



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I716539 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 01 月 21 日

(21)申請案號：106103630

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 03 日

(51)Int. Cl. : *H01Q5/40 (2015.01)**H01Q5/307 (2015.01)*

(30)優先權：2016/02/05 美國

62/292,041

2016/07/28 美國

62/367,786

(71)申請人：美商天工方案公司(美國) SKYWORKS SOLUTIONS, INC. (US)

美國

(72)發明人：立透 克里斯多福 羅伯特 LITTLE, CHRISTOPHER ROBERT (CA)；斯里拉坦那

努塔彭 SRIRATTANA, NUTTAPONG (US)；剛尼斯 多剛 GUNES, DOGAN

(US)；懷特菲德 大衛 史考特 WHITEFIELD, DAVID SCOTT (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 8761026B1

US 2007/0082642A1

US 2008/0055187A1

US 2011/0254637A1

US 2015/0326202A1

審查人員：陳音琦

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：13 共 63 頁

(54)名稱

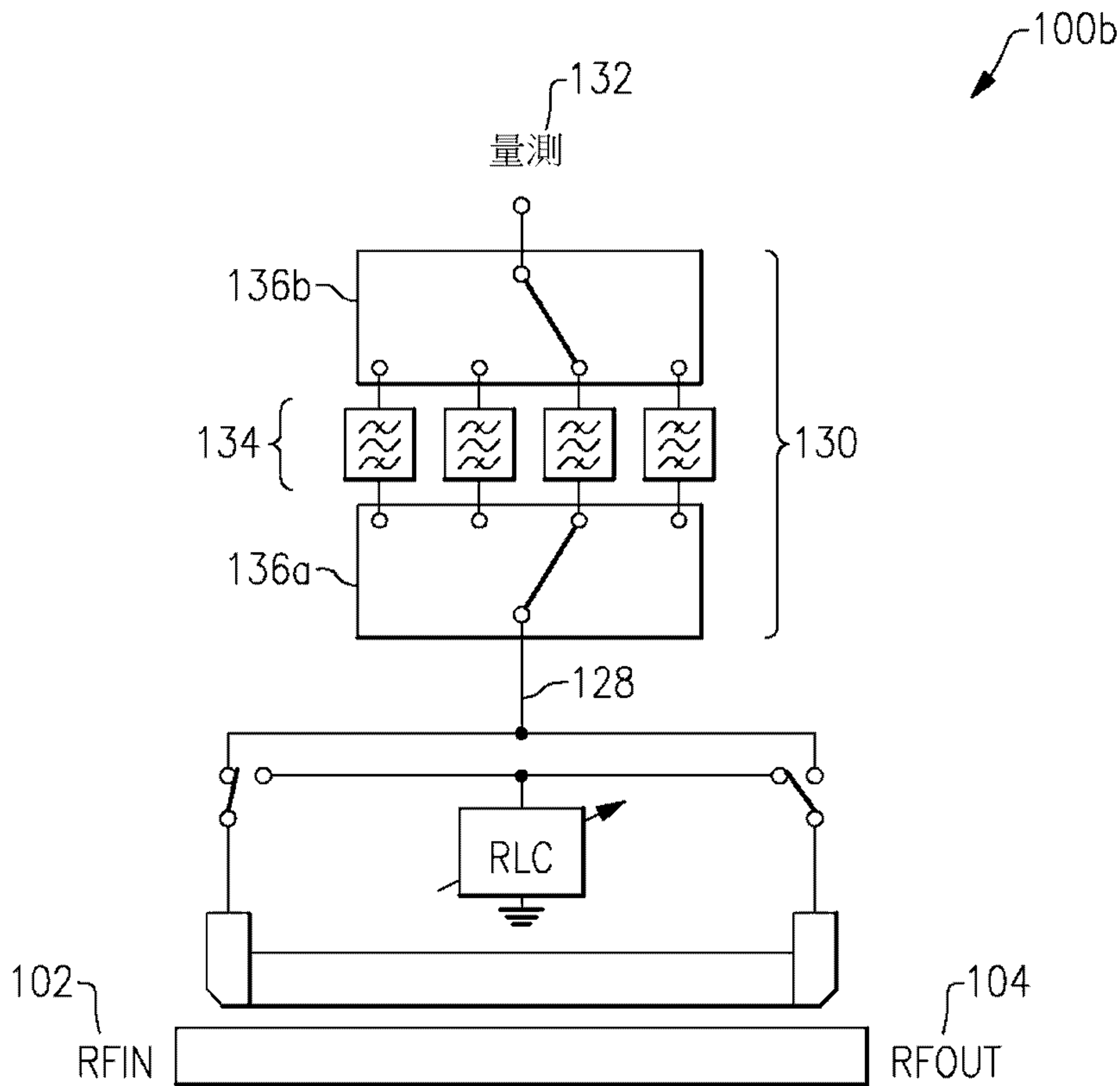
具有多波段濾波的電磁耦合器

(57)摘要

一種濾波式電磁耦合器包含在一輸入埠與一輸出埠之間延伸之一主傳輸線及在一耦合埠與一隔離埠之間延伸之一耦合線區段。該耦合器經組態以耦合來自該主傳輸線之信號功率以在該耦合埠處提供經耦合信號，且一濾波器子系統連接至該耦合埠以對該等經耦合信號進行濾波。該濾波器子系統包含經組態以依頻率來使經耦合信號通過或拒斥經耦合信號之若干濾波器，且該濾波器子系統將該經濾波輸出信號提供至一量測節點。

A filtered electromagnetic coupler includes a main transmission line extending between an input port and an output port, and a coupled line section extending between a coupled port and an isolation port. The coupler is configured to couple signal power from the main transmission line to provide coupled signals at the coupled port, and a filter subsystem is connected to the coupled port to filter the coupled signals. The filter subsystem includes filters configured to pass or reject coupled signals by frequency, and the filter subsystem provides the filtered output signal to a measurement node.

指定代表圖：



【圖 6A】

符號簡單說明：

- 100b . . . 電磁耦合器
- 102 . . . 輸入埠/射頻電源輸入埠
- 104 . . . 輸出埠/射頻電源輸出埠
- 128 . . . 耦合埠
- 130 . . . 濾波器子系統
- 132 . . . 量測節點
- 134 . . . 頻率選擇濾波器/濾波器
- 136a . . . 濾波器選擇切換器/濾波器輸入選擇切換器/切換器
- 136b . . . 濾波器選擇切換器/濾波器輸出選擇切換器
- RFIN . . . 輸入埠
- RFOUT . . . 輸出埠
- RLC . . . 網路或電路

**公告本**

申請日: 106/02/03

I716539

【發明摘要】IPC分類: **H01Q 5/40** (2015.01)
H01Q 5/307 (2015.01)**【中文發明名稱】**

具有多波段濾波的電磁耦合器

【英文發明名稱】**ELECTROMAGNETIC COUPLERS WITH MULTI-BAND
FILTERING****【中文】**

一種濾波式電磁耦合器包含在一輸入埠與一輸出埠之間延伸之一主傳輸線及在一耦合埠與一隔離埠之間延伸之一耦合線區段。該耦合器經組態以耦合來自該主傳輸線之信號功率以在該耦合埠處提供經耦合信號，且一濾波器子系統連接至該耦合埠以對該等經耦合信號進行濾波。該濾波器子系統包含經組態以依頻率來使經耦合信號通過或拒斥經耦合信號之若干濾波器，且該濾波器子系統將該經濾波輸出信號提供至一量測節點。

【英文】

A filtered electromagnetic coupler includes a main transmission line extending between an input port and an output port, and a coupled line section extending between a coupled port and an isolation port. The coupler is configured to couple signal power from the main transmission line to provide coupled signals at the coupled port, and a filter subsystem is connected to the coupled port to filter the coupled signals. The filter subsystem includes filters configured to pass or reject coupled signals by frequency, and the filter subsystem provides the filtered output signal to a measurement node.

【指定代表圖】

圖6A

【代表圖之符號簡單說明】

- 100b 電磁耦合器
- 102 輸入埠/射頻電源輸入埠
- 104 輸出埠/射頻電源輸出埠
- 128 耦合埠
- 130 濾波器子系統
- 132 量測節點
- 134 頻率選擇濾波器/濾波器
- 136a 濾波器選擇切換器/濾波器輸入選擇切換器/切換器
- 136b 濾波器選擇切換器/濾波器輸出選擇切換器
- RFIN 輸入埠
- RFOUT 輸出埠
- RLC 網路或電路

【發明說明書】

【中文發明名稱】

具有多波段濾波的電磁耦合器

【英文發明名稱】

ELECTROMAGNETIC COUPLERS WITH MULTI-BAND
FILTERING

【技術領域】

【先前技術】

射頻(RF)源(諸如，RF放大器)提供RF信號。當將由一RF源產生之一RF信號提供至一負載(諸如，一天線)時，RF信號之一部分可自負載被反射回去。一電磁(EM)耦合器可包含於RF源與負載之間的一信號路徑中，以提供自RF源行進至負載之RF信號之正向RF功率之一指示及/或自負載反射回之反向RF功率之一指示。EM耦合器包含(舉例而言)定向耦合器、雙向耦合器、多波段耦合器(例如，雙波段耦合器)及諸如此類。

一EM耦合器通常具有一電源輸入埠、一電源輸出埠、一耦合埠及一隔離埠。當將一終端阻抗呈現給隔離埠時，自電源輸入埠行進至電源輸出埠之正向RF功率之一指示提供於耦合埠處。當將一終端阻抗呈現給耦合埠時，自電源輸出埠行進至電源輸入埠之反向RF功率之一指示提供於隔離埠處。在各種習用EM耦合器中，終端阻抗通常由一50 Ohm分路電阻器實施。

一EM耦合器可提供分別進入電源輸入埠或電源輸出埠之一RF信號之正向經耦合RF分量或反向經耦合RF分量，此可對(例如)量測RF信號之功率有用。當RF信號含有多個頻率分量(舉例而言，來自不同波段或同一波

段內之多個頻率)時，傳統EM耦合器之經耦合輸出將包含多個頻率分量。此可使得功率量測裝備指示比由於所關注頻率產生之功率更高之一功率。

【發明內容】

各項態樣及實施例係關於電子系統，且特定而言係關於包含射頻(RF)耦合器之電磁(EM)耦合器。

根據一項態樣，一濾波式電磁耦合器包含：一主傳輸線，其在一輸入埠與一輸出埠之間延伸；一耦合線區段，其在一耦合埠與一隔離埠之間延伸且經組態以耦合來自該主傳輸線之信號功率以在該耦合埠處提供複數個經耦合信號；及一濾波器子系統，其連接至該耦合埠且經組態以接收該複數個經耦合信號並對其進行濾波以在一量測節點處提供至少一個經濾波輸出信號，該濾波器子系統包含複數個濾波器，該複數個濾波器包含：一第一濾波器，其經組態以使該複數個經耦合信號中之一第一經耦合信號通過且拒斥該複數個經耦合信號中之一第二經耦合信號；及一第二濾波器，其經組態以使該第二經耦合信號通過且拒斥該第一經耦合信號，該第一經耦合信號與該第二經耦合信號具有不同頻率。

在多項實施例中，該濾波式電磁耦合器可包含一模式切換器，其可操作以選擇性地提供該複數個經耦合信號以作為表示在該輸入埠與該輸出埠之間行進之一信號之一正向信號，或選擇性地提供該複數個經耦合信號以作為表示在該輸出埠與該輸入埠之間行進之一信號之一反向信號。在多項實施例中，該複數個濾波器中之一或多者可選擇性地連接於該輸入埠與該量測節點之間。在多項實施例中，該複數個濾波器中之每一者可係一低通濾波器、一帶通濾波器、一帶拒濾波器或一高通濾波器中之一者。在多項實施例中，該複數個濾波器中之一或多者可係一聲波濾波器，諸如一表

面聲波(SAW)濾波器或一體聲波(BAW)濾波器；或其變化形式，諸如一膜體聲波共振器(FBAR)。在多項實施例中，該複數個濾波器中之一或多者可係一整合式被動裝置濾波器。在多項實施例中，該複數個濾波器中之一或多者可係可調整的。

實施例可包含連接至隔離埠之一可調整終端阻抗電路。實施例可包含選擇性地連接至該複數個濾波器中之至少一者之一負載。該負載可係一可調整負載。

在某些實施例中，濾波式電磁耦合器可包括一耦合器模組之一部分。

根據另一態樣，一系統包含：濾波式電磁耦合器，上文已闡述；一收發器，其經組態以產生一傳輸信號；及一天線切換器模組，其經組態以將該收發器連接至該濾波式電磁耦合器且將傳輸信號引導至濾波式電磁耦合器之輸入埠。

該系統可包含連接於收發器與天線切換器模組之間的一功率放大器模組，該功率放大器模組經組態以接收並放大傳輸信號。該系統可包含連接至濾波式電磁耦合器之輸出埠之一天線，該天線經組態以傳輸傳輸信號並接收一接收信號。

在多項實施例中，濾波式電磁耦合器可經組態以在輸出埠處接收接收信號並在輸入埠處提供接收信號，且天線切換器模組可經組態以將接收信號引導至收發器。

在某些實施例中，該系統可係一無線裝置。該無線裝置可包含一處理器、一電腦可讀媒體、一控制器及一電池。

在另一態樣中，一模組包含：濾波式電磁耦合器，上文已闡述；及

一天線切換器模組，其連接至濾波式電磁耦合器之輸入埠或輸出埠中之一者。

在多項實施例中，該模組可包含連接至天線切換器模組之一功率放大器，且天線切換器模組可連接於功率放大器與濾波式電磁耦合器之間。

在多項實施例中，該模組可包括一無線裝置之一部分，該無線裝置包含經組態以產生一傳輸信號且接收一接收信號之一收發器。該無線裝置亦可包含耦合至濾波式電磁耦合器且經組態以傳輸傳輸信號且接收接收信號之一天線。該無線裝置亦可包含一電池、一電腦可讀媒體、一控制器或一處理器。

在另一態樣中，一種提供一電磁信號之方法包含：在一電磁耦合器之一耦合埠處提供複數個經耦合信號，該複數個經耦合信號中之每一經耦合信號具有一各別頻率；將該複數個經耦合信號引導至複數個濾波器中之至少一者，該複數個濾波器包含經組態以使該複數個經耦合信號中之一第一經耦合信號通過且拒斥該複數個經耦合信號中之一第二經耦合信號的第一濾波器，及經組態以使第二經耦合信號通過且拒斥第一經耦合信號之一第二濾波器，第一經耦合信號與第二經耦合信號具有不同頻率；及將第一經耦合信號提供至一量測節點。

在多項實施例中，該方法可包含選擇性地將第二經耦合信號提供至量測節點且該方法可包含在量測節點處偵測第一經耦合信號之一功率。

該方法可包含偵測第一經耦合信號之頻率。在多項實施例中，該方法亦可包含部分地基於第一經耦合信號之所偵測頻率而調整連接至電磁耦合器之一隔離埠之一可調整終端阻抗。該方法可包含部分地基於第一經耦合信號之所偵測頻率而調整該複數個濾波器中之至少一者。

根據另一態樣，一濾波式電磁耦合器包含：一輸入埠、一輸出埠、一耦合埠、一隔離埠、一量測節點及選擇性地連接於耦合埠與量測節點之間的複數個濾波器，該複數個濾波器包含：一第一濾波器，其具有使具有一第一頻率之一第一經耦合信號通過且拒斥具有一第二頻率之一第二經耦合信號的一第一濾波器特性；及一第二濾波器，其具有使第二經耦合信號通過且拒斥第一經耦合信號以在量測節點處提供至少一個經濾波輸出信號的一第二濾波器特性。

根據實施例，量測節點可包含複數個量測節點且經組態使得在將一量測裝置連接至該等量測節點中之一者時發生選擇性連接。

在多項實施例中，該複數個濾波器中之每一者可係一低通濾波器、一帶通濾波器、一帶拒濾波器及一高通濾波器。該等濾波器中之一或多者可係一聲波濾波器。該等濾波器中之一或多者可係一整合式被動裝置濾波器。該等濾波器中之一或多者可具有一可調整濾波器特性。

在多項實施例中，耦合器可包含選擇性地連接至該複數個濾波器中之至少一者之一負載。該負載可係可調整的。

在多項實施例中，耦合器可包含連接至濾波式電磁耦合器之隔離埠之一終端阻抗。該終端阻抗可係可調整的。

耦合器可包括一耦合器模組之一部分。

根據另一態樣，一無線裝置包含：一濾波式電磁耦合器，如上文所闡述；一天線，其連接至該濾波式電磁耦合器之輸出埠；及一收發器，其連接至該濾波式電磁耦合器之輸入埠。

在多項實施例中，收發器可經組態以將一輸入信號提供至濾波式電磁耦合器之輸入埠，且第一經耦合信號及第二經耦合信號可源自該輸入信

號。

根據另一態樣，一耦合器模組包含：根據如上文所闡述之實施例中之任一者之一濾波式電磁耦合器及耦合至濾波式電磁耦合器之至少一個可組態組件且耦合至一通信介面之一控制電路。

根據一實施例，該控制電路經組態以經由該通信介面接收至少一個指令且經組態以選擇該可組態組件之一可選擇狀態。在多項實施例中，可組態組件可係一模式選擇切換器、一可調整終端阻抗、一可調整濾波器、一可選擇負載及一濾波器選擇切換器。

根據一實施例，該控制電路經組態以選擇一耦合器狀態及一濾波器狀態以在量測節點處合作提供一所期望經濾波耦合輸出。選擇一濾波器狀態可包含：選擇一可調整濾波器中之至少一者之一可選擇狀態、一可選擇負載及一濾波器選擇切換器。選擇一耦合器狀態可包含：選擇一模式選擇切換器中之至少一者之一可選擇狀態及一可調整終端阻抗。

根據另一態樣，一無線裝置包含濾波式電磁耦合器、通信介面及如上文所闡述之控制電路，且亦包含連接至濾波式電磁耦合器之輸出埠之一天線及連接至濾波式電磁耦合器之輸入埠之一收發器。

下文詳細論述此等例示性態樣及實施例之其他方面、實施例及優勢。可以與本文中所揭示之原理中之至少一者相一致之任何方式組合本文中所揭示之實施例與其他實施例，且對「一實施例」、「某些實施例」、「一替代實施例」、「各種實施例」、「一項實施例」或諸如此類之提及未必相互排斥且意欲指示所闡述之特定特徵、結構或特性可包含於至少一項實施例中。此等術語在本文中之出現未必全部皆指代同一實施例。

【圖式簡單說明】

下文參考附圖論述至少一項實施例之各個態樣，該等附圖並不意欲按比例繪製。各圖經包含以提供對各個態樣及實施例之圖解說明及進一步理解，且併入本說明書中並構成本說明書之一部分，但不意欲係對本發明之限制之界定。在各圖中，在各個圖中圖解說明之每一相同或幾乎相同之組件皆由一相似數字表示。出於清晰目的，並非每個組件皆可標示於每個圖中。在圖中：

圖1係一電子系統之一項實施例的一方塊圖，在該電子系統中可使用根據本發明之態樣之EM耦合器之實施例；

圖2A係對在一正向模式多波段情境中之一電磁耦合器之一圖解說明；

圖2B係對在一反向模式多波段情境中之一電磁耦合器之一圖解說明；

圖3係根據本發明之態樣的包含可調整終端阻抗及定向切換之一電磁耦合器之一方塊圖；

圖4係根據本發明之態樣的圖3之一替代電磁耦合器之一方塊圖；

圖5A至圖5C係根據本發明之態樣的類似於圖3的包含替代定向切換配置之各種電磁耦合器之方塊圖；

圖6A係根據本發明之態樣的具有多波段濾波之一電磁耦合器之一方塊圖；

圖6B係對在一正向模式多波段情境中之圖6A之電磁耦合器之一圖解說明；

圖7A至圖7G係根據本發明之態樣的類似於圖6A的具有多波段濾波之電磁耦合器之各種實施例之方塊圖；

圖8A係根據本發明之態樣的具有多波段濾波之一電磁耦合器之一項實施例之一方塊圖；

圖8B係對應於圖8A之電磁耦合器之一特定實施方案之一頻率回應圖；

圖9係根據本發明之態樣的具有多波段濾波的一電磁耦合器之另一實施例之一方塊圖；

圖10係根據本發明之態樣的具有多波段濾波的一電磁耦合器之另一實施例之一方塊圖；

圖11A係包含根據本發明之態樣的具有多波段濾波的一電磁耦合器之一模組之一項實例之一方塊圖；

圖11B係包含根據本發明之態樣的具有多波段濾波的一電磁耦合器之另一模組之一項實例之一方塊圖；

圖11C係包含根據本發明之態樣的具有多波段濾波的一電磁耦合器之另一模組之一項實例之一方塊圖；

圖12係一無線裝置之一方塊圖，在該無線裝置中可使用根據本發明之態樣之電磁耦合器之實施例；

圖13A係包含圖11A之模組之一無線裝置之一項實例之一方塊圖；

圖13B係包含圖11B之模組之一無線裝置之一項實例之一方塊圖；且

圖13C係包含圖11C之模組之一無線裝置之一項實例之一方塊圖。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

