

發明專利說明書 公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 97110430

※ 申請日期： 97.3.24 ※IPC 分類：H04L 25/03 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於多重輸入多重輸出(MIMO)系統之可變編碼簿/ VARIABLE
CODEBOOK FOR MIMO SYSTEM

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

邁威爾世界貿易有限公司/ Marvell World Trade Ltd.

代表人：(中文/英文)

史帝文 派克/ STEVEN PARKER

住居所或營業所地址：(中文/英文)

巴貝多國 BB14027 聖麥可市布靈頓山莊砲台路 L 層

L'Horizon, Gunsite Road, Brittons Hill, St. Michael, Barbados BB14027

國 籍：(中文/英文)

巴貝多/ Barbados

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

金京浩/ Kyungho Kim

國 籍：(中文/英文)

韓國/ KR

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，
其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國、2007年3月22日、60/896,374

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

提供了一種使用可變大小預編碼編碼簿的 MIMO 無線通信系統。編碼簿的大小可由與 MIMO 無線通信系統相關的發送機和接收機之間的無線傳輸通道的品質或者其他某些編碼簿選擇標準來確定。當通道品質高時可採用較大編碼簿，允許整個系統流通量的顯著增進。相較之下，當通道品質低時可採用較小編碼簿，從而在較大編碼簿不會顯著提高系統流通量的情況下，不會有與較大編碼簿相關的增加的通道突出降低通道效率。

六、英文發明摘要：

A MIMO wireless communication system employing a variable size precoding codebook is provided. The size of the codebook may be determined by the quality of the wireless transmission channel between a transmitter and a receiver associated with the MIMO wireless communication systems or some other codebook selection criteria. A larger codebook can be employed when the channel quality is high, allowing for significant gains in overall system throughput. In contrast, a smaller codebook can be employed when the channel quality is poor, so that the added channel overhead associated with a larger code book does not reduce the channel efficiency under circumstances in which a larger codebook would not significantly improve system throughput.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	MIMO 通信系統
12	單一發送機
14 ₁ -14 _N	發送天線
16	單一接收機
18 ₁ -18 _M	接收天線
20	控制器
21	記憶體
22	符號編碼器/調變器單元
23	預編碼模組
24	時空映射模組
25	矩陣等化器
26	符號解調器/解碼器單元
28	編碼簿/矩陣選擇模組
29、49	機殼
33	預編碼模組
34	時空映射模組
35	矩陣等化器
36	符號解調器/解碼器單元
40	控制器
41	編碼簿/矩陣選擇模組
46	符號編碼器/調變器單元
48	記憶體

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般地涉及無線通信系統，並且更具體地涉及使用可變大小編碼簿來預編碼無線傳輸的系統和方法。

【先前技術】

日益增長的各種相對便宜、低功率的無線資料通信服務、網路和裝置在過去幾年已經可用，保證了接近有線速度的傳輸和可靠性。各種無線技術在 802.11 IEEE 標準中詳細描述，其包括例如 IEEE 標準 802.11a (1999) 和其更新以及修訂、IEEE 標準 802.11g (2003)、3GPP LTE、以及現在處於被採用過程中的 IEEE 標準 802.11n，它們共同在此藉由引用而被完全合併。這些標準已被商業化或者正在被商業化的過程中，保證 54 Mbps 或者更高的有效流通量如 100 Mbps，這使得它們成為傳統有線乙太網路和更加普遍的「802.11b」或者「WiFi」11 Mbps 行動無線傳輸標準的強力競爭者。

一般而言，符合 IEEE 802.11a 和 802.11g 或者「802.11a/g」、802.16 或者 3GPP LTE，以及 802.11n 標準的傳輸系統透過使用正交分頻調變或 OFDM 編碼符號以及透過使用 OFDM 子帶的正交調幅調變(QAM)來達到高資料傳輸率。在一般認知中，OFDM 的使用將整個系統頻寬劃分為多個頻率子帶或通道，每個頻率子帶與資料可能被調變的各自副載波相關。因此，OFDM 系統的每個頻率子帶可被看作用於發送資料的獨立傳輸通道，從而增加通信系統的整體流通量或者傳輸率。

在符合 802.11a/802.11g/802.11n 標準以及其他標準如 3GPP LTE 和 802.16a IEEE 標準的無線通信系統中使用的發送機，通常執行多載波 OFDM 符號編碼(其可包括糾錯編碼和交錯)，透過使用反轉快速傅立葉轉換(IFFT)技術將編碼符號轉換到時域，並對該等信號上執行數位類比轉換以及傳統射頻(RF)增頻轉換。這些發送機接著在適當的功率放大之後將經過調變和增頻轉換的信號發送到一個或多個接收機，產生具有大的峰值對均值比(PAR)的較高速時域信號。

同樣，在符合 802.11a/802.11g/802.11n、3GPP LTE 和 802.16a IEEE 標準的無線通信系統中使用的接收機通常包括執行接收信號的 RF 降頻轉換以及濾波(其可在一個或多個時期中執行)的 RF 接收單元，以及處理承載感興趣的資料的 OFDM 編碼符號的基頻訊號處理單元。在對接收的時域信號進行基頻降頻轉換、傳統類比數位轉換以及快速傅立葉轉換後，恢復了在頻域中呈現的每個 OFDM 符號的數位形式。其後，基頻訊號處理單元執行解調和頻域等化(FEQ)以恢復被發送的符號，並且接著由適當的 FEC 解碼器，例如維特比解碼器(Viterbi decoder)處理這些符號，以估計或者確定被發送的符號的最可能的標識。然後對所恢復和識別的符號流解碼，其可包括解交錯和透過使用多種已知糾錯技術中的任一種進一步糾錯，以產生對應於由發送機發送的原始信號之一組恢復信號。

為了進一步增加可在通信系統中傳播的信號數目及/或補償與各種傳播路徑相關的損害性效應，從而提高傳輸性能，在無線傳輸系統中使用多個發送和接收天線是眾所周知的。這樣的系統通常被稱為多重輸入多重輸出(MIMO)無線傳輸系統並且在現在正被採用的 3GPP LTE 和 802.11n IEEE 標準中具體提供。MIMO 技術的使用產生了頻譜效率、流通量和連結可靠性的顯著增加。這些益處一般隨著包括在 MIMO 系統中的發送和接收天線數目的增加而增加。

特別是，除了藉由使用 OFDM 而創建的頻道之外，由特定發送機和特定接收機之間的各種發送和接收天線形成的 MIMO 通道包括多個獨立的空間通道。透過使用由這些空間通道創建的附加維度來進行附加資料的傳輸，無線 MIMO 通信系統可提供改善的性能(例如，增加傳輸容量)。當然，寬頻 MIMO 系統的空間通道可在整個系統頻寬範圍內經歷不同的通道狀況(例如，不同的衰落和多重路徑效應)並且因而在整個系統頻寬上的不同頻率(即，在不同 OFDM 頻率子帶)可達到不同的 SNR。因此，對於特定性能位階，可透過使用每個空間通道的不同頻率子帶來傳輸的每個調變符號的資訊位元數目(即，資料率)可能每個頻率子帶都不同。

在 MIMO 無線通信系統中，由發送天線發送的 RF 調變信號可經由多個不同的傳播路徑到達各個接收天線，其特徵通常由於多重路徑和衰落現

象而隨時間改變。此外，各個傳播子通道的特徵根據傳播頻率而不同或者變化。為了補償時間變化、這些傳播效應的頻率選擇特性，以及一般而言增強 MIMO 無線通信系統中的有效編碼和調變，並且提高整體系統流通量，MIMO 無線通信系統的接收機可週期性地形成或者收集發送機和接收機之間的無線通道之通道狀態資訊(CSI)。一般而言，無線通道包括考慮了發送天線和接收天線的所有組合之效果的複合通道。可創建包括多個表示每個發送-接收天線對之間的通道特徵(例如，每個通道的增益、相位和 SNR)之複數個複合通道值的通道矩陣。在確定複合通道的 CSI 後，接收機可將 CSI 或者從 CSI 得到的其他資訊發送回發送機，其可使用 CSI 或者從 CSI 得到的其他資訊，預處理或者預編碼通過通道發送的信號從而補償通道的不同傳播效應。

可開發預編碼矩陣，其當與被發送的信號相乘時消除通道的傳播效應。然而，因為無線通道的傳播效應隨著時間而變化，所以單一預編碼矩陣將僅夠補償一組通道特徵。必須開發不同的預編碼矩陣以補償不同的通道特徵組。可預先得到複數個預編碼矩陣以補償一系列不同的通道狀況。可將該複數個預編碼矩陣組配在編碼簿中，其可儲存在與發送機相關的記憶體中。在測量 CSI 後，MIMO 無線通信系統中的接收機可確定編碼簿中的哪一個預編碼矩陣對於補償測得的 CSI 是最適當的。接收機可將預編碼矩陣索引或者其他識別符發送回發送機以指定編碼簿中的哪一個預編碼矩陣應當被用來預編碼將要通過通道發送的信號。發送機接著可使用特定的預編碼矩陣來預編碼信號。

編碼簿的大小，即是包括在編碼簿中的預編碼矩陣的數目，對系統流通量和整體通道效率能夠具有顯著的影響。利用具有許多供選擇的預編碼矩陣的大編碼簿，可選擇緊密相配(即抵消)所測得的通道傳播效應的預編碼矩陣。藉由準確地抵消通道傳播效應，能夠顯著地提高系統流通量。然而，較大編碼簿需要較大量的資料從接收機回饋至發送機以標識被用來預編碼被發送的信號之特定預編碼矩陣。較大編碼簿所需的額外回饋資料消耗額外的通道突出並且對通道效率具有負面影響。在諸如具有高 SNR 的通道之類的某些狀況下，與大編碼簿相關的提高的系統流通量可能與增加的突出

