



(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 201029376 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：098132183

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 23 日

(51)Int. Cl.：

H04L1/06 (2006.01)

H04L27/26 (2006.01)

H04L5/00 (2006.01)

(30)優先權：2008/09/23

美國

61/099,375

2009/09/22

美國

12/564,670

(71)申請人：高通公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)

美國

(72)發明人：羅錫梁 LUO, XILIANG (CN)；葛爾 彼德 GAAL, PETER (US)；莫托裘 茱安

MONTOJO, JUAN (US)；陳萬喜 CHEN, WANSHI (CN)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：33 項 圖式數：11 共 55 頁

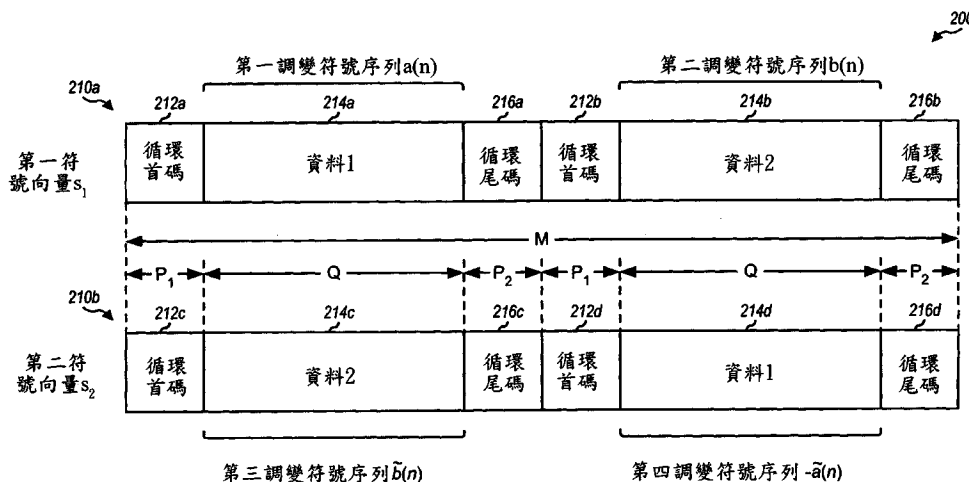
(54)名稱

單載波分頻多重存取之傳輸分集

TRANSMIT DIVERSITY FOR SC-FDMA

(57)摘要

描述一種用於以傳輸分集傳輸資料以用於單載波分頻多重存取(SC-FDMA)之技術。在一項設計中，一傳輸器(例如，一 UE)可形成包括第一調變符號序列及第二調變符號序列之一第一符號向量。該傳輸器亦可形成包括第三調變符號序列及第四調變符號序列之一第二符號向量，可分別基於該第二調變符號序列及該第一調變符號序列而產生第三調變符號序列及第四調變符號序列。對於每一調變符號序列，每一符號向量可進一步包括一循環首碼且可能包括一循環尾碼。該傳輸器可基於第一符號向量而產生一第一 SC-FDMA 符號及基於第二符號向量而產生一第二 SC-FDMA 符號。該傳輸器可在一單一 SC-FDMA 符號週期中傳輸來自兩個傳輸天線之該第一 SC-FDMA 符號及該第二 SC-FDMA 符號以達成傳輸分集。



200：信號結構

210a：格式

210b：格式

212a：循環首碼

212b：循環首碼

212c：循環首碼

212d：循環首碼

214a：資料部分

214b：資料部分

214c：資料部分

214d：資料部分

216a：循環尾碼

216b：循環尾碼

216c：循環尾碼

216d：循環尾碼



(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 201029376 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：098132183

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 23 日

(51)Int. Cl.：

H04L1/06 (2006.01)

H04L27/26 (2006.01)

H04L5/00 (2006.01)

(30)優先權：2008/09/23

美國

61/099,375

2009/09/22

美國

12/564,670

(71)申請人：高通公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)

美國

(72)發明人：羅錫梁 LUO, XILIANG (CN)；葛爾 彼德 GAAL, PETER (US)；莫托裘 茱安

MONTOJO, JUAN (US)；陳萬喜 CHEN, WANSHI (CN)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：33 項 圖式數：11 共 55 頁

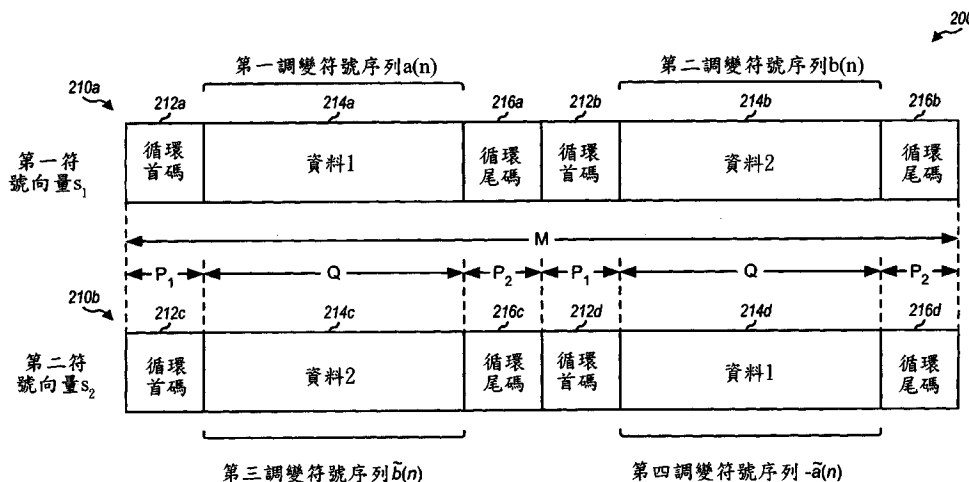
(54)名稱

單載波分頻多重存取之傳輸分集

TRANSMIT DIVERSITY FOR SC-FDMA

(57)摘要

描述一種用於以傳輸分集傳輸資料以用於單載波分頻多重存取(SC-FDMA)之技術。在一項設計中，一傳輸器(例如，一 UE)可形成包括第一調變符號序列及第二調變符號序列之一第一符號向量。該傳輸器亦可形成包括第三調變符號序列及第四調變符號序列之一第二符號向量，可分別基於該第二調變符號序列及該第一調變符號序列而產生第三調變符號序列及第四調變符號序列。對於每一調變符號序列，每一符號向量可進一步包括一循環首碼且可能包括一循環尾碼。該傳輸器可基於第一符號向量而產生一第一 SC-FDMA 符號及基於第二符號向量而產生一第二 SC-FDMA 符號。該傳輸器可在一單一 SC-FDMA 符號週期中傳輸來自兩個傳輸天線之該第一 SC-FDMA 符號及該第二 SC-FDMA 符號以達成傳輸分集。



200：信號結構

210a：格式

210b：格式

212a：循環首碼

212b：循環首碼

212c：循環首碼

212d：循環首碼

214a：資料部分

214b：資料部分

214c：資料部分

214d：資料部分

216a：循環尾碼

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本揭示案大體係關於通信，且更具體言之，係關於在無線通信系統中傳輸資料之技術。

本申請案主張2008年9月23日所申請之題為「TRANSMIT DIVERSITY SCHEME OVER SINGLE SINGLE-CARRIER FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING SYMBOL FOR LONG TERM EVOLUTION ADVANCED UPLINK」的臨時美國申請案第61/099,375號，該案已讓渡給本受讓人，且以引用之方式併入本文中。

【先前技術】

廣泛布署無線通信系統以提供各種通信內容，諸如，語音、視訊、封包資料、訊息傳遞、廣播等。此等無線系統可為能夠藉由共用可用系統資源來支援多個使用者之多重存取系統。此等多重存取系統之實例包括分碼多重存取(CDMA)系統、分時多重存取(TDMA)系統、分頻多重存取(FDMA)系統、正交FDMA(OFDMA)系統及單載波FDMA(SC-FDMA)系統。

無線通信系統可支援傳輸分集以便改良資料傳輸之效能。傳輸分集指代冗餘地來自多個傳輸天線的資料之傳輸以改良資料傳輸之可靠性。傳播路徑可存在於每一傳輸天線與一接收天線之間。多個傳輸天線之傳播路徑可經歷不同頻道條件，例如，不同衰退、多路徑及干擾效應。發送來自多個傳輸天線之資料傳輸可因此改良經由至少一良好

傳播路徑接收資料傳輸之可能性。可能需要支援傳輸分集，同時保留其他相關信號特性，如下所述。

【發明內容】

本文中描述用於在單一 SC-FDMA 符號週期中傳輸來自兩個傳輸天線之資料以達成充分的傳輸分集同時維持用於每一傳輸天線之單載波波形的技術。該等技術可由使用者設備 (UE) 用於在上行鏈路上傳輸及由基地台用於在下行鏈路上傳輸。

在一項設計中，一傳輸器 (例如，一 UE) 可形成包含一第一調變符號序列及一第二調變符號序列之一第一符號向量。該傳輸器亦可形成包含一第三調變符號序列及一第四調變符號序列之一第二符號向量。可分別基於該第二調變符號序列及該第一調變符號序列而產生該第三調變符號序列及該第四調變符號序列。對於每一調變符號序列，每一符號向量可進一步包括一循環首碼且可能包括一循環尾碼。該傳輸器可基於第一符號向量而產生一第一 SC-FDMA 符號及基於第二符號向量而產生一第二 SC-FDMA 符號。該傳輸器可在一單一 SC-FDMA 符號週期中分別傳輸來自第一傳輸天線之第一 SC-FDMA 符號及來自第二傳輸天線之第二 SC-FDMA 符號以達成傳輸分集。一接收器 (例如，一基地台) 可執行 SC-FDMA 解調變及符號偵測以恢復來自傳輸器之第一調變符號序列及第二調變符號序列。

以下將進一步詳細地描述本發明之各種態樣及特徵。

【實施方式】

本文中所描述之技術可用於各種無線通信系統，諸如，CDMA、TDMA、FDMA、OFDMA、SC-FDMA及其他系統。常可互換地使用術語「系統」與「網路」。CDMA系統可實施諸如通用陸地無線電存取(UTRA)、cdma2000等之無線電技術。UTRA包括寬頻CDMA(WCDMA)及CDMA之其他變體。cdma2000涵蓋IS-2000、IS-95及IS-856標準。TDMA系統可實施諸如全球行動通信系統(GSM)之無線電技術。OFDMA系統可實施諸如演進UTRA(E-UTRA)、超行動寬頻(UMB)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、Flash-OFDM®等之無線電技術。UTRA及E-UTRA為通用行動電信系統(UMTS)之部分。3GPP長期演進(LTE)及LTE進階式(LTE-A)為UMTS之使用E-UTRA的新版本，其在下行鏈路上使用OFDMA及在上行鏈路上使用SC-FDMA。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、LTE-A及GSM描述於來自名為「第三代合作夥伴計劃」(3GPP)之組織的文獻中。cdma2000及UMB描述於來自名為「第三代合作夥伴計劃2」(3GPP2)之組織的文獻中。本文中描述之技術可用於以上提到的系統及無線電技術以及其他系統及無線電技術。為了清晰起見，下文針對LTE來描述該等技術之某些態樣，且在下文許多描述中使用LTE術語。

LTE利用下行鏈路上之正交分頻多工(OFDM)及上行鏈路上之單載波分頻多工(SC-FDM)。OFDM及SC-FDM將頻率範圍分割為多個(K)正交副載波，其亦通常被稱作載頻

調、頻率組(bin)等。系統頻寬可對應於K個全部副載波之子集，且可將剩餘副載波用作防護頻帶。可藉由資料調變每一副載波。一般而言，在頻域中藉由OFDM發送調變符號及在時域中藉由SC-FDM發送調變符號。鄰近的副載波之間的間隔可為固定的，且副載波之總數(K)可視系統頻寬而定。舉例而言，對於1.25 MHz、2.5 MHz、5 MHz、10 MHz或20 MHz之系統頻寬，K可分別等於128、256、512、1024或2048。

圖1展示在無線系統中之UE 110及演進節點B(eNB)150之一設計之方塊圖，該無線系統可為LTE系統或某一其他系統。UE亦可被稱作行動台、終端機、存取終端機、用戶單元、台等。UE可為蜂巢式電話、個人數位助理(PDA)、無線數據機、無線通信器件、掌上型器件、膝上型電腦、無線電話、無線區域迴路(WLL)台等。eNB可為與UE通信之台且亦可被稱作基地台、節點B、存取點等。在圖1中展示之設計中，UE 110裝備有T個天線132a至132t，且eNB 150裝備有R個天線152a至152r，其中通常 $T > 1$ 且 $R \geq 1$ 。

