I814230

(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 I814230 B**

(45)公告日： 中華民國 112 (2023) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：111103840 (22)申請日： 中華民國 106 (2017) 年 08 月 31 日

(51)Int. Cl.： ***H03G3/30 (2006.01)*** ***H03G1/00 (2006.01)***

(30)優先權：2016/08/31 美國 62/381,851

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

(72)發明人：哈吉雷特 喬翰納斯 賈寇柏斯 艾蜜莉 瑪麗亞 HAGERAATS, JOHANNES JACOBUS EMILE MARIA (US)；李 俊勇 LEE, JUNHYUNG (US)；卓 約書亞 海少克 CHO, JOSHUA HAESEOK (US)；帕德亞納 阿拉賓德 庫瑪 PADYANA, ARAVIND KUMAR (IN)；阿葛沃 比伯 AGARWAL, BIPUL (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US	9337775B1	US	2002/0053947A1
US	2005/0068099A1	US	2013/0314164A1
US	2014/0253242A1	US	2015/0035600A1
US	2015/0237583A1	US	2016/0127025A1

審查人員：陳明德

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：13 共 58 頁

(54)名稱

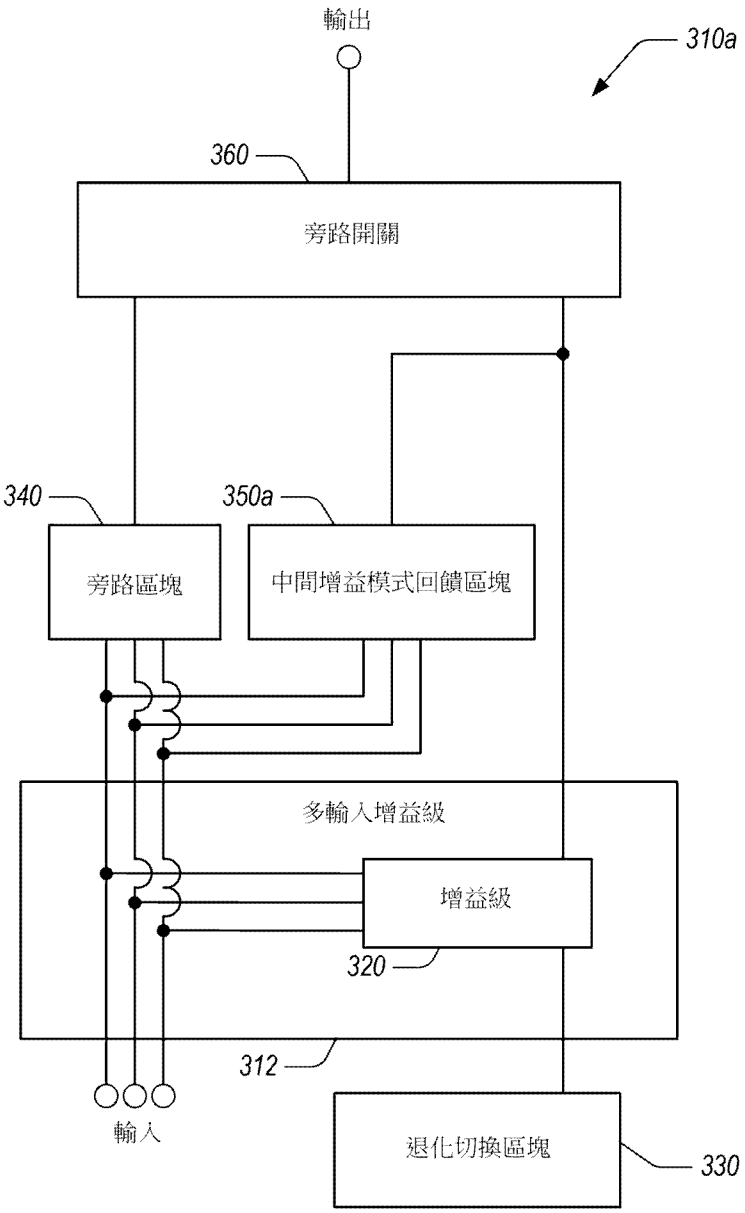
具有退化切換區塊及低損耗旁路功能之多輸入放大器

(57)摘要

本文中描述至少部分取決於可變增益放大器之一增益模式而在一退化區塊及/或回饋區塊中選擇性地提供可變或調適(tailored)阻抗的可變增益放大器。此有利地減少或消除一或多個增益模式中之效能損失。可變阻抗可經組態以改善目標增益模式中之放大程序之線性度。可變增益放大器可經組態以在一低增益模式中提供一低損耗旁通模式來改善信號品質。

Described herein are variable gain amplifiers that selectively provide variable or tailored impedances at a degeneration block and/or feedback block depending at least in part on a gain mode of the variable gain amplifier. This advantageously reduces or eliminates performance penalties in one or more gain modes. The variable impedances can be configured to improve linearity of the amplification process in targeted gain modes. The variable gain amplifier can be configured to provide a low-loss bypass mode in a low gain mode to improve signal quality.

指定代表圖：



【圖3A】

符號簡單說明：

310a:可變增益放大器

312:多輸入增益級

320:增益級

330:退化切換區塊

340:旁路區塊

350a:中間增益模式回饋區塊

360:旁路開關

專利案號：111103840
原申請案號：106129711
公告本
I814230

【發明摘要】

【中文發明名稱】

具有退化切換區塊及低損耗旁路功能之多輸入放大器

【英文發明名稱】

MULTI-INPUT AMPLIFIER WITH DEGENERATION SWITCHING BLOCK AND LOW LOSS BYPASS FUNCTION

【中文】

本文中描述至少部分取決於可變增益放大器之一增益模式而在一退化區塊及/或回饋區塊中選擇性地提供可變或調適(tailored)阻抗的可變增益放大器。此有利地減少或消除一或多個增益模式中之效能損失。可變阻抗可經組態以改善目標增益模式中之放大程序之線性度。可變增益放大器可經組態以在一低增益模式中提供一低損耗旁通模式來改善信號品質。

【英文】

Described herein are variable gain amplifiers that selectively provide variable or tailored impedances at a degeneration block and/or feedback block depending at least in part on a gain mode of the variable gain amplifier. This advantageously reduces or eliminates performance penalties in one or more gain modes. The variable impedances can be configured to improve linearity of the amplification process in targeted gain modes. The variable gain amplifier can be configured to provide a low-loss bypass mode in a low gain mode to improve signal quality.

【指定代表圖】

圖3A

【代表圖之符號簡單說明】

310a: 可變增益放大器

312: 多輸入增益級

320: 增益級

330: 退化切換區塊

340: 旁路區塊

350a: 中間增益模式回饋區塊

360: 旁路開關

【發明說明書】

【中文發明名稱】

具有退化切換區塊及低損耗旁路功能之多輸入放大器

【英文發明名稱】

MULTI-INPUT AMPLIFIER WITH DEGENERATION SWITCHING BLOCK AND LOW LOSS BYPASS FUNCTION

【技術領域】

本發明係關於用於無線通信應用之放大器。

【先前技術】

無線通信裝置通常包含經組態以放大所接收之射頻(RF)信號的一前端模組中之組件。前端模組可包含用於提供不同放大位準之複數個增益模式。

【發明內容】

根據若干實施方案，本發明係關於一種可變增益信號放大器，其包含：一可變增益級，其經組態以接收一輸入信號且產生一放大輸出信號；及一退化切換區塊，其耦合至該可變增益級且經組態以提供該可變增益級之複數個增益位準。

在一些實施例中，該信號包括一射頻信號。在一些實施例中，該放大器經組態以選擇性地提供繞過該可變增益級之一旁通路徑及通過該可變增益級之一放大路徑。

在一些實施例中，該退化切換區塊經進一步組態以將調適阻抗提供至該可變增益級。在進一步實施例中，該等調適阻抗經組態以相對於未耦合至具有該等調適阻抗之該退化切換區塊的一可變增益級來提供該放大輸

出信號之經改善線性度。在進一步實施例中，該退化切換區塊經組態以針對該複數個增益位準之一第一增益位準提供一第一調適阻抗且針對該複數個增益位準之一第二增益位準提供一第二調適阻抗。在又進一步實施例中，該第一調適阻抗大於該第二調適阻抗且該第一增益位準小於該第二增益位準。

在一些實施例中，該放大器亦包含一控制電路，其經組態以產生一放大控制信號來控制該可變增益級及該退化切換電路。在進一步實施例中，該控制電路經組態以提供對應於該複數個增益位準之複數個放大控制信號。

在一些實施例中，該放大器進一步包含耦合至該可變增益級之一輸入端的一中間增益模式回饋區塊，該中間增益模式經組態以針對該複數個增益位準之一子集將回饋提供至該可變增益級。在進一步實施例中，該中間增益模式回饋區塊及該退化切換區塊相對於無該中間增益模式回饋區塊及該退化切換區塊之一放大器來提供該放大輸出信號之經改善線性度。

在一些實施例中，該放大器進一步包含耦合至該可變增益級之一輸入端的一旁路區塊，該旁路區塊經組態以在該複數個增益位準之一低增益位準處被啟動以提供不包含該可變增益級之一旁通路徑。在進一步實施例中，該旁通路徑不包含該退化切換區塊。

在一些實施例中，該放大器進一步包含耦合至該可變增益級之一輸出端的一疊接緩衝器。在一些實施例中，該放大器進一步包含耦合至該可變增益級之複數個輸入節點。在進一步實施例中，該放大器經組態以在該複數個輸入節點處接收複數個輸入信號，個別接收信號具有不同信號頻帶內之頻率。在又進一步實施例中，該放大器經組態以獨立於其他接收信號

之放大而放大個別輸入埠處所接收之信號。

根據若干實施方案，本發明係關於一種退化切換電路，其包含：一可變阻抗級，其耦合至具有各種增益位準之一信號放大器且經組態以提供與該等各種增益位準相關聯之各種阻抗值；及一開關，其與該可變阻抗級可操作地相關聯且經實施以使該可變阻抗級與一參考電位節點選擇性地隔離。

在一些實施例中，該信號放大器經組態以放大射頻信號。在一些實施例中，該電路中所提供之一旁通路徑繞過該可變阻抗級。

在一些實施例中，該等各種阻抗值經組態以相對於未耦合至具有與該等各種增益位準相關聯之該等各種阻抗值之該退化切換電路的一信號放大器來提供該信號放大器之經改善線性度。在進一步實施例中，該可變阻抗級經組態以針對該等各種增益位準之一第一增益位準提供一第一調適阻抗值且針對該等各種增益位準之一第二增益位準提供一第二調適阻抗值。

在一些實施例中，該電路進一步包含一控制電路，其經組態以產生一放大控制信號來控制該可變阻抗級及該開關。在進一步實施例中，該控制電路經組態以提供對應於該等各種增益位準之複數個放大控制信號。

根據若干實施方案，本發明係關於一種前端架構，其包含一可變增益信號放大器，該可變增益信號放大器包含：一可變增益級，其經組態以接收一輸入信號且產生一放大輸出信號；及一退化切換區塊，其耦合至該可變增益級且經組態以提供該可變增益級之複數個增益位準。該前端架構亦包含一濾波器總成，其耦合至該可變增益信號放大器以將頻帶導引至該可變增益信號放大器之選擇輸入端。該前端架構亦包含一控制器，其經實施以控制該可變增益信號放大器提供複數個增益模式，使得在一低增益模

式中，該可變增益信號放大器沿繞過該可變增益級之一路徑導引信號。

在一些實施例中，該退化切換區塊經進一步組態以將調適阻抗提供至該可變增益級。在進一步實施例中，該等調適阻抗經組態以相對於未耦合至具有該等調適阻抗之該退化切換區塊的一可變增益級來提供該放大輸出信號之經改善線性度。在進一步實施例中，該退化切換區塊經組態以針對該複數個增益位準之一第一增益位準提供一第一調適阻抗且針對該複數個增益位準之一第二增益位準提供一第二調適阻抗。

根據若干實施方案，本發明係關於一種無線裝置，其包含：一分集天線；及一濾波器總成，其耦合至該分集天線以接收信號且沿選擇路徑導引頻帶。該無線裝置亦包含一可變增益信號放大器，其包含：一可變增益級，其經組態以接收一輸入信號且產生一放大輸出信號；及一退化切換區塊，其耦合至該可變增益級且經組態以提供該可變增益級之複數個增益位準。該無線裝置亦包含一控制器，其經實施以控制該可變增益信號放大器提供複數個增益模式，使得在一低增益模式中，該可變增益信號放大器沿繞過該可變增益級之一路徑導引信號。

在一些實施例中，該退化切換區塊經進一步組態以將調適阻抗提供至該可變增益級。在進一步實施例中，該等調適阻抗經組態以相對於未耦合至具有該等調適阻抗之該退化切換電路的一可變增益級而提供該放大輸出信號之經改善線性度。在進一步實施例中，該退化切換區塊經組態以針對該複數個增益位準之一第一增益位準提供一第一調適阻抗且針對該複數個增益位準之一第二增益位準提供一第二調適阻抗。

為概述本發明之目的，本文中已描述特定態樣、優點及新穎特徵。應瞭解，可根據任何特定實施例來達成未必全部此等優點。因此，可依達

成或最佳化本文中所教示之一優點或優點群組且未必達成本文中可教示或建議之其他優點的一方式實施所揭示之實施例。

【圖式簡單說明】

圖1繪示具有一主天線及一分集天線之一無線裝置。

圖2繪示包含一分集接收器(DRx)前端模組(FEM)之一DRx組態。

圖3A繪示包含一多輸入增益級之一實例性可變增益放大器組態，該多輸入增益級經組態以接收多個輸入且使用該增益級選擇性地放大接收信號或提供通過一旁路區塊之一旁通路徑。

圖3B繪示包含相同於圖3A之可變增益放大器之組件但其中新增特定元件之另一實例性可變增益放大器。

圖3C繪示類似於圖3A之可變增益放大器但其中移除旁路開關之另一實例性可變增益放大器。

圖3D繪示包含相同於圖3C之可變增益放大器之組件但其中新增特定元件之另一實例性可變增益放大器。

圖4繪示包含經組態以接收一輸入信號且產生一放大輸出信號之一可變增益級的一可變增益信號放大器。

圖5繪示包含耦合至具有各種增益位準之一信號放大器之一可變阻抗級的一退化切換電路。

圖6繪示類似於圖3B之可變增益放大器般組態之一實例性可變增益放大器組態。

圖7A、圖7B及圖7C繪示圖6之可變增益信號放大器組態之操作模式之實例。

圖8繪示類似於圖6之可變增益信號放大器組態但其中移除旁路開關

之一可變增益信號放大器。

圖9繪示類似於圖6之可變增益信號放大器組態但其中一斷路開關區塊替代中間增益模式回饋模組之一可變增益信號放大器。

圖10繪示類似於圖9之可變增益信號放大器組態但其中移除旁路開關之一可變增益信號放大器1010。

圖11展示：在一些實施例中，部分或全部分集接收器組態可完全或部分實施於一模組中。

圖12展示：在一些實施例中，部分或全部分集接收器組態可完全或部分實施於一架構中。

圖13繪示具有本文中所描述之一或多個有利特徵之一實例性無線裝置。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

本申請案主張2016年8月31日申請且名稱為「MULTI-INPUT AMPLIFIER WITH DEGENERATION SWITCHING BLOCK AND LOW LOSS BYPASS FUNCTION」之美國臨時申請案第62/381,851號之優先權，該案之全文以引用的方式明確併入本文中用於全部目的。

本文中提供之標題(若有)僅為了方便且未必影響本發明之範疇及意義。

概述

圖1繪示具有一主天線160及一分集天線170之一無線裝置100。無線裝置100包含可由一控制器102控制之一RF模組106及一收發器104。收發器104經組態以使類比信號(例如射頻(RF)信號)與數位資料信號之間發生

轉換。為此，收發器104可包含一數位轉類比轉換器、一類比轉數位轉換器、一本地振盪器(其用於將一基頻類比信號調變成一載波頻率或自一載波頻率解調變一基頻類比信號)、一基頻處理器(其使數位樣本與資料位元(例如語音或其他類型之資料)之間發生轉換)或其他組件。

RF模組106耦合於主天線160與收發器104之間。由於RF模組106可實體接近於主天線160以減少歸因於電纜損耗之衰減，所以RF模組106可指稱前端模組(FEM)。RF模組106可對自主天線160接收以用於收發器104或自收發器104接收以經由主天線160傳輸之一類比信號執行處理。為此，RF模組106可包含濾波器、功率放大器、低雜訊放大器、頻帶選擇開關、衰減器、匹配電路及其他組件。

當將一信號傳輸至無線裝置100時，可在主天線160及分集天線170兩者處接收信號。主天線160及分集天線170可經實體隔開使得主天線160及分集天線170處接收具有不同特性之信號。例如，在一實施例中，主天線160及分集天線170可接收具有不同衰減、雜訊、頻率回應及/或相移之信號。收發器104可使用具有不同特性之兩個信號來判定對應於信號之資料位元。在一些實施方案中，收發器104基於特性來自主天線160與分集天線170之間選擇，諸如，選擇具有最高信雜比之天線。在一些實施方案中，收發器104將來自主天線160及分集天線170之信號組合以增大組合信號之信雜比。在一些實施方案中，收發器104處理信號以執行多輸入/多輸出(MiMo)通信。

