



(21)申請案號：099114086

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 03 日

(51)Int. Cl. : H04B1/707 (2006.01)

H04B15/00 (2006.01)

(30)優先權：2009/05/04 美國 12/435,085

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

(72)發明人：阿布麗山卡法洛克 ABRISHAMKAR, FARROKH (US)；俞英群 YU, YINGQUN (CN)；李文君 LI, WENJUN (CN)

(74)代理人：李世章

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：44 項 圖式數：36 共 168 頁

(54)名稱

用於細胞服務區間干擾消去的方法和系統

METHOD AND SYSTEM FOR INTER-CELL INTERFERENCE CANCELLATION

(57)摘要

本發明提供了用於細胞服務區間干擾消去的系統和方法。在本案的一態樣中，提供了一種裝置。該裝置包括一細胞服務區計算單元和一減法單元，該細胞服務區計算單元被配置成計算關於一第一干擾細胞服務區的接收碼片，並且該減法單元被配置成從一接收機處的收到碼片中移除計算出的關於該第一干擾細胞服務區的接收碼片。該裝置進一步包括一處理單元和一偵測單元，該處理單元被配置成將已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成收到符號，該偵測單元被配置成從該等收到符號偵測關於一目標細胞服務區的使用者符號。

2005 2005：細胞服務區間
干擾消去系統

2010a：第一細胞服務
區計算單元

2010b：第二細胞服務
區計算單元

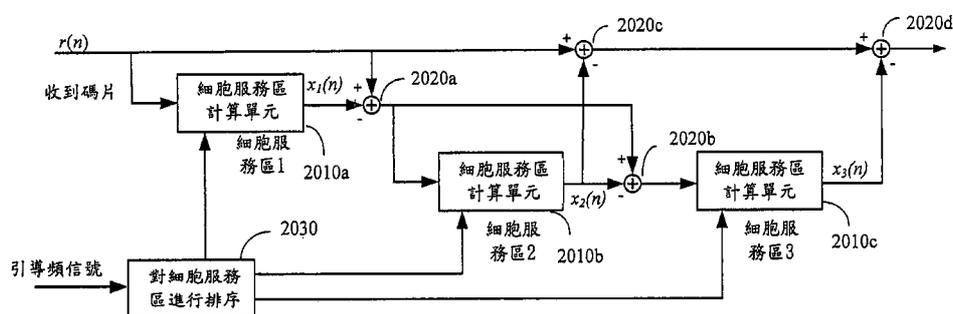
2010c：第三細胞服務
區計算單元

2020a：第一減法方
塊/第一減法單元

2020b：第二減法方
塊/第二減法單元

2020c：第三減法方
塊/第三減法單元

2020d：第四減法方
塊/第四減法單元



2030：細胞服務區排
序單元



(21)申請案號：099114086 (22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 03 日
 (51)Int. Cl. : H04B1/707 (2006.01) H04B15/00 (2006.01)
 (30)優先權：2009/05/04 美國 12/435,085
 (71)申請人：高通公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)
 美國
 (72)發明人：阿布麗山卡法洛克 ABRISHAMKAR, FARROKH (US)；俞英群 YU, YINGQUN (CN)；李文君 LI, WENJUN (CN)
 (74)代理人：李世章
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：44 項 圖式數：36 共 168 頁

(54)名稱

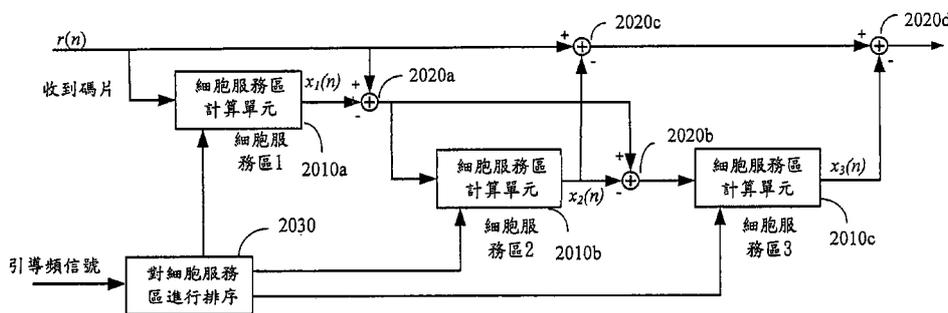
用於細胞服務區間干擾消去的方法和系統

METHOD AND SYSTEM FOR INTER-CELL INTERFERENCE CANCELLATION

(57)摘要

本發明提供了用於細胞服務區間干擾消去的系統和方法。在本案的一態樣中，提供了一種裝置。該裝置包括一細胞服務區計算單元和一減法單元，該細胞服務區計算單元被配置成計算關於一第一干擾細胞服務區的接收碼片，並且該減法單元被配置成從一接收機處的收到碼片中移除計算出的關於該第一干擾細胞服務區的接收碼片。該裝置進一步包括一處理單元和一偵測單元，該處理單元被配置成將已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成收到符號，該偵測單元被配置成從該等收到符號偵測關於一目標細胞服務區的使用者符號。

- 2005 2005：細胞服務區間干擾消去系統
- 2010a：第一細胞服務區計算單元
- 2010b：第二細胞服務區計算單元
- 2010c：第三細胞服務區計算單元
- 2020a：第一減法方塊/第一減法單元
- 2020b：第二減法方塊/第二減法單元
- 2020c：第三減法方塊/第三減法單元
- 2020d：第四減法方塊/第四減法單元



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本案大體而言係關於無線通訊系統，且特定言之係關於用於細胞服務區間干擾消去的方法和系統。

【先前技術】

在無線通訊系統中，許多使用者在無線通道上通訊。例如，分碼多工存取（CDMA）調制技術是用於促進在其中存在大量系統使用者的通訊的若干技術之一。亦可以使用諸如分時多工存取（TDMA）和分頻多工存取（FDMA）之類的其他多工存取通訊系統技術。

無線通訊系統可為若干細胞服務區提供通訊，其中每個細胞服務區支援多個使用者並且由相應的基地台來服務。使用者使用行動站來從無線通訊系統接收無線服務，此等行動站可以代表蜂巢式電話、使用者裝備（UE）、無線通訊設備、或者無線終端。

無線通訊系統中的行動站可能經受細胞服務區內干擾和細胞服務區間干擾。細胞服務區內干擾是由服務該行動站的相同細胞服務區中的其他使用者造成的，而細胞服務區間干擾是由相鄰細胞服務區中的其他使用者造成的。當行動站位於在其中來自相鄰細胞服務區的干擾較強的服務細胞服務區邊緣附近時，該行動站通常變得更易受細胞服務區間干擾的影響。因為細胞服務區間干擾不利地影響行動站的資料吞吐量和語音能力，所以用於消去細胞服務

區間干擾的方法和系統是合乎需要的。

【發明內容】

在本案的一態樣中，提供了一種用於在無線通訊系統中進行細胞服務區間干擾消去的方法。該方法包括計算關於第一干擾細胞服務區的接收碼片，以及從收到碼片中移除計算出的關於第一干擾細胞服務區的接收碼片。該方法進一步包括將已移除了計算出的關於第一干擾細胞服務區的接收碼片的收到碼片處理成收到符號，以及基於此等收到符號來偵測關於目標細胞服務區的使用者符號。

在本案的另一態樣中，提供了一種用於在無線通訊系統中進行細胞服務區間干擾消去的方法。該方法包括提供接收自複數個細胞服務區的收到碼片。該方法進一步包括在複數次迭代中相繼地計算關於該複數個細胞服務區中的每個細胞服務區的接收碼片，其中該複數次迭代中的每次迭代包括從收到碼片中移除先前計算出的關於該複數個細胞服務區中的一或多個細胞服務區的接收碼片，使用已移除了先前計算出的關於該複數個細胞服務區中的一或多個細胞服務區的接收碼片的收到碼片來計算關於該複數個細胞服務區中的一個細胞服務區的接收碼片；及從收到碼片中移除計算出的接收碼片中的一或多個接收碼片。

在本案的又一態樣中，提供了一種裝置。該裝置包括細胞服務區計算單元和減法單元，該細胞服務區計算單元被配置成計算關於第一干擾細胞服務區的接收碼片，並且該

[5]

減法單元被配置成從接收機處的收到碼片中移除計算出的關於第一干擾細胞服務區的接收碼片。該裝置進一步包括處理單元和偵測單元，該處理單元被配置成將已移除了計算出的關於第一干擾細胞服務區的接收碼片的收到碼片處理成收到符號，該偵測單元被配置成從收到符號偵測關於目標細胞服務區的使用者符號。

在本案的又一態樣中，提供了一種裝置。該裝置包括用於計算關於第一干擾細胞服務區的接收碼片的構件，以及用於從收到碼片中移除計算出的關於第一干擾細胞服務區的接收碼片的構件。該裝置進一步包括用於將已移除了計算出的關於第一干擾細胞服務區的接收碼片的收到碼片處理成收到符號的構件，以及用於基於此等收到符號來偵測關於目標細胞服務區的使用者符號的構件。

在本案的又一態樣中，提供了一種在其上儲存有指令的機器可讀取媒體。此等指令能夠由一或多個處理器執行並且包括用於計算關於第一干擾細胞服務區的接收碼片以及從收到碼片中移除計算出的關於第一干擾細胞服務區的接收碼片的代碼。此等指令進一步包括用於將已移除了計算出的關於第一干擾細胞服務區的接收碼片的收到碼片處理成收到符號以及基於此等收到符號來偵測關於目標細胞服務區的使用者符號的代碼。

在本案的又一態樣中，提供了一種裝置。該裝置包括至少一個處理器，該至少一個處理器被配置成計算關於第一干擾細胞服務區的接收碼片，從收到碼片中移除計算出的 S1

關於第一干擾細胞服務區的接收碼片，將已移除了計算出的關於第一干擾細胞服務區的接收碼片的收到碼片處理成收到符號，以及基於此等收到符號來偵測關於目標細胞服務區的使用者符號。

應當理解，對於本領域技藝人士而言，本發明技術的其他配置將從以下【實施方式】變得明白，其中本發明技術的各種配置是藉由說明來展示和描述的。如將認識到，在各種其他方面，本發明技術能夠具有其他以及不同的配置並且其若干細節能夠修改，而所有此等皆不會脫離本發明技術的範疇。因此，附圖和【實施方式】應被認為在本質上是說明性的而非限制性的。

【實施方式】

在以下【實施方式】中，闡述眾多特定細節來提供對本發明技術的透徹理解。然而，對於本領域一般技藝人士而言顯而易見的是，本發明技術無需此等特定細節中的一些亦可實施。在其他實例中，未詳細展示熟知的結構和技術以避免模糊本發明技術。

用語「示例性」在本文中被用來表示「用作實例或說明」。本文中描述為「示例性」的任何態樣或設計不必被解釋為優於或勝過其他態樣或設計。

現在將詳細參照其諸實例在附圖中圖示的本發明技術的各態樣，附圖中類似元件符號通篇代表類似的元件。

應當理解，本文中所揭示的程序的步驟的特定次序或層

[S]

次是示例性方法的實例。基於設計偏好，應理解此等程序中各步驟的特定次序或層次可被重新排列而仍保持在本案的範疇之內。所附方法請求項以示例性次序呈現各種步驟的要素，且並非意謂限於所呈現的特定次序或層次。

圖 1 是根據本案的某些態樣的支援多個使用者的無線通訊系統的圖。通訊系統 100 為各自由相應的基地台 104A-104G (稱為基地台 104) 服務的若干細胞服務區 102A-102G (稱為細胞服務區 102) 提供通訊。當然，任何數目個細胞服務區 102 和基地台 104 可包括在通訊系統 100 中。在示例性通訊系統 100 中，基地台 104 中的一些基地台具有多個接收天線，而其他基地台僅具有一個接收天線。類似地，基地台 104 中的一些基地台具有多個發射天線，而其他基地台具有單個發射天線。

行動站 106A-106H (稱為行動站 106) 可以代表例如蜂巢式電話、PDA 或諸如此類，並且亦可稱為行動設備、使用者裝備 (UE)、無線通訊設備、終端、站、行動裝備 (ME) 或某個其他術語。如圖 1 中所示，各種行動站 106 可以散佈遍及通訊系統 100，並且每個行動站 106 在任何給定時刻在下行鏈路和上行鏈路上與至少一個基地台 104 通訊。

不同的技術可被用於各種多工存取通訊系統，諸如：(1) 使用不同的正交碼序列來為不同的使用者傳送資料的 CDMA 系統，(2) 在不同的頻率次頻帶上為不同的使用者傳送資料的 FDMA 系統，(3) 在不同的時槽中為不同的使用者傳送資料的 TDMA 系統，(4) 在不同的空間通道上為

不同的使用者傳送資料的分空間多工存取 (SDMA) 系統，
(5) 在不同的頻率次頻帶上為不同的使用者傳送資料的正交分頻多工存取 (OFDMA) 系統，等等。

圖 2 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統 100 中使用的行動站 106 的方塊圖。行動站 106 可包括接收機 200，該接收機 200 被配置成使用天線 220 來接收所傳送的信號。接收機 200 通訊地耦合至前端處理單元 210，該前端處理單元 210 可被用於使用例如通道匹配濾波器及/或均衡器來對收到信號進行濾波。行動站 106 可包括解攪頻和解展頻單元 230，該解攪頻和解展頻單元 230 解攪頻和解展頻前端處理單元 210 的輸出。行動站 106 可進一步包括處理單元 240、通訊地耦合的記憶體 250 和通訊地耦合的偵測單元 260，該偵測單元 260 用於多使用者偵測並在以下更詳細地對其進行描述。行動站 106 不限於任何特定的配置，並且諸元件的各種組合以及其他元件可包括在行動站 106 中。

圖 3 是根據本案的某些態樣的單使用者通道模型的圖。如圖 3 中所示，使用者符號 $b(m)$ 是從例如可以位於基地台 104 內的發射機 (未圖示) 發射的。使用者符號亦可被稱為送往使用者的資料符號並且可以藉由使用二元移相鍵控 (BPSK) 調制、正交移相鍵控 (QPSK) 調制、正交振幅調制 (QAM) 或者其他方案將一或多個資料位元映射到資料符號的方式來獲得。注意， m 代表使用者符號 $b(m)$ 的符號週期。因此，前一使用者符號將被標示為 $b(m-1)$ 並且 S1

後一使用者符號將被標示為 $b(m+1)$ 。例如，使用沃爾什 (Walsh) 碼 $w(n)$ 來展頻使用者符號 $b(m)$ 並且使用碼 $p(n)$ 來攪頻使用者符號 $b(m)$ 。沃爾什碼可以具有展頻因數 N ，其中沃爾什碼 $w(n)$ 包括橫跨一個符號週期的 N 個碼片的序列。在方塊 310 處的通道 h 上傳送展頻和攪頻的結果。

行動站 106 在接收機 200 處使用天線 220 來接收碼片，隨後在前端處理單元 210 處對此等碼片進行濾波，並且在解攪頻和解展頻單元 230 處用解攪頻碼 $p^*(n)$ 來解攪頻此等碼片並用解展頻碼 $w^*(n)$ 來解展頻此等碼片，隨後在求和方塊 320 處對此等碼片求和。行動站 106 處的所得的收到符號被標示為 $z(m)$ 。求和方塊 320 在一個符號週期上對經解展頻信號進行求和以獲得每個收到符號 $z(m)$ 。

總濾波器 300 「 $\{c\}$ 」代表作為通道 310 h 與濾波器 210 f 的迴旋的總濾波器。可以使用以下更詳細論述的基於引導頻的通道估計及/或資料輔助通道估計來估計通道 310 h 。對於通道匹配濾波器的實例而言，濾波器 f 可以基於通道估計 h 的時逆共軛 $h^*(-n)$ 。當總濾波器 300 的長度小於 $2N+1$ 時（其中 N 是展頻因數），則可以由以下方程式 (1) 來表達關於符號週期 m 的收到符號 $z(m)$ ：

$$z(m) = a_{-1}(m)b(m-1) + a_0(m)b(m) + a_1(m)b(m+1) \quad (1)$$

根據 $c(l)$ 、 $w(n)$ 和 $p(n)$ ，可以如方程式 (2) – 方程式 (4) 中所示來表達矩陣 $a_{-1}(m)$ 、 $a_0(m)$ 和 $a_1(m)$ 。

$$a_0(m) = \sum_{d=0}^{N-1} c(d) \sum_{n=(m-1)N}^{mN-1-d} w^*[n+d] p^*[n+d] w[n] p[n] + \sum_{d=1}^{N-1} c(d-N) \sum_{n=mN-d}^{mN-1} w^*[n+d-N] p^*[n+d-N] w[n] p[n]$$

(2)

[5]

$$a_1(m) = \sum_{d=0}^{N-1} c(d-N) \sum_{n=mN}^{(m+1)N-1-d} w^*[n+d-N] p^*[n+d-N] w[n] p[n] \quad (3)$$

$$a_{-1}(m) = \sum_{d=1}^N c(d) \sum_{n=(m-1)N-d}^{(m-1)N-1} w^*[n+d] p^*[n+d] w[n] p[n] \quad (4)$$

圖 4 (a) 是根據本案的某些態樣的多使用者通道模型的圖。替代如圖 3 中所描述的發射使用者符號 $b(m)$ ，圖 4 (a) 圖示使用者符號集合 $\{b_k(m)\}$ 的發射。亦即，可以向多個使用者 1 到 Nu 發射符號 $b_1(m)$ 到 $b_{Nu}(m)$ 。符號 $b_1(m)$ 到 $b_{Nu}(m)$ 可以向量形方程式表示為 $\underline{b}(m)$ 。因此，各別展頻碼（例如，沃爾什碼） $w_1(n)$ 到 $w_{Nu}(n)$ 可應用於每個使用者符號 $b_1(m)$ 到 $b_{Nu}(m)$ 。當然，沃爾什碼的使用僅是示例性的，並且可以使用其他展頻技術而不脫離本案的範疇。另外，各別增益 g_1 到 g_{Nu} 可被應用於各別使用者符號 $b_1(m)$ 到 $b_{Nu}(m)$ 。注意，相異的或相似的展頻碼或增益可被應用於各別使用者符號 $b_1(m)$ 到 $b_{Nu}(m)$ 而不脫離本案的範疇。可以在組合器 400 處組合送往不同使用者的經展頻信號，隨後應用攪頻碼 $p(n)$ 。經由通道 310 h 來傳送所得的組合信號。

行動站 106 在接收機 200 處使用天線 220 來接收碼片，隨後在前端處理單元 210 處對此等碼片進行濾波。可以實施各種前端濾波技術（例如，前端通道匹配濾波及/或均衡）。隨後，在解攪頻和解展頻單元 230 處使用解攪頻碼 $p^*(n)$ 來解攪頻經濾波碼片並使用解展頻碼 $w^*_1(n)$ 到 $w^*_{Nu}(n)$ 來解展頻此等碼片。解攪頻碼 $p^*(n)$ 和解展頻碼 $w^*_1(n)$ 到 $w^*_{Nu}(n)$ 可以分別是攪頻碼 $p(n)$ 和展頻碼 $w_1(n)$ 到 $w_{Nu}(n)$ 的共軛。由各別求和方塊 320 在一個符號週期上對

每個經解展頻信號求和以獲得收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{Nu}(m)$ 。所得的收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{Nu}(m)$ 代表在行動站 106 處接收到的符號。

所得的收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{Nu}(m)$ 可被表達為以下方程式

(5) 中所示的向量 $\underline{z}(m)$:

$$\begin{aligned}\underline{z}(m) &= A_{-1}(m)G\underline{b}(m-1) + A_0(m)G\underline{b}(m) + A_1(m)G\underline{b}(m+1) \\ &= \tilde{A}(m)\tilde{G}\underline{\tilde{b}}(m)\end{aligned}\quad (5)$$

其中 G 是增益矩陣 415 (參見圖 4(c)) 並且 \tilde{G} 是層疊增益矩陣 420 (參見圖 4(b))， G 和 \tilde{G} 可被表達為如方程式

(6) 中所示：

$$\begin{aligned}G &= \begin{bmatrix} g_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & g_{Nu} \end{bmatrix} \\ \tilde{G} &= \begin{bmatrix} G & & \\ & G & \\ & & G \end{bmatrix}\end{aligned}\quad (6)$$

$\underline{b}(m)$ 是使用者符號 $b_1(m)$ 到 $b_{Nu}(m)$ 的向量並且可被表達為如方程式 (7) 中所示：

$$\underline{b}(m) = \begin{bmatrix} b_1(m) \\ \vdots \\ b_{Nu}(m) \end{bmatrix}, \quad \underline{\tilde{b}}(m) = \begin{bmatrix} \underline{b}(m-1) \\ \underline{b}(m) \\ \underline{b}(m+1) \end{bmatrix}\quad (7)$$

$\tilde{A}(m)$ 可被稱為多使用者干擾矩陣 410 並且被表達為如方程式 (8) 中所示：

$$\tilde{A}(m) = [A_{-1}(m) \quad A_0(m) \quad A_1(m)]\quad (8)$$

根據某些實施例， $A_{-1}(m)$ 、 $A_0(m)$ 和 $A_1(m)$ 是 Nu 乘 Nu 多使用者干擾 (MAI) 矩陣和肩矩陣 (shoulder matrix)，其中 Nu 是服務細胞服務區 102 中的代碼通道的數目。矩陣

$A_{-1}(m)$ 、 $A_0(m)$ 和 $A_1(m)$ 的決定將在以下參照圖 5 來更詳細地論述。

所得的方程式 (5) 中的表達式可被重寫為如下方程式 (9) 中：

$$\underline{z}(m) = \sum_{l=-1}^1 A_l(m) G \underline{b}(m+l) \quad (9)$$

作為以上方程式的結果，使用者符號 $b_1(m)$ 到 $b_{N_u}(m)$ 和收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{N_u}(m)$ 的傳輸的簡化模型可被表達為如圖 4 (b) 中所示。在圖 4 (b) 中，層疊增益矩陣 \tilde{G} 被標示為 420 並且多使用者干擾矩陣 $\tilde{A}(m)$ 被標示為 410 (如由圖 4 (a) 中的虛線所圖示)。

圖 4 (c) 是根據本案的某些態樣的包括雜訊的簡化的多使用者通道模型的圖。如圖 4 (c) 中所示，在方塊 415 處對使用者符號 $\underline{b}(m)$ 進行增益定標，並且在方塊 425 處展頻和攪頻使用者符號 $\underline{b}(m)$ 。所得的信號經由通道 310 h 傳送並且可能在傳輸期間經受雜訊。在前端處理單元 210 處對接收機處所接收到的信號進行濾波並且在解攪頻和解展頻單元 230 處解攪頻和解展頻該信號。所得的收到符號 $\underline{z}(m)$ 可由方程式 (10) 來表達，其中雜訊由 $\underline{v}(m)$ 來表示。

$$\underline{z}(m) = \tilde{A}(m) \tilde{G} \underline{b}(m) + \underline{v}(m) \quad (10)$$

因此，所得的收到符號 $\underline{z}(m)$ (例如，經解展頻 CDMA 信號) 可由表示多使用者符號間干擾 (ISI)、多使用者干擾 (MUI) 以及其他未計及雜訊 $\underline{v}(m)$ 的單個表達式來展示。該單個表達式代表經解展頻信號的符號級時變多使用者

模型，如方程式（11）中所示。

$$\underline{z}(m) = A_{-1}(m)G\underline{b}(m-1) + A_0(m)G\underline{b}(m) + A_{+1}(m)G\underline{b}(m+1) + \underline{v}(m) \quad (11)$$

作為替代方案，方程式（11）可被寫為方程式（12）：

$$\underline{z}(m) = \sum_{l=-1}^{+1} A_l(m)G\underline{b}(m+l) + \underline{v}(m) \quad (12)$$

圖 5 是根據本案的某些態樣在無線通訊系統中的接收機處使用兩級處理的多使用者偵測系統的示意圖。階段 1 500 代表碼片級，此時在（圖 2 中所示的）接收機 200 處接收到碼片 $r(n)$ 。此等收到碼片 $r(n)$ 在濾波器 210（例如，通道匹配濾波器及/或均衡器）處經受前端處理。濾波器 210 的輸出 $y(n)$ 被輸入解攪頻和解展頻單元 230，其中使用解攪頻碼 $p^*(n)$ 來解攪頻輸出 $y(n)$ 並且使用解展頻碼 $w^*_1(n)$ 到 $w^*_{Nu}(n)$ 來解展頻輸出 $y(n)$ ，例如，此等解攪頻碼和解展頻碼先前被儲存在記憶體 250 中。解攪頻和解展頻單元 230 輸出收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{Nu}(m)$ 。

在一態樣中，解攪頻和解展頻單元 230 包括將經濾波碼片 $y(n)$ 與解攪頻碼 $p^*(n)$ 相混頻的解攪頻混頻器 315 以及將經解攪頻碼片與解展頻碼 $w^*_1(n)$ 到 $w^*_{Nu}(n)$ 相混頻的解展頻混頻器 317。解攪頻和解展頻單元 230 亦包括用於在一個符號週期上對經解展頻信號求和以獲得收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{Nu}(m)$ 的求和方塊 320。

應當理解，可以按與圖 5 中的實例所示的次序不同的次序來排列多使用者偵測系統的濾波、解攪頻和解展頻操作

[5]

以獲得收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{Nu}(m)$ 。例如，可以在濾波之前執行解攪頻和解展頻操作。因此，多使用者偵測系統不限於濾波、解攪頻和解展頻操作的特定次序。

如上所述，總濾波器 300 c 代表通道 310 h 和濾波器 210 f 的迴旋。因此， $c(l)$ 等於 $h(l)$ 與 $f(l)$ 的迴旋，其中可以計算並在記憶體 250 中儲存 $h(l)$ 和 $f(l)$ 。根據 $c(l)$ 、 $w(n)$ 和 $p(n)$ ，可以如方程式 (13) – 方程式 (15) 中所示來表達矩陣 $A_{-1}(m)$ ， $A_0(m)$ 和 $A_1(m)$ ：

$$[A_0(m)]_{ij} = \sum_{d=0}^{N-1} c(d) \sum_{n=(m-1)N}^{mN-1-d} w^*_{i,n+d} p^*[n+d] w_j[n] p[n] + \sum_{d=1}^{N-1} c(d-N) \sum_{n=mN-d}^{mN-1} w^*_{i,n+d-N} p^*[n+d-N] w_j[n] p[n] \quad (13)$$

$$[A_1(m)]_{ij} = \sum_{d=0}^{N-1} c(d-N) \sum_{n=mN}^{(m+1)N-1-d} w^*_{i,n+d-N} p^*[n+d-N] w_j[n] p[n] \quad (14)$$

$$[A_{-1}(m)]_{ij} = \sum_{d=1}^N c(d) \sum_{n=(m-1)N-d}^{(m-1)N-1} w^*_{i,n+d} p^*[n+d] w_j[n] p[n] \quad (15)$$

階段 2 510 代表符號級，其中獲得解攪頻和解展頻單元 230 的輸出（亦即，所得的收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{Nu}(m)$ ）。以上方程式 (11) 提供了符號級時變多使用者模型，該模型將收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{Nu}(m)$ 與所要使用者符號 $b_1(m)$ 到 $b_{Nu}(m)$ 相關。使用方程式 (11) 和計算出的矩陣 $A_{-1}(m)$ 、 $A_0(m)$ 和 $A_1(m)$ 、增益矩陣以及收到符號就能夠求解所要使用者符號 $b_1(m)$ 到 $b_{Nu}(m)$ 。

根據某些實施例，肩矩陣 A_{-1} 和 A_1 可以較小，以使得可以用雜訊 $\underline{v}(m)$ 來將其吸收，從而得到總干擾 $\hat{\underline{q}}(m)$ 。因此，可以如方程式 (16) 中所示來表達 $\underline{z}(m)$ 。

$$\underline{z}(m) = A_0(m) G \underline{b}(m) + \hat{\underline{q}}(m) \quad (16)$$

圖 6 是根據本案的某些態樣在無線通訊系統中使用兩級處理和多使用者干擾矩陣的多使用者偵測系統的示意圖。圖 6 類似於圖 5，但是包括矩陣計算單元 240 和偵測單元 260。發生如以上參照圖 5 所描述的相同的階段 1500 和階段 2510 處理。然而，根據某些態樣，矩陣計算單元 240 可以例如計算多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 並向偵測單元 260 傳達該矩陣。在給定多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 的值以及收到符號 $z(m)$ 的情況下，偵測單元 260 例如藉由求解方程式 (16) 中的所要符號 $\underline{b}(m)$ 來偵測所要使用者符號 $\hat{b}(m)$ 。該上標表示偵測出的使用者符號，其提供對發射機側（例如，基地台 104）處的使用者符號的估計。注意，收到符號 $z(m)$ 是先前藉由解攪頻和解展頻收到碼片的方式決定的並且 G 是先前已知的或者是可被估計的。以下論述用於估計關於不同使用者的增益的方法的實例。基於方程式 (16)，諸如最小均方誤差估計 (MMSE)、最大概度偵測 (MLD) 或球形解碼 (SD)、最大後驗偵測 (MAPD) 以及限幅的各種偵測和估計技術可由偵測單元 260 用來決定所要使用者符號。亦可以使用本領域中已知的其他技術。儘管為便於圖示而在圖 6 中分開地圖示矩陣計算單元 240 和偵測單元 260，但是其操作亦可以由相同的處理器或者多個處理器來執行。

在一態樣中，多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 是 N_u 乘 N_u 矩陣，該矩陣將每個收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{N_u}(m)$ 與相應的使用者符號以及與其他的使用者符號相關。例如，對於收到符號 $z_1(m)$

$z_1(m)$ ，多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 的係數 $[A_0(m)]_{1,1}$ 將收到符號 $z_1(m)$ 與相應的使用者符號 $b_1(m)$ 相關。另外，多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 的第一行中的其他係數 $[A_0(m)]_{1,2}$ 到 $[A_0(m)]_{1,N_u}$ 分別將收到符號 $z_1(m)$ 與其他的使用者符號 $b_2(m)$ 到 $b_{N_u}(m)$ 相關，此等其他的使用者符號 $b_2(m)$ 到 $b_{N_u}(m)$ 導致對收到符號 $z_1(m)$ 的多使用者干擾。相同的操作可以應用於其他的收到符號。

因此，當求解方程式(16)中的使用者符號 $b_1(m)$ 到 $b_{N_u}(m)$ 時，多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 在此態樣中計及多使用者干擾。因此，多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 在符號級提供計及多使用者干擾的多使用者使用者符號偵測而不必執行複雜的碼片級多使用者干擾消去。因此，藉由在符號級使用寬範圍的強大且高級的接收機可以準確地偵測所要符號。

圖 7 是圖示了根據本案的某些態樣的用於在無線通訊系統中使用兩級處理來進行多使用者偵測的方法的流程圖。在操作 700 處，在作為行動站 106 的一部分的接收機 200 處接收碼片。程序從操作 700 持續至操作 710，在此將此等碼片處理成關於複數個使用者的一或多個收到符號 $z(m)$ 。例如，此等收到碼片可被濾波並且隨後被解攪頻和解展頻成收到符號。

程序從操作 710 持續至操作 720，在此從已知的代碼、濾波器係數和通道估計（例如，基於方程式(13)）計算多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 。例如，可以使用基於引導頻的通道估計或者資料輔助通道估計來估計通道，此在以下描⁵¹

述。

程序從操作 720 持續至操作 730，在此基於將所要使用者符號 $\underline{b}(m)$ 與收到符號 $\underline{z}(m)$ 相關的符號級模型來將計算出的矩陣 $A_0(m)$ 和收到符號用於偵測所要使用者符號。例如，符號級時變多使用者模型可以由方程式 (16) 來表達。在此實例中，可以藉由使用包括 MMSE、MLD、SD、MAPD 和限幅的各種技術來求解方程式 (16) 中的使用者符號 $\underline{b}(m)$ 的方式偵測使用者符號 $\hat{\underline{b}}(m)$ 。矩陣 $A_0(m)$ 不僅將關於每個使用者的收到符號與各別使用者的所要使用者符號相關，而且與關於其他使用者的使用者符號相關。因此，矩陣 $A_0(m)$ 計及多使用者干擾。

為了計及多使用者符號間干擾，亦可以在操作 720 中計算肩矩陣 $A_1(m)$ 和 $A_{-1}(m)$ 。隨後，可以在操作 730 中使用收到符號 $\underline{z}(m)$ 和矩陣 $A_1(m)$ 、 $A_0(m)$ 、 $A_{-1}(m)$ 例如藉由求解方程式 (12) 中的使用者符號 $\underline{b}(m)$ 來偵測使用者符號 $\hat{\underline{b}}(m)$ 。肩矩陣 $A_1(m)$ 和 $A_{-1}(m)$ 之一可被用來偵測使用者符號 $\underline{b}(m)$ ，而非同時使用該兩個肩矩陣。在此狀況下，當求解方程式 (12) 中的使用者符號 $\underline{b}(m)$ 時，省去方程式 (12) 中對應於不被使用的肩矩陣的項。

圖 8 是圖示了根據本案的某些態樣的用於傳送碼片的程序的流程圖。此程序可以例如在基地台 104 處或者其他發射機處執行以向行動站 106 或其他接收設備傳送碼片。

在操作 800 處，向一或多個待傳送的使用者符號應用各別的增益。可以使用任何用於應用增益的一般構件，並且 S1

各別增益可以是相同的或者彼此相異。例如，基地台可以基於來自行動站的回饋使用功率可適性方案來調整向使用者符號應用的增益。

程序從操作 800 持續至操作 810，在此分別向該一或多個經增益定標的符號應用展頻碼。可以實施傳統的 CDMA 展頻技術，諸如應用沃爾什碼。例如，可以展頻使用者符號以分開送往不同使用者的使用者符號。在操作 820 處，使用組合器 400 來組合該一或多個經展頻符號。

程序從操作 820 持續至操作 830，在此攪頻該組合信號。例如，可以攪頻該組合信號以將該組合信號與來自（例如，由其他基地台 104 服務的）其他細胞服務區的信號分開。此後，在操作 840 處，在通道 310 h （參見圖 3）上傳送該組合信號。

圖 9 是圖示了根據本案的某些態樣的用於將碼片處理成關於複數個使用者的一或多個收到符號的方法的流程圖。此程序可以在行動站 106 或者其他接收設備處執行。

在操作 900 處，由前端處理單元 210 的濾波器 210 f 對收到碼片進行濾波。如本文中所述，可以例如使用通道匹配濾波器和/均衡器來執行前端處理。然而，可實施其他濾波技術而不脫離本發明的範疇。

程序從操作 900 持續至操作 910，在此使用解攪頻碼 $p^*(n)$ 來解攪頻經濾波碼片，該解攪頻碼 $p^*(n)$ 基於先前用來在發射側攪頻該信號的攪頻碼 $p(n)$ 的共軛。此後，在操作 920 處使用解展頻碼來解展頻經解攪頻碼片，該解展頻碼基於

例如先前用來在發射機側展頻該信號的沃爾什碼的共軛。每個解展頻碼可以對應於不同的使用者或代碼通道。解展頻和解攪頻可以由解展頻和解攪頻單元 230 執行。解攪頻和解展頻碼可被預程式編寫到通訊地耦合至解攪頻和解展頻單元 230 的記憶體 250 中。

程序從操作 920 持續至操作 930，在此在一個符號週期上求和關於每個使用者的經解展頻碼片以獲得關於各別使用者的收到符號。該求和可以由各別的求和方塊 320 來執行。亦可以按不同的次序來執行圖 9 中的操作以獲得收到符號。

圖 10 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統 100 中使用的行動站 106 的方塊圖。圖 10 的行動站 106 包括用於接收碼片的模組 1000。行動站 106 亦包括用於將碼片處理成關於複數個使用者的一或多個收到符號的模組 1010，其中藉由前端處理單元來對此等碼片進行濾波並且隨後解攪頻和解展頻此等碼片以及將此等碼片輸出為符號 $z(m)$ 。

行動站 106 進一步包括用於演算多使用者干擾矩陣的模組 1020。如上所述，可以例如用已知的代碼、濾波器係數和通道估計來演算多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 。

行動站 106 進一步包括用於基於將所要使用者符號 $\underline{b}(m)$ 與收到符號 $z(m)$ 相關的符號級時變多使用者模型使用計算出的矩陣 $A_0(m)$ 和收到符號 $z(m)$ 來偵測使用者符號 $\hat{\underline{b}}(m)$ 的模組 1030。例如，符號級時變多使用者模型可以由方程式 (8)

(16) 來表達。在此實例中，可以藉由使用包括 MMSE、MLD、SD、MAPD 和限幅的各種技術來求解方程式 (16) 中的使用者符號 $\underline{b}(m)$ 的方式偵測使用者符號 $\hat{b}(m)$ 。

對多使用者干擾矩陣和肩矩陣的高效率計算

根據本案的某些態樣，提供了用於計算多使用者干擾矩陣和肩矩陣的高效率方法和系統。在一態樣中，當使用者符號被沃爾什碼展頻時，可以使用快速哈達瑪 (Hadamard) 變換 (FHTs) 來高效率地計算多使用者干擾矩陣和肩矩陣，如以下更詳細地論述。

圖 11 是根據一態樣的多通道模型的圖。在圖 11 中，以列向量的形式將關於符號週期 m 的使用者符號 $b_1(m)$ 到 $b_{Nu}(m)$ 表示為 $\underline{b}(m)$ ，其中 Nu 是使用者或代碼通道的數目。增益矩陣 G (方塊 1110) 被應用於使用者符號 $\underline{b}(m)$ 。增益矩陣 G 是向各別使用者符號 $b_1(m)$ 到 $b_{Nu}(m)$ 應用增益 g_1 到 g_{Nu} 的 Nu 乘 Nu 對角矩陣並且可如下提供：

$$G = \begin{bmatrix} g_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & g_{Nu} \end{bmatrix} \quad (17)$$

經增益定標的使用者符號隨後由展頻矩陣 W (方塊 1120) 展頻。展頻矩陣 W 是向每個經增益定標的使用者符號應用 N 個碼片的沃爾什碼的 $N \times Nu$ 矩陣。該展頻矩陣 W 可如下提供：

$$W = \begin{bmatrix} \underline{W}_1 & \cdots & \underline{W}_m \end{bmatrix} \quad (18)$$

其中 \underline{W}_1 是代表第一個使用者的沃爾什碼的 $N \times 1$ 列向

量，而 \underline{W}_{Nu} 是第 Nu 個使用者的沃爾什碼的 $N \times 1$ 列向量。每個沃爾什碼 \underline{W}_1 到 \underline{W}_{Nu} 可包括 N 個碼片。經展頻使用者符號隨後由攪頻矩陣 $P(m)$ (方塊 1130) 攪頻。攪頻矩陣 $P(m)$ 是向經展頻使用者符號應用 N 個碼片的攪頻碼的 $N \times N$ 對角矩陣。該攪頻矩陣 $P(m)$ 可如下提供：

$$P(m) = \begin{bmatrix} P((m-1)N) & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & P(mN-1) \end{bmatrix} \quad (19)$$

其中 $(m-1)N$ 到 $(mN-1)$ 代表對應於符號週期 m 的攪頻碼的 N 個碼片的碼片索引。在展頻和攪頻之後，在通道 h (方塊 1132) 上傳送所得的碼片。關於符號週期 m 的所傳送碼片可被表示為 $N \times 1$ 列向量 $\underline{t}(m)$ ，如圖 11 中所示。關於符號週期 m 的所傳送碼片可如下提供：

$$\underline{t}(m) = P(m)WG\underline{b}(m) \quad (20)$$

關於前一符號週期 $m-1$ 和後一符號週期 $m+1$ 的所傳送碼片可如下提供：

$$\underline{t}(m-1) = P(m-1)WG\underline{b}(m-1) \quad (21)$$

$$\underline{t}(m+1) = P(m+1)WG\underline{b}(m+1) \quad (22)$$

其中假定沃爾什碼和增益對於符號週期 $m-1$ 、 m 和 $m+1$ 是相同的。在此態樣中，沃爾什碼可以每個符號週期重複一次。

所傳送碼片在通道 h (方塊 1132) 上傳送至接收機並且在接收機處由前端濾波器 f (方塊 1135) 濾波。濾波器 f 關於符號週期 m 的輸出可被表示為 $N \times 1$ 列向量 $\underline{y}(m)$ ，該列向量 $\underline{y}(m)$ 可被表達為：

[S]

$$\underline{y}(m) = C \begin{bmatrix} \underline{t}(m-1) \\ \underline{t}(m) \\ \underline{t}(m+1) \end{bmatrix} \quad (23)$$

其中 C 是總濾波器（方塊 1140）的矩陣，該矩陣由通道 h 和濾波器 f 的迴旋提供。關於符號週期 $m-1$ 和 $m+1$ 的所傳送碼片包括在 $\underline{y}(m)$ 的表達式中以計及符號間干擾。總濾波器矩陣 C 可由如下提供的 $N \times 3N$ 托波力茲（Toeplitz）矩陣表達：

$$C = \begin{bmatrix} c[N] & c[N-1] & \cdots & c[1] & c[0] & c[-1] & \cdots & c[-N+1] & c[-N] \\ & \ddots & \ddots & \vdots & c[1] & \ddots & \ddots & \vdots & c[-N+1] & \ddots \\ & & \ddots & c[N-1] & \vdots & \ddots & \ddots & c[-1] & \vdots & \ddots & \ddots \\ \underbrace{c[N]}_{C_{-1}} & \underbrace{c[N-1]}_{C_0} & \cdots & \underbrace{c[1]}_{C_1} & \underbrace{c[0]}_{C_1} & \underbrace{c[-1]}_{C_1} & \cdots & \underbrace{c[-N+1]}_{C_1} & \underbrace{c[-N]}_{C_1} \end{bmatrix} \quad (24)$$

