

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
G05F 1/52

(11) 공개번호 10-2004-0100522
(43) 공개일자 2004년12월02일

(21) 출원번호 10-2003-0032911
(22) 출원일자 2003년05월23일

(71) 출원인 페어차일드코리아반도체 주식회사
경기 부천시 원미구 도당동 82-3

(72) 발명자 황종태
서울특별시 용산구 산천동 삼성리버힐아파트 112동 1405호

김동환
경기도 부천시 오정구 작동 실리콘하우스 까치동 5403호

이윤기
경기도 부천시 원미구 중동 보람마을 동남아파트 1123동 804 호

(74) 대리인 유미특허법인

심사청구 : 없음

(54) 온도에 독립적인 전류전원 회로

요약

본 발명은 온도에 독립적인 전류전원에 관한 것이다.

전류전원은 온도에 비례하는 전류전원부와 온도에 반비례하는 전류전원부를 포함하며 이 두 부분이 하나의 회로 속에 상호 포함되어 있다. 온도에 비례하는 전류전원부의 전류와 온도에 반비례하는 전류전원부의 전류의 합에 해당하는 값이 온도에 독립적인 전류로서 작용하기 위해서 회로 소자의 값(R1,R2,N값 등)을 적절히 조절한다. 이때 상기 회로 소자 값은 상기 전류의 합을 온도에 미분한 값이 0(zero)이 되도록 선택한다. 또한, 회로 소자 값을 더욱 쉽게 찾을 수 있게 듀얼 베이스 달링턴 바이폴라 트랜지스터(Dual-Base Darlington Bipolar Transistor)를 이용해서 온도에 독립적인 전류전원을 구현한다.

이와 같이 하면, 절대온도에 반비례하는(NTAT) 전류전원과 절대온도에 반비례하는(PTAT) 전류전원을 구현해서 이들을 결합하는 것이 아니라 이들을 한꺼번에 구현함으로써 온도의 변화에 대해 보다 좋은 질(quality)을 가지는 전류전원을 얻을 수 있다. 그리고 회로의 소자의 양을 줄일 수 있다.

대표도

도 2

색인어

온도에 비례하는(PTAT) 전류전원, 온도에 반비례하는(NTAT) 전류전원, 듀얼 베이스 달링턴 바이폴라 트랜지스터(Dual-Base Darlington Bipolar Transistor)

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a는 절대온도에 비례하는 종래의 전류전원의 구조를 나타내는 도면이다.

도 1b는 절대온도에 반비례하는 종래의 전류전원의 구조를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 온도에 독립적인 전류전원의 구조를 나타내는 도면이다.

도 3a는 본 발명의 제2 실시예에 따른 온도에 독립적인 전류전원의 회로에 포함되는 듀얼 베이스 달링턴 바이폴라 트랜지스터를 나타내는 도면이다.

도 3b는 도 3a의 듀얼 베이스 달링턴 바이폴라 트랜지스터의 심벌(symbol)을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 온도에 독립적인 전류전원을 나타내는 도면이다.

도 5는 도 4를 더욱 상세히 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 제1 및 제2 실시예에 따른 온도에 독립적인 전류전원의 온도의 변화에 따른 시뮬레이션(simulation) 결과를 나타내는 도면이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 전류전원에 관한 것으로 특히 온도에 독립적인 전류전원에 관한 것이다.

전압전원과 전류전원은 아날로그 회로(analog circuit)에 있어 기본이 되는 회로의 구성요소이다. 따라서, 전압전원과 전류전원은 주위의 환경적인 요인이 변하여도 항상 일정한 전압과 전류를 발생시켜야 한다. 예를 들면, 부하(load)와 온도의 변화에 영향을 받지 않는 것은 시스템의 안정을 위해서 중요하다. 특히, 트랜지스터(transistor)와 같이 온도에 영향을 받을 가능성이 큰 소자에 있어서는 온도에 독립적인 전류전원을 공급하는 것은 매우 중요하다.

도 1a와 도 1b는 종래의 기술로서 각각 절대온도에 비례하는(proportional to absolute temperature, 이하 'PTAT'라 함) 전류전원과 절대온도에 반비례하는 (inversely proportional to absolute temperature, 이하 'NTAT'라 함) 전류전원을 나타내는데 이들의 특징을 알아보면 다음과 같다.

