



(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 201720219 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：105128907

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 07 日

(51) Int. Cl.：

*H04W88/10 (2009.01)**H04W74/00 (2009.01)**H04B17/309 (2015.01)*

(30) 優先權：2015/09/10

美國

62/216,604

2016/07/21

美國

62/365,043

(71) 申請人：內數位專利控股公司 (美國) INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC. (US)
美國

(72) 發明人：沙辛 艾爾芬 SAHIN, ALPHAN (TR)；楊陸 YANG, RUI (CN)；樓漢卿 LOU, HANQING (CN)；歐泰瑞 阿格翰柯梅 OTERI, OGHENEKOME (US)；奧勒森 羅伯特 OLESEN, ROBERT L. (US)；辛方俊 XI, FENGJUN (CN)

(74) 代理人：蔡清福；蔡駁理

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：60 項 圖式數：40 共 160 頁

(54) 名稱

多輸入多輸出 (MIMO) 通訊中頻道估計和同時成束訓練方法、裝置及系統

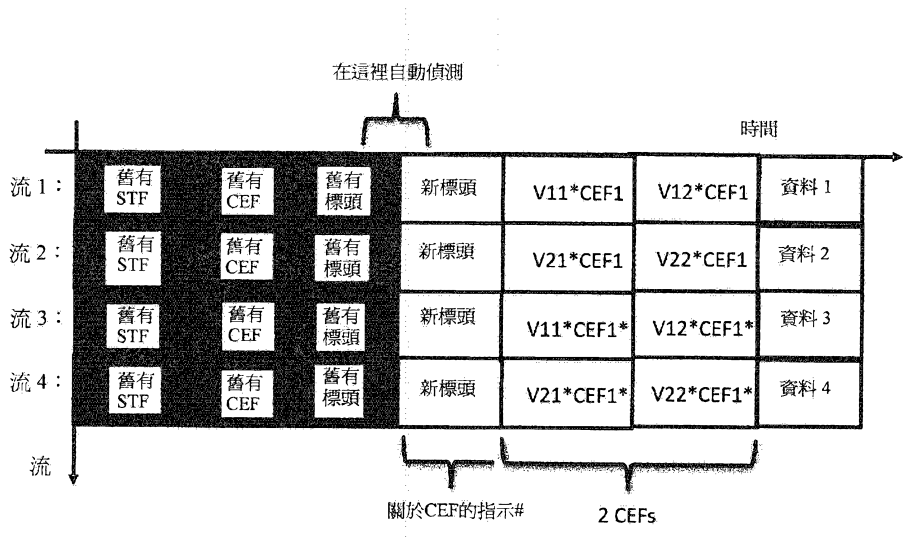
METHODS, APPARATUS AND SYSTEMS FOR CHANNEL ESTIMATION AND SIMULTANEOUS BEAMFORMING TRAINING FOR MULTI-INPUT MULTI-OUTPUT (MIMO) COMMUNICATIONS

(57) 摘要

所提供的是能在無線網路中賦能用於多輸入多輸出 (MIMO) 通信的一個以上的頻道的頻道估計的方法、裝置和系統。該方法包括：確定包括與第一頻道相關聯的第一頻道估計訊號的第一複數集合、確定包括與第二頻道相關聯的第二頻道估計訊號的第二複數集合、以及經由實體層 (PHY) 訊框來傳送該第一複數集合和該第二複數集合，其中該第二複數集合是該第一複數集合的複共軛。

Methods, apparatuses, and systems to enable a channel estimation of more than one channel for Multi-Input Multi-Output (MIMO) communications in a wireless network is provided. The method includes determining a first set of complex numbers comprising first channel estimation signal associated with a first channel, determining a second set of complex numbers comprising second channel estimation signal associated with a second channel, and transmitting the first set of complex numbers and the second set of complex numbers via a physical layer (PHY) frame, wherein the second set of complex numbers are complex conjugates of the first set of complex numbers.

指定代表圖：



符號簡單說明：

CEF . . . 頻道估計欄位

STF . . . 短訓練欄位

第 25 圖

【發明說明書】

【中文發明名稱】多輸入多輸出（MIMO）通訊中頻道估計和同時成束訓練方法、裝置及系統

【英文發明名稱】Methods, Apparatus And Systems For Channel Estimation And Simultaneous Beamforming Training For Multi-Input Multi-Output (MIMO) Communications

【技術領域】

【0001】相關申請案的交叉引用

本申請案要求2015年9月10日申請、名稱為“Methods, Apparatus and Systems for Channel Estimation and Simultaneous Beamforming Training for Multi-input Multi-output (MIMO) Communications”的美國臨時專利申請序號62/216,604以及2016年7月21日申請、名稱為“Methods, Apparatus and Systems for Channel Estimation and Simultaneous Beamforming Training for Multi-input Multi-output (MIMO) Communications”的美國臨時專利申請序號62/365,043的優先權，其中所述申請案在這裡都被引入以作為參考。

【0002】本發明與無線通訊領域有關，尤其與用於執行MIMO通信的頻道估計和同時波束成形訓練的方法、裝置及系統有關。

【0003】支援多個頻道和頻道寬度的WLAN系統（例如802.11n、802.11ac、802.11af以及802.11ah）包括被指定為主頻道的頻道。為了提高頻譜效率，802.11ac已引入了關於在相同符號時間訊框（例如在下鏈正交分頻多工（OFDM）符號期間）至多個STA的下鏈MU-MIMO傳輸的概念。對於802.11ah，已考慮使用下鏈MU-MIMO的可能性。值得一提的是，下鏈MU-MIMO會將相同的符號時序用於多個STA，由此干擾了至多個STA的波形傳輸。在與AP的MU-MIMO傳輸中，涉

及的所有STA都會使用相同的頻道或波段。這會將操作頻寬限制為與AP的MU-MIMO傳輸中所包括的STA所支援的最小頻道頻寬。為了解決這個限制，本申請案提出了用於MIMO通信的頻道估計和同時波束成形訓練的方法、裝置及系統。

【先前技術】

【0004】無線區域網路（WLAN）可以提供無線通訊服務。WLAN可以具有多種模式，例如基礎架構和特定（ad-hoc）模式。在特定模式中，一個或多個STA直接以點對點（P2P）的方式進行傳輸。而在基礎架構模式中，一個或多個站（STA）會經由存取點（AP）來進行通信，其中該存取點充當了連接到其他網路（例如網際網路或區域網路）的橋樑。在基礎架構模式中操作的WLAN可以提供MIMO通信，例如多使用者MIMO（MU-MIMO）。

【發明內容】

【0005】在這裡提供了能為用於MIMO通信的一個以上的頻道實施頻道估計的方法、裝置及系統。並且，還提供了用於在無線網路中執行同時波束成形訓練的方法、裝置及系統。

【0006】一種可供電子裝置在無線網路中傳送用於MIMO通信的一個以上的頻道的頻道估計的資訊的代表性方法包括：確定包括與第一頻道相關聯的第一頻道估計訊號的第一複數集合、確定包括與第二頻道相關聯的第二頻道估計訊號的第二複數集合、以及經由實體層（PHY）訊框來傳送第一複數集合和第二複數集合，其中第二複數集合是第一複數集合的複共軛。

【0007】一種可供電子裝置在無線網路中執行與用於MIMO通信的一個以上的頻道的頻道估計的代表性方法包括：接收包括第一頻道估計訊號的第一複數

集合以及包括第二頻道估計訊號的第二複數集合、以及基於第一頻道估計訊號來確定第一頻道，並且基於第二頻道估計訊號來確定第二頻道，其中第一複數集合和第二複數集合是經由PHY訊框而被接收的，並且其中第二複數集合是第一複數集合的複共軛。

【0008】一種可供電子裝置在無線網路中傳送用於MIMO通信的波束成形的代表性方法包括：執行扇區級拂掠（SLS）以及波束精化協定（BRP）來識別用於一個或多個站（STA）中的所有STA的波束、識別在相鄰波束中設置的第一STA和第二STA、使用包括與第一頻道相對應的第一流的資訊和與第二頻道相對應的第二流的資訊的PHY訊框以向第一STA和第二STA傳送多使用者傳輸、以及在PHY訊框中同時向第一STA和第二STA傳送使用者特定資訊，其中該PHY訊框包括舊有的短訓練欄位（STF）、長訓練欄位（LTF）以及第一流和第二流上的訊號（SIG），以及其中PHY訊框包括公共標頭，該公共標頭包括針對一個或多個STA的資訊以及將第一流與第一STA相關聯並且將第二流與第二STA相關聯的資訊。

【0009】一種代表性的裝置包括被配置為在無線網路中傳送與用於MIMO通信的一個或多個頻道有關的頻道估計資訊的電子裝置。該電子裝置包括：處理器，其被配置為（1）確定包括與第一頻道相關聯的第一頻道估計訊號的第一複數集合，以及（2）確定包括與第二頻道相關聯的第二頻道估計訊號的第二複數集合，以及傳輸器，其被配置為經由PHY訊框來傳送第一複數集合和第二複數集合，其中第二複數集合是第一複數集合的複共軛。

【0010】一種代表性的裝置包括被配置為在無線網路中執行用於MIMO通信的一個以上的頻道的頻道估計的電子裝置。該電子裝置包括：接收器，其被配置為接收包括第一頻道估計訊號的第一複數集合以及包括第二頻道估計訊號的第二複數集合，以及處理器，其被配置為基於第一頻道估計訊號來確定第一

頻道，並且基於第二頻道估計訊號來確定第二頻道，其中第一複數集合和第二複數集合是經由 PHY 訊框而被接收的，以及其中第二複數集合是第一複數集合的複共軛。

【0011】一種代表性的裝置包括被配置為執行用於無線網路中的MIMO通信的傳輸波束成形的電子裝置。該電子裝置包括：處理器，其被配置為執行扇區級拂掠（SLS）以及波束精化協定（BRP）來識別用於一個或多個站（STA）中的所有STA的波束、識別在相鄰波束中設置的第一STA和第二STA、使用包括與第一頻道相對應的第一流的資訊和與第二頻道相對應的第二流的資訊的PHY訊框來向第一STA和第二STA傳送多使用者傳輸、以及在該PHY訊框中同時向第一STA和第二STA傳送使用者特定資訊，其中該PHY訊框包括舊有的短訓練欄位（STF）、長訓練欄位（LTF）以及第一流和第二流上的訊號（SIG），以及其中PHY訊框包括公共標頭，該公共標頭包括與一個或多個STA有關的資訊以及將第一流與第一STA相關聯並且將第二流與第二STA相關聯的資訊。

【圖式簡單說明】

【0012】更詳細地理解可以從以下結合附圖舉例給出的詳細說明中得到。與詳細說明相似，這些附圖中的圖示都是示例。如此一來，這些附圖以及詳細說明不應被認為是限制性的，並且其他等效的示例也是可能和可以實施的。此外，附圖中的相同參考數字表明的是相似的元件，並且其中：

第 1 圖是示出了可以實施所揭露的一個或多個實施例的例示通信系統的系統圖；

第 2 圖是示出了可以在第 1 圖所示的通信系統內部使用的例示無線傳輸/接收單元（WTRU）的系統圖；

第 3 圖是示出了可以在第 1 圖所示的通信系統內部使用的例示無線電存取網路和另一個例示核心網路的系統圖；

第 4 圖是示出了可以在第 1 圖所示的通信系統內部使用的另一個例示無線電存取網路和另一個例示核心網路的系統圖；

第 5 圖是示出了可以在第 1 圖所示的通信系統內部使用的再一個例示無線電存取網路和再一個例示核心網路的系統圖；

第 6 圖示出了根據一個實施例的不同 PHY 訊框類型；

第 7 圖示出了根據一個實施例的前導碼結構；

第 8 圖示出了根據一個實施例的波束成形訓練欄位結構；

第 9 圖示出了一個執行 MIMO 傳輸的流程圖；

第 10 圖示出了根據一個實施例的用於單載波傳輸的多個流的頻道估計欄位 (CEF)；

第 11 圖示出了根據一個實施例的序列 s_{uv} 和 s_{vu} 的自相關區域和互相關區域；

第 12 圖示出了根據一個實施例的用於多個流的 CEF；

第 13 圖示出了根據一個實施例的用於多個流的減小的 CEF；

第 14 圖示出了根據一個實施例的 802.11ad 和 802.11ay 系統的互通性；

第 15 圖示出了 802.11ad 接收器的頻道估計結果；

第 16 圖示出了根據一個實施例的 802.11ay 接收器的頻道估計結果；

第 17 圖示出了根據一個實施例的 802.11ay 封包的標頭；

第 18 圖示出了根據一個實施例的用於兩個流的 CEF；

第 19 圖示出了根據一個實施例的額外 CEF；

第 20 圖示出了根據一個實施例的用於多個流的 CEF；

第 21 圖示出了根據一個實施例的用於 MIMO 傳輸的前導碼和 PHY 標頭；

第 22 圖示出了根據另一個實施例的用於 MIMO 傳輸的前導碼和 PHY 標頭；

第 23 圖示出了根據另一個實施例的用於 MIMO 傳輸的前導碼和 PHY 標頭；

第 24 圖示出了根據另一個實施例的前導碼和 PHY 標頭；

第 25 圖示出了根據一個實施例的前導碼和 PHY 標頭；

第 26 圖示出了根據另一個實施例的前導碼和 PHY 標頭；

第 27 圖示出了根據一個實施例的具有大分離程度的 MU 傳輸；

第 28 圖示出了根據一個實施例的用於具有大分離程度的 MU 傳輸的訊框結構；

第 29 圖示出了根據一個實施例的具有很小的分離程度的 MU 傳輸；

第 30 圖示出了根據一個實施例的用於具有很小的分離程度的 MU 傳輸的訊框結構；

第 31 圖示出了用於兩個流的接收/傳輸 (R/T) 序列；

第 32 圖示出了根據一個實施例的用於引數 (a) 和 (b) 的零自相關區域以及用於引數 (c) 的零互相關區域；

第 33 圖示出了根據一個實施例的使用 R/T 序列的複共軛的波束訓練欄位；

第 34 圖示出了根據一個實施例的使用了基於正交 V 矩陣的 R/T 序列的波束訓練欄位；

第 35 圖示出了根據一個實施例的用於順序和平行波束成形訓練的組合的 PHY 標頭；

第 36 圖示出了根據一個實施例的用於 LP-SC/SC PHY 標頭的同時波束成形訓練的自動偵測；

第 37 圖示出了對使用 AGC 欄位中的不同序列所訓練的波束進行的隱性偵測；

第 38 圖示出了用於在無線網路中傳送與用於 MIMO 通信的一個以上的頻道有關的頻道估計資訊的例示流程圖；

第 39 圖示出了用於在無線網路中執行與用於 MIMO 通信的一個以上的頻道有關的頻道估計的另一個例示流程圖；以及

第 40 圖示出了用於在無線網路中執行用於 MIMO 通信的傳輸波束成形的另一個例示流程圖。

【實施方式】

【0013】現在將參考附圖來詳細描述說明性的實施例。然而，雖然本發明是結合了代表性的實施例而被描述的，但是其並不限於此，應該理解的是，在沒有背離本發明的情況下，其他的實施例也是可以使用的，此外還可以對所描述的實施例進行用於執行本發明的功能的修改和補充。

【0014】雖然在下文中使用了無線網路架構來概括性地顯示代表性實施例，然而任何數量的不同網路架構都是可以使用的，作為示例，這其中包括具有有線元件及/或無線元件的網路。

【0015】第 1 圖是可以實施所揭露的一個或多個實施例的例示通信系統 100 的圖。通信系統 100 可以是為多個無線使用者提供語音、資料、視訊、訊息、廣播等內容的多重存取系統。該通信系統 100 經由共用包括無線頻寬在內的系統資源來允許多個無線使用者存取此類內容。作為示例，通信系統 100 可以使用一種或多種頻道存取方法，例如分碼多重存取（CDMA）、分時多重存取（TDMA）、分頻多重存取（FDMA）、正交 FDMA（OFDMA）、單載波 FDMA（SC-FDMA）等等。

【0016】如第 1 圖所示，通信系統 100 可以包括諸如無線傳輸/接收單元（WTRU）102a、102b、102c、102d 的電子裝置、無線電存取網路（RAN）104、核心網路 106/107/109、公共交換電話網路（PSTN）108、網際網路 110 以及其他網路 112，然而應該瞭解，所揭露的實施例設想了任意數量的 WTRU、基地

台、網路及/或網路元件。每一個 WTRU 102a、102b、102c、102d 可以是被配置為在無線環境中操作及/或通信的任何類型的裝置。例如，WTRU 102a、102b、102c、102d 可被稱為“站”及/或“STA”，並且可以被配置為傳輸及/或接收無線訊號、以及可以包括使用者設備（UE）、行動站、固定或行動用戶單元、呼叫器、行動電話、個人數位助理（PDA）、智慧型電話、膝上型電腦、隨身型易網機、個人電腦、無線感測器、消費類電子裝置等等。WTRU 102a、102b、102c 及 102d 也被可交換地稱為 UE。

【0017】通信系統 100 還可以包括諸如基地台 114a 及/或基地台 114b 之類的電子裝置。每一個基地台 114a 及/或基地台 114b 可以是被配置為以無線方式與 WTRU 102a、102b、102c、102d 中的至少一個 WTRU 無線介接來促使其存取一個或多個通信網路的任何類型的裝置。作為示例，該網路可以是核心網路 106/107/109、網際網路 110 及/或其他網路 112。例如，基地台 114a、114b 可以是基地收發站（BTS）、節點-B、e 節點 B、本地節點 B、本地 e 節點 B、網站控制器、存取點（AP）、無線路由器等等。雖然每一個基地台 114a、114b 都被描述為是單一元件，但是應該認識到的是，基地台 114a、114b 可以包括任何數量的互連基地台及/或網路元件。

【0018】基地台 114a 可以是 RAN 103/104/105 的一部分，並且該 RAN 還可以包括其他基地台及/或網路元件（未顯示），例如基地台控制器（BSC）、無線電網路控制器（RNC）、中繼節點等等。基地台 114a 及/或基地台 114b 可被配置為在稱為胞元（未顯示）的特定地理區域內部傳輸及/或接收無線訊號。胞元則可以被進一步劃分成胞元扇區。例如，與基地台 114a 關聯的胞元可被分為三個扇區。由此，在一個實施例中，基地台 114a 可以包括三個收發器，即每一個收發器對應於胞元的一個扇區。在另一個實施例中，基地台 114a 可以使用 MIMO 技術，由此可以為胞元的每個扇區使用多個收發器。

【0019】基地台 114a、114b 可以經由空中介面 115/116/117 以與一個或多個 WTRU 102a、102b、102c、102d 進行通信，其中該空中介面可以是任何適當的無線通訊鏈路（例如射頻（RF）、微波、紅外線（IR）、紫外線（UV）、可見光等等）。空中介面 115/116/117 可以用任何適當的無線電存取技術（RAT）建立的。

【0020】更具體地說，如上所述，通信系統 100 可以是多重存取系統、並且可以使用一種或多種頻道存取方案，例如 CDMA、TDMA、FDMA、OFDMA、SC-FDMA 等等。舉例來說，RAN 103/104/105 中的基地台 114a 與 WTRU 102a、102b、102c 可以實施諸如通用行動電信系統（UMTS）陸地無線電存取（UTRA）之類的無線電技術，並且該技術可以使用寬頻 CDMA（WCDMA）來建立空中介面 115/116/117。WCDMA 可以包括諸如高速封包存取（HSPA）及/或演進型 HSPA（HSPA+）之類的通信協定。HSPA 則可以包括高速下鏈（DL）封包存取（HSDPA）及/或高速 UL 封包存取（HSUPA）。

【0021】在另一個實施例中，基地台 114a 與 WTRU 102a、102b、102c 可以實施諸如演進型 UMTS 陸地無線電存取（E-UTRA）之類的無線電技術，該技術可以使用長期演進（LTE）及/或先進 LTE（LTE-A）來建立空中介面 115/116/117。

【0022】在其他實施例中，基地台 114a 與 WTRU 102a、102b、102c 可以實施諸如 IEEE 802.11（即，無線區域網路（WiFi））、IEEE 802.16（全球互通微波存取（WiMAX））、CDMA2000、CDMA2000 1X、CDMA2000 EV-DO、臨時標準 2000（IS-2000）、臨時標準 95（IS-95）、臨時標準 856（IS-856）、全球行動通信系統（GSM）、用於 GSM 增強資料速率演進（EDGE）、GSM EDGE（GERAN）等無線電存取技術。

