(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[6]
G01F 1/68
G01F 1/34

(45) 공고일자 2005년08월29일
(11) 등록번호 10-0488213
(24) 등록일자 2005년04월28일

(21) 출원번호 10-1998-0000941
(22) 출원일자 1998년01월15일

(65) 공개번호 10-1998-0070520
(43) 공개일자 1998년10월26일

(30) 우선권주장 9-005292 1997년01월16일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼
일본국 도쿄토 치요다쿠 마루노우치 1초메 6반 6고

(72) 발명자 야마다 마사미치
일본국 이바라키켄 히다치나카시 고야 3244-3

(74) 대리인 송재련
한규환

심사관 : 장종윤

(54) 열식공기유량계

요약

본 발명은 유량 계측 정밀도가 우수한 열식 공기 유량계용 측정 소자를 제공하는 것이다.

열식 공기 유량계용 측정 소자(1)는 공기 유량을 계측하기 위한 발열 저항체(3) 및 온도 보상 저항체(4a)등이 형성된 동일 기판(2)상의 기판(2)이 다른 구성체에 지지되었을 때, 전달하는 열에 의하여 야기되는 발열 저항체(3)에 대한 영향을 나타내는 대표 온도가 검출 가능한 열전도 경로 부위로서의 발열 저항체(3)와 단자 전극(8)사이에 상기 대표 온도를 검출하는 기판 온도 센서(5)를 형성한 것이다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의한 제 1실시예의 열식 공기 유량계용 측정 소자를 나타내는 평면도,

도 2는 도 1의 측정 소자의 A-A'단면을 나타내는 도,

도 3은 본 발명에 의한 제 1실시예의 열식 공기 유량계를 나타내는 단면도,

도 4는 도 3의 측정 소자부를 나타내는 확대도,

도 5는 도 4의 측정 소자부의 B-B'단면을 나타내는 도,

도 6은 본 발명에 의한 열식 공기 유량계를 나타내는 블록 구성도,

도 7은 제 1실시예의 열식 공기 유량계의 유량 계측 전기 회로를 나타내는 도,

도 8은 제 1실시예의 열식 공기 유량계의 온도 계측 전기 회로를 나타내는 도,

도 9는 도 1의 측정 소자를 이용한 열식 공기 유량계의 측정 소자부와, 상기 측정 소자부의 B-B'선상의 온도 분포를 나타내는 도,

도 10은 본 발명에 의한 일실시예의 기판 온도 보정 및 공기 온도 보정을 나타내는 도,

도 11은 본 발명에 의한 제 2실시예의 열식 공기 유량계용 측정 소자를 나타내는 평면도,

도 12는 제 2실시예의 열식 공기 유량계의 유량 계측 전기 회로를 나타내는 도,

도 13은 제 2실시예의 열식 공기 유량계의 유량 계측 전기 회로를 나타내는 도,

도 14는 본 발명에 의한 제 3실시예의 열식 공기 유량계용 측정 소자를 나타내는 평면도,

도 15는 제 3실시예의 열식 공기 유량계의 유량 계측 전기 회로를 나타내는 도,

도 16은 종래의 열식 공기 유량계용 측정 소자의 평면도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 열식 공기 유량계용 측정 소자 및 열식 공기 유량계에 관한 것으로, 특히 내연 기관의 흡입 공기량을 측정하는데 적합한 열식 공기 유량계 및 그 측정 소자에 관한 것이다.

종래부터 자동차 등의 내연 기관의 전자 제어 연료 분사 장치에 설치되어 흡입 공기량을 측정하는 공기 유량계로서 열식인 것이 질량 공기량을 직접 검지할 수 있기 때문에 주류로 되어 왔다. 이 중에서 특히 반도체 마이크로머시닝 기술에 의하여 제조된 열식 공기 유량계 및 그 측정 소자가 비용을 저감할 수 있고, 또한 저전력으로 구동할 수 있기 때문에 주목되어 왔다. 이와 같은 종래의 반도체 기판을 이용한 열식 공기 유량계로서는 예를 들어 일본국 특개소 60-142268호 공보에 개시되어 있는 것이 있다. 그리고 상기 공보에 개시된 기술은 제조 비용의 저감에 무게를 두고 있는 것이다.

따라서 상기 종래 기술에서는 흡입 공기량의 측정시 유량-온도 특성에 관하여 고려되어 있지 않은 점이 있고, 유량계측의 정밀도가 충분하지 않다는 과제가 남아 있다.

즉, 상기 일본국 특개소 60-142268호 공보에 기재된 종래 기술의 과제에 관하여 도 16을 참조하여 설명한다. 도 16은 종래의 열식 공기 유량계용 측정 소자의 평면도이며, 상기 공보에 기재된 도 2이다. 도면에 있어서, 1이 열식 공기 유량계용 측정 소자이고, 실리콘 등의 반도체 기판을 이방성 에칭에 의하여 형성한 공동(22a, 22b, 22c)을 가교하는 전기 절연막으로 이루어지는 2개의 브리지(23a, 23b)를 가지며, 공기의 흐름의 상류측이 브리지(23a) , 하류측이 브리지(23b)로 되어 있다.

2개의 브리지(23a, 23b)사이의 개구한 공동(22c)을 사이에 두고 발열 저항체(20)를 배치하고, 이들 브리지(23a, 23b)에는 발열 저항체(20)의 측부에 각각 측정 온도 저항체(21a,21b)가 배치되고, 또한 전기 절연막의 공동(22a)의 상류측의 일

부에 공기 온도를 측정하는 온도 보상 저항체(4a)를 설치하고 있다. 또 공동(22a, 22b 및 22c)은 전기 절연막의 개구부를 이용하여 반도체 기판을 이방성 에칭하기 때문에 전기 절연막의 브리지(23a, 23b)아래에서 연속한 일체의 공동으로 되어 있다. 이 공기 유량계에서는 온도 보상 저항체(4a)에 의하여 결정되는 공기 온도보다도 일정 온도 높은 온도가 되도록 발열 저항체(20)가 가열 구동된다. 공기 유량은 공기의 열운반 효과를 이용하여 유로의 상류측의 측정 온도 저항체(21a)와 하류측의 측정 온도 저항체(21b)사이에 생기는 온도차로부터 계측된다.

이와 같이 구성된 종래예에서는 공기 온도로서의 흡기 온도의 변화에 대해서는 온도 보상 저항체(4a)와 발열 저항체(20)로 브리지 회로를 구성하여 흡기 온도의 보정을 하고 있을 뿐이며, 공기의 물성치인 밀도, 동점성 계수, 열전도율 등의 온도 변화에 관해서는 고려되어 있지 않아, 충분한 공기 유량-공기 온도 특성이 얻어져 있지 않는 것이다. 또한 자동차 등의 지나치게 가혹한 조건하에 사용되는 경우, 내연 기관의 온도 상승에 의하여 열식 공기 유량계의 상기 발열 저항체(20), 온도 보상 저항체(4a)및 측정 온도 저항체(21a, 21b)에 열이 전도되고, 상기 열이 계측 정밀도에 악영향을 미치는 것도 고려되어 있지 않기 때문에 만족할만한 공기 유량-기판 온도 특성이 얻어져 있지 않은 것도 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 상기 과제를 해결하여 유량 계측 정밀도가 우수한 열식 공기 유량계용 측정 소자 및 열식 공기 유량계를 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하는 열식 공기 유량계용 측정 소자의 특징은 공기 유량을 계측하기 위한 발열 저항체가 형성된 동일한 기판상의 상기 기판을 지지한 다른 구성체의 열이 전달하는 열전도 경로부위에, 상기 열의 상기 발열 저항체에 대한 영향을 나타내는 대표 온도를 검출하는 기판 온도 센서를 형성하는 데 있다.

또 다른 특징은 공기 유량을 계측하기 위한 발열 저항체를 형성한 동일한 기판상의 상기 기판이 다른 구성체에 지지되어 전달되는 열의 상기 발열 저항체에 대한 영향을 나타내는 대표 온도가 검출 가능한 열전도 경로부위에 형성되어 상기 대표 온도를 검출하는 기판 온도 센서와, 상기 발열 저항체가 닿는 공기의 유선 영역으로부터 벗어난 상기 기판상에 형성하여 상기 공기의 온도를 검출하는 공기 온도 센서를 구비하는 데 있다.

