(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년08월03일
(11) 등록번호 10-2427994
(24) 등록일자 2022년07월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/02 (2013.01)
H01L 21/67017 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0036058
(22) 출원일자 2018년03월28일
심사청구일자 2020년12월29일
(65) 공개번호 10-2018-0111631
(43) 공개일자 2018년10월11일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-068162 2017년03월30일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
US20140013838 A1
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5쵸메 3반 1고
(72) 발명자
오노 구미코
일본국 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5쵸메 3반 1고 아카사카 비즈 타워 도쿄엘렉트론가부시키가이샤 내
츠지모토 히로시
일본국 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈 1 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
특허법인태평양

심사관 : 오창석

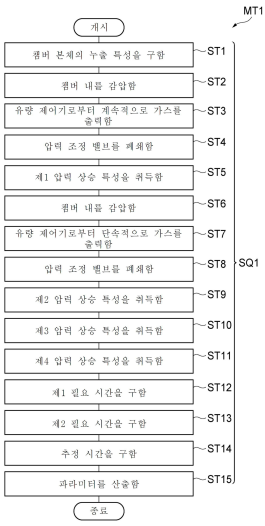
(54) 발명의 명칭 **유량 제어기를 검사하는 방법 및 피처리체를 처리하는 방법**

(57) 요 약

유량 제어기의 단속적인 가스의 공급에 있어서의 지연 시간을 파악할 수 있도록 유량 제어기를 검사한다.

일 양태에 관한 방법은, 유량 제어기로부터 가스를 계속적으로 출력하는 제1 공정과, 밸브를 폐쇄하는 제2 공정과, 제1 압력 상승 특성을 취득하는 제3 공정과, 유량 제어기로부터 단속적으로 가스를 출력하는 제4 공정과, 밸브를 폐쇄하는 제5 공정과, 제2 압력 상승 특성을 취득하는 제6 공정과, 제3 압력 상승 특성을 취득하는 제7 공정과, 제4 압력 상승 특성을 취득하는 제8 공정과, 제3 압력 상승 특성으로부터 제1 필요 시간을 취득하는 제9 공정과, 제4 압력 상승 특성으로부터 제2 필요 시간을 취득하는 제10 공정과, 지연 시간이 없다는 가정하에서 단속적인 가스의 출력을 행한 경우에, 소정 압력에 도달할 때까지의 추정 시간을 취득하는 제11 공정과, 추정 시간과 제2 필요 시간의 차를 나타내는 파라미터를 구하는 제12 공정을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 21/67242 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
US20060076060 A1
US20010004903 A1
JP2016046503 A
JP2006052424 A
WO2012086242 A1

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판 처리 장치의 챔버 내에 공급되는 가스의 유량을 조정하는 유량 제어기를 검사하는 방법으로서,

상기 기판 처리 장치는,

상기 챔버를 제공하는 챔버 본체와,

상기 챔버의 압력을 측정하는 압력계와,

상기 챔버를 감압하는 배기 장치와,

상기 챔버 본체와 상기 배기 장치의 사이에 마련된 밸브와,

상기 챔버에 가스를 공급하기 위한 가스 공급계이며, 지정된 설정 유량에 따른 유량으로 가스를 출력하는 유량 제어기를 포함하는, 상기 가스 공급계를 구비하고,

상기 방법은,

상기 배기 장치에 의하여 상기 챔버 내가 감압된 후에, 상기 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 개방한 상태에서, 상기 유량 제어기로부터 상기 설정 유량에 따른 유량으로 계속적인 가스의 출력을 행하는 제1 공정과,

상기 계속적인 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 상기 밸브를 폐쇄하는 제2 공정과,

상기 제2 공정에 있어서 상기 밸브가 폐쇄된 후의, 상기 계속적인 가스의 출력에 의한 상기 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제1 압력 상승 특성을 취득하는 제3 공정과,

상기 배기 장치에 의하여 상기 챔버가 감압된 후에 행해지는 제4 공정이며, 상기 설정 유량에 따른 유량의 가스가 출력되도록 제1 시간 길이에 걸쳐 상기 컨트롤 밸브를 개방하는 제1 기간과, 제2 시간 길이에 걸쳐 상기 컨트롤 밸브를 폐쇄하는 제2 기간을 교대로 반복함으로써, 상기 유량 제어기로부터 단속적인 가스의 출력을 행하는 상기 제4 공정과,

상기 단속적인 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 상기 밸브를 폐쇄하는 제5 공정과,

상기 제5 공정에 있어서 상기 밸브가 폐쇄된 후의, 상기 단속적인 가스의 출력에 의한 상기 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제2 압력 상승 특성을 취득하는 제6 공정과,

상기 제1 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 밸브 및 상기 컨트롤 밸브를 폐쇄했을 때의 상기 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제3 압력 상승 특성을 취득하는 제7 공정과,

상기 제2 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 밸브 및 상기 컨트롤 밸브를 폐쇄했을 때의 상기 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제4 압력 상승 특성을 취득하는 제8 공정과,

상기 제3 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 유량 제어기에 의한 상기 계속적인 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제1 필요 시간을 취득하는 제9 공정과,

상기 제4 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 유량 제어기에 의한 단속적인 가스의 출력의 개시부터 상기 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제2 필요 시간을 취득하는 제10 공정과,

상기 유량 제어기에 의한 가스의 단속적인 공급에 지연 시간이 없다는 가정하에서 상기 제4 공정에 있어서 상기 단속적인 가스의 출력을 행한 경우에, 상기 유량 제어기에 의한 단속적인 가스의 출력의 개시부터 상기 소정 압력에 도달할 때까지의 추정 시간을 구하는 제11 공정과,

상기 추정 시간과 상기 제2 필요 시간의 차를 나타내는 파라미터를 구하는 제12 공정을 포함하는, 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 추정 시간을 T3으로 했을 때에, 상기 추정 시간 T3은 하기 식 (1)에 의하여 얻어지는, 방법.

$$T3=T1\cdot(t1+t2)/t1 \quad \cdots(1)$$

(단, 상기 식 (1)에 있어서, T1은 상기 제1 필요 시간이고, t1은 상기 제1 시간 길이이며, t2는 상기 제2 시간 길이이다.)

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 제12 공정에 있어서 구해진 파라미터와 기준값의 차가 소정의 임곗값보다 클 때에 알람을 출력하는 제13 공정을 더 포함하는, 방법.

청구항 4

기판 처리 장치를 이용하여 피처리체를 처리하는 방법으로서,

상기 기판 처리 장치는,

챔버를 제공하는 챔버 본체와,

상기 챔버의 압력을 측정하는 압력계와,

상기 챔버를 감압하는 배기 장치와,

상기 챔버 본체와 상기 배기 장치의 사이에 마련된 밸브와,

상기 챔버에 가스를 공급하기 위한 가스 공급계이며, 가스의 유량을 제어하는 1 이상의 유량 제어기를 포함하는, 상기 가스 공급계를 구비하고,

상기 방법은,

상기 배기 장치에 의하여 상기 챔버 내가 감압된 후에, 상기 1 이상의 유량 제어기 중 제1 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 개방한 상태에서, 상기 제1 유량 제어기로부터 레시피 데이터에 있어서 지정된 제1 설정 유량에 따른 유량으로 계속적인 제1 가스의 출력을 행하는 제1 공정과,

상기 제1 유량 제어기로부터의 계속적인 상기 제1 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 상기 밸브를 폐쇄하는 제2 공정과,

상기 제2 공정에 있어서 상기 밸브가 폐쇄된 후의, 상기 제1 유량 제어기로부터의 계속적인 상기 제1 가스의 출력에 의한 상기 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제1 압력 상승 특성을 취득하는 제3 공정과,

상기 배기 장치에 의하여 상기 챔버가 감압된 후에 행해지는 제4 공정이며, 상기 제1 설정 유량에 따른 유량의 상기 제1 가스가 출력되도록 제1 시간 길이에 걸쳐 상기 제1 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 개방하는 제1 기간과, 제2 시간 길이에 걸쳐 상기 제1 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 폐쇄하는 제2 기간을 교대로 반복함으로써, 상기 제1 유량 제어기로부터 단속적인 상기 제1 가스의 출력을 행하는 상기 제4 공정과,

상기 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 상기 제1 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 상기 밸브를 폐쇄하는 제5 공정과,

상기 제5 공정에 있어서 상기 밸브가 폐쇄된 후의, 상기 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 상기 제1 가스의 출력에 의한 상기 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제2 압력 상승 특성을 취득하는 제6 공정과,

상기 제1 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 밸브 및 상기 컨트롤

밸브를 폐쇄했을 때의 상기 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제3 압력 상승 특성을 취득하는 제7 공정과,

상기 제2 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 밸브 및 상기 컨트롤 밸브를 폐쇄했을 때의 상기 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제4 압력 상승 특성을 취득하는 제8 공정과,

상기 제3 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 제1 유량 제어기로부터의 계속적인 상기 제1 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제1 필요 시간을 취득하는 제9 공정과,

상기 제4 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 상기 제1 가스의 출력의 개시부터 상기 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제2 필요 시간을 취득하는 제10 공정과,

상기 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 상기 제1 가스의 출력에 지연 시간이 없다는 가정하에서 상기 제4 공정에 있어서 상기 단속적인 상기 제1 가스의 출력을 행한 경우에, 상기 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 상기 제1 가스의 출력의 개시부터 상기 소정 압력에 도달할 때까지의 추정 시간을 구하는 제11 공정과,

상기 제11 공정에 있어서 구해진 추정 시간과 상기 제2 필요 시간의 차를 나타내는 파라미터를 구하는 제12 공정과,

상기 제12 공정에 있어서 구해진 상기 파라미터와 기준값의 차가 감소하도록, 상기 레시피 데이터에 포함되는 상기 제1 시간 길이, 제2 시간 길이 및 상기 제1 설정 유량 중 적어도 하나를 조정하는 제13 공정과,

상기 제13 공정에 있어서 상기 제1 시간 길이, 제2 시간 길이 및 상기 제1 설정 유량 중 적어도 하나가 조정된 상기 레시피 데이터에 따라 상기 제1 기간과 상기 제2 기간을 교대로 반복함으로써, 상기 제1 유량 제어기로부터 상기 단속적인 상기 제1 가스의 출력을 행하여, 출력된 상기 제1 가스에 의하여 상기 챔버 내에 있어서 상기 피처리체를 처리하는 제14 공정을 포함하는, 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 배기 장치에 의하여 상기 챔버 내가 감압된 후에, 상기 1 이상의 유량 제어기 중 제2 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 개방한 상태에서, 상기 제2 유량 제어기로부터 그 유량이 상기 레시피 데이터에 있어서 지정된 제2 설정 유량에 따른 유량으로 계속적인 제2 가스의 출력을 행하는 제15 공정과,