在UE 110處，傳輸資料處理器114可自資料源112接收訊務資料，基於一或多個調變及寫碼方案來處理(例如，編碼、交錯及調變)訊務資料，並提供資料符號。處理器114亦可處理來自控制器/處理器140之控制資料且提供控制符號。處理器114可進一步產生參考信號或導頻之參考符號。傳輸分集處理器120可接收調變符號，其可包括資料符號、控制符號及/或參考符號。處理器120可對調變符號

(若經啟用)執行傳輸分集，且可將T個輸出符號流提供至T個調變器(MOD)130a至130t。每一調變器130可處理一各別輸出符號流(例如，對於SC-FDMA)以獲得一輸出樣本流。每一調變器130可進一步處理(例如，轉換至類比、放大、濾波及增頻轉換)輸出樣本流以獲得上行鏈路信號。可分別經由T個天線132a至132t傳輸來自調變器130a至130t之T個上行鏈路信號。

在eNB 150處，天線152a至152r可自UE 110接收上行鏈路信號，且分別將接收之信號提供至解調變器(DEMOD)160a至160r。每一解調變器160可調節(例如，濾波、放大、降頻轉換及數位化)各別接收之信號以獲得接收之樣本。每一解調變器160可進一步處理接收之樣本(例如，對於SC-FDMA)以獲得輸入樣本。接收分集處理器170可自所有R個解調變器160a至160r接收輸入樣本，以與由傳輸分集處理器120進行之處理互補的方式處理輸入樣本，且提供調變符號估計。接收資料處理器172可處理(例如，解調變、解交錯及解碼)調變符號估計，將解碼之訊務資料提供至資料儲集器174，且將解碼之控制資料提供至控制器/處理器190。

在下行鏈路上，在eNB 150處，來自資料源182之訊務資料及來自控制器/處理器190之控制資料可由傳輸資料處理器184及傳輸分集處理器186處理，由調變器160a至160r調節，且經傳輸至UE 110。在UE 110處，來自eNB 150之下行鏈路信號可由天線132接收，由解調變器130調節，由接

收分集處理器134處理，且進一步由接收資料處理器136處理以獲得發送至UE 110之訊務資料及控制資料。

控制器/處理器140及190可分別指導在UE 110及eNB 150處之操作。記憶體142及192可分別儲存用於UE 110及eNB 150之資料及程式碼。排程器194可排程UE用於資料傳輸且可將資源指派至經排程之UE。

UE 110可在具有開放迴路傳輸分集(OLTD)之上行鏈路上傳輸訊務資料及/或控制資料，該開放迴路傳輸分集亦可被稱作簡單傳輸分集。對於OLTD，UE 110可在不使用來自eNB 150之任何回饋資訊之情況下將資料自多個傳輸天線傳輸至在eNB 150處之一或多個接收天線。為了簡單起見，本文中之大量描述係針對自UE 110處之兩個傳輸天線至eNB 150處之一個接收天線的具有傳輸分集之資料傳輸。

在一態樣中，可在單一SC-FDMA符號週期中使用一傳輸分集方案傳輸來自兩個傳輸天線之資料，以達成充分的傳輸分集同時維持用於每一傳輸天線之單載波波形。此傳輸分集方案可被稱作一符號空間時間區塊碼(STBC)方案。可藉由使用SC-FDMA在一組相鄰副載波上發送資料來獲得單載波波形。單載波波形可具有較低的峰均功率比(PAPR)，其可為理想的。舉例而言，較低PAPR可允許UE 110以較小補償操作其功率放大器，此可改良效率且允許較高峰值輸出功率。改良之效率可延長電池壽命，且較高峰值輸出功率對於功率受限之UE(例如，在覆蓋邊緣處之

UE)可為理想的。

圖 2 展示一符號 STBC 方案之信號結構 200 之一設計。第一傳輸天線之第一符號向量 s_1 可包括 M 個調變符號，且可具有格式 210a。 M 為用於傳輸的副載波之數目且可為任何整數值。向量可包括一群符號且可以特定格式(例如，列或行)來表示。第一符號向量可包括包含第一調變符號序列 $a(n)$ 之第一部分及包含第二調變符號序列 $b(n)$ 之第二部分。第二傳輸天線之第二符號向量 s_2 亦可包括 M 個調變符號，且可具有格式 210b。第二符號向量可包括包含第三調變符號序列 $\tilde{b}(n)$ 之第一部分及包含第四調變符號序列 $-\tilde{a}(n)$ 之第二部分。每一部分可包括一包含 P_1 個調變符號之循環首碼 212，接著為包含在調變符號序列中之 Q 個調變符號之資料部分 214，接著為包含 P_2 個調變符號之循環尾碼 216。可基於無線頻道之延遲展頻來選擇循環首碼長度 P_1 及循環尾碼長度 P_2 ，如下所述。每一符號向量之長度可為 $M=2(Q+P_1+P_2)$ 。

可將第一符號向量及第二符號向量表達為：

$$\begin{aligned}
 s_1 &= [s_1(0), \dots, s_1(M-1)] \\
 &= [\underbrace{a(Q-P_1), \dots, a(Q-1)}_{P_1 \text{ 個調變符號}}, \underbrace{a(0), \dots, a(Q-1)}_{Q \text{ 個調變符號}}, \underbrace{a(0), \dots, a(P_2-1)}_{P_2 \text{ 個調變符號}}, \\
 &\quad \underbrace{b(Q-P_1), \dots, b(Q-1)}_{P_1 \text{ 個調變符號}}, \underbrace{b(0), \dots, b(Q-1)}_{Q \text{ 個調變符號}}, \underbrace{b(0), \dots, b(P_2-1)}_{P_2 \text{ 個調變符號}}]
 \end{aligned} \tag{等式(1)}$$

$$\begin{aligned}
 s_2 &= [s_2(0), \dots, s_2(M-1)] \\
 &= [\underbrace{\tilde{b}(Q-P_1), \dots, \tilde{b}(Q-1)}_{P_1 \text{ 個調變符號}}, \underbrace{\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(Q-1)}_{Q \text{ 個調變符號}}, \underbrace{\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(P_2-1)}_{P_2 \text{ 個調變符號}}, \\
 &\quad \underbrace{-\tilde{a}(Q-P_1), \dots, -\tilde{a}(Q-1)}_{P_1 \text{ 個調變符號}}, \underbrace{-\tilde{a}(0), \dots, -\tilde{a}(Q-1)}_{Q \text{ 個調變符號}}, \underbrace{-\tilde{a}(0), \dots, -\tilde{a}(P_2-1)}_{P_2 \text{ 個調變符號}}]
 \end{aligned} \tag{等式(2)}$$

其中 $\tilde{a}(n) = a^*((-n) \bmod Q)$,

$\tilde{b}(n) = b^*((-n) \bmod Q)$,

「mod」表示模運算，及

「*」表示複數共軛。

如等式(1)中所示，第一符號向量 s_1 可包括長度 Q 之第一調變符號序列 $a(n)$ 、長度 Q 之第二調變符號序列 $b(n)$ 及循環首碼與尾碼。如等式(2)中所示，第二符號向量 s_2 可包括長度 Q 之第三調變符號序列 $\tilde{b}(n)$ 、長度 Q 之第四調變符號序列 $-\tilde{a}(n)$ 及循環首碼與尾碼。調變符號序列 $-\tilde{a}(n)$ 及 $\tilde{b}(n)$ 可分別為調變符號序列 $a(n)$ 及 $b(n)$ 之倒數、循環移位及共軛之版本。圖2中之信號結構及等式(1)及(2)可提供充分的傳輸分集，且維持用於每一傳輸天線之單載波波形，如下所述。

圖2中展示之設計及等式(1)及(2)有效地將一個 SC-FDMA 符號分裂為時域中之兩個較短單載波符號。可基於頻道延遲展頻及所要的效能而靈活地組態循環首碼長度 P_1 、循環尾碼長度 P_2 及 $2(P_1+P_2)/M$ 之附加項。可半靜態地經由層3傳訊或動態地經由在控制頻道(例如，在LTE中之實體下行鏈路控制頻道(PDCCH))上傳訊而組態 P_1 及 P_2 。 P_1 及 P_2 亦可隱含地與諸如常規循環首碼長度、延長之循環首碼長度、單頻網路(SFN)等之相關系統參數相聯繫。舉例而言， P_1 可等於常規循環首碼之第一值、延長之循環首碼之第二值、SFN之第三值等。

圖3展示用於以傳輸分集在上行鏈路上資料傳輸之在UE 110處的傳輸分集處理器120及兩個調變器130a及130b的一

設計之方塊圖。傳輸分集處理器120可接收調變符號 $d(n)$ ，其可包含資料符號、控制符號等。每一調變符號可為實值(real value)或複值(complex value)，且可基於調變方案(例如，QPSK、QAM等)、實值或複值序列等而獲得。在處理器120內，解多工器(Demux)322可將調變符號 $d(n)$ 解多工為長度 Q 之調變符號序列 $a(n)$ 及 $b(n)$ 。符號向量產生器324可接收調變符號序列 $a(n)$ 及 $b(n)$ ，產生用於如等式(1)及(2)中展示之兩個傳輸天線的符號向量 s_1 及 s_2 ，且分別將符號向量 s_1 及 s_2 提供至調變器130a及130b。

在圖3中展示之設計中，每一調變器130包括一SC-FDMA調變器330及一射頻(RF)傳輸器(TMTR)340。在SC-FDMA調變器330a內，離散傅立葉變換(DFT)單元332a可接收第一符號向量 s_1 ，且對符號向量 s_1 中之 M 個調變符號執行 M 點DFT以獲得 M 個頻域符號 $S_1(k)$ 。本文中可互換地使用術語DFT與快速傅立葉變換(FFT)，且本文中亦可互換地使用術語逆DFT(IDFT)及逆FFT(IFFT)。符號至副載波映射器334a可將 M 個頻域符號映射至用於傳輸之 M 個連續副載波，將具有零信號值之零符號映射至剩餘副載波，且提供用於 K 個全部副載波之 K 個輸出符號 $X_1(k)$ 。IFFT單元336a可對 K 個輸出符號執行 K 點IFFT，且為有用部分提供 K 個時域輸出樣本 $x_1(n)$ 。循環首碼插入單元338a可複製有用部分之最後 C 個輸出樣本，且將該等複製之樣本附加至有用部分之前部以形成包含 $K+C$ 個輸出樣本之SC-FDM符號。SC-FDMA符號可在可涵蓋 $K+C$ 個樣本週期之一個SC-FDM符號

週期(或簡單地，一符號週期)中由RF傳輸器340a處理且經由天線132a傳輸。調變器130b可類似地處理第二符號向量 s_2 以獲得另一SC-FDMA符號用於經由天線132b傳輸。

圖4展示用於以傳輸分集在上行鏈路上資料傳輸之在eNB 150處的一個解調變器160及接收分集處理器170之一設計的方塊圖。在eNB 150處之接收天線152可接收來自在UE 110處之傳輸天線132a及132b的上行鏈路信號，且可將接收之信號提供至解調變器160。在圖4中展示之設計中，解調變器160包括一RF接收器(RCVR)450及一SC-FDMA解調變器460。RF接收器450可處理接收之信號，且將接收之樣本提供至SC-FDMA解調變器460。在SC-FDMA解調變器460內，循環首碼移除單元462可移除接收之SC-FDMA符號中的循環首碼，且為有用部分提供K個接收之樣本 $y(n)$ 。FFT單元464可對K個接收之樣本執行K點FFT，且提供K個全部副載波之K個接收之符號 $Y(k)$ 。符號至副載波解映射器466可獲得K個全部副載波之K個接收之符號，為M個副載波提供M個接收之符號 $R(k)$ 用於傳輸，且丟棄剩餘接收之符號。IDFT單元468可藉由M點IDFT變換M個接收之符號 $R(k)$ ，且提供M個時域輸入樣本 $r(n)$ 至接收分集處理器170。

可將來自循環首碼移除單元462的接收之樣本 $y(n)$ 表達為：

$$y(n) = h_1(n) \otimes_k x_1(n) + h_2(n) \otimes_k x_1(n) + w(n), \quad \text{等式(3)}$$

其中 $x_1(n)$ 及 $x_2(n)$ 為來自圖3中之IFFT單元336a及336b之輸

出樣本，

$h_1(n)$ 及 $h_2(n)$ 分別為傳輸天線132a及132b的等效頻道之離散時間頻道脈衝回應，

$w(n)$ 表示由eNB 150觀測到之雜訊及干擾，及

$\otimes_k$ 表示K點圓周卷積運算。

每一傳輸天線132之等效頻道可包括自彼傳輸天線至接收天線152之實際頻道以及在UE 110處之RF傳輸器340及在eNB 150處之RF接收器450的效應。每一傳輸天線之頻道脈衝回應可包括L個時域抽頭，其中L可比副載波之總數小得多，或 $L \ll K$ 。

