

(21)申請案號：098133751

(22)申請日：中華民國 92 (2003) 年 06 月 24 日

(51)Int. Cl. : **H04B7/06 (2006.01)**

(30)優先權：2002/06/24 美國 10/179,439

(71)申請人：奎康公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)
美國

(72)發明人：華頓 傑 R WALTON, JAY R. (US) ; 凱特 約翰 W KETCHUM, JOHN W. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：12 共 71 頁

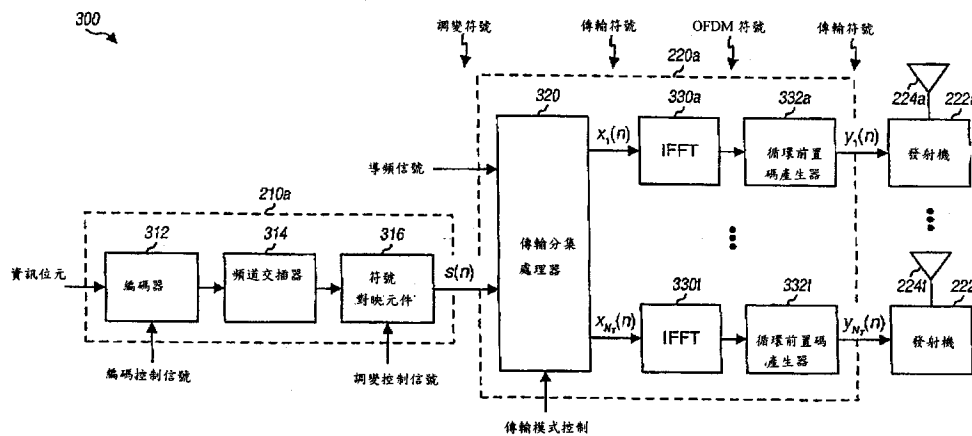
(54)名稱

多輸入多輸出正交劃頻多工通信系統之分集傳輸模式

DIVERSITY TRANSMISSION MODES FOR MIMO OFDM COMMUNICATION SYSTEMS

(57)摘要

本發明揭示了使用若干種分集傳輸模式來傳輸資料以提昇可靠性之技術。在一發射機上，係針對一個或多個資料流中之每一資料流，而自若干種可能的傳輸模式中選擇使用一種特定的分集傳輸模式。這些傳輸模式可包括一頻率分集傳輸模式、一 Walsh 分集傳輸模式、一空間時間傳輸分集 (STTD) 傳輸模式、及一 Walsh-STTD 傳輸模式。每一分集傳輸模式在時間、頻率、空間、或以上各項的一組合上冗餘地傳輸資料。將每一資料流編碼及調變，以便提供調變符號，且根據所選擇的分集傳輸模式進一步處理該等調變符號，以便提供傳輸符號。對於 OFDM 而言，進一步對所有的資料流之傳輸符號進行 OFDM 調變，以便將一傳輸符號流提供給用於資料傳輸的每一傳輸天線。



- 210a：傳輸資料處理器
- 220a：傳輸處理器
- 222a-222t：發射機
- 224：天線
- 312：編碼器
- 314：頻道交插器
- 316：符號對映元件
- 320：傳輸分集處理器
- 330a-330f：快速傅立葉逆變換單元
- 332a-332f：循環前置碼產生器

(21)申請案號：098133751

(22)申請日：中華民國 92 (2003) 年 06 月 24 日

(51)Int. Cl. : H04B7/06 (2006.01)

(30)優先權：2002/06/24 美國 10/179,439

(71)申請人：奎康公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)
美國

(72)發明人：華頓 傑 R WALTON, JAY R. (US) ; 凱特 約翰 W KETCHUM, JOHN W. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：12 共 71 頁

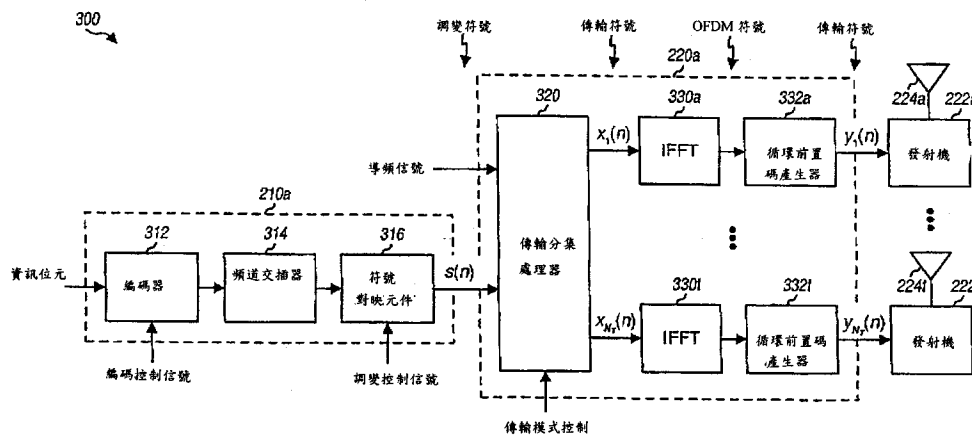
(54)名稱

多輸入多輸出正交劃頻多工通信系統之分集傳輸模式

DIVERSITY TRANSMISSION MODES FOR MIMO OFDM COMMUNICATION SYSTEMS

(57)摘要

本發明揭示了使用若干種分集傳輸模式來傳輸資料以提昇可靠性之技術。在一發射機上，係針對一個或多個資料流中之每一資料流，而自若干種可能的傳輸模式中選擇使用一種特定的分集傳輸模式。這些傳輸模式可包括一頻率分集傳輸模式、一 Walsh 分集傳輸模式、一空間時間傳輸分集 (STTD) 傳輸模式、及一 Walsh-STTD 傳輸模式。每一分集傳輸模式在時間、頻率、空間、或以上各項的一組合上冗餘地傳輸資料。將每一資料流編碼及調變，以便提供調變符號，且根據所選擇的分集傳輸模式進一步處理該等調變符號，以便提供傳輸符號。對於 OFDM 而言，進一步對所有的資料流之傳輸符號進行 OFDM 調變，以便將一傳輸符號流提供給用於資料傳輸的每一傳輸天線。



- 210a：傳輸資料處理器
- 220a：傳輸處理器
- 222a-222t：發射機
- 224：天線
- 312：編碼器
- 314：頻道交插器
- 316：符號對映元件
- 320：傳輸分集處理器
- 330a-330f：快速傅立葉逆變換單元
- 332a-332f：循環前置碼產生器

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係大致有關資料通信，尤係有關在MIMO OFDM系統中使用若干分集傳輸模式來傳輸資料之技術。

【先前技術】

目前已廣泛地部署了無線通信系統，以便提供諸如語音及封包資料等的各種通信。這些系統可以是可支援循序或同時與多個使用者通信之多向近接系統。共用可用的系統資源，即可達到上述的目的，且可以總可用工作頻寬及傳輸功率來量化該可用的系統資源。

一多向近接系統可包含與若干使用者終端機通信之若干接取點(access point)(或基地台)。每一接取點可配備有用來傳輸及接收資料的一個或多個天線。同樣地，每一終端機可配備有一個或多個天線。

一特定接取點與一特定天線間之傳輸的特徵在於用於資料傳輸及接收的天線數目。尤其可將該接取點及天線對視為：(1)一多重輸入多重輸出(Multiple-Input Multiple-Output；簡稱MIMO)系統，其前提是將多個(N_T 個)傳輸天線及多個(N_R 個)接收天線用於資料傳輸；(2)一多重輸入單一輸出(Multiple-Input Single-Output；簡稱MISO)系統，其前提是採用多個傳輸天線及單一接收天線；(3)一單一輸入多重輸出(Single-Input Multiple-Output；簡稱SIMO)系統，其前提是採用單一傳輸天線及多個接收天線；或(4)一單一輸入單一輸出(Single-Input Single-Output；簡稱SISO)系統，

其前提是採用單一傳輸天線及單一接收天線。

對於一MIMO系統而言，可將由 N_T 個傳輸天線及 N_R 個接收天線構成的一MIMO通道分解為 N_S 個獨立的通道，其中 $N_S \leq \min\{N_T, N_S\}$ 。亦可將每一該等 N_S 個獨立的通道稱為該MIMO通道的一空間次通道(spatial subchannel)，且該獨立的通道對應於一個維度。如果使用由多個傳輸及接收天線所產生的額外之廣延性，則該MIMO系統可提供較佳的性能(例如，更大的傳輸容量及(或)較高的可靠性)。對於一MISO系統而言，只能將一個空間次通道用於資料傳輸。然而，可使用多個傳輸天線，以便以一種改善接收機的正确接收可能性之方式傳輸資料。

一寬頻系統的該等空間次通道可能會碰到因諸如信號衰減及多路徑效應等各種因素而引發的不同之頻道狀況。每一空間次通道因而可能遭遇頻率選擇性衰減，而頻率選擇性衰減之特徵為整體系統頻寬的各不同頻率上會有不同的通道增益。頻率選擇性衰減會造成符號間干擾(Inter-Symbol Interference；簡稱ISI)是廣為人知的，而ISI是一種一接收信號中的每一符號會對該接收信號中的各後續符號造成失真之現象。ISI失真因影響到正确偵測所接收符號的能力，而使性能降低。

為了對抗頻率選擇性衰減，可使用正交分頻多工(Orthogonal Frequency Division Multiplex；簡稱OFDM)，以便將整體系統頻寬有效地分割成若干(N_F 個)次頻帶(sub-band)，亦可將次頻帶稱為OFDM系統頻寬、頻率範圍

(frequency bin)、或次頻道(frequency sub-channel)。每一次頻帶係與一可在其上調變資料之各別副載波相關聯。在與一次頻帶的頻寬相依之每一時間間隔中，可在該等 N_F 個次頻帶的每一次頻帶上傳輸一調變符號。

對於一多向近接系統而言，一特定的接取點可在不同時間與具有不同數目的天線之終端機通信。此外，該等接取點與該等終端機間之通信頻道之特性通常隨著不同的終端機而有所不同，且進而可能隨著時間而有所變化，此種現象對行動終端機尤為顯著。不同的終端機根據其能力及要求，可能需要不同的傳輸架構。

因此，本門技術中需要根據接收機裝置的能力及頻道狀況而使用若干種分集傳輸模式來傳輸資料之技術。

【發明內容】

本發明提供了以一種改善資料傳輸的可靠性之方式來傳輸資料之技術。可將一MIMO OFDM系統設計成支援若干種資料傳輸作業模式。這些傳輸模式可包括分集傳輸模式，而在某些資料傳輸(例如，用於內務操作頻道、及較差的頻道狀況等情形)中，可使用分集傳輸模式以獲致較高的可靠性。該分集傳輸模式在自多個傳輸天線傳輸的多個信號中建立正交，而嘗試建立傳輸分集。可以頻率、時間、空間、或上述各項的任何組合獲致該等傳輸信號中之正交。該等傳輸模式亦可包括空間多工化傳輸模式及波束指向(beam steering)傳輸模式，而在某些較佳的頻道狀況下，可利用該等傳輸模式以獲致較高的位元傳輸速率。

在一實施例中，提供了一種在一無線(例如 MIMO OFDM)通信系統中處理用於傳輸的資料之方法。根據該方法，係自若干種可能的傳輸模式中選擇一種用於一個或多個資料流的每一資料流之分集傳輸模式。每一分集傳輸模式在時間、頻率、空間、或以上各項的一組合上冗餘地傳輸資料。根據為每一資料流選擇的編碼及調變架構而將該資料流編碼及調變，以便提供調變符號。根據所選擇的分集傳輸模式進一步處理每一資料流的該等調變符號，以便提供傳輸符號。對於 OFDM 而言，進一步對所有的資料流之傳輸符號進行 OFDM 調變，以便將一傳輸符號流提供給用於資料傳輸的每一該等一個或多個傳輸天線。亦可使用分頻多工 (Frequency Division Multiplexing；簡稱 FDM)、分時多工 (Time Division Multiplexing；簡稱 TDM)、劃碼多工 (Code Division Multiplexing；簡稱 CDM)、或以上各項的任何組合而將各導頻符號與該等調變符號多工化。

該等傳輸模式可包括諸如：(1)在多個 OFDM 次頻帶上冗餘地傳輸調變符號之一頻率分集傳輸模式；(2)在 N_T 個 OFDM 符號期間中傳輸每一調變符號之一 Walsh 分集傳輸模式，其中 N_T 是用於資料傳輸的傳輸天線之數目；(3)在多個 OFDM 符號期間中且在多個傳輸天線上傳輸調變符號之一空間時間傳輸分集 (Space Time Transmit Diversity；簡稱 STTD) 傳輸模式；以及(4)使用 Walsh 分集及 STTD 的一組合而傳輸調變符號之一 Walsh-STTD 傳輸模式。對於 Walsh 分集及 Walsh-STTD 傳輸模式而言，可經由所有的傳輸天線冗餘

地傳輸相同的調變符號，或者可經由不同的傳輸天線傳輸不同的調變符號。

每一資料流可能用於一內務操作頻道，或者目標係針對一特定的接收機裝置。可根據接收機裝置的傳輸能力而調整每一特定使用者資料流之資料傳輸速率。可經由一各別組的一個或多個次頻帶而傳輸每一資料流的傳輸符號。

在另一實施例中，提供了一種在一無線通信系統的一接收機中處理一資料傳輸之方法。根據該方法，開始時決定用於要被回復的一個或多個資料流的每一資料流之特定分集傳輸模式。自若干種可能的傳輸模式中選擇每一資料流的分集傳輸模式。然後根據用於每一資料流的分集傳輸模式而處理該資料流的接收符號，以便提供回復的符號，該等回復的符號是自用於該資料流的一發射機傳輸的調變符號之估計值。進一步對每一資料流的回復之符號進行解調及解碼，以便提供該資料流的解碼後資料。

下文中將進一步詳細說明本發明的各種方面及實施例。如將於下文中進一步說明的，本發明進一步提供了用來實施本發明的各種方面、實施例、及特徵之方法、發射機單元、接收機單元、終端機、接取點、系統、以及其他裝置及元件。

【實施方式】

圖1示出支援若干使用者的一多向近接系統(100)。系統(100)包含與若干終端機(T)(106)通信的一個或多個接取點(AP)(104)(為了簡化，圖1中只示出一個接取點)。亦可將一

接取點稱為一基地台、一UTRAN、或某一其他的術語。亦可將一終端機稱為一手機、一行動台、一遠端台、使用者設備(User Equipment; 簡稱UE)、或某一其他的術語。在軟式交遞(soft handoff)(本系統支援軟式交遞)時，每一終端機(106)可同時與多個接取點(104)通信。

在一實施例中，每一接取點(104)採用多個天線，且代表(1)自該接取點至一終端機的一下鏈傳輸之多重輸入(Multiple-Input; 簡稱MI)、以及自該終端機至該接取點的一上鏈傳輸之多重輸出(Multiple-Output; 簡稱MO)。與一特定接取點通信的一組之一個或多個終端機(106)合而代表該下鏈傳輸的多重輸出、及該上鏈傳輸的多重輸入。

每一接取點(104)可經由該接取點上可用的多個天線及每一終端機上可用的一個或多個天線而同時或循序地與多個終端機(106)通信。如圖1中的終端機(106e-106h)之虛線所示，目前並未在通信的終端機可自該接取點接收導頻資訊及(或)其他的信令資訊(signaling information)。

對於下鏈而言，該接取點採用 N_T 個天線，且每一終端機採用1個或 N_R 天線，用以自該接取點接收一個或多個資料流。一般而言，不同的多天線終端機之 N_R 可以是不同的，且 N_R 可以是任何整數。可將由 N_T 個傳輸天線及 N_R 個接收天線構成的一MIMO通道分解為 N_S 個獨立的通道，其中 $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$ 。亦可將每一此種獨立的通道稱為該MIMO通道的一空間次通道。同時接收下鏈資料傳輸的該等終端機不需要配備相同數目的接收天線。

對於下鏈而言，一特定終端機上的接收天線之數目可等於或大於接取點上的傳輸天線之數目(亦即， $N_R \geq N_T$)。對於此種終端機而言，空間次通道的數目受到接取點上的傳輸天線的數目之限制。每一多天線的終端機經由該接取點的 N_T 個傳輸天線及其自身的 N_R 接收天線所構成之一各別的MIMO通道而與該接取點通信。然而，縱使係針對同時的下鏈資料傳輸而選擇多個多天線的終端機，也只能使用 N_S 個空間次通道，而不管接收下鏈傳輸的終端機之數目有多少。

對於下鏈而言，一特定終端機上的接收天線之數目亦可小於接取點上的傳輸天線之數目(亦即， $N_R < N_T$)。例如，一MISO終端機配備了用於下鏈資料傳輸的一顛的接收天線($N_R=1$)。該接取點然後可採用分集、波束指向、空間分割多向近接(Space Division Multiple Access；簡稱SDMA)、或某一其他的傳輸技術，以便同時與一個或多個MISO終端機通信。