【0023】作為示例，第 1 圖中的基地台 114b 可以是無線路由器、本地節點 B、本地 e 節點 B 或存取點、並且可以使用任何適當的 RAT 來促成局部區域中的無線連接，例如營業場所、住宅、交通工具、校園等等。在一個實施例中，基地台 114b 與 WTRU 102c、102d 可以實施 IEEE 802.11 之類的無線電技術來建立 WLAN。在另一個實施例中，基地台 114b 與 WTRU 102c、102d 可以實施 IEEE 802.15 之類的無線電技術來建立無線個人區域網路（WPAN）。在再一個實施例中，基地台 114b 和 WTRU 102c、102d 可使用基於蜂巢的 RAT（例如 WCDMA、CDMA2000、GSM、LTE、LTE-A 等等）來建立微微胞元或毫微微胞元。如第 1 圖所示，基地台 114b 可以直接連接到網際網路 110。由此，基地台 114b 不需要經由核心網路 106/107/109 來存取網際網路 110。

【0024】RAN 103/104/105 可以與核心網路 106/107/109 通信，其中該核心網路 106/107/109 可以是被配置為向一個或多個 WTRU 102a、102b、102c、102d 提供語音、資料、應用及/或經由網際協定的語音（VoIP）服務的任何類型的網路。例如，核心網路 106/107/109 可以提供呼叫控制、記帳服務、基於移動位置的服務、預付費呼叫、網際網路連接、視訊分發等等，及/或執行使用者驗證之類的高階安全功能。雖然在第 1 圖中沒有顯示，然而應該瞭解，RAN 103/104/105 及/或核心網路 106/107/109 可以直接或間接地和其他那些與 RAN 103/104/105 使用相同 RAT 或不同 RAT 的 RAN 進行通信。例如，除了與使用 E-UTRA 無線電技術的 RAN 103/104/105 相連之外，核心網路 106/107/109 還可以與使用 GSM、UMTS、CDMA 2000、WiMAX 或 WiFi 無線電技術的別的 RAN（未顯示）進行通信。

【0025】核心網路 106/107/109 還可以充當供 WTRU 102a、102b、102c、102d 存取 PSTN 108、網際網路 110 及/或其他網路 112 的閘道。PSTN 108 可以包括提供簡易老式電話服務（POTS）的電路交換電話網路。網際網路 110 可以包括

使用了公共通信協定的全球性互連電腦網路裝置系統，作為示例，該協定可以是 TCP/IP 網際協定族中的傳輸控制協定 (TCP)、使用者資料包通訊協定 (UDP) 及/或網際協定 (IP)。網路 112 可以包括由其他服務提供者擁有及/或操作的有線或無線通訊網路。例如，網路 112 可以包括與一個或多個 RAN 相連的另一個核心網路，其中該一個或多個 RAN 可以與 RAN 103/104/105 使用相同 RAT 或不同 RAT。

【0026】通信系統 100 中一些或所有 WTRU 102a、102b、102c、102d 可以包括多模能力（例如，WTRU 102a、102b、102c、102d 可以包括在不同無線鏈路上與不同無線網路通信的多個收發器）。舉例來說，第 1 圖所示的 WTRU 102c 可被配置為與使用基於蜂巢的無線電技術的基地台 114a 通信、以及與可以使用 IEEE 802 無線電技術的基地台 114b 通信。

【0027】第 2 圖是例示的 WTRU 102 的系統圖。如第 2 圖所示，WTRU 102 可以包括處理器 118、收發器 120、傳輸/接收元件 122、揚聲器/麥克風 124、數位鍵盤 126、顯示器/觸控板 128、不可移式記憶體 130、可移式記憶體 132、電源 134、全球定位系統 (GPS) 晶片組 136 以及其他週邊裝置 138。應該瞭解的是，在保持與實施例相符的同時，WTRU 102 還可以包括前述元件的任何子組合。

【0028】處理器 118 可以是通用處理器、專用處理器、常規處理器、數位訊號處理器 (DSP)、多個微處理器、與 DSP 核心關聯的一或多個微處理器、控制器、微控制器、專用積體電路 (ASIC)、現場可程式設計閘陣列 (FPGA) 電路、其他任何類型的積體電路 (IC)、狀態機等等。處理器 118 可以執行訊號編碼、資料處理、功率控制、輸入/輸出處理及/或其他任何能使 WTRU 102 在無線環境中操作的功能。處理器 118 可以耦合至收發器 120，收發器 120 可以耦合至傳輸/接收元件 122。雖然第 2 圖將處理器 118 和收發器 120 描述為是獨立元

件，然而應該認識到的是，處理器 118 和收發器 120 可以集成在一個電子封裝或晶片 中。

【0029】傳輸/接收元件 122 可被配置為經由空中介面 115/116/117 來傳輸或接收 往或來自基地台（例如基地台 114a）的訊號。舉個例子，在一個實施例中，傳輸/接收元件 122 可以是被配置為傳輸及/或接收 RF 訊號的天線。在另一個實施例中，傳輸/接收元件 122 可以例如是被配置為傳輸及/或接收 IR、UV 或可見光訊號的放射器/偵測器。在再一個實施例中，傳輸/接收元件 122 可被配置為傳輸和接收 RF 和光訊號。應該瞭解的是，傳輸/接收元件 122 可被配置為傳輸及/或接收無線訊號的任何組合。

【0030】雖然在第 2 圖中將傳輸/接收元件 122 描述為了單一元件，然而 WTRU 102 可以包括任何數量的傳輸/接收元件 122。更具體地說，WTRU 102 可以使用 MIMO 技術。因此，在一個實施例中，WTRU 102 可以包括兩個或多個經由空中介面 115/116/117 來傳輸和接收無線電訊號的傳輸/接收元件 122（例如多個天線）。

【0031】收發器 120 可被配置為調變傳輸/接收元件 122 所要傳輸的訊號、以及解調傳輸/接收元件 122 接收的訊號。如上所述，WTRU 102 可以具有多模能力。因此，收發器 120 可以包括允許 WTRU 102 經由諸如 UTRA 和 IEEE 802.11 之類的多種 RAT 來進行通信的多個收發器。

【0032】WTRU 102 的處理器 118 可以耦合至揚聲器/麥克風 124、數位鍵盤 126 及/或顯示器/觸控板 128（例如液晶顯示器（LCD）顯示單元或有機發光二極體（OLED）顯示單元）、並且可以接收來自這些元件的使用者輸入資料。處理器 118 還可以將使用者資料輸出到揚聲器/麥克風 124、數位鍵盤 126 及/或顯示器/觸控板 128。此外，處理器 118 可以從任何適當的記憶體（例如，不可移式記憶體 130 及/或可移式記憶體 132）中存取資訊、以及將資料存入這些記憶

體。該不可移式記憶體 130 可以包括隨機存取記憶體（RAM）、唯讀記憶體（ROM）、硬碟或是其他任何類型的記憶體。可移式記憶體 132 可以包括用戶身份模組（SIM）卡、記憶體條、安全數位（SD）記憶卡等等。在其他實施例中，處理器 118 可以從那些並非實際位於 WTRU 102 的記憶體存取資訊、以及將資料存入這些記憶體，作為示例，此類記憶體可以位於伺服器或家用電腦（未顯示）。

【0033】 處理器 118 可以接收來自電源 134 的電力、並且可以被配置分發及/或控制用於 WTRU 102 中的其他元件的電力。電源 134 可以是為 WTRU 102 供電的任何適當的裝置。舉例來說，電源 134 可以包括一個或多個乾電池組（如鎳鎘（Ni-Cd）、鎳鋅（Ni-Zn）、鎳氫（NiMH）、鋰離子（Li-ion）等等）、太陽能電池、燃料電池等等。

【0034】 處理器 118 還可以與 GPS 晶片組 136 耦合，該晶片組可被配置為提供與 WTRU 102 的目前位置相關的位置資訊（例如經度和緯度）。作為來自 GPS 晶片組 136 的資訊的補充或替代，WTRU 102 可以經由空中介面 115/116/117 接收來自基地台（例如基地台 114a、114b）的位置資訊、及/或根據從兩個或多個附近基地台接收的訊號時序來確定其位置。應該瞭解的是，在保持與實施例相符的同時，WTRU 102 可以用任何適當的定位方法來獲取位置資訊。

【0035】 處理器 118 還可以耦合到其他週邊裝置 138，該週邊裝置可以包括提供附加特徵、功能及/或有線或無線連接的一個或多個軟體及/或硬體模組。例如，週邊裝置 138 可以包括加速度計、電子指南針、衛星收發器、數位相機（用於照片和視訊）、通用序列匯流排（USB）埠、振動裝置、電視收發器、免持耳機、藍牙®模組、調頻（FM）無線電單元、數位音樂播放器、媒體播放器、視訊遊戲機模組、網際網路瀏覽器等等。如果週邊裝置 138 包括一個或多個感測器，那麼這些感測器可以是以下的一項或多項：陀螺儀、加速度計；方位感

測器、鄰近度感測器、溫度感測器、時間感測器；地理位置感測器；高度計，光感測器、觸摸感測器、磁強計、氣壓計、手勢感測器、及/或濕度感測器。

【0036】WTRU 102 可以包括全雙工無線電裝置，其中對於該裝置而言，一些或所有訊號（例如，與 UL（例如用於傳輸）和下鏈（例如用於接收）的特定子訊框相關聯）的傳輸和接收可以是同時發生及/或同時進行的。該全雙工無線電裝置可以包括經由硬體（例如扼流圈（choke））或是經由處理器（例如單獨的處理器（未顯示）或者經由處理器 118）的訊號處理來減小或者基本消除自干擾的干擾管理單元 139。

【0037】第 3 圖是根據另一個實施例的 RAN 103 和核心網路 106 的系統圖。如上所述，RAN 103 可以使用 UTRA 無線電技術而在空中介面 115 上與 WTRU 102a、102b、102c 通信。RAN 103 還可以與核心網路 106 通信。如第 3 圖所示，RAN 103 可以包括節點 B 140a、140b、140c，其中每一個節點 B 都可以包括經由空中介面 115 以與 WTRU 102a、102b、102c 通信的一個或多個收發器。節點 B 140a、140b、140c 中的每一個都可以與 RAN 103 內部的特定胞元（未顯示）相關聯。RAN 103 還可以包括 RNC 142a、142b。應該瞭解的是，在保持與實施例相符的同時，RAN 103 可以包括任何數量的節點 B 和 RNC。

【0038】如第 3 圖所示，節點 B 140a、140b 可以與 RNC 142a 進行通信。此外，節點 B 140c 可以與 RNC 142b 進行通信。節點 B 140a、140b、140c 可以經由 Iub 介面以與相應的 RNC 142a、142b 進行通信。RNC 142a、142b 可以經由 Iur 介面彼此通信。每一個 RNC 142a、142b 都可以被配置為控制與其相連的相應節點 B 140a、140b、140c。另外，每一個 RNC 142a、142b 都可以被配置為執行或支援其他功能，例如外環功率控制、負載控制、許可控制、封包排程、切換控制、巨集分集、安全功能、資料加密等等。

【0039】第 3 圖所示的核心網路 106 可以包括媒體閘道 (MGW) 144、行動交換中心 (MSC) 146、服務 GPRS 節點交換中心 (SGSN) 148 及/或閘道 GPRS 支援節點 (GGSN) 150。雖然前述的每一個元件都被描述為是核心網路 106 的一部分，然而應該瞭解，核心網路操作者之外的其他實體可以擁有及/或操作這些元件中的任一元件。

【0040】RAN 103 中的 RNC 142a 可以經由 IuCS 介面而連接到核心網路 106 中的 MSC 146。MSC 146 可以連接到 MGW 144。MSC 146 和 MGW 144 可以為 WTRU 102a、102b、102c 提供對 PSTN 108 之類的電路切換式網路的存取，以便促成 WTRU 102a、102b、102c 與傳統陸線通信裝置間的通信。

【0041】RAN 103 中的 RNC 142a 還可以經由 IuPS 介面而連接到核心網路 106 中的 SGSN 148。SGSN 148 則可以連接到 GGSN 150。SGSN 148 和 GGSN 150 可以為 WTRU 102a、102b、102c 提供針對網際網路 110 之類的封包交換網路的存取，以便促成 WTRU 102a、102b、102c 與 IP 賦能的裝置之間的通信。

【0042】如上所述，核心網路 106 還可以連接到其他網路 112，該其他網路可以包括其他服務提供者擁有及/或操作的其他有線或無線網路。

【0043】第 4 圖是根據一個實施例的 RAN 104 和核心網路 107 的系統圖。如上所述，RAN 104 可以使用 E-UTRA 無線電技術而在空中介面 116 上與 WTRU 102a、102b、102c 通信。此外，RAN 104 還可以與核心網路 107 通信。

【0044】RAN 104 可以包括 e 節點 B 160a、160b、160c，然而應該瞭解，在保持與實施例相符的同時，RAN 104 可以包括任何數量的 e 節點 B。每一個 e 節點 B 160a、160b、160c 可以包括一個或多個收發器，以便在空中介面 116 上與 WTRU 102a、102b、102c 通信。在一個實施例中，e 節點 B 160a、160b、160c 可以實施 MIMO 技術。由此，舉例來說，e 節點 B 160a 可以使用多個天線來向 WTRU 102a 傳輸無線訊號、以及接收來自 WTRU 102a 的無線訊號。

【0045】每一個 e 節點 B 160a、160b、160c 可以與特定胞元（未顯示）相關聯、並且可以被配置為處理無線電資源管理決策、切換決策、上鏈及/或下鏈中的使用者排程等等。如第 4 圖所示，e 節點 B 160a、160b、160c 可以經由 X2 介面彼此通信。

【0046】第 4 圖所示的核心網路 107 可以包括移動性管理閘道（MME）162、服務閘道（SGW）164 以及封包資料網路（PDN）閘道（或 PGW）166。雖然前述的每個元件都被描述為是核心網路 107 的一部分，然而應該瞭解，核心網路操作者之外的其他實體可以擁有及/或操作這些元件中的任一元件。

【0047】MME 162 可以經由 S1 介面而連接到 RAN 104 中的每一個 e 節點 B 160a、160b、160c、並且可以充當控制節點。例如，MME 162 可以負責驗證 WTRU 102a、102b、102c 的使用者、啟動/停用承載，在 WTRU 102a、102b、102c 的初始連結過程中選擇特定服務閘道等等。該 MME 162 還可以提供控制平面功能，以便在 RAN 104 與使用了 GSM 及/或 WCDMA 之類的其他無線電技術的其他 RAN（未顯示）之間的切換。

【0048】服務閘道 164 可以經由 S1 介面而連接到 RAN 104 中的每一個 e 節點 B 160a、160b、160c。該服務閘道 164 通常可以路由和轉發去往/來自 WTRU 102a、102b、102c 的使用者資料封包。此外，服務閘道 164 還可以執行其他功能，例如在 e 節點 B 間的切換期間錨定使用者平面、在下鏈資料可供 WTRU 102a、102b、102c 使用時觸發傳呼、管理和儲存 WTRU 102a、102b、102c 的上下文等等。

【0049】服務閘道 164 還可以連接到 PDN 閘道 166，該閘道可以為 WTRU 102a、102b、102c 提供針對諸如網際網路 110 之類的封包交換網路的存取，以便促成 WTRU 102a、102b、102c 與 IP 賦能的裝置之間的通信。

【0050】核心網路 107 可以促成與其他網路的通信。例如，核心網路 107 可以為 WTRU 102a、102b、102c 提供對 PSTN 108 之類的電路切換式網路的存取，以便促成 WTRU 102a、102b、102c 與傳統陸線通信裝置之間的通信。作為示例，核心網路 107 可以包括 IP 閘道（例如 IP 多媒體子系統（IMS）伺服器）或與之通信，其中該 IP 閘道充當了核心網路 107 與 PSTN 108 之間的介面。此外，核心網路 107 還可以為 WTRU 102a、102b、102c 提供針對其他網路 112 的存取，其中該其他網路可以包括其他服務提供者擁有及/或操作的其他有線及/或無線網路。

【0051】第 5 圖是根據一個實施例的 RAN 105 和核心網路 109 的系統圖。RAN 105 可以是使用 IEEE 802.16 無線電技術而在空中介面 117 上與 WTRU 102a、102b、102c 通信的存取服務網路（ASN）。如以下進一步論述的那樣，WTRU 102a、102b、102c，RAN 105 以及核心網路 109 的不同功能實體之間的通信鏈路可被定義為參考點。

【0052】如第 5 圖所示，RAN 105 可以包括基地台 180a、180b、180c 以及 ASN 閘道 182，然而應該瞭解，在保持與實施例相符的同時，RAN 105 可以包括任何數量的基地台和 ASN 閘道。每個基地台 180a、180b、180c 可以與 RAN 105 中的特定胞元（未顯示）相關聯、並且可以包括一個或多個收發器，以便在空中介面 117 上與 WTRU 102a、102b、102c 通信。在一個實施例中，基地台 180a、180b、180c 可以實施 MIMO 技術。基地台 180a 可以例如使用多個天線來向 WTRU 102a 傳輸無線訊號以及接收來自 WTRU 102a 的無線訊號。基地台 180a、180b、180c 還可以提供移動性管理功能，例如切換觸發、隧道建立、無線電資源管理、訊務分類、服務品質（QoS）策略實施等等。ASN 閘道 182 可以充當訊務聚集點、並且可以負責實施傳呼、用戶設定檔快取、針對核心網路 109 的路由等等。

【0053】WTRU 102a、102b、102c 與 RAN 105 之間的空中介面 117 可被定義為是實施 IEEE 802.16 規範的 R1 參考點。另外，每一個 WTRU 102a、102b、102c 都可以與核心網路 109 建立邏輯介面（未顯示）。WTRU 102a、102b、102c 與核心網路 109 之間的邏輯介面可被定義為 R2 參考點，該參考點可以用於驗證、授權、IP 主機配置管理及/或移動性管理。

【0054】每一個基地台 180a、180b、180c 之間的通信鏈路可被定義為 R8 參考點，該參考點包括用於促成 WTRU 切換以及基地台之間的資料傳送的協定。基地台 180a、180b、180c 與 ASN 閘道 182 之間的通信鏈路可被定義為 R6 參考點。該 R6 參考點可以包括用於促成基於與每一個 WTRU 102a、102b、180c 相關聯的移動性事件的移動性管理。

【0055】如第 5 圖所示，RAN 105 可以連接到核心網路 109。RAN 105 與核心網路 109 之間的通信鏈路可以被定義為 R3 參考點，該參考點包括例如用於促成資料傳送和移動性管理能力的協定。核心網路 109 可以包括行動 IP 本地代理（MIP-HA）184、驗證、授權、記帳（AAA）伺服器 186 以及閘道 188。雖然前述每個元件都被描述為是核心網路 109 的一部分，然而應該認識到的是，核心網路操作者以外的實體也可以擁有及/或操作這些元件中的任一元件。

【0056】MIP-HA 184 可以負責 IP 位址管理、並且能讓 WTRU 102a、102b、102c 在不同的 ASN 及/或不同的核心網路之間漫遊。該 MIP-HA 184 可以為 WTRU 102a、102b、102c 提供針對網際網路 110 之類的封包交換網路的存取，以便促成 WTRU 102a、102b、102c 與 IP 賦能的裝置之間的通信。AAA 伺服器 186 可以負責實施使用者驗證以及支援使用者服務。閘道 188 可以促成與其他網路的交互作用。例如，閘道 188 可以為 WTRU 102a、102b、102c 提供對於 PSTN 108 之類的電路切換式網路的存取，以便促成 WTRU 102a、102b、102c 與傳統陸線通信裝置之間的通信。閘道 188 可以為 WTRU 102a、102b、102c 提供針對

其他網路 112 的存取，該其他網路 112 可以包括其他服務提供者擁有及/或操作的其他有線及/或無線網路。

【0057】雖然在第 5 圖中沒有顯示，然而應該瞭解，RAN 105 也可以連接到其他 ASN，其他 RAN（例如，RAN 103 及/或 104）及/或核心網路 109 可以連接到其他核心網路（例如，核心網路 106 及/或 107）。RAN 105 與其他 ASN 之間的通信鏈路可被定義為 R4 參考點，該參考點可以包括用於協調 WTRU 102a、102b、102c 在 RAN 105 與其他 ASN 之間的移動的協定。核心網路 109 與其他核心網路之間的通信鏈路可以被定義為 R5 參考點，該參考點可以包括用於促成本地核心網路與被訪問核心網路之間交互作用的協定。

