

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51). Int. Cl.⁷
G01R 29/00

(45) 공고일자 2005년09월26일
(11) 등록번호 10-0516796
(24) 등록일자 2005년09월15일

(21) 출원번호 10-2003-0009742
(22) 출원일자 2003년02월17일

(65) 공개번호 10-2003-0069104
(43) 공개일자 2003년08월25일

(30) 우선권주장 JP-P-2002-00040127 2002년02월18일 일본(JP)

(73) 특히권자 후지쓰 텐 가부시키가이샤
일본국 효고켄 고베시 효고구 고쇼도리 1-2-28

도요다 지도샤 가부시끼가이샤
일본 아이찌쿄 도요다시 도요다쵸 1번지

모리구치히로시
일본국효고켄고베시효고구고쇼도리1-2-28후지쓰텐가부시키가이샤내

하토리가즈타카
일본국아이찌켄도요다시도요다코1반지도요다지도샤가부시끼가이샤내

이케다신지
일본국아이찌켄도요다시도요다코1반지도요다지도샤가부시끼가이샤내

심사관 : 김재문

(54) A / F 센서의 전류 측정 회로

요약

본 발명은, 특성이 서로 다른 A/F 센서로의 변경에도 대처할 수 있는 유연성이 높은 A/F 센서의 전류 검출 회로를 얻는 것을 목적으로 한다. 이 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 A/F 센서의 전류 검출 회로는, A/F 센서에 인가되는 전압을 생성하기 위한 연산 증폭기와, 연산 증폭기 및 A/F 센서간에 접속되는 전류 측정용 제 1 저항과, 연산 증폭기와 제 1 저항간에 한쪽 단자를 접속하는 서로 직렬 접속된 분압용 제 2 및 제 3 저항과, 연산 증폭기 및 제 1 저항간에 설치한 제 1 출력 단자와, 제 1 저항과 A/F 센서간에 설치한 제 2 출력 단자와, 분압용 제 2 및 제 3 저항간에 설치한 제 3 출력 단자를 구비하고 있다. 이 회로에서 소자 어드미턴스를 검출할 경우는, 제 1 출력 단자 대신에 제 3 출력 단자를 사용한다.

대표도

도 5

색인어

공연비, 센서, 검출 회로

명세서**도면의 간단한 설명**

도 1은 일반적인 A/F 센서 특성을 나타내는 도면.

도 2는 A/F 센서의 일반적인 어드미턴스 소자 온도 특성을 나타내는 도면.

도 3은 종래의 센서 전류의 검출 회로를 나타내는 도면.

도 4는 도 3에 나타낸 회로의 동작 설명에 제공하는 과정도.

도 5는 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 A/F 센서의 전류 검출 회로를 나타내는 도면.

도 6은 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 A/F 센서의 전류 검출 회로를 나타내는 도면.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

1 2단자 A/F 센서

2 플러스 단자

3 마이너스 단자

4 A/F 센서 회로

5, 6 연산 증폭기

7 가변 전원

8 고정 전원

발명의 상세한 설명**발명의 목적****발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 차량의 엔진 등의 내연기관에서의 공연비를 검출하기 위한 센서(이하, A/F 센서)에서의 전류 검출 회로에 관한 것이다.

A/F 센서는 배기 가스 중의 공기 대 연료의 비(공연비), 즉, A/F 값을 감시하는 센서이다. 이 센서는 차량 등의 배기 가스 중의 공기와 연료의 비를 검출하고, 검출한 값에 의거하여 엔진에 공급하는 연료의 비율을 최적의 값으로 조정하기 위해

사용된다. 도 1에 일반적인 A/F 센서에서의 센서 전류와 A/F 값의 관계를 나타낸다. 이 A/F 센서 특성은 센서 양단 전압을 0.4V로서 측정한 경우의 것이다. 또한, 스토이키 상태에서 센서 전류가 0으로 되고, 리치(rich) 상태에서 센서 전류가 마이너스, 린(lean) 상태에서 플러스로 되도록 회로 조정되어 있다.

