



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201129030 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：099106202

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 03 日

(51)Int. Cl.：

H04L25/02 (2006.01)

H04L5/00 (2006.01)

H04W72/04 (2009.01)

(30)優先權：2009/03/03

美國

61/157,144

2010/03/02

美國

12/716,104

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

美國

(72)發明人：伽拉柏堤庫夏 CHAKRABORTY, KAUSHIK (IN)；達斯蘇米亞 DAS, SOUMYA

(IN)；都羅歐格 DURAL, OZGUR (TR)；拉賈馬尼克利希南 RAJAMANI,

KRISHNAN (US)；索利曼沙莫沙利伯 SOLIMAN, SAMIR SALIB (US)

(74)代理人：李世章

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：52 項 圖式數：12 共 75 頁

(54)名稱

用以根據多層減低多載波通訊系統中的反饋資訊的方法和系統

METHOD AND SYSTEM FOR REDUCING FEEDBACK INFORMATION IN MULTICARRIER-BASED COMMUNICATION SYSTEMS BASED ON TIERS

(57)摘要

本案揭示用於減少在反饋通道上發送的信息量的系統和方法。可以使用分層樹結構來減少在反饋通道上發送的信息量。頻譜頻段劃分可以與分層樹結構結合使用。

600：表



音調 #	音調的當前狀態	層 1	層 2	層 3
音調 1	101	1	0	1
音調 2	101	1	0	1
音調 3	100	1	0	0
音調 4	101	1	0	1
音調 5	110	1	1	0
音調 6	100	1	0	0
音調 7	011	0	1	1
音調 8	010	0	1	0
音調 9	010	0	1	0
音調 10	011	0	1	1



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201129030 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：099106202

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 03 日

(51)Int. Cl.：

H04L25/02 (2006.01)

H04L5/00 (2006.01)

H04W72/04 (2009.01)

(30)優先權：2009/03/03

美國

61/157,144

2010/03/02

美國

12/716,104

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

美國

(72)發明人：伽拉柏堤庫夏 CHAKRABORTY, KAUSHIK (IN)；達斯蘇米亞 DAS, SOUMYA

(IN)；都羅歐格 DURAL, OZGUR (TR)；拉賈馬尼克利希南 RAJAMANI,

KRISHNAN (US)；索利曼沙莫沙利伯 SOLIMAN, SAMIR SALIB (US)

(74)代理人：李世章

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：52 項 圖式數：12 共 75 頁

(54)名稱

用以根據多層減低多載波通訊系統中的反饋資訊的方法和系統

METHOD AND SYSTEM FOR REDUCING FEEDBACK INFORMATION IN MULTICARRIER-BASED COMMUNICATION SYSTEMS BASED ON TIERS

(57)摘要

本案揭示用於減少在反饋通道上發送的信息量的系統和方法。可以使用分層樹結構來減少在反饋通道上發送的信息量。頻譜頻段劃分可以與分層樹結構結合使用。

六、發明說明：

相關申請

本專利申請案請求享有 2009 年 3 月 3 日提出申請的名稱為「METHOD AND SYSTEM FOR REDUCING FEEDBACK INFORMATION IN COMMUNICATION SYSTEMS」的美國臨時申請 No.61/157,144 的優先權，在此透過引用明確地併入前述申請的全部內容。本案的標的涉及與該申請同時提交的名稱為「METHOD AND SYSTEM FOR REDUCING FEEDBACK INFORMATION IN MULTICARRIER-BASED COMMUNICATION SYSTEMS BASED ON FREQUENCY GROUPING」的申請，並且以引用方式併入其全部內容。本案涉及與該申請同時提交的名稱為「METHOD AND SYSTEM FOR REDUCING FEEDBACK INFORMATION IN MULTICARRIER-BASED COMMUNICATION SYSTEMS BASED ON TEMPORAL CORRELATION」，並且以引用方式併入其全部內容。

【發明所屬之技術領域】

本案一般涉及通訊網路和通訊系統，包括寬頻和超寬頻通訊系統。具體地，本案涉及用於減少在接收機和發射機之間的反饋通道上的資料訊務量的系統和方法。

【先前技術】

無線通訊系統被廣泛地部署，以提供各種類型的通訊，例如語音、封包資料等。這些系統可以是能夠透過共享可用系統資源來支援與多個用戶的通訊的多工存取系統。這種多工存取系統的例子係包括分碼多工存取（CDMA）系統、分時多工存取（TDMA）系統和正交分頻多工（OFDM）系統。許多形式的無線通訊系統使用反饋通道來改善系統性能。當在發射機和接收機之間發送資料時，所使用的通訊通道的條件可能改變。例如，當接收機遠離發射機時，通訊通道條件會降級。通訊通道也可以包括多個次載波。通常，接收機使用反饋通道來向發射機發送關於通道條件的這些變化的資訊。由接收機在反饋通道上發送的資訊通常稱為通道狀態資訊（CSI）。在一個實例中，CSI可以包括關於某個通道的通道條件的估計或資訊。在另一實例中，CSI可以包括載波與雜訊比（CNR）、信噪比（SNR）、接收信號強度指示符（RSSI）、信號與干擾加雜訊比（SINR）、信號強度、雜訊水平以及資料速率中的至少一個。其也可以稱為通道品質指示符

(CQI)。

通常，從接收機向發射機發送 CSI，並且 CSI 會消耗顯著的訊令資源量。CSI 可以向發射機提供指示由接收機獲得的通道條件的資料。在一個實例中，發射機使用 CSI 來控制某些發射機參數，包括但不侷限於發送信號功率、資料速率或調制和編碼方案。CSI 可以使用 CSI 封包（例如，從接收機發送到發射機的包含 CSI 的封包）來發送。可以針對單個反饋更新（例如，提供通道的 CSI 的更新）向發射機發送多個 CSI 封包。在基於多載波的寬頻（WB）和超寬頻系統（UWB）中，例如在基於 OFDM 的系統中，可以使用反饋通道來提供多個次載波（例如，音調）的資訊。反饋通道負責按時提供單個次載波的 CSI，使得發射機可以基於可用資訊來操作。例如，如果發射機接收到指示通道條件已經降級的 CSI，則該發射機可以判定以更低的資料速率進行發送。因此，期望透過減少在反饋通道上發送的資料訊務量來保留訊令資源。

【發明內容】

在一個實施例中，提供了一種工作在通訊系統中的無線通訊裝置。所述無線通訊裝置包括通道估計器模組，用於使用第一多個位元來指示第一載波頻率組的第一通道條件狀態。所述通道估計器模組還用於使用第二多個位元來指示

第二載波頻率組的第二通道條件狀態。所述第一和第二多個位元中的每一個相等地排列在最高有效位元位置和最低有效位元位置之間的多個相同位元位置。所述裝置還包括處理器模組，用於識別出所述多個位元位置的至少一個的位元位置，在該些位元位置的至少一個中的位元值已改變以識別改變的位元位置。所述裝置還包括傳送模組，用於在所述第一和第二多個位元中的每一個內，從接收機向發射機傳送指示位於所述改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料。

在另一實施例中，提供了一種工作在通訊系統中的無線通訊裝置。所述無線通訊裝置包括用於使用第一多個位元來指示第一載波頻率組的第一通道條件狀態並且使用第二多個位元來指示第二載波頻率組的第二通道條件狀態的構件。所述第一和第二多個位元中的每一個相等地排列在最高有效位元位置和最低有效位元位置之間的多個相同位元位置。所述裝置還包括用於識別出所述多個位元位置的至少一個的位元位置，在該些位元位置的至少一個中的位元值已改變以識別改變的位元位置的構件。所述裝置還包括用於在所述第一和第二多個位元中的每一個內，從接收機向發射機傳送指示位於所述改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料的構件。

在另一實施例中，提供了一種在通訊系統中通訊的方法。所述方法包括使用第一多個位元來指示第一載波頻率組的第一通道條件狀態。所述方法還包括使用第二多個位元來指示第二載波頻率組的第二通道條件狀態。所述第一和第二

多個位元中的每一個相等地排列在最高有效位元位置和最低有效位元位置之間的多個相同位元位置。所述方法還包括識別出所述多個位元位置的至少一個的位元位置，在該些位元位置的至少一個中的位元值已改變以識別改變的位元位置。所述方法還包括在所述第一和第二多個位元中的每一個內，從接收機向發射機傳送指示位於所述改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料。

在另一實施例中，提供了一種電腦程式產品，其包括電腦可讀取媒體。所述媒體包括用於使電腦使用第一多個位元來指示第一載波頻率組的第一通道條件狀態並且使用第二多個位元來指示第二載波頻率組的第二通道條件狀態的代碼。所述第一和第二多個位元中的每一個相等地排列在最高有效位元位置和最低有效位元位置之間的多個相同位元位置。所述媒體還包括用於使電腦識別出所述多個位元位置的至少一個的位元位置，在該些位元位置的至少一個中的位元值已改變以識別改變的位元位置的代碼。所述媒體還包括用於使電腦在所述第一和第二多個位元中的每一個內，從接收機向發射機傳送指示位於所述改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料的代碼。

在另一實施例中，提供了一種工作在通訊系統中的無線通訊裝置。所述無線通訊裝置包括通道估計器模組，用於使用第一多個位元來指示第一載波頻率組的第一通道條件狀態。所述通道估計器模組還用於使用第二多個位元來指示第二載波頻率組的第二通道條件狀態。所述第一和第二多個

位元中的每一個排列在最高有效位元位置和最低有效位元位置之間的 N 個位元位置中，其中「 N 」是大於一（1）的整數。所述裝置還包括傳送模組，用於在所述第一和第二多個位元中的每一個內，從接收機向發射機傳送指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料，其中「 K 」是小於「 N 」的整數。

在另一實施例中，提供了一種工作在通訊系統中的無線通訊裝置。所述無線通訊裝置包括用於透過使用第一多個位元來指示第一載波頻率組的第一通道條件狀態並且透過使用第二多個位元來指示第二載波頻率組的第二通道條件狀態的構件。所述第一和第二多個位元中的每一個排列在最高有效位元位置和最低有效位元位置之間的 N 個位元位置中，其中「 N 」是大於一（1）的整數。所述裝置還包括用於在所述第一和第二多個位元中的每一個內，從接收機向發射機傳送指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料的構件，其中「 K 」是小於「 N 」的整數。

在另一實施例中，提供了一種在通訊系統中通訊的方法。所述方法包括以下步驟：透過使用第一多個位元來指示第一載波頻率組的第一通道條件狀態，並且透過使用第二多個位元來指示第二載波頻率組的第二通道條件狀態。所述第一和第二多個位元中的每一個排列在最高有效位元位置和最低有效位元位置之間的 N 個位元位置中，其中「 N 」是大於一（1）的整數。所述方法還包括：在所述第一和第二多個位元中的每一個內，從接收機向發射機傳送指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料，其中「 K 」是小於「 N 」的整數。

在另一實施例中，提供了一種電腦程式產品，其包括電腦可讀取媒體。所述媒體包括：用於使電腦使用第一多個位元來指示第一載波頻率組的第一通道條件狀態，並且使用第二多個位元來指示第二載波頻率組的第二通道條件狀態的代碼。所述第一和第二多個位元中的每一個排列在最高有效位元位置和最低有效位元位置之間的 N 個位元位置中，其中「 N 」是大於一（1）的整數。所述媒體還包括用於使電腦在所述第一和第二多個位元中的每一個內，從接收機向發射機傳送指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料的代碼，其中「 K 」是小於「 N 」的整數。

【實施方式】

在通訊系統中，可以在接收機處使用例如時域和頻域中的最小平方（LS）估計的技術來經由引導頻音調估計通道條件。引導頻音調通常是指可以透過通訊系統發送以用於監督、控制、均衡、繼續、同步或參考目的的信號（例如，單個頻率）。可適性傳輸方案，例如功率和速率控制以及其他編碼/調制技術，可以改善通訊系統的通訊性能，假設發射機具有對當前通道條件的準確估計。如上所述，通常經由反饋通道從接收機向發射機傳送該通道狀態資訊（CSI），所述反饋通道以低延遲、合理的高準確度和低管理負擔來支援該控制資訊。

對於有關產生 CQI 測量報告的資訊，引用了美國專利 No.7,475,588（此後稱為‘588），在此透過引用併入了該專利的全部內容。

以下用實例來描述反饋通道的操作和透過反饋通道發送的信息量。儘管下面的揭示描述了這些實施例針對 UWB 系統的適應性，但是本領域技藝人士應當理解某些實施例適用於使用反饋通道的任何通訊系統。一些現有 UWB 系統設計是基於在 ECMA-368 標準中規定的多頻帶正交分頻多工（MB-OFDM）系統的。本發明的某些實施例可以參照 OFDM 無線通訊系統來描述。然而，本領域技藝人士將會理解，本文描述的實施例可以適用於任何慢速時變寬頻通訊通道。一些實施例也可以適用於快速時變寬頻通訊通道。

如下所述，所描述的功能可以用硬體、軟體、韌體或其任意組合來實施。如果在軟體中實施，則所述功能可以作為一或多個指令或代碼來儲存在電腦可讀取媒體上或透過電腦可讀取媒體來傳送。電腦可讀取媒體包括電腦儲存媒體和通訊媒體，包括有助於將電腦程式從一個位置轉移到另一位置的任何媒體。儲存媒體可以是能夠由通用或專用電腦存取的任何可用媒體。舉例而言而非限制性的，這種電腦可讀取媒體可以包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其他光碟儲存單元、磁片儲存單元或其他磁性儲存設備、或者可以用來攜帶或儲存指令或資料結構形式的期望程式碼模組並能夠由通用或專用電腦或者通用或專用處理器如專用積體電路（ASIC）來存取的任何其他媒體。此外，任何連接均被

適當地稱為電腦可讀取媒體。例如，如果軟體是使用同軸線纜、光纖線纜、雙絞線、數位用戶線路（DSL）或者諸如紅外線、無線電和微波的無線技術來從網站、伺服器或其他遠端源發送的，則所述同軸線纜、光纖線纜、雙絞線、DSL 或者諸如紅外線、無線電和微波的無線技術均包括在媒體的定義中。如本文所使用的，磁片和光碟包括壓縮光碟（CD）、雷射光碟、光碟、數位多功能光碟（DVD）、軟碟和藍光光碟，其中磁片通常磁性地複製資料，而光碟利於鐳射光學地複製資料。上述內容的組合也應當包括在電腦可讀取媒體的範圍內。

