公告本

I246263

（此處由本局於收文時黏貼條碼）

# 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：93118011

※ 申請日期：93.6.23　　※IPC 分類：H04B 1/10

## 壹、發明名稱：（中文/英文）

抑制接收器同波道干擾之方法及裝置

**METHOD AND APPARATUS FOR SUPPRESSING CO-CHANNEL INTERFERENCE IN A RECEIVER**

## 貳、申 請 人：（共 1 人）

**姓名或名稱：**（中文/英文）

諾基亞股份有限公司/NOKIA CORPORATION

**代表人：**（中文/英文）福克約翰遜（Folke Johansson）

**住居所或營業所地址：**（中文/英文）

芬蘭艾斯甫 FIN-02150 凱拉拉登迪 4

Keilalahdentie 4, FIN-02150 Espoo, Finland

**國　籍：**（中文/英文）　芬蘭/FI

## 參、發明人：（共 3 人）

**姓　名：**（中文/英文）

1. 馬笛利尼吉安保羅/MATTELLINI, Gian-Paolo
2. 奇蘭庫奇/KUCHI, Kiran
3. 佩卡蘭達/RANTA, Pekka A.

**住居所地址：**（中文/英文）

1. 芬蘭赫爾辛基伊達門卡都 18B27
2. 美國德州歐文米羅溝路第 4021 公寓
3. 芬蘭努米拉阿巴丁卡都 35B8

**國　籍：**（中文/英文）1. 義大利/IT　2. 印度/IN　3. 芬蘭/FI

## 肆、聲明事項：

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

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☑ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 2003/6/27 10/608,860
2.
3.
4.
5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.
2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

## 玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係屬於數位通訊接收器之領域。更確切地說，本發明係關於消除該等接收器之干擾，例如，行動電話數位接收器。

【先前技術】

一個眾所周知之行動電話及無線電話網路之主要限制是所謂的同波道干擾(co-channel interference)。在分時多工存取(time division multiple access (TDMS))網路中，例如 GSM(Global System for Mobile communication，全球行動通訊系統）/EDGE(Enhanced Data Rated For GSM Evolution，增強型全球行動通訊及分時多工存取系統資料率)，同波道干擾主要是由所謂之頻率再使用(frequency reuse)造成，亦即，位於頻譜(spectrum)之相同頻率被使用於不同之基地台(細胞塔，cells)，因此，依再使用係數而定，行動電話接收之訊號將不祇包括一個要求之傳送頻道，同時也包括來自其他基地台之頻道。

同波道干擾抑制之先前技術包括："接收器"，國際局公佈號 WO 01/93439，優先權日期 2000 年 5 月 31 日，發明人 Ottersten，Kristensson，及 Astely；以及"使用時空白化(spatio-temporal whitening)以消除接收系統同波道干擾之方法與裝置"，美國專利申請號碼 US 2003/0063596，優先權日期 2001 年 9 月 19 日，發明人 Huseyin Arslan 及 Ali S. Khayrallah。揭示於 WO 01/93439 之接收器是基於

一熟悉之知識，若(同波道)干擾是被視為色雜訊(colored noise)且其被白化(whitened)，則訊息接收可達成。WO 01/93439之新穎性在於提供一有效白化之濾波器，其藉由分離接收訊號之真實與虛構元素，亦即同相位(in-phase)與正交相位(quadrture-phase)元素，以開發額外自由度。關於抑制同波道干擾，US.2003/0063596之規則是與WO 01/93439類似的。

在WO 01/93439中，介面被模式化為具k階次之IIR(Infinite impulse response，無限脈衝響應)程序，且(因此)白化操作實行於(多向度(multidimensional))具k(或k+1)個濾波器分波(filter taps)之FIR(finite impulse response，有限脈衝響應)濾波器。白化操作後，訊號之脈衝響應當然被改變；尤其，因為白化濾波之捲積(convolution)，WO 01/93439之白化操作遭受到所謂的"增加之頻道長度問題"，亦即，訊號之脈衝響應變得更長，須要一個更複雜之等化器(equalizer)或至少一個具有某些機制可將增加之頻道長度納入考慮 之修改等化器(否則，接收器將招致效果損失)。若依據WO 01/93439之白化操作被實行於接收器，則增加之頻道長度問題將要求修改接收器之等化器。

此外，使用WO 01/93439之白化操作所達之效果增益決定於表示FIR濾波器支波數之模式參數K。大體上，K值越大，增益越高，但若K值超過一定門檻(其決定於個別被抑制之干擾，所以乃非已知之前提)，則找尋FIR濾波器係數之問題變得條件不足，亦即，無法獲得FIR濾波

器。

因此所須要的是一個更健全、較不複雜之基於雜訊白化之抑制同波道干擾方法，其可更容易地合併於現存之接收器內，例如 GSM(全球行動通訊系統)/EDGE(增強型全球行動通訊及分時多工存取系統資料率)接收器。

【發明內容】

本發明之第一個特徵乃一種無線通訊系統接收器於通訊頻道接收若干各具一同相與一正交相元素之符號之方法，該方法包括一無線電傳送之接收與取樣步驟，以提供連續之樣本，同時還包括另一連續樣本之過濾步驟，該方法之特徵在於：連續樣本之過濾步驟包括一基於逐一白化各樣本之步驟，對連續樣本之每一個樣本評估雜訊加上干擾相關矩陣(correlation matrix)，其包括樣本同相與正交相元素之相關資訊。

