

- 118：饋入線
- 120：無線通訊單元
- 121：資料信號
- 122：控制器
- 123：控制信號
- 127：基頻信號
- 128：控制信號
- 129：基頻信號
- 130：第一 RF 鏈
- 131：RF 信號
- 132：降頻轉換器
- 133：基頻至 RF 轉換器/BB2RF 轉換器
- 134：分離器
- 135：第一天線子陣列
- 136：加法器
- 137：第一方向波束
- 138：增頻轉換器
- 139：第一方向
- 140：第二 RF 鏈
- 141：RF 信號
- 143：基頻至 RF 轉換器/BB2RF 轉換器
- 145：第二天線子陣列
- 147：第二方向波束
- 149：第二方向
- 150：基頻
- 152：基頻處理鏈
- 153：頻域延遲模組
- 154：基頻處理鏈
- 155：頻域延遲模組
- 157：複合方向波束
- 159：波束方向/方向
- 161：天線模組
- 162：天線模組
- 191：處理器
- 192：輸入單元
- 193：輸出單元

194：記憶體單元

195：儲存單元

(21) 申請案號：103101263

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 14 日

(51) Int. Cl. : **H01Q25/00 (2006.01)**

(30) 優先權：2013/01/21 美國 61/754,712

2013/04/08 美國 13/858,211

(71) 申請人：英特爾公司 (美國) INTEL CORPORATION (US)

美國

(72) 發明人：麥特塞夫 亞歷山大 MALTSEV, ALEXANDER (RU)；薩德里 艾里 S SADRI, ALI S. (US)；達威朵夫 艾利克斯 DAVYDOV, ALEXEI (RU)；瑟吉葉 法迪姆 SERGEYEV, VADIM (RU)；波迪里夫 安德烈 PUDEYEV, ANDREY (RU)

(74) 代理人：憚軼群；陳文郎

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：30 項 圖式數：10 共 82 頁

(54) 名稱

操控天線陣列之設備、系統及方法

APPARATUS, SYSTEM AND METHOD OF STEERING AN ANTENNA ARRAY

(57) 摘要

一些論證性實施例包括操控一天線陣列之設備、裝置系統及/或方法。舉例而言，一種設備可包括一基頻處理器，其包括多個基頻處理鏈以處理待經由一天線陣列之多個天線模組傳遞之信號，其中該等基頻處理鏈包括多個頻域延遲模組，該等延遲模組中之一頻域延遲模組待將一時間延遲施加至待經由該等多個天線模組中之一天線模組傳遞的一信號。

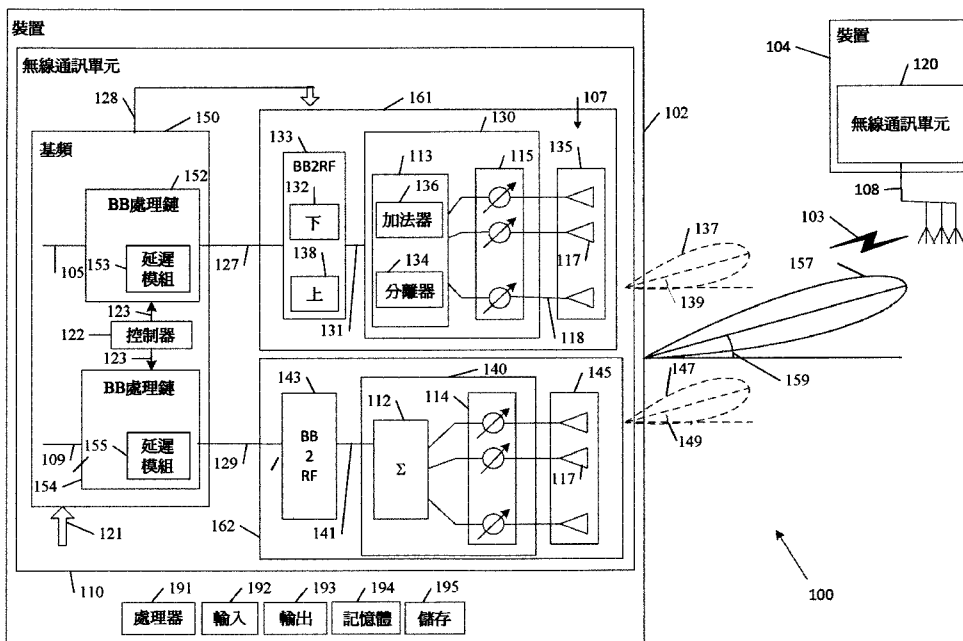


圖1

- 100：系統
- 102：無線通訊裝置
- 103：無線通訊鏈路
- 104：無線通訊裝置
- 105：資料信號
- 107：天線
- 108：天線
- 109：資料信號
- 110：無線通訊單元
- 112：加法器/分離器區塊
- 113：加法器/分離器區塊
- 114：相移器
- 115：相移器
- 117：天線元件

發明摘要

※ 申請案號：103101263

※ 申請日：103.1.14

※IPC 分類：H01Q 25/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

操控天線陣列之設備、系統及方法 / APPARATUS, SYSTEM AND METHOD OF STEERING AN ANTENNA ARRAY

【中文】

一些論證性實施例包括操控一天線陣列之設備、裝置系統及/或方法。舉例而言，一種設備可包括一基頻處理器，其包括多個基頻處理鏈以處理待經由一天線陣列之多個天線模組傳遞之信號，其中該等基頻處理鏈包括多個頻域延遲模組，該等延遲模組中之一頻域延遲模組待將一時間延遲施加至待經由該等多個天線模組中之一天線模組傳遞的一信號。

【英文】

Some demonstrative embodiments include apparatuses, devices systems and/or methods of steering an antenna array. For example, an apparatus may include a baseband processor including a plurality of baseband processing chains to process signals to be communicated via a plurality of antenna modules of an antenna array, wherein the baseband processing chains include a plurality of frequency domain delay modules, a frequency domain delay module of the delay modules is to apply a time delay to a signal to be communicated via an antenna module of the plurality of antenna modules.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100...系統	136...加法器
102、104...無線通訊裝置	137...第一方向波束
103...無線通訊鏈路	138...增頻轉換器
105、109、121...資料信號	139...第一方向
107、108...天線	140...第二RF鏈
110、120...無線通訊單元	145...第二天線子陣列
112、113...加法器/分離器區塊	147...第二方向波束
114、115...相移器	149...第二方向
117...天線元件	150...基頻
118...饋入線	152、154...基頻處理鏈
122...控制器	153、155...頻域延遲模組
123、128...控制信號	157...複合方向波束
127、129...基頻信號	159...波束方向/方向
130...第一RF鏈	161、162...天線模組
131、141...RF信號	191...處理器
132...降頻轉換器	192...輸入單元
133、143...基頻至RF轉換器/BB2RF 轉換器	193...輸出單元
134...分離器	194...記憶體單元
135...第一天線子陣列	195...儲存單元

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

操控天線陣列之設備、系統及方法 / APPARATUS,
SYSTEM AND METHOD OF STEERING AN ANTENNA
ARRAY

【技術領域】

發明領域

[0001]本文中描述之實施例大體係關於操控一天線陣列。

【先前技術】

發明背景

[0002]一些無線通訊系統可經由毫米波(mmWave)頻帶(例如，60 GHz頻帶)通訊。與較低頻帶(例如，2.4 GHz至5 GHz之頻帶)相比，mmWave傳播具有幾個主要的與眾不同特徵。舉例而言，mmWave傳播可具有比在較低頻帶中之傳播損失大的傳播損失，且可具有準光學傳播性質。

[0003]mmWave通訊系統可使用高增益方向天線補償大的路徑損失及/或使用波束操控技術。適當天線系統及/或進一步信號處理之設計可為mmWave通訊系統發展之重要態樣。

[0004]多元件相控天線陣列可用於(例如)方向天線型樣之創造。相控天線陣列可形成指向性天線型樣或波束，可藉由將適當信號相位設定在天線元件來操控指向性天線

型樣或波束。

【發明內容】

[0005] 依據本發明之一實施例，係特地提出一種設備，其包含：一基頻處理器，其包括多個基頻處理鏈以處理待經由一天線陣列之多個天線模組傳遞之信號，其中該等基頻處理鏈包括多個頻域延遲模組，該等延遲模組中之一頻域延遲模組待將一時間延遲施加至待經由該等多個天線模組中之一天線模組傳遞的一信號。

【圖式簡單說明】

[0006] 爲了說明之簡單且清晰，在圖中展示之元件未必按比例繪製。舉例而言，爲了陳述之清晰，元件中的一些之尺寸可能相對於其他元件被誇示。此外，在該等圖中可重複參考數字以指示對應的或相似元件。以下列出諸圖。

[0007] 圖1爲根據一些論證性實施例的系統之示意性方塊圖說明。

[0008] 圖2A、圖2B及圖2C爲根據一些論證性實施例的相控陣列天線之信號特性之示意性說明。

[0009] 圖3爲根據一些論證性實施例的相控陣列天線之波束角分散之示意性說明。

[0010] 圖4爲根據一些論證性實施例的頻域延遲區塊之示意性說明。

[0011] 圖5A、圖5B及圖5C爲根據一些論證性實施例的三個各別頻域處理方案之示意性說明。

[0012] 圖6爲根據一些論證性實施例的正交分頻多工

(OFDM)傳輸器之示意性說明。

[0013] 圖7A、圖7B、圖7C、圖7D及圖7E為根據一些論證性實施例的OFDM符號結構之示意性說明。

[0014] 圖8為根據一些論證性實施例的單載波頻域等化(SC-FDE)傳輸器之示意性說明。

[0015] 圖9為根據一些論證性實施例的操控天線陣列之方法之示意性流程圖說明。

[0016] 圖10為根據一些論證性實施例的一製品之示意性說明。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

[0017] 在以下詳細描述中，闡明眾多具體細節以便提供對一些實施例之透徹理解。然而，一般熟習此項技術者應理解，可在無此等具體細節之情況下實踐一些實施例。在其他情況下，尙未詳細描述熟知方法、程序、組件、單元及/或電路以便不使論述難懂。

[0018] 本文中利用諸如「處理」、「運算」、「計算」、「判定」、「建立」、「分析」、「檢查」或類似者之術語的論述可指代表示為在電腦之暫存器及/或記憶體內的物理(例如，電子)量之資料及/或將資料變換成類似地表示為在電腦之暫存器及/或記憶體或可儲存執行操作及/或處理程序之指令之其他資訊儲存媒體內的物理量的其他資料之電腦、計算平台、計算系統或其他電子計算裝置之操作及/或處理程序。

[0019]如本文中使用的術語「多個(plurality及 plurality)」包括(例如)「多個(multiple)」或「兩個或兩個以上」。舉例而言，「多個項目」包括兩個或兩個以上項目。

[0020]對「一個實施例」、「一實施例」、「論證性實施例」、「各種實施例」等之參考指示如此描述之實施例可包括一特定特徵、結構或特性，但並非每一實施例有必要包括該特定特徵、結構或特性。另外，片語「在一個實施例中」之重複使用未必指同一實施例，但其可為同一實施例。

[0021]如本文中所使用，除非另有指定，否則使用序數形容詞「第一」、「第二」、「第三」等描述普通物件僅指示相似物件之不同個例正被提及，且並不意欲暗示如此描述之物件必須在時間上、空間上、排名中或以任一其他方式呈給定序列。

[0022]一些實施例可結合各種裝置及系統使用，例如，個人電腦(PC)、桌上型電腦、行動電腦、膝上型電腦、筆記型電腦、平板電腦、Ultrabook™電腦、伺服器電腦、手持型電腦、手持型裝置、個人數位助理(PDA)裝置、手持型PDA裝置、板面裝置、板外裝置、混合裝置、車載裝置、非車載裝置、行動或攜帶型裝置、消費型裝置、非行動或非攜帶型裝置、無線通訊台、無線通訊裝置、無線存取點(AP)、有線或無線路由器、有線或無線數據機、視訊裝置、音訊裝置、音訊-視訊(A/V)裝置、有線或無線網路、無線區域網路、無線視訊區域網路(WVAN)、區域網路(LAN)、無線LAN(WLAN)、個人區域網路(PAN)、無線PAN(WPAN)

及類似者。

[0023]可結合根據現有無線千兆聯盟(WGA)規範(無線千兆聯盟, Inc WiGig MAC及PHY說明書版本1.1, 2011年4月, 最終規範)及/或其未來版本及/或衍生操作之裝置及/或網路、根據現有IEEE 802.11標準(IEEE 802.11-2012, 針對資訊技術之IEEE標準--系統區域網路與都會網路之間的電信及資訊交換--具體要求第11部分:無線LAN媒體存取控制(MAC)及實體層(PHY)規範, 2012年3月29日; IEEE802.11任務群ac (TGac) (「IEEE802.11-09/0308r12 – TGac頻道模型附錄文件」); IEEE 802.11任務群ad (TGad) (針對資訊技術之IEEE P802.11ad標準-系統區域網路與都會網路之間的電信及資訊交換-具體要求-第11部分:無線LAN媒體存取控制(MAC)及實體層(PHY)規範-第3修正:60 GHz頻帶中極高輸送量增強))及/或其未來版本及/或衍生操作之裝置及/或網路、根據現有WirelessHD™規範及/或其未來版本及/或衍生操作之裝置及/或網路、為以上網路之部分的單元及/或裝置及類似者使用一些實施例。

[0024]可結合以下各者使用一些實施例:單向及/或雙向無線電通訊系統、蜂巢式無線電電話通訊系統、行動電話、蜂巢式電話、無線電話、個人通訊系統(PCS)裝置、併有無線通訊裝置之PDA裝置、行動或攜帶型全球定位系統(GPS)裝置、併有GPS接收器或收發器或晶片之裝置、併有RFID元件或晶片之裝置、多輸入多輸出(MIMO)收發器或裝置、單輸入多輸出(SIMO)收發器或裝置、多輸入單輸出

(MISO)收發器或裝置、具有一或多個內部天線及/或外部天線之裝置、數位視訊廣播(DVB)裝置或系統、多標準無線電裝置或系統、有線或無線手持型裝置(例如,智慧型手機)、無線應用程式協定(WAP)裝置或類似者。

[0025]一些實施例可結合一或多個類型之無線通訊信號及/或系統使用,例如,射頻(RF)、紅外線(IR)、分頻多工(FDM)、正交FDM (OFDM)、分時多工(TDM)、分時多重存取(TDMA)、延伸之TDMA (E-TDMA)、通用封包無線電服務(GPRS)、延伸之GPRS、分碼多重存取(CDMA)、寬頻CDMA (WCDMA)、CDMA 2000、單載波CDMA、多載波CDMA、多載波調變(MDM)、離散多載頻調(DMT)、Bluetooth®、全球定位系統(GPS)、Wi-Fi、Wi-Max、ZigBee™、超寬頻(UWB)、全球行動通訊系統(GSM)、2G、2.5G、3G、3.5G、4G、第五代(5G)行動網路、3GPP、長期演進(LTE)、進階式LTE、用於GSM演進之增強型資料速率(EDGE)或類似者。其他實施例可用於各種其他裝置、系統及/或網路中。

[0026]如本文中使用的術語「無線裝置」包括(例如)能夠無線通訊之裝置、能夠無線通訊之通訊裝置、能夠無線通訊之通訊台、能夠無線通訊之攜帶型或非攜帶型裝置或類似者。在一些論證性實施例中,無線裝置可為或可包括與電腦整合之周邊裝置,或附接至電腦之周邊裝置。在一些論證性實施例中,術語「無線裝置」可視情況包括無線服務。

[0027]如本文中關於無線通訊信號使用之術語「通訊」包括傳輸無線通訊信號及/或接收無線通訊信號。舉例而言，能夠傳遞無線通訊信號之無線通訊單元可包括將無線通訊信號傳輸至至少一其他無線通訊單元之無線傳輸器，及/或自至少一其他無線通訊單元接收無線通訊信號的無線通訊接收器。

[0028]一些論證性實施例可結合合適的有限範圍或短程無線通訊網路(例如，無線區域網路、「微網」、WPAN、WVAN及類似者)使用。其他實施例可結合任一其他合適的無線通訊網路使用。

[0029]一些論證性實施例可結合在60 GHz之頻帶上通訊的無線通訊網路使用。然而，其他實施例可利用任何其他合適的無線通訊頻帶來實施，例如，極高頻率(EHF)頻帶(毫米波(mmwave)頻帶)(例如，在20 GHz與300 GHz之間的頻帶內之頻帶)、WLAN頻帶、WPAN頻帶、根據WGA規範之頻帶及類似者。