成本相當。在諸如具有低 SNR 的低品質通道之類的其他情況下，即使具有大編碼簿，提高的系統流通量也可能解決不了增加的通道突出成本。當為 MIMO 無線通信系統設計編碼簿時，在如下兩種方式之間存在著平衡關係：創建大編碼簿，在有利狀況下可能顯著提高系統流通量；以及創建較小的編碼簿，其會消耗更少通道突出並且在通道品質較不理想時將不會減少系統流通量。

【發明內容】

《所欲解決之技術問題》

本發明一般地涉及 MIMO 無線通信系統中可變大小編碼簿的使用。編碼簿的大小例如可由發送機和接收機之間的無線傳輸通道的品質，或者其他某些編碼簿選擇標準來確定。在一些情況下，當通道品質高時使用較大編碼簿可為偏好，其允許同一系統整體流通量的顯著增進。另一方面，較小編碼簿在通道品質低的情況下可為偏好，從而與較大編碼簿相關的增加之通道突出不降低通道效率。例如，當較大編碼簿不會顯著地提高系統流通量時較小編碼簿可為偏好。

《解決問題之技術手段》

一個實施例提供了無線傳輸系統。無線傳輸系統包括基地台和終端機。基地台適於將無線信號發送至終端機。一記憶體與基地台相結合。該記憶體儲存包括第一組複數個預編碼矩陣的可變大小編碼簿。包括在可變大小編碼簿中的預編碼矩陣可被用來預編碼由基地台發送的無線信號。終端機被用來接收從基地台發送的無線信號。與終端機相結合的通道狀態測量電路用於測量在基地台和終端機之間形成的無線通信通道的傳輸狀況。終端機包括回饋發送機，用於將通道狀態資訊從終端機無線發送回基地台。基地台包括回饋接收機，用於接收從終端機回饋的通道狀態資訊。基地台根據通道狀態資訊選擇編碼簿大小，並且從具有所選擇的編碼簿大小的編碼簿中選擇預編碼矩陣以預編碼將要從基地台發送至接收機的無線信號。可變大小編碼簿可包括從包括在可變大小編碼簿中的第一組複數個預編碼矩陣的子集所形成的第二組複數個預編碼矩陣。或者，可變大小編碼

簿可包括複數個包括不同數目的預編碼矩陣之固定大小編碼簿。

另一個實施例涉及包括基地台的 MIMO 無線通信系統，其適於發送複數個無線資料流。基地台包括記憶體，其儲存用於預編碼由基地台發送的資料流的可變大小編碼簿。MIMO 無線通信系統進一步包括適於接收無線傳輸的終端機，其包括由基地台發送的複數個資料流的至少其中之一。終端機包括通道狀態測量電路，用於測量在基地台和終端機之間建立的無線通信通道相關的通道狀態資訊。終端機進一步包括回饋發送機，用於將與通道狀態資訊相關的回饋信號無線發送回基地台。基地台包括回饋接收機，用於接收從終端機發送的回饋信號。基地台適於根據由回饋接收機接收的通道狀態資訊而選擇編碼簿大小以及從具有所選擇的大小的編碼簿中選擇預編碼矩陣。

另一個實施例提供了預編碼無線傳輸信號的方法。該方法包括測量無線通信通道的特徵，根據測量的無線通信通道的特徵來選擇編碼簿大小，以及使用包括在具有所選擇大小的編碼簿中的預編碼矩陣來預編碼無線傳輸信號。該方法可包括提供具有複數個預編碼矩陣的固定大小編碼簿，以及從在固定大小編碼簿中找到的預編碼矩陣的子集創建具有所選擇的編碼簿大小之編碼簿。或者，該方法可包括提供複數個具有不同大小的固定大小編碼簿。

又一個實施例涉及使用可變大小預編碼編碼簿的無線發送機。所述發送機包括記憶體以儲存一個或多個預編碼編碼簿。所述發送機進一步包括回饋接收機，用於接收來自接收機的通道狀態資訊。與發送機相結合的編碼簿選擇器適於根據從接收機接收的通道狀態資訊來選擇編碼簿大小。最後，發送機包括傳輸信號預編碼器，其適於使用來自具有所選擇大小的編碼簿之預編碼矩陣來預編碼無線傳輸信號。

再一個實施例提供了用於使用可變大小預編碼編碼簿的 MIMO 無線通信系統中的無線接收機。所述接收機包括通道狀態測量電路，用於產生描述通道狀態的通道狀態資訊。編碼簿大小選擇器用於選擇將被用來預編碼將要由發送機經由無線通道發送至接收機的信號之編碼簿的大小。根據由通道狀態測量電路測量的通道狀態資訊而選擇編碼簿大小。最後，接收機

包括回饋發送機，用於將編碼簿索引或者其他編碼簿大小指示符發送至無線發送機。在接收到編碼簿索引或者其他編碼簿大小指示符後，無線發送機可使用包括在具有所選擇大小的編碼簿中的預編碼矩陣來預編碼去往接收機的無線傳輸。

【實施方式】

本發明一般地涉及用於預編碼將要在 MIMO 無線通信系統中發送的資料流的可變大小編碼簿。MIMO 無線通信系統的發送機和接收機之間的無線通道的傳輸特徵隨著時間而變化。如果發送機具有通道特徵的先驗知識，則信號可被預處理(預編碼)以預先補償經由無線通道傳輸信號的負面影響。在有利狀況下，以這種方式預編碼信號能夠顯著地提高通道流通量。

在 MIMO 無線通信系統中，通信通道可表示為代表發送和接收天線的所有組合之傳輸效果的複合通道值的矩陣。可得到預編碼矩陣，其抵消經由無線通信通道傳輸信號的負面影響。信號可在經由無線通信通道發送之前乘以預編碼矩陣。在接收到這樣的預編碼信號後，接收機所具有的恢復原始信號的機會更佳，儘管有無線通道的負面影響。以這種方式預編碼信號能夠顯著地提高系統流通量。

因為通道特徵隨著時間而變化，所以可預先得到有限數目的預編碼矩陣，每個矩陣適於補償特定的一組通道特徵。複數個預編碼矩陣可集合在一個編碼簿中並且儲存在發送機中。在測量已有的通道特徵後，可從編碼簿中選擇適當的預編碼矩陣並在信號通過無線通信通道發送之前將其應用至信號。

通常，在接收機處根據從發送機發送至接收機的已知信號來計算 CSI。CSI 被回饋至發送機並且發送機從編碼簿中選擇用於預編碼後續信號的適當之預編碼矩陣。或者，接收機可具有關於編碼簿的知識以及接收機自身可適於從編碼簿中選擇適當的預編碼矩陣。在此情況下，接收機將預編碼矩陣索引或者其他識別符回饋至發送機，其指定用於在接收機觀察到的通道狀況下預編碼將要從發送機發送至接收機的信號之適當的預編碼矩陣。

如果編碼簿大，包括用於針對解決大量不同通道狀況的許多不同的預

編碼矩陣，則可選擇與無線通道的特徵緊密配對的預編碼矩陣以獲得最大可能的系統流通量提高。如果編碼簿小，則預編碼矩陣將精確地補償通道特徵負面影響的可能性將較小。因此，較小編碼簿在通道流通量上的提高可能不如較大編碼簿那麼顯著。然而，較大編碼簿需要更大的明確性以針對給定的一組通道狀況標識適當的預編碼矩陣。與採用較小編碼簿的情況相比，較大編碼簿所需的更大明確性需要更多的資料從接收機回饋至發送機，以更長的矩陣索引識別符的形式或者是更詳細的 CSI 的形式。較大編碼簿所需的額外通道突出能降低整體通道效率。因此，存在當選擇編碼簿大小時需要考慮的取捨。

當選擇編碼簿大小時要考慮的另一個因素是信號被發送時的通道狀態。在一些情況下，例如當通道表現出高的功率對干擾雜訊比(SINR)時，信號的準確預編碼可導致通道流通量的顯著提高。在其他情況下，如當 SINR 低時，預編碼結果最好的情況是微小的。當通道狀態保證時，可能希望具有包括大量供選擇的預編碼矩陣的大編碼簿從而可實現通道流通量的最大增進。另一方面，當通道狀態將使得預編碼的正面效果受限時，可採用具有數目更加有限的預編碼矩陣之較小編碼簿以減少通道突出。

由於與較大編碼簿相關的通道突出之增加的成本，在與較大編碼簿的使用相關的通道流通量上的增進超過通道突出的成本的情況下，較大編碼簿可更加有效。在其他情況下較小編碼簿可更為適當。因為無線通道狀態隨著時間改變，所以可能有時候較大編碼簿較有益，其他時候較小編碼簿較適當。可惜，通常無法預知通道狀態。很難確定與大編碼簿相關的提高之系統性能是否將解決通道突出的成本，或者是否應使用較小編碼簿。一個解決方法是使用可變大小的編碼簿，當通道狀態使得與較大編碼簿的使用相關的系統流通量上的預期增進可能解決不了增加的通道突出成本時使用更加有限的預編碼矩陣組，並且當通道狀況使得系統流通量的預期增進可能超過額外突出的不利影響時擴展可用預編碼矩陣的選擇(即，使用較大編碼簿)。

