

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
G05F 3/16

(45) 공고일자 1999년 10월 15일

(11) 등록번호 10-0226808

(24) 등록일자 1999년 07월 29일

(21) 출원번호	10-1991-0023539	(65) 공개번호	특 1992-0013866
(22) 출원일자	1991년 12월 20일	(43) 공개일자	1992년 07월 29일
(30) 우선권주장	22470A/90 1990년 12월 21일 이탈리아(IT)		
(73) 특허권자	에스지에스-통손 마이크로일렉트로닉스 에스.알.엘. 피에로 카폰셀리 이탈리아공화국, 20041 아그라이트 브리안자, 비아 씨. 올리베티 2 반니폴레토		
(72) 발명자	이탈리아공화국 15020 까미노(알레스산드리야)비아세라82 마시밀리아노브람빌라		
(74) 대리인	이탈리아공화국 20099 세스토에스. 지오반니(밀라노)브이. 레까시라기53 남상선		

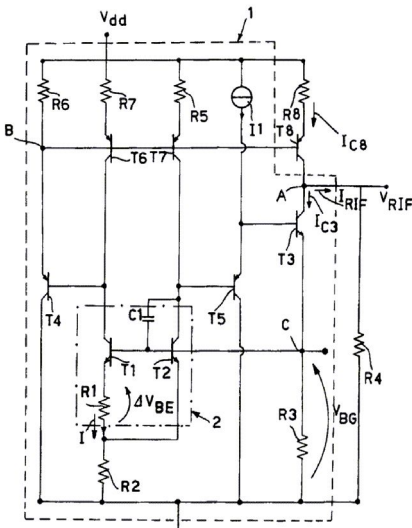
심사관 : 정성창

(54) 프로그래머블 열 드리프트를 가진 기준전압 발생기

요약

기준 전압 발생기는, 열 드리프트가 0인 제 1 전압( $V_{BG}$ )발생기(T1~T8, R1~R8, I1, C1)와, 소정의 열 드리프트를 가진 제 2 전압( $\Delta V_{BE}$ ) 발생기(T1, T2, R1, C1)와, 상기 제 1 전압발생기에 의해 발생된 전압( $V_{BG}$ )을 소정의 부하에 가하는 제 1 수단(R4, R3)과, 상기 제 2 전압발생기에 의해 발생된 전압( $\Delta V_{BE}$ )을 소정의 부하에 가하는 제 2 수단(R4, R1)과, 상기 제 1 및 제 2 전압발생기에 의해 발생된 부하 전압( $\Delta V_{BE}$ ,  $V_{BG}$ )들중 하나의 전압을 나머지 다른 전압으로부터 감산하는 감산수단(A)으로 구성된다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

프로그래머블 열 드리프트를 가진 기준 전압 발생기

[도면의 간단한 설명]

첨부된 도면은 본 발명의 기준 전압 발생기에 대한 회로도.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

T1~T3 : NPN 트랜지스터

T4~T8 : PNP 트랜지스터

$V_{dd}$  : 전원 $V_{RIF}$  : 기준전압 $V_{BG}$  : 밴드갭 전압 $\Delta V_{BE}$  : T1, T2 의 베이스-에미터간 전압차

R1~R8 : 저항

C1 : 커패시터

A, B, D : 회로접점

## [발명의 상세한 설명]

본 발명은 프로그래머블 열 드리프트를 가진 기준전압 발생기에 관한 것이다.

전압발생기의 기준 전압이  $-40^{\circ}\text{C}$  내지  $+150^{\circ}\text{C}$ 의 온도범위에서 저항에서의 전압 강하를 정확히 탐지할 수 있는 유용한 전압발생기에 대한 필요성이 인식되고 있다.