在一些實施例中，分集天線170經組態以接收多個蜂巢式頻帶及/或無線區域網路(WLAN)頻帶內之信號。在此等實施例中，無線裝置100可包含耦合至分集天線170之一多工器、切換網路及/或濾波器總成，分集天

線170經組態以將分集信號分離至不同頻率範圍中。例如，多工器可經組態以包含：一低通濾波器，其使包含低頻帶蜂巢式頻率之一頻率範圍通過；一帶通濾波器，其使包含低頻帶WLAN信號及中頻帶及高頻帶蜂巢式信號之一頻率範圍通過；及一高通濾波器，其使包含高頻帶WLAN信號之一頻率範圍通過。此實例僅供說明。作為另一實例，多工器可具有各種不同組態，諸如提供一高通濾波器及一低通濾波器之功能的一雙工器。

由於分集天線170與主天線160實體隔開，所以分集天線170可藉由一傳輸線(諸如一電纜或一印刷電路板(PCB)跡線)耦合至收發器104。在一些實施方案中，傳輸線係有損耗的且使分集天線170處所接收之信號在到達收發器104之前衰減。因此，在一些實施方案中，將增益施加於分集天線170處所接收之信號。可由分集接收器模組108施加增益(及其他類比處理，諸如濾波)。由於此一分集接收器模組108可經定位成實體接近於分集天線170，所以其可指稱一分集接收器前端模組(本文中將更詳細描述其實例)。

RF模組106及分集接收器模組108包含可變增益放大器110a、110b，其等經組態以提供複數個增益模式來放大分別來自主天線160及分集天線170之信號。各可變增益放大器110a、110b可包含一增益級120及一退化切換區塊130，退化切換區塊130至少部分基於可變增益放大器110a、110b之一增益模式來改變電感。可使用增益級120來放大可變增益放大器110a、110b處所接收之信號或可允許信號繞過增益級120，如本文中所更詳細描述。可由控制器102控制退化切換區塊130之選定電感、旁通路徑及/或可變增益放大器110a、110b之增益模式。退化切換區塊130可經組態以改變電感以相對於具有固定電感之一放大器來改善可變增益放大器

110a、110b之效能。例如，可藉由改善線性度及/或減少放大期間所引入之雜訊來改善效能。可變增益放大器110a、110b可接收多個輸入信號且輸出一單一信號或複數個輸出信號。在特定實施方案中，個別輸入可具有用於改善輸入埠之間的輸入隔離之對應個別退化切換區塊。

有利地，可變增益放大器110a、110b之架構可在不使用一開關的情況下提供多輸入處理。可變增益放大器110a、110b可藉由使用具有調適電感之一可切換退化區塊來有利地達成目標或經改善線性度。可變增益放大器110a、110b可透過在旁通路徑中使用一分路開關來提供目標或經改善輸入與輸出隔離。可變增益放大器110a、110b可在特定增益模式(諸如一低增益模式)中提供一低損耗直接旁通模式。

控制器102可經組態以產生及/或發送控制信號至無線裝置100之其他組件。在一些實施例中，控制器102至少部分基於由行動產業處理器介面聯盟(MIPI®聯盟)提供之規範來提供信號。控制器102可經組態以自無線裝置100之其他組件接收待處理信號以判定至其他組件之待接收控制信號。在一些實施例中，控制器102可經組態以分析信號或資料以判定用於發送至無線裝置100之其他組件的控制信號。控制器102可經組態以基於由無線裝置100提供之增益模式來產生控制信號。例如，控制器102可將控制信號發送至可變增益放大器110a、110b以控制增益模式。類似地，控制器102可經組態以產生控制信號來選擇退化切換區塊130之電感。控制器可經組態以產生控制信號來控制可變增益放大器110a、110b以提供一旁通路徑。

在一些實施方案中，控制器102基於輸入端處所接收之一輸入信號之一服務品質度量來產生(若干)放大器控制信號。在一些實施方案中，控制

器102基於自一通信控制器接收之一信號來產生(若干)放大器控制信號，該(等)放大器控制信號繼而可基於該接收信號之一服務品質(QoS)度量。接收信號之QoS度量可至少部分基於分集天線170上所接收之分集信號(例如輸入端處所接收之一輸入信號)。接收信號之QoS度量可進一步基於一主天線160上所接收之一信號。在一些實施方案中，控制器102在不自通信控制器接收一信號的情況下基於分集信號之一QoS度量來產生(若干)放大器控制信號。在一些實施方案中，QoS度量包含一信號強度。作為另一實例，QoS度量可包含一位元錯誤率、一資料通量、一傳輸延遲或任何其他QoS度量。在一些實施方案中，控制器102控制可變增益放大器110a、110b中之放大器之增益(及/或電流)。在一些實施方案中，控制器102基於一放大器控制信號來控制無線裝置之其他組件之增益。

在一些實施方案中，可變增益放大器110a、110b可包含一逐步可變增益放大器，其經組態以使接收信號依由一放大器控制信號指示之複數個組態量之一者之一增益放大。在一些實施方案中，可變增益放大器110a、110b可包含一連續可變增益放大器，其經組態以使接收信號依與放大器控制信號成比例或由放大器控制器信號指定之一增益放大。在一些實施方案中，可變增益放大器110a、110b可包含一逐步可變電流放大器，其經組態以藉由汲取由放大器控制信號指示之複數個組態量之一者之一電流來放大接收信號。在一些實施方案中，可變增益放大器110a、110b可包含一連續可變電流放大器，其經組態以藉由汲取與放大器控制信號成比例之一電流來放大接收信號。

圖2繪示包含一分集接收器(DRx)前端模組(FEM) 208之一DRx組態200。DRx組態200包含一分集天線170，其經組態以接收一分集信號且透

過一濾波器總成272將分集信號提供至DRx FEM 208。濾波器總成272可包含(例如)一多工器，其經組態以沿各自路徑將目標頻率範圍內之信號選擇性地導引至耦合至一退化切換電路230之一多輸入放大器220。信號可為射頻(RF)信號，其包含(例如且不限於)蜂巢式信號(例如低頻帶、中頻帶、高頻帶及/或超高頻帶蜂巢式頻率)、WLAN信號、BLUETOOTH®信號、GPS信號及其類似者。

DRx FEM 208經組態以對自濾波器總成272接收之分集信號執行處理。例如，DRx FEM 208可經組態以將分集信號濾波至可包含蜂巢式及/或WLAN頻帶之一或多個主動頻帶。控制器102可經組態以控制DRx FEM 208將信號選擇性地導引至目標濾波器以完成濾波。作為另一實例，DRx FEM 208可經組態以使用放大器220來放大經濾波信號之一或多者。為此，DRx FEM 208可包含濾波器、低雜訊放大器、頻帶選擇開關、匹配電路及其他組件。控制器102可經組態以與DRx FEM 208中之組件互動以智慧地選擇通過DRx FEM 208之分集信號之路徑。

DRx FEM 208將經處理之分集信號之至少一部分傳輸至收發器104。收發器104可由控制器102控制。在一些實施方案中，控制器102可實施於收發器104內。

DRx FEM 208可經組態以提供複數個增益模式。針對複數個增益模式，可由退化切換電路230之一可變阻抗級232提供不同電感。在一或多個增益模式中，可變阻抗級232之一開關234可經組態以選擇耦合至放大器220之一阻抗(例如一電感)。此可經完成以(例如)改善放大程序之線性度。可將此等可選阻抗嵌入至一多輸入放大器架構上。

在一些實施例中，利用耦合至一放大級(例如一LNA)之可選阻抗可

提供經改善線性度及/或IIP3。具有開關234之可變阻抗級232可有益地允許放大器220針對特定增益模式及/或信號振幅來耦合至一所要或目標阻抗。在一些實施例中，DRx組態200經組態以在一低增益模式中操作時繞過放大且在其他增益模式中操作時使用放大器220來放大信號。此可有利地允許DRx組態200改善特定增益模式中之線性度。

在一些實施例中，放大器220經組態以接收複數個輸入信號且提供一單一輸出信號。在特定實施例中，放大器220可經組態以接收複數個輸入信號且提供複數個對應輸出信號。濾波器總成272可經組態以沿指定路徑將對應於特定頻帶之信號導引至放大器220。在特定實施方案中，放大器220可對所接收之信號提供不同增益模式。可變阻抗級232可使用耦合至放大器220之開關234來選擇不同阻抗，選定阻抗至少部分基於放大器220之增益模式。在特定實施方案中，放大器220可在一旁通組態中操作使得信號通過一旁通路徑及在一放大組態中操作使得信號通過具有由可變阻抗級232提供之一選定阻抗的一放大路徑。此可有利地允許DRx FEM 208提供可變增益及/或複數個增益模式，同時相對於不選擇性地提供旁通路徑及/或可變阻抗之組態來減少對線性度(例如IIP3)及/或雜訊因數(NF)的負面影響。放大器220可包含經組態以提供一所要或目標放大之任何適合放大器電路。在一些實施例中，放大器220包含一低雜訊放大器(LNA)電路，其經組態以放大來自複數個輸入端或一多輸入LNA處所接收之複數個頻帶(例如蜂巢式頻帶及/或WLAN頻帶)的信號。然而，應瞭解，本文中所描述之實施例不限於為利用低雜訊放大器之實施方案，而是包含使用各種放大器之任何者之實施方案。

放大器220可經組態以至少部分基於複數個增益模式來放大信號。例

如，放大器220可經組態以針對一第一增益模式提供一第一放大或增益，針對一第二增益模式提供一第二放大或增益，等等。放大器220可由控制器102控制以控制放大器220處所提供之增益。例如，控制器102可將指示一所要或目標增益之一信號提供至放大器220且放大器220可提供目標增益。控制器102可自(例如)一無線裝置中之另一組件接收目標增益之一指示且至少部分基於該指示來控制放大器220。類似地，可至少部分基於放大器220之一增益模式及/或目標增益來控制退化切換電路230。

控制器102可經組態以控制DRx FEM 208選擇性地提供調適阻抗。例如，控制器102及DRx FEM 208可控制可變阻抗級232組態開關234以至少部分基於一增益模式來提供一目標阻抗。作為另一實例，控制器102及DRx FEM 208可控制放大器至少部分基於一增益模式來提供一旁通路徑。作為另一實例，控制器102及DRx FEM 208可使用放大器220來提供複數個增益模式。

可變增益放大器之實例性架構

前端模組一般包含諸如低雜訊放大器(LNA)之放大器來放大接收信號。在提供各種增益模式之無線裝置中，可有利地在一增益級處選擇性地提供可變或調適阻抗以改善效能。類似地，針對至少一增益模式，可有利地繞過一增益級以改善效能(例如，改善線性度)。

相應地，本文中提供至少部分取決於可變增益放大器之一增益模式而在一退化區塊及/或回饋區塊處選擇性地提供可變或調適阻抗的可變增益放大器。此有利地減少或消除一或多個增益模式中之效能損失。此外，可變阻抗可經組態以改善目標增益模式中之放大程序之線性度。類似地，可變增益放大器可經組態以在一低增益模式中提供一低損耗旁通模式以改

善信號品質。

圖3A繪示包含一多輸入增益級312之一實例性可變增益放大器組態310a，多輸入增益級312經組態以接收多個輸入且使用增益級320來選擇性地放大接收信號或提供通過一旁路區塊340之一旁通路徑。增益級320耦合至一退化切換區塊330，退化切換區塊330經組態以至少部分基於可變增益放大器組態310a之一增益模式來選擇性地提供調適阻抗。在特定實施方案中，多輸入增益級312經組態以在不同輸入埠處接收多個信號，各不同輸入埠經組態以接收一或多個特定蜂巢式頻帶處之信號。例如，一第一頻帶中之一信號可接收於一第一輸入埠處，一第二頻帶中之一信號可接收於一第二輸入埠處，且一第三頻帶中之一信號可接收於一第三輸入埠處。

可變增益放大器310a可經組態以在不使用一切換網路的情況下提供多輸入處理。可變增益放大器310a可經組態以透過使用退化切換區塊330來達成相對較高線性度。在特定實施方案中，旁路區塊340包含一分路開關，其可相對於具有此一開關之組態來提供高輸入與輸出隔離。可變增益放大器310a可經組態以藉由將信號自輸入端導引通過旁路區塊340而非增益級320來提供一低損耗直接旁通模式。例如，可在一低增益模式中實施低損耗直接旁通模式。

可變增益放大器310a包含將一電壓提供至電流增益級320之多輸入增益級312。多輸入增益級312可經組態以提供輸入間隔離。在一些實施例中，可變增益放大器310a可包含用於各輸入以進一步隔離輸入之一退化切換區塊330。

退化切換區塊330經組態以將阻抗提供至增益級320輸入端。此可藉

由提供與處理鏈中之先前級匹配之功率及/或雜訊來改善效能。退化切換區塊330可經組態以藉由提供一回饋機制來改善增益級320之線性度。在一些實施例中，退化切換區塊330經組態以針對一第一增益模式提供一第一阻抗且針對一第二增益模式提供一第二阻抗。由退化切換區塊330提供之選定阻抗亦可經組態以改善增益級320之線性度。可變增益放大器310a可經組態以在一旁通模式中繞過退化切換區塊330。此可藉由減小或最小化通過增益級320之洩漏電流來改善線性度效能。

旁路區塊340經組態以自多個輸入端接收信號且將不通過增益級320或退化切換區塊330之一路徑提供至輸出端。旁路區塊340可包含用於在由可變增益放大器310a提供之增益模式之一或多者中隔離輸入及輸出的組件。

中間增益模式回饋區塊350a經組態以被啟動而用於由可變增益放大器310a提供之增益模式之一子集。中間增益模式回饋區塊350a經組態以對輸入信號提供目標阻抗。此可有助於改善放大程序之線性度。中間增益模式回饋區塊350a亦可經組態以控制可變增益放大器310a內之回饋。中間增益模式回饋區塊350a可經組態以提供類似於在電路中包含一第二退化區塊的功能。

旁路開關360經組態以選擇性地提供自輸入端通過旁路區塊340至輸出端之一路徑或自輸入端通過增益級320至輸出端之一路徑。旁路開關360可包含一或多個切換元件，其等至少部分基於可變增益放大器310a之一增益模式來隔離及/或選擇所要路徑。

在特定實施例中，可變增益放大器310a可經組態以提供複數個增益模式，例如增益模式G0、G1、...、GN，其中G0係最高增益且GN係一旁

通模式。當在增益模式GN中操作時，可變增益放大器310a可經組態以將信號自輸入端導引至旁路區塊340。當在增益模式G0至GN-1中操作時，可變增益放大器310a可經組態以導引信號通過增益級320且啟動退化切換區塊330。退化切換區塊330可經組態以針對個別增益模式或增益模式群組提供不同阻抗位準。即使在此等增益模式中，可藉由啟動旁路區塊340中之一分路開關來至少部分啟動旁路區塊340以提供輸入與輸出之間的隔離。可變增益放大器310a可經組態以針對增益模式G0至GN-1之一或多者啟動中間增益模式回饋區塊350a。

可變增益信號放大器310a可經組態以相對於不具有所揭示之中間增益模式回饋區塊350a、旁路區塊340、退化切換區塊330的放大器來達成相對較低雜訊及相對較高線性度(例如較高IIP3)。可變增益信號放大器310a可經組態以放大諸如蜂巢式信號、WLAN信號、BLUETOOTH®信號、GPS信號及其類似者之射頻(RF)信號。可變增益信號放大器310a可經組態以藉由在多個輸入端處接收複數個頻帶內之信號且處理此等信號來提供寬頻性能。可變增益信號放大器310a可經組態以在各自輸入端處獨立處理信號。可變增益信號放大器310a可經組態以由諸如一控制器(例如本文中參考圖1及圖2所描述之控制器102)之一控制電路總成控制。控制電路總成可智慧且選擇性地切換路徑於一放大路徑與一旁通路徑之間且可使用退化切換區塊330來選擇性地提供阻抗。

應瞭解，儘管圖中繪示三個輸入，但可變增益放大器310a可包含任何適合數目個輸入。例如且不限於，可變增益放大器310a可包含至少2個輸入、至少4個輸入、至少8個輸入、至少16個輸入、至少32個輸入、至少64個輸入或描述範圍內之至少任何數目個輸入。作為另一實例且不限

於，可變增益放大器310a可包含小於或等於64個輸入、小於或等於32個輸入、小於或等於16個輸入、小於或等於8個輸入、小於或等於4個輸入或小於或等於描述範圍內之任何數目個輸入。

圖3B繪示包含相同於圖3A之可變增益放大器310a之組件但其中新增特定元件之另一實例性可變增益放大器310b。例如，可變增益放大器310b包含匹配網路313、318及345。輸入匹配網路313經組態以對輸入端處所接收之信號提供阻抗匹配。輸出匹配網路318經類似組態以對一輸出負載316及包括增益級320及一疊接緩衝器314之放大器提供阻抗匹配。類似地，旁路匹配網路345對旁路區塊340提供阻抗匹配。針對匹配網路313、318、345，電感器及電容器之任何適合組合可用於提供目標阻抗。

