



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월28일
 (11) 등록번호 10-1994373
 (24) 등록일자 2019년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G05D 7/06 (2006.01) G01F 1/00 (2006.01)
 G05B 23/02 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0113585
 (22) 출원일자 2012년10월12일
 심사청구일자 2017년08월29일
 (65) 공개번호 10-2013-0040742
 (43) 공개일자 2013년04월24일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2011-227399 2011년10월14일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2004246826 A
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 가부시키가이샤 호리바 에스텍
 일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코다테
 초 11번지 5
 (72) 발명자
 야스다 다다히로
 일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코다테
 초 11번지 5 가부시키가이샤 호리바 에스텍 내
 하야시 시게유키
 일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코다테
 초 11번지 5 가부시키가이샤 호리바 에스텍 내
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 9 항

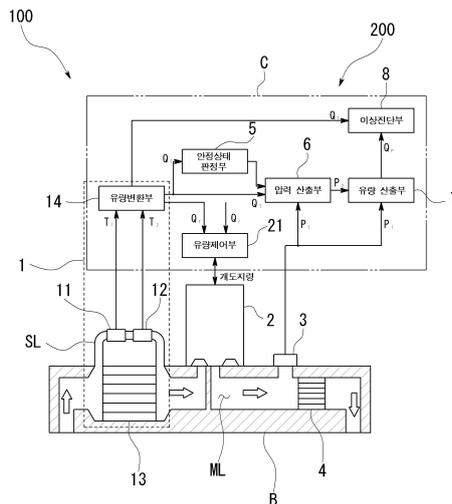
심사관 : 신효영

(54) 발명의 명칭 유량 제어 장치, 유량 측정 기구, 또는 당해 유량 측정 기구를 구비한 유량 제어 장치에 이용되는 진단 장치 및 진단용 프로그램이 기록된 기록 매체

(57) 요약

유량 제어 장치에 이용되는 센서 등의 부품 점수를 저감하면서, 유량 장치 내에서 생기는 막힘 등의 불편이나 측정 유량치에 생겨 있는 이상을 정밀도 좋게 진단할 수 있도록, 유량 제어 장치에 유로(ML)상에 마련된 유체 저항(4)과, 상기 유체 저항(4)의 상류측 또는 하류측 중 어느 한쪽에 마련된 압력 센서(3)와, 상기 유체 저항(4)에 대해서 상기 압력 센서(3)가 마련되어 있지 않은 측의 압력을 산출하는 압력 산출부(6)와, 상기 측정 압력치와, 상기 압력 산출부(6)로 산출된 산출 압력치에 기초하여 유량을 산출하는 유량 산출부(7)와, 상기 측정 유량치와, 산출 유량치에 기초하여 당해 측정 유량치의 이상을 진단하는 이상 진단부(8)를 구비하였다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

다카하시 아키토

일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코다테쵸
11반지 5 가부시키키가이샤 호리바 에스텍 내

시미즈 테츠오

일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코다테쵸
11반지 5 가부시키키가이샤 호리바 에스텍 내

(56) 선행기술조사문헌

JP2009157578 A

JP2010009369 A

JP2720634 B2

KR1020090075816 A

명세서

청구범위

청구항 1

유로(流路)를 흐르는 유체(流體)의 유량(流量)을 측정하는 유량 측정 기구와, 상기 유로상에 마련된 유량 제어 밸브와, 상기 유량 측정 기구로 측정되는 측정 유량치와 목표 유량치의 편차(偏差)가 작아지도록 상기 유량 제어 밸브의 개도(開度)를 제어하는 밸브 제어부를 구비한 유량 제어 장치로서,

상기 유로상에 마련된 유체 저항과,

상기 유체 저항의 상류측 또는 하류측 중 어느 한쪽에 마련된 압력 센서와,

상기 유량 측정 기구로 측정되는 측정 유량치와, 상기 압력 센서로 측정되는 측정 압력치에 기초하여, 상기 유체 저항에 대해서 상기 압력 센서가 마련되어 있지 않은 측의 압력을 산출하는 압력 산출부와,

상기 압력 산출부에서 산출된 산출 압력치를 소정 기간 유지하는 산출 압력치 기억부와,

상기 측정 압력치와, 상기 산출 압력치 기억부에 유지되어 있는 산출 압력치에 기초하여, 상기 유로를 흐르는 유체의 유량을 산출하는 유량 산출부와,

상기 측정 유량치와 상기 유량 산출부가 산출하는 산출 유량치에 기초하여, 당해 측정 유량치의 이상을 진단하는 이상 진단부를 구비한 것을 특징으로 하는 유량 제어 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 측정 유량치 또는 상기 압력 센서로 측정되는 측정 압력치에 기초하여, 상기 유로를 흐르는 유체의 상태가 안정 상태인지 여부를 판정하는 안정 상태 판정부를 추가로 구비하고,

상기 압력 산출부가, 상기 안정 상태 판정부가 유체의 상태가 안정 상태라고 판정하고 있는 경우에 상기 유체 저항에 대해서 상기 압력 센서가 마련되어 있지 않은 측의 압력을 산출하도록 구성되어 있는 유량 제어 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 안정 상태 판정부가 상기 측정 유량치와 상기 목표 유량치의 편차의 절대치가 소정치 이하인 상태가 소정 시간 이상 계속된 경우에 상기 유체의 상태가 안정 상태라고 판정하도록 구성되어 있는 유량 제어 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 이상 진단부가 상기 측정 유량치와 상기 산출 유량치의 편차의 절대치가 소정치 이상이 되었을 경우에, 당해 측정 유량치에 이상이 있다고 진단하도록 구성된 유량 제어 장치.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 유량 산출부가, 상기 안정 상태 판정부가 상기 유체의 상태가 안정 상태라고 판정할 때까지는, 상기 측정 압력치와 미리 정해진 규정 압력치에 기초하여 상기 산출 유량치를 산출하도록 구성된 유량 제어 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 유량 측정 기구가 열식(熱式) 유량 센서인 유량 제어 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 열식 유량 센서가 상기 유로상에 마련되는 층류(層流) 소자를 구비한 것이고,

상기 유체 저항이 상기 층류 소자와는 별도로 마련된 것인 유량 제어 장치.

청구항 8

유로를 흐르는 유체의 유량을 측정하는 유량 측정 기구 또는 당해 유량 측정 기구를 구비한 유량 제어 장치에 이용되는 진단 장치로서,

상기 유로상에 마련된 유체 저항과,

상기 유체 저항의 상류측 또는 하류측 중 어느 한쪽에 마련된 압력 센서와,

상기 유량 측정 기구로 측정되는 측정 유량치와, 상기 압력 센서로 측정되는 측정 압력치에 기초하여, 상기 유체 저항에 대해서 상기 압력 센서가 마련되어 있지 않은 측의 압력을 산출하는 압력 산출부와,

상기 압력 산출부에서 산출된 산출 압력치를 소정 기간 유지하는 산출 압력치 기억부와,

상기 측정 압력치와, 상기 산출 압력치 기억부에 유지되어 있는 산출 압력치에 기초하여, 상기 유로를 흐르는 유체의 유량을 산출하는 유량 산출부와,

상기 측정 유량치와 상기 유량 산출부가 산출하는 산출 유량치에 기초하여, 당해 측정 유량치의 이상을 진단하는 이상 진단부를 구비한 것을 특징으로 하는 진단 장치.