依據本發明之第一個特徵，濾波步驟進一步包括：白化樣本步驟之開或關之切換步驟，因為基於決定是否通訊頻道為敏感受限之切換，所以出現之雜訊可表徵為實質上白色的。

加之，依據本發明之第一個特徵，通訊頻道是否為敏感受限的可基於一度量(metric)及相應預定門檻之計算值決定。此外，該度量可能是基於不同雜訊元素之相關值加上干擾相關矩陣。更進一步地，該切換可基於一度量值，其定義為：

$$M_{ii} = \frac{R_{1ii}}{R_{0ii}} \ ;$$

其中，$R_{0ii}=E\left[i_k^* i_k\right]$及$R_{1ii}=E\left[i_k^* i_{k+1}\right]$。此外，該切換可基於檢查雜訊加上與雜訊相關之干擾訊號加上干擾相關矩陣之第二或更高階次統計(order statistic)。

再者，依據本發明之第一個特徵，該方法可進一步地使用下式表示雜訊加上干擾相關矩陣：

$$\tilde{R}_{ii}=E\left[i_k i_k^{\cdot}\right],$$

其中，$i_k$是雜訊加上干擾訊號。此外，該方法進一步之特徵在於每個代表符號之向量$y_k$使用下式白化：

$$\tilde{y}_k=Wy_k$$

其中，$W$的定義是雜訊加上干擾相關矩陣$\tilde{R}_{ii}$之平方根倒數，因此：

$$W=\tilde{R}_{ii}^{-1/2}。$$

同時，依據本發明之第一個特徵，每一個符號可由一或多個樣本指定，包括來自可能不同天線之樣本。

本發明之第二個特徵乃提供一個成為無線通訊系統之一部份，或與無線通訊系統共同使用之接收器，其之特徵在於包括實行依據本發明之第一個特徵之方法之步驟。再者，接收器可為行動站(mobile station)之一部份。更進一步，接收器可為無線通訊系統之無線電存取網路(radio access network)之基地站(base station)之一部份。

本發明之第三個特徵乃提供一個包括一行動站及一基地站之系統，其用為無線通訊系統之一部份，或與無線通訊系統共用；該行動站及基地站各包括一接收器，其之

特徵在於至少其中一個接收器包括實行依據本發明之第一個特徵之方法之步驟。

本發明所解決之問題之一在於其不會造成增加頻道長度問題，亦即，於IQ白化濾波器之前或之後之頻道分支數皆相同。

【實施方式】

本發明提供一於無線通訊系統之接收器內，藉著使用所謂IQ白化之創新操作，抑制同波道干擾之方法，以及提供一創新模擬干擾之方法。尤其是，白化操作完成於一個符號內。使用上述WO 01/93439之程序，完成白化操作於一個符號內是不可能的，因為如此將意指設定模型參數K(表示FIR濾波器之分支數)等於0，導致FIR濾波器變成同一矩陣，其無法提供任何白化。

此外，發明者已經觀察到白化干擾訊號(以抑制干擾)會造成效果損失，當干擾(或雜訊)已實質上是白的時候，亦即，於白化操作前。為避免造成如此之效果損失，本發明包括一個基於干擾訊號之白程度所做開或關白化之切換。

以下揭示，假設實行本發明之接收器操作具有兩個樣本之符號。如此是較可取之實行，但本發明也可應用於具任何樣本數之符號。若增加之樣本無法直接由位於接收器前端之A/D(類比至數位)轉換器獲得，每個符號之樣本數也可藉內插方法得以增加。同時，以下之陳述假設單一天線接收器，此乃本發明最有效之狀況；然而，本發明可容

易地擴充至多於一個以上之接收器天線，且由不同天線接收之樣本可被同等地視為片段樣本。例如，若每一符號兩個樣本可由單一天線獲得，或每一符號一個樣本可由兩個天線獲得，運算法將相同。並且依然地，縱使本發明之揭示乃相關於二位元 PAM(Pulse Amplitude Modulation, 脈衝振幅調變)，所以符號 x 受限於(-1，1)之區間，即 $x_{k,i} \in (-1, 1)$，可是清楚地，本發明並不會受限於此，且本發明有可能應用於任何使用二位元調變或多階 PAM 之系統，包括例如，BPSK(binary phase shift keying, 雙相移鍵控)，MSK(minimum shift keying，最小移鍵控)。當然，本發明也可應用於偏移正交振幅調變(offset-QAM)，例如雙偏移正交振幅調變(binary offset QAM)及正交偏移正交振幅調變(quaternary-offset QAM),因為其可視為雙或正交 PAM 訊號，藉由應用一適當旋轉於每個符號。尤其，本發明適宜 GMSK(Gaussian minimum shift keying，Gaissian 最小移鍵控)調變，使用於例如 GSM 及藍芽(Bluetooth)，因為 GMSK 非常近似於二位元調變。

參見圖 1，接收器顯示於本發明可實行之型式，包括：一具一或多個天線及調頻設備之前端，用以接收選擇通訊頻道之訊號及訊號取樣，以提供取樣接收訊號 y(nT)，其中，T 代表介於(傳送)連續符號之間的時間(亦及，符號率之倒數)，以及 $n = k + \frac{q}{l}$，其中，k 是所有傳遞符號之指標，q 是超取樣(oversampling)指標，其範圍是 0 至 $l$，$l$ 是超取樣因數，亦即，每個符號之樣本數，(或接收器天線數，

或超取樣因數×接收器天線數)；依據本發明之濾波器 12 用以過濾取樣接收訊號，以移除同波道干擾及雜訊，而產生過濾取樣訊號 $\tilde{y}_k$(亦即，一連續之過濾訊號樣本)；以及一偵測器，用以決定對應於過濾取樣訊號 $\tilde{y}_k$之符號 x(亦即，每個 x 對應至一或多個接收訊號之樣本)。