本申請案依據35 U.S.C. §119(e)及PCT條款8主張同在申請中的2016年2月5日提出申請之美國臨時專利申請案第62/292,041號及同在申請中的

2016年7月28日提出申請之美國臨時專利申請案第62/367,786號之優先權益，該兩個申請案中之每一者出於所有目的以全文引用方式併入本文中。

EM耦合器通常用於將一信號之一部分引導至一功率量測接收器，以用於(例如)藉由量測電壓駐波比(VSWR)來控制傳輸功率或判定天線不匹配。雙向EM耦合器具有用以耦合分別在輸入埠(RFIN)或輸出埠(RFOUT)處接收之信號之正向(FWD)耦合埠及反向(REV)耦合埠。當正向耦合埠經組態以提供經耦合信號(正向耦合模式)時，反向耦合埠係一隔離埠且與一阻抗端接，且對於反向耦合模式而言反之亦然。終端阻抗通常經選擇以為耦合埠提供一高方向性，且可部分基於所涉及頻率。

雙向EM耦合器可提供準確正向功率量測及反向功率量測，其中使用雙向EM耦合器之傳輸器或收發器系統一次在一單個頻段中操作。然而，在同時於不同波段中傳輸或接收信號之多波段裝置中或者在於同一波段內存在多個同時載波頻率之情況下，會出現挑戰。當耦合器僅用於試圖量測一個信號之功率時，兩個(或多於兩個)信號之同時存在可導致干擾問題。特定而言，對一個傳輸信號之正向功率或反向功率之量測可被其他信號或者沿反向方向自一天線接收之信號及/或反射之信號之一組合污染，在操作中該等其他信號可由於(例如)沿一正向方向的來自同一功率放大器或至同一天線之額外傳輸信號而存在。此等問題可出現於眾多情形及應用中。舉例而言，可直接對其應用此問題之一解決方案之一個特定應用係用於蜂巢式手機中之LTE-Advanced Uplink Carrier Aggregation Radio Access Technology。

態樣及實施例係針對用於EM耦合器之結構，EM耦合器具有在多個頻率下分離經耦合信號之能力以及快速輕易再組態性，該再組態性用於將

沿正向方向或反向方向的不同頻率及/或頻率組合最佳化。此能力可係眾多應用所十分期望的。舉例而言，在通信收發器中，期望所有**RF**信號皆通過靠近天線定位之一單個**EM**耦合器。本文中所揭示之**EM**耦合器之態樣及實施例可憑藉收發器之多個同時操作頻率滿足此目標。針對同時在多個載波頻率上接收及/或傳輸資料之新行動電話標準正在出現。在行動電話應用中，準確監測並控制信號功率之能力可係至關重要的。因此，本文中所揭示之**EM**耦合器之實施例可將重要功能性提供至實施不可自習用**EM**耦合器獲得之此等新標準之系統。

此外，態樣及實施例提供一耦合器系統，該耦合器系統包含濾波以防止非所要信號到達量測接收器，且藉此甚至當存在使用中之兩個或多於兩個同時頻段時仍允許正向功率量測及反向功率量測。如下文所進一步論述，特定實施例使用不同濾波技術之一混合以便滿足頗具挑戰性之效能規定。

特定實施例提供可提供一或多個經耦合信號輸出之一單個多濾波器**EM**耦合器，該(等)經耦合信號輸出係按頻率或頻段分離。如下文所更詳細地論述，特定態樣將頻率選擇組件或濾波器與一或多個**EM**耦合器及切換器結合使用以形成具有所關注可選擇頻段之經切換耦合輸出。在特定實施例中，可使用終端調整技術將耦合器之方向性最佳化，如下文所進一步論述。

應瞭解，本文中所論述之方法及設備之實施例在應用中不限於以下說明中所陳述或附圖中所圖解說明之組件之構造及配置之細節。該等方法及設備能夠在其他實施例中實施且能夠以各種方式實踐或實施。特定實施方案之實例在本文中僅出於說明性目的而提供且不意欲具限制性。此外，

本文中所使用之措辭及術語係出於說明目的且不應視為具限制性。本文中使用包含 (including)、包括 (comprising)、具有 (having)、含有 (containing)、涉及 (involving) 及其變化形式意在囊括下文所列示之項目及其等效形式以及額外項目。對「或」之提及可解釋為包含性的，使得使用「或」闡述之任何術語可指示一單個、一個以上及所有所闡述術語中之任一者。對前及後、左及右、頂部及底部、上部及下部、以及垂直及水平的任何提及意欲出於說明之方便起見，並不意欲將本發明系統及方法或其組件限制於位置或空間定向中之任一者。

圖1係一系統之一項實例之一示意性方塊圖，在該系統中，一EM耦合器100經組態以提取在一收發器200與一天線300之間行進之一RF信號之功率之一部分。在此實例中，EM耦合器100係一雙向耦合器。如所圖解說明，在正向或傳輸方向上，一功率放大器模組400自收發器200接收一RF信號且藉由一天線切換器模組500及在正向模式中操作之EM耦合器100將一經放大RF信號提供至天線300。類似地，在接收方向上，經由EM耦合器100 (在反向模式中操作) 及天線切換器模組500將一所接收RF信號自天線300提供至收發器200。熟習此項技術者將理解，圖1之電子系統中可包含額外元件(未圖解說明)及/或可實施所圖解說明元件之一子組合。

天線切換器模組500可將天線300選擇性地電連接至一選定傳輸路徑或一選定接收路徑。天線切換器模組500可提供若干個切換功能性。天線切換器模組500可包含一多投切換器，該多投切換器經組態以提供與以下各項相關聯之功能性：(舉例而言)傳輸及/或接收模式之間的切換、與不同頻段相關聯之傳輸路徑或接收路徑之間的切換、與不同操作模式相關聯之傳輸路徑或接收路徑之間的切換或上述各項之任何組合。

功率放大器模組400放大一RF信號。功率放大器模組400可包含任一個或多個適合RF功率放大器。舉例而言，功率放大器模組400可包含一單級放大器、一多級放大器、藉由一或多個雙極電晶體實施之一功率放大器或藉由一或多個場效電晶體實施之一功率放大器中之一或多者。功率放大器模組400可實施於(舉例而言)一GaAs晶粒、CMOS晶粒、SOI晶粒或一SiGe晶粒上。

天線300可傳輸經放大RF信號且接收RF信號。舉例而言，當圖1中所圖解說明之電子系統包含於一蜂巢式電話中時，天線300可將來自蜂巢式電話之一RF信號傳輸至一基地台且類似地自基地台接收RF信號。

在正向模式中操作之EM耦合器100可提取在功率放大器模組400與天線300之間行進之經放大RF信號之功率之一部分。舉例而言，EM耦合器100可產生自功率放大器模組400行進至天線300之正向RF功率之一指示。在反向模式中操作之EM耦合器100可產生自天線300朝向功率放大器模組400行進之經反射RF功率之一指示，或可提取由天線300自一外部源接收之一RF信號之功率之一部分。可將信號功率之一指示提供至一RF功率偵測器(未圖解說明)。

如上文所論述，迫切需要同時在多個載波頻率上接收及/或傳輸資料，然而對一單個天線及單個EM耦合器同時處置多個頻率之期望面臨挑戰。舉例而言且參考圖2A，展示以下一情境：其中一經傳輸信號108由兩個頻率(freq1及freq2)構成且自(舉例而言)功率放大器400經由EM耦合器100傳輸至天線300。兩個頻率(freq1及freq2)可在不同頻段中或可係同一波段內之兩個頻率。在正向操作模式中，如所展示，正向耦合埠114處之經耦合信號表示在輸入埠102處進入EM耦合器100之信號。通常，經耦合

信號之功率係輸入信號(例如，經傳輸信號108)之一部分且將具有兩個輸入頻率之分量。為了控制傳輸功率，通常由一量測接收器量測一經耦合信號以將回饋提供至功率放大器400以增大或減小功率。然而，為了控制freq1之傳輸功率，期望量測僅由於信號之freq1分量而產生之功率。在經耦合信號中由於freq2分量而產生之額外功率將使得量測接收器量測並指示比僅由於freq1分量而產生之功率更高之一功率。

圖2B中圖解說明對準確功率量測構成挑戰之另一情境，其中EM耦合器100針對反向操作模式經組態且反向耦合埠122處之經耦合信號表示來自天線300之信號。來自天線300之信號可含有在freq1下自天線反射之一經傳輸信號108以及在freq2下自另一傳輸器接收之一所接收信號124的一部分。在此情境中，可期望量測freq1分量之信號功率(例如)以判定功率放大器400與天線300之間的VSWR或freq2分量之信號功率(例如)以通知其他傳輸器增大或減小功率。然而，若將經耦合信號直接呈現給量測接收器，則功率量測將指示兩個分量組合起來之總功率且不可用於達成任一目的。

大體而言參考上文之實例及通篇所闡述之各種實施例，freq1及freq2可表示個別載波頻率或可表示一頻率範圍或者頻率之一或多個波段。在特定情境中，頻率之範圍或波段甚至可重疊，而本文中所闡述之實施例可因此仍係有用的。在某些情形中，特定而言在個別載波頻率受關注之情況下，freq1及freq2中之每一者可表示整個一載波頻率中的一小頻率範圍。在其他情形中，freq1及freq2可取決於所關注內容而表示載波頻率之整個波段。雖然已論述兩個所關注頻率分量，但將易於理解本文中所揭示之實施例涵蓋且藉此支援三個、四個或任何數目個頻率、範圍或波段。

參考圖3，圖解說明根據特定實施例之一EM耦合器100a之一項實例之一電路圖，EM耦合器100a可用於(舉例而言)圖1之系統中。EM耦合器100a具有一輸入埠(RFIN) 102、一輸出埠(RFOUT) 104及電連接輸入埠102與輸出埠104之一主傳輸線106。在所圖解說明實例中，EM耦合器100a係一雙向耦合器。當在正向模式中操作時，EM耦合器100a在輸入埠102處接收由一或多個輸入頻率構成之一經傳輸信號108。當在反向模式中操作時，替代地在輸出埠104處接收輸入頻率。如本文中所使用，術語「輸入頻率」意欲指代由一單個載波頻率構成或者具有覆蓋一頻率範圍之一特定、通常相對較窄頻寬的一RF信號。

EM耦合器100a進一步包含可切換地連接至一正向耦合埠或一反向耦合埠之一耦合線區段110及在各別隔離埠處之一對應終端負載。在圖3中所圖解說明之實例中，EM耦合器100a經組態以沿正向方向操作。因此，耦合線區段110在一端上經由處於閉合位置中之切換器116a連接至一正向耦合埠114，且在另一端上經由處於閉合位置中之切換器118b連接至一終端負載112。因此，一耦合器由主傳輸線106及耦合線區段110形成，具有輸入埠102、輸出埠104及正向耦合埠114。耦合器可藉由斷開切換器116a及118b且閉合切換器116b及118a以將耦合線區段110在一端上連接至一反向耦合埠122且在另一端上連接至終端負載112而重新組態以用於反向操作。終端負載係可控制以呈現一選定阻抗之可調整負載，且可包含配置於一網路或電路(RLC)中以選擇性地呈現一或多個阻抗值之各種電阻器(R)、電感器(L)及電容器(C)。在圖3中所展示之EM耦合器100a中，可調整終端阻抗112及切換器116a、116b、118a、118b由一控制電路120控制。

提供可調整終端阻抗允許將EM耦合器100a最佳化以用於各種操作條件或頻段。可針對任何適合應用參數及/或任何適合操作條件指示選擇一特定終端阻抗或終端阻抗之組合。更具體而言，具有針對一特定功率模式及/或頻段之一特定阻抗可改良EM耦合器100a之方向性，此可有助於改良(舉例而言)與EM耦合器100a相關聯之功率量測之準確性。在圖3中所圖解說明之實例中，終端負載112經展示為EM耦合器100a所必需之可調整RLC網路，但終端負載112可係可調整阻抗之其他形式或可係固定負載(諸如，一固定50 Ohm負載)且其等可實施為單獨組件。另外，在若干實施例中，可僅存在可在多個連接點之間選擇性地切換之一個終端負載，或可存在額外耦合線區段及額外終端負載。

圖4圖解說明EM耦合器100a之一實例，在EM耦合器100a中，可調整終端阻抗112實施為選擇性阻抗電路之一特定實施例。所展示之各種切換器由控制電路120控制以將多個阻抗中之任一者連接至耦合線區段110中之任一端。上文所識別的同在申請中之相關申請案中之一或多者中揭示適合用作一終端負載112之可調整阻抗電路之各種額外實施例。

圖5A至圖5C展示用於根據各種態樣及實施例之EM耦合器100a之耦合埠、切換器及終端負載之各種替代配置。熟習此項技術者將明瞭，圖5A至圖5C中之任一者中所展示之配置可用於替換圖3之EM耦合器100a。

圖5A中所展示之配置相較於圖3減少了切換器之切換器數目且利用一單個可調整終端阻抗112來在一正向操作模式(如所展示)或一反向操作模式中選擇性地耦合。切換器126a、126b用作模式選擇切換器。若模式選擇切換器126a及126b之設定各自被反向，則EM耦合器100a將切換至反向操作模式。未展示控制電路120，但仍可操作以控制模式選擇切換器

126a、126b或可調整終端阻抗112之阻抗值或兩者。

圖5B展示進一步減小根據各種態樣及實施例之EM耦合器100a之電路複雜性。先前圖中之單獨正向耦合埠114及反向耦合埠122被減少至一單個耦合埠128，該耦合埠128藉由模式選擇切換器126c選擇性地連接以提供正向經耦合輸出或反向經耦合輸出。EM耦合器100a可藉由移除模式選擇切換器126c而進一步被簡化(如圖5C中所展示)，此乃因模式選擇切換器126a及126b自身可取決於所期望操作模式而有效地選擇性連接耦合埠128以提供正向經耦合輸出或反向經耦合輸出。一般而言，影響操作模式(正向或反向)之任何切換器或切換器集合可被稱為一模式選擇切換器126。

雖然已展示EM耦合器100a之眾多配置，但仍存在可允許EM耦合器100a選擇性地在一正向模式或反向模式中操作且具有針對任何適合操作條件選定之一特定終端阻抗之眾多額外配置。下文所論述之其他態樣可包含與EM耦合器100a組合之組件及特徵。為簡單起見，額外組件及特徵將被論述並展示為與圖5C中所展示之經簡化EM耦合器100a組合，但應理解額外組件及特徵可與EM耦合器100a之任何適合配置搭配使用。特定而言且根據特定實施例，如上文所闡述之一EM耦合器之效能可透過使用與耦合路徑相關聯之頻率選擇組件來進一步增強。

參考圖6A，圖解說明根據態樣及實施例的包含一濾波器子系統130的一EM耦合器100b之一項實例。濾波器子系統130連接至耦合埠128以濾除非所要信號分量或(換言之)選擇性地允許所期望信號分量通過以在一量測節點132處呈現一經濾波輸出信號。濾波器子系統130包含多個頻率選擇濾波器134，頻率選擇濾波器134可係主動濾波器或被動濾波器，且在各種實施例中每一者可係一低通濾波器、一帶通濾波器、一帶拒濾波器或

一高通濾波器。

在圖6A中所展示之實例中，可藉由一對濾波器選擇切換器136a、136b選擇濾波器134中之每一者。濾波器輸入選擇切換器136a選擇性地將耦合埠128連接至濾波器134中之一者。濾波器134中之選定者對來自耦合埠128之一經耦合信號進行濾波且濾波器輸出選擇切換器136b將輸出連接至量測節點132。在其他實施例中，可省略選擇切換器136b。因此，舉例而言，濾波器134中之每一者之輸出可直接連接至量測節點132而無需介入切換器136b。在特定實施例中，濾波器134中之每一者可被實施為：一聲波濾波器，諸如一表面聲波(SAW)濾波器或一體聲波(BAW)濾波器；或者其變化形式，諸如一膜體聲波共振器(FBAR)；一整合式被動裝置(IPD)濾波器；一或多個表面安裝元件；或任何其他適合類型之EM濾波器構造；且濾波器子系統130可具有若干類型之濾波器(如濾波器134)之任何組合。如上文所論述，EM耦合器100b可被控制以處於一正向耦合模式(如所展示)或一反向耦合模式中。所展示之濾波器子系統130包含四個濾波器134，但各種實施例可取決於操作參數或應用之需要而具有更少或更多濾波器134。類似地，濾波器選擇切換器136a、136b經展示為四位切換器，但其他實施例可具有更少或更多位。

參考圖6B，圖解說明一多頻率情境，其中一經傳輸信號108包含兩個載波頻率(freq1及freq2)，且期望在量測節點132處僅量測一經耦合信號之freq2分量之功率。為了達成此目的，濾波器選擇切換器136a、136b經定位以選擇濾波器134c，如展示。具體而言，濾波器選擇切換器經定位以透過濾波器134c將耦合埠128電連接至量測節點132。在此實例中，濾波器134c係將允許一freq2分量通過且將防止或拒斥一freq1分量通過之一頻率

選擇濾波器。因此，在量測節點132處將僅存在經耦合信號之freq2分量。因此，附接至量測節點132之一量測裝置將能夠作出表示經傳輸信號108之freq2分量之量測，而很少或不受freq1分量干擾。

如上文所論述，一頻率分量可表示一頻率範圍。如在上文參考圖6B之實例中，在freq2表示一經傳輸載波頻率之情況中，freq2分量可包括通常係一經調變信號之一窄頻率範圍，此將為熟習此項技術者所理解。因此，濾波器134c可僅允許窄範圍內之頻率通過。在其他情形中，在頻域中freq2分量可與freq1充分分離，因此濾波器134c可允許一全波段通過或可僅拒斥比一所關注特定波段低之頻率，或可僅拒斥較高頻率，但仍適合於分離經傳輸信號108之freq2分量與freq1分量。

另外，在各種實施例中，濾波器134中之每一者可個別地係帶通濾波器、帶拒濾波器、低通濾波器或高通濾波器。在特定實例中，濾波器134中之任一者或多者可調整以允許調整已通過頻率範圍(舉例而言)以適應改變之操作參數或應用。另外，如上文所展示及所論述，在特定實施例中濾波器134可定位於模式選擇切換器126與量測節點132之間，而在其他實施例中，濾波器134可定位於耦合線區段110與模式選擇切換器126之間或可以替代配置連接。

再次參考圖6A，在所圖解說明實例中，切換器136a係控制濾波器子系統130之輸入側之一濾波器選擇切換器且切換器136b係控制濾波器子系統130之輸出側之一濾波器選擇切換器。然而，可實施濾波器子系統130之輸入及輸出之各種替代實施例，此將為熟習此項技術者鑒於本發明之益處而理解。舉例而言，參考圖7A至圖7G，展示濾波器子系統130之輸入及輸出之多個變化形式。供參考，在圖6A至圖7G之實例中，耦合埠128

係濾波器子系統130之一輸入埠，且量測節點132係濾波器子系統130之一輸出埠。

舉例而言，圖7A展示其中濾波器子系統130之輸入埠作為一共同匯流排連接至各個濾波器134之一實施例。在此情形中，哪一經濾波輸出將在量測節點132處被接收之選擇僅由濾波器選擇切換器136b做出。如上文所論述，在其他實例中，可實施與圖7A中所展示之配置相反之配置。亦即，濾波器134中之每一者之輸出可連接至一共同匯流排，該共同匯流排連接至量測節點132（亦即，省略選擇切換器136b），且哪一經濾波輸出將在量測節點132處被接收之選擇僅由濾波器選擇切換器136a做出。

在圖7A之實例中，一考慮係未被濾波器選擇切換器136b選擇之濾波器134是否將充分吸收其接收之經耦合信號。若非選定濾波器使得經耦合信號之若干部分反射回至共同匯流排上且反射回至耦合埠128，則其等可能會干擾EM耦合器或系統之其他操作。在此一情形中，可期望將負載添加至非選定濾波器134，如在圖7B之實例性實施例中。可選擇負載138經展示為連接至濾波器134中之每一者之輸出以提供例如50 Ohms之一負載，該負載可吸收由可選擇負載138所附接至的濾波器134允許通過之信號能量。可選擇負載138各自經展示為一單極雙投切換器，其選擇濾波器134輸出是發送至負載還是發送至濾波器選擇切換器136b，但存在其他配置。以此方式，可防止非選定濾波器134將信號能量朝向耦合埠128發送（例如，反射）回去。熟習此項技術者將理解，在具有本發明之益處之情況下，若濾波器134中之相關聯者足以吸收信號能量或者防止信號能量朝向耦合埠128返回，或者若對應用之特定需要使得經反射或經返回信號能量不成問題，則可自一實施例移除可選擇負載138中之任一者。在其他實施

