



(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 201015893 A1

(43) 公開日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 16 日

(21) 申請案號：098129301

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 08 月 31 日

(51) Int. Cl. : *H04B7/005 (2006.01)* *H04L1/00 (2006.01)*

(30) 優先權：2008/09/16 美國 12/211,811

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

(72) 發明人：美菲戴艾琳娜 MEDVEDEV, IRINA (US)；凱強約翰 W KETCHUM, JOHN W.
(US)；瓦頓 J 羅尼 WALTON, J. RODNEY (US)

(74) 代理人：李世章

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：88 項 圖式數：8 共 76 頁

(54) 名稱

用於在多通道通訊系統中選擇傳輸模式的方法和系統

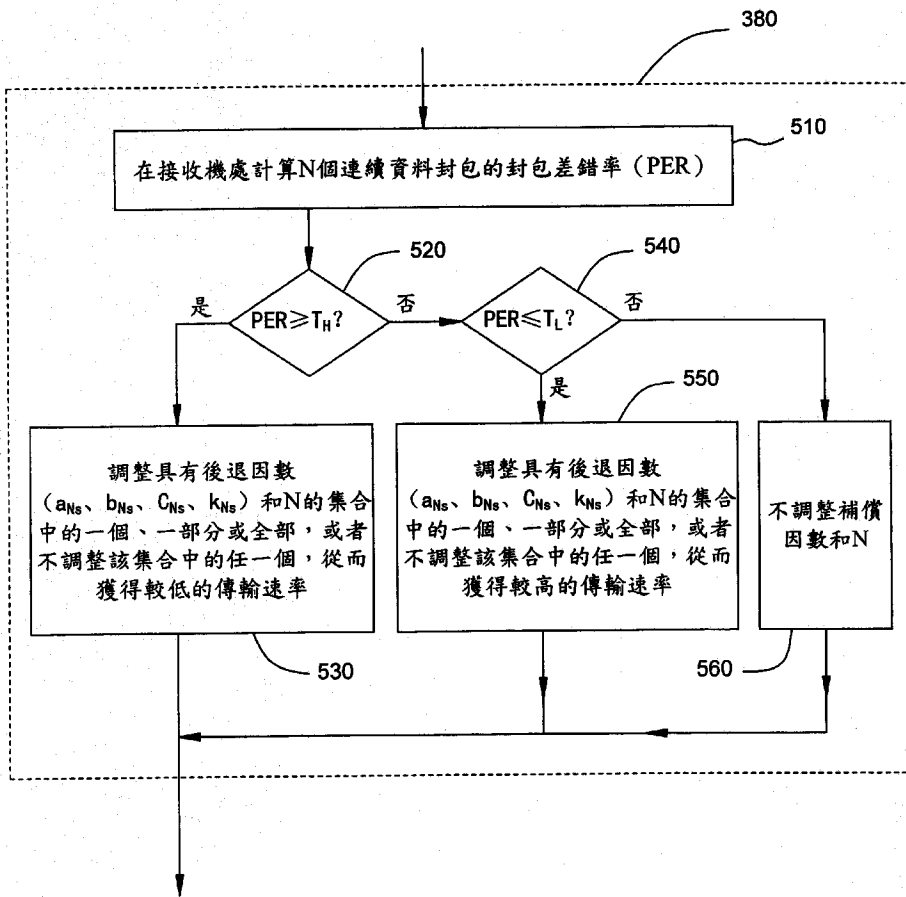
METHODS AND SYSTEMS FOR TRANSMISSION MODE SELECTION IN A MULTI CHANNEL COMMUNICATION SYSTEM

(57) 摘要

本文提供了用於為具有多個空間通道的多通道通訊系統中的資料傳輸選擇適當傳輸模式的技術，其中的多個空間通道具有不同的 SNR。對於特定的實施例，可應用閉環(close-loop)技術，其中調整用於計算反饋給發射機的有效 SNR 值的後退因數。還提供了開環(open-loop)速率控制方案，其中發射機根據是否在接收機處錯誤地接收到所傳輸的封包來選擇資料速率和串流數目。

380：步驟流程

510~560：步驟流程





(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 201015893 A1

(43) 公開日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 16 日

(21) 申請案號：098129301

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 08 月 31 日

(51) Int. Cl. : **H04B7/005 (2006.01)** **H04L1/00 (2006.01)**

(30) 優先權：2008/09/16 美國 12/211,811

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

(72) 發明人：美菲戴艾琳娜 MEDVEDEV, IRINA (US)；凱強約翰 W KETCHUM, JOHN W.
(US)；瓦頓 J 羅尼 WALTON, J. RODNEY (US)

(74) 代理人：李世章

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：88 項 圖式數：8 共 76 頁

(54) 名稱

用於在多通道通訊系統中選擇傳輸模式的方法和系統

METHODS AND SYSTEMS FOR TRANSMISSION MODE SELECTION IN A MULTI CHANNEL COMMUNICATION SYSTEM

(57) 摘要

本文提供了用於為具有多個空間通道的多通道通訊系統中的資料傳輸選擇適當傳輸模式的技術，其中的多個空間通道具有不同的 SNR。對於特定的實施例，可應用閉環(close-loop)技術，其中調整用於計算反饋給發射機的有效 SNR 值的後退因數。還提供了開環(open-loop)速率控制方案，其中發射機根據是否在接收機處錯誤地接收到所傳輸的封包來選擇資料速率和串流數目。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

概括地說，本案涉及資料通訊，具體地說，涉及用於為多通道通訊系統中的資料傳輸選擇適當傳輸模式的技術。

【先前技術】

多通道通訊系統採用多個「傳輸」通道用於資料傳輸。這些傳輸通道形成在時域、頻域、空間域或其組合中。例如，多個傳輸通道對應於分時多工（TDM）通訊系統中的不同時槽、正交分頻多工（OFDM）通訊系統中的不同頻率次頻帶或多輸入多輸出（MIMO）通訊系統中的不同空間通道。以下更詳細地描述 TDM、OFDM 和 MIMO 系統。

多通道通訊系統中的多個傳輸通道可能經歷不同的通道條件（例如，不同的衰落、多路徑和干擾效應），並可能獲得不同的信號雜訊干擾比（SNR）。傳輸通道的 SNR 確定其傳輸能力，其通常由特定的傳輸速率量化，傳輸速率可以在傳輸通道上可靠地獲得。如果 SNR 根據傳輸通道而變化，那麼所支援的傳輸速率也將根據通道而變化。此外，由於通道狀況通常隨時間變化，那麼傳輸通道所支援的傳輸速率也將隨時間變化。

編碼通訊系統中的主要挑戰在於根據通道條件選擇適當的傳輸模式來用於資料傳輸。如本文所使用的，「傳輸模式」指示特定的傳輸速率或資訊位元率、特定的編碼方案、特定

的調制方案或其組合，以用於給定的資料傳輸。選擇傳輸模式的目的應該是最大化多個傳輸通道上的吞吐量而同時滿足一定的品質目標，這可以由特定的封包差錯率（PER）來量化。每個傳輸通道也被稱為空間通道。每個空間通道承載資料傳輸，本文稱為空間串流或空間資料串流。

一種簡單的技術是根據多個傳輸通道中每個傳輸通道的 SNR 來為該傳輸通道選擇特定的傳輸模式（即，傳輸模式選擇是以每個傳輸通道為基礎來進行的，從而根據每個傳輸通道的 SNR 來對該傳輸通道進行「位元載入（bit load）」操作）。然後，每個傳輸通道的資料以一傳輸速率且使用與為該傳輸通道所選擇的傳輸模式相關的編碼調制方案（coding and modulation scheme）來進行發送。然而，這種技術具有一些主要缺點。首先，針對各個傳輸通道的單獨編碼操作顯著增加了在發射機和接收機兩者處進行資料處理的複雜度。其次，針對各個傳輸通道的單獨編碼操作極大地增加了編碼和解碼延遲。第三，需要較高的反饋率來發送針對每個傳輸通道的反饋資訊（例如，SNR 或傳輸模式），這是發射機用於逐個通道地來對資料進行編碼和調制所需要的。

另一種技術是對所有空間資料串流或成組的空間資料串流使用共同傳輸模式。該技術克服了位元載入技術的主要缺點。然而，如果在具有不同 SNR 的多個傳輸通道上發送資料傳輸，那麼 SNR 將在所接收的資料傳輸之間相應地變化。從而，急需解決的問題是：按照不同的 SNR 選擇合適的傳輸模式以用於資料傳輸，以便資料傳輸能被可靠地接收。如果所

選擇的傳輸模式的傳輸速率太高，那麼整個資料傳輸會被錯誤地接收。相反，如果所選擇的傳輸模式的傳輸速率太低，那麼多個傳輸通道的傳輸容量得不到充分使用。

因此，本領域需要用於確定合適的傳輸模式以便在具有不同的 SNR 的多個傳輸通道上進行資料傳輸的技術。

【發明內容】

本案的特定實施例提供了用於對發射終端和接收終端之間的傳輸進行資料速率控制的技術。這些技術包括基於從接收機反饋而來的速率選擇資訊的「閉環」速率控制命令、基於是否錯誤地接收到封包的「開環」速率控制命令以及它們的組合。

對於特定的實施例，提供了用於對多通道無線通訊系統中的發射終端與接收終端之間的傳輸進行開環速率控制的方法。該方法通常包括：以一傳輸速率，使用多個空間串流來傳輸一或多個資料封包；根據是否錯誤地接收到所傳輸的資料封包中的一或多個資料封包來調整所述傳輸速率以用於傳輸後續封包。

本案的特定實施例提供一種選擇多通道通訊系統中的傳輸模式的方法。該方法通常包括：根據多個空間串流的信號雜訊比（SNR）值來計算 SNR 度量；至少根據 SNR 度量和一或多個後退參數來計算有效 SNR 度量；監測封包錯誤；根據所監測的封包錯誤來調整所述後退參數中的一或多個後

退參數；根據有效 SNR 度量來選擇資料速率；並根據所選擇的資料速率來產生速率反饋。

本案的特定實施例提供一種用於對多通道無線通訊系統中的發射終端與接收終端之間的傳輸進行開環速率控制的裝置。該裝置通常包括：用於以一傳輸速率，使用多個空間串流來傳輸一或多個資料封包的邏輯；用於根據是否錯誤地接收到所傳輸的資料封包中的一或多個資料封包來調整所述傳輸速率以用於傳輸後續封包的邏輯。

本案的特定實施例提供一種用於選擇多通道通訊系統中的傳輸模式的裝置。該裝置通常包括：用於根據多個空間串流的信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量的邏輯；用於至少根據 SNR 度量和一或多個後退參數來計算有效 SNR 度量的邏輯；用於監測封包錯誤的邏輯；用於根據所監測的封包錯誤來調整所述後退參數中的一或多個後退參數的邏輯；用於根據有效 SNR 度量來選擇資料速率的邏輯；和用於根據所選擇的資料速率來產生速率反饋的邏輯。

本案的特定實施例提供一種用於對多通道無線通訊系統中的發射終端與接收終端之間的傳輸進行開環速率控制的裝置。該裝置通常包括：用於以一傳輸速率，使用多個空間串流來傳輸一或多個資料封包的構件；用於根據是否錯誤地接收到所傳輸的資料封包中的一或多個資料封包來調整所述傳輸速率以用於傳輸後續封包的構件。

本案的特定實施例提供一種用於選擇多通道通訊系統中的傳輸模式的裝置。該裝置通常包括：用於根據多個空間串

流的信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量的構件；用於至少根據 SNR 度量和一或多個後退參數來計算有效 SNR 度量的構件；用於監測封包錯誤的構件；用於根據所監測的封包錯誤來調整所述後退參數中的一或多個後退參數的構件；用於根據有效 SNR 度量來選擇資料速率的構件；和用於根據所選擇的資料速率來產生速率反饋的構件。

本案的特定實施例通常包括一種用於對多通道無線通訊系統中的發射終端與接收終端之間的傳輸進行開環速率控制的電腦程式產品，其包括儲存有指令的電腦可讀取媒體，所述指令可由一或多個處理器執行。所述指令通常包括：用於以一傳輸速率，使用多個空間串流來傳輸一或多個資料封包的指令；用於根據是否錯誤地接收到所傳輸的資料封包中的一或多個資料封包來調整所述傳輸速率以用於傳輸後續封包的指令。

本案的特定實施例通常包括一種用於選擇多通道通訊系統中的傳輸模式的電腦程式產品，其包括儲存有指令的電腦可讀取媒體，所述指令可由一或多個處理器執行。所述指令通常包括用於根據多個空間串流的信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量的指令；用於至少根據 SNR 度量和一或多個後退參數來計算有效 SNR 度量的指令；用於監測封包錯誤的指令；用於根據所監測的封包錯誤來調整所述後退參數中的一或多個後退參數的指令；用於根據有效 SNR 度量來選擇資料速率的指令；用於根據所選擇的資料速率來產生速率反饋的指令。

【實施方式】

本案的特定實施例提供用於控制發射單元（發射機）與接收單元（接收機）之間的資料傳輸速率的技術。本文所提供的技術既包括「閉環」控制技術又包括「開環」控制技術。一般而言，對於閉環資料速率控制，接收機向發射機反饋所選的資料速率和相關聯的資料串流數目。另一方面，對於開環速率控制，接收機不向發射機提供速率反饋，發射機僅根據是否錯誤地接收到所傳輸的封包來選擇資料速率和相關聯的資料串流數目。

對於特定的實施例，系統採用本文所提供的開環和閉環速率控制技術的組合。例如，系統首先（或定期地）採用閉環速率控制來選擇最初的資料速率和空間串流的數目，隨後採用開環速率控制來調整最初的選擇。至少偶爾地採用開環速率控制可以幫助節省資源，例如，藉由消除為反饋速率選擇和相關聯的資料串流數目所需要的頻寬。

詞語「示例性的」用在本文意味著「作為一個示例、例子或圖示」。本文描述為「示例性」的任何實施例或設計不必解釋為相比於其他實施例或設計更優選或更有利。

本文描述的傳輸模式選擇技術可以用於各種類型的具有多傳輸通道的多通道通訊系統，其中多傳輸通道用於資料傳輸。例如，這些技術可以用於 TDM 系統、基於 OFDM 的系統、MIMO 系統、採用 OFDM 的 MIMO 系統（即，MIMO-OFDM

系統) 等等。

TDM 系統可以以訊框的形式來傳輸資料，每個訊框均由特定的持續時間組成。每個訊框包括多個 (N_{TS}) 可分配有不同索引的時槽。針對每個訊框中的 N_{TS} 個時槽，可以構成 N_{TS} 個傳輸通道。

OFDM 系統有效地將整個系統頻寬劃分成多個 (N_F) 正交次頻帶，其也可以稱為音調、頻段 (bin) 和頻率通道。每個次頻帶同調制有資料的相應載波相關聯。針對 N_F 個次頻帶，可以構成 N_F 個傳輸通道。

MIMO 系統採用多個 (N_T) 發射天線和多個 (N_R) 接收天線進行資料傳輸，並表示為 (N_T, N_R) 系統。由 N_T 個發射天線和 N_R 個接收天線形成的 MIMO 通道被分解為 N_S 個獨立通道，其中 $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$ 。這 N_S 個獨立通道中的每個通道還稱為 MIMO 通道的空間通道。空間通道的數目由通道回應矩陣 H 確定，通道回應矩陣 H 描述 N_T 個發射天線和 N_R 個接收天線之間的回應。為了簡單起見，以下描述假定通道回應矩陣 H 是滿秩，在這種情況下，所使用的空間通道的數量為 $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$ 。針對 N_S 個空間通道，可以構成 N_S 個傳輸通道。

