



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0119295
(43) 공개일자 2021년10월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 7/06 (2006.01) G05D 16/20 (2006.01)
H01L 21/306 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G05D 7/06 (2013.01)
G05D 16/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0028154
(22) 출원일자 2021년03월03일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2020-052394 2020년03월24일 일본(JP)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1코
(72) 발명자
마츠다, 리사코
일본 981-3629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테
크노히루즈 1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이
샤 내
아미쿠라, 노리히코
일본 981-3629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테
크노히루즈 1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이
샤 내
(74) 대리인
장수길, 김성환, 성재동

전체 청구항 수 : 총 10 항

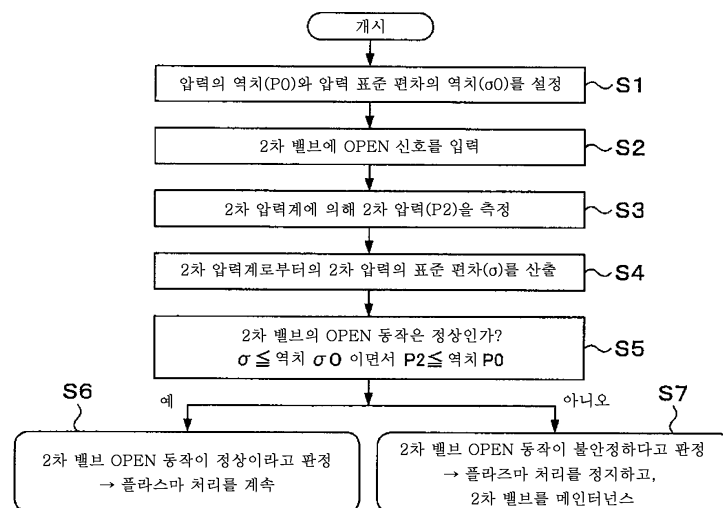
(54) 발명의 명칭 가스 검사 방법, 기판 처리 방법 및 기판 처리 시스템

(57) 요약

[과제] 기판 처리 장치의 처리 용기 내에 가스를 공급하기 위한 가스 공급부에서의 2차 밸브를 개방할 때의 거동을 적절하게 검사한다.

[해결수단] 가스 검사 방법은, 2차 밸브를 개방하는 신호를 입력하는 공정과, 2차 압력계를 사용하여, 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 유량 제어기의 오리피스 하류측의 압력(P)을 측정하는 공정과, 2차 압력계를 사용하여, 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 유량 제어기의 오리피스 하류측의 압력의 표준 편차(σ)를 측정하는 공정과, 압력(P) 및 압력의 표준 편차(σ)를, 각각 압력의 역치(P0) 및 압력의 표준 편차의 역치($\sigma 0$)와 비교하여, 2차 밸브의 개방도가 정상인지 여부를 판정하는 공정을 포함한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01L 21/306 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

챔버 내에 가스를 공급하기 위한 가스 공급부를 검사하는 방법이며,

상기 가스 공급부는,

가스 소스와 상기 챔버를 연결하도록 접속된 배관과,

상기 배관에 마련된 유량 제어기와,

상기 유량 제어기의 상류측에 마련된 1차 밸브와,

상기 유량 제어기의 하류측에 마련된 2차 밸브

를 포함하고,

상기 유량 제어기는,

오리피스와,

상기 오리피스의 상류측에 마련된 1차 압력계와,

상기 오리피스의 하류측에 마련된 2차 압력계

를 포함하고,

상기 방법은,

(a) 상기 유량 제어기에 있어서, 상기 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 상기 유량 제어기의 상기 오리피스의 하류측의 압력의 역치(P_0)와, 상기 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)를 설정하는 공정과,

(b) 상기 2차 밸브를 개방하는 신호를 입력하는 공정과,

(c) 상기 2차 압력계를 사용하여, 상기 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 상기 유량 제어기의 상기 오리피스의 하류측의 압력(P)을 측정하는 공정과,

(d) 상기 2차 압력계를 사용하여, 상기 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 상기 유량 제어기의 상기 오리피스의 하류측의 압력(P)의 표준 편차(σ)를 측정하는 공정과,

(e) 상기 (c)공정에서 측정된 압력(P) 및 상기 (d)공정에서 측정된 압력(P)의 표준 편차(σ)를, 각각 상기 (a) 공정에서 설정된 상기 압력의 역치(P_0) 및 상기 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)와 비교하여, 상기 2차 밸브의 개방도가 정상인지 여부를 판정하는 공정

을 포함하는, 가스 검사 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (a)공정에서 설정되는 상기 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 상기 유량 제어기의 상기 오리피스의 하류측의 압력의 역치(P_0)는 10kPa 내지 30kPa이며, 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)는, 1kPa 내지 5kPa인, 가스 검사 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 (a)공정, (b)공정 및 상기 (c)공정에서의 시간 t 는, 5초간 내지 10초간인, 가스 검사 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 (a)공정에서는, 상기 2차 밸브가 정상으로 개방된 경우에 상기 2차 압력계에서 측정된 압력(P) 및 상기 압력(P)의 표준 편차(σ)로부터, 상기 압력의 역치(P0) 및 상기 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)를 설정하는, 가스 검사 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 (a)공정은,

(f) 특정의 처리 조건 하에, 상기 2차 밸브가 정상으로 개방된 상태에서, 상기 2차 압력계에 의해 압력(P) 및 상기 압력(P)의 표준 편차를 복수회 측정하는 공정과,

(g) 상기 (f)공정에서 측정된 압력 및 표준 편차에 기초하여 상기 압력의 역치(P0) 및 상기 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)를 결정하는 공정,

을 포함하는, 가스 검사 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 (g)공정에서, 상기 압력의 역치(P0) 및 상기 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)는, 상기 (f)공정에서 측정된 압력의 최댓값 및 상기 (f)공정에서 측정된 표준 편차의 최댓값에, 각각, 제1 계수 및 제2 계수를 곱한 값으로 설정되는, 가스 검사 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제1 계수 및 상기 제2 계수의 각각은, 1 내지 8의 범위 이내인, 가스 검사 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

(i) 상기 (e)공정에서, 상기 (c)공정에서 측정한 상기 압력(P)이 상기 (a)공정에서 설정한 상기 압력의 역치(P0) 이하이면서, 또한 상기 (d)공정에서 산출한 상기 압력(P)의 표준 편차(σ)가, 상기 (a)공정에서 설정한 상기 압력의 표준 편차의 역치(σ_0) 이하라고 판정한 경우에, 상기 2차 밸브를 개방하는 동작이 정상이라고 판정하고, 기관의 처리를 속행하는 공정,

을 더 포함하는, 가스 검사 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 기재된 상기 가스 공급부를 검사하는 방법을 포함하고,

상기 가스 공급부로부터 공급된 가스를 사용해서 기관을 처리하는, 기관 처리 방법.

