



(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 I559677 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：100109624

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 03 月 22 日

(51)Int. Cl. : **H03F1/32 (2006.01)****H03F3/189 (2006.01)**

(30)優先權：2010/03/23 美國

61/316,608

2010/05/18 美國

61/345,909

2010/08/20 美國

61/375,491

2011/03/18 美國

13/051,469

(71)申請人：英特希爾美國公司(美國) INTERSIL AMERICAS INC. (US)

美國

(72)發明人：漢 威赫姆 史黛芬 HAHN, WILHELM STEFFEN (DE)；陳瑋 CHEN, WEI (CN)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

US 7301397B2

US 2005/0200408A1

審查人員：郭立民

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：13 共 62 頁

(54)名稱

使用消除式前饋方法和系統的功率放大器線性化

POWER AMPLIFIER LINEARIZATION USING CANCELLATION-BASED FEED FORWARD
METHODS AND SYSTEMS

(57)摘要

線性化電路可藉由消除或降低功率放大器所產生之非線性成分(例如，IM3、IM5、IM7、IM9、等等)的振幅來改善功率放大器的線性。該線性化電路可獲得功率放大器所輸出的信號樣本並且處理該些樣本以產生一消除信號，該消除信號係被施加到該功率放大器的一輸出上或是之中。該消除信號係被產生以使得當被施加到功率放大器的輸出時，該消除信號係消除或降低該功率放大器所產生之非線性成分的至少一部份。一控制器可藉由執行一或多個調諧演算法並且根據該演算法的結果來調整該線性化電路的設定以改善該些非線性成分的校正。

Linearizers can improve the linearity of power amplifiers by canceling or reducing amplitude of non-linearity components, (e.g., IM3, IM5, IM7, IM9, etc.) generated by the power amplifier. The linearizers can obtain samples of signals output by the power amplifier and process the samples to produce a canceling signal that is applied onto or into an output of the power amplifier. The canceling signal is generated such that when applied to the output of the power amplifier, the canceling signal cancels or reduces at least a portion of the non-linearity components produced by the power amplifier. A controller can improve the correction of the non-linearity components by executing one or more tuning algorithms and adjusting settings of the linearizer based on the results of the algorithm(s).

指定代表圖：

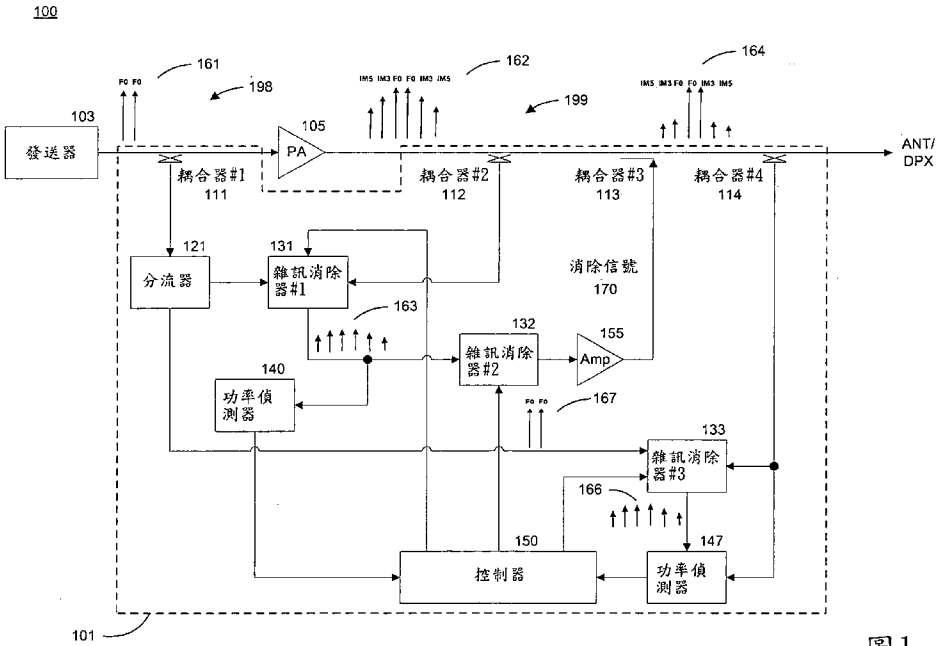


圖1

符號簡單說明：

- 100 . . . 系統
- 101 . . . 線性化電路
- 103 . . . 發送器
- 105 . . . 功率放大器
- 111 . . . 耦合器
- 112 . . . 耦合器
- 113 . . . 耦合器
- 114 . . . 耦合器
- 121 . . . 分流器
- 131 . . . 雜訊消除器
- 132 . . . 雜訊消除器
- 133 . . . 雜訊消除器
- 140 . . . 功率偵測器
- 147 . . . 功率偵測器
- 150 . . . 控制器
- 155 . . . 放大器
- 161 . . . 輸入信號
- 162 . . . 信號
- 163 . . . 信號
- 164 . . . 信號
- 166 . . . 信號
- 167 . . . 信號
- 170 . . . 消除信號
- 198 . . . 輸入路徑
- 199 . . . 輸出路徑

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100109624

※申請日：100.3.22

※IPC分類：H03F 1/32 (2006.01)
H03F 3/189 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

使用消除式前饋方法和系統的功率放大器線性化

POWER AMPLIFIER LINEARIZATION USING

CANCELLATION-BASED FEED FORWARD METHODS

AND SYSTEMS

二、中文發明摘要：

線性化電路可藉由消除或降低功率放大器所產生之非線性成分(例如，IM3、IM5、IM7、IM9、等等)的振幅來改善功率放大器的線性。該線性化電路可獲得功率放大器所輸出的信號樣本並且處理該些樣本以產生一消除信號，該消除信號係被施加到該功率放大器的一輸出上或是之中。該消除信號係被產生以使得當被施加到功率放大器的輸出時，該消除信號係消除或降低該功率放大器所產生之非線性成分的至少一部份。一控制器可藉由執行一或多個調諧演算法並且根據該演算法的結果來調整該線性化電路的設定以改善該些非線性成分的校正。

三、英文發明摘要：

Linearizers can improve the linearity of power amplifiers by canceling or reducing amplitude of

non-linearity components, (e.g., IM3, IM5, IM7, IM9, etc.) generated by the power amplifier. The linearizers can obtain samples of signals output by the power amplifier and process the samples to produce a canceling signal that is applied onto or into an output of the power amplifier. The canceling signal is generated such that when applied to the output of the power amplifier, the canceling signal cancels or reduces at least a portion of the non-linearity components produced by the power amplifier. A controller can improve the correction of the non-linearity components by executing one or more tuning algorithms and adjusting settings of the linearizer based on the results of the algorithm(s).

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100 系 統

101 線 性 化 電 路

103 發 送 器

105 功 率 放 大 器

111 耦 合 器

112 耦 合 器

113 耦 合 器

114 耦 合 器

121 分 流 器

131 雜 訊 消 除 器

132 雜 訊 消 除 器

133 雜 訊 消 除 器

140 功 率 偵 測 器

147 功 率 偵 測 器

150 控 制 器

155 放 大 器

161 輸 入 信 號

162 信 號

163 信 號

164 信 號

166 信 號

167 信號

170 消除信號

198 輸入路徑

199 輸出路徑

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【相關申請案的交互參照】

此專利申請案係主張名稱為“使用消除式前饋方法和系統的功率放大器線性化”且於 2010 年 3 月 23 日申請的美國臨時專利申請案號 61/316,608 的權益。此專利申請案亦主張名稱為“使用消除式前饋方法和系統的功率放大器線性化”，2010 年 5 月 18 日申請的美國臨時專利申請案號 61/345,909 的權益。此專利申請案亦主張名稱為“用於雜訊及干擾消除的方法和系統”且於 2010 年 8 月 20 日申請的美國臨時專利申請案號 61/375,491 的權益。該些先前的優先權申請案的每個申請案之整體內容茲納入於此作為參考。

【發明所屬之技術領域】

本發明係針對於改善功率放大器的線性之方法及系統，其係藉由消除或降低在一發射鏈路中由功率放大器或其它構件(例如，中間頻率(“IF”)功率放大器或混頻器)所產生之非所要的頻譜成分，例如，非線性成分(例如，IM3、IM5、IM7、IM9、等等)、雜訊以及突波(spur)。

【先前技術】

在發射鏈路中的功率放大器或其它構件(例如，中間頻率(“IF”)功率放大器或混頻器)會產生非所要的頻譜成分，例如，非線性成分(例如，IM3、IM5、IM7、IM9、等等)、雜訊以及突波(spur)。因此，存在有對方法和系統的需求，使

其消除或降低前述的非所要頻譜成分，並改善功率放大器的線性。

【發明內容】

本揭示係關於一種用於改善功率放大器的線性之系統、一種用於降低功率放大器的輸出信號的非線性成分之方法、以及其系統。

在某些實施例中，一種用於改善功率放大器的線性之系統包括：一可運作以耦合至該功率放大器的一輸入信號路徑的第一輸入，以用於獲得該功率放大器的一輸入信號的一第一樣本；一可運作以耦合至該功率放大器的一輸出信號路徑的第二輸入，以用於獲得該功率放大器的一輸出信號的一第二樣本，該樣本係包括對應於該輸出信號的至少一非線性成分之至少一取樣的非線性成分；一可運作以耦合至該功率放大器的一輸出信號路徑的輸出，以用於施加一線性改善信號至該輸出信號路徑；一可運作以在該第二輸入以及該輸出下游的一位置耦合至該輸出信號路徑的第三輸入，以用於獲得該輸出信號的一第三樣本；以及一線性化電路，其係電耦接至該些輸入以及該輸出。該線性化電路包括：一第一信號消除器，其係用於從該第二樣本扣除該第一樣本以產生一包括該至少一取樣的非線性成分之中間信號；一第二信號消除器，其係耦接至該第一信號消除器的一輸出並且可運作以藉由根據一控制設定來調整該至少一取樣的非線性成分的振幅、相位及延遲的至少一

個以產生該線性改善信號，該線性改善信號可運作以響應於其在該輸出處耦合至該輸出信號路徑以降低該至少一非線性成分的一強度；一功率偵測器，其係用於量測該第三樣本的該至少一非線性成分中的至少一個的一強度位準；以及一控制裝置，其係根據該量測到的強度位準來調整該第二信號消除器的設定。

在某些進一步的實施例中，一種用於降低功率放大器的輸出信號的非線性成分之方法包括：(a)從一沿著該功率放大器的一輸入路徑的位置獲得一輸入信號的一第一樣本；(b)從一沿著該功率放大器的一輸出信號路徑的第一位置獲得該輸出信號的一第二樣本，該樣本係包括施加在該功率放大器輸出信號上的至少一非線性成分；(c)藉由從該第二樣本扣除該第一樣本以降低該第二樣本的一頻譜成分來產生一第一中間信號；(d)藉由根據一控制設定來調整該第一中間信號的相位、振幅及延遲中的至少一個以產生一線性改善信號，該線性改善信號可運作以響應於其被施加至該輸出信號來降低該至少一非線性成分的振幅；(e)在沿著該輸出信號路徑的一第二位置處施加該線性改善信號至該輸出信號；(f)從沿著該輸出信號路徑在該第二位置下游的一第三位置獲得該輸出信號的一第三樣本，該第三樣本係包括對應於該至少一非線性成分的至少一振幅調整後的非線性成分；(g)判斷在該第三樣本中的該至少一振幅調整後的非線性成分的一強度位準；以及(h)根據該強度位準來調整該控制設定。

在某些額外的實施例中，一種系統包括：一包括一放大器的信號發送路徑；一被配置以接收該放大器的一輸入信號的一第一樣本之第一輸入；一被配置以從該放大器接收一輸出信號的一第二樣本之第二輸入；一被配置以將一線性改善信號朝向該放大器輸出饋送的輸出；一被配置以從沿著一放大器輸出信號路徑在該第二輸入以及該輸出下游的一位置接收該放大器輸出的一第三樣本之第三輸入；以及一電耦接至該第一輸入、第二輸入、第三輸入以及輸出的線性化電路。該線性化電路包括：一第一信號消除電路，其係從該第二樣本扣除該第一樣本以產生一中間信號；一第二信號消除電路，其係藉由根據一同相設定以及一正交設定來調整該中間信號的相位、振幅及延遲中的至少一個以產生該輸出信號；以及一控制器，其係可運作以根據該第三樣本的至少一頻譜成分的一強度位準來調整該同相設定以及該正交設定。

【實施方式】

在此所述的範例實施例可支援消除、校正、解決或補償互調產物 (intermodulation product)、干擾、電磁干擾 (“EMI”)、雜訊或其它非所要的頻譜成分。在具有改善的線性下，功率放大器的相鄰頻道功率比值 (“ACPR”)、輸出功率、及/或功率消耗可被改善。此在輸出功率的增加及/或功率消耗的減少係導致在功率放大器效率 (“PAE”) 上的增高。

現在轉往圖式，其中相同的元件符號係指整個圖式中

相似(但不必然是相同)的元件，本發明的範例實施例係被詳細地描述。圖 1 是描繪根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器 105 的線性的線性化電路(linearizer)101 的系統 100 之功能方塊圖。該範例的線性化電路 101 係藉由消除或降低由功率放大器 105 輸出的信號之非線性成分的振幅來改善該功率放大器 105 的線性。請參照圖 1，該功率放大器 105 係沿著一輸入路徑 198 被設置以接收及放大由一發送器 103 發送的信號 161，並且輸出放大後的信號 162 到一輸出路徑 199 上。在此範例的實施例中，該信號 161 在射頻(“RF”)頻帶中具有基音調(fundamental tone) F_0 。然而，該線性化電路 101 並不限於 RF 頻帶，而是可在其它頻帶、應用(例如，有線電視放大器以及例如是自動測試設備(“ATE”)及產生器的測試設備)、或是信號路徑的部份(例如，中間頻率(“IFx”))中被利用來改善信號的線性。在某些範例的實施例中，該信號 161 係包含多個載波，例如是在蜂巢式基地台的情形。在某些範例的實施例中，該信號 161 係包含如同在正交分頻多工(“OFDM”)的情形之多個次載波。

該功率放大器 105 係調整來自發送器 103 的信號 161 的振幅並且輸出一振幅調整後的信號 162。如以下更詳細所述，該線性化電路 101 係藉由處理來自功率放大器 105 的輸出信號 162 的一或多個樣本以改善該功率放大器 105 的線性。在某些範例的實施例中，該功率放大器 105 係包含一單級的放大器，並且該線性化電路 101 係處理來自該單

級的放大器的輸出信號 162。在某些替代的範例實施例中，該功率放大器係包含一多級的放大器，並且該線性化電路 101 係處理來自該多級的放大器之最後一級或任何中間級的輸出信號 162。

