



(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 I633802 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：105141205

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 13 日

(51)Int. Cl. : H04W88/06 (2009.01)

H04W52/18 (2009.01)

(30)優先權：2016/11/03 美國

62/416,765

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：許崇仁 SHEU, CHORNG REN (TW)；洪樂文 HONG, YAO WIN PETER (TW)；王永順 WANG YUNG SHUN (TW)

(74)代理人：陳昭誠

(56)參考文獻：

US 8462658B2

US 8660601B2

US 9374199B2

US 9407344B2

US 2008/0192849A1

US 2011/0110403A1

US 2011/0138245A1

US 2012/0106388A1

M. Peng, et al, "Cooperative network coding in relay-based IMT-advanced systems" IEEE Communications Magazine (Volume: 50, Issue: 4, p76~p84), April 2012

K. Zarifi, A. Ghayeb, S. Affes, "Jointly optimal source power control and relay matrix design in multipoint-to-multipoint cooperative communication networks". IEEE Transactions on Signal Processing (Volume: 59, Issue: 9, p4313~p4330), Sept. 2011

審查人員：鍾瑞元

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：8 共 26 頁

(54)名稱

合作通訊方法及系統

COOPERATIVE COMMUNICATION METHOD AND SYSTEM

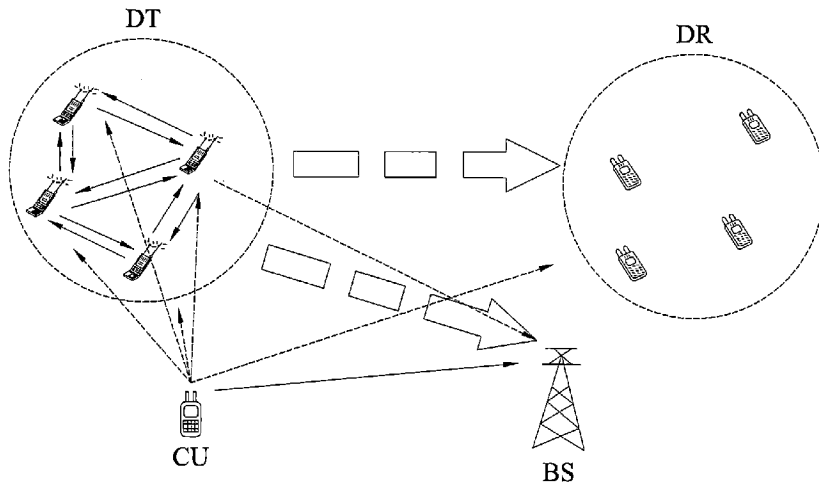
(57)摘要

一種合作通訊方法及系統，用於多個傳送端裝置及分別對應於多個傳送端裝置之多個接收端裝置。於第一階段中，多個傳送端裝置之至少一者將資料利用對應的群播預編碼矩陣執行第一階段預編碼，並將已執行第一階段預編碼之資料傳輸至除了自己以外之其他傳送端裝置，接著於第二階段中，多個傳送端裝置將在該第一階段中接收到的資料利用對應的聯合預編碼矩陣執行第二階段預編碼，並將已執行第二階段預編碼之資料傳輸至分別對應於多個傳送端裝置之多個接收端裝置。

A cooperative communication method and a cooperative communication system are provided for the transmission between multiple transmitter devices and their corresponding receiver devices. In phase 1 of a time period, transmitter devices take turns performing a first phase precoding on its data using a multicasting precoding matrix and transmitting the data performed by the first phase precoding to other cooperating transmitter devices. In phase 2 of the time period, each of the transmitter devices performs a

second phase precoding on all users' data (including both its own data and data received from other transmitters in phase 1) using its corresponding part of the joint precoding matrix and transmits the users' data performed by the second phase precoding to the multiple receiver devices corresponding to the multiple transmitter devices.

指定代表圖：



符號簡單說明：

BS . . . 基站

CU . . . 用戶

DT . . . 傳送端裝置

DR . . . 接收端裝置

第1A圖

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】(中文/英文)

合作通訊方法及系統

COOPERATIVE COMMUNICATION METHOD AND
SYSTEM

【技術領域】

本案係關於一種合作通訊方法及系統，詳而言之，係關於一種用於多個傳送端裝置及多個接收端裝置之合作通訊方法及系統。

【先前技術】

裝置對裝置(device-to-device; D2D)通訊為一種裝置間可直接相互傳輸而無須透過基站中繼之技術，可提高裝置間資料傳輸速率以及系統的頻譜利用率。隨著使用者裝置的數量增加，導致 D2D 通訊的資料量亦增加，則系統勢必需要容納大量同時傳輸的 D2D 裝置，如此亦須考量 D2D 裝置彼此之間的干擾。如何在 D2D 通訊技術存在前述因素的情況下提高通訊品質，為目前市場上的關鍵議題。

於中繼傳輸技術中，資料源點可先傳輸他們的信息至指定的中繼點，該指定的中繼點再將信息傳輸至目標地點，故中繼點僅負責資料源點與目標地點之間的資料轉傳而未傳遞自己的信息，因而無須在資料源點與中繼點之間分配資源。相較於此，當 D2D 通訊系統中的每一個傳送端都將擔任其他傳送端的中繼點時，每一個傳送端除了傳輸

自己的資料之外，更要協助轉傳其他傳送端的資料。此時，每個傳送端需要在傳送自己的信息和轉傳其他傳送端的信息之間分配資源，亦需保證相互進行中繼傳輸之下，每一個傳輸端皆能獲得傳輸效能上面的提升。

【發明內容】

為解決先前技術之問題及其他問題，本案揭示一種用於多個傳送端裝置及分別對應於多個傳送端裝置之多個接收端裝置之合作通訊方法及系統。

於一實施例中，本案之合作通訊方法包括：於第一階段中，該多個傳送端裝置中至少一者將資料利用對應的群播預編碼矩陣執行第一階段預編碼，並將已執行該第一階段預編碼之資料傳輸至該多個傳送端裝置中除了自己以外之其他傳送端裝置；以及於第二階段中，該多個傳送端裝置對在該第一階段中收到的資料利用對應的聯合預編碼矩陣執行第二階段預編碼，並將已執行該第二階段預編碼之資料傳輸至對應於該多個傳送端裝置之該多個接收端裝置，其中，該群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣之計算係依據該多個傳送端裝置於該第一階段及該第二階段之預估傳輸速率或預估傳輸功率。