청구항 10

가스를 사용해서 기관을 처리하는 시스템이며,

가스 공급구와 가스 배출구를 갖는 챔버와,

상기 챔버에 가스를 공급하는 가스 공급부와,

제어부

를 포함하고,

상기 가스 공급부는,

가스 소스와 상기 챔버를 연결하도록 접속된 배관과,

상기 배관에 마련된 유량 제어기와,

상기 유량 제어기의 상류측에 마련된 1차 밸브와,

상기 유량 제어기의 하류측에 마련된 2차 밸브

를 포함하고,
 상기 유량 제어기는,
 오리피스와,
 상기 오리피스의 상류측에 마련된 1차 압력계와,
 상기 오리피스의 하류측에 마련된 2차 압력계
 를 포함하고,
 상기 제어부는,

- (a) 상기 유량 제어기에 있어서, 상기 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 상기 유량 제어기의 상기 오리피스의 하류측의 압력의 역치(P_0)와, 상기 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)를 설정하는 공정과,
 - (b) 상기 2차 밸브를 개방하는 신호를 입력하는 공정과,
 - (c) 상기 2차 압력계를 사용하여, 상기 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 상기 유량 제어기의 상기 오리피스의 하류측의 압력(P)을 측정하는 공정과,
 - (d) 상기 2차 압력계를 사용하여, 상기 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 상기 유량 제어기의 상기 오리피스의 하류측의 압력(P)의 표준 편차(σ)를 측정하는 공정과,
 - (e) 상기 (c)공정에서 측정된 압력(P) 및 상기 (d)공정에서 측정된 압력(P)의 표준 편차(σ)를, 각각 상기 (a) 공정에서 설정된 상기 압력의 역치(P_0) 및 상기 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)와 비교하여, 상기 2차 밸브의 개방도가 정상인지 여부를 판정하는 공정
- 을 포함하는 처리를 실행하도록 상기 시스템을 제어하는, 기관 처리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 가스 검사 방법, 기관 처리 방법 및 기관 처리 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 특허문헌 1에는, 기관 처리 장치의 처리 용기 내에 가스를 공급하기 위한 가스 공급계를 검사하는 방법이 개시되어 있다. 가스 공급계는, 복수의 가스 소스에 각각 접속된 복수의 제1 배관과, 복수의 제1 배관에 각각 마련된 복수의 제1 밸브와, 복수의 제1 배관의 하류에 각각 마련되어 있고, 복수의 제1 배관에 각각 접속된 복수의 유량 제어기와, 복수의 유량 제어기의 하류에 각각 마련되어 있고, 복수의 유량 제어기에 각각 접속된 복수의 제2 배관과, 복수의 제2 배관에 각각 마련된 복수의 제2 밸브와, 복수의 제2 배관의 하류에 마련되어 있고, 복수의 제2 배관에 접속된 제3 배관과, 제3 배관에 마련된 제3 밸브를 구비한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2017-59200호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시에 따른 기술은, 기관 처리 장치의 처리 용기 내에 가스를 공급하기 위한 가스 공급부를 적절하게 검사하고, 특히 2차 밸브를 개방할 때의 거동을 적절하게 검사한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 일 양태는, 챔버 내에 가스를 공급하기 위한 가스 공급부를 검사하는 방법이며, 상기 가스 공급부는, 가스 소스와 상기 챔버를 연결하도록 접속된 배관과, 상기 배관에 마련된 유량 제어기와, 상기 유량 제어기의 상류측에 마련된 1차 밸브와, 상기 유량 제어기의 하류측에 마련된 2차 밸브를 구비하고, 상기 유량 제어기는, 오리피스와, 상기 오리피스의 상류측에 마련된 1차 압력계와, 상기 오리피스의 하류측에 마련된 2차 압력계를 구비하고, 상기 방법은, (a) 상기 유량 제어기에 있어서, 상기 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 상기 유량 제어기의 상기 오리피스의 하류측의 압력의 역치(P_0)와, 상기 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)를 설정하는 공정과, (b) 상기 2차 밸브를 개방하는 신호를 입력하는 공정과, (c) 상기 2차 압력계를 사용하여, 상기 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 상기 유량 제어기의 상기 오리피스의 하류측의 압력(P)을 측정하는 공정과, (d) 상기 2차 압력계를 사용하여, 상기 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력으로부터 시간 t 경과 시점에서의 상기 유량 제어기의 상기 오리피스의 하류측의 압력(P)의 표준 편차(σ)를 측정하는 공정과, (e) 상기 (c)공정에서 측정된 압력(P) 및 상기 (d)공정에서 측정된 압력(P)의 표준 편차(σ)를, 각각 상기 (a)공정에서 설정된 상기 압력의 역치(P_0) 및 상기 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)와 비교하여, 상기 2차 밸브의 개방도가 정상인지 여부를 판정하는 공정을 포함한다.

발명의 효과

[0006] 본 개시에 의하면, 기관 처리 장치의 처리 용기 내에 가스를 공급하기 위한 가스 공급부를 적절하게 검사하고, 특히 2차 밸브를 개방할 때의 거동을 적절하게 검사할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 플라스마 처리 시스템의 구성의 개략을 도시하는 설명도이다.

