



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I523549 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：103104314

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 10 日

(51)Int. Cl. : **H04W24/10 (2009.01)**

(30)優先權：2013/04/07 世界智慧財產權組織 PCT/CN2013/000401

(71)申請人：阿卡特朗訊公司(法國) ALCATEL LUCENT (FR)

法國

(72)發明人：劉皓(CN)；武露(CN)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 102769484A

US 2011/0216846A1

Alcatel-Lucent Shanghai Bell, Alcatel-Lucent, " Considerations on CSI feedback enhancements for high-priority antenna configurations ", 3GPP TSG-RAN WG1 #66, R1-112420, 22-26 August, 2011

Texas Instruments, " Link-Level Evaluation Results on 8Tx

Codebook", 3GPP TSG RAN WG1 61bis, R1-103702, June 28-July 2, 2010

審查人員：黃蘭惠

申請專利範圍項數：35 項 圖式數：3 共 31 頁

(54)名稱

量化通道狀態資訊的方法與裝置

(57)摘要

本發明係關於量化通道狀態資訊之方法與裝置。本發明之一實施例提供向組態有 N_t 根定向天線之基地台提供碼字索引資訊的方法，包括：判定秩為 r 之一第一碼簿中之一第一碼字， $r=1,2,\dots,N_t$ ，並將該碼字索引發送至基地台。判定秩為 r 之一第二碼簿中之一第二碼字，及將該碼字索引發送至基地台。第一碼字為一區塊對角矩陣，其對角區塊上之一矩陣為 $N_t/2$ 列、 N_b 行矩陣。該 N_b 行係自 N 個預定義之 DFT 向量中任選之 N_b 個不同 DFT 向量， N 為 2 的整數次冪， $1 \leq N_b \leq N$ ，每個 DFT 向量長度為 N_t 。第二碼字中對應每一資料流之每一行包括自第一碼字之 N_b 行中獨立

選擇用於兩個極化方向之 DFT 向量的等長行選擇向量及兩極化方向間的同相資訊 $\theta = \frac{2\pi m}{M}$ ， M 為 2 的整數次冪， $0 \leq m \leq M-1$ 。

指定代表圖：

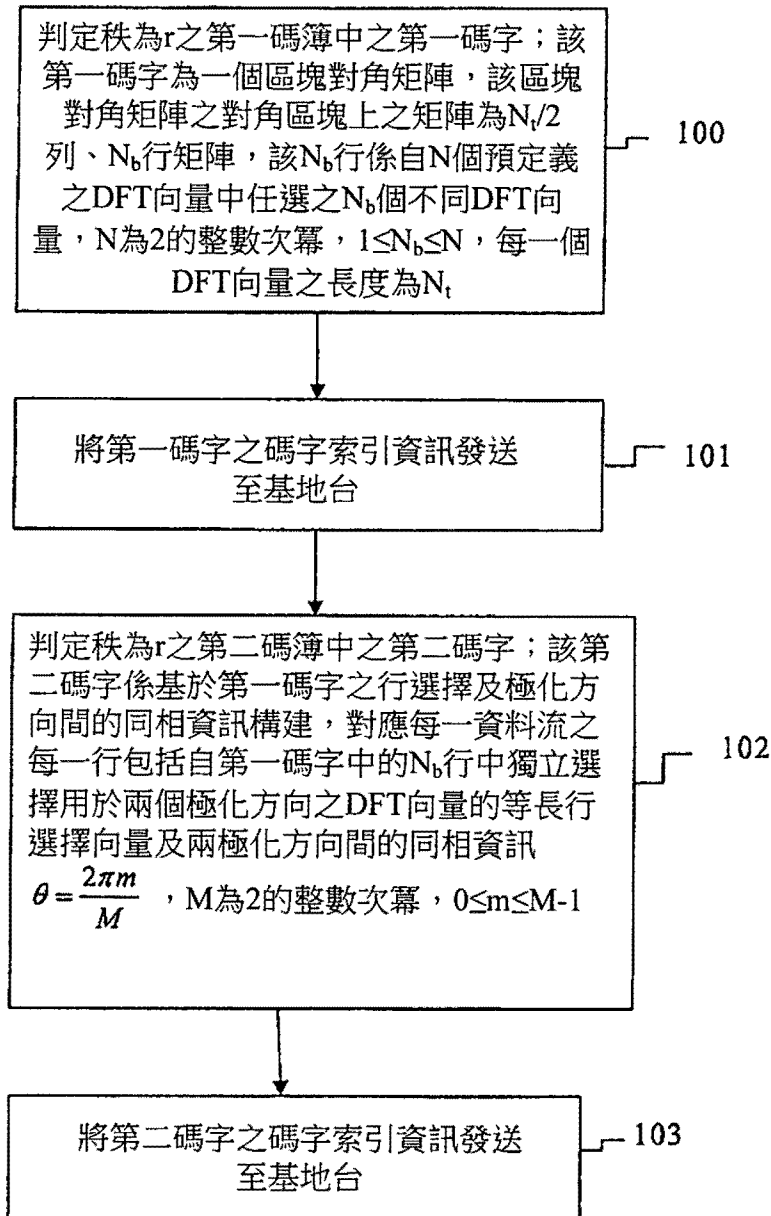


圖1

發明摘要

※ 申請案號：103104314

※ 申請日：103. 2. 10

※IPC 分類：H04W24/10 (2009.01)

【發明名稱】

量化通道狀態資訊的方法與裝置

【中文】

本發明係關於量化通道狀態資訊之方法與裝置。本發明之一實施例提供向組態有 N_t 根定向天線之基地台提供碼字索引資訊的方法，包括：判定秩為 r 之一第一碼簿中之一第一碼字， $r=1,2,\dots,N_t$ ，並將該碼字索引發送至基地台。判定秩為 r 之一第二碼簿中之一第二碼字，及將該碼字索引發送至基地台。第一碼字為一區塊對角矩陣，其對角區塊上之一矩陣為 $N_t/2$ 列、 N_b 行矩陣。該 N_b 行係自 N 個預定義之DFT向量中任選之 N_b 個不同DFT向量， N 為2的整數次幂， $1 \leq N_b \leq N$ ，每個DFT向量長度為 N_t 。第二碼字中對應每一資料流之每一行包括自第一碼字之 N_b 行中獨立選擇用於兩個極化方向之DFT向量的等長行選擇向量及兩極化方向間的同相資訊 $\theta = \frac{2\pi m}{M}$ ， M 為2的整數次幂， $0 \leq m \leq M-1$ 。

【英文】

無

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

量化通道狀態資訊的方法與裝置

【技術領域】

本發明係關於無線通信之方法與裝置，尤其係關於量化無線通信系統中通道狀態資訊之方法與裝置。

【先前技術】

作為近年來第三代合作夥伴計劃(3GPP, 3rd Generation Partnership Project)啟動之最大的新技術研發項目，長期演進/長期演進進階(LTE/LTE-A, Long Term Evolution/Long Term Evolution-Advanced)項目以正交分頻多工/分頻多重存取技術(OFDM/FDMA)為核心技術，並將為今後全球最主要之廣域寬頻帶行動通信系統。眾所周知，通道狀態資訊(CSI, Channel State Information)量化為分頻雙工(FDD, Frequency Division Duplex)系統中之一個關鍵問題，然而儘管業內已有多個LTE/LTE-A之標準版本，但均沒有較佳的解決各種天線陣列，如交叉極化天線陣列之通道狀態資訊回饋問題，阻礙了該技術之進一步發展及實施。

【發明內容】

本發明之目的之一在於提供一種有效的天線陣列之通道狀態資訊之量化技術方案，解決LTE/LTE-A發展中之難題。

本發明之一實施例提供一自使用者設備向基地台提供碼字索引資訊之方法，該基地台組態有 N_t 根定向天線。該方法包括：根據所估計之寬頻帶通道矩陣，使用者設備基於第一預定準則判定秩為 r 之第一碼簿中之第一碼字，其中該第一碼字表示具有相同極化方向之天線

