

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：P3126028

※申請日期：P3. 8. 30

※IPC 分類：

H04B 7/02
H04L 25/02
H04J 11/50

一、發明名稱：(中文/英文)

用於利用多元件陣列天線之頻道估測與波束形成的通訊系統與方法

COMMUNICATION SYSTEM AND METHOD FOR CHANNEL ESTIMATION AND BEAMFORMING
USING A MULTI-ELEMENT ARRAY ANTENNA

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

英特爾公司/INTEL CORPORATION

代表人：(中文/英文)

塞門 大衛/SIMON, DAVID

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖塔克萊拉市密遜大學道2200號

2200 Mission College Blvd., Santa Clara, CA 95052, USA

國籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共 1 人)

姓名：(中文/英文)

拉克斯米帕斯 桑伍爾/LAKSHMIPATHI, SONDUR

國籍：(中文/英文)

印度/India

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；2003,09,03; 10/654,037

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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明實施例係關於無線通訊，並且一些實施例係關於使用符號調變正交次載波通訊之系統。

【先前技術】

發明背景

正交頻率分割多工化是使用符號調變之正交次載波以在可用的頻譜之內發送資訊之多載波發送技術範例。當次載波彼此正交時，它們在可用的頻譜之內可能比在，例如，習見的頻率分割多工化(FDM)系統中的分別頻道中，被更靠近地放置。為了產生正交的性質，一組次載波可以在其他次載波的中心頻率中具有一組零值。次載波的正交性質可以協助減低在系統之內次載波之間的干擾。在發送之前，次載波可以一低速率資料流被調變。符號之發送符號率可以是低的，並且因此發送信號可以高度地包容在頻道內之多通道延遲延伸。因此，許多現代的數位通訊系統使用符號調變的正交次載波作為調變機構以協助在具有多通道反射及/或強干擾的環境中的信號保存。

使用符號調變的正交次載波通訊系統由於多路徑衰減以及其他的頻道條件，所以可能具有較低的頻道容量。因此，特別是在使用符號調變的正交次載波通訊之系統中，將需要增加頻道容量、改進頻道等化及/或減低多路徑衰減效應的裝置以及方法。

【發明內容】

本發明係為一種通訊節點，其包含：一組到達角度估測器，其用以估測從被至少兩組多元件天線所接收之至少一組符號的次載波位準之被接收信號的到達角度，該被接收信號包含利用該至少一組符號被調變之多數個次載波；以及一組頻道係數產生器，其從該被估測之到達角度而產生用以處理依序符號的頻道係數。

圖式簡單說明

附加的申請專利範圍針對本發明一些實施例。但是，詳細的說明在配合參考相關圖形時提供本發明實施例之更完全的了解，其中相似的參考數目在圖形中代表相似項目並且：

第1圖展示本發明之一些實施例可以被實施的無線通訊環境；

第2圖是依據本發明一些實施例之通訊節點的區塊圖；
第3圖展示依據本發明一些實施例之收發器的區塊圖；
第4圖展示適合匹配本發明一些實施例使用之正交頻率分割多工化封包的時間頻率結構；並且

第5圖是依據本發明一些實施例之通訊步驟的流程圖。

【實施方式】**較佳實施例之詳細說明**

下面的說明和圖形充分地展示本發明之一些特定實施例，以供熟習本技術者之實施。其他實施例可結合結構、邏輯、電氣、處理程序、以及其他的改變。範例僅代表可

能的變化。除非明確地被需求，分別的構件以及功能是選擇性的，並且操作順序可能變化。一些實施例之部份和特點可能包含或者取代其他實施例的部份和特點。本發明之實施例範疇包含申請專利之所有範圍以及所有與申請專利
5 範圍等效之項目。

第1圖展示本發明之一些實施例可以被實施的無線通訊環境。通訊環境100包含一組或者多組無線通訊元件(WCD) 102，其可以與在通訊鏈路108上之存取點(AP) 104通訊，通訊鏈路108可以是雙向鏈路。WCD 102可以包含，例如，
10 個人數位助理(PDA)、膝上型輕便電腦以及具有無線通訊功能的手提電腦、手寫板電腦、無線電話、無線耳機、呼叫器、即時通訊裝置、MP3播放器、數位攝影機、以及其他可以無線地接收及/或發送資訊的裝置。WCD 102可以利用一組多載波發送技術與AP 104通訊，例如，使用正交次載波
15 以在指定的頻譜之內發送資訊之正交頻率分割多工化(OFDM)技術。WCD 102和AP 104也可以製作一組或者多組通訊標準，例如，一組IEEE 802.11a、b或者g標準，地面數位視訊廣播(DVB-T)之廣播標準，或者高性能無線電區域網路(HiperLAN)標準。其他的區域網路(LAN)和無線區域網路
20 (WAN)通訊技術也可以適用於鏈路108的通訊。

除了在WCD 102之間的協助通訊之外，於一些實施例中，AP 104可以與一組或者多組網路114耦合，例如，一組內部網路或者網際網路，以允許WCD 102存取此類網路。為了方便起見，專有名詞"下游"被使用於此處以代表從AP 104

至WCD 102方向之通訊，而專有名詞"上游"被使用於此處以代表從WCD 102至AP 104方向之通訊，但是，專有名詞下游和上游可以互換。WCD 102可以利用不同的頻譜作為上游和下游通訊以支援雙工通訊，雖然這並非必須的。於一些實施例中，上游和下游通訊可以使用相同的頻譜在上游和下游方向通訊。雖然第1圖展示點對多點通訊，本發明實施例適用於點對多點與點對點通訊。

於一些實施例中，無線區域網路(WLAN)的通訊節點(例如，存取點104)可以採用多元件陣列天線106以從一組或者多組信號源(例如，WCD 102)估測在鏈路108上接收的通訊信號之到達角度110(例如， (θ))。角度110可以相對於天線106之端向發射方向116而被量測，雖然本發明範疇並不以此為限。信號源可以是經由符號調變的正交次載波通訊之無線通訊裝置。頻道係數可以從一組或者多組信號源之到達角度被估測以增加頻道容量、改進頻道等化及/或減低多路徑衰減效應。於一些實施例中，頻道係數可以從依據天線106之不同元件所接收的多組次載波調變之一組符號而被產生。於一些實施例中，對於無線通訊裝置，AP 104可以在500英尺之內範圍提供通訊，甚至更大，雖然本發明範疇並不受限制於此。

於一些實施例中，波束形成係數也可以從到達角度被產生以改善使用多元件陣列天線106之一組或者多組信號源通訊信號之接收及/或發送。波束形成係數可以被使用以將信號之接收及/或發送指引至特定信號源的方向。到達角