圖 1 所示之前端 11 表示接收器操作所須之許多不同功能，該功能與本發明所提供之功能分開，例如，頻道估計裝置，頻率偏移估計裝置，DC 偏移補償裝置，訊號反旋轉裝置(如果例如 GMSK 調變有須要時)。基本上，如圖 1 所示，前端 11 給予接收訊號之輸出基頻(baseband)樣本 y(nT)，及估計離散頻道脈衝響應 h(sT)，其中，$s=m+q/l$ 及 m 範圍由 0 至 $v$，$0 \leqq m \leqq v$，$v$ 等於頻道脈衝響應長度減一。

參見圖 2，依據本發明之濾波器 12 包括一實行 IQ 白化之模組 12c，但是如上所述，實行 IQ 白化並非總是有利的；在一濾波器 12 較有效之實施例中，一開關模組 12a 包括一介於兩個濾波模組 12b-c 之間之切換，其之決定乃於預設門檻與開關模組 12a 所計算之度量相比較，此將於後做更詳盡說明。開關模組 12a 切換於執行 IQ 白化之濾波模組 12b(依據本發明或先前技術)與不執行白化之濾波模組 12c 之間。

首先，揭示 IQ 濾波模組 12c，接著將揭示開關模組 12a。

以下，假設一超取樣因數 $l=2$ 之超取樣，接收訊號樣

本 $y_k$ 於方塊 11 之輸出以頻道資料輸入 $x_k$，及取樣頻道脈衝回應 $h_m$ 表示時等於：

$$\mathbf{y}_k = \sum_{m=0}^{v} \mathbf{h}_m^{(0)} x_{k-m}^{(0)} + \sum_{j=1}^{J} \sum_{m=0}^{v} \mathbf{h}_m^{(j)} x_{k-m}^{(j)} + \mathbf{n}_k \,, \qquad (1)$$

其中，$0 \leqq m \leqq v$，$v$ 等於頻道脈衝響應長度減一。上標 j 表示選擇通訊頻道之每一個訊號之標示，當 j=0，代表要求之訊號，而其他 j 值則代表同頻道干擾，及

$$\mathbf{y}_k = \begin{bmatrix} \mathrm{Re}\big(y(kT)\big) \\ \mathrm{Im}\big(y(kT)\big) \\ \mathrm{Re}\left(y((k+\frac{(l-1)}{l})T)\right) \\ \mathrm{Im}\left(y((k+\frac{(l-1)}{l})T)\right) \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{h}_m^{(j)} = \begin{bmatrix} \mathrm{Re}\big(h^{(j)}(mT)\big) \\ \mathrm{Im}\big(h^{(j)}(mT)\big) \\ \mathrm{Re}\left(h^{(j)}((m+\frac{(l-1)}{l})T)\right) \\ \mathrm{Im}\left(h^{(j)}((m+\frac{(l-1)}{l})T)\right) \end{bmatrix},$$

及

$$\mathbf{n}_k = \begin{bmatrix} \mathrm{Re}\big(n(kT)\big) \\ \mathrm{Im}\big(n(kT)\big) \\ \mathrm{Re}\left(n((k+\frac{(l-1)}{l})T)\right) \\ \mathrm{Im}\left(n((k+\frac{(l-1)}{l})T)\right) \end{bmatrix}.$$

以及 T 為連續符號(傳送)之間的時間。我們可定義

$N_f$接收樣本為：

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y}_{k+N_f-1} \\ \mathbf{y}_{k+N_f-2} \\ \vdots \\ \mathbf{y}_k \end{bmatrix} = \sum_{j=0}^{M} \begin{bmatrix} \mathbf{h}_0^{(j)} & \mathbf{h}_1^{(j)} & .. & \mathbf{h}_v^{(j)} & 0 & .. & 0 \\ 0 & \mathbf{h}_0^{(j)} & \mathbf{h}_1^{(j)} & .. & \mathbf{h}_v^{(j)} & 0 & .. \\ \vdots & & & & & & \vdots \\ 0 & .. & 0 & \mathbf{h}_0^{(j)} & \mathbf{h}_1^{(j)} & .. & \mathbf{h}_v^{(j)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{k+N_f-1}^{(j)} \\ x_{k+N_f-2}^{(j)} \\ \vdots \\ x_{k-v}^{(j)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{n}_{k+N_f-1} \\ \mathbf{n}_{k+N_f-2} \\ \vdots \\ \mathbf{n}_k \end{bmatrix}$$

或更簡潔地：

$$\mathbf{y}_{k+N_f-1:k} = \mathbf{H}_0 x_{k+N_f-1:k-v}^{(0)} + \sum_{j=1}^{M} \mathbf{H}_j x_{k+N_f-1:k-v}^{(j)} + \mathbf{n}_{k+N_f-1:k}\ , \qquad (2)$$