【0058】雖然在第 1 圖至第 5 圖中將 WTRU 描述為是無線終端，然而應該想到的是，在某些代表性的實施例中，此類終端也可以使用與通信網路介接的（例如，臨時或永久）有線通信介面。

【0059】在代表性的實施例中，其他網路 112 可以是 WLAN。

【0060】基礎架構基本服務集（BSS）模式中的 WLAN 可以具有用於該 BSS 的 AP 以及與該 AP 關聯的一個或多個 STA。該 AP 可以具有與分散式系統（DS）或是用於運送進入及/或離開 BSS 的訊務的別的類型的有線/無線網路相連的入口或介面。從 BSS 外部到 STA 的訊務可以經由 AP 到達、並且可被遞送給 STA。從 STA 到 BSS 外部的目的地的訊務可以被發送給 AP，以遞送至相應的目的地。BSS 內部的 STA 之間的訊務可以例如經由 AP 來發送，其中源 STA 可以將訊務發送給 AP，並且 AP 可以將訊務遞送至目的地 STA。BSS 內部的 STA 之間的訊務可被認為是及/或稱之為點對點訊務。點對點訊務可以用直接鏈路建立（DLS）而在源與目的地 STA 之間（例如直接在其間）發送。在某些代表性的實施例中，DLS 可以使用 802.11e DLS 或 802.11z 隧道化 DLS（TDLS）。使用獨立 BSS（IBSS）模式的 WLAN 可能不具有 AP，並且處於 IBSS 內部或者使用 IBSS 的 STA（例

如所有 STA) 彼此可以直接進行通信。在這裡有時會將這種 IBSS 通信模式稱為“特定”通信模式。

【0061】在使用 802.11ac 基礎設施操作模式或是類似操作模式時，AP 可以在諸如主頻道之類的固定頻道上傳送信標。該主頻道可以具有固定的寬度（例如 20 MHz 的頻寬）或是經由傳訊動態設定的寬度。主頻道可以是 BSS 的操作頻道、並且可被 STA 用來與 AP 建立連接。在某些代表性的實施例中，所實施的可以是帶有衝突避免的載波偵聽多路存取（CSMA/CA），例如在 802.11 系統中。對於 CSMA/CA 來說，包括 AP 在內的 STA（例如每一個 STA）可以感測主頻道。如果特定的 STA 感測/偵測及/或確定主頻道是繁忙的，那麼該特定 STA 可以後移。在指定的 BSS 中，在指定時間可以由一個 STA（例如僅僅一個站）進行傳輸。

【0062】高輸送量（HT）STA 可以使用 40 MHz 寬的頻道來進行通信，例如經由將 20 MHz 主頻道與相鄰的 20 MHz 頻道結合並且由此形成 40 MHz 的連續頻道來實現。

【0063】極高輸送量（VHT）STA 可以支援 20 MHz、40 MHz、80 MHz 及/或 160 MHz 頻的頻道。40 MHz 及/或 80 MHz 的頻道可以藉由組合連續的 20 MHz 頻道形成的。160 MHz 的頻道可以是通過組合 8 個連續 20 MHz 頻道或是藉由組合被稱為 80+80 配置的兩個不連續 80 MHz 頻道形成的。對於 80+80 配置來說，資料在頻道編碼之後可以通過分段解析器傳遞，其中該分段解析器會將資料劃分為兩個流中。在每一個流上可以單獨執行反向快速傅利葉變換（IFFT）處理和時域處理。這些流可被映射到兩個 80 MHz 頻道上，並且資料可以由傳輸 STA 來傳送。在接收 STA 的接收器上，用於 80+80 配置的上述操作可以是反轉的，並且組合資料可被發送至媒體存取控制（MAC）。

【0064】802.11af和802.11ah支援1 GHz以下（Sub-1 GHz）操作模式。相對於在802.11n和802.11ac中使用的頻道操作頻寬及載波，在802.11af和802.11ah中減小了頻道操作頻寬和載波。802.11af支援電視白空間（TVWS）頻譜中的5 MHz、10 MHz和20 MHz頻寬，並且802.11ah支援使用非TVWS頻譜的1 MHz、2 MHz、4 MHz、8 MHz和16 MHz頻寬。依照一個代表性實施例，802.11ah可以支援儀錶類型控制/機器類型通信（MTC），例如巨集覆蓋區域中的MTC裝置。MTC裝置可以具有一定的能力，例如包括支援（例如只支援）某些及/或受限頻寬的有限能力。MTC裝置可以包括電池壽命高於臨界值（例如用於維持很長的電池壽命）的電池。

【0065】可以支援多個頻道和頻道頻寬（例如802.11n、802.11ac、802.11af以及802.11ah）的WLAN系統包括被指定為主頻道的頻道。該主頻道可以具有與BSS中的所有STA所支援的最大公共操作頻寬相等的頻寬。主頻道的頻寬可以由在BSS中操作的全部STA中支援最小頻寬操作模式的特定STA來設定及/或限制。在802.11ah的示例中，主頻道可以是1 MHz寬，以適應支援（例如只支援）1 MHz模式的STA（例如MTC類型裝置），即使AP和BSS中的其他STA支援2 MHz、4 MHz、8 MHz、16 MHz及/或其他頻道頻寬操作模式。載波偵聽及/或網路分配向量（NAV）設定可以取決於主頻道的狀態。如果主頻道例如因為STA（只支援1 MHz操作模式）正在對AP進行傳輸的原因而處於繁忙，那麼即使大多數的頻段保持空閒並且是可用的，也還是會認為整個可用頻段集合是繁忙的。

【0066】在美國，能被802.11ah使用的可用頻段是902 MHz到928 MHz。在韓國，該可用頻段是917.5 MHz到923.5 MHz。在日本，該可用頻段是916.5 MHz到927.5 MHz。依照國家碼，可用於802.11ah的總頻寬是6 MHz到26 MHz。

【0067】對於採用 802.11ac 系統的 WLAN 來說，藉由在相同符號時間期間，例如在相同下鏈 OFDM 符號期間及/或圍繞相同符號時間的保護間隔期間，執行對一個以上的 STA 的下鏈 MU-MIMO 傳輸，可以提升其頻譜效率。802.11ac 系統實施的下鏈 MU-MIMO 可以使用相同符號時間來執行下鏈傳輸，換句話說是同時向多個 STA 傳送符號，因此，對於為多個 STA 的下鏈傳輸的波形的干擾將不會成為問題。然而，在與 AP 的 MU-MIMO 傳輸中包括的所有 STA 必須使用相同頻道或波段，因此，MU-MIMO 下鏈傳輸的操作頻寬可能會被限制為是與 AP 的 MU-MIMO 傳輸中包括的 STA 所支援的頻道頻寬中的最小頻道頻寬。

【0068】WLAN 可以是 802.11ad 系統，其中媒體存取控制（MAC）層和實體（PHY）層支援 60 GHz 波段中的 VHT STA。802.11ad 系統可以支援高達 7G 位元/秒的資料速率，並且可以支援三種不同的調變模式，這其中包括擴展頻譜模式，單載波模式以及 OFDM 模式。此外，802.11ad 系統可以使用全球可用的 60 GHz 的無牌照波段。60 GHz 上的波長是 5 mm，並且 802.11ad 系統可以具有緊湊型天線及/或緊湊型天線陣列。這種天線及/或天線陣列可以傳輸及/或接收窄 RF 波束，由此有效地增大了覆蓋範圍，並且減小了 802.11ad 系統中的干擾。此外，用於 802.11ad 系統的訊框結構還提供了波束成形訓練，包括與波束成形相關聯的發現和追蹤操作。根據一個或多個實施例，在下文中描述了四種不同的 PHY 訊框結構，其包括可以在不同 PHY 訊框結構的多個部分中使用的序列的描述，例如格雷（golay）序列。

四種不同 PHY 訊框類型的結構

【0069】第 6 圖示出了根據一個實施例的不同 PHY 訊框類型。

【0070】參考第 6 圖，例如依照電氣和電子工程師（IEEE）802.11ad 定向多千兆(DMG)PHY 標準操作的 802.11ad 系統之類的 WLAN 可以支援不同 PHY 訊框結構，該訊框結構也可以被稱為訊框類型、封包及/或封包結構。根據一個

實施例，諸如 802.11ad 系統之類的 WLAN 支援的四種不同 PHY 訊框類型可以包括控制 PHY 訊框類型 601、訊號載波訊框類型 602、低功率單載波 PHY 訊框類型 603 以及 OFDM PHY 訊框類型 604。

【0071】第 7 圖示出了根據一個實施例的前導碼結構。

【0072】參考第 6 圖及第 7 圖，PHY 訊框類型 601 至 604 可以具有包括短訓練欄位（STF）605/705 和頻道估計欄位（CEF）606/706 的前導碼結構。如第 7 圖所示，STF 和 CEF 欄位兩者可以是從 $\pi/2$ （差分）二進位相移鍵控（(D)BPSK）調變的重複格雷序列來建構。根據某些實施例，可以執行重複格雷序列的 $\pi/2$ （D）BPSK 調變。然而，本揭露並不受限於此，並且 $\pi/2$ （D）BPSK 調變是可以根據任何適當的變化而被執行的。

【0073】第 8 圖示出了根據一個實施例的波束成形訓練欄位結構。

【0074】參考第 8 圖，在 PHY 訊框中，在該 PHY 訊框的資料欄位的末端，即該資料欄位之後，可以包含波束成形訓練欄位 801。該波束成形訓練欄位 801 可以用於波束精化及/或波束訓練處理。包括波束成形訓練欄位 1801 的封包（例如 PHY 訊框類型 601-604 中的任一訊框類型）也可以被稱為波束精化協定（BRP）封包。

【0075】參考第 8 圖，訓練長度可以指波束訓練欄位 801 的長度、並且可以用 N 來表明。在一些實施例中，如第 8 圖所示，PHY 訊框的波束成形訓練欄位 801 可以包括 4N 個自動增益控制（AGC）子欄位 802，並且訓練-接收/傳輸（TRN-RT）欄位 803 可以包括 5N 個 TRN-R/T 子欄位 804。頻道估計（CE）子欄位 805 可以與第 6 圖及第 7 圖所示的 CEF 606/706 相似及/或相同。根據其他實施例，N 可以是所要訓練的天線加權向量的數量，其中一個 AGC 區塊可以包括四個子欄位，並且一個 TRN-R/T 區塊可以包括五個子欄位，例如 4 個 R/T 序

列和一個 CEF，此外，包括 AGC 子欄位 802 和 TRN-R/T 子欄位 803 的所有子欄位可以在傳送前用經過旋轉的 $\pi/2$ -BPSK 來調變。

【0076】用於建構 CEF 和 STF 的格雷序列可以是如下定義的。根據一個實施例， $p_{\mathbf{a}}(k)$ 可以是序列 $\mathbf{a} = \{a_0, a_1, \dots, a_{N-1}\}$ 的非週期性自相關，並且 $p_{\mathbf{a}}(k)$ 是由下式顯性地給出的：

$$\rho_{\mathbf{a}}(k) = \begin{cases} \sum_{i=0}^{N-k-1} a_i a_{i+k}^*, & k \in [0, N-1] \\ \sum_{i=|k|}^{N-1} a_i a_{i+k}^*, & k \in [-N+1, -1] \end{cases}$$

其中 $(\cdot)^*$ 是其引數的共軛。於是，如果 $p_{\mathbf{a}}(k) + p_{\mathbf{b}}(k) = 0$ ， $k \neq 0$ ，那麼配對 $(\mathbf{a}, \mathbf{b})$ 可被稱為格雷互補對。

【0077】根據某些實施例，格雷互補對和序列可以用於峰均功率抑制、IQ 不平衡參數估計、以及由於其獨特特性的頻道估計。格雷序列可以具有能夠有益地用在通信系統中的屬性，其中該序列的異相的週期性自相關為零。也就是說，由於無線通訊中的多路徑，到達接收器的可能會是格雷序列的多個延遲副本，換言之是格雷序列的多次重複。在一些實施例中，為了對頻道進行估計，格雷序列的偏移版本可以與同一序列的另一個偏移版本正交。如下所示，格雷序列 $\mathbf{a}$ 的週期性自相關可以被給定為 $c_{\mathbf{a}}(k)$ ：

$$c_{\mathbf{a}}(k) = \sum_{i=0}^{N-k-1} a_i a_{\text{mod}\{(i+k), N\}}^*, \quad |k| \in [0, N-1]$$

其中 $\text{mod}\{a, N\}$ 是 a 的模數 N 。根據一些實施例，格雷序列 $\mathbf{a}$ 的週期性自相關也可以用如下給出的格雷序列 $\mathbf{a}$ 的非週期性自相關的定義來表示。

$$c_{\mathbf{a}}(k) = \begin{cases} \rho_{\mathbf{a}}(k) + \rho_{\mathbf{a}}(k-N), & k \in [0, N-1] \\ \rho_{\mathbf{a}}(k) + \rho_{\mathbf{a}}(k+N), & k \in [-N+1, -1] \end{cases}$$

【0078】因此，以下表示對於格雷互補對來說也是成立的：

$$c_{\mathbf{a}}(k) + c_{\mathbf{b}}(k) = 0, \quad k \neq 0 \quad。$$

【0079】接收器可以使用相關操作以使用格雷互補對的這種屬性來估計每一個頻道分接頭，其中格雷序列 $\mathbf{a}$ 的週期性和非週期性自相關的總和為零。

【0080】長度為 $N = 2^M$ 個格雷互補對的波束訓練欄位可以依照如下所示的遞迴程序來建構。

$$\begin{aligned} a_k^{(m)} &= w_m a_k^{(m-1)} + b_{k-d_m}^{(m-1)} \\ b_k^{(m)} &= w_m a_k^{(m-1)} - b_{k-d_m}^{(m-1)} \end{aligned}$$

【0081】其中 $a_k^{(0)} = a_k^{(1)} = \delta_k$ ， δ_k 是克羅內克增量，並且 w_m 是旋轉向量 $\mathbf{w} = [w_1 \ w_2 \ \cdots \ w_M]$ 的第 m 個元素，其中 $|w_m| = 1$ ， d_m 是延遲向量 $\mathbf{d} = [d_1 \ d_2 \ \cdots \ d_M]$ 以及 $[1 \ 2 \ \cdots \ 2^M]$ 的置換的第 m 個元素。

【0082】依照實施例，如果 WLAN 是 802.11ad 系統，那麼可以基於前述方法來產生格雷互補序列配對，並且可以考慮三個配對： $(\mathbf{Ga}_{32}, \mathbf{Gb}_{32})$ 、 $(\mathbf{Ga}_{64}, \mathbf{Gb}_{64})$ 以及 $(\mathbf{Ga}_{128}, \mathbf{Gb}_{128})$ 。這些配對的參數被列舉如下：

- $\mathbf{Ga}_{32} = \text{flip}\{a_k^{(5)}\}$ 以及 $\mathbf{Gb}_{32} = \text{flip}\{b_k^{(5)}\}$;

$$\mathbf{w} = [-1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1] \text{ 以及 } \mathbf{d} = [1 \ 4 \ 8 \ 2 \ 16]$$

- $\mathbf{Ga}_{64} = \text{flip}\{a_k^{(6)}\}$ 以及 $\mathbf{Gb}_{64} = \text{flip}\{b_k^{(6)}\}$;

$$\mathbf{w} = [1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1] \text{ 以及 } \mathbf{d} = [2 \ 1 \ 4 \ 8 \ 16 \ 32]$$

- $\mathbf{Ga}_{128} = \text{flip}\{a_k^{(7)}\}$ 以及 $\mathbf{Gb}_{128} = \text{flip}\{b_k^{(7)}\}$;

$$\mathbf{w} = [-1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1] \text{ 以及 } \mathbf{d} = [1 \ 8 \ 2 \ 4 \ 16 \ 32 \ 64]$$

其中 $\text{flip}\{\}$ 是逆轉其引數的順序的函數。根據另一個實施例，在 802.11ad 系統的情況中，格雷序列可被用在 SC PHY 訊框中，例如 $\mathbf{Ga}_{64}$ 表明的位置，並且可以

用在低功率 SC PHY 中，例如 **Ga₆₄** 和 **Gb₁₂₈** 表明的位置，此外還可以用在波束成形訓練欄位中。

【0083】IEEE 已經批准任務組 ay (TGay) 開發定義了對 IEEE 802.11 PHY 層及 IEEE 802.11 MAC 層的標準化修改的修正，該修正賦予了能夠支援在 MAC 資料服務存取點上測得的至少 20 Gb/s 的最大輸送量的至少一種操作模式，同時保持或提升每站的功率效率。這個修正還定義了關於 45 GHz 以上的免牌照波段的操作，同時確保與由 IEEE 802.11ad-2012 修正案定義並且在相同波段中操作的舊有的定向數十億位元站向後相容、並共存。

【0084】雖然至少 20 Gb/s 的最大輸送量是 TGay 的主要目標，但其也已提出包含移動性以及室外支援。在輸送量、等待時間、操作環境和應用方面，提出並分析了十種以上的不同使用範例。由於 802.11ay 可以與舊有標準在相同的波段中操作，因此，新技術有必要提供與處於相同波段中的舊有技術的向後相容性和共存性。

【0085】為了達到 802.11ad 和 802.11ay 中使用的毫米波 (mmW) 波段的最大輸送量需求，目前業已提出了多種技術，包括單使用者 MIMO (SU-MIMO)，也就是多個流、頻道綁定、更高階調變以及非均勻調變。為了支援更多的特徵、諸如室外和移動使用範例之類的更廣泛的使用場景、以及總系統容量，在 802.11ay 中還可以包含其他技術，例如多使用者 MIMO (MU-MIMO) 以及增強中繼。

【0086】第 9 圖示出了用於執行 MIMO 傳輸的流程圖。

【0087】參考第 9 圖，在操作 901，在編碼器解析器 902 以及一個或多個編碼器 904 中將會被輸入資訊位元 900，以產生編碼資料，其中該資訊也被稱為資料資訊位元 900。依照實施例，在封包尺寸很大的時候，可以使用多個編碼器。每一個編碼器 904 的編碼速率可以從調變和編碼方案 (MCS) 表格中選擇。

【0088】在操作 903，在操作 901 產生的編碼資料可被提供給空間解析器 906，以產生多個空間流（SS）908，這些空間流會使用 MIMO 技術而被同時傳送到接收器。參量 N_{ss} 可以表明該多個 SS 中的 SS 數量。在操作 905，星座映射器 910 會將多個 SS 908 中的每一個 SS 的相應二進位序列映射到複數域中。根據一個實施例，該星座映射器 910 可以基於 QPSK、16QAM、 $\pi/2$ -BPSK 及/或其他任何相似及/或適當調變方案中的一者或多者來映射該多個 SS 908。在一些實施例中，不同的星座及/或調變方案可被應用於多個 SS 908 中的不同 SS，並且要應用的星座及/或調變方案可以是基於 MCS 表格確定的。星座映射器 910 的輸出可被稱為複數調變符號，並且根據一個實施例，該複數調變符號可被包括在例如 PHY 封包之類的封包的資料欄位中。

【0089】在操作 907，在操作 905 中產生的每一個 PHY 封包的資料欄位上可以附接前導碼，該前導碼也可以是中間碼或後同步碼，其中該前導碼包括 STF、CEF 和標頭欄位中的一或多者。根據一個實施例，應用於資料欄位的相同或不同的複數調變可以應用於前導碼中包括的欄位。根據支援 MIMO 通信的一些實施例，正交 CEF 或低互相關 CEF 可以用於不同空間流，例如多個 SS 908 中的不同空間流。在操作 909，空間映射器 912 會處理多個 SS 908 中的所有空間流的複數調變符號。該空間映射器 912 可以執行空時區塊編碼（STBC）、循環移位（用於循環移位分集）以及空間多工記錄和波束成形中的一者或多者。空間映射器 912 的輸出可被稱為傳輸（TX）鏈。

【0090】根據某些實施例，如果 PHY 封包是 OFDM PHY 封包，那麼在操作 911，空間映射器 912 輸出的每一個 TX 鏈中的複數符號都可以被映射到 OFDM 符號、並且由多載波調變器 914 基於反向離散傅利葉變換（IDFT）運算來產生時域訊號。根據一個實施例，在用於每一個 OFDM 符號的時域樣本上可以附接保護間隔（GI），並且在附接了 GI 之後可以執行視窗化操作。根據一個

