(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0010552
(43) 공개일자 2025년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01F 15/06 (2022.01) *G01F 1/34* (2006.01)
G01F 1/56 (2006.01) *G01F 15/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01F 15/06 (2022.01)
G01F 1/34 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0090175
(22) 출원일자 2024년07월09일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2023-114362 2023년07월12일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 호리바 에스텍
일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코타테 쵸 11반지 5
(72) 발명자
호리노우치 오사무
일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코타테 쵸 11반지 5 가부시키가이샤 호리바 에스텍 내
(74) 대리인
특허법인태평양

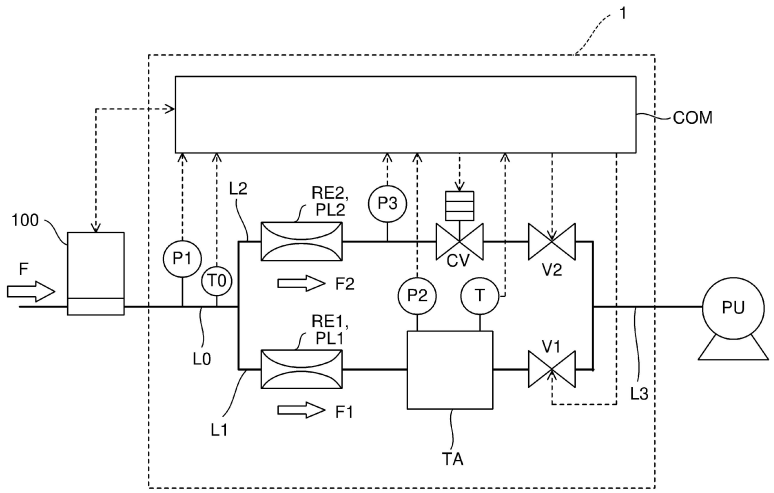
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **유량 산출 장치 및 유량 산출 방법**

(57) 요 약

유량 산출 장치는 주 유로로부터 분기되어 마련되고, 유체가 분류되는 특정 유로 및 바이패스 유로와, 특정 유로에 마련되는 제1 유체 저항 소자와, 바이패스 유로에 마련되는 제2 유체 저항 소자와, 특정 유로에 있어서, 제1 유체 저항 소자의 하류측에 배치되는 용기와, 용기 내의 압력을 검지하는 압력 센서와, 유량 산출부를 포함한다. 유량 산출부는 특정 유로로 분류되는 제1 분기 유체의 유량을, 용기 내의 상기 압력의 변화에 기초하여 산출하고, 제1 분기 유체의 산출 유량과, 제1 유체 저항 소자 및 제2 유체 저항 소자에 따라 정해지는 분류비에 기초하여, 주 유로를 흐르는 유체의 유량을 산출한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G01F 1/56 (2013.01)
G01F 15/005 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

주 유로를 흐르는 유체의 유량을 산출하는 유량 산출 장치로서,

상기 주 유로로부터 분기되어 마련되어, 상기 유체가 분류되는 특정 유로 및 바이패스 유로와,

상기 특정 유로에 마련되는 제1 유체 저항 소자와,

상기 바이패스 유로에 마련되는 제2 유체 저항 소자와,

상기 특정 유로에 있어서, 상기 제1 유체 저항 소자의 하류측에 배치되는 용기와,

상기 용기 내의 압력을 검지하는 압력 센서와,

상기 특정 유로로 분류되는 제1 분기 유체의 유량을, 상기 용기 내의 상기 압력의 변화에 기초하여 산출하고, 상기 제1 분기 유체의 산출 유량과, 상기 제1 유체 저항 소자 및 상기 제2 유체 저항 소자에 따라 정해지는 분류비에 기초하여, 상기 주 유로를 흐르는 상기 유체의 유량을 산출하는 유량 산출부를 구비하는, 유량 산출 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 압력 센서를, 특정 유로용 압력 센서로 했을 때,

상기 바이패스 유로에 있어서의 상기 제2 유체 저항 소자의 하류측에 배치되는 바이패스 유로용 압력 센서와,

상기 제2 유체 저항 소자를 통해서 상기 바이패스 유로를 흐르는 제2 분기 유체의 유량을 제어하는 제어 밸브를 더 구비하고,

상기 유량 산출부는, 상기 바이패스 유로용 압력 센서에 의해서 측정되는 상기 제2 유체 저항 소자의 하류측의 압력이, 상기 특정 유로용 압력 센서에 의해서 검지되는 상기 용기 내의 압력과 일치 또는 가까워지도록, 상기 제어 밸브를 제어하는, 유량 산출 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제어 밸브와 압력계를 내장하는 압력 제어 장치를 더 구비하고,

상기 유량 산출부는 상기 압력 제어 장치의 상기 제어 밸브를 제어하는, 유량 산출 장치.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 제1 유체 저항 소자 및 상기 제2 유체 저항 소자는 각각, 상기 제1 분기 유체 및 상기 제2 분기 유체에 압력 손실을 주는 압손 소자인, 유량 산출 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제1 유체 저항 소자 및 상기 제2 유체 저항 소자를 구성하는 상기 압손 소자는, 세라믹스로 이루어지는 리스트릭터인, 유량 산출 장치.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 제1 유체 저항 소자 및 상기 제2 유체 저항 소자를 구성하는 상기 압손 소자는, 금속으로 이루어지는 리스트릭터인, 유량 산출 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제1 유체 저항 소자 및 상기 제2 유체 저항 소자는, 임계 노즐인, 유량 산출 장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 주 유로에 배치되는 주 유로용 압력 검지부를 더 구비하고,

상기 유량 산출부는 상기 제1 유체 저항 소자 및 상기 제2 유체 저항 소자를 구성하는 각 임계 노즐을 흐르는 각 유체의 유속이 음속이 되는 임계 조건하에서, 상기 주 유로용 압력 검지부에서 검지된 압력을 이용하여 산출되는, 상기 각 임계 노즐을 흐르는 상기 각 유체의 유량의 비에 기초하여, 상기 분류비를 구하는, 유량 산출 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 주 유로에 상기 유체를 유출하는 유량 제어 기기의 진단을 행하는 기기 진단부를 더 구비하고,

상기 기기 진단부는, 상기 유량 제어 기기가 상기 유체를 유출할 때의 설정 유량과, 상기 유량 산출부에 의해서 산출된, 상기 주 유로를 흐르는 상기 유체의 유량에 기초하여, 상기 유량 제어 기기를 진단하는, 유량 산출 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 유량 산출부는 분류비를 S라고 하고, 상기 제1 분기 유체의 산출 유량을 Q1로 하고,

$$Q=Q1/S$$

를 연산함으로써, 상기 주 유로를 흐르는 유체의 유량 Q를 산출하는, 유량 산출 장치.

청구항 11

주 유로를 흐르는 유체가, 상기 주 유로로부터 분기되어 마련되는 특정 유로 및 바이패스 유로로 분류되었을 때, 상기 특정 유로를 흐르는 제1 분기 유체의 유량을, 상기 특정 유로에 있어서 제1 유체 저항 소자의 하류측에 배치된 용기 내의 압력의 변화에 기초하여 산출하는 공정과,

상기 제1 분기 유체의 산출 유량과, 상기 제1 유체 저항 소자와 상기 바이패스 유로에 마련되는 제2 유체 저항 소자에 따라 정해지는 분류비에 기초하여, 상기 주 유로를 흐르는 상기 유체의 유량을 산출하는 공정을 가지는, 유량 산출 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유량 산출 장치 및 유량 산출 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래, 유체의 유량 계측의 한 방법으로서, RoR(Rate of Rise)법이 알려져 있다. RoR법은 진공 배기한 용기에 시

험체(예를 들면 유량 제어 기기)로부터 유체(예를 들면 가스)를 흘려, 용기 내의 압력 상승률로부터 유체의 상태 방정식을 이용하여 유량을 구하는 방법이다. 예를 들면 특허 문헌 1에는, RoR법을 이용하여 유체의 유량을 검증하는 장치가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 국제 공개 제2018/111725

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그런데, RoR법을 이용하는 경우, 검증하는 유체의 유량이 커지면, 그에 따라 대형(대용량)의 용기를 준비할 필요가 있어, 장치 전체가 대형화된다.