그리고 상기 목적을 달성하는 열식 공기 유량계는, 상기한 기판 온도 센서를 구비한 열식 공기 유량계용 측정 소자와, 상기 측정 소자에 전류를 공급하여 공기 유량 신호를 검출하는 구동 회로와, 상기 공기 유량 신호로부터 공기 유량을 연산하는 제어회로와, 공기 유량-기판 온도 특성의 보정 데이터를 기억하고 있는 메모리를 구비하고, 상기 제어회로는 상기 측정 소자가 가지는 기판 온도 센서로부터 얻어지는 대표 온도와 상기 보정 데이터로부터 상기 공기 유량을 보정하는 것이다.

또한 상기한 기판 온도 센서 및 상기한 공기 온도 센서를 구비한 열식공기 유량계용 측정 소자와, 상기 측정 소자에 전류를 공급하여 공기 유량 신호를 검출하는 구동 회로와, 상기 공기 유량 신호로부터 공기 유량을 연산하는 제어회로와, 공기 유량-기판 온도 특성 및 공기 유량-공기 온도 특성의 보정 데이터를 기억하고 있는 메모리를 구비하고, 상기 제어회로는 상기 측정 소자가 가지는 기판 온도 센서로부터 얻어진 대표 온도와, 상기 측정 소자가 가지는 공기 온도 센서로부터 얻어진 공기의 온도와, 상기 보정 데이터로부터 상기 공기 유량을 보정하는 것이어도 된다.

본 발명에 의하면, 기판 온도 보정 또는 공기 온도 보정을 가능하게 하기 때문에 유량 계측 정밀도가 향상한다.

(실시예)

이하, 본 발명의 실시예에 관하여 도면을 참조하여 설명한다.

도 1은 본 발명에 의한 제 1실시예의 열식 공기 유량계용 측정소자를 나타내는 평면도이다. 도 2는 도 1의 측정 소자의 A-A'단면을 나타내는 도이다.

도 1, 2에 있어서, 측정 소자(1)는 하면에서 이방성 에칭에 의하여 전기 절연막(7a)의 경계면까지 천공형성한 공동(6)을 가지는 실리콘 등의 반도체 기판(2)[이하, 기판 (2)이라 함]과 공동(6)부위의 전기 절연막(7a)상에 형성된 발열 저항체(3)와, 공기 온도를 계측함과 동시에 발열 저항체(3)와 브리지회로를 구성하는 온도 보상 저항체(4a)와 다시 공기 온도(즉 흡기 온도)를 계측하기 위하여 기판(2)의 선단부에 형성한 공기 온도 센서로서의 제 2온도 센서(4b)와, 일반적으로는 기판의 지지부에 있고, 측정 소자(1)의 공기 유량 신호를 외부 회로와 접속하기 위한 단자 전극(8)[단자 전극군(8a ~ 8h)]과, 기

판(2)의 다른 구성체에 지지되는 부위로서의 지지부(2a)의 기판 온도(또는 지지부 온도)를 계측하기 위하여 발열 저항체(3)와 단자 전극(8)사이에 형성한 기판 온도 센서로서의 제 1온도 센서(5)와, 각 저항체를 보호하기 위한 전기 절연막(7b)을 포함하여 구성된다.

이와 같은 구성에 있어서, 발열 저항체(3)에는 공기흐름(9)의 유로 선단에 배치된 온도 보상 저항체(4a)의 온도 보다 일정 온도 높아지도록 가열 전류가 흐르고 있다. 공기 유량은 공기흐름(9)에 의한 발열 저항체(3)의 강제 냉각에 의한 열전달 효과에 의거하여 발열 저항체(3)로 흐르는 가열 전류치로부터 계측된다. 또 공동(6) 및 발열 저항체(3) 근방의 전기 절연막(7)은 발열 저항체(3)로부터 기판(2)에 이르는 열의 열절연을 도모하고, 계측 정밀도를 확보하기 위하여 형성된다.

그리고 온도 보상 저항체(4a)및 제 2온도 센서(4b)는 도 1에 나타내는 바와 같이, 기판(2) 선단의 공기흐름(9)의 유로에 돌출한 위치에 배치되어 있다. 이 이유는 공기흐름(9)이 순류 또는 역류중 어느 경우에 있어서도 발열 저항체(3)에 가열된 공기흐름의 영향을 받지 않도록 하기 위해서이다. 또 제 2온도 센서(4b)가 기판(2)의 선단부에 형성되어 있는 것은, 즉 발열 저항체(3)가 닿는 공기의 유선 영역으로부터 벗어난 기판(2)상에 제 2온도 센서(4b)가 형성되어 있는 것은, 발열 저항체(3)의 열의 영향을 회피하여 원하는 공기의 온도를 정확하게 검출하도록 하기 위함이며, 정확하게 검출한 공기 온도로 보정하여 정밀도가 높은 공기 유량의 계측을 가능하게 하는 것이다.

도 3은 본 발명에 의한 제 1실시예의 열식 공기 유량계를 나타내는 단면도이다. 즉 도 1의 측정 소자(1)를 열식 공기 유량계에 실장한 실시예를 나타내는 도이다. 예를 들어 자동차 등의 내연 기관의 흡기 통로에 설치하여 흡입 공기(흡기라 호칭함)의 유량을 계측하는 열식 공기 유량계의 실시예를 나타내는 단면도이다.

본 실시예의 열식 공기 유량계는, 도면와 같이 측정 소자(1)와 지지체(12)와 외부 회로(13)를 포함하여 구성된다. 그리고 흡기 통로(10)의 내부에 있는 부통로(11)에 측정 소자(1)가 배치된다. 외부 회로(13)는 지지체(12)를 거쳐 측정 소자(1)의 단자 전극(8)과 전기적으로 접속되어 있다. 여기서 통상에는 흡입 공기는 공기흐름(9)으로 나타낸 화살표 방향으로 흐르고 있고, 내연 기관의 소정 조건에 의하여 공기흐름(9)과는 반대의 방향(역류)으로 흡입 공기가 흐르는 경우가 있다.

도 4는 도 3의 측정 소자부를 나타내는 확대도이다. 즉 도 3의 측정 소자(1) 및 지지체(12)의 확대도이다. 도 5는 도 4의 측정 소자부의 B-B'단면을 나타내는 도이다. 도 4 및 도 5에서 보는 바와 같이 측정 소자(1)는 온도 보상 저항체(4a) 및 제 2온도 센서(4b)의 표리면이 공기흐름(9)에 직접 노출되도록 하여 기판(2)의 지지부(2a)에 의해, 지지체(12)에 지지된다. 또한 알루미나 등의 전기 절연 기판상에 단자 전극(14) 및 신호 처리 회로(후기하는 구동 회로나 제어회로 등)를 형성하여 이루어지는 외부 회로(13)가 마찬가지로 지지체(12)에 고정된다.

측정 소자(1)와 외부 회로(13)는 즉 단자 전극(8)과 단자 전극(14)은 메탈선(15)의 와이어 본딩을 거쳐 전기적으로 접속된다. 그후, 메탈선(15), 전극 단자(8, 14) 및 외부 회로(13)와 함께 제 1 온도 센서(5)는 제 1온도 센서(5)가 지지부(2a)의 기판 온도를 공기흐름(9)의 영향을 받지 않고 정확하게 계측하기 위해 공기와의 직접 접촉을 회피하도록 하여 보호체(12a)에 의하여 밀봉 보호된다. 즉 제 1온도 센서(5)의 공기로부터의 열전달의 영향에 의한 온도 계측의 불균일을 회피하는 것이다.

그런데 설치된 측정 소자(1)는 도 4, 5에서 보는 바와 같이 공동(6)은 하면이 덮개판(12b)[지지체(12)와 일체 또는 분리한 것]에 의하여 상면이 전기 절연막(7a)에 의하여 공기류(9)에 대하여 완전하게 격리되어 있다. 따라서 상기한 종래예와 같이 공동이 공기흐름에 개구부를 가지지 않기 때문에 자동차 등의 내연 기관의 공기흐름량을 계측할 때 문제가 되는 먼지 등이 공동 또는 개구부에 축적되지 않아 신뢰성높은 계측이 가능하게 되는 구성으로 되어 있다.

다음에 도 6, 도 7, 도8, 도9 및 도 10을 참조하여 본 발명의 실시예의 동작에 관하여 설명한다. 먼저, 각 도면에 관하여 설명한다.

도 6은 본 발명에 의한 열식 공기 유량계를 나타내는 블록 구성도이다. 제 1실시예의 열식 공기 유량계(24) 및 뒤에서 설명할 제 2실시예 및 제 3실시예의 열식 공기 유량계의 구성을 나타낸 블록도이다.