當一功率放大器 105 調整一輸入信號 161 的振幅時，非線性的頻譜成分或互調產物(例如，互調產物 IM3、IM5、IM7、IM9、等等)可能會被引入到該輸出信號 162 上。例如，該輸出信號 162 係被描繪為具有兩個基音調 F0 以及其個別的第三階互調產物 IM3 及第五階互調產物 IM5。互調產物以及其它非所要的非線性頻譜成分可能會由於降低該 ACPR 及/或造成在功率放大器 105 的功率消耗上的增加而劣化該功率放大器 105 的效能。該線性化電路 101 可利用一種如下所述的前饋方法來降低、抑制或消除這些非所要的頻譜成分。

儘管輸出信號 162 在圖 1 中係被描繪成基音調 F0 是具有一振幅實質類似於輸入信號 161 的基音調 F0 的振幅，但是該輸出信號 162 的基音調 F0 的振幅可以是大大於或小於輸入信號 161 的基音調 F0 的振幅。因此，該功率放大器 105 可具有一增益“N”，其中 N 是任意正或負數。

該範例的線性化電路 101 係包含一用於取樣沿著功率放大器 105 的輸入路徑之發送的信號 161 的第一耦合器 111，以獲得具有該基音調 F0 但是在互調產物的引入前之信號 161 的一乾淨樣本。此取樣的信號係被傳遞至一分流器(splitter)121，該分流器 121 係提供該取樣的信號至雜訊

消除器 131 及 133。

一 第二耦合器 112 係連接至功率放大器 105 的輸出以取樣具有該基音調 F_0 以及由該功率放大器 105(或是在發射鏈路中的其它構件)引入到發送的信號 161 上的互調產物的輸出信號 162。此取樣的信號係被傳送至該雜訊消除器 131。

該雜訊消除器 131 係從耦合器 112 獲得之取樣的輸出信號扣除從分流器 121 接收之取樣的輸入信號並且產生一輸出信號 163。因此，相對於從功率放大器 105 輸出的信號 162 的振幅而言，輸出信號 163 的 F_0 成分的振幅係被降低，而互調成分的振幅保持實質不變或是類似於該信號 162 的振幅(減去由該耦合器 112 的耦合係數所造成的任何損失)。在某些範例的實施例中，該信號 163 的 F_0 成分係完全由該雜訊消除器 131 所消除。在某些替代實施例中，該信號 163 的 F_0 成分的振幅係被降低至一類似於該信號 163 的互調產物中的一或多個的振幅之位準。例如，如同信號 163 中所示，該基音調 F_0 具有一振幅類似於第三階互調產物 IM3 的振幅。

在某些範例的實施例中，該雜訊消除器 131 係在從取樣的輸出信號扣除取樣的輸入信號之前調整該取樣的輸入信號及該取樣的輸出信號中的一或兩者的相位、振幅或延遲中之一。例如，該雜訊消除器 131 可以在從取樣的輸出信號扣除取樣的輸入信號之前施加相位調整或延遲調整至該取樣的輸入信號及該取樣的輸出信號的一或兩者，以在時間上對齊該取樣的輸入信號與該取樣的輸出信號。在某

些範例的實施例中，該雜訊消除器 131 係包含一 I/Q 調變器，該 I/Q 調變器係根據一同相設定(“I-值”)以及一正交設定(“Q-值”)來施加相位、振幅及/或延遲調整至該取樣的輸入信號及/或取樣的輸出信號。如以下更詳細敘述的，該雜訊消除器 131 可從一控制器 150 接收該 I-值及 Q-值。

該雜訊消除器 131 的輸出係被一功率偵測器 140 所監測。在某些範例的實施例中，該功率偵測器 140 係包含一用於量測由雜訊消除器 131 輸出的信號 163 的整體功率位準之峰值偵測器。該功率偵測器 140 亦可包含或耦接至一類比至數位轉換器(“A/D 轉換器”)。該 A/D 轉換器係轉換功率量測成為一數位格式並且提供該功率量測的數位版本至控制器 150。

該控制器 150 係以一處理器、微處理器、微控制器、電腦、狀態機、可程式化元件的型式、或是其它適當的技術來實施。該控制器 150 係監測從功率偵測器 140 接收的功率量測並且調整雜訊消除器 131 的設定以改善在信號 163 中的基音調 F0 的振幅之消除或縮減。例如，該控制器 150 可根據從功率偵測器 140 接收的功率量測來調整雜訊消除器 131 的 I-值及 Q-值設定。藉由調整這些設定，該控制器 150 係調整在信號 163 中的基音調 F0 的振幅之縮減量並且決定該消除的頻寬。將基音調 F0 的功率位準降低到一位準類似於該些互調產物的功率位準會適應該功率偵測器 140、雜訊消除器 132 及放大器 155 的構件的動態範圍、降低信號 164 中的基音調 F0 在消除點的插入損失、並且對於

高資料速率調變(例如, 64QAM)避免造成信號對雜訊比問題。

由雜訊消除器 131 輸出的信號 163 係被傳送至一第二雜訊消除器 132。該雜訊消除器 132 以及一放大器 155 係產生一消除信號 170, 當該消除信號 170 施加至輸出路徑 199 時, 其係抑制、降低或消除該些互調產物, 此導致有一更乾淨的信號 164。該雜訊消除器 132 及放大器 155 係藉由調整信號 163 中的互調產物的振幅及相位(且選配地延遲)以產生此消除信號 170。該雜訊消除器 132 及放大器 155 係調整消除信號 170 中的互調產物的振幅以使得信號 170 中的這些互調產物的振幅(減去任何由耦合器 113 的耦合係數所引起的損失)等於或接近由功率放大器 105 輸出的信號 162 中的互調產物之振幅。該雜訊消除器 132 亦調整消除信號 170 中的互調產物的相位及/或延遲, 以使得當該消除信號 170 耦接至該信號 162 以產生信號 164 時, 該消除信號 170 中的互調產物的相位相對於該信號 162 中的互調產物的相位大約是 180 度不同相的。

在某些範例的實施例中, 類似於雜訊消除器 131, 該雜訊消除器 132 係包含一 I/Q 調變器, 該 I/Q 調變器係根據 I-值及 Q-值設定來施加相位、振幅及/或延遲調整至該取樣的輸入信號及/或取樣的輸出信號。如以下更詳細敘述的, 該雜訊消除器 132 可從控制器 150 接收該 I-值及 Q-值。

該放大器 155 可包含一或多個補充由雜訊消除器 132 所作的振幅調整之串級放大器。該消除信號 170 係經由一

耦合器 113 而被施加至該信號 162 的信號路徑。在某些範例的實施例中，該耦合器 113 係包括一個如圖 1 中所繪的方向性耦合器。如以下更詳細所述的，該雜訊消除器 132 的設定可藉由控制器 150 根據在該消除信號 170 已經施加至該信號路徑之後剩餘在耦合器 113 下游的信號 164 上的互調產物的振幅來加以控制。

該範例的線性化電路 101 亦包含一選配的連接至一耦合器 114 的第三消除器 133。該耦合器 114 係取樣由消除信號 170 施加至信號 162 所產生的信號 164，並且提供此取樣的信號至雜訊消除器 133。該雜訊消除器 133 亦經由分流器 121 接收該乾淨信號 161 的一樣本 167。在某些範例的實施例中，該分流器 121 可被省略，而消除器 131 及 133 的輸入則連接在一起、或是電耦接在一起。如上所論述，此信號 161 係包括由發送器 103 所發送的基音調 F_0 ，而無功率放大器 105 所造成的互調產物。該雜訊消除器 133 係從耦合器 114 接收之取樣的信號扣除從分流器 121 接收的乾淨輸入信號 167，並且饋送該所產生的信號 166 至一功率偵測器 147。因此，相對於信號 164 的振幅(減去任何由耦合器 114 的耦合係數所造成的損失)，輸出信號 166 中的基音調 F_0 的振幅係被降低，而該些互調成分的振幅則保持實質不變或是類似於該信號 164 的振幅(減去任何由耦合器 114 的耦合係數所造成的損失)。在某些範例的實施例中，信號 166 的 F_0 成分係完全被雜訊消除器 133 所消除。在某些替代實施例中，信號 166 的 F_0 成分的振幅係被降低至一位準類似

於信號 164 的互調產物中的一或多個的振幅。例如，如同信號 166 中所示，該基音調 F_0 具有一振幅類似於第三階互調產物 IM3 的振幅。

在某些範例的實施例中，該雜訊消除器 133 係在從耦合器 114 接收之取樣的信號扣除該信號 167 之前，調整從耦合器 114 接收之取樣的信號以及從分流器 121 接收之信號 167 的一或兩者的相位、振幅或延遲中之一。例如，該雜訊消除器 133 可以在從耦合器 114 接收之信號扣除該信號 167 之前施加一相位調整或延遲調整至該信號 167 以及從耦合器 114 接收之信號的一或兩者，以在時間上對齊該信號 167 以及從耦合器 114 接收之信號。在某些範例的實施例中，該雜訊消除器 133 係包含一 I/Q 調變器，該 I/Q 調變器係根據 I-值及 Q-值設定來施加相位、振幅及/或延遲調整至該信號 167 及/或從耦合器 114 接收之信號。該雜訊消除器 133 可從控制器 150 接收該 I-值及 Q-值。該控制器 150 可根據來自一功率偵測器 147 的回授來調整用於雜訊消除器 133 的 I-值及 Q-值設定。

該雜訊消除器 133 是線性化電路 101 中的一個選配的構件。該雜訊消除器 133 係降低信號 166 上的基音調 F_0 的功率位準，例如，降低至一位準為接近信號 166 中的互調產物的功率位準。此係降低功率偵測器 147 的動態範圍需求並且增進線性化電路 101 的控制過程的正確性及/或速度。在某些範例的實施例中，若相關的級之動態範圍是足夠的，則該雜訊消除器 133 係被省略。

在某些範例的實施例中，一頻道濾波器係被使用來取代雜訊消除器 133、或是除了雜訊消除器 133 之外另外被使用，以在藉由功率偵測器 147 接收之前降低從耦合器 114 接收之取樣的信號的一或多個成分的強度。在某些範例的實施例中，從耦合器 114 接收之取樣的信號係在從該耦合器 114 接收之前先被混音及濾波。換言之，在某些範例的實施例中，一混頻器及濾波器可被利用來取代雜訊消除器 133、或是除了雜訊消除器 133 之外另外被使用。

由雜訊消除器 133 輸出的信號 166 係被傳送至功率偵測器 147。該功率偵測器 147(其在以下參考圖 2 更詳細加以描述)可以是頻率選擇性的，並且可以量測由信號消除器 133 提供的輸出信號 166 之整體功率、或是該信號 166 的互調產物及/或基音調 F_0 成分的一或多個或是該信號 166 的任何其它成分的功率位準。該功率偵測器 147 傳送此量測至控制器 150，並且該控制器 150 於是調整雜訊消除器 132 的設定(例如，I-值及 Q-值)以選擇性地抑制或消除來自功率放大器 105 的輸出之互調產物，並且決定消除的頻寬。因此，該控制器 150 可響應於由功率偵測器 147 提供的回授來動態地控制由該雜訊消除器 132 所提供的消除。

在某些範例的實施例中，該功率偵測器 140 及 147 係被實施為單一功率偵測器。例如，單極雙投開關可內含於線性化電路 101 以選擇性地連接該信號 163 或信號 166 至該單一功率偵測器的輸入。

圖 2 是描繪根據某些範例實施例的圖 1 的功率偵測器

147 的功能方塊圖。請參照圖 2，該範例的功率偵測器 147 係包含一可調諧的主動濾波器 141 及/或一 PLL+混頻器+LPF 142、一峰值偵測器 143、一開關 145、一寬頻饋通路徑 149、以及一 A/D 轉換器 144。在此範例的實施例中，該開關 145 係容許在該可調諧的主動濾波器 141、PLL+混頻器+LPF 142、以及一寬頻饋通路徑 149 之間的選擇。在替代的範例實施例中，該功率偵測器 147 只包含該可調諧的主動濾波器 141、PLL+混頻器+LPF 142 以及寬頻饋通路徑 149 中的任一個。

該可調諧的主動濾波器 141 係施加帶通濾波至內含在一信號中的一或多個互調產物及/或基音調 F_0 ，並且輸出該些互調產物及/或基音調 F_0 至峰值偵測器 143。由可調諧的主動濾波器 141 傳送到峰值偵測器 143 的頻率可藉由控制器 150 來加以選擇。此可調諧的主動濾波器 141 係容許控制器 150 特定地監測及改變所選的互調產物或是被抑制的基音調 F_0 的功率位準，並且在該基音調 F_0 具有一功率位準為類似或低於該些互調產物的功率位準時其係有用的。在某些範例的實施例中，該可調諧的主動濾波器 141 係包含一個可調諧的主動濾波器為類似或實質相同於 2009 年 3 月 27 日申請的名稱為“利用信號消除的功能之濾波器成形”的美國專利申請案號 12/413,454 中所述之可調諧的主動濾波器。美國專利申請案號 12/413,454 的完整揭露內容茲在此完整納入作為參考。

該 PLL+混頻器+LPF 142 係包含一相鎖迴路(“PLL”)、

一混頻器以及一低通濾波器(“LPF”)。該 PLL+混頻器+LPF 142 係施加降頻及頻道選擇濾波器以傳送一信號的一特定的互調產物(或基音調 F0)至峰值偵測器 143。類似於該可調諧的主動濾波器 141，傳送至峰值偵測器 143 的一信號之特定的頻率可藉由控制器 150 來加以選擇。

該峰值偵測器 143 係連接至開關 145 的輸出以量測該濾波後的信號的功率位準。因此，該峰值偵測器 143 係量測傳送至峰值偵測器 143 的單一(或多個)頻譜或是寬頻成分的功率位準。若該開關被定位成使得饋通路徑 149 連接至峰值偵測器 143，則峰值偵測器 143 係量測該信號的整體功率位準。若該開關 145 被定位以將可調諧的主動濾波器 141 或 PLL+混頻器+LPF 142 連接至峰值偵測器 143，則峰值偵測器 143 係量測由該可調諧的主動濾波器 141 或該 PLL+混頻器+LPF 142 所傳送的信號之功率位準。該峰值偵測器 143 係提供量測到的功率位準至 A/D 轉換器 144。該 A/D 轉換器 144 係轉換該功率量測成為一數位格式並且提供該功率量測的數位版本至控制器 150。