[0005] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해서 이루어진 것으로, 그 목적은, 유체의 유량이 큰 경우에도, 장치 전체의 대형화를 회피하면서 유체의 유량을 산출할 수 있는 유량 산출 장치 및 유량 산출 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따른 유량 산출 장치는, 주 유로를 흐르는 유체의 유량을 산출하는 유량 산출 장치로서, 상기 주 유로로부터 분기되어 마련되고, 상기 유체가 분류하는 특정 유로 및 바이패스 유로와, 상기 특정 유로에 마련되는 제1 유체 저항 소자와, 상기 바이패스 유로에 마련되는 제2 유체 저항 소자와, 상기 특정 유로에 있어서, 상기 제1 유체 저항 소자의 하류측에 배치되는 용기와, 상기 용기 내의 압력을 검지하는 압력 센서와, 상기 특정 유로로 분류되는 제1 분기 유체의 유량을, 상기 용기 내의 상기 압력의 변화에 기초하여 산출하고, 상기 제1 분기 유체의 산출 유량과, 상기 제1 유체 저항 소자 및 상기 제2 유체 저항 소자에 따라 정해지는 분류비에 기초하여, 상기 주 유로를 흐르는 상기 유체의 유량을 산출하는 유량 산출부를 구비한다.

[0007] 본 발명의 다른 측면에 따른 유량 산출 방법은, 주 유로를 흐르는 유체가, 상기 주 유로로부터 분기되어 마련되는 특정 유로 및 바이패스 유로로 분류되었을 때, 상기 특정 유로를 흐르는 제1 분기 유체의 유량을, 상기 특정 유로에 있어서 제1 유체 저항 소자의 하류측에 배치된 용기 내의 압력의 변화에 기초하여 산출하는 공정과, 상기 제1 분기 유체의 산출 유량과, 상기 제1 유체 저항 소자와 상기 바이패스 유로에 마련되는 제2 유체 저항 소자에 따라 정해지는 분류비에 기초하여, 상기 주 유로를 흐르는 상기 유체의 유량을 산출하는 공정을 가진다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 의하면, 유체의 유량이 큰 경우에도, 장치 전체의 대형화를 회피하면서 유체의 유량을 산출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 실시의 일 형태에 따른 유량 산출 장치의 개략적 구성을 나타내는 설명도이다.

도 2는 압손(壓損) 소자의 일 구성예를 나타내는 사시도이다.

도 3은 상기 압손 소자의 다른 구성예를 나타내는 분해 사시도이다.

도 4는 제어 연산 장치의 상세한 구성을 나타내는 블록도이다.

도 5는 유량 산출 방법에 있어서의 각 공정의 흐름을 나타내는 순서도이다.

도 6은 상기 유량 산출 장치의 다른 구성을 나타내는 설명도이다.

도 7은 상기 유량 산출 장치의 또 다른 구성을 나타내는 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 본 발명의 예시적인 실시 형태에 대해서, 도면을 참조하면서 설명한다. 또한, 이하에서의 설명에 있어서, 유량 산출 장치의 임의의 구성요소에 대해서, 유체가 흘러 들어가는 측을 상류측 또는 일차측이라고도 칭하고, 상기 구성요소에 대해서 유체가 흘러 나가는 측을 하류측 또는 이차측이라고도 칭한다.

[0011] 〔1. 유량 산출 장치의 구성〕

[0012] 도 1은 본 실시 형태의 유량 산출 장치(1)의 개략적 구성을 나타내는 설명도이다. 유량 산출 장치(1)는 유량 제어 기기(100)로부터 유출되어 주 유로(L0)를 흐르는 유체(F)의 유량을, 후술의 방법에 의해서 산출한다. 그리고, 유량 산출 장치(1)는 산출한 유량과, 유량 제어 기기(100)가 유출하는 유체(F)의 설정 유량에 기초하여, 유량 제어 기기(100)의 진단을 행하고, 필요에 따라서 교정을 행한다. 상기의 유체(F)로서는, 예를 들면 반도체 제조 프로세스에 이용되는 재료 가스를 상정할 수 있다.

[0013] 유량 제어 기기(100)는 주 유로(L0)에 유체(F)를 유출하는 기기이며, 유량 산출 장치(1)에 의한 진단 대상(Device Under Test)이 되는 기기이다. 유량 제어 기기(100)는, 예를 들면 유체(F)의 유량을 제어하는 매스 플로우 컨트롤러로 구성되지만, 이 예로 한정되지는 않는다.

[0014] 유량 산출 장치(1)는 특정 유로(L1) 및 바이패스 유로(L2)를 구비한다. 특정 유로(L1) 및 바이패스 유로(L2)는, 주 유로(L0)로부터 분기되어 마련된다. 유량 제어 기기(100)로부터 유출되어 주 유로(L0)를 흘러온 유체(F)는, 특정 유로(L1) 및 바이패스 유로(L2)로 분류된다. 또한, 본 명세서에 있어서, 「분류」란, 유체가 나뉘어 흐르는 것을 말한다. 이하에서는, 주 유로(L0)로부터 특정 유로(L1)로 분류하는 유체를, 제1 분기 유체(F1)라고도 칭하고, 주 유로(L0)로부터 바이패스 유로(L2)로 분류하는 유체를, 제2 분기 유체(F2)라고도 칭한다. 즉, 유체(F)는 특정 유로(L1)와 바이패스 유로(L2)의 분기점에서 제1 분기 유체(F1)와 제2 분기 유체(F2)로 나누어진 후, 특정 유로(L1) 및 바이패스 유로(L2)를 각각 흐른다.

[0015] 특정 유로(L1) 및 바이패스 유로(L2)는, 특정 유로(L1)에 배치되는 후술하는 용기(TA)보다도 하류측에서 합류되어, 합류 라인(L3)과 연결된다. 합류 라인(L3)은 펌프(PU)와 접속된다. 따라서, 바이패스 유로(L2)는 주 유로(L0)와 합류 라인(L3)의 사이에서, 특정 유로(L1)의 용기(TA)를 우회하도록 마련된다.

[0016] 유량 산출 장치(1)는 제1 유체 저항 소자(RE1)와, 제2 유체 저항 소자(RE2)를 더 구비한다. 제1 유체 저항 소자(RE1)는 특정 유로(L1)에 마련된다. 제2 유체 저항 소자(RE2)는 바이패스 유로(L2)에 마련된다.

[0017] 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)는, 예를 들면 압손 소자(PL)(도 2 참조)로 구성된다. 압손 소자(PL)란 유체에 압력 손실(에너지 손실)을 주는 소자를 가리킨다. 제1 유체 저항 소자(RE1)는 특정 유로(L1)에 마련되기 때문에, 특정 유로(L1)를 흐르는 제1 분기 유체(F1)에 압손을 준다. 제2 유체 저항 소자(RE2)는 바이패스 유로(L2)에 마련되기 때문에, 바이패스 유로(L2)를 흐르는 제2 분기 유체(F2)에 압손을 준다.

[0018] 예를 들면, 유로 저항을 발생시키면, 유체에 압손이 주어진다. 유체에 압손이 주어지면, 예를 들면 동일한 압력 조건하에서는 유체의 유량이 저하하게 된다. 이 때문에, 압손 소자(PL)는 유량을 제한하는 소자, 즉, 유체가 흐를 때의 저항이 되는 유체 저항 소자로서 기능한다. 이하에서는, 제1 유체 저항 소자(RE1)를 구성하는 압손 소자(PL)를, 제1 압손 소자(PL1)라고도 칭하고, 제2 유체 저항 소자(RE2)를 구성하는 압손 소자(PL)를, 제2 압손 소자(PL2)라고도 칭한다.

[0019] 도 2는 압손 소자(PL)의 일 구성예를 나타내는 사시도이다. 압손 소자(PL)는 유로 형성 부재(10)와, 피복 부재(20)를 가지고 구성된다. 또한, 피복 부재(20)는 필요에 따라서 마련되면 된다.