其中，包括要求的訊號$H_0 x_{k+Nf-1:k-v}^{(0)}$及雜訊加上(同頻道)干擾訊號$\sum_{j=1}^{M} \mathrm{H}_j x_{k+Nf-1:k-v}^{(j)} + \mathrm{n}_{k+Nf-1:k}$。為方便起見，我們定義雜訊加上干擾訊號$\mathrm{i}_K$於標示(樣本計數)k之實例為4×1向量：

$$\mathbf{i}_k = \begin{bmatrix} \mathrm{Re}\{i[kT]\} \\ \mathrm{Im}\{i[kT]\} \\ \mathrm{Re}\left\{i\left[(k+\frac{(l-1)}{l})T\right]\right\} \\ \mathrm{Im}\left\{i\left[(k+\frac{(l-1)}{l})T\right]\right\} \end{bmatrix} = \sum_{j=1}^{M} \begin{bmatrix} \mathbf{h}_0^{(j)} & \mathbf{h}_1^{(j)} & .. & \mathbf{h}_v^{(j)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_k^{(j)} \\ x_{k-1}^{(j)} \\ \vdots \\ x_{k-v}^{(j)} \end{bmatrix} + \mathbf{n}_k \cdot \qquad (3)$$

其次，我們定義一濾波運算$\mathrm{L}^{-1}$，以求得白化接收訊號樣本$\tilde{y}$如下：

$$\tilde{y}_{k+Nf-1:k} = L^{-1} y_{k+Nf-1:k}, \qquad (4)$$

其中，依據本發明，

$$L^{-1}=\begin{bmatrix} \tilde{R}_{ii}^{-1/2} & 0 & .. & 0 \\ 0 & \tilde{R}_{ii}^{-1/2} & 0 & : \\ : & : & : & \\ 0 & .. & 0 & \tilde{R}_{ii}^{-1/2} \end{bmatrix} \qquad (5)$$

其中，$\tilde{R}_{ii}$是4×4雜訊加上干擾相關矩陣求得：

$$\tilde{R}_{ii}=E\left[i_k i_k^*\right], \qquad (6)$$

其中，E[...]是總和平均之數學運算。因為干擾發生於周期平穩隨機處理(cyclo stationary random process)，期望運算(expectation operation)可由一時間平均取代，亦即：

$$\tilde{R}_{ii}=\sum_k\left[i_k i_k^*\right]。 \qquad (6.1)$$

因此，每一個4×1向量$\tilde{y}_k$代表一個可被白化之符號：

$$\tilde{y}_k = Wy_k \qquad (7)$$

其中，W是正定漢彌爾頓矩陣(positive definite Hermitian matrix) $\tilde{R}_{ii}$之平方根倒數，即：

$$W=\tilde{R}_{ii}^{-1/2} \qquad (7.1)$$

在此有效實施例中，漢彌爾頓矩陣$\tilde{R}_{ii}$是雜訊加上干擾相關矩陣，而白化矩陣$W=\tilde{R}_{ii}^{-1/2}$乃是$\tilde{R}_{ii}$之Choleski因式分解之倒數。白化矩陣W可替代以任何$\tilde{R}_{ii}$之因式分解求得，亦即，任何因式分解如下：

$$(WW')^{-1}=\tilde{R}_{ii}, \qquad (7.2)$$

或以任何$\tilde{R}_{ii}$之因式分解求得如下：

$$U\lambda V'=\tilde{R}_{ii} \quad ,$$

例如由奇異值分解(Singular Value Decomposition (SVD))。在此情況，白化矩陣W可以由$W=V\lambda^{-1/2}$求得。

依據本發明，白化脈衝響應$\tilde{H}_0$也可由濾波器12提供，此乃作用於脈衝響應$H_0$：

$$\tilde{\mathbf{H}}_0=\mathbf{L}^{-1}\mathbf{H}_0=\begin{bmatrix}\tilde{\mathbf{h}}_0^{(0)} & \tilde{\mathbf{h}}_1^{(0)} & .. & \tilde{\mathbf{h}}_v^{(0)} & 0 & .. & 0\\ 0 & \tilde{\mathbf{h}}_0^{(0)} & \tilde{\mathbf{h}}_1^{(0)} & .. & \tilde{\mathbf{h}}_v^{(0)} & 0 & ..\\ : & & & & & & :\\ 0 & .. & 0 & \tilde{\mathbf{h}}_0^{(0)} & \tilde{\mathbf{h}}_1^{(0)} & .. & \tilde{\mathbf{h}}_v^{(0)}\end{bmatrix}, \quad (8)$$

因此，每個4×1向量$\tilde{h}_m$可計算如下：

$$\tilde{\mathrm{h}}_{\mathrm{m}}^{(0)}=Wh_m^{(0)} \quad (9)$$

當$0\le m\le v$。因此，很清楚地，本發明揭示之干擾抑制方法不會造成增加頻道長度之問題，亦即，由式(9)可知$\tilde{\mathrm{h}}_{\mathrm{m}}$與$\mathrm{h}_{\mathrm{m}}$有相同尺度。

參見圖3，濾波器模組12c(圖2)包括：第一模組31，用以建構連續樣本$y_k$，$k=1,...,N_f$，每個$k$對應一個符號；下一個模組32，用以決定雜訊加上干擾相關矩陣$\tilde{\mathrm{R}}_{\mathrm{ii}}$；以及第三模組33，用以計算過濾，白化樣本$\tilde{\mathrm{y}}_{\mathrm{k}}=Wy_k$，$k=1,...,N_f$。

仍參見圖3，某些實施例中，濾波器12可包括額外模組跟隨於計算$\tilde{y}_k=Wy_k$之模組33之後。該模組不會毀壞訊號於微小空間等化器（fractionally spaced equalizers）之情況，但若是符號間隔等化器(symbol-spaced equalizer)，模組將毀壞大部份訊號，而此之實行是藉使

用濾波等化器過濾訊號至決策回饋等化器(DFE equalizer)之前饋濾波器(feed-forward filter)，或藉使用多相匹配濾波器(polyphase matched filter)。