실제로 부하를 통해 흐르는 전류를 검증한다고 가정하면, 이와같은 작업을 수행하는 회로가, 비교기의 일 입력단에는 기준전압이, 비교기의 타 입력단에는 스위치가 삽입된 부하와 직렬연결된 검출저항에 걸린 전압이 공급되는 비교기를 위해 구비된다. 비교기의 출력에 의해 동작되는 제어회로는, 검출 저항에 걸리는 전압이 기준전압보다 높을때마다 스위치를 개방시킨다. 그러므로 검출 저항을 통해 흐르는 전류 및 이에 따라 부하를 통해 흐르는 전류를 계산할 수 있다.

중요한 것은 검출 저항의 열계수와 같은 열계수를 가진 기준 전압발생기를 만드는 것인데, 이것으로 모든 온도에서 동일한 정확도를 가지고 부하에 흐르는 전류를 측정할 수 있다.

공지된 기술에 따르면, 이와같은 발생기는 열 드리프트가 극히 낮은 소위 밴드갭 기준 발생기 및 밴드갭 발생기의 출력부와 바이어스 저항간에 직렬접속된 2개의 다이오드로 구성된 회로에 의해 달성된다(Paul R. Gray 및 Robert Meyer 의 저서 Analogue Integrated Circuits, Analysis and Design의 4장, 문단 A 4.3.2 참조). 그러면, 바이어스 저항에는 밴드갭 전압과 다이오드에 걸리는 총전압의 차이로서 얻어진 기준전압이 걸린다. 이 바이어스 저항은 상기 언급된 검출저항의 열계수와 대체로 같은 열계수를 갖고 있다.

그러나 상기 공지된 기술은 몇가지 결점을 갖고 있다. 공지된 기술에서는, 기준전압은 식  $V_{RIF}=V_{BG}-2V_d$  로 주어진다. 여기서  $V_{RIF}$  는 기준전압,  $V_{BG}$  는 밴드갭 전압,  $V_d$  는 다이오우드 전압이다. 상기 식의 2개의 좌측항을 분석해보면, 밴드갭 전압( $V_{BG}$ )에 관한 한, 이 전압의 절대치의 편차에 의해 발생되고 다른 처리단계에 관련된 에러는 무시될 수 없다는 것을 알 수 있다. 그러므로 바람직스럽지 못한 고도의 실리곤영역을 필요로 하는 눈금(calibrations)으로 전압( $V_{BG}$ )을 제어할 필요가 있게된다.

게다가 전압( $V_d$ )의 열계수는 전압의 절대치의 함수인데, 이 함수는 동작 전류의 절대치에 대수적으로 종속되고 대량 생산 공정으로 인해 편차가 있게된다.

이러한 고찰을 기초로 하면, 이 기술로는 기준전압( $V_{RIF}$ )의 절대치 특히 열계수를 정확하게 구할 수 없다.

## [발명의 목적]

본 발명의 목적은 정확도가 아주 높고 크기가 아주 작으며, 연속적인 범위값에서 선택될 수 있는, 열 드리프트를 가진 기준 전압 발생기를 제공하는데 있다.

본 발명에 있어서, 이와같은 목적은, 열 드리프트가 0인 제 1 전압발생기와, 소정의 열 드리프트를 가진 제 2 전압발생기와, 상기 제 1 발생기에 의해 발생된 전압을 소정의 부하에 가하는 제 1 수단과, 상기 제 2 발생기에 의해 발생된 전압을 소정의 부하에 가하는 제 2 수단과, 상기 제 1 및 제 2 전압발생기에 의해 발생된 부하 전압들중 하나의 전압을 나머지 다른 전압으로부터 감산하는 감산수단으로 구성된 것을 특징으로 하는 기준 전압발생기에 의해 달성된다.

바람직하게로는, 상기 제 2 전압발생기는 상기 제 1 전압발생기 내부에 있고, 또한 제 1 전압발생기와 공통으로 두개의 NPN 트랜지스터를 갖고 있다. 이 트랜지스터들의 베이스는 함께 접속되어 있고, 에미터는 어떤 저항을 통해 함께 접속되어 있으며 또한 또다른 공통 저항을 통해 접지에 연결되어 있다. 상기 트랜지스터들은 상이한 에미터 면적을 갖는다.