對於上鏈而言，每一終端機可採用一單一天線或多個天線，以供上鏈資料傳輸。每一終端機亦可使用其可用天線的全部或一部分，以供上鏈傳輸。在任何特定的時刻，目前使用中的一個或多個終端機所使用的所有天線構成了上鏈的 N_T 個傳輸天線。然後係由使用中的所有終端機的 N_T 個及接取點的 N_R 個接收天線構成該MIMO通道。空間次通道的數目受到傳輸天線的數目之限制，而傳輸天線的數目通常受到接取點上的接收天線的數目之限制(亦即， $N_S \leq \min$

$\{N_T, N_R\}$ 。

圖2是接取點(104)及兩個終端機(106)的一實施例之一方塊圖。於下鏈時，在接取點(104)上，將諸如來自一資料來源(208)的特定使用者資料、信令等的各種類型的通信資料提供給一傳輸(TX)資料處理器(210)。處理器(210)然後將該通信資料格式化，並根據一種或多種編碼架構將其編碼，以便提供編碼後的資料。然後將該編碼後的資料交插，並進一步根據一種或多種調變架構將交插後的資料調變(亦即符號對映)，以便提供調變符號(亦即調變後的資料)。可由一控制器(230)及一排程器(234)所提供的控制功能決定資料傳輸速率、編碼、交插、及符號對映。下文中將進一步詳細說明TX資料處理器(210)所執行的處理。

一傳輸處理器(220)然後接收並處理該等調變符號及導頻資料，以便提供傳輸符號。導頻資料通常是以一種習知的方式處理的習知資料。在一特定實施例中，傳輸處理器(220)所執行的處理包括：(1)根據為了將資料傳輸到終端機而選擇使用的一種或多種傳輸模式，而處理調變符號，以便提供傳輸符號；以及(2)對該等傳輸符號進行OFDM處理，以便提供傳輸符號。下文中將進一步詳細說明傳輸處理器(220)所執行的處理。

傳輸處理器(220)將 N_T 個傳輸符號流提供給 N_T 個發射機(TMTR)(222a-222t)，其中每一天線有一個用於資料傳輸的發射機。每一發射機(222)將其傳輸符號流轉換為一個或多個類比信號，並對該等類比信號作進一步的調整(例如放大、濾

波、及向上變頻)，以便產生一適於經由一無線通信頻道而傳輸的各別下鏈調變後信號。然後將每一下鏈調變後信號經由一各別的天線(224)而傳送到該等終端機。

在每一終端機(106)上，終端機上可用的一個或多個天線(252)接收來自該接取點的多個傳輸天線之下鏈調變後信號。將自每一天線(252)接收的信號提供給一各別接收機(RCVR)(254)。每一接收機(254)調整(例如濾波、放大、及向下變頻)其接收的信號，並將調整後的信號進一步數位化，以便提供一各別的樣本流。

一接收處理器(260)然後接收並處理來自所有接收機(254)的樣本流，以便提供回復的符號(亦即解調後的資料)。在一特定實施例中，接收處理器(260)所執行的處理包括：(1)對所接收的傳輸符號進行OFDM處理，以便提供接收的符號；以及(2)根據所選擇的一種或多種傳輸模式處理該等接收的符號，以便得到回復的符號。該等回復的符號是接取點所傳輸的調變符號之估計值。下文中將進一步詳細說明接收處理器(260)所執行的處理。

一接收(RX)資料處理器(262)然後對該等回復的符號進行符號解對映、解交插、及解碼，以便得到在該終端機的下鏈上傳輸之特定使用者資料及信令。接收處理器(260)及RX資料處理器(262)所執行的處理與接取點上的傳輸處理器(220)及TX資料處理器(210)所分別執行的處理互補。

於上鏈時，在終端機(106)上，將諸如來自一資料來源(276)的特定使用者資料、信令等的各種類型的通信資料提

供給一TX資料處理器(278)。處理器(278)根據各別的編碼架構將不同類型的通信資料編碼，以便提供編碼後的資料，並進一步交插該編碼後的資料。一調變器(280)然後對該交插後的資料進行符號對映，以便提供調變後的資料，然後將該調變後的資料提供給一個或多個發射機(254)。視系統設計而定，OFDM可用於或可不被用於上鏈資料傳輸。每一發射機(254)調整所接收的調變後資料，以便產生一各別的上鏈調變後信號，然後將該上鏈調變後信號經由一相關聯的天線(252)而傳輸到該接取點。

在接取點(104)上，各天線(224)接收來自一個或多個終端機之上鏈調變後信號。將自每一天線(224)接收的信號提供給一接收機(222)，該接收機(222)調整並數位化所接收的信號，以便提供一各別的樣本流。來自所有接收機(222)的樣本流然後被一解調器(240)處理，並(在必要時)進一步被一RX資料處理器(242)解碼，以便回復終端機所傳輸的資料。

控制器(230)及(270)分別指示在接取點及終端機上的作業。記憶體(232)及(272)分別提供了控制器(230)及(270)所用的程式碼及資料之儲存空間。排程器(234)安排在發射機的下鏈(且或許是上鏈)上的資料傳輸之時程。

為了顧及說明的清晰，下文中將針對下鏈傳輸而詳細說明各種傳輸分集架構。亦可將這些架構用於上鏈傳輸，且此種應用也是在本發明的範圍內。而且也為了顧及說明的清晰，在下列的說明中，下標“i”係用來作為接收天線的索引，下標“j”係用來作為傳輸天線的索引，且下標“k”係用來

作為MIMO OFDM系統中的次頻帶之索引。

發射機單元

圖3是接取點(104)的發射機部分的一實施例之一發射機單元(300)。發射機單元(300)包含：(1)一TX資料處理器(210a)，用以接收並處理通信資料及導頻資料，以便提供調變符號；以及(2)一傳輸處理器(220a)，用以進一步處理該等調變符號，以便將 N_T 個傳輸符號流提供給 N_T 個傳輸天線。TX資料處理器(210a)及傳輸處理器(220a)分別是圖2所示TX資料處理器(210)及傳輸處理器(220)的一實施例。

在圖3所示之特定實施例中，TX資料處理器(210a)包含一編碼器(312)、一頻道交插器(314)、及一符號對映元件(316)。編碼器(312)接收通信資料(亦即資訊位元)，並根據一種或多種編碼架構而將所接收的通信資料編碼，以便提供編碼後的位元。該編碼增加了資料傳輸的可靠性。

在一實施例中，可將每一終端機的特定使用者資料及每一內務操作頻道的資料視為不同的資料流。內務操作頻道可包括廣播頻道、呼叫頻道、及將為所有終端機所接收的其他常見頻道。亦可將多個資料流傳送到一特定的終端機。可根據為每一資料流而選擇的一特定編碼架構獨立地將該資料流編碼。因此，編碼器(312)可將若干經獨立編碼的資料流提供給不同的內務操作頻道及終端機。

來自控制器(230)的一編碼控制信號決定將要用於每一資料流的特定編碼架構。可根據諸如自每一終端機接收的回授資訊而選擇該終端機的編碼架構。每一編碼架構可包括

前向錯誤偵測(Forward Error Detection; 簡稱FED)碼(例如一循環冗餘查核(Cyclic Redundancy Check; 簡稱CRC)碼及前向錯誤修正(Forward Error Correction; 簡稱FEC)碼(例如一迴旋碼(convolutional code)、一渦輪碼(Turbo code)、及一區塊碼(block code)等)的任何組合。一編碼架構亦可指定玩玩不作任何編碼。亦可將二進位碼或格狀碼用於每一資料流。此外, 使用迴旋碼及渦輪碼時, 可將刪除(puncturing)用來調整編碼率(code rate)。更具體而言, 可將刪除用來將編碼率增加到高於基礎編碼率。

在一特定實施例中, 開始時係將每一資料流的資料分割成若干訊框(或封包)。對於每一訊框而言, 可將該資料用來產生該訊框的一組CRC位元, 然後將該組CRC位元附加到該資料。然後以一迴旋碼或一渦輪碼將每一訊框的資料及CRC位元編碼, 以便產生該訊的編碼後的資料。

頻道交插器(314)接收編碼後的位元, 並根據一種或多種交插架構將該等編碼後的位元交插。每一編碼架構通常與一對應的交插架構相關聯。在此種情形中, 將分別地交插每一獨立編碼的資料流。該交插將時間分集提供給編碼後的位元, 而可根據用於每一資料流的各次頻帶及空間次通道之平均SNR來傳輸該資料流, 對抗信號衰減, 並進一步去除用來構成每一調變符號的各編碼後的位元間之相關性。

使用OFDM時, 可將該頻道交插器設計成將每一資料流的編碼後的資料分佈到一單一OFDM符號的多個次頻帶, 或分

佈到多個OFDM符號。該頻道交插器之目的在於使編碼後的資料隨機化，使通信頻道損壞各連續編碼後的位元之可能性降低。當一特定資料流的交插間隔跨越一單一的OFDM符號時，將該資料流的各編碼後的位元隨機地分佈到該資料流所用的各次頻帶，以便利用頻率分集。當交插間隔跨越多個OFDM符號時，將該等編碼後的位元隨機地分佈到各載有資料的次頻帶及多符號交插間隔，以便利用頻率分集及時間分集。對於一無線區域網路(Wireless Local Area Network；簡稱WLAN)而言，如果通信頻道的最小預期一致性時間比該交插間隔大許多倍，則在多個OFDM符號中進行交插而實現的時間分集可能是不重要的。

符號對映元件(316)接收交插後的資料，並根據一種或多種調變架構對映該交插後的資料，以便提供調變符號。每一資料流可使用一特定的調變架構。聚集若干組的 q_m 個經過編碼及交插的位元，以形成若干資料符號(每一資料符號可以是一非二進位值)，並將每一資料符號對映到與每一資料流所選擇使用的調變架構對應的一信號集中之一點，即可獲致該資料流的符號對映。所選擇的調變架構可以是QPSK、M-PSK、M-QAM、或某一其他的調變架構。每一對映的信號點是一複數值，且對應於一 M_m -ary調變符號，其中 M_m 對應於為資料流 m 所選擇的特定調變架構，且 $M_m=2^{q_m}$ 。符號對映元件(316)將一調變符號流提供給每一資料流。圖3中之調變符號流 $s(n)$ 整體地示出所有資料流的調變符號流。

表 1 列出可用來利用迴旋碼及渦輪碼而獲致頻譜效率(或位元傳輸速率)的一範圍之各種編碼架構及調變架構。可利用編碼率及調變架構的一特定組合而獲致每一位元傳輸速率(以位元/秒/赫或 bps/Hz 為單位)。例如，可利用 1/2 的一編碼率及 BPSK 調變而獲致一半的一位元傳輸速率，而可利用 1/2 的一編碼率及 QPSK 調變而獲致一的一位元傳輸速率，其他依此類推。

在表 1 中，係將 BPSK、QPSK、16-QAM、及 64-QAM 用於所列出的各位元傳輸速率。亦可使用諸如 DPSK、8-PSK、32-QAM、128-QAM 等其他的調變架構，且該等其他的調變架構也是在本發明的範圍內。當難以追蹤通信頻道時，可使用差分相移鍵控(Differential Phase-Shift Keying；簡稱 DPSK)，這是因為在接收機上並不需要一種一致性基準來將一經過 DPSK 調變的信號解調。對於 OFDM 而言，可在某一次頻帶中執行調變，且可獨立地選擇將要用於每一次頻帶的調變架構。

表 1

迴旋碼			渦輪碼		
效率 (bps/Hz)	編碼率	調變	效率 (bps/Hz)	編碼率	調變
0.5	1/2	BPSK	0.5	1/2	BPSK
1.0	1/2	QPSK	1.0	1/2	QPSK
1.5	3/4	QPSK	1.5	3/4	QPSK
2.0	1/2	16-QAM	2.0	1/2	16-QAM

2.67	2/3	16-QAM	2.5	5/8	16-QAM
3.0	3/4	16-QAM	3.0	3/4	16-QAM
3.5	7/8	16-QAM	3.5	7/12	64-QAM
4.0	2/3	64-QAM	4.0	2/3	64-QAM
4.5	3/4	64-QAM	4.5	3/4	64-QAM
5.0	5/6	64-QAM	5.0	5/6	64-QAM

亦可使用編碼率及調變架構的其他組合以獲致各種位元傳輸速率，且此種方式也是在本發明的範圍內。

在圖3所示之特定實施例中，傳輸處理器(220a)包含一TX分集處理器(320)及 N_T 個調變器。每一OFDM調變器包含一快速傅立葉逆變換(Inverse Fast Fourier Transform；簡稱IFFT)單元(330)及一循環前置碼產生器(332)。TX分集處理器(320)自TX資料處理器(210a)接收調變符號，並根據一種或多種所選擇的傳輸模式而處理該等調變符號，以便提供傳輸符號。

在一實施例中，TX分集處理器(320)進一步接收導頻符號(亦即導頻資料)，並利用可用次頻帶的一子集中之分頻多工(FDM)，而將導頻符號與傳輸符號多工化。一FDM導頻傳輸架構的一實施例係示於表2。在該實施例中，MIMO OFDM系統可使用64個次頻帶，且係將次頻帶索引 ± 7 及 ± 21 用於導頻傳輸。在替代實施例中，可利用諸如分時多工(TDM)、劃碼多工(CDM)、或FDM、TDM、及CDM的任何組合，而將該等導頻符號與傳輸符號多工化。

TX分集處理器(320)將一傳輸符號流提供給每一OFDM調

變器。下文中將進一步詳細說明TX分集處理器(320)所執行的處理。

每一OFDM調變器接收一各別的傳輸符號流 $x_j(n)$ 。在每一OFDM調變器內，IFFT單元(330)將每一組的 N_F 個傳輸符號聚集在傳輸符號流 $x_j(n)$ 中，以便形成一對應的符號向量，並利用快速傅立葉逆變換將該符號向量轉換為其時域表示法(被稱為一OFDM符號)。

對於每一OFDM符號而言，循環前置碼產生器(332)重複該OFDM符號的一部分，以便形成一對應的傳輸符號。循環前置碼確保在出現多路徑延遲散佈時該傳輸符號可保持其正交特性，因而提昇了抗拒諸如頻率選擇性衰減所引發的頻道消散等的不良效應之效能。可將一經過修改的或可調整的循環前置碼用於每一OFDM符號。舉一可調整的循環前置碼的一特定例子而言，一系統可能有20 MHz的頻寬、50奈秒的一位元期間、及64個次頻帶。對於該系統而言，每一OFDM符號之持續時間將是3.2微秒(或 64×50 奈秒)。每一OFDM符號的循環前置碼可以有4位元的最小長度(200奈秒)及16位元的最大長度(800奈秒)，且其遞增量為4位元時間長度(200奈秒)。分別對於200奈秒至800奈秒的循環前置碼而言，每一傳輸符號將會有範圍自3.4微秒至4.0微秒的一持續時間。

每一OFDM調變器中之循環前置碼產生器(332)將一傳輸符號流提供給一相關聯的發射機(222)。每一發射機(222)接收並處理一各別的傳輸符號流，以便產生一下鏈調變後的

符號，然後自相關聯的天線(224)傳輸該下鏈調變後的符號。

下列的美國專利申請案進一步詳細說明了一MIMO OFDM系統的編碼及調變：

*於2001年11月6日提出申請的美國專利申請案09/993,087 “Multiple-Access Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Communication System”；

*於2001年5月11日提出申請的美國專利申請案09/854,235 “Method and Apparatus for Processing Data in a Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Communication System Utilizing Channel State Information”；

*分別於2001年3月23日及2001年9月18日提出申請的美國專利申請案09/826,481及09/956,449 “Method and Apparatus for Utilizing Channel State Information in a Wireless Communication System”(兩申請案的發明名稱相同)；

*於2001年2月1日提出申請的美國專利申請案09/776,075 “Coding Scheme for a Wireless Communication System”；以及

*於2000年3月30日提出申請的美國專利申請案09/532,492 “High Efficiency, High Performance Communication System Employing Multi-Carrier Modulation”。

這些申請案都係讓渡給本申請案之受讓人，且本發明特此引用該等專利申請案以供參照。

可將MIMO OFDM系統設計成若干資料傳輸作業模式。這

些傳輸模式包括分集傳輸模式、空間多工化傳輸模式、及波束指向傳輸模式。

可將空間多工化及波束指向模式用來在某些有利的頻道狀況下獲致較高的位元傳輸速率。於2002年2月26日提出申請的美國專利申請案10/085,456 “Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) System with Multiple Transmission Modes”中進一步詳細說明這些傳輸模式，該專利申請案係讓渡給本申請案之受讓人，且本發明特此引用該等專利申請案以供參照。

可將分集傳輸模式用來在某些資料傳輸時獲致較高的可靠性。例如，可將分集傳輸模式用於諸如廣播頻道、呼叫頻道、及其他共同頻道等的下鏈上之內務操作頻道。亦可在下列狀況時將分集傳輸模式用於資料傳輸：(1)當發射機並未具有通信頻道的適當之頻道狀態資訊(Channel State Information；簡稱CSI)時；(2)當頻道狀況相當差(例如在某些行動狀況下)且無法支援更具頻譜效率的傳輸模式時；以及(3)其他的狀況時。當將分集傳輸模式用來將下鏈資料傳輸到終端機時，可控制每一終端機的速率及(或)功率，以便提昇效能。可支援若干分集傳輸模式，且下文中將進一步詳細說明這些分集傳輸模式。

