

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： 92101461

※ 申請日期： 92-1-23

※IPC 分類： H04B7/005(2006.01)

壹、發明名稱：(中文/英文)

全通道狀態資訊多重輸入多重輸出系統的超出功率的多重分配
REALLOCATION OF EXCESS POWER FOR FULL
CHANNEL-STATE INFORMATION (CSI) MULTIPLE-INPUT,
MULTIPLE-OUTPUT (MIMO) SYSTEMS

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商奎康公司

QUALCOMM INCORPORATED

代表人：(中文/英文)

菲力普 R. 華德渥斯

PHILIP R. WADSWORTH

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖地牙哥市摩豪斯大道 5775 號

5775 MOREHOUSE DRIVE, SAN DIEGO, CALIFORNIA

92121-1714, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

參、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 艾倫納 梅文德夫
IRINA MEDVEDEV
2. 傑 洛德尼 瓦頓
J. RODNEY WALTON
3. 約翰 W. 肯查姆
JOHN W. KETCHUM

住居所地址：(中文/英文)

1. 美國麻州所莫維理市自由街 68 號 2 室
68 LIBERTY AVENUE, #2, SOMERVILLE,
MASSACHUSETTS 02114, U.S.A.
2. 美國麻州卡夫里斯里市海伍德街 85 號
85 HIGHWOODS LANE, CARLISLE, MA 01741, U.S.A.
3. 美國麻州哈佛市坎德貝瑞街 37 號
37 CANDLEBERRY LANE, HARVARD, MASSACHUSETTS
01451, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 美國 U.S.A.
3. 美國 U.S.A.

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

☒ 本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 美國；2002 年 01 月 23 日；10/056,275

2.

3.

4.

5.

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2002 年 01 月 23 日；10/056,275

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般是有關於資料通訊，且特別是有關於重新分配多通道通訊系統之超出功率的技術(例如，多重輸入多重輸出(MIMO)通訊系統)。

【先前技術】

在一無線通訊系統中，發射器可藉由一些傳播路徑取得無線電調變訊號。傳播路徑之特徵通常因為許多因子而隨時間改變，例如漸弱與多重路徑。為提供分組以因應不利的路徑影響及改進性能，可使用多重傳送與接收天線。如果至少一大片之傳送與接收天線之間的傳播路徑各自成直線(即當在其他路徑上之傳送線性結合時，在某一路徑上之傳送將無法形成)，而當天線增加時，也會增加傳送時接收之資料的正確性。而隨著傳送與接收天線數目之增加，大體上可達成分組增加與性能改進。

多重輸入多重輸出(MIMO)通訊系統使用多重(N_T)傳送天線與多重(N_R)接收天線做資料傳送。將 N_T 傳送天線與 N_R 接收天線分解為多個 N_S 獨立通道可形成多重輸入多重輸出(MIMO)通道，且 $N_S \leq \min \{N_T, N_R\}$ 。每一 N_S 獨立通道也稱為多重輸入多重輸出通道之空間次通道，其相當於一個範圍。如果多重傳送與多重接收所創造之增加的範圍可利用於多重輸入多重輸出系統並改善其效能(例如，增加傳送能力)。例如，可在每個 N_S 空間次通道中傳送獨立的資料流以增加系統吞吐量。

寬頻多重輸入輸出系統的空間次通道可承受不同的通道狀況(例如,不同的漸弱與多重路徑影響)且在一特定的傳送功率下其可能有不同的訊號雜訊比(SNR)。結果,其造成由空間次通道支援之資料率在一次通道到另一次通道時就會不同。此外,該鏈結條件基本上會隨時間改變。因此,由該傳送通道所支援的資料率也會隨時間改變。

在編碼通訊系統的關鍵挑戰為選擇適當的資料率、編碼與調變結構,以及基於通道狀況在可傳送通道中將傳送功率用於資料傳送。當遇到特定的目標時,選擇過程之目的應為最大化頻譜效率,並以特定目標封包錯誤率(FER)和/或一些其他標準來量化。

在傳統的通訊系統中,對任何特定的資料流在資料率上有上限限制。例如,系統支援不連續的資料率組,而且對任何特定資料流來說,這些不連續資料率中的最大資料率被認為是飽和區頻譜效能, ρ_{sat} 。在這樣的系統中,如果每個資料流在各自的空間次通道中傳送時,在最大資料率下,分配給達成目標封包錯誤率所需更多的傳送功率,將導致額外的傳送功率無使用效率。雖然超出傳送功率可能造成較低的封包錯誤率,但在目標封包錯誤率已經達成之前,其封包錯誤率的改善被認為是不被認同的。而超出傳送功率可更有效地使用在其他空間次通道之頻譜效能。

所以如果這些次通道其中之一要能到達飽和頻譜效能,在習知技術中就需要於多重輸入多重輸出之空間次通道中分配/重新分配傳送功率。

【發明內容】

本發明之目的在多通道通訊系統中分配總傳送功率至傳送通道，以使整個系統擁有更高之頻譜效能和/或其他可達成之好處。這些傳送通道和多重輸入多重輸出系統中的空間次通道相符，如一個正交頻率部門多工中的頻率次通道，或如一個多重輸入多重輸出-正交頻率部門多工系統中頻率次通道的空間次通道。

在最初可基於特別能量分配結構(例如，注水架構)將總傳送功率分配到傳送通道。最初會將總傳送功率分配至傳送通道。而在最初的分配中會導致分配給某些傳送通道之功率比達到需求訊號雜訊比所需之功率大(例如，訊號雜訊比需要達成的最大資料率)，且將使得這些傳送通道運作在飽和區。在這情況下，本技術為重新分配運作在飽和區中傳送通道之超出傳送功率，以使其與其他運作在飽和區下的傳送通道相同。因為這樣就可在不犧牲「較佳的」傳送通道之效能下，即可使「較貧乏的」傳送通道擁有更高的資料率。

在一特別的實施例中，提供了一種在多通道通訊系統之一些傳送通道中分配傳送功率的方法。在最初，定義了一個或多個分配傳送功率之傳送通道的一個組。在該組中能決定分配到傳送通道之總傳送功率，而且為基於一特別的分配結構(例如，注水架構)分配總傳送功率至這些傳送通道。當識別到傳送功率後，傳送通道將運作在飽和區。每一個這樣的通道將被分配到經校正後的傳送功率(例如，達

到需求訊號雜訊比所需之最小值)。然後決定重新分配後傳送至傳送通道之總超出傳送功率。

上述之步驟可能執行一次或多次。傳送通道組在第一疊代時包括分配到全部傳送通道之傳送功率，而且在每一子循環疊代中，包括只有不在飽和區中之傳送通道。並且，每一子循環疊代之可傳送的總功率包括決定在目前疊代之總超出傳送功率。

本發明之各種目的與實施例將進一步描述如下。本發明進一步提供可施行本發明各種特點、具體實施例及特徵之方法、發射器單元、接收器單元、基地台、終端機、系統、其他裝置及元件、程式產品等等，如下文中進一步之詳述。

【實施方式】

本發明於此描述了用於各種多通道通訊系統中的分配/重新分配傳送功率至傳送通道之技術。這樣的多通道通訊系統中包括多重輸入多重輸出(MIMO)通訊系統，正交分頻多工(OFDM)通訊系統，利用正交分頻多工之多重輸入多重輸出系統(即多重輸入多重輸出正交分頻多工系統)，以及其他的系統。多通道通訊系統也可執行分碼多工存取(CDMA)、分時多工存取(TDMA)、分頻多工存取(FDMA)或其他一些多工存取技術。多工存取通訊系統可支援與一定數量終端間之即時通訊(即使用者)。更清楚地說，本發明之特定目的與實施例在特別描述如多天線無線通訊系統之多重輸入多重輸出系統。

多重輸入多重輸出(MIMO)通訊系統使用多重(N_T)傳送天

線與多重(N_R)接收天線做資料傳送。將 N_T 傳送天線與 N_R 接收天線分解為多個 N_S 獨立通道可形成多重輸入，多重輸出(MIMO)通道，且 $N_S \leq \min \{N_T, N_R\}$ 。每一 N_S 獨立通道也稱為多重輸入多重輸出通道之空間次通道(或傳送通道)。空間次通道之數量為由用於多重輸入多重輸出通道的特徵模式的數量來決定，其描述了在 N_T 傳送與 N_R 接收天線間之回應的通道回應矩陣， $\underline{H}$ 。

通道回應矩陣元素， $\underline{H}$ ，為由獨立的高斯隨機變數組成，其表示如下：

$$\underline{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \Lambda & h_{1,N_T} \\ h_{2,1} & h_{2,2} & \Lambda & h_{2,N_T} \\ M & M & & M \\ h_{N_R,1} & h_{N_R,2} & \Lambda & h_{N_R,N_T} \end{bmatrix}, \quad \text{方程式(1)}$$

其中 $h_{i,j}$ 耦合在 j 向傳送天線與 i 向接收天線之間(即複雜增益)。多重輸入多重輸出系統模型可表示為：

$$\underline{y} = \underline{H}\underline{x} + \underline{n} \quad \text{方程式(2)}$$

其中

$\underline{y}$ 為接收向量，即 $\underline{y} = [y_1 y_2 \dots y_{N_R}]^T$ ，其中 $\{y_i\}$ 為在 i 向接收

天線之進入接收且 $i \in \{1, \dots, N_R\}$ ；

$\underline{x}$ 為傳送向量，即 $\underline{x} = [x_1 x_2 \dots x_{N_T}]^T$ ，其中 $\{x_j\}$ 為自 j 向傳送

天線之進入傳送且 $j \in \{1, \dots, N_T\}$ ；

$\underline{H}$ 為多重輸入多重輸出通道之通道回應矩陣；

$\underline{n}$ 為加成性高斯雜訊(AWGN)且 $\underline{0}$ 為其平均向量以及

$\underline{\Lambda}_n = \sigma^2 \underline{I}$ 之共變數矩陣，其中 $\underline{0}$ 為一零向量， $\underline{I}$ 為與屬於

其他處之對角和零相同之矩陣，而且 σ^2 為雜訊之變

數；以及

$[\cdot]^T$ 表示 $[\cdot]$ 的轉置。

簡言之，多重輸入多重輸出通道被設為平坦衰落窄頻通道。在本案中，通道回應矩陣元素 $\underline{H}$ 為純量，和耦合 $h_{i,j}$ 耦合在每一傳送接收天線對之間，並可由一單一數量來表示。然而，功率分配/重新分配技術於此描述供給不同頻率至頻率選擇通道會有不同通道增益。在這樣的一頻率選擇通道中，此運作頻寬可分為多個(相等或不等)頻率頻帶，如此每一頻帶會被認為是一平坦衰落通道。然後個別頻帶響應將可視為總傳送功率中之分配/重新分配。

由於傳播環境的分散，自這些 N_T 傳送天線傳送之一些 N_T 資料流在接收器處將互相干擾。一種忽略或減少這種干擾以使得資料流得以有效地傳送在正交空間次通道中的技術為「對角化」多重輸入多重輸出通道。一種對角化多重輸入多重輸出通道技術為如所示之在通道回應矩陣 $\underline{H}$ 中執行分解單一數值：

$$\underline{H} = \underline{U} \underline{D} \underline{V}^H, \quad \text{方程式(3)}$$

其中 $\underline{U}$ 為一 $N_R \times N_R$ 單一矩陣(如 $\underline{U}^H \underline{U} = \underline{I}$)；

$\underline{D}$ 為一 $N_R \times N_T$ 矩陣；

$\underline{V}$ 為一 $N_T \times N_T$ 單一矩陣；而

" H "則表示矩陣中之複雜轉置。

矩陣 $\underline{D}$ 之對角進入為 $\underline{G} = \underline{H}^H \underline{H}$ 之特徵值的平方根，藉由 λ_i 表示且 $i \in \{1, \dots, N_s\}$ ，其中 $N_s \leq \min\{N_T, N_R\}$ 為可分解之資料流的數量。而 $\underline{D}$ 之所有非對角進入為零。

對角矩陣 $\underline{D}$ 因此包括別處對角和零的非負實數值，其中非負實數值為 $d_i = \sqrt{\lambda_i}$ 。此 d_i 被稱為通道回應矩陣的單一數值 $\underline{H}$ 。在習知矩陣的單一數值的分解已描述於各種文獻中。文獻其中之一為 Gilbert Strang 所著之書「線性代數與其應用」第二版，大學報刊，1980年，在此會併入作為參考。

單一數值分解將通道回應矩陣 $\underline{H}$ 分解成兩個單一矩陣 $\underline{U}$ 和 $\underline{V}$ ，以及對角矩陣 $\underline{D}$ 。矩陣 $\underline{D}$ 描述了與空間次通道相符之多重輸入多重輸出的特徵模式。單一矩陣 $\underline{U}$ 和 $\underline{V}$ 分別包括了用於接收器和發射器之「指引」向量，其可用來對角化多重輸入多重輸出通道。特別地是，對角化多重輸入多重輸出通道，一訊號向量 $\underline{s}$ 可與矩陣 $\underline{V}$ 預乘，而且其乘積之向量 $\underline{x} = \underline{V}\underline{s}$ 為傳送於整個多重輸入多重輸出通道。在接收器中，所接收之向量 $\underline{y} = \underline{H}\underline{x} + \underline{n}$ 可與 $\underline{U}^H$ 預乘以得到一恢復向量 $\underline{r}$ ，如下所示：

$$\begin{aligned}\underline{r} &= \underline{U}^H \underline{H} \underline{V} \underline{s} + \underline{U}^H \underline{n} \\ &= \underline{D} \underline{s} + \underline{\hat{n}}\end{aligned}\quad \text{方程式(4)}$$

其中 $\underline{\hat{n}}$ 為 $\underline{n}$ 之一疊代，其造成加成性高斯雜訊之相同之平均向量與共變異數矩陣 $\underline{n}$ 。

如方程式(4)所示，將矩陣 $\underline{V}$ 預乘訊號向量 $\underline{s}$ 與將矩陣 $\underline{U}^H$ 預乘接收到之向量 $\underline{y}$ ，以產生有效對角通道 $\underline{D}$ ，其為訊號向量 $\underline{s}$ 與恢復向量 $\underline{r}$ 間之轉換函數。因此，多重輸入多重輸出通道被分解 N_s 為獨立的、非干涉的、正交的與平行的通道。這些獨立的通道也被稱為多重輸入多重輸出通道之空間次通道。空間次通道 i 或特徵模式 i 擁有與特徵值相等之增益 λ_i ，

