(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0007170
(43) 공개일자 2024년01월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 7/06 (2006.01) *G05D 16/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G05D 7/06 (2013.01)
G05D 16/028 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2023-7039839
(22) 출원일자(국제) 2022년03월11일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년11월20일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/010980
(87) 국제공개번호 WO 2022/239447
국제공개일자 2022년11월17일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-081562 2021년05월13일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 호리바 에스텍
일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코타테쵸 11반지 5
(72) 발명자
마츠우라 가즈히로
일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코타테쵸 11반지 5 가부시키가이샤 호리바 에스텍 내
나가이 겐타로
일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코타테쵸 11반지 5 가부시키가이샤 호리바 에스텍 내
마츠모토 소타
일본 교토후 교토시 미나미쿠 가미토바 호코타테쵸 11반지 5 가부시키가이샤 호리바 에스텍 내
(74) 대리인
특허법인태평양

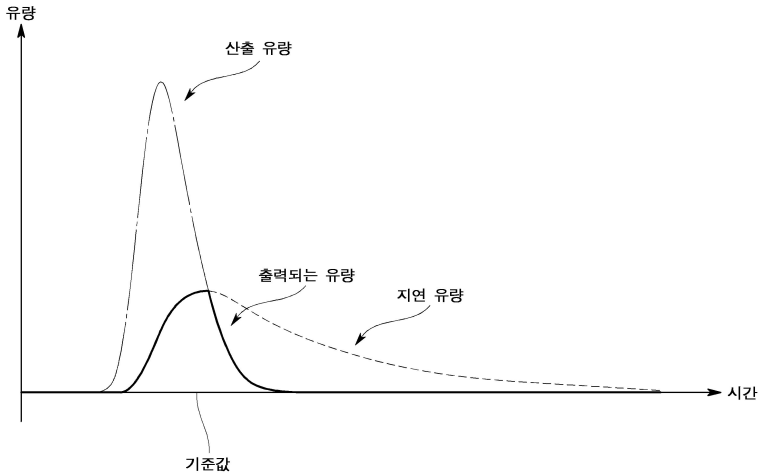
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **유체 제어 장치, 유체 제어 시스템, 유체 제어 장치용 프로그램, 및 유체 제어 방법**

(57) 요 약

예기치 않게 출력되는 유량을 억제하면서도, 출력되는 유량을 신속하게 안정시킬 수 있도록, 상류측에서부터 유체 제어 밸브(1), 상류측 압력 센서(21), 유체 저항 소자(22), 및 하류측 압력 센서(23)가 이 순서로 늘어서서 마련되어 있는 유체 제어 장치(100)로서, 상류측 압력 센서(21) 및 하류측 압력 센서(22)의 측정 압력에 기초하여 유량을 산출하는 실제 유량 산출부(24)와, 실제 유량 산출부(24)에 의해 산출된 산출 유량에 응답 지연을 발생시켜 지연 유량을 산출하는 지연 유량 산출부(4)와, 미리 정해진 기준값과 산출 유량과의 절대차, 및 기준값과 지연 유량과의 절대차를 비교하여, 그 절대차가 작은 쪽의 산출 유량 또는 지연 유량을 출력하는 유량 출력부(5)를 구비하도록 했다.

대 표 도



명 세 서

청구범위

청구항 1

상류측에서부터 유체 제어 밸브, 상류측 압력 센서, 유체 저항 소자, 및 하류측 압력 센서가 이 순서로 늘어서서 마련되어 있는 유체 제어 장치로서,

상기 상류측 압력 센서 및 상기 하류측 압력 센서의 측정 압력에 기초하여 유량을 산출하는 실제 유량 산출부와,

상기 실제 유량 산출부에 의해 산출된 산출 유량에 응답 지연을 발생시켜 지연 유량을 산출하는 지연 유량 산출부와,

미리 정해진 기준값과 상기 산출 유량과의 절대차, 및 상기 기준값과 상기 지연 유량과의 절대차를 비교하여, 그 절대차가 작은 쪽의 상기 산출 유량 또는 상기 지연 유량을 출력하는 유량 출력부를 구비하는 것을 특징으로 하는 유체 제어 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 기준값을 소정의 시간 간격으로 갱신하는 기준값 갱신부를 더 구비하는, 유체 제어 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 기준값 갱신부가, 소정 시간에 걸쳐 상기 산출 유량을 샘플링함과 아울러, 이들의 산출 유량과 상기 기준값과의 절대차가 상기 소정 시간에 걸쳐 갱신 임계값을 하회했을 경우에, 샘플링한 상기 산출 유량 중 하나를 새로운 상기 기준값으로서 갱신하는, 유체 제어 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 산출 유량과 상기 기준값과의 절대차가 소정 시간에 걸쳐 안정 상태 임계값을 하회했을 경우에, 상기 산출 유량이 안정 상태에 있다고 판정하는 안정 상태 판정부를 더 구비하고,

상기 안정 상태 판정부에 의해 안정 상태라고 판정된 후에, 상기 기준값 갱신부에 의한 상기 산출 유량의 샘플링이 개시되는, 유체 제어 장치.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유량 출력부에 상기 절대차의 비교를 시킬지 아닐지를 전환하는 전환부를 더 구비하는, 유체 제어 장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 전환부가, 상기 유체 제어 밸브가 닫힘 상태에 있고, 또한 상기 산출 유량과 상기 기준값과의 절대차가 유효 판단 임계값을 하회했을 경우에, 상기 유량 출력부에 의한 기능을 유효로 하는, 유체 제어 장치.

청구항 7

청구항 5 또는 청구항 6에 있어서,

상기 전환부가, 상기 유체 제어 밸브가 열림 상태에 있고, 또한 상기 상류측 압력 센서의 측정 압력으로부터 상

기 하류측 압력 센서의 측정 압력을 뺀 값이 무효 판단 임계값을 상회했을 경우에, 상기 유량 출력부에 의한 기능을 무효로 하는, 유체 제어 장치.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지연 유량 산출부에 의해 발생시키는 응답 지연의 시정수가, 상기 유체 저항 소자에 상류측에서부터 하류측을 향하여 유체가 흐르는 경우와, 그 역방향으로 유체가 흐르는 경우에서 서로 상이한, 유체 제어 장치.

청구항 9

주유로에 접속됨과 아울러, 병렬로 마련된 복수의 지유로의 일부 또는 전부에 청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 기재된 유체 제어 장치가 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 유체 제어 시스템.

청구항 10

상류측에서부터 유체 제어 밸브, 상류측 압력 센서, 유체 저항 소자, 및 하류측 압력 센서가 이 순서로 늘어서서 마련되어 있는 유체 제어 장치에 이용되는 프로그램으로서,

상기 상류측 압력 센서 및 상기 하류측 압력 센서의 측정 압력에 기초하여 유량을 산출하는 실제 유량 산출부와,

상기 실제 유량 산출부에 의해 산출된 산출 유량에 응답 지연을 발생시켜 지연 유량을 산출하는 지연 유량 산출부와,

미리 정해진 기준값과 상기 산출 유량과의 절대차, 및 상기 기준값과 상기 지연 유량과의 절대차를 비교하여, 그 절대차가 작은 쪽의 상기 산출 유량 또는 상기 지연 유량을 출력하는 유량 출력부로서의 기능을 컴퓨터에 발휘시키는 것을 특징으로 하는 유체 제어 장치용 프로그램.

청구항 11

상류측에서부터 유체 제어 밸브, 상류측 압력 센서, 유체 저항 소자, 및 하류측 압력 센서가 이 순서로 늘어서서 마련되어 있는 유체 제어 장치를 이용한 유체 제어 방법으로서,

상기 상류측 압력 센서 및 상기 하류측 압력 센서의 측정 압력에 기초하여 유량을 산출하는 실제 유량 산출 스텝과,

상기 실제 유량 산출 스텝에 의해 산출된 산출 유량에 응답 지연을 발생시켜 지연 유량을 산출하는 지연 유량 산출 스텝과,

미리 정해진 기준값과 상기 산출 유량과의 절대차, 및 상기 기준값과 상기 지연 유량과의 절대차를 비교하여, 그 절대차가 작은 쪽의 상기 산출 유량 또는 상기 지연 유량을 출력하는 스텝을 구비하는 유체 제어 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유체 제어 장치 등에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래의 유체 제어 장치로서는, 특허 문헌 1에 나타내는 것처럼, 상류측에서부터 유체 제어 밸브, 상류측 압력 센서, 유체 저항 소자, 및 하류측 압력 센서가 이 순서로 늘어서서 마련된 차압식의 매스 플로우 컨트롤러가 있다.

[0003] 여기서, 예를 들면 반도체 제조 시스템에 있어서, 병렬로 마련된 복수 개의 유로 중 적어도 1개에 상술한 매스 플로우 컨트롤러가 배치되어 있고, 이들 유로의 하류가 예를 들면 프로세스 챔버에 접속된 프로세스 유로에 접속된 구성을 생각한다.