對於 N_F 個次頻帶中的每個次頻帶，MIMO-OFDM 系統具有 N_S 個空間通道。針對每個次頻帶的每個空間通道，可以構成 N_S 個傳輸通道。於是， $N_F \cdot N_S$ 個傳輸通道將可用於 N_T 個發射天線和 N_R 個接收天線之間的資料傳輸。

一般而言，可以按照各種方式形成多個傳輸通道，其中的

一些示例如上所述。每個傳輸通道與對該傳輸通道的傳輸能力進行指示的接收 SNR 相關聯。給定傳輸通道的接收 SNR 可以由接收機例如根據在該傳輸通道上發送的引導頻來估計。

圖 1 示出了多通道通訊系統 100 中的發射機 110 和接收機 150 的方塊圖。在接收機 110，從資料源 112 向發射 (TX) 資料處理器 114 提供訊務資料，發射 (TX) 資料處理器 114 將訊務資料解多工成 N_S 個資料串流，其中 $N_S \geq 1$ 。每個資料串流被單獨地處理，並在一組相應傳輸通道上進行發送。每個資料串流與一種特定的傳輸模式相關聯，該特定的傳輸模式指示用於那個資料串流的一組參數值。例如，用於每個空間資料串流的傳輸模式指示 (或與以下諸項相關聯) 特定的傳輸速率或資訊位元率、特定的編碼率、特定的交錯方案、特定的調制方案或它們的任意組合，以用於那個資料串流。對於給定的傳輸模式，傳輸速率由與該傳輸模式相關聯的編碼率和調制方案確定。表 1 提供一組示例性的傳輸模式，以及對於 1% 封包差錯率 (PER) 和作為傳輸速率表示的相應的頻譜效率 (以每秒的位元數/赫茲為單位示出) 而言，所需要的示例性信號雜訊比 (SNR)，其以分貝 (dB) 為單位。對於每個資料串流，傳輸速率由傳輸速率控制命令來確定，編碼率由編碼控制命令來確定，交錯方案由交錯控制命令來確定，而調制方案由調制控制命令來確定。這些控制命令由控制器 130 提供，並根據從接收機 150 接收的反饋資訊而產生。

表 1

傳輸模式 索引	頻譜效率 (bps/Hz)	編碼 率	調制方 案	所需的 SNR (dB)
0	0.0	-	-	-
1	0.25	1/4	BPSK	-1.8
2	0.5	1/2	BPSK	1.2
3	1.0	1/2	QPSK	4.2
4	1.5	3/4	QPSK	6.8
5	2.0	1/2	16 QAM	10.1
6	2.5	5/8	16 QAM	11.7
7	3.0	3/4	16 QAM	13.2
8	3.5	7/12	64 QAM	16.2
9	4.0	2/3	64 QAM	17.4
10	4.5	3/4	64 QAM	18.8
11	5.0	5/6	64 QAM	20.0
12	6.0	3/4	256QAM	24.2
13	7.0	7/8	256QAM	26.3

對於每個資料串流，TX 資料處理器 114 根據為那個資料串流選擇的編碼、交錯和調制方案對資料進行編碼、交錯和調制，以提供相應的調制符號串流。TX 資料處理器 114 提供 N_S 個資料串流的 N_S 個調制符號串流。

然後，發射機單元 (TMTR) 116 按照系統所規定的方式接收和處理 N_S 個調制符號串流。例如，發射機單元 116 對

OFDM 系統執行 OFDM 處理、對 MIMO 系統執行空間處理或對 MIMO-OFDM 系統既執行空間處理又執行 OFDM 處理。引導頻被發送到接收機 150 以輔助它執行多個功能，例如通道估計、擷取、頻率和定時同步、相干解調等。在這種情況下，發射機單元 116 接收引導頻符號並多工引導頻符號和調制符號。發射機單元 116 為每個用於資料傳輸的天線提供調制的信號。

然後，每個調制的信號藉由無線通訊鏈路從各個發射天線發射到接收機 150。通訊鏈路由於特定的通道回應使調制的信號失真，且還由於 (1) 具有方差 N_0 的加性高斯白雜訊和 (2) 可能來自其他傳輸源的干擾使調制的信號進一步衰退。

在接收機 150，藉由每個接收天線接收所發射的信號，從每個天線接收的信號均被提供給接收機單元 (RCVR) 116。接收機單元 160 調節和數位化每個接收到的信號，以提供相應的樣本串流。接收機單元 160 還按照與發射機單元 116 執行方式互補的方式處理樣本，以提供 N_S 個「已恢復的」符號串流，它們是發射機 110 發送的對 N_S 個調制符號串流的估計。然後，恢復的符號串流提供給接收 (RX) 資料處理器 162，並被處理以獲得所發射的資料串流的解碼資料。RX 資料處理器 162 的處理包括解調 (即，符號解映射)、解交錯和解碼。RX 資料處理器 162 還提供每個接收的資料封包的狀態。

接收機單元 160 還向通道估計器 164 提供「已接收的」符號 (即，進行 OFDM 處理之後且接收機單元 160 進行空間處

理之前的符號)及/或恢復的符號。然後，通道估計器 164 處理這些符號，以獲得用於資料傳輸的每個傳輸通道的 SNR 估計。通常根據所接收的引導頻符號來獲得 SNR 估計，並且還可根據所接收的資料符號或所接收的引導頻和資料符號的組合來獲得 SNR 估計。傳輸模式選擇器 166 從通道估計器 164 接收 SNR 估計，並確定空間串流的適當數目(即，取值從 0 到 $\min\{N_T, N_R\}$ 的 N_S)以及這 N_S 個空間資料串流的適當傳輸速率。

控制器 170 從傳輸模式選擇器 166 接收用於 N_S 個空間資料串流的傳輸模式，以及接收來自 RX 資料處理器 162 的封包狀態，並為發射機 110 收集反饋資訊。反饋資訊包括所採用的空間資料串流的數目(N_S)、這 N_S 個資料串流的傳輸模式、對所接收的資料封包的確認(ACK)和否定確認(NAK)及/或其他資訊。然後，反饋資訊被發送到發射機 110，並用於調整下一次傳輸。例如，對於每個將發送到接收機 150 的資料串流而言，發射機 110 使用反饋資訊來調整所採用的資料串流的數目、傳輸速率、編碼方案、調制方案或其任何組合。反饋資訊藉由使資料以通訊鏈路支援的公知設置來進行傳輸而用於提高系統的效率。

在圖 1 所示的實施例中，由接收機 150 執行傳輸模式選擇，並且所選擇的傳輸模式資訊被發送回發射機 110。在其他實施例中，可以藉由以下來執行傳輸模式選擇：(1) 由發射機根據由接收機提供的反饋資訊及/或由發射機獲得的其他資訊來執行，或者(2) 由發射機和接收機聯合執行。

在某些態樣中，發射機在執行如前所述的傳輸模式選擇時是啟動的，這是因為來自接收機的反饋是建議資訊 (recommendation)。因此，例如，如果基於建議資訊的初始傳輸與使用所建議的傳輸速率的下一次傳輸之間歷經了太多的時間，那麼發射機將使建議資訊降級 (downgrade)。

AWGN 通訊鏈路 (例如，AWGN 通道) 以頻率回應為特徵，該頻率回應在橫跨的多個傳輸通道上是平坦的。對於 AWGN 通道，傳輸通道獲得相似的接收 SNR。如果資料封包在一組具有相似的接收 SNR 的傳輸通道上進行傳輸，那麼 SNR 在整個資料封包上都近似常數。對於「SNR 恒定的」資料封包，對於特定性能等級的傳輸速率與所需 SNR 之間的關係在本領域是公知的。所期望的性能等級由特定的封包差錯率 (PER)、訊框錯誤率 (FER)、區塊錯誤率 (BLER)、位元錯誤率 (BER) 或其他量度標準。根據 AWGN 傳輸通道的接收 SNR 可以容易地選擇合適的傳輸模式。

然而，如上所述，多個傳輸通道可能經歷不同的通道狀況，且達到不同的接收 SNR。如果資料封包在一組具有不同的接收 SNR 的傳輸通道上進行傳輸，那麼 SNR 將在橫跨的所接收的資料封包上發生相應的變化。對於寬頻通訊系統和具有頻率選擇性衰落 (即，在橫跨的傳輸通道上的回應不平坦) 的「多徑」通道而言，這種「SNR 變化的」封包的問題將會加劇。本文所描述的技術解決了針對所編碼的多通道通訊系統的主要挑戰，這將確定最大傳輸速率，其中該最大傳輸速率針對特定的所期望的性能等級用於在一組具有不同

的 SNR 的傳輸通道上發送的每個資料串流。

圖 2 示出 MIMO-OFDM 系統中的基地台 210 和終端 250 的實施例的方塊圖。基地台 210 用於圖 1 中的發射機 110，而終端 250 用於圖 1 中的接收機 150。為了簡單起見，圖 2 僅僅示出從基地台到終端的下行鏈路（即，前向鏈路）上的資料傳輸。

在基地台 210，從資料源 212 向 TX 資料處理器 220 提供訊務資料。TX 資料處理器 220 將訊務資料解多工為 N_S 個資料串流（其中 $N_S \geq 1$ ），並進一步格式化、編碼、交錯和調制每個資料串流，以提供相應的調制符號串流。每個資料串流的傳輸速率、編碼、交錯和調制分別由控制器 240 提供的傳輸速率控制命令、編碼控制命令、交錯控制命令和調制控制命令來確定。TX 資料處理器 220 向 TX 空間處理器 228 提供 N_S 個調制符號串流。

TX 空間處理器 228 根據所選擇的傳輸方案（例如，空間分集、空間多工、頻率分集或時間分集）處理 N_S 個調制符號串流，以提供 N_T 個發射符號串流。TX 空間處理器 228 還接收引導頻信號，並將引導頻信號與發射符號進行多工處理。TX 空間處理器 228 向 N_T 個發射機單元（TMTR）230a-230t 提供 N_T 個發射符號串流。

每個發射機單元 230 對其發射符號串流執行 OFDM 處理，以提供相應的 OFDM 符號串流，其進一步被處理，以產生適於在無線通訊鏈路上傳輸的調制信號。然後，來自發射機單元 230a-230t 的 N_T 個發射符號分別經由 N_T 個天線

232a-232t 進行發送。

在終端 250，由 N_R 個天線 252a-252r 中的每個天線接收所發送的信號，並且將從每個天線接收的信號提供給相關聯的接收機單元 (RCVR) 254。每個接收機 254 調節並數位化其所接收到的信號，以提供樣本串流，該樣本串流被進一步處理，以提供相應的所接收的符號串流。然後，將從接收機單元 254a-254r 接收的 N_R 個符號串流提供給接收機處理器 260，接收機處理器 260 包括 RX 空間處理器 262 和 RX 資料處理器 264。

RX 空間處理器 262 根據所選擇的傳輸方案處理 N_R 個所接收到的符號串流，以提供 N_S 個所恢復的符號串流，它們是對由基地台 210 發送的 N_S 個調制符號串流的估計。然後，RX 資料處理器 264 解碼每個所恢復的符號串流，以提供相應的解碼資料串流，其是對由基地台 210 發送的資料串流的估計。RX 空間處理器 262 和 RX 資料處理器 264 的處理分別與基地台 210 處的 TX 空間處理器 228 和 TX 資料處理器 220 所執行的處理互補。

如圖 2 所示，RX 空間處理器 262 得出特定通道特性（例如，通道回應和雜訊方差）的估計，並向控制器 270 提供通道估計。RX 資料處理器 264 還提供每個所接收的資料封包的狀態。根據閉環速率控制情況下從 RX 空間處理器 262 和 RX 資料處理器 264 接收的各種類型的資訊，控制器 270 為多個空間資料串流確定合適的傳輸模式。控制器 270 還提供反饋資訊，其包括關於以下的建議資訊：所採用的空間串流

的數目、針對所有所採用空間串流的所選擇的傳輸模式、通道回應估計、所接收的資料封包的 ACK 及/或 NAK 等或其任意組合。在開環速率控制的情況下，反饋資訊只是用於指示是否成功接收到封包的 ACK 及/或 NAK。反饋資訊由 TX 資料處理器 278 和 TX 空間處理器 280 進行處理、由發射機單元 254a-254r 進行調節並由天線 252a-252r 發送回基地台 210。

在基地台 210，從終端 250 發送的信號由天線 232a-232t 接收，由接收機單元 230a-230t 調節，並由 RX 空間處理器 234 和 RX 資料處理器 236 處理，以恢復從終端 250 發送的反馈資訊。然後，將反饋資訊提供給控制器 240，並用於控制對發送給終端 250 的所建議數目 N_S 個空間資料串流的處理。例如，多個資料串流的傳輸速率基於由終端 250 提供的所選擇的傳輸模式來確定。針對所選擇的傳輸模式的編碼和調制方案也由控制器 240 確定，並藉由提供給 TX 資料處理器 220 和 TX 空間處理器 228 的編碼和調制控制命令來指示。所接收的 ACK/NAK 用於指示完全的重傳或對由終端錯誤接收到的每個資料封包的增量 (incremental) 傳輸。所接收的 ACK/NAK 還用於調整開環速率控制時的傳輸模式和空間串流數目。對於增量傳輸，錯誤接收到的一個資料封包的一小部分被傳輸，以使得終端恢復該封包。

控制器 240 和 270 分別指導基地台 210 和終端 250 處的操作。記憶體單元 242 和 272 分別提供控制器 240 和 270 使用的程式碼和資料的儲存。

通道回應和雜訊方差(例如,基於所接收到的引導頻符號)在接收機處被估計,並被提供給控制器 270。控制器 270 實現圖 1 中的傳輸模式選擇器 166,執行與傳輸模式選擇相關的各種功能,並根據通道估計為多個空間資料串流確定合適的傳輸模式。儲存單元 272 儲存所支援的傳輸模式和這些模式所需要的 SNR 的檢視表 274。傳輸模式選擇器 166 確定所採用的資料串流的數目 N_S 和針對這 N_S 個資料串流的適當傳輸模式。每個資料串流在一組相應的傳輸通道上進行傳輸。

閉環速率控制

圖 3 示出例如在傳輸模式選擇器 166 中執行的示例性操作,用於確定針對在具有不同 SNR 的空間通道上發送的不同資料串流的共用傳輸模式。首先,在 310,(例如,基於引導頻符號)計算對系統中的所有 $N_{S_{MAX}} = \min\{N_r, N_t\}$ 空間串流的 SNR 估計。給定空間通道的特定次頻帶的 SNR 估計藉由以下獲取:

$$\gamma_i(l) = 10 \log_{10} \left(\frac{|s_i(l)|^2}{N_0} \right) \quad \text{其中 } i = 1, \dots, N_{S_{MAX}}, l \in L, (\text{dB}) \quad (1)$$

其中 i 是空間串流索引,索引 l 是次頻帶索引, $s_i(l)$ 是空間通道 i 的次頻帶 l 的複增益, N_0 是空間通道 i 的次頻帶 l 的雜訊方差,而 $\gamma_i(l)$ 是空間通道 i 的次頻帶 l 的 SNR 估計。如方程 1 所示,空間通道的 SNR 估計以 dB 為單位。在 312,假設中

