



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년05월19일  
(11) 등록번호 10-2533348  
(24) 등록일자 2023년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01K 7/02 (2021.01)

(52) CPC특허분류  
G01K 7/021 (2013.01)  
G01K 7/01 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0008820

(22) 출원일자 2018년01월24일

심사청구일자 2020년11월26일

(65) 공개번호 10-2019-0090223

(43) 공개일자 2019년08월01일

(56) 선행기술조사문헌

KR100795013 B1\*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

김주성

서울특별시 구로구 경인로 643 (신도림동, 신도림2차동아아파트) 201동 2106호

김광호

경기도 용인시 수지구 성북1로164번길 13, 207동 1903호 (성북동, 버들치마을 성북 힐스테이트 2차 아파트)

김상호

경기도 수원시 권선구 동수원로145번길 73, 306동 1005호 (권선동, 수원아이파크시티3단지)

(74) 대리인

특허법인 고려

전체 청구항 수 : 총 20 항

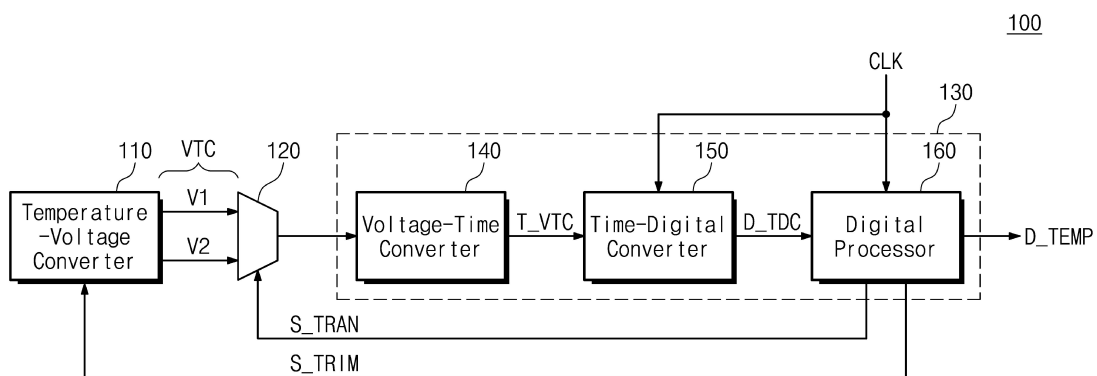
심사관 : 고원규

(54) 발명의 명칭 온도 감지 장치 및 온도-전압 변환기

(57) 요약

본 발명은 온도 감지 장치에 관한 것이다. 본 발명의 온도 감지 장치는 온도에 따라 변하지 않는 영의 온도 계수를 갖는 제1 전압과 상기 온도에 반비례하여 변하는 음의 온도 계수를 갖는 제2 전압을 출력하도록 구성되는 온도-전압 변환기, 전이 신호에 따라 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 교대로 출력하도록 구성되는 다중화기, 그리고 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 교대로 수신하고, 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압의 비율에 따라 상기 온도를 감지하도록 구성되는 온도 감지기를 포함한다.

대표도



(56) 선행기술조사문헌

KR1020100076541 A

KR1020120134169 A

KR1020150141227 A

KR1020170059703 A

US20090051341 A1

KR1020080033588 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

온도에 따라 변하지 않는 영의 온도 계수를 갖는 제1 전압과 상기 온도에 반비례하여 변하는 음의 온도 계수를 갖는 제2 전압을 출력하도록 구성되는 온도-전압 변환기;

천이 신호에 따라 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 교대로 출력하도록 구성되는 다중화기; 그리고

상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 교대로 수신하고, 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압의 비율에 따라 상기 온도를 감지하도록 구성되는 온도 감지기를 포함하는 온도 감지 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 온도 감지기는 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 제1 시간 정보 및 제2 시간 정보로 각각 변환하고, 그리고 상기 제1 시간 정보 및 상기 제2 시간 정보의 비율에 따라 상기 온도를 계산하는 온도 감지 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 온도 감지기는:

상기 제1 전압을 제1 시간 정보로 변환하고, 그리고 상기 제2 전압을 제2 시간 정보로 변환하는 전압-시간 변환기;

상기 제1 시간 정보를 제1 디지털 시간 정보로 변환하고, 그리고 상기 제2 시간 정보를 제2 디지털 시간 정보로 변환하는 시간-디지털 변환기; 그리고

상기 제1 디지털 시간 정보 및 상기 제2 디지털 시간 정보의 비율에 따라 상기 온도를 계산하는 디지털 프로세서를 포함하는 온도 감지 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 시간 정보는 상기 제1 전압의 레벨과 연관된 주기를 갖는 온도 감지 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전압-시간 변환기는:

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 제1 출력 전압 및 제2 출력 전압에 응답하여 상기 제1 시간 정보 및 제1 반전 시간 정보를 출력하는 래치;

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 제1 시간 정보에 응답하여 제1 비교 전압을 증가시키는 제1 전압 생성 블록;

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 제1 반전 시간 정보에 응답하여 제2 비교 전압을 증가시키는 제2 전압 생성 블록;

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 제1 시간 정보 및 상기 제1 반전 시간 정보에 응답하여 상기 제1 비교 전압과 상기 제1 전압을 비교하고, 상기 제1 출력 전압을 출력하는 제1 비교 블록; 그리고

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 제1 시간 정보 및 상기 제1 반전 시간 정보에 응답하여 상기 제2 비교 전압과 상기 제1 전압을 비교하고, 상기 제2 출력 전압을 출력하는 제2 비교 블록을 포함하는 온도 감

지 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 제1 전압 생성 블록은:

전류 소스;

상기 전류 소스와 접지 노드의 사이에 연결되는 커패시터; 그리고

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 전류 소스와 상기 접지 노드의 사이에서 상기 커패시터와 병렬 연결되고, 상기 제1 시간 정보에 응답하여 동작하는 트랜지스터를 포함하는 온도 감지 장치.

**청구항 7**

제5항에 있어서,

상기 제1 비교 블록은:

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 제1 반전 시간 정보에 응답하여 상기 제1 전압 및 상기 제1 비교 전압을 교대로 출력하는 비교 다중화기;

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 제1 출력 전압을 출력하는 인버터;

상기 비교 다중화기와 상기 인버터의 사이에 연결되는 커패시터; 그리고

상기 인버터와 병렬 연결되고, 상기 제1 시간 정보에 응답하여 동작하는 스위치를 포함하는 온도 감지 장치.

**청구항 8**

제5항에 있어서,

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 제1 시간 정보의 주기는 상기 제1 비교 전압이 상승하여 상기 제1 전압에 도달하는 시간의 두 배인 온도 감지 장치.

**청구항 9**

제3항에 있어서,

상기 시간-디지털 변환기는:

클럭 신호를 수신하고, 상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때 상기 제1 시간 정보에 응답하여 카운트를 증가하는 카운터; 그리고

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 제1 시간 정보의 천이에 응답하여 상기 카운트를 상기 제1 디지털 시간 정보로 출력하는 플립플롭을 포함하는 온도 감지 장치.

**청구항 10**

제3항에 있어서,

상기 시간-디지털 변환기는:

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 제1 시간 정보를 분주하여 제1 분주된 시간 정보로 출력하는 분주기;

클럭 신호를 수신하고, 상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때 상기 제1 분주된 시간 정보에 응답하여 카운트를 증가하는 카운터; 그리고

상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력할 때, 상기 제1 분주된 시간 정보의 천이에 응답하여 상기 카운트를 상기 제1 디지털 시간 정보로 출력하는 플립플롭을 포함하는 온도 감지 장치.

**청구항 11**

제3항에 있어서,

상기 디지털 프로세서는 상기 다중화기가 상기 제1 전압을 출력한 후에 상기 제2 전압을 출력하도록 상기 천이 신호를 제어하고, 상기 제1 디지털 시간 정보 및 상기 제2 디지털 시간 정보를 순차적으로 수신한 후에 상기 온도를 계산하는 온도 감지 장치.

**청구항 12**

제1항에 있어서,

상기 온도-전압 변환기는:

각각 제1 전류량을 갖는 제1 및 제2 전류들을 출력하도록 구성되는 전류 소스;

상기 제1 전류에 응답하여 기준 전압을 출력하는 기준 전압 생성 블록; 그리고

상기 제2 전류에 응답하여 상기 제1 전압을 생성하고, 상기 제1 전압과 상기 기준 전압이 같아지도록 상기 제1 전류량을 조절하는 제1 전압 생성 블록을 포함하는 온도 감지 장치.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 기준 전압 생성 블록은 상기 전류 소스와 접지 노드의 사이에 연결되는 저항을 포함하고,

상기 저항의 저항값은 트립 신호에 응답하여 상기 제1 전압이 상기 영의 온도 계수를 갖도록 조절되는 온도 감지 장치.

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 제1 전압 생성 블록은:

상기 전류 소스에 연결되는 제1단, 접지 노드에 연결되는 제2단, 그리고 상기 제1단에 연결되는 게이트를 갖는 트랜지스터; 그리고

상기 기준 전압과 상기 게이트의 전압을 비교하고, 비교 결과에 따라 상기 제1 전류량을 조절하는 증폭기를 포함하고,

상기 게이트의 상기 전압은 상기 제1 전압으로 출력되는 온도 감지 장치.

**청구항 15**

제12항에 있어서,

상기 전류 소스는 상기 제1 전류량보다 큰 제2 전류량을 갖는 제3 전류 및 상기 제1 전류량을 갖는 제4 전류를 더 출력하고,

상기 온도-전압 변환기는:

상기 전류 소스와 접지 노드의 사이에 연결되고, 상기 제3 전류로부터 상기 제1 전류량을 갖는 제5 전류를 유출하고 그리고 상기 제1 전압을 생성하는 전압 추종 블록; 그리고

상기 제3 전류로부터 상기 제5 전류가 유출된 제6 전류, 상기 제4 전류, 그리고 상기 전압 추종 블록의 상기 제1 전압에 응답하여 상기 제2 전압을 생성하는 제2 전압 생성 블록을 더 포함하는 온도 감지 장치.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 전압 추종 블록은 상기 전류 소스에 연결되는 제1단, 상기 접지 노드에 연결되는 제2단, 그리고 상기 제1단에 연결되는 게이트를 갖는 트랜지스터를 포함하는 온도 감지 장치.

**청구항 17**

제15항에 있어서,

상기 제2 전압 생성 블록은:

상기 전류 소스와 상기 접지 노드의 사이에 연결되고 상기 제4 전류가 흐르는 제1 및 제4 트랜지스터들; 그리고  
상기 전류 소스와 상기 접지 노드의 사이에 연결되고 상기 제6 전류가 흐르는 제2 및 제3 트랜지스터들을 포함  
하고,

상기 제1 트랜지스터는 상기 제4 트랜지스터에 연결되는 제1단, 상기 접지 노드에 연결되는 제2단, 그리고 상기  
제1 트랜지스터의 상기 제1단에 연결되는 게이트를 갖고,

상기 제2 트랜지스터는 상기 제4 트랜지스터에 연결되는 제1단, 상기 접지 노드에 연결되는 제2단, 그리고 상기  
제1 트랜지스터의 상기 제1단에 연결되는 게이트를 갖고,

상기 제3 트랜지스터는 상기 전류 소스에 연결되는 제1단, 상기 제2 트랜지스터의 상기 제1단에 연결되는  
제2단, 그리고 상기 제3 트랜지스터의 상기 제2단에 연결되는 게이트를 갖고, 그리고

상기 제4 트랜지스터는 상기 전류 소스에 연결되는 제1단, 상기 제1 트랜지스터의 제1단에 연결되는 제2단, 그  
리고 상기 제3 트랜지스터의 상기 게이트에 연결되는 게이트를 갖고,

상기 제1 트랜지스터의 상기 게이트의 전압은 상기 제2 전압으로 출력되는 온도 감지 장치.

**청구항 18**

제1항에 있어서,

상기 온도-전압 변환기는:

제1 전류량을 갖는 제1 전류를 수신하고, 상기 제1 전류를 이용하여 기준 전압을 생성하는 저항;

상기 제1 전류량을 갖는 제2 전류를 수신하고, 상기 제2 전류를 이용하여 상기 제1 전압을 생성하는  
트랜지스터;

상기 제1 전압과 상기 기준 전압을 비교하고, 비교 결과에 따라 상기 제1 전류량 및 제2 전류량을 조절하는 제  
어 전압을 출력하는 증폭기;

상기 제2 전류량을 갖는 제3 전류를 수신하고, 상기 제3 전류로부터 상기 제1 전류량을 갖는 제5 전류를 유출하  
고, 그리고 상기 제5 전류를 이용하여 상기 제1 전압을 생성하는 전압 추종 트랜지스터;

상기 제1 전류량을 갖는 제4 전류를 수신하는 제1 및 제4 전압 트랜지스터들; 그리고

상기 제3 전류로부터 상기 제5 전류가 유출된 제6 전류를 수신하는 제2 및 제3 전압 트랜지스터들을 포함하고,

상기 제1 전압 트랜지스터는 상기 제4 전류의 상기 제1 전류량을 상기 제2 전압 트랜지스터로 미러링하고,

상기 제3 전압 트랜지스터는 상기 전압 추종 트랜지스터의 상기 제1 전압을 상기 제4 전압 트랜지스터로 미러링  
하고, 그리고

상기 제1 전압 트랜지스터의 게이트의 전압은 상기 제2 전압으로 출력되는 온도 감지 장치.

**청구항 19**

제18항에 있어서,

상기 트랜지스터 및 상기 전압 추종 트랜지스터의 사이즈는 동일하고, 상기 제1 및 제2 전압 트랜지스터들의 사  
이즈들은 상기 트랜지스터의 사이즈보다 큰 온도 감지 장치.

**청구항 20**

온도에 따라 변하지 않는 영의 온도 계수를 갖는 제1 전압과 상기 온도에 반비례하여 변하는 음의 온도 계수를  
가 갖는 제2 전압을 출력하도록 구성되는 온도-전압 변환기;

상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 각각 제1 시간 정보 및 제2 시간 정보로 변환하도록 구성되는 전압-시간 변환기;

상기 제1 시간 정보 및 상기 제2 시간 정보를 각각 제1 디지털 시간 정보 및 제2 디지털 시간 정보로 변환하도록 구성되는 시간-디지털 변환기; 그리고

상기 제1 디지털 시간 정보 및 상기 제2 디지털 시간 정보의 비율에 따라 상기 온도를 계산하는 디지털 프로세서를 포함하는 온도 감지 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 전자 장치에 관한 것으로, 더 상세하게는 온도 감지 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 반도체 제조 기술이 발전하면서, 반도체 소자들이 소형화되고 집적되고 있다. 반도체 소자들이 집적됨에 따라, 반도체 소자들이 동작할 때의 발열이 반도체 소자들의 성능을 저해하거나 또는 반도체 소자들을 파괴하는 원인으로 작용할 수 있다.