상기 제2 유량 제어기로부터의 상기 계속적인 제2 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 상기 밸브를 폐쇄하는 제16 공정과,

상기 제16 공정에 있어서 상기 밸브가 폐쇄된 후의, 상기 제2 유량 제어기로부터의 상기 계속적인 제2 가스의 출력에 의한 상기 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제5 압력 상승 특성을 취득하는 제17 공정과,

상기 배기 장치에 의하여 상기 챔버가 감압된 후에 행해지는 제18 공정이며, 상기 제2 설정 유량에 따른 유량의 상기 제2 가스가 출력되도록 제3 시간 길이에 걸쳐 상기 제2 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 개방하는 제3 기간과, 제4 시간 길이에 걸쳐 상기 제2 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 폐쇄하는 제4 기간을 교대로 반복함으로써, 상기 제2 유량 제어기로부터 단속적인 상기 제2 가스의 출력을 행하는 상기 제18 공정과,

상기 제2 유량 제어기로부터의 단속적인 상기 제2 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 상기 밸브를 폐쇄하는 제19 공정과,

상기 제19 공정에 있어서 상기 밸브가 폐쇄된 후의, 상기 제2 유량 제어기로부터의 단속적인 상기 제2 가스의 출력에 의한 상기 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제6 압력 상승 특성을 취득하는 제20 공정과,

상기 제5 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 밸브 및 상기 컨트롤 밸브를 폐쇄했을 때의 상기 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제7 압력 상승 특성을 취득하는 제21 공정과,

상기 제6 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 밸브 및 상기 컨트롤 밸브를 폐

쇄했을 때의 상기 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제8 압력 상승 특성을 취득하는 제22 공정과,

상기 제7 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 제2 유량 제어기로부터의 계속적인 상기 제2 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제4 필요 시간을 취득하는 제23 공정과,

상기 제8 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 상기 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 상기 제1 가스의 출력의 개시부터 상기 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제5 필요 시간을 취득하는 제24 공정과,

상기 제2 유량 제어기로부터의 단속적인 상기 제2 가스의 출력에 지연 시간이 없다는 가정하에서 상기 제18 공정에 있어서 상기 단속적인 상기 제2 가스의 출력을 행한 경우에, 상기 제2 유량 제어기로부터의 단속적인 상기 제2 가스의 출력의 개시부터 상기 소정 압력에 도달할 때까지의 추정 시간을 구하는 제25 공정과,

상기 제25 공정에 있어서 구해진 추정 시간과 상기 제5 필요 시간의 차이를 나타내는 파라미터를 구하는 제26 공정과,

상기 제26 공정에 있어서 구해진 파라미터와 상기 기준값의 차이가 감소하도록, 상기 레시피 데이터에 포함되는 상기 제3 시간 길이, 제4 시간 길이 및 상기 제2 설정 유량 중 적어도 하나를 조정하는 제27 공정과,

상기 제27 공정에 있어서 상기 제3 시간 길이, 제4 시간 길이 및 상기 제2 설정 유량 중 적어도 하나가 조정된 상기 레시피 데이터에 따라 상기 제3 기간과 상기 제4 기간을 교대로 반복함으로써, 상기 제2 유량 제어기로부터 상기 단속적인 상기 제2 가스의 출력을 행하여, 출력된 상기 제2 가스에 의하여 상기 챔버 내에 있어서 상기 피처리체를 처리하는 제28 공정을 더 포함하고,

상기 제1 공정부터 상기 제13 공정은 상기 제14 공정보다 전에 실행되며, 상기 제15 공정부터 상기 제27 공정은 상기 제28 공정보다 전에 실행되고,

상기 제14 공정과 상기 제28 공정은, 교대로 반복 실행되는, 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시형태는, 유량 제어기를 검사하는 방법 및 피처리체를 처리하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 반도체 디바이스와 같은 전자 디바이스의 제조에 있어서는, 기판 처리 장치가 이용된다. 기판 처리 장치의 챔버에는, 기판을 처리하기 위한 가스가 가스 공급계로부터 공급된다. 가스 공급계는, 가스의 유량을 조정하기 위하여 유량 제어기를 갖고 있다.

[0003] 가스의 유량은, 압력 제어식의 유량 제어기(FCS) 또는 매스 플로 컨트롤러와 같은 유량 제어기에 의하여 제어되는데, 설정 유량과 유량 제어기로부터 실제로 출력되는 가스의 유량(출력 유량)의 사이에는 오차가 발생하는 경우가 있다. 따라서, 유량 제어기의 출력 유량을 검사할 필요가 있다. 유량 제어기의 출력 유량을 검사하기 위한 방법으로서는, 이른바 빌드 업법이 알려져 있다. 빌드 업법에 대해서는, 특허문헌 1에 기재되어 있다.

[0004] 빌드 업법에서는, 일정한 출력 유량으로 유량 제어기로부터 가스가 출력되고, 당해 가스가, 이미 알려진 용적을 갖는 탱크의 내부 공간에 공급된다. 그리고, 탱크에 대한 가스의 공급 중에, 당해 내부 공간의 압력의 측정값이 압력 센서에 의하여 취득된다. 그리고, 취득된 측정값으로부터, 시간에 대한 당해 내부 공간의 압력의 상승률이 구해지고, 당해 압력의 상승률을 이용하여 출력 유량이 구해진다. 또한, 빌드 업법에 있어서 이용되는 탱크로서는, 기판 처리 장치의 챔버 본체가 이용되는 경우가 있으며, 혹은 빌드 업법에 전용 탱크가 이용되는 경우도 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허공보 5286430호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 기판 처리 장치를 이용하여 피처리체를 처리하는 경우에는, 가스 공급계로부터 출력되는 가스의 유량이 경시적으로 변화하는 경우가 있다. 예를 들면, 유량 제어기로부터 일정한 유량의 가스를 출력하는 기간과 당해 유량 제어기로부터의 가스의 공급을 정지하는 기간을 교대로 반복함으로써, 유량 제어기로부터 단속적으로 가스를 출력하는 경우가 있다. 유량 제어기로부터 단속적으로 가스를 출력하는 경우에는, 가스의 출력이 정지된 상태부터 당해 가스의 유량이 일정한 유량으로 안정되기까지 필요로 하는 지연 시간, 및 일정한 유량으로 가스가 출력되고 있는 상태부터 가스의 출력이 정지하기까지 필요로 하는 지연 시간이 발생한다. 이들 지연 시간은, 피처리체의 처리에 영향을 주므로, 이들 지연 시간을 파악할 필요가 있다.

[0007] 따라서, 유량 제어기의 단속적인 가스의 공급에 있어서의 지연 시간을 파악할 수 있도록 유량 제어기를 검사하는 것이 요구되고 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 양태에서는, 기판 처리 장치의 챔버 내에 공급되는 가스의 유량을 조정하는 유량 제어기를 검사하는 방법이 제공된다. 이 기판 처리 장치는, 챔버를 제공하는 챔버 본체와, 챔버의 압력을 측정하는 압력계와, 챔버를 감압하는 배기 장치와, 챔버 본체와 배기 장치의 사이에 마련된 밸브와, 챔버에 가스를 공급하기 위한 가스 공급계이며, 지정된 설정 유량에 따른 유량으로 가스를 출력하는 유량 제어기를 포함하는, 상기 가스 공급계를 구비하고 있다. 이 방법은, 배기 장치에 의하여 챔버 내가 감압된 후에, 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 개방한 상태에서, 상기 유량 제어기로부터 설정 유량에 따른 유량으로 계속적인 가스의 출력을 행하는 제1 공정과, 계속적인 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 밸브를 폐쇄하는 제2 공정과, 제2 공정에 있어서 밸브가 폐쇄된 후의, 계속적인 가스의 출력에 의한 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제1 압력 상승 특성을 취득하는 제3 공정과, 배기 장치에 의하여 챔버가 감압된 후에 행해지는 제4 공정이며, 설정 유량에 따른 유량의 가스가 출력되도록 제1 시간 길이에 걸쳐 컨트롤 밸브를 개방하는 제1 기간과, 제2 시간 길이에 걸쳐 컨트롤 밸브를 폐쇄하는 제2 기간을 교대로 반복함으로써, 유량 제어기로부터 단속적인 가스의 출력을 행하는 상기 제4 공정과, 단속적인 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 밸브를 폐쇄하는 제5 공정과, 제5 공정에 있어서 밸브가 폐쇄된 후의, 단속적인 가스의 출력에 의한 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제2 압력 상승 특성을 취득하는 제6 공정과, 제1 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 밸브 및 컨트롤 밸브를 폐쇄했을 때의 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제3 압력 상승 특성을 취득하는 제7 공정과, 제2 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 밸브 및 컨트롤 밸브를 폐쇄했을 때의 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제4 압력 상승 특성을 취득하는 제8 공정과, 제3 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 유량 제어기에 의한 계속적인 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제1 필요 시간을 취득하는 제9 공정과, 제4 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 유량 제어기에 의한 단속적인 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제2 필요 시간을 취득하는 제10 공정과, 유량 제어기에 의한 가스의 단속적인 공급에 지연 시간이 없다는 가정하에서 제4 공정에 있어서 단속적인 가스의 출력을 행한 경우에, 유량 제어기에 의한 단속적인 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달할 때까지의 추정 시간을 구하는 제11 공정과, 추정 시간과 제2 필요 시간의 차를 나타내는 파라미터를 구하는 제12 공정을 포함한다.

[0009] 상기 양태에 관한 방법에 있어서, 추정 시간은, 지연 시간이 존재하지 않는다고 가정하여, 유량 제어기로부터 단속적으로 가스를 출력했을 때에 챔버 내의 압력이 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 시간이다. 한편, 제2 필요 시간은, 지연 시간이 존재하는 실제의 상황에 있어서, 유량 제어기로부터 단속적으로 가스를 출력했을 때에 챔버 내의 압력이 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 시간이다. 따라서, 추정 시간과 제2 필요 시간의 차이를 나타내는 파라미터는, 지연 시간에 의존하는 파라미터이다. 따라서, 일 양태에 관한 방법에서는, 상기 파라미터를 구함으로써, 유량 제어기의 지연 시간을 파악할 수 있다.

[0010] 일 실시형태에서는, 추정 시간을 T3으로 했을 때에, 추정 시간 T3은 하기 식 (1)에 의하여 얻어져도 된다.

[0011] $$T3=T1\cdot(t1+t2)/t1 \quad \cdots(1)$$

[0012] (단, 식 (1)에 있어서, T1은 제1 필요 시간이고, t1은 제1 시간 길이이며, t2는 제2 시간 길이이다.)

