



(21) 申請案號：105139170 (22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 29 日  
 (51) Int. Cl. : *H03H7/38 (2006.01)* *H04B1/38 (2015.01)*  
 (30) 優先權：2012/10/29 美國 61/719,865  
 2013/10/24 美國 14/062,873  
 (71) 申請人：西凱渥資訊處理科技公司 (美國) SKYWORKS SOLUTIONS, INC. (US)  
 美國  
 (72) 發明人：瑞思尼爾 魯斯 亞倫 REISNER, RUSS ALAN (US)；鮑德溫 約翰 C BALDWIN,  
 JOHN C. (US)  
 (74) 代理人：陳長文  
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：16 共 42 頁

## (54) 名稱

用於減少與射頻功率耦合器相關之插入損耗效應之電路及方法

CIRCUITS AND METHODS FOR REDUCING INSERTION LOSS EFFECTS ASSOCIATED WITH RADIO-FREQUENCY POWER COUPLERS

## (57) 摘要

本發明揭示用於減少與射頻(RF)功率耦合器相關之插入損耗效應之電路及方法。在一些實施中，一 RF 電路可包括一第一路徑，其經組態以在一第一頻帶中路由一第一 RF 信號；及一第二路徑，其經組態以在一第二頻帶中路由一第二 RF 信號。該 RF 電路可進一步包括一功率偵測器，其具有一第一耦合器，該第一耦合器經組態以沿該第一路徑偵測功率；及一第二耦合器，該第二耦合器經組態以沿該第二路徑偵測功率。該第一耦合器及該等第二耦合器可以一菊鏈組態連接。該 RF 電路可進一步包括一調整電路，其沿該第一路徑及該等第二路徑中之至少一者實施。該調整電路可經組態以將與該功率偵測器相關之一頻率回應特徵移動至一不同頻率範圍。

Disclosed are circuits and methods for reducing insertion loss effects associated with radio-frequency (RF) power couplers. In some implementations, an RF circuit can include a first path configured to route a first RF signal in a first band, and a second path configured to route a second RF signal in a second band. The RF circuit can further include a power detector having a first coupler configured to detect power along the first path, and a second coupler configured to detect power along the second path. The first coupler and the second couplers can be connected in a daisy-chain configuration. The RF circuit can further include an adjustment circuit implemented along at least one of the first path and the second paths. The adjustment circuit can be configured to move a frequency response feature associated with the power detector to a different frequency range.

指定代表圖：

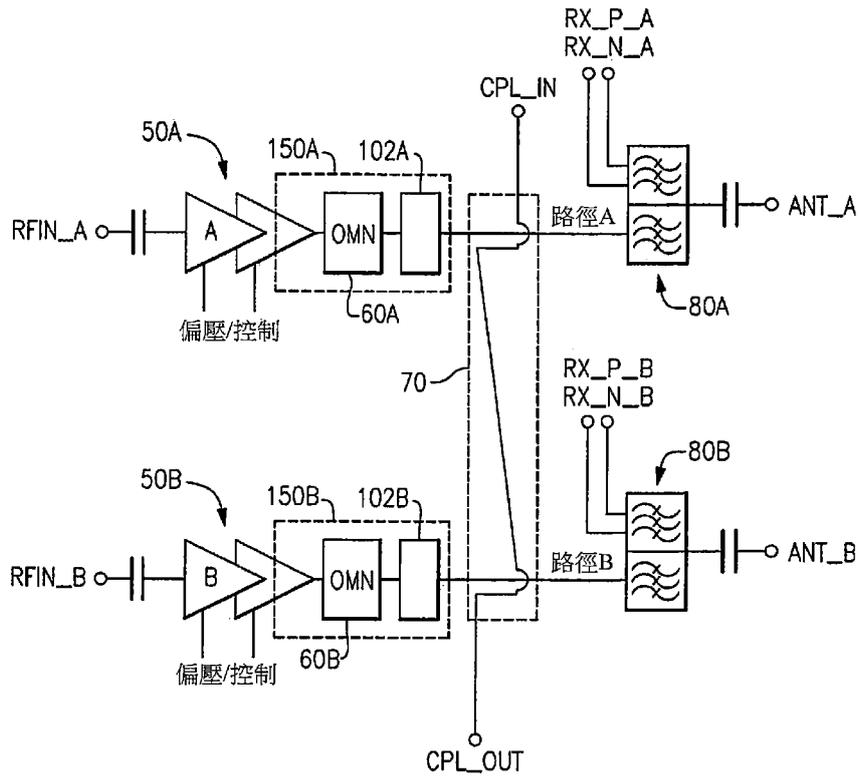


圖5A

符號簡單說明：

- 50A . . . 功率放大器
- 50B . . . 功率放大器
- 60A . . . 輸出匹配網路
- 60B . . . 輸出匹配網路
- 70 . . . 功率耦合器總成
- 80A . . . 雙工器
- 80B . . . 雙工器
- 102A . . . 調整電路
- 102B . . . 調整電路
- 150A . . . 電路片段
- 150B . . . 電路片段

## 發明摘要

※ 申請案號：105139170 (由102139137分割)

※ 申請日：102/10/29

※IPC 分類：H03H 7/38 (2006.01)  
H04B 1/38 (2015.01)

## 【發明名稱】

用於減少與射頻功率耦合器相關之插入損耗效應之電路及方法  
CIRCUITS AND METHODS FOR REDUCING INSERTION LOSS  
EFFECTS ASSOCIATED WITH RADIO-FREQUENCY POWER  
COUPLERS

## 【中文】

本發明揭示用於減少與射頻(RF)功率耦合器相關之插入損耗效應之電路及方法。在一些實施中，一RF電路可包括一第一路徑，其經組態以在一第一頻帶中路由一第一RF信號；及一第二路徑，其經組態以在一第二頻帶中路由一第二RF信號。該RF電路可進一步包括一功率偵測器，其具有一第一耦合器，該第一耦合器經組態以沿該第一路徑偵測功率；及一第二耦合器，該第二耦合器經組態以沿該第二路徑偵測功率。該第一耦合器及該等第二耦合器可以一菊鏈組態連接。該RF電路可進一步包括一調整電路，其沿該第一路徑及該等第二路徑中之至少一者實施。該調整電路可經組態以將與該功率偵測器相關之一頻率回應特徵移動至一不同頻率範圍。

**【英文】**

Disclosed are circuits and methods for reducing insertion loss effects associated with radio-frequency (RF) power couplers. In some implementations, an RF circuit can include a first path configured to route a first RF signal in a first band, and a second path configured to route a second RF signal in a second band. The RF circuit can further include a power detector having a first coupler configured to detect power along the first path, and a second coupler configured to detect power along the second path. The first coupler and the second couplers can be connected in a daisy-chain configuration. The RF circuit can further include an adjustment circuit implemented along at least one of the first path and the second paths. The adjustment circuit can be configured to move a frequency response feature associated with the power detector to a different frequency range.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**第(5A)圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

50A	功率放大器
50B	功率放大器
60A	輸出匹配網路
60B	輸出匹配網路
70	功率耦合器總成
80A	雙工器
80B	雙工器
102A	調整電路
102B	調整電路
150A	電路片段
150B	電路片段

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

(無)

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】

用於減少與射頻功率耦合器相關之插入損耗效應之電路及方法  
CIRCUITS AND METHODS FOR REDUCING INSERTION LOSS  
EFFECTS ASSOCIATED WITH RADIO-FREQUENCY POWER  
COUPLERS

## 相關申請案之交叉引用

本申請案主張2012年10月29日申請之名為「CIRCUITS AND METHODS FOR REDUCING INSERTION LOSS NOTCHES ASSOCIATED WITH RADIO-FREQUENCY POWER COUPLERS」之美國臨時申請案第61/719,865號的優先權，該案之揭示內容全文特此以引用之方式明確地併入本文中。

## 【技術領域】

本發明大體上係關於減少與射頻功率耦合器相關之插入損耗效應。

## 【先前技術】

在一些無線裝置中，功率耦合器可用於(例如)限制用於複數個頻帶之傳輸信號之最大功率。此等功率耦合器可菊鏈在一起以共用耦合線，藉此在電路板上隔開。

由於各種互動，此組態可導致在高頻帶處之與菊鏈線相關之插入損耗陷波。若給定頻帶之頻率範圍中之插入損耗陷波足夠大且不能校準，與此等插入損耗陷波相關之問題則可能更嚴重。

## 【發明內容】

根據一些實施，本發明係關於一種射頻(RF)電路，該RF電路包

括第一路徑，其經組態以在第一頻帶中路由第一RF信號；及第二路徑，其經組態以在第二頻帶中路由第二RF信號。RF電路進一步包括功率偵測器，其具有第一耦合器，該第一耦合器經組態以沿第一路徑偵測功率；及第二耦合器，該第二耦合器經組態以沿第二路徑偵測功率。第一耦合器及第二耦合器以菊鏈組態連接。RF電路進一步包括調整電路，其沿第一路徑及第二路徑中之至少一者實施。調整電路經組態以將與功率偵測器相關之頻率回應特徵移動至不同頻率範圍。

在一些實施例中，調整電路可為第二路徑之一部分。第一路徑及第二路徑中之每一者可包括功率放大器(PA)、連接至PA之輸出匹配網路及各別功率耦合器。第二路徑可進一步包括調整電路，其在輸出匹配網路與第二功率耦合器之間實施。調整電路可包括在輸出匹配網路與第二功率耦合器之間實施的電感，諸如電感器。調整電路可進一步包括與電感串聯連接之電容，諸如電容器。

在一些實施例中，輸出匹配網路包括匹配電感，其連接至PA之輸出端；及分路電容，其連接至匹配電感之輸出端。

在一些實施例中，頻率回應特徵可包括與功率偵測器相關之功率譜中之陷波。在一些實施例中，第一頻帶可包括E-UTRA頻帶B7、B38或B40。第二頻帶可包括E-UTRA頻帶B18或B8。

在一些實施例中，不同頻率範圍可包括第一路徑或第二路徑不使用之範圍。在一些實施例中，不同頻率範圍可包括在E-UTRA頻帶B8與E-UTRA頻帶B4之間的頻率範圍。在一些實施例中，調整電路可經組態以將陷波移動至較低頻率。在一些實施例中，陷波移動至之較低頻率可在與第一頻帶及第二頻帶相關之頻率之間。

在一些實施中，本發明係關於一種射頻(RF)模組，該RF模組包括封裝基板，其經組態以收納複數個組件；及RF電路，其在封裝基板上實施。RF電路包括第一路徑，其經組態以在第一頻帶中路由第

一RF信號；及第二路徑，其經組態以在第二頻帶中路由第二RF信號。RF電路進一步包括功率偵測器，其具有第一耦合器，該第一耦合器經組態以沿第一路徑偵測功率；及第二耦合器，該第二耦合器經組態以沿第二路徑偵測功率。第一耦合器及第二耦合器以菊鏈組態連接。RF電路進一步包括調整電路，其沿第一路徑及第二路徑中之至少一者實施。調整電路經組態以將與功率偵測器相關之頻率回應特徵移動至不同頻率範圍。

在一些實施例中，RF模組可為功率放大器模組，以使得第一路徑包括第一功率放大器(PA)之輸出端，且第二路徑包括第二PA之輸出端。在一些實施例中，第一PA及第二PA兩者可在半導體晶粒上實施。

根據一些實施，本發明係關於射頻(RF)裝置，該RF裝置包括收發器，其經組態以處理RF信號；及天線，其與收發器連通且經組態以促進放大RF信號之傳輸。RF裝置進一步包括功率放大器(PA)模組，其連接至收發器且經組態以產生放大RF信號。PA模組包括第一路徑，其經組態以在第一頻帶中路由第一RF信號；及第二路徑，其經組態以在第二頻帶中路由第二RF信號。PA模組進一步包括功率偵測器，其具有第一耦合器，該第一耦合器經組態以沿第一路徑偵測功率；及第二耦合器，該第二耦合器經組態以沿第二路徑偵測功率。第一耦合器及第二耦合器以菊鏈組態連接。PA模組進一步包括調整電路，其沿第一路徑及第二路徑中之至少一者實施。調整電路經組態以將與功率偵測器相關之頻率回應特徵移動至不同頻率範圍。在一些實施例中，RF裝置可包括無線裝置。