實施例，每一個 TX 鏈中的複數符號可以是從一個或多個 DMG 天線鏈被傳送。根據支援同時的 BRP 操作而不是順序 BRP 操作的實施例，對於一個或多個 DMG 天線鏈中的每一個來說，在操作 913，正交波束成形訓練欄位或低互相關波束訓練欄位可以與相應 DMG 天線鏈的前導碼和標頭欄位一起附接於資料欄位，其中該正交波束成形訓練欄位或低互相關波束訓練欄位也被稱為訓練 (TRN) 欄位。如果用於不同 TX 鏈的 DMG 天線鏈使用了相同的 TRN 欄位集合，那麼可以依序執行用於不同 TX 鏈的波束精化處理。

【0091】依照實施例，對於每一個 DMG 天線鏈來說，在操作 915，操作 913 的輸出將被提供給相應的數位/類比轉換器 916，並且在操作 917，相應的類比預編碼器 918 可以對 DMG 天線鏈的類比形式執行波束成形。類比預編碼器 918 可被稱為類比波束成形器，並且可以獨立及/或協作地操作。

用於為 MIMO 傳輸提供向後相容 CEF 的方法

【0092】例如 SU-MIMO 之類的多空間層傳輸技術可以用於經由多個傳輸天線來提供及/或超越 20 Gb/s 的輸送量。為了賦能 SU-MIMO，CEF 應該是相互正交的，也就是說，產生及/或建構的 CEF 應該是相互正交的 CEF，每一個空間層一個 CEF。由於 802.11ay 需要與舊有 802.11ad 裝置的向後相容性和共存性，因此，用於 802.11ay 的 CEF 的一者的類型可以與 802.11ad 中使用的 CEF 類型相同或相似。因此，802.11ay 系統需要識別一個或多個 CEF，使得新的 CEF 與 802.11ad 中的 CEF 彼此是相互正交的、並且具有相同或/或相似的屬性。

【0093】依照實施例，在同一時間可以傳輸或者換句話說是可以同時傳送兩個流。在這種情況下， $\mathbf{s}_{uv} \in \mathbb{C}^{1 \times 1280}$ 和 $\mathbf{s}_{vu} \in \mathbb{C}^{1 \times 1280}$ 可以是分別包括 802.11ad 系統中的單載波和 OFDM 傳輸的 STF 和 CEF 的最後 128 個樣本的序列，其中 $\mathbb{C}$ 是複數欄位。因此，依照實施例，向量 $\mathbf{s}_{uv}$ 和 $\mathbf{s}_{vu}$ 可以由下式給出：

$$\begin{aligned} \mathbf{s}_{uv} &= [-\mathbf{m}_{Ga_{128}} \quad \mathbf{m}_{Gu_{512}} \quad \mathbf{m}_{Gv_{512}} \quad -\mathbf{m}_{Gb_{128}}] \\ &\text{and} \\ \mathbf{s}_{vu} &= [-\mathbf{m}_{Ga_{128}} \quad \mathbf{m}_{Gv_{512}} \quad \mathbf{m}_{Gu_{512}} \quad -\mathbf{m}_{Gb_{128}}] \end{aligned}$$

其中 $\mathbf{m}_{Ga_{128}} \in \mathbb{C}^{1 \times 128}$ 、 $\mathbf{m}_{Gu_{512}} \in \mathbb{C}^{1 \times 512}$ 、 $\mathbf{m}_{Gv_{512}} \in \mathbb{C}^{1 \times 512}$ 以及 $\mathbf{m}_{Gb_{128}} \in \mathbb{C}^{1 \times 128}$ 是經過調變的格雷序列、並且可以被表示為：

$$\begin{aligned} \mathbf{m}_{Ga_{128}} &= \mathbf{Ga}_{128} \odot \mathbf{r}_{128} \\ \mathbf{m}_{Gu_{512}} &= \mathbf{Gu}_{512} \odot \mathbf{r}_{512} \\ \mathbf{m}_{Gv_{512}} &= \mathbf{Gv}_{512} \odot \mathbf{r}_{512} \\ \mathbf{m}_{Gb_{128}} &= \mathbf{Gb}_{128} \odot \mathbf{r}_{512} \end{aligned}$$

其中 $\mathbf{Ga}_{128} \in \mathbb{R}^{1 \times 128}$ 、 $\mathbf{Gu}_{512} \in \mathbb{R}^{1 \times 512}$ 、 $\mathbf{Gv}_{512} \in \mathbb{R}^{1 \times 512}$ 、 $\mathbf{Gb}_{128} \in \mathbb{R}^{1 \times 128}$ 是可以依照 IEEE802.11ad 標準定義的格雷向量， $\mathbb{R}$ 是實數欄位， $\mathbf{r}_N = [e^{j\frac{\pi}{2} \cdot 0} \ e^{j\frac{\pi}{2} \cdot 1} \ \dots \ e^{j\frac{\pi}{2} \cdot (N-1)}]$ ，其用於在複數平面上旋轉格雷向量的條目，以及 $\odot$ 是哈達瑪乘積。

【0094】第 10 圖示出了根據一個實施例的用於單載波傳輸中的多個流的 CEF。

【0095】參考第 10 圖，用於流 1 的第一個序列可以來自舊有 STF 以及一個或多個舊有 CEF。用於流 1 的第一個序列可以來自 MS 前導碼。在一些實施例中，向量 $\mathbf{s}_{uv}$ 可以與包括 STF 的最後一部分以及用於 802.11ad 單載波（SC）傳輸的 CEF 的第一序列對應，並且 $\mathbf{s}_{vu}$ 可以與用於 STF 的最後一部分以及 802.11ad OFDM 傳輸的 CEF 的第二個序列對應。在多路徑頻道的情況中，位於向量 $\mathbf{s}_{uv}$ 和 $\mathbf{s}_{vu}$ 的右側和左側的向量 $-\mathbf{m}_{Ga_{128}}$ 和 $-\mathbf{m}_{Gb_{128}}$ 允許移位版本 $\mathbf{s}_{uv}$ 和 $\mathbf{s}_{vu}$ 產生關於 $\mathbf{m}_{Gu_{512}}$ 和 $\mathbf{m}_{Gv_{512}}$ 的循環移位。

【0096】根據某些實施例，在傳送兩個平行流的情況中，傳輸器可以藉由使用在 802.11ad 標準中定義的序列（也就是， $\mathbf{s}_{uv}$ 和 $\mathbf{s}_{vu}$ ）及其共軛 $\mathbf{s}_{uv}^*$ 和 $\mathbf{s}_{vu}^*$ 來產生包括 STF 的最後 128 個樣本的該流的 CEF。更詳細地說， $\mathbf{s}_{uv}$ 和 $\mathbf{s}_{uv}^*$ 可以用於 SC 傳輸中的流，並且 $\mathbf{s}_{vu}$ 和 $\mathbf{s}_{vu}^*$ 可以用於 OFDM 傳輸中的流。此外，藉由使用 $\mathbf{s}_{uv}$

和 $\mathbf{s}_{uv}^*$ 的配對或是 $\mathbf{s}_{vu}$ 和 $\mathbf{s}_{vu}^*$ 的配對，在這些流之間可以實現最大的分離度，其中該流之間的最大分離度是藉由以下的觀測顯示的：

$$(a) \text{circshift}\{\mathbf{m}_{Gu512}, \tau\} \perp \mathbf{m}_{Gu512} \quad |\tau| \leq 128, \tau \neq 0$$

$$(b) \text{circshift}\{\mathbf{m}_{Gv512}, \tau\} \perp \mathbf{m}_{Gv512} \quad |\tau| \leq 128, \tau \neq 0$$

$$(c) \text{circshift}\{\mathbf{m}_{Gu512}^*, \tau\} \perp \mathbf{m}_{Gv512}^* \quad |\tau| \leq 128, \tau \neq 0$$

$$(d) \text{circshift}\{\mathbf{m}_{Gv512}^*, \tau\} \perp \mathbf{m}_{Gu512}^* \quad |\tau| \leq 128, \tau \neq 0$$

$$(e) \text{circshift}\{\mathbf{m}_{Gu512}, \tau\} \perp \mathbf{m}_{Gu512}^* \quad |\tau| \leq 128$$

$$(f) \text{circshift}\{\mathbf{m}_{Gv512}, \tau\} \perp \mathbf{m}_{Gv512}^* \quad |\tau| \leq 128$$

其中 $\text{circshift}\{\mathbf{a}, n\}$ 是將 n 個循環移位從左到右應用於序列 $\mathbf{a}$ 的運算子。

【0097】在某些實施例中，用於 CEF 的已調變符號序列可被設計為用於兩個資料流傳輸。舉例來說，用於第一流的 CEF 可以具有格式 $[\mathbf{m}_{Gu512}, \mathbf{m}_{Gv512} - \mathbf{m}_{Gb128}]$ ，並且用於第二流的 CEF 可以具有格式 $[\mathbf{m}_{Gu512}^*, \mathbf{m}_{Gv512}^* - \mathbf{m}_{Gb128}^*]$ 。在表 A 中示出了用於第一流和第二流的 CEF 的已調變符號。第一行可以顯示與使用了 $\pi/2$ -BPSK 調變的第一流的 CEF 相對應的第一已調變符號。第二行可以顯示與使用 $\pi/2$ BPSK 調變的第二流的 CEF 相對應的第二已調變符號。第三行可以顯示與未使用 $\pi/2$ BPSK 調變的第一流的 CEF 相對應的第一已調變符號。第四行可以顯示與未使用 $\pi/2$ BPSK 調變的第二流的 CEF 相對應的第二已調變符號。運算子 $\odot$ 對應於哈達瑪乘積。

【0098】第 11 圖示出了根據一個實施例的序列 $\mathbf{s}_{uv}$ 和 $\mathbf{s}_{vu}$ 的自相關區域以及互相關區域。

【0099】參考第 11 圖，在 (a) - (d) 中顯示的運算可以表明 $\mathbf{m}_{Gu512}$ 、 $\mathbf{m}_{Gv512}$ 及其共軛具有零自相關區域，並且在 (e) - (f) 中顯示的運算可以表明 $\mathbf{m}_{Gu512}$ 和 $\mathbf{m}_{Gu512}^*$ 的配對以及 $\mathbf{m}_{Gv512}$ 和 $\mathbf{m}_{Gv512}^*$ 的配對具有零互相關區域。由於向量 $\mathbf{m}_{Gu512}$ 中的元素數量是 512，因此，零自相關區域的大小是 256，並且零互相關區域的大小是

256。由此，依照實施例，所提出的序列可以利用所有可用的自由度，並且可以在序列之間產生最大的分離度。依照實施例，由於序列 $\mathbf{s}_{uv}$ 和 $\mathbf{s}_{vu}$ 具有最大分離度，因此，802.11ad 和 802.11ay 接收器都可以使用格雷相關器來估計具有 ± 128 個分接頭的頻道。

【0100】根據某些實施例，在 MIMO 系統中及/或就設計 MIMO 系統而言，用於多個 TX 天線的 CEF（例如導頻符號及/或參考序列）的正交性可以是基於與空時編碼相似的技術而被實施、執行及/或實現的。在一些實施例中，在單一 TX 天線的情況下，CEF 的傳輸時間可能會增加 N_T 倍（其中 N_T 是 TX 天線的數量）。在其他實施例中，在一個以上的 TX 天線的情況下，例如 $N_T = 2$ ，那麼可以使用一個 CEF（作為示例，該 CEF 具有增加的傳輸時間）來取代使用兩個 CEF。根據某些實施例並且如下所述，增加 CEF 的傳輸時間可以擴展及/或應用於 $N_T > 2$ 的情形，例如 $N_T = 4$ 的情形。

【0101】第 12 圖示出了根據一個實施例的用於多個流的擴展 CEF。

【0102】參考第 12 圖，所估計的頻道的訊號雜訊比（SNR）將會增加。依照實施例，CEF 的一些部分（例如 CEF 的 $[\mathbf{m}_{Gu_{5:12}} \ \mathbf{m}_{Gv_{5:12}}]$ 部分）可以藉由在 CEF 中附加及/或重複 $\mathbf{m}_{Gu_{5:12}}$ 、 $\mathbf{m}_{Gu_{5:12}}^*$ 、 $\mathbf{m}_{Gv_{5:12}}$ 以及 $\mathbf{m}_{Gv_{5:12}}^*$ 來擴展。根據某些實施例，在某些情況中可以使用擴展 CEF，然而未被擴展的一個或多個 CEF 可被認為是例如在很多情形中使用的預設及/或基線 CEF 結構。根據某些實施例，CEF 的一些部分可以藉由在 CEF 中附加相應的循環字尾（例如 $-\mathbf{m}_{Gb_{1:8}}$ 及/或 $-\mathbf{m}_{Gb_{1:8}}^*$ ）來擴展。在第 12 圖的部分（a）和（b）示出了 CEF 的各自的擴展。然而，本揭露並不限於此，並且縮減的 CEF 可以包括用於增加 SNR 的任何適當及/或相似的元素。

【0103】第 13 圖示出了根據一個實施例的用於多個流的縮減的 CEF。

【0104】參考第 13 圖，與頻道及/或訊號相關聯的等待時間可以減小。依照實施例，縮減的 CEF 可以用於減小相關聯的等待時間。舉例來說，縮減的 CEF 可以只包括 $m_{Gu_{512}}$ 或 $m_{G^{1512}}$ 。然而，本揭露並不限於此，並且縮減的 CEF 可以包括用於減小等待時間的任何適當及/或相似的元素。

使用多個傳輸天線來傳輸前導碼和標頭的方法

【0105】為了提供 802.11ay 系統與舊有 802.11ad 系統的向後相容性，有必要定義一種用於包括 STF 和 CEF 的前導碼以及封包標頭部分的傳輸方法。

【0106】第 14 圖示出了根據一個實施例的 802.11ad 和 802.11ay 系統的互通性。

【0107】參考第 14 圖，示出可以是 802.11ad STA 的 802.11ad 接收器 1401、可以是 802.11ay AP 的 802.11ay 傳輸器 1402 以及可以是 802.11ay STA 的 802.11ay 接收器 1403。依照實施例，為使 802.11ad 接收器 1401 成功解碼或者換句話說是正確解碼接收到的訊號，在 802.11ad 接收器 1401 和 802.11ay 接收器 1402 上可以分別估計用於流 1 的交叉頻道（即， h_{11ad} ）以及 MIMO 頻道（即， h_{11} 、 h_{12} 、 h_{21} 和 h_{22} ）。

【0108】第 15 圖示出了 802.11ad 接收器的頻道估計結果；以及第 16 圖示出了根據一個實施例的 802.11ay 接收器的頻道估計結果。

【0109】參考第 14 圖、第 15 圖及第 16 圖，針對一個隨機指數延遲頻道，根據使用了格雷序列的前述零相關區域屬性的實施例，在第 15 圖中顯示了 802.11ad 接收器 1401 上的估計頻道結果，並且在第 16 圖中顯示了在 802.11ay 接收器 1403 上的估計頻道結果。依照實施例，用於交叉頻道和 MIMO 頻道的完美頻道估計都是可以實現的。

【0110】第 17 圖示出了根據一個實施例的 802.11ay 封包的標頭。

【0111】參考第 17 圖，根據一個實施例，為了傳送與該流相關的資訊，可以為使用了格雷序列的前述零相關區域屬性的實施例包括額外的標頭欄位，同時為 SU-MIMO 傳輸提供最小的負荷設計。如第 17 圖所示，與第一流 1701 和第二流 1702 相關聯的標頭資訊都是在第一和第二流 1701 和 1702 中傳送的。為了將 802.11ay 封包的負荷最小化，可以將舊有標頭 1703 中的已有位元用於第一流 1701。與 802.11ay 的新特徵有關的資訊（例如，與 SU-MIMO 相關的資訊）可以經由第二流 1702 來傳送。依照實施例，舊有標頭 1703 的格式可以保持固定，並且第二流 1702 的能量位準可以保持低於第一流 1701 的能量位準，使得能在 802.11ad 接收器上解碼舊有標頭 1703。

為多個流提供用於波束追蹤的 CEF 的方法

【0112】依照實施例，BRP 可以用於在一對 STA 之間提供所需要的鏈路預算。舉例來說，作為 802.11ad 系統的 WLAN 可以使用 BRP 以用於接收器訓練、以及對一對 STA 中的所有 STA 的傳輸器和接收器的天線設定進行反覆運算精化。對於 BRP 來說，在波束訓練及/或波束精化操作期間可以反復使用和傳送為 802.11ad 定義的頻道估計欄位。在支援多個流的情況中，會需要允許使用已有 BRP 的 CEF。

【0113】第 18 圖示出了根據一個實施例的用於兩個流的頻道估計欄位（CEF）。

【0114】參考第 17 圖及第 18 圖，第一流 1801 和第二流 1802 可供 BRP 使用，換句話說是可以被包括在 BRP 訊息中。依照實施例，接收器可以同時追蹤兩個波束，該接收器例如可以是 802.11ay STA、802.11ay AP 及/或其他任何適當及/或相似的裝置。在這種情況下，第二流 1802 的第二個 CEF 1804 將被用於 BRP，或者換句話說是與扇區級拂掠（SLS）訊息和 BRP 訊息中包括的第二流相對應。第二 CEF 是用於 BRP 和 SLS 的第一流 1801 的第一 CEF 1803 的共軛。

依照實施例並且如上所述，在考慮 2×2 的 MIMO 系統時，藉由將共軛的 CEF 用於第二流 1802 可以在第一與第二流 1801 和 1802 之間提供最大的分離度，並且可以為天線埠、傳輸天線埠配對、及/或傳輸器的數位預編碼器輸入以及接收天線埠及/或接收器的數位預編碼器輸出產生完美及/或近似完美的頻道估計。然而，本揭露並不限於此，並且兩個或更多的流可被用於 BRP 及/或被包括在 BRP 訊息中。

【0115】更詳細地說，擴展 CEF（例如第一及/或第二 CEF 1603 和 1604）可以允許 N 個資料流的 MIMO 傳輸，也就是說，如下所述， $N \geq 2$ 。依照實施例，第 23 圖及第 24 圖所示的 CEF 還可以用於及/或類似於在波束訓練欄位中使用的 CEF，或者換句話說是用於 BRP 及/或被包括在 BRP 訊息中的 CEF。

用於 MIMO 的 CEF 設計

【0116】依照實施例，用於追蹤一個以上的流的方法可以應用於 N 個資料流 MIMO 傳輸，其中 $N \geq 2$ ，此外，該方法還可以應用於 SU-MIMO 和 MU-MIMO 傳輸。

【0117】第 19 圖示出了根據一個實施例的附加 CEF。

【0118】依照實施例，在空時流的數量大於 1 時，可以插入附加的 CEF 及/或將其用於 MIMO 頻道估計，其中該空時流也被稱為空間流、資料流及/或流。該附加的 CEF 可被稱為並顯示為 CEF1，該附加 CEF 可以基於在 802.11ad 中定義的基本 CEF 序列來建構。依照其他實施例，如第 19 圖所述，CEF1 可以通過預先考慮來自 STF 的最後 128 個符號而被擴展。依照某些實施例，第一 CEF1 1901 可被稱為 $\mathbf{s}_{uv} \in \mathbb{C}^{1 \times 1280}$ 及/或可以依照 $\mathbf{s}_{uv} \in \mathbb{C}^{1 \times 1280}$ 來確定，並且可以用於 SC 訊框類型及/或 PHY 訊框類型。第二 CEF1 1902 可被稱為 $\mathbf{s}_{vu} \in \mathbb{C}^{1 \times 1280}$ 及/或依照用於 OFDM 訊框類型的 $\mathbf{s}_{vu} \in \mathbb{C}^{1 \times 1280}$ 來確定。根據一些實施例，稱為 CEF1 的附加 CEF 可以是複數調變符號。在下文中，術語附加 CEF 可以是指由結合第 19

圖描述的 CEF1 的變化組成的欄位。然而，本揭露並不限於此，並且附加的 CEF 可以是依照並非以對照第 19 圖描述的 CEF1 為基礎的變化組成、確定及/或產生的。

