



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월03일  
(11) 등록번호 10-1442574  
(24) 등록일자 2014년09월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F17D 3/01 (2006.01) F17D 5/00 (2006.01)  
G01F 1/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0113517  
(22) 출원일자 2012년10월12일  
심사청구일자 2012년10월12일  
(65) 공개번호 10-2013-0039706  
(43) 공개일자 2013년04월22일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2011-225180 2011년10월12일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
US19874671097 A1  
US19934671097 A1  
US6363958 A  
US6439253 A

(73) 특허권자  
씨케이디 가부시키 가이샤  
일본 아이치켄 코마키시 오우지 2-쵸메 250  
(72) 발명자  
나카다, 아키코  
일본 아이치 4858551, 코마키-시, 오우지 2-쵸메, 250, 씨케이디 가부시키가이샤 내  
모리, 요지  
일본 아이치 4858551, 코마키-시, 오우지 2-쵸메, 250, 씨케이디 가부시키가이샤 내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인세림

전체 청구항 수 : 총 10 항

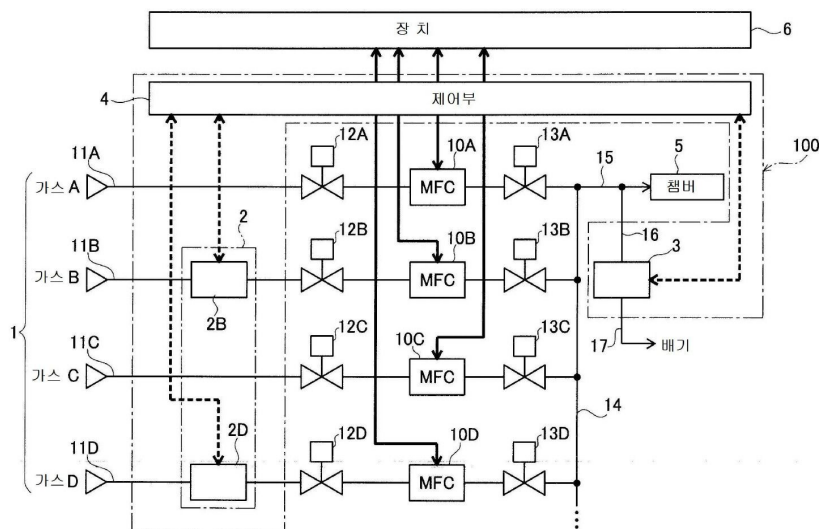
심사관 : 이충석

(54) 발명의 명칭 가스 유량 감시 시스템

(57) 요약

가스를 유량 제어 기기를 경유하고 나서 소정의 프로세스 챔버로 공급하는 복수의 프로세스 가스 라인에 설치하고, 유량 제어 기기의 전후에 있어서 가스압의 하강 또는 상승을 측정함으로써 유량 제어 기기의 유량을 감시하는 가스 유량 감시 시스템에 있어서, 프로세스 가스 라인 중, 선택된 임의의 프로세스 가스 라인의 유량 제어 기기의 상류측 유로에 구비된 제1 유량 감시 유닛과, 프로세스 챔버의 상류측 유로부터 분기된 배출 유로에 구비된 제2 유량 감시 유닛과, 제1 유량 감시 유닛에 의하여 유량 제어 기기의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 제1 유량 감시 유닛이 복수 회수 유량 이상을 감지할 때에 제2 유량 감시 유닛에 의하여 유량 제어 기기의 유량 이상의 유무를 재검정하도록 지령하는 제어부를 갖는다.

대표도



(72) 발명자

**시로야마, 나오야**

일본 아이치 4858551, 코마키-시, 오우지 2-쵸메,  
250, 씨케이디 가부시키키가이샤 내

**이토, 미노루**

일본 아이치 4858551, 코마키-시, 오우지 2-쵸메,  
250, 씨케이디 가부시키키가이샤 내

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

프로세스 가스 공급원에서의 가스를 유량 제어 기기를 경유하고 나서 소정의 프로세스 챔버로 공급하는 복수의 프로세스 가스 라인에 설치하고, 상기 유량 제어 기기의 전과 상기 유량 제어 기기의 후의 각각에 있어서 가스 압의 하강 또는 상승을 측정하여 상기 유량 제어 기기의 유량을 감시하는 가스 유량 감시 시스템에 있어서,

상기 프로세스 가스 라인 중, 선택된 임의의 프로세스 가스 라인의 상기 유량 제어 기기의 상류측 유로에 구비된 제1 유량 감시 유닛,

상기 프로세스 챔버의 상류측 유로로부터 분기된 배출 유로에 구비된 제2 유량 감시 유닛 및

상기 제1 유량 감시 유닛에 의하여 상기 유량 제어 기기의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 상기 제1 유량 감시 유닛이 복수 회수 유량 이상을 검지할 때에 상기 제2 유량 감시 유닛에 의하여 상기 유량 제어 기기의 유량 이상의 유무를 재검정하도록 지령하는 제어부를 포함하며,

상기 제1 유량 감시 유닛은 가스 공급원 쪽에서 순서대로 배치되는, 제1 개시 차단 밸브, 제1 측정용 탱크, 제1 압력계 및 레귤레이터를 구비하고,

상기 제2 유량 감시 유닛은 상기 유량 제어 기기 쪽에서 순서대로 배치된, 제2 개시 차단 밸브, 제2 측정용 탱크, 제2 압력계 및 조작 차단 밸브를 구비하는 것을 특징으로 한 가스 유량 감시 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 평상시 감시할 때, 상기 제1 개시 차단 밸브를 소정의 시간 간격으로 연속하여 개폐하고, 상기 제1 측정용 탱크 안에 있어서 가스 공급 압력이 상승 하강을 반복할 때의 압력 하한치는, 상기 유량 제어 기기의 상류 쪽 압력을 제공하는 상기 레귤레이터의 설정 압력 이상인 것을 특징으로 한 가스 유량 감시 시스템.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 배출 유로에는 흡인 펌프를 설치하며,

상기 제2 유량 감시 유닛은 상기 조작 차단 밸브를 개방하여 상기 흡인 펌프로 상기 제2 측정용 탱크 안의 가스 압을 진공 상태로 한 후, 상기 조작 차단 밸브를 닫음과 동시에, 상기 제2 개시 차단 밸브를 개방하여 상기 제2 측정용 탱크 안의 가스압의 압력 상승량을 측정하여 유량을 검정하는 것을 특징으로 한 가스 유량 감시 시스템.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 유량 감시 유닛은, 성막용 재료 가스를 사용하는 가스 라인에 구비하는 것을 특징으로 한 가스 유량 감시 시스템.

### 청구항 5

프로세스 가스 공급원에서의 가스를 유량 제어 기기를 경유하고 나서 소정의 프로세스 챔버로 공급하는 복수의 프로세스 가스 라인에 설치하고, 상기 유량 제어 기기의 전과 상기 유량 제어 기기의 후의 각각에 있어서 가스 압의 하강 또는 상승을 측정하여 상기 유량 제어 기기의 유량을 감시하는 가스 유량 감시 시스템에 있어서,

상기 프로세스 가스 라인 중 선택된 임의의 프로세스 가스 라인의 상기 유량 제어 기기의 상류측 유로에 구비된 제1 유량 감시 유닛,

상기 프로세스 챔버의 상류측 유로로부터 분기된 배출 유로에 구비된 제2 유량 감시 유닛 및

상기 제1 유량 감시 유닛에 의하여 상기 유량 제어 기기의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 상기 제1 유량 감시

유닛이 소정 회수만 유량 검정할 때에 상기 제1 유량 감시 유닛과 상기 제2 유량 감시 유닛을 동시에 유량 검정하여, 상기 제1 유량 감시 유닛에 의한 유량 검정에서 산출한 유량과 상기 유량 제어 기기로 설정된 유량과의 차이인 검정 편차를, 상기 제2 유량 감시 유닛의 유량 검정 결과에 근거하여 보정하도록 지령하는 제어부를 포함하며,

상기 제1 유량 감시 유닛은 가스 공급원 쪽에서 순서대로 배치되는, 제1 개시 차단 밸브, 제1 측정용 탱크, 제1 압력계 및 레귤레이터를 구비하고,

상기 제2 유량 감시 유닛은 상기 유량 제어 기기 쪽에서 순서대로 배치된, 제2 개시 차단 밸브, 제2 측정용 탱크, 제2 압력계 및 조작 차단 밸브를 구비하는 는 것을 특징으로 한 가스 유량 감시 시스템.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 유량 감시 유닛은 복수의 제1 유량 감시 유닛을 포함하고,

상기 복수의 제1 유량 감시 유닛 중의 하나와 상기 제2 유량 감시 유닛을 동시에 이용하여 행하는 유량 검정에 있어서 유량의 편차가 특정 % 이상이라고 인정할 때에는, 상기 복수의 제1 유량 감시 유닛 중의 다른 하나와 상기 제2 유량 감시 유닛을 동시에 이용하여 한번 더 유량 검정을 행하는 것을 특징으로 한 가스 유량 감시 시스템.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 한번 더 유량 검정시에, 상기 복수의 제1 유량 감시 유닛 중의 상기 다른 하나와 상기 제2 유량 감시 유닛이 검정한 유량의 편차가 다른 특정 % 이상이라고 인정할 때에는, 상기 제2 유량 감시 유닛의 고장이 의심된다고 인정하고, 상기 한번 더 유량 검정한 유량의 편차가 다른 특정 % 이상이 아니라고 인정할 때에는 상기 복수의 제1 유량 감시 유닛 중의 상기 하나의 고장이라고 인정하는 것을 특징으로 한 가스 유량 감시 시스템.

#### 청구항 8

제5항에 있어서,

상기 평상시 감시할 때, 상기 제1 개시 차단 밸브를 소정의 시간 간격으로 연속하여 개폐하고, 상기 제1 측정용 탱크 안에서 가스 공급 압력이 상승 하강을 반복할 때의 압력 하한치는, 상기 유량 제어 기기의 상류 쪽 압력을 제공하는 상기 레귤레이터의 설정 압력 이상인 것을 특징으로 한 가스 유량 감시 시스템.

#### 청구항 9

제5항 또는 제8항에 있어서,

상기 배출 유로에는 흡인 펌프를 설치하며,

상기 제2 유량 감시 유닛은, 상기 조작 차단 밸브를 개방하여 상기 흡인 펌프로 상기 제2 측정용 탱크 안의 가스압을 진공 상태로 한 후, 상기 조작 차단 밸브를 닫음과 동시에, 상기 제2 개시 차단 밸브를 개방하여 상기 제2 측정용 탱크 안의 가스압의 압력 상승량을 측정하여 유량 검정한 것을 특징으로 한 가스 유량 감시 시스템.

#### 청구항 10

제5항에 있어서,

상기 제1 유량 감시 유닛은 성막용 재료 가스를 사용하는 가스 라인에 구비한 것을 특징으로 한 가스 유량 감시 시스템.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 반도체 제조 장치에 있어서 프로세스 가스(process gas) 등의 가스 공급 시스템에서 사용하는 유량 제어 기기(매스 플로우 컨트롤러(mass flow controller) 등)의 유량 정밀도를 감시하는 가스 유량 감시 시스템에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 반도체 제조 프로세스 중의 성막 장치나 건식 에칭 장치 등에서, 예를 들면 실란(silane) 등의 특수 가스나, 염소 가스 등의 부식성 가스 및 수소 가스나 포스핀(phosphine) 등의 가연성 가스 등을 사용한다. 이러한 가스 유량은 제품의 성부에 직접 영향을 주기 때문에, 그 유량을 엄격하게 관리하지 않으면 안 된다. 특히, 최근의 반도체 기판의 적층화, 미세화에 수반하여, 프로세스 가스 공급계에서 신뢰성 향상의 요구가, 종래보다 높아지고 있다.

[0003] 예를 들면, 특허 문헌 1에 반도체 제조 프로세스에서 공급 가스의 유량 제어 기술이 개시되어 있다.

