



(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 202329642 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 16 日

(21)申請案號：111132037

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 25 日

(51)Int. Cl. : **H04B1/38 (2015.01)** **H04B1/04 (2006.01)**
H04B1/18 (2006.01)

(30)優先權：2021/08/31 美國 17/463,290

(71)申請人：美商高通公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)
美國(72)發明人：卡爾佐拉里 迪亞哥 GALZOLARI, DIEGO (US)；溫斯婁 大衛樓維斯 WINSLOW,
DAVID LOWETH (US)；赫佛 吉赫米 HOEFEL, GUILHERME (BR)；波蘿 約
翰 BORO, JOHN (US)

(74)代理人：李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：30 項 圖式數：6 共 49 頁

(54)名稱

機器學習輔助的自我調整天線調諧

(57)摘要

本案內容的某些態樣提供了用於自我調整地調諧電子設備中的無線資料傳輸系統的技術，包括：接收設備的無線資料傳輸系統的一或多個操作特性；使用無線資料傳輸系統組態模型，基於該一或多個操作特性來決定目標無線資料傳輸系統組態；及在該無線資料傳輸系統中實現該目標無線資料傳輸系統組態。

Certain aspects of the present disclosure provide techniques for adaptively tuning a wireless data transmission system in an electronic device, including receiving one or more operating characteristics of a wireless data transmission system of a device; determining, using a wireless data transmission system configuration model, a target wireless data transmission system configuration based on the one or more operating characteristics; and implementing the target wireless data transmission system configuration in the wireless data transmission system.

指定代表圖：

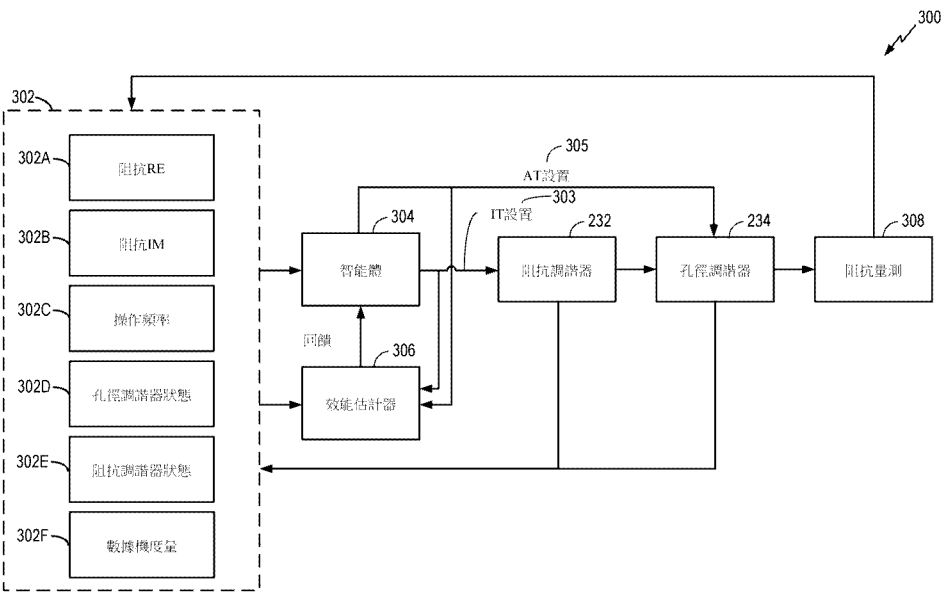


圖3

- 符號簡單說明：
- 232:阻抗調諧器
 - 234:孔徑調諧器
 - 300:強化學習模型架構
 - 302:輸入
 - 302A:實阻抗量測
 - 302B:虛阻抗量測
 - 302C:操作頻率
 - 302D:孔徑調諧器狀態
 - 302E:阻抗調諧器狀態
 - 302F:數據機度量
 - 303:阻抗調諧器設置
 - 304:智慧體
 - 305:孔徑調諧器設置
 - 306:效能估計器
 - 308:阻抗量測部件



【發明摘要】

【中文發明名稱】機器學習輔助的自我調整天線調諧

【英文發明名稱】MACHINE LEARNING-ASSISTED ADAPTIVE ANTENNA
TUNING

【中文】

本案內容的某些態樣提供了用於自我調整地調諧電子設備中的無線資料傳輸系統的技術，包括：接收設備的無線資料傳輸系統的一或多個操作特性；使用無線資料傳輸系統組態模型，基於該一或多個操作特性來決定目標無線資料傳輸系統組態；及在該無線資料傳輸系統中實現該目標無線資料傳輸系統組態。

【英文】

Certain aspects of the present disclosure provide techniques for adaptively tuning a wireless data transmission system in an electronic device, including receiving one or more operating characteristics of a wireless data transmission system of a device; determining, using a wireless data transmission system configuration model, a target wireless data transmission system configuration based on the one or more operating characteristics; and implementing the target wireless data transmission system configuration in the wireless data transmission system.

【指定代表圖】第（ 3 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

2 3 2：阻 抗 調 諧 器

2 3 4：孔 徑 調 諧 器

3 0 0 : 強 化 學 習 模 型 架 構

3 0 2 : 輸 入

3 0 2 A : 實 阻 抗 量 測

3 0 2 B : 虛 阻 抗 量 測

3 0 2 C : 操 作 頻 率

3 0 2 D : 孔 徑 調 諧 器 狀 態

3 0 2 E : 阻 抗 調 諧 器 狀 態

3 0 2 F : 數 據 機 度 量

3 0 3 : 阻 抗 調 諧 器 設 置

3 0 4 : 智 慧 體

3 0 5 : 孔 徑 調 諧 器 設 置

3 0 6 : 效 能 估 計 器

3 0 8 : 阻 抗 量 測 部 件

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】機器學習輔助的自我調整天線調諧

【英文發明名稱】MACHINE LEARNING-ASSISTED ADAPTIVE ANTENNA
TUNING

【技術領域】

【0001】 本專利申請案主張於2021年8月31日提出申請的美國申請.案第17/463,290的號優先權，該申請案被轉讓給本案的受讓人並經由引用整體併入本文。

【0002】 本案的各態樣係關於自我調整天線調諧。

【先前技術】

【0003】 無線設備（例如，智慧型電話）可以具有用於經由無線資料傳輸系統發送和接收無線資料的一或多個天線。使用這種設備的方式，例如智慧型電話正在被如何握持，可以影響天線的效能，並且因此影響無線資料傳輸的效能。降級的天線效能可能導致無線資料傳輸緩慢、電池使用增加以及無線網路干擾增加，僅舉幾個問題。

【0004】 因此，需要用於動態地適配天線調諧以改進無線設備效能的系統和方法。

【發明內容】

【0005】 某些態樣提供了一種用於自我調整地調諧電子設備中的無線資料傳輸系統的方法，包括：接收設備的無線資料傳輸系統的一或多個操作特性；使用無線資料傳輸系統組態模型，基於該一或多個操作特性來決定目標無線資

料傳輸系統組態；及在該無線資料傳輸系統中實現該目標無線資料傳輸系統組態。

【0006】 其他態樣提供了被配置為執行上述方法以及本文所述的那些方法的處理系統；包括指令的非暫時性電腦可讀取媒體，該等指令在由處理系統的一或多個處理器執行時使該處理系統執行前述方法以及本文所述的那些方法；體現在電腦可讀取儲存媒體上的電腦程式產品，其包括用於執行上述方法以及本文進一步描述的方法的代碼；及處理系統，其包括用於執行前述方法以及本文進一步描述的那些方法的單元。

【0007】 以下描述和相關附圖詳細闡述了一或多個態樣的某些說明性特徵。

【圖式簡單說明】

【0008】 附圖圖示了一或多個態樣中的某些態樣，因此不應被認為是對本案內容的範疇的限制。

【0009】 圖 1 A 圖示了無線電子設備的三種不同用例的測試結果的實例。

【0010】 圖 1 B 圖示了基於量測的測試結果的無線電子設備的實例用例判定邊界。

【0011】 圖 2 圖示了用於在無線電子設備中執行自我調整天線調諧的實例系統。

【0012】 圖 3 圖示了實例強化學習模型架構。

【0013】 圖 4 圖示了實例效能估計器。

【0014】 圖 5 圖示了執行自我調整天線調諧的實例方法。

【0015】 圖 6 圖示如本文所述可以被配置為執行自我調整天線調諧的實例電子設備。

【0016】 為了便於理解，在可能的情況下，使用相同的元件符號來表示附圖中公共的相同元件。可以設想，一個態樣的要素和特徵可以有利地併入其他態樣而無需進一步描述。

【實施方式】

【0017】 本案的各態樣提供了用於機器學習輔助的自我調整天線調諧的裝置、方法、處理系統和電腦可讀取媒體。

【0018】 隨著無線電子設備變得更小和更有能力，設計無線資料傳輸系統的挑戰變得更複雜，這至少部分是由於在這種設備的緊密和複雜的內部限制內設計有效的天線的複雜性。事實上，因為現代無線電子設備可以同時在許多無線頻率上操作以用於發射和接收，所以在單個設備中通常需要不同設計的多個天線。

【0019】 功能設計和封裝挑戰僅是為無線電子設備建立有效的無線資料傳輸系統的整體挑戰的一個態樣。這種設備的不同使用模式提出了另一個挑戰，因為不同的模式不同地影響無線資料傳輸系統的效能。

【0020】 例如，將無線電子設備（諸如智慧型電話或平板電腦）握持在左手中對比在右手中或者用雙手來握持，可以改變無線資料傳輸效能，因為不同的手的放置不同地影響不同的天線。例如，放置在表面、放置在（例如口袋、

