(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년02월03일
(11) 등록번호 10-1357618
(24) 등록일자 2014년01월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01F 1/34 (2006.01) *G01F 1/40* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0064908
(22) 출원일자 2012년06월18일
심사청구일자 2012년06월18일
(65) 공개번호 10-2013-0141863
(43) 공개일자 2013년12월27일
(56) 선행기술조사문헌
JP2010107419 A*
KR1019980014499 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국항공우주연구원
대전광역시 유성구 과학로 169-84 (어은동)
(72) 발명자
이중엽
대전광역시 유성구 어은로 57 (어은동, 한빛아파트) 119동 605호
(74) 대리인
특허법인명인

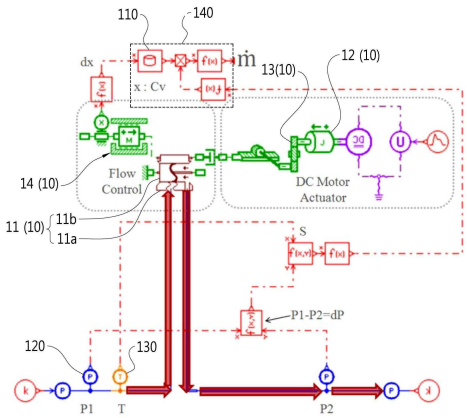
전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 김윤선

(54) 발명의 명칭 **가변 밸브의 차압을 이용한 유량 측정 장치 및 방법, 그리고 유량 측정 방법에 이용되는 고유유량계수의 측정 방법**

(57) 요 약

본 발명은 무게와 크기를 줄일 수 있으며 고정 오리피스에 대한 유동 영역이 아닌 가변 밸브에 대한 유동 영역에서 체적 유량을 정확히 측정할 수 있는 유량 측정 장치를 제공하는 것이 그 기술적 과제이다. 이를 위해, 본 발명의 유량 측정 장치는, 작동 유체의 유량 및 압력을 가변시키는 가변 밸브를 포함한 기기에 대한 유량 측정 장치로, 가변 밸브의 각 개도에 따라 측정된 고유유량계수가 저장되는 메모리와, 가변 밸브의 전후단 압력차를 측정하는 차압 센서와, 작동 유체의 온도를 측정하는 온도 센서와, 그리고 전후단 압력차와 고유유량계수와 그리고 온도에 따른 작동 유체의 비중을 이용하여 체적 유량을 계산하는 연산부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

작동 유체의 유량 및 압력을 가변시키는 가변 밸브를 포함한 기기에 대한 유량 측정 장치로,

상기 가변 밸브의 각 개도에 따라 측정된 고유유량계수가 저장되는 메모리;

상기 가변 밸브의 전후단 압력차를 측정하는 차압 센서;

상기 작동 유체의 온도를 측정하는 온도 센서; 및

상기 전후단 압력차와 상기 고유유량계수와 그리고 상기 온도에 따른 작동 유체의 비중을 이용하여 체적 유량을 계산하는 연산부를 포함하고,

상기 차압 센서는 상기 가변 밸브의 전단 압력을 더 측정하고,

상기 작동 유체의 온도는 상기 가변 밸브를 기준으로 상기 가변 밸브의 전단 온도이고,

상기 메모리에는 압력 및 온도에 따라 미리 측정된 밀도 테이블이 더 저장되며, 그리고

상기 연산부는 상기 밀도 테이블로부터 상기 전단 압력과 상기 전단 온도에 해당하는 해당 밀도를 구하고, 상기 해당 밀도와 상기 체적 유량을 곱하여 질량 유량을 계산하는 유량 측정 장치.

청구항 4

제3항에서,

상기 해당 밀도는 보간법에 의해 측정되는 유량 측정 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

작동 유체의 유량 및 압력을 가변시키는 가변 밸브를 포함한 기기에 대한 유량 측정 방법으로,

상기 가변 밸브의 각 개도에 따라 측정된 고유유량계수를 메모리에 입력하는 단계;

상기 가변 밸브의 전후단 압력차와 상기 작동 유체의 온도를 측정하는 단계;

상기 가변 밸브의 전후단 압력차와 상기 고유유량계수와 그리고 상기 온도에 따른 작동 유체의 비중을 이용하여 체적 유량을 계산하는 단계를 포함하고,

상기 유량 측정 방법은,

상기 작동 유체의 압력 및 온도에 따라 미리 측정된 밀도 테이블을 상기 메모리에 입력하는 단계;

상기 가변 밸브의 전단 압력과 전단 온도를 측정하는 단계;

상기 밀도 테이블로부터 상기 전단 압력과 상기 전단 온도에 해당하는 해당 밀도를 구하는 단계; 및

상기 해당 밀도와 상기 체적 유량을 곱하여 질량 유량을 측정하는 단계를 더 포함하는 유량 측정 방법.

