



(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 I610534 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：102108823

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 13 日

(51)Int. Cl. : H03F1/26 (2006.01)

H03F3/189 (2006.01)

H03G1/04 (2006.01)

(30)優先權：2012/03/29 美國

13/434,734

(71)申請人：三胞半導體公司 (美國) TRIQUINT SEMICONDUCTOR, INC. (US)

美國

(72)發明人：于浩洋 YU, HAO YANG (CN)；奈許 史帝芬 J NASH, STEPHEN J. (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

JP H8-242128

US 7928804B2

US 20120062321A1

US 2003/0112078A1

2010 年 06 月 28 日公開文件 Tony R. Kuphaldt "Radio Circuits"<https://www.electronicspoint.com/threads/radio-circuits.222931/>

K. Joshin, Y. Kawano, M. Fujita, T. Suzuki, M. Sato and T. Hirose, "A 24 GHz 90-nm CMOS-based power amplifier module with output power of 20 dBm," 2009 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Singapore, 2009, pp. 217-220.°

S. L. G. Chu, Y. Tajima, J. B. Cole, A. Platzker and M. J. Schindler, "A novel 4-18 GHz monolithic matrix distributed amplifier," Digest of Papers., Microwave and Millimeter-Wave Monolithic Circuits Symposium, Long Beach, CA, USA, 1989, pp. 143-147.°

審查人員：蘇齊賢

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：3 共 25 頁

(54)名稱

具有低動態誤差向量量值的射頻功率放大器

RADIO FREQUENCY POWER AMPLIFIER WITH LOW DYNAMIC ERROR VECTOR MAGNITUDE

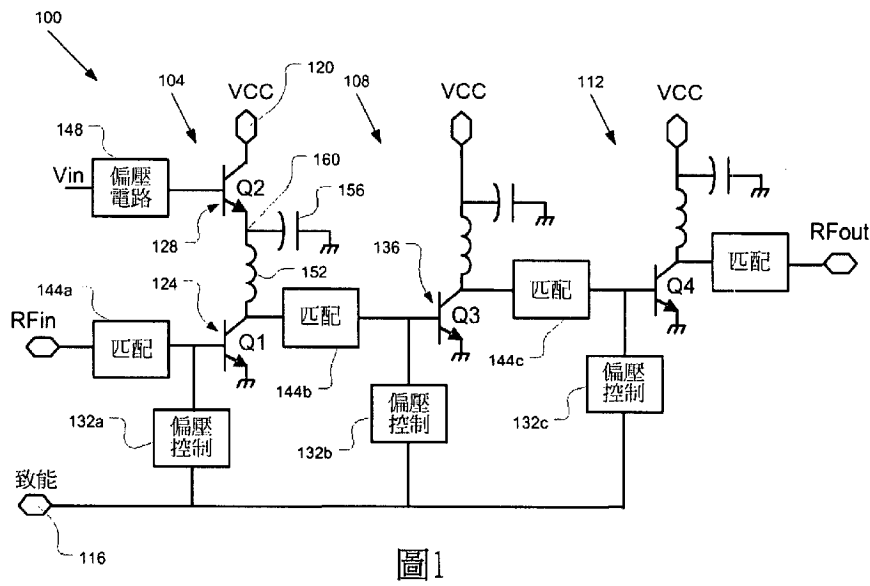
(57)摘要

本揭示內容之實施例提供一種具有低動態誤差向量量值(EVM)的多級射頻(RF)功率放大器(PA)。該 RF PA 的第一級可包含第一主動裝置，其係經組態設定以接收致能信號，並且回應於該致能信號而開啟，藉此啟動該第一級。該 RF PA 可進一步包含第二主動裝置，其係經串聯耦接於該第一主動裝置並經組態設定以接收主供應電壓。該第二主動裝置可跨於該第一主動裝置提供第一供應電壓，此電壓係小於且無關於該主供應電壓。該第一主動裝置或該第二主動裝置之一可經組態設定以接收 RF 輸入信號，並且將經放大的 RF 輸出信號傳通至該 RF PA 電路的第二級。

Embodiments provide a multi-stage radio frequency (RF) power amplifier (PA) having a low dynamic error vector magnitude (EVM). A first stage of the RF PA may include a first active device configured to receive an enable signal and to turn on in response to the enable signal, thereby activating the first stage.

The RF PA may further include a second active device coupled in series with the first active device and configured to receive a main supply voltage. The second active device may provide a first supply voltage across the first active device that is less than and independent of the main supply voltage. One of the first active device or the second active device may be configured to receive an RF input signal and to pass an amplified RF output signal to a second stage of the RF PA circuit.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 100 . . . 射頻(RF)功率放大器(PA)
- 104 . . . 第一級
- 108 . . . 第二級
- 112 . . . 第三級
- 116 . . . 致能終端
- 120 . . . 主供應終端
- 124 . . . 第一主動裝置
- 128 . . . 第二主動裝置
- 132a . . . 偏壓控制模組
- 132b . . . 偏壓控制模組
- 132c . . . 偏壓控制模組
- 136 . . . 第三主動裝置
- 140 . . . 第四主動裝置
- 144a . . . 匹配電路
- 144b . . . 匹配電路
- 144c . . . 匹配電路
- 144d . . . 匹配電路
- 148 . . . 偏壓電路
- 152 . . . 扼流電感器
- 156 . . . 旁路電容器
- 160 . . . 節點
- Q1-Q4 . . . 電晶體
- RFin . . . RF 輸入信號

RFout . . . 經放大
RF 輸出信號
VCC . . . 主供應電
壓
Vin . . . 輸入電壓

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】(中文/英文)