청구항 9

유로상에 유체 저항과, 상기 유체 저항의 상류측 또는 하류측 중 어느 하나에 압력 센서가 마련되어 있고, 상기 유로를 흐르는 유체의 유량을 측정하는 유량 측정 기구 또는 당해 유량 측정 기구를 구비한 유량 제어 장치에 이용되는 진단용 프로그램이 기록된 기록 매체로서,

상기 유량 측정 기구로 측정되는 측정 유량치와, 상기 압력 센서로 측정되는 측정 압력치에 기초하여, 상기 유체 저항에 대해서 상기 압력 센서가 마련되어 있지 않은 측의 압력을 산출하는 압력 산출부와,

상기 압력 산출부에서 산출된 산출 압력치를 소정 기간 유지하는 산출 압력치 기억부와,

상기 측정 압력치와, 상기 산출 압력치 기억부에 유지되어 있는 산출 압력치에 기초하여, 상기 유로를 흐르는 유체의 유량을 산출하는 유량 산출부와,

상기 측정 유량치와 상기 유량 산출부가 산출하는 산출 유량치에 기초하여, 당해 측정 유량치의 이상을 진단하는 이상 진단부를 구비한 것을 특징으로 하는 진단용 프로그램이 기록된 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유로(流路)를 흐르는 유체(流體)의 유량(流量)을 측정하기 위한 유량 측정 기구가 나타내는 측정 유량치의 이상을 진단하는 구성을 가진 유량 제어 장치 등에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 예를 들면, 반도체 제품의 제조 등에 있어서는, CVD 장치 등의 챔버 내에 웨이퍼를 재치(載置)해 두고, 성막(成膜)에 필요한 원료를 포함하는 프로세스 가스를 목표 유량으로 정밀도 좋게 공급할 필요가 있다.

[0003] 이와 같은 프로세스 가스의 유량 제어에는, 상기 챔버에 접속된 유로상에 마련되는 매스 플로우 컨트롤러가 이용된다. 이 매스 플로우 컨트롤러는 유로가 내부에 형성되어 있고, 각 주유량 제어 기기가 장착되는 블록체와, 유로를 흐르는 유체의 유량을 측정하는 열식 유량 센서 등의 유량 측정 기구와, 유량 제어 밸브와, 상기 유량 측정 기구로 측정되는 측정 유량치와 목표 유량치의 편차가 작아지도록 상기 유량 제어 밸브의 개도(開度)를 제

어하는 밸브 제어부가 1개의 패키지로 이루어진 것이다.