[0004] 특허 문헌 1의 기술은, 프로세스 챔버로 배출하는 가스 유량을 정확하게 산출하기 위해, 매스 플로우 컨트롤러의 하류 쪽에 압력계와 최종 차단 밸브를 구비하고, 최종 차단 밸브를 닫은 후에 압력계의 압력 상승을 소정의 시간 간격으로 샘플링하고 나서, 샘플링 데이터 중, 상관 계수가 높은 범위에서 압력 경사각을 구하여 매스 플로우 컨트롤러의 유량을 산출하는 기술이다. 또한, 특허 문헌 1에는, 매스 플로우 컨트롤러의 상류 쪽에 차단 밸브와 압력계를 구비하여, 차단 밸브를 닫은 후에 압력계의 압력 강하를 소정의 시간 간격으로 샘플링하고 나서, 샘플링 데이터 중, 상관 계수가 높은 범위에서 압력 경사각을 구하는 기술도 기재되어 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본공개특허 평9-184600호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 그렇지만, 특허 문헌 1에 기재된 기술에는, 다음과 같은 문제가 있다.

[0007] 특허 문헌 1의 기술에서는, 매스 플로우 컨트롤러의 상류 쪽 또는 하류 쪽의 차단 밸브를 닫은 후에 압력계의 압력 강하 또는 압력 상승을 측정하기 위해, 유량 검정시에는 필연적으로 프로세스 챔버로 배출하는 가스 유량이 정지된다.

[0008] 그러나, 특허 문헌 1의 기술에서는, 유량 검정시마다, 프로세스 챔버로 배출하는 가스 유량이 정지되기 때문에, 반도체 제조 장치에서 가스 공급 시스템의 가동률이 저하되는 문제가 있다.

[0009] 또, 프로세스 가스 중, 특히 성막용 재료 가스는, 그 특성상 가스 라인 안에서도 고형물을 석출할 가능성이 있고, 매스 플로우 컨트롤러 안의 세관 부분에 고형물이 석출되면, 매스 플로우 컨트롤러로부터 프로세스 챔버로 배출하는 가스 유량이 서서히 변화한다. 프로세스 챔버로 배출하는 가스 유량이 변화하면, 반도체 웨이퍼의 보유율이 저하되기 때문에, 가스 유량의 변화를 평상시 감시할 수 있는 시스템이 필요하였다.

[0010] 그러나, 특허 문헌 1의 기술에서는, 유량 검정 시에는 프로세스 챔버로 배출하는 가스 유량을 정지하는 것을 전제로 하고 있기 때문에, 시스템 가동중에 가스 유량의 변화를 평상시 감시할 수 없는 문제가 있다.

[0011] 또한, 매스 플로우 컨트롤러의 상류 쪽에 설치한 압력계는, 프로세스 가스원으로부터 공급되는 가스압을 계측할 필요가 있지만, 프로세스 가스원으로부터 공급되는 가스압은, 통상, 0.5MPa 정도로 높기 때문에, 압력 센서로 정밀도가 높은 것을 사용할 수 없다. 그 때문에, 유량 검정시에 편차가 발생할 때, 압력 센서의 오차인지, 매스 플로우 컨트롤러 자체의 편차인지를 판단하는 것이 곤란하였다.

[0012] 그러나, 특허 문헌 1의 기술로는, 매스 플로우 컨트롤러의 유량 검정을 할 수 있어도, 유량 검정 유닛 자체의 진단을 할 수 없기 때문에, 보다 신뢰성이 높은 유량 검정을 할 수 없는 문제가 있다.

[0013] 본 발명은, 상기 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것이고, 그 목적은 유량 제어 기기(매스 플로우 컨트롤러

등)의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 필요한 경우에는, 재검정 또는 유량 감시 유닛 자체의 자기 진단을 포함하여, 보다 신뢰성이 높은 유량 검정을 행하는 가스 유량 감시 시스템을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0014] (1) 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일 태양의 가스 유량 감시 시스템은, 프로세스 가스 공급원에서의 가스를 유량 제어 기기를 경유하고 나서 소정의 프로세스 챔버로 공급하는 복수의 프로세스 가스 라인에 설치하고, 상기 유량 제어 기기의 전후에서 가스압의 하강 또는 상승을 측정하여 상기 유량 제어 기기의 유량을 감시하는 가스 유량 감시 시스템에서, 상기 프로세스 가스 라인 중, 선택된 임의의 프로세스 가스 라인의 상기 유량 제어 기기의 상류측 유로에 구비된 제1 유량 감시 유닛, 상기 프로세스 챔버의 상류측 유로로부터 분기된 배출 유로에 구비된 제2 유량 감시 유닛 및 상기 제1 유량 감시 유닛에 의하여 상기 유량 제어 기기의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 상기 제1 유량 감시 유닛이 복수 회수 유량 이상을 검지할 때에 상기 제2 유량 감시 유닛에 의하여 상기 유량 제어 기기의 유량 이상의 유무를 재검정하도록 지령하는 제어부를 가진다.
- [0015] 상기 가스 유량 감시 시스템에서, 바람직하게는, 상기 제1 유량 감시 유닛은, 가스 공급원 쪽에서 순서대로 배치되는, 제1 개시 차단 밸브, 제1 측정용 탱크, 제1 압력계 및 레귤레이터를 구비하고, 상기 평상시 감시할 때, 상기 제1 개시 차단 밸브를 소정의 시간 간격으로 연속하여 개폐하고, 상기 제1 측정용 탱크 안에서 가스 공급 압력이 상승 하강을 반복할 때의 압력 하한치는 상기 유량 제어 기기의 상류 쪽 압력을 제공하는 상기 레귤레이터의 설정 압력 이상이다.
- [0016] 또, 상기 가스 유량 감시 시스템에서, 바람직하게는, 상기 제2 유량 감시 유닛에는, 상기 유량 제어 기기 쪽에서 순서대로 배치되는, 제2 개시 차단 밸브, 제2 측정용 탱크, 제2 압력계 및 조작 차단 밸브를 구비하고, 상기 배출 유로에는 흡인 펌프를 설치하고, 상기 제2 유량 감시 유닛은 상기 조작 차단 밸브를 개방하여 상기 흡인 펌프로 상기 제2 측정용 탱크 안의 가스압을 진공 상태로 한 후, 상기 조작 차단 밸브를 닫음과 동시에, 상기 제2 개시 차단 밸브를 개방하여 상기 제2 측정용 탱크 안의 가스압의 압력 상승량을 측정하고 유량을 검정한다.
- [0017] 더욱, 상기 가스 유량 감시 시스템에서, 바람직하게는, 상기 제1 유량 감시 유닛은 성막용 재료 가스를 사용하는 가스 라인에 구비된다.
- [0018] (2) 본 발명의 다른 태양에 의하면, 프로세스 가스 공급원에서의 가스를 유량 제어 기기를 경유하고 나서 소정의 프로세스 챔버로 공급하는 복수의 프로세스 가스 라인에 설치하고, 상기 유량 제어 기기의 전후에서 가스압의 하강 또는 상승을 측정하여 상기 유량 제어 기기의 유량을 감시하는 가스 유량 감시 시스템에서, 상기 프로세스 가스 라인 중, 선택된 임의의 프로세스 가스 라인의 상기 유량 제어 기기의 상류측 유로에 구비된 제1 유량 감시 유닛, 상기 프로세스 챔버의 상류측 유로로부터 분기된 배출 유로에 구비된 제2 유량 감시 유닛 및 상기 제1 유량 감시 유닛에 의하여 상기 유량 제어 기기의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 상기 제1 유량 감시 유닛이 소정 회수만 유량을 검정할 때에 상기 제1 유량 감시 유닛과 상기 제2 유량 감시 유닛을 동시에 유량 검정하는 것에 의하여, 상기 제1 유량 감시 유닛에 의한 유량 검정에서 산출한 유량과 상기 유량 제어 기기로 설정된 유량과의 차이인 검정 편차를 상기 제2 유량 감시 유닛의 유량 검정 결과에 근거하여 보정하도록 지령하는 제어부를 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 가스 유량 감시 시스템에서, 바람직하게는, 상기 제1 유량 감시 유닛은 복수의 제1 유량 감시 유닛을 포함하고, 상기 복수의 제1 유량 감시 유닛 중 하나와 상기 제2 유량 감시 유닛을 동시에 이용하여 행하는 유량 검정에서 유량의 편차가 특정 % 이상이라고 인정할 때에는, 상기 복수의 제1 유량 감시 유닛 중의 다른 하나와 상기 제2 유량 감시 유닛을 동시에 이용하여, 한번 더 유량을 검정한다.
- [0020] 또한, 상기 가스 유량 감시 시스템에서, 바람직하게는, 상기 한번 더 유량을 검정할 때에도, 상기 복수의 제1 유량 감시 유닛 중의 상기 다른 하나와 상기 제2 유량 감시 유닛이 검정한 유량의 편차가 다른 특정 % 이상이라고 인정할 때에는, 상기 제2 유량 감시 유닛의 고장이 의심된다고 인정하고, 상기 한번 더 유량을 검정한 유량의 편차가 다른 특정 % 이상이 아니라고 인정할 때에는, 상기 복수의 제1 유량 감시 유닛 중의 상기 하나가 고장이라고 인정한다.
- [0021] 상기 가스 유량 감시 시스템에서, 또한 바람직하게는, 상기 제1 유량 감시 유닛은, 가스 공급원 쪽에서 순서대로 배치되는, 제1 개시 차단 밸브, 제1 측정용 탱크, 제1 압력계 및 레귤레이터를 구비하고, 상기 평상시 감시할 때, 상기 제1 개시 차단 밸브를 소정의 시간 간격으로 연속하여 개폐하고, 상기 제1 측정용 탱크 안에서 가스 공급 압력이 상승 하강을 반복할 때의 압력 하한치는, 상기 유량 제어 기기의 상류 쪽 압력을 제공하는 상기

레귤레이터의 설정 압력 이상이다.

[0022] 또한, 상기 가스 유량 감시 시스템에서, 바람직하게는, 상기 제2 유량 감시 유닛에는, 상기 유량 제어 기기 쪽에서 순서대로 배치되는, 제2 개시 차단 밸브, 제2 측정용 탱크, 제2 압력계 및 조작 차단 밸브를 구비하고, 상기 배출 유로에는 흡인 펌프를 설치하며, 상기 제2 유량 감시 유닛은 상기 조작 차단 밸브를 개방하여 상기 흡인 펌프로 상기 제2 측정용 탱크 안의 가스압을 진공 상태로 한 후, 상기 조작 차단 밸브를 닫음과 동시에, 상기 제2 개시 차단 밸브를 개방하여 상기 제2 측정용 탱크 안의 가스압의 압력 상승량을 측정하여 유량을 검정한다.

[0023] 또한, 상기 가스 유량 감시 시스템에서, 바람직하게는, 상기 제1 유량 감시 유닛은 성막용 재료 가스를 사용한 가스 라인에 구비된다.

### 발명의 효과

[0024] 이하에서, 본 발명에 관한 가스 유량 감시 시스템의 작용 및 효과에 관하여 설명한다.

[0025] (1) 상기 (1)의 구성에 의하여, 유량 제어 기기의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 평상시 감시에서 유량 이상이 확인될 때에는, 보다 정밀도 높은 재검정을 행하는 것에 의하여, 시스템 전체의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0026] 구체적으로는, 제1 유량 감시 유닛은, 복수의 프로세스 가스 라인 중, 선택된 임의의 프로세스 가스 라인에 구비되기 때문에, 중요한 프로세스 가스 라인을 선정하여, 평상시의 유량을 감시할 수 있다. 그 때문에, 예를 들면, 유량 제어 기기 내의 세관 부분에 고형물이 석출되기 쉬운 성막용 재료 가스를 사용하는 가스 라인에 제1 유량 감시 유닛을 구비하여, 유량 이상이 발생하기 쉬운 프로세스 가스 라인의 유량 정밀도를 평상시 감시하고, 그 이상을 제때에 발견할 수 있다. 그 결과, 반도체 웨이퍼의 보유율을 효과적으로 향상시킬 수 있다.