具有低動態誤差向量量值的射頻功率放大器

RADIO FREQUENCY POWER AMPLIFIER WITH LOW DYNAMIC
ERROR VECTOR MAGNITUDE

【技術領域】

【0001】 本揭示內容的實施例大致有關於電路的領域，並且尤其是關於具有低動態誤差向量量值的射頻功率放大器。

【先前技術】

【0002】 許多無線通訊系統，像是無線區域網路(WLAN)及無線都會區域網路(WMAN)，是利用正交分頻多工(OFDM)調變作業以獲致高資料速率。誤差向量量值(EVM)是一項用以測量 OFDM 信號之信號線性度的重要參數，特別是對於較高的資料速率而言。許多 OFDM 系統是利用「分時雙工處理(TDD)」。從而，傳送鏈內的射頻功率放大器在操作過程中會需要脈衝化開啓和關閉。在這些條件下所測得的 EVM 就稱為動態 EVM。理想上，動態 EVM 與靜態 EVM 為相同。然而，暫態效應典型地造成動態 EVM 高於靜態 EVM。

【發明內容】

【0003】 各種實施例可提供一種射頻(RF)功率放大器(PA)電路，該電路包含一致能終端，其係經組態設定以接收致能信號；以及一主供應終端，其係經組態設定以接收主供應電壓。該 RF PA 電路可進一步包含複數個放大器級，包含第一級在內。該第一級可包含第一主動裝置，其係經組態設

定以接收致能信號，並且回應於該致能信號而開啓，藉此啓動該第一級。

該 RF PA 電路可進一步包含第二主動裝置，其係經串聯耦接於該第一主動裝置並經組態設定以接收該主供應電壓。該第二主動裝置可跨於該第一主動裝置提供第一供應電壓，此電壓係小於該主供應電壓。可將一旁路電容器耦接於該第一主動裝置與該第二主動裝置之間的節點，藉以在該節點處令 RF 信號轉向。該第一主動裝置或該第二主動裝置的其一者可經組態設定以接收 RF 輸入信號，並且將經放大的 RF 輸出信號傳通至該 RF PA 電路的第二級。在各種實施例裡，該第一主動裝置及/或第二主動裝置可包含一或更多電晶體，像是雙極接面(即如異質接面雙極)電晶體及/或場效電晶體。

【圖式簡單說明】

【0004】 後文中將在隨附圖式裡藉由範例方式，然非限制，以說明多項實施例，而其中相仿編號是表示類似構件，且其中：

圖 1 為根據各種實施例說明一射頻功率放大器的電路圖。

圖 2 為根據各種實施例說明一射頻功率放大器的替代性組態。

圖 3 為根據各種實施例一示範性無線通訊裝置的方塊圖。

【實施方式】

【0005】 現將利用熟習本項技藝之人士所使用的詞彙以說明示範性實施例的各種特點，藉以將其等之作品的基本要點傳達予其他熟習本項技藝之人士。然熟習本項技藝之人士將能顯知確能僅以部份的該等所述特點以實作多項替代性實施例。為便於解釋，特定裝置及組態係經陳述以供通徹地瞭解該等示範性實施例。然熟習本項技藝之人士將能顯知即使並無該等特定細節確仍可實作替代性實施例。在其他實例中，眾知特性係經省略

或簡化以避免模糊該等示範性實施例。

【0006】 此外，將按多項離散作業的方式以說明各種操作，而此方式又最能有助於瞭解本揭示；唯不應將其說明次序詮釋為意指該等操作必然地擁有次序相關性。尤其，該等操作實無須依照所呈現的次序執行。

【0007】 該語句「在一實施例中」將會重複地使用。一般說來，該語句並非參照於相同的實施例；然亦可如是。除前後文中另予述明者外，該等詞彙「包含」、「具備」及「包含」為同義詞。

【0008】 為對可關聯於各種實施例所使用之述文能夠提供一些清晰的前後說明，該等語句「A/B」以及「A 及/或 B」意思是(A)、(B)或者(A 及 B)；同時，該語句「A、B 及/或 C」意思是(A)、(B)、(C)、(A 及 B)、(A 及 C)、(B 及 C)或者(A、B 及 C)。

【0009】 在此可運用該詞彙「耦接於」以及其衍生語項。「耦接於」意指下列項目的一或更多者。「耦接」可表示兩個或更多構件為直接地實體或電性接觸。不過，「耦接」亦能表示兩個或更多構件為間接地彼此接觸，然又仍彼此共同運作或互動，同時可意味著一或更多其他構件係經耦接或連接於該等稱為彼此耦接的構件之間。

【0010】 圖 1 根據各種實施例說明一射頻(RF)功率放大器(PA)電路 100。該 RF PA 100 可接收 RF 信號 RFin，並且產生經放大 RF 輸出信號 RFout。該 RF PA 100 可例如用於放大 RFin 以供在無線通訊網路上進行傳輸。在各種實施例中，該 RF PA 100 可包含複數個放大器級，像是第一級 104、第二級 108 和第三級 112。該 RF PA 100 的其他實施例可包含相較於圖 1 所示者為更多或更少數量的級。該 RF PA 100 可進一步包含一致能終端 116 及一主