도시하는 바와 같이, A/F 값과 센서 전류에는 대략 비례 관계가 있기 때문에, 센서 전류를 회로 상에서 검출함으로써, A/F 값을 구할 수 있다. 또한, 센서 특성을 얻기 위해서는 A/F 센서를 활성화할 필요가 있기 때문에, 센서의 소자 온도를 일반적으로는 550°C 이상으로 한다. 센서의 소자 온도 검출에는, 도 2에 나타낸 센서의 어드미턴스 온도 특성을 사용한다. 어드미턴스 온도 특성은 센서에 고유하기 때문에, 소자 어드미턴스 값 Ad1을 측정하고, 그 측정값을 미리 측정된 어드미턴스 온도 특성 곡선과 비교함으로써, 그 때의 소자 온도 T1이 검출된다. 또한, 어드미턴스 Ad는 임피던스 Z의 역수이다.

이상을 정리하면, A/F 센서의 처리 회로에는, A/F 값을 구하기 위해 센서의 전류값을 모니터하는 기능(기능 1) 및 센서의 소자 온도를 구하기 위해 센서의 어드미턴스 값을 검출하는 기능(기능 2)의 2가지 기능이 요구된다.

도 3은 상기 2가지 기능을 구비하는 종래의 센서 전류 검출 회로를 나타낸다. 도 3에 있어서, 참조부호 1은 플러스 단자(2) 및 마이너스 단자(3)를 갖는 2단자 A/F 센서이고, 도 3에 나타낸 바와 같이 임피던스 Z와 기전력 E의 직렬 회로에 의해 등가할 수 있다. 이들 2개의 단자(2, 3)는 ECU(전자 제어 유닛) 내의 A/F 센서 회로(4)에 접속되어 있다. A/F 센서 회로(4)는, 도 3에 나타낸 바와 같이, 연산 증폭기(5, 6) 및 션트(shunt) 저항(Ra, Rb)으로 구성되어 있다.

연산 증폭기(5)의 출력 단자는 션트 저항(Ra)을 통하여 센서(1)의 플러스측 단자(2)에 접속되어 있다. 센서(1)의 플러스측 단자(2)는 연산 증폭기(5)의 플러스측 입력 단자에 접속되어 있다. 또한, 연산 증폭기(5)의 마이너스측 입력 단자는 가변 전압 V1의 변동 전원(7)에 접속되고, 연산 증폭기(6)의 마이너스측 입력 단자는 전압 V2의 전압 고정 전원에 접속된다. 연산 증폭기(5, 6)는 센서(1)의 플러스 및 마이너스측 단자(2, 3)의 전압값을 각각 가변 전원(7)의 전압 V1, 고정 전원(8)의 전압 V2로 하도록 동작한다. 또한, 연산 증폭기(5, 6)는 +B 전원과 접지간에 접속된다.

참조부호 9는 션트 저항(Ra)의 양단 전압을 모니터하기 위한 단자(AD1, AD2)를 구비한 AD 컨버터이다. 이 컨버터(9)에 의해 검출된 전압값은 도시하지는 않지만 마이크로 컴퓨터에 보내지고, 그곳에서 소정의 처리가 실행되어 센서 전류 및 어드미턴스 값이 산출된다.

이하, 상기 센서 전류 검출 회로(4)의 동작을 설명하고, 종래 장치의 결점에 대해서 명확하게 한다. 우선, 설명을 간단하게 하기 위해, AD 컨버터(9)의 허용 전압 범위를 0~5V, 센서 전류 검출 시의 V1 전압을 3.3V, V2 전압을 2.9V로 한다.

이상의 회로에 있어서, 상기 기능 1은 전압 V1을 일정(예를 들어, 3.3V)하게 한 경우, 센서 전류=(AD2-AD1)/R을 측정함으로써 실행된다. 또한, 기능 2는 전압 V1을 변동(ΔV)시키고, 그 때의 전류 변화분(ΔI)으로부터 어드미턴스를 구함으로써, 실현할 수 있다. 또한, 이 경우, 센서(1)의 어드미턴스 Z는,

$$\text{어드미턴스} = \Delta I / \Delta V \quad (1)$$

로 나타낸 식에 의해 구할 수 있다.

실제의 전압 소인(掃引) 과정 V1 및 V2를 도 4에 나타낸다.