[0030]如本文中使用的片語「點對點(PTP或P2P)通訊」可關於經由在一對裝置之間的無線鏈路(「點對點鏈路」)之裝置對裝置通訊。P2P通訊可包括(例如)經由在QoS基本服務集(BSS)內之直接鏈路、穿隧直接鏈路設置(TDLS)鏈路、在獨立基本服務集(IBSS)中之STA至STA通訊或類似者之無線通訊。

[0031]如本文中使用的術語「天線」可包括一或多個天線元件、組件、單元、總成及/或陣列之任一合適的組配、

結構及/或配置。在一些實施例中，天線可使用分開的傳輸與接收天線元件來實施傳輸與接收功能性。在一些實施例中，天線可使用共同的及/或整合的傳輸/接收元件來實施傳輸及接收功能性。天線可包括(例如)相控陣列天線、單一元件天線、一組交換式波束天線及/或類似者。

[0032]如本文中使用的片語「mmWave頻帶」可關於高於20 GHz之頻帶，例如，在於20 GHz與300 GHz之間的頻帶。如本文中使用的片語「方向多千兆(DMG)」及「方向頻帶(DBand)」可關於其中頻道開始頻率高於40 GHz之頻帶。

[0033]片語「DMG STA」及「mmWave STA (mSTA)」可關於具有在處於mmWave或DMG頻帶內之頻道上操作的無線電傳輸器之STA。

[0034]如本文中使用的術語「波束成形」可關於空間濾波機制，其可在傳輸器及/或接收器處用以改良一或多個屬性，例如，在意欲之接收器處的接收之信號功率或信雜比(SNR)。

[0035]現在對圖1進行參看，圖1根據一些論證性實施例示意性說明系統100之方塊圖。

[0036]在一些論證性實施例中，系統100可包括一無線通訊網路，該無線通訊網路包括能夠經由無線通訊鏈路(例如，經由無線電頻道、IR頻帶、RF頻道、無線保真(WiFi)頻道及類似者)傳遞內容、資料、資訊及/或信號之一或多個無線通訊裝置，例如，無線通訊裝置102及/或104。系統100

之一或多個元件可視情況能夠經由任何合適之有線通訊鏈路通訊。

[0037]在一些論證性實施例中，裝置102及/或104可包括能夠經由至少一無線通訊鏈路103傳遞內容、資料、資訊及/或信號之無線通訊單元。舉例而言，裝置102可包括無線通訊單元110且裝置104可包括無線通訊單元120。

[0038]在一些論證性實施例中，無線通訊單元110及/或120可分別包括一或多個天線107及108，或可分別與一或多個天線107及108相關聯。天線107及/或108可包括適合於傳輸及/或接收無線通訊信號、區塊、訊框、傳輸串流、封包、訊息及/或資料的任一類型之天線。舉例而言，天線107及/或108可包括一或多個天線元件、組件、單元、總成及/或陣列之任一合適的組配、結構及/或配置。天線107及/或108可包括(例如)適合於方向通訊(例如，使用波束成形技術)之天線。舉例而言，天線107及/或108可包括相控陣列天線、多元件天線、一組交換式波束天線及/或類似者。在一些實施例中，天線107及/或108可使用分開的傳輸與接收天線元件來實施傳輸與接收功能性。在一些實施例中，天線107及/或108可使用共同的及/或整合的傳輸/接收元件來實施傳輸及接收功能性。

[0039]在一些論證性實施例中，無線通訊裝置102及/或104可包括(例如)PC、桌上型電腦、行動電腦、膝上型電腦、筆記型電腦、平板電腦、Ultrabook™、伺服器電腦、手持型電腦、手持型裝置、PDA裝置、手持型PDA裝置、

板面裝置、板外裝置、混合裝置(例如，組合蜂巢式電話功能性與PDA裝置功能性)、消費型裝置、車載裝置、非車載裝置、行動或攜帶型裝置、非行動或非攜帶型裝置、行動電話、蜂巢式電話、PCS裝置、併有無線通訊裝置之PDA裝置、行動或攜帶型GPS裝置、DVB裝置、相對小的計算裝置、非桌上型電腦、「輕裝上陣、暢享生活」(CSLL)裝置、超行動裝置(UMD)、超行動PC (UMPC)、行動網際網路裝置(MID)、「Origami」裝置或計算裝置、支援動態組成運算(DCC)之裝置、情境意識裝置、視訊裝置、音訊裝置、A/V裝置、機上盒(STB)、Blu-ray碟(BD)播放器、BD記錄器、數位視訊碟(DVD)播放器、高清晰度(HD) DVD播放器、DVD記錄器、HD DVD記錄器、個人視訊記錄器(PVR)、廣播HD接收器、視訊源、音訊源、視訊儲集器、音訊儲集器、立體聲調諧器、廣播無線電接收器、平板顯示器、個人媒體播放器(PMP)、數位視訊攝影機(DVC)、數位音訊播放器、揚聲器、音訊接收器、音訊放大器、遊戲裝置、資料源、資料儲集器、數位靜態攝影機(DSC)、媒體播放器、智慧型手機、電視、音樂播放器或類似者。

[0040]裝置102及/或104亦可包括(例如)處理器191、輸入單元192、輸出單元193、記憶體單元194及儲存單元195中之一或多者。裝置102可視情況包括其他合適的硬體組件及/或軟體組件。在一些論證性實施例中，裝置102的組件中的一些或全部可圍封於一共同外殼或封裝中，且可使用一或多個有線或無線鏈路互連或可操作地相關聯。在其他

實施例中，裝置102之組件可分佈於多個或分開的裝置間。

[0041]處理器191包括(例如)中央處理單元(CPU)、數位信號處理器(DSP)、一或多個處理器核心、單核處理器、雙核處理器、多核處理器、微處理器、主機處理器、控制器、多個處理器或控制器、晶片、微晶片、一或多個電路、電路系統、邏輯單元、積體電路(IC)、特殊應用IC (ASIC)或任一其他合適的多用途或特定處理器或控制器。處理器191執行(例如)裝置102之作業系統(OS)及/或一或多個合適的應用程式之指令。

[0042]輸入單元192包括(例如)鍵盤、小鍵盤、滑鼠、觸控式螢幕、觸控墊、軌跡球、觸控筆、麥克風或其他合適的指標裝置或輸入裝置。輸出單元193包括(例如)監視器、螢幕、觸控式螢幕、平板顯示器、液晶顯示器(LCD)顯示單元、電漿顯示單元、一或多個音訊揚聲器或耳機或其他合適的輸出裝置。

[0043]記憶體單元194包括(例如)隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)、動態RAM (DRAM)、同步DRAM (SD-RAM)、快閃記憶體、依電性記憶體、非依電性記憶體、快取記憶體、緩衝器、短期記憶體單元、長期記憶體單元或其他合適的記憶體單元。儲存單元195包括(例如)硬碟機、軟碟機、緊密光碟(CD)機、CD-ROM碟機、DVD碟機或其他合適的抽取式或非抽取式儲存單元。例如，記憶體單元194及/或儲存單元195可儲存由裝置102處理之資料。

[0044] 在一些論證性實施例中，無線通訊鏈路103可包括直接鏈路(例如，P2P鏈路)以實現裝置102與104之間的直接通訊。

[0045] 在一些論證性實施例中，無線通訊鏈路103可包括經由mmWave頻帶(例如，DMG頻帶)之無線通訊鏈路。

[0046] 在一些論證性實施例中，無線通訊裝置102及/或104可執行mmWave STA(例如，DMG台(「DMG STA」))之功能性。舉例而言，無線通訊裝置102及/或104可經組配以經由DMG頻帶通訊。

[0047] 在一些論證性實施例中，無線通訊鏈路103可包括無線波束成形之鏈路。

[0048] 在一些論證性實施例中，無線通訊鏈路103可包括無線千兆(WiGig)鏈路。舉例而言，無線通訊鏈路103可包括在60 GHz頻帶上的無線波束成形之鏈路。

[0049] 在其他實施例中，無線通訊鏈路103可包括任一其他合適的鏈路，及/或可利用任一其他合適的無線通訊技術。

[0050] 在一些論證性實施例中，天線107可包括至少一天線陣列，該至少一天線陣列包括多個天線元件117。多個天線元件117可經組配(例如)用於高方向性天線型樣之創造。多個天線元件117可包括(例如)可按預定義之幾何形狀置放的約16至36個天線元件或任一其他數目個天線元件。該等多個天線元件117可經組配以形成高度指向性天線型樣或波束，可藉由將適當信號相位設定在天線元件117來操

控高度指向性天線型樣或波束，例如，如下所描述。

[0051] 在一些論證性實施例中，天線107可包括多個天線模組。舉例而言，天線107可包括第一天線模組161及第二天線模組162。在其他實施例中，天線107可包括任一其他數目個天線模組，例如，兩個以上天線模組。

[0052] 在一些論證性實施例中，天線模組161及/或162可包括射頻積體電路(RFIC)或可包括為RFIC之部分。

[0053] 在一些論證性實施例中，天線模組161可包括第一天線子陣列135，且天線模組162可包括第二天線子陣列145。

[0054] 如本文中使用的片語「天線子陣列」可關於該等多個天線元件117中之一群天線元件，該群天線元件可耦接(例如)至一共同RF鏈。在一個實例中，天線107可包括可劃分成多個(例如)獨立子陣列之一天線陣列，每一子陣列能夠獨立地產生方向波束。在另一實例中，天線107可包括多個不同天線陣列以產生多個方向波束。在另一實例中，天線107可包括多個不同天線陣列以組合地產生一單一方向波束。在另一實例中，天線107可包括兩個或兩個以上不同天線陣列。可將不同天線陣列中之一或多者劃分成兩個或兩個以上子陣列。

[0055] 在一些論證性實施例中，第一天線子陣列135可包括該等多個天線元件117中之第一多個天線元件，其經組配以形成在第一方向139上引導之第一方向波束137。

[0056] 在一些論證性實施例中，第二天線子陣列145可

包括該等多個天線元件117中之第二(例如，不同的)多個天線元件，其經組配以形成在第二方向149上引導之第二方向波束147。

[0057]在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可包括經組配以控制天線子陣列135及145之第一多個天線元件及第二多個天線元件的多個射頻(RF)鏈。

[0058]在一些論證性實施例中，該等多個RF鏈可耦接至該等多個天線子陣列。舉例而言，天線模組161可包括耦接至第一天線子陣列135之第一RF鏈130，且天線模組162可包括耦接至第二天線子陣列145之第二RF鏈140。在其他實施例中，無線通訊單元110可包括耦接至該等多個天線子陣列中之任何其他數目個天線子陣列的任何其他數目個RF鏈，例如，連接至兩個以上天線子陣列之兩個以上RF鏈。

[0059]在一些論證性實施例中，RF鏈130及/或140可經由多個饋入線118(其可為(例如)RFIC上之微帶饋入線)耦接至天線子陣列135及145。

[0060]在一些論證性實施例中，該等多個天線模組可實現兩個或兩個以上獨立信號之處理，例如，載運不同資料。舉例而言，天線模組161可處理RF信號131，且天線模組162可處理RF信號141。

[0061]在一些論證性實施例中，RF鏈130可包括經組配以調整天線子陣列135中之天線元件之相位的多個相移器115。舉例而言，相移器115中之一相移器可經組配以調整天線子陣列135中之一對應的天線元件。

[0062]舉例而言，天線子陣列135中之天線元件的相位可經移位(例如，由相移器115)以提供相長及/或相消干擾，經組配以改變天線子陣列135之波束成形方案，及改變方向波束137的方向。

[0063]在一些論證性實施例中，RF鏈140可包括經組配以調整天線子陣列145中之天線元件之相位的多個相移器114。舉例而言，相移器114中之一相移器可經組配以調整天線子陣列145中之一對應的天線元件。

[0064]舉例而言，天線子陣列145中之天線元件的相位可經移位(例如，由相移器114)以提供相長及/或相消干擾，經組配以改變天線子陣列145之波束成形方案，及改變方向波束147的方向。

[0065]在一些論證性實施例中，RF鏈130可包括耦接至相移器115之一加法器/分離器區塊113，及/或RF鏈140可包括耦接至相移器114之一加法器/分離器區塊112。

[0066]在一些論證性實施例中，加法器/分離器區塊113可包括一分離器134(例如，多工器)，其經組配以再現RF信號131且在天線子陣列135之天線元件之間分離RF信號131，且將RF信號131之再現的信號耦合至相移器115，例如，當傳輸RF信號131時。

[0067]在一些論證性實施例中，加法器/分離器區塊113可包括一加法器136，其經組配以將自天線子陣列135之天線元件接收的信號總合成RF信號131，例如，當傳輸RF信號131時。

[0068] 在一些論證性實施例中，利用兩個或兩個以上天線模組可實現經由一或多個方向波束傳遞的兩個或兩個以上獨立基頻信號之基頻處理，例如，載運不同資料。相比之下，利用一單一天線模組可實現僅一個基頻信號之基頻處理，例如，即使利用大量天線元件117。

[0069] 舉例而言，天線模組161及162可實現經由天線模組161傳遞的基頻信號127及經由天線模組162傳遞的基頻信號129之基頻處理，例如，獨立基頻處理。

[0070] 在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可包括一基頻150，其經組配以控制天線模組161及162用於傳遞基頻信號。

[0071] 在一些論證性實施例中，基頻150可處理待經由天線模組161及162傳遞之基頻信號。舉例而言，基頻150可處理待經由天線模組161傳遞之信號127及待經由天線模組162傳遞之信號129。

[0072] 在一些論證性實施例中，基頻150可包括多個基頻處理鏈，其經組配以將資料信號處理成待經由該等多個天線模組傳遞之基頻信號。舉例而言，基頻150可包括經組配以將資料信號105處理成待經由天線模組161傳遞之基頻信號127的第一基頻處理鏈152，及經組配以將資料信號109處理成待經由天線模組162傳遞之基頻信號129的第二基頻處理鏈154。在其他實施例中，基頻150可包括經組配以將任何其他數目個資料信號處理成待經由任何其他數目個天線模組傳遞之基頻信號的任何其他數目個基頻處理鏈，例

如，經組配以處理待經由兩個以上天線模組傳遞之兩個以上信號的兩個以上基頻處理鏈。

[0073] 在一些論證性實施例中，信號105及/或109可包括待利用無線通訊單元110傳遞的資料信號121之調變分量。在其他實施例中，信號105及/或109可包括兩個(例如，不同的)資料信號之調變分量。

[0074] 本文中參照經組配以執行無線通訊信號(例如，信號127及129)之傳輸及接收兩者的無線通訊單元(例如，無線通訊單元110)描述一些論證性實施例。其他實施例可包括能夠執行無線通訊信號之傳輸及接收中的僅一者之無線通訊單元。

[0075] 在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可包括介面連接於多個天線模組與基頻150之間的多個基頻(BB)至RF (BB2RF)轉換器。

[0076] 舉例而言，無線通訊單元110可包括介面連接於天線模組161與基頻150之間的BB2RF轉換器133，及介面連接於天線模組162與基頻150之間的BB2RF轉換器143。在其他實施例中，無線通訊單元110可包括介面連接於基頻150與任何其他數目個天線模組(例如，兩個以上)之間的任何其他數目個BB2RF轉換器。

[0077] 在一些論證性實施例中，該等多個BB2RF轉換器可包括為多個天線模組之部分，例如，作為RFIC之部分。在其他實施例中，該等多個BB2RF轉換器可由部署於天線模組161及/或162與基頻150之間的模組實施。

[0078] 在一些論證性實施例中，BB2RF轉換器可經組配以將RF信號轉換成基頻信號及/或將基頻信號轉換成RF信號，例如，如下所描述。

[0079] 在一些論證性實施例中，BB2RF轉換器133可將RF信號131轉換成信號127及/或將信號127轉換成RF信號131，及/或BB2RF轉換器143可將RF信號141轉換成基頻資料信號129及/或將基頻資料信號129轉換成RF信號141。

[0080] 在一個實例中，BB2RF轉換器133可將RF信號131轉換成基頻資料信號127，及/或BB2RF轉換器143可將RF信號141轉換成信號129，例如，若無線通訊單元110接收信號131。

[0081] 在另一實例中，BB2RF轉換器133可將信號127轉換成RF信號131，及/或BB2RF轉換器143可將信號129轉換成RF信號141，例如，若無線通訊單元110傳輸信號127。