圖 1 是圖示示例性寬頻或超寬頻無線通訊系統 100 中的發射機 110 和接收機 114 的方塊圖。通訊系統 100 可以用來經由通道 118 在發射機 110 和接收機 114 之間發送及/或接收資料。該資料可以包括語音、視頻和多媒體資料。通訊系統 100 可以包括任意類型的通訊系統，包括但不侷限於分碼多工存取（CDMA）系統、行動通訊全球系統（GSM）、寬頻分碼多工存取（WCDMA）以及 OFDM 系統。圖 1 中圖示的系統 100 包括 OFDM 系統。如在圖 1 中所示，發射機 110 被配置用來經由通道 118 向接收機 114 發送資料。接收機 114 也被配置用來經由通道 118 向發射機 110 發送資料。通道 118 包括多個音調：音調 1、音調 2、直到音調 N。在一個實施例中，系統 100 高效地將整個系統頻寬劃分為許多個正交音調，例如音調 1 到 N（例如，如在 OFDM 系統中）。在一個實施例中，音調 1 到 N 中的每一個可以與可以在上面發送資

料的各次載波相關聯。在另一實施例中，音調 1 到 N 中的每一個可以是獨立的次載波。在另一實施例中，音調 1 到 N 中的每一個可以不是獨立的次載波。音調 1 到 N 中的每一個可以被視為可以用來在發射機 110 和接收機 114 之間發送資料的獨立的傳輸通道。在一個實施例中，通道 118 可以包括 N 個音調。音調的數目 N 可以是任意數值。例如，N 可以是 100，使得通道 118 包括 100 個音調。在另一例子中，N 可以是 22，使得通道 118 包括 22 個音調。

在通訊系統 100 中，需要對發射機 110 和接收機 114 之間的無線通道條件的基本準確的估計，以便高效地在可用音調上發送資料。例如，音調 1 上的通道條件可能改善，而音調 2 上的通道條件可能惡化。因此，希望發射機 110 針對音調 1 減小信號功率，而針對音調 2 增加信號功率。接收機 114 可以使用反饋通道 122 向發射機 110 發送與至少一個音調的通道條件有關的 CSI。例如，接收機 114 可以使用反饋通道 122 向發射機 110 發送 CSI，該 CSI 指示音調 1 的通道條件改善且音調 2 的通道條件惡化。發射機 110 可以使用在反饋通道 122 上從接收機 114 接收的 CSI 來針對通道 118 中的音調 1 到 N 重分配或改變資源（例如，發送功率、資料速率等）。

圖 2 是圖示圖 1 的通訊系統 100 的示例性頻譜分配 200 的示圖。在一個實施例中，示例性頻譜分配 200 可以是針對多頻帶 OFDM 系統（例如，由 ECMA-386 標準規定的系統）的頻譜分配。頻譜分配 200 僅僅是示例性分配，並且其他實

[S]

施例可以使用其他頻譜分配（例如，多個頻率及/或頻率劃分）。頻譜分配 200 圖示與通訊系統 100 的通道 118 中的音調 1 到 N 對應的不同的可能的頻率。頻譜分配 200 的頻譜範圍在 3.1 到 10.6GHz 內。頻譜分配 200 的這個頻譜範圍被細分為 14 個連續的次頻帶，次頻帶 1 到 14。該 14 個次頻帶中的每一個的頻寬為 528MHz。這些次頻帶中的每一個包含 128 個音調（例如，圖 1 的音調 1 到音調 N 中的至少一部分），其中每個音調之間的間距為 4.125MHz。該 14 個次頻帶被群組到 6 個頻帶組，頻帶組 1 到 6。頻帶組 1 到 4 和 6 各自具有 3 個次頻帶，例如頻帶組 1 具有次頻帶 1、次頻帶 2 和次頻帶 3。頻帶組 5 具有兩個次頻帶：次頻帶 13 和次頻帶 14。

參照圖 1，通道 118 可以包括來自這 14 個次頻帶中的任意次頻帶的任意數目的音調。例如，音調 1 和 2 可以來自次頻帶 #1，而音調 N 可以來自次頻帶 #3。在另一例子中，音調 1、音調 2 直到音調 N 可以均來自次頻帶 #8。

通訊系統 100 的相干頻寬（例如，可能經歷相似通道條件的音調範圍）可以跨越圖 2 中圖示的次頻帶內或上（例如，次頻帶 #1 內或次頻帶 #1 和次頻帶 #2 上）的若干鄰近音調。參照圖 2，根據一個實施例，針對不同通道模型 CM1 到 CM4 來計算通訊系統 100 的相干頻寬。通道模型 CM1 到 CM4 是通道 118 可能經歷的示例性場景。關於通道模型 CM1 到 CM4 的更多細節，可以參考 J.R. Forester 等人的「*A Channel Model for Ultra Wideband Indoor Communication*」，INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WIRELESS PERSONAL

MULTIMEDIA COMMUNICATION (2003 年 10 月)，在此透過引用併入其全部內容。例如，CM1 是發射機 110 和接收機 114 之間的距離小於 4 米的場景。在另一例子中，CM3 是發射機 110 和接收機 114 之間的距離為 4 到 10 米的場景。相干頻寬在通道模型 CM1、CM2、CM3 和 CM4 中分別可以為 53.6、28.9、20.6 和 12.4MHz。這可以使用鄰近音調上作為用於決定相干頻寬的統計參數的通道係數的正規化互相關（例如，指示通道條件如何影響在接收機 114 處接收的信號的實數及/或複數）來計算。例如，通道係數可以表示通道的衰落幅度（例如，信號強調的降級）。所接收的信號幅度可以透過將發送的信號幅度乘以通道係數來獲得。通道 118 可以用多個通道係數的形式來表示，其中每個通道係數與音調 1 到 N 中的一個相關聯。因為每個音調佔用 4.125MHz 的額定頻寬，所以多達 13、7、5 和 3 個鄰近音調分別在通道模型 CM1、CM2、CM3 和 CM4 中是相關的。關於通道模型 CM1 到 CM4 的更多細節，還可以參考 Q. Zou 等人的「*Performance Analysis of Multiband OFDM UWB Communications with Application to Range Improvement*」，56 IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, 3864, 3864-3878 (2007 年 11 月)，在此透過引用併入其全部內容。

這表明通道 118 可以在時間維度和頻譜維度中均是相關的。也可以有其他相關源，包括但不侷限於：

(i) 在準靜態通道條件下在分時雙工 (TDD) 通訊模式中前向鏈路和反向鏈路之間的相關性

(ii) 在部署多個天線情況下的空間相關性

(iii) 在多個用戶協作的共享本地通道狀態資訊以構成分散式廣域通道狀態矩陣的情況下的多用戶相關性。

如在圖 2 中所示，通訊系統 100 中的音調可以分類為次頻帶 1 到 14。次頻帶 1 到 14 可以各自包含彼此鄰近的音調。在一個實施例中，通訊系統 100 中的所有音調 1 到 N 可以屬於這 14 個次頻帶中的僅 1 個次頻帶。在另一實施例中，音調 1 到 N 可以擴展在多個次頻帶上。例如，音調 1 到 N 可以擴展在 3 個次頻帶上。在另一實施例中，音調 1 到 N 可以擴展在任何隨意的次頻帶集上。通訊系統 100 中的若干鄰近音調可以經歷幾乎相同的通道條件。因為動態傳輸方案適應於提供給發射機 110 的 CSI 的變化，所以可能期望可適性方案來向鄰近音調分配相同資源（例如，信號功率及/或資料速率）。音調上的這種相關性可以有益地用來壓縮 CSI 反饋。如上所述，頻譜分配 200 僅是一種示例性分配，並且本文描述的實施例可以適應於任何頻譜分配。

圖 3 是圖示圖 1 的通訊系統 100 中的發射機 110 和接收機 114 的示例性部件的方塊圖。發射機 110 包括處理器 310、記憶體 314、網路介面 318 和可適性資源分配器 322。記憶體 314 被耦合到處理器 310。處理器 310 還被耦合到網路介面 318 和可適性資源分配器 322。可適性資源分配器 322 還被耦合到網路介面 318。

發射機 110 的可適性資源分配器 322 被配置用來可適性地為通道 118 分配資源（例如，回應於 CSI 來增加/減小信

號功率或資料速率)。在一個實施例中，發射機 110 可以在每次接收到新的 CSI 時分配資源。在另一個實施例中，發射機 110 可以僅在接收到一定量 CSI 之後（例如，在從接收機 114 接收到 3 個 CSI 封包之後或者在經過預定量一段時間之後）才分配資源。可適性資源分配器 322 可以自身處理 CSI，或者其可以使用處理器 310 來處理 CSI。然後，可適性資源分配器 322 可以至少部分地基於在反饋通道 122 上從接收機 114 接收的 CSI 來決定如何向通道 118 中的音調分配資源。例如，資源分配器 322 可以針對如圖 1 中所示的每個音調 1 到音調 N 調整信號功率。如果通道條件針對這些音調中的任意音調而變化，則資源分配器 322 可以至少部分地基於與這些音調對應的通道條件來針對這些音調調整信號功率。例如，可適性資源分配器 322 可以至少部分地基於從反饋通道 122 接收的 CSI 來針對音調 1 增加信號功率而針對音調 2 減小信號功率。

接收機 114 包括處理器 326、記憶體 330、網路介面 334、通道估計器 338 和 CSI 模組 342。記憶體 330 耦合到處理器 326。處理器還耦合到通道估計器 338、CSI 模組 342 和網路介面 334。通道估計器 338 耦合到 CSI 模組 342，並且通道估計器 338 和 CSI 模組 342 均耦合到網路介面 334。

接收機 114 的通道估計器 338 被配置用來決定及/或估計通道 118 中的至少一個音調的通道特性（例如，雜訊水平、信號強度、SNR、RSSI 等）。通道估計器 338 可以在決定及/或估計通道特性時使用處理器 336。接收機 114 還包括通道

{S}

狀態資訊 (CSI) 模組 342，其被配置用來計算或決定關於通道的 CSI。該 CSI 由接收機 114 透過反饋通道 122 發送到發射機 110。由 CSI 模組 342 產生的 CSI 至少部分地基於由通道估計器 338 產生的通道特性。CSI 模組 342 可以使用處理器 336 來產生 CSI，或者 CSI 模組 342 可以自身產生 CSI。

如在圖 3 中所示，通道 118 可以包括多個次載波或音調，例如，音調 1 到 N。透過通道 118 發送的資料可以使用這些音調的任意組合來發送。這些音調的通道條件可以隨時間而變化。在接收機 114 處估計時變的通道條件，以用於經由通道估計器 338 進行信號檢測。從接收機 114 到發射機 110 的反饋通道 122 定期地提供 CSI 的當前估計，以便在發射機 110 處支援可適性資源分配策略。為簡明起見，在描述某些實施例時，期望反饋通道 122 基本上是无雜訊的。這意味著將 CSI 無雜訊地從接收機 114 傳送到發射機 110。但是在其他實施例中，反饋通道 122 可能遭受雜訊。本領域技藝人士應當理解，可以結合反饋通道 122 使用雜訊補償技術。

處理器 310 和 326 可以包括任何通用單片或多片微處理器，例如 ARM、奔騰®、奔騰 II®、奔騰 III®、奔騰 IV®、奔騰® Pro、8051、MIPS®、Power PC®、ALPHA®、專用積體電路 (ASIC)，或者任何專用微處理器，例如數位信號處理器、微控制器或可程式閘陣列。記憶體 314 和 330 可以包括硬碟、RAM、ROM、記憶卡、快閃記憶體、CD-ROM、DVD-ROM 或任何其他用於儲存資料的裝置。

網路介面 318 和 334 可以包括下列中的至少一個：有

線網卡、無線網卡、天線以及用於與網路通訊的一些其他裝置。網路介面 318 和 334 可以連接到區域網路 (LAN) 或廣域網路 (例如, 網際網路) 或某種其他形式的網路。網路介面 318 和 334 可以根據有線技術及/或無線技術來接收信號, 其中所述有線技術包括但不侷限於乙太網路、電話 (例如, POTS) 以及光纖系統, 所述無線技術包括但不侷限於分碼多工存取 (CDMA 或 CDMA2000) 通訊系統、分時多工存取 (TDMA) 系統如 GSM/GPRS (通用封包無線服務) /EDGE (增強型資料 GSM 環境)、IEEE802.11 系統以及 OFDM 系統。網路介面 318 和 334 可以用來發送及/或接收各種類型的資料, 包括但不侷限於語音、視頻和多媒體資料。

通常, 考慮不同類型的可適性資源分配。在一個例子中, 可以提供反饋以支援動態發射機速率可適性。在一個實施例中, 基於可用 CSI, 接收機 114 可以代表發射機 110 明確地做出關於資源分配的判定。在另一實施例中, 發射機 110 可以至少部分地基於來自接收機 114 的可用反饋來分配其資源。CSI 可以包括對接收機 CSI 的原始量化 (例如, 將接收機 114 的通道估計轉換到離散值, 而沒有執行任何有意義的額外處理), 這適用於以下實施例, 在這些實施例中, 接收機 114 透過向發射機 110 提供更多關於當前通道條件的資訊來幫助在發射機 110 處進行判定的程序。在這種實施例中, 發射機 110 可以向接收機 114 傳送其資源分配判定, 以確保接收機 114 可靠地恢復從發射機 110 發送到該接收機 114 的任何資訊。在接收機 114 代表發射機 110 做出關於資源分配

的判定的實施例中，在接收機 114 進行判定的程序期間，接收機 114 自動地接到這種可適性性的通知。

在一個實施例中，爲了進一步受益於可適性傳輸方案，可以期望發射機 110 具有關於每個頻段的準確的且當前的（例如，未過期的）CSI。通常，CSI 可以是由通道估計器 338 在接收機 114 處估計的通道條件的函數。通常，在接收機 114 處的 CSI 包括與每個音調對應的至少一個實數（或複數）。CSI 提供了關於每個音調的當前通道條件的指示符。如果該資訊被完整地反饋到發射機 110，則這會在反饋通道 122 上施加大量訊務。發射機 110 可能不需要完整的接收機 CSI 來執行必要的可適性控制。替代地，接收機 114 可以透過決定接收機 CSI 的空間到一組連續且不相交子集的劃分來量化 CSI。可以進行這種劃分，使得針對每個子集中的所有 CSI 單元，可適性傳輸方案分配相同的資源。例如，這些資源可以包括：（i）位元載入演算法中的位元數目，或者（ii）可適性功率控制方案中的傳輸功率等。然後，可以將相關子集的索引反饋到發射機 110。

即使利用這種量化反饋機制，CSI 的量也可能太大。如果可適性傳輸方案動態地根據每個音調調整其資源，則量化反饋機制仍會得到大的 CSI 量。在一個實施例中，可以有鏈路反饋資訊單元（IE），其包括透過反饋通道 122 從接收機 114 發送到發射機 110 的單個 CSI 位元組。在一個實施例中，CSI 可以不是基於每個音調的，而是可以替代地基於每個頻段的，如下面結合圖 5A 到 5D 所討論的。鏈路反饋 IE