- [0004] 그런데, 프로세스 가스의 생성물 중에는 유량 측정용을 위한 좁은 센서 유로 내나, 유체를 분류하기 위한 층류(層流) 소자 등에 부착되기 쉬운 것이 있고, 생성물이 부착됨으로써 막힘이 생겨서 정확한 유량을 측정할 수 없는 경우가 있다. 만일 유량 측정 기구로 측정되고 있는 유량 측정치가 부정확한 것이었다고 하면, 유량 제어 밸브가 정확하게 제어되고 있었다고 하더라도, 챔버 내에 유입하는 프로세스 가스의 실제 유량에는 오차가 생겨 있게 되어, 소망하는 성능을 가진 반도체 제도가 행해지지 않게 되게 된다.
- [0005] 이와 같은 문제를 해결하기 위해서, 유량 측정 기구에 막힘 등이 생겨, 측정 유량치에 이상이 생겨 있지 않은지 여부 등을 진단하기 위한 구성을 가진 매스 플로우 컨트롤러 등의 유량 제어 장치가 종래부터 제안되어 있다.
- [0006] 예를 들면, 특허 문헌 1에 기재되어 있는 유량 제어 장치는, 음속 노즐을 이용함으로써 프로세스 가스를 목표 유량으로 흘리도록 구성된 유량 제어 장치이며, 오리피스 상류측 압력과 하류측 압력의 비가 소정치 이상이 되도록 하여 유체가 음속을 유지하도록 함과 아울러, 목표 유량치에 따라 오리피스 상류측의 압력만을 제어하기 위한 압력 제어 밸브를 구비하고 있다. 이것은, 프로세스 가스의 생성물이 부착되는 등 하여 오리피스가 막히거나 그 유효 단면적이 변화하면, 목표 유량치로 프로세스 가스를 도입할 수 없게 되므로, 상기 오리피스의 막힘에 의한 이상을 진단하기 위한 진단 회로를 구비하고 있다. 이 진단 회로는 오리피스의 상류에 마련된 압력 센서와, 동일한 구오리피스의 상류에 마련된 온도 센서와, 상기 압력 센서로 측정되는 측정 압력과, 상기 온도 센서로 측정되는 측정 온도를 베르누이의 식에 대입해 오리피스의 상류를 흐르는 유체의 유량을 산출하는 산출부를 구비한 유량 측정 기구로부터 출력되는 제1 유량 측정치와, 열식 유량 센서로 측정되는 제2 측정 유량치를 비교하여, 이들의 편차가 허용량 이상으로 되었을 경우에 오리피스의 교환을 재촉하기 위한 신호를 출력하는 것이다. 또한, 상기 유량 측정 기구로 얻어진 제1 유량 측정치는 피드백되어, 상기 압력 제어 밸브의 개도를 제어하기 위해서 이용되고 있다.
- [0007] 바꾸어 말하면, 이 특허 문헌 1에 개시된 유량 제어 장치에서는, 오리피스에서의 막힘을 진단하기 위해서, 피드백 제어용의 유량 측정 기구 외에 추가로 다른 피드백 제어에는 이용되지 않는 열식 유량 센서를 마련함으로써 진단 회로가 동작하도록 구성되어 있다.
- [0008] 그렇지만, 반도체 제조 장치와 같은 분야에 있어도 비용의 저감 요구가 심하여, 상술한 것과 같은 유량 제어 장치에서도, 가능한 한 부품 점수를 줄이면서, 유로의 막힘이나 측정 유량치의 이상을 정확하게 진단할 수 있고, 항상 고정밀도로의 유량 제어를 행할 수 있는 것이 요구되고 있다.
- [0009] 이와 같은 관점에서부터 생각하면, 특허 문헌 1의 유량 제어 장치에서는, 막힘의 진단을 하기 위해서, 오리피스의 상류에 마련된 압력 센서, 온도 센서, 열식 유량 센서를 구성하기 위해 추가로 2개의 온도 센서라고 하는, 합계 4개의 센서를 유로상에 마련할 필요가 있어, 비용 저감 요구에 부응할 수 없었다. 그렇다고 해서, 단순히 센서의 점수를 줄여 버리면, 이번은 피드백 제어에 이용하고 있는 측정 유량치가 허용할 수 있는 정도로 올바른 값을 나타내고 있는지 등, 정량적인 평가에 기초하여 상세하게 진단하거나, 유로 내에서 막힘이 정말로 생겨 있는지 등을 정밀도 좋게 진단하는 것이 어려워진다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) [특허 문헌 1] 일본국 특개 2000-259255호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상술한 것과 같은 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 유량 제어 장치에 이용되는 센서 등의 부품 점수(點數)를 저감하면서, 유량 장치 내에서 생기는 막힘 등의 불편이나 측정 유량치에 생겨 있는 이상을 정밀도 좋게 진단할 수 있는 유량 제어 장치, 유량 측정 기구, 또는 당해 유량 측정 기구를 구비한 유량 제어 장치에 이용되는 진단 장치 및 진단용 프로그램을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 즉, 본 발명의 유량 제어 장치는 유로를 흐르는 유체의 유량을 측정하는 유량 측정 기구와, 상기 유로상에 마련된 유량 제어 밸브와, 상기 유량 측정 기구로 측정되는 측정 유량치와 목표 유량치의 편차가 작아지도록 상기 유량 제어 밸브의 개도를 제어하는 밸브 제어부를 구비한 유량 제어 장치로서, 상기 유로상에 마련된 유체 저항과, 상기 유체 저항의 상류측 또는 하류측 중 어느 한쪽에 마련된 압력 센서와, 상기 유량 측정 기구로 측정되는 측정 유량치와, 상기 압력 센서로 측정되는 측정 압력치에 기초하여, 상기 유체 저항에 대해서 상기 압력 센서가 마련되어 있지 않은 측의 압력치를 산출하는 압력 산출부와, 상기 측정 압력치와 상기 압력 산출부로 산출된 산출 압력치에 기초하여 상기 유로를 흐르는 유체의 유량을 산출하는 유량 산출부와, 상기 측정 유량치와 상기 유량 산출부가 산출하는 산출 유량치에 기초하여 당해 측정 유량치의 이상을 진단하는 이상 진단부를 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또, 본 발명의 진단 장치는 유로를 흐르는 유체의 유량을 측정하는 유량 측정 기구 또는 당해 유량 측정 기구를 구비한 유량 제어 장치에 이용되는 진단 장치로서, 상기 유로상에 마련된 유체 저항과, 상기 유체 저항의 상류측 또는 하류측 중 어느 한쪽에 마련된 압력 센서와, 상기 유량 측정 기구로 측정되는 측정 유량치와, 상기 압력 센서로 측정되는 측정 압력치에 기초하여, 상기 유체 저항에 대해서 상기 압력 센서가 마련되어 있지 않은 측의 압력치를 산출하는 압력 산출부와, 상기 측정 압력치와 상기 압력 산출부로 산출된 산출 압력치에 기초하여 상기 유로를 흐르는 유체의 유량을 산출하는 유량 산출부와, 상기 측정 유량치와 상기 유량 산출부가 산출하는 산출 유량치에 기초하여 당해 측정 유량치의 이상을 진단하는 이상 진단부를 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0014] 이와 같은 것이면, 상기 유량 제어 밸브의 제어에 이용되는 측정 유량치를 측정하기 위한 유량 측정 기구 외에, 상기 유체 저항의 상류측 또는 하류측 중 어느 한쪽에 1개의 압력 센서를 마련하고 있을 뿐이므로, 종래에 비해 유량 제어 장치에 피드백 제어 이외의 목적으로 추가하는 센서의 수를 줄여, 제조 비용의 상승을 억제할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 이상 진단부가 상기 측정 유량치와 비교하기 위해서 이용하는 산출 유량치는, 본래라면 상기 유체 저항의 상류측과 하류측의 양쪽 모두의 압력치를 모르면 정확하게 산출되지 않는 것을, 본 발명에서는 상기 압력 산출부와 상기 유량 산출부가 협업함으로써 실제로 유로에 흐르고 있는 유량에 거의 동일한 산출 유량치를 산출할 수 있다.
- [0016] 따라서 본래라면 필요한 센서를 줄이면서, 상기 측정 유량치에 대해서 비교 대상으로 하기 위한 상기 산출 유량치를 실제 유량에 가까운 값으로 정밀도 좋게 산출할 수 있도록 하고 있으므로, 상기 이상 진단부도 이러한 유량치를 비교함으로써, 정밀도 좋게 이상 진단을 행할 수 있다. 또한, 비교 대상으로 하고 있는 것이 신뢰할 수 있는 산출 유량치이기 때문에, 예를 들면 상기 측정 유량치와 실제 유량의 사이에 어느 정도의 오차가 생겨 있는지를 정량적으로 평가할 수 있다. 즉, 측정 유량치에 이상이 생겨 있는지 아닌지 라고 하는 2분법적인 판정뿐만 아니라, 상기 측정 유량치에 생겨 있는 이상이 허용할 수 있는 정도의 오차인지 아닌지 라고 하는 정량적으로 판정하는 것이 상기 이상 진단부에 있어서 가능해진다.
- [0017] 각 측정치에 오차가 들어오기 어렵고, 산출되는 산출 압력치와 실제의 압력치의 오차를 작게 할 수 있도록 하려면, 상기 측정 유량치 또는 상기 압력 센서로 측정되는 측정 압력치에 기초하여, 상기 유로를 흐르는 유체의 상태가 안정 상태인지 여부를 판정하는 안정 상태 판정부를 추가로 구비하고, 상기 압력 산출부가, 상기 안정 상태 판정부가 유체의 상태가 안정 상태라고 판정하고 있는 경우에 상기 유체 저항에 대해서 상기 압력 센서가 마련되어 있지 않은 측의 압력을 산출하도록 구성되어 있으면 좋다. 이와 같은 것이면, 상기 유량 산출부는 상기 안정 상태 판정부에 의해 유체가 안정하다고 판정하고 있는 동안에 정밀도 좋게 추정된 압력 산출치와 실제로 측정되고 있는 측정 압력치에 기초하여 상기 산출 유량치를 산출하고 있으므로, 당연, 상기 산출 유량치도 실제로 유로에 흐르고 있는 유량과의 오차도 작게 할 수 있다.
- [0018] 상기 산출 압력치의 추정 정밀도를 높이고, 나아가서는 상기 산출 유량치의 추정 정밀도도 신뢰할 수 있도록 하기 위해서, 적절히 유체의 안정 상태를 판정할 수 있도록 하려면, 상기 안정 상태 판정부가 상기 측정 유량치와 상기 목표 유량치의 편차의 절대치가 소정치 이하인 상태가 소정 시간 이상 계속된 경우에 상기 유체의 상태가 안정 상태라고 판정하도록 구성되어 있으면 좋다.
- [0019] 측정 유량치에 오차가 생겨 있다고 하더라도 사용 목적에 따라 허용할 수 있는 오차인 경우는 사용을 계속할 수 있고, 허용 한도를 초과한 경우에 이상이 있다고 진단되도록 하고, 예를 들면, 메인터넌스의 횡수를 가능한 한 줄일 수 있도록 하려면, 상기 이상 진단부가 상기 측정 유량치와 상기 산출 유량치의 편차의 절대치가 소정치 이상이 되었을 경우에, 당해 측정 유량치에 이상이 있다고 진단하도록 구성된 것이면 좋다.

