



(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 I714188 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 21 日

(21)申請案號：108126910

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 07 月 30 日

(51)Int. Cl.：

*G05F1/575 (2006.01)**G05F3/00 (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二段四〇七巷二〇弄一號三樓

(72)發明人：簡 惠慶 CHIEN, HWEY-CHING (US)

(74)代理人：吳豐任；戴俊彥

(56)參考文獻：

TW 201504786A

TW 201506572A

TW 201525647A

TW 201621509A

TW 201827974A

審查人員：林坤隆

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：2 共 19 頁

(54)名稱

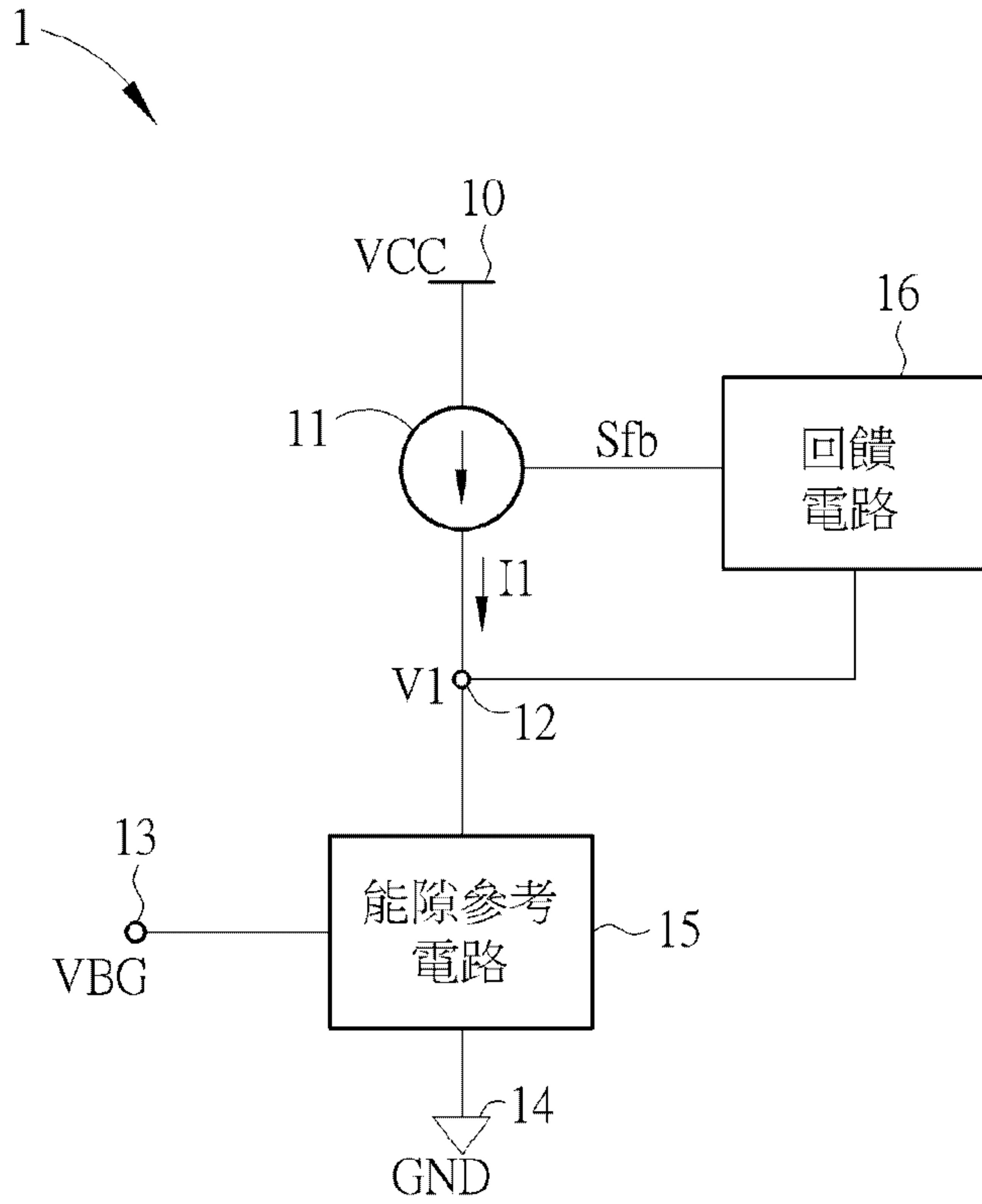
參考電壓產生電路

(57)摘要

一種參考電壓產生電路，用以產生能隙參考電壓，及包含供電電壓端、節點、電流源、輸出端、共同電壓端、能隙參考電路及回饋電路。供電電壓端用以提供供電電壓。電流源耦接於供電電壓端及節點之間，用以接收供電電壓及依據回饋訊號產生電流，且輸出電流以於節點建立大致上不隨供電電壓改變的第一電壓。共同電壓端用以提供共同電壓。能隙參考電路耦接於節點及共同電壓端之間，及用以於輸出端建立大致上不隨溫度改變的能隙參考電壓。回饋電路耦接於節點及電流源，及用以依據第一電壓產生回饋訊號。

