

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96144571

※ 申請日期：96.11.23

※IPC 分類：

H04L 27/26 (2006.01)

H04B 7/216 (2006.01)

H04B 7/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法及其多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統

SEARCH METHOD FOR OPTIMAL SPACE-TIME-FREQUENCY
BLOCK CODES AND MULTIPLE-INPUT MULTIPLE-OUTPUT
MULTIBAND ULTRA WIDE BAND THEREOF

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學/NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY

代表人：(中文/英文)(簽章)張俊彥/CHANG, CHUN-YEN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號/No. 1001 Dasyue Road, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

王蒞君/WANG, LI-CHUN

劉維正/LIU, WEI-CHENG

國 籍：(中文/英文)(皆同) 中華民國/TW

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：

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：

一種最佳空間-時間-頻率(space-time-frequency，STF)區塊碼之搜尋方法能夠以較少的運算量，有系統地搜尋出最佳之空間-時間-頻率區塊碼。同時亦揭露一種多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其以上述之最佳 STF 區塊碼進行編碼，以使位元錯誤率達到最小。

六、英文發明摘要：

A search method for optimal space-time-frequency (STF) block codes can systematically search out the optimal STF block codes with less computation. A multiple-input multiple-output multiband ultra wide band performing an encoding procedure with the above-mentioned optimal STF block codes to minimize the bit error rate is also disclosed.

七、指定代表圖：

(一)、本案代表圖為：圖 2

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

S41~S46

本發明之搜尋步驟

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】

本發明是有關一種空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法及其通訊系統，特別是一種最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法及其多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統。

【先前技術】

利用短距離低功率之無線傳輸技術來連接電子裝置的無線個人區域網路(wireless personal area network, WPAN)為無線存取資訊的新興發展趨勢，超寬頻(Ultra Wide Band, UWB, IEEE 802.15.3a)即為一例。UWB 的高速傳輸特性(從 10 公尺距離的 110 Mbps 往上延展至 2 公尺距離的 480 Mbps)可滿足高容量的多媒體串流傳輸應用，因此 UWB 近年來成為一熱門的研發重點。

另外，多輸入多輸出技術(Multiple-Input Multiple-Output, MIMO)是一種在發射端與接收端皆使用多個天線的通訊技術，其可大幅提升通訊品質。然而，整合 MIMO 及 UWB 等通訊技術遇到一些技術上的困難點。

IEEE 期刊於 2006 年 4 月刊載「Performance characterization of multiband UWB communication systems using Poisson cluster arriving fading paths」一文中，作者推導了在 IEEE 802.15.3a 定義之 UWB 通道下，多頻帶多輸入多輸出正交分頻多工(orthogonal frequency division multiplexing, OFDM)系統下的空間-時間-頻率區塊碼(Space-Time-Frequency (STF) block codes)的位元錯誤率(bit error rate, BER)，但其並未探討如何設計最佳的編碼方式來

使位元錯誤率達到最小。隨著天線數以及子載波數等的增加，搜尋最佳 STF 區塊碼的困難度將大大增加。

綜上所述，如何搜尋出最佳之空間-時間-頻率區塊碼來進行編碼，以使位元錯誤率達到最小便是目前極需努力的目標。

【發明內容】

針對上述問題，本發明目的之一是提供一種最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法及其多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其能夠以較少的運算量來搜尋出最佳之空間-時間-頻率區塊碼來進行編碼，以使位元錯誤率達到最小。

為了達到上述目的，本發明一實施例之最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法是應用於一多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其中多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統是將原始訊號以 L 個位元為一組，利用最佳空間-時間-頻率區塊碼編碼後以 N 個天線，且每一天線以 M 個子載波發送出去，本發明之搜尋方法包含：計算空間-時間-頻率區塊碼中所有碼字間之 Q 值，其中空間-時間-頻率區塊碼具有 $2^{N \times M}$ 個碼字；取出相異之 Q 值並將其降冪排序，以組成一 Q 值集合；於 Q 值集合中依序取出一選擇 Q 值；依據選擇 Q 值計算出多個相關碼字，其中相關碼字至少與 $2^L - 1$ 個相關碼字間之 Q 值大於等於選擇 Q 值；計算多個相關碼字中是否包含至少一組 2^L 個最佳碼字，其中最佳碼字彼此間之 Q 值大於等於選擇 Q 值，若否，則回到取出選擇 Q 值之步驟；以及取出 2^L 個最佳碼字作為最佳之空間-時間-頻率區塊碼。