度可以利用以次載波頻率取樣陣列天線裝置之反應至少一組符號而被估測，雖然本發明範疇並不以此為限。被取樣符號可以是具有已知值之一組訓練符號。取樣可在快速傅立葉轉換(FFT)調變之後以所有次載波頻率被達成於相同的符號，雖然本發明範疇並不以此為限。波束形成之後，頻率可以利用空間多工存取技術而被重複使用。

多元件陣列天線106可以是一種包含至少雙向或者全向性天線裝置112之相位陣列天線。裝置112可以包含雙極天線、單極天線、迴路天線、微帶天線或者可以被AP 104處理之適用於接收及/或發送RF信號的其他型式天線。於一些實施例中，一組波束形成器可以被使用以在裝置112之間控制相位而以WCD 102提供方向性通訊。於一些實施例中，定相位可以在基頻帶被控制，雖然本發明範疇並不以此為限。

第2圖是依據本發明一些實施例的通訊節點之區塊圖。通訊節點200可以適當地被使用於AP 104(第1圖)，雖然其他的通訊節點也適用。於一些實施例中，通訊節點200也適用於一組或者多組WCD 102(第1圖)，雖然本發明範疇並不以此為限。

通訊節點200以多元件陣列天線202接收及/或發送無線電頻率(RF)通訊。從天線202所接收之RF信號可以被收發器204轉換成為基頻信號並且最後轉換成為包含位元流的資料信號。收發器204也可以將包含位元流的資料信號轉換成為基頻信號和RF信號以供天線202發送。通訊節點200也

可以包含信號分離器206以分離被接收和被發送通訊信號。通訊節點200也可以包含資料處理部件208以處理經由收發器204接收的資料信號並且產生收發器204所發送的資料信號。天線202可以包含多組天線裝置212，其可以對應
5 至天線裝置112(第1圖)。雖然信號分離器206被展示為節點200的一組分離裝置，本發明並不以此為限。於一些實施例中，信號分離器206可以是天線202的一部份，在其他實施例中，天線202可以包含一組發送信號之天線裝置，及另一組接收信號之天線裝置，因此不需要信號分離器206。

10 於一些實施例中，通訊節點200可以包含有線裝置和有線網路界面210，例如，個人電腦、伺服器、或者網際網路的界面。在這些實施例中，通訊節點200可以便利在WCD 102(第1圖)和這些有線裝置及/或網路之間的通訊。

第3圖展示依據本發明一些實施例之收發器的區塊
15 圖。收發器300可適用為收發器204(第2圖)，雖然其他收發器組態也適用。收發器300可包含RF電路302，以經由具有多組天線裝置的多元件天線從信號源接收信號。該信號可以包含以至少一組符號被調變的多組次載波。收發器300也可以包含到達角度(AOA)估測器304，以從被至少兩組天線
20 裝置接收符號之次載波位準估測信號源的到達角度。收發器300也可以包含頻道係數產生器306，以依據到達角度而從信號源產生被接收通訊之頻道係數。頻道係數可以補償在信號源和存取點之間的一些頻道效應。收發器300也可以包含頻道等化器308，其可以反應於頻道係數以提供等化的

頻率領域符號調變次載波310以改進接收。

於一些實施例中，收發器300可以進一步地包含波束形成器係數產生器312以依據到達角度產生多元件天線之元件波束形成係數。波束形成係數可以被使用以協助指示信號的接收及/或發送至特定信號源的方向。在這些實施例
5 中，收發器300可以進一步地包含波束形成器314。波束形成器314可以依據波束形成係數改變天線方向性，並且於一些實施例中，波束形成器314可以改變被接收及/或被發送信號相位。於一些實施例中，波束形成可以在利用RF電路
10 302轉換至對應的RF信號且利用多元件天線之元件發送信號之前完成。於一些實施例中，波束形成器314可以利用改變基頻位準信號之相位，其包含多數個符號調變次載波，以利用RF電路302產生及/或接收正交分頻多工信號以被一組多元件天線發送及/或接收而改變天線方向性。波束形成
15 之後，可以利用空間多工存取技術而實現頻率的重複使用。

於一些實施例中，到達角度估測器304可以包含一組或者多組處理器以及記憶體以產生包含被FFT 328提供而對應至各天線裝置之符號調變導向次載波的啟始矩陣(例如， X)。處理器和記憶體也可以從方程式 $X = AD + N$ 而產生
20 一組響應矩陣(例如， A)。在方程式中，“ D ”可以代表具有對應至符號之導向次載波的元素之一組對角矩陣，並且“ N ”可以代表一組不相關雜訊矩陣。處理器和記憶體可以使用一組搜尋函數以辨識對應至到達角度的一組峰值。搜尋函數可以是依據響應矩陣之一種分解。這將被更詳細地說明

於下。

第4圖展示適合匹配本發明一些實施例使用之正交頻率分割多工化封包的時間頻率結構。時間頻率結構400是依據IEEE 802.11(a)標準之封包範例；但是，其他的時間頻率封包結構也可以適用於本發明一些實施例。如結構400所展示，具有已知訓練值的符號以相交斜線/陰影被表示。結構400展示被調變於十二組次載波404上以十組短訓練符號402作為開始的一組封包。這些符號可以包含已知導向次載波。短符號402之後是兩組長訓練符號406，其後是資料符號408。資料符號408可以包含四組導向次載波410。

於一些實施例中，到達角度估測器304(第3圖)可以依據訓練符號402之一的次載波404的天線反應或者依據訓練符號406之一而估測到達角度，雖然本發明範疇並不以此為限。訓練符號可以具有已知的訓練值。於一些實施例中，頻道等化器308(第3圖)可以將等化的頻率領域符號調變次載波提供給予從信號源接收的一組資料封包之依序的資料符號(例如，符號408)。

參看第3圖，於一些實施例中，RF接收電路302經由一組多元件天線接收信號，並且產生代表符號的串列符號流320。於一些實施例中，一組封包可能包含短符號402(第4圖)以及長訓練符號406(第4圖)，以及緊隨的資料符號408(第4圖)。於一些實施例中，被接收信號可以具有在5和6GHz之間的一組載波頻率，雖然本發明實施例亦可適用於，例如，在2和20GHz之間，甚至更高的載波頻率。於一

些實施例中，一組符號調變信號最多可以包含一百組或者更多次載波。短符號可以在次載波的一部份被發送資料符號，並且可以包含一組或者多組已知導向次載波，雖然這並非必要。於一些實施例中，長訓練符號可以具有大約為4
5 微秒的持續時間並且短符號可以具有大約為一微秒的持續時間。於一些實施例中，信號可以是紅外線(IR)信號。