還可以包括用於指示與該 CSI 關聯的設備的設備位址的 2 個位元組、用於單元 ID 的 1 個位元組以及用於指定該鏈路反饋 IE 的長度的 1 個位元組。單元 ID 可以指示 IE 的類型。例如，鏈路反饋 IE 可以具有數值 16 用於其單元 ID。在另一實施例中，可以使用單個鏈路反饋 IE 來向多個發射機提供 CS。一個實施例可以使用 4 個位元來更新資料速率以及 4 個位元來更新發射機功率水平變化。

如上所述，發射機 110 不僅定期地改變傳輸資料速率，還可以對單獨的音調執行更複雜的動態功率分配和其他編碼/調制技術。更精細的可適性方案會要求更細化的 CSI 反饋粒度，並且會在反饋通道 122 上施加更高的負載。如下面進一步描述的，可以基於在反饋通道 122 上來自接收機 114 的量化的 CSI 反饋來在發射機 110 處完成動態可適性。

在一個實施例中，接收機 114 可以估計各種通道參數，例如與每個音調對應的信噪比 (SNR)，並且可以使用該 SNR 估計作為通道強度的指示符。可適性發射機功率控制演算法可以根據接收機 SNR 估計來動態地調整發射機功率水平，以使在所有資料音調上的平均傳輸速率最大化。發射機 110 還可以基於量化的 SNR 資訊執行其他動態編碼和調制方案。在該實施例中，將 SNR 空間劃分為 K 個子集，將需要每音調每反饋更新 $N_b = \lceil \log_2 K \rceil$ 個位元的反饋負載（例如，向發射機 110 傳送 CSI 所需的信息量）。例如，在 $N_b = 6$ 的情況下，SNR 的 $2^6 = 64$ 個不同量化等級的粒度可以是適當的。假設 $N_t = 100$ 個音調，在該情況中，反饋負載是 $100 * 6 = 600$ 個每

[S]

更新位元，這可能是大於所期望的。

在一個實施例中，提供了用於在沒有顯著地改變可適性傳輸方案的性能的情況下壓縮反饋負載（例如，減小 CSI 量）的系統和方法。如上所述，通訊系統（包括通訊系統 100）的通道特性可以以若干方式高度相關。在通道條件基本不變的時間期間的測量可以稱為「相干時間間隔」，其數量級可以為若干毫秒。在另一方面，資料封包的持續時間的數量級通常可以為僅幾個微秒。例如，在發射機-接收機相對移動速度為 $v = 3 \text{ m/s}$ 且載波頻率 $f_c = 4 \text{ GHz}$ 的情況下，透過
$$T_c \approx \frac{0.423c}{vf_c} = \frac{0.423 \times 3 \times 10^8}{3 \times 4 \times 10^9} \approx 10 \text{ ms}$$
 來提供相干時間的實際估計。一個實施例規定了大小可變的媒體存取控制（MAC）封包，其傳輸持續時間的範圍可以為從 0.3125 到 112.5 s。因此，若干連續發送的封包可以經歷在發射機 110 和接收機 114 之間幾乎相同的通道條件。

圖 4 是圖示針對圖 3 的無線通訊系統 100 表示不同位元速率的反饋位元的示例性分配的表 400。如在表 400 中所示，不同的資料速率可以由不同的位元型式來表示。表 400 圖示用來表示 8 種不同資料速率的位元型式。「速率 (Mbps)」列指示與如在圖 3 中所示的音調 1 到 N 對應的資料速率的速度。「位元」列指示用來表示相應的資料速率的位元型式。例如，通道 118 中的音調 1 可以工作於資料速率「80Mbps」。資料速率「80Mbps」由位元型式「001」來表示。

對於下面的描述，用 N_t 表示由通道 118 用於在通訊系

統 100 的發射機 110 和接收機 114 之間傳送資料的音調（音調 1 到 N ）的數目，如在圖 1 和 3 中所示。用 N_b 表示每更新每音調需要的 CSI 的位元數目。則需要經由反饋通道 122 發送的反饋位元的總數是每更新 $N_t * N_b$ 。應當注意， N_b 可以取決於在發射機 110 處適用的動態資源分配方案。例如，參照圖 2 和圖 3，表 200 圖示由通訊系統 100 的音調 1 到 N 使用的 8 個不同的資料速率分別使用 3 個位元來表示。在另一實施例中，通訊系統 100 可以使用 16 個不同的資料速率，這將需要 4 個位元來表示所有這 16 個資料速率。因此，在該實施例中， $N_b = 4$ 。

參照圖 3，通訊系統 100 具有速率可適性方案，在該方案中發射機 110 向音調 1 到 N 中的每一個分配下列 8 個資料速率之一：53.3 Mbps、80 Mbps、106.7 Mbps、160 Mbps、200 Mbps、320 Mbps、400 Mbps 以及 480 Mbps。在該例子中，接收機 114 適應於基於接收機 CSI 來映射（例如，分配）的資料速率。這種映射可以在接收機 114 處基於接收機 CSI 來執行，並且對發射機 110 是透明的（例如，發射機 110 不知道實際映射是什麼）。接收機 114 可以經由反饋通道 122 向發射機 110 僅傳送所映射的狀態值。表 400 圖示由 $N_b = \log_2 8 = 3$ 個位元表示的 8 個可能的速率中的每一個。假設 $N_t = 100$ 個音調，對於所有這 100 個音調而言，每更新所需要的反饋量將是 $100 * 3 = 300$ 個位元。

在一個實施例中，頻譜頻段劃分演算法可以用來將若干鄰近的音調明智地合併（例如，群組或指定）到單個頻譜

組（例如，頻段）。根據該實施例，反饋機制基於每頻段而非基於先前討論的每音調來提供 CSI 更新。這提供了反饋壓縮因數 N_t/K_b ，其中 N_t 是音調總數， K_b 是頻譜頻段的數目。在一個實施例中，頻段劃分演算法可以將固定數目的音調合併到每個頻段中，或者不同頻段中的音調數目可以是不同的。此外，在另一實施例中，從音調到頻段的映射可以預先決定並且在整個通訊程序期間保持不變。在另一實施例中，該映射可以在通訊程序期間動態改變。頻段劃分演算法的更高可變性可以導致反饋處理中更精細的粒度，並且會帶來更大的反饋負載。對適當粒度水平的選擇可以取決於通訊系統 100 的設計約束。參照上文記載的美國專利申請 No.12/716,032，以獲得更多關於頻段劃分（例如，頻譜頻段劃分）的資訊。可以結合本文描述的實施例使用頻譜頻段劃分。

圖 5 圖示表示圖 4 中圖示的反饋狀態的二進位樹。二進位樹通常是指一種樹結構，其中在該樹中的每個節點最多具有兩個子節點。二進位樹 500 具有根節點 501。由節點 511 和 512 構成的第一級節點連接到根節點 501。由節點 521、522、523 和 524 構成的第二級節點連接到第一級節點 511 和 512。節點 521 和 522 連接到節點 511。節點 523 和 524 連接到節點 512。由節點 531、532、533、534、535、536、537 和 538 構成的第三級節點（例如，葉節點）連接到第二級節點 521、522、523 和 524。節點 531 和 532 連接到節點 521。節點 533 和 534 連接到節點 522。節點 535 和 536 連接到節

點 523。節點 537 和 538 連接到節點 524。由位元值「111」到「000」表示的系統 100（在圖 4 中圖示出）的資料速率分別構成二進位樹 500 的葉節點 531 到 538。二進位樹 500 的深度是 $\lceil \log_2 n \rceil$ ，其中 n 是反饋狀態的數目。對於二進位樹 500，二進位樹 500 的深度是 $\log_2 8 = 3$ 。

二進位樹 500 圖示可以如何構建反饋資訊的「層」。如在圖 5 中所示，二進位樹 500 具有 3 級（不包括根節點 501）。每個級將一「層」反饋資訊添加到節點中的位元型式。例如，節點 511 是二進位樹 500 的第一級中的節點。位元型式「1」在節點 511 中，其表示 1 層反饋資訊。節點 521 是二進位樹 500 的第二級中的節點。位元型式「11」在節點 521 中，其表示兩層反饋資訊。在二進位樹 500 的每一級中，將新的一「層」反饋資訊添加到該級中的節點內的位元型式。

圖 6 是圖示圖 3 中圖示的通訊系統 100 的音調 1 到 10 的示例性層級的表 600。「音調#」列指示特定音調的音調號。「音調的當前狀態」列指示該音調的當前狀態（例如，音調 1 的當前狀態由位元型式 101 來表示）。「層 1」列指示該音調的位元型式中的第一位元的值（例如，在該情況中，最高有效位元或 MSB），所述位元型式在「音調的當前狀態」列中圖示出（例如，音調 1 的位元型式中的第一位元的值是「1」）。「層 2」列指示該音調的位元型式中的第二位元的值，所述位元型式在「音調的當前狀態」列中圖示出（例如，音調 1 的位元型式中的第二位元的值是「0」）。「層 3」列指示該音調的位元型式中的第三位元的值（例如，在該情況

中，最低有效位元或 LSB），所述位元型式在「音調的當前狀態」列中圖示出（例如，音調 1 的位元型式中的第三位元的值是「1」）。每個層級中的位元（例如，層 1、層 2 和層 3）可以有選擇地用於透過反饋通道 122 從接收機 114 向發射機 110 傳送 CSI。

使用這些列（例如，層 1 到 3），可以用層資訊的形式透過反饋通道 122 發送 CSI 反饋，其中構成最高有效位元（MSB）到最低有效位元（LSB）的每個反饋位元包括 1 個層級。對於在二進位樹 500 中的 k 級處的任何節點（其中 $1 \leq k \leq \lceil \log_2 n \rceil$ ，並且 n 是反饋狀態的數目），節點示意圖中的位元數目等於 k 。該示意圖包括從該節點引出的所有葉節點（例如，反饋狀態）的前 k 個有效位元。在每個反饋更新處，可以將 CSI 以該二進位樹結構中的層資訊的形式從接收機 114 發送到發射機 110。例如，音調 1 到 10 的層 1 資訊將是位元型式「1111110000」（例如，表示音調 1 到 10 的當前狀態的各個位元型式中的第一位元）。音調 1 到 10 的層 2 資訊將是位元型式「0000101111」（例如，表示音調 1 到 10 的當前狀態的各個位元型式中的第二位元）。音調 1 到 10 的層 3 資訊將是位元型式「1101001001」（例如，表示音調 1 到 10 的當前狀態的各個位元型式中的第三位元）。

如上所述，音調 1 到 10 的層 1 資訊是「1111110000」，層 2 資訊是「0000101111」，層 3 資訊是「1101001001」。在一個實施例中，用於表示層 1 到 3 的位元型式可以使用例如游程長度編碼（RLE）的壓縮方案來壓縮。RLE 通常是指

將資料游程（例如，相同資料值連續出現的序列）儲存為單個資料值和計數而非儲存為原始游程的一種資料壓縮形式。如果使用 RLE 來壓縮層 1 到 3 的層資訊，則在更多連續音調的狀態具有相同 MSB 時，MSB 層（例如，層 1 和 2）序列的游程長度（例如，連續資料值的數目）會更長。

對表 600 中圖示的層 1 到 3 使用 RLE，可以如下構成壓縮序列 $cs(t)$ ，其中「 t 」是層號：

$cs(1) = 6$ 「1」, 4 「0」

$cs(2) = 4$ 「0」, 1 「1」, 1 「0」, 4 「1」

$cs(3) = 2$ 「1」, 1 「0」, 1 「1」, 2 「0」, 1 「1」, 2 「0」, 1 「1」

壓縮序列 $cs(t)$ 指示每個層 1 到 3 中的連續資料值的數目。例如， $cs(1)$ 指示在層 1 資訊中有 6 個「1」隨後是 4 個「0」。 $cs(2)$ 指示在層 2 資訊中有 4 個「0」隨後是 1 個「1」、1 個「0」、以及 4 個「1」。

在一個實施例中，在發送更高 MSB 層（例如，層 1）的反饋時可以應用更多壓縮。例如，在使用 RLE 發送層 1 的狀態資訊時可以應用更多壓縮，這是因為該層資訊包含更長的連續資料游程長度。在另一實施例中，由於關於音調/頻段數目的約束，透過忽略每個序列最後的部分可以應用更多壓縮。例如，對於 $cs(1)$ ，接收機 114 僅在反饋通道 122 上發送 6 個 1。未發送的值（例如，4 個「0」）可以根據已發送的值（例如，6 個「1」）來推斷。例如，對於 $cs(1)$ ，如果發射機 110 知道在通道 118 中總共只有 10 個音調，並且其從

接收機 114 接收到 6 個「1」，則發射機 110 能夠推斷出未發送的其他 4 個位元值應當為「0」。可以使用 1 個位元來指示每個層的開始型式（例如，0 或 1）。在其他實施例中，也可以使用其他類型的編碼和壓縮方案，包括但不侷限於可變長度編碼（VLC）或算術編碼，來取代 RLE 對 CSI 進行編碼。使用編碼和壓縮方案來發送所有層 1 到 3 的經過壓縮的反饋可以提供對透過反饋通道 122 從接收機 114 發送到發射機 110 的 CSI 的無損壓縮。例如，在使用 RLE 的一個實施例中，由於層資訊的游程長度而使用較少位元來從接收機 114 向發射機 110 發送所有層資訊（例如，層 1），如上所述。這允許在沒有損失準確性及/或層資訊的情況下對層資訊進行壓縮（例如，使用較少位元來發送）。在另一實施例中，接收機 114 可以至少部分地基於反饋通道 122 的頻寬來決定是否執行壓縮及/或編碼方案。例如，如果在反饋通道 122 上有較少可用頻寬，則接收機 114 可以對層資訊進行壓縮。在另一實施例中，如果在反饋通道 122 上有較多可用頻寬，則接收機 114 可以不對層資訊進行壓縮。在另一實施例中，接收機 114 可以取決於反饋通道的頻寬來發送部分或所有層的反饋。例如，如果有較多頻寬，則接收機 114 可以發送所有層的反饋。在另一例子中，如果有較少頻寬，則接收機 114 可以只發送一或多個層的反饋。

在另一實施例中，可以使用游程長度閾值來執行使用 RLE 的層資訊壓縮。例如，層資訊可以包括 10 個位元：0、0、0、0、0、1、0、0、0 和 0。在該層資訊中僅有一個「1」

[S]

值。接收機 114 可以具有游程長度閾值，其可以用來決定是否對「1」值進行編碼。例如，游程長度閾值可以是 3（例如，至少 3 個連續位元具有相同值）。這意味著如果在 1 行中沒有至少 3 個相同的值，則可以將這些不滿足游程長度閾值的值設置到預設值，或者可以將這些值設置到滿足游程長度閾值的鄰近位元的值。在以上實例中，該層資訊中的單個「1」值可以轉換到「0」值，然後可以使用 10 個「0」的 RLE。