[0020] 유로 형성 부재(10)는, 예를 들면 석영, 알루미나, 지르코니아, 또는 질화 규소 등의 세라믹스로 이루어지고, 원기둥 모양으로 성형되어 있다. 유로 형성 부재(10)는 저항이 되는 유로(10a)(이하, 저항 유로(10a)라고도 함)를 적어도 1개 갖는다. 저항 유로(10a)는 유로 형성 부재(10)를 축방향으로 관통하여, 횡단면 원형 모양으로 형성되어 있다. 피복 부재(20)가 마련되는 경우, 피복 부재(20)는, 예를 들면 스테인레스 또는 니켈계 합금 등의, 적어도 세라믹스보다도 경도가 낮은 금속으로 구성된다. 이러한 압손 소자(PL)는 적어도 세라믹스로 이루어지는 리스트릭터(restrictor)라는 의미에서, 세라믹 리스트릭터라고도 불린다.

[0021] 압손 소자(PL)의 유로 저항은, 어스펙트비 및 저항 유로(10a)의 개수에 기초하여 정해진다. 또한, 상기 어스펙트비란, 저항 유로(10a)의 지름 치수에 대한 축방향의 길이 치수의 비를 가리킨다. 따라서, 저항 유로(10a)의 어스펙트비를 일정하게 했을 때, 저항 유로(10a)의 개수를 바꿈으로써, 압손 소자(PL)의 유로 저항을 용이하게

조정할 수 있다. 이 때문에, 저항 유로(10a)의 개수를 바꿈으로써, 압손 소자(PL)를 흐르는 유체의 유량을 용이하게 조정할 수 있다.

[0022] 또한, 차압식의 유량 제어 기기(매스 플로우 컨트롤러)에서 이용되는 유체 저항 소자(플로우 리스트릭터)도, 압손 소자(PL)로서 적합하게 이용할 수 있다. 도 3은 압손 소자(PL)의 다른 구성예로서의 플로우 리스트릭터의 개략적 구성을 나타내는 분해 사시도이다.

[0023] 플로우 리스트릭터는 매스 플로우 컨트롤러가 구비하는 2개의 압력 센서 간에 압력차(차압)를 발생시키는 소자이다. 동 도면에서 나타내는 것처럼, 플로우 리스트릭터는 원형 모양의 슬릿판(31)과, 원형 모양의 슬릿 피복판(32)을 교대로 적층한 구조를 가진다. 슬릿판(31) 및 슬릿 피복판(32)은, 스테인레스강(Steel Use Stainless) 등의 금속으로 형성된다. 즉, 플로우 리스트릭터는 금속으로 이루어지는 리스트릭터이다.

[0024] 슬릿판(31)은 중심부를 두께 방향으로 관통하는 제1 관통공(31a)과, 중심부로부터 방사 모양으로 형성되는 복수의 슬릿(31b)을 가진다. 슬릿 피복판(32)은 중심부를 두께 방향으로 관통하는 제2 관통공(32a)을 가진다. 슬릿 피복판(32)의 외경은, 슬릿판(31)의 외경보다도 작고, 내경은 슬릿판(31)의 내경보다도 크다.

[0025] 슬릿판(31)과 슬릿 피복판(32)을 적층함으로써, 슬릿(31b)의 내측 단부가 저항 유로의 시단(始端)이 되고, 슬릿(31b)의 외측 단부가 저항 유로의 종단(終端)이 된다. 또한, 슬릿판(31)의 제1 관통공(31a) 및 슬릿 피복판(32)의 제2 관통공(32a)에 의해, 플로우 리스트릭터의 중앙부에 적층 방향을 따라서 관통하는 관통공이 형성된다. 상기 관통공이 유체 도입부가 된다.

[0026] 슬릿판(31) 및 슬릿 피복판(32)의 적층 매수를 변화시킴으로써, 상기 저항 유로의 개수가 변화한다. 따라서, 세라믹 리스트릭터의 경우와 마찬가지로, 상기 적층 매수를 변화시킴으로써, 플로우 리스트릭터를 흐르는 유체의 유량을 용이하게 조정할 수 있다.

[0027] 압손 소자(PL)는 상기의 세라믹 리스트릭터 및 플로우 리스트릭터로 한정되지는 않는다. 유체에 압손을 주어 유체의 유량을 제한할 수 있으면 되고, 이 점에서는, 조리개(오리피스) 등의 소자여도, 압손 소자(PL)로서 이용할 수 있다.

[0028] 도 1에 나타내는 것처럼, 유량 산출 장치(1)는 주 유로용 압력 센서(P1)와, 용기(TA)와, 특정 유로용 압력 센서(P2)와, 온도 센서(T)와, 바이패스 유로용 압력 센서(P3)와, 제어 밸브(CV)와, 제1 개폐 밸브(V1)와, 제2 개폐 밸브(V2)를 더 구비한다.

[0029] 주 유로용 압력 센서(P1)(주 유로용 압력 검지부)는 주 유로(L0)를 흐르는 유체의 압력을 측정한다. 용기(TA)는, 특정 유로(L1)에 있어서, 제1 유체 저항 소자(RE1)의 하류측에 배치되는 탱크이다. 용기(TA)에는, 특정 유로(L1)를 흐르는 제1 분기 유체(F1)가 유입된다. 특정 유로용 압력 센서(P2)는 용기(TA) 내의 압력을 검지한다. 온도 센서(T)는 용기(TA) 내의 가스 온도를 검지한다. 또한, 용기(TA) 내의 가스 온도와, 용기(TA)의 외벽면 또는 내벽면의 온도가 동등하면, 온도 센서(T)는 용기(TA)의 외벽면 또는 내벽면의 온도를 검지해도 된다.

[0030] 바이패스 유로용 압력 센서(P3)는, 바이패스 유로(L2)에 있어서의 제2 유체 저항 소자(RE2)의 하류측에 배치되어, 제2 유체 저항 소자(RE2)를 통해서 흐르는 제2 분기 유체(F2)의 압력을 측정한다. 제어 밸브(CV)는 제2 유체 저항 소자(RE2)를 통해서 바이패스 유로(L2)를 흐르는 제2 분기 유체(F2)의 유량을 제어하기 위해서 마련된다. 제어 밸브(CV)는, 예를 들면 전자 비례 밸브로 구성되지만, 다른 밸브(유량 제어 밸브)로 구성되어도 된다.

[0031] 제1 개폐 밸브(V1)는, 특정 유로(L1)에 있어서, 용기(TA)의 하류측에 위치하여, 유로를 개폐한다. 제2 개폐 밸브(V2)는, 바이패스 유로(L2)에 있어서, 제2 유체 저항 소자(RE2)의 하류측, 특히, 제어 밸브(CV)의 하류측에 위치하여, 유로를 개폐한다. 제1 개폐 밸브(V1) 및 제2 개폐 밸브(V2)는, 예를 들면 공기 압력 밸브로 구성되지만, 다른 밸브로 구성되어도 된다.

[0032] 유량 산출 장치(1)는 제어 연산 장치(COM)를 더 구비한다. 제어 연산 장치(COM)는, 예를 들면, 중앙 연산 처리 장치(CPU；Central Processing Unit)를 구비하는 컴퓨터에 의해서 구성되어 있다. 제어 연산 장치(COM)는, 유량 산출 장치(1)가 구비하는 각 계기(주 유로용 압력 센서(P1), 특정 유로용 압력 센서(P2), 온도 센서(T), 바이패스 유로용 압력 센서(P3))로부터 출력되는 검지 신호에 기초하여 각종의 연산을 행함과 아울러, 유량 산출 장치(1)가 구비하는 밸브(제어 밸브(CV), 제1 개폐 밸브(V1), 제2 개폐 밸브(V2))를 제어한다.

[0033] 도 4는 제어 연산 장치(COM)의 상세한 구성을 나타내는 블록도이다. 제어 연산 장치(COM)는 제어부(50)와, 기억부(60)를 구비한다. 또한, 제어 연산 장치(COM)는 입력부(예를 들면 키보드, 마우스, 터치 패널), 표시부(예를

들면 액정 표시 장치), 통신부(예를 들면 커넥터, 어댑터) 등을 더 구비하지만, 입력부 등은 본 실시 형태에 있어서 본질적인 구성은 아니기 때문에, 도 4에서는 입력부 등의 도시를 생략하고 있다.