供應終端 120。該主供應終端 120 可接收主供應電壓 VCC。該致能終端 116 則可接收致能信號以供開啓及/或關閉該 RF PA 100。

【0011】 該第一級 104 可包含第一主動裝置 124 (即如電晶體 Q1) 和第二主動裝置 128 (即如電晶體 Q2)。該第一主動裝置 124 及該第二主動裝置 128 雖經顯示為包含一個電晶體，然在其他實施例裡，該第一主動裝置 124 及/或該第二主動裝置 128 確可包含複數個電晶體。此外，Q1 及 Q2 雖經顯示為異質接面雙極電晶體(HBT)，然在其他實施例裡 Q1 及/或 Q2 可為任何適當類型的電晶體，像是其他種類的雙極接面電晶體及/或場效電晶體。

【0012】 Q1 的基極端可經由一偏壓控制模組 132a 耦接於該致能終端 116。該偏壓控制模組 132a 可將致能信號傳通至 Q1 並且在主動模式下對 Q1 加以偏壓。在一些實施例裡，該偏壓控制模組 132a 可包含電流鏡。

【0013】 在各種實施例中，該致能信號可為直流(DC)信號。若該致能信號具有第一邏輯狀態(即如邏輯 1)，則可啓動電晶體 Q1，並且若該致能信號具有第二邏輯狀態(即如邏輯 0)則可予以關閉。若 Q1 為開啓(ON)，則 Q1 可放大 R_{Fin} 並且將經放大信號傳通至該第二級 108。該第二級 108 可包含一第三主動裝置 136 (即如電晶體 Q3)，其放大 Q1 的 RF 輸出信號並將其傳通至該第三級 112。該第三級 112 可包含一第四主動裝置 140 (即如電晶體 Q4)，其放大 Q3 的 RF 輸出信號以產生該 RF PA 100 的 R_{Fout} 信號。匹配電路 114a-d 可在各個級的輸入及輸出處呈現所匹配阻抗(即如藉以將功率傳送最大化及/或將信號反射最小化)。電晶體 Q3 及 Q4 可(即如在主動模式下)分別地藉由偏壓控制模組 132b 和 132c 所偏壓。

【0014】 在一些實施例裡，像是在利用分時雙工處理(TDD)的通訊系

統中，可於操作過程裡脈衝化開啓及關閉該 RF PA 100。在這些實施例裡，該致能信號可似同一方波以供重複地開啓或關閉該 RF PA 100。該 RF PA 100 可為按高頻率方式所脈衝化開啓及關閉(即如對於運用正交分頻多工(OFDM)的通訊系統而言)。

【0015】 在各種實施例中，跨於 Q1 的第一供應電壓(即如自 Q1 之集極節點至射極節點的電壓降)可小於跨於 Q3 的第二供應電壓及/或跨於 Q4 的供應電壓。例如，該第二供應電壓及/或第三供應電壓可等於該主供應電壓，並且該第一供應電壓可小於該主供應電壓。在各種實施例中，該第一供應電壓可為獨立於該主供應電壓(即如該第一供應電壓值為無關於該主供應電壓值)。

【0016】 在各種實施例中，該第一供應電壓可藉由 Q2 而隔離於 VCC。電晶體 Q2 可為串聯耦接於 Q1，並且可為耦接於該主供應終端 120 以接收該主供應電壓(即如在 Q2 的集極節點處)。從而，Q2 可提供該主供應終端 120 與 Q1 之間的主動負載，因此該第一供應電壓小於且無關於該主供應電壓。一偏壓電路 148 可為耦接於 Q2 的基極，藉以偏壓 Q2 (即如在主動模式下)。該偏壓電路 148 可接收輸入電壓 V_{in} 。該輸入電壓可為調節，同時可不隨 VCC 而變。該輸入電壓可為由一可切換調節電壓供應器所提供。例如，該偏壓電路 148 可為耦接於該致能終端 116 藉以接收該經調節致能信號來作為輸入電壓。在這些實施例裡，若該致能信號啟動該 RF PA 100，則可開啓 Q2。在其他實施例裡，該偏壓電路 148 可為耦接於另一電壓來源，像是該主供應終端 120。

【0017】 可將一扼流電感器 152 耦接於 Q1 與 Q2 之間，藉此防止 RF

信號傳通至 Q2。此外，可將一旁路電容器 156 耦接於 Q1 與 Q2 之間的節點 160，藉以在該節點處令 RF 信號轉向，從而將 Q2 隔離於 RF 路徑。由於 Q2 可能不在該 RF PA 100 的 RF 路徑內，因此假如是將 Q2 設置在該 RF PA 100 裡，則無須變更該等匹配電路 144a 及 144b (即如該等匹配電路 144a 及 144b 可為與對於不含 Q2 之 RF PA 100 的設計方式者相同)。

【0018】 在一些實施例裡，該主供應電壓可約為 3 伏特(V)至約 5V。即如前述，跨於 Q1 的第一供應電壓可為相關於該偏壓電路 148 所收到的輸入電壓。傳至該偏壓電路 148 的經調節輸入電壓可維持在相對狹窄的範圍裡，像是約 0.1V 的範圍內。在一些實施例裡，該第一供應電壓可約為 0.2V 至約 2V。

【0019】 較低的供應電壓可改善 Q1 的暫態響應，而在當開啓及/或關閉 Q1 時能夠提供快速的暫態響應。因此，Q1 所提供的增益亦可展現快速的暫態響應，藉以令該 RF PA 100 的第一級 104 具有低動態誤差向量量值 (EVM)。此外，Q2 可作為傳往 Q1 的電流來源。Q2 的較低電壓與快速暫態響應可供 Q1 展現快速的增益暫態響應。這對於其中該第一級 104 具有高增益的實施例而言尤其重要，即如後文中進一步討論。