其中濾波器長度橫跨 $2N$ 個碼片（ $-N$ 到 N ），並且 C_{-1} 、 C_0 和 C_1 分別表示總濾波器矩陣 C 的被應用於關於前一符號週期、當前符號週期和下一符號週期的所傳送碼片的部分。總濾波器矩陣 C 可由 $[C_{-1} C_0 C_1]$ 來表示。將方程式 (20) - 方程式 (22) 中關於所傳送碼片的表達式插入方程式 (23) 中關於濾波器輸出 $\underline{y}(m)$ 的表達式得到：

$$\underline{y}(m) = \sum_{l=-1}^1 C_l P(m+l) W G \underline{b}(m+l) \quad (25)$$

在由前端濾波器 f 進行濾波之後，濾波器輸出 $\underline{y}(m)$ 由解攪頻矩陣 $P^H(m)$ （方塊 1150）解攪頻，該解攪頻矩陣 $P^H(m)$ 是攪頻矩陣 $P(m)$ 的厄密共軛。在解攪頻之後，經解攪頻濾波器輸出由解展頻矩陣 W^T （方塊 1160）解展頻，該解展頻矩陣 W^T 是展頻矩陣 W 的轉置。解攪頻和解展頻得到關

於使用者 1 到 N_u 的收到符號 $\underline{z}(m)$ 。此等收到符號 $\underline{z}(m)$ 可如下提供：

$$\underline{z}(m) = W^T P^H(m) \underline{y}(m) \quad (26)$$

將關於 $\underline{y}(m)$ 的表達式插入方程式 (26) 得到：

$$\underline{z}(m) = W^T P^H(m) \sum_{l=-1}^1 C_l P(m+l) W G \underline{b}(m+l) \quad (27)$$

基於方程式 (27)，關於符號週期 m 的多使用者干擾矩陣和肩矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_1 可分別如下來表示：

$$A_{-1}(m) = W^T P^H(m) C_{-1} P(m-1) W \quad (28)$$

$$A_0(m) = W^T P^H(m) C_0 P(m) W \quad (29)$$

$$A_1(m) = W^T P^H(m) C_1 P(m+1) W \quad (30)$$

使用方程式 (28) - 方程式 (30)，可以計算多使用者干擾矩陣和肩矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_1 。在一態樣中，快速哈達瑪變換 (FHTs) 被用來高效率地計算多使用者干擾矩陣和肩矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_1 ，如以下所論述。

FHT 運算計算哈達瑪矩陣和向量的乘積，其中 2^n 階哈達瑪矩陣可遞迴地由以下方程式來定義：

$$H_{2^n} = \begin{bmatrix} H_{2^{n-1}} & H_{2^{n-1}} \\ H_{2^{n-1}} & -H_{2^{n-1}} \end{bmatrix} \quad (31)$$

其中 H_2 由以下方程式提供：

$$H_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad (32)$$

由於矩陣可由多個向量來表示，因而 FHT 運算亦可被用來計算哈達瑪矩陣與矩陣的乘積。已開發了用於執行 FHT 運算的在計算上高效率的系統和方法。例如，可以在於 1996 年 10 月 1 日發表的標題為「Method and Apparatus for [8]

Performing a Fast 哈達瑪 Transform (用於執行快速哈達瑪變換的方法和裝置)」的美國專利第 5,561,618 號中找到對計算上高效率的 FHT 運算的描述，該專利的說明書以引用之方式併入本文。

可以藉由重排序沃爾什矩陣的行或列來將沃爾什矩陣變換成哈達瑪矩陣。或者，沃爾什矩陣中的沃爾什碼可能已被排序以形成哈達瑪矩陣，在此狀況下不必變換該沃爾什矩陣。沃爾什矩陣的此等性質可被利用，以使用 FHT 運算來計算方程式 (28) - 方程式 (30) 中的多使用者干擾矩陣和肩矩陣。

在一態樣中，方程式 (28) - 方程式 (30) 中的展頻矩陣 W 是能夠藉由重排序矩陣 W 的行或列而被變換成哈達瑪矩陣的沃爾什矩陣。方程式 (28) - 方程式 (30) 中的解展頻矩陣 W^T 是展頻矩陣 W 的轉置，其可被認為是沃爾什矩陣，該解展頻矩陣 W^T 亦可以藉由重排序矩陣 W^T 的行或列而被變換成哈達瑪矩陣。在此態樣中，方程式 (28) - 方程式 (30) 中的沃爾什矩陣 W 與另一矩陣的乘積可以藉由重排序沃爾什矩陣 W 的行或列以將沃爾什矩陣 W 變換成相應的哈達瑪矩陣並且以類似的方式重排序該另一矩陣的行或列的方式使用 FHT 運算來高效率地計算。該另一矩陣可以是方程式 (28) - 方程式 (30) 中的矩陣之一或者此等矩陣的組合。隨後，使用 FHT 運算來計算該相應的哈達瑪矩陣與其行或列經重排序的該另一矩陣的乘積。在 FHT 運算之後，可以按與沃爾什矩陣 W 相反的方式重排序所得的矩陣的行或列⁵¹

以獲得所要乘積。若沃爾什矩陣 W 中的沃爾什碼已被排序以形成哈達瑪矩陣，則不需要此等重排序操作，在此狀況下可以直接向沃爾什矩陣 W 應用 FHT 運算。

亦可以按類似的方式使用 FHT 運算來計算方程式 (28) - 方程式 (30) 中的沃爾什矩陣 W^T 與另一矩陣的乘積。方程式 (28) - 方程式 (30) 中被選擇用於 FHT 運算的矩陣可以基於例如導致高效率的硬體及/或軟體實施的選擇。以下提供使用 FHT 運算來高效率地計算多使用者干擾矩陣和扇矩陣的兩個實例。

在一個實例中，FHT 運算可被用來高效率地計算由以下方程式提供的乘積：

$$A_0(m) = W^T M \quad (33)$$

其中 W^T 是解展頻矩陣，其在此實例中是包括複數個沃爾什碼的沃爾什矩陣，並且 M 是由以下方程式提供的組合矩陣：

$$M = P^H(m) C_0 P(m) W \quad (34)$$

矩陣 W^T 與 M 的乘積等效於用於計算干擾矩陣 A_0 的方程式 (29)，其中矩陣 W^T 對應於解展頻矩陣。為了應用 FHT 運算，藉由重排序沃爾什矩陣 W^T 中的行（沃爾什碼）來將該沃爾什矩陣 W^T 變換成哈達瑪。同樣以與矩陣 W^T 類似的方式重排序矩陣 M 的行。在行重排序之後，該乘積可由以下方程式提供：

$$A_0'(m) = H M' \quad (35)$$

其中 H 是對應於 W^T 的哈達瑪矩陣，而 M' 是在行已被重

排序之後的矩陣 M 。隨後，可以使用 FHT 運算來高效率地計算方程式 (35) 中的乘積。在 FHT 運算之後，可以按與矩陣 W^T 相反的方式重排序所得的矩陣 A_0' 的行以獲得干擾矩陣 A_0 。可以按類似方式使用 FHT 運算來計算肩矩陣 A_{-1} 和 A_1 。

方程式 (33) 中的矩陣 M 亦可以使用 FHT 運算來計算。在一態樣中，可以使用性質：

$$M = [M^T]^T \quad (37)$$

如下來表達矩陣 M ：

$$M = [[P^H(m)C_0P(m)W]^T]^T \quad (36)$$

其中 T 是轉置。方程式 (36) 可如下來重寫：

$$M = [W^T(P^H(m))^T C_0^T P^T(m)]^T \quad (38)$$

$$M = [W^T P^T(m) C_0^T (P^H(m))^T]^T \quad (39)$$

$$M = [W^T (P^T(m) C_0^T P^*(m))]^T \quad (40)$$

在一態樣中，使用 FHT 運算來高效率地計算方程式 (40) 中的矩陣 M 。為此，藉由重排序矩陣 W^T 的行來將矩陣 W^T 變換成相應的哈達瑪矩陣，並且以類似的方式重排序組合矩陣 $P^T(m)C_0^T P^*(m)$ 的行。在行重排序之後，可以使用 FHT 運算來高效率地計算乘積。在 FHT 運算之後，以與 W^T 的行相反的方式重排序所得的矩陣的行。最後，在行重排序之後，對所得的矩陣取轉置以獲得矩陣 M 。可以按類似方式使用 FHT 運算來計算關於肩矩陣 A_{-1} 和 A_1 的矩陣 M 。

圖 12a 是圖示了根據本案的某些態樣的用於在無線通訊系統中使用哈達瑪矩陣來進行多使用者偵測的程序的流 S1

程圖。在作為行動站 106 的一部分的接收機 200 處接收碼片。在操作 1220 處，將收到碼片處理成關於複數個使用者的一或多個收到符號。

程序從操作 1220 持續至操作 1230，在此使用哈達瑪矩陣來計算多使用者干擾矩陣。例如，可藉由將方程式 (29) 中的沃爾什矩陣變換成哈達瑪矩陣並且使用 FHT 運算將該哈達瑪矩陣與方程式 (29) 中的其他矩陣之一或組合相乘來計算多使用者干擾矩陣。若沃爾什矩陣已經是哈達瑪形式，則可以使用 FHT 運算直接將沃爾什矩陣與其他矩陣相乘。

程序從操作 1230 持續至操作 1240，在此使用計算出的多使用者干擾矩陣以及收到符號來偵測所要使用者符號。

圖 12b 是圖示了根據本案的某些態樣的用於使用哈達瑪矩陣來計算多使用者干擾矩陣的程序的流程圖。在操作 1232 處，例如藉由重排序沃爾什矩陣的行或列來將沃爾什矩陣變換成哈達瑪矩陣。該沃爾什矩陣可以是包括複數個沃爾什碼的展頻矩陣或解展頻矩陣。對應於該沃爾什矩陣的哈達瑪矩陣可被儲存在記憶體中並且在計算多使用者干擾矩陣時從記憶體取回。

程序從操作 1232 持續至操作 1234，在此將該哈達瑪矩陣乘以另一矩陣。例如，該另一矩陣可以是攪頻矩陣、解攪頻矩陣、總濾波器矩陣或其組合。可以重排序該另一矩陣的行或列以匹配操作 1232 中對沃爾什矩陣的行或列的重排序。可以使用 FHT 運算來執行操作 1234 中的乘法以 S1

進行高效率的計算。

程序從操作 1234 持續至操作 1236，在此重排序從操作 1234 得到的矩陣的行或列。例如，可以按與沃爾什矩陣相反的方式來重排序所得的矩陣的行或列。若沃爾什矩陣的沃爾什碼已被排序成哈達瑪矩陣的形式，則可以省去以上所描述的重排序操作。在此狀況下，可以直接使用 FHT 運算將沃爾什矩陣乘以另一矩陣以計算矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_1 。另外，可以使用 FHT 運算來執行解展頻。

程序從操作 1236 持續至操作 1238，在此使用來自操作 1234 的所得的矩陣來計算多使用者干擾矩陣。

圖 12c 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統 100 中使用的行動站 106 的方塊圖。圖 12c 的行動站 106 包括用於將碼片處理成關於複數個使用者的一或多個收到符號的模組 1250，其中藉由前端處理單元來對此等碼片進行濾波並且隨後解攪頻和解展頻此等碼片以及將此等碼片輸出為符號 $\underline{z}(m)$ 。

行動站 106 進一步包括用於使用哈達瑪矩陣來計算多使用者干擾矩陣的模組 1260。如上所述，哈達瑪矩陣允許使用 FHT 運算來高效率地計算多使用者干擾矩陣。行動站 106 進一步包括用於使用多使用者干擾矩陣（例如，基於方程式 (16)）以及收到符號 $\underline{z}(m)$ 來偵測使用者符號 $\hat{b}(m)$ 的模組 1270。

圖 13 是根據本案的某些態樣的用於計算多使用者干擾矩陣和肩矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_1 的系統 1305 的示意圖。在此態

樣中，系統 1305 包括矩陣計算單元 1310、代碼單元 1320、通道估計單元 1330 以及濾波器計算單元 1340。代碼單元 1320 向矩陣計算單元 1310 提供解攪頻碼 $p^*(n)$ 和解展頻碼 $w^*_{I_1}(n)$ 到 $w^*_{N_u}(n)$ 。代碼單元 1320 可以在 (圖 2 中所示的) 記憶體 250 中儲存關於許多細胞服務區的解攪頻和解展頻碼並且輸出關於當前正服務行動站 106 的細胞服務區的代碼。代碼單元 1320 亦可以向矩陣計算單元 1310 提供攪頻碼 $p(n)$ 和展頻碼 $w_{I_1}(n)$ 到 $w_{N_u}(n)$ (未在圖 13 中圖示)。或者，代碼單元 1320 可以將攪頻碼或者將解攪頻碼提供給矩陣計算單元 1310，在此狀況下，矩陣計算單元 1310 可以從收到代碼推導攪頻碼或解攪頻碼。向展頻碼和解展頻碼應用相同的操作。

通道估計單元 1330 向矩陣計算單元 1310 提供通道估計 h 。通道估計單元 1330 可以使用基於引導頻的通道估計、資料輔助通道估計或者任何其他通道估計技術來估計通道。資料輔助通道估計將在以下更詳細地描述。

濾波器計算單元 1340 向矩陣計算單元 1310 提供濾波器 f 參數。在一態樣中，濾波器計算單元 1340 可以計算前端濾波器的濾波器係數並且基於計算出的濾波器係數來向矩陣計算單元 1310 提供濾波器 f 參數。對於通道匹配濾波器 (CMF) 的實例而言，濾波器係數、並且因此濾波器 f 參數可以基於通道估計 h 的時逆共軛 $h^*(-n)$ 。

在一態樣中，矩陣計算單元 1310 可以使用收到通道估計 h 和濾波器 f 參數來計算總濾波器矩陣 C (例如，基於 S_1)

方程式 (24))。矩陣計算單元 1310 可以隨後使用總濾波器矩陣 C 以及從收到代碼推導的攪頻、解攪頻、展頻和展頻矩陣來計算多使用者干擾矩陣和肩矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_1 (例如, 基於方程式 (28) - 方程式 (30))。當沃爾什碼被用於展頻時, 矩陣計算單元 1310 可以使用 FHT 運算來高效率地計算多使用者干擾矩陣和肩矩陣, 如以上所論述。矩陣計算 1310 可以隨後向偵測單元 260 或者任何其他偵測單元 (包括本案中所論述的任何偵測單元) 提供計算出的多使用者干擾矩陣和肩矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_1 。

多使用者干擾消去

在本案的一態樣中, 向多使用者偵測系統和方法提供了符號級多使用者干擾消去。在此態樣中, 最初偵測關於符號週期 $m-1$ 、 m 、和 $m+1$ 的使用者符號, 並且使用此等最初偵測出的使用者符號來計算關於符號週期 m 的多使用者干擾。隨後, 從關於符號週期 m 的收到符號中移除 (消去) 計算出的多使用者干擾。隨後, 從已移除了計算出的多使用者干擾的收到符號重新偵測關於符號週期 m 的使用者符號。

在此態樣中, 可以按向量形式分別將最初偵測出的關於符號週期 $m-1$ 、 m 和 $m+1$ 的使用者符號表示為 $\hat{b}^{(m-1)}$ 、 $\hat{b}^{(m)}$ 和 $\hat{b}^{(m+1)}$ 。可以使用任何偵測技術 (包括本案中所描述的任何偵測技術) 來執行初始使用者符號偵測。例如, 可以使用方程式 (16) 從關於某一符號週期的收到符號最初偵測關於相同符號週期的使用者符號, 其中忽略符號間干擾以簡

化偵測計算。在此實例中，一旦知道方程式 (16) 中的干擾矩陣、增益矩陣和收到資料符號，就可以向方程式 (16) 應用包括 MMSE、MLD、SD、MAPD 和限幅的各種技術以求解所要使用者符號。

在最初偵測了關於符號週期 $m-1$ 和 $m+1$ 的使用者符號 $\hat{b}(m-1)$ 和 $\hat{b}(m+1)$ 之後，可以如下來計算關於符號週期 m 的多使用者符號間干擾：

$$\hat{I}_{\text{符號間}}(m) = A_{-1}(m)G\hat{b}(m-1) + A_{+1}(m)G\hat{b}(m+1) \quad (41)$$

其中 $A_{-1}(m)$ 和 $A_{+1}(m)$ 是 (可分別用方程式 (15) 和方程式 (14) 來計算的) 肩矩陣並且 G 是 (可以由方程式 (17) 提供的) 增益矩陣。對於每個使用者，方程式 (41) 計及來自其他使用者的符號間干擾以及來自關於相同使用者的前一使用者符號和下一使用者符號的符號間干擾。

在最初偵測了關於符號週期 m 的使用者符號 $\hat{b}(m)$ 之後，可以如下來計算來自符號週期 m 處的使用者符號的多使用者干擾：

$$\hat{I}_{\text{多使用者}}(m) = A_0(m)G\hat{b}(m) - \text{diag}\{A_0(m)\}G\hat{b}(m) \quad (42)$$

其中 $A_0(m)$ 是 (可以用方程式 (13) 來計算的) 多使用者干擾矩陣並且 $\text{diag}\{A_0(m)\}$ 是對角矩陣，其中僅保留多使用者干擾矩陣中的對角係數 (亦即，非對角係數為零)。多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 不僅將收到符號與多使用者干擾相關，而且將收到資料符號與其各別的所要使用者符號相關。因此，在方程式 (42) 中使用對角矩陣 $\text{diag}\{A_0(m)\}$ 以減去 $A_0(m)G\hat{b}(m)$ 中由各別所要使用者符號貢獻的部分，以使得僅多使用者^{S1}

干擾保留在方程式 (42) 中。

方程式 (41) 和方程式 (42) 中提供的干擾可被組合以如下來表達關於符號週期 m 的多使用者干擾 $\hat{\underline{I}}(m)$:

$$\hat{\underline{I}}(m) = \{A_{-1}(m)G\hat{\underline{b}}(m-1) + A_{+1}(m)G\hat{\underline{b}}(m+1)\} + A_0(m)G\hat{\underline{b}}(m) - \text{diag}\{A_0(m)\}G\hat{\underline{b}}(m) \quad (43)$$

方程式 (43) 中所計算出的關於符號週期 m 的多使用者干擾 $\hat{\underline{I}}(m)$ 計及來自符號週期 m 處的使用者符號的多使用者干擾以及來自前一符號週期 $m-1$ 和後一符號週期 $m+1$ 處的使用者符號的多使用者符號間干擾。可以省去方程式 (43) 中的符號間干擾以簡化多使用者干擾計算。

在使用最初偵測出的使用者符號 $\hat{\underline{b}}(m-1)$ 、 $\hat{\underline{b}}(m)$ 和 $\hat{\underline{b}}(m+1)$ 來計算多使用者干擾 $\hat{\underline{I}}(m)$ 之後，可以如下從收到符號移除 (消去) 計算出的多使用者干擾：

$$\bar{\underline{z}}(m) = \underline{z}(m) - \hat{\underline{I}}(m) \quad (44)$$

其中 $\underline{z}(m)$ 是關於符號週期 m 的收到符號的向量，並且 $\bar{\underline{z}}(m)$ 是關於符號週期 m 的已移除了計算出的干擾的收到符號的向量。將來自方程式 (43) 的關於多使用者干擾的表達式插入方程式 (44) 得到：

$$\begin{aligned} \bar{\underline{z}}(m) = \underline{z}(m) - \{ & A_{-1}(m)G\hat{\underline{b}}(m-1) + A_{+1}(m)G\hat{\underline{b}}(m+1)\} \\ & - A_0(m)G\hat{\underline{b}}(m) + \text{diag}\{A_0(m)\}G\hat{\underline{b}}(m) \end{aligned} \quad (45)$$

在從收到符號移除計算出的干擾以獲得 $\bar{\underline{z}}(m)$ 之後，可以從 $\bar{\underline{z}}(m)$ 重新偵測所要使用者符號 $\hat{\underline{b}}(m)$ 。

因此，此態樣使用從初始偵測獲得的關於符號週期 $m-1$ 、 m 、 $m+1$ 的使用者符號的資訊在符號級計算多使用者干擾。隨後，從關於符號週期 m 的收到符號中移除 (消去) [S]

計算出的多使用者干擾，由此從收到符號中消去多使用者干擾。多使用者干擾消去藉由消去增益提供了改良的多使用者偵測。另外，在符號級計算多使用者干擾並從收到符號中移除該多使用者干擾而不必執行複雜的碼片級多使用者干擾消去。

在一態樣中，如下使用限幅來從已移除了計算出的干擾的收到符號 $\bar{z}(m)$ 重新偵測所要使用者符號 $\hat{b}(m)$ ：

$$\hat{b}(m) = \text{slice}(\bar{z}(m)) \quad (46)$$

對於二元移相鍵控 (BPSK) 調制的實例而言，該限幅可以如下提供：

$$\text{slice}(\bar{z}(m)) = \text{sign}\{\text{Re}(\bar{z}(m))\} \quad (47)$$

在 BPSK 調制的實例中，可以基於進行了干擾消去的收到符號 $\bar{z}(m)$ 的符號來決定使用者符號的位元值。對於在其中每個符號代表兩位元的正交移相鍵控 (QPSK) 調制的實例而言，該限幅可以如下提供：

$$\text{slice}(\bar{z}(m)) = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{sign}\{\text{Re}(\bar{z}(m))\} + \frac{j}{\sqrt{2}} \text{sign}\{\text{Im}(\bar{z}(m))\} \quad (48)$$

在 QPSK 調制的實例中，可以基於進行了干擾消去的收到符號 $\bar{z}(m)$ 的實部和虛部的符號來決定使用者符號的該兩個位元值。除了限幅之外，可以使用其他偵測技術來重新偵測使用者符號 $\hat{b}(m)$ 。另外，其他調制方案可被用於使用者符號，例如在其中每個使用者符號攜帶四位元資訊的 16 正交振幅調制 (QAM)。另外，可以在對使用者符號的初始偵測中使用以上的限幅。

圖 14 是根據本案的某些態樣的具有干擾消去的多使用 [5]

者偵測系統 1405 的示意圖。偵測系統 1405 可以在無線通訊系統中的行動站處。偵測系統 1405 包括用於對收到碼片 $r(n)$ 進行濾波的濾波器 1410、用於解攪頻經濾波碼片的解攪頻單元 1415、以及用於將經解攪頻碼片解展頻成收到資料符號 $z(m)$ 的解展頻單元 1420。濾波器 1410 可包括均衡器及/或通道匹配濾波器。在濾波之後，解攪頻單元 1415 使用解攪頻碼來解攪頻經濾波碼片。解展頻單元 1420 隨後使用解展頻碼集合來解展頻經解攪頻碼片。在一態樣中，每個解展頻碼可對應於不同的使用者並且可被用來獲得關於相應使用者的收到符號。在此態樣中，解展頻單元 1420 在每個符號週期期間使用解展頻碼集合來輸出收到符號集合 $z(m)$ 。

偵測系統 1405 進一步包括偵測單元 1430、矩陣計算單元 1440、干擾消去單元 1450、以及重新偵測單元 1460。偵測單元 1430 在每個符號週期期間從收到符號 $z(m)$ 執行對所要使用者符號的初始偵測。偵測單元 1430 可以使用任何偵測技術（包括本案中所論述的任何偵測技術）來最初偵測使用者符號 $\hat{b}(m)$ 。

干擾消去單元 1450 從偵測單元 1430 接收最初偵測出的關於每個符號週期的使用者符號 $\hat{b}(m)$ 。在一態樣中，干擾消去單元 1450 使用方程式 (43) 以及來自偵測單元 1430 的最初偵測出的分別關於符號週期 $m-1$ 、 m 、 $m+1$ 的使用者符號 $\hat{b}(m-1)$ 、 $\hat{b}(m)$ 和 $\hat{b}(m+1)$ 來計算關於符號週期 m 的多使用者干擾 $\hat{I}(m)$ 。在此態樣中，消去單元 1450 可以藉由在至少三 [5]

個符號週期的時段上在記憶體（例如，緩衝器）中儲存來自偵測單元 1430 的最初偵測出的使用者符號的方式來獲得使用者符號 $\hat{b}(m-1)$ 、 $\hat{b}(m)$ 和 $\hat{b}(m+1)$ 。在此態樣中，干擾消去單元 1450 一直等待直至接收到最初偵測出的關於符號週期 $m+1$ 的使用者符號 $\hat{b}(m+1)$ ，隨後返回並計算關於符號週期 m 的多使用者干擾 $\hat{I}(m)$ 。

在計算了多使用者干擾之後，干擾消去單元 1450 從收到符號 $z(m)$ 中移除計算出的干擾 $\hat{I}(m)$ 以獲得已移除了計算出的干擾的收到符號 $\bar{z}(m)$ 。

重新偵測單元 1460 接收已移除了計算出的干擾的收到符號 $\bar{z}(m)$ ，從 $\bar{z}(m)$ 重新偵測所要使用者符號 $\hat{b}(m)$ ，並且輸出使用者符號 $\hat{b}(m)$ 。例如，重新偵測單元 1460 可以藉由對已移除了計算出的干擾的收到符號 $\bar{z}(m)$ 進行限幅來重新偵測所要使用者符號 $\hat{b}(m)$ 。

矩陣計算單元 1440 計算關於每個符號週期的干擾矩陣和肩矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_{+1} ，並向偵測單元 1430 和干擾消去單元 1450 供應此等矩陣。矩陣計算單元 1440 可以使用 FHT 運算及/或任何技術來計算矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_{+1} 。

圖 15 是根據本案的某些態樣的具有干擾消去的多使用者偵測系統 1505 的示意圖。偵測系統 1505 可以在無線通訊系統中的接收機處。偵測系統 1505 包括用於對收到碼片 $r(n)$ 進行濾波的濾波器 1510，以及解攪頻和解展頻單元 1520。濾波器 1510 可包括均衡器及/或通道匹配濾波器 (CFM)。

解攪頻和解展頻單元 1520 包括解攪頻混頻器 1515、複數個解展頻混頻器 1522 和複數個相應的求和方塊 1525。解攪頻混頻器 1515 將經濾波的收到碼片 $y(n)$ 與解攪頻碼 $p^*(n)$ 相混頻以解攪頻此等經濾波的收到碼片 $y(n)$ 。解攪頻碼 $p^*(n)$ 可以是在發射機側（例如，基地台）處使用的攪頻碼的共軛。解展頻混頻器 1522 隨後將經解攪頻信號與分別對應於多個使用者 1 到 N_u 的一組解展頻碼 $w_1^*(n)$ 到 $w_{N_u}^*(n)$ 相混頻。解展頻碼 $w_1^*(n)$ 到 $w_{N_u}^*(n)$ 可以是在發射機側（例如，基地台 104）處使用的展頻碼的共軛。來自每個解展頻混頻器 1522 的經解展頻信號被輸入各別的求和方塊 1525，該求和方塊 1525 在一個符號的週期上累加經解展頻信號以產生關於相應使用者的收到符號。解攪頻和解展頻單元 1520 在每個符號週期期間輸出關於多個使用者的一組收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{N_u}(m)$ 。因此，解攪頻和解展頻單元 1520 將經濾波的收到碼片從碼片級轉換到符號級。亦可以按向量形式將該組收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{N_u}(m)$ 表達為 $\underline{z}(m)$ 。

偵測系統 1505 亦包括偵測單元 1530、消去和重新偵測單元 1560、代碼單元 1535 和矩陣計算單元 1540。偵測單元 1530 從收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{N_u}(m)$ 執行對所要使用者符號的初始偵測。偵測單元 1530 可以使用任何偵測技術（包括本案中所論述的任何技術）來最初偵測使用者符號 $\hat{b}_1(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}(m)$ 。例如，偵測單元 1530 可以藉由使用包括 MMSE、MLD、SD、MAPD 和限幅的若干種不同技術中的任何一種 S1

技術來求解方程式 (16) 中的所要使用者符號的方式最初偵測使用者符號 $\hat{b}_1(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}(m)$ 。亦可以按向量形式將使用者符號 $\hat{b}_1(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}(m)$ 表達為 $\hat{\underline{b}}(m)$ 。

消去和重新偵測單元 1560 從偵測單元 1530 接收最初偵測出的關於每個符號週期的使用者符號 $\hat{b}_1(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}(m)$ ，並且分別使用來自偵測單元 1530 的最初偵測出的關於符號週期 $m-1$ 、 m 、 $m+1$ 的使用者符號 (例如，基於方程式 (43)) 來計算關於符號週期 m 的多使用者干擾。在此態樣中，消去和重新偵測單元 1560 可包括 (圖 2 中所示的) 記憶體 250 以在至少三個符號週期的時段上儲存來自偵測單元 1530 的最初偵測出的使用者符號。消去和重新偵測單元 1560 可以隨後使用所儲存的最初偵測出的關於符號週期 $m-1$ 、 m 、 $m+1$ 的使用者符號來計算關於符號週期 m 的多使用者干擾。消去和重新偵測單元 1560 從關於符號週期 m 的收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{N_u}(m)$ 中移除計算出的關於符號週期 m 的干擾。消去和重新偵測單元 1560 隨後從已移除了計算出的干擾的收到符號中重新偵測使用者符號 $\hat{b}_1(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}(m)$ ，並且輸出此等重新偵測出的使用者符號 $\hat{b}_1(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}(m)$ 。亦可以按向量形式將重新偵測出的使用者符號 $\hat{b}_1(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}(m)$ 表達為 $\hat{\underline{b}}(m)$ 。

代碼單元 1535 向解攪頻和解展頻單元 1520 和矩陣計算單元 1565 供應解攪頻和解展頻碼。解展頻碼可以被儲存在記憶體 250 中 (未在圖 15 中圖示)。矩陣計算單元 1540 計算關於每個符號週期的干擾矩陣和肩矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_{+1} [8]

並向偵測單元 1530 以及消去和重新偵測單元 1560 供應此等矩陣。

圖 16a 是圖示了根據本案的某些態樣的具有干擾消去的多使用者偵測的程序的流程圖。此程序可以例如在行動站 106 處執行以偵測來自發射機側（例如，基地台 104）的使用者符號，其中偵測出的使用者符號被估計為發射機側的使用者符號。

在操作 1610 處，最初從收到符號偵測使用者符號。例如，可以藉由使用包括 MMSE、MLD、SD、MAPD 和限幅的各種技術中的任何一種技術來求解方程式 (16) 中的使用者符號的方式從關於某個符號週期的收到符號最初偵測關於相同符號週期的使用者符號。

程序從操作 1610 持續至操作 1620，在此使用最初偵測出的使用者符號來計算多使用者干擾。例如，可以使用方程式 (43) 以及最初偵測出的關於符號週期 $m-1$ 、 m 和 $m+1$ 的使用者符號來計算關於符號週期 m 的多使用者干擾。

程序從操作 1620 持續至操作 1630，在此從收到符號中移除計算出的多使用者干擾。

程序從操作 1630 持續至操作 1640，在此從已移除了計算出的干擾的收到符號中重新偵測使用者符號。例如，可以藉由對已移除了計算出的干擾的收到符號進行限幅的方式來重新偵測使用者符號。

圖 16b 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統 100 中使用的行動站 106 的方塊圖。圖 16b 的行動站 106 包括用

於將碼片處理成關於複數個使用者的一或多個收到符號的模組 1650，其中藉由前端處理單元來對此等碼片進行濾波並且隨後解攪頻和解展頻此等碼片以及將此等碼片輸出為符號 $z(m)$ 。

行動站 106 進一步包括用於從收到符號中偵測使用者符號的模組 1660。例如，可以藉由對此等收到符號進行限幅的方式來偵測使用者符號。行動站 106 進一步包括用於使用偵測出的使用者符號（例如，基於方程式（43））來計算多使用者干擾的模組 1670。行動站 106 進一步包括用於從收到符號移除計算出的多使用者干擾的模組 1680 以及用於從已移除了（消除了）計算出的多使用者干擾的收到符號中重新偵測使用者符號的模組 1690。

圖 17 是根據本案的某些態樣的具有迭代干擾消去的多使用者偵測系統 1705 的示意圖。偵測系統 1705 可以在無線通訊系統中的接收機處。根據此態樣的偵測系統 1705 類似於圖 14 中的偵測系統 1405，其中迭代程序被用來完善重新偵測出的使用者符號。

在一態樣中，在迭代程序中重複多使用者消去和重新偵測以完善重新偵測出的使用者符號。在此態樣中，關於每次迭代的多使用者干擾可以如下提供：

$$\hat{\underline{I}}^{(k)}(m) = \left\{ A_{-1}(m)G\underline{\hat{b}}^{(k-1)}(m-1) + A_{+1}(m)G\underline{\hat{b}}^{(k-1)}(m+1) \right\} \\ - A_0(m)G\underline{\hat{b}}^{(k-1)}(m) + \text{diag}\{A_0(m)\}G\underline{\hat{b}}^{(k-1)}(m) \quad (49)$$

其中 k 是迭代索引， $\hat{\underline{I}}^{(k)}(m)$ 是關於迭代 k 的多使用者干擾，並且 $\underline{\hat{b}}^{(k-1)}(m-1)$ 、 $\underline{\hat{b}}^{(k-1)}(m)$ 和 $\underline{\hat{b}}^{(k-1)}(m+1)$ 分別是從前一迭代 $k-1$ 的

重新偵測出的關於符號週期 $m-1$ 、 m 和 $m+1$ 的使用者符號。

對於每次迭代，已移除了多使用者干擾的收到使用者符號可提供為：

$$\underline{\tilde{z}}^{(k)}(m) = \underline{z}(m) - \underline{\hat{I}}^{(k)}(m) \quad (50)$$

其中 k 是迭代索引， $\underline{z}(m)$ 是收到符號的向量，並且 $\underline{\tilde{z}}^{(k)}(m)$ 是移除（減去）了關於迭代 k 的多使用者干擾的收到符號的向量。在計算了關於迭代 k 的 $\underline{\tilde{z}}^{(k)}(m)$ 之後，可以使用任何偵測技術來重新偵測關於迭代 k 的使用者符號。例如，可以如下藉由對 $\underline{\tilde{z}}^{(k)}(m)$ 進行限幅的方式來重新偵測關於迭代 k 的使用者符號 $\underline{\hat{b}}^{(k)}(m)$ ：

$$\underline{\hat{b}}^{(k)}(m) = \text{slice}(\underline{\tilde{z}}^{(k)}(m)) \quad (51)$$

在重新偵測了關於迭代 k 的使用者符號 $\underline{\hat{b}}^{(k)}(m)$ 之後，關於迭代 k 的使用者符號 $\underline{\hat{b}}^{(k)}(m)$ 可被用來計算關於下一迭代 $k+1$ 的多使用者迭代或者可由偵測系統 1705 輸出而不再進行迭代。

亦可以按類似於 $\underline{\hat{b}}^{(k)}(m)$ 的方式針對迭代 k 來重新偵測關於前一符號週期和下一符號週期的使用者符號 $\underline{\hat{b}}^{(k)}(m-1)$ 和 $\underline{\hat{b}}^{(k)}(m+1)$ 。例如，可以使用從前一迭代 $k-1$ 重新偵測出的分別關於符號週期 $m-2$ 、 $m-1$ 和 m 的使用者符號 $\underline{\hat{b}}^{(k-1)}(m-2)$ 、 $\underline{\hat{b}}^{(k)}(m-1)$ 和 $\underline{\hat{b}}^{(k-1)}(m)$ 來計算關於前一符號週期 $\underline{\hat{b}}^{(k)}(m-1)$ 的干擾 $\underline{\hat{I}}^{(k)}(m-1)$ 。隨後，可以從關於符號週期 $m-1$ 的收到符號 $\underline{z}(m-1)$ 中移除計算出的干擾 $\underline{\hat{I}}^{(k)}(m-1)$ 以進行重新偵測。可以按類似的方式針對迭代 k 來重新偵測關於下一符號週期的使用者符號 $\underline{\hat{b}}^{(k)}(m+1)$ 。

在一態樣中，可以逐區塊地處理收到符號，其中在 L 個符號週期（例如，100 個符號週期）的區塊上採集收到符號，將此等收到符號儲存在記憶體中並且一起處理此等收到符號。在區塊中的每次迭代期間，可以在前進至下一迭代之前針對當前迭代重新偵測關於該區塊中的所有符號週期的使用者符號。以此方式，關於該區塊中的每個符號週期的干擾計算可以存取從前一迭代重新偵測出的關於該區塊中前一符號週期和下一符號週期的使用者符號。

此等收到符號亦可以被逐符號地處理。在此態樣中，關於當前符號週期的干擾計算可以使用先前所儲存的重新偵測出的關於前一符號週期的使用者符號，並且對所有迭代使用最初偵測出的關於下一符號週期的使用者符號。

在另一態樣中，關於當前符號的干擾計算可以對所有迭代使用最初偵測出的關於前一符號週期和下一符號週期的使用者符號。因此，在此態樣中，在每次迭代中僅更新關於當前符號週期的使用者符號。

在圖 17 中所圖示的實例中，偵測單元 1730 最初偵測使用者符號 $\hat{b}(m)$ ，此舉可以類似於圖 14 中的初始偵測。最初偵測出的使用者符號可以根據迭代索引而被表達為 $\hat{b}^{(0)}(m)$ ，其中 $k=0$ ，如圖 17 中所示。消去干擾單元 1750 隨後使用此等最初偵測出的使用者符號 $\hat{b}^{(0)}(m)$ 來計算關於第一迭代 $k=1$ 的多使用者干擾 $\hat{i}^{(1)}(m)$ ，並且從收到符號 $z^{(m)}$ 中移除計算出的多使用者干擾 $\hat{i}^{(1)}(m)$ 。重新偵測單元 1760 隨後從已移除了計算出的多使用者干擾 $\hat{i}^{(1)}(m)$ 的收到符號 s_1

$\hat{z}^{(1)}(m)$ 中重新偵測關於第一迭代的使用者符號 $\hat{b}^{(1)}(m)$ 。隨後，可以使用回饋路徑 1752 向干擾消去單元 1750 回饋來自重新偵測單元 1760 的重新偵測出的使用者符號 $\hat{b}^{(1)}(m)$ 以執行另一迭代（例如，基於方程式 (49) - 方程式 (51)）。

偵測系統 1705 可以執行任何數目次迭代（例如，一或多次迭代）以完善重新偵測出的使用者符號。例如，偵測系統 1705 可以執行迭代直至重新偵測出的關於相繼迭代的使用者符號收斂為止（例如，關於相繼迭代的使用者符號之間的差異較小）及/或滿足其他準則。在另一實例中，預定數目次迭代可被程式編寫到偵測系統 1705 中。在此實例中，偵測系統 1705 可以在每次執行迭代時遞增計數器並且當該計數器達到所程式編寫的迭代次數時停止迭代。

在一態樣中，重新偵測單元 1760 與干擾消去單元 1750 之間的回饋 1752 路徑可以包括暫時儲存來自重新偵測單元 1760 的使用者符號以用於下一迭代的緩衝器 1755。在此態樣中，緩衝器 1755 可被用來儲存 L 個符號週期（例如，100 個符號週期）的區塊上的重新偵測出的使用者符號以實施如以上所描述的逐區塊處理。

儘管在圖 17 中分開地圖示偵測單元 1730 和重新偵測單元 1760，但是其操作可以由共用的偵測單元來執行。另外，偵測單元 1730 和重新偵測單元 1760 兩者可以使用相同的偵測技術，例如限幅。在此實例中，可以藉由向收到符號 $z^{(m)}$ 應用相同的偵測技術來執行初始使用者符號偵測

測。

圖 18 是圖示了根據本案的某些態樣的具有迭代干擾消去的多使用者偵測的程序的流程圖。在操作 1810 處，最初從收到符號偵測使用者符號。

程序從操作 1810 持續至操作 1820，在此計算多使用者干擾。對於第一迭代，可以使用操作 1810 中最初偵測出的使用者符號來計算該多使用者干擾。對於後續迭代，可以使用在上一迭代中從以下進一步論述的操作 1840 重新偵測出的使用者符號來計算多使用者干擾。

程序從操作 1820 持續至操作 1830，在此從收到符號中移除來自操作 1820 的計算出的多使用者干擾。

程序從操作 1830 持續至操作 1840，在此從已移除了計算出的干擾的收到符號中重新偵測使用者符號。例如，可以藉由對已移除了計算出的干擾的收到符號進行限幅的方式來重新偵測使用者符號。

程序從操作 1840 持續至操作 1850，該操作 1850 決定是否需要另一迭代。若需要另一迭代，則程序返回至操作 1820 以執行下一迭代。在此狀況下，在操作 1820 中使用前一迭代中從操作 1840 重新偵測出的使用者符號來重新計算多使用者干擾。隨後，在操作 1830 中從收到符號中移除重新計算出的多使用者干擾並且在操作 1840 中從已移除了重新計算出的干擾的收到符號中重新偵測使用者符號。程序隨後持續至操作 1850 以決定是否仍需要另一迭代。操作 1820 到操作 1850 可被重複任何次數。 [S]