可變增益放大器310b亦包含輸出負載316及疊接緩衝器314作為放大鏈之部分。疊接緩衝器314可經組態以充當一電流緩衝器。疊接緩衝器314經組態以提供增益級320與輸出之間的隔離。疊接緩衝器314亦可經組態以改善可變增益放大器310b之增益。輸出負載316經組態以將一負載提供至電流以產生一輸出電壓擺動。輸出負載316可經組態以針對或可針對輸入端處所接收之各頻帶來調諧。輸出負載316可經組態以藉由調適輸出負載316之電阻來改善回波損耗及/或增大頻寬。電壓VDD可經組態以設定可變增益放大器310b之增益模式。例如，電壓VDD可經組態使得流動通過輸出負載316之一較低電流對應於可變增益放大器310b之一較低增益。

圖3C繪示類似於圖3A之可變增益放大器310a但其中移除旁路開關360之另一實例性可變增益放大器310c。由於無旁路開關360，所以旁路區塊340之輸出耦合至增益級320之輸出端。此外，中間增益模式回饋區

塊由一斷路開關區塊350c替換，斷路開關區塊350c不是如同圖3A之可變增益放大器310a般耦合至輸出端。相反地，斷路開關區塊350c經組態以選擇性地隔離輸入節點以減少放大器310c中之洩漏。在一些實施例中，此可藉由在不使用輸入時啟動一輸入節點與一參考電位節點之間的一開關來達成。在各種實施方案中，開關可透過一電容元件將輸入節點耦合至一參考電位節點。

圖3D繪示包含相同於圖3C之可變增益放大器310c之組件但其中新增特定元件之另一實例性可變增益放大器310d。例如，可變增益放大器310d包含匹配網路313、318及345。輸入匹配網路313經組態以對輸入端處所接收之信號提供阻抗匹配。輸出匹配網路318經類似組態以對一輸出負載316及包括增益級320及一疊接緩衝器314之放大器提供阻抗匹配。類似地，旁路匹配網路345對旁路區塊340提供阻抗匹配。針對匹配網路313、318、345，電感器及電容器之任何適合組合可用於提供目標阻抗。

可變增益放大器310d亦包含輸出負載316及疊接緩衝器314作為放大鏈之部分。疊接緩衝器314可經組態以充當一電流緩衝器。疊接緩衝器314經組態以提供增益級320與輸出之間的隔離。疊接緩衝器314亦可經組態以改善可變增益放大器310d之增益。輸出負載316經組態以將一負載提供至電流以產生一輸出電壓擺動。輸出負載316可經組態以針對或可針對輸入端處所接收之各頻帶來調諧。輸出負載316可經組態以藉由調適輸出負載316之電阻來改善回波損耗及/或增大頻寬。電壓VDD可經組態以設定可變增益放大器310d之增益模式。例如，電壓VDD可經組態使得流動通過輸出負載316之一較低電流對應於可變增益放大器310d之一較低增益。

圖4繪示包含一可變增益級420之一可變增益信號放大器410，可變增益級420經組態以接收一輸入信號且產生一放大輸出信號。可變增益信號放大器410亦包含耦合至可變增益級420之一退化切換區塊430。退化切換區塊430可經組態以提供可變增益級420之複數個不同增益位準。

圖5繪示包含一可變阻抗級532之一退化切換電路530，可變阻抗級532耦合至具有各種增益位準之一信號放大器520。可變阻抗級532可經組態以提供與各種增益位準相關聯之各種阻抗值。退化切換電路530包含一開關534，其與可變阻抗級532可操作地相關聯且經實施以使可變阻抗級532與一參考電位節點選擇性地隔離。

圖6繪示類似於本文中參考圖3B所描述之可變增益放大器310b般組態之一實例性可變增益放大器組態610。可變增益放大器610包含用於演示放大器之一實例性實施方案的實例性電組件。然而，應瞭解，此僅為一繪示性實例實施方案且本發明之範疇擴展至涵蓋類似架構之額外實施方案。

可變增益放大器組態610包含一多輸入增益級612，其經組態以接收輸入A、B及C且使用對應電晶體Q3、Q4及Q5結合具有電晶體Q10之疊接緩衝器614來選擇性地放大所接收信號。多輸入增益級612亦經組態以提供通過一旁路區塊640之一旁通路徑，旁路區塊640包含用於各自輸入A、B及C之切換電晶體Q6、Q7及Q8。

多輸入增益級612耦合至一退化切換區塊630，其經組態以至少部分基於可變增益放大器組態610之一增益模式來選擇性地提供調適阻抗。在特定實施方案中，多輸入增益級612經組態以在不同輸入埠處接收多個信號，各不同輸入埠經組態以接收一或多個特定蜂巢式頻帶處之信號。例

如，輸入端A接收一第一頻帶中之一信號，輸入端B接收一第二頻帶中之一信號，且輸入端C接收一第三頻帶中之一信號。在一些實施例中，電晶體Q3、Q4及Q5之各者可耦合至一專用退化切換區塊630以增強輸入埠之間的隔離。輸入端分別耦合至電感器L4、L5及L6以提供輸入阻抗匹配。

可變增益放大器組態610可經組態以在不使用一切換網路的情況下提供多輸入處理。可變增益放大器組態610可經組態以透過使用退化切換區塊630來達成相對較高線性度。在特定實施方案中，旁路區塊640包含一分路開關Q9，其可相對於具有此一開關之組態來提供高輸入與輸出隔離。可變增益放大器組態610可經組態以藉由將信號自輸入端導引通過旁路區塊640來提供一低損耗直接旁通模式。例如，可在一低增益模式中實施低損耗直接旁通模式。

可變增益放大器組態610包含將一電壓提供至包括電晶體Q3至Q5之電流增益級的多輸入增益級612。多輸入增益級612經組態以將一電壓提供至電流增益級。此外，多輸入增益級612經組態以結合包含電晶體Q10之疊接緩衝器614來放大各自輸入信號，疊接緩衝器614經組態以充當用於降低輸入阻抗且增大輸出阻抗之一電流緩衝器。

退化切換區塊630經組態以將阻抗提供至多輸入增益級612之增益級。此可藉由提供與處理鏈中之先前級匹配之功率及/或雜訊來改善效能。退化切換區塊630可經組態以藉由提供一回饋機制來改善增益級(例如電晶體Q3至Q5)之線性度。退化切換區塊630可經組態以藉由分別啟動電晶體Q2及電晶體Q1來針對一第一增益模式提供一第一阻抗L1且針對一第二增益模式提供由L1及L2提供之一第二阻抗。由退化切換區塊630提供之選定阻抗亦可經組態以改善增益級之線性度。可變增益放大器組態610可

經組態以在一旁通模式中繞過退化切換區塊630。此可藉由減小或最小化通過增益級之洩漏電流來改善線性度效能。在特定實施方案中，退化切換區塊630可經組態以針對較高增益模式提供一較低電感。由退化切換區塊630提供之電感量可隨可變增益放大器組態610之增益模式改變而改變。

旁路區塊640經組態以自多個輸入端接收信號且將不通過增益級(例如電晶體Q3至Q5)或退化切換區塊630之一路徑提供至輸出端。旁路區塊640經組態以透過電晶體Q11及電容器C1將一單一路徑提供至輸出端。電容器C1可經組態以阻止來自一輸出供應器之直流(DC)電壓。旁路區塊640亦包含通過電晶體Q9之一分路開關，其將旁路區塊640選擇性地耦合至一參考電位節點以促使輸入與輸出隔離。一旁路匹配網路645可提供額外阻抗匹配靈活性。

中間增益模式回饋區塊650經組態以被啟動而用於由可變增益放大器組態610提供之增益模式之一子集。中間增益模式回饋區塊650經組態以對輸入信號提供目標阻抗。此可有助於改善放大程序之線性度。一RC匹配網路651可用於控制系統中之回饋量。此外，RC匹配網路651可經組態以充當DC電壓之一區塊。RC匹配網路651可經組態以控制振幅及相位之回饋行為。RC匹配網路651可包含一電容器、一電阻器、串聯之一電容器及電阻器或電容器、電阻器及其他組件之任何適合組合。中間增益模式回饋區塊650亦可經組態以控制可變增益放大器610內之回饋。中間增益模式回饋區塊650可經組態以提供類似於在電路中包含一第二退化區塊的功能。

來自各自輸入端A、B及C之信號在被啟動時於點**A**、**B**及**C**處進入中間增益模式回饋區塊650且於點**D**處離開區塊。此點**D**在一輸出匹配網路

618及一旁路開關660之前耦合至電路。換言之，中間增益模式回饋區塊650透過電晶體Q14至Q16及Q18將各自輸入端A、B及C耦合至輸出端。額外電晶體Q17可經組態以將一分路開關提供至一參考電位節點，類似於旁路區塊640。點**D**可定位於輸出匹配網路618之前、輸出匹配網路618內或輸出匹配網路618之後。由於中間增益模式回饋區塊650可經組態以產生輸入與輸出之間的一抵消，所以點**D**可定位於可變增益放大器組態610內以改善效能。

旁路開關660經組態以選擇性地提供自輸入端A、B及C通過旁路區塊640至輸出端之一路徑或自輸入端A、B及C通過增益級及放大器元件(例如疊接緩衝器614及輸出匹配網路618)至輸出端之一路徑。旁路開關660包含控制一放大路徑至輸出端之連接的一電晶體Q12及控制一旁通路徑至輸出端之連接的一電晶體Q13。可至少部分基於可變增益放大器610之一增益模式來控制旁路開關660。

匹配網路618及645可包含可用於提供目標阻抗之電感器及電容器之任何適合組合。輸出匹配網路618經組態以對一輸出負載616及包括增益級(例如電晶體Q3至Q5)及疊接緩衝器614之放大器提供阻抗匹配。類似地，旁路匹配網路645對旁路區塊640提供阻抗匹配。

可變增益放大器610包含輸出負載616及疊接緩衝器614作為放大路徑之部分。疊接緩衝器614包含經組態以充當一電流緩衝器之電晶體Q10。疊接緩衝器614經組態以提供增益級與輸出之間的隔離。疊接緩衝器614亦可經組態以改善可變增益放大器610之增益。輸出負載616經組態以將一負載提供至電流以產生一輸出電壓擺動。輸出負載616可經組態以針對或可針對輸入短處所接收之各頻帶來調諧。例如，輸出負載包含可針對特

定蜂巢式頻帶來調諧之一可變電容器C2。輸出負載616亦可經組態以藉由調適輸出負載616之電阻R1來改善回波損耗及/或增大頻寬。

電壓VDD可經組態以設定可變增益放大器610之增益模式。例如，電壓VDD可經組態使得流動通過輸出負載616之一較低電流對應於可變增益放大器610之一較低增益。

圖7A至圖7C繪示圖6之可變增益信號放大器組態610之操作模式之實例。圖7A繪示一或多個高增益模式中之操作。在此等高增益模式中，除分路開關Q9之外，停用旁路區塊640。導引輸入端A、B及C處所接收之信號通過包括電晶體Q3至Q5之增益級且通過疊接緩衝器614，通過輸出匹配網路618及旁路開關660而輸出端。在此等高增益模式中，旁路開關啟動Q12且停用Q13。此外，在此等高增益模式中，接通電晶體Q2且切斷電晶體Q1，使得透過退化切換區塊630提供至增益級之電感係L1。在此等高增益模式中，亦停用中間增益模式回饋區塊650。

圖7B繪示一或多個中間增益模式中之操作。此等模式亦可指稱低增益、高線性度模式。在此等中間增益模式中，操作類似於具有顯著差異之一或多個高增益模式之操作。首先，在退化區塊630中，切斷電晶體Q2且接通電晶體Q1，使得透過退化切換區塊630提供至增益級之電感由L1及L2兩者提供。因此，針對較低增益模式提供增大阻抗或針對較高增益模式提供減小阻抗。接著，啟動中間增益模式回饋區塊650。此將額外回饋提供至電路，類似於新增一第二退化區塊。

圖7C繪示一或多個低增益模式中之操作。在此等低增益模式中，啟動旁路區塊640且停用增益級電晶體Q3至Q5。導引輸入端A、B及C處所接收之信號通過旁路區塊640，通過旁路匹配網路645及旁路開關660而至

輸出端。在此等低增益模式中，旁路開關啟動Q13且停用Q12。此外，切斷電晶體Q1及Q2以停用退化切換區塊630以藉由減小或最小化通過增益級電晶體Q3至Q5之洩漏電流來改善線性度效能。在此等低增益模式中，亦停用中間增益模式回饋區塊650。

圖8繪示類似於圖6之可變增益信號放大器組態610但其中移除旁路開關660之一可變增益信號放大器810。由於移除旁路開關，所以旁路匹配網路645之輸出代以耦合至輸出匹配網路618之一輸入節點。在此組態中，不存在用於控制一放大路徑或一旁通路徑之選擇的旁路開關。確切而言，選擇性地啟動及停用增益級之選定電晶體(例如電晶體Q3至Q5)及旁路區塊之選定電晶體(例如電晶體Q6至Q8)以提供旁通路徑或放大路徑。

圖9繪示類似於圖6之可變增益信號放大器組態610但其中一斷路開關區塊950替代一中間增益模式回饋模組之一可變增益信號放大器910。在此組態中，由於斷路開關區塊950不在輸出匹配網路618之一輸出節點處耦合至放大路徑，所以移除點**D**。相反地，斷路開關區塊950包含經組態以使輸入節點A、B及C選擇性地隔離之電晶體Q14至16及電容器C3至C5。在一些實施例中，斷路開關區塊950不包含電容器C3至C5。斷路開關區塊950可經組態以在不使用一對應輸入時接通一開關(例如，啟動一電晶體)。此可經完成以切斷至接地之輸入以減少或消除放大器組態中之洩漏。

圖10繪示類似於圖9之可變增益信號放大器組態910但其中移除旁路開關660之一可變增益信號放大器1010。如同圖8之可變增益信號放大器810，移除旁路開關導致旁路匹配網路645之輸出耦合至輸出匹配網路618之一輸入節點。在此組態中，不存在用於控制一放大路徑或一旁通路徑之

選擇的旁路開關。確切而言，選擇性地啟動及停用增益級之選定電晶體(例如電晶體Q3至Q5)及旁路區塊之選定電晶體(例如電晶體Q6至Q8)以提供旁通路徑或放大路徑。

產品及架構之實例

圖11展示：在一些實施例中，部分或全部分集接收器組態(其包含具有特徵組合之部分或全部分集接收器組態(例如圖1至圖10))可完全或部分實施於一模組中。此一模組可為(例如)一前端模組(FEM)。此一模組可為(例如)一分集接收器(DRx) FEM。此一模組可為(例如)一多輸入多輸出(MiMo)模組。

在圖11之實例中，一模組1108可包含一封裝基板1101，且若干組件可安裝於此一封裝基板1101上。例如，一控制器1102 (其可包含一前端功率管理積體電路[FE-PIMC])、一組合總成1106、一可變增益放大器總成1110 (其包含具有本文中所描述之一或多個特徵的一增益級1120及一退化切換區塊1130)，且一濾波器組1108 (其可包含一或多個帶通濾波器)可安裝及/或實施於封裝基板1101上及/或封裝基板1101內。其他組件(諸如若干SMT裝置1105)亦可安裝於封裝基板1101上。儘管將全部各種組件描繪成佈置於封裝基板1101上，但應瞭解，可將一些組件實施於(若干)其他組件上方。

圖12展示：在一些實施例中，部分或全部分集接收器組態(其包含具有特徵組合之部分或全部分集接收器組態(例如圖1至圖10))可完全或部分實施於一架構中。此一架構可包含一或多個模組且可經組態以提供諸如分集接收器(DRx)前端功能之前端功能。

在圖12之實例中，一架構1208可包含一控制器1202 (其可包含一前

端功率管理積體電路[FE-PIMC])、一組合總成1206、一可變增益放大器總成1210 (其包含具有本文中所描述之一或多個特徵的一增益級1220及一退化切換區塊1230)，且一濾波器組1208 (其可包含一或多個帶通濾波器)可安裝及/或實施於封裝基板1201上及/或封裝基板1201內。其他組件(諸如若干SMT裝置1205)亦可實施於架構1208中。

在一些實施方案中，具有本文中所描述之一或多個特徵的一裝置及/或一電路可包含於諸如一無線裝置之一RF電子裝置中。此一裝置及/或電路可直接依本文中所描述之一模組化形式或其等之某一組合實施於無線裝置中。在一些實施例中，此一無線裝置可包含(例如)一蜂巢式電話、一智慧型電話、具有或不具有電話功能之一手持式無線裝置、一無線平板電腦等等。

圖13描繪具有本文中所描述之一或多個有利特徵之一實例性無線裝置1300。在具有本文中所描述之一或多個特徵之一或多個模組之內文中，此等模組一般可由一虛線框1306 (其可實施為(例如)一前端模組)及一分集接收器(DRx)模組1308 (其可實施為(例如)一前端模組)描繪。