[0027] 또한, 제2 유량 감시 유닛은, 프로세스 챔버의 상류측 유로부터 분기된 배출 유로에 구비되기 때문에, 유량 제어 기기로부터 배출된 가스압을 정밀도가 높게 계속할 수 있다. 이것은, 유량 제어 기기로부터 배출된 가스압이 프로세스 가스 공급원에서의 높은 가스압과 비교하여 낮고, 통상, 배출 유로에는 흡인 펌프를 설치하기 때문에, 제2 유량 감시 유닛에서는, 진공 상태에 가까운 저압이 되어 정밀도가 높은 격막식 압력계를 이용할 수 있기 때문이다.

[0028] 또한, 제1 유량 감시 유닛에 의하여 유량 제어 기기의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 제1 유량 감시 유닛이 복수 회수 유량 이상을 검지할 때에 제2 유량 감시 유닛에 의하여 유량 제어 기기의 유량 이상의 유무를 재검정하도록 지령하는 제어부를 가지기 때문에, 유량 제어 기기의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 평상시 감시에서 유량 이상이 확인될 때에, 보다 정밀도가 높게 재검정을 하여, 제1 유량 감시 유닛의 오차인지, 유량 제어 기기 자체가 이상인 것인지를 판정할 수 있다.

[0029] 따라서 제1 유량 감시 유닛의 유량 정밀도를 제2 유량 감시 유닛에 의하여 보완하여, 시스템 전체에서, 더 신뢰성이 높게 유량을 감시할 수 있다. 또한, 가스 공급 시스템을 정지시키는 제2 유량 감시 유닛에 의한 유량 검정의 회수를 필요 최소한으로 줄여서, 반도체 제조 장치에서 가스 공급 시스템의 가동률 향상에도 기여할 수 있다.

[0030] 따라서, (1)의 구성에 의하면, 유량 제어 기기(매스 플로우 컨트롤러 등)의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 필요한 경우에는, 재검정 또는 유량 감시 유닛 자체의 자기 진단을 포함하는, 더 신뢰성이 높게 유량을 검정하는 가스 유량 감시 시스템을 제공할 수 있다.

[0031] (2) 또한, 상기(2)의 구성에 의하여, 유량 제어 기기의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 소정 회수만 유량 검정할 때에는, 유량 감시 유닛 자체의 자기 진단을 행하는 것에 의하여, 시스템 전체의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0032] 구체적으로는, 제1 유량 감시 유닛은, 복수의 프로세스 가스 라인 중, 선택된 임의의 프로세스 가스 라인에 구비되기 때문에, 중요한 프로세스 가스 라인을 선정하여, 평상시의 유량을 감시할 수 있다. 그 때문에, 예를 들면, 유량 제어 기기 내의 세관 부분에 고형물이 석출되기 쉬운 성막용 재료 가스를 사용하는 가스 라인에 제1 유량 감시 유닛을 구비하여, 유량 이상이 발생하기 쉬운 프로세스 가스 라인의 유량 정밀도를 평상시 감시할 수 있다. 그 결과, 반도체 웨이퍼의 보유율을 효과적으로 향상시킬 수 있다.

[0033] 또한, 제2 유량 감시 유닛은, 프로세스 챔버의 상류측 유로부터 분기된 배출 유로에 구비되기 때문에, 유량 제어 기기로부터 배출된 가스압을 정밀도가 높게 계속할 수 있다. 이것은, 유량 제어 기기로부터 배출된 가스압

이 프로세스 가스 공급원에서의 높은 가스압과 비교하여 낮고, 통상, 배출 유로에는 흡인 펌프를 설치하기 때문에, 제2 유량 감시 유닛에서, 진공에 가까운 저압이 되어 정밀도가 높은 격막식 압력계를 이용할 수 있기 때문이다.

[0034] 또한, 제1 유량 감시 유닛에 의하여 유량 제어 기기의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 제1 유량 감시 유닛이 소정 회수만 유량 검정할 때에 제1 유량 감시 유닛과 제2 유량 감시 유닛을 동시에 유량 검정하여, 상기 제1 유량 감시 유닛에 의한 유량 검정시 산출한 유량과 상기 유량 제어 기기로 설정된 유량과의 차이인 검정 편차를, 상기 제2 유량 감시 유닛의 유량 검정 결과에 근거하여 보정하도록 지령하는 제어부를 가지기 때문에, 유량 제어 기기의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 평상시 감시한 제1 유량 감시 유닛의 검정량을 정밀도가 높은 제2 유량 감시 유닛의 검정 결과에 근거하여 교정하여, 시스템 전체에서, 더 신뢰성이 높게 유량을 감시할 수 있다. 또한, 제2 유량 감시 유닛에 의한 유량 검정을 필요 최소한으로 줄여서, 반도체 제조 장치에서 가스 공급 시스템의 가동률 향상에도 기여할 수 있다.

[0035] 따라서, (2)의 구성에 의하면, 유량 제어 기기(매스 플로우 컨트롤러 등)의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 필요한 경우에는, 재검정 또는 유량 감시 유닛 자체의 자기 진단을 포함하는, 더 신뢰성이 높은 유량 검정을 행한 가스 유량 감시 시스템을 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명에 관한 가스 유량 감시 시스템의 실시 형태를 구성하는 가스 회로를 포함하는 전체도이다.

도 2a는, 본 실시 형태에서 제1 유량 감시 유닛을 구성하는 가스 회로도이다.

도 2b는, 가스 유량 검정시에서 압력선도이다.

도 3은 본 실시 형태에서 제1 유량 감시 유닛을 이용하여 유량 제어 기기(MFC)의 유량 정밀도를 평상시 감시할 때의 압력선도이다.

도 4는 본 실시 형태에서 제1 유량 감시 유닛을 구성하는 부품의 단면도이다.

도 5a는 본 실시 형태에서 제2 유량 감시 유닛을 구성하는 가스 회로도이다.

도 5b는 가스 유량 검정시에서 압력선도이다.

도 6은 본 실시 형태에서 제2 유량 감시 유닛을 구성하는 부품의 단면도이다.

도 7은 본 실시 형태의 가스 유량 감시 시스템에서 제1 제어 플로우도이다.

도 8은 본 실시 형태의 가스 유량 감시 시스템에서 제2 제어 플로우도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 다음부터, 본 발명에 관한 가스 유량 감시 시스템의 실시 형태에 관하여, 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 여기에서는, 먼저 시스템의 전체 구성과 제1 유량 감시 유닛 및 제2 유량 감시 유닛을 설명한 다음, 그 제어 플로우 및 작용 효과에 관하여 설명한다.

[0038] <가스 유량 감시 시스템의 전체 구성>

[0039] 먼저, 본 실시 형태의 가스 유량 감시 시스템의 전체 구성에 관하여 설명한다. 도 1에 본 실시 형태의 가스 유량 감시 시스템의 실시 형태를 구성하는 가스 회로를 포함한 전체도를 도시한다.

[0040] 도 1에 도시한 것처럼, 가스 유량 감시 시스템(100)은 제1 유량 감시 유닛(2), 제2 유량 감시 유닛(3) 및 제어부(4)를 가지며, 프로세스 가스 라인(1)에 설치되어 있다.

[0041] 프로세스 가스 라인(1)은 복수의 가스 라인(11A~11D)으로 이루어지며, 각 가스 라인은, 각각의 프로세스 가스 공급원에서의 가스(A~D)를 제1 라인 차단 밸브(12A~12D)와 유량 제어 기기(10A~10D)와 제2 라인 차단 밸브(13A~13D)를 경유하고 나서 소정의 프로세스 챔버(5)로 공급한다. 프로세스 가스(A~D)에는, 예를 들면, 실란 등의 특수 가스나, 염소 가스 등의 부식성 가스 및 수소 가스나 포스핀 등의 가연성 가스 등이 사용된다. 공급된 프로세스 가스의 가스압은 0.4~0.5 MPa 정도이다.

- [0042] 도 1에 도시한 것처럼, 프로세스 가스 라인(1) 중, 선택된 임의의 프로세스 가스 라인(11B, 11D)에는, 제1 라인 차단 밸브(12B, 12D)의 상류측 유로에 제1 유량 감시 유닛(2B, 2D)을 구비하고 있다. 제1 유량 감시 유닛(2)을 구비하는 프로세스 가스 라인(1)을 임의로 선정한 이유는, 중요한 프로세스 가스 라인(1)을 선정하여, 그 유량을 평상시 감시할 수 있도록 하기 위해서이다. 예를 들면, 유량 제어 기기 내의 세판 부분에 고형물이 석출되기 쉬운 성막용 재료 가스를 사용하는 가스 라인에, 제1 유량 감시 유닛(2)을 구비하여, 유량의 변화를 항상 감시하고, 유량 이상을 재빠르게 또 확실하게 검정할 수 있기 위해서이다.
- [0043] 제1 유량 감시 유닛(2)은 검정 대상인 유량 제어 기기(10)(10B 또는 10D)의 앞쪽인 상류측 유로에서 가스압의 압력 강하를 측정하여 해당 유량 제어 기기(10)의 유량을 감시하고 있다.
- [0044] 제1 라인 차단 밸브(12A~12D) 및 제2 라인 차단 밸브(13A~13D)는 유량 제어 기기(10A~10D)를 흐르는 프로세스 가스를 공급 또는 정지하는 에어 오퍼레이트 밸브이다. 유량 제어 기기(10A~10D)는 예를 들면, 매스 플로우 컨트롤러이고, 매스 플로우 미터와 컨트롤 밸브를 조합시켜서 피드백 제어를 하여, 유량 제어를 가능하게 한 것이다. 따라서 소정의 값으로 설정한 가스 유량을 안정되게 배출할 수 있다.
- [0045] 제2 라인 차단 밸브(13A~13D)의 하류측 유로(14)는, 프로세스 챔버(5)의 상류 쪽에서 합류후 유로(15)에 의하여 합류되어 있다. 합류후 유로(15)로부터 분기된 배출 유로에는, 제2 유량 감시 유닛(3)을 구비하고 있다. 이 배출 유로는, 제2 유량 감시 유닛(3)의 상류 쪽에 설치한 제1 배출 유로(16)와, 제2 유량 감시 유닛(3)의 하류 쪽에 설치한 제2 배출 유로(17)로 이루어진다. 가스 유량 검정 시에는, 가스가 제1 배출 유로(16)로부터 제2 유량 감시 유닛(3)으로 공급되고, 제2 배출 유로(17)로부터 배출구(Vent)로 배출된다. 제2 유량 감시 유닛(3)은 유량 제어 기기(10A~10D)로부터 제1 배출 유로(16)를 경유하여 공급된 가스압을 정밀도가 높게 측정할 수 있다. 이것은, 유량 제어 기기(10A~10D)로부터 배출된 가스압이, 프로세스 가스 공급원에서의 높은 가스압과 비교하여 낮고, 통상, 제2 배출 유로(17)에 흡인 펌프(18)(도 5 참조)를 설치하기 때문에, 제2 유량 감시 유닛(3)에서, 진공 상태에 가까운 저압으로 되어 정밀도가 높은 격막식 압력계를 이용할 수 있기 때문이다.
- [0046] 도 1에 도시한 것처럼, 가스 유량 감시 시스템(100)은, 제1 유량 감시 유닛(2), 제2 유량 감시 유닛(3) 및 유량 제어 기기(10)와 전기적으로 접속된 제어부(4)를 구비하고 있다. 제어부(4)는 가스 유량 감시 시스템(100)의 제어부이고, 예를 들면, 제1 유량 감시 유닛(2)에서 유량 제어 기기(10)(예를 들면, 대상이 된 유량 제어 기기(10B))의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 제1 유량 감시 유닛(2)이 복수 회수 유량 이상을 감지할 때에 제2 유량 감시 유닛(3)에 의하여 유량 제어 기기(10)의 유량 이상의 유무를 재검정하도록 지령하거나, 제1 유량 감시 유닛(2)에 의하여 대상의 유량 제어 기기(10)의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 제1 유량 감시 유닛(2)이 소정 회수만 유량 검정할 때에 제1 유량 감시 유닛(2)과 제2 유량 감시 유닛(3)을 동시에 유량 검정하여, 제1 유량 감시 유닛(2)의 검정 편차를 제2 유량 감시 유닛(3)의 유량 검정 결과에 근거하여 보정하도록 지령한다.
- [0047] 또한, 예를 들면, 제2 유량 감시 유닛(3)에 의하여 유량 제어 기기(10)의 유량 이상이 있다고 판정되어, 유량 제어 기기(10)의 편차를 보정할 수 있는 경우에는, 제어부(4)의 지령에 의하여 유량 제어 기기(10)의 설정치를 보정할 수 있다. 또한, 제어부(4)의 제어 방법에 관해서는, 후술하는 제어 플로우에서 상술한다.
- [0048] 또한, 제어부(4)는 반도체 제조 장치(6)와 전기적으로 접속되어 있다. 그 때문에, 예를 들면, 반도체 제조 장치(6)는, 제2 유량 감시 유닛(3)에 의하여 유량 제어 기기(10)의 유량 이상이 있다고 판정된 제어부(4)로부터의 전기 신호를 받아서, 자동으로 가동을 정지하는 등의 조치를 취할 수 있다. 이 경우, 제어부(4)는 시리얼 통신(serial communication) 및 아날로그 통신(analog communication) 둘 다에 대응할 수 있다.
- [0049] <제1 유량 감시 유닛>
- [0050] 다음으로, 제1 유량 감시 유닛(2)의 회로 구성에 관하여 설명한다. 도 2a에 본 실시 형태에서 제1 유량 감시 유닛(2)을 구성하는 가스 회로도를 도시하며, 도 2b에 가스 유량 검정에서 압력선도를 도시한다. 도 3에 본 실시 형태에서 제1 유량 감시 유닛(2)을 이용하여 유량 제어 기기(MFC)의 유량 정밀도를 평상시 감시할 때의 압력 선도를 도시한다. 도 4에 본 실시 형태에서 제1 유량 감시 유닛(2)을 구성하는 부품의 단면도를 도시한다.
- [0051] 도 2a에 도시한 것처럼, 제1 유량 감시 유닛(2)은 프로세스 가스 라인(1)에서 제1 라인 차단 밸브(12)의 상류측 유로에 설치되어 있다. 제1 유량 감시 유닛(2)은 가스 공급원 측에서 순서대로 배치되는, 제1 개시 차단 밸브(21), 제1 측정용 탱크(22), 제1 압력계(23), 제1 온도계(24) 및 레귤레이터(25)를 구비하고 있다.
- [0052] 제1 개시 차단 밸브(21)는 가스 공급원에서의 가스를 하류 쪽으로 공급 또는 정지하는 에어 오퍼레이트 밸브이