[0013] 일 실시형태에서는, 제12 공정에 있어서 구해진 파라미터와 기준값의 차가 소정의 임곗값보다 클 때에 알람을 출력하는 제13 공정을 더 포함해도 된다.

[0014] 구해진 파라미터의 값과 기준값의 차가 큰 경우에는, 지연 시간이 커, 챔버 내에 공급해야 할 가스의 양과 챔버 내에 실제로 공급되는 가스의 양의 오차가 큰 것이 예측된다. 상기 일 실시형태에 관한 방법에 의하면, 구해진 파라미터와 기준값의 차가 소정의 임곗값보다 클 때에 알람을 출력하므로, 이와 같은 오차가 발생하고 있는 것을 파악할 수 있다.

[0015] 다른 일 양태에서는, 기판 처리 장치를 이용하여 피처리체를 처리하는 방법이 제공된다. 이 기판 처리 장치는, 챔버를 제공하는 챔버 본체와, 챔버의 압력을 측정하는 압력계와, 챔버를 감압하는 배기 장치와, 챔버 본체와 배기 장치의 사이에 마련된 밸브와, 챔버에 가스를 공급하기 위한 가스 공급계이며, 가스의 유량을 제어하는 1 이상의 유량 제어기를 포함하는, 상기 가스 공급계를 구비하고 있다. 이 방법은, 배기 장치에 의하여 챔버 내가 감압된 후에, 1 이상의 유량 제어기 중 제1 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 개방한 상태에서, 상기 제1 유량 제어기로부터 레시피 데이터에 있어서 지정된 제1 설정 유량에 따른 유량으로 계속적인 제1 가스의 출력을 행하는 제1 공정과, 제1 유량 제어기로부터의 계속적인 제1 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 밸브를 폐쇄하는 제2 공정과, 제2 공정에 있어서 밸브가 폐쇄된 후의, 제1 유량 제어기로부터의 계속적인 제1 가스의 출력에 의한 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제1 압력 상승 특성을 취득하는 제3 공정과, 배기 장치에 의하여 챔버가 감압된 후에 행해지는 제4 공정이며, 제1 설정 유량에 따른 유량의 제1 가스가 출력되도록 제1 시간 길이에 걸쳐 제1 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 개방하는 제1 기간과, 제2 시간 길이에 걸쳐 제1 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 폐쇄하는 제2 기간을 교대로 반복함으로써, 제1 유량 제어기로부터 단속적인 제1 가스의 출력을 행하는 상기 제4 공정과, 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 제1 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 밸브를 폐쇄하는 제5 공정과, 제5 공정에 있어서 밸브가 폐쇄된 후의, 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 제1 가스의 출력에 의한 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제2 압력 상승 특성을 취득하는 제6 공정과, 제1 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 밸브 및 컨트롤 밸브를 폐쇄했을 때의 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제3 압력 상승 특성을 취득하는 제7 공정과, 제2 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 밸브 및 컨트롤 밸브를 폐쇄했을 때의 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제4 압력 상승 특성을 취득하는 제8 공정과, 제3 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 제1 유량 제어기로부터의 계속적인 제1 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제1 필요 시간을 취득하는 제9 공정과, 제4 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 제1 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제2 필요 시간을 취득하는 제10 공정과, 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 제1 가스의 출력에 지연 시간이 없다는 가정하에서 제4 공정에 있어서 단속적인 제1 가스의 출력을 행한 경우에, 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 제1 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달할 때까지의 추정 시간을 구하는 제11 공정과, 제11 공정에 있어서 구해진 추정 시간과 제2 필요 시간의 차를 나타내는 파라미터를 구하는 제12 공정과, 제12 공정에 있어서 구해진 파라미터와 기준값의 차가 감소하도록, 레시피 데이터에 포함되는 제1 시간 길이, 제2 시간 길이 및 제1 설정 유량 중 적어도 하나를 조정하는 제13 공정과, 제13 공정에 있어서 제1 시간 길이, 제2 시간 길이 및 제1 설정 유량 중 적어도 하나가 조정된 레시피 데이터에 따라 제1 기간과 제2 기간을 교대로 반복함으로써, 제1 유량 제어기로부터 단속적인 제1 가스의 출력을 행하며, 출력된 제1 가스에 의하여 챔버 내에 있어서 피처리체를 처리하는 제14 공정을 포함한다.

[0016] 상기 양태에 관한 방법에서는, 구해진 파라미터의 값과 기준값의 차가 감소하도록, 제1 시간 길이, 제2 시간 길이 및 제1 설정 유량 중 적어도 하나를 조정하고 있다. 이와 같이 조정된 레시피 데이터에 따라 제1 가스를 단속적으로 챔버 내에 공급함으로써, 챔버 내에 공급해야 할 가스의 양과 챔버 내에 실제로 공급되는 가스의 양의 사이의 오차를 감소시킬 수 있다. 이와 같은 오차를 감소시킴으로써, 피처리체의 가공의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0017] 일 실시형태에서는, 배기 장치에 의하여 챔버 내가 감압된 후에, 1 이상의 유량 제어기 중 제2 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 개방한 상태에서, 상기 제2 유량 제어기로부터 그 유량이 레시피 데이터에 있어서 지정된 제2 설정 유량에 따른 유량으로 계속적인 제2 가스의 출력을 행하는 제15 공정과, 제2 유량 제어기로부터의 계속적인 제2 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 밸브를 폐쇄하는 제16 공정과, 제16 공정에 있어서 밸브가 폐쇄된

후의, 제2 유량 제어기로부터의 계속적인 제2 가스의 출력에 의한 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제5 압력 상승 특성을 취득하는 제17 공정과, 배기 장치에 의하여 챔버가 감압된 후에 행해지는 제18 공정이며, 제2 설정 유량에 따른 유량의 제2 가스가 출력되도록 제3 시간 길이에 걸쳐 제2 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 개방하는 제3 기간과, 제4 시간 길이에 걸쳐 제2 유량 제어기의 컨트롤 밸브를 폐쇄하는 제4 기간을 교대로 반복함으로써, 제2 유량 제어기로부터 단속적인 제2 가스의 출력을 행하는 상기 제18 공정과, 제2 유량 제어기로부터의 단속적인 제2 가스의 출력이 행해지고 있는 상태에서, 밸브를 폐쇄하는 제19 공정과, 제19 공정에 있어서 밸브가 폐쇄된 후의, 제2 유량 제어기로부터의 단속적인 제2 가스의 출력에 의한 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제6 압력 상승 특성을 취득하는 제20 공정과, 제5 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 밸브 및 컨트롤 밸브를 폐쇄했을 때의 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제7 압력 상승 특성을 취득하는 제21 공정과, 제6 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 밸브 및 컨트롤 밸브를 폐쇄했을 때의 챔버의 압력값의 경시적 변화를 뺀 압력값의 경시적 변화를 나타내는 제8 압력 상승 특성을 취득하는 제22 공정과, 제7 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 제2 유량 제어기로부터의 계속적인 제2 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제4 필요 시간을 취득하는 제23 공정과, 제8 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화로부터, 제1 유량 제어기로부터의 단속적인 제1 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달하기까지 필요로 하는 제5 필요 시간을 취득하는 제24 공정과, 제2 유량 제어기로부터의 단속적인 제2 가스의 출력에 지연 시간이 없다는 가정하에서 제18 공정에 있어서 단속적인 제2 가스의 출력을 행한 경우에, 제2 유량 제어기로부터의 단속적인 제2 가스의 출력의 개시부터 소정 압력에 도달할 때까지의 추정 시간을 구하는 제25 공정과, 제25 공정에 있어서 구해진 추정 시간과 제5 필요 시간의 차이를 나타내는 파라미터를 구하는 제26 공정과, 제26 공정에 있어서 구해진 파라미터와 기준값의 차이가 감소하도록, 레시피 데이터에 포함되는 제3 시간 길이, 제4 시간 길이 및 제2 설정 유량 중 적어도 하나를 조정하는 제27 공정과, 제27 공정에 있어서 제3 시간 길이, 제4 시간 길이 및 제2 설정 유량 중 적어도 하나가 조정된 레시피 데이터에 따라 제3 기간과 제4 기간을 교대로 반복함으로써, 제2 유량 제어기로부터 단속적인 제2 가스의 출력을 행하여, 출력된 제2 가스에 의하여 챔버 내에 있어서 피처리체를 처리하는 제28 공정을 더 포함하고, 제1 공정부터 제13 공정은 제14 공정보다 전에 실행되며, 제15 공정부터 제27 공정은 제28 공정보다 전에 실행되고, 제14 공정과 제28 공정은, 교대로 반복 실행되어도 된다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 일 양태 및 다양한 실시형태에 의하면, 유량 제어기의 단속적인 가스의 공급에 있어서의 지연 시간을 파악할 수 있도록 유량 제어기를 검사할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 일 실시형태에 관한 유량 제어기를 검사하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 2는 일 실시형태에 관한 기판 처리 장치를 개략적으로 나타내는 종단면도이다.

도 3은 유량 제어기의 일례를 모식적으로 나타내는 도이다.

도 4는 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 그래프이다.

도 5는 챔버 내의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 그래프이다.

도 6은 유량 제어기로부터 출력되는 가스의 유량을 나타내는 도이다.

도 7은 다른 실시형태에 관한 유량 제어기를 검사하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 8은 일 실시형태에 관한 피처리체를 처리하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 9는 도 8에 나타내는 방법의 실시 전 및 실시 도중 단계의 피처리체를 나타내는 단면도이다.

도 10은 가스 공급계로부터 출력되는 가스의 유량을 나타내는 도이다.

도 11은 도 8에 나타내는 방법의 실시 도중 단계 및 실시 후의 피처리체를 나타내는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 도면을 참조하여 다양한 실시형태에 대하여 상세하게 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서 동일하거나 또는 상당한 부분에 대해서는 동일한 부호를 붙이는 것으로 하고, 동일하거나 또는 상당한 부분에 대한 중복된 설명

은 생략한다. 또, 각 도면의 치수 비율은, 반드시 실제의 치수 비율과 일치하고 있지는 않다.

[0021] 도 1은, 일 실시형태에 관한 유량 제어기를 검사하는 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 1에 나타내는 방법 MT1은, 임의의 기판 처리 장치에 적용될 수 있다.