열식 공기 유량계(24)는 도 1에 나타낸 측정 소자(1)와 외부 회로(13)를 포함하여 구성된다. 그리고 외부 회로(13)는 측정 소자(1)에 전류를 공급하여 공기 유량 신호를 검출하기 위한 구동 회로(13a)와 측정 소자(1)로부터의 공기 유량 신호를 A/D변환기를 통하여 입력하는 입력 회로와 공기 유량 신호를 연산 처리하는 CPU와 출력을 위한 출력 회로로 구성되는 제어 회로(13b)와, 제 1온도 센서(5)로부터 검출되는 기판 온도(예를 들어 지지부 온도) 및/또는 제 2온도 센서(4b)로부터 검출되는 공기 온도(예를 들어 흡기 온도)에 의거하여 계측한 공기 유량(또는 공기 유량 신호)을 보정하기 위한 보정 데이터가 미리 기억되어 있는 메모리(13c)로 이루어져 있다.

도 7은 제 1실시예의 열식 공기 유량계의 유량 계측 전기 회로를 나타내는 도이다. 발열 저항체(3)와 온도 보상 저항체(4a)와 구동 회로(13a)(의 일부)로 구성하는 유량 계측의 브리지 회로를 나타낸 것이다. 그리고 구동 회로(13a)(의 일부)는 차동 증폭기(16)와 트랜지스터(17)와 전원(18)과 저항(19a, 19b)을 포함하여 구성한다. 도 8은 제 1실시예의 열식 공기 유량계의 온도 계측 전기 회로를 나타내는 도이다. 제 1온도 센서(5)와 제 2온도 센서(4b)와 구동 회로(13a)(의 일부)로 이루어지는 계측 회로를 나타낸 것이다.

도 9는 도 1의 측정 소자를 이용한 열식 공기 유량계의 측정 소자부와, 상기 측정 소자부의 B-B'선상의 온도 분포를 나타내는 도이다. 즉 측정 소자(1)와 외부 회로(13)및 지지체(12)에 있어서의 온도 분포를 나타낸 설명도이다. 도 10은 본 발명에 의한 일실시예의 기판 온도 보정 및 공기 온도 보정을 나타내는 도이다. 즉 열식 공기 유량계(24)의 공기 유량-지지부 온도 특성(도 10a) 및 공기 유량-흡기 온도 특성(도 10b)을 나타낸 것이다.

다음으로 동작에 관하여 설명한다. 공기 유량은 이하와 같이 계측된다. 도 7에 나타내는 브리지 회로에 있어서, 측정 소자(1)의 중심부에 위치하는 발열 저항체(3)의 온도(저항치)가 공기 온도에 대응하는 온도 보상 저상체(4a)의 온도(저항치)에서 어느 일정치(예를 들어 150℃)높아지도록 각 저항(19a, 19b)의 저항치가 설정된다. 발열 저항체(3)의 온도가 설정치보다 낮은 경우에는 브리지 회로의 중점의 전위(A와 B)간에 차가 생겨 차동 증폭기(16)의 출력(C)에 의하여 트랜지스터(17)가 온하고, 발열 저항체(3)에 가열 전류가 흐른다. 발열 저항체(3)의 온도가 설정치에 도달하면, 차동 증폭기(16)의 출력(C)에 의하여 트랜지스터(17)가 오프하여 가열 전류가 차단된다. 이와 같이 발열 저항체(3)의 온도가 설정치에 일정하게 되도록 피드백 제어되어 있고, 공기 유량의 증대에 따라 증가하는 가열 전류를 브리지회로의 A점의 전위가 공기 유량 신호로서 제어회로(13b)에 출력된다.

한편, 흡기 온도(공기 온도)및 지지부 온도(기판 온도)의 계측은 도 8에 나타내는 바와 같이 측정 소자(1)의 선단에 형성한 제 2온도 센서(4b)및 발열 저항체(3)와 단자 전극(8)간에 형성한 제 1온도 센서(5)에 기준 전압(Vref)을 인가하고, 각 온도 센서의 단자 전압(D, E)의 전압 신호를 공기 온도(Ta)및 기판 온도(Tw)의 온도 신호로서 제어 회로(13b)에 출력하여 행하여진다.

본 실시예에서는 제 2온도 센서(4b), 제 1온도 센서(5)에는 발열 저항체(3)및 온도 보상 저항체(4a)와 동일한 백금 등의 금속 박막을 이용하고 있고, 온도와 전기 저항이 비례되기 때문에 도 8의 D, E점의 제 2온도 센서(4b), 제 1온도 센서(5)의 단자 전압으로부터 온도를 계측할 수 있는 것이다. 도 8의 회로예에서는 기준 전압(Vref)을 이용하였으나, 당연하지만 정전류원을 이용하여도 온도 계측은 가능하다. 또 본 실시예에서는 상기와 같이 발열 저항체(3) 및 온도 보상 저항체(4a)와 동일한 백금 등의 금속 박막을 이용하였으나, 제 2온도 센서(4b), 제 1온도 센서(5)로서 서미스터, 다이오드 및 트랜지스터 등의 반도체 온도 센서를 이용하여도 온도 계측은 가능하다.

바꿔말하면, 본 실시예에서는 제작상의 이점으로부터 제 2온도 센서(4b), 제 1온도 센서(5)를, 발열 저항체(3) 및 온도 보상 저항체(4a)와 동일한 종류의 (백금 등의 같은 재질로 또한 동일한 공정으로 박막 형성한) 저항체 센서 형태의 구성으로 하였으나, 온도 검출의 감도상의 이점으로부터 서미스터, 다이오드 또는 트랜지스터 등과 같은 재질이나 동일한 공정 등으로 형성한 동일한 종류의 반도체 센서형태의 구성으로 하여도 된다.

그런데 자동차 등의 내연 기관에서는, 내연 기관의 열에 의하여 도 3에 나타내는 흡기 통로(10)및 지지체(12)의 온도가 상승하고, 이 열이 측정 소자(1)에 전달되어 공기 유량의 계측에 오차를 일으켜 온도 특성을 나쁘게 하는 일이 있다. 이와 같이 측정 소자(1)를 지지하는 지지체(12)가 온도 상승하였을 때의 지지체(12), 외부 회로(13) 및 측정 소자(1)의 온도 분포 상태를 도 9에 나타내었다.

도 9에서는 지지체(12)의 B-B'선상의 온도 분포를 나타내고 있다. 도에 나타내는 바와 같이 내연 기관의 열이 지지체(12)로부터 외부 회로(13)로, 다시 측정 소자(1)의 단자 전극(8), 제 1온도 센서(5), 발열 저항체(3), 온도 보상 저항체(4a), 제 2온도 센서(4b) 등으로 전달되고 있다. 이 때문에 공기 유량을 계측하는 발열 저항체(3) 및 온도 보상 저항체(4a)에 불필요한 열이 전달되어, 공기 유량의 계측 정밀도에 악영향을 미친다.

또 외부 회로(13) 자신의 발열도 더하여, 마찬가지로 불필요한 열전달이 발생하여 계측 정밀도에 악영향을 미치는 경우도 있다. 이 영향을 고려하는 것이 공기 유량-기판 온도특성이고, 본 발명에서는 발열 저항체(3)와 단자 전극(8)간에 제 1온도 센서(5)를 형성한 측정 소자(1)를 이용하여 공기 유량의 기판 온도 보정을 행함으로써 상기 특성을 개선하고 있다. 즉 본 실시예에서는 도 1에 나타내는 바와 같이 기판(2)의 지지부(2a)로서의 단자 전극(8)과 발열 저항체(3)간에, 또는 기판

(2)의 지지부(2a)에 또는 발열 저항체(3)의 근방에 [측정 소자(1)의 구조에 따라서는 온도 보상 저항체(4a)의 근방에] 제 1온도 센서(5)를 형성하고, 상기 제 1온도 센서(5)로부터의 검출 온도와 공기 유량-기판 온도 특성을 이용하여 공기 유량을 보정하는 것이다.

바꿔 말하면, 공기 유량을 계측하기 위한 발열 저항체가 형성된 동일한 기판상에 있어서의 불필요한 열전달의 영향이 공기 유량의 계측에 미치는 값을 검지할 수 있는 부위, 즉 측정 소자 자체가 다른 구성체에 설치되었을 때 상기 다른 구성체로부터의 전도열의 상기 발열 저항체에 대한 영향을 나타내는 인자로서의 온도, 즉 「대표 온도」(바꿔 말하면, 기판이 다른 구성체에 지지되었을 때에 전달되는 열에 의하여 발행하는 발열 저항체에 대한 영향이 나타나는 대표인자로서의 온도)를 검출하는 데 적합한 열전도 경로부위로서의, [1] 지지부(2a)(측정 소자가 다른 구성체에 설치되었을 때에 지지되는 부위)에, 또는 [2] 상기 지지부와 발열 저항체사이의 부위에, 또는 [3] 발열 저항체의 근방 부위에 대표 온도(예를 들어 기판 온도나 지지부 온도등으로 부르는 온도)를 검출하는 기판 온도 센서로서의 제 1온도 센서(5)를 형성하고, 상기 제 1온도 센서(5)로부터의 검출 온도를 이용하여 공기 유량의 보정을 행함으로써 유량 계측의 정밀도 개선을 도모하는 것이다. 상기 부위라면, 외란에 영향받지 않고, 적정하고 용이하게 대표 온도를 검출할 수 있다고 할 수 있다.