다. 제1 측정용 탱크(22)는 가스를 일정량 저장하는 용기이다. 제1 측정용 탱크(22)의 용적은 유량 제어 기기(10)의 유량에 있어서 최적의 용적을 선정하지만, 예를 들면, 50~60cc 정도이다. 가스 유량 검정 시에 제1 측정용 탱크(22)의 용기 안에 저장한 가스가 유출되어 가스압이 강해진다. 제1 압력계(23)는 제1 측정용 탱크(22)의 용기 안에 저장한 가스의 압력 강하를 측정하는 압력계이다. 제1 압력계(23)는 고압의 가스에 대응할 수 있도록, 예를 들면, 변형 게이지식 압력계를 이용하고 있다. 제1 온도계(24)는 제1 측정용 탱크(22)의 용기 안의 가스 온도를 측정하는 온도계이다. 레귤레이터(25)는 유량 제어 기기(10)로 공급하는 가스의 가스압을 일정하게 유지하기 위한 제어 밸브이다. 예를 들면, 레귤레이터(25)의 설정압은 0.2MPa 정도이다.

[0053] 다음으로, 제1 유량 감시 유닛의 유량 감시 방법에 관하여 설명한다. 먼저, 1회의 유량 검정 방법을 설명한다.

[0054] 도 2b에 도시한 것처럼, 제1 개시 차단 밸브(21)를 닫으면 가스 공급원에서의 가스가 정지되기 때문에, 제1 측정용 탱크(22)의 용기 안에 저장한 가스가 유출되어 가스압이 강해진다. 가스압의 단위 시간당의 압력 강하율을 거의 일정하게 안정된 단계(측정 개시점 P1)에서, 제1 압력계(23)가 가스압을 측정한다. 그 후, 일정 시간이 경과한 시점(측정 종료점 P2)에서, 제1 압력계(23)가 한번 더 가스압을 측정한다. 측정 개시점 P1의 가스압과, 측정 종료점 P2의 가스압과의 차이인 압력 강하량  $\Delta P$ 와, 측정 개시점 P1에서 측정 종료점 P2까지의 시간  $\Delta t$ 를 구한다.  $\Delta P/\Delta t$ 의 값은 가스 유량에 비례하기 때문에, 이값에 비례 계수를 곱하여, 유량 제어 기기(10)로부터 프로세스 챔버(5)로 공급된 가스 유량을 산출한다. 산출한 가스 유량과 유량 제어 기기(10)에서 설정된 가스 유량을 비교하고, 이러한 가스 유량 사이의 차이(검정 편차)가 소정의 기준치의 범위 내이라면 유량은 정상이다. 한편, 이 차이가 소정의 기준치의 범위 외라면 유량은 이상이 된다.

[0055] 다음으로, 상술한 제1 유량 감시 유닛(2)을 이용하여 유량 제어 기기(10)의 유량 정밀도를 평상시 감시하는 방법을 설명한다.

[0056] 반도체 제조 장치(6)의 가동 중에, 제어부(4)로부터의 지령에 의하여 제1 개시 차단 밸브(21)를 소정의 시간 간격으로 연속하여 개폐하면, 도 3에 도시한 것처럼, 가스 공급 압력은 상승 하강을 반복한다. 제1 유량 감시 유닛(2)은 공급 압력의 강하마다 압력 강하량과 그 시간으로부터 유량을 검정한다. 검정 결과는 제어부(4)에서 감시 출력으로서 반도체 제조 장치(6)로 전달된다.

[0057] 가스 공급 압력이 상승 하강을 반복한 시간 간격은 임의로 설정할 수 있지만, 예를 들면, 수 초 내지 수십 초 정도이다. 또한, 가스 공급 압력이 상승 하강을 반복할 때의 압력 하한치는, 유량 제어 기기(10)의 상류 쪽 압력을 제공하는 레귤레이터(25)의 설정압력 이상이다. 레귤레이터(25)의 입력측 압력이 레귤레이터(25)의 설정압력 이상이라면, 레귤레이터(25)의 출력측 압력은 변동하지 않고 일정한 가스 유량을 유량 제어 기기(10)에 공급할 수 있기 때문이다. 그 결과, 유량 제어 기기(10)의 출력측 유량도 일정하게 유지할 수 있다.

[0058] 이것에 따라, 반도체 제조 장치(6)의 가스 공급계를 유지하면서, 제1 유량 감시 유닛(2)을 이용하여 유량 제어 기기(10)의 유량 정밀도를 평상시 감시할 수 있다.

[0059] 다음으로, 상술한 제1 유량 감시 유닛(2)의 부품 구성을 설명한다.

[0060] 도 4에 도시한 것처럼, 도면 왼쪽부터 순서대로 제1 개시 차단 밸브(21), 제1 압력계(23), 제1 온도계(24), 레귤레이터(25)가, 제1 매니폴드(26)의 상단에 재치되어 있다. 제1 매니폴드(26)는 거의 구 형상을 이루고 내부에 제1 측정용 탱크(22)가 진공 설치되어 있다. 제1 측정용 탱크(22)는 구형 단면으로 형성되어 있다. 구형 단면 상단의 내벽에는, 제1 개시 차단 밸브(21)의 2차측 유로(212)와 연통하는 유로(262), 제1 압력계(23)와 연통하는 유로(263, 264), 레귤레이터(25)의 1차측 유로(253)와 연통한 유로(265)가, 각각 별개로 떨어져 수직으로 천공 설치되어 있다. 제1 압력계(23) 및 레귤레이터(25) 사이에, 제1 측정용 탱크(22)의 구형 단면 상단의 내벽으로부터, 제1 온도계(24)의 센서부(241)가, 아래쪽에 돌출하고 있다. 제1 매니폴드(26)의 하단에는, 제1 측정용 탱크(22)를 밀봉하는 판 형상의 뚜껑 부재(221)가 고정되어 있다. 제1 매니폴드(26)의 도면 왼쪽에는, 하단에 설치한 입력 포트(267)와 제1 개시 차단 밸브(21)의 1차측 유로(211)와 연통하는 유로(261)가 형성되어 있다. 매니폴드(26)의 도면 오른쪽에는, 하단에 설치한 출력 포트(268)와 레귤레이터(25)의 2차측 유로(259)와 연통하는 유로(266)가 형성되어 있다.

[0061] 제1 개시 차단 밸브(21)는 구동부(213) 및 본체부(214)를 구비하고, 에어 조작에 의한 구동부가 다이어프램(215)을 상하 이동시켜서, 가스를 공급, 정지한다.

[0062] 제1 압력계(23)는 도시하지 않는 센서부와 연통하는 유로(263, 264)로부터, 직접 측정용 탱크(22) 안의 가스압

을 측정하고 있다.