於另一實施例中，本案之合作通訊系統包括：多個傳送端裝置，該多個傳送端裝置各者包括一訊號收發器以及一處理器；以及多個接收端裝置，係分別對應於該多個傳送端裝置，且該多個接收端裝置各者包括一訊號收發器以及一處理器，其中，於第一階段中，該多個傳送端裝置之

至少一者的處理器經配置以將資料利用對應的群播預編碼矩陣執行第一階段預編碼，且已執行該第一階段預編碼之資料經該多個傳送端裝置中之該至少一者的訊號收發器傳輸至該多個傳送端裝置中除了自己以外之其他傳送端裝置；以及於第二階段中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以對在該第一階段中接收到的資料利用對應的聯合預編碼矩陣執行第二階段預編碼，且已執行該第二階段預編碼之資料經該多個傳送端裝置的該多個訊號收發器傳輸至對應於該多個傳送端裝置之該多個接收端裝置，且其中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以依據該多個傳送端裝置於該第一階段及該第二階段之預估傳輸速率或預估傳輸功率計算該群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣。

藉此，本案之多個傳送端裝置於第一階段進行資料分享傳輸並於第二階段進行合作聯合傳輸，以將資料傳輸至分別對應於多個傳送端裝置之多個接收端裝置，且依據兩個階段的傳輸速率和兩個階段的功率來計算於第一階段使用之群播預編碼矩陣以及於第二階段使用之聯合預編碼矩陣，以降低多個傳輸端裝置與其對應之多個接收端裝置間傳輸之干擾，而提高傳輸速率及增加系統能容納的執行同時傳輸之 D2D 裝置的數量，並提高空間頻譜利用率。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖係本案之合作通訊系統之示意圖；

第 1B 圖係本案之傳送端裝置及接收端裝置之示意圖；

第 2 圖係本案之合作通訊系統及方法之分為兩個階段傳輸之示意圖；

第 3 圖係本案之合作通訊系統及方法之執行第一階段預編碼的示意圖；

第 4 圖係本案之合作通訊系統及方法之執行第二階段預編碼的示意圖；

第 5 圖係本案之合作通訊系統及方法之傳送端裝置計算第一階段和第二階段的預編碼矩陣之概略示意圖；

第 6A、6B、6C 圖分別係本案之合作通訊系統及方法所採用虛擬資料佇列、速率增益佇列及能量佇列之示意圖；

第 7 圖係本案之合作通訊系統及方法之計算第一階段和第二階段預編碼矩陣之流程示意圖；以及

第 8 圖係本案之合作通訊方法之流程示意圖。

【實施方式】

以下藉由特定的實施例說明本案之實施方式，熟習此項技藝之人士可由本文所揭示之內容輕易地瞭解本案之其他優點及功效。須知，本說明書所附圖式所繪示之結構、比例、大小等，均僅用於配合說明書所揭示之內容以供熟悉此技藝之人士之瞭解與閱讀，並非用以限定本案可實施之限定條件，任何結構之修飾、比例關係之改變或大小之調整，在不影響本案所能產生之功效及所能達成之目的下，均應仍落在本案所揭示之技術內容得能涵蓋之範圍內。

請參閱第 1A 圖，本案之合作通訊系統包括 K 對 D2D，即本案之合作通訊系統包括 K 個傳送端裝置 DT(D2D

Transmitter)及 K 個接收端裝置 DR(D2D Receiver)，每個傳送端裝置 DT 對應有一個接收端裝置 DR，且每個傳送端裝置 DT 具有自己要傳輸的資料。此外，每個傳送端裝置 DT 具有 N_t 個天線而每個接收段裝置 DR 具有 N_r 個天線。本案之合作通訊系統還包括基站 BS 和用戶 CU(Cellular User)，且用戶 CU 可具有多個天線並在上行鍊路中對基站 BS(Base Station)進行傳輸。於本實施例中， K 個傳送端裝置及 K 個接收端裝置已知來自用戶 CU 的干擾以及對基站 BS 所造成的干擾之統計特性。

參閱第 1B 圖，每個傳送端裝置 DT 包括一訊號收發器 11、一處理器 12 及一與處理器 12 連接之記憶體 13，每個傳送端裝置 DR 包括一訊號收發器 21、一處理器 22 及一與處理器 22 連接之記憶體 23。多個傳送端裝置 DT 中之至少一者的處理器 12 經配置以將資料利用對應的群播預編碼矩陣執行第一階段預編碼，且已執行該第一階段預編碼之資料經多個傳送端裝置 DT 中之該至少一者的訊號收發器 11 傳輸至多個傳送端裝置 DT 中除了自己以外之其他傳送端裝置 DT；以及於一第二階段中，多個傳送端裝置 DT 的多個處理器 12 經配置以對在該第一階段中接收到的資料利用對應的聯合預編碼矩陣執行第二階段預編碼，且已執行該第二階段預編碼之資料經多個傳送端裝置 DT 的多個訊號收發器 11 傳輸至對應於多個傳送端裝置 DT 之多個接收端裝置 DR 的多個訊號收發器 21，且其中，多個傳送端裝置 DT 的多個處理器 12 經配置以依據多個傳送端裝置

DT 於該第一階段及該第二階段之預估傳輸速率或預估傳輸功率計算該群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣。詳細說明如後。

請參閱第 2 圖，通訊時段 t 可分為第一階段之資料分享傳輸 (data-sharing transmission) 階段和第二階段之合作聯合傳輸 (cooperative joint transmission) 階段。於第一階段中， K 個傳送端裝置 DT 輪流傳輸自己的資料至其他傳送端裝置，如圖所示，每個傳送端裝置 DT 在第一階段中的傳輸皆分別佔用 η_1 比例的時間。於第二階段中， K 個傳送端裝置 DT 會聯合傳輸他們的資料至所有與他們對應的接收端裝置 DR，如圖所示，整個第二階段佔用時間比例為 η_2 ，且 $\eta_2 \triangleq 1 - K\eta_1$ 。