所考慮的空間串流的數目 N_S 初始化為 1，並且假設中空間串流的數目將最終增加，如圖 3 所示。

在接收機處應用的高級接收機演算法通常不會產生對後檢測 (post-detection) SNR 的關聯直接觀測結果，這通常用於閉環速率控制時的速率選擇。因此，對於特定的實施例，為了進行閉環速率控制，不是接收機演算法的一部分的 MMSE 計算用於提供通道品質度量 (metric)，其經過進一步地靜態調整和動態調整以用於促使先進接收機演算法的速率選擇，其中先進接收機演算法通常不會產生適當的 SNR 度量。

在接收機處執行的 MMSE 計算例如由下式定義：

$$W_{MMSE}(l) = (H(l)H^H(l) + N_0I)^{-1}H^H(l), \quad (2)$$

其中 $H(l)$ 是次頻帶 l 的通道回應矩陣， $H^H(l)$ 是通道矩陣 $H(l)$ 的共軛轉置 (厄密共軛) 版本，而 I 是單位矩陣。

根據方程 (1) 和 (2)，每個空間串流的每個次頻帶的接收 SNR 於是表示為：

$$\gamma_i(l) = 10 \log_{10} \left(\frac{|w_i^H(l)h_i(l)|^2}{N_0} \right), \quad l \in L, i = 1, \dots, N_{S_{MAX}}, \text{ (dB)} \quad (3)$$

其中 $w_i(l)$ 是方程 (2) 的 $W_{MMSE}(l)$ 的第 i 行 (column)， $\gamma_i(l)$ 是空間通道 i 的次頻帶 l 的接收 SNR，而 $h_i(l)$ 是通道回應矩陣

$H(l)$ 的第 i 行 (column)。方程 (3) 提供了計算 MIMO-OFDM 系統中的接收 SNR 的示例性方法，由此，線性 MMSE 均衡作為更先進檢測演算法的一部分而被應用。也可以採用用於計算 SNR 的其他方法。

在 320，根據所採用的空間串流數目假設 N_S 來計算平均 SNR，如下：

$$\gamma_{avg} = \frac{1}{N_S N_F} \sum_{i=1}^{N_S} \sum_{l=1}^{N_F} \gamma_i(l), \text{ (dB)} \quad (4)$$

其中 i 是用於傳輸資料串流的空間通道的索引 (空間串流索引)， N_F 是資料次頻帶的數目， $\gamma_i(l)$ 是空間通道 i 的次頻帶 l 的 SNR 估計，而 γ_{avg} 是用於傳輸資料串流的 N_S 個空間通道和 N_F 個次頻帶的平均 SNR。

而且，在 320，如下地計算 SNR 估計的相應無偏標準差：

$$\sigma_\gamma = \sqrt{\frac{1}{N_F N_S - 1} \sum_{i=1}^{N_S} \sum_{l=1}^{N_F} (\gamma_i(l) - \gamma_{avg})^2}, \quad (5)$$

於是，在 330，根據平均 SNR、SNR 估計的標準差和後退因數來計算假設中 N_S 個空間串流的有效 SNR，如下：

$$\gamma_{eff, N_S} = (\gamma_{avg} - k_{N_S} \sigma_\gamma + a_{N_S})^{c_{N_S}} + b_{N_S}, \quad (6)$$

其中 k_{N_s} 是由所考慮的空間串流的數目決定的後退因數，其乘以標準差； C_{N_s} 是由所考慮的空間串流的數目決定的因數，其用於將可觀測 (observable) 的 SNR 轉換成在增強的解調技術 (例如球解碼器) 下的不可觀測的 SNR； a_{N_s} 和 b_{N_s} 是由其他觀測結果或參數決定的後退因數。

因數 a_{N_s} 、 b_{N_s} 、 C_{N_s} 和 k_{N_s} 隨著假設中所考慮的空間串流的數目 N_s 而變化。假設中所考慮的空間串流的數目 N_s 將隨著假設的不同而遞增。在一個實施例中，用在具有最多 4 個不同空間資料串流的 MIMO 無線區域網路 (WLAN) 系統中的後退因數值為：

$$[k_{N_s=1}, k_{N_s=2}, k_{N_s=3}, k_{N_s=4}] = [1, 0.75, 0.5, 0.25] \quad (7)$$

$$[C_{N_s=1}, C_{N_s=2}, C_{N_s=3}, C_{N_s=4}] = [1, 26/25, 20/19, 16/15]. \quad (8)$$

在另一實施例中，諸如 MMSE 或零強迫 (ZF) 的解調技術具有可觀測的 SNR，在這種情況下，對於所有 $N_s = 1, \dots, \min\{N_R, N_T\}$ ， C_{N_s} 都是一。

根據系統特定的各種因數來選擇後退因數 k_{N_s} ，並且通常範圍為 0 到 1 (即， $1 \geq k_{N_s} \geq 0$)。後退因數 k_{N_s} 是系統所使用的特定編碼的最小自由距離 d_{min} 的函數。 d_{min} 的一般概念在本領域是公知的，並且任何給定的編碼的 d_{min} 都是已知的或者以本領域公知的方式確定。後退因數 k_{N_s} 對於 turbo 碼而言較小，而對於迴旋碼而言較大。如下文將更詳細地描述那樣，對於特定的實施例，這些後退因數中的一或多個使用接收機

處的外環來進行調整。

對於給定類型的編碼（即，迴旋或 turbo），編碼的約束長度 K 也將對後退因數產生影響。針對較大的約束長度而使用較小的後退因數，反之亦然。對於給定的系統設計，後退因數 k_{N_s} 根據模擬（對於大量實現結果）、經驗測量結果等來確定。

系統被設計為支援一組傳輸模式。每個所支援的傳輸模式與為達到期望性能等級所需的特定的最小 SNR 相關聯，其可以按照下文更詳細的描述來確定。

對於特定的實施例，在 340，查閱具有所支援的傳輸速率及其所需的 SNR 的檢視表，以獲得傳輸模式。例如，為假設中的 N_s 個空間串流選擇所需 SNR（例如，藉由檢視表來獲得）低於有效 SNR（例如，藉由方程 6 計算的）的最高速率。於是，檢視表根據有效 SNR 為多個空間串流選擇可能的最高傳輸速率。一旦對於所有 $N_{s,max} = \min\{N_r, N_t\}$ 個假設都獲得了傳輸速率（判決步驟 342），就在 360 在所有假設當中選擇最高傳輸速率以及相應的所採用的空間資料串流的數目。在 370，監測錯誤接收的封包。例如，計算特定數量封包的封包差錯率（PER）。如將在下文更詳細描述般，在 380，計算出的 PER 用於增加、降低或不改變後退因數，以便可以達到所期望的 PER。

對於特定的實施例，按照如下方式調整後退因數：如果封包差錯率低於第一閾值，則產生與提高的資料速率相關聯的有效 SNR；及/或如果封包差錯率超過第二閾值，則產生與降

低的資料速率相關聯的有效 SNR。對於特定的實施例，在不同的時間段上設置及/或監測第一和第二閾值，例如，以便當在延長的時間段內觀測到低的封包差錯率時確保資料速率逐漸增加，而當檢測到較高的封包差錯率時迅速地降低資料速率。

對於每個假設，獨立地執行 320-350 處的操作，而在 350，所考慮的空間串流數目 N_S 隨著假設的不同而遞增。關於所選擇的傳輸模式和空間資料串流的數目的資訊可以經由反饋通道發送回發射機。

圖 4 更詳細地示出操作 330。對於假設中的 N_S 個空間串流而言，操作 410 利用在圖 3 中的 320 處計算出的平均 SNR 和 SNR 估計的標準差。由假設中所考慮的空間串流數目 N_S 決定的後退因數的值也可用在 420 處，並在外環中得到調整或預先確定。在 430，根據方程 6 為假設中的 N_S 個空間串流計算有效 SNR。

雖然以上參考圖 3 和圖 4 而描述的示例性實施例涉及用於所有串流的共用傳輸模式，但是本文描述的技術用於選擇每個串流的不同傳輸模式（即，不是所有的串流均必須具有相同的傳輸模式的情況）。這些技術用於選擇每個串流的單獨的傳輸模式，或在多個串流上選擇不同的傳輸模式。在每個串流的單獨的傳輸模式的情況下，為每個串流單獨地選擇傳輸模式，例如，藉由每個串流的檢視表或其他適當的技術。在多個串流上傳輸模式不同的情況下，只允許在多個串流上的傳輸模式的特定組合。在這兩種情況下，為假設中的每個

串流計算有效 SNR。然而，以上描述的用於根據有效 SNR 值選擇速率的技術均可以用於這兩種情況。

對於每個串流的單獨的傳輸模式，例如，一旦計算了給定串流的有效 SNR，就可以為那個串流選擇所需 SNR 低於有效 SNR 的最高速率。在這種情況下，為假設中的每個串流執行有效 SNR 計算和表檢視。儘管對於每個串流的不同傳輸模式，獲得 N_S 個有效 SNR，但是只有一個表可供檢視，例如，同時要求每個串流的有效 SNR 必須大於每個串流的所需 SNR。

雖然已經按照所示的示例提供對每個串流的單獨的傳輸模式或每個串流的不同傳輸模式的選擇，但是本領域的技藝人士應該意識到，也可以使用各種其他速率選擇方式來應用本文所提供的用於根據有效 SNR 值選擇速率的技術，其中不是所有的串流都必須具有相同的傳輸模式。

每個所支援的傳輸模式與以下相關聯：特定的頻譜效率、特定的編碼率、特定的調制方案和為達到非衰落 AWGN 通道的預定 PER 所需的最小 SNR。頻譜效率通常是指系統頻寬所標準化的傳輸速率（即，資訊位元率），並且以每赫茲每秒的位元為單位（bps/Hz）。每個傳輸模式的編碼率和調制方案對於特定的系統設計是特定的。對於特定的實施例，包括相應於零傳輸速率（即，沒有資料傳輸）的傳輸模式。對於每個具有非零傳輸速率的傳輸模式，根據特定系統設計（即，該系統針對那個傳輸模式所使用的特定編碼率、交錯方案、調制方案等）且為 AWGN 通道獲得所需的 SNR。藉由

計算、電腦模擬、經驗測量等獲得所需的 SNR，如本領域所公知者。

有效 SNR 通常表示對所有所採用的空間通道的傳輸能力的估計，其是對 AWGN 通道的準確估計，但不能潛在地準確估計多徑通道。有效 SNR 用於選擇在可用空間傳輸通道上發送的所有空間資料串流的共用傳輸模式。所選擇的傳輸模式表示出對傳輸速率的預測，該傳輸速率由可用傳輸通道所支援，以用於達到所期望的封包差錯率 (PER)。然而，如同任何預測方案一樣，不可避免地存在預測錯誤。

對於特定的實施例，為了確保能達到所期望的 PER，用於使用以上的方程 6 來計算有效 SNR 的一或多個後退因數可以在 380 處的「外環」操作中被修改，並再次用於更新有效 SNR，如圖 3 所示。後退因數的動態調整有助於最小化預測錯誤，並最終有助於選擇更有效的傳輸模式。

接收機處外環的目的是在速率控制器選擇太低的（保守 (conservative)）或者太高的（積極 (aggressive)）傳輸速率的情況下都能控制最大的封包差錯率 (PER)。圖 5 示出示例性操作 380，其用於藉由根據在接收機處觀測到的 PER 來修改多個空間資料串流的後退因數，從而調整傳輸模式。

在 510，在接收機處計算針對 N 個連續資料封包的 PER。如果 PER 處於預定的閾值範圍 (T_L, T_H) 之外，其中 $T_L \leq T_H$ ，那麼圖 2 的控制器 270 修改後退因數以調整傳輸模式。

在 520，如果針對 N 個連續資料封包的 PER 處於上界 T_H

之上，那麼在 530，控制器 270 將後退因數 k_{N_s} 增加常數 Δ_k ，以降低有效 SNR 和減小傳輸速率。對於特定的實施例，在 530 處還降低後退因數 a_{N_s} 、 b_{N_s} 和 C_{N_s} 。

在 540，如果針對 N 個連續資料封包的 PER 處於低閾值 T_L 之下，那麼在 550，控制器 270 將後退因數 k_{N_s} 增加常數 Ω_k 。另外，在 550，增加後退因數 a_{N_s} 、 b_{N_s} 和 C_{N_s} 以增加有效 SNR 和提高傳輸速率。

如果 PER 處於預定的閾值範圍 (T_L, T_H) 內，那麼控制器 270 不需要修改後退因數 (560)，而且未改變的傳輸模式將繼續利用。

下次執行速率選擇演算法時，使用後退因數的更新值來計算每個假設中每個空間串流的有效 SNR，見圖 3 中的 330。按照這種方式，接收到的封包或封包集用於影響 (influence) 針對後續封包傳輸的資料速率選擇。對於所有的情況，參數 Δ_k 、 Ω_k 和 N 均是常數，隨著假設中的串流數目、天線配置、之前估計的有效 SNR 或根據 (一些) 其他因數而變化。

對於特定的實施例，接收機處的外環也可以用於影響由設備設置的初始速率。例如，如果速率反饋在預定的時間量 T 之內沒有被更新，那麼外環可以設置後退因數的任何組合 (例如，設置成特定類型的預設初始值)，以獲得保守速率選擇。這對應於以下的任何組合：對於特定數目個所考慮的空間串流 N_s 的提高了的 k_{N_s} 、降低的 a_{N_s} 、降低的 b_{N_s} 和降低的 C_{N_s} 。此外，外環藉由相應地設置適當的參數來控制在傳輸速率選擇中所考慮的空間串流的數目。

以上說明已經描述了根據多個空間串流的標準差和平均 SNR 來計算有效 SNR。然而，對於特定的實施例，不採用平均 SNR 和標準差，而可以採用不同類型的 SNR 度量來確定有效 SNR。例如，不是根據每個空間串流的 SNR 值來計算真實的平均 SNR 值，而是接收機可以排除特定空間串流的 SNR 值，或者在計算用於確定有效 SNR 的 SNR 度量時增加特定空間串流的 SNR 值的權重。在任何情況下，仍然可以如上所述地調整後退參數，以影響有效 SNR 的計算。

開環速率控制

如上所述，對於特定的實施例，可以達到對於 MIMO 系統的閉環速率控制，其中在鏈路的接收端確定速率，並將速率傳輸回發射機。然而，對於特定的實施例，例如可以達到對於 MIMO 系統的開環速率控制，其中接收終端不向發射機提供速率反饋。

在這種開環速率控制方案中，只有有限數目的資訊在發射機處可用，例如所傳輸的封包是否被錯誤地接收。例如，發射機根據接收機發送否定確認 (NAK) 或沒有從接收機發送的肯定確認 (ACK) 來得知是否錯誤地接收了所傳輸的封包。

本案的特定實施例允許根據是否錯誤地接收到所傳輸的封包來調整一或多個串流的傳輸速率。作為對如上所述的閉環速率調整的替換，這些開環速率調整可以在如上所述的系統中執行。對於特定的實施例，可以組合閉環和開環速率調

整，例如，僅周期性地執行閉環速率選擇，並對利用閉環速率選擇而確定的速率進行開環速率調整。例如，這可以藉由減少有效 SNR 反饋的頻率來節省頻寬資源。

如上所述，對於具有存取點處的 N_T 個天線和用戶終端處的 N_R 個天線的系統，用於傳輸資料的空間串流的最大數目 N_S 是 $\min(N_T, N_R)$ 。根據特定的實施例，相同的速率可以用於所有的空間串流或者速率可以隨著每個空間串流而改變（針對不同的串流選擇不同的速率）。對於特定實施例，根據在本文提供的開環技術所選擇的速率受限於所允許的空間串流的最大數目。此外，對於特定的實施例，相同的調制可以用於所有的空間串流。