該等分集傳輸模式在自多個傳輸天線傳輸的多個信號中建立正交，而嘗試獲致傳輸分集。可以頻率、時間、空間、或上述各項的任何組合而自傳輸的信號中獲得正交。可經由下列處理技術的任一處理技術或任何組合而建立傳

輸分集：

*頻率(或次頻帶)分集。係將OFDM提供的各次頻帶中固有的正交用來提供可抗拒頻率選擇性衰減的分集。

*使用正交函數的傳輸分集。將Walsh函數或某一其他的正交函數應用於自多個傳輸天線傳輸的OFDM符號，以便在所傳輸的該等信號中建立正交。本文中亦將該架構稱為“Walsh分集”架構。

*空間時間傳輸分集(STTD)。在各對傳輸天線之間建立空間正交，停時保持MIMO技術所提供的高頻譜效率之潛力。

一般而言，可將頻率分集架構用來抗拒頻率選擇性衰減，且該架構係在頻率及空間維度中作業。Walsh分集架構及STTD架構係在時間及空間維度中作業。

為了顧及說明的清晰，將針對一例示MIMO OFDM系統而說明前文所列舉的該等處理技術及該等處理技術的某些組合。在本系統中，每一接取點配備了用來傳輸及接收資料的四個天線，且每一終端機可配備一個或多個天線。

頻率分集

圖4是可用來實施頻率分集架構的一TX分集處理器(320a)的一實施例之一方塊圖。對於OFDM而言，該等次頻帶原本即相互正交。在多個次頻帶上傳輸相同的調變符號，即可建立頻率分集。

如圖4所示，係將來自TX資料處理器(210)的該等調變符號 $s(n)$ 提供給一符號重複單元(410)。單元(410)根據要提供給每一調變符號的(之如雙重或四重)分集而重複該調變符

號。一解多工器(412)然後接收該等重複的符號及導頻符號，並將這些符號解多工成 N_T 個傳輸符號流。可在指定給每一資料流的一各別組的一個或多個次頻帶上傳輸該資料流的調變符號。可將某些可用的次頻帶保留給導頻傳輸(例如使用FDM)。在替代實施例中，可使用TDM或CDM而連同調變符號一起傳輸導頻符號。

一般而言，最好是在至少相互隔離了通信頻道的一致頻寬的各次頻帶中傳輸重複的符號。此外，可在任何數目的次頻帶上重複該等調變符號。一較高的重複因數對應於較高的冗餘、及接收機上較佳的正確接收之可能性，但其代價是較低的效率。

為了顧及說明的清晰，下文中將針對具有IEEE標準802.11a界定的某些特性之一特定MIMO OFDM系統而說明頻率分集架構的一特定實施例。在1999年9月公佈的標題為“Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: High-speed Physical Layer in the 5 GHz Band”之文件中說明了該IEEE標準的規格，可公開取得這份規格，且本發明特此引用該規格以供參照。該系統有一具有64個次頻帶的OFDM波形結構。在這些64個次頻帶中，係將48個次頻帶(其索引為 $\pm\{1, \dots, 6, 8, \dots, 20, 22, \dots, 26\}$)用於資料，將4個次頻帶(其索引為 $\pm\{7, 21\}$)用於導頻符號，並不使用直流(DC)次頻帶(其所索引為0)，且並不使用其餘的次頻帶，而將這些次頻帶用來作為保護次頻帶(guard subband)。

下表2示出前文所述系統的雙重及四重頻率分集之一特定實施例。對於雙重頻率分集而言，係經由隔離了26個或27個次頻帶的兩個次頻帶傳輸每一調變符號。對於四重頻率分集而言，係經由隔離了13個或14個次頻帶的四個次頻帶傳輸每一調變符號。亦可實施其他的頻率分集架構，且該等其他的頻率分集架構也是在本發明的範圍內。

表 2

次頻帶索引	雙重分集	四重分集	次頻帶索引	雙重分集	四重分集
-26	1	1	1	1	1
-25	2	2	2	2	2
-24	3	3	3	3	3
-23	4	4	4	4	4
-22	5	5	5	5	5
-21	導頻符號	導頻符號	6	6	6
-20	6	6	7	導頻符號	導頻符號
-19	7	7	8	7	7
-18	8	8	9	8	8
-17	9	9	10	9	9
-16	10	10	11	10	10
-15	11	11	12	11	11
-14	12	12	13	12	12
-13	13	1	14	13	1
-12	14	2	15	14	2
-11	15	3	16	15	3
-10	16	4	17	16	4
-9	17	5	18	17	5
-8	18	6	19	18	6
-7	導頻符號	導頻符號	20	19	7
-6	19	7	21	導頻符號	導頻符號
-5	20	8	22	21	8
-4	21	9	23	22	9
-3	22	10	24	23	10
-2	23	11	25	24	11
-1	24	12	26	25	12
0	直流	直流	-	-	-

並未配備有多個傳輸天線的一發射機(例如一終端機)可使用頻率分集架構。在此種情形中，TX分集處理器(320a)提供了一傳輸符號。可在多個次頻帶上重複並傳輸 $s(n)$ 中之每一調變符號。對於單一天線的終端機而言，在出現頻率選擇性衰減時，可利用頻率分集來提供可靠性效能。

當可使用多個傳輸天線時，亦可使用頻率分集架構。自所有的傳輸天線經由不同的次頻帶或次頻帶組傳輸相同的調變符號，即可達到上述之目的。例如，在一具有四個傳輸天線的裝置中，可將每隔四個次頻帶指定給其中一個傳輸天線。然後可使每一傳輸天線與一不同群組的 $N_F/4$ 個次頻帶相關聯。對於四重頻率分集而言，將經由一組的四個次頻帶而傳輸每一調變符號，而四個次頻帶群組的每一群組中有一調變符號，其中每一群組係與一特定的傳輸天線相關聯。亦可將該組中之四個次頻帶選擇成將該等次頻帶儘量地間隔開。對於雙重頻率分集而言，可經由一組的二個次頻帶而傳輸每一調變符號，而四個次頻帶群組的每一群組中有一調變符號。亦可考慮採用具有多個傳輸天線的其他之頻率分集實施例，且該等其他之頻率分集實施例也是在本發明的範圍內。如將於下文中說明的，亦可配合一種或多種其他的傳輸分集架構而使用頻率分集架構。

Walsh傳輸分集

圖5是可用來實施Walsh分集架構的一TX分集處理器(320b)的一實施例之一方塊圖。對於該分集架構而言，係將正交函數(或編碼)用來建立時間正交，而時間正交又可用來

在所有的傳輸天線上建立完整的傳輸分集。如將於下文中說明的，在各傳輸天線上重複相同的調變符號，並以每一傳輸天線的不同正交函數對這些符號進行時間擴展，即可達到上述的目的。一般而言，可使用諸如Walsh函數、正交可變展頻係數(Orthogonal Variable Spreading Factor；簡稱OVSF)碼等的各種正交函數。為了顧及說明的清晰，下文的說明中將使用Walsh函數。

在圖5所示之實施例中，係將來自TX資料處理器(210)的調變符號 $s(n)$ 提供給一解多工器(510)，該解多工器(510)將該等符號解多工成 N_B 個調變符號子流，用於資料傳輸的每一次頻帶有一子流(亦即每一載送資料的次頻帶)。將每一調變符號子流 $s_k(n)$ 提供給一各別的TX次頻帶處理器(520)。

在每一TX次頻帶處理器(520)內，將子流 $s_k(n)$ 中之各調變符號提供給 N_T 個傳輸天線的 N_T 個乘法器(524a-524d)(在該例示系統中， $N_T=4$)。在圖5所示之實施例中，於對應於 $(4T_{OFDM})^{-1}$ 的一符號速率之每一個4符號的期間中，係將一調變符號 s_k 提供給所有四個乘法器(524)。每一乘法器亦接收一具有四個位元且被指定給與該乘法器相關聯的傳輸天線 j 之不同的Walsh函數(亦即 $W_j^4 = \{w_{1j}, w_{2j}, w_{3j}, w_{4j}\}$)。每一乘法器然後將該符號 s_k 與Walsh函數 W_j^4 相乘，並提供一序列的四個傳輸符號 $\{(s_k \cdot w_{1j}), (s_k \cdot w_{2j}), (s_k \cdot w_{3j}), \text{及} (s_k \cdot w_{4j})\}$ ，且在四個連續的OFDM符號期間中，經由傳輸天線 j 的次頻帶 k 而傳輸該等傳輸符號。這四個傳輸符號具有與原始調變符號 s_k 相同的大小。然而，係由用來產生該傳輸符

號的 Walsh 位元之正負號來決定該序列中每一傳輸符號的正負號。因而在四個符號期間中，利用該 Walsh 函數對每一傳輸符號進行時間擴展。每一 TX 次頻帶處理器 (520) 的四個乘法器 (524a-524d) 將四個傳輸符號子流分別提供給四個緩衝器 / 多工器 (530a-530d)。

每一緩衝器 / 多工器 (530) 接收導頻符號，並自 N_B 個 TX 次頻帶處理器 (520a-520f) 接收 N_B 個次頻帶的 N_B 個傳輸符號子流。每一單元 (530) 然後在每一符號期間將該等傳輸符號及導頻符號多工化，並將一傳輸符號流 $x_j(n)$ 提供給一對應的 IFFT 單元 (330)。每一 IFFT 單元 (330) 以前文所述之方式接收並處理一各別的傳輸符號流 $x_j(n)$ 。

在圖 5 所示之實施例中，於每一個 4 符號的期間中，係自所有四個傳輸天線的每一該等 N_B 個載送資料之次頻帶上傳輸一調變符號。當將四個傳輸天線用於資料傳輸時，利用 Walsh 分集架構得到的頻譜效率與利用四重頻率分集架構 (在每一符號期間中，係經由四個載送資料的次頻帶傳輸一個調變符號) 得到的頻譜效率相同。在具有四個傳輸天線的 Walsh 分集架構中，Walsh 函數的持續時間或長度是四個 OFDM 符號 (以 W_j^4 中的上標指定)。因為每一調變符號中之資訊係分佈在四個連續的 OFDM 符號，所以係根據四個連續接收的 OFDM 符號而執行接收機上的解調。

在一替代實施例中，在每一傳輸天線上傳輸不同的調變符號 (而不是傳輸相同的調變符號)，即可獲致較高的頻譜效率。例如，可將解多工器 (510) 設計成在每一個 4 符號的期間

中將四個不同的符號 s_1 、 s_2 、 s_3 、及 s_4 提供給乘法器 (524a-524d)。每一乘法器 (524) 然後將調變符號乘以其 Walsh 函數，以便提供一不同序列的四個傳輸符號。該實施例的頻譜效率將是圖 5 所示實施例的頻譜效率之四倍。再舉另一個例子，可將解多工器 (510) 設計成在每一個 4 符號的期間中提供兩個不同的調變符號 (例如，將 s_1 提供給乘法器 (524a) 及 (524b)，並將 s_2 提供給乘法器 (524c) 及 (524d))。

空間時間傳輸分集 (STTD)

空間時間傳輸分集 (STTD) 支援在兩個傳輸天線上同時有效地傳輸兩個獨立的符號流，且同時保持接收機上的正交性。STTD 架構因而提供了比圖 5 所示 Walsh 傳輸分集架構更高的頻譜效率。

STTD 架構係以下文所述之方式作業。假設將在一特定的次頻帶上傳輸代號為 s_1 及 s_2 的兩個調變符號。發射機產生兩個向量 $\underline{x}_1 = [s_1 \ s_2^*]^T$ 以及 $\underline{x}_2 = [s_2 \ -s_1^*]^T$ 。每一向量包含將在兩個符號期間中自一各別的傳輸天線循序傳輸之兩個元素 (亦即，自天線 1 傳輸向量 \underline{x}_1 ，且自天線 2 傳輸向量 \underline{x}_2)。

如果接收機包含單一的接收天線，則可以矩陣形式將接收的信號表示為下式：

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1 s_1 + h_2 s_2 \\ h_1 s_2 - h_2 s_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}, \quad \text{方程式 (1)}$$

其中 r_1 及 r_2 是在接收機上於兩個連續的符號期間中接收的兩個符號；

h_1 及 h_2 是在所考慮的次頻帶中自兩個傳輸天線至接收天

線的路徑增益，其中假定該等路徑增益在該次頻帶中是不變的，且在該2符號的期間中是靜態的；以及 n_1 及 n_2 是與兩個接收的符號 r_1 及 r_2 相關聯之雜訊。

該接收機然後可推導出兩個傳輸的符號之估計值 s_1 及 s_2 ，如下式所示：

$$\hat{s}_1 = h_1^* r_1 - h_2 r_2^* = (|h_1|^2 + |h_2|^2) s_1 + h_1^* n_1 - h_2 n_2, \quad \text{及} \quad \text{方程式 (2)}$$

$$\hat{s}_2 = h_2^* r_1 + h_1 r_2^* = (|h_1|^2 + |h_2|^2) s_2 + h_2^* n_1 + h_1 n_2.$$

在一替代實施例中，發射機可產生兩個向量 $\underline{x}_1 = [s_1 \ s_2]^T$ 以及 $\underline{x}_2 = [-s_2^* \ s_1^*]^T$ ，其中在兩個符號期間中係自兩個傳輸天線循序傳輸這兩個向量之元素。然後可將所接收的信號表示為下式：

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1 s_1 - h_2 s_2^* \\ h_1 s_2 + h_2 s_1^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}.$$

接收機然後可推導出兩個傳輸的符號之估計值，如下式所示：

$$\hat{s}_1 = h_1^* r_1 + h_2 r_2^* = (|h_1|^2 + |h_2|^2) s_1 + h_1^* n_1 + h_2 n_2, \quad \text{及}$$

$$\hat{s}_2 = -h_2^* r_1 + h_1 r_2^* = (|h_1|^2 + |h_2|^2) s_2 - h_2^* n_1 + h_1 n_2.$$

當在資料傳輸中採用兩個傳輸天線時，該 STTD 架構的頻譜效率是雙重頻率分集架構及具有兩個傳輸天線的 Walsh 分集架構的頻譜效率之兩倍。在每一符號期間中，STTD 架構經由兩個傳輸天線而在每一次頻帶上有效地傳輸一個獨立的調變符號，而該雙重頻率分集架構於每一符號期間中在每兩個次頻帶上只傳輸單一的調變符號，且而該 Walsh 分集

架構於兩個符號期間中在每一次頻帶上只傳輸單一的調變符號。因為每一調變符號中之資訊係分佈在STTD架構的兩個連續OFDM符號，所以係根據兩個連續接收的OFDM符號而執行接收機上的解調。

圖6是可用來實施STTD架構的一TX分集處理器(320c)的一實施例之一方塊圖。在該實施例中，係將來自TX資料處理器(210)的調變符號 $s(n)$ 提供給一解多工器(610)，該解多工器(610)將該等符號解多工成 $2N_B$ 個調變符號子流，用於資料傳輸的每一次頻帶有兩子流。將每一對調變符號子流提供給一各別的TX次頻帶處理器(620)。在每一2符號的期間中，每一調變符號子流包含一調變符號，而該2符號的期間對應於 $(2T_{\text{OFDM}})^{-1}$ 的一符號速率。

在每一TX次頻帶處理器(620)內，將該對調變符號子流提供給一空間-時間編碼器(622)。對於兩個子流中之每一對調變符號而言，空間-時間編碼器(622)提供兩個向量 $\underline{x}_1 = [s_1 \ s_2^*]^T$ 以及 $\underline{x}_2 = [s_2 \ -s_1^*]^T$ ，而每一向量包含將在兩個符號期間中傳輸的兩個傳輸符號。每一向量中的這兩個傳輸符號之大小與原始調變符號 s_1 及 s_2 的大小相同。然而，每一傳輸符號之相位可相對於原始調變符號而旋轉。每一TX次頻帶處理器(620)因而將兩個傳輸符號子流分別提供給兩個緩衝器/多工器(630a)及(630b)。

每一緩衝器/多工器(630)接收導頻符號，並自 N_B 個TX次頻帶處理器(620a-620f)接收 N_B 個傳輸符號子流，在每一符號期間中將該等傳輸符號及導頻符號多工化，並將一傳輸

符號流 $x_j(n)$ 提供給一對應的IFFT單元(330)。每一IFFT單元(330)然後以前文所述之方式處理一各別的傳輸符號流。

S.M. Alamouti 在 “IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 16, No.8, October 1998” 第 1451-1458 頁所發表的論文 “A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications” 中進一步詳細說明了該 STTD 架構，本發明特此引用該論文以供參照。於 2001 年 1 月 5 日提出申請的美國專利申請案 09/737,602 “Method and System for Increased Bandwidth Efficiency in Multiple Input-Multiple Output Channels” 中也進一步詳細說明了該 STTD 架構，該專利申請案係讓渡給本申請案之受讓人，本發明特此引用該專利申請案以供參照。