- [0063] 제1 온도계(24)는 제1 측정용 탱크(22) 안의 가스 온도를 측정한다. 센서부(241)가 제1 측정용 탱크(22)의 구형 단면 상단의 내벽으로부터 아래쪽에 돌출하고 있기 때문에, 제1 측정용 탱크(22) 안의 가스 온도를 더 정확하게 측정할 수 있다. 가스 온도를 측정하는 것에 의하여, 가스 유량 검정시의 가스의 온도 변화를 확인하여, 유량의 산출에 반영시킬 수 있다.
- [0064] 레귤레이터(25)는 조정 기구부(251)과 바디부(250)를 구비하고, 레귤레이터(25)의 설정 압력은 조정 기구부(251)의 도시하지 않는 조정 기구에 의하여 조정된다. 조정 기구는 도시하지 않는 조정 스프링의 가세력을 조정하여 다이어프램(254)을 상하 이동시킨다. 다이어프램(254)은 압력 제어실(255)의 상단에 복설되어 있다. 압력 제어실(255)에는 아래쪽에서 포핏 밸브(256)의 돌출부가 돌출하여, 다이어프램(254)에 접하거나 떨어진다. 포핏 밸브(256)는 1차측 유로(253)와 연통하는 밸브실(258)에 수용되어, 압축 스프링(257)에 의하여 상방으로 가세되어 있다. 압력 제어실(255)의 하단에는 2차측 유로(259)와 연통하는 귀환 유로(252)가 천공 설치되어 있다. 따라서 압력 제어실(255)에서 귀환 유로(252)를 경유하고 레귤레이터(25)의 2차측 압력을 피드백하고 있다.
- [0065] <제2 유량 감시 유닛>
- [0066] 다음으로, 제2 유량 감시 유닛(3)의 회로 구성에 관하여 설명한다. 도 5a에 본 실시 형태에서 제2 유량 감시 유닛(3)을 구성하는 가스 회로도도를 도시하며, 도 5b에 가스 유량 검정에서 압력선도를 도시한다. 도 6에 본 실시 형태에서 제2 유량 감시 유닛(3)을 구성하는 부품의 단면도를 도시한다.
- [0067] 도 1에 도시한 것처럼, 제2 유량 감시 유닛(3)은 프로세스 가스 라인(1)에서 제2 라인 차단 밸브(13)(13A~13D)의 하류측 유로(14)가 합류하는 합류후 유로(15)로부터 분기된 배출 유로(16, 17)에 설치되어 있다. 그리고, 도 5a에 도시한 것처럼, 제2 유량 감시 유닛(3)은 유량 제어 기기(10) 쪽에서 순서대로 배치된, 제2 개시 차단 밸브(31), 제2 측정용 탱크(32), 제2 압력계(33), 제2 온도계(34) 및 조작 차단 밸브(35)를 구비하고 있다.
- [0068] 제2 개시 차단 밸브(31)는 유량 제어 기기(10)로부터의 가스를 제2 측정용 탱크(32)에 공급 또는 정지하는 에어 오퍼레이트 밸브이다. 제2 측정용 탱크(32)는 가스를 일정량 저장하는 용기이다. 제2 측정용 탱크(32)의 용적 및 유량 제어 기기(10)의 2차측에서 제2 개시 차단 밸브(31)의 1차측까지의 유로 용적은, 유량 제어 기기(10)의 유량에서 최적인 용적을 선정하지만, 예를 들면, 제2 측정용 탱크(32)의 용적은 10cc 정도, 유량 제어 기기(10)의 2차측에서 제2 개시 차단 밸브(31)의 1차측까지의 유로 용적은 80~120cc 정도이다. 제2 압력계(33)는 제2 측정용 탱크(32)의 용기 안에 저장한 가스의 압력 상승을 측정하는 압력계이다. 제2 압력계(33)는 진공 상태의 가스에 대응할 수 있도록, 예를 들면, 격막식의 진공 압력계를 이용하고 있다. 제2 온도계(34)는 제2 측정용 탱크(32)의 용기 안의 가스 온도를 측정하는 온도계이다. 조작 차단 밸브(35)는 제2 측정용 탱크(32)에 저장된 가스를 흡인 펌프(17)로 공급 또는 정지하는 에어 오퍼레이트 밸브이다.
- [0069] 다음으로, 제2 유량 감시 유닛(3)의 유량 검정 방법에 관하여 설명한다.
- [0070] 도 5b에 도시한 것처럼, 가스 유량 검정 전에, 제2 라인 차단 밸브(13A~13D)를 닫음과 동시에 제2 개시 차단 밸브(31) 및 조작 차단 밸브(35)를 개방하여, 제2 측정용 탱크(32) 등에 저장된 가스를 흡인 펌프(18)로 흡인하여 배출한다. 제2 측정용 탱크(32) 등에 저장된 가스는 배출되기 때문에, 가스압은 저하되고 거의 진공 상태가 된다.
- [0071] 그 후, 유량 검정의 대상인 프로세스 가스 라인에서 제2 라인 차단 밸브(13)를 개방한다. 이때, 다른 프로세스 가스 라인에서 제2 라인 차단 밸브(13)는 닫혀 있다. 가스 유량이 안정되면, 조작 차단 밸브(35)를 폐쇄한다. 그러면, 유량 검정의 대상인 프로세스 가스 라인의 유량 제어 기기(10)로부터 공급된 가스가, 제2 측정용 탱크(32) 등에 저장된다. 제2 측정용 탱크(32) 등에서는, 저장된 가스가 증가하여 가스압이 상승한다.
- [0072] 가스압의 단위 시간당의 압력 상승률이 거의 일정하게 안정된 단계(측정 개시점 P1)에서, 제2 압력계(33)가 가스압을 측정한다. 그 후, 일정 시간이 경과한 시점(측정 종료점 P2)에서, 제2 압력계(33)가 한번 더 가스압을 측정한다. 측정 개시점 P1의 가스압과, 측정 종료점 P2의 가스압과의 차이인 압력 상승량  $\Delta P$  및 측정 개시점 P1으로부터 측정 종료점 P2까지의 시간  $\Delta t$ 를 구한다.  $\Delta P/\Delta t$ 의 값은 가스 유량에 비례하기 때문에, 비례 계수를 곱하여, 유량 제어 기기(10)로부터 배출된 가스 유량을 산출한다.
- [0073] 산출한 가스 유량과 유량 제어 기기(10)로 설정된 가스 유량을 비교하고, 가스류 량간의 차이(검정 편차)가 소정의 기준치의 범위 내라면 유량은 정상이다. 한편, 이 차이가 소정의 기준치의 범위 외라면 유량은 이상이 있

다. 이 경우, 제2 유량 감시 유닛(3)은, 압력계에서 격막식의 진공 압력계를 이용하고, 진공 압력계에서는 다이어프램 지름이 크기 때문에, 변형 게이지식 압력계를 이용하는 제1 유량 감시 유닛(2)보다 정밀도가 높은 유량 검정을 할 수 있다.

[0074] 다음으로, 상술한 제2 유량 감시 유닛(3)의 부품 구성을 설명한다.

[0075] 도 6에 도시한 것처럼, 도면 왼쪽에서 순서대로, 제2 개시 차단 밸브(31), 제2 압력계(33) 및 조작 차단 밸브(35)가, 제2 매니폴드(36)의 상단에 재치되어 있다. 또한, 제2 매니폴드(36)는 3개의 구 형상 블록(36A~36C)으로 나누어져 있다. 도면 좌우의 구 형상 블록(36A, 36C)의 상단을 개구시키도록, 좌우의 V자 형상 유로(361, 363)가 천공 설치되고, 도면 중앙의 구 형상 블록(36B)의 상단에는 반원 형상 유로(362)가 천공 설치되어 있다.

[0076] 또한, 제2 압력계(33)의 통 형상부(332) 하단에는, 거의 구 형상을 이루고 내부에 제2 측정용 탱크(32)가 천공 설치되어 있는 베이스 블록(333)이 설치되고, 제2 압력계(33)의 진공 챔버(331)와 제2 측정용 탱크(32)가 연통되어 있다. 제2 측정용 탱크(32)는 아래쪽으로 팽출한 만곡 단면으로 형성되어 있다. 베이스 블록(333)에는, 도면 왼쪽 하측에 경사진 좌경사 유로(321)와 도면 오른쪽 하측에 경사진 우경사 유로(323)와 양자의 중간에 수직을 이루는 수직 유로(322)가 형성되어 있고, 각 유로는 탱크(32)의 만곡벽으로 개구하여, 베이스 블록(333)의 하단과 연통한다.

[0077] 베이스 블록(333)의 하단은 3개의 구 형상 블록(36A~36C)의 상단에 접하여, 좌경사 유로(321)는 왼쪽 V자 형상 유로(361)와 연통하고, 우경사 유로(323)는 오른쪽 V자 형상 유로(363)와 연통하고 있다. 베이스 블록(333) 및 3개의 구 형상 블록(36A~36C)이 형성된 각 유로의 용적이 유량 검정시의 측정용 탱크 용적에 포함되기 때문에, 유량 검정의 정밀도를 향상시키도록 유로 지름이나 유로 길이를 설정할 수 있다.

[0078] 제2 개시 차단 밸브(31)는 구동부(311) 및 본체부(312)로 이루어져 있고, 본체부(312)에는 1차측 유로(313) 및 2차측 유로(315)가 형성되어 있다. 1차측 유로(313)에는 제1 배출 유로(16)의 하류 쪽과 연통하는 입력 포트(314)가 형성되어, 가스가 공급된다. 2차측 유로(315)는, 왼쪽 V자 형상 유로(361)와 연통하고 있다.

[0079] 조작 차단 밸브(35)는 구동부(351) 및 본체부(352)로 이루어져 있고, 본체부(352)에는 1차측 유로(353) 및 2차측 유로(354)가 형성되어 있다. 1차측 유로(353)는 오른쪽 V자 형상 유로(363)와 연통하고 있다. 2차측 유로(354)에는 제2 배출 유로(17)의 상류 쪽과 연통하는 출력 포트(355)가 형성되어, 가스가 배출된다.

[0080] 또한, 제2 온도계(34)는 도 6에 도시되어 있지 않지만, 제2 압력계(33) 안의 진공 챔버 안의 가스 온도를 측정하기 위해, 제2 압력계(33)에 부설되어 있다. 제2 압력계(33) 안의 가스 온도를 더 정확하게 측정하여, 가스 유량 검정시의 가스의 온도 변화를 확인하여, 유량의 산출에 반영시킬 수 있다.

[0081] <가스 유량 감시 시스템의 제어 플로우>

[0082] 다음으로, 본 실시 형태에서 가스 유량 감시 시스템(100)의 제어 플로우에 관하여 설명한다. 도 7에 본 실시 형태에서 제1 제어 플로우도를 도시하며, 도 8에 본 실시 형태에 있어서 제2 제어 플로우도를 도시한다.

[0083] 먼저, 본 실시 형태의 가스 유량 감시 시스템(100)에 있어서 제어 플로우의 기본적인 사고방식을 설명한다. 본 제어 플로우는 제1 제어 플로우(도 7 참조)와 제2 제어 플로우(도 8 참조)로 구성되어 있다.

[0084] 제1 제어 플로우는 반도체 제조 장치(6)의 가동 중에 행하고, 평상시 감시를 전제로 하여 유량 제어 기기(10)의 유량 이상을 확실하게 발견하고, 재빠르게 정상적으로 되돌리는 제어이다. 이 제어에는 2 종류의 유량 감시 유닛(제1 유량 감시 유닛(2), 제2 유량 감시 유닛(3))이 필요하다. 그리고, 제1 유량 감시 유닛(2) 및 제2 유량 감시 유닛(3)을, 유량 제어 기기(10)의 상류 쪽과 하류 쪽에 설치하고 제어부(4)에 의해 선택적으로 사용된다. 제1 유량 감시 유닛(2)은 유량 제어 기기(10)의 상류 쪽에서 프로세스 가스를 흘려보내면서, 항상 유량 이상이 없는지를 감시한다.

[0085] 그러나, 제1 유량 감시 유닛(2)은, 전술한 것처럼 유량 검정의 신뢰성이 낮기 때문에, 복수 회수 유량 이상이라고 인정할 때에, 유량 이상이 정말로 발생할 가능성이 높다고 판단하고, 더 유량 검정의 신뢰성이 높은 제2 유량 감시 유닛(3)을 이용하여, 한번 더 유량을 검정한다. 제2 유량 감시 유닛(3)을 이용한 재검정시에는, 반도체 제조 장치(6)의 가동을 정지하기 때문에, 제2 유량 감시 유닛(3)을 이용한 재검정은 유량 이상의 가능성이 높은 때로 한정하고 있다.

[0086] 이와 같이, 제1 유량 감시 유닛(2)에 의하여 유량 제어 기기(10)의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 제1 유량

감시 유닛(2)의 평상시 감시에 있어 유량 이상이 복수 회수 확인될 때에는, 더 정밀도가 높은 제2 유량 감시 유닛(3)에 의하여 재검정하여, 시스템 전체에서, 더 신뢰성이 높은 유량 감시를 할 수 있다.