汽車或飛機中)的限制內、插入(例如,經由USB或類似電纜)時的使用等通常不同地影響無線資料傳輸效能。

【0021】 可以使用不同的方法來改進能夠進行無線通訊的設備中的天線效能。例如,可以動態地執行阻抗匹配和調諧以改進這種設備中的天線效能。

【0022】 通常,阻抗與經由系統的能量流動相反。恆定的電子訊號可以具有恆定的阻抗,並且變化的電子訊號可以具有隨著改變頻率而變化的阻抗。阻抗通常具有複數值,該複數值包括形成該值的「實」部的電阻分量,和形成該值的「虛」部的電抗分量。

【0023】 天線阻抗與在天線輸入處的電壓和電流有關。天線阻抗的「實」部分表示在天線內輻射出的或吸收的功率,阻抗的「虛」部分表示儲存在天線近場中的功率,即非輻射功率。當為天線最佳化系統的阻抗時,天線通常更有效率並且因此更有效果。

【0024】 阻抗匹配是指設計電負載的輸入阻抗或其相應訊號源的輸出阻抗,以使功率傳輸最大化並使來自負載的訊號反射最小化。然而,因為阻抗隨可變頻率訊號而變化,所以可以使用動態阻抗調諧來調諧天線以匹配射頻(RF)前端,從而使從RF前端到天線的功率傳輸最大化。

【0025】 阻抗調諧可以在「開放迴路」配置中執行,其中使用預先配置的參數將天線調諧到系統,或者在「閉合迴路」配置中執行,其中動態調整參數以將天線調諧到系統。

在兩種情況下，此類參數可以用於改進無線電子設備中的天線效能（例如，總輻射功率和回波損耗）。

【0026】 孔徑調諧是改進電子設備中的無線通訊系統效能的另一種方法。通常，天線孔徑調諧涉及修改天線的諧振頻率以匹配特定應用或頻率。經由針對特定應用或頻率調諧天線的諧振頻率，針對該特定應用或在該特定頻率下改進了天線的效率。因此，孔徑調諧可以允許相同的天線被更有效地用於在多個頻率下的多個應用。

【0027】 執行天線孔徑調諧的一種方式是修改天線的電長度以調節其諧振頻率。在一些態樣，可以使用開關經由將天線連接到不同長度的接地路徑，來調節天線的諧振頻率，從而轉移天線的諧振，並因而改變天線的效能而不對天線進行任何結構改變。電容器或電感器亦可以被用來進一步調節諧振頻率，並且通常可以連接在開關和天線的輻射元件之間。

【0028】 孔徑調諧和阻抗調諧通常可以改進天線的效能，諸如其操作頻帶、回波損耗、頻寬、增益和效率。在當代的行動設備中，諸如智慧型電話、平板電腦、智慧可穿戴設備等，孔徑調諧可以有利地改進設備在不同時間在多個頻帶中操作的能力，這可以被稱為頻帶選擇調諧。

【0029】 本文描述的態樣涉及用於在無線通訊系統中執行自我調整天線調諧的系統和方法。與依賴於用於天線調諧的固定配置（例如，基於明決定義的用例）的一些一般方法不同，本文描述的方法涉及使用強化學習來教導智慧體

(a g e n t) 基於回饋資料選擇一或多個最優天線調諧器設置。天線調諧器設置通常可以涉及無線設備中的任何方式的調諧器，包括本文描述的各種實例中的阻抗調諧器及/或孔徑調諧器。有益地，經由使用估計模型將選擇的天線調諧器設置與未選擇的天線調諧器設置進行比較以便決定選擇的效能，可以在設備上產生回饋資料。在一些態樣，可以基於設備中的感測器以及來自與設備無線通訊的網路的回饋來產生進一步的回饋資料。

【0030】 因此，本文描述的態樣有利地允許設備學習其自己的最優無線通訊設備配置，諸如阻抗調諧器設置、孔徑調諧器設置和其他調諧器設置，這降低了設備對製造變化和其他外部因素的敏感性，其他外部因素諸如使用設備的方式（例如，如何握持設備）以及使用者可以如何修改設備（例如，經由在設備上放置保護蓋）。此外，不再需要特定的、明決定義的用例的實驗室表徵來實現改善的天線效能。

【0031】 有益地，本文描述的態樣通常改進了具有無線通訊系統的設備中的天線效能（例如，3 - 5 d B 或更多），增加了這種設備的發射和接收範圍，增加了電池供電設備的電池壽命，並減少了這種設備使用的無線資料通訊網路中的干擾。

用於天線孔徑調諧的一般用例表徵

【0032】 傳統的天線調諧一直基於決定用於特定用例的設置，例如左手或右手握持設備。

【0033】 圖 1 A 圖示了三種不同用例（自由空間、右手和左手）的示例性阻抗值以及每組測試結果的計算平均值。例如，特定用例（在該實例中的示例性右手握持）的測試結果 1 0 2 A - C 產生平均點 1 0 2 D。平均點可以被認為是用例的基於測試結果的特徵或代表點。在該實例中，測試結果量測給定頻率的實部阻抗和虛部阻抗，並且可以基於被測試的設備的能力在許多不同的頻率上執行測試。

【0034】 基於量測結果，可以如圖 1 B 所示（如弧線所示）決定簡單的用例判定邊界。此後，可以繪製「即時」量測 1 0 4，並將其與不同用例的代表點及 / 或與用例判定邊界進行比較，以決定無線電子設備當前正在被如何使用（例如，設備的當前用例）。

【0035】 不幸的是，諸如圖 1 A 所示的量測和用例之間的初始建模是耗時的、昂貴的，並且通常不太具有代表性，因為測試任何進入生產的給定設備可以被使用的無數不同方式（例如，關於各種用例）是不切實際的。例如，可以在幾個不同的位置測試設備以決定幾個不同的用例，但是該測試很少真正代表設備可以由各種使用者手持的各種不同方式。例如，如在圖 1 B 中所示，決策邊界覆蓋三個實例用例中的每一個的代表點周圍的寬區域，並且那些大區域可能過度代表特定用例。

【0036】 此外，如圖 1 B 所示，存在許多用例決策邊界重疊的區域，使得點可能落在多個用例的邊界內，導致用例決定中的額外不決定性。因此，如在該實例中，使用基於代

表點的簡單決策邊界可能需要無線電子設備的額外處理，這減慢了操作並使用更多的功率。

【0037】 更通常，傳統測試的有限性質導致有限的用例測試資料和模型，其具有有限的能力來基於即時資料量測可靠地決定設備當前正在被如何使用（例如，相對於定義的用例集合）。值得注意的是，用例錯誤決定或錯誤預測可能導致應用錯誤的天線調諧器設置並導致設備的次優無線資料傳輸效能。

【0038】 為了改進一般測試和用例決定，本文描述的態樣不依賴於用例決定作為決定最優天線調諧器設置的先決條件。相反，本文描述的態樣基於回饋資料動態地決定最優天線調諧器設置（例如，用於阻抗調諧器及/或孔徑調諧器）。在一些態樣，經由強化學習用於基於各種輸入、回饋訊號和被配置為強化最優天線調諧器設置選擇的選擇效能函數來選擇天線調諧器設置的最優策略，來教導智能體。則有益地，不需要決定用例，而是設備可以基於強化學習反饋迴路來適應任何方式的用例。

強化/智能體學習簡介

【0039】 強化學習是一種形式的機器學習，其集中於教導「智慧體」（亦稱為「智慧智慧體」或（「AI智慧體」））如何在環境中採取動作，以便最大化獎勵及/或最小化對所採取的動作的懲罰。強化學習與監督學習的不同一般在於不需要標記的輸入/輸出對來訓練智慧體，這使得強化學習對於收集充足的訓練資料用於傳統監督學習將是困難的場

景是非常有幫助的，如上文關於表徵用例來參照圖 1 A 和 1 B 所描述的。因此，強化學習集中於為智慧體學習最佳策略，例如最大化效能函數，其可以包括隨時間最大化的獎勵要素及 / 或隨時間最小化的懲罰要素。

【0040】 強化學習智慧體可以以離散的時間步驟或間隔與環境互動。通常，在每個時間步驟，智慧體接收當前狀態並評估效能函數，以基於該狀態決定獎勵及 / 或懲罰。隨後，智慧體從一組可用動作中選擇動作，該動作隨後被發送到環境。環境基於該動作移動到新狀態，並且決定與該轉變相關聯的新獎勵及 / 或懲罰並將其回饋給智能體。因此，強化學習智慧體的最終目的是基於在變化的環境中在不同時間選擇不同動作來學習最大化預期累積獎勵及 / 或最小化預期累積懲罰的策略。

【0041】 智慧體採用的「策略」可以基於機器學習模型，例如神經網路模型。例如，可以向機器學習模型提供各種輸入，並且該模型可以基於輸入來預測要採取的動作。強化學習可以隨時間改變這種模型的參數（例如，權重和偏置），以基於效能函數改進模型和智慧體的基於策略的動作。

【0042】 例如，在天線調諧的上下文中，智慧體可以基於策略（例如，模型）選擇天線調諧器設置（例如，「動作」），諸如阻抗調諧器設置、孔徑調諧器設置及 / 或另一調諧器設置，並將其提供給要實現（例如，改變設備的狀態）的設備（例如，「環境」）以用於資料傳輸。根據所選擇的天線

調諧器設置的傳輸可以用於產生回饋資料，其進而可以被用於基於為資料傳輸選擇的天線調諧器設置來決定對智能體的獎勵及/或懲罰。在一些態樣中，智慧體使用的策略可以考慮各種類型的輸入資料，諸如沿著無線資料通訊系統中的發射鏈量測的實阻抗、沿著發射鏈的虛阻抗、發射鏈的一或多個操作頻率、以及一或多個當前天線調諧器設置（例如，當前狀態），諸如當前阻抗調諧器狀態、當前孔徑調諧器狀態及/或其他當前調諧器狀態。

用於執行自我調整天線調諧的實例系統

【0043】 圖2圖示了用於在無線電子設備中執行自我調整天線調諧的實例系統200。

【0044】 系統200包括數據機210，在該實例中，數據機210包括量測部件212、自我調整天線調諧部件214、效能估計部件216和天線調諧器設置資料庫218。