[0022] 도 2는, 방법 MT1이 제공되는 기판 처리 장치의 일례인 플라즈마 처리 장치를 나타내는 도이다. 도 2에는, 피처리체를 처리하는 방법의 다양한 실시형태에서 이용 가능한 플라즈마 처리 장치(10)의 단면 구조가 개략적으로 나타나 있다. 도 2에 나타내는 바와 같이, 플라즈마 처리 장치(10)는, 평행 평판의 전극을 구비하는 플라즈마 에칭 장치이며, 챔버 본체(12)를 구비하고 있다. 챔버 본체(12)는, 대략 원통 형상을 갖고 있으며, 그 내부 공간을 챔버(12c)로서 제공하고 있다. 챔버 본체(12)는, 예를 들면 알루미늄으로 구성되어 있으며, 그 내벽면에는 양극 산화 처리가 실시되어 있다. 챔버 본체(12)는 보안 접지되어 있다. 플라즈마 처리 장치(10)에는, 챔버(12c) 내의 압력값을 측정하기 위한 압력계(PS)가 마련되어 있다.

[0023] 챔버 본체(12)의 바닥부 상에는, 대략 원통형의 지지부(14)가 마련되어 있다. 지지부(14)는, 예를 들면 석영과 같은 절연 재료로 구성될 수 있다. 지지부(14)는, 챔버 본체(12) 내에 있어서, 챔버 본체(12)의 바닥부로부터 연직 방향으로 연장되어 있다. 챔버(12c) 내에는, 스테이지(ST)가 마련되어 있다. 스테이지(ST)는, 지지부(14)에 의하여 지지되어 있다.

[0024] 스테이지(ST)는 그 상면에 피처리체(이하 "웨이퍼(W)"라고 함)를 지지한다. 스테이지(ST)는 하부 전극(LE) 및 정전 척(ESC)을 갖고 있다. 하부 전극(LE)은 제1 플레이트(18a) 및 제2 플레이트(18b)를 포함하고 있다. 제1 플레이트(18a) 및 제2 플레이트(18b)는, 예를 들면 알루미늄과 같은 금속으로 구성되어 있으며, 대략 원반 형상을 이루고 있다. 제2 플레이트(18b)는, 제1 플레이트(18a) 상에 마련되어 있으며, 제1 플레이트(18a)에 전기적으로 접속되어 있다.

[0025] 제2 플레이트(18b) 상에는, 정전 척(ESC)이 마련되어 있다. 정전 척(ESC)은, 도전막인 전극을, 한 쌍의 절연층의 사이 또는 한 쌍의 절연 시트의 사이에 배치한 구조를 갖고 있다. 정전 척(ESC)의 전극에는, 직류 전원(22)이 스위치(23)를 통하여 전기적으로 접속되어 있다. 정전 척(ESC)은, 직류 전원(22)으로부터의 직류 전압에 의하여 발생하는 쿨롱력(coulomb force) 등의 정전력에 의하여 웨이퍼(W)를 흡착한다. 이로써, 정전 척(ESC)은 웨이퍼(W)를 지지할 수 있다.

[0026] 제2 플레이트(18b)의 둘레 가장자리부 상에는, 웨이퍼(W)의 에지 및 정전 척(ESC)을 감싸도록 포커스 링(FR)이 배치되어 있다. 포커스 링(FR)은, 에칭의 균일성을 향상시키기 위하여 마련되어 있다. 포커스 링(FR)은, 에칭 대상의 막의 재료에 의하여 적절히 선택되는 재료로 구성되어 있으며, 예를 들면 석영으로 구성될 수 있다.

[0027] 제2 플레이트(18b)의 내부에는, 냉매 유로(24)가 마련되어 있다. 냉매 유로(24)는 온도 조절 기구를 구성하고 있다. 냉매 유로(24)에는, 챔버 본체(12)의 외부에 마련된 칠러 유닛(도시하지 않음)으로부터 배관(26a)을 통하여 냉매가 공급된다. 냉매 유로(24)에 공급되는 냉매는, 배관(26b)을 통하여 칠러 유닛으로 되돌려진다. 이와 같이, 냉매 유로(24)에는, 냉매가 순환하도록 공급된다. 이 냉매의 온도를 제어함으로써, 정전 척(ESC)에 의하여 지지된 웨이퍼(W)의 온도가 제어된다.

[0028] 플라즈마 처리 장치(10)에는, 가스 공급 라인(28)이 마련되어 있다. 가스 공급 라인(28)은, 전열 가스 공급 기구로부터의 전열 가스, 예를 들면 He 가스를, 정전 척(ESC)의 상면과 웨이퍼(W)의 이면의 사이에 공급한다.

[0029] 플라즈마 처리 장치(10)에는, 가열 소자인 히터(HT)가 마련되어 있다. 히터(HT)는, 예를 들면 제2 플레이트(18b) 내에 매립되어 있다. 히터(HT)에는, 히터 전원(HP)이 접속되어 있다. 히터 전원(HP)으로부터 히터(HT)에 전력이 공급됨으로써, 스테이지(ST)의 온도가 조정되며, 스테이지(ST) 상에 재치되는 웨이퍼(W)의 온도가 조정되도록 되어 있다. 또한, 히터(HT)는 정전 척(ESC)에 내장되어 있어도 된다.

[0030] 플라즈마 처리 장치(10)는 상부 전극(30)을 구비하고 있다. 상부 전극(30)은, 스테이지(ST)의 상방에 있어서, 스테이지(ST)와 대향 배치되어 있다. 하부 전극(LE)과 상부 전극(30)은, 서로 대략 평행하게 마련되어 있다. 상부 전극(30)과 하부 전극(LE)의 사이에는, 웨이퍼(W)에 플라즈마 처리를 행하기 위한 처리 공간(S)이 제공되고 있다.

[0031] 상부 전극(30)은, 절연성 차폐 부재(32)를 통하여, 챔버 본체(12)의 상부에 지지되어 있다. 절연성 차폐 부재(32)는, 석영과 같은 절연 재료로 구성되어 있다. 상부 전극(30)은, 전극판(34) 및 전극 지지체(36)를 포함할 수 있다. 전극판(34)은 처리 공간(S)에 면하고 있으며, 당해 전극판(34)에는 복수의 가스 토출 구멍(34a)이 마련되어 있다. 전극판(34)은, 일 실시형태에서는, 실리콘을 함유한다. 다른 실시형태에서는, 전극판(34)은 산화

실리콘을 함유할 수 있다.

[0032] 전극 지지체(36)는, 전극판(34)을 착탈 가능하게 지지하는 것이며, 예를 들면 알루미늄과 같은 도전성 재료로 구성될 수 있다. 전극 지지체(36)는, 수냉 구조를 가질 수 있다. 전극 지지체(36)의 내부에는, 가스 확산실(36a)이 마련되어 있다. 가스 확산실(36a)로부터는, 가스 토출 구멍(34a)에 연통하는 복수의 가스 통류 구멍(36b)이 하방으로 뻗어 있다. 전극 지지체(36)에는, 가스 확산실(36a)에 처리 가스를 유도하는 가스 도입구(36c)가 형성되어 있으며, 가스 도입구(36c)에는, 가스 공급관(38)이 접속되어 있다.

[0033] 가스 공급관(38)에는, 가스 소스군(40) 및 가스 공급계(42)가 접속되어 있다. 가스 소스군(40)은 복수의 가스 소스(GS)를 갖고 있다. 복수의 가스 소스(GS)는, 유기 함유된 아미노실란계 가스의 가스 소스, 플루오로카본계 가스(C_xF_y 가스(x, y는 1~10의 정수))의 가스 소스, 산소 원자 및 탄소 원자를 갖는 가스의 가스 소스(예를 들면 이산화 탄소 가스 등), 질소 가스의 가스 소스, 수소 함유 가스의 가스 소스, 및 희가스의 가스 소스를 포함할 수 있다. 플루오로카본계 가스로서는, CF_4 가스, C_4F_6 가스, C_4F_8 가스와 같은 임의의 플루오로카본계 가스가 이용된다. 희가스로서는, Ar 가스, He 가스와 같은 임의의 희가스가 이용된다.

[0034] 가스 공급계(42)는, 복수의 유량 제어기(FC)를 갖고 있다. 복수의 유량 제어기(FC)는, 예를 들면 매스 플로 컨트롤러 또는 압력 제어식의 유량 제어기이다. 복수의 유량 제어기(FC)는, 가스 소스군(40)의 복수의 가스 소스(GS)에 각각 접속되어 있다. 복수의 유량 제어기(FC)의 각각은, 컨트롤 밸브를 구비하고 있으며, 당해 컨트롤 밸브를 제어함으로써 대응하는 가스 소스(GS)로부터의 가스를 개별적으로 조정된 유량으로 출력한다. 일 실시형태에서는, 복수의 유량 제어기(FC)는, 제1 유량 제어기(FC1) 및 제2 유량 제어기(FC2)를 포함하고 있다.

[0035] 도 3은, 복수의 유량 제어기(FC) 중 하나의 유량 제어기(FC1)의 일례를 나타내고 있다. 도 2에 나타내는 유량 제어기(FC1)는, 압력 제어식의 유량 제어기이며, 컨트롤 밸브(CV), 오리피스(OF), 압력계(P1) 및 압력계(P2)를 갖고 있다. 또, 유량 제어기(FC1)는, 오리피스(OF)의 상류측의 가스 라인(GL1), 및 오리피스(OF)의 하류측의 가스 라인(GL2)을 제공하고 있다. 가스 라인(GL1) 및 가스 라인(GL2)은, 가스 공급관(38)에 각각 접속되어 있다. 유량 제어기(FC1)는, 압력계(P1) 및 압력계(P2) 중 적어도 한쪽에서 측정된 압력값에 근거하여 당해 유량 제어기(FC1)로부터 출력되는 가스의 유량을 산출한다. 그리고, 산출 유량과, 지정되는 설정 유량의 차이가 감소하도록 컨트롤 밸브(CV)를 제어한다.

[0036] 도 2에 나타내는 바와 같이, 가스 공급계(42)는 복수의 밸브(VL)를 더 포함할 수 있다. 복수의 밸브(VL)는, 복수의 유량 제어기(FC)의 하류에 각각 마련되어 있다.

[0037] 플라즈마 처리 장치(10)에서는, 챔버 본체(12)의 내벽을 따라 디포지션 실드(46)가 착탈 가능하게 마련되어 있다. 디포지션 실드(46)는 지지부(14)의 외주에도 마련되어 있다. 디포지션 실드(46)는, 챔버 본체(12)에 에칭 부생물(디포지트)이 부착되는 것을 방지하는 것이며, 알루미늄재에 Y_2O_3 등의 세라믹스를 피복함으로써 구성될 수 있다. 디포지션 실드는, Y_2O_3 외에, 예를 들면 석영과 같이 산소를 포함하는 재료로 구성될 수 있다.