또한 공기 유량의 계측에 관하여 불필요한 열전달의 영향을 받는 것으로서는 발열 저항체 이외에 온도 보상 저항체나 뒤에서 설명할 측정 온도 저항체 등이 있다. 따라서 발열 저항체 대신에 온도 보상 저항체나 측정 온도 저항체 등으로 치환하여도 된다고 할 수 있다. 그러나 이들 중 유량 계측의 주체를 이루는 발열 저항체가 가장 바람직하다고 할 수 있다.

그리고 도 10(a)는 공기 유량-기판 온도 특성을 나타낸 것이다. 도면 중, 가로축이 공기 유량(Q)이고, 세로축이 기판 온도(Tw)가 25℃를 기준으로 한 공기유량의 계측 오차(ΔQ/Q)를 나타내고 있다. 종래 기술의 기판 온도 보정을 하지 않는 경우이면, 기판 온도(Tw)가 80℃일 때에는 특히 저유량측에서 오차가 10% 정도 발생하고 있다. 이에 대하여 본 발명의 구성에서는 상기한 바와 같이 제 1온도 센서(5)를 발열 저항체(3)와 단자 전극(8)간에 형성한 측정 소자(1)를 이용하여 기판 온도(Tw)가 계측가능하고, 한편, 제어 회로(13b)에는 측정 소자(1)의 발열 저항체(3)로 계측된 공기 유량(Q)이 입력되어 있기 때문에, 도 10(a)에 나타낸 공기 유량-기판 온도 특성으로부터 작성하여 미리 기억한 보정 데이터를 메모리(13c)로부터 호출하여 제어회로(13b)의 CPU에 의해 연산 처리함으로써 공기 유량의 기판 온도 보정(또는 지지부 온도 보정)이 가능하게 된다.

본 발명의 공기 온도 보정을 적용한 경우, 도 10(a)의 화살표로 나타내는 바와 같이 대략 유량 오차를 영으로 할(공기 온도가 25℃의 기준에 맞춤)수 있다.

또한 상기 메모리(13c)에 각각의 열식 공기 유량계마다 고유의 공기 유량-기판 온도 특성을 미리 기억하여 두어 기판 온도 보정이 가능하다. 이 경우, 계측 공기 유량(Q)과 기판 온도(Tw)와, 보정치를 도표로서 기억하여도 또 근사적인 오차 함수로서 기억하여도 된다.

다음에 공기 온도보정(또는 흡기 온도 보정)에 관하여 설명한다. 상기와 같이 종래 기술의 공기 온도로서의 흡기 온도에 관한 보정에서는 공기 온도의 변화에 대해서는 온도 보상 저항체(4a)와 발열 저항체(3)로 브리지회로를 구성하여 공기 온도의 보정을 하고 있을 뿐이며, 공기의 물성치인 밀도, 동점성 계수, 열정도율 등의 온도 변화에 관해서는 고려되어 있지 않아 충분한 공기 유량 - 공기 온도 특성이 얻어지고 있지 않았다.

도 10(b)에 있어서, 종래 기술의 공기 온도 보정을 행하고 있지 않는 브리지 회로구성의 경우의 공기 유량 - 공기온도 특성을 실선으로 나타내었다. 가로축이 공기 유량(Q)이고, 세로축이 공기 온도(Ta)가 25℃기준의 계측 오차(△Q/Q)이다.

도면에 있어서 공기 온도(Ta)가 저온(-30℃)에서는 공기 유량이 저유량 영역에서는 마이너스 오차이고, 고영역에서는 플러스 오차가 되며, 한쪽 고온(80℃)에서는 저온인 경우의 역 경향의 오차가 된다. 이에 대하여 본 발명의 구성에 의하면, 제 2온도 센서(4b)로부터 공기 온도(Ta)가 계측 가능하며, 한편, 제어 회로(13b)에는 측정 소자(1)의 발열 저항체(3)로 계측된 공기 유량(Q)이 입력되어 있기 때문에, 도 10(b)에 나타낸 공기 유량 - 공기 온도 특성으로부터 작성하여, 미리 기억한 보정 데이터를 메모리(13c)로부터 호출하여 제어 회로(13b)의 CPU에 의해 연산 처리함으로써 공기 유량의 공기 온도 보정이 가능하게 된다.

본 발명의 공기 온도 보정을 적용한 경우, 도 10(b)의 화살표로 나타내는 바와 같이 대략 유량 오차를 영으로 할(공기 온도가 25℃의 기준에 맞춤)수 있다.

또한 메모리(13c)에 각각의 열식 공기 유량계마다 고유의 공기 유량 - 공기 온도 특성을 미리 기억하여 두어 공기 온도 보정 하는 것이 가능하다. 이 경우, 계측 공기 유량(Q)과, 공기 온도(Ta)와, 보정치를 도표로서 기억하여도, 또는 근사적인

오차 함수로서 기억하여도 된다. 또한 본 실시예에서는 공기 온도(Ta)의 계측에 전용 제 2온도 센서(4b)를 이용하였으나, 경우에 따라서는 제 2온도 센서(4b)를 이용하지 않고, 온도 보상 저항체(4a)의 저항치의 변화로부터 공기 온도(Ta)를 제어 회로(13b)의 CPU에 의해 연산 처리하여 계측하는 것도 가능하다.

다음에 본 발명에 의한 제 2실시예의 측정 소자와 상기 측정 소자를 이용한 제 2실시예의 열식 공기 유량계에 관하여 설명한다.

도 11은 본 발명에 의한 제 2실시예의 열식 공기 유량계용 측정 소자를 나타내는 평면도이다. 도 12는 제 2실시예의 열식 공기 유량계용 측정 소자를 이용한 제 2실시예의 열식 공기 유량계의 유량계측 전기 회로(의 일부)를 나타내는 도이다. 즉, 발열 저항체(20) 및 온도 보상 저항체(4a)의 브리지 회로로 이루어지는 구동 회로이다. 도 13은 제 2실시예의 열식 공기 유량계의 유량계측 전기 회로(의 일부)를 나타내는 도이다. 즉, 발열 저항체(20)의 상하류에 배치된 측정 온도 저항체(21a, 21b)와 구동 회로(13a)와의 브리지 회로로 이루어지는 측정 온도 출력 회로이다.

제 2실시예의 열식 공기 유량계용 측정 소자의 제 1실시예와의 다른 점은, 제 1실시예가 발열 저항체(3)를 흐르는 가열 전류를 공기 유량 신호로 한 직렬형 방식인 것에 대하여, 제 2실시예는 발열 저항체(20)의 상하류에 배치된 측정 온도 저항체(21a와 21b)의 온도차로부터 유량 및 흐름 방향을 출력하는 것으로, 도 16에 나타낸 종래예와 동일한 온도차 검지형 방식인 점이다.

이 방식의 공기 유량계측의 동작은, 도 12에 나타내는 브리지 회로에 의하여 발열 저항체(20)가 온도 보상 저항체(4a)의 온도보다 일정 온도 높아지도록 설정되고, 도 13에 나타낸 발열 저항체(20)의 상하류에 배치된 측정 온도 저항체(21a, 21b)의 브리지 회로의 F, G점의 전위차(온도차에 대응)를 차동 증폭기(16a)에 의하여 증폭하고, H에서 흐름 방향 신호(H점 전압의 부호에 대응)와, 공기 유량 신호(H점 전압의 절대치에 대응)를 제어회로(13b)에 출력하는 것이다.

상기 구성의 제 2실시예는 유량 검출 방식이 제 1실시예와 다르나, 측정 소자(1)상에 제 1온도 센서(5)및 제 2온도 센서(4b)가 제 1실시예와 동일하게 형성되어 기판 온도(Tw) 및 공기 온도(Ta)가 제어 회로(13b)에 입력되기 때문에 제 2실시예의 측정 소자(1)의 공기 유량-기판 온도 특성 및 공기 유량-공기 온도 특성에 의해 작성한 보정 데이터를 메모리(13c)에 미리 기억하여 둠으로써, 제 1실시예와 동일하게 기판 온도 보정 및 공기 온도 보정이 가능하다.