청구항 8

제7항에서,

상기 해당 밀도를 구하는 단계에서, 상기 해당 밀도는 보간법을 통해 측정되는 유량 측정 방법.

청구항 9

제7항 또는 제8항의 유량 측정 방법에 이용되는 고유유량계수의 측정 방법으로,

시험용 가변 밸브와 시험용 차압 센서와 시험용 온도 센서와 그리고 시험용 유량계를 포함한 별도 시험 설비를 준비하는 단계;

상기 시험용 가변 밸브의 개도를 0%에서 100%로 가변시키는 단계;

상기 가변되는 동안 상기 시험용 차압 센서와 상기 시험용 온도 센서와 그리고 상기 시험용 유량계를 이용하여 상기 시험용 가변 밸브의 전후단 압력차와 상기 작동 유체의 비중과 그리고 유량을 각각 측정하는 단계; 및

상기 전후단 압력차와 상기 비중과 그리고 상기 유량을 이용하여 상기 시험용 가변 밸브의 각 개도에 대한 고유유량계수를 계산하는 단계

를 포함하는 고유유량계수 측정 방법.

청구항 10

제9항에서,

상기 고유유량계수가 계산되면, 상기 시험용 가변 밸브의 전단 압력을 단계별로 변경하면서 후단 압력을 변경하더라도 상기 시험용 가변 밸브의 각 개도에 대한 고유유량계수가 변하지 않는지 확인하는 단계를 더 포함하는 고유유량계수 측정 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가변 밸브의 차압을 이용한 유량 측정 장치 및 방법, 그리고 유량 측정 방법에 이용되는 고유유량계수의 측정 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 통신을 비롯한 각종 수요로 위성에 대한 수요가 급증하고 있는 가운데 미국, 러시아, 유럽, 일본 등 우주 기술 분야의 선진국에서는 대형 위성을 원하는 궤도에 올릴 수 있는 액체 로켓에 대한 기술을 확보하고 있다. 복잡한 추진 기관 시스템을 정밀하게 제어하는 즉, 액체 로켓의 궤적에 따른 추진제 질량과 추력을 적절하게 제어하는 추력 제어 기술의 확보는 액체 로켓을 개발하기 위해 필수적이다.

[0003] 액체 로켓은 단 분리와 페이로드(payload) 보호를 위해 추력을 감소시키는데, 추력 감소 시 액체 로켓에 문제가 없도록 일정하게 추력조절을 한다. 액체 로켓의 경우 추력조절을 위해 소비 액체 유량을 조절함으로써 목적을 달성할 수 있다.

[0004] 러시아의 발사체 엔진에는 탱크 소진 시스템의 혼합비 조절을 위하여 산화제 탱크 및 연료 탱크에 각각 장착된 기계식 수위 계측기가 이용된다. 연소시 소비되는 각 탱크의 유량을 각 탱크의 수위 계측 정보로 환산하여 그 혼합비를 결정한다. 하지만, 무게가 많이 나가는 기계식 수위 계측기 등으로 인해 발사체의 무게를 줄이는데 한계가 있다.

[0005] 또한, 탱크 소진 시스템의 혼합비 조절이 아닌 일반적인 혼합비 조절은 2개의 추진제 라인(산화제 라인과 연료 라인)의 압력 변화에 따라 힘 평형으로 기계식 유량계에 포함된 액추에이터어의 위치를 조정하여 유량을 결정하고 최종 혼합비를 조절한다. 하지만, 힘 평형을 이용하는 경우 시스템 특성에 따라 정확한 설계가 이루어져야 하므로 많은 실험 경험이 축적되지 않은 발사체 국가에서 사용하기가 어려울 수 있고, 힘 평형으로 이용되는 기계적 유량계는 그 시스템 외에 적용할 수 없는 적용성의 한계를 갖는다. 또한, 무게가 많이 나가는 기계식 유

량계 등으로 인해 발사체의 무게를 줄이는데 한계가 있다.