現在請參考圖 1，以方塊圖形式說明 MIMO 通信系統 10。MIMO 通信系統 10 一般包括具有多個發送天線 14_1-14_N 的單一發送機 12 和具有多個接收天線 18_1-18_M 的單一接收機 16。在一個 MIMO 無線通信系統的實施例中，發送機 12 實際上可為能夠發送信號至一個或多個遠端終端機的基地台。接

收機 16 又可為一個這樣的遠端終端機，能夠接收從基地台發送的信號並且將信號發送回基地台 12。雖然基地台和終端機能夠發送和接收信號，但本發明中基地台將會被稱為發送機 12 並且終端機將會被稱為接收機 16。發送天線 14_1-14_N 的數目可以等於、大於、或者小於接收機天線 18_1-18_M 的數目。如圖 1 所示，發送機 12 可包括耦合至記憶體 21 的控制器 20、符號編碼器/調變器單元 22、預編碼模組 23、時空映射模組 24，以及編碼簿選擇模組 28。發送機 12 還可包括矩陣等化器 25 以及符號解調器和解碼器單元 26 以執行在接收模式中經由天線 14_1-14_N 接收的信號之解調和解碼。

控制器 20 可為任何想要類型的控制器並且控制器 20 和編碼簿/矩陣選擇模組 28 可實施為一個或多個標準多用途可編程化處理器，如通用微處理器、數位信號處理器、專用積體電路(ASIC)等等，或者可使用其他任何想要類型的硬體、軟體及/或韌體來實施。同樣，預編碼模組 23、時空映射模組 24，以及矩陣等化器 25 可使用已知的或者標準的硬體及/或軟體元件來實施。如果想要的話，各種發送機元件，如控制器 20、符號編碼器/調變器單元 22、符號解調器/解碼器單元 26、編碼簿/矩陣選擇模組 28、預編碼模組 23、時空映射模組 24 和矩陣等化器 25 可以相同或不同的硬體裝置，如以相同或不同的處理器來實施。此外，發送機 12 的這些元件的每一個可被配置在機殼 29 中(在圖 1 中點狀突出顯示)並且用以實施這些元件中的任何一個的功能的例行程序或者指令可儲存在記憶體 21 或者與被用來實施這些元件的單獨硬體相結合的其他儲存裝置中。

可變大小編碼簿可儲存在記憶體 21 中。可變大小編碼簿可以多種不同的方式來實施。例如，可變大小編碼簿可包括單一包括大量預先計算的預編碼矩陣之固定大小編碼簿。可從在固定大小編碼簿中找到的複數個預編碼矩陣的子集構成具有不同大小的較小編碼簿。例如，具有 64 個預編碼矩陣的固定大小編碼簿可儲存在記憶體 21 中。僅具有 32 個預編碼矩陣的第二較小編碼簿可藉由選擇在較大的 64 個矩陣的固定大小編碼簿中每隔一個矩陣找到一個而創建。同樣地，16 個矩陣的第三編碼簿可藉由從所述較大固定大小編碼簿中每 4 個矩陣選擇一個而創建。8 個矩陣的編碼簿可藉由從所述較大固定大小編碼簿中每 8 個矩陣選擇一個而創建，而僅僅 4 個矩陣的編碼簿可藉由從所述較大固定大小編碼簿中每 16 個矩陣選擇一個而創建。當然，這些僅僅是較小編碼簿還可從較大固定大小編碼簿中創建的方

式的示例。也可採用包括較大固定大小編碼簿的其他子集的編碼簿。另一替代實施例是簡單地儲存複數個不同大小的編碼簿。例如，具有 64 個預編碼矩陣的第一編碼簿可儲存在記憶體 21 中。具有 32 個預編碼矩陣的第二單獨編碼簿也可儲存在記憶體 21 中。具有 16 個預編碼矩陣的第三編碼簿、具有 8 個預編碼矩陣的第四編碼簿以及僅僅具有 4 個預編碼矩陣的第五編碼簿也可單獨地儲存在記憶體 21 中。

一個或多個預先計算或者預定的散佈矩陣也可儲存在記憶體 21 中並且在各種時間或者在各種不同的狀況下在散佈矩陣模組 24 中使用。因此，例如，針對將要被發送的編碼空間資料流和用於同時發送這些編碼空間資料流的發送天線 14 的多種可能組合中的每一種，可儲存不同的預先計算或者預定的時空映射矩陣。因此，例如，針對經由發送天線 14 中的三個天線而發送的兩個空間資料流、針對經由發送天線 14 中的四個天線而發送的兩個空間資料流、針對經由五個發送天線 14 而發送的三個空間資料流等，可計算和儲存不同的時空映射矩陣。在這種方式中，通信系統 10 可視系統負載而定，最理想地在不同的時間發送不同數目的空間資料流。而且，通信系統 10 還可使用這些不同的預先儲存或者預先計算的時空映射矩陣來解決或者適應於用來在通信系統 10 中發送資料的一個或多個發送天線 14 的損耗。

在操作期間，將要從發送機 12 發送至接收機 16 的資訊信號 Tx_1 - Tx_n 被提供給符號編碼器/調變器單元 22 以進行編碼和調變。當然，任何想要數目的信號 Tx_1 - Tx_n 可被提供給調變器單元 22，該數目通常受到 MIMO 通信系統 10 使用的調變方案以及與 MIMO 通信系統 10 相關的頻寬的限制。此外，信號 Tx_1 - Tx_n 可為任何類型的信號，包括類比或者數位信號，並且可表示任何想要類型的資料或者資訊。此外，如果想要的話，已知的測試或者控制信號 Cx_1 (其可儲存在記憶體 21 中) 可被提供給符號編碼器/調變器單元 22 以用於確定描述發送機 12 和接收機 16 之間的一條或多條通道的特徵之 CSI 相關資訊。如果想要的話，相同的控制信號或者不同的控制信號可被用來確定 MIMO 通信系統 10 中使用的每個頻率子帶及/或空間通道的 CSI。

符號編碼器/調變器單元 22 可交錯各種信號 Tx_1 - Tx_n 和 Cx_1 的數位表示並且可對信號 Tx_1 - Tx_n 和 Cx_1 執行其他任何一種或多種已知類型的糾錯編碼以產生將要被調變並且從發送機 12 發送至接收機 16 的一個或多個編碼符

號流 SS_1 、 SS_2 、 \dots 、 SS_p 。雖然符號流 SS_1 - SS_p 可使用任何想要的或者合適的 QAM 技術來調變，如使用 64 QAM，但這些符號可以其他任何已知的或者想要的方式來調變，例如包括使用其他任何想要的相位及/或頻率調變技術來調變。在任何情況下，經調變的編碼符號流 SS_1 - SS_p 由符號編碼器/調變器單元 22 提供給預編碼模組 23。各個符號包括可在預編碼模組 23 中乘以適當預編碼矩陣的向量。控制器 20 從接收機 16 接收被控制器 20 用來標識儲存在記憶體 21 中可變大小編碼簿中的適當預編碼矩陣之回饋信號。控制器 20 存取儲存在記憶體 21 中的可變大小編碼簿並擷取適於當時佔主導的通道特徵和狀況的預編碼矩陣，並將所選擇的預編碼矩陣提供給預編碼模組 23。預編碼模組 23 將經調變的編碼符號流 SS_1 - SS_p 乘以所選擇的預編碼矩陣，接著提供預編碼的符號流至時空映射模組 24 以在經由天線 14_1 - 14_N 發送之前進行處理。雖然沒有在圖 1 中具體示出，但在增頻轉換為與 OFDM 技術相關的 RF 載波頻率之前(在一個或多個階段中)，預編碼的調變符號流 SS_1 - SS_p 可由時空映射模組 24 處理，該時空映射模組可選擇地根據共同待審的 2007 年 9 月 6 日申請的申請號 11/851,237、題為“Equal Power Output Spatial Spreading Matrix For Use In A MIMO Communication System”(用於 MIMO 通信系統中的等強度輸出空間散佈矩陣)的美國專利申請中所揭露的傳輸技術而實施時空映射矩陣，該申請的全部揭露內容在此透過引用而併入。在接收到調變信號後，時空映射模組 24 透過根據例如可能由控制器 12 提供的時空映射矩陣而向調變信號中注入延時及/或增益，從而在發送天線 14_1 - 14_N 當中執行空間資料流的混合和發送。

由發送機 12 所發送的信號由接收機天線 18_1 - 18_M 偵測並且可由接收機 16 內的矩陣等化器 35 處理以提高天線 18_1 - 18_M 的接收能力。符號解調器/解碼器單元 36 在控制器 40 的控制下，可解碼和解調由矩陣等化器 35 所恢復的接收的符號串 SS_1 - SS_p 。在該處理中，可將這些信號降頻轉換到基帶。通常，符號解調器/解碼器單元 36 可操作以執行每個符號流 SS_1 - SS_p 中所接收符號的解調以產生針對每個符號流的數位位元流。在某些情況下，如果想要的話，符號解調器/解碼器單元 36 可執行位元流的糾錯解碼和解交錯以產生對應於原始發送信號 Tx_1 - Tx_n 的接收信號 Rx_1 - Rx_n 。