其中 $i \in I$ ，且 I 組被定義為 $I = \{1, \dots, N_S\}$ 。如果發射器提供了通道回應矩陣 H 對角化多重輸入多重輸出通道將可得到 N_S 正交空間次通道。

在傳統的多重輸入多重輸出系統，每個 N_T 傳送天線可使用峰值 $P_{\max}$ 傳送功率。在本案中，發射器上可用於所有傳送天線之總傳送功率 P_{tot} ，可表示成：

$$P_{\text{tot}} = N_T \cdot P_{\max} \quad \text{方程式(5)}$$

總傳送功率 P_{tot} 在各種架構中可能包含了 N_S 非零特徵函數 (即空間次通道)。如果目標為最大化之能力 (即頻譜效能)，空間次通道將藉由「注水」架構分配總傳送功率 P_{tot} 。

注水架構為類似注入固定水量至不規則底部的容器，其中每一特徵函數為與容器底部上之一個點相符，而且在底部任一給定點之高度與特徵模式有關的訊號雜訊比 (SNR) 之倒數相符。而且低的高度將與高訊號雜訊比相符，反之，高的高度將與低訊號雜訊比相符。總傳送功率 P_{tot} 將「被注入」於容器內，且容器內之較低的點首先會被充滿 (即較高之訊號雜訊比)，而較高的點 (即較低之訊號雜訊比) 將在稍後被充滿。功率分佈乃取決於總傳送功率 P_{tot} ，以及蓋過容器底部表面之深度。在全部的總傳送功率被注入後，在容器中容器的水表面層所有點為常數。這些點和注入水表面層以上高度相符 (即特徵模式與訊號雜訊比在特殊臨門限值下將不被使用)。注水分佈為 Robert G Gallager 在「資訊理論與通訊可靠度」所描述，John Wiley and Sons，1968 年，在此會併入作為參考。

最高的頻譜效能定義為資訊能夠任意地在低錯誤率下通訊，而且為傳統已知的每赫茲下每秒之位元數的單位。一帶有訊號雜訊比 γ 之高斯通道的能力可表示成：

$$C = \log_2(1+\gamma) \text{。} \quad \text{方程式(6)}$$

一個有限制總傳送功率 P_{tot} 的多重輸入多重輸出系統中，注水結構可達到理想地分配總傳送功率至 N_S 空間次通道的能力。注水結構透過特徵模式與在最低雜訊變數(即最高訊號雜訊比)接收總傳送功率之最大部分的方法下分散總傳送功率 P_{tot} 。被分配至特徵模式 I 之功率數例如是注水分配之結果，在 $i \in I$ 時，其可定義為 P_i ，其中

$$P_{\text{tot}} = \sum_{i \in I} P_i \text{。} \quad \text{方程式(7)}$$

為了特徵模式 I 基於分配的傳送功率 P_i ，對 $i \in I$ ，用於特徵模式 I 之有效訊號雜訊比 γ_i 可表示成：

$$\gamma_i = \frac{P_i \cdot \lambda_i}{\sigma^2} \text{,} \quad \text{方程式(8)}$$

其中特徵模式 I 的特徵值 λ_i 與 σ^2 為用於多重輸入多重輸出通道的雜訊變數。 N_S 空間次通道的能力可表示為：

$$C = \sum_{i=1}^{N_S} \log_2(1+\gamma_i) \text{。} \quad \text{方程式(9)}$$

每一特徵模式之頻譜效能可基於訊號雜訊比中特別地單調增加函定義得到。用來表示頻譜效能函數的能力函數可表示如方程式(6)。在本案中，用於特徵模式 i 的頻譜效能 ρ_i 可表示成：

$$\rho_i = \text{Log}_2(1+\gamma_i) \text{。} \quad \text{方程式(10)}$$

圖4A為用於表示有效訊號雜訊比對頻譜效能之圖。標繪412為基於方程式(10)得到之頻譜效能增加對數。方程式(10)假設訊號雜訊比的增加造成了漸增的頻譜效能。然而，在實際上的通訊系統，頻譜效能有其指定的上限限制，例如，由任何所給的資料流支援最大的資料率。標繪414為頻譜效能較低訊號雜訊比之增加量對頻譜效能上限的飽和值 ρ_{sat} 。飽和發生在當訊號雜訊比的少許增加所產生的頻譜效能的增加。訊號雜訊比在頻譜效能的飽和表示如 γ_{sat} (即 $\gamma_{\text{sat}} \leftrightarrow \rho_{\text{sat}}$)。

根據總傳送功率 P_{tot} 特徵值 λ_i 與雜訊變數 σ^2 藉由注水結構分配的總傳送功率可能造成某些特徵模式將運作在飽和區(即 $\gamma_i > \gamma_{\text{sat}}$)，而且剩下的特徵模式將運作在飽和區以下(即 $\gamma_i \leq \gamma_{\text{sat}}$)。如果一特徵模式分配到比達成需求訊號雜訊比所需更多的重送功率時，其將被視為運作在飽和區，其 γ_{sat} 之目標為達到最大可能頻譜效能 ρ_{sat} 時。對特徵模式來說，雖然超出傳送功率增加了有效訊號雜訊比，且使得封包錯誤率(FER)更低，但系統已經運作在目標封包錯誤率或更低的封包錯誤率，其效能形式的改善在傳統來說是不被認同的。在本案中，超出傳送功率所帶來的有效的訊號雜訊比在需求訊號-雜訊比之外將無法有效被利用。而利用超出傳送功率來增加整個系統的頻譜效能將可改善系統效能。

同樣地，在功率控制多重輸入多重輸出系統中，允許在接收器處有一個訊號雜訊比的上限限制(即如上所述之有效的訊號雜訊比)將用於每一個特徵模式，其也可表示成

γ_{sat} 。在本案中，如果傳送功率被分配到給定的特徵模式時將造成一有效的訊號雜訊比 γ_{sat} 大，然後超出傳送功率所增加在 γ_{sat} 以外的訊號雜訊比將會因訊號雜訊比的上限限制而無法在特徵模式上使用。而超出傳送功率將更有利於分散在於運作在 γ_{sat} 之下的特徵模式。

本發明之目的在提供多通道通訊系統中分配總傳送功率至傳送通道，以使整個系統擁有更高之頻譜效能和/或其他可達成之好處。最初會基於特定的功率分配架構將總傳送功率分配至特徵模式中。在最初的分配中，將導致分配給某些特徵模式的功率比需要達到需求訊號雜訊比多(例如， γ_{sat} 需要支援之飽和頻譜效能 ρ_{sat})，且這些特徵模式將運作在飽和區。在這情況下，本技術為重新分配運作在飽和區的特徵模式之超出傳送功率以使其與其他運作在飽和區下的特徵模式相同。因為這樣就可在不犧牲「較佳的」特徵模式之效能下，即可使「較貧乏的」特徵模式擁有更高的資料率。

圖1是依照一實施例所繪之在多重輸入多重輸出系統中之特徵模式使用重新分配來分配總傳送功率之流程圖100。此流程最初基於特定的功率分配結構將總傳送功率 P_{tot} 分配至 N_s 特徵模式(例如，注水結構)。如果任一特徵模式被分配到比達成需求訊號雜訊比(即運作在飽和區)更多的傳送功率時，將會決定用於這些特徵模式的總超出傳送功率，並將其重新分配至其他特徵模式。既然總超出傳送功率的分配可使某些其他特徵模式運作在飽和區，此步驟

將執行(或疊代)一次或多次直到(1)沒有超出傳送功率可重新分配，或(2)所有特徵模式均在飽和區為止。

在步驟112中，變數 n 最初將疊代數初始化為一(即 $n=1$)用於表示第一疊代。在步驟114，決定了所有特徵模式組 $I(n)$ 在此疊代所分配到的傳送功率。在第一疊代中，所有 N_S 特徵模式被視為是總傳送功率的分配，且 $I(n)=\{1, \dots, N_S\}$ 。而在每一子循環疊代中，只有運作在飽和區下的特徵模式能分配到總剩餘傳送功率，且組 $I(n)$ 將包括了比 N_S 少的特徵模式或甚至可能為空的組合。

如果組 $I(n)$ 是空的，在步驟116的定義，指出沒有特徵模式運作在飽和區下時會有更多的傳送功率可以分配，然後終止此流程。否則，如果組 $I(n)$ 不是空的，接著在步驟118，可決定到疊代中所分配到之總傳送功率 $P_{tot}(n)$ 。在第一疊代中，決定了如方程式所示(5)之可用於全部 N_T 傳送天線之總傳送功率 $P_{tot}(n)$ 。此假設了每一傳送天線均運作在峰值傳送功率 P_{max} 。而且在每一子循環疊代中，可決定如下面所述之疊代時的總傳送功率 $P_{tot}(n)$ 。

基於選擇功率分配架構，在步驟120，總傳送功率 $P_{tot}(n)$ 將被分配至組 $I(n)$ 之特徵模式中。各種架構可用來分配功率，例如，注水架構，可分配相同傳送功率至全部特徵模式之相同分配架構，以及其他可能的架構。傳送功率的分配可以基於，例如是，考慮其他因素諸如，公正的、一或多個系統和/或終端公制的架構。

在一具體實施例中，注水架構為用來分散至組 $I(n)$ 中之特

微模式的總傳送功率 $P_{\text{tot}}(n)$ 。注水步驟產生一特別傳送功率 i ， $P_i(n)$ ，而將被分配至組 $I(n)$ 中之特徵模式，其中 $i \in I(n)$ 。功率分配取決於總傳送功率 $P_{\text{tot}}(n)$ 與組 $I(n)$ 中之特徵模式之特徵值 λ_i 。組 $I(n)$ 中之特徵模式的有效訊號雜訊比可決定為：

$$\gamma_i(n) = \frac{P_i(n) \cdot \lambda_i}{\sigma^2}, \quad \text{for } i \in I(n). \quad \text{方程式 (11)}$$

不管如何，在步驟 122 中，將決定任何運作在飽和區下之組 $I(n)$ 中之特徵模式所分配到的傳送功率。這可由對照有效訊號雜訊比 $\gamma_i(n)$ 與飽和訊號雜訊比 γ_{sat} 決定分配至每一特徵模式之傳送功率。每一組 $I(n)$ 中之特徵模式之 $\gamma_i(n)$ 比被視為運作在飽和區且置於臨時組 J 之 γ_{sat} 大，如 $\gamma_j(n) > \gamma_{\text{sat}}$ 其中 $j \in J$ 。如果組 $I(n)$ 中之特徵模式不在飽和區內且組 J 是空的，則將不會重新分配超出傳送功率，且終止此流程。否則，如果組 J 至少包括一特徵模式，將決定組 J 內全部特徵模式的超出傳送功率以及如果還有超出傳送功率，將被重新分配給不是在飽和區內之特徵模式。

在步驟 124 中，將變數 n 每次加一 (即 $n=n+1$) 後即開始分配超出傳送功率的下一疊代。在步驟 126 中，包含在組 J 中的每一飽和區內之特徵模式，將分配到達成需求訊號雜訊比所需之最小傳送功率 (例如， γ_{sat})。此傳送功率可決定如：

$$P_j(n) = \frac{\gamma_{\text{sat}} \cdot \sigma^2}{\lambda_j}, \quad \text{for } j \in J. \quad \text{方程式 (12)}$$

在步驟 128 中，所節省傳送功率的將由分配至組 J 之每一特徵模式以達成其決定訊號雜訊比的最小功率決定。總超

出傳送功率可決定為：

$$\Delta P(n) = \sum_{j \in J} (P_j(n-1) - P_j(n)) . \quad \text{方程式 (13)}$$

總超出傳送功率 $\Delta P(n)$ 可重新被分配至仍運作在飽和區下的特徵模式中。然後流程將回到步驟 114。

在步驟 114 中，第二疊代可決定分配至特徵模式之組 $I(n)$ 之傳送功率。組 $I(n)$ 定義為自前一疊代之組 $I(n-1)$ 中所搬移出之組 J 中之特徵模式(即在飽和區之特徵模式)。目前疊代之組 $I(n)$ 將只包括目前未飽和之特徵模式。如果新組 $I(n)$ 是空的，如步驟 116 所定，全部特徵模式將運作在飽和區內且不進一步重新分配傳送功率，以及終止該流程。否則，如果新組 $I(n)$ 不是空的，則目前疊代之總傳送功率 $P_{\text{tot}}(n)$ 可決定如：

$$P_{\text{tot}}(n) = \sum_{i \in I(n)} P_i(n) + \Delta P(n) . \quad \text{方程式 (14)}$$

在步驟 120 中，基於選擇功率分配架構用於目前疊代之總傳送功率 $P_{\text{tot}}(n)$ 將被分配至新組 $I(n)$ 的特徵模式。

如圖 1 所示之流程直到 (1) 全部的超出傳送功率被重新分配至不是飽和區內之特徵模式(如步驟 122 所定義，且可發生於低訊號雜訊比運作環境中)，或 (2) 所有特徵模式皆在飽和區內(如步驟 116 所定義，且可發生於高訊號雜訊比運作環境中)。

如上所述，其如方程式 (10) 所視頻譜效能為有效訊號雜訊比之完全增加函數。傳送功率分配/重新分配技術於此描述頻譜效能為有效訊號雜訊比之非線性函數的使用。在本案

中，非線性可用來計算分配/重新分配總傳送功率。

如上所述，傳送功率分配/重新分配技術其中也描述用於一無線通訊系統中之功率控制。每一特徵模式與一達到期望效能所須之目標訊號雜訊比的特別設定點有關。相同或不同的設定點為用來表示 N_S 特徵模式。總傳送功率將被分配至有這些特徵模式之設定點的特徵模式。如圖1所示之流程為用來重新分配至特徵模式之傳送功率，其中現在以設定點來取代訊號雜訊比之 γ_{sat} 。此定義為不管特徵模式是否運作在飽和區，其都將由與特徵模式相關之特別設定點來決定(置換成一普通訊號雜訊比，如 γ_{sat})。

傳送功率分配/重新分配技術其中也描述其他多通道通訊系統之使用，如正交分頻多工，多重輸入多重輸出正交分頻多工系統等等。

正交分頻多工系統有效地將系統頻寬分割成多個頻率次通道(N_F)，其中一般也稱為頻率匣或子頻帶。每一頻率次通道各有與其將資料調變相關之副載波。在由頻率次通道之頻寬決定之特別時間間隔的每個時間差中，每一 N_F 頻率次通道可傳送調變訊號。如正交分頻多工系統，每一頻率次通道可視為一傳送通道，且 $N_C=N_F$ 傳送通道為用於正交分頻多工系統。