例中，可選擇負載亦可包含類似於終端負載112之可調諧或可調整負載。

轉向圖7C，在另一實施例中，濾波器子系統130之輸出可係一共同匯流排。在此實例中，濾波器134中之每一者連接至一可選擇負載138，且可選擇負載138之切換器各自有效地將未經活躍使用(亦即，未被選定)之彼等濾波器134斷開連接，因此允許存在在某些實施例中可選擇負載138可額外地執行先前所闡述實施例之濾波器選擇切換器136b之功能之可能性。

參考圖7D，展示可有效地端接由濾波器134濾波之經耦合信號能量之另一實施例。如所展示，每一濾波器134之輸出可連接至一量測裝置140之輸入。量測裝置140可係提供多個經端接輸入之一個裝置，或可係各自提供一經端接輸入之多個量測裝置140。量測裝置140可操作以量測各自接收之經濾波耦合信號之功率，該經濾波耦合信號指示由濾波器子系統130選定的經傳輸信號108及/或所接收信號124之一或多個分量之功率。在此情形中，如所展示，量測節點132由四個量測節點構成，該等量測節點中之每一者與濾波器134中之一者相關聯，但涵蓋替代配置且可容納更多或更少濾波器134及/或量測節點132。圖7E中展示一項此種實例。

參考圖7E，展示輸入匯流排、濾波器選擇切換器、可選擇負載及量測節點之一額外組合。在此實例中，一量測裝置140提供三個經端接輸入以量測所接收之經濾波耦合信號，且濾波器子系統130具有四個濾波器134，因此有必要使量測裝置140以僅三個輸入來接收四個可能經濾波耦合信號。圖7E中所展示之此一解決方案包含一個兩位濾波器選擇切換器136b，136b用以在濾波器134a、134b中之兩者之間進行選擇以連接至量測裝置140輸入中之一者。在此配置中，在任何給定時間，兩個濾波器

134a、134b中之一者將不連接，亦即未被濾波器選擇切換器136b選擇。若濾波器134a、134b中之非選定者不能吸收其自耦合埠128接收之經耦合信號能量，且因此反而可將能量朝向耦合埠128反射回去，則若必要，在此配置中包含兩個可選擇負載138以在濾波器未被選擇時吸收來自濾波器134a、134b中之任一者之經濾波耦合信號能量。在其他實施例中，取決於系統需要或濾波器134中之每一者之能力，可不必提供圖7E中之該兩個可選擇負載138，或可僅需要一個可選擇負載138，如所類似論述。

圖7F展示用以構成濾波器子系統130之組件之一配置之又一實例性實施例。四個濾波器134具有經由一個兩位濾波器選擇切換器136a連接至耦合埠128之輸入，濾波器選擇切換器136a選擇兩個半共同匯流排中之一者，每一者連接至四個濾波器134中之兩者之輸入。濾波器134之輸出(視情況)由可選擇負載138載入，且一個四位濾波器選擇切換器136b選擇四個潛在經濾波耦合信號中之一者以將其提供至量測節點132。如之前一樣，在各種實施例中可存在更多或更少可選擇負載138，更多、更少或不同濾波器選擇切換器136以及更多或更少濾波器134。

在特定實施例中，來自個別濾波器134之多個輸出可由一或多個(例如)雙訊器(diplexer)、雙工器(duplexer)、三工器、四工器及諸如此類組合以提供包含一或多個經濾波信號之一輸出信號。舉例而言，參考圖7C，每當一個以上可選擇負載138經定位以將其各別濾波器134耦合至量測節點132時，量測節點132可提供來自濾波器134中之多者之經濾波信號。作為另一實例，例如如圖7C中所展示，濾波器134或可選擇負載138之輸出可由一雙工器、三工器、四工器或諸如此類組合在一起以將經組合的經濾波信號提供至一量測節點132，使得濾波器134或可選擇負載138之

個別輸出不會彼此干擾(例如)以防止濾波器134或可選擇負載138中之一者之輸出信號進入濾波器134或可選擇負載138中之另一者之輸出。參考圖7D及圖7E，舉例而言，量測裝置140可替代地係一雙工器、三工器、四工器或諸如此類、具有提供來自各個濾波器134當中之選定經濾波輸出信號之一組合之另一輸出。在各種實施例中，來自各個濾波器134之輸出信號可耦合至變化之其他分量或以不同方式組合

圖7G圖解說明本文中所揭示之電磁耦合器之實施例可包含一控制電路120，控制電路120可控制本文中所論述之可組態組件之可選擇狀態或可切換狀態中之任一者。舉例而言，且參考圖7G但適用於任何實施例，控制電路120可經組態以經由可組態組件之一控制介面144控制可調整終端阻抗112、模式選擇切換器126、濾波器134、濾波器選擇切換器136及可選擇負載138（若提供的話）中之任一者或多者。控制電路120可具有一通信介面142以與一外部裝置或組件(例如，一主裝置)通信以接收用以使控制電路120對各種可調整或切換組件做出個別改變之指令。另一選擇係或另外，至控制電路120之指令可建立各種可組態組件之一特定組態，諸如用以對電磁耦合器進行組態以在量測節點132處提供在一特定頻段中之一經耦合信號之一指令，該經耦合信號係自輸入埠102處之正向行進信號耦合而來。此一指令可由控制電路120處理以將可組態組件之所有可選擇狀態及可切換狀態建立成遵從指令之一狀態。

另一選擇係或另外，控制電路120可受指示或經組態以判定存在何種頻段且在不需要額外指令之情況下基於所偵測頻段對一特定操作模式進行自動組態。繼續此實例，可向控制電路120提供來自耦合至量測節點132之一量測組件之一回饋信號，且控制電路120可以各種組合調整終端負

載、濾波器、選擇切換器等以判定哪種組合產生一期望結果或一最佳結果，或偵測在一信號中存在哪一(哪些)頻段並基於(該等)所偵測波段而選擇一特定組態。

圖7A至圖7G就輸入配置、輸出配置、濾波器、負載及終端點而言圖解說明濾波器子系統130之組合之各種實例。依據上文之論述將明瞭，切換器、匯流排、負載、終端點或量測節點之諸多組合可發揮功能且由濾波器子系統130之實施例涵蓋。可根據本文中所揭示之態樣實施關於圖7A至圖7G中之任一者所闡述之配置中的以上配置或子配置中之一或多者之任何替代組合。

圖8A中展示包含與一濾波器子系統組合之一耦合器之一系統之一實例。展示EM耦合器100b，在類似於圖2B中所展示之情境之一情境中針對反向操作模式對EM耦合器100b進行組態以監測來自由一天線300反射且進入輸出埠104之一經傳輸信號108之RF功率。可期望量測進入輸出埠104之經反射RF功率(舉例而言)以監測或判定一功率放大器400與天線300之間的一電壓駐波比(VSWR)。注意，模式選擇切換器126a係針對反向操作模式定位，此乃因切換器126a將終端負載112連接至耦合線區段110最接近輸入埠102之端。另外，模式選擇切換器126b亦係針對反向操作模式定位，此乃因切換器126b將耦合埠128連接至耦合線區段110最接近輸出埠104之端，因此進入輸出埠104之RF能量將耦合至耦合埠128。在圖8A中所展示之情境中，除經反射傳輸信號108之外亦存在由天線300接收且進入輸出埠104之一所接收信號124。

與經傳輸信號108相關聯之頻率包含一頻段freq1，且與所接收信號124相關聯之頻率包含一頻段freq2，在此實例中頻段freq2係比波段freq1

高之頻率。因此，EM耦合器100b經組態以按照一經傳輸信號108、一接收信號124或經傳輸信號108之一反射之分量調節此等頻率。濾波器134a係經最佳化以用於低於頻段freq1之一頻段之一低通濾波器，且濾波器134b係經最佳化以用於高於濾波器134a之頻段之一頻段但仍低於頻段freq1之一帶通濾波器。舉例而言，濾波器134c係經最佳化以用於頻段freq1之一帶通濾波器，而濾波器134d係經最佳化以用於頻段freq2之一高通濾波器。如上文所論述，在具有本發明之益處之情況下，熟習此項技術者將易於瞭解結構可經修改以容納更多或更少濾波器134且適應更多、更少或不同頻率或頻段，且易於瞭解在某些實施例中濾波器134經最佳化以用於的頻段可重疊。濾波器134中之任一者或多者可係可調整的以允許調整各別已通過頻段。此外，熟習此項技術者將易於瞭解，考慮到本發明之益處，各種各樣之替代組態係可能的且考慮到濾波器134可經組態以使一所關注頻段通過且拒斥其他頻率，濾波器134可係(視情況可調整)低通濾波器、帶通濾波器、帶拒濾波器或高通濾波器中之任一者。

仍參考圖8A，與freq1相關聯、係由天線300反射之經傳輸信號108之一部分之經耦合信號分量將通過濾波器134c且由濾波器選擇切換器136b提供於量測節點132處，濾波器選擇切換器136b處於將濾波器134c之輸出連接至量測節點132之一位置中。注意，與freq2相關聯、係所接收信號124之一部分之經耦合信號分量將不通過濾波器134c但替代地將通過濾波器134d。可選擇負載138d經組態以吸收通過濾波器134d之任何信號分量，且藉此在量測節點132處將不存在與freq2相關聯之經耦合信號分量，經耦合信號分量亦不會被反射或者朝向耦合埠128被發送回去。

關於圖8A之特定實施例，係帶通濾波器之濾波器134b及134c可被實

施為聲波濾波器，且分別係一低通濾波器及一高通濾波器之濾波器134a及134d可被實施為整合式被動裝置(IPD)。可選擇負載138及(視情況)濾波器選擇切換器136b可被實施於一矽晶粒上。

圖8A中所展示之EM耦合器100b之一實施例可針對一組特定波段。在此一實施例中，濾波器134可具有如圖8B中所圖解說明之低通特性、帶通特性及高通特性。特定而言，濾波器134b可使1710 MHz至1785 MHz之頻率通過且拒斥其他頻率，而濾波器134c可使1850 MHz至1980 MHz之頻率通過且拒斥其他頻率。濾波器134a係一低通濾波且可使低於915 MHz之頻率通過且拒斥高於915 MHz之頻率。濾波器134d係一高通濾波器且可使高於2496 MHz之頻率通過且拒斥低於2496 MHz之頻率。特定而言，可期望與圖8A及圖8B中所圖解說明之濾波器134a、134b、134c及134d相關聯之實例性頻段作為跨越國際標準之各種蜂巢式波段之間的邊界。

圖8A中所展示之全部結構組件可被實施為一單個封裝或模組，惟天線除外。此外，如本文中所揭示之一EM耦合器及/或一濾波器子系統之任何實施例之結構組件可同樣被實施為一單個封裝或模組。如先前所述，所有切換組件、可調整終端阻抗112及可選擇負載138可由一控制電路120控制，控制電路120亦可與一EM耦合器及/或濾波器子系統一起或分離地被實施於一單個封裝或模組中。

圖9中展示包含與一濾波器子系統組合之一EM耦合器之一系統之另一實施例。在此實施例中，濾波器子系統130在輸入側上具有一濾波器選擇切換器136a且在輸出側上具有一濾波器選擇切換器136b。濾波器選擇切換器136a選擇兩個濾波器匯流排中之一者。第一匯流排係用於三個濾波

器134a、134b、134c之一共同輸入匯流排，所有濾波器皆係帶通SAW濾波器。第二濾波器匯流排係用於兩個濾波器134d、134e之一共同輸入匯流排，兩個濾波器134d、134e中之每一者作為IPD濾波器被實施於一晶粒上。濾波器134d係一低通濾波器，而濾波器134e係一高通濾波器。亦可提供可選擇負載138 (未展示)以用於濾波器134中之一或多者，如上文所論述。

圖10中展示包含與一濾波器子系統組合之一EM耦合器之一系統之另一實施例。在此實施例中，濾波器子系統130在輸入側上具有一濾波器選擇切換器136a且在輸出側上具有一濾波器選擇切換器136b。濾波器選擇切換器136a選擇三個濾波器匯流排中之一者。第一匯流排係用於兩個濾波器134a、134c之一共同輸入匯流排，該兩個濾波器134a、134c中之一者係一低通濾波器且另一者係一高通濾波器。第二濾波器匯流排係用於兩個濾波器134b、134d之一共同輸入匯流排，該兩個濾波器134b、134d中之一者係一低通濾波器且另一者係一高通濾波器，每一者經最佳化以用於不同於前兩個濾波器134a、134c之頻段的頻段。第三濾波器匯流排僅連接至係一高通濾波器之一個濾波器134e。在圖10之實例中，濾波器134中之每一者作為IPD濾波器被實施於一晶粒上，但濾波器134可係IPD、SAW或其他濾波器類型之任何組合。亦可提供可選擇負載138 (未展示)以用於濾波器134中之一或多者，如上文所論述。

在圖10之實例性實施例中，濾波器對134a、134c可係一匹配對，此乃因由低通濾波器134a通過之頻率可係被高通濾波器134c拒斥之頻率，且反之亦然。同樣地，濾波器對134b、134d亦可係一匹配對，此乃因由低通濾波器134b通過之頻率可係被高通濾波器134d拒斥之頻率，且反之

亦然。以此方式，濾波器選擇切換器136a在至少兩個組態之間進行有效選擇，該兩個實例性組態中之每一者表示一上波段與一下波段之間的一不同交叉頻率。舉例而言，低通濾波器134a可經最佳化以使低於1810 MHz之頻率通過且拒斥高於1810 MHz之頻率，且高通濾波器134c可經最佳化以拒斥低於1810 MHz之頻率且使高於1810 MHz之頻率通過。在此一情境中，可以說濾波器對134a、134c具有1810 MHz之一交叉頻率。以類似方式，濾波器對134b、134d可具有2140 MHz之一交叉頻率。在此類型之配置下，濾波器選擇切換器136a之設定中之至少兩者係選擇濾波器子系統130之一交叉頻率，且在此實例中選擇係一1810 MHz或2140 MHz之交叉頻率。如先前所述，濾波器134中之任一者可係可調整的，因此允許一交叉頻率亦係可調整的。

在所展示之各種實施例中，模式選擇切換器126允許EM耦合器之正向耦合路徑及反向耦合路徑兩者共用濾波器子系統130。在其他實施例中，任何耦合路徑可具有一專用濾波器子系統以便同時允許(舉例而言)正向耦合量測及反向耦合量測。另外，此方法可容易地擴展至與耦合至傳輸線106之額外線區段、與額外濾波器子系統130或與額外切換器配置相關聯之耦合路徑以允許共用較少濾波器子系統130。

如上文所闡述，態樣及實施例提供具有多波段濾波之一高度可組態EM耦合器，EM耦合器可提供優於習用系統之眾多益處，其中經耦合輸出信號可含有多個頻率或頻段。具有多波段濾波之EM耦合器避免了對各自調節一各別頻段之多個個別耦合器以及每一者需經最佳化(例如，鑒於插入損耗、耦合因素及/或方向性)以用於一特定頻率或頻段之相關聯埠及電路之需要。此亦可減小或消除對主路徑中之濾波器之需要。因此，相對於

習用系統，EM耦合器之實施例可提供一大小之減小，此乃因主耦合器傳輸線路徑可用於監測多個頻率，如上文所論述。

用於(例如)模式選擇、輸入/輸出選擇、濾波器選擇、濾波器載入、隔離及可調整阻抗之上文所闡述之各種切換器可由場效電晶體實施。另一選擇係或另外，一或多個切換器可由MEMS切換器、熔絲元件(例如，熔絲或抗熔絲)或任何其他適合切換器元件實施。

濾波器子系統130通常被闡述及展示為直接連接於一選擇性雙向EM耦合器之一耦合輸出埠與一或多個量測節點之間，但各種實施例可具有以替代配置連接之濾波器子系統130。舉例而言，濾波器子系統130可在連接至任何模式選擇切換器之前更緊密地連接至耦合線區段110，且在經耦合信號到達任何模式選擇切換器或終端負載之前可濾除或拒斥該信號之非所期望部分。可根據本文中所揭示之特徵及態樣實施濾波器子系統130之各種實施例之各種連接配置，其中一經耦合信號在一個連接處進入濾波器子系統130且一經濾波信號自另一連接出現。在所有此等情形中，經耦合信號進入之一點可係一耦合埠且經濾波信號出現之一點可係一量測節點。

應注意，低通濾波器、帶通濾波器、帶拒濾波器及高通濾波器(諸如，所闡述濾波器134中之任一者)皆非理想濾波器且無法達成對其經設計以阻擋之頻率之一完全拒斥，亦無法達成其經設計以允許通過頻率之一完全通過。在實施例之各種說明中，熟習此項技術者將理解，任何絕對性術語(諸如，「無」一信號將通過或將存在，或者一信號分量「被阻擋」或「被允許通過」)意指一實質部分將被阻擋或將被允許通過或者所得信號將實質上不含分量或實質上由唯一分量組成。舉例而言，根據本文中實施例之濾波器可在使所關注頻率「通過」與「阻擋」所關注頻率之間僅達成

一3 dB差，或可依照各種濾波器設計及現有應用之操作參數或需要而達成一30 dB差或更大差或者任何有效差。

本文中所闡述之EM耦合器100b之實施例可實施於各種不同模組中，該等模組包含(舉例而言)一獨立EM耦合器、一天線切換器模組、組合一EM耦合器與一天線切換器模組之一模組、一阻抗匹配模組、一天線調諧模組或諸如此類。圖11A至圖11C圖解說明包含本文中所論述之波段濾波EM耦合器中之任一者之模組之實例。此等實例性模組可包含與EM耦合器、終端阻抗電路、濾波器子系統、交換網路及/或切換器電路或諸如此類相關聯之特徵之任何組合。

圖11A係一封裝式模組1210之一項實例之一方塊圖，封裝式模組1210包含根據參考圖6A至圖10之EM耦合器100b中之任一者所論述之原理及優勢中之任一者之濾波式EM耦合器100b之一實施例。封裝式模組1210包含封圍EM耦合器100與濾波器子系統130之一封裝1215。封裝式模組1210可包含對應於EM耦合器100之每一埠觸點，諸如接腳、插座、球、連接盤等。在某些實施例中，封裝式模組1210可包含對應於RF電源輸入埠102之一觸點1202、對應於RF電源輸出埠104之一觸點1204及對應於量測節點之觸點1206。根據另一實施例，封裝式模組1210可包含用於取決於封裝式模組1210中之切換器狀態而對應於正向操作模式或反向操作模式且對應於各種濾波器輸出之經濾波耦合輸出信號之多個觸點。根據本文中所論述之原理及優勢之任一者之終端阻抗電路及/或切換器可包含於圖11A至圖11C中所圖解說明之實例性模組中之任一者之封裝1215內。

圖11B係包含一EM耦合器100及一天線切換器模組500之一封裝式模組1220之一方塊圖。在圖11B之實例中，封裝1215封圍EM耦合器100及

天線切換器模組500兩者。

圖11C係包含波段濾波EM耦合器100、一天線切換器模組500及一功率放大器400之一實施例之一封裝式模組1230之一方塊圖。封裝式模組1230包含在一共同封裝1215內之此等元件。

本文中所揭示的視情況封裝至上文所論述之模組1210、1220或1230中之一者中的波段濾波EM耦合器之實施例可有利地用於各種電子裝置中，諸如無線裝置(例如，蜂巢式電話、平板電腦等)。

圖12係圖解說明可包含具有本文中所論述之一或多個特徵之一或多個EM耦合器之一無線裝置1300之一實施例之一方塊圖。舉例而言，實例性無線裝置1300可包含根據參考圖2至圖10之EM耦合器中之任一者所論述之原理及優勢中之任一者之一EM耦合器。實例性無線裝置1300可係一行動電話，諸如一智慧型電話。無線裝置1300可包含圖12中未圖解說明之元件及/或所圖解說明元件之一子組合。此外，如上文所論述，無線裝置1300可包含模組1210、1220或1230中之任一者。舉例而言，圖13A圖解說明其中EM耦合器100由模組1210替換之無線裝置1300a之一實施例。圖13B圖解說明其中EM耦合器100及ASM 500由模組1220替換之無線裝置1300b之另一實施例。圖13C圖解說明其中EM耦合器100、ASM 500及功率放大器400a、400b由模組1230替換之無線裝置1300c之一實施例。