A reference voltage generation circuit is used to generate a bandgap reference voltage, and includes a supply voltage terminal, a node, a current source, an output terminal, a common voltage terminal, a bandgap reference circuit and a feedback circuit. The supply voltage terminal is used to provide a supply voltage. The current source is coupled between the supply voltage terminal and the node, and used to receive the supply voltage and generate a current according to a feedback signal, and output the current to establish at the node a first voltage substantially insensitive to the supply voltage. The common voltage terminal is used to provide a common voltage. The bandgap reference circuit is coupled between the node and the common voltage terminal, and used to establish a temperature-invariant bandgap voltage at the output terminal. The feedback circuit is coupled to the node and the current source, and used to generate a feedback signal according to the first voltage.

指定代表圖：



符號簡單說明：

1:參考電壓產生電路

10:供電電壓端

11:電流源

12:節點

13:輸出端

14:共同電壓端

15:能隙參考電路

16:回饋電路

I1:電流

Sfb:回饋訊號

VBG:能隙參考電壓

VCC:供電電壓

V1:電壓

GND:共同電壓

第1圖



I714188

## 【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】 參考電壓產生電路

【英文發明名稱】 Reference Voltage Generation Circuit

## 【中文】

一種參考電壓產生電路，用以產生能隙參考電壓，及包含供電電壓端、節點、電流源、輸出端、共同電壓端、能隙參考電路及回饋電路。供電電壓端用以提供供電電壓。電流源耦接於供電電壓端及節點之間，用以接收供電電壓及依據回饋訊號產生電流，且輸出電流以於節點建立大致上不隨供電電壓改變的第一電壓。共同電壓端用以提供共同電壓。能隙參考電路耦接於節點及共同電壓端之間，及用以於輸出端建立大致上不隨溫度改變的能隙參考電壓。回饋電路耦接於節點及電流源，及用以依據第一電壓產生回饋訊號。

## 【英文】

A reference voltage generation circuit is used to generate a bandgap reference voltage, and includes a supply voltage terminal, a node, a current source, an output terminal, a common voltage terminal, a bandgap reference circuit and a feedback circuit. The supply voltage terminal is used to provide a supply voltage. The current source is coupled between the supply voltage terminal and the node, and used to receive the supply voltage and generate a current according to a feedback signal, and output the current to establish at

第 1 頁，共 3 頁(發明摘要)

the node a first voltage substantially insensitive to the supply voltage. The common voltage terminal is used to provide a common voltage. The bandgap reference circuit is coupled between the node and the common voltage terminal, and used to establish a temperature-invariant bandgap voltage at the output terminal. The feedback circuit is coupled to the node and the current source, and used to generate a feedback signal according to the first voltage.

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1	參考電壓產生電路
10	供電電壓端
11	電流源
12	節點
13	輸出端
14	共同電壓端
15	能隙參考電路
16	回饋電路
I1	電流
Sfb	回饋訊號
VBG	能隙參考電壓
VCC	供電電壓
V1	電壓
GND	共同電壓

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 參考電壓產生電路

【英文發明名稱】 Reference Voltage Generation Circuit

【技術領域】

【0001】 本發明關於參考電壓產生電路，特別是一種大致上不受溫度變化及供電電壓變化影響的參考電壓產生電路。

【先前技術】

【0002】 參考電壓產生電路，特別是能隙電壓產生電路可提供不受溫度變化影響的參考電壓準位，然而當參考電壓產生電路的供應電壓偏移時，其所產生的參考電壓準位也會隨之偏移，導致無法提供穩定的參考電壓。

【0003】 因此，需要發展出一種參考電壓產生電路，以提供不易受溫度變化及供電電壓變化影響的穩定電壓。

【發明內容】

【0004】 本發明實施例提供一種參考電壓產生電路，用以產生能隙參考電壓，包含供電電壓端、第一節點、第一電流源、輸出端、共同電壓端、能隙參考電路及回饋電路。供電電壓端用以提供一供電電壓。第一電流源耦接於電壓端及第一節點之間，用以依據供電電壓產生第一電流，且輸出第一電流以於第一節點建立第一電壓。共同電壓端用以提供共同電壓。能隙參考電路耦接於第一節點及共同電壓端之間，用以於輸出端輸出能隙參考電壓，且包含第二電流源、第一電阻、第一雙極型接面電晶體、第二電阻、第二雙極型接面電晶體、

第 1 頁，共 8 頁(發明說明書)

