



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월11일  
(11) 등록번호 10-2143678  
(24) 등록일자 2020년08월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/205 (2006.01) G05D 7/00 (2006.01)  
H01L 21/67 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 21/205 (2013.01)  
G05D 7/00 (2019.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0035244  
(22) 출원일자 2017년03월21일  
심사청구일자 2018년08월27일  
(65) 공개번호 10-2017-0113154  
(43) 공개일자 2017년10월12일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2016-063723 2016년03월28일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2004091850 A\*  
KR1020140097984 A\*  
US20080102021 A1  
JP2015191957 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
도쿄엘렉트론가부시키가이샤  
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고  
(72) 발명자  
기쿠치, 가즈유키  
일본 023-1101 이와페깡 오오슈우시 예사시꾸 이  
와야도 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가  
부시키가이샤 내  
오카베, 츠네유키  
일본 023-1101 이와페깡 오오슈우시 예사시꾸 이  
와야도 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가  
부시키가이샤 내  
후쿠시마, 고헤이  
일본 023-1101 이와페깡 오오슈우시 예사시꾸 이  
와야도 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가  
부시키가이샤 내  
(74) 대리인  
장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 7 항

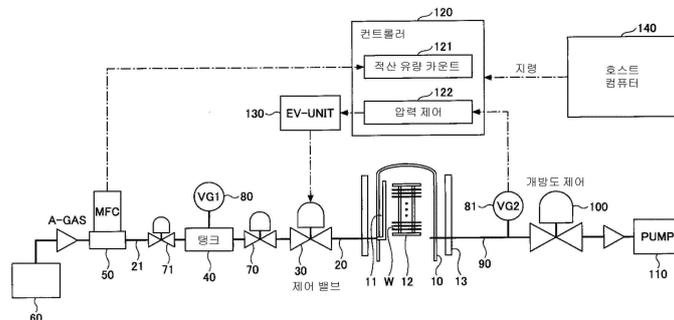
심사관 : 이정은

(54) 발명의 명칭 기관 처리 장치, 가스의 공급 방법, 기관 처리 방법 및 성막 방법

(57) 요약

본 발명은, 압력을 제어함으로써 유량을 제어하면서, 단시간에 대량의 가스 공급을 행할 수 있는 기관 처리 장치, 가스의 공급 방법, 기관 처리 방법 및 성막 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 기관(W)을 수용 가능한 처리 용기(10)와, 해당 처리 용기 내의 압력을 측정하는 압력 검출 수단(81)과, 해당 처리 용기 내를 배기하는 배기관에 설치된 배기측 밸브(100)와, 상기 처리 용기에 가스 공급관(20)을 통해서 접속된 가스 저류 탱크(40)와, 해당 가스 저류 탱크에 저류된 가스량을 측정하는 가스량 측정 수단(50, 121)과, 상기 가스 공급관에 설치되고, 상기 압력 검출 수단에서 검출된 상기 처리 용기 내의 압력에 기초하여 밸브 개방도를 변화시켜서, 상기 가스 저류 탱크로부터 상기 처리 용기에 공급되는 가스의 유로 면적을 제어함으로써, 상기 처리 용기 내의 압력을 제어 가능한 제어 밸브(30)를 가진다.

대표도



(52) CPC특허분류

*H01L 21/0228* (2013.01)

*H01L 21/67242* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관을 수용 가능한 처리 용기와,

상기 처리 용기 내의 압력을 측정하는 압력 검출 수단과,

상기 처리 용기 내를 배기하는 배기관에 설치된 배기측 밸브와,

상기 처리 용기에 제1 가스 공급관을 통해서 접속된 가스 저류 탱크와,

상기 가스 저류 탱크에 저류된 가스량을 측정하는 가스량 측정 수단과,

상기 제1 가스 공급관에 설치되고, 상기 압력 검출 수단에서 검출된 상기 처리 용기 내의 압력에 기초하여 밸브 개방도를 변화시켜, 상기 가스 저류 탱크로부터 상기 처리 용기에 공급되는 가스의 유로 면적을 제어함으로써, 상기 처리 용기 내의 압력을 제어 가능한 제어 밸브와,

상기 압력 검출 수단에서 검출된 상기 처리 용기 내의 압력에 기초하여, 상기 제어 밸브의 개폐 동작의 제어를 행하는 제어 수단을 포함하고,

상기 제어 수단은, 상기 배기측 밸브의 제어를 행함과 함께, 상기 가스량 측정 수단에서 측정된 상기 가스량에 기초하여 상기 제어 밸브의 개폐 동작의 제어를 행하고,

상기 제어 수단은,

상기 가스 저류 탱크에 상기 가스가 저류되어 상기 가스량 측정 수단에 의해 측정된 상기 가스량이 미리 정해진 양에 도달할 때까지는, 상기 제어 밸브를 폐쇄로 하고,

상기 배기측 밸브가 미리 정해진 개방도로 고정되고, 또한 상기 가스량 측정 수단에 의해 측정된 상기 가스량이 미리 정해진 양에 달했을 때에는, 상기 처리 용기의 압력이 미리 정해진 일정 압력으로 되도록 상기 제어 밸브의 밸브 개방도를 변화시키는 제어를 행하는, 기관 처리 장치.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 압력 검출 수단은, 상기 처리 용기와 상기 배기측 밸브와의 사이의 상기 배기관에 설치된, 기관 처리 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 가스 저류 탱크에 접속된 제2 가스 공급관을 더 포함하고,

상기 가스량 측정 수단은, 상기 제2 가스 공급관을 통해서 상기 가스 저류 탱크에 공급된 가스의 적산 유량을 측정하는 적산 유량계인, 기관 처리 장치.

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

삭제

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 가스 저류 탱크와 상기 제어 밸브와의 사이에 설치된 차단 밸브를 더 포함하고, 상기 가스 저류 탱크에 상기 가스가 저류될 때는 상기 차단 밸브가 폐쇄로 되는, 기관 처리 장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 가스 저류 탱크로부터 상기 처리 용기에 상기 가스를 공급하는 시간은, 상기 가스 저류 탱크에 저류된 상기 미리 정해진 양의 상기 가스가, 상기 처리 용기 내에서 상기 미리 정해진 일정 압력을 유지하면서 공급되는 미리 정해진 시간으로 설정되어 있는, 기관 처리 장치.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 가스 저류 탱크에의 상기 미리 정해진 양의 상기 가스의 공급과, 상기 가스 저류 탱크로부터 상기 처리 용기에의 상기 가스의 공급이, 복수회 반복되는, 기관 처리 장치.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

제1항, 제3항, 제4항 및 제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 가스 저류 탱크는, 성막용 원료 가스를 저류하는, 기관 처리 장치.

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 기관 처리 장치, 가스의 공급 방법, 기관 처리 방법 및 성막 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래부터, 진공 챔버와, 진공 챔버에 가스를 공급하는 가스 공급원과, 진공 챔버와 가스 공급원을 접속하기 위한 가스 공급 배관과, 진공 챔버 내의 압력값을 검출하기 위한 압력 센서와, 압력 센서의 출력을 받아서 가스 공급 배관 상에 설치되는 비례 밸브를 제어하는 압력 컨트롤러와, 가스 공급 배관 상에 설치되는 유량계와, 유량계의 출력을 받아서 배기 배관 상에 설치되는 스로틀 밸브를 제어하는 유량 컨트롤러를 가지는 유체 제어 시스템이 알려져 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조). 이러한 특허문헌 1에 기재된 유체 제어 시스템에서는, 압력 컨트롤러와 유량 컨트롤러의 양쪽이 독립적으로 설치되어, 진공 챔버 내의 압력을 압력 컨트롤러로 제어함과 함께, 배기 배관 상의 스로틀 밸브에 의해 진공 챔버를 통해서 프로세스 가스의 유량을 유량 컨트롤러로 각각 독립적으로 제어하고 있다.