[0082] 在一些論證性實施例中，BB2RF轉換器133及/或143可包括降頻轉換器，其經組配以將RF信號轉換成基頻資料信號，且將基頻資料信號提供至基頻150，例如，若無線通訊單元110接收RF信號。

[0083] 舉例而言，BB2RF轉換器133可包括一降頻轉換器132，其經組配以將RF信號131降頻轉換成信號127，且將信號127提供至基頻150。

[0084] 在一些論證性實施例中，基頻至RF轉換器133及/或143可包括增頻轉換器，其經組配以將基頻資料信號轉換成RF信號，且將RF信號提供至RF鏈，例如，若無線通訊

單元110傳輸RF信號。

[0085]舉例而言，BB2RF轉換器133可包括一增頻轉換器138，其經組配以將信號127增頻轉換成RF信號131，且將RF信號131提供至RF鏈130。

[0086]在一些論證性實施例中，基頻150可包括一控制器122，其經組配以控制天線模組161形成方向波束137，及控制天線模組162形成方向波束147。

[0087]在一些論證性實施例中，控制器122可利用載運待施加至相移器115及/或114中之一或多個相移器的相移量之控制信號128來控制天線模組161及/或162。

[0088]在一些論證性實施例中，對相移器115之相移調整可判定及/或控制由天線子陣列135形成的方向波束137之波束寬度、增益及/或方向。

[0089]在一些論證性實施例中，對相移器114之相移調整可判定及/或控制由天線子陣列145形成的方向波束147之波束寬度、增益及/或方向。

[0090]在一些論證性實施例中，天線子陣列135及/或145中之天線元件之每一相移器可執行對信號之局部相位調整以創造在所要的波束方向上之局部相位分佈。

[0091]在一些論證性實施例中，控制信號128可包括可由控制器122產生及/或導出之加權係數，該等加權係數經組配以操控方向波束137及/或147。

[0092]在一些論證性實施例中，控制器122可經由控制信號128將第一組加權係數提供至經組配以形成對天線子

陣列135之一或多個天線元件之局部相位調整的相移器115，從而導致將波束137引導至方向139。

[0093]在一些論證性實施例中，控制器122可經由控制信號128將第二組加權係數提供至經組配以形成對天線子陣列145之一或多個天線元件之局部相位調整的相移器114，從而導致將波束147引導至方向149。

[0094]在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可利用兩個或兩個以上天線模組執行波束成形之分集通訊，例如，如下所描述。

[0095]如本文中使用的片語「波束成形之分集通訊」可關於利用多個波束之無線波束成形之通訊。

[0096]在一些論證性實施例中，可藉由第一裝置執行傳輸(TX)側之功能性且第二裝置執行作為接收(RX)側之功能以在TX側與RX側之間形成多個獨立方向波束來利用無線通訊單元110。因此，可利用該等多個方向波束用於將多個獨立路徑用於傳遞多個資料串流(例如，不同資料串流)，因此增加總輸送量。舉例而言，該等多個方向波束可用於相對小的區域中，例如，小空間、房間、小於50公尺之距離及類似者。

[0097]本文中已參照通訊系統(例如，無線通訊系統100)描述一些論證性實施例，其中TX側及RX側皆利用多個天線模組來傳遞MIMO傳輸。然而，可關於經組配以傳遞任何其他分集通訊之系統(例如，TX側及RX側中僅一者利用多個天線模組之系統)實施其他實施例，(例如)以形成單輸入多

輸出(SIMO)及/或多輸入單輸出(MISO)波束成形之鏈路。舉例而言，TX側及RX側中之一者可利用全向天線，且TX側及RX側中之另一者可利用多陣列收發器，例如，無線通訊單元110。在一個實例中，無線通訊單元110可藉由經由自TX側引導至多個RX側之多個波束傳遞來傳遞多使用者(MU) MIMO通訊。在另一實例中，無線通訊單元110可藉由經由自多個RX側引導至RX側之多個波束傳遞來傳遞多使用者(MU) MIMO通訊。

[0098] 在一些論證性實施例中，可經由由該等多個波束成形之波束形成的多個波束成形之鏈路來傳遞多個不同信號。對應於該等多個天線模組中之一天線模組的每一波束成形之鏈路可傳遞信號，例如，經由天線模組之多個天線元件。

[0099] 在一些論證性實施例中，可經由由方向波束137(由天線模組161產生)形成的第一波束成形之鏈路來傳遞第一信號(例如，信號127)，且可經由由方向波束147(由天線模組162產生)形成的第二波束成形之鏈路來傳遞第二(例如，不同的)信號(例如，信號129)。

[0100] 在一些論證性實施例中，控制器122可將第一組加權係數提供至相移器114以形成方向波束137，且將第二(例如，不同的)組加權係數提供至相移器115以形成方向波束147。

[0101] 在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可利用兩個或兩個以上天線模組經由複合方向波束通訊。舉例

而言，無線通訊單元110可利用天線107形成在波束方向159上引導之複合方向波束157。

[0102] 在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可利用天線模組161及/或162以作為具有增加之波束成形能力的複合天線陣列操作，以形成複合方向波束157。舉例而言，與天線模組161及162中之每一者相比，複合天線陣列可具有較大波束成形能力。

[0103] 在一個實例中，無線通訊單元110可利用方向波束157傳遞高增益方向通訊。舉例而言，無線通訊單元110可將方向波束157用於在相對大的區域(例如，室外區域)、相對大的空間中及/或針對大於50公尺之距離傳遞資料串流。

[0104] 如本文中使用的片語「高增益方向通訊」可關於按大於30分貝各向同性(dBi)之增益的無線通訊，例如，利用相對窄的可操控波束。

[0105] 在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可由傳輸(TX)側及接收(RX)側用以在TX側與RX側之間形成方向波束157。

[0106] 在一些論證性實施例中，控制器122可利用天線模組161及162形成方向波束157。舉例而言，無線通訊單元110可控制天線模組161在方向159上形成方向波束137，及天線模組162在方向159上形成方向波束147，使得方向波束157可形成為方向波束137及/或147之組合。

[0107] 本文中已參照通訊系統(例如，無線通訊系統100)

描述一些論證性實施例，其中TX側及RX側皆利用多個天線模組來經由複合方向波束通訊。然而，可有關於經組配以傳遞任何其他通訊之系統(例如，TX側及RX側中之僅一者利用多個天線子陣列之系統)實施其他實施例，例如，以經由複合方向波束通訊。舉例而言，TX側及RX側中之一者可利用全向天線，且TX側及RX側中之另一者可利用多陣列收發器，例如，無線通訊單元110。

[0108]在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可經由由方向波束137與147兩者之組合形成的方向波束157傳遞資料信號121。舉例而言，無線通訊單元110可將資料信號121之相同資料分量分佈至信號105及109兩者，使得經由由方向波束137(由天線模組161產生)形成的第一波束成形之鏈路在方向159上及由天線模組162(由天線子陣列145產生)形成的第二波束成形之鏈路在方向159上傳遞資料信號121之資料分量。因此，可經由可由方向波束137與147之組合形成的方向波束157傳遞資料信號121之資料分量。

[0109]在一些論證性實施例中，控制器122可判定第一組及第二組加權係數以在方向159上形成方向波束157。舉例而言，控制器122可判定至相移器114及115之一組合適的加權係數以構成方向波束157，例如，作為方向波束137與147之組合。

[0110]在一些論證性實施例中，控制器122可控制天線模組161及/或162以經由方向波束157傳遞資料信號121。

[0111]在一些論證性實施例中，電子裝置(例如，如膝

上型電腦、筆記型電腦、迷你筆記型電腦、個人數位助理(PDA)及行動電話)可包括以增大之資料速率操作的多種無線通訊能力。由裝置使用之無線通訊系統正擴展至通訊頻譜之較高載頻範圍，例如，mmWave及/或60 GHz頻帶。較高載頻可增加待以較高頻率傳遞的信號之傳播損失及衰減，且可能變得難以按同時提供所要的增益與空間涵蓋之方式實施天線系統。

[0112]在mmWave頻帶中的信號之傳播條件與信號之短波長一起可能需要使用具有非常高增益之天線，例如，創造非常窄之波束，且仍然具有操控在相對大的角度內之波束之能力。

[0113]在(例如)大致50公尺或以上之相對大距離處(例如，室外或在大空間中)的在mmWave頻帶中之通訊可能通常需要使用具有大於30 dBi之增益的高度方向天線以補償衰減損失。另外，通訊可能需要相對寬的扇區涵蓋以與其他裝置及站台通訊。所需大小(例如，適合於mmWave通訊)之相控陣列天線可對信號頻寬造成限制。舉例而言，隨著信號頻寬對載頻之比率增大，可分散波束，且可將所要的窄波束(例如，「筆尖型」波束)變換成不合適的寬角度波束。

[0114]在一些論證性實施例中，天線107可經組配以執行模組化天線陣列(其可經組配用於按可控制之天線模組延伸來波束成形)之功能性，(例如)以改良波束操控準確度及/或防止針對寬頻帶信號之波束分散。

[0115]在一些論證性實施例中，利用僅相移來控制相移

器115及/或114可限制用於操控方向波束157之精細度及/或角度範圍。

[0116]對圖2A、圖2B及圖2C進行參看，該等圖根據一些論證性實施例示意性說明經由相控陣列天線傳輸的信號之信號特性。舉例而言，圖2A、圖2B及圖2C可表示經由天線模組161及/或162(圖1)傳輸的信號之特性。

[0117]如圖2A中所示，多個天線元件217可按線性陣列235組配以形成方向波束237，按相對於線性陣列235之角度(表示為B)操控方向波束237。舉例而言，天線元件217可包括為天線107(圖1)之部分以形成方向波束157(圖1)。

[0118]如圖2B中所示，不同信號延遲(例如，高達最大延遲210，表示為 Δt)可自天線元件217中之每一天線元件與位於遠端之伺服器(例如，無線通訊單元120(圖1))之間的傳輸路徑之變化之距離而產生。

[0119]在一些論證性實施例中，信號延遲可創造用於天線陣列235之時域頻道脈衝回應206。頻道脈衝回應206可包括對應於天線元件217之數目的許多分頭，例如，在自零至最大延遲210之範圍上間隔開。

[0120]在一些論證性實施例中，時域頻道脈衝回應可對應於頻域頻道轉移函數208，例如，如在圖2C中所示。

[0121]如圖2C中所示，頻域頻道轉移函數208可包括在平方量值中之第一個零214，例如，位於(例如)大致 $1/\Delta t$ 之頻率處。

[0122]如圖2C中所示，信號功率損失218可(例如)隨著

信號頻寬212增大(例如，接近零點214)而增加。增加之信號功率損失218可導致在天線波束之主瓣之方向中的天線增益之降級，例如，由於頻道轉移函數可能不再被假定為在信號頻寬212內為平的。

[0123] 在一些論證性實施例中，最大延遲210之值可增大，例如，若天線陣列之孔徑增大，例如，線性陣列235之長度增大。因此，由於零點214移動得更靠近信號之中心頻率213，頻道之相關聯的頻率選擇性增加了。

[0124] 在一些論證性實施例中，線性陣列235可具有對信號之頻寬(針對該頻寬，波束可被有效率地操控)的限制，例如，若僅使用相移器來操控波束。

[0125] 舉例而言，可有效率地操控之信號頻寬(例如，相對於載頻)與天線孔徑之間的近似關係可表達(例如)如下：

$$\frac{\Delta f}{f} \ll \frac{\lambda}{A} = \frac{1}{N} \quad (1)$$

其中 Δf 表示信號頻寬， f 表示載頻， λ 表示信號載波波長， A 表示天線孔徑大小，且 N 表示配合於孔徑中的波長之數目。

[0126] 在一些論證性實施例中，載運具有超過等式1之極限的頻寬對載頻之比率之信號的方向波束(例如，方向波束237)可遭受波束角度分散問題。

[0127] 在一些論證性實施例中，波束角度分散可(例如)自正經操控至不同角度的信號之不同頻率分量產生。

[0128]對圖3進行參看，圖3根據一些論證性實施例示意性說明由相控陣列天線形成的波束之波束角度分散。

[0129]在一些論證性實施例中，可經由相控陣列天線輻射信號，且可根據經計算以在所要的方向上操控波束之線性分佈設定天線之相移器之相位。

[0130]如圖3中所示，天線元件302(例如，天線元件217(圖2))可發射高頻信號分量304及低頻信號分量306。

[0131]在一些論證性實施例中，高頻信號分量304可表示信號頻寬之高頻端，且低頻信號分量306可表示信號頻寬之低頻端。

[0132]在一些論證性實施例中，對於同一相位，低頻信號分量306之行進距離可大於高頻信號分量304之行進距離，例如，由於低頻信號分量306之波長大於高頻信號分量304之波長。

[0133]如圖3中所示，對應於高頻信號分量304之波前308可按第一角度(表示為A1)操控波束312，且對應於低頻信號分量306之波前307可按第二角度(表示為A2)操控波束310。第二角度A2可大於第一角度A1。

[0134]如圖3中所示，波束310之方向自波束312之方向位移，其可導致波束分散，例如，由角度A1與A2之間的差造成。

[0135]在一些論證性實施例中，將可調整時間延遲施加至無線通訊信號之分量(例如，信號分量304及/或306)可對準波前307與308，例如，由於信號行進距離可與時間延遲

成正比例，且可不視波長或頻率而定。

[0136] 返回參看圖1，在一些論證性實施例中，可將時間延遲施加至信號105及109以減少方向波束157之分散。舉例而言，無線通訊單元110可施加時間延遲以經由複合方向波束157通訊。

[0137] 在一些論證性實施例中，利用僅相移來控制相移器115及/或114可限制用於操控方向波束157之精細度及/或角度範圍。

[0138] 在一些論證性實施例中，可使用可調整時間延遲模組將時間延遲施加至待經由天線模組161及/或162中之一對應的天線模組傳遞之信號。

[0139] 舉例而言，可使用第一可調整之時間延遲模組將時間延遲施加至待經由天線模組161傳遞之信號127，且可使用第二可調整之時間延遲模組將時間延遲施加至待經由天線模組162傳遞之信號129。可調整之時間延遲模組可顯著減少延遲模組之數目及系統之成本，例如，與對於在RFIC中施加時間延遲所需的時間延遲模組之數目相比。

[0140] 在一些論證性實施例中，利用可調整之時間延遲模組可將總系統頻道延遲散佈減小至更密切地與單一天線模組子陣列之延遲散佈相關聯的一值。

[0141] 在一些論證性實施例中，可將時間延遲模組實施為基頻150之部分，例如，如以下詳細地描述。舉例而言，可調整之時間延遲模組可經組配，例如，使得波束分散可不變，例如，關於天線模組之數目。

[0142] 在一些論證性實施例中，可調整之時間延遲可包括基於所要的波束操控角度及/或天線107之幾何形狀之值。

[0143] 在一些實施例中，可將用於天線模組161及/或162(圖1)之每一天線模組的時間延遲值計算為：

$$\Delta t = n * L * \sin(A) / c \quad (2)$$

其中n表示天線模組索引(例如，對於N個天線模組，0、1.....N-1)，L表示天線模組161與162之間的距離，A表示操控角度(例如，波束方向159)，且c表示光速。

[0144] 在一些論證性實施例中，在RFIC中實施可調整之時間延遲(例如，藉由將可調整之時間延遲施加至相移器114及/或115)可相對昂貴及/或複雜。舉例而言，在高解析度頻帶(例如，DMG頻帶)處實施可調整之時間延遲且針對非常大的天線陣列中之每一天線元件(例如，天線107)提供時間延遲可相對複雜。

[0145] 在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可將數位處理用於將時間延遲施加至天線模組161及/或162。舉例而言，無線通訊單元110可利用數位處理操控波束，例如，替代藉由信號之相移(例如，由相移器114及/或115)來操控波束。

[0146] 在一些論證性實施例中，可利用基頻處理技術實施用於將時間延遲施加至天線模組之數位處理。舉例而言，無線通訊單元110可經組配以在基頻150處施加時間延遲。

[0147] 在一些論證性實施例中，在基頻150處施加時間延遲可允許波束操控，例如，實質上在相對寬角度內之任一方向上。

[0148] 在一些論證性實施例中，基頻處理可利用用於無線通訊的調變方案(例如，正交分頻多工(OFDM)、單載波頻域等化(SC-FDE)及類似者)之一些性質，以便將時間延遲施加至天線模組，例如，如下所描述。