도 2는 가스 공급부의 구성의 개략을 도시하는 설명도이다.

도 3은 2차 밸브 개폐 거동의 정상 시와 이상 시의, 시간에 대한 압력과 유량의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 4는 가스 공급부를 검사하는 방법의 주된 공정의 일례를 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 반도체 디바이스의 제조 공정에서 플라스마 처리 장치에서는, 처리 가스를 여기시킴으로써 플라스마를 생성하여, 당해 플라스마에 의해 반도체 웨이퍼(이하, 「웨이퍼」라고 함)를 처리한다. 이때, 플라스마 처리 장치에서는, 가스 공급부로부터 챔버 내에 가스가 공급되어, 웨이퍼가 처리된다.

[0009] 가스 공급부로부터의 가스 공급량은 엄밀하게 관리할 필요가 있는데, 장치의 불량에 의해 가스의 유량이 설정값과 다른 경우에는, 챔버 내에서 처리가 정확하게 행하여지지 않아, 스크랩 웨이퍼가 발생할 우려가 있다. 그래서, 특허문헌 1에는, 플라스마 처리 장치의 챔버 내에 가스를 공급하기 위한 가스 공급부를 검사하는 방법이 개시되어 있다. 구체적으로는, 유량 제어기의 하류에 마련된 2차 밸브의 정상적인 개폐에 대해서, 2차 밸브 개방 상태에서는, 오리피스의 상류에 마련되는 1차 압력계에서 측정되는 1차 압력값과 오리피스의 하류에 마련되는 2차 압력계에서 측정되는 2차 압력값과의 차가 역치보다 클 때나, 2차 압력값이 역치보다 클 때, 경보 신호를 출력하도록 제어되어 있다.

[0010] 특허문헌 1에 개시된 가스 공급부를 검사하는 방법에서는, 2차 밸브의 개폐 동작에 불량이 생겼을 때, 2차 압력값이 검출 가능한 정도로 상승하고 있는 경우에는 이 불량을 문제없이 검출할 수 있다. 그러나, 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력 후 일정 기간 후에, 2차 밸브가 원하는 개방도보다 작지만 개방되어 있기는 한 불량에서는 2차 압력값이 원하는 압력값으로 안정되어, 정상적인 개방도로 개방되어 있을 경우와 구별할 수 없게 되는 경우가 있다. 또한, 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력 후 일정 기간 후에는 원하는 개방도까지 개방되지만, 2차 밸브를 개방하는 신호의 입력 직후에 불안정하게 개방되는 불량은 검출할 수 없다. 이러한 2차 밸브의 개폐 동작은 개폐 센서를 추가함으로써 확인 가능하지만, 장치의 개조가 필요해서, 비용 상승으로 이어진다. 그 때문에, 개폐 센서와 같은 하드 부품을 추가하지 않고, 2차 밸브를 개방할 때의 거동을 감시하는 방법이 필요하다.

[0011] 본 개시에 따른 기술은, 상술한 하드 부품을 추가하지 않고, 2차 밸브를 개방할 때의 거동을 적절하게 검사한다. 이하, 본 실시 형태에 따른 기관 처리 시스템으로서의 플라스마 처리 시스템, 기관 처리 방법으로서의 플라스마 처리 방법, 및 가스 검사 방법에 대해서, 도면을 참조하면서 설명한다. 또한, 본 명세서 및 도면

에 있어서, 실질적으로 동일한 기능 구성을 갖는 요소에 있어서는, 동일한 번호를 부여함으로써 중복 설명을 생략한다.

[0012] <플라스마 처리 시스템>

[0013] 우선, 일 실시 형태에 따른 플라스마 처리 시스템에 대해서 설명한다. 도 1은, 플라스마 처리 시스템(1)의 구성의 개략을 도시하는 설명도이다. 플라스마 처리 시스템(1)에서는, 기관으로서의 웨이퍼(W)에 대하여 플라스마 처리를 행한다. 플라스마 처리는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 예를 들어 에칭 처리, 성막 처리, 확산 처리 등이 행하여진다.

[0014] 일 실시 형태에 있어서, 플라스마 처리 시스템(1)은, 플라스마 처리 장치(1a) 및 제어부(1b)를 포함한다. 플라스마 처리 장치(1a)는, 플라스마 처리 챔버(10), 가스 공급부(20), RF(Radio Frequency) 전력 공급부(30) 및 배기 시스템(40)을 포함한다. 또한, 플라스마 처리 장치(1a)는, 지지부(11) 및 상부 전극 샤워 헤드(12)를 포함한다. 지지부(11)는, 플라스마 처리 챔버(10) 내의 플라스마 처리 공간(10s)의 하부 영역에 배치된다. 상부 전극 샤워 헤드(12)는, 지지부(11)의 상방에 배치되어, 플라스마 처리 챔버(10)의 천장부(ceiling)의 일부로서 기능할 수 있다.

[0015] 지지부(11)는, 플라스마 처리 공간(10s)에서 웨이퍼(W)를 지지하도록 구성된다. 일 실시 형태에 있어서, 지지부(11)는, 하부 전극(111), 정전 척(112) 및 예지 링(113)을 포함한다. 정전 척(112)은, 하부 전극(111) 상에 배치되어, 정전 척(112)의 상면에서 웨이퍼(W)를 지지하도록 구성된다. 예지 링(113)은, 하부 전극(111)의 주연부 상면에서 웨이퍼(W)를 둘러싸도록 배치된다. 또한, 도시는 생략하지만, 일 실시 형태에 있어서, 지지부(11)는, 정전 척(112) 및 웨이퍼(W) 중 적어도 하나를 타깃 온도로 조절하도록 구성되는 온도 조절 모듈을 포함해도 된다. 온도 조절 모듈은, 히터, 유로, 또는 이들의 조합을 포함해도 된다. 유로에는, 냉매, 전열 가스와의 같은 온도 조절 유체가 흐른다.

