

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：PT11P47.5

※申請日期：PT. 8.1 /

※IPC 分類：H02M 3/156

5 一、發明名稱：(中文/英文)

參考電壓產生電路

(200803131)

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

義隆電子股份有限公司/ELAN MICROELECTRONICS CORPORATION

10

代表人：(中文/英文) 葉儀皓/YEH, I-HAU

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市科學工業園區創新一路12號/NO. 12, INNOVATION 1ST. RD.,
SCIENCE-BASED INDUSTRIAL PARK, HSIN-CHU CITY, TAIWAN, R.O.C.

15 國籍：(中文/英文) 中華民國/TW

三、發明人：(共3人)

姓名：(中文/英文)

1. 劉宗泰/LIU, ZONG-TAI

2. 唐春安/TANG, CHUN-AN

20 3. 鄭喬任/CHENG, CHIAO-JEN

國籍：(中文/英文)

1. 中華民國/TW

2. 中華民國/TW

25 3. 中華民國/TW

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☐ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

5 【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☐ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

10

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

15 ☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

20

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種參考電壓產生電路，特別是關於一種能根據需要調整輸出電壓且幾乎無關溫度變化的參考電壓產生電路。

5

【先前技術】

在電子電路中，時常需要參考電壓產生器供應一穩定的參考電壓。圖 1 係一傳統的參考電壓產生器 10，其包括一能隙參考電壓電路 12 供應無關溫度變化的電壓 V_{bg} ，電阻 $R1$ 及 $R2$ 串聯在參考電壓 V_{ref} 及接地 GND 之間，當 PMOS 電晶體 16 操作於飽和區時，
10 運算放大器 14 透過電阻 $R1$ 形成負回授，所以電壓 V_{FB} 等於電壓 V_{bg} ，因此參考電壓 V_{ref} 的大小就取決於電阻 $R1$ 及 $R2$ 以及電壓 V_{bg} 。在參考電壓產生器 10 中，參考電壓 V_{ref} 的大小可以達到 $(VDD - V_{SD})$ ，其中， VDD 為電源電壓，而 V_{SD} 為 PMOS 電晶體 16 的源
15 極與汲極之間的壓差，但 PMOS 電晶體 16 的源極係連接至電源電壓 VDD ，由於源極與閘極之間有追隨的現象，故當電源電壓 VDD 中有雜訊時，將使 PMOS 電晶體 16 閘極上的信號 V_g 也受到雜訊的影響，導致 PMOS 電晶體 16 進入三極管(triode)區，進而影響到參考電壓 V_{ref} ，換言之，參考電壓產生器 10 具有較差的電源供應
20 抑制率(Power Supply Rejection Ratio; PSRR)。

為了提高參考電壓產生器 10 的 PSRR 能力，如圖 2 所示的參

考電壓產生器 20，一般係將 PMOS 電晶體 16 換成 NMOS 電晶體 22，
電源電壓 VDD 連接 NMOS 電晶體 22 的汲極，因此電源電壓 VDD 中
的雜訊並不影響 NMOS 電晶體 22 閘極上的信號 V_g ，是以參考電壓
產生器 20 具有較好的 PSRR，然而，由於信號 V_g 與參考電壓 V_{ref}
5 之間有追隨關係， $V_g = V_{ref} + V_{th}$ ，其中 V_{th} 係 NMOS 電晶體 22 的臨
界電壓，因此，若 NMOS 電晶體 22 要維持在飽和區，則參考電壓
 V_{ref} 必須小於 $(V_{DD} - V_{SD} - V_{th})$ ，假如電壓電壓 VDD 的最低工作電壓
為 3V，而所需的參考電壓 V_{ref} 為 2.5V 時，參考電壓產生器 20
便不適用。

10 圖 3 係根據參考電壓產生器 10 利用電腦軟體所設計的電路，
其中能隙參考電壓電路 30 對應圖 1 中的能隙參考電壓電路 12，比
例電壓產生器 32 對應圖 1 中運算放大器 14、PMOS 電晶體 16、電
阻 R1 及 R2 所組成的放大電路，電路 34 及 36 則是輸出緩衝器。
圖 4 係圖 3 中能隙參考電壓電路 30 的輸出電壓 V_{bg} 在不同頻率下
15 的 PSRR 模擬圖，其中 X 軸係頻率，Y 軸係電壓的 DB 值。圖 5 係圖
3 中比例電壓產生器 32 輸出的電壓 V_{RT1} 及 V_{RB1} 在不同頻率下的
PSRR 模擬圖，其中 X 軸係頻率，Y 軸係電壓的 DB 值，曲線 38 係
電壓 V_{RT1} ，曲線 39 係電壓 V_{RB1} 。圖 6 係圖 3 中輸出緩衝器 34 輸
出的參考電壓 VRT 的 PSRR 模擬圖，其中 X 軸係頻率，Y 軸係電壓
20 的 DB 值。圖 7 係圖 3 中輸出緩衝器 36 輸出的參考電壓 VRB 的 PSRR
模擬圖，其中 X 軸係頻率，Y 軸係電壓的 DB 值。圖 4 顯示能隙參

考電壓電路 30 所輸出的電壓 V_{bg} 的 DB 值最大是在 -28 左右，而電壓 V_{bg} 經比例電壓產生器 32 放大後所得的電壓 VRT1 及 VRB1 的 DB 值最大分別為 -4 及 -6 左右，如圖 5 所示，所以，能隙參考電壓電路 30 的 PSRR 遠較比例電壓產生器 32 良好，因此，若能直接由能隙參考電壓電路 30 提供參考電壓 VRT1 及 VRB1，應能得到具有良好 PSRR 的參考電壓 VRT 及 VRB。然而，雖然能隙參考電壓電路具有較佳的 PSRR 以及能提供無關溫度變化的穩定電壓之優點，但是，習知的能隙參考電壓電路係利用雙極性電晶體來產生電壓，即使適當的設計雙極性電晶體可以提供無關溫度變化的電壓，但習知的能隙參考電壓電路僅能供應 1.23V 左右的電壓。

因此，一種能根據需要調整輸出電壓的參考電壓產生電路，乃為所冀。

【發明內容】

本發明的目的之一，在於提出一種能根據需要調整輸出電壓的參考電壓產生電路。

根據本發明，一種參考電壓產生電路包括一雙極性電晶體接成一二極體，一電阻連接在該參考電壓產生電路的輸出端及雙極性電晶體之間，一第一電流源供應一具有正溫度係數的第一電流至該電阻，以及一第二電流源，供應一具有負溫度係數的第二電流至該電阻。