在一些教示中，本發明係關於一種射頻(RF)電路，該RF電路包括第一電路，其具有頻率回應，該頻率回應包括在選定頻率範圍內之特徵。RF電路進一步包括第二電路，其耦合至第一電路，以使得頻

率回應之特徵至少部分由於耦合。RF電路進一步包括調整電路，其經組態以自選定頻率範圍移出特徵。

在一些實施例中，特徵(諸如，插入損耗陷波)可移動至較低頻率。

根據一些實施，本發明係關於一種用於操作射頻(RF)裝置之方法。方法包括：在菊鏈組態中沿第一路徑及沿第二路徑偵測功率。第一路徑經組態以在第一頻帶中路由第一RF信號，且第二路徑經組態以在第二頻帶中路由第二RF信號。方法進一步包括：調整第一路徑及第二路徑中之至少一者以將與功率偵測相關之頻率回應特徵移動至不同頻率範圍。

在一些實施中，本發明係關於一種用於操作射頻(RF)裝置之方法。方法包括：耦合第一電路與第二電路，其中第一電路具有頻率回應，該頻率回應包括在選定頻率範圍內之特徵。頻率回應之特徵至少部分由於耦合導致。方法進一步包括：調整第二電路以自選定頻率範圍移出特徵。

出於概述本發明之目的，已在本文中描述本發明之某些態樣、優勢及新穎特徵。應瞭解，根據本發明之任何特定實施例未必可達成所有此等優勢。因此，可以達成或最優化如本文中所教示之一個或一組優勢而不必須達成如本文中可能教示或提出之其他優勢的方式體現或進行本發明。

#### **【圖式簡單說明】**

圖1A及圖1B展示在一些組態中，射頻(RF)電路可導致所關注頻帶中之不合需要的回應。

圖2A及圖2B展示在一些實施中，調整電路可提供至圖1之RF電路，以自所關注頻帶移出不合需要的回應。

圖3展示實例RF電路，該RF電路可導致操作頻帶中之不合需要的

回應。

圖4A至圖4C展示與圖3之實例電路相關之頻率回應中之陷波之各種實例。

圖5A及圖5B展示RF電路之實例，該等RF電路各自具有調整電路，該調整電路經組態以自操作頻帶移出陷波回應。

圖6展示圖5之調整電路之實例。

圖7展示圖5之調整電路之另一實例。

圖8展示由於調整電路自操作頻帶移出之陷波回應的實例。

圖9及圖10展示插入損耗效能可大體上由用於實例操作頻帶之包含的調整電路維持。

圖11及圖12展示另一實例，其中插入損耗效能可大體上由用於另一操作頻帶之包含的調整電路維持。

圖13展示可經實施以操作具有如本文中所述之一或多個特徵之RF裝置的程序。

圖14展示可經實施以操作具有如本文中所述之一或多個特徵之RF裝置的另一程序。

圖15展示在一些實施例中，本發明之一或多個特徵可在RF模組中實施。

圖16A及圖16B展示在一些實施例中，本發明之一或多個特徵可在無線裝置中實施。

### **【實施方式】**

本文中所提供之標題(若存在)僅為方便起見且未必影響所主張之發明的範疇或含義。

圖1A示意性描繪射頻(RF)電路10，該RF電路10可經組態以收納RF信號(RF\_in)及產生輸出信號(RF\_out)。在一些情況下，且如圖1B中所示，此電路可產生頻率回應，該頻率回應包括選定頻率範圍20內

之不合需要的減少或增加。舉例而言，頻率回應曲線12展示為包括峰值14，該峰值14部分地位於頻率範圍20內且超過臨限值16。在另一實例中，頻率回應曲線32展示為包括下降34，該下降34部分地位於頻率範圍20內且低於臨限值36。

圖2A展示在一些實例中，RF電路100可包括調整電路102。本文中出於描述之目的，將假設不具有調整電路102之RF電路100可類似於參看圖1A及圖1B描述之RF電路運行。

調整電路102之存在展示為產生調整之頻率回應，且圖2B中描繪此等調整之實例。舉例而言，對應於圖1B之實例回應曲線12之頻率回應曲線112展示為包括峰值114，該峰值114已移出頻率範圍20。因此，回應曲線112在頻率範圍20內之部分在臨限值16下方。在另一實例中，對應於圖1B之實例回應曲線32之頻率回應曲線132展示為包括下降134，該下降134已移出頻率範圍20。因此，回應曲線132在頻率範圍20內的部分在臨限值36上方。

在圖2B中，實例峰值114及實例下降134描繪為移動至(例如，箭頭118、箭頭138)較低頻率。然而，應理解，亦可對較高頻率作出此等移動。

圖3展示實例RF電路10，該RF電路10可得益於如本文中所述之一或多個特徵。電路10大體上係關於用於RF裝置(諸如無線手機)之功率耦合器。此等功率耦合器可用於(例如)限制無線裝置之最大傳輸功率或特定吸收率(SAR)。

在實例電路10中，功率耦合器總成可大體上表示為70且可經組態以為兩個實例頻帶A及B提供功率偵測功能。第一頻帶A(例如，高頻帶)展示為由包括用於功率放大器(PA)50a之RF輸入(RFIN\_A)之路徑A促進。PA 50a可包括一或多個級，且末級之輸出端展示為連接至輸出匹配網路60a。雖然圖3中未展示，但路徑A亦可包括輸入匹配網路

及/或一或多個級間匹配網路。在提供至經組態以在傳輸(例如，經由路徑A之放大RF信號)與接收(例如，RX\_P\_A及RX\_N\_A之接收信號)之間的雙工功能之雙工器80a之前，匹配網路60a之輸出端展示為使用連接至節點ANT\_A之一或多個天線與功率耦合元件耦合。

類似地，第二頻帶B(例如，低頻帶)展示為由路徑B促進，該路徑B包括用於功率放大器(PA)50b之RF輸入端(RFIN\_B)。PA 50b可包括一或多個級，且末級之輸出端展示為連接至輸出匹配網路60b。雖然圖3中未展示，但路徑B亦可包括輸入匹配網路及/或一或多個級間匹配網路。在提供至經組態以在傳輸(例如，經由路徑B之放大RF信號)與接收(例如，RX\_P\_B及RX\_N\_B之接收信號)之間的雙工功能之雙工器80b之前，匹配網路60b之輸出端展示為使用連接至節點ANT\_B之一或多個天線與功率耦合元件耦合。

在實例電路10中，PA 50a、PA 50b展示為由偏壓/控制電路52偏壓及控制。在一些實施中，此等偏壓及/或控制操作可以已知方式執行。

在實例電路10中，每一頻帶之耦合器輸出端可使用功率組合器電路(未圖示)組合或菊鏈在一起，其中每個耦合器共用耦合線。相比於功率組合設計，菊鏈設計可用於例如節省電路板(例如，手機板)上之空間。

在一些組態中，由於輸出匹配網路、耦合器及/或雙工器互動，用菊鏈耦合器在低頻帶PA之輸出端處的功率偵測可以高頻帶在菊鏈線上形成插入損耗陷波。在一些情況下，此問題對於存在較高頻帶連同低頻帶之設計可能更嚴重。陷波深度可改變；且可等於或大於收發器偵測器之動態範圍，且因此在手機板校準期間通常不能校準。在實例雙頻帶組態之情境下，可形成前述菊鏈陷波中之兩者。

圖4A至圖4C展示頻率回應中之陷波的實例，其可導致菊鏈耦合

器(例如，圖3中之70)存在於兩個RF路徑(路徑A及路徑B)中之任一者或兩者中。在圖4A中，就S參數S21而言，菊鏈耦合器總成之模擬及量測之回應展示用於前向功率譜。此菊鏈耦合器總成可用於實例雙頻帶PA電路。在兩個回應中，深及顯著之陷波存在於約2.0 GHz至2.6 GHz之頻率範圍中。此範圍可包括或重疊E-UTRA (演進通用陸地無線電存取)操作頻帶，諸如，B7、B34、B38及B40。

在圖4B中，就S參數S21而言，菊鏈耦合器總成之類似模擬及量測之回應展示用於前向功率譜。此菊鏈耦合器總成用於另一實例雙頻帶PA電路。在兩個回應中，深及顯著之陷波存在於約2.0 GHz至2.6 GHz之頻率範圍中。此範圍可包括或重疊E-UTRA操作頻帶，諸如，B7、B34、B38及B40。

在圖4C中，用於S21之前向功率譜中之實例陷波及實例對應回程損耗(RL)峰值經展示為提供約2.0 GHz之頻率處及周圍之顯著降級。此頻率範圍可顯著重疊且藉此影響操作頻帶，諸如B1。

完全消除前述菊鏈陷波之無損方法通常並不成功。本文中描述用於將此陷波自操作頻帶移動至頻率範圍之電路及方法的各種實例，其中針對彼操作頻帶降低或實質上消除陷波之影響。在一些實施中，陷波移動至之此頻率範圍可包括未用頻率範圍。在一些實施中，未用頻率範圍可完全不用於給定無線裝置。在一些實施中，未用頻率範圍可包括在操作頻帶中之操作期間未使用，但可用於另一操作模式之範圍。

圖5A及圖5B展示電路之實例，該等電路類似於圖3之實例電路10，但其中給定RF信號路徑中提供調整電路102。在本文中更詳細描述此調整電路102之實例。圖5A展示本發明之一或多個特徵可在類似於圖3之實例之具有兩個RF信號路徑的組態中實施。圖5B展示本發明之一或多個特徵可在具有兩個以上RF信號路徑之組態中實施。

圖5A中展示之實例組態類似於圖3之組態，但其中添加具有如本文中所述之一或多個特徵之調整電路102a、調整電路102b。本文中更詳細描述電路片段150a、電路片段150b之實例，其中電路片段150a、電路片段150b各自包括自身PA 50之各別末級(50a用於電路片段150a，及50b用於電路片段150b)、輸出匹配網路60(60a用於電路片段150a，及60b用於電路片段150b)及調整電路102(102a用於電路片段150a，及102b用於電路片段150b)。

圖5B中所示之實例組態類似於圖5A之組態，但其中添加第三RF信號路徑(路徑C)及對應調整電路102c。本文中更詳細描述電路片段150a、電路片段150b、電路片段150c之實例，其中電路片段150a、電路片段150b、電路片段150c各自包括自身PA50之各別末級、輸出匹配網路60及調整電路102。

在圖5A及圖5B之實例中，每一RF路徑展示為包括調整電路102。在一些實施中，並非所有RF路徑必須具有此等調整電路。舉例而言，大體上，高頻帶耦合器不引起所關注頻率或頻率範圍(例如，0.5 GHz至2.6 GHz)之問題。由此等高頻帶耦合造成之陷波回應通常位於高得多的頻率(例如，約5.5 GHz)處。因此，在此實例組態中，高頻帶RF路徑可能或可能不具有調整電路102。

圖6展示參看圖5A及圖5B描述之電路片段150之實例。在一些實施例中，圖6之電路片段150可實施用於圖5A之電路片段150a及電路片段150b及圖5B之電路片段150a至電路片段150c中之每一者。在實例中，放大之RF信號展示為提供至與PA(圖5A及圖5B中之50)之末級相關之雙極接面電晶體(BJT)的基極。BJT之集極展示為提供PA之末級之輸出端，且此輸出信號展示為由輸出匹配網路60匹配。應理解，其他類型之電晶體亦可用於PA 50中。

實例輸出匹配網路60展示為包括沿連接至BJT之集極之路徑的電

感L1(例如，電感器)。輸出匹配網路60展示為進一步包括在電感L1之輸出端與接地之間的分路電容C1(例如，電容器)。在一些實施例中，電容可經提供以便與電感L1串聯。應理解，亦可使用其他類型之輸出匹配網路。

圖6展示在一些實施中，調整電路102可包括電感L2(例如，電感器)，該電感L2與電感L1串聯連接。因此，放大之信號可在提供至耦合部分(例如，圖5A及圖5B中之菊鏈耦合器70之各別部分)之前經由L1及經由L2自BJT之集極輸送。