다음에 본 발명에 의한 제 3실시예의 측정 소자와 상기 측정 소자를 이용한 제 3실시예의 열식 공기 유량계에 관하여 설명한다.

도 14는 본 발명에 의한 제 3실시예의 열식 공기 유량계용 측정 소자를 나타내는 평면도이다. 도 15는 제 3실시예의 열식 공기 유량계용 측정 소자를 이용한 제 3실시예의 열식 공기 유량계의 유량계측 전기 회로를 나타내는 도이다. 즉, 발열 저항체(20), 온도 보상 저항체(4a) 및 측정 온도 저항체(21a)로 이루어지는 구동 회로이다.

제 3실시예의 열식 공기 유량계용 측정 소자의 제 1실시예와 다른 점은, 제 1실시예가 발열 저항체(3)자신에 의해 가열, 온도 검지하는 직열형(直熱型) 방식인 것에 대하여, 제 3실시예는 발열 저항체(20)의 근방에 배치된 측정 온도 저항체(21a)에 의하여 발열 저항체(20)의 온도를 검지하는 방열형(傍熱型) 방식인 점이다.

이 방식의 공기 유량계측의 동작은, 도 15에 나타내는 브리지회로에 있어서, 발열 저항체(20)에 의하여 방열된 측정 온도 저항체(21a)가 온도 보상 저항체(4a)의 온도 보다 일정 온도 높아지도록 설정되고, 이때 가열 저항체(20)의 흐르는 가열 전류에 대응하는 I점의 전위가 공기 유량신호가 되어 제어 회로(13b)로 출력된다.

상기 제 3실시예는 유량 검출 방식이 제 1실시예와 다르나, 측정 소자(1)상에 제 1온도 센서(5)및 제 2온도 센서(4b)가 제 1실시예와 동일하게 형성되어 있고, 기판 온도(Tw) 및 공기 온도(Ta)가 제어 회로(13b)에 입력되기 때문에 제 3실시예의 측정소자(1)의 공기 유량-공기 온도 특성 및 공기 유량-기판온도 특성에 관련한 보정 데이터를 메모리(13c)에 미리 기억하여 둠으로써, 제 1실시예와 동일하게 공기 온도 보정 및 기판 온도 보정이 가능하다.

이상 3가지 실시예에 관하여 설명하였으나, 공기 유량의 검지 방식이 상기 이외의 방법이어도 적어도 발열 저항체(5) 및 온도 보상 저항체(4a)를 가지는 검지 방식이면, 발열 저항체(3)와 단자 전극(8)간에 형성하는 제 1온도 센서(5)로부터의 기판 온도(Tw)와, 제 2온도 센서(4b)[또는 온도 보상 저항체(4a)]로부터의 공기 온도(Ta)를 제어 회로(13b)에 입력하고, 또한 대상으로 하는 측정 소자(1)의 공기 유량-공기 온도 특성 또는/및 기판 온도 특성에 관하여 미리 기억한 보정 데이터를 메모리(13c)로부터 호출하여 제 1실시예와 동일하게 공기 온도 보정 또는/및 기판 온도 보정이 가능하다.

또 본 실시예에서는 제어 회로(13b)와 메모리(13c)가 분리된 구성으로 되어 있으나, 제어 회로(13b)에 메모리(13c)를 내장한 구성에서도 본 발명의 효과에 변화가 없다.

다음에 본 발명의 열식 공기 유량계용 측정 소자의 구체예에 관하여 도 1, 2를 참조하여 설명한다. 먼저, 실리콘 반도체로 이루어지는 기판(2)상에 전기 절연막(7a)으로서 이산화 규소, 질화 규소 등을 약 0.5μ의 두께로 열산화 또는 CVD 등의 방법으로 형성하는, 또한 저항체군으로서의 발열 저항체(3), 온도 보상 저항체(4a), 제 2온도 센서(4b), 제 1온도 센서(5)로서의 백금을, 동일한 기판(2)상에 약 0.2μ의 두께로 스패터 등의 방법으로 형성한 후에, 공지의 포토리소그래피기술에 의하여 레지스트를 소정의 형상으로 형성하고, 그후 이온 밀링 등의 방법에 의해 백금을 패터닝한다.

다음에 단자 전극(8)을 금 도금 등으로 형성한 후, 단자 전극(8) 이외의 부분을 보호막으로서 전기 절연체(7b)를 상기와 마찬가지로 약 0.5μ의 두께로 형성한다.

마지막으로 실리콘 기판(2)의 이면에서 이산화 규소 등을 마스크재로서 이방성 에칭함으로써 공동(6)을 형성하고, 칩으로 절단함으로써 측정 소자(1)가 얻어진다.

발명의 효과

본 발명에 의하면, 반도체 기판(2)상에 전기 절연막(7)을 개재하여 적어도 발열 저항체(3) 및 온도 보상 저항체(4a)와 발열 저항체(3)와 단자 전극(8)간에 제 1온도 센서(5)를 형성한 측정 소자(1)와, 전류를 공급하기 위한 구동 회로(13a)와 측정 소자(1)의 신호를 연산처리하여 출력하는 제어 회로(13b)와, 제 1온도 센서(5)와 제 2온도 센서(4b)[또는 온도 보상 저항체(4a)]로 검출되는 기판 온도 및 공기 온도로부터 온도 보정하기 위한 보정 데이터가 미리 기억되어 있는 메모리(13c)로 구성함으로써 공기 유량의 기판 온도 또는 공기 온도 보정을 확실하게 실현할 수 있어 측정 정밀도가 우수한 열식 공기 유량계용 측정 소자 및 열식 공기 유량계가 제공된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

공기가 유통하는 흡기통로에 설치되어 공기유량을 계측하기 위한 발열 저항 체가 형성되어 있는 기판과,

상기 발열 저항체를 구동 제어하여 상기 공기유량을 연산에 의하여 구하는,상기 흡기통로에 설치되어 있는 신호처리장치와,

상기 신호처리장치를 상기 기판으로부터 상기 흡기통로의 끝측 위치로 하여 양자를 지지하여, 흡기 통로체에 설치되어 있는 지지체와,

상기 신호처리장치와 상기 발열 저항체 사이의 상기 기판에 상기 공기와 열 절연하여 형성되어 상기 기판의 온도를 검출하는 기판 온도센서를 구비하고,

상기 신호처리장치는 상기 기판 온도센서로 검출한 기판 온도에 의하여 상기공기유량을 보정하도록 한 것을 특징으로 하는 열식 공기유량계.

청구항 2.

공기가 유통하는 흡기 통로에 설치되어 공기유량을 계측하기 위한 발열 저항체가 형성되어 있는 기판과,

상기 발열 저항체를 구동 제어하여 상기 공기유량을 연산에 의하여 구하는,상기 흡기 통로에 설치되어 있는 신호처리장치와,

상기 신호처리장치를 상기 기판으로부터 상기 흡기 통로의 끝측 위치로 하여 양자를 지지하여, 흡기 통로체에 설치되고 있는 지지체와,

상기 신호처리장치와 상기 발열 저항체의 사이에 있어서의 상기 지지체로부터의 상기 기판의 열전도 경로위치에 상기 공기와 열 절연하여 형성되어, 상기 기판의 온도를 검출하는 기판 온도센서를 구비하고,

상기 신호처리장치는 상기 기판 온도센서로 검출한 기판 온도에 의하여 상기공기유량을 보정하도록 한 것을 특징으로 하는 열식 공기유량계.

청구항 3.

공기가 유통하는 흡기 통로에 설치되어 공기유량을 계측하기 위한 발열 저항 체가 형성되어 있는 기판과,

상기 기판의 한쪽 끝에 설치되어 있는 외부 회로와 접속하는 복수의 전극단자와,

상기 발열 저항체를 구동 제어하여 상기 공기유량을 연산에 의하여 구하는,상기 흡기 통로에 설치되어 있는 신호처리장치와,

상기 신호처리장치를 상기 기판으로부터 상기 흡기 통로의 끝측 위치로 함과 동시에, 상기 기판의 한쪽 끝을 상기 신호처리장치에 인접시켜 양자를 지지하여 흡기 통로체에 설치되어 있는 지지체와,

상기 전극단자와 상기 발열 저항체 사이의 상기 기판에 상기 공기와 접촉하지 않도록 형성되어, 상기 기판의 온도를 검출하는 기판 온도센서를 구비하고,

상기 신호처리장치는 상기 기판 온도센서로 검출한 기판 온도에 의하여 상기공기유량을 보정하도록 한 것을 특징으로 하는 열식 공기유량계.