第三電阻、第三雙極型接面電晶體及第四電阻。第二電流源耦接於第一節點，用以產生第二電流以於輸出端建立能隙參考電壓。第一電阻具有第一端及第二端，第一電阻的第一端耦接於輸出端。第一雙極型接面電晶體具有集極、基極及射極，第一雙極型接面電晶體之集極耦接於第一電阻的第二端及第一雙極型接面電晶體之基極，且第一雙極型接面電晶體之射極耦接於共同電壓端。第二電阻具有第一端及第二端，第二電阻的第一端耦接於輸出端。第二雙極型接面電晶體具有集極、基極及射極，第二雙極型接面電晶體之集極耦接於第二電阻的第二端，且第二雙極型接面電晶體之基極耦接於第一雙極型接面電晶體之基極。第三電阻耦接於第二雙極型接面電晶體之射極及共同電壓端之間。第三雙極型接面電晶體具有集極、基極及射極，第三雙極型接面電晶體之基極耦接於第二雙極型接面電晶體之集極或基極，且第三雙極型接面電晶體之射極耦接於共同電壓端。第四電阻具有第一端及第二端，第四電阻的第一端耦接於第一節點，且第四電阻的第二端耦接於第二電流源與第三雙極型接面電晶體之集極。回饋電路耦接於第一節點及第一電流源，用以穩定第一電壓，且包含第四雙極型接面電晶體及第五電阻。第四雙極型接面電晶體具有集極、基極及射極，第四雙極型接面電晶體之射極耦接於共同電壓端，其中基極的電壓受控於第一電壓。第五電阻具有第一端及第二端，第五電阻的第一端耦接於電壓端，且第五電阻的第二端耦接於第一電流源與第四雙極型接面電晶體之集極。

【0005】 本發明實施例提供另一種參考電壓產生電路，用以產生能隙參考電壓，及包含供電電壓端、節點、電流源、輸出端、共同電壓端、能隙參考電路及回饋電路。供電電壓端用以提供供電電壓。電流源耦接於供電電壓端及節點之間，用以接收供電電壓及依據回饋訊號產生電流，且輸出電流以於節點建立大致上不隨供電電壓改變的第一電壓。共同電壓端用以提供共同電壓。能隙參

考電路耦接於節點及共同電壓端之間，及用以於輸出端建立大致上不隨溫度改變的能隙參考電壓。回饋電路耦接於節點及電流源，及用以依據第一電壓產生回饋訊號，其中第一電壓的變化趨勢與回饋訊號的變化趨勢有關。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0006】

第1圖係為本發明實施例中參考電壓產生電路的區塊圖。

第2圖係為第1圖中參考電壓產生電路的電路圖。

### 【實施方式】

【0007】 第1圖係為本發明實施例中參考電壓產生電路1的區塊圖，包含供電電壓端10、電流源11、節點12、輸出端13、共同電壓端14、能隙參考電路15及回饋電路16。參考電壓產生電路1可於輸出端13產生能隙參考電壓V<sub>BG</sub>。供電電壓端10可提供供電電壓V<sub>CC</sub>，且共同電壓端14可提供共同電壓GND。電流源11耦接於供電電壓端10及節點12之間，能隙參考電路15耦接於節點12及共同電壓端14之間，回饋電路16耦接於節點12及電流源11。參考電壓產生電路1藉由在節點12建立大致上不隨供電電壓V<sub>CC</sub>改變的電壓V<sub>1</sub>，而產生不受溫度變化及供電電壓變化影響的能隙參考電壓V<sub>BG</sub>。

【0008】 回饋電路16可由節點12接收電壓V<sub>1</sub>，及依據電壓V<sub>1</sub>產生回饋訊號S<sub>fb</sub>，其中電壓V<sub>1</sub>的變化趨勢與回饋訊號S<sub>fb</sub>的變化趨勢有關，例如是相反。電流源11可接收供電電壓V<sub>CC</sub>及依據回饋訊號S<sub>fb</sub>產生電流I<sub>1</sub>，且輸出電流I<sub>1</sub>以於節點12建立大致上不隨供電電壓V<sub>CC</sub>改變的電壓V<sub>1</sub>。能隙參考電路15可接收電壓V<sub>1</sub>以於輸出端13建立大致上不隨溫度改變的能隙參考電壓V<sub>BG</sub>。當供電電壓V<sub>CC</sub>增加時電壓V<sub>1</sub>會隨之增加，回饋電路16依據電壓V<sub>1</sub>的增加而降低回饋訊號S<sub>fb</sub>，



電流源11依據降低的回饋訊號Sfb降低電流I1以於節點12建立大致上不隨供電電壓VCC改變的電壓V1。當供電電壓VCC降低時電壓V1會隨之降低，回饋電路16依據電壓V1的降低而升高回饋訊號Sfb，電流源11依據升高的回饋訊號Sfb升高電流I1以於節點12建立大致上不隨供電電壓VCC改變的電壓V1。由於電壓V1不隨供電電壓VCC改變，能隙參考電路15可產生不隨供電電壓VCC改變的能隙參考電壓VBG。能隙參考電路15可為衛德勒(Widlar)能隙參考電路，如第2圖所示。

【0009】 在另一實施例中，亦可選擇具有不同特性的電流源11與回饋電路16，使得當供電電壓VCC增加時電壓V1會隨之增加，回饋電路16依據電壓V1的增加而增加回饋訊號Sfb，電流源11依據增加的回饋訊號Sfb降低電流I1以於節點12建立大致上不隨供電電壓VCC改變的電壓V1。當供電電壓VCC降低時電壓V1會隨之降低，回饋電路16依據電壓V1的降低而降低回饋訊號Sfb，電流源11依據降低的回饋訊號Sfb升高電流I1以於節點12建立大致上不隨供電電壓VCC改變的電壓V1。