【0045】 量測部件212可被配置為從無線電子設備的其他態樣接收量測資料，例如阻抗和頻率量測。例如，在一個態樣中，量測部件212可從無線收發器220的回饋接收器(FBR_x)222接收量測。通常，回饋接收器222是比較沿著發射鏈的不同點處的發射訊號的量測的電路。例如，可決定電壓駐波比(VSWR)或回波損耗，其提供發射訊號的複阻抗的量測。隨後，數據機210的一態樣，諸如自我調整天線調諧部件214，可以獲得該複阻抗並將其轉換為天線處的阻抗。如前述，該天線阻抗可以用於決定天線如何受到不同天線調諧器設置的影響，例如分別由阻抗調諧器

2 3 2、孔徑調諧器 2 3 4 及 / 或其他調諧器 2 3 6 實現的阻抗調諧器設置、孔徑調諧器設置及 / 或其他調諧器設置。

【0046】 自我調整天線調諧部件 2 1 4 可以實現用於決定天線調諧器設置的智慧體，包括阻抗調諧器 2 3 2 及 / 或天線孔徑調諧器 2 3 4 的設置，如關於圖 3 進一步描述的。在一些情況下，智慧體可以從儲存在天線調諧器設置資料庫 2 1 8 中的設置中決定及 / 或選擇。設置可以包括孔徑、阻抗及 / 或其他調諧器設置，其可以由阻抗調諧器 2 3 2、孔徑調諧器 2 3 4 及 / 或其他調諧器 2 3 6 實現，並且在實現時其可以被認為是射頻前端 (R F F E) 2 3 0 的狀態的態樣。例如，射頻前端 2 3 0 的狀態可以經由阻抗調諧器 2 3 2、孔徑調諧器 2 3 4 及 / 或其他調諧器 2 3 6 的設置來定義。

【0047】 在這個實例中，射頻前端 2 3 0 包括阻抗調諧器 2 3 2 和孔徑調諧器 2 3 4，其被配置為分別執行阻抗調諧和孔徑調諧。射頻前端 2 3 0 亦包括其他調諧器 2 3 6，其可以包括例如用於匹配功率放大器的輸出和天線的一或多個匹配網路，以改進功率放大器效能。

【0048】 注意，射頻前端 2 3 0 可以包括許多其他態樣，為簡單起見，在該實例中未圖示這些態樣，例如功率放大器、功率追蹤器、雙工器、六工器、開關、低雜訊放大器、濾波器、天線開關和提取器，僅舉幾例。

【0049】 射頻前端 2 3 0 亦連接到天線 2 5 0。注意，在該實例中，為了簡單起見，圖示了單個天線 2 5 0，但是射頻前端 2 3 0 可以連接到多個天線，此外，該實例圖示了單個射

頻前端，但是其他實例可以包括多個射頻前端，例如用於不同的無線電存取技術，並且用於同時在不同的頻率上操作。

【0050】 自我調整天線調諧部件 214 亦被配置為向射頻前端 230 中的阻抗調諧器 232、孔徑調諧器 234 及 / 或其他調諧器 236 提供天線調諧器設置，以便改進天線 250（其可以表示複數個天線）的效能。關於圖 3 更詳細地圖示和描述了可以由自我調整天線調諧部件 214 實現的自我調整天線調諧系統的實例。

【0051】 自我調整天線調諧部件 214 可以顯著地改進電子設備的無線資料傳輸系統的效能。例如，可以實現天線效率的 3 - 5 dB 的改進以及減少的功率使用、增加的電池壽命和減少的網路干擾。此類改進儘管通常是有益的，但是可能與某些場景具體相關，諸如室內及 / 或細胞邊緣處的使用，或者當以覆蓋多個天線的方式手持設備時。

【0052】 為了發送和接收資料，數據機 210 連接到無線收發器 220，無線收發器 220 又連接到射頻前端 230，射頻前端 230 連接到天線 250。注意，數據機 210 可以包括為了簡單起見在該實例中未圖示的許多其他態樣，諸如處理核心、唯讀記憶體（ROM）、隨機存取記憶體（RAM）、安全部件、周邊部件、快取記憶體等。

【0053】 值得注意的是，為了簡單起見，圖 2 僅圖示了設備的無線資料傳輸系統的選擇的態樣，並且許多其他態樣亦

是可能的，諸如其他處理器、記憶體、感測器、輸入和輸出設備、周邊系統等。

實例強化學習模型架構

【0054】 圖3描述了實例強化學習模型架構300。強化學習模型架構300可以由例如圖2的自我調整天線調諧部件214來實現。

【0055】 強化學習模型架構300包括智慧體304，其可以實現用於決定或選擇天線調諧器設置的策略，在該實例中包括用於阻抗調諧器232的阻抗調諧器設置、用於孔徑調諧器234的孔徑調諧器設置。注意，儘管未在圖3中圖示，但是在另外的態樣，智慧體304亦可以被配置為決定用於其他調諧器的調諧器設置，諸如上面關於圖2描述的其他調諧器236。

【0056】 在一些情況下，智慧體304可以經由機器學習模型（例如，「策略模型」或「無線資料傳輸系統組態模型」）的方式來實現其策略，例如神經網路模型，其採用一或多個輸入302（例如，設備中的無線通訊系統的操作特性）並輸出策略決策（例如，目標無線資料傳輸系統組態），諸如阻抗調諧器設置303（圖3中的「IT設置」）及/或孔徑調諧器設置305（圖3中的「AT設置」）。在該實例中，提供給智慧體304的一或多個輸入302可以用作智慧體304的策略模型的輸入，包括實阻抗量測302A、虛阻抗量測302B、一或多個操作頻率302C、孔徑調諧器狀態302D、阻抗調諧器狀態302E和數據機度量302F（例如，接收訊

號接收功率(RSRP)度量；接收訊號接收品質(RSRQ)度量；訊雜比度量(SNR/SINR)；接收訊號強度指示符(RSSI)；等)。此外，儘管未圖示，但是可以使用其他輸入資料，諸如來自無線資料通訊系統正在其中操作的設備的感測器資料。

【0057】 在一些情況下，由智慧體304實現的策略模型可以輸出與天線調諧器設置相關聯的一或多個索引，該天線調諧器設置包括阻抗調諧器設置、孔徑調諧器設置及/或其他調諧器，其可以包括任何數量的調諧器參數。在一些情況下，該等索引可以標識儲存在資料庫(諸如圖2中的設置資料庫218)中的調諧器設置。

【0058】 在一些態樣，智慧體304可以被配置為進一步輸出天線上存在的一或多個載波上的不同天線調諧器設置的預期效能(效率、匹配阻抗)，從而允許系統的其他部分(例如，在自我調整天線調諧系統之外)基於其他目標和約束來選擇調諧器行為，其中其他目標和約束諸如功率放大器效率、非線性、準確度(例如，如由誤差向量幅度所描述的)、可實現的調制類型、多輸入多輸出(MIMO)配置的可實現的天線秩等。

【0059】 如所圖示的，複阻抗量測(分別包括實部和虛部302A和302B)可以由阻抗量測部件308提供。在一些態樣，無線資料通訊系統可以同時使用多個操作頻率，並且在這種情況下，阻抗量測部件308的阻抗量測可以基於多

個同時的頻率。然而，注意，在此種情況下，量測頻率不一定需要匹配所有操作頻率。

【0060】 在一些情況下，阻抗量測可以由回饋接收器產生，例如圖2中的回饋接收器222。此外，阻抗調諧器狀態和孔徑調諧器狀態可以要麼由智慧體304基於無線資料傳輸系統的當前狀態而獲知，要麼由阻抗調諧器232和孔徑調諧器234提供作為主要參考或確認參考。

【0061】 由智慧體304決定的天線調諧器設置（例如，該實例中的阻抗調諧器設置303及/或孔徑調諧器設置305）可以進一步被提供給效能估計器306，效能估計器306被配置為基於所決定的天線調諧器設置向智慧體304提供回饋資料。在一些情況下，孔徑調諧器設置305和阻抗調諧器設置303可以共同被考慮調諧碼，並且智慧體304嘗試決定最優調諧碼，其包括最佳化射頻前端（例如，圖2中的230）的效能（效率、功率、線性度）的最優阻抗調諧器和孔徑調諧器設置。在一個實例中，基於最優調諧碼來實現從功率放大器到天線（例如，圖2中的250）的最大功率遞送。在各個態樣中，在決定最優調諧碼時皆考慮了最大接收功率、最低非線性、以及發射功率、接收功率和線性之間的折衷。

【0062】 在一些態樣，回饋資料基於與智慧體304未選擇的天線調諧器設置（例如，在該實例中未選擇的或「虛擬」阻抗調諧器設置及/或孔徑調諧器設置）相關聯的估計阻抗。例如，任何數量的定義的阻抗調諧器設置及/或孔徑調

諧器設置可以被儲存（例如，在圖 2 中的設置資料庫 218 中）並且可由智慧體 304 存取。基於由智慧體 304 輸出的天線調諧器設置的估計阻抗可以基於由效能估計器 306 實現的一或多個模型，如關於圖 4 的實例進一步描述的。

【0063】 在一些態樣，回饋資料可以進一步或可選地基於其他指示符。如前述，設備上的各種感測器可以提供可以用於產生對智慧體 304 的回饋的感測器資料。類似地，來自與設備進行資料通訊的無線資料網路的指示符（例如，訊號品質度量）可以用於產生給智慧體 304 的回饋資料。

【0064】 基於來自效能估計器 306 的回饋資料，智慧體 304 可以使用強化學習來更新其策略（例如，其策略模型的參數）。例如，智慧體 304 可以評估選擇效能函數，該選擇效能函數對智慧體 304 基於來自效能估計器 306 的效能估計選擇最佳自我調整天線調諧設置進行獎勵，在該實例中其涉及阻抗調諧器 232 和孔徑調諧器 234，但是如前述，亦可以包括其他天線調諧器（例如，圖 2 的其他調諧器 236）。作為另一個實例，選擇效能函數可以對選擇最小化天線處的功率損耗的自我調整天線調諧器設置進行獎勵。