請參閱第 3 圖，在通訊時段 t 的第一階段中，每一個傳送端裝置 DT k 所要傳輸的資料信號為 $\mathbf{s}_k^{(1)}[t] \in \mathbb{C}^{N_t \times 1}$ ，且每該傳送端裝置 DT k 對自己的資料信號 $\mathbf{s}_k^{(1)}[t]$ 利用對應的群播預編碼矩陣 (multicast precoding matrix) $\mathbf{W}_k^{(1)}[t] \in \mathbb{C}^{N_t \times N_t}$ 傳輸至除了自己以外的所有其他傳送端裝置。下列式子表示，傳送端裝置 DT k 傳輸自己的資料信號至傳送端裝置 DT ℓ ，而傳送端裝置 DT ℓ 所接收到的信號：

$$\hat{\mathbf{y}}_{k,\ell}^{(1)}[t] = \Upsilon_\ell^{(1)}[t] (\mathbf{G}_{k,\ell}[t] \mathbf{W}_k^{(1)}[t] \mathbf{s}_k^{(1)}[t] + \mathbf{G}_{c,\ell}[t] \mathbf{x}_c^{(1)}[t] + \mathbf{n}_\ell^{(1)}[t])$$

其中， $\mathbf{G}_{k,\ell}[t]$ 為傳送端裝置 DT k 至傳送端裝置 DT ℓ 之通道，而 $\Upsilon_\ell^{(1)}[t]$ 為雜訊白化 (Noise Whitening; NW) 矩陣。其次，下列式子表示傳送端裝置 DT k 之可達群播速率，此可視為第一階段中每個傳送端裝置 DT 將自己資料傳輸至其

他傳送端裝置之預估傳輸速率：

$$R_k^{(1)}[t] \triangleq \min_{\ell \neq k} \eta_1 \log_2 \left| \mathbf{I}_{N_t} + \Upsilon_\ell^{(1)}[t] \mathbf{G}_{k,\ell}[t] \mathbf{Q}_k^{(1)}[t] (\Upsilon_\ell^{(1)}[t] \mathbf{G}_{k,\ell}[t])^H \right|.$$

其中， $\mathbf{Q}_k^{(1)}[t] = \mathbf{W}_k^{(1)}[t] \mathbf{W}_k^{(1)}[t]^H$ 為共軛矩陣。

請參閱第 4 圖，K 個傳送端裝置 DT 利用聯合預編碼矩陣 (joint precoding matrix) 將資料聯合傳輸至對應的 K 個接收端裝置 DR。下列式子表示接收端裝置 DR k 於第二階段從所有傳送端裝置 DT 同時接收到的信號：

$$\hat{\mathbf{y}}_k^{(2)}[t] = \Upsilon_k^{(2)}[t] \left(\mathbf{H}_k[t] \mathbf{W}_k^{(2)}[t] \mathbf{s}_k^{(2)}[t] + \mathbf{H}_k[t] \sum_{\ell \neq k} \mathbf{W}_\ell^{(2)}[t] \mathbf{s}_\ell^{(2)}[t] + \mathbf{H}_{c,k}[t] \mathbf{x}_c^{(2)}[t] + \mathbf{n}_k^{(2)}[t] \right).$$

其中， $\mathbf{s}_k^{(2)}[t]$ 為傳送端裝置 DT k 在第二階段所需傳輸的資料信號， $\mathbf{W}_k^{(2)}[t]$ 為對應 $\mathbf{s}_k^{(2)}[t]$ 的聯合預編碼矩陣。

接著，根據區塊對角化 (block diagonalization; BD) 預編碼，需滿足下列式子：

$$\mathbf{Q}_k^{(2)}[t] = \mathbf{W}_k^{(2)}[t] \mathbf{W}_k^{(2)}[t]^H = \tilde{\mathbf{V}}_k[t] \tilde{\mathbf{Q}}_k^{(2)}[t] \tilde{\mathbf{V}}_k[t]^H,$$

其中， $\tilde{\mathbf{V}}_k[t]$ 形成干擾通道的零空間 (null space)。此外，依據 BD 預編碼，可以忽略接收端裝置 DR 所受到的干擾，因此，接收端裝置 DR k 之可達接收速率可以下列式子表示，此可視為於第二階段中每個接收端裝置 DR 接收到資料之預估傳輸速率：

$$R_k^{(2)}[t] \triangleq \eta_2 \log_2 \left| \mathbf{I}_{N_r} + \tilde{\mathbf{H}}_k[t] \tilde{\mathbf{Q}}_k^{(2)}[t] \tilde{\mathbf{H}}_k^H[t] \right|$$

其中， $\tilde{\mathbf{H}}_k[t] \triangleq \Upsilon_k^{(2)}[t] \mathbf{H}_k[t] \tilde{\mathbf{V}}_k[t]$ 為接收端裝置 DR k 之等效通道。

因此，總括第一階段和第二階段兩者，也就是在通訊時段 t 中，第 k 對 D2D 的整體速率可以下列式子表示：

$$R_k[t] = \min(R_k^{(1)}[t], R_k^{(2)}[t]).$$

此即為傳送端裝置 DT k 和接收端裝置 DR k 在上述合作通訊方法之下的可達(或稱預估傳輸)速率。

此外，傳送端裝置 DT k 的功率可以下列式子表示：

$$P_k[t] = \eta_1 \text{tr}\{\mathbf{Q}_k^{(1)}[t]\} + \eta_2 \sum_{\ell=1}^K \text{tr}\{\Theta_k \mathbf{Q}_\ell^{(2)}[t]\}.$$

其中， Θ_k 為一區塊對角化矩陣，而其中的第 k 區塊為 $N_t \times N_t$ 單位矩陣且其他元素為零。

接著，還需考慮以下條件，以下式子由上至下分別表示：長期效率最大化(long-term utility maximization)、長期功率限制(long-term power constraint)、合作速率增益限制(cooperative rate-gain constraint)、干擾限制(interference constraint)(即對基站 BS 的干擾)、及共軛矩陣為半正定(positive semidefinite)矩陣。

$$\begin{aligned} & \max_{\mathbf{Q}_k^{(1)}[t], \mathbf{Q}_k^{(2)}[t], \forall k, t} \sum_{k=1}^K g\left(\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_k[t]\right) \\ & \text{subject to } \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T P_k[t] \leq \bar{P}_k, \quad \forall k, \\ & \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_k[t] \geq \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_k^{(NC)}[t], \quad \forall k, \\ & \eta_1 \text{tr}(\mathbf{C}_{G,k}[t] \mathbf{Q}_k^{(1)}[t]) + \eta_2 \text{tr}(\mathbf{C}_{G,b}[t] \mathbf{Q}_k^{(2)}[t]) \leq IT_k, \quad \forall k, \forall t, \\ & \mathbf{Q}_k^{(1)}[t] \succeq 0, \mathbf{Q}_k^{(2)}[t] \succeq 0, \quad \forall k, \forall t. \end{aligned}$$