【0010】 第2圖係為第1圖中參考電壓產生電路1的電路圖。電流源11包含電晶體F2，電晶體F2包含第一端耦接於供電電壓端10、第二端耦接於節點12、及控制端耦接於回饋電路16。電流源11受控於回饋訊號Sfb而輸出電流I1，以於節點12建立與回饋訊號Sfb有關的電壓V1。能隙參考電路15包含電流源150、電阻R1~R4及雙極型接面電晶體Q1~Q3。電流源150耦接於節點12。電流源150包含電晶體F1，電晶體F1包含第一端耦接於節點12、第二端耦接於輸出端13、及控制端耦接於電阻R4的第二端。電阻R1具有第一端及第二端，電阻R1的第一端耦接於輸出端13。雙極型接面電晶體Q1具有集極、基極及射極，雙極型接面電晶體Q1之集極耦接於電阻R1的第二端及雙極型接面電晶體Q1之基極，且雙極型接面電晶

體Q1之射極耦接於共同電壓端14。電阻R2具有第一端及第二端，電阻R2的第一端耦接於輸出端13。雙極型接面電晶體Q2具有集極、基極及射極，雙極型接面電晶體Q2之集極耦接於電阻R2的第二端，且雙極型接面電晶體Q2之基極耦接於雙極型接面電晶體Q1之基極。電阻R3耦接於雙極型接面電晶體Q2之射極及共同電壓端14之間。雙極型接面電晶體Q3具有集極、基極及射極，雙極型接面電晶體Q3之基極耦接於雙極型接面電晶體Q2之集極，且雙極型接面電晶體Q3之射極耦接於共同電壓端14。在另一實施例中，雙極型接面電晶體Q3之基極亦可耦接於雙極型接面電晶體Q2之基極。電阻R4具有第一端及第二端，電阻R4的第一端耦接於節點12，且電阻R4的第二端耦接於電流源150與雙極型接面電晶體Q3之集極。回饋電路16耦接於節點12及電流源11，且包含雙極型接面電晶體Q4及電阻R5。雙極型接面電晶體Q4具有集極、基極及射極，雙極型接面電晶體Q4之射極耦接於共同電壓端14，雙極型接面電晶體Q4之基極的電壓受控於電壓V2及/或電壓V1。電阻R5具有第一端及第二端，電阻R5的第一端耦接於供電電壓端10，且電阻R5的第二端耦接於電流源11與雙極型接面電晶體Q4之集極。回饋電路16可更包含電位轉換器160。電位轉換器160耦接於節點12、雙極型接面電晶體Q4之基極及共同電壓端14。電位轉換器160包含雙極型接面電晶體Q5及Q6。雙極型接面電晶體Q5以二極體形式連接，以提供電位轉換(level shifting)，具有集極、基極及射極，雙極型接面電晶體Q5之集極耦接於節點12，且雙極型接面電晶體Q5之射極耦接於雙極型接面電晶體Q4之基極。雙極型接面電晶體Q6可作為電流流入(current sink)，具有集極、基極及射極，雙極型接面電晶體Q6之集極耦接於雙極型接面電晶體Q5之射極，雙極型接面電晶體Q6之基極耦接於雙極型接面電晶體Q1之基極，且雙極型接面電晶體Q6之射極耦接於共同電壓端14。

【0011】 電流源11可依據供電電壓VCC產生電流I1，且輸出電流I1以於節點12

第 5 頁，共 8 頁(發明說明書)

建立電壓V1，電流源150可依據電壓V1產生電流I2以於輸出端13建立能隙參考電壓V<sub>BG</sub>。電晶體F1及F2形成源極隨耦器或射極追蹤器。能隙參考電路15可以具有負溫度係數之雙極型接面電晶體Q3的PN接面順向導通電壓結合具有正溫度係數的熱電壓(thermal voltage)，以產生具有零溫度係數特性的能隙參考電壓V<sub>BG</sub>。雙極型接面電晶體Q1及雙極型接面電晶體Q2的截面積可以不同，電阻R1及R2的電阻值可以調整，藉以將能隙參考電壓V<sub>BG</sub>維持大致固定。回饋電路16可對電流源11提供回饋迴圈以穩定電壓V1。在回饋電路16中，電位轉換器160可將電壓V1轉換電位至雙極型接面電晶體Q4之基極的電壓V2，雙極型接面電晶體Q4及電阻R5形成回饋放大器且可提供回饋訊號S<sub>fb</sub>，其中回饋訊號S<sub>fb</sub>受控於雙極型接面電晶體Q4的基極的電壓V2。在回饋迴圈中，電位轉換器160中的雙極型接面電晶體Q6對雙極型接面電晶體Q5進行偏壓，雙極型接面電晶體Q5形成二極體以將電壓V1下轉換為電壓(V1-V<sub>BE</sub>)作為雙極型接面電晶體Q4之基極的電壓V2，V<sub>BE</sub>係為二極體的基極-射極電壓(Base-Emitter Voltage)，雙極型接面電晶體Q4之基極的電壓V2控制雙極型接面電晶體Q4的集極電流，集極電流流經電阻R5以產生回饋訊號S<sub>fb</sub>，最後電流源11可接收回饋訊號S<sub>fb</sub>以控制電壓V1。