[0003] 또한, 원료 가스와, 원료 가스와 반응해서 반응 생성물을 생성하는 반응 가스를 진공 분위기로 된 반응 용기 내에 교대로 공급하여, 당해 반응 용기 내에서의 기관 상에 박막을 성막하는 장치에 있어서, 반응 용기 내에 원료 가스를 공급하기 위해 원료 가스의 공급로와, 원료 가스의 공급로 도중에 설치되어, 원료 가스를 승압한 상태에서 저류하기 위한 탱크와, 원료 가스의 공급로에서의 탱크의 하류측에 설치된 유량 조정용 밸브를 구비하고, 원료 가스를, 탱크를 통해서 대유량이면서 또한 단시간에 반응 용기 내에 공급하도록 한 성막 장치가 알려져 있다(예를 들어, 특허문헌 2 참조). 또한, 원료 가스의 공급로에서의 탱크의 하류측에 설치된 유량 조정용 밸브는, 설정 유량의 조정이 가능한 밸브이지만, 운전 시에는 개폐 동작밖에 행하지 않아, 실시간으로 개방도를 제어할 수 있는 밸브가 아니다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2013-229001호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2015-191957호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 그러나, 특허문헌 1에 기재된 구성에서는, 압력과 유량이 따로따로 제어되고 있는데, 압력과 유량은 무관계가 아니라, 서로 영향을 주기 때문에, 제어 시의 헌팅 등이 많아지기 쉽다는 문제가 있었다. 또한, 압력 컨트롤러와 유량 컨트롤러의 양쪽이 필요해지기 때문에, 장치가 대형화됨과 함께 비용이 증가한다는 문제도 있었다.

[0006] 또한, 특허문헌 2에 기재된 구성에서는, 원료 가스를 대유량이면서 또한 단시간에 반응 용기 내에 공급하는 것이 가능하게 되어, 그러한 용도에는 유효하지만, 탱크로부터 반응 용기 내에 공급되는 원료 가스의 유량은 피드백 제어되어 있지 않기 때문에, 원료 가스를 대유량, 단시간에, 또한 유량을 실시간으로 제어하면서 공급한다는 요청에는 부응할 수 없다는 문제가 있었다.

[0007] 따라서, 본 발명은, 압력을 제어함으로써 유량을 제어하면서, 단시간에 대량의 가스 공급을 행할 수 있는 기관 처리 장치, 가스의 공급 방법, 기관 처리 방법 및 성막 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명의 일 형태에 관한 기관 처리 장치는, 기관을 수용 가능한 처리 용기와,

[0009] 해당 처리 용기 내의 압력을 측정하는 압력 검출 수단과,

- [0010] 해당 처리 용기 내를 배기하는 배기관에 설치된 배기측 밸브와,
- [0011] 상기 처리 용기에 가스 공급관을 통해서 접속된 가스 저류 탱크와,
- [0012] 해당 가스 저류 탱크에 저류된 가스량을 측정하는 가스량 측정 수단과,
- [0013] 상기 가스 공급관에 설치되고, 상기 압력 검출 수단에서 검출된 상기 처리 용기 내의 압력에 기초하여 밸브 개방도를 변화시켜, 상기 가스 저류 탱크로부터 상기 처리 용기에 공급되는 가스의 유로 면적을 제어함으로써, 상기 처리 용기 내의 압력을 제어 가능한 제어 밸브를 가진다.
- [0014] 본 발명의 다른 형태에 관한 가스의 공급 방법은, 용기에 가스 공급관을 통해서 접속된 가스 저류 탱크에 가스를 공급해서 저류하는 공정과,
- [0015] 해당 가스 저류 탱크에 저류된 상기 가스가 소정량에 달한 것을 검출하는 공정과,
- [0016] 상기 용기에 접속된 배기관의 컨덕턴스를 일정하게 하는 공정과,
- [0017] 상기 용기 내의 압력을 검출하는 공정과,
- [0018] 상기 가스 공급관에 설치된 제어 밸브가, 검출된 상기 용기 내의 압력에 기초하여 밸브 개방도를 변화시켜, 상기 가스 저류 탱크로부터 상기 처리 용기에 공급되는 가스의 유로 면적을 변화시킴으로써, 상기 용기 내의 압력이 소정의 일정 압력으로 되도록 제어하는 공정을 갖는다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명에 따르면, 압력을 제어함으로써 유량을 일정하게 유지하면서, 단시간에 대유량의 가스의 공급을 행할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 본 발명의 실시 형태에 따른 기관 처리 장치의 일례를 나타낸 도이다.
- 도 2는 가스 저류 탱크 및 처리 용기 내의 압력의 시간 경과를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 압력과 유속과의 관계를 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시 형태에 따른 기관 처리 장치를 사용한 가스의 공급 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 4의 (a)는 가스 저류 탱크에 가스를 저류하는 단계를 도시한 도면이다. 도 4의 (b)는 가스 저류 탱크에의 가스의 저류가 종료되고, 처리 용기에의 가스 공급의 준비를 하고 있는 단계를 도시한 도면이다. 도 4의 (c)는 가스 저류 탱크로부터 처리 용기에 가스를 공급하면서, 제어 밸브에 의한 압력 제어를 행하는 단계를 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예 1에 관한 압력 제어성을 도시한 도면이다. 도 5의 (a)는 60초에서의 압력 제어성을 도시한 도면이다. 도 5의 (b)는 5초에 있어서의 압력 제어성을 나타낸 확대도이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예 2에 관한 압력 제어성을 도시한 도면이다. 도 6의 (a)는 60초에서의 압력 제어성을 도시한 도면이다. 도 6의 (b)는 5초에서의 압력 제어성을 나타낸 확대도이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예 3에 관한 압력 제어성을 도시한 도면이다. 도 7의 (a)는 60초에서의 압력 제어성을 도시한 도면이다. 도 7의 (b)는 5초에서의 압력 제어성을 나타낸 확대도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명을 실시하기 위한 형태의 설명을 행한다.
- [0022] 도 1은, 본 발명의 실시 형태에 따른 기관 처리 장치의 일례를 나타낸 도이다. 도 1에 도시되는 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 기관 처리 장치는, 처리 용기(10)와, 가스 공급관(20, 21)과, 제어 밸브(30)와, 가스 저류 탱크(40)와, 매스 플로우 컨트롤러(50)와, 가스 공급원(60)과, 차단 밸브(70, 71)와, 압력 센서(80, 81)와, 배기관(90)과, 배기측 밸브(100)와, 진공 펌프(110)와, 제어부(컨트롤러)(120)와, 전공 레귤레이터(130)와, 호스트 컴퓨터(140)를 구비한다. 또한, 처리 용기(10) 내에는, 인젝터(11)가 설치되고, 기관 처리를 행할 때 처리 용기(10) 내에 반입되는 웨이퍼 보트(12) 및 웨이퍼(W)가 도시되어 있다. 또한, 처리 용기(10)의 외부에는 히터

(13)가 설치되어 있다. 또한, 컨트롤러(120)는, 적산 유량 카운트부(121)와, 압력 제어부(122)를 포함한다.