本文所描述的開環速率調整可以用於諸如圖 1 中所示並如上所述的系統中。然而，對於開環速率調整，可以不採用接收機 150 的特定部件，例如通道估計器 164 和傳輸模式選擇器 166。

圖 6 示出在發射機處執行的用於開環速率控制的示例性操作。在 610，選擇初始速率。在 620，在 N_S 個空間串流傳輸一或多個封包。在 630，發射機監測接收封包時的錯誤。在 640，根據封包錯誤來調整資料速率。例如，如果對於特定數目個封包沒有（或很少）檢測到封包錯誤，則增加資料速率；如果檢測到特定閾值數目個封包錯誤，則降低資料速率；或者例如，如果封包差錯率低於閾值水平，則將資料速率維持在當前速率。還可以調整串流的數目以及針對允許對每個串流獨立地進行速率選擇的特定實施例的每個串流的

速率。

一個以上的具有調制編碼方案與活動空間串流數目的組合可以達到特定的資料速率。對於特定的實施例，選擇哪種組合來達到期望的資料速率取決於接收機技術。例如，特定的接收機達到方案支配是應該選擇最小數目個空間串流還是最大數目個空間串流。例如，近似-ML (near-ML) 接收機（其達到與最大概度接收機的性能接近的性能）利用給定速率下的較大數目個空間串流而實現最佳性能。於是，如果發射機具有接收機是近似-ML 接收機的資訊，那麼在大多數情況下（例如，除了當單個空間串流達到相同的資料速率時）可以選擇具有最大數目個空間串流的組合。在發射設備不具有接收機資訊的情況下，可以選擇具有最小數目個空間串流的組合。此外，對於特定的實施例，調制編碼方案的不同組合還可用於達到相同的資料速率（而不改變空間串流的數目）。於是，在這種情況下，關於使用哪種調制編碼方案的決定例如基於支援哪個方案及/或其他因素，例如，在給定情況下哪個方案很可能產生更好的性能。

對於特定的實施例，開環速率控制演算法包括兩個階段：初始化階段和穩定階段。在初始化期間，可以應用各種技術來選擇初始速率。

如圖 7A 所示，發射機一開始採用積極速率，並降低速率直至檢測不到（或檢測到很少的）封包錯誤。例如，在 702，發射機選擇允許的最高速率和相關聯的串流數目 N_s ，並在 704 以那個速率在 N_s 個串流發送一或多個封包。如果在 706

檢測到封包錯誤，那麼在 708 降低速率。重複這些操作，同時反覆地降低速率直至檢測不到封包錯誤（或檢測到可容許數目的封包錯誤）。此時的當前速率可以用作穩定狀態速率 710，其可以根據不同的演算法來進行調整。

如圖 7B 所示，發射機也一開始可以採用保守速率，並提高速率直至檢測到封包差錯。例如，在 752 發射機選擇允許的最低速率，並在 754 以那個速率來在 N_s 個空間串流上發送一或多個封包。如果在 756 檢測不到封包錯誤（或者檢測到基於已知標準的相對少量的封包錯誤），那麼在 758 提高速率。重複這些操作，同時反覆地提高速率直至檢測到封包錯誤。一旦檢測到封包錯誤，在 760，發射機就可選擇地降低該速率，並且該速率可以用作穩定狀態速率 762。對於特定的實施例，發射機一開始不是採用最保守或最積極的資料速率，而是採用資料速率範圍中間的某個資料速率。這種初始的「中間」資料速率可以藉由選擇具有調制編碼方案和空間串流數目的適當組合來達到，例如在可允許範圍內空間串流的中間。

對於特定的實施例，在穩定狀態下，按照控制方式來調整速率，以達到高優選的整體資料速率而同時使封包錯誤最小化。例如，如圖 8 所示，在無錯誤地傳輸特定數目個連續封包之後，執行操作 800 來逐漸提高速率，但如果檢測到封包錯誤則立即降低速率。

在 802，重置用於跟蹤成功接收到的封包的計數器。在 804，以當前的速率在 N_s 個串流上傳輸一或多個封包。如果

在 806 檢測不到封包錯誤，則在 808 增加計數值。如果計數器滿足或超過閾值，如在 810 所確定者，這指示已經以那個速率成功地接收到多個連續的封包，則在 812 提高速率。在 802 再次重置計數器，並且以新的速率重複這些操作。

另一方面，如果在 806 檢測到封包錯誤，則在 814 立即降低當前速率。對於特定的實施例，並不立即降低當前速率，而是只有在錯誤地發送閾值數目個連續封包（或者所監測的封包差錯率已經超過特定閾值）之後才降低當前速率。對於這類實施例，可維護用於被錯誤接收的封包的計數器，並且將該計數器用於與閾值進行比較。

當然，本領域的技藝人士應該意識到特定的實施例採用上述演算法的變形。例如，不是以單個步長提高或降低速率，而是以 N 個步長調整速率，其中 N 是由速率表的尺寸決定的任何整數（例如，一個、兩個或三個）。此外，對於特定的實施例，可以將不同的步長用於提高和降低。對於特定的實施例，可以以不是允許的最低速率或允許的最高速率之外的特定速率來進行初始化。此外，在初始化期間，以任何給定的資料速率來傳輸一個以上的封包，而且不是根據單個封包錯誤（或成功接收的封包）調整速率之外，而是在調整當前速率之前，需要檢測到多個錯誤（或成功接收到的封包）。

對於特定的實施例，不是監測純粹的封包錯誤，而是監測封包差錯率，並相應地調整穩定狀態傳輸速率。例如，如果封包差錯率低於第一閾值則增加穩定狀態速率；及/或如果封包差錯率超過第二閾值，則降低穩定狀態速率。可在不同的

時間段對第一和第二閾值進行設置及/或監測，以確保當在延長的時間段內觀測到較低的封包差錯率時逐漸提高速率，而當檢測到較高的封包差錯率時迅速地降低速率。

本文描述的技術可以用於各種通訊系統，包括根據正交多工方案的通訊系統。這種通訊系統的示例包括正交分頻多工存取（OFDMA）系統、單載波分頻多工存取（SC-FDMA）系統等。OFDMA系統採用正交分頻多工（OFDM），其是一種將整個系統頻寬劃分成多個正交次載波的調制技術。這些次載波也稱為音調、頻段等。利用OFDM，每個次載波獨立地調制有資料。SC-FDMA系統採用交錯的FDMA（IFDMA）來在橫跨系統頻寬的次載波上進行發送、採用局部化FDMA（LFDMA）來在一個具有相鄰次載波的區塊上進行發送或者採用增強的FDMA（EFDMA）來在多個具有相鄰次載波的區塊上進行發送。通常，在頻域利用OFDM來發送調制符號，而在時域利用SC-FDMA來發送調制符號。

上述方法的各種操作可以藉由各種硬體及/或軟體部件及/或與圖中所示的手段功能（means-plus-function）方塊相對應的模組來執行。通常，在圖中所示的方法具有相應的手段功能對等圖的情況下，操作方塊對應於具有相似編號的手段功能方塊。例如，圖3所示的方塊310-370對應於圖3A所示的手段功能方塊310A-370A。類似地，圖4所示的方塊410-430對應於圖4A所示的手段功能方塊410A-430A。類似地，圖5所示的方塊510-560對應於圖5A所示的手段功能方塊510A-560A。類似地，圖6所示的方塊610-640對應於

圖 6A 所示的手段功能方塊 610A-640A。

本文描述的技術由各種方式實現。例如，這些技術以硬體、軟體或其組合實現。對於硬體實現，用於傳輸模式選擇的單元可被實現在一或多個專用積體電路（ASIC）、數位信號處理器（DSP）、數位信號處理設備（DSPD）、可程式邏輯設備（PLD）、現場可程式陣列（FPGA）、處理器、控制器、微控制器、微處理器、設計用於執行本文描述的功能的其他電子單元或上述組合內。

對於軟體實現，傳輸模式選擇可以用執行本文所述功能的模組（例如、程序、函數等）來實現。軟體代碼儲存在記憶體單元（例如，圖 2 中的記憶體單元 242 或 272）中，並由處理器（例如控制器 240 或 270）執行。記憶體單元可以被實現在處理器內部或者處理器外部，在實現在處理器外部的的情況下，記憶體單元能經由本領域公知的各種手段耦合到處理器。

應該理解，申請專利範圍不局限於上述的精確配置和部件。可以對上述方法和裝置的佈置、操作和細節做出各種修改、改變和變形，而不脫離申請專利範圍的保護範圍。

【圖式簡單說明】

按照能更詳細地理解本案的上述特徵的方式，可以參考實施例來描述上面簡要描述的本案的更具體的說明，這些實施例中的一些實施例示出在附圖中。然而，應該注意到，附圖

僅示出本案的典型實施例，因此不應該解釋為對其範圍的限制，因為本案可以適用於其他等價的實施例。

圖 1 示出了多通道無線系統中的發射機和接收機。

圖 2 示出了 MIMO-OFDM 系統中的基地台和用戶終端。

圖 3 示出了利用用於傳輸模式控制的外環來為多個空間串流選擇共用傳輸模式的示例性操作。

圖 3A 示出了能執行圖 3 所示的操作的示例性部件。

圖 4 示出了用於為多個空間串流計算有效 SNR 的示例性操作。

圖 4A 示出了能執行圖 4 所示的操作的示例性部件。

圖 5 示出了根據接收機處所估計的封包差錯率來調整後退因數的示例性操作。

圖 5A 示出了能執行圖 5 所示的操作的示例性部件。

圖 6 示出了用於開環速率調整的示例性操作。

圖 6A 示出了能執行圖 6 所示的操作的示例性部件。

圖 7A 和圖 7B 示出了用於開環速率調整的示例性初始化操作。

圖 8 示出了用於穩定狀態開環速率調整的示例性操作。

【主要元件符號說明】

100	多通道通訊系統
110	發射機
112	資料源

114	TX 資料處理器
116	TMTR
130	控制器
150	接收機
160	RCVR
162	RX 資料處理器
164	通道估計器
166	傳輸模式選擇器
170	控制器
210	基地台
210	基地台
212	資料源
220	TX 資料處理器
228	TX 空間處理器
230a~230t	TMTR/RCVR
232a~232t	天線
234	RX 空間處理器
236	RX 資料處理器
240	控制器
242	記憶體
250	終端
252a~252r	天線
254a~252r	RCVR/TMTR
262	RX 空間處理器

264	RX 資料處理器
270	控制器
272	記憶體
278	TX 資料處理器
280	TX 空間處理器
310~370	步驟流程
310A~370A	步驟流程
410~430	步驟流程
410A~430A	步驟流程
380A~560A	步驟流程
510~560	步驟流程
610~640	步驟流程
610A~640A	步驟流程
702~710	步驟流程
752~762	步驟流程
802~812	步驟流程

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：98129301

※ 申請日期：2009 年 8 月 31 日

※IPC 分類：H04B 7/005 (2006.01)
H04L 1/60 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於在多通道通訊系統中選擇傳輸模式的方法和系統 /
METHODS AND SYSTEMS FOR TRANSMISSION MODE
SELECTION IN A MULTI CHANNEL COMMUNICATION
SYSTEM

二、中文發明摘要：

本文提供了用於為具有多個空間通道的多通道通訊系統中的資料傳輸選擇適當傳輸模式的技術，其中的多個空間通道具有不同的 SNR。對於特定的實施例，可應用閉環(close-loop)技術，其中調整用於計算反饋給發射機的有效 SNR 值的後退因數。還提供了開環(open-loop)速率控制方案，其中發射機根據是否在接收機處錯誤地接收到所傳輸的封包來選擇資料速率和串流數目。

三、英文發明摘要：

Techniques to select a suitable transmission mode for a data transmission in a multi channel communication system with multiple spatial channels having varying SNRs are presented in this disclosure. For certain embodiments, a closed-loop technique may be applied, in which back-off factors used to calculate an effective SNR value fed back to a transmitter are adjusted. An open-loop rate control scheme is also

presented in which a transmitter may select a data rate and number of streams based on whether transmitted packets are received in error at a receiver.

七、申請專利範圍：

1、一種用於對一多通道無線通訊系統中之一發射終端與一接收終端之間的傳輸進行開環速率控制的方法，包括以下步驟：

以一傳輸速率，使用多個空間串流來發送一或多個資料封包；及

根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包。

2、如請求項 1 之方法，其中根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的步驟包括以下步驟：

如果成功地接收到多個連續的封包，則提高該傳輸速率以用於發送後續封包。

3、如請求項 1 之方法，其中根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的步驟包括以下步驟：

如果沒有成功地接收到一或多個封包，則降低該傳輸速率以用於發送後續封包。

4、如請求項 1 之方法，還包括以下步驟：

監測以一給定的傳輸速率發送的封包的一封包差錯率；

其中根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的步驟包括：

如果該封包差錯率低於一第一閾值，則提高傳輸速率；而如果該封包差錯率超過一第二閾值，則降低傳輸速率。

5、如請求項 4 之方法，其中該第一閾值和該第二閾值是不同的值。

6、如請求項 1 之方法，其中根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的步驟包括以下步驟：

從達到相同傳輸速率的多個具有調制編碼方案和空間串流數目的多個組合中，選擇一個具有調制編碼方案和空間串流數目的一組合。

7、如請求項 1 之方法，其中根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的步驟包括以下步驟：

選擇一個具有調制編碼方案和空間串流數目的一組合，其中與當前傳輸速率相比，該組合達到較高的一下一個可用傳輸速率或較低的一下一個可用傳輸速率。

8、如請求項 1 之方法，其中根據是否錯誤地接收到所發

送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的步驟包括以下步驟：

在一初始化階段期間根據一第一演算法調整該傳輸速率；及

在一穩定狀態期間根據一第二演算法調整該傳輸速率。

9、如請求項 8 之方法，其中：

該初始化階段藉由選擇允許的一最高傳輸速率而開始；

及

反覆地降低該傳輸速率，直至檢測不到或很少檢測到封包錯誤為止。

10、如請求項 8 之方法，其中：

該初始化階段藉由選擇允許的一最低傳輸速率而開始；

及

反覆地提高該傳輸速率，直至檢測到封包錯誤為止。

11、如請求項 1 之方法，還包括以下步驟：

根據從該接收終端反饋而來的一選定速率，來確定一初始傳輸速率；

使用所確定的初始傳輸速率，來發送一或多個資料封包；及

根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整所確定的初始傳輸速率以用於發送後續封

包。

12、一種在多通道通訊系統中選擇傳輸模式的方法，包括以下步驟：

根據多個空間串流的一信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量；

至少根據該 SNR 度量和一或多個後退參數來計算一有效 SNR 度量；

監測封包錯誤；

根據所監測到的封包錯誤來調整該後退參數中的一或多個後退參數；

根據該有效 SNR 度量來選擇一資料速率；及

根據所選擇的資料速率，來產生速率反饋。

13、如請求項 12 之方法，其中根據該有效 SNR 度量來選擇一資料速率的步驟包括以下步驟：

從一檢視表中選擇具有所需 SNR 的一最高資料速率，其中一所需 SNR 小於或等於該有效 SNR 度量。

14、如請求項 12 之方法，其中根據多個空間串流的一信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量的步驟包括以下步驟：