도 1a에서 절대온도에 비례하는(PTAT) 전류전원은 두 개의 트랜지스터(Q1,Q2), 저항(R1), 전류 미러부(current mirror)(10)를 포함하는데 전류미러부(10)의 전류비가 1인 경우에는 도면에 도시된 바와 같이 트랜지스터Q1과 트랜지스터Q2의 컬렉터 전류(collector current)가 동일하다. 여기서, 컬렉터 전류의 값을 수식으로 나타내면 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$IPTAT = \frac{VT}{R1} \ln N = \frac{k \cdot T}{q \cdot R1} \ln N,$$

여기서 IPTAT는 상기 도 1a에서 트랜지스터의 컬렉터 전류에 해당하는 값이고, VT는 열전압(thermal voltage)으로서 $VT=kT/q$ 로 표현되는데 이 값은 실내온도(room temperature, 보통 27°C로서 절대온도로 나타내면 300K에 해당함)에서 일반적으로 25mV에 해당하는 상수(constant)이다. 그리고 N은 트랜지스터Q1과 트랜지스터Q2의 크기의 비에 해당하는 값이며 q는 전자 전하량, k는 볼츠만 상수(Boltzmann's constant), T는 절대온도를 나타낸다. 따라서, 수

학식1에서 알 수 있듯이 IPTAT는 절대온도 T에 비례하므로 상기의 도 1a는 절대온도에 비례하는 전류전원이 된다.

도 1b에서 절대온도에 반비례하는 전류전원은 두 개의 트랜지스터(Q3,Q4)와 저항(R2), 전류 미러부(current mirror) (10)를 포함하는데 전류미러부는 도 1a의 전류미러부와 동일한 기능을 한다. 전류미러부의 입출력비가 1(unity)이기 때문에 트랜지스터Q3와 트랜지스터Q4의 컬렉터 전류(collector current)의 값은 동일하며 컬렉터 전류 값은 수학식 2로 표현된다. 이때 컬렉터 전류 값은 트랜지스터Q3과 저항R2에 의해 결정된다.

$$\text{수학식 2}$$

$$I_{NTAT} = \frac{V_{BE}}{R2}.$$

여기서 INTAT는 트랜지스터Q3과 트랜지스터Q4의 컬렉터 전류를 나타낸다. VBE는 트랜지스터Q3(바이폴러 트랜지스터)에서, 에미터(emitter)에 대한 베이스(base)의 전압 값을 나타낸다. 이때 VBE는 온도에 대해 음(negative)한 성질을 가지는데 접합(junction) 온도가 1°C 상승할 때마다 -2mV 감소한다. 따라서, 수학식2에서 알 수 있듯이 도1b 회로는 온도에 반비례하는(NTAT) 전류전원임을 알 수 있다.

그러나 상기의 도1a와 도1b의 전류전원은 상기의 수학식1, 수학식2에서 알 수 있듯이 온도에 영향을 받는 문제점이 있다.

또한, 일반적으로 온도에 독립적인 전류전원을 구현함에 있어서 온도에 비례하는 전류전원과 온도에 반비례하는 전류전원의 결합하여 온도에 독립적인 전류전원을 구현한다. US Patent Number 6,310,510 와 US Patent Number 6 023185등에서 온도에 독립적인 전류전원 회로를 구현하였으며 상기의 특허들도 절대온도에 비례하는(iNversely proportional To Absolute Temperature, 이하'NTAT'라 함) 전류전원의 기능을 하는 회로와 (Proportional To Absolute Temperature, 이하'PTAT'라 함) 전류전원의 기능을 하는 회로를 결합하고 있다. 그러나 상기와 같은 특허(특히, US Patent Number 6,310,510)의 경우는 NTAT 전류전원 기능을 하는 회로와 PTAT 전류전원 기능을 하는 회로를 구현한 후에 단순히 이들을 결합하여 온도에 독립적인 회로(Temperature Indendent current source)를 구현하고 있다. 따라서, 소자를 많이 요구하여 복잡하며 비용이 증가하는 문제점이 있다. 또한 양 회로의 매칭(matching)문제로 인해 전류전원의 질(quality) 즉, 온도의 변화에 의한 전류의 변화(variation)가 나빠지는 문제점이 있다. 또한 상기 특허 중 US Patent Number 6023185의 경우는 밴드 갭 기준(band gap reference)이 필요하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 상기 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서 보다 간단한 회로를 통해 온도의 변화에 독립적인 전류전원을 제공하고 보다 질(quality)이 좋은 전류전원을 제공하기 위한 것이다. 또한, 밴드 갭 기준(band gap reference)이 필요 없는 전류전원을 제공하기 위한 것이다.

발명의 구성 및 작용

이러한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 하나의 특징에 따른 온도에 독립적인 전류전원은

제1단자에 제1전류가 입력되고 제2단자가 접지에 연결된 제1트랜지스터;

제1단자로부터 제2전류의 일부가 출력되고 제2단자가 제1저항을 통해 접지에 연결되며 제어단자가 상기 제1트랜지스터의 제어단자에 연결된 제2트랜지스터;

제1단자가 상기 제2트랜지스터의 제1단자에 연결되어 제2전류의 나머지가 출력되고 제2단자가 상기 제2트랜지스터의 제어단자에 연결되며 제어단자가 상기 제1트랜지스터의 제1단자에 연결된 제3트랜지스터; 및

상기의 제1트랜지스터 및 제2트랜지스터의 제어단자와 접지사이에 연결된 제2저항을 포함한다.