【0065】 由智慧體 304 評估的選擇效能函數可以補充地或可選地對智慧體 304 選擇次優的自我調整天線調諧設置進行懲罰。例如，選擇效能函數可以包括用於在調諧器設置之間切換的懲罰要素，以阻礙調諧器設置之間的快速循環。一般而言，選擇效能函數可以包括獎勵要素及 / 或懲罰

要素，其使得智慧體 304 以最大化獎勵要素同時最小化懲罰要素的方式隨時間調整其設置選擇策略。

【0066】 注意，實現強化學習模型架構 300 的設備可以根據需要啟用或禁用由效能估計器 306 和強化學習提供的反饋迴路。例如，新設備可以預先配置有用於選擇阻抗及 / 或孔徑調諧器設置的策略模型。一旦使用，新設備可以啟用由效能估計器 306 和強化學習提供的回饋機制，使得智慧體 304 的策略模型隨著時間的推移而得到改進。在一段時間之後，例如在策略模型已經（或被估計為已經）收斂之後，可以禁用反饋迴路。此外，可以間隔地啟用反饋迴路，以保證智慧體 304 考慮了對設備的任何改變（例如，安裝了新的手機殼）。當反饋迴路被禁用時，智慧體 304 繼續基於其現有策略在沒有由效能估計器 306 提供的任何回饋的情況下，來決定天線調諧器設置，諸如阻抗調諧器設置 303 和孔徑調諧器設置 305。

【0067】 有益地，強化學習模型架構 300 能夠決定孔徑調諧器設置（例如 305），而不需要首先或根本不需要決定設備的用例。因此，實現強化學習模型架構 300 的設備能夠基於任何用例自我調整地調諧其孔徑調諧器設置，而對設備之間的製造差異不敏感。

實例效能估計器

【0068】 通常，具有無線通訊系統的設備只能「看到」其天線處的阻抗、其操作用於傳輸的頻率（或多個頻率）以及其當前天線調諧器狀態（例如，阻抗及 / 或孔徑調諧器狀

態)。為了為智慧體（例如，圖3的智慧體304）提供回饋訊號，設備可以估計設備將如何使用不同的天線調諧器設置操作。

【0069】 在一些態樣，如下所述，基於機器學習的估計器可以用於類比採用未選擇的天線調諧器設置的無線通訊系統的效能，而無需實體地切換到它們，這節省了時間和功率。此外，額外估計器，其亦可以由機器學習模型實現，可以用於基於實際天線調諧器狀態和實際量測的效能以及未選擇的天線調諧器狀態和在那些狀態下的估計效能來估計天線的效率。一旦決定了所有這些值，系統可以計算（一或多個）最優天線調諧器設置（其可以是未選擇的天線調諧器設置之一），並將該決定作為回饋提供給智慧體以進行學習。

【0070】 圖4圖示了實例效能估計器306，其可用於向智慧體（諸如圖3的智慧體304）提供回饋資料。

【0071】 在圖4所圖示的實例效能估計器306中，天線阻抗估計器402預測設備當前未使用的天線調諧器設置（例如，在該實例中為 AT_1 至 AT_{N-1} ，其中 N 是天線調諧器設置的總數）的「虛擬」阻抗估計（例如，無線資料傳輸系統的估計操作特性）404A至404B，包括實部和虛部。在一些情況下，天線調諧器設置包括用於阻抗調諧器和孔徑調諧器的設置，而在其他實例中，天線調諧器設置可以涉及阻抗調諧器或孔徑調諧器。在該實例中，當前天線調諧器

設置 AT_N 可以包括當前孔徑調諧器狀態 302D 和當前阻抗調諧器狀態 302E。

【0072】 在一些態樣，天線阻抗估計器 402 可以使用機器學習模型來實現，例如經訓練的神經網路模型、決策樹、提升樹或另一種類型的模型，其被訓練以基於孔徑調諧器設置來預測虛擬阻抗。

【0073】 基於天線阻抗估計 404A 到 404B，天線效率估計器 406 預測虛擬天線效率估計（例如，估計的效能度量）408A 到 408B。虛擬天線效率可以例如與基於不同天線調諧器設置（例如，在該實例中為 AT_1 到 AT_{N-1} ）的天線的發射功率效率相關。此外，天線效率估計器 406 基於實際天線調諧器設置，如在當前孔徑調諧器狀態 302D 和阻抗調諧器狀態 302E 中，來決定天線的效率。

【0074】 將基於未選擇的天線調諧器設置（例如，408A 至 408B）的虛擬天線效率和基於當前天線調諧器設置（例如，408C）的實際天線效率兩者提供給比較器 410 以決定最優天線調諧器設置 412。例如，最優孔徑調諧器設置 412 可以是提供最高發射功率效率的設置。可以將最優天線調諧器設置 412 提供給智慧體，諸如圖 3 中的智慧體 304，作為用於執行強化學習的回饋資料，如前述。因此，回饋資料可以用於說明智慧體調整其策略，以基於例如設備操作特性來更頻繁地選擇最優天線調諧器設置。

【0075】 儘管在圖 4 中未圖示，但是效能估計器 306 可以考慮其他輸入，並且可以使用其他模型來估計虛擬效能值，

可以將該虛擬效能值與實際效能值（例如，經由比較器 410）進行比較，以決定最佳天線調諧器設置。例如，效能估計器 306 可以考慮由與設備進行無線資料通訊的網路提供的指示符，包括接收訊號接收功率 (RSRP) 度量、接收訊號接收品質 (RSRQ) 度量、訊雜比度量 (SNR/SINR)、接收訊號強度指示符 (RSSI)，僅舉幾例。可以將網路提供的實際值與來自適當模型的估計值進行比較，以便選擇最優孔徑調諧器設置 412。

自我調整天線調諧的實例方法

【0076】 圖 5 圖示了在如上面參照圖 2-4 所描述的具有無線資料通訊系統的設備中執行自我調整天線調諧的實例方法 500。

【0077】 方法 500 開始於步驟 502，接收設備的無線資料傳輸系統的一或多個操作特性。例如，操作特性可以類似於關於圖 3 描述的輸入 302，以及其他，例如來自設備的感測器資料。

【0078】 隨後，方法 500 進行到步驟 504，使用無線資料傳輸系統組態模型，基於一或多個操作特性來決定目標無線資料傳輸系統組態。例如，該模型可以由智慧體實現，例如上面參考圖 3 描述的智慧體 304。

【0079】 方法 500 隨後進行到步驟 506，在無線資料傳輸系統中實現目標無線資料傳輸系統組態。

【0080】 在一些態樣，方法 500 亦包括使用第一估計器模型決定無線資料傳輸系統的一或多個估計的操作特性，該

無線資料傳輸系統使用與目標無線資料傳輸系統組態不同的一或多個虛擬無線資料傳輸系統組態，諸如關於圖4結合阻抗估計器402所描述的。在一些態樣，第一估計器模型包括神經網路模型。

【0081】 在一些態樣，方法500亦包括使用第二估計器模型，基於一或多個估計的操作特性來決定無線資料傳輸系統的一或多個估計的效能度量，諸如關於圖4結合天線效率估計器406所描述的。在一些態樣，第二估計器模型包括神經網路模型。

【0082】 在一些態樣，方法500亦包括基於所實現的目標無線資料傳輸系統組態來決定實際效能度量，諸如關於圖4結合天線效率估計408C所描述的。

【0083】 在一些態樣，方法500亦包括基於實際效能度量和一或多個估計的效能度量，決定目標無線資料傳輸系統組態和一或多個虛擬無線資料傳輸系統組態中的最佳無線資料傳輸系統組態，如關於圖4結合比較器410所描述的。

【0084】 在一些態樣，方法500亦包括基於所決定的最好的無線資料傳輸系統組態來產生回饋資料。在一些態樣，回饋資料包括最佳無線資料傳輸系統組態，諸如關於圖4結合最佳天線調諧器設置412所描述的。

【0085】 在一些態樣，回饋資料包括以下之一：若目標無線資料傳輸系統組態與最佳無線資料傳輸系統組態匹配，則用於強化學習模型的獎勵訊號；或者若目標無線資料傳

輸系統組態與最佳無線資料傳輸系統組態不匹配，則懲罰訊號。

【0086】 在一些態樣，方法 500 亦包括基於回饋資料更新無線資料傳輸系統組態模型。在一些態樣，無線資料傳輸系統組態模型是強化學習模型。

【0087】 在一些態樣，實際效能度量包括由與設備進行無線資料通訊的網路提供的指示符。在一些態樣，指示符包括以下各項中的至少一項：接收訊號接收功率（RSRP）度量；接收訊號接收品質（RSRQ）度量；訊雜比度量（SNR/SINR）；或接收訊號強度指示符（RSSI）。在其他態樣，其他網路關鍵效能指示符（KPI）或甚至從網路上的其他設備眾包的度量可用作實際效能度量。

【0088】 在一些態樣，方法 500 亦包括基於目標無線資料傳輸系統組態決定阻抗調諧器的最優調諧碼。通常，最優調諧碼是在從功率放大器傳送的功率與由天線發射的功率之間具有最小損耗的調諧碼。

【0089】 在一些態樣，一或多個操作特性包括：無線資料傳輸系統的部件的實阻抗；無線資料傳輸系統的部件的虛阻抗；無線資料傳輸系統的一或多個頻率；及天線調諧器狀態。例如，天線調諧器狀態可以包括阻抗調諧器狀態、孔徑調諧器狀態及/或其他調諧器狀態中的一或多個。