Walsh-STTD

一 Walsh-STTD 架構採用前文所述的 Walsh 分集及 STTD 的一組合。可將該 Walsh-STTD 架構用於具有兩個以上的傳輸天線之系統。對於具有重複的符號架構之一 Walsh-STTD (該架構也被稱為重複的 Walsh-STTD 架構) 而言，如前文中參照圖 6 所示的，係針對將自兩個傳輸天線而在一特定次頻帶上傳輸的每一對調變符號而產生兩個傳輸向量 x_1 及 x_2 。亦利用 Walsh 函數而在多對傳輸天線上重複這兩個傳輸向量，以便在該等傳輸天線對上獲致正交，並提供額外的傳輸分集。

圖 7 是可用來實施重複的 Walsh-STTD 架構的一 TX 分集處理器 (320d) 的一實施例之一方塊圖。將來自 TX 資料處理器 (210) 的調變符號 $s(n)$ 提供給一解多工器 (710)，該解多工器

(710)將該等符號解多工成 $2N_B$ 個調變符號子流，用於資料傳輸的每一次頻帶有兩子流。在每一4符號的期間中，每一調變符號子流包含一調變符號，而該4符號的期間對應於 $(4T_{\text{OFDM}})^{-1}$ 的一符號速率。將每一對調變符號子流提供給一各別的TX次頻帶處理器(720)。

每一TX次頻帶處理器(720)內的一空間-時間編碼器(722)在每一4符號期間中接收各對調變符號子流，形成一對調變符號 $\{s_1$ 及 $s_2\}$ ，而一符號係來自每一該等兩個子流。然後將該對調變符號 $\{s_1$ 及 $s_2\}$ 用來形成兩個向量 $\underline{x}_1=[s_1 \ s_2^*]^T$ 以及 $\underline{x}_2=[s_2 \ -s_1^*]^T$ ，其中每一向量跨越一個4符號期間。空間-時間編碼器(722)將該第一向量 \underline{x}_1 提供給乘法器(724a)及(724c)，且將第二向量 \underline{x}_2 提供給乘法器(724b)及(724d)。乘法器(724a)及(724b)分別亦接收具有兩個位元且被指定給傳輸天線1及2的一Walsh函數(亦即 $W_1^2=\{w_{11}, w_{21}\}$)。同樣地，乘法器(724c)及(724d)分別亦接收具有兩個位元且被指定給傳輸天線3及4的一Walsh函數 W_2^2 。每一乘法器(724)然後將其向量 \underline{x}_j 中之每一符號乘以其Walsh函數，以便提供將於兩個連續符號期間中在傳輸天線j的次頻帶k上傳輸的兩個傳輸符號。

更具體而言，乘法器(724a)將向量 \underline{x}_1 中之每一符號乘以Walsh函數 W_1^2 ，並提供將在四個連續符號期間中傳輸的一序列的四個傳輸符號 $\{(s_1 \cdot w_{11}), (s_1 \cdot w_{21}), (s_2^* \cdot w_{11}),$ 及 $(s_2^* \cdot w_{21})\}$ 。乘法器(724b)將向量 \underline{x}_2 中之每一符號乘以Walsh函數 W_1^2 ，並提供一序列的四個傳輸符號 $\{(s_2 \cdot w_{11}),$

$(s_2 \cdot w_{21})$, $(-s_1^* \cdot w_{11})$, 及 $(-s_1^* \cdot w_{21})$ 。乘法器 (724c) 將向量 \underline{x}_1 中之每一符號乘以 Walsh 函數 W_2^2 , 並提供一序列的四個傳輸符號 $\{(s_1 \cdot w_{12}), (s_1 \cdot w_{22}), (s_2^* \cdot w_{12}), \text{及 } (s_2^* \cdot w_{22})\}$ 。乘法器 (724d) 將向量 \underline{x}_2 中之每一符號乘以 Walsh 函數 W_2^2 , 並提供一序列的四個傳輸符號 $\{(s_2 \cdot w_{12}), (s_2 \cdot w_{22}), (-s_1^* \cdot w_{12}), \text{及 } (-s_1^* \cdot w_{22})\}$ 。因而利用 Walsh 函數而在兩個符號期間中對向量 \underline{x} 中之每一符號或元素進行時間擴展。每一 TX 次頻帶處理器 (720) 的四個乘法器 (724a-724d) 將四個傳輸符號子流分別提供給緩衝器 / 多工器 (730a-730d)。

每一緩衝器 / 多工器 (730) 接收導頻符號, 並自 N_B 個 TX 次頻帶處理器 (720a-720f) 接收 N_B 個傳輸符號子流, 在每一符號期間中將該等傳輸符號及導頻符號多工化, 並將一傳輸符號流 $x_j(n)$ 提供給一對應的 IFFT 單元 (330)。後續的處理與前文所述者相同。

圖 7 所示之重複的 Walsh-STTD 架構 (具有四個傳輸天線) 具有與圖 6 所示的 STTD 架構相同的頻譜效率, 且具有圖 5 所示 Walsh 分集架構兩倍的頻譜效率。然而, 該 Walsh-STTD 架構在多對傳輸天線上傳輸重複的符號, 而提供額外的分集。該 Walsh-STTD 處理將 (每一次頻帶的) 完整的傳輸分集提供給自所有傳輸天線傳輸的信號。

圖 8 是可用來實施不具有重複符號的 Walsh-STTD 架構 (也被稱為非重複 Walsh-STTD 架構) 的一 TX 分集處理器 (320e) 的一實施例之一方塊圖。可利用該架構來增加頻譜效率, 但其代價是比圖 7 所示架構較低的分集。如圖 8 所示, 將調變

符號 $s(n)$ 提供給一解多工器 (810)，該解多工器 (810) 將該等符號解多工成 $4N_B$ 個調變符號子流，用於資料傳輸的每一次頻帶有四個子流。將每一組的四個調變符號子流提供給一各別的 TX 次頻帶處理器 (820)；

在每一 TX 次頻帶處理器 (820) 內，一空間-時間編碼器 (822a) 接收第一對調變符號子流，且一空間-時間編碼器 (822b) 接收第二對調變符號子流。對於該第一對中之兩個子流中之每一對調變符號而言，空間-時間編碼器 (822a) 將兩個向量 $\underline{x}_1 = [s_1 \ s_2^*]^T$ 以及 $\underline{x}_2 = [s_2 \ -s_1^*]^T$ 分別提供給乘法器 (824a) 及 (824b)。同樣地，對於該第二對中之兩個子流中之每一對調變符號而言，空間-時間編碼器 (822b) 將兩個向量 $\underline{x}_3 = [s_3 \ s_4^*]^T$ 以及 $\underline{x}_4 = [s_4 \ -s_3^*]^T$ 分別提供給乘法器 (824c) 及 (824d)。

乘法器 (824a) 及 (824b) 分別亦接收 Walsh 函數 W_1^2 ，且乘法器 (824c) 及 (824d) 分別亦接收 Walsh 函數 W_2^2 。每一乘法器 (824) 然後將其向量 \underline{x}_j 中之每一符號乘以其 Walsh 函數，以便提供將於兩個連續符號期間中在傳輸天線 j 的次頻帶 k 上傳輸的兩個傳輸符號。每一 TX 次頻帶處理器 (820) 的四個乘法器 (824a-824d) 分別將四個傳輸符號子流提供給四個緩衝器 / 多工器 (830a-830d)。

每一緩衝器 / 多工器 (830) 接收導頻符號，並自 N_B 個 TX 次頻帶處理器 (820a-820f) 接收 N_B 個傳輸符號子流，在每一符號期間中將該等傳輸符號及導頻符號多工化，並將一傳輸符號流 $x_j(n)$ 提供給一對應的 IFFT 單元 (330)。後續的處理與前文所述者相同。

圖8所示之非重複Walsh-STTD架構(具有四個傳輸天線)具有與圖7所示的重複的Walsh-STTD架構兩倍的頻譜效率。可將相同的處理延伸到具有任何數目的傳輸天線對之一系統。並不是在各對傳輸天線上重複兩個傳輸向量，而是可將每一傳輸天線對用來傳輸獨立的符號流。此種方式可得到較大的頻譜效率，但其可能的代價為較低的分集效能。可利用前向錯誤修正(FEC)碼來回復某些此種分集。

前文所述的美國專利申請案09/737,602中亦進一步詳細說明了該Walsh-STTD架構。

頻率STTD

頻率STTD架構採用頻率分集及STTD的一組合。在具有一對以上的傳輸天線之系統中，頻率STTD架構亦可採用天線分集。對於頻率STTD架構而言，係在多個(例如兩個)次頻帶上傳輸每一調變符號，並將每一調變符號提供給多個TX次頻帶處理器。將用於每一調變符號的次頻帶可被選擇成該等次頻帶儘量隔離開(例如，如表1所示)，或可根據某一其他的次頻帶指定機制而選擇該等次頻帶。如果可使用四個傳輸天線，則可針對每一次頻帶而利用STTD來處理兩對調變符號。係自第一對天線(例如天線1及2)傳輸第一對調變符號，且係自第二對天線(例如天線3及4)傳輸第二對調變符號。

因此，係在多個次頻帶上且係經由多個傳輸天線而傳輸每一調變符號。為了顧及說明的清晰，可以下文所述之方式針對具有四個傳輸天線且使用雙重頻率分集的一系統執

行一特定調變符號 s_a 的處理。開始時係將調變符號 s_a 提供給 (諸如次頻帶 k 及 $k+N_F/2$ 的) 兩個 TX 次頻帶處理器。在次頻帶 k 中，係利用 STTD 而以另一調變符號 s_b 來處理調變符號 s_a ，以便形成兩個向量 $\underline{x}_1=[s_a \ s_b^*]^T$ 以及 $\underline{x}_2=[s_b \ -s_a^*]^T$ ，且係分別自傳輸天線 1 及 2 傳輸這兩個向量。在次頻帶 $k+N_F/2$ 中，係利用 STTD 而以另一調變符號 s_c 來處理調變符號 s_a ，以便形成兩個向量 $\underline{x}_3=[s_a \ s_c^*]^T$ 以及 $\underline{x}_4=[s_c \ -s_a^*]^T$ ，且係分別自傳輸天線 3 及 4 傳輸這兩個向量。調變符號 s_c 可以是與調變符號 s_b 相同的調變符號，或是一不同的調變符號。

對於頻率 STTD 架構的上述實施例而言，每一次頻帶中之調變符號有由 STTD 處理所提供的兩階傳輸分集。待傳輸的每一調變符號有四階的傳輸分集加上因使用兩個次頻帶及 STTD 而提供的某些頻率分集。該頻率 STTD 架構具有與重複的 Walsh-STTD 架構相同的頻譜效率。然而，在頻率 STTD 架構下的每一調變符號之總傳輸時間是兩個符號期間，這是 Walsh-STTD 架構下的每一調變符號的總傳輸時間之一半，這是因為頻率 STTD 架構並不執行 Walsh 處理。

在頻率 STTD 架構的一實施例中，每一對傳輸天線將所有的次頻帶都用於資料傳輸。對於四重分集而言，如前文所述，係將每一調變符號提供給兩個傳輸天線對的兩個次頻帶。在頻率 STTD 架構的另一實施例中，係將用於資料傳輸的一不同之次頻帶群組指定給每一對傳輸天線。例如，在具有兩對傳輸天線的一裝置中，可將每隔一個的次頻帶指定給一傳輸天線對。然後使每一傳輸天線對與一不同群組

的 $N_F/2$ 的次頻帶相關聯。對於四重分集而言，然後將在兩個次頻帶上傳輸每一調變符號，這兩個次頻帶群組之每一次頻帶群組有一調變符號，而每一群組係與一特定的傳輸天線對相關聯。可選擇用於每一調變符號的兩個次頻帶，使這兩個次頻帶儘量間隔開。亦可考慮使用具有多個傳輸天線對的頻率 STTD 分集之其他實施例，且該等其他實施例也是在本發明的範圍內。

如前文所述，可利用本文所述的各種處理技術來實施各種分集架構。為了顧及說明的清晰，前文中已針對一特定的系統而說明了各種分集架構的一些特定實施例。亦可實施些分集架構的變形，且該等變形的實施也是在本發明的範圍內。

此外，亦可根據本文所述的處理技術之其他組合而實施其他的分集架構，且此種方式也是在本發明的範圍內。例如，另一種分集架構可採用頻率分集及 Walsh 傳輸分集，且有一種分集架構可採用頻率分集、Walsh 分集、及 STTD。

分集傳輸模式

可利用前文所述的傳輸處理架構來實施若干種的分集傳輸模式。這些分集傳輸模式可包括下列這些：

- * 頻率分集傳輸模式 -- 只採用頻率分集(例如雙重、四重、或其他整數倍的頻率分集)。
- * Walsh 分集傳輸模式 -- 只採用 Walsh 傳輸分集。
- * STTD 傳輸模式 -- 只採用 STTD。
- * Walsh-STTD 傳輸模式 -- 採用 Walsh 傳輸分集及 STTD，且可

分為具有重複的或非重複的符號。

* 頻率 STTD 傳輸模式 -- 採用頻率分集及 STTD。

* 頻率 Walsh 傳輸模式 -- 採用頻率分集及 Walsh 傳輸分集。

* 頻率 Walsh-STTD 傳輸模式 -- 採用頻率分集、Walsh 傳輸分集、及 STTD。

可將該等分集傳輸模式用於各接取點與終端機間之資料傳輸。用於一特定資料流的特定傳輸模式可取決於諸如下列因素等的各種因素：(1)被傳輸的資料類型(例如所用終端機共同的資料類型、或一特定終端機的特定使用者資料類型)、(2)發射機及接收機上可使用的天線數目、(3)頻道狀況、以及(4)對資料傳輸的要求(例如必須的封包錯誤率)等的因素。

系統中之每一接取點可配備四個天線，以供資料傳輸及接收。每一終端機可配備一個、兩個、四個、或某一其他數目的天線，以供資料傳輸及接收。可針對每一終端機類型而界定並使用一些系統預設的分集傳輸模式。在一特定實施例中，係將下列的分集傳輸模式用來作為系統預設的分集傳輸模式：

* 單一天線終端機 -- 使用具有雙重或四重分集的頻率分集傳輸模式。

* 雙天線終端機 -- 將 STTD 傳輸模式用於雙重分集，且將頻率 STTD 傳輸模式用於四重分集。

* 四天線終端機 -- 將 STTD 傳輸模式用於雙重分集，且將 Walsh-STTD 傳輸模式用於四重分集。

亦可選擇其他的分集傳輸模式作為系統預設模式，且此種方式也是在本發明的範圍內。

亦可將該等分集傳輸模式用來增加在目標為該系統中的所有終端機所接收的內務操作頻道上的資料傳輸之可靠性。在一實施例中，係將一特定的分集傳輸模式用於廣播頻道，且該系統中之所有終端機事先都知道該模式(亦即，不需要任何信令來識別廣播頻道所用的傳輸模式)。在此種方式下，終端機可處理並回復在廣播頻道上傳輸的資料。用於其他內務操作頻道的傳輸模式可以是固定的或動態選擇的。在一動態選擇架構中，該系統根據所服務的各發射機之組合而決定何種傳輸模式是用於每一其餘的內務操作頻道的最可靠的(且最具有頻譜效率的)傳輸模式。可諸如經由廣播頻道而將被選擇用於這些內務操作頻道的傳輸模式及其他的組態設定資訊傳送給該等終端機。

使用OFDM時，可將各次頻帶視為不同的傳輸頻道，且可將相同的或不同的分集傳輸模式用於該等次頻帶。例如，可將一分集傳輸模式用於載送資料的所有次頻帶，或者可為載送資料的每一次頻帶選擇一個別的分集傳輸模式。此外，對於一特定的次頻帶而言，可將不同的分集傳輸模式用於不同組的傳輸天線。

一般而言，可根據為每一資料流選擇的編碼及調變架構將該資料流(不論是一內務操作頻道的資料流或一特定接收機裝置之資料流)編碼及調變，以便提供調變符號。然後根據為該資料流選擇的分集傳輸模式而進一步處理該等調變

符號，以便提供傳輸符號。然後進一步處理該等傳輸符號，並在一群組的一個或多個次頻帶上自被指定用於該資料流的一組的一個或多個傳輸天線傳輸該等傳輸符號。

接收機單元

圖9是作為一多天線終端機(106)的接收機部分的一實施例的接收機單元(900)之一方塊圖。天線(252a-252r)接收來自接取點(104)的下鏈調變後信號，並將自每一天線接收的信號提供給一各別的接收機(254)。每一接收機(254)處理(例如調整、數位化、及資料解調)所接收的信號，以便提供一接收傳輸符號流，然後將該接收傳輸符號流提供給一接收機處理器(260a)內的一各別OFDM解調器。

每一OFDM解調器包含一循環前置碼去除單元(912)及一快速傅立葉變換(Fast Fourier Transform；簡稱FFT)單元(914)。單元(912)去除每一傳輸符號中附加的循環前置碼，以便提供一對應的接收OFDM符號。可決定與每一接收的傳輸符號對應之一組的 N_A 個樣本，並選擇這些 N_A 個樣本之一子集作為該接收的OFDM符號之一組 N_F 個樣本，而執行循環前置碼去除。FFT單元(914)然後利用快速傅立葉變換來變換每一接收的OFDM符號(或每一組的 N_F 個樣本)，以便提供該等 N_F 個次頻帶的 N_F 個接收符號之一向量。FFT單元(914a-914r)將 N_R 個接收符號流 $r_1(n)$ 至 $r_{N_R}(n)$ 提供給一RX分集處理器(920)。