[0003] 발열에 의한 문제를 해결하기 위하여, 반도체 소자들의 발열을 감지하고, 반도체 소자들의 동작율을 조절하는 방법이 고안되고 있다. 반도체 소자들의 발열을 감지하기 위하여, 온도를 감지하는 온도 감지 장치가 요구된다. 온도 감지 장치는 다양한 소자들을 이용하여 구현될 수 있다. 예를 들어, 트랜지스터들의 동작 특성이 온도에 따라 달라지는 점에 의존하여, 온도 감지 장치는 트랜지스터들을 이용하여 구현될 수 있다.

[0004] 반도체 소자들의 소형화 및 집적화에 따라, 그리고 저전력 설계가 반영됨에 따라, 반도체 소자들에서 사용되는 전원 전압이 낮아지고 있다. 통상적인 온도 감지 장치는 저전력에 적합하게 구성되어 있지 않다. 따라서, 통상적인 온도 감지 장치는 높은 전원 전압을 사용하는 시스템에서 또는 낮은 전원 전압을 사용하지만 온도 감지 장치를 위한 별도의 높은 전원 전압을 추가로 구비한 시스템에 적합하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명의 목적은 낮은 전원 전압을 사용하는 시스템에서 낮은 전원 전압을 이용하여 온도를 감지하는 온도 감지 장치를 제공하는 데에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명의 실시 예에 따른 온도 감지 장치는 온도에 따라 변하지 않는 영의 온도 계수를 갖는 제1 전압과 상기 온도에 반비례하여 변하는 음의 온도 계수를 갖는 제2 전압을 출력하도록 구성되는 온도-전압 변환기, 천이 신호에 따라 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 교대로 출력하도록 구성되는 다중화기, 그리고 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 교대로 수신하고, 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압의 비율에 따라 상기 온도를 감지하도록 구성되는 온도 감지기를 포함한다.

[0007] 본 발명의 실시 예에 따른 온도 감지 장치는 제1 전류량을 갖는 제1 전류를 수신하고, 상기 제1 전류를 이용하여 기준 전압을 생성하는 저항, 상기 제1 전류량을 갖는 제2 전류를 수신하고, 상기 제2 전류를 이용하여 제1 전압을 생성하는 제1 트랜지스터, 상기 제1 전압과 상기 기준 전압을 비교하고, 비교 결과에 따라 상기 제1 전류량 및 제2 전류량을 조절하는 제어 전압을 출력하는 증폭기, 상기 제2 전류량을 갖는 제3 전류를 수신하고, 상기 제3 전류로부터 상기 제1 전류량을 갖는 제5 전류를 유출하고, 그리고 상기 제5 전류를 이용하여 상기 제1 전압을 생성하는 전압 추종 트랜지스터, 상기 제3 전류로부터 상기 제5 전류가 유출된 제6 전류를 수신하는 제2 및 제3 전압 트랜지스터들, 그리고 상기 제1 전류량을 갖는 제4 전류를 수신하는 제1 및 제4 전압 트랜지스터들을 포함한다. 상기 제1 전압 트랜지스터는 상기 제1 전류량을 상기 제4 전류의 상기 제1 전류량을 상기 제2 전압 트랜지스터로 미러링한다. 상기 제3 전압 트랜지스터는 상기 전압 추종 트랜지스터의 상기 제1 전압을 상기 제4 전압 트랜지스터로 미러링한다. 상기 제1 전압은 영의 온도 계수 전압으로 출력되고, 그리고 상기 제1 전압 트랜지스터의 게이트의 전압은 음의 온도 계수 전압으로 출력된다.

[0008] 본 발명의 실시 예에 따른 온도 감지 장치는 온도에 따라 변하지 않는 영의 온도 계수를 갖는 제1 전압과 상기 온도에 반비례하여 변하는 음의 온도 계수를 갖는 제2 전압을 출력하도록 구성되는 온도-전압 변환기, 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 각각 제1 시간 정보 및 제2 시간 정보로 변환하도록 구성되는 전압-시간 변환기, 상기 제1 시간 정보 및 상기 제2 시간 정보를 각각 제1 디지털 시간 정보 및 제2 디지털 시간 정보로 변환하도록 구성되는 시간-디지털 변환기, 그리고 상기 제1 디지털 시간 정보 및 상기 제2 디지털 시간 정보의 비율에 따라 상기 온도를 계산하는 디지털 프로세서를 포함한다.

**발명의 효과**

[0009] 본 발명에 따르면, 낮은 전원 전압을 이용하여 온도를 감지하는 온도 감지 장치가 제공된다.

**도면의 간단한 설명**

[0010] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 온도 감지 장치를 보여주는 블록도이다.

도 2는 온도 계수에 대한 예시를 보여준다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 온도 감지 장치의 동작 방법을 보여주는 순서도이다.

도 4는 온도-전압 변환기의 예를 보여준다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 전압-시간 변환기를 보여준다.

도 6은 전압-시간 변환기가 제1 페이즈에서 동작하는 예를 보여준다.

도 7은 전압-시간 변환기가 제2 페이즈에서 동작하는 예를 보여준다.

도 8은 도 5 내지 도 7의 전압-시간 변환기의 전압들의 변화들을 보여준다.

도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 시간-디지털 변환기를 보여준다.

도 10은 도 9의 시간-디지털 변환기가 동작하는 예를 보여준다.

도 11은 도 1의 온도 감지 장치가 동작하는 예를 보여준다.

도 12는 제1 전압, 제2 전압, 그리고 디지털 온도의 오차들의 예를 보여준다.

도 13은 본 발명의 응용 예에 따른 시간-디지털 변환기를 보여준다.

도 14는 도 13의 시간-디지털 변환기가 동작하는 예를 보여준다.

도 15는 도 1의 온도 감지 장치가 동작하는 응용 예를 보여준다.

도 16은 본 발명의 응용 예에 따른 온도 감지 장치를 보여주는 블록도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0011] 이하에서, 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로, 본 발명의 실시 예들이 명확하고 상세하게 기재될 것이다.

[0012] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 온도 감지 장치(100)를 보여주는 블록도이다. 도 1을 참조하면, 온도 감지 장치(100)는 주변 온도를 감지하여 디지털 온도(D\_TEMP)로 출력할 수 있다. 온도 감지 장치(100)는 온도-전압 변환기(110), 다중화기(120), 그리고 온도 감지기(130)를 포함한다.

[0013] 온도-전압 변환기(110)는 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)을 출력할 수 있다. 제1 전압(V1)은 영의 온도 계수(ZTC, Zero Temperature Coefficient)를 가질 수 있다. 제2 전압(V2)은 음의 온도 계수(NTC, Negative Temperature Coefficient)를 가질 수 있다. 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)은 온도 계수 전압(VTC)으로 총칭될 수 있다. 온도 계수에 대한 예시가 도 2에 도시된다.

[0014] 도 2는 특정한 트랜지스터에 인가되는 전압(V), 그리고 전압(V)이 인가됨에 따라 특정한 트랜지스터에 흐르는 전류(I) 사이의 관계를 보여준다. 도 2에서, 가로축은 특정한 트랜지스터의 전압(V)을 가리키고, 세로축은 전류(I)를 가리킨다. 예를 들어, 가로축은 특정한 트랜지스터의 게이트 전압과 소스 전압의 차이 전압일 수 있다.

[0015] 제1선(L1)은 저온에서의 전압(V) 및 전류(I) 사이의 관계를 보여준다. 제2선(L2)은 중간 온도에서의 전압(V) 및



전류(I) 사이의 관계를 보여준다. 제3선(L3)은 고온에서의 전압(V) 및 전류(I) 사이의 관계를 보여준다. 제1 내지 제3 선들(L1~L3)은 하나의 교차점에서 교차할 수 있다.

- [0016] 교차점에 해당하는 전압(V)이 특정한 트랜지스터에 인가되면, 특정한 트랜지스터에서 흐르는 전류(I)의 전류량은 제1 전류량(IA1)으로 유지되며, 온도에 따라 변화하지 않는다. 따라서, 제1 내지 제3 선들(L1~L3)의 교차점에 영의 온도 계수(ZTC)를 갖는 영의 온도 계수 전압(VZTC) 및 영의 온도 계수 전압(VZTC)에 대응하는 영의 온도 계수 전류(IZTC)가 존재할 수 있다.
- [0017] 영의 온도 계수 전압(VZTC)보다 낮은 전압 범위에서, 화살표로 도시된 바와 같이, 특정한 트랜지스터에 일정한 전압(V)이 인가된 때에, 특정한 트랜지스터에 흐르는 전류(I)(또는 전류량)는 온도가 증가할수록 감소한다. 따라서, 영의 온도 계수 전압(VZTC)보다 낮은 전압은 음의 온도 계수(NTC)를 갖는 음의 온도 계수 전압(VNTC)일 수 있다.
- [0018] 영의 온도 계수 전압(VZTC)보다 높은 전압 범위에서, 화살표로 도시된 바와 같이, 특정한 트랜지스터에 일정한 전압(V)이 인가된 때에, 특정한 트랜지스터에 흐르는 전류(I)(또는 전류량)는 온도가 증가할수록 증가한다. 따라서, 영의 온도 계수 전압(VZTC)보다 높은 전압은 양의 온도 계수(PTC, Positive Temperature Coefficient)를 갖는 양의 온도 계수 전압(VPTC)일 수 있다.
- [0019] 다시 도 1을 참조하면, 온도-전압 변환기(110)는 제1 전압(V1) 및 제1 전압(V1)보다 낮은 제2 전압(V2)을 생성한다. 온도-전압 변환기(110)의 출력 전압들(예를 들어, V1, V2)의 범위가 낮아지면, 온도-전압 변환기(110)의 내부 구성 요소들 또한 더 낮은 전압을 사용하여 동작하도록 구성될 수 있다.
- [0020] 다중화기(120)는 온도-전압 변환기(110)로부터 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)을 수신할 수 있다. 다중화기(120)는 천이 신호(S\_TRAN)에 응답하여 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)을 교대로 출력할 수 있다.
- [0021] 예를 들어, 천이 신호(S\_TRAN)가 제1 레벨(예를 들어, 로우 레벨)을 가질 때, 다중화기(120)는 제1 전압(V1)을 출력할 수 있다. 천이 신호(S\_TRAN)가 제2 레벨(예를 들어, 하이 레벨)을 가질 때, 다중화기(120)는 제2 전압(V2)을 출력할 수 있다.
- [0022] 온도 감지기(130)는 다중화기(120)로부터 온도 계수 전압(VTC)을 수신하고, 온도 계수 전압(VTC)을 이용하여 온도를 감지할 수 있다. 예를 들어, 온도 감지기(130)는 온도 계수 전압(VTC)으로서 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)을 교대로 수신할 수 있다.
- [0023] 온도 감지기(130)는 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)의 비율에 따라 온도를 감지할 수 있다. 온도 감지기(130)는 감지된 온도를 디지털 온도(D\_TEMP)로 출력할 수 있다. 온도 감지기(130)는 전압-시간 변환기(140), 시간-디지털 변환기(150), 그리고 디지털 프로세서(160)를 포함한다.
- [0024] 전압-시간 변환기(140)는 다중화기(120)로부터 온도 계수 전압(VTC)을 수신할 수 있다. 예를 들어, 전압-시간 변환기(140)는 다중화기(120)로부터 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2) 중 하나를 수신할 수 있다. 전압-시간 변환기(140)는 온도 계수 전압(VTC)을 시간 정보(T\_VTC)로 변환할 수 있다.
- [0025] 예를 들어, 다중화기(120)가 온도 계수 전압(VTC)으로서 제1 전압(V1)을 출력할 때, 전압-시간 변환기(140)는 제1 전압(V1)을 제1 시간 정보(T\_VTC1)로 변환할 수 있다. 다중화기(120)가 온도 계수 전압(VTC)으로서 제2 전압(V2)을 출력할 때, 전압-시간 변환기(140)는 제2 전압(V2)을 제2 시간 정보(T\_VTC2)로 변환할 수 있다.
- [0026] 시간 디지털 변환기(150)는 클럭 신호(CLK)를 수신하고, 전압-시간 변환기(140)로부터 시간 정보(T\_VTC)를 수신할 수 있다. 시간-디지털 변환기(150)는 클럭 신호(CLK)를 이용하여, 시간 정보(T\_VTC)를 디지털 시간 정보(D\_TDC)로 변환할 수 있다.
- [0027] 예를 들어, 다중화기(120)가 온도 계수 전압(VTC)으로서 제1 전압(V1)을 출력할 때, 시간-디지털 변환기(150)는 제1 시간 정보(T\_VTC1)를 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)로 변환할 수 있다. 다중화기(120)가 온도 계수 전압(VTC)으로서 제2 전압(V2)을 출력할 때, 시간-디지털 변환기(150)는 제2 시간 정보(T\_VTC2)를 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)로 변환할 수 있다.
- [0028] 디지털 프로세서(160)는 클럭 신호(CLK)를 수신하고, 시간-디지털 변환기(150)로부터 디지털 시간 정보(D\_TDC)를 수신할 수 있다. 디지털 프로세서(160)는 디지털 시간 정보(D\_TDC)를 이용하여 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산할 수 있다.
- [0029] 예를 들어, 다중화기(120)가 온도 계수 전압(VTC)으로서 제1 전압(V1)을 출력할 때, 디지털 프로세서(160)는 시

간-디지털 변환기(150)로부터 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)를 수신할 수 있다. 다중화기(120)가 온도 계수 전압(VTC)으로서 제2 전압(V2)을 출력할 때, 디지털 프로세서(160)는 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)를 수신할 수 있다.