[0034] 제어부(50)는 주 제어부(51)와, 유량 산출부(52)와, 기기 진단부(53)를 가진다. 주 제어부(51)는 제어 연산 장치(COM)의 각부의 동작을 제어함과 아울러, 유량 산출 장치(1)의 상기 밸브를 제어하기 위한 제어 신호를 출력한다.

[0035] 유량 산출부(52)는 유량 산출 장치(1)의 상기 각 계기로부터 출력되는 검지 신호에 기초하여, 주 유로(L0)를 흐르는 유체(F)의 유량을 산출한다. 구체적으로는, 유량 산출부(52)는 특정 유로 측정부(52a)와, 바이패스 유로 제어부(52b)와, 분류비 산출부(52c)와, 주 유로 산출부(52d)를 가진다.

[0036] 특정 유로 측정부(52a)는 특정 유로(L1)로 분류하는 제1 분기 유체(F1)의 유량을, RoR법을 이용하여 측정한다. 바이패스 유로 제어부(52b)는 바이패스 유로(L2)에 배치되는 제어 밸브(CV)를 제어한다. 분류비 산출부(52c)는 주 유로(L0)로부터 특정 유로(L1)로 분류하는 제1 분기 유체(F1)의 유량과, 주 유로(L0)로부터 바이패스 유로(L2)로 분류하는 제2 분기 유체(F2)의 유량의 비에 기초하여 얻어지는 분류비를 산출한다. 주 유로 산출부(52d)는 제1 분기 유체(F1)의 유량과, 상기의 분류비를 이용하여, 주 유로(L0)를 흐르는 유체(F)의 유량을 산출한다. 또한, 상기 유량의 산출 방법의 상세한 것에 대하여는 후술한다.

[0037] 기기 진단부(53)는 주 유로(L0)에 유체(F)를 유출하는 유량 제어 기기(100)의 진단을 행한다. 유량 제어 기기(100)는 경년 열화, 유로의 막힘, 또는 어떠한 고장 등이 원인으로, 설정 유량대로 유량을 제어할 수 없게 되는 경우가 있다. 이 때문에, 기기 진단부(53)는 유량 산출부(52)에 의해서 산출되는 유량에 기초하여, 유량 제어 기기(100)가 설정 유량대로 유량을 제어할 수 있는지 아닌지를 정기적으로 진단한다.

[0038] 기억부(60)는 제어부(50)의 동작 프로그램을 기억함과 아울러, 유량 산출 장치(1)의 상기 각 계기로부터 출력되는 검지 신호에 포함되는 각종의 정보(검지한 측정값), 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)에 관한 정보(예를 들면 저항 유로의 개수의 정보) 등을 기억하는 메모리이다. 이러한 기억부(60)는, 예를 들면 하드 디스크, SSD(솔리드 스테이트 드라이브), 광 디스크, 자기 디스크 또는 불휘발성 메모리 등으로 구성될 수 있다.

[0039] 또한, 도 1에 나타내는 것처럼, 유량 산출 장치(1)는 주 유로용 온도계(T0)를 더 구비한다. 주 유로용 온도계(T0)는 주 유로(L0) 내를 흐르는 유체(F)의 온도를 측정한다. 주 유로용 온도계(T0)는 주 유로(L0)를 흐르는 유체(F)의 유량을 보정할 때, RoR법의 연산에 필요한 온도 정보를 취득하기 위해서 마련된다. 또한, 상기 유량의 보정에 대해서는, 후술하는 「5. 보충」에서 설명한다. 또한, 상기 유량의 보정 시에, 엄밀하게는, 특정 유로(L1)에 있어서의 제1 유체 저항 소자(RE1)의 상류측의 온도 및 압력과, 바이패스 유로(L2)에 있어서의 제2 유체 저항 소자(RE2)의 상류측의 온도 및 압력의 각 정보가 필요하게 되지만, 이들은 주 유로용 압력 센서(P1)의 검출값(압력 Pr1) 및 주 유로용 온도계(T0)의 검출값으로 대체할 수 있다.

[0040] 〔2. 유량 산출 방법에 대해〕

[0041] 도 5는 본 실시 형태의 유량 산출 방법에 있어서의 각 공정의 흐름을 나타내는 순서도이다. 이하, 도 1~도 5를 참조하여, 본 실시 형태의 유량 산출 방법에 대해 설명한다. 또한, 이하에서는, 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)로서, 플로우 리스트릭터를 이용한 예에 대해 설명한다. 또한, 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)로서 세라믹 리스트릭터를 이용했을 경우에도, 이하에 나타내는 유량 산출 방법을 적용할 수 있다.

[0042] (S1 ; 진공 퍼지 공정)

[0043] 먼저, 제1 개폐 밸브(V1) 및 제2 개폐 밸브(V2)를 양쪽 모두 열고, 펌프(PU)를 구동하여, 용기(TA) 내를 설정 압력이 될 때까지 진공 퍼지한다. 이 때, 유량 제어 기기(100)로부터 주 유로(L0)로의 유체(F)의 유출은 멈춰 두지만, 유체(F)를 유출시키면서 진공 퍼지를 행해도 된다. 또한, 용기(TA) 내는 엄밀한 진공이 아니어도 된다. 즉, 상기 설정 압력은 후술의 RoR법에 의한 압력 상승률의 연산이 가능한 정도의 압력이면 된다.

[0044] (S2 ; 유체 공급 공정)

[0045] 다음으로, 유량 제어 기기(100)로부터 주 유로(L0)로 설정 유량 Q0의 유체(F)를 유출시킨다. 제1 개폐 밸브(V1) 및 제2 개폐 밸브(V2)는 열려 있기 때문에, 상기 유체(F)는 특정 유로(L1) 및 바이패스 유로(L2)로 분류된다. 제1 분기 유체(F1)의 유량이 안정된 후, 제1 개폐 밸브(V1)를 닫는다. 또한, 제2 개폐 밸브(V2)는 열린 채로 한

다.

[0046] (S3 ; CV 제어 공정)

[0047] S2에서 제1 개폐 밸브(V1)를 닫음으로써, 용기(TA) 내에 제1 분기 유체(F1)가 유입되어 간다. 이것에 의해, 용기(TA) 내의 압력이 상승한다. 이 때, 유량 산출부(52)(특히 바이패스 유로 제어부(52b))는 바이패스 유로용 압력 센서(P3)에 의해서 측정되는 제2 유체 저항 소자(RE2)의 하류측의 압력 Pr3가, 특정 유로용 압력 센서(P2)에 의해서 검지되는 용기(TA) 내의 압력 Pr2와 일치 또는 가까워지도록 제어 밸브(CV)를 제어한다.

[0048] 상기의 제어에 의해, 유체 저항 소자의 일차측의 압력과 이차측의 압력의 관계가, 특정 유로(L1)와 바이패스 유로(L2)에서 동일하게 되거나, 동일에 가까워진다. 이 때문에, 분류비 S를 제1 유체 저항 소자(RE1)를 구성하는 저항 유로의 개수와, 제2 유체 저항 소자(RE2)를 구성하는 저항 유로의 개수의 비로 용이하게 나타낼 수 있다.

[0049] 또한, 상기의 분류비 S는 주 유로(L0)를 흐르는 유체(F)의 유량을 1(기준)로 하여, 특정 유로(L1)로 분류하는 제1 분기 유체(F1)의 상대적인 유량(S)을 가리킨다. 즉, 바이패스 유로(L2)로 분류하는 제2 분기 유체(F2)의 유량은, (1－S)이기 때문에, 분류비 S는 S=S/ {S＋(1－S)} 로 나타내진다.

[0050] 예를 들면, 저항 유로의 어스펙트비를 일정하게 하고, 제1 유체 저항 소자(RE1)를 구성하는 저항 유로의 개수와, 제2 유체 저항 소자(RE2)를 구성하는 저항 유로의 개수의 비가 1 : 10이었을 때, 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)를 흐르는 유량의 비는, 1 : 10이 된다. 따라서, 분류비 S는 S=1/(1＋10)이 된다. 유량 산출부(52)(특히 분류비 산출부(52c))는, 예를 들면 기억부(60)에 미리 기억되는 정보(여기에서는, 제1 유체 저항 소자(RE1)를 구성하는 저항 유로의 개수, 및 제2 유체 저항 소자(RE2)를 구성하는 저항 유로의 개수의 정보)에 기초하여, 분류비 S를 산출한다. 또한, 유체 저항 소자의 제조 오차에 기인하는 분류비의 오차를 저감시키기 위해, 실제로 유체를 흘려 실제의 분류비를 미리 구해 두고, 저항 유로의 개수에 기초하여 정해지는 이론상의 분류비를 보정해 두는 것이 바람직하다.