在可取之實施例中，偵測器 13 是一籬柵偵測器(trellis detector)，且籬柵偵測器之輸入是符號間隔的。此符號間隔輸入藉著預濾波器(pre-filter)(為白雜訊而設計)，其相當於決策回饋等化器(DFE)之前饋濾波器(feed forward filter)，可經由後處理(post processing)白化濾波器 W 之輸出而得到。藉逼近雜訊加上干擾相關矩陣 $\tilde{R}_{ii}$ 如式(6)，祇有相關係數(correlation)被移除。因此，一些殘差相關係數(residual correlation)可被期望，且可能，例如，被計入前饋濾波器其後之優化考慮中。在後處理之後，一 Forney 度量可被使用於籬柵 Viterbi 等化器。請閱"MLSE 接收器之統一及時間變化頻道之延伸"(Unification of MLSE Receivers and Extensions to Time Varying Channels)；作者：G. Bottomley,S. Chennakesku;IEEE 資訊傳送理論(Trans. Inform. Theory)；卷 46，464-472 頁，1998 年 4 月。

等化器可使用 Ungerboeck 度量為替代，此也陳述於上述 Bottomley 之報告中，及其他地方。在此情況，不須使用預濾波器，但白化濾波器 W 之輸出，藉使用多相匹配濾波器，可被消除至每一符號一個樣本，以配合白化要求的脈衝響應。

以替代方式地，等化器可操作每一符號一個以上之樣本，在此情況，尚有另一選擇之應用。若偵測器可操作每

一符號一個以上之樣本，則不使用預白化操作，同樣結果可藉由修改等化器內之度量以考慮雜訊相關係數而得到。更明確地說，一修改分支度量如下：

$$\tilde{M}_k = \left( \mathbf{y}_k - \sum_{m=0}^{v} \mathbf{h}_m^{(0)} x_{k-m}^{(0)} \right)^T \tilde{\mathbf{R}}_{ii}^{-1} \left( \mathbf{y}_k - \sum_{m=0}^{v} \mathbf{h}_m^{(0)} x_{k-m}^{(0)} \right) \qquad (10)$$

可用以取代 Euclidean 度量如下：

$$M_k = \left( \tilde{\mathbf{y}}_k - \sum_{m=0}^{v} \tilde{\mathbf{h}}_m^{(0)} x_{k-m}^{(0)} \right)^T \left( \tilde{\mathbf{y}}_k - \sum_{m=0}^{v} \tilde{\mathbf{h}}_m^{(0)} x_{k-m}^{(0)} \right), \qquad (11)$$

其可被使用於預白化操作之後。

本發明也提供一啟動與停止IQ白化(以上述或其他技術實行)之機制。該切換機制是有用的，因為IQ白化之抑制同頻道干擾是顯著有效的於二位元調變同頻道干擾限制頻道，但是，造成某些效果損失於敏感(白雜訊)受限頻道。本發明因此提供一切換操作，其可用以動態地切換IQ白化及非白化於接收器中。在某些實施例，切換是基於檢查雜訊加上干擾相關矩陣 $\tilde{R}_{ii}$ 之不同元素之相關值，此解釋於後。在某些實施例，切換是基於檢查不同乘積 $i_k^* i_k$ 與 $i_k^* i_{k+1}$ 之期望值 E[...]，此也解釋於後。本發明所提供之切換機制的背後概念是決定雜訊是否為白雜訊(此時，關掉白化)，或非白雜訊(此時，開啟白化)，亦即是否是時間上相關的。

在基於檢查雜訊加上干擾相關矩陣 $\tilde{R}_{ii}$ 之不同元素之

相關值之實施例中，我們依循下列方式偵測雜訊是否為白色的。如上述，IQ白化濾波器(具縮短自我相關性(truncated autocorrelation))須要來自雜訊樣本之4×4(2-IQ分離，2-超取樣)相關矩陣$\tilde{R}_{ii}$之計算。所以在較可取之實施例中，切換開或關白化之度量被推導為$\tilde{R}_{ii}$元素之函數。

在二位元調變共同頻道干擾之案例中，時間相關性(介於因數樣本之間，亦即，在一個符號內之樣本)可以表示為IQ相關矩陣$\tilde{R}_{ii}$之元素之結合如下：

$$R_{temporal}=\tilde{\mathbf{R}}_{ii}(1,3)+\tilde{\mathbf{R}}_{ii}(2,4)+\sqrt{-1}*(\tilde{\mathbf{R}}_{ii}(2,3)-\tilde{\mathbf{R}}_{ii}(1,4)). \qquad (12)$$

因此，對於二位元調變干擾訊號而言，時間相關性可得自於IQ相關矩陣之元素，且樣本之真實與想像元素之相關性不會成為零。

本發明基於檢查雜訊加上相關矩陣$\tilde{R}_{ii}$之不同元素之相關值所提供之切換機制可如下所示。

定義

$$M_{tc}=2\frac{\left|(\tilde{\mathbf{R}}_{ii}(1,3)+\tilde{\mathbf{R}}_{ii}(2,4))+\sqrt{-1}*(\tilde{\mathbf{R}}_{ii}(2,3)-\tilde{\mathbf{R}}_{ii}(1,4))\right|^2}{\sum_{k=1}^{2}(\tilde{\mathbf{R}}_{ii}(2k,2k)+\tilde{\mathbf{R}}_{ii}(2k-1,2k-1))^2} \qquad (13)$$

為一度量，其用以表示是否一頻道為時間相關的(亦即，為敏感受限的，因此雜訊是白色的)。如所見的，度量乃決定於雜訊加上干擾相關矩陣$\tilde{R}_{ii}$之不同元素之相關值。因此，若$M_c^t>\tau_{tc}$，當$\tau_{tc}$是某些預設之門檻，則頻道歸