[0004] 이러한 시스템에 있어서, 유체 제어 밸브가 닫혀져 있는 상태에서 프로세스 유로에 대유량이 흐르면, 프로세스

유로로부터 매스 플로우 컨트롤러에 유체가 역류하는 경우가 있다. 그렇게 하면, 하류측 압력 센서에 의한 측정 압력이 증대되고, 이것과는 유체 저항 소자에 기인하는 시간차를 두고 상류측 압력 센서에 의한 측정 압력이 증대된다. 그 결과, 상류측 압력 센서 및 하류측 압력 센서의 측정 압력에 차가 생기므로, 유체 제어 밸브를 닫고 있음에도 불구하고, 그 압력차에 따른 예기치 않은 유량이 측정값으로서 출력되어 버린다.

[0005] 이와 같이, 유량이 예기치 않게 출력되어 버리는 한 요인으로서, 이하의 것도 들 수 있다.

[0006] 즉, 상술한 시스템에 있어서, 매스 플로우 컨트롤러의 하류에 셧오프 밸브가 마련되어 있고, 이 셧오프 밸브 및 유체 제어 밸브 모두가 닫혀져 있는 상태로부터, 셧오프 밸브를 열면, 매스 플로우 컨트롤러의 내부 등에 잔존하는 유체가 프로세스 유로로 흘러 나온다. 그렇게 하면, 하류측 압력 센서에 의한 측정 압력이 감소되고, 이것과는 유체 저항 소자에 기인하는 시간차를 두고 상류측 압력 센서의 측정 압력이 감소된다. 그 결과, 상류측 압력 센서 및 하류측 압력 센서의 측정 압력에 차가 생기므로, 유체 제어 밸브를 닫고 있음에도 불구하고, 그 압력차에 따른 유량이 출력되어 버린다.

[0007] 또한, 이러한 문제는 반도체 제조 시스템에 한정하지 않고, 다양한 유체 제어 시스템에 있어서 일어날 수 있는 것이다.

[0008] 이에, 예기치 않게 출력되는 유량을 억제하는 방법으로서, 예를 들면 로우 패스 필터를 이용하여 출력되는 유량에 일차 지연을 발생시키는 것을 생각할 수 있다.

[0009] 그렇지만, 이 경우는, 출력되는 유량을 억제할 수 있지만, 출력되는 유량에 시간적인 지연을 발생시키고 있으므로, 유량이 안정될 때까지의 시간이 길어지는 등 별개의 문제가 생긴다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 : 일본 공개특허공보 제2016-102807호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 이에 본 발명은, 상기의 문제점을 해결할 수 있도록 이루어진 것으로, 예기치 않게 출력되는 유량을 억제하면서도, 출력되는 유량을 신속하게 안정시키는 것을 그 주된 과제로 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 즉, 본 발명에 따른 유체 제어 장치는, 상류측에서부터 유체 제어 밸브, 상류측 압력 센서, 유체 저항 소자, 및 하류측 압력 센서가 이 순서로 늘어서서 마련되어 있는 유체 제어 장치로서, 상기 상류측 압력 센서 및 상기 하류측 압력 센서의 측정 압력에 기초하여 유량을 산출하는 실제 유량 산출부와, 상기 실제 유량 산출부에 의해 산출된 산출 유량에 응답 지연을 발생시켜 지연 유량을 산출하는 지연 유량 산출부와, 미리 정해진 기준값과 상기 산출 유량과의 절대차, 및 상기 기준값과 상기 지연 유량과의 절대차를 비교하여, 그 절대차가 작은 쪽의 상기 산출 유량 또는 상기 지연 유량을 출력하는 유량 출력부를 구비하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0013] 이러한 유체 제어 장치에 의하면, 유량 출력부가, 산출 유량 또는 지연 유량 중 기준값과의 절대차가 작은 쪽의 유량을 출력하므로, 예기치 않은 유량이 출력되는 경우(이하, 이 현상을 버스트라고도 함), 처음에는 산출 유량보다도 기준값에 가까운 지연 유량이 출력된다. 그 후, 산출 유량의 쪽이 신속하게 안정되므로, 어느 시점에 있어서 산출 유량이 지연 유량을 추월하여 기준값에 가까워지게 되고, 그 시점부터는, 신속하게 안정되는 산출 유량이 출력되게 된다.

[0014] 이와 같이, 본 발명에 따른 유체 제어 장치에 의하면, 버스트가 일어난 시작 중에는 산출 유량보다도 기준값에 가까운 지연 유량을 출력하고, 기준값과의 절대차가 역전된 어느 시점부터는 신속하게 안정되는 산출 유량을 출력하므로, 예기치 않게 출력되는 유량을 억제하면서도, 출력되는 유량을 신속하게 안정시키는 것이 가능해진다.

[0015] 그런데, 유체 제어 밸브가 닫혀져 있는 상태에 있어서는, 출력되는 산출 유량(즉, 출력값)은 제로가 될 것이며, 언뜻 보면, 상술한 기준값으로서는 제로로 설정해 두면 된다고 생각된다.

[0016] 그렇지만, 유체 제어 밸브가 닫혀져 있는 상태에 있어서의 출력값은, 경시적으로 약간 변동될 수 있다.

[0017] 이것으로부터, 도 9에 나타내는 것처럼, 만일 유체 제어 밸브가 닫혀져 있는 상태에 있어서의 출력값이 제로보다도 작은 값으로 시프트됐을 경우, 기준값이 제로로 설정되어 있는 상태에서는, 버스트가 일어난 시작 중에는, 산출 유량의 쪽이 지연 유량보다도 제로에 가깝게 되므로, 산출 유량이 출력되어 버려, 출력되는 유량의 파형(도 9에 있어서의 실선)이 찌그러지게 된다.

[0018] 이에, 상기 기준값을 소정의 시간 간격으로 갱신하는 기준값 갱신부를 더 구비하는 것이 바람직하다.

[0019] 이러한 구성이면, 기준값을 적절한 값으로 계속 설정할 수 있어, 적절한 파형을 출력시킬 수 있다.

[0020] 상기 기준값 갱신부가 소정 시간에 걸쳐 상기 산출 유량을 샘플링함과 아울러, 이들의 산출 유량과 상기 기준값과의 절대차가 상기 소정 시간에 걸쳐 갱신 임계값을 하회했을 경우에, 샘플링한 상기 산출 유량 중 하나를 새로운 상기 기준값으로서 갱신하는 것이 바람직하다.

[0021] 이러한 구성이면, 유체 제어 밸브가 닫혀져 있는 상태에 있어서의 그때그때의 안정된 출력값을 기준값으로서 갱신할 수 있다.

[0022] 예를 들면, 유체 제어 장치의 상류측에 마련된 셧오프 밸브나 유체 제어 밸브를 닫은 직후는, 산출 유량이 바로는 안정되지 않고, 그 과도(過渡) 상태에 있어서 기준값이 설정 혹은 갱신되어 버리면, 안정되어 있지 않은 상태에 있어서 출력된 산출 유량이 기준값으로서 설정될 우려가 있다.

[0023] 이에, 상기 산출 유량과 상기 기준값과의 절대차가 소정 시간에 걸쳐 안정 상태 임계값을 하회했을 경우에, 상기 산출 유량이 안정 상태에 있다고 판정하는 안정 상태 판정부를 더 구비하고, 상기 안정 상태 판정부에 의해 안정 상태라고 판정된 후에, 상기 기준값 갱신부에 의한 상기 산출 유량의 샘플링이 개시되는 것이 바람직하다.

[0024] 이러한 구성이면, 산출 유량이 안정될 때까지는 기준값 갱신부에 의한 산출 유량의 샘플링이 개시되지 않고, 안정되어 있지 않은 상태에 있어서의 산출 유량이 기준값으로서 설정되어 버리는 것을 막을 수 있다.

[0025] 상술한 것처럼, 유체 제어 밸브를 닫은 직후는 산출 유량이 불안정하므로, 이 시점에서는 유량 출력부에 의한 기능은 발휘되지 않는 쪽이 바람직하다.

[0026] 한편, 유체 제어 밸브를 연 직후는, 내부에 잔존하는 유체가 상류측으로 역류하여 마이너스측의 유량이 예기치 않게 출력될 우려가 있는 바, 이 버스트를 억제할 수 있도록 유량 출력부에 의한 기능을 발휘시킨 채로 두는 것이 바람직하다.

[0027] 이에, 상기 유량 출력부에 상기 절대차의 비교를 시킬지 아닐지를 전환하는 전환부를 더 구비하는 것이 바람직하다.

[0028] 이러한 구성이면, 유량 출력부에 의한 기능을 적절한 타이밍에서 유효 또는 무효로 할 수 있다.