參考圖13，功率放大器(PA) 1382可自一收發器1304接收其各自RF信號，收發器1304可經組態及操作以產生待放大及傳輸之RF信號且處理所接收之信號。收發器1304經展示為與一基頻子系統1305互動，基頻子系統1305經組態以提供適用於一使用者之資料及/或語音信號與適用於收發器1304之RF信號之間的轉換。收發器1304亦可與一功率管理組件1307通信，功率管理組件1307經組態以管理用於操作無線裝置1300之功率。此功率管理亦可控制基頻子系統1305及模組1306及1308之操作。

基頻子系統1305經展示為連接至一使用者介面1301以促進提供至使

用者及自使用者接收之語音及/或資料之各種輸入及輸出。基頻子系統1305亦可連接至一記憶體1303，記憶體1303經組態以儲存用於促進無線裝置之操作的資料及/或指令及/或對使用者提供資訊儲存。

在實例性無線裝置1300中，PA 1382之輸出經展示為匹配於(經由各自匹配電路1384)且選路至其各自雙工器1386。此等經放大及濾波之信號可透過一切換網路1309選路至一主天線1360而用於傳輸。在一些實施例中，雙工器1386可允許使用一共同天線(例如主天線1360)來同時執行傳輸及接收操作。在圖13中，所接收之信號經展示為選路至一可變增益放大器總成1310a，可變增益放大器總成1310a提供本文中所描述之可變增益放大器之特徵及優點。DRx模組1308亦包含一類似可變增益放大器總成1310b。

在實例性無線裝置1300中，可將主天線1360處所接收之信號發送至前端模組1306中之一可變增益放大器1310a。可變增益放大器1310a可包含一增益級1320及一退化切換區塊1330。可變增益放大器1310a經組態以在輸入端1311處接收複數個信號且在輸出端1319處輸出複數個經處理信號。可變增益放大器1310a經組態以至少部分基於一增益模式來放大信號且至少部分基於增益模式來使用退化切換區塊1330提供目標阻抗。此可經完成以相對於不包含描述特徵之一或多者的可變增益放大器來改善信號之線性度。在至少一低增益模式中，可繞過增益級1320及退化切換區塊1330。在至少一非低增益模式中，可在可變增益放大器1310a中提供額外回饋以(諸如)透過本文中所描述之一中間增益模式回饋模組來改善放大程序之線性度。

無線裝置亦包含一分集天線1370及自分集天線1370接收信號之一分

集接收器模組1308。分集接收器模組1308包含一可變增益放大器1310b，其類似於前端模組1306中之可變增益放大器1310a。分集接收器模組1308及可變增益放大器1310b處理所接收之信號且將經處理信號傳輸至收發器1304。在一些實施例中，一雙工器、三工器或其他多工器或濾波器總成可包含於分集天線1370與分集接收器模組1308之間，如本文中所描述。

可使用本文中所描述之各種蜂巢式頻帶來實施本發明之一或多個特徵。此等頻帶之實例列於表1中。應瞭解，至少一些頻帶可被分成子頻帶。亦應瞭解，可使用不具有標識之頻率範圍(諸如表1之實例)來實施本發明之一或多個特徵。應瞭解，術語「射頻(RF)」及「射頻信號」係指至少包含表1中所列之頻率的信號。

表1

頻帶	模式	Tx頻率範圍(MHz)	Rx頻率範圍(MHz)
B1	FDD	1,920至1,980	2,110至2,170
B2	FDD	1,850至1,910	1,930至1,990
B3	FDD	1,710至1,785	1,805至1,880
B4	FDD	1,710至1,755	2,110至2,155
B5	FDD	824至849	869至894
B6	FDD	830至840	875至885
B7	FDD	2,500至2,570	2,620至2,690
B8	FDD	880至915	925至960
B9	FDD	1,749.9至1,784.9	1,844.9至1,879.9
B10	FDD	1,710至1,770	2,110至2,170
B11	FDD	1,427.9至1,447.9	1,475.9至1,495.9
B12	FDD	699至716	729至746
B13	FDD	777至787	746至756
B14	FDD	788至798	758至768
B15	FDD	1,900至1,920	2,600至2,620
B16	FDD	2,010至2,025	2,585至2,600
B17	FDD	704至716	734至746
B18	FDD	815至830	860至875
B19	FDD	830至845	875至890
B20	FDD	832至862	791至821

B21	FDD	1,447.9至1,462.9	1,495.9至1,510.9
B22	FDD	3,410至3,490	3,510至3,590
B23	FDD	2,000至2,020	2,180至2,200
B24	FDD	1,626.5至1,660.5	1,525至1,559
B25	FDD	1,850至1,915	1,930至1,995
B26	FDD	814至849	859至894
B27	FDD	807至824	852至869
B28	FDD	703至748	758至803
B29	FDD	N/A	716至728
B30	FDD	2,305至2,315	2,350至2,360
B31	FDD	452.5至457.5	462.5至467.5
B32	FDD	N/A	1,452至1,496
B33	TDD	1,900至1,920	1,900至1,920
B34	TDD	2,010至2,025	2,010至2,025
B35	TDD	1,850至1,910	1,850至1,910
B36	TDD	1,930至1,990	1,930至1,990
B37	TDD	1,910至1,930	1,910至1,930
B38	TDD	2,570至2,620	2,570至2,620
B39	TDD	1,880至1,920	1,880至1,920
B40	TDD	2,300至2,400	2,300至2,400
B41	TDD	2,496至2,690	2,496至2,690
B42	TDD	3,400至3,600	3,400至3,600
B43	TDD	3,600至3,800	3,600至3,800
B44	TDD	703至803	703至803
B45	TDD	1,447至1,467	1,447至1,467
B46	TDD	5,150至5,925	5,150至5,925
B65	FDD	1,920至2,010	2,110至2,200
B66	FDD	1,710至1,780	2,110至2,200
B67	FDD	N/A	738至758
B68	FDD	698至728	753至783

除非內文另有明確要求，否則在[實施方式]及申請專利範圍中，用語「包括」及其類似者應被解釋為包含意義而非排他或窮舉意義，即，「包含(但不限於)」之意義。如本文中一般所使用，用語「耦合」涉及可直接連接或藉由一或多個中間元件連接之兩個或兩個以上元件。另外，本申請案中所使用之用語「本文中」、「上文」、「下文」及類似含義之用語應係指整個本申請案而非本申請案之任何特定部分。若內文容許，則在[實

施方式]中使用單數或複數之用語亦可分別包含複數或單數。關於兩個或兩個以上項目之一清單的用語「或」涵蓋該用語之以下全部解譯：該清單中之任何項目、該清單中之全部項目或該清單中之項目之任何組合。

本發明之實施例之以上詳細描述不意欲具窮舉性或將本發明限制於所揭示之精確形式。儘管上文為了說明目的而描述本發明之特定實施例及實例，但可在本發明之範疇內進行各種等效修改，如熟悉相關技術者將認知。例如，儘管依一給定順序呈現程序或區塊，但替代實施例可依不同順序執行具有步驟之常式或採用具有區塊之系統，且可刪除、移動、新增、細分、組合及/或修改一些程序或區塊。可依各種不同方式實施此等程序或區塊之各者。此外，儘管程序或區塊有時經展示為被連續執行，但此等程序或區塊可代以被並行執行或可在不同時間被執行。

本文中所提供之本發明之教示可應用於未必為上述系統之其他系統。上述各種實施例之元件及動作可經組合以提供進一步實施例。

儘管已描述本發明之一些實施例，但此等實施例僅供例示且不意在限制本發明之範疇。其實，可依各種其他形式體現本文中所描述之新穎方法及系統；此外，可在不背離本發明之精神的情況下對本文中所描述之方法及系統作出各種省略、置換及形式改變。隨附申請專利範圍及其等效物意欲涵蓋落於本發明之範疇及精神內之此等形式或修改。

【符號說明】

100: 無線裝置

102: 控制器

104: 收發器

106: 射頻(RF)模組

108: 分集接收器模組

110a: 可變增益放大器

110b: 可變增益放大器

120: 增益級

130: 退化切換區塊

160: 主天線

170: 分集天線

200: 分集接收器(DRx)組態

208: DRx前端模組(FEM)

220: 多輸入放大器

230: 退化切換電路

232: 可變阻抗級

234: 開關

272: 濾波器總成

310a: 可變增益放大器

310b: 可變增益放大器

310c: 可變增益放大器

310d: 可變增益放大器

312: 多輸入增益級

313: 輸入匹配網路

314: 疊接緩衝器

316: 輸出負載

318: 輸出匹配網路

320: 增益級

330: 退化切換區塊

340: 旁路區塊

345: 旁路匹配網路

350a: 中間增益模式回饋區塊

350c: 斷路開關區塊

360: 旁路開關

410: 可變增益信號放大器

420: 可變增益級

430: 退化切換區塊

520: 信號放大器

530: 退化切換電路

532: 可變阻抗級

534: 開關

610: 可變增益放大器組態

612: 多輸入增益級

614: 疊接緩衝器

616: 輸出負載

618: 輸出匹配網路

630: 退化切換區塊

640: 旁路區塊

645: 旁路匹配網路

650: 中間增益模式回饋區塊

651: RC匹配網路

660: 旁路開關

810: 可變增益信號放大器

910: 可變增益信號放大器

950: 斷路開關區塊

1010: 可變增益信號放大器

1101: 封裝基板

1102: 控制器

1105: SMT裝置

1106: 組合總成

1108: 模組/濾波器組

1110: 可變增益放大器總成

1120: 增益級

1130: 退化切換區塊

1201: 封裝基板

1202: 控制器

1205: SMT裝置

1206: 組合總成

1208: 架構/濾波器組

1210: 可變增益放大器總成

1220: 增益級

1230: 退化切換區塊

1300: 無線裝置

1301: 使用者介面

1303: 記憶體

1304: 收發器

1305: 基頻子系統

1306: FEM

1307: 功率管理組件

1308: DRx模組

1309: 切換網路

1310a: 可變增益放大器

1310b: 可變增益放大器

1311: 輸入端

1319: 輸出端

1320: 增益級

1330: 退化切換區塊

1360: 主天線

1370: 分集天線

1382: 功率放大器(PA)

1384: 匹配電路

1386: 雙工器

A: 輸入端/輸入節點

A: 點

B: 輸入端/輸入節點

B: 點

C: 輸入端/輸入節點

C: 點

C1: 電容器

C2: 可變電容器

C3: 電容器

C4: 電容器

C5: 電容器

D: 點

L1: 第一阻抗

L2: 阻抗

L4: 電感器

L5: 電感器

L6: 電感器

Q1: 電晶體

Q2: 電晶體

Q3: 電晶體

Q4: 電晶體

Q5: 電晶體

Q6: 切換電晶體

Q7: 切換電晶體

Q8: 切換電晶體

Q9: 分路開關/電晶體

Q10: 電晶體

Q11: 電晶體

Q12: 電晶體

Q13: 電晶體

Q14: 電晶體

Q15: 電晶體

Q16: 電晶體

Q17: 電晶體

Q18: 電晶體

R1: 電阻

VDD: 電壓

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種可變增益放大器組態，其包括：

一多輸入增益級，其包含複數個輸入節點及用於每一輸入節點之一對應增益級電晶體；

一疊接(cascode)緩衝器，其包含一疊接電晶體，該疊接電晶體耦合至該複數個增益級電晶體，以使得該疊接緩衝器及一各自增益級電晶體之一組合經組態以提供選擇性地放大在一對應輸入節點處所接收之一輸入信號之一放大路徑至一輸出節點；及

一旁路(bypass)區塊，其包含用於每一輸入節點之一對應旁路電晶體及一分路(shunt)電晶體，該旁路區塊經組態以提供繞過(bypasses)該複數個增益級電晶體及該疊接緩衝器之一旁通路徑至該輸出節點。

【請求項2】

如請求項1之組態，其進一步包括一退化(degeneration)切換區塊，該退化切換區塊耦合至該多輸入增益級及經組態以至少部分基於該可變增益放大器組態之一增益模式以選擇性地提供調適(tailored)阻抗。

【請求項3】

如請求項2之組態，其中該退化切換區塊包括一第一電感器、一第二電感器、一第一電晶體及一第二電晶體，該退化切換區塊經組態以操作該第一電晶體及該第二電晶體以提供該等調適阻抗。

【請求項4】

如請求項1之組態，其中該多輸入增益級進一步包含耦合在每一輸入節點及該對應增益級電晶體之間之一電感器。

【請求項5】

如請求項1之組態，其進一步包括複數個退化切換區塊，每一輸入節點耦合至一對應退化切換區塊，該對應退化切換區塊經組態以至少部分基於該可變增益放大器組態之一增益模式以選擇性地提供調適阻抗。

【請求項6】

如請求項1之組態，其進一步包括耦合在該輸出節點及該旁路區塊之間以提供阻抗匹配之一旁路匹配網路。

【請求項7】

如請求項1之組態，其進一步包括經組態以選擇性地提供該旁通路徑及該放大路徑之一旁路開關。

【請求項8】

如請求項7之組態，其中該旁路開關包含控制至該輸出節點之該旁通路徑之連接之一第一電晶體及控制至該輸出節點之該放大路徑之連接之一第二電晶體。

【請求項9】

如請求項1之組態，其中個別輸入節點經組態以在不同於其他輸入節點之蜂巢式頻帶處接收信號。

【請求項10】

如請求項9之組態，其中該放大路徑經組態以獨立於其他接收信號之放大而放大個別輸入埠處所接收之信號。

【請求項11】

如請求項1之組態，其中在一旁通模式中，該複數個增益級電晶體中之每一者經組態以切斷(off)及該複數個旁路電晶體中之每一者經組態以接

通(on)。

【請求項12】

如請求項1之組態，其中在一放大模式中，該複數個增益級電晶體中之每一者經組態以接通、該複數個旁路電晶體中之每一者經組態以切斷，及該分路電晶體經組態以接通。

【請求項13】

一種前端模組，其包括：

一封裝基板，其經組態以接收複數個組件；

一可變增益放大器總成，其經實施於該封裝基板上，該可變增益放大器總成包含一多輸入增益級，該多輸入增益級包含複數個輸入節點及用於每一輸入節點之一對應增益級電晶體；該可變增益放大器總成另包含一疊接緩衝器，該疊接緩衝器包含一疊接電晶體，該疊接電晶體耦合至該複數個增益級電晶體，以使得該疊接緩衝器及一各自增益級電晶體之一組合經組態以提供選擇性地放大在一對應輸入節點處所接收之一輸入信號之一放大路徑至一輸出節點；及該可變增益放大器總成另包含一旁路區塊，該旁路區塊包含用於每一輸入節點之一對應旁路電晶體及一分路電晶體，該旁路區塊經組態以提供繞過該複數個增益級電晶體及該疊接緩衝器之一旁通路徑至該輸出節點。

【請求項14】

如請求項13之模組，其進一步包括經實施於該封裝基板上之一濾波器總成，該濾波器總成耦合至該可變增益放大器總成以導引頻帶以選擇複數個輸入埠中之輸入。

【請求項15】

如請求項13之模組，其進一步包括經實施於該封裝基板上之一控制器，該控制器經組態以控制該可變增益放大器總成以提供複數個增益模式，以使得在一旁通模式中，該旁通路徑被啟動及該放大路徑被停用。

【請求項16】

如請求項13之模組，其中該可變增益放大器總成進一步包括一退化切換區塊，該退化切換區塊耦合至該多輸入增益級及經組態以至少部分基於可變增益放大器組態之一增益模式以選擇性地提供調適阻抗。

【請求項17】

如請求項13之模組，其中該可變增益放大器總成進一步包括複數個退化切換區塊，每一輸入節點耦合至經組態以至少部分基於可變增益放大器組態之一增益模式以選擇性地提供調適阻抗之一對應退化切換區塊。

【請求項18】

一種無線裝置，其包括：

一分集天線；

一濾波器總成，其耦合至該分集天線以接收信號且沿選擇路徑導引頻帶；

一可變增益放大器總成，該可變增益放大器總成包含一多輸入增益級，該多輸入增益級包含複數個輸入節點及用於每一輸入節點之一對應增益級電晶體；該可變增益放大器總成另包含一疊接緩衝器，該疊接緩衝器包含一疊接電晶體，該疊接電晶體耦合至該複數個增益級電晶體，以使得該疊接緩衝器及一各自增益級電晶體之一組合經組態以提供選擇性地放大在一對應輸入節點處所接收之一輸入信號之一放大路徑至一輸出節點；及該可變增益放大器總成另包含一旁路區塊，該旁路區塊包含用於每一輸入