[0006] 또한, 발사체용 지상 시험 설비에는 발사체와 달리 무게와 크기가 중요하지 않기 때문에 무게 또는 크기가 있더라도 정밀도를 요하는 터빈식 유량계나 질량 유량계, 차압식 유량계가 많이 사용된다. 이 중, 차압식 유량계는 측정 범위가 국한되어 있고, 허용 범위를 벗어나면 측정 오차가 크게 발생되는 문제가 있다. 특히, 차압식 유량계에 장착된 고정 오리피스는 난류 영역에서 고정 오리피스의 양단에 발생되는 한 시점의 유출계수를 이용하여 정격 유량을 환산한다. 그러나, 고정 오리피스가 유량계에 고정되어 있기 때문에 배관 내에 지속적으로 가변되는 거대 유량부터 미소 유량까지 폭 넓게 계측하는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 기술적 과제는, 무게와 크기를 줄일 수 있으며 고정 오리피스에 대한 유동 영역이 아닌 가변 밸브에 대한 유동 영역에서 체적 유량을 정확히 측정할 수 있는 유량 측정 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 기술적 과제는, 체적 유량을 질량 유량으로 환산할 수 있는 유량 측정 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0009] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는, 유량 측정 방법에 이용하기 위해 가변 밸브의 개도에 따른 고유유량계수를 측정할 수 있는 고유유량계수 측정 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 장치는, 작동 유체의 유량 및 압력을 가변시키는 가변 밸브를 포함한 기기에 대한 유량 측정 장치로, 상기 가변 밸브의 각 개도에 따라 측정된 고유유량계수가 저장되는 메모리; 상기 가변 밸브의 전후단 압력차를 측정하는 차압 센서; 상기 작동 유체의 온도를 측정하는 온도 센서; 및 상기 전후단 압력차와 상기 고유유량계수와 그리고 상기 온도에 따른 작동 유체의 비중을 이용하여 체적 유량을 계산하는 연산부를 포함한다.

[0011] 또한, 상기 체적 유량은 식(1)에 의해,

[0012] $$Q = C_v\sqrt{\frac{dP}{S}}$$ ----------식(1)

[0013] (Q는 체적 유량, C_v는 고유유량계수, dP는 전후단 압력차, S는 비중)

[0014] 계산될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 차압 센서는 상기 가변 밸브의 전단 압력을 더 측정할 수 있고, 상기 작동 유체의 온도는 상기 가변 밸브를 기준으로 상기 가변 밸브의 전단 온도일 수 있고, 상기 메모리에는 압력 및 온도에 따라 미리 측정된 밀도 테이블이 더 저장될 수 있으며, 그리고 상기 연산부는 상기 밀도 테이블로부터 상기 전단 압력과 상기 전단 온도에 해당하는 해당 밀도를 구하고, 상기 해당 밀도와 상기 체적 유량을 곱하여 질량 유량을 계산할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 해당 밀도는 보간법에 의해 측정될 수 있다.

[0017] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 방법은, 작동 유체의 유량 및 압력을 가변시키는 가변 밸브를 포함한 기기에 대한 유량 측정 방법으로, 상기 가변 밸브의 각 개도에 따라 측정된 고유유량계수를 메모리에 입력하는 단계; 상기 가변 밸브의 전후단 압력차와 상기 작동 유체의 온도를 측정하는 단계; 상기 가변 밸브의 전후단 압력차와 상기 고유유량계수와 그리고 상기 온도에 따른 작동 유체의 비중을 이용하여 체적 유량을 계산하는 단계를 포함한다.

[0018] 또한, 상기 체적 유량을 계산하는 단계에서, 상기 체적 유량은 식(1)에 의해,

[0019] $$Q = C_v\sqrt{\frac{dP}{S}}$$ ----------식(1)

[0020] (Q는 체적 유량, C_v는 고유유량계수, dP는 전후단 압력차, S는 비중)

[0021] 계산될 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 방법은 상기 작동 유체의 압력 및 온도에 따라 미리 측정된 밀도 테이블을 상기 메모리에 입력하는 단계; 상기 가변 밸브의 전단 압력과 전단 온도를 측정하는 단계; 상기 밀도 테이블로부터 상기 전단 압력과 상기 전단 온도에 해당하는 해당 밀도를 구하는 단계; 및 상기 해당 밀도와 상기 체적 유량을 곱하여 질량 유량을 측정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 해당 밀도를 구하는 단계에서, 상기 해당 밀도는 보간법을 통해 측정될 수 있다.

[0024] 다른 한편, 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 방법에 이용되는 고유유량계수의 측정 방법은, 시험용 가변 밸브와 시험용 차압 센서와 시험용 온도 센서와 그리고 시험용 유량계를 포함한 별도 시험 설비를 준비하는 단계; 상기 시험용 가변 밸브의 개도를 0%에서 100%로 가변시키는 단계; 상기 가변되는 동안 상기 시험용 차압 센서와 상기 시험용 온도 센서와 그리고 상기 시험용 유량계를 이용하여 상기 시험용 가변 밸브의 전후단 압력차와 상기 작동 유체의 비중과 그리고 유량을 각각 측정하는 단계; 및 상기 전후단 압력차와 상기 비중과 그리고 상기 유량을 이용하여 상기 시험용 가변 밸브의 각 개도에 대한 고유유량계수를 계산하는 단계를 포함한다.