여기서 제1트랜지스터와 제2트랜지스터의 크기 비, 상기 제1저항과 제2저항을 조절하여 온도에 독립적인 전류를 발생시키는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 다른 특징에 따른 온도에 독립적인 전류전원은

제1단자에 제1전류가 입력되는 제1트랜지스터, 제어단자가 상기 제1트랜지스터의 제어단자와 연결되고 제1단자로 부터 제2전류의 일부가 출력되며 제2단자가 제1저항을 통해 접지에 연결된 제2트랜지스터 및 상기 제1저항은, 제어 단자가 상기 제1트랜지스터의 제1단자와 연결되고 제2단자가 상기의 제1트랜지스터의 제어단자에 연결된 제3트랜 지스터가 버퍼로서 역할을 하여 상기 제2트랜지스터의 제1단자에 온도에 비례하는 전류를 발생시키는 기능을 하며, 제1단자가 상기 제2트랜지스터의 제1단자에 연결되어 제2전류의 나머지가 출력되는 상기 제3트랜지스터, 상기 제1 트랜지스터, 상기 제1트랜지스터의 제어단자와 접지사이에 연결된 제2저항은, 상기 제3트랜지스터의 제1단자에 온 도에 반비례하는 전류를 발생시키는 기능을 하여 제1전류 및 제2전류가 온도에 독립적인 전류인 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 특징에 따른 온도에 독립적인 전류전원은

제1단자에 제1전류가 입력되고 제2단자가 접지에 연결되고 제1단자와 제1제어단자가 상호 연결된 제1달링턴트랜지 스테르; 및

제1단자로부터 제2전류가 출력되고 제2단자가 제1저항을 통해 접지에 연결되고 제1제어단자와 제2제어단자가 각각 상기 제1달링턴트랜지스터의 제1제어단자와 제2제어단자에 연결된 제2달링턴트랜지스터를 포함한다.

아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여 기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다.

이제 본 발명의 실시예에 따른 온도에 독립적인 전류전원에 대하여 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.

도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 온도에 독립적인 전류전원(Temperature Independent Current Source, 이하 'TI 전류전원'이라 함)을 나타내는 도면이다.

도 2에서 도시된 바와 같이 본 발명의 제1실시예에 따른 TI 전류전원은 세 개의 트랜지스터(Q10, Q20, Q30)와 두 개 의 저항(R10, R20), 전류미러부(current mirror)(100)를 포함한다. 전류 미러부(100)는 입력포트(input port)로부터 출력포트(output port)로 입력전류를 복사한다. 도2에서 입력전류와 출력전류의 전류비는 1(unity)로 하였다.

도 2에서 트랜지스터Q10과 트랜지스터Q20의 베이스가 상호 연결되고 트랜지스터Q30의 베이스와 에미터가 각각 제 1트랜지스터의 컬렉터와 베이스에 연결되어, 도 2에서 나타낸 트랜지스터Q10과 트랜지스터Q20, 저항R10 부분이 도 1a에서 설명한 절대온도에 비례하는(PTAT) 전류전원의 기능을 한다. 이때 트랜지스터Q30은 트랜지스터Q10에 대 해서는 버퍼(buffer)로서 기능하여 트랜지스터Q10이 다이오드(Diode)로서 기능하게 한다. 따라서, PTAT 전류전원 의 기능을 하는 부분 중 트랜지스터Q20의 컬렉터 전류 즉, IPTAT는 수학식1과 같이 표현된다. 이때 실내온도 즉, 30 0K에서는 IPTAT의 값을 IPTAT,0으로 표기한다고 가정한다.

또한 도 2에서 트랜지스터Q10의 베이스와 컬렉터가 각각 트랜지스터Q30의 에미터와 베이스에 연결되어, 트랜지스 터Q10과 트랜지스터Q30, 저항 R20 부분이 도 1b에서 설명한 절대온도에 반비례하는(NTAT) 전류전원의 기능을 한 다. 여기서, 트랜지스터Q30은 PTAT 전류전원의 기능을 하는 부분에 대해서는 버퍼로서의 기능과 NTAT 전류전원 의 기능을 하는 부분에 대해서는 NTAT 전류전원의 한 부분으로서의 기능을 함께 가진다. 따라서, NTAT 전류전원의 기능을 하는 부분 중 트랜지스터Q30의 컬렉터 전류 즉, INTAT는 수학식2와 같이 표현된다.