節點之一對應旁路電晶體及一分路電晶體，該旁路區塊經組態以提供繞過該複數個增益級電晶體及該疊接緩衝器之一旁通路徑至該輸出節點；及

一控制器，其經組態以控制該可變增益放大器總成以提供複數個增益模式，以使得在一旁通模式中，該旁通路徑被啟動及該放大路徑被停用。

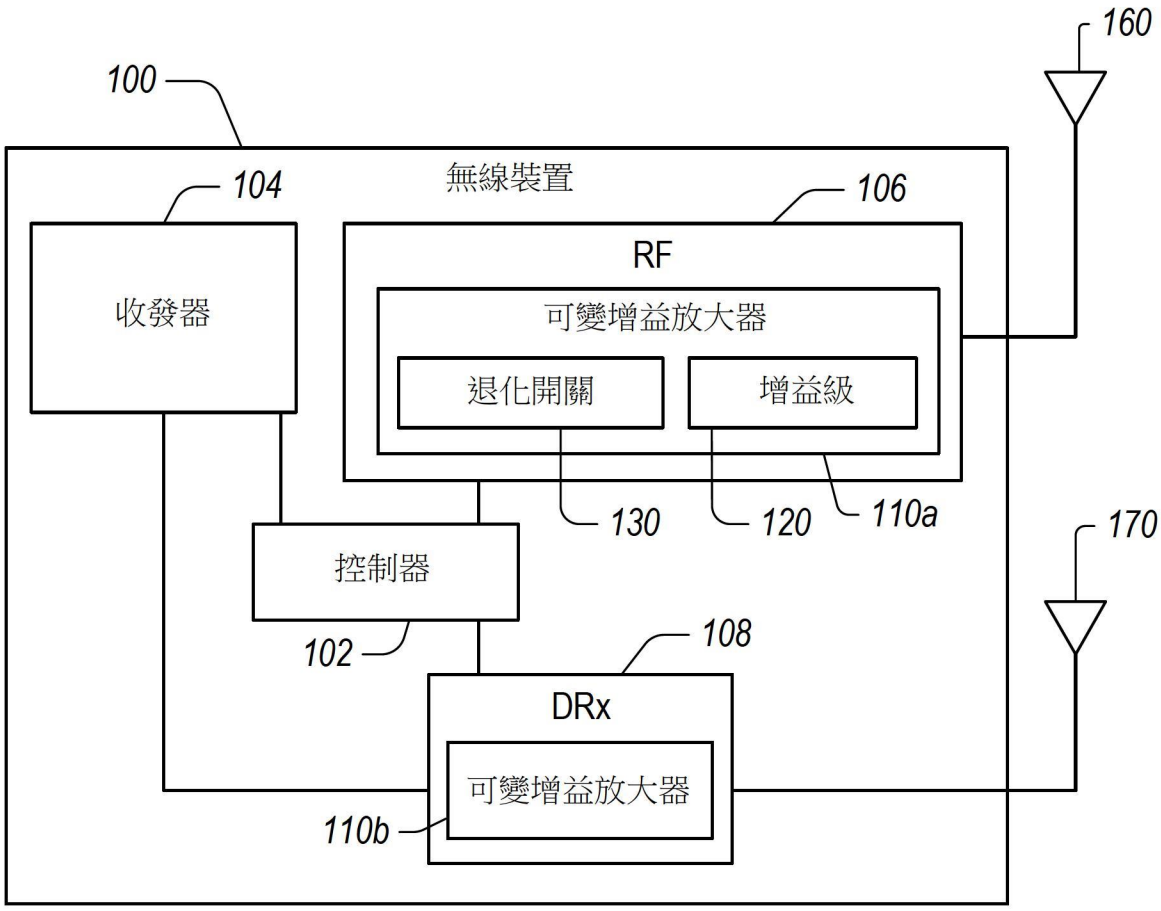
【請求項19】

如請求項18之無線裝置，其中該可變增益放大器總成進一步包括一退化切換區塊，該退化切換區塊耦合至該多輸入增益級及經組態以至少部分基於可變增益放大器組態之一增益模式以選擇性地提供調適阻抗。

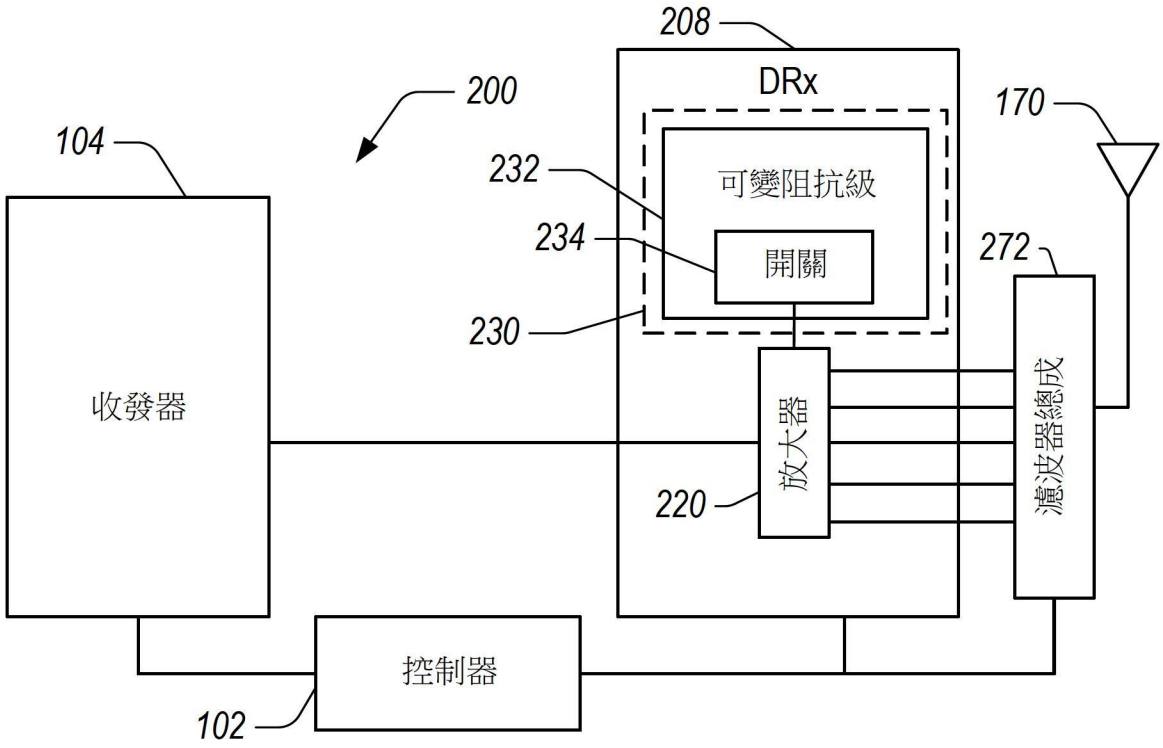
【請求項20】

如請求項18之無線裝置，其中該可變增益放大器總成進一步包括複數個退化切換區塊，每一輸入節點耦合至經組態以至少部分基於可變增益放大器組態之一增益模式以選擇性地提供調適阻抗之一對應退化切換區塊。

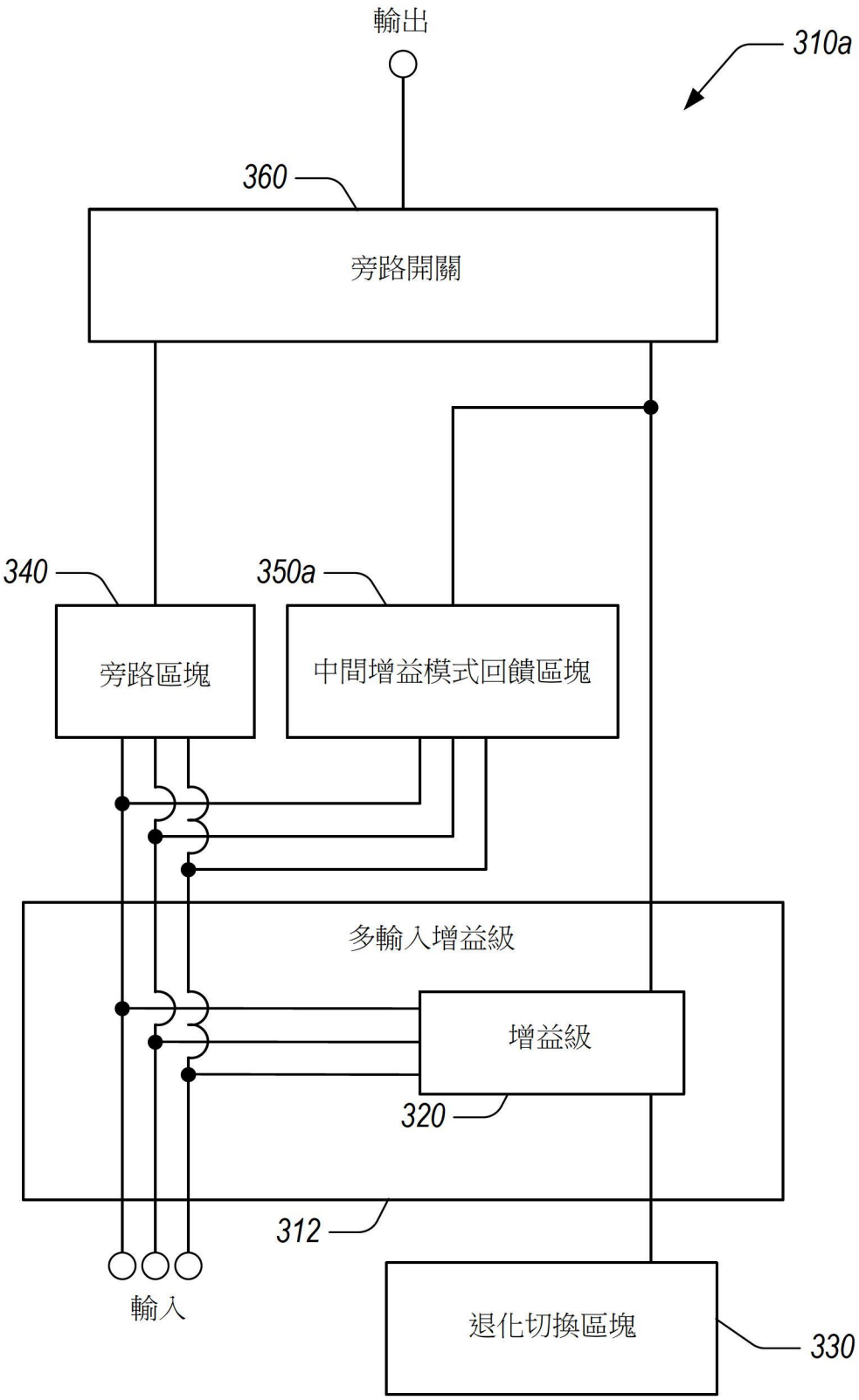
【發明圖式】


160
100
無線裝置
104
106
收發器
RF
可變增益放大器
退化開關
增益級
130
120
110a
170
控制器
102
108
DRx
可變增益放大器
110b