- [0020] 유체가 안정 상태가 될 때까지의 동안에 있어서도, 상기 측정 유량치에 분명한 이상이 생겨 있지 않은지 여부를 우선 판정할 수 있도록 하려면, 상기 유량 산출부가, 상기 안정 판별부가 상기 유체의 상태가 안정 상태라고 판정할 때까지는, 상기 측정 압력치와 미리 정해진 규정 압력치에 기초하여 상기 산출 유량치를 산출하도록 구성된 것이면 좋다. 이와 같이 하면, 유량 제어 장치에 의한 유량 제어가 개시된 직후 등에 있어서도, 큰 이상이 발생해 있는 경우라면 이상을 감지하는 것이 가능해진다.
- [0021] 상기 이상 진단부에 의한 진단에 의해 이상을 발견하기 쉽고, 효과를 얻기 쉬운 유량 측정 기구의 구체적인 예로서는, 상기 유량 측정 기구가 열식 유량 센서인 것을 들 수 있다.
- [0022] 유체에 포함되는 물질의 부착 등에 의한 막힘에 의해 생기는 이상을 진단하기 쉽게 하려면, 상기 열식 유량 센서가 상기 유로상에 마련되는 층류 소자를 구비한 것으로, 상기 유체 저항이 상기 층류 소자와는 별도로 마련된 것이면 좋다. 구체적으로는, 상기 유체 저항이 상기 유량 측정 기구와는 독립해서 마련되어 있으므로, 상기 산출 유량치는 상기 유량 측정 기구에 생겨 있는 막힘에 의한 영향을 받기 어렵게 할 수 있다. 바꾸어 말하면, 상기 층류 소자와 상기 유체 저항을 공통화하는 경우에 비해, 독립하여 마련해 둔 쪽이 상기 측정 유량치와 상기 산출 유량치의 양쪽 모두에 있어서 오차가 생겨, 이상의 판정이 어려워진다고 하는 사태를 방지할 수 있다.
- [0023] 예를 들면, 기존의 유량 제어 장치에 대해서 본 발명의 진단 장치를 추후 장착으로 구성할 수 있어 마찬가지로 효과가 얻어지도록 하려면, 본 발명의 진단용 프로그램을 기록 매체 등으로부터 컴퓨터 등에 인스톨하도록 하면 좋다. 구체적으로는, 본 발명의 진단용 프로그램은 유로상에 유체 저항과, 상기 유체 저항의 상류측 또는 하류측 중 어느 하나에 압력 센서가 마련되어 있고, 상기 유로를 흐르는 유체의 유량을 측정하는 유량 측정 기구 또는 당해 유량 측정 기구를 구비한 유량 제어 장치에 이용되는 진단용 프로그램으로서, 상기 유량 측정 기구로 측정되는 측정 유량치와, 상기 압력 센서로 측정되는 측정 압력치에 기초하여, 상기 유체 저항에 대해서 상기 압력 센서가 마련되어 있지 않은 측의 압력을 산출하는 압력 산출부와, 상기 측정 압력치와 상기 압력 산출부로 산출된 산출 압력치에 기초하여 상기 유로를 흐르는 유체의 유량을 산출하는 유량 산출부와, 상기 측정 유량치와 상기 유량 산출부가 산출하는 산출 유량치에 기초하여 당해 측정 유량치의 이상을 진단하는 이상 진단부를 구비한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0024] 이와 같이 본 발명의 유량 제어 장치, 유량 제어 기구, 또는 당해 유량 측정 기구를 구비한 유량 제어 장치에 이용되는 진단 장치 및 진단용 프로그램이 기록된 기록 매체이면, 이상 진단을 행하기 위한 구성으로서 피드백 제어에 이용되는 측정 유량치를 출력하는 유량 측정 기구 외에, 1개만 센서를 마련하는 것뿐으로, 충분히 부품 점수를 줄여, 제조 비용의 상승을 억제할 수 있다. 또한, 유체가 안정 상태에 있을 때의 측정 유량치와 측정 압력치에 기초하여 산출 압력치 및 산출 유량치를 산출함으로써, 산출 유량치를 정밀도 좋게 산출할 수 있으므로, 종래에 비해 진단용 센서수가 적어도 동등 이상의 정밀도로 측정 유량치의 이상을 진단하는 것이 가능해져 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 제1 실시 형태에 있어서의 매스 플로우 컨트롤러 및 진단 장치를 나타내는 모식도.
- 도 2는 제1 실시 형태의 안정 상태 판정부의 동작을 설명하기 위한 모식적 그래프.
- 도 3은 제1 실시 형태의 매스 플로우 컨트롤러 및 진단 장치의 진단에 관한 동작을 나타내는 순서도.
- 도 4는 제1 실시 형태에 있어서의 측정 유량치와 산출 유량치의 변화와, 진단에 관한 동작을 설명하는 모식적 그래프.
- 도 5는 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 매스 플로우 컨트롤러 및 진단 장치를 나타내는 모식도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 유량 제어 장치 및 진단 장치(200)에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다.
- [0027] 제1 실시 형태의 유량 제어 장치는 반도체 제조 등에 있어서 CVD 장치 등의 챔버 내에 성막에 필요한 원료를 포함하는 프로세스 가스를 소정의 공급 유량으로 공급하기 위해서 이용되는 매스 플로우 컨트롤러(100)이다. 이 매스 플로우 컨트롤러(100)는 도 1의 모식도에 도시된 바와 같이, 개략 직방체(直方體) 형상으로 내부에 관통로를 형성하고, 유체가 흐르는 유로(ML)를 형성하고 있는 블록체(B)를 가지고, 상기 블록체(B)의 상면에 유체 제

어를 위한 기기 및 상기 진단 장치(200)를 구성하기 위한 각종 기기를 장착함으로써, 패키지화되어 있다.

- [0028] 보다 구체적으로는, 상기 매스 플로우 컨트롤러(100)는 상기 블록체(B)의 내부에 형성된 유로(ML)에, 상류로부터 차례로 유량 측정 기구, 유량 제어 밸브(2), 압력 센서(3), 유체 저항(4)을 마련되어 있는 것으로, 추가로 각 기기의 제어나 진단을 위한 각종 연산을 행하는 연산부(C)를 구비한 것이다. 그리고 이 매스 플로우 컨트롤러(100)는 상기 유량 측정 기구로 측정되는 측정 유량치 Q_T 와 목표 유량치 Q_r 의 편차가 작아지도록 상기 유량 제어 밸브(2)의 개도를 제어함으로써, 소망하는 유량을 챔버 내에 공급한다.
- [0029] 각 부에 대해서 도 1을 참조하면서 설명한다. 우선, 주로 하드웨어의 구성에 대해서 설명한다.
- [0030] 상기 블록체(B)는, 도 1에 도시된 바와 같이 하면(下面)으로 개구(開口)하여, 유체를 내부의 유로(ML)에 도입하기 위한 유체 도입구와 유량 제어된 유체를 도출하기 위한 유체 도출구를 구비한 것으로, 상면에는 상기 유량 측정 기구, 상기 유량 제어 밸브(2), 상기 압력 센서(3)를 장착함과 아울러, 상기 유로(ML)와 연통(連通)시키기 위한 장착 구멍이 형성되어 있다.
- [0031] 상기 유량 측정 기구는 상기 블록체(B)의 내부를 흐르는 유체의 유량을 측정하는 것으로, 제1 실시 형태에서는 열식 유량 센서(1)를 이용하고 있다. 이 열식 유량 센서(1)는 상기 유로(ML)에 마련되어 있는 층류 소자(13)와, 상기 층류 소자(13)의 상류에서 상기 유로(ML)로부터 분기하여 당해 층류 소자(13)의 하류에서 상기 유로(ML)에 합류하는 개략 역(逆)U자 모양으로 형성된 금속 세관인 센서 유로(SL)와, 상기 센서 유로(SL)를 형성하는 금속 세관의 외측에 있어서 상류측과 하류측에 각각 마련된 제1 온도 센서(11), 제2 온도 센서(12)와, 상기 제1 온도 센서(11), 상기 제2 온도 센서(12)로 측정되는 온도차에 기초하여 상기 유로(ML)에 흐르는 유량으로 변환하는 유량 변환부(14)를 구비한 것이다. 또한, 상기 유량 변환부(14)는 후술하는 연산부(C)의 연산 기능을 이용하여 구성하고 있고, 측정 유량치 Q_T 를 이하의 식 1에 기초하여 산출하는 것이다.
- [0032] $Q_T = k_T(T_1 - T_2) \dots$ 식 1
- [0033] 여기서, Q_T : 측정 유량치, k_T : 온도차로부터 유량으로의 변환 계수, T_1 : 제1 온도 센서(11)로 측정되는 상류측 온도, T_2 : 제2 온도 센서(12)로 측정되는 하류측 온도이다.
- [0034] 상기 층류 소자(13)는 상기 유로(ML)로부터 상기 센서 유로(SL)에 소정의 비율로 유체가 분류되도록 하기 위한 것으로, 예를 들면, 미소(微小)한 관통홈이 형성된 박막(薄膜)을 적층하여 형성되어 있다. 즉, 이 층류 소자(13)를 유체가 통과할 때에 층류 상태가 되도록 상기 관통홈의 길이나 깊이 등을 설정해 둔다. 이와 같이 층류 소자(13)는 미소 구조를 가지는 것이기 때문에, 통과하는 프로세스 가스로부터의 생성물이 상기 관통홈 등의 미소 구조에 부착되어 막힘이 생기는 경우가 있다. 또, 상기 센서 유로(SL)도 금속 세관에 의해 구성되어 있기 때문에, 막힘이 생기는 경우가 있다. 그리고 상기 층류 소자(13) 또는 상기 센서 유로(SL) 중 어느 하나에 막힘이 생기면 분류비가 변화하기 때문에, 상기 제1 온도 센서(11), 상기 제2 온도 센서(12)에 의해 측정되는 온도차가 실제 유량을 반영하지 않은 것이 되어, 상기 열식 유량 센서(1)로 측정되는 측정 유량치 Q_T 에 이상이 생기게 된다.
- [0035] 상기 유량 제어 밸브(2)는, 예를 들면 피에조밸브로서 후술하는 밸브 제어부(21)에 의해 그 개도가 제어되는 것이다.
- [0036] 상기 유체 저항(4)은 그 상류측과 하류측에서 압력차를 일으키기 위한 것으로, 예를 들면 상기 층류 소자(13)와 마찬가지로 구조를 가지는 것이나, 오리피스 등이 이용된다.
- [0037] 상기 압력 센서(3)는 상기 유량 제어 밸브(2)와 상기 유체 저항(4)의 사이로서, 상기 유체 저항(4)보다도 상류측의 압력을 측정하기 위한 것이다. 상기 유체 저항(4)과 상기 압력 센서(3)는 다른 관점을 하면, 압력식 유량계에 있어서 하류측의 압력 센서를 생략하고, 상류측의 압력 센서(3)만을 남긴 구조를 가지는 것이라고도 말할 수 있다.
- [0038] 다음으로 주로 소프트웨어의 구성에 대해서 설명한다.
- [0039] 상기 연산부(C)는 CPU, 메모리, 입출력 인터페이스, A/D, D/A 컨버터 등을 구비한 이른바 컴퓨터나 마이크로 컴퓨터 등에 의해 그 기능이 실현되는 것으로서, 상기 메모리에 격납되어 있는 프로그램을 실행함으로써, 적어도 밸브 제어부(21), 안정 상태 관정부(5), 압력 산출부(6), 유량 산출부(7), 이상 진단부(8)로서의 기능을 발휘하도록 구성되어 있다. 또한, 제1 실시 형태에 있어서의 진단 장치(200)는 상기 압력 센서(3), 상기 유체 저