正交分頻多工系統之頻率次通道可經歷頻率選擇衰落(即不同天線之數量可用於不同頻率次通道)。頻率次通道之特定回應取決於在傳送與接收天線間之傳送路徑的特性(例如，衰落與多路徑之影響)。因此，不同的有效訊號雜訊

比可由提供給不同頻率次通道之特定傳送功率數達成。在本案中，總傳送功率分配至 N_F 頻率次通道類似如上所描述之用於特徵模式之方法。

多重輸入多重輸出正交分頻多工系統包括用於每一個 N_S 特徵模式的每一 N_F 頻率次通道。每一特徵模式之每一頻率次通道可視為一傳送通道，且 $N_C = N_F \cdot N_S$ 傳送通道為用於多重輸入多重輸出正交分頻多工。多重輸入多重輸出正交分頻多工系統中之特徵模式之頻率次通道類似經歷不同通道狀況與由所給特定之傳送功率達成不同之訊號雜訊比。在本案中，總傳送功率被分配至 N_C 傳送通道之方法類似於上述描述用於特徵模式之方法。

圖2是依照一實施例所繪之在多通道通訊系統中之 N_C 傳送通道使用重新分配來分配總傳送功率之流程200。流程200可用於任何多通道之通訊系統，其包括了一多重輸入多重輸出系統、一正交分頻多工系統、一多重輸入多重輸出-正交分頻多工系統等等。流程200最初基於特別功率分配架構(例如，注水架構)分配總傳送功率 P_{tot} 至 N_C 傳送通道中。如果任一傳送通道被分配到比達成需求訊號雜訊比(即，運作在飽和區)更多的傳送功率時，將會決定用於傳送通道的總超出傳送功率並將其重新分配至其他傳送通道。再一次，將執行(或疊代)一次或多次直到(1)沒有超出傳送功率可重新分配，或(2)所有傳送通道均在飽和區為止。

在步驟212中，變數 n 最初將疊代數初始化為一(即 $n=1$)用於表示第一疊代。在步驟214，定義了所有傳送通道組 $I(n)$ ，

在此疊代所分配到的傳送功率。在第一疊代中，所有 N_C 傳送通道被視為是總傳送功率的分配，且 $I(n) = \{1, \dots, N_C\}$ ，其中 $N_C = N_S$ 為用於多重輸入多重輸出系統， $N_C = N_F$ 用於正交分頻多工系統，且 $N_C = N_F \cdot N_S$ 為用於多重輸入多重輸出-正交分頻多工系統。而在每一子循環疊代中，只有運作在飽和區下的傳送通道可分配到總剩餘傳送功率，且組 $I(n)$ 將包括了比 N_C 少的傳送通道或甚至可能為空的組合。

如果組 $I(n)$ 是空的，在步驟 216 中，其指出沒有傳送通道運作在飽和區下時會有更多的傳送功率可以分配，然後終止此流程。否則，如果組 $I(n)$ 不是空的，在步驟 218，將決定用於此疊代之可傳送的總功率 $P_{tot}(n)$ 。在步驟 220 中，基於選擇功率分配架構，總傳送功率 $P_{tot}(n)$ 將被分配至組 $I(n)$ 之傳送通道中。

不管如何，在步驟 222 中，將決定任何運作在飽和區下之組 $I(n)$ 中之傳送通道所分配到的傳送功率。這可由對照組 $I(n)$ 中每一傳送通道所定義之有效訊號雜訊比 $\gamma_i(n)$ 與適合傳送通道之設定點達成。取決於系統的設計，一設定點可用於 (1) 全部的傳送通道；(2) 每一傳送天線或每一頻率次通道；(3) 每一傳送通道；或 (4) 每一傳送通道群。每一傳送通道之有效訊號雜訊比比被視為運作在飽和區與置於組 J 。若傳送通道在飽和區，即以一空的組 J 表示，則將不會重新分配超出傳送功率，且流程終止。否則，如果組 J 至少包括一傳送通道，將會決定組 J 內全部傳送通道之超出傳送功率以及如果還有超出傳送功率，將被重新分配給不是在飽和區內之

傳送通道。

在步驟224中，將變數 n 每次加一(即 $n=n+1$)後即開始分配超出傳送功率的下一疊代。在步驟226中，每一飽和區內之傳送通道，將分配到達成適合的設定點所需之最小傳送功率。在步驟228中，所節省的傳送功率將分配至組 J 之每一傳送通道以決定其設定點的最小功率。總超出傳送功率將可重新被分配至仍運作在飽和區下的傳送通道中。然後流程將回到步驟214。

在步驟214中，第二疊代，傳送通道組 $I(n)$ ，在此疊代中所分配到之傳送功率定義為包括只有目前不在飽和區內之傳送通道。如果新組 $I(n)$ 是空的，在步驟216中，全部傳送通道將運作在飽和區內且決定不進一步重新分配傳送功率，以及終止該流程。否則，如果新組 $I(n)$ 不是空的，在步驟218中，將決定目前疊代之總傳送功率 $P_{tot}(n)$ ，且在步驟220中，基於選擇功率分配架構，總傳送功率 $P_{tot}(n)$ 將被分配至新組 $I(n)$ 的傳送通道。

如圖2所示之流程直到(1)全部的超出傳送功率被重新分配至不是飽和區內之特徵模式(如步驟222所定義)，或(2)所有特徵模式皆在飽和區內(如步驟216所定義)。

一多重輸入多重輸出正交分頻多工系統中，在全部的傳送通道(即空間與頻率範圍)可視為每一疊代中的功率分配。二者擇一地，在任何時間，功率分配可被執行例如是傳送通道只用於一個範圍。例如，可基於每個傳送天線，而達成功率分配，藉此，用於每個傳送天線的總傳送功率

$P_{\max}$ 會分配給此傳送天線的頻率次通道。

分配/重新分配傳送功率技術於此描述了傳送通道群之使用。每一群可能包括有任何數量之傳送通道與各自相關的設定點。每一群可能包括，例如，用於個別資料流之傳送通道，其與一特定的資料率和特別的編碼以及調變架構有關。在多工存取通訊系統中，每一群與被設計為不同接收器之傳送通道有關。

如上所述之多重輸入多重輸出系統，單一數值之分解被用來對角化多重輸入多重輸出通道。在其他具體實施例中，接收器還提供了表示用來作資料傳送之每一傳送通道之品質。接收器之資訊報導可能為一評估的訊號雜訊比、一支援的資料率等等。因此發射器可以基於此報導之資訊分配傳送功率以使總可傳功率得到較佳之利用。例如，當特定之傳送通道的評估訊號雜訊比比達成所設計之資料率高時，或當給定通道支援的資料率報導大於系統之最大資料率，而小於分配到傳送通道之傳送功率時。所分配之特定傳送功率將決定於傳送資料(例如，評估的訊號雜訊比或支援的資料率)。

以下將描述特別的數值例子以說明特徵模式中分配/重新分配總傳送功率之技術。例如，將每一傳送天線的峰值傳送功率一般化為 $P_{\max}=1$ ，且設定雜訊之變數，所以訊號雜訊比在接收器其假設沒有其他的通道降等，因此 $\gamma_{rx}=15$ 分貝。因此所產生之雜訊變數 $\sigma^2=10^{-15/10}=0.0316$ 。且同時設定以下之參數：

$$N_S = N_T = N_R = 4,$$

$$\lambda_1 = 2.4, \lambda_2 = 1.0, \lambda_3 = 0.4, \text{ 而 } \lambda_4 = 0.2, \text{ 而}$$

$$\gamma_{\text{sat}}|_{\text{db}} = 15 \text{ 分貝} \rightarrow \gamma_{\text{sat}} = 31.62。$$

在最初中(即圖1之 $n=1$)，分配到傳送功率之特徵模式之組定義成 $I(1) = \{1, 2, 3, 4\}$ (步驟114) 且總傳送功率為 $P_{\text{tot}}(n) = 4 \cdot 1 = 4$ (步驟118)。在第一疊代中，注水功率分配(步驟120)之結果為下述組 $I(1)$ 中之特別模式之功率：

$$P_1(1) = 1.06, P_2(1) = 1.04, P_3(1) = 0.99, \text{ 而 } P_4(1) = 0.91。$$

組 $I(1)$ 中之特別模式之功率的有效訊號雜訊比，為使用方程式(11)計算，且其為：

$$\gamma_1(1) = 80.25, \gamma_2(1) = 32.85, \gamma_3(1) = 12.54, \text{ 而 } \gamma_4(1) = 5.77。$$

因為 $\gamma_{\text{sat}} = 31.62$ ，由此可知特徵模式1和2為運作在飽和區。因此，飽和區中之特徵模式之組為 $J = \{1, 2\}$ 。

因為組 J 不是空的(步驟122)，所以執行傳送功率之分配。此可由第一次所增加的指數 n 至 $n=2$ 達成(步驟124)。飽和區內之特徵模式將被分配到最小的傳送功率以達成 λ_{sat} 。組 J 中之特徵模式1與2所分配到之新的傳送功率可由方程式(12)算出(步驟126)，如下所示：

$$P_1(2) = \frac{31.62 \times 0.0316}{2.4} = 0.42 \text{ 而 } P_2(2) = \frac{31.62 \times 0.0316}{1.0} = 1.00。$$

特徵模式1與2之總超出傳送功率為使用方程式(13)得到(步驟128)，如下所示：

$$\Delta P = (1.06 - 0.42) + (1.04 - 1.00) = 0.68。$$

在第二疊代中($n=2$)，特徵模式之組 $I(2)$ 所分配到之傳送

功率再次被決定(步驟114)，其包括只有目前不在飽和區之組 $I(2)=\{3, 4\}$ 。可用於此疊代中之總傳送功率可使用方程式(14)得到(步驟118)，如下所示：

$$P_{\text{tot}}(2)=0.99+0.91+0.68=2.58。$$

因此可分配至組 $I(2)$ 中之特徵模式的總傳送功率為 $P_{\text{tot}}(2)$ 。在第二疊代中，注水功率分配(步驟120)之結果為下述組 $I(2)$ 中之特別模式之功率：

$$P_3(2)=1.33 \text{ 且 } P_4(2)=1.25。$$

因此得到之特徵模式3和4之有效訊號雜訊比為：

$$\gamma_3(2)=16.84 \text{ 且 } \gamma_4(2)=7.92。$$

由於 $\lambda_{\text{sat}}=31.62$ ，因此可知沒有特徵模式運作在飽和區內，且終止傳送功率流程。以下為特徵模式1到4所分配到之傳送功率：

$$P_1=0.42, P_2=1.00, P_3=1.33, \text{ 而 } P_4=1.25,$$

而且有效訊號雜訊比為：

$$\gamma_1=31.62, \gamma_2=31.62, \gamma_3=16.84, \text{ 而 } \gamma_4=7.92。$$

在總重送功率被分配至特徵模式後，用於 $I(1)=\{1, 2, 3, 4\}$ 組中之每一特徵模式的頻譜效能可由方程式(10)決定。因此總頻譜效能， ρ_{tot} ，可由每一特徵模式之頻譜效能加總得到。

由所示之2至5分貝之增益，可知藉由重新分配飽和區內特徵模式之超出傳送功率至其他不是飽和區內之特徵模式可得到中間的訊號-雜訊比。在低訊號-雜訊比中，特徵模式沒有進入飽和區，且還有一點或沒有分配到傳送功率。在

高訊號-雜訊比中，大部分之特徵模式運作飽和區，且重新分配之傳送功率為用來減少干涉之數量以改善相鄰單元之效能。

不連續資料率的功率分配/重新分配

以上之描述，其假設頻譜效能 ρ 為有效訊號雜訊比 γ 的連續函數，如方程式(10)所示。此外，上述之系統允許頻譜效能為未超出飽和點 ρ_{sat} 的任意實數。在傳統的通訊系統中，然而，可能只支援一個組的不連續資料率給每一空間次通道，且位於率可能相同或不同。

圖4B表示在一支援不連續的資料率組給每一特徵模式通訊系統中特定之特徵模式的有效訊號-雜訊比對頻譜效能之圖。每一資料率組可能被轉換為不連續頻譜效能組，且更進一步有關於在空間次通道中之一資料傳送時，達成目標封包錯誤率所需要之不連續的有效訊號-雜訊比組。

在圖4B中，在垂直軸的不連續頻譜效能標示成 $\rho_i(d)$ 且與 $\gamma_i(d)$ 之訊號雜訊比相符，其中 $i(i \in I)$ 稱為特徵模式 i 以及 $d(1 \leq d \leq D_i)$ 為用來列舉與 D_i 不連續資料率相關之特徵模式 i 。特徵模式得最高頻譜效能 i 為當 $d=D_i$ 時且與飽和訊號雜訊比 $\gamma_{sat}(i)=\gamma_i(D_i)$ 之飽和頻譜效能相符。此系統的頻譜效能函數如標繪圖422 (粗體線)所示。如標繪圖424之圓點所示之 $(\gamma_i(d), \rho_i(d))$ 之不連續運作點與達到一特定頻譜效能所需之最小訊號雜訊比相符。如自圖4B所見之頻譜效能函數，訊號雜訊比的增加不一定能提供頻譜效能的改善。所以，當分配更多的傳送功率給操作中之頻譜效能以達成所需目標

封包錯誤率時將使得額外的傳送功率顯得沒有效果。

如上所述之超出功率分配/重新分配技術為用於系統中之不連續資料率與設定點。

圖3是依照一實施例所繪之在多重輸入多重輸出系統中之特徵模式支援不連續的資料率組來分配總傳送功率之流程圖。最初，總傳送功率 P_{tot} 基於特別的功率分配架構被分配至 N_S 特徵模式(例如，注水架構)，在步驟312。最初的傳送功率分配後，每一特徵模式均分配到傳送功率 P_i 對 $i \in I$ ，其中被分配到給定特徵模式之功率有可能為零。如果一特徵模式之有效訊號雜訊比不落於不連續的運作點，分配至特徵模式之某些傳送功率將顯得沒有效果且將使用功率控制。