열 드리프트가 0인 전압 및 소정의 열 드리프트를 가진 전압이 각각의 저항에 가해지고, 상기 감산 수단은 상기 각각의 저항이 상기 기준 전압의 발생을 위해 출력 저항과 함께 수렴하는 회로 점점으로 구성된다.

본 발명의 특징은 첨부된 도면의 실시예에 의해 더욱 분명해 질 것이나, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니다.

도면에서, 회로는 전체적으로 전원( $V_{dd}$ )과 PNP 트랜지스터(T4)의 에미터간에 개재된 저항(R6)을 포함한다. 트랜지스터(T4)의 콜렉터는 접지되어 있고, 베이스는 PNP 트랜지스터(T6)의 콜렉터에 접속되어 있다. 트랜지스터(T6)은 PNP 트랜지스터(T7, T8) 및 전원( $V_{dd}$ )에 연결된 각각의 에미터 저항(R7, R5, R8)과 함께 전류 거울(current mirror)을 구성한다. 트랜지스터(T6, T7, T8)의 베이스들은 바이어스 되도록 저항(R6)과 트랜지스터(T7)간의 중간접점(B)에 연결된다. 트랜지스터(T6, T7)의 콜렉터들은 상이한 에미터 면적(T1의 에미터 면적은 T2의 에미터 면적의 n배)을 가진 2개의 NPN 트랜지스터(T1, T2)의 각 콜렉터들에 연결되어 있다. 트랜지스터(T1)의 베이스는 트랜지스터(T2)의 베이스에 연결되어 있다. 2개의 트랜지스터(T1, T2)의 에미터들은 저항(R1)을 통해 함께 연결되어 있다. 커패시터(C1)은 트랜지스터(T2)의 베이스와 콜렉터간에 개재되어 있다. 전체적으로 고려하면, 저항(R1)과 함께 트랜지스터(T1, T2)들은

전류( $I$ ) 발생수단을 구성하는데, 이 전류( $I$ )는 상기 언급된 전류 거울의 효과로 인해 전류( $I_{C8}$ )로서 트랜지스터( $T8$ )의 에미터, 따라서 콜렉터로 돌아온다. 이 회로는 또한 PNP 트랜지스터( $T5$ )를 포함하는데, 이 트랜지스터의 베이스는 트랜지스터( $T7$ )의 콜렉터에 연결된다. 트랜지스터( $T5$ )의 콜렉터는 접지되고, 에미터에는 전압( $V_{dd}$ ) 및 NPN 트랜지스터( $T3$ )의 베이스에 연결된 전류발생기( $I1$ )의 전류가 공급된다. 트랜지스터( $T8$ )의 에미터와 트랜지스터( $T3$ )의 에미터간에 개재된 회로접점(A)에는 저항( $R4$ )이 연결되어 있다. 이 저항의 일단은 접지된다. 기준전압( $V_{RIF}$ )은 이 저항에 걸리는 것이다. 트랜지스터( $T3$ )의 에미터는 저항( $R3$ )을 통해 접지에 연결되고, 이 저항은 트랜지스터( $T3$ )의 동작 전류를 세팅하는 기능을 갖고 있다. 트랜지스터( $T1$ ,  $T2$ )들의 베이스에 연결된 중간접점(C)과 접지간의 저항( $R3$ )에는 밴드갭 전압( $V_{BG}$ )이 걸리는데, 이 전압은 도면부호 1로 표시된 회로장치에 의해 발생되고 열 드리프트는 0이다. 이 값은 네가티브 열 드리프트를 갖는 성분( $T2$ 의 베이스-에미터 전압)과 포지티브 열 드리프트를 갖는 성분( $R2$ 에 걸리는 전압, 상이한 에미터 면적을 가진 2개의 트랜지스터( $T1$ ,  $T2$ )의 베이스-에미터 전압간의 차이의 작용)의 합으로 나타난다.