需說明的是，長期效率 $g(\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_k[t])$ 可為 D2D 裝置之平均傳輸速率的總和或正比於分配公平(proportional fairness)。此外，該長期功率限制係基於合作通訊之長期

平均功率(long-term average power consumption)要小於或等於一功耗門檻值 \overline{P}_k ，該合作速率增益限制係基於合作通訊之長期平均傳輸速率(long-term transmission rate)要大於或等於一非合作通訊之長期平均傳輸速率 $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_k^{(NC)}[t]$ ，該干擾限制係基於對一基站接收訊號之干擾要小於或等於一干擾門檻值。

由此可知，上列各式子皆考量第一和第二階段兩個因子，也就是說，本案之群播預編碼矩陣和聯合預編碼矩陣是同時依據第一階段和第二階段傳輸效能而共同設計的。

第 5 圖呈現計算上列式子的概略架構，由第 5 圖可知，上述之長期效率及多種限制可藉由虛擬佇列的建構而拆解為單一通訊時段及單一裝置分開運算的簡化設計。第 5 圖中，每個虛線框 51 為一通訊時段 t ，而虛線框 51 中的各個實線框 52 為一個傳送端裝置 DT，箭頭 53 表示當前的計算是根據先前的計算結果，即當前佇列狀態需使用前一時段的虛擬資料佇列、速率增益佇列及能量佇列 54 之狀態。

請參閱第 6A、6B、6C 圖，虛擬佇列例如包括虛擬資料佇列 $D_k[t]$ 、速率增益佇列 $O_k[t]$ 和能量佇列 $E_k[t]$ 。如第 6A 圖所示，輸入為虛擬抵達程序 $A_k[t]$ ，輸出為可達速率 $R_k[t]$ ，通訊時段 $t+1$ 之虛擬資料佇列可以下式表示：

$$\mathbf{D}[t+1] = (\mathbf{D}[t] - \mathbf{R}[t])^+ + \mathbf{A}[t]$$

如第 6B 圖所示，輸入為傳送端裝置 DT k 至接收端裝

置 DR k 之直接傳輸（亦即不使用合作通訊而直接進行點對點的直接傳輸）之可達速率 $R_k^{(NC)}[t]$ ，輸出為前述合作通訊系統之可達速率 $R_k[t]$ ，通訊時段 $t+1$ 之速率增益佇列可以下式表示：

$$\mathbf{O}[t+1] = (\mathbf{O}[t] - \mathbf{R}[t])^+ + \mathbf{R}^{(NC)}[t]$$

如第 6C 圖所示，輸入為功率 $P_k[t]$ ，輸出為長期功率限制 \bar{P}_k ，通訊時段 $t+1$ 之能量佇列可以下式表示。

$$\mathbf{E}[t+1] = (\mathbf{E}[t] - \bar{\mathbf{P}})^+ + \mathbf{P}[t]$$

詳細計算請參閱第 7 圖，首先輸入虛擬資料佇列 $D_k[t]$ 、速率增益佇列 $O_k[t]$ 和能量佇列 $E_k[t]$ 。需說明的是，每個通訊時段 t 皆有當時的佇列狀態 $D_k[t]$ 、 $O_k[t]$ 、和 $E_k[t]$ 。接著進至步驟 S71。

於步驟 S71 中，依據當時的佇列狀態 $D_k[t]$ 、 $O_k[t]$ 、和 $E_k[t]$ ，初始化功率平衡係數 δ_k ，該係數可用於調整傳輸功率及對基站之干擾；接著進至步驟 S72。

於步驟 S72 中，依據當時的佇列狀態 $D_k[t]$ 、 $O_k[t]$ 、和 $E_k[t]$ ，初始化速率平衡係數 μ_k ，該係數可用於調整兩階段傳輸速率之分配；接著進至步驟 S73。

於步驟 S73 中，計算第二階段的速率及預編碼矩陣，即接收端裝置 DR k 之預估傳輸速率 $R_k^{(2)}[t]$ 及與聯合預編碼矩陣 $\mathbf{W}_k^{(2)}[t]$ 有關的共軛矩陣 $\mathbf{Q}_k^{(2)}[t]$ ；接著進至步驟 S74。

於步驟 S74 中，計算第一階段的速率及預編碼矩陣，即傳送端裝置 DT k 之預估傳輸速率 $R_k^{(1)}[t]$ 及與群播預編碼

矩陣 $\mathbf{W}_k^{(1)}[t]$ 有關之共軛矩陣 $\mathbf{Q}_k^{(1)}[t]$ ；接著進至步驟 S75。

於步驟 S75 中，更新速率平衡係數 μ_k 。如果速率平衡係數 μ_k 收斂，則進至步驟 S76；否則返回步驟 S73。

於步驟 S76 中，更新功率平衡係數 δ_k 。如果功率平衡係數 δ_k 收斂，則進至步驟 S77；否則返回步驟 S72。

於步驟 S77 中，完成第一階段之與群播預編碼矩陣 $\mathbf{W}_k^{(1)}[t]$ 有關之共軛矩陣 $\mathbf{Q}_k^{(1)}[t]$ 以及第二階段之與聯合預編碼矩陣 $\mathbf{W}_k^{(2)}[t]$ 有關的共軛矩陣 $\mathbf{Q}_k^{(2)}[t]$ 。最後，輸出共軛矩陣 $\mathbf{Q}_k^{(1)}[t]$ 和 $\mathbf{Q}_k^{(2)}[t]$ 。