由於本發明增加了具有負溫度係數的該第二電流至該電阻，因此，本發明可藉由調整第一及第二電流與電阻得到所需要且幾乎無關溫度變化的參考電壓。

5 【實施方式】

圖 8 係本發明的實施例，在參考電壓產生電路 40 中，自偏電路 401 供應電流 I_{ptat} ，PMOS 電晶體 402 及雙極性電晶體 Q3 串聯在電源電壓 VDD 及接地 GND 之間，PMOS 電晶體 404、電阻 R3 及雙極性電晶體 Q4 串聯在電源電壓 VDD 及接地 GND 之間，PMOS 電晶體 414 接成一電容，連接在參考電壓產生電路 40 的輸出端，以穩定參考電壓 V_{ref} ，其中 PMOS 電晶體 402 及 404 鏡射電流 I_{ptat} 分別產生電流 I_2 及 I_1 。在自偏電路 401 中，PMOS 電晶體 406 及 408 與 NMOS 電晶體 410 及 412 形成兩個串疊(cascode)的電流鏡，雙極性電晶體 Q1 經電阻 R1 連接 NMOS 電晶體 412，雙極性電晶體 Q2 則連接 NMOS 電晶體 410，又 NMOS 電晶體 410 及 412 組成電流鏡，因此節點 A 及 B 的電位相等，故可求得通過電阻 R1 的電流

$$I_{ptat} = (V_{eb2} - V_{eb1}) / R_1 \quad \text{公式 1}$$

其中， V_{eb1} 係雙極性電晶體 Q1 的射極與基極之間的壓差， V_{eb2} 係雙極性電晶體 Q2 的射極與基極之間的壓差。雙極性電晶體 Q1

及 Q2 各接成一二極體，根據 PNP 雙極性晶體的二極體電流公式

$$I_d = I_{seff} \times e^{V_{eb}/nV_t} \quad \text{公式 2}$$

5 而

$$I_{seff} = AREA \times I_s \quad \text{公式 3}$$

$$V_t = k \times T / q \quad \text{公式 4}$$

10

其中， I_{seff} 係飽和電流， $AREA$ 係雙極性電晶體的 PN 接面面積， I_s 係雙極性電晶體的單位面積飽和電流， V_t 是熱電壓， k 係波茲曼(Boltzman)常數， q 係 1 電子的電荷量， T 係絕對溫度， n 為介於 1~2 之間的常數。根據公式 2 可得

15

$$V_{eb2} - V_{eb1} = nV_t \times \ln(I_{seff1}/I_{seff2}) \quad \text{公式 5}$$

其中， I_{seff1} 係電晶體 Q1 的飽和電流， I_{seff2} 係電晶體 Q2 的飽和電流。將公式 3 及 4 代入公式 5 中可得

20

$$V_{eb2} - V_{eb1} = [n \times k \times T \times \ln(AREA1/AREA2)] / q \quad \text{公式 6}$$

其中，AREA1 係雙極性電晶體 Q1 的尺寸，AREA2 係雙極性電晶體 Q2 的尺寸，兩個雙極性電晶體的參數 I_s 是相同的。將公式 6 代入公式 1 可得電流

5

$$I_{ptat} = [n \times k \times T \times \ln(\text{AREA1}/\text{AREA2})] / (q \times R1) \quad \text{公式 7}$$

其中， n 、 k 、 $\ln(\text{AREA1}/\text{AREA2})$ 、 q 及 $R1$ 均為定值，因此，當絕對溫度 T 上升時，電流 I_{ptat} 將隨著增加，故電流 I_{ptat} 具有正溫度係數。

10

另一方面，PMOS 電晶體 404 及 408 連接形成一電流鏡，以鏡射電流 I_{ptat} 產生電流 $I1$ 至電阻 $R3$ ，其中 PMOS 電晶體 404 與 408 的尺寸比為 $N:1$ ，故電流 $I1 = N \times I_{ptat}$ ，PMOS 電晶體 402 及 408 連接形成一電流鏡，以鏡射電流 I_{ptat} 產生電流 $I2$ ，其中 PMOS 電晶體 402 及 408 的尺寸比為 $M:1$ ，故電流 $I2 = M \times I_{ptat}$ ，電阻 $R2$ 連接在雙極性電晶體 Q3 的射極與基極之間，其上的電流為

15

$$I_{ntat} = V_{eb3} / R2 \quad \text{公式 8}$$

其中， V_{eb3} 係雙極性電晶體 Q3 射極與基極之間的壓差。根據 PNP 雙極性電晶體的特性，PNP 雙極性電晶體 Q3 射極與基極之間的壓

20

差 V_{eb3} 係隨溫度上升而降低，換言之，電壓 V_{eb3} 具有負溫度係數，故電流 I_{ntat} 也具有負溫度係數。又根據雙極性電晶體的電流公式可得知，雙極性電晶體 $Q3$ 的基極電流

$$I_b = (I_2 - I_{ntat}) / (\beta + 1) \quad \text{公式 9}$$

將公式 8 代入公式 9 可得

$$I_b = M \times I_{ptat} / (\beta + 1) - V_{eb3} / [(\beta + 1) \times R_2] \quad \text{公式 10}$$

其中， β 係雙極性電晶體 $Q3$ 的電流增益。參考電產生壓電路 40 輸出的參考電壓

$$V_{ref} = V_{R3} + V_{eb4} \quad \text{公式 11}$$

其中， V_{R3} 係電阻 $R3$ 上的跨壓， V_{eb4} 係雙極性電晶體 $Q4$ 的射極與基極之間的壓差。又

$$V_{R3} = I_{total} \times R_3 \quad \text{公式 12}$$

而通過電阻 $R3$ 的電流

$$I_{total} = I_1 + I_{ntat} + I_b = N \times I_{ptat} + I_{ntat} + I_b \quad \text{公式 13}$$

將公式 7、8 及 10 代入公式 13 可得

5

$$I_{total} = N \times \frac{n \times k \times T \times \ln\left(\frac{AREA1}{AREA2}\right)}{q \times R1} + \frac{V_{eb3}}{R2} + \frac{M \times I_{ptat}}{\beta + 1} - \frac{V_{eb3}}{(\beta + 1) \times R2} \quad \text{公式 14}$$