- [0030] 디지털 프로세서(160)는 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)와 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)의 비율을 계산하고, 계산의 결과를 디지털 온도(D\_TEMP)로 출력할 수 있다. 디지털 프로세서(160)는 클럭 신호(CLK)에 응답하여 천이 신호(S\_TRAN)의 레벨을 조절할 수 있다.
- [0031] 디지털 프로세서(160)는 트림 신호(S\_TRIM)를 온도-전압 변환기(110)로 제공할 수 있다. 트림 신호(S\_TRIM)는 온도-전압 변환기(110)의 내부 저항의 저항값을 조절하는 신호일 수 있다. 트림 신호(S\_TRIM)는 둘 이상의 비트들을 포함할 수 있다.
- [0032] 예를 들어, 디지털 프로세서(160)는 트림 코드를 저장하는 메모리를 포함할 수 있다. 디지털 프로세서(160)는 메모리에 저장된 트림 코드에 따라 트림 신호(S\_TRIM)를 생성할 수 있다. 트림 코드는 온도 감지 장치(100)의 제조 시에 메모리에 저장될 수 있다. 메모리는 불휘발성 메모리를 포함할 수 있다.
- [0033] 통상적인 온도 감지 장치는 아날로그-디지털 변환기를 이용하여 온도를 계산한다. 아날로그-디지털 변환기는 높은 전원 전압을 필요로 하며, 따라서 통상적인 온도 감지 장치는 높은 전원 전압을 필요로 한다.
- [0034] 본 발명의 온도 감지 장치(100)의 온도 감지기(130)는 아날로그-디지털 변환기를 사용하지 않고, 전압을 시간으로 그리고 시간을 디지털 값으로 변환하여 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산한다. 따라서, 아날로그-디지털 변환기를 사용하는 통상적인 온도 감지 장치와 비교하여, 온도 감지 장치(100)는 더 낮은 전원 전압을 이용하여 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산할 수 있다.
- [0035] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 온도 감지 장치(100)의 동작 방법을 보여주는 순서도이다. 도 1 및 도 3을 참조하면, S110 단계에서, 온도-전압 변환기(110)는 영의 온도 계수(ZTC)를 갖는 제1 전압(V1) 및 음의 온도 계수(NTC)를 갖는 제2 전압(V2)을 생성할 수 있다.
- [0036] 다중화기(120)가 제1 전압(V1)을 출력할 때, S120 단계에서, 전압-시간 변환기(140)는 제1 전압(V1)을 제1 시간 정보(T\_VTC1)로 변환할 수 있다. S130 단계에서, 시간-디지털 변환기(150)는 제1 시간 정보(T\_VTC1)를 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)로 변환할 수 있다.
- [0037] 다중화기(120)가 제2 전압(V2)을 출력할 때, S140 단계에서, 전압-시간 변환기(140)는 제2 전압(V2)을 제2 시간 정보(T\_VTC2)로 변환할 수 있다. S130 단계에서, 시간-디지털 변환기(150)는 제1 시간 정보(T\_VTC1)를 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)로 변환할 수 있다.
- [0038] 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1) 및 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)가 획득된 후에, S160 단계에서, 디지털 프로세서(160)는 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1) 및 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)에 기반하여 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산할 수 있다. 예를 들어, 디지털 프로세서(160)는 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1) 및 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)의 비율에 따라 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산할 수 있다.
- [0039] 도 4는 온도-전압 변환기(110)의 예를 보여준다. 도 1 및 도 4를 참조하면, 온도-전압 변환기(110)는 전류 소스(111), 접지 노드(112), 기준 전압 생성 블록(113), 제1 전압 생성 블록(114), 전압 추종 블록(115), 그리고 제2 전압 생성 블록(116)을 포함한다.
- [0040] 전류 소스(111)는 제어 전압(VCT)의 제어에 따라 전류들을 출력하도록 구성된다. 예를 들어, 전류 소스(111)는 제1 전류량(IA1)을 갖는 제1 전류(I1), 제1 전류량(IA1)을 갖는 제2 전류(I2), 제2 전류량(IA2)을 갖는 제3 전류(I3), 그리고 제1 전류량(IA1)을 갖는 제4 전류(I4)를 출력할 수 있다.
- [0041] 전류 소스(111)는 제어 전압(VCT)에 의해 제어되는 제1 내지 제4 소스 트랜지스터들(STR1~STR4)을 포함한다. 제1 내지 제4 소스 트랜지스터들(STR1~STR4)은 PMOS 트랜지스터들일 수 있다. 제1 소스 트랜지스터(STR1)는 전원 전압(VDD)이 공급되는 전원 노드에 연결되는 제1단, 기준 전압 생성 블록(113)에 연결되는 제2단, 그리고 제어 전압(VCT)에 의해 제어되는 게이트를 가질 수 있다.
- [0042] 제2 소스 트랜지스터(STR2)는 전원 전압(VDD)이 공급되는 전원 노드에 연결되는 제1단, 제1 전압 생성 블록(114)에 연결되는 제2단, 그리고 제어 전압(VCT)에 의해 제어되는 게이트를 가질 수 있다. 제3 소스 트랜지스터(STR3)는 전원 전압(VDD)이 공급되는 전원 노드에 연결되는 제1단, 전압 추종 블록(115) 및 제2 전압 생성 블록(116)에 연결되는 제2단, 그리고 제어 전압(VCT)에 의해 제어되는 게이트를 가질 수 있다.

- [0043] 제4 소스 트랜지스터(STR4)는 전원 전압(VDD)이 공급되는 전원 노드에 연결되는 제1단, 전압 추종 블록(115) 및 제2 전압 생성 블록(116)에 연결되는 제2단, 그리고 제어 전압(VCT)에 의해 제어되는 게이트를 가질 수 있다.
- [0044] 제1, 제2 및 제4 소스 트랜지스터들(STR1, STR2, STR4)은 동일한 사이즈를 가질 수 있다. 제1, 제2 및 제4 소스 트랜지스터들(STR1, STR2, STR4)은 제어 전압(VCT)에 따라 각각 제1 전류량(IA1)을 갖는 제1, 제2 및 제4 전류들(I1, I2, I4)을 공급할 수 있다.
- [0045] 제3 소스 트랜지스터(STR3)의 사이즈는 제1, 제2 및 제4 소스 트랜지스터들(STR1, STR2, STR4) 각각의 사이즈보다 클 수 있다. 예를 들어, 제3 소스 트랜지스터(STR3)의 폭(width)은 제1, 제2 및 제4 소스 트랜지스터들(STR1, STR2, STR4) 각각의 폭의 2배일 수 있다. 제3 소스 트랜지스터(STR3)는 제1 전류량(IA1)보다 큰 제2 전류량(IA2)을 갖는 제3 전류(I3)를 공급할 수 있다. 예를 들어, 제2 전류량(IA2)은 제1 전류량(IA1)의 2배일 수 있다.
- [0046] 접지 노드(112)는 접지 전압(VSS)을 공급하는 하나 또는 그보다 많은 노드들을 포함할 수 있다. 접지 노드(112)는 기준 전압 생성 블록(113), 제1 전압 생성 블록(114), 전압 추종 블록(115), 그리고 제2 전압 생성 블록(116)에 접지 전압(VSS)을 공급할 수 있다.
- [0047] 기준 전압 생성 블록(113)은 저항(R)을 포함할 수 있다. 저항(R)은 전류 소스(111)와 접지 노드(112)의 사이에 연결된다. 저항(R)은 전류 소스(111)의 제1 소스 트랜지스터(STR1)로부터 제1 전류(I1)를 수신할 수 있다. 저항(R)은 트림 신호(S\_TRIM)에 의해 저항값이 조절되는 가변 저항일 수 있다. 예를 들어, 저항(R)의 저항값은 제1 전류(I1) 및 저항(R)의 저항값에 의해 기준 전압(VR)이 영의 온도 계수 전압(VZTC)이 되도록 조절될 수 있다.
- [0048] 제1 전압 생성 블록(114)은 트랜지스터(TR) 및 증폭기(AMP)를 포함할 수 있다. 트랜지스터(TR)는 전류 소스(111)의 제2 소스 트랜지스터(STR2)와 연결되는 제1단, 접지 노드와 연결되는 제2단, 그리고 트랜지스터(TR)의 제1단과 연결되는 게이트를 포함할 수 있다.
- [0049] 증폭기(AMP)는 트랜지스터(TR)의 제1단의 전압이 전달되는 양의 입력, 그리고 기준 전압(VR)이 전달되는 음의 입력을 포함할 수 있다. 증폭기(AMP)의 출력은 제어 전압(VCT)으로서 전류 소스(111)의 제1 내지 제4 소스 트랜지스터들(STR1-STR4)의 게이트들에 전달될 수 있다.
- [0050] 트랜지스터(TR)의 제1단은 제1 전압 노드(NV1)일 수 있다. 제1 전압 노드(NV1)의 제1 전압(V1)은 다중화기(120)로 출력될 수 있다. 증폭기(AMP)에 의해, 기준 노드(NR)와 제1 전압 노드(NV1)는 가상 쇼트(virtual short)될 수 있다.
- [0051] 따라서, 제1 전압(V1)은 기준 전압(VR)과 같아지고, 영의 온도 계수(ZTC)를 가질 수 있다. 제1 전압(V1)이 영의 온도 계수(ZTC)를 가지면, 제1 전류량(IA1) 또는 제2 전류량(IA2)은 온도에 따라 변하지 않는 영의 온도 계수(ZTC)를 가질 수 있다.
- [0052] 전압 추종 블록(115)은 전압 추종 트랜지스터(VFTR)를 포함할 수 있다. 전압 추종 트랜지스터(VFTR)는 전류 소스(111)와 연결되는 제1단, 접지 노드와 연결되는 제2단, 그리고 전압 추종 트랜지스터(VFTR)의 제1단에 연결되는 게이트를 갖는다. 전압 추종 트랜지스터(VFTR)는 제1 전압 생성 블록(114)의 트랜지스터(TR)와 동일한 사이즈, 예를 들어 게이트의 폭 및 길이를 가질 수 있다.
- [0053] 전압 추종 트랜지스터(VFTR)는 트랜지스터(TR)와 동일한 사이즈를 갖고, 동일하게 연결된 구조를 갖는다. 따라서, 트랜지스터(TR)와 마찬가지로, 전압 추종 트랜지스터(VFTR)에서 제1 전류량(IA1)을 갖는 제5 전류(I5)가 흐를 수 있다. 즉, 전압 추종 트랜지스터(VFTR)는 제2 전류량(IA2)을 갖는 제3 전류(I3)로부터 제1 전류량(IA1)을 갖는 제5 전류(I5)를 유출할 수 있다.
- [0054] 트랜지스터(TR)에서 제1 전류량(IA1)을 갖는 제2 전류(I2)가 흐르는 것과 동일하게, 전압 추종 트랜지스터(VFTR)에서 제1 전류량(IA1)을 갖는 제5 전류(I5)가 흐른다. 따라서, 추종 노드(NF)의 추종 전압(VF)은 제1 전압 노드(NV1)의 제1 전압(V1)과 같아진다. 즉, 전압 추종 블록(115)은 제3 전류(I3)로부터 제1 전류량(IA1)을 갖는 제5 전류(I5)를 유출하고, 그리고 제1 전압(V1)을 제2 전압 생성 블록(116)에 전달할 수 있다.
- [0055] 제2 전압 생성 블록(116)은 제1 내지 제4 전압 트랜지스터들(VTR1-VTR4)을 포함한다. 제1 전압 트랜지스터(VTR1)는 제4 전압 트랜지스터(VTR4)에 연결되는 제1단, 접지 노드에 연결되는 제2단, 그리고 제1 전압 트랜지스터(VTR1)의 제1단에 연결되는 게이트를 갖는다.
- [0056] 제2 전압 트랜지스터(VTR2)는 제3 전압 트랜지스터(VTR3)에 연결되는 제1단, 접지 노드에 연결되는 제2단, 그리

고 제1 전압 트랜지스터(VTR1)의 제1단에 연결되는 게이트를 갖는다. 제3 전압 트랜지스터(VTR3)는 전류 소스(111)의 제3 소스 트랜지스터(STR3)에 연결되는 제1단, 제2 전압 트랜지스터(VTR2)의 제1단에 연결되는 제2단, 그리고 제3 전압 트랜지스터(VTR3)의 제2단에 연결되는 게이트를 갖는다.

- [0057] 제4 전압 트랜지스터(VTR4)는 전류 소스(111)의 제4 소스 트랜지스터(STR4)에 연결되는 제1단, 제1 전압 트랜지스터(VTR1)의 제1단에 연결되는 제2단, 그리고 제3 전압 트랜지스터(VTR3)의 게이트에 연결되는 게이트를 갖는다. 제1 및 제4 전압 트랜지스터들(VTR1, VTR4)을 통해 제4 전류(I4)가 흐를 수 있다.
- [0058] 제2 및 제3 전압 트랜지스터들(VTR2, VTR3)을 통해 제3 전류(I3)로부터 제5 전류(I5)가 감해진 제6 전류(I6)가 흐를 수 있다. 예를 들어, 제6 전류(I6)는 제1 전류량(IA1)을 가질 수 있다.
- [0059] 제1 및 제2 전압 트랜지스터들(VTR1, VTR2)은 동일한 사이즈, 예를 들어 게이트의 폭 및 길이를 가질 수 있다. 제1 전압 트랜지스터(VTR1)는 제4 전류(I4)를 제2 전압 트랜지스터(VTR2)로 미러링할 수 있다. 즉, 제1 전압 트랜지스터(VTR1)는 제2 및 제3 전압 트랜지스터들(VTR2, VTR3)을 통해 제1 전류량(IA1)을 갖는 전류가 흐르도록 제2 전압 트랜지스터(VTR2)를 제어할 수 있다.
- [0060] 제1 전압 트랜지스터(VTR1)의 제1단은 제2 전압 노드(NV2)일 수 있다. 제2 전압 노드(NV2)의 제2 전압(V2)은 다중화기(120)로 출력될 수 있다. 제2 전압(V2)이 제1 전압(V1)보다 낮아지도록, 제1 및 제2 전압 트랜지스터들(VTR1, VTR2)의 사이즈(예를 들어, 게이트의 폭)는 트랜지스터(TR)의 사이즈(예를 들어, 게이트의 폭)보다 크게 설계될 수 있다.
- [0061] 전압 추종 블록(115)의 제1 전압(V1)은 제3 전압 트랜지스터(VTR3)의 제1단으로 전달될 수 있다. 제3 전압 트랜지스터(VTR3)는 제1 전압(V1)을 제4 전압 트랜지스터(VTR4)로 미러링할 수 있다. 제4 전압 트랜지스터(VTR4)의 제1단의 전압은 제3 전압 트랜지스터(VTR3)의 제1단의 전압과 같아진다. 즉, 제4 전압 트랜지스터(VTR4)의 제1단의 전압은 제1 전압(V1)이 된다.
- [0062] 제4 트랜지스터(VTR4)의 제1단의 전압이 제1 전압(V1)이면, 제4 전압 트랜지스터(VTR4)의 전압 강하에 의해, 제2 전압 노드(NV2)의 제2 전압(V2)은 제1 전압(V1)보다 낮아진다. 즉, 제2 전압(V2)은 제1 전압(V1)보다 낮고, 음의 온도 계수를 갖는다.
- [0063] 제1 전류량(IA1)이 영의 온도 계수(ZTC)를 가지므로, 온도가 변화하면 제2 전압(V2)의 레벨이 음의 온도 계수(ZTC)를 갖고 변할 수 있다. 즉, 제2 전압(V2)의 변화는 온도의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0064] 도 2 및 도 4를 참조하면, 제1 전류량(IA1)이 영의 온도 계수 전류(IZTC)의 전류량이 되도록, 또는 제1 전압(V1)이 영의 온도 계수 전압(VZTC)이 되도록 저항(R)의 저항값이 조절될 수 있다. 예를 들어, 제1 전류량(IA1) 또는 제1 전압(V1)을 측정하며 저항(R)의 저항값이 조절될 수 있다. 따라서, 제1 전압(V1)은 영의 온도 계수(ZTC)를 가질 수 있다. 제2 전압(V2)은 제1 전압(V1)보다 낮게 조절된다. 따라서, 제2 전압(V2)은 음의 온도 계수(NTC)를 가질 수 있다.
- [0065] 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)은 전원 전압(VDD) 및 접지 전압(VSS)을 이용하여 생성된다. 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)을 생성하는 데에 전원 전압(VDD)보다 높은 다른 전압이 사용되지 않는다. 따라서, 온도-전압 변환기(110)는 전원 전압(VDD)이 낮은(예를 들어, 1.2V 또는 그 이하) 환경에 구현될 수 있다.
- [0066] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 전압-시간 변환기(140)를 보여준다. 도 1 및 도 5를 참조하면, 전압-시간 변환기(140)는 온도 계수 전압(VTC)으로부터 시간 정보(T\_VTC) 및 반전 시간 정보(/T\_VTC)를 생성할 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)는 제1 및 제2 시간 정보들(T\_VTC1, T\_VTC2)을 포함하고, 반전 시간 정보(/T\_VTC)는 제1 및 제2 반전 시간 정보들(/T\_VTC1, /T\_VTC2)을 포함할 수 있다.
- [0067] 예를 들어, 다중화기(120)가 제1 전압(V1)을 출력할 때, 전압-시간 변환기(140)는 제1 전압(V1)의 레벨에 대응하는 주기(예를 들어, 반주기)를 갖는 제1 시간 정보(T\_VTC1) 및 제1 반전 시간 정보(/T\_VTC1)를 생성할 수 있다. 다중화기(120)가 제2 전압(V2)을 출력할 때, 전압-시간 변환기(140)는 제2 전압(V1)의 레벨에 대응하는 주기를 갖는 제2 시간 정보(T\_VTC2) 및 제2 반전 시간 정보(/T\_VTC2)를 생성할 수 있다.
- [0068] 전압-시간 변환기(140)는 제1 전압 생성 블록(131), 제2 전압 생성 블록(132), 제1 비교 블록(133), 제2 비교 블록(134), 그리고 래치(135)를 포함한다. 제1 전압 생성 블록(131)은 시간 정보(T\_VTC)로부터 제1 비교 전압(VC1)을 생성하도록 구성된다.