圖12中所繪示之無線裝置1300或替代無線裝置1300a至1300c中之任一者可表示一多波段及/或多模式裝置，諸如一多波段/多模式行動電話。舉例而言，無線裝置1300可根據長期演進技術(LTE)通信。在此實施例中，無線裝置1300可經組態以在由一LTE標準定義之一或多個頻段下操作。另一選擇係或另外，無線裝置1300可經組態以根據一或多個其他通信標準

通信，該等通信標準包含但不限於一Wi-Fi標準、一藍芽標準、一3G標準、一4G標準或一先進LTE標準中之一或多者。

如圖12中所圖解說明，無線裝置1300可包含一收發器200、一天線切換器模組500、一EM耦合器100、一天線300、功率放大器400、一控制組件1310、一電腦可讀儲存媒體1320、至少一個處理器1330、一使用者介面1336及一電池1340。

如上文參考圖1所論述，收發器200可產生RF信號以供經由天線300傳輸。此外，收發器200可接收自天線300傳入之RF信號。將理解，與傳輸及接收RF信號相關聯之各種功能性可由一或多個組件達成，該(等)組件在圖12中集中表示為收發器1300。舉例而言，一單個組件可經組態以提供傳輸及接收功能性。在另一實例中，傳輸及接收功能性可由單獨組件提供。

在圖12中，將來自收發器200之一或多個輸出信號繪示為經由一或多個傳輸路徑1350提供至天線300。在所展示實例中，不同傳輸路徑1350可表示與不同頻段(例如，一高波段及一低波段)及/或不同功率輸出相關聯之輸出路徑。傳輸路徑1350中之一或多者可與不同傳輸模式相關聯。所圖解說明傳輸路徑1350中之一或多者可係作用的，而其他傳輸路徑1350中之一或多者係非作用的。其他傳輸路徑1350可與不同功率模式(例如，高功率模式及低功率模式)相關聯及/或若干路徑與不同傳輸頻段相關聯。傳輸路徑1350可包含一或多個功率放大器400以輔助將具有一相對低功率之一RF信號提升至適合傳輸之一較高功率。如所圖解說明，功率放大器400a及400b可包含於上文參考圖1所論述之功率放大器模組400中。無線裝置1300可經調適以包含任何適合數目個傳輸路徑1350。

在圖12中，將來自天線300之一或多個信號繪示為經由一或多個接收路徑1360提供至收發器200。在所展示實例中，不同接收路徑1360可表示與不同發信模式及/或不同接收頻段相關聯之路徑。無線裝置1300可經調適以包含任何適合數目個接收路徑1360。

為了促進接收路徑及/或傳輸路徑之間的切換，可包含天線切換器模組500且該天線切換器模組可用以將天線300選擇性地電連接至一選定傳輸路徑或接收路徑。因此，天線切換器模組500可提供與無線裝置1300之一操作相關聯之若干個切換功能性。天線切換器模組500可包含一多投切換器，該多投切換器經組態以提供與(舉例而言)不同波段之間的切換、不同模式之間的切換、傳輸模式與接收模式之間的切換或上述各項之任何組合相關聯之功能性。

EM耦合器100可安置於天線切換器模組500與天線300之間。EM耦合器100可提供：提供至天線300之正向功率之一指示及/或自天線300反射之反向功率之一指示。可使用正向功率及反向功率之指示(舉例而言)以計算一經反射功率比，諸如一回波損耗、一反射係數或一電壓駐波比(VSWR)。圖12中所圖解說明之EM耦合器100可實施本文中所論述之EM耦合器之原理及優勢中之任一者。

圖12圖解說明在特定實施例中，可提供一控制組件1310以控制與天線切換器模組500及/或其他操作組件之操作相關聯之各個控制功能性。舉例而言，控制組件1310可輔助將控制信號提供至天線切換器模組500以便選擇一特定傳輸路徑或接收路徑。作為另一實例，控制組件1310可提供控制信號以根據本文中所論述之原理及優勢中之任一者對EM耦合器100及/或一相關聯終端阻抗電路及/或一濾波器子系統及/或一相關聯切換網路

進行組態。

在特定實施例中，至少一個處理器1330可經組態以促進對無線裝置1300實施各種程序。至少一個處理器1330可係(舉例而言)一個一般用途處理器或一特殊用途處理器。在特定實施方案中，無線裝置1300可包含一非暫時性電腦可讀媒體1320(諸如一記憶體)，非暫時性電腦可讀媒體1320可儲存可提供至至少一個處理器1330並由處理器1330執行之電腦程式指令。

電池1340可係供在無線裝置1300中使用之任何適合電池，該等適合電池包含(舉例而言)一鋰離子電池。

上文所闡述之某些實施例已提供與功率放大器及/或行動裝置有關之實例。然而，該等實施例之原理及優勢可用於可得益於本文中所闡述之電路中之任一者之任何其他系統或設備，諸如任何上行鏈路蜂巢式裝置。本文中所論述之原理及優勢中之任一者可實施於具有偵測及/或監測與一RF信號(諸如正向RF功率及/或一反向RF功率)相關聯之一功率位準之一需要的一電子系統中。另一選擇係或另外，本文中所論述之交換網路及/或切換電路中之任一者可由任何其他適合邏輯等效及/或功能等效交換網路實施。本文中之教義適用於各種功率放大器系統，該等功率放大器系統包含具有多個功率放大器之系統，包含(舉例而言)多波段及/或多模式功率放大器系統。本文中所論述之功率放大器電晶體可係(舉例而言)砷化鎵(GaAs)電晶體、互補式金屬氧化物半導體(CMOS)電晶體、絕緣體上矽(SOI)電晶體或矽鍺(SiGe)電晶體。此外，本文中所論述之功率放大器可由FET及/或雙極電晶體(諸如異質接面雙極電晶體)實施。

可在各種電子裝置中實施本發明之態樣。電子裝置之實例可包含但

不限於：消費型電子產品、消費型電子產品之部分、電子測試裝備、蜂巢式通信基礎設施(諸如一基地台)等。電子裝置之實例可包含但不限於：一行動電話(諸如一智慧型電話)、一電話、一電視、一電腦監視器、一電腦、一數據機、一手持電腦、一膝上型電腦、一平板電腦、一電子書閱讀器、一可穿戴電腦(諸如一智慧型表)、一個人數位助理(PDA)、一微波爐、一冰箱、一汽車、一立體聲系統、一DVD播放器、一CD播放器、一數位音樂播放器(諸如一MP3播放器)、一收音機、一攝錄影機、一相機、一數位相機、一可攜式記憶體晶片、一保健監測裝置、一車輛電子系統(諸如一汽車電子系統或一航空電子電子系統)、一洗衣機、一烘乾機、一洗衣機/烘乾機、一周邊裝置、一腕表、一時鐘等。此外，電子裝置可包含加工未完成產品。

上文已闡述至少一項實施例之數個態樣，應瞭解，熟習此項技術者可易於想到各種更改、修改及改良進。此類更改、修改及改進意欲係本發明之一部分且意欲在本發明之範疇內。因此，前述說明及圖式僅係實例性的，且本發明之範疇應依據隨附申請專利範圍及其等效內容之適當建構來判定。

【符號說明】

100	電磁耦合器/波段濾波電磁耦合器
100a	電磁耦合器
100b	電磁耦合器
102	輸入埠/射頻電源輸入埠
104	輸出埠/射頻電源輸出埠
106	主傳輸線/傳輸線

108	經傳輸信號/經反射傳輸信號
110	耦合線區段
112	終端負載/可調整終端阻抗
114	正向耦合埠/單獨正向耦合埠
116a	切換器
116b	切換器
118a	切換器
118b	切換器
120	控制電路
122	反向耦合埠
124	所接收信號
126a	切換器/模式選擇切換器
126b	切換器/模式選擇切換器
126c	模式選擇切換器
128	耦合埠
130	濾波器子系統
132	量測節點
134	頻率選擇濾波器/濾波器
134a	濾波器/低通濾波器
134b	濾波器/低通濾波器
134c	濾波器/高通濾波器
134d	濾波器/高通濾波器
134e	濾波器

136a	濾波器選擇切換器/濾波器輸入選擇切換器/切換器
136b	濾波器選擇切換器/濾波器輸出選擇切換器
138	可選擇負載
138d	可選擇負載
140	量測裝置
142	通信介面
144	控制介面
200	收發器
300	天線
400	功率放大器模組/功率放大器
400a	功率放大器
400b	功率放大器
500	天線切換器模組
1202	觸點
1204	觸點
1206	觸點
1210	封裝式模組/模組
1215	封裝/共同封裝
1220	封裝式模組/模組
1230	封裝式模組/模組
1300	無線裝置/實例性無線裝置/收發器
1300a	無線裝置/替代無線裝置
1300b	無線裝置/替代無線裝置

1300c	無線裝置/替代無線裝置
1310	控制組件
1320	電腦可讀儲存媒體/非暫時性電腦可讀媒體
1330	處理器
1336	使用者介面
1340	電池
1350	傳輸路徑
1360	接收路徑
FREQ1	頻率/分量/載波頻率/頻段/波段/載波頻率
FREQ2	頻率/分量/頻段/載波頻率
RFIN	輸入埠
RFOUT	輸出埠
RLC	網路或電路

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種濾波式電磁耦合器，其包括：

一主傳輸線，其在一輸入埠與一輸出埠之間延伸；

一耦合線區段，其在一耦合埠與一隔離埠之間延伸且經組態以耦合來自該主傳輸線之信號功率以在該耦合埠處提供複數個經耦合信號，該複數個經耦合信號中之每一者與一不同頻段相關聯；

一濾波器子系統，其包含複數個濾波器且連接至該耦合埠且經組態以接收該複數個經耦合信號並對其進行濾波以在一量測節點處提供至少一個經濾波輸出信號，該複數個濾波器包含：一第一濾波器，其經組態以使該複數個經耦合信號中與一第一頻段相關聯之一第一經耦合信號通過且拒斥該複數個經耦合信號中與一第二頻段相關聯之一第二經耦合信號；及一第二濾波器，其經組態以使該第二經耦合信號通過且拒斥該第一經耦合信號；及

一負載，其選擇性地耦合至該複數個濾波器中之至少一者。

【第2項】

如請求項1之濾波式電磁耦合器，其進一步包括一模式切換器，該模式切換器可操作以選擇性地提供該複數個經耦合信號作為表示自該輸入埠行進至該輸出埠之一信號之一正向信號，或選擇性地提供該複數個經耦合信號作為表示自該輸出埠行進至該輸入埠之一信號之一反向信號。

【第3項】

如請求項1之濾波式電磁耦合器，其中該複數個濾波器中之至少一者選擇性地連接於該耦合埠與該量測節點之間。

【第4項】

如請求項1之濾波式電磁耦合器，其中該複數個濾波器中之每一者係一低通濾波器、一帶通濾波器、一帶拒濾波器及一高通濾波器中之一者。

【第5項】

如請求項1之濾波式電磁耦合器，其中該複數個濾波器中之至少一者係一聲波濾波器。

【第6項】

如請求項1之濾波式電磁耦合器，其中該複數個濾波器中之至少一者係一整合式被動裝置濾波器。

【第7項】

如請求項1之濾波式電磁耦合器，其中該複數個濾波器中之至少一者具有一可調整濾波器特性。

【第8項】

如請求項1之濾波式電磁耦合器，其進一步包括耦合至該隔離埠之一可調整終端阻抗電路。

【第9項】

如請求項1之濾波式電磁耦合器，其中該負載係一可調整負載。

【第10項】

一種處理一電磁信號之方法，該方法包括：

自一電磁耦合器之一耦合埠接收複數個經耦合信號，該複數個經耦合信號中之每一經耦合信號與一不同各別頻段相關聯；

藉由複數個濾波器中之一第一濾波器選擇性地濾波該複數個經耦合信號，該第一濾波器經組態以使該複數個經耦合信號中之一第一經耦合信

號通過且拒斥該複數個經耦合信號中之一第二經耦合信號；及

將該第一經耦合信號提供至一量測節點。

【第11項】

如請求項10之方法，其進一步包括偵測該第一經耦合信號且至少部分地基於該第一經耦合信號而調整連接至該電磁耦合器之一隔離埠之一可調整終端阻抗。

【第12項】

如請求項10之方法，其進一步包括偵測該第一經耦合信號之一頻率分量並至少部分地基於該頻率分量而調整該複數個濾波器中之至少一者。

【第13項】

如請求項10之方法，其進一步包括偵測該第一經耦合信號之一頻率分量並至少部分地基於該頻率分量而選擇該複數個濾波器中之該至少一者。

【第14項】

如請求項10之方法，其進一步包括量測該第一經耦合信號之一信號強度。

【第15項】

如請求項14之方法，其進一步包括至少部分地基於該信號強度而調整一功率放大器。

【第16項】

如請求項10之方法，其進一步包括選擇性地耦合該複數個濾波器之一第二濾波器至一負載。

【第17項】

一種濾波式電磁耦合器，其包括：

一主傳輸線，其在一輸入埠與一輸出埠之間延伸；

一耦合線區段，其在一耦合埠與一隔離埠之間延伸且經組態以耦合來自該主傳輸線之信號功率以在該耦合埠處提供一或多個經耦合信號；一量測節點；及

複數個濾波器，其選擇性地連接於該耦合埠與該量測節點之間，該複數個濾波器包含：一第一濾波器，其具有使具有一第一頻段之分量之一第一經耦合信號通過且拒斥具有一第二頻段之分量之一第二經耦合信號的一第一濾波器特性；及一第二濾波器，其具有使該第二經耦合信號通過且拒斥該第一經耦合信號以在該量測節點處提供至少一個經濾波輸出信號的一第二濾波器特性。

【第18項】

如請求項17之濾波式電磁耦合器，其中該量測節點包含複數個量測節點且經組態使得在將一量測裝置耦合至該等量測節點中之一者時發生選擇性連接。

【第19項】

如請求項17之濾波式電磁耦合器，其中該複數個濾波器中之每一者係一低通濾波器、一帶通濾波器、一帶拒濾波器及一高通濾波器中之一者，且該複數個濾波器中之至少一者係一聲波濾波器及一整合式被動裝置濾波器中之一者。

【第20項】

如請求項17之濾波式電磁耦合器，其中該複數個濾波器中之至少一者具有一可調整濾波器特性。

【第21項】

如請求項17之濾波式電磁耦合器，其進一步包括一模式切換器，該模式切換器可操作以選擇性地提供該一或多個經耦合信號作為表示自該輸入埠行進至該輸出埠之一信號之一正向信號，或選擇性地提供該一或多個經耦合信號作為表示自該輸出埠行進至該輸入埠之一信號之一反向信號。