在步驟314中，特徵模式之有效訊號-雜訊比不落於不連續的運作點組將置於組K中。如果組K為空的，其在步驟316中決定，然後終止流程。否則，在步驟318中，組K中之每一特徵模式將分配到所必須之傳送功率中最小的傳送功率以與特徵模式中之目前頻譜效能之分佈相交。此達成了逆向(或減少)分配至組K之每一特徵模式的傳送功率，所以現在特徵模式將運作於不連續的運作點上。

圖4B為一種藉由三個範圍之最初的運作點來表示之範例系統，其以虛線426a至426c來表示，而不在不連續的運作點上。這些特徵模式的每一傳送功率將逆向減少 BO_k ，其中 $k \in K$ ，所以特徵模式將運作在較低的傳功率且不會導致喪失頻譜效能。此傳送功率 $\hat{P}_k$ 需要運作於不連續的運作點上

d，其中特徵模式k可表示成：

$$\hat{p}_k = \frac{\gamma_k(d) \cdot \sigma^2}{\lambda_k}, \quad \text{方程式(15)}$$

其中變數k，對 $k \in K \subset I$ ，稱為組K中之每一特徵模式，且在特徵模式k中 $\gamma_k(d)$ 為與目前頻譜效能 $\rho_k(d)$ 相符之不連續的運作點。

在步驟320中，超出傳送功率為由減少組K中之特徵模式所分配到之傳送功率所得決定，其如下所示：

$$\Delta \hat{P} = \sum_{k \in K} (P_k - \hat{P}_k), \quad \text{方程式(16)}$$

其中 P_k 在步驟312中為最初所分配到特徵模式k之傳送功率。因為只可這些特徵模式之各自的飽和區下重新分配超出功率，這些特徵模式I全組在他們的飽和點下擁有新的(或無變化的)有效訊號雜訊比 $\gamma_{\text{sat}}(i)$ ，且其以指數j表示而且被置於組J中，在步驟322中。如果組J是空的，其定義在步驟324中，然後終止流程。因此組J包含運作在他們各自的飽和(不運作)點下之組I的所有特徵模式且新的功率將被供給至組K中的特徵模式。

否則，超出傳送功率 $\Delta \hat{P}$ 在步驟320中定義為在各種不同結合下被重新分配到組J中的特徵模式(例如，在全部可能的結合中)，在步驟326。此可基於對頻譜效能的了解來執行各種特徵模式中之有效訊號雜訊比之函數(例如，如圖4B所示之標繪圖422)。在步驟326中為了容易計算，增加的訊號雜訊比表 $\Delta \gamma_j(d)$ ，和相當於頻譜效能之增益 $\Delta \rho_j(d)$ ，且可定義組J中之每一特徵模式的每一運作點。

增加的訊號雜訊比 $\Delta\gamma_j(d)$ 可表示成：

$$\Delta\gamma_j(d)=\gamma_j(d+1)-\gamma_j(d), \quad \text{方程式(17)}$$

而且需要以訊號-雜訊比之最小值將目前運作點 d 頻譜效能之特徵模 j ，移動至下一個更高的頻譜效能之運作點 $d+1$ 。

與頻譜效能相符之增益 $\Delta\rho_j(d)$ 可由以下得到：

$$\Delta\rho_j(d)=\rho_j(d+1)-\rho_j(d), \quad \text{方程式(18)}$$

而且將由 $\gamma_j(d)$ 至 $\gamma_j(d+1)$ 得到所增加的訊號雜訊比。

圖4B說明了所增加的訊號雜訊比和給定頻譜效能函數的頻譜效能中所產生之增益。所增加的訊號雜訊比 $\Delta\gamma_j(d)$ 可被轉換成一增加傳送功率 $\Delta P_j(d)$ ，如下所示：

$$\Delta P_j(d)=\frac{\Delta\gamma_j(d)\cdot\sigma^2}{\lambda_j}. \quad \text{方程式(19)}$$

$\Delta P_j(d)$ 為從目前運作點 d 達成在特徵模式 j 中更高的頻譜效能所需要增加的功率。

由於執行超出傳送功率的重新分配所以可達成最高可能的頻譜效能。在步驟328中，其分別徹底搜尋(或估算)使用增加傳送功率組 J 中之所有特徵模式以及自方程式(19)和(18)所得到與頻譜效能相符之增益內可執行超出傳送功率 $\Delta\hat{P}$ 中所有可能的重新分配。最後，在步驟330中，超出傳送功率為根據重新分配而分佈且將產生頻譜效能之最高增益。然後終止流程。

組 J 中之特徵模式為各種用來重新分配超出傳送功率之架構。在一架構中，在一時間開始與最佳特徵模式時超出傳送功率將被分配至一特徵模式。例如，某些超出傳送功

率被重新分配至組J中之最高的特徵模式(例如，只有足夠之功率將特徵模式移動至下一更高的頻譜效能層)。某些剩餘的超出傳送功率被重新分配至組J中之下一個最高特徵模式，而且流程在此方法可以一直繼續直到全部的超出傳送功率已被重新分配。在其他架構中，首先將定義組J中之每一特徵模式的下一個更高頻譜效能之彈跳，而且重新分配將可選擇達到最高頻譜效能增益(或當全部特徵模式之頻譜效能增益都相同時使用最少之增加傳送功率)的重新分配。其他因子也可預期且落入本發明之範圍。

以下將描述特別的數值例子以說明支援不連續資料率之一組之系統的特徵模式中分配/重新分配總傳送功率之技術。例如，將每一傳送天線的峰值傳送功率一般化所以 $P_{\max}=1$ ，其設定雜訊之變數，所以訊號雜訊比在接收器假設沒有其他的通道下降等，其中 $\gamma_{rx}=10$ 分貝。因此所產生之雜訊變數 $\sigma^2=10^{-10/10}=0.10$ 。且同時設定以下之參數：

$$N_S=N_T=N_R=3, \text{ 而}$$

$$\lambda_1=1.7, \lambda_2=0.9, \text{ 而 } \lambda_3=0.4。$$

圖4C表示了上述之範例系統的頻譜效能對訊號雜訊比。不連續資料率之相同組被假設為提供給所有特徵模式且其與標繪432所示之頻譜效能函數有關。因此每一特徵模式中之飽和訊號雜訊比為 $\gamma_{sat}(i)|_{dB}=12dB, \forall i \in I$ 。

在發射器之總傳送功率 $P_{tot}=3 \cdot 1=3$ 。注水功率分配(步驟312)產生了以下三個範圍所設之功率：

$$P_1(1)=1.08, P_2(1)=1.03, \text{ 且 } P_3(1)=0.89。$$

特徵模式的有效訊號雜訊比，可由方程式(11)計算得到，且表示為：

$$\gamma_1(1)=18.38, \gamma_2(1)=9.26, \text{ 且 } \gamma_3(1)=3.56。$$

圖4C之方塊438a至438c為在頻譜效能函數中之有效訊號雜訊比的三個範圍。圓點434表示這三個特徵模式未置於不連續的運作點。因此，組K被定義為 $K=\{1, 2, 3\}$ (步驟314)。由於組K不是空的，將定義每一特徵模式中持續產生即時頻譜效能值的特徵模式之最小傳送功率(步驟318)。在此例中，特徵模式之傳送功率被逆向所以第一、第二、第三特徵模式之各自的有效訊號雜訊比為12分貝、9分貝與3分貝。

使用方程式(15)，這三個特徵模式之新傳送功率可表示成：

$$\hat{P}_1 = \frac{10^{(12/10)} \times 0.1}{1.7} = 0.93, \hat{P}_2 = \frac{10^{(9/10)} \times 0.1}{0.9} = 0.88, \text{ and } \hat{P}_3 = \frac{10^{(3/10)} \times 0.1}{0.4} = 0.50。$$

新傳送功率之分配促進三個特徵模式之運作點變成不連續的運作點。接著，超出傳送功率藉方程式(16)可表示成

$$\Delta \hat{P} = (1.08 - 0.93) + (1.03 - 0.88) + (0.89 - 0.50) = 0.69。$$

既然第一特徵模式已經在其飽和點，將沒有多的傳送功率可重新分配至該特徵模式。超出傳送功率可被重新分配至第二或第三特徵模式，且組J相當於 $J=\{2, 3\}$ 。

表1列舉了每一運作點d之增加訊號雜訊比 $\Delta\gamma_j(d)$ ，和每一特徵模式，其中 $j \in J$ 。因為不連續資料率在本例子中的所有特徵模式是相等的，下標符號j為下降的且增加訊號雜訊比可表示成 $\Delta\gamma(d)$ 。增加傳送功率 $\Delta P_j(d)$ ，為特徵模式j中之特

徵模式 j ， λ_j 的特徵值之函數。如所示之每一特徵模式 $\Delta P_j(d)$ ，其中 $j \in J$ ，而且每一運作點 d 可使用方程式(19)計算得到。最後，最後一行列舉了頻譜效能之增加增益 $\Delta p_j(d)$ ，且其在每一運作點之剩餘常數為 0.5bps/Hz ，如圖 4C 所示。

表 1

d	$\Delta \gamma(d)(\text{dB})$	$\Delta P_2(d)$	$\Delta P_3(d)$	$\Delta p(d)$
1	3	0.22	0.50	0.5
2	2	0.18	0.40	0.5
3	1.5	0.16	0.35	0.5
4	2.5	0.20	0.44	0.5
5	3	0.22	0.5	0.5
6	inf	inf	inf	0

下一步驟將定義超出傳送功率 $\Delta \hat{P}=0.69$ 的所有可能之重新分配。因為第二和第三特徵模式各自的運作在 $d=5$ 和 $d=2$ ，且超出功率只有一有效分配，其中為重新分配多的傳送功率 $\Delta P_2(d)=0.22$ 至第二特徵模式以及為重新分配多的傳送功率 $\Delta P_3(d)=0.40$ 至第三特徵模式。此功率重新分配將造成增加了 1bps/Hz 之頻譜效能，以及未使用之傳送功率 $\Delta \hat{P}_u=0.69-0.22-0.40=0.7$ 。

如上所提，此技術於此描述了分配/重新分配傳送功率至傳送通道之各種多通道通訊系統之使用，其包括多重輸入多重輸出系統、正交分頻多工系統、多重輸入多重輸出正交分頻多工系統等等。這些技術有利使系統擁有一飽和頻譜效能 p_{sat} (如圖 4A 所示)和支援不連續資料率之一個或多個組給傳送通道之系統(如圖 4B 所示)。如圖 3 所示之流程更改

了分配/重新分配傳送功率至傳送通道(置換成特徵模式)。

用於特定頻譜效能之功率分配/重新分配

如上所述之技術為用來分配/重新分配總傳送功率以最大化頻譜效能(例如，達成最高的總吞吐量或為傳送通道聚組資料率)。在某些通訊系統中，聚組資料率將被限制或明確說明。為了這些系統，本技術如上所述將被更改且用來分配最小的傳送功率以達成特別的聚組資料率。

在各種方法中將執行以所分配之最小的傳送功率達成特別的頻譜效能，且其取決於通訊系統之設計與性能。幾種可能的架構將提供如下。

支援不連續資料率之一個組的系統，以特別的頻譜效能分配最小的傳送功率可達成如下。

1. 分配總傳送功率至傳送通道，例如，基於注水架構。
2. 使用以上提到之技術替每一傳送通道決定一新的傳送功率所以其運作點將下降至擁有相同頻譜效能之不連續的運作點。
3. 定義以新傳送功率聚組頻譜效能。如果該頻譜效能大於特別的頻譜效能，然後至步驟4。否則，結流分配傳送功率。
4. 定義「超出」頻譜效能在可達成的頻譜效能(以新傳送功率之分配)與特別的頻譜效能不同時。系統之頻譜效能將低於另一不同的頻譜效能。
5. 形成每個傳送通道之增加傳送功率/增加頻譜效能之表，例如表1。

6. 在傳送功率中搜尋各種可能的下降已使一頻譜效能減少至少於或等於如步驟4所定義之超出頻譜效能。
7. 在步驟6中，選擇傳送功率的下降以最大化所儲存的傳送功率總額。

對一個支援更多連續的變化資料率的系統(例如，不連續資料率更好的增加)，將重複執行搜尋以定義特別頻譜效能最小傳送功率的分配。尤其，在傳送功率最初分配後(例如，基於注水架構)，超出頻譜效能可能被定義為如上所述。如果超出頻譜效能超出一特別門限值(例如，超過特別頻譜效能的一特別百分比)，然後新傳送功率的分配可被定義為下降超出頻譜效能。這可達成逆向總傳送功率(例如，基於超出頻譜效能的百分比評估某些百分比)，和分配逆向傳送功率至傳送通道(例如，再一次基於注水架構)。如果以逆向方法得到的傳送功率少於頻譜效能特別的頻譜效能頻譜效能，將減少逆向，且再分配新的逆向傳送功率至傳送通道。此流程可依照所需疊代多次直到頻譜效能得到在接受臨門限值範圍內的一特別逆向傳送功率。

在其他架構上可執行以一特別頻譜效能定義最小的傳送功率之分配，且在不跳脫出本發明之範圍。

注水架構功率分配

當發射器處於全通道狀態資訊(通道狀態資訊)時，多重輸入多重輸出通道可對角化成使用單一數值分解的 N_s 正交通道，如上所述。此技術使得 N_s 非干涉空間次通道，稱為特徵模式封包錯誤率，且特徵模式 i 之功率將等於與特徵模式

λ_i ，其中 $i \in I = \{1, 2, \dots, N_s\}$ 有關之特徵值。每一空間次通道上之效能將由變數 σ^2 的加成性高斯雜訊所限制。

圖 5 為分配總傳送功率至特徵模式之一組之流程 500 的一實施例之流程圖。流程 500 為注水架構之一特殊執行方式，且分別使用了圖 1、2 和 3 中之步驟 120、220 以及 312。注水架構決定傳送功率 P_i 對 $i \in I$ ，其會分配給可用於特徵值 λ_i 雜訊變數 σ^2 的發射器之總傳送功率 P_{tot} 所給予之組 I 中之特徵模式。

在最初，在步驟 512 中，將變數 n 設定為一 (即， $n=1$) 以表示疊代數。在步驟 514 中，在第一疊代中，組 $I(n)$ 被定義為包括全部的特徵模式 (即， $1 \leq i \leq N_s$)。在步驟 516 中，組 $I(n)$ ， $L_1(n) = |I(n)|$ 之基數 (或長度)，將決定目前之疊代，且第一疊代之 $L_1(n) = N_s$ 。