[0016] 상부 전극 샤워 헤드(12)는, 가스 공급부(20)로부터의 1 또는 그 이상의 처리 가스를 플라스마 처리 공간(10s)에 공급하도록 구성된다. 일 실시 형태에 있어서, 상부 전극 샤워 헤드(12)는, 가스 공급부(20)로서의 가스 입구(12a), 가스 확산실(12b), 및 복수의 가스 출구(12c)를 갖는다. 가스 입구(12a)는, 가스 공급부(20) 및 가스 확산실(12b)과 유체 연통하고 있다. 복수의 가스 출구(12c)는, 가스 확산실(12b) 및 플라스마 처리 공간(10s)과 유체 연통하고 있다. 일 실시 형태에 있어서, 상부 전극 샤워 헤드(12)는, 1 또는 그 이상의 처리 가스를 가스 입구(12a)로부터 가스 확산실(12b) 및 복수의 가스 출구(12c)를 통해서 플라스마 처리 공간(10s)에 공급하도록 구성된다.

[0017] 가스 공급부(20)는, 1 또는 그 이상의 가스 소스(21), 1 또는 그 이상의 유량 제어기(22), 및 1 또는 그 이상의 배관(23)을 포함해도 된다. 일 실시 형태에 있어서, 가스 공급부(20)는, 1 또는 그 이상의 처리 가스를, 각각에 대응하는 가스 소스(21)로부터 각각에 대응하는 유량 제어기(22) 및 배관(23)을 통해서 가스 입구(12a)에 공급하도록 구성된다. 각 유량 제어기(22)는, 예를 들어 처리 가스의 압력으로 유량을 제어하는, 소위 압력 제어식 유량 제어기를 포함해도 된다. 또한, 가스 공급부(20)는, 1 또는 그 이상의 처리 가스의 유량을 변조 또는 펄스화하는 1 또는 그 이상의 유량 변조 디바이스를 포함해도 된다.

[0018] RF 전력 공급부(30)는, RF 전력, 예를 들어 1 또는 그 이상의 RF 신호를, 하부 전극(111), 상부 전극 샤워 헤드(12), 또는 하부 전극(111) 및 상부 전극 샤워 헤드(12) 양쪽과 같은 1 또는 그 이상의 전극에 공급하도록 구성된다. 이에 의해, 플라스마 처리 공간(10s)에 공급된 1 또는 그 이상의 처리 가스로부터 플라스마가 생성된다. 따라서, RF 전력 공급부(30)는, 플라스마 처리 챔버에서 1 또는 그 이상의 처리 가스로부터 플라스마를 생성하도록 구성되는 플라스마 생성부의 적어도 일부로서 기능할 수 있다. 일 실시 형태에 있어서, RF 전력 공급부(30)는, 제1 RF 전력 공급부(30a) 및 제2 RF 전력 공급부(30b)를 포함한다.

[0019] 제1 RF 전력 공급부(30a)는, 제1 RF 생성부(31a) 및 제1 정합 회로(32a)를 포함한다. 일 실시 형태에 있어서, 제1 RF 전력 공급부(30a)는, 제1 RF 신호를 제1 RF 생성부(31a)로부터 제1 정합 회로(32a)를 통해서 상부 전극 샤워 헤드(12)에 공급하도록 구성된다. 예를 들어, 제1 RF 신호는, 27MHz 내지 100MHz의 범위 내의 주파수를 가져도 된다.

[0020] 제2 RF 전력 공급부(30b)는, 제2 RF 생성부(31b) 및 제2 정합 회로(32b)를 포함한다. 일 실시 형태에 있어서, 제2 RF 전력 공급부(30b)는, 제2 RF 신호를 제2 RF 생성부(31b)로부터 제2 정합 회로(32b)를 통해서 하부 전극(111)에 공급하도록 구성된다. 예를 들어, 제2 RF 신호는, 400kHz 내지 13.56MHz의 범위 내의 주파수를 가져도 된다. 대신에, 제2 RF 생성부(31b)를 대신해서, DC(Direct Current) 펄스 생성부를 사용해도 된다.