參考回圖 1，該控制器 150 係利用從功率偵測器 147(或功率偵測器 140)接收的功率量測來調整雜訊消除器 132 的設定以改善對於出現在由功率放大器 105 輸出的信號 162 上之互調產物的抑制或消除。該控制器 150 係根據在由耦合器 114 所取樣的信號 164 上之互調產物的功率位準來調整雜訊消除器 132 的 I-值及 Q-值設定，以調整消除信號 170 的互調產物的相位、振幅及/或延遲。該控制器 150 可多次

重複執行一或多個演算法以調整雜訊消除器 132 的設定，直到達成所要的線性改善程度為止。在演算法的執行期間，該控制器 150 係監測從功率偵測器 147 接收的功率量測以決定雜訊消除器 132 的較佳設定(例如，I-值及 Q-值)。可於某些在此所述的範例實施例中藉由控制器 150 實施的範例演算法係在名稱為“用於雜訊及干擾消除的方法及系統”且在 2011 年 1 月 26 日申請的美國專利申請案號 13/014,681 中論述。美國專利申請案號 13/014,681 的整個內容茲在此完整納入作為參考。藉由控制器 150 執行的演算法可包含二元校正演算法(“BCA”)、快速二元演算法(“FBA”)、最少步驟(minstep)演算法(“MSA”)、盲擊(blind shot)演算法(“BSA”)、雙斜率演算法(“DSA”)、以及美國專利申請案號 13/014,681 中所述的一種追蹤及搜尋演算法中的一或多種。在前述演算法的任一種的執行中，該控制器 150 可使用從功率偵測器 147 接收的互調產物的一或多個功率量測作為一回授值並且施加負極性以識別出用於信號消除器 132 的較佳設定。

在某些範例的實施例中，該功率偵測器 140 係包含和功率偵測器 147 相同或類似的構件。換言之，在某些範例的實施例中，該功率偵測器 140 亦包含耦接至一峰值偵測器的一可調諧的主動濾波器、一 PLL+混頻器+LPF、及/或一旁路。該控制器 150 可以選擇由功率偵測器 140 之可調諧的主動濾波器及/或 PLL+混頻器+LPF 所傳送的信號 163 的頻道或頻率成分，以便選擇性地量測信號 163 的基音調

F0 的功率位準。該控制器 150 係利用此功率量測來改善或改進信號 163 中剩餘的基音調 F0 的消除或抑制。例如，該控制器 150 可根據信號 163 中的基音調 F0 之量測到的功率位準來調整雜訊消除器 131 的 I-值及 Q-值，以進一步抑制這些基音調 F0。在某些範例的實施例中，該控制器 150 係利用來自功率偵測器 140 的功率量測作為回授值以執行一演算法(例如，BCA、FBA、MSA、BSA、DSA、或是追蹤及搜尋)並且施加負極性以識別出用於信號消除器 131 的較佳設定(例如，I-值及 Q-值)。

在某些範例的實施例中，用於取樣路徑(例如，耦合器 111、112 及 114)以及用於每個消除路徑(例如，雜訊消除器 131-133)的延遲補償亦可在線性化電路 101 中被利用，以改善消除頻寬並且涵蓋用於各種通訊標準的發送器 103 的全頻率範圍。該些雜訊消除器 131-133 中的一或多個可另外或替代地包含多個雜訊消除器以增加信號 163、166 及 164 中的消除頻寬。當利用例如是並列配置的多個信號消除器時，在美國專利申請案號 13/014,681 的圖 29-31 中所描述的一或多個演算法可藉由控制器 150 來執行以決定用於該些信號消除器的較佳設定。

該線性化電路 101 是可集積到任何類型的功率放大器 105 中而成為一晶片、晶粒或 IP。該線性化電路 101 係被實施為一獨立的積體電路，其可利用如上所述的耦合器耦接至功率放大器 105 的輸入與輸出。在某些範例的實施例中，該線性化電路 101 係內含在和功率放大器 105 相同的積體

電路上。

儘管該線性化電路 101 已經就消除或抑制由功率放大器 105 引入的互調產物而論述，但是該線性化電路 101 亦被用來消除或抑制出現在一發射鏈路(例如，輸入路徑 198)的輸出上，而不是出現在發射鏈路的輸入之混頻器諧波或雜訊。在此例中，從耦合器 111、112 及 114 耦出的信號或是耦入耦合器 113 的信號中的一或多個可經由混頻器加以增頻或降頻。在某些範例的實施例中，該線性化電路 101 亦被用來消除或抑制由和功率放大器信號路徑相關連的 IF 放大器或混頻器所造成的雜訊或突波。

該線性化電路 101 亦能夠抑制其它類型之非所要的頻譜成分，例如，存在一信號路徑上的突波及/或雜訊。此外，該線性化電路 101 係能夠抑制由例如是一 IF 放大器或一混頻器的其它構件引入到信號路徑上之非所要的頻譜成分。為了降低由其它構件引入到該信號路徑上之非所要的頻譜成分，該耦合器 111 可設置在該構件的輸入處，並且耦合器 112-114 可沿著該構件的輸出路徑來加以設置。

在某些範例的實施例中，該控制器 150 係包含或是連接至一記憶體來源，例如，RAM、ROM 或快閃記憶體。該記憶體可儲存用於雜訊消除器 131-133 的較佳(例如，溫度及頻帶相關的)設定(例如，I-值及 Q-值)。該記憶體亦可被利用來儲存一或多個供控制器 150 使用的程式或演算法(例如，BCA、FBA、MSA、BSA、DSA 或是追蹤及搜尋)。在某些範例的實施例中，該控制器 150 係連接至一溫度感測

器，其係量測最接近線性化電路 101 的構件的溫度或是該線性化電路 101 的溫度。

在某些範例的實施例中，該控制器 150 係和外部裝置通訊以接收控制命令，例如，一用以致能功率偵測器 140 及 147 的構件之命令或是一用以選擇功率偵測器 140、147 的一可調諧的主動濾波器 141 或是一 PLL+混頻器+LPF 142 的一特定頻道之命令。在某些範例的實施例中，該控制器 150 係提供一介面給使用者來監測信號 161-167 並且調整在控制器 150 的設定，例如，演算法的選擇或是用於信號消除器 131-133 的設定。該使用者介面亦容許使用者致能功率偵測器 140、147 的構件其中之一構件、或是選擇一用於可調諧的主動濾波器 141 或 PLL+混頻器+LPF 142 的頻道。在某些範例的實施例中，該控制器 150 係和一主機系統(例如，接收器、無線電話或基地台)通訊以決定例如是用於調整線性化電路 101 的設定之一操作頻帶、功率位準或其它參數。

在某些範例的實施例中，在功率放大器 105 的輸出 ACPR 以及輸出功率仍然是固定的之下，該線性化電路 101 係降低該功率放大器 105 的功率消耗相當大的量。在某些範例的實施例中，在功率放大器 105 的偏壓電流及輸出功率仍然是固定的之下，該線性化電路 101 係改善一功率放大器 105 的 ACPR 達 20dB 或更高。在某些範例的實施例中，在用於功率放大器 105 的偏壓電流及輸出 ACPR 仍然是固定的之下，該線性化電路 101 係增加功率放大器 105 的輸出(及輸入)功率。

圖 3 是描繪根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器 105 的線性之線性化電路 301 的系統 300 之功能方塊圖。該範例的線性化電路 301 是圖 1 及 2 中所繪及上述的線性化電路 101 之一替代實施例。請參照圖 3，該系統 300 係包含許多和系統 100 的元件相同或類似的元件。尤其，該系統 300 係包含一功率放大器 105 以及一用於消除或降低由該功率放大器 105 產生的互調產物的線性化電路 301。該線性化電路 301 係包含許多和線性化電路 101 相同的元件，並且另外包含可變的衰減器 321、322。該線性化電路 301 亦包含一取代放大器 155 之可變的增益放大器(“VGA”)。

該可變的衰減器 321 係被設置在耦合器 111(及選配的分流器 121)以及雜訊消除器 131 之間。該可變的衰減器 321 係衰減由耦合器 111 取樣的信號至一適用於雜訊消除器 131 的位準。該可變的衰減器 322 係被設置在耦合器 112 以及雜訊消除器 131 之間。該可變的衰減器 322 係類似地衰減由耦合器 112 取樣的信號至一適用於雜訊消除器 131 的位準。此藉由可變的衰減器 321 及 322 之衰減係改善雜訊消除器 131 的動態範圍。在某些範例的實施例中，該可變的衰減器 321、322 以及 VGA 355 中的一或多個係藉由控制器 150 來加以控制。

圖 4 是描繪根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器 105 的線性之線性化電路 401 的系統 400 之功能方塊圖。該範例的線性化電路 401 是圖 1 及 2 中所

繪及上述的線性化電路 101 之另一替代實施例。請參照圖 4，該系統 400 係包含許多和系統 100 及 300 的元件相同或類似的元件。尤其，該系統 400 係包含一功率放大器 105 以及一用於消除或降低由該功率放大器 105 產生的互調產物的線性化電路 401。該線性化電路 401 係包含許多和圖 3 中所繪的線性化電路 301 相同的元件，其中增加了混頻器 405、410、415、420。

在此範例的實施例中，該發送器 103 係發送一主要包括基音調 F_{0r} 的信號 461(例如，經由一正交調變器)。該標誌符“r”係指出基音調 F_{0r} 的頻率是在射頻(“RF”)或是在任何其它載波頻率。該信號 461 係藉由耦合器 111 取樣並且傳送至混頻器 405。該混頻器 405 係藉由混合該取樣的信號與一本地的振盪器信號來轉換該取樣的信號的頻率，以產生一具有在一中間頻率(“IF”)的基音調 F_{0i} 的輸出信號。

該線性化電路 401 係包含一第二混頻器 410，該第二混頻器 410 係經由耦合器 112(及選配的可變的衰減器 322)接收在該功率放大器 105 的輸出處取樣的信號。該取樣的輸出信號係包含放大後的基音調 F_{0r} 以及在該載波頻率或接近該載波頻率的互調產物(例如， IM_{3r} 、 IM_{5r} 、 IM_{7r} 、等等)。該混頻器 410 係藉由混合該取樣的信號與一本地的振盪器信號來轉換該取樣的信號的頻率，以產生一具有基音調 F_{0i} 以及在該中間頻率或接近該中間頻率的互調產物(例如， IM_{3i} 、 IM_{5i} 、 IM_{7i} 、等等)的輸出信號。

該雜訊消除器 131 及 132、選配的雜訊消除器 133 以及

相關的元件之運作係類似於以上參考圖 1 所述之對應的雜訊消除器 131-133 以及相關的元件。然而，在 VGA 355 的輸出處的混頻器 415 係轉換存在於該補償信號中的互調產物（以及剩餘的基音調）的頻率回到該載波頻率範圍中（例如， F_{0r} 、 IM_{3r} 、 IM_{5r} 、 IM_{7r} 、等等）。再者，插置在耦合器 114 以及選配的雜訊消除器 133 之間的混頻器 420 係轉換該淨化後的輸出信號到該中間頻率範圍中，以供外部迴路的校準中使用。

該混頻器 405、410、415 及 420 的加入係增加線性化電路 401 的頻率範圍。在某些範例的實施例中，由線性化電路 401 所執行的非線性成分的振幅之消除或縮減係發生在高 IF（例如，用於超寬頻（“UWB”）功率放大器的 500MHz 至 3GHz）、或是在低 IF（例如，數十 MHz 至數百 MHz）。在某些範例的實施例中，根據由線性化電路 401 所引入的延遲，非常低的 IF 可被利用。

類似於圖 3 之對應的衰減器 321 及 322，在線性化電路 401 中所繪的衰減器 321 及 322 是選配的。在此範例的實施例中，該衰減器 321 及 322 可被實施在混頻器 405 及 410 之前、或是實施為一藉由混頻器 405 及 410 執行的功能。

圖 5 是描繪根據某些範例實施例的一種用於調整圖 1-4 的雜訊消除器 132 的設定以改善一功率放大器 105 的線性的方法 500 之功能方塊圖。一基地台（或是功率放大器 105 所在的任何主機系統，例如，任何手機）的接收器係被配置或調諧至同一基地台的發送頻帶。例如，該本地振盪器的

頻率可被調諧至該發送頻帶。在功率放大器 105 的輸出處之發送的信號及其互調產物在傳送至接收鏈路上的一低雜訊放大器(“LNA”)510 之前先通過一隻工器 505(例如，其具有一發送濾波器以及一接收濾波器)。由該低雜訊放大器 510 輸出的信號係獲得藉由一混頻器 515 的降頻並且接著藉由一低通濾波器 520(或是任何中間的帶通濾波器)加以濾波。由該濾波器 520 輸出之濾波後的信號係被傳送至一 A/D 轉換器 525。該 A/D 轉換器 525 的輸出係饋送到一基頻帶處理器 530 中，該基頻帶處理器 530 係分析該發送的信號並且產生與該發送的信號相關連的資訊。例如，此與該發送的信號相關連的資訊可包含一接收信號強度指示器(“RSSI”)、相鄰頻道洩漏比值(“ACLR”)、相鄰頻道功率比值(“ACPR”)、誤差向量大小(“EVM”)、及/或位元誤差率(“BER”)。此資訊直接對應於功率放大器 105 的線性。該基頻帶處理器 530 將該資訊傳遞到控制器 150，該控制器 150 接著根據一演算法(例如，BCA、FBA、MSA、BSA、DSA、或是追蹤及搜尋)以及與該發送的信號相關連的資訊來調整用於雜訊消除器 132 的 I 及 Q 設定(I-值及 Q-值)。因此，該控制器 150 可利用 RSSI、ACLR、ACPR、EVM 及/或 BER 作為一回授值來執行該些演算法中的一或多個。

在此範例的實施例中，該發送的信號可以是該發送器的特定通訊頻道之一調變後的信號(例如，佔用一 5MHz 頻道的 64QAM、佔用相鄰或交替的頻道之多個載波)、或是位在正被發送器 103 使用的通訊頻帶之上方、中間或是下方

部份的兩個單一音調。用於降頻之本地的振盪器頻率於是可被調整以容許所要的發送的信號(包含互調產物)能夠傳遞至基頻帶處理器 530 以供 EVM、及/或 BER、及/或 RSSI 的量測、或是容許該些互調產物傳遞至基頻帶處理器 530 以供 ACLR 量測。因為雙工器 505 的 TX-RX 隔離的衰減是與頻率相關的，所以量測及儲存(例如，在基頻帶處理器 530 中)雙工器 505 的 TX 或 RX 傳輸功能作為一項校準參考是選配的。