收發器300之接收器部份可以包含串列平行(S/P)轉換器322以將串列符號流320的一組符號轉換為時間領域取樣324的平行族群。循環冗餘字首(C/P)元件326從各符號移除
10 一組循環冗餘字首。快速傅立葉轉換(FFT)元件328在時間領域取樣330的平行族群進行一組FFT以產生頻率領域符號調變次載波332，以供等化器308和到達角度估測器304所使用。

到達角度估測器304可以產生給予信號源之到達角度
15 估測，其可被頻道係數產生器306所使用以利用等化器308產生頻道係數而改進次載波調變。於一些實施例中，除了產生器306之外，頻道估測器(未展示出)可以被使用，以產生等化器308所使用的頻道估測。

等化器308可以在被FFT元件328提供的頻率領域符號
20 調變次載波332進行一組頻道等化。等化器308可以使用頻道係數產生器306所提供的頻道係數產生等化頻率領域符號調變次載波310。例如，頻率領域的等化可利用具有代表頻道估測的複數值之頻率領域次載波332分割而被達成。因此，等化頻率領域符號調變次載波332的振幅可以被正規化

並且等化頻率領域符號調變次載波310的相位可以被對齊至一組零原點以允許解映射器334的進一步處理。

等化頻率領域符號調變次載波310可以被解映射器334解映射以產生多數個平行符號。解映射器334可以依據發送器調變次載波的一組特定調變階數而將平行符號解映射。調變階數，例如，可以包含每組符號以一位元通訊的二進位移相鍵控(BPSK)、每組符號以兩位元通訊的正交移相位鍵控(QPSK)、每組符號以三位元通訊的8-PSK、每組符號以四位元通訊的16組正交振幅調變(16-QAM)、每組符號以五位元通訊的32-QAM、以及每組符號以六位元通訊的64-QAM。調變階數也可以包含差值編碼星型QAM(DSQAM)。具有較低甚至較高的通訊速率之調變階數也可以被使用。來自解映射器334的平行符號可以被剖析器336由平行型式轉換成為串列流，其可以在串列流上進行一組反交錯操作。剖析器336產生被解碼的串列位元流338以供資料處理元件(未展示出)所使用。

收發器300的發送器部份可以包含剖析器342以編碼串列的位元流340而產生平行符號。映射器344將平行符號映射至頻率領域符號調變次載波346。IFFT元件348在頻率領域符號調變次載波346上進行一組逆向快速傅立葉轉換(IFFT)以產生時間領域取樣350的平行族群。CP電路352將一組循環冗餘字首增加至各符號，並且平行至串列(P/S)電路354將時間領域取樣356的平行族群轉換為串列符號流358以供RF電路302之所需。依據實施例，循環冗餘字首的

長度大於符號之間的干擾長度。

雖然通訊節點200(第2圖)和收發器300被展示為具有許多分離的功能電路元件，一組或者多組的功能元件可以被組合並且可以利用軟體組態元件的組合而被製作，例如，
5 包含數位信號處理器(DSP)的處理元件，及/或其他的硬體元件和軟體。例如，電路元件可以包含一組或者多組處理元件例如，微處理器、DSP、特殊應用積體電路(ASIC)、以及各種硬體和邏輯電路的組合以進行此處說明的功能。

第5圖是依據本發明一些實施例之通訊步驟的流程
10 圖。通訊步驟500可以被一組通訊節點進行，例如，AP 104(第1圖)，雖然其他的通訊節點也可適用於進行步驟500。於一些實施例中，通訊步驟500可以被通訊元件所進行，例如，WCD 102(第1圖)。雖然步驟500的分別操作被展示並且被說明為分離操作，一組或者多組的分別操作可以
15 同時地被進行並且毋需依照操作展示順序而被進行。

操作502中，包含以符號調變次載波的一組資料封包之至少一組符號的信號從一組信號源經由多元件天線而被接收。操作504中，一組FFT可以被進行於代表被多元件天線之元件接收的符號之時間領域取樣的平行族群上。FFT可以
20 對於各天線裝置產生頻率領域符號調變次載波。符號可以是具有已知訓練值的一組訓練符號。操作506中，信號源的到達角度估測被產生。到達角度可以是相對於多元件天線的端向發射方向。到達角度可以針對符號之多於一組次載波頻率依據天線裝置之天線反應而被估測，雖然本發明範

疇並不以此為限。操作508中，頻道係數可以從估測的到達角度被產生，並且操作510中，頻道係數可被使用以等化符號，包含依序地從該信號源被接收的資料符號。操作512中，波束形成係數可以依據到達角度而被產生，並且操作514中，包含符號調變次載波的一組通訊信號可以使用波束形成係數被方向地發送至信號源(例如，於信號源的方向)。於一些實施例中，包含符號調變次載波的一組通訊信號可以使用波束形成係數從信號源而被方向性地接收。

於一些實施例中，步驟500的操作可以對於一組或者多組的多數個信號源而被重複或者同時地進行。這些實施例中，到達角度可以針對不同的信號源被分別地估測，並且頻道和波束形成係數可以針對不同的信號源被產生並且被使用以與信號源通訊。因此可達成增加頻道容量、改進頻道等化、及/或減低多通道衰減效應，雖然本發明範疇並不限定於此方面。

於本發明一些實施例中，到達角度估測器304(第2圖)可以估測到達角度並且頻道係數產生器306(第3圖)可以產生一組頻道係數，如下面所展示的範例。在一組N-元件適應性天線接收具有J組不同方向 $\theta_1, \dots, \theta_J$ 之J-使用者信號的情況中，其中角度 θ_j 依據端向發射方向116(第1圖)而被量測。在這範例中，令Q代表被使用以攜帶已知導向子符號發送的次載波數目。剩餘的(K-Q)組次載波可以被使用於攜帶資訊子符號。在這範例中，考慮 $N > Q$ 。一般而言，一組單一取樣情況被展示，其可以被進一步地延伸至多數取樣的情