可將來自FFT單元464的接收之符號 $Y(k)$ 表達為：

$$Y(k) = H_1(k) \cdot X_1(k) + H_2(k) \cdot X_2(k) + W(k), \quad k=0, \dots, K-1, \quad \text{等式(4)}$$

其中 $X_1(k)$ 、 $X_2(k)$ 、 $H_1(k)$ 、 $H_2(k)$ 及 $W(k)$ 分別為 $x_1(n)$ 、 $X_2(n)$ 、 $h_1(n)$ 、 $h_2(n)$ 及 $w(n)$ 之K點FFT。

在接收分集處理器170內，單元472可自SC-FDMA解調變器460獲得M個輸入樣本 $r(n)$ ，且可提供長度Q之兩個樣本向量 r_1 及 r_2 ，可其將表達為：

$$\begin{aligned} r_1 &= [r_1(0), \dots, r_1(Q-1)] \\ &= [r(P_1), r(P_1+1), \dots, r(P_1+Q-1)], \quad \text{及} \end{aligned} \quad \text{等式(5)}$$

$$\begin{aligned} r_2 &= [r_2(0), \dots, r_2(Q-1)] \\ &= [r(2P_1 + P_2 + Q), r(2P_1 + P_2 + Q + 1), \dots, r(2P_1 + P_2 + 2Q - 1)]. \end{aligned} \quad \text{等式(6)}$$

如等式(5)中所示，單元472可丟棄 $r(n)$ 中對應於圖2中之循環首碼212a之首先 P_1 個輸入樣本，且可提供對應於資料部分214a之接下來的Q個輸入樣本作為樣本向量 r_1 。如等

式(6)中所示，單元472可進一步丟棄對應於圖2中之循環尾碼216a及循環首碼212b之接下來的 (P_1+P_2) 個輸入樣本，且可提供對應於資料部分214b之接下來的 Q 個輸入樣本作為樣本向量 r_2 。循環首碼長度 P_1 及循環尾碼長度 P_2 可經選擇以足夠長，例如， $P_1 \geq \lfloor L \cdot M/K + 1 \rfloor$ 且 $P_2 \geq 1$ 。在此情況下，可將等式(5)及(6)中之輸入樣本表達為：

$$r_1(n) = \bar{h}_1(n) \otimes_Q a(n) + \bar{h}_2(n) \otimes_Q \tilde{b}(n) + w_1(n), \quad \text{及} \quad \text{等式(7)}$$

$$r_2(n) = \bar{h}_1(n) \otimes_Q b(n) - \bar{h}_2(n) \otimes_Q \tilde{a}(n) + w_2(n), \quad \text{等式(8)}$$

其中 $\bar{h}_1(n)$ 及 $\bar{h}_2(n)$ 分別為傳輸天線132a及132b之縮短的頻道脈衝回應，

$w_1(n)$ 及 $w_2(n)$ 表示分別由輸入樣本 $r_1(n)$ 及 $r_2(n)$ 觀測到之雜訊及干擾，及

$\otimes_Q$ 表示 Q 點圓周卷積運算。

可如下獲得縮短的頻道脈衝回應 $\bar{h}_1(n)$ 及 $\bar{h}_2(n)$ 。頻道脈衝回應 $h_1(n)$ 及 $h_2(n)$ 可經延長至長度 K (例如，藉由墊零)，且接著藉由 K 點FFT進行變換以分別獲得頻道頻率回應 $H_1(k)$ 及 $H_2(k)$ 。對於用於傳輸之 M 個副載波，可形成一頻道頻率回應 $H'_1(k)$ ，其具有 $H_1(k)$ 之 M 個頻道增益。類似地，對於用於傳輸之 M 個副載波，可形成一頻道頻率回應 $H'_2(k)$ ，其具有 $H_2(k)$ 之 M 個頻道增益。可藉由 M 點DFT變換頻道頻率回應 $H'_1(k)$ 及 $H'_2(k)$ 以分別獲得 M 抽頭頻道脈衝回應 $h'_1(n)$ 及 $h'_2(n)$ 。在一項設計中，可如下形成縮短的頻道脈衝回應 $\bar{h}_1(n)$ 及 $\bar{h}_2(n)$ ：

$$[\bar{h}_1(0), \dots, \bar{h}_1(Q-1)] = [h'_1(0), \dots, h'_1(v), \underbrace{0, \dots, 0}_{Q-v-2}, h'_1(M-1)] , \quad \text{及} \quad \text{等式 (9)}$$

$$[\bar{h}_2(0), \dots, \bar{h}_2(Q-1)] = [h'_2(0), \dots, h'_2(v), \underbrace{0, \dots, 0}_{Q-v-2}, h'_2(M-1)] , \quad \text{等式 (10)}$$

其中 $v = \lfloor L \cdot M/K + 1 \rfloor$ 。歸因於具有矩形窗的 $H_1(k)$ 及 $H_2(k)$ 之開視窗，最右邊頻道抽頭 $h'_1(M-1)$ 及 $h'_2(M-1)$ 可具有相當大的能量以分別獲得 $H'_1(k)$ 及 $H'_2(k)$ 。

在另一設計中，可將頻道脈衝回應 $h'_1(n)$ 及 $h'_2(n)$ 中具有最多能量之 Q 個圓形連續抽頭分別用作縮短的頻道脈衝回應 $\bar{h}_1(n)$ 及 $\bar{h}_2(n)$ 。亦可以其他方式獲得縮短的頻道脈衝回應 $\bar{h}_1(n)$ 及 $\bar{h}_2(n)$ 。

DFT單元 474a 可對向量 r_1 中之 Q 個輸入樣本 $r_1(n)$ 執行 Q 點 DFT，且提供 Q 個輸入符號 $R_1(k)$ 。類似地，DFT單元 474b 可對向量 r_2 中之 Q 個輸入樣本 $r_2(n)$ 執行 Q 點 DFT，且提供 Q 個輸入符號 $R_2(k)$ 。可將輸入符號 $R_1(k)$ 及 $R_2(k)$ 表達為：

$$R_1(k) = \bar{H}_1(k) \cdot A(k) + \bar{H}_2(k) \cdot B^*(k) + W_1(k) , \quad \text{及} \quad \text{等式 (11)}$$

$$R_2(k) = \bar{H}_1(k) \cdot B(k) - \bar{H}_2(k) \cdot A^*(k) + W_2(k) , \quad \text{及} \quad \text{等式 (12)}$$

其中 $A(k)$ 、 $B(k)$ 、 $\bar{H}_1(k)$ 、 $\bar{H}_2(k)$ 、 $W_1(k)$ 及 $W_2(k)$ 分別為 $a(n)$ 、 $b(n)$ 、 $\bar{h}_1(n)$ 、 $\bar{h}_2(n)$ 、 $w_1(n)$ 及 $w_2(n)$ 之 Q 點 DFT。

符號偵測器 476 可接收輸入符號 $R_1(k)$ 及 $R_2(k)$ 及縮短的頻道頻率回應 $\bar{H}_1(k)$ 及 $\bar{H}_2(k)$ 。在一項設計中，符號偵測器 476 可如下執行符號偵測：

$$\begin{aligned} \hat{A}(k) &= \bar{H}_1^*(k) \cdot R_1(k) - \bar{H}_2(k) \cdot R_2^*(k) \\ &= \left(\left| \bar{H}_1(k) \right|^2 + \left| \bar{H}_2(k) \right|^2 \right) \cdot A(k) + \bar{H}_1^*(k) \cdot W_1(k) - \bar{H}_2(k) \cdot W_2^*(k) \end{aligned} \quad \text{等式 (13)}$$

$$\begin{aligned}\hat{B}(k) &= \bar{H}_2(k) \cdot R_1^*(k) + \bar{H}_1^*(k) \cdot R_2(k) \\ &= \left(\left| \bar{H}_1(k) \right|^2 + \left| \bar{H}_2(k) \right|^2 \right) \cdot B(k) + \bar{H}_2(k) \cdot W_1^*(k) - \bar{H}_1^*(k) \cdot W_2(k)\end{aligned}\quad \text{等式 (14)}$$

其中 $\hat{A}(k)$ 及 $\hat{B}(k)$ 為偵測之符號，其分別為傳輸的符號 $A(k)$ 及 $B(k)$ 之估計。

如等式 (13) 及 (14) 中所示，可達成雙重分集，且偵測之符號可等於由 $\left(\left| \bar{H}_1(k) \right|^2 + \left| \bar{H}_2(k) \right|^2 \right)$ 按比例調整且因雜訊而降級的經傳輸之符號。此外，可在單一 SC-FDMA 符號週期中達成雙重分集用於資料傳輸，同時維持用於每一傳輸天線之單載波波形。

在另一設計中，符號偵測器 476 可基於最小均方誤差 (MMSE) 執行符號偵測，如下：

$$\hat{A}(k) = \frac{G(k) \cdot P(k)}{G^2(k) \cdot P(k) + N(k)} \cdot [\bar{H}_1^*(k) \cdot R_1(k) - \bar{H}_2(k) \cdot R_2^*(k)], \quad \text{及} \quad \text{等式 (15)}$$

$$\hat{B}(k) = \frac{G(k) \cdot P(k)}{G^2(k) \cdot P(k) + N(k)} \cdot [\bar{H}_2(k) \cdot R_1^*(k) + \bar{H}_1^*(k) \cdot R_2(k)] \quad \text{等式 (16)}$$

其中 $G(k) = \left(\left| \bar{H}_1(k) \right|^2 + \left| \bar{H}_2(k) \right|^2 \right)$ ，

$P(k)$ 為 $A(k)$ 及 $B(k)$ 之信號功率，及

$N(k)$ 為等式 (13) 及 (14) 中的雜訊項之雜訊功率。

亦可以其他方式執行符號偵測。在任何情況下，IDFT 單元 478a 可對 Q 個偵測之符號 $\hat{A}(k)$ 執行 Q 點 IDFT，且提供 Q 個調變符號估計 $\hat{a}(n)$ 。類似地，IDFT 單元 478b 可對 Q 個偵測之符號 $\hat{B}(k)$ 執行 Q 點 IDFT，且提供 Q 個調變符號估計 $\hat{b}(n)$ 。多工器 (Mux) 480 可多工該等調變符號估計 $\hat{a}(n)$ 及 $\hat{b}(n)$ ，且提

供為傳輸之調變符號 $d(n)$ 之估計的調變符號估計 $\hat{d}(n)$ 。

圖4展示對於一符號STBC方案的在頻域中執行符號偵測之具體設計。亦可以其他方式執行符號偵測。

為了簡單起見，圖4展示eNB 150包括單一接收天線之一設計。亦可使用多個接收天線接收由UE 110以傳輸分集發送之資料傳輸。在此情況下，eNB 150可獲得用於(例如)在eNB處之每一接收天線 r 的偵測之符號 $\hat{A}_r(k)$ 及 $\hat{B}_r(k)$ ，如上所述。eNB 150可接著對所有接收天線的偵測之符號進行加權及組合以獲得最終偵測之符號 $\hat{A}(k)$ 及 $\hat{B}(k)$ ，其可進一步經處理以恢復傳輸之資料。

本文中描述之一符號STBC方案可用於需要傳輸分集之每一SC-FDMA符號。亦可將一符號STBC方案與一或多個其他傳輸分集方案結合使用。

圖5展示在LTE中使用之訊框結構500。可將傳輸時間線分割為無線電訊框單元。每一無線電訊框可具有預定持續時間(例如，10毫秒(ms))，且可經分割為具有0至9之索引的10個子訊框。每一子訊框可包括兩個時槽。每一無線電訊框可因此包括具有0至19之索引的20個時槽。每一時槽可包括 N 個符號週期，其中對於延長之循環首碼， N 可等於6，或對於常規循環首碼， N 可等於7。

圖6A展示在常規循環首碼之情況下在七個符號週期之一個時槽中以傳輸分集發送資料之一設計。在上行鏈路上，可在每一符號週期中發送一個SC-FDMA符號。可在該時槽之七個符號週期中發送七個SC-FDMA符號0至6。SC-

FDMA符號0、1、2、4及5可載運資料。SC-FDMA符號3可載運一解調變參考信號(DM-RS)，其可由eNB用於頻道估計及相干解調變。SC-FDMA符號6可載運一探測參考信號(SRS)，其可由eNB用以估計頻道品質。可在一些時槽中週期性地發送探測參考信號，且當不發送探測參考信號時，SC-FDMA符號6可載運資料。

在圖6A中未展示之一項設計中，可基於一符號STBC方案產生每一SC-FDMA符號。在圖6A中展示之另一設計中，可基於兩符號STBC方案產生四個SC-FDMA符號，且可基於一符號STBC方案產生一個SC-FDMA符號。兩符號STBC方案可傳輸在兩個SC-FDMA符號中的來自兩個傳輸天線之調變符號之區塊。如圖6A中所示，可基於兩符號STBC方案產生SC-FDMA符號0及1以及SC-FDMA符號2及4，且可基於一符號STBC方案產生SC-FDMA符號5。或者，可基於兩符號STBC方案產生SC-FDMA符號0及1以及SC-FDMA符號4及5，且可基於一符號STBC方案(圖6A中未展示)產生SC-FDMA符號2。