이상에서 설명된 회로는 다음과 같이 동작한다. 트랜지스터( $T1$ ,  $T2$ )과 저항기( $R1$ )에 의해 구성된 폐회로에 키르히호프 방정식을 적용하면, 저항( $R1$ )에는 트랜지스터( $T1$ ,  $T2$ )의 베이스-에미터 전압간의 차이와 같은 전압( $\Delta V_{BE}$ )이 구해지고 따라서 소정의 일정한 열 드리프트를 갖게 된다. 그러므로 저항( $R1$ )에는  $\Delta V_{BE}/R1$  과 같은 전류가 흐른다. 이 전류는 전류거울의 효과로 인해 트랜지스터( $T8$ )의 에미터에 전류( $I_{C8}$ )로서 돌아온다. 그러므로 트랜지스터( $T8$ )의 베이스 전류를 무시하면 트랜지스터( $T8$ )의 콜렉터로 돌아오게 되는 것이다. 트랜지스터( $T3$ )의 에미터에는 저항( $R3$ )의 전압( $V_{BG}$ )과 저항( $R3$ ) 그 자체간의 비에 의해 주어진 전류가 흐른다. 다음에, 트랜지스터( $T8$ ,  $T3$ )의 콜렉터들 간의 중간 접점(A)에 키르히호프법칙을 적용하면, 저항( $R4$ )를 흐르는 전류가 트랜지스터( $T8$ )의 콜렉터상의 콜렉터 전류( $I_{C8}$ )과 트랜지스터( $T3$ )의 콜렉터상의 콜렉터 전류( $I_{C3}$ )간의 차이에 의해 구해진다. 그러므로 기준 전압( $V_{RIF}$ )가 다음 식에 의해 구해진다.

$$V_{RIF} = R4(\Delta V_{BE}/R1 - V_{BG}/R3) \quad (1)$$

$$R3 = KR1 \quad (2)$$

이라 가정하면,

$$\begin{aligned} V_{RIF} &= R4/R1(\Delta V_{BE} - V_{BG}/K) \\ &= R4/R1(\Delta V_{BE} - V_0) \end{aligned} \quad (3)$$

여기서,

$$V_{BG}/K = V_0 \quad (4)$$

방정식(3)의 온도 의존성을 평가할 수 있기 위해서는 각 항들의 의존성을 표현할 필요가 있다.

$\Delta V_{BE}$  : 2개의 트랜지스터( $T1$ ,  $T2$ )들간의 전압( $V_{BE}$ )를 나타내는 방정식으로부터 시작하면,

$$\Delta V_{BE} = nV_T \ln(I_{C1}/I_{S1})(I_{C2}/I_{S2}) \quad (5)$$

로 쓸 수 있다.

여기서,  $V_T$  는 관계식  $V_T = KT/q$  ( $K$  = 볼츠만 상수,  $T$  = 절대온도)에 의해 정의된 온도에서의 전압이다. 아인슈타인 방정식에 따라 이 식은 확산과 전자 이동도간의 비율에 의해 주어진다.

만일,

$$I_{C1} = I_{C2}$$

$$I_{S1} = AI_{S2} \text{ 이고,}$$

$I_{C1}$ ,  $I_{C2}$ 가 트랜지스터( $T1$ ,  $T2$ )들의 콜렉터 전류이고,  $I_{S1}$ ,  $I_{S2}$ 가 트랜지스터( $T1$ ,  $T2$ )들의 포화전류(Saturation currents)이고, 그리고  $A$  가 트랜지스터( $T1$ ,  $T2$ )들의 에미터 면적비라면,

$$\Delta V_{BE} = nV_T \ln A = nKT/q \ln A \quad (6)$$

여기서,

$T$  = 절대온도

$K$  = 볼츠만 상수

$q$  = 전하량

$n$  = 온도와 무관한 과학기술적 변수.