【0020】 在一些實施例裡，該 RF PA 100 的動態 EVM 可約為百分之三或更低，像是約百分之二或更低。低動態 EVM 可例如在高資料速率處提供改善的 RF PA 100 信號線性度。

【0021】 低的第一供應電壓值可提供多項優點，這些是有助於該第一級 104 的低動態 EVM。例如，在其中該偏壓控制模組 132a 包含電流映鏡的實施例裡，可藉由相對低的集極電壓來偏壓該電流映鏡的映鏡電晶體。低

的第一供應電壓值(即如用以匹配該映鏡電晶體的集極電壓)可改善 Q1 的暫態響應。此外，低的第一供應電壓值可在當進行脈衝化開啓及/或關閉時令 Q1 產生微小的熱度變化，藉以改善暫態響應。更進一步，在一些電晶體中(即如場效電晶體)，閘極延遲效應對於較高的供應電壓來說會更為顯著，而如此將提高 EVM。因此，低的第一供應電壓值可改善 Q1 的閘極延遲效應(即如在其中 Q1 為場效電晶體的實施例裡)，藉以改善 Q1 的暫態響應。

【0022】 並且，在先前的 RF PA 設計裡，跨於 Q1 的第一供應電壓是相關於 VCC，同時 RF PA 在高 VCC 電壓處會展現高 EVM。在該 RF PA 100 中，Q2 可將 Q1 隔離於 VCC，並且跨於 Q1 提供相對低的第一供應電壓。Q1 的暫態響應不會受到 VCC 電壓的影響。從而，該 RF PA 100 的 EVM 在高 VCC 電壓處並不會劣化。

【0023】 在各種實施例中，該第一級 104 的增益可分別地高於該第二級 108 及/或該第三級 112 的增益。因此，相比於該第二級 108 及/或該第三級 112，該第一級 104 的暫態響應會對該 RF PA 100 的整體暫態響應產生較大影響。相對地，該第三級 112 可提供相較於該第一級 104 或該第二級 108 為更高的輸出功率，並因而需要較高的供應電壓(即如第三供應電壓)。所以，該第三供應電壓可等於該主供應電壓。在一些實施例裡，該第二供應電壓可等於該主供應電壓，即如圖 1 所示。然在其他實施例裡，該第二供應電壓則可小於該主供應電壓。例如，該第二供應電壓可大致等於該第一供應電壓，或者是具有大於該第一供應電壓並小於該第三供應電壓的數值。在一些實施例裡，可於 Q3 與該主供應終端 120 之間的提供一主動負載，藉此降低該第二供應電壓。

【0024】 圖 2 說明一 RF PA 200 替代性實施例，其具有第一級 204，其中第一主動裝置 208 (即如電晶體 Q1)係經組態設定以接收致能信號，並且第二主動裝置 212 (即如電晶體 Q2)為一 RF 放大器(即如經組態設定以放大 RFin)。電晶體 Q1 係經串聯耦接於 Q2，並且耦接於致能終端 216 以接收該致能信號(即如經由偏壓控制電路 220 在 Q1 的基極端處)。Q1 可運作如一 DC 電晶體，藉以回應於該致能信號啟動該第一級 204。可藉由經耦接於 Q1 與 Q2 間之節點 228 的旁路電容器 224 以將 Q1 隔離於 RF 路徑。Q2 可為耦接於一經組態設定以接收主供應電壓的主供應終端 232。Q2 可使得跨於 Q1 的第一供應電壓為小於該主供應電壓。跨於 Q1 的較低供應電壓可使得 Q1 擁有快速的暫態響應。由於 Q1 為經串聯耦接於 Q2 (即如 Q2 的射極端耦接於 Q1 的集極端)，因此 Q2 可具有與 Q1 大致相同的 DC 電流。從而，Q2 亦可擁有快速的暫態響應而與供應電壓 VCC 無關。

【0025】 在各種實施例中，Q2 可接收 RF 輸入信號 RFin (即如在 Q2 的基極端處)，並且將經放大的 RF 輸出信號傳通至該 RF PA 200 的第二級 236。該第二級 236 可放大該第一級 204 的輸出信號，並且將該經放大 RF 信號傳通至第三級 240。該第三級 240 可進一步放大該 RF 信號以產生 RFout。

【0026】 在各種實施例中，亦可將 Q1 稱為啟動裝置(即如經組態設定以接收該致能信號的裝置)。在 RF PA 200 中，Q2 為放大裝置(即如經組態設定以放大 RFin 的裝置)，然在 RF PA 100 裡(即如圖 1 所示)，Q1 為放大裝置(同時亦為啟動裝置)。

【0027】 相較於圖 1 所示的 RF PA 100，該 RF PA 200 的排置方式可供跨於該放大裝置上較高電壓落降，而同時仍保持快速的暫態響應(即如低

動態 EVM)。例如，比起跨於 Q1，跨於 Q2 上可供較大電壓落降。跨於 Q1 的低電壓可提供快速的暫態響應，而跨於 Q2 的較高電壓則可提供較高的功率傳送。例如，跨於 Q2 的電壓降可約為 $V_{CC}-2V$ 至約 $V_{CC}-0.2V$ ，而跨於 Q1 的第一供應電壓則可約為 $0.2V$ 至約 $2V$ 。

【0028】 RF PA 200 可包含第二旁路電容器 244，其可不包含在 RF PA 100 內。該第二旁路電容器 244 可為耦接於該主供應終端 232，藉以將該主供應終端隔離於 RF 路徑。一扼流電感器 248 可為耦接於該主供應終端 232 與 Q2 之間。