[0149] 在一些論證性實施例中，可經由信號(例如，ODFM及/或SC-FDE信號)之基頻處理來實施在基頻150處施加時間延遲。

[0150] 在一些論證性實施例中，在基頻150處施加時間延遲可使天線模組161及/或162之間的時間延遲之調整之精細度能夠小於基頻150之取樣時間。此精細度可實現，例如，以平穩地操控至寬角度範圍之方向波束157。

[0151] 在一些論證性實施例中，可將時間延遲施加至信號105及/或109，作為基頻150之頻域信號處理之部分。

[0152] 在一些論證性實施例中，作為頻域信號處理之部分的施加時間延遲可允許按所要的精細度調整天線子陣列135及/或145之不同子陣列之間的時間延遲，例如，如下所描述。

[0153] 在一些論證性實施例中，基頻處理鏈152及154可包括多個頻域延遲模組以將時間延遲施加至待經由該等多個天線模組中之一對應的天線模組傳遞之信號。

[0154] 在一些論證性實施例中，基頻處理鏈152可包括

一頻域延遲模組153以將時間延遲施加至待經由天線模組161傳遞之信號105。

[0155]在一些論證性實施例中，基頻處理鏈154可包括一頻域延遲模組155以將時間延遲施加至待經由天線模組162傳遞之信號109。

[0156]在一些論證性實施例中，基頻150可處理經由天線模組161接收之信號127，例如，藉由基頻處理鏈152及頻域延遲模組153。

[0157]在一些論證性實施例中，基頻150可處理經由天線模組162接收之信號129，例如，藉由基頻處理鏈154及頻域延遲模組155。

[0158]在一些論證性實施例中，基頻150可處理待經由天線模組161傳輸之信號105，例如，藉由基頻處理鏈152及頻域延遲模組153。

[0159]在一些論證性實施例中，基頻150可處理待經由天線模組162傳輸之信號109，例如，藉由基頻處理鏈154及頻域延遲模組155。

[0160]在一些論證性實施例中，控制器122可控制(例如，經由控制信號123)由頻域延遲模組153及/或155施加的時間延遲。

[0161]在一些論證性實施例中，頻域延遲模組153及/或155可藉由使多個頻域信號偏移多個相移來施加時間延遲。舉例而言，使頻域信號偏移多個相移可導致在時域中的多個時間樣本之延遲，例如，對應於該等多個相移。

[0162] 在一些論證性實施例中，該等多個頻域信號可包括待經由一對應的天線模組(例如，天線模組161及/或162(圖1))傳遞的信號(例如，信號105或109(圖1))之頻率分量。

[0163] 舉例而言，頻域延遲模組153可藉由使信號105之多個頻率分量偏移多個相移來施加時間延遲，且頻域延遲模組155可藉由使信號109之多個頻率分量偏移多個相移來施加時間延遲。

[0164] 在一些論證性實施例中，該等多個相移可按預定義之相移(表示為 φ_0)分開，例如，如下所描述。

[0165] 在一些論證性實施例中，控制器122可基於待施加至信號之時間延遲(例如，時間延遲 Δt)判定預定義之相移 φ_0 ，如以上參照等式2所描述。

[0166] 在一些論證性實施例中，預定義之相移 φ_0 可基於基頻150之基頻取樣速率及該等多個頻域信號之數目，例如，根據用於在頻域與時域之間轉換信號之快速傅立葉變換(FFT)大小，例如，如下：

$$\varphi_0 = \frac{\Delta t 2\pi}{T_s N_{FFT}} \quad (3)$$

其中 Δt 表示所需時間延遲，例如，如上參照等式2所描述， T_s 表示基頻150之取樣速率持續時間，且 N_{FFT} 為FFT大小。

[0167] 對圖4進行參看，圖4根據一些論證性實施例示意性說明頻域延遲區塊413。舉例而言，頻域延遲區塊413可

執行頻域延遲模組153及/或155(圖1)之功能性。

[0168]如圖4中所示，頻域延遲區塊413可接收多個頻域信號410作為輸入，且可提供多個延遲之頻域信號420作為輸出，例如，如以下所描述。

[0169]在一些論證性實施例中，頻域信號410可包括待經由一天線模組(例如，天線模組161及/或162(圖1))傳遞的信號(例如，信號105或109(圖1))之頻率分量。

[0170]在一些論證性實施例中，頻域信號410可包括副載波(例如，用於OFDM信號)之調變符號，例如，如以下參看圖5A及圖5B所描述。

[0171]在一些論證性實施例中，頻域信號410可包括時域信號(例如，針對SC-FDE信號)之頻域表示的樣本，例如，如下參看圖5C所描述。

[0172]在一些論證性實施例中，頻域延遲區塊413可經組配以使頻域信號410之每一輸入430的相位偏移線性取決於輸入之數目的值。

[0173]在一些論證性實施例中，待施加至頻域信號410之第 x ($x = 0 \dots \dots (N_{FFT}-1)$)個輸入430的相移可基於相移 φ_0 ，例如，如下：

$$\exp(i*x*\varphi_0) \quad (4)$$

其中 i 表示假想單元。舉例而言，輸入信號410之第 x 個頻率樣本可由 $A_x*exp(i*\varphi_x)$ 表示，其中 A_x 表示第 x 個樣本之量值，且 φ_x 表示第 x 個樣本之相位。根據此實例，對應於第 x 個輸入410的所得第 x 個延遲之輸出420可由 $A_x*exp(i*\varphi_x)*$

$\exp(i*x*\varphi_0) = A_x*\exp(i*(\varphi_x+x*\varphi_0))$ 表示。

[0174]在一些論證性實施例中，頻域延遲區塊413可產生高解析度延遲值，例如，由於基頻150(圖1)按相對高解析度數操作。

[0175]返回參看圖1，在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可傳遞OFDM信號。

[0176]在一些論證性實施例中，信號127可包括待經由天線模組161傳遞之OFDM信號，且信號129可包括待經由天線模組162傳遞之OFDM信號。

[0177]在一些論證性實施例中，基頻處理鏈152及/或154可經組配以處理及/或產生OFDM信號。舉例而言，基頻處理鏈152可將信號105處理成包括OFDM信號之信號127，及/或109基頻處理鏈154可將信號109處理成包括OFDM信號之信號129，例如，如下參看圖5A及/或圖5B所描述。

[0178]在一些論證性實施例中，無線通訊單元110可傳遞SC-FDE信號。

[0179]在一些論證性實施例中，信號127可包括待經由天線模組161傳遞之SC-FDE信號，且信號129可包括待經由天線模組162傳遞之SC-FDE信號。

[0180]在一些論證性實施例中，基頻處理鏈152及/或154可經組配以產生及/或處理SC-FDE信號。舉例而言，基頻處理鏈152可將信號105處理成包括SC-FDE信號之信號127，及/或109基頻處理鏈154可將信號109處理成包括

SC-FDE信號之信號129，例如，如下參看圖5C所描述。

[0181]對圖5A、圖5B及圖5C進行參看，該等圖根據一些論證性實施例示意性說明三個各別頻域處理方案510、520及530。舉例而言，頻域處理方案510、520及/或530可實施及/或包括為基頻處理鏈152及/或154(圖1)之部分。

[0182]在一些論證性實施例中，頻域處理方案510及/或530可將時間延遲施加至待經由天線模組161及/或162(圖1)傳遞之信號(例如，信號105及109(圖1))；及/或頻域處理方案520可將時間延遲施加至對應於經由天線模組161及/或162(圖1)接收之信號的信號(例如，信號105及109(圖1))。

[0183]在一些論證性實施例中，頻域處理方案510可包括一頻域延遲區塊513，頻域處理方案520可包括一頻域延遲區塊523，及/或頻域處理方案530可包括一頻域延遲區塊533。舉例而言，頻域延遲區塊513、523及/或533可執行頻域延遲區塊413(圖4)之功能性。

[0184]在一些論證性實施例中，頻域處理方案510可用以將時間延遲施加至由天線模組傳輸之OFDM信號。

[0185]在一些論證性實施例中，頻域處理方案520可用以將時間延遲施加至待由天線模組接收之OFDM信號。

[0186]在一些論證性實施例中，頻域處理方案510及/或520每一天線模組可包括僅一個頻域延遲之區塊，例如，頻域延遲區塊513及/或523，例如，由於可在頻域中執行OFDM信號之基頻處理中之多數。

[0187]在一些論證性實施例中，頻域處理方案530可用

以將時間延遲施加至待由天線模組傳遞之SC-FDE信號。

[0188] 在一些論證性實施例中，頻域處理方案510可用於將時間延遲施加至待由天線模組傳輸之信號515。舉例而言，頻域處理方案510可用以將信號105(圖1)處理成包括待經由天線模組161(圖1)傳輸之ODFM信號的信號127(圖1)。

[0189] 如圖5A中所示，頻域處理方案510可包括串聯至並聯(S2P)轉換器512，其經組配以將信號515自串聯信號轉換成並聯信號517。

[0190] 在一些論證性實施例中，頻域延遲區塊513可將時間延遲施加至頻域信號517，例如，如上參看圖4所描述。

[0191] 如圖5A中所示，可在OFDM傳輸器之反向傅立葉快速變換(IFFT)區塊516前實施頻域延遲區塊513，例如，如下參看圖6所描述。

[0192] 如圖5A中所示，頻域處理方案510可包括並聯至串聯(P2S)轉換器519，其經組配以將由IFFT區塊516產生之並聯信號轉換成串聯信號511。

[0193] 在一些論證性實施例中，頻域處理方案520可用於將時間延遲施加至待由天線模組接收之OFDM信號525。舉例而言，頻域處理方案520可用以將包括經由天線模組161(圖1)接收之ODFM信號的信號127(圖1)處理成信號105(圖1)。

[0194] 如圖5B中所示，頻域處理方案520可包括一S2P轉換器522，其經組配以將串聯信號525轉換成並聯信號527。

[0195]如圖5B中所示，頻域處理方案520可包括一傅立葉快速變換(FFT)區塊526，其經組配以應用FFT變換以將信號527轉換成頻域信號528。

[0196]在一些論證性實施例中，頻域延遲區塊523可將時間延遲施加至信號528，例如，如上參看圖4所描述。

[0197]如圖5B中所示，可在FFT區塊526後實施頻域延遲區塊523。

[0198]如圖5B中所示，頻域處理方案520可包括一P2S轉換器529，其經組配以將由頻域延遲區塊523產生之並聯信號轉換成串聯信號521，例如，信號105(圖1)。

[0199]在一些論證性實施例中，頻域處理方案530可用於將時間延遲施加至待由天線模組傳遞之SC-FDE信號535。

[0200]在一些論證性實施例中，頻域處理方案530可用於SC-FDE信號535之傳輸及/或接收。舉例而言，頻域處理方案530可用以經由天線模組161(圖1)傳遞信號105，包括SC-FDE信號。

[0201]如圖5C中所示，頻域處理方案530可包括一S2P轉換器532，其經組配以將串聯信號535轉換成並聯信號534。

[0202]如圖5C中所示，頻域處理方案530可包括一FFT區塊536，其經組配以應用FFT變換以將信號534自時域轉換成頻域信號537。

[0203]在一些論證性實施例中，頻域延遲區塊533可將

時間延遲施加至信號537，例如，如上參看圖4所描述。

[0204]如圖5C中所示，頻域延遲區塊533可實施於SC-FDE傳輸器之FFT區塊536與IFFT區塊538之間，例如，以實現在頻域中施加時間延遲，例如，如下參看圖8所描述。

[0205]在一些論證性實施例中，可(例如)針對在傳輸器側處之SC-FDE信號執行至及/或自頻域之額外轉換，且可在該等轉換之間施加頻域延遲區塊533。

[0206]在一些論證性實施例中，轉換可為對於頻道等化所需要之標準(例如，現有)處理步驟，例如，對於在接收器側之SC-FDE信號。因此，除了此等轉換外，亦可實施頻域延遲區塊533。

[0207]如圖5C中所示，頻域處理方案530可包括一P2S轉換器539，其經組配以將由IFFT區塊538區塊523產生之並聯信號轉換成串聯信號531。

[0208]對圖6進行參看，圖6根據一些論證性實施例示意性說明OFDM傳輸器600。舉例而言，OFDM傳輸器600可執行無線通訊單元110(圖1)之功能性。

[0209]在一些論證性實施例中，傳輸器600可經組配以傳輸包括資料651之無線傳輸。舉例而言，信號121(圖1)可包括資料651。

[0210]在一些論證性實施例中，可經由複合方向波束(例如，方向波束157(圖1))將資料651作為OFDM傳輸來傳輸。

[0211]如圖6中所示，OFDM傳輸器600可包括一基頻處

理單元650(例如,基頻150(圖1)),其經組配以處理資料651。

[0212]在一些論證性實施例中,OFDM傳輸器600可包括一前向錯誤校正區塊655以將前向錯誤校正應用於資料651。

[0213]在一些論證性實施例中,OFDM傳輸器600可包括一調變/映射區塊656以調變資料651且將其映射成調變符號。舉例而言,調變/映射區塊656可根據正交相移鍵控(QPSK)方案、16正交振幅調變(16-QAM)方案及/或任一其他調變方案來調變資料651且將其映射成調變符號。

[0214]在一些論證性實施例中,調變符號可經複製且提供至多個基頻處理鏈610、620及/或630。

[0215]在一些論證性實施例中,基頻處理鏈610、620及/或630中之一基頻處理鏈可視情況包括一複加權區塊,其經組配以將複權數施加至調變符號。舉例而言,基頻處理鏈610可包括一複加權區塊614。

[0216]在一些論證性實施例中,可(例如)在將複製之資料串流轉換成頻域前或後施加複權數。施加複權數可經執行以視情況校正信號相位,例如,若對於所需之波束成形準確度,頻域延遲區塊之延遲精細度不夠。另外或替代地,可利用複權數調整不同天線模組之波束形狀,例如,藉由針對不同天線模組應用不同信號增益。

[0217]如圖6中所示,基頻處理鏈610、620及/或630中之一基頻處理鏈可包括一頻域處理方案,例如,頻域處理方案510(圖5A)。舉例而言,基頻處理鏈610可包括一S2P轉

換器612(例如，S2P轉換器512(圖5A))、一IFFT區塊616(例如，IFFT區塊516(圖5A))及一P2S轉換器619(例如，P2S轉換器519(圖5A))。

[0218]如圖6中所示，基頻處理鏈610、620及630可包括多個頻域延遲區塊。舉例而言，基頻處理鏈610可包括一頻域延遲區塊613，基頻處理鏈620可包括一頻域延遲區塊623，及/或基頻處理鏈630可包括一頻域延遲區塊633。舉例而言，頻域延遲區塊613、623及633可執行頻域延遲區塊413(圖4)之功能性。

[0219]如圖6中所示，基頻處理鏈610、620及/或630中之一基頻處理鏈可包括一OFDM保護間隔插入區塊，其經組配以在OFDM符號前插入循環擴張，例如，保護間隔。舉例而言，基頻處理鏈610可包括OFDM保護間隔插入區塊618以將循環擴張插入至由基頻處理鏈610處理之OFDM信號，例如，以減輕及/或減少由傳輸器600傳輸之OFDM符號之間的符號間干擾。

[0220]如圖6中所示，基頻處理鏈610、620及/或630中之一基頻處理鏈可耦接至一對應的天線模組。舉例而言，基頻處理鏈610可耦接至天線模組611，基頻處理鏈620可耦接至天線模組621，及/或基頻處理鏈630可耦接至天線模組631。

[0221]如圖6中所示，天線模組611、621及/或631中之每一天線模組可包括一RF鏈及包括多個天線元件之一天線子陣列。

[0222] 在一些論證性實施例中，頻域延遲區塊613、623及/或633可經組配以將時間延遲施加至經由各別天線模組傳遞之信號。舉例而言，頻域延遲區塊613可經組配以將時間延遲施加至經由天線模組611傳遞之信號，頻域延遲區塊623可經組配以將時間延遲施加至經由天線模組621傳遞之信號，及/或頻域延遲區塊633可經組配以將時間延遲施加至經由天線模組631傳遞之信號。

[0223] 在一些論證性實施例中，待由頻域延遲區塊613、623及/或633中之每一者施加的時間延遲可(例如)由波束成形控制器652判定，且可經由控制信號653載運。舉例而言，波束成形控制器652可執行控制器122(圖1)之功能性。

[0224] 在一些論證性實施例中，待由天線模組611、621及/或631中之每一者施加的相移可(例如)由波束成形控制器652判定，且可由控制信號654載運。

[0225] 在一些論證性實施例中，OFDM傳輸器600可利用由頻域延遲區塊613、623及/或633施加之時間延遲以作為複合天線波束成形陣列操作及傳輸OFDM傳輸，例如，如上所描述。