況，其中平均估測可以被得到。在單一取樣情況中，信號可在被以矩陣的形式以FFT調變之後被收集，其可以下列的方程式加以說明。

$$(1) \quad \mathbf{X} = \mathbf{AD} + \mathbf{N}$$

- 5 在方程式(1)中， \mathbf{X} 是一組矩陣，其中第*i*行可以對應至反應於第*i*組次載波的天線陣列。 \mathbf{D} 是一組對角線矩陣，其之元素可以對應至依據頻道係數以及移相位被調整的已知導向符號。 \mathbf{A} 是次載波頻率的陣列-響應矩陣。 m 對應至第*m*組符號。 \mathbf{N} 可以是空間性和時間性不相關的雜訊矩陣。

$$10 \quad (2) \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_1(m,0) & x_1(m,1) & \dots & x_1(m,Q-1) \\ x_2(m,0) & x_2(m,1) & \dots & x_2(m,Q-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_N(m,0) & x_N(m,1) & \dots & x_N(m,Q-1) \end{bmatrix}$$

$$(3) \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ e^{ik_1 d \cos \theta} & e^{ik_2 d \cos \theta} & \dots & e^{ik_Q d \cos \theta} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ e^{ik_1 d(N-1) \cos \theta} & e^{ik_2 d(N-1) \cos \theta} & \dots & e^{ik_Q d(N-1) \cos \theta} \end{bmatrix}$$

$$(4) \quad \mathbf{D} = \text{diag}(p(m,0), p(m,1), \dots, p(m, Q-1))$$

$$(5) \quad p(m,0) = s(m,0)h_0 e^{-i\delta_1}, \dots, p(m, Q-1) = s(m, Q-1)h_{Q-1} e^{-i\delta_{Q-1}}$$

$$(6) \quad \mathbf{N} = \begin{bmatrix} n_{11}(m,0) & n_{12}(m,0) & \dots & n_{1Q}(m,0) \\ n_{21}(m,0) & n_{22}(m,0) & \dots & n_{2Q}(m,0) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{N1}(m,0) & n_{N2}(m,0) & \dots & n_{NQ}(m,0) \end{bmatrix}$$

- 15 於一些實施例中，方程式(1)可被乘以單位向量，例如， $\mathbf{e} = [1 \ \dots \ 1]^T$ 並且展示為 $\mathbf{Xe} = \mathbf{ADe} + \mathbf{Ne}$ 其可被簡化為：

$$(7) \quad \mathbf{x} = \mathbf{Ap}$$

其中 $\mathbf{x} = \mathbf{x}_1 + \mathbf{x}_2 + \dots + \mathbf{x}_{Q-1}$ 並且 $\mathbf{p} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 + \dots + \mathbf{p}_{Q-1}$

$$(8) \quad \mathbf{x} \in \text{span}\{\mathbf{A}\}$$

矩陣 \mathbf{B} 可以被形成。

$$(9) \quad \mathbf{B} = [\mathbf{A}(\theta) \quad \mathbf{x}] \quad \text{其中 } \theta \in (0, 2\pi)。$$

矩陣 \mathbf{B} 之尺寸可以是 $N(Q+1)$ ，其中 $N \geq (Q+1)$ 。

- 5 當 $\theta = \theta_{\text{true}}$ 時，矩陣 \mathbf{B} 可能成為秩缺(例如，未定)。 θ_{true} 估測可依據下面的QR-分解和搜尋函數而得到。

$$(10) \quad \mathbf{B}(\theta) = \mathbf{Q}(\theta)\mathbf{R}(\theta)，$$

搜尋函數則為

$$(11) \quad G(\theta) = \max \left[\frac{1}{r_{(Q,Q)}(\theta)} \right]。$$

- 10 $r_{Q,Q}(\theta)$ 是上方三角形矩陣 $\mathbf{R}(\theta)$ 的第 Q 組對角線元素。搜尋函數 $G(\theta)$ 可以具有 J -組最高峰值，其可對應至 J -組來源的到達角度估測 $\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_J$ 。注意 $(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_J)$ 估測可以經由處理在頻率頻譜中被分開的四組導向次載波而被得到。此一性質可以提供對應至在OFDM中整組次載波的良好到達角度估測。
- 15 換言之，估測可以對應至多頻率信號源的到達角度。

得到 $\hat{\theta} \in (\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_J)$ 之後， $\hat{\theta}$ 可以代入方程式(7)中的矩陣 \mathbf{A} 以獲得

$$(12) \quad \hat{\mathbf{x}} = \mathbf{A}(\hat{\theta})\mathbf{p} \quad。$$

因此，方程式(12)中， \mathbf{p} 依然未知，並且可以如下獲得：

$$20 \quad (13) \quad \mathbf{p} = [\mathbf{A}(\hat{\theta})\mathbf{A}(\hat{\theta})]^{-1} \mathbf{A}^T(\hat{\theta})\hat{\mathbf{x}} \quad。$$

\mathbf{p} 的第 k 組元件是 $p(m, k) = s(m, k)h_k e^{-i\delta_k}$ 。因為 $s(m, k)$ 已知，頻道估測可以如下獲得

$$(14) \quad h_k e^{-i\delta_k} = \frac{p(m, k)}{s(m, k)}$$

其中 $s(m,k)$ ， $k=1,\dots,Q$ ，為已知的導向符號。

在第二階段中，下一組 Q -次載波可被選擇以獲得如下之頻道係數，

$$\mathbf{p} = [\mathbf{A}(\hat{\theta})\mathbf{A}(\hat{\theta})]^{-1} \mathbf{A}^T(\hat{\theta})\mathbf{x} ,$$

5 其中 $\mathbf{A}(\hat{\theta})$ 對應至行，而為下一組次載波子集的函數。這頻道估測處理程序可針對這下一組次載波子集而被重複。

於一些實施例中，一組信號源的角度資訊之估測 $\hat{\theta}$ 僅可在一組取樣上被進行。角度估測 $\hat{\theta}$ 可重複地被使用於次載波矩陣之各子集並且因此可以獲得整個次載波頻道的頻道估測。
10 測。為了增加可靠度，於一些實施例中，各取樣的角估測可以被進行並且平均估測可如下地獲得：

$$(15) \quad \theta_{estimate} = E[\hat{\theta}] .$$

於一些實施例中，在 $\theta_{estimate}$ 方向的波束形成被進行以增加頻道容量。波束形成之後，將可以利用空間多工存取技術實現頻率重複使用。波束形成可被使用於接收和發送。
15

所強調的是，摘要被提供以遵從 37C.F.R. 部份 1.72(b) 需求之摘要，而將允許讀者確定該技術揭示之性質和主旨。所提供之說明將不被使用以限制或者解釋申請專利範圍之範疇或者含義。

20 為簡化揭示目的，前面的詳細說明中，各種特點有時一起被聚於單一實施例。這揭示方法不欲解釋為主題揭示的實施例需要更多於各申請專利範圍中所明確地敘述之特點。更確切地說，如下面申請專利範圍之反映，發明主題展現比單一揭示實施例所有特點較少的特點。因此下面申

請專利範圍是以各申請專利範圍各為分別之較佳實施例的方式而配合於詳細之說明。

【圖式簡單說明】

第1圖展示本發明之一些實施例可以被實施的無線通訊環境；

第2圖是依據本發明一些實施例之通訊節點的區塊圖；

第3圖展示依據本發明一些實施例之收發器的區塊圖；

第4圖展示適合匹配本發明一些實施例使用之正交頻率分割多工化封包的時間頻率結構；並且

第5圖是依據本發明一些實施例之通訊步驟的流程圖。

【主要元件符號說明】

100…通訊環境	204…收發器
102…無線通訊元件(WCD)	206…信號分離器
104…存取點 AP	208…資料處理部件
106…多元件陣列天線	210…有線裝置和有線網路界面
108…通訊鏈路	212…天線裝置
110…到達角度	300…收發器
112…全向性天線裝置	302…RF 電路
114…網路	304…到達角度(AOA)估測器
116…端向發射方向	306…頻道係數產生器
200…通訊節點	308…頻道等化器
202…天線	310…等化頻率領域符號調變次載波