- [0021] 또한, 도시는 생략하지만, 본 개시에서는 다른 실시 형태를 생각할 수 있다. 예를 들어, 대체 실시 형태에 있어서, RF 전력 공급부(30)는, 제1 RF 신호를 RF 생성부로부터 하부 전극(111)에 공급하고, 제2 RF 신호를 다른 RF 생성부로부터 하부 전극(111)에 공급하고, 제3 RF 신호를 또 다른 RF 생성부로부터 상부 전극 샤워 헤드(12)에 공급하도록 구성되어도 된다. 이에 더하여, 다른 대체 실시 형태에 있어서, DC 전압이 상부 전극 샤워 헤드(12)에 인가되어도 된다.
- [0022] 또한, 다양한 실시 형태에 있어서, 1 또는 그 이상의 RF 신호(즉, 제1 RF 신호, 제2 RF 신호 등)의 진폭이 펄스화 또는 변조되어도 된다. 진폭 변조는, 온 상태와 오프 상태의 사이, 혹은 2 또는 그 이상의 다른 온 상태의 사이에서 RF 신호 진폭을 펄스화하는 것을 포함해도 된다.
- [0023] 배기 시스템(40)은, 예를 들어 플라스마 처리 챔버(10)의 저부에 마련된 가스 배기구(10e)에 접속될 수 있다. 배기 시스템(40)은, 압력 밸브 및 진공 펌프를 포함해도 된다. 진공 펌프는, 터보 분자 펌프, 러핑 진공 펌프 또는 이들의 조합을 포함해도 된다.
- [0024] 일 실시 형태에 있어서, 제어부(1b)는, 본 개시에서 설명되는 다양한 공정을 플라스마 처리 장치(1a)에 실행시키는 컴퓨터 실행 가능한 명령을 처리한다. 제어부(1b)는, 여기에서 설명되는 다양한 공정을 실행하도록 플라스마 처리 장치(1a)의 각 요소를 제어하도록 구성될 수 있다. 일 실시 형태에 있어서, 제어부(1b)의 일부 또는 모두가 플라스마 처리 장치(1a)에 포함되어도 된다. 제어부(1b)는, 예를 들어 컴퓨터(51)를 포함해도 된다. 컴퓨터(51)는, 예를 들어 처리부(CPU: Central Processing Unit)(511), 기억부(512) 및 통신 인터페이스(513)를 포함해도 된다. 처리부(511)는, 기억부(512)에 저장된 프로그램에 기초하여 다양한 제어 동작을 행하도록 구성될 수 있다. 기억부(512)는, RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Drive), 또는 이들의 조합을 포함해도 된다. 통신 인터페이스(513)는, LAN(Local Area Network) 등의 통신 회선을 통해서 플라스마 처리 장치(1a)와의 사이에서 통신해도 된다.
- [0025] <가스 공급부>
- [0026] 이어서, 상술한 가스 공급부(20)에 대해서 설명한다. 도 2는, 가스 공급부(20)의 구성의 개략을 도시하는 설명도이다.
- [0027] 상술한 바와 같이 가스 공급부(20)는, 1 또는 그 이상의 가스 소스(21), 1 또는 그 이상의 유량 제어기(22), 및 1 또는 그 이상의 배관(23)을 포함하고 있다. 또한, 가스 공급부(20)는, 1 또는 그 이상의 1차 밸브(24) 및 1 또는 그 이상의 2차 밸브(25)를 더 포함하고 있다. 배관(23)에 있어서, 1차 밸브(24)는, 가스 소스(21)와 유량 제어기(22)의 사이에 마련되고, 2차 밸브(25)는 유량 제어기(22)의 하류측에 배치되어 있다. 그리고, 처리 가스의 종류에 따라 각각, 가스 소스(21), 유량 제어기(22), 배관(23), 1차 밸브(24) 및 2차 밸브(25)가 세트로 마련되어 있다.
- [0028] 유량 제어기(22)는, 피에조 밸브(221), 1차 압력계(222), 오리피스(223) 및 2차 압력계(224)를 포함하고 있다. 이들 피에조 밸브(221), 1차 압력계(222), 오리피스(223) 및 2차 압력계(224)는, 배관(23)에 있어서 상류측으로부터 하류측을 향해서 이 순으로 마련되어 있다. 또한, 이하의 설명에서는, 1차 압력계(222)에서 측정되는 압력을 1차 압력(P1)이라고 하고, 2차 압력계(224)에서 측정되는 압력을 2차 압력(P2)이라고 하는 경우가 있다. 그리고, 유량 제어기(22)는, 처리 가스의 압력을 측정하여, 압력값을 유량값으로 환산해서 처리 가스의 유량을 제어한다.
- [0029] 이상, 다양한 예시적 실시 형태에 대해서 설명해 왔지만, 상술한 예시적 실시 형태에 한정되지 않고, 다양한 추가, 생략, 치환 및 변경이 이루어져도 된다. 또한, 다른 실시 형태에서의 요소를 조합해서 다른 실시 형태를 형성하는 것이 가능하다.
- [0030] <플라스마 처리 방법>
- [0031] 이어서, 이상과 같이 구성된 플라스마 처리 시스템(1)을 사용해서 행하여지는 플라스마 처리에 대해서 설명한다.
- [0032] 우선, 플라스마 처리 챔버(10)의 내부에 웨이퍼(W)를 반입하여, 정전 척(112) 상에 웨이퍼(W)를 적재한다. 그 후, 정전 척(112)의 전극에 직류 전압을 인가함으로써, 웨이퍼(W)는 쿨롱력에 의해 정전 척(112)에 정전 흡착되어, 보유 지지된다. 또한, 웨이퍼(W)의 반입 후, 배기 시스템(40)에 의해 플라스마 처리 챔버(110)의 내부를 원하는 진공도까지 감압한다.
- [0033] 이어서, 가스 공급부(20)로부터 상부 전극 샤워 헤드(12)를 통해서 플라스마 처리 공간(10s)에 처리 가스를 공

급한다. 또한, RF 전력 공급부(30)에 의해 플라스마 생성용 고주파 전력(HF)을 상부 전극 샤워 헤드(12)에 공급하여, 처리 가스를 여기시켜서 플라스마를 생성한다. 이때, RF 전력 공급부(30)에 의해 이온 인입용 고주파 전력(LF)을 하부 전극(111)에 공급해도 된다. 그리고, 생성된 플라스마의 작용에 의해, 웨이퍼(W)에 플라스마 처리가 실시된다.

[0034] 플라스마 처리를 종료할 때는, 우선, RF 전력 공급부(30)로부터의 고주파 전력(HF)의 공급 및 가스 공급부(20)에 의한 처리 가스의 공급을 정지한다. 또한, 플라스마 처리 중에 고주파 전력(LF)을 공급하고 있었을 경우에는, 당해 고주파 전력(LF)의 공급도 정지한다. 이어서, 웨이퍼(W)의 이면의 전열 가스의 공급을 정지하여, 정전 척(112)에 의한 웨이퍼(W)의 흡착 보유 지지를 정지한다.

[0035] 그 후, 플라스마 처리 챔버(110)로부터 웨이퍼(W)를 반출하고, 웨이퍼(W)에 대한 일련의 플라스마 처리가 종료된다.

[0036] <가스 검사 방법>

[0037] 이상과 같이 구성된 가스 공급부(20)에 있어서, 가스 소스(21)로부터 가스가 공급될 때, 제어부(1b)로부터 2차 밸브(25)에 송신되는 2차 밸브(25)를 개방하는 신호에 의해, 2차 밸브(25)가 원하는 개방도까지 개방된다. 장치의 불량 등에 의해 2차 밸브(25)가 원하는 개방도로 개방되지 않을 경우, 2차 압력(P2)을 미리 정해진 압력값(이하, 「설정 압력값」이라고 함)으로 할 수 없고, 2차 압력(P2)을 바탕으로 계산되는 유량값도, 미리 정해진 유량값(이하, 「설정 유량값」이라고 함)으로 할 수 없게 된다. 이 때문에 상기 2차 밸브(25)를 개방하는 신호의 수신 후, 2차 밸브(25)가 원하는 개방도까지 정상적으로 개방되었는지 여부를 검사할 필요가 있다.