圖 6 是描繪根據某些替代的範例實施例的一種用於調整圖 1-4 的雜訊消除器 132 的設定以改善一功率放大器 105 的線性的方法 600 之功能方塊圖。在此範例的實施例中，一由功率放大器 105(包含基音調及互調產物)輸出的信號係藉由一耦合器 645 來加以取樣。此取樣的輸出信號係通過一開關 635，並且在該外部迴路的校準期間經由耦合器 640 而被耦合到該接收鏈路上。在該接收鏈路的正常動作期間，該開關 635 係斷開耦合器 640 與耦合器 645 的連接。在某些範例的實施例中，該耦合器 640 的位置可以是如圖所示在 LNA 510 的輸出處、或是在該 LNA 510 的輸入處。在使得耦合器 640 位在 LNA 510 的輸出處的實施例中，該 LNA 510 可選配地被禁能，以隔離取樣的 PA 輸出頻譜與自該天線接收的信號及/或由該 LNA 510 產生的雜訊。

接收器之本地的振盪器可被配置以調諧至發送器的發送頻帶。該發送的信號及互調產物可在通過濾波器 520 及 A/D 轉換器 525 之後被傳遞到基頻帶處理器 530 上。如上參

考圖 5 所述，基頻帶處理器 530 係量測該 RSSI、ACLR、EVM、及/或 BER 並且提供這些量測至控制器 150。該控制器 150 在一或多個演算法(例如，BCA、FBA、MSA、BSA、DSA、或是追蹤及搜尋)的執行期間使用這些量測作為一回授值。相較於該方法 500，此範例的方法 600 繞過雙工器 505，因而其頻率相依的 TX-RX 隔離將不會影響外部迴路(例如，雜訊消除器 132 的迴路)的校準。再者，藉由選配地禁能 LNA 510，經由天線之接收到的 TX 信號的影響(例如，從一附近的基地台頭端(head)或是 RX 信號在 TX 頻帶中的相位雜訊部份)也將會被消除。

圖 7 是描繪根據某些替代的範例實施例的一種用於調整圖 1-4 的雜訊消除器 132 的設定以改善一功率放大器 105 的線性的方法 700 之功能方塊圖。此範例的方法 700 係類似於圖 6 中所繪的方法 600。然而，該開關 635 及耦合器 640 係被一連接在該本地的振盪器的輸入、LNA 510 的輸出、以及導向耦合器 645 的取樣路徑之間的單極雙投(“SPDT”)開關 780 所取代。在此範例的實施例中，一選配的可變的衰減器 775 亦插置在耦合器 645 及開關 780 之間的取樣路徑上以用於衰減由發送器 103 所發送的信號，使得該信號不超過混頻器 515 的線性標準。

在接收鏈路的正常動作期間，該開關 780 係連接在混頻器 515 的輸入以及 LNA 510 的輸出之間。在雜訊消除器 132 的校準期間，該開關 780 係連接在該混頻器的輸入以及該取樣路徑之間。在功率放大器 105 的輸出處之取樣的發

送信號及互調產物係被傳遞至混頻器 515 以用於頻率轉變，接著是透過基頻帶處理器 530 的 RSSI、ACLR、EVM 及/或 BER 量測。這些量測係被傳遞至控制器 150，並且該控制器 150 係根據該些量測及/或一或多個演算法(例如，BCA、FBA、MSA、BSA、DSA 或是追蹤及搜尋)來調整消除器 132 的設定(例如，I-值及 Q-值)。

圖 8 是描繪根據某些替代的範例實施例的一種用於調整雜訊消除器 132 的設定以改善一功率放大器 105 的線性的方法 800 之功能方塊圖。該範例的方法 800 係類似於分別在圖 6 及 7 中所繪的方法 600 及 700。然而，該雙工器 505 係被一傳送/接收(“T/R”)開關 885 取代。該 T/R 開關 885 通常用於基地台時的時域多工處理(例如，用於時分同步分碼多重存取(“TD-SCMA”)，並且被實施在許多手機中。

在雜訊消除器 132 的校準期間，該 T/R 開關 885 係將功率放大器 105 的輸出連接至天線，而在接收鏈路中的 LNA 510 可選配地關斷以消除其雜訊底(noise floor)的影響。該開關 780 係將該取樣路徑連接至混頻器 515。選配地藉由可變的衰減器 775 衰減之取樣的發送信號及其互調產物將會被傳遞至混頻器 515 上以供頻率轉變。該取樣的信號接著藉由基頻帶處理器 530 來加以量測，以得到 RSSI、ACLR、EVM、及/或 BER 量測。這些量測係被傳遞至控制器 150，並且該控制器 150 係根據該些量測及/或一或多個演算法(例如，BCA、FBA、MSA、BSA、DSA、或是追蹤及搜尋)來調整消除器 132 的設定。

圖 9 是描繪根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器 105 的線性之線性化電路 901 的系統 900 之功能方塊圖。該線性化電路 901 是圖 1 及 2 中所繪及上述的線性化電路 101 之另一替代實施例。請參照圖 9，該系統 900 係類似於圖 4 的系統 400，除了在功率放大器 105 的輸入處之混頻器 905 係沿著該功率放大器 105 的信號路徑被設置，而不是設置在消除器 131 及 133 的信號路徑中。

該範例的線性化電路 901 係包含一選配的鏡像抑制濾波器 950 在混頻器 905 的輸出處，以用於抑制任何由該混頻器 905 產生的鏡像。此濾波器 950 亦可降低混頻器饋通對於功率放大器 105 的影響。根據發送器 103 的頻率規劃，該濾波器 950 可採用高通濾波器 ($f_{PA} > f_{LO}$)、低通濾波器 ($f_{PA} < f_{LO}$)、或是帶通濾波器的型式，其中 f_{PA} 是位在其傳輸頻帶的中心。

該線性化電路 901 亦包含一鏡像抑制濾波器 955 在該外部迴路中，以用於抑制由混頻器 915 產生的鏡像。在線性化電路的內部迴路中的一額外的濾波器 960 係提供對於來自混頻器 910 的混頻器洩漏的額外抑制。

圖 10 是描繪根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器 105 的線性之線性化電路 1001 的系統 1000 之功能方塊圖。該線性化電路 1001 是圖 1 及 2 中所繪及上述的線性化電路 101 之另一替代實施例。請參照圖 10，該範例的線性化電路 1001 和線性化電路 101 不同之處在於該線性化電路 1001 係包含一方向性耦合器 1010 在內部迴路

的輸入的 PA 輸出側(例如，在選配的可變的衰減器 322 的輸入處)，其係除去在功率放大器 105 的輸出處的一耦合器(例如，圖 1 的耦合器 112)。此實施例的優點是其降低在功率放大器輸出路徑 199 由該除去的耦合器所造成的插入損失。

在此範例的實施例中，該方向性耦合器 1010 的方向性通常是大於可變的衰減器 322、雜訊消除器 132、VGA 355 的總增益以及方向性耦合器 1010 的耦合係數的加總，以確保雜訊消除器 132 周圍的迴路之穩定性。在此範例的實施例中，該耦合器 1005、1010 都是共用於取樣及消除。

圖 11 是描繪根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器 105 的線性之線性化電路 1101 的系統 1100 之功能方塊圖。該線性化電路 1101 是圖 1 及 2 中所繪的線性化電路 101 的另一替代實施例，並且尤其類似於圖 4 的線性化電路 401。請參照圖 11，該線性化電路 1101 和線性化電路 401 不同之處在於該線性化電路 1101 係包含一方向性耦合器 1105 在該混頻器 410 以及選配的可變的衰減器 322 的輸入之間，其係除去在功率放大器 105 的輸出處的一耦合器(例如，圖 4 的耦合器 112)。此實施例的優點是其降低在該功率放大器輸出路徑 199 中的插入損失。

在此範例的實施例中，該方向性耦合器 1105 的方向性通常是大於可變的衰減器 322、雜訊消除器 132、VGA 355 的總增益以及方向性耦合器 1105 的耦合係數之加總，以確保雜訊消除器 132 周圍的迴路之穩定性。在此範例的實施

例中，該耦合器 1105、1110 都是共用於取樣及消除。

圖 12 是描繪根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器 105 的線性的線性化電路 1201 的系統 1200 之功能方塊圖。該線性化電路 1201 是圖 1 及 2 中所繪的線性化電路 101 的另一替代實施例，並且尤其類似於圖 1 的線性化電路 101。請參照圖 12，除了該線性化電路 101 的構件之外，該範例的線性化電路 1201 尚包含一混頻器 1205、一帶通濾波器 1220 以及一低通濾波器 1225。該混頻器 1205 的輸入係經由耦合器 111 來接收由發送器 103 發送的信號樣本、經由耦合器 113 以及一開關 1210 來接收在施加該消除信號處的下流的一信號之一樣本、或是經由開關 1210 接收由雜訊消除器 131 輸出的一信號。

藉由在此配置中加入該混頻器 1205 以及濾波器 1220 及 1225，控制器 150 可監測(經由峰值偵測器 1235 及 A/D 轉換器 1240)在雜訊消除器 131 的輸出處取樣的基音調 F_0 的功率位準以用於調整該內部迴路(例如，雜訊消除器 131)，且可監測經由耦合器 113 取樣的該些 IM 產物的功率位準以用於調整該外部迴路(例如，雜訊消除器 132)。在某些範例的實施例中，該帶通濾波器 1220 具有一傳輸頻帶頻率在由該發送器發送的通訊頻寬(或頻道)(“ f_c ”)及 $2*f_c$ (例如，對於 UMTS850 基地台而言為 25MHz 至 50MHz)之間。在某些範例的實施例中，該帶通濾波器 1220 具有一傳輸頻帶頻率在 $2*f_c$ 及 $3*f_c$ (例如，對於 UMTS850 而言為 50MHz 至 75MHz)之間。在某些範例的實施例中，該低通濾波器

1225 具有一由發送器發送的通訊信號的總頻道頻寬 f_c 的頻寬(例如，對於一範例的 UMTS850 實施例而言為 25MHz)。

開關 1210、1215 及 1230 係藉由控制器 150 來操作，以選擇哪一個信號來監測。尤其，當開關 1210 連接在混頻器 1205(例如，RF 埠)以及消除器 131 的輸出之間時，開關 1215 係連接在混頻器 1205(例如，IF 埠)以及低通濾波器 1225 的輸入之間，並且開關 1230 係連接在低通濾波器 1225 的輸出以及峰值偵測器 1235 的輸入之間。該峰值偵測器輸出係指出載波基音調 F_0 的功率位準以用於內部迴路的調整。類似地，當開關 1210 連接在混頻器 1205(例如，RF 埠)以及耦合器 113 之間時，開關 1215 係連接在該混頻器 1205(例如，IF 埠)以及該帶通濾波器 1220 的輸入之間，並且開關 1230 係連接在該帶通濾波器 1220 的輸出以及該峰值偵測器 1235 的輸入之間。該峰值偵測器輸出係指出該些互調產物的功率位準以用於外部迴路的調整。在某些範例的實施例中，此校準係實施在和功率放大器的線性化電路 1201 相同的晶片上，並且在沒有基地台涉入下確保連續的校準及量測動作。

在仍是另一實施例中，該帶通濾波器 1220 可以只有該頻寬的一部分，例如 1MHz，並且具有一容許能位在例如是 f_c 、 $1.5*f_c$ 、 $2*f_c$ 、 $2.5*f_c$ 及 $3*f_c$ 之可調整的中心頻率。該控制器 150 係根據一例如是掃描整個發送頻帶的演算法來選擇此帶通濾波器的中心頻率，而該峰值偵測器係輸出在該頻寬內之互調產物的功率位準。該控制器 150 接著結合

該些量測以計算整個通訊頻寬的互調產物的功率位準之一平均值，並且若適當的話，調整外部迴路(例如，雜訊消除器 132 的路徑)的設定(例如，I-值及 Q-值)。

在某些範例的實施例中，該開關 1210 及/或開關 1230 係利用一組合器、分流器或是電流相加裝置來取代。在某些範例的實施例中，該峰值偵測器 1235、LPF 1225、BPF 1220、開關 1215、1230 係從線性化電路 1201 中省略。在此一實施例中，該混頻器 1205 的輸出信號係直接被 ADC 1240 轉換成一數位信號，以供控制器 150 使用數位信號處理技術來取出該些互調產物或基音調的功率位準。

圖 13 是描繪先前的圖 1-12 的任一圖的功率放大器 105 之一範例的發送路徑 1300 之方塊圖。請參照圖 13，該發送路徑 1300 係包含輸入路徑 198 以及輸出路徑 199。該輸入路徑係包含一正交調變器 1310 以及一前置驅動器 1315。該輸出路徑 199 係包含一耦接至一雙工器 1320 的發送天線 1325。此圖係被提供以描繪沿著發送路徑 1300 可獲得由發送器 103 發送的一信號的基音調 F_0 的一樣本之額外的位置。例如，該基音調 F_0 的樣本可以在正交調變器 1310 的輸入處的點 1355、在前置驅動器 1315 的輸入處的 1365、在功率放大器 105 的輸入處的點 1375 來加以獲得。

在先前提出的實施例中所述的範例的方法及動作是舉例的，並且在替代的實施例中，某些動作可用不同的順序來加以執行、彼此平行的執行、完全省略掉、及/或在不同的範例實施例間組合、及/或某些額外的動作可被執行，而

不脫離本發明的範疇及精神。於是，此類替代的實施例係內含在此所述的本發明中。

本發明可使用執行上述方法及處理功能的電腦硬體及軟體來加以利用。如同熟習此項技術者將會體認到的，在此所述的系統、方法及程序可以用一可程式化的電腦、電腦可執行的軟體或是數位電路來體現。該軟體可被儲存在電腦可讀取的媒體上。例如，電腦可讀取的媒體可包含軟碟片、RAM、ROM、硬碟、可移除式媒體、快閃記憶體、隨身碟、光學媒體、磁光媒體、CD-ROM、等等。數位電路可包含積體電路、閘陣列、建構式邏輯、現場可程式化的閘陣列(“FPGA”)、等等。

儘管本發明的特定實施例已經在以上詳細描述，但該說明僅是為了舉例之目的而已。因此，應該體認到的是，本發明的許多觀點在以上只是藉由舉例描述而已，因而除非另有指明，否則不欲作為本發明必需或必不可少的元件。除了上述的那些觀點之外，該些範例的實施例之揭露的觀點之各種修改以及對應其之等同動作可由具有此項技術通常技能者在本案揭露內容的助益下來加以達成，而不脫離本發明在以下的申請專利範圍中所界定的精神與範疇，本發明的範疇係欲被給予最廣的解釋以涵蓋此類的修改及等同的結構。