방정식 (6)은 또한,

$$\Delta V_{BE} = n(KT_0/q) \ln A + n(K(T - T_0)/q) \ln A \quad (7)$$

로 쓸 수 있다. 여기서,  $T_0$  = 기준온도.

방정식 (7)을 정리하면,

$$\Delta V_{BE} = n(KT_0/q)(1 + (T - T_0)/T_0)\ln A = \Delta V_{BE0}(1 + a\Delta T)^n \quad (8)$$

여기서,

$\Delta V_{BE0}$  = 기준온도에서 계산된 값,

$a$  는 열 계수로서

$$a = 1/T_0(1/\circ K) \quad (9)$$

$$a = 10^6/T_0(\text{ppm}/\circ K) \quad (10)$$

방정식 (8)은 전압( $\Delta V_{BE}$ )의 변화법칙을 온도의 함수로 나타낸 것이다.

$V_{BG}/K$  : 전압( $V_{BG}$ )가 온도와 무관한 제 1 근사로서 취해진다.

$R4/R1$  : 2개의 저항이 결합될 경우, 이들 비는 온도와 무관하다.

방정식 (3)에 대입하면,

$$V_{RIF} = R4/R1(\Delta V_{BE0}(1 + a\Delta T) - V_0) \quad (11)$$

$$V_{RIF} = R4/R1(\Delta V_{BE0} - V_0)(1 + a'\Delta T) \quad (12)$$

여기서,

$$a' = (\Delta V_{BE0}/(\Delta V_{BE0} - V_0))a \quad (13)$$

방정식 (12)는 선형 열 드리프트를 가진 전압을 나타내는데, 여기서 열 계수값은 전압( $V_0$ ) 그러므로 전압( $V_{BG}$ )의 절대치에 종속된다.

$$V_0 = \Delta V_{BE0}(1 - a/a') \quad (14)$$

이것은 눈금이 필요없이, 아주 정확하게 필요에 따라서 열 계수값을 선택할 가능성을 결정한다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

열 드리프트가 0인 제 1 전압( $V_{BG}$ ) 발생기(1)와, 소정의 열 드리프트를 가진 제 2 전압( $\Delta V_{BE}$ ) 발생기(2)와, 상기 제 1 발생기(1)에 의해 발생된 전압( $V_{BG}$ )을 소정의 부하에 가하는 제 1 수단( $R4$ ,  $R3$ )과, 상기 제 2 발생기(2)에 의해 발생된 전압( $\Delta V_{BE}$ )을 소정의 부하에 가하는 제 2 수단( $R4$ ,  $R1$ )과, 상기 제 1 및 제 2 전압발생기(1, 2)에 의해 발생된 부하전압( $\Delta V_{BE}$ ,  $V_{BG}$ )들중 하나의 전압을 나머지 다른 전압으로부터 감산하는 감산수단(A)을 포함하는 것을 특징으로 하는 기준 전압발생기.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제 2 전압발생기(2)는 상기 제 1 전압발생기(1) 내부에 있으며, 베이스가 공통으로 연결되고 에미터가 저항( $R1$ )을 통해 공통으로 연결되어 다른 공통 저항( $R2$ )을 통해 접지에 연결되어 있는 2개의 NPN 트랜지스터( $T1$ ,  $T2$ )를 포함하며, 상기 트랜지스터( $T1$ ,  $T2$ )는 상이한 에미터 면적을 갖는 것을 특징으로 하는 기준 전압 발생기.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 열 드리프트가 0인 상기 전압( $V_{BG}$ ) 및 소정의 열 드리프트를 가진 상기 전압( $\Delta V_{BE}$ )이 각 저항( $R3$ ,  $R8$ )에 가해지며, 상기 감산수단은 상기 각 저항( $R3$ ,  $R8$ )이 상기 기준전압( $V_{RIF}$ )의 발생을 위해 출력 저항( $R4$ )과 함께 수렴하는 회로점(A)을 포함하는 것을 특징으로 하는 기준 전압 발생기.

## 도면

도면1