RX分集處理器(920)對 N_R 個接收的符號流執行分集處理，以便提供係為發射機所傳送的調變符號 $s(n)$ 的一估計值之回

復的符號 $\hat{s}(n)$ 。RX分集處理器(920)所要執行的處理係取決於所要回復的每一資料流使用之傳輸模式，且該傳輸模式係為傳輸模式控制功能所指示。下文中將進一步詳細說明RX分集處理器(920)。

RX分集處理器(920)將待回復的所有資料流之迴路的符號 $\hat{s}(n)$ 提供給係為圖2所示RX資料處理器(262)的一實施例之一RX資料處理器(262a)。在處理器(262a)內，一符號解對映元件(942)根據與每一資料流使用的調變架構互補之一解調架構而將該資料流的回復之符號解調。一頻道解交插器(944)然後以與在發射機中對資料流執行的交插互補之一方式將解調之資料流解交插，且一解碼器(946)以與在發射機中執行的編碼互補之一方式將該解交插之資料進一步解碼。例如，如果在發射機中分別執行了渦輪式編碼或迴旋編碼，則可將一渦輪式解碼器或一Viterbi解碼器用於解碼器(946)。來自解碼器(946)的解碼之資料流代表被回復的傳輸的資料流之一估計值。解碼器(946)亦可提供每一接收的封包之狀態(例如，用來指示是正確地還是錯誤地接收了該封包)。

在圖9所示之實施例中，一頻道估計器(950)估計諸如頻道響應及雜訊變易數等的各種頻道特性，並將這些估計值提供給控制器(270)。可將控制器(270)設計成執行與接收機上的分集處理有關的各種功能。例如，控制器(270)可決定待回復的每一資料流所用之分集傳輸模式，且可進一步指示RX分集處理器(920)的作業。

圖 10 是可用於一多天線接收機裝置的一 RX 分集處理器 (920x) 的一實施例之一方塊圖。在該實施例中，將 N_R 個接收天線的 N_R 個接收的符號流提供給 N_R 個 RX 天線處理器 (1020a-1020r)。每一 RX 天線處理器 (1020) 處理一各別的接收之符號流 $r_i(n)$ ，並提供相關聯的接收天線之一對應的回復之符號流 \hat{s}_i 。在一替代實施例中，係在時間上共用一個或多個 RX 天線處理器 (1020)，且係將該等 RX 天線處理器 (1020) 用來處理所有 N_R 個接收的符號流。

一合併器 (1030) 然後接收並合併來自 N_R 個 RX 天線處理器 (1020a-1020r) 的 N_R 個回復的符號流，以便提供單一的回復的符號流 $\hat{s}(n)$ 。可對每一符號執行該合併。在一實施例中，對於一特定的次頻帶 k 而言，開始時以指定給 N_R 個接收天線的 N_R 個權值來調整每一符號期間中來自 N_R 個接收天線的 N_R 個回復的符號之比例 (係將該等回復的符號表示為 $\{\hat{s}_{ki}\}$ ，其中 $i = (1, 2, \dots, N_R)$)。然後將該等 N_R 個調整比例的比例的符號加總，以便提供次頻帶 k 的回復之符號 \hat{s}_k 。可選擇該等權值，以獲致最大比率的合併，且可根據與該等接收天線相關聯的信號品質 (例如 SNR) 而決定該等權值。如此項技術中所習知的，亦可經由為每一接收天線維護的一自動增益控制 (Automatic Gain Control; 簡稱 AGC) 迴路而執行以權值進行的比例調整。

對於單一天線的接收機裝置而言，只有一個接收的符號流。在此種情形中，只需要一個 RX 天線處理器 (1020)。下文將進一步詳細說明一種 RX 天線處理器 (1020) 的設計。

合併器(1030)所提供的回復的符號流 $\hat{s}(n)$ 可包含發射機所傳輸的所有資料流之回復的符號。在替代實施例中，回復的符號流 $\hat{s}(n)$ 可以只包含接收機裝置所要回復的一個或多個資料流之回復的符號。

圖 11 是可用來執行對圖 5 所示的 Walsh 分集架構的接收處理的一 RX 天線處理器(1020x)之一方塊圖。RX 天線處理器(1020x)處理一接收天線的接收的符號流 $r_i(n)$ ，且可將 RX 天線處理器(1020x)用於圖 10 所示 RX 天線處理器(1020a-1020r)中之每一 RX 天線處理器。

在圖 11 所示之實施例中，係將接收的符號流 $r_i(n)$ 提供給一解多工器(1110)，該解多工器(1110)將 $r_i(n)$ 中之接收的符號解多工成 N_B 個接收符號流(係將該等接收的符號流表示為 r_1 至 r_{N_B} ，其中索引 i 已為了簡化而被捨棄)，而載送資料的每一次頻帶有一接收的符號流。然後將每一接收的符號流 r_k 提供給一各別的 RX 次頻帶處理器(1120)。

每一 RX 次頻帶處理器(1120)包含若干接收處理路徑，而用於資料傳輸的每一傳輸天線有一條路徑(圖 11 中示出四個傳輸天線的四條接收處理路徑)。對於每一處理路徑而言，將該接收符號流中之接收的符號提供給也接收一經過比例調整的 Walsh 函數 $\hat{h}_{kj}^*(W_j^4)^*$ 之乘法器(1122)，其中 \hat{h}_{kj}^* 是次頻帶 k 中傳輸天線 j (與該乘法器相關聯)與接收天線間之複共軛頻道響應估計值，且 $(W_j^4)^*$ 是指定給傳輸天線 j 的複共軛 Walsh 函數。每一乘法器(1122)然後將該等接收的符號乘以該經過

比例調整的 Walsh 函數，並將結果提供給一相關聯的積分器 (1124)。積分器 (1124) 然後在該 Walsh 函數的長度 (或四個符號期間) 中將該乘法器的結果積分，並將積分後的輸出提供給一加法器 (1126)。在每一符號期間 (亦即速率 $= (T_{\text{OFDM}})^{-1}$) 中將一接收的符號提供給乘法器 (1122)，且積分器 (1124) 在每一 4 符號期間 (亦即速率 $= (4T_{\text{OFDM}})^{-1}$) 中提供一個積分後的輸出。

對於每一 4 符號期間而言，加法器 (1126) 合併來自積分器 (1124a-1124d) 的四個輸出，以便提供次頻帶 k 的一回復的符號 \hat{s}_k ，而該回復的符號是在該次頻帶中傳輸的調變符號 s_k 的一估計值。對於每一 4 符號期間而言，RX 次頻帶處理器 (1120a-1120f) 將 N_B 個回復的符號至 \hat{s}_1 至 \hat{s}_{N_B} 提供給 N_B 個載送資料的次頻帶。

一乘法器 (1140) 自 RX 次頻帶處理器 (1120a-1120f) 接收回復的符號，並將這些符號多工化為接收天線 i 的一回復的符號 $\hat{s}_i(n)$ 。

圖 12 是可用來對圖 7 及 8 所示的 Walsh-STTD 架構執行接收處理的一 RX 次頻帶處理器 (1120x) 之一方塊圖。RX 次頻帶處理器 (1120x) 處理一接收天線的一次頻帶的一接收之符號子流 r_k ，且可將該 RX 次頻帶處理器 (1120x) 用於圖 11 所示 RX 次頻帶處理器 (1120a-1120f) 中之每一 RX 次頻帶處理器。

在圖 12 所示之實施例中，係將子流 r_k 中之接收的符號提供給兩個接收處理路徑，而用於資料傳輸的每一傳輸天線對

有一條路徑(圖12中示出四個傳輸天線的兩條接收處理路徑)。對於每一處理路徑而言，將接收的符號提供給也接收指定給該路徑所處理的傳輸天線對的一複共軛Walsh函數 $(W_j^2)^*$ 。每一乘法器(1222)然後將該等接收的符號乘以該Walsh函數，並將結果提供給一相關聯的積分器(1224)。積分器(1224)然後在該Walsh函數的長度(或兩個符號期間)中將該乘法器的結果積分，並將積分後的輸出提供給一延遲元件(1226)及一單元(1228)。在每一符號期間(亦即速率 $= (T_{\text{OFDM}})^{-1}$)中將一接收的符號提供給乘法器(1222)，且積分器(1224)在每一2符號期間(亦即速率 $= (2T_{\text{OFDM}})^{-1}$)中提供一個積分後的輸出。

請再參閱圖8，對於非重複Walsh-STTD架構而言，係在四符號期間中在次頻帶 k (其中 k 係用來表示次頻帶 k)上經由兩個傳輸天線對而傳輸四個調變符號 $\{s_{k1}, s_{k2}, s_{k3}$ 及 $s_{k4}\}$ 。經由第一傳輸天線對而傳輸符號對 $\{s_{k1}$ 及 $s_{k2}\}$ ，經由第二傳輸天線對而傳輸符號對 $\{s_{k3}$ 及 $s_{k4}\}$ 。係利用指定給該傳輸天線對的2位元之Walsh函數而在二符號期間中傳輸每一調變符號。

請再參閱圖12，係在接收機上執行互補的處理，以便回復調變符號。在對應於在次頻帶 k 上自每一傳輸天線對傳輸的一個新符號對之每一4符號符號期間中，積分器(1224)提供一接收的符號對 $\{r_{k1}$ 及 $r_{k2}\}$ 。延遲元件(1226)然後將二符號期間的一延遲(亦即 $T_w = 2 T_{\text{OFDM}}$ ，該延遲是Walsh函數的時間長度)提供給該對中之第一符號(亦即 r_{k1})，且單元(1228)

提供該對中之第二符號之複共軛(亦即 r_{k2}^*)。

乘法器(1230a-1230d)以及加法器(1232a)及(1232b)然後合而為第一傳輸天線對執行方程式(2)中所示之計算。更具體而言，乘法器(1230a)將符號 r_{k1} 乘以頻道響應估計值 \hat{h}_{k1}^* ，乘法器(1230b)將符號 r_{k2}^* 乘以頻道響應估計值 \hat{h}_{k2}^* ，乘法器(1230c)將符號 r_{k1} 乘以頻道響應估計值 \hat{h}_{k2}^* ，且乘法器(1230d)將符號 r_{k2}^* 乘以頻道響應估計值 \hat{h}_{k1}^* ，其中 \hat{h}_{kj} 是在次頻帶 k 上自傳輸天線 j 至接收天線的頻道響應之一估計值。加法器(1232a)然後以乘法器(1230a)的輸出減掉乘法器(1230b)的輸出，而提供該對 $\{s_{k1}$ 及 $s_{k2}\}$ 中之第一調變符號的一估計值 \hat{s}_{k1} 。加法器(1232b)將乘法器(1230c)的輸出加上乘法器(1230d)的輸出，而提供該對中之第二調變符號的一估計值 \hat{s}_{k2} 。

第二傳輸天線對的第二路徑所執行的處理類似於前文中針對第一路徑所述之處理。然而，係將次頻帶 k 上的第二傳輸天線對之頻道響應估計值 \hat{h}_{k3} 及 \hat{h}_{k4} 用於第二處理路徑。在每一 4 符號期間中，該第二處理路徑提供在次頻帶 k 上自該第二傳輸天線對傳輸的調變符號對 $\{s_{k3}$ 及 $s_{k4}\}$ 之符號估計值 \hat{s}_{k3} 及 \hat{s}_{k4} 。

對於圖 8 所示之非重複 Walsh-STTD 架構而言， \hat{s}_{k1} 、 \hat{s}_{k2} 、 \hat{s}_{k3} 及 \hat{s}_{k4} 代表於一 4 符號期間中在次頻帶 k 上經由四個傳輸天線傳輸的四個調變符號 s_{k1} 、 s_{k2} 、 s_{k3} 及 s_{k4} 之估計值。然後將這些符號估計值多工化成次頻帶 k 上的一回復的符號流 $\hat{s}_k(n)$ ，然後將該回復的符號流提供給圖 11 所示之多工器(1140)。

對於圖 7 所示之重複的 Walsh-STTD 架構而言，係於每一 4 符號期間中在次頻帶 k 上經由兩對傳輸天線而傳送一符號對 $\{s_{k1}$ 及 $s_{k2}\}$ 。然後一加法器(圖 12 中未示出)可合併符號估計值 \hat{s}_{k1} 及 \hat{s}_{k3} ，而提供該對中的第一符號之一估計值，且另一加法器可以類似之方式合併符號估計值 \hat{s}_{k2} 及 \hat{s}_{k4} ，而提供該對中的第二符號之一估計值。然後可將來自這兩個加法器的該等符號估計值多工化為次頻帶 k 上的一回復的符號子流 $\hat{s}_k(n)$ ，然後將該回復的符號子流提供給圖 11 所示之多工器 (1140)。

為了顧及說明的清晰，係針對自一接取點至一終端機之下鏈資料傳輸而特別說明各種細節。亦可將本文所述之該等技術用於上鏈，且此種方式係在本發明之範圍內。例如，可在一用於上鏈資料傳輸的多天線終端機內實施圖 4、5、6、7、及 8 所示之處理架構。

亦可將本文所述之 MIMO OFDM 系統設計成實施諸如劃碼多向近接(Code Division Multiple Access；簡稱 CDMA)、分時多向近接(Time Division Multiple Access；簡稱 TDMA)、及分頻多向近接(Frequency Division Multiple Access；簡稱 FDMA)等的一種或多種多向近接架構。CDMA 可提供較其他類型的系統較佳之某些優點，例如較大的系統容量。亦可將該 MIMO OFDM 系統設計成實施在諸如 IS-95、cdma200、IS-856、W-CDMA、及其他標準等的 CDMA 標準中述及之各種處理技術。

可以各種方式來實施本說明書中述及的利用若干種分集

傳輸模式來傳輸及接收資料之技術。例如，可以硬體、軟體、或以上兩者的一組合來實施這些技術。對於一硬體實施例而言，可在一個或多個特定應用積體電路(Application Specific Integrated Circuit；簡稱ASIC)、數位信號處理器(Digital Signal Processor；簡稱DSP)、數位信號處理裝置(Digital Signal Processing Device；簡稱DSPD)、可程式邏輯裝置(Programmable Logic Device；簡稱PLD)、客戶端可程式閘陣列(Field Programmable Gate Array；簡稱FPGA)、處理器、控制器、微控制器、微處理器、被設計成執行本發明所述的功能之其他電子單元、或上述各項的一組合內實施用來執行該等技術中之任何一項或一組合的元件(例如，TX分集處理器、RX分集處理器、TX次頻帶處理器、RX天線處理器、及RX次頻帶處理器等的元件)。

對於一軟體實施例而言，可以用來執行本發明所述的功能之模組(例如程序及函式等)來實施本發明所述的該等技術之任何一項或一組合。可將軟體碼儲存在一記憶體單元(例如圖2所示之記憶體(232)或(272)，並由一處理器(例如控制器(230)或(270))執行該等軟體碼。可在處理器之內或處理器之外實施該記憶體單元，在處理器之外實施的情形中，係以本門技術中習知之方式將該記憶體單元經由各種裝置而在通信上耦合到該處理器。

本說明書中包含了一些標題，用以參照並協助找到某些章節。這些標題並非用來限制在該等標題下述及的觀念，且這些觀念可應用於整份說明書中之其他章節。

前文中提供了所揭示實施例之說明，使熟習此項技術者得以製作或使用本發明。熟習此項技術者將易於作出這些實施例的各種修改，且在不脫離本發明的精神或範圍下，可將本發明所界定的一般性原理應用於其他的實施例。因此，本發明將不受限於本文所示的該等實施例，而是將適用於與本發明所揭示的原理及創新特徵一致的最廣義範圍。

【圖式簡單說明】

若參照上文中之詳細說明，並配合各圖式，將可更易於了解本發明的該等特徵、本質、及優點，而在這些圖式中，相同的代號標示了所有圖式中之對應部分，這些圖式有：

圖1示出支援若干使用者之一多向近接系統；

圖2是一接取點及兩個終端機之一實施例之一方塊圖；

圖3是一發射機單元之一方塊圖；

圖4是可用來實施頻率分集架構的一TX分集處理器之一方塊圖；

圖5是可用來實施Walsh分集架構的一TX分集處理器之一方塊圖；

圖6是可用來實施STTD架構的一TX分集處理器之一方塊圖；

圖7是可用來實施一重複的Walsh-STTD架構的一TX分集處理器之一方塊圖；

圖8是可用來實施一非重複Walsh-STTD架構的一TX分集

處理器之一方塊圖；

圖9是一接收機單元之一方塊圖；

圖10是一RX分集處理器之一方塊圖；

圖11是在RX分集處理器內且可用於Walsh分集架構的一RX天線處理器之一方塊圖；以及

圖12是在RX天線處理器內且可用於重複及非重複Walsh-STTD架構的一RX次頻帶處理器之一方塊圖。

【圖式代表符號說明】

100	多向近接系統
104	接取點
106	終端機
208,276	資料來源
210,210a,278	傳輸資料處理器
230,270	控制器
234	排程器
220,220a	傳輸處理器
222,222a - 222t	發射機
224,252,252a - 252r	天線
254	接收機
260,260a	接收處理器
262,262a,242	接收資料處理器
280	調變器
240	解調器
232,272	記憶體