[0038] 챔버 본체(12)의 바닥부측, 또한 지지부(14)와 챔버 본체(12)의 측벽의 사이에는 배플판(48)이 마련되어 있다. 배플판(48)은, 예를 들면 알루미늄재에 Y_2O_3 등의 세라믹스를 피복함으로써 구성될 수 있다. 배플판(48)의 하방에는, 배기구(12e)가 마련되어 있다. 배기구(12e)에는, 배기관(52)이 마련되어 있다. 배기관(52)에는, 압력 조정 밸브(51)를 통하여 배기 장치(50)가 접속되어 있다. 즉, 압력 조정 밸브(51)는, 챔버 본체(12)와 배기 장치(50)의 사이에 마련된 밸브이다. 배기 장치(50)는, 터보 분자 펌프 등의 진공 펌프를 갖고 있으며, 챔버 본체(12) 내의 공간을 압력 조정 밸브(51)의 개방도에 따른 진공도까지 감압할 수 있다. 챔버 본체(12)의 측벽에는 웨이퍼(W)의 반입 출구(12g)가 마련되어 있으며, 반입 출구(12g)는 게이트 밸브(54)에 의하여 개폐 가능하게 되어 있다.

[0039] 플라즈마 처리 장치(10)는 제1 고주파 전원(62) 및 제2 고주파 전원(64)을 더 구비하고 있다. 제1 고주파 전원(62)은, 플라즈마 생성용 제1 고주파 전력을 발생시키는 전원이며, 27~100[MHz]의 주파수, 일례에 있어서는 60[MHz]의 고주파 전력을 발생시킨다. 제1 고주파 전원(62)은, 정합기(66)를 통하여 상부 전극(30)에 접속되어 있다. 정합기(66)는, 제1 고주파 전원(62)의 출력 임피던스와 부하측(하부 전극(LE)측)의 입력 임피던스를 정합시키기 위한 회로이다. 또한, 제1 고주파 전원(62)은, 정합기(66)를 통하여 하부 전극(LE)에 접속되어 있어도 된다.

[0040] 제2 고주파 전원(64)은, 웨이퍼(W)에 이온을 인입하기 위한 제2 고주파 전력, 즉 고주파 바이어스 전력을 발생시키는 전원이며, 400[kHz]~13.56[MHz]의 범위 내의 주파수, 일례에 있어서는 13.56[MHz]의 주파수의 고주파 바

이어스 전력을 발생시킨다. 제2 고주파 전원(64)은, 정합기(68)를 통하여 하부 전극(LE)에 접속되어 있다. 정합기(68)는, 제2 고주파 전원(64)의 출력 임피던스와 부하측(하부 전극(LE)측)의 입력 임피던스를 정합시키기 위한 회로이다.

[0041] 플라즈마 처리 장치(10)는 전원(70)을 더 구비하고 있다. 전원(70)은 상부 전극(30)에 접속되어 있다. 전원(70)은, 처리 공간(S) 내에 존재하는 양(正)이온을 전극판(34)에 인입하기 위한 전압을, 상부 전극(30)에 인가한다. 일례에 있어서는, 전원(70)은, 음(負)의 직류 전압을 발생시키는 직류 전원이다. 이와 같은 전압이 전원(70)으로부터 상부 전극(30)에 인가되면, 처리 공간(S)에 존재하는 양이온이, 전극판(34)에 충돌한다. 이로써, 전극판(34)으로부터 2차 전자 및/또는 실리콘이 방출된다.

[0042] 일 실시형태에 있어서는, 플라즈마 처리 장치(10)는 제어부(Cnt)를 더 구비할 수 있다. 제어부(Cnt)는, 프로세서, 기억부, 입력 장치, 표시 장치 등을 구비하는 컴퓨터이며, 플라즈마 처리 장치(10)의 각부를 제어한다. 구체적으로, 제어부(Cnt)는, 가스 공급계(42), 배기 장치(50), 제1 고주파 전원(62), 정합기(66), 제2 고주파 전원(64), 정합기(68), 전원(70), 히터 전원(HP), 및 칠러 유닛에 접속되어 있다.

[0043] 제어부(Cnt)는, 입력된 레시피에 근거하는 프로그램에 따라 동작하고, 제어 신호를 송출한다. 제어부(Cnt)로부터의 제어 신호에 의하여, 가스 공급계(42)의 각 유량 제어기(FC)로부터 출력되는 가스의 유량, 배기 장치(50)의 배기, 제1 고주파 전원(62) 및 제2 고주파 전원(64)으로부터의 전력 공급, 전원(70)으로부터의 전압 인가, 히터 전원(HP)의 전력 공급, 칠러 유닛으로부터의 냉매 유량 및 냉매 온도를 제어하는 것이 가능하다. 또한, 도 1에 나타내는 방법 MT1의 각 공정은, 제어부(Cnt)에 의한 제어에 의하여 플라즈마 처리 장치(10)의 각부를 동작시킴으로써 실행될 수 있다.

[0044] 다시 도 1을 참조하여, 방법 MT1에 대하여 설명한다. 방법 MT1에서는, 복수의 유량 제어기(FC) 중 유량 제어기(FC1)가 검사된다. 즉, 방법 MT1에서는, 유량 제어기(FC1)가, 검사 대상의 유량 제어기이다. 이 방법 MT1에서는, 시퀀스 SQ1이 행해진다. 시퀀스 SQ1은, 후술하는 공정 ST1~공정 ST15를 포함하고 있다. 이 시퀀스 SQ1에서는, 먼저 공정 ST1이 행해진다.

[0045] 공정 ST1에서는, 챔버 본체(12)의 누출 특성이 구해진다. 챔버 본체(12)의 누출 특성이란, 압력 조정 밸브(51) 및 유량 제어기(FC)의 컨트롤 밸브(CV)를 폐쇄하고 있을 때의 챔버(12c)의 압력값의 경시적 변화를 나타내는 압력 상승 특성을 나타내고 있다. 공정 ST1에서는, 먼저 압력 조정 밸브(51)를 개방하고, 배기 장치(50)를 작동시킨다. 이로써, 챔버(12c) 내가 감압된다. 이어서, 복수의 유량 제어기의 컨트롤 밸브(CV) 및 압력 조정 밸브(51)가 폐쇄되며, 그 후의 1 이상의 시점에 있어서의 챔버(12c) 내의 압력값이 압력계(PS)에 의하여 측정된다. 그리고, 측정된 1 이상의 시점에 있어서의 챔버(12c) 내의 압력값으로부터 경시적 변화 $P_0(t)$가 누출 특성으로서 취득된다. 도 4 및 도 5의 일점 쇄선으로 나타내는 그래프는, 일 실시형태의 챔버 본체(12)의 누출 특성에 의하여 특정되는 챔버(12c) 내의 압력값의 경시적 변화 $P_0(t)$의 일례를 나타내고 있다. 이 압력값의 경시적 변화 $P_0(t)$는, 예를 들면 복수의 측정 압력값과 그들 복수의 측정 압력값이 취득된 시점의 관계를 근사한 직선으로서 정의되어 있다. 또, 압력값의 경시적 변화 $P_0(t)$는, 어느 하나의 시점에서 측정된 압력값과 도 4 및 도 5에 나타내는 그래프의 원점을 연결하는 직선으로서 정의할 수도 있다.

[0046] 계속되는 공정 ST2에서는, 압력 조정 밸브(51)가 개방되고, 또한 배기 장치(50)가 작동된다. 이로써, 챔버(12c) 내가 감압된다. 계속되는 공정 ST3에서는, 유량 제어기(FC1)의 하류에 있는 밸브(VL)가 개방되고, 또한 유량 제어기(FC1)의 컨트롤 밸브가 개방된다. 이로써, 설정 유량에 따른 유량으로 가스가 유량 제어기(FC1)로부터 계속적으로 출력된다. 이 설정 유량은, 예를 들면 제어부(Cnt)의 기억부에 저장된 레시피 데이터에 따라 정해지는 유량이다. 공정 ST3에서는, 일정한 유량, 예를 들면 20sccm의 가스가 유량 제어기(FC1)로부터 챔버(12c)에 계속적으로 출력된다.

[0047] 계속되는 공정 ST4에서는, 공정 ST3에 있어서 유량 제어기(FC1)로부터 계속적으로 가스가 출력되고 있는 상태에서, 압력 조정 밸브(51)가 폐쇄된다. 이어서, 공정 ST5에서는, 압력 조정 밸브(51)가 폐쇄된 후의 1 이상의 시점에 있어서의 챔버(12c) 내의 압력값이 측정된다. 챔버(12c) 내의 압력값은, 예를 들면 압력계(PS)를 이용하여 측정된다. 일 실시형태에서는, 압력계(PS)는, 압력 조정 밸브(51)가 폐쇄된 시점부터 챔버(12c) 내의 압력값이 소정 압력값에 도달하는 시점까지의 기간 내에 있어서 복수의 시점에서의 챔버(12c) 내의 압력값을 측정할 수 있다. 그리고 측정된 압력값에 근거하여, 압력 조정 밸브(51)가 폐쇄된 후의 챔버(12c) 내의 압력값의 경시적 변화 $P_1(t)$를 제1 압력 상승 특성으로서 취득한다. 도 4의 실선으로 나타내는 그래프는, 유량 제어기(FC1)로부

터 일정한 유량의 가스를 계속적으로 챔버(12c)에 출력했을 때의 챔버(12c) 내의 압력값의 경시적 변화 $P_1(t)$의 일례를 나타내고 있다. 이 압력값의 경시적 변화 $P_1(t)$는, 공정 ST5에 있어서 측정된 복수의 압력값과 그들 복수의 압력값이 취득된 시점의 관계를 근사한 직선으로서 정의될 수 있다.

[0048] 계속되는 공정 ST6에서는, 압력 조정 밸브(51)가 개방되고, 또한 배기 장치(50)가 작동된다. 이로써, 챔버(12c) 내가 감압된다. 계속되는 공정 ST7에서는, 유량 제어기(FC1)로부터 단속적으로 가스가 출력되도록 컨트롤 밸브가 제어된다. 구체적으로는, 설정 유량에 따른 유량의 가스가 출력되도록 제1 시간 길이 t1에 걸쳐 유량 제어기(FC1)의 컨트롤 밸브가 개방되는 기간(제1 기간, 제3 기간) PR1과, 제2 시간 길이 t2에 걸쳐 유량 제어기(FC1)의 컨트롤 밸브가 폐쇄되는 기간(제2 기간, 제4 기간) PR2가 교대로 반복된다. 즉, 제1 시간 길이 t1에 걸쳐 유량 제어기(FC1)로부터 설정 유량의 가스가 계속적으로 공급되는 기간 PR1과, 제2 시간 길이 t2에 걸쳐 유량 제어기(FC1)로부터의 가스의 공급이 정지되는 기간 PR2를 포함하는 사이클을 복수 회 반복하도록, 유량 제어기(FC1)가 제어된다. 이로써, 유량 제어기(FC1)로부터는, 설정 유량에 따른 유량의 가스가 단속적으로 출력된다.