- [0069] 예를 들어, 시간 정보(T\_VTC)가 하이 레벨일 때, 제1 전압 생성 블록(131)은 제1 비교 전압(VC1)을 로우 레벨로 유지할 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)가 로우 레벨일 때, 제1 전압 생성 블록(131)은 제1 비교 전압(VC1)을 로우 레벨로부터 연속적으로 증가할 수 있다.
- [0070] 제1 전압 생성 블록(131)은 제1 비교 커패시터(131\_1), 제1 비교 트랜지스터(131\_2), 그리고 제1 비교 전류원(131\_3)을 포함한다. 제1 비교 커패시터(131\_1)는 제1 비교 노드(NC1)와 접지 전압(VSS)이 공급되는 접지 노드의 사이에 연결된다. 제1 비교 트랜지스터(131\_2)는 제1 비교 노드(NC1)와 접지 노드의 사이에 제1 비교 커패시터(131\_1)와 병렬로 연결될 수 있다.
- [0071] 제1 비교 전류원(131\_3)은 전원 전압(VDD)이 공급되는 전원 노드와 제1 비교 노드(NC1)의 사이에 연결된다. 제1 전압 생성 블록(131)은 제1 비교 노드(NC1)의 전압을 제1 비교 전압(VC1)으로 출력할 수 있다.
- [0072] 제2 전압 생성 블록(132)은 반전 시간 정보(/T\_VTC)로부터 제2 비교 전압(VC2)을 생성하도록 구성된다. 예를 들어, 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 하이 레벨일 때, 제2 전압 생성 블록(132)은 제2 비교 전압(VC2)을 로우 레벨로 유지할 수 있다. 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 로우 레벨일 때, 제2 전압 생성 블록(132)은 제2 비교 전압(VC2)을 로우 레벨로부터 연속적으로 증가할 수 있다.
- [0073] 제2 전압 생성 블록(132)은 제2 비교 커패시터(132\_1), 제2 비교 트랜지스터(132\_2), 그리고 제2 비교 전류원(132\_3)을 포함한다. 제2 비교 커패시터(132\_1)는 제2 비교 노드(NC2)와 접지 노드의 사이에 연결된다. 제2 비교 트랜지스터(132\_2)는 제2 비교 노드(NC2)와 접지 노드의 사이에 제2 비교 커패시터(132\_1)와 병렬로 연결될 수 있다.
- [0074] 제2 비교 전류원(132\_3)은 전원 전압(VDD)이 공급되는 전원 노드와 제2 비교 노드(NC2)의 사이에 연결된다. 제2 전압 생성 블록(132)은 제2 비교 노드(NC2)의 전압을 제2 비교 전압(VC2)으로 출력할 수 있다.
- [0075] 제1 비교 블록(133)은 시간 정보(T\_VTC) 및 반전 시간 정보(/T\_VTC)에 응답하여 제1 비교 전압(VC1)과 온도 계수 전압(VTC)을 비교할 수 있다. 비교 결과에 따라, 제1 비교 블록(133)은 제1 출력 전압(VO1)을 출력할 수 있다.
- [0076] 예를 들어, 시간 정보(T\_VTC)가 하이 레벨이고 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 로우 레벨일 때, 제1 비교 블록(133)은 온도 계수 전압(VTC)을 저장할 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)가 로우 레벨이고 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 하이 레벨일 때, 제1 비교 블록(133)은 제1 비교 전압(VC1)과 온도 계수 전압(VTC)을 비교할 수 있다.
- [0077] 제1 비교 블록(133)은 제1 비교 전압(VC1)이 증가하여 온도 계수 전압(VTC)에 도달하면, 제1 출력 전압(VO1)을 하이 레벨로부터 로우 레벨로 천이할 수 있다. 제1 비교 블록(133)은 제1 비교 다중화기(133\_1), 제3 비교 커패시터(133\_2), 제1 비교 인버터(133\_3), 그리고 제1 비교 스위치(133\_4)를 포함한다. 제1 비교 다중화기(133\_1)는 온도 계수 전압(VTC) 및 제1 비교 전압(VC1)을 수신할 수 있다.
- [0078] 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 로우 레벨일 때, 제1 비교 다중화기(133\_1)는 온도 계수 전압(VTC)을 출력할 수 있다. 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 하이 레벨일 때, 제1 비교 다중화기(133\_1)는 제1 비교 전압(VC1)을 출력할 수 있다. 제3 비교 커패시터(133\_2)는 제1 비교 다중화기(133\_1)와 제1 비교 인버터(133\_3)의 사이에 연결된다.
- [0079] 제1 비교 인버터(133\_3)는 제1 출력 전압(VO1)이 출력되는 제1 출력 노드(NO1)와 제3 비교 커패시터(133\_2)의 사이에 연결된다. 제1 비교 스위치(133\_4)는 제3 비교 커패시터(133\_2)와 제1 출력 노드(NO1)의 사이에 제1 비교 인버터(133\_3)와 병렬 연결될 수 있다.
- [0080] 제1 비교 스위치(133\_4)는 시간 정보(T\_VTC)에 응답하여 동작한다. 시간 정보(T\_VTC)가 하이 레벨일 때, 제1 비교 스위치(133\_4)는 쇼트 될 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)가 로우 레벨일 때, 제1 비교 스위치(133\_4)는 오픈 될 수 있다.
- [0081] 제2 비교 블록(134)은 시간 정보(T\_VTC) 및 반전 시간 정보(/T\_VTC)에 응답하여 제2 비교 전압(VC2)과 온도 계수 전압(VTC)을 비교할 수 있다. 비교 결과에 따라, 제2 비교 블록(134)은 제2 출력 전압(VO2)을 출력할 수 있다.
- [0082] 예를 들어, 시간 정보(T\_VTC)가 로우 레벨이고 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 하이 레벨일 때, 제2 비교 블록(134)은 온도 계수 전압(VTC)을 저장할 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)가 하이 레벨이고 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 로우 레벨일 때, 제2 비교 블록(134)은 제2 비교 전압(VC2)과 온도 계수 전압(VTC)을 비교할 수 있다.
- [0083] 제2 비교 블록(134)은 제2 비교 전압(VC2)이 증가하여 온도 계수 전압(VTC)에 도달하면, 제2 출력 전압(VO2)을

하이 레벨로부터 로우 레벨로 천이할 수 있다. 즉, 제2 출력 전압(V02)은 온도 계수 전압(VTC)의 레벨에 대응하는 주기를 갖는 펄스 신호일 수 있다.

- [0084] 제2 비교 블록(134)은 제2 비교 다중화기(134\_1), 제4 비교 커패시터(134\_2), 제2 비교 인버터(134\_3), 그리고 제2 비교 스위치(134\_4)를 포함한다. 제2 비교 다중화기(134\_1)는 온도 계수 전압(VTC) 및 제2 비교 전압(VC2)을 수신할 수 있다.
- [0085] 시간 정보(T\_VTC)가 로우 레벨일 때, 제2 비교 다중화기(134\_1)는 온도 계수 전압(VTC)을 출력할 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)가 하이 레벨일 때, 제2 비교 다중화기(134\_1)는 제2 비교 전압(VC2)을 출력할 수 있다. 제4 비교 커패시터(134\_2)는 제2 비교 다중화기(134\_1)와 제2 비교 인버터(134\_3)의 사이에 연결된다.
- [0086] 제2 비교 인버터(134\_3)는 제2 출력 전압(V02)이 출력되는 제2 출력 노드(N02)와 제4 비교 커패시터(134\_2)의 사이에 연결된다. 제2 비교 스위치(134\_4)는 제4 비교 커패시터(134\_2)와 제2 출력 노드(N02)의 사이에 제2 비교 인버터(134\_3)와 병렬 연결될 수 있다.
- [0087] 제2 비교 스위치(134\_4)는 반전 시간 정보(/T\_VTC)에 응답하여 동작한다. 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 하이 레벨일 때, 제2 비교 스위치(134\_4)는 쇼트 될 수 있다. 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 로우 레벨일 때, 제2 비교 스위치(134\_4)는 오픈 될 수 있다.
- [0088] 래치(135)는 제1 출력 전압(V01)을 셋 신호로, 그리고 제2 출력 전압(V02)을 리셋 신호로 수신하는 리셋 래치일 수 있다. 래치(135)는 제1 낸드 소자(135\_1) 및 제2 낸드 소자(135\_2)를 포함한다. 제1 낸드 소자(135\_1)는 제1 출력 전압(V01) 및 반전 시간 정보(/T\_VTC)를 수신하고 시간 정보(T\_VTC)를 출력할 수 있다. 제2 낸드 소자(135\_2)는 제2 출력 전압(V02) 및 시간 정보(T\_VTC)를 수신하고 반전 시간 정보(/T\_VTC)를 출력할 수 있다.
- [0089] 도 6은 전압-시간 변환기(140)가 제1 페이즈에서 동작하는 예를 보여준다. 예를 들어, 시간 정보(T\_VTC)가 로우 레벨로부터 하이 레벨로 천이하고, 그리고 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 하이 레벨로부터 로우 레벨로 천이함에 따라, 전압-시간 변환기(140)는 제1 페이즈로 진입할 수 있다.
- [0090] 제1 전압 생성 블록(131)에서, 시간 정보(T\_VTC)에 응답하여 제1 비교 트랜지스터(131\_2)가 턴-온 될 수 있다. 따라서, 제1 비교 전압(VC1)은 접지 전압으로 유지될 수 있다. 반전 시간 정보(/T\_VTC)에 응답하여, 제1 비교 블록(133)의 제1 비교 다중화기(133\_1)는 온도 계수 전압(VTC)을 출력할 수 있다. 따라서, 제3 비교 커패시터(133\_2)에 온도 계수 전압(VTC)이 충전될 수 있다.
- [0091] 시간 정보(T\_VTC)에 응답하여, 제1 비교 블록(133)의 제1 비교 스위치(133\_4)는 쇼트 될 수 있다. 제1 비교 인버터(133\_3)의 입력과 출력(예를 들어, N01)의 전압들은 제1 비교 인버터(133\_3)의 로직 문턱(Logic Threshold)으로 등화 될 수 있다. 예를 들어, 제1 비교 인버터(133\_3)의 로직 문턱은 제1 비교 인버터(133\_3)가 로우 레벨을 출력하는 입력 전압들과 하이 레벨을 출력하는 입력 전압들의 중간 전압일 수 있다.
- [0092] 예를 들어, 제1 비교 인버터(133\_3)의 입력이 로직 문턱보다 낮을 때, 제1 비교 인버터(133\_3)는 하이 레벨을 출력할 수 있다. 제1 비교 인버터(133\_3)의 입력이 로직 문턱보다 높을 때, 제1 비교 인버터(133\_3)는 로우 레벨을 출력할 수 있다.
- [0093] 도 7은 전압-시간 변환기(140)가 제2 페이즈에서 동작하는 예를 보여준다. 예를 들어, 시간 정보(T\_VTC)는 하이 레벨로부터 로우 레벨로 천이하고, 반전 시간 정보(/T\_VTC)는 로우 레벨로부터 하이 레벨로 천이함으로써, 전압-시간 변환기(140)는 제2 페이즈로 진입할 수 있다.
- [0094] 제2 페이즈에서, 시간 정보(T\_VTC)에 응답하여, 제1 전압 생성 블록(131)의 제1 비교 트랜지스터(131\_2)는 턴-오프 된다. 따라서, 제1 비교 전류원(131\_3)에 의해, 제1 비교 커패시터(131\_1)에 전압이 충전된다. 즉, 제1 비교 전압(VC1)이 접지 전압(VSS)으로부터 연속적으로 상승한다.
- [0095] 반전 시간 정보(/T\_VTC)에 응답하여, 제1 비교 블록(133)의 제1 비교 다중화기(133\_1)는 제2 전압(V2)을 출력할 수 있다. 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 로우 레벨로부터 하이 레벨로 천이한 때에, 제1 비교 전압(VC1)은 접지 전압(VSS)이다. 따라서, 제1 비교 다중화기(133\_1)는 출력 전압을 양전압인 온도 계수 전압(VTC)으로부터 접지 전압(VSS)으로 변환한다.
- [0096] 제1 비교 다중화기(133\_1)의 출력 전압이 온도 계수 전압(VTC)으로부터 접지 전압(VSS)으로 변화함에 따라, 제1 비교 인버터(133\_3)는 하이 레벨을 출력할 수 있다. 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 하이 레벨로 천이한 후에, 제1 비교 전압(VC1)이 접지 전압(VSS)으로부터 연속적으로 상승한다.