300	發射機單元
312	編碼器
314	頻道交插器
316	符號對映元件
320,320a,320b,320c,320d,320e	傳輸分集處理器
330,330a - 330f	快速傅立葉逆變換單元
332,332a - 332f	循環前置碼產生器
410	符號重複單元
412,510,610,710,810,1110	解多工器
520,520a - 520f,620,620a - 620f,	傳輸次頻帶處理器
720,720a - 720f,820,820a - 820f	
524,524a - 524d,724,724a - 724d,	乘法器
824,824a - 824d,1122	
530,530a - 530d,630,630a,630b,	緩衝器 / 多工器
730,730a - 730d,830,830a-830d	
622,722,822a,822b	空間-時間編碼器
912	循環前置碼去除單元
914, 914a - 914r	快速傅立葉變換單元
920	接收分集處理器
942	符號解對映元件
944	頻道解交插器
946	解碼器
950	頻道估計器
1020,1020a - 1020r	接收天線處理器

1030	合併器
1120,1120a - 1120f	接收次頻帶處理器
1122,1222,1230a - 1230d	乘法器
1124,1124a - 1124d,1224	積分器
1126,1140,1232a,1232b	加法器
1226	延遲元件
1228	單元

發明專利說明書

中文說明書

(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：98133751

※ 申請日期：92.6.24

※IPC 分類：H04B 7/06 (2006.01)

原申請案號：092117144

一、發明名稱： (中文/英文)

多輸入多輸出正交劃頻多工通信系統之分集傳輸模式

DIVERSITY TRANSMISSION MODES FOR MIMO OFDM

COMMUNICATION SYSTEMS

二、中文發明摘要：

本發明揭示了使用若干種分集傳輸模式來傳輸資料以提昇可靠性之技術。在一發射機上，係針對一個或多個資料流中之每一資料流，而自若干種可能的傳輸模式中選擇使用一種特定的分集傳輸模式。這些傳輸模式可包括一頻率分集傳輸模式、一Walsh分集傳輸模式、一空間時間傳輸分集(STTD)傳輸模式、及一Walsh-STTD傳輸模式。每一分集傳輸模式在時間、頻率、空間、或以上各項的一組合上冗餘地傳輸資料。將每一資料流編碼及調變，以便提供調變符號，且根據所選擇的分集傳輸模式進一步處理該等調變符號，以便提供傳輸符號。對於OFDM而言，進一步對所有的資料流之傳輸符號進行OFDM調變，以便將一傳輸符號流提供給用於資料傳輸的每一傳輸天線。

三、英文發明摘要：

Techniques for transmitting data using a number of diversity transmission modes to improve reliability. At a transmitter, for each of one or more data streams, a particular diversity transmission mode is selected for use from among a number of possible transmission modes. These transmission modes may include a frequency diversity transmission mode, a Walsh diversity transmission mode, a space time transmit diversity (STTD) transmission mode, and a Walsh-STTD transmission mode. Each diversity transmission mode redundantly transmits data over time, frequency, space, or a combination thereof. Each data stream is coded and modulated to provide modulation symbols, which are further processed based on the selected diversity transmission mode to provide transmit symbols. For OFDM, the transmit symbols for all data streams are further OFDM modulated to provide a stream of transmission symbols for each transmit antenna used for data transmission.

七、申請專利範圍：

1. 一種利用正交分頻多工 (OFDM) 在一多輸入多輸出 (MIMO) 通信系統中處理傳輸資料之方法，該方法包含：

自複數個可能傳輸模式中選擇一種特定分集傳輸模式用於一個或多個資料流中之每一者，其中每一所選擇之分集傳輸模式在一時間、頻率、空間或其等之結合冗餘地傳輸資料，其係利用頻率分集、Walsh 傳輸分集、空間時間傳輸分集 (STTD) 或其等之任一結合而傳輸，且進一步其中該選擇係部分根據被傳輸之至少一特定資料流通道而完成；

根據用於該資料流所選擇之編碼及調變方案編碼及調變每一資料流以提供調變符號，其中該編碼及調變係部分根據被傳輸之該至少一特定資料流通道而完成；以及

對於每一資料流根據所選擇之該分集傳輸模式處理該調變符號，以提供將經由複數個天線而傳輸之傳輸符號。

2. 如請求項 1 之方法，其中該複數個可能傳輸模式包含一頻率分集傳輸模式、一 Walsh 分集傳輸模式及一 STTD 傳輸模式。
3. 如請求項 2 之方法，其中該複數個可能傳輸模式另包含一 Walsh-STTD 傳輸模式。
4. 如請求項 3 之方法，其中該 Walsh-STTD 傳輸模式包含經由不同對的傳輸天線傳輸不同的調變符號。
5. 如請求項 1 之方法，其中至少一資料流相應至一內務操

作頻道。

6. 如請求項1之方法，另包含：

利用該一個或多個資料流之該等調變符號多工導頻符號。

7. 如請求項1之方法，其中該Walsh分集傳輸模式包含在 N_T 符號週期中傳輸每一調變符號，其中 N_T 係用於資料傳輸的傳輸天線之數目。

8. 一種利用正交分頻多工 (OFDM) 在一多輸入多輸出 (MIMO) 通信系統中處理傳輸資料之裝置，該裝置包含：

一選擇邏輯，其用於自複數個可能傳輸模式中選擇一種特定分集傳輸模式用於一個或多個資料流中之每一者，其中每一所選擇之分集傳輸模式在一時間、頻率、空間或其等之結合冗餘地傳輸資料，其係利用頻率分集、Walsh傳輸分集、空間時間傳輸分集 (STTD) 或其等之任一結合而傳輸，且進一步其中該選擇係部分根據被傳輸之至少一特定資料流通道而完成；

一編碼及調變邏輯，其用於根據用於該資料流所選擇之編碼及調變方案編碼及調變每一資料流以提供調變符號，其中該編碼及調變係部分根據被傳輸之該至少一特定資料流通道而完成；以及

一處理邏輯，其用於對於每一資料流根據所選擇之該分集傳輸模式處理該調變符號，以提供將經由複數個天線而傳輸之傳輸符號。

9. 如請求項8之裝置，其中該複數個可能傳輸模式包含一

頻率分集傳輸模式、一Walsh分集傳輸模式及一STTD傳輸模式。

10. 如請求項9之裝置，其中該複數個可能傳輸模式另包含一Walsh-STTD傳輸模式。

11. 如請求項10之裝置，其中該Walsh-STTD傳輸模式包含經由不同對的傳輸天線傳輸不同的調變符號。

12. 如請求項8之裝置，其中至少一資料流相應至一內務操作頻道。

13. 如請求項8之裝置，另包含：

一多工邏輯，其用於利用該一個或多個資料流之該等調變符號多工導頻符號。

14. 如請求項8之裝置，其中該Walsh分集傳輸模式包含在 N_T 符號週期中傳輸每一調變符號，其中 N_T 係用於資料傳輸的傳輸天線之數目。

15. 一種利用正交分頻多工 (OFDM) 在一多輸入多輸出 (MIMO) 通信系統中處理傳輸資料之裝置，該裝置包含：

一選擇構件，其用於自複數個可能傳輸模式中選擇一種特定分集傳輸模式用於一個或多個資料流中之每一者，其中每一所選擇之分集傳輸模式在一時間、頻率、空間或其等之結合冗餘地傳輸資料，其係利用頻率分集、Walsh傳輸分集、空間時間傳輸分集 (STTD) 或其等之任一結合而傳輸，且進一步其中該選擇係部分根據被傳輸之至少一特定資料流通道而完成；

一編碼及調變構件，其用於根據用於該資料流所選擇

之編碼及調變方案編碼及調變每一資料流以提供調變符號，其中該編碼及調變係部分根據被傳輸之該至少一特定資料流通道而完成；以及

一處理構件，其用於對於每一資料流根據所選擇之該分集傳輸模式處理該調變符號，以提供將經由複數個天線而傳輸之傳輸符號。

16. 如請求項 15 之裝置，其中該複數個可能傳輸模式包含一頻率分集傳輸模式、一 Walsh 分集傳輸模式及一 STTD 傳輸模式。
17. 如請求項 16 之裝置，其中該複數個可能傳輸模式另包含一 Walsh-STTD 傳輸模式。
18. 如請求項 17 之裝置，其中該 Walsh-STTD 傳輸模式包含經由不同對的傳輸天線傳輸不同的調變符號。
19. 如請求項 15 之裝置，其中至少一資料流相應至一內務操作頻道。
20. 如請求項 15 之裝置，另包含：

一多工構件，其用於利用該一個或多個資料流之該等調變符號多工導頻符號。
21. 如請求項 15 之裝置，其中該 Walsh 分集傳輸模式包含在 N_T 符號週期中傳輸每一調變符號，其中 N_T 係用於資料傳輸的傳輸天線之數目。
22. 一種電腦程式產品，用於自一無線通信系統處理傳輸資料，該電腦程式產品包含一記憶體，於其上儲存有複數個指令，該等指令可被一個或多個處理器執行以執行一

方法，該方法包含：

自複數個可能傳輸模式中選擇一種特定分集傳輸模式用於一個或多個資料流中之每一者，其中每一所選擇之分集傳輸模式在一時間、頻率、空間或其等之結合冗餘地傳輸資料，其係利用頻率分集、Walsh傳輸分集、空間時間傳輸分集(STTD)或其等之任一結合而傳輸，且進一步其中該選擇係部分根據被傳輸之至少一特定資料流通道而完成；

根據用於該資料流所選擇之編碼及調變方案編碼及調變每一資料流以提供調變符號，其中該編碼及調變係部分根據被傳輸之該至少一特定資料流通道而完成；以及

對於每一資料流根據所選擇之該分集傳輸模式處理該調變符號，以提供將經由複數個天線而傳輸之傳輸符號。

23. 如請求項22之電腦程式產品，其中該複數個可能傳輸模式包含一頻率分集傳輸模式、一Walsh分集傳輸模式及一STTD傳輸模式。
24. 如請求項23之電腦程式產品，其中該複數個可能傳輸模式另包含一Walsh-STTD傳輸模式。
25. 如請求項24之電腦程式產品，其中該Walsh-STTD傳輸模式包含經由不同對的傳輸天線傳輸不同的調變符號。
26. 如請求項22之電腦程式產品，其中至少一資料流相應至一內務操作頻道。
27. 如請求項22之電腦程式產品，另包含：

利用該一個或多個資料流之該等調變符號多工導頻符號。

28. 如請求項 22 之電腦程式產品，其中該 Walsh 分集傳輸模式包含在 N_T 符號週期中傳輸每一調變符號，其中 N_T 係用於資料傳輸的傳輸天線之數目。