圖 7 是圖示圖 3 中圖示的通訊系統 100 的音調 1 到 10 的另一示例性層級的表 700。表 700 類似於表 600。然而，在表 700 中，沒有與層 3 資訊對應的值。

在一個實施例中，透過利用頻譜及/或時間相關性，可以減小在反饋通道 122 上從接收機 114 向發射機 110 發送的反饋信息量。例如，因為鄰近的音調（例如，音調 1 到 10）可以具有相似的頻率回應（例如，鄰近的音調可以具有頻譜相關性），所以各個通道狀態很可能相差較少位元位置。鄰近音調及/或頻段的狀態很可能在 LSB 中不同，而 MSB 很可能在相干頻寬（例如，兩個頻率在其上很可能經歷相似衰落的頻率間隔）上是相同的。如在圖 6 中所示，音調 1 到 10 的狀態在層 3 位元中彼此的差異多於在層 1 位元中彼此的差異。例如，音調 1 到 6 在層 1 位元中具有相同的值（例如，1）。音調 1 到 4 和 6 在層 2 位元中也具有相同的值（例如，0）。這是由於音調 1 到 6 具有相似的頻率回應（例如，具有頻譜相關性）。在一個實施例中，可以透過使用 RLE 來利用這種頻譜相關性，以減少接收機 114 發送的反饋信息量，

如上所述。因為音調 1 到 10 可以是頻譜相關的，所以它們將很可能具有相似的層 1 和層 2 資訊，如在圖 6 中所示。因此，接收機 114 可以不像其發送層 3 資訊那樣頻繁地發送層 1 和 2 資訊。

在另一實施例中，音調 1 到 10 隨著時間改變不大。例如，在某一段時間後僅一個或兩個音調可能改變其狀態。在更具體的例子中，音調 1 可以從狀態「101」改變到「100」。兩個 MSB「10」沒有改變，僅 LSB 從「1」改變到「0」。此外，通道 118 可以是慢速變化的衰落通道，這表明給定音調的狀態不太可能在較短時間後明顯改變。這還表明時間連續的狀態更可能在 LSB 中不同，而 MSB 在相干時間間隔中保持相同。因此，相比 LSB 更新而言，MSB 改變/更新可能較不頻繁。因此，相比 LSB 層資訊，較不頻繁地發送 MSB 層資訊。在一個實施例中，更靠近 MSB 位置的位元可以稱為較高層資訊，更靠近 LSB 位置的位元可以稱為較低層資訊。

在一個實施例中，省略 LSB 層（例如，層 3）會帶來減小由接收機 114 在反饋通道 122 上發送的 CSI 量。可以將較低層反饋假設（例如，替代）為預設值（例如，「0」）。被省略的層 3 資訊可以使用各種不同的方法、技術或演算法來替代。例如，被省略的層可以總是值為 0，或者被省略的層可以值為 1。在另一例子中，被省略的層的值可以至少部分地基於被省略的層的先前的值。在另一例子中，可以基於接收的層或基於其他度量來計算被省略的層的替代值。該應用不限制可以用來計算被省略的層的值的方法、技術或演算

法。在一個實施例中，被省略的層資訊的數量可以在層數增大時增加。例如，圖 7 僅圖示 3 個層，並且僅省略了層 3 資訊。在另一例子中，如果系統 100 具有 10 個層（例如，每個音調的 CSI 使用 10 個位元來表示），則接收機 114 可以省略最後 3 個層資訊（例如，層 8、層 9、層 10 資訊）。

在一個實施例中，可以被省略的層的數目可以至少部分地基於反饋通道 122 上的頻寬可用性。例如，如果有小頻寬在反饋通道上可用，則可以省略更多層（例如，層 2 和 3），並且如果有高頻寬在反饋通道上可用，則可以不省略層或省略較少層（例如，僅層 3）。在另一實施例中，可以被省略的層的數目可以基於通訊系統的錯誤容忍水平（例如，通訊系統針對接收不正確的 CSI 或不接收完整 CSI 所具有的容忍度）。在決定可以被忽略的層的數目時，可以考慮各種因素。該應用不限制可以考慮的這些因素的規模和範圍。

在另一實施例中，可以省略任意層或任意層的組合，而不是省略 LSB 層。例如，如果總共有 5 個層，則可以僅省略層 4 資訊。在某一實施例中，被省略的層資訊可以不是連續的（例如，它們不需要是相鄰的層級，如層 3 和 4）。例如，如果總共有 5 個層，則可以省略層 2 資訊和層 4 資訊。

在一個實施例中，如果特定層的資訊已經改變，則接收機 114 可以僅發送該層資訊。例如，如果音調 3 的狀態（在表 600 中示為「100」）改變到狀態 101，並且沒有其他音調改變其狀態，則只有層 3 的資訊已經改變，因為只有音調 3 的狀態的最後 1 位元已經從「0」改變到「1」。在該場景中，

音調 3 的層 1 和層 2 值沒有改變。因此，接收機 114 可以僅發送層 3 資訊，並且可以不發送層 1 和層 2 資訊。在另一例子中，音調 1 到 4 可以在層 2 位元位置中具有相同的值（例如，0）。由於頻譜相關性，音調 1 到 4 的層 2 位元位置的值可以改變到 1。接收機 114 可以僅發送層 2 資訊，並且可以不發送層 1 和層 3 資訊，因為只有層 2 位元已經改變。

圖 8 是圖示對圖 3 通訊系統的音調的示例性頻段劃分的示圖。在該實施例中，有總共 16 個音調。這些音調 1 到 16 中的每一個被指定到頻譜頻段 1-5 中的一個。音調 1 和 2 被指定到頻段 1，音調 3 到 6 被指定到頻段 2，音調 7 到 9 被指定到頻段 3，音調 10 到 13 被指定到頻段 4，以及音調 14 到 16 被指定到頻段 5。音調 1 到 16 中的每一個可以至少部分地基於這些音調的通道特性而被指定到頻段 1-5 中的一個。音調 1 到 16 中的每一個可以基於其他因素而被指定到頻段 1-5 中的一個。可以使用各種因素來將音調 1 到 16 中的每一個指定到頻段 1 到 5。

在一個實施例中，可以使用固定大小頻段劃分演算法，其中將相同數目的音調（例如，4 個音調）指定到每個頻段。在另一實施例中，可以有可變大小頻段劃分演算法，其中透過允許不同頻段具有不同數目的音調，可以應用更精細的粒度水平。在另一實施例中，可以使用靜態頻段劃分演算法，其中即使音調的通道條件改變，也不將這些音調重新指定到不同頻段。靜態頻段劃分演算法可以單獨使用，或者與上述固定和可變頻段劃分實施例結合使用。在某個實施例

中，接收機 114 可以指定每頻段固定數目的音調，並且一旦被指定，不將這些音調重新指定到不同頻段，即使這些音調的通道條件改變。在另一實施例中，接收機 114 可以指定每頻段可變數目的音調，並且一旦被指定，不將這些音調重新指定到不同頻段，即使這些音調的通道條件改變。在一個實施例中，可以使用動態頻段劃分演算法，其中取決於通道條件，可以將不同音調重新指定到不同頻段。動態頻段劃分演算法可以單獨使用，或者與上述固定和可變頻段劃分實施例結合使用。

此外，可以使用各種方法來基於每頻段提供 CSI。例如，可以使用一個頻段中的所有音調的平均雜訊水平來提供針對該頻段的 CSI。在另一實例中，可以使用所有音調的最高雜訊水平或最低雜訊水平來提供針對該頻段的 CSI。在另一實例中，可以使用所有音調的中間雜訊水平來提供針對該頻段的 CSI。

上述實施例可以應用於頻譜頻段，例如頻段 1-5。可以基於每頻段而不是基於每音調來獲得層資訊。例如，參照圖 6，取代提供音調 1 到 10 的當前狀態，可以提供頻段 1 到 10 的當前狀態。如在圖 8 中所示，音調 3、4、5 和 6 被指定到頻段 2。可以將音調 3、4、5 和 6「頻段劃分」到頻段 2，並且僅發送該頻段的層資訊，而不是發送這些音調中的每一個的層資訊，這樣可以允許接收機 114 在發送層資訊時使用較少位元。上述各個實施例則可以應用到頻段 1 到 10 的層 1 到 3 的層資訊。

上述實施例可以提供若干優點。層資訊可以同時採用頻譜和時間相關性。此外，將不同音調頻段劃分到頻段可以等同於省略較低層資訊，因為基於較高層 CSI 對音調進行合併。該層資訊也可以適用於高效利用由通訊系統 100 使用的資料訊框中的填充位元組，這樣可以不會造成額外的管理負擔以用於發送層資訊（例如，透過在訊框的填充位元中發送每一層的反饋）。在一個實施例中，不同層級可以具有不同長度和不同更新間隔。由接收機 114 發送的層資訊的量可以取決於能夠容納在資料訊框的填充區域中的信息量。透過根據可用填充區域來調整層的數目，能夠控制在反饋通道 122 上發送的 CSI 的量。在該實施例中，使用位元映射向量來發送層資訊可能是必要的。這會需要額外的 $\lceil \log_2 (\lceil \log_2 (n) \rceil) \rceil$ 位元每層。

在上面的實施例中提供的多個例子表明透過合併不同實施例可以實現顯著的壓縮收益。決定相關系統參數可能是必要的，所述系統參數例如用於頻譜頻段劃分演算法的頻段劃分參數、馬爾可夫模型的狀態轉換概率、以及二進位樹結構的特定狀態更新機制。關於馬爾可夫模型和差異更新的更多細節，可以參考上面記載的美國專利申請 No.10/716,064。當系統中的音調的通道條件改變時，二進位樹結構的狀態更新機制可以針對不同層使用新的游程長度。這可以透過大量模擬或者透過分析模型來完成。可能需要執行對這些演算法的精確性能評估，包括計算平均反饋負載以及由於在發射機和接收機處 CSI 不匹配而引起的性能損失（速率不匹配、錯

{S}

誤概率降級等)。

圖 9 是圖示傳送反饋資訊的第一示例程序 900 的流程圖。程序 900 圖示接收機 114 可以如何經由反饋通道 122 向發射機 110 傳送 CSI，如在圖 3 的通訊系統 300 中所示。程序 900 可以由接收機 114 使用記憶體 330、處理器 326、通道估計器 338、CSI 模組 342 和網路介面 334 中的至少一個來執行。

程序 900 在方塊 904 處開始並進行到方塊 908。在方塊 908 處，接收機 114 決定通道 118 中的音調 1 到 N 中的一部分或所有音調的通道特性。接收機可以使用網路介面 334 來測量通道 118 中的音調 1 到 N 中的一部分或所有音調的通道特性。然後，網路介面 334 可以將測量結果提供到通道估計器模組 338，其可以進一步處理這些測量結果。在決定音調 1 到 N 的通道特性之後，程序 900 進行到方塊 912，在方塊 912 中接收機獲得音調 1 到 N 中的部分或所有音調的層資訊。接收機可以使用處理器 326 及/或 CSI 模組 342 來獲得每個音調的每個層的狀態資訊（0 或 1）。

在獲得每個音調的不同層的狀態資訊之後，程序 900 則進行到方塊 916。在方塊 916 處，接收機 114 決定是否壓縮在方塊 912 中獲得的層資訊。例如，接收機 114 可以如上面所討論地決定是否對層資訊應用某種形式的壓縮（例如，RLE）。可以基於各種因素，包括但不侷限於反饋通道 122 的頻寬和層資訊的量，來決定是否壓縮層資訊。在一個實施例中，接收機 114 可以接收預先決定的標準（例如，反饋通

道上的可用頻寬，CSI 的準確閾值，系統針對通道反饋的錯誤容忍度等），以用於決定是否對層資訊執行壓縮。例如，接收機 114 可以具有安裝有預先決定的標準的硬體及/或軟體模組，以用於決定是否壓縮層資訊。如果接收機 114 決定不應壓縮層資訊，則程序 900 進行到方塊 924。如果接收機 114 決定應當壓縮層資訊，則程序 900 進行到方塊 920，在方塊 920 中使用如上面在圖 6 中所討論的壓縮或編碼方案來壓縮層資訊。

在方塊 924 處，接收機 114 透過反饋通道 122 向發射機 110 發送音調 1 到 N 的部分或所有音調的層資訊。接收機 114 可以使用網路介面 334 來發送層資訊。如果在方塊 920 處壓縮了層資訊，則接收機 114 發送經過壓縮的層資訊。如果沒有壓縮層資訊，則接收機 114 發送完整的層資訊。

圖 10 是圖示傳送反饋資訊的第二示例程序的流程圖。程序 1000 圖示接收機 114 可以如何經由反饋通道 122 向發射機 110 傳送 CSI，如在圖 3 的通訊系統 300 中所示。程序 1000 可以由接收機 114 使用記憶體 330、處理器 326、通道估計器 338、CSI 模組 342 和網路介面 334 中的至少一個來執行。

程序 1000 在方塊 1004 處開始並進行到方塊 1008。在方塊 1008 處，接收機 114 決定通道 118 中的音調 1 到 N 中的一部分或所有音調的通道特性。接收機可以使用網路介面 334 來測量通道 118 中的音調 1 到 N 中的一部分或所有音調的通道特性。然後，網路介面 334 可以將測量結果提供到通

道估計器模組 338，其可以進一步處理這些測量結果。在決定音調 1 到 N 的通道特性之後，程序 1000 進行到方塊 1012，在方塊 1012 中接收機獲得音調 1 到 N 中的部分或所有音調的經過分層的 CSI。接收機可以使用處理器 326 及/或 CSI 模組 342 來獲得經過分層的 CSI。

在獲得經過分層的 CSI 之後，程序 1000 則進行到方塊 1016。在方塊 1016 處，接收機 114 決定是否省略在方塊 1012 中獲得的任意經過分層的 CSI。可以基於各種因素，包括但不侷限於反饋通道 122 的頻寬和經過分層的 CSI 的量，來決定是否省略任何經過分層的 CSI。在一個實施例中，接收機 114 可以接收預先決定的標準，以用於決定是否省略任意經過分層的 CSI。例如，接收機 114 可以具有安裝有預先決定的標準的硬體及/或軟體模組，以用於決定是否省略任意經過分層的 CSI。如果接收機 114 決定不應省略任意經過分層的 CSI，則程序 1000 進行到方塊 1024。如果接收機 114 決定應當省略部分經過分層的 CSI，則程序 1000 進行到方塊 1020，在方塊 1020 中如上面在圖 7 中所討論的來省略經過分層的 CSI。接收機 114 可以在省略經過分層的 CSI 時使用處理器 326 及/或 CSI 模組 342。

在方塊 1024 處，接收機 114 透過反饋通道 122 向發射機 110 發送音調 1 到 N 的部分或所有音調的經過分層的 CSI。接收機 114 可以使用網路介面 334 來發送經過分層的 CSI。如果在方塊 1020 處省略任意經過分層的 CSI，則接收機 114 發送除被省略的任意經過分層的 CSI 之外的所有經過