對之寬頻帶/長期通道特性， $r=1,2,\dots,N_t$ ，並將第一碼字之碼字索引發送至基地台。對於每個次頻帶，根據所估計之次頻帶通道矩陣，使用者設備基於第二預定準則判定秩為 r 之第二碼簿中之第二碼字，其中第二碼字表示每一個極化方向及極化方向之間的次頻帶/短期通道特性，以及將第二碼字之碼字索引發送至基地台。其中該第一碼字為一區塊對角矩陣，該區塊對角矩陣之對角區塊上之矩陣為 $N_t/2$ 列、 N_b 行矩陣，其中該 N_b 行係自 N 個預定義之離散傅立葉變換DFT向量中任選之 N_b 個不同DFT向量， N 為2的整數次冪， $1 \leq N_b \leq N$ ，每一個DFT向量之長度為 N_t 。該第二碼字為基於第一碼字之行選擇及極化方向間的同相資訊構建，第二碼字之對應每一資料流的每一行包括自第一碼字中之 N_b 行中獨立選擇用於兩個極化方向之DFT向量之等長行選擇向量及兩極化方向間的同相資訊 $\theta = \frac{2\pi m}{M}$ ， M 為2的整數次冪， $0 \leq m \leq M-1$ 。

在一實施例中，行選擇向量 \tilde{e}_i 為 $N_b \times 1$ 選擇向量，其中除第 $1(1 \leq l \leq N_b)$ 個元素為1外，其他所有值均為0。使用 N_u 位元對區塊對角矩陣之第一碼字進行量化， N_u 等於或小於 $\log_2 N$ ；以及用 N_0 位元對同相資訊進行量化， N_0 等於或小於 $\log_2 M$ ， N_0 對應不同的秩取相同或不同的值；以及用 N_e 位元對行選擇向量進行量化，每一個行選擇向量 N_e 等於或小於 $\log_2 N_b$ 。在另一實施例中， N_b 行係4行，其中第一行與第二行之DFT向量及第三行與第四行之DFT向量為相鄰向量，第一行與第三行之DFT向量及第二行與第四行之DFT向量為正交向量。秩為1，第二碼字具有一行資料流；當 N_t 根定向天線經緊密排列時，該行資料流中對應第一極化方向之行選擇向量及對應第二極化方向之行選擇向量自第一碼字中判定相同的DFT向量；當 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，該行資料流中對應第一極化方向之行選擇向量及對應第二極化方向之行選擇向量自第一碼字中判定正交之DFT向量。類似的，當秩

為2，第二碼字具有兩行資料流；當 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應兩行資料流中每一行之兩個極化方向的行選擇向量自第一碼字中判定相同的DFT向量，且每個極化方向之兩個行選擇向量自第一碼字中判定相同或正交之DFT向量；當 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應兩行資料流中每一行之兩個極化方向的行選擇向量自第一碼字中判定正交之DFT向量，且每個極化方向之兩個行選擇向量自第一碼字中判定相同或正交之DFT向量。秩為3，第二碼字具有三行資料流，當 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應三行資料流中每一行之兩個極化方向的行選擇向量自第一碼字中判定相同的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自第一碼字判定之DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交；當 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應三行資料流中每一行之兩個極化方向的行選擇向量自第一碼字中判定正交之DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自第一碼字判定之DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交。秩為4，第二碼字具有四行資料流，當 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應四行資料流中每一行之兩個極化方向的行選擇向量自第一碼字中判定相同的DFT向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自第一碼字判定之DFT向量中的第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交，當 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應四行資料流中每一行之兩個極化方向的行選擇向量自第一碼字中判定正交之DFT向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自第一碼字判定之DFT向量中的第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交。

相應的，本發明之實施例亦提供一基地台判定碼字之方法，該方法包括：接收秩為 r 之第一碼簿之第一碼字的索引，其中該第一碼字表示具有相同極化方向之天線對之寬頻帶/長期通道特性，

$r=1,2,\dots,N_t$ ；接收秩為 r 之第二碼簿之第二碼字的索引，其中第二碼字表示每一個極化方向及極化方向之間的次頻帶/短期通道特性；根據第一碼字之索引，自秩為 r 之第一碼簿中判定第一碼字；根據第二碼字之索引，自秩為 r 之第二碼簿中判定第二碼字；以及基於第一碼字與第二碼字最終判定碼字。其中該第一碼字為一區塊對角矩陣，該區塊對角矩陣之對角區塊上之矩陣為 $N_t/2$ 列、 N_b 行矩陣，其中該 N_b 行係自 N 個預定義之離散傅立葉變換DFT向量中任選之 N_b 個不同DFT向量， N 為2的整數次冪， $1 \leq N_b \leq N$ ，每一個DFT向量之長度為 N_t 。該第二碼字為基於第一碼字之行選擇及極化方向間的同相資訊構建，第二碼字之對應每一資料流的每一行包括自第一碼字中之 N_b 行中獨立選擇用於兩個極化方向之DFT向量的等長行選擇向量及兩極化方向間的同相資訊 $\theta = \frac{2\pi m}{M}$ ， M 為2的整數次冪， $0 \leq m \leq M-1$ 。

本發明之實施亦提供可分別執行上述方法之使用者設備與基站，該使用者設備包括：第一碼字判定裝置，根據所估計之寬頻帶通道矩陣，基於第一預定準則判定秩為 r 之第一碼簿中之第一碼字，其中該第一碼字表示具有相同極化方向之天線對之寬頻帶/長期通道特性， $r=1,2,\dots$ ；第一碼字索引發送裝置，將第一碼字之碼字索引發送至基地台；第二碼字判定裝置，對於每個次頻帶，根據所估計之次頻帶通道矩陣，基於第二預定準則判定秩為 r 之第二碼簿中之第二碼字，其中第二碼字表示每一個極化方向及極化方向之間的次頻帶/短期通道特性；以及第二碼字索引發送裝置，將第二碼字之碼字索引發送至基地台。該基地台包括第一碼字索引接收裝置，接收秩為 r 之第一碼簿之第一碼字的索引，其中該第一碼字表示具有相同極化方向之天線對之寬頻帶/長期通道特性， $r=1,2,\dots$ ；第二碼字索引接收裝置，接收秩為 r 之第二碼簿之第二碼字的索引，其中第二碼字表示每一個

極化方向及極化方向之間的次頻帶/短期通道特性；第一碼字判定裝置，根據第一碼字之索引，自秩為 r 之第一碼簿中判定第一碼字；第二碼字判定裝置，根據第二碼字之索引，自秩為 r 之第二碼簿中判定第二碼字；以及最終碼字判定裝置，基於第一碼字與第二碼字最終判定碼字。

本發明之實施例亦進一步提供了包括上述使用者設備與基地台之無線通信系統。

本發明提供了對定向天線進行通道狀態資訊量化之新穎方法與裝置，較佳地解決了LTE/LTE-A發展中部分天線配置，如交叉極化天線無法準確量化之問題，以較低之量化附加項提高了量化之準確性。

【圖式簡單說明】

圖1所示為根據本發明之一實施例之使用兩級碼簿量化通道狀態資訊的方法的流程圖，該方法發生在使用者設備側；

圖2所示為根據本發明之一實施例之使用兩級碼簿量化通道狀態資訊的方法的流程圖，該方法發生在基地台側；及

圖3為根據本發明一實施例之使用兩級碼簿量化通道狀態資訊之無線通信系統的結構示意方塊圖。

【實施方式】

為更好地理解本發明之精神，以下結合本發明之部分較佳實施例對其作進一步說明。

在LTE/LTEA系統發展中，當基地台組態交叉極化天線陣列(CLA, cross polarized antenna array)時，技術人員發現下行鏈路(down link)多使用者-多輸入多輸出(MU-MIMO, Multiple User-Multiple Input Multiple Output)表現不如預期。究其原因主要在於對該類交叉極化天線之通道狀態資訊之量化回饋不夠準確。