為了達到上述目的，本發明另一實施例之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統包含一發射端，其包含一編碼器、一調變器以及 N 個發射天線。編碼器用以將以 L 個位元為一組輸入之原始訊號以上述之最佳空間-時間-頻率區塊碼進行編碼，並輸出一編碼訊號。調變器與編碼器電性連接，用以將編碼訊號進行調變，並輸出一調變訊號。N 個發射天線與調變器電性連接，用以將調變訊號於每一發射天線以 M 個子載波發送出去。

以下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

【實施方式】

本發明之一較佳實施例之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統是遵循 IEEE 802.15.3a 之標準，但不限於此。請參照圖 1，本發明多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統之發射端 1 包含一編碼器 11、一調變器 12 以及 N 個發射天線 13、14。編碼器 11 是將以 L 個位元為一組輸入的原始訊號以一最佳之空間-時間-頻率(STF)區塊碼進行編碼，之後輸出一編碼訊號。於本實施例中，編碼器 11 為一 STF 區塊碼編碼器。調變器 12 與編碼器 11 電性連接，其用以將編碼訊號進行調變後輸出一調變訊號。舉例而言，調變器 12 可為一正交分頻多工(orthogonal frequency division multiplexing, OFDM)調變器。發射天線 13、14 即將調變訊號同時於 N 個發射天線發送出去，其中每一發射天線 13、14 是以 M 個子載波來進行發送。

發送出去之訊號經由 UWB 通道 3 傳送至接收端 2，接收端 2 即以反向程序還原出原始訊號。本發明之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統之接收端 2 包含多個接收天線 23、24、一解調器

22 以及一解碼器 21。接收天線 23、24 用以接收調變訊號。解調器 22 與接收天線 23、24 電性連接，用以接收調變訊號進行解調並輸出編碼訊號。解碼器 21 與解調器 22 電性連接，用以將編碼訊號解碼以還原出原始訊號。於一實施例中，解調器 22 為一 OFDM 解調器，解碼器 21 為最大可能(maximum likelihood, ML)之 STF 區塊解碼器。

經由數學推導發現，為使位元錯誤率達到最小，則必須使最佳 STF 區塊碼中所有碼字(code word)間之 Q 值和為最大。Q 值可由下列方程式計算而得：

$$Q = \prod_{n=1}^r \text{eig}_n(S \circ R_M)$$

其中 eig_n 為第 n 大的固有值(eigenvalue)，運算子。為哈達瑪積(Hadamard product)，r 為矩陣 $S \circ R_M$ 的秩(rank)，S 可由下列方程式計算而得：

$$S = (D_i - D_j)(D_i - D_j)^H$$

其中， D_i 、 D_j 為相異的空間-時間-頻率區塊碼之碼字，H 為矩陣的共軛轉置。於一實施例中，本發明之編碼方法是利用二元相移鍵控(Binary Phase Shift Keying, BPSK)調變技術，碼字為一 2×2 矩陣，其中每一元素為 1 或 -1。 R_M 為通道的自變異矩陣(auto-covariance matrix)，其可由下列方程式計算而得：

$$R_M = \begin{bmatrix} 1 & R(1)^* & \cdots & R(M-1)^* \\ R(1) & 1 & \cdots & R(M-1)^* \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R(M-1) & R(M-2) & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

依據本發明之搜尋方法，亦可於 IEEE 802.15.3a 所定義之 CM2、CM3 以及 CM4 通道模型之下搜尋到最佳 STF 區塊碼。選擇每一通道模型下相同之最佳 STF 區塊碼，本發明之系統即能夠以單一最佳 STF 區塊碼在多種通道模型下進行編碼。