分層的 CSI。如果不省略經過分層的 CSI，則接收機 114 發送完整的經過分層的 CSI。

下面的實施例一般涉及用於透過圖 3 中圖示的通訊系統 100 中的反饋通道 122 來將 CSI 從接收機 114 傳遞到發射機 110 的系統和方法。下面的實施例也會引用圖 3 中圖示的單元。

如上所述，CSI 的許多物件之一可以在發射機 110 處支援對通道 118 的可適性資源分配。即使通訊系統 100 使用如上所述的頻段劃分程序，每個 CSI 封包的大小也可能大於現有封包標頭格式中的可用欄位（例如，補充資訊，如位址、資料類型等）。在通訊系統 100 中，更新發射機 110 和接收機 114 的硬體及/或軟體可能是困難的。接收機 114 和發射機 110 可以使用新的 CSI 類型，例如差異 CSI（例如，提供關於通道特性已經如何從先前一組 CSI 改變的資訊的 CSI）、頻段劃分 CSI（例如，根據每頻段提供的 CSI）、以及經過分層的 CSI（例如，如在圖 5-7、9 和 10 中基於層提供的 CSI）。因此，期望在基本上不改變通訊系統 100 的發射機 110 和接收機 114 的情況下傳送新類型的及/或更多的 CSI。

在一個實施例中，經過分層的 CSI 反饋機制也可以利用音調的時間相關性。慢速變化衰落通道可以表明給定音調的狀態不太可能在樹型圖中有較大跳轉（例如，時間連續的狀態更可能在 LSB 中不同，而 MSB 將在相干時間間隔內是相同的）。MSB 更新可以相比 LSB 更新而言較不頻繁，例如，如果在稍晚的時間只有第二或第三層通道狀態已經相比

[S]

之前的通道狀態而改變，則只發送第二或第三層的反饋。上面討論的馬爾可夫模型也可以結合針對相同層發送連續序列的差異更新來使用。例如，在一段時間期間層 1 的層資訊可能不改變，並且可以從接收機 114 向發射機 110 發送指示沒有發生改變的差異更新。在另一例子中，如果只有與層 1 對應的層 1 資訊改變，則可以從接收機 114 向發射機 110 發送差異更新，該差異更新包含指示先前的層 1 資訊與當前層 1 資訊的差異的資料。

在一個實施例中，CSI 可以包括新的專用資訊單元 (ASIE)。ASIE 可以允許在基本上不修改通訊系統 100 的現有硬體/軟體的情況下在通訊系統 100 中發送新的資訊類型。ASIE 可以包括 16 位元指定符 ID 欄位，其標識對 ASIE 的格式和使用進行定義的公司或組織。可以在信標及/或控制訊框（例如，可以用來協調接收機 114 和發射機 110 的訊框和可以用來提供定時、排程、能力和其他資訊的訊框）中發送 ASIE。該實施例可以不需要改變通訊系統 110。如果將新的 ASIE 從接收機 114 發送到發射機 110，並且發射機 110 不支援新的 ASIE，則發射機 110 可以簡單地忽略該 ASIE。當基於盡力基準原則下發送 CSI 時，可以使用該實施例，例如，只有在信標時槽可以容納 CSI 時，才發送反饋。在另一實施例中，CSI 可以包括專用控制訊框和專用命令訊框中的至少一個。專用控制訊框和命令訊框也可以包括指定符 ID 欄位。與該指定符 ID 相關聯的公司或組織可以定義在專用控制或命令訊框中的資料欄位的格式和使用。

另一實施例可以使用區塊確認 (B-ACK) 來發送 CSI。通訊系統 100 (例如, OFDM 系統) 可以使接收機 114 能夠使用 B-ACK 封包來確認對 MAC 服務資料單元序列的接收。當存在來自發射機 110 的 B-ACK 請求時, 接收機 114 可以針對透過通道 118 從發射機 110 發送到接收機 114 的 MSDU 發送 B-ACK。CSI 可以在「增強型」B-ACK 封包中與 B-ACK 資訊一起發送。在該實施例中, CSI 反饋週期可以取決於 B-ACK 封包的週期。在另一實施例中, 可能需要對 CSI 封包進行分段。某些實施例可能需要改變通訊系統 100, 因為可能需要定義新類型的「增強型」B-ACK。

在另一實施例中, 也可以在保留媒體存取時槽 (MAS) 期間使用 MAC 命令訊框來將包含 CSI 的 ASIE 從接收機 114 發送到發射機 110。接收機 114 使用保留 MAS 來透過反饋通道 122 向發射機 110 發送 CSI。該實施例可以允許以一致的時間間隔向發射機 110 發送 CSI。在發射機 110 和接收機 114 之間的 MAS 保留協商期間, 可以設置 CSI 的定時和頻率。在另一實施例中, 當發射機 110 和接收機 114 均支援優先順序化的內容存取 (PCA) 時, 可以使用 PCA 來透過反饋通道 122 發送 CSI。

如在圖 3 中所示, 通道 118 可以用來在發射機 110 和接收機 114 之間發送資料。資料可以雙向發送, 這意味著可以將資料從發射機 110 發送到接收機 114, 並且可以將資料從接收機 114 發送到發射機 110。在一個實施例中, CSI 可以是「搭載的」, 例如, 與從接收機 114 發送到發射機 110

的資料訊務一起發送。在該實施例中，可以對 CSI 封包進行分段。如果有從接收機 114 發送到發射機 110 的穩定的資料訊務，則該實施例可以是適當的。

如在圖 3 中所示，通道 118 可以用來在發射機 110 和接收機 114 之間發送資料。資料可以雙向發送，這意味著可以將資料從發射機 110 發送到接收機 114，並且可以將資料從接收機 114 發送到發射機 110。在一個實施例中，CSI 可以是「搭載的」，例如，與從接收機 114 發送到發射機 110 的資料訊務一起發送。在該實施例中，可以對 CSI 封包進行分段。如果有從接收機 114 發送到發射機 110 的穩定的資料訊務，則該實施例可以是適當的。

以上實施例可以合併及/或相互結合使用。例如，信標可以用於完整狀態更新（例如，在不使用頻段劃分的情況下提供所有音調的 CSI），並且增強型 B-ACK 或搭載中的一個可以用於基於盡力基準的頻段劃分 CSI。在一個實施例中，當在音調之間存在時間相關性時，可以結合層資訊來使用差異更新。例如，如果針對特定層沒有任何改變，則可以從接收機 114 向發射機 110 發送指示「無改變」的差異更新。一些實施例可能需要增強現有 MAC 功能，以適應增強型 B-ACK 和搭載。

圖 11A-11C 圖示根據一個實施例的實體層收斂程序（PLCP）協定資料單元（PPDU）1100 的示例性格式。在圖 11A 中圖示的實施例中，PPDU 可以由 ECMA-368 標準來使用。PPDU 1100 可以包括前導、PLCP 標頭、實體層服務資

料單元 (PSDU) 淨荷、訊框校驗序列 (FCS) 以及尾位元。
如在圖 11B 中所示，PSDU 淨荷可以包括 CSI 淨荷和資料及/
或確認 (ACK) 淨荷。如在圖 11C 中所示，CSI 淨荷可以包
括指示層級、第一游程開始位元、游程長度陣列的資訊和填
充位元。

參照圖 6，音調 1 到 10 的層 1 資訊是位元型式
「1111110000」。如上所述，層 1 資訊可以表示為經過壓縮
的序列 $cs(1)$ ，其具有 6 個「1」和 4 個「0」。在一個實施例
中，在發送圖 6 中圖示的層 1 資訊時，接收機 114 可以將層
級的值（在圖 11C 中圖示出）設置為「1」，將第一游程開
始位元的值（在圖 11C 中圖示出）設置為「1」，以及將游
程長度陣列（在圖 11C 中圖示出）設置為 [6,4]。游程長度陣
列將指示有 6 個「1」和 4 個「0」。同樣參照圖 6，音調 1
到 10 的層 2 資訊是位元型式「0000101111」。如上所述，
層 2 資訊可以表示為經過壓縮的序列 $cs(2)$ ，其具有 4 個「0」、
1 個「1」、1 個「0」和 4 個「1」。在一個實施例中，在發
送圖 6 中圖示的層 2 資訊時，接收機 114 可以將層級的值（在
圖 11C 中圖示出）設置為「2」，將第一游程開始位元的值
（在圖 11C 中圖示出）設置為「0」，以及將游程長度陣列
（在圖 11C 中圖示出）設置為 [4,1,1,4]。游程長度陣列將指
示有 4 個「0」、1 個「1」、1 個「0」和 4 個「1」。

圖 12 是圖示示例性反饋負載和示例性平均資料率的表
1200。表 1200 具有 3 個主要的列，其標記為：「壓縮方案」、
「反饋負載（位元）」以及「平均速率（Mbps）」。

{S}

還具有兩個主要的行，其標記為：「無壓縮」和「分層樹方法」。分層樹方法行被進一步細分為兩個子行，其標記為「層 1、2、3」和「層 1、2」。表 1200 僅根據一個實施例圖示示例性反饋負載和示例性平均資料率。不同的實施例可以具有不同的反饋負載和不同的平均資料率。

如在表 1200 中所示，當不使用壓縮方案時，用於從接收機 114 向發射機 110 提供 CSI 的反饋負載是 384 位元，在接收機 114 和發射機之間達到的平均（資料）速率是 226.14 兆位元每秒（Mbps）。當接收機 114 向發射機 110 發送層 1、2 和 3 資訊時，用於提供經過分層的 CSI 的反饋負載是 490.14 位元，並且達到的平均（資料）速率是 226.14Mbps。當接收機 114 僅向發射機發送層 1 和 2 資訊時，用於提供經過分層的 CSI 的反饋負載只有 270.49 位元，並且達到的平均（資料）速率是 211.4Mbps。

CSI 封包 1100 可以是高度時間敏感的。因此，在一個實施例中，這些封包沒有被分段很多次，因為這會延遲 CSI 封包 1100 從接收機 114 到發射機 110 的傳輸。基於最近的通道估計，可以產生新的 CSI 封包，例如 CSI 封包 1100。如果新的 CSI 封包與先前的 CSI 封包不同，則可以停止對先前 CSI 封包的分段的傳輸，並且可以替代地發送新的 CSI 封包。在另一實施例中，接收機 114 可以發送經過分段的完整 CSI 封包或者發送完整的差異 CSI 封包。如前面所述，可以在有規律的間隔之後發送完整 CSI 封包。在一個實施例中，如果接收機 114 決定差異 CSI 封包將不能向發射機 110 提供足夠 [S]

準確的 CSI，則可以發送完整 CSI 封包。接收機 114 可以具有與 CSI 的準確性對應的閾值水平。

述方法可以用程式形式來實施，以儲存在電腦可讀記錄媒體上，該媒體包括用於儲存電腦可讀取資料的各種類型的記錄設備，例如，CD-ROM、DVD、磁帶、儲存卡和磁片，並且上述方法也可以用載波形式（例如，網際網路傳輸或藍牙傳輸）來實施。

儘管上面闡述了特定方塊、部件、設備、功能和模組，但是本領域技藝人士將認識到，存在許多方式來劃分系統，並且有許多部件、元件、模組或功能可以替代上面所列出的那些。此外，在上面參照的附圖中描述的步驟可以按照不同順序執行，可以同時執行，並且某些步驟可以被省略。

儘管上面的具體描述已經圖示出、描述並指出了適用於各種實施例的本發明的新穎性特徵，但是將要理解在不偏離本發明的精神的情況下，本領域技藝人士可以對所圖示出的設備或程序的形式和細節進行各種省略、替代和改變。本發明的範圍由所附請求項而非前面的描述來指定。落入請求項的均等物的含義和範圍內的所有改變都應包含在所述請求項的範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 是圖示示例性寬頻或超寬頻無線通訊系統中的發

射機和接收機的方塊圖。

圖 2 是圖示圖 1 的無線通訊系統的示例性頻譜分配的示圖。

圖 3 是圖示圖 1 的無線通訊系統中的示例部件的方塊圖。

圖 4 是圖示對表示圖 3 的無線通訊系統的不同位元速率的反饋位元的示例性分配的表。

圖 5 圖示表示圖 4 中圖示的反饋狀態的二進位樹。

圖 6 是圖示圖 3 中圖示的通訊系統的音調 1 到 10 的示例性層級的表。

圖 7 是圖示圖 3 中圖示的通訊系統的音調 1 到 10 的另一示例性層級的表。

圖 8 是圖示對圖 3 的通訊系統的音調的示例性頻段劃分的示圖。

圖 9 是圖示傳送反饋資訊的第一示例性程序的流程圖。

圖 10 是圖示傳送反饋資訊的第二示例性程序的流程圖。

圖 11A-11C 圖示根據一個實施例的實體層收斂程序 (PLCP) 協定資料單元 (PPDU) 的示例性格式。

圖 12 是圖示示例性反饋負載和平均資料率的表。

【主要元件符號說明】

100	通訊系統
110	發射機
114	接收機
118	通道
122	反饋通道
200	頻譜分配
310	處理器
314	記憶體
318	網路介面
322	可適性資源分配器
326	處理器
330	記憶體
334	網路介面
338	通道估計器
342	CSI 模組
400	表
500	二進位樹
501	根節點
511、512	第一級節點
521~524	第二級節點
531~538	第三級節點
600、700	表
900	程序
904~928	程序方塊

1000	程 序
1004~1028	程 序 方 塊
1100	協 定 資 料 單 元
1200	表

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：99106202

※ 申請日期：99 年 3 月 3 日

※IPC 分類：H04L 5/02(2006.01)
H04L 5/60(2006.01)
H04W 7/04(2009.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用以根據多層減低多載波通訊系統中的反饋資訊的方法和
系統 / METHOD AND SYSTEM FOR REDUCING FEEDBACK
INFORMATION IN MULTICARRIER-BASED
COMMUNICATION SYSTEMS BASED ON TIERS

二、中文發明摘要：

本案揭示用於減少在反饋通道上發送的信息量的系統和方法。可以使用分層樹結構來減少在反饋通道上發送的信息量。頻譜頻段劃分可以與分層樹結構結合使用。

三、英文發明摘要：

Systems and methods for decreasing the amount of information sent on a feedback channel are disclosed. A hierarchical tree structure may be used to reduce the amount of information sent on the feedback channel. Spectral binning may also be used in conjunction with the hierarchical tree structure.

