



(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 I406497B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：098118173

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 06 月 02 日

(51)Int. Cl. : H03F1/30 (2006.01)

H03F3/189 (2006.01)

(71)申請人：立積電子股份有限公司(中華民國) RICHWAVE TECHNOLOGY CORP. (TW)

臺北市內湖區堤頂大道2段407巷20弄1號3樓

(72)發明人：萬光烈 WAN, KUANG LIEH (TW)

(74)代理人：戴俊彥；吳豐任

(56)參考文獻：

EP 1432121A1

US 6114910

US 6677823B2

US 7113034B2

US Re.33333

Chung-Yu Wu; Jeng Gong; Yn Cheng; , "The design of 2 V 1 GHz CMOS low-noise bandpass amplifier with good temperature stability and low power dissipation," Electronics, Circuits and Systems, 1998 IEEE International Conference on , vol.3, no., pp.153-156 vol.3, 1998.

Jeon, J.; Kim, J.; Kwon, Y.; , "Temperature compensating bias circuit for GaAs HBT RF power amplifiers with stage bypass architecture," Electronics Letters , vol.44, no.19, pp.1141-1143, September 11 2008.

Scuderi, A.; La Paglia, L.; Carrara, F.; Palmisano, G.; , "A VSWR-protected silicon bipolar RF power amplifier with soft-slope power control," Solid-State Circuits, IEEE Journal of , vol.40, no.3, pp. 611- 621, March 2005.

Buoli, C.; Cervi, L.A.; Abbiati, A.; , "Adaptive compensation for microwave linearizer," Microwave Conference, 1993. 23rd European , vol., no., pp.439-442, 6-10 Sept. 1993.

審查人員：鄭凱旭

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：12 共 0 頁

(54)名稱

具溫度和輸出功率補償機制之功率放大器積體電路

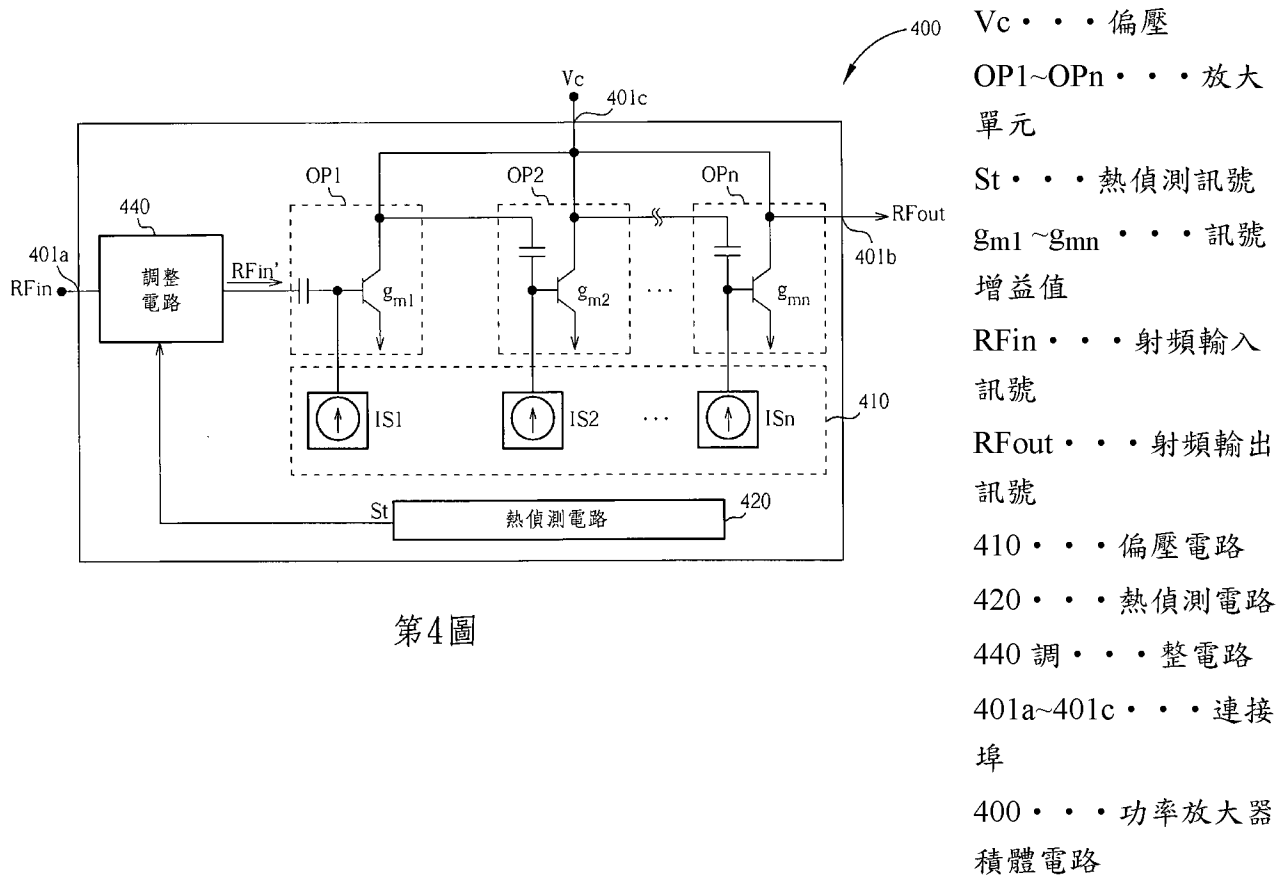
POWER AMPLIFIER INTEGRATED CIRCUIT WITH COMPENSATION MECHANISM FOR TEMPERATURE AND OUTPUT POWER

(57)摘要

功率放大器積體電路用來放大一射頻輸入訊號以產生相對應之一射頻輸出訊號，包含一熱偵測電路、一回授電路、一邏輯判斷電路、一調整電路，以及一放大電路。熱偵測電路依據一操作溫度來產生一熱偵測訊號，而回授電路依據射頻輸出訊號之功率變動來產生一功率補償訊號。邏輯判斷電路依據熱偵測訊號和功率補償訊號來輸出一補償訊號。調整電路依據補償訊號來調整射頻輸入訊

號之準位以產生相對應之一第 1 級射頻訊號。放大電路可放大第 1 級射頻訊號以產生相對應之射頻輸出訊號。

A power amplifier integrated circuit, which generates an RF output signal by amplifying an RF input signal, includes a thermal sensing circuit, a feedback circuit, a logic judging circuit, an adjusting circuit, and an amplifying circuit. The thermal sensing circuit generates a temperature compensation signal based on the operational temperature, and the feedback circuit generates a power compensation circuit based on power variations in the RF output signal. The logic judging circuit outputs a compensation signal according to the temperature compensation signal and the power compensation signal. The adjusting circuit adjusts the level of the RF input signal according to the compensation signal, thereby generating a corresponding first-stage RF signal. The amplifying circuit can amplify the first-stage RF signal, thereby generating the corresponding RF output signal.



第4圖

98年12月19日修正本 第18頁

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

公告本

※申請案號：98118173

※申請日：98.6.21

※IPC 分類：

H03F 1/30 (2006.01)

H03F 3/189 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

具溫度和輸出功率補償機制之功率放大器積體電路/POWER  
AMPLIFIER INTEGRATED CIRCUIT WITH COMPENSATION  
MECHANISM FOR TEMPERATURE AND OUTPUT POWER

## 二、中文發明摘要：

功率放大器積體電路用來放大一射頻輸入訊號以產生相對應之一射頻輸出訊號，包含一熱偵測電路、一回授電路、一邏輯判斷電路、一調整電路，以及一放大電路。熱偵測電路依據一操作溫度來產生一熱偵測訊號，而回授電路依據射頻輸出訊號之功率變動來產生一功率補償訊號。邏輯判斷電路依據熱偵測訊號和功率補償訊號來輸出一補償訊號。調整電路依據補償訊號來調整射頻輸入訊號之準位以產生相對應之一第1級射頻訊號。放大電路可放大第1級射頻訊號以產生相對應之射頻輸出訊號。

## 三、英文發明摘要：

A power amplifier integrated circuit, which generates an

RF output signal by amplifying an RF input signal, includes a thermal sensing circuit, a feedback circuit, a logic judging circuit, an adjusting circuit, and an amplifying circuit. The thermal sensing circuit generates a temperature compensation signal based on the operational temperature, and the feedback circuit generates a power compensation circuit based on power variations in the RF output signal. The logic judging circuit outputs a compensation signal according to the temperature compensation signal and the power compensation signal. The adjusting circuit adjusts the level of the RF input signal according to the compensation signal, thereby generating a corresponding first-stage RF signal. The amplifying circuit can amplify the first-stage RF signal , thereby generating the corresponding RF output signal.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

Vc	偏壓	OP1~OPn	放大單元
St	熱偵測訊號	$g_{m1} \sim g_{mn}$	訊號增益值
RFin	射頻輸入訊號	RFout	射頻輸出訊號
410	偏壓電路	420	熱偵測電路
440	調整電路	401a~401c	連接埠
400	功率放大器積體電路		

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：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明相關於一種功率放大器積體電路，尤指一種具溫度和輸出功率補償機制之功率放大器積體電路。

### 【先前技術】

近年來，功率放大器積體電路（power amplifier integrated circuit, PAIC）已被廣泛地應用於各種有線或無線的通訊裝置中。請參考第 1 圖，第 1 圖為先前技術中一功率放大器積體電路 100 之功能方塊圖。功率放大器積體電路 100 包含複數個連接埠 101a~101c、n 級放大單元 OP1~OPn，以及一偏壓電路 110。輸入埠 101a 用來接收一射頻輸入訊號 RFin、輸出埠 101b 用來提供一射頻輸出訊號 RFout，而供給電壓輸入埠 101c 則用來接收一偏壓 Vc。偏壓電路 110 包含 n 組電流源，可分別提供固定操作電流 IS1~ISn 至 n 級放大單元 OP1~OPn。n 級放大單元 OP1~OPn 各包含一雙載子接面電晶體（Bipolar Junction Transistor, BJT），其集極耦接於電壓輸入埠 101c 以接收偏壓 Vc，其基極耦接於偏壓電路 110 以分別接收操作電流 IS1~ISn，所提供之訊號增益值分別由  $g_{m1} \sim g_{mn}$  來表示。因此，功率放大器積體電路 100 之總增益為  $g_{m1} * g_{m2} * \dots * g_{mn}$ ，亦即  $RF_{out} = (g_{m1} * g_{m2} * \dots * g_{mn}) RF_{in}$ 。當操作環境的溫度有所改變時，BJT 的特性會隨之變動而影