MIMO 無線通信系統 10 還可提供反向通道從而信號可從接收機 16 發送回發送機 12。因此，如圖 1 所示，接收機 16 還可包括記憶體 48、符號編碼器/調變器單元 46、預編碼模組 33，以及時空映射模組 34。符號編碼器/調變器單元 46 可接收一個或多個信號 TR_1-TR_m 。該等信號 TR_1-TR_m 可由符號編碼器/調變器單元 46 使用任何想要的編碼和調變技術來編碼和調變。記憶體 48 可選擇地儲存與在發送機記憶體 21 中所儲存的可變大小編碼簿類似的可變大小編碼簿。控制器 40 可存取記憶體 48 以擷取用於預編碼從符號編碼器/調變器單元 46 接收的編碼和調變符號流的適當預編碼矩陣。預編碼的符號流接著可被增頻轉換並且由時空映射模組 34 處理，其可使用依據本發明所述的原理根據將要同時被發送的符號流之數目和將要使用的發送天線 18 之數目而開發的時空映射矩陣。時空映射模組 34 的輸出接著經由接收機天線 18_1-18_N 例如發送至發送機 12，從而實施反向連結。發送機 12 可實施矩陣等化器 25 和符號解調器/解碼器單元 26 以接收、解調和解碼經由反向通道從接收機或終端機 16 發送至發送機或基地台 16 的信號。發送機 12 中的矩陣等化器 25 和符號解調器/解碼器單元 26 與接收機 16 中的矩陣等化器 35 和符號解調器/解碼器單元 36 類似地操作以解調和解碼由接收機 16 發送的符號流以產生恢復的信號 RR_1-RR_m 。這裡再次說明，矩陣等化器 25 可以任何已知的方式處理接收的信號以增強由天線 18_1-18_M 所發送的各種符號流的分離及其接收。

如上所述，發送機或者基地台控制器 20 根據從接收機 16 接收的回饋信號從儲存在記憶體 21 的可變大小編碼簿中選擇適當的預編碼矩陣。為了針對通道狀況確定適當的編碼簿大小並且選擇最佳的預編碼矩陣，接收機 16 包括編碼簿/矩陣選擇模組 41。當接收機 16 接收來自發送機 12 的信號，如已知的測試信號 Cx_1 時，編碼簿/矩陣選擇模組 41(或者控制器 40)測量與發送機和接收機之間的無線通道的特徵和品質相關的通道狀態資訊。通道狀態資訊可包括考慮了發送天線 14_1-14_N 和接收天線 18_1-18_M 的所有組合所貢獻的複合通道值的矩陣。由編碼簿/矩陣選擇模組 41 所測量的通道狀態資訊例如可包括每一對發送和接收天線之間的通道增益和相位延遲。編碼簿/矩陣選擇模組 41 還可測量 SINR、訊號雜訊比(SNA)，或者其他某種通道品質測量的形式之通道品質。編碼簿/矩陣選擇模組 41 接著使用各種標準來估計通道狀態資訊以首先選擇在測得的通道狀態下要使用的最適當編碼簿，

接著從所選擇的編碼簿中選擇特定預編碼矩陣以預編碼信號。選擇的編碼簿之標識或大小以及選擇的預編碼矩陣的標識接著被回饋至發送機 12 從而發送機控制器 20 可從儲存在記憶體 21 的適當大小的編碼簿中選擇適當的預編碼矩陣。選擇的編碼簿和在選擇的編碼簿內的選擇的預編碼矩陣可經由反向傳輸通道，或透過另一專用的回饋通道(圖中未示)回饋至發送機 12。

所選擇的預編碼矩陣可藉由標識將要從其中選擇預編碼矩陣的特定大小編碼簿以及所標識的編碼簿內特定的預編碼矩陣來指定。例如，在採用四個不同大小的編碼簿(例如，分別包括 64 個、32 個、16 個和 8 個預編碼矩陣的編碼簿)的實施例中，需要最少 2 個位元來標識四個不同編碼簿中的其中之一。如果選擇具有 64 個預編碼矩陣的編碼簿，則需要額外的六個位元來標識最大編碼簿內的特定預編碼矩陣。如果選擇具有 32 個矩陣的編碼簿，則需要額外的 5 個位元來指定特定的預編碼矩陣。如果指定具有 16 個矩陣的編碼簿，則需要 4 個額外的位元來標識特定的預編碼矩陣，而如果採用具有 8 個預編碼矩陣的最小編碼簿，則僅僅需要 3 個額外的位元來標識特定的預編碼矩陣。如果通道品質低，則系統流通量將不太可能藉由使用來自較大編碼簿其中之一的預編碼矩陣而顯著地提高。在此情況下，使用來自較大編碼簿其中之一的預編碼矩陣的額外通道突出可能是不值得的，而可選擇較小編碼簿。然而，如果通道狀況較好，並且使用較大編碼簿將會提高的通道流通量可顯著大於標識較大編碼簿內的預編碼矩陣所需的額外突出所消耗的通道容量，則與從較大編碼簿中選擇預編碼矩陣相關的提高的通道流通量可解決通道突出增加的成本。

當在 MIMO 無線通信系統中採用可變大小編碼簿時，可建立客觀的標準以選擇適當大小的編碼簿。因為在與使用較大編碼簿相關的增加的系統流通量和增加的通道突出之間存在取捨，所以一個適當的編碼簿選擇標準是比較與特定大小的編碼簿相關的預期通道流通量和與使用該大小的編碼簿相關的回饋通道突出的成本。在 MIMO 無線通信系統中，通道流通量高度取決於無線通道的傳輸品質。接收機可從由接收天線 18_1 - 18_M 接收的信號中測量 SNR 或者 SINR 或者通道品質的某個測量。編碼簿/矩陣選擇模組 41 接著可計算可用於預編碼將要發送至接收機 16 的信號的不同大小的編碼簿中每個編碼簿的預期流通量。藉由比較與每個編碼簿相關的預期流通量和

對應的額外突出的成本，可針對不同大小的編碼簿中每一個編碼簿計算比率。將會選擇提供最高增進的通道性能與突出成本之比的編碼簿。當然，也可使用其他編碼簿選擇標準。例如，可建立一系列 SNR 或者 SINR 閾值。可根據所測得的 SNR 或者 SINR 相對於所建立的閾值落入的位置而選擇編碼簿大小。當所測得的 SNR 或者 SINR 低於第一閾值時可選擇最小的可用編碼簿。如果所測得的 SNR 或者 SINR 大於或等於第一閾值，但小於第二閾值，則可選擇下一個較大的可用編碼簿，並且依此類推直到存在一個針對每組可能的通道狀況而標識出的合適大小的編碼簿。

一旦選擇了特定大小的編碼簿，編碼簿矩陣選擇模組 41 就可從選擇的編碼簿中選擇特定的預編碼矩陣。可與選擇編碼簿大小的處理相似的方式來選擇預編碼矩陣。可針對選擇的編碼簿中的每一個預編碼矩陣來界定和計算某些客觀標準，如最大總流通量。產生最高的最大總流通量(或者其他某個客觀測量)的預編碼矩陣接著可被選擇以預編碼將要從發送機發送至接收機的符號。

圖 2 是說明在採用可變大小編碼簿的 MIMO 無線通信系統中選擇預編碼矩陣的過程之流程圖。第一步驟 202 是提供可變大小編碼簿，其包括可被用來在 MIMO 無線通信系統中預編碼從無線發送機發送至無線接收機的信號之複數個預編碼矩陣。如上所述，可變大小編碼簿可包括具有大量預編碼矩陣的單一大編碼簿，從其中可藉由選擇在該較大編碼簿中找到的預編碼矩陣的較小子集來界定較小編碼簿。或者，可變大小編碼簿可包括不同大小編碼簿的集合，每一個編碼簿適用於不同的通道狀況。

接下來，在方塊 204，將可變大小編碼簿應用至 MIMO 無線通信通道的過程要求測量無線通信通道的一個或多個特徵。至少一個所測得的特徵與編碼簿大小和預編碼矩陣選擇標準有關。編碼簿大小標準被用來確定可從中選擇預編碼矩陣以預編碼 MIMO 無線通信系統中從發送機到接收機的無線傳輸之特定編碼簿的大小或者標識。所測得的通信通道特徵例如可包括 SNR、SNIR，或者通道品質的其他測量。一旦已測得通道特徵，處理接下來在方塊 206 要求選擇最佳編碼簿。這個步驟需要評估與無線通信通道狀態相關的預定之編碼簿選擇標準。例如，用於選擇將要從中選擇預編碼

矩陣的編碼簿大小的標準可包括比較與每個可用編碼簿相關的通道突出成本和對應的與每個可用編碼簿相關的系統流通量之預期增進。通常，與每一個不同大小編碼簿相關的預期流通量將很大地受到所測得的通信通道狀態的影響。可選擇在所測得的通道狀況下以最小的通道突出額外成本提供最大預期流通量的編碼簿。

一旦已選擇了針對給定通道狀況的最佳編碼簿，在判斷方塊 208 確定選擇的編碼簿是否為用於預編碼前一傳輸的相同編碼簿。如果編碼簿相同，則處理直接繼續到方塊 212，其中選擇針對所測得的通道狀況之最佳預編碼矩陣。如果選擇的編碼簿與用於預編碼前一傳輸的編碼簿不相同，則處理在方塊 210 切換至新編碼簿，然後在方塊 212 進行從新編碼簿中對最佳預編碼矩陣的選擇。

在方塊 212，應用預定的矩陣選擇標準以在選擇的編碼簿中確定用於在所測得的通道狀況下預編碼無線傳輸的最佳預編碼矩陣。最佳矩陣選擇標準例如可包括針對選擇的編碼簿中的每一個矩陣計算最大總流通量，並且選擇在所測得的通道特徵下提供最大流通量的矩陣。