本發明之實施例可解決上述交叉極化天線陣列之通道狀態資訊

量化問題，提高量化準確性。

根據本發明之一實施例，在下行鏈路多輸入多輸出(MIMO, Multiple Input Multiple Output)系統中，基地台，如演進型基地台(eNB, evolved Node Base)裝配有 N_t 根交叉極化天線。針對各個秩 r ， $r=0,1,\dots,N_t$ ，分別構建對應之碼簿。各不同秩 r 之碼簿為一兩級碼簿(two-stage codebook)，分別包括相應之第一碼簿與第二碼簿。而最終碼簿，按照一定的規則基於第一碼簿及第二碼簿判定，如對於一定秩之兩級碼簿之碼字，以第一碼簿之一碼字矩陣乘以第二碼簿之一碼字矩陣。具有不同秩之第一碼簿、第二碼簿、最終判定之碼簿，及最後碼簿之判定規則分別儲存於基地台與使用者設備，用於量化通道狀態資訊。由使用者設備提供量化通道狀態資訊之碼字索引給基地台，基地台基於收到之碼字索引判定碼字而獲得通道狀態資訊。

圖1所示為根據本發明之一實施例之使用兩級碼簿量化通道狀態資訊的方法的流程圖，該方法發生在使用者設備側，為自使用者設備向基地台提供碼字索引資訊之方法。需注意的是該流程圖僅為清楚地演示本發明之實施例，而非用於限制各步驟間的順序(下同)。

如圖1所示，在步驟100中，使用者設備根據所估計之長時及/或寬頻帶通道矩陣，基於一預定準則，如熟習此項技術者所瞭解之容量最大化準則或距離最小化準則等，判定秩為 r 之第一碼簿中之第一碼字。其中該第一碼字為一個區塊對角矩陣(block diagonal matrix)，該區塊對角矩陣之對角區塊上之矩陣為 $N_t/2$ 列、 N_b 行矩陣，其中該 N_b 行係自 N 個預定義之離散傅立葉變換(DFT, Discrete Fourier Transform)向量中任選之 N_b 個不同DFT向量， N 為2的整數次冪， $1 \leq N_b \leq N$ ，每一個DFT向量之長度為 N_t 。

在步驟101中，使用者設備將該判定之第一碼字之碼字索引發送至於基地台。

而對於每個次頻帶，在步驟102中，使用者設備則根據所估計之短時及/或次頻帶通道矩陣，亦基於一預定準則(該預定準則可與判定第一碼字之預定準則相同或不同，同時需要結合判定之第一碼字資訊)判定秩為 r 之第二碼簿中的第二碼字。該第二碼字係基於該第一碼字之行選擇及極化方向間的同相資訊構建，該第二碼字之對應每一資料流之每一行包括自該第一碼字中的 N_b 行中獨立選擇用於兩個極化方向之該DFT向量的等長行選擇向量及該兩極化方向間的同相資訊 $\theta = \frac{2\pi m}{M}$ ， M 為2的整數次幂。 $0 \leq m \leq M-1$ 。

● 在步驟103中，使用者設備將第二碼字之碼字索引亦發送至基地台。

相應的，圖2所示為根據本發明之一實施例之使用兩級碼簿量化通道狀態資訊的方法的流程圖，該方法發生在基地台側，為基地台判定碼字之方法。

如圖2所示，在步驟200基地台接收秩為 r 之第一碼簿之第一碼字的索引。

在步驟201，接收秩為 r 之第二碼簿之第二碼字的索引。

● 在步驟202，根據第一碼字之索引，自秩為 r 之第一碼簿中判定該第一碼字。

在步驟203，根據第二碼字之索引，自秩為 r 之第二碼簿中判定該第二碼字。

為獲得最終通道狀態資訊，在步驟204基地台基於第一碼字與第二碼字判定最終碼字。

以4天線之交叉極化天線陣列為例，可使用一兩級碼簿對其進行通道狀態資訊量化，該兩級碼簿之一碼字可表示為： $W = W_1 W_2$ ，

其中： W_1 為第一級碼簿中之第一碼字，表示具有相同極化方向

之天線對之寬頻帶/長期通道特性， W_2 為第二級碼簿中之第二碼字，表示每一個極化方向及極化方向之間的次頻帶/短期通道特性。

具體而言， W_1 為一區塊對角矩陣， $W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{V} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{V} \end{bmatrix}$ 。該區塊對角矩陣之對角區塊上之矩陣 V 為 $N_t/2 \times N_b$ 矩陣，對於4天線之交叉極化天線陣列即為 $2 \times N_b$ 矩陣。 V 可進一步表示為 $v = [u_1, \dots, u_{N_b}]$ ，其中 $u_i, i \in (1, \dots, N_b)$ 為自 N 個預定義之DFT向量中任選之一個向量， N 通常為2的整數次幂，且該 N_b 行向量各不相同。該 N 個預定義之DFT向量之取得可藉由此項技術之公知常識，此處不再贅述。可使用 N_u 位元對區塊對角矩陣之第一碼字進行量化， N_u 等於或小於 $\log_2 N$ ，亦即為用於第一碼簿之第一碼字之量化附加項。舉例而言，當 $N_b = 4$ 時，

$$V = [u_1, u_2, u_3, u_4] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\frac{2n\pi}{N}} & e^{j\frac{2(n+1)\pi}{N}} & -e^{j\frac{2n\pi}{N}} & -e^{j\frac{2(n+1)\pi}{N}} \end{bmatrix}, (n = 0, \dots, N-1)$$

在本實施例中，為更好描述天線配置，第一與第二向量、第三與第四向量為相鄰向量，而第一與第三向量、第二與第四向量則為正交向量。

可進一步設定 N 為16，則

$$V = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\frac{2n\pi}{16}} & e^{j\frac{2(n+1)\pi}{16}} & -e^{j\frac{2n\pi}{16}} & -e^{j\frac{2(n+1)\pi}{16}} \end{bmatrix}, (n = 0, \dots, 15)$$

此時，該第一級碼簿之第一碼字定義為：

$$W_1 = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\frac{2n\pi}{16}} & e^{j\frac{2(n+1)\pi}{16}} & -e^{j\frac{2n\pi}{16}} & -e^{j\frac{2(n+1)\pi}{16}} \end{bmatrix} & 0 \\ 0 & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\frac{2n\pi}{16}} & e^{j\frac{2(n+1)\pi}{16}} & -e^{j\frac{2n\pi}{16}} & -e^{j\frac{2(n+1)\pi}{16}} \end{bmatrix} \end{bmatrix}, (n = 0, \dots, 15)$$

第二碼簿之第二碼字係基於第一碼字之行選擇及極化方向間的同相(co-phasing)資訊構建的。第二碼字之每一行(對應每一資料流或秩)包括自 W_1 中之 N_b 行中獨立選擇用於每一極化方向之DFT向量之等長行選擇向量及各極化方向間的同相資訊。

舉例而言，對於上述之4天線交叉極化天線，在秩為1時，第二碼字 W_2 可表示為：

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y_1 \\ e^{j\frac{2\pi m}{M}} Y_2 \end{bmatrix} \right\}, (m = 0, \dots, M-1)$$

其中 Y_1 、 Y_2 為分別自 W_1 中之 N_b 行中獨立選擇用於第一極化方向之DFT向量、第二極化方向之DFT向量的第一行選擇向量與第二行選擇向量。各行選擇向量 \tilde{e}_i 為 $N_b \times 1$ 選擇向量，其中除第 i ($1 \leq i \leq N_b$)個元素全為1外，其他所有值均為0。各行選擇向量可使用 N_e 進行量化，每一個行選擇向量之量化附加項等於或小於 $\log_2 N_b$ 。兩個極化方向間的同相資訊 $\theta = \frac{2\pi m}{M}$ 可使用 N_θ 進行量化，亦即其量化附加項等於或小於 $\log_2 M$ 位元。與 N 類似，熟習此項技術者應當瞭解 M 通常為2的整數次冪，及如何判定同相資訊。需注意的是 N_θ 之值在不同的秩時可有不同設定。