[0029] 상기 전환부가, 상기 유체 제어 밸브가 닫힘 상태에 있고, 또한 상기 산출 유량과 상기 기준값과의 절대차가 유효 판단 임계값을 하회했을 경우에, 상기 유량 출력부에 의한 기능을 유효로 하는 것이 바람직하다.

[0030] 이러한 구성이면, 유체 제어 밸브를 닫은 직후에 있어서, 산출 유량이 안정된 후에 유량 출력부에 의한 기능을 유효로 할 수 있다.

[0031] 상기 전환부가, 상기 유체 제어 밸브가 열림 상태에 있고, 또한 상기 상류측 압력 센서의 측정 압력으로부터 상기 하류측 압력 센서의 측정 압력을 뺀 값이 무효 판단 임계값을 상회했을 경우에, 상기 유량 출력부에 의한 기능을 무효로 하는 것이 바람직하다.

[0032] 이러한 구성이면, 유체 제어 밸브를 연 직후에 있어서, 내부에 잔존하는 유체의 역류에 의한 버스트가 일어날 우려가 없어진 후에 유량 출력부에 의한 기능을 무효로 할 수 있고, 바꾸어 말하면, 상술한 역류에 의한 버스트를 억제할 수 있다.

[0033] 유저가 버스트를 어느 정도 억제하려고 하는지는, 플러스측에 나타나는 버스트와 마이너스측에 나타나는 버스트에 의해 상이한 경우가 있다.

[0034] 이러한 요망에 대응하기 위해서는, 상기 지연 유량 산출부에 의해 발생시키는 응답 지연의 시정수가, 상기 유체 저항 소자에 상류측에서부터 하류측을 향하여 유체가 흐르는 경우와, 그 역방향으로 유체가 흐르는 경우에서 서로 상이한 것이 바람직하다.

[0035] 또, 본 발명에 따른 유체 제어 시스템은, 주(主)유로에 접속됨과 아울러, 병렬로 마련된 복수의 지(枝)유로의 일부 또는 전부에 상술한 유체 제어 장치가 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0036] 이러한 유체 제어 시스템이면, 상술한 유체 제어 장치와 마찬가지의 작용 효과를 달성할 수 있다.

[0037] 또, 본 발명에 따른 유체 제어 장치용 프로그램은, 상류측에서부터 유체 제어 밸브, 상류측 압력 센서, 유체 저항 소자, 및 하류측 압력 센서가 이 순서로 늘어서서 마련되어 있는 유체 제어 장치에 이용되는 프로그램으로서, 상기 상류측 압력 센서 및 상기 하류측 압력 센서의 측정 압력에 기초하여 유량을 산출하는 실제 유량 산출부와, 상기 실제 유량 산출부에 의해 산출된 산출 유량에 응답 지연을 발생시켜 지연 유량을 산출하는 지연 유량 산출부와, 미리 정해진 기준값과 상기 산출 유량과의 절대차, 및 상기 기준값과 상기 지연 유량과의 절대차를 비교하여, 그 절대차가 작은 쪽의 상기 산출 유량 또는 상기 지연 유량을 출력하는 유량 출력부로서의 기능을 컴퓨터에 발휘시키는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0038] 또한, 본 발명에 따른 유체 제어 방법은, 상류측에서부터 유체 제어 밸브, 상류측 압력 센서, 유체 저항 소자, 및 하류측 압력 센서가 이 순서로 늘어서서 마련되어 있는 유체 제어 장치를 이용한 유체 제어 방법으로서, 상기 상류측 압력 센서 및 상기 하류측 압력 센서의 측정 압력에 기초하여 유량을 산출하는 실제 유량 산출 스텝과, 상기 실제 유량 산출 스텝에 의해 산출된 산출 유량에 응답 지연을 발생시켜 지연 유량을 산출하는 지연 유량 산출 스텝과, 미리 정해진 기준값과 상기 산출 유량과의 절대차, 및 상기 기준값과 상기 지연 유량과의 절대차를 비교하여, 그 절대차가 작은 쪽의 상기 산출 유량 또는 상기 지연 유량을 출력하는 스텝을 구비하는 것을 특징으로 하는 방법이다.

[0039] 이러한 유체 제어 장치용 프로그램 및 유체 제어 방법에 의하면, 상술한 유체 제어 장치와 마찬가지의 작용 효과를 달성할 수 있다.

발명의 효과

[0040] 이상에 기술한 본 발명에 의하면, 예기치 않게 출력되는 유량을 억제하면서도, 출력되는 유량을 신속하게 안정시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 유체 제어 시스템의 구성을 나타내는 모식도이다.

도 2는 동일한 실시 형태의 유체 제어 장치의 구성을 나타내는 모식도이다.

도 3은 예기치 않게 출력되는 유량(버스트)을 나타내는 그래프이다.

도 4는 동일한 실시 형태의 제어부의 기능을 나타내는 기능 블록도이다.

도 5는 동일한 실시 형태의 지연 유량 산출부에 의해 산출된 지연 유량을 나타내는 그래프이다.

도 6은 동일한 실시 형태의 유량 출력부에 의해 출력된 유량을 나타내는 그래프이다.

도 7은 동일한 실시 형태의 안정 상태 판정부 및 기준값 갱신부의 동작을 나타내는 순서도이다.

도 8은 동일한 실시 형태의 전환부의 동작을 나타내는 순서도이다.

도 9는 기준값을 제로로 한 채 그대로의 경우에 출력될 수 있는 유량을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 이하에, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 유체 제어 장치에 대해서, 도면을 참조하여 설명한다.

[0043] <장치 구성>

[0044] 본 실시 형태의 유체 제어 장치(100)는, 예를 들면 반도체 제조 프로세스에 이용되는 것으로, 도 1에 나타내는 것처럼, 프로세스 챔버(CH)에 공급되는 유체의 유량을 제어하는 유체 제어 시스템(200)을 구축한다.

[0045] 이 유체 제어 시스템(200)은 병렬로 마련된 복수 개의 유로(L2)(이하, 지유로(L2)라고도 함)의 일부 또는 전부에 상술한 유체 제어 장치(100)가 배치되어 있고, 이들 복수 개의 지유로(L2)의 하류는 예를 들면 프로세스 챔버(CH)에 연통하는 주유로(L1)에 접속되어 있다. 또한, 주유로(L1)는 돌발적으로 유체 제어 장치(100)의 내부보다도 고압이 될 수 있는 유로이다. 또, 지유로(L2)에 있어서의 유체 제어 장치(100)의 상류측 및 하류측에는,

각각에 셧오프 밸브(V1, V2)가 마련되어 있다.

[0046] 유체 제어 장치(100)는, 도 2에 나타내는 것처럼, 상류측에서부터 유체 제어 밸브(1), 상류측 압력 센서(21), 유체 저항 소자(22), 및 하류측 압력 센서(23)가 이 순서로 나란하게 마련되어 있고, 이들의 유체 기기와 함께, 유체 제어 밸브(1)의 제어를 맡는 제어부(C)가 패키지화된 차압식의 매스 플로우 컨트롤러이다. 보다 구체적으로는, 이 매스 플로우 컨트롤러(100)는 내부 유로(L3)가 형성된 블록(B)을 구비하고 있고, 이 블록(B)에 대해서 상술한 각종 유체 기기가 장착됨과 아울러, 이 내부 유로(L3)에는 상술한 주유로(L1)보다도 저압의 유체가 흐르는 것이다. 또한, 유체 제어 장치(100)로서는, 유체 제어 밸브(1)의 상류측에 추가로 압력 센서가 마련되어 있어도 된다.

[0047] 제어부(C)는 CPU, 메모리, A/D 컨버터, D/A 컨버터, 각종 입출력 기기를 구비한 이른바 컴퓨터이며, 도 2에 나타내는 것처럼, 메모리에 격납된 유체 제어 장치용 프로그램이 실행되는 것에 의해 적어도 실제 유량 산출부(24) 및 밸브 제어부(3)로서의 기능을 발휘한다.

[0048] 실제 유량 산출부(24)는 상류측 압력 센서(21), 및 하류측 압력 센서(23)에서 측정되는 측정 압력으로부터 내부 유로(L3)를 흐르는 유체의 유량을 산출한다. 즉, 상류측 압력 센서(21), 유체 저항 소자(22), 하류측 압력 센서(23), 및 유량 산출부는 차압식의 유량 센서(2)를 구성하는 것이다. 이 실제 유량 산출부(24)에 의해 산출된 산출 유량은, 측정 유량으로서 밸브 제어부(3)로 출력된다.

[0049] 밸브 제어부(3)는 유저에 의해 설정되는 설정 유량과 실제 유량 산출부(24)에 의해 산출되는 산출 유량의 편차가 작아지도록 유체 제어 밸브(1)의 개도를 유량 피드백 제어한다.