七、申請專利範圍：

1、一種工作在一通訊系統中的無線通訊裝置，該無線通訊裝置包括：

一通道估計器模組，用於使用一第一複數個位元來指示一第一載波頻率組的一第一通道條件狀態，並且用於使用一第二複數個位元來指示一第二載波頻率組的一第二通道條件狀態，該第一和第二複數個位元中的每一個相等地排列在一最高有效位元位置和一最低有效位元位置之間的複數個相同位元位置；

一處理器模組，用於識別出該些位元位置的至少一個的一位元位置，在該些位元位置的至少一個中的一位元值已改變以識別一改變的位元位置；及

一傳送模組，用於在該第一和第二複數個位元中的每一個內，從一接收機向一發射機傳送指示位於該改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料。

2、如請求項 1 之裝置，其中該第一通道條件和該第二通道條件包括一資料速率、一吞吐量、一雜訊水平、一 SNR 水平、一功率水平和一通道品質指示符中的至少一個。

3、如請求項 1 之裝置，其中該傳送模組還用於：禁止在該第一和第二複數個位元內，從該接收機向該發射機傳送指示位於與該改變的位元位置不同的一位元位置中的一位元

的一位元值的資料。

4、如請求項 1 之裝置，其中該處理模組還用於：透過運用一第一編碼方案和一第二編碼方案中的至少一個，來減少在該第一和第二複數個位元內的指示位於該改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料的量，其中該第一編碼方案使用一可變數目的位元來編碼資料，在該第二編碼方案中，使用一第一數目的位元來編碼一第一資料，而使用多於該第一數目的位元的一第二數目的位元來對相比該第一資料而言不頻繁地使用的一第二資料進行編碼。

5、如請求項 1 之裝置，其中該第一載波頻率組至少包括一第一載波頻率，該第二載波頻率組至少包括一第二載波頻率。

6、如請求項 1 之裝置，其中用於指示位於該改變的位元位置中的位元值的資料的一位元數量小於該第一和第二複數個位元的總和。

7、一種工作在一通訊系統中的無線通訊裝置，該無線通訊裝置包括：

用於使用一第一複數個位元來指示一第一載波頻率組的一第一通道條件狀態並且使用一第二複數個位元來指示一第二載波頻率組的一第二通道條件狀態的構件，該第一和第

[S]

二複數個位元中的每一個相等地排列在一最高有效位元位置和一最低有效位元位置之間的複數個相同位元位置；

用於識別出該些位元位置的至少一個的一位元位置，在該些位元位置的至少一個中的一位元值已改變以識別一改變的位元位置的構件；及

用於在該第一和第二複數個位元中的每一個內，從一接收機向一發射機傳送指示位於該改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料的構件。

8、如請求項 7 之裝置，其中該第一通道條件和該第二通道條件包括一資料速率、一吞吐量、一雜訊水平、一 SNR 水平、一功率水平和一通道品質指示符中的至少一個。

9、如請求項 7 之裝置，其中該用於傳送的構件還用於：禁止在該第一和第二複數個位元內，從該接收機向該發射機傳送指示位於與該改變的位元位置不同的一位元位置中的一位元的一位元值的資料。

10、如請求項 7 之裝置，其中該用於識別的構件還用於：透過運用一第一編碼方案和一第二編碼方案中的至少一個，來減少在該第一和第二複數個位元內的指示位於該改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料的量，其中該第一編碼方案使用一可變數目的位元來編碼資料，在該第二編碼方案中，使用一第一數目的位元來編碼一第一資料，而使用

[S]

多於該第一數目的位元的一第二數目的位元來對相比該第一資料而言不頻繁地使用的一第二資料進行編碼。

11、如請求項 7 之裝置，其中該第一載波頻率組至少包括一第一載波頻率，該第二載波頻率組至少包括一第二載波頻率。

12、如請求項 7 之裝置，其中用於指示位於該改變的位元位置中的位元值的資料的一位元數量小於該第一和第二複數個位元的總和。

13、一種在一通訊系統中通訊的方法，該方法包括下列步驟：

使用一第一複數個位元來指示一第一載波頻率組的一第一通道條件狀態，並且使用一第二複數個位元來指示一第二載波頻率組的一第二通道條件狀態，該第一和第二複數個位元中的每一個相等地排列在一最高有效位元位置和一最低有效位元位置之間的複數個相同位元位置；

識別出該些位元位置的至少一個的一位元位置，在該些位元位置的至少一個中的一位元值已改變以識別一改變的位元位置；及

在該第一和第二複數個位元中的每一個內，從一接收機向一發射機傳送指示位於該改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料。

14、如請求項 13 之方法，其中該第一通道條件和該第二通道條件包括一資料速率、一吞吐量、一雜訊水平、一 SNR 水平、一功率水平和一通道品質指示符中的至少一個。

15、如請求項 13 之方法，還包括步驟：禁止在該第一和第二複數個位元內，從該接收機向該發射機傳送指示位於與該改變的位元位置不同的一位元位置中的一位元的一位元值的資料。

16、如請求項 13 之方法，還包括步驟：透過運用一第一編碼方案和一第二編碼方案中的至少一個，來減少在該第一和第二複數個位元內的指示位於該改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料的量，其中該第一編碼方案使用一可變數目的位元來編碼資料，在該第二編碼方案中，使用一第一數目的位元來編碼一第一資料，而使用多於該第一數目的位元的一第二數目的位元來對相比該第一資料而言不頻繁地使用的一第二資料進行編碼。

17、如請求項 13 之方法，其中該第一載波頻率組至少包括一第一載波頻率，該第二載波頻率組至少包括一第二載波頻率。

18、如請求項 13 之方法，其中用於指示位於該改變的位

[S]

元位置中的位元值的資料的一位元數量小於該第一和第二複數個位元的總和。

19、一種電腦程式產品，包括：

電腦可讀取媒體，包括：

用於使一電腦使用一第一複數個位元來指示一第一載波頻率組的一第一通道條件狀態並且使用一第二複數個位元來指示一第二載波頻率組的一第二通道條件狀態的代碼，該第一和第二複數個位元中的每一個相等地排列在一最高有效位元位置和一最低有效位元位置之間的複數個相同位元位置；

用於使一電腦識別出該些位元位置的至少一個的一位元位置，在該些位元位置的至少一個中的一位元值已改變以識別一改變的位元位置的代碼；及

用於使一電腦在該第一和第二複數個位元中的每一個內，從一接收機向一發射機傳送指示位於該改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料的代碼。

20、如請求項 19 之電腦程式產品，其中該第一通道條件和該第二通道條件包括一資料速率、一吞吐量、一雜訊水平、一 SNR 水平、一功率水平和一通道品質指示符中的至少一個。

21、如請求項 19 之電腦程式產品，其中該媒體還包括：

[S]

用於使一電腦禁止在該第一和第二複數個位元內，從該接收機向該發射機傳送指示位於與該改變的位元位置不同的一位元位置中的一位元的一位元值的資料的代碼。

22、如請求項 19 之電腦程式產品，其中該媒體還包括：用於使一電腦透過運用一第一編碼方案和一第二編碼方案中的至少一個，來減少在該第一和第二複數個位元內的指示位於該改變的位元位置中的所有位元的位元值的資料的量的代碼，其中該第一編碼方案使用一可變數目的位元來編碼資料，並且在該第二編碼方案中，使用一第一數目的位元來編碼一第一資料，而使用多於該第一數目的位元的一第二數目的位元來對相比該第一資料而言不頻繁地使用的一第二資料進行編碼。

23、如請求項 19 之電腦程式產品，其中該第一載波頻率組至少包括一第一載波頻率，該第二載波頻率組至少包括一第二載波頻率。

24、如請求項 19 之電腦程式產品，其中用於指示位於該改變的位元位置中的位元值的資料的一位元數量小於該第一和第二複數個位元的總和。

25、一種工作在一通訊系統中的無線通訊裝置，該無線通訊裝置包括：

一通道估計器模組，用於使用一第一複數個位元來指示一第一載波頻率組的一第一通道條件狀態，並且用於使用一第二複數個位元來指示一第二載波頻率組的一第二通道條件狀態，該第一和第二複數個位元中的每一個排列在一最高有效位元位置和一最低有效位元位置之間的 N 個位元位置中，其中「 N 」是大於一（1）的一整數；及

一傳送模組，用於在該第一和第二複數個位元中的每一個內，從一接收機向一發射機傳送指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料，其中「 K 」是小於「 N 」的一整數。

26、如請求項 25 之裝置，其中該第一通道條件和該第二通道條件包括一資料速率、一吞吐量、一雜訊水平、一 SNR 水平、一功率水平和一通道品質指示符中的至少一個。

27、如請求項 25 之裝置，其中該通道估計器模組還用於：透過運用一第一編碼方案、一第二編碼方案以及一第三編碼方案中的至少一個，來減少在該第一和第二複數個位元內的指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料的量，其中該第一編碼方案使用資料游程，在該第二編碼方案中將源符號映射到一可變數目的位元，並且在該第三編碼方案中，使用一第一數目的位元編碼一第一資料，而使用多於該第一數目的位元的一第二數目的位元來對相比該第一資料而言不頻繁地使用的一第二資料進行編碼。

28、如請求項 25 之裝置，其中該第一載波頻率組至少包括一第一載波頻率，該第二載波頻率組至少包括一第二載波頻率。

29、如請求項 25 之裝置，其中用於指示位於該改變的位元位置中的位元值的資料的一位元數量小於該第一和第二複數個位元的總和。

30、如請求項 25 之裝置，其中 K 和 N 之差至少部分地基於該發射機和該接收機之間的一反饋通道的一頻寬。

31、如請求項 30 之裝置，其中如果該反饋通道的該頻寬增加，則 K 和 N 之差減小，並且如果該反饋通道的該頻寬減小，則 K 和 N 之差增加。

32、一種工作在一通訊系統中的無線通訊裝置，該無線通訊裝置包括：

用於透過使用一第一複數個位元來指示一第一載波頻率組的一第一通道條件狀態並且透過使用一第二複數個位元來指示一第二載波頻率組的一第二通道條件狀態的構件，該第一和第二複數個位元中的每一個排列在一最高有效位元位置和一最低有效位元位置之間的 N 個位元位置中，其中「N」是大於一（1）的一整數；及

用於在該第一和第二複數個位元中的每一個內，從一接

收機向一發射機傳送指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料的構件，其中「K」是小於「N」的一整數。

33、如請求項 32 之裝置，其中該第一通道條件和該第二通道條件包括一資料速率、一吞吐量、一雜訊水平、一 SNR 水平、一功率水平和一通道品質指示符中的至少一個。

34、如請求項 32 之裝置，其中該用於指示的構件還用於：透過運用一第一編碼方案、一第二編碼方案以及一第三編碼方案中的至少一個，來減少在該第一和第二複數個位元內的指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料的量，其中該第一編碼方案使用資料游程，在該第二編碼方案中將源符號映射到一可變數目的位元，並且在該第三編碼方案中，使用一第一數目的位元編碼一第一資料，而使用多於該第一數目的位元的一第二數目的位元來對相比該第一資料而言不頻繁地使用的一第二資料進行編碼。

35、如請求項 32 之裝置，其中該第一載波頻率組至少包括一第一載波頻率，該第二載波頻率組至少包括一第二載波頻率。

36、如請求項 32 之裝置，其中用於指示位於該改變的位元位置中的位元值的資料的一位元數量小於該第一和第二複數個位元的總和。

37、如請求項 32 之裝置，其中 K 和 N 之差至少部分地基於該發射機和該接收機之間的反饋通道的一頻寬。

38、如請求項 37 之裝置，其中如果該反饋通道的該頻寬增加，則 K 和 N 之差減小，並且如果該反饋通道的該頻寬減小，則 K 和 N 之差增加。

39、一種在一通訊系統中通訊的方法，該方法包括下列步驟：

透過使用一第一複數個位元來指示一第一載波頻率組的一第一通道條件狀態，並且透過使用一第二複數個位元來指示一第二載波頻率組的一第二通道條件狀態，該第一和第二複數個位元中的每一個排列在一最高有效位元位置和一最低有效位元位置之間的 N 個位元位置中，其中「N」是大於一（1）的一整數；及

在該第一和第二複數個位元中的每一個內，從一接收機向一發射機傳送指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料，其中「K」是小於「N」的一整數。

40、如請求項 39 之方法，其中該第一通道條件和該第二通道條件包括一資料速率、一吞吐量、一雜訊水平、一 SNR 水平、一功率水平和一通道品質指示符中的至少一個。

41、如請求項 39 之方法，其中該用於指示的構件還用於：透過運用一第一編碼方案、一第二編碼方案以及一第三編碼方案中的至少一個，來減少在該第一和第二複數個位元內的指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料的量，其中該第一編碼方案使用資料游程，在該第二編碼方案中將源符號映射到一可變數目的位元，並且在該第三編碼方案中，使用一第一數目的位元編碼一第一資料，而使用多於該第一數目的位元的一第二數目的位元來對相比該第一資料而言不頻繁地使用的一第二資料進行編碼。

42、如請求項 39 之方法，其中該第一載波頻率組至少包括一第一載波頻率，該第二載波頻率組至少包括一第二載波頻率。

43、如請求項 39 之方法，其中用於指示位於該改變的位元位置中的位元值的資料的一位元數量小於該第一和第二複數個位元的總和。

44、如請求項 39 之方法，其中 K 和 N 之差至少部分地基於該發射機和該接收機之間的一反饋通道的一頻寬。

45、如請求項 44 之方法，其中如果該反饋通道的該頻寬增加，則 K 和 N 之差減小，並且如果該反饋通道的該頻寬減小，則 K 和 N 之差增加。

46、一種電腦程式產品，包括：

電腦可讀取媒體，包括：

用於使一電腦使用一第一複數個位元來指示一第一載波頻率組的一第一通道條件狀態，並且使用一第二複數個位元來指示一第二載波頻率組的一第二通道條件狀態的代碼，該第一和第二複數個位元中的每一個排列在一最高有效位元位置和一最低有效位元位置之間的 N 個位元位置中，其中「 N 」是大於一（1）的一整數；及

用於使一電腦在該第一和第二複數個位元中的每一個內，從一接收機向一發射機傳送指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料的代碼，其中「 K 」是小於「 N 」的一整數。

47、如請求項 46 之電腦程式產品，其中該第一通道條件和該第二通道條件包括一資料速率、一吞吐量、一雜訊水平、一 SNR 水平、一功率水平和一通道品質指示符中的至少一個。

48、如請求項 46 之電腦程式產品，其中該電腦可讀取媒體還包括：用於使一電腦透過運用一第一編碼方案、一第二編碼方案以及一第三編碼方案中的至少一個，來減少在該第一和第二複數個位元內的指示位於 K 個位元位置中的位元值的資料的量的代碼，其中該第一編碼方案使用資料游程，在該第二編碼方案中將源符號映射到一可變數目的位元，並且

[S1]