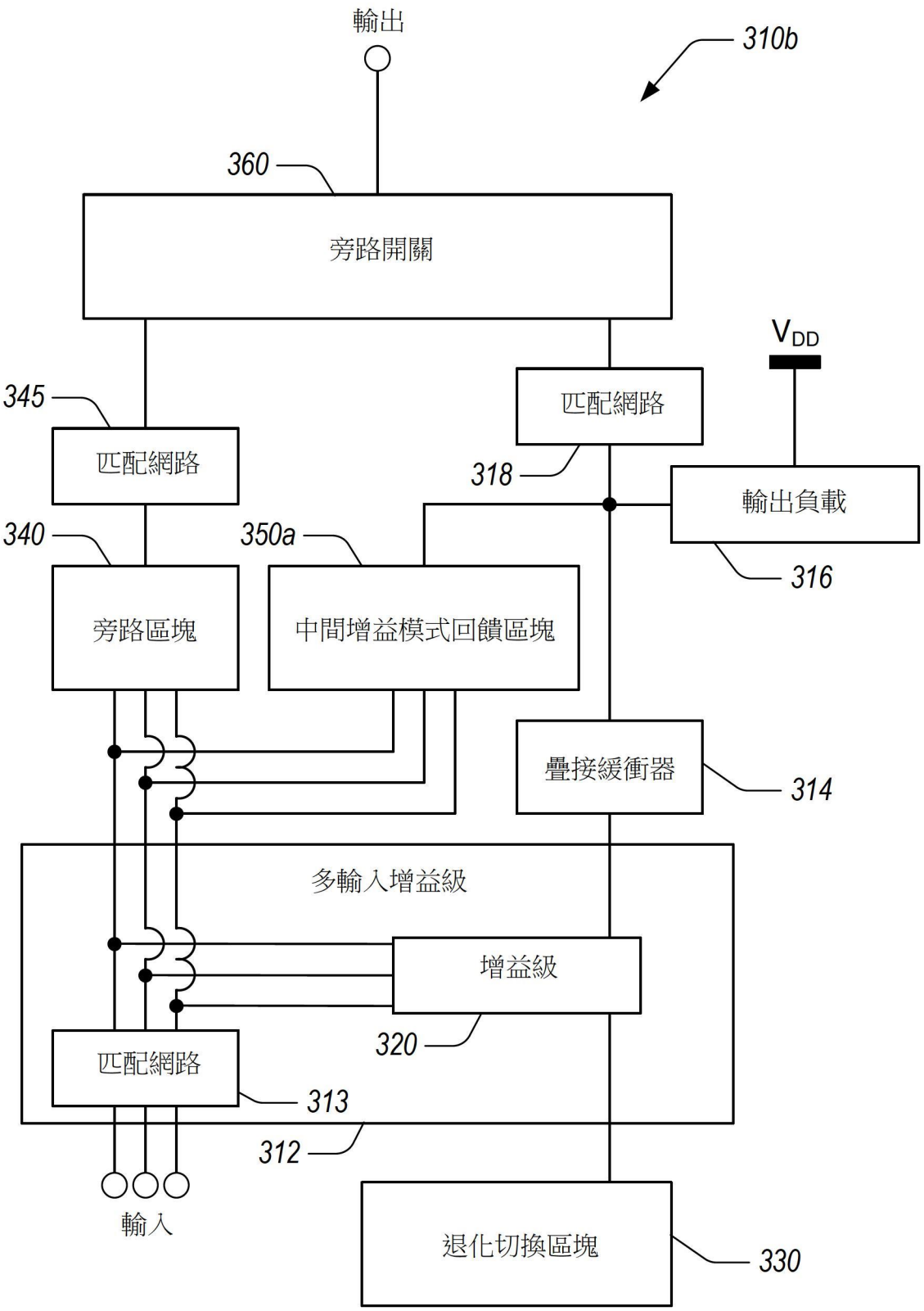
【圖1】


208
DRx
200
170
104
232
可變阻抗級
234
開關
272
230
收發器
放大器
濾波器總成
220
控制器
102

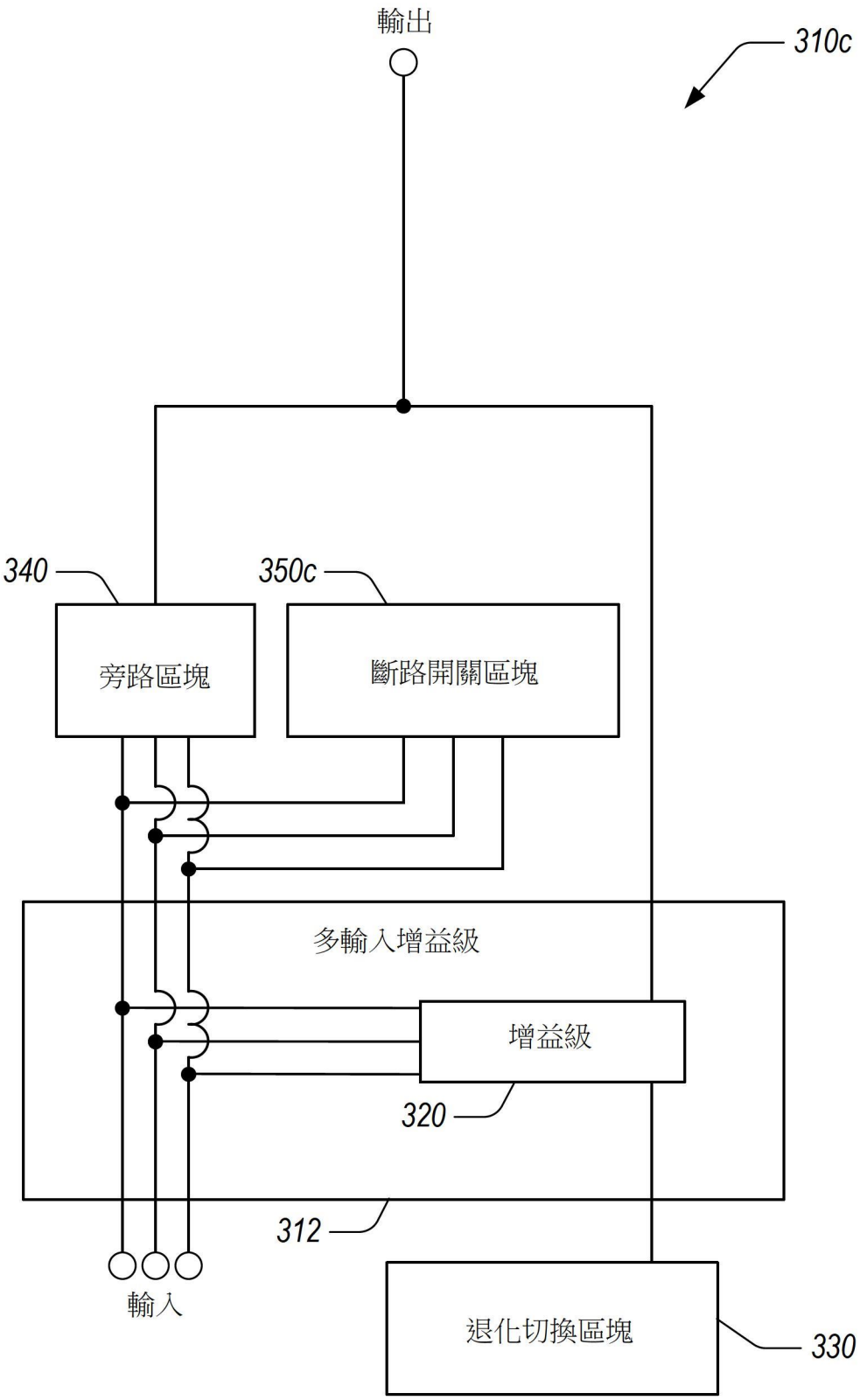
【圖2】


輸出
310a
360
旁路開關
340
350a
旁路區塊
中間增益模式回饋區塊
多輸入增益級
增益級
320
312
輸入
退化切換區塊
330

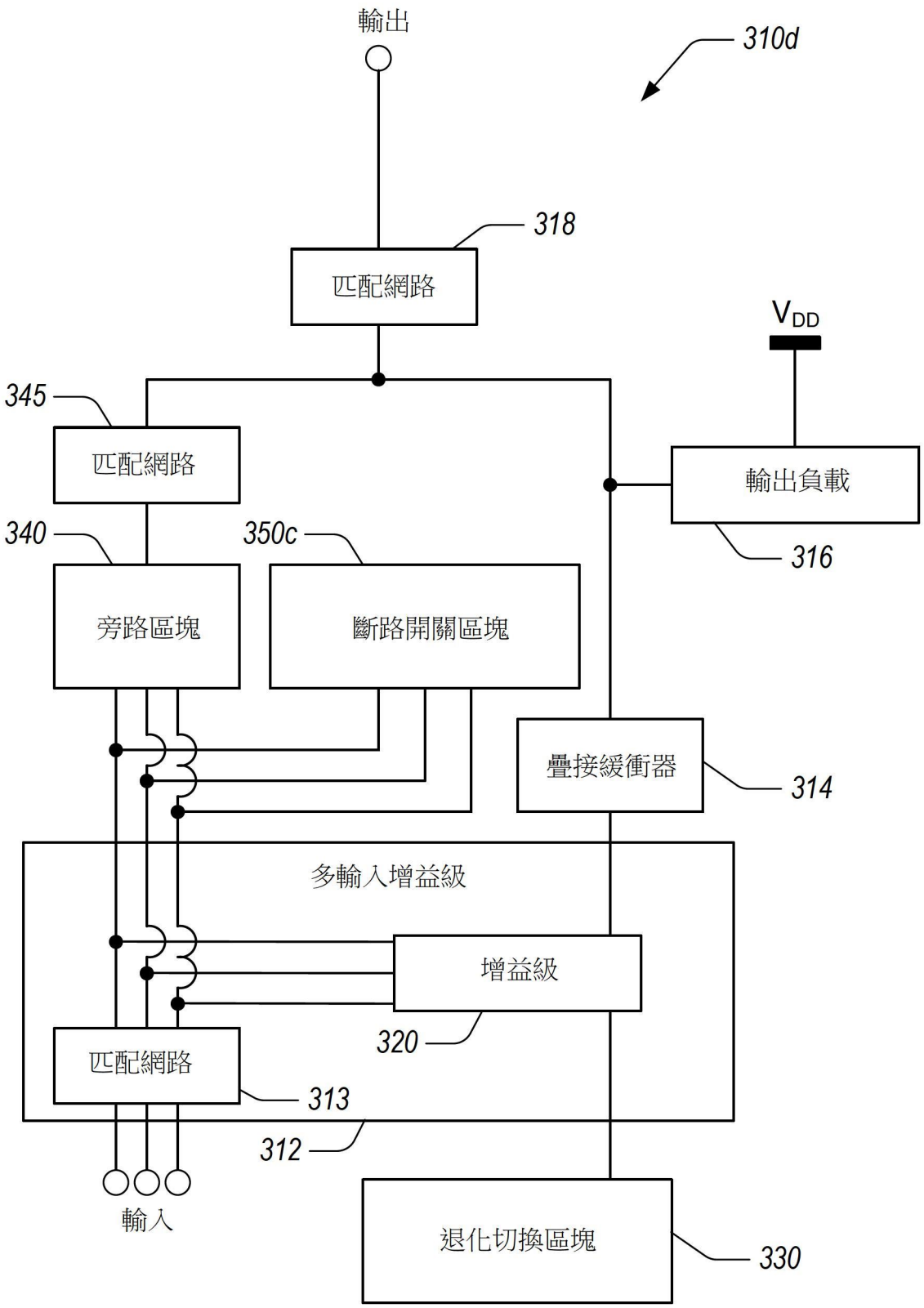
【圖3A】


輸出
310b
360
旁路開關
V_{DD}
345
匹配網路
匹配網路
318
輸出負載
340
350a
316
旁路區塊
中間增益模式回饋區塊
疊接緩衝器
314
多輸入增益級
增益級
320
匹配網路
313
312
輸入
退化切換區塊
330

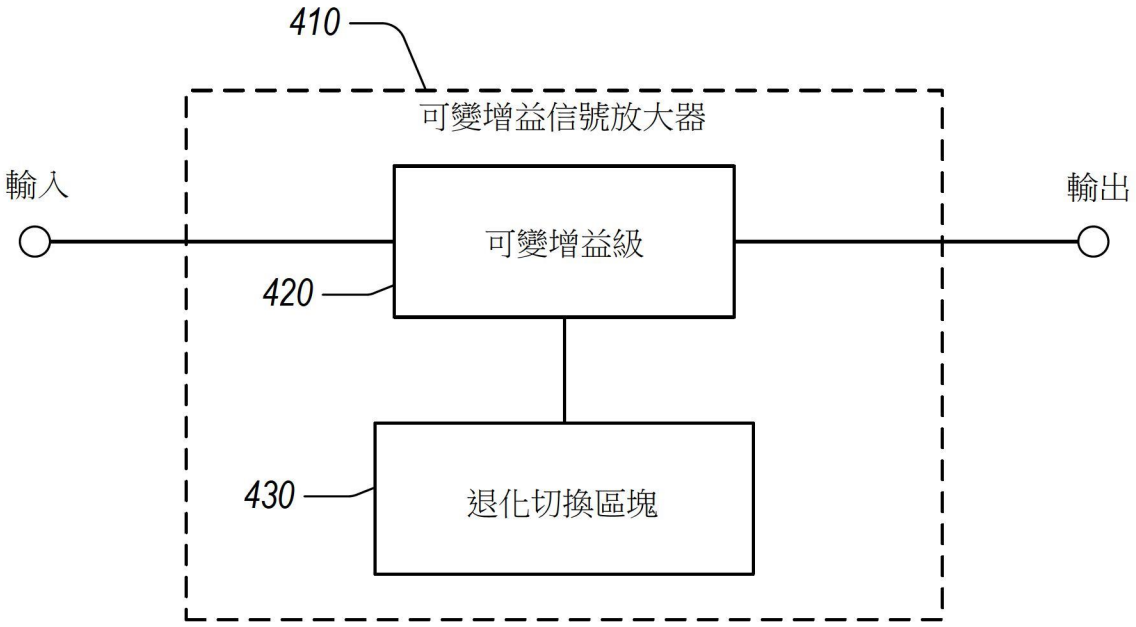
【圖3B】



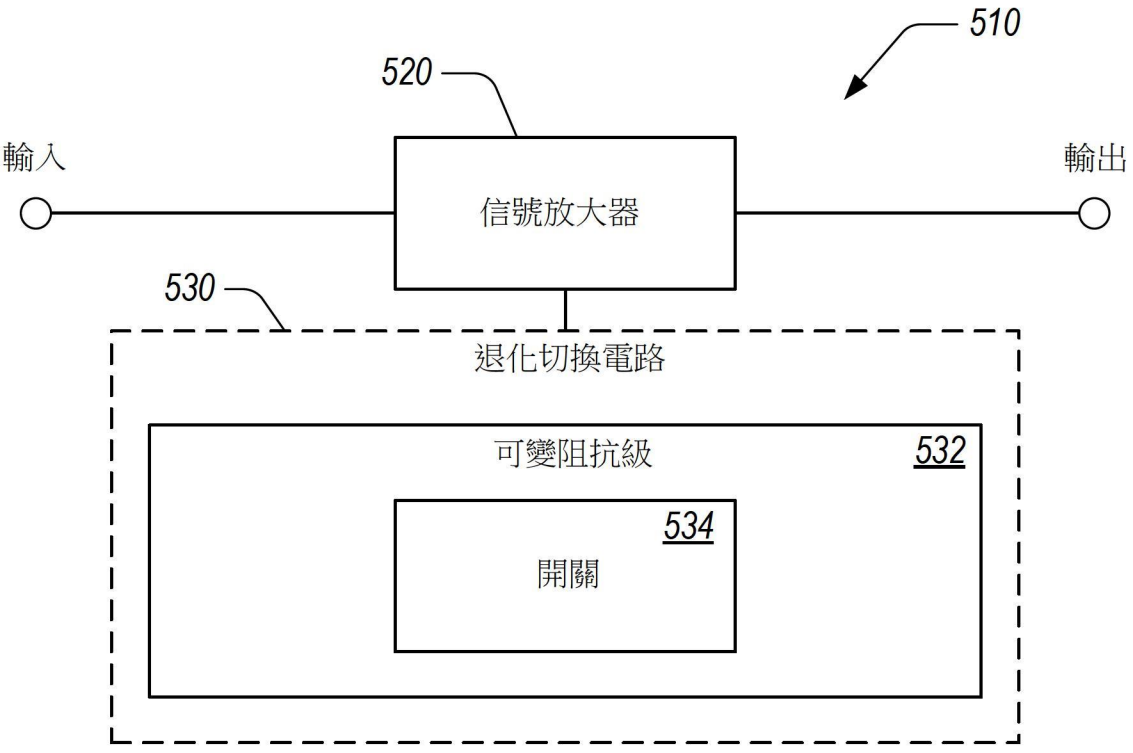
【圖3C】


輸出
310d
318
匹配網路
V_{DD}
345
匹配網路
輸出負載
316
340
350c
旁路區塊
斷路開關區塊
疊接緩衝器
314
多輸入增益級
增益級
320
匹配網路
313
312
輸入
退化切換區塊
330