- [0087] 제2 제어 플로우는, 제1 유량 감시 유닛(2)이 유량 제어 기기(10)의 상류 쪽에서 프로세스 가스를 흘러보내면서, 항상 유량 이상이 없는지 감시하는 점(S1, S2)까지는, 제1 제어 플로우와 동일하다.
- [0088] 제1 제어 플로우는 제1 유량 감시 유닛(2)이 발견한 유량 제어 기기(10)의 유량 이상을 더 정밀도가 높은 제2 유량 감시 유닛(3)에 의하여 확실 또한 재빠르게 정상적으로 되돌리는 제어인데 반하여, 제2 제어 플로우는 제1 유량 감시 유닛(2)을 더 정밀도가 높은 제2 유량 감시 유닛(3)에 의하여 정기적으로 자기 진단하는 제어인 점이 다르다. 즉, 유량 검정의 신뢰성이 낮은 제1 유량 감시 유닛(2)을 유량 검정의 신뢰성이 높은 제2 유량 감시 유닛(3)을 이용하고 점검하고, 제1 유량 감시 유닛(2)의 편차를 보정하여, 제1 유량 감시 유닛(2)의 유량 검정의 신뢰성을 더 향상시키는 자기 진단 기능을 갖는 제어이다.
- [0089] 이와 같이, 제1 유량 감시 유닛(2)에 의하여 유량 제어 기기(10)의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 평상시 감시한 제1 유량 감시 유닛(2)의 검정량을 정밀도 높은 제2 유량 감시 유닛(3)으로 교정(자기 진단)하여, 시스템 전체에서, 더 신뢰성이 높은 유량 감시를 할 수 있다.
- [0090] 다음으로, 제1 제어 플로우에 관하여 상세히 설명한다. 제어 플로우는 도 7을 참조하면서, 또 가스 회로도는 도 1, 도 2a, 도 5a를 참조하면서, 구체적으로 설명한다.
- [0091] 먼저, S1에서 유량 제어 기기(10)의 유량 제어가 시작된다. 그리고, S2에서 제1 유량 감시 유닛(2)에 의한 유량 제어 기기(10)의 유량 평상시 감시를 행한다. 구체적으로는, 제어부(4)의 지령에 의하여, 제1 유량 감시 유닛(2)의 제1 개시 차단 밸브(21)가 폐쇄, 개방을 소정 시간 간격으로 반복하고, 제1 압력계(23)가 압력 강하량을 측정하면서 유량 검정을 연속적으로 행한다.
- [0092] S3에서 제1 유량 감시 유닛(2)의 검정 회수가 N 회에 도달하는지 아닌지를 판정하여, 도달하지 않았으면, S4에서 유량 이상의 유무를 확인한다. 여기에서, N 회는, 과거의 점검 실적 등에 근거하여 임의로 설정해도 좋지만, 예를 들면, 1000회 정도로 설정한다. 또한, 검정 회수가 N 회에 도달할 때는, 제2 제어 플로우의 정기 점검의 제어를 이행한다(A).
- [0093] S4에서 유량 이상이 있다고 인정할 때에는, S5에서 유량 이상의 누적 회수를 가산하고 누적 회수가 K 회에 도달하였다고 인정할 때에는, S6에서 유량 제어 기기(10)의 점검으로 이행한다. 여기서, 유량 이상의 판정치는 임의로 설정할 수 있지만, 예를 들면,  $\pm 5\%$  정도로 설정한다. 또, K 회는 임의로 설정해도 좋지만, 예를 들면, 3회 정도로 설정한다.
- [0094] S7에서 제2 유량 감시 유닛(3)에 의한 유량 제어 기기(10)의 유량 검정을 시작한다. 구체적으로는, 제어부(4)로부터의 지령에 의하여, 제2 유량 감시 유닛(3)의 조작 차단 밸브(35)를 개방하여 흡인 펌프(18)로 제2 측정용 탱크(32) 안의 가스압을 진공 상태로 한 후, 조작 차단 밸브(35)를 닫음과 동시에, 제2 개시 차단 밸브(31)를 개방하여 제2 측정용 탱크(32) 안의 가스압의 압력 상승량을 측정하고 유량 검정한다. 제2 유량 감시 유닛(3)은, 전술한 것처럼 정밀도가 높은 유량 검정이 가능하기 때문에, S8에서 유량 이상이라고 인정할 때에는, S9에서 유량 제어 기기(10)의 편차 보정이 가능한지 여부를 확인한다. 여기에서, 유량 이상의 판정치는 임의로 설정할 수 있지만, 예를 들면,  $\pm 1\%$  정도로 설정한다. 유량 제어 기기(10)의 편차 보정이 가능하면, S10에서 유량 제어 기기(10)의 편차를 보정하여, S11에서 프로세스를 시작하다. 또한, S9에서 유량 제어 기기(10)의 편차 보정이 불가능하다고 인정할 때에는, S12에서 유량 제어 기기(10)를 교환하는 점검을 이행한다. 결국, 유량 제어 기기(10)의 유량 이상의 최종적인 인정, 편차의 보정, 기기 교환에 관해서는, 유량 검정의 신뢰성이 높은 제2 유량 감시 유닛(3)의 검정 결과에 근거하고 있다.
- [0095] 이와 같이, 제1 제어 플로우는 유량 제어 기기(10)의 유량 이상의 최종 판단 및 조치를 신뢰성이 높은 제2 유량 감시 유닛(3)의 검정 결과에 근거한 것으로서, 시스템 전체에서, 더 신뢰성이 높은 유량 감시를 실현하면서, 필요 이상의 가동률 저하를 방지하고 있다.
- [0096] 다음으로, 제2 제어 플로우에 관하여 상세히 설명한다. 제어 플로우는 도 8을 참조하면서, 또, 가스 회로도는 도 1, 도 2a, 도 5a를 참조하면서, 구체적으로 설명한다.
- [0097] S3에서 검정 회수가 N 회에 도달할 때는, S20에서 제2 제어 플로우인 제1 유량 감시 유닛(2)(예를 들면 2B)의 정기 점검의 제어를 이행한다. 이 경우, 반도체 제조 장치(6)의 가동은 정지된다. S21에서 제1 유량 감시 유닛(2)과 제2 유량 감시 유닛(3)을 동시에 이용하여 유량을 검정한다. 구체적으로는, 제1 압력계(23)의 압력 강하

량과 제2 압력계(33)의 압력 상승량을 동시에 계측하여 유량을 검정한다. S22에서 양자가 검정한 유량의 편차가 X% 이상이 아니라고 인정할 때에는, S25에서 제1 유량 감시 유닛(2)의 편차를 보정하여, S28에서 프로세스를 시작한다. 이 경우, 제2 유량 감시 유닛(3)에 의하여 산정한 유량이 양(positive)이면, 제1 유량 감시 유닛(2)에 의하여 산정한 유량이 제2 유량 감시 유닛(3)의 산정치에 일치하도록 영점 또는 계수를 수정한다. 또한, 제1 제어 플로우에서는, 제1 유량 감시 유닛(2)이 제2 유량 감시 유닛(3)의 유량 검정에 의하여 보정된 유량으로 감시하고 있지만, 제2 제어 플로우에서는 제2 유량 감시 유닛(3)의 유량 검정에 근거한 보정을 하지 않고 보정치를 결정한다.

[0098] 한편, S22에서 양자가 검정한 유량의 편차가 X% 이상이라고 인정할 때에는, S23에서 다른 제1 유량 감시 유닛(예를 들면, 2D)과 제2 유량 감시 유닛(3)을 동시에 이용하여, 다시 한번 유량을 검정한다. S24에서도 양자가 검정한 유량의 편차가 Y% 이상이라고 인정할 때에는, S26에서 제2 유량 감시 유닛(3)의 고장을 의심할 수 있다고 인정하여, 제2 유량 감시 유닛(3)을 점검·수리한다. S24에서 양자가 검정한 유량의 편차가 Y% 이상이라고 인정할 때에는, S27에서, 먼저 사용한 제1 유량 감시 유닛(2)(예를 들면, 2b)의 고장을 인정하고 점검·수리한다. 또한, X% 및 Y%의 판정치는 임의로 설정할 수 있지만, 예를 들면,  $\pm 1\%$  정도로 설정한다.

[0099] 이와 같이, 제2 제어 플로우의 제1 유량 감시 유닛(2)을 더 신뢰성이 높은 제2 유량 감시 유닛(3)에 의하여 정기적으로 자기 진단하여, 시스템 전체에서, 더 신뢰성이 높은 유량 감시를 실현하면서, 필요 이상의 가동을 저하를 방지하고 있다.

[0100] <작용 효과>

[0101] 이상, 상세히 설명한 것처럼, 본 실시 형태의 가스 유량 감시 시스템(100)에 의하면, 유량 제어 기기(10)의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 필요한 경우에는 재검정 또는 유량 감시 유닛 자체의 자기 진단을 포함하여, 더 신뢰성이 높은 유량 검정을 행한 가스 유량 감시 시스템을 제공할 수 있다.

[0102] 구체적으로는, 본 실시 형태에 의하면, 제1 유량 감시 유닛(2)은 복수의 프로세스 가스 라인(1) 중, 선택된 임의의 프로세스 가스 라인(11B, 11D)에 구비되기 때문에, 중요한 프로세스 가스 라인을 선정하여, 유량의 평상시 감시를 할 수 있다. 그 때문에, 예를 들면, 유량 제어 기기(10) 안의 세관 부분에 고형물이 석출되기 쉬운 성막용 재료 가스를 사용한 가스 라인에 제1 유량 감시 유닛(2)을 구비하여, 유량 이상이 발생하기 쉬운 프로세스 가스 라인의 유량 정밀도를 평상시 감시하고, 그 이상을 재빠르게 발견할 수 있다. 그 결과, 반도체 웨이퍼의 보유율을 효과적으로 향상시킬 수 있다.

[0103] 또한, 제2 유량 감시 유닛(3)은 제2 라인 차단 밸브(13)의 하류측 유로(14)가 프로세스 챔버(5)의 상류 쪽에서 합류하고, 합류후 유로(15)로부터 분기된 배출 유로(16, 17)에 구비되기 때문에, 유량 제어 기기(10)로부터 배출된 가스압을 정밀도 높게 계측할 수 있다. 가스압을 정밀도 높게 계측할 수 있는 것은, 유량 제어 기기(10)로부터 배출된 가스압이, 프로세스 가스 공급원에서 높은 가스압과 비교하여 낮고, 통상, 배출 유로(16, 17)에는 흡인 펌프(18)를 설치하고 있기 때문에, 제2 유량 감시 유닛(3)에서는, 진공에 가까운 저압이 되고 정밀도가 높은 격막식의 진공 압력계를 이용할 수 있기 때문이다.

[0104] 또한, 본 실시 형태에 의하면, 제1 유량 감시 유닛(2)에 의하여 유량 제어 기기(10)의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 제1 유량 감시 유닛(2)이 복수 회수 유량 이상을 검지할 때에 제2 유량 감시 유닛(3)에 의하여 유량 제어 기기(10)의 유량 이상의 유무를 재검정하도록 지령하는 제어부(4)를 갖기 때문에, 유량 제어 기기(10)의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 평상시 감시에서 유량 이상이 복수 회수 확인될 때에는, 더 정밀도가 높은 재검정을 행하고, 제1 유량 감시 유닛(2)의 오차인지, 유량 제어 기기(10) 자체의 이상인지를 판정할 수 있다.

[0105] 따라서 제1 유량 감시 유닛(2)의 유량 정밀도를 제2 유량 감시 유닛(3)에 의하여 보완하여, 시스템 전체에서, 더 신뢰성이 높은 유량 감시를 할 수 있다. 또한, 가스 공급 시스템을 정지하는 제2 유량 감시 유닛(3)에 의한 유량 검정의 회수를 필요 최소한으로 줄이고, 반도체 제조 장치(6)에 있어서 가스 공급 시스템의 가동을 향상에도 기여할 수 있다.

[0106] 또한, 본 실시 형태에 의하면, 제1 유량 감시 유닛(2)에 의하여 유량 제어 기기(10)의 유량을 평상시 감시함과 동시에, 제1 유량 감시 유닛(2)이 소정 회수만 유량 검정할 때에 제1 유량 감시 유닛(2)과 제2 유량 감시 유닛(3)을 동시에 유량 검정하여, 제1 유량 감시 유닛(2)의 검정 편차를 제2 유량 감시 유닛(3)의 유량 검정 결과에 근거하여 보정하도록 지령하는 제어부(4)를 갖기 때문에, 유량 제어 기기(10)의 유량 정밀도를 평상시 감시하면서, 평상시 감시한 제1 유량 감시 유닛(2)의 검정량을 정밀도 높은 제2 유량 감시 유닛(3)으로 교정(자기 진

단)하여, 시스템 전체에서, 더 신뢰성이 높은 유량 감시를 할 수 있다.

[0107] 또한, 본 발명은 상술한 실시 형태로 한정되는 것이 아니다. 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양한 변경이 가능하다.

[0108] 상술한 실시 형태에서는, 제1 제어 플로우에서, 제1 유량 감시 유닛(2)이 유량 검정의 신뢰성이 낮기 때문에, 복수 회수 유량 이상이라고 인정할 때에, 유량 이상이 정말로 생겼을 가능성이 높다고 판단하고, 더 유량 검정의 신뢰성이 높은 제2 유량 감시 유닛(3)을 이용하여 유량 검정을 행하고, 유량 제어 기기(10)의 편차를 보정하고 있다. 이때, 유량 제어 기기(10)의 편차(보정 전의 값)의 이력을 기억하는 것에 의하여, 유량 제어 기기(10)의 편차의 경향 감시를 할 수 있다.

### 산업상 이용가능성

[0109] 본 발명은, 예를 들면 반도체 제조 장치에 있어서 프로세스 가스 등의 가스 공급 시스템에 사용한 유량 제어 기기(매스 플로우 컨트롤러 등)의 유량을 검정한 가스 유량 감시 시스템으로서 이용할 수 있다.