圖7展示參看圖5A及圖5B描述之電路片段150之另一實例。在實例中，PA 50之末級及輸出匹配網路60可類似於參看圖6描述之彼等末級及輸出匹配網路60。

圖7展示在一些實施中，調整電路102可包括電感L2(例如，電感器)及電容器C2(例如，電容器)，該電感L2及電容器C2與電感L1串聯連接。因此，放大之信號可在提供至耦合部分(例如，圖5A及圖5B中之菊鏈耦合器70之各別部分)之前經由L1、經由L2及經由C2自BJT之集極輸送。

在一些實施中，調整電路102之一些或所有前述實例可經組態以修改輸出匹配網路之頻帶外阻抗，以將與菊鏈耦合器總成相關之陷波頻率移位至例如在頻帶8與頻帶4之間的未用頻率範圍(例如，0.960 GHz至1.710 GHz)中。在一些實施例中，圖7之串聯LC電路102可經組態以提供前述功能，同時比圖6之僅電感電路102更好地減少或最小化其他效能因數之降級，諸如插入損耗及頻率平坦度。

在一些實施中，圖6及圖7之調整電路102中之每一者可在輸出匹配網路60之後但在功率耦合部分之前替代沿RF信號路徑提供之電容(未圖示)。在本文中更詳細描述此等替代及有利效應之實例。

圖8展示覆蓋或重疊一或多個操作頻帶之陷波可如何移動至未用

頻率範圍(諸如，在頻帶8與頻帶4之間的前述實例範圍)的實例。對應於圖3之電路之曲線160展示為包括陷波162，該陷波162具有小於頻率範圍中的實例臨限值-2 dB之值，該頻率範圍不合需要地覆蓋或重疊頻帶B7、頻帶B38及頻帶B40。

在圖8之實例中，曲線170及曲線180展示為使其各別陷波172、陷波182移動至在B8頻帶與B4頻帶之間的未用頻率範圍。曲線170、曲線180之覆蓋或重疊前述B7/B30/B40頻帶之部分展示為具有遠遠高於-2 dB臨界值之值。

箭頭164指示可在曲線160之陷波162與實例曲線180之大體平坦回應之間達成的近似增益。表示功率偵測動態範圍(例如，4 dB)之箭頭166展示未調整陷波162不合需要地接近超過動態範圍，而移位之陷波172、陷波182剛好在動態範圍內。因此，若校準係回應170、回應180中之任一者或兩者所必須的，則可實現該校準。

將其陷波172移位出操作頻帶B7/B38/B40之實例回應曲線170對應於圖7之提供用於實例低頻帶B18信號路徑之調整電路102。輸出匹配網路60之分路電容C1具有約7.6 pF之值。調整電路102之電感L2及電容C2分別具有約4.3 nH及5.6 pF之值。調整電路102替代沿輸出匹配網路60之輸出端處之信號路徑的約18 pF的電容(未圖示)。在圖7之實例中，L1為輸出匹配電感(例如，電感器線圈)，該輸出匹配電感可作為跡線而非作為相異表面安裝組件實施。在實例中，回應於調整電路102之引入，具有約2.3 nH之值的電感L1通常不改變。

將其陷波182移位出操作頻帶B7/B38/B40之實例回應曲線180對應於圖7之提供用於實例低頻帶B8信號路徑之調整電路102。輸出匹配網路60之分路電容C1具有約6.8 pF之值。調整電路102之電感L2及電容C2分別具有約4.7 nH及5.1 pF之值。調整電路102替代沿輸出匹配網路60之輸出端處之信號路徑的約18 pF之電容(未圖示)。

圖9至圖12展示如本文中所述之調整電路可在不顯著降級其他區域中之效能的情況下提供合乎需要的陷波移位功能(例如，圖8)。圖9及圖10分別展示在具有(例如，圖8之曲線170)及不具有(例如，圖8之曲線160)調整電路的情況下用於實例低頻帶B18信號路徑之S11參數的史密斯圖。圖11及圖12分別展示在具有(例如，圖8之曲線180)及不具有(例如，圖8之曲線160)調整電路的情況下用於實例低頻帶B8信號路徑之S11參數的史密斯圖。對於所有前述實例組態，每一信號路徑具有約50歐姆之負載阻抗。

對於B10頻帶實例(圖9及圖10)，在三個頻率處獲取輸入阻抗( $Z_{in}$ )量測，且結果在表1中列出。可以看到在具有調整電路的情況下用於B18信號路徑之 $Z_{in}$ 值比在不具有調整電路的情況下用於B18信號路徑之彼等 $Z_{in}$ 值有利。

頻率(MHz)	在不具有調整電路的情況下， B18 $Z_{in}$ (圖9)(歐姆)	在具有調整電路的情況下， B18 $Z_{in}$ (圖10)(歐姆)
816	3.282-j2.094	3.192-j2.005
832	3.317-j0.468	3.226-j0.448
848	3.184-j1.832	3.173-j1.815

表1

對於B8頻帶實例(圖11及圖12)，在三個頻率處獲取輸入阻抗( $Z_{in}$ )量測，且結果在表2中列出。可以看到在具有調整電路的情況下用於B8信號路徑之 $Z_{in}$ 值比在不具有調整電路的情況下用於B8信號路徑之彼等 $Z_{in}$ 值有利。

頻率(MHz)	在不具有調整電路的情況下， B8 $Z_{in}$ (圖11)(歐姆)	在具有調整電路的情況下，B8 $Z_{in}$ (圖12)(歐姆)
882	3.894-j1.453	3.946-j1.485
898	3.504-j0.908	3.618-j0.971
913	3.456-j1.819	3.521-j1.954

表2

圖13展示可經實施以操作具有如本文中所述之一或多個特徵之RF裝置的程序200。在一些實施例中，此RF裝置可包括一或多個電

路，諸如，參看圖5至圖7描述之實例。在區塊202中，菊鏈功率偵測組態可提供用於第一RF信號路徑及第二RF信號路徑。在區塊204中，第一RF路徑及第二RF路徑中之至少一者可經調整以將與功率偵測相關之頻率回應特徵移動至不同頻率範圍。

圖14展示可經實施以操作具有如本文中所述之一或多個特徵之RF裝置的程序210。在一些實施例中，此RF裝置可包括一或多個電路，諸如，參看圖5至圖7描述之實例。在區塊212中，RF裝置之第一電路及第二電路可經耦合，以使得第一電路包括頻率回應，該頻率回應具有由耦合導致之選定頻率範圍中之特徵。在一些實施例中，此耦合可實施為菊鏈功率偵測電路，該電路經組態以偵測第一RF功率放大器及第二RF功率放大器之輸出功率位準。在區塊214中，第二電路可經調整以自選定頻率範圍移出特徵。在一些實施中，特徵可包括在頻率回應中之陷波。在一些實施中，此陷波可移動至第一電路及第二電路中之任一者不使用之較低頻率範圍。

在一些實施中，本文中所述之一或多個特徵可包括於模組中。圖15示意性描繪實例模組300，該模組300包括PA晶粒302，該PA晶粒302具有用於複數個放大路徑中之每一者之PA 50。藉由實例，第一放大路徑及第二放大路徑展示為包括PA 50a、PA 50b，其各自具有一或多個級；且至PA 50a、PA 50b之輸入RF信號(RFIN\_A、RFIN\_B)展示為經由其各別輸入匹配網路308a、輸入匹配網路308b提供。

PA 50a、PA 50b展示為與偏壓/控制電路52(線306a、線306b)連通。偏壓/控制電路52可經組態基於(例如)控制信號輸入端304以已知方式向PA 50a、PA 50b提供偏壓及/或控制功能。在一些實施例中，偏壓/控制電路52可在與PA晶粒302分離之晶粒中實施。在一些實施例中，偏壓/控制電路52可在與PA晶粒302相同之晶粒中實施。

第一PA 50a之輸出端展示為連接至第一匹配網路60a。類似地，

第二PA 50b之輸出端展示為連接至第二匹配網路60b。

第一匹配網路60a之輸出端展示為連接至具有本文中所述之一或多個特徵之第一調整電路102a。類似地，第二匹配網路60b之輸出端展示為連接至具有本文中所述之一或多個特徵之第二調整電路102b。在一些實施例中，與第一調整電路102a及第二調整電路102b中之每一者相關之電感可由離散組件(例如，表面安裝電感器)、一或多個導體路徑或其某一組合提供。在電容與前述電感串聯之實施例中，此電容可由(例如)離散組件(例如，表面安裝電容器)提供。

第一調整電路102a之輸出端展示為在路由至輸出節點(RFOUT\_A)之前連接至功率耦合部分70a。類似地，第二調整電路102b之輸出端展示為在路由至輸出節點(RFOUT\_B)之前連接至功率耦合部分70b。在所示實例中，第一功率耦合部分70a及第二功率耦合部分70b展示為一起菊鏈在耦合器輸入端310與輸出端312之間。

如本文中所述，功率耦合部分之間的前述菊鏈可導致一個信號路徑(例如，低頻帶路徑)經由例如與其他信號路徑(例如，高頻帶路徑)相關之一或多個操作頻帶中之陷波回應影響其他信號路徑(例如，高頻帶路徑)。在一些情況下，逆效應(例如，高頻帶經由菊鏈耦合影響低頻帶)可能不存在、可以相對低量級存在或可存在於很少或沒有意義之頻率範圍(例如，不由任何頻帶使用之頻率範圍)中。在本文中所述之實例高頻帶之情境下，與此高頻帶相關之陷波回應通常位於高得多的頻率(例如，在5 GHz至6 GHz之間)處，該等頻率通常不影響其他操作頻帶。因此，在此情況下，第一信號路徑(例如，高頻帶路徑)可能或可能不具有調整電路(102a)。因此，應理解，對於如本文中所述之複數個信號路徑，一些或所有此等路徑可包括一或多個調整電路。

在圖15之實例模組300中，本文中所述之各種組件可經提供或形

成於封裝基板320上或內。在一些實施例中，封裝基板320可包括層壓基板。在一些實施例中，模組300亦可包括一或多個封裝基板以例如提供保護且促使較容易處置模組300。此封裝結構可包括包覆模製件，其形成於封裝基板320之上且經定尺寸以實質上囊封其上之各種電路及組件。

在一些實施中，具有本文中所述之一或多個特徵之裝置及/或電路可包括於RF裝置(諸如，無線裝置)中。此裝置及/或電路可以如本文中所述之模組化形式或其某一組合直接在無線裝置中實施。在一些實施例中，此無線裝置可包括(例如)蜂巢式電話、智慧型手機、具有或不具有手機功能之手持式無線裝置、無線平板電腦等。

圖16A及圖16B示意性描繪具有本文中所述之一或多個有利特徵之實例無線裝置400。圖16A中所示之實例係用於分頻雙工(FDD)組態，且圖16B中所示之實例係用於分時雙工(TDD)組態。

在圖16A及圖16B之兩個實例無線裝置中之每一者中，PA 50、其輸入及輸出匹配電路(60)、調整電路102及耦合電路70可在如圖15中所述之模組300上實施。PA 50可自可以已知方式組態及操作之收發器410接收其各別RF信號。收發器410可經組態以產生待放大及傳輸之RF信號，且可經組態以處理接收之信號。收發器410展示為與基頻子系統408互動，該基頻子系統408經組態以提供適用於使用者之資料及/或語音信號與適用於收發器401之RF信號之間的轉換。收發器410亦展示為連接至功率管理組件406，該功率管理組件406經組態以管理用於操作無線裝置之功率。此功率管理亦可控制基頻子系統408及模組300之操作。

基頻子系統408展示為連接至使用者介面402，以促進提供至使用者及自使用者接收之語音及/或資料的各種輸入及輸出。基頻子系統408亦可連接至記憶體404，該記憶體404經組態以儲存資料及/或指