【0119】根據包括這裡描述及/或圖示的實施例的某些實施例，CEF1 和 CEF 可以是可互換的。例如，CEF1 可以用 CEF 來替代，反之亦然。

【0120】第 20 圖示出了根據一個實施例的用於多個流的 CEF。

【0121】依照實施例，CEF 可以用多種方式、類型及/或基於一個或多個參數來建構（例如配置、設計等等）。根據某些實施例，CEF 的大小是變化的，例如是可以改變的。根據某些實施例，CEF1 的大小可以依照一種結構而被改變及/或建構。舉例來說，CEF1 的大小可以依照一種用於某些參數的結構（例如恰當的結構）來改變。

【0122】根據某些實施例，為了提升所估計的頻道的 SNR，如第 20 圖的部分（a）和（b）所示，CEF1 中的 $[m_{Gu_{512}}, m_{Gv_{512}}]$ 及/或 $[m_{Gv_{512}}, m_{Gu_{512}}]$ 配對可被複製（例如可被擴展）。根據其他實施例，為了提升所估計的頻道的 SNR，如第 20 圖的部分（c）到（e）所示，CEF1 中的 $[m_{Gu_{512}}, m_{Gv_{512}}]$ 及/或 $[m_{Gv_{512}}, m_{Gu_{512}}]$ 配對可以在 $-m_{Ga_{128}}$ 與 $-m_{Gb_{128}}$ 之間縮減（例如可被縮短）。根據某些實施例，上述實施例中的元素的任何組合都可被合併，以便提升所估計的頻道的 SNR。

【0123】根據某些實施例，CEF1 可以採用多種方式、類型及/或基於一個或多個參數來配置及/或建構。在這種情況下，傳輸器可以傳訊與所建構的 CEF1 的配置及/或建構有關的資訊。根據某些實施例，與 CEF1 的配置及/或建構相關的資訊可被包含在如下所述的新標頭欄位中。在與第 20 圖相關的任一實施例中，CEF1 都可以用 CEF 替代。

【0124】第 21 圖示出了根據一個實施例的用於 MIMO 傳輸的前導碼和 PHY 標頭，以及第 22 圖示出了根據另一個實施例的用於 MIMO 傳輸的前導碼和 PHY 標頭。

【0125】參考第 21 圖及第 22 圖，根據一個或多個實施例，前導碼和 PHY 標頭可以用於包括四個資料流的 MIMO 傳輸。然而，本揭露並不限於此，並且前導碼和 PHY 標頭可以用於包括 N 個資料流的 MIMO 傳輸。依照實施例，舊有 STF (L-STF)、舊有 CEF (L-CEF) 欄位以及舊有標頭 (L-Header) 與 802.11ad 中使用的可以是相同的。替代地，不同的循環移位可以應用於第二、第三及/或第四個資料流的 L-STF、L-CEF 以及 L-Header 欄位。

【0126】依照實施例，在 L-Header 欄位之後可以插入新標頭，該標頭也被稱為多流 (MS) 標頭。該新標頭可被編碼為明顯不同於在 802.11ad 中定義的資料欄位，使得接收器可以注意到、或者換句話說是確定該新標頭並不是資料傳輸的一部分。根據某些實施例，新標頭可以包含用於傳訊在該新標頭之後以及在資料傳輸之前有多少個附加 CEF 的參數，該標頭也可以被稱為新標頭欄位及/或 MS 標頭欄位。根據某些實施例，新標頭可以包含與 CEF1 的配置及/或建構相關的資訊，例如與第 21 圖所示的 CEF 的任何不同配置相關的資訊。

【0127】依照實施例，在新標頭欄位之後可以插入附加的 CEF，該 CEF 也可以被稱為 CEF1。接收器可以將附加的 CEF 連同舊有 CEF 一起用於 MIMO 頻道估計。所使用的附加 CEF 的數量可以基於時空流的數量。根據其他實施例，如果傳送 M 個空時流，那麼可以使用 N 個附加的 CEF，其中 $N \geq M - 1$ 。舉例來說，如果傳送 2 個空時流，那麼 N 可以等於 1，如果傳送 4 個空時流，那麼 N 可以等於 3，以及如果傳送 3 個空時流，那麼 N 可以是 2 或 3。然而，本揭露並不限於此，並且 N 可以是與 M 適當對應的任何值。

【0128】如第 19 圖所示，包括擴展 L-CEF 欄位和附加 CEF 的 CEF 欄位可以與大小為 $(N+1) \times (N+1)$ 的正交矩陣 $\mathbf{V}$ 相乘，其中該擴展 L-CEF 欄位可以包括來自 L-STF 欄位和 L-CEF 欄位的最後 128 個符號。更詳細地說，依照實施例，用於第 j 個空時流的第 i 個 CEF 欄位中的所有符號都可以與一個常數 $V_{i,j}$ 相乘，其中第一 CEF 欄位可以是如上所述的擴展 L-CEF 欄位，並且第 k 個 CEF 欄位可以是第 $k-1$ 個 CEF1， $k > 1$ 。V 矩陣可以如下定義：

$$\mathbf{V} = \begin{pmatrix} V_{1,1} & \cdots & V_{1,N+1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{N+1,1} & \cdots & V_{N+1,N+1} \end{pmatrix}$$

【0129】依照實施例，V 矩陣的第一行可以固定為 1。在這種情況下，用於不同流的舊有 CEF 不需要修改，並且舊有裝置可以解碼舊有標頭。此外，V 矩陣還可以被設計為正交矩陣，例如：

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -i & -1 & i \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & i & -1 & -i \end{bmatrix}$$

或

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

【0130】然而，本揭露並不限於此，並且其他正交矩陣也是可以使用的。

【0131】參考第 22 圖，根據一個實施例，複共軛運算子可以用於創建空間流之間的正交性。然而，本揭露並不限於如第 22 圖所示的附加 CEF 欄位的選擇。舉例來說，與流對應的列是可以互換的，或者換句話說，用於第三流 2203 的列可以設置在第一流 2201 與第二流 2202 之間，相對於第 22 圖所示的配置，第四流 2204 可以被設置在第二流 1902 的附近。

【0132】第 23 圖示出了根據其他實施例的用於 MIMO 傳輸的前導碼和 PHY 標頭。

【0133】參考第 23 圖，使用正交矩陣 V ，第 22 圖所示的實施例可被認為是第 21 圖所示的實施例的替代方案。依照實施例，正交矩陣 V 的第一行可以不固定於 1。因此，從第二流開始，不同於傳送 L-STF，在 L-CEF 之後，包括來自 L-STF 和 L-CEF 的最後 128 個符號的擴展 L-CEF 欄位可以與一個來自正交 V 矩陣的係數相乘。相應地，在這裡將會傳送 $V_{kl} * (\text{extended } L\text{-CEF})$ ，其中 k 是流索引。類似地，與直接經由所有的流傳送 L-Header 不同，所傳送的將會是 $V_{kl} * L\text{-Header}$ 。由此，L-Header 欄位的天線配置會與 L-CEF 欄位的相符，並且舊有裝置可以解碼 L-Header。依照實施例，類似的策略也可以應用於新標頭，使得 V 可以是任何正交矩陣，例如在 802.11n/ac 中使用的 P 矩陣，例如：

$$V = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

【0134】第 24 圖示出了根據另一個實施例的前導碼和 PHY 標頭。

【0135】參考第 24 圖，舊有 CEF 可以不與用於 MIMO 頻道估計的附加 CEF 組合。由此，依照實施例，對於 M 個流的傳輸來說，所使用的可以是 $N=M$ 個新的 CEF 欄位。

【0136】第 25 圖示出了根據一個實施例的前導碼和 PHY 標頭。

【0137】參考第 25 圖，產生較小負荷的 CEF 是對照第 10 圖所示的實施例而被考慮的。根據某些實施例，在可以傳送四個流的情況中，在新標頭欄位之後可以只插入 MS 前導碼中的兩個 CEF。第一流與第二流之間的正交性可以由大小為 2×2 的正交矩陣 V 來保持。由於第 10 圖所示的 CEF 的屬性，第一流與第三流是正交的。由於應用了正交矩陣 V 和複數共軛運算子，因此，第一和第三

四流是相互正交的。第一、第二、第三和第四流可以按照任何順序放置。此外，依照相似的規則，其他的流也是相互正交的。

【0138】根據第 25 圖的實施例， V 可以是任何 2×2 的正交矩陣，例如：

$$V = \begin{pmatrix} V_{1,1} & V_{1,2} \\ V_{2,1} & V_{2,2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

【0139】流索引（例如第 25 圖中的流 1-流 4）以及共軛和正交矩陣運算的應用可以按照任何順序交換。舉例來說，由於第 10 圖所示的 CEF 的屬性，第一流與第二流是正交的。由於應用了正交矩陣 V 和複數共軛運算子，因此，第一與第三流是相互正交的。此外，依照相似的規則，其他的流也是相互正交的。通過使用不同大小的正交矩陣 V ，可以將這種設計擴展到任意數量的空間流。

【0140】第 26 圖示出了根據另一個實施例的前導碼和 PHY 標頭。

【0141】參考第 26 圖，由於附加 CEF 所造成的負荷可以進一步減小。依照實施例，擴展 L-CEF 欄位可被使用，並且可以與用於 MIMO 頻道估計的附加 CEF 組合。在第 23 圖中顯示了四流傳輸來闡明 CEF 及標頭設計，其中僅需要的一個附加 CEF。根據第 23 圖所示的實施例， V 矩陣可被定義為 (1)（參見上文），其中第一行中的元素是 1。因此，經由第一流和第二流傳送的 L-STF 和 L-CEF 欄位與 802.11ad 中使用的可以是相同的。第三流和第四流的擴展 L-CEF 可以藉由執行複共軛運算來修改。第一流和第二流的 L-Header 與 802.11ad 中使用的可以是相同的，而第三流和第四流則不會傳送 L-Header。如第 26 圖所示， V 矩陣的第二行以及複共軛運算子可以應用於 CEF1。

【0142】依照如上所述的包括用於 MIMO 傳輸的前導碼和 PHY 標頭的實施例，新標頭欄位可以經由 MIMO 傳輸中包含的所有流而使用、或者換句話說是用於 MIMO 傳輸中包含的所有的流。然而，本揭露並不限於此，並且新標頭欄位可以是特定於流的。

用於估計附近的多流使用者的頻道的方法

【0143】在對多個使用者的傳輸的情況中，有必要為每一個空間層以及每一個使用者使用相互正交的 CEF，由此需要用於識別和使用恰當的正交方法的方法和程序。

【0144】第 27 圖示出了根據一個實施例的具有大分離度的 MU 傳輸。

【0145】第 28 圖示出了根據一個實施例的具有大分離度的 MU 傳輸的訊框結構。

【0146】第 29 圖示出了根據一個實施例的具有小分離度的 MU 傳輸。

【0147】第 30 圖示出了根據一個實施例的具有小分離度的 MU 傳輸的訊框結構。

【0148】參考第 27 圖及第 28 圖，對於 MU 傳輸來說，可使用類比、數位或混合波束成形來分離用於每一個使用者的流。依照實施例，用以分離用於每一個使用者的流的程度取決於使用者的分離度；並且該分離度可以由使用者的空間分離和波束成形方案的效能來確定。依照實施例，在 MU 傳輸中使用的 CEF 可以基於使用者的分離度來適配，由此允許為 MU 傳輸場景發送最有效的 CEF。

【0149】依照實施例，如第 27 圖及第 28 圖所示，在分離度很大的情況中，可以同時向各自的使用者，也就是各自的 STA，發送各自都具有各自的 CEF 集合的獨立的流，並且 STA 可以成功地執行頻道估計，而舊有 STA 則能夠成功地與傳輸共存，也就是能夠解碼標頭並且決定該封包並非針對舊有 STA。

【0150】參考第 29 圖及第 30 圖，根據另一個實施例，在分離度小的情況中，例如在多個 STA 位於相同或鄰近波束內的情況下，那麼將會需要附加的措施來確保 CEF 是可分離的以及資料是可解碼的。如第 29 圖及第 30 圖所示，可分離的 CEF 可以使用對照上述實施例詳述的方法和程序來設計。依照實施例，

標頭可以包含用於將每一個使用者（即，STA）映射到正確流的資訊，例如與相應 STA 相對應的唯一 ID。依照實施例，在接收器上，所接收的是如下的訊號：

$$y = h_{\text{desired}} s_{\text{desired}} + h_{\text{undesired}} s_{\text{undesired}} + n$$

其中 h_{desired} 和 $h_{\text{undesired}}$ 可以基於可分離的 CEF 來獲知，並且在每一個接收器上都可以解碼預期訊號，尤其是在非預期訊號能量因為以傳輸波束成形為基礎的局部空間正交性而小於預期訊號的情況下。

【0151】在這種情況下，依照實施例，以下程序可被執行。AP 可以執行扇區級拂掠和波束精化協定，以識別用於所有 STA 的最佳波束。AP 可以將 STA1 和 STA2 識別為駐留在相鄰波束中。該 AP 可以使用第 24 圖所示的訊框結構來向 STA1 和 STA2 發送多使用者傳輸。該 AP 可以在所有的兩個流上傳送舊有 STF、LTF 以及 SIG。在這種情況下，每一個 STA 都可以看到，或者換句話說是可以接收及/或確定，在延遲擴展很大的頻道中傳送的資訊。該 AP 可以傳送傳訊了有關使用者數量、特定使用者資訊以及與每一個使用者相關聯的流的資訊的公共標頭。然後，AP 可以向每一個使用者傳送資料，並且可以向每一個使用者傳送使用者特定資訊。

用於為同時波束訓練和 MIMO 傳輸提供訓練欄位的方法

【0152】在 802.11ad 中，傳輸器可以具有多個 DMG 天線，每一個 DMG 天線可以是相位陣列、單振子天線或是被准全向天線模式覆蓋的切換波束天線集合。由於 802.11ad 支援單流傳輸，因此，在每一個收發器中只有一個 TX/RX 鏈。由此，在有多個 DMG 天線時，必須按順序為每一個 DMG 天線執行波束訓練。此外，在 802.11ay 中，多個空間層可以被同時傳送和接收。這樣做還提供了用於在相同時間精化及/或訓練用於多個空間層的導引向量的時機。為了支援這種功能，有必要重新設計波束訓練欄位。

【0153】第 31 圖示出了用於兩個流的接收/傳輸（R/T）序列。

【0154】參考第 31 圖，根據一個實施例，新的波束訓練欄位可以允許同時精化及/或訓練導引向量。依照提供了導引向量的同時精化及/或訓練的實施例，接收器可以估計每一對傳輸天線埠及/或傳輸器的數位預編碼器的輸入與接收天線埠及/或接收器的數位預編碼器輸出之間的頻道，同時傳輸器/接收器會改變其自己的導引向量。為此目的，在波束訓練欄位中具有完美自相關和互相關屬性的序列對於精確頻道估計而言是極其需要的。為了實現序列的最大使用率，在這些流中可以使用以上對照第 8 圖描述的已修改的 802.11ad R/T 序列及其複共軛。依照實施例，在第 31 圖中示出了可以實現序列的最大使用率的配置。

【0155】參考第 31 圖，根據一個實施例，假設 $\mathbf{T}$ 和 $\mathbf{R}$ 是用於 802.11ad 的 R/T 的序列，並且將向量 $\mathbf{T}$ 和向量 $\mathbf{R}$ 表示為：

$$\mathbf{T} = \mathbf{R} = [\mathbf{s}_{cp} \ \mathbf{s}_{main}]$$

其中

$$\mathbf{s}_{main} = [-\mathbf{m}_{Gb_{128}} \quad \mathbf{m}_{Ga_{128}} \quad \mathbf{m}_{Gb_{128}} \quad \mathbf{m}_{Ga_{128}}]$$

以及

$$\mathbf{s}_{cp} = [\mathbf{m}_{Ga_{128}}] \quad \circ$$

【0156】然後，以下的引數 (a) 到 (c) 必須保持為真，其中該引數允許在每一對傳輸天線埠或傳輸器的數位預編碼器的輸入、與接收天線埠或接收器的數位預編碼器的輸出之間的頻道估計。

$$(a) \text{ circshift}\{\mathbf{s}_{main}, \tau\} \perp \mathbf{s}_{main} \quad |\tau| \leq 128, \tau \neq 0$$

$$(b) \text{ circshift}\{\mathbf{s}'_{main}, \tau\} \perp \mathbf{s}'_{main} \quad |\tau| \leq 128, \tau \neq 0$$

$$(c) \text{ circshift}\{\mathbf{s}_{main}, \tau\} \perp \mathbf{s}'_{main} \quad |\tau| \leq 128$$

【0157】其中依照實施例，引數 (a) 和 (b) 可以確保該序列允許為每一個單獨配對的傳輸天線埠或傳輸器的數位預編碼器的輸入、與接收天線埠或接

收器的數位預編碼器執行完美頻道估計，引數（c）可以確保在相關之後在接收器上的不同頻道之間沒有交叉干擾。

【0158】第 32 圖示出了根據一個實施例的用於引數（a）和（b）的零自相關區域以及用於引數（c）的零互相關區域。

【0159】參考第 32 圖，示出用於所提出的序列（即 $\mathbf{T}$ 和 $\mathbf{T}^*$ （或是 $\mathbf{R}$ 和 $\mathbf{R}^*$ ））的引數（a）、（b）和（c）的結果。

【0160】第 33 圖示出了根據一個實施例的使用了 $\mathbf{R}/\mathbf{T}$ 序列的複共軛的波束訓練欄位。

【0161】第 34 圖示出了根據一個實施例的使用了基於正交 $\mathbf{V}$ 矩陣的 $\mathbf{R}/\mathbf{T}$ 序列的波束訓練欄位。

【0162】參考第 33 圖及第 34 圖，根據一個實施例，藉由使用 $\mathbf{V}$ 矩陣，可以將以上對照第 31 圖及第 32 圖描述的方法擴展為允許用於 N 個資料流 MIMO 傳輸的波束訓練欄位，其中該 $\mathbf{V}$ 矩陣是如上所述的正交 $\mathbf{V}$ 矩陣。依照實施例，在使用了多個天線的情況中，802.11ay 系統可以選擇將多個天線劃分成群組。也被稱為同時波束訓練的平行波束訓練可以是為每一個群組內部的天線進行的，並且這些天線的群組是可以按順序訓練的。在一些實施例中，在具有四個天線 $A1$ 、 $A2$ 、 $A3$ 、 $A4$ 的情況中，天線 $A1$ 和 $A2$ 可以在第一群組 $G1$ 中，並且天線 $A3$ 和 $A4$ 可以在第二群組 $G2$ 中。從第一群組 $G1$ 傳送的訊號會使用如第 29 圖所示的波束訓練欄位，並且相同的方法也可應用於第二群組 $G2$ 。然後，首先訓練第一群組 $G1$ 中的天線，並且之後訓練第二群組 $G2$ 中的天線。儘管如此，本揭露並不限於此，並且天線可以採用任何適當的形式分組，以及可以用任何適當的順序及/或以平行的方式訓練。

用於傳訊及/或自動偵測波束訓練的方法

【0163】以下描述一種用於傳訊所使用的是順序、同時還是組合 BRP。依照實施例，在提供了用於多個流的同時波束訓練的情況中，有必要偵測及/或確定是按順序還是同時及/或作為順序與平行方法的組合來進行波束成形訓練。此外，傳訊及/或表明正在使用支援用於多個流的同時波束成形訓練的一個或多個序列同樣是必要的。在下文中會依照一個或多個實施例來論述用於做出上述判定及/或指示的顯性和隱性方法。

【0164】依照實施例，重新解釋及/或重新使用控制 PHY 訊框、低功率 SC PHY 訊框、SC PHY 訊框及/或 OFDM PHY 訊框的舊有標頭欄位中的保留位元可以提供上述確定及/或指示。依照實施例，在具有一個以上的保留位元的情況中，這些位元可以是連續的保留位元、或者換言之是連續及/或相鄰的保留位元可以是不連續的保留位元，或者可以是連續和不連續保留位元的組合。依照實施例，在控制 PHY 標頭的情況中，可以使用從位元 22 開始的兩個保留位元，由此可以通過將其設定為 0 來保持向後相容，並且可以向接收器指示僅僅使用舊有順序波束成形訓練。在將兩個保留位元設定為任一非零值的情況中，例如 1、2 或 3，那麼它們可以隱性地傳訊將會通過平行方法及/或順序與平行方法的組合來執行同時波束成形訓練。在這種情況下，傳訊為用於多個流的同時波束成形訓練提供支援的一個或多個序列的處理可以由以下方法之一或是其任何組合來實施。依照實施例，在第一個方法中，第一保留位元被設定為等於 1 或 0，以表明是否使用了 R/T 序列的複共軛來支援同時波束成形訓練。根據其他實施例，在第二個方法中，第二保留位元可被設定為等於 0 或 1，以表明使用哪一個 V 矩陣來支援同時波束成形訓練。舉例來說，0 和 1 可以分別被預先定義為 $V_{2 \times 2}$ 和 $V_{4 \times 4}$ 矩陣的索引。依照其他實施例，在第三個方法中，如果不允許 R/T 序列的複共軛，那麼用於兩個保留位元的非零值可以表明三個預先定義的 V 矩陣。