若在操作 1850 中不需要另一迭代，則可以在操作 1860 中輸出當前重新偵測出的使用者符號。操作 1850 可以使用以上論述的任何一種技術來決定是否需要另一迭代。

圖 19 是根據本案的某些態樣的具有迭代干擾消去的多使用者偵測系統 1905 的示意圖。偵測系統 1905 可以在無線通訊系統中的行動站處。

偵測系統 1905 包括減法單元 1910、符號偵測器 1920、緩衝器 1930 和干擾計算單元 1940。偵測系統 1905 接收收到符號 $z^{(m)}$ 並迭代地執行多使用者干擾消去和使用者符號偵測達數次迭代。

現在將針對關於符號週期 m 的使用者符號 $\hat{b}^{(k)}(m)$ 的多使用者偵測的實例來論述偵測系統 1905 的操作。多使用者干擾如下被初始化成零 $\hat{I}^{(0)}(m)=0$ ，其中迭代索引 $k=0$ 。因此，減法單元 1910 最初不從收到符號 $z^{(m)}$ 移除多使用者干擾，並且收到符號 $z^{(m)}$ 最初被輸入符號偵測器 1920。符號偵測器 1920 最初從收到符號 $z^{(m)}$ 偵測使用者符號 $\hat{b}^{(0)}(m)$ 。例如，符號偵測器 1920 可以藉由對收到符號 $z^{(m)}$ 進行限幅或者使用其他偵測技術（包括本案中所論述的任何偵測技術）來最初偵測使用者符號 $\hat{b}^{(0)}(m)$ 。

最初偵測出的關於符號週期 m 的使用者符號 $\hat{b}^{(0)}(m)$ 被暫時儲存在緩衝器 1930 中。另外，符號偵測器 1920 最初偵測關於符號週期 $m-1$ 和 $m+1$ 的使用者符號，此等使用者符號亦暫時被儲存在緩衝器 1930 中。隨後，從緩衝器 1930 向干擾計算單元 1940 輸出最初偵測出的關於符號週期 $m-1$ [S]

m 和 $m+1$ 的使用者符號。干擾計算單元 1940 使用最初偵測出的使用者符號 $\hat{b}^{(0)}(m-1)$ 、 $\hat{b}^{(0)}(m)$ 和 $\hat{b}^{(0)}(m+1)$ (例如, 基於方程式 (49)) 來計算關於第一迭代 $k=1$ 的多使用者干擾 $\hat{I}^{(1)}$ 。為了基於方程式 (49) 來計算多使用者干擾 $\hat{I}^{(1)}$, 干擾計算單元 1940 可以從矩陣計算單元, 例如圖 13 中的矩陣計算單元 1310, 接收多使用者干擾矩陣 $A_0(m)$ 和肩矩陣 $A_{-1}(m)$ 和 $A_1(m)$ 。在圖 19 中, 矩陣 $A_{-1}(m)$ 、 $A_0(m)$ 和 $A_1(m)$ 由 $[A(m)]$ 來表示。

減法單元 1910 從收到符號 $z^{(m)}$ 中移除 (亦即, 消除) 關於第一迭代的多使用者干擾 $\hat{I}^{(1)}$ 。已移除了計算出的多使用者干擾 $\hat{I}^{(1)}(m)$ 的收到符號 $\bar{z}^{(1)}(m)$ 被輸入符號偵測器 1920。符號偵測器 1920 從已移除了計算出的多使用者干擾 $\hat{I}^{(1)}(m)$ 的收到符號 $\bar{z}^{(1)}(m)$ 重新偵測關於第一迭代的使用者符號 $\hat{b}^{(1)}(m)$ 。重新偵測出的關於第一迭代的使用者符號 $\hat{b}^{(1)}(m)$ 隨後可被回饋到緩衝器 1930 以進行第二迭代 $k=2$ 。

干擾計算單元 1940 使用從第一迭代重新偵測出的使用者符號來重新計算關於第二迭代的多使用者干擾 $\hat{I}^{(2)}$ 。減法單元 1910 從收到符號 $z^{(m)}$ 中移除關於第二迭代的多使用者干擾 $\hat{I}^{(2)}$ 。已移除了計算出的多使用者干擾 $\hat{I}^{(2)}(m)$ 的收到符號 $\bar{z}^{(2)}(m)$ 隨後被輸入符號偵測器 1920。符號偵測器 1920 從已移除了計算出的多使用者干擾 $\hat{I}^{(2)}(m)$ 的收到符號 $\bar{z}^{(2)}(m)$ 重新偵測關於第二迭代的使用者符號 $\hat{b}^{(2)}(m)$ 。隨後, 可以經由緩衝器 1930 將從第二迭代重新偵測出的使用者符號 $\hat{b}^{(2)}(m)$ 回饋到干擾計算單元 1940 以執行第三迭代。偵測系統 1905^[S]

可以執行任何數目次迭代，例如直至關於相繼迭代的使用者符號收斂為止。

在一態樣中，干擾計算單元 1940 使用從前一迭代 $k-1$ 偵測出的使用者符號 $\hat{b}^{(k-1)}(m-1)$ 、 $\hat{b}^{(k-1)}(m)$ 和 $\hat{b}^{(k-1)}(m+1)$ 來計算關於迭代 k 的多使用者干擾。在圖 19 中，從前一迭代 $k-1$ 偵測出的使用者符號 $\hat{b}^{(k-1)}(m-1)$ 、 $\hat{b}^{(k-1)}(m)$ 和 $\hat{b}^{(k-1)}(m+1)$ 由 $\left[\hat{b}^{(k-1)}(m) \right]$ 來表示。

細胞服務區間消去

以上在細胞服務區內干擾的上下文中論述了多使用者干擾消去，其中多使用者干擾是由相同細胞服務區中的多個使用者（例如，由相同基地台 104 服務的多個使用者）造成的。無線通訊系統中的行動站 106 亦可能遭受細胞服務區間干擾，其中干擾是由其他細胞服務區中的使用者造成的。例如，當行動站 106 位於在其中來自相鄰細胞服務區的干擾較強的服務細胞服務區邊緣附近時，該行動站 106 可能更易受細胞服務區間干擾的影響。參照圖 1 中的實例，由細胞服務區 102D 服務的行動站 106D 可能遭受來自細胞服務區 102F 和細胞服務區 102G 的細胞服務區間干擾。

在一態樣中，提供了用於消去細胞服務區間干擾的系統和方法。在此態樣中，在行動站 106 中計算並從收到碼片中移除（消去）來自一或多個干擾細胞服務區的細胞服務區間干擾。在從收到碼片中移除了細胞服務區間干擾之後，可以例如使用本案中所描述的任何系統和方法來處理

此等收到碼片以偵測關於服務細胞服務區的使用者符號。服務細胞服務區是對應於所要使用者符號的細胞服務區並且可被稱為目標細胞服務區。

圖 20 是根據本案的某些態樣的細胞服務區間干擾消去系統 2005 的示意圖。在此態樣中，細胞服務區間干擾消去系統 2005 能夠從收到碼片 $r(n)$ 中消去細胞服務區間干擾。細胞服務區間干擾消去之後的收到碼片可以隨後例如由圖 6、圖 14、圖 15 和圖 17 中的偵測系統中的任何一個偵測系統來處理以偵測關於目標細胞服務區的使用者符號。例如，細胞服務區間干擾消去之後的收到碼片可以首先由濾波器以及解攪頻和解展頻單元處理成收到符號。隨後可以例如使用圖 19 中的為目標細胞服務區提供多使用者干擾消去的多使用者偵測系統來從收到符號偵測關於目標細胞服務區的使用者符號。

細胞服務區間干擾消去系統 2005 分別包括第一細胞服務區計算單元、第二細胞服務區計算單元和第三細胞服務區計算單元 2010a-2010c 以及分別包括第一減法方塊、第二減法方塊、第三減法方塊和第四減法方塊 2020a-2020d。細胞服務區計算單元 2010a-2010c 中的每一個細胞服務區計算單元被配置成計算關於選中的細胞服務區的接收碼片。在一態樣中，第一細胞服務區計算單元 2010a 計算關於目標細胞服務區的接收碼片並且第二細胞服務區計算單元和第三細胞服務區計算單元各自分別計算關於第一干擾細胞服務區和第二干擾細胞服務區的接收碼片。細胞

服務區計算單元 2010a-2010c 中的每個細胞服務區計算單元可以使用以下更詳細論述的圖 21 中所圖示的示例性細胞服務區計算單元 2110 來實施。

細胞服務區間干擾消去系統 2005 亦包括細胞服務區排序單元 2030。在一態樣中，細胞服務區排序單元 2030 可以按次序放置干擾細胞服務區並且基於該次序來將干擾細胞服務區指派給細胞服務區計算單元 2010b-2010c 中的每個細胞服務區計算單元。目標細胞服務區（亦即，服務細胞服務區）被指派給細胞服務區計算單元 2010a。例如，細胞服務區排序單元 2030 可以（例如，從天線 220 和接收機 200）接收來自多個干擾細胞服務區的引導頻信號，量測收到引導頻信號的信號強度，並且基於其在接收機處的相對信號強度來對此等干擾細胞服務區進行排序。例如，可以按信號強度遞減的次序來對此等干擾細胞服務區進行排序。因此，以信號強度遞減的次序將此等細胞服務區指派給第二細胞服務區計算單元 2010b 和第三細胞服務區計算單元 2010c。

在操作中，第一細胞服務區計算單元 2010a 接收收到碼片 $r(n)$ ，並且計算和輸出關於目標細胞服務區的接收碼片 $x_1(n)$ 。第一減法方塊 2020a 從收到碼片 $r(n)$ 中移除計算出的關於目標細胞服務區的接收碼片 $x_1(n)$ 。第一減法方塊 2020a 的輸出被輸入第二細胞服務區計算單元 2010b。因此，在第二細胞服務區計算單元 2010b 之前從收到碼片 $r(n)$ 中移除了計算出的關於目標細胞服務區的接收碼片 $x_1(n)$ 。

$x_1(n)$ 。此舉從收到碼片 $r(n)$ 中移除了目標細胞服務區的貢獻，從而導致對關於干擾細胞服務區的接收碼片的計算更可靠。

第二細胞服務區計算單元 2010b 計算並輸出關於第一干擾細胞服務區（例如，具有最大功率的干擾細胞服務區）的接收碼片 $x_2(n)$ 。第二減法單元 2020b 從第一減法單元 2020a 的輸出中移除關於第一干擾細胞服務區的接收碼片 $x_2(n)$ 。第二減法方塊 2020b 的輸出被輸入第三細胞服務區計算單元 2010c。因此，在第三細胞服務區計算單元 2010c 之前從收到碼片 $r(n)$ 中分別移除了關於目標細胞服務區和第一干擾細胞服務區的接收碼片 $x_1(n)$ 和 $x_2(n)$ 。此舉從收到碼片中移除了目標細胞服務區和第一干擾細胞服務區的貢獻，從而導致對關於第二干擾細胞服務區的接收碼片的計算更可靠。第三細胞服務區計算單元 2010c 計算並輸出關於第二干擾細胞服務區的接收碼片 $x_3(n)$ 。

第三減法單元 2020c 和第四減法單元 2020d 分別從收到碼片 $r(n)$ 中移除計算出的關於第一干擾細胞服務區和第二干擾細胞服務區的接收碼片 $x_2(n)$ 和 $x_3(n)$ 。因此，從收到碼片 $r(n)$ 中消去了來自干擾細胞服務區的細胞服務區間干擾。細胞服務區間消去之後的收到碼片（亦即， $r(n) - x_2(n) - x_3(n)$ ）可以被處理成關於目標細胞服務區的收到符號以偵測關於目標細胞服務區的使用者符號。圖 20 中的細胞服務區間干擾消去系統可以藉由省去第三細胞服務區計算單元 2010c 來執行針對僅一個干擾細胞服務區的細胞服

務區間消去。另外，該細胞服務區間干擾消去系統可被調適成藉由添加額外的細胞服務區計算單元來執行針對三個或三個以上干擾細胞服務區的細胞服務區間消去。儘管為便於圖示而在圖 19 中分開地圖示細胞服務區計算單元 2010a-2010c，但是其操作可以由相同的細胞服務區計算單元來執行。例如，相同的細胞服務區計算單元可被用來順序地計算關於不同細胞服務區的接收碼片。

圖 21 是根據本案的某些態樣的細胞服務區計算單元 2110 的示意圖。細胞服務區計算單元 2110 接收收到碼片 $r(n)$ 並輸出關於選中的或正在工作的細胞服務區的接收碼片 $x(n)$ 。細胞服務區計算單元 2110 亦可以接收已移除了先前計算出的關於其他細胞服務區的接收碼片的收到碼片 $r(n)$ 。細胞服務區計算單元 2110 包括濾波器 2120、解攪頻和解展頻單元 2130、以及偵測單元 2140。濾波器 2120 對收到碼片進行濾波並且可包括均衡器及/或通道匹配濾波器。對於在其中濾波器 2120 包括均衡器的實例而言，可以使用頻域均衡器 (FDE) 來實施該均衡器。濾波器 2120 可以基於例如使用來自選中的細胞服務區的引導頻信號對該選中的細胞服務區所進行的通道估計來對收到碼片進行濾波。

在濾波之後，解攪頻和解展頻單元 2130 使用關於選中的細胞服務區的解攪頻碼來解攪頻收到碼片。解攪頻和解展頻單元 2130 隨後使用關於選中的細胞服務區的一組解展頻碼來解展頻經解攪頻信號，其中每個解展頻碼可對應

於該選中的細胞服務區的不同使用者。解攪頻和解展頻單元 2130 可以在記憶體中儲存用於不同細胞服務區的複數個解攪頻碼並且取回對應於選中的細胞服務區的解攪頻碼。解攪頻和解展頻單元 2130 輸出關於選中的細胞服務區的一組收到符號 $z(m)$ 。偵測單元 2140 隨後從關於選中的細胞服務區的收到符號 $z(m)$ 偵測使用者符號 $b(m)$ 。偵測單元 2140 可以使用限幅或者其他偵測技術來偵測關於選中的細胞服務區的使用者符號 $b(m)$ 。偵測出的使用者符號 $b(m)$ 提供對選中的細胞服務區的發射機側（例如，基地台）處的使用者符號的估計。

細胞服務區計算單元 2110 進一步包括增益單元 2150、展頻和攪頻單元 2160 以及碼片計算單元 2170。增益單元 2150 以及展頻和攪頻單元 2060 以與選中的細胞服務區的發射機側（例如，基地台）類似的方式來處理使用者符號 $b(m)$ 以估計從選中的細胞服務區的發射機側所發射的碼片。增益單元 2150 向使用者符號 $b(m)$ 應用一組增益。例如，增益單元 2150 可向使用者符號 $b(m)$ 中的每個使用者符號應用不同的增益。以下論述用於估計此等增益的方法的實例。

展頻和攪頻單元 2160 隨後使用一組展頻碼來展頻使用者符號，組合所得的經展頻信號，並且攪頻組合的經展頻信號以產生發射碼片 $t(n)$ 。展頻和攪頻單元 2160 可以使用與在選中的細胞服務區的發射機側所使用的展頻和攪頻碼相同的展頻和攪頻碼。攪頻和展頻單元 2160 可以在註 51

憶體中儲存用於不同細胞服務區的複數個攪頻碼並且取回對應於選中的細胞服務區的攪頻碼。因此，細胞服務區計算單元 2110 可以重複在選中的細胞服務區的發射機側所執行的處理以計算發射碼片 $t(n)$ 。

細胞服務區計算單元 2170 隨後處理選中的細胞服務區的發射碼片 $t(n)$ 以計算關於該選中的細胞服務區的接收碼片 $x(n)$ 。在一態樣中，細胞服務區計算單元 2170 藉由將發射碼片 $t(n)$ 與對選中的細胞服務區的通道估計 $h(n)$ 相迴旋的方式來計算關於該選中的細胞服務區的接收碼片 $x(n)$ 。例如，可以使用基於引導頻的通道估計從接收自選中的細胞服務區的基地台的引導頻信號來估計對該選中的細胞服務區的通道估計 $h(n)$ 。

圖 22a 是圖示了根據本案的某些態樣的用於計算關於選中的細胞服務區的接收碼片的程序的流程圖。在操作 2205 處，偵測關於選中的細胞服務區的使用者符號。例如，可以藉由執行圖 21 中的濾波器 2120、解攪頻和解展頻單元 2130 以及偵測單元 2140 的操作來從收到碼片偵測關於選中的細胞服務區的使用者符號。

程序從操作 2205 持續至操作 2210，在此使用偵測出的使用者符號來估計選中的細胞服務區的發射碼片。例如，可以藉由以與選中的細胞服務區的發射機側類似的方式處理偵測出的使用者符號來估計此等發射碼片。

程序從操作 2210 持續至操作 2215，在此計算關於選中的細胞服務區的接收碼片。例如，可以藉由將估計的發射

碼片與對選中的細胞服務區的通道估計相迴旋的方式來計算關於該選中的細胞服務區的接收碼片。

圖 22b 是圖示了根據本案的某些態樣的用於進行細胞服務區間干擾消去的程序的流程圖。在操作 2220 處，在接收機處接收碼片。此等收到碼片可被表示為 $r(n)$ 並且包括來自目標細胞服務區和一或多個干擾細胞服務區的貢獻。此等收到碼片 $r(n)$ 可以是由行動站 106 的接收機 200 接收到的碼片。

程序從操作 2220 持續至操作 2225，在此對多個干擾細胞服務區進行排序。例如，可以基於其在接收機處的相對信號強度來對該多個干擾細胞服務區進行排序。

程序從操作 2225 持續至操作 2230，在此基於干擾細胞服務區的次序來相繼地計算關於此等干擾細胞服務區中的每個干擾細胞服務區的接收碼片。例如，可以首先從已移除了關於目標細胞服務區的接收碼片的收到碼片 $r(n)$ 計算關於第一干擾細胞服務區的接收碼片。隨後，可從移除（消除）了關於目標細胞服務區和第一干擾細胞服務區的接收碼片的收到碼片 $r(n)$ 計算關於第二干擾細胞服務區的接收碼片。可以從已移除了關於目標細胞服務區和先前已計算的干擾細胞服務區的接收碼片的收到碼片 $r(n)$ 計算關於後續干擾細胞服務區中的每個干擾細胞服務區的接收碼片。此舉從收到碼片中移除了目標細胞服務區和先前已計算的干擾細胞服務區的貢獻，從而導致對關於後續干擾細胞服務區的接收碼片的計算更可靠。首先計算關於具有 S1

較高信號強度的干擾細胞服務區的接收碼片，因為此等干擾細胞服務區要比具有較弱信號強度的干擾細胞服務區更可靠。

程序從操作 2230 持續至操作 2235，在此從收到碼片 $r(n)$ 中移除計算出的關於干擾細胞服務區的接收碼片。在操作 2235 中從收到碼片中消去了細胞服務區間干擾之後，可以將此等收到碼片處理成收到符號以使用任何偵測技術（包括本案中所論述的任何偵測技術）來偵測關於目標細胞服務區的使用者符號。

圖 22c 是圖示了根據本案的某些態樣的用於進行細胞服務區間干擾消去和多使用者偵測的程序的流程圖。在操作 2250 處，例如使用圖 22a 中所圖示的程序來計算關於干擾細胞服務區的接收碼片。在操作 2255 處，從收到碼片中移除（消去）計算出的關於干擾細胞服務區的收到碼片。在操作 2260 處，將已移除了關於干擾細胞服務區的接收碼片的收到碼片處理成收到符號。此舉可以例如藉由對已移除了關於干擾細胞服務區的接收碼片的收到碼片進行濾波、解攪頻和解展頻的方式來達成。在操作 2265 處，基於此等收到符號來偵測關於目標細胞服務區的使用者符號。此舉可以例如藉由對此等收到符號進行限幅的方式來達成。

圖 22d 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統 100 中使用的行動站 106 的方塊圖。圖 22d 的行動站 106 包括用於計算關於干擾細胞服務區的接收碼片的模組 2270 以及 S1

用於從收到碼片中移除計算出的關於干擾細胞服務區的接收碼片的模組 2275。行動站 106 進一步包括用於將移除（消除）了關於干擾細胞服務區的接收碼片的收到碼片處理成收到符號的模組 2280 以及用於基於此等收到符號來偵測目標細胞服務區的使用者符號的模組 2285。

資料輔助通道估計

在一態樣中，從收到符號偵測出的使用者符號被用來增強通道估計。此舉可以被稱為資料輔助的通道估計。在論述資料輔助通道估計之前，首先論述基於引導頻的通道估計的實例可以是有啟發性的。

在基於引導頻的通道估計中，從發射機側（例如，基地台 104）向接收機（例如，行動站 106）發射引導頻信號。該引導頻信號是由接收機先驗已知的信號，並且由接收機用來估計發射側與該接收機之間的通道 h 。對於 CDMA 的實例而言，該引導頻信號可包括已知的符號序列。

對於單使用者通訊系統的實例而言，發射機側的所發射碼片 $t(n)$ 可被表達為：

$$t(n) = b_1(n)g_1w_1(n)p(n) + b_2(n)g_2w_2(n)p(n) \quad (52)$$

其中 $b_1(n)$ 是引導頻信號的符號並且 $b_2(n)$ 是送往使用者的使用者符號。該引導頻符號亦可由下標零來表示。在方程式 (52) 中，根據碼片索引 n 將引導頻符號 $b_1(m)$ 表達為 $b_1(n)$ ，其中 N 個碼片跨度上的 $b_1(n)$ 對應於一個符號（其中 N 是展頻因數）。類似地，根據碼片索引 n 將使用者符號 $b_2(m)$ 表達為 $b_2(n)$ 。可以藉由為多個使用者在方程式 S1

(52) 中添加額外的使用者符號 (包括其相應的增益和展頻碼) 來將方程式 (52) 應用於多使用者通訊系統。

接收機處的收到碼片 $r(n)$ 可以離散迴旋形式被表達為通道 h 與所發射碼片 $t(n)$ 的迴旋加上雜訊 $v(n)$:

$$r(n) = \sum_{d=0}^D h(d)t(n-d) + v(n) \quad (53)$$

其中 D 是離散迴旋的界限。

將方程式 (52) 中關於 $t(n)$ 的表達式插入方程式 (53) 得到 :

$$r(n) = \sum_{d=0}^D h(d)b_1(n-d)g_1w_1(n-d)p(n-d) + \sum_{d=0}^D h(d)b_2(n-d)g_2w_2(n-d)p(n-d) + v(n) \quad (54)$$

在方程式 (54) 中, 引導頻符號 $b_1(n)$ 是由接收機先驗已知的, 而使用者符號 $b_2(n)$ 則不是接收機先驗已知的。由於使用者符號 $b_2(n)$ 並不由接收機先驗已知, 因而方程式 (54) 中的第二個求和項和雜訊 $v(n)$ 可被合在一起作為未知項 $v'(n)$ 。因此, 收到碼片 $r(n)$ 可被表達為 :

$$r(n) = \sum_{d=0}^D h(d)b_1(n-d)g_1w_1(n-d)p(n-d) + v'(n) \quad (55)$$

其中該未知項由以下方程式提供 :

$$v'(n) = \sum_{d=0}^D h(d)b_2(n-d)g_2w_2(n-d)p(n-d) + v(n) \quad (56)$$

在接收機處, 收到碼片 $r(n)$ 、引導頻符號 $b_1(n)$ 、展頻碼 $w_1(n)$ 、和攪頻碼 $p(n)$ 皆為已知的。因此, 方程式 (55) 可被用在基於引導頻的通道估計中以藉由使用已知技術來求解 $h(d)$ 的方式估計通道 h 。引導頻符號 $b_1(n)$ 可以是恆定的, 在此狀況下, 該引導頻符號可以在方程式 (55) 中被

簡單地表示為 b_1 。方程式 (55) 可被擴展到多使用者通訊系統，其中送往多個使用者的使用者符號可被合成未知項 $v'(n)$ ，因為其並不由接收機先驗已知。

在以上論述的基於引導頻的通道估計的實例中，接收機將引導頻信號用作由接收機先驗已知的參考信號以從收到碼片 $r(n)$ 估計通道 h 。此方法的缺點在於，未知信號 $v'(n)$ 的功率可能較大，此會降低估計出的通道 h 的準確性。

在一態樣中，從收到符號偵測出的使用者符號被用來建立虛擬引導頻信號，此等虛擬引導頻信號被用來增強通道估計。在此態樣中，藉由為通道估計的目的而將偵測出的使用者符號視為已知符號的方式從偵測出的使用者符號建立此等虛擬引導頻信號。此等虛擬引導頻信號並不是在發射機側（例如，基地台 104）與接收機側（例如，行動站 106）之間所傳送的實際引導頻信號。

可以使用任何偵測技術（包括本案中所論述的任何偵測技術）來偵測使用者符號。在方程式 (54) 中的實例中，使用者符號 $b_2(n)$ 可以由偵測出的使用者符號 $\hat{b}_2(m)$ 替代（根據碼片索引 n 而被表達為 $\hat{b}_2(n)$ ）以將方程式 (55) 重寫為：

$$r(n) = \sum_d h(d)(b_1(n-d)g_1w_1(n-d) + \hat{b}_2(n-d)g_2w_2(n-d))p(n-d) + v'(n) \quad (57)$$

其中該未知項由以下方程式提供：

$$v'(n) = \sum_{d=0}^D h(d)(\hat{b}_2(n-d) - b_2(n-d))g_2w_2(n-d)p(n-d) + v(n) \quad (58)$$

因此，偵測出的使用者符號 $\hat{b}_2(n)$ 可被用來在方程式 (57) 中建立虛擬引導頻信號以提供對通道 h 的增強估計。如以

上所論述，藉由在方程式（57）中為通道估計的目的而將偵測出的使用者符號 $\hat{b}_2(n)$ 視為已知符號的方式來建立虛擬引導頻信號。若偵測出的使用者符號 $\hat{b}_2(n)$ 接近實際的使用者符號 $b_2(n)$ ，則在方程式（57）中可以大大降低未知信號 $v'(n)$ 的功率，此會增強通道估計。可以藉由將偵測出的關於多個使用者的使用者符號用來產生多個虛擬引導頻信號的方式將方程式（57）擴展到多個使用者。

圖 23 是根據本案的某些態樣的通道估計系統 2305 的示意圖。通道估計系統 2305 可以在無線通訊系統中的接收機處。通道估計系統 2305 包括用於對收到碼片 $r(n)$ 進行濾波的濾波器單元 2310、解攪頻和解展頻單元 2320、以及偵測單元 2330。濾波器單元 2310 可包括均衡器及/或通道匹配濾波器（CFM）。

解攪頻和解展頻單元 2320 包括解攪頻混頻器 2315、複數個解展頻混頻器 2322 和複數個相應的求和方塊 2325。解攪頻混頻器 2315 將經濾波的收到碼片 $y^e(n)$ 與解攪頻碼 $p^*(n)$ 相混頻以解攪頻此等經濾波的收到碼片 $y(n)$ 。上標「e」指示此等經濾波碼片被用來估計通道 h 。

解展頻混頻器 2322 隨後將經解攪頻信號與一組解展頻碼 $w_1^*(n)$ 到 $w_{Nu}^*(n)$ 相混頻。來自每個解展頻混頻器 2322 的經解展頻信號被輸入各別的求和方塊 2325，該求和方塊 2325 在一個符號的週期上累加經解展頻信號以產生關於相應使用者的收到符號。此等收到符號被輸入偵測單元 2330，其從此等收到符號偵測使用者符號 $\hat{b}_1^e(m)$ 到 $\hat{b}_{Nu}^e(m)$ 。偵

測單元 2330 可以使用任何偵測技術，包括限幅或者本案中所論述的任何其他偵測技術。若此等使用者符號中的一個使用者符號對應於已知的引導頻符號，則就可（例如，從記憶體）輸出該已知的引導頻符號作為使用者符號 $\hat{b}_1^e(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}^e(m)$ 中的一個使用者符號。

通道估計系統 2305 進一步包括增益單元 2335、展頻和攪頻單元 2340、以及通道計算單元 2350。增益單元 2335 包括複數個增益混頻器 2337，該複數個增益混頻器 2337 分別向偵測出的使用者符號 $\hat{b}_1^e(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}^e(m)$ 應用一組增益 g_1 到 g_{N_u} 。展頻和攪頻單元 2340 包括複數個展頻混頻器 2342、組合器 2343 以及攪頻混頻器 2345。展頻混頻器 2342 將經增益定標的使用者符號與一組展頻碼 $w_1(n)$ 到 $w_{N_u}(n)$ 相混頻，組合器 2343 組合此等經展頻信號，並且攪頻混頻器 2345 將該組合信號與攪頻碼 $p(n)$ 相混頻。展頻碼和攪頻碼可以與彼等在發射機側中所使用的展頻碼和攪頻碼相同，以使得展頻和攪頻單元 2340 的輸出 $\hat{i}(n)$ 提供對發射機側的所發射碼片的估計。

展頻和攪頻單元 2340 的輸出可提供為：

$$\hat{i}(n) = (\hat{b}_1^e(n)g_1w_1(n) + \dots + \hat{b}_{N_u}^e(n)g_{N_u}w_{N_u}(n))p(n) \quad (59)$$

其中根據碼片索引 n 來表達偵測出的使用者符號。在一態樣中，方程式 (59) 中的符號 \hat{b}^e 之一可以是已知的引導頻符號，而其他符號是偵測出的使用者符號。因此，可以基於偵測出的使用者符號和已知的引導頻符號藉由展頻和攪頻此等偵測出的使用者符號和引導頻符號以獲得估

計的所發射碼片 $\hat{i}(n)$ 來計算 $\hat{i}(n)$ 。因為 $\hat{i}(n)$ 提供對所發射碼片的估計，所以收到碼片 $r(n)$ 可以由 $\hat{i}(n)$ 與通道 h 的迴旋來表示為：

$$r(n) = \sum_{d=0}^D h(d) \hat{i}(n-d) + v'(n) \quad (60)$$

將方程式 (59) 中關於 $\hat{i}(n)$ 的表達式插入方程式 (60) 得到：

$$r(n) = \sum_{d=0}^D h(d) (\hat{b}_1^e(n-d) g_1 w_1(n-d) + \dots + \hat{b}_{N_u}^e(n-d) g_2 w_2(n-d)) p(n-d) + v'(n) \quad (61)$$

通道估計單元 2050 可以隨後使用來自展頻和攪頻單元 2040 的輸入 $\hat{i}(n)$ 、收到碼片 $r(n)$ 以及方程式 (60) 來估計通道 h 。在此態樣中，為通道估計的目的而在方程式 (61) 中將偵測出的使用者符號 $\hat{b}_1^e(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}^e(m)$ 視為已知符號。此降低了未知信號 $v'(n)$ 的功率，從而增強了通道估計。

在一態樣中，可以如下藉由在碼片長度 A 上計算收到碼片 $r(n)$ 與估計的所發射碼片 $\hat{i}(n)$ 的互相關來獲得對通道的經定標估計 $\hat{h}(l)$ ：

$$\hat{h}(l) = \frac{\sum_{n=l}^A r(n) \hat{i}^*(n-l)}{A} \quad (62)$$

其中 $\hat{h}(l)$ 是在碼片 l 處對通道的經定標估計。

通道計算單元 2350 可以向圖 13 中用於計算矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_{+1} 的矩陣計算單元 1310 或其他系統提供該通道估計。資料輔助通道估計提供更準確的通道估計 h ，從而導致更準確的計算出的矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_{+1} 。另外，通道計算單元 2350 可以向濾波器提供該通道估計以計算濾波器的

濾波器係數。例如，可以向前端濾波器 210、1410、1510 或者任何其他濾波器提供該資料輔助通道估計。通道估計系統 2305 中的濾波器 2310 可以使用從基於引導頻的通道估計推導的通道估計，因為資料輔助通道估計是在濾波器 2310 之後執行的。

在一態樣中，增益單元 2335 可以在混頻器 2337 基於對發射側的相應增益的估計來向偵測出的使用者符號 $\hat{b}_1^e(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}^e(m)$ 應用相同或不同的增益。在一態樣中，通道計算單元 2350 可以將此等增益與增益閾值相比較以排除具有低增益的可能在估計通道時較不可靠的使用者符號。在此態樣中，高於增益閾值的增益被應用於其各別的使用者符號 $\hat{b}_1^e(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}^e(m)$ 並且被用來估計通道。低於增益閾值的增益以及其各別的使用者符號 $\hat{b}_1^e(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}^e(m)$ 不被用於估計通道。增益單元亦可以向使用者符號應用一致的增益。

根據本案的一態樣，現在將論述一種用於估計用於不同使用者符號的增益的程序。在此態樣中，藉由對相繼符號週期 m 和 $m+1$ 的收到引導頻符號進行差分的方式來估計用於每個使用者符號或代碼通道的增益，此可以如下提供：

$$\square z_0(m) = z_0(m) - z_0(m+1) \quad (63)$$

其中下標零代表引導頻符號。假定所發射的引導頻符號對於每個符號週期皆為相同的，則收到的引導頻符號之間差異是由於雜訊造成的。因此，引導頻差分提供對接收機處的雜訊的估計。可以如下基於收到引導頻符號的差分來估計雜訊功率 $\sigma^2(m)$ ：

[5]

$$\hat{\sigma}^2(m) = \alpha \frac{|z_0(m)|^2}{2} + (1-\alpha)\hat{\sigma}^2(m-1) \quad (64)$$

可以使用具有一個分接點的無限脈衝回應 (IIR) 濾波器來實施方程式 (64)，其中 α 是濾波器係數並且 $\hat{\sigma}^2(m-1)$ 是來自前一符號週期 $m-1$ 的對雜訊功率的估計。雜訊功率 $\hat{\sigma}^2(m)$ 估計可被應用於為其估計 $\hat{\sigma}^2(m)$ 的細胞服務區的每個使用者或代碼通道。代碼通道 i 的功率 $\hat{P}_i(m)$ 可如下提供：

$$\hat{P}_i(m) = \alpha \frac{|z_i(m)|^2}{2} + (1-\alpha)\hat{P}_i(m-1) \quad (65)$$

其中 $z_i(m)$ 是關於代碼通道 i 的收到符號，該代碼通道 i 對應於使用者之一。可以使用具有一個分接點的 IIR 濾波器來實施方程式 (65)，其中 α 是濾波器係數並且 $\hat{P}_i(m-1)$ 是來自前一符號週期 $m-1$ 的功率估計。隨後，可以如下估計用於特定的代碼通道或使用者的增益 $\hat{g}_i(m)$ ：

$$\hat{g}_i(m) = \sqrt{\hat{P}_i(m) - \hat{\sigma}^2(m)} \quad (66)$$

雜訊功率的初始值可以是零。增益單元 2335 可以基於方程式 (66) 來計算向各別偵測出的使用者符號 $\hat{b}_1^e(m)$ 到 $\hat{b}_{N_u}^e(m)$ 應用的一組增益 g_1 到 g_{N_u} 。以上的增益估計技術亦可以用來估計增益矩陣 G 的增益。

在一態樣中，在資料輔助通道估計被執行之前，濾波器 2310 可以使用由基於引導頻的通道估計提供的通道估計 h 。在此態樣中，通道計算單元 2350 可以如下使用濾波器 2310 的輸出 $y_e(n)$ 來估計總濾波器 $c(n)$ ：

$$y_e(n) = \sum_{d=0}^D c(d)\hat{r}(n-d) + v'(n) \quad (67)$$

以上方程式類似於方程式 (60)，其中濾波器輸出 $y_e(n)$ 是

由 $\hat{i}(n)$ 與總濾波器 $c(n)$ 的迴旋提供。通道計算單元 2350 可以使用來自展頻和攪頻單元 2340 的輸出 $\hat{i}(n)$ 、濾波器輸出 $y_e(n)$ 以及方程式 (67) 來估計總濾波器 $c(n)$ 。亦可以按類似於方程式 (62) 的方式藉由計算濾波器輸出 $y_e(n)$ 與估計的所發射碼片 $\hat{i}(n)$ 的互相關來估計總濾波器 $c(n)$ ，其中用經濾波碼片 $y_e(n)$ 來替代該互相關中的收到碼片 $r(n)$ 。

濾波器 2310 可以基於使用基於引導頻的通道估計得到的初始通道估計 h 或者延遲了一個符號週期的資料輔助通道估計來對收到碼片 $r(n)$ 進行濾波。另外，通道計算單元 2350 可以向矩陣計算單元 (例如，矩陣計算單元 1310) 提供估計的總濾波器 $c(n)$ ，在此狀況下，該矩陣計算單元不必使用通道估計 h 和濾波器 f 參數來分開地計算總濾波器 $c(n)$ 。在此態樣中，通道計算單元 2350 可以接收來自濾波器 2310 的經濾波輸出 $y_e(n)$ 以估計總濾波器 $c(n)$ 。

圖 24a 是圖示了根據本案的某些態樣的用於在接收機處進行通道估計的程序的流程圖。在操作 2400 處，將收到碼片處理成收到符號。例如，此等收到碼片可被濾波並且隨後被解攪頻和解展頻成收到符號。

程序從操作 2400 持續至操作 2410，在此從收到符號偵測使用者符號。例如，可以藉由對收到符號進行限幅的方式來偵測使用者符號。亦可以使用其他偵測技術。

程序從操作 2410 持續至操作 2415，在此基於偵測出的使用者符號來估計所發射的碼片。此舉可以例如藉由展頻和攪頻偵測出的使用者符號以估計從發射機側發射的碼

片的方式來達成。程序從操作 2415 持續至操作 2220，在此使用收到碼片和估計的所發射碼片（例如，基於方程式（60））來估計通道。

圖 24b 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統 100 中使用的行動站 106 的方塊圖。圖 24b 的行動站 106 包括用於將收到碼片處理成收到符號的模組 2450 以及用於從此等收到符號偵測使用者符號的模組 2455。行動站 106 進一步包括用於基於偵測出的使用者符號來估計所發射碼片的模組 2460 以及用於基於收到碼片和估計的所發射碼片來估計通道的模組 2465。

圖 24c 是圖示根據本案的某些態樣的用於估計表示通道 h 與濾波器 f 的迴旋的總濾波器 $c(n)$ 的程序的流程圖。在操作 2470 處，在接收機處由濾波器對收到碼片進行濾波。

程序從操作 2470 持續至操作 2475，在此將經濾波碼片處理成收到碼片。例如，此等經濾波碼片可被解攪頻和展頻成收到符號。

程序從操作 2475 持續至操作 2480，在此從此等收到符號偵測使用者符號。例如，可以藉由對此等收到符號進行限幅的方式來偵測使用者符號。亦可以使用其他偵測技術。

程序從操作 2480 持續至操作 2485，在此使用經濾波碼片和偵測出的使用者符號（例如，基於方程式（67））來估計總濾波器 $c(n)$ 。例如，可以展頻和攪頻偵測出的使用者符號以估計發射機側所發射的碼片。又，偵測出的使用

者符號可以與一或多個已知的引導頻符號一起被用來估計所發射的碼片。隨後，估計的所發射碼片和經濾波碼片可被用來估計總濾波器 $c(n)$ (例如，基於方程式 (67))。

對經正交振幅調制 (QAM) 符號的高效率偵測

根據本案的某些態樣，提供了用於偵測 QAM 符號的高效率系統和方法。在一態樣中，藉由將相應的 QAM 群集分解成多個子群集 (例如，QPSK 群集)，偵測 QAM 符號中對應於此等子群集的分量，以及組合此等偵測出的分量以偵測 QAM 符號的方式來偵測 QAM 符號。QAM 可以是 16 QAM、64 QAM 或者任何其他 M 進位 QAM。在論述使用群集分解來偵測 QAM 符號之前，論述 QAM 的實例可以是有啟發性的。

圖 25a 是示例性 16 QAM 群集的圖。16 QAM 群集包括 16 個群集點 2510，該 16 個群集點 2510 代表 16 QAM 符號的 16 個不同的複合值。該 16 QAM 群集被劃分成四個象限 2550a-2550d，每個象限具有 16 個群集點 2510 中的四個群集點。每個群集點 2510 具有同相 (I) 分量和正交 (Q) 分量，該等同相 (I) 分量和正交 (Q) 分量可以分別對應於相應符號的實部和虛部。一個 16 QAM 符號攜帶四位元資訊。

圖 25b 是示例性正交移相鍵控 (QPSK) 群集的圖。QPSK 群集包括四個群集點 2512，該四個群集點 2512 代表 QPSK 符號的四個不同的值。該 QPSK 群集被劃分成四個象限 2552a-2552d，每個象限具有群集點 2512 中的一個群集

點。一個 QPSK 符號攜帶兩位元資訊。

圖 26 是根據本案的一態樣的被分解成兩個子群集的 16 QAM 群集的圖。第一子群集 2620 包括以 16 QAM 群集的原點為中心的四個群集點 2610a-2610d。第一子群集 2620 在 16 QAM 群集的每個象限 2450a-2450d 中分別具有一個群集點 2610a-2610d。第二子群集 2630 包括以第一子群集 2620 的群集點 2610a-2610d 之一為中心的四個群集點 2650a-2650d。第二子群集 2630 以其為中心的群集點 2610a-2610d 取決於 16 QAM 群集的對應於所要 QAM 符號的象限 2450a-2450d。在圖 26 中所示的實例中，所要 QAM 符號對應於 16 QAM 群集的象限 2450a。在此態樣中，第一子群集 2620 可以由 QPSK 群集來表示，其中該 QPSK 群集點的振幅由因數 2 來定標，並且第二子群集 2630 可以由 QPSK 群集來表示。