圖6B展示在延長之循環首碼之情況下在六個符號週期之一個時槽中以傳輸分集發送資料的一設計。可在該時槽之六個符號週期中發送六個SC-FDMA符號0至5。SC-FDMA符號0、1、3、4及5可載運資料，且SC-FDMA符號3可載運解調變參考信號。

在圖6B中未展示之一項設計中，可基於一符號STBC方案產生每一SC-FDMA符號。在圖6B中展示之另一設計

中，可基於兩符號STBC方案產生四個SC-FDMA符號，且可基於一符號STBC方案產生一個SC-FDMA符號。如圖6B中所示，可基於兩符號STBC方案產生SC-FDMA符號0及1以及SC-FDMA符號3及4，且可基於一符號STBC方案產生SC-FDMA符號5。或者，可基於兩符號STBC方案產生SC-FDMA符號0及1以及SC-FDMA符號4及5，且可基於一符號STBC方案(圖6B中未展示)產生SC-FDMA符號3。

圖6A及圖6B展示當存在奇數個用於資料之SC-FDMA符號時可將一符號STBC方案用於孤立SC-FDMA符號之兩個情況。在其他情況下，亦可將一符號STBC方案用於孤立SC-FDMA符號。亦可將一符號STBC方案用於每一SC-FDMA符號或用於某些SC-FDMA符號，而與SC-FDMA符號之數目無關。

本文中描述之一符號STBC方案可提供優於其他傳輸分集方案之某些優勢。舉例而言，一符號STBC方案可比空間頻率區塊碼(SFBC)方案、兩符號STBC方案等較佳。SFBC方案可維持一個傳輸天線而非另一傳輸天線上之單載波波形。兩符號STBC方案可維持每一傳輸天線上之單載波波形，但在一對SC-FDMA符號上傳輸資料，當存在奇數個SC-FDMA符號時，一對SC-FDMA符號可能不可用，例如，如圖6A及圖6B中展示。一符號STBC方案可在單一SC-FDMA符號週期上操作，達成充分的傳輸分集，且維持用於每一傳輸天線之單載波波形。一符號STBC方案亦可提供與SFBC方案相當之效能以及比頻率切換傳輸

分集(FSTD)方案及循環延遲分集(CDD)方案之效能好的效能。

圖7展示用於在無線通信系統中傳輸資料的處理程序700之設計。處理程序700可由傳輸器執行，傳輸器可為UE、基地台/eNB或某一其他實體。傳輸器可形成包含第一調變符號序列(例如， $a(n)$)及第二調變符號序列(例如， $b(n)$)之第一符號向量(例如， s_1)(區塊712)。傳輸器亦可形成包含第三調變符號序列(例如， $\tilde{b}(n)$)及第四調變符號序列(例如， $-\tilde{a}(n)$)之第二符號向量(例如， s_2)(區塊714)。可基於第二調變符號序列之一版本(例如，倒數、循環移位及共軛之版本)產生第三調變符號序列。可基於第一調變符號序列之一版本(例如，倒數、循環移位及共軛之版本)產生第四調變符號序列。傳輸器可基於第一符號向量而產生用於第一傳輸天線之第一SC-FDMA符號(區塊716)。傳輸器亦可基於第二符號向量而產生用於第二傳輸天線之第二SC-FDMA符號(區塊718)。傳輸器可在單一符號週期中傳輸來自第一傳輸天線之第一SC-FDMA符號及來自第二傳輸天線之第二SC-FDMA符號以達成傳輸分集(區塊720)。

在一項設計中，該第一符號向量可進一步包含用於第一調變符號序列之一第一循環首碼(例如，圖2中之循環首碼212a)及用於第二調變符號序列之一第二循環首碼(例如，循環首碼212b)。第二符號向量可進一步包含用於第三調變符號序列之一第三循環首碼(例如，循環首碼212c)及用於第四調變符號序列之一第四循環首碼(例如，循環首碼

212d)。在一項設計中，該第一符號向量可進一步包含用於第一調變符號序列之一第一循環尾碼(例如，循環尾碼216a)及用於第二調變符號序列之一第二循環尾碼(例如，循環尾碼216b)。第二符號向量可進一步包含用於第三調變符號序列之一第三循環尾碼(例如，循環尾碼216c)及用於第四調變符號序列之一第四循環尾碼(例如，循環尾碼216d)。循環首碼可各自具有 P_1 之第一長度，循環尾碼可各自具有 P_2 之第二長度，且調變符號序列可各自具有 Q 之第三長度。在一項設計中，傳輸器可接收指示第一長度及第二長度之發信號。在另一設計中，傳輸器可基於系統參數(例如，常規循環首碼、延長之循環首碼等)判定第一長度及第二長度。一般而言，第一符號向量及第二符號向量可包括或可不包括循環首碼且可包括或可不包括循環尾碼。

在一項設計中，傳輸器可在用於在一時槽中之資料傳輸的每一符號週期中產生用於第一傳輸天線及第二傳輸天線之一對SC-FDMA符號。可基於一對各別的第一調變符號序列及第二調變符號序列而產生每一對SC-FDMA符號。在另一設計中，對於用於在一時槽中之資料傳輸的每一對符號週期，傳輸器可產生四個SC-FDMA符號之一集合，例如，如圖6A或圖6B中所示。傳輸器可在時槽之兩個符號週期中傳輸來自兩個傳輸天線的四個SC-FDMA符號之一集合。傳輸器可在時槽之一個符號週期中傳輸來自兩個傳輸天線的第一SC-FDMA符號及第二SC-FDMA符號。

傳輸器亦可使用傳輸分集方案之某一其他組合來傳輸資料。

圖8展示用於在無線通信系統中傳輸資料的裝置800之設計。裝置800包括：用以形成包含一第一調變符號序列及一第二調變符號序列之一第一符號向量之一模組812；用以形成包含一第三調變符號序列及一第四調變符號序列之一第二符號向量之一模組814，其中分別基於該第二調變符號序列及該第一調變符號序列而產生該第三調變符號序列及該第四調變符號序列；用以基於第一符號向量而產生用於第一傳輸天線之第一SC-FDMA符號之一模組816；用以基於第二符號向量而產生用於第二傳輸天線之第二SC-FDMA符號之一模組818；及用以在單一SC-FDMA符號週期中分別傳輸來自第一傳輸天線之第一SC-FDMA符號及來自第二傳輸天線之第二SC-FDMA符號以達成傳輸分集之一模組820。

圖9展示用於在無線通信系統中接收資料的處理程序900之設計。處理程序900可由接收器執行，接收器可為基地台/eNB、UE或某一其他實體。接收器可獲得包含在傳輸器處自第一傳輸天線發送之第一SC-FDMA符號及自第二傳輸天線發送之第二SC-FDMA符號的接收之SC-FDMA符號(區塊912)。可由傳輸器基於包含第一調變符號序列及第二調變符號序列之一第一符號向量而產生第一SC-FDMA符號。可由傳輸器基於包含第三調變符號序列及第四調變符號序列之一第二符號向量而產生第二SC-FDMA符號，可分

別基於第二調變符號序列及第一調變符號序列而產生第三調變符號序列及第四調變符號序列。傳輸器可處理接收之SC-FDMA符號以獲得第一調變符號序列及第二調變符號序列之估計(區塊914)。

圖10展示圖9中之區塊914之一設計。接收器可對接收之SC-FDMA符號執行SC-FDMA解調變以獲得用於傳輸之一組副載波的接收之符號(例如, $R(k)$), 及基於接收之符號獲得時域輸入樣本(例如, $r(n)$)(區塊1012)。接收器可接著基於輸入樣本、對第一傳輸天線之第一頻道估計及對第二傳輸天線之第二頻道估計執行符號偵測。在符號偵測之一項設計中, 接收器可將輸入樣本解多工為第一輸入樣本(例如, $r_1(n)$)及第二輸入樣本(例如, $r_2(n)$), 例如, 如等式(5)及(6)中所示(區塊1014)。接收器可將第一輸入樣本變換至頻域以獲得第一輸入符號(例如, $R_1(k)$)(區塊1016)。接收器亦可將第二輸入樣本變換至頻域以獲得第二輸入符號(例如, $R_2(k)$)(區塊1018)。

接收器可基於第一頻道估計及第二頻道估計而組合第一輸入符號與第二輸入符號以獲得第一偵測之符號及第二偵測之符號(區塊1020)。舉例而言, 接收器可求和(i)第一輸入符號之第一版本(例如, $R_1(k)$)與第一頻道估計之第一版本(例如, $\bar{H}_1^*(k)$)相乘與(ii)第二輸入符號之第一版本(例如, $R_2^*(k)$)與第二頻道之第一版本(例如, $\bar{H}_2(k)$)相乘, 以獲得第一偵測之符號, 例如, 如等式(13)中所示。接收器可求和(i)第一輸入符號之第二版本(例如, $R_1^*(k)$)與第二頻道

估計之第二版本(例如， $\bar{H}_2(k)$)相乘與(ii)第二輸入符號之第二版本(例如， $R_2(k)$)與第一頻道之第二版本(例如， $\bar{H}_1^*(k)$)相乘，以獲得第二偵測之符號，例如，如等式(14)中所示。接收器亦可以其他方式執行符號偵測，例如，如等式(15)及(16)中所示。

接收器可將第一偵測之符號變換至時域以獲得第一調變符號序列之估計(例如， $\hat{a}(n)$)(區塊1022)。接收器亦可將第二偵測之符號變換至時域以獲得第二調變符號序列之估計(例如， $\hat{b}(n)$)(區塊1024)。

接收器亦可獲得來自至少一額外接收天線之至少一額外接收之SC-FDMA符號。每一額外接收之SC-FDMA符號可包含由傳輸器發送之第一SC-FDMA符號及第二SC-FDMA符號。接收器可處理所有接收之SC-FDMA符號以獲得第一調變符號序列及第二調變符號序列之估計。舉例而言，接收器可對每一接收之SC-FDMA符號執行SC-FDMA解調變，以獲得彼SC-FDMA符號之輸入樣本。接收器可接著基於來自所有接收之SC-FDMA符號的輸入樣本及對第一傳輸天線及第二傳輸天線之頻道估計執行符號偵測，以獲得第一調變符號序列及第二調變符號序列之估計。

圖11展示用於在無線通信系統中接收資料的裝置1100之設計。裝置1100包括：用以在接收器處獲得接收之SC-FDMA符號之一模組1112，該接收之SC-FDMA符號包含在傳輸器處自第一傳輸天線發送之第一SC-FDMA符號及自第二傳輸天線發送之第二SC-FDMA符號，其中由傳輸器

產生第一 SC-FDMA 符號及第二 SC-FDMA 符號，如上文關於圖 9 所描述；及用以處理接收之 SC-FDMA 符號以獲得在第一 SC-FDMA 符號及第二 SC-FDMA 符號中發送的第一調變符號序列及第二調變符號序列之估計之一模組 1114。

圖 8 及圖 11 中之模組可包含處理器、電子器件、硬體器件、電子組件、邏輯電路、記憶體、軟體程式碼、韌體程式碼等或其任何組合。

熟習此項技術者將理解，可使用各種各樣的不同技術及技藝中之任一者來表示資訊及信號。舉例而言，貫穿以上描述可能提及的資料、指令、命令、資訊、信號、位元、符號及碼片可由電壓、電流、電磁波、磁場或磁粒子、光場或光粒子或者其任何組合來表示。

熟習此項技術者將進一步瞭解，結合本文中之揭示內容所描述之各種說明性邏輯區塊、模組、電路及演算法步驟可實施為電子硬體、電腦軟體或兩者之組合。為了清晰地說明硬體與軟體之此可互換性，各種說明性組件、區塊、模組、電路及步驟已在上文大體按其功能性加以了描述。將此功能性建構為硬體還是軟體視特定應用及強加於整個系統上之設計約束而定。熟習此項技術者可以變化的方式針對每一特定應用實施所描述之功能性，但是此等實施決策不應被解釋為會造成脫離本揭示案之範疇。

可藉由通用處理器、數位信號處理器(DSP)、特殊應用積體電路(ASIC)、場可程式閘陣列(FPGA)或其他可程式邏輯器件、離散閘或電晶體邏輯、離散硬體組件或經設計以

執行本文中所描述之功能之其任何組合來實施或執行結合本文中之揭示內容所描述之各種說明性邏輯區塊、模組及電路。通用處理器可為微處理器，但在替代例中，處理器可為任何習知之處理器、控制器、微控制器或狀態機。處理器亦可實施為計算器件之組合，例如，一DSP與一微處理器之組合、複數個微處理器、一或多個微處理器結合一DSP核心或者任何其他此組態。