在步驟 518 中，下一個將決定組 $I(n)$ 中之特徵模式之總「有效」功率 P_{TOTAL} 的分佈。總有效功率被定義為等於發射器上之總傳送功率 P_{tot} 與每一特徵模式上之反相訊號雜訊比之相加總和，如下：

$$P_{TOTAL} = P_{tot} + \sum_{i \in I} \frac{\sigma^2}{\lambda_i} . \quad \text{方程式 (20)}$$

圖 6A 描繪說明了一範例系統之總傳送功率與其三個範圍。每一特徵模式有一與一反相訊號雜訊比相等之 σ^2/λ_i (1.0 中所假設之一般化傳送功率) 對 $i = \{1, 2, 3\}$ 。在發射器上之總傳送功率之值 $P_{tot} = P_1 + P_2 + P_3$ ，且表示在圖 6A 之陰影部分。總有效功率表示在圖 6A 之陰影部分與無陰影之部分。

在步驟520中，總傳送功率將被分配至組I(n)之特徵模式。特徵模式之指數i被初始化為一(即，i=1)。在步驟522中，將基於以下所示決定分配至特徵模式之傳送功率數：

$$P_i = \frac{P_{TOTAL}}{L_i(n)} - \frac{\sigma^2}{\lambda_i} . \quad \text{方程式(21)}$$

對注水分配來說，雖然在水層底部為不規則表面，在最上層之水層仍是保持不斷跨越整個容器。就如圖6A所示，在特徵模式中分佈了總傳送功率 P_{tot} 後，最後功率層不斷跨越全部的特徵模式。最後功率層將由組I(n)， $L_1(n)$ 中之特徵模式來分離之 P_{TOTAL} 所決定。分配到特徵模式之功率數將由以方程式(21)所給予之最後功率層 $P_{TOTAL}/L_1(n)$ 減去特徵模式 σ^2/λ_i 之反相訊號雜訊比所決定且如圖6A所示。在步驟522中，將分配傳送功率給組I(n)中之每一特徵模式 P_i 。而步驟524與526為分配傳送功率至組I(n)中之每一特徵模式之部分迴圈。

圖6B所示為以注水架構分配功率所造成之一特徵模式接收到一負功率之一狀態，且當其中為 $(P_{TOTAL}/L_1(n) < (\sigma^2/\lambda_i))$ 時。在最後的功率分配中，如步驟528所定義，如果特徵模式接受到負功率時，流程將藉由自組I(n)中移動所有負功率(即， $P_i < 0$)之全部特徵模式繼續，在步驟530中，而且將由一開始遞增(即， $n=n+1$)，在步驟532中。所以，在每一子循環疊代中，總傳送功率將被分給組I(n)中之減少中之特徵模式。步驟將一直持續到組I(n)中全部特徵模式被分配到正功率為止，如步驟528所定義。不在組I(n)中之特徵模式將被

分配到零功率。

為清楚來說，已特別為特徵模式描述了注水架構。一般來說，注水架構可執行在任何形式之傳送通道上(例如，空間次通道、頻率次通道或空間次通道之頻率次通道，且取決於執行之系統)。圖5所示之流程可因此修改為分配傳送功率至傳送通道(置換成特徵模式)。

對一多重輸入多重輸出正交分頻多工系統，執行基本的注水分配流程的一特別演算描述於2001年10月15日提出申請之美國專利案序號09/978,337，所著「在多重輸入多重輸出通訊系統決定功率分配之方法和設備」，其將讓渡給本案之讓渡人且在此會併入參考。

系統

圖7為實現本發明之各種目的與實施例之發射器系統710與接收器系統750之一實施例的方塊圖。

在發射器系統710中，電信資料往來於自資料源712至傳送端(TX)資料處理器714間，且基於一個或多個之解碼架構對電信資料對格式化、解碼與反相以提供一已解碼資料。將使用一指引資料對已解碼之電信資料多工化，例如，使用傳送通道之全部或一個子組中之分時多工(TDM)或分碼多工(CDM)作資料傳送。如果指引資料就是為習知在已知方法內處理之資料樣本。將基於一個或多個調變架構(例如，BPSK、QSPK、M-PSK或M-QAM)調變(即，符號映射(symbol mapped))多工化指引與已解碼電信資料以提供調變符號。傳送通道之每一傳送通道或每一傳送通道群之資料

率、解碼、插入與調變將由控制器730提供之各種控制來決定。

因此將提供調變符號至傳送端多重輸入多重輸出處理器720和更進一步之處理。在一特別實施例中，傳送端多重輸入多重輸出處理器720之處理包括(1)分解通道回應矩陣 H 之評估值以得到單一矩陣 V 與對角矩陣 D ，(2)將調變符號(即，訊號向量 s)與單一矩陣 V 預乘以及(3)將原有之符號(即，傳送向量 x)解多工化成 N_T 符號流。在另一實施中例，傳送端多重輸入多重輸出處理器720之處理至少包括將調變符號解多工化成 N_T 符號流(即無原有之符號與矩陣 V)。傳送端多重輸入多重輸出處理器720可更進一步基於分配到傳送通道之傳送功率數對該符號進行適當的價值排列。而 N_T (價值的)符號流將被提供至發射器(TMTR) 722a到722t間。

每一發射器722接收並處理各自的符號流。在一正交分頻多工系統中，每一發射器轉換符號至(例如，使用IFFT)以形成正交分頻多工符號，且進一步在每一正交分頻多工符號之前加上一週期以形成一相關的傳送符號。每一發射器也將符號流轉換成一個或多個類比訊號與進一步校正(例如，放大、濾波和九十度反相之調變)類比訊號使其產生一適合傳送在多重輸入多重輸出通道之調變訊號。來自發射器 N_T 722a至722t之調變訊號將分別自 N_T 天線724a至724t被傳送。

在接收器系統750中，被傳送之調變訊號將由 N_R 天線752a

至752r接收，且自每一天線752所接收之訊號將被提供至各自之接收器(RCVR) 754。每一接收器754校正(例如，濾波、放大以及降頻)所接收之訊號與數位化此條件訊號以提供樣本各自之流。每一樣本流可進一步被處理(例如，以恢復指引解調變)以得到已接收符號之一相關流(定義為 $\underline{y}$)。因此一接收端多重輸入多重輸出處理器760接收並處理 N_R 接收符號流以提供 N_T 恢復符號流。在一特別具體實施例中，傳送端多重輸入多重輸出處理器760之處理包括(1)分解評估通道回應矩陣以得到單一矩陣 $\underline{U}$ ，(2)以單一矩陣預乘 $\underline{U}^H$ ，接收訊號(即向量 $\underline{y}$)以提供恢復符號(即向量 $\underline{r}$)，以及(3)等量恢復符號以得到相等符號。

因此一接收端(RX)資料處理器將解調變、解插入與解碼相等符號以恢復所傳送之電信符號。在發射器系統710中，接收端多重輸入多重輸出處理器760與接收端資料處理器762之處理為分別相對於傳送端多重輸入多重輸出處理器720與傳送端資料處理器714之執行。

傳送端多重輸入多重輸出處理器760可進一步獲得用於多重輸入多重輸出通道之通道回應矩陣 $\underline{H}$ 之評估值以及獲得用於傳送通道之訊號雜訊比等等，並將其提供控制器770。接收端資料處理器762也可提供每一接收到之幀或封包之狀態，與解碼結果之一個或多個其他效能公制指數，以及其他可能的資訊。控制器770聚集了自多重輸入多重輸出處理器760與傳送端資料處理器762所接收到之全部或某些傳送端通道狀態資訊(通道狀態資訊)。通道狀態資訊將由

傳送端資料處理器778處理，由調變器780調變，由754a至754r之發射器校正，以及由發射器系統710回傳。

在發射器系統710中，自接收器系統750傳來之調變訊號為由天線724接收，由接收器722校正，由解調變器740解調變，以及由接收端資料處理器742處理以恢復由接收器系統傳來之通道狀態資訊系統。通道狀態資訊將被提供至控制器730並產生用於傳送端資料處理器714與傳送端多重輸入多重輸出處理器720之各種控制。

控制器730和770分別指出在發射器與接收器系統之操作。記憶體732與772分別提供儲存有程式碼之儲存器給控制器730與770使用。

為執行上述之分配/重新分配傳送功率之技術，控制器730自接收器系統750接收通道狀態資訊，其包括了多重輸入多重輸出通道之通道回應矩陣或其他資訊描述之特徵。控制器730分配總傳送功率至傳送通道，所以操作在飽和區中之傳送通道之超出傳送功率被重新分配到其他不是在飽和區中之傳送通道，如上所述。傳送功率 P_i 被分配到每一傳送通道將決定用於傳送通道之資料率以及解碼與調變架構。

用於發射器與接收器系統之各種多重輸入多重輸出與正交分頻多工處理技術已詳細描述於下列之專利案，且這些將讓渡給本案之讓渡人並在此會併入參考：

- 2001年11月6日提出申請之美國專利公告號09/993,087所著「多重存取多重輸入-多重輸出通訊系統」

- 2001年5月11日提出申請之美國專利公告號09/854,235所著「多重輸入多重輸出系統中利用通道狀態資訊處理資料之方法與裝置」；
- 分別於2001年3月23日與2001年9月18日申請之美國專利公告號09/826,481與09/956,449所著之「在無線通訊系統中用於利用通道狀態資訊之方法與裝置」；以及
- 於2001年12月7日申請之美國專利公告號10/017,308所著之「用於以通道特徵模式做時域傳送和傳送處理之多重輸入多重輸出系統」。

其中所述之傳送功率分配/重新分配技術可由各種手段執行。例如，這些技術可執行在硬體、軟體或由此之結合。針對硬體實施，用來分配/重新分配傳送功率至傳送通道之元件包括一個或一個以上專用積體電路(ASICs)、數位發訊號處理器(DSPs)、數位訊號處理裝置(DSPDs)、可程式化邏輯裝置(PLDs)、場效可程式閘極陣列(FPGAs)、處理器、控制器、微控制器、微處理器、用來執行本文所說明之功能的其他電子單元或這些裝置的組合內實施功率控制使用的元件。

針對軟體實施，可使用執行本文所說明之功能的模組例如，程序、函式等等來實施功率控制使用的元件。軟體解碼為儲存於一記憶體單元中(例如，圖7中之記憶體732)與由一處理器執行(例如，控制器730)。記憶體單元可實施在處理器內部或處理器外部，在此情況下，記憶體單元可經由技術中熟知的各種構件以通信方式耦合至處理器。

此處所包含用於參考的標題係用來輔助定位某些段落。這些標題並不是要限制此處所述之觀念的範圍，而這些觀念可以應用到整個說明文件的其它段落。

前文中提供較佳具體實施例的說明，讓熟知技術人士可運用或利用本發明。熟悉本技術者明白這些具體實施例有各種不同的修改，及本文所定義的基本原理可應用到其他具體實施例而不背離本發明的精神或範圍。因此，本發明並不限於本文所示的具體實施例中，而是涵蓋與本文所揭露之原理及新穎特點相符的最廣範疇。

【圖式簡單說明】

配合圖式，從下面提出的詳細說明中將會更清楚本發明的特徵、特性及優點，在各圖式中，相同的元件符號將代表相同的元件，其中：

圖1是依照一具體實施例所繪之在多重輸入多重輸出系統中之特徵模式使用重新分配來分配總傳送功率之流程圖；

圖2是依照一具體實施例所繪之在多通道通訊系統中之傳送通道使用重新分配來分配總傳送功率之流程圖；

圖3是依照一具體實施例所繪之在多重輸入多重輸出系統中之特徵模式支援不連續的資料率組來分配總傳送功率之流程圖；

圖4A表示與有效訊號雜訊比之頻譜效能；

圖4B與圖4C表示在一支援不連續的資料率組通訊系統中有效訊號雜訊比對頻譜效能之圖；

圖5是依照一具體實施例所繪之在特徵模式組中基於注水架構來分配可傳送之總功率；

圖6A與圖6B所繪說明了基於注水架構分配到特徵模式之總傳送功率；以及

圖7為一具體實施例中之傳送系統與接收系統之方塊圖。

【圖式代表符號說明】

710	發射器系統
712	資料源
714	傳送端資料處理器
720	傳送端多重輸入多重輸出處理器
722a	發射器
722t	發射器
724a	N_T 天線
724t	N_T 天線
730	控制器
732	記憶體
740	解調器
742	接收端資料處理器
744	資料槽
750	接收器系統
752a	N_R 天線
752r	N_R 天線
754a	接收器
754r	接收器

760	接收端多重輸入多重輸出處理器
762	接收端資料處理器
764	資料槽
770	控制器
772	記憶體
776	資料源
778	傳送端資料處理器
780	調變器

伍、中文發明摘要：

本發明揭示一種技術，其在一多通道通訊系統中分配總傳送功率至各傳送通道，以使整個系統可擁有更高之頻譜效能及/或其他好處。最初可基於一特定功率分配架構(例如，注水架構(the water-filling scheme))將總傳送功率分配至該等傳送通道。最初的分配可能導致分配給某些傳送通道之功率比達到所需訊號雜訊比(例如，達成最大資料率所需的訊號雜訊比)所需之功率更大，且此將使得這些傳送通道運作在飽和區。在這情況下，本技術將操作在該飽和區中傳送通道之超出傳送功率重新分配到其他操作在該飽和區以下的傳送通道。以此方式，「較差的」傳送通道即可獲致更高的資料率而不會犧牲「較佳的」傳送通道之效能。

陸、英文發明摘要：

Techniques to allocate the total transmit power to the transmission channels in a multi-channel communication system such that higher overall system spectral efficiency and/or other benefits may be achieved. The total transmit power may be initially allocated to the transmission channels based on a particular power allocation scheme (e.g., the water-filling scheme). The initial allocation may result in more power being allocated to some transmission channels than needed to achieve the required SNR (e.g., the SNR needed to achieve the maximum allowed data rate), which would then result in these transmission channels being operated in the saturation region. In such situations, the techniques reallocate the excess transmit power of transmission channels operated in the saturation region to other transmission channels operated below the saturation region. In this way, higher data rate may be achieved for the "poorer" transmission channels without sacrificing the performance of the "better" transmission channels.