響訊號增益值  $g_{m1} \sim g_{mn}$ ，使得射頻輸出訊號  $RF_{out}$  無法維持恆定功率。另一方面，當射頻輸出訊號  $RF_{out}$  因故產生波動，先前技術之功率放大器積體電路 100 也無法加以補償。

請參考第 2 圖，第 2 圖為先前技術中另一功率放大器積體電路 200 之功能方塊圖。功率放大器積體電路 200 包含複數個連接埠 201a~201c、 $n$  級放大單元  $OP1 \sim OPn$ 、一偏壓電路 210、一熱偵測電路 220，以及一回授電路 230。輸入埠 201a 用來接收一射頻輸入訊號  $RF_{in}$ 、輸出埠 201b 用來提供一射頻輸出訊號  $RF_{out}$ ，而供給電壓輸入埠 201c 則用來接收一偏壓  $V_c$ 。熱偵測電路 220 可偵測操作環境的溫度變動，並依此產生一相對應之熱偵測訊號  $St$ 。回授電路 230 可偵測射頻輸出訊號  $RF_{out}$  的功率變動，並依此產生一相對應之功率補償訊號  $Sp$ 。偏壓電路 210 包含  $n$  組電流源，可依據熱偵測訊號  $St$  和功率補償訊號  $Sp$  分別提供操作電流  $IS1 \sim ISn$  至  $n$  級放大單元  $OP1 \sim OPn$ 。 $n$  級放大單元  $OP1 \sim OPn$  各包含一雙載子接面電晶體，其集極耦接於電壓輸入埠 201c 以接收偏壓  $V_c$ ，其基極耦接於偏壓電路 210 以分別接收操作電流  $IS1 \sim ISn$ ，所提供之訊號增益值分別由  $g_{m1} \sim g_{mn}$  來表示。當操作環境的溫度有所改變時，先前技術之功率放大器積體電路 200 利用熱偵測電路 220 來偵測操作環境的溫度變化，利用回授電路 230 來偵測射頻輸出訊號  $RF_{out}$  的功率變動，再依此調整操作電流  $IS1 \sim ISn$  之值，透過調整放大單元  $OP1$

~OPn之訊號增益值  $g_{m1} \sim g_{mn}$  來補償溫度效應或輸出功率變動。然而，改變操作電流  $IS1 \sim ISn$  對訊號增益值  $g_{m1} \sim g_{mn}$  的影響有限，無法有效地穩定射頻輸出訊號 RFout 之功率。

請參考第 3 圖，第 3 圖為先前技術中另一功率放大器積體電路 300 之功能方塊圖。功率放大器積體電路 300 包含複數個連接埠 301a~301c、n 級放大單元 OP1~OPn、一偏壓電路 310、一熱偵測電路 320、一回授電路 330，以及一調節器(regulator)340。輸入埠 301a 用來接收一射頻輸入訊號 RFin、輸出埠 301b 用來提供一射頻輸出訊號 RFout，而供給電壓輸入埠 301c 則用來接收射頻輸出訊號 RFout。熱偵測電路 320 可偵測操作環境的溫度變動，並依此產生一相對應之熱偵測訊號 St。回授電路 330 可偵測射頻輸出訊號 RFout 的功率變動，並依此產生一相對應之功率補償訊號 Sp。偏壓電路 310 包含 n 組電流源，可分別提供固定操作電流  $IS1 \sim ISn$  至 n 級放大單元 OP1~OPn。調節器 340 可依據熱偵測訊號 St 和功率補償訊號 Sp 射頻來產生一偏壓 Vc。n 級放大單元 OP1~OPn 各包含一雙載子接面電晶體，其集極耦接於調節器 340 以接收偏壓 Vc，其基極耦接於偏壓電路 310 以分別接收操作電流  $IS1 \sim ISn$ ，所提供之訊號增益值分別由  $g_{m1} \sim g_{mn}$  來表示。先前技術之功率放大器積體電路 300 利用熱偵測電路 320 來偵測操作環境的溫度變化，利用回授電路 330 來偵測射頻輸出訊號 RFout 的功率變動，再依此調整偏壓



$V_c$  之值，透過調整放大單元  $OP1 \sim OPn$  之訊號增益值  $g_{m1} \sim g_{mn}$  來補償溫度效應或輸出功率變動。然而，改變偏壓  $V_c$  對訊號增益值  $g_{m1} \sim g_{mn}$  的影響有限，無法有效地穩定射頻輸出訊號  $RF_{out}$  之功率。

### 【發明內容】

本發明提供一種具溫度和輸出功率補償機制之功率放大器積體電路，其包含一輸入埠，用來接收一射頻輸入訊號；一輸出埠，用來提供一射頻輸出訊號，其中該射頻輸出訊號對應於放大後之該射頻輸入訊號；一溫度補償電路，耦接該輸入埠，用來接收該射頻輸入訊號，並根據一溫度來調節該射頻輸入訊號後輸出；以及一放大電路，耦接該溫度補償電路，用來接收並放大該調節過後之該射頻輸入訊號。

本發明另提供一種具溫度和功率補償機制之功率放大器積體電路，其包含一輸入埠，用來接收一射頻輸入訊號；一輸出埠，用來提供一射頻輸出訊號，其中該射頻輸出訊號對應於放大後之該射頻輸入訊號；一回授電路，用來偵測該射頻輸出訊號之電位變動，並依此產生一相對應之功率補償訊號；一調整電路，用來依據該功率補償訊號調整該射頻輸入訊號之準位以產生相對應之一第 1 級射頻訊號；一放大電路，用來放大該第 1 級射頻訊號以產生相對應之該射頻輸出訊號。

本發明另提供一種具溫度和輸出功率補償機制之功率放大器積體電路，其包含一輸入埠，用來接收一射頻輸入訊號；一輸出埠，用來提供一射頻輸出訊號，其中該射頻輸出訊號對應於放大後之該射頻輸入訊號；一熱偵測電路，其依據一操作溫度來產生一熱偵測訊號；一回授電路，用來偵測該射頻輸出訊號之功率變動，並依此產生一相對應之功率補償訊號；一邏輯判斷電路，其依據該熱偵測訊號和該功率補償訊號來輸出一補償訊號；一調整電路，用來依據該補償訊號調整該射頻輸入訊號之準位以產生相對應之一第 1 級射頻訊號；一放大電路，用來放大該第 1 級射頻訊號以產生相對應之該射頻輸出訊號。

### 【實施方式】

請參考第 4 圖，第 4 圖為本發明第一實施例中一功率放大器積體電路 400 之功能方塊圖。功率放大器積體電路 400 包含複數個連接埠 401a~401c、n 級放大單元 OP1~OPn、一偏壓電路 410、一熱偵測電路 420，以及一調整電路 440。輸入埠 401a 用來接收一射頻輸入訊號 RFin、輸出埠 401b 用來提供一射頻輸出訊號 RFout，而供給電壓輸入埠 401c 則用來接收一固定偏壓 Vc。偏壓電路 410 包含 n 組電流源，可分別提供固定操作電流 IS1~ISn 至 n 級放大單元 OP1~OPn。熱偵測電路 420 和調整電路 440 組成一溫度補償電路：熱偵測電路 420 可偵測操作環境的溫度變動，並依此產生相

對應之一熱偵測訊號  $St$ ；調整電路 440 耦接於輸入埠 401a 以接收射頻輸入訊號  $RFin$ ，可依據熱偵測訊號  $St$  來調整射頻輸入訊號  $RFin$  之大小，並輸出相對應之射頻輸入訊號  $RFin'$ 。n 級放大單元  $OP1 \sim OPn$  各包含一雙載子接面電晶體，其集極耦接於電壓輸入埠 401c 以接收固定偏壓  $Vc$ ，其基極耦接於偏壓電路 410 以分別接收固定操作電流  $IS1 \sim ISn$ 。放大單元  $OP1$  中雙載子接面電晶體之基極透過電容耦接至輸入埠 401a，而放大單元  $OP2 \sim OPn$  中雙載子接面電晶體之基極則透過電容分別耦接至前一級放大單元中雙載子接面電晶體之集極，所提供之訊號增益值分別由  $g_{m1} \sim g_{mn}$  來表示。本發明之功率放大器積體電路 400 利用熱偵測電路 420 來偵測操作環境的溫度變化，再依此調整射頻輸入訊號  $RFin$  之值以補償溫度效應。其結果為，在溫度改變且不調整放大單元  $OP1 \sim OPn$  之訊號增益值  $g_{m1} \sim g_{mn}$  的情況下， $RFout$  仍等於  $(g_{m1} * g_{m2} * \dots * g_{mn}) RFin'$ 。故，本發明利用熱偵測電路來偵測操作環境的溫度變化，再依此調整功率放大器積體電路之射頻輸入訊號之值以補償溫度效應，其能有效地穩定功率放大器積體電路之射頻輸出訊號之功率。

請參考第 5 圖，第 5 圖為本發明第二實施例中一功率放大器積體電路 500 之功能方塊圖。功率放大器積體電路 500 包含複數個連接埠 501a~501c、n 級放大單元  $OP1 \sim OPn$ 、一偏壓電路 510、一回授電路 530，以及一調整電路 540。輸