[0050] 여기서, 상술한 유체 제어 밸브(1)가 닫혀져 있고, 또한, 하류에 마련되어 있은 셧오프 밸브(V2)가 열려져 있는 상태에 있어서, 주유로(L1)에 대유량이 흐르면, 주유로(L1)로부터 지유로(L2)를 통해서 매스 플로우 컨트롤러(100)에 유체가 역류하는 경우가 있다. 그렇게 하면, 하류측 압력 센서(23)에 의한 측정 압력이 증대되고, 이것과는 유체 저항 소자(22)에 기인하는 시간차를 두고 상류측 압력 센서(21)에 의한 측정 압력이 증대된다.

[0051] 그 결과, 상류측 압력 센서(21) 및 하류측 압력 센서(23)의 측정 압력에 차가 생기므로, 도 3의 상단에 나타내는 것처럼, 유체 제어 밸브(1)가 닫혀져 있음에도 불구하고, 그 압력차에 따른 산출 유량이 출력되어 버린다(이하, 이 현상을 버스트라고도 함). 또한, 이 경우의 버스트는 마이너스측에 나타난다.

[0052] 한편, 도 3의 하단에 나타내는 것처럼, 플러스측에 버스트가 나타나기도 하고, 이 한 요인으로서, 이하의 것을 들 수 있다.

[0053] 유체 제어 밸브(1)가 닫혀져 있고, 또한, 매스 플로우 컨트롤러(100)의 하류에 마련되어 있는 셧오프 밸브(V2)가 닫혀져 있는 상태로부터, 이 셧오프 밸브(V2)를 열면, 매스 플로우 컨트롤러(100)의 내부 유로(L3)나 지유로(L2) 등에 잔존하는 유체가 주유로(L1)에 흘러 나온다. 그렇게 하면, 하류측 압력 센서(23)에 의한 측정 압력이 감소되고, 이것과는 유체 저항 소자(22)에 기인하는 시간차를 두고 상류측 압력 센서(21)의 측정 압력이 감소된다.

[0054] 그 결과, 상류측 압력 센서(21) 및 하류측 압력 센서(23)의 측정 압력에 차가 생기므로, 도 3의 하단에 나타내는 것처럼, 유체 제어 밸브(1)를 닫고 있음에도 불구하고, 그 압력차에 따른 산출 유량이 출력되어 버린다.

[0055] 이에, 본 실시 형태의 제어부(C)는, 상술한 버스트를 억제하기 위하여, 도 4에 나타내는 것처럼, 산출 유량에 응답 지연을 발생시킨 지연 유량을 산출하는 지연 유량 산출부(4)로서의 기능을 더 구비하고 있다.

[0056] 이 지연 유량 산출부(4)는 로우 패스 필터를 이용하여 구성된 것이며, 산출 유량에 일차 지연을 발생시켜 이루어지는 지연 유량을 산출한다. 또한, 로우 패스 필터는 저항 소자 및 용량 소자를 이용하여 구성된 아날로그 로우 패스 필터여도 되고, 프로그램에 의해 작성한 디지털 로우 패스 필터여도 된다.

[0057] 또한, 본 실시 형태에서는, 유체 저항 소자(22)에 상류측에서부터 하류측을 향하여 유체가 흐르는 경우와, 그 역방향으로 유체가 흐르는 경우에서 시정수가 상이한 값으로 설정되어 있고, 즉 산출 유량이 마이너스측에 버스트하는 경우와, 플러스측에 버스트하는 경우에서 시정수가 상이한 값으로 설정되어 있다. 바꾸어 말하면, 하류측 압력 센서(23)의 측정 압력보다도 상류측 압력 센서(21)의 측정 압력이 큰지 아닌지에 의해서 응답 지연의 시정수를 상이한 값으로 설정하고 있다. 구체적으로는, 산출 유량이 플러스인 경우의 시정수를, 산출 유량이 마이너스인 경우의 시정수보다도 크게 설정하고 있다. 다만, 산출 유량이 플러스인 경우의 시정수를, 산출 유량이 마이너스인 경우의 시정수보다도 작게 설정해도 되고, 서로 동일한 값으로 설정해도 된다.

[0058] 이와 같이, 산출 유량에 응답 지연을 발생시킴으로써, 도 5의 실선에 나타내는 것처럼, 버스트가 억제된다. 또한, 도 5에서는 플러스측의 버스트를 억제하고 있는 상태를 나타내고 있지만, 마이너스측의 버스트도 마찬가지로 억제할 수 있다. 그렇지만, 그 한편으로, 지연 유량 산출부(4)에 의해 산출되는 지연 유량은, 버스트가 생기기 전의 원래의 유량(도 5에 있어서는 제로)으로 안정될 때까지의 시간이 산출 유량보다도 길어진다.

[0059] 그리고 또한, 본 실시 형태의 제어부(C)는, 도 4에 나타내는 것처럼, 미리 정해진 기준값과 산출 유량과의 절대차, 및 상기 기준값과 지연 유량과의 절대차를 비교하여, 그 절대차가 작은 쪽의 산출 유량 또는 지연 유량을 출력하는 유량 출력부(5)로서의 기능을 더 구비해도 된다. 즉, 이 유량 출력부(5)는, 도 4에 나타내는 것처럼, 기준값과 산출 유량과의 절대차 및 기준값과 지연 유량과의 절대차를 비교함으로써 출력하는 유량을 판정하는 판정부(51)로서의 기능을 가지고 있다.

[0060] 보다 구체적으로 설명하면, 유량 출력부(5)는, 예를 들면 반도체 제조 프로세스에 있어서의 정상 상태에 있어서는, 유량 센서(2)에 흐르는 유량, 즉 상술한 산출 유량을 디스플레이(D) 등에 출력하는 것이며, 예를 들면 가로축에 시간, 세로축에 유량이 설정된 그래프에 유량을 리얼 타임으로 출력하도록 구성되어 있다. 또한, 유량 출력부(5)로서는, 도시하지 않은 통신부를 통해서, 산출 유량을 수치 정보로서 유저측에 송신할 수 있도록도 구성되어 있어도 된다.

[0061] 그리고, 이 유량 출력부(5)는, 소정 조건을 만족하는 경우에, 도 6의 실선으로 나타내는 것처럼, 산출 유량 및 지연 유량 중 기준값에 가까운 쪽의 유량을 출력하도록 구성되어 있다. 이하에서는, 이 유량 출력부(5)에 의한 기능을 버스트 컷 기능이라고 칭한다.

[0062] 여기서, 도 6에 있어서는, 기준값이 제로로 설정되어 있는 상태를 예시하고 있지만, 본 실시 형태의 제어부(C)는, 상술한 기준값을 갱신하기 위한 안정 상태 판정부(6) 및 기준값 갱신부(7)로서의 기능을 구비하고 있다.

[0063] 또한, 본 실시 형태의 제어부(C)는, 소정 조건에 따라 버스트 컷 기능을 유효(ON) 또는 무효(OFF)로 하기 위한 전환부(8)로서의 기능을 더 구비하고 있다.

[0064] 먼저, 기준값을 갱신하기 위한 기능 및 동작에 대해서, 도 7의 순서도를 참조하면서 설명한다.

[0065] 예를 들면 공장 출하시 등은, 유량 센서(2)에 유체가 흐르고 있지 않으면, 산출 유량으로서 출력되는 출력값은 제로가 될 것이며, 도 6에 나타내는 것처럼 기준값을 제로로 설정해 두면, 유량 출력부(5)에 의한 버스트 컷 기능을 효과적으로 발휘시킬 수 있다.

[0066] 그렇지만, 유체 제어 밸브(1)가 닫혀져 있는 상태에 있어서의 출력값은, 경시적으로 약간 변동할 수 있다. 이것으로부터, 도 9에 나타내는 것처럼, 만일 유체 제어 밸브(1)가 닫혀져 있는 상태에 있어서의 출력값이 마이너스로 시프트되어 있는 경우, 기준값이 제로로 설정되어 있는 상태에서는, 버스트가 일어난 시작 중에는, 산출 유량의 쪽이 지연 유량보다도 제로에 가깝게 되므로, 산출 유량이 출력되어 버려, 출력되는 유량의 파형(도 9에 있어서의 실선)이 찌그러지게 되어, 버스트 컷 기능을 효과적으로 발휘시킬 수 없다.

[0067] 이에, 본 실시 형태의 제어부(C)는, 상술한 것처럼 기준값을 순서대로 갱신하도록 구성되어 있다.

[0068] 그렇다고는 해도, 예를 들면 유체 제어 밸브(1)를 열림 상태로부터 닫힘 상태로 전환한 경우, 산출 유량은, 유체 제어 밸브(1)가 닫히자마자 바로는 안정되지 않고, 그 과도 상태에 있어서 기준값을 갱신해 버리는 것은 바람직하지 않다.