再將公式 12 及 14 代入公式 11 可得參考電壓

$$V_{ref} = V_{eb4} + \left[N \times \frac{n \times k \times T \times \ln\left(\frac{AREA1}{AREA2}\right)}{q \times R1} + \frac{V_{eb3}}{R2} + \frac{M \times I_{ptat}}{\beta + 1} - \frac{V_{eb3}}{(\beta + 1) \times R2} \right] \times R3 \quad \text{公式 15}$$

10

從公式 15 可看出，只要調整電阻 $R1$ 、 $R2$ 及 $R3$ 以及尺寸比 N 及 M 便能調整參考電壓 V_{ref} 。

圖 9 顯示利用電腦軟體設計的電路，其中電路 50 係根據圖 8 的參考電壓產生電路 40 所設計的，電路 52 及 54 則是輸出緩衝器。

15

圖 10 及圖 11 是根據圖 9 的電路所做的模擬圖。圖 10 中最上面所

示的曲線 60 係圖 9 電路 50 所輸出的參考電壓 VRB1 在不同溫度時的模擬圖，中間所示的曲線 62 是電路 50 所輸出的參考電壓 VRT1 在不同溫度時的模擬圖，最下面的曲線 64 是將曲線 60 減去曲線 62 後所得的曲線，其中，X 軸表示溫度，Y 軸表示電壓值。從圖 5 10 的模擬圖中可看出，參考電壓 VRB1 約為 1.5V，參考電壓 VRT1 約為 2.4V，兩者都高於習知的 1.23V，而且幾乎不受溫度影響。圖 11 中上面的曲線 70 係電路 50 所輸出的參考電壓 VRB1 在不同頻率下的 PSRR 模擬圖，下面的曲線 72 係電路 50 所輸出的參考電壓 VRT1 在不同頻率下的 PSRR 模擬圖，其中，X 軸為頻率，Y 軸為電壓的 DB 值。從圖 11 中可看出，參考電壓 VRB1 及 VRT1 的 PSRR 至少都有 -28dB。所以，本發明的參考電壓產生電路不但具有良好的 PSRR 能力，並可以根據需要調整所輸出的幾乎無關溫度變化之參考電壓。

15 【圖式簡單說明】

圖 1 係習知的參考電壓產生器；

圖 2 係另一習知的參考電壓產生器；

圖 3 顯示利用電腦軟體設計的電路；

圖 4 係圖 3 中能隙參考電壓電路 30 的輸出電壓 Vbg 的 PSRR 模擬圖；

圖 5 係圖 3 中比例電壓產生器 32 輸出的電壓 VRT1 及 VRB1 的

PSRR 模擬圖；

圖 6 係圖 3 中參考電壓 VRT 的 PSRR 模擬圖；

圖 7 係圖 3 中參考電壓 VRB 的 PSRR 模擬圖；

圖 8 係本發明的實施例；

5 圖 9 顯示利用電腦軟體設計的電路；

圖 10 係圖 9 中參考電壓 VRB 及 VRT 在不同溫度時的模擬圖；

以及

圖 11 係圖 9 中參考電壓 VRB 及 VRT 在不同頻率下的 PSRR 模擬圖。

10

【主要元件符號說明】

- | | |
|----|-------------|
| 10 | 參考電壓產生器 |
| 12 | 能隙參考電壓電路 |
| 14 | 運算放大器 |
| 15 | 16 PMOS 電晶體 |
| | 20 參考電壓產生器 |
| | 22 NMOS 電晶體 |
| | 30 能隙參考電壓電路 |
| | 32 比例電壓產生器 |
| 20 | 34 輸出緩衝器 |
| | 36 輸出緩衝器 |

	38	電壓 VRT1 的曲線
	39	電壓 VRB1 的曲線
	40	參考電壓產生電路
	401	自偏電路
5	402	PMOS 電晶體
	404	PMOS 電晶體
	406	PMOS 電晶體
	408	PMOS 電晶體
	410	NMOS 電晶體
10	412	NMOS 電晶體
	414	PMOS 電晶體
	50	參考電壓產生電路
	52	輸出緩衝器
	54	輸出緩衝器
15	60	參考電壓 VRB1 的曲線
	62	參考電壓 VRT1 的曲線
	64	曲線 60 減去曲線 62 後所得的曲線
	70	參考電壓 VRB1 的曲線
	72	參考電壓 VRT1 的曲線

五、中文發明摘要：

一種用以供應一幾乎無關溫度變化之參考電壓的參考電壓產生電路，包括一電阻連接在該參考電壓產生電路的輸出端及一雙極性電晶體之間，一第一電流源供應一具有正溫度係數的第一電流至該電阻，一第二電流源供應一具有負溫度係數的第二電流至該電阻，藉由調整第一、第二電流與電阻可得到所需要的參考電壓輸出。

10 六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種參考電壓產生電路，用以供應一無關溫度變化的參考