[0038] 이에 대해서 본 발명자들은, 2차 밸브(25)를 개방하는 신호가 입력된 후, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우에 대해서 검증한 결과, 이하의 지건을 얻었다. 즉, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우에는, 정상적으로 개방된 경우와 비교하여, (1) 2차 밸브(25)를 개방하는 신호의 입력 후 일정 기간 후에 있어서의 2차 압력(P2)이 커진다. 또한, (2) 2차 밸브(25)를 개방하는 신호의 입력 후 일정 기간에 있어서의 2차 압력(P2)의 표준 편차가 커진다. 상기 지건 (1), (2)에 대해서, 도 3은, 설정 유량값과, 2차 밸브(25)를 개방하는 신호의 입력 전후의 어느 기간에서의 압력값 및 유량값의 관계를 나타내는 그래프이다.

[0039] 도 3에서, t0은 2차 밸브(25)를 개방하는 신호가 입력된 시점을 나타낸다. 또한, 양단 화살표로 나타내지는 t는, t0부터 예를 들어 5초간의 기간을 나타낸다. t0에서의 2차 밸브(25)를 개방하는 신호의 입력 후, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방된 경우의 설정 유량값의 추이를 "OK Flow set", 유량값의 추이를 "OK Flow"로 나타내고, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우의 설정 유량값의 추이를 "NG Flow set", 유량값의 추이를 "NG Flow"로 나타낸다. 또한, 2차 밸브(25)를 개방하는 신호의 입력 후, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방된 경우의 기간 t 경과 후의 2차 압력계(224)에서의 압력을 "OK P2", 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우의 기간 t 경과 후의 2차 압력계(224)에서의 압력을 "NG P2"로 나타낸다.

[0040] 도 3에 얻어지는 바와 같이, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방된 경우에는, 유량값은 설정 유량값에 가까운 값을 취해서 추이하는 한편, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우에는, 측정 유량값은 설정 유량값과 괴리되어 추이하는 것을 알 수 있다.

[0041] 또한, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방된 경우, 기간 t 경과 후의 압력은 10kPa 이하, 압력의 표준 편차는 1kPa 이하이었다. 이에 반해, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우, 기간 t 경과 후의 압력은 30kPa 이상, 압력의 표준 편차는 5kPa 이상이었다. 또한, 압력의 표준 편차는 2차 밸브(25)를 개방하는 신호의 입력 후 기간 5초간에 있어서, 2차 압력계(224)에서 연속적으로 측정된 압력을 바탕으로 산출하였다.

[0042] 상기 (1)의 지건에 대해서, 도 3에서 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우에는, 2차 밸브(25)를 개방하는 신호의 입력 후 일정 기간 후에도 2차 압력(P2)이 저하되어 있지 않으므로, 적어도 2차 밸브(25)의 개방도가 충분하지 않아, 가스 소스(21)로부터 공급되는 가스가 2차 밸브(25)의 상류에서 체류하고 있는 것을 알 수 있다.

[0043] 상기 (2)의 지건에 대해서, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방된 경우의 측정 압력값의 표준 편차에 대하여, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우의 측정 압력값의 표준 편차가 크게 되어 있으므로, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되어 있는지 여부와, 2차 밸브(25)를 개방하는 신호의 입력 후 일정 기간의 2차 압력(P2)의 표준 편차가 상관하고 있는 것을 알 수 있다. 이들이 상관하는 이유에 대해서, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방된 경우에는 2차 밸브(25)의 개방도가 일정 속도 또는 일정 가속도로 커지는 것에 반해, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우에는, 2차 밸브(25)의 개방도가 불규칙하게 변화하여, 이에 따라 2차 압력(P2)에

변동이 생겼기 때문이라고 생각된다.