【0165】依照實施例，在 OFDM PHY 標頭的情況中，由於 OFDM PHY 標頭也具有從位元 46 開始的兩個保留位元，因此可以將類似的方法及/或上文中針對控制 PHY 標頭描述的相同方法應用於 OFDM PHY 標頭。

【0166】依照實施例，在低功率（LP）單載波（SC）PHY 標頭或 SC PHY 標頭的情況中，有從位元 44 開始的四個保留位元。的情況中重新使用四個保留位元中的兩個位元來保持與控制 PHY 標頭以及 OFDM PHY 標頭一致的情況中，為控制 PHY 標頭提出的相同方法也可應用於 LP SC/SC PHY 標頭。在重新使用或者重新解釋四個保留位元中的所有的四個保留位元的情況中，傳訊可以實施同時波束成形訓練的處理可以如下實施。依照實施例，四個保留位元可被設定為 0，以保持向後相容性、以及表明要執行的是舊有順序波束成形訓練。依照其他實施例，這四個保留位元可被設定為非零值，例如用於四個保留位元的 1、2、……15，以隱性地傳訊將會藉由平行方法及/或順序與平行方法的組合來執行同時的波束成形訓練。然後，傳訊為用於多個流的同時波束成形訓練提供支援的一個或多個序列的處理可以由上述方法的一種或任何組合來實施。

【0167】依照實施例，在第一個方法中，四個保留位元中的任一者例如被設定為 1 或 0 的第一保留位元，可以表明是否使用了 R/T 序列的複共軛來支援同時波束成形訓練。根據其他實施例，在第二個方法中，除了在第一方法中用於表明 R/T 序列的複共軛的保留位元之外，任何剩餘的保留位元都可被設定為 1，以表明使用了相應的 V 矩陣來支援同時的波束成形訓練。在其他實施例中，第二、第三和第四保留位元中的任一個或多個保留位元可被分別預先定義為 $V_{2 \times 2}$ 、 $V_{4 \times 4}$ 和 $V_{8 \times 8}$ 矩陣的索引。根據另一個實施例，在第三個方法中，在 R/T 序列的複共軛未被允許的情況中，用於四個保留位元的非零值可以展示十五個預先定義的 V 矩陣中的任一個或多個矩陣，或者作為替代，在能夠使用 RT 序列的複共軛的同時，這些非零值可以表明十四個預先定義的 V 矩陣中的一個或多個矩陣。

【0168】依照其他實施例，新的標頭欄位可以用於表明與所要訓練的波束相關的資訊，也就是採用順序還是平行的方式，抑或是這兩種方式的任何組合。該新標頭可以支援如下的順序和平行方法的組合：按順序訓練 N 個分組波束，以及平行訓練每一個分組波束內部的 M 個流。在 M 表明一個流的情況中，本實施例可以執行現有的 802.11ad 順序波束成形訓練。在 $N = 1$ 的情況中，那麼本實施例可以執行平行的波束成形訓練。為了支援順序和平行訓練方法的這種組合，在用於 M 個流的舊有標頭欄位之後可以插入新的標頭，及/或新的標頭可以包含一個參數，並且該參數將會傳訊可供用於 N 個分組波束中的每一個分組波束的 M 個同時波束成形訓練使用的新的序列。舊有標頭與 802.11ad 中傳訊及/或表明按順序訓練該 N 個分組波束的標頭可以是相同的。

【0169】第 35 圖示出了根據一個實施例的用於順序和平行波束成形訓練的組合的 PHY 標頭。

【0170】參考第 35 圖，根據一個實施例，用於順序和平行波束成形訓練的組合的 PHY 標頭可以包括表明按順序訓練 N 個分組波束的舊有標頭，並且可以包括一個新的標頭，其中該新標頭表明對於 N 個分組波束中的每一個來說， $M = 2$ ，因此將會同時訓練 N 個分組波束中的每一個分組波束的兩個流。

【0171】根據其他實施例，波束成形訓練方法的自動偵測可以隱性地傳訊關於該流的波束成形訓練是順序還是同時進行，及/或傳訊順序及/或同時訓練的組合。為了將平行波束成形訓練或是順序和平行波束成形訓練的組合與舊有的順序波束成形訓練區分開來，在用於舊有標頭和新標頭的不同調變之間進行的切換可以表明及/或傳訊使用關於波束成形訓練方法的自動偵測處理，其中該偵測隱含地傳訊了為波束成形訓練選擇的方法。舉例來說，關於波束成形訓練方法的自動偵測處理可以傳訊及/或表明對不同 PHY 標頭中的相應調變執行相同或不同程度的相位旋轉及/或移位，其中該調變是分別用於 LP-SC/SC 標頭、控

制 PHY 標頭以及 OFDM PHY 標頭的 $\pi/2$ -BPSK、 $\pi/2$ -DBPSK、QPSK-OFDM 調變。

【0172】第 36 圖示出了根據一個實施例的用於 LP-SC/SC PHY 標頭的同時波束成形訓練的自動偵測。

【0173】參考第 36 圖，在 LP-SC 訊框或 SC PHY 訊框中，舊有標頭是用 $\pi/2$ -BPSK 調變的，並且新標頭被傳訊及/或表明，以相對於 $\pi/2$ -BPSK 而被移位及/或旋轉 $\pi/4$ 。被移位了 $\pi/4$ 的 $\pi/2$ -BPSK 會導致新標頭的星座相對於 MS SC PHY 訊框中的舊有標頭旋轉 45° 。一旦接收器偵測及/或確定 $\pi/2$ -BPSK 被旋轉了 $\pi/4$ ，則隱含地告知接收器執行同時波束成形訓練，其中該訓練是平行的波束成形訓練及/或順序與平行波束成形訓練的組合。

【0174】根據其他實施例，這些流可以用 BRP 的自動增益控制（AGC）欄位來標索引，並且接收器可以藉由檢查及/或確定 AGC 欄位上的序列來識別所要訓練的流。在這種情況下：

$$\mathbf{c} = [c_1 \quad c_2 \quad c_3 \quad c_4]$$

其中，

$$c_i \in \{1, 2, \dots, 16\} \quad。$$

【0175】於是，用於每一個流的序列將會是：

$$\mathbf{s}_{\text{stream}}(\mathbf{c}) = [\mathbf{s}(c_1) \quad \mathbf{s}(c_2) \quad \mathbf{s}(c_3) \quad \mathbf{s}(c_4)]$$

其中，

$$s(c) = \begin{cases} m_{Ga_{64}} & \text{若 } c = 1 \\ -m_{Ga_{64}} & \text{若 } c = 2 \\ m_{Gb_{64}} & \text{若 } c = 3 \\ -m_{Gb_{64}} & \text{若 } c = 4 \\ m'_{Ga_{64}} & \text{若 } c = 5 \\ -m'_{Ga_{64}} & \text{若 } c = 6 \\ m'_{Gb_{64}} & \text{若 } c = 7 \\ -m'_{Gb_{64}} & \text{若 } c = 8 \\ m_{\text{flip}\{Ga_{64}\}} & \text{若 } c = 9 \\ -m_{\text{flip}\{Ga_{64}\}} & \text{若 } c = 10 \\ m_{\text{flip}\{Gb_{64}\}} & \text{若 } c = 11 \\ -m_{\text{flip}\{Gb_{64}\}} & \text{若 } c = 12 \\ m'_{\text{flip}\{Ga_{64}\}} & \text{若 } c = 13 \\ -m'_{\text{flip}\{Ga_{64}\}} & \text{若 } c = 14 \\ m'_{\text{flip}\{Gb_{64}\}} & \text{若 } c = 15 \\ -m'_{\text{flip}\{Gb_{64}\}} & \text{若 } c = 16 \end{cases}$$

其中， $\text{sign}(\cdot)$ 是正負號函數，並且 $\text{flip}\{\cdot\}$ 會反轉其引數上的序列的順序。

【0176】第 37 圖示出了藉由使用 AGC 欄位中的不同序列來隱性地偵測所要訓練的波束。

【0177】參考第 37 圖，可以考慮不同的 $s(c)$ ，並且接收器可以檢查及/或確定用於識別所要訓練的波束的一個或多個序列。舉例來說，如果有兩個流具有序列 $s_{\text{stream1}}([1\ 2\ 2\ 2])$ 和 $s_{\text{stream2}}([2\ 2\ 2\ 2])$ ，那麼相應的序列分別是如下獲得的：

$$s_{\text{stream1}}([1\ 2\ 2\ 2]) = [m_{Ga_{64}} \quad m_{Gb_{64}} \quad m_{Gb_{64}} \quad m_{Gb_{64}}]$$

以及

$$s_{\text{stream2}}([2\ 2\ 2\ 2]) = [m_{Gb_{64}} \quad m_{Gb_{64}} \quad m_{Gb_{64}} \quad m_{Gb_{64}}]$$

【0178】在這種情況下，根據一個實施例，接收器會檢查及/或確定是否存在 Ga_{64} 。由於 Ga_{64} 出現在 s_{stream1} 的第一象限，因此，接收器會理解及/或確定所要訓練的僅僅是與流 1 相關的波束。在第 34 圖中顯示了這些序列的位置。依照實施例，向量 $\mathbf{c}$ 的大小可以依照實施方式以及不同的格雷序列來改變，例如，可以考慮將不同大小的格雷序列用於 $s(c)$ 。此外，如上所述的波束訓練方法的顯性和隱性的自動偵測方法可以聯合使用，以便以少量增加的傳訊負荷來簡化自動

偵測處理。舉例來說， $\mathbf{s}(c)$ 可被分成兩個群組，並且可以使用傳訊來表明使用哪一個群組，使得接收器可以用較小的搜尋空間來偵測 AGC 欄位配置。

【0179】第 38 圖示出了用於在無線網路中傳送與用於 MIMO 通信的一個以上的頻道有關的頻道估計資訊的例示流程圖。

【0180】參考第 38 圖，假設 BRP 使用或者在 BRP 訊息中包括兩個流。依照實施例，STA（例如 802.11ay STA）、AP（例如 802.11ay AP）及/或其他任何適當裝置可以同時追蹤兩個流。舉例來說，在操作 3810，電子裝置可被配置為確定包括與第一頻道相關聯的第一頻道估計訊號的第一複數集合。

【0181】在操作 3820，該電子裝置還可以被配置為確定包括與第二頻道相關聯的第二頻道估計訊號的第二複數集合。根據某些實施例，第二複數集合是第一複數集合的複共軛。根據一些實施例，將複共軛用於第二流可以在第一與第二流之間提供最大的分離。舉個例子，在 2×2 的 MIMO 系統的情況中，將複共軛用於第二流可以為天線埠、傳輸天線埠配對及/或傳輸器的數位預編碼器輸入以及接收天線埠及/或接收器的數位預編碼器的輸出產生完美及/或近似完美的頻道估計。

【0182】在操作 3830，電子裝置可被配置為經由實體層（PHY）訊框來傳送第一複數集合和第二複數集合。然而，本揭露並不限於此，並且兩個以上的流也可用於 BRP 及/或被包括在 BRP 訊息中。

【0183】第 39 圖示出了一個用於在無線網路中執行用於 MIMO 通信的一個以上的頻道的頻道估計的例示流程圖。

【0184】依照實施例，STA（例如 802.11ay STA）中的接收器、AP（例如 802.11ay AP）及/或其他任何適當的裝置可以同時追蹤兩個流。參考第 39 圖，在操作 3910，電子裝置可被配置為接收包括第一頻道估計訊號的第一複數集合以及包括第二頻道估計訊號的第二複數集合。

【0185】然後，在操作 3920，該電子裝置可被配置為基於第一頻道估計訊號來確定第一頻道、以及基於第二頻道估計訊號來確定第二頻道。根據一些實施例，第一複數集合和第二複數集合例如可以經由實體層（PHY）訊框接收。根據另一個實施例，第二複數集合可以是第一複數集合的複共軛。依照實施例，如上所述，在考慮 2×2 MIMO 系統時，將複共軛用於第二流可以在第一與第二流之間提供最大分離，並且可以為天線埠、為傳輸天線埠配對及/或為傳輸器的數位預編碼器輸入以及接收天線埠及/或接收器的數位預編碼器輸出產生完美及/或近似完美的頻道估計。

【0186】第 40 圖示出了用於在無線網路中執行用於 MIMO 通信的傳輸波束成形的另一個例示流程圖。依照實施例，STA（例如 802.11ay STA）、AP 及/或其他任何適當或相似的裝置可被配置為執行這些波束成形方法。

【0187】參考第 40 圖，在操作 4010，電子裝置可被配置為執行 SLS 和 BRP，以識別用於一個或多個 STA 中的任一及/或所有 STA 的波束。

【0188】在操作 4020，該電子裝置可被配置為識別設置在相鄰波束中的第一 STA 和第二 STA。依照實施例，標頭可以包含用於將每一個使用者（例如 STA）映射到正確的流的資訊，例如與各自的 STA 相對應的唯一 ID。依照實施例，在每一個接收器上可以接收到以下訊號：

$$y = h_{\text{desired}} s_{\text{desired}} + h_{\text{undesired}} s_{\text{undesired}} + n$$

其中 h_{desired} 和 $h_{\text{undesired}}$ 可以基於可分離的 CEF 獲知，並且在每一個接收器上可以解碼預期訊號，在非預期訊號的能量因為以傳輸波束成形為基礎的局部空間正交性而小於預期訊號的情況下尤其如此。

【0189】在操作 4030，電子裝置可被配置為使用包括與對應於第一頻道的第一流有關的資訊和與對應於第二頻道的第二流相關的資訊的 PHY 訊框來向第一 STA 和第二 STA 傳送多使用者傳輸。

【0190】在操作 4040，電子裝置可被配置為在 PHY 訊框中同時向第一 STA 和第二 STA 傳送使用者特定資訊。在一些實施例中，PHY 訊框可以包括關於第一流和第二流的舊有 STF、LTF 以及 SIG。根據某些實施例，PHY 訊框可以包括公共標頭，該公共標頭包括與一個或多個 STA 有關的資訊以及將第一流關聯於第一 STA 並將第二流關聯於第二 STA 的資訊。

【0191】雖然這裡描述的解決方案考慮的是 802.11 專用協定，然而應該理解，這裡描述的解決方案並不限於這種場景，而是同樣適用於其他無線系統。依照實施例，在這裡參考第 1 圖至第 40 圖描述的用於 MIMO 通信的頻道估計和同時波束成形訓練的方法、裝置和系統可以應用於任何適當及/或類似的無線系統、通信系統及/或無線電介面。

【0192】貫穿於這些解決方案以及所提供的示例的是，諸如第 14 圖及第 18 圖中的第二流的空白空間之類的附圖中的空白區域可以暗示該區域不存在限制，並且任何解決方案在那裡都是可以使用的。

【0193】雖然在上文中描述了採用特定組合的特徵和元素，但是本領域中具有通常知識者將會瞭解，每一個特徵既可以單獨使用，也可以與其他特徵和元素進行任何組合。此外，這裡描述的方法可以在引入到電腦可讀媒體中以供電腦或處理器運行的電腦程式、軟體或韌體中實施。關於非暫時性電腦可讀媒體的示例包括但不限於唯讀記憶體（ROM）、隨機存取記憶體（RAM）、暫存器、快取記憶體、半導體記憶裝置、諸如內部硬碟和可拆卸磁片之類的磁性媒體、磁光媒體，以及 CD-ROM 碟片和數位多功能碟片（DVD）之类的光學媒體。與軟體相關聯的處理器可以用於實施在 WTRU、UE、終端、基地台、RNC 或任何主機電腦中使用的射頻收發器。

【0194】此外，在上述實施例中指出了包含處理器的處理平臺、計算系統、控制器和其他裝置。這些裝置可以包括至少一個中央處理器（“CPU”）和記憶體。

依照電腦程式設計領域的技術人員的實踐，對於操作或指令的行為或符號性表示的引用可以由不同的 CPU 和記憶體來執行。此類行為和操作或指令可被稱為“運行”、“電腦運行”或“CPU 運行”。

【0195】本領域普通技術人員將會瞭解，行為以及用符號表示的操作或指令包括由 CPU 來操縱電子訊號。電子系統代表的是可能導致電子訊號由此變換或減少，以及將資料位元保存在記憶體系統中的記憶體位置，由此重新配置或以其他方式變更 CPU 操作以及其他訊號處理的資料位元。保持資料位元的記憶體位置是具有與資料位元對應或代表資料位元的特定電、磁、光或有機屬性的實體位置。應該理解的是，這些例示實施例並不限於上述平臺或 CPU，並且其他平臺和 CPU 同樣可以支援所描述的方法。

【0196】資料位元還可以保持在電腦可讀媒體上，該媒體包括磁片、光碟以及其他任何可供 CPU 讀取的揮發（例如隨機存取記憶體（“RAM”））或非揮發（例如唯讀記憶體（“ROM”））大型儲存系統。電腦可讀媒體可以包括協作或互連的電腦可讀媒體，這些媒體既可以排他地存在於處理系統之上，也可以分佈在多個位於處理系統本地或遠端的互連處理系統之中。應該理解的是，這些例示實施例並不限於上述記憶體，其他的平臺和記憶體同樣可以支援所描述的方法。

【0197】除非以其他方式明確描述，否則，在本申請案的說明書中使用的要素、行為或指令不應被解釋為對本發明而言至關重要或必要的。此外，這裡使用的每一個冠詞“一”和“一個”旨在包含一個或多個專案。如果意指一項，那麼將會使用術語“單一”或類似語言。更進一步，這裡使用的跟隨在所列舉的多個項目及/或多個類別的項目之後的術語“任一者”旨在包含單獨或與其他專案及/或其他項目類別結合的該目及/或專案類別中的“任一者”、“任何組合”、“任意的多個”及/或“多個的任何組合”。此外，這裡使用的資料“集合”旨在包含任何數量的

項目，這其中包括零個。更進一步，這裡使用的術語“數量”旨在包含任何數量，其中包括零個。

【0198】此外，除非進行說明，申請專利範圍不應該被錯誤地視為僅限於所描述的順序或要素。作為補充，任何申請專利範圍中使用的術語“裝置”都旨在引用 35 U.S.C. §112, ¶ 6，並且任何沒有單詞“裝置”的申請專利範圍都不具有這種意義。

【0199】作為示例，適當的處理器包括通用處理器、專用處理器、常規處理器、數位訊號處理器（DSP）、多個微處理器、與 DSP 核心相關聯的一或多個微處理器、控制器、微控制器、專用積體電路（ASIC）、應用特定標準產品（ASSP）、現場可程式設計閘陣列（FPGA）電路、任何一種積體電路（IC）及/或狀態機。

【0200】與軟體關聯的處理器可用於實現射頻收發器，以便在無線傳輸接收單元（WTRU）、使用者設備（UE）、終端、基地台、移動性管理實體（MME）或演進型封包核心（EPC）或任何一種主機電腦中使用。WTRU 可以與採用硬體及/或軟體形式實施的模組結合使用，其中該模組包括軟體定義無線電（SDR）以及其他元件，例如相機、視訊攝像機模組、視訊電話、喇叭擴音器、振動裝置、揚聲器、麥克風、電視收發器、免持耳機、鍵盤、Bluetooth®模組、調頻（FM）無線電單元、近場通信（NFC）模組、液晶顯示器（LCD）顯示單元、有機發光二極體（OLED）顯示單元、數位音樂播放器、媒體播放器、視訊遊戲機模組、網際網路瀏覽器及/或任何一種無線區域網路（WLAN）或超寬頻（UWB）模組。

【0201】雖然本發明是依照通信系統描述的，然而應該想到的是，這些系統也可以在微處理器/通用處理器的軟體中實施（未顯示）。在某些實施例中，不同元件的一個或多個功能可以在控制通用電腦的軟體中實施。