[0051] (S4 ; 제1 분기 유체의 유량 산출 공정)

[0052] 다음으로, 유량 산출부(52)(특히 특정 유로 측정부(52a))는 특정 유로(L1)로 분류하는 제1 분기 유체(F1)의 유량 Q1을, RoR법에 기초하여, 즉, 용기(TA) 내의 압력 변화에 기초하여 산출한다. 예를 들면, 시간 Δt(sec)의 사이에서, 용기(TA) 내의 압력이 ΔP(Pa)만큼 상승한 것으로 한다. 이 경우, 유량 산출부(52)는 RoR법에 의해, 이하의 식 (A)에 기초하여 유량 Q1을 산출할 수 있다.

[0053] $$Q1=(\Delta P/\Delta t)\times(V/RT)\times C \quad \cdots(A)$$

[0054] 또한, 식 (A)에 있어서, V는 용기(TA)의 용적(L), T는 온도 센서에서 검출된 용기(TA) 내의 가스 온도, 또는 용기(TA)의 외벽 혹은 내벽의 온도(K), R은 가스 상수(기체 상수), C는 보정 계수를 각각 나타낸다. 보정 계수 C를 곱함으로써, 질량 유량 또는 체적 유량으로의 환산, 기준 온도의 변경 등이 행해진다. 또한, 물성값인 압축 계수도 보정 계수 C에 포함된다.

[0055] (S5 ; 주 유로의 유체 유량의 산출 공정)

[0056] 이어서, 유량 산출부(52)(특히 주 유로 산출부(52d))는 S4에서 산출된 제1 분기 유체의 산출 유량 Q1과, 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)에 따라 정해지는 상기의 분류비 S에 기초하여, 주 유로(L0)를 흐르는 유체(F)의 유량 Q를 산출한다. 구체적으로는, 유량 산출부(52)는, 이하의 식 (B)에 기초하여, 유량 Q를 산출할 수 있다.

[0057] $$Q=Q1/S \quad \cdots(B)$$

[0058] (S6 ; 유체 제어 기기의 진단 공정)

[0059] 마지막으로, 기기 진단부(53)는, 유량 제어 기기(100)가 유체(F)를 유출할 때의 설정 유량 Q0과, 유량 산출부(52)에 의해서 산출된, 주 유로(L0)를 흐르는 유체(F)의 유량 Q에 기초하여, 유량 제어 기기(100)를 진단한다. 예를 들면, 설정 유량 Q0과 실제의 유량 Q의 사이에 소정 이상의 차가 발생해 있는 경우에는, 기기 진단부(53)는, 유량 제어 기기(100)가 경년 열화, 유로의 막힘, 또는 어떠한 고장 등의 상태라고 판단할 수 있다. 이 경우, 기기 진단부(53)는 유출 유량을 교정하기 위한 제어 신호를 유량 제어 기기(100)에 출력하여, 유량 제어 기기(100)를 적정하게 동작시킬 수 있다.

[0060] 이상과 같이, 유량 산출부(52)는 제1 분기 유체(F1)의 산출 유량 Q1과, 분류비 S에 기초하여, 주 유로(L0)를 흐

르는 유체(F)의 유량 Q를 산출한다(S4, S5). 이것에 의해, 유체(F)의 유량이 큰 경우에도, 유체(F)의 일부(제1 분기 유체(F1))가 유입 가능한 크기의 용기(TA)를 이용하여, 유체(F)의 유량 Q를 산출할 수 있다. 따라서, 유량 Q를 산출함에 있어서, 대용량의 용기(TA)를 준비하지 않아도 된다. 그 결과, 장치 전체의 대형화를 회피하면서, 주 유로(L0)를 흐르는 유체(F)의 유량 Q를 산출할 수 있다.

[0061] 특히, 유량 산출부(52)는 상술의 식 (B)에 기초하여 유량 Q를 연산한다(S5). 유량 Q가 큰 경우에도, 유량 Q1, 분류비 S, 및 유량 Q의 관계를 규정한 식 (B)를 이용함으로써, 용기(TA)를 대형화하지 않고, 유량 Q를 확실하게 산출할 수 있다.

[0062] 또한, 유량 산출부(52)는 S3에서 나타낸 것처럼 제어 밸브(CV)를 제어하기 위해, 저항 유로의 개수의 비에 의해서 분류비 S를 용이하게 설정할 수 있다. 또한, 분류비 S의 조정도 저항 유로의 개수의 조정에 의해서 용이해진다.

[0063] 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)는 각각, 압손 소자(PL)이다. 이것에 의해, 세라믹 리스트릭터, 조리개 등의 유체 저항 소자를, 압손 소자(PL)로서 이용할 수 있다. 또한, 차압식의 매스 플로우 컨트롤러에서 이용되는 플로우 리스트릭터도 압손 소자(PL)로서 이용할 수 있다.

[0064] 그런데, 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)는, 동종의 소자로 구성되는 것이 바람직하다. 예를 들면, 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)는, 양쪽 모두 세라믹 리스트릭터로 구성되는 것이 바람직하다. 혹은, 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)는, 양쪽 모두 플로우 리스트릭터로 구성되는 것이 바람직하다. 이 경우, 유체 저항 소자의 하류측의 압력이 변화해도, 분기 유체에 주는 압력 손실(에너지 손실)을, 특정 유로(L1)와 바이패스 유로(L2)에서 동일해지도록 할 수 있다. 이것에 의해, 유체 저항 소자의 하류측의 압력의 변화에 따라, 분류비 S가 변동될 우려를 저감시킬 수 있다. 그 결과, 분류비 S를 이용하여 행하는 주 유로(L0)의 유량 Q의 산출을, 안정된 정밀도로 행할 수 있다.

[0065] 〔3. 유량 산출 장치의 다른 구성〕

[0066] 도 6은 유량 산출 장치(1)의 다른 구성을 나타내는 설명도이다. 도 6의 유량 산출 장치(1)는, 도 1의 제어 밸브(CV)의 위치에, 압력 제어 장치(UR)를 배치한 것 이외에는, 도 1의 구성과 같다. 압력 제어 장치(UR)는 도 1의 제어 밸브(CV)와, 압력계(P4)를 내장하고 있다. 이러한 압력 제어 장치(UR)에서는, 압력계(P4)의 검출값에 기초하여 제어 밸브(CV)를 제어함으로써, 유체의 유량(유로를 흐르는 유체의 압력)을 제어할 수 있다.

[0067] 도 6의 구성이어도, 도 5의 S3와 같은 압력 제어를 실현할 수 있다. 즉, 유량 산출부(52)는 압력 제어 장치(UR)의 제어 밸브(CV)를 제어함으로써, 제2 유체 저항 소자(RE2)의 하류측의 압력 Pr3을, 특정 유로용 압력 센서(P2)에 의해서 검지되는 용기(TA) 내의 압력 Pr2와 일치 또는 근접시킬 수 있다. 그 결과, 분류비 S의 조정이 용이하게 되는 상기와 같은 효과를 얻을 수 있다. 또한, 압력 제어 장치(UR)가 내장하는 압력계(P4)의 압력 검출값은, 압력 Pr3과 동일해질 것으로 생각할 수 있다.

[0068] 또한, 도 6의 구성에서는, 압력 제어 장치(UR)의 제어 밸브(CV)를 제어함으로써, 제2 유체 저항 소자(RE2)의 하류측의 압력 Pr3을, 특정 유로용 압력 센서(P2)에 의해서 검지되는 용기(TA) 내의 압력 Pr2와 일치 또는 근접하도록 하여 압력을 조정했다. 그러나, 각 분기 유로에 있어서의 주 유로용 압력 센서(P1)와 특정 유로용 압력 센서(P2)의 사이, 및 주 유로용 압력 센서(P1)와 바이패스 유로용 압력 센서(P3) 사이의 각각의 유량과 압력의 관계를 사전에 취득한 테이블, 또는 관계식을 설정해 두어도 된다. 이 경우, 상기와 같이 제어 밸브(CV)를 제어하지 않고(제어 밸브(CV)가 없어도), 분기 유로의 압력값의 차분을 보정하여, 마찬가지의 목적을 달성할 수 있다.