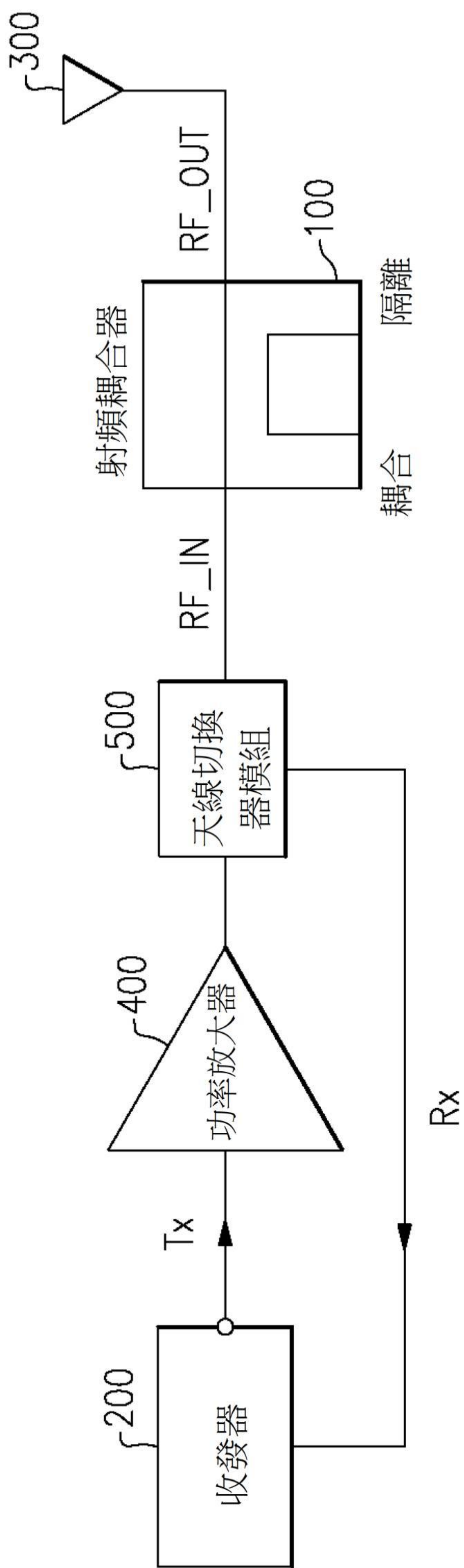
【第22項】

如請求項17之濾波式電磁耦合器，其進一步包括耦合至該隔離埠之一可調整終端阻抗電路。

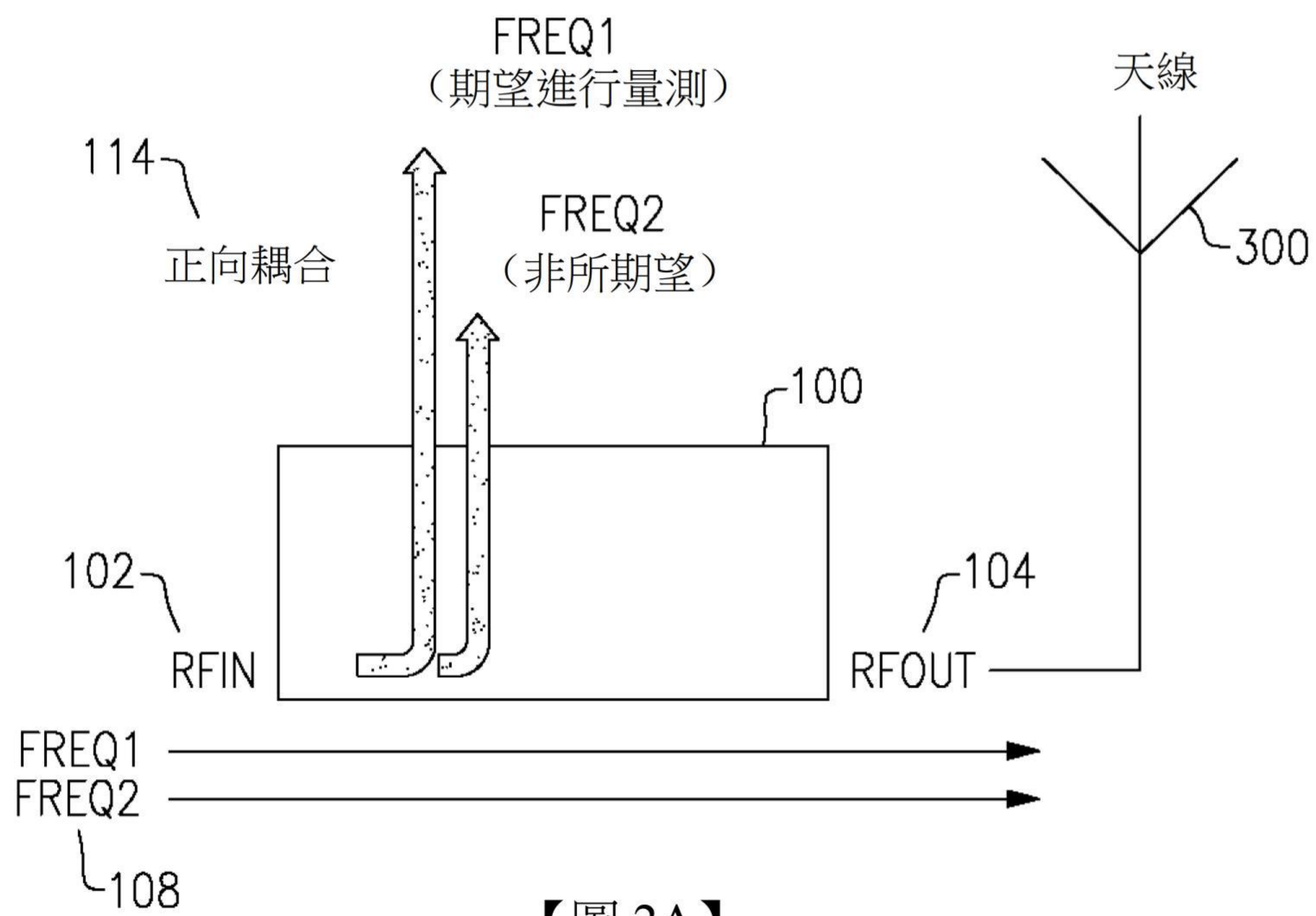
【第23項】

如請求項17之濾波式電磁耦合器，其進一步包括一負載，其選擇性地耦合至該複數個濾波器中之至少一者。

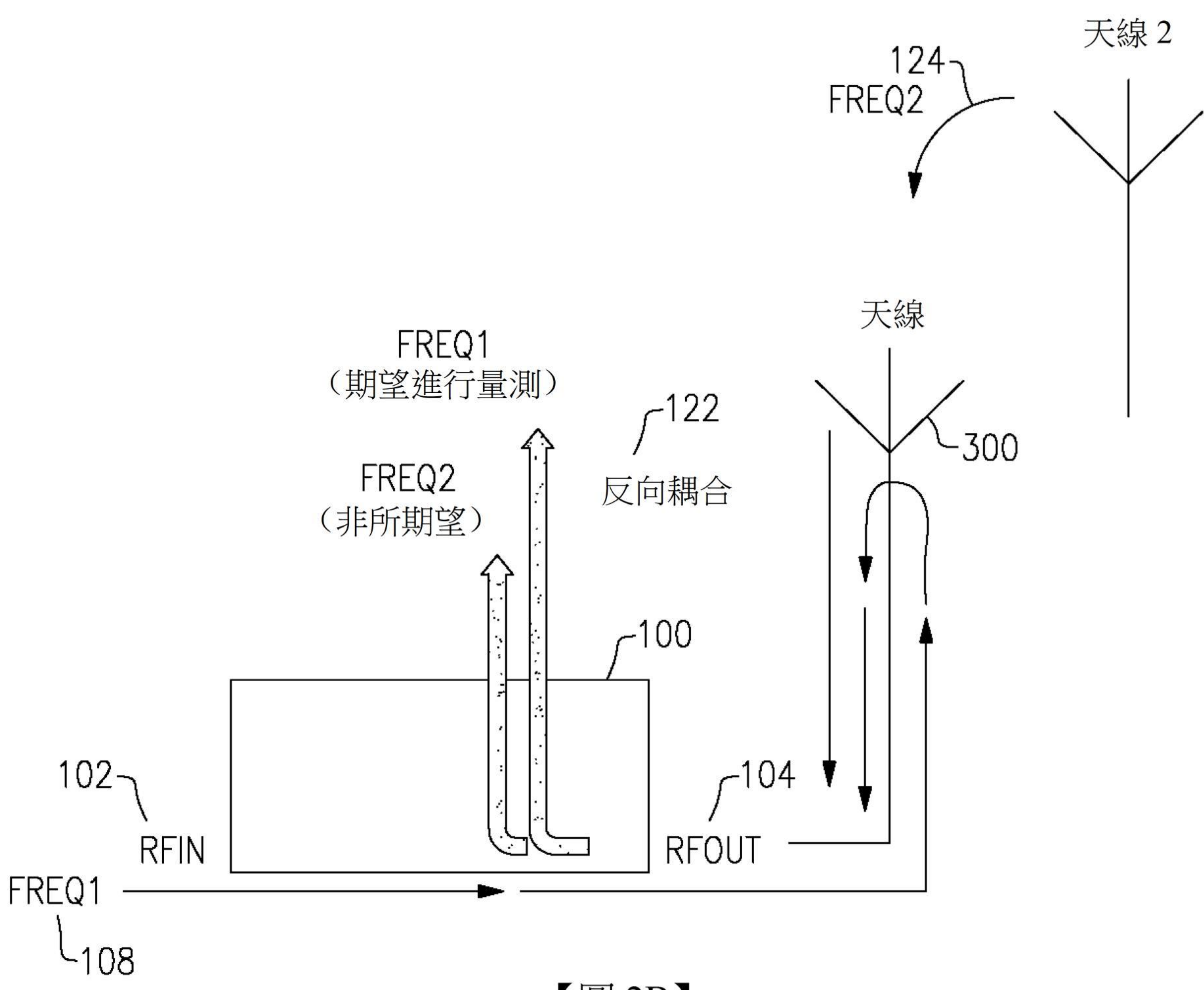
【發明圖式】



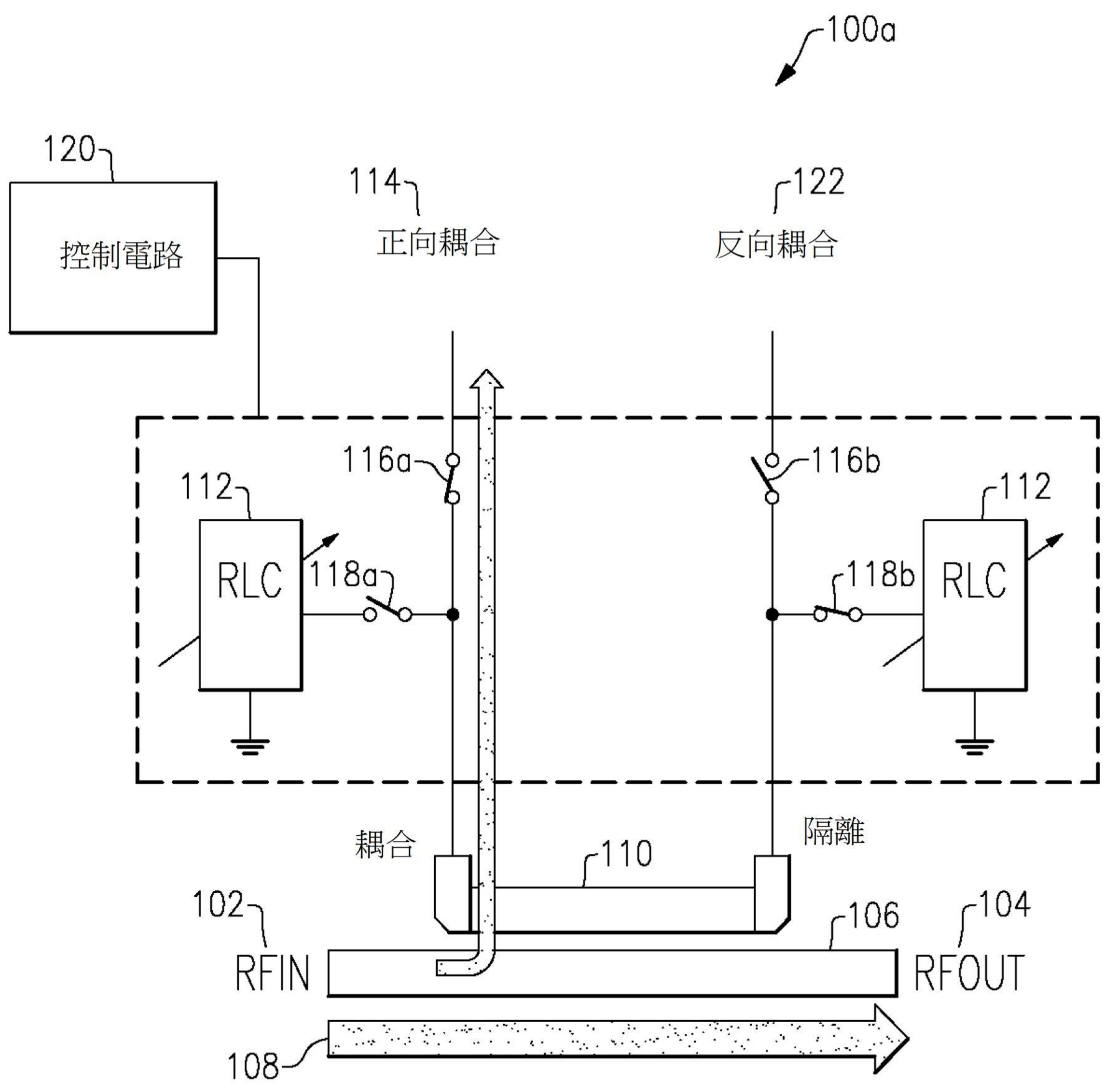
【圖 1】



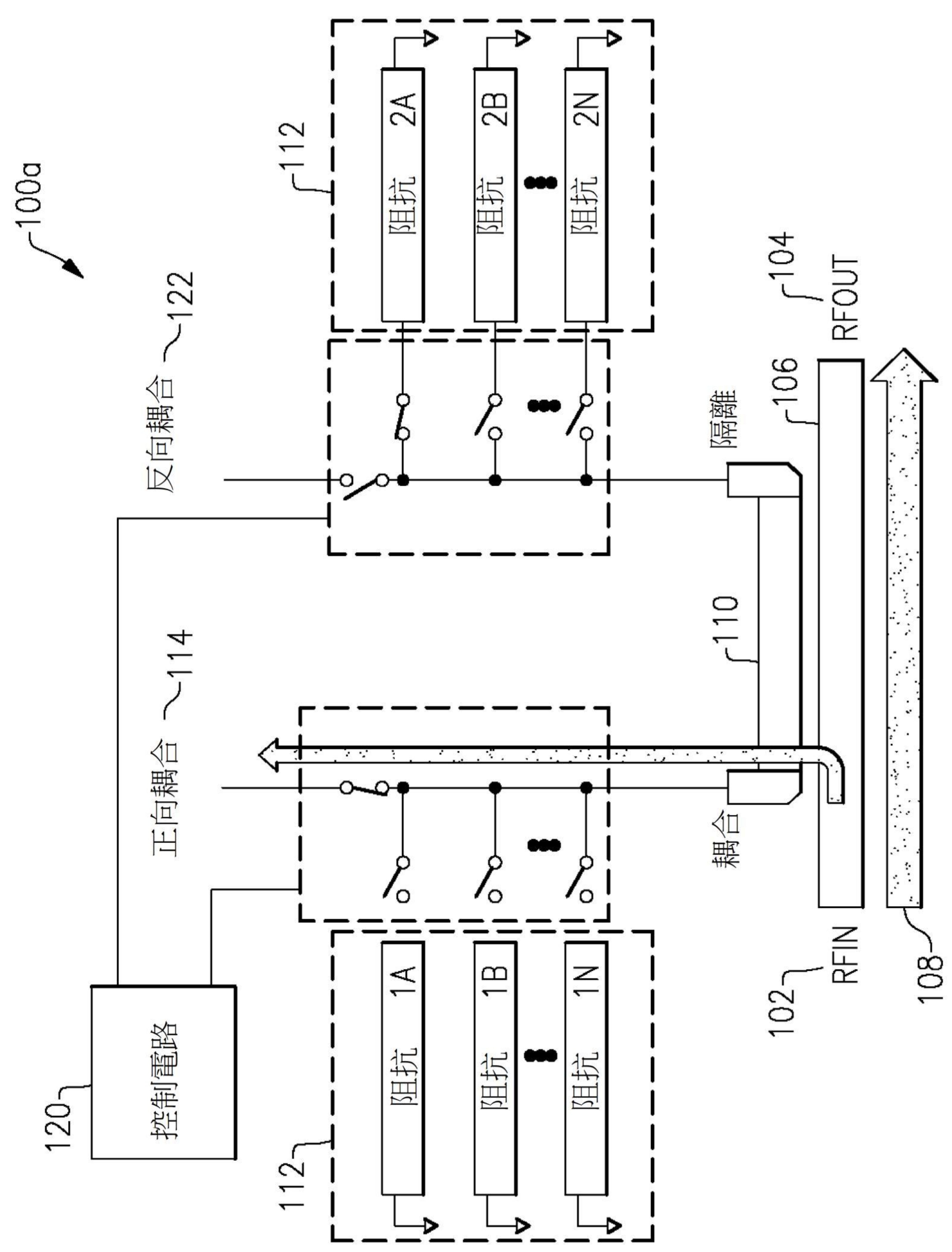
【圖 2A】