【圖式簡單說明】

圖 1 是根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一

功率放大器的線性之線性化電路的系統之功能方塊圖。

圖 2 是描繪根據某些範例實施例的圖 1 的功率偵測器的功能方塊圖。

圖 3 是根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器的線性之線性化電路的系統之功能方塊圖。

圖 4 是根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器的線性之線性化電路的系統之功能方塊圖。

圖 5 是描繪根據某些範例實施例的一種用於調整一信號消除器的設定以改善一功率放大器的線性的方法之功能方塊圖。

圖 6 是描繪根據某些範例實施例的一種用於調整一信號消除器的設定以改善一功率放大器的線性的方法之功能方塊圖。

圖 7 是描繪根據某些範例實施例的一種用於調整一信號消除器的設定以改善一功率放大器的線性的方法之功能方塊圖。

圖 8 是描繪根據某些範例實施例的一種用於調整一信號消除器的設定以改善一功率放大器的線性的方法之功能方塊圖。

圖 9 是根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器的線性之線性化電路的系統之功能方塊圖。

圖 10 是根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器的線性之線性化電路的系統之功能方塊圖。

圖 11 是根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一

功率放大器的線性之線性化電路的系統之功能方塊圖。

圖 12 是根據某些範例實施例的一種具有一用於改善一功率放大器的線性之線性化電路的系統之功能方塊圖。

圖 13 是根據某些範例實施例的一功率放大器的一發送路徑之功能方塊圖。

本發明的許多觀點可參考上述的圖式而更加瞭解。該圖式僅描繪本發明範例的實施例且因此不被視為限制其範疇，因為本發明可容許有其它等同有效的實施例。在該圖式中所示的元件及特點並不必然依照比例，重點反而是放在清楚地描述本發明範例實施例的原理。此外，某些尺寸可能被誇大以助於視覺上傳達此等原理。在該圖式中，元件符號係指相似或對應(但不必然相同)的元件。

【主要元件符號說明】

100 系統

101 線性化電路

103 發送器

105 功率放大器

111 耦合器

112 耦合器

113 耦合器

114 耦合器

121 分流器

131 雜訊消除器

- 132 雜訊消除器
- 133 雜訊消除器
- 140 功率偵測器
- 141 可調諧的主動濾波器
- 142 PLL+混頻器+LPF
- 143 峰值偵測器
- 144 A/D 轉換器
- 145 開關
- 147 功率偵測器
- 149 寬頻饋通路徑
- 150 控制器
- 155 放大器
- 161 輸入信號
- 162 信號
- 163 信號
- 164 信號
- 166 信號
- 167 信號
- 170 消除信號
- 198 輸入路徑
- 199 輸出路徑
- 300 系統
- 301 線性化電路
- 321 可變的衰減器

322 可變的衰減器
355 可變的增益放大器 (VGA)
400 系統
401 線性化電路
405 混頻器
410 混頻器
415、420 混頻器
461 信號
500 方法
505 雙工器
510 低雜訊放大器 (LNA)
515 混頻器
520 低通濾波器
525 A/D 轉換器
530 基頻帶處理器
600 方法
635 開關
640 耦合器
645 耦合器
700 方法
775 可變的衰減器
780 單極雙投開關
800 方法
885 傳送/接收 (T/R) 開關

900 系統

901 線性化電路

905 混頻器

915 混頻器

950 鏡像抑制濾波器

955 鏡像抑制濾波器

960 濾波器

1000 系統

1001 線性化電路

1005 耦合器

1010 方向性耦合器

1100 系統

1101 線性化電路

1105 方向性耦合器

1200 系統

1201 線性化電路

1205 混頻器

1210 開關

1215 開關

1220 帶通濾波器

1225 低通濾波器

1230 開關

1235 峰值偵測器

1240 A/D 轉換器

1300 發 送 路 徑

1310 正 交 調 變 器

1315 前 置 驅 動 器

1320 雙 工 器

1325 發 送 天 線

1355、1365、1375 點

七、申請專利範圍：

1. 一種用於改善一功率放大器的線性之系統，其係包括：

一可運作以耦合至該功率放大器的一輸入信號路徑的第一輸入，以用於獲得該功率放大器的一輸入信號的第一樣本；

一可運作以耦合至該功率放大器的一輸出信號路徑的第二輸入，以用於獲得該功率放大器的一輸出信號的第二樣本，該第二樣本係包括對應於該輸出信號的至少一非線性成分之至少一取樣的非線性成分；

一可運作以耦合至該功率放大器的該輸出信號路徑的輸出，以用於施加一線性改善信號至在該第二輸入下游的該輸出信號路徑；

一可運作以在該第二輸入以及該輸出下游的一位置耦合至該輸出信號路徑的第三輸入，以用於獲得該輸出信號的一第三樣本；以及

一線性化電路，其係電耦接至該些輸入以及該輸出並且包括：

一第一信號消除器，其係用於從該第二樣本扣除該第一樣本以產生一包括該至少一取樣的非線性成分之間信號；

一第二信號消除器，其係耦接至該第一信號消除器的一輸出並且可運作以藉由根據一控制設定來調整該至少一取樣的非線性成分的振幅、相位及延遲的至少一個以

產生該線性改善信號，該線性改善信號可運作以響應於其在該輸出處耦合至該輸出信號路徑以降低該至少一非線性成分的一強度；

一功率偵測器，其係用於量測該第三樣本的該至少一非線性成分中的至少一個的一強度位準；

一控制裝置，其係根據該量測到的強度位準來調整該第二信號消除器的控制設定；以及

一第二功率偵測器，其係用於量測該中間信號的至少一頻譜成分的強度，其中該控制裝置係從該第二功率偵測器接收一強度量測並且根據該強度量測來調整該第一信號消除器的至少一設定。

2.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該控制設定係包括一同相設定以及一正交設定。

3.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該線性化電路進一步包括一設置在該第二輸入以及該第一信號消除器之間的衰減器。

4.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該第二樣本係包括一基音調成分，並且其中該第一信號消除器係響應於從該第二樣本扣除該第一樣本以降低該基音調成分的一強度。

5.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該第一信號消除器係在從該第二樣本處扣除該第一樣本之前調整該第二樣本的至少一成分的振幅、相位及延遲中的至少一個。

6.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該功率偵測器係

包括：

- 一用於接收一信號的輸入；
- 一用於量測該信號的一強度的峰值偵測器；
- 一用於選擇性地在該中間信號以及該第三樣本之間切換的開關；以及
- 一設置在該功率偵測器輸入以及該峰值偵測器之間的濾波器。

7.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該線性化電路進一步包括一設置在該第一輸入以及該第一信號消除器之間的第一頻率轉換的混頻器、一設置在該第二輸入以及該第一信號消除器之間的第二頻率轉換的混頻器、以及一設置在該輸出以及該第二信號消除器之間的第三頻率轉換的混頻器。

8.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該第一信號消除器以及該第二信號消除器係以一積體電路來加以製成。

9.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該第一信號消除器以及該第二信號消除器係以該功率放大器的一積體電路來加以製成。

10.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該線性化電路進一步包括一在將該第三樣本傳送至該第二功率偵測器之前從該第三樣本扣除該第一樣本的第三信號消除器。

11.如申請專利範圍第 1 項之系統，其進一步包括：

一開關，其係包括：

一被配置以電耦接至該第一信號消除器的該輸出

以接收該中間信號的一樣本的第一開關輸入；

一被配置以電耦接至該第三輸入以接收該第三樣本的第二開關輸入；

一開關輸出；以及

一頻率混頻器，其係包括：

一電耦接至該開關輸出的第一輸入；

一被配置以電耦接至該第一輸入以接收該第一樣本的第二輸入；以及

一電耦接至一或多個濾波器的混頻器輸出，該一或多個濾波器可運作以濾波一由該頻率混頻器所輸出的信號並且遞送該濾波後的信號至該功率偵測器的一峰值偵測器，

其中該控制器係邏輯耦接至該開關、頻率混頻器、一或多個濾波器以及峰值偵測器，以及

其中該控制器係可運作以配置該開關、頻率混頻器、一或多個濾波器以及峰值偵測器的每一個，以選擇性地量測該中間信號以及該第三樣本中之一的該至少一頻譜成分的一強度位準。

12.一種用於降低一功率放大器的一輸出信號的非線性成分之方法，該方法係包括：

(a)從一沿著該功率放大器的一輸入路徑的位置獲得一輸入信號的一第一樣本；

(b)從一沿著該功率放大器的一輸出信號路徑的第一位置獲得該輸出信號的一第二樣本，該第二樣本係包括施加

在該功率放大器輸出信號上的至少一非線性成分；

(c)藉由從該第二樣本扣除該第一樣本以降低該第二樣本的一頻譜成分來產生一第一中間信號；

(d)藉由根據一控制設定來調整該第一中間信號的相位、振幅及延遲中的至少一個以產生一線性改善信號，該線性改善信號可運作以響應於其被施加至該輸出信號來降低該至少一非線性成分的振幅；

(e)在沿著該輸出信號路徑的一第二位置處施加該線性改善信號至該輸出信號；

(f)從沿著該輸出信號路徑在該第二位置下游的一第三位置獲得該輸出信號的一第三樣本，該第三樣本係包括對應於該至少一非線性成分的至少一振幅調整後的非線性成分；

(g)判斷在該第三樣本中的該至少一振幅調整後的非線性成分的一強度位準；以及

(h)根據該強度位準來調整該控制設定，

其中判斷該第三樣本中的該至少一互調產物的一強度位準係包括藉由混頻及濾波該第三樣本中具有一頻率在用於該功率放大器的基頻或是接近該基頻的成分，以降低該第三樣本的至少一頻譜成分的該強度位準。

13.如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該控制設定係包括一同相設定以及一正交設定。

14.如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該至少一非線性成分係包括由該功率放大器施加在該輸出信號上的一互

調產物。

15.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包括基於該至少一振幅調整後的的非線性成分的該強度位準作為一回授值來啟動一電腦程式的執行，以決定該控制設定。

16.如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該第二樣本係包括一基音調，並且其中該基音調的一強度係響應於從該第二樣本扣除該第一樣本而被降低。

17.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包括在從該第二樣本扣除該第一樣本之前調整該第二樣本的該至少一成分的一振幅、相位及延遲中的至少一個。

18.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包括重複(a)至(h)以改善該第三樣本的該至少一互調產物的該強度位準的降低。

19.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包括利用一分離的本地振盪器或是一共用的本地振盪器以轉換該第一樣本、第二樣本、第三樣本以及線性改善信號的一頻率。

20.如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該調整該控制設定係包括調整一產生該線性改善信號的雜訊消除器的一同相設定以及一正交設定。

21.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包括在判斷該第三樣本的該至少一振幅調整後的非線性成分的該強度位準之前從該第三樣本扣除該第一樣本。

22.如申請專利範圍第 12 項之方法，其中判斷該第三樣本中的該至少一互調產物的一強度位準係包括利用一頻道

濾波器以降低該第三樣本的至少一頻譜成分的該強度位準。

23.一種用於改善一放大器的線性之系統，其係包括：

一包括該放大器的信號發送路徑；

一被配置以接收該放大器的一輸入信號的一第一樣本之第一輸入；

一被配置以從該放大器接收一輸出信號的一第二樣本之第二輸入；

一被配置以將一線性改善信號向該放大器輸出饋送的輸出；

一被配置以從沿著一放大器輸出信號路徑在該第二輸入以及該輸出下游的一位置接收該放大器輸出的一第三樣本之第三輸入；以及

一電耦接至該第一輸入、第二輸入、第三輸入以及輸出的線性化電路，該線性化電路係包括：

一第一信號消除電路，其係從該第二樣本扣除該第一樣本以產生一中間信號；

一第二信號消除電路，其係藉由根據包含一同相設定以及一正交設定的一控制設定來調整該中間信號的相位、振幅及延遲中的至少一個以產生該輸出信號；

一控制器，其係可運作以根據該第三樣本的至少一頻譜成分的一強度位準來調整包含該同相設定以及該正交設定的該控制設定；以及

至少一頻率轉換的混頻器，其係設置在該第一輸

入以及該第一信號消除器之間、在該第二輸入以及該第一信號消除器之間、或在該輸出以及該第二信號消除器之間。

24.如申請專利範圍第 23 項之系統，其中該第三樣本係包括由該放大器施加在該輸出信號上的至少一非線性成分，並且其中該線性改善信號係可運作以降低該至少一非線性成分的一強度位準。

25.如申請專利範圍第 24 項之系統，其中該至少一頻譜成分係包括該非線性成分。

26.如申請專利範圍第 23 項之系統，其中該系統是一蜂巢式電話系統。

27.如申請專利範圍第 23 項之系統，其中該線性化電路係被實施為一或多個積體電路。

八、圖式：

(如次頁)