於上述流程中，當功率平衡係數 δ_k 固定時，速率平衡係數 μ_k 可藉由平分 (bisection) 演算法來獲得以使兩個階段的速率能夠平衡分配。當速率平衡係數 μ_k 收斂，功率平衡係數 δ_k 可藉由平分演算法來更新以平衡分配對基站的干擾。

以上配合圖式已說明本案之預編碼矩陣的示範計算方法，接著以第 8 圖說明本案之多個傳送端裝置與多個接收端裝置之合作通訊方法。首先，本案係將一通訊時段分為第一階段 A 和第二階段 B。第一階段 A 為資料分享傳輸階段和第二階段 B 為合作聯合傳輸。於第一階段中，多個傳送端裝置輪流傳輸自己的資料至其他傳送端裝置，而每個傳送端裝置在第一階段中的傳輸皆分別佔用 η_1 比例的時間；於第二階段中，多個傳送端裝置會聯合傳輸他們的資

料至所有與他們對應的接收端裝置，而整個第二階段佔用時間比例為 η_2 。

於第一階段 A 中，多個傳送端裝置之其中一者將資料利用對應的群播預編碼矩陣傳輸至除了自己以外的其他傳送端裝置。即，一傳送端裝置執行步驟 S81 和 S82 完畢之後，再由下一傳送端裝置執行步驟 S81 和 S82，直到所有傳送端裝置皆將各自的資料傳輸至其他傳送端裝置為止。於步驟 S81 中，一傳送端裝置將資料利用對應的群播預編碼執行第一階段預編碼，接著進至步驟 S82；於步驟 S82 中，該傳送端裝置將已執行第一階段預編碼的資料傳輸至除了自己以外之其他傳送端裝置。

於第二階段 B 中，多個傳送端裝置對在該第一階段中接收到的資料利用對應的聯合預編碼矩陣傳輸至各自對應的多個接收端裝置。即，於第二階段中，每個傳送端裝置除了有部分的各自的資料之外，還有於第一階段中來自其他傳送端裝置傳來的資料。此外，每個傳送端裝置於第二階段中皆同時執行步驟 S83 和 S84，不像於第一階段中需輪流執行。於步驟 S83 中，多個傳送端裝置對在該第一階段中接收到的資料利用對應的聯合預編碼矩陣執行第二階段預編碼，接著進至步驟 S84；於步驟 S84 中，該多個傳送端裝置將已執行第二階段預編碼的資料傳輸至對應的多個接收端裝置。

需說明的是，第一階段所使用之群播預編碼矩陣和第二階段所使用之聯合預編碼矩陣係依據第一和第二階段之

預估速率和預估功率，加上長期效率最大化、長期功率限制、合作速率增益限制和干擾（對基站的干擾）限制，並考慮平衡分配兩個階段之速率和功率，以及建構虛擬資料佇列、速率增益佇列和能量佇列以根據前一時段的佇列狀態來計算當前時段的佇列狀態。

綜上所述，本案之應用於多個傳送端裝置及對應的多個接收端裝置之合作通訊方法及系統可提高接收端裝置之接收信號品質以及減少傳送端裝置彼此之間的干擾。

上述實施樣態僅例示性說明本案之功效，而非用於限制本案，任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本案之精神及範疇下，對上述該些實施態樣進行修飾與改變。此外，在上述該些實施態樣中之結構的數目僅為例示性說明，亦非用於限制本案。因此本案之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍所列。

【符號說明】

11、21	訊號收發器
12、22	處理器
13、23	記憶體
51	虛線框
52	實線框
53	箭頭
54	虛擬資料佇列、速率增益佇列及能量佇列
BS	基站
CU	用戶

DT	傳送端裝置
DR	接收端裝置
$D_k[t]$	虛擬資料佇列
$E_k[t]$	能量佇列
NW	雜訊白化
$O_k[t]$	速率增益佇列
S71~S77	步驟
S81~S84	步驟
t	通訊時段
η_1 、 η_2	時間比例

發明摘要

I633802

※申請案號：

※申請日：

※IPC分類：

【發明名稱】(中文/英文)

合作通訊方法及系統

COOPERATIVE COMMUNICATION METHOD AND
SYSTEM

【中文】

一種合作通訊方法及系統，用於多個傳送端裝置及分別對應於多個傳送端裝置之多個接收端裝置。於第一階段中，多個傳送端裝置之至少一者將資料利用對應的群播預編碼矩陣執行第一階段預編碼，並將已執行第一階段預編碼之資料傳輸至除了自己以外之其他傳送端裝置，接著於第二階段中，多個傳送端裝置將在該第一階段中接收到的資料利用對應的聯合預編碼矩陣執行第二階段預編碼，並將已執行第二階段預編碼之資料傳輸至分別對應於多個傳送端裝置之多個接收端裝置。

【英文】

A cooperative communication method and a cooperative communication system are provided for the transmission between multiple transmitter devices and their corresponding receiver devices. In phase 1 of a time period, transmitter devices take turns performing a first phase precoding on its data using a multicasting precoding matrix and transmitting the data performed by the first phase precoding to other cooperating transmitter devices. In phase 2 of the time period, each of the transmitter devices performs a second phase precoding on all users' data (including both its own data and data received from other transmitters in phase 1) using its corresponding part of the joint precoding matrix and transmits the users' data performed by the second phase precoding to the multiple receiver devices corresponding to the multiple transmitter devices.