入埠 501a 用來接收一射頻輸入訊號 RFin、輸出埠 501b 用來提供一射頻輸出訊號 RFout，而供給電壓輸入埠 501c 則用來接收一固定偏壓 Vc。偏壓電路 510 包含 n 組電流源，可分別提供固定操作電流 IS1~ISn 至 n 級放大單元 OP1~OPn。回授電路 530 可偵測射頻輸出訊號 RFout 的功率變動，並依此產生相對應之一功率補償訊號 Sp。調整電路 540 耦接於輸入埠 501a 以接收射頻輸入訊號 RFin，可依據功率補償訊號 Sp 來調整射頻輸入訊號 RFin 之大小，並輸出相對應之射頻輸入訊號 RFin'。n 級放大單元 OP1~OPn 各包含一雙載子接面電晶體，其集極耦接於電壓輸入埠 501c 以接收偏壓 Vc，其基極耦接於偏壓電路 510 以分別接收固定操作電流 IS1~ISn。放大單元 OP1 中雙載子接面電晶體之基極透過電容耦接至輸入埠 501a，而放大單元 OP2~OPn 中雙載子接面電晶體之基極則透過電容分別耦接至前一級放大單元中雙載子接面電晶體之集極，所提供之訊號增益值分別由  $g_{m1} \sim g_{mn}$  來表示。本發明之功率放大器積體電路 500 利用回授電路 530 來偵測射頻輸出訊號 RFout 之電位變動，再依此調整射頻輸入訊號 RFin 之值以補償功率變動。其結果為，在輸出電位改變且不調整放大單元 OP1~OPn 之訊號增益值  $g_{m1} \sim g_{mn}$  的情況下，RFout 仍等於  $(g_{m1} * g_{m2} * \dots * g_{mn}) RFin'$ 。故，本發明利用回授電路來偵測射頻輸出訊號之電位變動，再依此調整功率放大器積體電路之射頻輸入訊號之值以作功率補償，其能有效地穩定功率放大器積體電路之射頻輸出訊號

之功率。

請參考第 6 圖，第 6 圖為本發明第三實施例中一功率放大器積體電路 600 之功能方塊圖。功率放大器積體電路 600 包含複數個連接埠 601a~601d、n 級放大單元 OP1~OPn、一偏壓電路 610、一熱偵測電路 620、一回授電路 630、一調整電路 640，以及一邏輯電路 650。輸入埠 601a 用來接收一射頻輸入訊號 RFin、輸出埠 601b 用來提供一射頻輸出訊號 RFout、供給電壓輸入埠 601c 用來接收一固定偏壓 Vc，而控制埠 601d 則用來接收一控制訊號 Vs。偏壓電路 610 包含 n 組電流源，可分別提供固定操作電流 IS1~ISn 至 n 級放大單元 OP1~OPn。熱偵測電路 620 可偵測操作環境的溫度變動，並依此產生相對應之一熱偵測訊號 St。回授電路 630 可偵測射頻輸出訊號 RFout 的功率變動，並依此產生相對應之一功率補償訊號 Sp。邏輯電路 650 可接收控制埠 601d 傳來之控制訊號 Vs、熱偵測電路 620 傳來之熱偵測訊號 St 以及回授電路 630 傳來之功率補償訊號 Sp，並依據控制訊號 Vs 來輸出熱偵測訊號 St 或功率補償訊號 Sp 其中之一至調整電路 640。調整電路 640 耦接於輸入埠 601a 以接收射頻輸入訊號 RFin，可依據調整電路 640 傳來之熱偵測訊號 St 或功率補償訊號 Sp 來調整射頻輸入訊號 RFin 之大小，並輸出相對應之射頻輸入訊號 RFin'。n 級放大單元 OP1~OPn 各包含一雙載子接面電晶體，其集極耦接於電壓輸入埠 601c 以接

收偏壓  $V_c$ ，其基極耦接於偏壓電路 610 以分別接收操作電流  $IS_1 \sim IS_n$ 。放大單元  $OP_1$  中雙載子接面電晶體之基極透過電容耦接至輸入埠 601a，而放大單元  $OP_2 \sim OP_n$  中雙載子接面電晶體之基極則透過電容分別耦接至前一級放大單元中雙載子接面電晶體之集極，所提供之訊號增益值分別由  $g_{m1} \sim g_{mn}$  來表示。本發明之功率放大器積體電路 600 利用熱偵測電路 620 來偵測操作環境的溫度變化，利用回授電路 630 來偵測射頻輸出訊號  $RF_{out}$  之電位變動，再依據不同運作模式調整射頻輸入訊號  $RF_{in}$  之值以進行溫度或功率補償。其結果為，在溫度或輸出電位改變且不調整放大單元  $OP_1 \sim OP_n$  之訊號增益值  $g_{m1} \sim g_{mn}$  的情況下， $RF_{out}$  仍等於  $(g_{m1} * g_{m2} * \dots * g_{mn}) RF_{in}'$ 。故，本發明利用熱偵測電路來偵測操作環境的溫度變化或利用回授電路來偵測射頻輸出訊號之電位變動，再依此調整功率放大器積體電路之射頻輸入訊號之值以進行溫度補償或功率補償，其能有效地穩定功率放大器積體電路之射頻輸出訊號之功率。

請參考第 7 圖，第 7 圖為本發明第四實施例中一功率放大器積體電路 700 之功能方塊圖。功率放大器積體電路 700 包含複數個連接埠 701a~701c、 $n$  級放大單元  $OP_1 \sim OP_n$ 、一偏壓電路 710、一熱偵測電路 720、一回授電路 730、一調整電路 740，以及一判斷電路 750。輸入埠 701a 用來接收一射頻輸入訊號  $RF_{in}$ 、輸出埠 701b 用來提供一射頻輸出訊號

RFout，而供給電壓輸入埠 701c 則用來接收一固定偏壓  $V_c$ 。偏壓電路 710 包含  $n$  組電流源，可分別提供固定操作電流  $IS_1 \sim IS_n$  至  $n$  級放大單元  $OP_1 \sim OP_n$ 。熱偵測電路 720 可偵測操作環境的溫度變動，並依此產生相對應之一熱偵測訊號  $St$ 。回授電路 730 可偵測射頻輸出訊號 RFout 的功率變動，並依此產生相對應之一功率補償訊號  $Sp$ 。判斷電路 750 可接收熱偵測電路 720 傳來之熱偵測訊號  $St$  及回授電路 730 傳來之功率補償訊號  $Sp$ ，並依此產生一溫度/功率補償訊號  $Stp$  至調整電路 740，溫度/功率補償訊號  $Stp$  同時反應溫度和輸出功率變動對增益造成的影響。調整電路 740 耦接於輸入埠 701a 以接收射頻輸入訊號 RFin，可依據判斷電路 750 傳來之溫度/功率補償訊號  $Stp$  來調整射頻輸入訊號 RFin 之大小，並輸出相對應之射頻輸入訊號 RFin'。  $n$  級放大單元  $OP_1 \sim OP_n$  各包含一雙載子接面電晶體，其集極耦接於電壓輸入埠 701c 以接收固定偏壓  $V_c$ ，其基極耦接於偏壓電路 710 以分別接收固定操作電流  $IS_1 \sim IS_n$ 。放大單元  $OP_1$  中雙載子接面電晶體之基極透過電容耦接至輸入埠 701a，而放大單元  $OP_2 \sim OP_n$  中雙載子接面電晶體之基極則透過電容分別耦接至前一級放大單元中雙載子接面電晶體之集極，所提供之訊號增益值分別由  $g_{m1} \sim g_{mn}$  來表示。本發明之功率放大器積體電路 700 利用熱偵測電路 720 來偵測操作環境的溫度變化，利用回授電路 730 來偵測射頻輸出訊號 RFout，利用判斷電路 750 來整合溫度和功率變化的影響，再依此調整射頻輸入

訊號 RFin 之值以同時進行溫度和功率補償。其結果為，在溫度和輸出電位改變且不調整放大單元 OP1~OPn 之訊號增益值  $g_{m1} \sim g_{mn}$  的情況下，RFout 仍等於  $(g_{m1} * g_{m2} * \dots * g_{mn})$  RFin'。故，本發明利用熱偵測電路來偵測操作環境的溫度變化，利用回授電路來偵測射頻輸出訊號 St 之電位變動，利用判斷電路來整合溫度和功率變化的影響，再依此調整功率放大器積體電路之射頻輸入訊號之值以同時進行溫度補償和功率補償，其能有效地穩定功率放大器積體電路之射頻輸出訊號之功率。

請參考第 8 圖，第 8 圖為本發明第一、第三和第四實施例中熱偵測電路 420、620 或 720 之示意圖。第 8 圖所示之熱偵測電路包含一電壓源 VDC、一可變電阻 R，以及一二極體組 80，可於端點 N1 輸出熱偵測訊號 St。二極體組 80 包含 p 個串接之二極體 D1~Dp，二極體組 80 上之跨壓由 Vd 來表示，因此熱偵測訊號 St 之值如下：

$$St = (VDC - Vd) / R$$

由於二極體 D1~Dp 之特性會隨操作溫度而變，跨壓 Vd 和操作溫度成負相關，藉由選擇適合的電阻值 R 和二極體數目 p，調整電路提供之熱偵測訊號 St 為負斜率 m1 之特性曲線，如第 9A 圖所示。若對熱偵測訊號 St 進行反向處理，可得到具正斜率 m2 ( $m2 = -m1$ ) 特性曲線之熱偵測訊號 St'，



如第 9B 圖所示。斜率  $m_1$  和  $m_2$  皆能反應操作環境之溫度變化對輸出功率的影響。

請參考第 10A 圖和第 10B 圖，第 10A 圖和第 10B 圖為本發明第一至第四實施例中調整電路 440、540、640 或 740 之實施例的示意圖。第 10A 圖所示之調整電路採用  $\pi$  型場效電晶體衰減器 ( $\pi$ -network FET attenuator) 之架構，包含場效電晶體開關 FET1~FET3 和反向器 11~12。場效電晶體開關 FET1 之閘極可接收熱偵測訊號  $St$ ，而場效電晶體開關 FET2 和 FET3 之閘極可接收熱偵測訊號  $St'$  (分別透過反向器 11 和 12 接收熱偵測訊號  $St$ )；第 10B 圖所示之調整電路採用 T 型場效電晶體衰減器 (T-network FET attenuator) 之架構，包含場效電晶體開關 FET1~FET3 和反向器 11。場效電晶體開關 FET1 和 FET2 之閘極可接收熱偵測訊號  $St$ ，而場效電晶體開關 FET3 之閘極可接收熱偵測訊號  $St'$  (透過反向器 11 接收熱偵測訊號  $St$ )。因此， $\pi$  型場效電晶體衰減器可依據熱偵測訊號  $St$  來衰減射頻輸入訊號  $RFin$ ，並輸出衰減後之射頻輸入訊號  $RFin'$  以進行溫度補償。