- [0044] 상기 지건 (1), (2)에 기초하여, 본 실시 형태에 따른 가스 공급부(20)를 검사하는 방법에 있어서는, 2차 밸브(25)를 개방하는 신호의 입력 후 일정 시간 후에 있어서의 압력(2차 압력(P2)) 및 압력의 표준 편차를 측정하여, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되었는지 여부를 검사한다.
- [0045] 도 4는, 본 실시 형태에 따른 가스 공급부(20)를 검사하는 방법의 주된 공정의 일례를 나타내는 흐름도이다.
- [0046] (공정 S1)
- [0047] 공정 S1에서는, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방된 경우에 2차 압력계(224)에서 측정되는 압력(2차 압력(P2)) 및 2차 압력(P2)의 표준 편차로부터, 2차 밸브(25)의 검사 기준이 되는 압력의 역치(P0) 및 압력의 표준 편차의 역치($\sigma 0$)를 설정한다. 이들 압력의 역치(P0) 및 압력의 표준 편차의 역치($\sigma 0$)는, 가스 공급부(20)가 공급하는 가스의 종류나 유량 등의 처리 조건에 따라서 적절히 결정하면 되고, 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어 도 3의 예에서, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우의 압력은, 압력의 역치(P0)를 50kPa로 설정해 둡으로써, 후술하는 공정 S7에 의해 불량을 검출할 수 있다. 또한, 2차 밸브(25)가 정상적으로 개방되지 않았을 경우의 압력의 표준 편차는, 압력의 표준 편차의 역치($\sigma 0$)를 5kPa로 설정해 둡으로써, 후술하는 공정 S7에 의해 불량을 검출할 수 있다.
- [0048] 혹은, 특정 처리 조건 하에, 2차 밸브(25)가 정상으로 개방된 상태(초기 상태)에서, 압력(P) 및 압력의 표준 편차(σ)를 복수회 측정하여, 얻어진 측정값에 기초해서 압력의 역치(P0) 및 압력의 표준 편차의 역치($\sigma 0$)를 결정해도 된다. 일례에서는, 압력의 역치(P0) 및 압력의 표준 편차의 역치($\sigma 0$)는, 측정된 압력(P)의 최댓값 및 압력의 표준 편차(σ)의 최댓값에, 각각 임의의 계수를 곱한 값으로 할 수 있다. 임의의 계수는, 예를 들어 압력(P) 및 압력의 표준 편차(σ)의 어느 경우든, 1 내지 8, 바람직하게는 4 내지 6의 범위에서 선택할 수 있다.
- [0049] 또한, 본 발명자가 실험적으로 확인한 결과, 압력의 역치(P0)는 10kPa 내지 30kPa의 범위에서 선택하는 것이 바람직하고, 압력의 표준 편차의 역치($\sigma 0$)는 1kPa 내지 5kPa의 범위에서 선택하는 것이 바람직한 것을 알았다. 압력의 역치(P0)가 10kPa 미만 또는 압력의 표준 편차의 역치($\sigma 0$)가 1kPa 미만이면, 측정 오차나 통신 오차 등의 영향에 의해, 2차 밸브(25)가 정상이어도 이상으로 검출해 버릴 우려가 있다. 한편, 압력의 역치(P0)가 30kPa를 초과 또는 압력의 표준 편차의 역치($\sigma 0$)가 5kPa를 초과하면, 상술한 특허문헌 1에 기재된 바와 같은 종래의 시스템이어도 2차 밸브(25)의 이상을 검출 가능하다.
- [0050] (공정 S2)
- [0051] 공정 S2에서는, 가스 소스(21)로부터의 가스의 공급 개시에 수반하여, 2차 밸브(25)를 개방하는 신호를 입력한다.
- [0052] (공정 S3)
- [0053] 공정 S3에서는, 공정 S2에서 2차 밸브(25)를 개방하는 신호를 입력하고 나서 시간 t 경과 시점에서, 2차 압력계(224)에 의해 압력(P)(2차 압력(P2))을 측정한다. 본 실시 형태에 있어서 시간 t는, 예를 들어 5초간이다. 또한, 본 발명자가 예의 검토한 결과, 시간 t는 5초 내지 10초가 바람직한 것을 알았다. 시간 t가 5초 미만이면, 측정 오차나 통신 오차 등의 영향에 의해, 2차 밸브가 정상이어도 이상으로 검출해 버릴 우려가 있다. 한편, 시간 t가 10초를 초과하면, 2차 밸브의 개방도가 불안정한 불량에서는, 완전히 개방됨으로써 개방도가 안정되어, 압력의 표준 편차가 작아져서, 정상인 경우와 구별할 수 없게 되는 경우가 있다.
- [0054] (공정 S4)
- [0055] 공정 S4에서는, 공정 S2에서 2차 밸브(25)를 개방하는 신호를 입력하고 나서 시간 t 동안에 있어서, 2차 압력계(224)에 의해 복수회 측정되는 2차 압력(P2)으로부터, 압력의 표준 편차(σ)를 산출한다.
- [0056] (공정 S5)
- [0057] 공정 S5에서는, 공정 S3에서 측정된 2차 압력(P2)이 공정 S1에서 설정한 압력의 역치(P0) 이하인지를 판정하고 또한 공정 S4에서 산출한 압력의 표준 편차(σ)가 공정 S1에서 설정한 압력의 표준 편차의 역치($\sigma 0$) 이하인지를 판정한다.
- [0058] (공정 S6)
- [0059] 공정 S6에서는, 공정 S5에서, 공정 S3에서 측정된 압력(P)이 공정 S1에서 설정한 압력의 역치(P0) 이하($P \leq P0$)

이면서 또한 공정 S4에서 산출한 압력의 표준 편차(σ)가, 공정 S1에서 설정한 압력의 표준 편차의 역치(σ_0) 이하($\sigma \leq \sigma_0$)라고 판정한 경우에, 2차 밸브(25)를 개방하는 동작이 정상이라고 판정하고, 플라스마 처리를 수행한다.

[0060] (공정 S7)

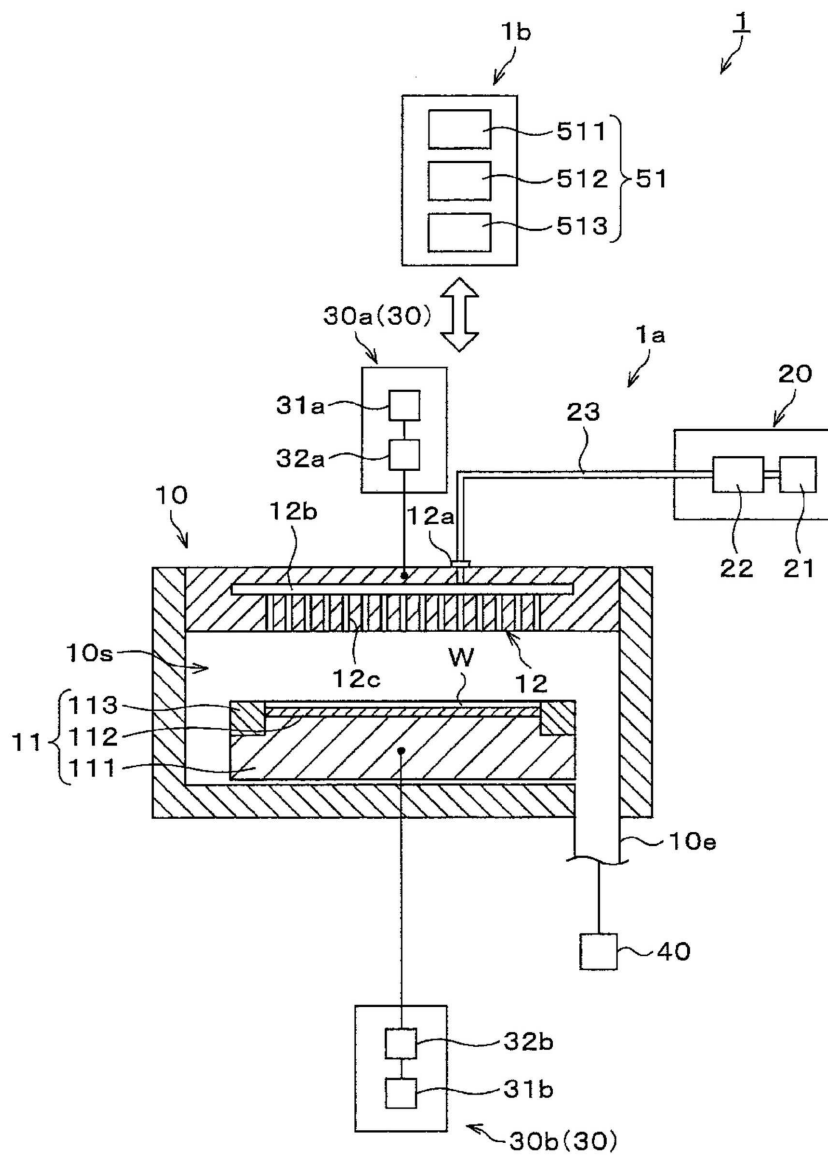
[0061] 공정 S7에서는, 공정 S5에서, 공정 S3에서 측정된 압력(P)이 공정 S1에서 설정한 압력의 역치(P0)보다 크거나($P > P_0$), 또는, 공정 S4에서 산출한 압력의 표준 편차(σ)가, 공정 S1에서 설정한 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)보다 크다고($\sigma > \sigma_0$) 판정한 경우에, 2차 밸브(25)를 개방하는 동작이 불안정하다고 판정하고, 플라스마 처리를 정지한다.