在該第三編碼方案中，使用一第一數目的位元編碼一第一資料，而使用多於該第一數目的位元的一第二數目的位元來對相比該第一資料而言不頻繁地使用的一第二資料進行編碼。

49、如請求項 46 之電腦程式產品，其中該第一載波頻率組至少包括一第一載波頻率，該第二載波頻率組至少包括一第二載波頻率。

50、如請求項 46 之電腦程式產品，其中用於指示位於該改變的位元位置中的位元值的資料的一位元數量小於該第一和第二複數個位元的總和。

51、如請求項 46 之電腦程式產品，其中 K 和 N 之差至少部分地基於該發射機和該接收機之間的一反饋通道的一頻寬。

52、如請求項 51 之電腦程式產品，其中如果該反饋通道的該頻寬增加，則 K 和 N 之差減小，並且如果該反饋通道的該頻寬減小，則 K 和 N 之差增加。

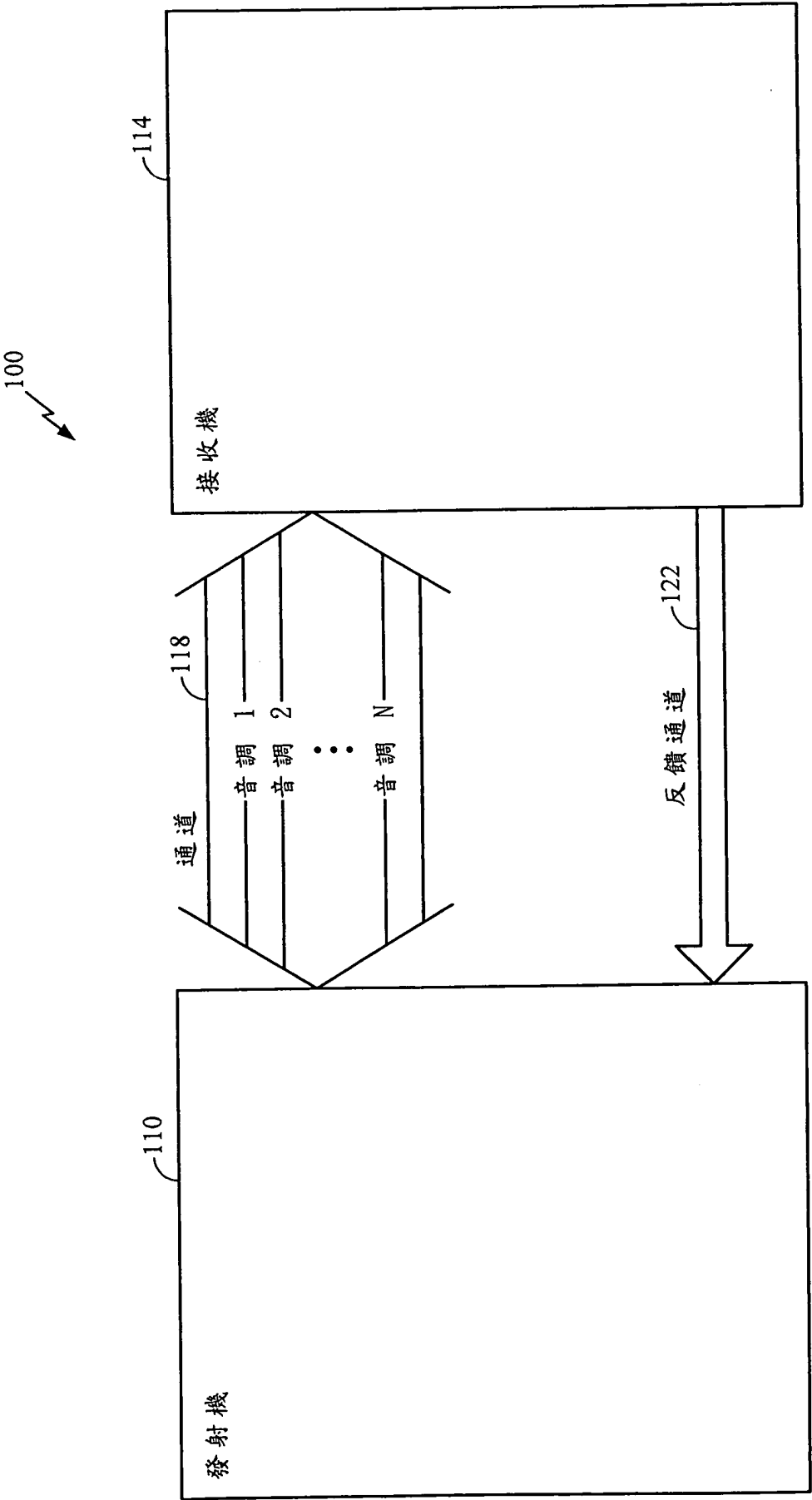


圖 1

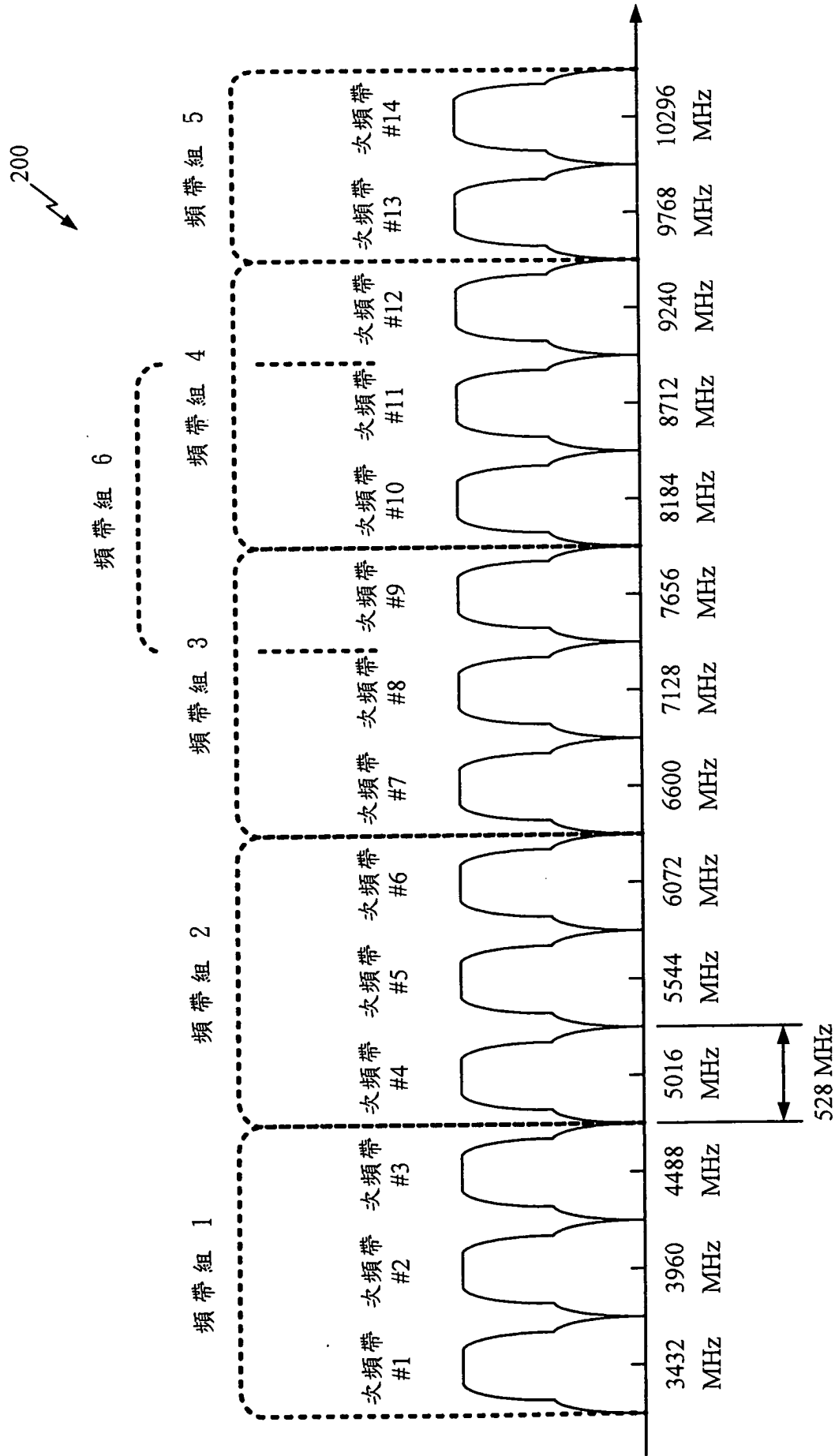


圖 2

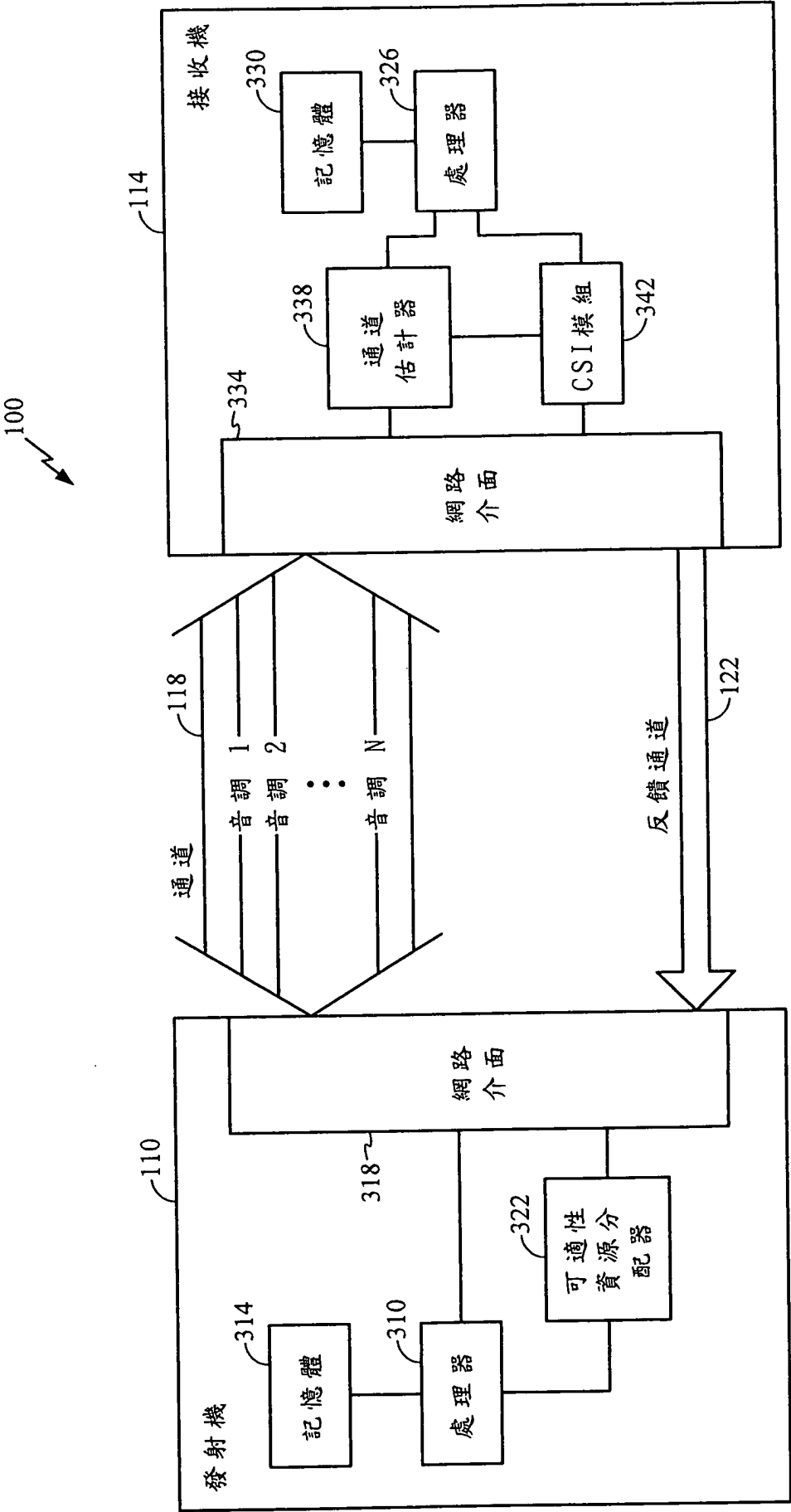


圖 3

↙ 400

速率 (Mbps)	位元	速率 (Mbps)	位元
53.3	000	200	100
80	001	320	101
106.7	010	400	110
160	011	480	111

圖 4

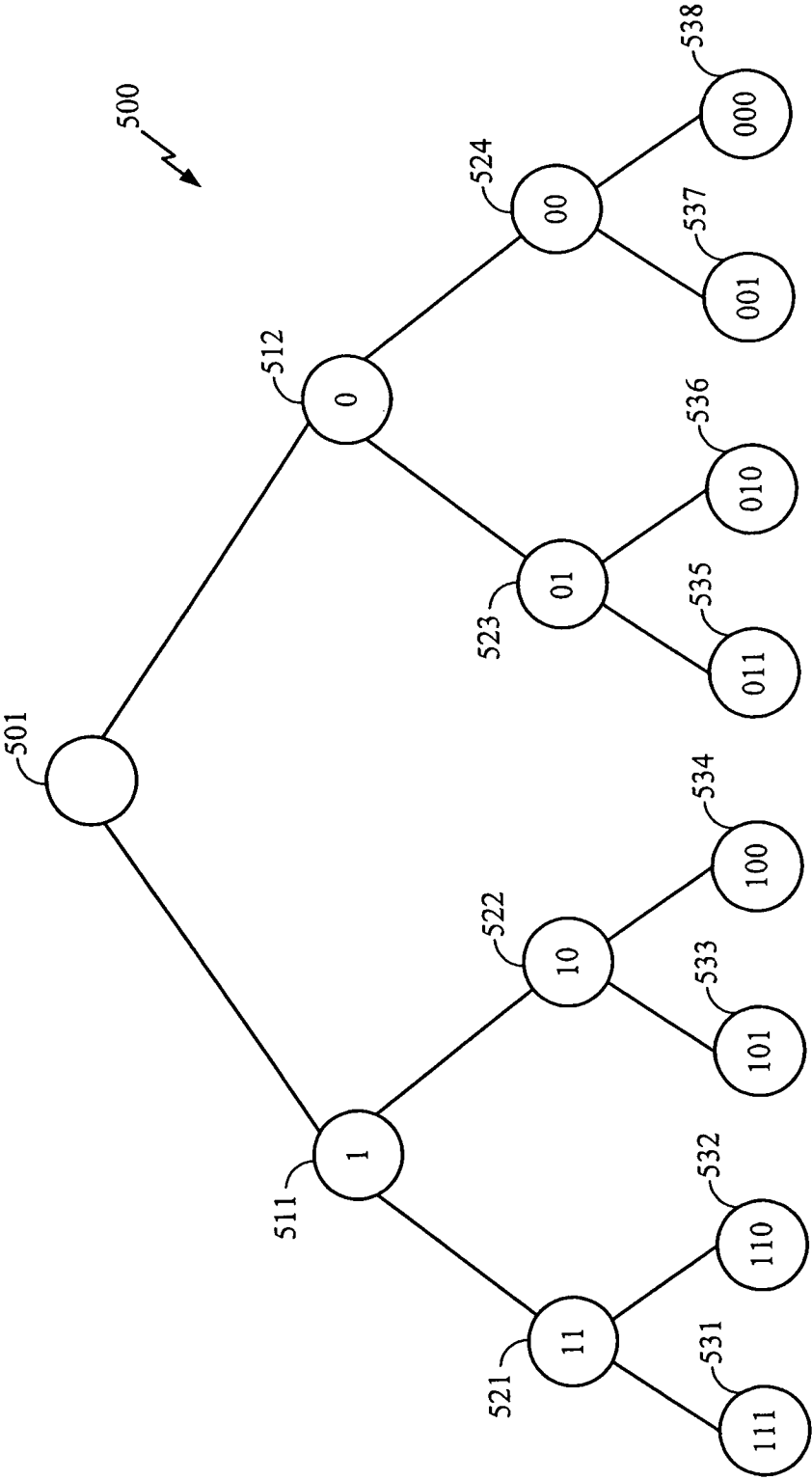


圖5

600

音調 #	音調的當前狀態	層 1	層 2	層 3
音調 1	101	1	0	1
音調 2	101	1	0	1
音調 3	100	1	0	0
音調 4	101	1	0	1
音調 5	110	1	1	0
音調 6	100	1	0	0
音調 7	011	0	1	1
音調 8	010	0	1	0
音調 9	010	0	1	0
音調 10	011	0	1	1