在本發明前述實施例中使用雙載子接面電晶體來作為放大單元  $OP_1 \sim OP_n$ ，然而本發明亦可使用其它具類似功能之元件，例如場效電晶體 (Field Effect Transistor, FET)，而偏壓電路可提供固定操作電流或固定操作電壓。同時，第 8、

9A、9B、10A、10B 圖所示僅為本發明之實施例，並不侷限本發明之範疇。本發明之功率放大器積體電路依據溫度或功率變化來調整射頻輸入訊號  $RFin$  之值，在不改變放大單元  $OP1 \sim OPn$  之訊號增益值  $g_{m1} \sim g_{mn}$  的情況下能提供穩定的射頻輸出訊號  $RFout$ 。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

#### 【圖式簡單說明】

第 1 圖為先前技術中一功率放大器積體電路之功能方塊圖。

第 2 圖為先前技術中另一功率放大器積體電路之功能方塊圖。

第 3 圖為先前技術中另一功率放大器積體電路之功能方塊圖。

第 4 圖為本發明第一實施例中一功率放大器積體電路之功能方塊圖。

第 5 圖為本發明第二實施例中一功率放大器積體電路之功能方塊圖。

第 6 圖為本發明第三實施例中一功率放大器積體電路之功能方塊圖。

第 7 圖為本發明第四實施例中一功率放大器積體電路之功能方塊圖。

第 8 圖為本發明實施例中熱偵測電路之示意圖。

第 9A 圖和第 9B 圖為熱偵測訊號之特性曲線之示意圖。

第 10A 圖和第 10B 圖為本發明第一至第四實施例中調整電路之示意圖。

### 【主要元件符號說明】

Vs	控制訊號	OP1~OPn	放大單元
VDC	電壓源	11~12	反向器
R	可變電阻	D1~Dp	二極體
N1	端點	m1、m2	斜率
Vd	跨壓	RFin	射頻輸入訊號
Vc	偏壓	RfOut	射頻輸出訊號
80	二極體組	St、St'	熱偵測訊號
340	調節器	Sp	功率補償訊號
650	邏輯電路	Stp	溫度/功率補償訊號
750	判斷電路	gm1~gmn	訊號增益值
FET1~FET3			場效電晶體開關
230、530、630、730			回授電路
440、540、640、740			調整電路
100、200、300、400、 500、600、700			功率放大器積體電路
101a~101c、201a~201c、 301a~301c、401a~401c、			

501a~501c、601a~601c、

701a~701c

連接埠

110、210、310、410、

510、610、710

偏壓電路

220、320、420、620、720

熱偵測電路

102年4月3日修正頁(次)

102年4月3日修正替換頁

## 七、申請專利範圍：

1. 一種具溫度補償機制之功率放大器積體電路 (power amplifier integrated circuit, PAIC)，其包含：
  - 一輸入埠，用來接收一射頻輸入訊號；
  - 一輸出埠，用來提供一射頻輸出訊號，其中該射頻輸出訊號對應於放大後之該射頻輸入訊號；
  - 一溫度補償電路，其包含：
    - 一熱偵測電路，其依據該溫度來產生一熱偵測訊號；
    - 以及
    - 一 $\pi$ 型場效電晶體衰減器 ( $\pi$ -network FET attenuator)，其依據該熱偵測訊號來調整該射頻輸入訊號之準位以產生相對應之一第1級射頻訊號，該 $\pi$ 型場效電晶體衰減器包含：
      - 一第一場效電晶體，其包含：
        - 一第一端，耦接於該功率放大器積體電路之輸入埠；
        - 一第二端，用來輸出該第1級射頻訊號；以及
        - 一控制端，用來接收該熱偵測訊號；
      - 一第二場效電晶體，其包含：
        - 一第一端，耦接於該功率放大器積體電路之輸入埠；

- 一 第二端，耦接於一接地電位；以及
- 一 控制端，用來接收相關於該熱偵測訊號之
  - 一 反向訊號；以及
- 一 第三場效電晶體，其包含：
  - 一 第一端，耦接於該第一場效電晶體之第二端；
  - 一 第二端，耦接於該接地電位；以及
  - 一 控制端，用來接收該反向訊號；以及
- 一 放大電路，耦接該溫度補償電路，用來接收並放大該調節過後之該射頻輸入訊號。

2. 如請求項 1 所述之功率放大器積體電路，其中該熱偵測電路係包含：

- 一 輸出端，用來輸出該熱偵測訊號；
- 一 電壓源；
- 一 電阻，耦接於該電壓源和該輸出端之間；以及
- 一 二極體，耦接於該輸出端。

3. 如請求項 1 所述之功率放大器積體電路，其中該熱偵測電路係包含：

- 一 輸出端，用來輸出該熱偵測訊號；
- 一 電壓源；
- 一 電阻，耦接於該電壓源和該輸出端之間；以及

複數個串接之二極體，耦接於該輸出端。

4. 如請求項 1 所述之功率放大器積體電路，其中該放大電路係包含  $n$  級串接之放大單元，用來分別以第 1 至第  $n$  增益值放大第 1 級至第  $n$  級射頻訊號以分別產生相對應之第 2 級至第  $(n+1)$  級射頻訊號，並輸出該第  $(n+1)$  級射頻訊號以做為該射頻輸出訊號。
5. 如請求項 4 所述之功率放大器積體電路，其中該  $n$  級放大單元各包含一雙載子接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor, BJT) 或一場效電晶體 (Field Effect Transistor, FET)。
6. 一種具溫度補償機制之功率放大器積體電路，其包含：
  - 一輸入埠，用來接收一射頻輸入訊號；
  - 一輸出埠，用來提供一射頻輸出訊號，其中該射頻輸出訊號對應於放大後之該射頻輸入訊號；
  - 一溫度補償電路，其包含：
    - 一熱偵測電路，其依據該溫度來產生一熱偵測訊號；
    - 以及
    - 一 T 型場效電晶體衰減器 (T-network FET attenuator)，其依據該熱偵測訊號來調整該射頻輸入訊號之準位以產生相對應之一第 1 級射

頻訊號，該 T 型場效電晶體衰減器係包含：

一第一場效電晶體，其包含：

一第一端，耦接於該功率放大器積體電路之輸入埠；

一第二端；以及

一控制端，用來接收該熱偵測訊號；

一第二場效電晶體，其包含：

一第一端，耦接於該第一場效電晶體之第二端；

一第二端，用來輸出該第 1 級射頻訊號；以及

一控制端，耦接於該第一場效電晶體之控制端；以及

一第三場效電晶體，其包含：

一第一端，耦接於該第一場效電晶體之第二端；

一第二端，耦接於一接地電位；以及

一控制端，用來接收相關於該熱偵測訊號之一反向訊號；以及

一放大電路，耦接該溫度補償電路，用來接收並放大該調節過後之該射頻輸入訊號。

7. 一種具輸出功率補償機制之功率放大器積體電路，其包含：



- 一輸入埠，用來接收一射頻輸入訊號；
- 一輸出埠，用來提供一射頻輸出訊號，其中該射頻輸出訊號對應於放大後之該射頻輸入訊號；
- 一回授電路，用來偵測該射頻輸出訊號之電位變動，並依此產生一相對應之功率補償訊號；
- 一 $\pi$ 型場效電晶體衰減器，其依據該功率補償訊號來調整該射頻輸入訊號之準位以產生相對應之一第 1 級射頻訊號，該 $\pi$ 型場效電晶體衰減器係包含：
  - 一第一場效電晶體，其包含：
    - 一第一端，耦接於該功率放大器積體電路之輸入埠；
    - 一第二端，用來輸出該第 1 級射頻訊號；以及
    - 一控制端，用來接收該功率補償訊號；
  - 一第二場效電晶體，其包含：
    - 一第一端，耦接於該功率放大器積體電路之輸入埠；
    - 一第二端，耦接於一接地電位；以及
    - 一控制端，用來接收相關於該功率補償訊號之一反向訊號；以及
  - 一第三場效電晶體，其包含：
    - 一第一端，耦接於該第一場效電晶體之第二端；
    - 一第二端，耦接於該接地電位；以及
    - 一控制端，用來接收該反向訊號；以及

一放大電路，用來放大該第 1 級射頻訊號以產生相對應之該射頻輸出訊號。

8. 如請求項 7 所述之功率放大器積體電路，其中該放大電路係包含  $n$  級串接之放大單元，用來分別以第 1 至第  $n$  增益值放大第 1 級至第  $n$  級射頻訊號以分別產生相對應之第 2 級至第  $(n+1)$  級射頻訊號，並輸出該第  $(n+1)$  級射頻訊號以做為該射頻輸出訊號。
9. 如請求項 8 所述之功率放大器積體電路，其中該  $n$  級放大單元各包含一雙載子接面電晶體或一場效電晶體。
10. 一種具輸出功率補償機制之功率放大器積體電路，
  - 一輸入埠，用來接收一射頻輸入訊號；
  - 一輸出埠，用來提供一射頻輸出訊號，其中該射頻輸出訊號對應於放大後之該射頻輸入訊號；
  - 一回授電路，用來偵測該射頻輸出訊號之電位變動，並依此產生一相對應之功率補償訊號；
  - 一 T 型場效電晶體衰減器，其依據該功率補償訊號來調整該射頻輸入訊號之準位以產生相對應之一第 1 級射頻訊號，該 T 型場效電晶體衰減器係包含：
    - 一第一場效電晶體，其包含：
      - 一第一端，耦接於該功率放大器積體電路之輸入埠；