[0226] 對圖7A、圖7B、圖7C、圖7D及圖7E進行參看，該等圖根據一些論證性實施例示意性說明在時域中的OFDM信號之OFDM符號結構。舉例而言，圖7E之OFDM信號可由傳輸器600(圖6)傳輸且由基頻處理鏈610(圖6)處理。

[0227] 圖7A說明在時域中之OFDM符號結構710。舉例而言，符號結構710可表示在添加循環擴張前之OFDM信

號。

[0228]如圖7A中所示，OFDM符號結構710可包括n個時域樣本。

[0229]圖7B說明在添加循環擴張後的OFDM信號之OFDM符號結構720之一實例(若未施加時間延遲)。符號結構720可表示在將循環擴張插入至OFDM符號結構710(例如，由OFDM保護間隔插入區塊618(圖6))後之OFDM信號。

[0230]如圖7B中所示，符號結構710之一部分712(例如，符號結構710之最後1/8個樣本)可經複製且插入於符號結構710前以形成循環擴張。

[0231]在一些論證性實施例中，在頻域中由頻域延遲區塊613(圖6)施加相移 ϕ_0 可導致在時域中的符號結構710中之k個樣本之時間延遲。舉例而言，藉由等式2計算的 Δt 之時間延遲可等於基頻650(圖1)之樣本持續時間乘k。

[0232]如圖7C中所示，將相移應用至頻域中之OFDM信號(例如，由頻域延遲區塊613(圖6))可導致循環偏移(713)符號結構710之k個樣本，例如，至OFDM符號結構710之開頭。

[0233]圖7D說明在循環偏移符號結構710之k個樣本後的樣本結構740。

[0234]如圖7D中所展示，符號結構740可包括在符號結構740之開頭處的k個樣本，及在k個樣本後的剩餘之n-k個樣本，例如，自樣本1至樣本n-k。

[0235]如圖7D中所示，符號結構740之部分742(例如，

符號結構740之最後1/8個樣本)可經複製且插入(743)於符號結構740前以形成循環擴張，例如，藉由保護間隔插入區塊618(圖6)。

[0236]如圖7D中所示，部分742可包括符號結構740之最後1/8個樣本，例如，自樣本 $(n-k)$ 至樣本 $(7/8)(n-k)$ 之樣本。

[0237]圖7E說明在部分742之插入(743)後之符號結構750。舉例而言，符號結構750可包括在施加時間延遲(例如，由頻域區塊613(圖6))後且在保護間隔之插入(例如，由保護間隔插入區塊618(圖6))後的OFDM信號。

[0238]如圖7E中所示，符號結構750可包括一循環擴張752(例如，包括部分742)，及剩餘 n 個樣本(其可包括在剩餘 $(n-k)$ 個樣本前之 k 個樣本)。

[0239]如圖7E及圖7B中所示，符號結構720及750皆可包括一包括符號結構740之部分。

[0240]如圖7E及圖7B中所示，可由接收器用以解調變符號結構750之解調變窗754可包括受到 k 個樣本延遲之符號結構740，例如，與符號結構720相比。

[0241]在一些論證性實施例中，導致符號結構750的符號結構710之循環偏移可不影響由OFDM接收器(例如，無線通訊單元120(圖1))進行的信號之解調變，但與符號結構720相比，符號結構750經循環偏移。

[0242]對圖8進行參看，圖8根據一些論證性實施例示意性說明SC-FDE傳輸器800。舉例而言，SC-FDE傳輸器800可執行無線通訊單元110(圖1)之功能性。

[0243] 在一些論證性實施例中，OFDM傳輸器800可經組配以傳輸包括資料851之無線傳輸。舉例而言，信號121(圖1)可包括資料851。

[0244] 在一些論證性實施例中，可經由複合方向波束利用SC-FDE傳輸來傳輸資料851。

[0245] 如圖8中所示，SC-FDE傳輸器800可包括一基頻處理單元850(例如，基頻150(圖1))，其經組配以處理資料851。

[0246] 如圖8中所示，基頻處理單元850可包括多個基頻處理鏈810。舉例而言，該等多個基頻處理鏈810可執行基頻處理鏈152及/或154(圖1)之功能性。

[0247] 如圖8中所示，每一基頻處理鏈810可包括頻域處理方案530(圖5C)。

[0248] 如圖8中所示，基頻處理單元850可包括實施為該等多個基頻處理鏈之部分的多個頻域延遲區塊，例如，頻域延遲區塊413(圖4)。

[0249] 如圖8中所示，每一基頻處理鏈810可耦接至一對應的天線模組。

[0250] 在一些論證性實施例中，每一基頻處理鏈810可將時間延遲施加至待經由一對應的天線模組傳遞之信號。

[0251] 在一些論證性實施例中，SC-FDE傳輸器800可利用由頻域延遲區塊施加之時間延遲來作為複合天線波束成形陣列操作且傳輸SC-FDE傳輸。

[0252] 對圖9進行參看，圖9根據一些論證性實施例示意

性說明操控天線陣列之方法。在一些實施例中，圖9之方法之操作中的一或多者可由以下各者執行：無線通訊系統，例如，系統100(圖1)；無線通訊裝置，例如，裝置102(圖1)；基頻，例如，基頻150(圖1)；控制器，例如，控制器122(圖1)；及/或無線通訊單元，例如，無線通訊單元110及/或120(圖1)。

[0253]如在區塊900處所指示，該方法可包括處理多個基頻信號。舉例而言，基頻150可處理信號105及/或109(圖1)，例如，如上所描述。

[0254]如在區塊902處所指示，處理多個基頻信號可包括在頻域中將多個時間延遲施加至該等多個基頻信號以產生多個延遲之基頻信號。舉例而言，頻域延遲模組153及/或155(圖1)可將時間延遲施加至信號105及109(圖1)以產生延遲之基頻信號，例如，信號127及/或129(圖1)，例如，如上所描述。

[0255]如在區塊903處所指示，施加多個時間延遲可包括藉由使多個頻域信號移位按預定義之相移分開的多個相移來施加該等多個時間延遲。舉例而言，頻域延遲模組153及/或155(圖1)可使信號105及/或109(圖1)之多個頻域分量移位按相位 ϕ_0 分開之多個相移，例如，如上所描述。

[0256]如在區塊904處所指示，該方法可包括將延遲之基頻信號轉換成多個射頻(RF)信號。舉例而言，BB2RF轉換器133及/或143(圖1)可將信號127及/或129(圖1)轉換成RF信號131及/或141(圖1)，例如，如上所描述。

[0257]如在區塊906處所指示，該方法可包括藉由經由多個RF波束成形天線模組傳遞該等多個RF信號來傳遞波束成形之通訊。舉例而言，無線通訊單元110(圖1)可藉由經由天線模組161及162(圖1)傳遞RF信號131及141來經由方向波束157(圖1)通訊，例如，如上所描述。

[0258]如在區塊908處所指示，傳遞波束成形之通訊可包括經由包括多個天線元件之多個RF波束成形天線模組來通訊。舉例而言，無線通訊單元110(圖1)可經由包括天線子陣列135及145(圖1)之天線模組161及162(圖1)傳遞信號131及/或141(圖1)，例如，如上所描述。

[0259]如在區塊910處所描述，傳遞波束成形之通訊可包括控制天線模組作為複合天線波束成形陣列操作。舉例而言，控制器122(圖1)可組合地控制天線模組161及162(圖1)以作為複合天線波束成形陣列操作以形成複合方向波束157(圖1)，例如，如上所描述。

[0260]對圖10進行參看，圖10根據一些論證性實施例示意性說明製品1000。產品1000可包括一非暫時性機器可讀儲存媒體1002以儲存邏輯1004，邏輯1004可用以(例如)執行裝置102(圖1)、裝置104(圖1)、無線通訊單元110(圖1)、無線通訊單元120(圖1)、基頻150(圖1)及/或控制器122(圖1)之功能性之至少部分，及/或執行圖9之方法的一或多個操作。片語「非暫時性機器可讀媒體」係有關包括所有電腦可讀媒體，其中僅有的例外為非暫時性傳播信號。

[0261]在一些論證性實施例中，產品1000及/或機器可

讀儲存媒體1002可包括能夠儲存資料的一或多個類型之電腦可讀儲存媒體，包括依電性記憶體、非依電性記憶體、抽取式或非抽取式記憶體、可抹除或非可抹除記憶體、可寫入或可重新寫入記憶體及類似者。舉例而言，機器可讀儲存媒體1002可包括RAM、DRAM、雙資料速率DRAM (DDR-DRAM)、SDRAM、靜態RAM (SRAM)、ROM、可規劃ROM (PROM)、可抹除可規劃ROM (EPROM)、電氣可抹除可規劃ROM (EEPROM)、緊密光碟ROM (CD-ROM)、緊密光碟可記錄(CD-R)、緊密光碟可重新寫入(CD-RW)、快閃記憶體(例如，NOR或NAND快閃記憶體)、內容可定址記憶體(CAM)、聚合物記憶體、相變記憶體、鐵電記憶體、矽-氧化物-氮化物-氧化物-矽(SONOS)記憶體、碟、軟碟、硬碟機、光碟、磁碟、卡、磁卡、光卡、磁帶、錄影帶及類似者。電腦可讀儲存媒體可包括涉及經由通訊鏈路(例如，數據機、無線電或網路連接)將由在載波或其他傳播媒體中體現之資料信號載運的電腦程式自一遠端電腦下載或傳送至一請求電腦之任何合適媒體。

[0262]在一些論證性實施例中，邏輯1004可包括指令、資料及/或程式碼，指令、資料及/或程式碼若由一機器執行，則可使機器執行如本文中描述之方法、處理程序及/或操作。機器可包括(例如)任何合適的處理平台、計算平台、計算裝置、處理裝置、計算系統、處理系統、電腦、處理器或類似者，且可使用硬體、軟體、韌體及類似者之任一合適組合來實施。

[0263] 在一些論證性實施例中，邏輯1004可包括或可實施為軟體、軟體模組、應用程式、程式、次常式、指令、指令集、計算程式碼、字、值、符號及類似者。指令可包括任一合適類型之程式碼，諸如，源程式碼、經編譯之程式碼、經解譯之程式碼、可執行碼、靜態程式碼、動態程式碼及類似者。可根據用於指導處理器執行某一功能的預定義之電腦語言、方式或語法來實施指令。可使用任一合適的高階、低階、物件導向式、visual、經編譯及/或經解譯之程式設計語言(諸如，C、C++、Java、BASIC、Matlab、Pascal、Visual BASIC、組譯語言、機器程式碼及類似者)來實施指令。

實例

[0264] 以下實例係關於另外實施例。

[0265] 實例1包括一種無線通訊之設備，該設備包含一基頻處理器，其包括多個基頻處理鏈以處理待經由一天線陣列之多個天線模組傳遞之信號，其中該等基頻處理鏈包括多個頻域延遲模組，該等延遲模組中之一頻域延遲模組待將一時間延遲施加至待經由該等多個天線模組中之一天線模組傳遞的一信號。

[0266] 實例2包括實例1之標的物，且視情況，其中該天線模組包含耦接至一射頻(RF)波束成形電路的一陣列天線元件，該RF波束成形電路將調整待施加至該等天線元件之相移以用於形成一方向天線波束。

[0267] 實例3包括實例1或2之標的物，且視情況，其包

含一波束成形控制器以控制該等多個天線模組作為一複合天線波束成形陣列操作以操控一複合波束。

[0268] 實例4包括實例3之標的物，且視情況，其中該波束成形控制器將控制由該等多個頻域延遲模組施加之多個時間延遲，該等多個時間延遲經組配用於產生該複合波束。

[0269] 實例5包括實例1至4中任一者之標的物，且視情況，其中該頻域延遲區塊待將一循環延遲施加至一頻域中之該信號，該循環延遲經組配以導致在一時域中之該時間延遲。

[0270] 實例6包括實例1至5中任一者之標的物，且視情況，其中該頻域延遲區塊待藉由使多個頻域信號移位多個相移來施加該時間延遲。

[0271] 實例7包括實例6之標的物，且視情況，其中該等相移由基於該時間延遲的一預定義之相移值分開。

[0272] 實例8包括實例7之標的物，且視情況，其中該相移值係基於該基頻處理器之一基頻取樣速率及該等多個頻域信號之一數目。

[0273] 實例9包括實例1至8中任一者之標的物，且視情況，其中該基頻處理器將處理經由該等多個天線模組接收之該等信號。

[0274] 實例10包括實例1至9中任一者之標的物，且視情況，其中該基頻處理器將處理待經由該等多個天線模組傳輸之該等信號。

[0275] 實例11包括實例1至10中任一者之標的物，且視

情況，其中該等信號包含正交分頻多工(OFDM)信號。

[0276] 實例12包括實例1至10中任一者之標的物，且視情況，其中該等信號包含單載波頻域等化(SC-FDE)信號。

[0277] 實例13包括實例1至12中任一者之標的物，且視情況，其中該等多個天線模組將經由一毫米波(mmWave)頻帶或一方向多千兆(DMG)頻帶傳遞該等信號。

[0278] 實例14包括一種無線通訊之系統，該系統包含一無線通訊裝置，該無線通訊裝置包括：一天線陣列，其包括多個天線模組；及一基頻處理器，其包括多個基頻處理鏈以處理待經由該等多個天線模組傳遞之信號，其中該等基頻處理鏈包括多個頻域延遲模組，該等延遲模組中之一頻域延遲模組待將一時間延遲施加至待經由該等多個天線模組中之一天線模組傳遞的一信號。

[0279] 實例15包括實例14之標的物，且視情況，其中該天線模組包含耦接至一射頻(RF)波束成形電路的一陣列天線元件，該RF波束成形電路將調整待施加至該等天線元件之相移以用於形成一方向天線波束。

[0280] 實例16包括實例14至15中任一者之標的物，且視情況，其包含一波束成形控制器以控制該等多個天線模組作為一複合天線波束成形陣列操作以操控一複合波束。

[0281] 實例17包括實例16之標的物，且視情況，其中該波束成形控制器將控制由該等多個頻域延遲模組施加之多個時間延遲，該等多個時間延遲經組配用於產生該複合波束。

[0282] 實例18包括實例14至17中任一者之標的物，且視情況，其中該頻域延遲區塊待將一循環延遲施加至一頻域中之該信號，該循環延遲經組配以導致在一時域中之該時間延遲。

[0283] 實例19包括實例14至18中任一者之標的物，且視情況，其中該頻域延遲區塊待藉由使多個頻域信號移位多個相移來施加該時間延遲。

[0284] 實例20包括實例19之標的物，且視情況，其中該等相移由基於該時間延遲的一預定義之相移值分開。

[0285] 實例21包括實例20之標的物，且視情況，其中該相移值係基於該基頻處理器之一基頻取樣速率及該等多個頻域信號之一數目。

[0286] 實例22包括實例14至21中任一者之標的物，且視情況，其中該基頻處理器將處理經由該等多個天線模組接收之該等信號。

[0287] 實例23包括實例14至22中任一者之標的物，且視情況，其中該基頻處理器將處理待經由該等多個天線模組傳輸之該等信號。

[0288] 實例24包括實例14至23中任一者之標的物，且視情況，其中該等信號包含正交分頻多工(OFDM)信號。

[0289] 實例25包括實例14至23中任一者之標的物，且視情況，其中該等信號包含單載波頻域等化(SC-FDE)信號。

[0290] 實例26包括實例14至25中任一者之標的物，且視情況，其中該等多個天線模組將經由一毫米波(mmWave)頻

帶或一方向多千兆(DMG)頻帶傳遞該等信號。

[0291] 實例27包括一種無線通訊之方法，該方法包含：處理多個基頻信號，該處理包括在一頻域中將多個時間延遲施加至該等多個基頻信號以在一時域中產生多個延遲之基頻信號；及基於該等多個延遲之基頻信號經由多個射頻(RF)波束成形天線模組傳遞一波束成形之通訊。

[0292] 實例28包括實例27之標的物，且視情況，包括將該等延遲之基頻信號轉換成多個RF信號，及藉由經由該等多個RF波束成形天線模組傳遞該等多個RF信號來傳遞該波束成形之通訊。

[0293] 實例29包括實例27或28之標的物，且視情況，其中每一RF波束成形天線模組包括耦接至一RF波束成形電路之一陣列天線元件，該方法包含調整待施加至該等天線元件之相移以用於形成一方向天線波束。