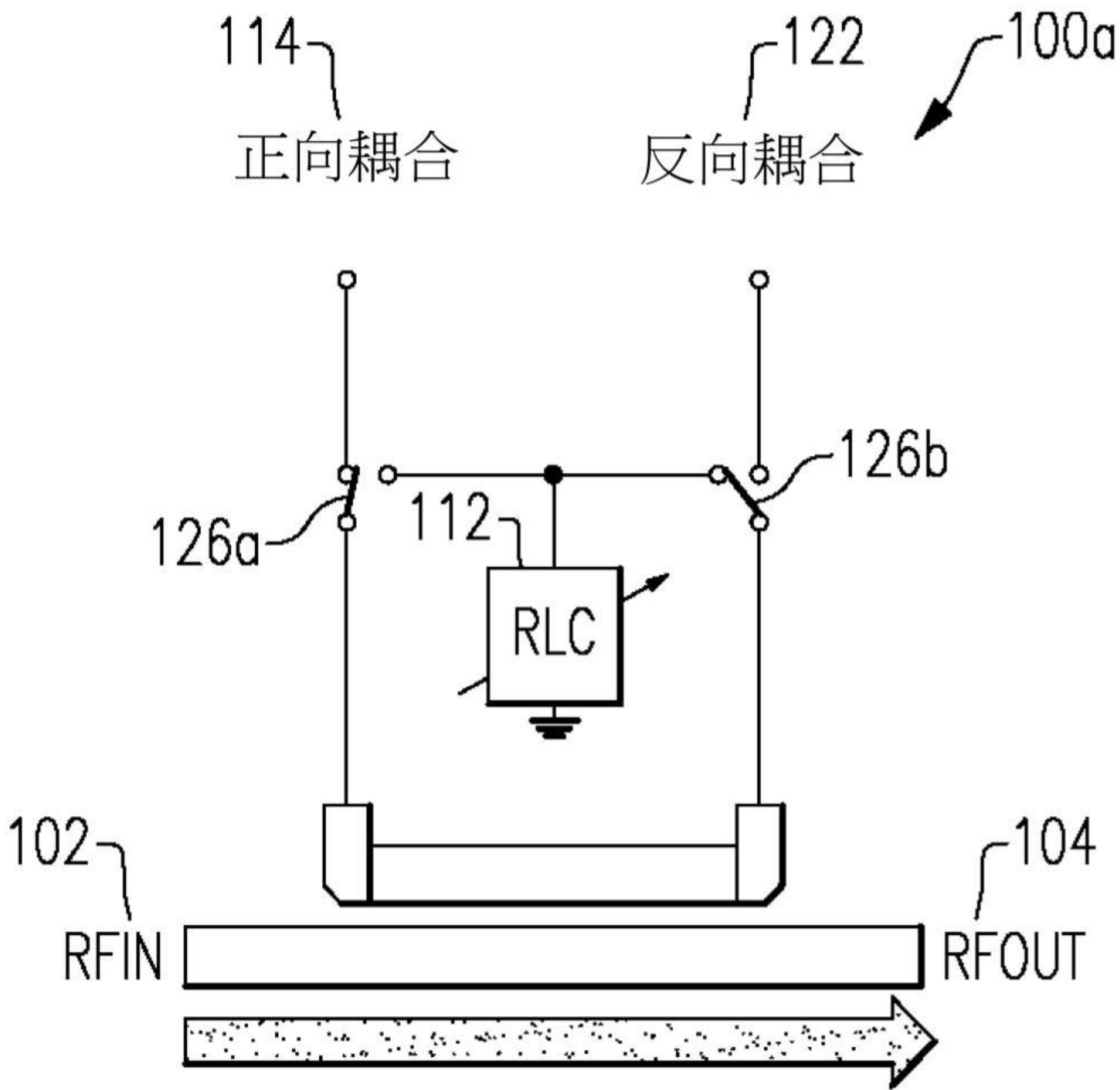
【圖 2B】



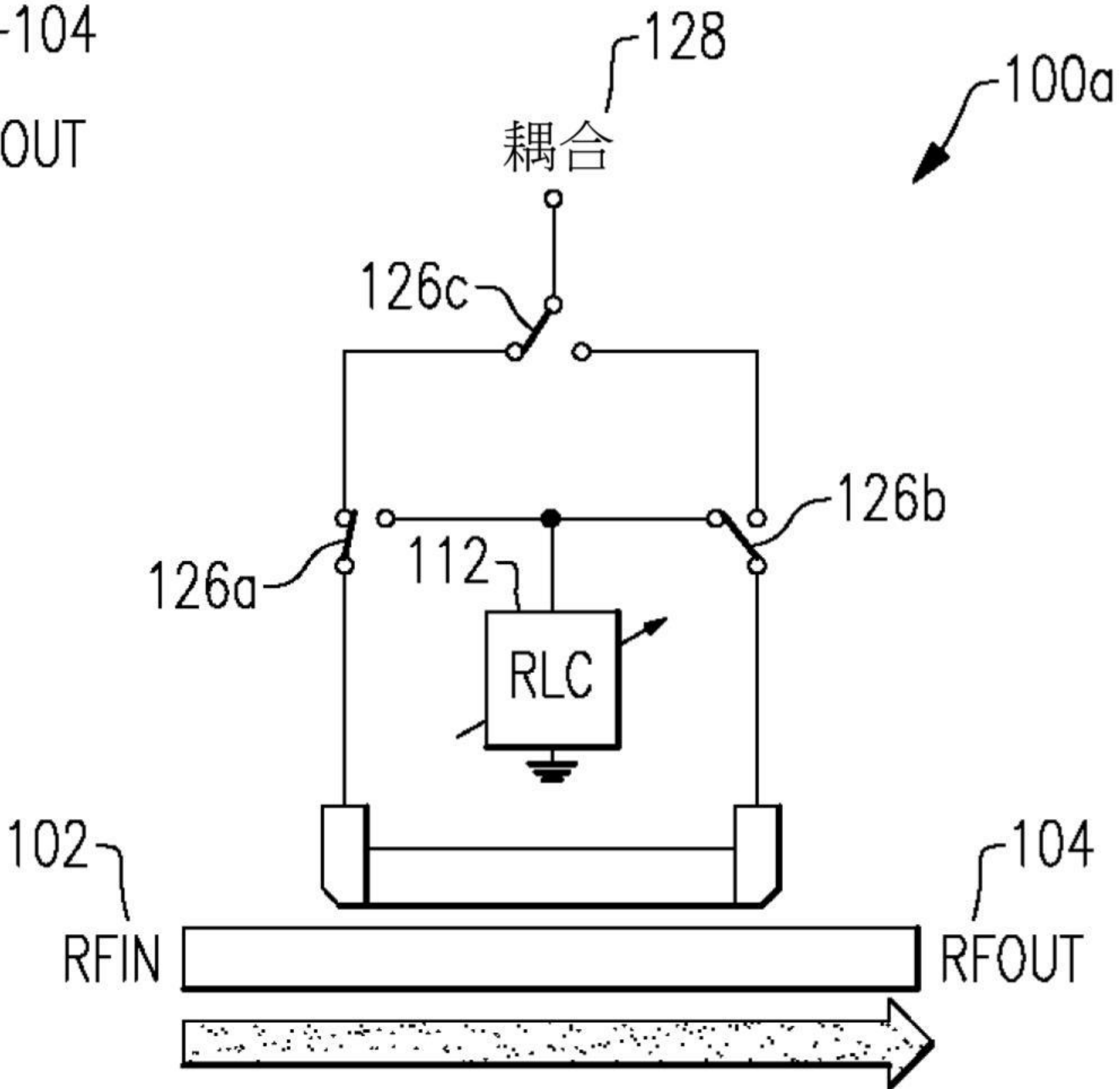
【圖 3】



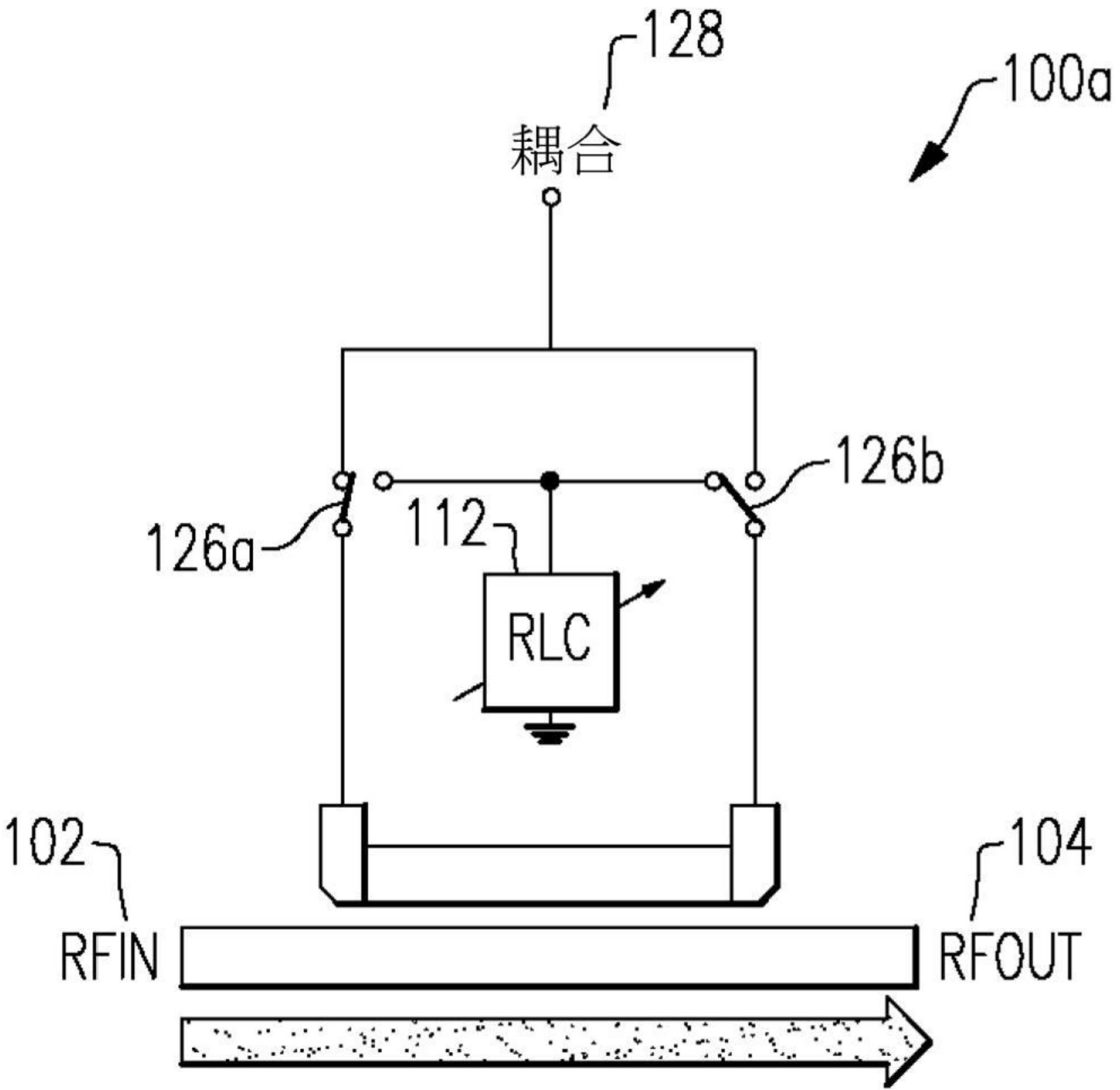
【圖 4】



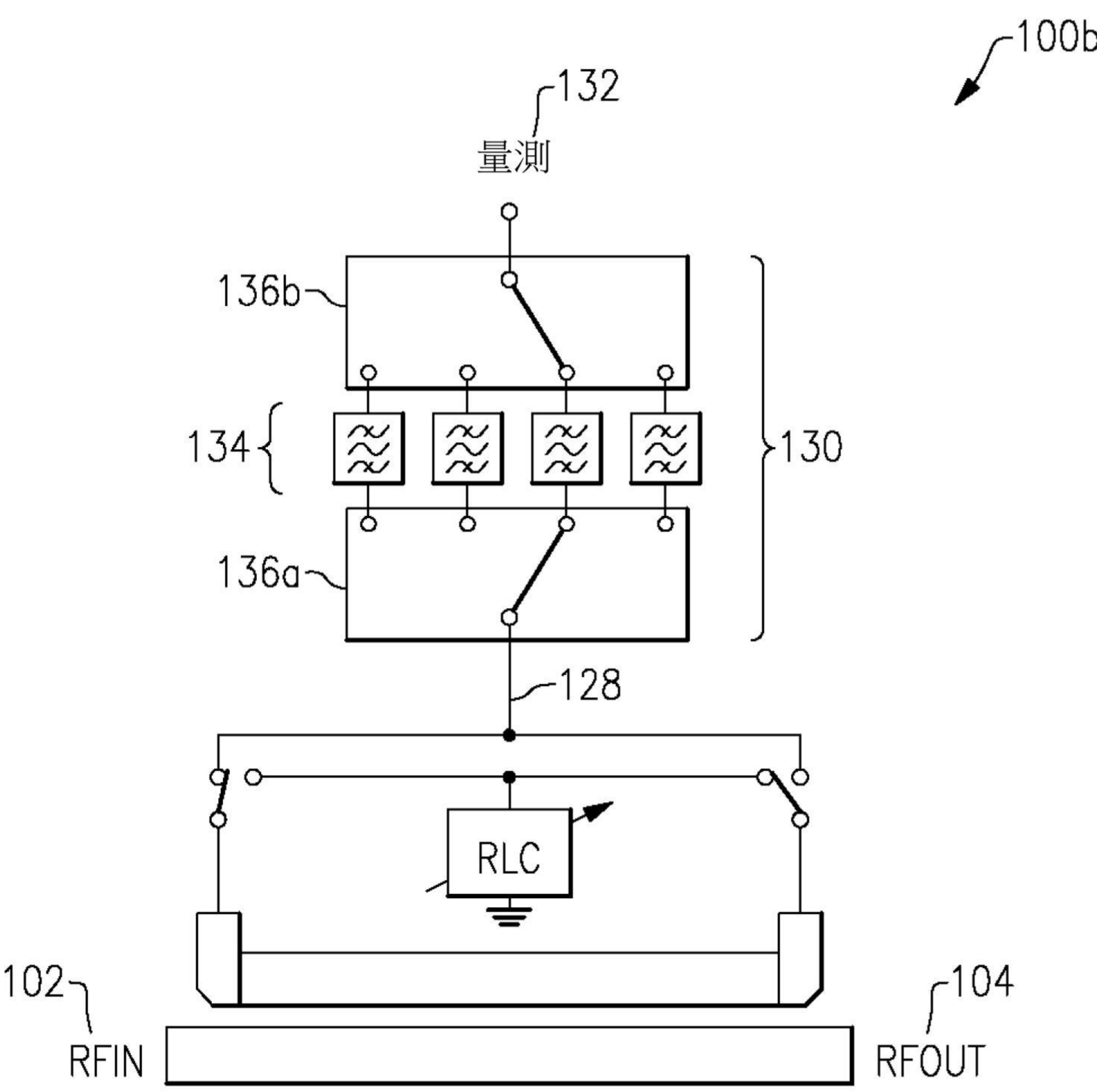
【圖 5A】



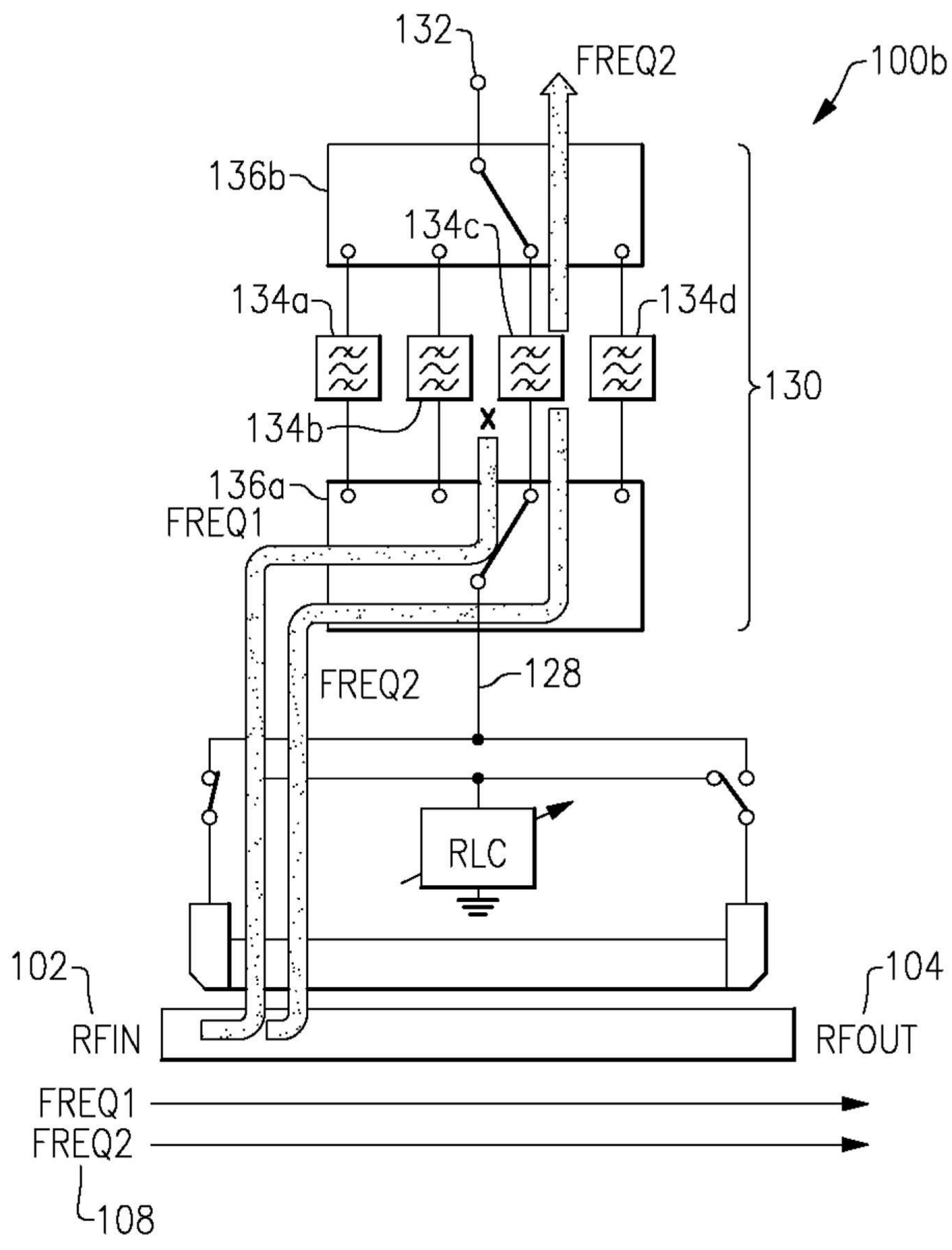
【圖 5B】



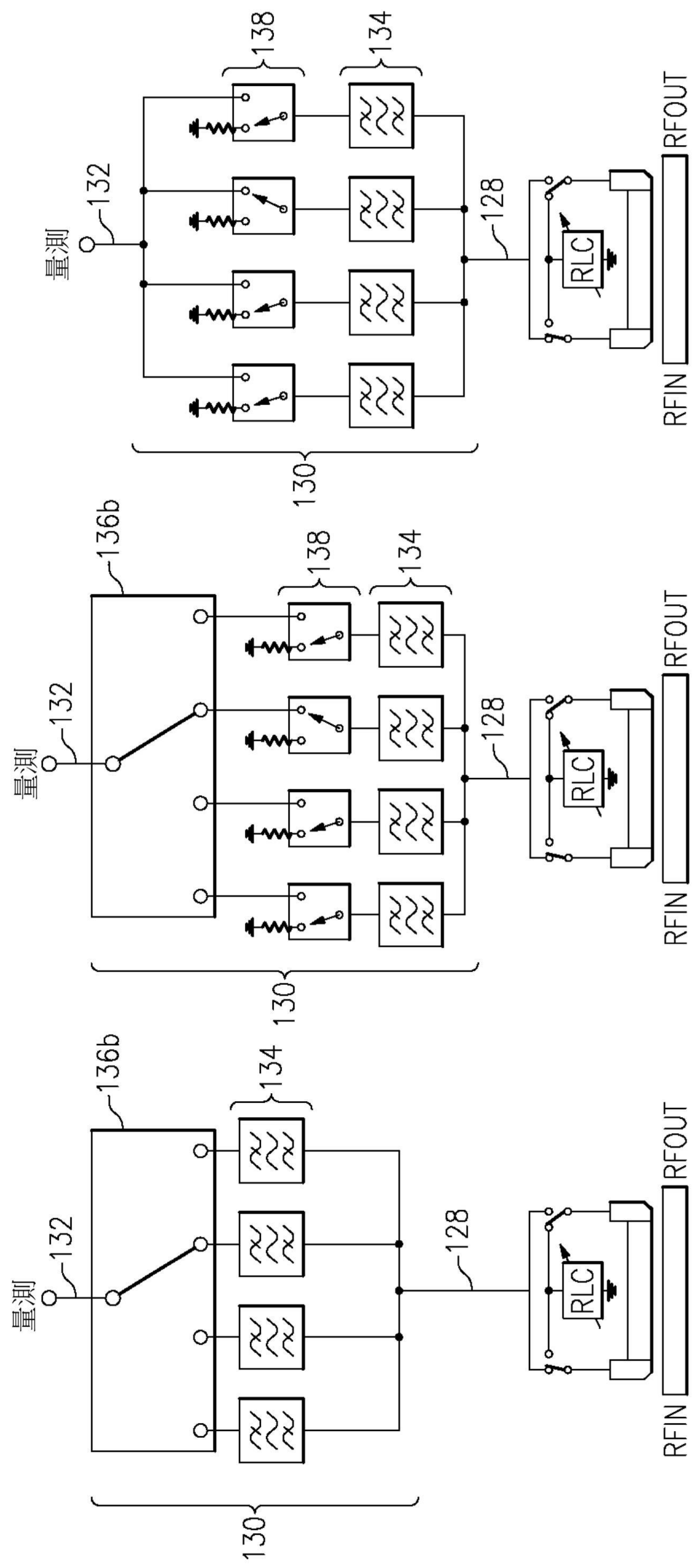
【圖 5C】



【圖 6A】



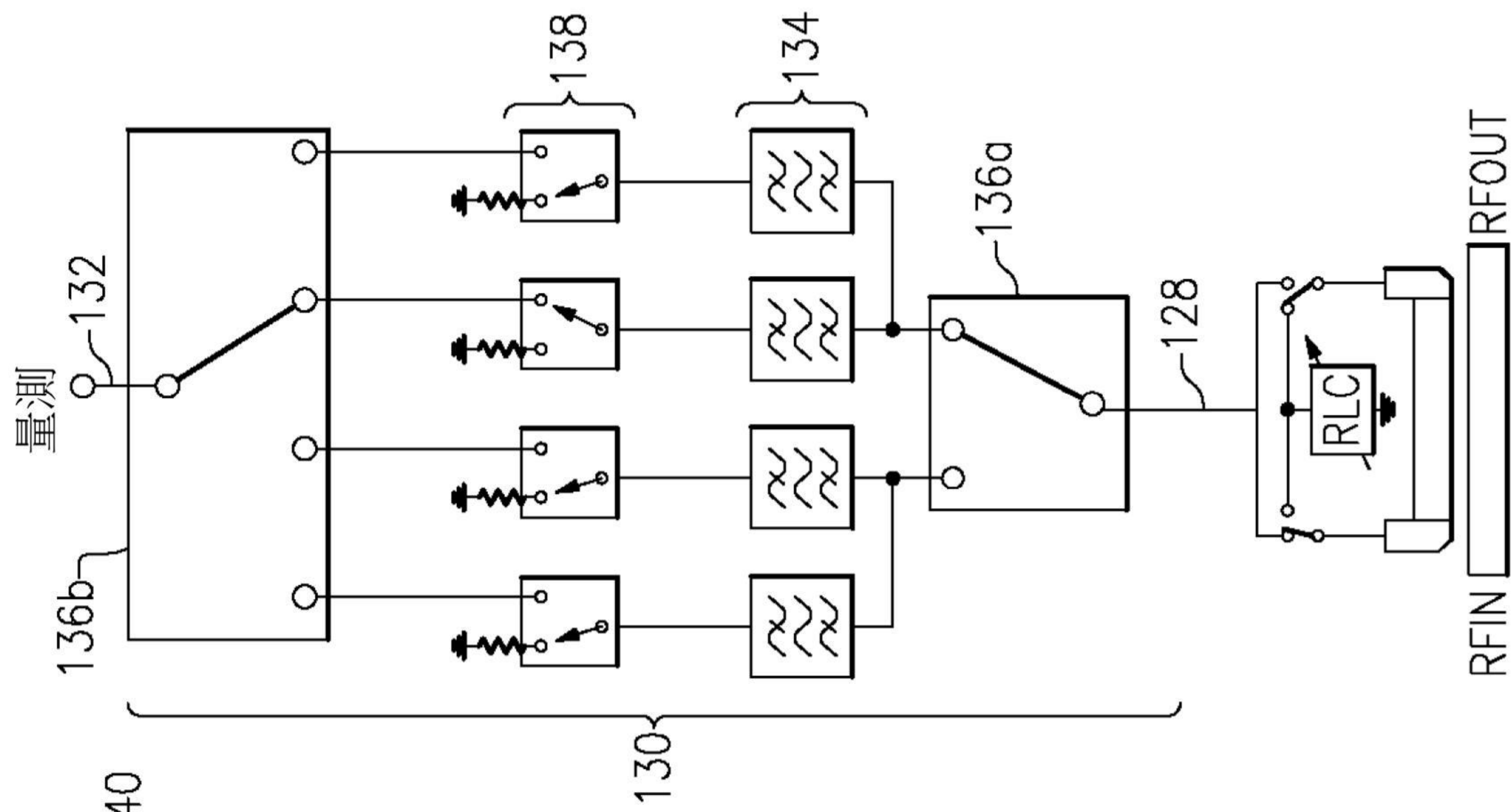