結合本文中之揭示內容所描述之方法或演算法的步驟可直接體現於硬體中、由處理器執行之軟體模組中或兩者之組合中。軟體模組可駐留於RAM記憶體、快閃記憶體、ROM記憶體、EPROM記憶體、EEPROM記憶體、暫存器、硬碟、抽取式碟片、CD-ROM或此項技術中已知之任何其他形式的儲存媒體中。例示性儲存媒體耦接至處理器，使得處理器可自儲存媒體讀取資訊及將資訊寫至儲存媒體。在替代例中，儲存媒體可整合至處理器。處理器及儲存媒體可駐留於ASIC中。ASIC可駐留於使用者終端機中。在替代例中，處理器及儲存媒體可作為離散組件駐留於一使用者終端機中。

在一或多個例示性設計中，所描述之功能可實施於硬體、軟體、韌體或其任何組合中。若實施於軟體中，則可將該等功能作為一或多個指令或程式碼而儲存於一電腦可讀媒體上或經由一電腦可讀媒體來傳輸。電腦可讀媒體包括電腦儲存媒體及通信媒體(包括有助於電腦程式自一位置轉移至另一位置的任何媒體)。儲存媒體可為可由通用

或專用電腦存取之任何可用媒體。以實例說明(而非限制)，此等電腦可讀媒體可包含RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其他光碟儲存器、磁碟儲存器或其他磁性儲存器件，或可用於以指令或資料結構之形式載運或儲存所要程式碼構件且可由通用或專用電腦或通用或專用處理器存取的任何其他媒體。又，將任何連接恰當地稱為電腦可讀媒體。舉例而言，若使用同軸電纜、光纖電纜、雙絞線、數位用戶線(DSL)或無線技術(諸如紅外線、無線電及微波)而自一網站、伺服器或其他遠端源傳輸軟體，則同軸電纜、光纖電纜、雙絞線、DSL或無線技術(諸如紅外線、無線電及微波)包括於媒體之定義中。如本文中所使用，磁碟及光碟包括緊密光碟(CD)、雷射光碟、光碟、數位多功能光碟(DVD)、軟性磁碟及藍光光碟，其中磁碟通常以磁性之方式再現資料，而光碟藉由雷射以光學之方式再現資料。以上之組合亦應包括於電腦可讀媒體之範疇內。

提供本揭示案的先前描述，以使任何熟習此項技術者能夠製造或使用本揭示案。對於熟習此項技術者而言，對本揭示案之各種修改將易於顯而易見，且在不脫離本揭示案之精神或範疇的情況下，本文中界定之一般原理可適用於其他變化。因此，本揭示案並不意欲限於本文中描述之實例及設計，而應符合與本文中揭示之原理及新穎特徵相一致之最廣泛範疇。

【圖式簡單說明】

圖1展示UE及基地台之方塊圖；

圖2展示兩個傳輸天線之一例示性信號結構；

圖3展示一傳輸分集處理器及兩個調變器之一設計；

圖4展示一調變器及一接收分集處理器之一設計；

圖5展示一例示性訊框結構；

圖6A及圖6B展示以傳輸分集發送資料之兩個設計；

圖7展示用於以傳輸分集傳輸資料之一處理程序；

圖8展示用於以傳輸分集傳輸資料之一裝置；

圖9展示用於接收以傳輸分集發送之資料之一處理程序；

圖10展示用於執行SC-FDMA解調變及符號偵測之一處理程序；及

圖11展示用於接收以傳輸分集發送之資料之一裝置。

【主要元件符號說明】

110	UE
112	資料源
114	傳輸資料處理器
120	傳輸分集處理器
130a	調變器
130b	調變器
130t	調變器
132a	天線
132b	天線
132t	天線
134	接收分集處理器

136	接收資料處理器
140	控制器/處理器
142	記憶體
150	演進節點B(eNB)
152	天線
152a	天線
152r	天線
160	解調變器
160a	解調變器
160r	解調變器
170	接收分集處理器
172	接收資料處理器
174	資料儲集器
182	資料源
184	傳輸資料處理器
186	傳輸分集處理器
190	控制器/處理器
192	記憶體
194	排程器
200	信號結構
210a	格式
210b	格式
212a	循環首碼
212b	循環首碼

212c	循環首碼
212d	循環首碼
214a	資料部分
214b	資料部分
214c	資料部分
214d	資料部分
216a	循環尾碼
216b	循環尾碼
216c	循環尾碼
216d	循環尾碼
322	解多工器(Demux)
324	符號向量產生器
330a	SC-FDMA調變器
332a	離散傅立葉變換(DFT)單元
334a	符號至副載波映射器
336a	IFFT單元
336b	IFFT單元
338a	循環首碼插入單元
340a	RF傳輸器
450	RF接收器
460	SC-FDMA解調變器
462	循環首碼移除單元
464	FFT單元
466	符號至副載波解映射器

468	IDFT單元
472	單元
474a	DFT單元
474b	DFT單元
476	符號偵測器
478a	IDFT單元
478b	IDFT單元
480	多工器(Mux)
500	訊框結構
800	裝置
812	用以形成包含一第一調變符號序列及一 第二調變符號序列之一第一符號向量之 模組
814	用以形成包含一第三調變符號序列及一 第四調變符號序列之一第二符號向量之 模組
816	用以基於第一符號向量而產生用於第一 傳輸天線之第一SC-FDMA符號之模組
818	用以基於第二符號向量而產生用於第二 傳輸天線之第二SC-FDMA符號之模組
820	用以在單一SC-FDMA符號週期中分別 傳輸來自第一傳輸天線之第一SC- FDMA符號及來自第二傳輸天線之第二 SC-FDMA符號以達成傳輸分集之模組

- 1100 裝置
- 1112 用以在接收器處獲得接收之 SC-FDMA 符號之模組，該接收之 SC-FDMA 符號包含在傳輸器處自第一傳輸天線發送之第一 SC-FDMA 符號及自第二傳輸天線發送之第二 SC-FDMA 符號
- 1114 用以處理接收之 SC-FDMA 符號以獲得在第一 SC-FDMA 符號及第二 SC-FDMA 符號中發送的第一調變符號序列及第二調變符號序列之估計之模組

發明專利說明書

(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：

98732183

※ 申請日：

98.9.23

※IPC 分類：

H04L 1/06

H04L 27/26

H04L 5/00

一、發明名稱：(中文/英文)

單載波分頻多重存取之傳輸分集

TRANSMIT DIVERSITY FOR SC-FDMA

二、中文發明摘要：

描述一種用於以傳輸分集傳輸資料以用於單載波分頻多重存取(SC-FDMA)之技術。在一項設計中，一傳輸器(例如，一UE)可形成包括第一調變符號序列及第二調變符號序列之一第一符號向量。該傳輸器亦可形成包括第三調變符號序列及第四調變符號序列之一第二符號向量，可分別基於該第二調變符號序列及該第一調變符號序列而產生第三調變符號序列及第四調變符號序列。對於每一調變符號序列，每一符號向量可進一步包括一循環首碼且可能包括一循環尾碼。該傳輸器可基於第一符號向量而產生一第一SC-FDMA符號及基於第二符號向量而產生一第二SC-FDMA符號。該傳輸器可在一單一SC-FDMA符號週期中傳輸來自兩個傳輸天線之該第一SC-FDMA符號及該第二SC-FDMA符號以達成傳輸分集。

三、英文發明摘要：

Techniques for transmitting data with transmit diversity for single-carrier frequency division multiple access (SC-FDMA) are described. In one design, a transmitter (e.g., a UE) may form a first symbol vector including first and second modulation symbol sequences. The transmitter may also form a second symbol vector including third and fourth modulation symbol sequences, which may be generated based on the second and first modulation symbol sequences, respectively. Each symbol vector may further include a cyclic prefix and possibly a cyclic postfix for each modulation symbol sequence. The transmitter may generate a first SC-FDMA symbol based on the first symbol vector and a second SC-FDMA symbol based on the second symbol vector. The transmitter may transmit the first and second SC-FDMA symbols from two transmit antennas in a single SC-FDMA symbol period to achieve transmit diversity.

七、申請專利範圍：

1. 一種用於無線通信之方法，其包含：

形成包含一第一調變符號序列及一第二調變符號序列之一第一符號向量；

形成包含一第三調變符號序列及一第四調變符號序列之一第二符號向量，該第三調變符號序列係基於該第二調變符號序列而產生，及該第四調變符號序列係基於該第一調變符號序列而產生；

基於該第一符號向量而產生用於一第一傳輸天線之一第一單載波分頻多重存取(SC-FDMA)符號；及

基於該第二符號向量而產生用於一第二傳輸天線之一第二SC-FDMA符號。

2. 如請求項1之方法，其進一步包含：

在一單一SC-FDMA符號週期中傳輸來自該第一傳輸天線之該第一SC-FDMA符號及來自該第二傳輸天線之該第二SC-FDMA符號以達成傳輸分集。

3. 如請求項1之方法，其進一步包含：

基於該第二調變符號序列之一版本而產生該第三調變符號序列；及

基於該第一調變符號序列之一版本而產生該第四調變符號序列。

4. 如請求項1之方法，其中該第一符號向量進一步包含用於該第一調變符號序列之一第一循環首碼及用於該第二調變符號序列之一第二循環首碼，且其中該第二符號向

量進一步包含用於該第三調變符號序列之一第三循環首碼及用於該第四調變符號序列之一第四循環首碼。

5. 如請求項4之方法，其中該第一符號向量進一步包含用於該第一調變符號序列之一第一循環尾碼及用於該第二調變符號序列之一第二循環尾碼，且其中該第二符號向量進一步包含用於該第三調變符號序列之一第三循環尾碼及用於該第四調變符號序列之一第四循環尾碼。
6. 如請求項5之方法，其中該第一符號向量包含該第一循環首碼，接著為該第一調變符號序列，接著為該第一循環尾碼，接著為該第二循環首碼，接著為該第二調變符號序列，及接著為該第二循環尾碼，且其中該第二符號向量包含該第三循環首碼，接著為該第三調變符號序列，接著為該第三循環尾碼，接著為該第四循環首碼，接著為該第四調變符號序列，及接著為該第四循環尾碼。
7. 如請求項5之方法，其中該第一循環首碼、該第二循環首碼、該第三循環首碼及該第四循環首碼各自具有一第一長度，其中該第一循環尾碼、該第二循環尾碼、該第三循環尾碼及該第四循環尾碼各自具有一第二長度，且其中該第一調變符號序列、該第二調變符號序列、該第三調變符號序列及該第四調變符號序列各自具有一第三長度。
8. 如請求項7之方法，其進一步包含：

接收指示該第一長度及該第二長度之發信號。

9. 如請求項7之方法，其進一步包含：

基於一系統參數判定該第一長度及該第二長度。

10. 如請求項1之方法，其進一步包含：

在用於在一時槽中之資料傳輸的每一符號週期中產生用於該第一傳輸天線及該第二傳輸天線之一對SC-FDMA符號，每一對SC-FDMA符號係基於一對各別的第一調變符號序列及第二調變符號序列而產生。

11. 如請求項1之方法，其進一步包含：

對於用於在一時槽中之資料傳輸的每一對符號週期，產生四個SC-FDMA符號之一集合；

在該時槽之兩個符號週期中傳輸來自該第一傳輸天線及該第二傳輸天線的四個SC-FDMA符號之每一集合；及

在該時槽之一個符號週期中傳輸來自該第一傳輸天線之該第一SC-FDMA符號及來自該第二傳輸天線之該第二SC-FDMA符號。

12. 一種用於無線通信之裝置，其包含：

用於形成包含一第一調變符號序列及一第二調變符號序列之一第一符號向量之構件；

用於形成包含一第三調變符號序列及一第四調變符號序列之一第二符號向量之構件，該第三調變符號序列係基於該第二調變符號序列而產生，及該第四調變符號序列係基於該第一調變符號序列而產生；

用於基於該第一符號向量而產生用於一第一傳輸天線之一第一單載波分頻多重存取(SC-FDMA)符號之構

件；及

用於基於該第二符號向量而產生用於一第二傳輸天線之一第二SC-FDMA符號之構件。

13. 如請求項12之裝置，其進一步包含：

用於在一單一SC-FDMA符號週期中傳輸來自該第一傳輸天線之該第一SC-FDMA符號及來自該第二傳輸天線之該第二SC-FDMA符號以達成傳輸分集之構件。

14. 如請求項12之裝置，其進一步包含：

用於基於該第二調變符號序列之一版本而產生該第三調變符號序列之構件；及

用於基於該第一調變符號序列之一版本而產生該第四調變符號序列之構件。

15. 如請求項12之裝置，其中該第一符號向量進一步包含用於該第一調變符號序列之一第一循環首碼及用於該第二調變符號序列之一第二循環首碼，且其中該第二符號向量進一步包含用於該第三調變符號序列之一第三循環首碼及用於該第四調變符號序列之一第四循環首碼。