항(4), 상기 안정 상태 판정부(5), 상기 압력 산출부(6), 상기 유량 산출부(7), 상기 이상 진단부(8)에 의해 구성되는 것이다.

[0040] 각 부에 대해서 설명한다.

[0041] 상기 밸브 제어부(21)는 상기 열식 유량 센서(1)로 측정되는 측정 유량치 Q_T 와 목표 유량치 Q_r 의 편차가 작아지도록 상기 유량 제어 밸브(2)의 개도를 제어하는 것이다. 보다 구체적으로는, 상기 측정 유량치 Q_T 가 피드백되면, 상기 목표 유량치 Q_r 와의 편차가 산출되고, 그 편차에 따라서 상기 유량 제어 밸브(2)에 인가하는 전압을 변화시키는 것이다. 또한, 목표 유량치 Q_r 는 미리 지령치를 프로그램으로서 입력하는 것이어도 좋고, 외부 입력에 의해 측차 입력되도록 하여도 상관없다. 제1 실시 형태에서는, 목표 유량치 Q_r 로서는 소정 시간 어느 일정한 값을 계속 유지하는 것을 목적으로 하여 스텝 입력 모양의 값이 상기 밸브 제어부(21)에 입력된다. 예를 들면, 프로세스 상태가 전환할 때마다 스텝 입력의 크기가 변경된다.

[0042] 상기 안정 상태 판정부(5)는 상기 측정 유량치 Q_T 에 기초하여, 상기 유로(ML)를 흐르는 유체의 상태가 안정 상태인지 여부를 판정하는 것이다. 보다 구체적으로는, 상기 안정 상태 판정부(5)는 도 2의 그래프에 도시된 바와 같이 상기 측정 유량치 Q_T 와 상기 목표 유량치 Q_r 의 편차의 절대치가 소정치 이하인 상태가 소정 시간 이상 계속된 경우에 상기 유체의 상태가 안정 상태라고 판정하도록 구성되어 있다. 여기서, 유체의 상태가 안정 상태라고 하는 문언(文言)에 대해서 바꾸어 말해 두면, 상기 유로(ML)를 흐르는 유체의 유량, 압력 등과 같은 유량에 관련하는 파라미터가 시간 경과에 대해서 크게 변동하지 않고, 실질적으로 일정하게 되어 있는 상태라고도 바꾸어 말할 수 있다. 또 바꾸어 말하면, 유체가 안정되어 있다라는 것은 상기 측정 유량치 Q_T , 측정되는 압력치의 양쪽 모두, 또는 어느 한쪽이 소정치의 범위 내에서, 소정 시간 계속해서 유지되고 있는 상태라고도 말할 수 있다. 또한, 상술한 소정치나, 소정 시간은 공장 출하시 등에 미리 정해 있어도 좋고, 유저가 적당히 설정하는 값이어도 좋다.

[0043] 상기 압력 산출부(6)는 도 2에 도시된 바와 같이 상기 안정 상태 판정부(5)가 유체의 상태가 안정 상태라고 판정하고 있는 경우에, 상기 측정 유량치 Q_T 와 상기 측정 압력치 P_1 에 기초하여, 상기 유체 저항(4)에 대해서 상기 압력 센서(3)가 마련되어 있지 않은 측(타방측)의 압력을 산출하는 것이다. 바꾸어 말하면, 상기 압력 산출부(6)는 상기 열식 유량 센서(1)로 측정되는 측정 유량치 Q_T 와 상기 유체 저항(4)의 하류에 추가로 압력 센서(3)가 마련되어 압력식 유량계로서 구성된 경우에 측정될 유량치가 동일해지는 것을 이용하여, 압력 센서(3)가 마련되지 않고, 압력의 실측정이 행해지지 않은 상기 유체 저항(4)의 하류측의 압력을 산출하도록 구성되어 있다. 보다 구체적으로는, 상기 압력 산출부(6)는 이하의 식 2에 기초하여 상기 유체 저항(4)의 하류측의 압력을 산출하는 것이다.

[0044]
$$Q_T = k_p(P_1^2 - P_2^2) \dots \text{식 2}$$

[0045] 여기서, Q_T : 상기 열식 유량 센서(1)로 측정되는 측정 유량치, k_p : 상기 유체 저항(4)에 의해 정해지는 압력으로부터 유량으로의 변환 계수, P_1 : 상기 압력 센서(3)로 측정되는 상기 유체 저항(4)의 상류측의 측정 압력치, P_2 : 상기 유체 저항(4)의 하류측 압력치로서, 미지의 값이다. 즉, 압력과 유량의 관계로부터 하류측 압력치를 산출하도록 되어 있다.

[0046] 또한, 식 2에 대해서 설명하면, 상기 유로(ML)를 흐르는 유체의 유량을, 열식, 압력식이라는 다른 측정 방식에 의해 측정했을 경우에서도 동일한 값이 출력된다고 하는 전제(前提)로부터 도출되는 것으로, 좌변(左邊)이 열식에 의해 측정되는 유량치, 우변(右邊)이 압력식에 의해 측정될 유량치를 나타낸다. 상기 압력 산출부(6)는 상기 안정 상태 판정부(5)에 의해 유체가 안정 상태라고 판단되고 있을 때, 이 식 2에 기초하여 상기 유체 저항(4)의 하류측의 압력을 추정하고 있으므로, 식 2의 전체인 각 유량의 값이 동일하다고 하는 조건을 충족시킨다. 예를 들면, 어떠한 원인으로 외란이 들어오고, 각각의 방식으로 측정되는 유량치가 다른 경우에 있어서, 상기 유체 저항(4)의 하류측의 압력인 산출 압력치 P_2 를 출력하는 것이 없기 때문에, 정밀도 좋게 압력의 추정을 행할 수 있다. 또, 상기 유체 저항(4)의 하류측의 압력이 한 번 산출되면, 그 산출된 산출 압력치 P_2 는 메모리상에 형성된 산출 압력치 기억부(도시하지 않음)에 계속 유지되게 되고, 이후는 예를 들면 유체의 안정 상태가 무너질 때까지는, 새로 산출 압력치 P_2 를 다시 산출하지 않도록 상기 압력 산출부(6)는 구성되어 있다. 그리고 유체가 안

정 상태가 아니게 되었을 경우에는, 상기 안정 상태 판정부(5)에 의해 유체가 안정 상태라고 판정되었을 경우에 다시 상기 산출 압력치의 산출을 상기 압력 산출부(6)는 행하도록 하고 있다. 또한, 소정 시간 마다에 유체가 안정적인지 여부를 판정하고, 안정한 경우에 상기 압력 산출부(6)가 산출하는 산출 압력치를, 산출 압력치 기억부에 갱신하여 계속 유지 시키도록 하여도 상관없다.