### 부호의 설명

[0110]	1, 11A~11D	프로세스 가스 라인
	2, 2B, 2D	제1 유량 감시 유닛
	3	제2 유량 감시 유닛
	4	제어부
	5	프로세스 챔버
	6	반도체 제조 장치
	10, 10A~10D	유량 제어 기기
	12, 12a~12D	제1 라인 차단 밸브
	13, 13A~13D	제2 라인 차단 밸브
	14	하류측 유로
	15	합류후 유로
	16	제1 배출 유로
	17	제2 배출 유로
	18	흡인 펌프
	21	제1 개시 차단 밸브
	22	제1 측정용 탱크
	23	제1 압력계
	24	제1 온도계
	25	레귤레이터
	26	제1 매니폴드
	31	제2 개시 차단 밸브
	32	제2 측정용 탱크
	33	제2 압력계
	34	제2 온도계
	35	조작 차단 밸브

36

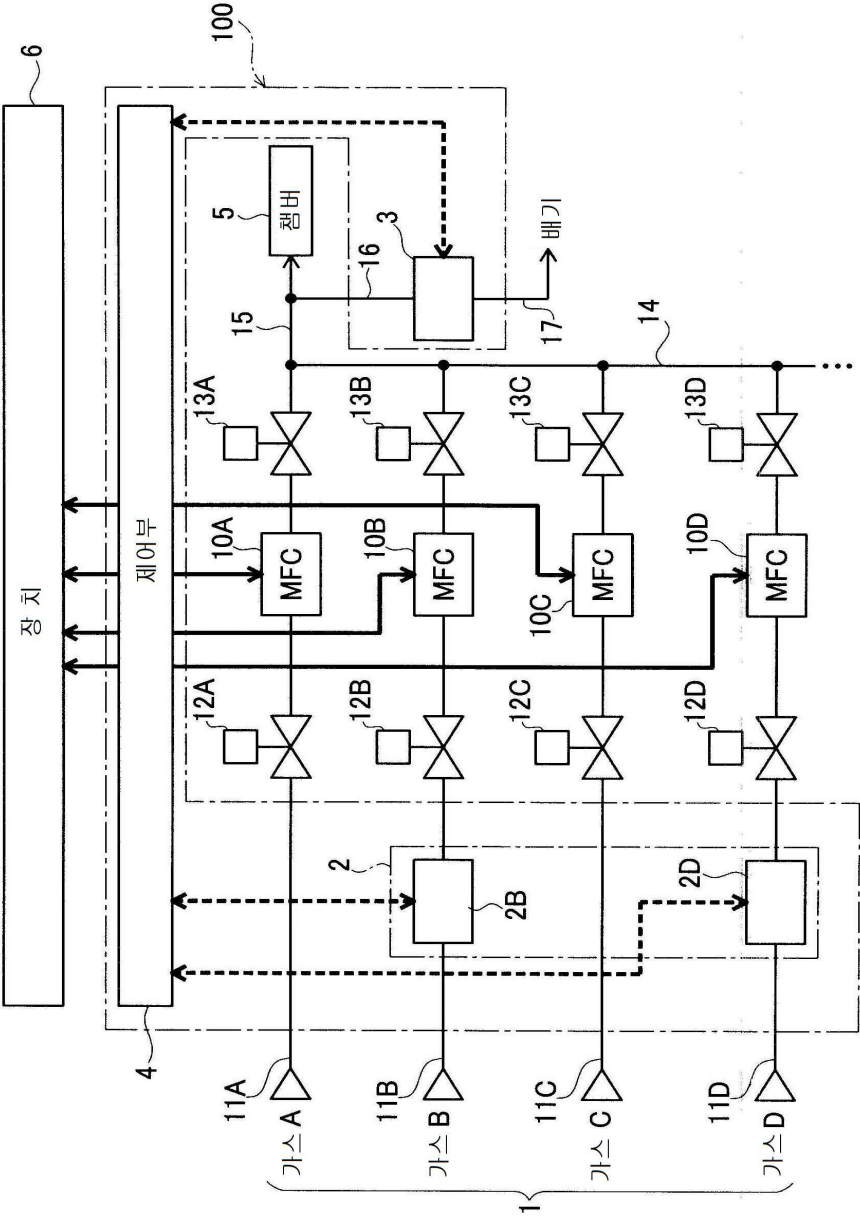
제2 매니폴드

100

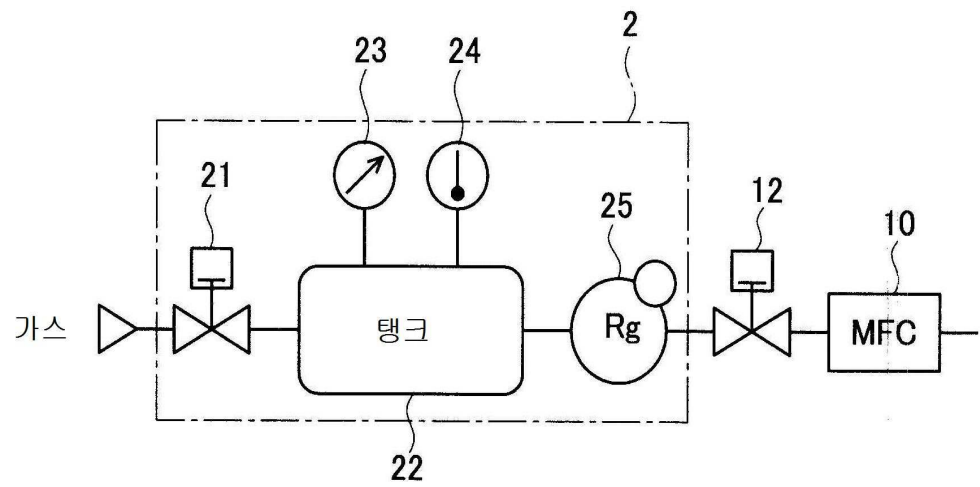