【0090】 在一些態樣，該元件是無線資料傳輸系統的天線，並且目標無線資料傳輸系統組態包括天線調諧器設

置。在一些態樣，天線調諧器設置包括孔徑調諧器設置或阻抗調諧器設置中的至少一個。

用於執行自我調整天線調諧的實例電子設備

【0091】 圖6圖示了用於執行稀疏性感知記憶體中計算的實例處理系統600，諸如本文中關於圖2到5用於實例所描述。

【0092】 處理系統600包括中央處理單元（CPU）602，其在一些實例中可以是多核CPU。在CPU 602處執行的指令可以例如從與CPU 602相關聯的程式記憶體載入，或者可以從記憶體分區624載入。

【0093】 處理系統600亦包括為特定功能定製的額外處理部件，諸如圖形處理單元（GPU）604、數位訊號處理器（DSP）606、神經處理單元（NPU）608、多媒體處理單元610和無線連接部件612。

【0094】 諸如608的NPU通常是專用電路，其被配置用於實現用於執行機器學習演算法的所有必要的控制和算術邏輯，機器學習演算法諸如用於處理人工神經網路（ANN）、深度神經網路（DNN）、隨機森林（RF）等的演算法。NPU有時可替代地被稱為神經訊號處理器（NSP）、張量處理單元（TPU）、神經網路處理器（NNP）、智慧處理單元（IPU）、視覺處理單元（VPU）或圖形處理單元。

【0095】 諸如608的NPU被配置為加速諸如圖像分類、機器翻譯、物件偵測和各種其他預測模型的通用機器學習任務的執行。在一些實例中，複數個NPU可以在單個晶片上

被產生實體，諸如片上系統（S o C），而在其他實例，它們可以是專用神經網路加速器的一部分。

【0096】 N P U 可以被最佳化用於訓練或推斷，或者在一些情況下被配置為在兩者之間平衡效能。對於能夠執行訓練和推斷兩者的 N P U 而言，這兩個任務通常仍然可以獨立地執行。

【0097】 被設計用來加速訓練的 N P U 通常被配置為加速新模型的最佳化，這是高度計算密集的操作，其涉及輸入現有資料集（通常被標記或加標籤），在資料集上反覆運算，隨後調整模型參數，諸如權重和偏置，以便改進模型效能。通常，基於錯誤預測的最佳化涉及經由模型的層反向傳播並決定梯度以減少預測誤差。

【0098】 被設計用來加速推斷的 N P U 通常被配置為在完成的模型上操作。此類 N P U 因此可以被配置為輸入新的資料片段並經由已經訓練的模型快速處理其以產生模型輸出（例如，推斷）。

【0099】 在一個實現中，N P U 6 0 8 是 C P U 6 0 2、G P U 6 0 4 及 / 或 D S P 6 0 6 中的一或多個的一部分。

【0100】 在一些實例中，無線連接部件 6 1 2 可以包括子部件，例如，用於第三代（3 G）連接、第四代（4 G）連接（例如，4 G L T E）、第五代連接（例如，5 G 或 N R）、W i - F i 連接、藍芽連接和其他無線資料傳輸標準。無線連接處理部件 6 1 2 亦連接到一或多個天線 6 1 4。

【0101】 處理系統 600 亦可以包括與任何形式的感測器相關聯的一或多個感測器處理單元 616、與任何形式的圖像感測器相關聯的一或多個圖像訊號處理器 618、及/或導航處理器 620，其可以包括基於衛星的定位系統部件（例如，GPS 或 GLONASS）以及慣性定位系統部件。

【0102】 處理系統 600 亦可以包括一或多個輸入及/或輸出設備 622，諸如螢幕、觸敏表面（包括觸敏顯示器）、實體按鈕、揚聲器、麥克風等。

【0103】 在一些例子中，處理系統 600 的一或多個處理器可以基於 ARM 或 RISC-V 指令集。

【0104】 處理系統 600 亦包括記憶體 624，其代表一或多個靜態及/或動態儲存裝置器，諸如動態隨機存取記憶體、基於快閃記憶體的靜態記憶體等。在該實例中，記憶體 624 包括電腦可執行部件，其可以由處理系統 600 的一或多個前述處理器執行。

【0105】 特別地，在該實例中，記憶體 624 包括量測部件 624A、自我調整調諧部件 624B、估計部件 624C、接收部件 624D、發送部件 624E 和設置資料庫 624F。所圖示的部件和其他未圖示的部件可以被配置為執行本文描述的方法的各個態樣。

【0106】 處理系統 600 亦包括孔徑調諧器 626，例如上面參照圖 2 所述。

【0107】 處理系統 600 亦包括阻抗調諧器 628，例如上面參照圖 2 所述。

【0108】 通常，處理系統 600 及 / 或其部件可被配置為執行本文中所描述的方法。

【0109】 值得注意的是，在其他情況下，可以省略處理系統 600 的多個態樣。例如，在其他態樣可以省略多媒體部件 610、ISP 618 及 / 或導航部件 620。此外，處理系統 600 的各態樣可以分佈在多個設備之間。

替代態樣

【0110】 在以下編號的條款中闡述了替代態樣。

【0111】 條款 1：一種方法，包括：接收設備的無線資料傳輸系統的一或多個操作特性；使用無線資料傳輸系統組態模型，基於該一或多個操作特性決定目標無線資料傳輸系統組態；及在該無線資料傳輸系統中實現該目標無線資料傳輸系統組態。

【0112】 條款 2：根據條款 1 的方法，亦包括：使用第一估計器模型，決定使用與該目標無線資料傳輸系統組態不同的一或多個虛擬無線資料傳輸系統組態的無線資料傳輸系統的一或多個估計的操作特性；使用第二估計器模型，基於該一或多個估計的操作特性來決定該無線資料傳輸系統的一或多個估計的效能度量；基於所實現的目標無線資料傳輸系統組態來決定實際效能度量；基於該實際效能度量和該一或多個估計效能度量，決定該目標無線資料傳輸系統組態和該一或多個虛擬無線資料傳輸系統組態中的最佳無線資料傳輸系統組態；及基於所決定的最佳無線資料傳輸系統組態來產生回饋資料。

【0113】 條款 3：根據條款 2 的方法，亦包括基於該回饋資料更新無線資料傳輸系統組態模型。

【0114】 條款 4：根據條款 3 的方法，其中該無線資料傳輸系統組態模型是強化學習模型。

【0115】 條款 5：根據條款 4 的方法，其中該回饋資料包括下列之一：若該目標無線資料傳輸系統組態與最佳無線資料傳輸系統組態匹配，則用於強化學習模型的獎勵訊號；或者若該目標無線資料傳輸系統組態與最佳無線資料傳輸系統組態不匹配，則懲罰訊號。

【0116】 條款 6：根據條款 4 的方法，其中該回饋資料包括最佳無線資料傳輸系統組態。

【0117】 條款 7：根據條款 2 - 6 中任一項的方法，其中該實際效能度量包括由與該設備進行無線資料通訊的網路提供的指示符。

【0118】 條款 8：根據條款 7 的方法，其中該指示符包括下列中的至少一個：接收訊號接收功率 (RSRP) 度量；接收訊號接收品質 (RSRQ) 度量；訊雜比度量 (SNR/SINR)；或接收訊號強度指示符 (RSSI)。

【0119】 條款 9：根據條款 2 - 8 中任一項的方法，其中該第一估計器模型包括神經網路模型。

【0120】 條款 10：根據條款 2 - 9 中任一項的方法，其中該第二估計器模型包括神經網路模型。

【0121】 條款 1 1：根據條款 1 - 1 0 中任一項的方法，亦包括基於該目標無線資料傳輸系統組態來決定阻抗調諧器的最優調諧碼。

【0122】 條款 1 2：根據條款 1 - 1 1 中任一項的方法，其中該一或多個操作特性包括：該無線資料傳輸系統的部件的實阻抗；該無線資料傳輸系統的該部件的虛阻抗；該無線資料傳輸系統的頻率；及天線調諧器狀態。

【0123】 條款 1 3：根據條款 1 2 的方法，其中該部件是該無線資料傳輸系統的天線，並且該目標無線資料傳輸系統組態包括天線調諧器設置。

【0124】 條款 1 4：根據條款 1 3 的方法，其中該天線調諧器設置包括孔徑調諧器設置或阻抗調諧器設置中的至少一個。

【0125】 條款 1 5：一種處理系統，包括：無線資料傳輸系統；記憶體，該記憶體包括電腦可執行指令；及一或多個處理器，該一或多個處理器被配置為執行該電腦可執行指令並使該處理系統執行根據條款 1 - 1 4 中任一項的方法。

【0126】 條款 1 6：一種處理系統，包括用於執行根據條款 1 - 1 4 中任一項的方法的單元。

【0127】 條款 1 7：一種非暫時性電腦可讀取媒體，其包括電腦可執行指令，該等電腦可執行指令在由處理系統的一或多個處理器執行時使該處理系統執行根據條款 1 - 1 4 中任一項的方法。

【0128】 條款 18：一種電腦程式產品，其體現在電腦可讀取儲存媒體上，該電腦可讀取儲存媒體包括用於執行根據條款 1 - 14 中任一項的方法的代碼。

其他考慮因素

【0129】 提供前面的描述是為了使本發明所屬領域中任何具有通常知識者能夠實踐本文所描述各個態樣。本文所論述的實例不限制請求項中闡述的範疇、適用性或各態樣。對這些態樣的各種修改對於本發明所屬領域中具有通常知識者將是顯而易見的，並且本文所定義的一般原理可以應用於其他態樣。例如，可以在不脫離本案內容的範疇的情況下，對所論述的要素的功能和佈置進行改變。各種實例可以適當地省略、替代或添加各種程序或部件。例如，可以以與所描述的順序不同的順序來執行所描述的方法，並且可以添加、省略或組合各種步驟。此外，可以在一些其他實例中組合關於一些實例描述的特徵。例如，可以使用本文闡述的任何數量的態樣來實現裝置或實施方法。此外，本案的範疇意欲涵蓋此類裝置或方法，該裝置或方法使用除本案的各個態樣額外或以外的其他結構、功能或結構和功能來實現。應當理解，本文揭示的揭示內容的任何態樣可以經由請求項的一或多個要素來體現。