[0069] 〔4. 유량 산출 장치의 다른 구성〕

[0070] 도 7은 유량 산출 장치(1)의 또 다른 구성을 나타내는 설명도이다. 도 7의 유량 산출 장치(1)는 제1 유체 저항 소자(RE1) 및 제2 유체 저항 소자(RE2)로서 임계 노즐을 이용하여, 바이패스 유로용 압력 센서(P3) 및 제어 밸브(CV)를 삭제한 것 이외에는, 도 1의 유량 산출 장치(1)와 동등한 구성이다. 또한, 유량 산출 방법은 S3의 공정을 삭제한 것 이외에는, 도 5에서 나타낸 방법과 같다.

[0071] 제1 유체 저항 소자(RE1)는 제1 임계 노즐(CN1)로 구성된다. 제2 유체 저항 소자(RE2)는 제2 임계 노즐(CN2)로 구성된다. 제1 임계 노즐(CN1) 및 제2 임계 노즐(CN2)은, 완전하게 동일한 특성(형상, 크기, 최소 지름)이어도 되고, 서로 상이한 특성이어도 된다.

[0072] 임계 노즐은 이차측의 감압이 진행되어, 임계 노즐의 조리개(스로트부)를 흐르는 유체의 유속이 음속에 도달하면(임계 상태), 그 후는 노즐 하류측의 압력을 아무리 낮추어도, 스로트부를 통과하는 유체의 유속은 음속 이상

이 되지 않고, 유속이 음속으로 고정되는 성질을 가진다. 따라서, 임계 노즐을 이용하면, 임계 노즐을 통과하는 유체의 유량은, 임계 상태에서는(임계 조건하에서는), 임계 노즐의 이차측의 압력에 관계없이, 일차측의 압력에만 의존하여 정해진다. 즉, 도 7의 예에서는, 주 유로용 압력 센서(P1)의 압력 Pr1에 의존하여, 임계 노즐을 통과하는 유체의 유량이 정해진다. 구체적으로는, 임계 상태에서는, 이하의 수 1식에 의해, 임계 노즐을 통과하는 유체의 유량이 산출된다.

[0073] [수 1]

$$q_t = A_t \cdot C_c \cdot P_s \sqrt{\frac{N_a}{R_u \cdot T_s}}$$

[0074]

[0075] 수 1식 중, qt는 유체의 질량 유량의 이론값(kg/s), At는 임계 노즐의 스로트부의 단면적(m^2), Cc는 임계 상수, Ps는 정체점(stagnation point) 압력(Pa), Na는 유체의 몰 질량(kg/mol), Ru는 보편 기체 상수(J/K·mol), Ts는 정체점 온도(K)이다. 임계 상수 Cc는 비열비를 κ로 하여, 이하의 수 2식으로 나타내진다.

[0076] [수 2]

$$C_c = \sqrt{\kappa \cdot \left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa+1}{\kappa-1}}}$$

[0077]

[0078] 유체의 실제 유량을 가리키는 질량 유량을 qm(kg/s)이라고 했을 때, 유출 계수 Cd는 이하의 수 3식으로 나타내진다.

[0079] [수 3]

$$C_d = \frac{q_m}{q_t}$$

[0080]

[0081] 따라서, 정체점 압력 Ps를 주 유로용 압력 센서(P1)로 측정함으로써, 다른 파라미터를 알고 있는 것으로 하여, 수 1식 및 수 2식으로부터 질량 유량의 이론값 qt를 산출하고, 이론값 qt에 수 3식의 유출 계수 Cd를 곱함으로써, 임계 노즐의 실제 유량(질량 유량 qm)을 구할 수 있다.

[0082] 한편, 상기한 수 1식은 Ps(정체점 압력) 이외의 파라미터에 대해서는, 임계 노즐의 고유값과, 유체(가스)의 물성값으로 구성된다. 따라서, 다양한 가스를 흘리는 중에, Ps가 동일하면, 각각의 임계 노즐에 흐르는 유량 자체는 모르더라도, 각 임계 노즐을 흐르는 유량의 비는 알 수 있다. 따라서, 임계 노즐을 이용했을 경우, 상기 유량의 비를 사용하여 분류비 S를 구할 수 있다. 예를 들면, 제1 임계 노즐(CN1)을 흐르는 유체와 제2 임계 노즐(CN2)을 흐르는 유체의 유량비가 m : n이면, 분류비 S는 S=m/(m+n)로 나타내진다.

[0083] 따라서, 제1 유체 저항 소자(RE1)가 제1 임계 노즐(CN1)로 구성되고, 제2 유체 저항 소자(RE2)가 제2 임계 노즐(CN2)로 구성되는 경우, 분류비 S를 구하기 위해서, 도 5의 S3의 공정을 행하는 것이 불필요해진다. 즉, 제2 유체 저항 소자(RE2)의 하류측의 압력을, 용기(TA) 내의 압력에 맞추는 제어를 행하지 않더라도, 분류비 S를 취득할 수 있다. 이 때문에, 분류비 S를 취득하기 위해서, 바이패스 유로(L2)에, 바이패스 유로용 압력 센서(P3) 및 제어 밸브(CV)를 마련할 필요도 없어진다. 그 결과, 도 1보다도 간단한 구성이고, 또한, 간단한 방법으로, 유체(F)의 유량 Q를 산출할 수 있다.

[0084] 〔5. 보충〕

[0085] 도 1 등에서 나타낸 구성에 있어서, 용기(TA)의 하류측의 제1 개폐 밸브(V1)를 닫으면, 용기(TA) 내의 압력 Pr2가 상승한다. 그에 따라, 상류측의 주 유로용 압력 센서(P1)에 의해서 검지되는 압력 Pr1도 상승하는 것을 생각

할 수 있다. 특정 유로(L1)에서의 압력 상승에 따라서 산출되는 유량 Q에, 상류측의 주 유로(L0)에서의 압력 상승에 따라서 산출되는 유량 ΔQ를 더하는 보정을 행함으로써, 보다 정밀도 좋게, 유량 제어 기기(100)의 유량 Q'(=Q+ΔQ)를 산출할 수 있다. 또한, 상기 유량 ΔQ는 유량 제어 기기(100)와 2개의 유체 저항 소자(제1 유체 저항 소자(RE1), 제2 유체 저항 소자(RE2))를 연결하는 유로의 용적으로 나타낼 수 있다. 상기 용적에 대해서는, 상술한 식 (A)에 있어서, P=Pr1로서 V를 구함으로써 취득할 수 있다.

[0086] 〔6. 프로그램〕

[0087] 본 실시 형태의 유량 산출 장치(1)의 제어 연산 장치(COM)는, 동작 프로그램(애플리케이션 소프트웨어)을 인스톨한 컴퓨터로 구성할 수 있다. 상기 프로그램을 컴퓨터(예를 들면 제어부(50))가 판독하여 실행함으로써, 제어부(50)의 각부(주 제어부(51), 유량 산출부(52), 기기 진단부(53))를 동작시켜 상술한 각 처리(각 공정)를 실행시킬 수 있다. 이러한 프로그램은, 예를 들면 네트워크를 통해서 외부로부터 다운로드함으로써 취득되어 메모리(기억부(60))에 기억된다. 상기 프로그램은, 예를 들면 CD-ROM(Compact Disk-Read Only Memory) 등의 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되어, 이 기록 매체로부터 상기 프로그램을 판독하여 상기 메모리에 기억되는 형태여도 된다. 즉, 본 실시 형태의 유량 산출 프로그램은, 상술한 본 실시 형태의 유량 산출 방법에 있어서의 각 공정을 컴퓨터에 실행시키기 위한 프로그램이다. 또한, 본 실시 형태의 기록 매체는, 상기의 유량 산출 프로그램을 기록한, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체이다.

[0088] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해 설명했지만, 본 발명의 범위는 이것으로 한정되는 것이 아니고, 발명의 주지를 일탈하지 않는 범위에서 확장 또는 변경하여 실시할 수 있다.