當 $M=4$ 時，則第二碼簿中秩為1之第二碼字可進一步表示為：

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y_1 \\ e^{j\frac{2\pi m}{4}} Y_2 \end{bmatrix} \right\}, (m = 0, \dots, 3)$$

共相資訊量化附加項為2位元。

對於不同的天線配置，行選擇向量 Y_1 、 Y_2 之設定不同，亦即對於不同的天線配置可有不同選擇方式。舉例而言，對於緊密排列之交叉極化線性天線陣列(例如天線間距約為載波半波長)， Y_1 、 Y_2 可自第一碼字中判定相同的向量。本實施例中，考慮到第一碼字中第一與第二向量、第三與第四向量為相鄰向量，則第一與第二行選擇向量 Y_1 、 Y_2 可選擇為：

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} \in \left\{ \begin{bmatrix} \tilde{e}_1 \\ \tilde{e}_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_2 \\ \tilde{e}_1 \end{bmatrix} \right\}$$

而對於稀疏排列之交叉極化線性天線陣列(例如天線間距約為4倍

載波波長)， Y_1 、 Y_2 可自第一碼字中判定正交之向量。本實施例中，考慮到第一碼字中第一與第二向量、第三與第四向量為相鄰向量，則第一與第二行選擇向量 Y_1 、 Y_2 可選擇為：

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} \in \left\{ \begin{bmatrix} \tilde{e}_1 \\ \tilde{e}_3 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_2 \\ \tilde{e}_4 \end{bmatrix} \right\}$$

該秩為1之第一碼字之量化附加項包括兩位元的同相資訊附加項及兩位元的行選擇附加項。

當秩為2時，第二碼字包括兩行資料流，第二碼字可表示為：

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_3 \\ e^{j\frac{2\pi m}{M}} Y_2 & -e^{j\frac{2\pi m}{M}} Y_4 \end{bmatrix} \right\}$$

如前所述第二碼字之每一行包括之行選擇向量 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 中 Y_1 、 Y_3 為自 W_1 中之 N_b 行中獨立選擇用於第一極化方向的DFT向量之行選擇向量、 Y_2 、 Y_4 為自 W_1 中之 N_b 行中獨立選擇用於第二極化方向的DFT向量之行選擇向量。各行選擇向量 \tilde{e}_i 為 $N_b \times 1$ 選擇向量，其中除第 l ($1 \leq l \leq N_b$)個元素全為1外，其他所有值均為0。

設定 M 為4，但僅取一位元之同相資訊的量化，則第二碼字可進一步設定為：

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_3 \\ Y_2 & -Y_4 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_3 \\ jY_2 & -jY_4 \end{bmatrix} \right\}$$

類似的，對於緊密排列之交叉極化線性天線陣列，每一行(資料流)中用於兩個極化方向之行選擇向量 Y_1 、 Y_2 及 Y_3 、 Y_4 可自第一碼字中判定相同的向量，同時兩行(資料流)間的行選擇向量 Y_1 、 Y_3 及 Y_2 、 Y_4 可自第一碼字中判定相同或正交之向量，則 Y_1 - Y_4 可選擇為：

$$\begin{bmatrix} Y_1 & Y_3 \\ Y_2 & Y_4 \end{bmatrix} \in \left\{ \begin{bmatrix} \tilde{e}_1 & \tilde{e}_1 \\ \tilde{e}_1 & \tilde{e}_1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_2 & \tilde{e}_2 \\ \tilde{e}_2 & \tilde{e}_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_1 & \tilde{e}_3 \\ \tilde{e}_1 & \tilde{e}_3 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_2 & \tilde{e}_4 \\ \tilde{e}_2 & \tilde{e}_4 \end{bmatrix} \right\}$$

\tilde{e}_i 為 $N_b \times 1$ 選擇向量，其中除第 l ($1 \leq l \leq N_b$)個元素全為1外，其他所有值均為0。

而對於稀疏排列之交叉極化線性天線陣列，每一行(資料流)中用於兩個方向之行選擇向量 Y_1 、 Y_2 及 Y_3 、 Y_4 可自第一碼字中判定正交的向量，同時兩行(資料流)間的行選擇向量 Y_1 、 Y_3 及 Y_2 、 Y_4 可自第一碼字中判定相同或正交之向量，則 Y_1 - Y_4 可選擇為：

$$\begin{bmatrix} Y_1 & Y_3 \\ Y_2 & Y_4 \end{bmatrix} \in \left\{ \begin{bmatrix} \tilde{e}_1 & \tilde{e}_1 \\ \tilde{e}_3 & \tilde{e}_3 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_2 & \tilde{e}_2 \\ \tilde{e}_4 & \tilde{e}_4 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_1 & \tilde{e}_3 \\ \tilde{e}_3 & \tilde{e}_1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_2 & \tilde{e}_4 \\ \tilde{e}_4 & \tilde{e}_2 \end{bmatrix} \right\}$$

該秩為2之第二碼字之量化附加項包括1位元的同相資訊量化附加項及3位元的行選擇量化附加項。

類似的，當秩為3時，第二碼字具有三行資料流，當 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應三行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自第一碼字中判定相同的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自第一碼字判定的DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交。當 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應三行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自第一碼字判定之DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交。

基於上述資料流之關係，第二碼字可簡化表示為：

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_3 \\ e^{j\frac{2\pi m}{M}} Y_2 & -e^{j\frac{2\pi m}{M}} Y_4 \end{bmatrix} \right\}$$

其中 Y_1 - Y_4 可獨立地自第一碼字中為每一個資料流及每一極化方向選擇一個或兩個不同的適當DFT向量，從而實現對每一個極化方向上之三個資料流之描述。換言之，儘管在上述表示形式上僅列出了兩行，但在每一個極化方向上之兩個行選擇向量 Y_1 或 Y_3 ， Y_2 或 Y_4 可有兩個不同選擇設定，仍實現了對3個資料流之描述。

具體而言，可設定使用0位元對同相資訊進行量化，則第二碼字可進一步表述為：

$$\mathbf{W}_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_3 \\ Y_2 & -Y_4 \end{bmatrix} \right\}$$

類似的，對於緊密排列之交叉極化線性天線陣列，每一行(資料流)中用於兩個極化方向之行選擇向量 Y_1 、 Y_2 及 Y_3 、 Y_4 可自第一碼字中判定相同的向量，則 Y_1 - Y_4 可選擇為：

$$\begin{bmatrix} Y_1 & Y_3 \\ Y_2 & Y_4 \end{bmatrix} \in \left\{ \begin{array}{l} \begin{bmatrix} \tilde{e}_1 & [\tilde{e}_1 & \tilde{e}_3] \\ \tilde{e}_1 & [\tilde{e}_1 & \tilde{e}_3] \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_2 & [\tilde{e}_2 & \tilde{e}_4] \\ \tilde{e}_2 & [\tilde{e}_2 & \tilde{e}_4] \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_3 & [\tilde{e}_1 & \tilde{e}_3] \\ \tilde{e}_3 & [\tilde{e}_1 & \tilde{e}_3] \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_4 & [\tilde{e}_2 & \tilde{e}_4] \\ \tilde{e}_4 & [\tilde{e}_2 & \tilde{e}_4] \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} [\tilde{e}_1 & \tilde{e}_3] & \tilde{e}_3 \\ [\tilde{e}_1 & \tilde{e}_3] & \tilde{e}_3 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} [\tilde{e}_2 & \tilde{e}_4] & \tilde{e}_4 \\ [\tilde{e}_2 & \tilde{e}_4] & \tilde{e}_4 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} [\tilde{e}_3 & \tilde{e}_1] & \tilde{e}_1 \\ [\tilde{e}_3 & \tilde{e}_1] & \tilde{e}_1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} [\tilde{e}_4 & \tilde{e}_2] & \tilde{e}_2 \\ [\tilde{e}_4 & \tilde{e}_2] & \tilde{e}_2 \end{bmatrix} \end{array} \right\}$$