- 一 第二端；以及
- 一 控制端，用來接收該功率補償訊號；
- 一 第二場效電晶體，其包含：
  - 一 第一端，耦接於該第一場效電晶體之第二端；
  - 一 第二端，用來輸出該第 1 級射頻訊號；以及
  - 一 控制端，耦接於該第一場效電晶體之控制端；以及
- 一 第三場效電晶體，其包含：
  - 一 第一端，耦接於該第一場效電晶體之第二端；
  - 一 第二端，耦接於一接地電位；以及
  - 一 控制端，用來接收相關於該功率補償訊號之一反向訊號；以及
- 一 放大電路，用來放大該第 1 級射頻訊號以產生相對應之該射頻輸出訊號。

11. 一種具溫度和輸出功率補償機制之功率放大器積體電路，其包含：
- 一 輸入埠，用來接收一射頻輸入訊號；
  - 一 輸出埠，用來提供一射頻輸出訊號，其中該射頻輸出訊號對應於放大後之該射頻輸入訊號；
  - 一 熱偵測電路，其依據一操作溫度來產生一熱偵測訊號；
  - 一 回授電路，用來偵測該射頻輸出訊號之電位變動，並依此產生一相對應之功率補償訊號；
  - 一 邏輯判斷電路，其依據該熱偵測訊號和該功率補償訊

- 號來輸出一補償訊號；
- 一  $\pi$  型場效電晶體衰減器，其依據該補償訊號來調整該射頻輸入訊號之準位以產生相對應之一第 1 級射頻訊號，該  $\pi$  型場效電晶體衰減器係包含：
- 一 第一場效電晶體，其包含：
- 一 第一端，耦接於該功率放大器積體電路之輸入埠；
  - 一 第二端，用來輸出該第 1 級射頻訊號；以及
  - 一 控制端，用來接收該熱偵測訊號；
- 一 第二場效電晶體，其包含：
- 一 第一端，耦接於該功率放大器積體電路之輸入埠；
  - 一 第二端，耦接於一接地電位；以及
  - 一 控制端，用來接收相關於該熱偵測訊號之一反向訊號；以及
- 一 第三場效電晶體，其包含：
- 一 第一端，耦接於該第一場效電晶體之第二端；
  - 一 第二端，耦接於該接地電位；以及
  - 一 控制端，用來接收該反向訊號；以及
- 一 放大電路，用來放大該第 1 級射頻訊號以產生相對應之該射頻輸出訊號。

12. 如請求項 11 所述之功率放大器積體電路，其中該邏輯判

斷電路係輸出該熱偵測訊號或該功率補償訊號其中之一以作為該補償訊號。

13. 如請求項 11 所述之功率放大器積體電路，其中該邏輯判斷電路係輸出同時相關於該熱偵測訊號和該功率補償訊號之該補償訊號。

14. 如請求項 11 所述之功率放大器積體電路，其中該熱偵測電路係包含：

一輸出端，用來輸出該熱偵測訊號；

一電壓源；

一電阻，耦接於該電壓源和該輸出端之間；以及

一二極體，耦接於該輸出端。

15. 如請求項 11 所述之功率放大器積體電路，其中該熱偵測電路係包含：

一輸出端，用來輸出該熱偵測訊號；

一電壓源；

一電阻，耦接於該電壓源和該輸出端之間；以及

複數個串接之二極體，耦接於該輸出端。

16. 如請求項 11 所述之功率放大器積體電路，其中該放大電路係包含  $n$  級串接之放大單元，用來分別以第 1 至第  $n$

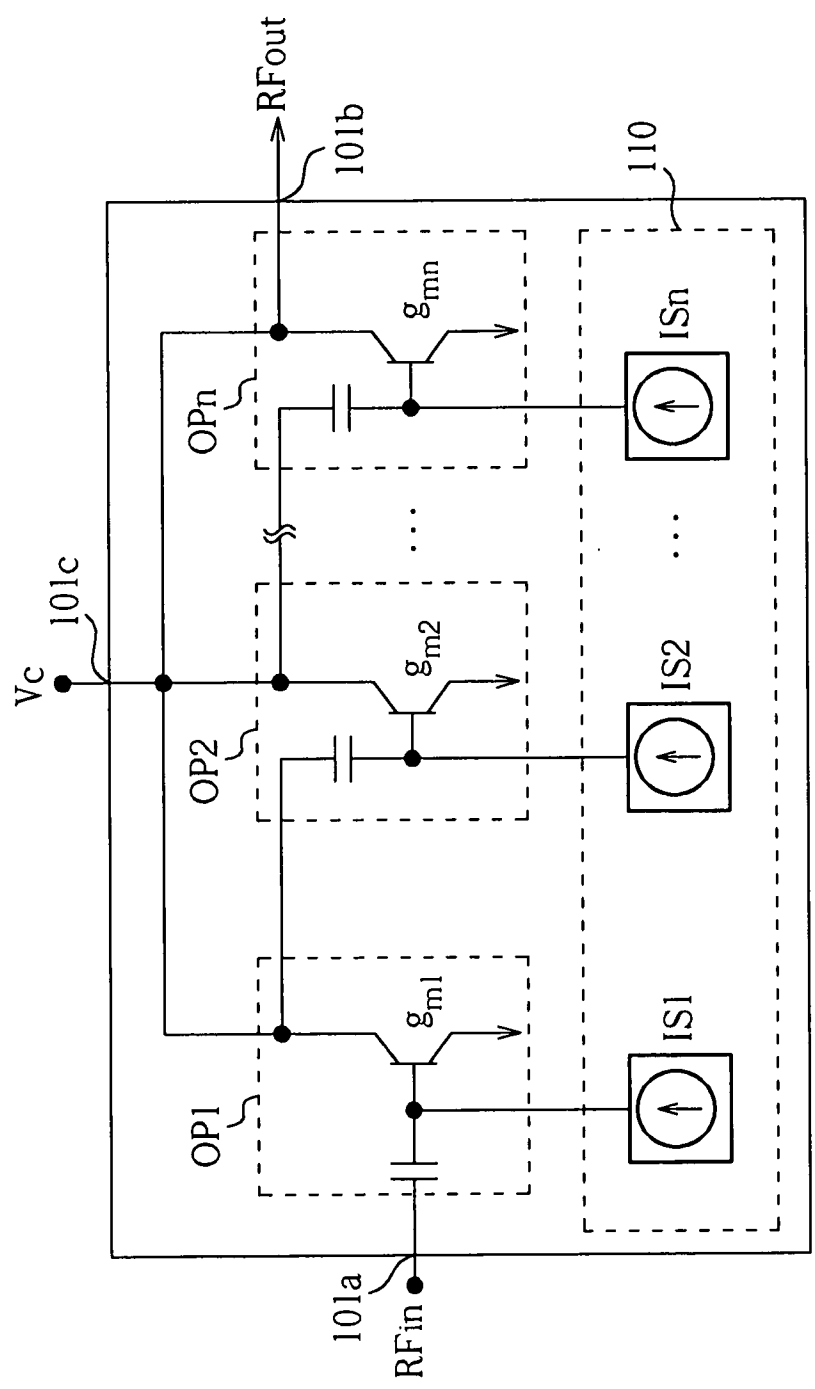
增益值放大第 1 級至第  $n$  級射頻訊號以分別產生相對應之第 2 級至第  $(n+1)$  級射頻訊號，並輸出該第  $(n+1)$  級射頻訊號以做為該射頻輸出訊號。

17. 如請求項 16 所述之功率放大器積體電路，其中該  $n$  級放大單元各包含一雙載子接面電晶體或一場效電晶體。
18. 一種具溫度和輸出功率補償機制之功率放大器積體電路，其包含：
  - 一輸入埠，用來接收一射頻輸入訊號；
  - 一輸出埠，用來提供一射頻輸出訊號，其中該射頻輸出訊號對應於放大後之該射頻輸入訊號；
  - 一溫度偵測電路，其依據一操作溫度來產生一熱偵測訊號；
  - 一回授電路，用來偵測該射頻輸出訊號之電位變動，並依此產生一相對應之功率補償訊號；
  - 一邏輯判斷電路，其依據該熱偵測訊號和該功率補償訊號來輸出一補償訊號；
  - 一 T 型場效電晶體衰減器，其依據該補償訊號來調整該射頻輸入訊號之準位以產生相對應之一第 1 級射頻訊號，該 T 型場效電晶體衰減器係包含：
    - 一第一場效電晶體，其包含：
      - 一第一端，耦接於該功率放大器積體電路之輸入埠；

- 一 第二端；以及
- 一 控制端，用來接收該熱偵測訊號；
- 一 第二場效電晶體，其包含：
  - 一 第一端，耦接於該第一場效電晶體之第二端；
  - 一 第二端，用來輸出該第 1 級射頻訊號；以及
  - 一 控制端，耦接於該第一場效電晶體之控制端；以及
- 一 第三場效電晶體，其包含：
  - 一 第一端，耦接於該第一場效電晶體之第二端；
  - 一 第二端，耦接於一接地電位；以及
  - 一 控制端，用來接收相關於該熱偵測訊號之一反  
向訊號；以及
- 一 放大電路，用來放大該第 1 級射頻訊號以產生相對應  
之該射頻輸出訊號。