於一實施例中，編碼器 11 可設置一暫存器。搜尋得到之最佳 STF 區塊碼可儲存於暫存器中。如此，系統即可依據不同的通訊環境取用不同的最佳 STF 區塊碼進行編碼，以可減少系統的運算量。

綜合上述，本發明之最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法及其多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其是由最大之 Q 值依序搜尋最佳碼字，因此可有系統地搜尋出最佳 STF 區塊碼來進行編碼，以使位元錯誤率達到最小。此外，本發明之最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法及其多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統省略了較小 Q 值以下之搜尋運算，因此可有效節省系統資源。

以上所述之實施例僅是為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 為一方塊圖，顯示本發明一較佳實施例之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統。

圖 2 為一流程圖，顯示本發明一較佳實施例之最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法。

圖 3a 至圖 3c 為一示意圖，顯示本發明一較佳實施例於搜尋過程中空間-時間-頻率區塊碼之碼字間之關係。

【主要元件符號說明】

1	發射端
11	編碼器
12	調變器
13、14	發射天線
2	接收端
21	解碼器
22	解調器
23、24	接收天線
b_1b_2	位元組
d_{11} 、 d_{21} 、 d_{12} 、 d_{22}	子載波
S41~S46	本發明之搜尋步驟

十、申請專利範圍：

1. 一種最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法，其應用於一多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其中該系統是將原始訊號以 L 個位元為一組，利用最佳一空間-時間-頻率區塊碼編碼後以 N 個天線，且每一該天線以 M 個子載波發送出去，該搜尋方法之步驟包含：

計算該空間-時間-頻率區塊碼中所有碼字間之 Q 值，其中該空間-時間-頻率區塊碼具有 $2^{N \times M}$ 個碼字，該 Q 值以下列方程式計算而得：

$$Q = \prod_{n=1}^r \text{eig}_n(S \circ R_M)$$

其中 eig_n 為第 n 大的固有值(eigenvalue)，運算子。為哈達瑪積(Hadamard product)， r 為矩陣 $S \circ R_M$ 的秩(rank)， R_M 為通道的自變異矩陣(auto-covariance matrix)， S 由下列方程式計算而得：