100

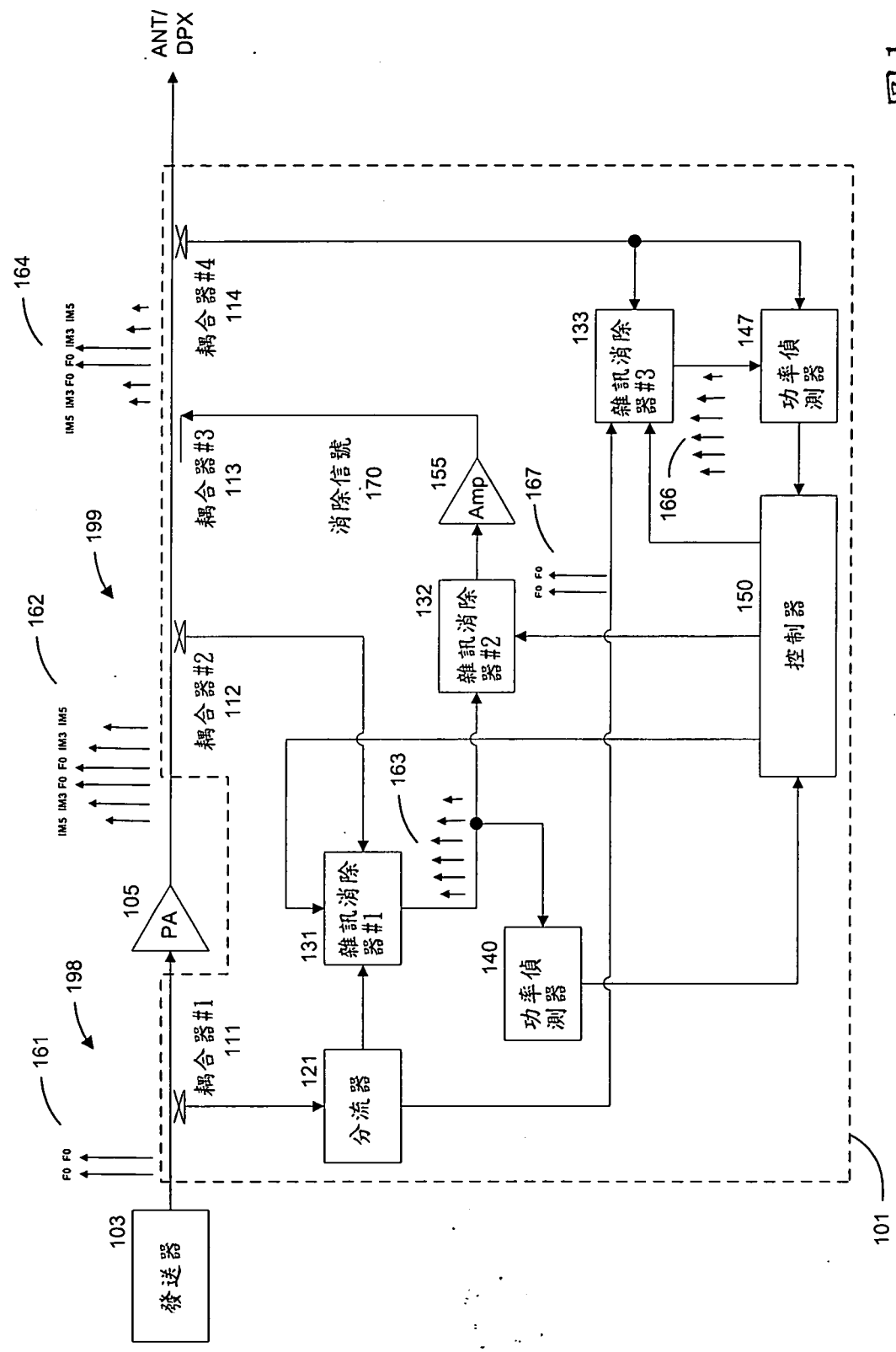


圖1

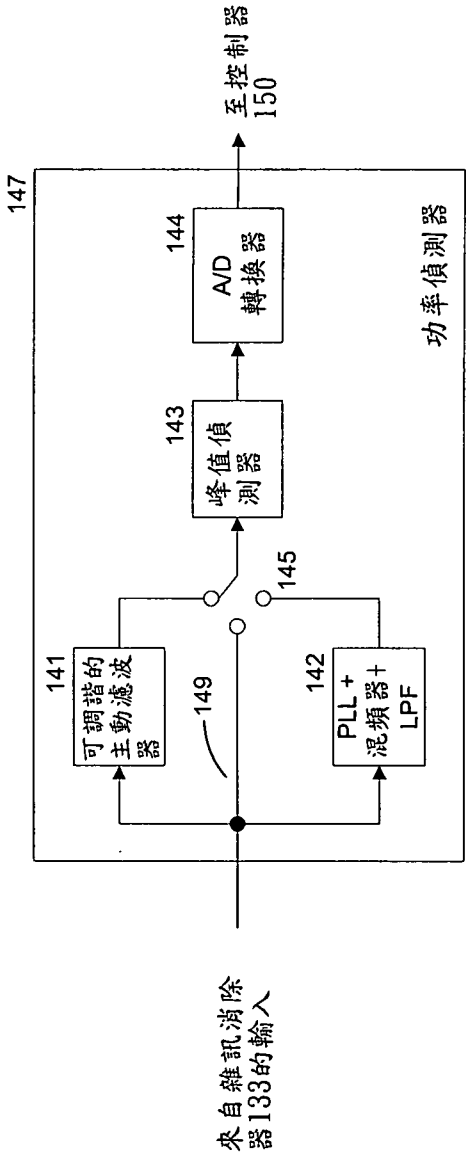


圖2

300

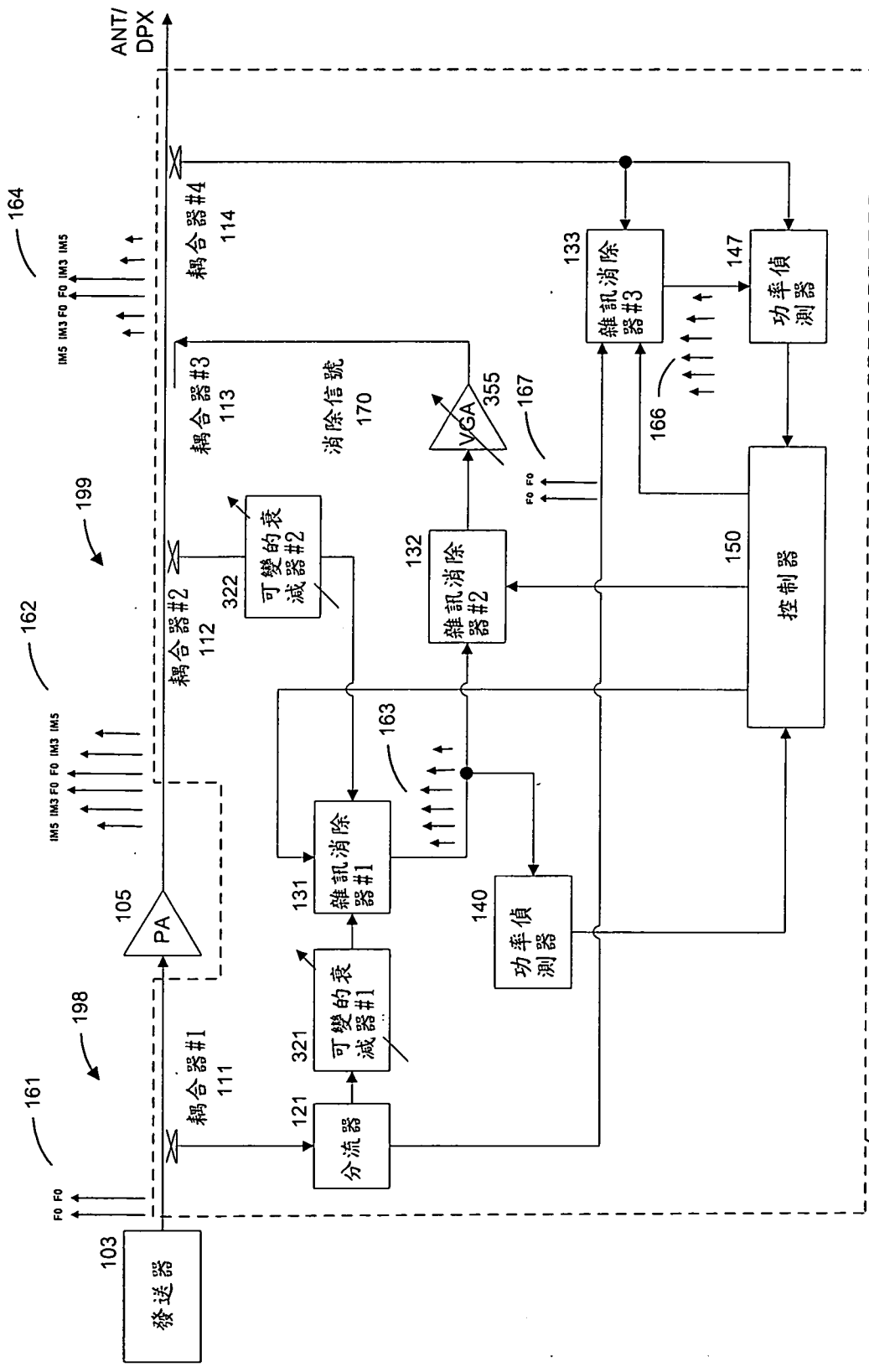


圖3

400

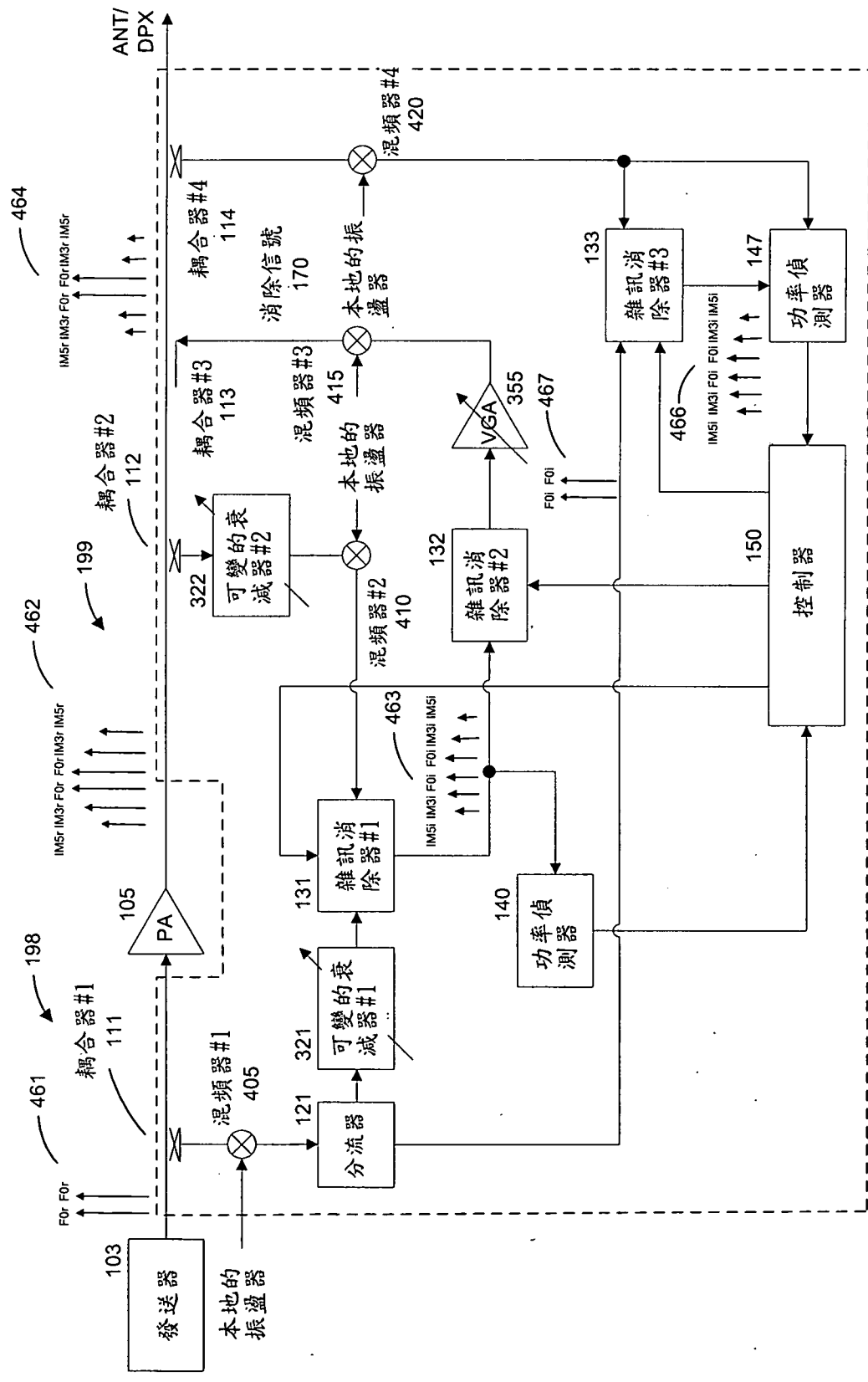


圖4