- [0097] 제1 비교 전압(VC1)이 증가하여, 온도 계수 전압(VTC) 이상이 되면, 제1 비교 인버터(133\_3)에 로직 문턱 이상의 전압이 전달된다. 따라서, 제1 비교 인버터(133\_3)는 제1 출력 전압(V01)을 로우 레벨로 조절하고, 래치(135)가 셋(set) 된다.
- [0098] 도 6 및 도 7을 참조하면, 제2 전압 생성 블록(132) 및 제2 비교 블록(134)은 제1 전압 생성 블록(131) 및 제1 비교 블록(133)과 유사하게 동작한다. 예를 들어, 제1 페이지에서, 제2 전압 생성 블록(132)은 제2 비교 전압(VC2)을 접지 전압(VSS)으로부터 연속적으로 증가할 수 있다.
- [0099] 제1 페이지에서, 제2 비교 블록(134)은 제2 비교 전압(VC2)과 온도 계수 전압(VTC)을 비교할 수 있다. 제2 비교 전압(VC2)이 온도 계수 전압(VTC) 이상이 되면, 제2 비교 블록(134)은 제2 출력 전압(V02)을 로우 레벨로 조절하여, 래치(139)를 리셋(reset)할 수 있다.
- [0100] 제2 페이지에서, 제2 전압 생성 블록(132)은 제2 비교 전압(VC2)을 접지 전압(VSS)으로 유지할 수 있다. 제2 비교 블록(134)은 온도 계수 전압(VTC)을 제4 비교 커패시터(134\_2)에 충전할 수 있다.
- [0101] 도 8은 도 5 내지 도 7의 전압-시간 변환기(140)의 전압들의 변화들을 보여준다. 도 5 내지 도 8을 참조하면, 제1 시간(T1)에 시간 정보(T\_VTC)가 로우 레벨로부터 하이 레벨로 천이하고, 반전 시간 정보(/T\_VTC)가 하이 레벨로부터 로우 레벨로 천이할 수 있다. 즉, 제1 시간(T1)에 전압-시간 변환기(140)는 제1 페이지에 진입할 수 있다.
- [0102] 제1 전압 생성 블록(131)은 제1 비교 전압(VC1)을 접지 전압(VSS)으로 유지할 수 있다. 제1 비교 블록(133)은 온도 계수 전압(VTC)을 제3 비교 커패시터(133\_2)에 충전할 수 있다. 제1 출력 전압(V01)은 제1 비교 인버터(133\_3)의 로직 문턱(LTH)으로 유지될 수 있다.
- [0103] 제2 전압 생성 블록(132)은 제2 비교 전압(VC2)을 접지 전압(VSS)으로부터 연속적으로 증가할 수 있다. 제2 비교 전압(VC2)이 온도 계수 전압(VTC)보다 낮은 동안, 제2 비교 인버터(134\_3)는 제2 출력 전압(V02)을 하이 레벨로 유지할 수 있다.
- [0104] 제2 비교 전압(VC2)이 온도 계수 전압(VTC)에 도달하면, 제2 비교 인버터(134\_3)는 제2 출력 전압(V02)을 로우 레벨로 천이할 수 있다. 제2 출력 전압(V02)이 로우 레벨로 천이됨에 따라, 래치(135)가 리셋된다. 시간 정보(T\_VTC)는 하이 레벨로부터 로우 레벨로 천이하고, 반전 시간 정보(/T\_VTC)는 로우 레벨로부터 하이 레벨로 천이할 수 있다. 즉, 전압-시간 변환기(140)는 제2 페이지로 진입할 수 있다.
- [0105] 제2 페이지에서, 제2 전압 생성 블록(132)은 제2 비교 전압(VC2)을 접지 전압(VSS)으로 유지할 수 있다. 제2 비교 블록(134)은 온도 계수 전압(VTC)을 제4 비교 커패시터(134\_2)에 충전할 수 있다. 제2 출력 전압(V02)은 제2 비교 인버터(134\_3)의 로직 문턱(LTH)으로 유지될 수 있다.
- [0106] 제1 전압 생성 블록(131)은 제1 비교 전압(VC1)을 접지 전압(VSS)으로부터 연속적으로 증가할 수 있다. 제1 비교 전압(VC1)이 온도 계수 전압(VTC)보다 낮은 동안, 제1 비교 인버터(133\_3)는 제1 출력 전압(V01)을 하이 레벨로 유지할 수 있다.
- [0107] 제1 비교 전압(VC1)이 온도 계수 전압(VTC)에 도달하면, 제1 비교 인버터(133\_3)는 제1 출력 전압(V01)을 로우 레벨로 천이할 수 있다. 제1 출력 전압(V01)이 로우 레벨로 천이됨에 따라, 래치(135)가 셋 된다. 시간 정보(T\_VTC)는 로우 레벨로부터 하이 레벨로 천이하고, 반전 시간 정보(/T\_VTC)는 하이 레벨로부터 로우 레벨로 천이할 수 있다. 즉, 전압-시간 변환기(140)는 제1 페이지로 진입할 수 있다.
- [0108] 제1 시간(T1) 내지 제5 시간(T5) 동안에, 온도 계수 전압(VTC)과 제1 비교 전압(VC1)의 비교, 그리고 온도 계수 전압(VTC)과 제2 비교 전압(VC2)이 비교에 따라, 래치(135)는 주기적으로 셋 및 리셋될 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)는 제1 비교 전압(VC1)이 온도 계수 전압(VTC)에 도달하는 시간에 해당하는 반주기를 가질 수 있다. 즉, 시간 정보(T\_VTC)는 온도 계수 전압(VTC)과 연관된 주기를 가질 수 있다.
- [0109] 다중화기(120)가 온도 계수 전압(VTC)으로서 제1 전압(V1)을 출력할 때, 제1 시간 정보(T\_VTC1)는 제1 주기를 가질 수 있다. 다중화기(120)가 온도 계수 전압(VTC)으로서 제2 전압(V2)을 출력할 때, 제2 시간 정보(T\_VTC2)는 제1 주기보다 짧은 제2 주기를 가질 수 있다. 즉, 전압-시간 변환기(140)는 전압을 시간(예를 들어, 주기)으로 변환할 수 있다.
- [0110] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 시간-디지털 변환기(150a)를 보여준다. 도 1 및 도 9를 참조하면, 시간-디지털 변환기(150a)는 카운터(151) 및 플립플롭(152)을 포함한다. 카운터(141)는 클럭 신호(CLK) 및 시간 정보

(T\_VTC)를 수신할 수 있다.

- [0111] 시간 정보(T\_VTC)는 카운터(151)의 활성화 입력(EN)에 전달될 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)가 활성화(예를 들어, 하이 레벨)된 동안, 카운터(141)는 클럭 신호(CLK)에 응답하여 카운트(CNT)를 증가할 수 있다.
- [0112] 플립플롭(152)은 카운트(CNT) 및 시간 정보(T\_VTC)를 수신할 수 있다. 카운트(CNT)는 플립플롭(152)의 입력(D)에 전달될 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)가 비활성화될 때, 예를 들어 하이 레벨로부터 로우 레벨로 천이할 때, 플립플롭(152)은 카운트(CNT)를 디지털 시간 정보(D\_TDC)로서 출력(Q)을 통해 출력할 수 있다.
- [0113] 도 10은 도 9의 시간-디지털 변환기(150a)가 동작하는 예를 보여준다. 도 9 및 도 10을 참조하면, 클럭 신호(CLK)는 하이 레벨과 로우 레벨을 주기적으로 천이할 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)가 하이 레벨을 갖는 동안, 카운터(151)는 클럭 신호(CLK)에 응답하여 카운트(CNT)를 증가할 수 있다.
- [0114] 예를 들어, 시간 정보(T\_VTC)가 클럭 신호(CLK)의 두 사이클들 동안 하이 레벨을 가지면, 카운터(151)는 카운트(CNT)를 두 번 증가할 수 있다. 시간 정보(T\_VTC)가 로우 레벨로 천이하면, 플립플롭(152)은 카운트(CNT)를 디지털 시간 정보(D\_TDC)로 출력할 수 있다. 카운터(151)는 카운트(CNT)를 초기화할 수 있다.
- [0115] 도 11은 도 1의 온도 감지 장치(100)가 동작하는 예를 보여준다. 도 1 및 도 11을 참조하면, 디지털 프로세서(160)는 천이 신호(S\_TRAN)를 로우 레벨과 하이 레벨로 교대로 조절할 수 있다. 예를 들어, 디지털 프로세서(160)는 시간-디지털 변환기(150)로부터 디지털 시간 정보(D\_TDC)가 수신됨에 따라 천이 신호(S\_TRAN)를 천이할 수 있다. 다른 예로서, 디지털 프로세서(160)는 천이 신호(S\_TRAN)를 주기적으로 천이할 수 있다.
- [0116] 천이 신호(S\_TRAN)가 로우 레벨일 때, 다중화기(120)는 온도 계수 전압(VTC)으로 제1 전압(V1)을 출력할 수 있다. 다중화기(120)가 제1 전압(V1)을 출력할 때, 전압-시간 변환기(140)는 제1 시간 정보(T\_VTC1)를 출력할 수 있다. 제1 시간 정보(T\_VTC1)는 제1 전압(V1)의 레벨에 대응하는 주기를 가질 수 있다.
- [0117] 시간-디지털 변환기(150)는 제1 시간 정보(T\_VTC1)를 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)로 변환할 수 있다. 디지털 프로세서(160)는 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)를 저장할 수 있다.
- [0118] 천이 신호(S\_TRAN)가 하이 레벨일 때, 다중화기(120)는 온도 계수 전압(VTC)으로 제2 전압(V2)을 출력할 수 있다. 다중화기(120)가 제2 전압(V2)을 출력할 때, 전압-시간 변환기(140)는 제2 시간 정보(T\_VTC2)를 출력할 수 있다. 제2 시간 정보(T\_VTC2)는 제2 전압(V2)의 레벨에 대응하는 주기를 가질 수 있다.
- [0119] 시간-디지털 변환기(150)는 제2 시간 정보(T\_VTC2)를 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)로 변환할 수 있다. 디지털 프로세서(160)는 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)를 저장할 수 있다. 디지털 프로세서(160)는 수학적 식 1에 따라 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산할 수 있다.

**수학적 식 1**

[0120] 
$$D\_TEMP = A \cdot \frac{D\_TDC\ 1 - D\_TDC\ 2}{D\_TDC\ 1}$$

[0121] 수학적 식 1에서, 'A'는 임의의 계수일 수 있다. 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)는 제1 전압(V1)의 레벨에 대응하는 값을 갖고, 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)는 제2 전압(V2)의 레벨에 대응하는 값을 갖는다. 따라서, 수학적 식 1은 수학적 식 2의 형태로 정리될 수 있다.

**수학적 식 2**

[0122] 
$$D\_TEMP = A \cdot \frac{D\_TDC\ 1 - D\_TDC\ 2}{D\_TDC\ 1} = A \cdot \frac{V1 - V2}{V1}$$

[0123] 제1 전압(V1)은 영의 온도 계수(ZTC)를 갖고, 제2 전압(V2)은 음의 온도 계수(NTC)를 갖는다. 따라서, 제1 전압(V1)으로부터 제2 전압(V2)을 감한 값은 양의 온도 계수(PTC)를 가질 수 있다.

[0124] 공정 변수 또는 환경 변수로 인해, 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)은 오차를 가질 수 있다. 본 발명의 실시 예에



따른 디지털 프로세서(160)는 제1 전압(V1)과 제2 전압(V2)이 비율에 따라 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산한다. 따라서, 공정 변수와 환경 변수가 상쇄되고, 더 정확한 디지털 온도(D\_TEMP)가 획득된다.