令，以促進無線裝置之操作及/或為使用者提供資訊儲存。

在圖16A之實例無線裝置400中，模組300之輸出端展示為經由其各別雙工器80a、雙工器80b及頻帶選擇開關414路由至天線416。頻帶選擇開關414可包括(例如)單極雙投(例如，SPDT)開關，以允許選擇操作頻帶。雖然在模組300之雙頻帶輸出端之情境下描述，但應理解，操作頻帶之數目可不同。在涉及多個頻帶之組態中，此頻帶選擇開關可具有(例如)SPMT(單極多投)組態。

在圖16A之實例中，每一雙工器80可允許將使用共同天線(例如，416)實質上同時執行傳輸及接收操作。在圖16A中，接收之信號展示為路由至「Rx」路徑(未圖示)，該路徑可包括(例如)低雜訊放大器(LNA)。

在圖16B之實例無線裝置400中，分時雙工(TDD)功能可由連接至模組300之兩個實例輸出端之低通濾波器(LPF)82a、82b促進。濾波器82a、濾波器82b外之路徑展示為經由開關414連接至天線。在此TDD組態中，一或多個Rx路徑可出自開關414。因此，開關414可充當(例如，如本文中所述之高頻帶與低頻帶之間的)頻帶選擇器，以及Tx/Rx(TR)開關。

在圖16A及圖16B中描繪之實例無線裝置400中，實例模組300描繪為包括PA (50a、50b)及其各別匹配電路(60a、60b)、調整電路(102a、102b)及耦合器部分(70a、70b)。在一些實施例中，圖16A之模組300可包括雙工器80a、雙工器80b及開關414中之一些或全部。在一些實施例中，圖16B之模組300可包括濾波器82a、濾波器82b及開關414中之一些或全部。

許多其他無線裝置組態可利用本文中所述之一或多個特徵。舉例而言，無線裝置不需要為多頻帶裝置。在另一實例中，無線裝置可包括額外天線(諸如，分集天線)及額外連接性特徵(諸如，Wi-Fi、藍

芽及GPS)。

本文中描述在E-UTRA(演進通用陸地無線電存取)操作頻帶之情境下的各種實例。此等頻帶可包括表3中所列之頻帶。

操作頻帶	頻帶(MHz)
1	2,100
2	1,900
3	1,800
4	1,700
5	850
6	800
7	2,600
8	900
9	1,700
10	1,700
11	1,500
12	700
13	700
14	700
17	700
18	800
19	800
20	800
21	1,500
22	3,500
23	2,000
24	1,600
25	1,900
26	850
27	800
28	700
29	800
30	2,300
33	2,100
34	2,100
35	1,900
36	1,900
37	1,900
38	2,600
39	1,900
40	2,300
41	2,500
42	3,500
43	3,700
44	700

表3

應理解，表3中所列之實例頻帶中之每一者可包括一或多個頻率範圍。舉例而言，FDD頻帶可與傳輸頻率範圍及接收頻率範圍相關。對於TDD頻帶，給定頻率範圍可促進傳輸操作及接收操作兩者。亦應理解，本發明之一或多個特徵可在其他頻帶指定慣例中實施。

除非上下文另外明確要求，否則在本說明書及申請專利範圍中，詞「包含」及其類似者應以包括性意義理解，與排他性或詳盡性意義相反；亦即，意義為「包括(但不限於)」。如本文中通常使用，詞「耦合」係指兩個或兩個以上元件可能直接連接或經由一或多個中間元件連接。另外，當用於本申請案時，詞「本文中」、「上文」、「下文」及類似輸入之詞應係指本申請案整體來看而非指本申請案之任何特定部分。當上下文允許時，使用單數或複數數目之以上描述中之詞亦可分別包括複數或單數數目。關於兩種或兩種以上項目之清單的詞「或」，彼詞涵蓋詞之所有以下解釋：清單中之任一項目、清單中之所有項目及清單中之項目的任何組合。

本發明實施例之以上詳細描述不欲為詳盡的或將本發明限於上文揭示之精確形式。如熟習相關技術者將認識到，雖然上文出於說明之目的而描述了本發明之特定實施例及實例，但是在本發明之範疇內可能做出各種等效修改。舉例而言，雖然以既定次序呈現程序或區塊，但替代性實施例可執行具有不同次序之步驟之常式或使用具有不同次序之區塊之系統，且可刪除、移動、添加、細分、組合及/或修改一些程序或區塊。此等程序或區塊中之每一者皆可以多種不同方式來實施。又，雖然有時將程序或區塊展示為連續執行的，但是可改作並行執行此等程序或區塊，或可在不同時間執行此等程序或區塊。

本文中提供的本發明教示可應用於其他系統，未必為上文描述之系統。可組合前述之各種實施例之元件及動作以提供其他實施例。

雖然已描述本發明之一些實施例，但此等實施例僅以實例之方

式呈現且不欲限制本發明之範疇。實際上，本文中所述之新穎方法及系統可以多種其他形式體現；此外，在不脫離本發明之精神的情況下，可對本文中所述之方法及系統的形式進行各種省略、替代及改變。隨附申請專利範圍及其等效物意欲涵蓋將屬於本發明之範疇及精神內的此等形式或修改。

#### 【符號說明】

10	電路
12	頻率回應曲線
14	峰值
16	臨限值
20	頻率範圍
32	頻率回應曲線
34	下降
36	臨限值
50A	功率放大器
50B	功率放大器
52	偏壓/控制電路
60	輸出匹配網路
60A	輸出匹配網路
60B	輸出匹配網路
70	功率耦合器總成
70A	第一功率耦合部分
70B	第二功率耦合部分
80A	雙工器
80B	雙工器
82A	低通濾波器

82B	低通濾波器
100	射頻電路
102	調整電路
102A	調整電路
102B	調整電路
102C	調整電路
112	頻率回應曲線
114	峰值
118	箭頭
132	頻率回應曲線
134	下降
138	箭頭
150	電路片段
150A	電路片段
150B	電路片段
150C	電路片段
160	曲線
162	陷波
164	箭頭
166	箭頭
170	曲線
172	陷波
180	曲線
182	陷波
200	程序
202	區塊

204	區塊
210	程序
212	區塊
214	區塊
300	模組
302	功率放大器晶粒
304	控制信號輸入端
306A	線
306B	線
308A	輸入匹配網路
308B	輸入匹配網路
310	耦合器輸入端
312	耦合器輸出端
320	封裝基板
400	無線裝置
402	使用者介面
404	記憶體
406	功率管理組件
408	基頻子系統
410	收發器
414	頻帶選擇開關
416	天線
B1	頻帶
B4	頻帶
B7	頻帶
B8	頻帶

B18	頻帶
B34	頻帶
B38	頻帶
B40	頻帶
BJT	雙極接面電晶體
C1	電容
C2	電容
L1	電感
L2	電感

## 申請專利範圍

1. 一種射頻(RF)電路，其包含：
  - 一第一電路，其具有一頻率回應，該頻率回應包括在一選定頻率範圍內之一特徵；
  - 一第二電路，其耦合至該第一電路使得該頻率回應之該特徵係至少部分由於耦合導致；及
  - 一調整電路，其經組態以將該特徵移動遠離該選定頻率範圍。
2. 如請求項1之射頻電路，其中該特徵係移動至一較低頻率。
3. 如請求項1之射頻電路，其中該調整電路係該第二電路之一部分。
4. 如請求項3之射頻電路，其中該第一電路及該第二電路之每一者包括一功率放大器(PA)、連接至該功率放大器之一輸出匹配網路、及一功率耦合器，該第二電路進一步包括實施於該輸出匹配網路及該功率耦合器之間之該調整電路。
5. 如請求項4之射頻電路，其中該調整電路包括實施於該輸出匹配網路及該功率耦合器之間之一電感。
6. 如請求項5之射頻電路，其中該電感包或一電感器。
7. 如請求項5之射頻電路，其中該調整電路進一步包括與該電感串聯連接之一電容。
8. 如請求項7之射頻電路，其中該電容包括一電容器。
9. 如請求項4之射頻電路，其中該第一電路及該第二電路之每一者之該輸出匹配網路包括：一匹配電感，其連接至該功率放大器之一輸出；及一分路電容，其連接至該匹配電感之一輸出。
10. 如請求項1之射頻電路，其中該頻率回應特徵包括在與該耦合相

關聯之一功率譜上之一陷波(notch)。

11. 如請求項1之射頻電路，其中該選定頻率範圍包括E-UTRA頻帶B7、B38或B40或至少部分與E-UTRA頻帶B7、B38或B40重疊。
12. 如請求項11之射頻電路，其中該特徵係移動至不與該經選定頻率範圍重疊之一頻率範圍。
13. 如請求項12之射頻電路，其中該特徵移動至之該頻率範圍包括介於E-UTRA頻帶B8與B4之間之一頻率範圍。
14. 一種用於操作一射頻(RF)裝置之方法，該方法包含：
  - 耦合一第一電路及一第二電路，該第一電路具有一頻率回應，該頻率回應包括在一選定頻率範圍內之一特徵，該頻率回應之該特徵係至少部分由於該耦合導致而產生；及
  - 將該特徵移動遠離該選定頻率範圍。
15. 如請求項14之方法，其中該特徵係移動至一較低頻率。
16. 如請求項15之方法，其中該第一電路及該第二電路之每一者包括一功率放大器(PA)、連接至該功率放大器之一輸出匹配網路、及一功率耦合器，該第二電路進一步包括實施於該輸出匹配網路及該功率耦合器之間之一調整電路，該調整電路至少部分促進該特徵之移動。
17. 如請求項16之方法，其中該調整電路包括實施於該輸出匹配網路及該功率耦合器之間之一電感。
18. 如請求項17之方法，其中該調整電路進一步包括與該電感串聯連接之一電容。
19. 如請求項14之方法，其中該頻率回應特徵包括在與該耦合相關聯之一功率譜上之一陷波(notch)。
20. 一種無線裝置，其包含：
  - 一收發器，其經組態以處理射頻(RF)信號；

與該收發器通信之一天線，該天線經組態以促進一放大射頻信號之傳輸；及

一功率放大器(PA)模組，其連接至該收發器，該功率放大器模組經組態以產生該放大射頻信號，該功率放大器模組包括實施在一封裝基板上之一射頻電路，該射頻電路包括：具有一頻率回應之一第一電路，該頻率回應包括在一選定頻率範圍內之一特徵，及一第二電路，該第二電路耦合至該第一電路使得該頻率回應之該特徵係至少部分由於耦合導致，該射頻電路進一步包括組態以將該特徵移動遠離該選定頻率範圍之一調整電路。