【0029】 圖 3 為根據各種實施例說明一示範性無線通訊裝置 300 的方塊圖。該無線通訊裝置 300 可具有一 RF PA 模組 304，此模組包含一或更多類似於該 RF PA 100 及/或 200 的 RF PA 308。除該 RF PA 模組 304 之外，該無線通訊裝置 300 可具有至少如圖所示且彼此相互耦接的天線結構 314、傳送/接收(Tx/Rx)切換器 318、收發器 322、主處理器 326 和記憶體 330。該無線通訊裝置 300 雖經顯示為具備傳送及接收的功能性，然在其他實施例裡確可包含僅具傳送或僅具接收能力的裝置。

【0030】 在各種實施例裡，該無線通訊裝置 300 可為行動電話、傳呼裝置、個人數位助理、文字傳訊裝置、可攜式電腦、膝上型電腦、基地台、用戶台、接取點、雷達、衛星通訊裝置，或是任何其他能夠以無線方式傳送/接收 RF 信號的裝置，然不限於此。

【0031】 該主處理器 326 可執行經儲存在該記憶體 330 內的基本作業系統程式，藉以控制該無線通訊裝置 300 的整體運作。例如，該主處理器 326 可控制由該收發器 322 進行的信號接收與信號傳送。該主處理器 326 能

夠執行常駐於該記憶體 330 之內的其他程序與程式，並且可視執行程序所需將資料移入或移出該記憶體 330。

【0032】 該收發器 322 可接收來自該主處理器 326 的出方(outgoing)資料(即如語音資料、網頁資料、電子郵件、訊令資料等等)，可產生 RFin 信號以表示該出方資料，並且將該(等) RFin 信號提供至該 RF PA 模組 304。該收發器 322 亦可控制該 RF PA 模組 304 以在選定頻帶內，並且在全功率或退減功率模式下，進行操作。在一些實施例裡，該收發器 322 可利用 OFDM 調變來產生該(等) RFin 信號。

【0033】 該 RF PA 模組 304 可放大該(等) RFin 信號以提供 RFout 信號，即如本揭中前述。該(等) RFout 信號可為轉傳至該傳送/接收(Tx/Rx)切換器 318，然後送至該天線結構 314 以供空中(OTA)傳輸。在一些實施例裡，該 Tx/Rx 切換器 318 可包含雙工器。

【0034】 按類似方式，該收發器 322 可經由該 Tx/Rx 切換器 318 接收來自該天線結構 314 的入方 OTA 信號。該收發器 322 可處理該入方信號並予發送至該主處理器 326 以供進一步處理。

【0035】 在各種實施例裡，該天線結構 314 可包含一或更多個有向性及/或全向性天線，包含即如雙極天線、單極天線、平板天線、迴圈天線、微條帶天線，或是任何其他類型而適用於 RF 信號之 OTA 傳輸/接收的天線。

【0036】 熟習本項技藝之人士將能認知到該無線通訊裝置 300 係為簡易與清晰之目的依範例方式所給定，該無線通訊裝置 300 的建構和操作僅為瞭解實施例所必要而顯示及描述。各種實施例考量到執行任何依照特定需求而與該無線通訊裝置 300 相關聯之適當任務的所有適當元件或元件

組合。除此之外，須瞭解不應將該無線通訊裝置 300 詮釋為對其中可供實作該等實施例之裝置的種類造成限制。

【0037】 本揭示雖既已按照前述實施例所說明，然熟習本項技藝之人士將能瞭解確能藉由廣泛各種經設計以達到相同目的之替代性及/或等同性實作來取代本揭示所顯示及描述的特定實施例，而不致悖離本揭示的範疇。熟習本項技藝之人士將隨能顯知確能依照廣泛各種實施例以實作本揭示。從而本揭示說明應視為具有示範性質，但非限制性質。

【符號說明】

【0038】

- 100 射頻(RF)功率放大器(PA)
- 104 第一級
- 108 第二級
- 112 第三級
- 116 致能終端
- 120 主供應終端
- 124 第一主動裝置
- 128 第二主動裝置
- 132a 偏壓控制模組
- 132b 偏壓控制模組
- 132c 偏壓控制模組
- 136 第三主動裝置
- 140 第四主動裝置

144a	匹配電路
144b	匹配電路
144c	匹配電路
144d	匹配電路
148	偏壓電路
152	扼流電感器
156	旁路電容器
160	節點
200	射頻(RF)功率放大器(PA)
204	第一級
208	第一主動裝置
212	第二主動裝置
216	致能終端
220	偏壓控制電路
224	旁路電容器
228	節點
232	主供應終端
236	第二級
240	第三級
244	第二旁路電容器
248	扼流電感器
300	無線通訊裝置

發明摘要

※ 申請案號：102108823

※ 申請日：102/03/13

※IPC 分類：H03F 1/26 (2006.01)
H03F 3/189 (2006.01)
H03G 1/04 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

具有低動態誤差向量量值的射頻功率放大器

RADIO FREQUENCY POWER AMPLIFIER WITH LOW DYNAMIC
ERROR VECTOR MAGNITUDE

【中文】

本揭示內容之實施例提供一種具有低動態誤差向量量值(EVM)的多級射頻(RF)功率放大器(PA)。該 RF PA 的第一級可包含第一主動裝置，其係經組態設定以接收致能信號，並且回應於該致能信號而開啓，藉此啓動該第一級。該 RF PA 可進一步包含第二主動裝置，其係經串聯耦接於該第一主動裝置並經組態設定以接收主供應電壓。該第二主動裝置可跨於該第一主動裝置提供第一供應電壓，此電壓係小於且無關於該主供應電壓。該第一主動裝置或該第二主動裝置之一可經組態設定以接收 RF 輸入信號，並且將經放大的 RF 輸出信號傳通至該 RF PA 電路的第二級。

【英文】

Embodiments provide a multi-stage radio frequency (RF) power amplifier (PA) having a low dynamic error vector magnitude (EVM). A first stage of the RF PA may include a first active device configured to receive an enable signal and to turn on in response to the enable signal, thereby activating the first stage. The RF PA may

further include a second active device coupled in series with the first active device and configured to receive a main supply voltage. The second active device may provide a first supply voltage across the first active device that is less than and independent of the main supply voltage. One of the first active device or the second active device may be configured to receive an RF input signal and to pass an amplified RF output signal to a second stage of the RF PA circuit.