산업상 이용가능성

[0089] 본 발명은 예를 들면 매스 플로우 컨트롤러와 같은 유량 제어 기기를 검사 또는 진단하는 시스템에 이용 가능하다.

부호의 설명

[0090] 1 유량 산출 장치

52 유량 산출부

53 기기 진단부

100 유량 제어 기기

CN1 제1 임계 노즐

CN2 제2 임계 노즐

CV 제어 밸브

F 유체

F1 제1 분기 유체

F2 제2 분기 유체

L0 주 유로

L1 특정 유로

L2 바이패스 유로

P1 주 유로용 압력 센서(주 유로용 압력 검지부)

P2 특정 유로용 압력 센서

P3 바이패스 유로용 압력 센서

PL 압손 소자

PL1 제1 압손 소자

PL2 제2 압손 소자

RE1 제1 유체 저항 소자

RE2 제2 유체 저항 소자

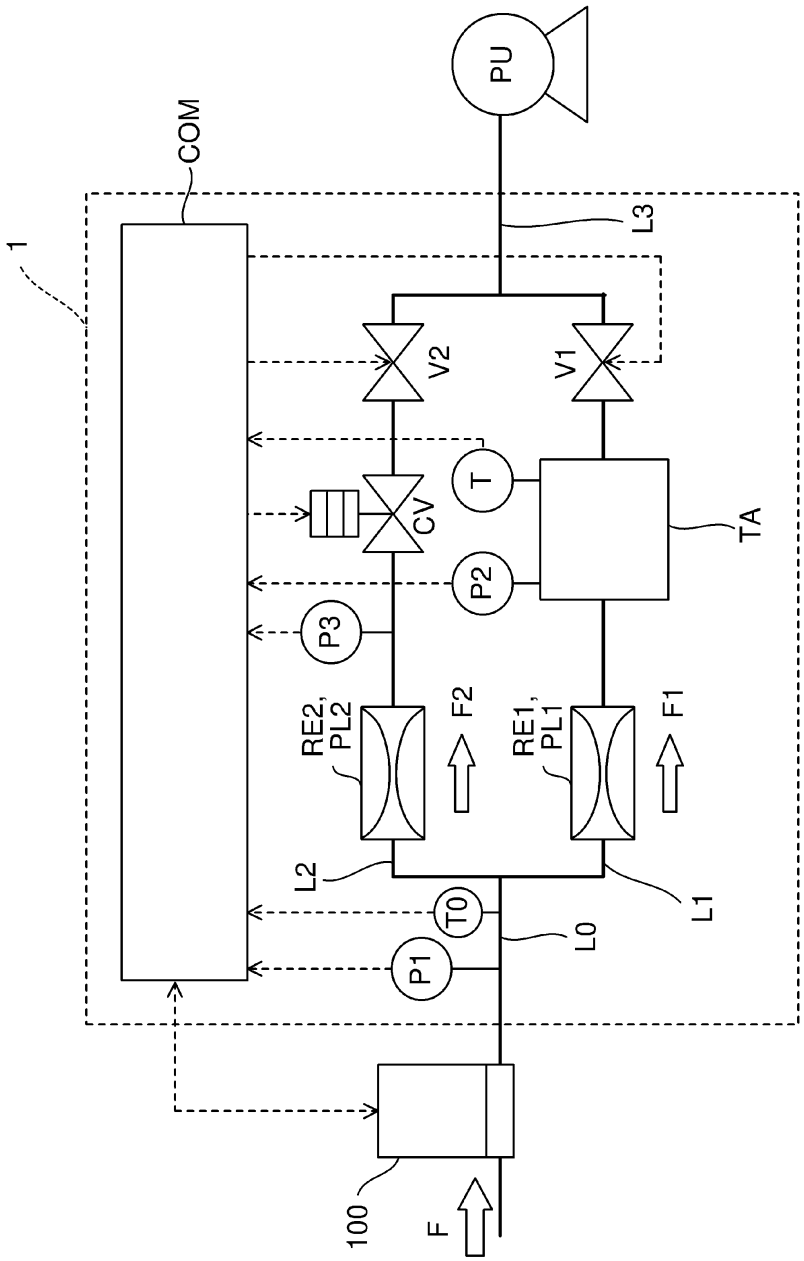
S 분류비

TA 용기

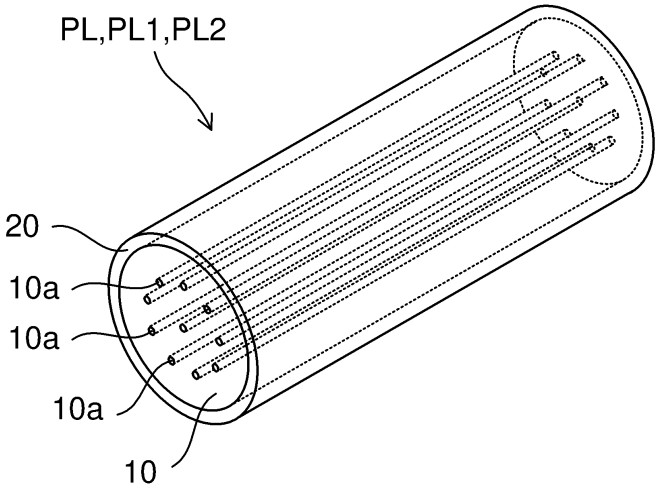
UR 압력 제어 장치

도면

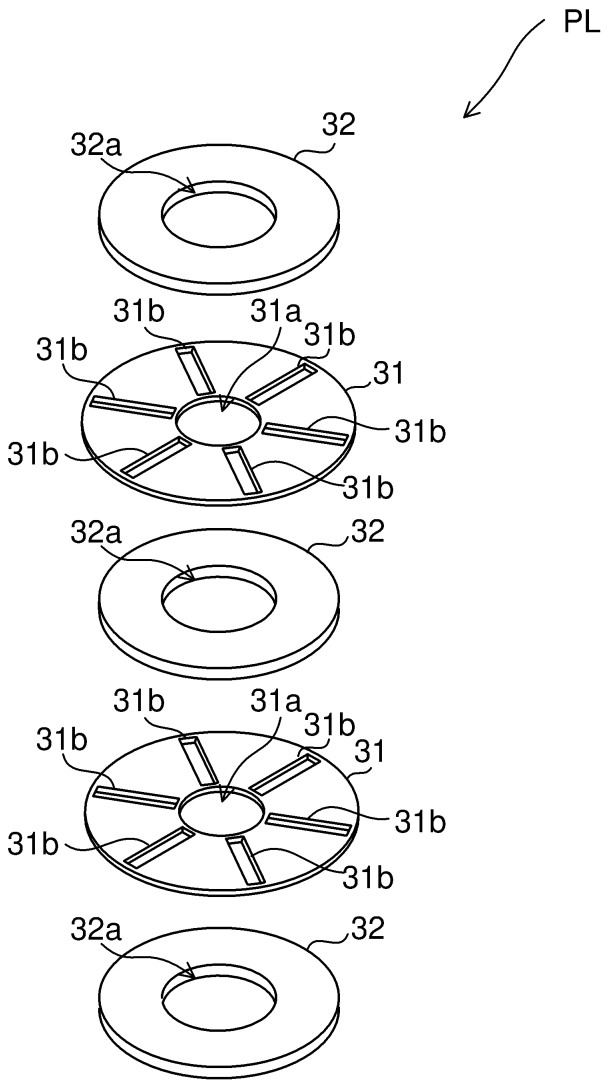
도면1



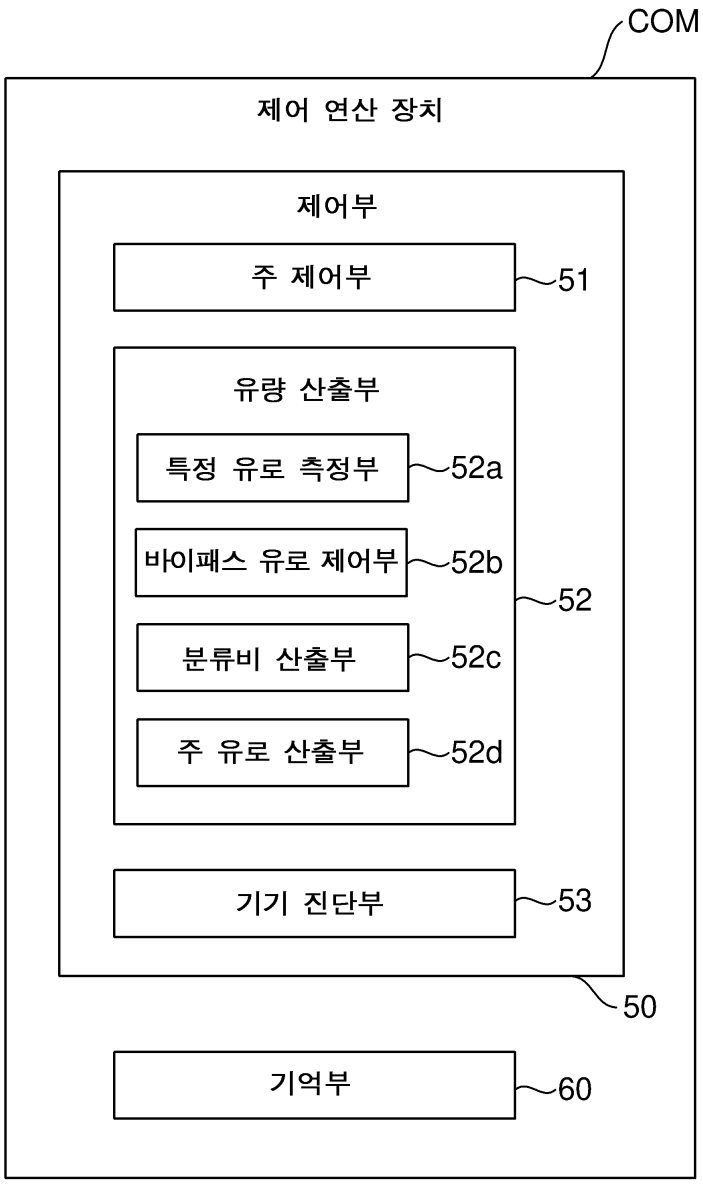