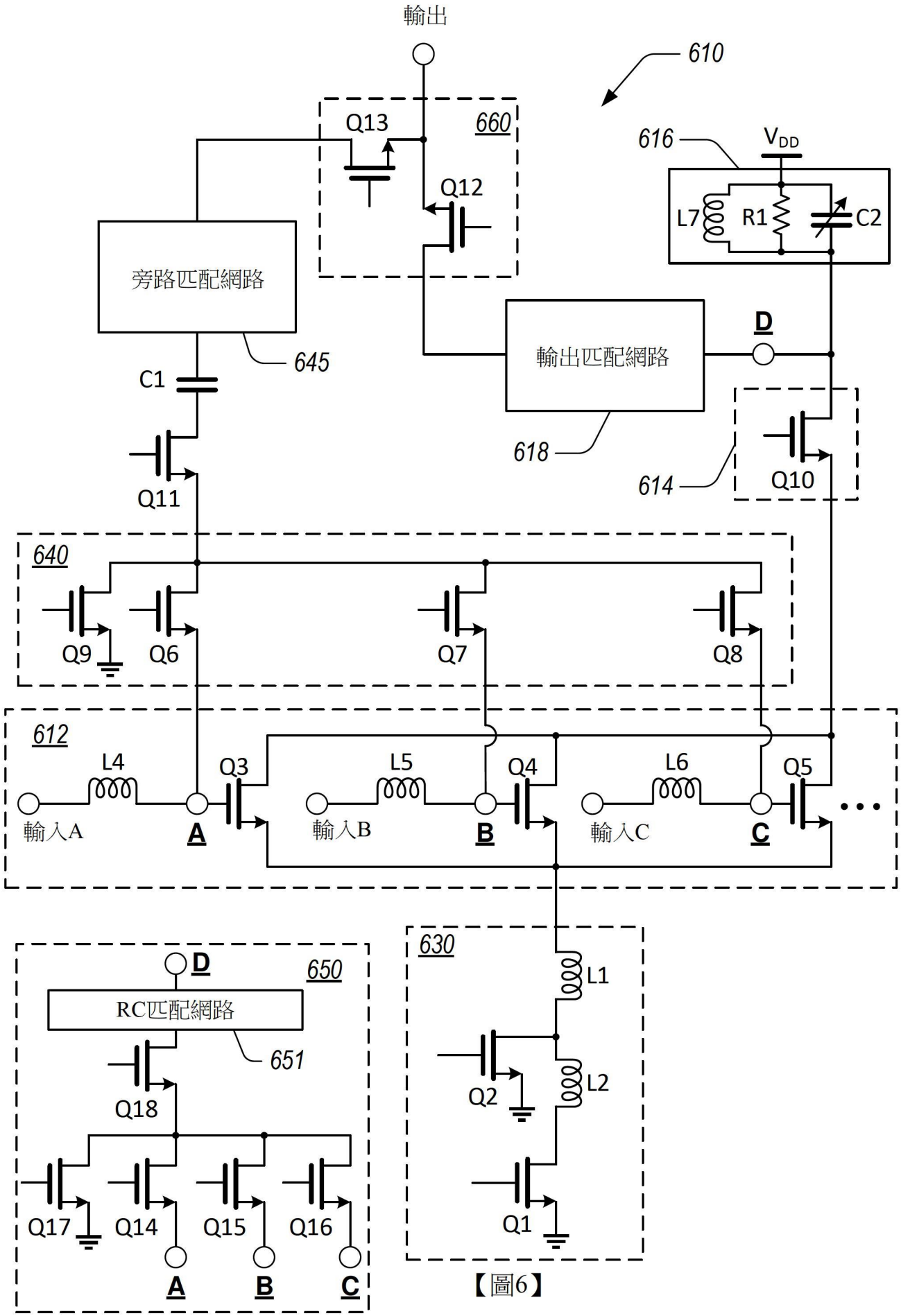
【圖3D】


410
可變增益信號放大器
輸入
輸出
可變增益級
420
430
退化切換區塊

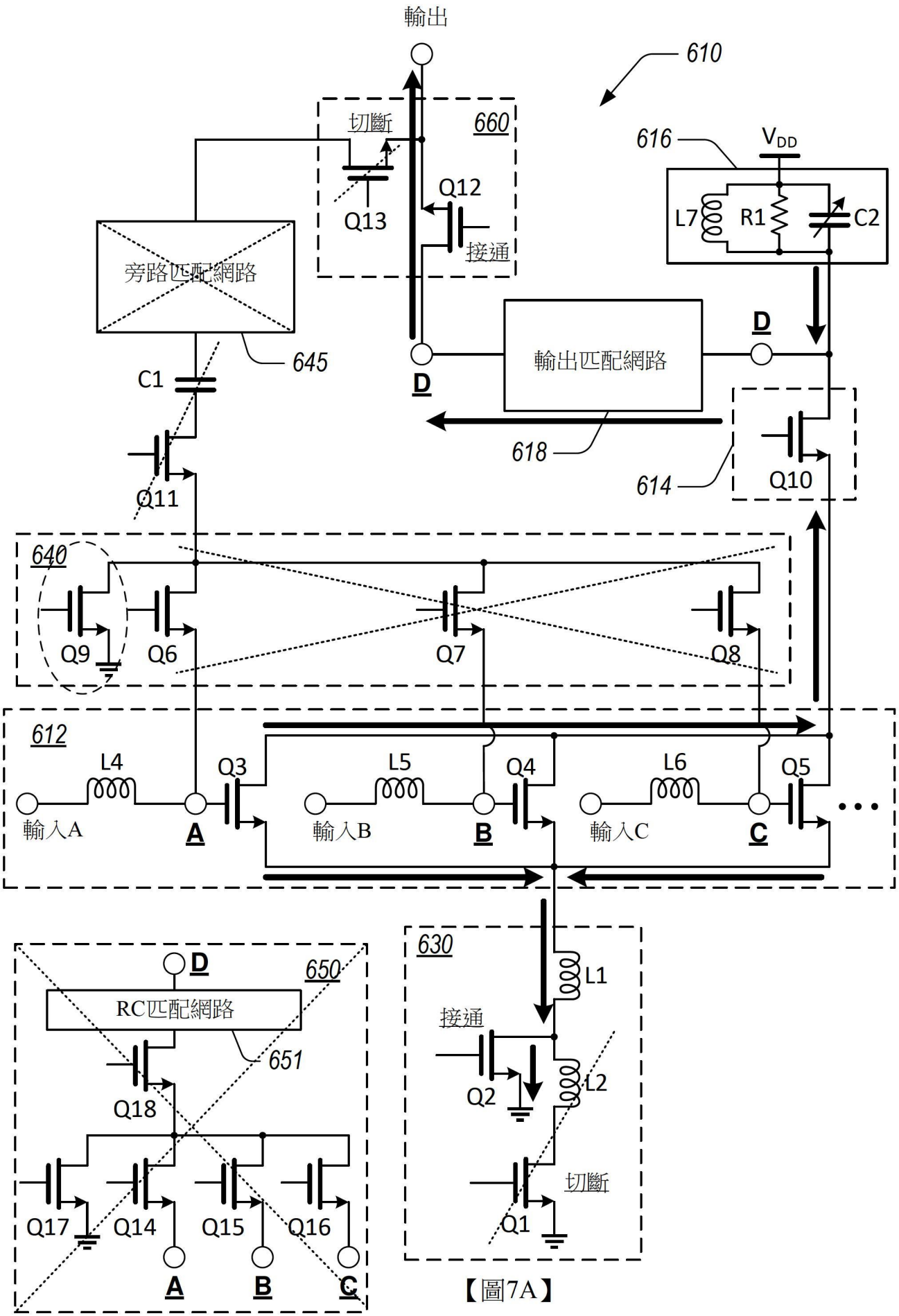
【圖4】


510
520
輸入
輸出
信號放大器
530
退化切換電路
可變阻抗級
532
534
開關

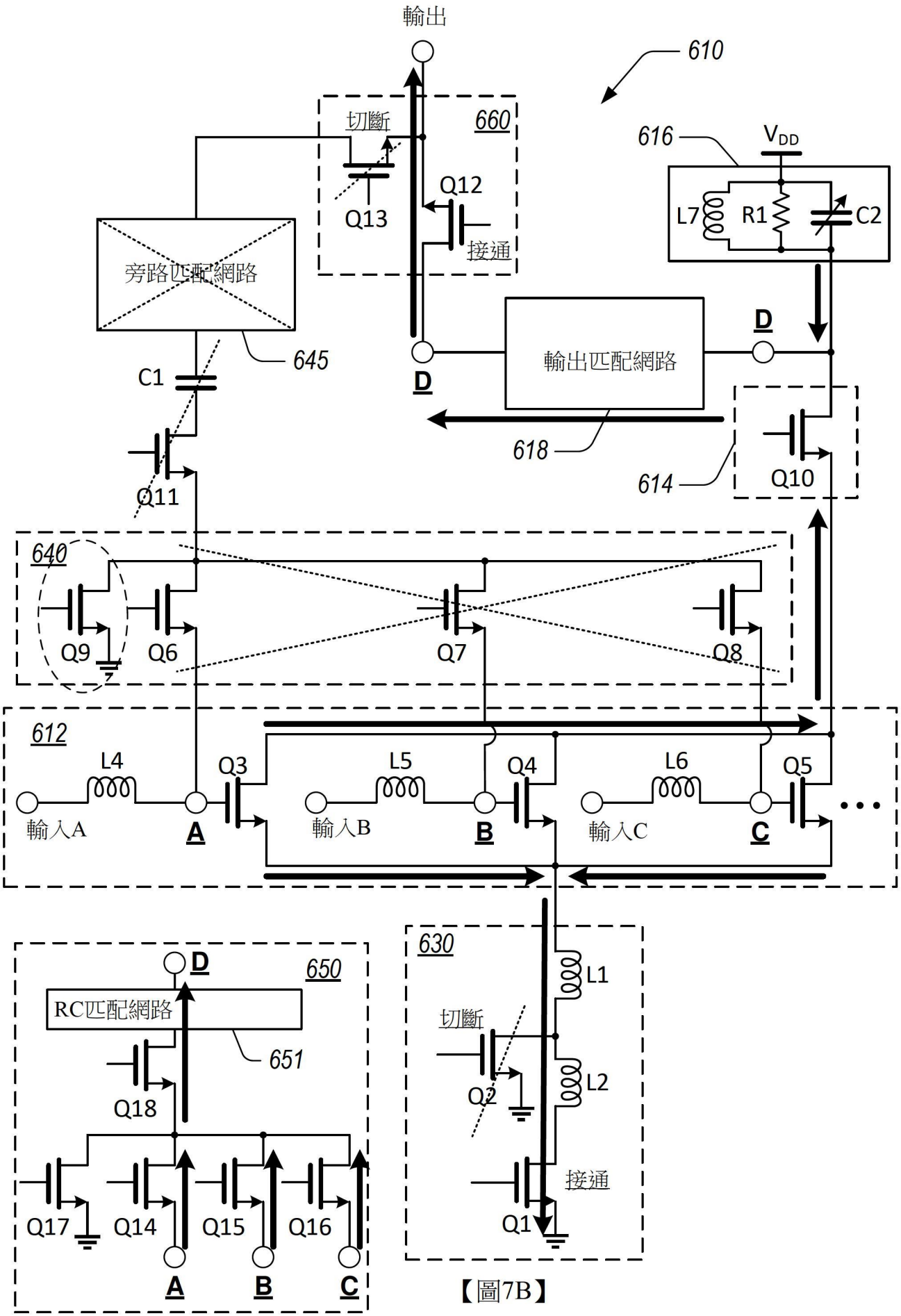
【圖5】


輸出
610
Q13
660
Q12
616
V_{DD}
L7
R1
C2
旁路匹配網路
645
輸出匹配網路
D
C1
618
614
Q10
Q11
640
Q9
Q6
Q7
Q8
612
L4
Q3
L5
Q4
L6
Q5
輸入A
A
輸入B
B
輸入C
C
D
650
RC匹配網路
651
Q18
Q17
Q14
Q15
Q16
A
B
C
630
L1
Q2
L2
Q1

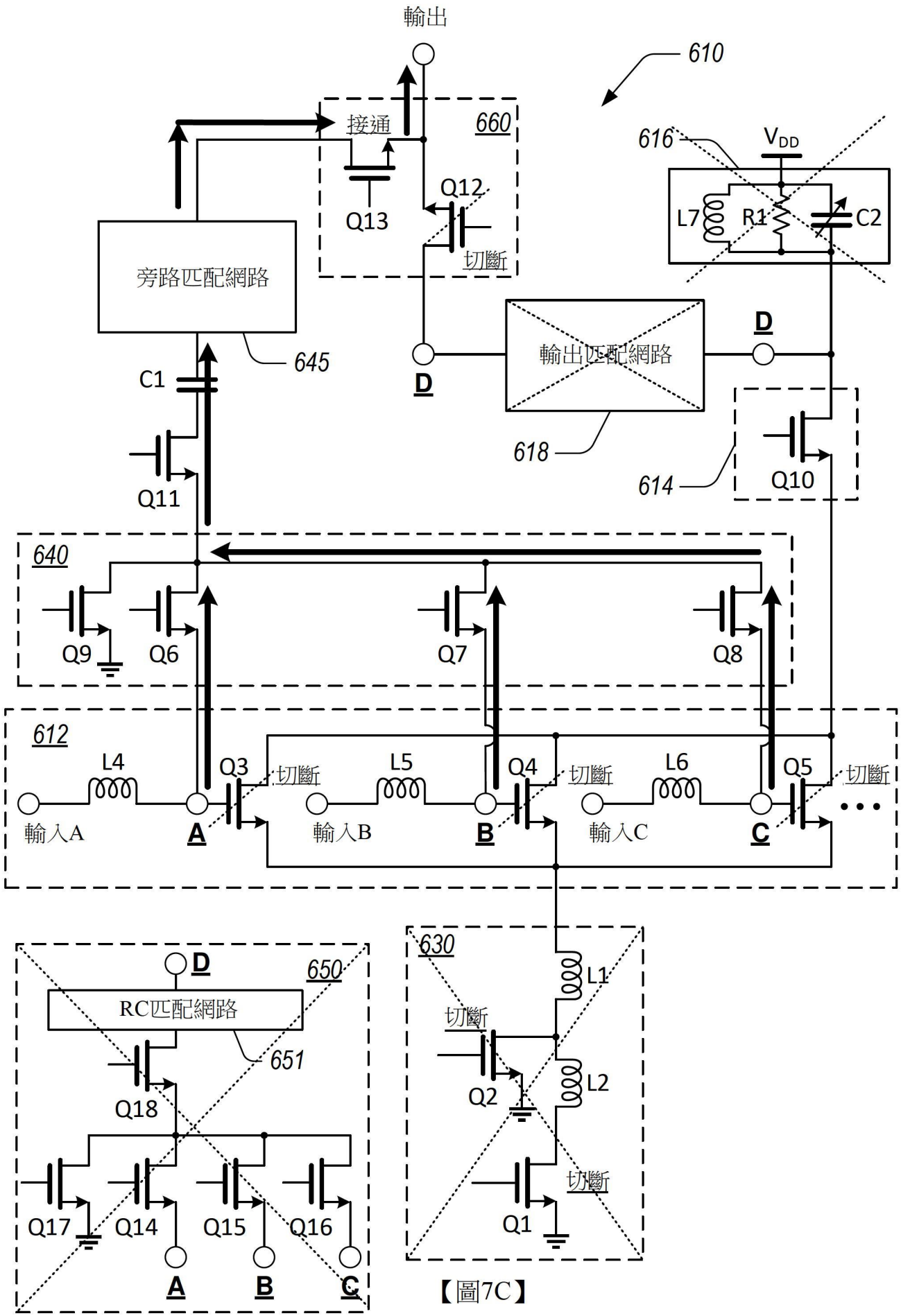
【圖6】


輸出
610
切斷
660
Q13
Q12
接通
616
V_{DD}
L7
R1
C2
旁路匹配網路
645
輸出匹配網路
D
D
C1
618
614
Q10
Q11
640
Q9
Q6
Q7
Q8
612
L4
Q3
L5
Q4
L6
Q5
輸入A
A
輸入B
B
輸入C
C
630
L1
接通
Q2
L2
切斷
Q1
D
650
RC匹配網路
651
Q18
Q17
Q14
Q15
Q16
A
B
C

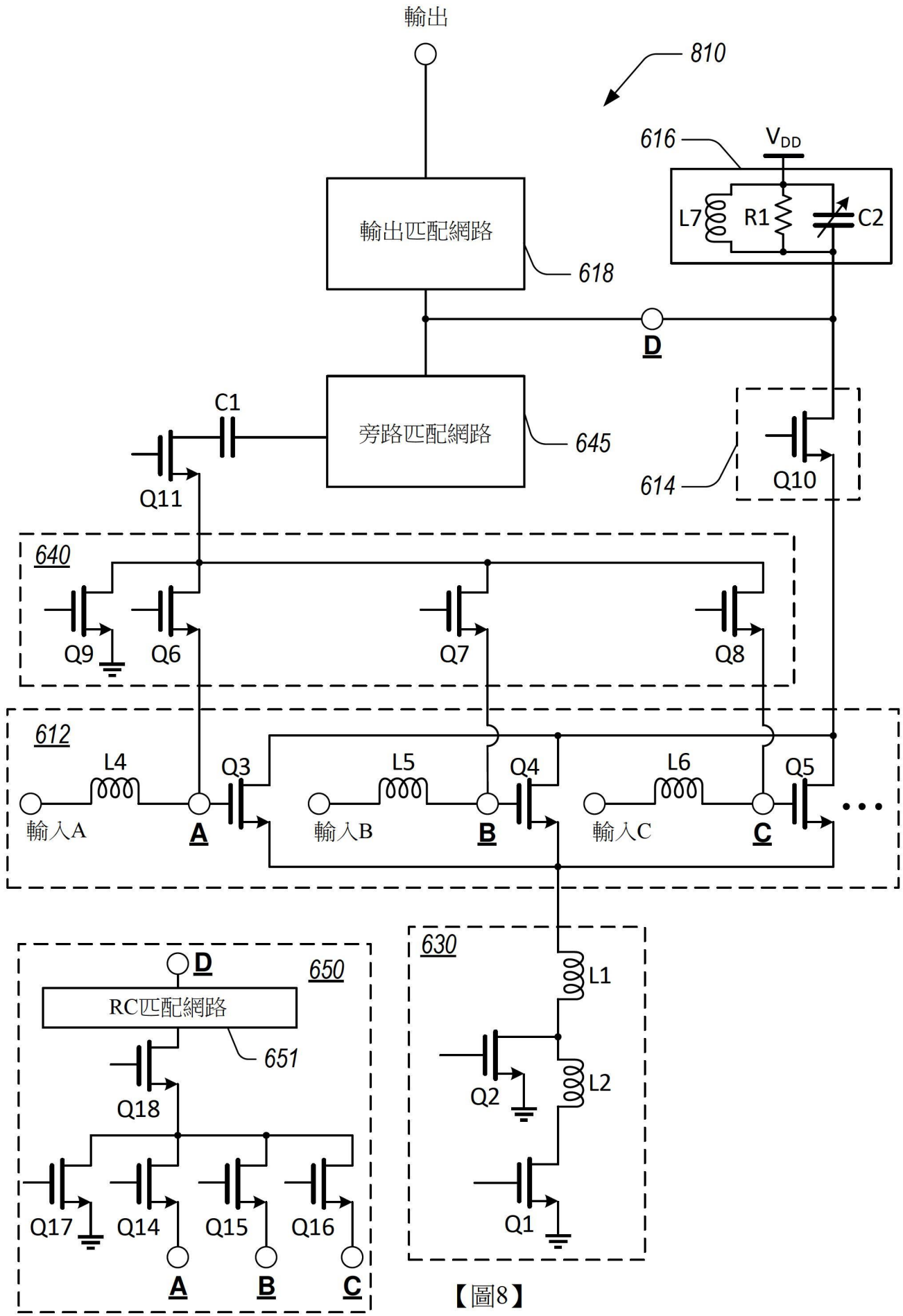
【圖7A】


輸出
610
切斷
660
Q13
Q12
接通
616
V_{DD}
L7
R1
C2
旁路匹配網路
645
D
輸出匹配網路
D
C1
618
614
Q10
Q11
640
Q9
Q6
Q7
Q8
612
L4
Q3
L5
Q4
L6
Q5
輸入A
A
輸入B
B
輸入C
C
D
650
RC匹配網路
651
Q18
630
L1
切斷
Q2
L2
接通
Q17
Q14
Q15
Q16
Q1
A
B
C

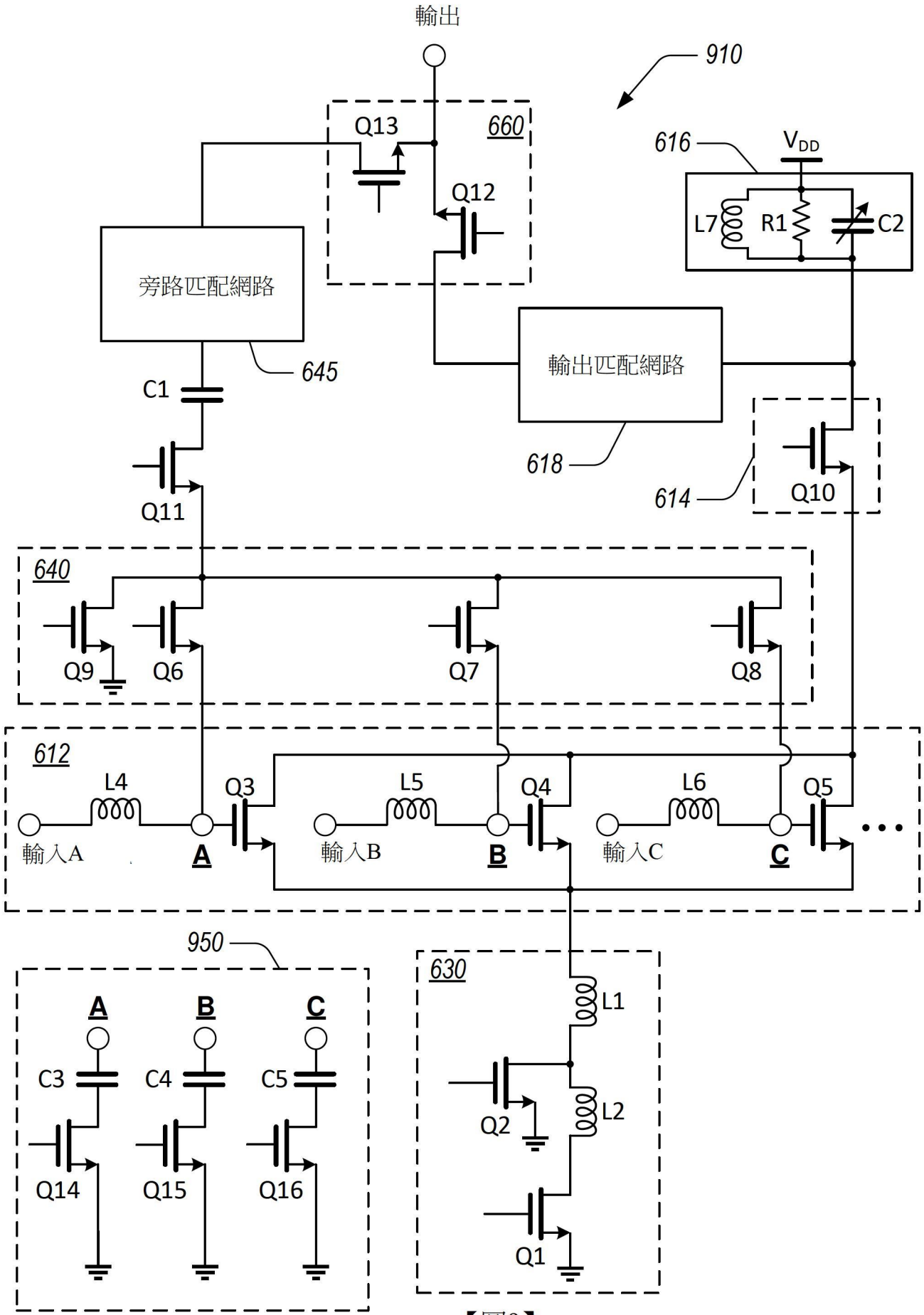
【圖7B】


輸出
610
接通
660
Q13
Q12
切斷
616
V_{DD}
L7
R1
C2
旁路匹配網路
645
D
輸出匹配網路
D
C1
618
614
Q10
Q11
640
Q9
Q6
Q7
Q8
612
L4
Q3
切斷
L5
Q4
切斷
L6
Q5
切斷
輸入A
A
輸入B
B
輸入C
C
D
650
RC匹配網路
651
Q18
Q17
Q14
Q15
Q16
A
B
C
630
L1
切斷
Q2
L2
切斷
Q1