一旦已在 212 選擇預編碼矩陣，在判斷方塊 214 確定所選擇的預編碼矩陣是否是用來預編碼前一傳輸的相同預編碼矩陣。如果是，則處理直接繼續到方塊 218，其中標識選擇的編碼簿和選擇的預編碼矩陣的索引被回饋至發送機從而發送機可存取所標識的編碼簿和所標識的編碼簿內所標識的預編碼矩陣以預編碼 MIMO 無線通信系統中將要從發送機發送至接收機的無線傳輸。然而，如果判斷方塊 214 確定所選擇的預編碼矩陣與前一傳輸中使用的預編碼矩陣不相同，則處理在方塊 216 切換至新預編碼矩陣，然後在方塊 218 進行所選擇的編碼簿和所選擇的矩陣的標識向發送機的回饋。

一旦已經選擇了所選擇的編碼簿和預編碼矩陣並將它們的標識回饋至發送機以預編碼下一無線傳輸，處理在方塊 220 等待下一個報告週期。該處理可適於按照預定的速率，或者在預定的時間之後、在某一數量的傳輸之後或根據其他某種標準，再評估通道狀況並選擇編碼簿和預編碼矩陣。在任何情況下，在下一個報告週期的開始時，處理返回至方塊 202 並且重複。

如上所述的可變大小編碼簿技術可被用於任何類型的無線通信系統，例如包括無線電腦系統中使用的，諸如經由無線區域網路(WLAN)或者廣域無線網路(例如，WiMax)、網際網路、以有線和衛星為主的通信系統(諸如網際網路、資料、視頻和語音通信系統)、無線電話系統(包括行動電話系統、網路電話(VoIP)系統、以家庭為主的無線電話系統等)所實施的那些系統。現在參考圖 3A-3F，表示本發明的各種示例性實施方式。

現在參考圖 3A，可變大小編碼簿可用在高畫質電視(HDTV)420 中，其可包括 HDTV 420 的信號處理及/或控制電路，其在圖 3A 中整體被標識為 422，WLAN 網路介面 429 及/或大容量資料儲存裝置 427。HDTV 420 接收有線或者無線格式的 HDTV 輸入信號並且產生用於顯示器 426 的 HDTV 輸出信號。在一些實施方式中，HDTV 420 的信號處理電路及/或控制電路 422 及/或其他電路(圖中未示)可處理資料、執行編碼及/或加密、執行計算、格式化資料及/或執行可能需要的其他任何類型的 HDTV 處理。可變大小編碼簿技術例如可用在信號處理電路及/或控制電路 422 及/或 WLAN 網路介面 429 中。

HDTV 420 可與以非揮發性方式儲存資料的大容量資料儲存裝置 427 通信，諸如光學及/或磁性儲存裝置，如硬碟驅動器(HDD)或者數位多功能光碟(DVD)驅動器。HDD 可為包括一個或多個具有直徑小於大約 1.8”的磁盤的迷你 HDD。HDTV 420 可連接至記憶體 428，如 RAM、ROM、諸如快閃記憶體之類的低延遲非揮發性記憶體及/或其他合適的電子資料儲存裝置。HDTV 420 還可支援經由可實施上述波束成形技術的 WLAN 網路介面 429 與 WLAN 的連接。

現在參考圖 3B，本發明可與具有 WLAN 網路介面 448 及/或大容量資料儲存裝置 446 的汽車 430 的控制系統結合使用。在一些實施方式中，本發明可用在動力與傳動控制系統 432 中，其從一個或多個感測器如溫度感測器、壓力感測器、旋轉感測器、空氣流量感測器及/或其他任何合適的感測器接收輸入，及/或產生一個或多個輸出控制信號如引擎操作參數、傳動操作參數、煞車參數及/或其他控制信號。

可變大小編碼簿技術還可用在汽車 430 的其他控制系統 440 中。控制

系統 440 可同樣地接收來自輸入感測器 442 的信號及/或輸出控制信號至一個或多個輸出裝置 444。在一些實施方式中，控制系統 440 可為防鎖死煞車系統(ABS)、導航系統、資通訊系統、車用資通訊系統、車道偏離警示系統、自適應巡航控制系統、諸如立體聲、DVD、雷射唱片等的車用娛樂系統的一部分。仍構思其他的實施方式。

動力與傳動控制系統 432 可與以非揮發性方式儲存資料的大容量資料儲存裝置 446 通信。大容量資料儲存裝置 446 可包括光學及/或磁性儲存裝置，例如 HDD 及/或 DVD 驅動器。HDD 可為包括一個或多個具有直徑小於大約 1.8”的磁盤的迷你 HDD。動力與傳動控制系統 432 可連接至記憶體 447，諸如 RAM、ROM、諸如快閃記憶體之類的低延遲非揮發性記憶體及/或其他合適的電子資料儲存裝置。動力與傳動控制系統 432 還可支援經由可實施上述波束成形技術的 WLAN 網路介面 448 與 WLAN 的連接。控制系統 440 還可包括大容量資料儲存裝置、記憶體及/或 WLAN 網路介面(圖中皆未示)。可變大小編碼簿技術可用在動力與傳動控制系統的 WLAN 網路介面 448 及/或控制系統 440 的 WLAN 網路介面中。

現在參考圖 3C，可變大小編碼簿技術可包括在行動電話 450 中，其可包括行動電話 450 的一個或多個行動電話天線 451、信號處理及/或控制電路，其在圖 3C 中整體被標識為 452，WLAN 網路介面 468 及/或大容量資料儲存裝置 464。在一些實施方式中，行動電話 450 包括麥克風 456、諸如揚聲器及/或音頻輸出插孔之類的音頻輸出 458、顯示器 460 及/或諸如鍵盤、點選裝置、聲音驅動及/或其他輸入裝置之類的輸入裝置 462。行動電話 450 的信號處理及/或控制電路 452 及/或其他電路(圖中未示)可處理資料、執行編碼及/或加密、執行計算、格式化資料及/或執行其他行動電話功能。

行動電話 450 可與以非揮發性方式儲存資料的大容量資料儲存裝置 464 通信，諸如光學及/或磁性儲存裝置，例如 HDD 及/或 DVD 驅動器。HDD 可為包括一個或多個具有直徑小於大約 1.8”的磁盤的迷你 HDD。行動電話 450 可連接至記憶體 466，諸如 RAM、ROM、諸如快閃記憶體之類的低延遲非揮發性記憶體及/或其他合適的電子資料儲存裝置。行動電話 450 還可

支援經由 WLAN 網路介面 468 與 WLAN 的連接。可變大小編碼簿技術可用在 WLAN 網路介面 468 及/或信號處理及/或控制電路 452 中。

現在參考圖 3D，可變大小編碼簿技術可包括在機上盒 480 中，其可包括機上盒 480 的信號處理及/或控制電路，其在圖 3D 中整體被標識為 484，WLAN 網路介面 496 及/或大容量資料儲存裝置 490。機上盒 480 從諸如寬頻來源之類的來源接收信號並且輸出適合顯示器 488 的標準及/或高清晰度音頻/視頻信號，諸如電視及/或監視器及/或其他視頻及/或音頻輸出裝置。機上盒 480 的信號處理及/或控制電路 484 及/或其他電路(圖中未示)可處理資料、執行編碼及/或加密、執行計算、格式化資料及/或執行其他任何機上盒功能。

機上盒 480 可與以非揮發性方式儲存資料的大容量資料儲存裝置 490 通信。大容量資料儲存裝置 490 可包括光學及/或磁性儲存裝置，例如 HDD 及/或 DVD 驅動器。HDD 可為包括一個或多個具有直徑小於大約 1.8”的磁盤的迷你 HDD。機上盒 480 可連接至記憶體 494，諸如 RAM、ROM、諸如快閃記憶體之類的低延遲非揮發性記憶體及/或其他合適的電子資料儲存裝置。機上盒 480 還可支援經由可實施本發明所述波束成形技術的 WLAN 網路介面 496 與 WLAN 的連接。可變大小編碼簿技術可用在信號處理及/或控制電路 484 及/或 WLAN 網路介面 496 中。

現在參考圖 3E，可變大小編碼簿技術可包括在媒體播放器 500 中。可變大小編碼簿技術可實施在媒體播放器 500 的信號處理及/或控制電路，其在圖 3E 中整體被標識為 504，WLAN 網路介面 516 及/或大容量資料儲存裝置 510 中。在一些實施方式中，媒體播放器 500 包括顯示器 507 及/或使用者輸入 508，諸如鍵盤、觸控板及其類似物。在一些實施方式中，媒體播放器 500 還可採用通常使用經由顯示器 507 及/或使用者輸入 508 的選單、下拉式選單、圖示及/或點擊介面的圖形化使用者介面(GUI)。媒體播放器 500 進一步包括音頻輸出 509，如揚聲器及/或音頻輸出插孔。媒體播放器 500 的信號處理及/或控制電路 504 及/或其他電路(圖中未示)可處理資料、執行編碼及/或加密、執行計算、格式化資料及/或執行其他任何媒體播放器功能。

媒體播放器 500 可與以非揮發性方式儲存諸如壓縮的音頻及/或視頻內

容之類的資料的大容量資料儲存裝置 510 通信。在一些實施方式中，壓縮的音頻檔案包括符合 MP3 格式或者其他合適的壓縮音頻及/或視頻格式的檔案。大容量資料儲存裝置可包括光學及/或磁性儲存裝置，例如 HDD 及/或 DVD 驅動器。HDD 可為包括一個或多個具有直徑小於大約 1.8”的磁盤的迷你 HDD。媒體播放器 500 可連接至記憶體 514，諸如 RAM、ROM、諸如快閃記憶體之類的低延遲非揮發性記憶體及/或其他合適的電子資料儲存裝置。媒體播放器 500 還可支援經由可實施本發明所述波束成形技術的 WLAN 網路介面 516 與 WLAN 的連接。仍構思除了上述那些實施方式之外的其他實施方式。