[0294] 實例30包括實例27至29中任一者之標的物，且視情況，其包含控制該等多個天線模組作為一複合天線波束成形陣列操作以操控一複合波束。

[0295] 實例31包括實例30之標的物，且視情況，其包含組配該等多個時間延遲以用於產生該複合波束。

[0296] 實例32包括實例27至31中任一者之標的物，且視情況，其包含將一循環延遲施加至在一頻域中之一信號，該循環延遲經組配以導致在一時域中之該時間延遲。

[0297] 實例33包括實例27至32中任一者之標的物，且視情況，其包含藉由使多個頻域信號移位多個相移來施加該

等多個時間延遲中之一時間延遲。

[0298] 實例34包括實例33之標的物，且視情況，其中該等相移由基於該時間延遲的一預定義之相移值分開。

[0299] 實例35包括實例34之標的物，且視情況，其中該相移值係基於一基頻取樣速率及該等多個頻域信號之一數目。

[0300] 實例36包括實例27至35中任一者之標的物，且視情況，其包含經由該等多個天線模組接收該波束成形之通訊。

[0301] 實例37包括實例27至35中任一者之標的物，且視情況，其包含經由該等多個天線模組傳輸該波束成形之通訊。

[0302] 實例38包括實例27至37中任一者之標的物，且視情況，其中該波束成形之通訊包含一正交分頻多工(OFDM)通訊。

[0303] 實例39包括實例27至37中任一者之標的物，且視情況，其中該波束成形之通訊包含一單載波頻域等化(SC-FDE)通訊。

[0304] 實例40包括實例27至39中任一者之標的物，且視情況，其中該波束成形之通訊包含經由一毫米波(mmWave)頻帶或一方向多千兆(DMG)頻帶之一通訊。

[0305] 實例41包括一種產品，其包括具有儲存於其上之指令的一非暫時性儲存媒體，該等指令當由一機器執行時導致處理多個基頻信號，該處理包括在一頻域中將多個時

間延遲施加至該等多個基頻信號以在一時域中產生多個延遲之基頻信號；及基於該等多個延遲之基頻信號經由多個射頻(RF)波束成形天線模組傳遞一波束成形之通訊。

[0306] 實例42包括實例41之標的物，且視情況，其中該等指令導致將該等延遲之基頻信號轉換成多個RF信號，及藉由經由該等多個RF波束成形天線模組傳遞該等多個RF信號來傳遞該波束成形之通訊。

[0307] 實例43包括實例41或42之標的物，且視情況，其中每一RF波束成形天線模組包括耦接至一RF波束成形電路之一陣列天線元件，且其中該等指令導致調整待施加至該等天線元件之相移以用於形成一方向天線波束。

[0308] 實例44包括實例41至43中任一者之標的物，且視情況，其中該等指令導致控制該等多個天線模組作為一複合天線波束成形陣列操作以操控一複合波束。

[0309] 實例45包括實例44之標的物，且視情況，其中該等指令導致組配該等多個時間延遲以用於產生該複合波束。

[0310] 實例46包括實例41至45中任一者之標的物，且視情況，其中該等指令導致將一循環延遲施加至在一頻域中之一信號，該循環延遲經組配以導致在一時域中之該時間延遲。

[0311] 實例47包括實例41至46中任一者之標的物，且視情況，其中該等指令導致藉由使多個頻域信號移位多個相移來施加該等多個時間延遲中之一時間延遲。

[0312] 實例48包括實例47之標的物，且視情況，其中該等相移由基於該時間延遲的一預定義之相移值分開。

[0313] 實例49包括實例48之標的物，且視情況，其中該相移值係基於一基頻取樣速率及該等多個頻域信號之一數目。

[0314] 實例50包括實例41至49中任一者之標的物，且視情況，其中該等指令導致經由該等多個天線模組接收該波束成形之通訊。

[0315] 實例51包括實例41至49中任一者之標的物，且視情況，其中該等指令導致經由該等多個天線模組傳輸該波束成形之通訊。

[0316] 實例52包括實例41至51中任一者之標的物，且視情況，其中該波束成形之通訊包含一正交分頻多工(OFDM)通訊。

[0317] 實例53包括實例41至51中任一者之標的物，且視情況，其中該波束成形之通訊包含一單載波頻域等化(SC-FDE)通訊。

[0318] 實例54包括實例41至53中任一者之標的物，且視情況，其中該波束成形之通訊包含經由一毫米波(mmWave)頻帶或一方向多千兆(DMG)頻帶之一通訊。

[0319] 實例55包括一種無線通訊之設備，該設備包含：用於處理多個基頻信號之構件，該處理包括在一頻域中將多個時間延遲施加至該等多個基頻信號以在一時域中產生多個延遲之基頻信號；及用於基於該等多個延遲之基頻信

號經由多個射頻(RF)波束成形天線模組傳遞一波束成形之通訊之構件。

[0320] 實例56包括實例55之標的物，且視情況，包括用於將該等延遲之基頻信號轉換成多個RF信號之構件，及用於藉由經由該等多個RF波束成形天線模組傳遞該等多個RF信號來傳遞該波束成形之通訊之構件。

[0321] 實例57包括實例55至56中任一者之標的物，且視情況，其中每一RF波束成形天線模組包括耦接至一RF波束成形電路之一陣列天線元件，該設備包含用於調整待施加至該等天線元件之相移以用於形成一方向天線波束之構件。

[0322] 實例58包括實例55至57中任一者之標的物，且視情況，其包含用於控制該等多個天線模組作為一複合天線波束成形陣列操作以操控一複合波束之構件。

[0323] 實例59包括實例58之標的物，且視情況，其包含用於組配該等多個時間延遲以用於產生該複合波束之構件。

[0324] 實例60包括實例55至59中任一者之標的物，且視情況，其包含用於將一循環延遲施加至在一頻域中之一信號之構件，該循環延遲經組配以導致在一時域中之該時間延遲。

[0325] 實例61包括實例55至60中任一者之標的物，且視情況，其包含用於藉由使多個頻域信號移位多個相移來施加該等多個時間延遲中之一時間延遲之構件。

[0326] 實例62包括實例61之標的物，且視情況，其中該等相移由基於該時間延遲的一預定義之相移值分開。

[0327] 實例63包括實例62之標的物，且視情況，其中該相移值係基於一基頻取樣速率及該等多個頻域信號之一數目。

[0328] 實例64包括實例55至63中任一者之標的物，且視情況，其中該等天線模組將接收該波束成形之通訊。

[0329] 實例65包括實例55至63中任一者之標的物，且視情況，其中該等天線模組將傳輸該波束成形之通訊。

[0330] 實例66包括實例55至65中任一者之標的物，且視情況，其中該波束成形之通訊包含一正交分頻多工(OFDM)通訊。

[0331] 實例67包括實例55至65中任一者之標的物，且視情況，其中該波束成形之通訊包含一單載波頻域等化(SC-FDE)通訊。

[0332] 實例68包括實例55至67中任一者之標的物，且視情況，其中該波束成形之通訊包含經由一毫米波(mmWave)頻帶或一方向多千兆(DMG)頻帶之一通訊。

[0333] 本文中參照一或多個實施例描述之功能、操作、組件及/或特徵可與本文中參照一或多個其他實施例描述之一或多個其他功能、操作、組件及/或特徵組合，或可與本文中參照一或多個其他實施例描述之一或多個其他功能、操作、組件及/或特徵相結合地利用，或反之亦然。

[0334] 雖然本文中已說明且描述本發明之某些特徵，但

許多修改、取代、改變及等效物可由熟習此項技術者想到。因此，應理解，隨附之申請專利範圍意欲涵蓋如屬於本發明之真實精神的所有此等修改及改變。

【符號說明】

100...系統

102、104...無線通訊裝置

103...無線通訊鏈路

105、109、121...資料信號

107、108...天線

110、120...無線通訊單元

112、113...加法器/分離器區塊

114、115...相移器

117、217、302...天線元件

118...饋入線

122...控制器

123、128、653、654...控制信號

127、129...基頻信號

130...第一RF鏈

131、141...RF信號

132...降頻轉換器

133、143...基頻至RF轉換器 /BB2RF轉換器

134...分離器

135...第一天線子陣列

136...加法器

- 137...第一方向波束
- 138...增頻轉換器
- 139...第一方向
- 140...第二RF鏈
- 145...第二天線子陣列
- 147...第二方向波束
- 149...第二方向
- 150...基頻
- 152、154、610、620、630、810...基頻處理鏈
- 153、155...頻域延遲模組
- 157...複合方向波束
- 159...波束方向/方向
- 161、162、611、621、631...天線模組
- 191...處理器
- 192...輸入單元
- 193...輸出單元
- 194...記憶體單元
- 195...儲存單元
- 206...時域頻道脈衝回應
- 208...頻域頻道轉移函數
- 210...最大延遲
- 212...信號頻寬
- 213...中心頻率
- 214...第一個零/零點

- 218...信號功率損失
- 235...線性陣列
- 237...方向波束
- 304...高頻信號分量
- 306...低頻信號分量
- 307、308...波前
- 310、312...波束
- 410...頻域信號/輸入信號
- 413、513、523、613、623、633...頻域延遲區塊
- 420...延遲之頻域信號/延遲之輸出
- 430...輸入
- 510、520、530...頻域處理方案
- 511、521、525、531、535...串聯信號
- 512...串聯至並聯(S2P)轉換器
- 515...信號
- 516...反向傅立葉快速變換(IFFT)區塊
- 517、527、534...並聯信號
- 522、532、612...S2P轉換器
- 526、536...FFT區塊
- 528、537...頻域信號
- 538、616...IFFT區塊
- 539、619...P2S轉換器
- 600...OFDM傳輸器
- 614...複加權區塊

- 618...OFDM保護間隔插入區塊
- 651、851...資料
- 652...波束成形控制器
- 655...前向錯誤校正區塊
- 656...調變/映射區塊
- 710...OFDM符號結構/符號結構
- 713...循環偏移
- 720...OFDM符號結構/符號結構
- 740...樣本結構
- 742...符號結構之部分
- 743...插入
- 750...符號結構
- 754...解調變窗
- 800...SC-FDE傳輸器
- 850...基頻處理單元
- 900-、910...區塊
- 1000...製品/產品
- 1002...非暫時性機器可讀儲存媒體
- 1004...邏輯

申請專利範圍

1. 一種設備，其包含：

一基頻處理器，其包括多個基頻處理鏈以處理將經由一天線陣列之多個天線模組傳遞之信號，其中該等基頻處理鏈包括多個頻域延遲模組，該等延遲模組中之一頻域延遲模組將一時間延遲施加至將經由該等多個天線模組中之一天線模組傳遞的一信號。
2. 如請求項1之設備，其中該天線模組包含耦接至一射頻(RF)波束成形電路的一陣列天線元件，該RF波束成形電路調整將施加至該等天線元件之相移以用於形成一方向天線波束。
3. 如請求項1之設備，其包含一波束成形控制器以控制該等多個天線模組作為一複合天線波束成形陣列操作以操控一複合波束。
4. 如請求項3之設備，其中該波束成形控制器控制由該等多個頻域延遲模組施加之多個時間延遲，該等多個時間延遲經組配用於產生該複合波束。
5. 如請求項1之設備，其中該頻域延遲區塊將一循環延遲施加至一頻域中之該信號，該循環延遲經組配以導致在一時域中之該時間延遲。
6. 如請求項1之設備，其中該頻域延遲區塊藉由使多個頻域信號移位多個相移來施加該時間延遲。
7. 如請求項6之設備，其中該等相移由基於該時間延遲的

- 一預定義之相移值而被分開。
8. 如請求項7之設備，其中該相移值係基於該基頻處理器之一基頻取樣速率及該等多個頻域信號之數目。
 9. 如請求項1之設備，其中該基頻處理器處理經由該等多個天線模組接收之該等信號。
 10. 如請求項1之設備，其中該基頻處理器處理將經由該等多個天線模組傳輸之該等信號。
 11. 如請求項1之設備，其中該等信號包含正交分頻多工(OFDM)信號。
 12. 如請求項1之設備，其中該等信號包含單載波頻域等化(SC-FDE)信號。
 13. 如請求項1之設備，其中該等多個天線模組將經由一毫米波(mmWave)頻帶或一方向多千兆(DMG)頻帶傳遞該等信號。
 14. 一種系統，其包含：
 - 一無線通訊裝置，其包括：
 - 一天線陣列，其包括多個天線模組；及
 - 一基頻處理器，其包括多個基頻處理鏈以處理將經由該等多個天線模組傳遞之信號，其中該等基頻處理鏈包括多個頻域延遲模組，該等延遲模組中之一頻域延遲模組將一時間延遲施加至將經由該等多個天線模組中之一天線模組傳遞之一信號。
 15. 如請求項14之系統，其中該天線模組包含耦接至一射頻(RF)波束成形電路的一陣列天線元件，該RF波束成形電

路調整施加至該等天線元件之相移以用於形成一方向天線波束。

16. 如請求項14之系統，其包含一波束成形控制器以控制該等多個天線模組作為一複合天線波束成形陣列操作以操控一複合波束。
17. 如請求項16之系統，其中該波束成形控制器控制由該等多個頻域延遲模組施加之多個時間延遲，該等多個時間延遲經組配用於產生該複合波束。
18. 如請求項14之系統，其中該頻域延遲區塊將一循環延遲施加至一頻域中之該信號，該循環延遲經組配以導致在一時域中之該時間延遲。
19. 如請求項14之系統，其中該頻域延遲區塊藉由使多個頻域信號移位多個相移來施加該時間延遲。
20. 如請求項19之系統，其中該等相移由基於該時間延遲的一預定義之相移值而被分開。
21. 如請求項20之系統，其中該相移值係基於該基頻處理器之一基頻取樣速率及該等多個頻域信號之數目。
22. 一種無線通訊之方法，該方法包含：
 - 處理多個基頻信號，該處理包括在一頻域中將多個時間延遲施加至該等多個基頻信號以在一時域中產生多個延遲之基頻信號；及
 - 基於該等多個延遲之基頻信號經由多個射頻(RF)波束成形天線模組傳遞一波束成形之通訊。
23. 如請求項22之方法，其包括將該等延遲之基頻信號轉換

成多個RF信號，及藉由經由該等多個RF波束成形天線模組傳遞該等多個RF信號來傳遞該波束成形之通訊。

24. 如請求項22之方法，其包含控制該等多個天線模組作為一複合天線波束成形陣列操作以操控一複合波束。

25. 如請求項22之方法，其包含藉由使多個頻域信號移位多個相移來施加該等多個時間延遲中之一時間延遲。

26. 一種產品，其包括具有儲存於其上之指令的一非暫時性儲存媒體，該等指令當由一機器執行時致使：

處理多個基頻信號，該處理包括在一頻域中將多個時間延遲施加至該等多個基頻信號以在一時域中產生多個延遲之基頻信號；及

基於該等多個延遲之基頻信號經由多個射頻(RF)波束成形天線模組傳遞一波束成形之通訊。

27. 如請求項26之產品，其中該等指令導致將該等延遲之基頻信號轉換成多個RF信號，及藉由經由該等多個RF波束成形天線模組傳遞該等多個RF信號來傳遞該波束成形之通訊。