[0069] 이것을 감안하여, 도 7에 나타내는 것처럼, 먼저 안정 상태 판정부(6)가, 유체 제어 밸브(1)가 닫혀져 있고, 또한, 산출 유량과 기준값과의 절대차가 제1 소정 시간 T1에 걸쳐서 소정의 안정 상태 임계값 Th1을 하회하고 있는지 아닌지를 판단하고(S11), 하회하고 있는 경우에는 산출 유량이 안정 상태에 있다고 판정한다(S12).

[0070] 본 실시 형태에서는, 예를 들면 공장 출하시 등의 초기의 기준값은 예를 들면 제로로 설정되어 있고, 제1 소정 시간 T1은 예를 들면 수십 초 동안으로 설정되어 있다. 즉, 본 실시 형태의 안정 상태 판정부(6)는, 산출 유량과 제로와의 절대차가 예를 들면 수십 초 동안에 걸쳐서 소정의 안정 상태 임계값 Th1을 하회했을 경우에, 산출 유량이 안정 상태에 있다고 판정한다. 또한, 산출 유량과 기준값과의 절대차가 소정 시간에 걸쳐서 소정의 안정 상태 임계값 Th1을 하회하지 않는 경우는, S11의 판단이 반복된다.

[0071] 그 다음으로, 산출 유량이 안정 상태에 있다고 판정된 후, 기준값 갱신부(7)에 의한 기준값의 갱신이 행해진다.

[0072] 보다 구체적으로 설명하면, 이 기준값 갱신부(7)는, 안정 상태 판정부(6)에 의해 산출 유량이 안정 상태에 있다고 판정된 후, 제2 소정 시간 T2에 걸쳐서 산출 유량의 샘플링을 개시한다(S13). 그리고, 기준값 갱신부(7)는,

유체 제어 밸브(1)가 닫혀져 있고, 또한, S13에서 샘플링한 산출 유량과 기준값과의 절대차가 제2 소정 시간 T2에 걸쳐서 갱신 임계값 Th2를 하회하고 있는지 아닌지를 판단하고(S14), 하회하고 있는 경우에는 샘플링한 산출 유량 중 하나를 새로운 기준값으로서 갱신한다(S15). 또한, 제1 소정 시간 T1 및 제2 소정 시간 T2는, 서로 동일한 시간이어도 되고, 서로 상이한 시간이어도 된다.

[0073] 본 실시 형태의 기준값 갱신부(7)는, 샘플링한 산출 유량 중 최신(최근)의 산출 유량을 새로운 기준값으로서 갱신하도록 구성되어 있다. 또한, 기준값 갱신부(7)로서는, 샘플링한 산출 유량의 평균값을 새로운 기준값으로서 갱신하는 것이어도 되고, 샘플링한 산출 유량 중 가장 낮은 산출 유량을 새로운 기준값으로서 갱신하는 것이어도 된다.

[0074] 그 후는 기준값 갱신부(7)에 의한 S13의 샘플링과 S14의 판단이 반복된다.

[0075] 본 실시 형태에서는, 기준값 갱신부(7)에 의해 갱신된 기준값은, 도 4에 나타내는 것처럼, 상기 메모리의 소정 영역에 형성된 기준값 기억부(71)에 일시적으로 기억되고, 이 기준값 기억부(71)에 기억된 기준값이 유량 출력부(5)의 판정부(51)에 출력되어, 유량 출력부(5)에 의한 버스트 컷 기능의 판단에 이용된다.

[0076] 또한, S14에 있어서, 샘플링한 산출 유량과 기준값과의 절대차가 제2 소정 시간 T2에 걸쳐서 갱신 임계값 Th2를 하회하지 않는 경우, 즉 샘플링한 산출 유량 중 적어도 1개와 기준값과의 절대차가 갱신 임계값 Th2 이상이 되었을 경우, 그 때의 기준값 기억부(71)에 기억되어 있는 기준값은 갱신되지 않고, 안정 상태 판정부(6)에 의한 S11의 판단으로 돌아간다.

[0077] 상술한 구성에 의해, 유체 제어 밸브(1)가 닫혀져 있는 상태에 있어서의 그때그때의 안정된 출력값을 기준값으로서 갱신할 수 있어, 기준값을 적절한 값으로 계속 설정되므로, 버스트 컷 기능을 효과적으로 발휘시킬 수 있다.

[0078] 또한, 산출 유량이 안정될 때까지는 기준값 갱신부(7)에 의한 산출 유량의 샘플링이 개시되지 않고, 안정되어 있지 않은 상태에 있어서의 산출 유량이 기준값으로서 설정되어 버리는 것을 막을 수 있다.

[0079] 다음으로, 버스트 컷 기능을 유효(ON) 또는 무효(OFF)로 하기 위한 기능 및 동작에 대해서, 도 8의 순서도를 참조하면서 설명한다.

[0080] 상술한 것처럼, 유체 제어 밸브(1)를 닫은 직후는 산출 유량이 불안정하므로, 이 시점에서는 유량 출력부(5)에 의한 기능은 발휘되지 않는 쪽이 바람직하다.

[0081] 한편, 유체 제어 밸브(1)를 연 직후는, 내부에 잔존하는 유체가 상류측으로 역류하여 마이너스측의 유량이 예기치 않게 출력될 우려가 있는 바, 이 버스트를 억제할 수 있도록 유량 출력부(5)에 의한 기능을 발휘시킨 채로 두는 것이 바람직하다.

[0082] 이에, 본 실시 형태의 제어부(C)는, 전환부(8)가 소정 조건(후술하는 유효 조건 및 무효 조건)에 기초하여 유량 출력부(5)에 의한 버스트 컷 기능을 유효 또는 무효로 하도록 구성되어 있다. 즉, 이 전환부(8)는 상술한 유량 출력부(5)의 판정부(51)에 절대차의 비교를 시킬지 아닐지를 전환하는 것이다.

[0083] 보다 구체적으로 설명하면, 전환부(8)는, 유체 제어 밸브(1)가 닫힘 상태에 있고, 또한 산출 유량과 기준값과의 절대차가 유효 판단 임계값 Th3를 하회했는지(이하, 유효 조건이라고도 함) 아닌지를 판단하여(S21), 이 유효 조건이 만족된 경우에, 유량 출력부(5)에 의한 버스트 컷 기능을 유효로 한다(S22). 즉, 이 유효 조건이 만족된 경우, 유량 출력부(5)는 산출 유량 및 지연 유량 중 기준값에 가까운 쪽의 유량을 출력한다. 또한, 유효 판단 임계값 Th3은, 도 4에 나타내는 것처럼, 상기 메모리의 소정 영역에 설정된 임계값 격납부(81)에 미리 격납되어 있다.

[0084] 이러한 구성이면, 유체 제어 밸브(1)를 닫은 직후에 있어서, 산출 유량이 안정된 후에 유량 출력부(5)에 의한 기능을 유효로 할 수 있다.

[0085] 그 후, 전환부(8)는, 유체 제어 밸브(1)가 열림 상태에 있고, 또한 상류측 압력 센서(21)의 측정 압력(P1)으로부터 하류측 압력 센서(23)의 측정 압력(P2)를 뺀 값이 무효 판단 임계값 Th4를 상회했는지(이하, 무효 조건이라고도 함) 아닌지를 판단하여(S23), 이 무효 조건이 만족된 경우에, 유량 출력부(5)에 의한 버스트 컷 기능을 무효로 한다(S24). 즉, 이 무효 조건이 만족된 경우, 유량 출력부(5)는, 지연 유량을 출력하지 않고, 산출 유량을 출력한다. 또한, 무효 판단 임계값 Th4는, 도 4에 나타내는 것처럼, 상기 임계값 격납부(81)에 미리 격납되어 있다.

[0086] 이러한 구성이면, 유체 제어 밸브(1)를 연 직후에 있어서, 내부에 잔존하는 유체의 역류에 의한 버스트가 일어날 우려가 없어진 후에 유량 출력부(5)에 의한 기능을 무효로 할 수 있고, 바꾸어 말하면, 이러한 버스트를 억제할 수 있다.

[0087] 이후, 전환부(8)에 의한 S21~S24의 동작이 반복된다.

[0088] <본 실시 형태의 효과>

[0089] 이와 같이 구성한 유체 제어 장치(100)에 의하면, 유량 출력부(5)가, 산출 유량 또는 지연 유량 중 기준값과의 절대차가 작은 쪽의 유량을 출력하므로, 예를 들면 유체 제어 장치(100)로의 역류 등에 기인하여 예기치 않은 유량이 출력되는 경우, 처음에는 산출 유량보다도 기준값에 가까운 지연 유량이 출력된다. 그 후, 산출 유량이 신속하게 안정되기 때문에, 어느 시점에 있어서 산출 유량이 지연 유량을 추월하여 기준값에 가까워지게 되고, 그 시점에서는, 신속하게 안정되는 산출 유량이 출력되게 된다.