拾壹、圖式：

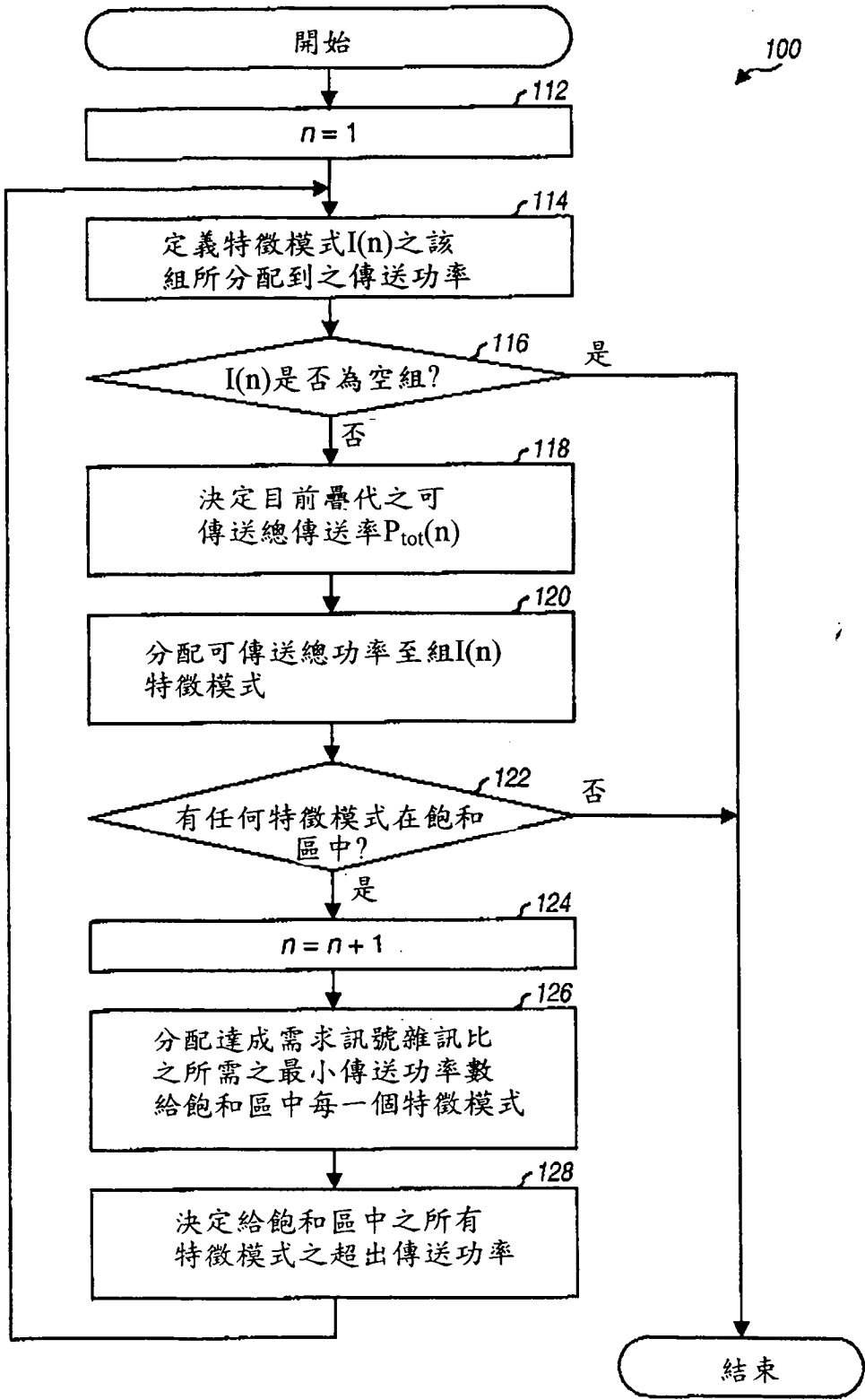


圖 1

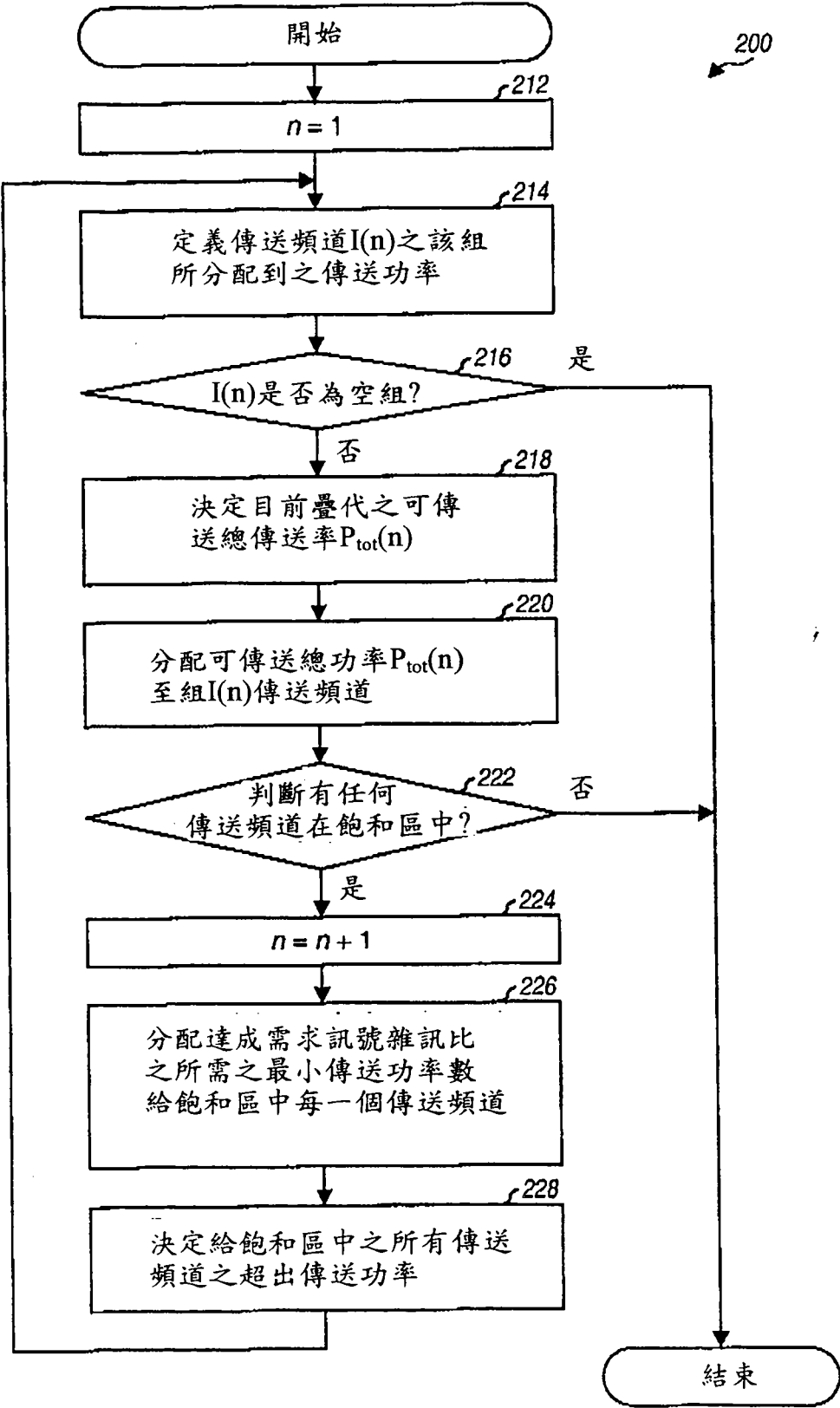


圖 2

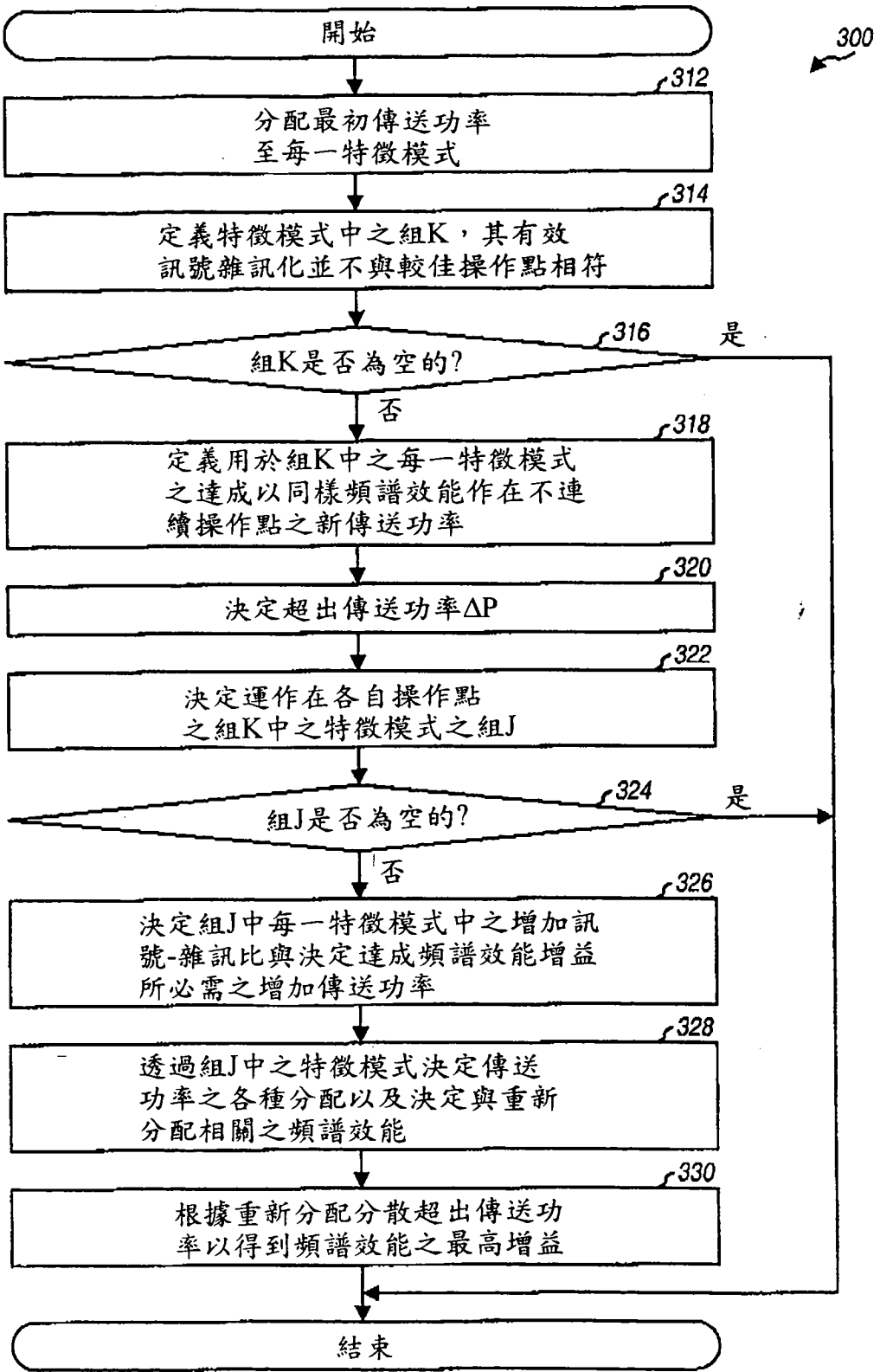


圖 3

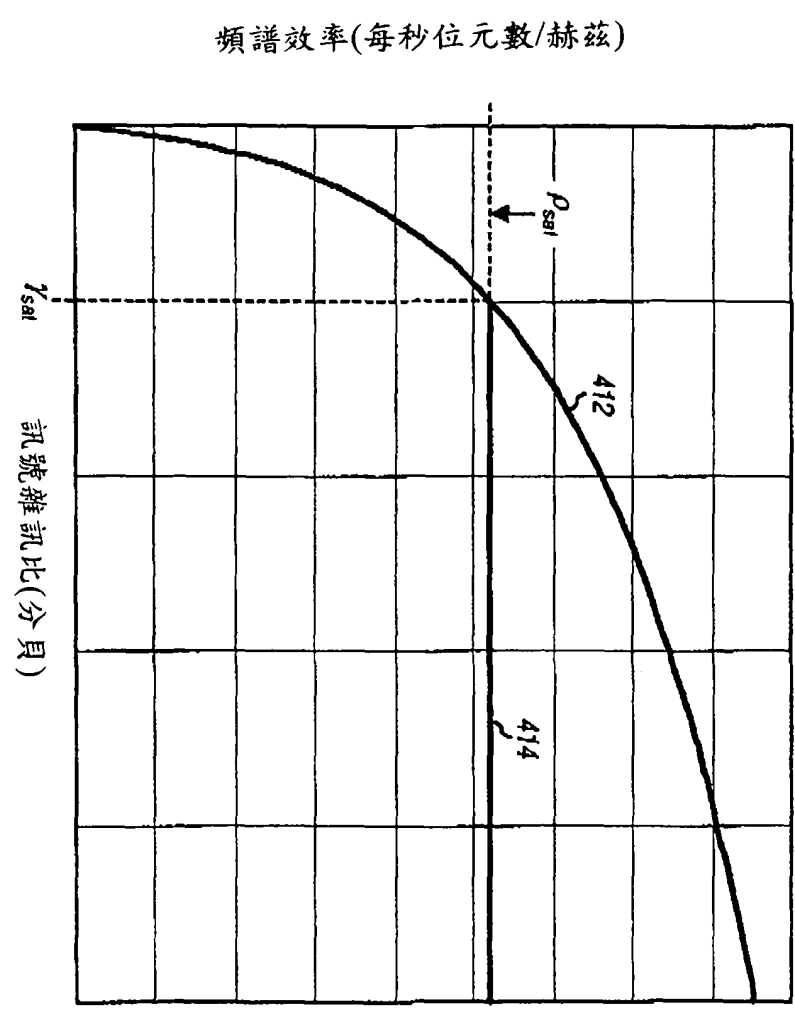


圖 4A

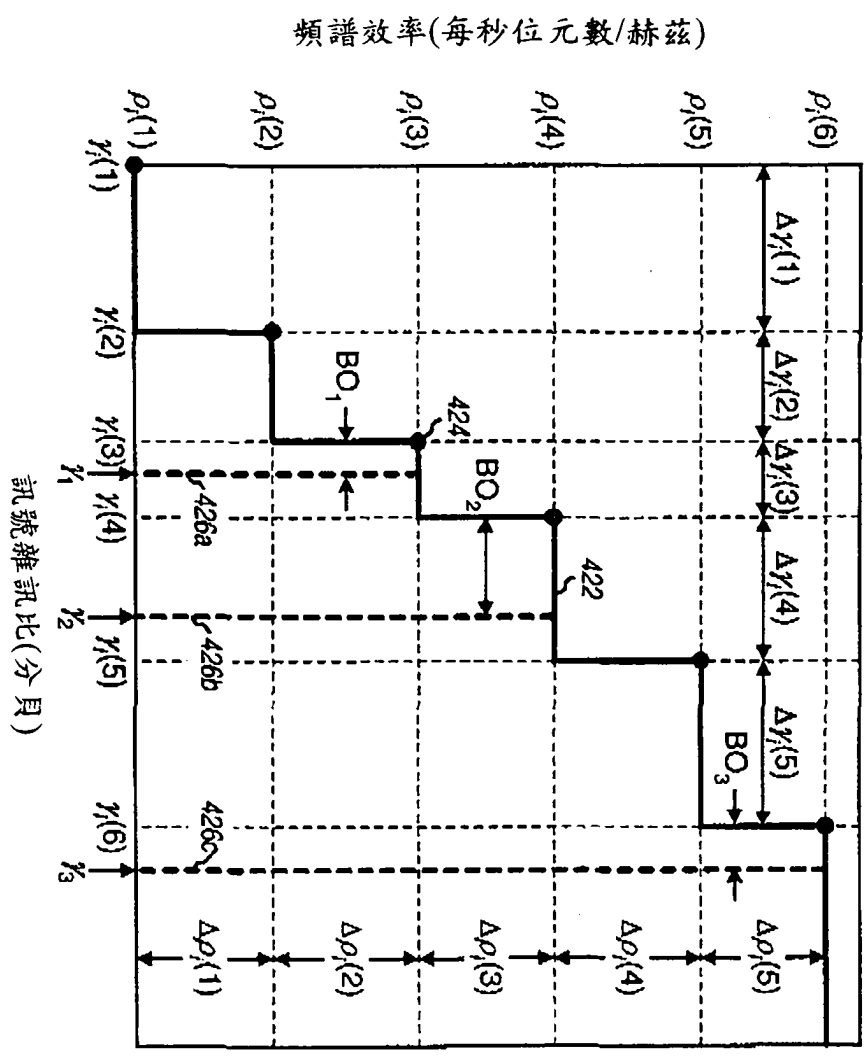


圖 4B

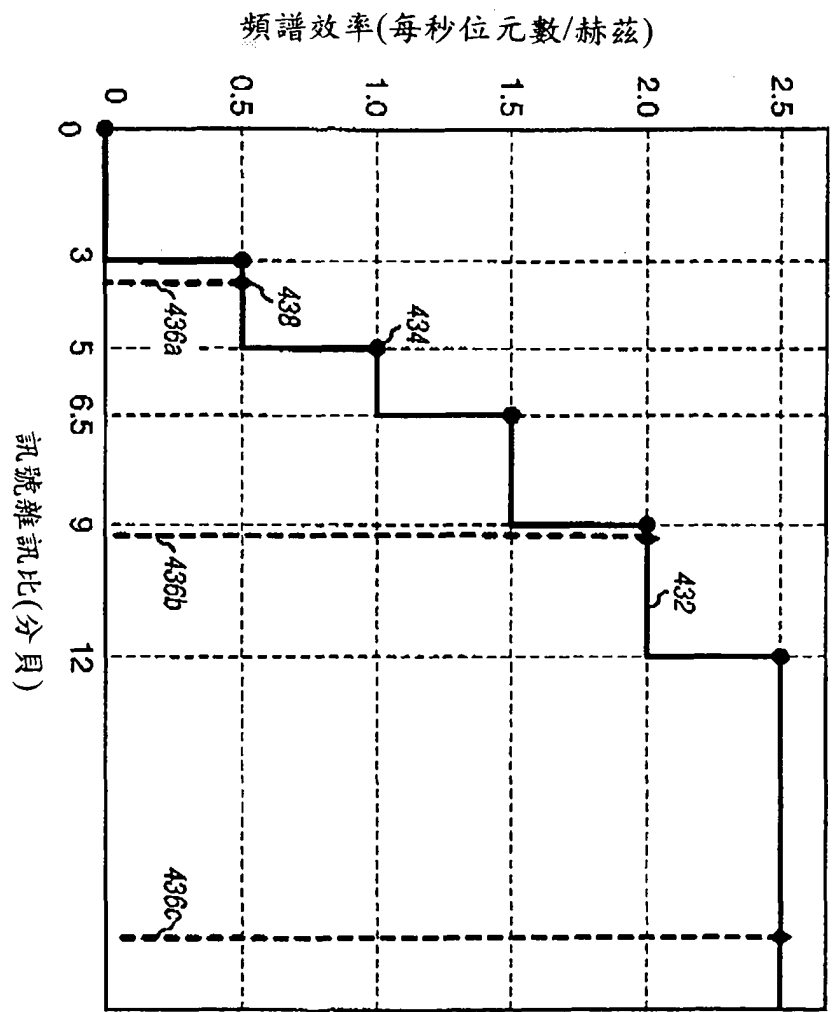


圖 4C

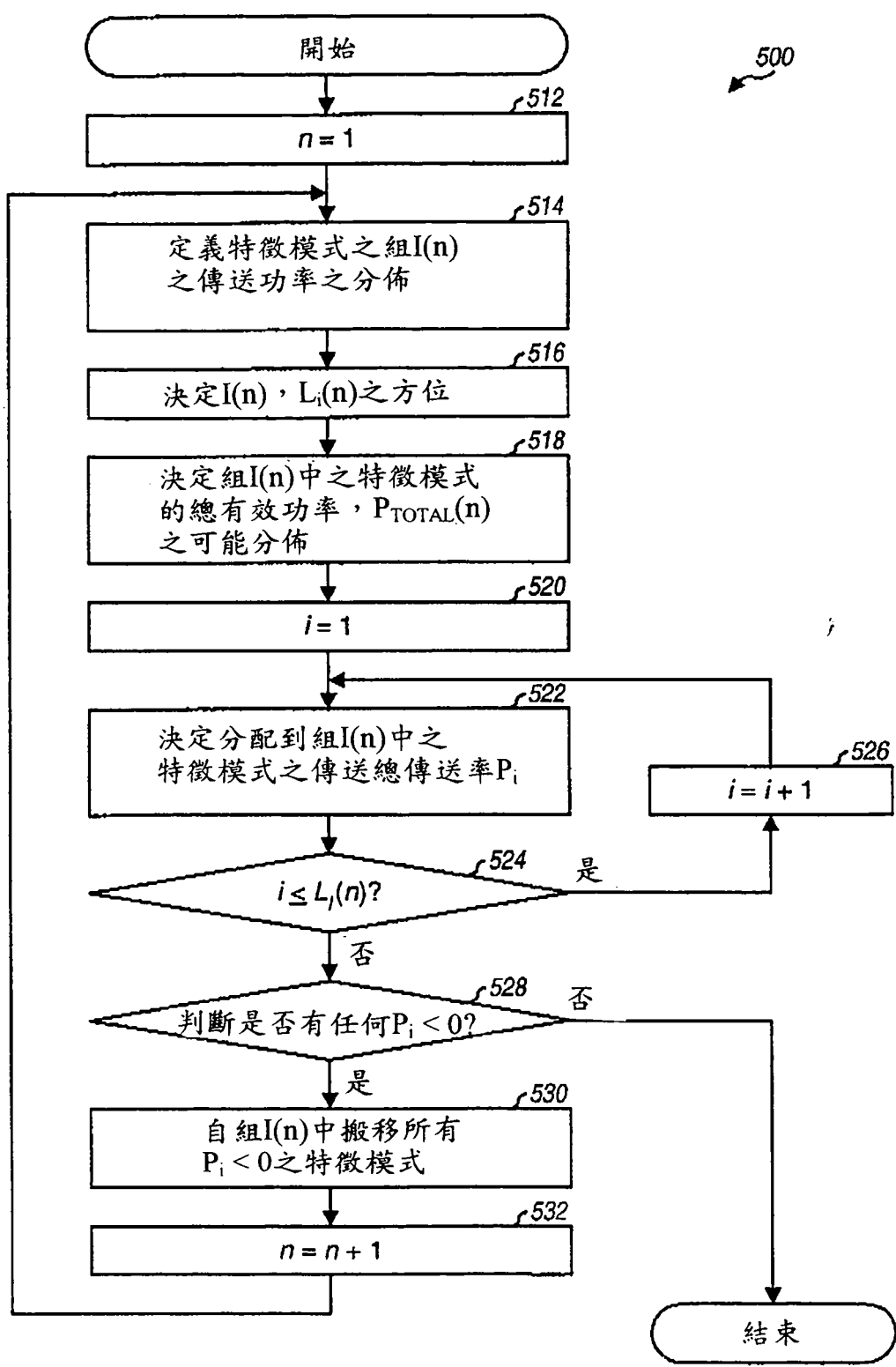


圖 5

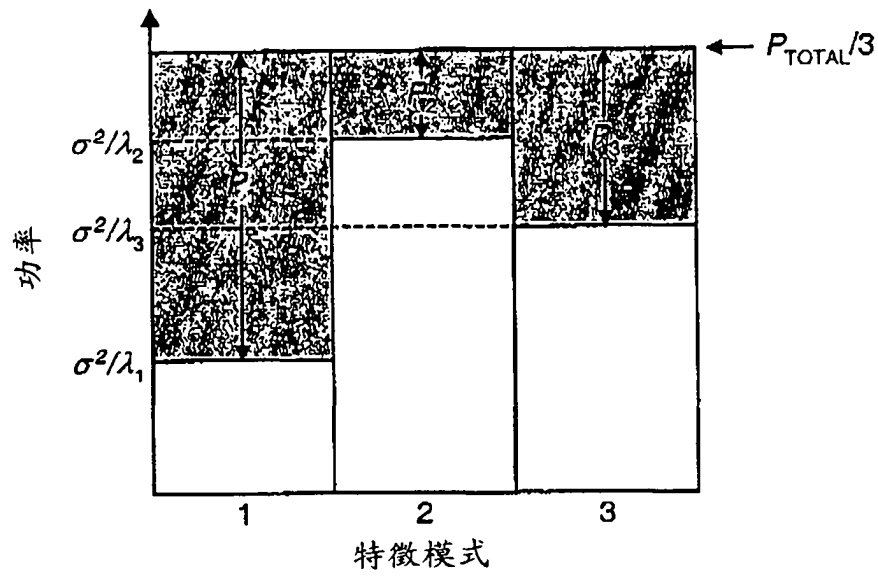


圖 6A

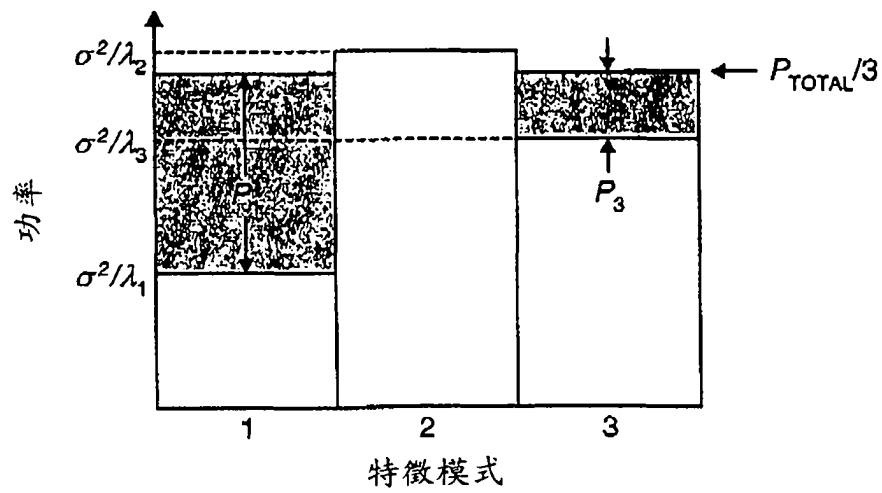


圖 6B

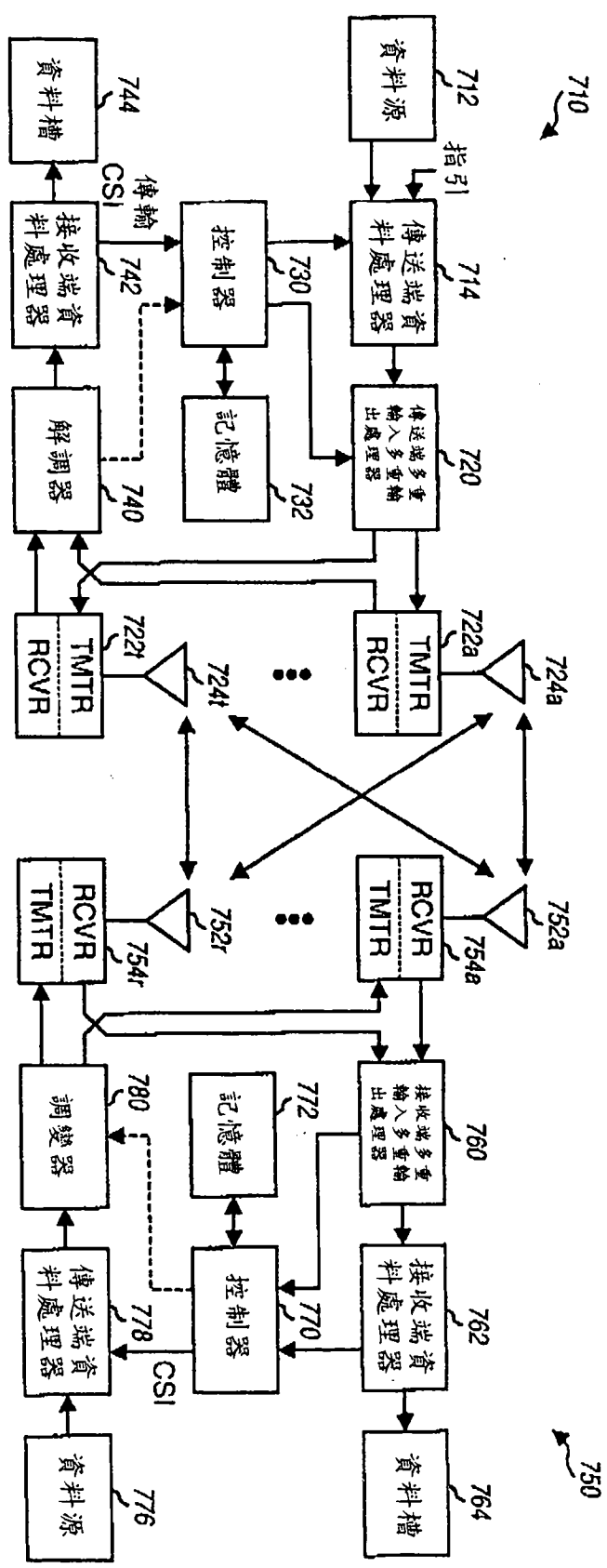


圖 7

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

拾、申請專利範圍：

1. 一種用以在一無線通訊系統中將傳送功率分配給複數個傳送通道的方法，其包括：

定義一組要被分配傳送功率的一個或多個傳送通道；

決定可用來分配給該組中的該等傳送通道之一總傳送功率；

基於一特定分配架構，將該總傳送功率分配給該組中的該等傳送通道；

識別源自於該已分配傳送功率之在一飽和區中的傳送通道；

以一修正數量的傳送功率來重新分配該飽和區中的每個傳送通道；

決定所有以該修正數量的傳送功率重新分配的通道的總超出的傳送功率；以及

執行一個或多個疊代之該定義、決定、分配、識別以及重新分配步驟，其中關於第一次疊代之該組傳送通道包括該等複數個傳送通道，而每個後續疊代可用之該組傳送通道包括不是位於該飽和區中的傳送通道，並且其中每個後續疊代可用之該總傳送功率包括在一目前疊代中所決定的該總超出的傳送功率。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中可用於每個疊代的總傳送功率係分配給基於一注水架構中之該組中的該等傳送通道。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中如果一傳送通道係分