청구항 4.

공기가 유통하는 흡기 통로에 설치되어 공기유량을 계측하기 위한 발열 저항 체가 형성되어 있는 기판과,

상기 발열 저항체를 구동 제어하여 상기 공기유량을 연산에 의하여 구하는,상기 흡기 통로에 설치되어 있는 신호처리장치와,

상기 흡기 통로내에 설치되어 있는 부통로와,

상기 기판을 상기 부통로내에 위치시켜 상기 신호처리장치를 상기 기판으로부터 상기 흡기 통로의 끝측 위치로 하여 양자를 지지하여, 흡기 통로체에 설치되어 있는 지지체와,

상기 신호처리장치와 상기 발열 저항체 사이의 상기 기판에 상기 공기와 열 절연하여 형성되어 상기 기판의 온도를 검출하는 기판 온도센서를 구비하고,

상기 신호처리장치는 상기 기판 온도센서로 검출한 기판 온도에 의하여 상기공기유량을 보정하도록 한 것을 특징으로 하는 열식 공기유량계.

청구항 5.

공기가 유통하는 흡기 통로에 배치되어 공기유량을 계측하기 위한 발열 저항 체가 형성되어 있는 기판과,

상기 기판의 한쪽 끝에 설치되어 있는 외부 회로와 접속하는 복수의 전극단자와,

상기 발열 저항체를 구동 제어하여 상기 공기유량을 연산에 의하여 구하는,상기 흡기 통로에 설치되어 있는 신호처리장치와,

상기 흡기 통로내에 설치되어 있는 부통로와,

상기 기판을 상기 부통로내에 위치시켜 상기 신호처리장치를 상기 기판으로부터 상기 흡기 통로의 끝측 위치로 함과 동시에 상기 기판의 한쪽 끝을 상기 신호처리장치에 인접시켜 양자를 지지하여, 흡기 통로체에 설치되어 있는 지지체와,

상기 기판의 상기 전극단자와 상기 발열 저항체 사이의 위치에 상기 공기와 열 절연하여 형성되어 상기 기판의 온도를 검출하는 기판 온도센서를 구비하고,

상기 신호처리장치는 상기 기판 온도센서로 검출한 기판 온도에 의하여 상기공기유량을 보정하도록 한 것을 특징으로 하는 열식 공기유량계.

청구항 6.

공기가 유통하는 흡기 통로에 배치되어 공기유량을 계측하기 위한 발열 저항 체가 형성되어 있는 직사각형의 반도체 기판과,

상기 반도체 기판의 한쪽 끝에 설치되어 있는 외부 회로와 접속하는 복수의 전극단자와,

상기 발열 저항체에 전류공급하여 상기 공기유량을 연산에 의하여 구하는, 상기 흡기 통로에 설치되어 있는 신호처리장치와,

상기 흡기 통로내에 설치되어 있는 부통로와,

상기 반도체 기판을 상기 부통로내에 위치시켜, 상기 신호처리장치를 상기 반도체 기판으로부터 상기 흡기 통로의 끝측 위치로 함과 동시에 상기 반도체 기판의 한쪽 끝을 상기 신호처리장치에 인접시켜 지지하여 흡기 통로체에 설치되어 있는 지지체와,

상기 반도체 기판의 상기 전극단자와 상기 발열 저항체 사이의 위치에 상기공기의 열영향을 받지 않도록 형성되어 상기 반도체 기판의 온도를 검출하는 기판온도센서를 구비하고,

상기 신호처리장치는 상기 기판 온도센서로 검출한 기판 온도에 의하여 상기공기유량을 보정하도록 한 것을 특징으로 하는 열식 공기유량계.

청구항 7.

공기가 유통하는 흡기 통로에 설치되어 공기유량을 계측하기 위한 발열 저항 체가 형성되어 있는 직사각형의 반도체 기판과,

상기 반도체 기판의 한쪽 끝에 병설하여 설치되어 있는 외부 회로와 접속하는 복수의 전극단자와,

상기 반도체 기판의 상기 발열 저항체가 닿는 상기 공기의 유선영역으로부터 벗어난 다른쪽 끝에 설치되어 있는 상기 공기의 온도를 검출하는 공기온도센서와,

상기 발열 저항체에 전류를 공급하여 상기 공기유량을 연산에 의하여 구하는, 상기 흡기 통로에 설치되어 있는 신호처리장치와,

상기 흡기 통로내에 설치되어 있는 부통로와,

상기 반도체 기판을 상기 부통로내에 위치시키고, 상기 신호처리장치를 상기반도체 기판으로부터 상기 흡기 통로의 끝측 위치로 함과 동시에 상기 반도체 기판의 한쪽 끝을 상기 신호처리장치에 인접시켜 지지하여 흡기 통로체에 설치되어 있는 지지체와,

상기 반도체 기판의 상기 전극단자와 상기 발열 저항체 사이의 위치에 상기공기의 열전달 영향을 받지 않도록 형성되어 상기 반도체 기판의 온도를 검출하는기판 온도센서를 구비하고,

상기 신호처리장치는 상기 기판 온도센서로 검출한 기판 온도와 상기 공기온도센서로 검출한 공기온도에 의하여 상기 공기유량을 보정하도록 한 것을 특징으로 하는 열식 공기유량계.

청구항 8.

공기가 유통하는 흡기 통로에 설치되어 공기유량을 계측하기 위한 금속박막의 발열 저항체가 형성되어 있는 직사각형의 반도체 기판과,

상기 반도체 기판의 한쪽 끝에 병설하여 설치되어 있는 외부 회로와 접속하는 복수의 전극단자와,

상기 반도체 기판의 상기 발열 저항체가 닿는 상기 공기의 유선영역으로부터 벗어난 다른쪽 끝에 설치되어 있는 상기 공기의 온도를 검출하는 금속박막의 공기온도센서와,

상기 발열 저항체에 전류를 공급하여 상기 공기유량을 연산에 의하여 구하는 상기 흡기 통로에 설치되어 있는 신호처리장치와,

상기 흡기 통로내에 설치되어 있는 부통로와,

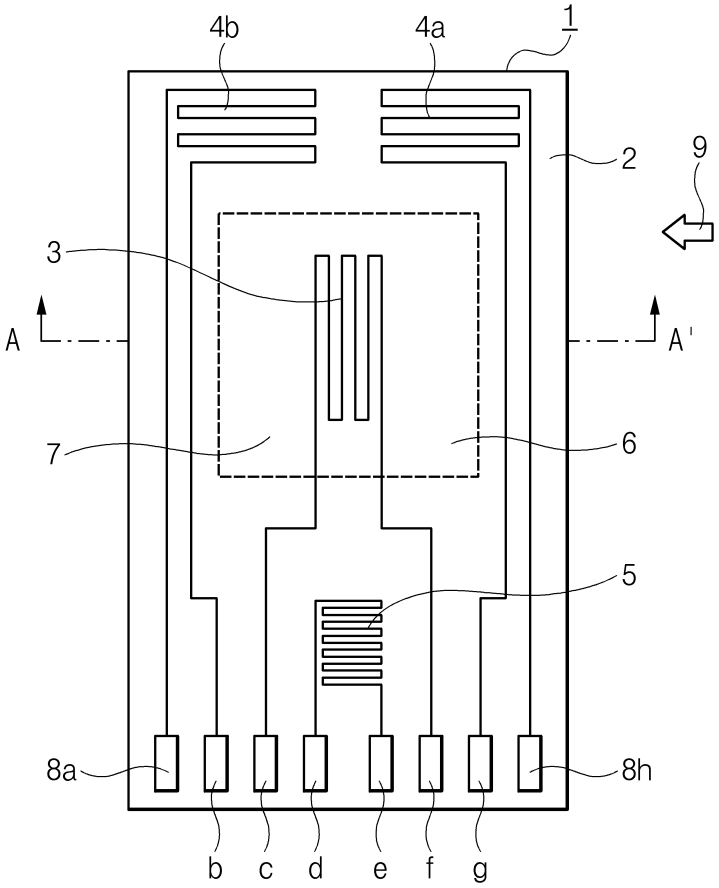
상기 반도체 기판을 상기 부통로내에 위치시키고, 상기 신호처리장치를 상기반도체 기판으로부터 상기 흡기 통로의 끝측 위치로 함과 동시에 상기 반도체 기판의 한쪽 끝을 상기 신호처리장치에 인접시켜 지지하여 흡기 통로체에 설치되어 있는 지지체와,

상기 반도체 기판의 상기 전극단자와 상기 발열 저항체 사이의 위치에 상기공기의 열전달 영향을 받지 않도록 형성되어 상기 반도체 기판의 온도를 검출하는 금속박막의 기판 온도센서를 구비하고,

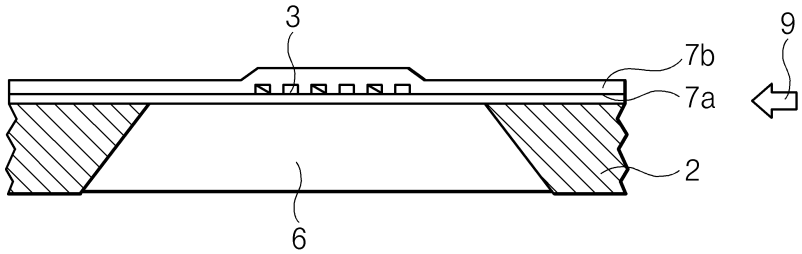
상기 신호처리장치는 상기 기판 온도센서로 검출한 기판 온도와 상기 공기온도센서로 검출한 공기온도에 의하여 상기 공기유량을 보정하도록 한 것을 특징으로 하는 열식 공기유량계.