八、圖式：

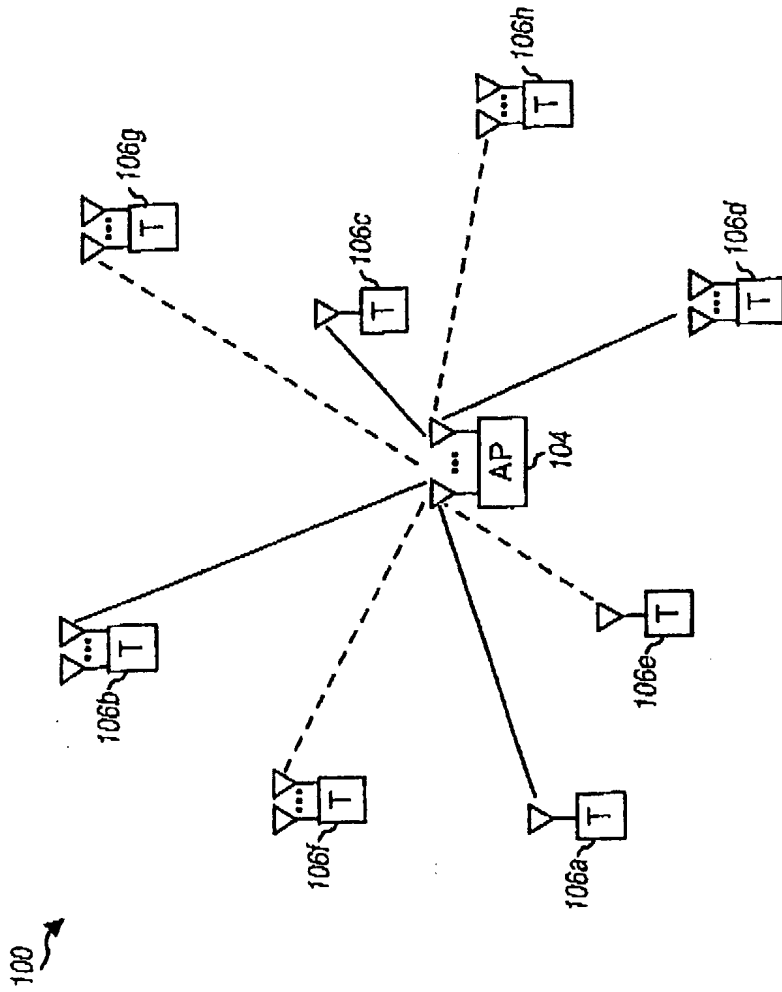


圖 1

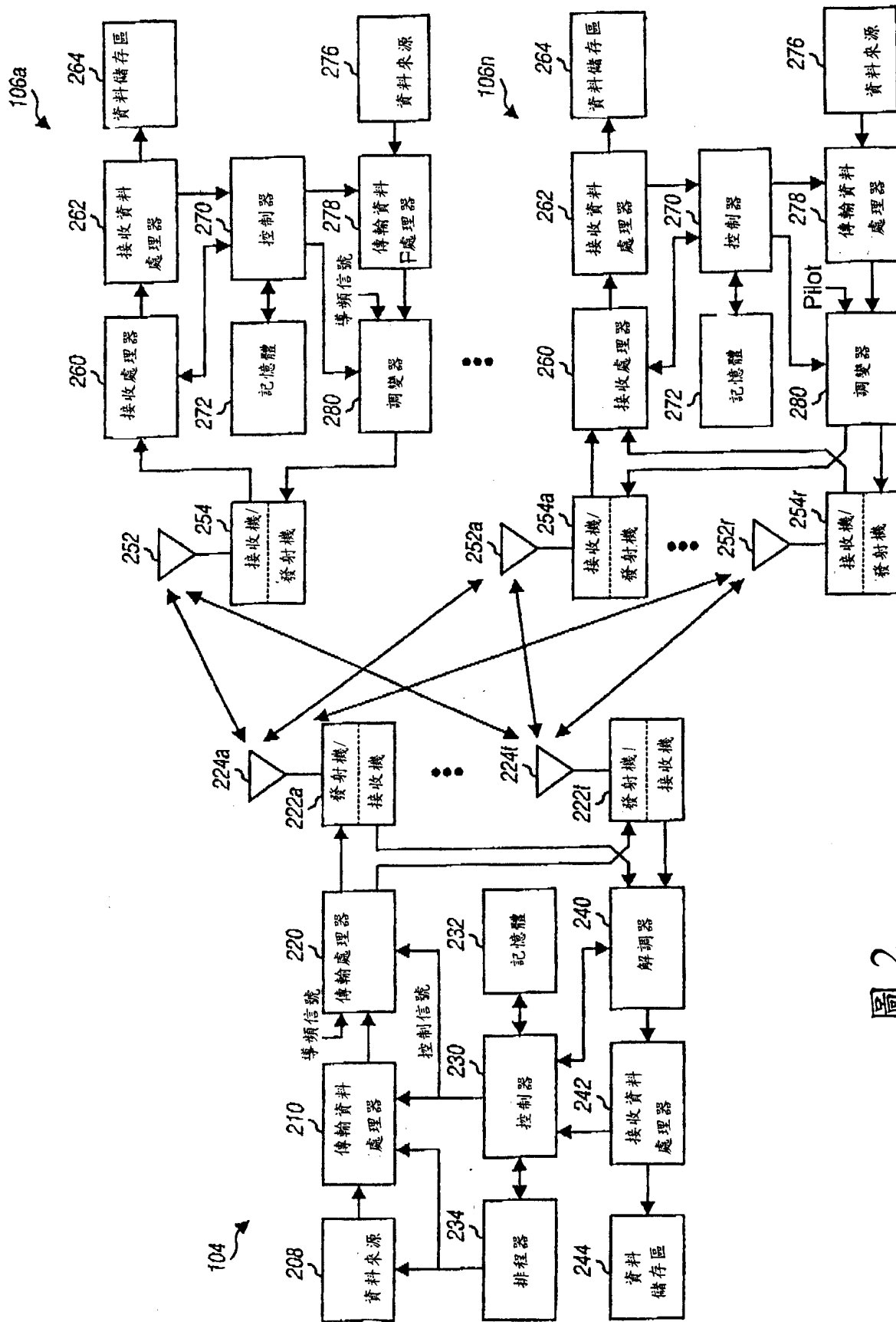


圖 2

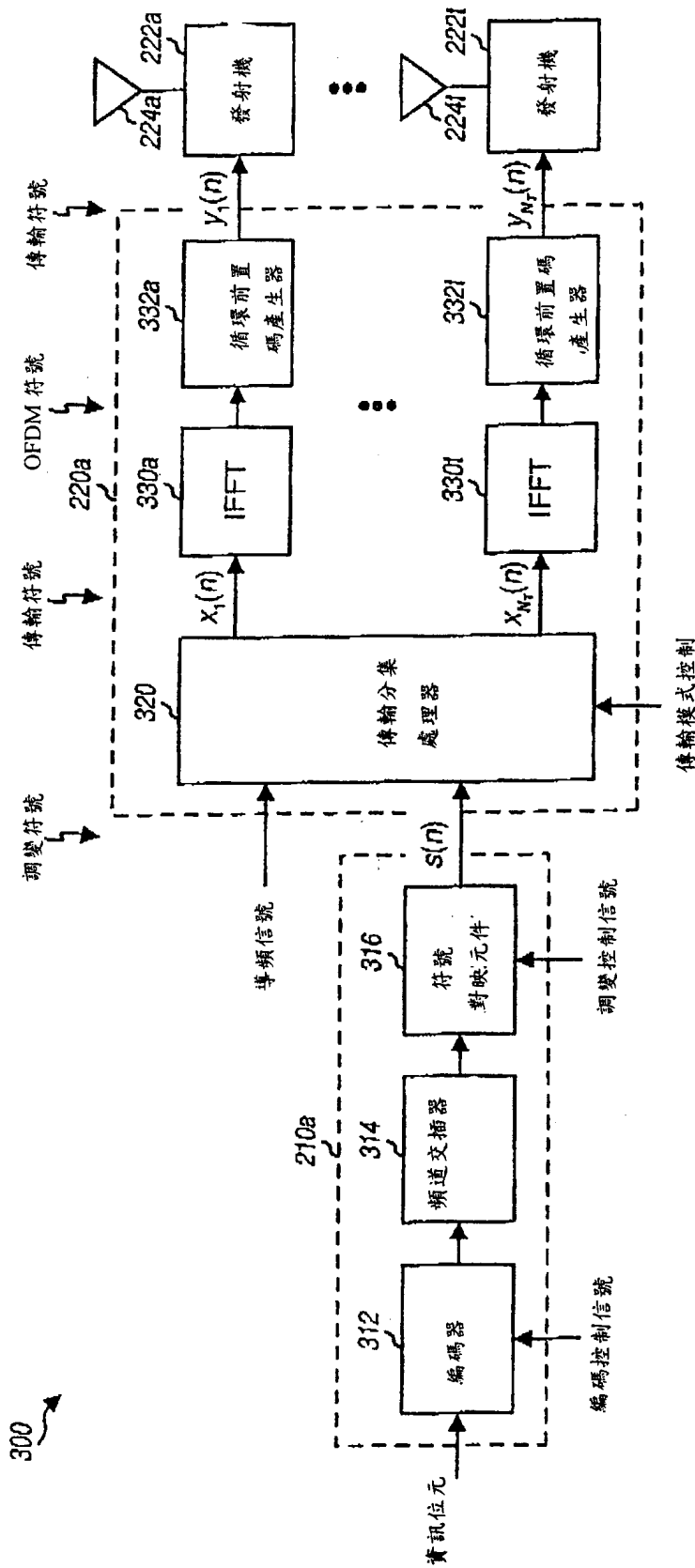


圖 3

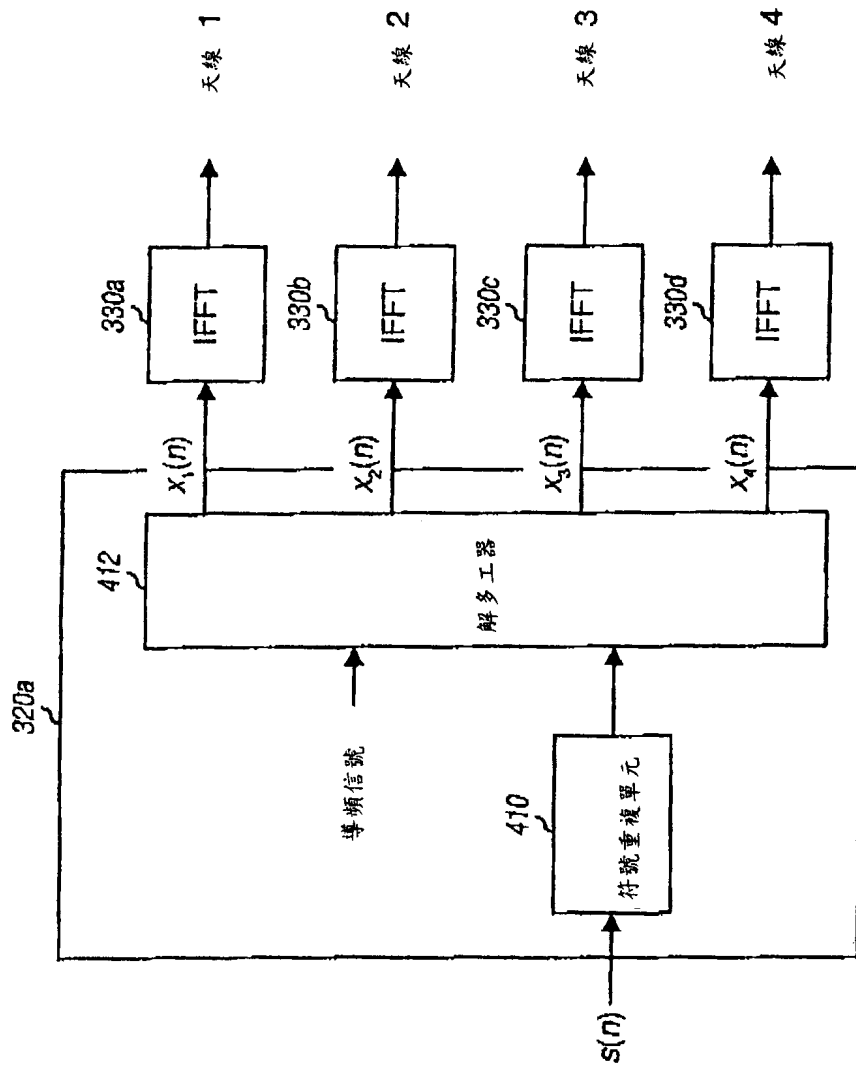


圖 4

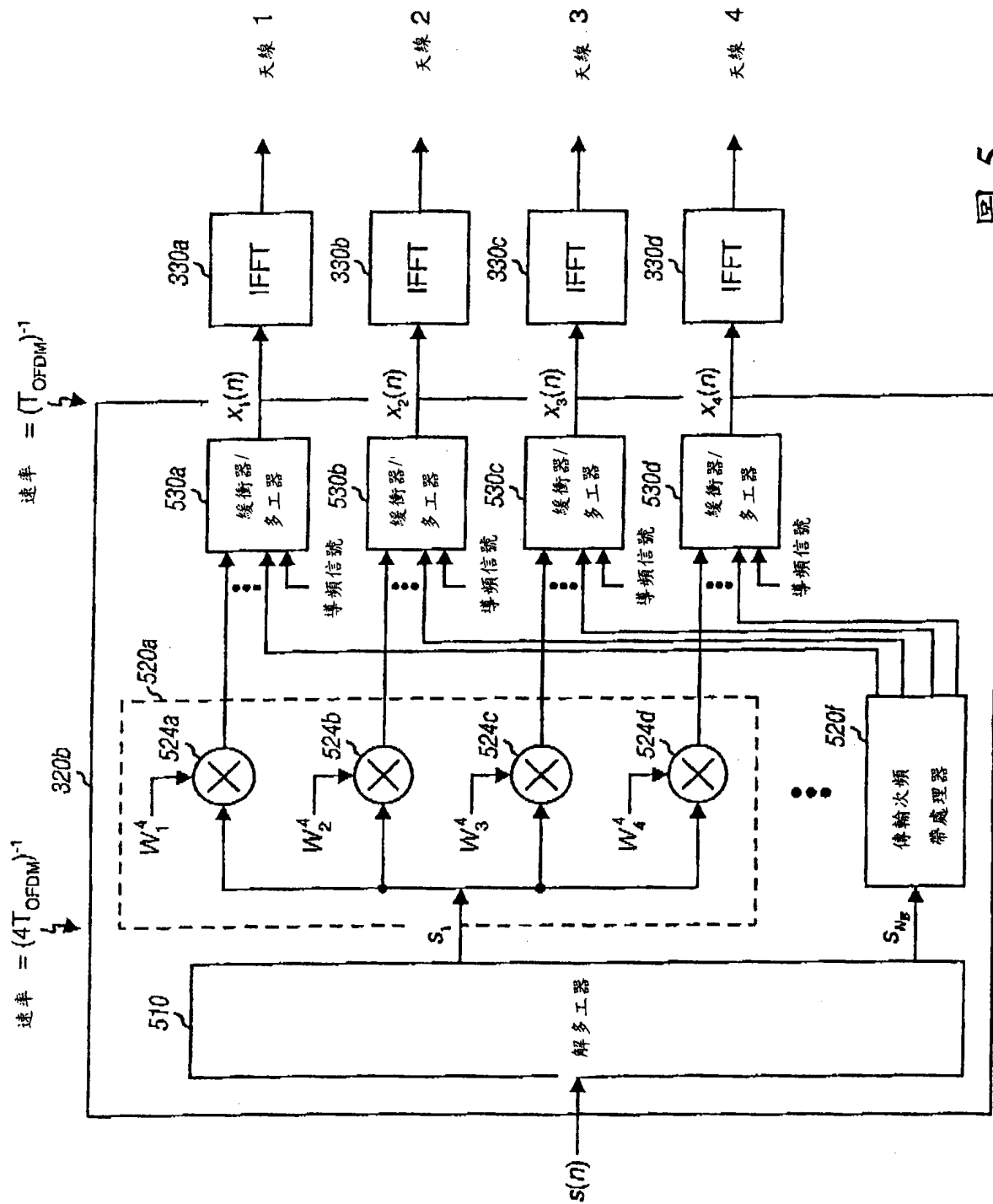


圖 5

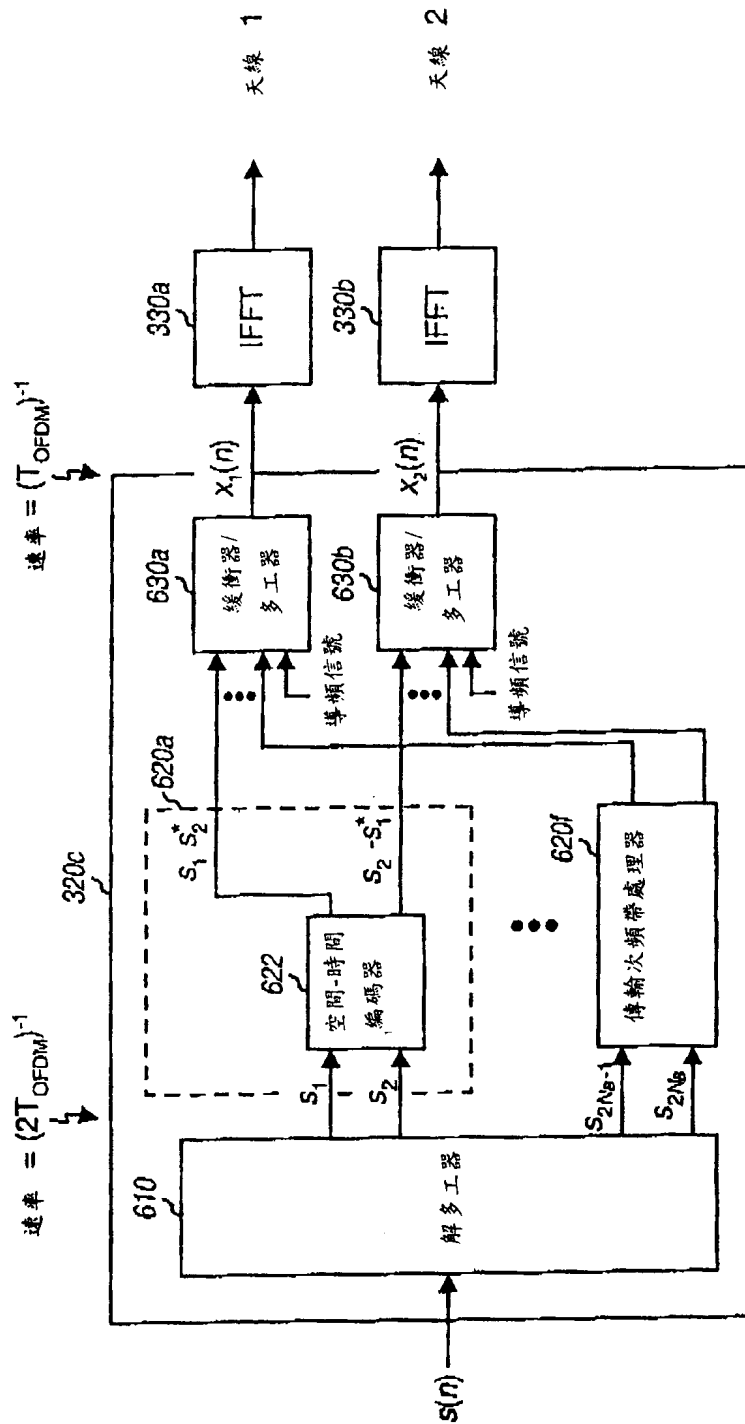


圖 6

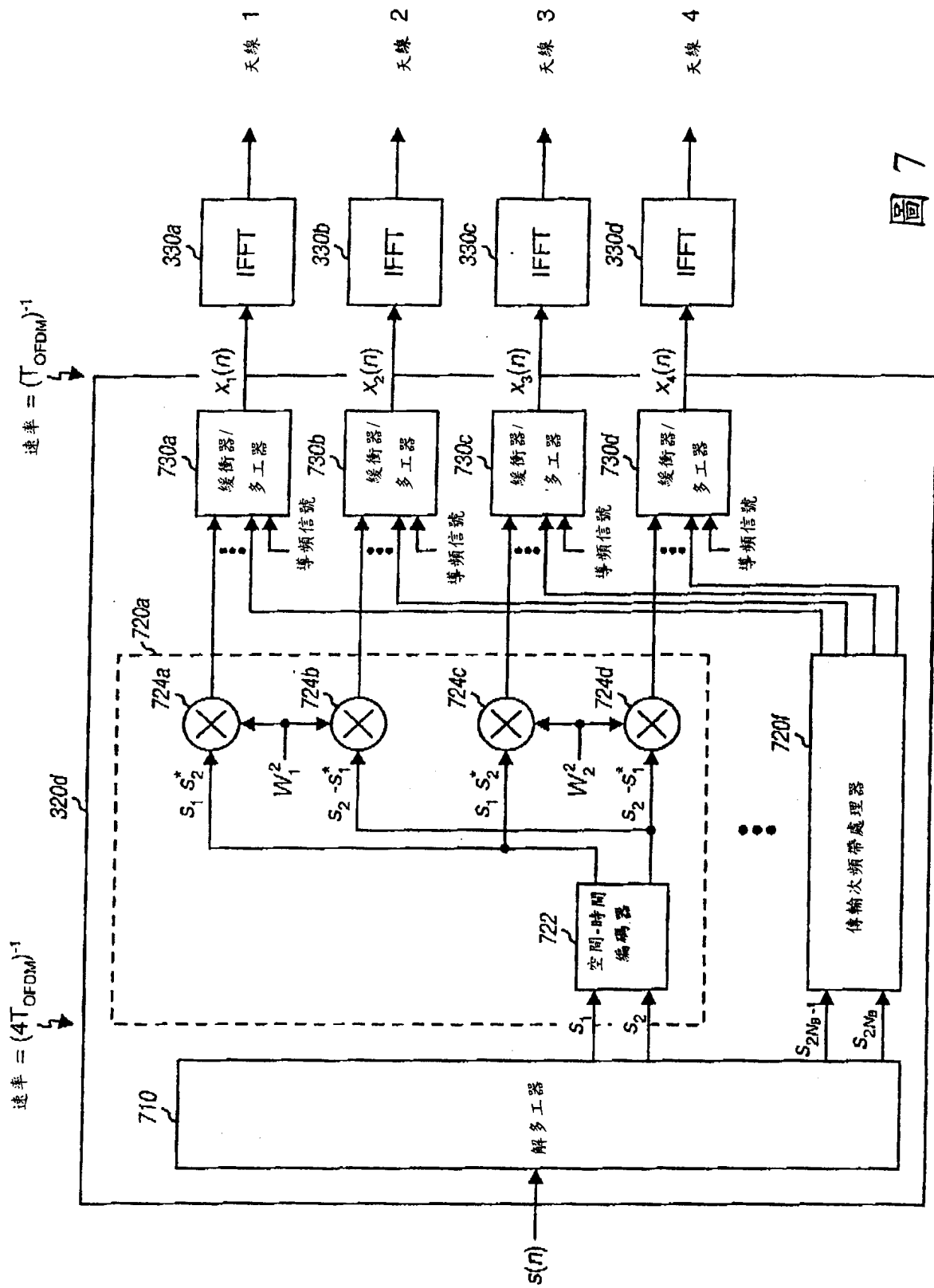


圖 7

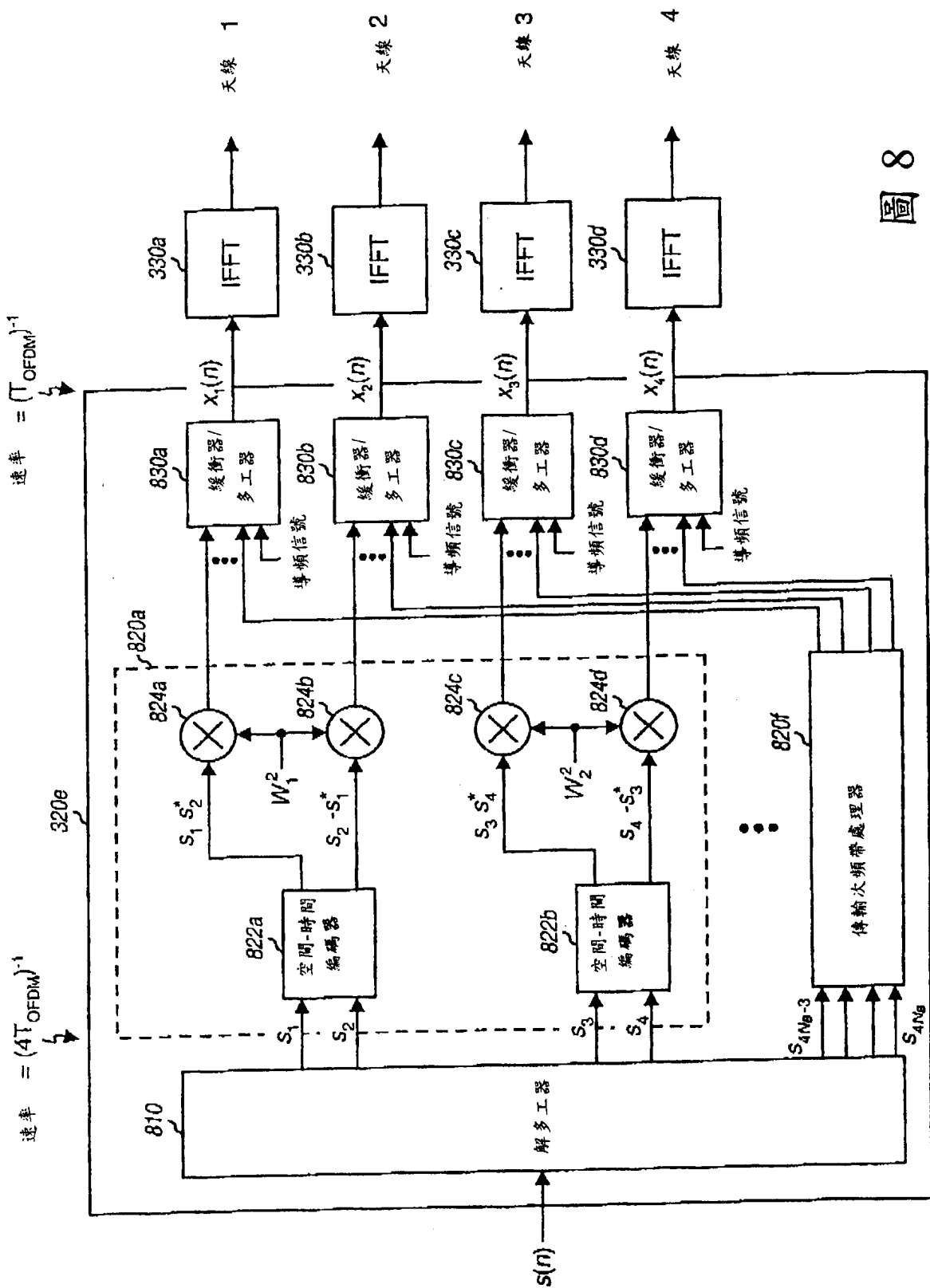


圖 8

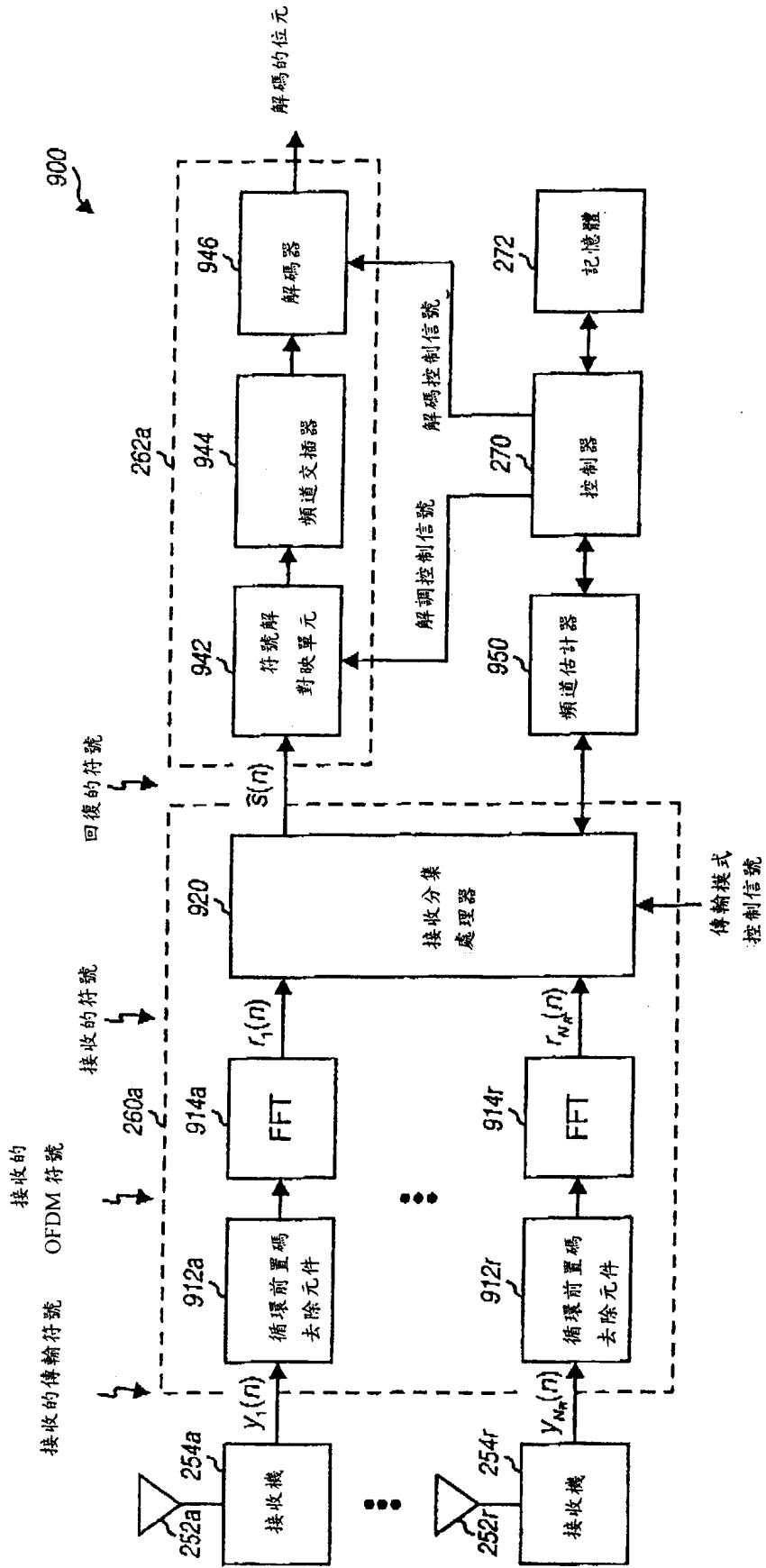