【0202】此外，雖然在這裡參考了具體的實施例來例證和描述本發明，但是本發明並不限於所顯示的細節。相反，在申請專利範圍的等價範圍和範疇以內，以及在不脫離本發明的範圍的情況下，在細節方面是可以進行各種修改的。

【0203】

符號 編號	用於第一流的 CEF（未 採用 pi/2-BPSK 調變）	用於第一流的經過 調變的 CEF（採用 了 pi/2 BPSK 調變） [mGu512, mGv512 –mGb128]	用於第二 流的 CEF （未採用 pi/2 BPSK 調變）	用於第二流的經過調 變的 CEF，該 CEF 是 共軛的 CEF [mGu512*, mGv512* –mGb128*] .
1	1	1.0000 + 0.0000i	1	1.0000 + 0.0000i
2	1	0.0000 + 1.0000i	-1	0.0000 - 1.0000i
3	-1	1.0000 - 0.0000i	-1	1.0000 + 0.0000i
4	-1	0.0000 + 1.0000i	1	0.0000 - 1.0000i
5	-1	-1.0000 + 0.0000i	-1	-1.0000 - 0.0000i
6	-1	-0.0000 - 1.0000i	1	-0.0000 + 1.0000i
7	-1	1.0000 - 0.0000i	-1	1.0000 + 0.0000i
8	-1	0.0000 + 1.0000i	1	0.0000 - 1.0000i
9	-1	-1.0000 + 0.0000i	-1	-1.0000 - 0.0000i
10	1	0.0000 + 1.0000i	-1	0.0000 - 1.0000i
11	-1	1.0000 - 0.0000i	-1	1.0000 + 0.0000i
12	1	-0.0000 - 1.0000i	-1	-0.0000 + 1.0000i

13	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
14	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
15	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
16	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
17	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
18	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
19	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
20	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
21	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
22	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
23	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
24	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
25	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
26	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
27	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
28	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
29	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
30	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
31	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
32	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
33	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
34	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
35	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$

36	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
37	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
38	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
39	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
40	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
41	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
42	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
43	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
44	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
45	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
46	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
47	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
48	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
49	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
50	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
51	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
52	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
53	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
54	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
55	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
56	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
57	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
58	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$

59	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
60	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
61	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
62	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
63	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
64	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
65	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
66	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
67	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
68	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
69	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
70	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
71	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
72	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
73	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
74	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
75	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
76	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
77	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
78	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
79	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
80	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
81	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$

82	-1	-0.0000 - 1.0000i	1	-0.0000 + 1.0000i
83	1	-1.0000 + 0.0000i	1	-1.0000 - 0.0000i
84	1	0.0000 - 1.0000i	-1	0.0000 + 1.0000i
85	-1	-1.0000 - 0.0000i	-1	-1.0000 + 0.0000i
86	-1	-0.0000 - 1.0000i	1	-0.0000 + 1.0000i
87	-1	1.0000 - 0.0000i	-1	1.0000 + 0.0000i
88	-1	0.0000 + 1.0000i	1	0.0000 - 1.0000i
89	1	1.0000 - 0.0000i	1	1.0000 + 0.0000i
90	-1	0.0000 - 1.0000i	1	0.0000 + 1.0000i
91	1	-1.0000 + 0.0000i	1	-1.0000 - 0.0000i
92	-1	0.0000 + 1.0000i	1	0.0000 - 1.0000i
93	1	1.0000 - 0.0000i	1	1.0000 + 0.0000i
94	-1	-0.0000 - 1.0000i	1	-0.0000 + 1.0000i
95	-1	1.0000 + 0.0000i	-1	1.0000 - 0.0000i
96	1	-0.0000 - 1.0000i	-1	-0.0000 + 1.0000i
97	-1	-1.0000 + 0.0000i	-1	-1.0000 - 0.0000i
98	-1	-0.0000 - 1.0000i	1	-0.0000 + 1.0000i
99	1	-1.0000 + 0.0000i	1	-1.0000 - 0.0000i
100	1	0.0000 - 1.0000i	-1	0.0000 + 1.0000i
101	1	1.0000 + 0.0000i	1	1.0000 - 0.0000i
102	1	0.0000 + 1.0000i	-1	0.0000 - 1.0000i
103	1	-1.0000 + 0.0000i	1	-1.0000 - 0.0000i
104	1	-0.0000 - 1.0000i	-1	-0.0000 + 1.0000i

105	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
106	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
107	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
108	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
109	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
110	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
111	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
112	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
113	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
114	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
115	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
116	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
117	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
118	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
119	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
120	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
121	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
122	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
123	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
124	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
125	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
126	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
127	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$

128	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
129	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
130	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
131	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
132	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
133	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
134	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
135	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
136	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
137	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
138	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
139	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
140	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
141	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
142	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
143	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
144	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
145	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
146	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
147	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
148	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
149	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
150	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$

151	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
152	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
153	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
154	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
155	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
156	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
157	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
158	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
159	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
160	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
161	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
162	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
163	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
164	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
165	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
166	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
167	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
168	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
169	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
170	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
171	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
172	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
173	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$

174	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
175	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
176	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
177	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
178	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
179	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
180	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
181	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
182	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
183	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
184	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
185	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
186	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
187	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
188	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
189	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
190	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
191	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
192	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
193	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
194	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
195	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
196	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$

197	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
198	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
199	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
200	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
201	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
202	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
203	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
204	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
205	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
206	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
207	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
208	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
209	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
210	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
211	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
212	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
213	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
214	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
215	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
216	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
217	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
218	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
219	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$

220	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
221	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
222	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
223	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
224	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
225	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
226	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
227	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
228	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
229	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
230	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
231	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
232	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
233	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
234	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
235	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
236	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
237	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
238	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
239	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
240	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
241	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
242	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$

243	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
244	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
245	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
246	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
247	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
248	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
249	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
250	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
251	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
252	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
253	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
254	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
255	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
256	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
257	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
258	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
259	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
260	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
261	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
262	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
263	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
264	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
265	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$

266	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
267	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
268	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
269	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
270	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
271	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
272	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
273	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
274	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
275	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
276	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
277	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
278	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
279	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
280	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
281	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
282	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
283	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
284	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
285	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
286	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
287	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
288	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$

289	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
290	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
291	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
292	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
293	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
294	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
295	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
296	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
297	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
298	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
299	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
300	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
301	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
302	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
303	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
304	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
305	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
306	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
307	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
308	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
309	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
310	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
311	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$

312	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
313	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
314	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
315	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
316	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
317	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
318	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
319	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
320	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
321	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
322	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
323	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
324	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
325	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
326	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
327	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
328	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
329	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
330	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
331	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
332	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
333	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
334	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$

335	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
336	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
337	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
338	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
339	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
340	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
341	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
342	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
343	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
344	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
345	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
346	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
347	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
348	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
349	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
350	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
351	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
352	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
353	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
354	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
355	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
356	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
357	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$

358	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
359	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
360	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
361	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
362	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
363	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
364	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
365	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
366	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
367	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
368	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
369	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
370	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
371	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
372	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
373	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
374	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
375	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
376	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
377	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
378	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
379	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
380	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$

381	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
382	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
383	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
384	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
385	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
386	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
387	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
388	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
389	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
390	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
391	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
392	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
393	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
394	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
395	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
396	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
397	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
398	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
399	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
400	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
401	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
402	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
403	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$

404	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
405	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
406	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
407	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
408	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
409	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
410	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
411	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
412	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
413	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
414	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
415	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
416	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
417	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
418	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
419	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
420	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
421	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
422	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
423	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
424	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
425	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
426	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$

427	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
428	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
429	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
430	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
431	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
432	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
433	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
434	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
435	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
436	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
437	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
438	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
439	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
440	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
441	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
442	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
443	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
444	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
445	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
446	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
447	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
448	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
449	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$

450	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
451	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
452	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
453	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
454	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
455	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
456	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
457	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
458	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
459	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
460	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
461	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
462	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
463	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
464	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
465	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
466	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
467	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
468	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
469	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
470	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
471	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
472	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$

473	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
474	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
475	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
476	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
477	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
478	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
479	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
480	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
481	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
482	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
483	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
484	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
485	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
486	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
487	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
488	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
489	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
490	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
491	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
492	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
493	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
494	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
495	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$

496	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
497	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
498	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
499	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
500	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
501	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
502	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
503	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
504	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
505	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
506	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
507	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
508	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
509	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
510	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
511	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
512	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
513	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
514	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
515	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
516	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
517	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
518	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$

519	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
520	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
521	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
522	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
523	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
524	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
525	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
526	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
527	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
528	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
529	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
530	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
531	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
532	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
533	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
534	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
535	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
536	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
537	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
538	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
539	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
540	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
541	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$

542	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
543	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
544	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
545	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
546	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
547	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
548	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
549	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
550	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
551	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
552	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
553	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
554	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
555	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
556	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
557	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
558	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
559	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
560	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
561	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
562	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
563	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
564	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$

565	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
566	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
567	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
568	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
569	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
570	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
571	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
572	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
573	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
574	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
575	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
576	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
577	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
578	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
579	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
580	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
581	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
582	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
583	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
584	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
585	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
586	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
587	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$

588	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
589	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
590	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
591	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
592	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
593	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
594	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
595	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
596	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
597	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
598	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
599	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
600	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
601	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
602	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
603	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
604	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
605	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
606	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
607	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
608	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
609	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
610	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$

611	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
612	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
613	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
614	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
615	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
616	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
617	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
618	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
619	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
620	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
621	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
622	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
623	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
624	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
625	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
626	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
627	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
628	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
629	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
630	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
631	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
632	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
633	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$

634	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
635	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
636	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
637	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
638	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
639	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
640	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
641	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
642	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
643	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
644	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
645	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
646	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
647	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
648	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
649	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
650	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
651	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
652	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
653	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
654	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
655	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
656	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$

657	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
658	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
659	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
660	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
661	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
662	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
663	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
664	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
665	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
666	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
667	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
668	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
669	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
670	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
671	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
672	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
673	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
674	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
675	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
676	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
677	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
678	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
679	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$

680	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
681	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
682	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
683	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
684	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
685	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
686	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
687	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
688	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
689	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
690	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
691	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
692	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
693	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
694	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
695	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
696	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
697	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
698	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
699	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
700	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
701	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
702	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$

703	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
704	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
705	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
706	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
707	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
708	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
709	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
710	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
711	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
712	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
713	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
714	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
715	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
716	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
717	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
718	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
719	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
720	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
721	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
722	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
723	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
724	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
725	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$

726	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
727	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
728	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
729	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
730	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
731	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
732	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
733	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
734	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
735	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
736	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
737	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
738	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
739	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
740	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
741	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
742	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
743	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
744	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
745	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
746	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
747	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
748	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$

749	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
750	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
751	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
752	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
753	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
754	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
755	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
756	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
757	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
758	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
759	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
760	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
761	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
762	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
763	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
764	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
765	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
766	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
767	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
768	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
769	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
770	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
771	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$

772	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
773	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
774	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
775	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
776	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
777	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
778	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
779	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
780	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
781	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
782	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
783	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
784	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
785	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
786	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
787	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
788	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
789	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
790	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
791	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
792	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
793	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
794	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$

795	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
796	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
797	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
798	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
799	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
800	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
801	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
802	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
803	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
804	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
805	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
806	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
807	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
808	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
809	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
810	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
811	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
812	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
813	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
814	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
815	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
816	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
817	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$

818	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
819	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
820	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
821	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
822	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
823	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
824	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
825	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
826	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
827	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
828	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
829	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
830	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
831	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
832	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
833	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
834	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
835	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
836	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
837	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
838	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
839	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
840	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$

841	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
842	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
843	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
844	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
845	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
846	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
847	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
848	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
849	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
850	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
851	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
852	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
853	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
854	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
855	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
856	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
857	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
858	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
859	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
860	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
861	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
862	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
863	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$

864	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
865	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
866	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
867	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
868	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
869	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
870	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
871	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
872	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
873	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
874	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
875	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
876	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
877	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
878	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
879	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
880	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
881	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
882	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
883	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
884	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
885	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
886	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$

887	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
888	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
889	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
890	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
891	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
892	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
893	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
894	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
895	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
896	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
897	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
898	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
899	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
900	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
901	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
902	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
903	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
904	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
905	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
906	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
907	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
908	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
909	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$

910	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
911	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
912	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
913	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
914	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
915	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
916	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
917	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
918	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
919	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
920	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
921	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
922	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
923	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
924	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
925	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
926	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
927	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
928	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
929	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
930	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
931	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
932	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$

933	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
934	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
935	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
936	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
937	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
938	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
939	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
940	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
941	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
942	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
943	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
944	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
945	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
946	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
947	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
948	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
949	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
950	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
951	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
952	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
953	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
954	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
955	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$

956	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
957	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
958	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
959	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
960	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
961	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
962	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
963	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
964	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
965	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
966	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
967	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
968	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
969	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
970	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
971	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
972	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
973	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
974	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
975	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
976	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
977	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
978	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$

979	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
980	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
981	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
982	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
983	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
984	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
985	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
986	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
987	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
988	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
989	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
990	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
991	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
992	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
993	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
994	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
995	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
996	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
997	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
998	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
999	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1000	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1001	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$

1002	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
1003	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1004	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1005	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
1006	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1007	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1008	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1009	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
1010	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1011	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
1012	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1013	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
1014	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1015	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1016	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
1017	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1018	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1019	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
1020	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
1021	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1022	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1023	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1024	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$

1025	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1026	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1027	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
1028	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1029	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1030	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
1031	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
1032	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1033	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1034	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1035	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
1036	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1037	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1038	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
1039	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
1040	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1041	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1042	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
1043	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
1044	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1045	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1046	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1047	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$

1048	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1049	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
1050	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1051	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
1052	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1053	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
1054	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1055	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1056	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1057	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1058	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
1059	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1060	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
1061	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1062	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1063	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1064	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
1065	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1066	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
1067	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1068	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1069	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1070	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$

1071	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
1072	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1073	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1074	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1075	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
1076	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1077	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1078	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1079	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1080	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1081	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1082	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
1083	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
1084	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1085	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1086	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
1087	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1088	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1089	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
1090	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
1091	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1092	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1093	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$

1094	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1095	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1096	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1097	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
1098	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
1099	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1100	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
1101	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1102	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1103	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1104	-1	$-0.0000 + 1.0000i$	1	$-0.0000 - 1.0000i$
1105	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1106	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
1107	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1108	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
1109	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1110	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
1111	-1	$1.0000 + 0.0000i$	-1	$1.0000 - 0.0000i$
1112	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1113	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1114	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
1115	1	$-1.0000 - 0.0000i$	1	$-1.0000 + 0.0000i$
1116	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$

1117	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1118	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
1119	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
1120	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1121	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1122	-1	$0.0000 - 1.0000i$	1	$0.0000 + 1.0000i$
1123	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1124	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1125	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1126	1	$-0.0000 + 1.0000i$	-1	$-0.0000 - 1.0000i$
1127	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1128	1	$-0.0000 - 1.0000i$	-1	$-0.0000 + 1.0000i$
1129	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1130	-1	$-0.0000 - 1.0000i$	1	$-0.0000 + 1.0000i$
1131	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1132	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1133	-1	$-1.0000 - 0.0000i$	-1	$-1.0000 + 0.0000i$
1134	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1135	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1136	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1137	1	$1.0000 + 0.0000i$	1	$1.0000 - 0.0000i$
1138	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1139	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$

1140	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$
1141	1	$1.0000 - 0.0000i$	1	$1.0000 + 0.0000i$
1142	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1143	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1144	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
1145	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1146	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1147	-1	$1.0000 - 0.0000i$	-1	$1.0000 + 0.0000i$
1148	1	$0.0000 - 1.0000i$	-1	$0.0000 + 1.0000i$
1149	-1	$-1.0000 + 0.0000i$	-1	$-1.0000 - 0.0000i$
1150	1	$0.0000 + 1.0000i$	-1	$0.0000 - 1.0000i$
1151	1	$-1.0000 + 0.0000i$	1	$-1.0000 - 0.0000i$
1152	-1	$0.0000 + 1.0000i$	1	$0.0000 - 1.0000i$

表A

【符號說明】

【0204】100：通信系統

102、102a、102b、102c、102d：無線傳輸/接收單元（WTRU）

103、104、105：無線電存取網路（RAN）

106、107、109：核心網路

108：公共交換電話網路（PSTN）

110：網際網路

112：其他網路

- 114a、114b：基地台
- 115、116、117：空中介面
- 118：處理器
- 120：收發器
- 122：傳輸/接收元件
- 124：揚聲器/麥克風
- 126：數位鍵盤
- 128：顯示器/觸控板
- 130：不可移式記憶體
- 132：可移式記憶體
- 134：電源
- 136：全球定位系統（GPS）晶片組
- 138：週邊裝置
- 139：管理單元
- 140a、140b、140c：節點 B
- 142a、142b：無線電網路控制器（RNC）
- 144：媒體閘道（MGW）
- 146：行動交換中心（MSC）
- 148：服務 GPRS 節點交換中心（SGSN）
- 150：閘道 GPRS 支援節點（GGSN）
- 160a、160b、160c：e 節點 B
- 162：移動性管理閘道（MME）
- 164：服務閘道（SGW）
- 166：封包資料網路（PDN）閘道

X2、S1：介面

180a、180b、180c：基地台

182：存取服務網路（ASN）閘道

184：行動 IP 本地代理（MIP-HA）

186：驗證、授權、記帳（AAA）伺服器

188：閘道

R1、R3、R6、R8：參考點

601：PHY 訊框類型

602：訊號載波訊框類型

603：低功率單載波 PHY 訊框類型

604：OFDM PHY 訊框類型

605、705：短訓練欄位（STF）

606、706、1803、1804、1901、1902：頻道估計欄位（CEF）

801、1801：波束成形訓練欄位

802：自動增益控制（AGC）子欄位

803：訓練-接收/傳輸（TRN-RT）欄位

804：TRN-R/T 子欄位

805：頻道估計（CE）子欄位

900：資料資訊位元

901、903、905、907、909、911、913、915、917、3810、3820、3830、3910、

3920、4010、4020、4030、4040：操作

902：編碼器解析器

904：編碼器

906：空間解析器

908：空間流（SS）

910：星座映射器

912：空間映射器

914：多載波調變器

916：數位/類比轉換器

918：類比預編碼器

1701、1702、1801、1802、2201、2202、2203、2204：流

1703：舊有標頭



201720219

申請日: 105/09/07

【發明摘要】

IPC分類: *H04W 88/10* (2009.01)
H04W 74/00 (2009.01)
H04B 17/309 (2015.01)

【中文發明名稱】多輸入多輸出 (MIMO) 通訊中頻道估計和同時成束訓練方法、裝置及系統

【英文發明名稱】Methods, Apparatus And Systems For Channel Estimation And Simultaneous Beamforming Training For Multi-Input Multi-Output (MIMO) Communications

【中文】

所提供的是能在無線網路中賦能用於多輸入多輸出 (MIMO) 通信的一個以上的頻道的頻道估計的方法、裝置和系統。該方法包括：確定包括與第一頻道相關聯的第一頻道估計訊號的第一複數集合、確定包括與第二頻道相關聯的第二頻道估計訊號的第二複數集合、以及經由實體層 (PHY) 訊框來傳送該第一複數集合和該第二複數集合，其中該第二複數集合是該第一複數集合的複共軛。

【英文】

Methods, apparatuses, and systems to enable a channel estimation of more than one channel for Multi-Input Multi-Output (MIMO) communications in a wireless network is provided. The method includes determining a first set of complex numbers comprising first channel estimation signal associated with a first channel, determining a second set of complex numbers comprising second channel estimation signal associated with a second channel, and transmitting the first set of complex numbers and the second set of complex numbers via a physical layer (PHY) frame, wherein the

second set of complex numbers are complex conjugates of the first set of complex numbers.