과정 V1은 $\Delta V=0.2V$ 에 의해 소인하는 기간 b 및 전압 V1=3.0V인 정전압 기간 a의 반복으로 구성되고, 기간 b와 기간 a의 길이는 수백ms이다. 소자 어드미턴스는, 상술한 바와 같이, 전압 소인 시(時)의 기간 b에서의 센서내 임피던스에 의한 전류 변화분 ΔI 를 구함으로써, 상기 식 (1)로부터 얻을 수 있다. 또한, 이 때, AD 컨버터(9)의 단자(AD2)에 의해 검출되는 전압은 피크 값에서 B 전압까지 상승한다.

한편, 기능 1인 센서 전류의 모니터는, V1=3.3V 고정인 기간 a에서 실행된다. 이 때, AD 컨버터(9)의 단자(AD2)의 전압은 A 전압으로 고정된다. 일례로서, 이하의 조건에서의 AD 컨버터(9)의 단자(AD1, AD2)에서의 전압을 구한다.

<조건 1>

A/F=18일 때의 센서 전류는 4[mA]이고, 제어 목표 소자 온도 700°C 시의 소자 어드미턴스 Ad는 $Ad=0.04[1/\Omega]$, 션트 저항 Ra=100Ω으로 한다.

이 경우, 센서 전류 검출 시(기간 a)의 단자(AD2)의 A 전압은,

$$A \text{ 전압} = 3.3V + 100\Omega \times 4mA = 3.7V$$

로 된다.

한편, 소자 어드미턴스 산출 시(기간 b)의 AD 전압의 피크 값 B는,

$$B \text{ 전압} = A \text{ 전압}(3.7V) + 100\Omega \times (0.2V / (1/0.04[1/\Omega])) = 4.5V$$

로 된다.

통상의 AD 컨버터(9)의 입력 전압 허용 범위는 0~5V이며, 상기의 A 및 B 전압 모두 이 범위 내이기 때문에, 조건 1의 센서를 사용하는 한 문제는 발생하지 않는다. 그러나, 센서의 설계 변경에 의해 A/F 센서 특성이 변화하면, 상기 B 전압이 AD 컨버터의 입력 허용 범위 5V를 초과하는 경우가 있다. 이 경우의 예를 이하에 나타낸다.

<조건 2>

A/F=18일 때의 센서 전류는 조건 1과 동일하게 4[mA]이나, 센서의 설계 변경에 의해, 제어 목표 소자 온도 700°C의 소자 어드미턴스=0.08[1/\Omega]로 된 경우를 고찰한다.

이 때의 AD 컨버터(9)의 단자(AD2)에서의 A 전압을 구한다.

우선, 센서 전류 검출 시(기간 a)에는,

$$A \text{ 전압} = 3.3V + 100\Omega \times 4mA = 3.7V$$

로 된다.

다음으로, 소자 어드미턴스 산출 시(기간 b)에는,

$$B \text{ 전압} = A \text{ 전압}(3.7V) + 100\Omega \times (0.2V / (1/0.08[1/\Omega])) = 5.3V$$

로 되어, AD 컨버터(9)의 입력 전압 범위를 초과하고, 그 결과, 단자(AD2)의 전압은 5V로 고정된다.

이와 같이, A/F 센서의 특성이 변화하면, 전압 소인 시의 AD2 전압이 이 컨버터의 입력 전압 범위를 초과하고, B 전압이 5V로 고정되는 경우가 있다. 이러한 경우에는, 정확한 소자 어드미턴스를 산출할 수 없게 된다. 통상, 이러한 사태에 대처하기 위해, 센트 저항(Ra)의 값을 반분인 50\Omega으로 저감시켜 전압 소인 시의 B 전압이 컨버터의 최대 허용값에 고정되지 않도록 한다.

그런데, 센트 저항 R의 값을 50\Omega으로 저감시킨다는 대책을 취함으로써, A 점 전압이 3.7V로부터 3.5V로 감소하고, 다이내믹 레인지가 반분으로 된다. 즉, 센서 전류의 검출 정밀도가 1/2로 되는 결점을 갖고 있다.