圖 9

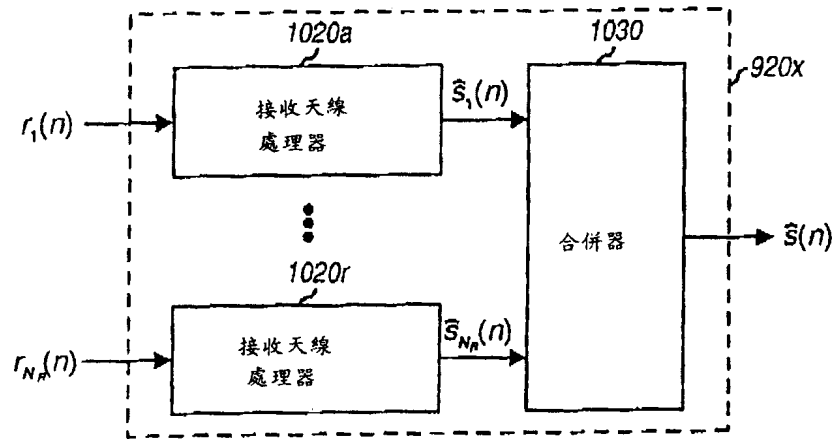


圖 10

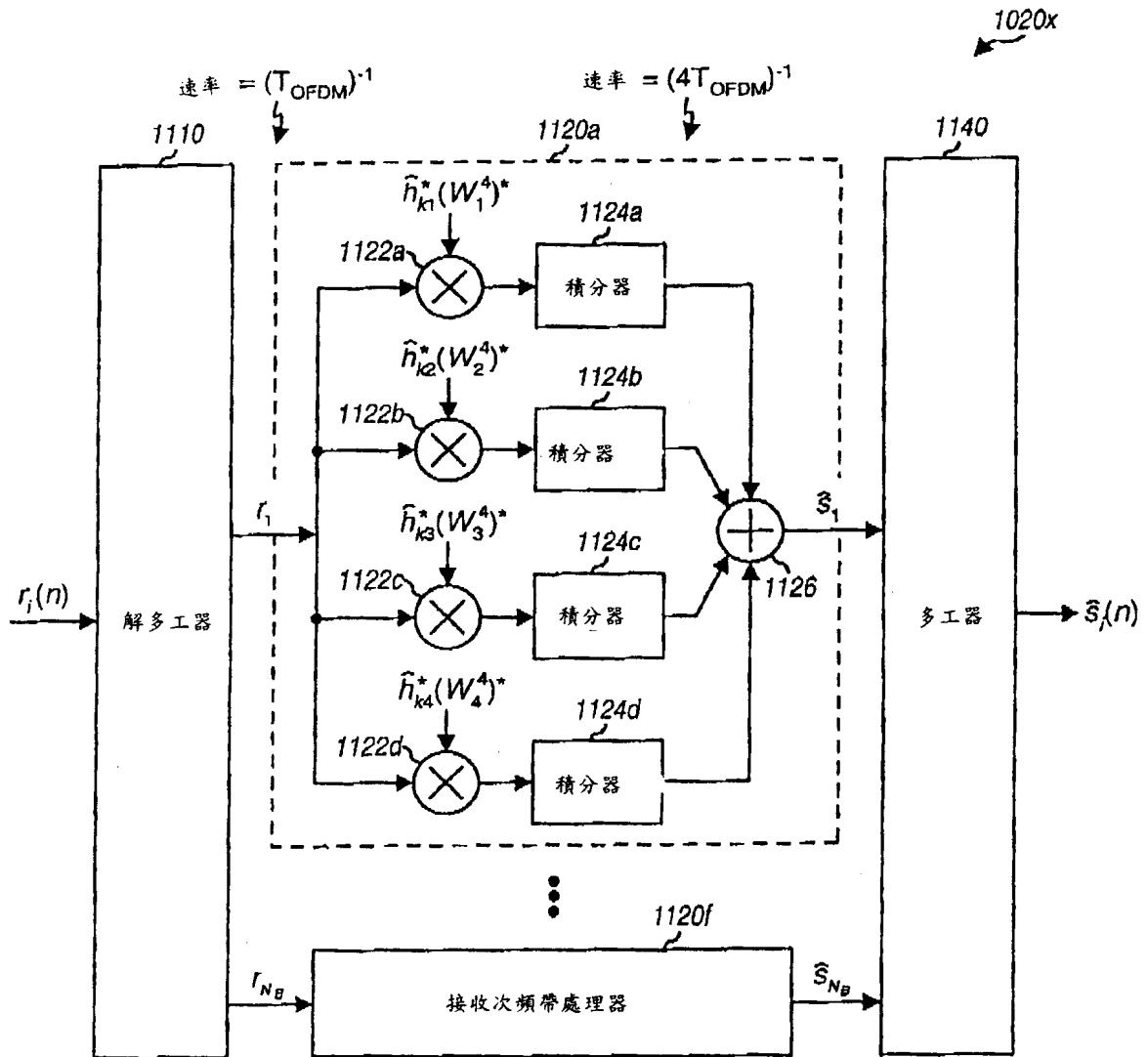


圖 11

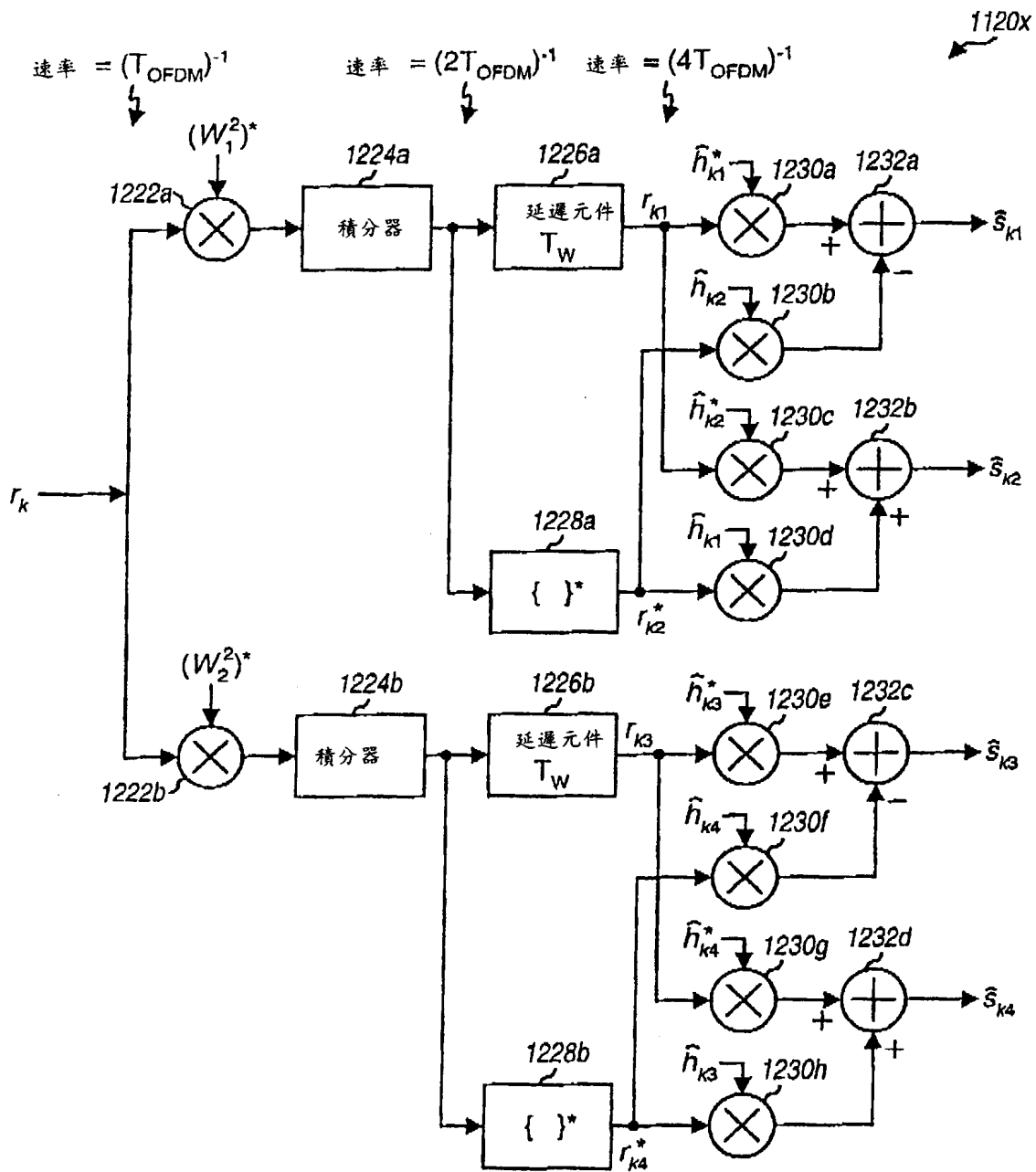


圖 12

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

210a	傳輸資料處理器
220a	傳輸處理器
222a - 222t	發射機
224	天線
312	編碼器
314	頻道交插器
316	符號對映元件
320	傳輸分集處理器
330a - 330f	快速傅立葉逆變換單元
332a - 332f	循環前置碼產生器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)