圖式

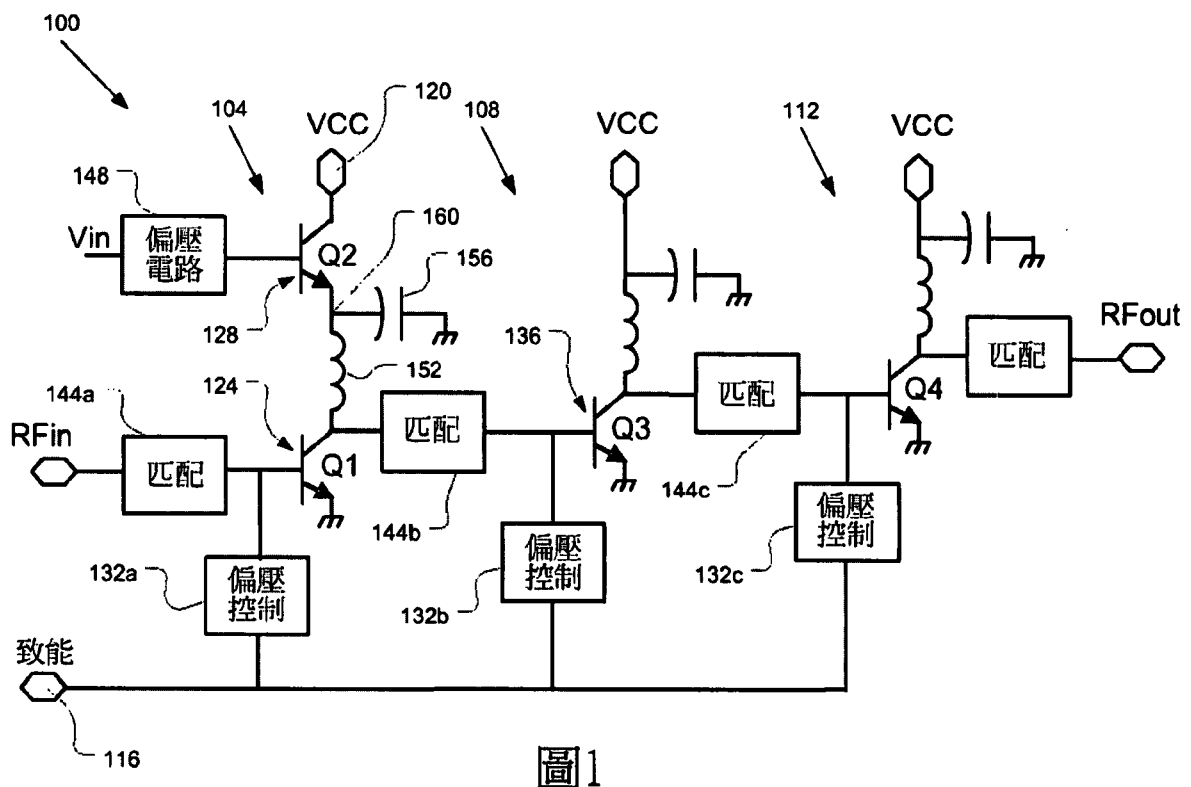


圖1

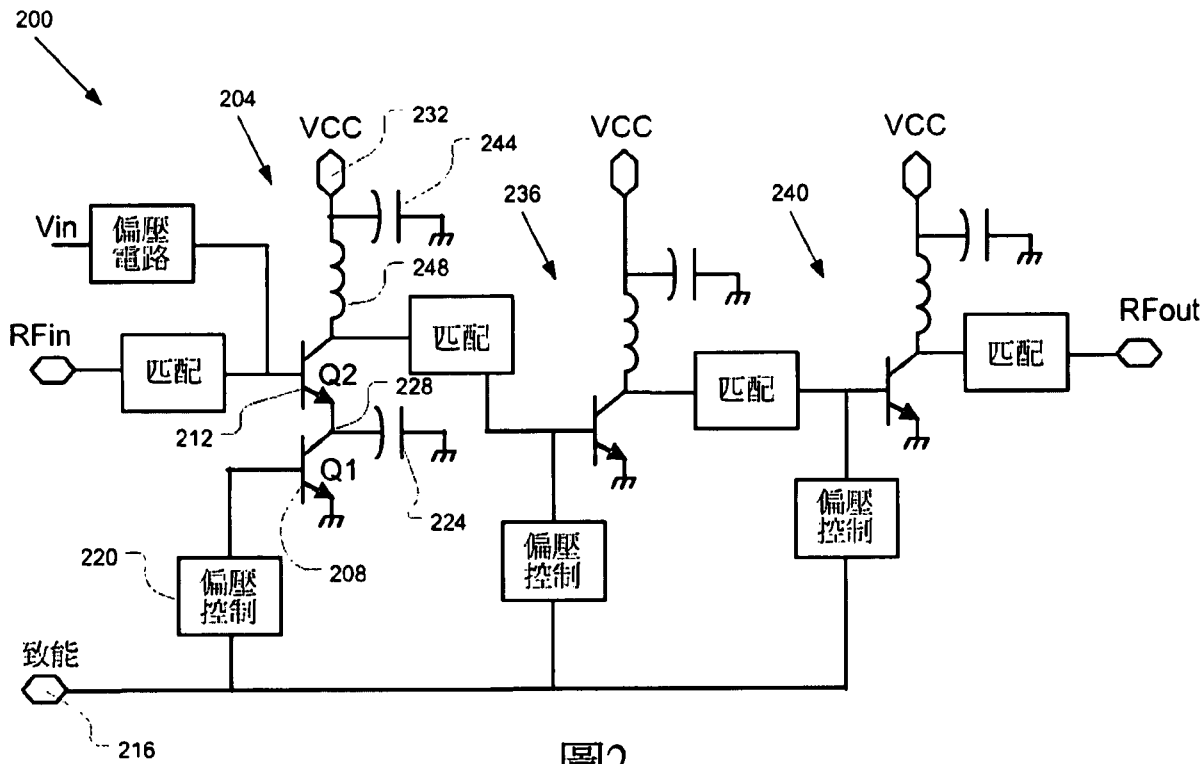


圖2

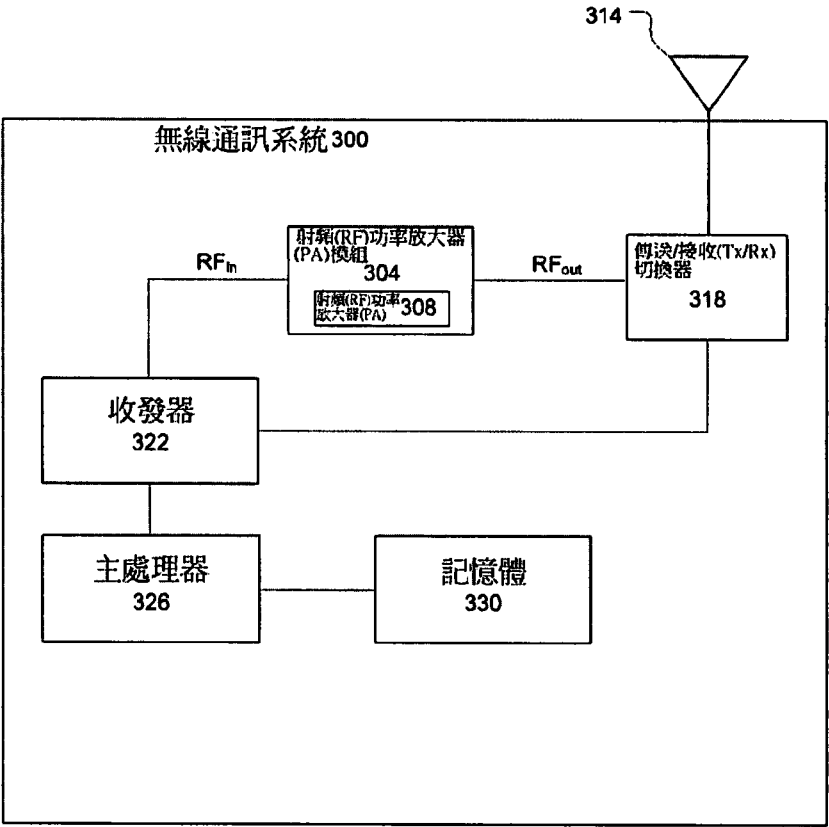


圖3

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 100 射頻(RF)功率放大器(PA)
- 104 第一級
- 108 第二級
- 112 第三級
- 116 致能終端
- 120 主供應終端
- 124 第一主動裝置
- 128 第二主動裝置
- 132a 偏壓控制模組
- 132b 偏壓控制模組
- 132c 偏壓控制模組
- 136 第三主動裝置
- 140 第四主動裝置
- 144a 匹配電路
- 144b 匹配電路
- 144c 匹配電路
- 144d 匹配電路
- 148 偏壓電路
- 152 扼流電感器
- 156 旁路電容器

160	節點
Q1-Q4	電晶體
RFin	RF 輸入信號
RFout	經放大 RF 輸出信號
VCC	主供應電壓
Vin	輸入電壓

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

304	RF PA 模組
308	射頻(RF)功率放大器(PA)
314	天線結構
318	傳送/接收切換器
322	收發器
326	主處理器
330	記憶體
Q1-Q4	電晶體
RFin	RF 輸入信號
RFout	經放大 RF 輸出信號
VCC	主供應電壓