[0090] 이와 같이, 본 발명에 따른 유체 제어 장치(100)에 의하면, 버스트가 일어난 시작 중에는 산출 유량보다도 기준값에 가까운 지연 유량을 출력하고, 기준값과의 절대차가 역전된 어느 시점부터는 신속하게 안정되는 산출 유량을 출력하므로, 예기치 않게 출력되는 유량을 억제하면서도, 출력되는 유량을 신속하게 안정시키는 것이 가능해진다.

[0091] <그 외의 실시 형태>

[0092] 예를 들면, 지연 유량 산출부(4)로서는, 상기 실시 형태에서는 산출 유량에 일차 지연을 발생시키는 것이었지만, 산출 유량에 2차 지연을 발생시키는 것이어도 된다.

[0093] 또, 상기 실시 형태의 전환부(8)는, 유체 제어 밸브(1)가 닫힘 상태에 있고, 또한 산출 유량과 기준값과의 절대차가 유효 판단 임계값 Th3을 하회했을 경우에 버스트 컷 기능을 유효로 하는 것이었지만, 전환부(8)로서는, 유체 제어 밸브(1)가 닫힘 상태에 있고, 또한 닫힘 상태가 되고 나서 소정 시간이 경과했을 경우에 버스트 컷 기능을 유효로 하는 것이어도 된다.

[0094] 또한, 상기 실시 형태의 전환부(8)는, 유체 제어 밸브(1)가 열림 상태에 있고, 또한 상류측 압력 센서(21)의 측정 압력(P1)으로부터 하류측 압력 센서(23)의 측정 압력(P2)를 뺀 값이 무효 판단 임계값 Th4를 상회했을 경우에 버스트 컷 기능을 무효로 하는 것이었지만, 전환부(8)로서는, 유체 제어 밸브(1)가 열림 상태에 있고, 또한 열림 상태가 되고 나서 소정 시간이 경과했을 경우에 버스트 컷 기능을 무효로 하는 것이어도 된다.

[0095] 더하여, 상기 실시 형태에서는, 유체 제어 장치(100)를 반도체 제조 프로세스에 이용하는 것으로서 설명했지만, 본 발명에 따른 유체 제어 장치(100)는, 반도체 제조 프로세스 이외의 다양한 시스템에 있어서 사용 가능한 것이다.

[0096] 그 외, 본 발명의 취지에 반하지 않는 한에 있어서 다양한 실시 형태의 변형이나 조합을 행해도 상관없다.

산업상 이용가능성

[0098] 본 발명에 의하면, 예기치 않게 출력되는 유량을 억제하면서도, 출력되는 유량을 신속하게 안정시킬 수 있다.

부호의 설명

[0099] 100 · · · 유체 제어 장치(매스 플로우 컨트롤러)