如上述，在某些實施例中，切換是基於檢查不同乘積 $i_k^* i_k$ 與 $i_k^* i_{k+1}$ 之期望值 E[...]。在該等實施例中，我們評估(數字的)值，

$$R_{0ii} = E\left[i_k^* i_k\right] \qquad (14)$$

以及(數字的)值，

$$R_{1ii} = E\left[i_k^* i_{k+1}\right] \qquad (15)$$

然後，作為度量用以決定是否白化定義如下之 $M_{ti}$：

$$M_{ti} = \frac{R_{1ii}}{R_{0ii}}, \qquad (16)$$

當 $M_{ti}$ 大於某預設門檻 $\tau_{tc}$(其有一可依應用而決定之值)時，則切換至白化。

上述之兩個切換實施例是基於干擾訊號之第二階次統計量之觀察。其他實施例可能基於更複雜之度量。

因此，再次參照圖 2，若非實質上時間相關的(亦即，譬如 $M_c^t < \tau_{tc}$)，則開關 12a 切換至模組 12c，濾波不須白化，反之，切換至模組 12b，濾波須白化。

上述所揭示之配備僅為本發明原則之應用。無數修改及替換之配備可經由專家設想而不偏離本發明之範圍；以下之申請專利範圍將含蓋該等修改及配備。

【圖式簡單說明】

圖 1 接收器元件之方塊圖/流程圖，包括應用本發明之濾波器。

圖 2 表示圖 1 濾波器細部之方塊圖/流程圖，特別顯示實行 IQ 白化濾波器之模組。

圖 3 表示圖 2 之 IQ 白化濾波器模組之方塊圖/流程圖。

【符號說明】

| | |
|---|---|
| 11 | 前端 |
| 12 | 濾波器 |
| 12a | 開關 |
| 12b | 具有 IQ 白化之濾波器 |
| 12c | 不具白化之濾波器 |
| 13 | 偵測器(具有等化器) |
| 31 | 構成 $y_k$，$k=1,\ldots,Nf$ (每個 $k$ 對應一個符號) |
| 32 | 決定 $\tilde{R}_{ii}$ |
| 33a | 計算 $\tilde{y}_k$，$k=1,\ldots,N_f$ |
| 33b | 計算 $\tilde{h}_m$，$m=0,\ldots,v$ |

## 伍、中文發明摘要：

一無線電存取網路之行動站或基地站之接收器之濾波器之操作方法及相應之設備，該方法用以抑制同頻道干擾及基於分離接收訊號之同相位(I)與正交相位(Q)元素，然後一符號接著一符號，逐一地執行白化，亦即白化操作完成於一符號內。本發明包括一用以實行 IQ 白化(依照本發明或其他)之模組，且還提供一開關(12a)，其依接收訊號之特性，特別是基於雜訊加上干擾相關矩陣($\tilde{R}_{ii}$)，可用以啟動或停止 IQ 白化。

## 陸、英文發明摘要：

A method of operation of filter (12) of a receiver (10) of a mobile station or a base station of a radio access network and corresponding equipment, the method for use in suppressing co-channel interference and based on separating the in-phase (I) and quadrature phase (Q) components of the received signal and then performing whitening on a symbol-by-symbol basis, i.e. the whitening operation is done within one symbol. The invention provides a filter (12) including a module (12b) for performing IQ whitening (either according to the invention or otherwise), and also provides a switch (12a) that can be used to enable or disable IQ whitening, depending on the character of the received signal, and in particular based on the noise plus interference correlation matrix ($\tilde{R}_{ii}$).

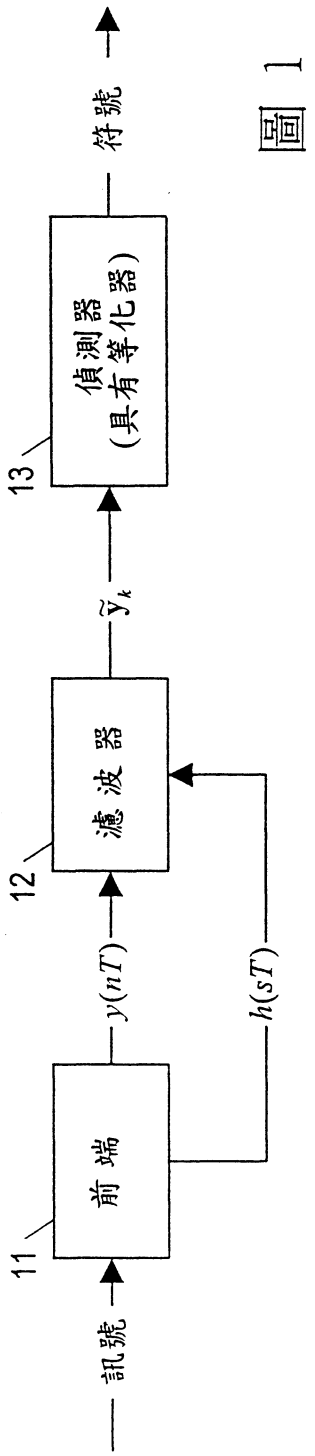
訊號
11
前端
$y(nT)$
12
濾波器
$\tilde{y}_k$
13
偵測器
(具有等化器)
符號
$h(sT)$