- 312...波束形成器係數產生器
- 314...波束形成器
- 320...串列符號流
- 322...串列平行(S/P)轉換器
- 324...時間領域取樣
- 326...循環冗餘字首(C/P)元件
- 328...快速傅立葉轉換(FFT)元
件
- 330...時間領域取樣
- 332...頻率領域符號調變次載波
- 334...解映射器
- 336...剖析器
- 338...串列位元流
- 340...串列位元流
- 342...剖析器
- 344...映射器
- 346...頻率領域符號調變次載波
- 348...IFFT 元件
- 350...時間領域取樣
- 352...CP 電路
- 354...串列(P/S)電路
- 356...時間領域取樣
- 358...串列符號流
- 400...時間頻率結構
- 402...短訓練符號
- 404...次載波
- 406...長訓練符號
- 408...資料符號
- 410...導向次載波
- 500-514...通訊流程步驟

五、中文發明摘要：

一種無線區域網路之通訊節點採用一多元件陣列天線以估測在符號調變正交次載波之上通訊的一組或者多組信號源之到達角度。對於該一組或者多組信號源之頻道係數可以從該到達角度被估測以增加頻道容量、改進頻道等化且減低多通道衰減之效應。依據該到達角度之波束形成也可以對於與該一組或者多組信號源通訊之方向接收及/或發送被進行。

六、英文發明摘要：

A communication node of a wireless local area network utilizes a multi-element array antenna to estimate an angle-of-arrival for one or more signal sources which may communicate on symbol-modulated orthogonal subcarriers. Channel coefficients may be estimated from the angle-of-arrival for the one or more signal sources to increase channel capacity, improve channel equalization and reduce the effects of multipath fading. Beamforming based on the angle-of-arrival may also be performed for directional reception and/or transmission of communications with the one or more signal sources.

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：

100…通訊環境	110…到達角度
102…無線通訊元件(WCD)	112…全向性天線裝置
104…存取點AP	114…網路
106…多元件陣列天線	116…端向發射方向
108…通訊鏈路	

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

十、申請專利範圍：

第93126028號申請案申請專利範圍修正本 94.10.13.

1. 一種通訊節點，其包含：
 - 5 一個到達角度估測器，用以從被一組多元件天線之至少二元件所接收之至少一個符號的次載波位準估測一被接收信號的到達角度，該被接收信號包含利用該至少一個符號調變之多個次載波；以及
 - 一個頻道係數產生器，供從該估測到達角度而產生用以處理後續符號的頻道係數。
- 10 2. 如申請專利範圍第1項之通訊節點，其進一步地包含一個頻道等化器，供響應於該等頻道係數而提供等化之頻域符號調變次載波。
3. 如申請專利範圍第2項之通訊節點，其中該到達角度估測器所使用之該至少一個符號包含一個具有一已知訓練值之訓練符號，並且其中該頻道等化器對於從一信號源接收之一組封包的後續資料符號提供等化頻域符號調變次載波。
- 15 4. 如申請專利範圍第1項之通訊節點，其進一步地包含一個波束形成器係數產生器，供依據該到達角度產生用於多元件天線元件之波束形成係數。
- 20 5. 如申請專利範圍第4項之通訊節點，其進一步地包含一個波束形成器，用於依據該等波束形成係數改變該天線之定向性，以供由該多元件天線在一個信號源指向中進行信號的指向性接收和發送。

6. 如申請專利範圍第5項之通訊節點，其進一步地包含射頻(RF)電路，其中該波束形成器利用改變基帶位準信號相位而改變該天線之定向性，其中該等基帶位準信號包含多個符號調變次載波以供對於該天線之接收和發送用於由該RF電路接收和發送一個正交頻率分割多工信號。
7. 如申請專利範圍第1項之通訊節點，其中該被接收信號包含一個正交頻率分割多工信號，而後者包含多個符號調變大致正交次載波。
8. 如申請專利範圍第1項之通訊節點，其中有多個信號從對應的多個信號源被接收，且該到達角度估測器從經由該天線之元件自不同信號源接收之至少一個符號估測該等信號源之到達角度。
9. 如申請專利範圍第1項之通訊節點，其中該通訊節點包含無線區域網路之存取點，並且至少一些信號源包含手提式無線通訊裝置。
10. 如申請專利範圍第1項之通訊節點，其進一步地包含快速傅立葉轉換(FFT)電路，用以針對包含導向次載波的該至少一個符號之時域樣本的至少一平行組群進行FFT，而產生頻域符號調變次載波，以供該到達角度估測器估測該到達角度之用。
11. 如申請專利範圍第10項之通訊節點，其中該到達角度估測器包含一個處理器和記憶體，用以：
- 產生一組初始矩陣X，其包含針對由該FFT電路提

供之該一組符號而對應於該天線的天線元件的多個解調導向次載波；

實質地從方程式 $X=AD+N$ 產生一組響應矩陣A，其中D是具有對應於該符號之該等導向次載波的元件的一組對角線矩陣，且其中N是不相關雜訊矩陣；以及

使用一搜尋函數以辨識一個對應於該到達角度的峰值，其中該搜尋函數是取決於該響應矩陣之分解。

12. 如申請專利範圍第1項之通訊節點，其中該通訊節點是一無線存取點，其用以在至多500英尺之範圍內為多個無線通訊裝置提供通訊功能。

13. 一種用於收發信號之方法，其包含下列步驟：

經由一個多元件天線接收一個信號，該信號包含以至少一個符號調變的多個次載波；

從由該天線之至少兩個元件接收之該至少一個符號的次載波位準估測該信號之一到達角度；以及

從該估測到達角度而產生頻道係數，以供用於處理該信號之後續符號。

14. 如申請專利範圍第13項之方法，其進一步地包含使用該等頻道係數而等化頻域符號調變次載波，以提供等化頻域符號調變次載波。

15. 如申請專利範圍第14項之方法，其中用以估測該到達角度之該至少一個符號包含一個具有一已知值之訓練符號，並且其中該等化步驟包含對於一組封包的後續資料符號提供等化頻域符號調變次載波。