즉, 도 2에 나타낸 바와 같이 본 발명의 제1실시예 따른 온도에 독립적인 전류전원은 상기 PTAT 전류전원으로서 기 능을 하는 부분과 NTAT 전류전원으로서 기능을 하는 부분이 상호 결합되어 있다. 그러므로 트랜지스터Q20과 트랜 지스터Q30의 컬렉터 전류(collector current)는 각각 NTAT 전류전원의 전류와 PTAT 전류전원의 전류가 된다. 그 리고, 각각 NTAT 전류전원과 PTAT 전류전원의 전류 INTAT와 IPTAT은 합쳐지게 되고 이 결합된 전류는 전류 미 러(current mirror)에 의해 트랜지스터Q10의 컬렉터(collector)로 복사된다. 이렇게 복사된 트랜지스터Q10의 컬렉 터 전류(collector)가 온도에 독립적인 전류의 특성을 가지게 된다. 온도에 독립적인 전류전원의 특성을 가지는지 여 부는 다음 식을 통해서 알 수 있다.

상기에서 설명하였듯이 TI 전류전원은 PTAT 전류전원의 기능을 하는 부분과 NTAT 전류전원의 기능을 하는 부분 의 결합으로 이루어지므로 TI 전류전원의 전류를 수식으로 표현하면 수학식3과 같다.

수학식 3

$$ITI = IPTAT + INTAT .$$

여기서, ITI는 TI 전류전원의 전류 값을 나타낸다. 그리고 IPTAT와 INTAT는 각각 PTAT와 NTAT의 전류 값을 나타낸다. 온도에 독립적인지 여부는 수학식3을 온도에 대해서 편미분함으로서 알 수 있는데 이를 수식으로 표현하면 수학식4와 같다.

수학식 4

$$\frac{\partial ITI}{\partial T} = \frac{\partial IPTAT}{\partial T} + \frac{\partial INTAT}{\partial T} = \ln N \left(\frac{1}{R1} \frac{\partial VT}{\partial T} - \frac{VT}{R1^2} \frac{\partial R1}{\partial T} \right) + \left(\frac{1}{R2} \frac{\partial VBE}{\partial T} - \frac{VBE}{R2^2} \frac{\partial R2}{\partial T} \right)$$

$$= \frac{VT}{R1} \ln N \Big|_{T=300K} \cdot \left(\frac{1}{VT} \frac{\partial VT}{\partial T} - \frac{1}{R1} \frac{\partial R1}{\partial T} \right) + \frac{VBE}{R2} \Big|_{T=300K} \cdot \left(\frac{1}{VBE} \frac{\partial VBE}{\partial T} - \frac{1}{R2} \frac{\partial R2}{\partial T} \right)$$

수학식 5

$$\frac{VT}{R1} \ln N \Big|_{T=300K} = IPTAT, 0 ,$$

여기서, 앞에서 가정하였듯이 실내온도(300K)에서의 IPTAT의 값을 수학식5와 같이 표기한다.

수학식 6

$$\frac{1}{VT} \frac{\partial VT}{\partial T} = TC, VT$$

수학식 7

$$\frac{1}{VBE} \frac{\partial VBE}{\partial T} = TC, VBE ,$$

수학식 8

$$\frac{VBE}{R2} \Big|_{T=300K} = INTAT, 0 ,$$

수학식 9

$$\frac{1}{R1} \frac{\partial R1}{\partial T} = \frac{1}{R2} \frac{\partial R2}{\partial T} = TC, R.$$

상기 수학식6, 수학식7, 수학식8, 수학식9는 좌변의 값을 우변의 표기로 가정한 것이다.

상기 수학식5부터 수학식9까지의 값을 상기 수학식4에 대입하면 아래의 수학식10과 같이 되며 절대온도에 독립적이기 위해서는 수학식10에서와 같은 등식이 성립해야한다.

수학식 10

$$\frac{\partial III}{\partial T} = IPTAT,0(TC, VT - TC, R) - INTAT,0(TC, VBE - TC, R) = 0$$

또한 수학식10으로부터 IPTAT,0 대 INTAT,0의 비를 구하면 아래의 수학식11이 된다.

수학식 11

$$\frac{IPTAT,0}{INTAT,0} = \frac{TC, VBE - TC, R}{TC, VT - TC, R}$$

상기 수학식5와 수학식7, 수학식11을 이용하면 절대온도에 독립적인 전류전원의 소자 값인 N(즉, Q10, Q20의 크기(size)의 비), 저항 R10, 저항 R20을 알 수 있다.

본 발명의 제1 실시예에따른 온도에 독립적인 전류전원은 아주 간단한 회로로서 구현이 가능하지만 트랜지스터Q10, 트랜지스터Q20, 트랜지스터Q30이 온도에 대한 의존성이 모두 상이하다. 따라서, 수학식10을 만족하는 N값과 저항R10, 저항R20을 찾는 것이 매우 어렵다.