圖 1

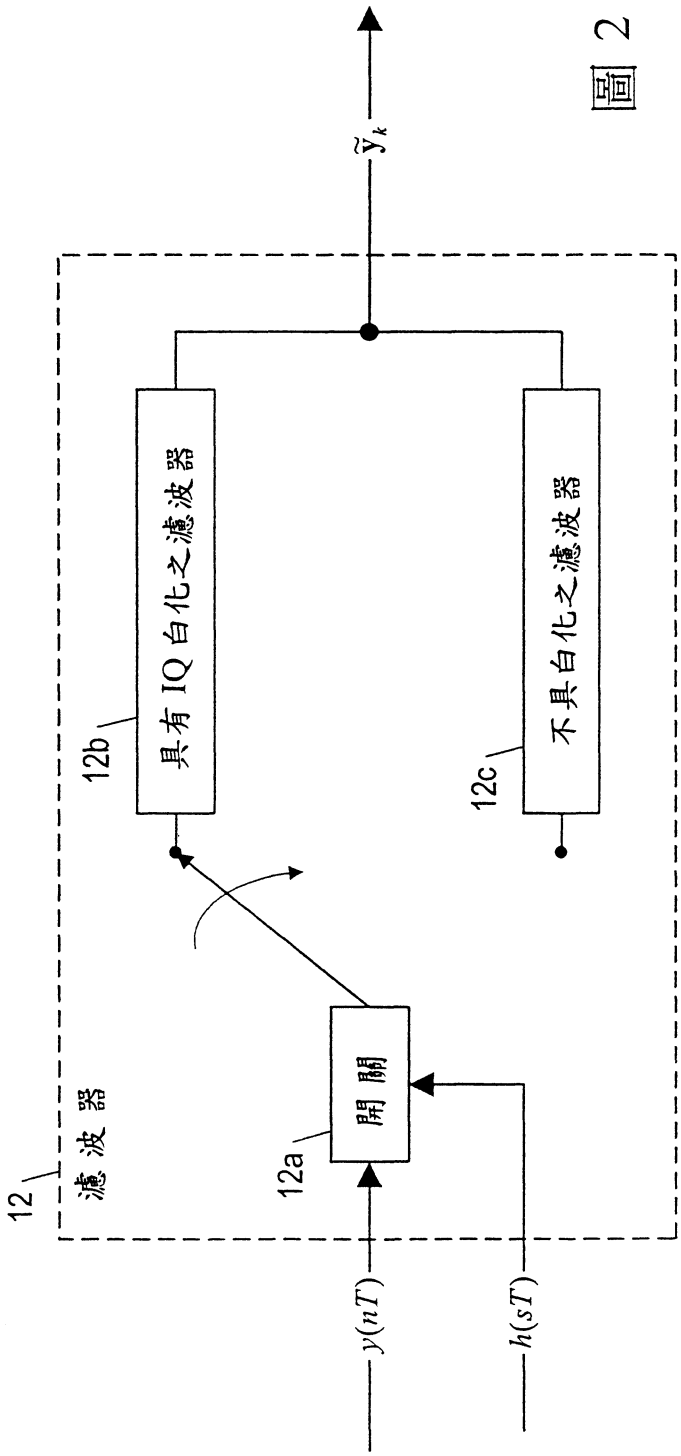
12
濾波器
12a
開關
12b
具有 IQ 白化之濾波器
12c
不具白化之濾波器
$\tilde{y}_k$
$y(nT)$
$h(sT)$

圖 2

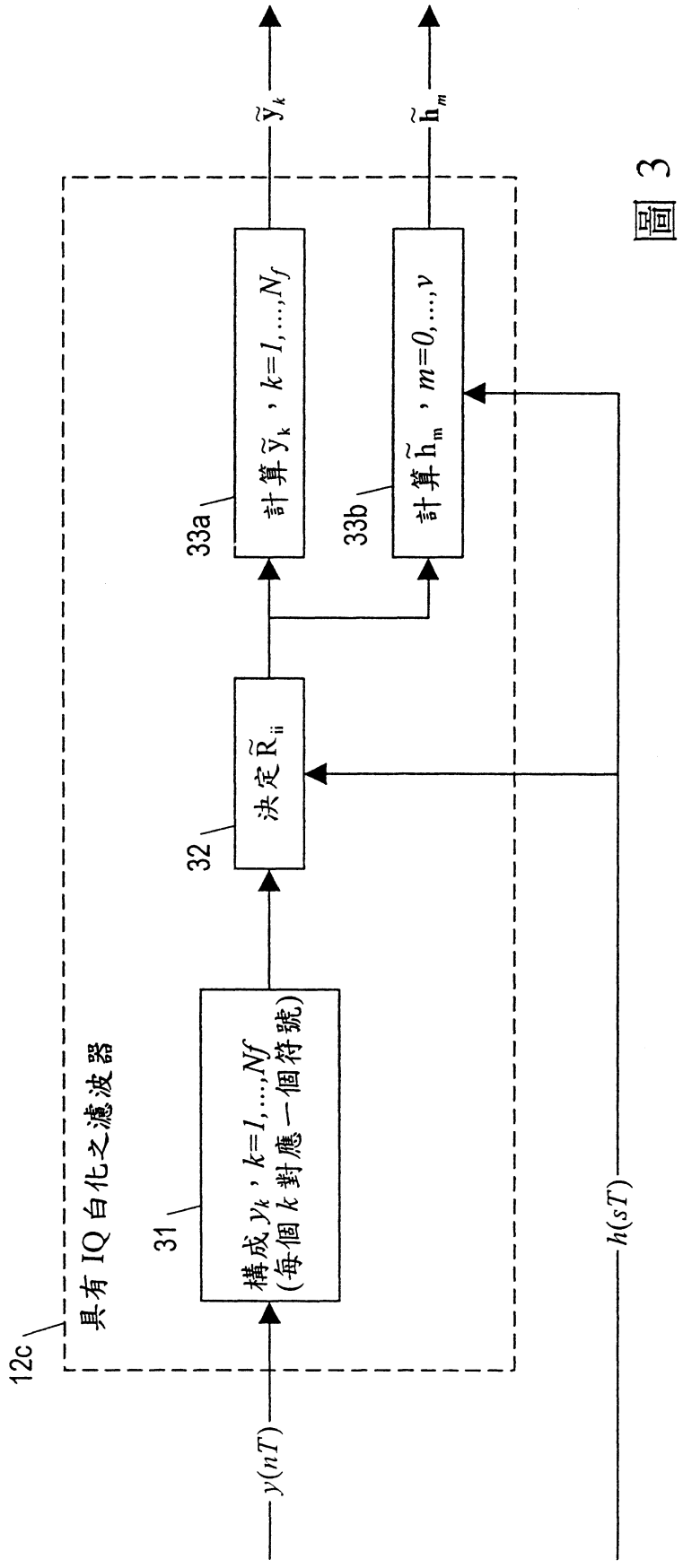
12c
具有 IQ 自化之濾波器
31
構成 $y_k$，$k=1,\ldots,Nf$
(每個 $k$ 對應一個符號)
32
決定 $\tilde{R}_{ii}$
33a
計算 $\tilde{y}_k$，$k=1,\ldots,N_f$
33b
計算 $\tilde{h}_m$，$m=0,\ldots,v$
$y(nT)$
$h(sT)$
$\tilde{y}_k$
$\tilde{h}_m$