配比達成一特定最大資料率需要更多的傳送功率，則其會視為位於該飽和區中。

4. 如申請專利範圍第3項之方法，其中分配給該飽和通道中的每個傳送通道之該修正數量傳送功率係需用來達成該最大資料率的一最小量。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中如果一傳送通道係分配比達成一特定訊號雜訊比需要更多的傳送功率，則其會視為位於該飽和區中。
6. 如申請專利範圍第5項之方法，其中一單一訊號雜訊比係用於該組中的所有傳送通道。
7. 如申請專利範圍第5項之方法，其中每個傳送通道係與一個別門限訊號雜訊比相關聯。
8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該識別包括：

部分基於分配給該傳送通道的該傳送功率，而決定該組中的每個傳送通道之一有效訊號雜訊比，

將該組中的每個傳送通道之該有效訊號雜訊比與可用於該傳送通道的一門限訊號雜訊比做比較，以及

如果該有效訊號雜訊比大於可用的該門限訊號雜訊比，則一傳送通道會視為在該飽和區中。

9. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該門限訊號雜訊比係對應一需用以達成一特定最大資料率的訊號雜訊比。
10. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該無線通訊系統係一多重輸入多重輸出(MIMO)通訊系統。
11. 如申請專利範圍第10項之方法，其中該等複數個傳送通

道係對應用於該多重輸入多重輸出通訊系統的一多重輸入多重輸出通道之複數個特徵模式。

12. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該無線通訊系統係一正交分頻多工(OFDM)通訊系統。
13. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該無線通訊系統係利用正交分頻多工(OFDM)之一多重輸入多重輸出(MIMO)通訊系統。
14. 一種用以多重輸入多重輸出(MIMO)通訊系統中將傳送功率分配給複數個空間次通道的方法，其包括：

定義一組要被分配傳送功率的一個或多個空間次通道；

決定可用來分配給該組中的該等空間次通道之一總傳送功率；

基於一特定架構，將該總傳送功率分配給該組中的該等空間次通道；

識別源自於該分配傳送功率之位於一飽和區中的空間次通道；

以一修正數量的傳送功率來重新分配該飽和區中的每個空間次通道；

決定以該修正數量的傳送功率重新分配的所有空間次通道之一總超出的傳送功率；以及

執行用於一個或多個疊代之該定義、決定、分配、識別以及重新分配的步驟，其中關於第一次疊代之該組空間次通道包括該等複數個空間次通道，而每個後續疊代

之該組空間次通道包括不是位於該飽和區中的空間次通道，並且其中每個後續疊代可用之該總傳送功率包括在一目前疊代中所決定的該總超出的傳送功率。

15. 如申請專利範圍第14項之方法，其中可用於每個疊代的該總傳送功率係分配給基於一注水架構中之該組中的該等空間次通道。

16. 一種用以在一無線通訊系統中將傳送功率分配給複數個傳送通道的方法，其包括：

識別第一組要被分配傳送功率的傳送通道；

決定可用來分配給該第一組中的傳送通道之一總傳送功率；

基於一特定架構，將該總傳送功率分配給該第一組中的該等傳送通道；

識別用於較佳操作點之分配超出的傳送功率之一第二組的一個或多個傳送通道；

以一修正數量的傳送功率來分配該第二組中的每個傳送通道，以達成該等較佳操作點；

決定該第二組中的所有傳送通道之一總超出的功率；

識別可支援較高較佳操作點之第三組的一個或多個傳送通道；以及

將該總超出的功率重新分配給該第三組的該等一個或多個傳送通道。

17. 如申請專利範圍第16項之方法，其中每個較佳操作點係相關於需用以支援一特定離散資料率之一訊號雜訊比

(SNR)。

18. 如申請專利範圍第16項之方法，進一步包括：

評估用於該第三組的該等一個或多個傳送通道之該總超出的功率之複數個可行重新分配。

19. 如申請專利範圍第18項之方法，進一步包括：

選擇相關於全部的一最高增益之一重新分配。

20. 如申請專利範圍第16項之方法，其中該總超出的功率會一次一個通道地重新分配給該第三組的該等一個或多個傳送通道。

21. 如申請專利範圍第16項之方法，其中每個傳送通道會重新分配足夠的傳送功率，以達成下個較高的較佳操作點。

22. 如申請專利範圍第16項之方法，其中該重新分配包括：

決定需用於該第三組中之每個傳送通道之傳送功率的量，以達成下個較高的較佳操作點，以及

重新分配相關於全部的一最高增益之該傳送通道的該總超出的功率。

23. 如申請專利範圍第16項之方法，其中該總傳送功率係基於一注水架構，而分配給該第一組中的傳送通道。

24. 如申請專利範圍第16項之方法，其中該等複數個傳送通道係對應一多重輸入多重輸出系統中的空間次通道。

25. 如申請專利範圍第16項之方法，其中該等複數個傳送通道係對應一正交分頻多工系統中的頻率次通道。

26. 如申請專利範圍第16項之方法，其中該等複數個傳送通道係對應一多重輸入多重輸出正交分頻多工系統中的空

間次通道中的頻率次通道。

27. 一種用於分配傳送功率至一無線通訊系統之複數個傳送通道的電腦程式產品，其包括：

用以定義一組要被分配傳送功率的一個或多個傳送通道之碼；

用以決定可用來分配給該組中的該等傳送通道之一總傳送功率之碼；

用以基於一特定架構，將該總傳送功率分配給該組中的該等傳送通道之碼；

用以識別源自於該分配傳送功率之在一飽和區中的傳送通道之碼；

用以以一修正數量的傳送功率來重新分配該飽和區中的每個傳送通道之碼；

用以決定所有以該修正數量的傳送功率重新分配的通道的總超出的傳送功率之碼；

用以執行用於一個或多個疊代之該定義、決定、分配、識別以及重新分配步驟，其中關於第一次疊代之該組傳送通道包括該等複數個傳送通道，而每個後續疊代之該組傳送通道包括不是位於該飽和區中的傳送通道，並且其中每個後續疊代可用之該總傳送功率包括在一目前疊代中所決定的該總超出的傳送功率之碼；以及

用於儲存該等碼之一電腦可使用媒體。

28. 一種在一無線通訊系統中的裝置，其包括：

用以定義一組要被分配傳送功率的一個或多個傳送通

道之構件；

用以決定可用來分配給該組中的該等傳送通道之一總傳送功率之構件；

用以基於一特定架構，將該總傳送功率分配給該組中的該等傳送通道之構件；

用以識別源自於該分配傳送功率之在一飽和區中的傳送通道之構件；

用以以一修正數量的傳送功率來重新分配該飽和區中的每個傳送通道之構件；

用以決定所有以該修正數量的傳送功率重新分配的通道的總超出的傳送功率之構件；以及

用以執行用於一個或多個疊代之該定義、決定、分配、識別以及重新分配步驟之構件，其中關於第一次疊代之該組傳送通道包括該等複數個傳送通道，而每個後續疊代之該組傳送通道包括不是位於該飽和區中的傳送通道，並且其中每個後續疊代可用之該總傳送功率包括在一目前疊代中所決定的總超出的傳送功率。

29. 一種在一無線通訊系統中的控制器，其包括：

用以一組定義要被分配傳送功率的一個或多個傳送通道之構件；

用以決定可用來分配給該組中的該等傳送通道之一總傳送功率之構件；

用以基於一特定架構，將該總傳送功率分配給該組中的該等傳送通道之構件；

用以識別源自於該分配傳送功率之在一飽和區中的傳送通道之構件；

用以以一修正數量的傳送功率來重新分配該飽和區中的每個傳送通道之構件；

用以決定所有以該修正數量的傳送功率重新分配的通道的總超出的傳送功率之構件；以及

用以執行用於一個或多個疊代之該定義、決定、分配、識別以及重新分配步驟之構件，其中關於第一次疊代之該組傳送通道包括該等複數個傳送通道，而每個後續疊代之該組傳送通道包括不是位於該飽和區中的傳送通道，並且其中每個後續疊代可用之該總傳送功率包括在一目前疊代中所決定的該總超出的傳送功率。

30. 如申請專利範圍第29項之控制器，進一步包括：

用以部分基於分配給該傳送通道的該傳送功率，而決定用於該組中的每個傳送通道之一有效訊號雜訊比之構件；

用以將用於該組中的每個傳送通道之該有效訊號雜訊比與可用於該傳送通道的一門限訊號雜訊比做比較之構件；以及

用以如果該有效訊號雜訊比大於可用的該門限訊號雜訊比，則一傳送通道會視為在該飽和區中之構件。

31. 一種包括如申請專利範圍第29項之控制器的基地台。

32. 一種在一無線通訊系統中的控制器，其包括：

用以識別第一組分配傳送功率的傳送通道之構件；

用以決定可用來分配給該第一組中的該等傳送通道之一總傳送功率之構件；

用以基於一特定架構，將該總傳送功率分配給該第一組中的該等傳送通道之構件；

用以識別用於較佳操作點之分配超出的傳送功率之第二組的一個或多個傳送通道之構件；

用以以一修正數量的傳送功率來分配該第二組中的每個傳送通道，以達成該等較佳操作點之構件；

用以決定所有該第二組中的傳送通道的總超出的功率之構件；

用以識別可支援較高較佳操作點之第三組的一個或多個傳送通道之構件；以及

用以將該總超出的功率重新分配給該第三組的該等一個或多個傳送通道之構件。

33. 一種在一無線通訊系統中的發射器單元，其包括：

一傳送端(TX)資料處理器，其運作係用以基於一個或多個解碼與調變架構作資料解碼用於複數個傳送通道以提供複數個符號流；

複數個發射器，其運作係用以處理複數個符號流以提供適合在一通訊系統中傳送之複數個調變訊號；以及

一控制器，其運作係用以分配傳送功率至該等複數個傳送通道中，其方法為

定義一組要被分配傳送功率的一個或多個傳送通道；

決定可用來分配給該組中的該等傳送通道之一總傳送功率；

基於一特定架構，將該總傳送功率分配給該組中的該等傳送通道；

識別源自於該分配傳送功率之在一飽和區中的傳送通道；

以一修正數量的傳送功率來重新分配該飽和區中的每個傳送通道；

決定所有以該修正數量的傳送功率重新分配的通道的總超出的傳送功率；以及

執行用於一個或多個疊代之該定義、決定、分配、識別以及重新分配步驟，其中關於第一次疊代之該組傳送通道包括該等複數個傳送通道，而每個後續疊代之該組傳送通道包括不是位於該飽和區中的傳送通道，並且其中每個後續疊代可用之該總傳送功率包括在一目前疊代中所決定的該總超出的傳送功率。

34. 如申請專利範圍第33項之發射器單元，其中該傳送端資料處理器會進一步運作，以使每個調變符號與基於分配給用於該調變符號的該等傳送通道之該傳送功率所決定的一特定權值成比例。

35. 如申請專利範圍第33項之發射器單元，進一步包括：

一多重輸入多重輸出處理器，其運作係用以預先條件化該等複數個符號流以對角化該等複數個傳送通道。

36. 一種基地台，包括如申請專利範圍第33項中之該發射器

單元。

37. 一種在一無線通訊系統中的接收器單元，其包括：

一接收端(RX)多重輸入多重輸出處理器，其運作係用以接收及處理複數個樣本流，以產生複數個接收符號流，並且用以取得用於該等接收符號流之複數個傳送通道的通道狀態資訊；

一接收端(RX)處理器，其運作係用以處理與一個或多個解調變一致之所接收的該等複數個符號流以提供已解碼資料；且

其中用於該等複數個傳送通道的接收功率會藉由基於一特定分配架構，而將一總可用接收功率分配給該等複數個傳送通道，以一修正量的接收功率而重新分配一飽和區中的每個傳送通道，以及將總剩餘接收功率分配給非位於該飽和區中的傳送通道，而部分基於通道狀態資訊來分配。

38. 如申請專利範圍第37項之接收器單元，其中該接收端之多重輸入多重輸出處理器其運作更包括預先條件化所接收之該等複數個符號流，以對角化該等複數個傳送通道。

39. 如申請專利範圍第37項之接收器單元，進一步包括：

一傳送端資料處理器，其運作係用以處理回傳一發射器單元之通道狀態資訊。

40. 一種在一無線通訊系統中的接收器裝置，其包括：

用以處理複數個樣本流以產生複數個接收符號流之構件，並用以取得用於該等接收符號流之複數個傳送通道

之通道狀態資訊；

用以處理與一個或多個解調變一致之所接收的該等複數個符號流以提供已解碼資料之構件；以及

其中用於該等複數個傳送通道的接收功率會藉由基於一特定分配架構，而將一總可用接收功率分配給該等複數個傳送通道，以一修正量的接收功率而重新分配一飽和區中的每個傳送通道，以及將總剩餘接收功率分配給非位於該飽和區中的傳送通道，而部分基於通道狀態資訊來分配。