申請專利範圍

1. 一種合作通訊方法，用於多個傳送端裝置以及分別對應於該多個傳送端裝置之多個接收端裝置，該合作通訊方法包括：

於第一階段中，該多個傳送端裝置中至少一者將資料利用對應的群播預編碼矩陣執行第一階段預編碼，並將已執行該第一階段預編碼之資料傳輸至該多個傳送端裝置中除了自己以外之其他傳送端裝置；以及

於第二階段中，該多個傳送端裝置對在該第一階段中接收到的資料利用對應的聯合預編碼矩陣執行第二階段預編碼，並將已執行該第二階段預編碼之資料傳輸至對應於該多個傳送端裝置之該多個接收端裝置；

其中，該群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣之計算係依據該多個傳送端裝置於該第一階段及該第二階段之預估傳輸速率或預估傳輸功率。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之合作通訊方法，其中，該群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣之計算係依據該多個傳送端裝置及該多個接收端裝置之長期效率最大化。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之合作通訊方法，其中，該長期效率最大化之長期效率係基於該多個傳送端裝置及該多個接收端裝置之平均傳輸速率的總和或正比於分配公平。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之合作通訊方法，其中，該

群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣之計算係進一步依據長期功率限制、合作速率增益限制、及干擾限制之其中至少一者。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之合作通訊方法，其中，該長期功率限制係基於該合作通訊方法中之長期平均功率要小於或等於一功耗門檻值，該合作速率增益限制係基於該合作通訊方法中之長期平均傳輸速率要大於或等於一非合作通訊方法之長期平均傳輸速率，該干擾限制係基於對一基站接收訊號之干擾要小於或等於一干擾門檻值。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之合作通訊方法，其中，該群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣之計算係進一步依據該多個傳送端裝置各者之虛擬資料佇列、速率增益佇列、及能量佇列之其中至少一者。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之合作通訊方法，更包括；平衡分配該第一階段及該第二階段之功率。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之合作通訊方法，更包括；平衡分配該第一階段及該第二階段之速率。
9. 一種合作通訊系統，包括：

多個傳送端裝置，該多個傳送端裝置各者包括一訊號收發器以及一處理器；以及

多個接收端裝置，係分別對應於該多個傳送端裝置，且該多個接收端裝置各者包括一訊號收發器以及一處理器，

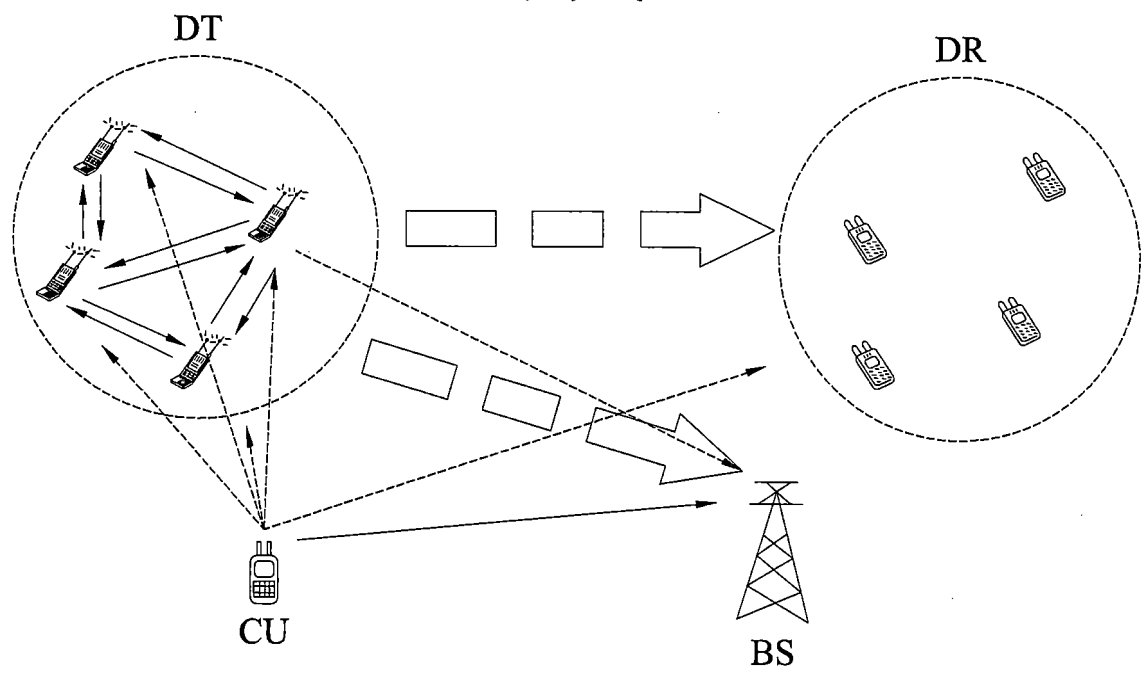
其中，於一第一階段中，該多個傳送端裝置中之至少一者的處理器經配置以將資料利用對應的群播預編碼矩陣執行第一階段預編碼，且已執行該第一階段預編碼之資料經該多個傳送端裝置中之該至少一者的訊號收發器傳輸至該多個傳送端裝置中除了自己以外之其他傳送端裝置；以及於一第二階段中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以對在該第一階段中接收到的資料利用對應的聯合預編碼矩陣執行第二階段預編碼，且已執行該第二階段預編碼之資料經該多個傳送端裝置的該多個訊號收發器傳輸至對應於該多個傳送端裝置之該多個接收端裝置，且其中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以依據該多個傳送端裝置於該第一階段及該第二階段之預估傳輸速率或預估傳輸功率計算該群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之合作通訊系統，其中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以依據該多個傳送端裝置及該多個接收端裝置之長期效率最大化計算該群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣。
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之合作通訊系統，其中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以基於該多個傳送端裝置及該多個接收端裝置之平均傳輸速率的總和或正比於分配公平來計算長期效率。
12. 如申請專利範圍第 9 項所述之合作通訊系統，其中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以依據長期功