圖 3

## 柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 2 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明:

12　濾波器

12a　開關

12b　具有IQ白化之濾波器

12c　不具白化之濾波器

## 捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

94. 8. -4
年 月 日修(更)正替換頁

## 拾、申請專利範圍：

1.一種使用於無線通訊系統之接收器之方法，其於通訊頻道接收若干各具一同相位及一正交相位元素之符號之無線電傳送；該方法包括一無線電傳送之接收與取樣之步驟，以提供一連續之樣本，且還包括一過濾連續樣本之步驟，該方法之特徵在於：過濾連續樣本之步驟(12)包括一白化樣本步驟(12b)，其基於對於連續樣本之每個樣本，逐一評估包括樣本之同相位及正交相位元素之相關資訊之雜訊加上干擾相關矩陣($\tilde{R}_{ii}$)。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中過濾之步驟(12)之進一步特徵是：一切換開與關白化樣本步驟(12b)之步驟(12a)，該切換乃基於決定通訊頻道是否為敏感受限的，使得出現之雜訊可表徵為實質上白色的。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中決定通訊頻道是否為敏感受限的乃基於度量($M_{tc}$，$M_{ti}$)之計算值，及一相應之預設門檻($\tau_{tc}$，$\tau_{ti}$)。

4.如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中該度量($M_{tc}$)是基於雜訊加上干擾相關矩陣 $\tilde{R}_{ii}$之不同元素之相關值。

5.如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該切換是

年 月 日修(更)正替換頁

基於比較度量($M_{ti}$)值，其之定義為：

$$M_{ti} = \frac{R_{1ii}}{R_{0ii}}$$

其中，$R_{0ii} = E\left[i_k^* i_k\right]$及$R_{1ii} = E\left[i_k^* i_{k+1}\right]$。

6.如申請專利範圍第2項所述之方法，其中該切換是基於檢查雜訊加上與雜訊加上干擾相關矩陣($\tilde{R}_{ii}$)相關之干擾訊號($i_k$)之第二階次或更高階次統計量。

7.如申請專利範圍第1項所述之方法，進一步之特徵在於雜訊加上干擾相關矩陣($\tilde{R}_{ii}$)是使用下式來決定：

$$\tilde{R}_{ii} = E\left[i_k i_k^*\right],$$

其中，$i_k$是雜訊加上干擾訊號。

8.如申請專利範圍第7項所述之方法，進一步之特徵在於每個代表符號之向量$y_k$使用下式白化：

$$\tilde{y}_k = W y_k$$

其中W被定義作雜訊加上干擾相關矩陣($\tilde{R}_{ii}$)之平方根倒數運算，因此：

$W = \tilde{R}_{ii}^{-1/2}$。

9.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中每一個符號由一或多個樣本所指定，包括來自可能不同天線之樣

本。

10.一種數位通信用接收器，係充當無線通訊系統之一部分或與其共用，而透過通訊頻道接收數種各具一同相位及一正交相位元素之符號之無線電傳送，該接收器包括：用以接收及取樣無線電傳輸之一前端以連續提供樣本，及用以過濾該連續的樣本之一濾波器，其中該濾波器含有一根據連續樣本之每一樣本逐一評估包括樣本之同相位及正交相位元素之相關資訊之雜訊加上干擾相關矩陣($\tilde{R}_{ii}$)而實行白化樣本所用之一濾波模組。

11.如申請專利範圍第 10 項所述之接收器，其中該接收器是行動站之一部分。

12.如申請專利範圍第 10 項所述之接收器，其中該接收器是無線通信網路系統之無線電存取網路之基地站之一部分。

13.一種無線通信網路系統，包括行動站及作為無線通信網路系統之一部分或與之共用之基地站，其各包括一個接收器，該系統之特徵在於該接收器之至少一個含有一用以執行申請專利範圍第 1 及 2 項所述之步驟(12a，12b)之裝置。