【圖 6B】



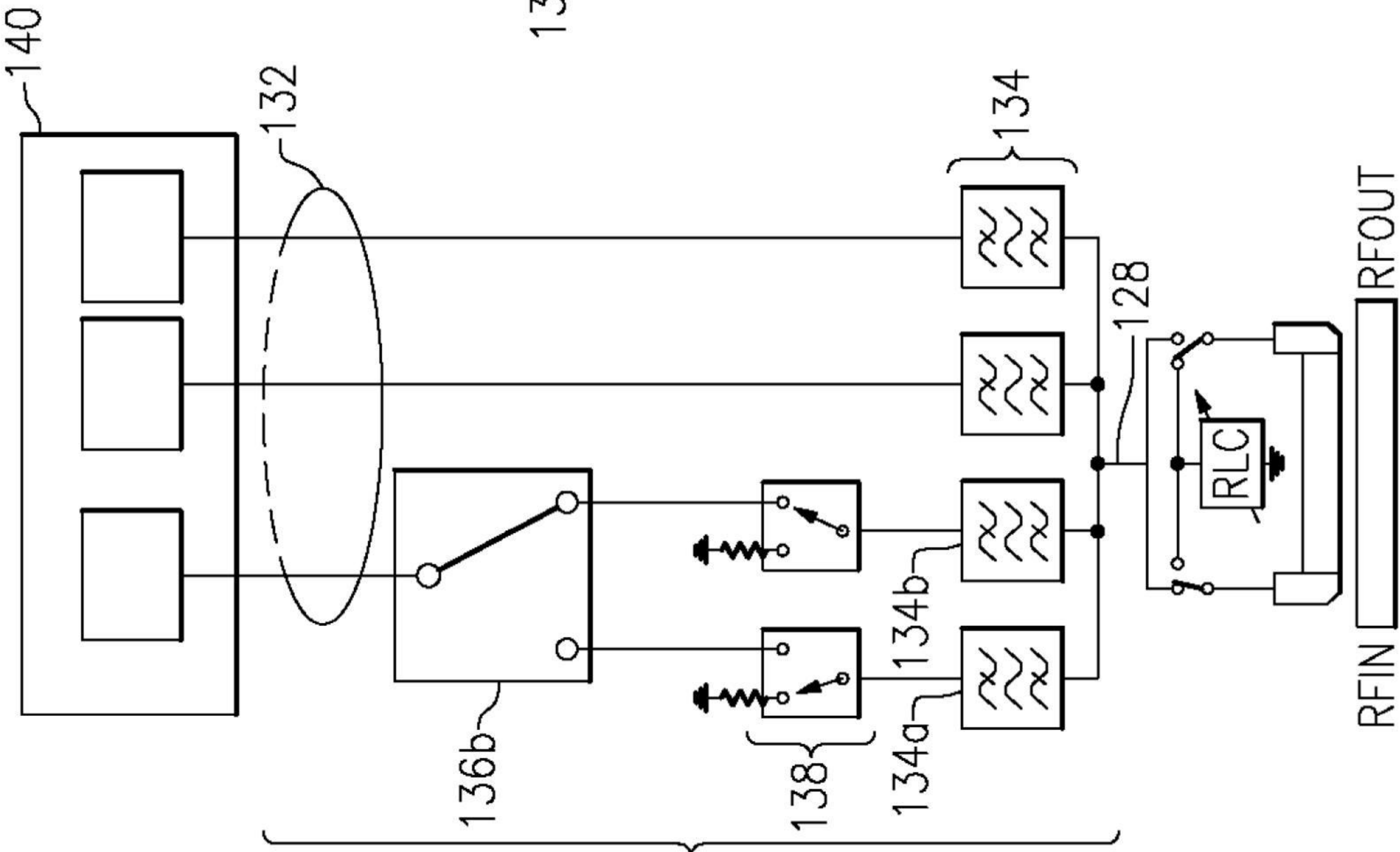
【圖 7A】

【圖 7B】

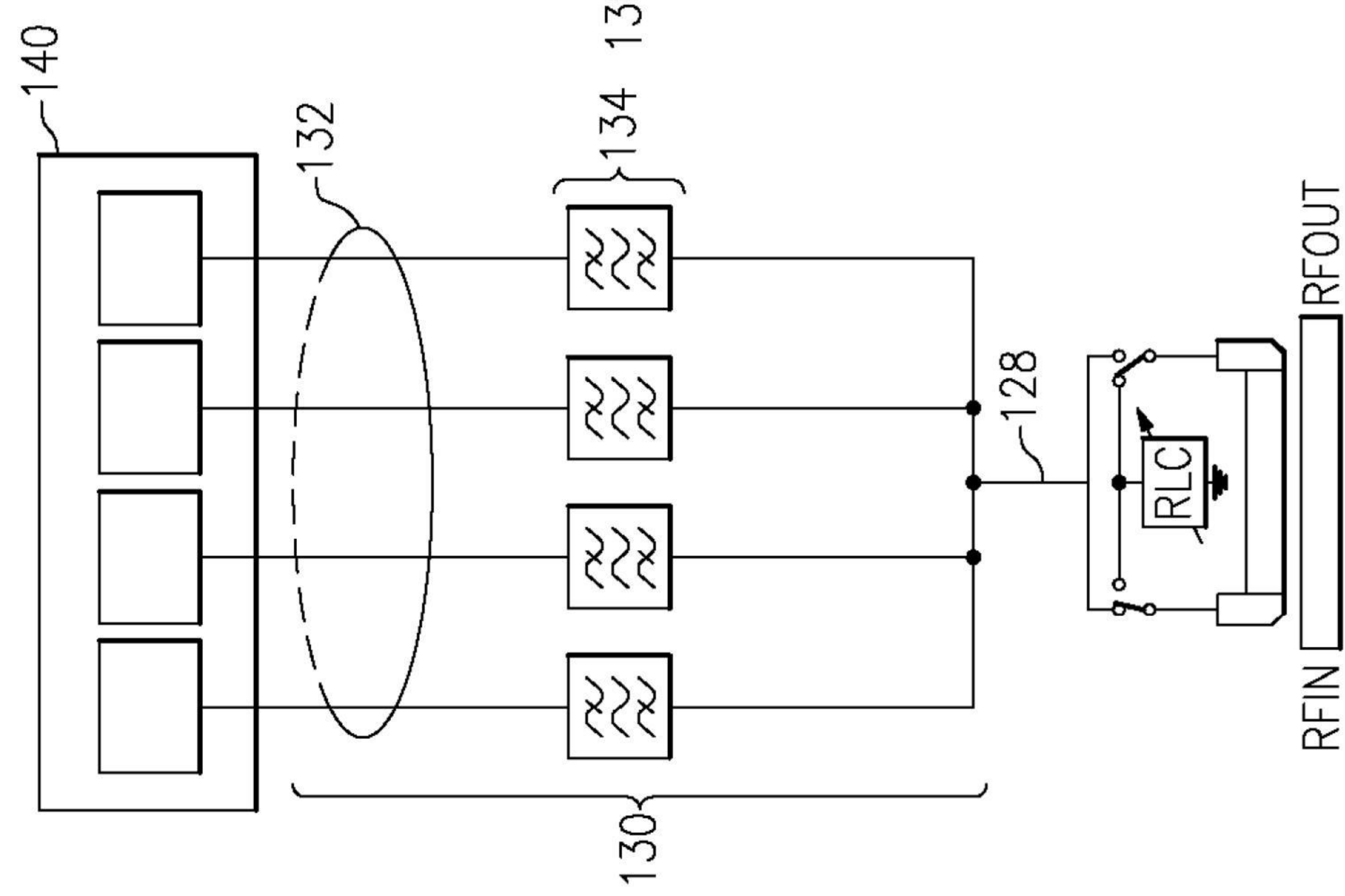
【圖 7C】



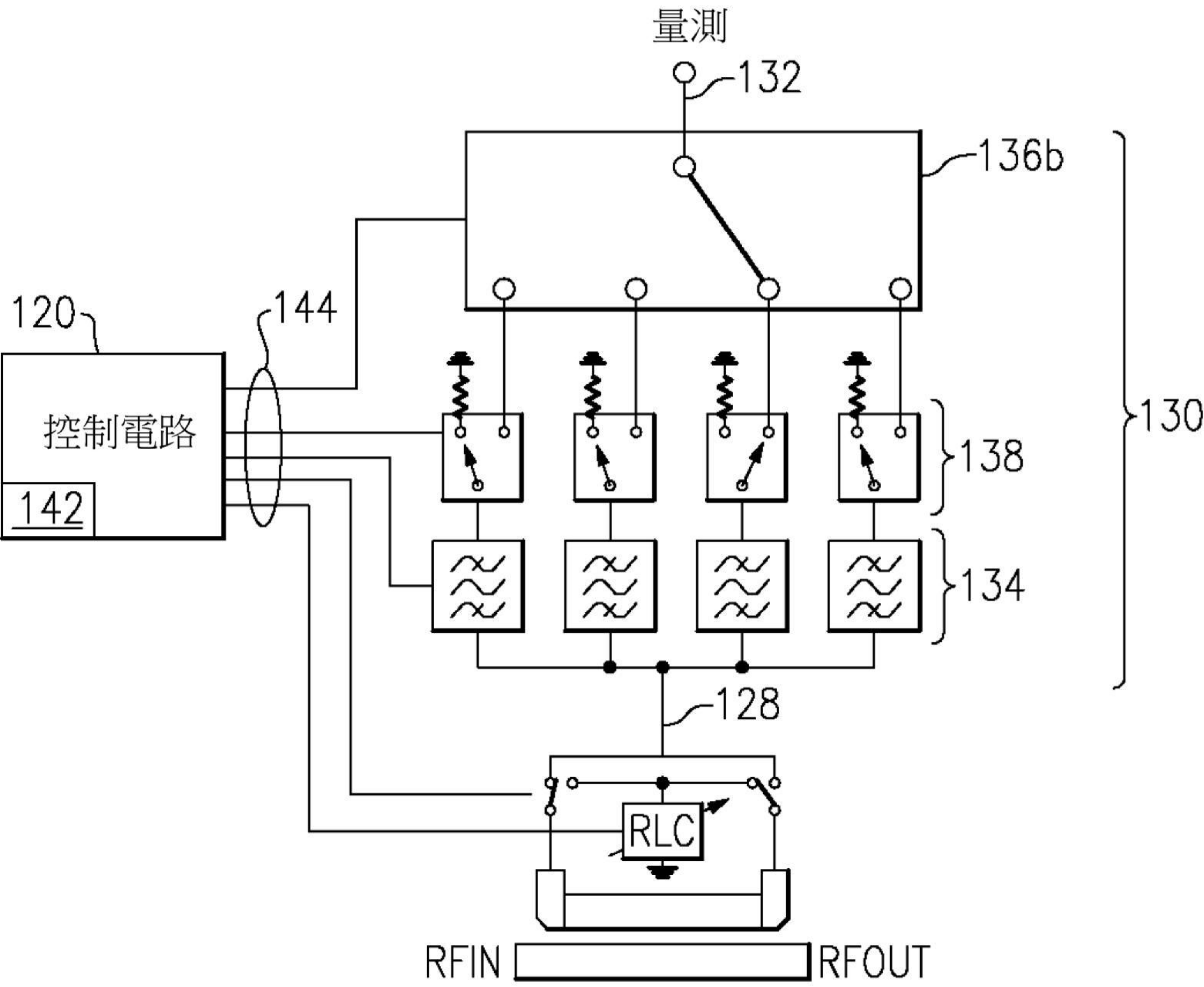
【圖 7F】



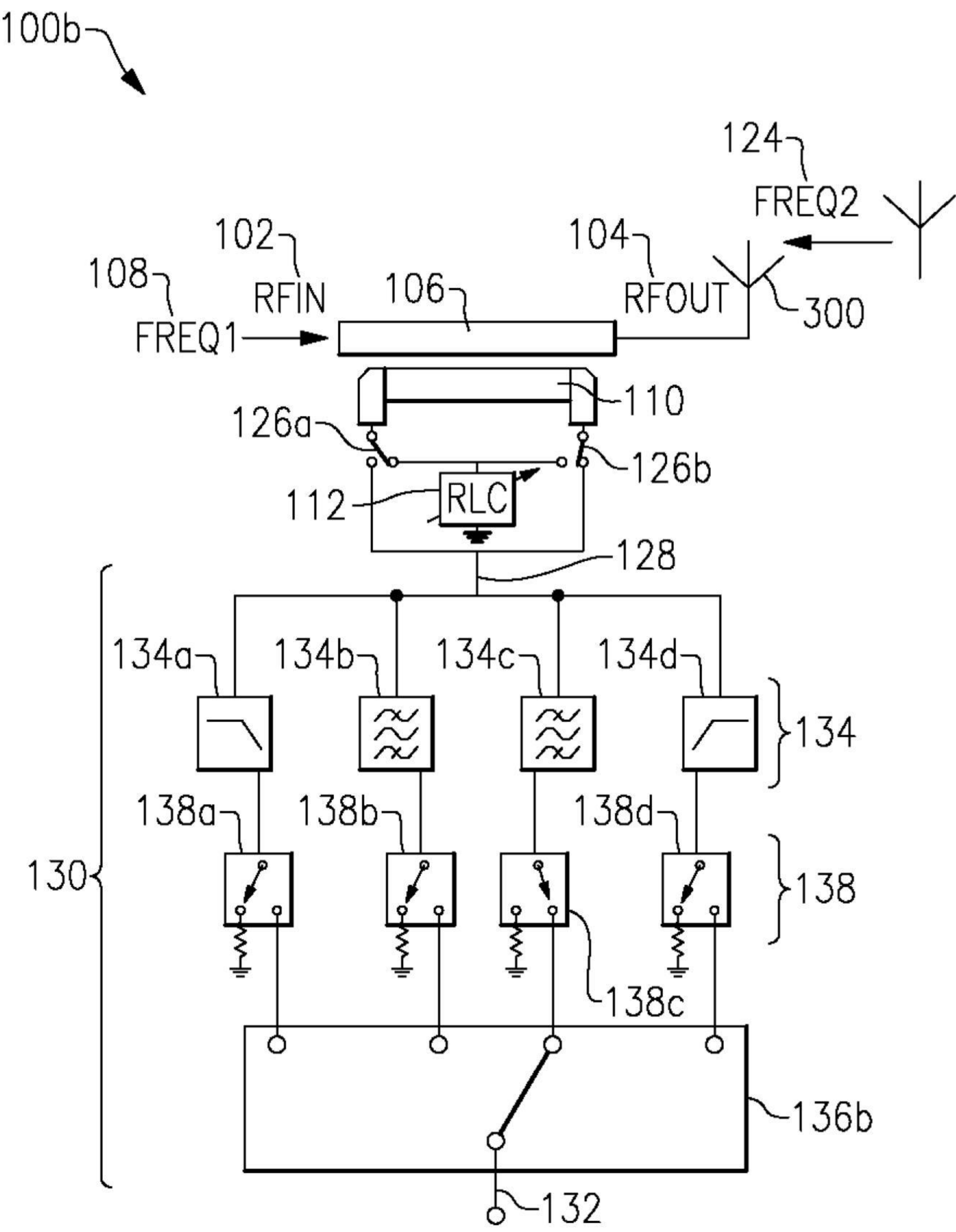
【圖 7E】



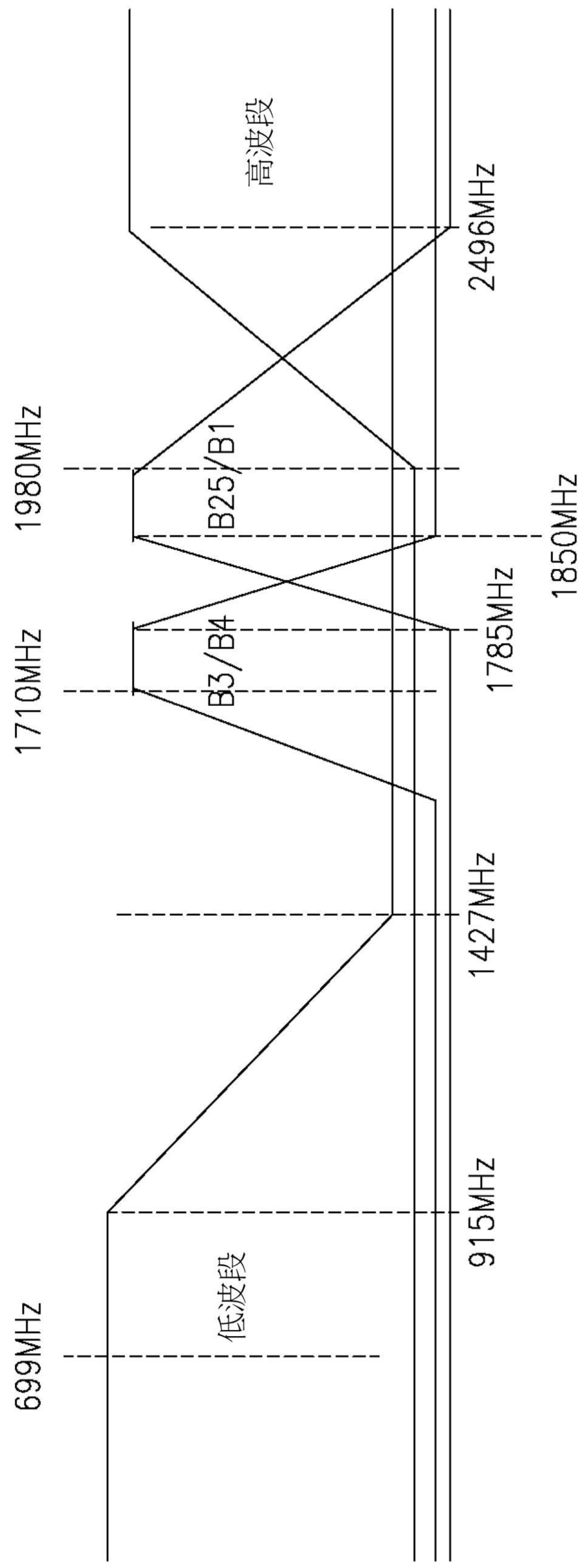
【圖 7D】



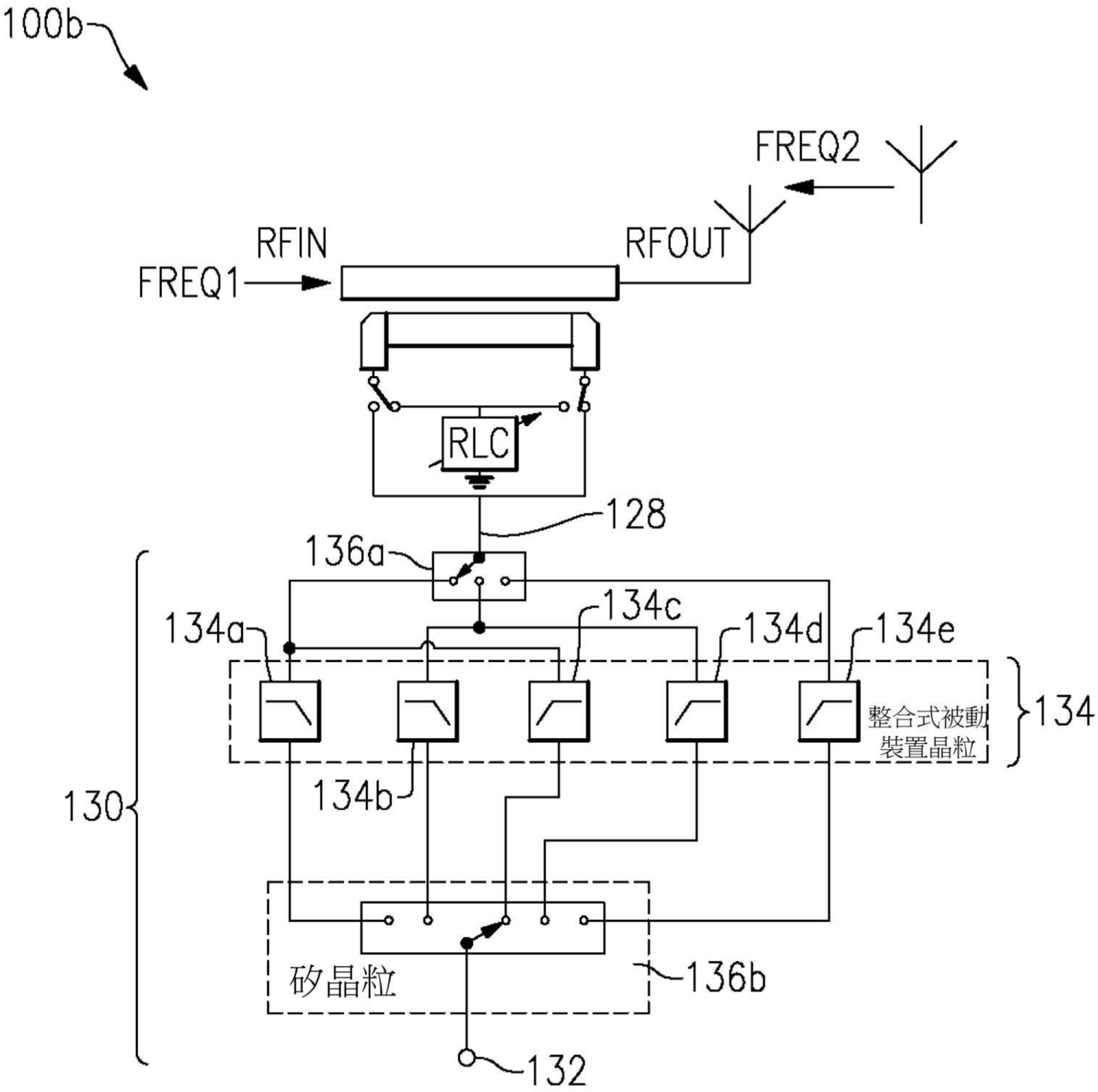
【圖 7G】



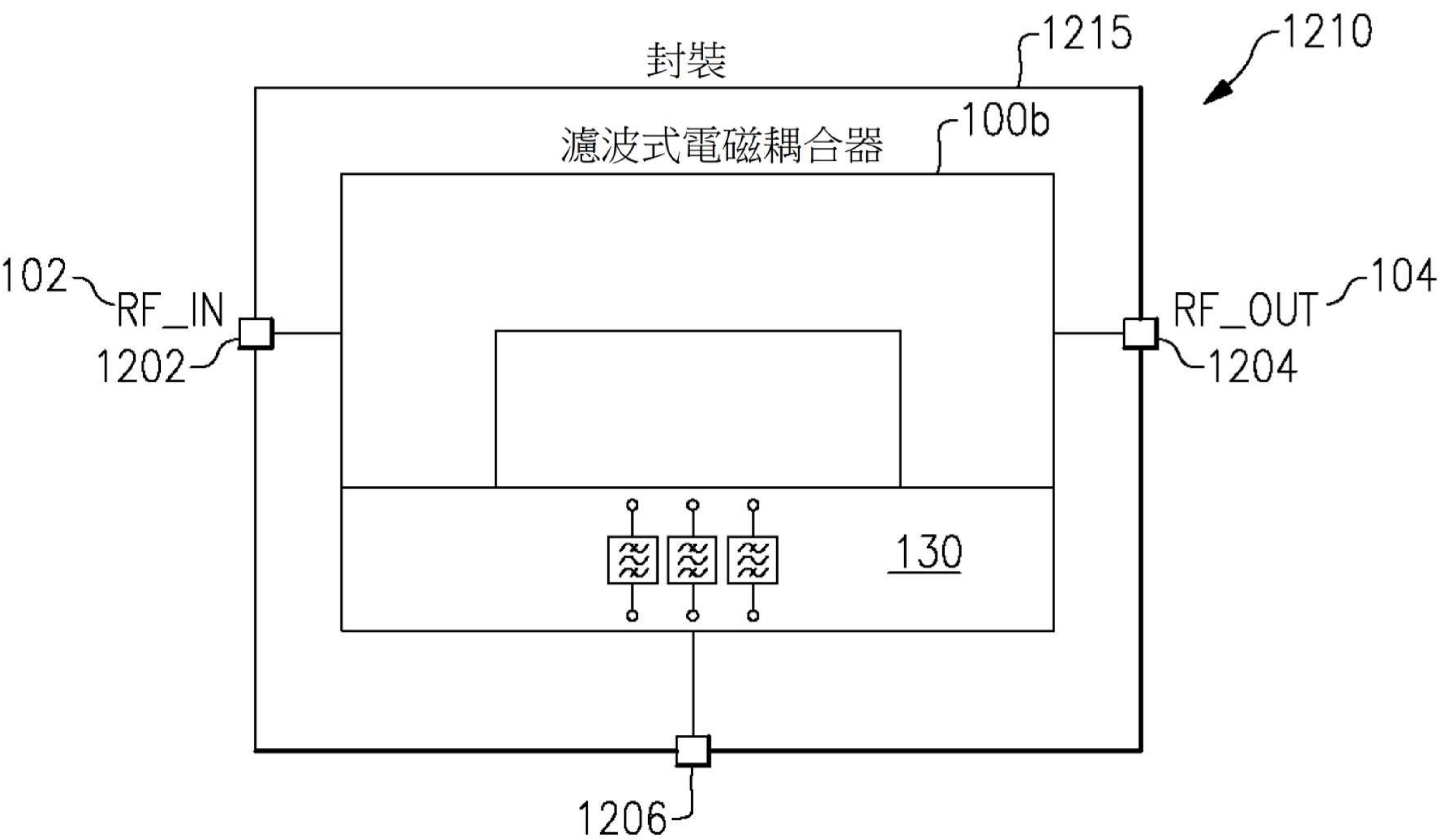