$$S = (D_i - D_j)(D_i - D_j)^H$$

其中， D_i 、 D_j 為相異的空間-時間-頻率區塊碼之碼字， H 為矩陣的共軛轉置；

取出相異之該 Q 值並將其降冪排序，以組成一 Q 值集合；

於該 Q 值集合中依序取出一選擇 Q 值；

依據該選擇 Q 值計算出多個相關碼字，其中該相關碼字至少與 $2^L - 1$ 個該相關碼字間之 Q 值大於等於該選擇 Q 值；

計算多個該相關碼字中是否包含至少一組 2^L 個最佳碼字，其中該最佳碼字彼此間之 Q 值大於等於該選擇 Q 值，若否，則回到取出該選擇 Q 值之步驟；以及

取出該 2^L 個最佳碼字作為最佳之該空間-時間-頻率區塊碼。

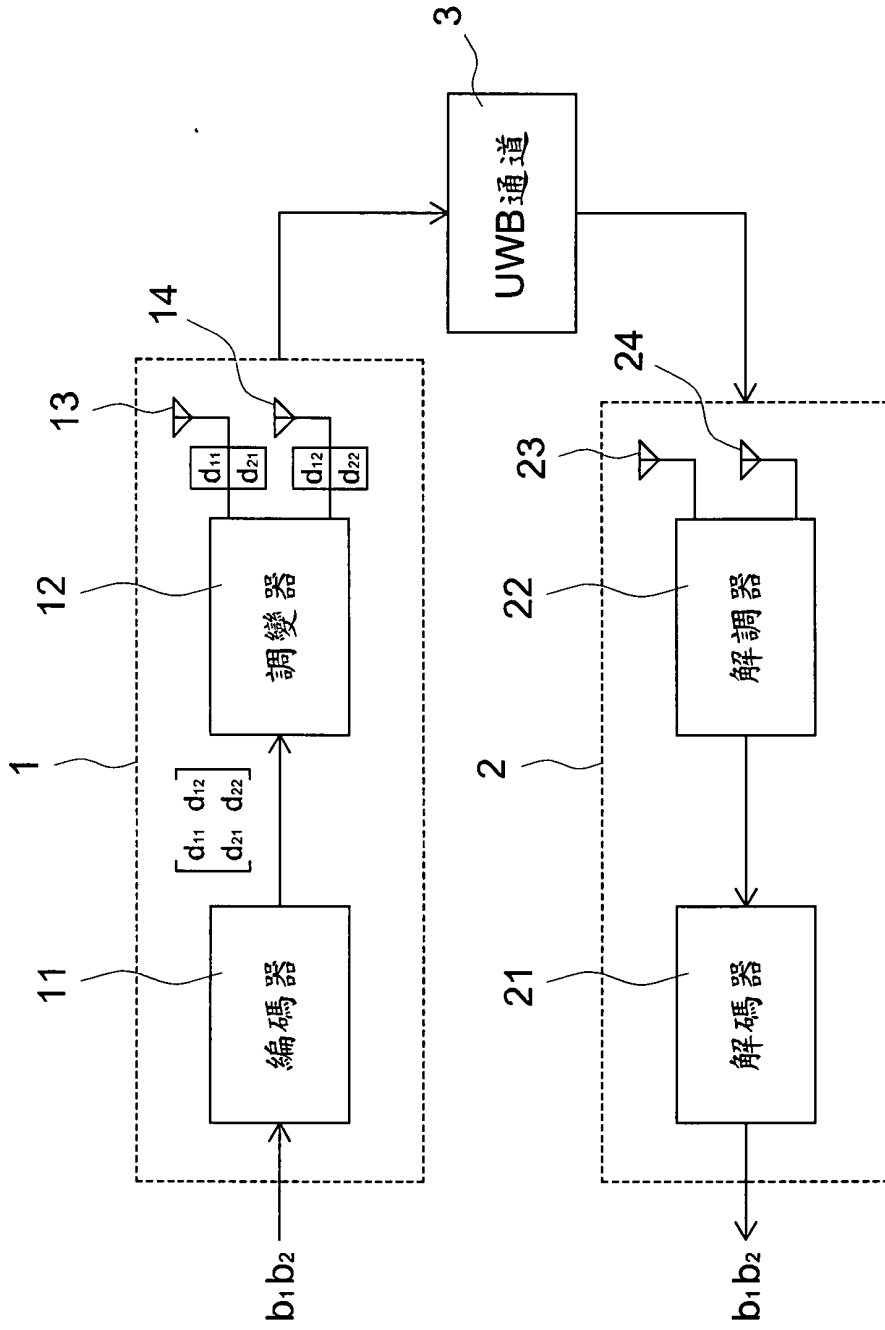


圖 1

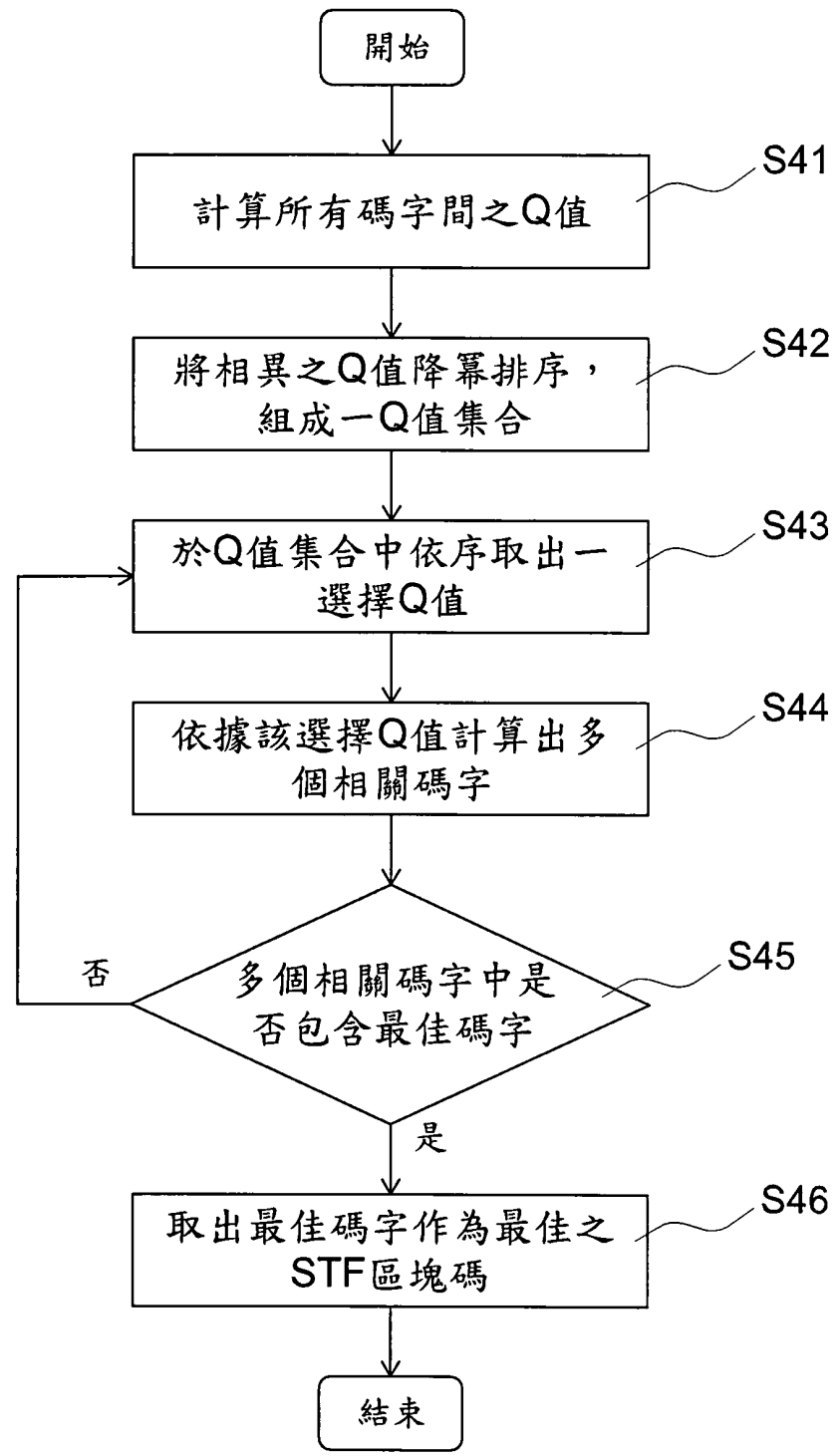


圖 2

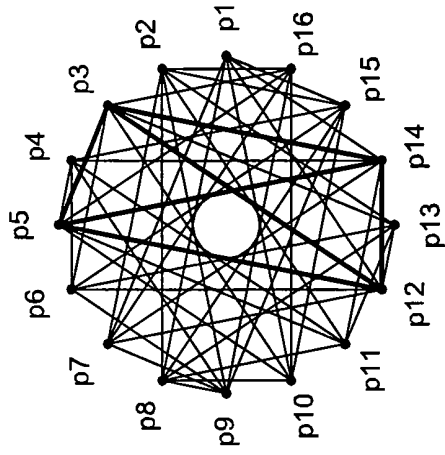


圖 3a

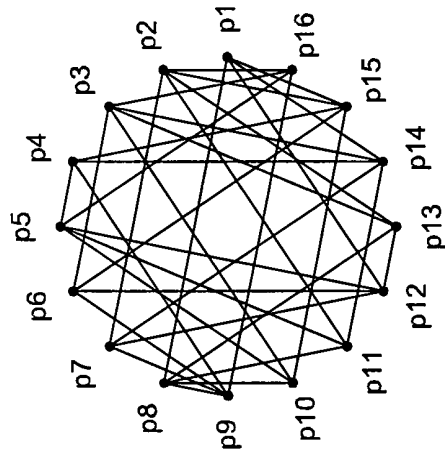


圖 3b

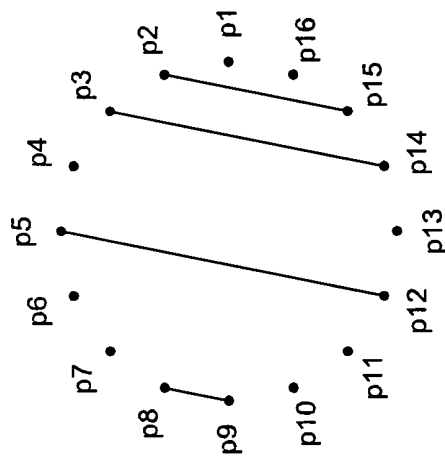


圖 3c