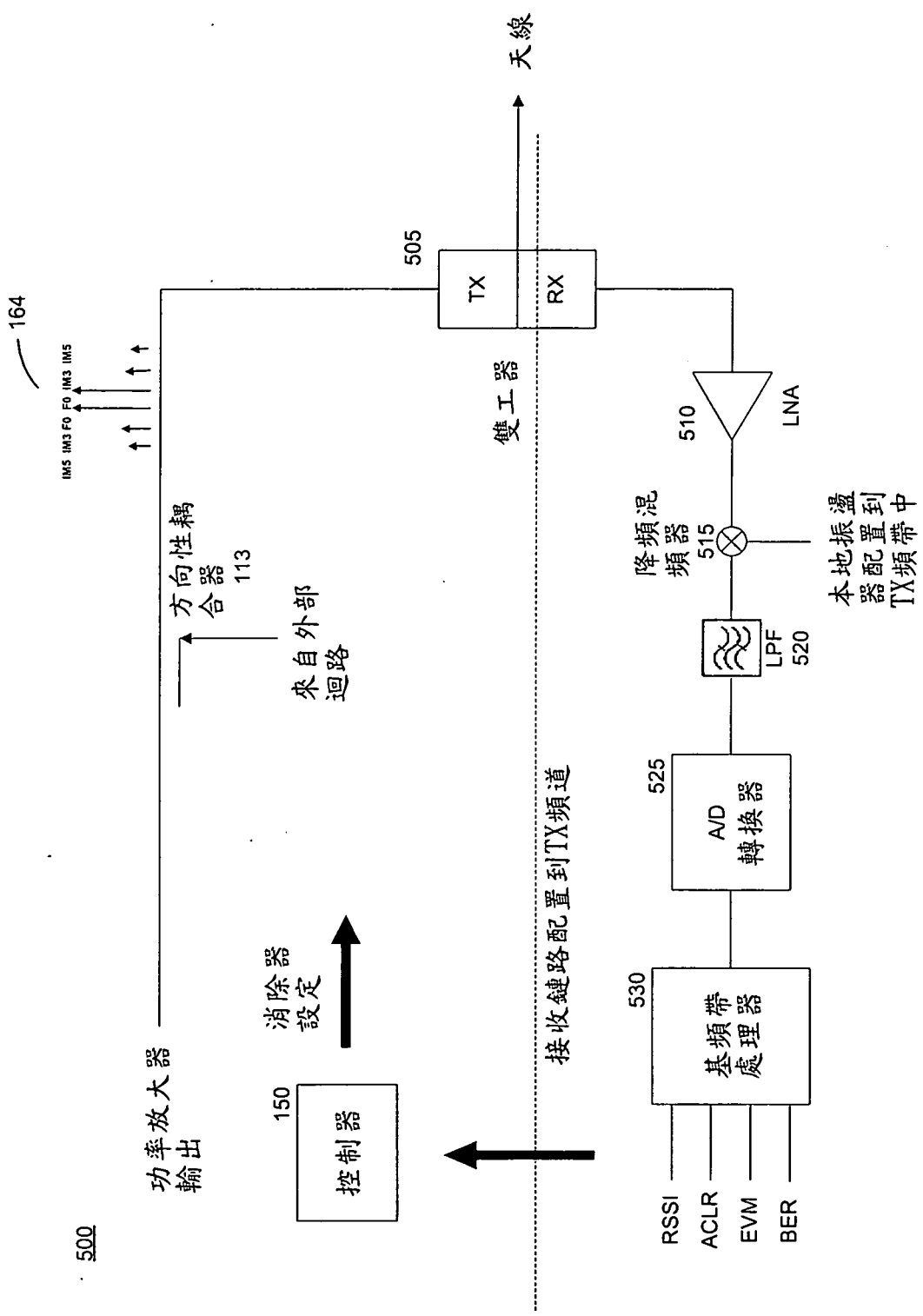


圖5

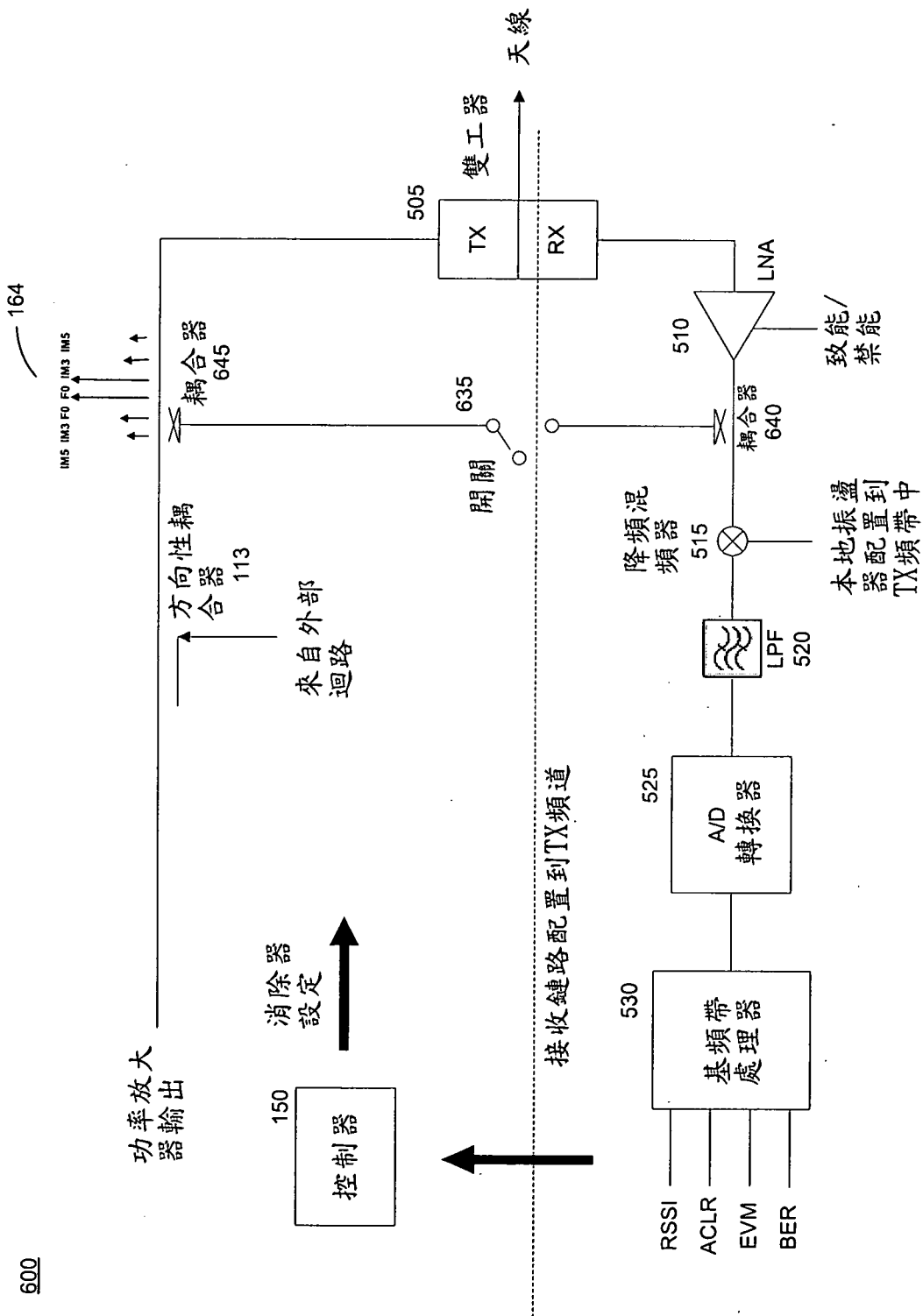


圖6

700

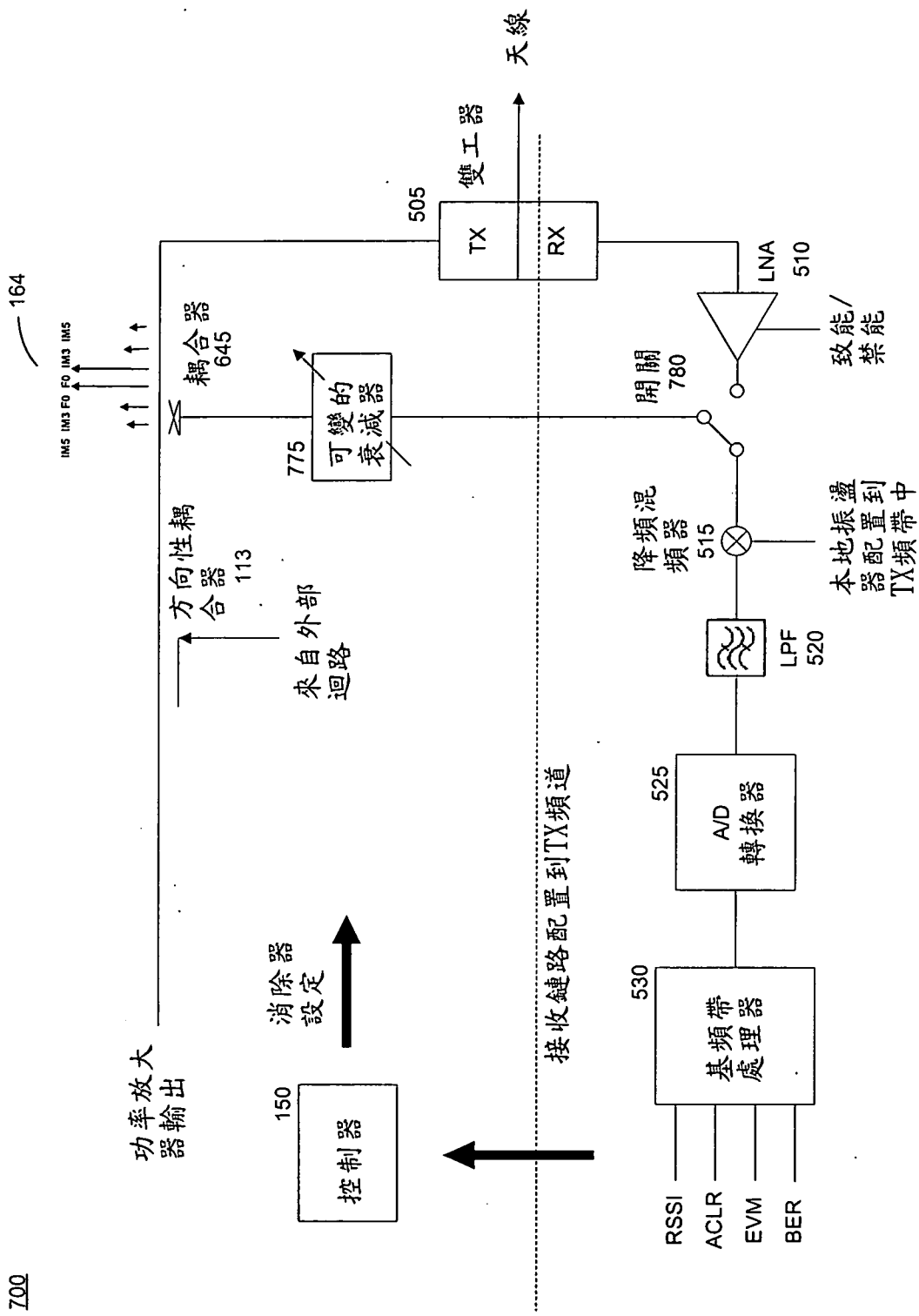


圖7

800

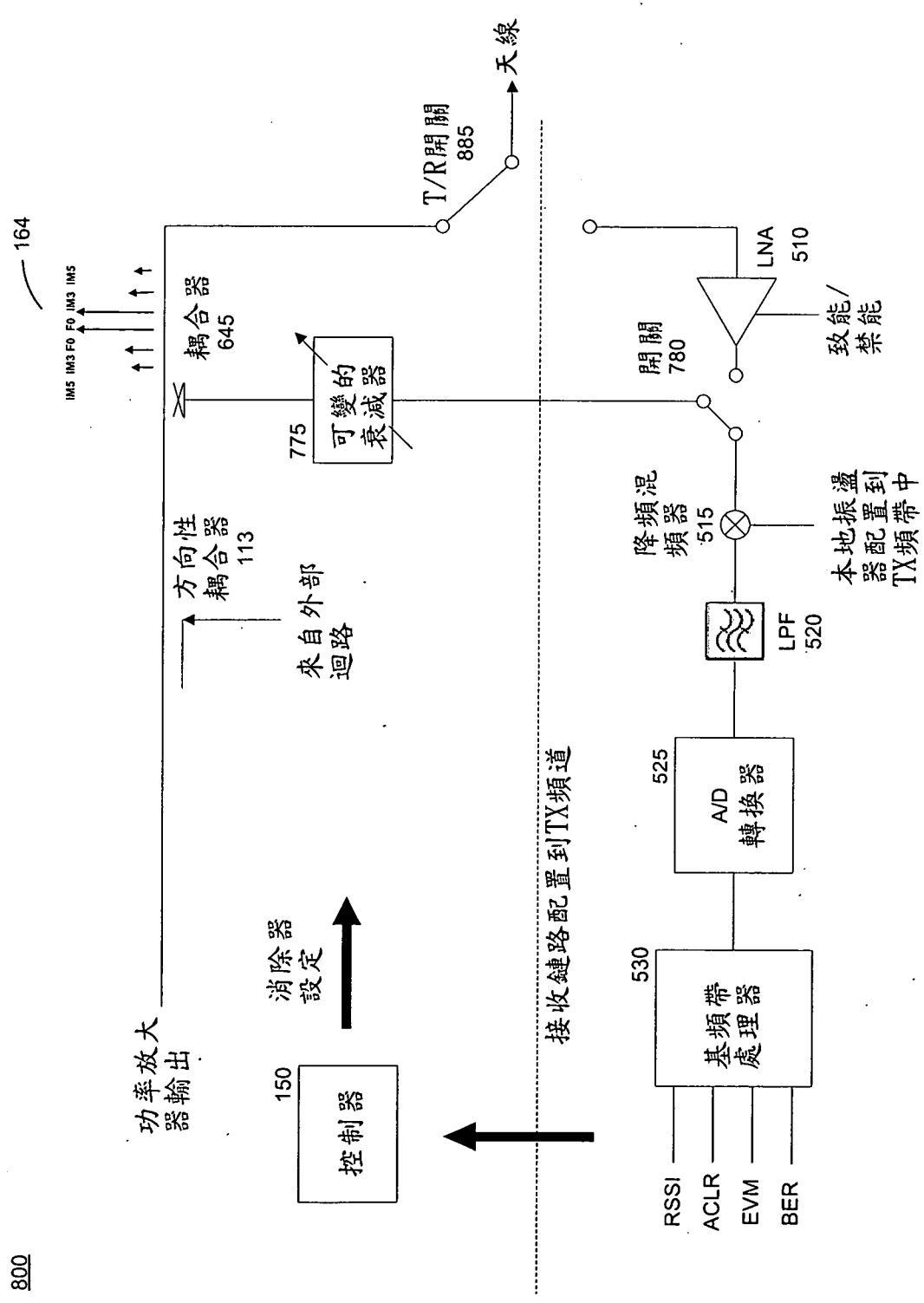


圖8

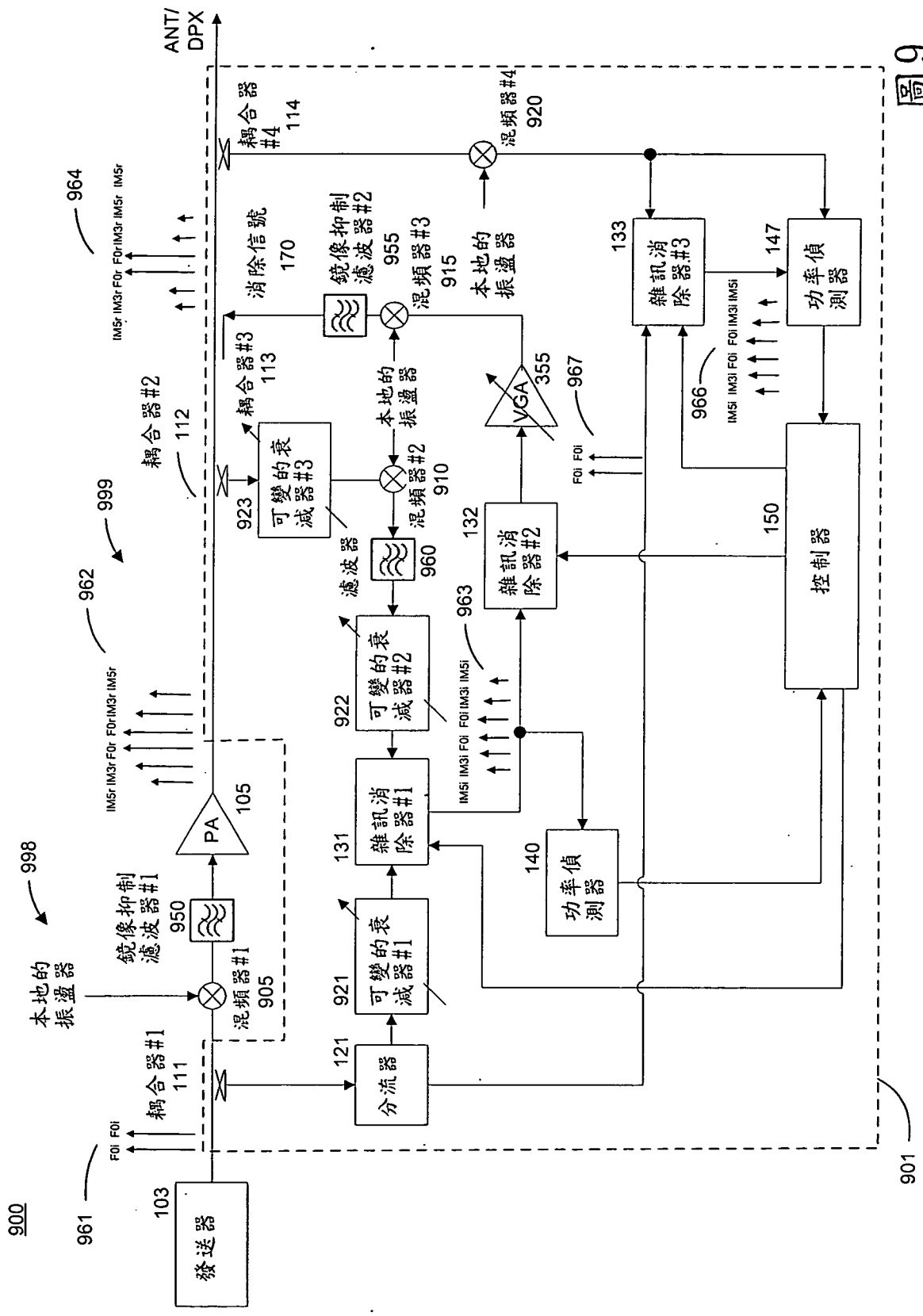