\tilde{e}_i 為 $N_b \times 1$ 選擇向量，其中除第 i ($1 \leq i \leq N_b$) 個元素全為 1 外，其他所有值均為 0。

而對於稀疏排列之交叉極化線性天線陣列，每一行(資料流)中用於兩個極化方向之行選擇向量 Y_1 、 Y_2 及 Y_3 、 Y_4 可自第一碼字中判定正交的向量，則 Y_1 - Y_4 可選擇為：

$$\begin{bmatrix} Y_1 & Y_3 \\ Y_2 & Y_4 \end{bmatrix} \in \left\{ \begin{array}{l} \begin{bmatrix} \tilde{e}_1 & [\tilde{e}_1 & \tilde{e}_3] \\ \tilde{e}_3 & [\tilde{e}_3 & \tilde{e}_1] \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_2 & [\tilde{e}_2 & \tilde{e}_4] \\ \tilde{e}_4 & [\tilde{e}_4 & \tilde{e}_2] \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_3 & [\tilde{e}_1 & \tilde{e}_3] \\ \tilde{e}_1 & [\tilde{e}_3 & \tilde{e}_1] \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_4 & [\tilde{e}_2 & \tilde{e}_4] \\ \tilde{e}_2 & [\tilde{e}_4 & \tilde{e}_2] \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} [\tilde{e}_1 & \tilde{e}_3] & \tilde{e}_3 \\ [\tilde{e}_3 & \tilde{e}_1] & \tilde{e}_1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} [\tilde{e}_2 & \tilde{e}_4] & \tilde{e}_4 \\ [\tilde{e}_4 & \tilde{e}_2] & \tilde{e}_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} [\tilde{e}_3 & \tilde{e}_1] & \tilde{e}_1 \\ [\tilde{e}_1 & \tilde{e}_3] & \tilde{e}_3 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} [\tilde{e}_4 & \tilde{e}_2] & \tilde{e}_2 \\ [\tilde{e}_2 & \tilde{e}_4] & \tilde{e}_4 \end{bmatrix} \end{array} \right\}$$

該秩為 3 之第二碼字的量化附加項僅包括 4 位元之行選擇量化附加項。

依次類推，當秩為 4 時，第二碼字有 4 行資料流，當 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應四行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自第一碼字中判定相同的 DFT 向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自第一碼字判定的 DFT 向量中之第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交；當 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應四行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自第一碼字中判定正交的 DFT 向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自第一碼字判定之 DFT 向量中的第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交。

同樣考慮到各資料流之間的正交關係，則第二碼字可表示為：

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ e^{j\frac{2\pi m}{M}} Y_2 & -e^{j\frac{2\pi m}{M}} Y_2 \end{bmatrix} \right\}$$

其中 Y_1 、 Y_2 可獨立地自第一碼字中為每一個資料流及每一極化方向選擇兩個不同的適當DFT向量，從而實現對每一個極化方向上之四個資料流的描述。同樣，儘管在上述表示形式上僅列出了兩行，但在每一個極化方向上之兩個行選擇向量 Y_1 、 Y_2 可有兩個不同選擇設定，仍實現了對四個資料流之描述。

具體而言，可設定使用1位元對同相資訊進行量化，則第二碼字可進一步表述為：

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ Y_2 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ jY_2 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

對於緊密排列之交叉極化線性天線陣列，每一行(資料流)中用於兩個極化方向之行選擇向量 Y_1 、 Y_2 可自第一碼字中判定相同的向量，則 Y_1 、 Y_2 可選擇為：

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} \in \left\{ \begin{bmatrix} \tilde{e}_1 & \tilde{e}_3 \\ \tilde{e}_1 & \tilde{e}_3 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_2 & \tilde{e}_4 \\ \tilde{e}_2 & \tilde{e}_4 \end{bmatrix} \right\}$$

\tilde{e}_i 為 $N_b \times 1$ 行選擇向量，其中除第 i ($1 \leq i \leq N_b$)個元素全為1外，其他所有值均為0。

而對於稀疏排列之交叉極化線性天線陣列，每一行(資料流)中用於兩個極化方向之行選擇向量 Y_1 、 Y_2 可自第一碼字中判定正交的向量，則 Y_1 、 Y_2 可選擇為：

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} \in \left\{ \begin{bmatrix} \tilde{e}_1 & \tilde{e}_3 \\ \tilde{e}_3 & \tilde{e}_1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tilde{e}_2 & \tilde{e}_4 \\ \tilde{e}_4 & \tilde{e}_2 \end{bmatrix} \right\}$$

該秩為4之第二碼字之量化附加項包括1位元的同相資訊量化附加項及2位元的行選擇量化附加項。

綜上所述，本發明之量化通道狀態資訊之方法對於每一秩之第

一碼字可使用四位元進行量化，而第二碼字亦可控制在四位元之量化附加項之內，以較低的量化附加項提高量化之準確性，節省了寶貴的上行資源。

本發明之上述說明雖以4天線之交叉極化天線配置為例，但熟習此項技術者應瞭解基於上述之啟示及教示，本發明之通道狀態資訊量化方法完全可應用至其他天線組態中。

此外，圖3示例了包括根據本發明一實施例之量化通道狀態資訊之使用者設備與基地台的無線通信系統方塊圖。如圖3所示，在該無線通信系統中，使用者設備30向基地台40提供碼字索引，該基地台40基於該使用者設備30提供之碼字索引判定碼字。使用者設備30包括：第一碼字判定裝置300，其根據所估計之寬頻帶通道矩陣，基於第一預定準則判定秩為 r 之第一碼簿中之第一碼字， $r=1,2,\dots$ ；第一碼字索引發送裝置301，其將第一碼字之碼字索引發送至基地台40；第二碼字判定裝置302，其對於每個次頻帶，根據所估計之次頻帶通道矩陣，基於第二預定準則判定秩為 r 之第二碼簿中之第二碼字；及第二碼字索引發送裝置303，將第二碼字之碼字索引發送至基地台40。

相應的，基地台40包括：第一碼字索引接收裝置400，其接收使用者設備30提供之秩為 r 之第一碼簿的第一碼字之索引；第二碼字索引接收裝置401，接收使用者設備30提供之秩為 r 之第二碼簿的第二碼字之索引；第一碼字判定裝置402，其根據第一碼字之索引，自秩為 r 之第一碼簿中判定第一碼字；第二碼字判定裝置403，根據第二碼字之索引，自秩為 r 之第二碼簿中判定第二碼字；以及最終碼字判定裝置404，基於第一碼字與第二碼字最終判定碼字。

需要指出的是，由於技術之發展及標準之更新，具有相同功能之部件往往具有多個不同稱呼。本發明專利申請書中所使用之技術名詞係為解釋及演示本發明之技術方案，應以其在本技術領域內所共識

之功能為準，而不能僅以名稱之異同任意解讀。

本發明之技術內容及技術特點已揭示如上，然而熟習此項技術者仍可能基於本發明之教示及揭示而作種種不背離本發明精神之替換及修飾。因此，本發明之保護範圍應不限於實施例所揭示之內容，而應包含各種不背離本發明之替換及修飾，並為本專利申請專利範圍所涵蓋。

【符號說明】

30 使用者設備

● 40 基地台

申請專利範圍

1. 一種方法，其自一使用者設備向一基地台提供一碼字索引資訊；該基地台組態有 N_t 根定向天線；該方法包括：

根據所估計之寬頻帶通道矩陣，該使用者設備基於一第一預定準則判定秩為 r 之一第一碼簿中之一第一碼字，其中該第一碼字表示具有相同極化方向之天線對之寬頻帶/長期通道特性， $r=1,2,\dots,N_t$ ；

將該第一碼字之碼字索引發送至該基地台；

對於每個次頻帶，根據所估計之次頻帶通道矩陣，該使用者設備基於一第二預定準則判定秩為 r 之一第二碼簿中之一第二碼字，其中該第二碼字表示每一個極化方向及極化方向之間的次頻帶/短期通道特性；以及