$$R(m) = \Omega_0 \frac{\Lambda + g\left(\frac{1}{\Gamma}, m\right)}{g\left(\frac{1}{\Gamma}, m\right)} \frac{\lambda + g\left(\frac{1}{\gamma}, m\right)}{g\left(\frac{1}{\gamma}, m\right)}$$

其中，函數 $R(m)$ 為矩陣 R_M 之元素，函數 $R(m)$ 中之函數 $g(a, m) = a + j2\pi m \Delta f$ ， Δf 為相鄰兩個子載波的頻率間隔， Ω_0 是 IEEE 802.15.3a 通道模型中第一個群集的第一個路徑的平均能量， Λ 為群集抵達率， Γ 為群集衰退因子， λ 為射線抵達率， γ 為射線衰退因子。

於前述實施例中，STF 區塊碼至少包含 $2^{N \times M}$ 個碼字。請參照圖 2，以說明本發明較佳實施例之最佳 STF 區塊碼之搜尋方法。首先，計算 STF 區塊碼中所有碼字間之 Q 值(S41)。計算所得之所有 Q 值中，其中有許多重覆的 Q 值，因此，於步驟 S42 中，取出相異的 Q 值並將其降冪排序以組成一 Q 值集合。

接續上述說明，於 Q 值集合中依序取出一選擇 Q 值(S43)，再依據選擇 Q 值計算出多個相關碼字(S44)。所謂相關碼字是指每一個相關碼字至少要與 $2^L - 1$ 個相關碼字間之 Q 值大於等於選擇 Q 值。接著，計算相關碼字中是否包含至少一組 2^L 個最佳碼字(S45)。所謂最佳碼字是指所有最佳碼字彼此間之 Q 值皆大於等於選擇 Q 值。若相關碼字中有一組最佳碼字，即將其取出作為最佳 STF 區塊碼(S46)。若在相關碼字中找不到任何一組最佳碼字，即回到步驟 S43，取出次大的 Q 值作為選擇 Q 值，再重覆 S44 以及 S45 之步驟，直到找到一組最佳碼字。

以下以一實例來詳細說明本發明之最佳 STF 區塊碼之搜尋方法。請再參照圖 1，假設本發明之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統是在 IEEE 802.15.3a 所定義之 CM1 通道模型之下。此外，原始訊號是以二個位元 $b_1 b_2$ 為一組輸入編碼器 11，經

編碼、調變後，以二個發射天線 13、14 且每一天線 13、14 分別以二個子載波 d_{11} 、 d_{21} 、 d_{12} 、 d_{22} 發送出去。因此，在此實施例之系統中，必須於 $16(2^{2 \times 2})$ 個碼字中找到最佳的 $4(2^2)$ 個碼字作為最佳的 STF 區塊碼來進行編碼。