圖9

1000

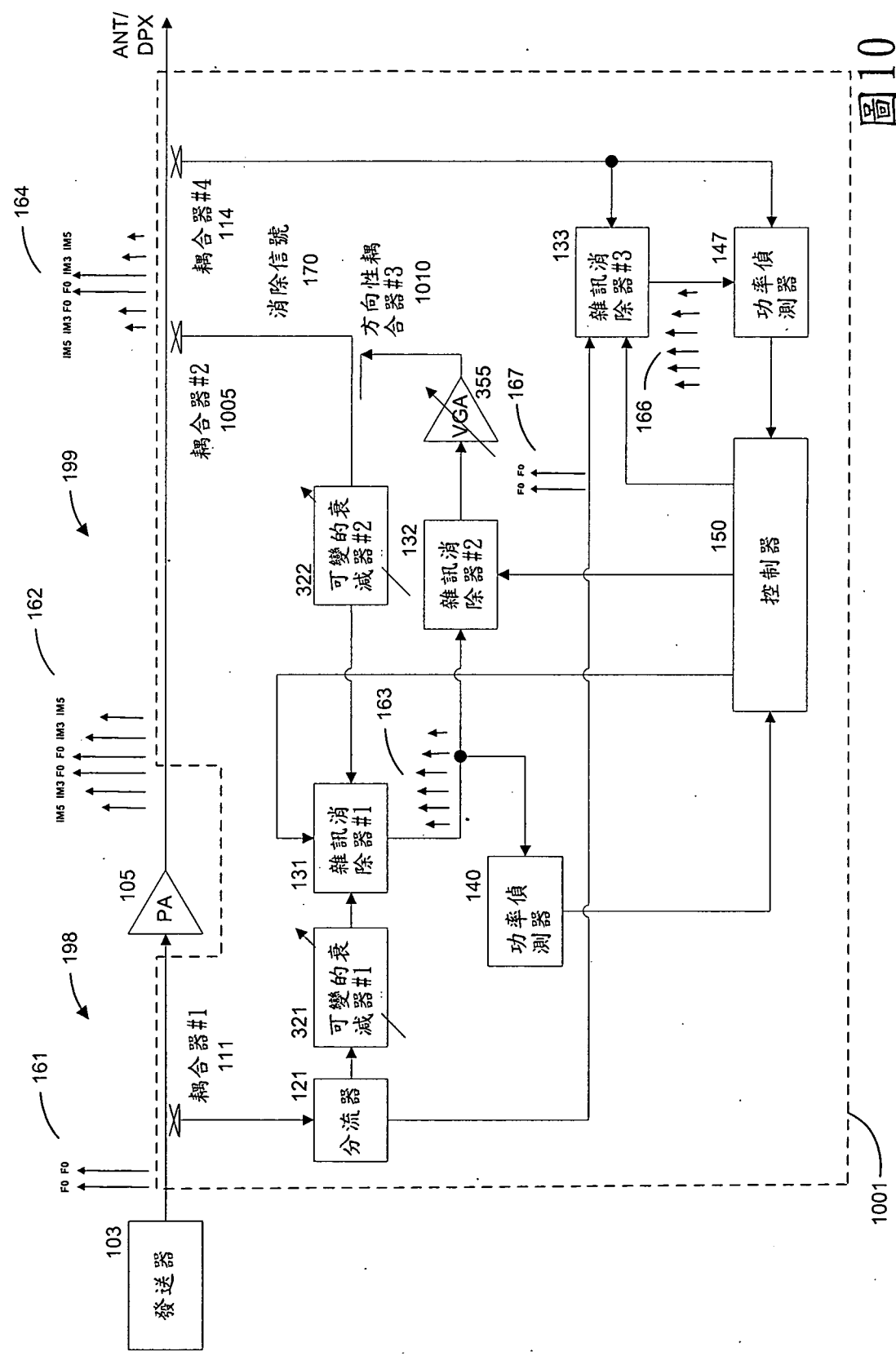


圖10

1100

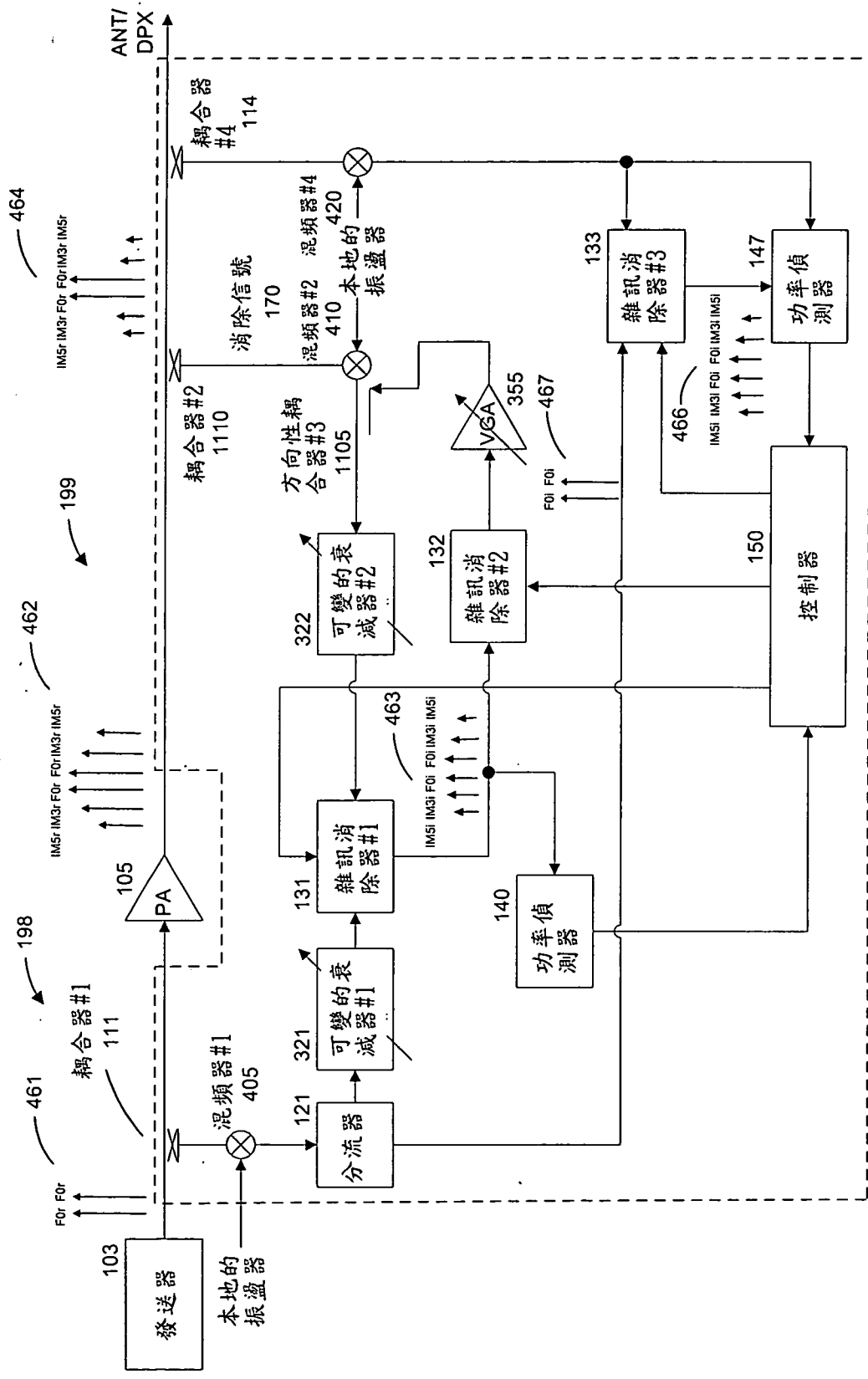


圖11

1101

1200

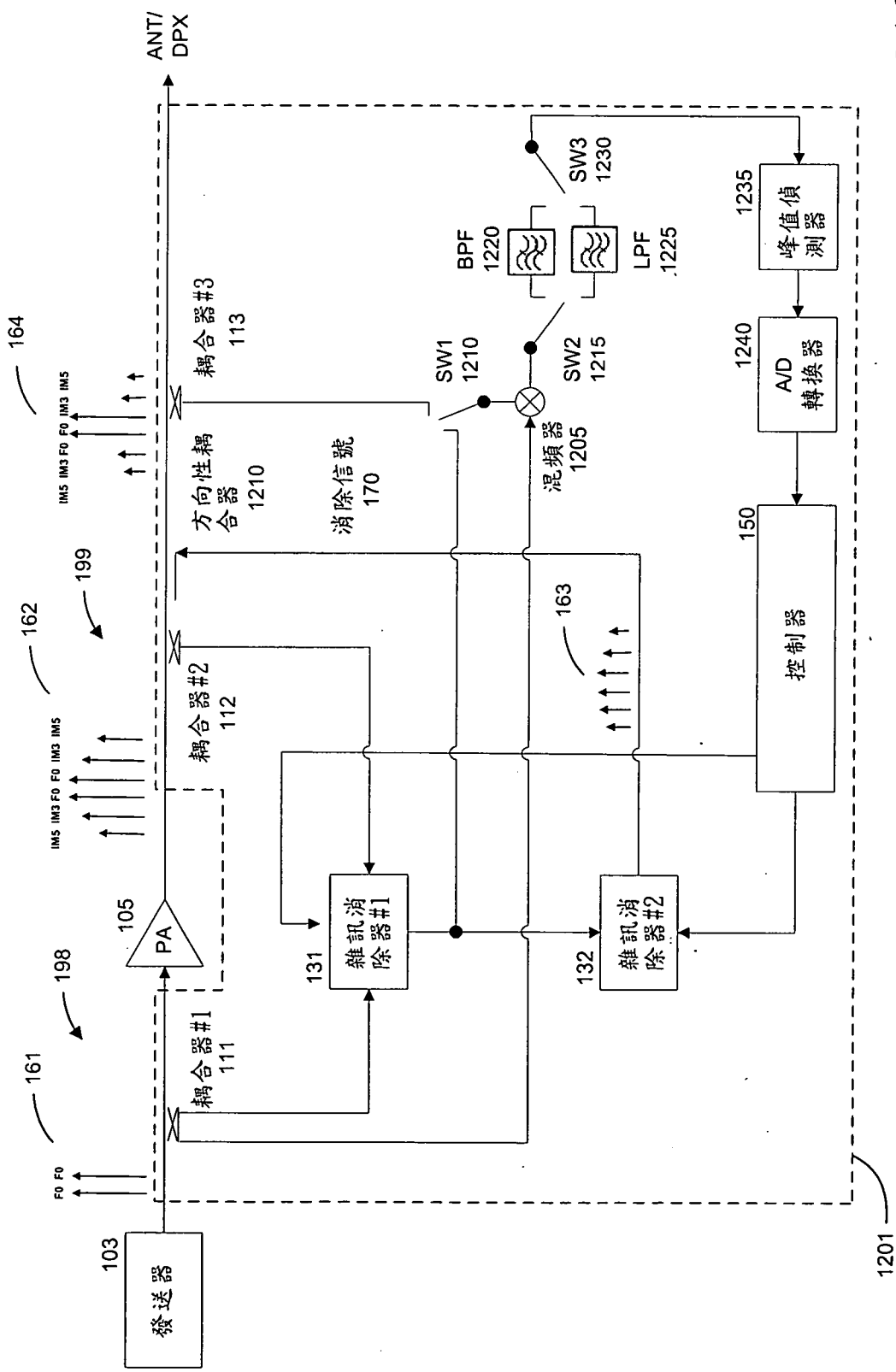


圖12

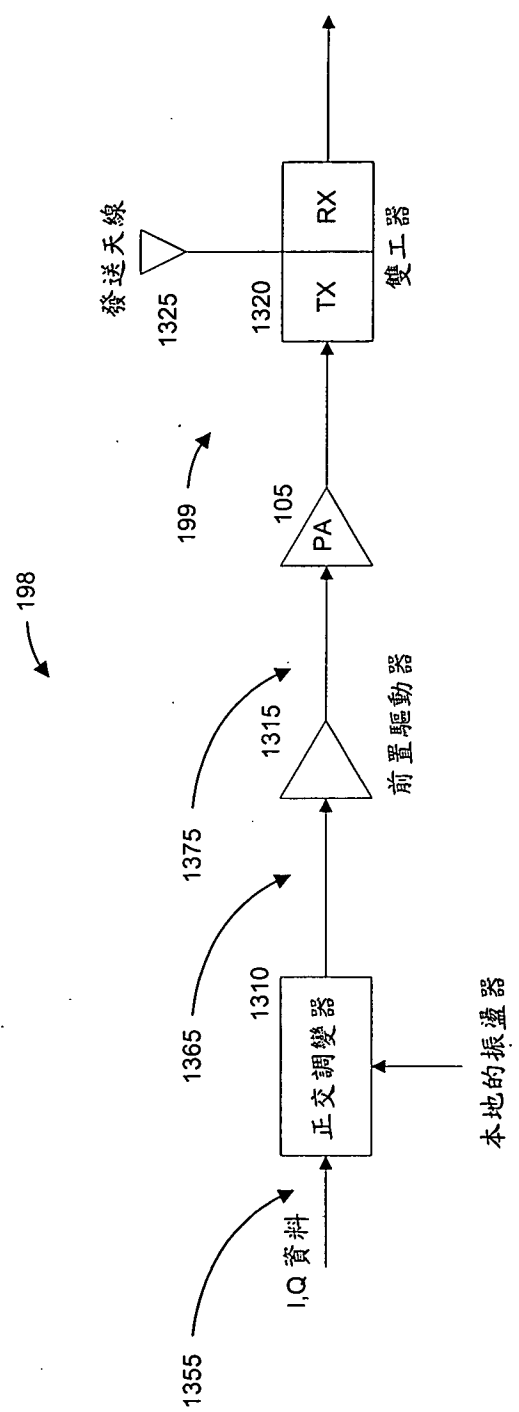


圖13