21. 一種用於操作一射頻(RF)裝置之方法，該方法包含：

在一菊鏈組態中沿一第一路徑及沿一第二路徑偵測功率，該第一路徑經組態以在一第一頻帶中路由一第一射頻信號，該第二路徑經組態以在一第二頻帶中路由一第二射頻信號；及

調整該第一路徑及該等第二路徑中之至少一者以將與該功率偵測相關之一頻率回應特徵移動至一不同頻率範圍。

# 圖式

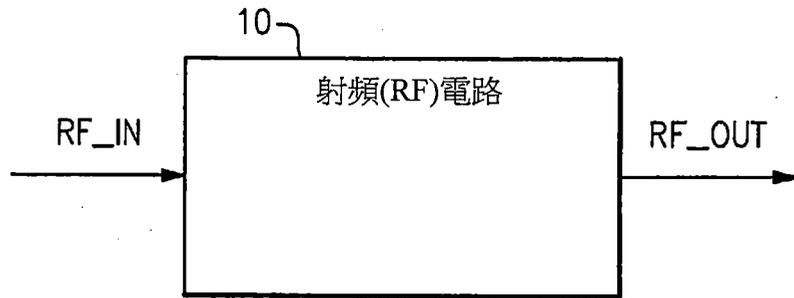


圖1A

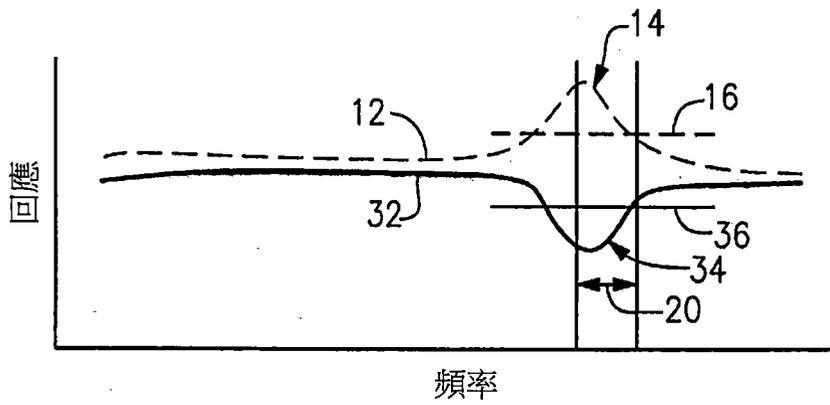


圖1B

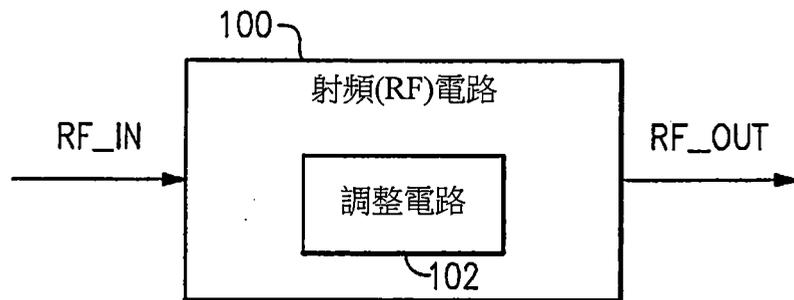


圖2A

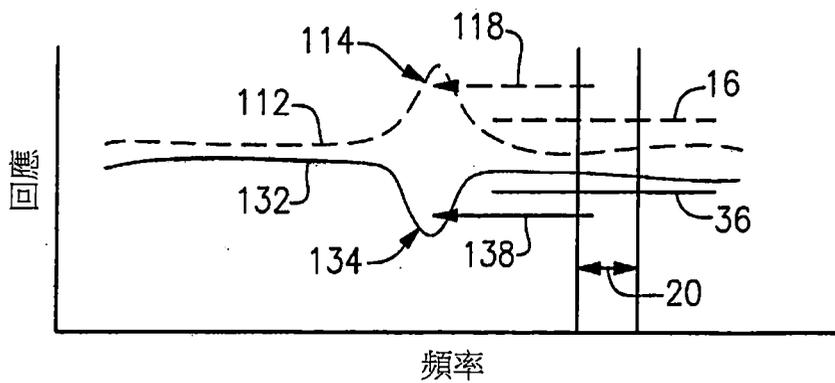


圖2B