이상과 같이, 종래의 A/F 센서의 전류 검출 회로는, 회로 설계 시에 상정된 특성을 갖는 A/F 센서와는 상이한 센서를 사용한 경우에, 정확한 소자 어드미턴스를 높은 센서 전류 검출 정밀도를 유지하면서 검출하는 것이 곤란해진다는 결점을 갖고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 서로 다른 특성을 갖는 A/F 센서일지라도, 실용에 견딜 수 있는 센서 전류 검출 정밀도를 유지하면서, 정확한 소자 어드미턴스 측정을 행할 수 있는 센서 전류 검출 회로를 얻는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 제 1 A/F 센서의 전류 검출 회로는, 상기 목적을 해결하기 위해, A/F 센서에 인가되는 전압을 생성하기 위한 연산 증폭기와, 상기 연산 증폭기 및 상기 A/F 센서간에 접속되는 전류 측정용 제 1 저항과, 상기 연산 증폭기와 상기 제 1 저항간에 한쪽 단자를 접속하는 서로 직렬 접속된 분압용 제 2 및 제 3 저항과, 상기 연산 증폭기 및 상기 제 1 저항간에 설치한 제 1 출력 단자와, 상기 제 1 저항과 상기 A/F 센서간에 설치한 제 2 출력 단자와, 상기 분압용 제 2 및 제 3 저항간에 설치한 제 3 출력 단자를 구비하고 있다.

상기 본 발명의 제 1 A/F 센서의 전류 검출 회로에 의하면, 제 3 측정 단자에서의 전압은, 제 2 및 제 3 저항의 분압비에 의거하여, 제 1 측정 단자의 전압에 비하여 저하된다. 예를 들면, 제 2 및 제 3 저항이 1:1의 저항비를 갖고 있을 경우는, 제 3 출력 단자의 전압은 제 1 출력 단자 전압의 반분으로 된다. 통상, 이들 출력 단자로부터의 신호는 AD 컨버터를 통하여 마이크로 컴퓨터 등에 입력되고, 소정의 연산 처리를 거쳐 센서 전류가 검출된다. 따라서, 서로 다른 특성을 갖는 A/F 센서를 채용함으로써 소자 어드미턴스 검출 시에 제 1 출력 단자의 출력이 증대한 경우에도, 제 1 출력 단자 대신에 제 3 출력 단자를 사용함으로써, 출력 전압을 AD 컨버터의 입력 전압 범위에 수용할 수 있다. 이것이 의해, A/F 센서의 교환에 대하여 충분히 대응할 수 있는 유연성이 높은 A/F 센서의 전류 검출 회로를 제공할 수 있다.

본 발명의 제 2 A/F 센서의 전류 검출 회로는 상기 과제를 해결하기 위해, A/F 센서에 인가되는 전압을 생성하기 위한 연산 증폭기와, 상기 연산 증폭기 및 상기 A/F 센서간에 접속되는 직렬 접속된 전류 측정용 제 1 및 제 2 저항과, 상기 연산 증폭기와 상기 제 1 저항간에 설치한 제 1 출력 단자와, 상기 제 1 및 제 2 저항간에 설치한 제 2 출력 단자와, 상기 제 2 저항 및 상기 A/F 센서간에 설치한 제 3 출력 단자를 구비하고 있다.

상기 본 발명의 제 2 A/F 센서의 전류 검출 회로에 의하면, 상기 제 1 발명의 경우와 동일하게, 제 1 출력 단자 대신에 제 2 출력 단자를 소자 어드미턴스의 검출에 이용함으로써, 다른 특성을 갖는 A/F 센서를 사용한 경우에도, 출력 전압을 AD 컨버터의 입력 전압 범위 내에 수용할 수 있게 된다. 이것이 의해, A/F 센서의 교환에 대하여 충분히 대응할 수 있는 유연성이 높은 A/F 센서의 전류 검출 회로를 제공할 수 있다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시형태를 도면을 참조하여 설명한다.

도 5는 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 A/F 센서의 전류 검출 회로를 나타내는 회로도이다. 또한, 이하의 도면에 있어서, 도 3에 나타낸 것과 동일한 참조부호는 동일하거나 유사한 구성요소를 나타내므로, 중복된 설명은 행하지 않는다.