도면

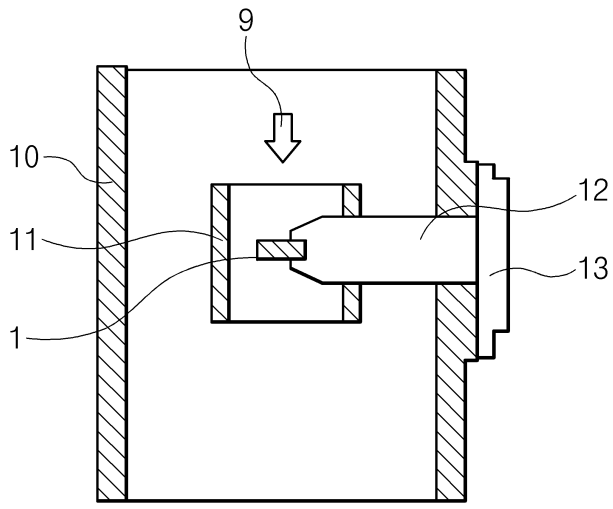
도면1



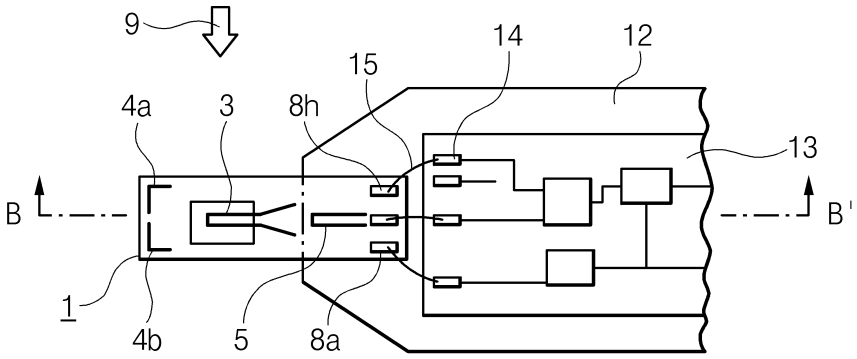
도면2



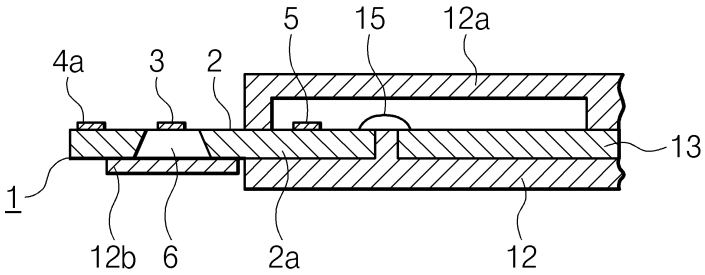
도면3



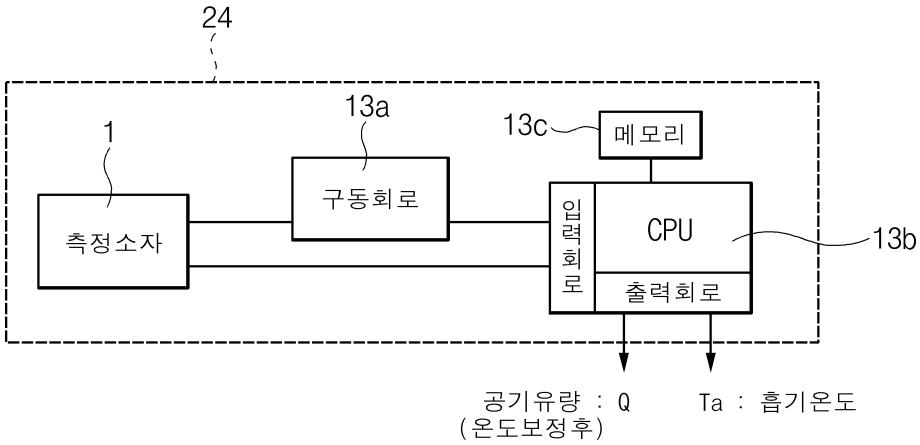
도면4


9
14
12
15
4a
3
8h
13
B
B'
1
4b
5
8a

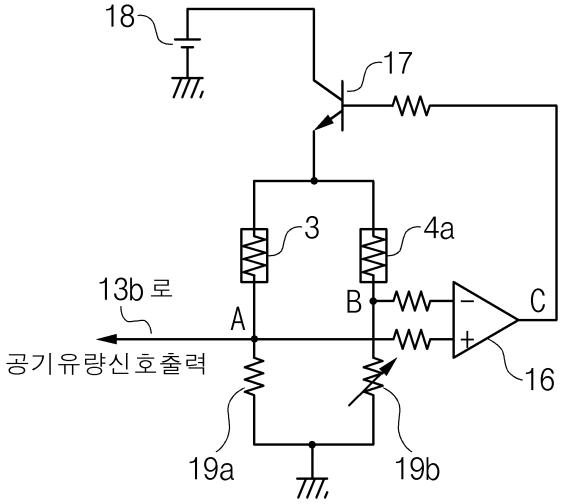
도면5


5
15
12a
4a
3
2
13
1
12b
6
2a
12

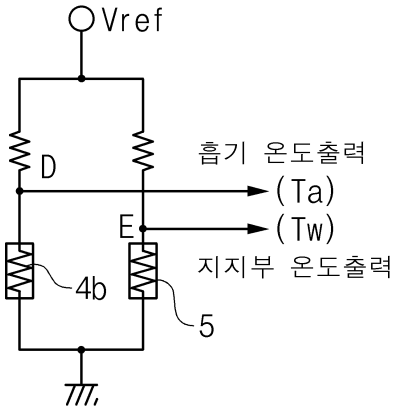
도면6


24
13a
13c
메모리
1
구동회로
측정소자
입력회로
CPU
13b
출력회로
공기유량 : Q
(온도보정후)
Ta : 흡기온도

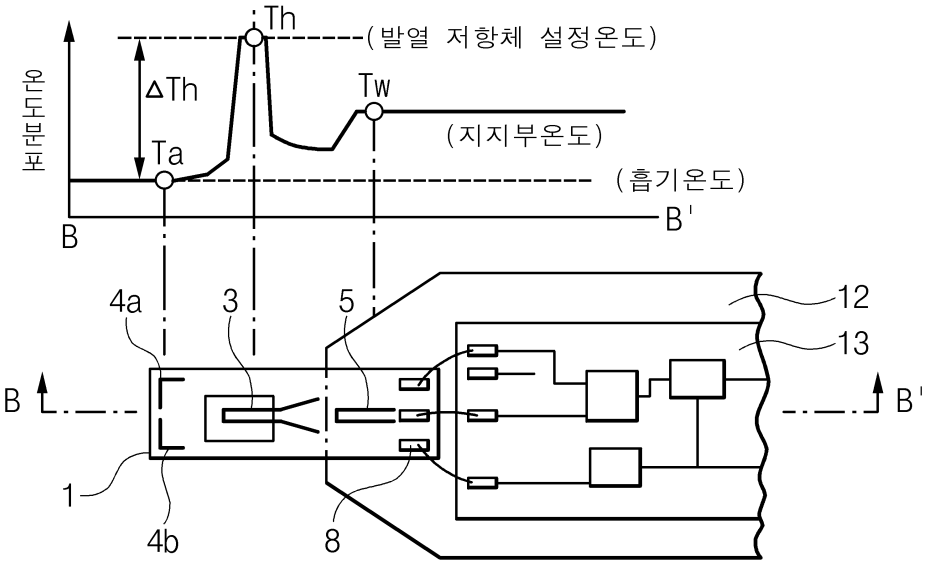
도면7


18
17
3
4a
13b 로
공기유량신호출력
A
B
C
16
19a
19b

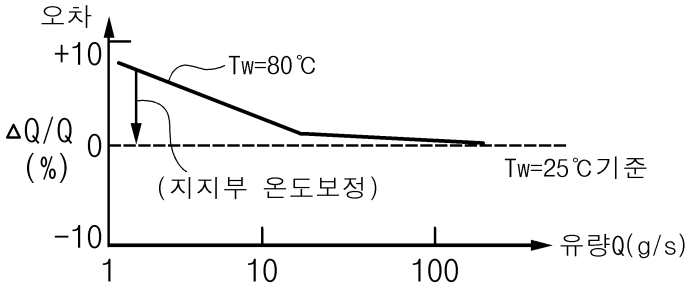