將該第二碼字之碼字索引發送至該基地台；

其中該第一碼字為一個區塊對角矩陣，該區塊對角矩陣之對角區塊上之一矩陣為 $N_t/2$ 列、 N_b 行矩陣，其中該 N_b 行係自 N 個預定義之離散傅立葉變換DFT向量中任選之 N_b 個不同DFT向量， N 為2的整數次冪， $1 \leq N_b \leq N$ ，每一個DFT向量之長度為 N_t ；且

該第二碼字係基於該第一碼字之行選擇及極化方向間的同相資訊構建，該第二碼字之對應每一資料流之每一行包括自該第一碼字中的 N_b 行中獨立選擇用於兩個極化方向之該DFT量的等長行選擇向量及該兩極化方向間的同相資訊 $\theta = \frac{2\pi m}{M}$ ， M 為2的整數次冪， $0 \leq m \leq M-1$ 。

2. 如請求項1之方法，其中該行選擇向量 \tilde{e}_i 為 $N_b \times 1$ 選擇向量，其中除第 l ($1 \leq l \leq N_b$)個元素為1外，其他所有值均為0。
3. 如請求項1之方法，其進一步包括使用 N_b 位元對區塊對角矩陣之

第一碼字進行量化， N_u 等於或小於 $\log_2 N$ ；以及用 N_0 位元對該同相資訊進行量化，該 N_0 等於或小於 $\log_2 M$ ，該 N_0 對應不同的秩取相同或不同之值；以及用 N_e 位元對該行選擇向量進行量化，該每一個行選擇向量 N_e 等於或小於 $\log_2 N_b$ 。

4. 如請求項1之方法，其中該 N_b 行係4行，其中第一行與第二行之DFT向量及第三行與第四行之DFT向量為相鄰向量，第一行與第三行之DFT向量及第二行與第四行之DFT向量為正交向量。
5. 如請求項4之方法，其中該秩為1，該第二碼字具有一行資料流；當該 N_t 根定向天線經緊密排列時，該行資料流中對應第一極化方向之行選擇向量及對應第二極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，該行資料流中對應之第一極化方向之行選擇向量及對應第二極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量。
6. 如請求項4之方法，其中該秩為2，該第二碼字具有兩行資料流；當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該兩行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且每個極化方向之兩個行選擇向量自該第一碼字中判定相同或正交的DFT向量；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該兩行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且每個極化方向之兩個行選擇向量自該第一碼字中判定相同或正交之DFT向量。
7. 如請求項4之方法，其中該秩為3，該第二碼字具有三行資料流，當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該三行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自該第一

碼字判定的DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該三行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自該第一碼字判定之DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交。

8. 如請求項4之方法，其中該秩為4，該第二碼字具有四行資料流，當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該四行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自該第一碼字判定的DFT向量中之第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該四行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自該第一碼字判定的DFT向量中之第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交。
9. 如請求項1之方法，其中該 N_t 根定向天線為4根天線。
10. 一種基地台判定碼字之方法，該碼字具有一兩級回饋結構，且該基地台組態有 N_t 根定向天線，包括：

接收秩為 r 之一第一碼簿之一第一碼字之索引，其中該第一碼字表示具有相同極化方向之天線對之寬頻帶/長期通道特性， $r=1,2,\dots,N_t$ ；

接收秩為 r 之一第二碼簿之一第二碼字之索引，其中該第二碼字表示每一個極化方向及極化方向之間的次頻帶/短期通道特性；

根據該第一碼字之索引，自該秩為 r 之第一碼簿中判定該第一

碼字；

根據該第二碼字之索引，自該秩為 r 之第二碼簿中判定該第二碼字；以及

基於該第一碼字與第二碼字最終判定該碼字；

其中該第一碼字為一區塊對角矩陣，該區塊對角矩陣之對角區塊上之一矩陣為 $N_t/2$ 列、 N_b 行矩陣，其中該 N_b 行係自 N 個預定義之離散傅立葉變換DFT向量中任選之 N_b 個不同DFT向量， N 為2的整數次冪， $1 \leq N_b \leq N$ ，每一個DFT向量之長度為 N_t ；且

該第二碼字為基於該第一碼字之行選擇及極化方向間的同相資訊構建，該第二碼字之對應每一資料流之每一行包括自該第一碼字中的 N_b 行中獨立選擇用於兩個極化方向之該DFT向量的等長行選擇向量及該兩極化方向間的同相資訊 $\theta = \frac{2\pi m}{M}$ ， M 為2的整數次冪， $0 \leq m \leq M-1$ 。

11. 如請求項10之方法，其中該行選擇向量 \tilde{e}_i 為 $N_b \times 1$ 選擇向量，其中除第1 ($1 \leq i \leq N_b$) 個元素為1外，其他所有值均為0。
12. 如請求項10之方法，其中該對區塊對角矩陣之第一碼字為用 N_u 位元進行量化， N_u 等於或小於 $\log_2 N$ ；以及用 N_0 位元對該同相資訊進行量化，該 N_0 等於或小於 $\log_2 M$ ，該 N_0 對應不同的秩取相同或不同之值；以及用 N_e 位元對該行選擇向量進行量化，該每一個行選擇向量 N_e 等於或小於 $\log_2 N_b$ 。
13. 如請求項10之方法，其中該 N_b 行係4行，其中第一行與第二行之DFT向量及第三行與第四行之DFT向量為相鄰向量，第一行與第三行之DFT向量及第二行與第四行之DFT向量為正交向量。
14. 如請求項13之方法，其中該秩為1，該第二碼字具有一行資料流；當該 N_t 根定向天線經緊密排列時，該行資料流中對應第一極

化方向之行選擇向量及對應第二極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，該行資料流中對應第一極化方向之行選擇向量及對應第二極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量。

15. 如請求項13之方法，其中該秩為2，該第二碼字具有兩行資料流；當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該兩行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且每個極化方向之兩個行選擇向量自該第一碼字中判定相同或正交之DFT向量；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該兩行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且每個極化方向之兩個行選擇向量自該第一碼字中判定相同或正交的DFT向量。
16. 如請求項13之方法，其中該秩為3，該第二碼字具有三行資料流，當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該三行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自該第一碼字判定的DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該三行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自該第一碼字判定的DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交。
17. 如請求項13之方法，其中該秩為4，該第二碼字具有四行資料流，當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該四行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自該第一碼字判定的DFT向量中之第一行與第三行相同，第二行

與第四行相同，而第一行與第二行正交；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該四行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自該第一碼字判定的DFT向量中之第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交。

18. 如請求項10之方法，其中該 N_t 根定向天線為4根天線。
19. 一種使用者設備，其向一基地台提供一碼字索引，該基地台組態有 N_t 根定向天線，該使用者設備包括：

一第一碼字判定裝置，根據所估計之寬頻帶通道矩陣，基於一第一預定準則判定秩為 r 之一第一碼簿中之一第一碼字，其中該第一碼字表示具有相同極化方向之天線對之寬頻帶/長期通道特性， $r=1,2,\dots,N_t$ ；

一第一碼字索引發送裝置，將該第一碼字之碼字索引發送至該基地台；

一第二碼字判定裝置，對於每個次頻帶，根據所估計之次頻帶通道矩陣，基於一第二預定準則判定秩為 r 之一第二碼簿中之一第二碼字，其中該第二碼字表示每一個極化方向及極化方向之間的次頻帶/短期通道特性；以及

一第二碼字索引發送裝置，將該第二碼字之碼字索引發送至該基地台；

其中該第一碼字為一區塊對角矩陣，該區塊對角矩陣之對角區塊上之一矩陣為 $N_t/2$ 列、 N_b 行矩陣，其中該 N_b 行係自 N 個預定義之離散傅立葉變換DFT向量中任選之 N_b 個不同DFT向量， N 為2的整數次冪， $1 \leq N_b \leq N$ ，每一個DFT向量之長度為 N_t ；且