在一態樣中，16 QAM 符號可如下被表示為分別對應於第一子群集和第二子群集的分量 b^1 和 b^2 的總和：

$$b = b^1 + b^2 \text{ 方程式 (68)}$$

在此態樣中，可以藉由偵測分別對應於第一子群集和第二子群集的分量 b^1 和 b^2 以及組合此等分量 b^1 和 b^2 以偵測 16 QAM 符號的方式來偵測該 16 QAM 符號。

除了 16-QAM 群集之外，亦可以向其他 QAM 群集應用 QAM 群集分解。例如，可以藉由將用於分解 16 QAM 群集的方法擴展到 64 QAM 群集來將 64 QAM 群集分解成三個子群集（例如，QPSK 群集）。在此實例中，可以藉由組合 S1

64-QAM 符號的對應於三個子群集的三個分量來偵測該 64-QAM 符號。

圖 27 是根據本案的某些態樣的多使用者 16 QAM 偵測系統 2705 的示意圖。該偵測系統可以在無線通訊系統中的接收機處。偵測系統 2705 包括第一偵測單元 2710、定標器 2720、緩衝器 2730、重構單元 2740、減法單元 2750、以及第二偵測單元 2760。

在一態樣中，第一偵測單元 2710 可包括 QPSK 限幅器，其被配置成接收符號 $z(m)$ 並偵測每個收到符號的 QPSK 符號。第一偵測單元 2710 可以基於收到符號的實部和虛部的符號來偵測該收到符號的 QPSK 符號。例如，若收到符號的實部和虛部的符號皆為正的，則第一偵測單元 2710 可以偵測出與收到符號的 QPSK 群集的象限 2552a 中的群集點 2510 對應的 QPSK 符號。第一偵測單元 2710 亦可以使用最小距離偵測，該最小距離偵測決定至收到符號的距離最小的群集點。隨後，每個收到符號的 QPSK 符號由定標器 2720 定標以獲得該收到符號的 16-QAM 使用者符號的第一偵測出分量 $\hat{b}^1(m)$ 。定標器 2720 藉由將 QPSK 符號定標成與第一子群集 2620 中的群集點 2610a-2610d 之一對應的方式來達成此操作。

緩衝器 2730 在多個符號週期上儲存收到符號 $z(m)$ 的第一偵測出分量 $\hat{b}^1(m)$ 。在一態樣中，緩衝器分別儲存關於符號週期 $m-1$ 、 m 和 $m+1$ 的第一偵測出分量 $\hat{b}^1(m-1)$ 、 $\hat{b}^1(m)$ 、 $\hat{b}^1(m+1)$ 。第一偵測出分量 $\hat{b}^1(m-1)$ 、 $\hat{b}^1(m)$ 、 $\hat{b}^1(m+1)$ 由圖 27 中的 [S]

$[\hat{b}^1(m)]$ 來表示。重構單元 2740 隨後重構收到符號 $z(m)$ 中由各別使用者符號 $\hat{b}^1(m)$ 的第一偵測出分量 $\hat{b}^1(m)$ 以及由於分別關於符號週期 $m-1$ 、 m 和 $m+1$ 的第一分量 $\hat{b}^1(m-1)$ 、 $\hat{b}^1(m)$ 、 $\hat{b}^1(m+1)$ 而造成的多使用者干擾所貢獻的部分 $\hat{z}^{SC}(m)$ 。重構單元 2470 可以如下計算 $\hat{z}^{SC}(m)$ ：

$$\hat{z}^{SC}(m) = \sum_{l=-1,0,1}^1 A_l(m) G \hat{b}^1(m+l) \quad (69)$$

其中 G 是對角增益矩陣，並且對於 $l=-1$ 、 0 和 1 ， A_l 分別表示矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_{+1} 。矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_{+1} 由圖 27 中的 $[A(m)]$ 來表示。

減法單元 2750 如下從收到符號 $z(m)$ 中移除 $\hat{z}^{SC}(m)$ ：

$$\underline{z}^{SC}(m) = z(m) - \hat{z}^{SC}(m) \quad (70)$$

其中 $\underline{z}^{SC}(m)$ 是已移除了 $\hat{z}^{SC}(m)$ 的收到符號 $z(m)$ 。方程式 (70) 中的操作移除了收到符號 $z(m)$ 中由各別使用者符號 $\hat{b}^1(m)$ 的第一偵測出分量 $\hat{b}^1(m)$ 所貢獻的部分。此使得能夠藉由對 $\underline{z}^{SC}(m)$ 進行 QPSK 限幅來偵測使用者符號 $\hat{b}^1(m)$ 的第二分量 $\hat{b}^2(m)$ 。方程式 (70) 中的操作亦移除了由於分別關於符號週期 $m-1$ 、 m 和 $m+1$ 的第一分量 $\hat{b}^1(m-1)$ 、 $\hat{b}^1(m)$ 、 $\hat{b}^1(m+1)$ 所造成的多使用者干擾。此提供了多使用者干擾消去，從而導致對第二分量 $\hat{b}^2(m)$ 的偵測更準確。

第二偵測單元 2760 隨後從 $\underline{z}^{SC}(m)$ 偵測所要使用者符號 $\hat{b}^2(m)$ 的第二分量 $\hat{b}^2(m)$ 。第二偵測單元 2760 可以藉由對 $\underline{z}^{SC}(m)$ 進行 QPSK 限幅的方式來達成此操作。組合器 2770 隨後將第一分量 $\hat{b}^1(m)$ 與各別第二分量 $\hat{b}^2(m)$ 相組合以獲得收到符號

$z(m)$ 的所偵測的使用者符號 $\hat{b}(m)$ 。

因此，圖 27 中的多使用者 16 QAM 偵測系統 2705 將收到的 16 QAM 符號分解成兩個分量，其中使用子群集（例如，QPSK 群集）來偵測每個分量並且在對第二分量進行偵測之前移除來自第一分量的多使用者干擾以進行增強的偵測。

圖 28a 是圖示了根據本案的某些態樣的用於進行多使用者子群集偵測的程序的流程圖。在操作 2800 處，從收到符號偵測使用者符號的第一分量。對於 16-QAM 偵測的實例而言，使用者符號的第一分量可以對應於 16-QAM 群集的第一子群集 2620。

程序從操作 2800 持續至操作 2810，在此計算收到符號中由使用者符號的第一分量以及由於使用者符號的第一分量造成的多使用者干擾所貢獻的部分。例如，可以基於方程式 (69) 來計算收到符號的此部分。

程序從操作 2810 持續至操作 2820，在此從已移除了計算出的部分的收到符號偵測使用者符號的第二分量。

程序從操作 2820 持續至操作 2830，在此將使用者符號的偵測出的第一分量與使用者符號的各別第二分量相組合以偵測此等使用者符號。

圖 28b 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統 100 中使用的行動站 106 的方塊圖。圖 28b 的行動站 106 包括用於將收到碼片處理成收到符號的模組 2850 以及用於從此等收到符號偵測使用者符號的第一分量的模組 2855。行動

站 106 進一步包括用於計算收到符號中由於使用者符號的第一分量造成的部分的模組 2860 以及用於基於已移除了計算出的部分的收到符號來偵測使用者符號的第二分量的模組 2865。行動站 106 進一步包括用於藉由將使用者符號的第一分量與使用者符號的各別第二分量相組合來偵測此等使用者符號的模組 2870。

圖 29 是根據本案的某些態樣的具有迭代干擾消去的多使用者 QAM 偵測系統 2905 的示意圖。偵測系統 2905 可以在無線通訊系統中的接收機處。偵測系統 2905 包括減法單元 2910、重新偵測單元 2920、緩衝器 2930 和干擾計算單元 2940。

在一態樣中，干擾計算單元 2940 將從子群集偵測系統（例如，圖 27 中的子群集偵測系統 2705）偵測出的使用者符號 $\hat{b}(m)$ 用作最初偵測出的使用者符號以計算關於第一迭代的多使用者干擾。例如，干擾計算單元 2940 可以基於方程式 (49) 使用從子群集偵測系統偵測出的分別關於符號週期 $m-1$ 、 m 和 $m+1$ 的使用者符號 $\hat{b}(m-1)$ 、 $\hat{b}(m)$ 、 $\hat{b}(m+1)$ 來計算關於符號週期 m 的多使用者干擾。在圖 29 中，從子群集偵測系統偵測出的使用者符號 $\hat{b}^{(0)}(m)$ 的迭代索引 k 為零，因為此等使用者符號被用於最初偵測出的使用者符號。

減法單元 2910 從收到符號 $z(m)$ 中移除（減去）計算出的關於第一迭代（ $k=1$ ）的多使用者干擾 $\hat{I}^{(1)}(m)$ 。重新偵測單元 2920 隨後從已移除了計算出的干擾的收到符號 $\hat{z}^{(1)}(m)$ 中

重新偵測使用者符號。

在一態樣中，重新偵測單元 2920 如下對已移除了計算出的干擾的收到符號 $\tilde{z}^{(1)}(m)$ 執行單使用者最大概度偵測 (MLD)：

$$\hat{b}_i^{(k)}(m) = \arg \min_b \left\| \tilde{z}_i^{(k)}(m) - [A_0(m)]_{i,i} g_i b \right\|^2 \quad (71)$$

其中對於第一迭代而言 $k=1$ ， i 是使用者索引， $[A_0(m)]_{i,i}$ 是將關於使用者 i 的收到符號與關於使用者 i 的所要使用者符號聯繫起來的矩陣 A_0 的係數，並且 b 是可能的 QAM 群集點。MLD 操作決定使誤差機率最小化的群集點 b 。

隨後，可以經由緩衝器 2930 將重新偵測出的關於第一迭代的使用者符號 $\hat{b}^{(1)}(m)$ 回饋到干擾計算單元 2940 以使用從第一迭代重新偵測出的分別關於符號週期 $m-1$ 、 m 和 $m+1$ 的使用者符號 $\hat{b}^{(1)}(m-1)$ 、 $\hat{b}^{(1)}(m)$ 、 $\hat{b}^{(1)}(m+1)$ 來重新計算關於第二迭代的多使用者干擾 $\hat{I}^{(2)}(m)$ 。隨後，可以從收到符號 $z(m)$ 中移除計算出的關於第二迭代的多使用者干擾 $\hat{I}^{(2)}(m)$ 以重新偵測關於第二迭代的使用者符號。偵測系統 2905 可以執行任何數目次迭代 k 以完善重新偵測出的使用者符號 $\hat{b}^{(k)}(m)$ 。為了簡化計算，干擾計算單元 2940 可以將最初偵測出的關於符號週期 $m-1$ 和 $m+1$ 的使用者符號用於所有迭代，在此狀況下僅更新關於符號週期 m 的使用者符號。

在存在多個展頻因數的情況下的使用者符號偵測和干擾消去

根據本案的某些態樣，提供了用於在存在多個展頻因數

的情況下執行使用者符號偵測和干擾消去的方法和系統。

在一態樣中，通訊系統可以使用具有不同展頻因數的代碼來展頻使用者符號。例如，基於通用行動電信系統（UMTS）的通訊系統可以支援使用不同展頻因數的通訊協定。此等通訊協議可以包括具有展頻因數 16 的高速下行鏈路封包存取（HSDPA）以及可以具有展頻因數 2^k （其中 k 在 2 與 8 之間）的發行版 99（R99）。

用於不同展頻因數的代碼可以基於正交可變展頻因數（OVSF）樹或者其他手段來選擇。圖 30 圖示根據本案的一態樣的示例性 OVSF 樹的圖。該 OVSF 樹包括多個等級，其中每個等級對應於不同的展頻因數。圖 30 圖示 OVSF 樹的分別對應於展頻因數（SF）1、2、4 和 8 的前四個等級。關於每個展頻因數的樹等級包括相互正交的代碼的集合。例如，關於 SF=4 的樹等級包括四個相互正交的代碼 3020a-3020d 的集合。每個展頻因數處的代碼在更高階展頻因數處具有多個子代碼。例如，SF=2 處的代碼 3010a 在 SF=4 處具有兩個子代碼 3020a-3020b，在 SF=8 處具有四個子代碼 3030a-3030d，依此類推。代碼可被認為是其子代碼的父代碼。例如，代碼 3010a 可被認為是其子代碼 3020a-3020b 以及 3030a-3030d 的父代碼。

每個父代碼在下一樹等級中具有兩個直接子代碼。例如，代碼 3010a 在下一樹等級中具有兩個直接子代碼 3020a-3020b。對於每個父代碼而言，第一直接子代碼是包括重複兩次的該父代碼的序列，並且第二直接子代碼是包

括該父代碼繼以該父代碼的逆的序列。對於父代碼而言，其子代碼中的每個子代碼可以由包括重複多次的該父代碼的序列來表示，其中使該父代碼的每次重複乘以為一或者為負一的係數。另外，對於父代碼而言，其子代碼中的每個子代碼正交於與該父代碼相同的展頻因數處的其他代碼及其子代碼。

根據本案的一態樣，現在將論述在存在兩個或兩個以上不同的展頻因數的情況下執行符號偵測和干擾消去的方法。在一個實例中，在展頻因數 16 處存在 N_1 個展頻碼並且在展頻因數 256 處存在 N_2 個展頻碼。在此實例中，在基於 UTMS 的系統中，展頻因數 16 處的展頻碼可以對應於 HSDPA 信號，並且展頻因數 256 處的展頻碼可以對應於 R99 信號。展頻因數 16 和 256 僅是可能的展頻因數的實例並且亦可以使用其他展頻因數。

關於展頻因數 16 的使用者符號和增益可以分別由 b_1, \dots, b_{N_1} 和 g_1, \dots, g_{N_1} 來表示，並且關於展頻因數 256 的使用者符號和增益可以分別由 b_1', \dots, b_{N_2}' 和 g_1', \dots, g_{N_2}' 來表示。可以按向量形式將關於展頻因數 16 的使用者符號 b_1, \dots, b_{N_1} 表示為 $\hat{b}(m)$ ，其中 m 是關於展頻因數 16 的符號索引，並且可以按向量形式將關於展頻因數 256 的使用者符號 b_1', \dots, b_{N_2}' 表示為 $\hat{b}'(m')$ ，其中 m' 是關於展頻因數 256 的符號索引。在此實例中，展頻因數 256 處的使用者符號 b_1', \dots, b_{N_2}' 的一個符號週期橫跨展頻因數 16 處的使用者符號 b_1, \dots, b_{N_1} 的 16 個符

號週期。

用於展頻因數 256 處的使用者符號 b_i' 的展頻碼可被表示為包括展頻因數 16 處的父代碼 w 的 16 次重複的序列。圖 31 是圖示了用於展頻因數 256 處的使用者符號 b_i' 的展頻碼的圖，該展頻碼包括父代碼 w 的 16 次重複。父代碼 w 的每次重複乘以為一或者為負一的係數 $\alpha_i[m]$ ，其中 m 是關於展頻因數 16 的符號索引並且 i 是對於展頻因數 256 而言範圍從 1 到 N_2 的代碼索引。

在一態樣中，展頻因數 256 處的展頻碼 w_1' 到 w_{N_2}' 共享展頻因數 16 處的共用父代碼 w ，其中該父代碼 w 正交於在展頻因數 16 處使用的展頻碼 w_1 到 w_N 中的每個展頻碼，以使得該兩個展頻因數處的展頻碼為相互正交的。在圖 32 中圖示其實例，其中在展頻因數 16 處可用的代碼中的 N_1 個代碼被分配用於展頻碼 w_1 到 w_{N_1} 並且此等可用的代碼中的一個代碼被分配用於展頻因數 256 處的展頻碼 w_1' 到 w_{N_2}' 的父代碼 w 。

在一態樣中，可以如下最初偵測關於展頻因數 16 的使用者符號 $\hat{b}(m)$ ：

$$\hat{b}(m) = \text{slice}(z(m)) \quad (72)$$

其中 $\hat{b}(m)$ 是偵測出的使用者符號並且 $z(m)$ 是關於展頻因數 16 的收到符號。可以藉由分別用關於展頻因數 16 的解攪頻和解展頻碼來解攪頻和解展頻收到碼片的方式獲得收到符號 $z(m)$ 。亦可以如下最初偵測關於展頻因數 256 的使用者符號 $\hat{b}'(m)$ ：

$$\hat{b}'(m) = \text{slice}(z'(m)) \quad (73)$$

其中 $\hat{b}'(m)$ 是偵測出的使用者符號並且 $z'(m)$ 是關於展頻因數 256 的收到符號。可以藉由分別用關於展頻因數 256 的解攪頻和解展頻碼來解攪頻和解展頻收到碼片的方式獲得收到符號 $z'(m)$ 。

在一態樣中，可以如下在展頻因數 16 的等級處從最初偵測出的關於該兩個展頻因數的使用者符號來計算組合干擾估計：

$$I_c(m) = \sum_{l=-1,0,1} A_l(m) G \hat{b}_c(m+l) \quad (74)$$

其中 $\hat{b}_c(m)$ 是組合使用者符號，此等組合使用者符號包括偵測出的關於展頻因數 16 的使用者符號 $\hat{b}(m)$ 、以及偵測出的關於展頻因數 256 的使用者符號在符號週期 m 上的投影。此等組合使用者符號 $\hat{b}_c(m)$ 可被表達為：

$$\hat{b}_c(m) = \begin{bmatrix} \hat{b}_1(m) \\ \vdots \\ \hat{b}_{N_1}(m) \\ \sum_{i=1}^{N_2} g_i' \alpha_i[m] \hat{b}_i' \end{bmatrix} \quad (75)$$

其中最底下的項表示偵測出的關於展頻因數 256 的使用者符號在符號週期 m 上的投影。每個偵測出的關於展頻因數 256 的使用者符號對該投影的貢獻由 $g_i' \alpha_i[m] \hat{b}_i'$ 提供，其中 g_i' 是各別的增益， $\alpha_i[m]$ 是符號週期 m 處各別展頻碼的係數， \hat{b}_i' 是展頻因數 256 處最初偵測出的使用者符號（例如，基於方程式 (73)），並且 i 是關於展頻因數 256 的範圍從 1 到 N_2 的代碼索引。在此實例中，每個最初偵測出的關於

展頻因數 256 的使用者符號 \hat{b}_i' 跨關於展頻因數 16 的 16 個符號週期 m 是恆定的。對角增益矩陣 G 可被表達為：

$$G = \begin{bmatrix} g_1 & & & 0 \\ & \ddots & & \\ & & g_{N1} & \\ 0 & & & 1 \end{bmatrix} \quad (76)$$

其中 g_1 到 g_{N1} 是展頻因數 16 處的使用者符號的各別增益，並且係數一反映了在方程式 (68) 中計及展頻因數 256 處的使用者符號的增益。可如下正規化方程式 (76) 中的增益 g_i' ：

$$\hat{b}_c(m) = \begin{bmatrix} \hat{b}_1(m) \\ \vdots \\ \hat{b}_{N1}(m) \\ \sum_{i=1}^{N_2} \tilde{g}_i' \alpha_i[m] \hat{b}_i' \end{bmatrix} \quad (77)$$

其中 \tilde{g}_i' 由以下方程式提供：

$$\tilde{g}_i' = g_i' / \sqrt{\sum_{i=1}^{N_2} (g_i')^2} \quad (78)$$

在此狀況下，增益矩陣 G 由以下方程式提供：

$$G = \begin{bmatrix} g_1 & & & 0 \\ & \ddots & & \\ & & g_{N1} & \\ 0 & & & \sqrt{\sum_{i=1}^{N_2} (g_i')^2} \end{bmatrix} \quad (79)$$

可以基於方程式 (28) - 方程式 (30) 來計算矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_1 ，其中展頻矩陣 W 可被表達為：

$$W = \begin{bmatrix} \underline{W}_1 & \cdots & \underline{W}_{N1} & \underline{W} \end{bmatrix} \quad (80)$$

其中 \underline{W}_1 到 \underline{W}_{N1} 是用於展頻因數 16 處的使用者符號的展

頻碼並且 \underline{W} 是關於展頻因數 256 的展頻碼在展頻因數 16 處的父代碼。在此實例中，展頻碼 \underline{W}_1 到 \underline{W}_{N_1} 中的每個展頻碼以及父代碼 \underline{W} 由包括 16 個碼片的列向量來表示。展頻矩陣 W 可以是 $N \times N$ 矩陣，其中 N 對應於展頻因數 16。在此實例中，可以存在最多 15 個關於展頻因數 16 的展頻碼（例如， $N_1=15$ ），因為可用展頻碼中的一個展頻碼被用於關於展頻因數 256 的展頻碼的父代碼。

可以分別基於方程式 (24) 和方程式 (19) 來推導總濾波器矩陣 C 和攪頻矩陣 P ，其中維度 N 對應於較低的展頻因數（例如，對於以上實例而言 $N=16$ ）。

在此態樣中，組合干擾 $I_c(m)$ 計及來自關於該兩個展頻因數的使用者符號的多使用者干擾，並且在較低展頻因數（例如，16）的等級處計算該組合干擾 $I_c(m)$ ，此簡化了干擾計算。

在計算了組合干擾 $I_c(m)$ 之後，可以從展頻因數 16 處的收到符號 $\underline{z}(m)$ 中移除該組合干擾，其中此等收到符號包括對應於展頻因數 16 處的使用者符號的收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{N_1}(m)$ 以及藉由基於展頻因數 256 處的代碼的父代碼 w 來解展頻經解攪頻的收到碼片的方式推導出的收到符號。此等收到符號 $\underline{z}(m)$ 可由以下方程式提供：

$$\underline{z}(m) = \begin{bmatrix} z_1(m) \\ \vdots \\ z_{N_1}(m) \\ z'(m) \end{bmatrix} \quad (81)$$

其中 $z_1(m)$ 到 $z_{N_1}(m)$ 是對應於展頻因數 16 處的使用者符號的

收到符號，並且 $z'(m)$ 是基於父代碼的收到符號。已移除了該組合干擾的收到符號可被表達為：

$$\bar{z}(m) = z(m) - \sum_{l=-1,0,1} A_l(m) G \hat{b}_c(m+1) \quad (82)$$

其中 $\bar{z}(m)$ 是在已移除了組合干擾之後的收到符號。已移除了組合干擾的收到符號 $\bar{z}(m)$ 包括對應於關於展頻因數 16 的使用者符號的 $\bar{z}_1(m)$ 到 $\bar{z}_{N_1}(m)$ 以及基於用於展頻因數 256 的父代碼 w 的 $\bar{z}'(m)$ 。從收到符號移除組合干擾提供了對來自該兩個展頻因數處的使用者符號的多使用者干擾的消去。此舉導致以下所論述的對該兩個展頻因數處的使用者符號的重新偵測更準確。

在一態樣中，使用已移除了組合干擾的收到符號 $\bar{z}(m)$ 來重新偵測關於展頻因數 16 的使用者符號。可以如下使用限幅來重新偵測關於展頻因數 16 的每個使用者符號：

$$\hat{b}_i(m) = \text{Slice} \left\{ \bar{z}_i(m) + [a_0(m)]_{i,i} g_i \hat{b}_i(m) \right\} \quad (83)$$

其中 $\hat{b}_i(m)$ 是重新偵測出的使用者符號，並且 i 是關於展頻因數 16 的範圍從 1 到 N_1 的代碼索引。項 $[a_0(m)]_{i,i} g_i \hat{b}_i(m)$ 被用來重新添加最初偵測出的使用者符號 $\hat{b}_i(m)$ 的貢獻，其在方程式 (82) 中因計算出的組合干擾而被移除。項 $[a_0(m)]_{i,i}$ 代表矩陣 A_0 在第 i 行和第 i 列中的係數。

在一態樣中，使用已移除了組合干擾的收到符號 $\bar{z}(m)$ 來重新偵測展頻因數 256 處的使用者符號。為了重新偵測展頻因數 256 處的使用者符號，計算展頻因數 16 處的 16 個相應的收到符號並且隨後相干地組合該 16 個收到符號以

[5]

估計展頻因數 256 處的使用者符號的收到符號。對展頻因數 256 處的收到符號作出貢獻的展頻因數 16 處的 16 個收到符號中的每個收到符號可被表達為：

$$\bar{z}_i'(m) = \bar{z}'(m) + [a_0(m)]_{N,N} \alpha_i[m] g_i' \hat{b}_i' \quad (84)$$

其中 $\bar{z}_i'(m)$ 是展頻因數 16 處已移除了組合干擾的收到符號， m 是關於展頻因數 16 的符號索引，並且 i 是關於展頻因數 256 的範圍從 1 到 N_2 的代碼索引。項 $[a_0(m)]_{N,N} \alpha_i[m] g_i' \hat{b}_i'$ 被用來重新添加最初偵測出的使用者符號 \hat{b}_i' 的貢獻，其在方程式 (82) 中因計算出的組合干擾而被移除。在 16 個符號週期上計算收到符號 $\bar{z}_i'(m)$ ，使此等收到符號 $\bar{z}_i'(m)$ 乘以各別的係數 $\alpha_i[m]$ ，並且隨後相干地組合此等收到符號 $\bar{z}_i'(m)$ 。隨後，如下對此等組合收到符號進行限幅以偵測關於展頻因數 256 的使用者符號：

$$\hat{b}_i' = \text{Slice} \left\{ \sum_{m=1}^{16} \alpha_i[m] \bar{z}_i'(m) \right\} \quad (85)$$

其中 \hat{b}_i' 是展頻因數 256 處重新偵測出的使用者符號。

圖 33 是圖示基於方程式 (84) 和方程式 (85) 來重新偵測關於展頻因數 256 的使用者符號 \hat{b}_i' 的圖。在方塊 3310-1 到方塊 3310-16 中，分別為符號週期 $m=1$ 到 $m=16$ 計算 $\bar{z}'(m)$ ，其中 $\bar{z}'(m)$ 是已移除了組合干擾的基於父代碼的收到符號（例如，基於方程式 (82)）。

加法器 3320-1 到加法器 3320-16 隨後分別向關於符號週期 $m=1$ 到 $m=16$ 的 $\bar{z}'(m)$ 添加項 $[a_0(m)]_{N,N} \alpha_i[m] g_i' \hat{b}_i'$ 。最初偵測出的使用者符號 \hat{b}_i' 對應於待重新偵測的使用者符號，並且對

於符號週期 $m=1$ 到 $m=16$ 而言是恆定的。

加法器 3320-1 到加法器 3320 的輸出分別在方塊 3330-1 到方塊 3330-16 中得到展頻因數 16 處的 16 個收到符號 $\bar{z}'(m)$ (例如, 基於方程式 (84))。每個收到符號 $\bar{z}'(m)$ 對展頻因數 256 處的與待重新偵測的使用者符號對應的收到符號作出貢獻。

乘法器 3340-1 到乘法器 3340-16 隨後使該 16 個收到符號 $\bar{z}'(m)$ 乘以各別的係數 $\alpha_i[m]$ 並且加法器 3350 組合此等收到符號。隨後, 由限幅器 3360 對加法器 3350 的輸出進行限幅以重新偵測展頻因數 256 處的使用者符號 \hat{b}_i' (例如, 基於方程式 (85))。

重新偵測出的關於該兩個展頻因數的使用者符號可被使用在迭代程序中以進一步完善重新偵測出的使用者符號。在此態樣中, 使用來自前一迭代 $k-1$ 的重新偵測出的使用者符號來重新計算關於迭代 k 的組合干擾, 並且根據以下表達式從收到符號 $\underline{z}(m)$ 中移除該組合干擾:

$$\bar{z}^{(k)}(m) = \underline{z}(m) - \sum_{l=-1,0,1} A_l(m) G \hat{b}_c^{(k-1)}(m+l) \quad (86)$$

其中 k 是迭代索引。隨後, 可以根據以下表達式針對迭代 k 來重新偵測關於展頻因數 16 的使用者符號:

$$\hat{b}_i^{(k)}(m) = \text{Slice} \left\{ \bar{z}_i(m) + [a_0(m)]_{i,i} g_i \hat{b}_i^{(k-1)}(m) \right\} \quad (87)$$

亦可以根據以下表達式針對迭代 k 來重新偵測關於展頻因數 256 的使用者符號:

$$\bar{z}_i'(m) = \bar{z}^{(k)}(m) + [a_0(m)]_{N,N} \alpha_i[m] g_i' \hat{b}_i'^{(k-1)} \quad (88)$$

$$\hat{b}_i^{(k)} = \text{Slice} \left\{ \sum_{m=1}^{16} \alpha_i[m] \bar{z}_i'(m) \right\} \quad (89)$$

圖 34 是根據本案的某些態樣的能夠偵測符號並且針對多個展頻因數執行干擾消去的多使用者偵測系統 3400 的示意圖。

偵測系統 3400 包括解攪頻單元 3405、第一解展頻單元 3410、以及第一限幅器單元 3450。解攪頻單元 3405 用解攪頻碼來解攪頻經濾波的收到碼片 $y(n)$ 並且第一解展頻單元 3410 用關於展頻因數 16 的解展頻碼來解展頻經解攪頻碼片。第一解展頻單元 3410 輸出一組關於展頻因數 16 的收到符號 $z(m)$ ，其可以由方程式 (81) 提供。收到符號 $z(m)$ 可以包括使用關於展頻因數 16 的解展頻碼所獲得的收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{M1}(m)$ 。收到符號 $z(m)$ 亦可以包括使用關於展頻因數 256 的解展頻碼的父代碼所獲得的收到符號 $z'(m)$ ，如以上所解釋。收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{M1}(m)$ 被輸入第一限幅器 3450，該第一限幅器 3450 從收到符號 $z_1(m)$ 到 $z_{M1}(m)$ 偵測關於展頻因數 16 的使用者符號 $\hat{b}(m)$ (例如，基於方程式 (72))。

偵測系統 3400 亦包括第二解展頻單元 3420 以及第二限幅器單元 3460。第二解展頻單元 3420 用關於展頻因數 256 的解展頻碼來解展頻經解攪頻碼片。解展頻單元 3420 輸出一組關於展頻因數 256 的收到符號 $z'(m)$ ，其中 m' 是對應於 256 個碼片的符號週期。收到符號 $z'(m)$ 被輸入第二限幅器 3460，該第二限幅器 3460 從收到符號 $z'(m)$ 偵測關於展頻因數 256 的使用者符號 $\hat{b}'(m')$ (例如，基於方程式 (73))。

偵測系統 3400 進一步包括干擾消去單元 3470、重新偵測單元 3475 以及參數計算單元 3480。干擾消去單元 3470 從第一限幅器單元 3450 接收偵測出的關於展頻因數 16 的使用者符號 $\hat{b}(m)$ 並且從第二限幅器單元 3460 接收偵測出的關於展頻因數 256 的使用者符號 $\hat{b}'(m)$ 。干擾消去單元 3470 使用偵測出的關於該兩個展頻因數的使用者符號來計算組合干擾並且從展頻因數 16 處的收到符號 $z(m)$ 中移除該組合干擾（例如，基於方程式 (82)）。重新偵測單元 3475 隨後從已移除了計算出的干擾的收到符號重新偵測關於展頻因數 16 的使用者符號（例如，基於方程式 (83)）。重新偵測單元 3475 亦從已移除了計算出的干擾的收到符號重新偵測關於展頻因數 256 的使用者符號（例如，基於方程式 (84) 和方程式 (85)）。

可以經由回饋路徑 3485 將重新偵測出的關於該兩個展頻因數的使用者符號回饋到干擾消去單元 3470。干擾消去單元 3470 可以隨後使用重新偵測出的使用者符號來重新計算組合干擾，並且從收到符號中移除該重新計算出的組合干擾（例如，基於方程式 (86)）。重新偵測單元 3475 隨後從已移除了重新計算出的干擾的收到符號重新偵測關於展頻因數 16 的使用者符號（例如，基於方程式 (87)）。重新偵測單元 3475 亦從已移除了重新計算出的干擾的收到符號重新偵測關於展頻因數 16 的使用者符號（例如，基於方程式 (88) 和方程式 (89)）。以上迭代可被重複任何次數以完善重新偵測出的使用者符號。在圖 34 中，使

用者符號的上標 k 是迭代索引，其中對於從第一限幅器 3450 和第二限幅器 3460 輸出的使用者符號而言， $k=0$ 。

參數計算單元 3480 計算矩陣 A_{-1} 、 A_0 、 A_1 並且向干擾消除單元 3470 和重新偵測單元 3475 提供此等矩陣。

圖 35a 是圖示了根據本案的某些態樣的在存在多個展頻因數的情況下具有多使用者干擾消除的使用者符號偵測程序的流程圖。此程序可以在接收機（例如，行動站 106）處執行。

在操作 3510 中，使用偵測出的關於第一展頻因數和第二展頻因數的使用者符號來計算組合干擾（例如，基於方程式（75））。該組合干擾計及來自關於該兩個展頻因數的使用者符號的多使用者干擾。可以從對應於第一展頻因數（例如，16）的收到符號偵測關於第一展頻因數的使用者符號。例如，可以藉由對與第一展頻因數對應的收到符號進行限幅的方式來偵測關於第一展頻因數的使用者符號（例如，基於方程式（72））。可以藉由用關於第一展頻因數的解展頻碼來解展頻經解攪頻碼片的方式獲得對應於第一展頻因數的收到符號。可以從對應於第二展頻因數（例如，256）的收到符號偵測關於第二展頻因數的使用者符號。例如，可以藉由對與第二展頻因數對應的收到符號進行限幅的方式來偵測關於第二展頻因數的使用者符號（例如，基於方程式（73））。

在操作 3520 中，從對應於第一展頻因數的收到符號中移除計算出的組合干擾（例如，基於方程式（82））。 [5]

最後，在操作 3530 中，從已移除了該組合干擾的收到符號重新偵測關於第一展頻因數的使用者符號（例如，基於方程式（83））。

圖 35b 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統 100 中使用的行動站 106 的方塊圖。圖 35b 的行動站 106 包括用於基於偵測出的關於第一展頻因數和第二展頻因數的使用者符號來計算組合干擾的模組 3550。該組合干擾計及來自關於該兩個展頻因數的使用者符號的多使用者干擾。行動站 106 進一步包括用於從對應於第一展頻因數的收到符號中移除該組合干擾的模組 3560 以及用於基於已移除了該組合干擾的收到符號來重新偵測關於第一展頻因數的使用者符號的模組 3565。

圖 36 是圖示了根據本案的某些態樣的在存在多個展頻因數的情況下另一個具有多使用者干擾消去的使用者符號偵測程序的流程圖。圖 36 中的程序可被用來偵測關於第二展頻因數（例如，256）的使用者符號。

在操作 3610 中，獲得已移除了組合干擾的複數個收到符號（例如，基於方程式（84））。例如，可以藉由在關於第一展頻因數的多個符號週期（例如，16 個符號週期）上重複圖 35 中的操作 3510-操作 3540 的方式來獲得該複數個已移除了組合干擾的收到符號。

在操作 3620 中，使該複數個已移除了組合干擾的收到符號中的每個收到符號乘以各別的係數。

在操作 3630 中，組合該複數個乘以了各別的係數的收

到符號。

在操作 3640 中，從此等組合收到符號重新偵測關於第二展頻因數（例如，256）的使用者符號。例如，可以藉由對此等組合收到符號進行限幅的方式來重新偵測該使用者符號（例如，基於方程式（85））。

展頻因數 16 和 256 僅是示例性的，並且以上論述的方法和系統可以應用於其他展頻因數。另外，可以在其中關於較高展頻因數的展頻碼對應於較低展頻因數處的一個以上父代碼的狀況下應用此等方法和系統。

例如，關於較高展頻因數（例如，256）的展頻碼可以包括兩組展頻碼，其中每組展頻碼在較低展頻因數（例如，16）處具有不同的父代碼。在此實例中，組合使用者符號可被表達為：

$$\hat{b}_c(m) = \begin{bmatrix} \hat{b}_1(m) \\ \vdots \\ \hat{b}_{N_1}(m) \\ \sum_{i=1}^{N^{(1)}} g_i^{(1)} \alpha_i^{(1)} [m] \hat{b}_i^{(1)} \\ \sum_{i=1}^{N^{(2)}} g_i^{(2)} \alpha_i^{(2)} [m] \hat{b}_i^{(2)} \end{bmatrix} \quad (90)$$

其中 $\sum_{i=1}^{N^{(1)}} g_i^{(1)} \alpha_i^{(1)} [m] \hat{b}_i^{(1)}$ 是偵測出的對應於第一組展頻碼的使用者符號在符號週期 m 上的投影，並且 $\sum_{i=1}^{N^{(2)}} g_i^{(2)} \alpha_i^{(2)} [m] \hat{b}_i^{(2)}$ 是偵測出的對應於第二組展頻碼的使用者符號在符號週期 m 上的投影。方程式（76）中的增益矩陣 G 可被表達為：

$$G = \begin{bmatrix} g^1 & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & g_{N1} & & \\ & & & 1 & \\ & & & & 1 \end{bmatrix} \quad (91)$$

方程式 (80) 中的展頻矩陣 W 可由以下方程式提供：

$$W = \begin{bmatrix} \underline{W}_1 & \cdots & \underline{W}_{N1} & \underline{W}^{[1]} & \underline{W}^{[2]} \end{bmatrix} \quad (92)$$

其中 \underline{W}_1 到 \underline{W}_{N1} 是用於較低展頻因數處的使用者符號的展頻碼， $\underline{W}^{[1]}$ 是較高展頻因數處的第一組展頻碼的父代碼，並且 $\underline{W}^{[2]}$ 是較高展頻因數處的第二組展頻碼的父代碼。此等收到符號可由以下方程式提供：

$$\underline{z}(m) = \begin{bmatrix} z_1(m) \\ \vdots \\ z_{N1}(m) \\ z^{[1]}(m) \\ z^{[2]}(m) \end{bmatrix} \quad (93)$$

其中 $z^{[1]}$ 是從與較高展頻因數處的第一組展頻碼的父代碼對應的解展頻碼獲得的收到符號並且 $z^{[2]}$ 是從與較高展頻因數處的第二組展頻碼的父代碼對應的解展頻碼獲得的收到符號。在此實例中，可以例如基於方程式 (86) 到方程式 (89) 來執行組合干擾消去和關於該兩個展頻因數的使用者符號偵測。

本領域一般技藝人士將理解，資訊和信號可使用各種不同技術和技藝中的任何一種來表示。例如，貫穿上文描述始終可能被述及的資料、指令、命令資訊信號、位元、符號、和碼片可由電壓、電流、電磁波、磁場或磁粒子、光

[5]

場或光粒子、或其任何組合來表示。

本領域一般技藝人士將進一步瞭解，結合本文揭示的實施例描述的各种說明性邏輯模組、電路、和演算法可被實施為電子硬體、電腦軟體、或兩者的組合。為清楚地說明硬體與軟體的此可互換性，各種說明性元件、方塊、模組、電路、和步驟在上文是就其功能性作一般化描述的。此類功能性是被實施為硬體還是軟體取決於特定應用和強加於整體系統的設計約束。技藝人士可針對每種特定應用以不同方式來實施所描述的功能性，但此類實施決策不應被解讀為致使脫離本案的範疇。

結合本文所揭示的實施例描述的各种說明性邏輯區塊、模組、和電路可用通用處理器、數位信號處理器 (DSP)、特定應用積體電路 (ASIC)、現場可程式陣列 (FPGA) 或其他可程式邏輯設備、個別閘門或電晶體邏輯、個別的硬體元件、或其設計成執行本文所描述功能的任何組合來實施或執行。通用處理器可以是微處理器，但在替代方案中，該處理器可以是任何一般的處理器、控制器、微控制器、或狀態機。程序亦可以被實施為計算設備的組合，例如 DSP 與微處理器的組合、複數個微處理器、與 DSP 核心協作的一或多個微處理器、或任何其他此類配置。

在一或多個示例性實施例中，所描述的功能可以在硬體、軟體、韌體、或其任何組合中實施。若在軟體中實施，則各功能可以作為一或多個指令或代碼儲存在機器可讀

取媒體上或藉其進行傳送。機器可讀取媒體包括電腦儲存媒體和通訊媒體兩者，通訊媒體包括促進電腦程式從一地向另一地轉移的任何媒體。儲存媒體可以是能被電腦存取的任何可用媒體。舉例而言（但並非限制），此類機器可讀取媒體可包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其他光碟儲存、磁片儲存或其他磁性儲存設備、或能被用來攜帶或儲存指令或資料結構形式的所要程式碼且能被電腦存取的任何其他媒體。任何連接亦被適當地稱為機器可讀取媒體。例如，若軟體是使用同軸電纜、光纖電纜、雙絞線、數位用戶線路（DSL）、或諸如紅外、無線電、以及微波之類的無線技術從網站、伺服器、或其他遠端源傳送而來，則該同軸電纜、光纖電纜、雙絞線、DSL、或諸如紅外、無線電、以及微波之類的無線技術就被包括在媒體的定義之中。如本文中所使用的磁碟（disk）和光碟（disc）包括壓縮光碟（CD）、鐳射光碟、光碟、數位多功能光碟（DVD）、軟碟和藍光光碟，其中磁碟（disk）通常以磁性的方式再現資料，而光碟（disc）用鐳射以光學方式再現資料。上述的組合亦應被包括在機器可讀取媒體的範疇內。