[0047] 상기 유량 산출부(7)는 상기 압력 센서(3)로 측정되는 상기 유체 저항(4)의 상류측의 압력인 측정 압력치 P_1 와, 상기 압력 산출부(6)로 산출된 상기 압력 저항의 하류측의 압력인 산출 압력치 P_2 에 기초하여 상기 유로(ML)를 흐르는 유체의 유량을 산출하는 것이다. 즉, 상기 유량 산출부(7)로 산출되는 산출 유량치 Q_p 는 이하의 식 3에 기초하여 산출하도록 되어 있다.

[0048] $Q_p = k_p(P_1^2 - P_2^2) \dots$ 식 3

[0049] 여기서, Q_p : 상기 유량 산출부(7)로 산출되는 압력에 기초한 산출 유량치, k_p : 상기 유체 저항(4)에 의해 정해지는 압력으로부터 유량으로의 변환 계수, P_1 : 상기 압력 센서(3)로 측정되는 상기 유체 저항(4)의 상류측의 측정 압력치, P_2 : 상기 압력 산출부(6)로 산출된 후, 유지되고 있는 상기 유체 저항(4)의 하류측의 산출 압력치이다.

[0050] 또한, 상기 유량 산출부(7)는 상기 압력 산출부(6)에 의해 상기 유체 저항(4)의 하류측의 압력이 산출될 때까지는, 미리 정해 둔 규정 압력치와 상기 식 3에 기초하여 산출 유량치 Q_p 를 산출하도록 구성되어 있다.

[0051] 이와 같이, 상기 유량 산출부(7)는 상기 압력 산출부(6)로 정밀도가 좋게 산출된 산출 압력치 P_2 와 현재 압력 센서(3)로 측정되고 있는 측정 압력치 P_1 만으로 상기 열식 유량 센서(1)와는 독립으로 신뢰할 수 있는 산출 유량치 Q_p 를 출력할 수 있다.

[0052] 상기 이상 진단부(8)는 상기 열식 유량 센서(1)에 의해 측정되는 상기 측정 유량치 Q_t 와, 상기 유량 산출부(7)가 산출하는 산출 유량치 Q_p 에 기초하여 당해 측정 유량치 Q_t 의 이상을 진단하는 것이다. 보다 구체적으로는, 이 이상 진단부(8)는 상기 측정 유량치 Q_t 와 상기 산출 유량치 Q_p 의 편차의 절대치가 소정치 이상으로 되었을 경우에, 당해 측정 유량치 Q_t 에 이상이 있다고 진단하도록 구성되어 있다. 여기서, 소정치는 이 매스 플로우 컨트롤러(100)로 흐르는 유체의 유량의 허용할 수 있는 오차에 기초하여 설정해 두는데, 예를 들면, 목표 유량치 Q_t 의 1% 등의 값으로 설정한다. 즉, 상기 이상 진단부(8)는 측정 유량치 Q_t 에 단지 이상이 발생해 있는지 여부를 판정할 뿐만 아니라, 그 이상(異常)으로 생겨 있는 오차가 유량 제어에 있어서 허용할 수 있는 오차인지 여부도 판정하고 있게 된다. 따라서 상기 소정치는 사용 목적 등에 따라 적당히 변경해 진단 기준을 사용 조건에 적절한 것으로 조절할 수 있다. 또, 상기 유체 저항(4)의 하류측 압력을 실측하고 있지 않기는 하지만, 상기 압력 산출부(6), 상기 유량 산출부(7)로도 설명한 것처럼, 상기 산출 압력치 P_2 및 상기 산출 유량치 Q_p 는 안정 상태 판정부(5)가 유체는 안정 상태에 있다고 판정하고 있는 상태로 산출된 것이므로, 정밀도 좋게 추정되고 있고, 이상의 진단 기준으로서도 이용할 수 있다. 또한, 여기서 설명한 소정치도 사용 상태 등에 따라서 유저가 적당히 설정해도 상관없다.

[0053] 이와 같이 구성된 매스 플로우 컨트롤러(100)의 측정 유량치 Q_t 의 진단에 관한 동작에 대해서 도 3의 순서도와 도 4의 그래프를 참조하면서 설명한다.

[0054] 우선, 상기 밸브 제어부(21)에 의해, 상기 열식 유량 센서(1)로 측정되는 측정 유량치 Q_t 와 목표 유량치 Q_r 의 편차가 작아지도록 상기 유량 제어 밸브(2)의 개도 제어가 개시된다(스텝 S1). 유량 제어가 개시되면, 상기 안정 상태 판정부(5)는 유체가 안정 상태에 있는지 여부를 판정을 개시한다(스텝 S2). 상기 안정 상태 판정부(5)는 측정 유량치 Q_t 와 목표 유량치 Q_r 의 편차가 소정치 이하인 상태가 소정 시간 이상 계속된 경우에, 안정 상태라고 판정하고(스텝 S3), 안정 상태라고 판정된 시점에서의 측정 유량치 Q_t 와 상기 압력 센서(3)로 측정된 측정 압력치 P_1 에 의해, 상기 압력 산출부(6)가 상기 유체 저항(4)의 하류측의 압력인 산출 압력치 P_2 를 산출한다(스텝 S4). 상기 압력 산출부(6)로 산출 압력치 P_2 가 산출되고 나서는, 상기 유량 산출부(7)는 상기 압력 센서(3)로 측정되고, 측차 변화하는 측정 압력치 P_1 와, 상기 압력 산출부(6)로 산출된 이후는 고정된 값으로서 취급하는 산

출 압력치 P_2 에 기초하여, 열식 유량 센서(1)와는 별개로 산출 유량치 Q_p 를 산출한다(스텝 S5). 또한, 상기 압력 산출부(6)에 있어서 산출 압력이 산출될 때까지는, 미리 정한 규정 압력치를 대신에 사용하고, 상기 유량 산출부(7)는 산출 유량치 Q_p 를 출력하고 있다. 이 때문에, 도 4에 도시된 것처럼 유량 제어 개시 후부터 안정 상태로 들어가, 산출 압력치 P_2 가 산출될 때까지는, 측정 유량치 Q_t 와 산출 유량치 Q_p 에는 오프셋이 생긴 상태로 되어 있다. 상기 유량 산출부(7)가 산출 압력치 P_2 를 이용해 산출 유량치 Q_p 를 산출하게 되고 나서는, 측정 유량치 Q_t 와의 오프셋이 거의 없어진다. 상기 유량 산출부(7)가 산출 압력을 이용해 산출 유량치 Q_p 를 산출하게 되고 나서는, 상기 이상 진단부(8)는 측정 유량치 Q_t 와 산출 유량치 Q_p 를 비교하고(스텝 S6), 이러한 편차가 소정치 이상으로 되었을 경우에(스텝 S7), 열식 유량 센서(1)로 측정되어 상기 유량 제어 밸브(2)에 피드백되어 있는 측정 유량치 Q_t 에 허용할 수 있는 것 이상의 이상이 생겨 있다고 판정한다(스텝 S8). 상기 이상 진단부(8)로 이상의 발생이 판정되면, 예를 들면, 열식 유량 센서(1)를 구성하는 부품의 체크나 막힘 체크 등의 메인テナンス 작업이 작업자에 의해 행해진다.