【圖 8A】



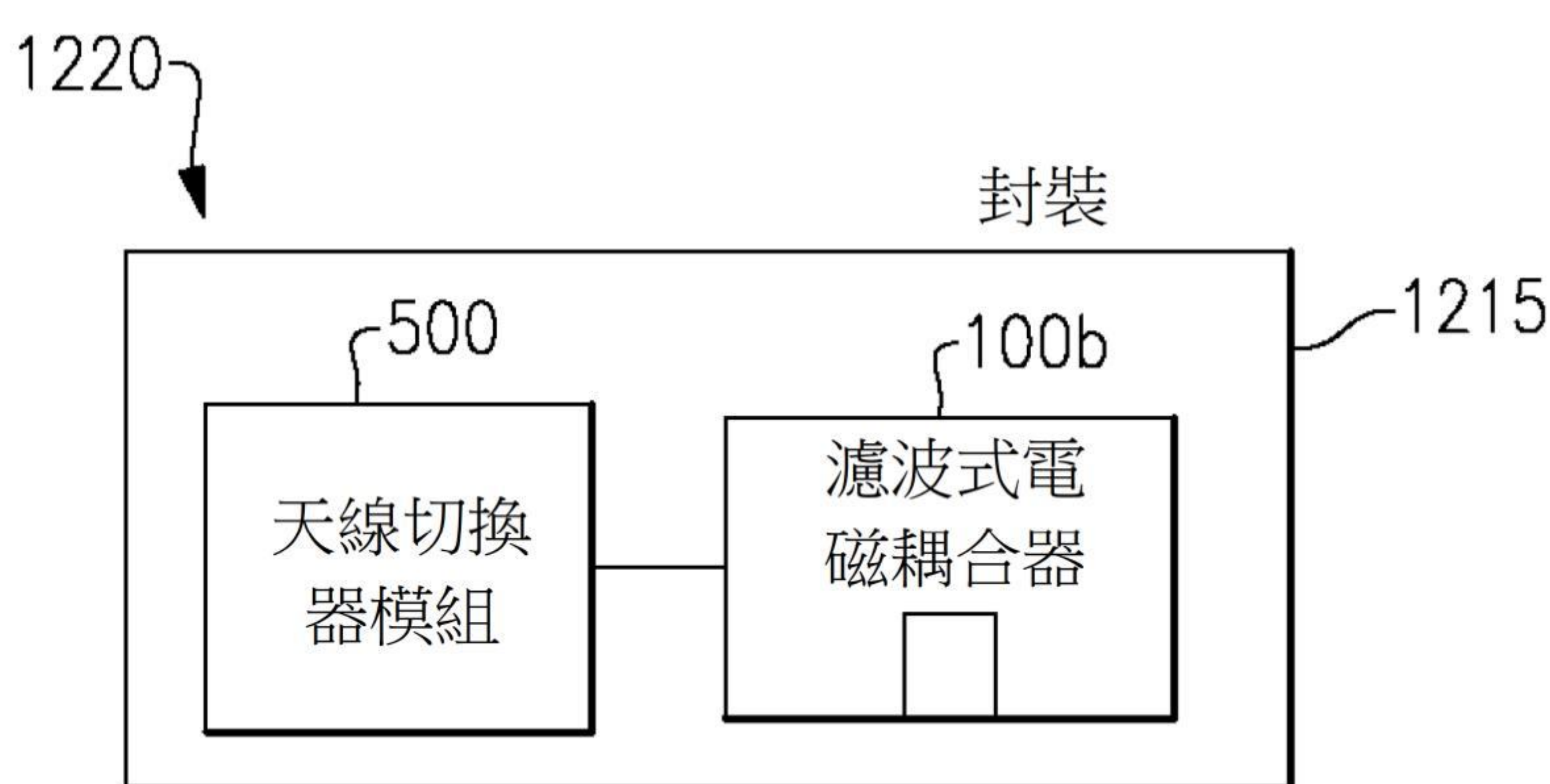
【圖 8B】



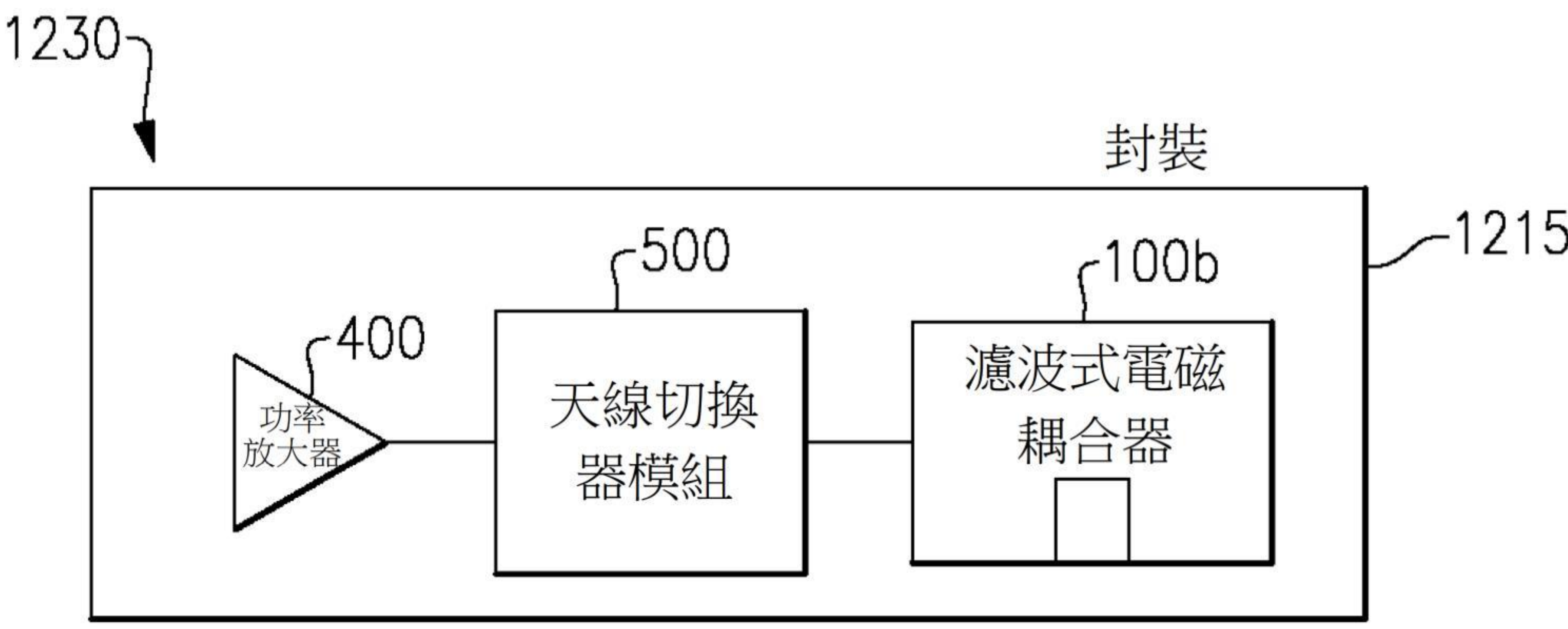
【圖 10】



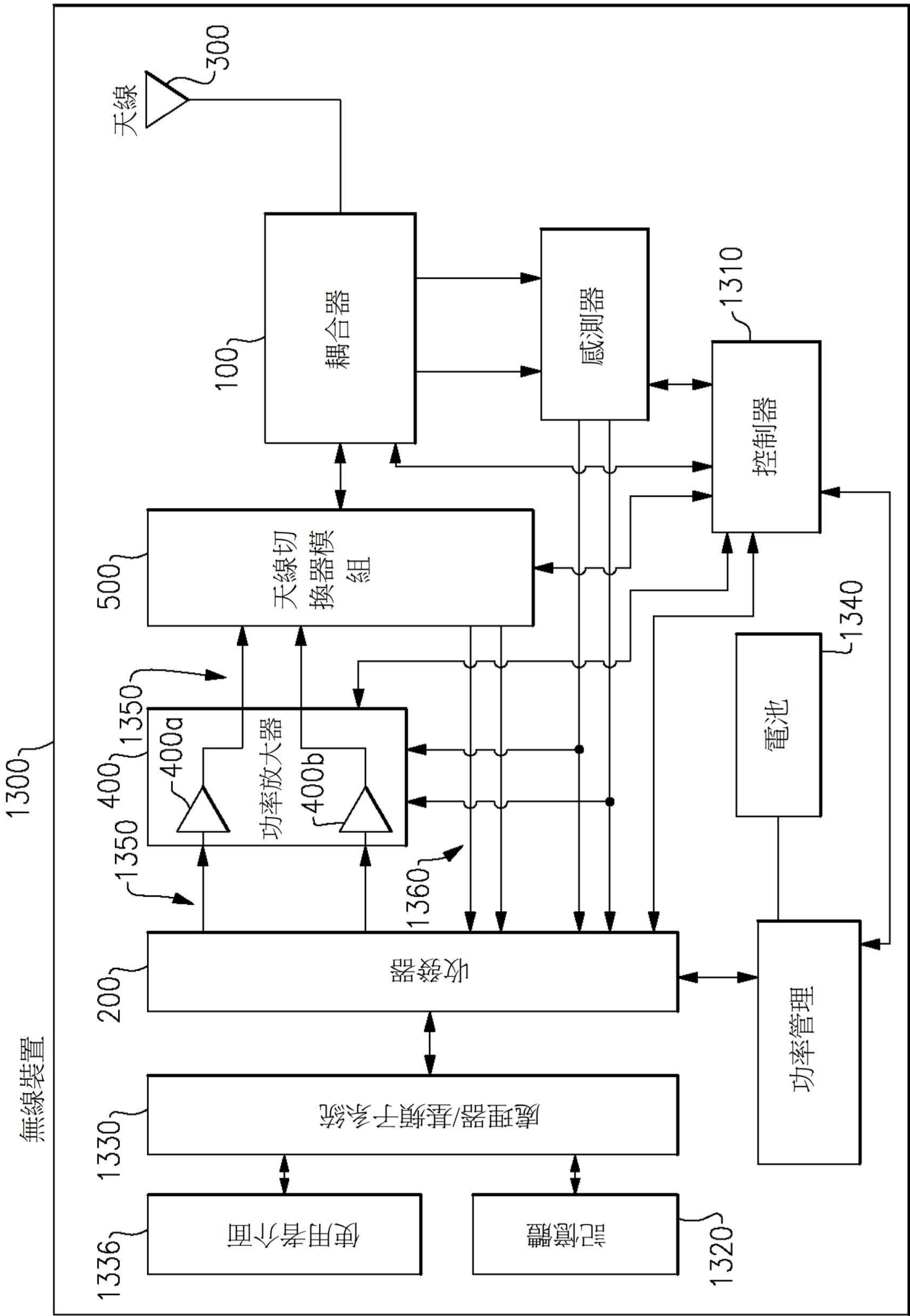
【圖 11A】



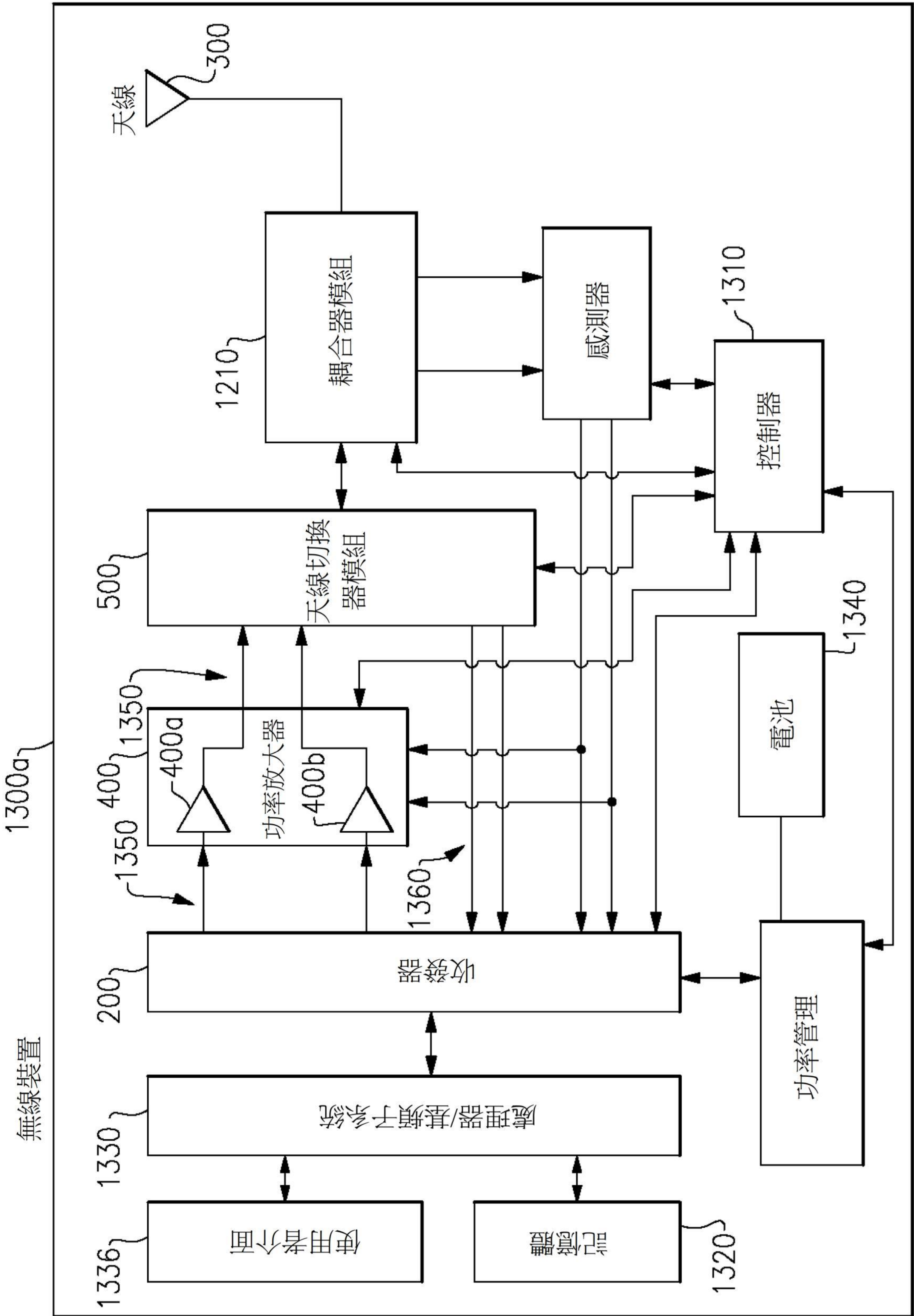
【圖 11B】



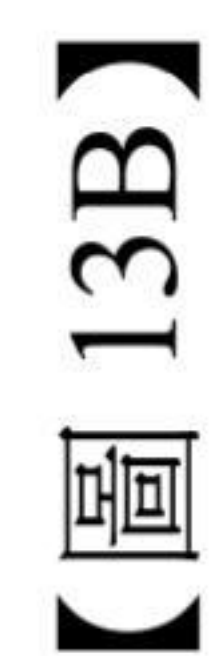
【圖 11C】

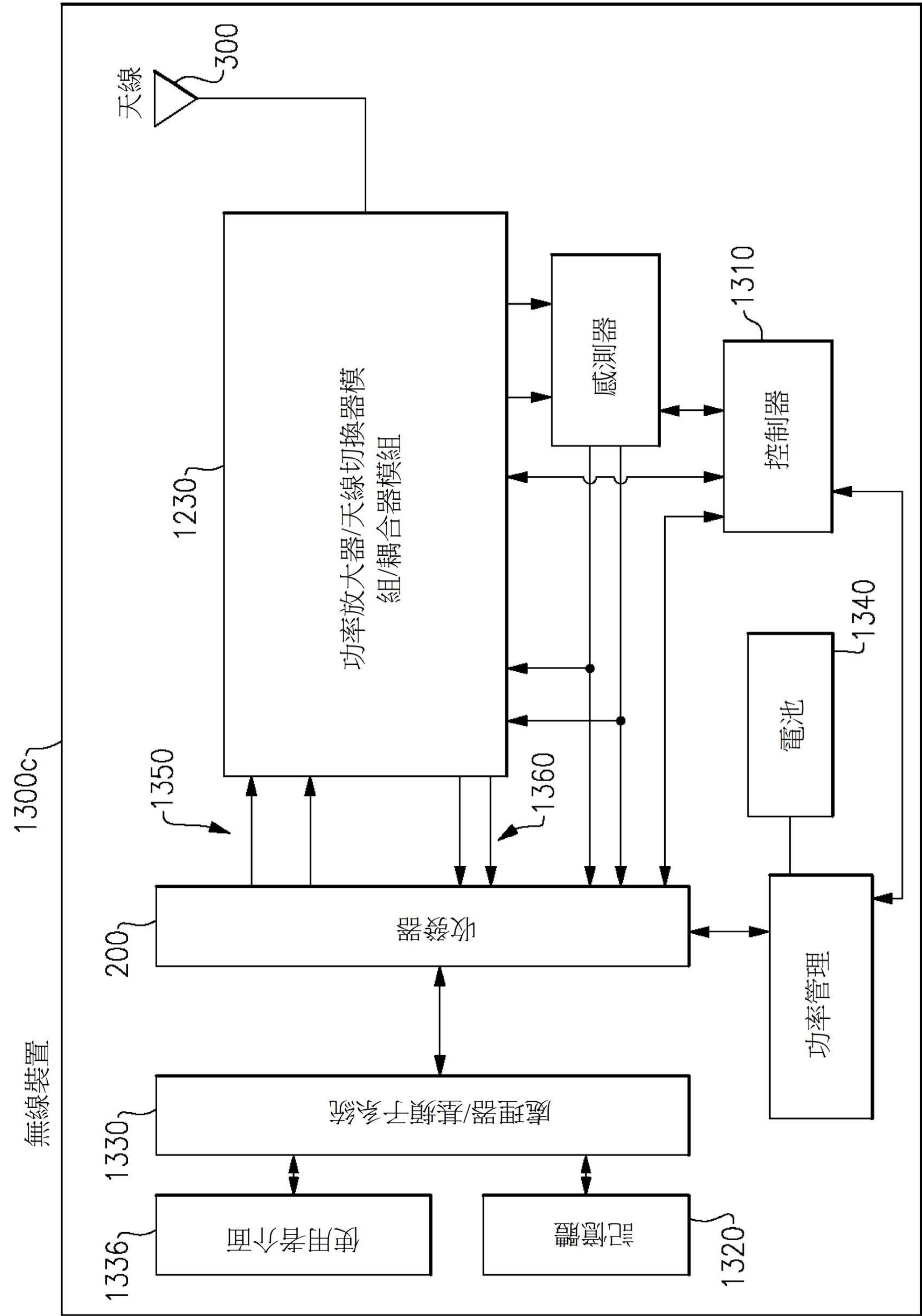


【圖 12】



【圖 13A】





【圖 13C】