計算該等多個串流的一平均 SNR 值和標準差。

15、如請求項 14 之方法，其中計算該有效 SNR 的步驟包

括以下步驟：

將該標準差乘以該等後退參數中的一第一個後退參數，以獲得一乘積；及

將該平均 SNR 值減去該乘積並加上一第二後退參數，以獲得一經過調整的 SNR 值。

16、如請求項 15 之方法，其中計算該有效 SNR 的步驟還包括以下步驟：

使用一第三後退參數作一指數，將其運用到該經過調整的 SNR 值的；及

將藉由將第三後退參數作為一指數而運用到該經過調整的 SNR 值而產生的值，加上一第四後退參數。

17、如請求項 14 之方法，其中計算一平均信號雜訊比 (SNR) 值的步驟包括以下步驟：針對該空間串流中的一或多個空間串流的多個次載波，計算一平均 SNR 值。

18、如請求項 14 之方法，其中計算一平均信號雜訊比 (SNR) 值的步驟包括以下步驟：針對該空間串流中的一或多個空間串流的多個次載波，計算一平均 SNR 值。

19、如請求項 12 之方法，其中該後退參數中的一或多個後退參數根據空間串流的數目而變化。

20、如請求項 12 之方法，其中根據所監測到的封包錯誤來調整該後退參數中的一或多個後退參數的步驟包括以下步驟：

如果觀測到 N 個封包錯誤，則按照降低所計算出的有效 SNR 的方式來調整第一後退參數的至少一個，其中 N 是一正整數；及

如果無錯誤地觀測到 M 個連續封包，則按照提高所計算出的有效 SNR 的方式來調整第一後退參數的至少一個，其中 M 是一正整數。

21、如請求項 12 之方法，還包括以下步驟：

將該後退參數設置成初始值。

22、如請求項 21 之方法，其中將該後退參數設置成初始值的步驟包括以下步驟：

如果在一給定的時間量 T 中沒有更新該速率反饋，則將該後退參數設置成初始值。

23、一種用於對一多通道無線通訊系統中之一發射終端與一接收終端之間的傳輸進行開環速率控制的裝置，包括：

用於以一傳輸速率，使用多個空間串流來發送一或多個資料封包的邏輯；及

用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的邏

輯。

24、如請求項 23 之裝置，其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的邏輯用於：

如果成功地接收到多個連續的封包，則提高該傳輸速率以用於發送後續封包。

25、如請求項 23 之裝置，其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的邏輯用於：

如果沒有成功地接收到一或多個封包，則降低該傳輸速率以用於發送後續封包。

26、如請求項 23 之裝置，還包括：

用於監測以一給定的傳輸速率發送的封包的一封包差錯率的邏輯；及

其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的邏輯用於：

如果該封包差錯率低於一第一閾值，則提高該傳輸速率；而如果該封包差錯率超過一第二閾值，則降低該傳輸速率。

27、如請求項 26 之裝置，其中該第一閾值和該第二閾值是不同的值。

28、如請求項 23 之裝置，其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的邏輯用於：

從達到相同傳輸速率的多個具有調制編碼方案和空間串流數目的多個組合中，選擇一個具有調制編碼方案和空間串流數目的一組合。

29、如請求項 23 之裝置，其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的邏輯用於：

選擇一個具有調制編碼方案和空間串流數目的一組合，其中與當前傳輸速率相比，該組合達到較高的一下一可用傳輸速率或較低的一下一可用傳輸速率。

30、如請求項 23 之裝置，其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的邏輯用於：

在一初始化階段期間根據一第一演算法調整傳輸速率；
及

在一穩定狀態期間根據一第二演算法調整傳輸速率。

31、如請求項 30 之裝置，其中：

該初始化階段藉由選擇允許的一最高傳輸速率而開始；

及

反覆地降低該傳輸速率，直至檢測不到或很少檢測到封包錯誤為止。

32、如請求項 30 之裝置，其中：

該初始化階段藉由選擇允許的一最低傳輸速率而開始；

及

反覆地提高該傳輸速率，直至檢測到封包錯誤為止。

33、如請求項 23 之裝置，還包括：

用於根據從該接收終端反饋而來的一選定速率，來確定一初始傳輸速率的邏輯；

用於使用所確定的初始傳輸速率，來發送一或多個資料封包的邏輯；及

用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整所確定的初始傳輸速率以用於發送後續封包的邏輯。

34、一種用於在多通道通訊系統中選擇傳輸模式的裝置，包括：

用於根據多個空間串流的一信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量的邏輯；

用於至少根據該 SNR 度量和一或多個後退參數來計算一有效 SNR 度量的邏輯；

用於監測封包錯誤的邏輯；

用於根據所監測到的封包錯誤來調整該後退參數中的一或多個後退參數的邏輯；

用於根據該有效 SNR 度量來選擇一資料速率的邏輯；及

用於根據所選擇的資料速率，來產生速率反饋的邏輯。

35、如請求項 34 之裝置，其中該用於根據該有效 SNR 度量來選擇一資料速率的邏輯用於：

從一檢視表中選擇具有所需 SNR 的一最高資料速率，其中一所需 SNR 小於或等於該有效 SNR 度量。

36、如請求項 34 之裝置，其中該用於根據多個空間串流的一信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量的邏輯用於：

計算該等多個串流的一平均 SNR 值和標準差。

37、如請求項 36 之裝置，其中該用於計算該有效 SNR 的邏輯用於：

將該標準差乘以該等後退參數中的一第一個後退參數，以獲得一乘積；及

將該平均 SNR 值減去該乘積並加上一第二後退參數，以獲得一經過調整的 SNR 值。

38、如請求項 37 之裝置，其中該用於計算該有效 SNR 的邏輯還用於：

使用一第三後退參數作為一指數，將其運用到該經過調整的 SNR 值；

將藉由將第三後退參數作為一指數而運用到該經過調整的 SNR 值而產生的值，加上一第四後退參數。

39、如請求項 36 之裝置，其中該用於計算一平均信號雜訊比 (SNR) 值的邏輯用於：針對該空間串流中的一或多個空間串流的多個次載波，計算一平均 SNR 值。

40、如請求項 36 之裝置，其中該用於計算一平均信號雜訊比 (SNR) 值的邏輯用於：針對該空間串流中的一或多個空間串流的多個次載波，計算一平均 SNR 值。

41、如請求項 34 之裝置，其中該後退參數中的一或多個後退參數根據空間串流的數目而變化。

42、如請求項 34 之裝置，其中該用於根據所監測的封包錯誤來調整該後退參數中的一或多個後退參數的邏輯用於：

如果觀測到 N 個封包錯誤，則按照降低所計算出的有效 SNR 的方式來調整第一後退參數的至少一個，其中 N 是一正整數；及

如果無錯誤地觀測到 M 個連續封包，則按照提高所計算

出的有效 SNR 的方式來調整第一後退參數的至少一個，其中 M 是一正整數。

43、如請求項 34 之裝置，還包括：

用於將該後退參數設置成初始值的邏輯。

44、如請求項 43 之裝置，其中該用於將該後退參數設置成初始值的邏輯用於：

如果在一給定的時間量 T 中沒有更新該速率反饋，則將該後退參數設置成初始值。

45、一種用於對一多通道無線通訊系統中之一發射終端與一接收終端之間的傳輸進行開環速率控制的裝置，包括：

用於以一傳輸速率，使用多個空間串流來發送一或多個資料封包的構件；及

用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的構件。

46、如請求項 45 之裝置，其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的構件用於：

如果成功地接收到多個連續的封包，則提高該傳輸速率以用於發送後續封包。

47、如請求項 45 之裝置，其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的構件用於：

如果沒有成功地接收到一或多個封包，則降低該傳輸速率以用於發送後續封包。

48、如請求項 45 之裝置，還包括：

用於監測以一給定的傳輸速率發送的封包的一封包差錯率的構件；

其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的構件用於：如果該封包差錯率低於一第一閾值，則提高傳輸速率；而如果該封包差錯率超過一第二閾值，則降低傳輸速率。

49、如請求項 48 之裝置，其中該第一閾值和該第二閾值是不同的值。

50、如請求項 45 之裝置，其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的構件用於：

從達到相同傳輸速率的多個具有調制編碼方案和空間串流數目的多個組合中，選擇一個具有調制編碼方案和空間串

流數目的一組合。

51、如請求項 45 之裝置，其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的構件用於：

選擇一個具有調制編碼方案和空間串流數目的一組合，其中與當前傳輸速率相比，該組合達到較高的一下一個可用傳輸速率或較低的一下一個可用傳輸速率。

52、如請求項 45 之裝置，其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的構件用於：

在一初始化階段期間根據一第一演算法調整該傳輸速率；及

在一穩定狀態期間根據一第二演算法調整該傳輸速率。

53、如請求項 52 之裝置，其中：

該初始化階段藉由選擇允許的一最高傳輸速率而開始；

及

反覆地降低該傳輸速率，直至檢測不到或很少檢測到封包錯誤為止。

54、如請求項 52 之裝置，其中：

該初始化階段藉由選擇允許的一最低傳輸速率而開始；

及

反覆地提高該傳輸速率，直至檢測到封包錯誤為止。

55、如請求項 45 之裝置，還包括：

用於根據從該接收終端反饋而來的一選定速率，來確定一初始傳輸速率的構件；

用於使用所確定的初始傳輸速率，來發送一或多個資料封包的構件；及

用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整所確定的初始傳輸速率以用於發送後續封包的構件。

56、一種用於在多通道通訊系統中選擇傳輸模式的裝置，包括：

用於根據多個空間串流的一信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量的構件；

用於至少根據該 SNR 度量和一或多個後退參數來計算一有效 SNR 度量的構件；

用於監測封包錯誤的構件；

用於根據所監測的封包錯誤來調整該後退參數中的一或多個後退參數的構件；

用於根據該有效 SNR 度量來選擇一資料速率的構件；及

用於根據所選擇的資料速率，來產生速率反饋的構件。

57、如請求項 56 之裝置，其中該用於根據該有效 SNR 度量來選擇一資料速率的構件用於：

從一檢視表中選擇具有所需 SNR 的一最高資料速率，其中一所需 SNR 小於或等於該有效 SNR 度量。

58、如請求項 56 之裝置，其中該用於根據多個空間串流的一信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量的構件用於：

計算該等多個串流的一平均 SNR 值和標準差。

59、如請求項 58 之裝置，其中該用於計算該有效 SNR 的構件用於：

將該標準差乘以該等後退參數中的一第一個後退參數，以獲得一乘積；及

從該平均 SNR 值減去該乘積並加上一第二後退參數，以獲得一經過調整的 SNR 值。

60、如請求項 59 之裝置，其中該用於計算該有效 SNR 的構件還用於：

使用一第三後退參數作為指數，將其運用到該經過調整的 SNR 值；

將藉由將第三後退參數作為一指數而運用到該經過調整的 SNR 值而產生的值，加上一第四後退參數。

61、如請求項 58 之裝置，其中該用於計算一平均信號雜

訊比 (SNR) 值的構件用於：針對該空間串流中的一或多個空間串流的多個次載波，計算一平均 SNR 值。

62、如請求項 58 之裝置，其中該用於計算一平均信號雜訊比 (SNR) 值的構件用於：針對該空間串流中的一或多個空間串流的多個次載波，計算一平均 SNR 值。

63、如請求項 56 之裝置，其中該後退參數中的一或多個後退參數根據空間串流的數目而變化。

64、如請求項 56 之裝置，其中該用於根據所監測的封包錯誤來調整該後退參數中的一或多個後退參數的構件用於：

如果觀測到 N 個封包錯誤，則按照降低所計算出的有效 SNR 的方式來調整第一後退參數的至少一個，其中 N 是一正整數；

如果無錯誤地觀測到 M 個連續封包，則按照提高所計算出的有效 SNR 的方式來調整第一後退參數的至少一個，其中 M 是一正整數。

65、如請求項 56 之裝置，還包括：

用於將該後退參數設置成初始值的構件。

66、如請求項 65 之裝置，其中該用於將該後退參數設置成初始值的構件用於：

如果在一給定的時間量 T 中沒有更新該速率反饋，則將該後退參數設置成初始值。

67、一種用於對一多通道無線通訊系統中之一發射終端與一接收終端之間的傳輸進行開環速率控制的電腦程式產品，其包括儲存有指令的電腦可讀取媒體，該等指令由一或多個處理器執行，該等指令包括：

用於以一傳輸速率，使用多個空間串流發送一或多個資料封包的指令；及

用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的指令。

68、如請求項 67 之電腦程式產品，其中該等用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的指令還包括：

用於如果成功地接收到多個連續的封包，則提高該傳輸速率以用於發送後續封包的指令。

69、如請求項 67 之電腦程式產品，其中該等用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的指令還包括：

用於如果沒有成功地接收到一或多個封包，則降低該傳輸速率以用於發送後續封包的指令。

70、如請求項 67 之電腦程式產品，其中該等指令還包括：
用於監測以一給定的傳輸速率發送的封包的一封包差錯率的指令；及

其中該用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的指令還包括：

用於如果該封包差錯率低於一第一閾值則提高該傳輸速率，而如果該封包差錯率超過一第二閾值則降低該傳輸速率的指令。

71、如請求項 70 之電腦程式產品，其中該第一閾值和該第二閾值是不同的值。

72、如請求項 67 之電腦程式產品，其中該等用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的指令還包括：

用於從達到相同傳輸速率的多個具有調制編碼方案和空間串流數目的多個組合中，選擇一個具有調制編碼方案和空間串流數目的一組合的指令。

73、如請求項 67 之電腦程式產品，其中該等用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的指令還包括：

用於選擇一個具有調制編碼方案和空間串流數目的一組合的指令，其中與當前傳輸速率相比，該組合達到較高的一下一個可用傳輸速率或較低的一下一個可用傳輸速率。

74、如請求項 67 之電腦程式產品，其中該等用於根據是否錯誤地接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整該傳輸速率以用於發送後續封包的指令還包括：

用於在一初始化階段期間根據一第一演算法調整該傳輸速率的指令；及

用於在一穩定狀態期間根據一第二演算法調整該傳輸速率的指令。

75、如請求項 74 之電腦程式產品，其中：

該初始化階段藉由選擇允許的一最高傳輸速率而開始；

及

反覆地降低該傳輸速率，直至檢測不到或很少檢測到封包錯誤為止。

76、如請求項 74 之電腦程式產品，其中：

該初始化階段藉由選擇允許的一最低傳輸速率而開始；

及

反覆地提高該傳輸速率，直至檢測到封包錯誤為止。

77、如請求項 67 之電腦程式產品，其中該等指令還包括：

用於根據從該接收終端反饋而來的一選定速率，來確定一初始傳輸速率的指令；

用於使用所確定的初始傳輸速率，來發送一或多個資料封包的指令；及

用於根據是否錯誤接收到所發送的資料封包中的一或多個資料封包，來調整所確定的初始傳輸速率以用於發送後續封包的指令。

78、一種用於在多通道通訊系統中選擇傳輸模式的電腦程式產品，其包括儲存有指令的一電腦可讀取媒體，該等指令由一或多個處理器執行，該等指令包括：

用於根據多個空間串流的一信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量的指令；

用於至少根據該 SNR 度量和一或多個後退參數來計算一有效 SNR 度量的指令；

用於監測封包錯誤的指令；

用於根據所監測的封包錯誤來調整該後退參數中的一或多個後退參數的指令；

用於根據該有效 SNR 度量來選擇一資料速率的指令；及

用於根據所選擇的資料速率，來產生速率反饋的指令。

79、如請求項 78 之電腦程式產品，其中該等用於根據該有效 SNR 度量來選擇一資料速率的指令還包括：

用於從一檢視表中選擇具有所需 SNR 的一最高資料速率

的指令，其中一所需 SNR 小於或等於該有效 SNR 度量。

80、如請求項 78 之電腦程式產品，其中該等用於根據多個空間串流的一信號雜訊比 (SNR) 值來計算 SNR 度量的指令還包括：

用於計算針對該等多個串流的一平均 SNR 值和標準差的指令。

81、如請求項 80 之電腦程式產品，其中該等用於計算該有效 SNR 的指令還包括：

用於將該標準差乘以該等後退參數中的一第一個後退參數以獲得一乘積的指令；及

用於從該平均 SNR 值減去該乘積並加上一第二後退參數以獲得一經過調整的 SNR 值的指令。

82、如請求項 81 之電腦程式產品，其中該等用於計算該有效 SNR 的指令還包括：

用於使用一第三後退參數作為一指數，將其運用到該經過調整的 SNR 值的指令；及

將藉由將第三後退參數作為一指數而運用到該經過調整的 SNR 值而產生的值，加上一第四後退參數的指令。

83、如請求項 80 之電腦程式產品，其中該等用於計算一平均信號雜訊比 (SNR) 值的指令還包括：用於針對該空間

串流中的一或多個空間串流的多個次載波，計算一平均 SNR 值的指令。

84、如請求項 80 之電腦程式產品，其中該等用於計算一平均信號雜訊比 (SNR) 值的指令還包括：用於針對該空間串流中的一或多個空間串流的多個次載波，計算一平均 SNR 值的指令。