電壓在一輸出端，該參考電壓產生電路包括：

一雙極性電晶體，接成一二極體；

5

一電阻性元件，連接在該輸出端及雙極性電晶體之間；

一第一電流源，供應一具有正溫度係數的第一電流至該電阻性元件；以及

一第二電流源，供應一具有負溫度係數的第二電流至該電阻性元件。

10

2. 如請求項 1 之參考電壓產生電路，其中該第一電流源包括：

一第二雙極性電晶體，接成一二極體，該第二雙極性電晶體的射極與基極之間具有一第一壓差；

一第三雙極性電晶體，接成一二極體，該第三雙極性電晶體的射極與基極之間具有一第二壓差；

15

一第二電阻性元件，根據該第一及第二壓差之間的差值大小產生一具有該正溫度係數的第三電流；以及

一電流鏡，鏡射該第三電流產生該第一電流。

3. 如請求項 1 之參考電壓產生電路，其中該第二電流源包括：

20

一第二雙極性電晶體，具有一射極、一集極及一基極連接該電阻性元件；以及

一第二電阻性元件，連接在該第二雙極性電晶體的射極及基極之間，根據該第二雙極性電晶體的射極及基極之間的壓差產生該第二電流。

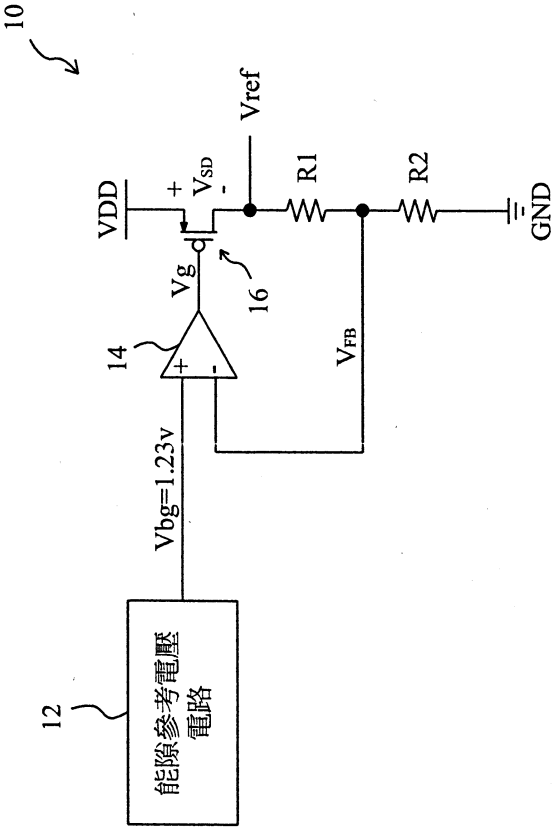


圖1

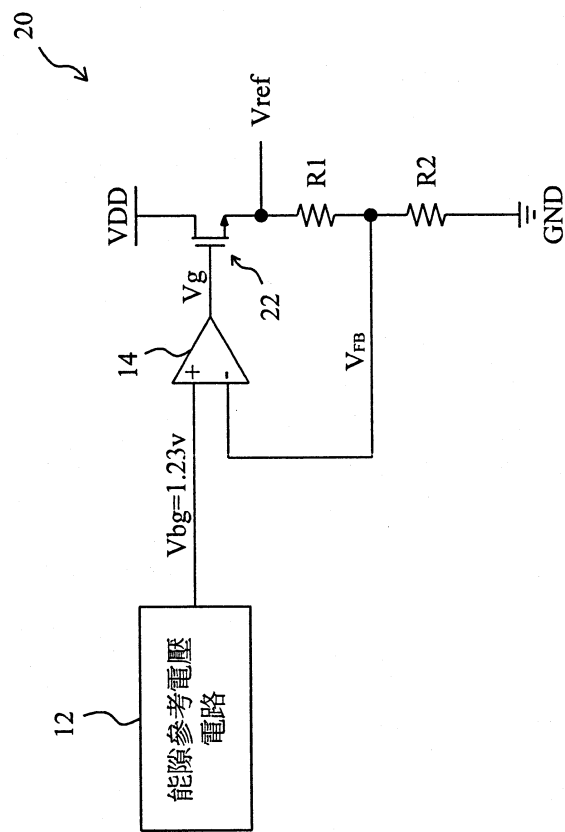


圖2

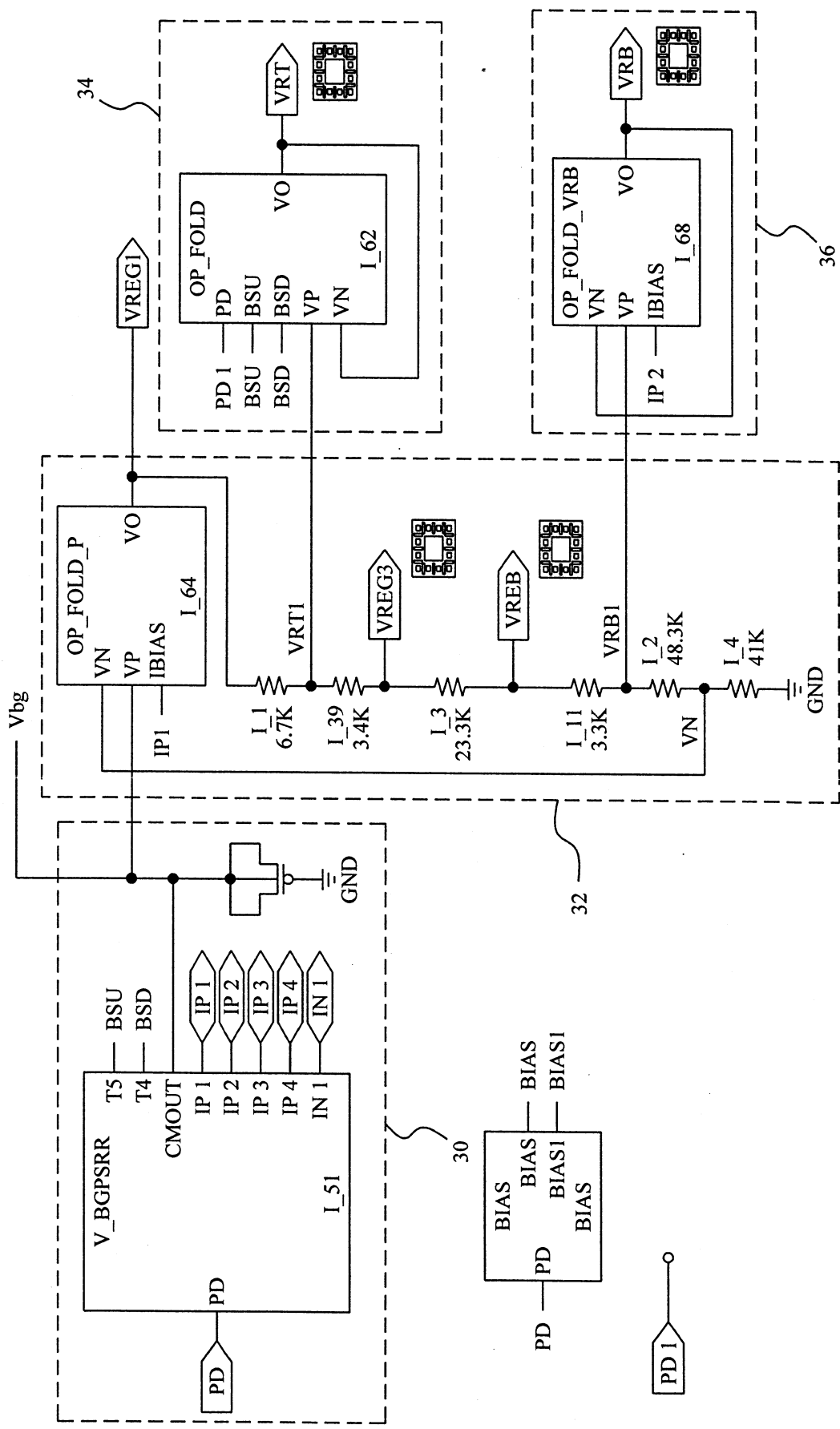


圖3

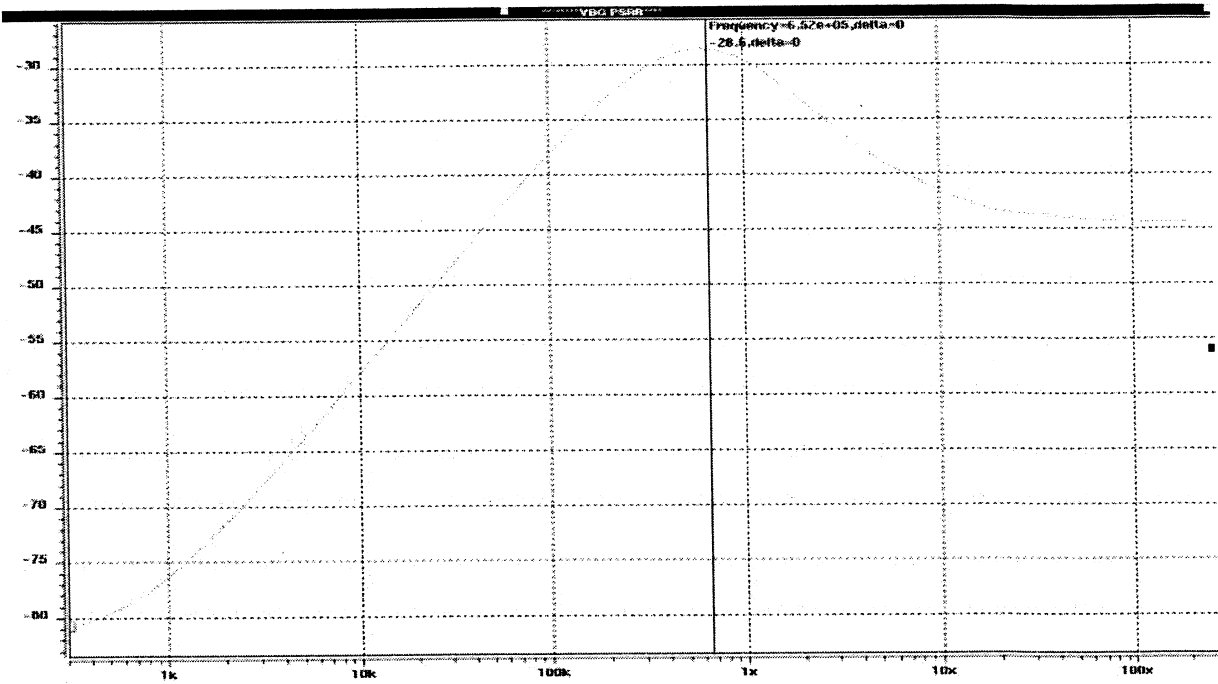


圖 4