- [0125] 도 12는 제1 전압(V1), 제2 전압(V2), 그리고 디지털 온도(D\_TEMP)의 오차들의 예를 보여준다. 도 2에서, 가로축은 온도(TEMP)를 가리키고, 세로축은 전압(V) 또는 값(V)을 가리킨다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 제1 전압(V1)은 온도(TEMP)에 의해 변하지 않으며, 공정 변수 및 환경 변수에 따른 오차를 갖는다.
- [0126] 제2 전압(V2)은 온도(TEMP)에 반비례하며, 공정 변수 및 환경 변수에 따른 오차를 갖는다. 디지털 온도(D\_TEMP)는 온도(TEMP)에 비례하며, 공정 변수 및 환경 변수에 따른 오차를 갖지 않는다. 따라서, 더 정확한 디지털 온도(D\_TEMP)가 획득된다.
- [0127] 도 13은 본 발명의 응용 예에 따른 시간-디지털 변환기(150b)를 보여준다. 도 1 및 도 13을 참조하면, 시간-디지털 변환기(150b)는 카운터(151'), 플립플롭(152'), 그리고 분주기(153)를 포함한다. 도 9의 시간-디지털 변환기(150a)와 비교하면, 시간-디지털 변환기(150b)는 분주기(153)를 더 포함한다.
- [0128] 분주기(153)는 시간 정보(T\_VTC)를 분주하여 분주된 시간 정보(T\_VTCa)를 생성할 수 있다. 카운터(151')는 시간 정보(T\_VTC) 대신에 분주된 시간 정보(T\_VTCa)를 수신할 수 있다. 플립플롭(152')은 시간 정보(T\_VTC) 대신에 분주된 시간 정보(T\_VTCa)를 수신할 수 있다.
- [0129] 도 14는 도 13의 시간-디지털 변환기(150b)가 동작하는 예를 보여준다. 도 13 및 도 14를 참조하면, 클럭 신호(CLK)는 하이 레벨과 로우 레벨을 주기적으로 천이할 수 있다. 분주된 시간 정보(T\_VTCa)가 하이 레벨을 갖는 동안, 카운터(151')는 클럭 신호(CLK)에 응답하여 카운트(CNT)를 증가할 수 있다.
- [0130] 예를 들어, 분주된 시간 정보(T\_VTCa)가 클럭 신호(CLK)의 8 사이클들 동안 하이 레벨을 가지면, 카운터(151')는 카운트(CNT)를 8번 증가할 수 있다. 분주된 시간 정보(T\_VTCa)가 로우 레벨로 천이하면, 플립플롭(152')은 카운트(CNT)를 디지털 시간 정보(D\_TDC)로 출력할 수 있다. 카운터(151')는 카운트(CNT)를 초기화할 수 있다.
- [0131] 도 15는 도 1의 온도 감지 장치(100)가 동작하는 응용 예를 보여준다. 예시적으로, 도 13의 시간-디지털 변환기(150b)를 포함하는 온도 감지 장치(100)의 동작의 예가 도 15에 도시된다. 도 1, 도 13 및 도 15를 참조하면, 디지털 프로세서(160)는 천이 신호(S\_TRAN)를 로우 레벨과 하이 레벨로 교대로 조절할 수 있다.
- [0132] 예를 들어, 디지털 프로세서(160)는 시간-디지털 변환기(150)로부터 디지털 시간 정보(D\_TDC)가 수신됨에 따라 천이 신호(S\_TRAN)를 천이할 수 있다. 다른 예로서, 디지털 프로세서(160)는 천이 신호(S\_TRAN)를 주기적으로 천이할 수 있다.
- [0133] 천이 신호(S\_TRAN)가 로우 레벨일 때, 다중화기(120)는 온도 계수 전압(VTC)으로 제1 전압(V1)을 출력할 수 있다. 다중화기(120)가 제1 전압(V1)을 출력할 때, 전압-시간 변환기(140)는 제1 시간 정보(T\_VTC1)를 출력할 수 있다. 제1 시간 정보(T\_VTC1)는 제1 전압(V1)의 레벨에 대응하는 주기를 가질 수 있다.
- [0134] 시간-디지털 변환기(150b)는 제1 시간 정보(T\_VTC1)를 제1 분주된 시간 정보(T\_VTC1a)로 분주할 수 있다. 시간-디지털 변환기(150b)는 제1 분주된 시간 정보(T\_VTC1a)를 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)로 변환할 수 있다. 디지털 프로세서(160)는 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)를 저장할 수 있다.
- [0135] 천이 신호(S\_TRAN)가 하이 레벨일 때, 다중화기(120)는 온도 계수 전압(VTC)으로 제2 전압(V2)을 출력할 수 있다. 다중화기(120)가 제2 전압(V2)을 출력할 때, 전압-시간 변환기(140)는 제2 시간 정보(T\_VTC2)를 출력할 수 있다. 제2 시간 정보(T\_VTC2)는 제2 전압(V2)의 레벨에 대응하는 주기를 가질 수 있다.
- [0136] 시간-디지털 변환기(150b)는 제2 시간 정보(T\_VTC2)를 제2 분주된 시간 정보(T\_VTC2a)로 분주할 수 있다. 시간-디지털 변환기(150b)는 제2 분주된 시간 정보(T\_VTC2a)를 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)로 변환할 수 있다. 디지털 프로세서(160)는 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)를 저장할 수 있다. 디지털 프로세서(160)는 수학적 식 1 및 2에 따라 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산할 수 있다.
- [0137] 도 16은 본 발명의 응용 예에 따른 온도 감지 장치(100a)를 보여주는 블록도이다. 도 16을 참조하면, 온도 감지 장치(100a)는 온도-전압 변환기(110) 및 온도 감지기(130a)를 포함한다. 온도-전압 변환기(110)는 도 1을 참조하여 설명된 바와 같이, 영의 온도 계수(ZTC)를 갖는 제1 전압(V1) 및 음의 온도 계수(NTC)를 갖는 제2 전압(V2)을 출력할 수 있다.
- [0138] 온도 감지기(130a)는 전압-시간 변환기(140a), 시간-디지털 변환기(150c), 그리고 디지털 프로세서(160a)를 포함한다. 전압-시간 변환기(140a)는 제1 블록(BLK1) 및 제2 블록(BLK2)을 포함한다. 제1 블록(BLK1)은 제1 전압

(V1)을 제1 시간 정보(T\_VTC1)로 변환할 수 있다. 제2 블록(BLK2)은 제2 전압(V2)을 제2 시간 정보(T\_VTC2)로 변환할 수 있다.

[0139] 예를 들어, 제1 블록(BLK1) 및 제2 블록(BLK2) 각각은 도 5 내지 도 7을 참조하여 설명된 구조를 갖고, 도 5 내지 도 7을 참조하여 설명된 바에 따라 동작할 수 있다. 즉, 전압-시간 변환기(140a)는 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)을 동시에 또는 병렬적으로 제1 시간 정보(T\_VTC1) 및 제2 시간 정보(T\_VTC2)로 각각 변환할 수 있다.

[0140] 시간-디지털 변환기(150c)는 제3 블록(BLK3) 및 제4 블록(BLK4)을 포함할 수 있다. 제3 블록(BLK3)은 제1 시간 정보(T\_VTC1)를 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1)로 변환할 수 있다. 제4 블록(BLK4)은 제2 시간 정보(T\_VTC2)를 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)로 변환할 수 있다.

[0141] 예를 들어, 제3 블록(BLK3) 및 제4 블록(BLK4) 각각은 도 9 및 도 10을 참조하여 설명된 구조 또는 도 13 및 도 14를 참조하여 설명된 구조를 갖고, 도 9 및 도 10을 참조하여 설명된 바에 따라 또는 도 13 및 도 14를 참조하여 설명된 바에 따라 동작할 수 있다. 즉, 시간-디지털 변환기(150c)는 제1 시간 정보(T\_VTC1) 및 제2 시간 정보(T\_VTC2)를 동시에 또는 병렬적으로 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1) 및 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)로 각각 변환할 수 있다.

[0142] 디지털 프로세서(160a)는 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1) 및 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)를 동시에 또는 병렬적으로 수신할 수 있다. 디지털 프로세서(160a)는 수학식 1 및 수학식 2를 참조하여 설명된 바에 따라, 제1 디지털 시간 정보(D\_TDC1) 및 제2 디지털 시간 정보(D\_TDC2)로부터 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산할 수 있다.

[0143] 상술된 바와 같이, 온도-전압 변환기(110)는 전원 전압(VDD) 및 접지 전압(VSS)을 이용하여 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)을 생성할 수 있다. 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)을 생성하는 데에 전원 전압(VDD)을 초과하는 별도의 전압은 요구되지 않는다.

[0144] 또한, 온도 감지기(130)는 전원 전압(VDD) 및 접지 전압(VSS)을 이용하여 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)으로부터 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산할 수 있다. 온도 감지기(130)가 제1 전압(V1) 및 제2 전압(V2)으로부터 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산하는 데에 아날로그-디지털 변환기와 같이 높은 전압을 필요로 하는 구성 요소가 요구되지 않는다.

[0145] 본 발명에 따르면, 전원 전압(VDD)이 낮은(예를 들어, 1.2V 또는 그 이하) 환경에서 동작하는 온도 감지 장치(100)가 구현된다. 또한, 본 발명에 따르면, 공정 변수 및 환경 변수를 상쇄하여 더 정확한 디지털 온도(D\_TEMP)를 계산하는 온도 감지 장치(100)가 제공된다.

[0146] 상술된 실시 예들에서, "블록"의 용어를 사용하여 본 발명의 실시 예들에 따른 구성 요소들이 참조되었다. "블록"은 IC (Integrated Circuit), ASIC (Application Specific IC), FPGA (Field Programmable Gate Array), CPLD (Complex Programmable Logic Device) 등과 같은 다양한 하드웨어 장치들, 하드웨어 장치들에서 구동되는 펌웨어, 응용과 같은 소프트웨어, 또는 하드웨어 장치와 소프트웨어가 조합된 형태로 구현될 수 있다. 또한, "블록"은 IC 내의 반도체 소자들로 구성되는 회로들 또는 IP (Intellectual Property)를 포함할 수 있다.

[0147] 상술된 내용은 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 실시 예들이다. 본 발명은 상술된 실시 예들뿐만 아니라, 단순하게 설계 변경되거나 용이하게 변경할 수 있는 실시 예들 또한 포함할 것이다. 또한, 본 발명은 실시 예들을 이용하여 용이하게 변형하여 실시할 수 있는 기술들도 포함될 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 상술된 실시 예들에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 발명의 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 할 것이다.

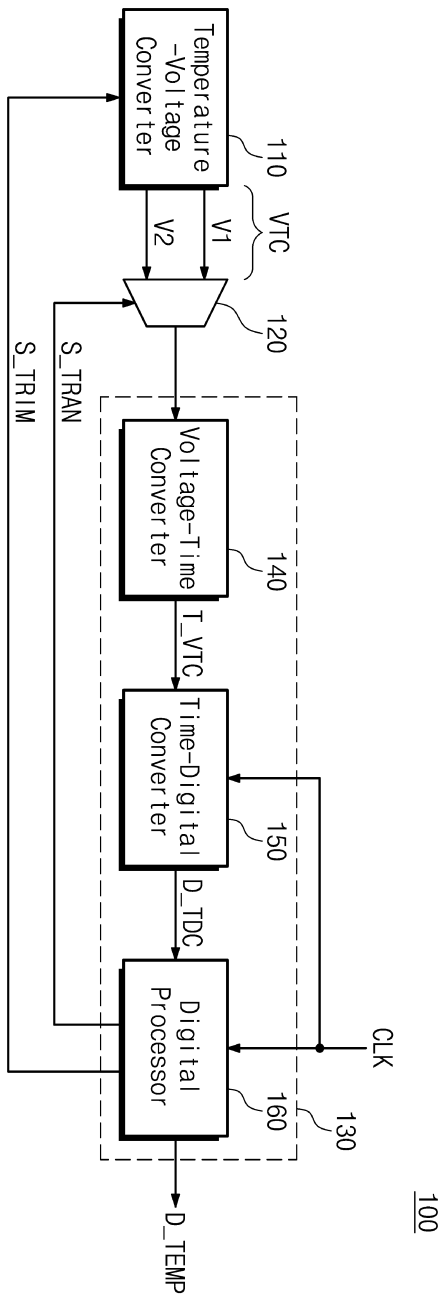
**부호의 설명**

- [0148] 100: 온도 감지 장치
- 110: 온도-전압 변환기
- 111: 전류 소스
- 112: 접지 노드
- 113: 기준 전압 생성 블록
- 114: 제1 전압 생성 블록

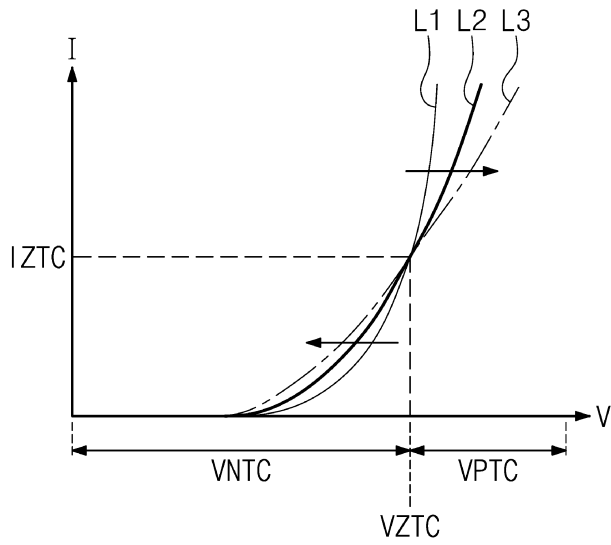
- 115: 전압 추종 블록
- 116: 제2 전압 생성 블록
- 120: 다중화기
- 130: 온도 감지기
- 131: 제1 전압 생성 블록
- 132: 제2 전압 생성 블록
- 133: 제1 비교 블록
- 134: 제2 비교 블록
- 135: 래치
- 140: 전압-시간 변환기
- 150: 시간-디지털 변환기
- 160: 디지털 프로세서