[0025] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 방법에 이용되는 고유유량계수의 측정 방법은, 상기 고유유량계수가 계산되면, 상기 시험용 가변 밸브의 전단 압력을 단계별로 변경하면서 후단 압력을 변경하더라도 상기 시험용 가변 밸브의 각 개도에 대한 고유유량계수가 변하지 않는지 확인하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 이상에서와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 가변 밸브의 차압을 이용한 유량 측정 장치 및 방법, 유량 측정 방법에 이용되는 고유유량계수의 측정 방법은 다음과 같은 효과를 가질 수 있다.

[0027] 본 발명의 실시예에 의하면, 무게와 크기가 나가는 유량계의 사용 없이 차압 센서의 간단한 구성으로 체적 유량을 측정할 수 있으므로, 발사체 등 기기의 무게와 크기를 현저히 줄일 수 다.

[0028] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 차압 센서의 간단한 구성으로 고정 오리피스에 대한 일반적인 유동 영역이 아닌 가변 밸브에 대한 특수한 유동 영역에 대해서도 정확하게 체적 유량을 측정할 수 있다. 즉, 가변 밸브의 전단의 압력과 후단의 압력이 변경되더라도 고유유량계수에 의해 가변밸브의 개도가 0%에서 100%까지, 즉 미소 유량부터 거대 유량까지 정확하게 측정할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 전단 온도와 전단 압력에 대한 해당 밀도를 밀도 테이블로 구할 수 있으므로 체적 유량을 질량 유량으로 정확하게 환산할 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 체적 유량을 측정하기 위한 고유유량계수를 간단한 시험 설비로 정확히 측정할 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 기계식 유량계를 이용하지 않고 오직 압력차와 온도 값을 이용하여 밀도가 일부 변하는 극저온 유체류의 질량 유량을 실시간 계측 할 수 있고, 유량계의 선형 유량 범위를 벗어난 초과 유량부터 저 유량도 계측이 가능하므로, 발사체 등에 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 장치를 유량 측정이 요구되는 기기와 함께 개략적으로 나타낸 구성도이다.

도 2는 고유유량계수 프로파일을 획득하기 위한 시험 설비를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 가변 밸브의 개도에 따라 고유유량계수를 나타낸 그래프이다.

도 4는 가변 밸브의 전단 압력과 전단 온도를 이용하여 작동 유체의 밀도를 환산한 결과 예시한 그래프이다

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 장치 및 방법에 의해 측정된 질량 유량의 결과와 기존의 터빈식 유량계에 의해 측정된 체적 유량의 결과를 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 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 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0034] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 장치를 유량 측정이 요구되는 기기와 함께 개략적으로 나타낸 구성도이다.

[0035] 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 장치는, 도 1에 도시된 바와 같이, 작동 유체의 유량 및 압력을 가변시키는 가변 밸브(11)를 포함한 발사체 등의 기기(10)에 대한 유량 측정 장치로, 메모리(110)와, 차압 센서(120)와, 온도 센서(130)와, 그리고 연산부(140)를 포함한다.

[0036] 메모리(110)는 가변 밸브(11)의 각 개도에 따라 측정된 고유유량계수(C_v)가 저장되는 곳이다. 특히, 구성이 단순화되도록 메모리(110)는 연산부(140)에 포함될 수 있다.

[0037] 차압 센서(120)는 가변 밸브(11)의 전후단 압력차를 측정하는 것이다. 예를 들어, 차압 센서(120)로는 이미 알려진 다이어프램이나 벨로즈의 양쪽에 압력을 도입하는 방식과 2개의 수압 요소를 사용하는 방식이 사용될 수 있다.

[0038] 온도 센서(130)은 작동 유체의 온도를 측정하는 것으로, 구체적으로 가변 밸브(11)를 기준으로 가변 밸브(11)의 전단 온도를 측정하다. 특히, 온도 센서(130)에 의해 측정된 전단 온도는 작동 유체의 비중(S)을 결정하는데 이용되고, 또한 전단 압력과 함께 후술하는 해당 밀도를 구하는데 이용된다.

[0039] 연산부(140)는 전후단 압력차와 고유유량계수(C_v)를 이용하여 체적 유량의 계산을 수행할 수 있다.

[0040] 체적 유량과 더불어, 질량 유량을 측정하기 위해, 상술한 차압 센서(120)는 가변 밸브(11)의 전단 압력을 더 측정할 수 있는 방식의 것으로 선택될 수 있고, 상술한 메모리(110)에는 압력 및 온도에 따라 미리 측정된 밀도 테이블이 더 저장될 수 있으며, 그리고 상술한 연산부(140)는 밀도 테이블로부터 전단 압력과 전단 온도에 해당하는 해당 밀도를 구하고, 해당 밀도와 상술한 체적 유량을 곱하여 질량 유량을 계산할 수 있다.