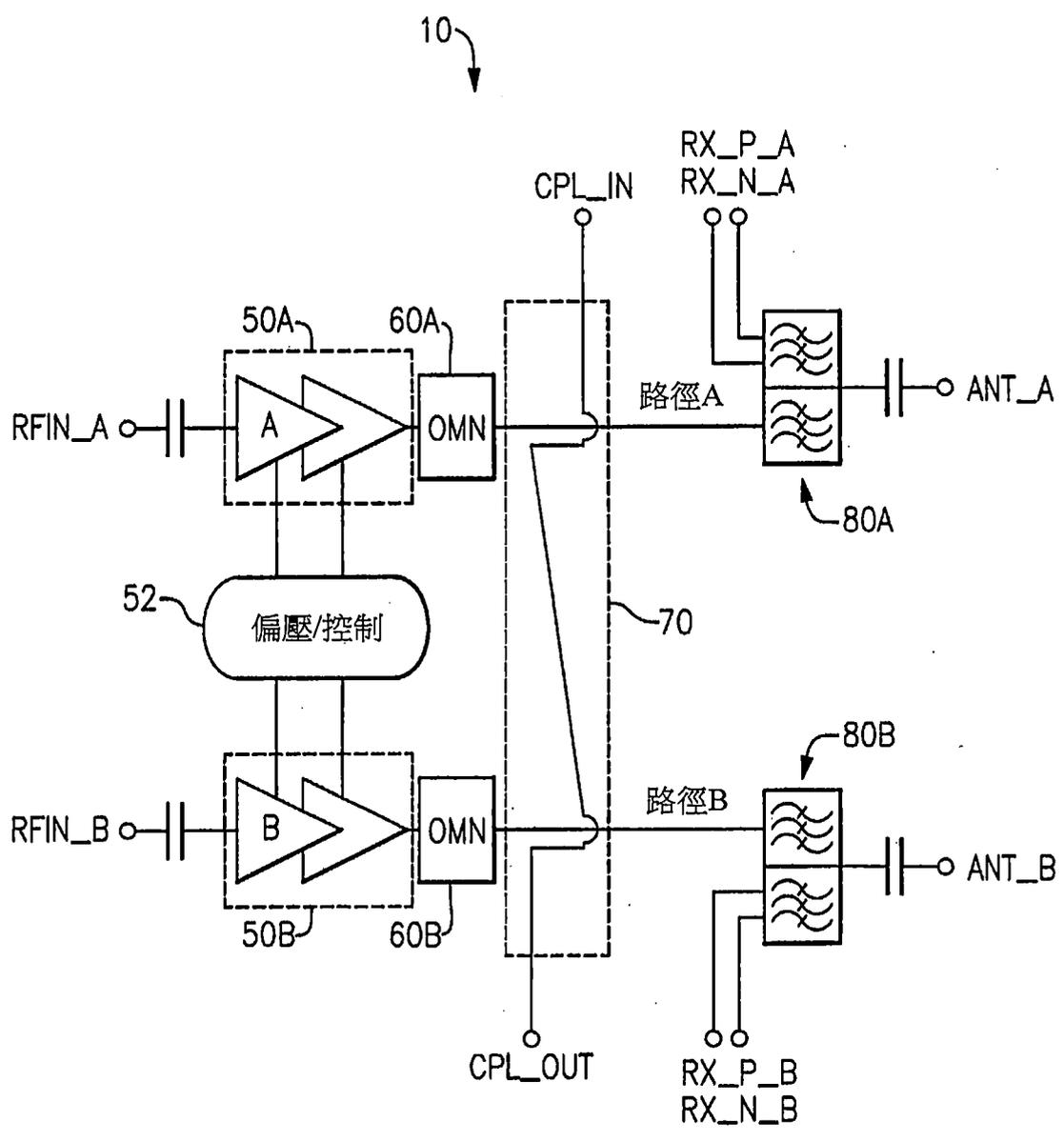


圖3

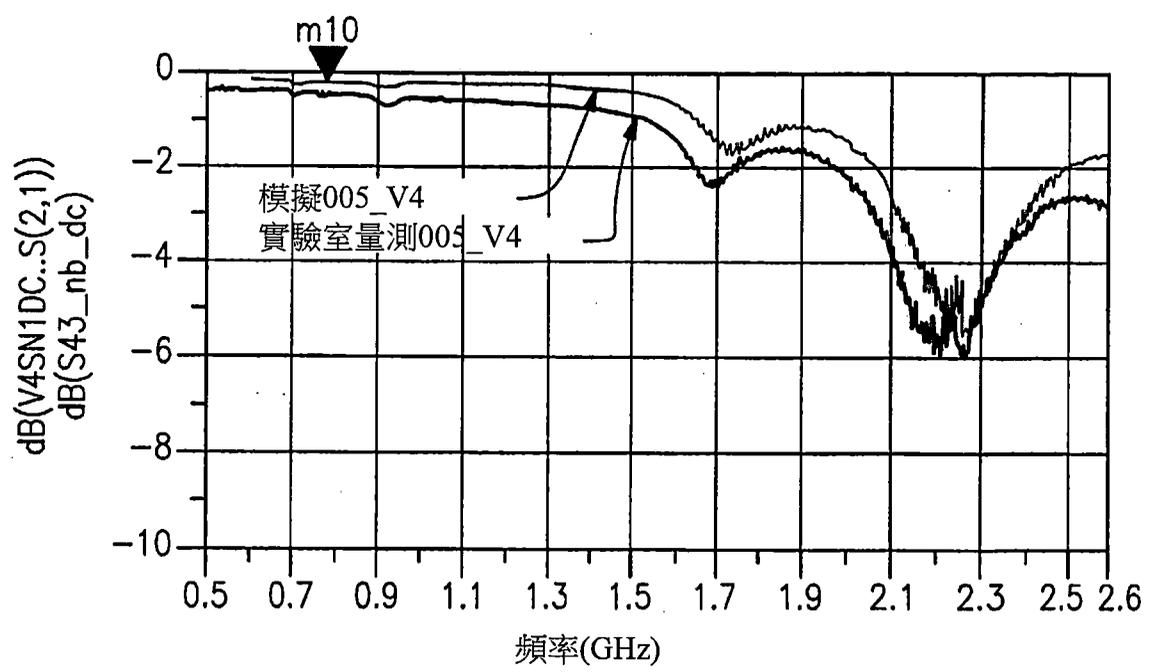


圖4A

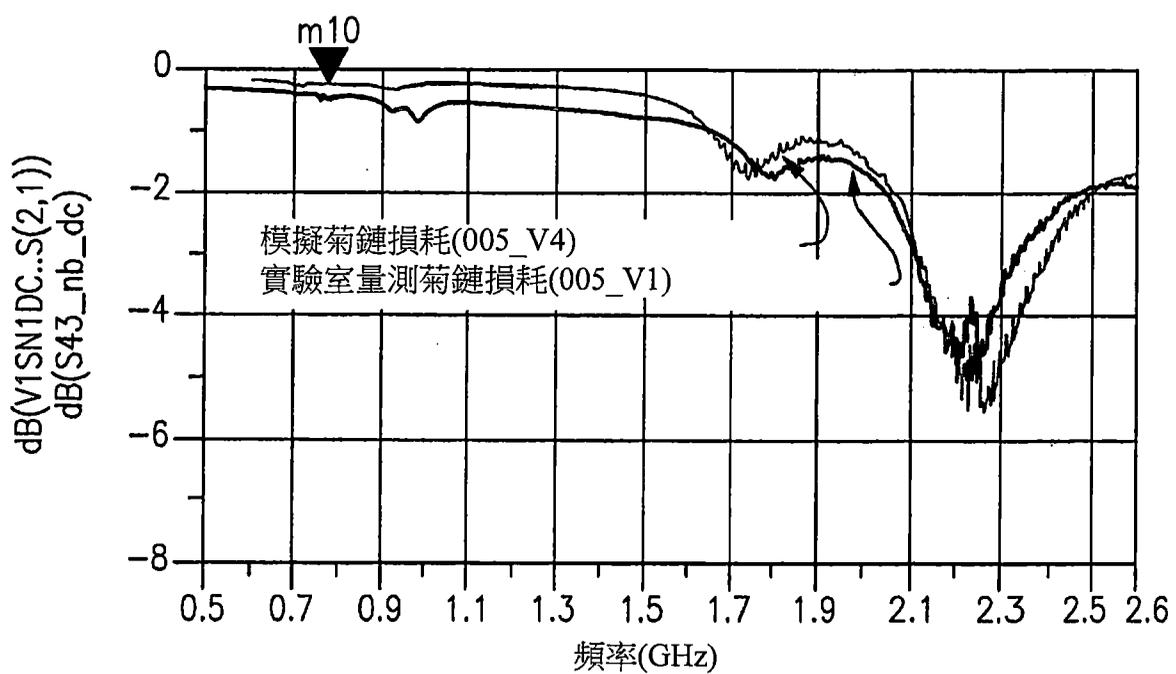


圖4B

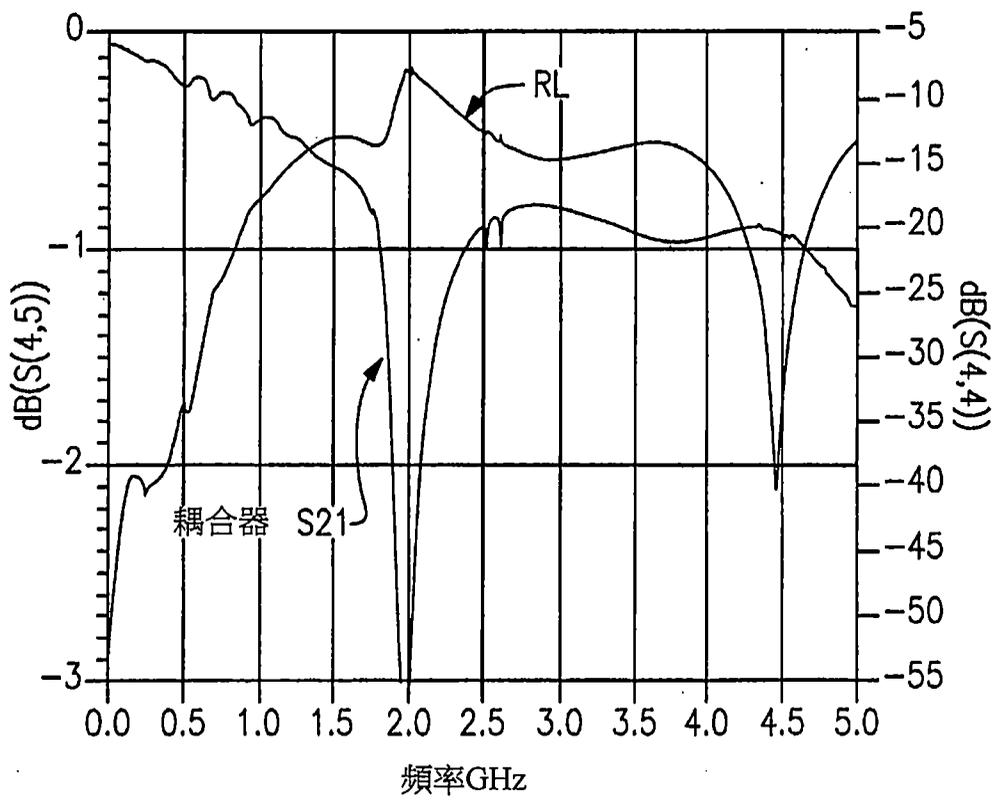


圖4C

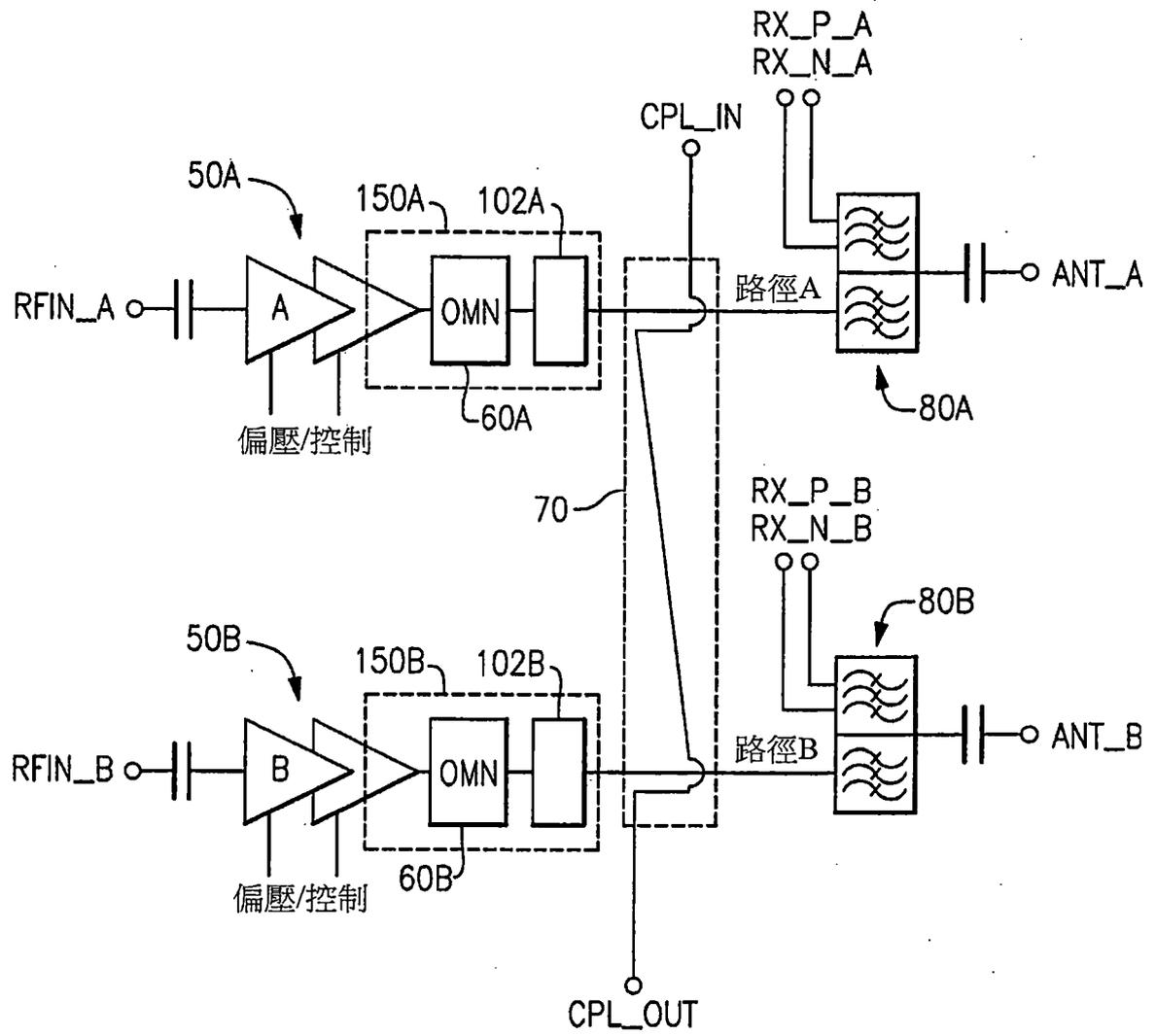


圖5A

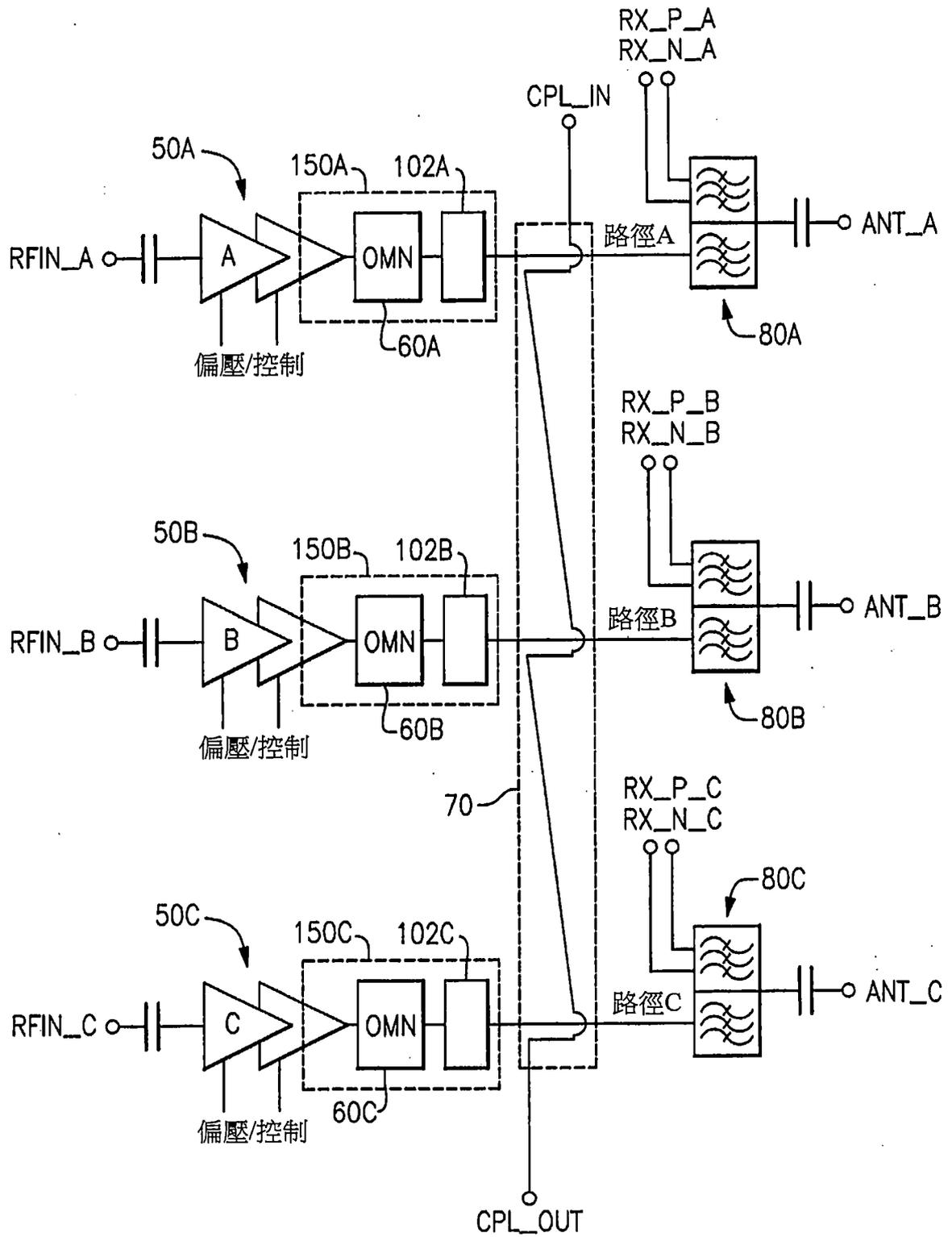


圖5B

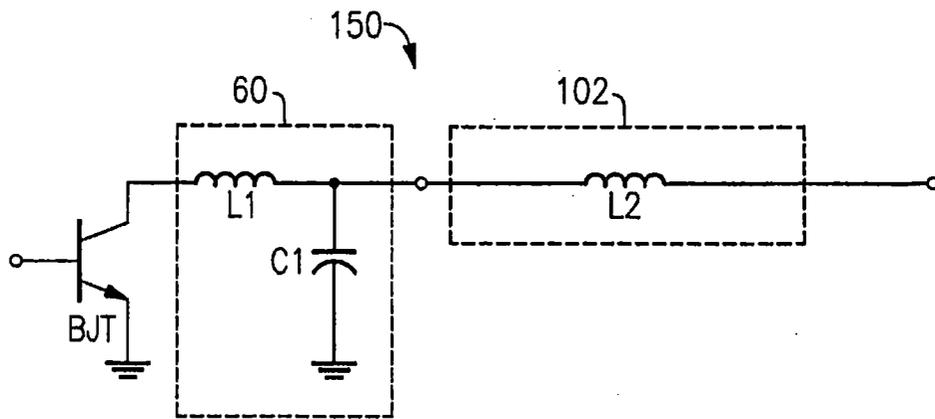


圖6

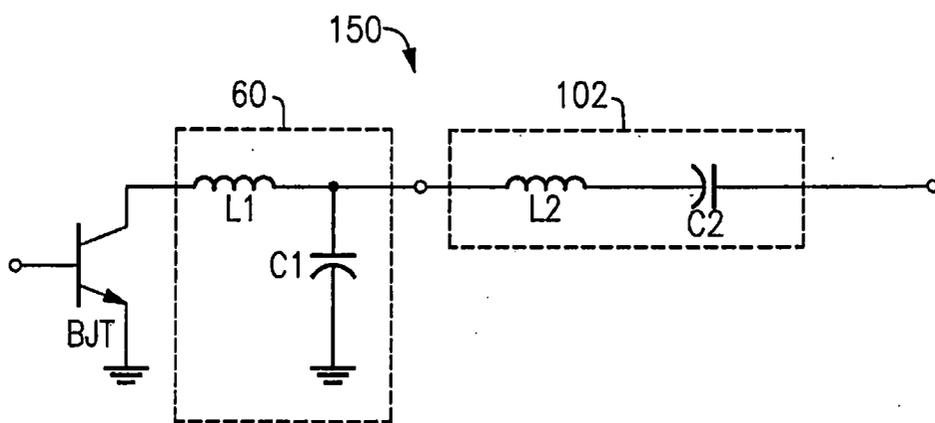


圖7