도면2


PL,PL1,PL2
20
10a
10a
10a
10

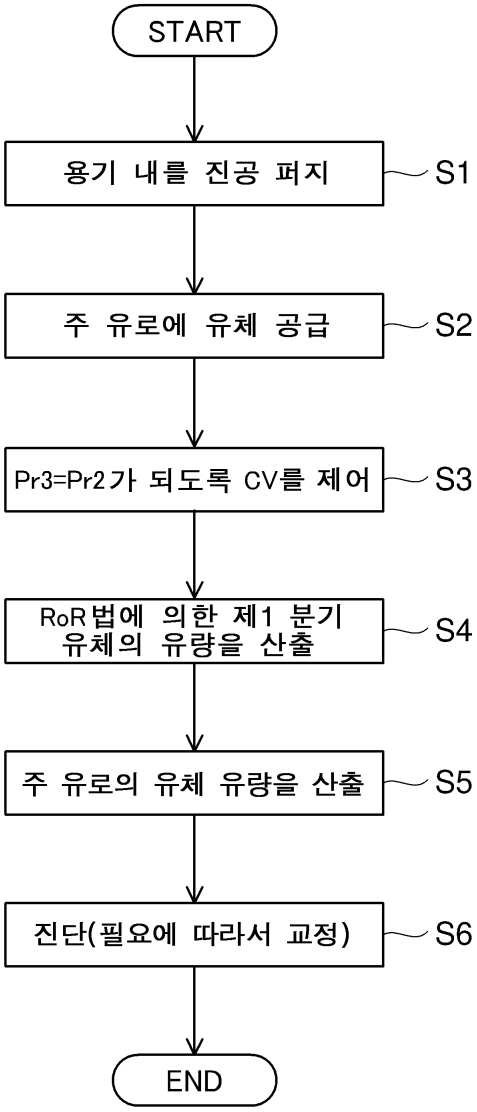
도면3


PL
32
32a
31b
31a
31b
31b
31
31b
31b
31b
32a
32
31b
31a
31b
31b
31
31b
31b
31b
32a
32

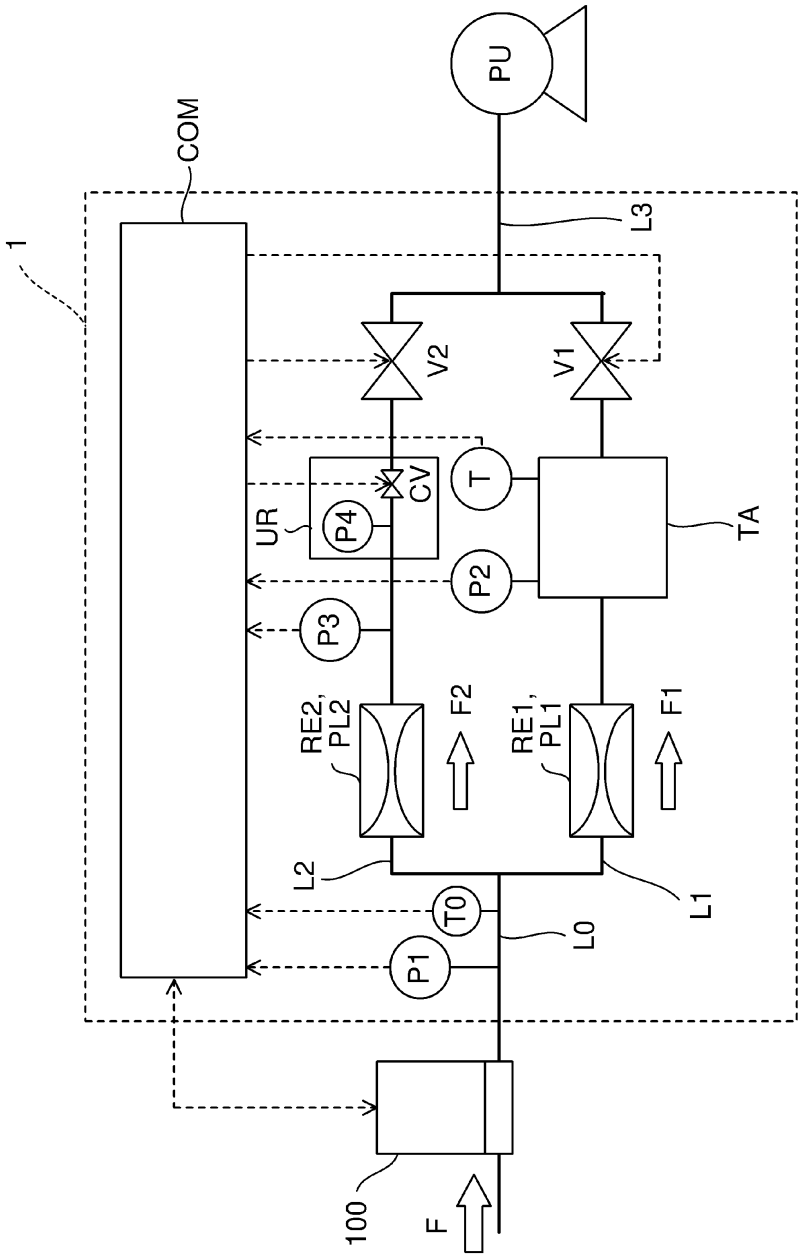
도면4


COM
제어 연산 장치
제어부
주 제어부
51
유량 산출부
특정 유로 측정부
52a
바이패스 유로 제어부
52b
52
분류비 산출부
52c
주 유로 산출부
52d
기기 진단부
53
50
기억부
60

도면5


START
용기 내를 진공 퍼지
S1
주 유로에 유체 공급
S2
Pr3=Pr2가 되도록 CV를 제어
S3
RoR법에 의한 제1 분기 유체의 유량을 산출
S4
주 유로의 유체 유량을 산출
S5
진단(필요에 따라서 교정)
S6
END

도면6


PU
COM
1
L3
V2
V1
CV
T
UR
P4
TA
P2
P3
RE2,
PL2
F2
RE1,
PL1
F1
L2
L1
T0
L0
P1
100
F

도면7