아래에서는 상기의 제1 실시예에서의 문제점인 디자인(design)의 문제점을 극복한 본 발명의 제2 실시예에 따른 온도에 독립적인 전류전원에 대해서 도3 내지 도5를 이용하여 상세히 설명한다.

도 3a는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전류전원의 회로에 포함되는 듀얼 베이스 달링턴 바이폴라 트랜지스터(Dual-base Darlington bipolar transistor, 이하 'DB²T'이라 함)의 구조를 나타내는 도면이다. 그리고 도 3b는 도 3a의 DB²T의 심벌(symbol)을 나타내는 도면이다.

도 3a에 나타낸 바와 같이, DB²T는 두 개의 트랜지스터(Q50, Q60)와 저항R50을 포함한다. 도 3a에서 트랜지스터Q50와 트랜지스터Q60의 컬렉터(collector)는 상호 연결되며 트랜지스터Q50의 에미터(emitter)와 트랜지스터Q60의 베이스도 상호 연결되어 있다. 그리고 저항R50은 트랜지스터Q60의 베이스에 연결되어 있다. 도 3a에서 나타낸 바와 같이 두 개의 트랜지스터(Q50, Q60)가 있으므로 두 개의 베이스가 있으며 이는 각각 제1베이스, 제2베이스(B1, B2)이다.

도 3a에서, 트랜지스터Q50은 NTAT 전류전원을 수행하기 위해 사용되고 트랜지스터Q60은 PTAT 전류전원을 수행하기 위해 사용된다. 여기서 저항 R50과 트랜지스터Q60의 VBE(에미터에 대한 베이스의 전압)의 값이 INTAT의 양을 결정한다. 그리고, DB²T는 두 개의 파라미터(parameter)를 가지는데 각각 트랜지스터Q50의 에미터 크기(size) (이하에서는 'SIZE,Q50'이라 함)와 트랜지스터Q60의 에미터 크기(size) (이하에서는 'SIZE,Q60'이라 함)이다. 일반적으로 상기의 파라미터 SIZE,Q60이 파라미터 SIZE,Q50보다 더 크다. 이하에서는 도 3a를 기본으로 하여 본 발명의 제2실시예에 따른 전류전원을 설명한다.

도 4와 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 제1실시예의 문제점을 극복한 온도에 독립적인 전류전원을 나타내는 도면이다. 도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 전류전원을 두 개의 DB²T로 나타낸 것이며 도 5는 도 4를 더욱 상세하게 나타내는 도면이다. 따라서, 도 4와 도 5를 동시에 설명한다.

도 4에 나타난 바와 같이, 본 발명의 제2실시예에 따른 온도에 독립적인 전류전원은 2개의 DB²T(DQ1, DQ2), 저항 R60, 전류 미러부(current mirror)(100)를 포함한다.

본 발명의 제 2실시예에 따른 DQ1, DQ2 및 전류 미러부(current mirror)(100)는 도3 및 도2에서 설명한 기능 및 역할과 거의 동일하며, 이하에서는 중복되는 부분은 생략한다.

도 4에서, DQ1의 컬렉터(collector)는 DQ2의 제1베이스(B1)와 연결되며 DQ1의 두개의 베이스(B1,B2)는 각각 DQ2의 두 개의 베이스(B1,B2)와 상호 연결되어 있다. 저항 R60은 DQ1의 에미터(emitter)와 접지 사이에 연결되어 있다.

도 5는 본 발명의 제 2실시예에 따른 도4의 연결을 더욱더 상세하게 나타낸 것이다. 따라서 도5를 이용해서 본 발명의 제2실시예의 각 소자들의 기능을 알아본다.

도 5에서, DQ1 내부의 트랜지스터Q60a, DQ2 내부의 트랜지스터Q60b, DQ1 내부의 제2베이스(B2)와 DQ2 내부의 제2베이스(B2)간의 상호연결, 저항60이 PTAT전류전원의 기능을 한다. 이때, DQ2내부의 Q60b의 에미터의 크기(size)는 도4에서 나타난 바와 같이 그 외의 트랜지스터 보다 N배 더 크다. 상기의 에미터의 크기의 N배차이와 저항 R60의 값이 IPTAT (즉, PTAT전류)량을 결정한다.

도 5에서, DQ1 내부의 Q50a, DQ2 내부의 Q50b, DQ1 컬렉터(collector)와 DQ1의 제1베이스(즉,Q50a의 베이스)간의 상호 연결, DQ1의 제1베이스(B1)와 DQ1의 제1베이스(B1)간의 상호 연결, 두 저항(R50a,R50b)은 NTAT 전류전원의 기능을 한다. 이때, 두 저항(R50a,R50b)값과 각각의 Q50a, Q50b의 VBE의 값에 의해 INTAT(즉,NTAT전류)량을 결정한다.