參考圖 3F，可變大小編碼簿技術可包括在網路電話(VoIP)電話 600 中，其可包括 VoIP 電話 600 的一個或多個天線 618，信號處理及/或控制電路，其在圖 3F 中整體被標識為 604，以及無線介面及/或大容量資料儲存裝置 602。在一些實施方式中，VoIP 電話 600 部分地包括麥克風 610、諸如揚聲器及/或音頻輸出插孔之類的音頻輸出 612、顯示監視器 614、諸如鍵盤、點選裝置、聲音驅動及/或其他輸入裝置的輸入裝置 616，和無線網路高傳真(Wi-Fi)通信模組 608。VoIP 電話 600 中的信號處理及/或控制電路 604 及/或其他電路(圖中未示)可處理資料、執行編碼及/或加密、執行計算、格式化資料及/或執行其他 VoIP 電話功能。

VoIP 電話 600 可與以非揮發性方式儲存資料的大容量資料儲存裝置 602 通信，諸如光學及/或磁性儲存裝置，例如 HDD 及/或 DVD 驅動器。HDD 可為包括一個或多個具有直徑小於大約 1.8”的磁盤的迷你 HDD。VoIP 電話 600 可連接至記憶體 606，其可為 RAM、ROM、諸如快閃記憶體之類的低延遲非揮發性記憶體及/或其他合適的電子資料儲存裝置。VoIP 電話 600 還被配置成經由可實施本發明所述波束成形技術的 Wi-Fi 通信模組 608 建立與 VoIP 網路(圖中未示)的通信連結。可變大小編碼簿技術可用在信號處理及/或控制電路 604 及/或 Wi-Fi 通信模組 608 中。

此外，儘管已參考特定示例描述本發明，但其目的僅僅是示例而不是對本發明的限制，在不脫離本發明的實質和範圍的前提下可對公開的實施例做出改變、添加及/或刪減。例如，上述方法的一個或多個步驟可以不同的順序或者並行地被執行以獲得期望的結果。

【圖式簡單說明】

圖 1 係使用可變大小編碼簿來預編碼無線傳輸信號的無線 MIMO 通信系統的方塊圖。

圖 2 係表示選擇編碼簿大小以及根據編碼簿大小和矩陣選擇標準來標識在具有所選擇大小的編碼簿中形成的預編碼矩陣之方法的流程圖。

圖 3A-3F 說明可使用實施本發明所述的可變大小編碼簿的無線通信系統之各種不同裝置的示例。

【主要元件符號說明】

10	MIMO 通信系統
12	單一發送機
14 ₁ -14 _N	發送天線
16	單一接收機
18 ₁ -18 _M	接收天線
20	控制器
21	記憶體
22	符號編碼器/調變器單元
23	預編碼模組
24	時空映射模組
25	矩陣等化器
26	符號解調器/解碼器單元
28	編碼簿/矩陣選擇模組
29、49	機殼
33	預編碼模組
34	時空映射模組
35	矩陣等化器
36	符號解調器/解碼器單元
40	控制器

41	編碼簿/矩陣選擇模組
46	符號編碼器/調變器單元
48	記憶體
420	HDTV
422	信號處理及/或控制電路
426	顯示器
427	大容量資料儲存裝置
428	記憶體
429	WLAN 網路介面
430	汽車
432	動力與傳動控制系統
436	感測器
438	輸出裝置
440	其他汽車控制系統
442	感測器
444	輸出裝置
446	大容量資料儲存裝置
447	記憶體
448	WLAN 網路介面
450	行動電話
451	行動電話天線
452	信號處理及/或控制電路
456	麥克風
458	音頻輸出
460	顯示器
462	輸入裝置
464	大容量資料儲存裝置
466	記憶體
468	WLAN 網路介面

480	機上盒
484	信號處理及/或控制電路
488	顯示器
490	大容量資料儲存裝置
494	記憶體
496	WLAN 網路介面
500	媒體播放器
504	信號處理及/或控制電路
507	顯示器
508	使用者輸入
509	音頻輸出
510	大容量資料儲存裝置
514	記憶體
516	WLAN 網路介面
600	VoIP 電話
602	大容量資料儲存裝置
604	信號處理及/或控制電路
606	記憶體
608	Wi-Fi 通信模組
610	麥克風
612	音頻輸出
614	顯示監視器
616	輸入裝置
618	天線

十、申請專利範圍：

1. 一種無線傳輸系統，包括：

一基地台，其適於發送無線信號；

一記憶體，與所述基地台相結合，所述記憶體儲存包括第一組複數個用於預編碼無線信號的預編碼矩陣之可變大小的編碼簿，其中所述可變大小的編碼簿包括第二組複數個預編碼矩陣，其包括包含在所述可變大小編碼簿中的所述第一組複數個預編碼矩陣的子集；

一終端機，其適於接收無線信號；

通道狀態測量電路，與所述終端機相結合，被配置以測量所述基地台和所述終端機之間的無線通信通道的傳輸狀況；

回饋發送機，與所述終端機相結合，用於從所述終端機向所述基地台無線發送關於所述無線通信通道傳輸狀況的通道狀態資訊；以及

回饋接收機，與所述基地台相結合，用於接收從所述終端機發送的所述通道狀態資訊，

其中，所述基地台根據所述通道狀態資訊選擇編碼簿大小，並從具有所選擇的編碼簿大小的編碼簿中選擇預編碼矩陣以預編碼將要從所述基地台發送的無線信號。

2. 依據申請專利範圍第 1 項所述的無線傳輸系統，其中

所述可變大小的編碼簿包括複數個包括不同數目的預編碼矩陣之固定大小編碼簿。

3. 依據申請專利範圍第 1 項所述的無線傳輸系統，其中

由所述通道狀態測量電路所測量的所述通道狀態資訊包括功率對干擾雜訊比(SINR)。

4. 依據申請專利範圍第 1 項所述的無線傳輸系統，其中

所述通道狀態資訊包括編碼簿索引，其標識編碼簿大小和將要用以預編碼發送至接收機的無線發送信號的預編碼矩陣。

5. 一種多重輸入多重輸出(MIMO)無線通信系統，包括：

一基地台，其適於發送複數個無線資料流，所述基地台包括記憶體，儲存用於預編碼所述資料流的可變大小編碼簿；

一終端機，其適於經由複數個接收天線接收包括由所述基地台發送的所述複數個資料流的至少其中之一的無線傳輸，所述終端機包括用於測量所述基地台和所述終端機之間建立的無線通信通道的通道狀態資訊之通道狀態測量模組，以及用於無線發送對應於所述通道狀態資訊的回饋信號之回饋發送機；

所述基地台進一步包括：

回饋接收機，用於接收從所述終端機發送的所述回饋信號；其中，所述基地台適於根據由所述回饋接收機接收的所述通道狀態資訊而選擇編碼簿大小，

其中所述回饋信號包括

編碼簿識別符，其中所述基地台根據所述編碼簿識別符而選擇具有所選擇的編碼簿大小之編碼簿，以及

矩陣識別符，從而所述基地台依照所述具有所選擇的編碼簿大小之所選擇的編碼簿內之預編碼矩陣以預編碼所述資料流。

6. 依據申請專利範圍第 5 項所述的 MIMO 無線通信系統，其中所述通道狀態測量模組適於測量所述基地台和所述終端機之間建立的無線通信通道之 SINR。
7. 依據申請專利範圍第 5 項所述的 MIMO 無線通信系統，其中所述基地台或者所述終端機中的其中之一進一步適於針對複數個不同編碼簿大小透過測量與特定編碼簿大小相關的傳輸突出量和與特定編碼簿大小相關的可達最大流通量的比率來選擇編碼簿大小，並且選擇具有最低比率的編碼簿大小。
8. 一種預編碼無線傳輸信號的方法，所述方法包括：
 - 測量無線通信通道的特徵；
 - 根據測量的所述無線通信通道的特徵而形成編碼簿大小選擇標準；
 - 根據所述測量的所述無線通信通道的特徵而選擇編碼簿大小；以及
 - 透過使用包括在具有所選擇的大小之編碼簿中的預編碼矩陣來預編碼所述無線傳輸信號，
 其中所述編碼簿大小選擇標準包括：針對複數個編碼簿大小，計算在所