[0041] 이하, 도 1 내지 도 4를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 방법을 상세히 설명한다.

[0042] 도 2는 고유유량계수 프로파일을 획득하기 위한 시험 설비를 개략적으로 나타낸 도면이고, 도 3은 가변 밸브의 개도에 따라 고유유량계수를 나타낸 그래프이며, 그리고 도 4는 가변 밸브의 전단 압력과 전단 온도를 이용하여 작동 유체의 밀도를 환산한 결과 예시한 그래프이다

[0043] 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 방법은, 작동 유체의 유량 및 압력을 가변시키는 가변 밸브(도 1의 11)를 포함한 발사체 등의 기기(도 1의 10)에 대해서 유량을 측정하는 방법으로, 먼저 가변 밸브(11)의 각 개도에 따라 측정된 고유유량계수(C_v)를 메모리(110)에 입력한다.

[0044] 특히, 고유유량계수(C_v)의 측정 방법으로는, 먼저 도 2에 도시된 바와 같이 시험용 가변 밸브(210)와 시험용 차압 센서(220)와 시험용 온도 센서(230)와 그리고 시험용 유량계(240)를 포함한 별도 시험 설비(200)를 준비하고, 시험용 가변 밸브(210)의 포핏 위치인 개도를 0%에서 100%로 가변시킨다. 가변되는 동안, 시험용 차압 센서(220)와 시험용 온도 센서와 그리고 시험용 유량계(240)를 이용하여 시험용 가변 밸브(210)의 전후단 압력차와 작동 유체의 비중과 그리고 유량을 각각 측정한다. 그리고 나서, 전후단 압력차와 비중과 유량을 이용하여 시험용 가변 밸브(210)의 각 개도에 대한 고유유량계수(C_v)를 계산하다. 이에 대한 계산식으로는 후술하는 식(1)이 사용된다.

[0045] 이렇게 고유유량계수(C_v)가 계산되면, 시험용 가변 밸브(210)의 전단 압력을 단계별로 변경하면서 후단 압력을 변경하더라도 시험용 가변 밸브(210)의 각 개도에 대한 고유유량계수(C_v)가 변하지 않는지를 확인한다.

[0046] 참고로, 고정 오리피스의 경우 쵸킹 영역이 고정되어 있고, 직경을 이미 알고 있으므로 유량과 압력차 예측은 용이하다. 그러나, 가변 밸브(11)처럼 개도(오리피스 직경)이 변하는 시스템에서는 변하는 개도에 대한 정확한 정보를 알아야만 고유유량계수(C_v)의 프로파일을 얻을 수 있다.

[0047] 개도에 대한 고유유량계수(C_v)의 결과는 도 3에 도시된 바와 같다. 이렇게 측정 된 결과는 연산부(140)에 있는 메모리(110)에 입력한다.

[0048] 이 후, 차압 센서(120)를 이용하여 가변 밸브(11)의 전후단 압력차와 온도 센서(130)를 이용하여 전단 온도를 측정한다.

[0049] 전후단 압력차를 측정하는 이유는, 측정할 유량이 가변 밸브(11)의 개도 변화에 의한 압력차로 인해 발생되기 때문이다. 특히, 가변 밸브(11)의 주 몸체(11a)에 대해 움직이는 포핏(11b)에 의해 유량과 압력이 변하게 되고, 배관에 비해 가변 밸브(11)의 유로 면적이 작은 관계로 가변 밸브(11)의 전후단에서 차압과 유량이 결정된다. 참고로, 움직이는 포핏(11b)의 제어는 전기식 모터(12)와 감속기(13)에 의한 감속비에 의해 구속된다.

[0050] 전단 온도를 측정하는 이유는 작동 유체의 비중(S)을 구하기 위함이다.

[0051] 그리고, 전후단 압력차 및 전단 온도를 측정하고 나서, 연산부(140)에서는 가변 밸브(11)의 전후단 압력차와 상술한 고유유량계수(C_v)와 그리고 작동 유체의 비중(S)을 이용하여 체적 유량을 계산한다.

[0052] 즉, 가변 밸브(11)의 전후단 압력차와 메모리(110)에 저장된 고유유량계수(C_v)와 그리고 작동 유체의 비중(S)을 식(1)에 대입하면 체적 유량을 계산할 수 있다. 이 때, 포핏(11b)의 위치는 가변 밸브 시스템(A)에 내장된 위치 센서(14)를 통해 획득되므로, 연산부(140)는 해당 개도에 대한 고유유량계수(C_v)를 정확히 이 식(1)에 적용시킬 수 있다.