도 5에서 나타난 바와 같이, 상기 IPTAT와 INTAT의 합이 온도에 독립적인 전류전원의 전류 값인 ITI값이 된다. 즉 이는 수학식3의 관계가 성립한다. 온도에 독립적인 전류전원이 되기 위해선 상기의 저항 값 R60, R50a, R50b, N 값이 수학식10의 값을 만족하도록 선택한다. 수학식10의 값을 만족하는 경우에 도4, 상세하게는 도5의 구조를 가지는 회로는 온도에 독립적인 전류전원이 된다.

도 6은 본 발명의 제1 및 제2 실시예에 따른 온도에 독립적인 전류전원의 온도의 변화에 따른 시뮬레이션(simulation) 결과를 나타내는 도면이다. 도 6(a)는 INTAT을 나타내고, 도 6(b)는 IPTAT를 나타내며, 도 6(c)는 ITI값을 나타내는 도면이다. 상기의 시뮬레이션(simulation)에서는 온도를 -40°C에서 150°C까지 변화시켰다.

도 6에서 나타난 바와 같이 INTAT는 온도에 반비례함을 알 수 있고, IPTAT는 온도에 비례함을 알 수 있다. 그러나, 도 6(c)에 나타난 바와 같이 본 발명의 제1 및 제2 실시예에 따른 온도에 독립적인 전류전원에 대한 시뮬레이션 결과는 -40°C에서 150°C까지의 온도 변화에도 전류전원의 전류 값(ITI)이 0.63%의 변화(variation)를 보인다. 이는 종래의 기술보다 더욱더 향상된 결과이다. 즉, 종래 기술에 비해 보다 향상된 온도의 변화에 독립적인 전류전원이 수행된다고 할 수 있다.

이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니며, 그 외 다양한 변경이 가능하다.

예컨대, 본 발명의 실시예에서는 트랜지스터가 바이폴라 접합 트랜지스터(bipolar junction transistor)중 NPN트랜지스터를 사용하였으나, 그 외의 트랜지스터인 PNP트랜지스터, SiGe BJT, HBT 등의 트랜지스터에 사용할 수 있으며 weak-inversion 영역에서 바이어스된 MOS 트랜지스터를 사용할 수 있다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면 NTAT 전류전원의 기능을 하는 부분과 PTAT 전류전원의 기능을 하는 부분을 구현해서 이들을 결합하는 것이 아니라 이들을 한꺼번에 구현함으로써 더욱 간단한 회로를 통해 온도의 변화에 대해 보다 좋은 질(quality)을 가지는 전류전원을 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

제1단자에 제1전류가 입력되고 제2단자가 접지에 연결된 제1트랜지스터;

제1단자로부터 제2전류의 일부가 출력되고 제2단자가 제1저항을 통해 접지에 연결되며 제어단자가 상기 제1트랜지스터의 제어단자에 연결된 제2트랜지스터;

제1단자가 상기 제2트랜지스터의 제1단자에 연결되어 제2전류의 나머지가 출력되고 제2단자가 상기 제2트랜지스터의 제어단자에 연결되며 제어단자가 상기 제1트랜지스터의 제1단자에 연결된 제3트랜지스터; 및

상기의 제1트랜지스터 및 제2트랜지스터의 제어단자와 접지사이에 연결된 제2저항을 포함하는 전류전원.

청구항 2.

제1단자에 제1전류가 입력되는 제1트랜지스터, 제어단자가 상기 제1트랜지스터의 제어단자와 연결되고 제1단자로부터 제2전류의 일부가 출력되며 제2단자가 제1저항을 통해 접지에 연결된 제2트랜지스터 및 상기 제1저항은, 제어단자가 상기 제1트랜지스터의 제1단자와 연결되고 제2단자가 상기의 제1트랜지스터의 제어단자에 연결된 제3트랜지스터가 버퍼로서 역할을 하여 상기 제2트랜지스터의 제1단자에 온도에 비례하는 전류를 발생시키는 기능을 하며, 제1단자가 상기 제2트랜지스터의 제1단자에 연결되어 제2전류의 나머지가 출력되는 상기 제3트랜지스터, 상기 제1트랜지스터, 상기 제1트랜지스터의 제어단자와 접지사이에 연결된 제2저항은, 상기 제3트랜지스터의 제1단자에 온도에 반비례하는 전류를 발생시키는 기능을 하여 제1 전류 및 제2전류가 온도에 독립적인 전류인 것을 특징으로 하는 전류전원.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서,

입력이 상기 제2트랜지스터의 제1단자에 연결되고 출력이 상기 제1트랜지스터의 제1단자에 연결되어 상기 제2전류를 상기 제1전류로 복사하는 전류미러부를 더 포함하는 전류전원.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기의 제1,제2,제3트랜지스터가 바이폴라 트랜지스터이고 상기의 제1단자는 컬렉터, 제2단자는 에미터, 제어단자는 베이스인 것을 특징으로 하는 전류전원.