【0130】 如本文所使用的，詞語「示例性」意指「用作實例、實例或說明」。本文中描述為「示例性」的任何態樣不必被解釋為比其他態樣優選或有利。

【0131】 如本文所使用的，提及項目列表中的「至少一個」的短語是指這些項目的任何組合，包括單個成員。例如，「a、b 或 c 中的至少一個」意欲涵蓋 a、b、c、a-b、a-c、b-c 和 a-b-c，以及與多個同一元素的任何組合（例如，a-a、a-a-a、a-a-b、a-a-c、a-b-b、a-c-c、b-b、b-b-b、b-b-c、c-c 和 c-c-c、或者 a、b 和 c 的任何其他排序）。

【0132】 如本文所使用的，術語「決定」包括各種各樣的動作。例如，「決定」可以包括計算、運算、處理、匯出、調查、檢視（例如，在表、資料庫或其他資料結構中檢視）、查明等。此外，「決定」可以包括接收（例如，接收資訊）、存取（例如，存取記憶體中的資料）等。此外，「決定」可以包括解析、選擇、挑選、建立等。

【0133】 本文揭示的方法包括用於實現該方法的一或多個步驟或動作。在不脫離請求項的範疇的情況下，方法步驟及/或動作可以彼此互換。換句話說，除非指定了步驟或動作的特定順序，否則在不脫離請求項的範疇的情況下，可以修改特定步驟及/或動作的順序及/或使用。此外，上述方法的各種操作可以由能夠執行相應功能的任何合適的單元來執行。該等單元可以包括各種硬體及/或軟體部件及/或模組，包括但不限於電路、特殊應用積體電路（ASIC）或處理器。通常，在圖中圖示操作的情況下，這些操作可以具有帶有類似編號的相應對應功能單元部件。

【0134】 下文的請求項不意欲局限於本文所示的態樣，而是符合與請求項的語言相一致的全部範疇。在請求項中，除非特別說明，否則以單數形式提及的要素不意欲表示「一個且僅一個」，而是表示「一或多個」。除非另外特別說明，否則術語「一些」指的是一或多個。不得根據專利法施行細則第19條第4項的規定解釋任何請求項要素，除非使用短語「用於……的單元」明確記載該要素，或者在方法請求項的情況下，使用短語「用於……的步驟」來記載該要素。本發明所屬領域中具有通常知識者已知或以後將知道的貫穿本案內容描述的各個態樣的要素的所有結構和功能均等物經由引用明確地併入本文，並且意欲由請求項涵蓋。此外，本文揭示的任何內容皆不意欲專用於公眾，而不管此類揭示內容是否明確地記載在請求項中。

【符號說明】

【0135】

102A：測試結果

102B：測試結果

102C：測試結果

102D：平均點

104：「即時」量測

200：系統

210：數據機

212：量測部件

214：自我調整天線調諧部件

- 2 1 6 : 效 能 估 計 部 件
- 2 1 8 : 天 線 調 諧 器 設 置 資 料 庫
- 2 2 0 : 無 線 收 發 器
- 2 2 2 : 回 饋 接 收 器
- 2 3 0 : 射 頻 前 端 (R F F E)
- 2 3 2 : 阻 抗 調 諧 器
- 2 3 4 : 孔 徑 調 諧 器
- 2 3 6 : 其 他 調 諧 器
- 2 5 0 : 天 線
- 3 0 0 : 強 化 學 習 模 型 架 構
- 3 0 2 : 輸 入
- 3 0 2 A : 實 阻 抗 量 測
- 3 0 2 B : 虛 阻 抗 量 測
- 3 0 2 C : 操 作 頻 率
- 3 0 2 D : 孔 徑 調 諧 器 狀 態
- 3 0 2 E : 阻 抗 調 諧 器 狀 態
- 3 0 2 F : 數 據 機 度 量
- 3 0 3 : 阻 抗 調 諧 器 設 置
- 3 0 4 : 智 慧 體
- 3 0 5 : 孔 徑 調 諧 器 設 置
- 3 0 6 : 效 能 估 計 器
- 3 0 8 : 阻 抗 量 測 部 件
- 4 0 2 : 天 線 阻 抗 估 計 器
- 4 0 4 A : 阻 抗 估 計

- 4 0 4 B : 阻 抗 估 計
- 4 0 6 : 天 線 效 率 估 計 器
- 4 0 8 A : 虛 擬 天 線 效 率 估 計
- 4 0 8 B : 虛 擬 天 線 效 率 估 計
- 4 0 8 C : 天 線 調 諧 器 設 置
- 4 1 0 : 比 較 器
- 4 1 2 : 最 優 孔 徑 調 諧 器 設 置
- 5 0 0 : 方 法
- 5 0 2 : 步 驟
- 5 0 4 : 步 驟
- 5 0 6 : 步 驟
- 6 0 0 : 處 理 系 統
- 6 0 2 : 中 央 處 理 單 元 (C P U)
- 6 0 4 : 圖 形 處 理 單 元 (G P U)
- 6 0 6 : 數 位 訊 號 處 理 器 (D S P)
- 6 0 8 : 神 經 處 理 單 元 (N P U)
- 6 1 0 : 多 媒 體 處 理 單 元
- 6 1 2 : 無 線 連 接 部 件
- 6 1 4 : 天 線
- 6 1 6 : 感 測 器 處 理 單 元
- 6 1 8 : 圖 像 訊 號 處 理 器
- 6 2 0 : 導 航 處 理 器
- 6 2 2 : 輸 入 及 / 或 輸 出 設 備
- 6 2 4 : 記 憶 體

6 2 4 A : 量 測 部 件

6 2 4 B : 自 我 調 整 調 諧 部 件

6 2 4 C : 估 計 部 件

6 2 4 D : 接 收 部 件

6 2 4 E : 發 送 部 件

6 2 4 F : 設 置 資 料 庫

6 2 6 : 孔 徑 調 諧 器

6 2 8 : 阻 抗 調 諧 器

【生物材料寄存】

國 內 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

國 外 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 國 家 、 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】 一種方法，包括以下步驟：