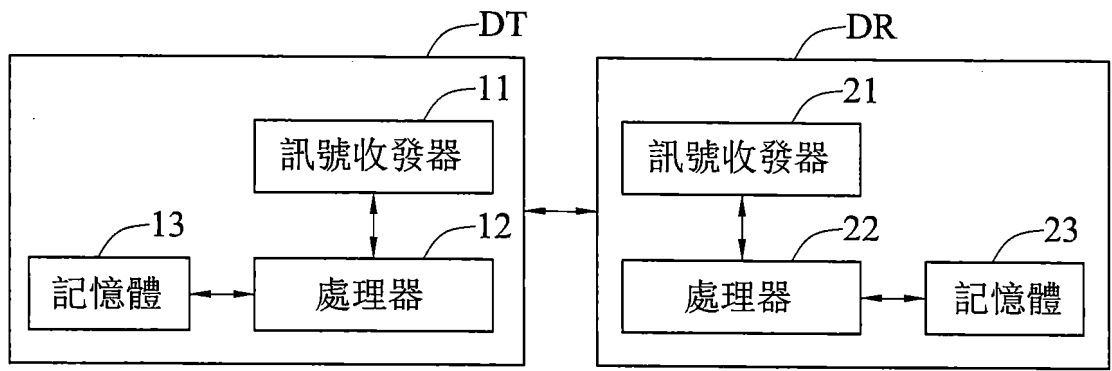
率限制、合作速率增益限制、及干擾限制之其中至少一者計算該群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之合作通訊系統，其中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以基於該合作通訊系統中之長期平均功率要小於或等於一功耗門檻值來限制長期功率，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以基於該合作通訊系統中之長期平均傳輸速率要大於或等於一非合作通訊系統中之長期平均傳輸速率來限制合作速率增益，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以基於對一基站接收訊號之干擾要小於或等於一干擾門檻值來限制干擾。
14. 如申請專利範圍第 9 項所述之合作通訊系統，其中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以依據該多個傳送端裝置之虛擬資料佇列、速率增益佇列、及能量佇列之其中至少一者計算該群播預編碼矩陣及該聯合預編碼矩陣。
15. 如申請專利範圍第 9 項所述之合作通訊系統，其中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以平衡分配於該第一階段與該第二階段之功率。
16. 如申請專利範圍第 9 項所述之合作通訊系統，其中，該多個傳送端裝置的該多個處理器經配置以平衡分配於該第一階段與該第二階段之速率。