[0049] 도 6은, 공정 ST7에 있어서 유량 제어기(FC1)로부터 출력되는 가스의 유량의 경시적 변화의 일례를 나타내고 있다. 상술과 같이, 공정 ST7에서는, 제1 시간 길이 t1에 걸쳐 유량 제어기(FC1)의 컨트롤 밸브(CV)가 개방되는 기간 PR1과, 제2 시간 길이 t2에 걸쳐 유량 제어기(FC1)의 컨트롤 밸브(CV)가 폐쇄되는 기간 PR2가 교대로 반복된다. 그러나, 컨트롤 밸브(CV)가 개방되어 유량 제어기(FC1)의 가스의 출력이 개시된 시점부터 당해 유량 제어기(FC1)의 출력 유량이 설정 유량 V에 도달하기까지는 지연 시간 D1이 발생한다. 또, 유량 제어기(FC1)로부터 설정 유량 V의 가스가 출력되고 있는 시점부터, 컨트롤 밸브(CV)가 폐쇄되어 당해 유량 제어기(FC1)의 가스의 출력이 정지될 때까지는 지연 시간 D2가 발생한다. 지연 시간 D1 및 D2는, 유량 제어기(FC1)의 내부에 있어서의 가스의 통과 시간, 컨트롤 밸브의 지연 등에 기인하는 것이다. 이들 지연 시간 D1 및 D2가 있으면, 도 6에 실선으로 나타내는 바와 같이, 유량 제어기(FC1)로부터 출력되는 가스의 파형은, 완전한 직사각형파로는 되지 않는다. 그 결과, 실제로 유량 제어기(FC1)로부터 가스가 설정 유량 V로 출력되고 있는 시간 길이 $\tau 1$은, 컨트롤 밸브(CV)가 개방되어 있는 제1 시간 길이 t1보다 짧아진다. 또, 실제로 유량 제어기(FC1)로부터의 가스가 정지되어 있는 시간 길이 $\tau 2$는, 컨트롤 밸브(CV)가 폐쇄되어 있는 제2 시간 길이 t2보다 짧아진다. 시간 길이 $\tau 1$의 제1 시간 길이 t1에 대한 차이, 또는 시간 길이 $\tau 2$의 제2 시간 길이 t2에 대한 차이가 커지면, 피처리체의 가공에 영향을 주게 된다.

[0050] 다시 도 1을 참조한다. 계속되는 공정 ST8에서는, 공정 ST7에 있어서 유량 제어기(FC1)로부터 단속적으로 가스가 출력되고 있는 상태에서, 압력 조정 밸브(51)가 폐쇄된다. 계속되는 공정 ST9에서는, 공정 ST8에 있어서 압력 조정 밸브(51)가 폐쇄된 후의 1 이상의 시점에 있어서의 챔버(12c) 내의 압력값이 측정된다. 챔버(12c) 내의 압력값은, 예를 들면 압력계(PS)를 이용하여 측정된다. 일 실시형태에서는, 압력계(PS)는, 공정 ST8에 있어서 압력 조정 밸브(51)가 폐쇄된 시점부터 챔버(12c) 내의 압력값이 소정 압력값에 도달하는 시점까지의 기간 내에 있어서 복수의 시점에서의 챔버(12c) 내의 압력값을 측정할 수 있다. 그리고 측정된 압력값에 근거하여, 압력 조정 밸브(51)가 폐쇄된 후의 챔버(12c) 내의 압력값의 경시적 변화 $P_2(t)$를 제2 압력 상승 특성으로서 취득한다. 도 5의 실선으로 나타내는 그래프는, 공정 ST7에 있어서 유량 제어기(FC1)로부터 가스를 단속적으로 챔버(12c)에 출력했을 때의 챔버(12c) 내의 압력값의 경시적 변화 $P_2(t)$의 일례를 나타내고 있다. 이 압력값의 경시적 변화 $P_2(t)$는, 공정 ST9에 있어서 측정된 복수의 압력값과 그들 복수의 압력값이 취득된 시점과의 관계를 근사한 직선으로서 정의될 수 있다.

[0051] 계속되는 공정 ST10에서는, 공정 ST5에 있어서 취득된 제1 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화 $P_1(t)$로부터 공정 ST1에 있어서 구해진 누출 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화 $P_0(t)$를 빼고, 이로써 얻어진 압력값의 경시적 변화 $P_3(t)$를 제3 압력 상승 특성으로서 취득한다. 즉, 압력값의 경시적 변화 $P_3(t)$는, $P_1(t)-P_0(t)$를 계산함으로써 구해진다. 도 4의 파선(破線)으로 나타내는 그래프는, 제3 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화 $P_3(t)$의 일례를 나타내고 있다.

[0052] 계속되는 공정 ST11에서는, 공정 ST9에 있어서 취득된 제2 압력 상승 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화 $P_2(t)$로부터 공정 ST1에 있어서 구해진 누출 특성에 의하여 특정되는 압력값의 경시적 변화 $P_0(t)$를 빼고, 이로써 얻어진 압력값의 경시적 변화 $P_4(t)$를 제4 압력 상승 특성으로서 취득한다. 즉, 압력값의 경시적 변화 $P_4(t)$는, $P_2(t)-P_0(t)$를 계산함으로써 구해진다. 도 5의 파선으로 나타내는 그래프는, 제4 압력 상승 특성에 의

하여 특정되는 압력값의 경시적 변화 $P_4(t)$의 일례를 나타내고 있다.

[0053] 계속되는 공정 ST12에서는, 압력값의 경시적 변화 $P_3(t)$로부터, 가스의 공급의 개시부터 소정 압력 P_T에 도달하기까지 필요로 하는 제1 필요 시간 T1이 구해진다. 즉, 제1 필요 시간 T1은, 공정 ST3에 있어서 유량 제어기(FC1)로부터 챔버(12c)에 계속적으로 가스가 공급되었을 때에 챔버의 압력이 소정 압력 P_T에 도달하기까지 걸리는 시간 길이이다. 이 압력 P_T는, 설계자에 의하여 정해지는 임의의 압력일 수 있다. 계속되는 공정 ST13에서는, 압력값의 경시적 변화 $P_4(t)$로부터, 가스의 공급의 개시부터 소정 압력 P_T에 도달하기까지 필요로 하는 제2 필요 시간 T2가 구해진다. 즉, 제2 필요 시간 T2는, 공정 ST7에 있어서 유량 제어기(FC1)로부터 챔버(12c)에 단속적으로 가스가 공급되었을 때에 챔버의 압력이 소정 압력 P_T에 도달하기까지 걸리는 시간 길이이다.

[0054] 계속되는 공정 ST14에서는, 지연 시간 D1 및 D2가 없다는 가정하에서, 공정 ST7과 동일한 조건으로 유량 제어기(FC1)로부터 단속적으로 가스를 출력했을 때에, 당해 단속적인 가스의 공급의 개시부터 소정 압력 P_T에 도달하기까지 필요로 하는 추정 시간 T3이 구해진다. 즉, 추정 시간 T3은, 도 6의 파선으로 나타내는 바와 같이, 지연 시간 D1 및 D2가 존재하지 않아, 유량 제어기(FC1)로부터 제1 시간 길이 t1에 걸쳐 설정 유량 V의 가스가 출력되는 기간 PR1과, 유량 제어기(FC1)로부터 제2 시간 길이 t2에 걸쳐 설정 유량 V의 가스가 출력되는 기간 PR2가 교대로 반복되었을 때에, 챔버(12c) 내의 압력이 소정 압력 P_T에 도달하기까지 필요로 한다고 추정되는 시간 길이이다. 바꾸어 말하면, 추정 시간 T3은, 유량 제어기(FC1)로부터 출력되는 가스의 파형이 이상적인 직사각형파라고 가정했을 때에, 챔버(12c) 내의 압력이 소정 압력 P_T에 도달하기까지 필요로 한다고 추정되는 시간 길이이다. 일 실시형태에서는, 추정 시간 T3은, 이하의 식 (1)을 계산함으로써 구할 수 있다.

[0055] $$T3=T1\cdot(t1+t2)/t1 \quad \cdots(1)$$

[0056] 계속되는 공정 ST15에서는, 추정 시간 T3과 제2 필요 시간 T2의 차를 나타내는 파라미터가 구해진다. 이 파라미터는, 추정 시간 T3과 제2 필요 시간 T2의 차를 나타내는 값이면 임의의 값일 수 있다. 예를 들면, 제2 필요 시간 T2에 대한 추정 시간 T3의 비율을 파라미터로 해도 된다. 제2 필요 시간 T2와 추정 시간 T3이 동일할 때의 파라미터의 값을 기준값으로 하면, 제2 필요 시간 T2에 대한 추정 시간 T3의 비율을 파라미터로 했을 때의 기준값은 1(100%)이다. 또, 추정 시간 T3과 제2 필요 시간 T2의 차분값을 파라미터로 해도 된다. 이 경우에는, 파라미터의 기준값은 0이 된다. 이와 같이 파라미터는, 지연 시간 D1 및 D2가 없다는 가정하에서 구해진 추정 시간 T3과, 실제로 가스를 단속적으로 공급함으로써 얻어진 제2 필요 시간 T2의 차를 나타내고 있으므로, 이 파라미터는 지연 시간 D1 및 D2에 의존한다. 따라서, 공정 ST15에 있어서 파라미터를 구함으로써, 유량 제어기(FC1)의 단속적인 가스의 공급에 있어서의 지연 시간 D1 및 D2의 영향을 파악할 수 있다.

[0057] 또한, 상술한 실시형태에서는, 방법 MT1이 유량 제어기(FC1)에 대해서만 실행되고 있지만, 일 실시형태에서는, 방법 MT1은 모든 유량 제어기(FC)에 대하여 순서대로 실행할 수 있다.

[0058] 이하, 도 7을 참조하여, 다른 실시형태에 관한 유량 제어기를 검사하는 방법을 설명한다. 이하에서는, 도 1에 나타내는 방법 MT1과의 상이점을 중심으로 설명하고, 중복되는 설명은 생략한다. 도 7은, 다른 실시형태에 관한 유량 제어기를 검사하는 방법 MT2를 나타내는 흐름도이다.