16. 如申請專利範圍第13項之方法，其進一步地包含依據該到達角度而產生用於該多元件天線之多個元件之波束形成係數。

5 17. 如申請專利範圍第16項之方法，其進一步地包含，使用該等波束形成係數改變該天線之方向性，以供由該多元件天線對信號作指向性接收和發送。

10 18. 如申請專利範圍第13項之方法，其進一步地包含對包含至少一個導向次載波符號之時域樣本的至少一組平行組群進行FFT，而產生頻域符號調變次載波以供估測該到達角度之用。

19. 如申請專利範圍第18項之方法，其中估測該到達角度之步驟包含：

15 產生一組初始矩陣 X ，其包含針對由該FFT電路提供之該一符號而對應於該天線的天線元件的多個解調導向次載波；

實質地從方程式 $X=AD+N$ 產生一組響應矩陣 A ，其中 D 是具有對應於該符號之該等導向次載波的元件的一組對角線矩陣，且其中 N 是不相關雜訊矩陣；以及

20 使用一組搜尋函數以辨識一個對應於該到達角度的峰值，該搜尋函數是取決於該響應矩陣之分解。

20. 一種通訊系統，其包含：

至少一個無線通訊裝置；以及

一個存取點，其具有一組多元件天線，以及一個到達角度估測器，該天線使用符號調變正交次載波通訊信

號而與該至少一個無線通訊裝置通訊，該估側器估測對於該至少一個無線通訊裝置之一到達角度，以用於處理從該至少一個無線通訊裝置接收之該等通訊信號之後續符號。

5 21. 如申請專利範圍第20項之通訊系統，其中該到達角度估測器從由該多元件天線之至少兩個元件接收的至少一個符號之次載波位準估測該到達角度。

22. 如申請專利範圍第20項之通訊系統，其中該存取點進一步地包含：

10 一個頻道係數產生器，供依據該被估測之到達角度產生頻道係數，以供處理從該無線通訊裝置接收的一封包之後續符號；以及

一個波束形成器係數產生器，供依據該到達角度為該多元件天線之元件產生波束形成係數，俾與該無線通訊裝置進行指向通訊。

15 23. 如申請專利範圍第22項之通訊系統，其中該存取點進一步地包含：

20 一個波束形成器，用於依據波束形成係數改變基頻位準信號相位，以供在該無線通訊裝置一方向由該多元件天線的該等元件進行信號之接收和發送；以及

RF電路，其中該波束形成器改變包含多個符號調變次載波之基頻位準信號之相位，以供用於針對該天線之方向性接收和發送動作，由該RF電路接收和發送一正交頻率分割多工信號。

24. 如申請專利範圍第22項之通訊系統，其中該到達角度估測器包含一個處理器和記憶體，用以：

產生一組初始矩陣 X ，其包含針對由該FFT電路提供之一個符號而對應於該天線的天線元件的多個調變導向次載波；

實質地從方程式 $X=AD+N$ 產生一組響應矩陣 A ，其中 D 是具有對應於該符號之該等導向次載波的元件的一組對角線矩陣，且其中 N 是不相關雜訊矩陣；以及

使用一搜尋函數以辨識一個對應於該到達角度的峰值，其中該搜尋函數是取決於該響應矩陣之分解。

25. 一種通訊系統，其包含：

一個到達角度估測器，用以從被一組多元件天線之至少二元件所接收之至少一個符號的次載波位準估測一被接收信號的到達角度，該被接收信號是從一個無線通訊裝置接收到且包含以該至少一個符號調變之多個次載波；

一個頻道係數產生器，供從該估測到達角度而產生用以處理後續符號的頻道係數；以及

一個網路界面，用以便利該無線通訊裝置和一或多個有線網路之間進行通訊。

26. 如申請專利範圍第25項之系統，其進一步地包含一個頻道等化器，供響應於該等頻道係數而提供等化之頻域符號調變次載波，

其中被該到達角度估測器所使用的該至少一個符

號包含具有一已知訓練值之一個訓練符號，並且其中該頻道等化器對於從該無線通訊裝置接收之一組封包的後續資料符號提供等化頻域符號調變次載波。

27. 如申請專利範圍第25項之通訊系統，其進一步地包含：

5 一個波束形成器係數產生器，用以依據該到達角度產生用於該多元件天線之元件的波束形成係數；以及

一個波束形成器，用於該等波束形成係數改變該天線之定向性以供在該無線通訊裝置之一方向由該多元件天線進行信號的指向性接收和發送。

10 28. 一種儲存有用於收發信號的指令之電腦可讀取媒體，當該等指令由一計算平臺執行時，會進行下列動作：

經由一個多元件天線接收一個信號，該信號包含以至少一個符號予以調變之多個次載波；

15 從由該天線之至少兩元件接收的該至少一個符號之次載波位準，估測該信號之到達角度；以及

從該估測到達角度產生頻道係數，以供處理該信號之後續符號。

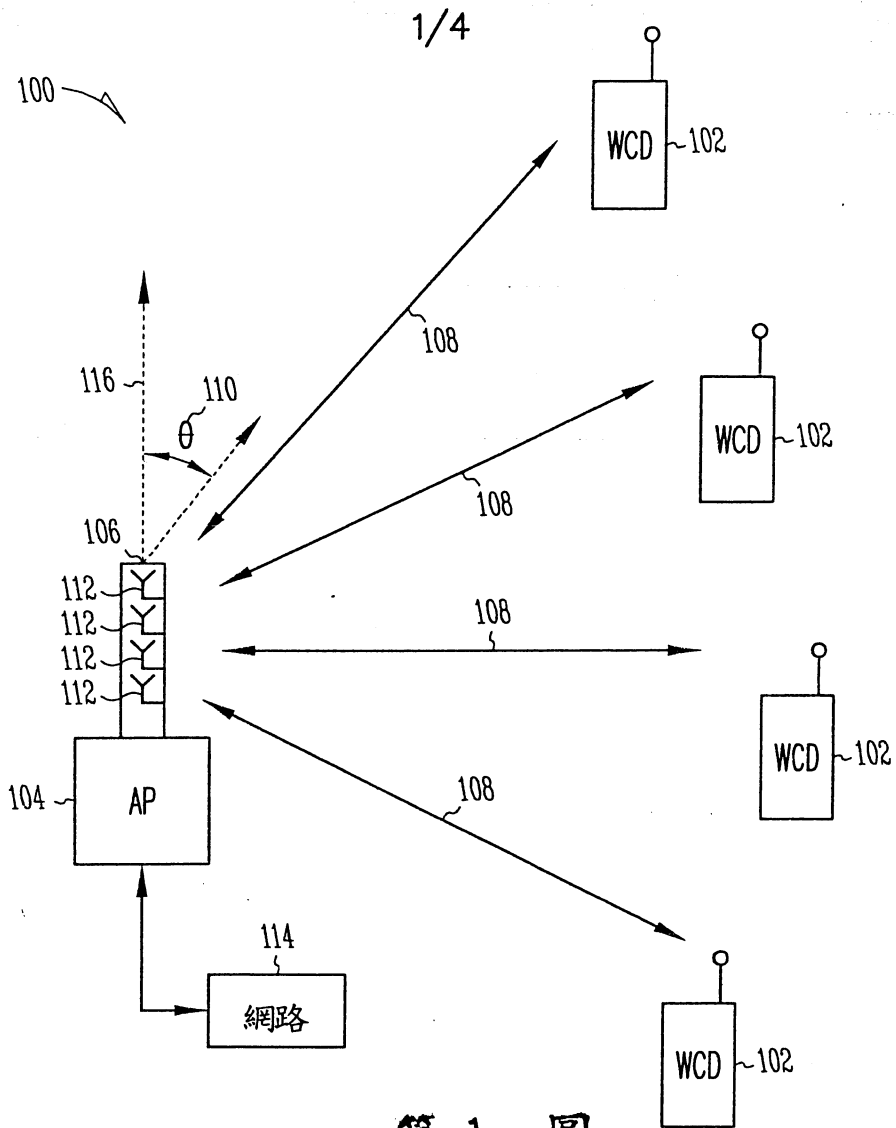
29. 如申請專利範圍第28項之電腦可讀取媒體，其中當該等指令由該計算平臺執行時，將另外地導致使用該等頻道係數以等化頻域符號調變次載波，以提供被等化頻域符號調變次載波。