提供以上對所揭示態樣的描述是為了使得本領域任何技藝人士皆能夠製作或使用本案。對此等態樣的各種修改將為本領域技藝人士所顯而易見，並且本文所定義的普適原理可被應用於其他態樣而不會脫離本案。因此，本案並非意欲被限定於本文中所示的態樣，而是應被授予與本

中揭示的原理和新穎性特徵一致的最廣義的範疇。

【圖式簡單說明】

圖 1 是根據本案的某些態樣的具有多個使用者的無線通訊系統的圖。

圖 2 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統中使用的行動站的方塊圖。

圖 3 是根據本案的某些態樣的單使用者通道模型的圖。

圖 4 (a) 是根據本案的某些態樣的多使用者通道模型的圖。

圖 4 (b) 是根據本案的某些態樣的簡化的多使用者通道模型的圖。

圖 4 (c) 是根據本案的某些態樣的包括雜訊的簡化的多使用者通道模型的圖。

圖 5 是根據本案的某些態樣在無線通訊系統中使用兩級處理的多使用者偵測系統的示意圖。

圖 6 是根據本案的某些態樣的使用兩級處理和多使用者干擾矩陣的多使用者偵測系統的示意圖。

圖 7 是圖示了根據本案的某些態樣的使用兩級處理來進行多使用者偵測的方法的流程圖。

圖 8 是圖示了根據本案的某些態樣的向接收機傳送碼片的方法的流程圖。

圖 9 是圖示了根據本案的某些態樣的用於將碼片處理成關於複數個使用者的一或多個收到符號的方法的流程圖。

[S]

圖 10 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統中使用的行動站的方塊圖。

圖 11 是根據本案的某些態樣的多通道模型的圖。

圖 12a 是圖示了根據本案的某些態樣的多使用者偵測方法的流程圖。

圖 12b 是圖示了根據本案的某些態樣的用於計算多使用者干擾矩陣的方法的流程圖。

圖 12c 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統中使用的行動站的方塊圖。

圖 13 是根據本案的某些態樣的用於計算多使用者干擾矩陣和肩矩陣的系統的示意圖。

圖 14 是根據本案的某些態樣的具有干擾消去的多使用者偵測系統的示意圖。

圖 15 是根據本案的某些態樣的具有干擾消去的多使用者偵測系統的示意圖。

圖 16a 是圖示了根據本案的某些態樣的具有干擾消去的多使用者偵測方法的流程圖。

圖 16b 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統中使用的行動站的方塊圖。

圖 17 是根據本案的某些態樣的具有迭代干擾消去的多使用者偵測系統的示意圖。

圖 18 是圖示了根據本案的某些態樣的具有迭代干擾消去的多使用者偵測方法的流程圖。

圖 19 是根據本案的某些態樣的具有迭代干擾消去的多 S1

使用者偵測系統的示意圖。

圖 20 是根據本案的某些態樣的具有細胞服務區間干擾消去的偵測系統的示意圖。

圖 21 是根據本案的某些態樣的細胞服務區計算單元的示意圖。

圖 22a 是圖示了根據本案的某些態樣的用於計算關於細胞服務區的接收碼片的方法的流程圖。

圖 22b 是圖示了根據本案的某些態樣的用於進行細胞服務區間干擾消去的方法的流程圖。

圖 22c 是圖示了根據本案的某些態樣的用於進行細胞服務區間消去和多使用者偵測的方法的流程圖。

圖 22d 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統中使用的行動站的方塊圖。

圖 23 是根據本案的某些態樣的通道估計系統的示意圖。

圖 24a 是圖示了根據本案的某些態樣的用於進行通道估計的方法的流程圖。

圖 24b 是圖示了根據本案的某些態樣的用於總濾波器估計的方法的流程圖。

圖 24c 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統中使用的行動站的方塊圖。

圖 25a 是根據本案的某些態樣的示例性 16 QAM 群集的圖。

圖 25b 是根據本案的某些態樣的示例性 QPSK 群集的圖。

圖 26 是根據本案的某些態樣的被分解成子群集的示例 S1

性 16 QAM 群集的圖。

圖 27 是根據本案的某些態樣的多使用者 QAM 子群集偵測系統的示意圖。

圖 28a 是圖示了根據本案的某些態樣的用於進行多使用者子群集偵測的方法的流程圖。

圖 28b 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統中使用的行動站的方塊圖。

圖 29 是根據本案的某些態樣的具有迭代干擾消去的多使用者 QAM 偵測系統的示意圖。

圖 30 是根據本案的某些態樣的正交可變展頻因數 (OVSF) 樹的圖。

圖 31 是根據本案的某些態樣的根據父代碼來表示展頻碼的圖。

圖 32 是根據本案的某些態樣的在不同展頻因數處的展頻碼的圖。

圖 33 是圖示了根據本案的某些態樣的使用者符號偵測的流程圖。

圖 34 是根據本案的某些態樣的能夠偵測符號並且針對多個展頻因數執行干擾消去的多使用者偵測系統的示意圖。

圖 35a 是圖示了根據本案的某些態樣的用於在存在多個展頻因數的情況下進行多使用者偵測的方法的流程圖。

圖 35b 是根據本案的某些態樣的在無線通訊系統中使用的行動站的方塊圖。

圖 36 是圖示了根據本案的某些態樣的用於在存在多個展頻因數的情況下進行多使用者偵測的方法的流程圖。

【主要元件符號說明】

100	通訊系統/無線通訊系統
102A	細胞服務區
102B	細胞服務區
102C	細胞服務區
102D	細胞服務區
102E	細胞服務區
102F	細胞服務區
102G	細胞服務區
104A	基地台
104B	基地台
104C	基地台
104D	基地台
104E	基地台
104F	基地台
104G	基地台
106	行動站
106A	行動站
106B	行動站
106C	行動站
106D	行動站

106E	行動站
106F	行動站
106G	行動站
106H	行動站
200	接收機
210	前端處理單元/濾波器/前端濾波器
220	天線
230	解攪頻和解展頻單元
240	處理單元/矩陣計算單元
250	記憶體
260	偵測單元
300	總濾波器
310	方塊/通道
315	解攪頻混頻器
317	解展頻混頻器
320	求和方塊
400	組合器
410	多使用者干擾矩陣
415	增益矩陣/方塊
420	層疊增益矩陣
425	方塊
500	階段 1
510	階段 2
700	操作

710	操作
720	操作
730	操作
800	操作
810	操作
820	操作
830	操作
840	操作
900	操作
910	操作
920	操作
930	操作
1000	模組
1010	模組
1020	模組
1030	模組
1110	方塊
1120	方塊
1130	方塊
1132	方塊
1135	方塊
1140	方塊
1150	方塊
1160	方塊

1220	操作
1230	操作
1232	操作
1234	操作
1236	操作
1238	操作
1240	操作
1250	模組
1260	模組
1270	模組
1305	系統
1310	矩陣計算單元
1320	代碼單元
1330	通道估計單元
1340	濾波器計算單元
1405	多使用者偵測系統
1410	濾波器/前端濾波器
1415	解攪頻單元
1420	解展頻單元
1430	偵測單元
1440	矩陣計算單元
1450	干擾消除單元
1460	重新偵測單元
1505	多使用者偵測系統

- 1510 濾波器/前端濾波器
- 1515 解攪頻混合器
- 1520 解攪頻和解展頻單元
- 1522 解展頻混合器
- 1525 求和方塊
- 1530 偵測單元
- 1535 代碼單元
- 1540 矩陣計算單元
- 1560 消去和重新偵測單元
- 1610 操作
- 1620 操作
- 1630 操作
- 1640 操作
- 1650 模組
- 1660 模組
- 1670 模組
- 1680 模組
- 1690 模組
- 1705 多使用者偵測系統
- 1730 偵測單元
- 1750 消去干擾單元/干擾消去單元
- 1752 回饋路徑
- 1755 緩衝器
- 1760 重新偵測單元

- 1810 操作
- 1820 操作
- 1830 操作
- 1840 操作
- 1850 操作
- 1860 操作
- 1905 多使用者偵測系統
- 1910 減法單元
- 1920 符號偵測器
- 1930 緩衝器
- 1940 干擾計算單元
- 2005 細胞服務區間干擾消除系統
- 2010a 第一細胞服務區計算單元
- 2010b 第二細胞服務區計算單元
- 2010c 第三細胞服務區計算單元
- 2020a 第一減法方塊/第一減法單元
- 2020b 第二減法方塊/第二減法單元
- 2020c 第三減法方塊/第三減法單元
- 2020d 第四減法方塊/第四減法單元
- 2030 細胞服務區排序單元
- 2110 細胞服務區計算單元
- 2120 濾波器
- 2130 解攪頻和解展頻單元
- 2140 偵測單元

- 2150 增益單元
- 2160 展頻和攪頻單元
- 2170 碼片計算單元/細胞服務區計算單元
- 2205 操作
- 2210 操作
- 2215 操作
- 2220 操作
- 2225 操作
- 2230 操作
- 2235 操作
- 2250 操作
- 2255 操作
- 2260 操作
- 2265 操作
- 2270 模組
- 2275 模組
- 2280 模組
- 2285 模組
- 2305 通道估計系統
- 2310 濾波器單元/濾波器
- 2315 解攪頻混頻器
- 2320 解攪頻和解展頻單元
- 2322 解展頻混頻器
- 2325 求和方塊

- 2330 偵測單元
- 2335 增益單元
- 2337 增益混頻器
- 2340 展頻和攪頻單元
- 2342 展頻混頻器
- 2343 組合器
- 2345 攪頻混頻器
- 2350 通道計算單元
- 2400 操作
- 2410 操作
- 2415 操作
- 2420 操作
- 2450 模組
- 2450a 象限
- 2450b 象限
- 2450c 象限
- 2450d 象限
- 2455 模組
- 2460 模組
- 2465 模組
- 2470 操作
- 2475 操作
- 2480 操作
- 2485 操作

2510	群集點
2512	群集點
2550a	象限
2550b	象限
2550c	象限
2550d	象限
2552a	象限
2552b	象限
2552c	象限
2552d	象限
2610a	群集點
2610b	群集點
2610c	群集點
2610d	群集點
2620	第一子群集
2630	第二子群集
2650a	群集點
2650b	群集點
2650c	群集點
2650d	群集點
2705	多使用者 16 QAM 偵測系統 / 子群集偵測系統
2710	第一偵測單元
2720	定標器
2730	緩衝器

2740	重構單元
2750	減法單元
2760	第二偵測單元
2770	組合器
2800	操作
2810	操作
2820	操作
2830	操作
2850	模組
2855	模組
2860	模組
2865	模組
2870	模組
2905	多使用者 QAM 偵測系統
2910	減法單元
2920	重新偵測單元
2930	緩衝器
2940	干擾計算單元
3010a	代碼
3020a	子代碼
3020b	子代碼
3020c	代碼
3020d	代碼
3030a	子代碼

- 3030b 子代碼
- 3030c 子代碼
- 3030d 子代碼
- 3310-1 方塊
- 3310-16 方塊
- 3320-1 加法器
- 3320-16 加法器
- 3330-1 方塊
- 3330-16 方塊
- 3340-1 乘法器
- 3340-16 乘法器
- 3350 加法器
- 3360 限幅器
- 3400 多使用者偵測系統
- 3405 解攪頻單元
- 3410 第一解展頻單元
- 3420 第二解展頻單元
- 3450 第一限幅器單元/第一限幅器
- 3460 第二限幅器單元/第二限幅器
- 3470 干擾消除單元
- 3475 重新偵測單元
- 3480 參數計算單元
- 3485 回饋路徑
- 3510 操作

3520	操作
3530	操作
3550	模組
3560	模組
3565	模組
3610	操作
3620	操作
3630	操作
3640	操作

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：99114086

※申請日期：99年5月3日

※IPC 分類：H04B 1/00 (2006.01)
H04B 15/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於細胞服務區間干擾消去的方法和系統/METHOD AND SYSTEM FOR INTER-CELL INTERFERENCE CANCELLATION

二、中文發明摘要：

本發明提供了用於細胞服務區間干擾消去的系統和方法。在本案的一態樣中，提供了一種裝置。該裝置包括一細胞服務區計算單元和一減法單元，該細胞服務區計算單元被配置成計算關於一第一干擾細胞服務區的接收碼片，並且該減法單元被配置成從一接收機處的收到碼片中移除計算出的關於該第一干擾細胞服務區的接收碼片。該裝置進一步包括一處理單元和一偵測單元，該處理單元被配置成將已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成收到符號，該偵測單元被配置成從該等收到符號偵測關於一目標細胞服務區的使用者符號。

三、英文發明摘要：

Systems and methods for inter-cell interference cancellation are provided. In one aspect of the disclosure, an apparatus is provided. The apparatus comprises a cell computation unit configured to compute receive chips for a first interfering cell and a subtraction unit configured to remove the computed receive chips for the first interfering cell from received chips at a receiver. The apparatus further comprises a processing

unit configured to process the received chips with the computed receive chips for the first interfering cell removed into received symbols and a detection unit configured to detect user symbols for a target cell from the received symbols.

七、申請專利範圍：

1. 一種在一無線通訊系統中進行細胞服務區間干擾消去的方法，包括以下步驟：

計算關於一第一干擾細胞服務區的接收碼片；

從收到碼片中移除計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片；

將已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成收到符號；及

基於該等收到符號來偵測關於一目標細胞服務區的使用者符號。

2. 如請求項 1 之方法，其中計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的步驟包括以下步驟：

偵測關於該第一干擾細胞服務區的使用者符號；

基於偵測出的關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號來計算該第一干擾細胞服務區的發射碼片；及

基於計算出的該等發射碼片以及對該第一干擾細胞服務區的一通道估計來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片。

3. 如請求項 2 之方法，其中計算該第一干擾細胞服務區的該等發射碼片的步驟包括以下步驟：用一組展頻碼來展頻偵測出的關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符

號。

4. 如請求項 2 之方法，進一步包括以下步驟：使用來自該第一干擾細胞服務區的一引導頻信號來決定對該第一干擾細胞服務區的該通道估計。

5. 如請求項 2 之方法，其中偵測關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號的步驟包括以下步驟：

計算關於該目標細胞服務區的接收碼片；

從該等收到碼片中移除計算出的關於該目標細胞服務區的該等接收碼片；及

使用已移除了計算出的關於該目標細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片。

6. 如請求項 1 之方法，包括以下步驟：

計算關於一第二干擾細胞服務區的接收碼片；及

從該等收到碼片中移除計算出的關於該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片，

其中將已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區和該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成該等收到符號。

7. 如請求項 6 之方法，進一步包括以下步驟：

[S1]

量測複數個干擾細胞服務區在該接收機處的信號強度；及基於測得的該等信號強度來將該複數個干擾細胞服務區中的一個干擾細胞服務區指派為該第一干擾細胞服務區。

8. 如請求項 7 之方法，其中該複數個干擾細胞服務區中在該接收機處具有一最高測得信號強度的一干擾細胞服務區被指派為該第一干擾細胞服務區。

9. 一種在一無線通訊系統中進行細胞服務區間干擾消去的方法，包括以下步驟：

提供接收自複數個細胞服務區的收到碼片；

在複數次迭代中相繼地計算關於該複數個細胞服務區中的每個細胞服務區的接收碼片，其中該複數次迭代中的每次迭代包括：

從該等收到碼片中移除先前計算出的關於該複數個細胞服務區中的一或多個細胞服務區的接收碼片；及

使用已移除了先前計算出的關於該複數個細胞服務區中的該一或多個細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片來計算關於該複數個細胞服務區中的一個細胞服務區的接收碼片；及

從該等收到碼片中移除計算出的該等接收碼片中的一或多個接收碼片。

10. 如請求項 9 之方法，進一步包括以下步驟：

[S]

將已移除了該一或多個計算出的接收碼片的該等收到碼片處理成收到符號；及

基於該等收到符號來偵測關於一目標細胞服務區的使用者符號。

11. 如請求項 9 之方法，其中計算關於該複數個細胞服務區中的該一個細胞服務區的該等接收碼片的步驟包括以下步驟：

偵測關於該複數個細胞服務區中的該一個細胞服務區的使用者符號；

基於偵測出的關於該複數個細胞服務區中的該一個細胞服務區的該等使用者符號來計算發射碼片；及

基於計算出的該等發射碼片以及對該複數個細胞服務區中的該一個細胞服務區的一通道估計來計算關於該複數個細胞服務區中的該一個細胞服務區的該等接收碼片。

12. 一種裝置，包括

一細胞服務區計算單元，其配置成計算關於一第一干擾細胞服務區的接收碼片；

一減法單元，其配置成從一接收機處的收到碼片中移除計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片；

一處理單元，其配置成將已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成收到符號；及

[S]

一偵測單元，其配置成從該等收到符號偵測關於一目標細胞服務區的使用者符號。

13. 如請求項 12 之裝置，其中該細胞服務區計算單元包括：

一第二偵測單元，其配置成偵測關於該第一干擾細胞服務區的使用者符號；

一發射碼片計算單元，其配置成基於偵測出的關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號來計算該第一干擾細胞服務區的發射碼片；及

一接收碼片計算單元，其配置成基於計算出的該等發射碼片以及對該第一干擾細胞服務區的一通道估計來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片。

14. 如請求項 13 之裝置，其中該發射碼片計算單元被配置成用一組展頻碼來展頻偵測出的關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號以獲得該等發射碼片。

15. 如請求項 13 之裝置，其中對該第一干擾細胞服務區的該通道估計基於來自該第一干擾細胞服務區的一引導頻信號。

16. 如請求項 12 之裝置，進一步包括：

一第二細胞服務區計算單元，其配置成計算關於該目標細胞服務區的接收碼片；及

[S]

一 第二減法單元，其配置成從該等收到碼片中移除計算出的關於該目標細胞服務區的該等接收碼片，

其中該第一細胞服務區計算單元被配置成使用已移除了計算出的關於該目標細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片。

17. 如請求項 12 之裝置，進一步包括：

一 第二細胞服務區計算單元，其配置成計算關於一第二干擾細胞服務區的接收碼片；及

一 第二減法單元，其配置成從該等收到碼片中移除計算出的關於該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片，

其中該處理單元被配置成將已移除了關於該第一干擾細胞服務區和該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成該等收到符號。

18. 如請求項 16 之裝置，進一步包括：

一 第三細胞服務區計算單元，其配置成計算關於該目標細胞服務區的接收碼片；

一 第三減法單元，其配置成從該等收到碼片中移除計算出的關於該目標細胞服務區和該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片；

其中該第二細胞服務區計算單元被配置成使用已移除了計算出的關於該目標細胞服務區和該第一干擾細胞服

區的該等接收碼片的該等收到碼片來計算關於該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片。

19. 如請求項 12 之裝置，進一步包括一細胞服務區排序單元，其配置成量測複數個干擾細胞服務區在該接收機處的信號強度，以及基於該等測得的信號強度來將該複數個干擾細胞服務區中的一個干擾細胞服務區指派為該第一干擾細胞服務區。

20. 如請求項 19 之裝置，其中該複數個干擾細胞服務區中在該接收機處具有一最高測得信號強度的一干擾細胞服務區被指派為該第一干擾細胞服務區。

21. 一種裝置，包括

用於計算關於一第一干擾細胞服務區的接收碼片的構件；
用於從收到碼片中移除計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的構件；

用於將已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成收到符號的構件；及
用於基於該等收到符號來偵測關於一目標細胞服務區的使用者符號的構件。

22. 如請求項 21 之裝置，其中用於計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的構件包括：

[S]

用於偵測關於該第一干擾細胞服務區的使用者符號的構件；

用於基於偵測出的關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號來計算該第一干擾細胞服務區的發射碼片的構件；及

用於基於計算出的該等發射碼片以及對該第一干擾細胞服務區的一通道估計來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的構件。

23. 如請求項 22 之裝置，其中用於計算該第一干擾細胞服務區的該等發射碼片的構件包括用於用一組展頻碼來展頻偵測出的關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號的構件。

24. 如請求項 22 之裝置，進一步包括用於使用來自該第一干擾細胞服務區的一引導頻信號來決定對該第一干擾細胞服務區的該通道估計的構件。

25. 如請求項 22 之裝置，其中用於偵測關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號的構件包括：

用於計算關於該目標細胞服務區的接收碼片的構件；

用於從該等收到碼片中移除計算出的關於該目標細胞服務區的該等接收碼片的構件；及

用於使用已移除了計算出的關於該目標細胞服務區的該等

等接收碼片的該等收到碼片來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的構件。

26. 如請求項 21 之裝置，進一步包括：

用於計算關於一第二干擾細胞服務區的接收碼片的構件；及

用於從該等收到碼片中移除計算出的關於該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片的構件，

其中已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區和該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片被處理成該等收到符號。

27. 如請求項 26 之裝置，進一步包括：

用於量測複數個干擾細胞服務區在該接收機處的信號強度的構件；及

用於基於該等測得的信號強度來將該複數個干擾細胞服務區中的一個干擾細胞服務區指派為該第一干擾細胞服務區的構件。

28. 如請求項 27 之裝置，其中該用於指派的構件將該複數個干擾細胞服務區中在該接收機處具有一最高測得信號強度的一干擾細胞服務區指派為該第一干擾細胞服務區。

29. 一種其上儲存有指令的機器可讀取媒體，該等指令能

夠由一或多個處理器執行，並且該等指令包括用於執行以下動作的代碼：

計算關於一第一干擾細胞服務區的接收碼片；

從收到碼片中移除計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片；

將已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成收到符號；及

基於該等收到符號來偵測關於一目標細胞服務區的使用者符號。

30. 如請求項 29 之機器可讀取媒體，其中該用於計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的代碼包括用於執行以下動作的代碼：

偵測關於該第一干擾細胞服務區的使用者符號；

基於偵測出的關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號來計算該第一干擾細胞服務區的發射碼片；及

基於計算出的該等發射碼片以及對該第一干擾細胞服務區的一通道估計來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片。

31. 如請求項 30 之機器可讀取媒體，其中該用於計算該第一干擾細胞服務區的該等發射碼片的代碼包括用於用一組展頻碼來展頻偵測出的關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號的代碼。

[8]

32. 如請求項 30 之機器可讀取媒體，其中該等指令進一步包括用於使用來自該第一干擾細胞服務區的一引導頻信號來決定對該第一干擾細胞服務區的該通道估計的代碼。

33. 如請求項 30 之機器可讀取媒體，其中該用於偵測關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號的代碼包括用於執行以下動作的代碼：

計算關於該目標細胞服務區的接收碼片；

從該等收到碼片中移除計算出的關於該目標細胞服務區的該等接收碼片；及

使用已移除了計算出的關於該目標細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片。

34. 如請求項 29 之機器可讀取媒體，其中該等指令進一步包括用於執行以下動作的代碼：

計算關於一第二干擾細胞服務區的接收碼片；及

從該等收到碼片中移除計算出的關於該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片，

其中已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區和該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片被處理成該等收到符號。

35. 如請求項 34 之機器可讀取媒體，其中該等指令進一步包括用於執行以下動作的代碼：

量測複數個干擾細胞服務區在該接收機處的信號強度；及基於該等測得的信號強度來將該複數個干擾細胞服務區中的一個干擾細胞服務區指派為該第一干擾細胞服務區。

36. 如請求項 35 之機器可讀取媒體，其中該複數個干擾細胞服務區中在該接收機處具有一最高測得信號強度的一干擾細胞服務區被指派為該第一干擾細胞服務區。

37. 一種裝置，包括：

至少一個處理器，其配置成計算關於一第一干擾細胞服務區的接收碼片，從收到碼片中移除計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片，將已移除了計算出的關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成收到符號，以及基於該等收到符號來偵測關於一目標細胞服務區的使用者符號。

38. 如請求項 37 之裝置，其中該至少一個處理器被配置成藉由以下操作來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片：偵測關於該第一干擾細胞服務區的使用者符號，基於偵測出的關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號來計算該第一干擾細胞服務區的發射碼片，以及基於該等計算出的發射碼片和對該第一干擾細胞服務區的

一通道估計來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片。

39. 如請求項 38 之裝置，其中該至少一個處理器被配置成藉由用一組展頻碼來展頻偵測出的關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號的方式來計算該第一干擾細胞服務區的該等發射碼片。

40. 如請求項 39 之裝置，其中該至少一個處理器被配置成使用來自該第一干擾細胞服務區的一引導頻信號來決定對該第一干擾細胞服務區的該通道估計。

41. 如請求項 38 之裝置，其中該至少一個處理器被配置成藉由以下操作來偵測關於該第一干擾細胞服務區的該等使用者符號：計算關於該目標細胞服務區的接收碼片，從該等收到碼片中移除計算出的關於該目標細胞服務區的該等接收碼片，以及使用已移除了計算出的關於該目標細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片來計算關於該第一干擾細胞服務區的該等接收碼片。

42. 如請求項 37 之裝置，其中該至少一個處理器被配置成計算關於一第二干擾細胞服務區的接收碼片，從該等收到碼片中移除計算出的關於該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片，以及將已移除了計算出的關於該第一干擾細胞

服務區和該第二干擾細胞服務區的該等接收碼片的該等收到碼片處理成該等收到符號。

43. 如請求項 42 之裝置，其中該至少一個處理器被配置成量測複數個干擾細胞服務區在該接收機處的信號強度，以及基於該等測得的通道強度來將該複數個干擾細胞服務區中的一個干擾細胞服務區指派為該第一干擾細胞服務區。

44. 如請求項 43 之裝置，其中該複數個干擾細胞服務區中在該接收機處具有一最高測得信號強度的一干擾細胞服務區被指派為該第一干擾細胞服務區。

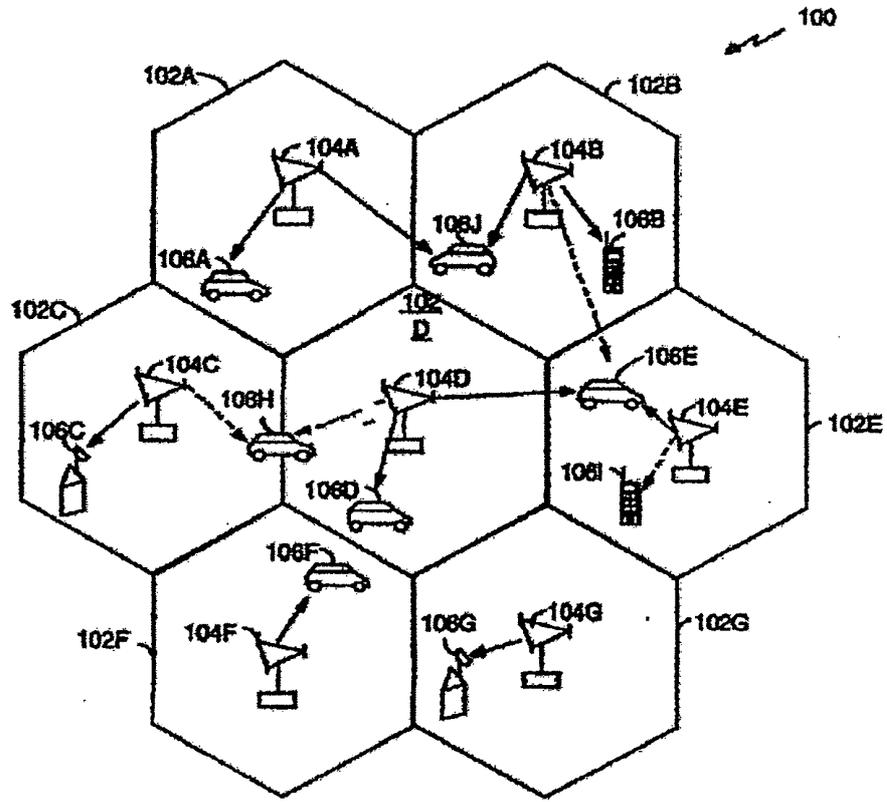


圖 1

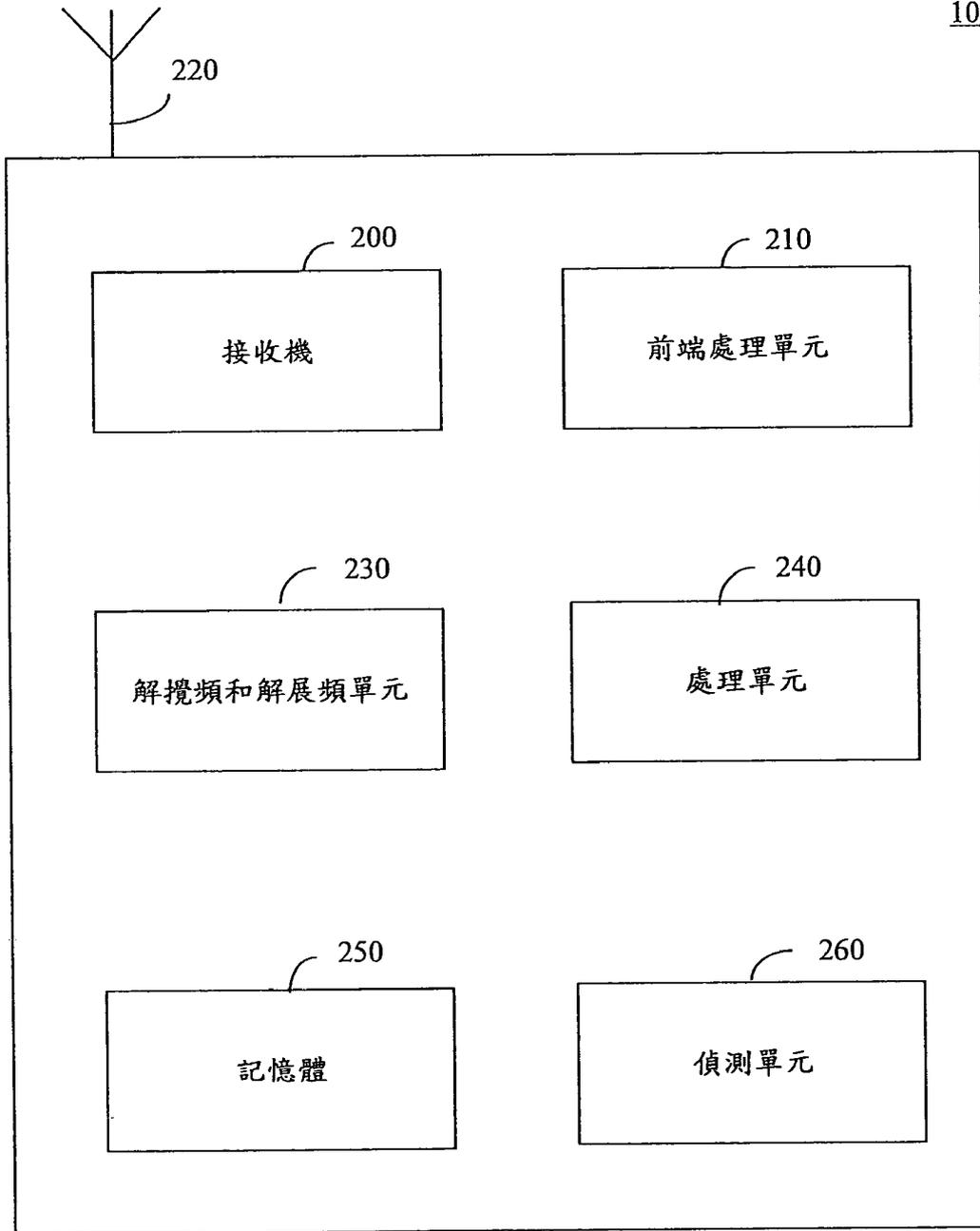


圖2

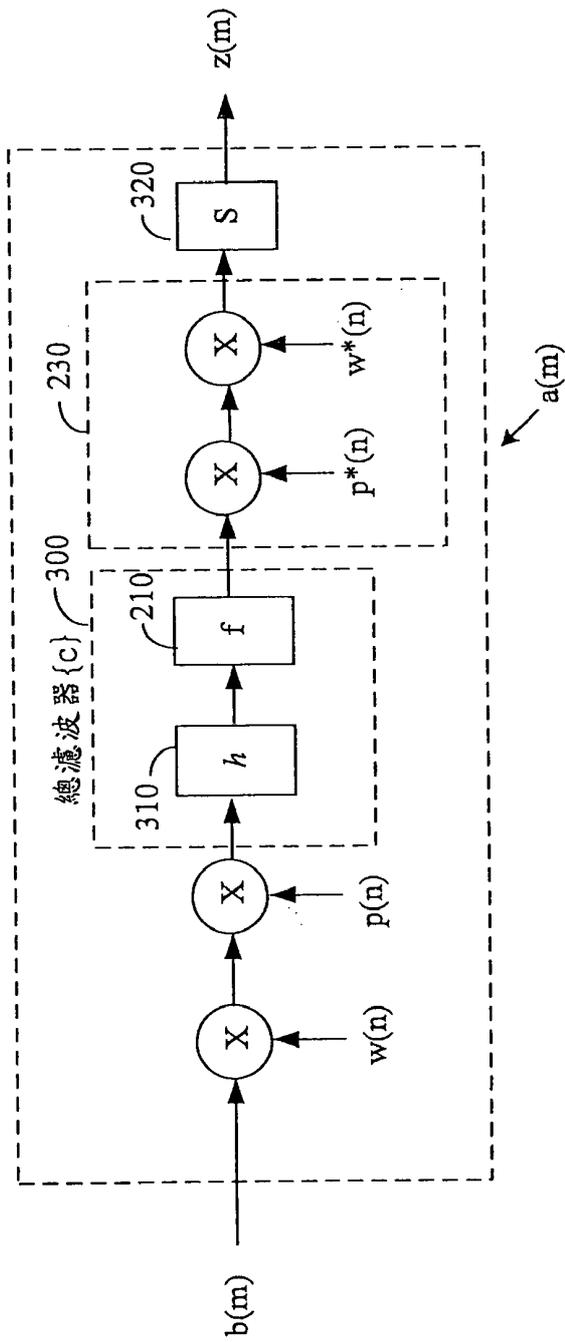


圖3

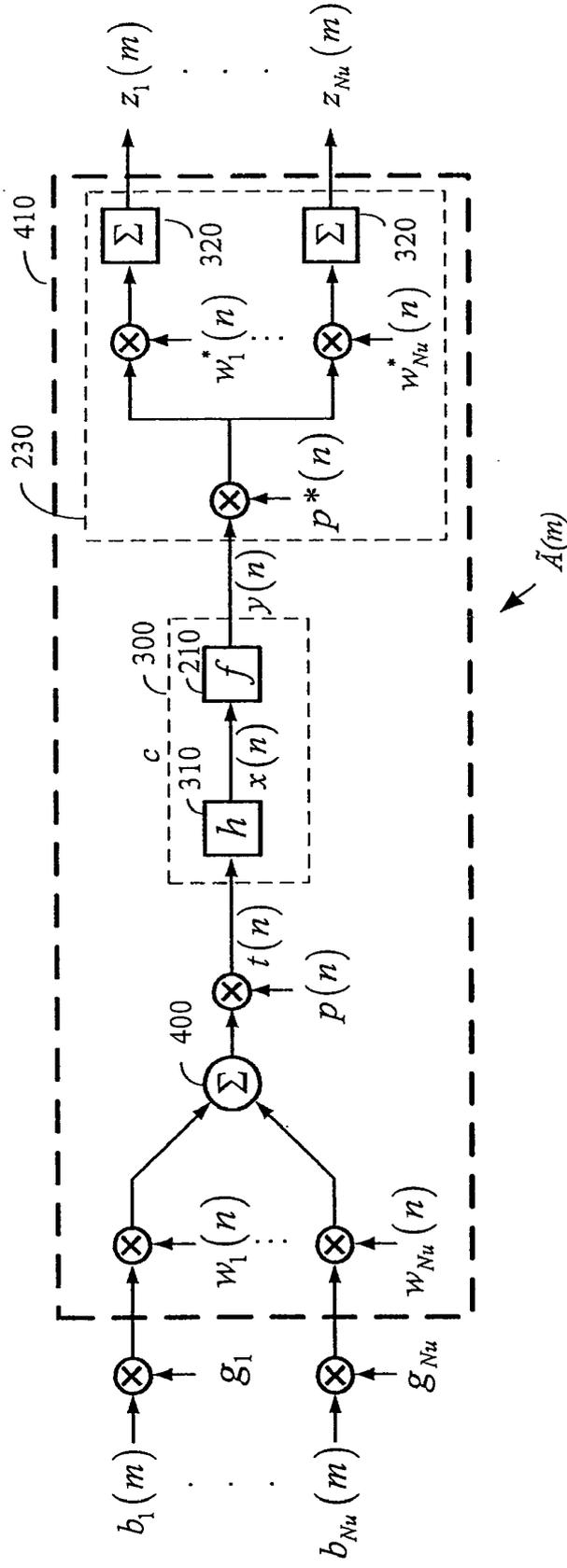


圖4 (a)

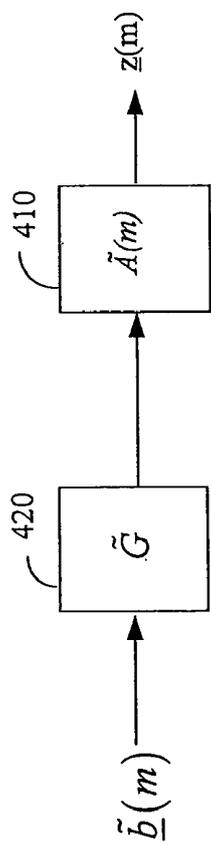


圖4 (b)

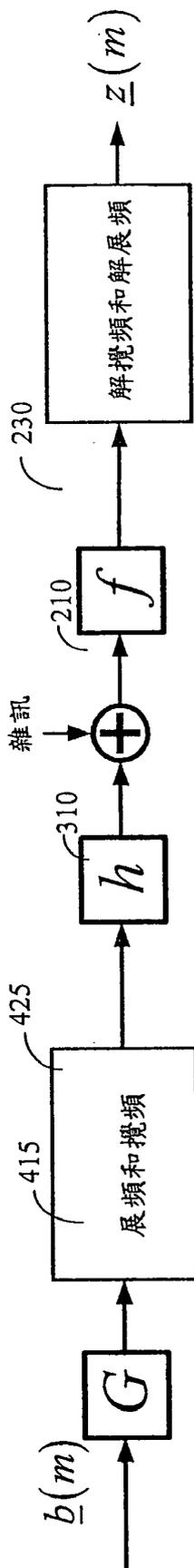


圖4 (c)