16. 如請求項15之裝置，其中該第一符號向量進一步包含用於該第一調變符號序列之一第一循環尾碼及用於該第二調變符號序列之一第二循環尾碼，且其中該第二符號向量進一步包含用於該第三調變符號序列之一第三循環尾碼及用於該第四調變符號序列之一第四循環尾碼。

17. 一種用於無線通信之裝置，其包含：

至少一處理器，其經組態以：形成包含一第一調變符

號序列及一第二調變符號序列之一第一符號向量；形成包含一第三調變符號序列及一第四調變符號序列之一第二符號向量，該第三調變符號序列係基於該第二調變符號序列而產生，及該第四調變符號序列係基於該第一調變符號序列而產生；基於該第一符號向量而產生用於一第一傳輸天線之一第一單載波分頻多重存取(SC-FDMA)符號；及基於該第二符號向量而產生用於一第二傳輸天線之一第二SC-FDMA符號。

18. 如請求項17之裝置，其中該至少一處理器經組態以在一單一SC-FDMA符號週期中傳輸來自該第一傳輸天線之該第一SC-FDMA符號及來自該第二傳輸天線之該第二SC-FDMA符號以達成傳輸分集。
19. 如請求項17之裝置，其中該至少一處理器經組態以基於該第二調變符號序列之一版本而產生該第三調變符號序列及基於該第一調變符號序列之一版本而產生該第四調變符號序列。
20. 如請求項17之裝置，其中該第一符號向量進一步包含用於該第一調變符號序列之一第一循環首碼及用於該第二調變符號序列之一第二循環首碼，且其中該第二符號向量進一步包含用於該第三調變符號序列之一第三循環首碼及用於該第四調變符號序列之一第四循環首碼。
21. 如請求項20之裝置，其中該第一符號向量進一步包含用於該第一調變符號序列之一第一循環尾碼及用於該第二調變符號序列之一第二循環尾碼，且其中該第二符號向

量進一步包含用於該第三調變符號序列之一第三循環尾碼及用於該第四調變符號序列之一第四循環尾碼。

22. 一種電腦程式產品，其包含：

一電腦可讀媒體，其包含：

用於使至少一電腦形成包含一第一調變符號序列及一第二調變符號序列之一第一符號向量之程式碼，

用於使該至少一電腦形成包含一第三調變符號序列及一第四調變符號序列之一第二符號向量之程式碼，該第三調變符號序列係基於該第二調變符號序列而產生，及該第四調變符號序列係基於該第一調變符號序列而產生，

用於使該至少一電腦基於該第一符號向量而產生用於一第一傳輸天線之一第一單載波分頻多重存取(SC-FDMA)符號之程式碼，及

用於使該至少一電腦基於該第二符號向量而產生用於一第二傳輸天線之一第二SC-FDMA符號之程式碼。

23. 一種用於無線通信之方法，其包含：

在一接收器處獲得一接收之單載波分頻多重存取(SC-FDMA)符號，該接收之SC-FDMA符號包含在一傳輸器處自一第一傳輸天線發送之一第一SC-FDMA符號及自一第二傳輸天線發送之一第二SC-FDMA符號，由該傳輸器基於包含一第一調變符號序列及一第二調變符號序列之一第一符號向量而產生該第一SC-FDMA符號，由該傳輸器基於包含一第三調變符號序列及一第四調變符號序列之

一 第二符號向量而產生該第二SC-FDMA符號，且該第三調變符號序列及該第四調變符號序列分別係基於該第二調變符號序列及該第一調變符號序列而產生；及

處理該接收之SC-FDMA符號以獲得該第一調變符號序列及該第二調變符號序列之估計。

24. 如請求項23之方法，其中該處理該接收之SC-FDMA符號包含：

對該接收之SC-FDMA符號執行SC-FDMA解調變以獲得用於傳輸之一組副載波的接收之符號及基於該等接收之符號獲得時域輸入樣本，及

基於該等輸入樣本、對該第一傳輸天線之一第一頻道估計及對該第二傳輸天線之一第二頻道估計執行符號偵測，以獲得該第一調變符號序列及該第二調變符號序列之該等估計。

25. 如請求項24之方法，其中該執行符號偵測包含：

將該等輸入樣本解多工為第一輸入樣本及第二輸入樣本，

將該等第一輸入樣本變換至頻域以獲得第一輸入符號，

將該等第二輸入樣本變換至頻域以獲得第二輸入符號，

基於該第一頻道估計及該第二頻道估計組合該第一輸入符號與該第二輸入符號以獲得第一偵測之符號及第二偵測之符號，

將該等第一偵測之符號變換至時域以獲得該第一調變符號序列之一估計，及

將該等第二偵測之符號變換至時域以獲得該第二調變符號序列之一估計。

26. 如請求項25之方法，其中該組合該第一輸入符號與該第二輸入符號包含：

求和該等第一輸入符號之一第一版本與該第一頻道估計之一第一版本的相乘與該等第二輸入符號之一第一版本與該第二頻道之一第一版本的相乘，以獲得該等第一偵測之符號，及

求和該等第一輸入符號之一第二版本與該第二頻道估計之一第二版本的相乘與該等第二輸入符號之一第二版本與該第一頻道之一第二版本的相乘，以獲得該等第二偵測之符號。

27. 如請求項23之方法，其進一步包含：

在該接收器處獲得至少一額外接收之SC-FDMA符號，每一額外接收之SC-FDMA符號包含由該傳輸器發送的該第一SC-FDMA符號及該第二SC-FDMA符號，每一接收之SC-FDMA符號係自在該接收器處之一不同天線獲得；及

處理所有接收之SC-FDMA符號以獲得該第一調變符號序列及該第二調變符號序列之該等估計。

28. 如請求項27之方法，其中該處理所有SC-FDMA符號包含：

對每一接收之 SC-FDMA 符號執行 SC-FDMA 解調變，以獲得用於傳輸之該組副載波的接收之符號及基於該等接收之符號獲得時域輸入樣本，及

基於來自所有接收之 SC-FDMA 符號的該等輸入樣本及對該第一傳輸天線及該第二傳輸天線之頻道估計執行符號偵測，以獲得該第一調變符號序列及該第二調變符號序列之該等估計。

29. 一種用於無線通信之裝置，其包含：

用於在一接收器處獲得一接收之單載波分頻多重存取 (SC-FDMA) 符號之構件，該接收之 SC-FDMA 符號包含在一傳輸器處自一第一傳輸天線發送之一第一 SC-FDMA 符號及自一第二傳輸天線發送之一第二 SC-FDMA 符號，由該傳輸器基於包含一第一調變符號序列及一第二調變符號序列之一第一符號向量而產生該第一 SC-FDMA 符號，由該傳輸器基於包含一第三調變符號序列及一第四調變符號序列之一第二符號向量而產生該第二 SC-FDMA 符號，且該第三調變符號序列及該第四調變符號序列分別係基於該第二調變符號序列及該第一調變符號序列而產生；及

用於處理該接收之 SC-FDMA 符號以獲得該第一調變符號序列及該第二之估計之構件。

30. 如請求項 29 之裝置，其中該用於處理該接收之 SC-FDMA 符號之構件包含：

用於對該接收之 SC-FDMA 符號執行 SC-FDMA 解調變

以獲得用於傳輸之一組副載波的接收之符號及基於該等接收之符號獲得時域輸入樣本之構件，及

用於基於該等輸入樣本、對該第一傳輸天線之一第一頻道估計及對該第二傳輸天線之一第二頻道估計執行符號偵測以獲得該第一調變符號序列及該第二調變符號序列之該等估計之構件。

31. 如請求項30之裝置，其中該用於執行符號偵測之構件包含：

用於將該等輸入樣本解多工為第一輸入樣本及第二輸入樣本之構件，

用於將該等第一輸入樣本變換至頻域以獲得第一輸入符號之構件，

用於將該等第二輸入樣本變換至頻域以獲得第二輸入符號之構件，

用於基於該第一頻道估計及該第二頻道估計組合該第一輸入符號與該第二輸入符號以獲得第一偵測之符號及第二偵測之符號之構件，

用於將該等第一偵測之符號變換至時域以獲得該第一調變符號序列之一估計之構件，及

用於將該等第二偵測之符號變換至時域以獲得該第二調變符號序列之一估計之構件。

32. 如請求項31之裝置，其中用於組合該第一輸入符號與該第二輸入符號之該構件包含：

用於求和該等第一輸入符號之一第一版本與該第一頻

道估計之一第一版本的相乘與該等第二輸入符號之一第一版本與該第二頻道之一第一版本的相乘以獲得該等第一偵測之符號之構件，及

用於求和該等第一輸入符號之一第二版本與該第二頻道估計之一第二版本的相乘與該等第二輸入符號之一第二版本與該第一頻道之一第二版本的相乘以獲得該等第二偵測之符號之構件。

33. 如請求項29之裝置，其進一步包含：

用於在該接收器處獲得至少一額外接收之SC-FDMA符號之構件，每一額外接收之SC-FDMA符號包含由該傳輸器發送的該第一SC-FDMA符號及該第二SC-FDMA符號，每一接收之SC-FDMA符號係自在該接收器處之一不同天線獲得；及