1 · · · 유체 제어 밸브

21 · · · 상류측 압력 센서

22 · · · 유체 저항 소자

23 · · · 하류측 압력 센서

L3 · · · 내부 유로

C · · · 제어부

24 · · · 실제 유량 산출부

2 · · · 유량 센서

3 · · · 밸브 제어부

4 · · · 지연 유량 산출부

5 · · · 유량 출력부

51 · · · 판정부

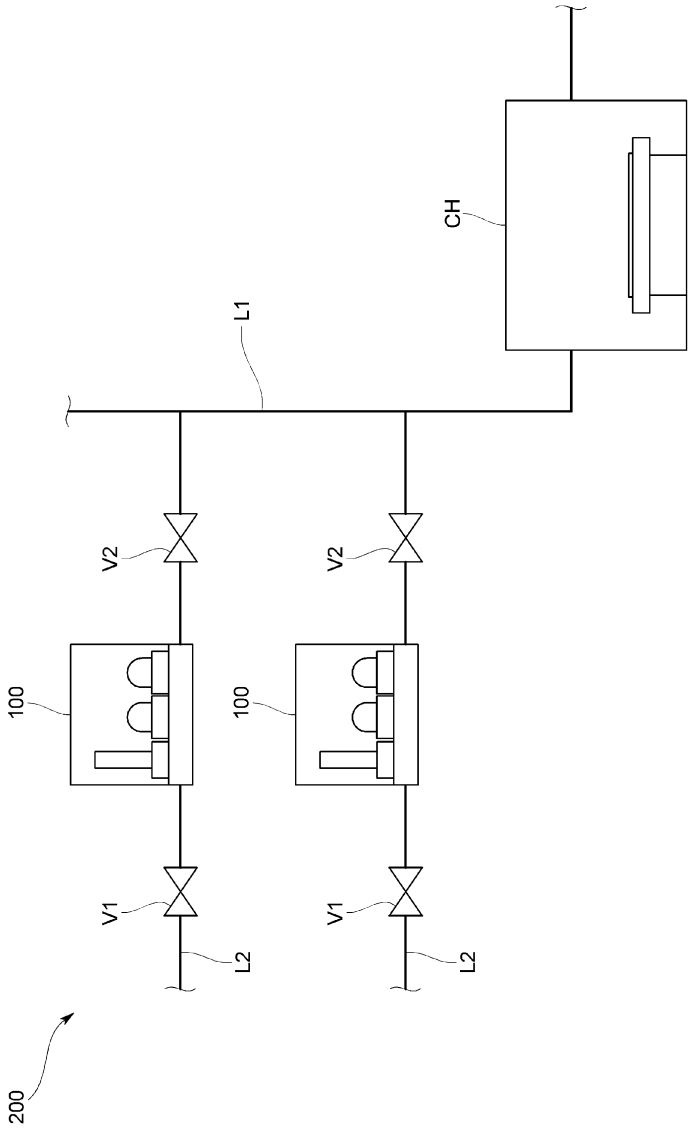
6 · · · 안정 상태 판정부

7 · · · 기준값 갱신부

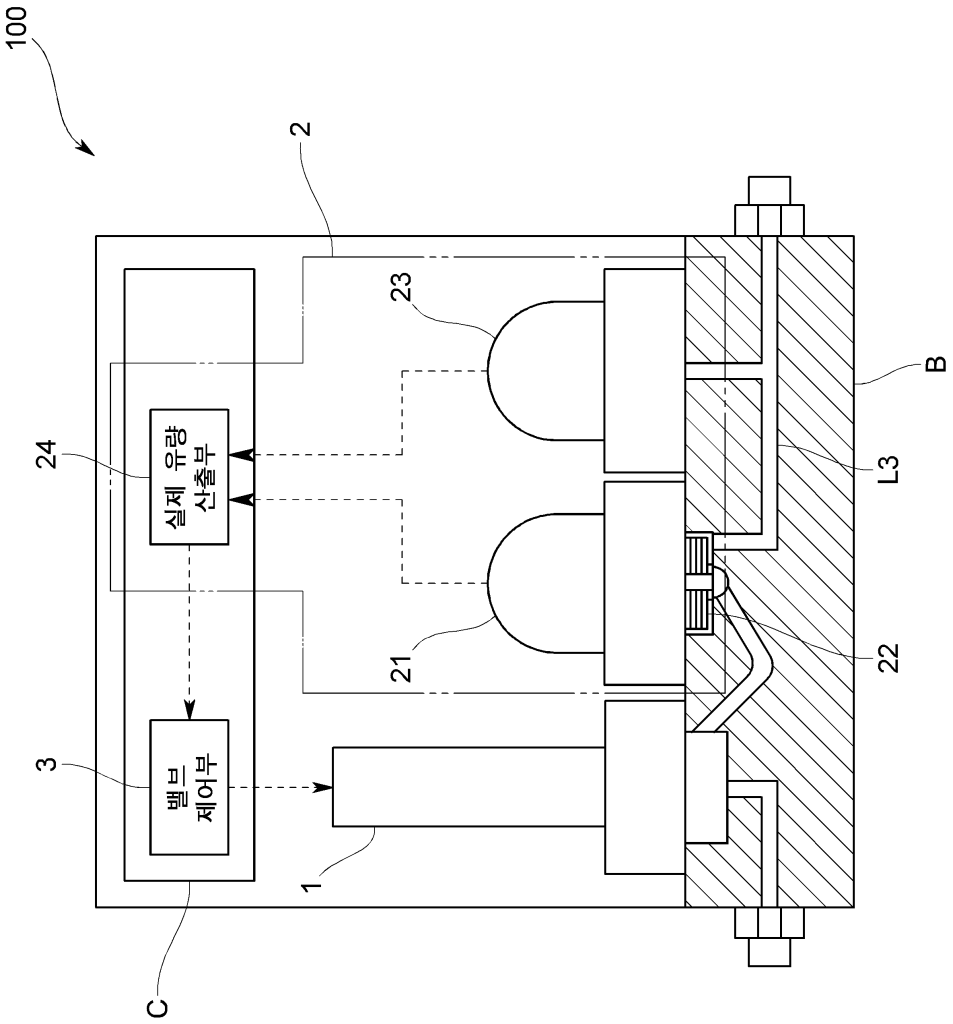
8 · · · 전환부

도면

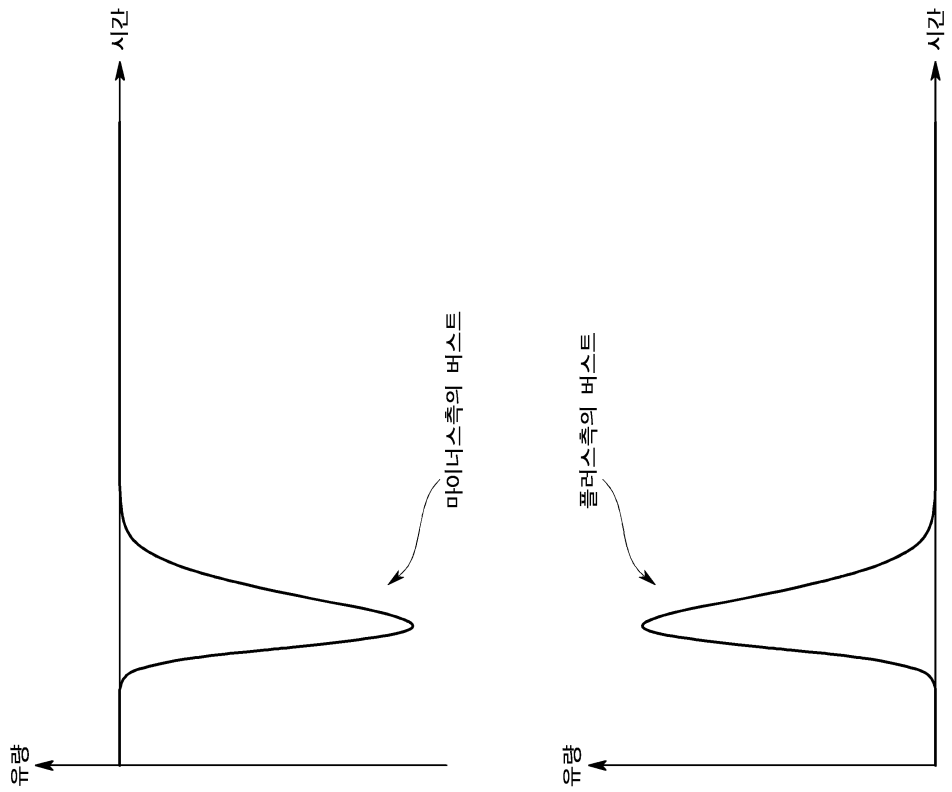
도면1



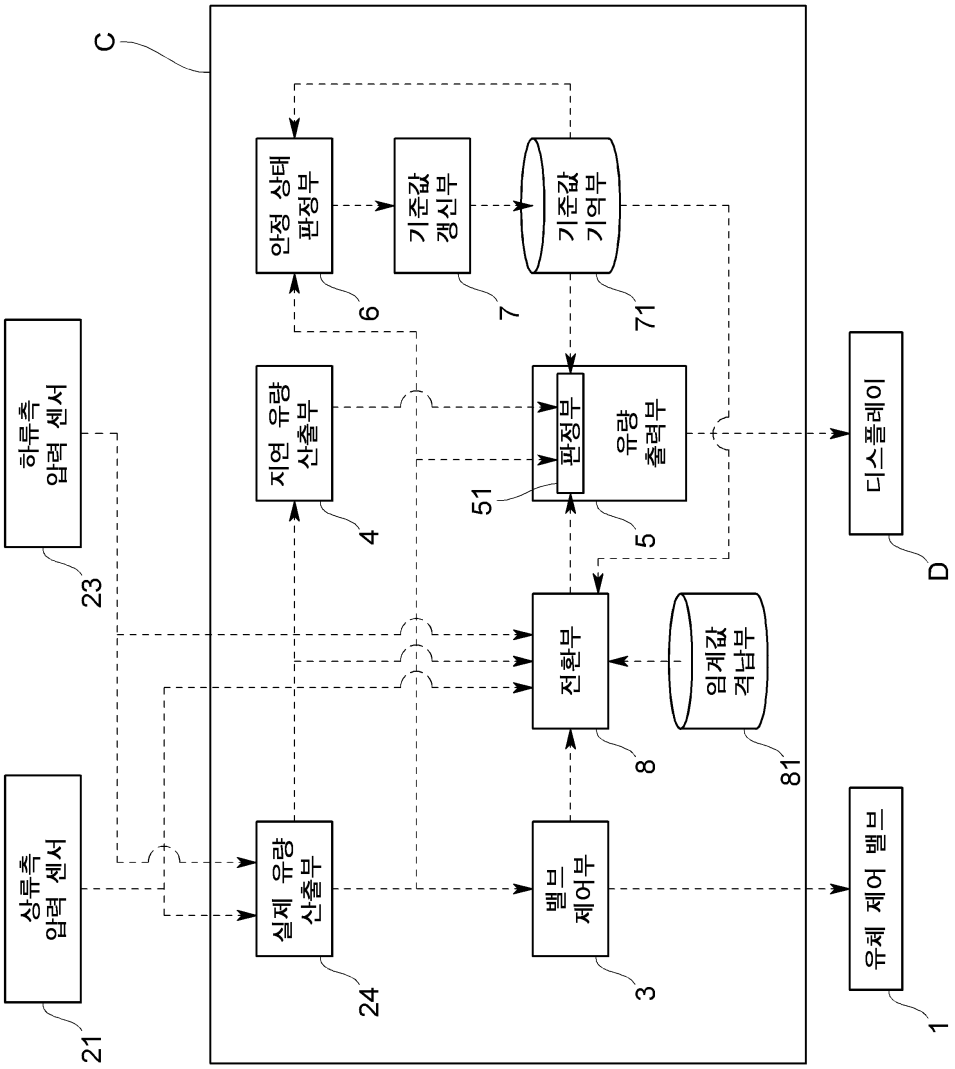
도면2



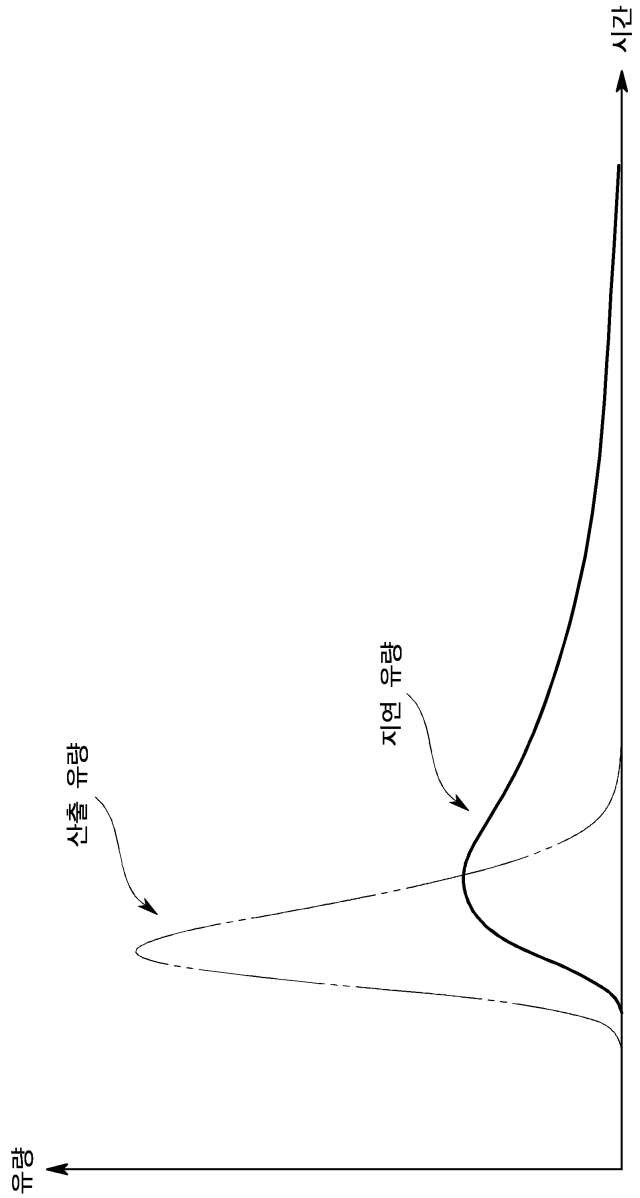
도면3



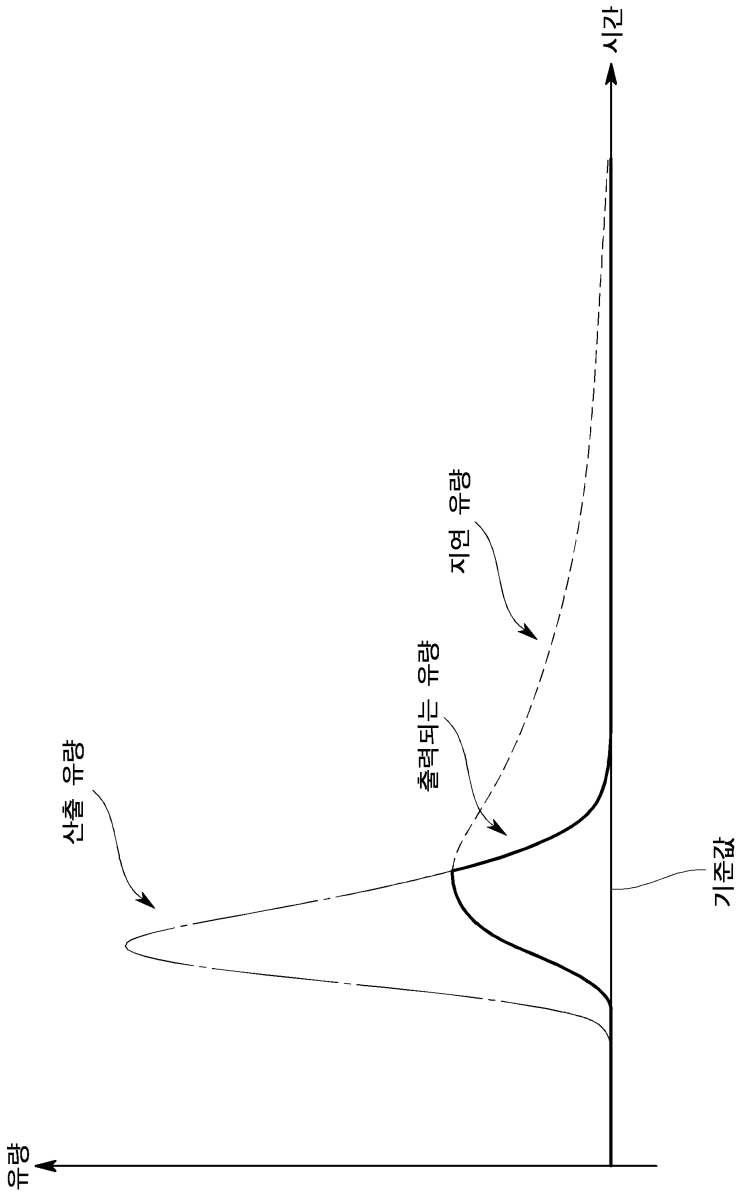
도면4


C
안정 상태 판정부
6
기준값 갱신부
7
기준값 기억부
71
하류측 압력 센서