28. 如請求項26之產品，其中該等指令導致控制該等多個天線模組作為一複合天線波束成形陣列操作以操控一複合波束。

29. 如請求項26之產品，其中該等指令導致藉由使多個頻域信號移位多個相移來施加該等多個時間延遲中之一時間延遲。

30. 如請求項29之產品，其中該等相移由基於該時間延遲的

一預定義之相移值而被分開。

圖式

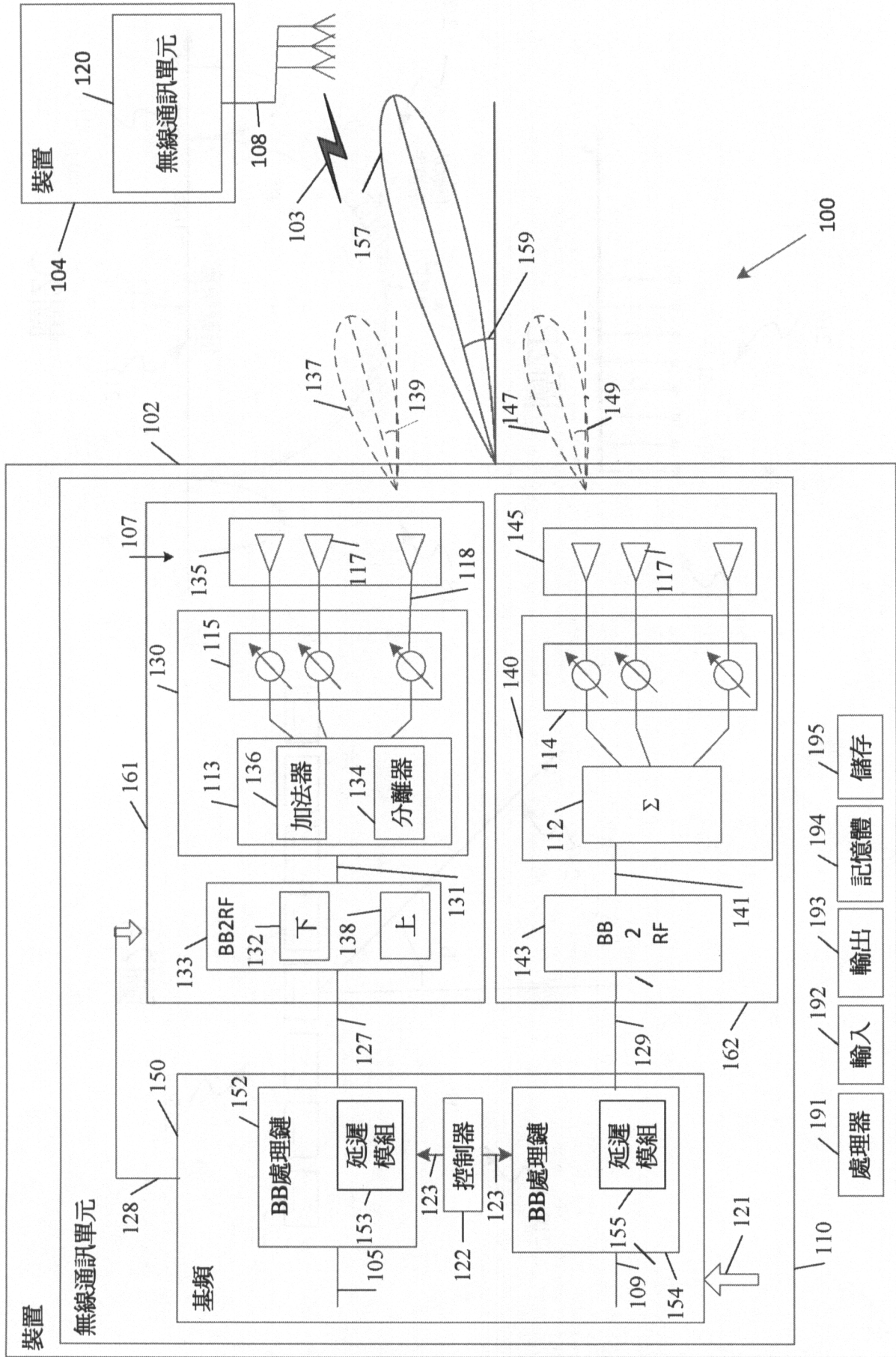


圖1

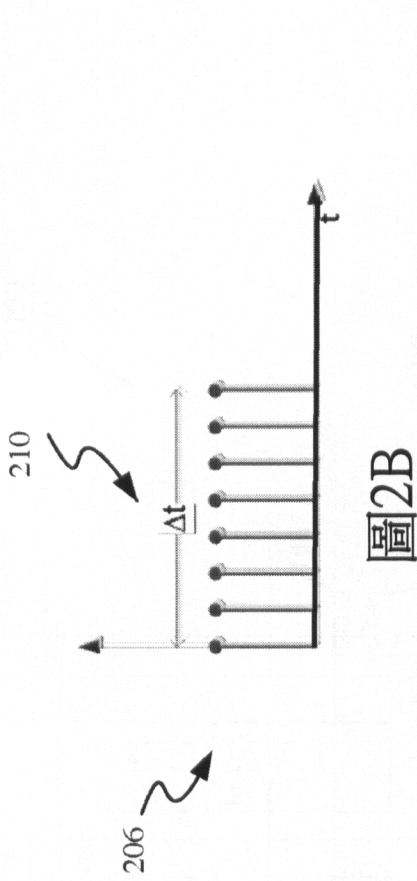


圖2B

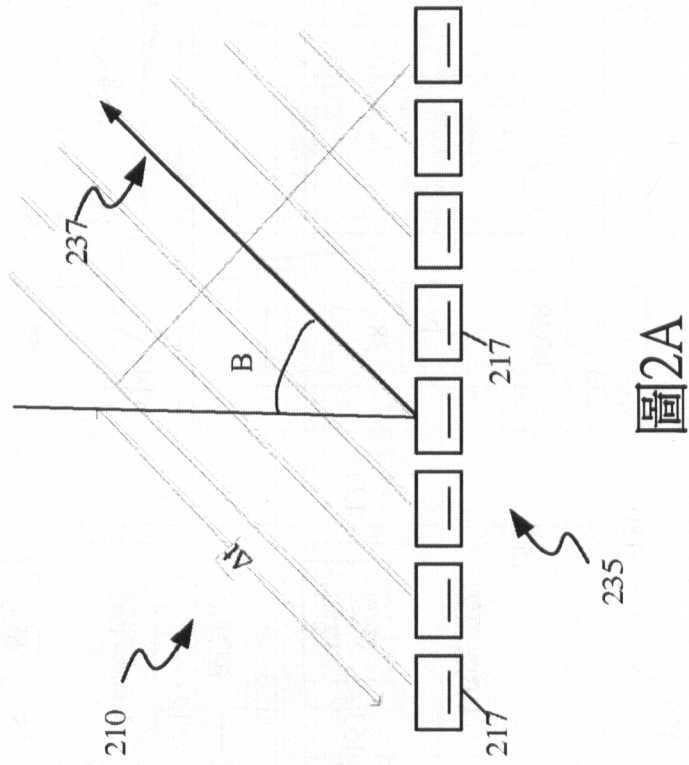


圖2A

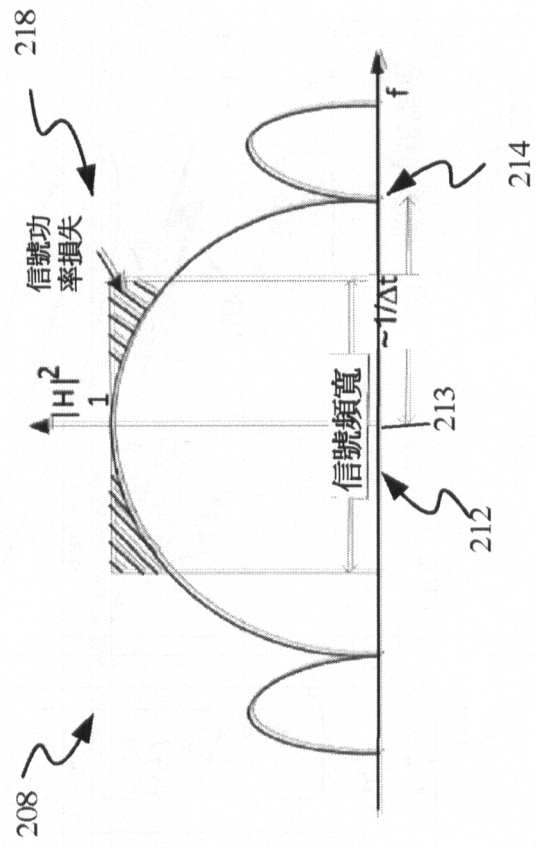


圖2C

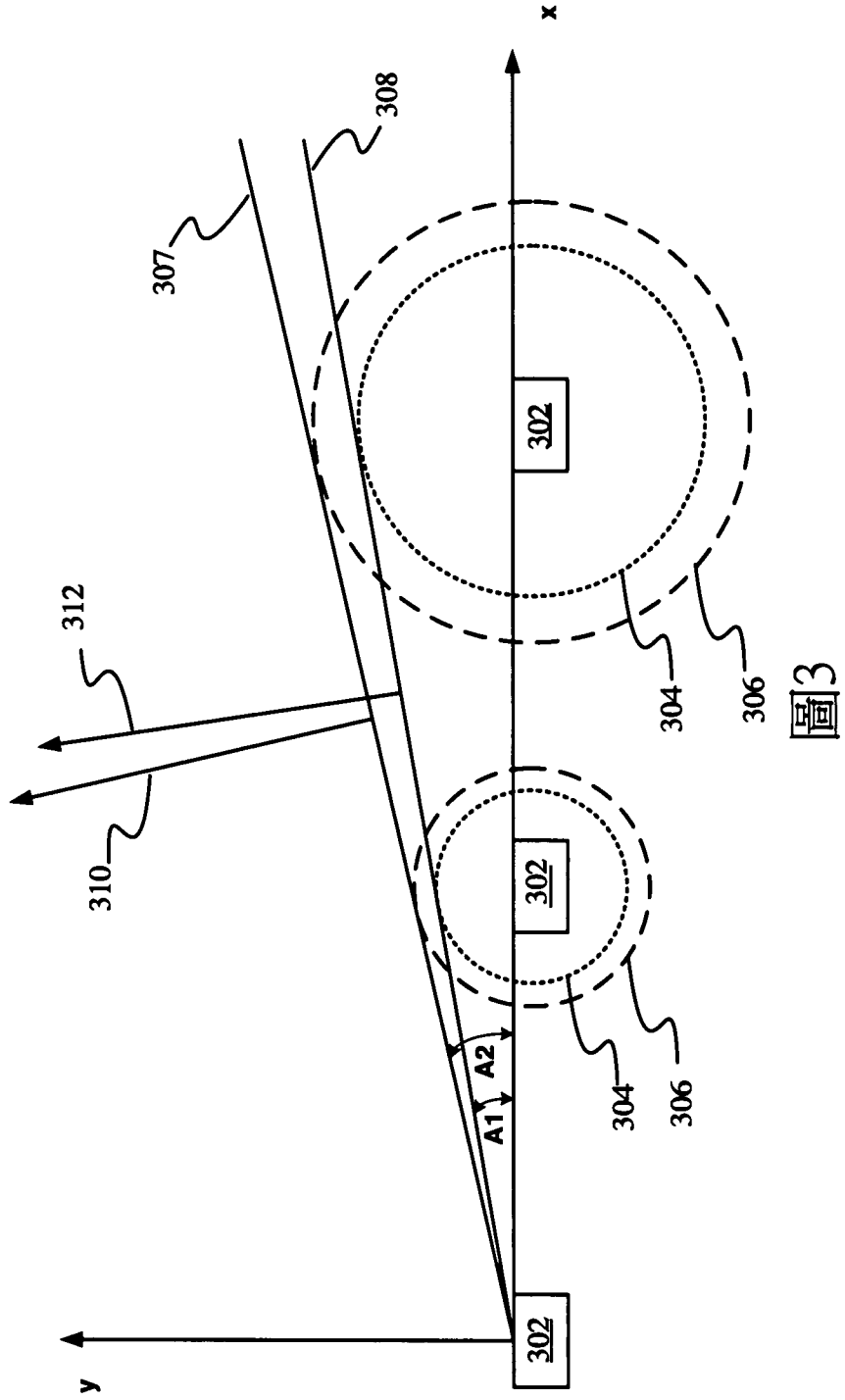


圖3