接收一設備的一無線資料傳輸系統的一或多個操作特性；

使用一無線資料傳輸系統組態模型，基於該一或多個操作特性來決定一目標無線資料傳輸系統組態；及

在該無線資料傳輸系統中實現該目標無線資料傳輸系統組態。

【請求項 2】 根據請求項 1 之方法，亦包括以下步驟：

使用一第一估計器模型，決定該無線資料傳輸系統的一或多個估計的操作特性，該無線資料傳輸系統使用與該目標無線資料傳輸系統組態不同的一或多個虛擬無線資料傳輸系統組態；

使用一第二估計器模型，基於該一或多個估計的操作特性來決定該無線資料傳輸系統的一或多個估計的效能度量；

基於所實現的目標無線資料傳輸系統組態來決定一實際效能度量；

基於該實際效能度量和該一或多個估計的效能度量，決定該目標無線資料傳輸系統組態和該一或多個虛擬無線資料傳輸系統組態中的一最佳無線資料傳輸系統組態；及

基於所決定的最佳無線資料傳輸系統組態來產生回饋資料。

【請求項3】 根據請求項2之方法，亦包括以下步驟：基於該回饋資料來更新該無線資料傳輸系統組態模型。

【請求項4】 根據請求項3之方法，其中該無線資料傳輸系統組態模型是一強化學習模型。

【請求項5】 根據請求項4之方法，其中該回饋資料包括以下各項中的一項：

若該目標無線資料傳輸系統組態與該最佳無線資料傳輸系統組態匹配，則用於該強化學習模型的一獎勵訊號；或

若該目標無線資料傳輸系統組態與該最佳無線資料傳輸系統組態不匹配，則一懲罰訊號。

【請求項6】 根據請求項4之方法，其中該回饋資料包括該最佳無線資料傳輸系統組態。

【請求項7】 根據請求項2之方法，其中該實際效能度量包括由與該設備進行無線資料通訊的一網路提供的一指示符。

【請求項8】 根據請求項7之方法，其中該指示符包括以下各項中的至少一項：

一接收訊號接收功率(RSRP)度量；

一接收訊號接收品質(RSRQ)度量；

一訊雜比度量(SNR/SINR)；或

一接收訊號強度指示符(RSSI)。

【請求項9】 根據請求項2之方法，其中該第一估計器模型包括一神經網路模型。

【請求項 10】根據請求項 2 之方法，其中該第二估計器模型包括一神經網路模型。

【請求項 11】根據請求項 1 之方法，亦包括：基於該目標無線資料傳輸系統組態來決定一阻抗調諧器的一最優調諧碼。

【請求項 12】根據請求項 1 之方法，其中該一或多個操作特性包括：

該無線資料傳輸系統的一元件的一實阻抗；

該無線資料傳輸系統的該元件的一虛阻抗；

該無線資料傳輸系統的一頻率；及

一天線調諧器狀態。

【請求項 13】根據請求項 12 之方法，其中：

該元件是該無線資料傳輸系統的一天線，並且

該目標無線資料傳輸系統組態包括一天線調諧器設置。

【請求項 14】根據請求項 13 之方法，其中該天線調諧器設置包括一孔徑調諧器設置或一阻抗調諧器設置中的至少一個。

【請求項 15】一種裝置，包括：

一無線資料傳輸系統；

一記憶體，該記憶體包括電腦可執行指令；及

一或多個處理器，該一或多個處理器被配置為執行該電腦可執行指令並使得該裝置：

接收一設備的該無線資料傳輸系統的一或多個操作

特性；

使用一無線資料傳輸系統組態模型，基於該一或多個操作特性來決定一目標無線資料傳輸系統組態；及在該無線資料傳輸系統中實現該目標無線資料傳輸系統組態。

【請求項 16】根據請求項 15 之裝置，其中該一或多個處理器亦被配置為使得該裝置：

使用一第一估計器模型，決定該無線資料傳輸系統的一或多個估計的操作特性，該無線資料傳輸系統使用與該目標無線資料傳輸系統組態不同的一或多個虛擬無線資料傳輸系統組態；

使用一第二估計器模型，基於該一或多個估計的操作特性來決定該無線資料傳輸系統的一或多個估計的效能度量；

基於所實現的目標無線資料傳輸系統組態來決定一實際效能度量；

基於該實際效能度量和該一或多個估計的效能度量，決定該目標無線資料傳輸系統組態和該一或多個虛擬無線資料傳輸系統組態中的一最佳無線資料傳輸系統組態；及

基於所決定的最佳無線資料傳輸系統組態來產生回饋資料。

【請求項 17】根據請求項 16 之裝置，其中該一或多個處理器亦被配置為使得該裝置基於該回饋資料來更新該無

線資料傳輸系統組態模型。

【請求項 18】根據請求項 17 之裝置，其中該無線資料傳輸系統組態模型是一強化學習模型。

【請求項 19】根據請求項 18 之裝置，其中該回饋資料包括以下各項中的一項：

若該目標無線資料傳輸系統組態與該最佳無線資料傳輸系統組態匹配，則用於該強化學習模型的一獎勵訊號；或

若該目標無線資料傳輸系統組態與該最佳無線資料傳輸系統組態不匹配，則一懲罰訊號。

【請求項 20】根據請求項 18 之裝置，其中該回饋資料包括該最佳無線資料傳輸系統組態。

【請求項 21】根據請求項 16 之裝置，其中該實際效能度量包括由與該設備進行無線資料通訊的一網路提供的一指示符。

【請求項 22】根據請求項 21 之裝置，其中該指示符包括以下各項中的至少一項：

一接收訊號接收功率(RSRP)度量；

一接收訊號接收品質(RSRQ)度量；

一訊雜比度量(SNR/SINR)；或

一接收訊號強度指示符(RSSI)。

【請求項 23】根據請求項 16 之裝置，其中該第一估計器模型包括一神經網路模型。

【請求項 24】根據請求項 16 之裝置，其中該第二估計器

模型包括一神經網路模型。

【請求項 25】根據請求項 15 之裝置，其中該一或多個處理器亦被配置為使得該裝置基於該目標無線資料傳輸系統組態來決定一阻抗調諧器的一最優調諧碼。

【請求項 26】根據請求項 15 之裝置，其中該一或多個操作特性包括：

該無線資料傳輸系統的一元件的一實阻抗；

該無線資料傳輸系統的該元件的一虛阻抗；

該無線資料傳輸系統的一頻率；及

一天線調諧器狀態。

【請求項 27】根據請求項 26 之裝置，其中：

該元件是該無線資料傳輸系統的一天線，並且

該目標無線資料傳輸系統組態包括一天線調諧器設置。

【請求項 28】根據請求項 27 之裝置，其中該天線調諧器設置包括一孔徑調諧器設置或一阻抗調諧器設置中的至少一個。

【請求項 29】一種非暫時性電腦可讀取媒體，包括電腦可執行指令，該電腦可執行指令在由一處理系統的一或多個處理器執行時使得該處理系統執行一種方法，該方法包括：

接收一設備的一無線資料傳輸系統的一或多個操作特性；

使用一無線資料傳輸系統組態模型，基於該一或多個

操作特性來決定一目標無線資料傳輸系統組態；及

在該無線資料傳輸系統中實現該目標無線資料傳輸系統組態。

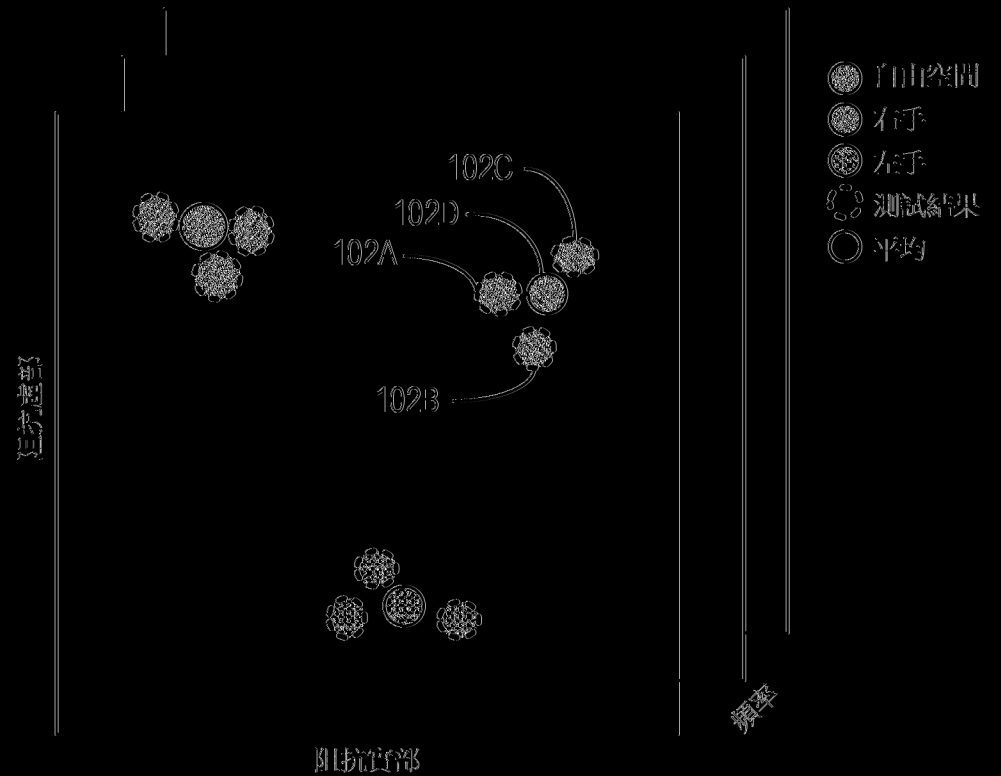
【請求項30】一種裝置，包括：

用於接收一設備的一無線資料傳輸系統的一或多個操作特性的單元；

用於使用一無線資料傳輸系統組態模型，基於該一或多個操作特性來決定一目標無線資料傳輸系統組態的單元；及

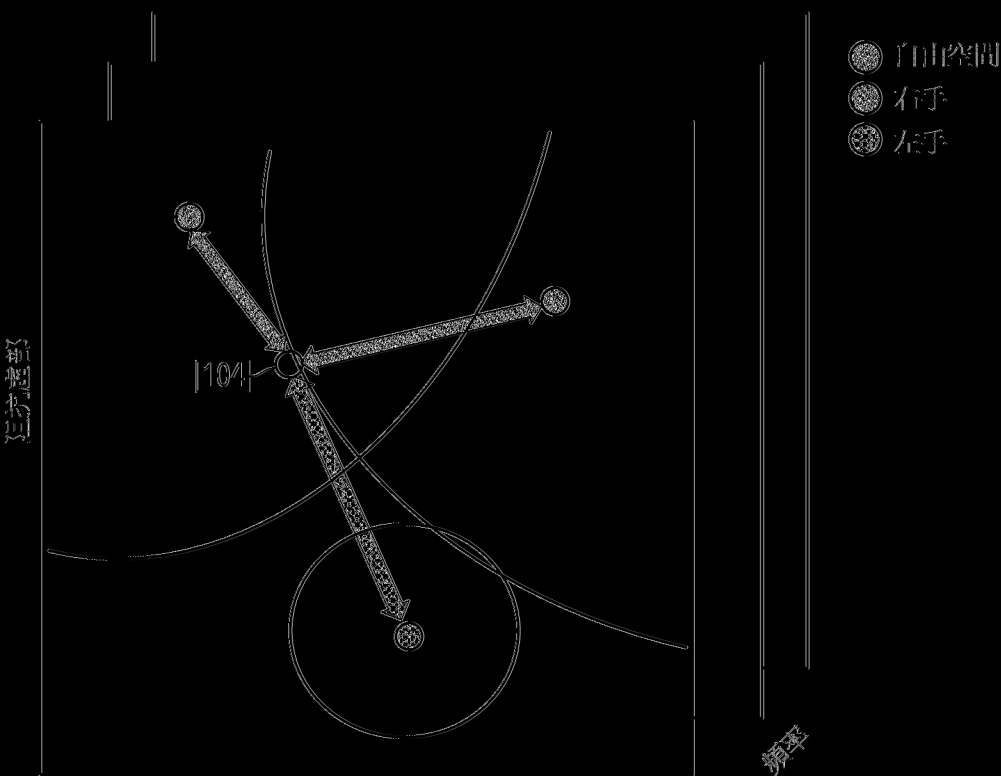
用於在該無線資料傳輸系統中實現該目標無線資料傳輸系統組態的單元。

(發明圖式)