청구항 5.

제4항에 있어서,

상기 제1트랜지스터, 제2트랜지스터 및 제1저항은 제2트랜지스터의 컬렉터를 통해 온도에 비례하는 전류를 발생시키고, 상기의 제1트랜지스터, 제3트랜지스터 및 제2저항은 상기 제3트랜지스터의 컬렉터를 통해 온도에 반비례하는 전류를 발생시키는 것을 특징으로 하는 전류전원.

청구항 6.

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 제1트랜지스터와 제2트랜지스터의 크기의 비, 상기 제1저항과 제2저항을 조절하여 상기 전류미러부의 출력에 온도에 독립적인 전류를 발생시키는 것을 특징으로 하는 전류전원.

청구항 7.

제3항에 있어서,

상기 전류미러부는 입력전류와 출력전류가 동일한 것을 특징으로 하는 전류전원.

청구항 8.

제5항에 있어서,

상기 제3트랜지스터는, 상기 온도에 비례하는 전류를 공급하는 부분에 대해서는 버퍼로서 기능하는 것을 특징으로 하고, 상기 온도에 반비례하는 전류를 공급하는 부분에 대해서는 온도에 반비례하는 전류를 공급하는 부분으로서 기능하는 것을 특징으로 하는 전류전원.

청구항 9.

제1단자에 제1전류가 입력되고 제2단자가 접지에 연결되고 제1단자와 제1제어단자가 상호 연결된 제1달링턴트랜지스터; 및

제1단자로부터 제2전류가 출력되고 제2단자가 제1저항을 통해 접지에 연결되고 제1제어단자와 제2제어단자가 각각 상기 제1달링턴트랜지스터의 제1제어단자와 제2제어단자에 연결된 제2달링턴트랜지스터를 포함하는 전류전원.

청구항 10.

제9항에 있어서,

입력이 상기 제2달링턴트랜지스터의 제1단자에 연결되고 출력이 상기 제1달링턴트랜지스터의 제1단자에 연결되어 상기 제2전류를 상기 제1전류로 복사하는 전류미러부를 더 포함하는 전류전원.

청구항 11.

제10항에 있어서,

상기 제1달링턴트랜지스터는 제1트랜지스터, 제2트랜지스터 및 제2저항을 포함하고 제1, 제2트랜지스터 각각의 제1단자가 상호 연결되고 제1트랜지스터의 제2단자와 제2트랜지스터의 제어단자가 연결되고, 제1트랜지스터의 제2단자가 제1저항을 통해 접지에 연결되어 2개의 제어단자를 가지는 것을 특징으로 하고, 상기 제2달링턴트랜지스터는 제3트랜지스터, 제4트랜지스터 및 제2저항을 포함하고 제3, 제4트랜지스터 각각의 제1단자가 상호 연결되고 제3트랜지스터의 제2단자와 제4트랜지스터의 제어단자가 연결되고 제3트랜지스터의 제2단자가 제2저항을 통해 접지에 연결되어 2개의 제어단자를 가지는 것을 특징으로 하는 전류전원.

청구항 12.

제11항에 있어서,

상기의 제1, 제2, 제3, 제4트랜지스터가 바이폴라 트랜지스터이고 상기의 제1단자는 컬렉터, 제2단자는 컬렉터, 제어단자는 베이스인 것을 특징으로 하는 전류전원.

청구항 13.

제12항에 있어서,

상기 제1트랜지스터, 제3트랜지스터, 제1저항 및 제2저항은 제1트랜지스터 및 제3트랜지스터의 컬렉터를 통해 온도에 반비례하는 전류를 발생시키고, 상기 제2트랜지스터, 제4트랜지스터 및 제3저항은 제2트랜지스터 및 제4트랜지스터의 컬렉터를 통해 온도에 비례하는 전류를 발생시키는 것을 특징으로 하는 전류전원.

청구항 14.

제12항 또는 제13항에 있어서,

상기 제4트랜지스터의 에미터의 크기가 상기 제4트랜지스터를 제외한 나머지 트랜지스터의 에미터 크기보다 임의의 N배 더 큰 것을 특징으로 하는 전류전원.

청구항 15.

제14항에 있어서,

상기 제4트랜지스터의 에미터크기와 상기 제1저항, 제2저항 및 제3항을 조절하여 상기 전류미러부의 출력에 온도에 독립한 전류를 공급하는 것을 특징으로 하는 전류전원.