用於處理所有接收之SC-FDMA符號以獲得該第一調變符號序列及該第二調變符號序列之該等估計之構件。



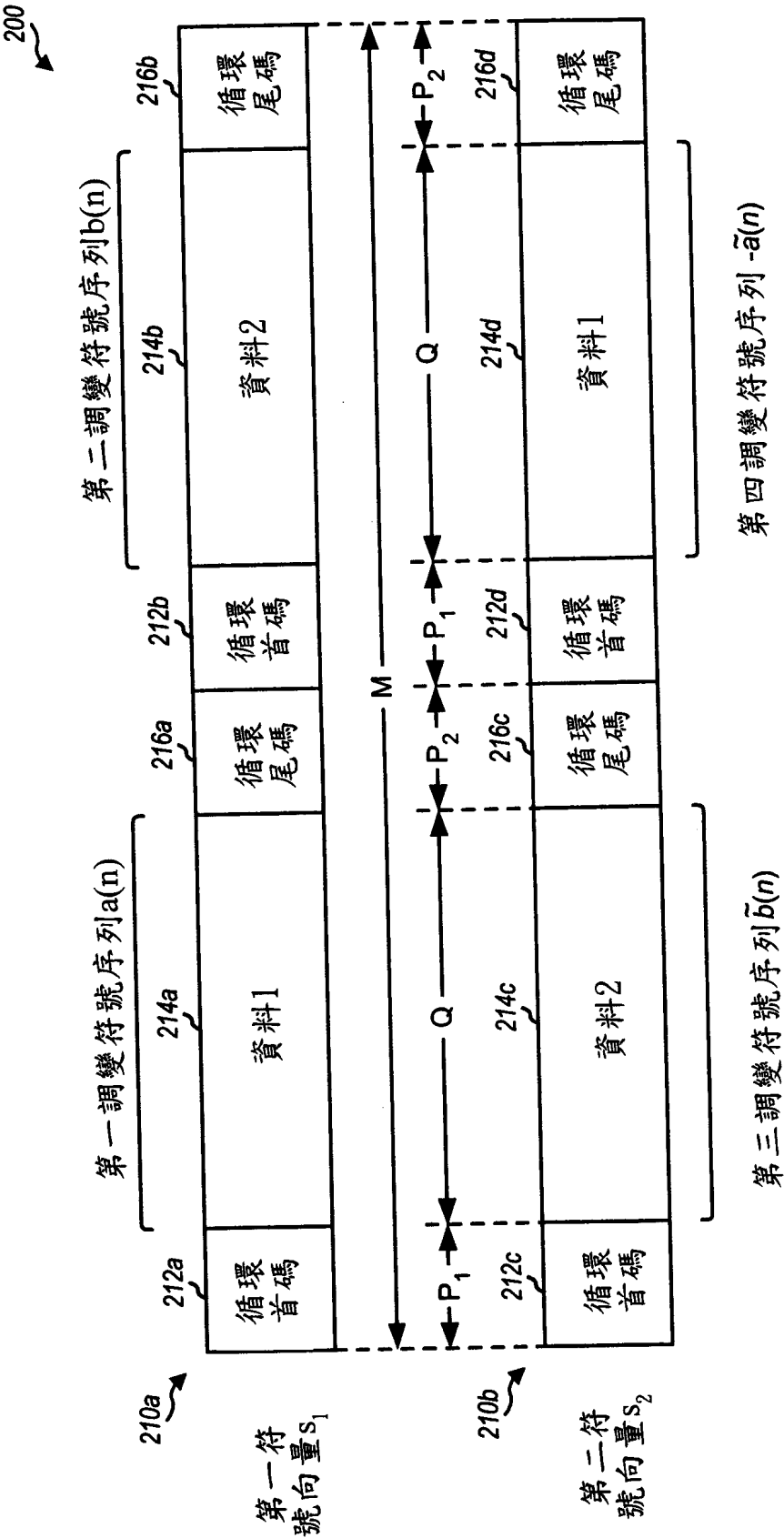


圖2

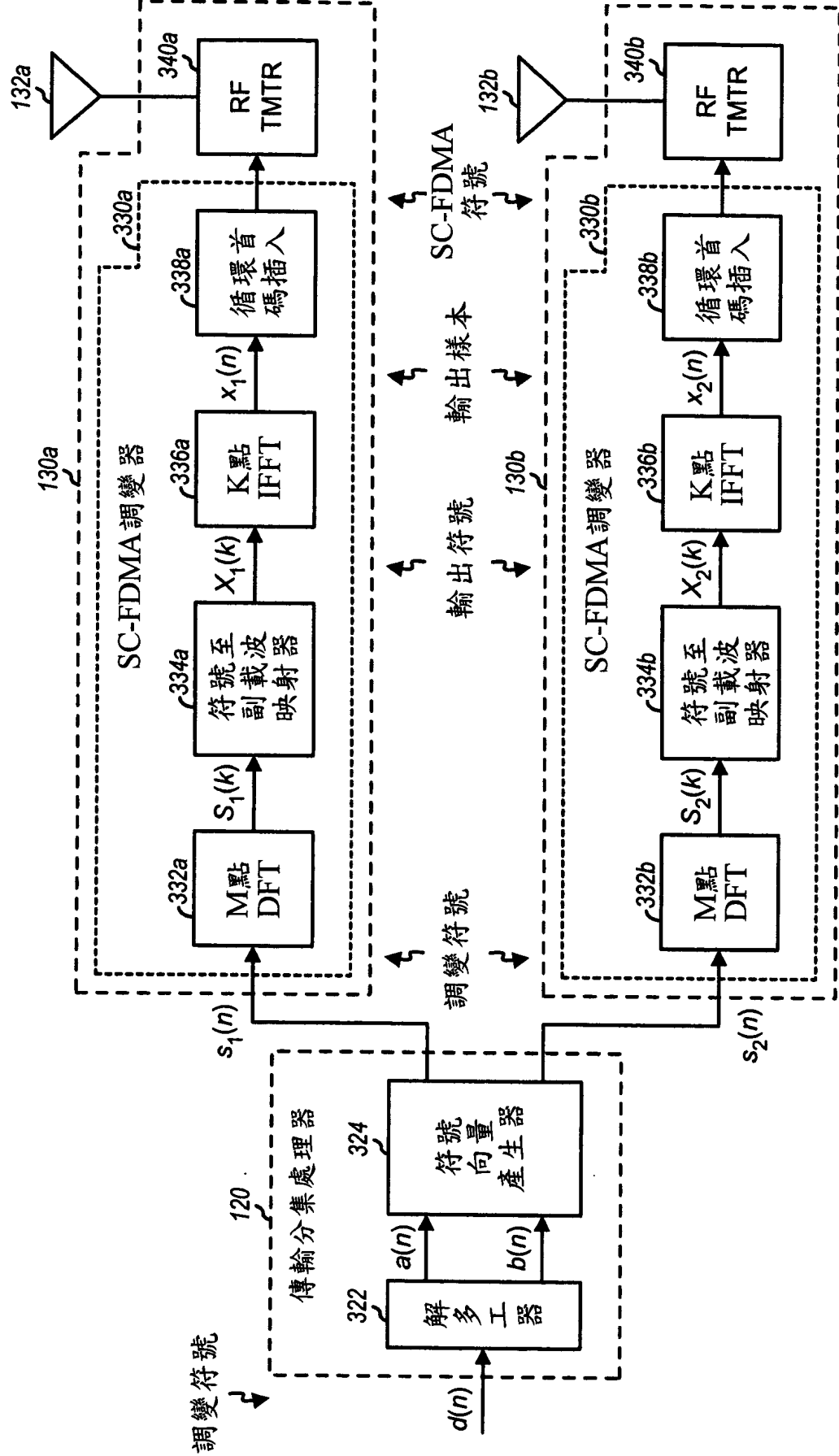


圖3

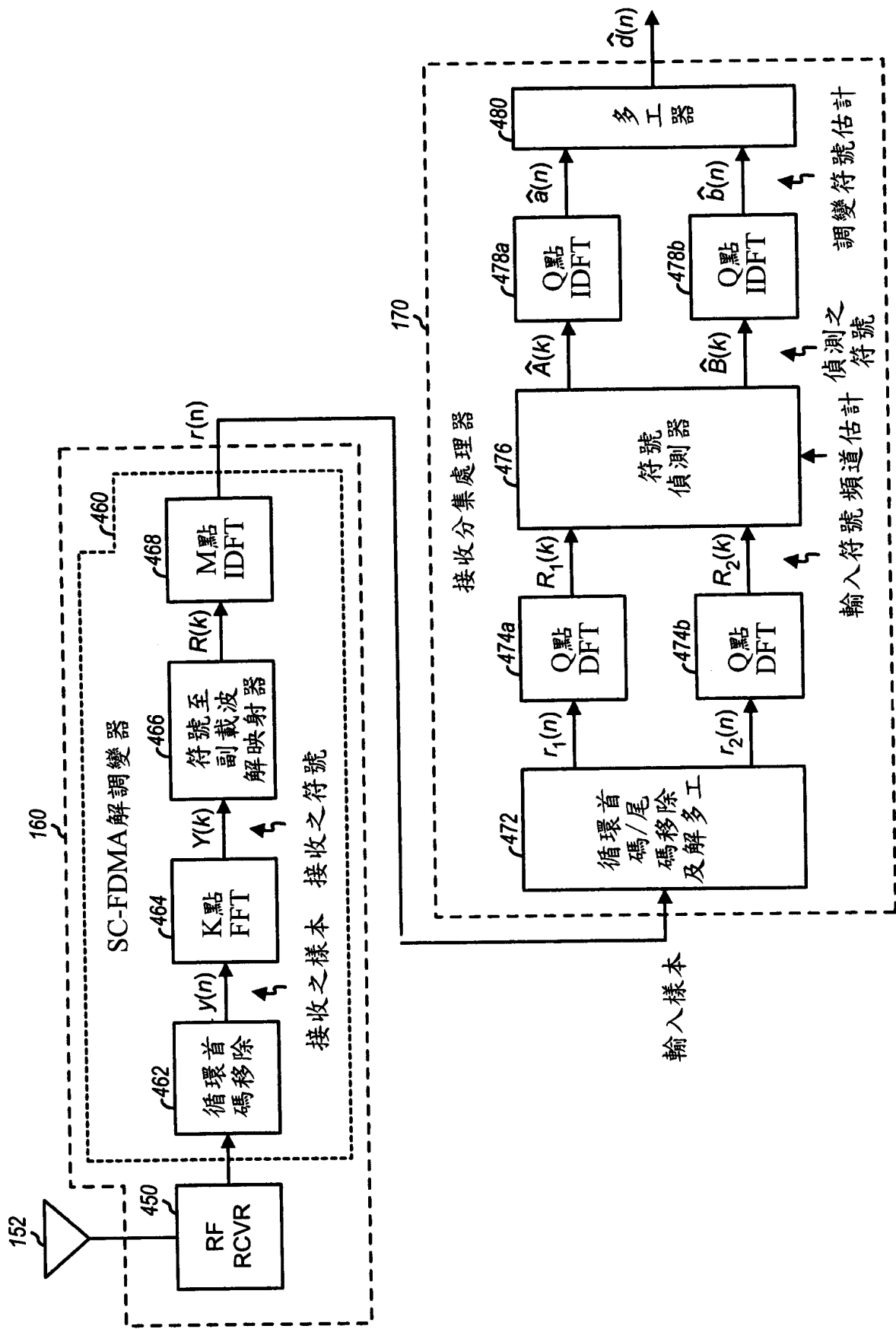


圖4

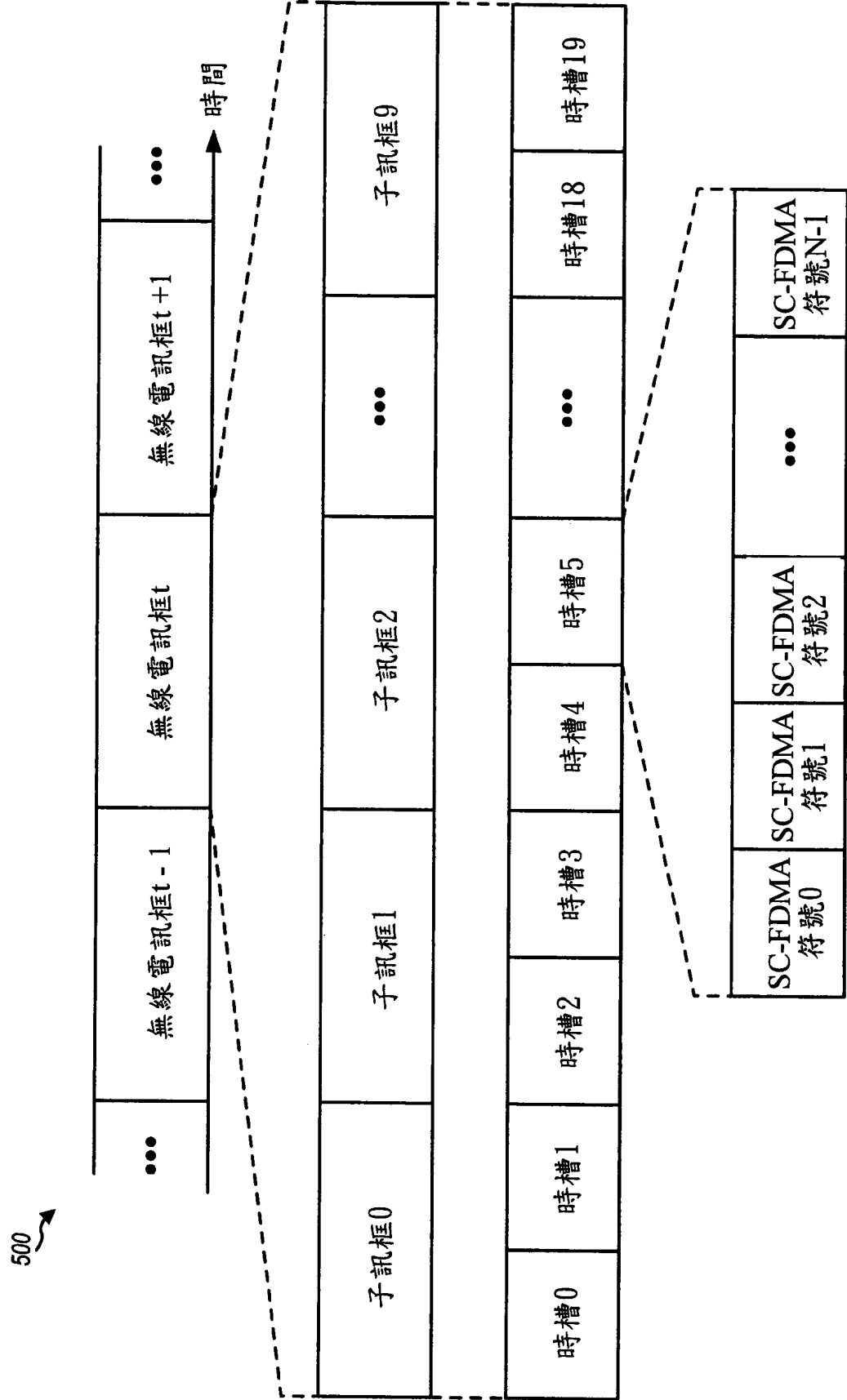


圖5

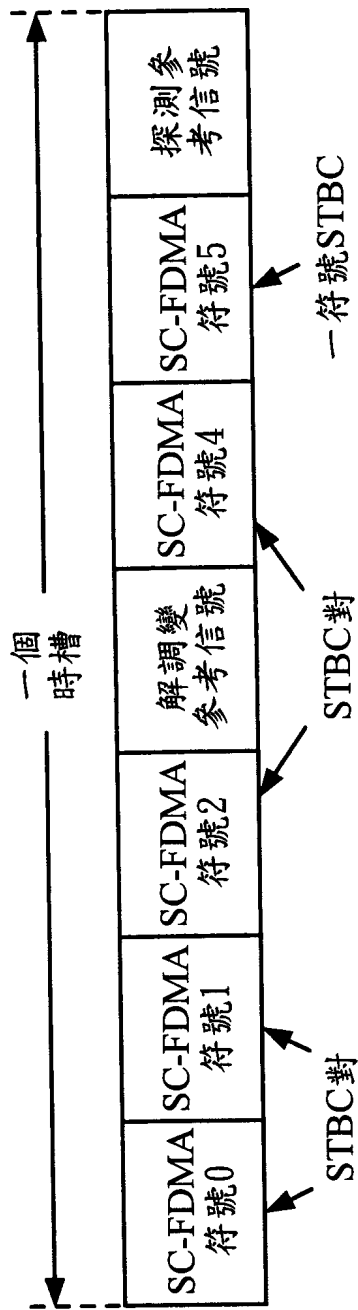


圖6A

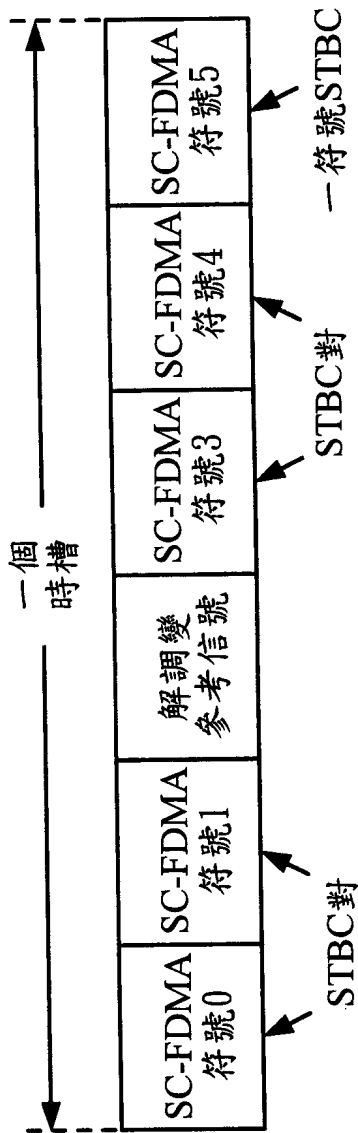


圖6B

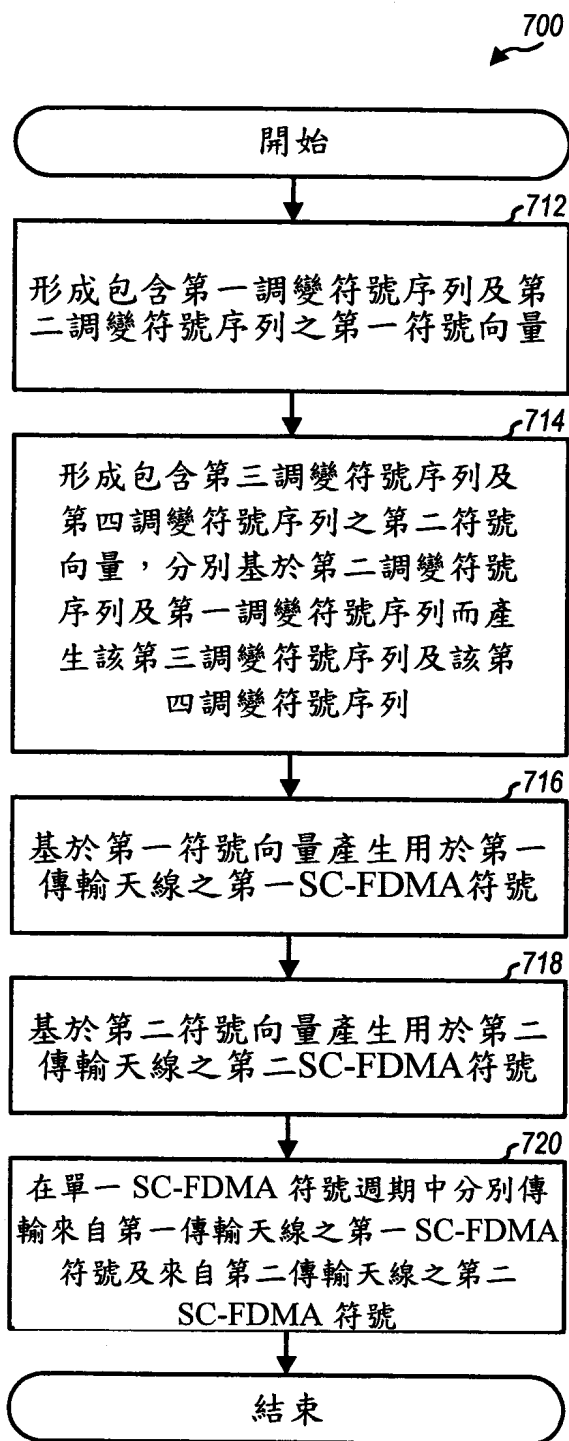


圖7

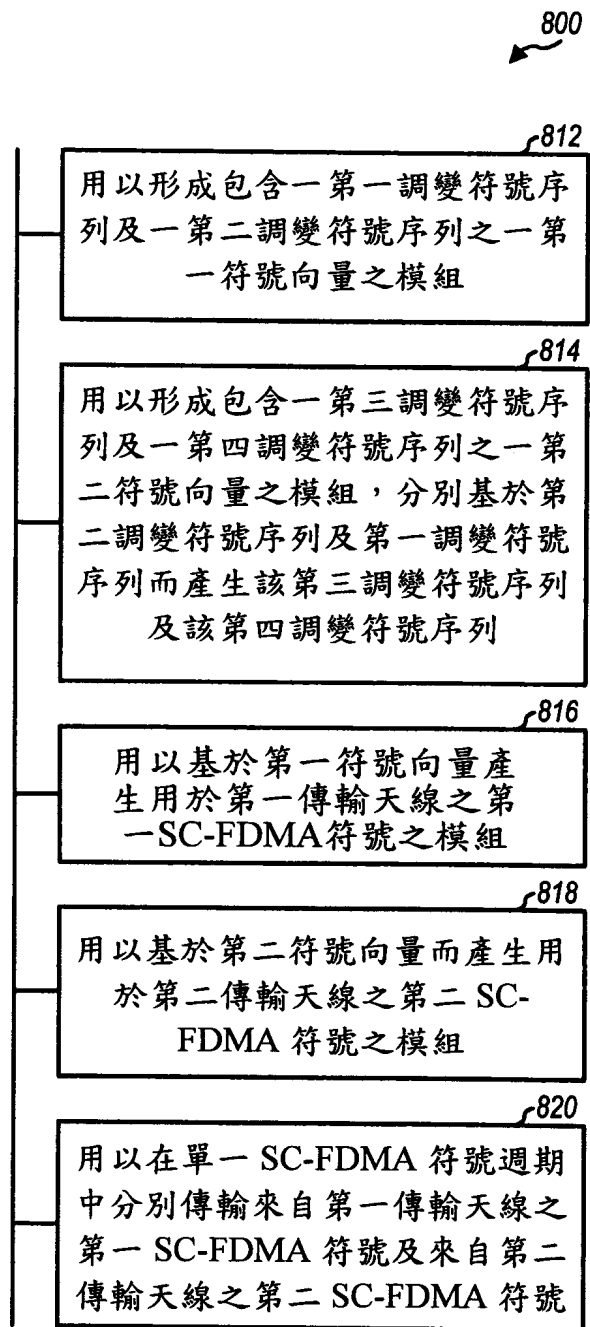