## 八、圖式：

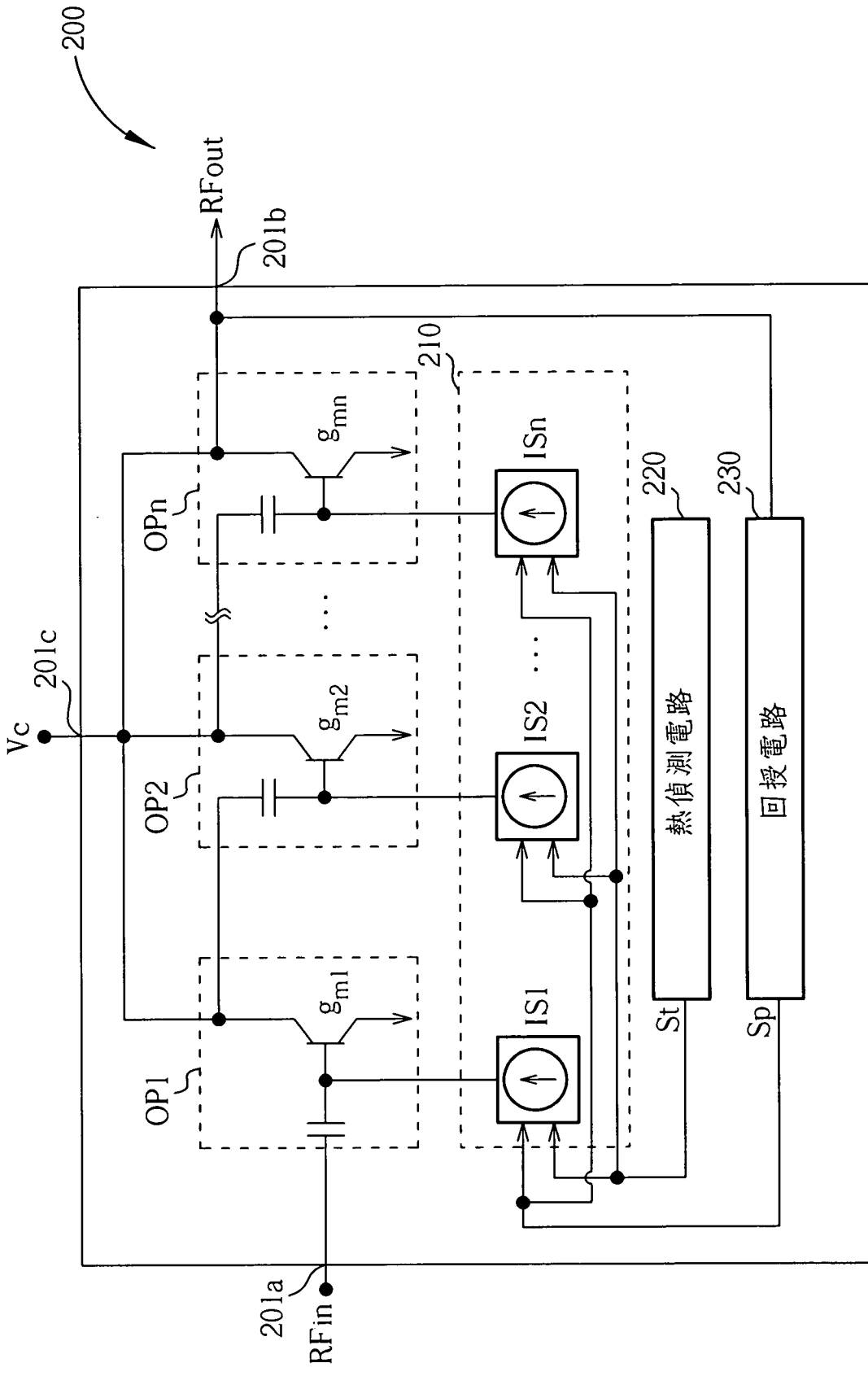
100



第1圖



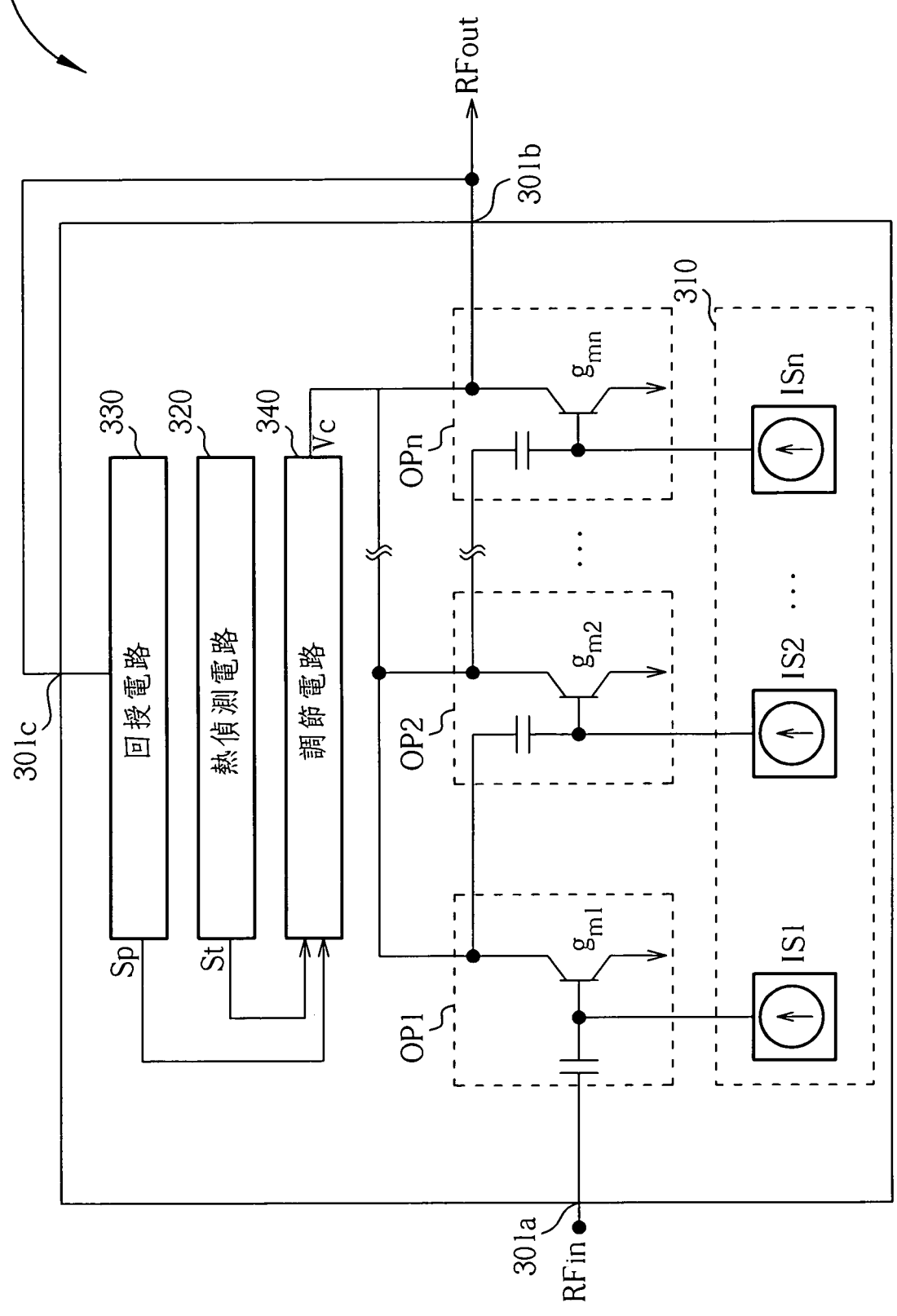
98年12月17日修正替換頁



第2圖

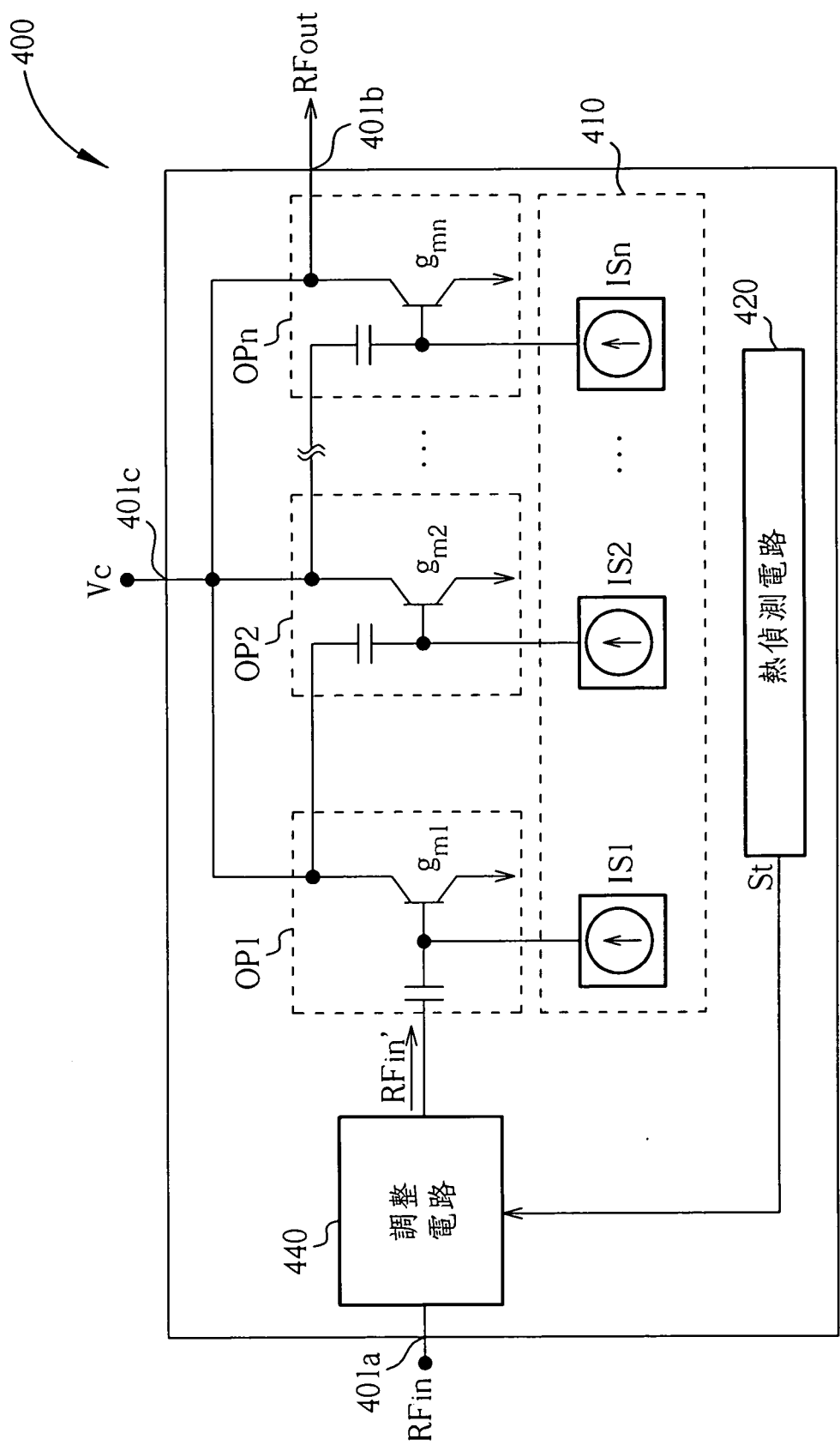
98年12月17日修正替換頁

200



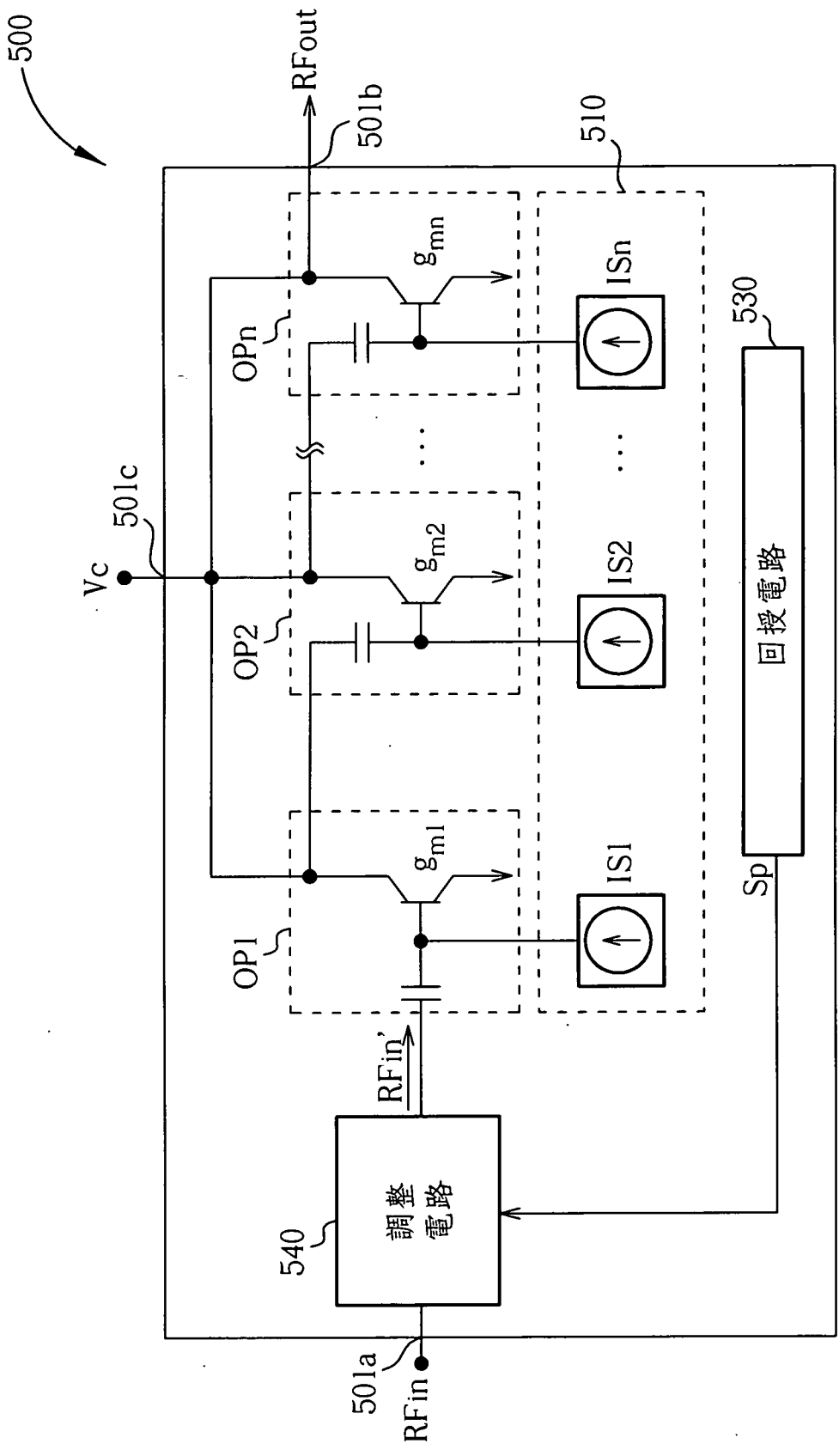