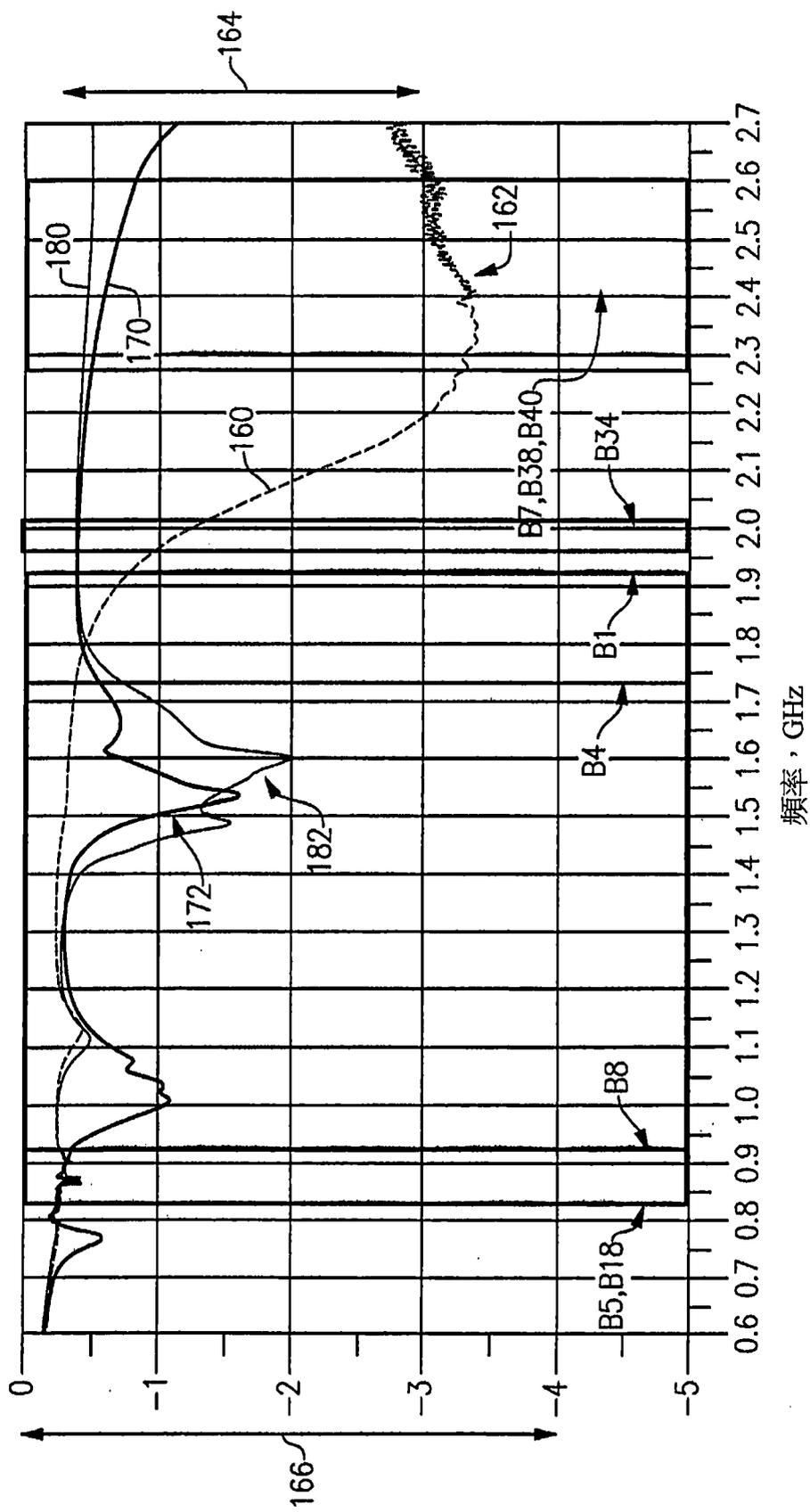


圖8

S11-50 歐姆

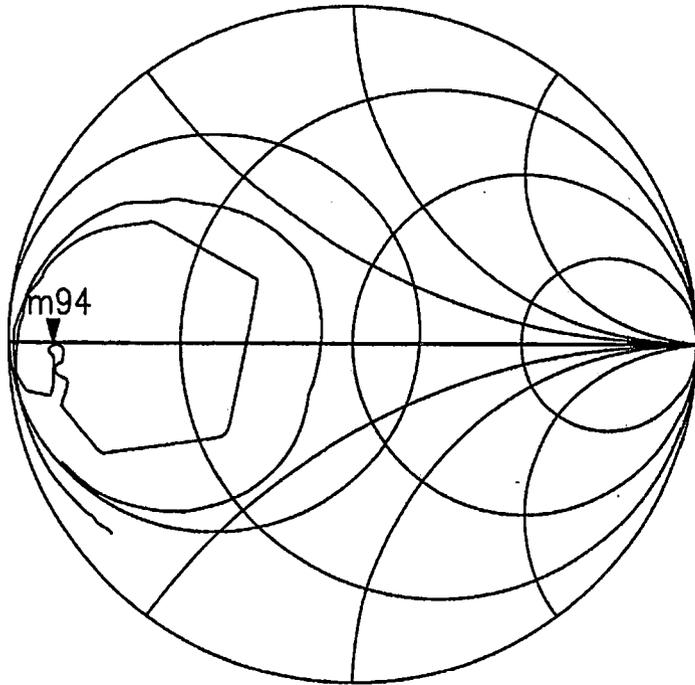


圖9

頻率(500.0MHz至3.400GHz)

S11-50 歐姆

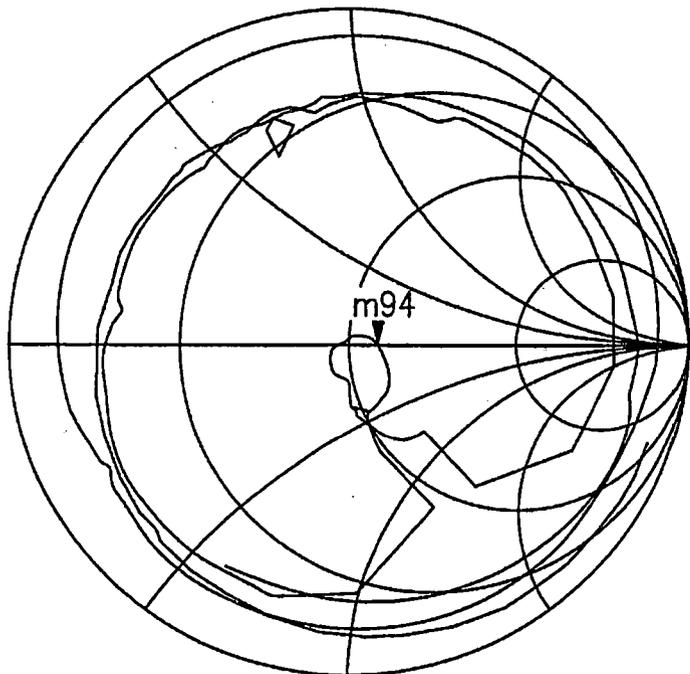


圖10

頻率(500.0MHz至3.600GHz)

S11-50 歐姆

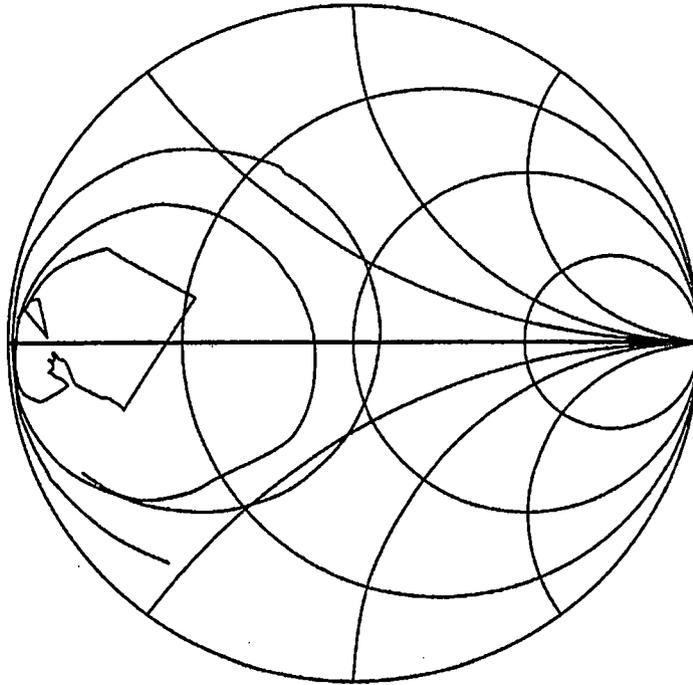


圖11

頻率(500.0MHz至3.400GHz)

S11-50 歐姆

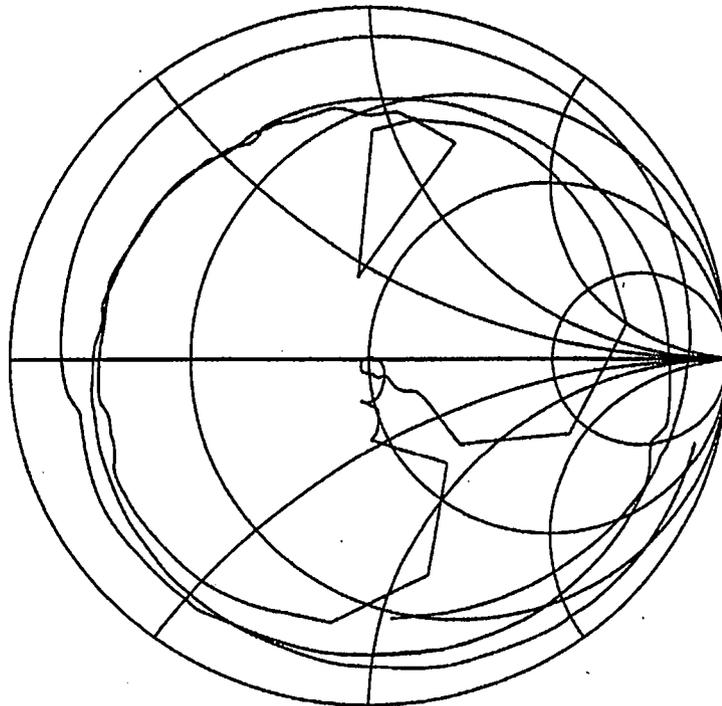


圖12

頻率(500.0MHz至3.600GHz)