[0055] 이와 같이 제1 실시 형태의 매스 플로우 컨트롤러(100) 및 진단 장치(200)에 의하면, 본래라면 열식 유량 센서(1)와의 비교용으로 압력식 유량계를 구성하기 위해서, 상기 유체 저항(4)의 상류측, 하류측의 양쪽 모두에 압력 센서(3)를 마련하는 곳을, 편측에만 장착하여 부품 점수, 특히 센서의 수를 줄이면서, 측정 유량치 Q_t 의 이상을 진단할 수 있다. 또한, 압력 센서(3)가 설치되지 않은 상기 유체 저항(4)의 하류측의 압력인 산출 압력치 P_2 에 대해서는, 상기 유로(ML)를 흐르는 유체의 상태가 안정 상태에 있을 때의, 측정 유량치 Q_t , 측정 압력치 P_1 에 기초하여 추정하도록 하고 있으므로, 센서를 줄였음에도 불구하고, 거의 동등의 정밀도로 압력에 기초한 산출 유량치 Q_p 를 산출할 수 있다. 즉, 산출 유량치 Q_p 가, 상기 유로(ML)를 흐르는 유체의 실제 유량과 거의 동일한 것으로 하는 것이 되어 있으므로, 열식 유량 센서(1)로 측정되는 측정 유량치 Q_t 의 이상을 진단하기 위한 비교 기준으로서 이용했을 경우, 이상에 의해 어느 정도의 오차가 생겨 있는지라고 하는 정량적인 평가를 행할 수 있다. 따라서 단지 이상이 일어나고 있는 것을 안다고 하는 대략적인 진단이 아니고, 이상이 일어나고 있어도 허용할 수 있는 범위이면 이상으로 간주하지 않는 등의 세밀한 평가를 행할 수 있어, 사용 조건에 맞춘 진단을 행할 수 있다.

[0056] 다음으로 본 발명의 제2 실시 형태에 대해서 도 5를 참조하면서 설명한다. 또한, 제1 실시 형태에 대응하는 부재에는 동일한 부호를 부여하는 것으로 한다.

[0057] 상기 제1 실시 형태에서는, 상기 유체 저항(4)의 상류측에만 압력 센서(3)를 마련하고 있었지만, 반대로 하류측에만 압력 센서(3)를 마련해 두고, 상기 압력 산출부(6)로 상기 유체 저항(4)의 상류측의 미지의 압력을 산출하도록 해도 상관없다. 이와 같은 것이어도 제1 실시 형태의 매스 플로우 컨트롤러(100)와 마찬가지로 정밀도 좋게 정량적으로 측정 유량치 Q_t 에 생겨 있는 이상을 진단할 수 있다. 또, 제2 실시 형태에 제시된 바와 같이, 열식 유량 센서(1), 유체 저항(4), 압력 센서(3), 유량 제어 밸브(2)의 순서로 유로(ML)의 상류로부터 순서대로 마련해도 상관없다. 즉, 상기 유량 측정 기구, 상기 유량 제어 밸브(2), 상기 압력 센서(3) 및 상기 유체 저항(4)의 유로(ML)를 따라서 늘어서 있는 순서는 특히 한정되는 것은 아니다.

[0058] 그 외의 실시 형태에 대해서 설명한다.

[0059] 상기 각 실시 형태에서는 매스 플로우 컨트롤러로서 유량 제어 장치가 구성된 것을 예로서 들었지만, 각 부품을 패키지화하지 않고 마찬가지로 유량 제어 장치를 구성해도 상관없다. 또, 상기 안정 상태 판정부, 상기 압력 산출부, 상기 유량 산출부, 상기 이상 진단부로서의 기능을 발휘하기 위한 진단용 프로그램을 기록 매체 등으로부터, 기존의 매스 플로우 컨트롤러를 구성하는 컴퓨터에 인스톨함으로써, 진단에 관한 구성을 추가해도 상관없다. 또한, 상기 안정 상태 판정부를 생략하고, 상기 압력 산출부가 상기 유체의 상태에 관련되지 않고, 산출 압력치를 산출함과 아울러, 상기 이상 진단부가 이상 진단을 행하도록 유량 제어 장치 및 진단 장치를 구성해도 좋다. 또, 열식 유량 센서 또는 압력식 유량 센서 등의 유량 측정 기구가 단체(單體)로 유로에 마련되어 있고, 이 유량 측정 기구가 측정하는 측정 유량치에 이상이 발생하고 있지 않은지 여부를, 상기 진단 장치를 이용해 진단해도 상관없다.

[0060] 상기 유량 측정 기구는 열식 유량 센서에 한정되는 것이 아니고, 그 외의 압력식이나 다른 측정 원리를 이용한 센서여도 상관없다. 상기 안정 상태 판정부는 측정 유량치와 목표 유량치의 편차에 기초하여 안정 상태인지 여부를 판정하는 것이 아니고, 예를 들면, 상기 압력 센서로 측정되는 압력치에 기초하여 판정을 행하는 것이어도

상관없다. 상기 이상 진단부는 측정 유량치에 이상이 생겨 있는지 여부를 진단하는 것이었지만, 예를 들면, 측정 유량치에 이상이 생겨 있는 원인 등까지 진단하는 것이어도 상관없다. 상기 유체 저항은 상기 열식 유량 센서의 층류 소자여도 상관없다. 즉, 상기 유로 내에 층류 소자와 유체 저항을 따로 따로 마련하는 것이 아니라, 공통화해도 좋다. 이 경우, 압력 센서는 상기 층류 소자의 상류 또는 하류에 마련해 있으면 좋다. 더하여, 상기 실시 형태에서 제시한 유량의 산출식은 일례이며, 사용 조건 등에 따라서 적절한 산출식을 이용하면 좋다.

[0061] 그 외, 본 발명의 취지에 반하지 않는 한에 있어서, 다양한 변형이나 실시 형태의 조합을 행해도 상관없다.

산업상 이용가능성

[0062] 본 발명의 유량 제어 장치, 유량 제어 기구, 또는 당해 유량 측정 기구를 구비한 유량 제어 장치에 이용되는 진단 장치 및 기록 매체에 기록되어 있는 진단용 프로그램이면, 이상 진단을 행하기 위한 구성으로서 피드백 제어에 이용되는 측정 유량치를 출력하는 유량 측정 기구 외에, 1개만 센서를 마련하는 것만으로 충분히 부품 점수를 줄여, 제조 비용의 상승을 억제할 수 있다.

[0063] 이에 더하여, 유체가 안정 상태에 있을 때의 측정 유량치와 측정 압력치에 기초하여 산출 압력치 및 산출 유량치를 산출함으로써, 산출 유량치를 정밀도 좋게 산출할 수 있으므로, 종래에 비해 진단용 센서수가 적어도 동등 이상의 정밀도로 측정 유량치의 이상을 진단하는 것이 가능하다.