[0023] 처리 용기(10)는, 웨이퍼(W) 등의 기판을 내부에 수용하여, 기판 처리를 행하기 위한 용기이다. 또한, 기판 처리는, 가스를 처리 용기(10) 내에 공급해서 기판을 처리하는 다양한 처리가 포함되고, 성막 처리, 에칭 처리, 클리닝 등을 포함한다. 성막 처리에는, CVD(Chemical Vapor Deposition), ALD(Atomic Layer Deposition, 원자층 퇴적법) 등의 다양한 성막 방법이 존재하는데, 어느 성막에도 적용 가능하다. 단, 본 실시 형태에서는, 웨이퍼(W)를 연직 방향으로 소정 간격을 두고 적재 가능한 웨이퍼 보트(12)를 사용해서 복수매의 웨이퍼(W)를 유지하고, 웨이퍼(W)에 성막용 원료 가스 및 이것과 반응해서 반응 생성물을 생성하는 반응 가스를 공급함과 함께, 처리 용기(10)를 가열해서 성막을 행하는 중형 열처리 장치에 적용하는 예를 들어서 설명한다. 인젝터(11)는, 처리 용기(10) 내에 처리 가스를 공급하기 위한 가스 공급 수단이며, 연직 방향으로 연장된 석영관으로 구성된다. 히터(13)는, 처리 용기(10)의 외부로부터 웨이퍼(W)를 가열하여, 열처리(성막 처리)를 행한다. 처리 용기(10), 인젝터(11) 등의 처리 가스 공급 수단, 웨이퍼 보트와 같은 기판 유지 수단은, 기판 처리 장치의 용도나 목적에 따라서 다양하게 구성할 수 있으나, 여기서는, 중형 열처리 장치에 의해 성막 처리를 행하는 예를 들어 설명한다.

[0024] 또한, 기판 처리를 행하기 전에는, 웨이퍼 보트(12)에 복수매의 웨이퍼(W)가 유지된 상태에서 처리 용기(10) 내에 반입되어, 기판 처리를 행한다. 기판 처리 후에는, 처리 용기(10)로부터 웨이퍼 보트(12)를 반출함으로써, 처리 후의 웨이퍼를 반출한다. 반송 기구에 대해서는, 도 1에서는 생략되어 있지만, 웨이퍼 보트(12)를 반출입 가능한 다양한 반송 기구를 사용할 수 있다.

[0025] 또한, 성막 방법에 대해서는, ALD법을 사용한 예에 대해서 설명한다. ALD법이란, Si 등의 원료 가스를 먼저 인젝터(11)로부터 처리 용기(10) 내에 소정 시간 공급하고, 그 후, 질소 등의 퍼지 가스를 다른 인젝터(11)로부터 소정 시간 공급하고, 그 후, 원료 가스와 반응하는 산화 가스나 질화 가스 등의 반응 가스를 소정 시간 공급하고, 그 후, 퍼지 가스를 소정 시간 공급한다는 사이클을 반복하여, 원료 가스와 반응 가스의 반응 생성물의 원자층(보다 정확하게는 분자층)을 웨이퍼(W) 상에 서서히 퇴적시켜 나가는 성막 방법이다. 한번에 모든 종류의 가스를 공급하는 것이 아니라, 원료 가스, 퍼지 가스, 반응 가스, 퍼지 가스의 순서대로 사이클을 이루어 처리 용기(10) 내에 공급할 필요가 있기 때문에, 각 가스의 공급은 단시간이면서, 또한 높은 유량으로 행할 필요가 있다. 단시간이라는 것은, 상술한 바와 같이 사이클을 이루어 차례로 상이한 종류의 가스를 공급할 필요가 있기 때문에, 성막 처리의 생산성을 높이기 위해서 요구된다. 또한, 높은 유량이라는 것은, बै치 처리로 복수매(예를 들어, 50 내지 100매라는 레벨로)의 웨이퍼(W)를 동시에 처리하기 때문에, 모든 웨이퍼(W)에 충분히 처리 가스를 공급하기 위해서 요구된다. 특히, 처리 가스 중에서도, 실리콘, 금속 등을 포함하는 원료 가스는, 산화 가스(예를 들어, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O)나 질화 가스(예를 들어 NH<sub>3</sub>)와 비교하여, 단시간에 다량으로 공급하는 것이 곤란하다.

[0026] 본 실시 형태에 따른 기판 처리 장치에서는, 원료 가스를 포함하는 가스를, 단시간에 다량으로, 또한 유량을 제어하면서 처리 용기(10) 내에 공급할 수 있어, 상술한 ALD를 사용한 성막에 매우 유효하다.

[0027] 처리 용기(10)의 상류측에는, 가스 공급관(20, 21)이 접속되어 있다. 또한, 처리 용기(10)의 하류측에는, 배기관(90)이 접속되어 있다.

[0028] 가스 공급관(20, 21)은, 처리 용기(10) 내에 가스를 공급하기 위한 가스 공급용 배관이다. 가스 공급관(20)은, 처리 용기(10) 내의 인젝터(11)에 접속되어, 인젝터(11)에 가스를 공급한다. 가스 공급관(20)은, 처리 용기(10)와 가스 저류 탱크(40)와의 사이를 접속하는 배관이며, 그 사이에 제어 밸브(30)와, 차단 밸브(70)가 설치된다.

[0029] 또한, 가스 공급관(21)은, 가스 저류 탱크(40)보다도 상류측의 가스 공급용 배관이며, 상류 단에는, 가스 공급원(60)이 접속된다. 가스 공급원(60)은, 가스 저류 탱크(40) 및 처리 용기(10)에 가스를 공급하는 공급원이며, 예를 들어 가스가 충전된 탱크이어도 되고, 가스가 공급되는 접속구이어도 된다.

[0030] 가스 공급원(60)과 가스 저류 탱크(40)와의 사이에는, 예를 들어 매스 플로우 컨트롤러(50)와, 차단 밸브(71)가 설치된다.

[0031] 매스 플로우 컨트롤러(50)는, 가스 공급원(60)으로부터 가스 저류 탱크(40)에 저류되는 가스의 질량 유량을 측정하여, 유량 제어를 행하는 수단이다. 본 실시 형태에서는, 가스 저류 탱크(40)에 저류된 가스량의 총량을 측정할 필요가 있으므로, 매스 플로우 컨트롤러(50)는, 순간 유량을 측정할 뿐만 아니라, 가스 저류 탱크(40)에 공급된 가스의 적산 유량을 측정할 수 있는 것이 바람직하다. 매스 플로우 컨트롤러(50)가 그러한 기능을 갖고

있으면 그것이어도 되고, 매스 플로우 컨트롤러(50) 자체가 순간 유량밖에 측정할 수 없는 경우에도, 컨트롤러(120)의 적산 유량 카운트부(121)에 유량 정보를 송신하여, 적산 유량 카운트부(121)에서 적산 유량을 측정, 파악하는 구성이어도 된다. 이 경우에는, 매스 플로우 컨트롤러(50)와, 컨트롤러(120)의 적산 유량 카운트부(121)가 협동하여, 적산 유량계의 역할을 한다.