該第二碼字為基於該第一碼字之行選擇及極化方向間的同相

資訊構建，該第二碼字之對應每一資料流之每一行包括自該第一碼字中的 N_b 行中獨立選擇用於兩個極化方向之該DFT向量的等長行選擇及該兩極化方向間的同相資訊 $\theta = \frac{2\pi m}{M}$ ， M 為2的整數次冪， $0 \leq m \leq M-1$ 。

20. 如請求項19之使用者設備，其中該行選擇向量 $\tilde{\mathbf{e}}_i$ 為 $N_b \times 1$ 選擇向量，其中除第 l ($1 \leq l \leq N_b$)個元素為1外，其他所有值均為0。
21. 如請求項19之使用者設備，其中該對區塊對角矩陣之第一碼字係用 N_u 位元進行量化， N_u 等於或小於 $\log_2 N$ ；以及用 N_0 位元對該同相資訊進行量化，該 N_0 等於或小於 $\log_2 M$ ，該 N_0 對應不同的秩取相同或不同之值；以及用 N_e 位元對該行選擇向量進行量化，該每一個行選擇向量 N_e 等於或小於 $\log_2 N_b$ 。
22. 如請求項19之使用者設備，其中該 N_b 行係4行，其中第一行與第二行之DFT向量及第三行與第四行之DFT向量為相鄰向量，第一行與第三行之DFT向量及第二行與第四行之DFT向量為正交向量。
23. 如請求項22之使用者設備，其中該秩為1，該第二碼字具有一行資料流；當該 N_t 根定向天線經緊密排列時，該行資料流中對應第一極化方向之行選擇向量及對應第二極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，該行資料流中對應第一極化方向之行選擇向量及對應第二極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量。
24. 如請求項22之使用者設備，其中該秩為2，該第二碼字具有兩行資料流；當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該兩行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中

判定相同的DFT向量，且每個極化方向之兩個行選擇向量自該第一碼字中判定相同或正交之DFT向量；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該兩行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且每個極化方向之兩個行選擇向量自該第一碼字中判定相同或正交之DFT向量。

25. 如請求項22之使用者設備，其中該秩為3，該第二碼字具有三行資料流，當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該三行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自該第一碼字判定之DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該三行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自該第一碼字判定之DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交。
26. 如請求項22之使用者設備，其中該秩為4，該第二碼字具有四行資料流，當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該四行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自該第一碼字判定之DFT向量中之第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該四行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自該第一碼字判定之DFT向量中之第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交。

27. 一種基地台，組態有 N_t 根定向天線，其包括：

一第一碼字索引接收裝置，接收秩為 r 之一第一碼簿之一第一碼字之索引，其中該第一碼字表示具有相同極化方向之天線對之寬頻帶/長期通道特性， $r=1,2,\dots,N_t$ ；

一第二碼字索引接收裝置，接收秩為 r 之一第二碼簿之一第二碼字之索引，其中該第二碼字表示每一個極化方向及極化方向之間的次頻帶/短期通道特性；

一第一碼字判定裝置，根據該第一碼字之索引，自該秩為 r 之第一碼簿中判定該第一碼字；

一第二碼字判定裝置，根據該第二碼字之索引，自該秩為 r 之第二碼簿中判定該第二碼字；以及

一最終碼字判定裝置，基於該第一碼字與第二碼字最終判定碼字；

其中該第一碼字為一區塊對角矩陣，該區塊對角矩陣之對角區塊上之一矩陣為 $N_t/2$ 列、 N_b 行矩陣，其中該 N_b 行係自 N 個預定義之離散傅立葉變換DFT向量中任選之 N_b 個不同DFT向量， N 為2的整數次冪， $1 \leq N_b \leq N$ ，每一個DFT向量之長度為 N_t ；且

該第二碼字係基於該第一碼字之行選擇及極化方向間的同相資訊構建，該第二碼字之對應每一資料流之每一行包括自該第一碼字中的 N_b 行中獨立選擇用於兩個極化方向之該DFT向量的等長行選擇向量及該兩極化方向間的同相資訊 $\theta = \frac{2\pi m}{M}$ ， M 為2的整數次冪， $0 \leq m \leq M-1$ 。

28. 如請求項27之基地台，其中該行選擇向量 \tilde{e}_i 為 $N_b \times 1$ 選擇向量，其中除第 l ($1 \leq l \leq N_b$)個元素為1外，其他所有值均為0。

29. 如請求項27之基地台，其中該對區塊對角矩陣之第一碼字係用

N_u 位元進行量化， N_u 等於或小於 $\log_2 N$ ；以及用 N_0 位元對該同相資訊進行量化，該 N_0 等於或小於 $\log_2 M$ ，該 N_0 對應不同的秩取相同或不同之值；以及用 N_e 位元對該行選擇向量進行量化，該每一個行選擇向量 N_e 等於或小於 $\log_2 N_b$ 。

30. 如請求項27之基地台，其中該 N_b 行係4行，其中第一行與第二行之DFT向量及第三行與第四行之DFT向量為相鄰向量，第一行與第三行之DFT向量及第二行與第四行之DFT向量為正交向量。
31. 如請求項30之基地台，其中該秩為1，該第二碼字具有一行資料流；當該 N_t 根定向天線經緊密排列時，該行資料流中對應第一極化方向之行選擇向量及對應第二極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，該行資料流中對應之第一極化方向之行選擇向量及對應第二極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量。
32. 如請求項30之基地台，其中該秩為2，該第二碼字具有兩行資料流；當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該兩行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且每個極化方向之兩個行選擇向量自該第一碼字中判定相同或正交之DFT向量；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該兩行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且每個極化方向之兩個行選擇向量自該第一碼字中判定相同或正交之DFT向量。
33. 如請求項30之基地台，其中該秩為3，該第二碼字具有三行資料流，當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該三行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自該第一

碼字判定之DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該三行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且每個極化方向上之三個行選擇向量自該第一碼字判定之DFT向量中之兩者相同而另外一者與該兩者正交。

34. 如請求項30之基地台，其中該秩為4，該第二碼字具有四行資料流，當該 N_t 根線性極化天線經緊密排列時，分別對應該四行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定相同的DFT向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自該第一碼字判定之DFT向量中之第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交；當該 N_t 根線性極化天線經稀疏排列時，分別對應該四行資料流中每一行之兩個極化方向之行選擇向量自該第一碼字中判定正交的DFT向量，且其中在每一個極化方向上之四個行選擇向量自該第一碼字判定之DFT向量中之第一行與第三行相同，第二行與第四行相同，而第一行與第二行正交。
35. 一種無線通信系統，其包括請求項19至26中之一使用者設備及請求項27至34中之一基地台。