【指定代表圖】第 25 圖

【代表圖之符號簡單說明】

CEF：頻道估計欄位

STF：短訓練欄位

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種供一電子裝置在一無線網路中傳送用於一多輸入多輸出（MIMO）通信的一個以上的頻道的頻道估計的一資訊的方法，該方法包括：

確定包括與一第一頻道相關聯的一第一頻道估計訊號的一第一複數集合；

確定包括與一第二頻道相關聯的一第二頻道估計訊號的一第二複數集合；

經由一實體層（PHY）訊框來傳送該第一複數集合和該第二複數集合，

其中該第二複數集合是該第一複數集合的一複共軛。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中與該第一頻道相關聯的該第一頻道估計訊號包括用於估計該第一頻道的一序列，以及

其中與該第二頻道相關聯的該第二頻道估計訊號包括用於估計該第二頻道的一序列。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該第一複數集合是一 $\pi/2$ 二進位相移鍵控（BPSK）調變的格雷互補序列。

【第4項】 如申請專利範圍第 3 項所述的方法，其中該格雷互補序列包括 K 個格雷互補配對{Ga, Gb}，以及其中 Gu 和 Gv 是從{Ga, Gb}建構的一長度 L 序列。

【第5項】 如申請專利範圍第 4 項所述的方法，其中該第一頻道估計訊號和該第二頻道估計頻道包括一個或多個頻道估計欄位（CEF），其中該一個或多個 CEF 包括 Gu、Gv、-Ga 和 -Gb 中的任一者。

【第6項】 如申請專利範圍第 3 項所述的方法，其中該格雷互補序列中的任一元素都具有大小為 32、64、128、256 和 512 位元的任一長度。

【第7項】 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該第一頻道估計訊號包括任何數量的一第一短訓練欄位（STF）以及任何數量的一第一頻道估計欄位（CEF），以及

其中該第二頻道估計訊號包括任何數量的一第二 STF 以及任何數量的一第二 CEF。

【第8項】 如申請專利範圍第7項所述的方法，其中該第一頻道是基於第一 CEF 中的一個或多個而被估計，並且該第二頻道是基於第二 CEF 中的一個或多個而被估計。

【第9項】 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中該第一頻道和該第二頻道是為另一個電子裝置所要使用的每一個天線而被確定，以及其中該其他電子裝置被配置為經由一實體層 (PHY) 訊框接收該第一複數集合和該第二複數集合。

【第10項】 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中該 PHY 訊框包括一 802.11 實體層聚合協定 (PLCP) 協定資料單元 (PDU)。

【第11項】 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中該第一頻道估計訊號和該第二頻道估計訊號被包括在該 PHY 訊框的一前導碼、一中間碼以及一後同步碼中的一個或多個之中，

其中該前導碼、該中間碼以及該後同步碼中的該一個或多個包括一 CEF，

其中可被一站 (STA) 使用的一頻道是基於該 CEF 而被估計，以及

其中該 PHY 訊框是一控制 PHY 訊框、一正交分頻多工 (OFDM) PHY 訊框、一低功率 (LP) 單載波 (SC) PHY 訊框或一 SC PHY 訊框其中之一。

【第12項】 如申請專利範圍第1項所述的方法，更包括：

產生包括用於估計該第一頻道的該序列的該第一複數集合；

產生包括用於估計該第二頻道的該序列的該第二複數集合；以及

產生包括該第一複數集合和該第二複數集合的該 PHY 訊框，

其中該 PHY 訊框被配置為包括與該第一頻道估計訊號相對應的一舊有前導碼和一舊有標頭以及與該第一頻道估計訊號和該第二頻道估計訊號兩者相對應的一多流 (MS) 前導碼和一 MS 標頭。

【第13項】如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該 PHY 訊框被配置為包含與該第一頻道估計訊號相對應的一舊有前導碼和一舊有標頭，以及與該第一頻道估計訊號和該第二頻道估計訊號兩者相對應的一 MS 前導碼和一 MS 標頭。

【第14項】如申請專利範圍第 13 項所述的方法，其中該舊有前導碼包括一個或多個舊有 STF 以及一個或多個舊有 CEF，以及

其中該 MS 前導碼包括一個或多個 MS STF 以及一個或多個 MS CEF。

【第15項】如申請專利範圍第 13 項所述的方法，其中該 MS 標頭表明了該訊框中的一空間流數量，以及

其中該空間流數量包括與該 MS 前導碼中的一 CEF 數量 N 有關的一資訊。

【第16項】如申請專利範圍第 15 項所述的方法，其中該 MS 前導碼中的該 CEF 數量 N 與用於該 MIMO 通信的一空間流數量 M 對應。

【第17項】如申請專利範圍第 16 項所述的方法，其中 $N=M$ ，以及

其中該舊有標頭包括一附加 CEF。

【第18項】如申請專利範圍第 16 項所述的方法，其中 N 小於 M ，

其中該舊有 CEF 被用於頻道估計，以及

其中該附加 CEF 與一正交矩陣相乘。

【第19項】如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中該第一 CEF 和該第二 CEF 中的任一者被擴展，或者其中該第一 CEF 和該第二 CEF 中的任一者被減小，以便改善或提升一訊號雜訊比（SNR）。

【第20項】如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中一擴展的 CEF 是藉由為該擴展的 CEF 附加該第一複數集合或該第二複數集合中的任一者而被擴展的該第一 CEF 中的任一者或該第二 CEF 中的任一者，或者

其中附加於該擴展的 CEF 的該第一複數集合和該第二複數集合中的任一者是被包括在該擴展的 CEF 中的一複數的一重複。

【第21項】如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中該第一 CEF 和該第二 CEF 中的任一者是藉由將一循環字尾附加於該第一 CEF 和該第二 CEF 中的一相應者而分別被擴展的。

【第22項】如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中該第一 CEF 和該第二 CEF 中的任一者被減小，以及

其中該第一 CEF 和該第二 CEF 是藉由將該第一 CEF 和該第二 CEF 的一相應者限制到一定數量的該第一複數集合或該第二複數集合中任一者而被減小的。

【第23項】如申請專利範圍第 7 項所述的方法，其中該一個或多個第一 CEF 以及該一個或多個第二 CEF 中的該任一者是基於以下任一者而被配置的：不同的方式、類型，及/或一個或多個參數，

其中該一個或多個第一 CEF 以及該一個或多個第二 CEF 中的任一者的一尺寸被配置或改變，

其中與一 CEF 的一配置相關的一資訊是由另一個電子裝置傳訊的，

其中與該 CEF 的該配置相關的該資訊包括關於以下任一者的一資訊：不同的方式、類型、及/或一個或多個參數，以及

其中與一 CEF 的一配置有關的該資訊是由一 CEF 組合以及組合的 CEF 的一模式中的任一者表明的。

【第24項】如申請專利範圍第 16 項所述的方法，其中該空間流數量 M 等於 4，

其中一第一空間流對應於該第一頻道，一第二空間流對應於該第二頻道，一第三空間流對應於一第三頻道，以及一第四空間流對應於一第四頻道。

【第25項】如申請專利範圍第 24 項所述的方法，其中與該第一頻道相關聯的頻道估計訊號包括 $[V_{11} * CEF, V_{12} * CEF]$ ，

其中與該第二頻道相關的頻道估計訊號包括 $[V_{21} * CEF, V_{22} * CEF]$ ，

其中與該第三頻道相關聯的一頻道估計訊號包括[V11*conjugate(CEF), V12* conjugate(CEF)]，

其中與該第四頻道相關聯的一頻道估計訊號包括[V11* conjugate(CEF), V12* conjugate(CEF)]，以及

其中 V11、V12、V21 以及 V22 形成了一 2x2 正交矩陣。

【第26項】一種供一電子裝置在一無線網路中執行用於一多輸入多輸出（MIMO）通信的一個以上的頻道的一頻道估計的方法，該方法包括：

接收包括一第一頻道估計訊號的一第一複數集合以及包括一第二頻道估計訊號的一第二複數集合；以及

基於該第一頻道估計訊號來確定一第一頻道，並且基於該第二頻道估計訊號來確定一第二頻道，

其中該第一複數集合和該第二複數集合是經由一實體層（PHY）訊框接收的，以及

其中該第二複數集合是該第一複數集合的一複共軛。

【第27項】如申請專利範圍第 26 項所述的方法，其中該第一複數集合是一 $\pi/2$ 二進位相移鍵控（BPSK）調變的格雷互補序列。

【第28項】一種供一電子裝置在一無線網路中執行用於一多輸入多輸出（MIMO）通信的傳輸波束成型的方法，該方法包括：

執行一扇區級拂掠（SLS）以及波束精化協定（BRP）來識別用於一個或多個站（STA）中所有 STA 的一波束；

識別在一相鄰波束中設置的一第一 STA 和一第二 STA；

使用包括與一第一頻道相對應的一第一流的一資訊以及與一第二頻道相對應的一第二流的一資訊的一實體層（PHY）訊框來向該第一 STA 和該第二 STA 傳送一多使用者傳輸；以及

在該 PHY 訊框中同時向該第一 STA 和該第二 STA 傳送一使用者特定資訊，
其中該 PHY 訊框包括一舊有短訓練欄位（STF）、一長訓練欄位（LTF）
以及與該第一流和該第二流兩者有關的一訊號（SIG），以及

其中該 PHY 訊框包括一公共標頭，該公共標頭包括與該一個或多個 STA 有關的一資訊以及將該第一流與該第一 STA 相關聯並且將該第二流與該第二 STA 相關聯的一資訊。

【第29項】如申請專利範圍第 28 項所述的方法，其中與該 BRP 拂掠相對應的一 BRP 訊息被包括在該 PHY 訊框中，

其中該 BRP 訊息包括與該第一流相對應的一第一組波束訓練欄位以及與該第二流相對應的一第二組波束訓練欄位，以及

其中該第一組波束訓練欄位和該第二組波束訓練欄位彼此具有一零互相關區域以及一零自相關區域。

【第30項】如申請專利範圍第 28 項所述的方法，其中用於表明是否使用支援同時接收/傳輸（R/T）波束成形訓練的複數調變序列的一複共軛的資訊被包含在該 PHY 訊框中，或者會在傳輸該 PHY 訊框之前被傳訊。

【第31項】一種電子裝置，其被配置為在一無線網路中傳送針對用於一多輸入多輸出（MIMO）通信的多於一個頻道的一頻道估計的一資訊，該電子裝置包括：

一處理器，其被配置為：

確定包括與一第一頻道相關聯的一第一頻道估計訊號的一第一複數集合，以及

確定包括與一第二頻道相關聯的一第二頻道估計訊號的一第二複數集合，以及

一傳輸器，其被配置為：

經由一實體層（PHY）訊框來傳送該第一複數集合和該第二複數集合，

其中該第二複數集合是該第一複數集合的一複共軛。

【第32項】如申請專利範圍第 31 項所述的電子裝置，其中與一第一頻道相關聯的第一頻道估計訊號包括用於估計該第一頻道的一序列，以及

其中與一第二頻道相關聯的第二頻道估計訊號包括用於估計該第二頻道的一序列。

【第33項】如申請專利範圍第 31 項所述的電子裝置，其中該第一複數集合是一 $\pi/2$ 二進位相移鍵控（BPSK）調變的格雷互補序列。

【第34項】如申請專利範圍第 33 項所述的電子裝置，其中該格雷互補序列包括 K 個格雷互補配對{Ga, Gb}，以及其中 Gu 和 Gv 是從{Ga, Gb}建構的一長度 L 序列。

【第35項】如申請專利範圍第 34 項所述的電子裝置，其中該第一頻道估計訊號和該第二頻道估計頻道包括一個或多個頻道估計欄位（CEF），其中該一個或多個 CEF 包括 Gu、Gv、-Ga 和 -Gb 中的任一者。

【第36項】如申請專利範圍第 33 項所述的電子裝置，其中該格雷互補序列中的任意元素都具有大小為 32、64、128、256 和 512 位元的任何長度。

【第37項】如申請專利範圍第 31 項所述的電子裝置，其中該第一頻道估計訊號包括任何數量的第一短訓練欄位（STF）以及任何數量的第一頻道估計欄位（CEF），以及

其中該第二頻道估計訊號包括任何數量的第二 STF 以及任何數量的第二 CEF。

【第38項】如申請專利範圍第 37 項所述的電子裝置，其中該第一頻道是基於第一 CEF 中的一個或多個而被估計，並且該第二頻道是基於第二 CEF 中的一個或多個而被估計。

【第39項】如申請專利範圍第 31 項所述的電子裝置，其中該第一頻道和該第二頻道是為另一個電子裝置所要使用的每一個天線確定的，以及其中該其他電子裝置被配置為經由一實體層（PHY）訊框接收該第一複數集合和該第二複數集合。

【第40項】如申請專利範圍第 31 項所述的電子裝置，其中該 PHY 訊框包括一 802.11 實體層聚合協定（PLCP）協定資料單元（PDU）。

【第41項】如申請專利範圍第 31 項所述的電子裝置，其中該第一頻道估計訊號和該第二頻道估計訊號被包括在該 PHY 訊框的一前導碼、一中間碼以及一後同步碼中的一個或多個之中，

其中該前導碼、該中間碼以及該後同步碼中的該一個或多個包括一 CEF，其中可被一站（STA）使用的一頻道是基於該 CEF 而被估計，以及

其中該 PHY 訊框是一控制 PHY 訊框、一正交分頻多工（OFDM）PHY 訊框、一低功率（LP）單載波（SC）PHY 訊框或一 SC PHY 訊框其中之一。

【第42項】如申請專利範圍第 31 項所述的電子裝置，其中該處理器被配置為：

產生包括用於估計該第一頻道的該序列的該第一複數集合；

產生包括用於估計該第二頻道的該序列的該第二複數集合；以及

產生包括該第一複數集合和該第二複數集合的該 PHY 訊框，

其中該 PHY 訊框被配置為包括與該第一頻道估計訊號相對應的一舊有前導碼和一舊有標頭以及與該第一頻道估計訊號和該第二頻道估計訊號兩者相對應的一多流（MS）前導碼和一 MS 標頭。

【第43項】如申請專利範圍第 31 項所述的電子裝置，其中該 PHY 訊框被配置為包含與該第一頻道估計訊號相對應的一舊有前導碼和一舊有標頭以及與該第一頻道估計訊號和該第二頻道估計訊號兩者相對應的一 MS 前導碼和一 MS 標頭。

【第44項】如申請專利範圍第 43 項所述的電子裝置，其中該舊有前導碼包括一個或多個舊有 STF 以及一個或多個舊有 CEF，以及

其中該 MS 前導碼包括一個或多個 MS STF 以及一個或多個 MS CEF。

【第45項】如申請專利範圍第 43 項所述的電子裝置，其中該 MS 標頭表明該訊框中的一空間流數量，以及

其中該空間流數量包括與該 MS 前導碼中的一 CEF 數量 N 有關的一資訊。

【第46項】如申請專利範圍第 45 項所述的電子裝置，其中該 MS 前導碼中的該 CEF 數量 N 對應於用於該 MIMO 通信的一空間流數量 M 。

【第47項】如申請專利範圍第 46 項所述的電子裝置，其中 $N=M$ ，以及

其中該舊有標頭包括一附加 CEF。

【第48項】如申請專利範圍第 46 項所述的電子裝置，其中 N 小於 M ，

其中該舊有 CEF 被用於頻道估計，以及

其中該附加 CEF 與一正交矩陣相乘。

【第49項】如申請專利範圍第 37 項所述的電子裝置，其中該第一 CEF 和該第二 CEF 中的任一者被擴展，或者其中該第一 CEF 和該第二 CEF 中的任一者被減小，以便改善或提升一訊號雜訊比（SNR）。

【第50項】如申請專利範圍第 37 項所述的電子裝置，其中一擴展的 CEF 是藉由為該擴展的 CEF 附加該第一複數集合或該第二複數集合中的任一者而被擴展的該第一 CEF 中的任一者或該第二 CEF 中的任一者，或者

其中附加於該擴展的 CEF 的該第一複數集合和該第二複數集合中的任一者是在該擴展的 CEF 中包含的一複數的一重複。

【第51項】如申請專利範圍第 37 項所述的電子裝置，其中該第一 CEF 和該第二 CEF 中的任一者是藉由將一循環字尾附加於該第一 CEF 和該第二 CEF 中的一相應者而被擴展的。

【第52項】如申請專利範圍第 37 項所述的電子裝置，其中該第一 CEF 和該第二 CEF 中的任一者被減小，以及

其中該第一 CEF 和該第二 CEF 是藉由將的該第一 CEF 和該第二 CEF 中的一相應者限制到一定數量的所述第一複數集合或該第二複數集合中的任一者而被減小的。

【第53項】如申請專利範圍第 37 項所述的電子裝置，其中該一個或多個第一 CEF 以及該一個或多個第二 CEF 中的任一者是基於以下任一者而被配置：不同的方式、類型，及/或一個或多個參數，

其中該一個或多個第一 CEF 以及該一個或多個第二 CEF 中的任一者的一尺寸被配置或改變，

其中與一 CEF 的一配置相關的一資訊是由另一個電子裝置傳訊的，

其中與該 CEF 的該配置相關的該資訊包括關於以下任一者的資訊：不同的方式、類型、及/或一個或多個參數，以及

其中與一 CEF 的一配置有關的一資訊是由一 CEF 組合以及組合的 CEF 的一種模式中的任一者表明的。

【第54項】如申請專利範圍第 46 項所述的電子裝置，其中該空間流數量 M 等於 4，

其中一第一空間流對應於該第一頻道，一第二空間流對應於該第二頻道，一第三空間流對應於一第三頻道，以及一第四空間流對應於一第四頻道。

【第55項】如申請專利範圍第 54 項所述的電子裝置，其中與該第一頻道相關聯的頻道估計訊號包括 $[V11*CEF, V12*CEF]$ ，

其中與該第二頻道相關的頻道估計訊號包括 $[V21*CEF, V22*CEF]$ ，

其中與該第三頻道相關聯的頻道估計訊號包括 $[V11*\text{conjugate}(CEF), V12*\text{conjugate}(CEF)]$ ，

其中與該第四頻道相關聯的頻道估計訊號包括[V11* conjugate(CEF), V12* conjugate(CEF)]，以及

其中 V11、V12、V21 以及 V22 形成一 2x2 正交矩陣。

【第56項】一種電子裝置，其被配置為在無線網路中執行針對用於一多輸入多輸出（MIMO）通信的一個以上的頻道的一頻道估計，該電子裝置包括：

一接收器，其被配置為接收包括一第一頻道估計訊號的一第一複數集合以及包括一第二頻道估計訊號的一第二複數集合，以及

一處理器，其被配置為基於該第一頻道估計訊號來確定一第一頻道，並且基於該第二頻道估計訊號來確定一第二頻道，

其中該第一複數集合和該第二複數集合是經由一實體層（PHY）訊框而被接收，以及

其中該第二複數集合是該第一複數集合的一複共軛。

【第57項】如申請專利範圍第 56 項所述的電子裝置，其中該第一複數集合是一 $\pi/2$ 二進位相移鍵控（BPSK）調變的格雷互補序列。

【第58項】一種電子裝置，其被配置為在一無線網路中執行用於一多輸入多輸出（MIMO）通信的傳輸波束成形，該電子裝置包括：

一處理器，其被配置為：

執行一扇區級拂掠（SLS）以及波束精化協定（BRP）以識別用於一個或多個站（STA）中的所有 STA 的一波束，

識別在相鄰波束中設置的一第一 STA 和一第二 STA，

使用包括與一第一頻道相對應的一第一流的一資訊和與一第二頻道相對應的一第二流的一資訊的一實體層（PHY）訊框以向該第一 STA 和該第二 STA 傳送一多使用者傳輸，以及

在該 PHY 訊框中同時向該第一 STA 和該第二 STA 傳送一使用者特定資訊，

其中該 PHY 訊框包括一舊有的短訓練欄位 (STF)、一長訓練欄位 (LTF) 以及該第一流和該第二流上的一訊號 (SIG)，以及

其中該 PHY 訊框包括一公共標頭，該公共標頭包括與該一個或多個 STA 有關的一資訊以及將該第一流與該第一 STA 相關聯並且將該第二流與該第二 STA 相關聯的一資訊。

【第59項】如申請專利範圍第 58 項所述的電子裝置，其中與該 BRP 拂掠相對應的一 BRP 訊息被包括在該 PHY 訊框中，

其中該 BRP 訊息包括與該第一流相對應的一第一組波束訓練欄位以及與該第二流相對應的一第二組波束訓練欄位，以及

其中該第一組波束訓練欄位和該第二組波束訓練欄位彼此具有一零互相關區域以及一零自相關區域。

【第60項】如申請專利範圍第 58 項所述的電子裝置，其中表明是否使用支援同時接收/傳輸 (R/T) 波束成形訓練的複數調變序列的複共軛的一資訊被包括在該 PHY 訊框中、或者會在傳輸該 PHY 訊框之前傳訊。