第3圖

98年12月17日修正替換頁



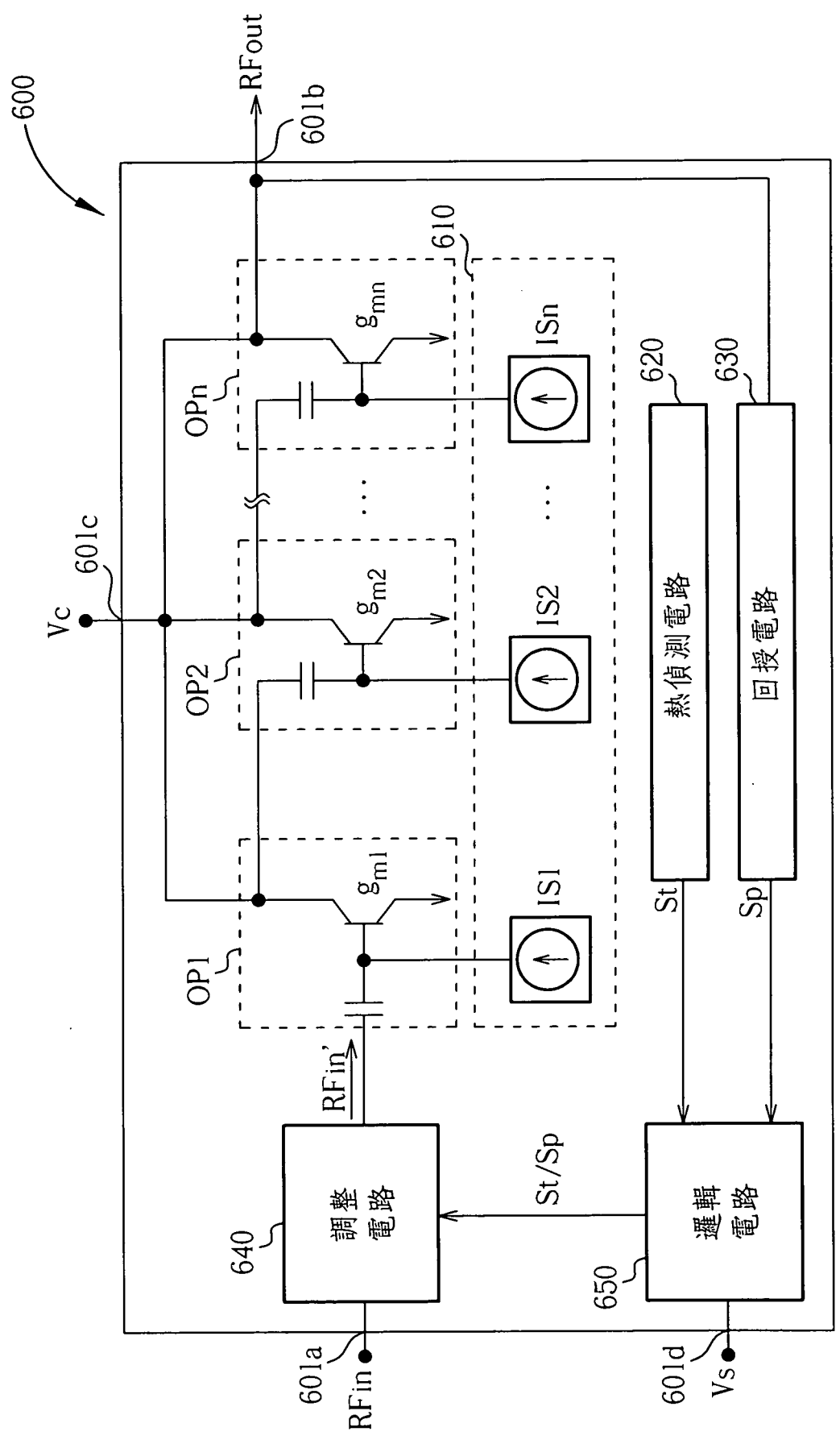
第4圖

98年12月17日修正替換頁



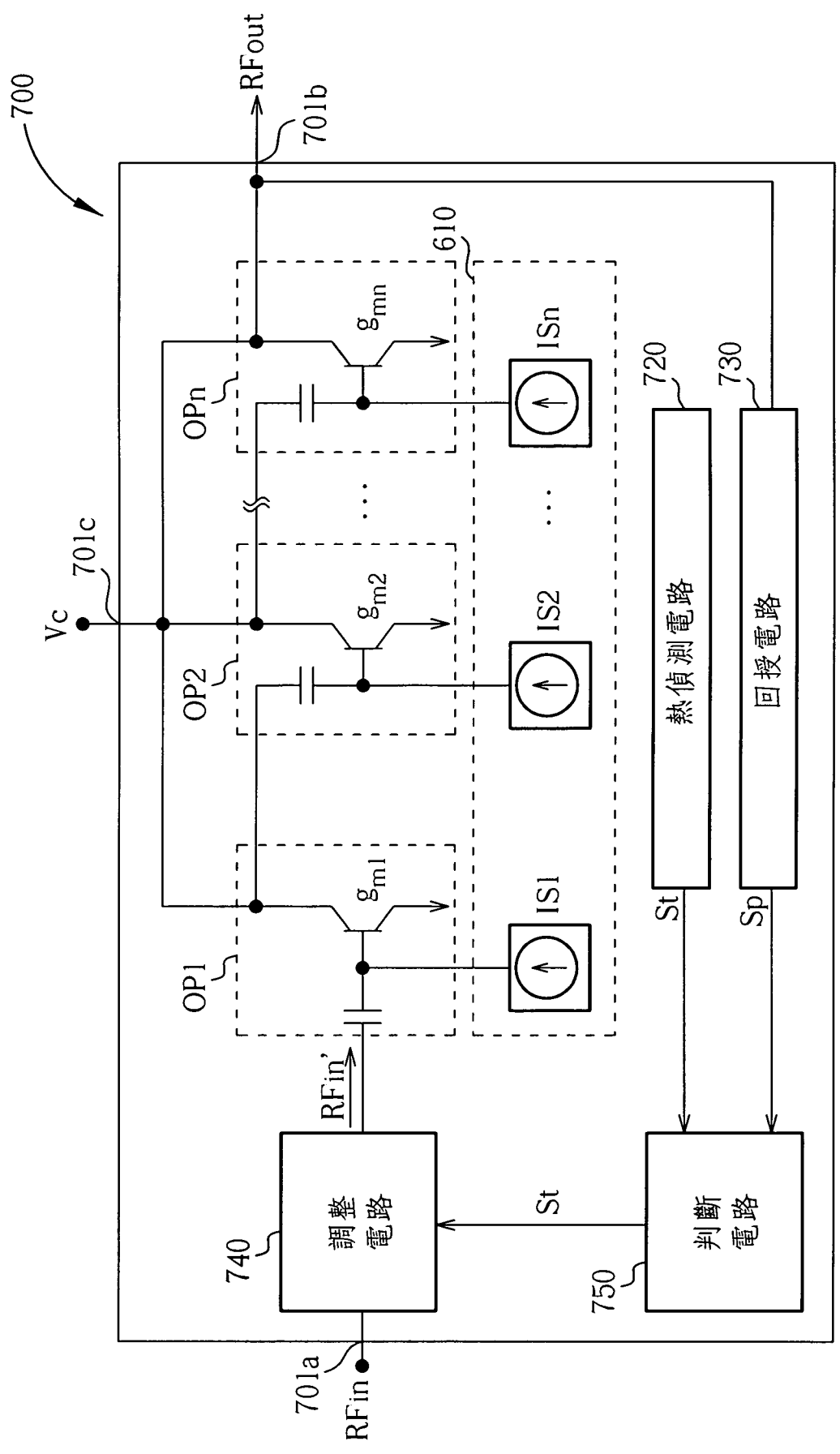
第5圖

98年2月17日修正替換頁

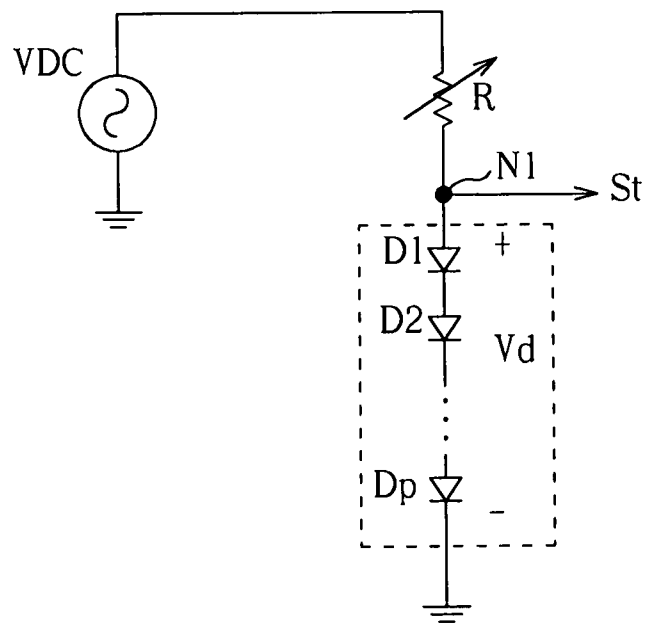


第6圖