부호의 설명

[0064] 100: 매스 플로우 컨트롤러(유량 제어 장치)

200: 진단 장치

1: 열식 유량 센서(유량 측정 기구)

13: 층류 소자

2: 유량 제어 밸브

21: 밸브 제어부

3: 압력 센서

4: 유체 저항

5: 안정 상태 판정부

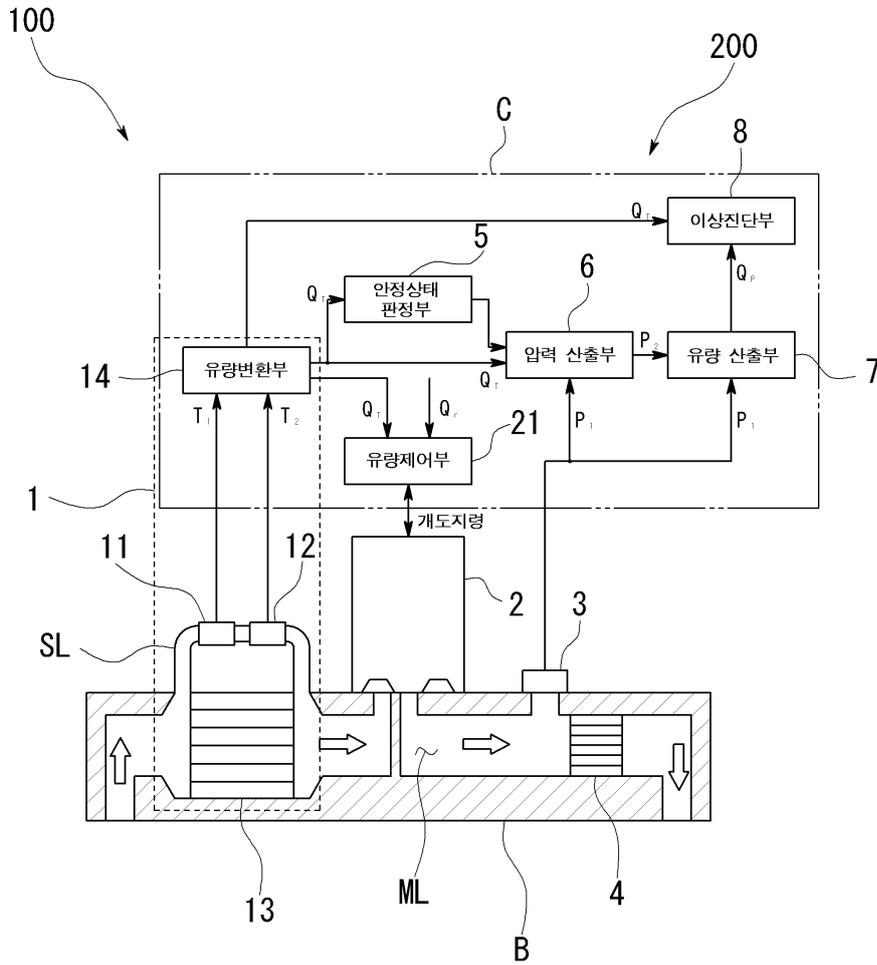
6: 압력 산출부

7: 유량 산출부

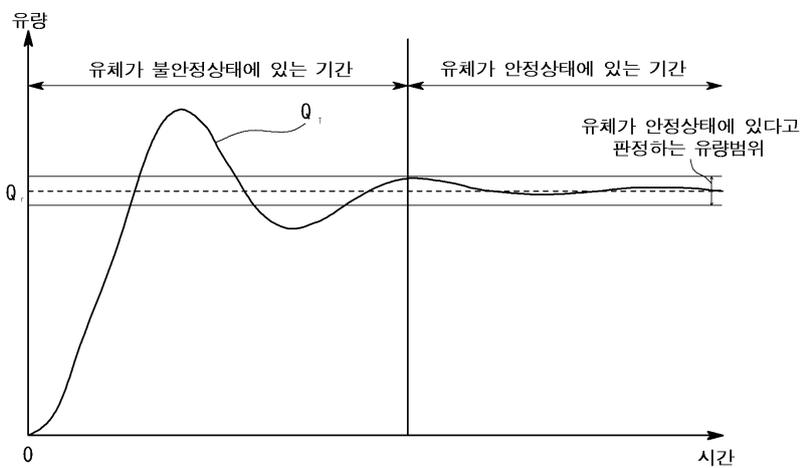
8: 이상 진단부

도면

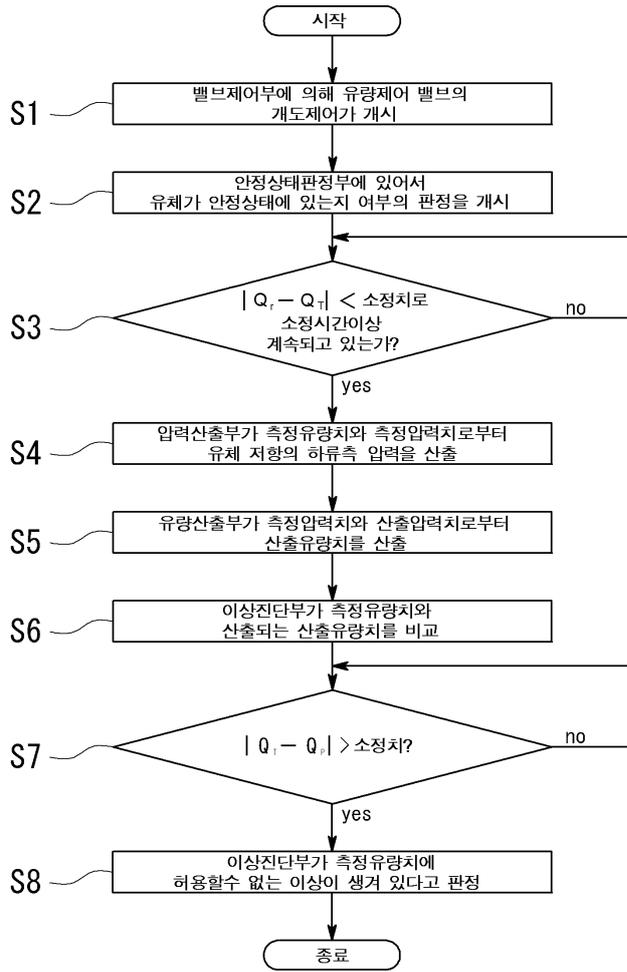
도면1



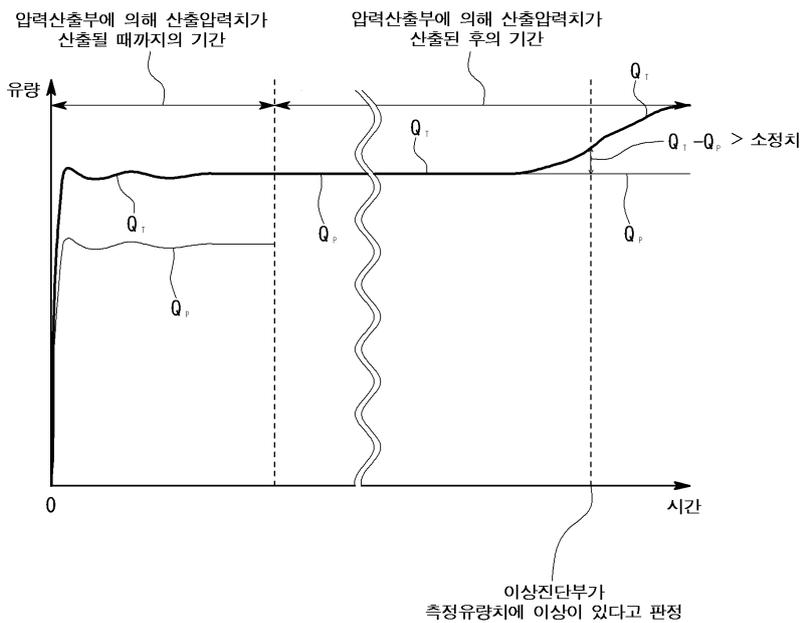
도면2



도면3



도면4



도면5