為了易於了解及說明本發明，圖 3a、圖 3b 以及圖 3c 中之 p1 至 p16 分別代表 16 個碼字，而碼字間之連線代表 Q 值。依據上述搜尋步驟，所有碼字間共有 $120(C_2^{16})$ 個 Q 值，其中相異的 Q 值只有 8 個，將其降冪排序後分別為 {64, 16.3314, 16, 8, 4, 1.32562, 0.331406, 0}。取出第一個 Q 值，即 64，作為選擇 Q 值。如圖 3a 所示，與 Q 值為 64 相關之碼字僅有 p2 與 p15、p3 與 p14、p5 與 p12 以及 p8 與 p9。這些碼字中顯然不符合「與 $3(2^2-1)$ 個相關碼字間之 Q 值大於等於選擇 Q 值」的條件。以碼字 p5 為例，其僅與碼字 p12 間之 Q 值大於等於 64，碼字 p5 未再與另兩個碼字相關，因此，在選擇 Q 值為 64 時，顯然無法找到 4 個最佳碼字來作為最佳 STF 區塊碼。

接著，取出下一個 Q 值，即 16.3314，作為選擇 Q 值，來找出相關碼字。如圖 3b 所示，其中所示代表 Q 值之連線皆大於等於 16.3314，因此 p1 至 p16 皆符合「與 3 個相關碼字間之 Q 值大於等於選擇 Q 值」的條件。然而，在圖 3b 中無法找到 4 個彼此相關的碼字，因此，在選擇 Q 值為 16.3314 時，仍然無法找到 4 個最佳碼字來作為最佳 STF 區塊碼。

再取出下一個 Q 值，即 16，作為選擇 Q 值時，依照上述步驟即可找到 4 個彼此相關的最佳碼字，如圖 3c 中所示之碼字 p3、p5、p12、p14。需注意者，選擇 Q 值為 16 時共可找到 8 組最佳 STF 區塊碼，分別為 {1, 7, 12, 14}、{1, 8, 10, 15}、{2, 8, 9, 15}、{2, 8, 11, 13}、{3, 5, 12, 14}、{3, 6, 12, 13}、{4, 5, 11, 14} 以及 {4, 6, 9, 15}。如此一來，本發明之系統即可省略選擇 Q 值為 8、4、1.32562、0.331406、0 的運算量。

2. 如請求項 1 所述之最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法，其是利用二元相移鍵控(Binary Phase Shift Keying, BPSK)調變技術，其中該碼字為一 2×2 矩陣。
3. 如請求項 1 所述之最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法，其中該系統是遵循 IEEE 802.15.3a 之標準。
4. 如請求項 3 所述之最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法，其中該 R_M 由下列方程式計算而得：

$$R_M = \begin{bmatrix} 1 & R(1)^* & \Lambda & R(M-1)^* \\ R(1) & 1 & \Lambda & R(M-1)^* \\ M & M & 0 & M \\ R(M-1) & R(M-2) & \Lambda & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{其中 } R(m) = \Omega_0 \frac{\Lambda + g\left(\frac{1}{\Gamma}, m\right)}{g\left(\frac{1}{\Gamma}, m\right)} \frac{\lambda + g\left(\frac{1}{\gamma}, m\right)}{g\left(\frac{1}{\gamma}, m\right)}$$

其中，函數 $R(m)$ 用以表示該 R_M 之元素，該函數 $R(m)$ 中之函數 $g(a, m) = a + j2\pi m \Delta f$ ， Δf 為相鄰兩個子載波的頻率間隔， Ω_0 是 IEEE 802.15.3a 通道模型中第一個群集的第一個路徑的平均能量， Λ 為群集抵達率， Γ 為群集衰退因子， λ 為射線抵達率， γ 為射線衰退因子。