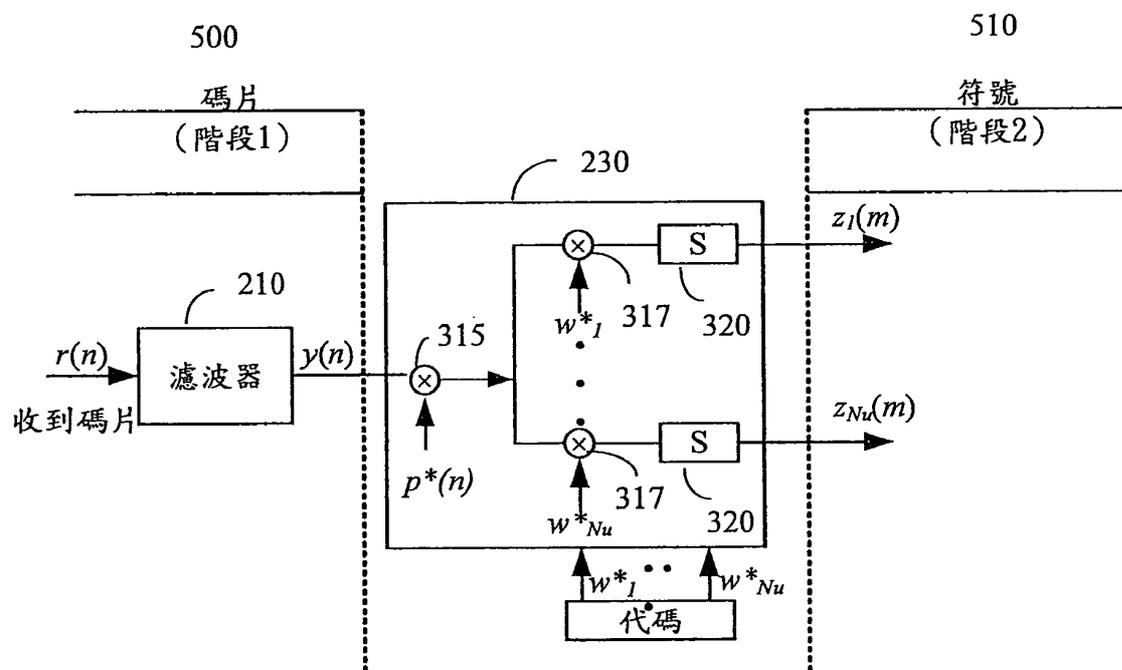


圖5

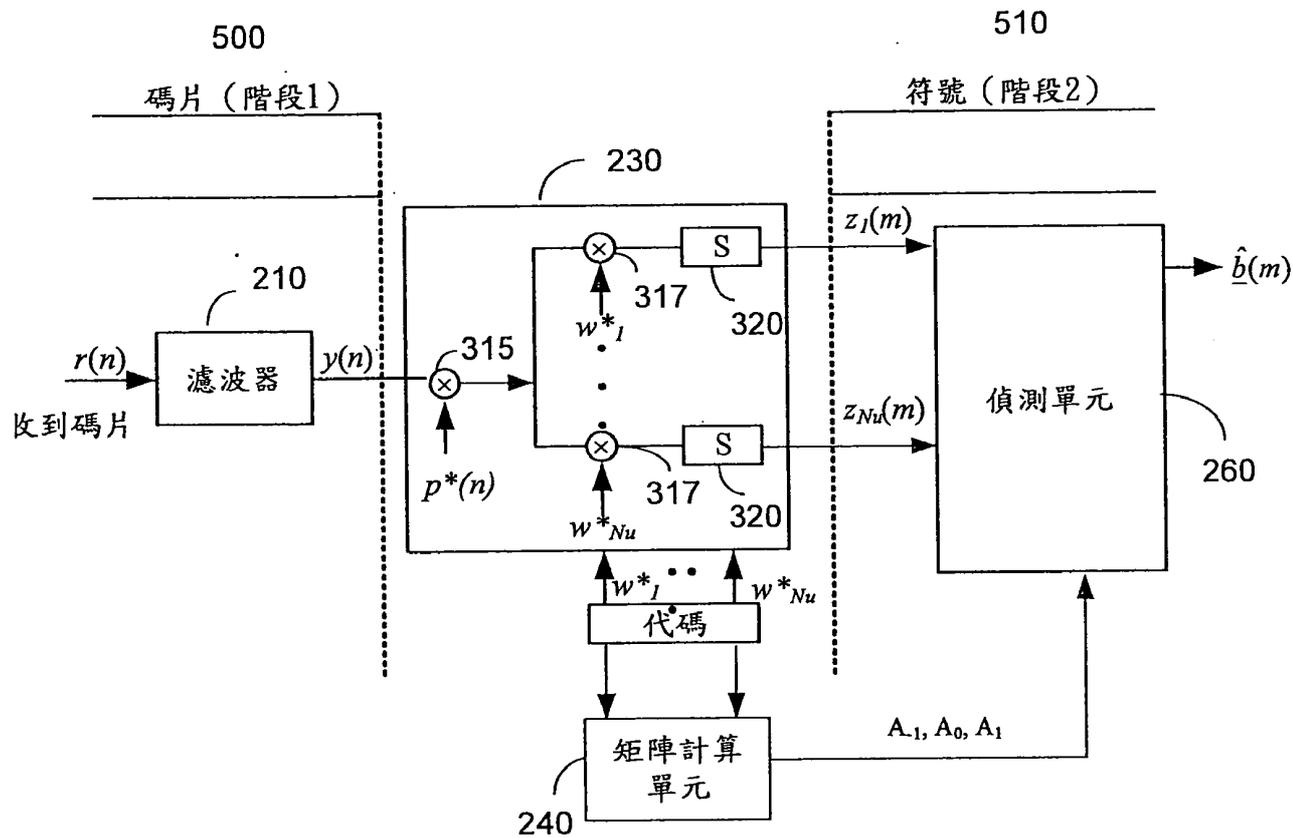


圖6

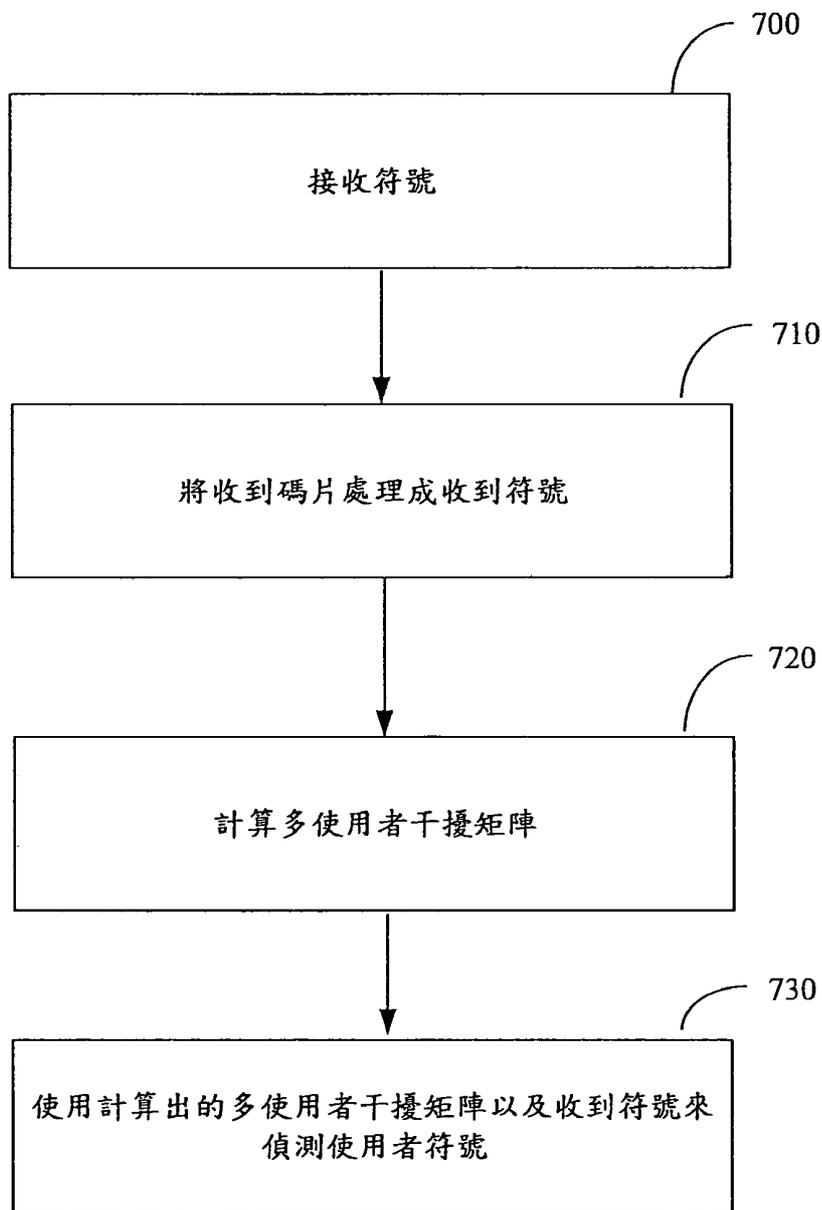


圖7

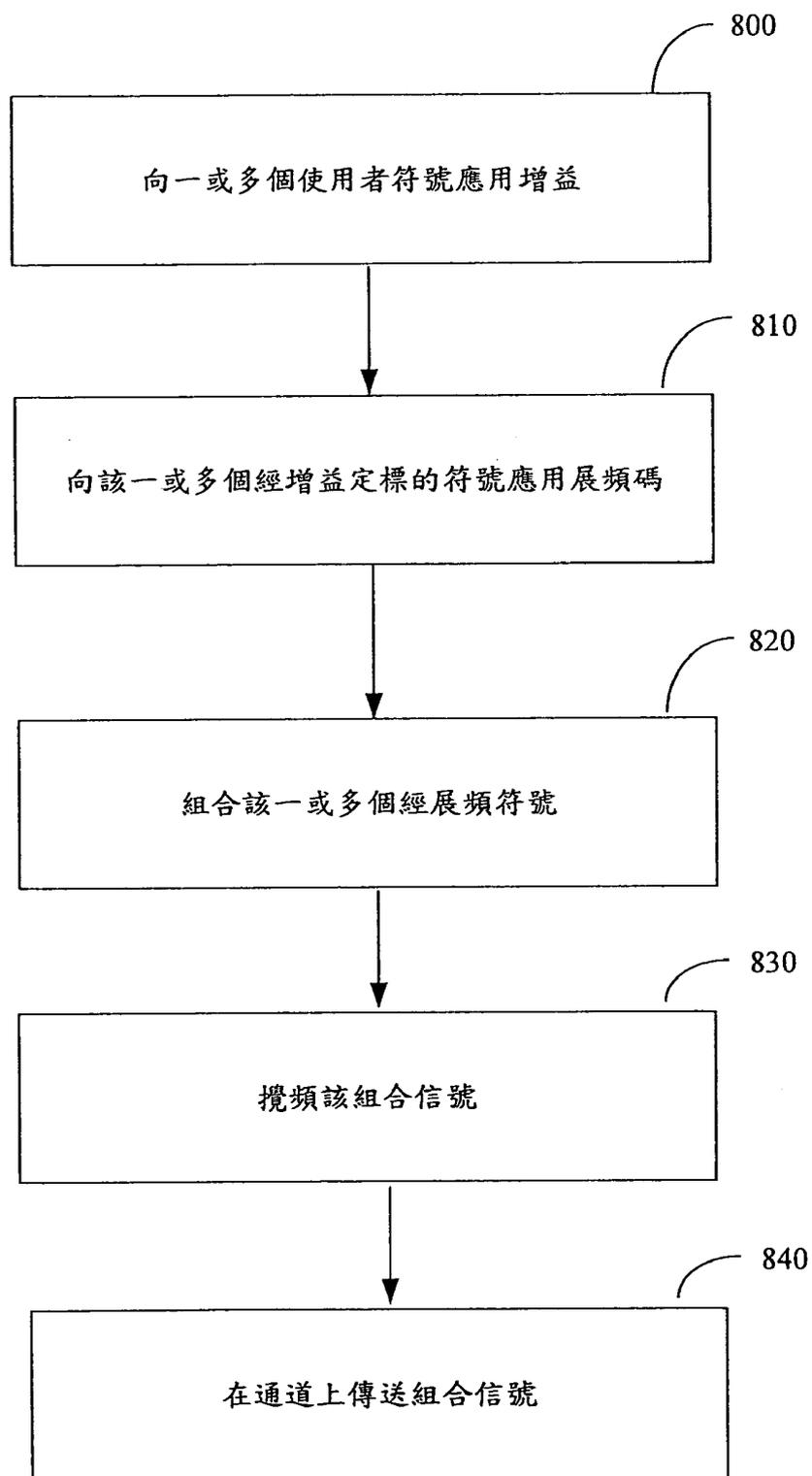


圖8

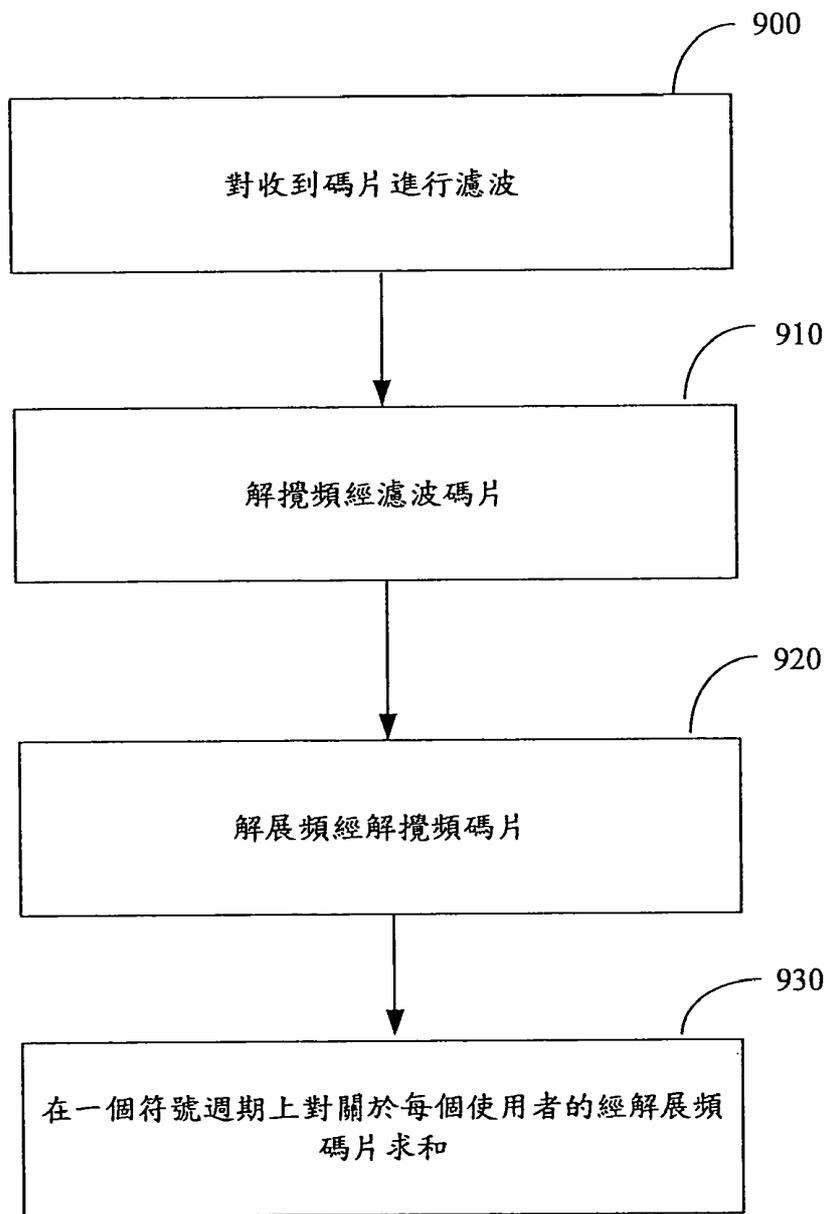


圖9

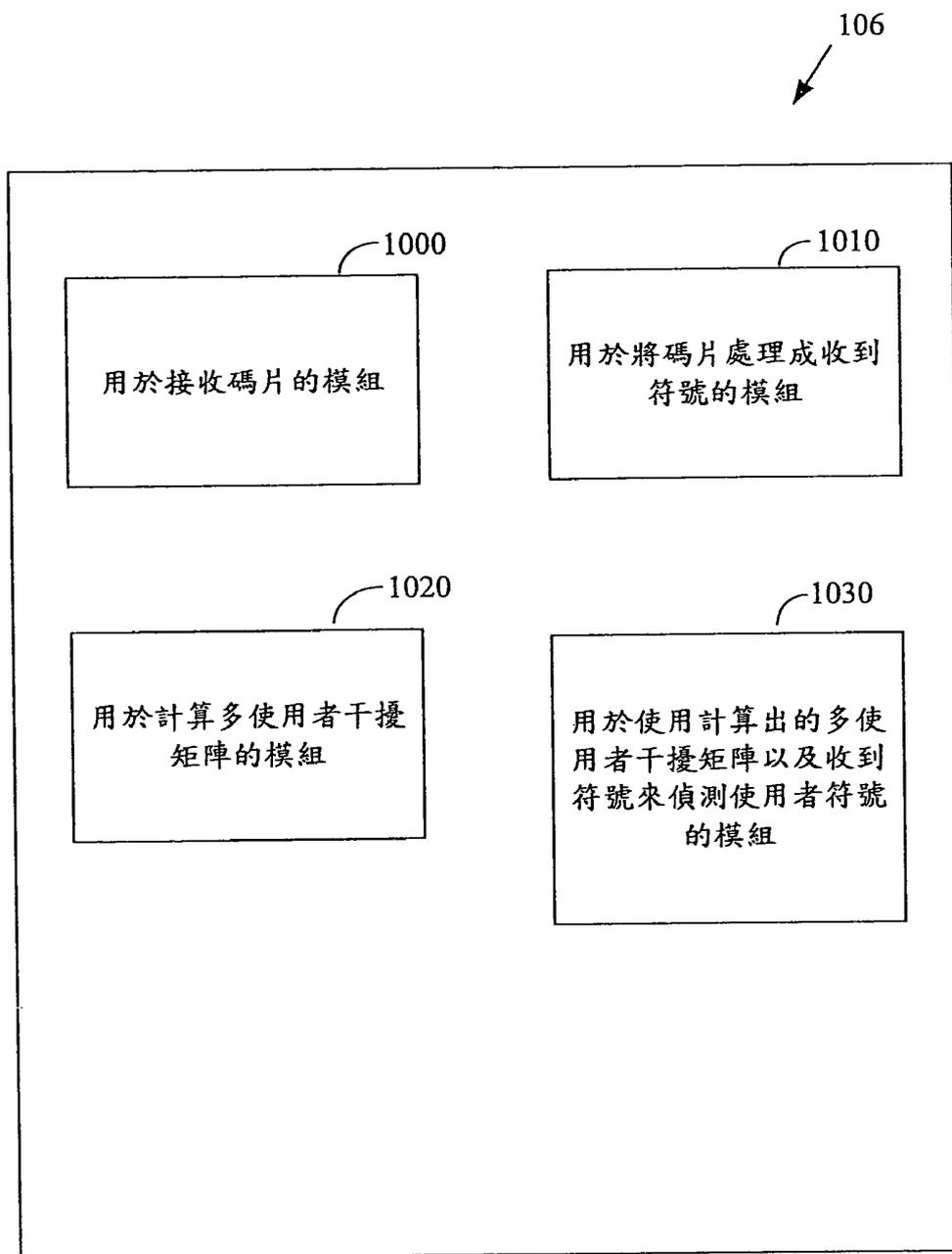


圖10

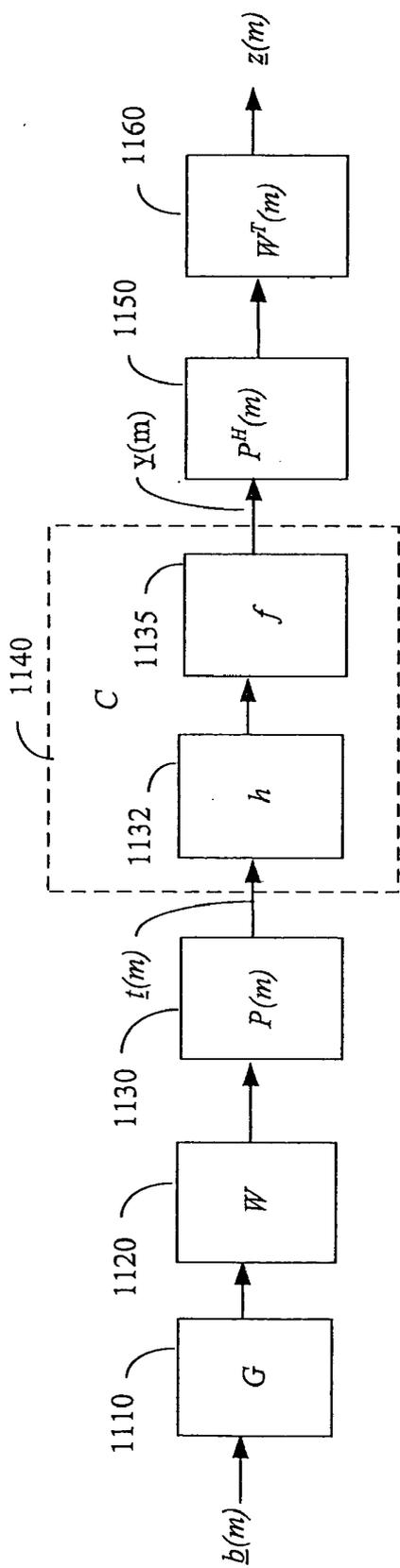


圖 11

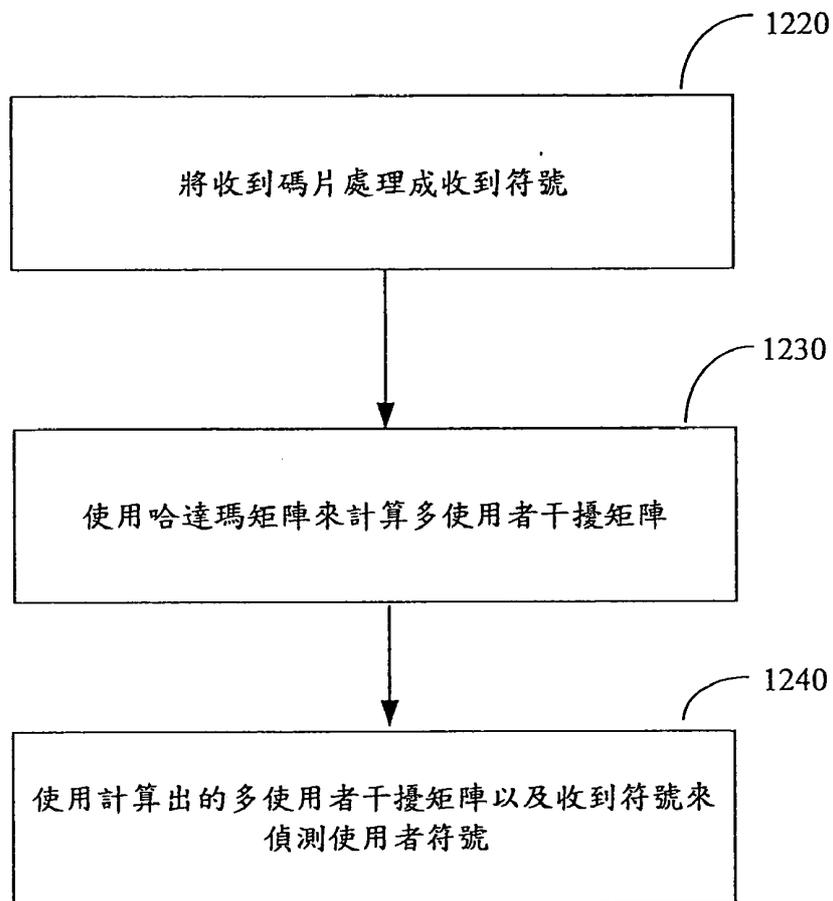


圖12a

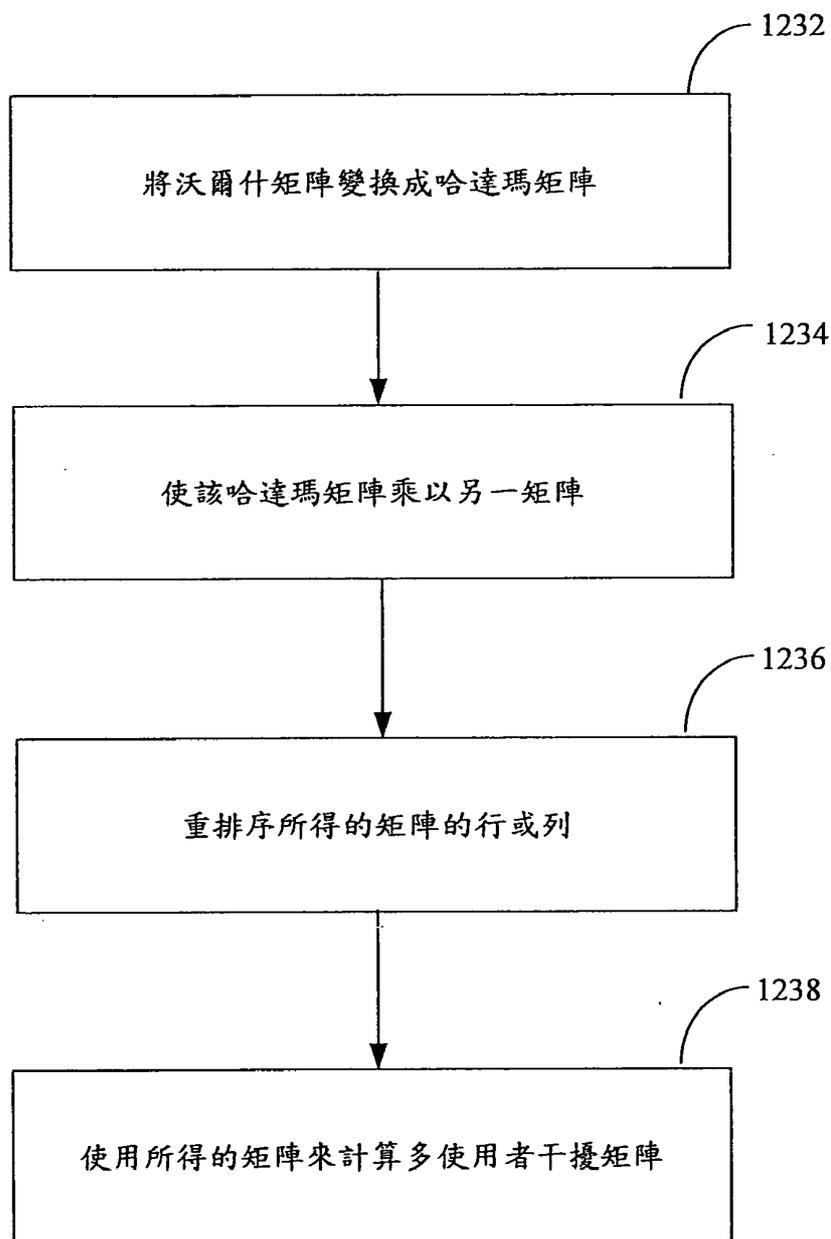


圖 12b

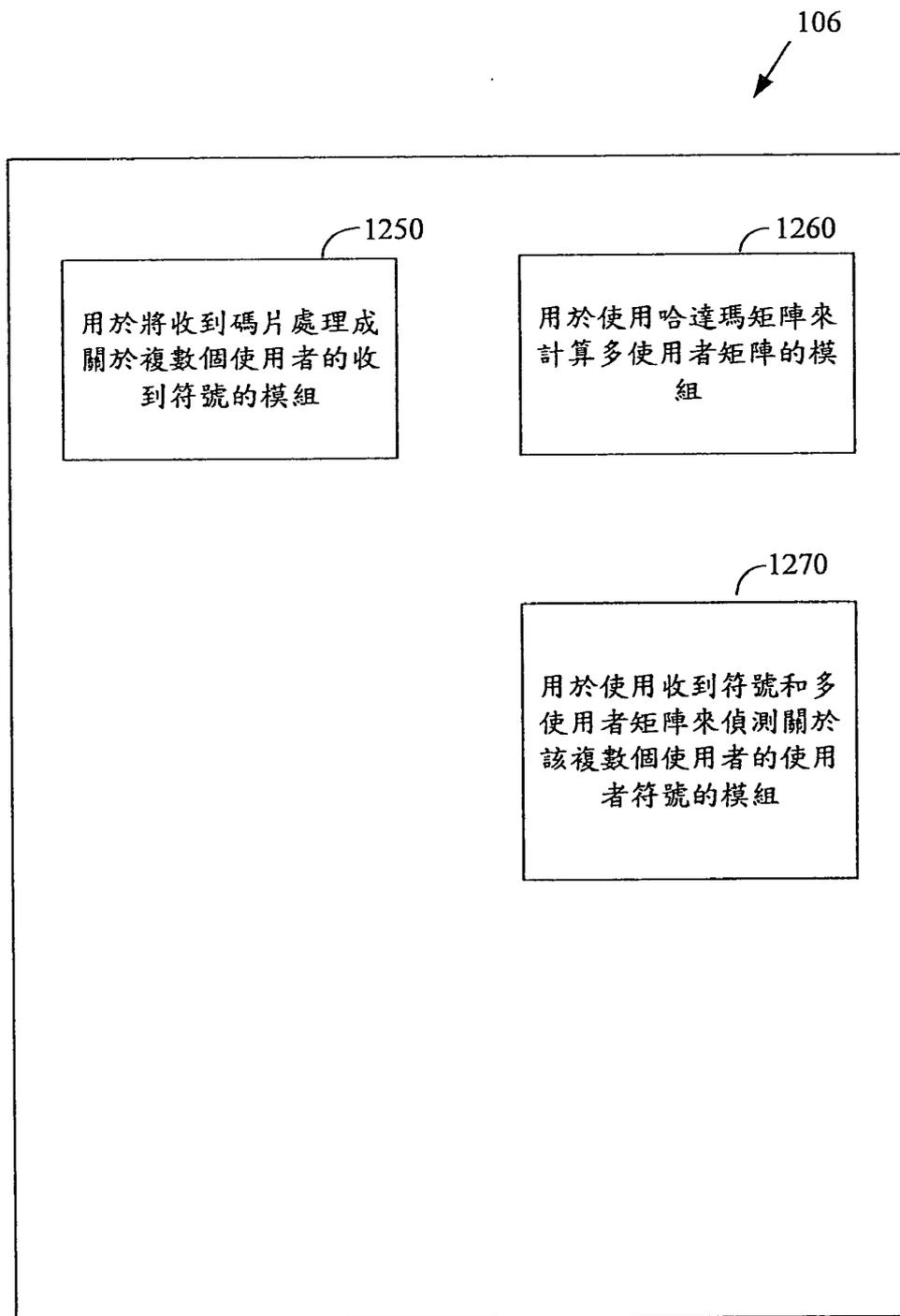


圖12c

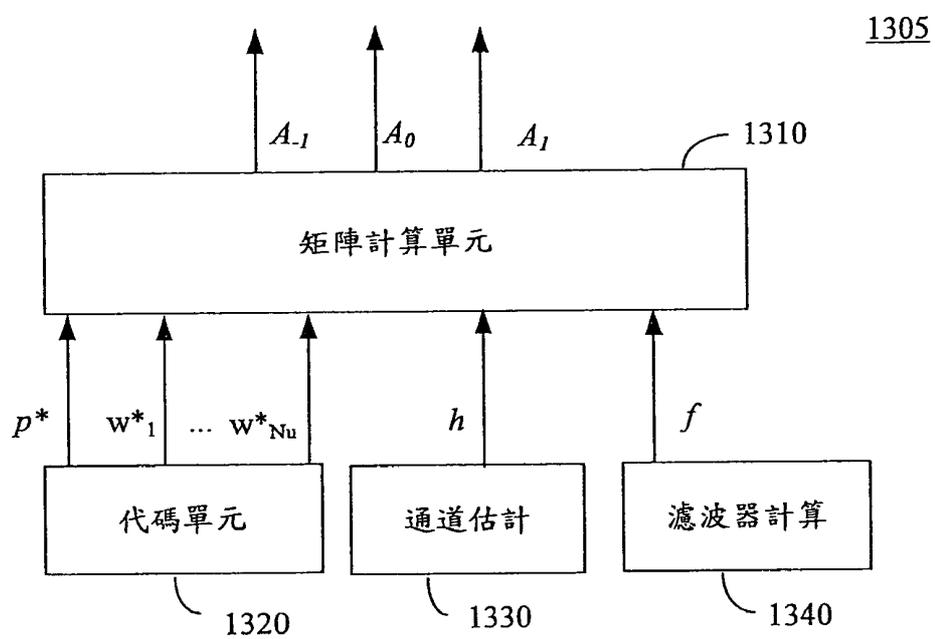


圖13

1405

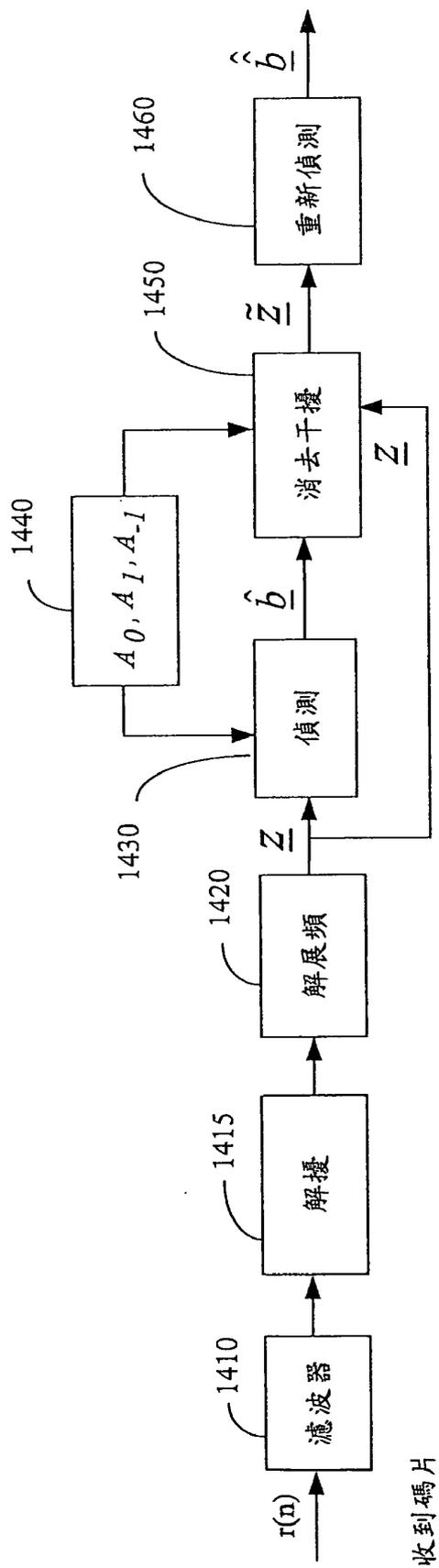
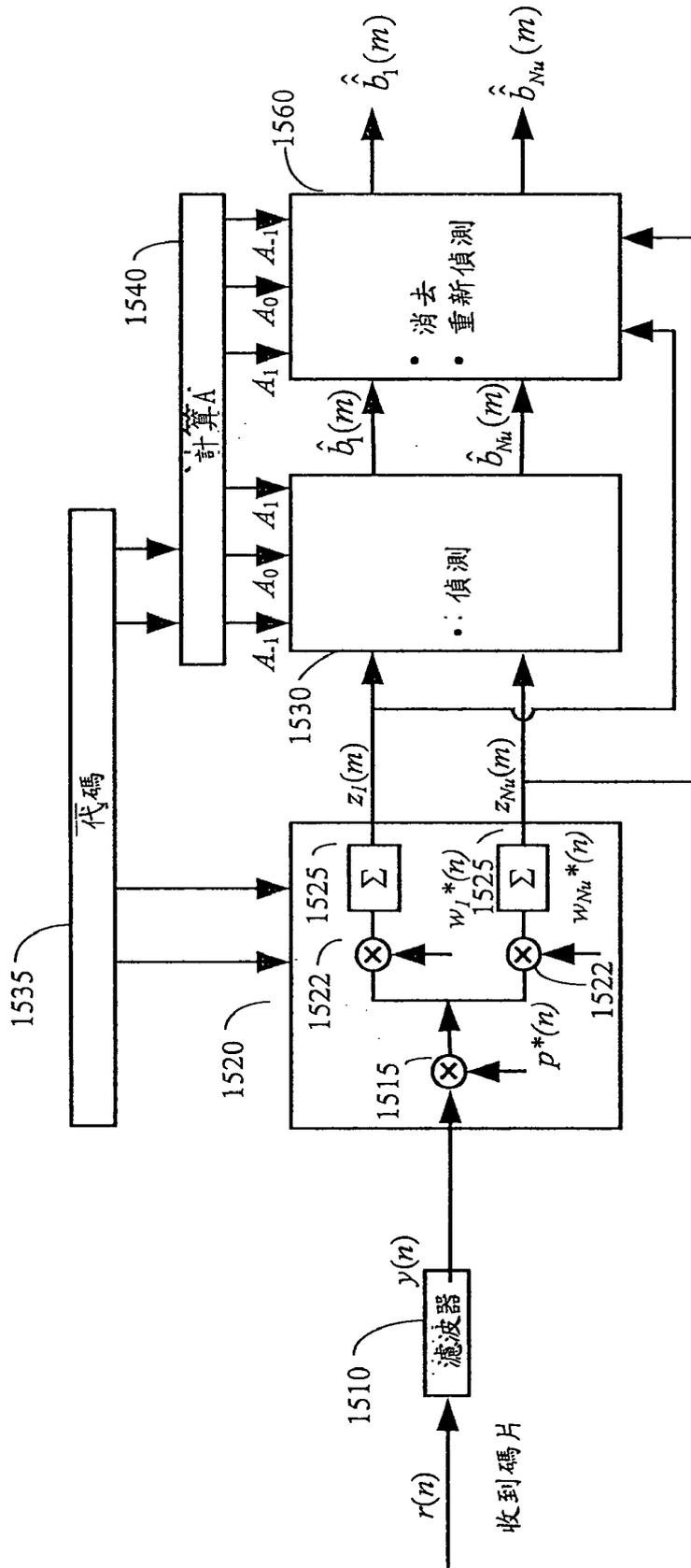