[0053] $$Q = C_v\sqrt{\frac{dP}{S}}$$ ----------식(1)

[0054] (Q는 체적 유량, C_v는 고유유량계수, dP는 전후단 압력차, S는 비중)

[0055] 이하, 체적 유량을 질량 유량으로 환산하는 과정들을 설명한다.

[0056] 먼저, 작동 유체의 압력 및 온도에 따라 측정된 밀도 테이블을 상술한 메모리(110)에 입력한다.

[0057] 그리고 나서, 가변 밸브(11)의 전단 압력과 전단 온도를 측정하고, 메모리(110)에 입력된 밀도 테이블로부터 전단 압력과 전단 온도에 해당하는 해당 밀도를 구한다.

[0058] 목표로 하는 해당 밀도는 메모리(110)에 입력된 작동 유체의 압력과 온도를 통한 보간법에 의해 결정 할 수 있다.

[0059] 구체적으로, 이미 메모리(110)에 입력된 해당 작동 유체(일예로, 발사체인 경우 추진제)의 온도와 압력, 이에 따라 측정된 밀도 테이블을 이용하여 실시간 계측되어 입력되는 압력과 온도를 실시간 2중 보간법을 수행하면 밀도를 획득할 수 있다.

[0060] 이렇게 획득된 밀도와 상술한 체적 유량을 식(2)에 대입하면 작동 유체(일예로, 발사체의 추진제)의 밀도가 변하는 구간에서의 질량 유량값을 정확히 측정 할 수 있다.

[0061] $$\dot{m} = \rho Q$$ ----------식(2)

[0062] 결국, 식(2)와 같이 보정된 해당 밀도와 체적 유량으로 곱하면 질량 유량을 측정할 수 있다.

[0063] 이하, 도 5를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 장치 및 방법에 의해 측정된 질량 유량의 결과와 기존의 터빈식 유량계에 의해 측정된 체적 유량의 결과를 비교한다.

[0064] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유량 측정 장치 및 방법에 의해 측정된 질량 유량(Mass Flow Rate)의 결과와 기존의 터빈식 유량계에 의해 측정된 체적 유량(Vol. Flow Rate)의 결과를 비교한 그래프이다.

[0065] 도 5에 도시된 바와 같이, 실험 당시 사용한 작동 유체가 물인 관계로 체적 유량과 질량 유량 값은 같다. 또한, 터빈식 유량계는, 도면 부호 "S1"이 지칭하는 그래프에 나타난 바와 같이, 측정 구간이 한정되어 있으나, 가변 밸브(11)를 이용한 질량 유량값은, 도면 부호 "S2"가 지칭하는 그래프에 나타난 바와 같이, 저 유량부터 대 유량까지 모두 측정 할 수 있음을 보이고 있다.