阻撓實部

圖 1A



阻撓實部

圖 1B

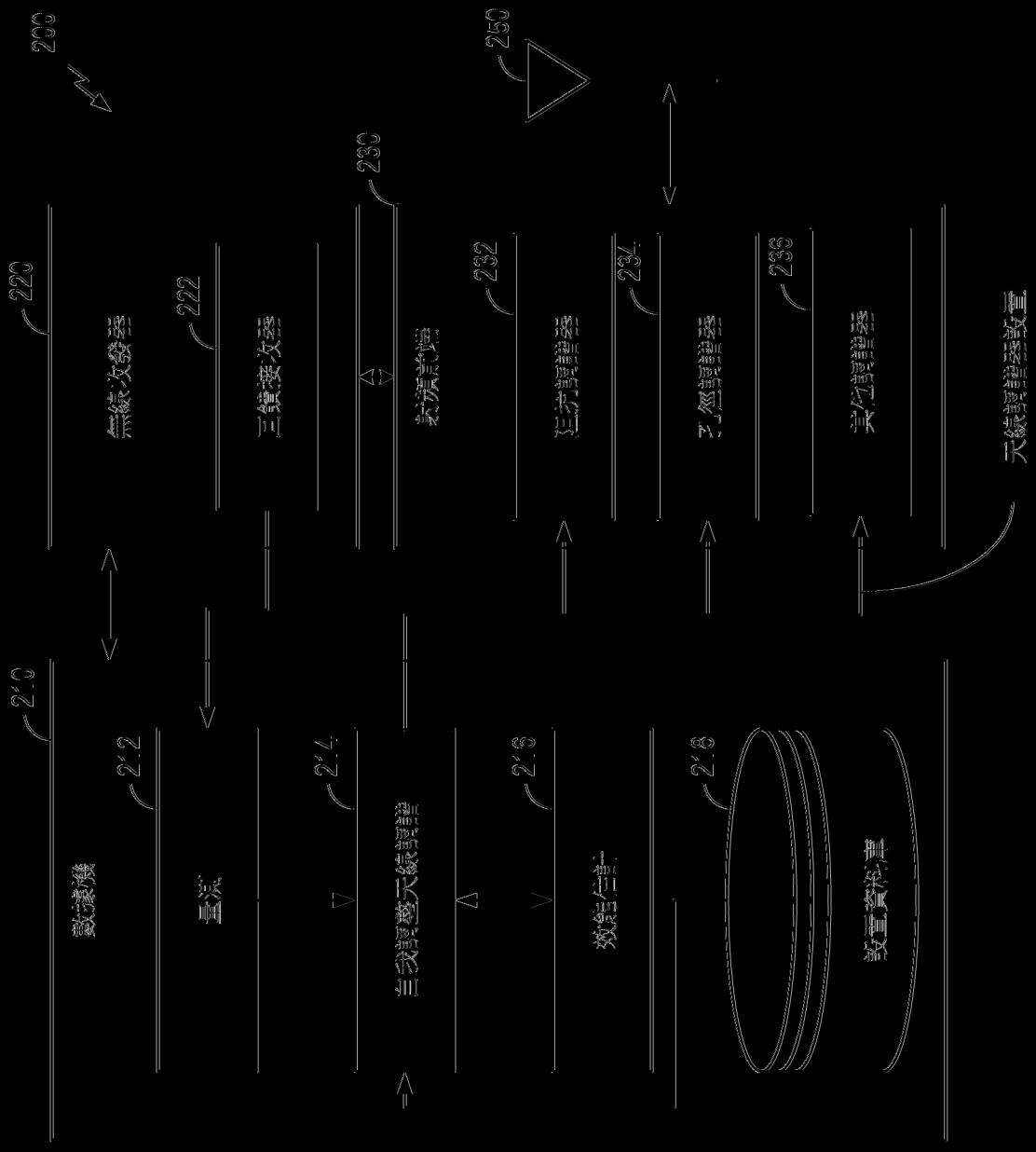
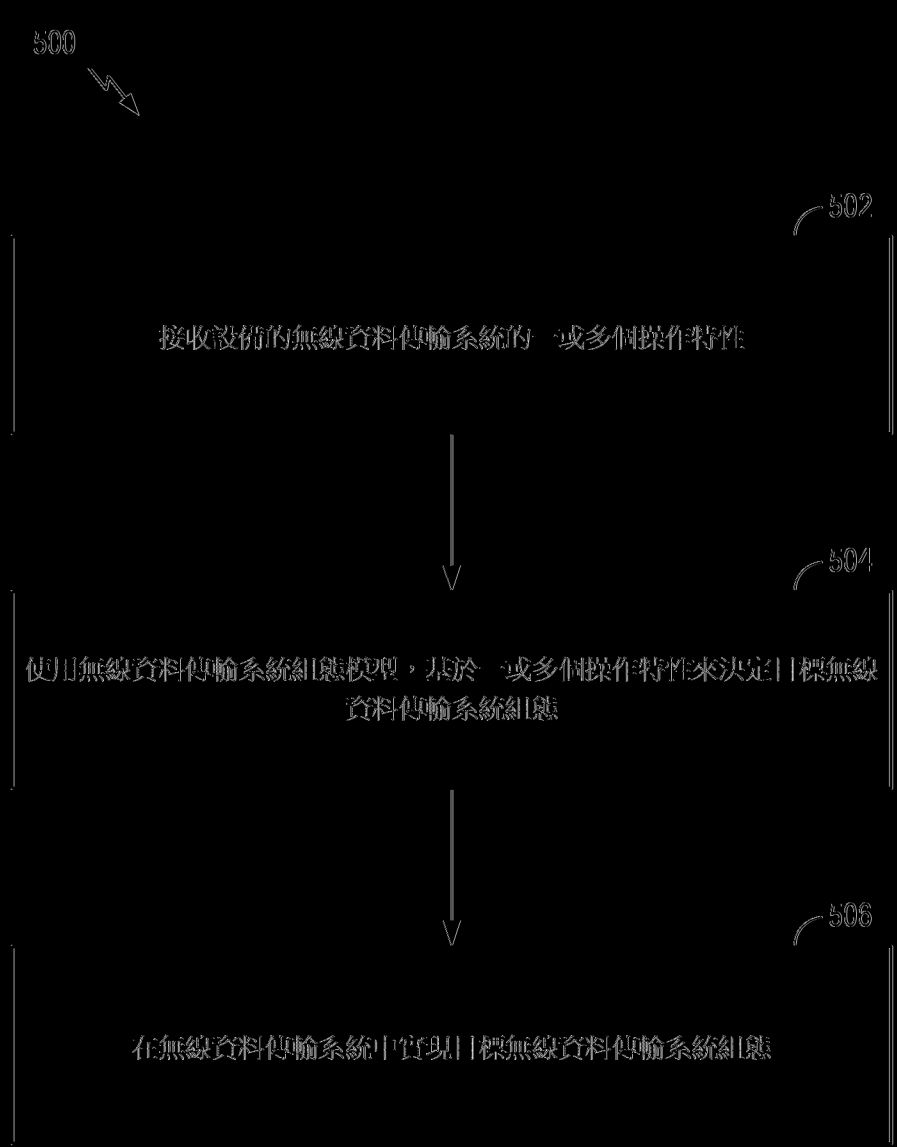


圖2



500

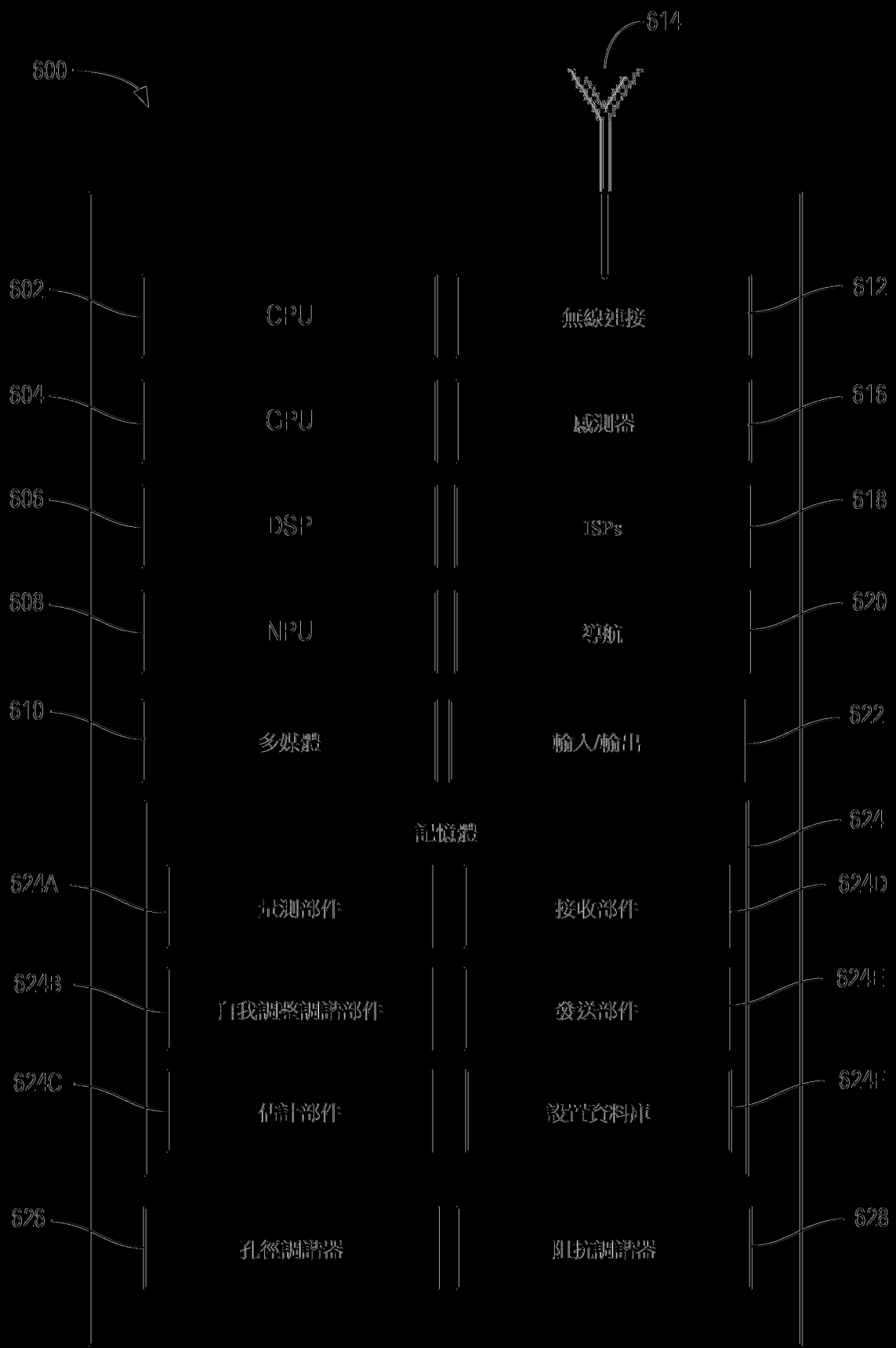


圖6