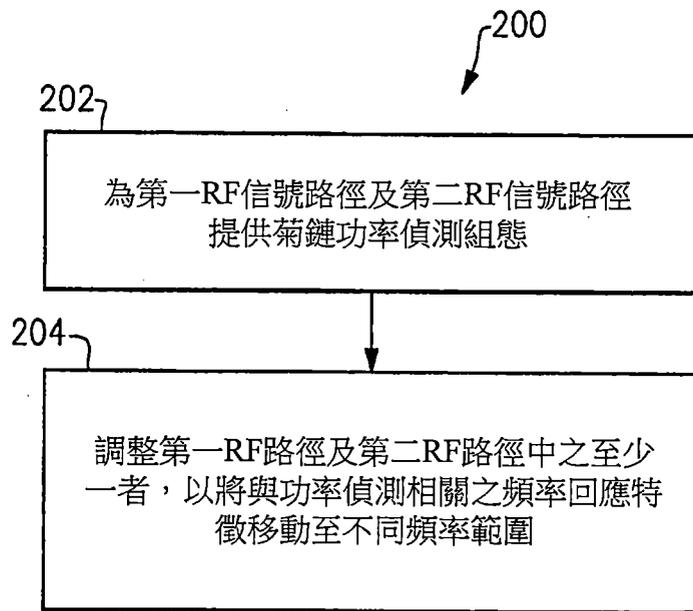


圖13

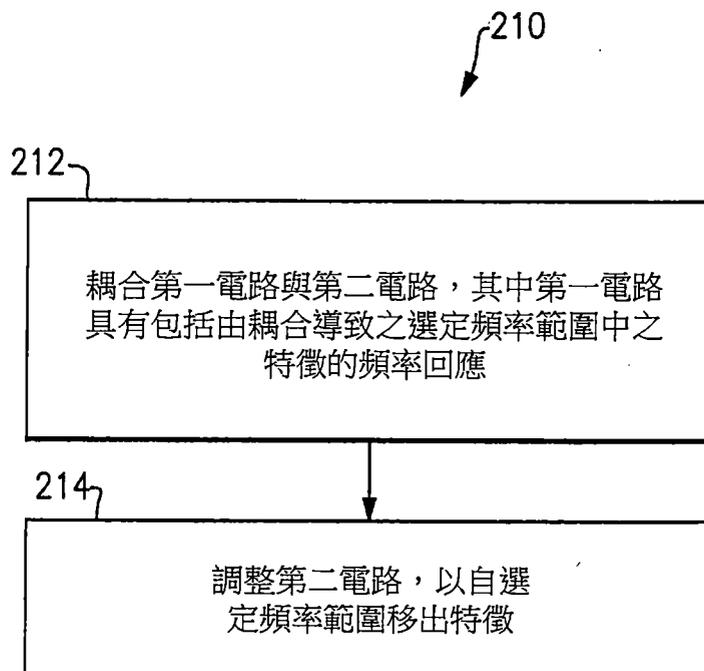


圖14

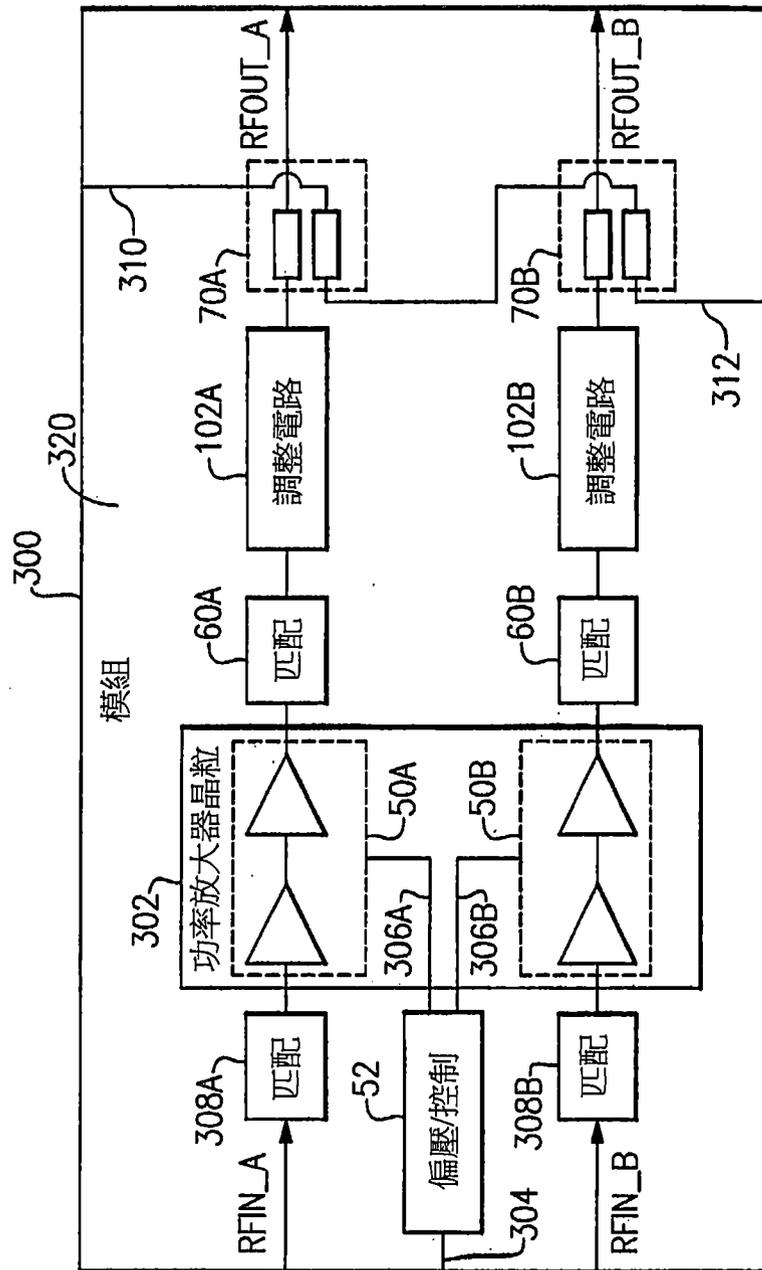


圖15

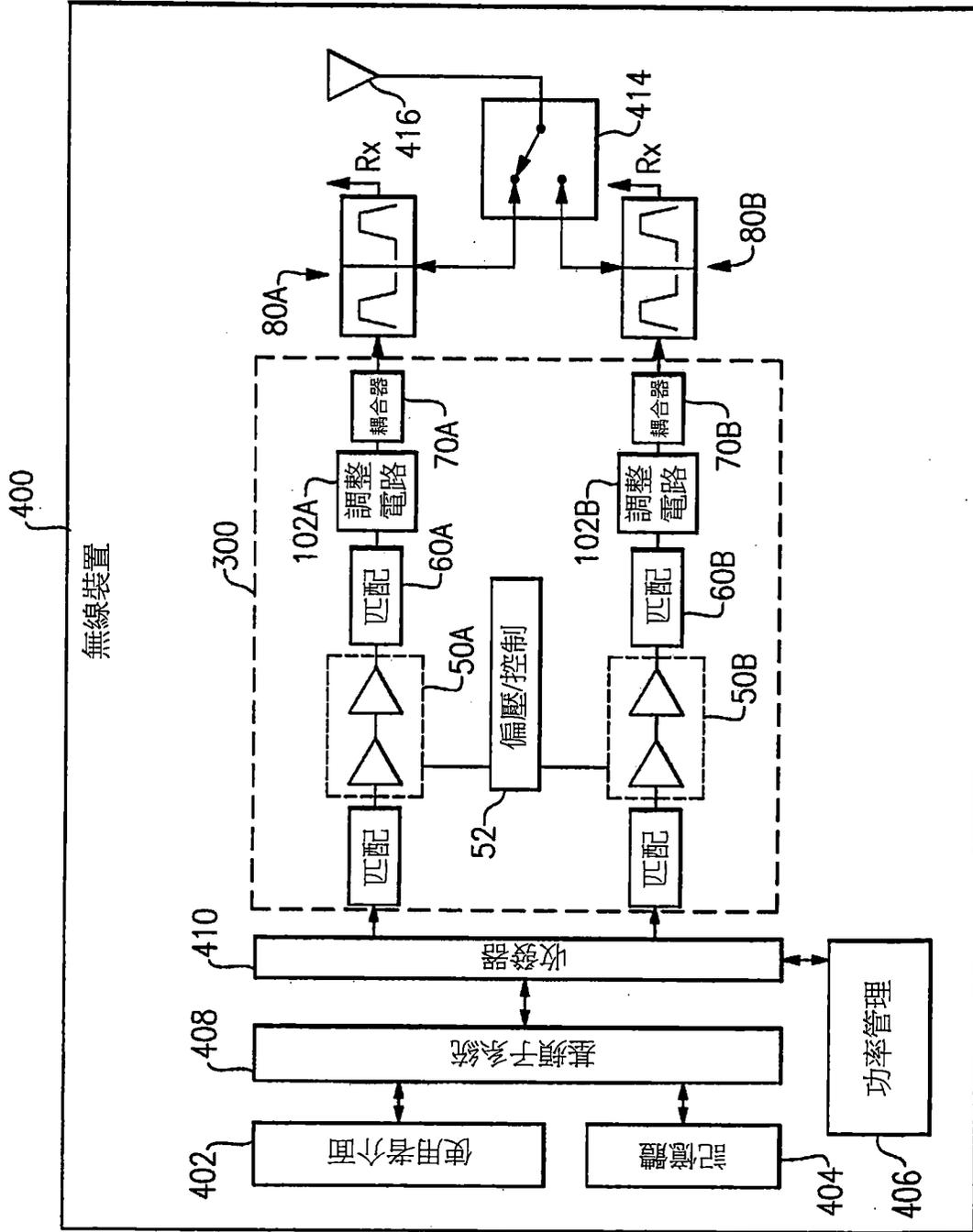


圖16A

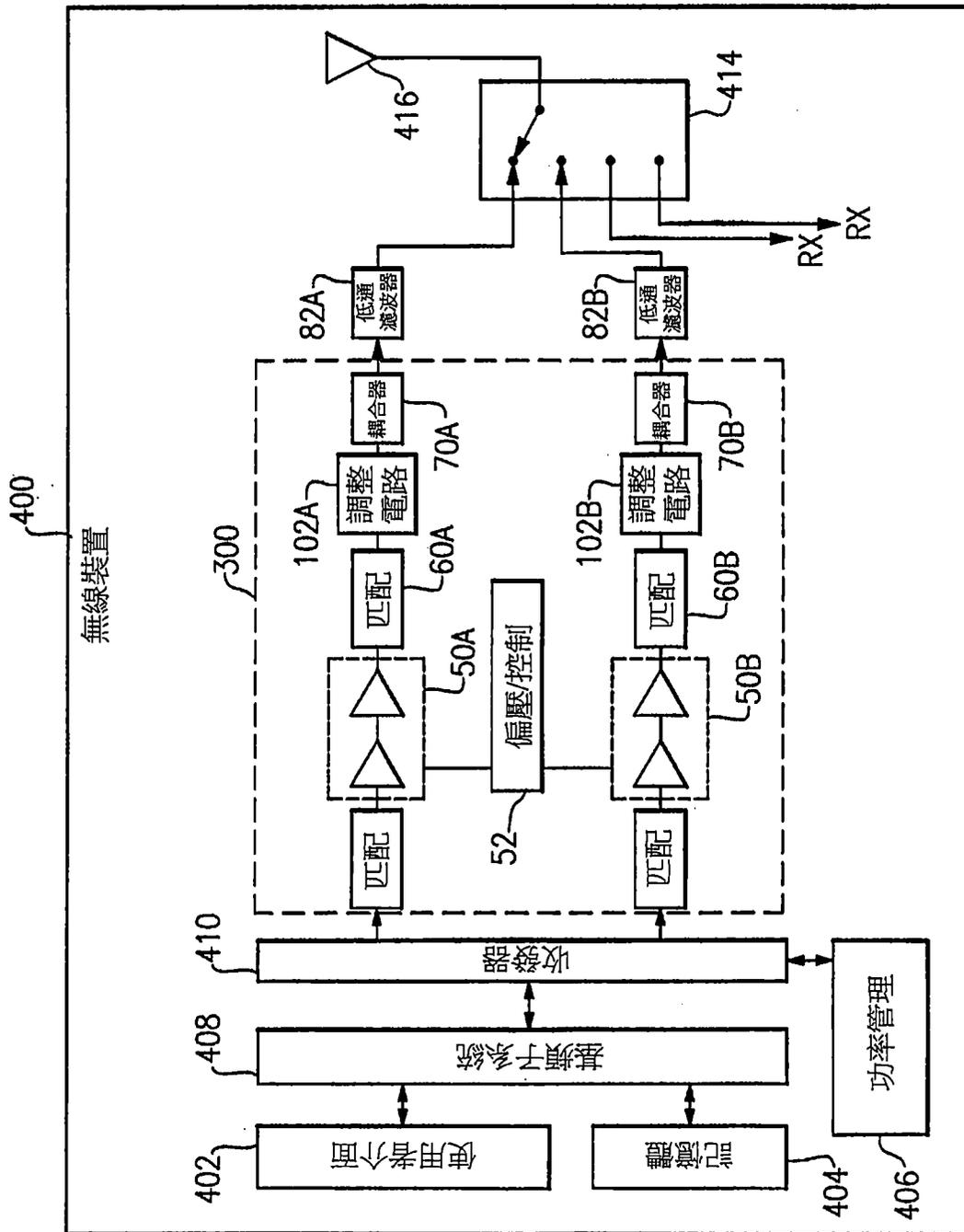


圖16B