도면

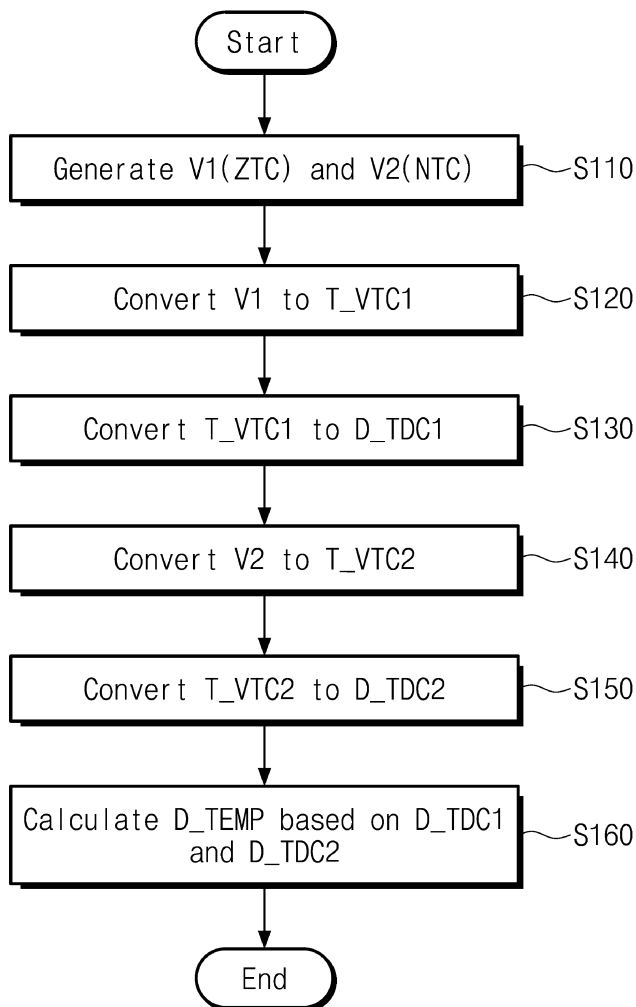
도면1



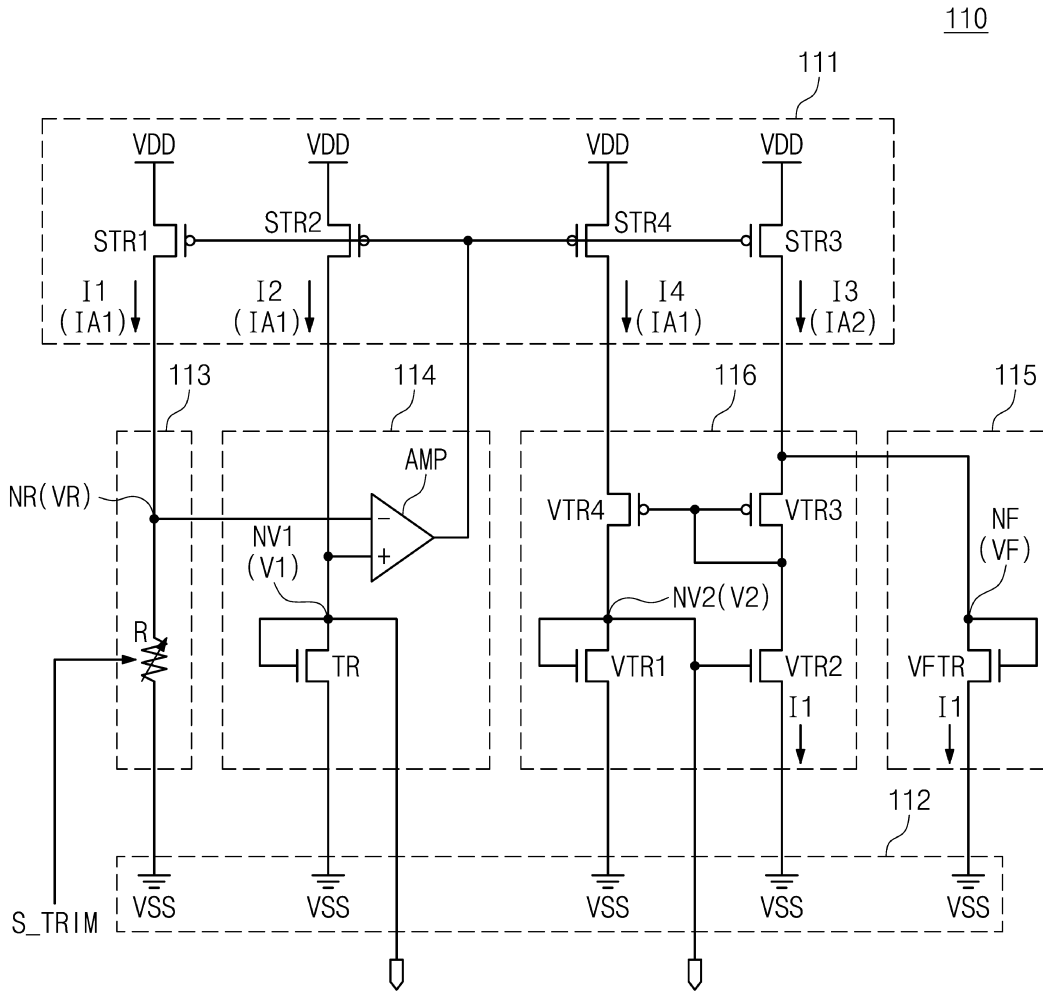
도면2



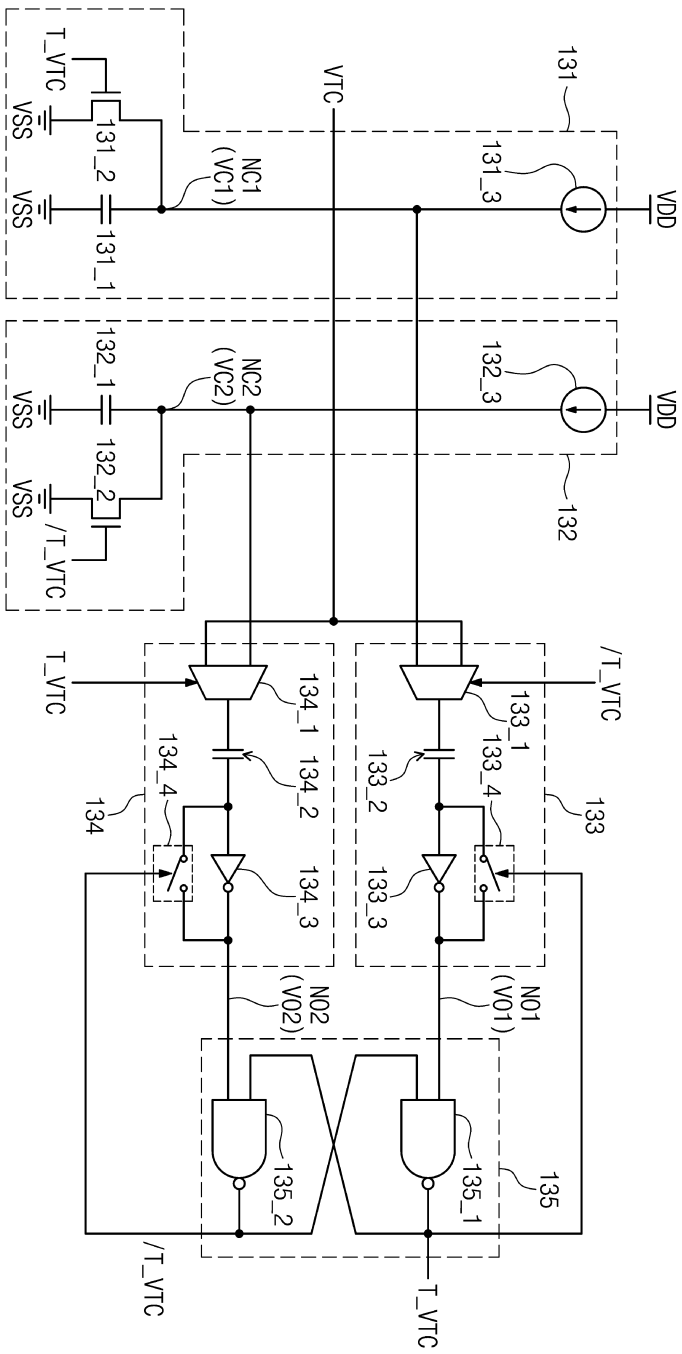
도면3



도면4

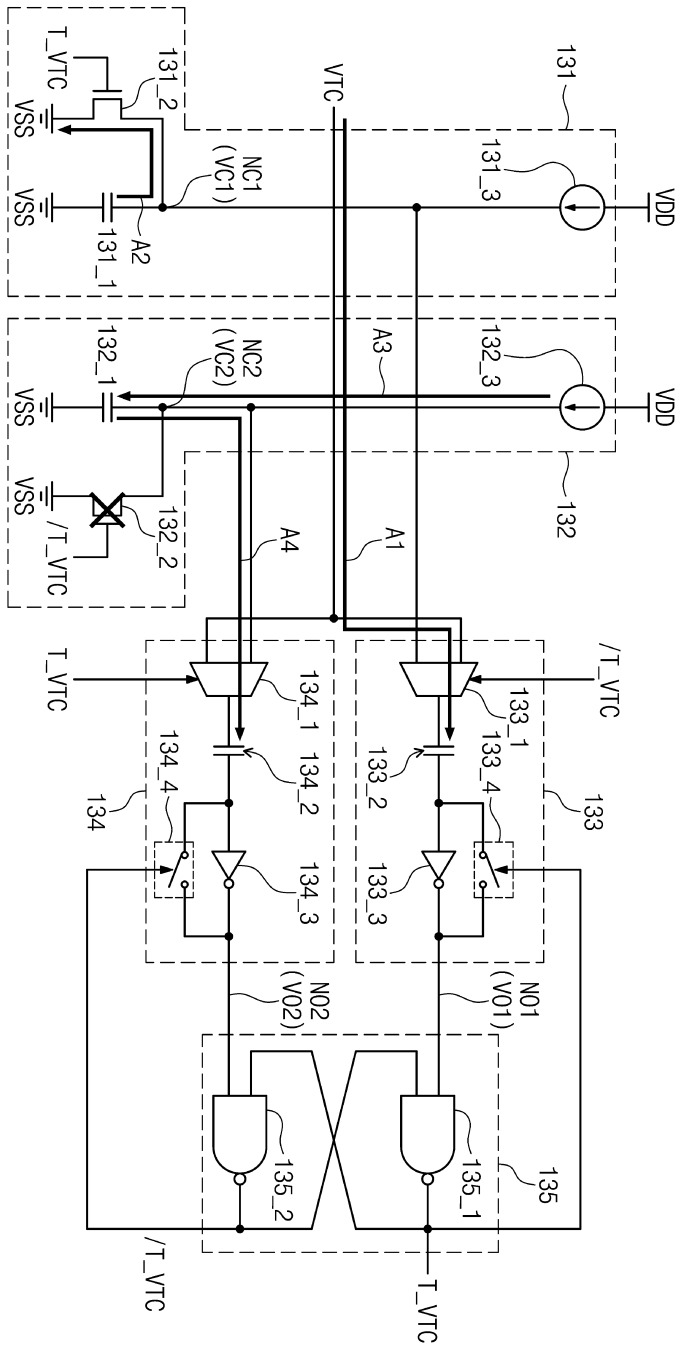


도면5



140

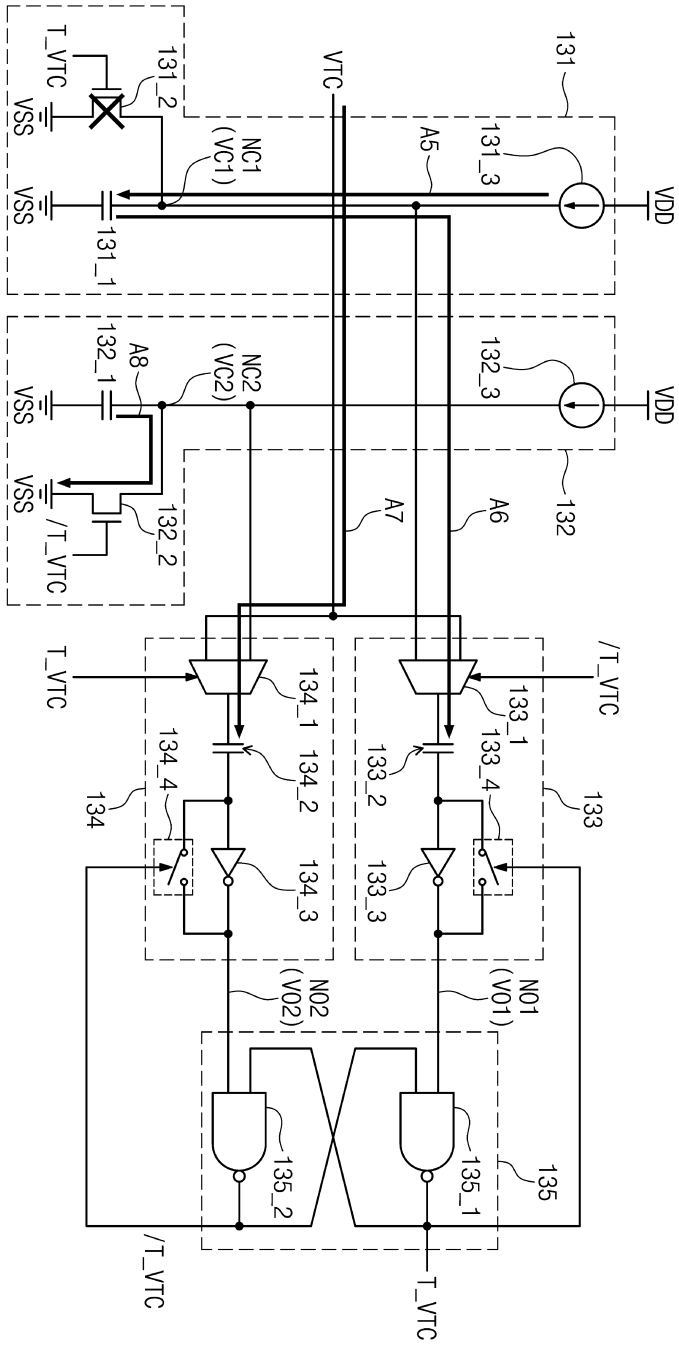
도면6



140

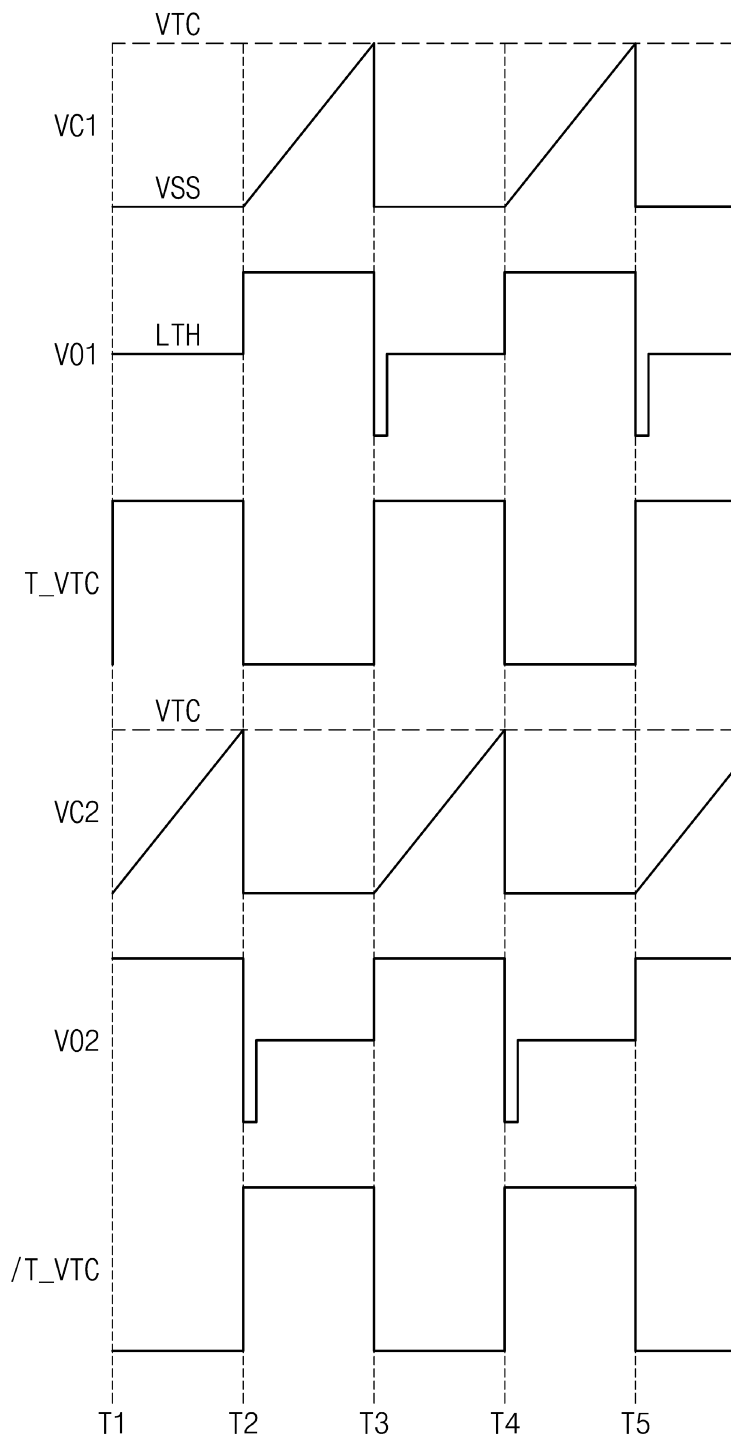


도면7



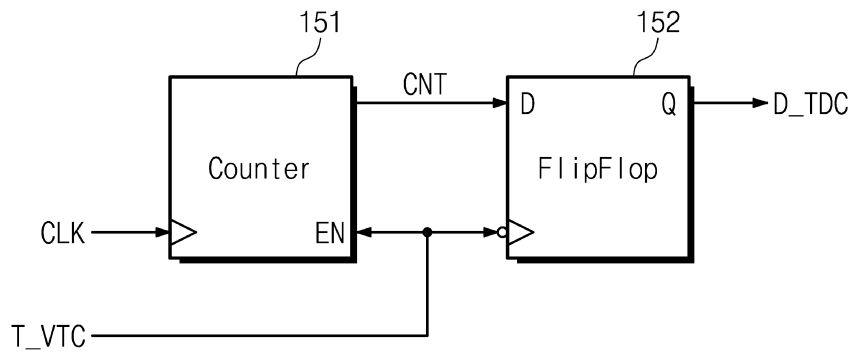