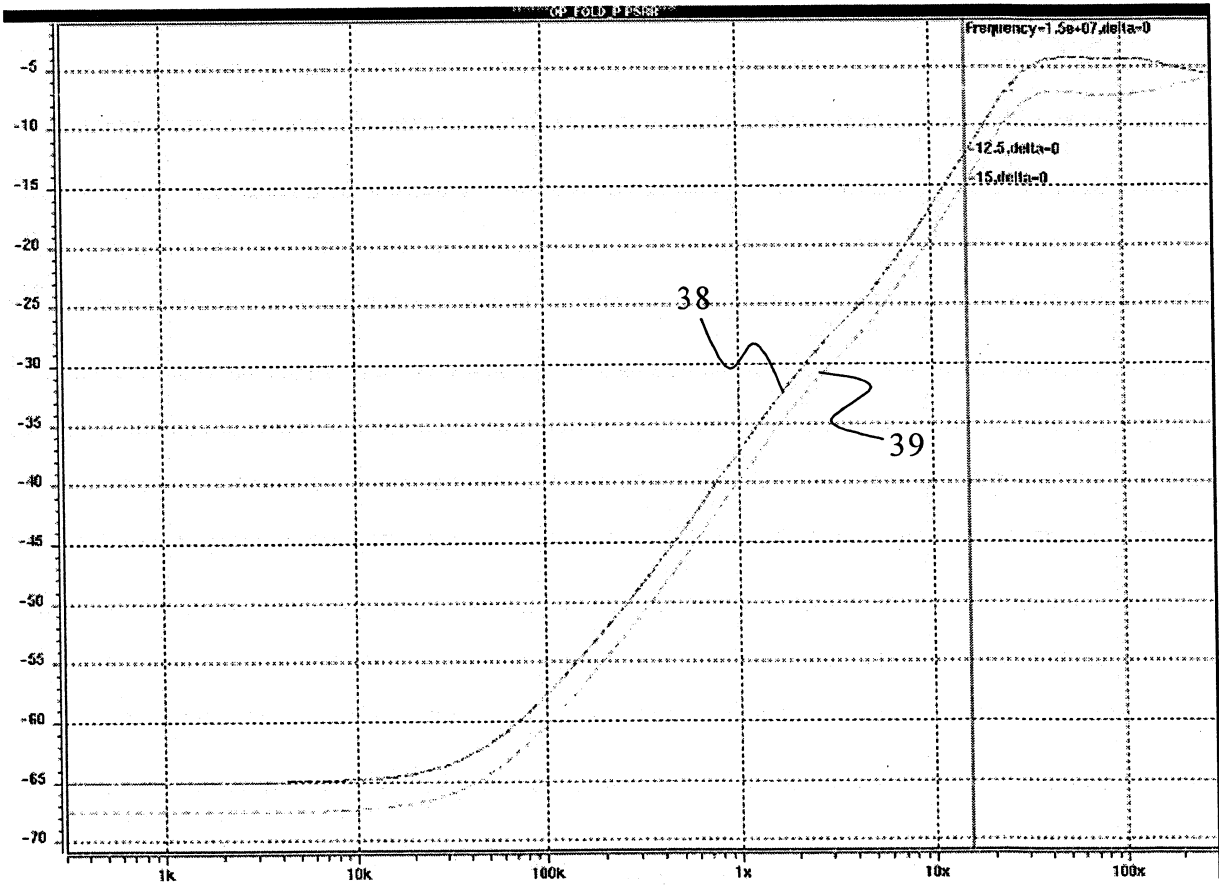


圖 5

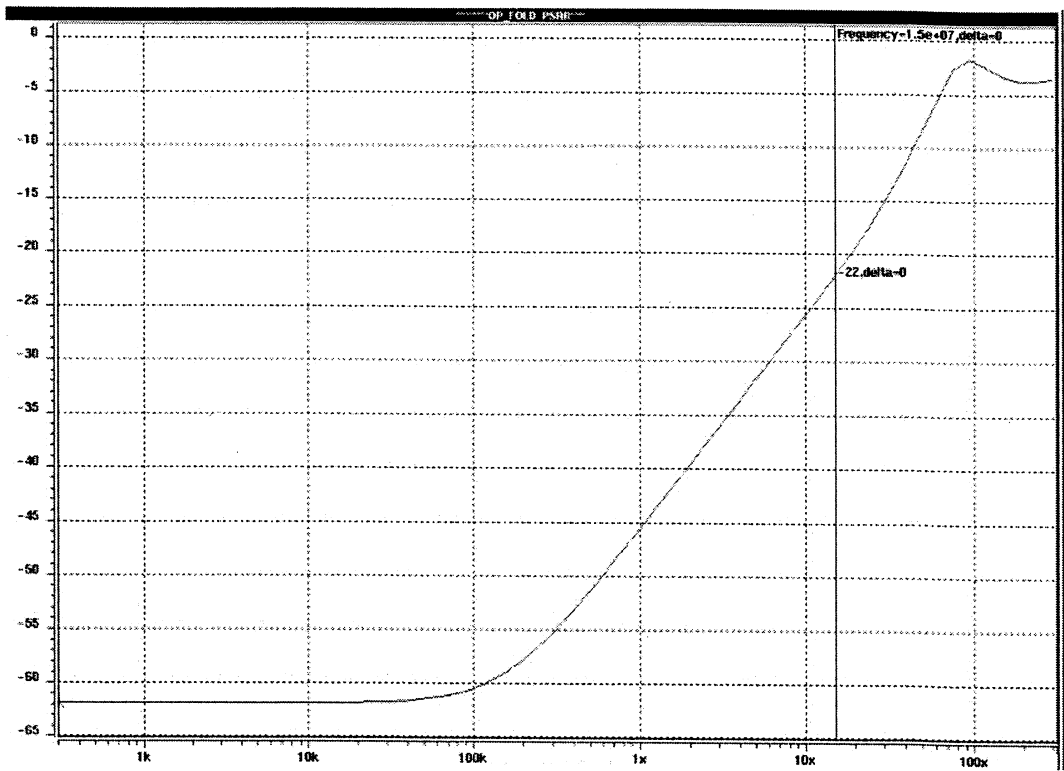


圖 6

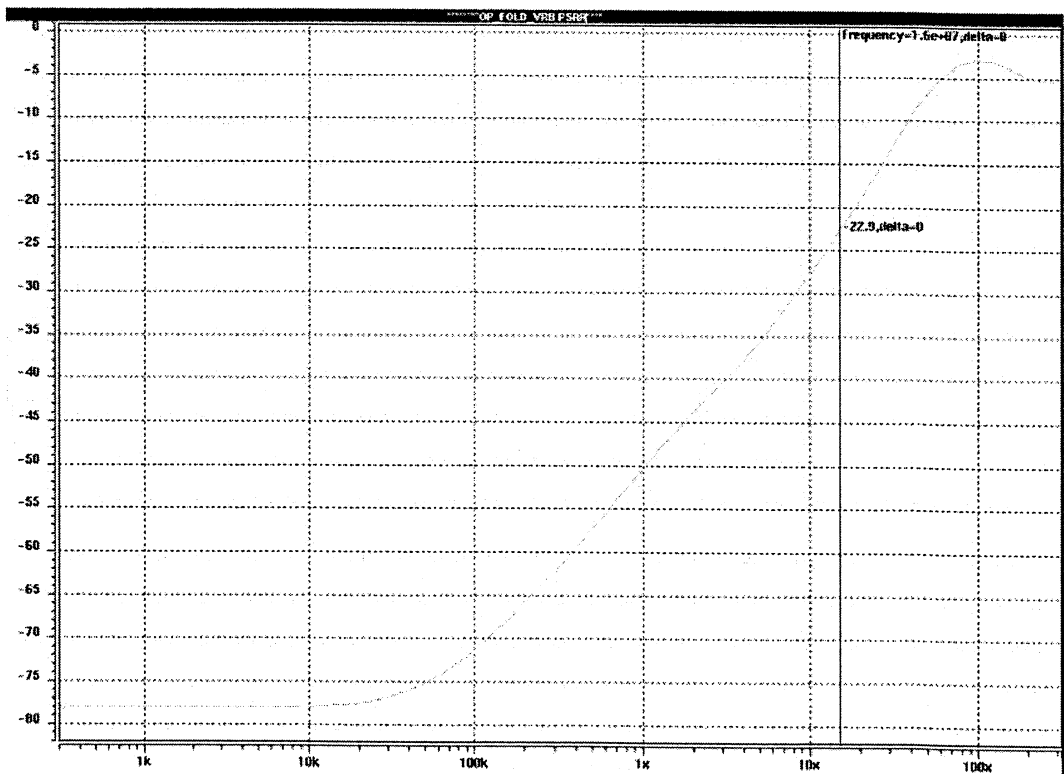
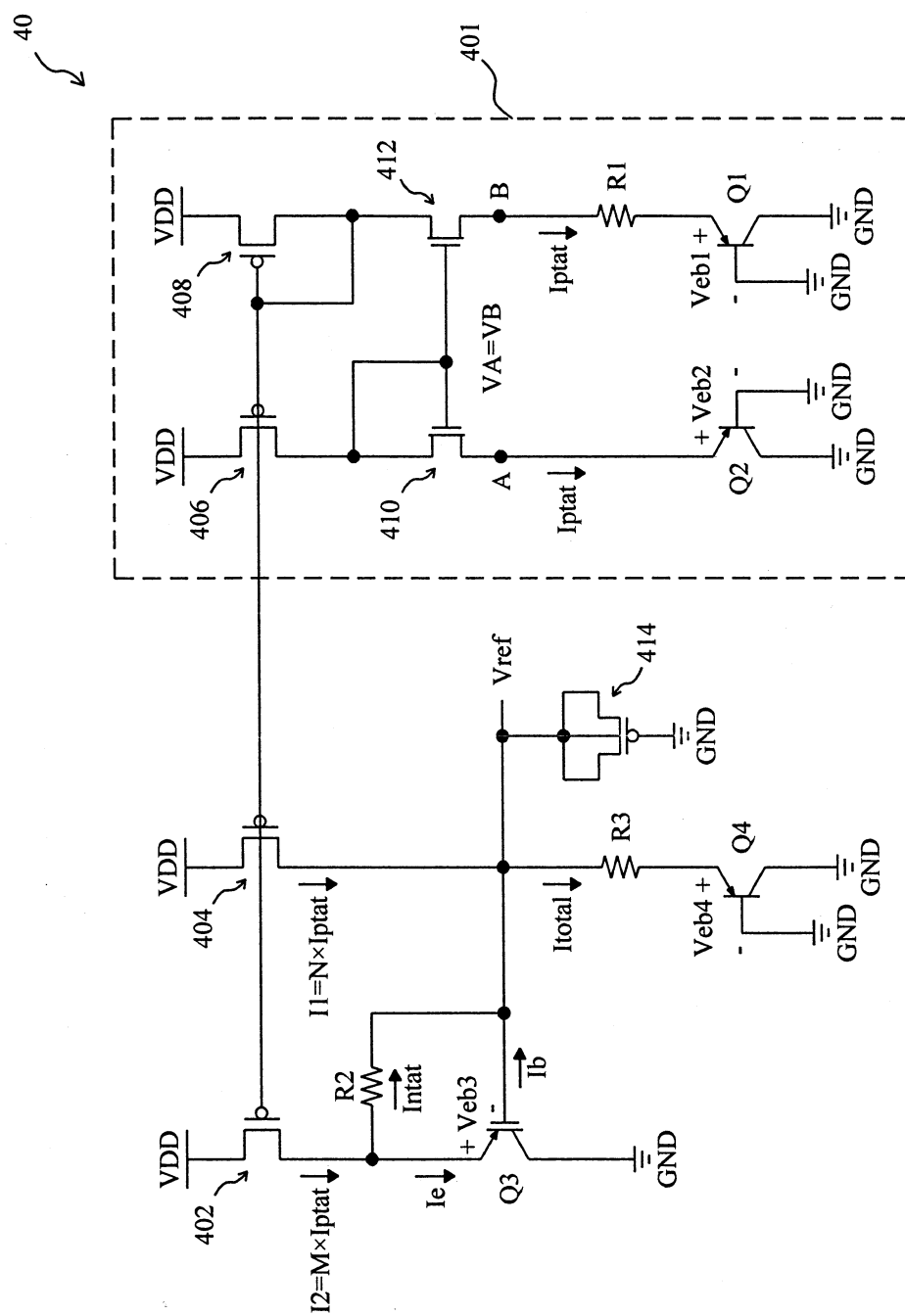
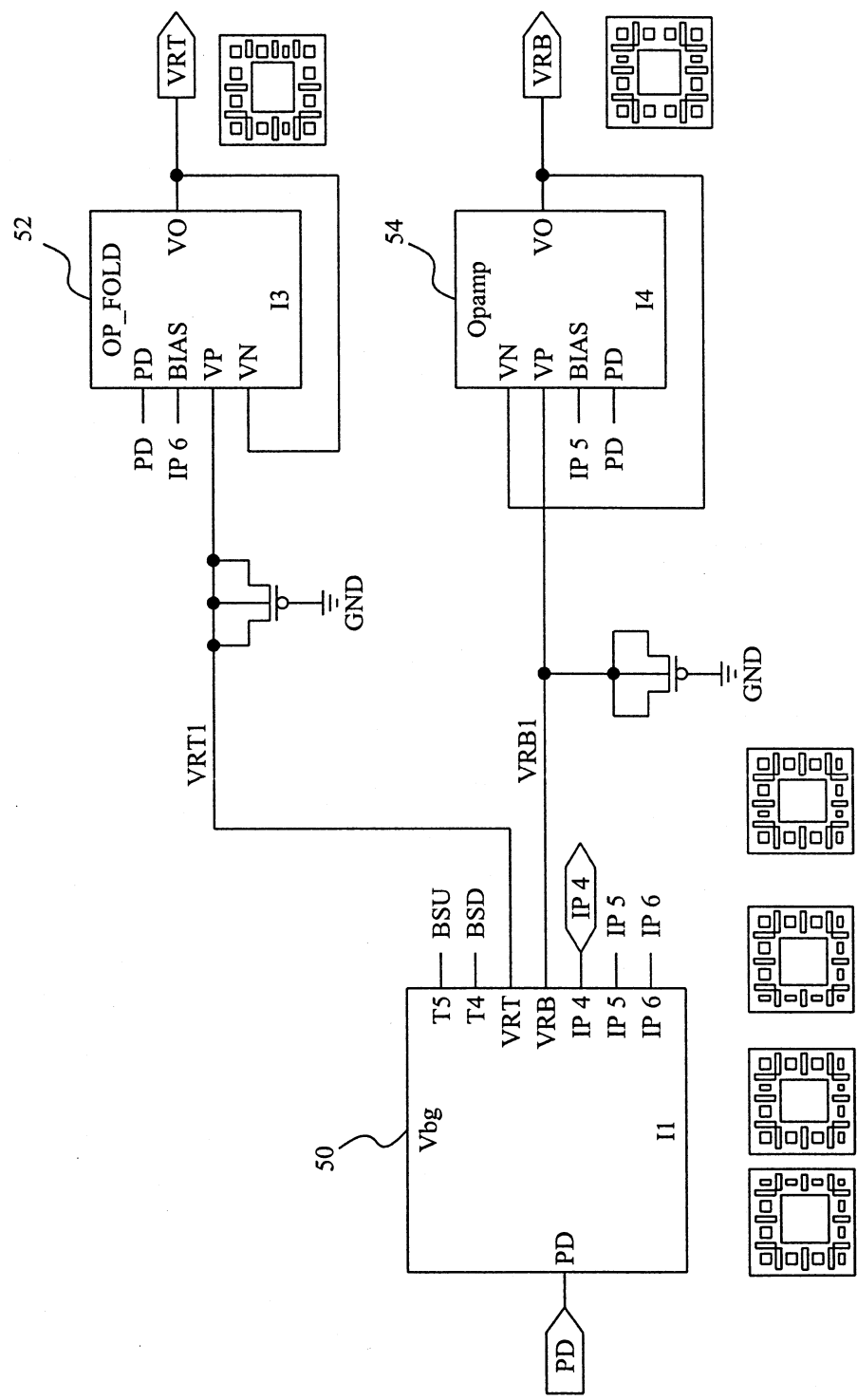