[0066] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

[0067] 10: 발사체 등 기기 11: 가변 밸브

12: 전기식 모터 13: 감속기

14: 위치 센서 110: 메모리

120: 차압 센서 130: 온도 센서

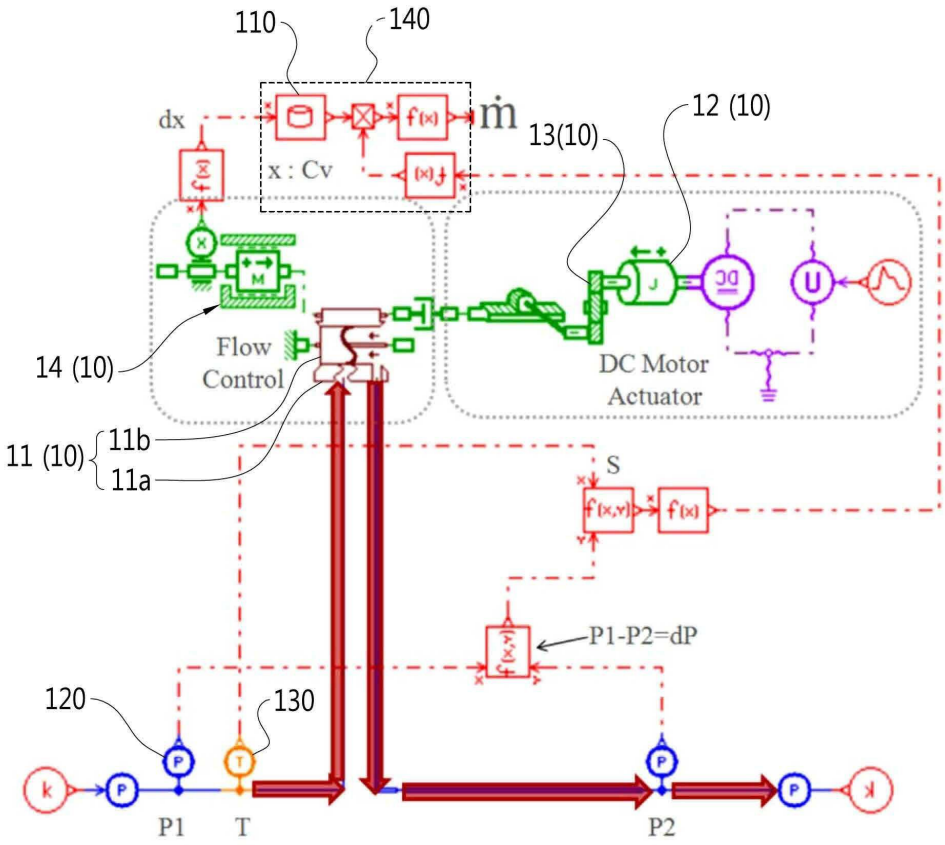
140: 연산부 200: 시험 설비

210: 시험용 가변 밸브 220: 시험용 차압 센서

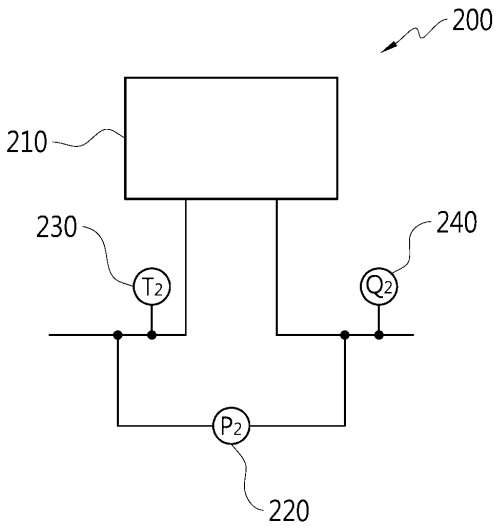
230: 시험용 온도 센서 240: 시험용 유량계

도면

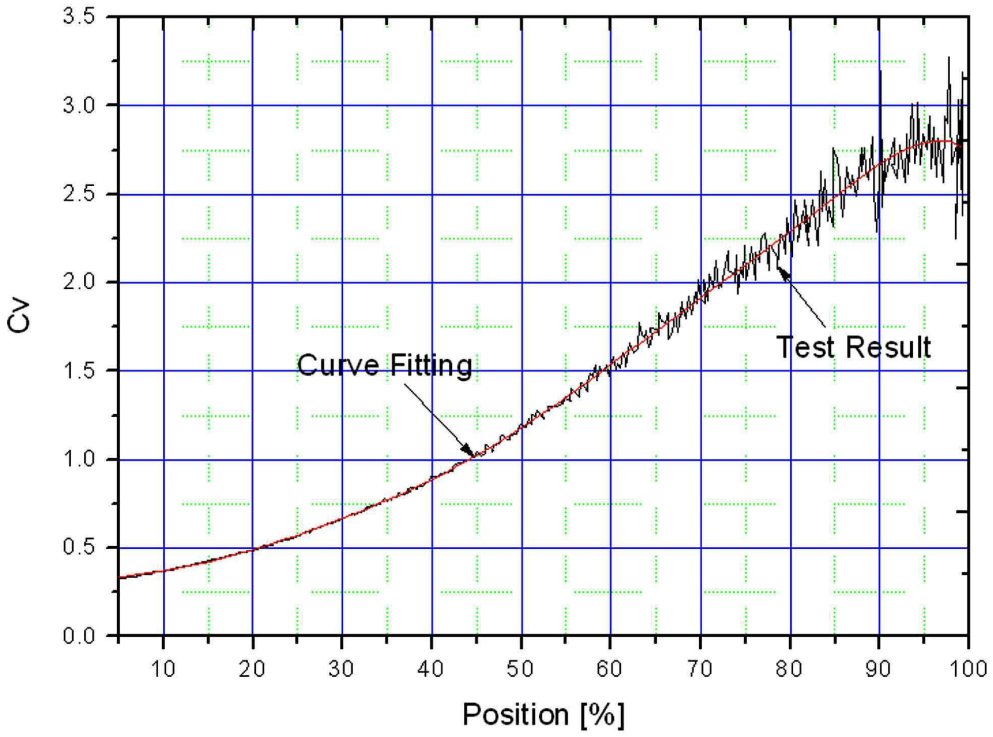
도면1



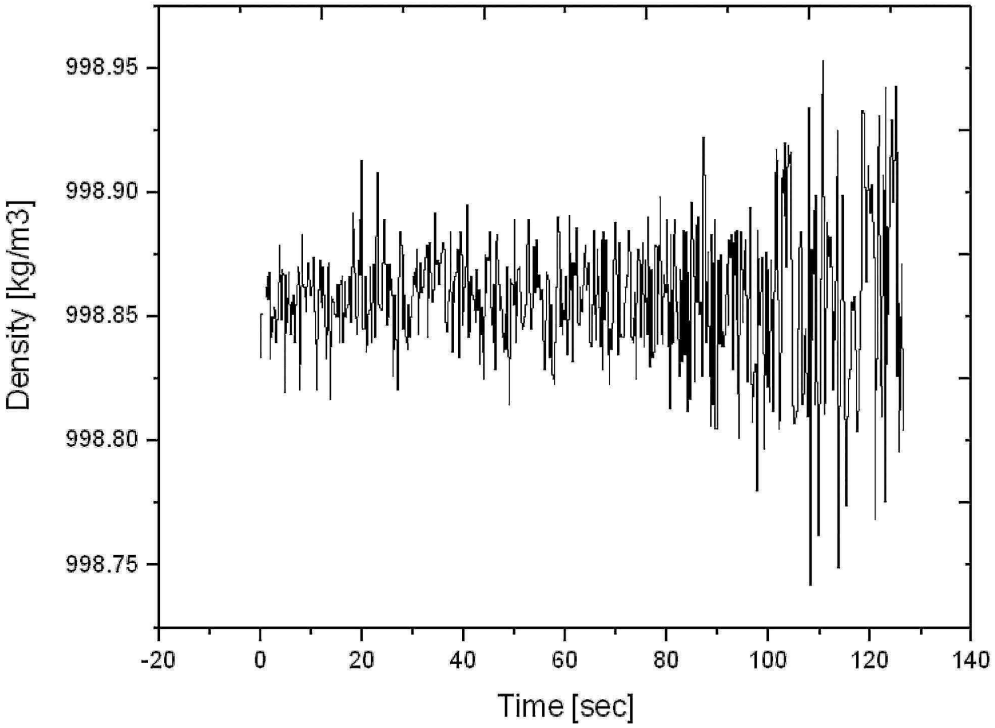
도면2


200
210
230
240
T2
Q2