圖式

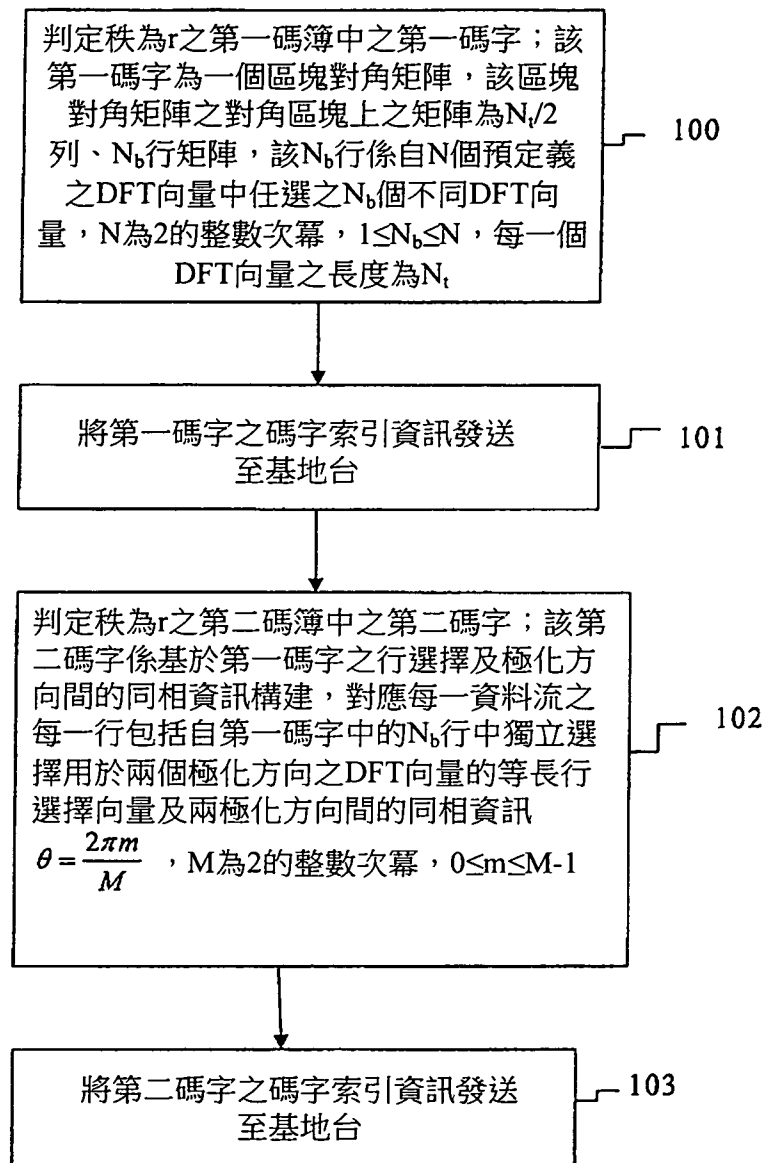


圖1

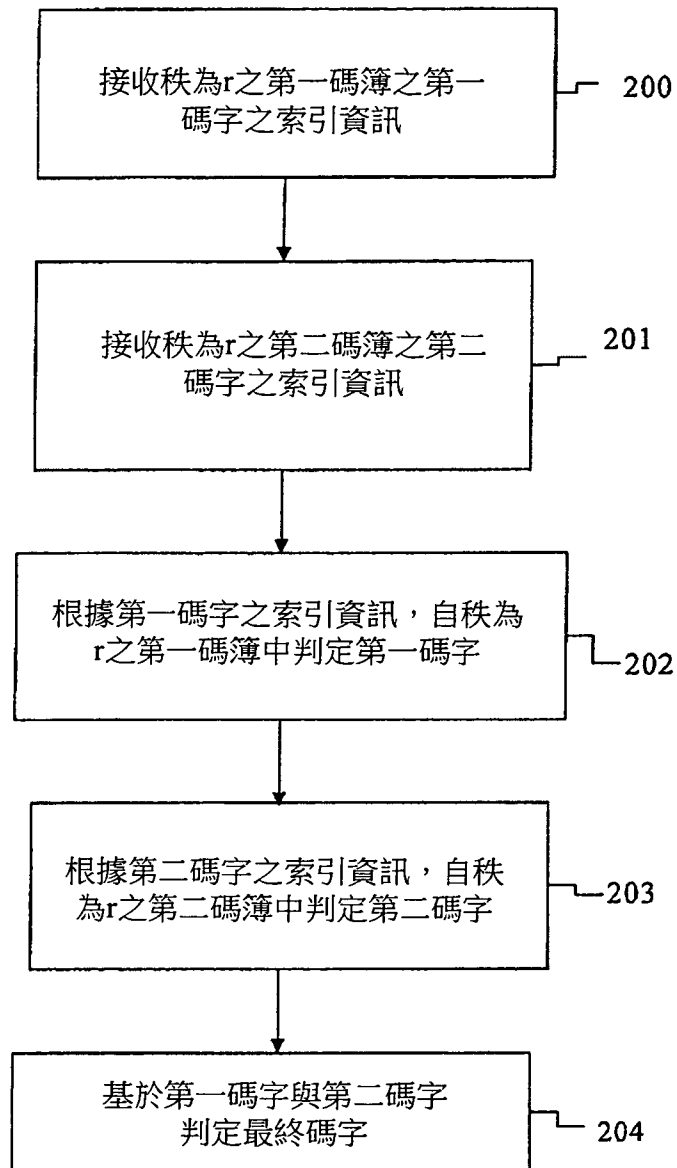


圖2

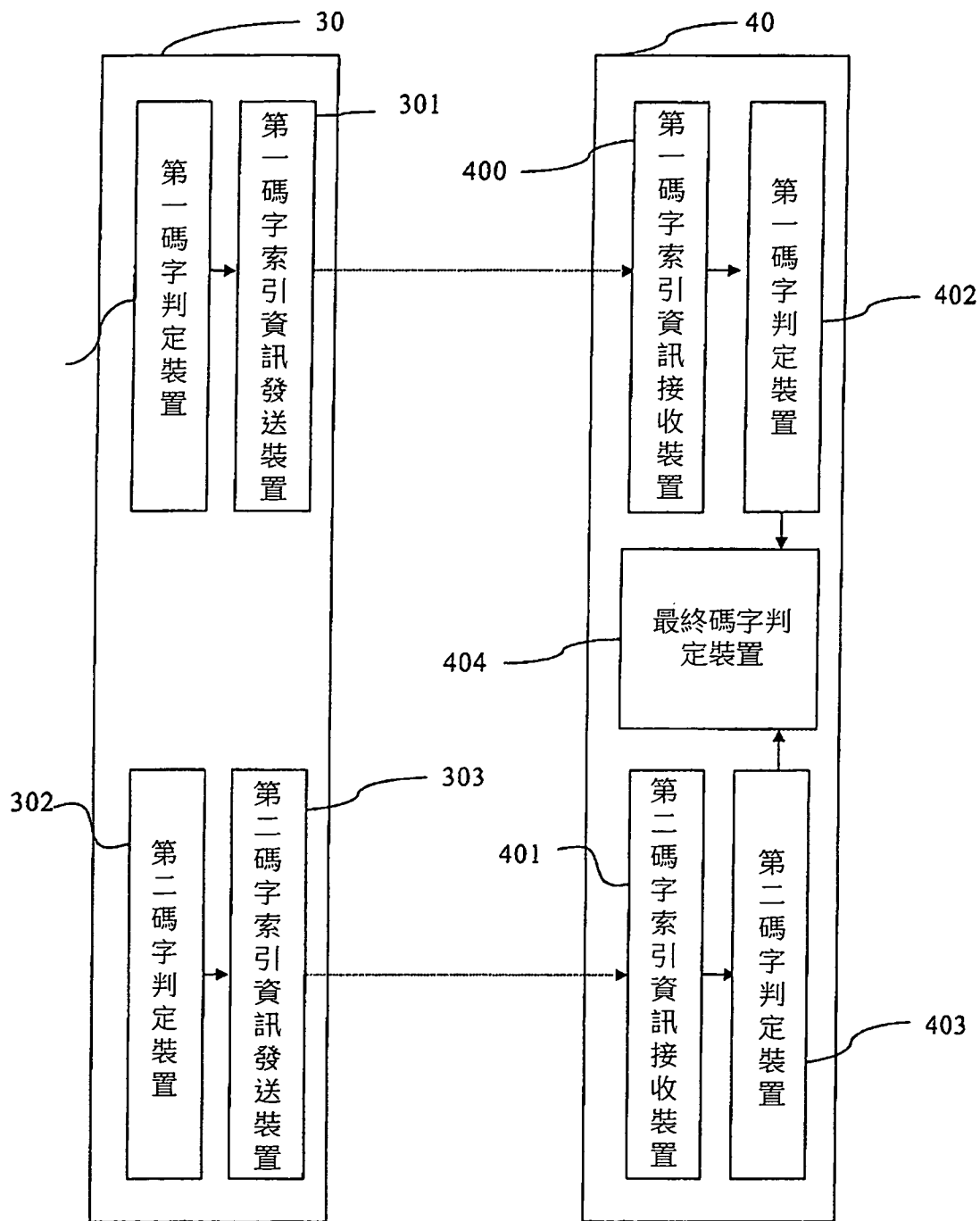


圖3