圖14



碼片，階段1

多代碼展頻

符號，階段2

圖15

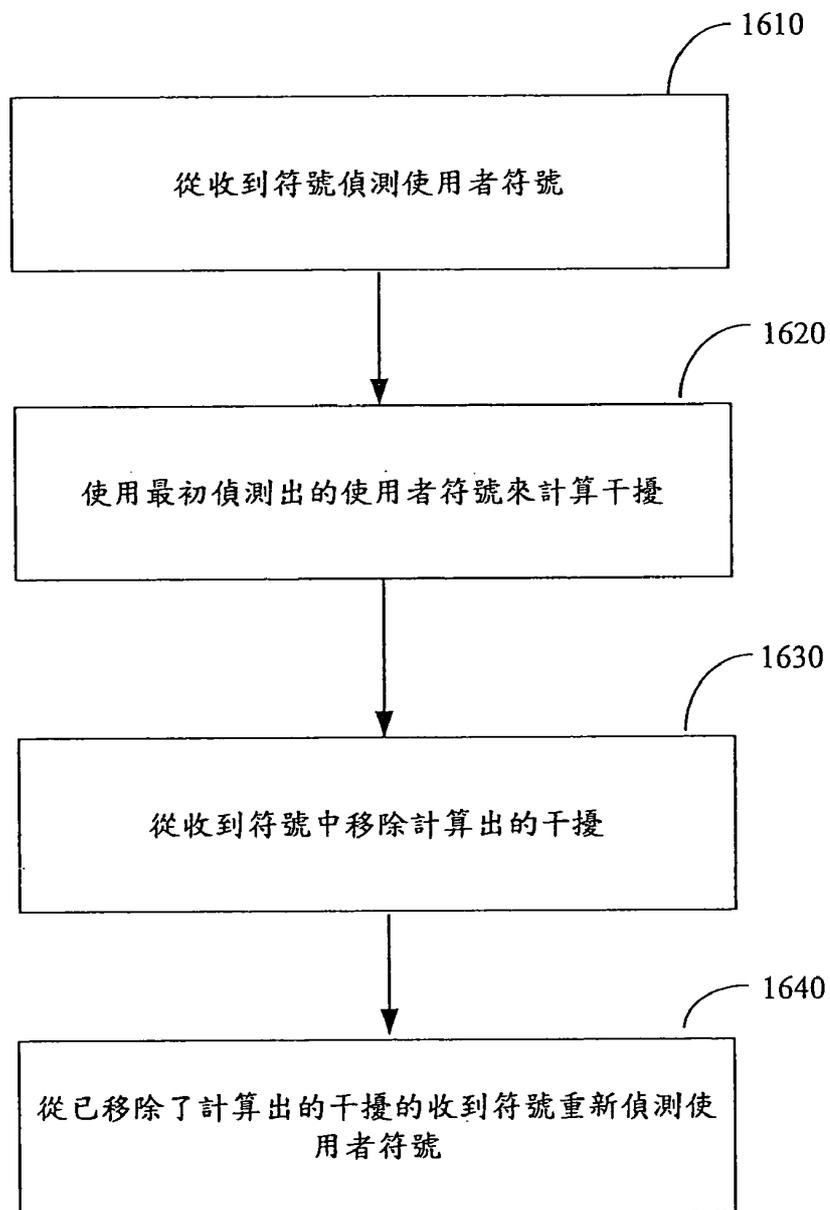


圖16a

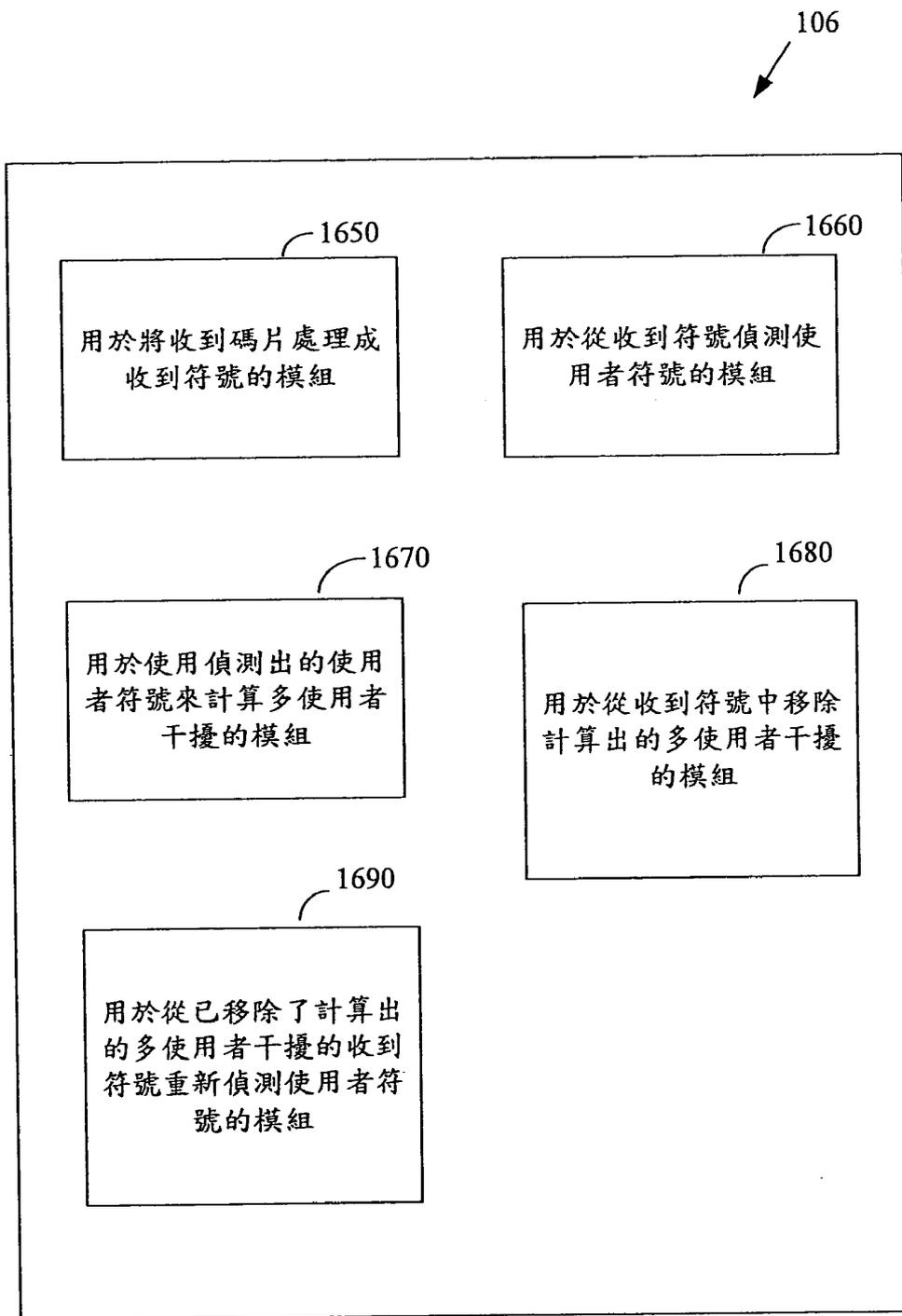


圖16b

1705

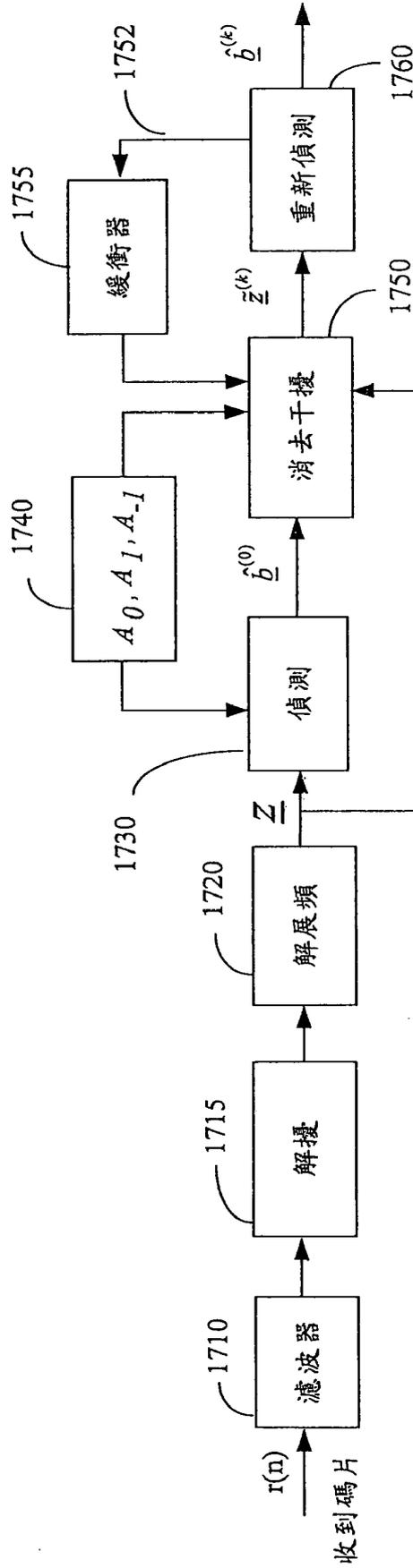


圖17

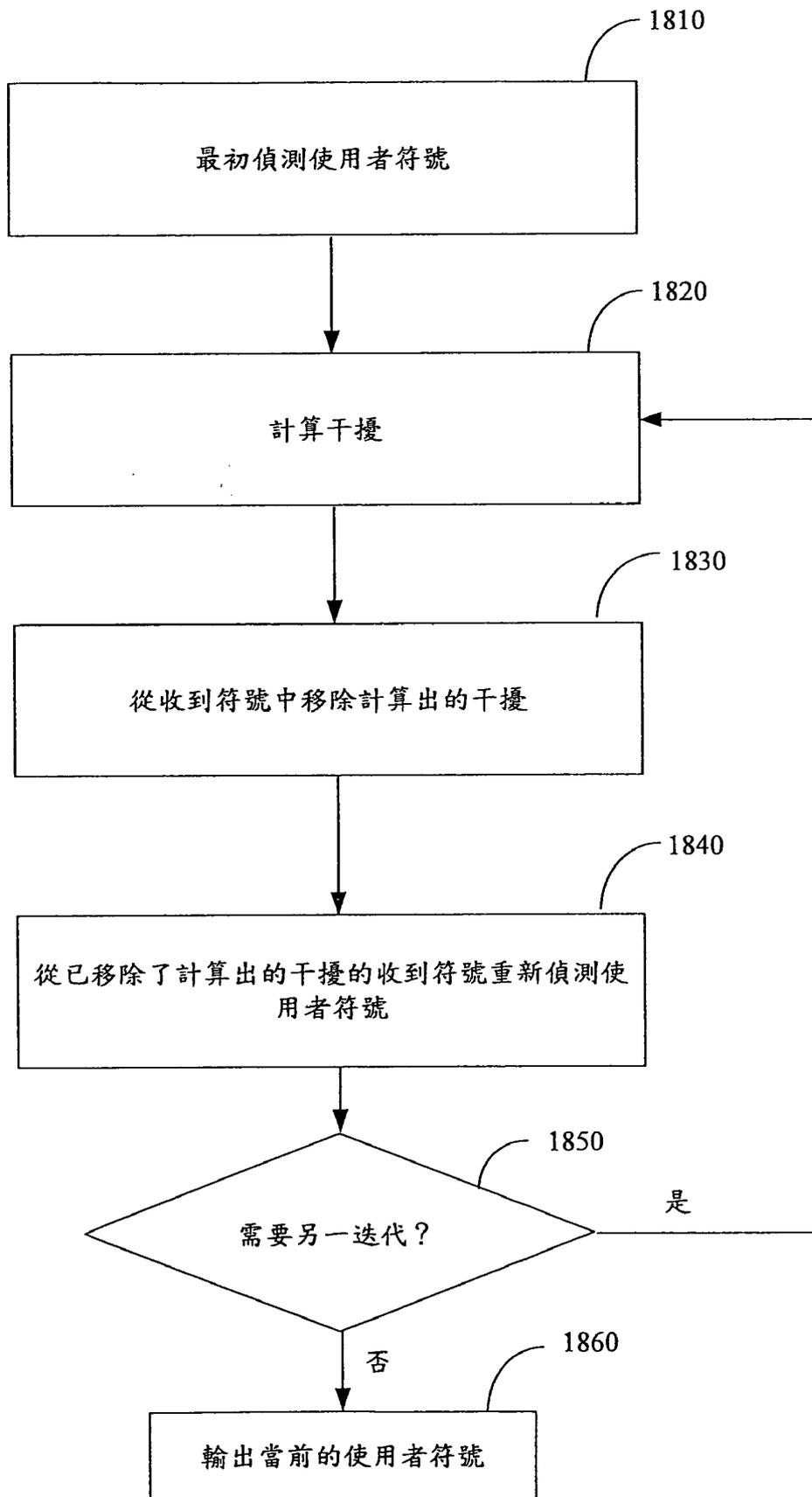


圖18

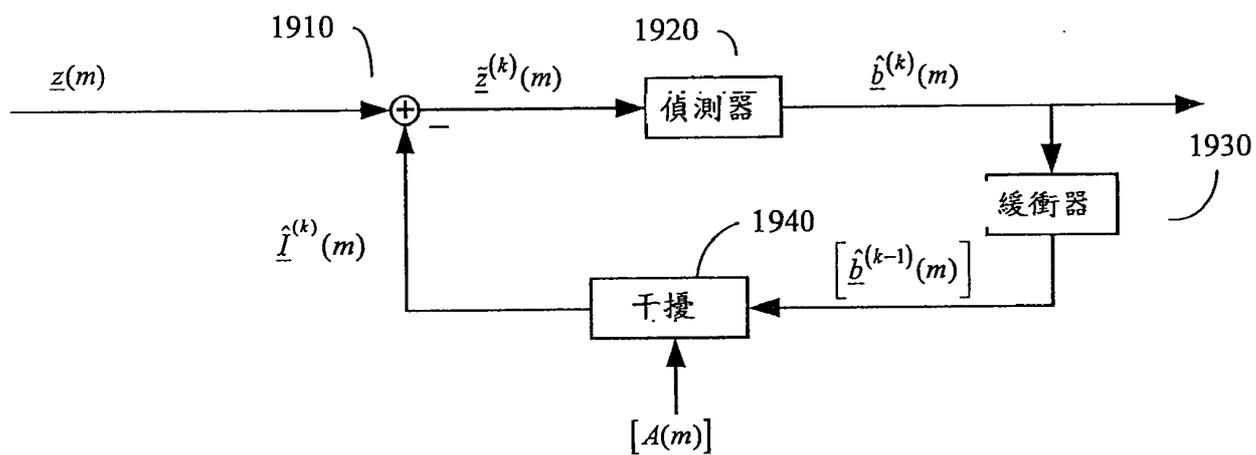


圖19

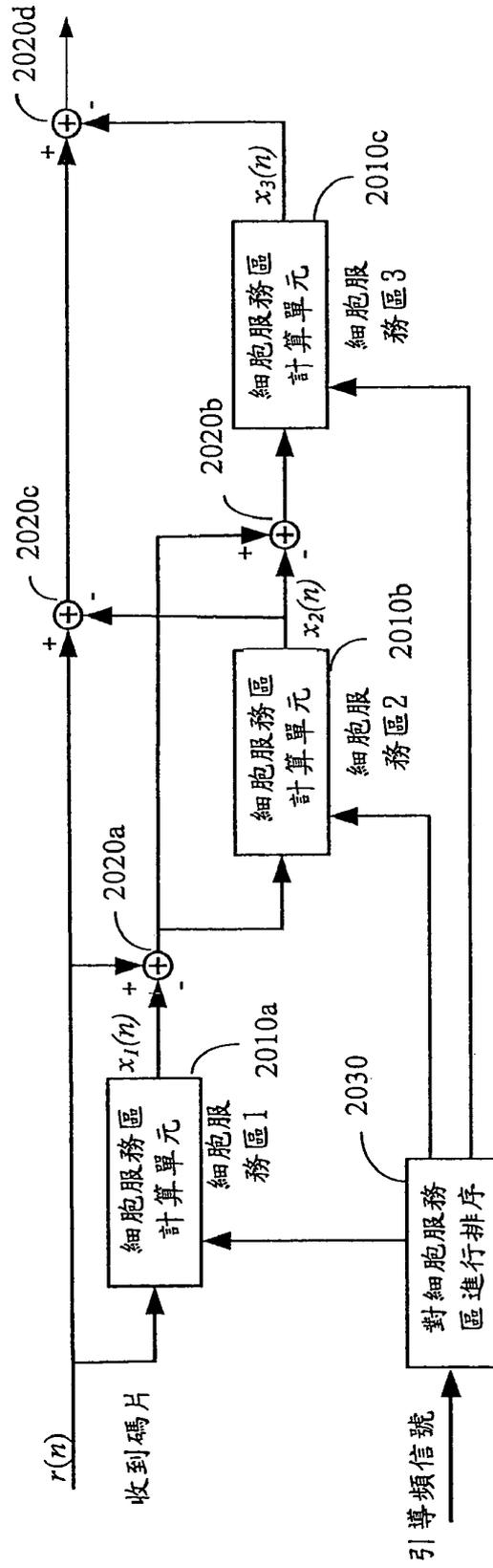


圖20

2110

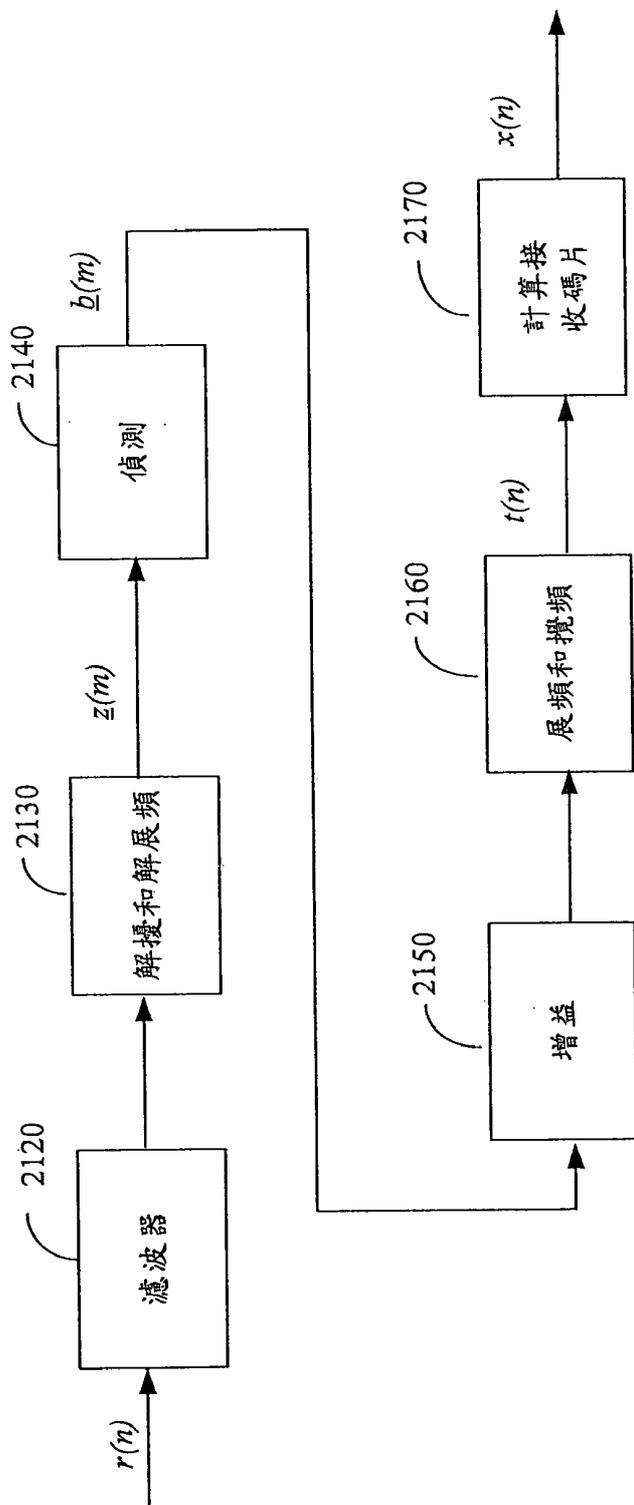


圖21

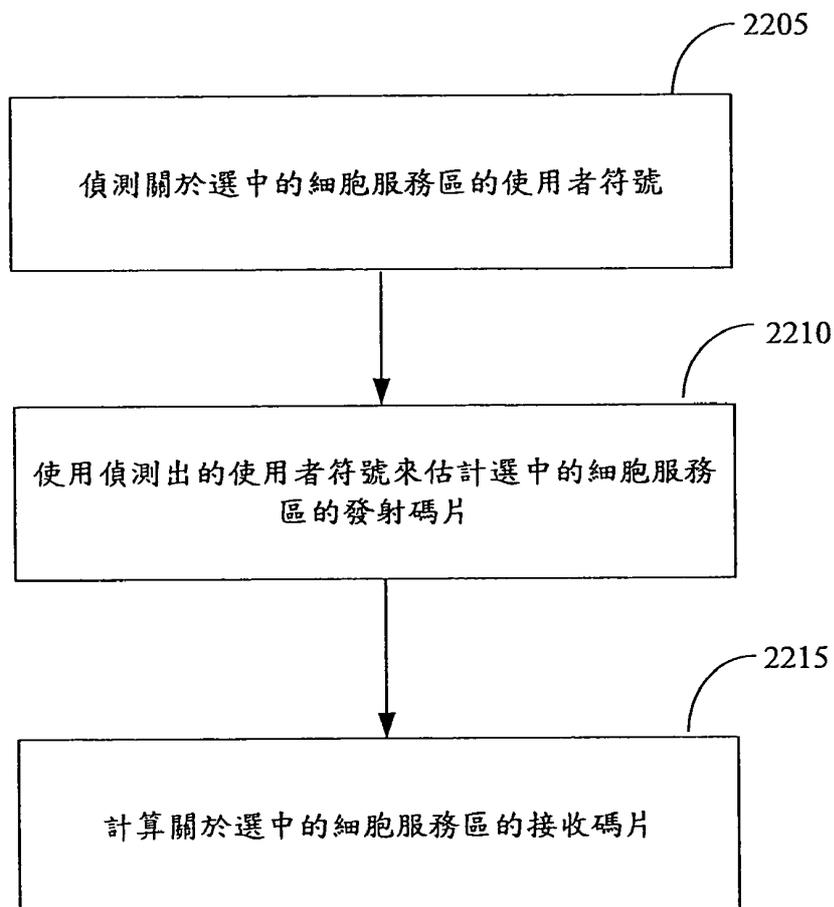


圖22a

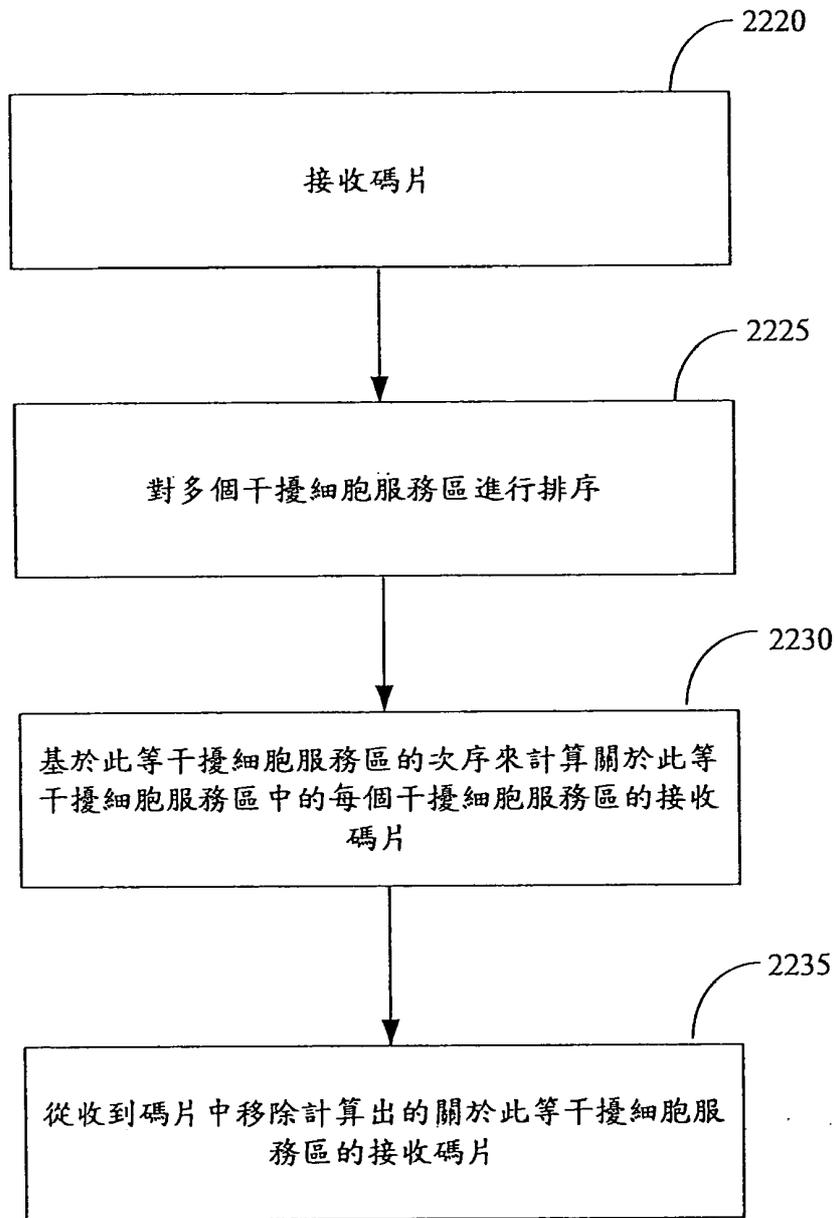


圖22b

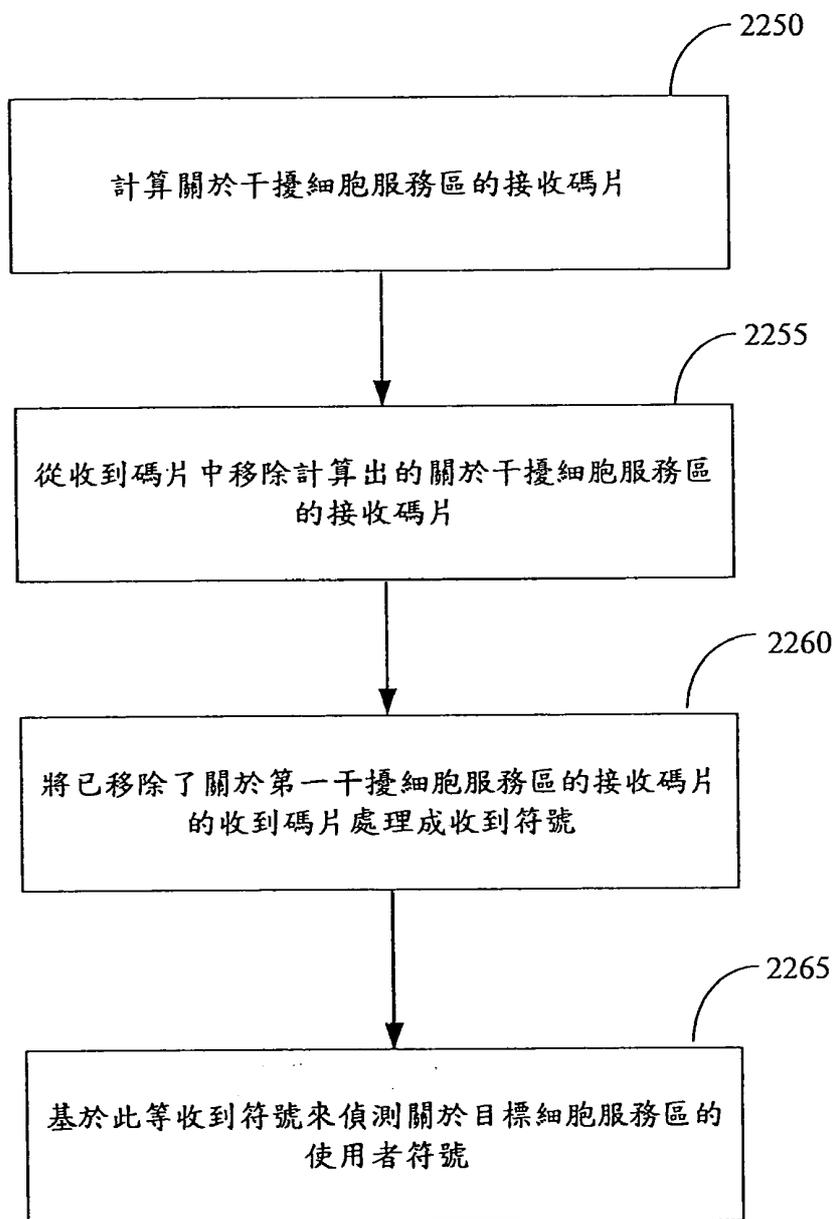


圖 22c

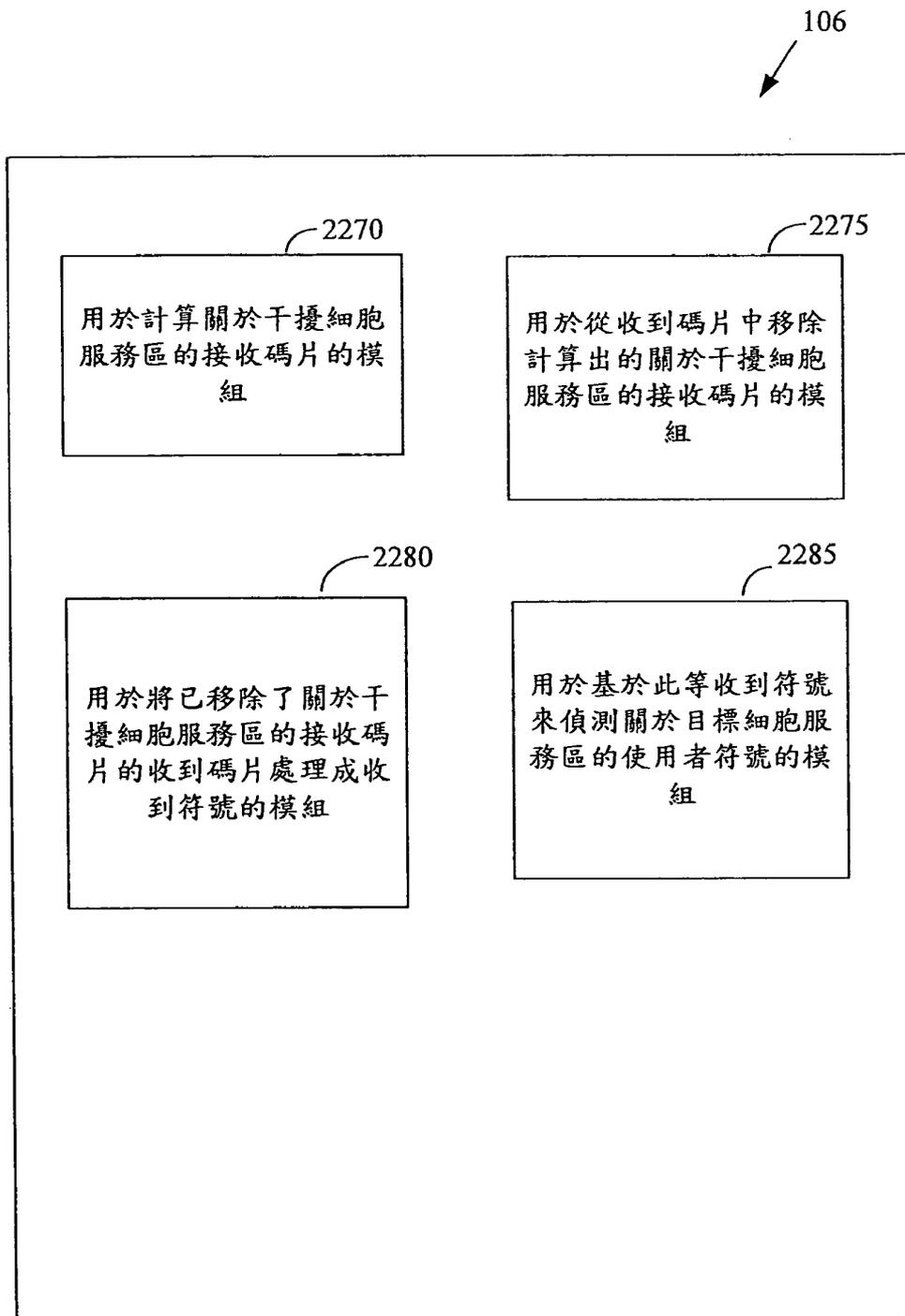


圖22d

2305

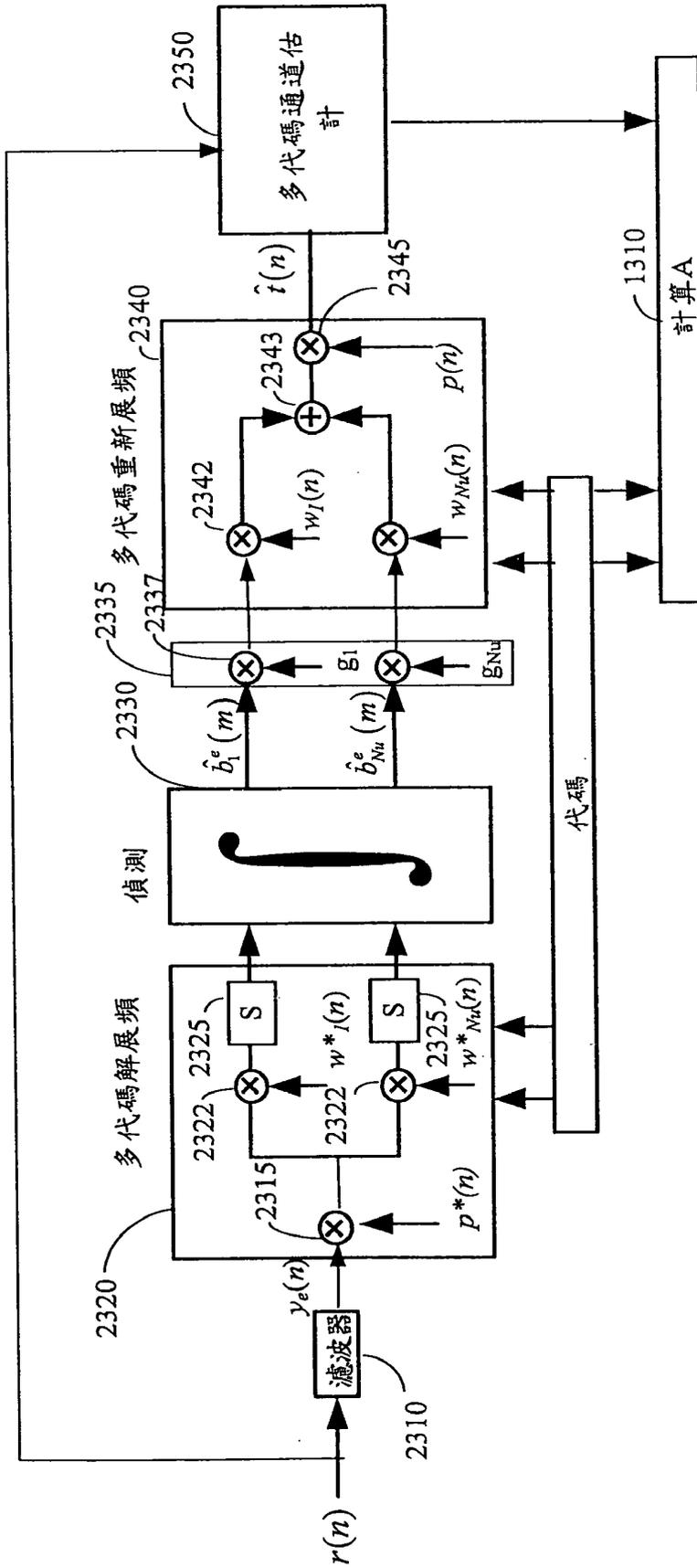


圖23

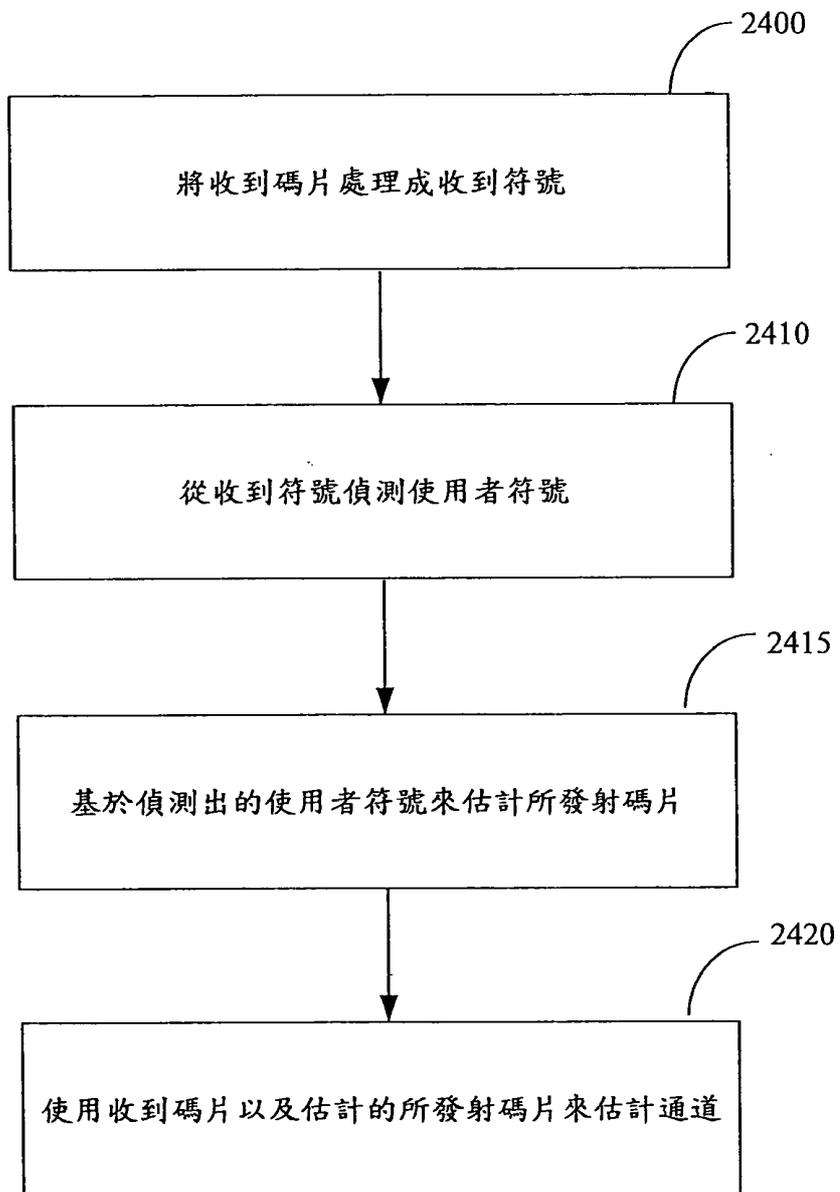


圖24a

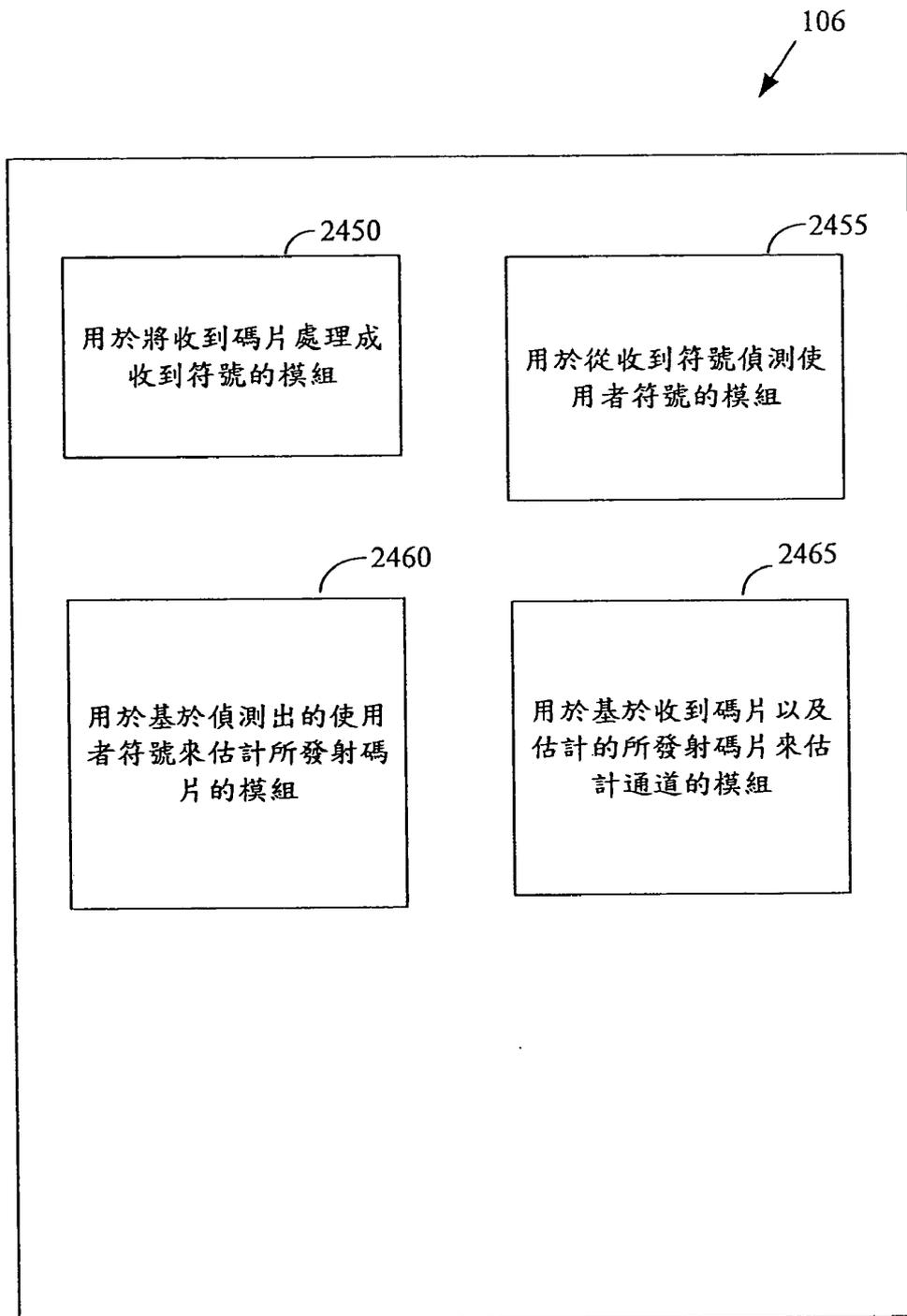


圖24b

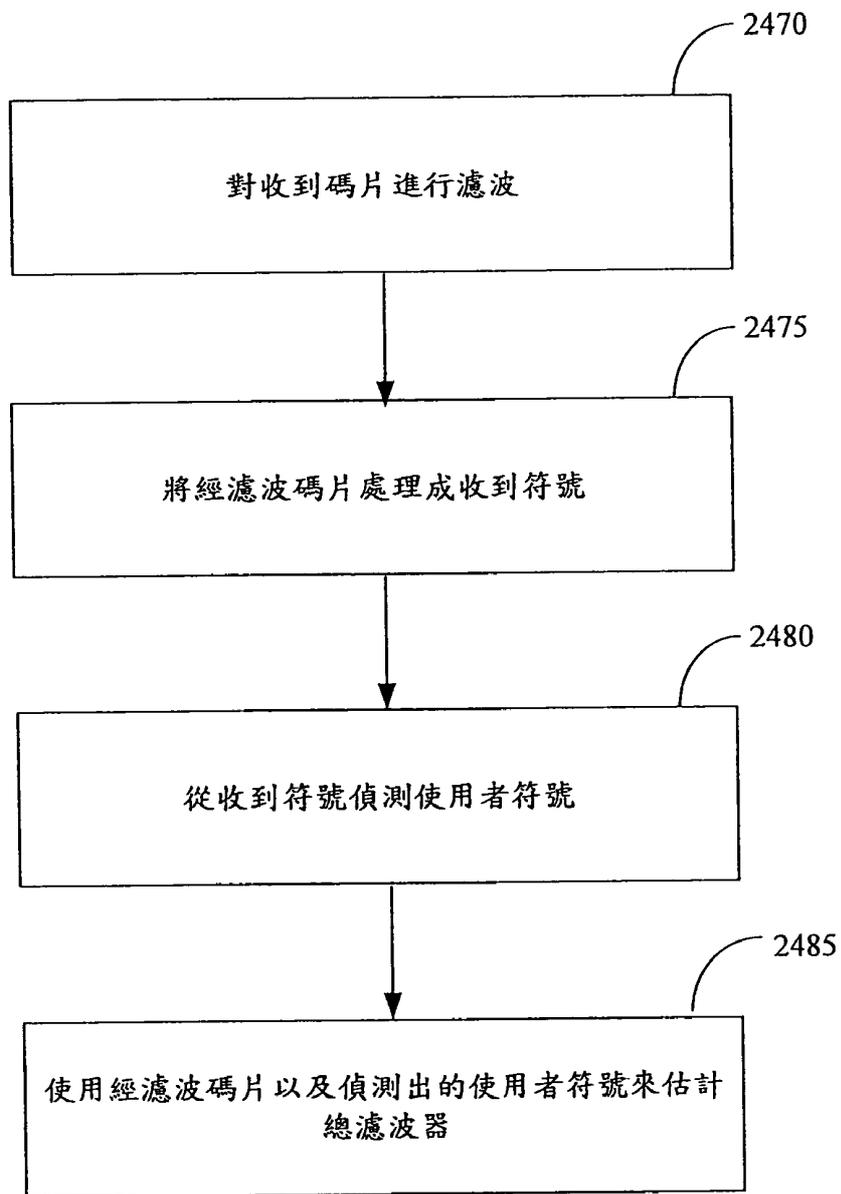


圖24c

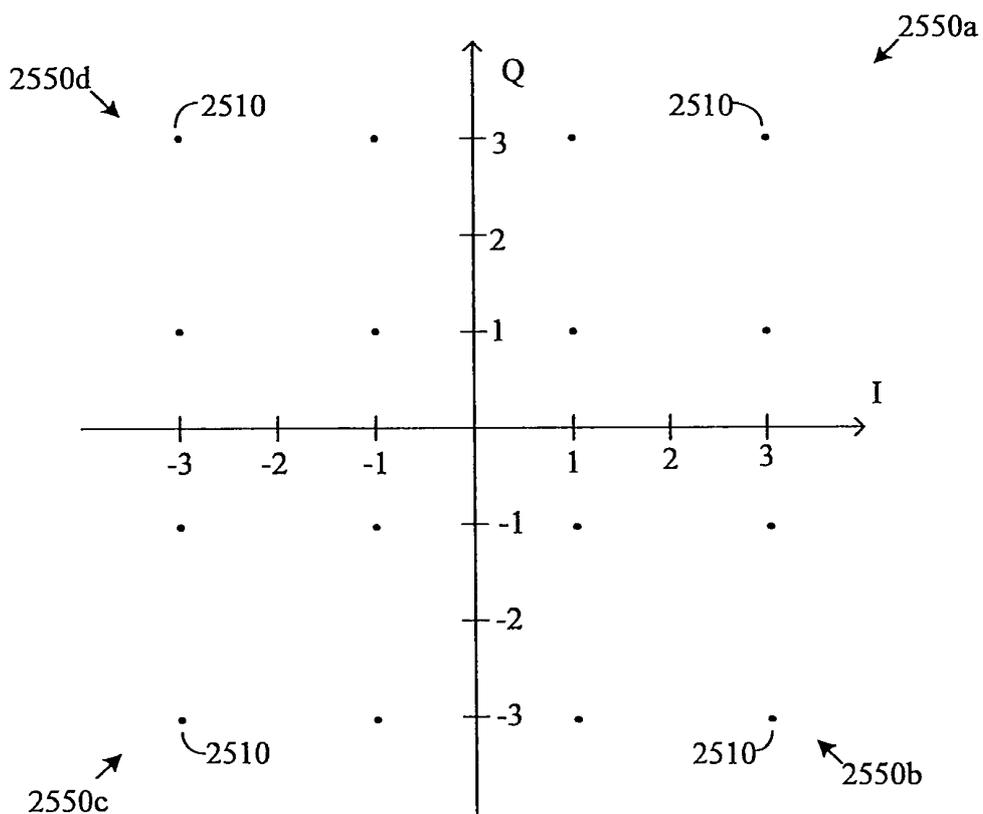


圖 25a

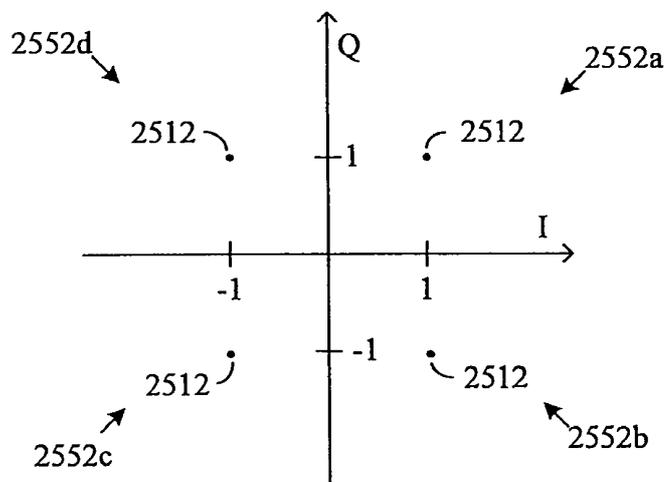


圖 25b

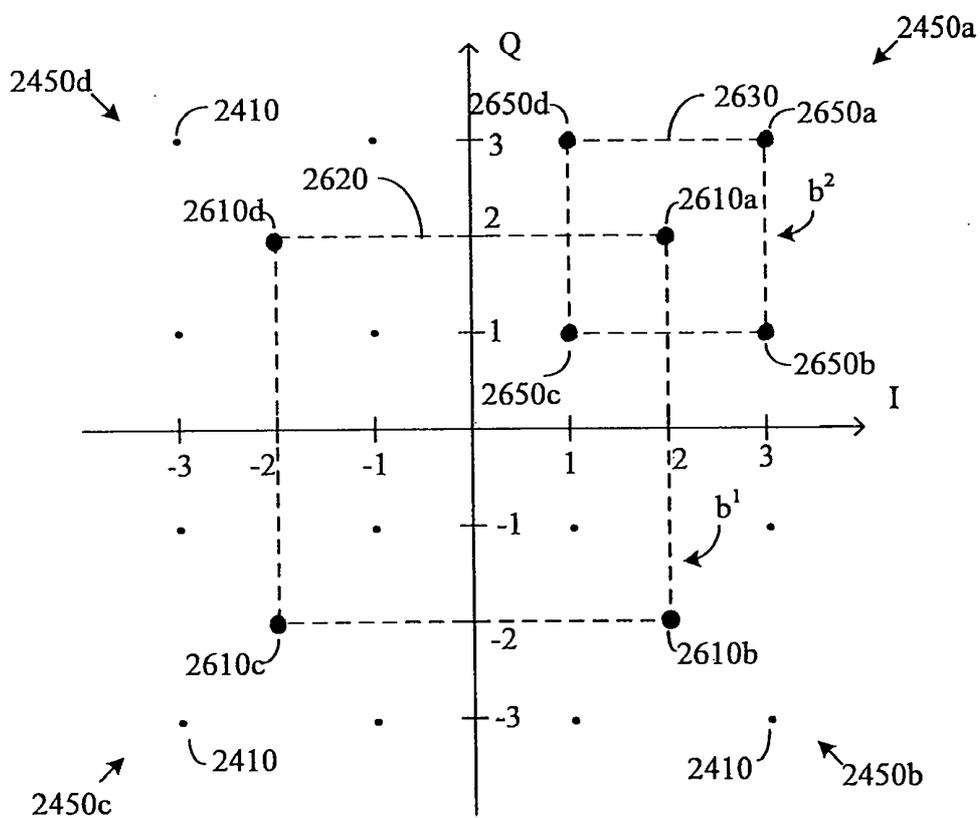


圖26

2705