圖 7



8
回



回 6

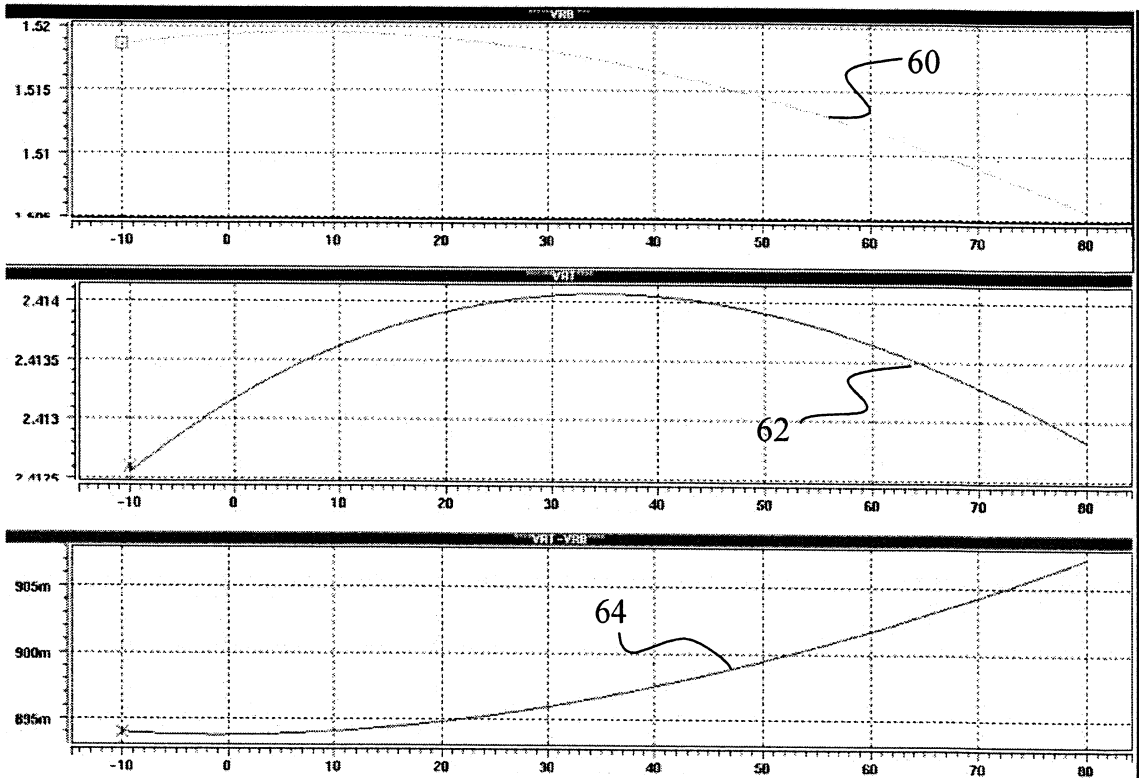


圖 10

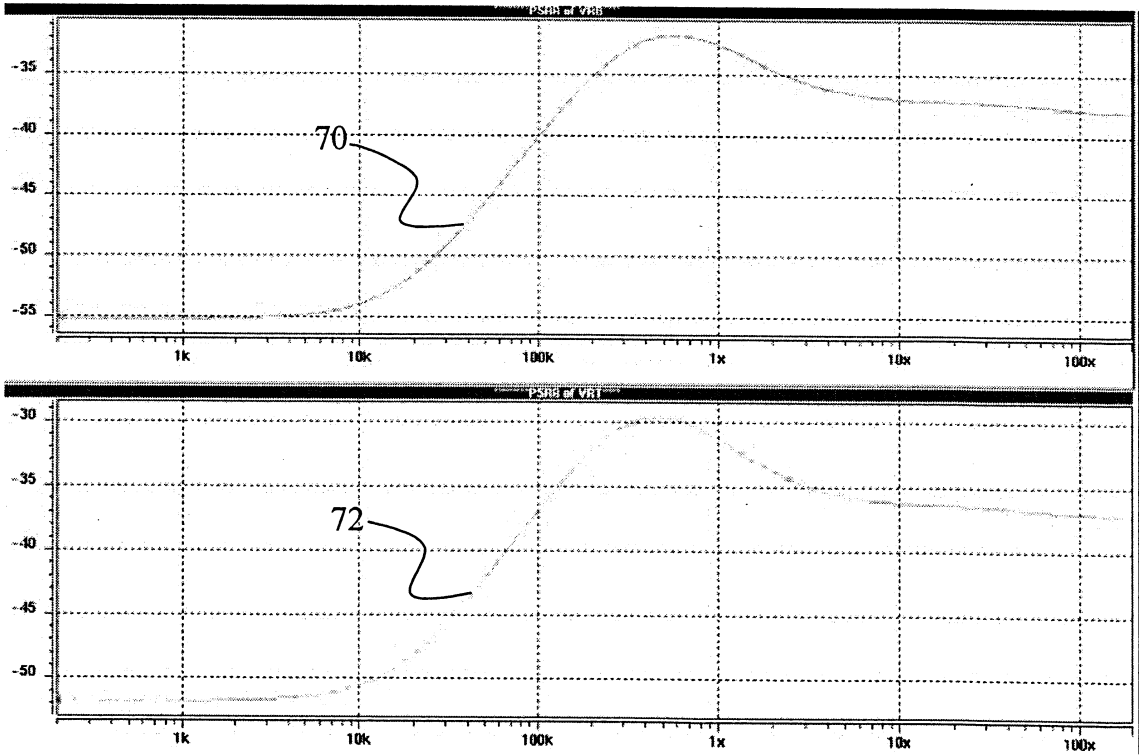


圖 11

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (8) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | | |
|----|-----|----------|
| | 40 | 參考電壓產生電路 |
| 5 | 401 | 自偏電路 |
| | 402 | PMOS 電晶體 |
| | 404 | PMOS 電晶體 |
| | 406 | PMOS 電晶體 |
| | 408 | PMOS 電晶體 |
| 10 | 410 | NMOS 電晶體 |
| | 412 | NMOS 電晶體 |
| | 414 | PMOS 電晶體 |

15 八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：