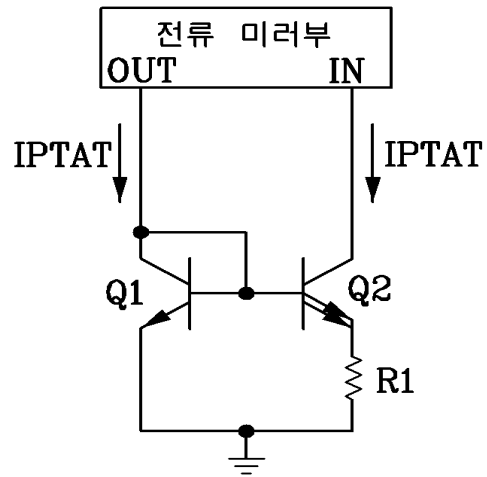
청구항 16.

제10항에 있어서,

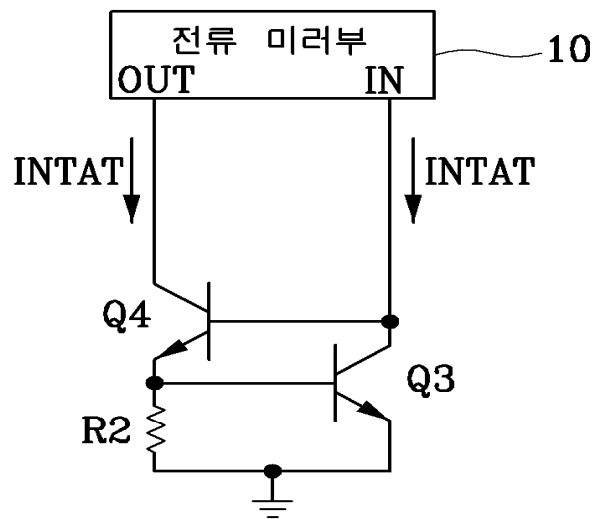
상기 전류미러부는 입력전류와 출력전류가 동일한 것을 특징으로 하는 전류전원.

도면

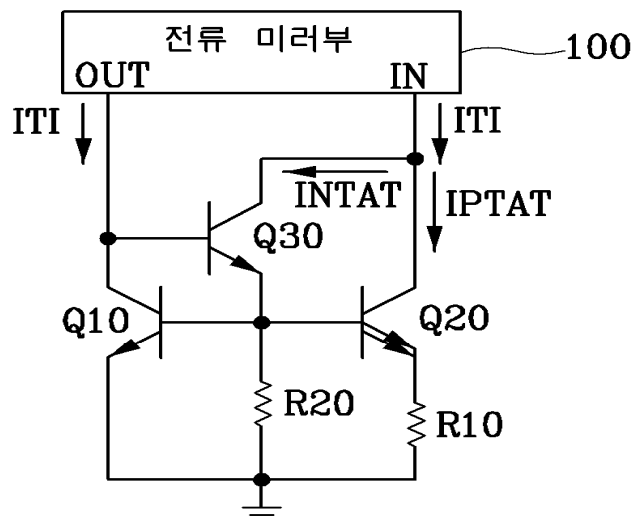
도면1a



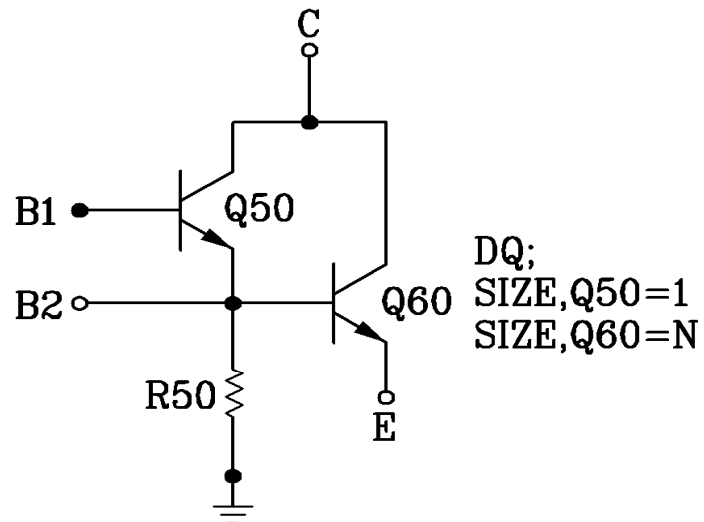
도면1b



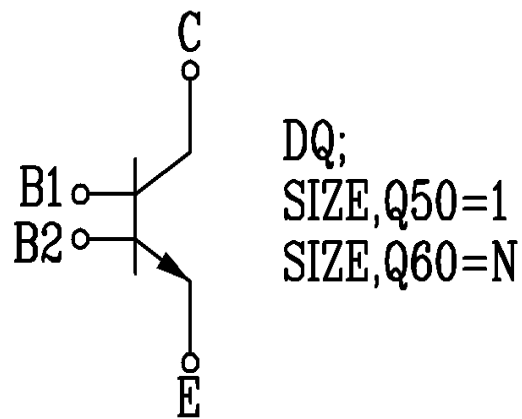
도면2



도면3a



도면3b



도면4