- [0032] 또한, 본 실시 형태에서는, 가스 저류 탱크(40)에 저류된 가스가 소정량에 도달한 것을 파악할 수 있으면 되므로, 그러한 측정, 연산 처리 등이 가능하면, 매스 플로우 컨트롤러(50)가 아니라, 다른 수단을 사용해도 된다.
- [0033] 차단 밸브(71)는, 가스 공급원(60)으로부터 가스 저류 탱크(40)에의 가스의 공급을 행할지 여부에 따라, 가스 공급원(60)과 가스 저류 탱크(40)와의 사이의 가스 공급관(21)의 접속을 행할지 차단할지를 정하는 개폐 밸브이다. 차단 밸브(71)는, 필요에 따라서 설치하도록 해도 된다.
- [0034] 가스 저류 탱크(40)는, 가스를 저류하기 위한 탱크이며, 다량의 가스를 단시간에 처리 용기(10) 내에 공급하기 위해 설치되는 버퍼 탱크이다. 즉, 현존하는 유량 제어기로는, 가스종의 공급을 연속적으로 전환하는 ALD와 같은 성막 방법을 사용하는 경우에는 대응할 수 없어, 단시간에 다량의 가스를 공급할 수 있는 구조가 필요해진다. 가스 저류 탱크(40)는, 다량의 가스를 일단 저류하고, 이것을 단시간에 단숨에 처리 용기(10) 내에 공급함으로써, 그러한 단시간에서의 다량의 가스 공급을 가능하게 한다. 가스 저류 탱크(40)의 용적은, 용도에 따라서 적절한 크기로 정해져도 되지만, 예를 들어 1 내지 3리터 정도의 용적이 되어도 된다.
- [0035] 압력 센서(80)는, 가스 저류 탱크(40) 내의 압력을 감시하기 위한 압력 검출 수단이다. 압력 센서(80)는, 가스 저류 탱크(40) 내의 압력이 소정 압력에 도달한 것을 검출하는 센서이어도 되고, 가스 저류 탱크(40) 내의 압력을 측정할 수 있는 측정 센서이어도 된다. 가스 저류 탱크(40)의 설정 압력은, 처리 용기(10)의 용적, 용도 등에 따라서 적절한 값으로 설정되어도 되지만, 예를 들어 50 내지 600Torr 정도의 값으로 설정되어도 되고, 일례로서, 1.5리터의 용적을 갖는 가스 저류 탱크(40)에 있어서, 100Torr(13kPa)로 설정되어도 된다. 또한, 가스 저류 탱크(40) 내의 압력은, 가스 저류 탱크(40)의 체적이 기지이며, 가스 저류 탱크(40) 내에 저류된 가스량을 파악함으로써 구할 수 있어, 관리하는 것이 가능하다. 본 실시 형태에서는, 파악한 가스량에 기초하여 제어를 행하므로, 압력 센서(80)는 필수가 아니라, 필요에 따라서 설치하도록 해도 된다.
- [0036] 제어 밸브(30)는, 가스 공급관(20)의 유로의 통과 면적을 제어 가능한 밸브이며, 밸브 개방도를 변화시킬 수 있다. 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 가스가 공급될 때, 제어 밸브(30)의 밸브 개방도를 변화시킴으로써, 가스 공급관(20) 내의 유로를 가스가 통과 가능한 면적이 변화하여, 이에 의해 가스의 유량을 변화시킬 수 있다. 그러나, 본 실시 형태에서는, 가스의 유량을 변화시키는 것이 아니라, 가스의 유량이 일정해지는 제어를 행한다. 이러한 제어를 행하기 위해서는, 처리 용기(10) 내의 압력이, 소정의 일정한 압력, 즉 목표 압력이 되도록 제어를 행한다. 처리 용기(10) 내의 압력이 일정해지도록 제어 밸브(30)의 밸브 개방도를 변화시킴으로써, 가스 공급관(20)을 통해서 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 공급되는 가스의 유량을 일정하게 할 수 있다. 또한, 그 원리의 상세에 대해서는 후술한다.
- [0037] 제어 밸브(30)는, 처리 용기(10) 내의 압력을 일정하게 하도록, 압력 센서(81)에서 검출된 압력에 기초하여 피드백 제어를 행하는 것이 가능하면, 다양한 밸브를 사용할 수 있다.
- [0038] 전공 레귤레이터(130)는, 전기 신호에 기초하여, 제어 밸브(30)의 밸브 개방도를 공압으로 제어하기 위한 제어 밸브(30)의 구동 수단이다. 예를 들어, 전기 신호에 비례해서 공압을 무단계로(연속적으로) 변화시킴으로써, 공압으로 구동하는 제어 밸브(30)의 밸브 개방도를 원활하게 제어할 수 있다.
- [0039] 차단 밸브(70)는, 제어 밸브(30)와 가스 저류 탱크(40)와의 사이의 가스 공급관(20)에 설치되고, 가스 저류 탱크(40)에 가스가 저류되어 있을 때 폐쇄로 되어, 가스 공급관(20)과 가스 공급관(21)을 차단하기 위한 밸브이다. 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 가스를 공급할 때는, 차단 밸브(70)는 개방으로 된다. 가스 저류 탱크(40)에 가스를 저류할 때는, 제어 밸브(30)를 폐쇄로 해도 동일한 기능을 행할 수 있고, 또한 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 가스를 공급할 때는, 제어 밸브(30)를 개방으로 해서 밸브 개방도를 제어하면 되므로, 차단 밸브(70)는 필수가 아니라, 필요에 따라 설치하도록 해도 된다. 제어 밸브(30)의 밸브 개방도를 그다지 크게 변화시키고 싶지 않은 경우에는, 제어 밸브(30)의 밸브 개방도를 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 가스를 공급할 때의 개방도 부근으로 설정해 두고 제어에 넘겨시키고, 가스 저류 탱크(40)에의 가스의 저류와, 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에의 가스의 공급의 개시는 차단 밸브(70)의 개폐 조작으로 행하도록 할 수도 있다. 예를 들어, 이러한 밸브 조작을 행하는 경우에, 차단 밸브(70)는 설치된다.
- [0040] 압력 센서(81)는, 처리 용기(10) 내의 압력을 검출, 측정하기 위한 수단이다. 처리 용기(10) 내와, 배기측 밸

브(100)와의 사이의 배기관(90) 내는, 동일한 압력을 나타내므로, 처리 용기(10)와 배기측 밸브(100)와의 사이의 배기관(90) 내의 압력을 측정함으로써, 처리 용기(10) 내의 압력을 측정할 수 있다. 압력 센서(81)는, 처리 용기(10) 내의 압력을 검출할 수 있으면 되므로, 처리 용기(10) 내에 설치해도 되고, 배기측 밸브(100)보다도 상류측의 배기관(90)의 어느 곳에 설치해도 되지만, 본 실시 형태에서는, 배기관(90)에 설치한 예를 나타내고 있다. 또한, 압력 센서(81)는, 배기관(90) 내, 즉 처리 용기(10) 내의 압력을 정확하게 측정할 수 있으면, 용도에 따라서 다양한 압력 검출 수단을 사용할 수 있다.

[0041] 진공 펌프(110)는, 배기관(90)을 통해서 처리 용기(10) 내를 진공 배기하기 위한 수단이다. 진공 펌프(110)는, 처리 용기(90) 내를 기관 처리에 필요해지는 진공도로 배기할 수 있으면, 다양한 배기 수단을 사용할 수 있다.

[0042] 배기측 밸브(100)는, 배기관(90)의 배기량을 조정하기 위한 밸브이다. 배기측 밸브(100)는, 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 가스를 공급할 때, 개방도가 일정해지도록 설정되어, 배기관(90)의 컨덕턴스를 일정하게 설정하는 역할을 한다. 상술한 바와 같이, 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 가스를 공급할 때는, 처리 용기(10) 내의 압력이 일정해지도록 제어되기 때문에, 배기관(90)의 컨덕턴스가 변동하면, 그러한 제어가 곤란해진다. 따라서, 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 가스를 공급할 때는, 배기측 밸브(100)의 밸브 개방도는 일정한 소정 개방도로 설정된다. 또한, 배기측 밸브(100)는, 특별히 한정은 없으며, 다양한 밸브를 사용할 수 있다. 예를 들어, APC(Automatic Pressure Controller, 자동 압력 제어 기기) 밸브가 사용되어도 된다. 또한, 수동으로 조작되어도 되고, 컨트롤러(120)로부터 제어 가능하게 구성해도 된다.

[0043] 압력 제어부(122)는, 압력 센서(81)가 검출한 처리 용기(10) 내의 압력에 기초하여, 제어 밸브(30)의 밸브 개방도를 피드백 제어하고, 처리 용기(10) 내의 압력이 소정의 목표 압력으로 되도록 제어하는 수단이다. 또한, 상술한 바와 같이, 제어 밸브(30)의 제어는, 진공 레귤레이터(130)를 통해서 행하도록 해도 된다.