[0059] 도 7에 나타내는 바와 같이, 방법 MT2에서는, 먼저 시퀀스 SQ1이 행해지고, 추정 시간 T3과 제2 필요 시간 T2의 차이를 나타내는 파라미터가 구해진다. 시퀀스 SQ1은, 방법 MT1에서 설명한 시퀀스 SQ1과 동일하다. 방법 MT2에서는, 시퀀스 SQ1 이후에, 공정 ST21이 행해진다. 공정 ST21에서는, 시퀀스 SQ1에 있어서 구해진 파라미터가 소정의 범위 내에 있는지 여부가 판정된다. 구체적으로는, 시퀀스 SQ1을 행함으로써 구해진 파라미터와 기준값의 차가 소정의 임곗값 이내일 때 파라미터가 소정의 범위 내에 있다고 판정된다. 이 소정의 임곗값은, 미리 정해진 값이다. 파라미터가 소정의 범위 내인 경우에는 처리를 종료한다. 한편, 시퀀스 SQ1에 있어서 구해진 파라미터가 소정의 범위 내에 없는 경우에는, 즉 구해진 파라미터와 기준값의 차가 소정의 임곗값보다 큰 경우에는, 공정 ST22에 있어서 알람이 출력된다. 파라미터가 소정의 범위 내에 없을 때에는 지연 시간 D1 및 D2의 영향에 의하여, 챔버 내에 공급해야 할 가스의 양과 챔버 내에 실제로 공급되는 가스의 양의 오차가 클 것이 예측된다. 방법 MT2에서는, 파라미터가 소정의 범위 내에 없을 때에 알람을 출력하므로, 이와 같은 오차가 발생하고 있을 가능성을 파악할 수 있다. 이로써, 유량 제어기(FC1)의 메인터넌스를 촉구할 수 있다.

[0060] 다음으로, 도 8을 참조하여, 일 실시형태의 피처리체를 처리하는 방법에 대하여 설명한다. 이하에서는, 도 2에 나타내는 플라즈마 처리 장치(10)를 이용한 피처리체의 처리 방법에 대하여 설명하지만, 이 방법은 임의의 기판

처리 장치에 적용할 수 있다.

[0061] 도 8은, 일 실시형태에 관한 피처리체의 처리 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 8에 나타내는 방법 MT3은, 파라미터에 근거하여 레시피 데이터를 조정하고, 조정된 레시피 데이터로 피처리체(이하, "웨이퍼(W)"라고 함)를 처리하는 방법이다. 이하에서는, 피처리체의 처리 방법의 일례로서, 웨이퍼(W)의 반사 방지막을 ALE(Atomic Layer Etching)법을 이용하여 에칭하는 방법에 대하여 설명한다. 이 방법 MT3에서는, 먼저 공정 ST30이 행해진다.

[0062] 공정 ST30에서는, 웨이퍼(W)가 준비된다. 도 9(a)는, 공정 ST30에 있어서 준비되는 웨이퍼(W)의 일례를 나타내는 단면도이다. 이 웨이퍼(W)는, 기판(SB), 피에칭층(EL), 유기막(OL), 반사 방지막(AL) 및 마스크(MK)를 구비하고 있다. 피에칭층(EL)은, 산화 실리콘(SiO_2)과 같은 절연막이며, 기판(SB) 상에 마련되어 있다. 유기막(OL)은, SOH(스핀 온 하드 마스크)층과 같은 탄소를 포함하는 층이며, 피에칭층(EL) 상에 마련되어 있다. 반사 방지막(AL)은, 실리콘 함유의 반사 방지막이며, 유기막(OL) 상에 마련되어 있다.

[0063] 마스크(MK)는, 반사 방지막(AL) 상에 마련되어 있다. 마스크(MK)는, 레지스트 재료로 구성된 레지스트 마스크이며, 예를 들면 포토리소그래피 기술에 의하여 레지스트층이 패터닝됨으로써 제작된다. 마스크(MK)는, 예를 들면 ArF 레지스트이다. 마스크(MK)는, 반사 방지막(AL)을 부분적으로 덮고 있으며, 반사 방지막(AL)을 부분적으로 노출시키는 개구(AP)를 구획 형성하고 있다.

[0064] 계속되는 공정 ST31에서는, 복수의 유량 제어기(FC) 중 유량 제어기(FC1)(이하, "제1 유량 제어기(FC1)"라고 함)에 대하여, 추정 시간 T3과 제2 필요 시간 T2의 차이를 나타내는 파라미터가 구해진다. 공정 ST31에서는, 유량 제어기(FC1)를 검사 대상의 유량 제어기로서 도 1에 나타내는 방법 MT1의 시퀀스 SQ1을 실행함으로써, 제1 유량 제어기(FC1)에 관한 파라미터가 구해진다. 계속되는 공정 ST32에서는, 복수의 유량 제어기(FC) 중 유량 제어기(FC2)(이하, "제2 유량 제어기(FC2)"라고 함)에 대하여, 추정 시간 T3과 제2 필요 시간 T2의 차이를 나타내는 파라미터가 구해진다. 공정 ST32에서는, 제2 유량 제어기(FC2)를 검사 대상의 유량 제어기로 하여 도 1에 나타내는 방법 MT1의 시퀀스 SQ1을 실행함으로써, 유량 제어기(FC2)에 관한 파라미터가 구해진다.

[0065] 계속되는 공정 ST33에서는, 제1 유량 제어기(FC1)에 관한 레시피 데이터가 조정된다. 제어부(Cnt)의 기억부에는, 웨이퍼(W)를 처리하기 위한 레시피 데이터가 기억되어 있다. 이 레시피 데이터에는, 제1 유량 제어기(FC1)에 관한 데이터로서 제1 시간 길이 t1, 제2 시간 길이 t2 및 제1 설정 유량 V1이 포함되어 있다. 후술하는 바와 같이, 웨이퍼(W)를 처리할 때에는, 제1 유량 제어기(FC1)는, 이 레시피 데이터에 따라 제1 가스를 단속적으로 출력한다. 이 공정 ST33에서는, 공정 ST31에 있어서 구해진 제1 유량 제어기(FC1)에 관한 파라미터와 기준값의 차가 감소하도록, 레시피 데이터에 포함되는 제1 시간 길이 t1, 제2 시간 길이 t2 및 제1 설정 유량 V1 중 적어도 하나가 조정된다. 예를 들면, 파라미터가 추정 시간 T3에 대한 제2 필요 시간 T2의 비율인 경우에는, 파라미터가 100%에 가까워지도록 레시피 데이터에 포함되는 제1 시간 길이 t1, 제2 시간 길이 t2 및 제1 설정 유량 V1 중 적어도 하나가 조정된다.

[0066] 공정 ST33에서는, 다양한 방법을 이용하여 레시피 데이터를 조정할 수 있다. 일 실시형태에서는, 공정 ST31에 있어서 구해진 파라미터가 소정의 범위 내에 없는 경우에는, 제1 시간 길이 t1, 제2 시간 길이 t2 및 제1 설정 유량 V1의 각각에 미리 정해진 계수를 곱함으로써, 제1 시간 길이 t1, 제2 시간 길이 t2 및 제1 설정 유량 V1을 조정해도 된다. 다른 실시형태에서는, 파라미터의 값과, 제1 시간 길이 t1에 관한 계수와, 제2 시간 길이 t2에 관한 계수와, 제1 설정 유량 V1에 관한 계수가 서로 대응지어진 표가 제어부(Cnt)의 기억부에 기억되어 있어도 된다. 그리고, 그 표로부터 공정 ST31에 있어서 구해진 파라미터에 대응하는 제1 시간 길이 t1, 제2 시간 길이 t2 및 제1 설정 유량 V1의 각각에 관한 계수를 취득하고, 레시피 데이터에 포함되는 제1 시간 길이 t1, 제2 시간 길이 t2 및 제1 설정 유량 V1에 취득한 계수를 각각 곱함으로써, 제1 유량 제어기(FC1)에 관한 레시피 데이터를 조정해도 된다. 또한 다른 실시형태에서는, 파라미터를 변수로 하는 함수를 이용하여 제1 시간 길이 t1, 제2 시간 길이 t2 및 제1 설정 유량 V1의 각각에 관한 계수를 구하고, 레시피 데이터에 포함되는 제1 시간 길이 t1, 제2 시간 길이 t2 및 제1 설정 유량 V1에 구해진 계수를 각각 곱함으로써, 제1 유량 제어기(FC1)에 관한 레시피 데이터를 조정해도 된다. 조정된 제1 시간 길이 t1, 제2 시간 길이 t2 및 제1 설정 유량 V1은, 갱신된 레시피 데이터로서 제어부(Cnt)의 기억부에 기억될 수 있다.

[0067] 계속되는 공정 ST34에서는, 제2 유량 제어기(FC2)에 관한 레시피 데이터가 조정된다. 제어부(Cnt)의 기억부에 기억되는 레시피 데이터에는, 제2 유량 제어기(FC2)에 관한 데이터로서, 제3 시간 길이 t3, 제4 시간 길이 t4 및 제2 설정 유량 V2가 포함되어 있다. 후술하는 바와 같이, 웨이퍼(W)를 처리할 때에는, 제2 유량 제어기(FC2)는, 이 레시피 데이터에 따라 제2 가스를 단속적으로 출력한다. 이 공정 ST34에서는, 공정 ST32에 있어서 구해진 제2 유량 제어기(FC2)에 관한 파라미터의 값과 파라미터의 기준값의 차가 감소하도록, 레시피 데이터에 포

함되는 제3 시간 길이 t3, 제4 시간 길이 t4 및 제2 설정 유량 V2 중 적어도 하나가 조정된다. 제3 시간 길이 t3, 제4 시간 길이 t4 및 제2 설정 유량 V2를 조정하는 방법은, 공정 ST33과 동일하므로, 중복 설명은 생략한다.

[0068] 이어서, 방법 MT3에서는, 시퀀스 SQ2가 행해진다. 시퀀스 SQ2는, 공정 ST35~ST42를 포함하고 있다. 시퀀스 SQ2에서는, 먼저 공정 ST35가 행해진다. 공정 ST35에서는, 조정된 레시피 데이터에 따라 제1 유량 제어기(FC1)로부터 제1 가스가 공급된다. 도 10은, 가스 공급계(42)로부터 출력되는 가스의 유량을 나타내는 도이다. 도 10에 나타내는 바와 같이, 공정 ST35에서는, 조정된 제1 시간 길이 t1에 걸쳐 컨트롤 밸브(CV)가 개방되도록 제1 유량 제어기(FC1)가 제어된다. 이로써, 조정된 제1 설정 유량 V1에 따른 유량으로 제1 가스가 제1 유량 제어기(FC1)로부터 출력된다.