**【0012】** 當供電電壓VCC增加時電壓V1會隨之增加，雙極型接面電晶體Q5依據電壓V1增加電壓V2，雙極型接面電晶體Q4之集極電流隨之增加，集極電流流經電阻R5以降低回饋訊號S<sub>fb</sub>上的電壓，電流源11接收回饋訊號S<sub>fb</sub>上降低的電壓以壓制電壓V1以產生大致上不隨供電電壓VCC改變的電壓V1。相反地當供電電壓VCC降低時電壓V1會隨之降低，雙極型接面電晶體Q5依據電壓V1降低電壓V2，雙極型接面電晶體Q4之集極電流隨之降低，集極電流流經電阻R5以增加回饋訊號S<sub>fb</sub>上的電壓，電流源11接收回饋訊號S<sub>fb</sub>上增加的電壓以提升電壓V1以產生大致上不隨供電電壓VCC改變的電壓V1，進而使參考電壓產生電路1於輸出端

13產生的能隙參考電壓V<sub>BG</sub>大致上亦不隨供電電壓V<sub>CC</sub>改變。在本實施例中，藉由電流源11與回饋電路16的回饋控制，可將電壓V<sub>1</sub>與能隙參考電壓V<sub>BG</sub>隨供電電壓V<sub>CC</sub>改變的改變率控制在約±3%內。例如當供電電壓V<sub>CC</sub>在3.3V~5.5V間變化時，電壓V<sub>1</sub>會在約1.74V~1.75V之間變化，使得電壓V<sub>1</sub>與能隙參考電壓V<sub>BG</sub>隨供電電壓V<sub>CC</sub>改變的改變率約在±0.5%內。相較於不使用電流源11與回饋電路16的設計，也就是將供電電壓V<sub>CC</sub>直接提供給能隙參考電路15中的電流源150與電阻R<sub>4</sub>的第一端，省略電流源11與回饋電路16將會使能隙參考電壓V<sub>BG</sub>隨供電電壓V<sub>CC</sub>改變的改變率大幅提昇至約7%。

【0013】 雙極型接面電晶體Q<sub>1</sub>-Q<sub>6</sub>皆可包含NPN型異質接面雙極型電晶體 (heterojunction bipolar transistor, HBT)。雙極型接面電晶體皆可以是NPN型雙極型電晶體。電晶體F<sub>2</sub>及電晶體F<sub>1</sub>皆可包含雙極型接面電晶體或場效電晶體，特別是包含NPN型雙極型接面電晶體、N型金屬半導體場效電晶體 (metal semiconductor field effect transistor, MESFET)或假晶高速電子移動電晶體 (pseudomorphic high electron mobility transistor, pHEMT)。

【0014】 第1圖和第2圖中的參考電壓產生電路1可提供大致上不受溫度變化及供電電壓變化影響的穩定能隙參考電壓V<sub>BG</sub>，低功耗，且可適用於雙極型電晶體技術、互補金氧半導體技術、雙極互補金氧半導體 (bipolar-complementary metal-oxide-semiconductor, BiCMOS) 技術或異質接面雙載子暨假晶高速電子移動電晶體 (bipolar high electron mobility transistor, BiHEMT) 技術。

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。

**【符號說明】****【0015】**

1	參考電壓產生電路
10	供電電壓端
11、150	電流源
12	節點
13	輸出端
14	共同電壓端
15	能隙參考電路
16	回饋電路
160	電位轉換器
F1、F2	電晶體
I1、I2	電流
Q1至Q6	雙極型接面電晶體
R1至R5	電阻
Sfb	回饋訊號
VBG	能隙參考電壓
VCC	供電電壓
V1、V2	電壓
GND	共同電壓

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種參考電壓產生電路，用以產生一能隙參考電壓，包含：

一供電電壓端，用以提供一供電電壓；

一第一節點；

一第一電流源，耦接於該供電電壓端及該第一節點之間，用以依據該供電電壓產生一第一電流，且輸出該第一電流以於該第一節點建立一第一電壓；

一輸出端；

一共同電壓端，用以提供一共同電壓；

一能隙參考電路，耦接於該第一節點及該共同電壓端之間，用以於該輸出端輸出該能隙參考電壓，且包含：

一第二電流源，耦接於該第一節點，且用以產生一第二電流以於該輸出端建立該能隙參考電壓；

一第一電阻，具有一第一端及一第二端，該第一電阻的該第一端耦接於該輸出端；

一第一雙極型接面電晶體，具有一集極、一基極及一射極，該第一雙極型接面電晶體之該集極耦接於該第一電阻的該第二端及該第一雙極型接面電晶體之該基極，且該第一雙極型接面電晶體之該射極耦接於該共同電壓端；