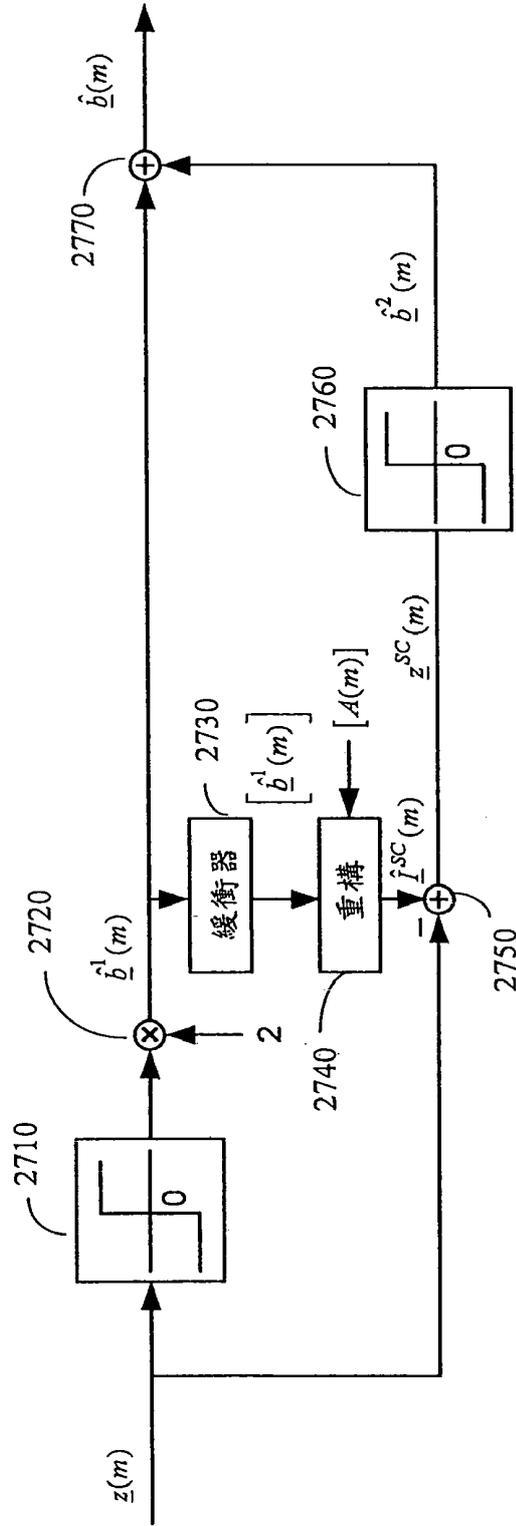


圖27

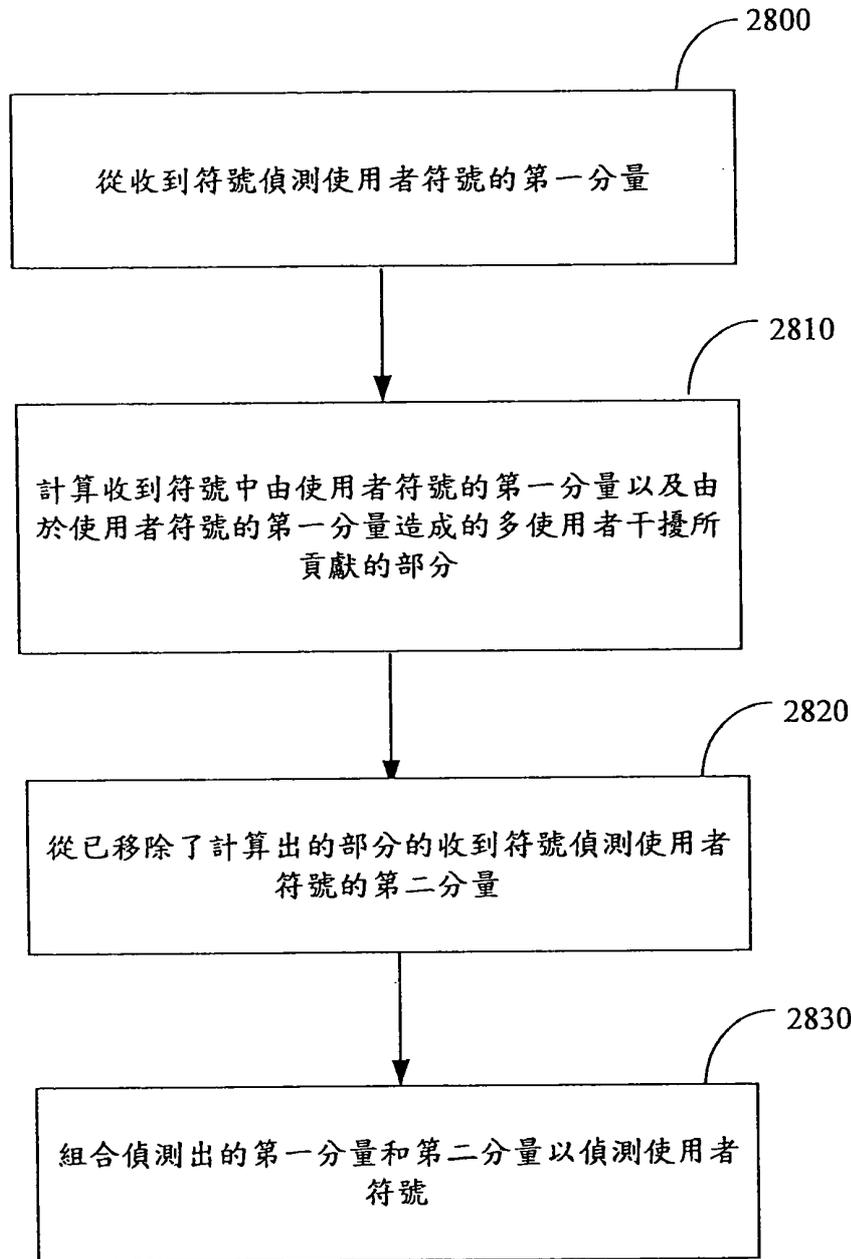


圖28a

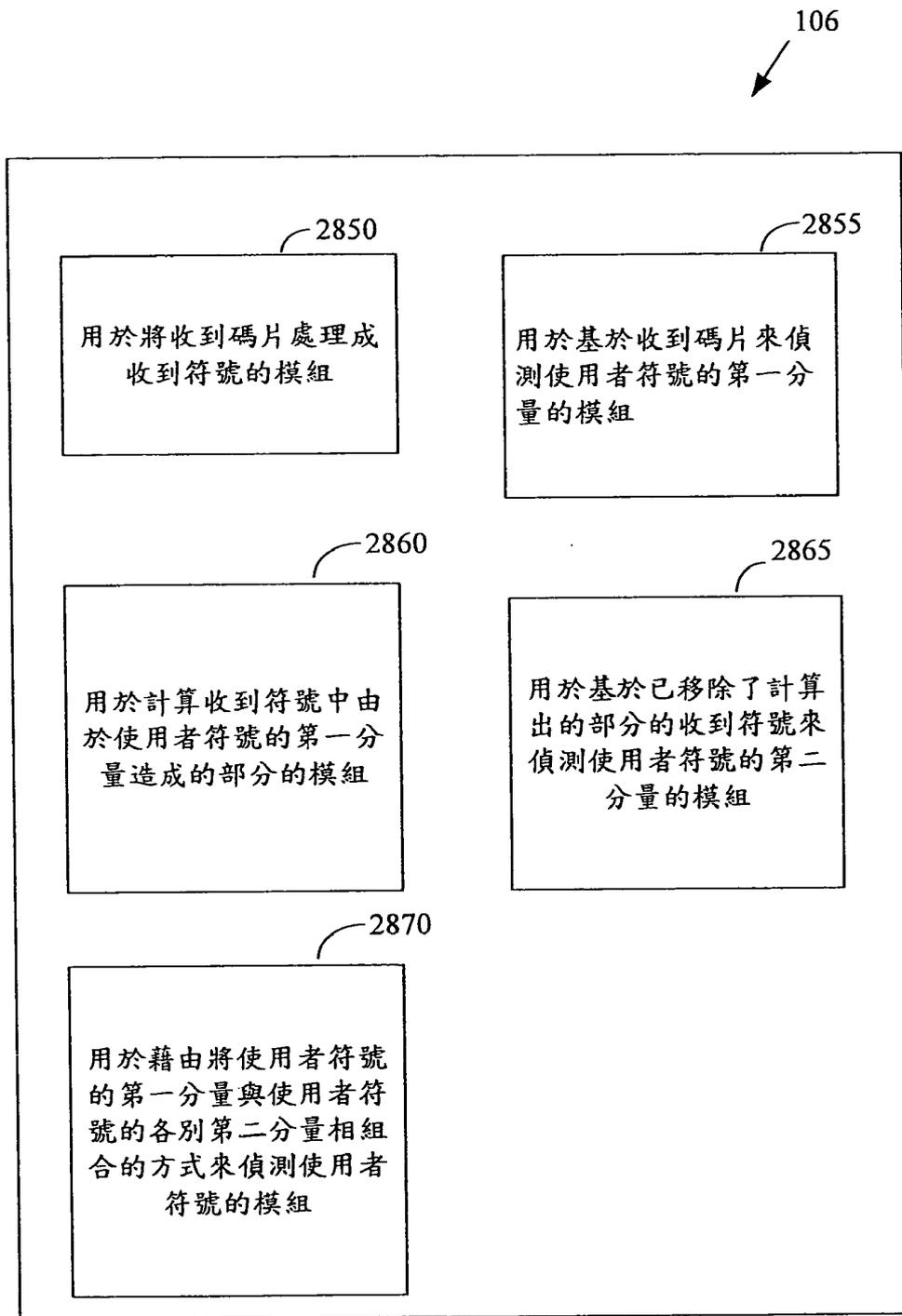
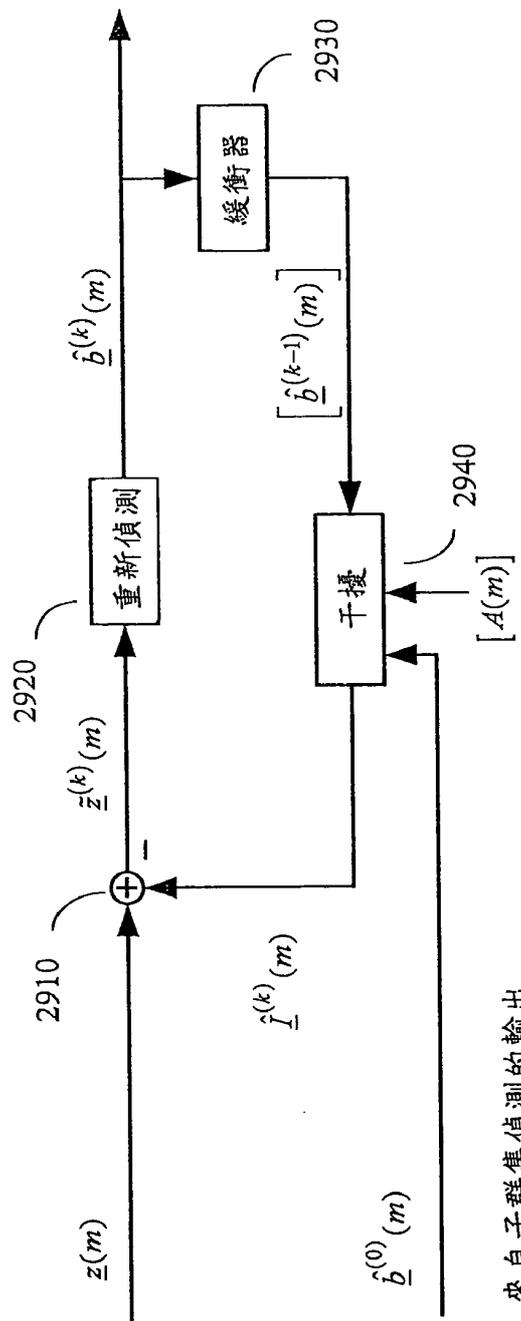


圖28b

2905



來自子群集偵測的輸出

圖29

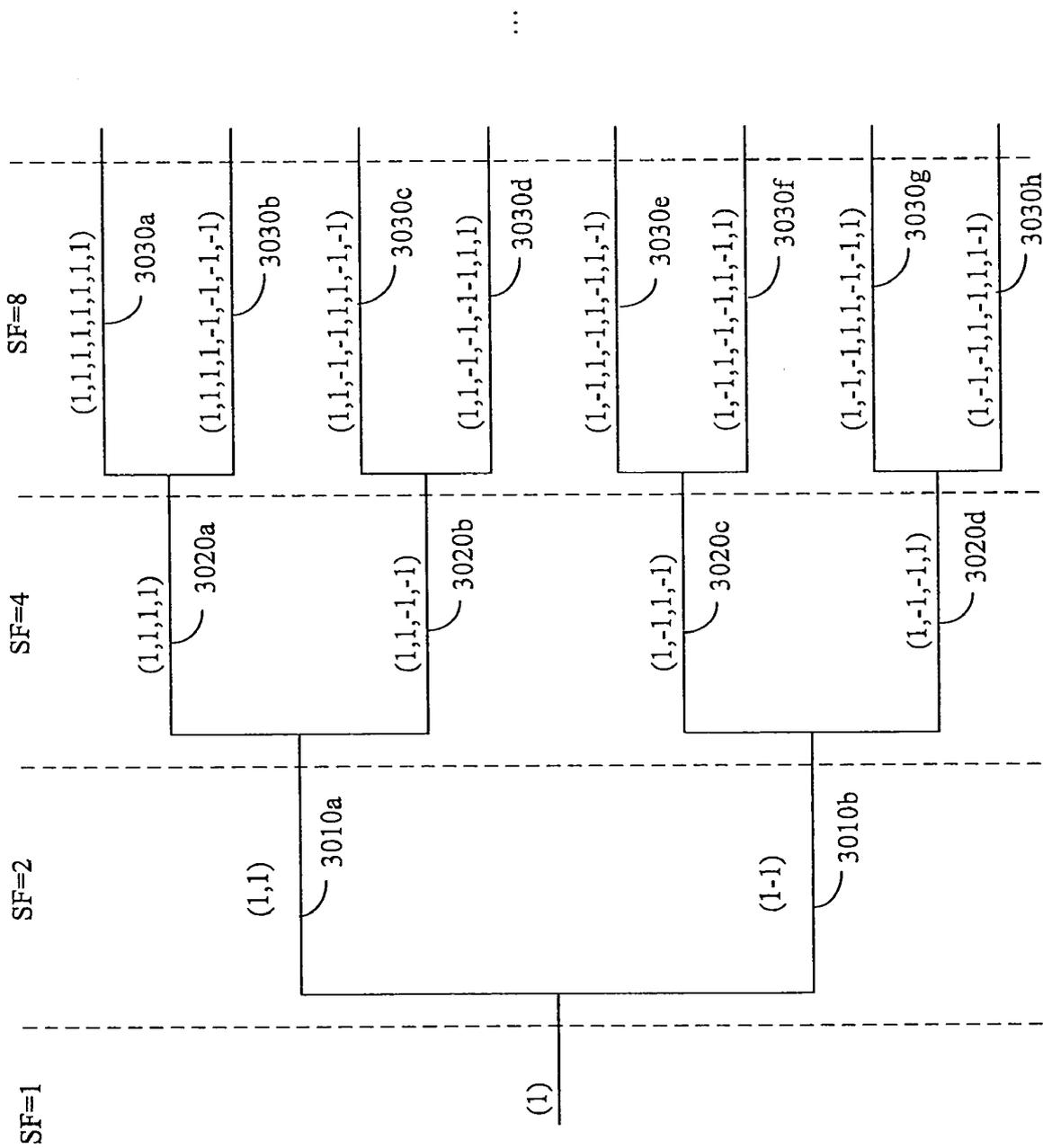


圖 30

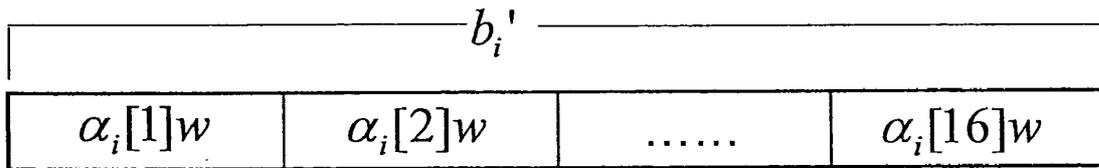


圖31

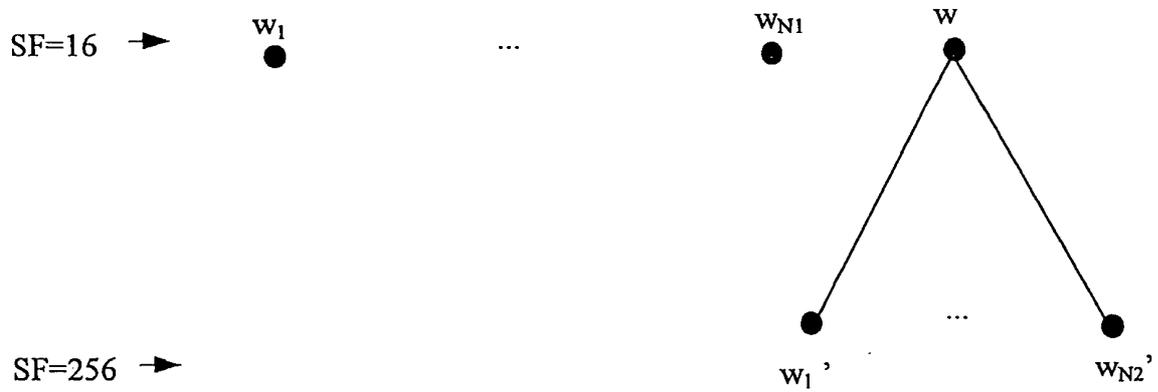


圖32

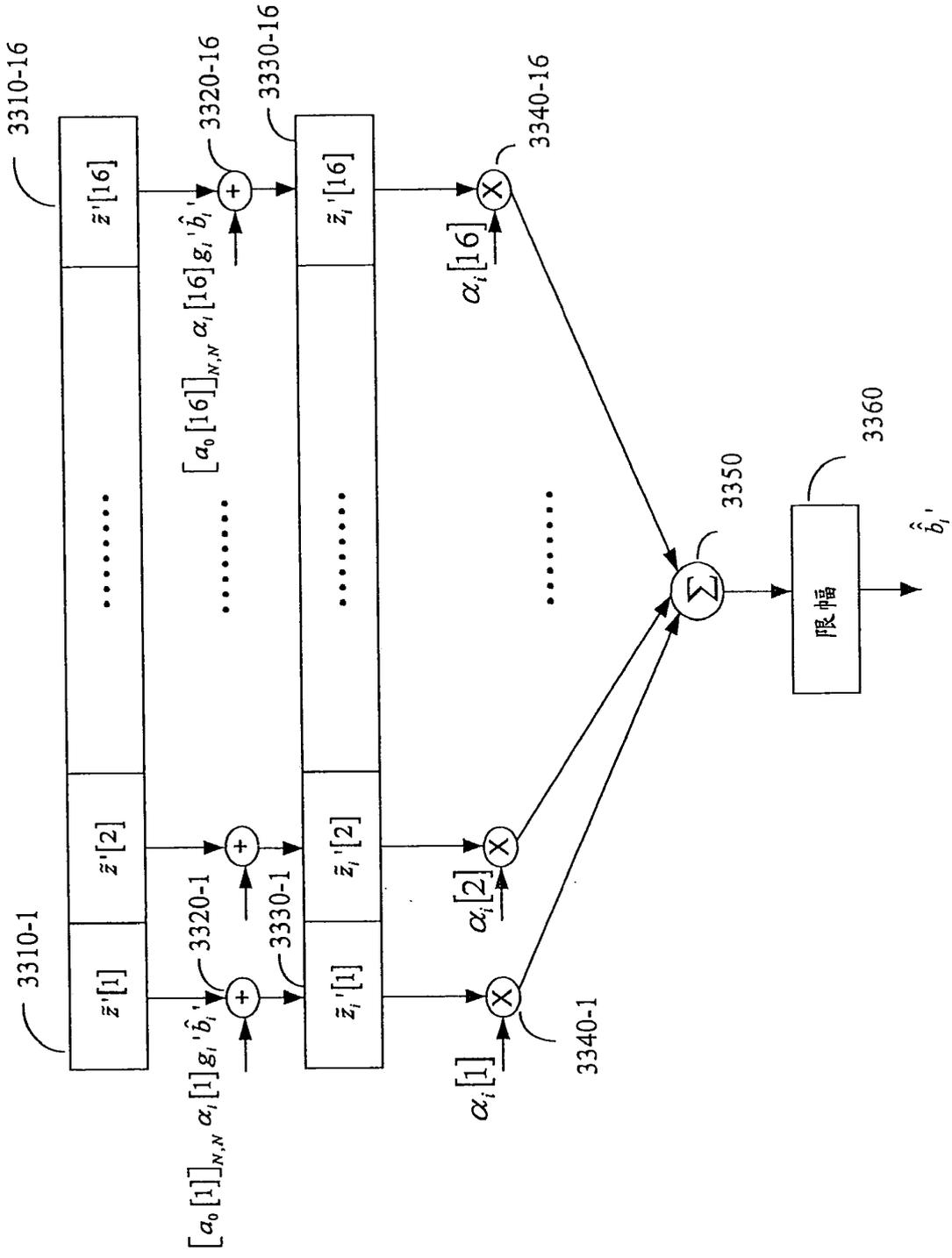


圖33

3400

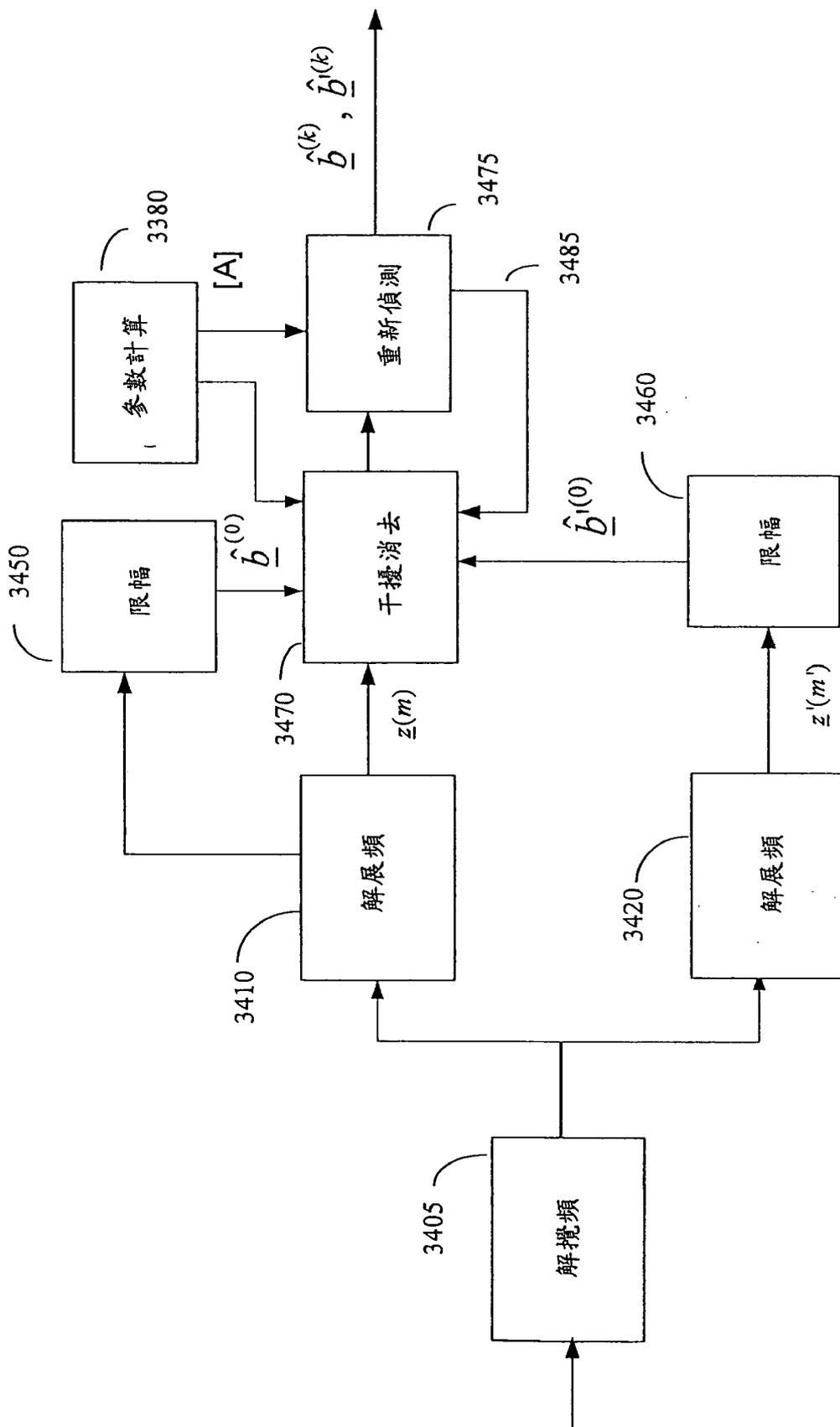


圖34

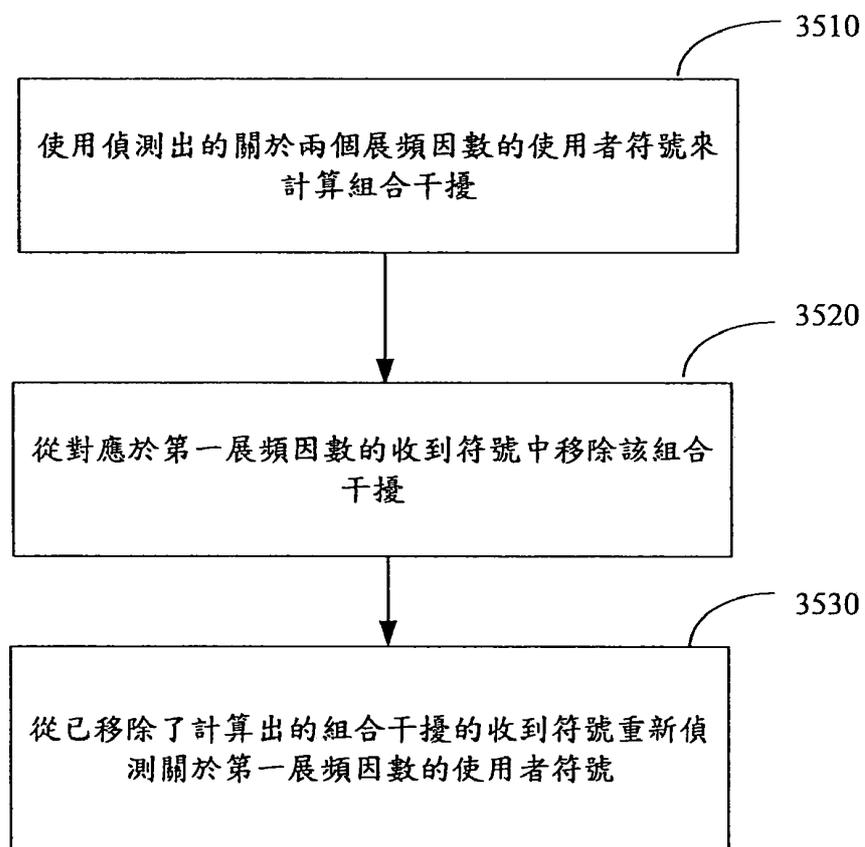


圖35a

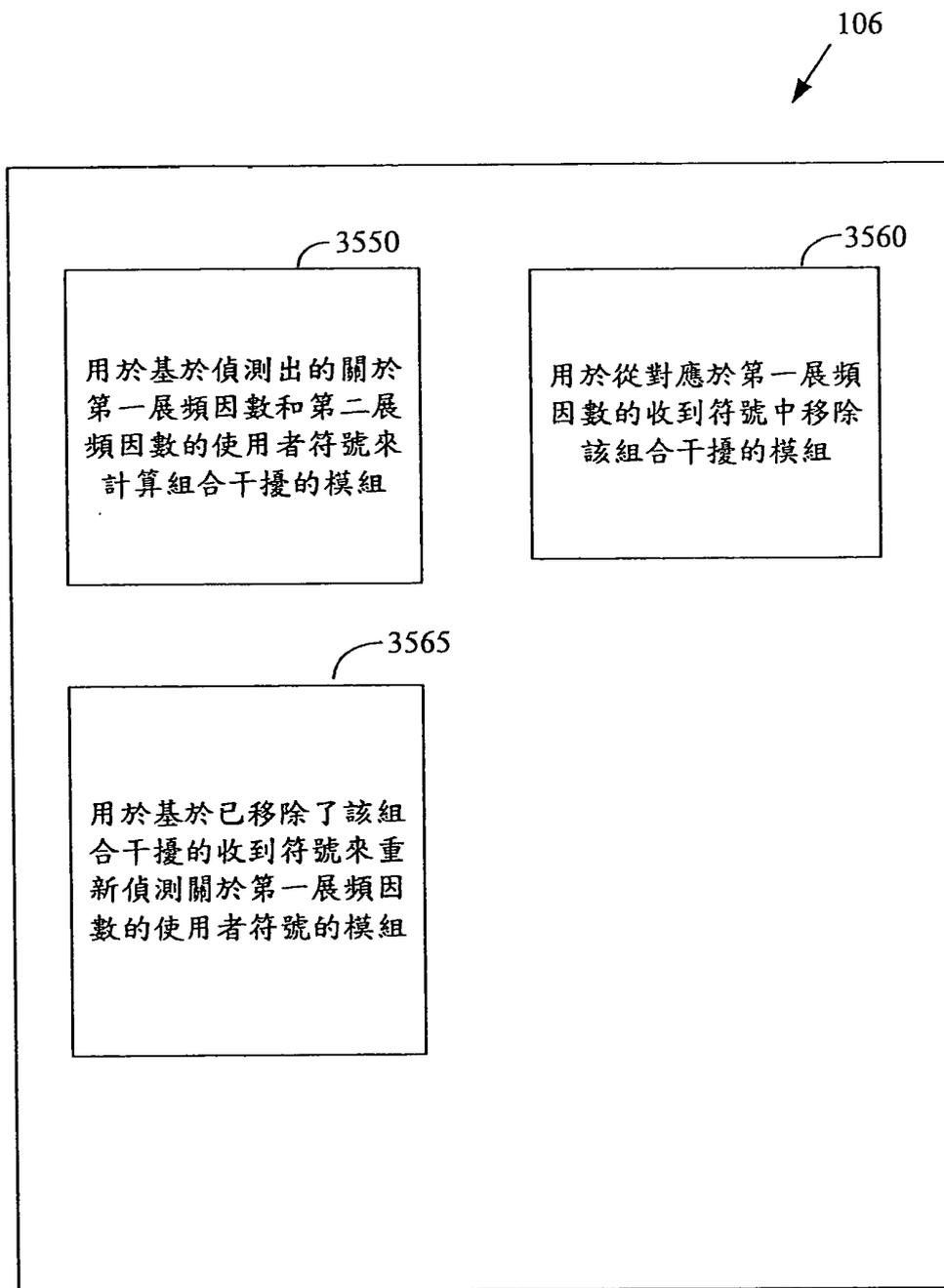


圖 35b

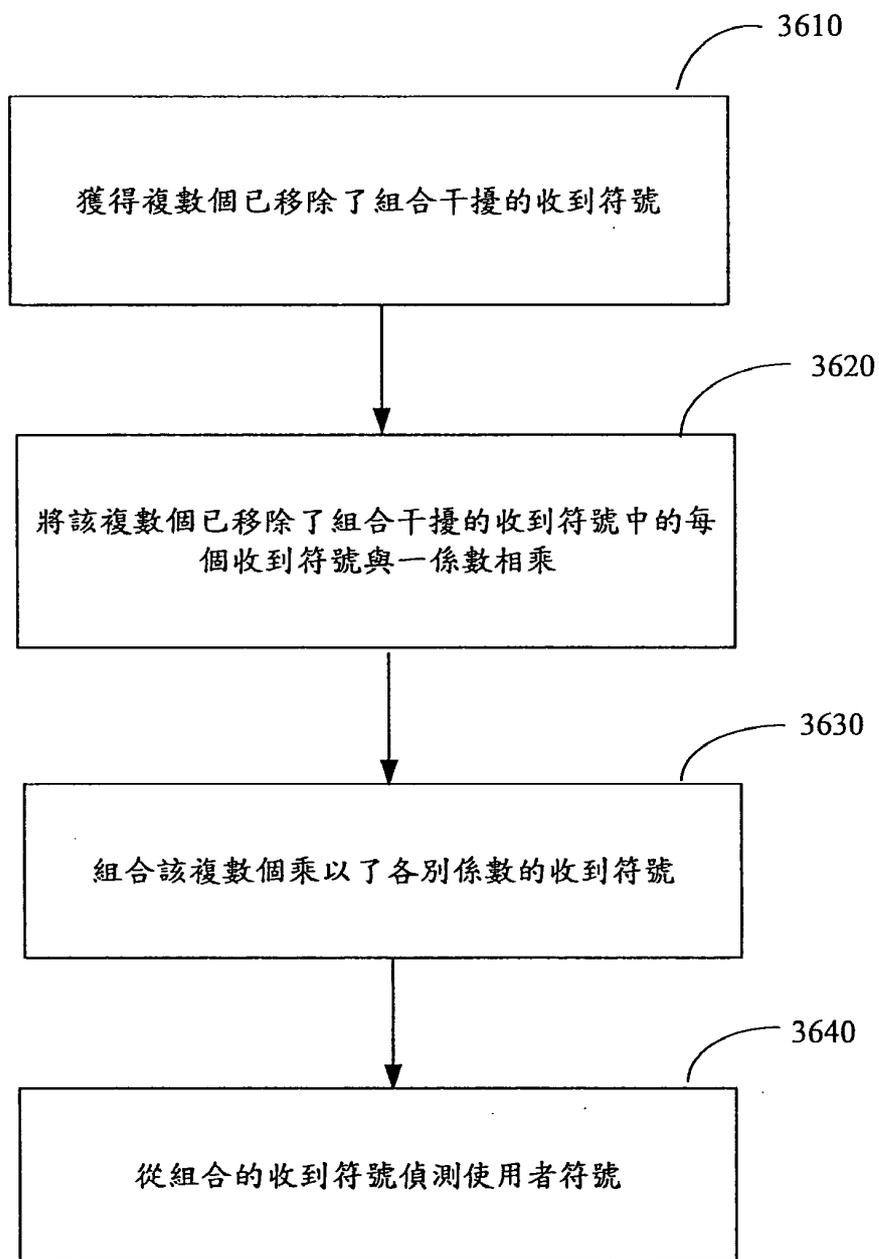


圖36

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (20) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 2005 細胞服務區間干擾消除系統
- 2010a 第一細胞服務區計算單元
- 2010b 第二細胞服務區計算單元
- 2010c 第三細胞服務區計算單元
- 2020a 第一減法方塊/第一減法單元
- 2020b 第二減法方塊/第二減法單元
- 2020c 第三減法方塊/第三減法單元
- 2020d 第四減法方塊/第四減法單元
- 2030 細胞服務區排序單元

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