[0062] 이상의 실시 형태에 따르면, 플라스마 처리 장치(1a)의 플라스마 처리 챔버(10) 내에 가스를 공급하기 위한 가스 공급부(20)를 적절하게 검사하고, 특히 2차 밸브(25)를 개방할 때의 거동을 적절하게 검사할 수 있다. 즉, 측정된 2차 압력(P2)과 압력의 역치(P0)를 비교하고 또한 압력의 표준 편차(σ)와 압력의 표준 편차의 역치(σ_0)를 비교함으로써, 2차 밸브(25)를 개방할 때의 거동을 적절하게 검사할 수 있다.

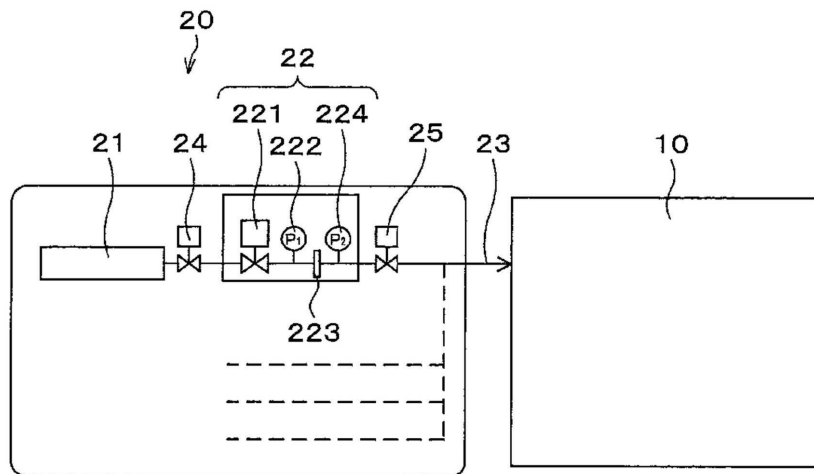
[0063] 금회 개시된 실시 형태는 모든 점에서 예시이며 제한적인 것이 아니라고 생각되어야 한다. 상기 실시 형태는, 첨부된 청구범위 및 그의 주지를 이탈하지 않고, 다양한 형태에서 생략, 치환, 변경되어도 된다.

도면

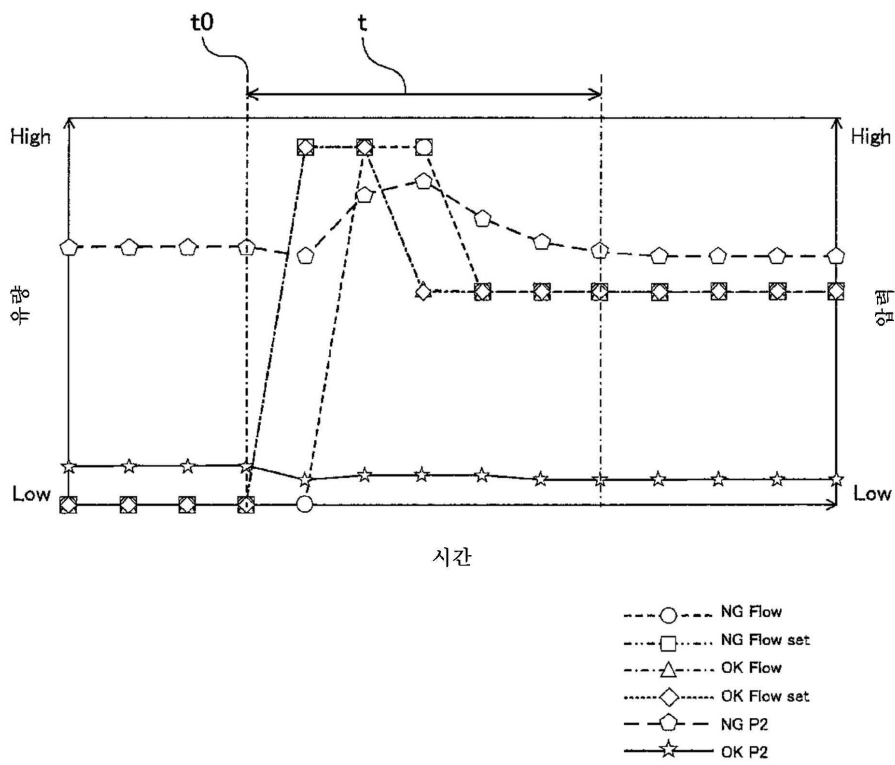
도면1



도면2



도면3



도면4