述測量的通信通道特徵下由具有特定大小的編碼簿所消耗的通信通道突出與預期通過使用具有該特定大小的編碼簿而獲得的通道流量的比率，以及選擇比率最小的編碼簿大小。

9. 依據申請專利範圍第 8 項所述的方法，進一步包括：
提供具有複數個預編碼矩陣的固定大小編碼簿，以及從所述固定大小編碼簿的預編碼矩陣之子集創建具有所選擇的編碼簿大小之編碼簿。
10. 依據申請專利範圍第 8 項所述的方法，進一步包括：
提供複數個具有不同大小的固定大小編碼簿。
11. 依據申請專利範圍第 8 項所述的方法，進一步包括：
根據矩陣選擇標準而從具有所選擇的編碼簿大小之編碼簿中選擇最佳矩陣。
12. 依據申請專利範圍第 11 項所述的方法，其中
所述矩陣選擇標準包括針對具有所選擇大小的編碼簿中之預編碼矩陣來計算最大總流通量，並且選擇具有最高的最大總流通量之矩陣。
13. 依據申請專利範圍第 11 項所述的方法，進一步包括：
從接收機向發送機回饋所選擇的編碼簿大小索引和所選擇的矩陣索引，從而所述發送機透過使用從具有所選擇的編碼簿大小的編碼簿中選擇的矩陣，向所述接收機預編碼無線傳輸。
14. 依據申請專利範圍第 8 項所述的方法，其中
測量無線通信通道的特徵包括測量 SINR。
15. 一種無線發送機，包括：
一記憶體，其儲存一個或多個預編碼編碼簿；
一回饋接收機，用於接收通道狀態資訊；
一編碼簿選擇器，其適於根據接收的通道狀態資訊而選擇編碼簿大小；以及
一傳輸信號預編碼器，其適於使用來自具有所選擇大小的編碼簿之預編碼矩陣預編碼無線傳輸信號，
其中由所述回饋接收機接收的所述通道狀態資訊包括矩陣索引，其根據所述測量的無線通信通道特徵而標識所述適當大小的編碼簿內用

於預編碼所述無線傳輸信號的矩陣。

16. 依據申請專利範圍第 15 項所述的無線發送機，其中

由所述回饋接收機接收的所述通道狀態資訊包括編碼簿大小索引，其根據測量的無線通信通道特徵而標識適當大小的編碼簿。

17. 一種無線接收機，包括：

通道狀態資訊測量電路；

一編碼簿大小選擇器，用於根據由所述通道狀態測量電路測量的通道狀態資訊來選擇包括用於預編碼將要發送至所述接收機的信號之預編碼矩陣的編碼簿大小；以及

一回饋發送機，用於將所述編碼簿大小發送至無線發送機，其中所述回饋接收機被配置成根據所述測量的通道狀態資訊而將矩陣識別符和編碼簿大小一起發送，用於標識所述具有所選擇大小的編碼簿內用於預編碼從所述發送機到所述接收機的無線傳輸的最佳預編碼矩陣，以及

其中所述無線發送機使用包括在具有所選擇大小的編碼簿中之預編碼矩陣，預編碼去往所述接收機的無線傳輸。

18. 依據申請專利範圍第 17 項所述的無線接收機，其中

所述通道狀態資訊測量電路測量由所述接收機接收的無線傳輸之功率對干擾雜訊比。

19. 一種多重輸入多重輸出(MIMO)無線通信系統，包括：

一基地台，其適於發送複數個無線資料流，所述基地台包括記憶體，儲存用於預編碼所述資料流的可變大小編碼簿；

一終端機，其適於經由複數個接收天線接收包括由所述基地台發送的所述複數個資料流的至少其中之一的無線傳輸，所述終端機包括用於測量所述基地台和所述終端機之間建立的無線通信通道的通道狀態資訊之通道狀態測量模組，以及用於無線發送對應於所述通道狀態資訊的回饋信號之回饋發送機；以及

所述基地台進一步包括：

回饋接收機，用於接收從所述終端機發送的所述回饋信號，其中，所

述基地台適於根據由所述回饋接收機接收的所述通道狀態資訊而選擇編碼簿大小，

其中所述基地台或者所述終端機中的其中之一進一步適於針對複數個不同編碼簿大小透過測量(i)與特定編碼簿大小相關的傳輸突出量和(ii)與特定編碼簿大小相關的可達最大流通量的比率來選擇編碼簿大小，以及

選擇具有最低比率的編碼簿大小。

20. 一種預編碼無線傳輸信號的方法，所述方法包括：

測量無線通信通道的特徵；

根據測量的所述無線通信通道的特徵而選擇編碼簿大小；

根據矩陣選擇標準而從具有所選擇的編碼簿大小之編碼簿中選擇最佳矩陣，其中根據該根據矩陣選擇標準而選擇該最佳矩陣包括(i)針對具有所選擇大小的編碼簿中之預編碼矩陣來計算最大總流通量，並且(ii)選擇具有最高的最大總流通量之矩陣；以及