[0044] 또한, 압력 제어부(122)가 행하는 피드백 제어는, 예를 들어 PID 제어(Proportional Integral Differential Control)이어도 된다. 입력값의 제어를 출력값과 목표값과의 편차, 그 적분 및 미분의 3 요소에 의해 행함으로써, 섬세하고 원활한 제어가 가능하게 된다.

[0045] 컨트롤러(120)는, 제어를 포함한 연산 처리를 행하기 위한 수단이며, CPU(Central Processing Unit, 중앙 처리 장치) 등의 프로세서, ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory) 등의 기억 수단을 구비하여, 프로그램을 실행함으로써 동작하는 마이크로컴퓨터 등에 의해 구성되어도 되고, 특정한 용도에 적합하게 복수 기능의 회로를 하나로 통합한 ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등의 집적 회로에 의해 구성되어도 된다.

[0046] 또한, 기관 처리의 구체적인 내용을 기술한 레시피가 기억 매체에 기억되고, 그 내용을 다운로드해서 컨트롤러(120)에서 레시피에 기술된 기관 처리를 행하는 구성으로 해도 된다.

[0047] 컨트롤러(120)는, 필요에 따라, 압력 제어부(122)에 의한 제어 밸브(30)의 압력 제어나, 적산 유량 카운트부(121)에 의한 가스 저류 탱크(40)에 저류된 가스량의 산출 외에, 기관 처리 장치 전체를 제어해도 된다. 예를 들어, 차단 밸브(70, 71)의 동작, 처리 용기(10)의 동작, 배기측 밸브(100)의 동작 등도 필요에 따라서 제어해도 된다.

[0048] 호스트 컴퓨터(140)는, 컨트롤러(120)에 명령을 내리는 상위의 컴퓨터이며, 기관 처리 장치와 기타 프로세스 장치와의 관계도 포함하여, 공장 전체의 제어 및 관리를 행하는 컴퓨터이다.

[0049] 이어서, 본 실시 형태에 따른 기관 처리 장치가 행하는 가스 공급 방법의 원리에 대해서 설명한다. 즉, 처리 용기(10) 내의 압력을 일정한 목표 압력으로 유지하도록 가스 공급관(20)에 설치된 제어 밸브(30)의 밸브 개방도로 압력을 제어함으로써, 유량을 일정하게 유지해서 가스를 처리 용기(10) 내에 공급할 수 있는 원리에 대해서 설명한다.

[0050] 도 2는, 가스 저류 탱크(40) 및 처리 용기(10) 내의 압력의 시간 경과를 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 기체의 상태 방정식에 적용시킨 설명을, 이하에 기재한다. 또한, 가스 저류 탱크(40)를 생략하여 버퍼 탱크(40)라 칭하고, 처리 용기(10)를 생략하여 Chamber(10)라 칭하기로 한다.

[0052] 먼저, 버퍼 탱크 압력을  $P_b$ , 버퍼 탱크 체적을  $V_b$ , Chamber 압력을  $P_c$ , Chamber 체적을  $V_c$ 로 하면, 기체의 상태 방정식  $PV=nRT$ 에서,  $n$ ,  $R$ ,  $T$ 는 동일하므로, (1)식이 성립한다.

[0053]  $P_b \times V_b = P_c \times V_c$  (1)

- [0054] Pb(버퍼 압력)에 대해서는, 압력계(80)가 존재하고, Vb를 알고 있어 유량이 적산 유량계에서 일정량으로 관리되고 있으므로, Pb는 관리된다. 또는, 압력계(80)가 없어도, Vb를 알고 있고, 또한 유량도 알고 있으므로, Pb는 관리된다.
- [0055] Vb(버퍼 체적)에 대해서, 버퍼 탱크(40)는 기계 가공품이므로, 체적은 일정하다.
- [0056] Pc(Chamber 압력)가, 본 실시 형태에서는 제어 대상이 된다.
- [0057] Vc(Chamber 체적)에 대해서, 진공 펌프(110)에 의해 상시 일정하게 진공화되고 있으므로, 일정하다고 간주한다.
- [0058] (1)식으로부터, (2)식이 성립된다.
- [0059]  $Pb(\text{일정하게 제어}) \times Vb(\text{일정}) = Pc(\text{일정하게 제어}) \times Vc(\text{일정})$  (2)
- [0060] 여기서,  $Pb \times Vb$ 는, 버퍼 탱크(40) 내의 가스량(분자의 총량)이다. 즉, 저류되어 있는 가스량이다.
- [0061] Vc가 일정하기 때문에, 버퍼 탱크(40)로부터 chamber(10)에 공급되는 가스량은 Pc(chamber 압력)와 반비례의 관계가 성립한다.
- [0062] 예를 들어, 버퍼 탱크(40)에 축적된 가스량( $Pb \times Vb$ )을 1,000sccm으로 한다. Vb가 일정하므로, Pb는 가스량에 비례한다.
- [0063] Pc를 가령 3Torr로 해서 제어한 경우에 10초 동안 다 사용했다고 하자. 그렇게 하면, 1,000sccm(가스량)=3Torr(압력) $\times$ 10sec(시간) $\times$ 가스 유속  $\alpha$ (=가스량/압력 $\times$ 시간)이 성립한다.
- [0064] 여기서, 「다 사용한 시간(sec)=1,000sccm/(Pc $\times$ 가스 유속  $\alpha$ )」가 되어, 다 사용한 시간과 Pc는 반비례의 관계가 된다.
- [0065] 즉, 절반인 1.5Torr로 제어하면 20sec 동안 다 사용하고, 3분의 1인 1.0Torr이면 30sec 동안 다 사용하게 된다.
- [0066] 도 2에는, 그러한 관계가 도시되어 있다. 즉, 횡축의 시간과 압력 Pc는 반비례의 관계로 되어 있다.
- [0067] 도 3은, 압력과 유속과의 관계를 도시한 도면이다.
- [0068] 지금까지의 설명과 마찬가지로, 「가스 유속  $\alpha$ =가스량/(다 사용한 시간 $\times$ Pc)」이 성립한다. 따라서, 가스량과 다 사용한 시간을 일정하게 하면, 가스 유속  $\alpha$ 는 Pc와는 반비례의 관계가 된다.
- [0069] 도 3은, 그러한 관계를 도시하고 있다. 즉, 횡축의 압력 Pc와, 종축의 유속  $\alpha$ 와는 반비례의 관계에 있다.
- [0070] 여기서, 유속  $\alpha$ 는, 유량과 유사한 개념이며, 모두 단위 시간당 가스의 진행 정도를 나타내고 있다. 즉, 유속  $\alpha$ 는 단위 시간당 이동 거리, 유량은 단위 시간당 이동 체적을 나타내고 있어, 거의 동의의 개념이라 파악할 수 있다.
- [0071] 따라서, 버퍼 탱크(40) 내의 가스량과, 이것을 다 사용한 시간을 일정하게 하면, 압력 Pc와 가스 유속  $\alpha$ 는 비례하므로, 마찬가지로, 압력 Pc와 유량도 비례 관계가 된다. 즉, 챔버(10) 내의 압력을 일정하게 하면, 유량도 일정해진다. 따라서, 처리 용기(10) 내의 압력이 일정해지도록 제어하면, 처리 용기(10)에 공급되는 가스의 유량도 일정하게 할 수 있다.
- [0072] 본 실시 형태에 따른 기관 처리 장치 및 가스 공급 방법에서는, 이러한 원리를 이용하여, 처리 용기(10) 내의 압력이 소정의 일정 압력(목표 압력)으로 되도록 제어함으로써, 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 공급되는 가스의 유량을 일정하게 제어한다. 즉, 가스 저류 탱크(40)를 사용해서 단시간에 다량의 가스 공급을 행하면서, 그 유량을 일정하게 제어할 수 있다.
- [0073] 이에 의해, ALD 성막을 행하는 경우에도, 변동이 적은 균일한 가스 공급을 행할 수 있어, 복수의 웨이퍼(W)간의 면간 균일성 및 웨이퍼(W) 내의 면내 균일성을 높일 수 있다.
- [0074] 도 4는, 본 발명의 실시 형태에 따른 기관 처리 장치를 사용한 가스의 공급 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 4에서, 본 실시 형태에 따른 기관 처리 장치의 주요 구성 요소가 추출되어 도시되어 있다.
- [0075] 도 4의 (a)는 가스 저류 탱크(40)에 가스를 저류하는 단계를 도시한 도면이다. 가스 저류 탱크(40)에 가스를 저류하는 단계에서는, 매스 플로우 컨트롤러(50)가 개방으로 되고, 가스 저류 탱크(40)에, 가스 공급관(21)을 통해서 가스가 공급된다. 이때, 매스 플로우 컨트롤러(50)는 유량을 측정하고, 컨트롤러(120)가 적산 유량을 측정 또는 산출한다. 또한, 이 단계에서는, 제어 밸브(30)는 폐쇄로 된다. 처리 용기(10) 내는 기관 처리가