20 30. 如申請專利範圍第29項之電腦可讀取媒體，其中用於估測該到達角度之該至少一個符號包含具有一已知值之一個訓練符號，並且其中當該等指令由該計算平臺執行

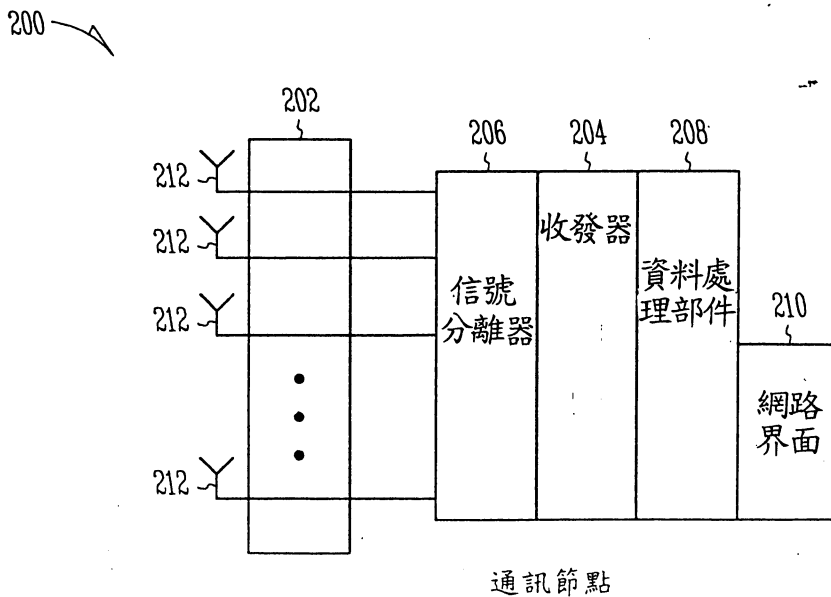
時另外地導致：

為一封包的後續資料符號提供等化頻域符號調變
次載波；以及

5 依據該到達角度而產生用於該多元件天線之元件
的波束形成係數。