一第二電阻，具有一第一端及一第二端，該第二電阻的該第一端耦接於該輸出端；

一第二雙極型接面電晶體，具有一集極、一基極及一射極，該第二雙極型接面電晶體之該集極耦接於該第二電阻的該第二端，且該第二雙

- 極型接面電晶體之該基極耦接於該第一雙極型接面電晶體之該基極；
- 一第三電阻，耦接於該第二雙極型接面電晶體之該射極及該共同電壓端之間；
- 一第三雙極型接面電晶體，具有一集極、一基極及一射極，該第三雙極型接面電晶體之該基極耦接於該第二雙極型接面電晶體之該集極或該基極，且該第三雙極型接面電晶體之該射極耦接於該共同電壓端；及
- 一第四電阻，具有一第一端及一第二端，該第四電阻的該第一端耦接於該第一節點，且該第四電阻的該第二端耦接於該第二電流源與該第三雙極型接面電晶體之該集極；及
- 一回饋電路，耦接於該第一節點及該第一電流源，用以穩定該第一電壓，且包含：
- 一第四雙極型接面電晶體，具有一集極、一基極及一射極，該第四雙極型接面電晶體之該射極耦接於該共同電壓端，其中該基極的電壓受控於該第一電壓；及
- 一第五電阻，具有一第一端及一第二端，該第五電阻的該第一端耦接於該供電電壓端，且該第五電阻的該第二端耦接於該第一電流源與該第四雙極型接面電晶體之該集極。

**【第2項】** 如請求項1所述之參考電壓產生電路，其中該回饋電路更包含：

- 一電位轉換器，耦接於該第一節點、該第四雙極型接面電晶體之該基極及該共同電壓端，用以將該第一電壓轉換電位至該基極的電壓。

【第3項】 如請求項2所述之參考電壓產生電路，其中該電位轉換器包含：

一第五雙極型接面電晶體，以二極體形式連接，具有一集極、一基極及一射極，該第五雙極型接面電晶體之該集極耦接於該第一節點，且該第五雙極型接面電晶體之該射極耦接於該第四雙極型接面電晶體之該基極。

【第4項】 如請求項3所述之參考電壓產生電路，其中該電位轉換器更包含：

一第六雙極型接面電晶體，具有一集極、一基極及一射極，該第六雙極型接面電晶體之該集極耦接於該第五雙極型接面電晶體之該射極，該第六雙極型接面電晶體之該基極耦接於該第一雙極型接面電晶體之該基極，且該第六雙極型接面電晶體之該射極耦接於該共同電壓端。

【第5項】 如請求項4所述之參考電壓產生電路，其中該第一至第六雙極型接面電晶體是NPN型雙極型電晶體。

【第6項】 一種參考電壓產生電路，用以產生一能隙參考電壓，包含：

一供電電壓端，用以提供一供電電壓；

一第一節點；

一第一電流源，耦接於該供電電壓端及該第一節點之間，用以接收該供電電壓及依據一回饋訊號產生一第一電流，且輸出該第一電流以於該第一節點建立一大致上不隨該供電電壓改變的第一電壓；

一輸出端；

一共同電壓端，用以提供一共同電壓；

一能隙參考電路，耦接於該第一節點及該共同電壓端之間，用以於該輸出



- 端建立大致上不隨溫度改變的該能隙參考電壓；及
- 一回饋電路，耦接於該第一節點及該第一電流源，用以依據該第一電壓產生該回饋訊號，該第一電壓的變化趨勢與該回饋訊號的變化趨勢有關，該回饋電路包含：
- 一第四雙極型接面電晶體，具有一集極、一基極及一射極，該第四雙極型接面電晶體之該射極耦接於該共同電壓端，其中該基極的電壓受控於該第一電壓；及
  - 一第五電阻，具有一第一端及一第二端，該第五電阻的該第一端耦接於該供電電壓端，且該第五電阻的該第二端耦接於該第一電流源與該第四雙極型接面電晶體之該集極，用以提供該回饋訊號，其中該回饋訊號受控於該第四雙極型接面電晶體的該基極的電壓。

**【第7項】** 如請求項6所述之參考電壓產生電路，其中該能隙參考電路包含：

- 一第二電流源，耦接於該第一節點，且用以產生一第二電流以於該輸出端建立該能隙參考電壓；
  - 一第一電阻，具有一第一端及一第二端，該第一電阻的該第一端耦接於該輸出端；
  - 一第一雙極型接面電晶體，具有一集極、一基極及一射極，該第一雙極型接面電晶體之該集極耦接於該第一電阻的該第二端及該第一雙極型接面電晶體之該基極，且該第一雙極型接面電晶體之該射極耦接於該共同電壓端；
  - 一第二電阻，具有一第一端及一第二端，該第二電阻的該第一端耦接於該輸出端；
  - 一第二雙極型接面電晶體，具有一集極、一基極及一射極，該第二雙極型
- 第4頁，共6頁(發明申請專利範圍)

