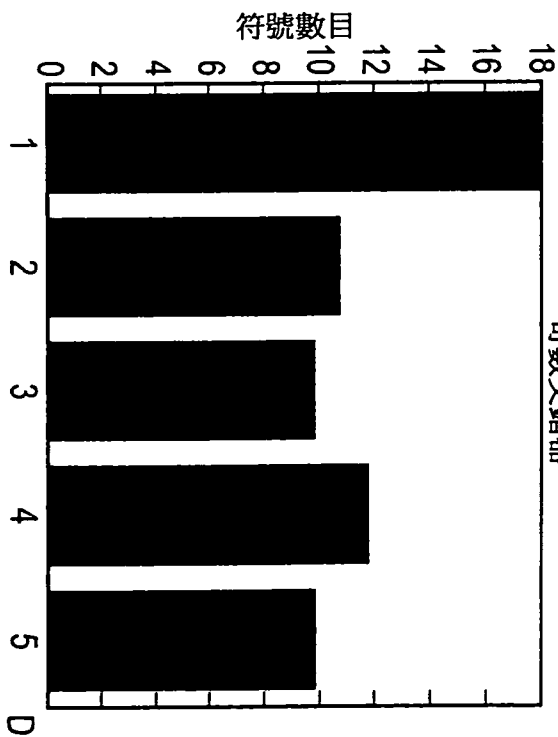


圖6(d)



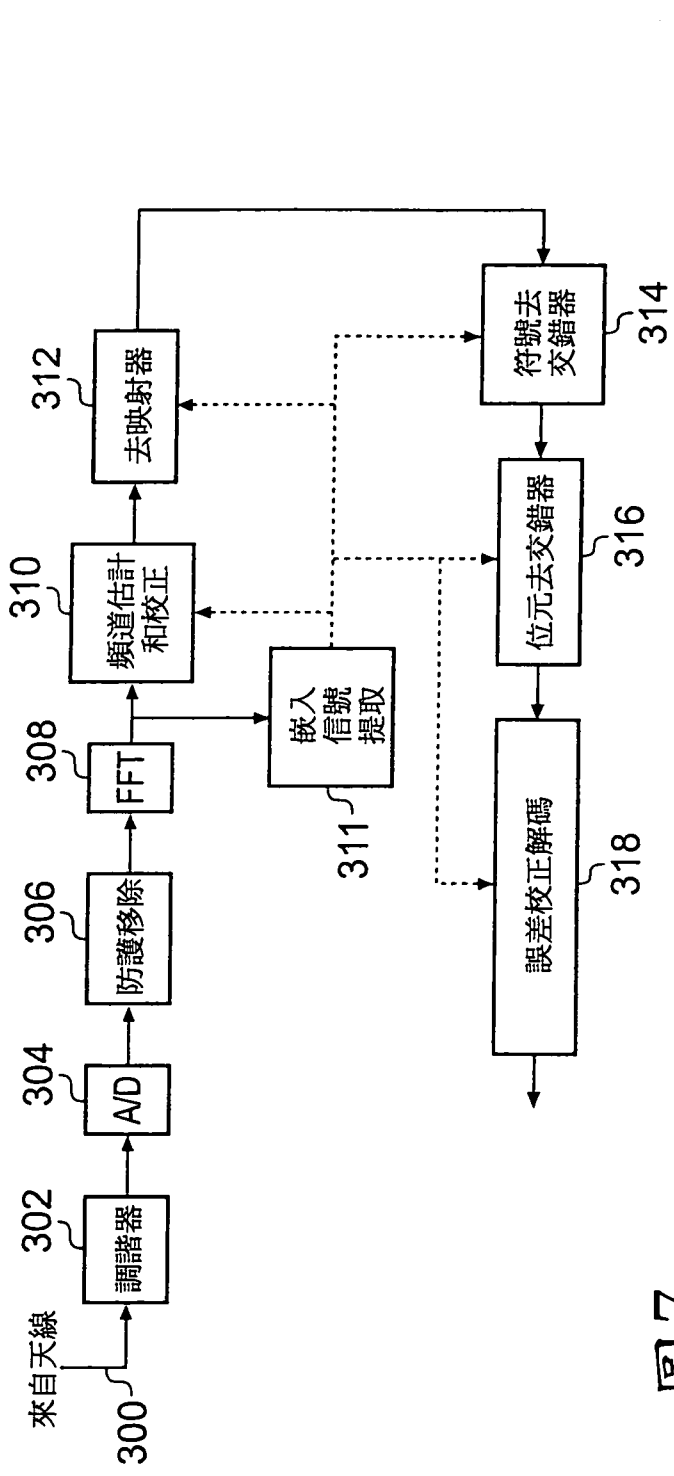


圖7

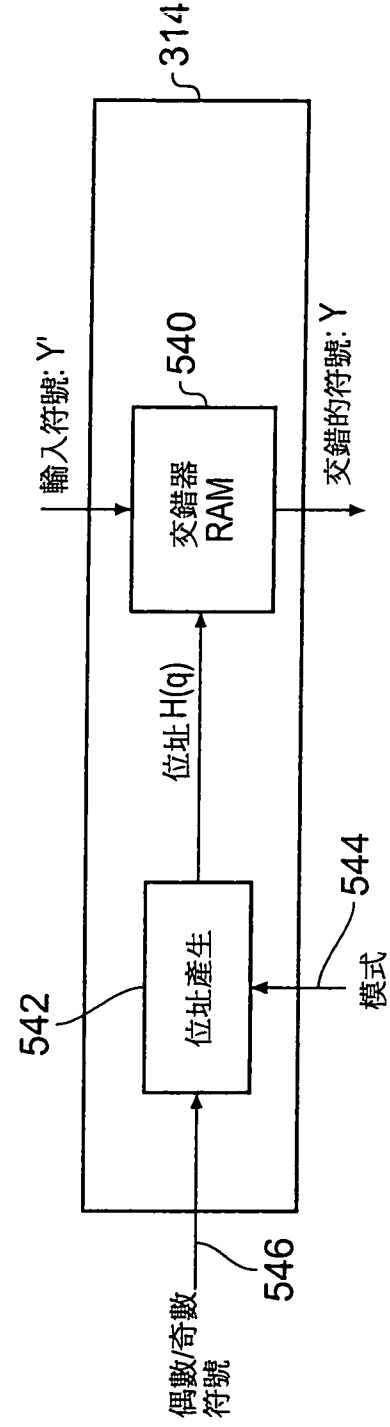


圖8