Vin	輸入電壓

申請專利範圍

1. 一種射頻功率放大器電路，其包含：

致能終端，其係經組態設定以接收致能信號；

主供應終端，其係經組態設定以接收主供應電壓；以及

第一射頻(RF)功率放大器(PA)級，其係經耦接於該致能終端及該主供應終端，該第一 RF PA 級包含：

第一主動裝置，其係經組態設定以接收該致能信號，並且回應於該致能信號而開啟，以啟動該第一 RF PA 級；

第二主動裝置，其係經串聯耦接於該第一主動裝置，並經組態設定以接收該主供應電壓，及跨於該第一主動裝置提供小於且無關於該主供應電壓的第一供應電壓；以及

旁路電容器，其係經耦接於該第一主動裝置與該第二主動裝置之間的節點，藉以在該節點處令 RF 信號轉向；

其中該第一主動裝置或該第二主動裝置之一經組態設定以接收 RF 輸入信號，並且將經放大的 RF 輸出信號傳通至第二 RF PA 級。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之電路，其中該第一主動裝置係經組態設定以接收該 RF 輸入信號，並且將經放大的該 RF 輸出信號傳通至該第二 RF PA 級。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之電路，其中該第二主動裝置係經組態設定以於該第一主動裝置與該主供應終端之間提供主動負載。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之電路，其中該第二主動裝置係經組態設定以接收該 RF 輸入信號，並且將經放大的該 RF 輸出信號傳通至該第二