가스 유량 감시 시스템

도면

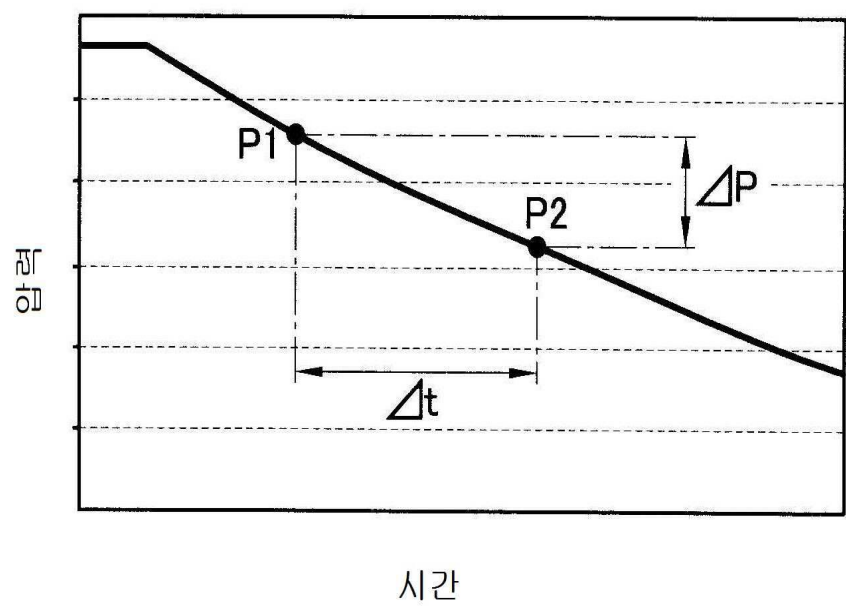
도면1



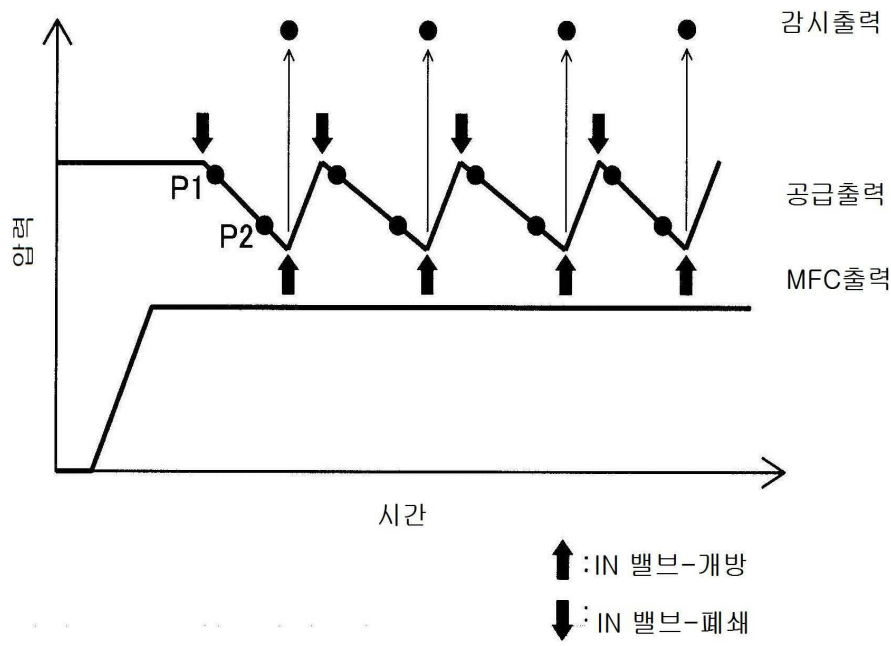
도면2a



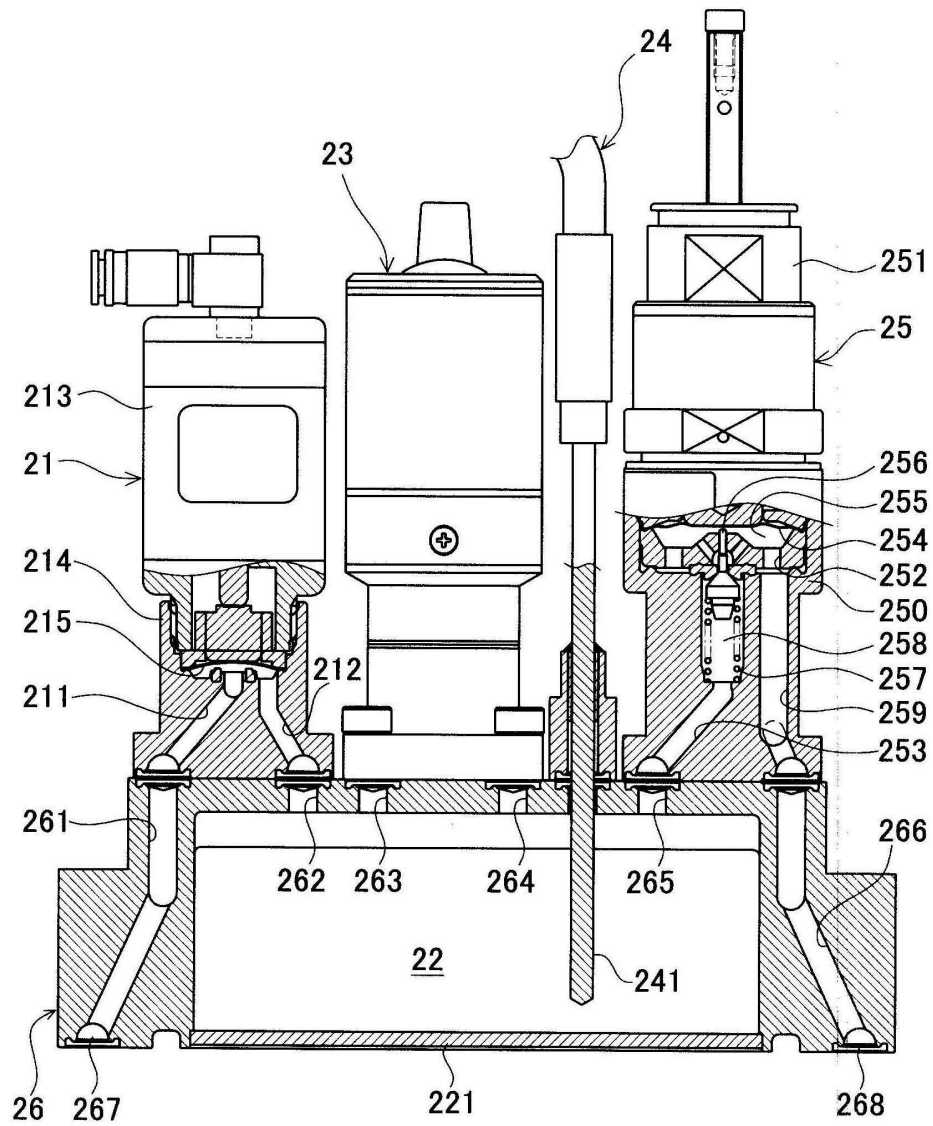
도면2b



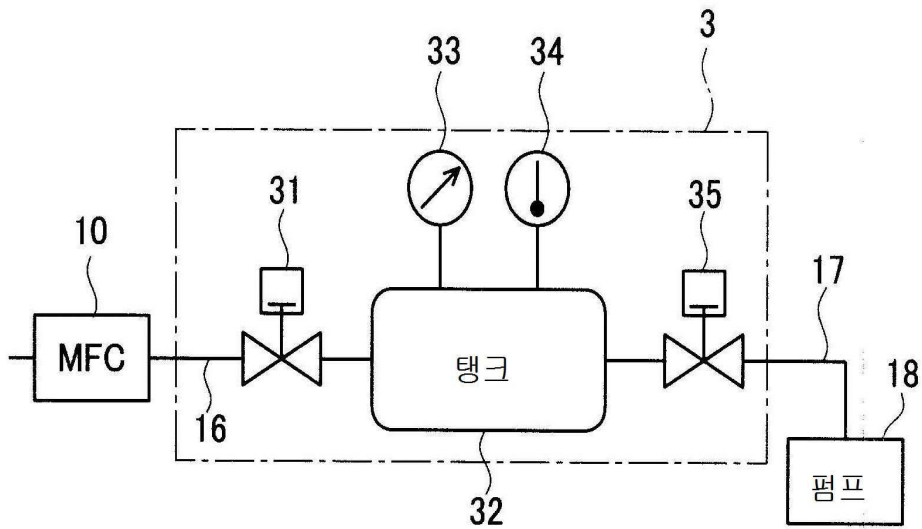
도면3



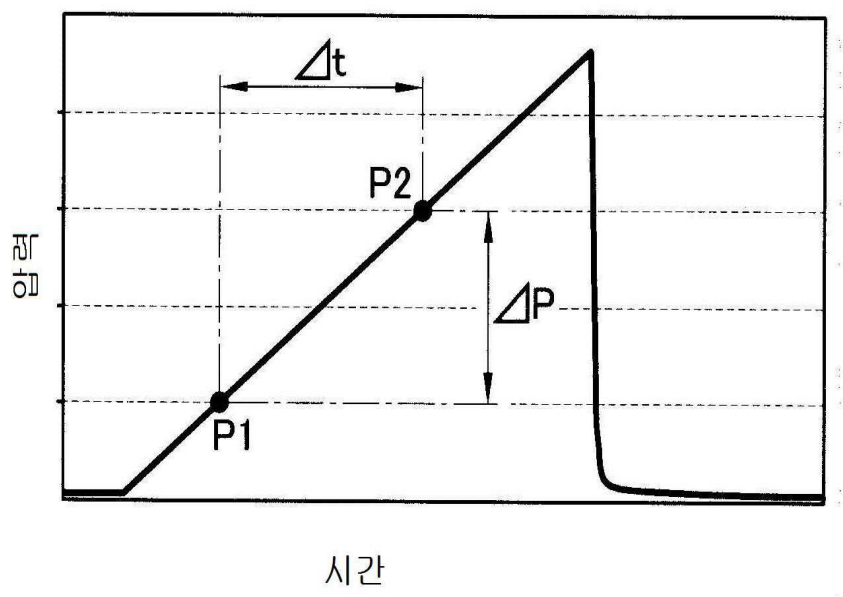
도면4



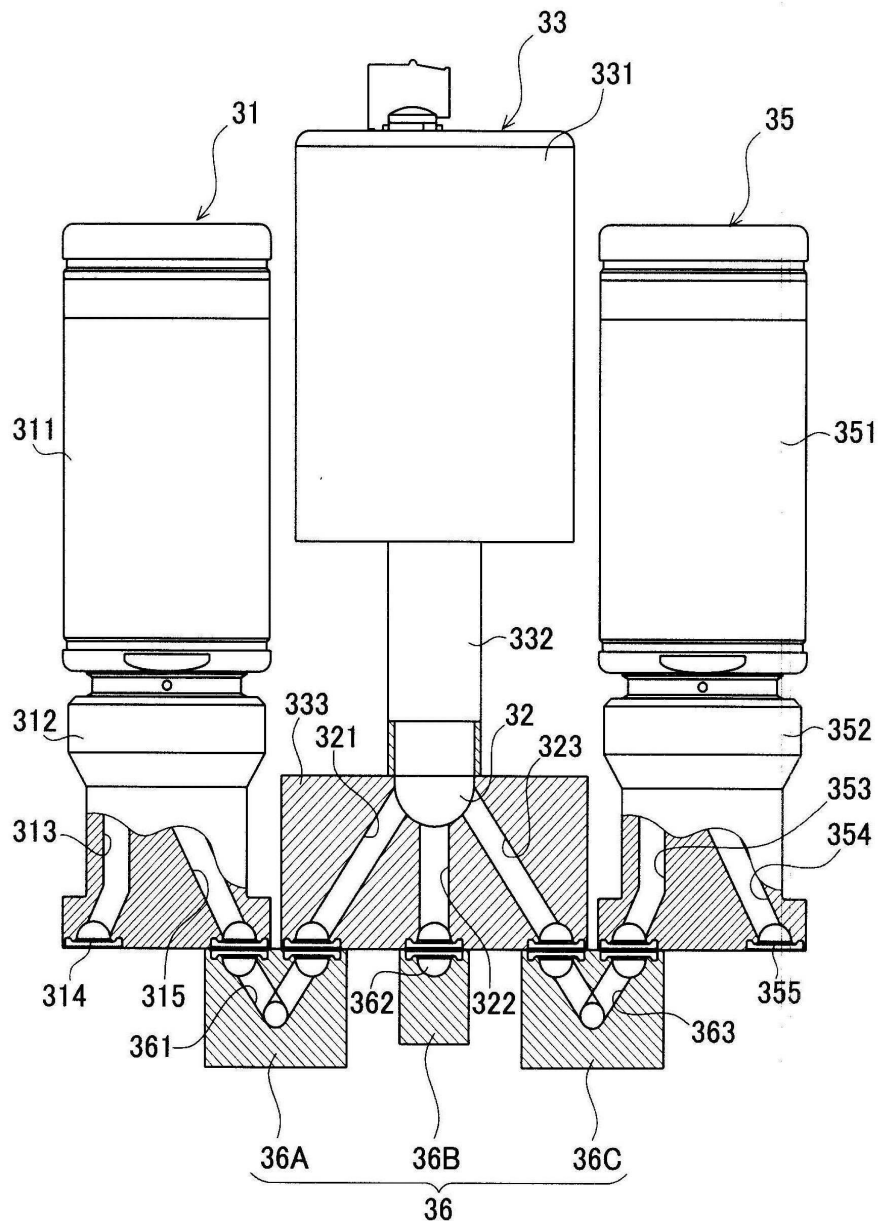
도면5a



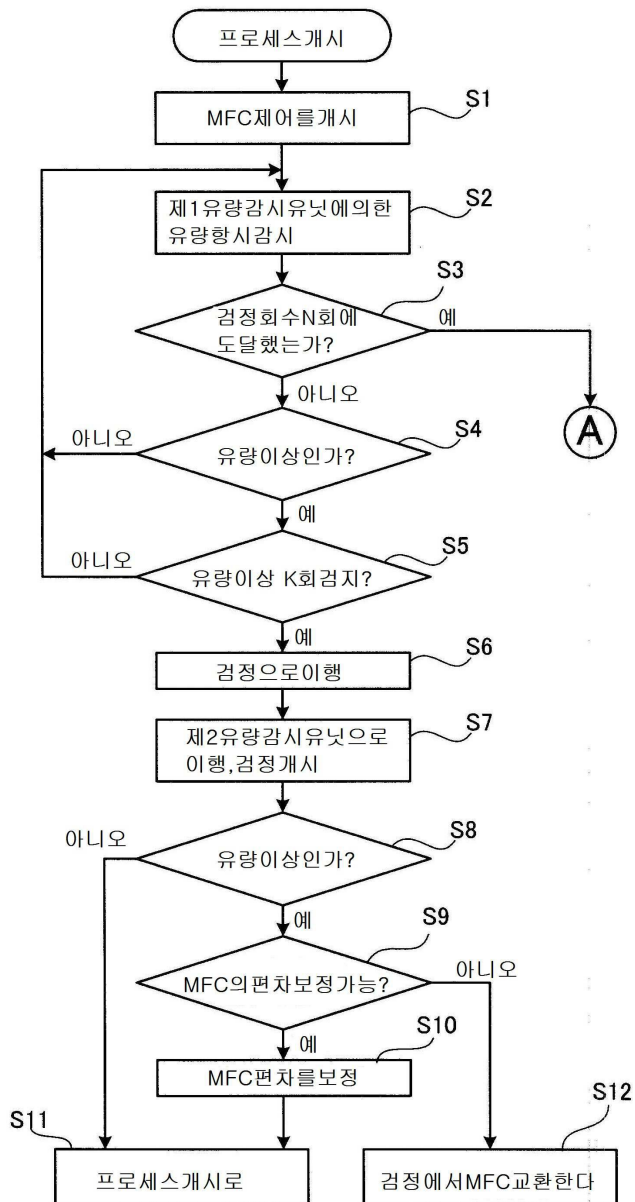
도면5b



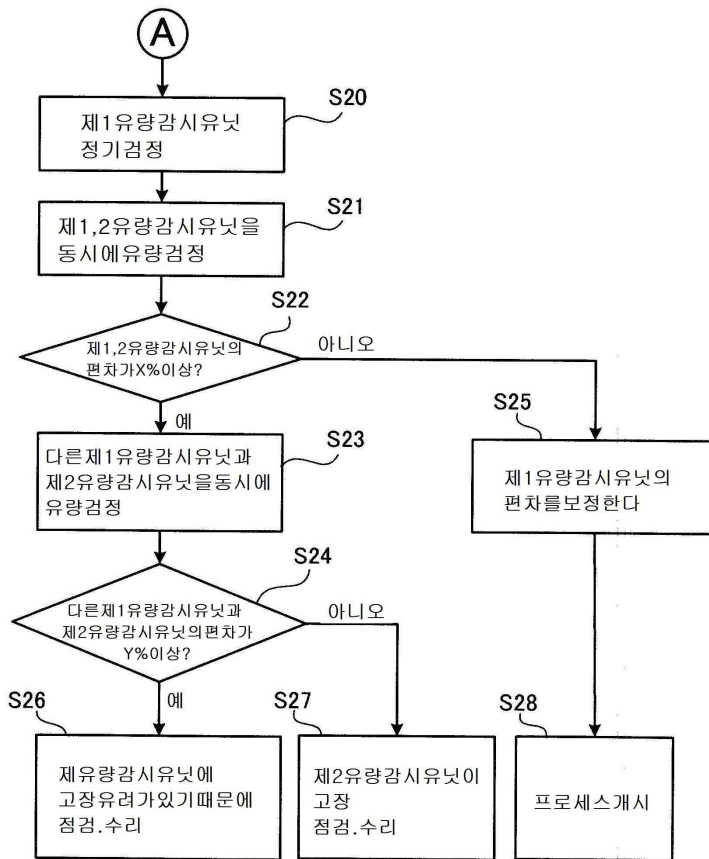
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

상기 유량제어기구

【변경후】

상기 유량 제어 기기