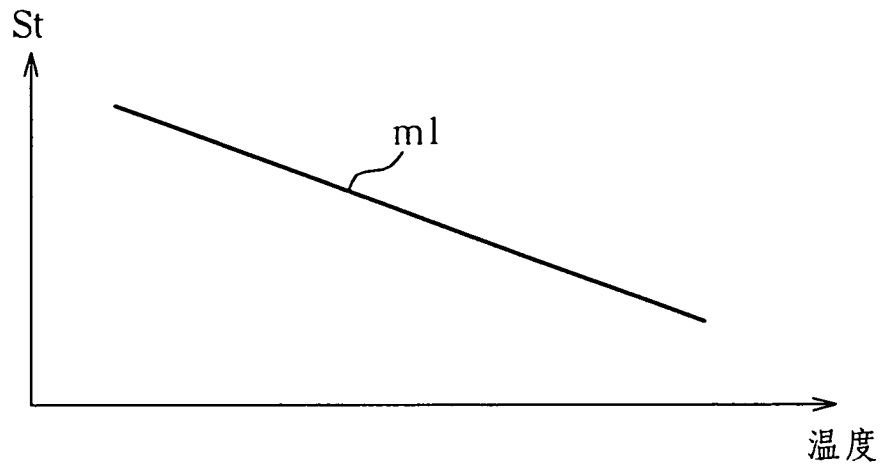
98年12月17日修正替換頁



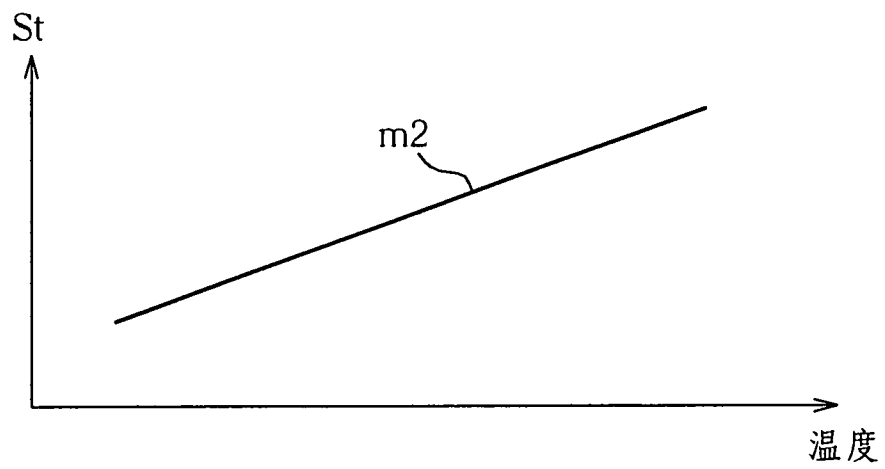
第7圖



第8圖

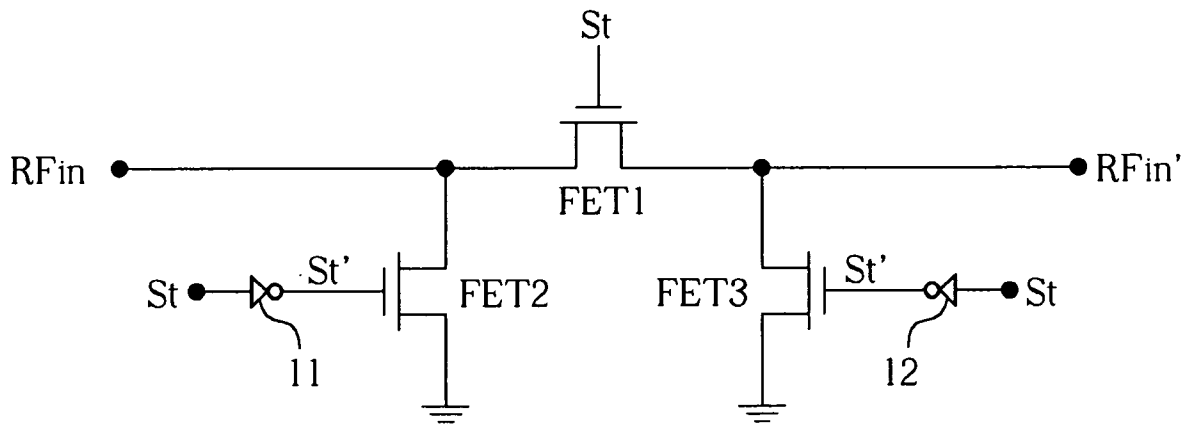


第9A圖

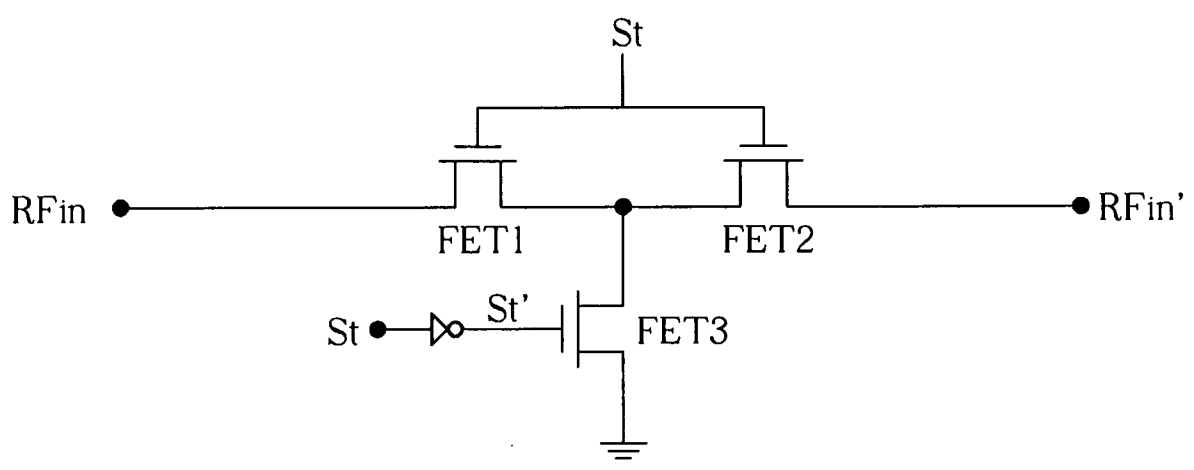


第9B圖





第10A圖



第10B圖