도 5에 나타낸 실시형태에서는, 연산 증폭기(5)의 출력 단자와 센트 저항(Ra)간에 직렬로 접속된 분압용 저항(R1, R2)을 추가하고, 저항(R1, R2)의 접속 노드를 AD 컨버터(9)의 입력 단자(AD3)에 접속한 구성을 갖는다. 각 저항의 저항비는 1:1로 되어 있다. 본 실시형태에서는, 센서 전류값을 검출할 경우는, AD 컨버터(9)에서의 입력 단자 AD1과 AD2를 사용하는 반면, 소자 어드미턴스를 검출할 경우에는, AD 컨버터(9)의 입력 단자 AD1과 AD3를 사용한다. 또는, 소자 어드미턴스를 검출할 경우도 입력 단자 AD1과 AD2를 사용하고, 입력 단자(AD2)의 전압값이 5V로 고정된 경우는 입력 단자 AD1과 AD3을 사용하도록 할 수도 있다.

이렇게 함으로써, 종래와 동일하게 센서 전류값을 검출할 수 있는 반면, 소자 어드미턴스 검출 시에 AD 컨버터(9)의 입력 단자(AD2)가 전압 5V로 고정된 경우일지라도, 입력 단자(AD3)의 전압은 그의 반분으로 되기 때문에 AD 컨버터의 입력 전압 범위 5V 이내에 수용되어, 문제를 발생시키지 않는다.

이것을 상술한 <조건 2>의 경우에 대해서 설명한다. 상기 <조건 2>의 경우, 종래 예의 회로에서는, A/F=18일 때, 센서 전류는 <조건 1>의 경우와 동일하게 4mA로 되고, AD 컨버터(9)의 입력 단자(AD2)에 인가되는 전압은 5.3V로 되나, 본 실시형태의 경우에는, AD 컨버터(9)의 입력 단자(AD3)에 인가되는 전압은 2.65V로 되어, AD 컨버터의 입력 전압 범위에 충분히 수용되어 문제를 발생시키지 않는다. 또한, 이 경우에도 도 4의 A점 전압은 3.7V를 얻을 수 있기 때문에, 다이내믹 레인지의 감소에 의한 센서 전류 검출 정밀도의 열화는 없다.

도 6은 본 발명의 제 2 실시형태의 회로도를 나타낸다. 본 실시형태에서는, 도 3에 나타낸 종래의 회로의 저항(Ra) 대신에 2개의 저항 R3 및 R4를 사용한다. 저항 R3과 저항 R4의 저항값은 종래의 저항(Ra)의 반분으로 한다. 즉, R3=R4=Ra/2이다.

상기 <조건 2>의 경우를 고려하면, 센서 전류값을 검출할 경우는, AD 컨버터(9)의 입력 단자 AD1과 AD2를 사용하여, 센서 전류 4mA를 얻는다. 한편, 소자 어드미턴스를 검출할 경우는, AD 컨버터(9)의 입력 단자 AD1과 AD4를 사용한다. 입력 단자(AD2)의 전압은 전압 소인 시에 5.3V로 되나, 입력 단자(AD4)의 전압은,

$$(5.3V - 3.3V) / 2 + 3.3V = 4.3V$$

로 되어, AD 컨버터(9)의 입력 전압 범위에 수용되어 문제는 발생하지 않는다. 또한, 이 경우에도 도 4의 A점 전압은 3.7V를 얻을 수 있기 때문에, 다이내믹 레인지의 감소에 의한 센서 전류 검출 정밀도의 열화는 없다.

또한, 본 회로에서도, 입력 단자(AD2)의 전압이 5V 이하일 경우는, 입력 단자 AD1과 AD2를 소자 어드미턴스의 측정에 이용하고, 서로 다른 A/F 센서를 사용함으로써 특성이 변화하며, 입력 단자(AD2)의 전압값이 5V를 초과한 경우에, 단자 AD1과 AD4를 이용하여 소자 어드미턴스의 측정을 행하도록 할 수도 있다.