圖 6

700

音調 #	音調的當前狀態	層 1	層 2	層 3
音調 1	101	1	0	X
音調 2	101	1	0	X
音調 3	100	1	0	X
音調 4	101	1	0	X
音調 5	110	1	1	X
音調 6	100	1	0	X
音調 7	011	0	1	X
音調 8	010	0	1	X
音調 9	010	0	1	X
音調 10	011	0	1	X

圖 7

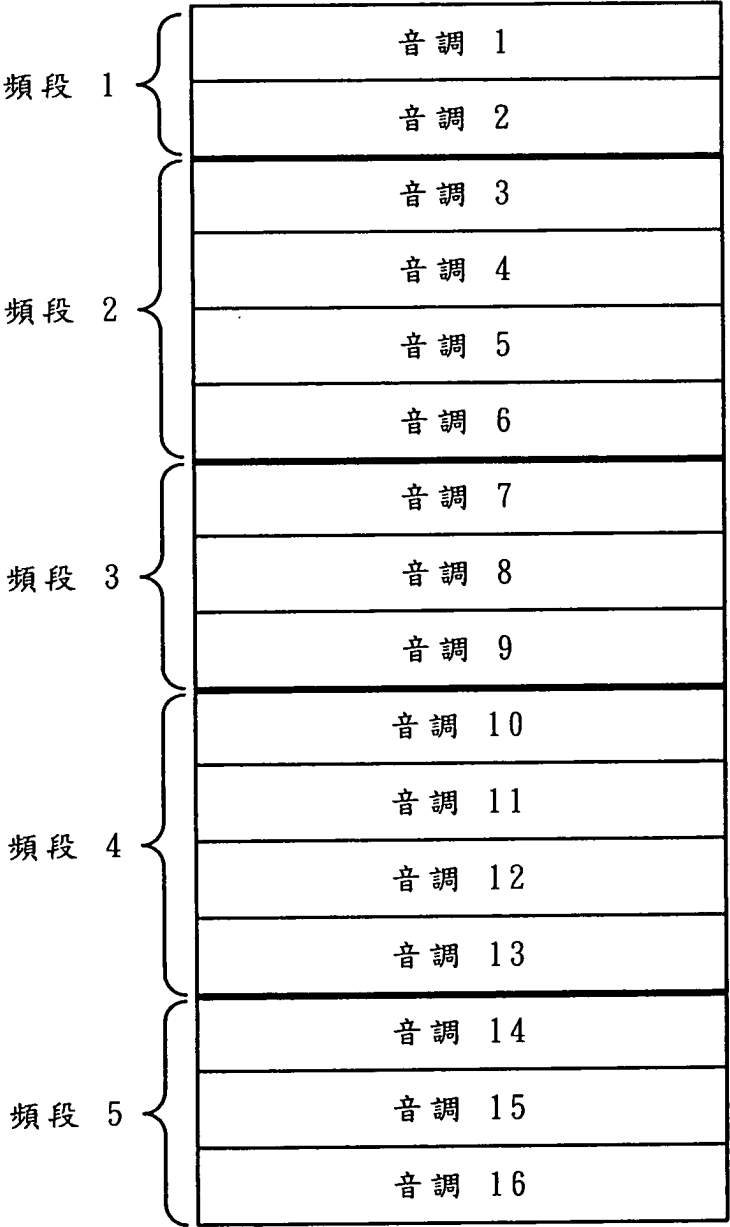


圖 8

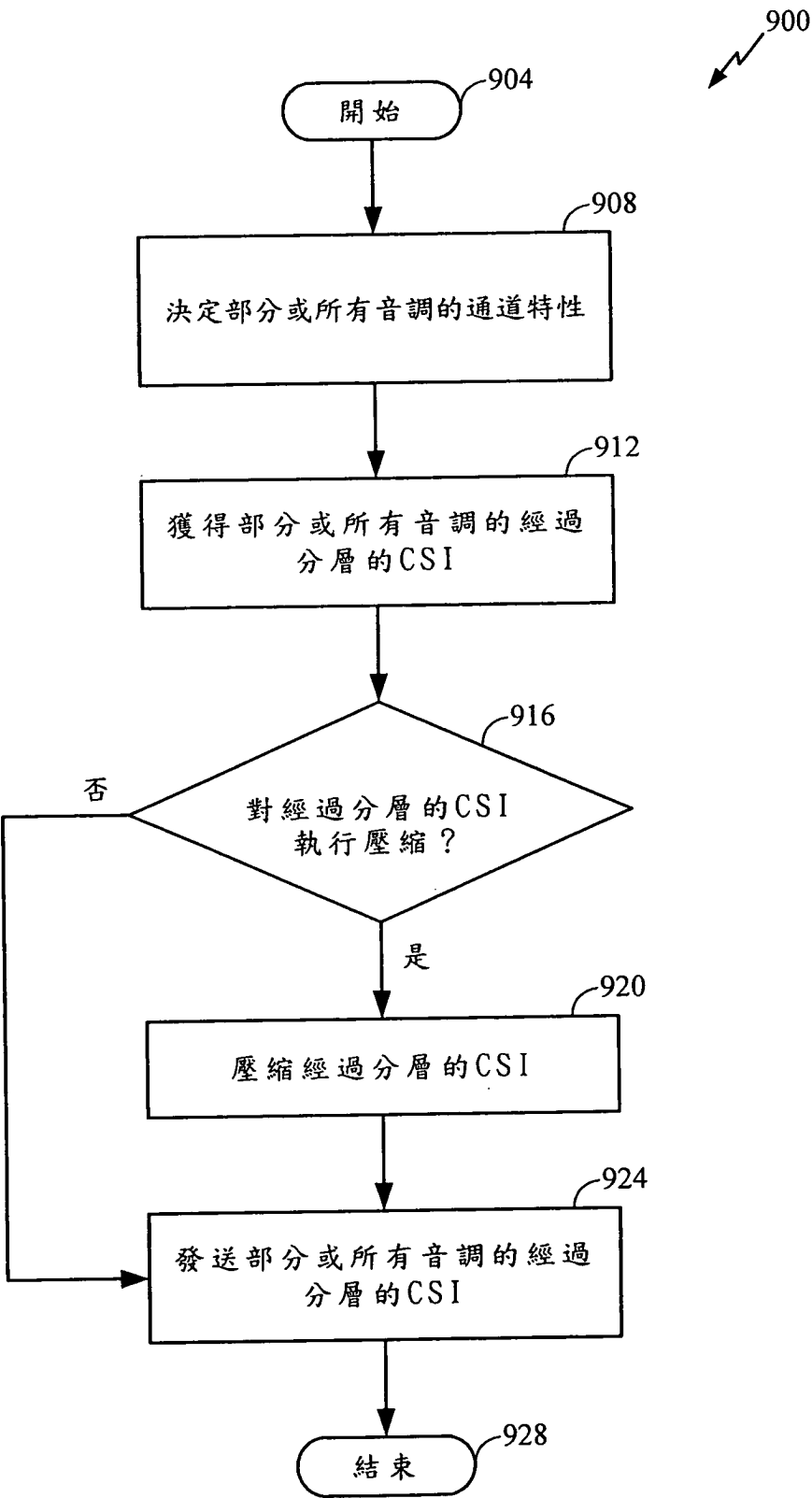


圖 9

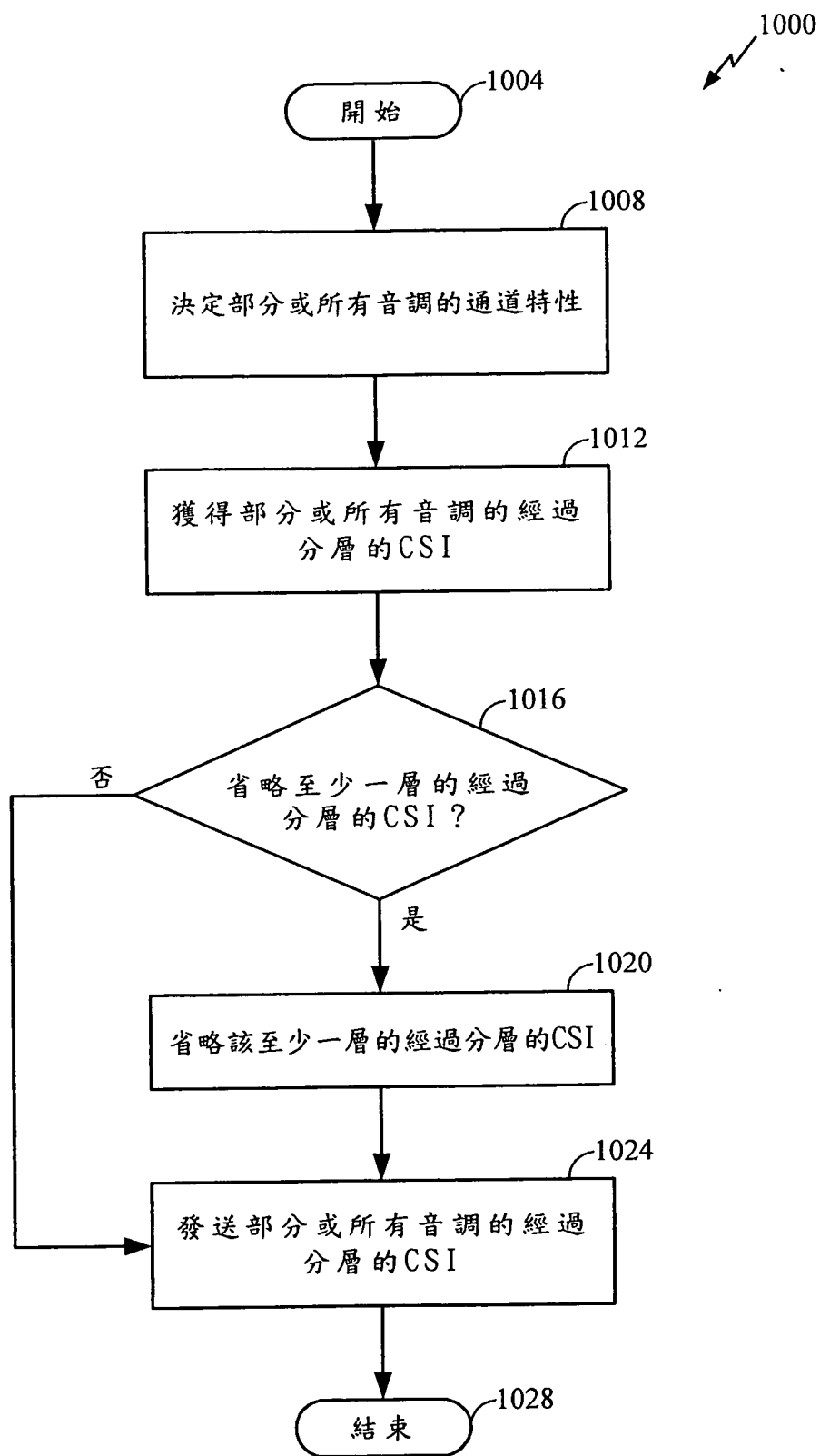


圖 10

1100 ↘

ECMA-368 PPDU 格式

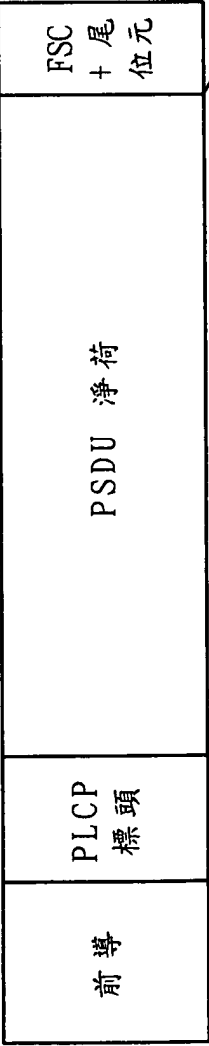


圖11A

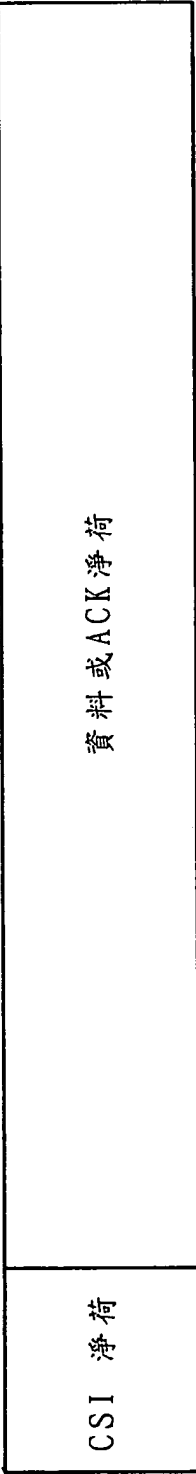


圖11B



圖11C

1200 ↘

壓縮方案		反饋負載（位元）	平均速率（Mbps）
無壓縮		384	226.14
分層樹方法	層 1, 2, 3	490.14	226.14
	層 1, 2	270.49	211.4

圖12

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 6 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

600 表

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