RF PA 級。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之電路，進一步包含偏壓控制模組，其係經耦接於該致能終端與該第一主動裝置之間以偏壓該第一主動裝置。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之電路，其中該第二 RF PA 級包含第三主動裝置，其係經組態設定以放大該第一 RF PA 級的 RF 輸出信號，該第三主動裝置係經組態設定以接收等於該主供應電壓的第二供應電壓。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之電路，其中該 RF 功率放大器進一步包含第三 RF PA 級，該第三 RF PA 級包含第四主動裝置，其係經組態設定以放大該第二 RF PA 級的 RF 輸出信號，其中該第四主動裝置係經組態設定以接收等於該主供應電壓的第三供應電壓。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之電路，其中該第二 RF PA 級包含第三主動裝置，其係經組態設定以放大該第一 RF PA 級的 RF 輸出信號，其中該第三主動裝置係經組態設定以接收小於該主供應電壓的第二供應電壓，並且該電路進一步包含第三 RF PA 級，其包含經組態設定以放大該第二 RF PA 級之 RF 輸出信號的第四主動裝置，其中該第四主動裝置係經組態設定以接收等於該主供應電壓的第三供應電壓。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之電路，其中該電路具有百分之三或更低的動態誤差向量量值(EVM)。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之電路，其中該第一主動裝置包含第一異質接面雙極電晶體，並且該第二主動裝置包含第二異質接面雙極電晶體。

11. 一種射頻(RF)功率放大器，其包含：

主供應終端，其係經組態設定以接收主供應電壓；

致能終端，其係經組態設定以接收致能電壓，以啟動該 RF 功率放大器；

第一級，其包含：

第一電晶體，其具有經耦接於該致能終端的基極端，經耦接於接地終端的射極端，和集極端；和

第二電晶體，其具有經耦接於該主供應終端的集極端，和經耦接於該第一電晶體之集極端的射極端；

其中該第一電晶體或該第二電晶體之一係經組態設定以接收 RF 輸入信號並產生經放大的 RF 輸出信號；

第二級，其具有第三電晶體，該第三電晶體係經組態設定以放大該第一級之 RF 輸出信號，該第三電晶體具有經耦接於該致能終端的基極端，經耦接於該主供應終端的集極端，和經耦接於該接地終端的射極端。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之 RF 功率放大器，進一步包含偏壓控制模組，其係經耦接於該致能終端與該第一電晶體的基極端之間。

13. 如申請專利範圍第 11 項所述之 RF 功率放大器，其中該第一電晶體係經組態設定以接收該 RF 輸入信號，並且產生經放大的該 RF 輸出信號。

14. 如申請專利範圍第 11 項所述之 RF 功率放大器，其中該第二電晶體係經組態設定以接收該 RF 輸入信號，並且產生經放大的該 RF 輸出信號。

15. 一種射頻(RF)功率放大器，其包含：

主供應終端，其係經組態設定以接收主供應電壓；

致能終端，其係經組態設定以接收致能電壓，以啟動該 RF 功率放大器；

第一電晶體，其具有經耦接於該致能終端的基極端，經耦接於接地終端的射極端，和集極端；

第二電晶體，其具有經耦接於該主供應終端的集極端，和經耦接於該第一電晶體之集極端的射極端；以及

旁路電容器，其係經耦接於該第二電晶體的射極端與該接地終端之間；

其中該第一電晶體或該第二電晶體之一係經組態設定以接收 RF 輸入信號並產生經放大的 RF 輸出信號。

16. 一種無線通訊系統，其包含：

傳送器，其係經組態設定以產生待於無線通訊網路上傳送的射頻(RF)輸入信號；

RF 功率放大器，其係經耦接於該傳送器，並經組態設定以放大該 RF 輸入信號，該 RF 功率放大器係經組態設定以接收主供應電壓，且該 RF 功率放大器包含：

第一級，其具有：

第一電晶體，其係經組態設定以接收該 RF 輸入信號並且產生經放大的 RF 輸出信號；

第二電晶體，其係經串聯耦接於該第一電晶體，使得跨於該第一電晶體的第一供應電壓係小於該主供應電壓；和

旁路電容器，其係經耦接於該第一電晶體與該第二電晶體之間的第一節點；以及

第二級，其係經組態設定以放大該第一級的 RF 輸出信號，該

第二級具有第三電晶體，該第三電晶體係經組態設定以接收第二供應電壓，其中該第二供應電壓大於該第一供應電壓。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之系統，其中該第一電晶體係經耦接於一致能終端，並經組態設定以接收致能信號，以啟動該第一電晶體。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述之系統，其中該第二電晶體係經耦接於一致能終端，並經組態設定以接收致能信號，以啟動該第二電晶體。

19. 如申請專利範圍第 16 項所述之系統，其中該無線通訊網路是運用分頻雙工(FDD)處理，並且其中該致能信號為方波。