발명의 효과

이상의 실시형태를 나타내어 설명한 바와 같이, 본 발명의 센서 전류 검출 회로에서는, A/F 센서의 설계 변경 등에 의해 그 특성이 변화한 경우일지라도, 전류 검출 정밀도를 열화시키지 않고 정확하게 소자 어드미턴스를 검출할 수 있다. 이것에 의해, A/F 센서의 특성 변화에 대하여 대응할 수는 범위가 큰 센서 전류 검출 회로를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

A/F 센서에 인가되는 전압을 생성하기 위한 연산 증폭기와, 상기 연산 증폭기 및 상기 A/F 센서간에 접속되는 전류 측정 용 제 1 저항과, 상기 연산 증폭기와 상기 제 1 저항간에 한쪽 단자를 접속하는 서로 직렬 접속된 분압용 제 2 및 제 3 저항과, 상기 연산 증폭기 및 상기 제 1 저항간에 설치한 제 1 출력 단자와, 상기 제 1 저항과 상기 A/F 센서간에 설치한 제 2 출력 단자와, 상기 분압용 제 2 및 제 3 저항간에 설치한 제 3 출력 단자를 구비하고, 상기 제 1 및 제 2 출력 단자는 상기 A/F 센서의 전류값을 검출하기 위해 사용되고, 상기 제 2 및 제 3 출력 단자는 상기 A/F 센서의 소자 어드미턴스를 검출하기 위해 사용되는 A/F 센서의 전류 검출 회로.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 및 제 3 저항은 1:1의 저항비를 갖는 A/F 센서의 전류 검출 회로.

청구항 3.

삭제

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 A/F 센서의 소자 어드미턴스는 상기 제 1 출력 단자 전압이 소정 값을 초과하지 않을 경우, 상기 제 1 및 제 2 출력 단자간에 의거하여 검출되는 A/F 센서의 전류 검출 회로.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 소정 값은 상기 제 1, 제 2 및 제 3 출력 단자 전압을 측정하는 AD 컨버터의 입력 전압 범위 내의 값인 A/F 센서의 전류 검출 회로.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 및 제 3 저항은 1:1의 저항비를 갖는 A/F 센서의 전류 검출 회로.

청구항 7.

A/F 센서에 인가되는 전압을 생성하기 위한 연산 증폭기와, 상기 연산 증폭기 및 상기 A/F 센서간에 접속되는 직렬 접속된 전류 측정용 제 1 및 제 2 저항과, 상기 연산 증폭기와 상기 제 1 저항간에 설치한 제 1 출력 단자와, 상기 제 1 및 제 2 저항간에 설치한 제 2 출력 단자와, 상기 제 2 저항 및 상기 A/F 센서간에 설치한 제 3 출력 단자를 구비하고, 상기 제 1 및 제 3 출력 단자는 상기 A/F 센서의 전류값을 검출하기 위해 사용되고, 상기 제 2 및 제 3 출력 단자는 상기 A/F 센서의 소자 어드미턴스를 검출하기 위해 사용되는 A/F 센서의 전류 검출 회로.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 저항은 1:1의 저항비를 갖는 A/F 센서의 전류 검출 회로.

청구항 9.

삭제

청구항 10.

제 7 항에 있어서,

상기 A/F 센서의 소자 어드미턴스는 상기 제 1 출력 단자 전압이 소정 값을 초과하지 않을 경우, 상기 제 1 및 제 3 출력 단자간에 의거하여 검출되는 A/F 센서의 전류 검출 회로.

청구항 11.

제 7 항에 있어서,

상기 소정 값은 상기 제 1, 제 2 및 제 3 출력 단자 전압을 측정하는 AD 컨버터의 입력 전압 범위 내의 값인 A/F 센서의 전류 검출 회로.

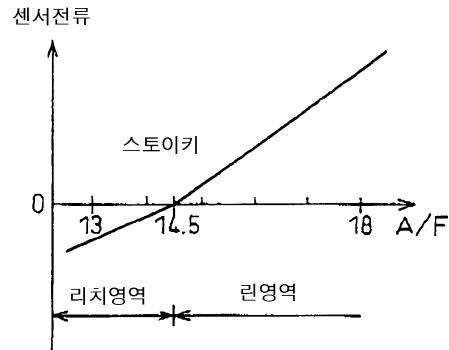
청구항 12.

제 7 항에 있어서,

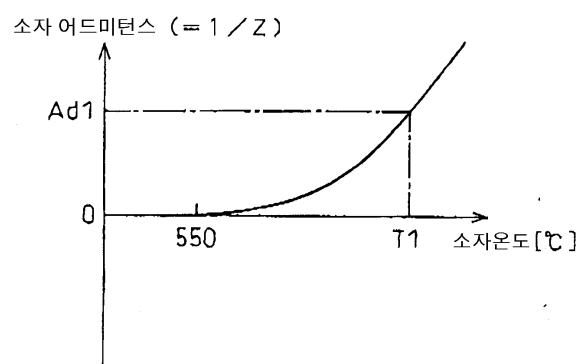
상기 제 1 및 제 2 저항은 1:1의 저항비를 갖는 A/F 센서의 전류 검출 회로.