圖8

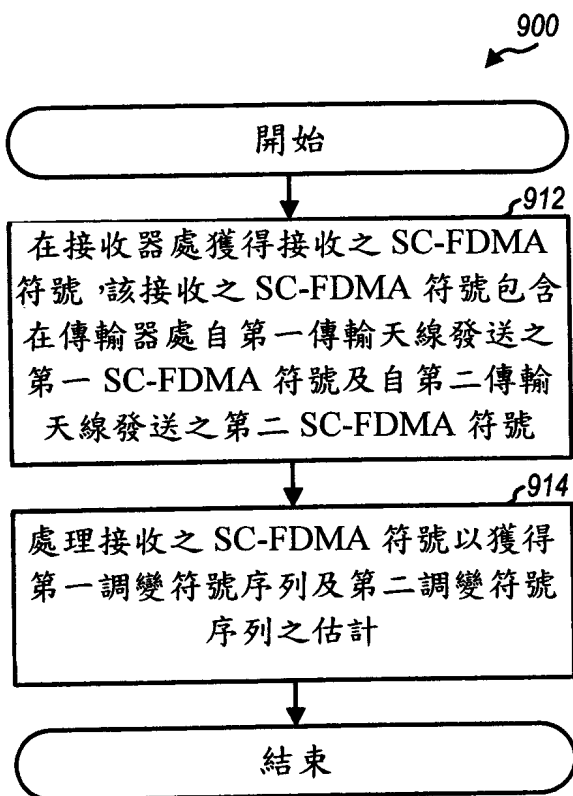


圖 9

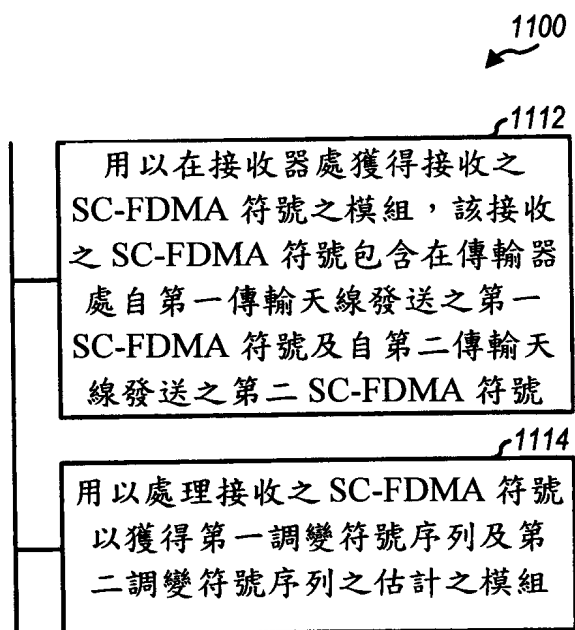


圖 11

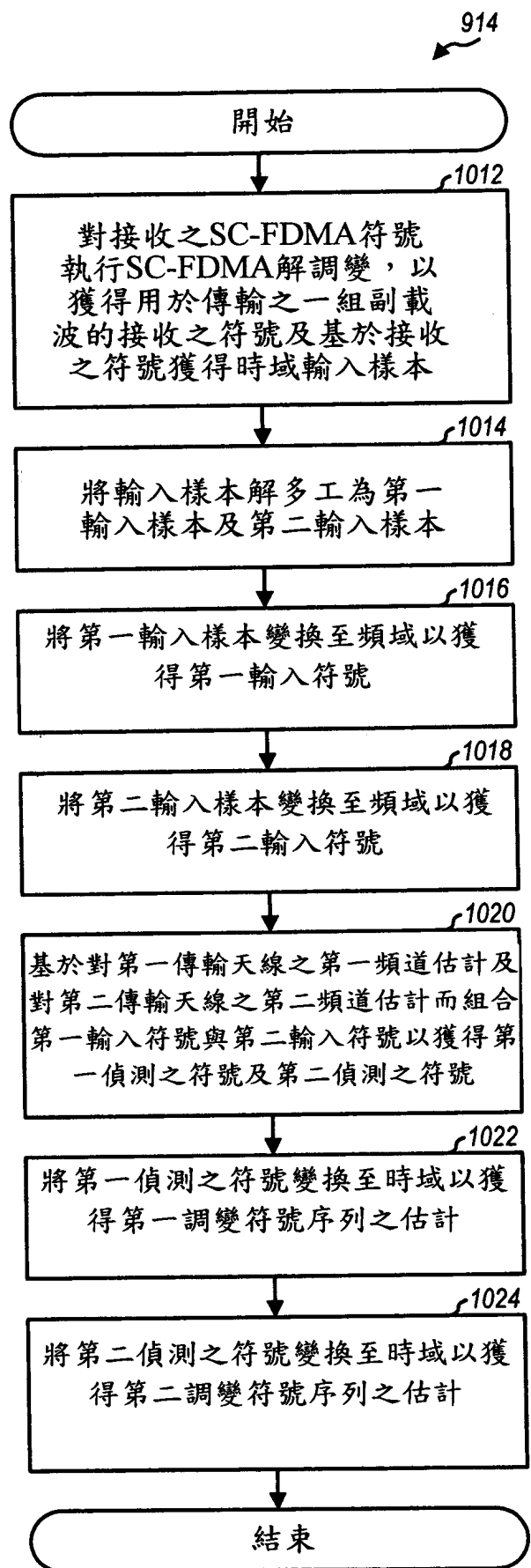


圖 10

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

200	信號結構
210a	格式
210b	格式
212a	循環首碼
212b	循環首碼
212c	循環首碼
212d	循環首碼
214a	資料部分
214b	資料部分
214c	資料部分
214d	資料部分
216a	循環尾碼
216b	循環尾碼
216c	循環尾碼
216d	循環尾碼

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)