23
지연 유량 산출부
4
판정부
51
유량 출력부
5
디스플레이
D
전환부
8
임계값 격납부
81
상류측 압력 센서
21
실제 유량 산출부
24
밸브 제어부
3
유체 제어 밸브
1

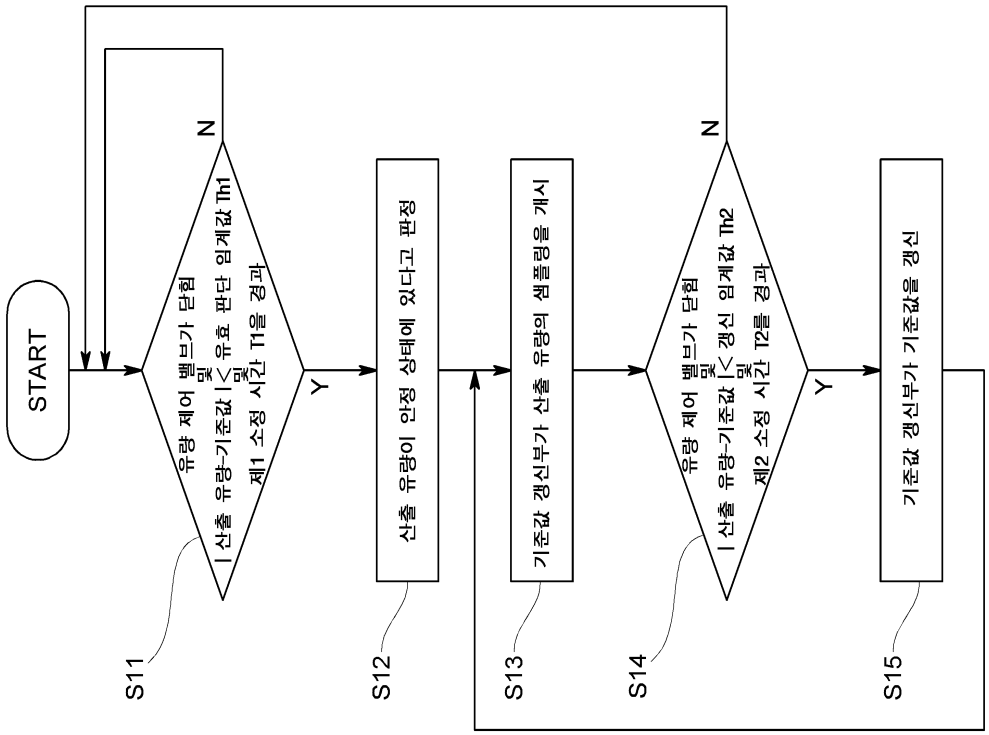
도면5



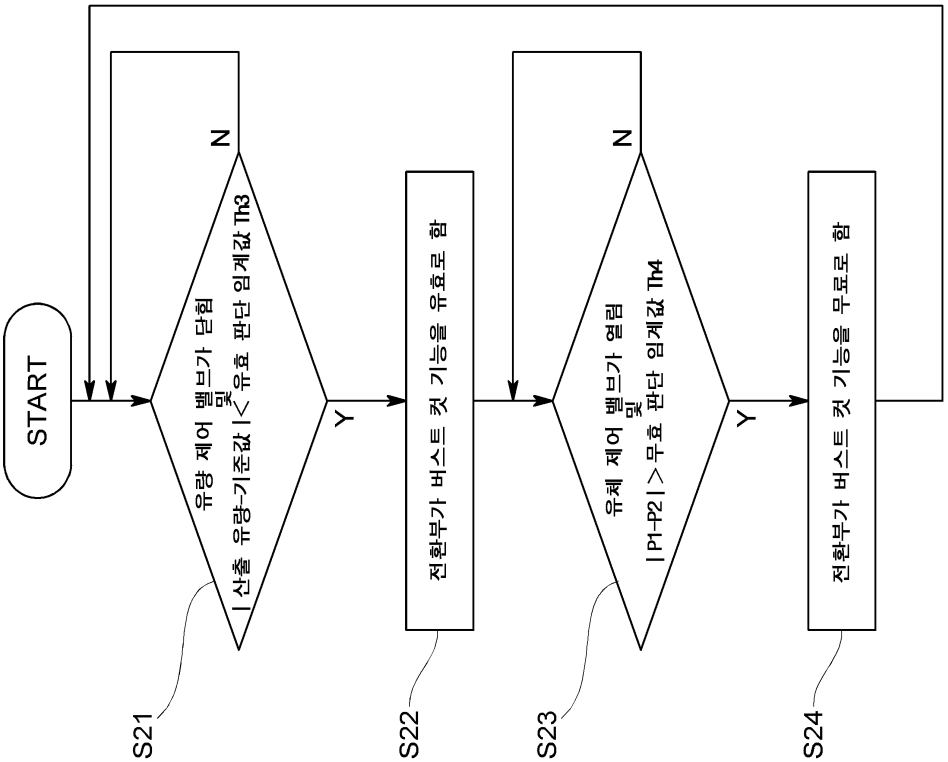
도면6



도면7


START
유량 제어 밸브가 닫힘
및
|산출 유량-기준값|≤유효 판단 임계값 Th1
제1 소정 시간 T1을 경과
N
Y
산출 유량이 안정 상태에 있다고 판정
기준값 갱신부가 산출 유량의 샘플링을 개시
유량 제어 밸브가 닫힘
및
|산출 유량-기준값|<갱신 임계값 Th2
제2 소정 시간 T2를 경과
N
Y
기준값 갱신부가 기준값을 갱신
S11
S12
S13
S14
S15

도면8


START
유량 제어 밸브가 닫힘
및
|산출 유량-기준값|<유효 판단 임계값 Th3
N
Y
전환부가 버스트 컷 기능을 유효로 함
유체 제어 밸브가 열림
및
|P1-P2|>무효 판단 임계값 Th4
N
Y
전환부가 버스트 컷 기능을 무효로 함
S21
S22
S23
S24

도면9