P2
220

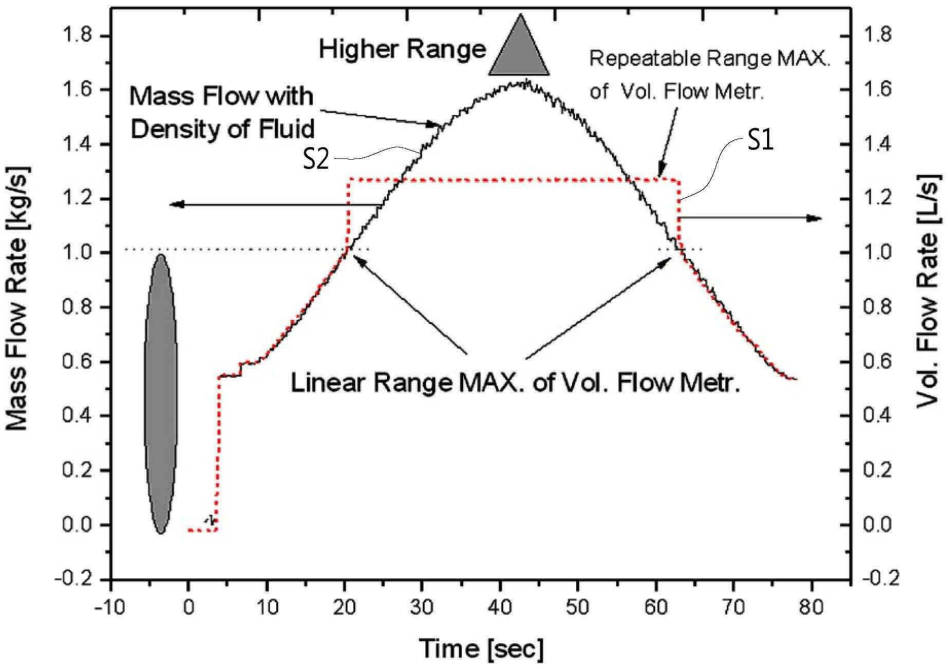
도면3


Cv
Position [%]
Curve Fitting
Test Result
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

도면4


998.95
998.90
998.85
998.80
998.75
Density [kg/m3]
-20
0
20
40
60
80
100
120
140
Time [sec]

도면5


Higher Range
Repeatable Range MAX.
of Vol. Flow Metr.
Mass Flow with
Density of Fluid
S2
S1
Linear Range MAX. of Vol. Flow Metr.
Mass Flow Rate [kg/s]
Vol. Flow Rate [L/s]
Time [sec]