一 一第一雙極型接面電晶體之該集極耦接於該第二電阻的該第二端，且該第二雙極型接面電晶體之該基極耦接於該第一雙極型接面電晶體之該基極；

一 一第三電阻，耦接於該第二雙極型接面電晶體之該射極及該共同電壓端之間；

一 一第三雙極型接面電晶體，具有一集極、一基極及一射極，該第三雙極型接面電晶體之該基極耦接於該第二雙極型接面電晶體之該集極，且該第三雙極型接面電晶體之該射極耦接於該共同電壓端；及

一 一第四電阻，具有一第一端及一第二端，該第四電阻的該第一端耦接於該第一節點，且該第四電阻的該第二端耦接於該第二電流源與該第三雙極型接面電晶體之該集極。

【第8項】 如請求項1或7所述之參考電壓產生電路，其中該第一至第四雙極型接面電晶體及該第一電流源及該第二電流源皆包含NPN型異質接面雙極型電晶體(heterojunction bipolar transistor, HBT)。

【第9項】 如請求項1或7所述之參考電壓產生電路，其中：

該第一電流源包含一第一電晶體，包含一第一端耦接於該供電電壓端、一第二端耦接於該第一節點、及一控制端耦接於該回饋電路；及

該第二電流源包含一第二電晶體，包含一第一端耦接於該第一節點、一第二端耦接於該輸出端、及一控制端耦接於該第四電阻的第二端。

【第10項】 如請求項9所述之參考電壓產生電路，其中該第一電晶體及該第二電晶體皆包含雙極型接面電晶體、場效電晶體、NPN型雙極型接面電晶體、N型金屬半導體場效電晶體 (metal semiconductor field effect

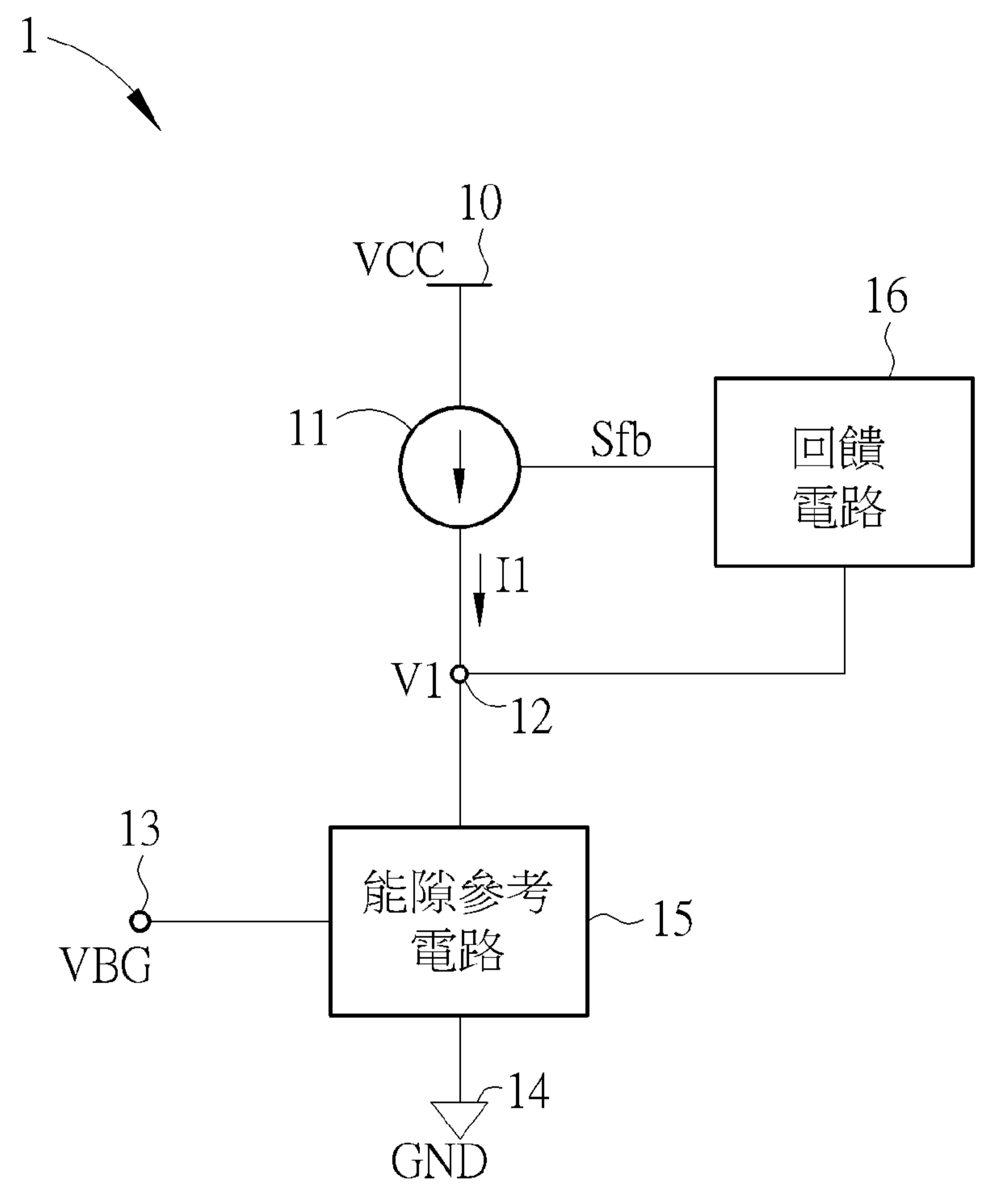
第5頁，共6頁(發明申請專利範圍)