140

도면8

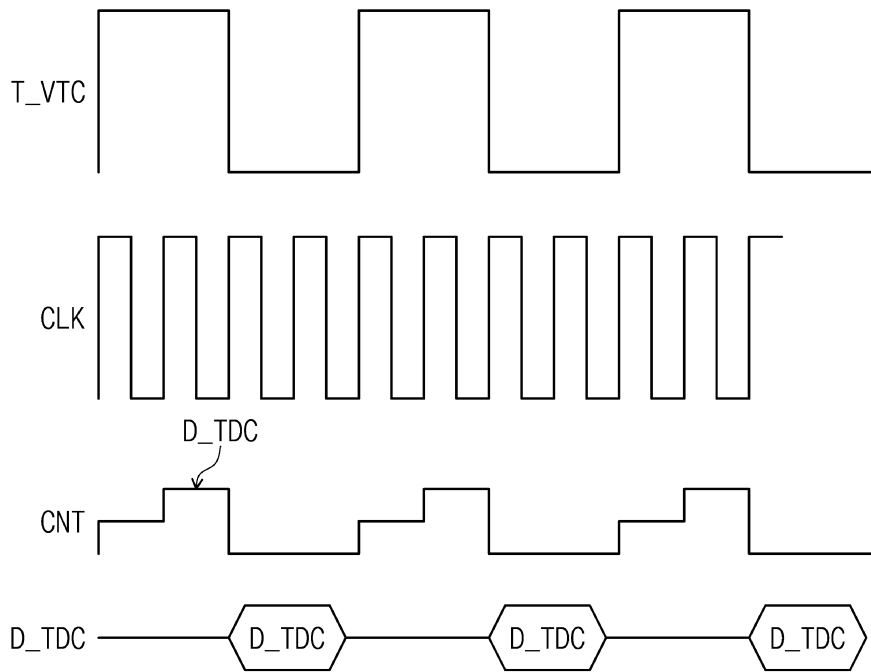


도면9

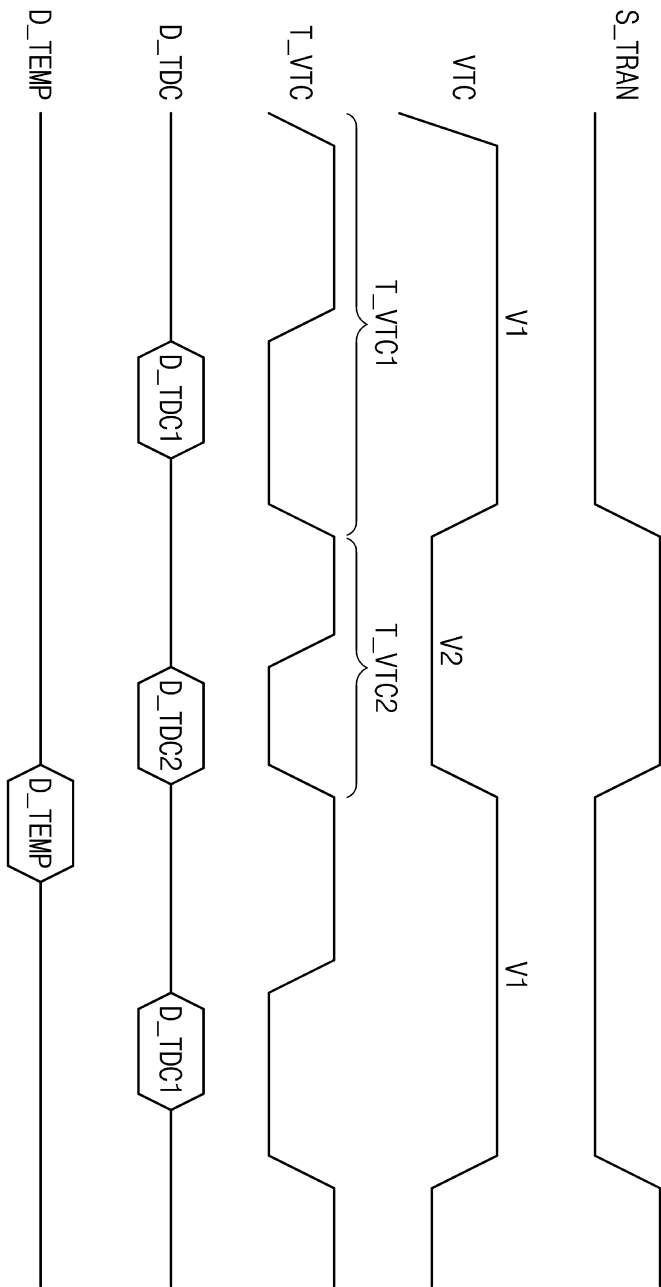
150a



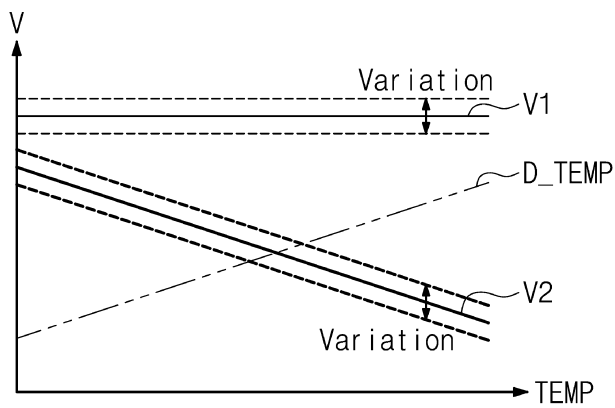
도면10



도면11

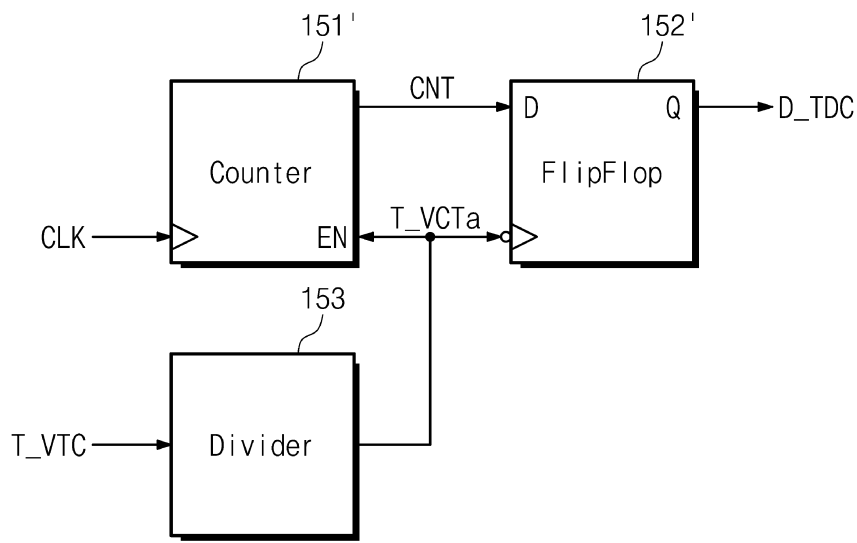


도면12

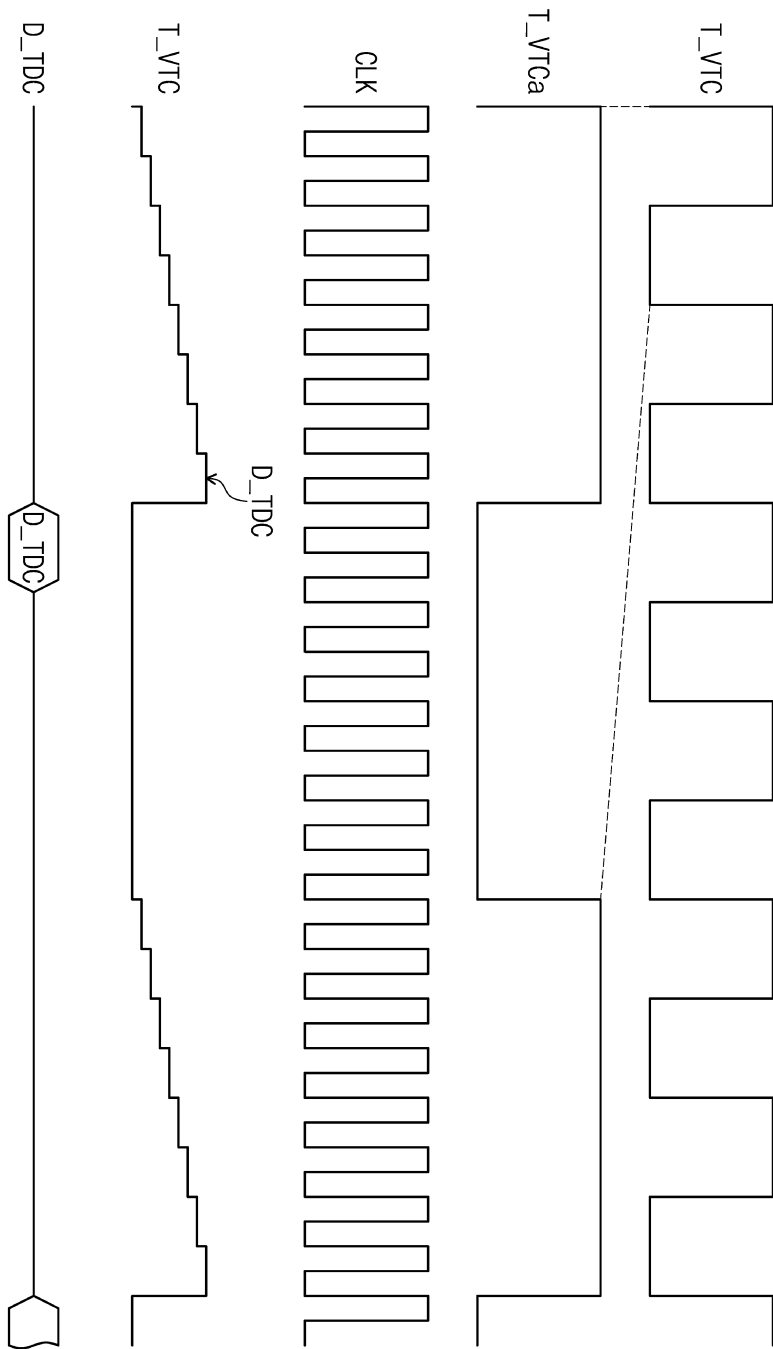


도면13

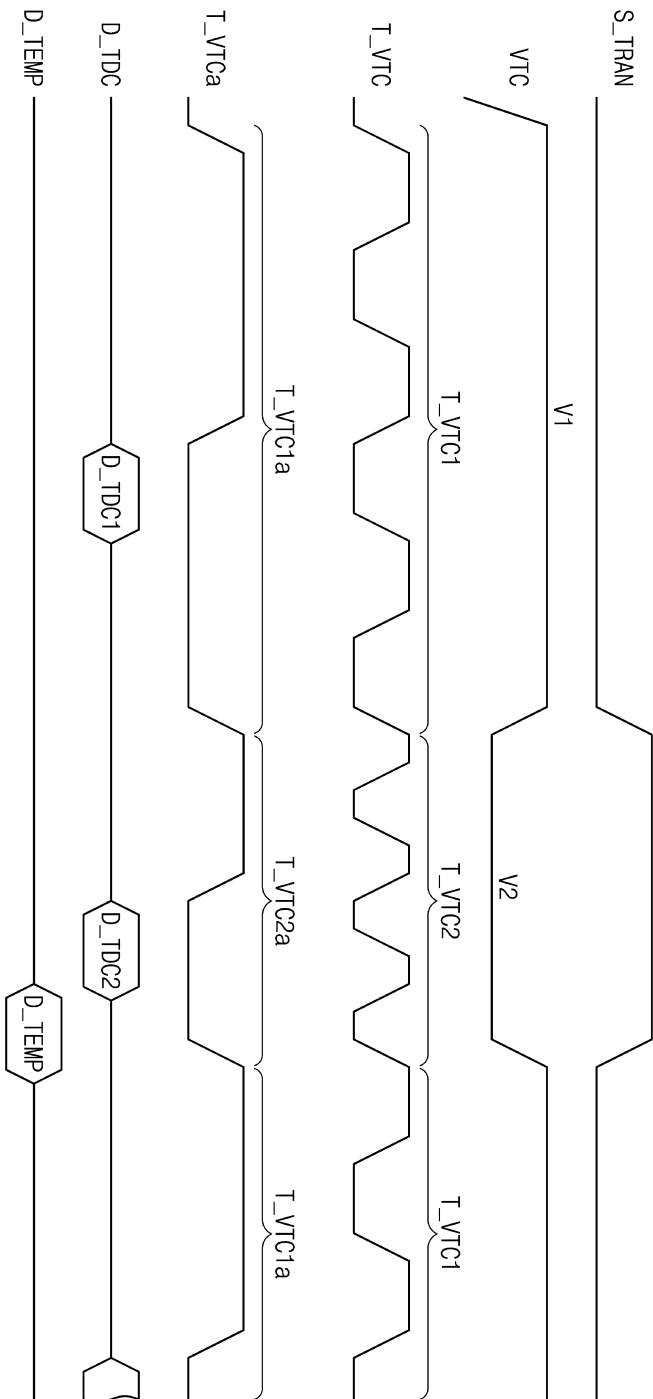
150b



도면14



도면15



도면16