85、如請求項 78 之電腦程式產品，其中該後退參數中的一或多個後退參數根據空間串流的數目而變化。

86、如請求項 78 之電腦程式產品，其中該等用於根據所監測的封包錯誤來調整該後退參數中的一或多個後退參數的指令還包括：

用於如果觀測到 N 個封包錯誤，則按照降低所計算出的有效 SNR 的方式來調整第一後退參數的至少一個的指令，其中 N 是一正整數；及

用於如果無錯誤地觀測到 M 個連續封包，則按照提高所計算出的有效 SNR 的方式來調整第一後退參數的至少一個的指令，其中 M 是一正整數。

87、如請求項 78 之電腦程式產品，其中該等指令還包括：用於將該後退參數設置成初始值的指令。

88、如請求項 87 之電腦程式產品，其中該等用於將該後退參數設置成初始值的指令還包括：

用於如果在一定的時間量 T 中沒有更新該速率反饋，則將該後退參數設置成初始值的指令。

100

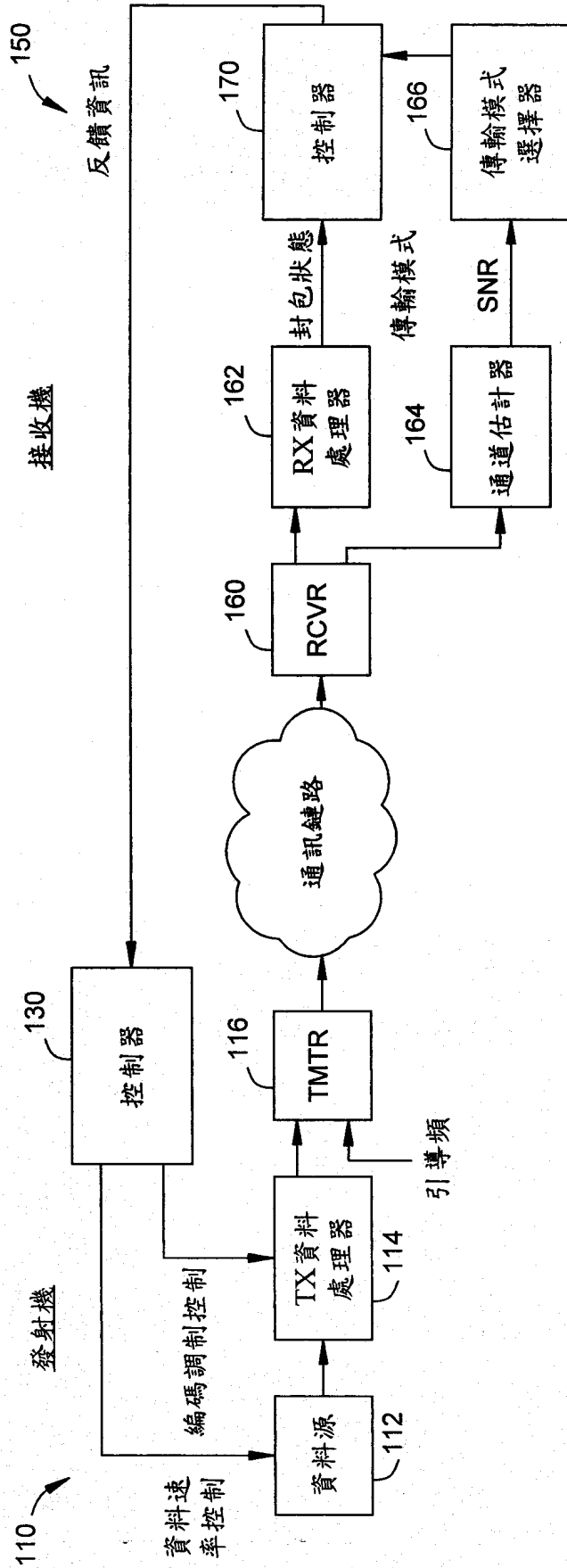


圖1

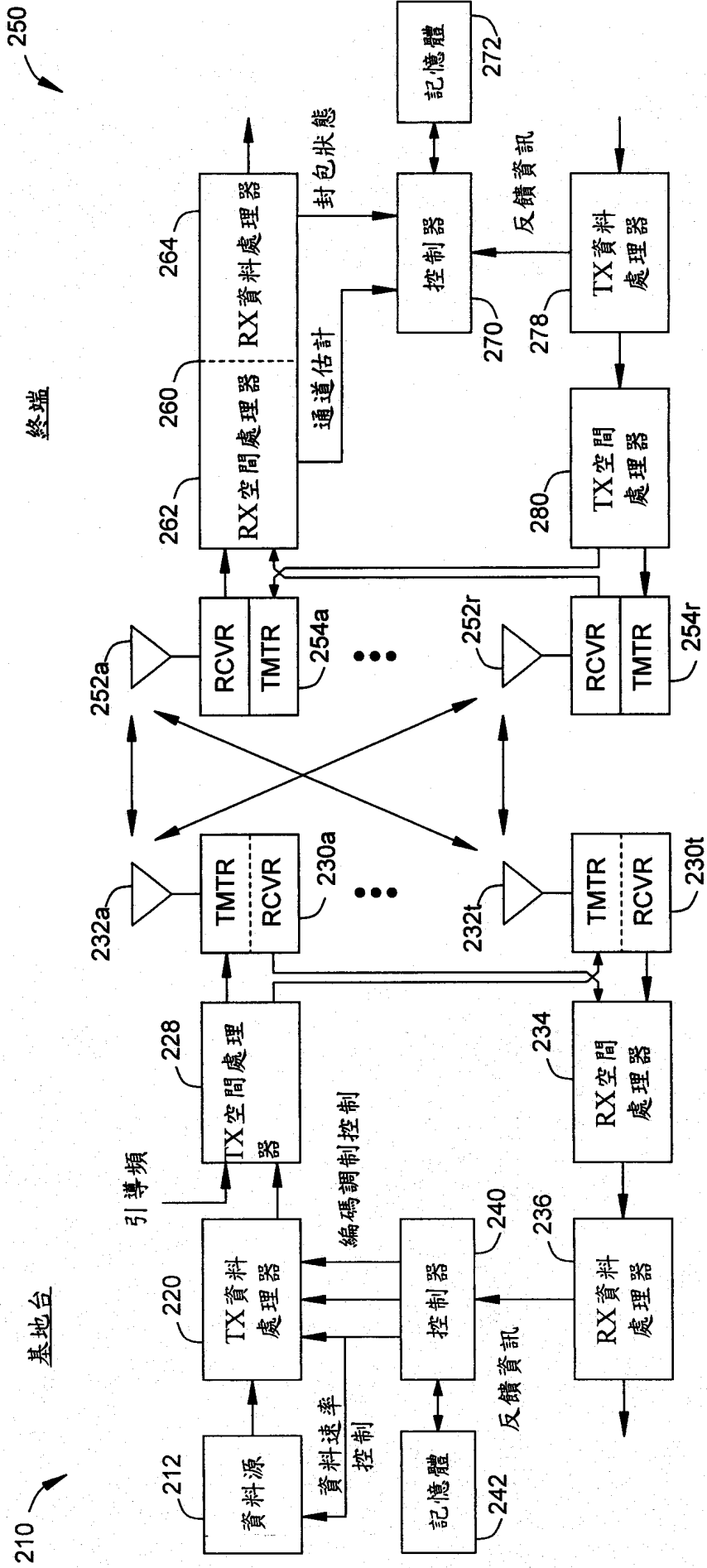


圖2

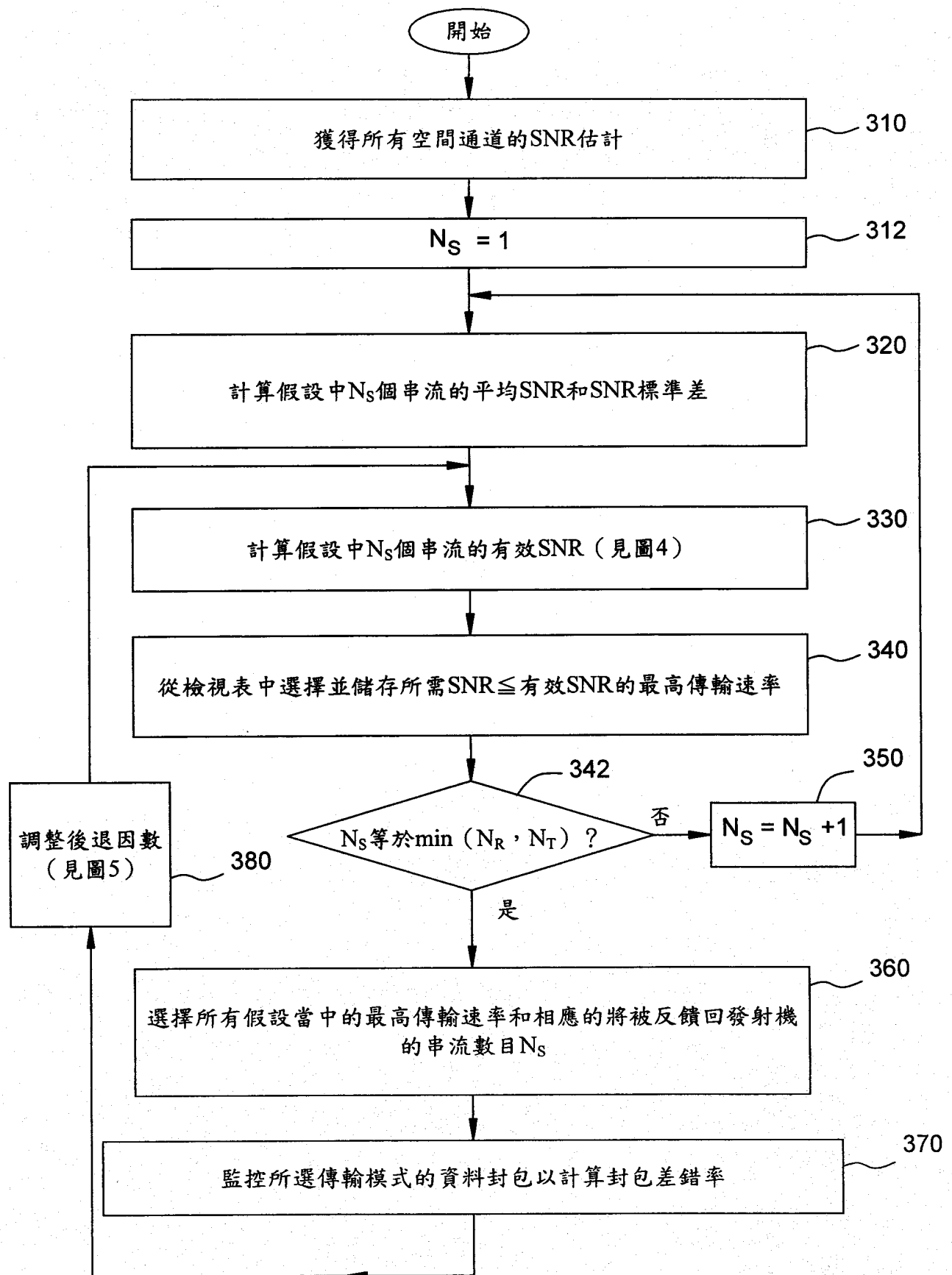


圖3

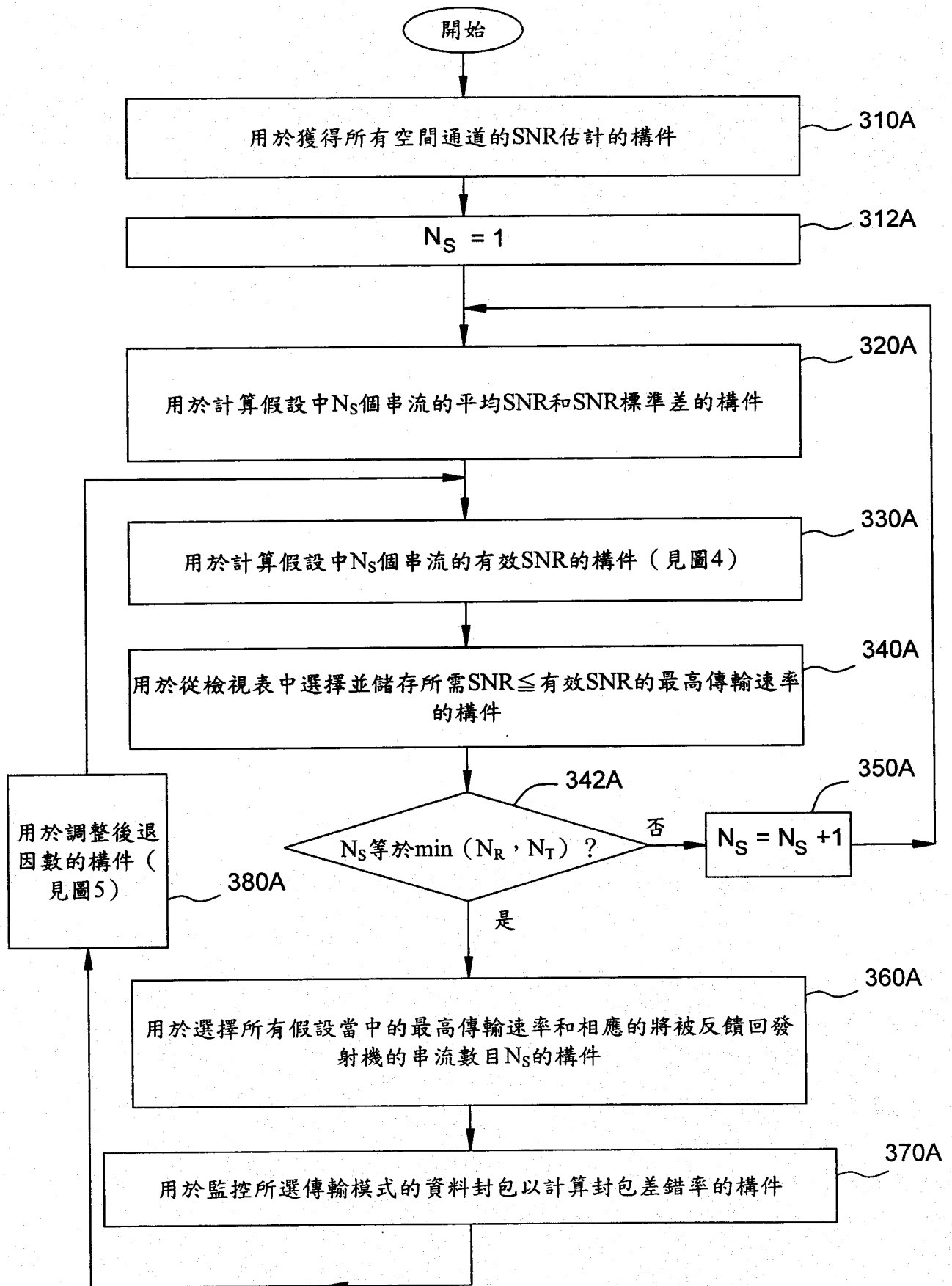


圖3A

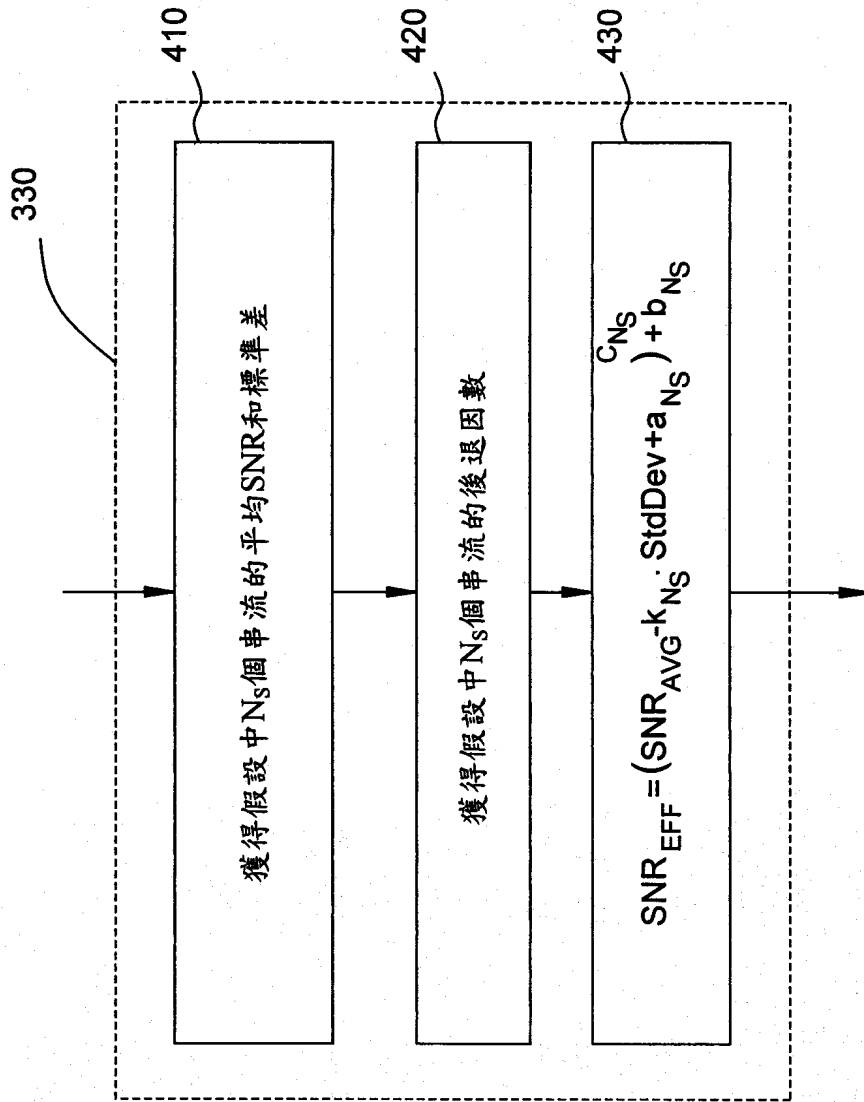


圖4

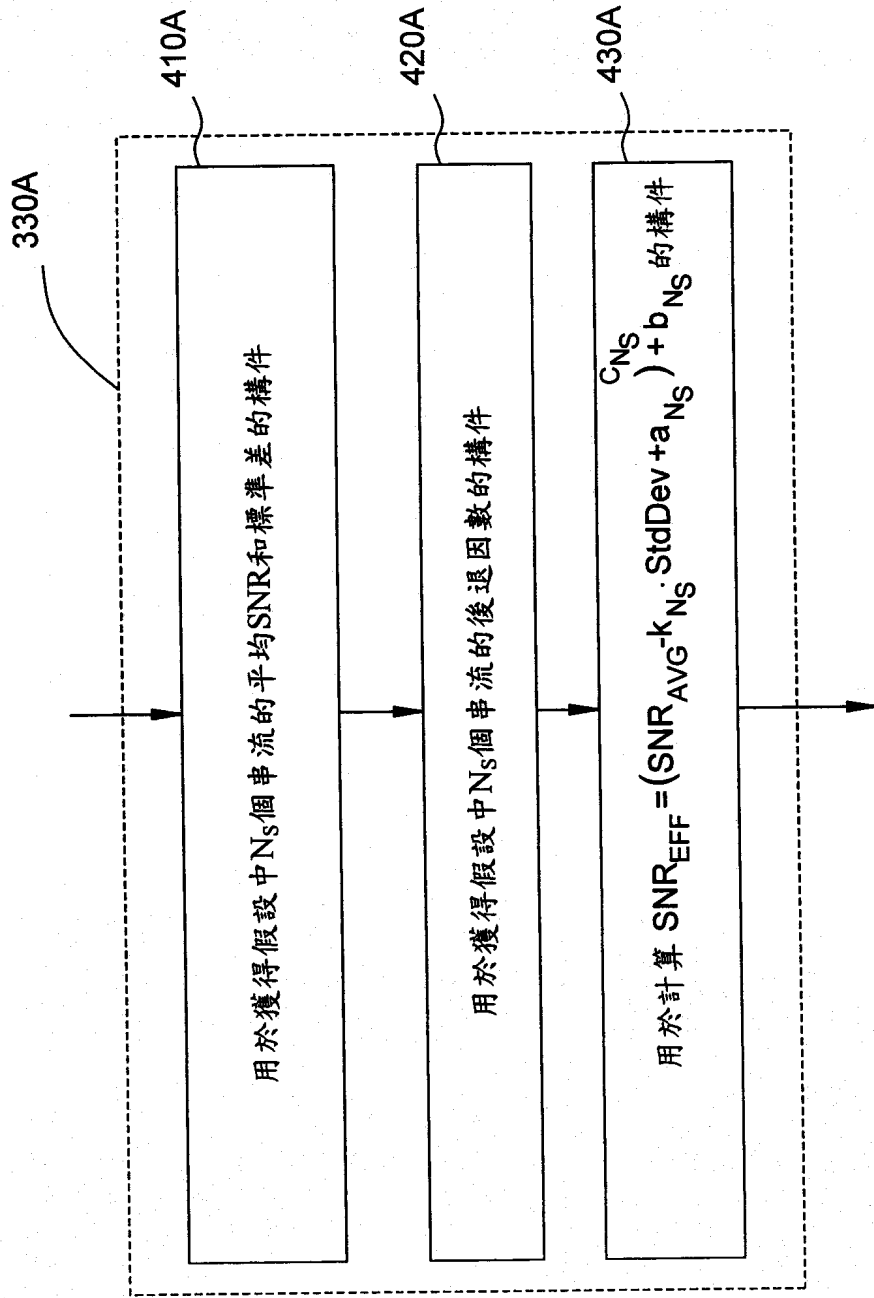


圖4A

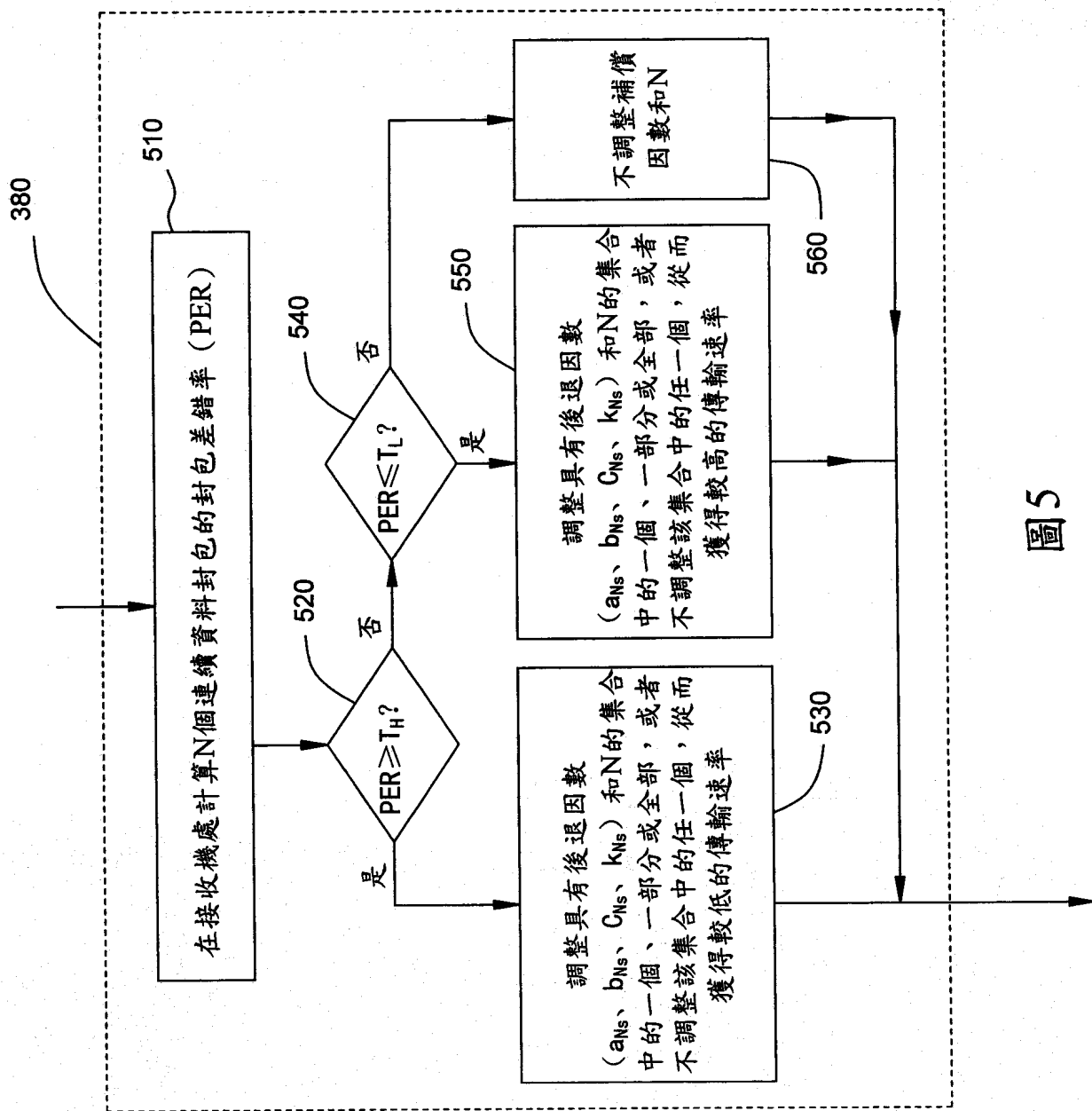


圖5

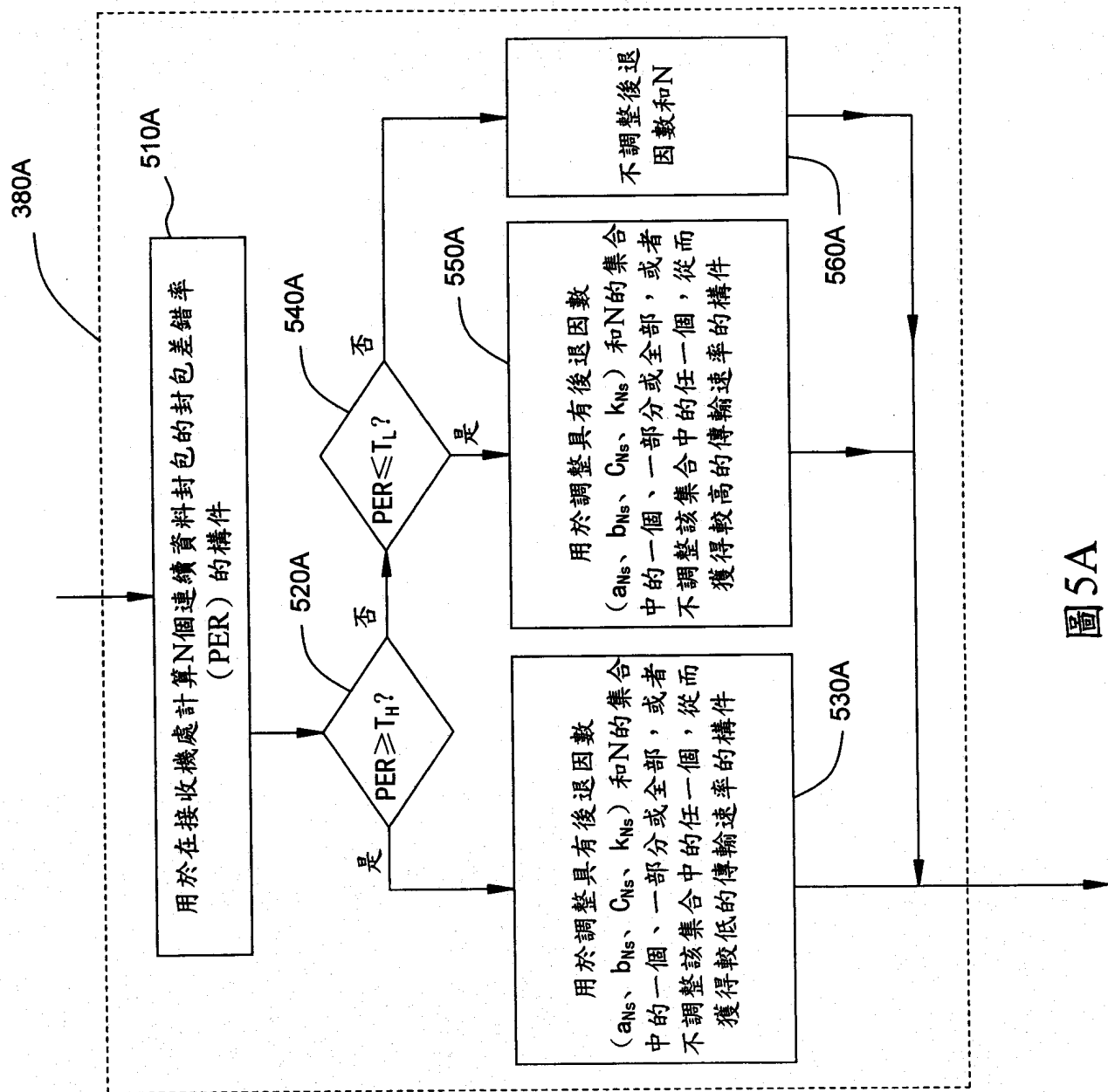