도면

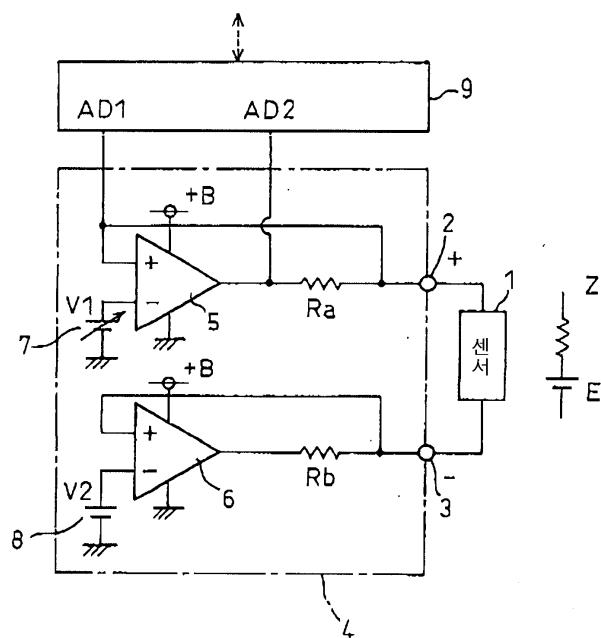
도면1



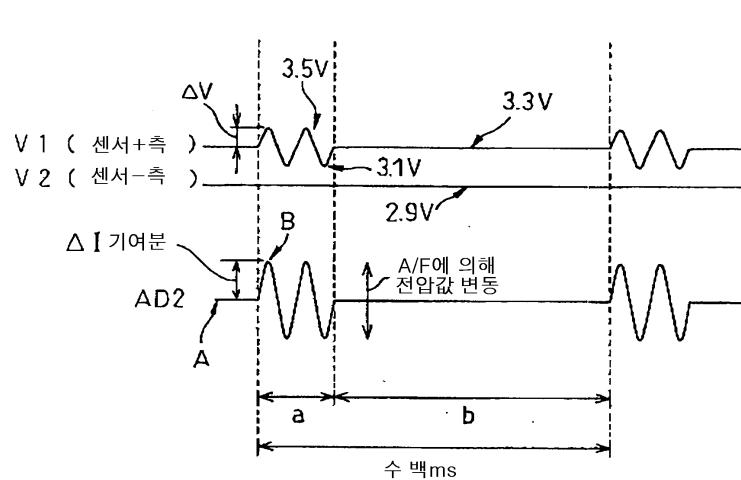
도면2



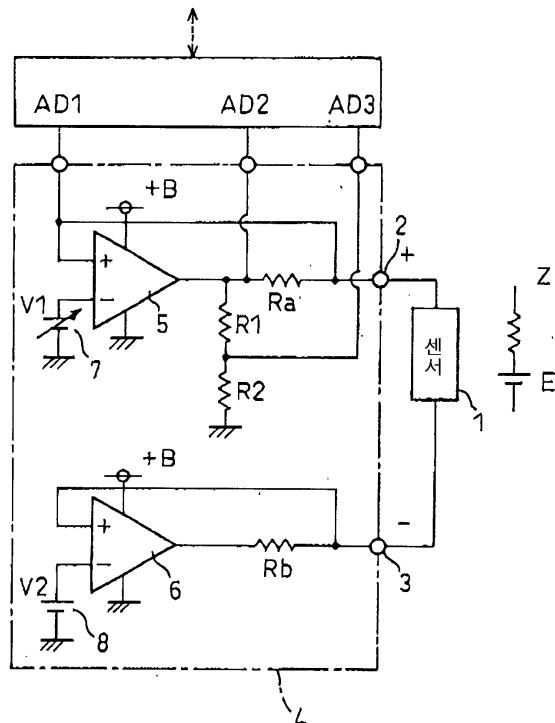
도면3



도면4



도면5



도면6