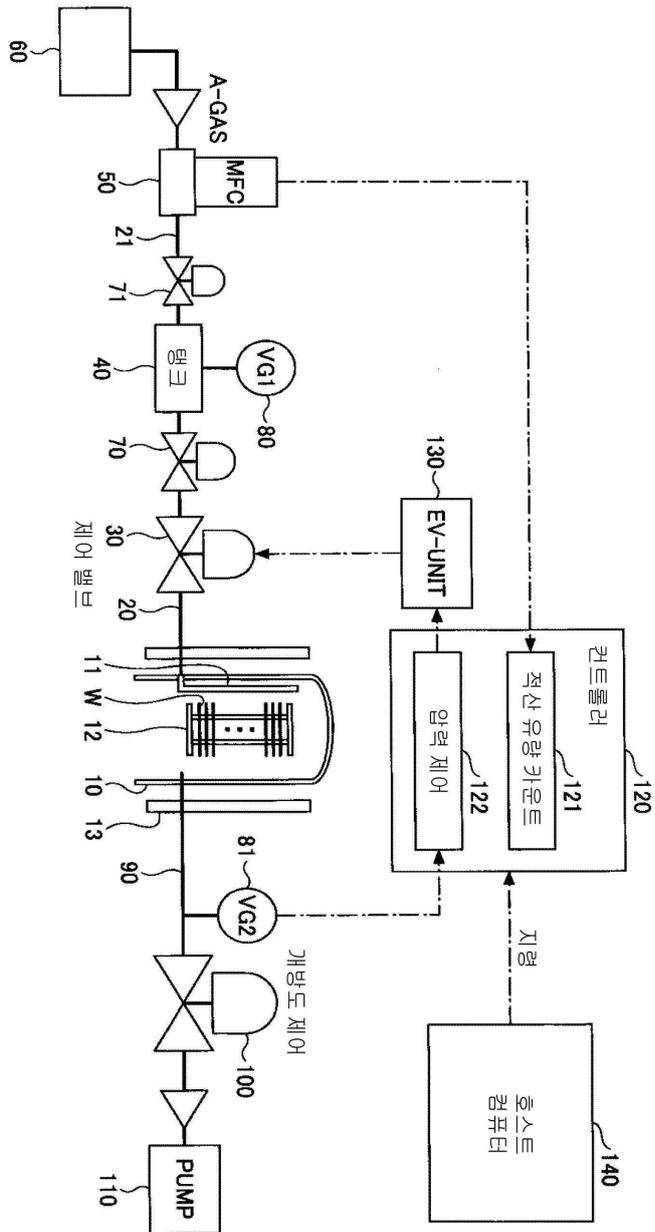
가능한 상태에서 진공 배기되고, 배기측 밸브(100)는 완전 개방으로 되어 있다.

- [0076] 도 4의 (b)는, 가스 저류 탱크(40)에의 가스의 저류가 종료되고, 처리 용기에의 가스 공급의 준비를 하고 있는 단계를 도시한 도면이다. 이 단계에서는, 가스 저류 탱크(40)에는 소정량 이상의 가스가 충전되어 있으므로, 매스 플로우 컨트롤러(50)는 폐쇄로 된다. 한편, 배기측 밸브(100)는, 배기관(90)의 컨덕턴스를 일정하게 하기 위해서, 소정의 밸브 개방도로 고정된다. 또한, 제어 밸브(30)는, 아직 처리 용기(10)에의 가스의 공급은 개시하고 있지 않은 준비 단계이므로, 폐쇄로 되어 있다.
- [0077] 도 4의 (c)는, 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 가스를 공급하면서, 제어 밸브(30)에 의한 압력 제어를 행하는 단계를 도시한 도면이다. 이 단계에서는, 제어 밸브(30)가 개방으로 되고, 압력 센서(81)에서 검출되는 처리 용기(10) 내의 압력을 소정의 일정 압력, 즉 소정의 목표 압력으로 유지하도록 제어 밸브(30)의 밸브 개방도가 제어된다. 이에 의해, 가스 저류 탱크(40) 내의 가스가, 단시간에, 대량으로, 또한 일정한 유량으로 처리 용기(10) 내에 공급된다. 또한, 배기측 밸브(100)는, 일정한 컨덕턴스를 유지하기 위해 밸브 개방도는 소정의 개방도로 고정된 상태이며, 매스 플로우 컨트롤러(50)도 폐쇄로 된 상태 그대로이다.
- [0078] 도 4의 (c)의 상태에서 소정 시간 가스를 공급하면, 또한 도 4의 (a)로 돌아가서, 도 4의 (a) 내지 (c)의 사이클을 반복하게 된다. 이에 의해, 단시간의 일정 유량의 가스의 공급이 반복되게 되어, ALD 성막에 최적의 가스의 공급 방법을 실시할 수 있다.
- [0079] 또한, ALD 성막을 행하는 경우에는, 도 4의 (a) 내지 (c)의 1 사이클에서 원료 가스를 처리 용기(10) 내에 공급한 후, 처리 용기(10) 내의 퍼지 가스의 공급, 산화 가스 또는 질화 가스 등의 반응 가스의 공급, 퍼지 가스의 공급을 행한 후, 다음 사이클에서 다시 원료 가스를 처리 용기(10) 내에 공급하게 된다. 그리고, 이 일련의 사이클을 실시함으로써, 웨이퍼(W) 상에 분자층을 퇴적시켜, 성막을 행할 수 있다.
- [0080] 이어서, 본 실시 형태에 따른 기관 처리 장치 및 가스의 공급 방법을 실시한 실시예의 압력 제어성에 대해서 설명한다.
- [0081] 도 5는, 본 발명의 실시예 1에 관한 압력 제어 특성을 도시한 도면이다. 실시예 1에서는, 가스 저류 탱크(40) 내의 탱크 충전압을 600Torr로 설정하고, 처리 용기(10) 내의 목표 압력을 3.0Torr, 1.5Torr, 0.1Torr로 설정해서 가스를 공급하여, 처리 용기(10) 내의 압력의 시간 변화를 측정하였다. 도 5의 (a)는 60초에서의 압력 제어성을 도시한 도면이며, 도 5의 (b)는 5초에서의 압력 제어성을 나타낸 확대도이다.
- [0082] 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이, 종래의 기관 처리 장치 및 가스의 공급 방법에서는, 최초로 크게 처리 용기(10) 내의 압력이 상승하고, 그 후 급격하게 저하되는 압력 특성으로 되기 때문에, 유량도 마찬가지로의 변화를 나타내게 된다.
- [0083] 한편, 처리 용기(10) 내의 압력을 3.0Torr의 일정 압력으로 제어한 경우에는, 20초보다 약간 적은 시간 동안 일정한 3.0Torr로 처리 용기(10) 내의 압력이 제어된다. 이 동안에는, 도 2, 3에서 설명한 바와 같이, 가스 저류 탱크(40)로부터 처리 용기(10)에 가스 공급관(20)을 통해서 공급되는 가스의 유량도 일정하게 된다.
- [0084] 마찬가지로, 처리 용기(10) 내의 압력을 1.5Torr의 일정 압력으로 제어하면, 40초 이상 동안에, 유량이 일정하게 제어되게 된다. 0.1Torr의 경우에는, 더욱 긴 시간 동안, 유량이 일정해지는 것은 물론이다.
- [0085] 도 5의 (b)에 나타내는 바와 같이, 5초간의 확대도에서도, 마찬가지로의 결과가 도시되어 있다. 즉, 종래의 기관 처리 장치 및 가스의 공급 방법에서는, 유량을 일정하게 할 수는 없지만, 압력을 일정하게 제어하면, 유량도 일정하게 제어되는 것을 알 수 있다.
- [0086] 도 6은, 본 발명의 실시예 2에 관한 압력 제어 특성을 도시한 도면이다. 실시예 2에서는, 가스 저류 탱크(40) 내의 탱크 충전압을 350Torr로 설정하고, 처리 용기(10) 내의 목표 압력을 2.0Torr, 1.0Torr, 0.1Torr로 설정해서 가스를 공급하여, 처리 용기(10) 내의 압력의 시간 변화를 측정하였다. 도 6의 (a)는 60초에서의 압력 제어성을 도시한 도면이며, 도 6의 (b)는 5초에서의 압력 제어성을 나타낸 확대도이다.
- [0087] 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 종래의 기관 처리 장치 및 가스의 공급 방법에서는, 최초로 크게 처리 용기(10) 내의 압력이 상승하고, 그 후 급격하게 저하되는 압력 특성으로 되기 때문에, 유량도 마찬가지로의 변화를 나타내게 된다.
- [0088] 한편, 처리 용기(10) 내의 압력을 2.0Torr의 일정 압력으로 제어한 경우에는, 약 15초간 일정한 2.0Torr로 처리 용기(10) 내의 압력이 제어된다. 이 동안에는, 도 2, 3에서 설명한 바와 같이, 가스 저류 탱크(40)로부터 처리