圖 5A

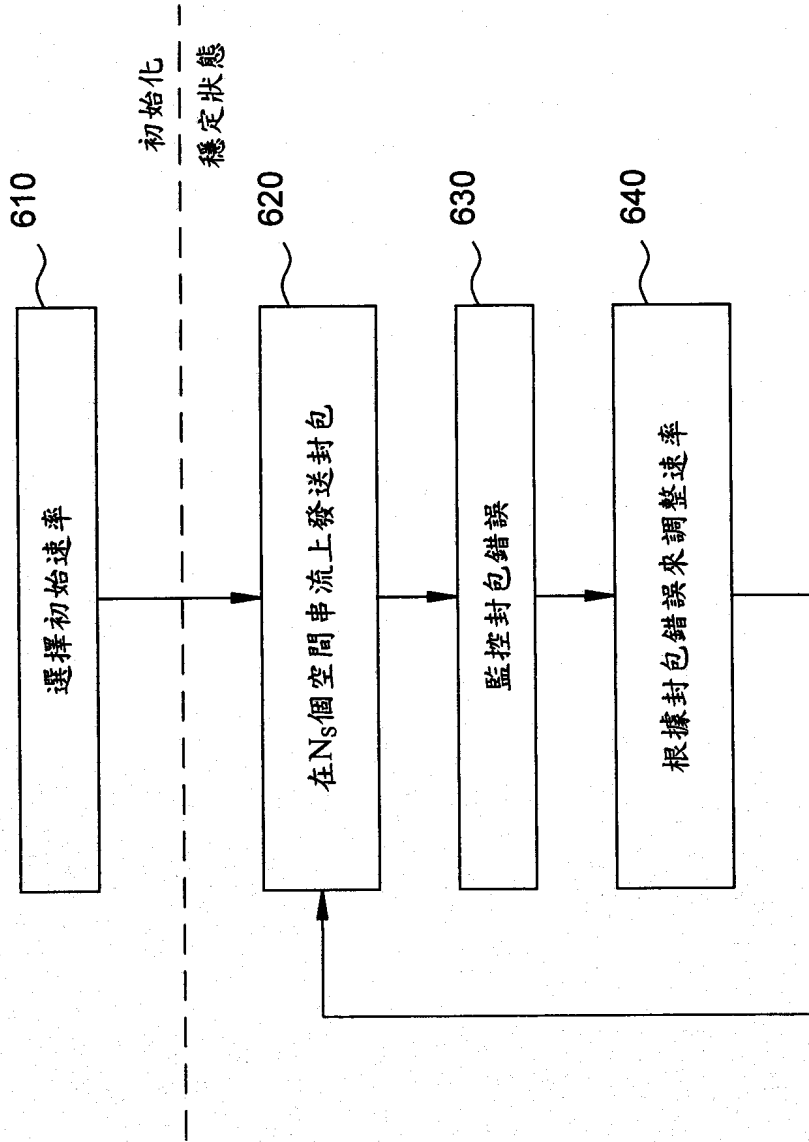


圖6

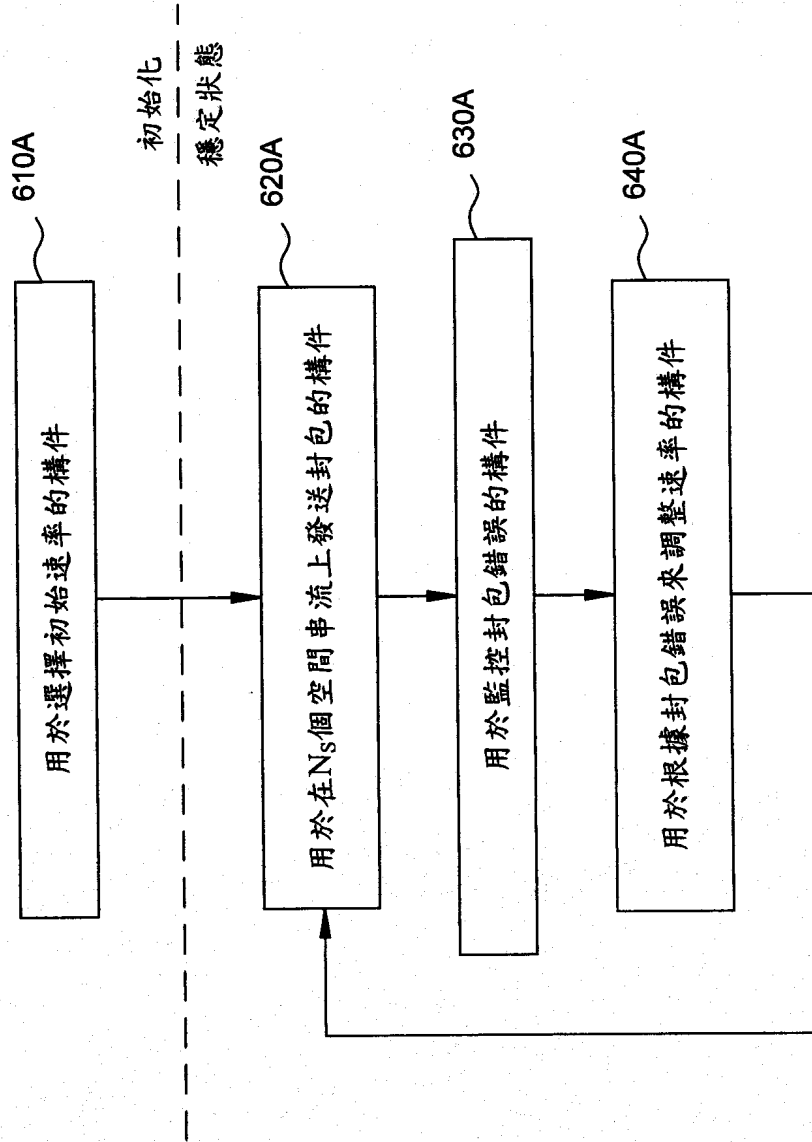


圖6A

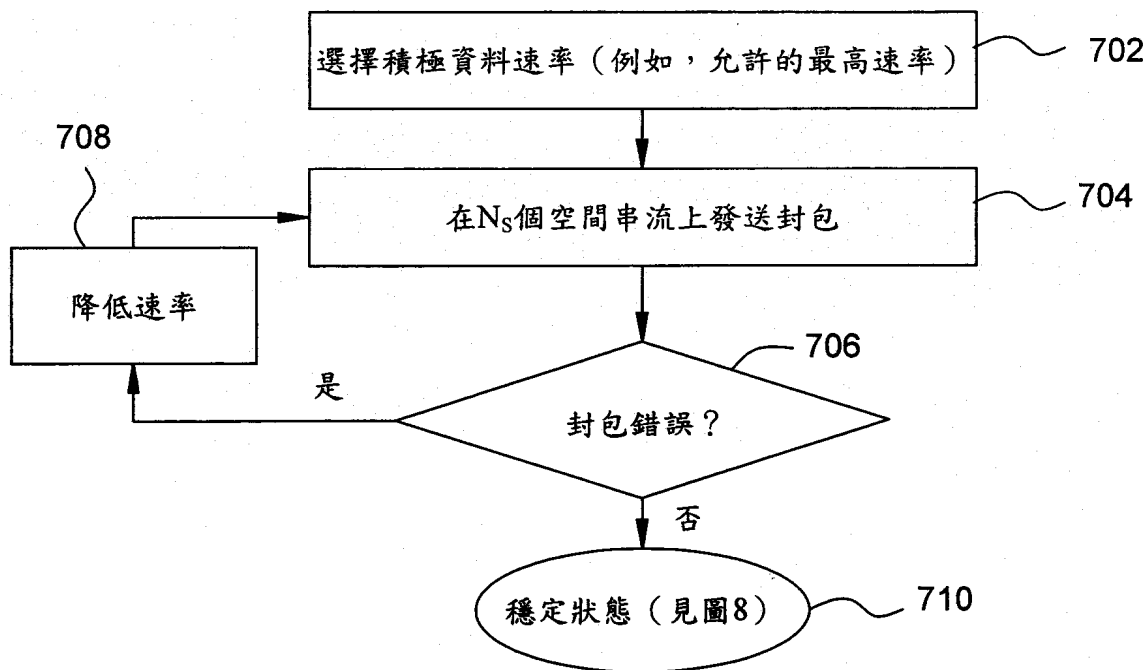


圖7A

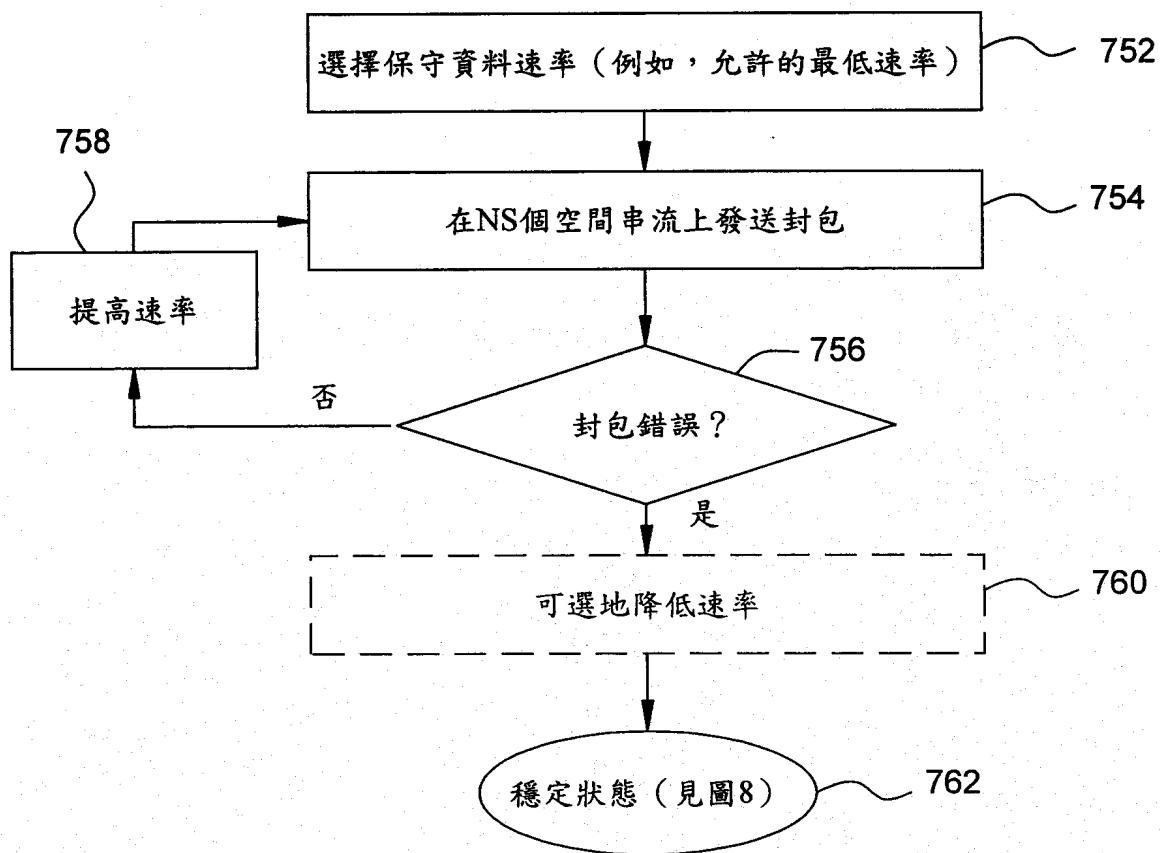


圖7B

800

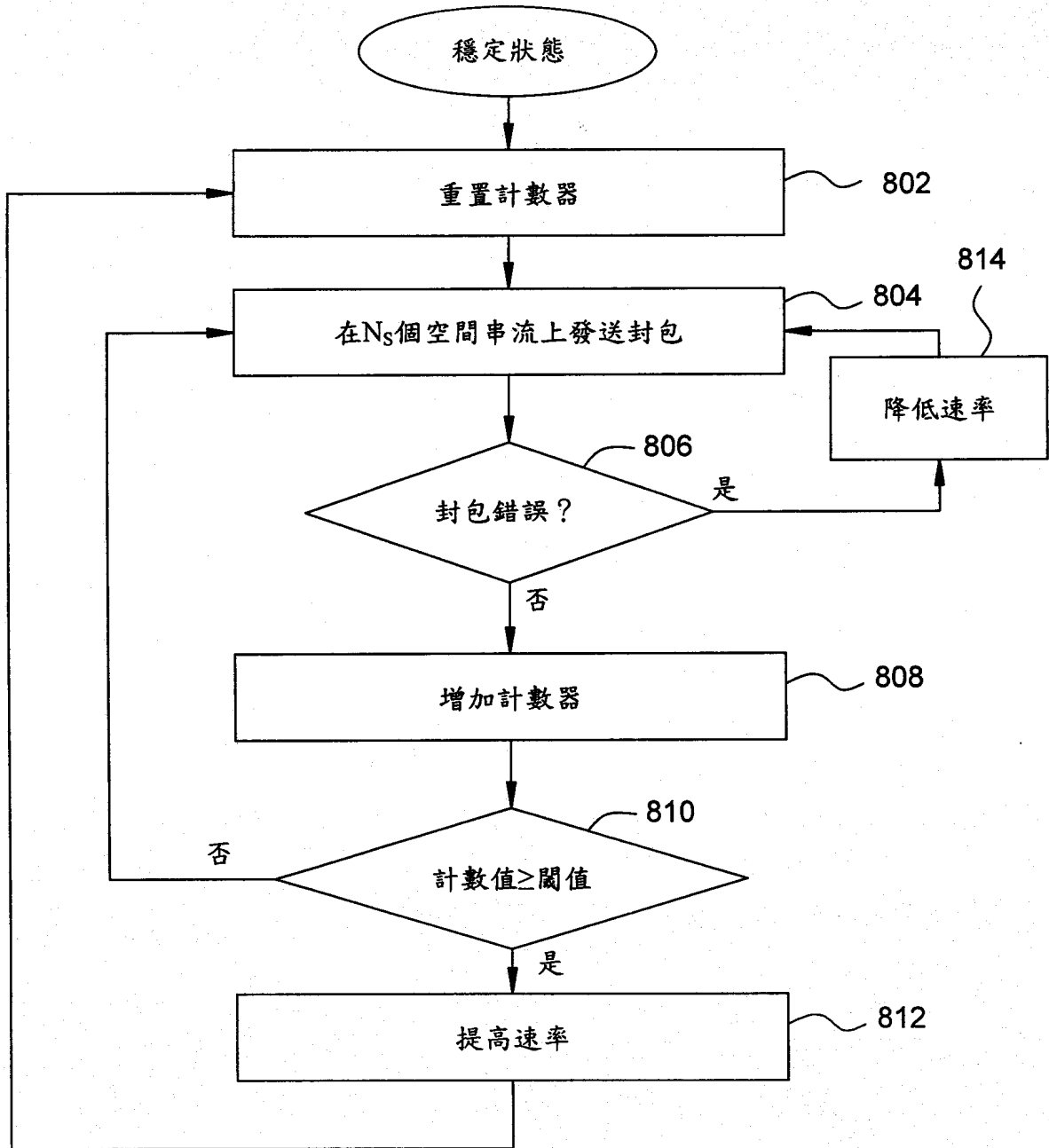


圖8

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

380, 510~560 步驟流程

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