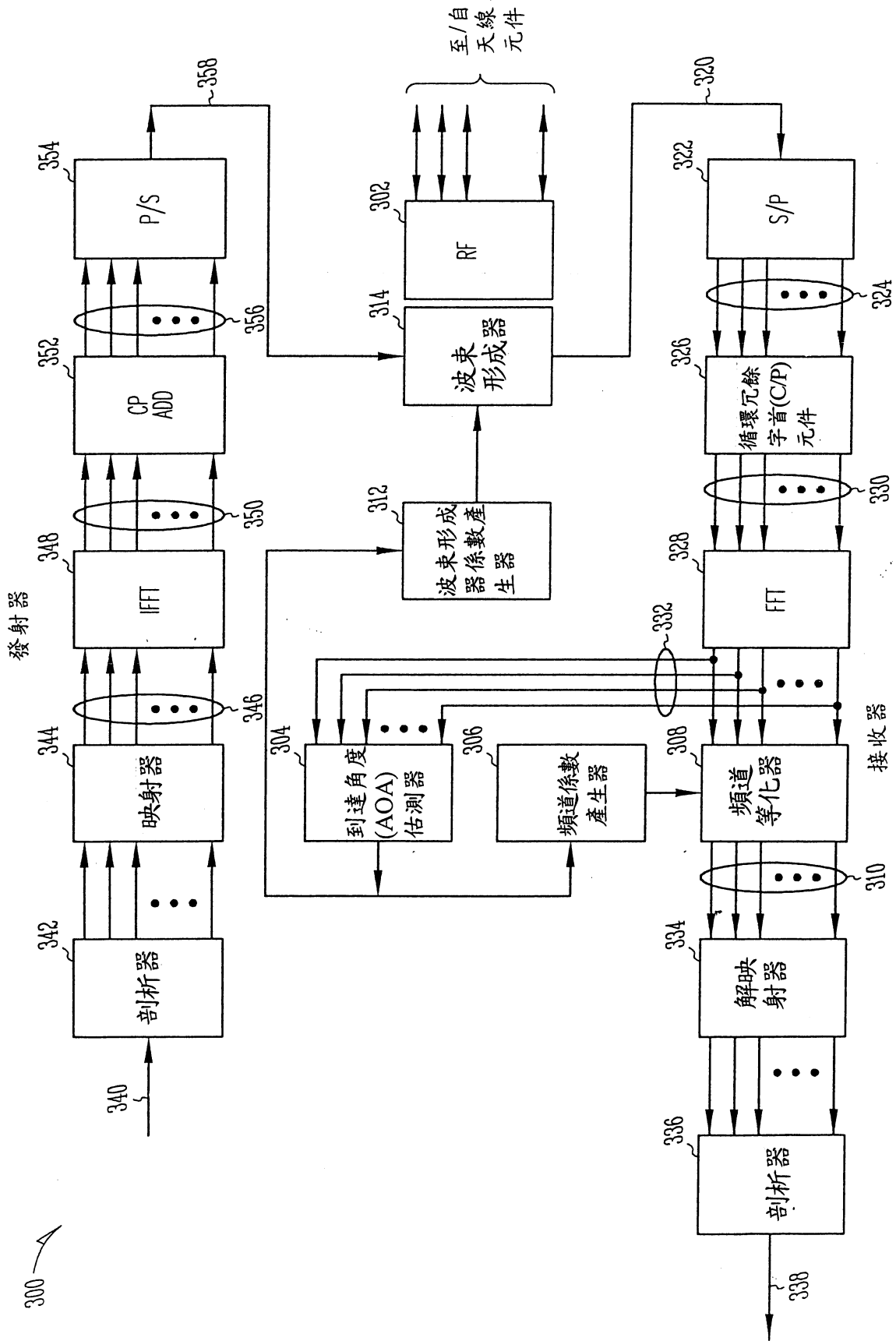


第 1 圖

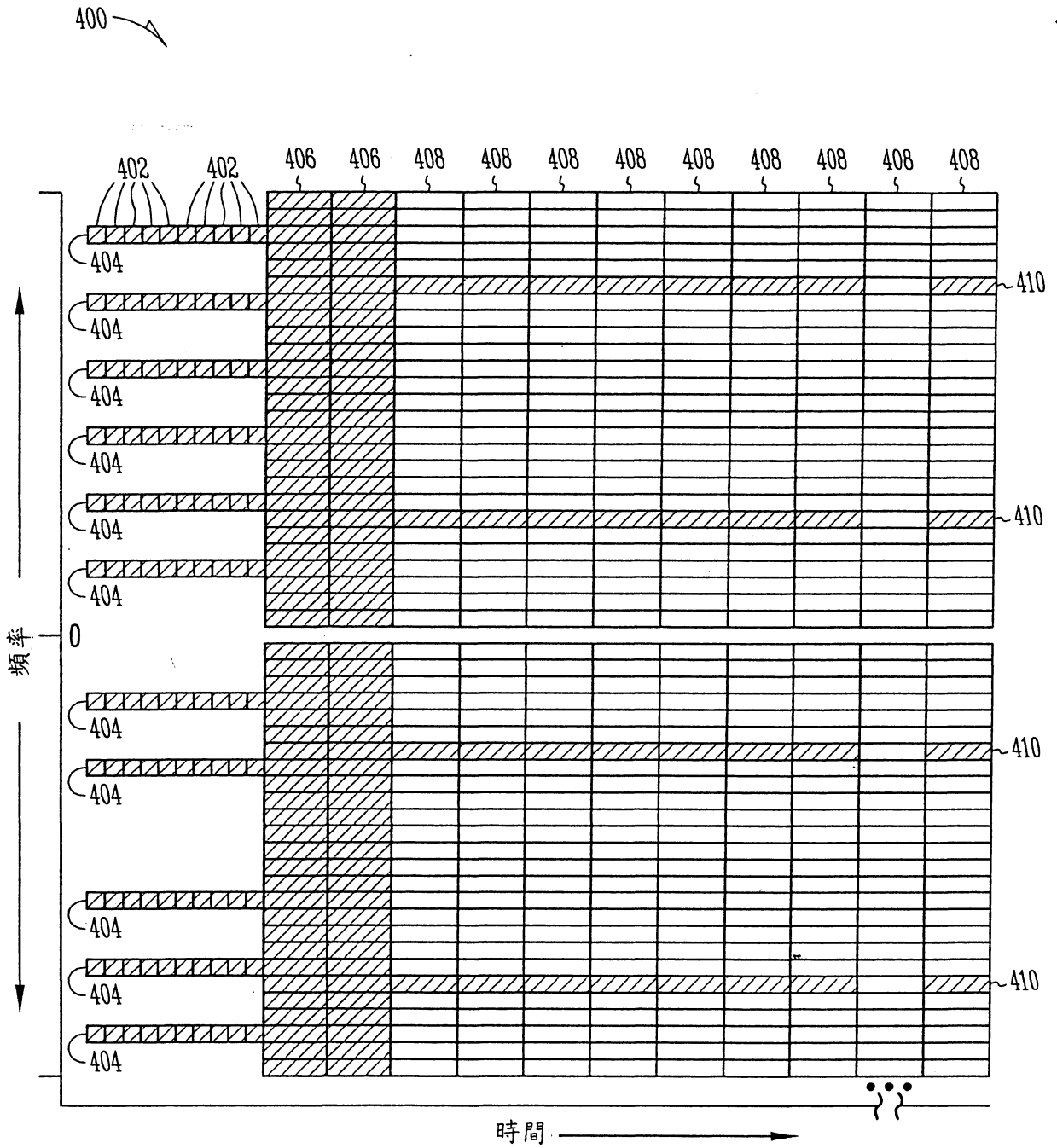


通訊節點

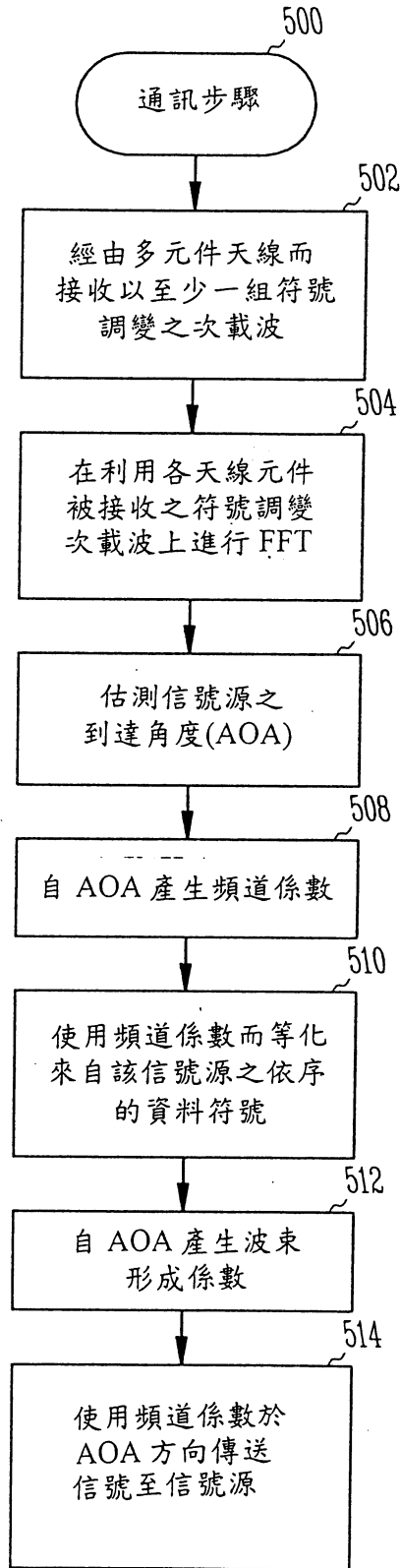
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