5. 如請求項 3 所述之最佳空間-時間-頻率區塊碼之搜尋方法，其步驟更包含：

在 IEEE 802.15.3a 所定義之多個通道模型下，分別計算出每一該通道模型之該最佳碼字，並以其中相同之該最佳碼字作為最佳之該空間-時間-頻率區塊碼。

6. 一種多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，包含：
一發射端，包含：

一編碼器，其將以 L 個位元為一組輸入之原始訊號以一最佳之空間-時間-頻率區塊碼進行編碼，並輸出一編碼訊號；

一調變器，其與該編碼器電性連接，用以將該編碼訊號進行調變，並輸出一調變訊號；以及

N 個發射天線，其與該調變器電性連接，用以將該調變訊號於每一該發射天線以 M 個子載波發送出去；

其中，該編碼器以下列步驟搜尋出最佳之該空間-時間-頻率區塊碼：

計算該空間-時間-頻率區塊碼中所有碼字間之 Q 值，其中該空間-時間-頻率區塊碼具有 $2^{N \times M}$ 個碼字，該 Q 值以下列方程式計算而得：

$$Q = \prod_{n=1}^r \text{eig}_n(S \circ R_M)$$

其中 eig_n 為第 n 大的固有值，運算子。為哈達瑪積， r 為矩陣 $S \circ R_M$ 的秩， R_M 為通道的自變異矩陣， S 由下列方程式計算而得：

$$S = (D_i - D_j)(D_i - D_j)^H$$

其中， D_i 、 D_j 為相異的空間-時間-頻率區塊碼之碼字， H 為矩陣的共軛轉置；

取出相異之該 Q 值並將其降冪排序，以組成一 Q 值集合；

於該 Q 值集合中依序取出一選擇 Q 值；

依據該選擇 Q 值計算出多個相關碼字，其中該相關碼字至少與 $2^L - 1$ 個該相關碼字間之 Q 值大於等於該選擇 Q 值；

計算多個該相關碼字中是否包含至少一組 2^L 個最佳碼字，其中該最佳碼字彼此間之 Q 值大於等於該選擇 Q 值，若否，則回到取出該選擇 Q 值之步驟；以及

取出該 2^L 個最佳碼字作為最佳之該空間-時間-頻率區塊碼。

7. 如請求項 6 所述之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其是利用二元相移鍵控調變技術，其中該碼字為一 2×2 矩陣。
8. 如請求項 6 所述之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其是遵循 IEEE 802.15.3a 之標準。
9. 如請求項 8 所述之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其中該 R_M 由下列方程式計算而得：

$$R_M = \begin{bmatrix} 1 & R(1)^* & \Lambda & R(M-1)^* \\ R(1) & 1 & \Lambda & R(M-1)^* \\ M & M & 0 & M \\ R(M-1) & R(M-2) & \Lambda & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{其中 } R(m) = \Omega_0 \frac{\Lambda + g\left(\frac{1}{\Gamma}, m\right)}{g\left(\frac{1}{\Gamma}, m\right)} \frac{\lambda + g\left(\frac{1}{\gamma}, m\right)}{g\left(\frac{1}{\gamma}, m\right)}$$

其中，函數 $R(m)$ 用以表示該 R_M 之元素，該函數 $R(m)$ 中之函數 $g(a, m) = a + j2\pi m \Delta f$ ， Δf 為相鄰兩個子載波的頻率間隔， Ω_0 是 IEEE 802.15.3a 通道模型中第一個群集的第一個路徑的平均能量， Λ 為群集抵達率， Γ 為群集衰退因子， λ 為射線抵達率， γ 為射線衰退因子。

10. 如請求項 8 所述之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其中該編碼器更分別搜尋出在 IEEE 802.15.3a 所定義之多個通道模型下每一該通道模型之該最佳碼字，再以其中相同之該最佳碼字作為最佳之該空間-時間-頻率區塊碼。
11. 如請求項 6 所述之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其中該編碼器設置一暫存器，用以儲存最佳之該空間-時間-頻率區塊碼。

12. 如請求項 6 所述之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其中該調變器為一正交分頻多工(OFDM)調變器。
13. 如請求項 6 所述之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，更包含：
 - 一接收端，包含：
 - 多個接收天線，用以接收該調變訊號；
 - 一解調器，其與該接收天線電性連接，用以將該調變訊號解調，並輸出該編碼訊號；以及
 - 一解碼器，其與該解調器電性連接，用以將該編碼訊號解碼，並輸出該原始訊號。
14. 如請求項 13 所述之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其中該解調器為一正交分頻多工解調器。
15. 如請求項 13 所述之多輸入多輸出之多頻帶超寬頻系統，其中該解碼器為最大可能之空間-時間-頻率區塊解碼器。