transistor, MESFET) 或假晶高速電子移動電晶體 (pseudomorphic high electron mobility transistor, pHEMT)。

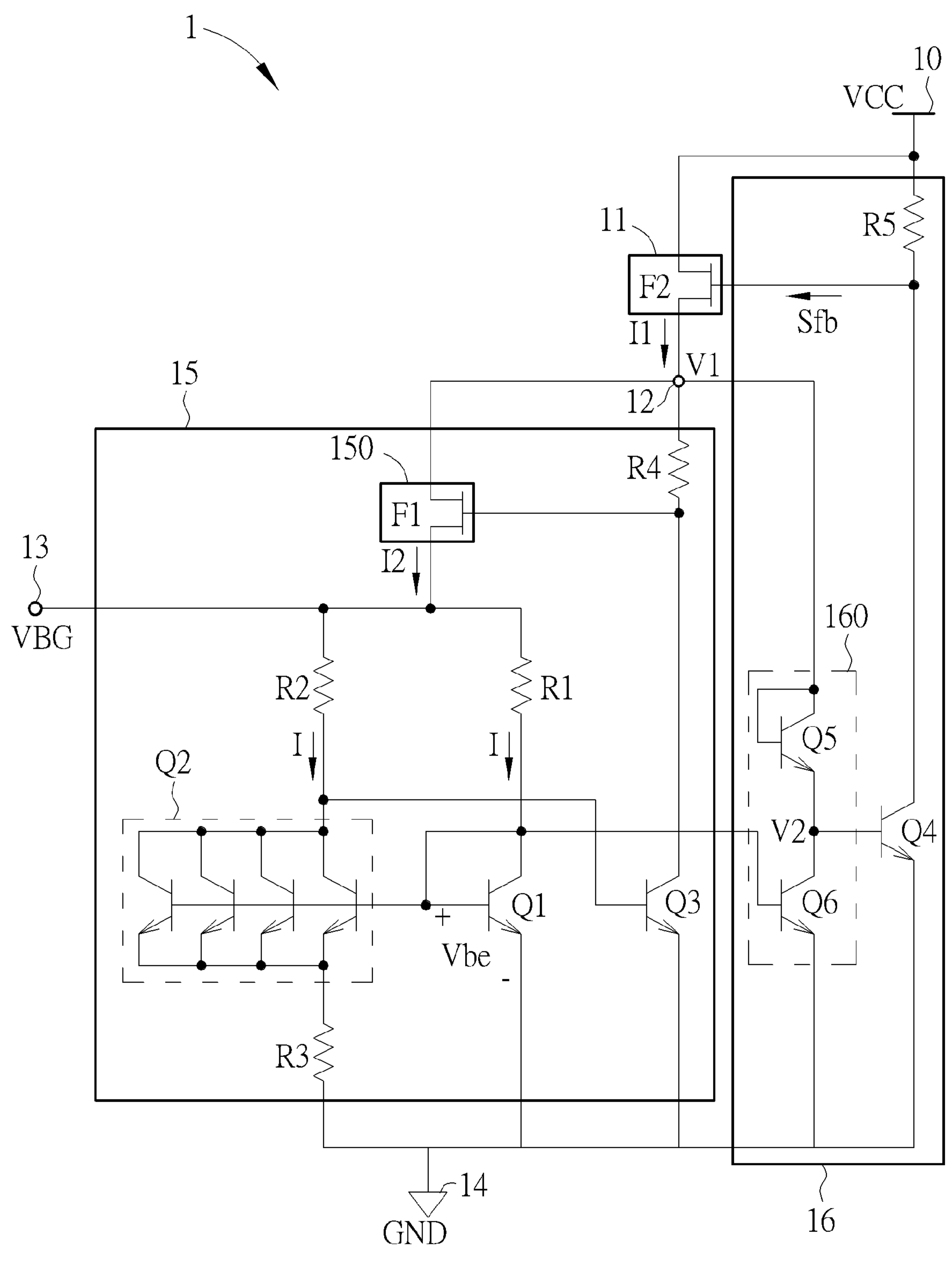
【第11項】 如請求項1或7所述之參考電壓產生電路，其中該第一雙極型接面電晶體及該第二雙極型接面電晶體的截面積不同。

【第12項】 如請求項6所述之參考電壓產生電路，其中該第一電壓的變化趨勢與該回饋訊號的變化趨勢相反。

【發明圖式】



第1圖



第2圖