透過使用包括在具有所選擇的大小之編碼簿中的預編碼矩陣來預編碼所述無線傳輸信號。

21. 一種預編碼即將自發送機發送至接收機的無線發送信號的方法，所述方法包括：

測量無線通信通道的特徵；

根據測量的所述無線通信通道的特徵而選擇編碼簿大小；

根據矩陣選擇標準而從具有所選擇的編碼簿大小之編碼簿中選擇最佳矩陣；

從所述接收機向所述發送機回饋選擇的編碼簿大小索引和選擇的矩陣索引；以及

透過使用包括在具有所選擇的大小之編碼簿中的預編碼矩陣來預編碼所述無線傳輸信號。

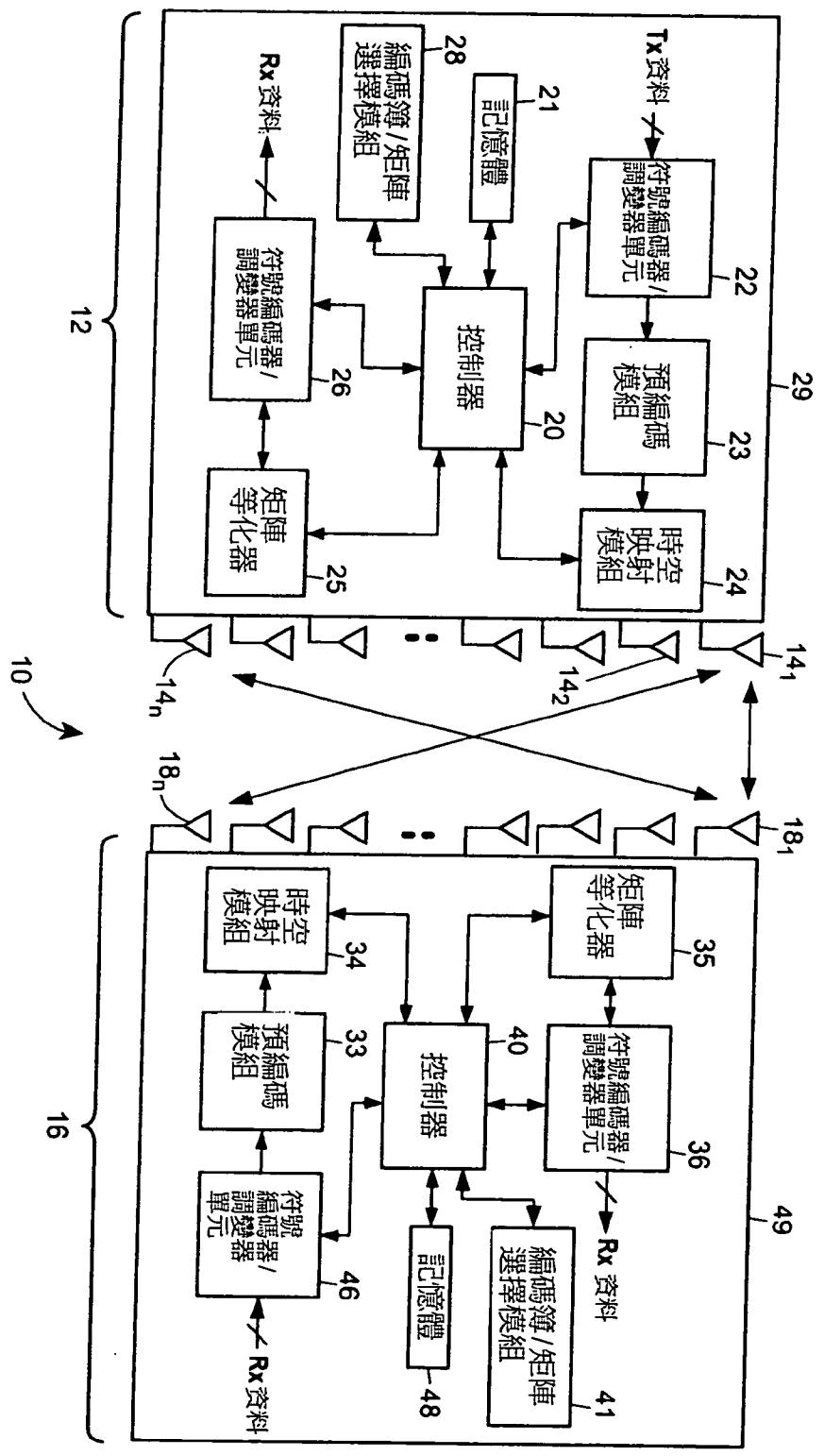


圖 1

圖2

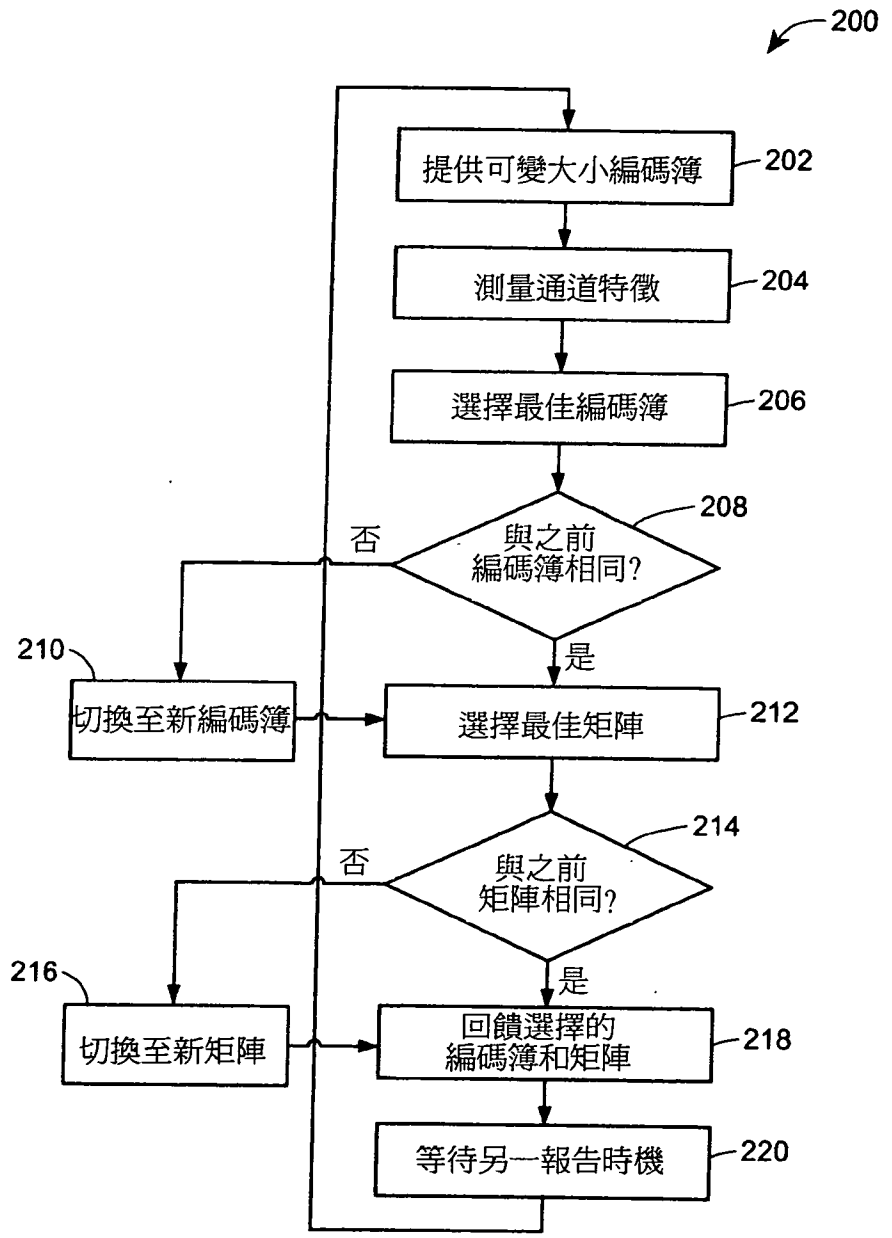


圖3A

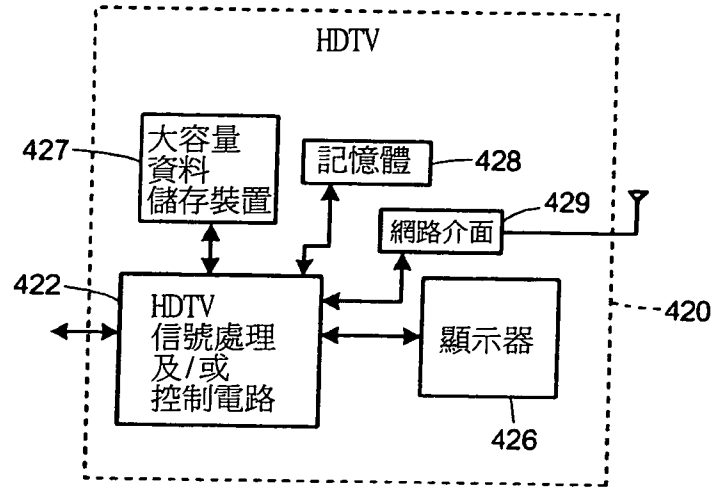


圖3B

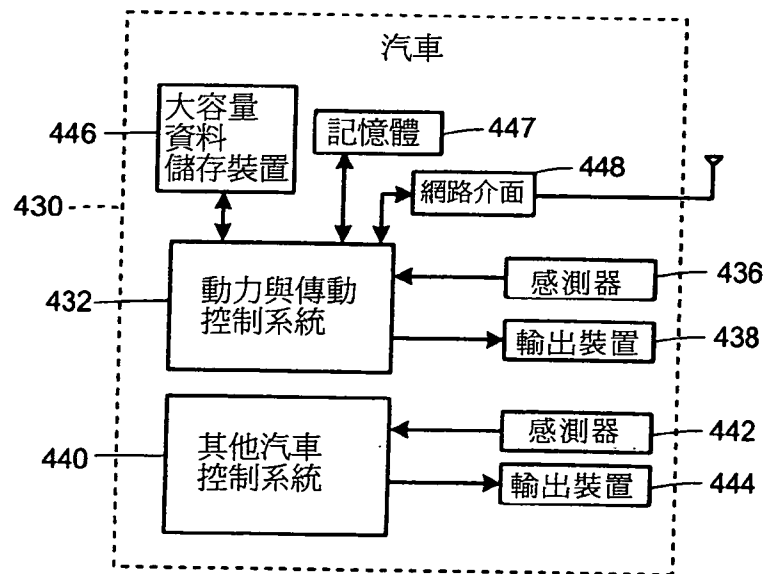


圖3C

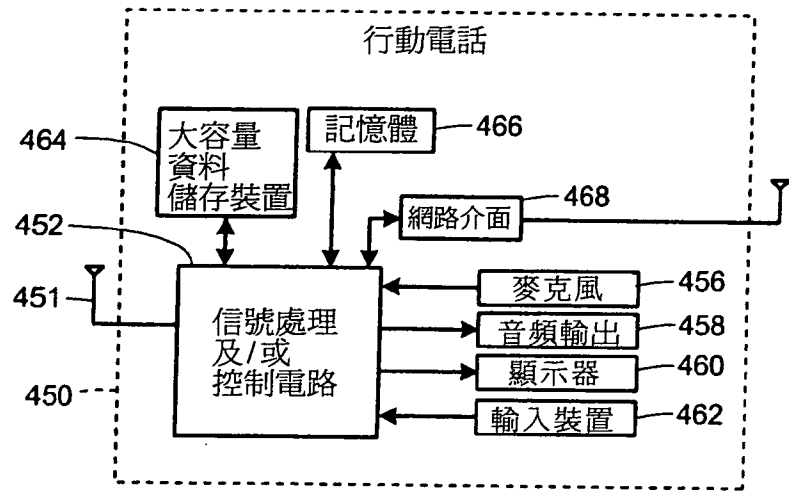


圖3D

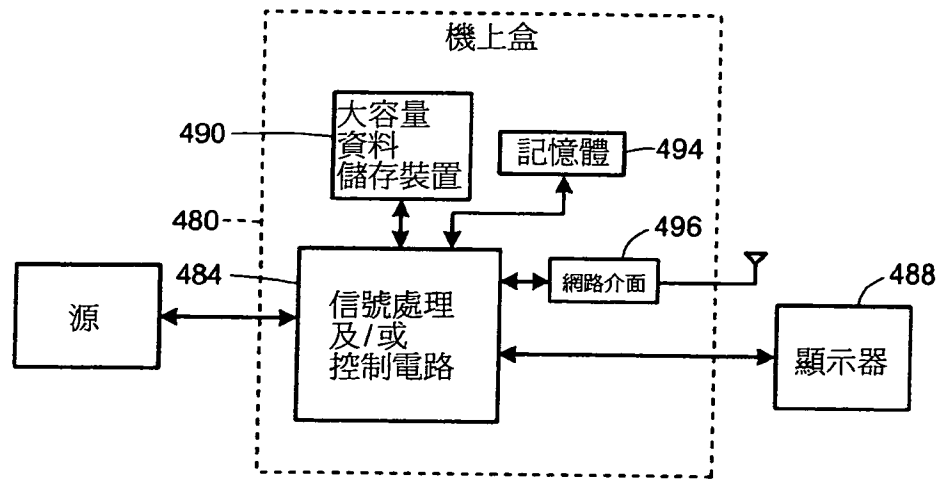


圖3E

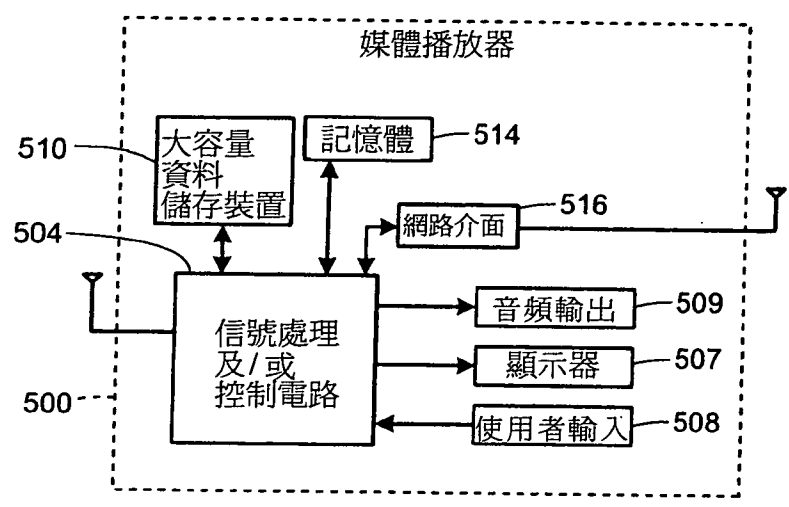


圖3F