도면8


Vref
D
흡기 온도출력
(Ta)
E
(Tw)
지지부 온도출력
4b
5

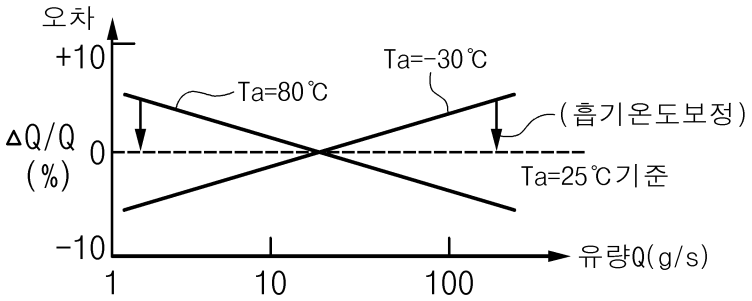
도면9


Th
(발열 저항체 설정온도)
온도분포
ΔTh
Tw
(지지부온도)
Ta
(흡기온도)
B
B'
4a
3
5
12
13
B
B'
1
4b
8

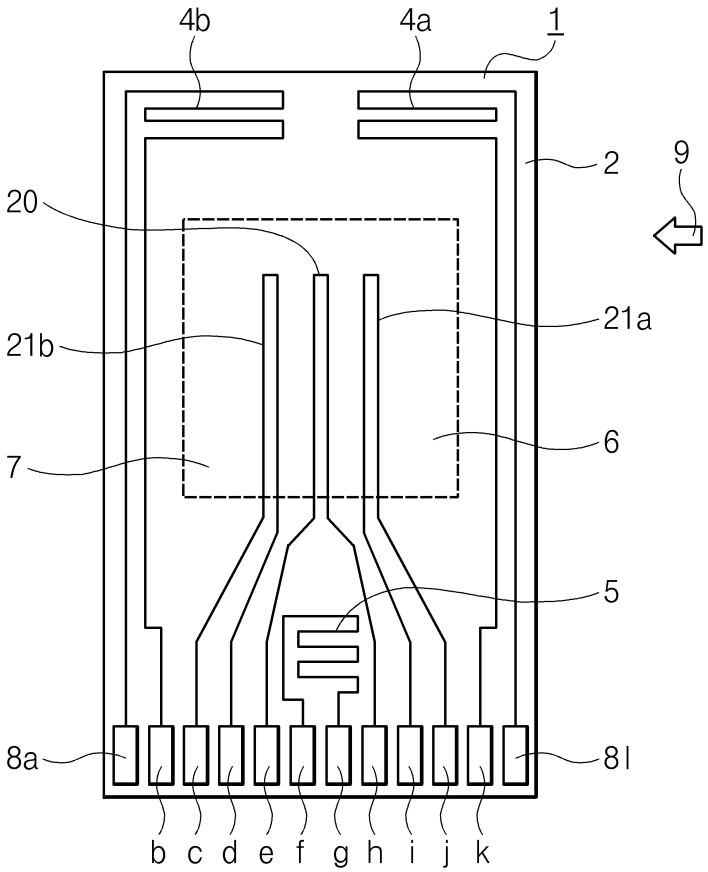
도면10a



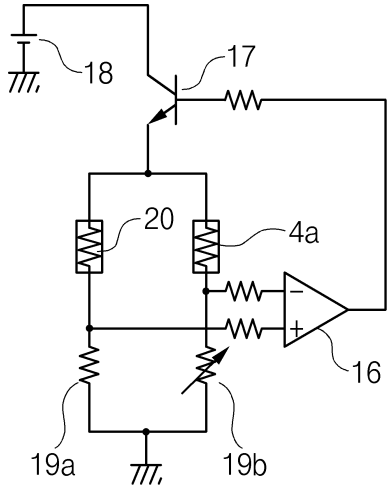
도면10b



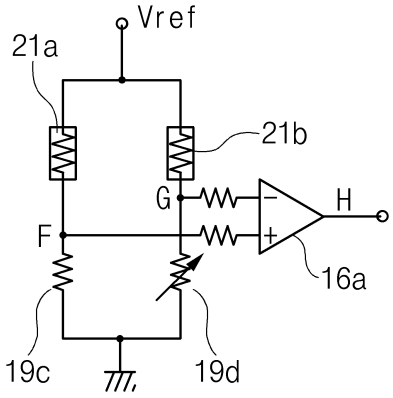
도면11



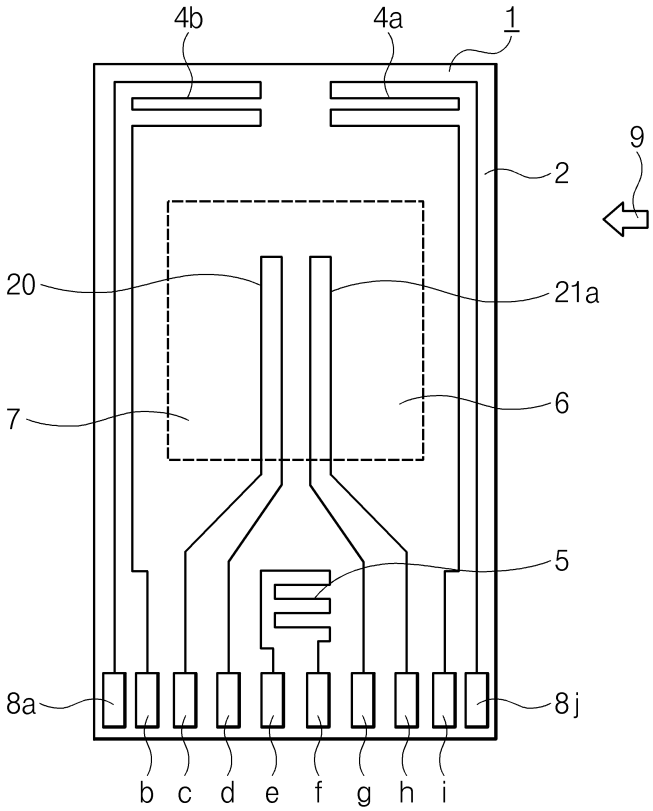
도면12



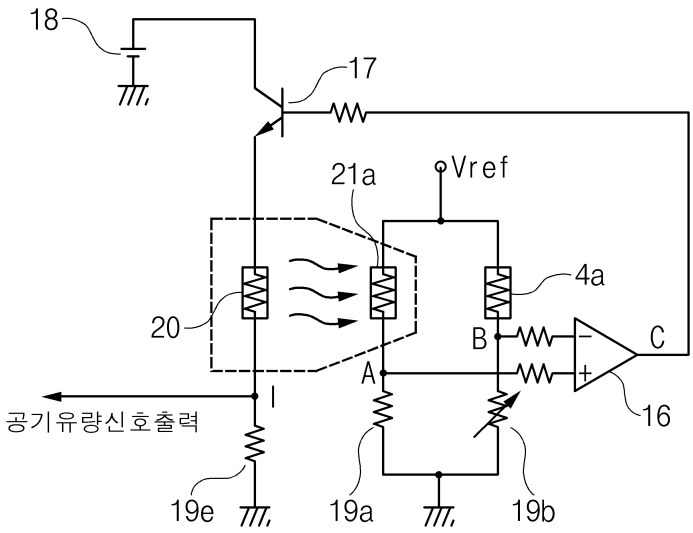
도면13



도면14


4b
4a
1
9
2
20
21a
7
6
5
8a
8j
b
c
d
e
f
g
h
i

도면15


18
17
21a
Vref
4a
20
B
C
A
16
공기유량신호출력
19e
19a
19b

도면16