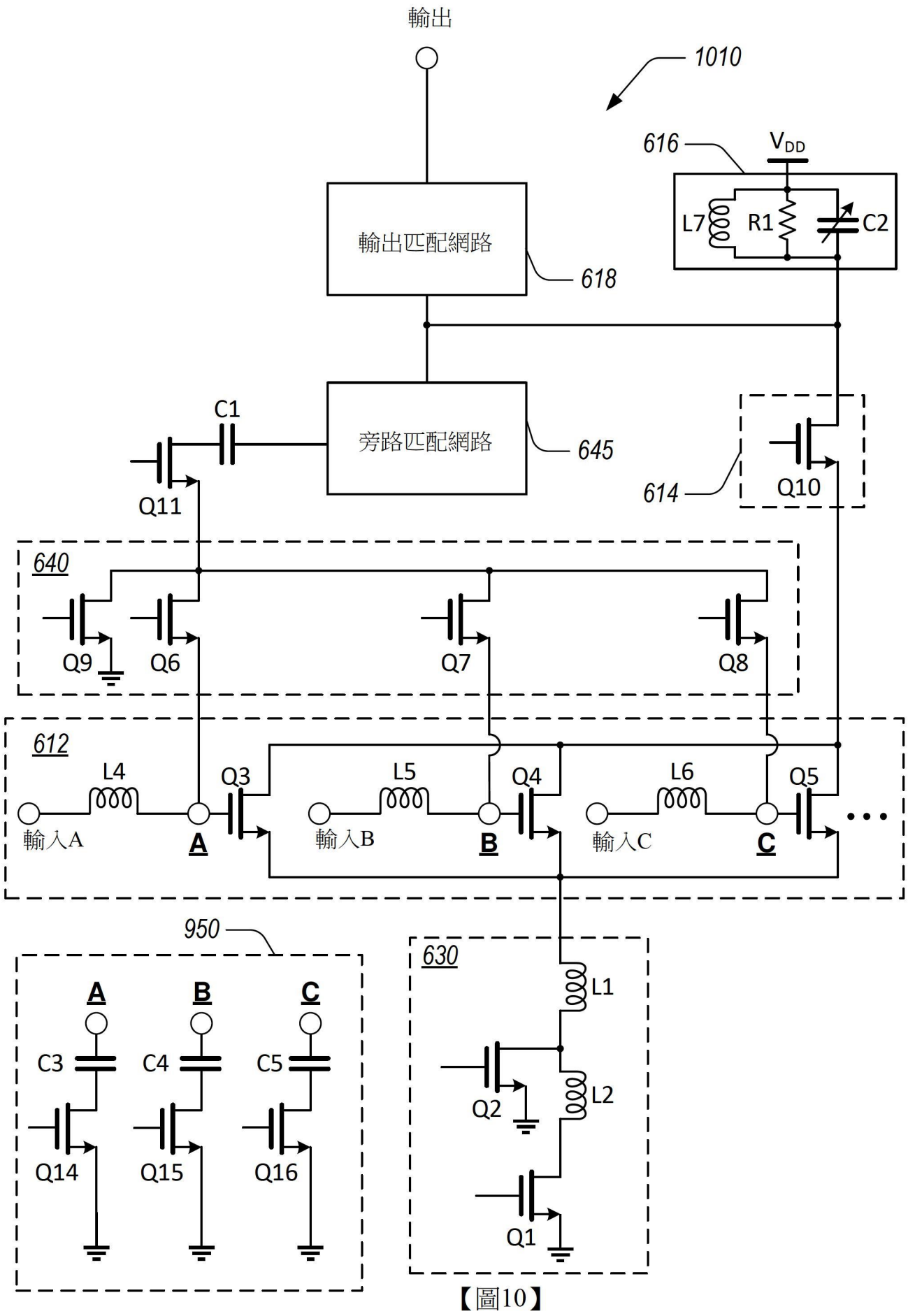
【圖7C】


輸出
810
616
V_{DD}
L7
R1
C2
輸出匹配網路
618
D
C1
旁路匹配網路
645
614
Q10
Q11
640
Q9
Q6
Q7
Q8
612
L4
Q3
L5
Q4
L6
Q5
輸入A
A
輸入B
B
輸入C
C
630
L1
Q2
L2
Q1
650
D
RC匹配網路
651
Q18
Q17
Q14
Q15
Q16
A
B
C

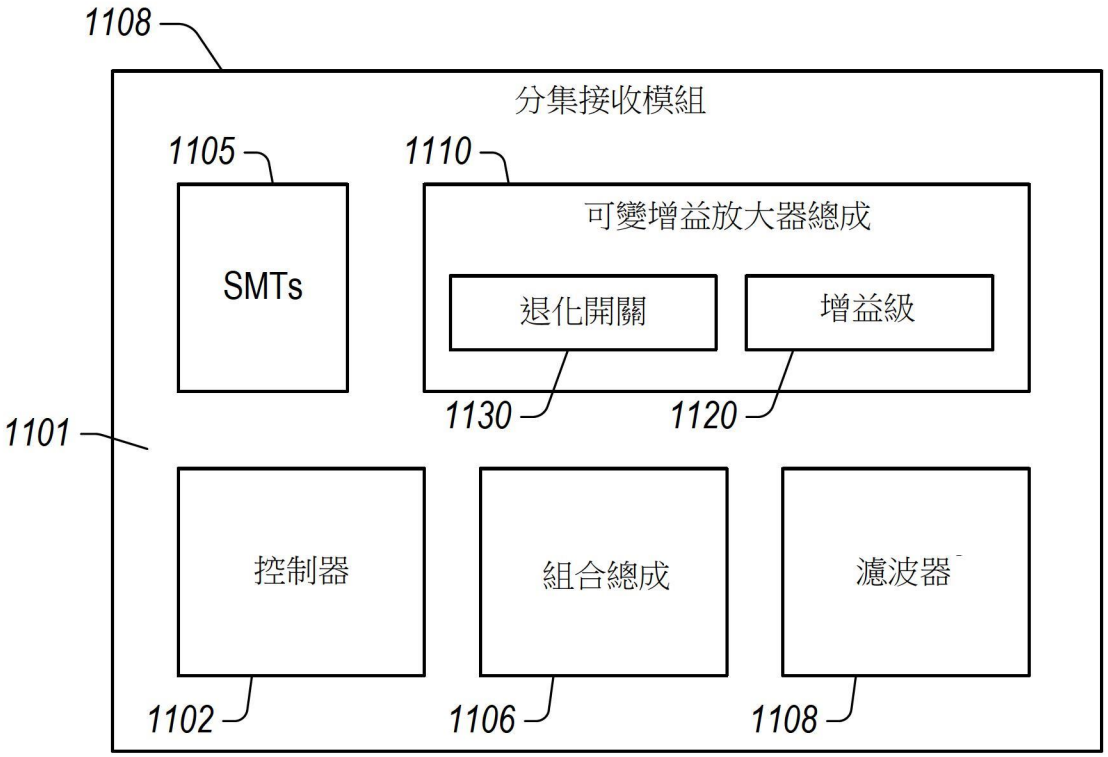
【圖8】


輸出
910
Q13
660
Q12
616
V_{DD}
L7
R1
C2
旁路匹配網路
645
輸出匹配網路
618
C1
Q11
614
Q10
640
Q9
Q6
Q7
Q8
612
L4
Q3
L5
Q4
L6
Q5
輸入A
A
輸入B
B
輸入C
C
950
630
A
B
C
C3
C4
C5
L1
Q2
L2
Q14
Q15
Q16
Q1

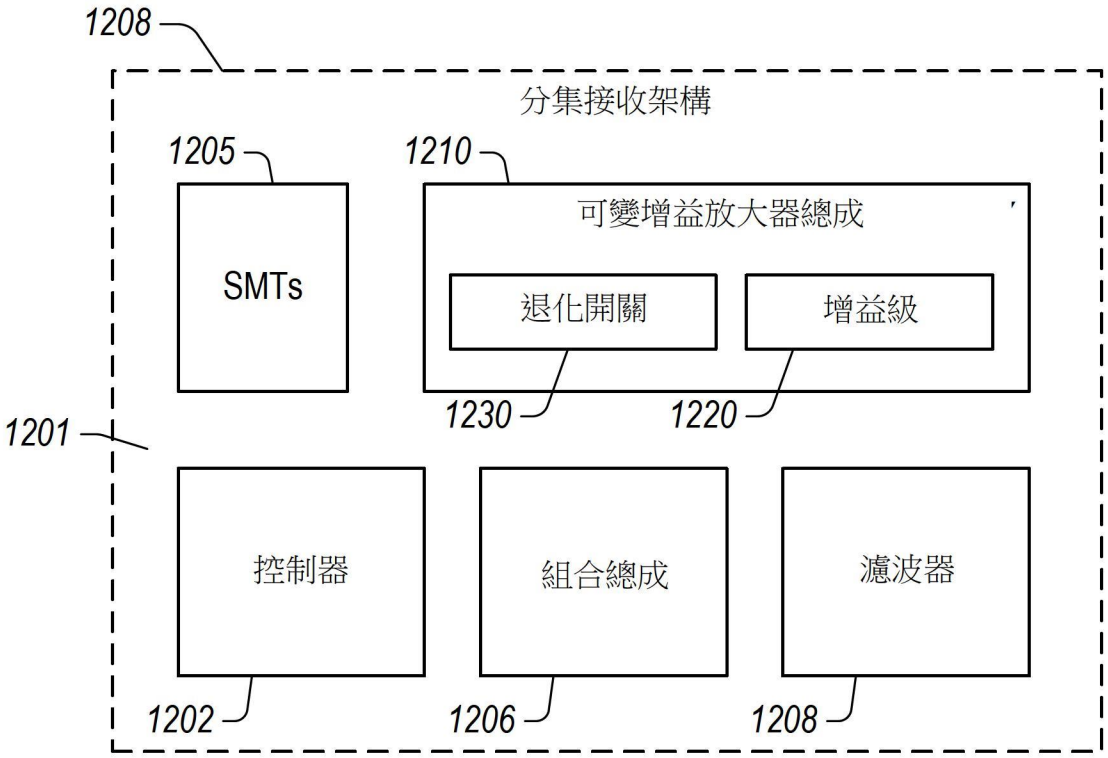
【圖9】


輸出
1010
616
V_{DD}
L7
R1
C2
輸出匹配網路
618
旁路匹配網路
645
C1
Q11
614
Q10
640
Q9
Q6
Q7
Q8
612
L4
Q3
L5
Q4
L6
Q5
輸入A
A
輸入B
B
輸入C
C
950
A
B
C
C3
C4
C5
Q14
Q15
Q16
630
L1
L2
Q2
Q1

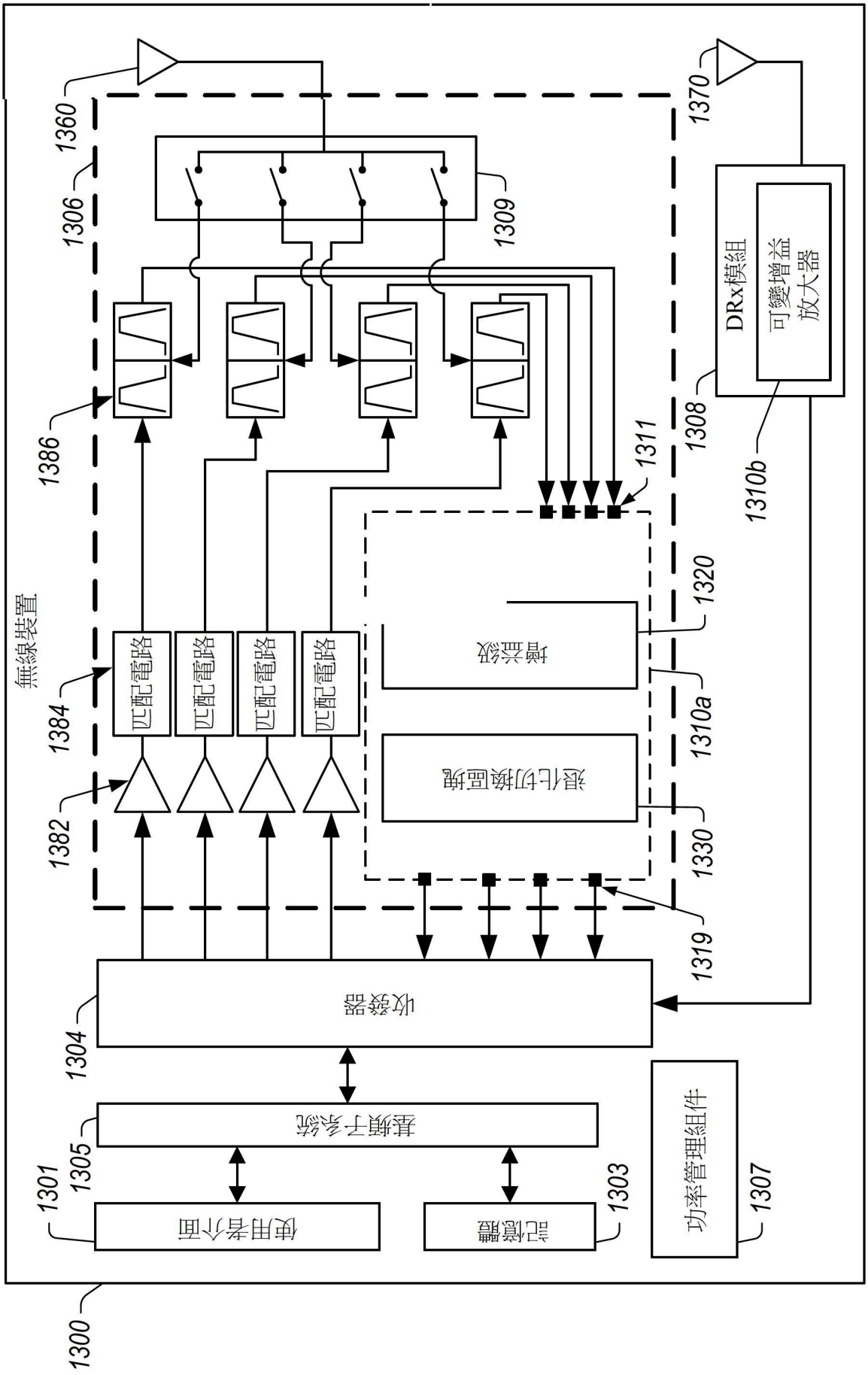
【圖10】


1108
分集接收模組
1105
SMTs
1110
可變增益放大器總成
退化開關
增益級
1130
1120
1101
控制器
組合總成
濾波器
1102
1106
1108

【圖11】


1208
分集接收架構
1205
SMTs
1210
可變增益放大器總成
退化開關
增益級
1230
1220
1201
控制器
組合總成
濾波器
1202
1206
1208

【圖12】


無線裝置
1300
1301
使用者介面
1303
記憶體
1305
基頻子系統
1304
收發器
1307
功率管理組件
1319
1330
浪化切換區塊
1310a
增益級
1320
1382
1384
匹配電路
匹配電路
匹配電路
匹配電路
1386
1306
1309
1360
1370
1311
1308
DRx模組
可變增益放大器
1310b

【圖13】