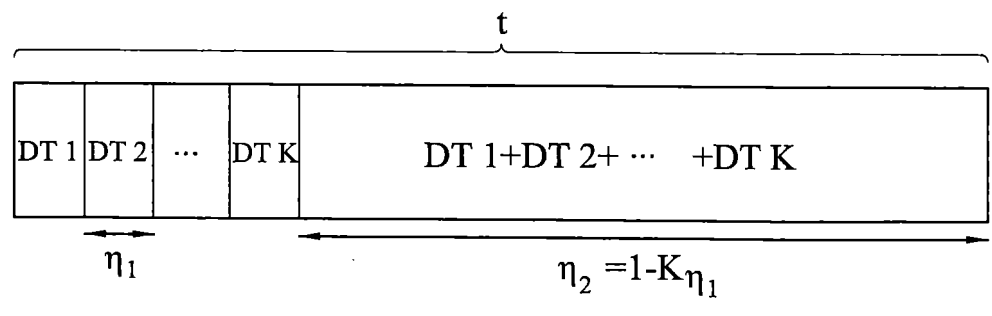
圖式



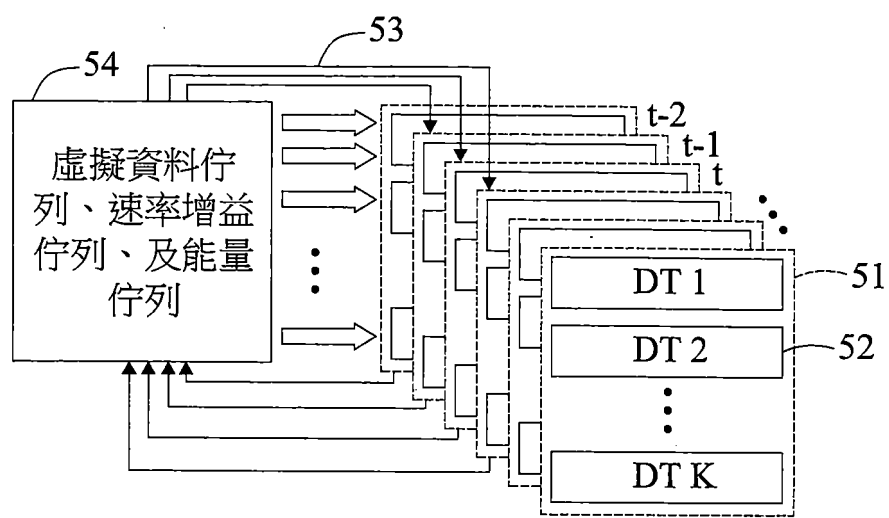
第1A圖



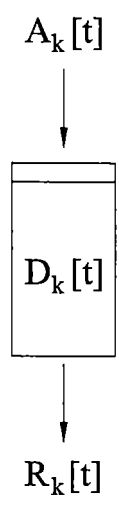
第1B圖



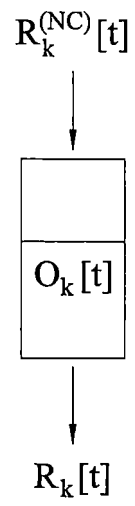
第2圖



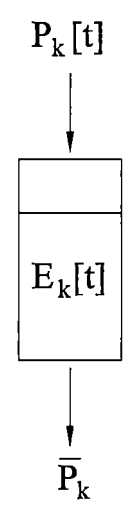
第5圖



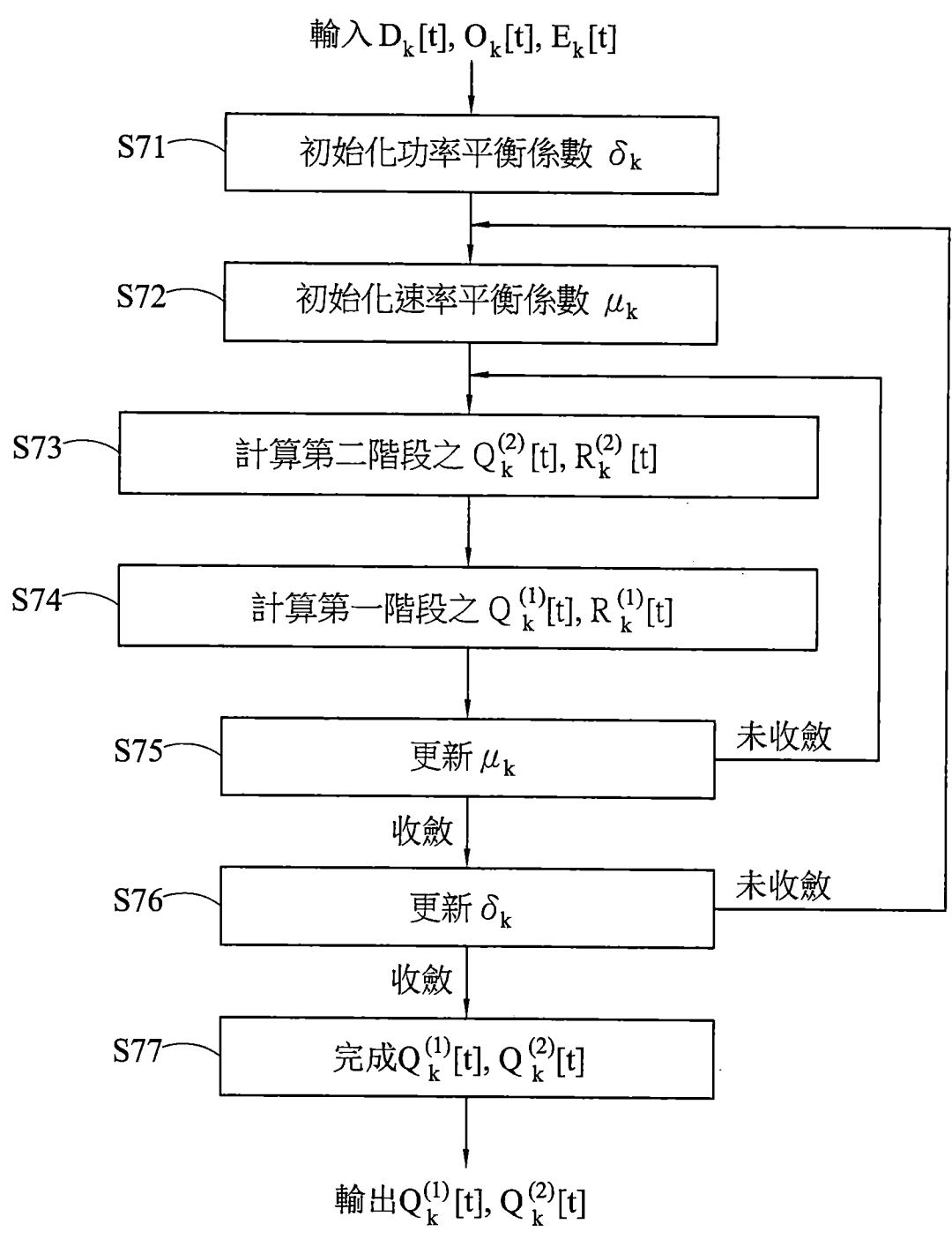
第6A圖



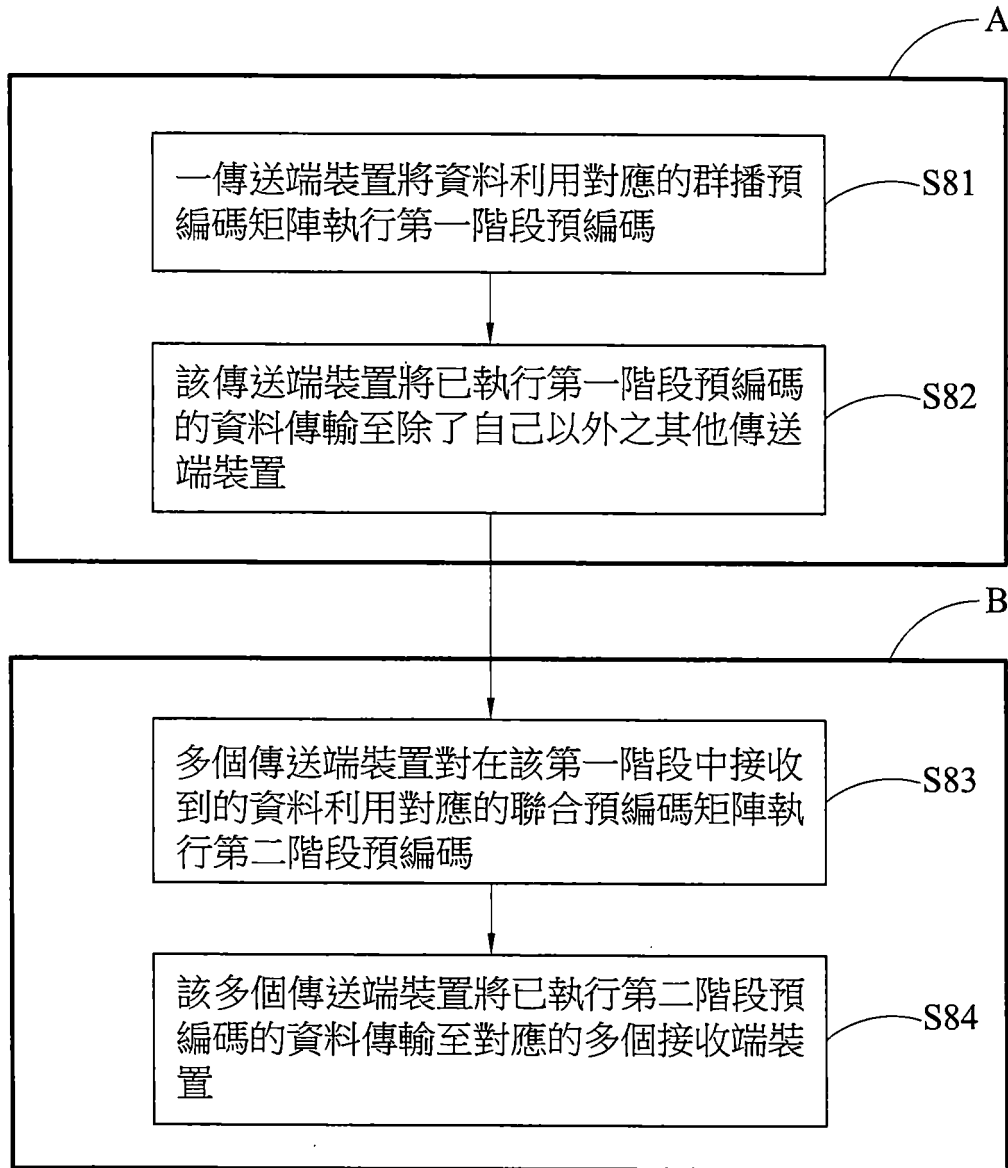
第6B圖



第6C圖



第7圖



第8圖

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1A ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

BS 基站

CU 用戶

DT 傳送端裝置

DR 接收端裝置

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。