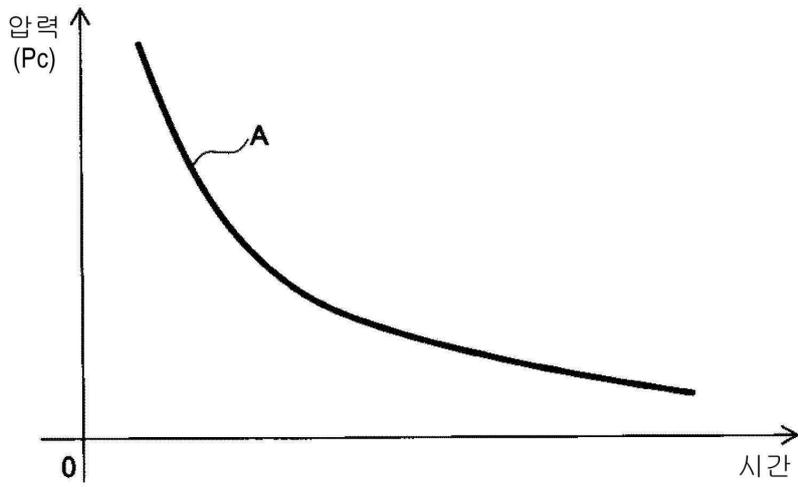


도면

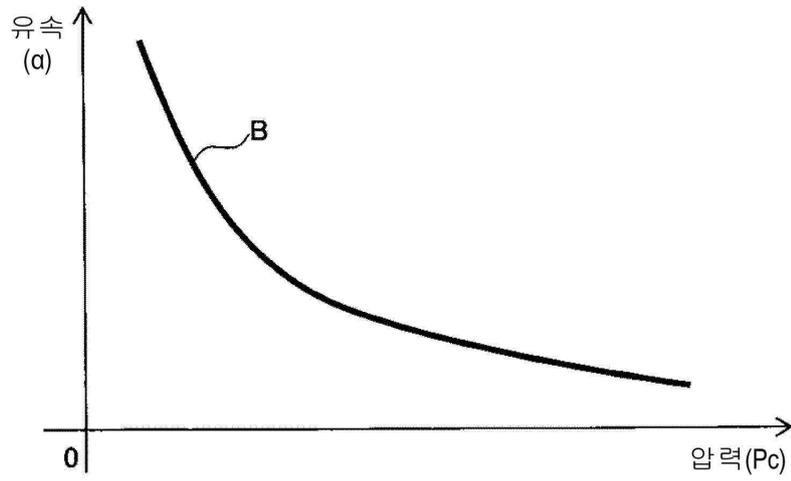
도면1



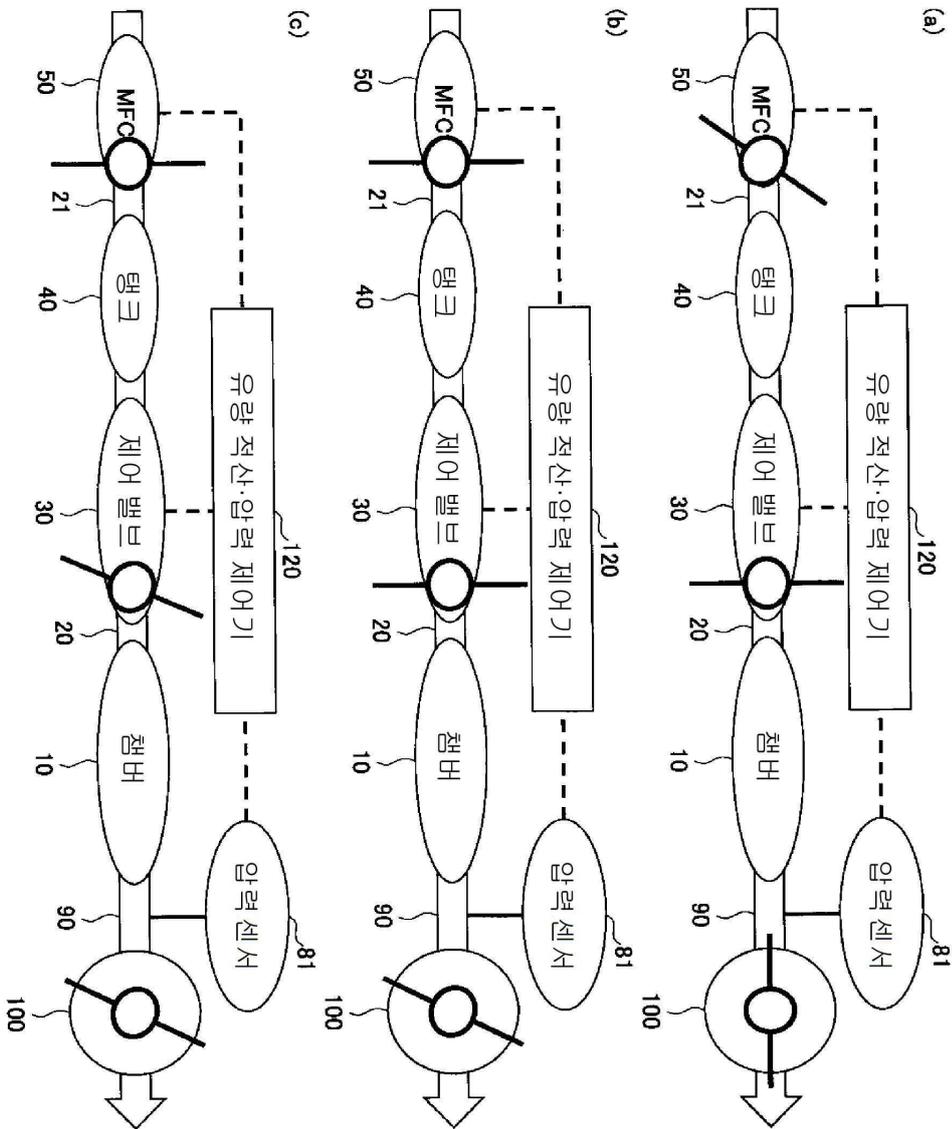
도면2



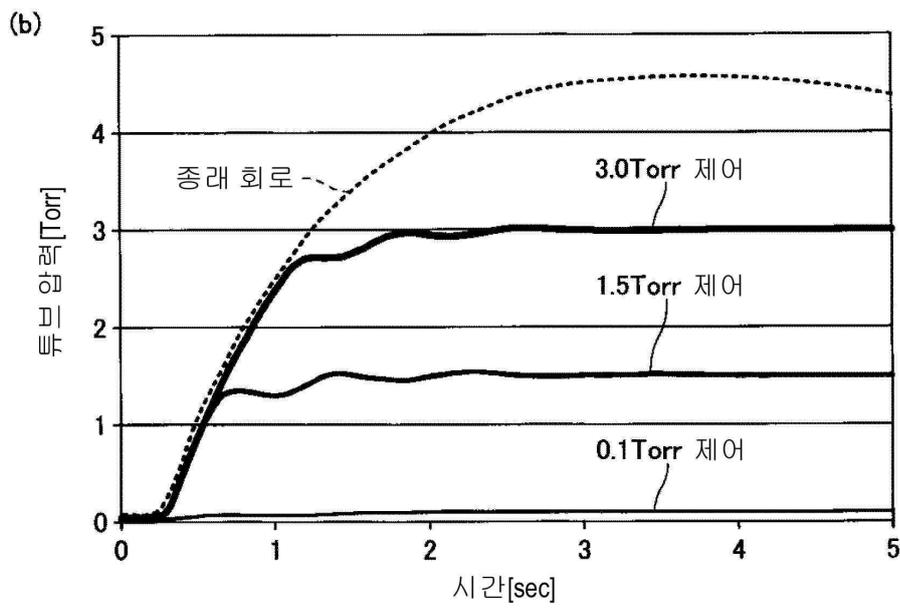