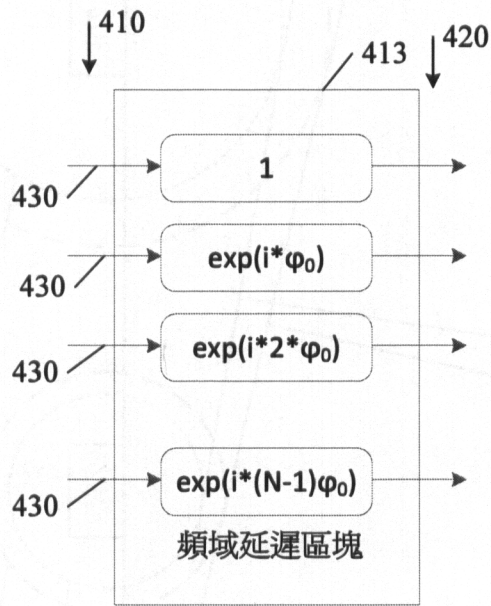


圖4

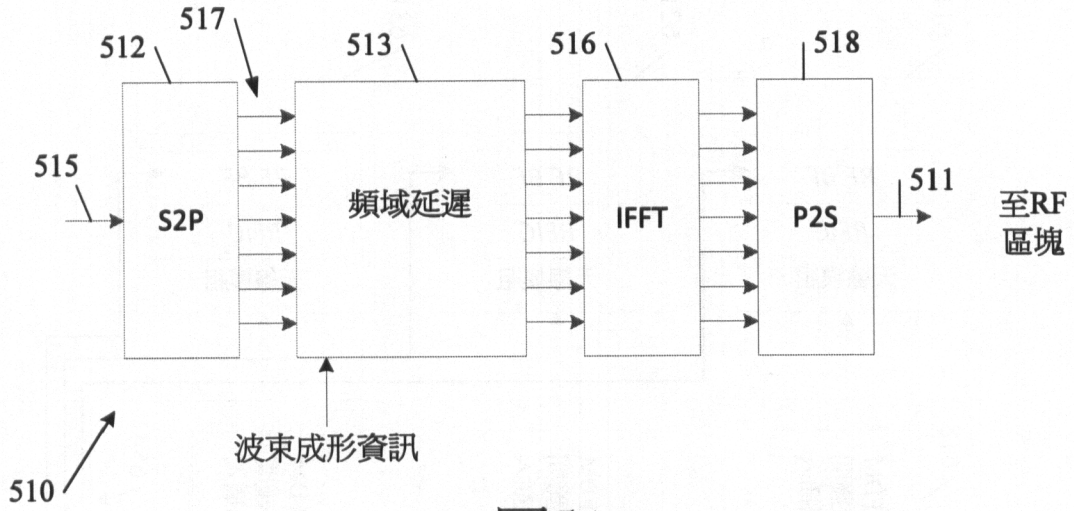


圖5A

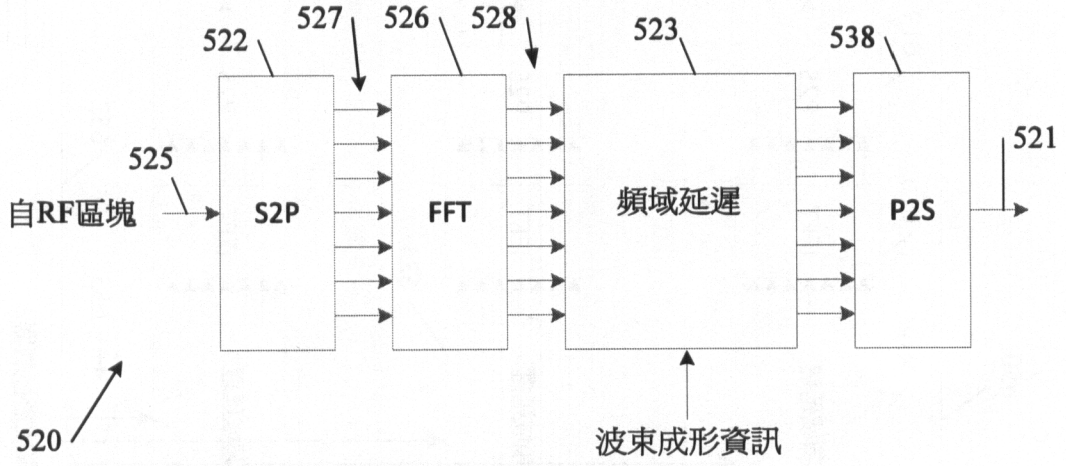


圖5B

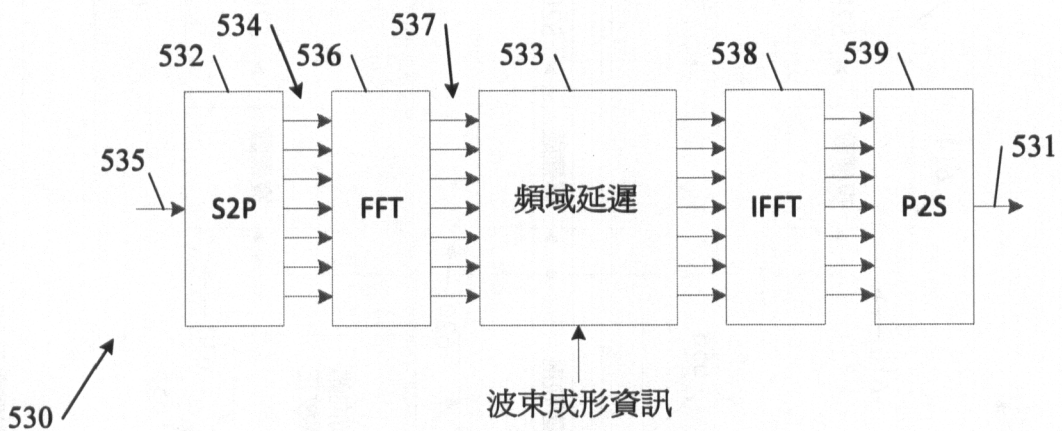


圖5C

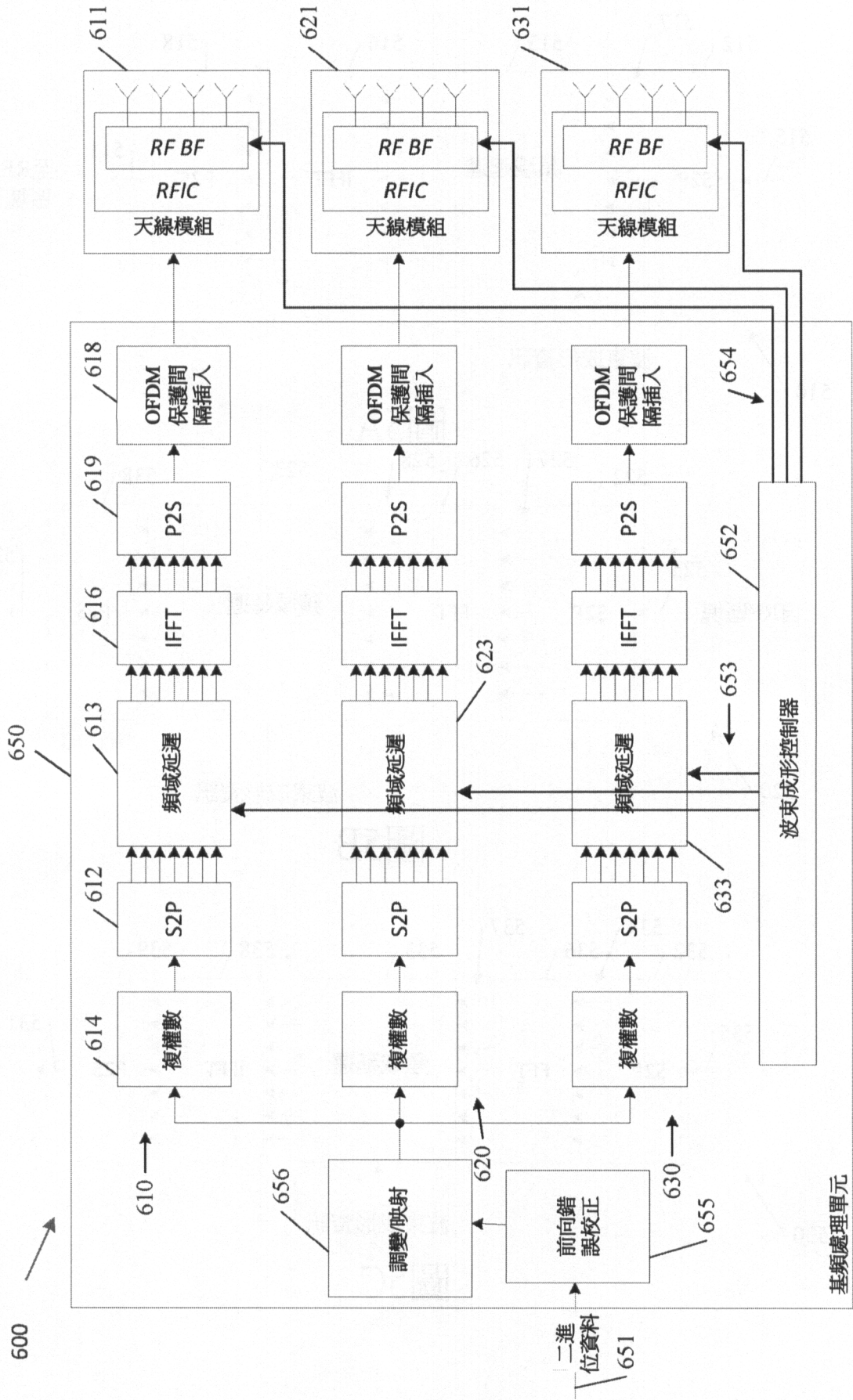
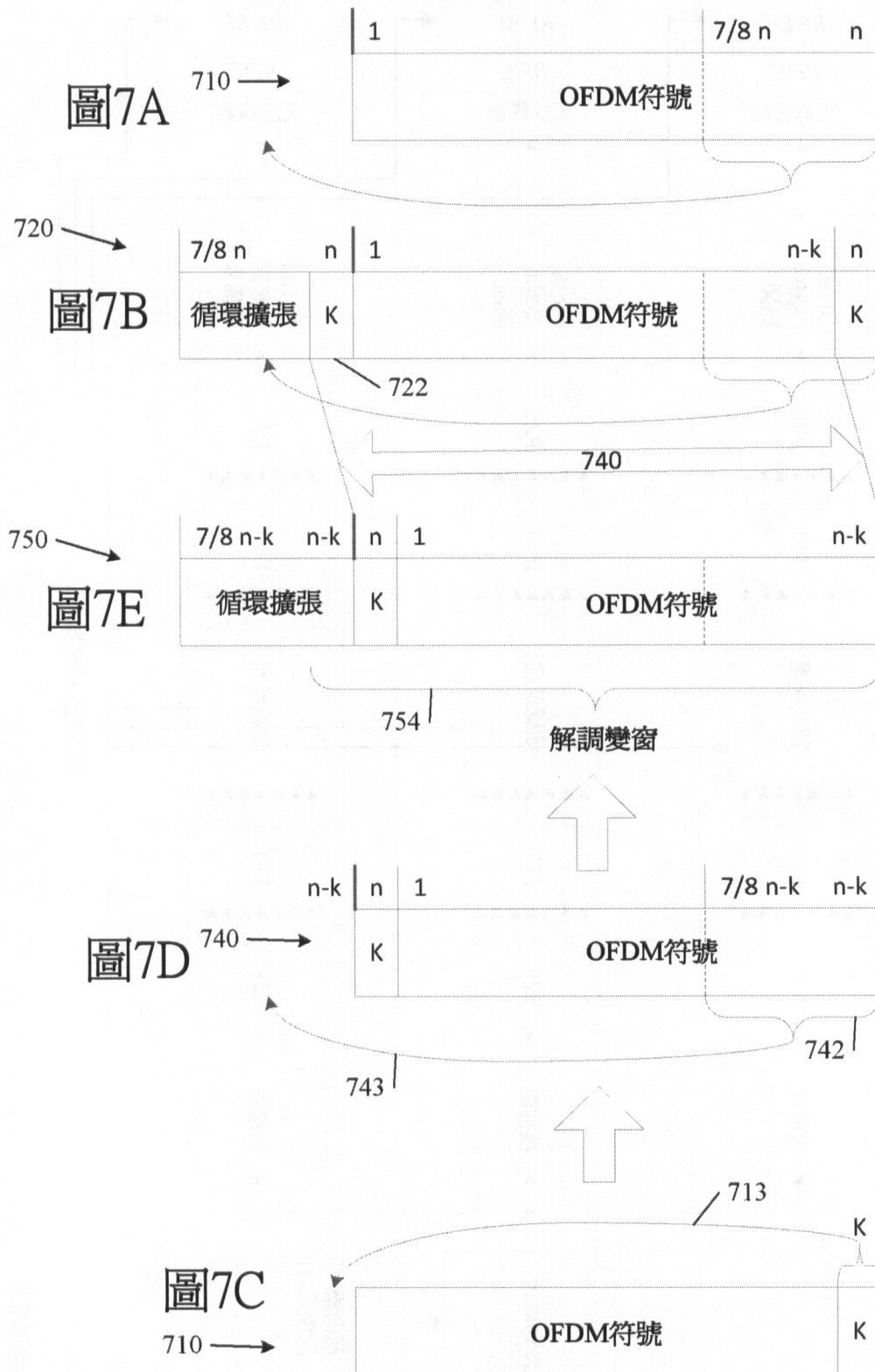


圖6



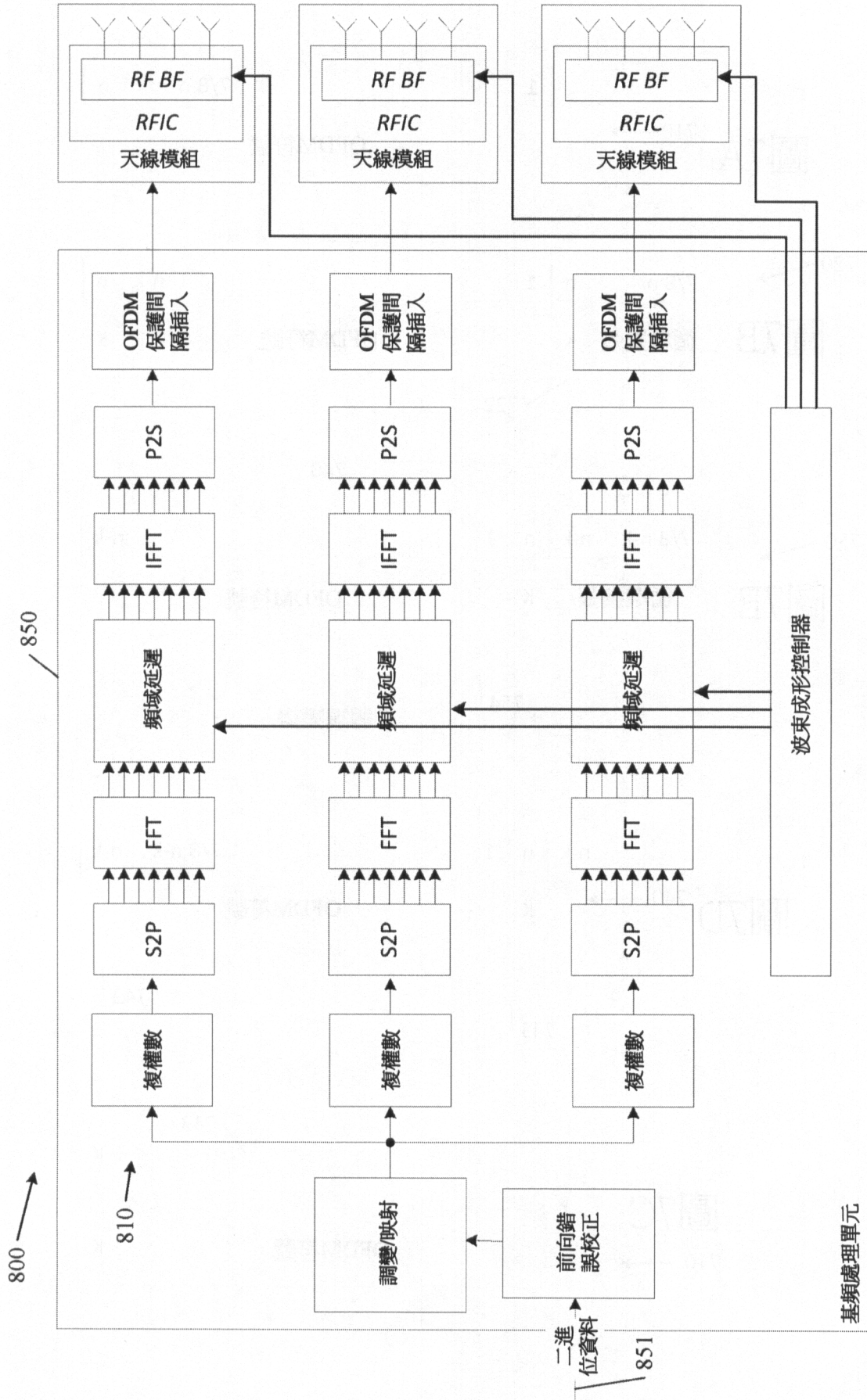


圖8

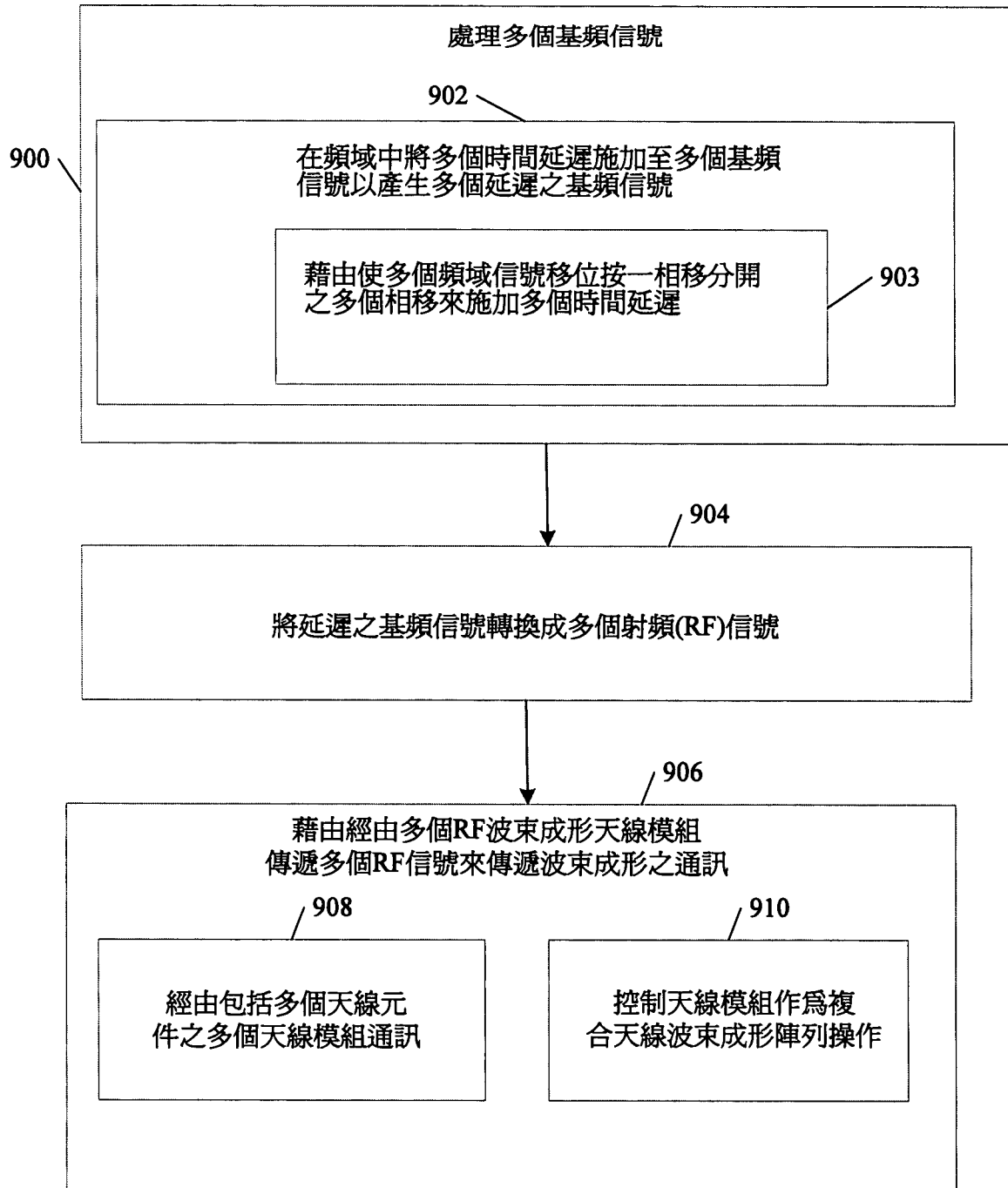


圖9

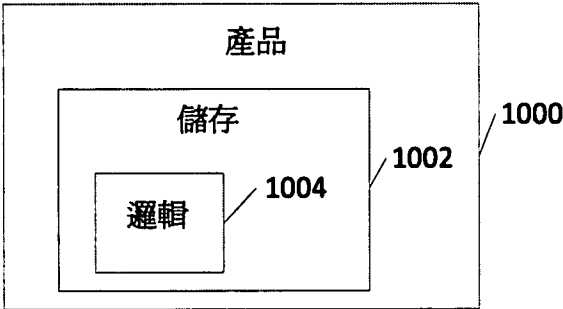


圖10

...