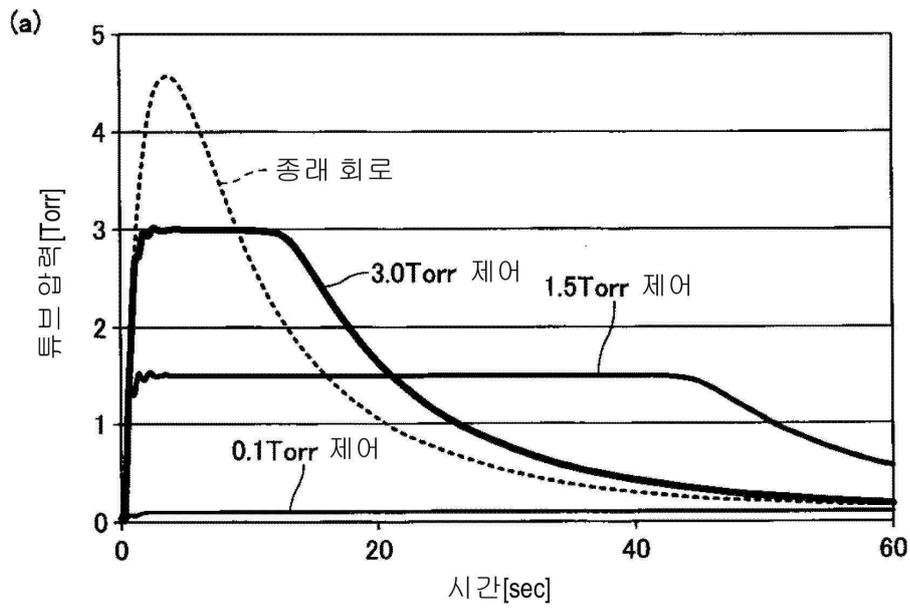
도면3



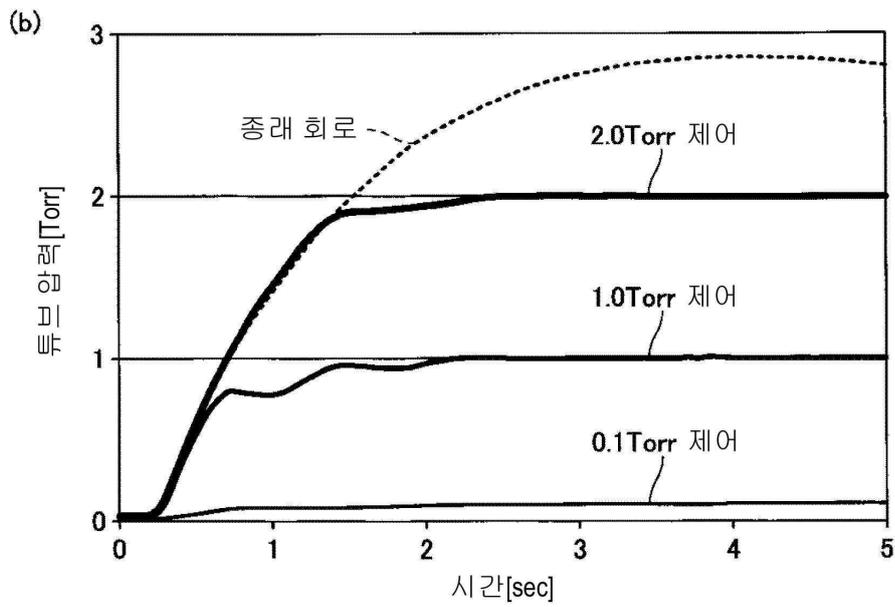
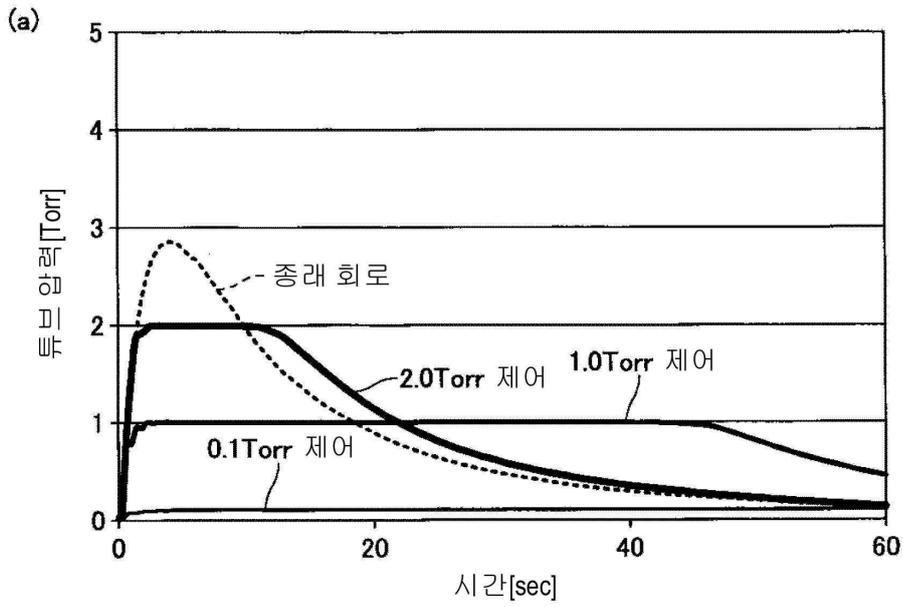
도면4



도면5



도면6



도면7