[0069] 공정 ST35에서 제1 유량 제어기(FC1)로부터 출력되는 제1 가스는, 실리콘을 함유하는 반사 방지막(AL)의 에칭에 적합한 에천트 가스이다. 제1 가스는, 플루오로카본계 가스와 희가스를 포함하는, 예를 들면 C_xF_y 가스 및 Ar 가스의 혼합 가스일 수 있다. C_xF_y는 CF_4일 수 있다. 계속되는 공정 ST36에서는, 제1 가스의 출력이 계속되고 있는 상태에서, 제1 고주파 전원(62)으로부터 플라즈마 생성용 제1 고주파 전력이 상부 전극(30)에 공급된다. 또, 배기 장치(50)에 의하여 처리 공간(S)의 압력이 레시피 데이터에 있어서 지정된 압력으로 조정된다. 이로써, 챔버(12c) 내에서 제1 가스의 플라즈마가 생성된다. 제1 가스의 플라즈마는 탄소 라디칼 및 불소 라디칼을 포함한다.

[0070] 챔버(12c) 내에서 제1 가스의 플라즈마가 생성되면, 그 플라즈마에 포함되는 탄소 라디칼 및 불소 라디칼이, 반사 방지막(AL)의 표면에 공급된다. 이로써, 도 9(b)에 나타내는 바와 같이, 반사 방지막(AL)을 구성하는 원자와 탄소 라디칼 및 불소 라디칼을 포함하는 혼합층(MX)이 반사 방지막(AL)의 표면에 형성된다.

[0071] 계속되는 공정 ST37에서는, 조정된 제2 시간 길이 t2에 걸쳐, 컨트롤 밸브(CV)가 폐쇄되도록 제1 유량 제어기(FC1)가 제어된다. 이로써, 제2 시간 길이 t2를 포함하는 기간 내에 제1 유량 제어기(FC1)로부터의 제1 가스의 출력이 정지된다. 계속되는 공정 ST38에서는, 공정 ST37에 있어서 제1 가스의 출력이 정지되어 있는 기간 내에, 챔버(12c) 내에 퍼지 가스가 공급된다. 퍼지 가스로서는, 예를 들면 질소 가스 또는 희가스(예를 들면 Ar 등)와 같은 불활성 가스가 이용된다. 또, 공정 ST38에서는, 압력 조정 밸브(51)가 개방되고, 또한 배기 장치(50)가 작동된다. 이로써, 챔버(12c) 내의 제1 가스가 배기된다.

[0072] 계속되는 공정 ST39에서는, 조정된 레시피 데이터에 따라 제2 유량 제어기(FC2)로부터 제2 가스가 공급된다. 도 10에 나타내는 바와 같이, 공정 ST39에서는, 조정된 제3 시간 길이 t3에 걸쳐 컨트롤 밸브(CV)가 개방된다. 조정된 제3 시간 길이 t3을 포함하는 기간에서는, 조정된 제2 설정 유량 V2로 조정된 제2 가스가 제2 유량 제어기(FC2)로부터 출력된다. 이 공정 ST39는, 유량 제어기(FC1)로부터의 제1 가스의 공급이 정지되어 있는 기간 내에 행해진다. 제2 유량 제어기(FC2)로부터 출력되는 제2 가스는, 희가스를 포함하고, 예를 들면 Ar 가스를 포함할 수 있다.

[0073] 계속되는 공정 ST40에서는, 공정 ST39에 있어서 제2 가스의 출력이 계속되고 있는 상태에서, 제1 고주파 전원(62)으로부터 플라즈마 생성용 제1 고주파 전력이 상부 전극(30)에 공급된다. 또, 배기 장치(50)에 의하여 챔버(12c) 내의 공간의 압력이 레시피 데이터에 있어서 지정된 압력으로 조정된다. 이로써, 챔버(12c) 내에 제2 가스의 플라즈마가 생성된다. 또한, 공정 ST40에서는, 제2 고주파 전원(64)으로부터 고주파 바이어스 전력이 하부 전극(LE)에 공급된다. 고주파 바이어스 전력이 하부 전극(LE)에 공급됨으로써, 챔버(12c) 내에 있어서 생성된 제2 가스의 원자의 이온(예를 들면 Ar 원자의 이온)이 하부 전극(LE)을 향하여 인입되어, 반사 방지막(AL)의 표면에 형성된 혼합층(MX)에 충돌한다. 제2 가스의 이온이 혼합층(MX)에 충돌하면, 도 11(a)에 나타내는 바와 같이, 운동 에너지에 의하여 혼합층(MX)이 제거된다.

[0074] 계속되는 공정 ST41에서는, 조정된 제4 시간 길이 t4에 걸쳐, 컨트롤 밸브(CV)가 폐쇄된다. 이로써, 제4 시간 길이 t4를 포함하는 기간 내에 제2 유량 제어기(FC2)로부터의 제2 가스의 출력이 정지된다. 계속되는 공정 ST42에서는, 제1 가스 및 제2 가스의 출력이 정지되어 있는 기간 내에, 챔버(12c) 내에 퍼지 가스가 공급된다. 또, 공정 ST42에서는, 압력 조정 밸브(51)가 개방되고, 또한 배기 장치(50)가 작동된다. 이로써, 챔버(12c) 내의 제2 가스가 배기된다.

[0075] 계속되는 공정 ST43에서는, 종료 조건이 성립되었는지 여부지가 판정된다. 예를 들면, 공정 ST43에서는, 시퀀스 SQ2가 지정된 횟수만큼 반복됨으로써 종료 조건이 성립되었다고 판정된다. 공정 ST43에 있어서 종료 조건이 성립되어 있지 않다고 판정된 경우에는, 종료 조건이 성립될 때까지 시퀀스 SQ2가 반복 행해진다. 이와 같이 시퀀

스 SQ2가 반복됨으로써, 도 10에 나타내는 바와 같이, 제1 유량 제어기(FC1)로부터는 제1 가스가 단속적으로 출력되며, 제2 유량 제어기(FC2)로부터는 제2 가스가 단속적으로 출력된다. 또, 시퀀스 SQ2가 반복될 때마다 반사 방지막(AL)에 혼합층(MX)의 형성 및 제거가 행해진다. 따라서, 시퀀스 SQ2가 반복됨으로써, 도 11(b)에 나타내는 바와 같이, 마스크(MK)의 개구(AP)의 하방에 있는 반사 방지막(AL)이 정밀하게 에칭된다.

[0076] 상술한 방법 MT3에서는, 구해진 파라미터와 당해 파라미터의 기준값의 차이가 감소하도록, 레시피 데이터를 조정하고, 조정된 레시피 데이터에 따라 제1 유량 제어기(FC1) 및 제2 유량 제어기(FC2)를 제어하고 있다. 이로써, 제1 유량 제어기(FC1) 및 제2 유량 제어기(FC2)로부터 출력되는 가스의 양과 챔버 내에 공급해야 할 가스의 양의 오차를 감소시킬 수 있다. 따라서, 이와 같은 오차를 감소시킴으로써, 피처리체의 처리의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0077] 이상, 다양한 실시형태에 관한 유량 제어기의 출력 유량을 구하는 방법 및 피처리체를 처리하는 방법에 대하여 설명했지만, 상술한 실시형태에 한정되지 않고 발명의 요지를 변경하지 않는 범위에서 다양한 변형 양태를 구성 가능하다. 예를 들면, 도 2에 나타내는 유량 제어기(FC)는 압력식의 유량 제어기이지만, 유량 제어기(FC)는 열식의 매스 플로 컨트롤러여도 된다.

부호의 설명

[0078] 10…플라즈마 처리 장치

12…챔버 본체

12c…챔버

38…가스 공급관

40…가스 소스군

42…가스 공급계

50…배기 장치

51…압력 조정 밸브

Cnt…제어부

CV…컨트롤 밸브

FC, FC1, FC2…유량 제어기

PS…압력계

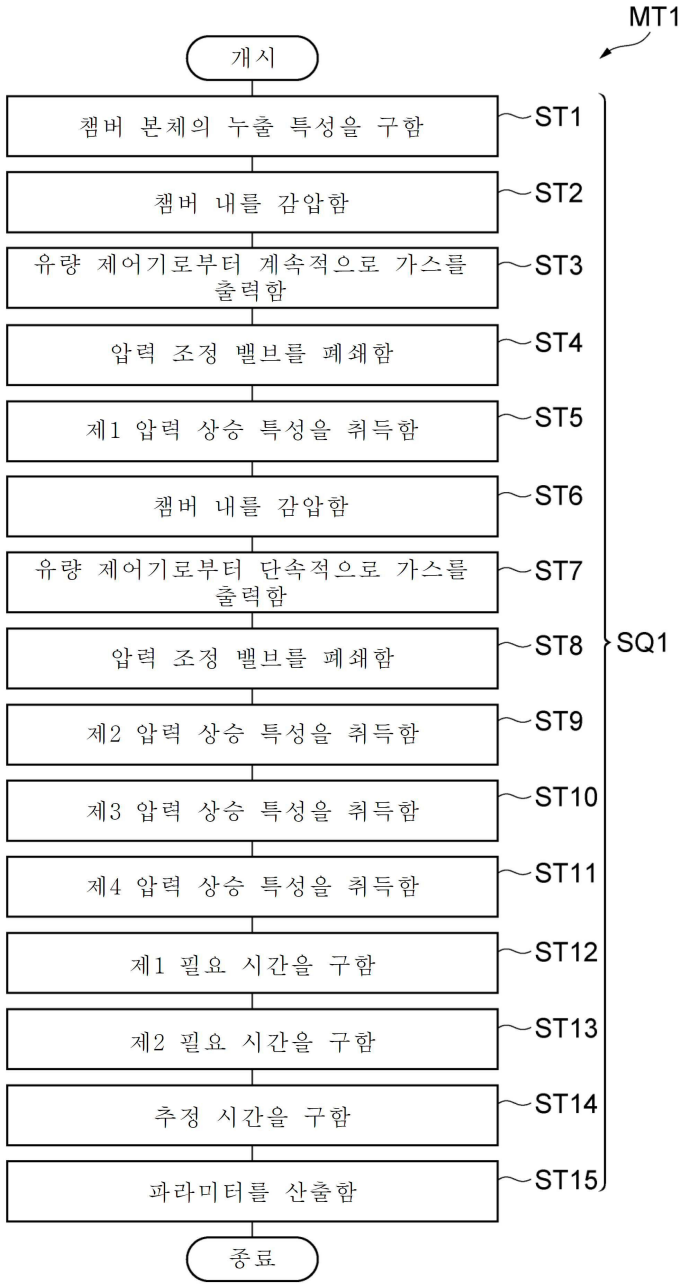
S…처리 공간

ST…스테이지

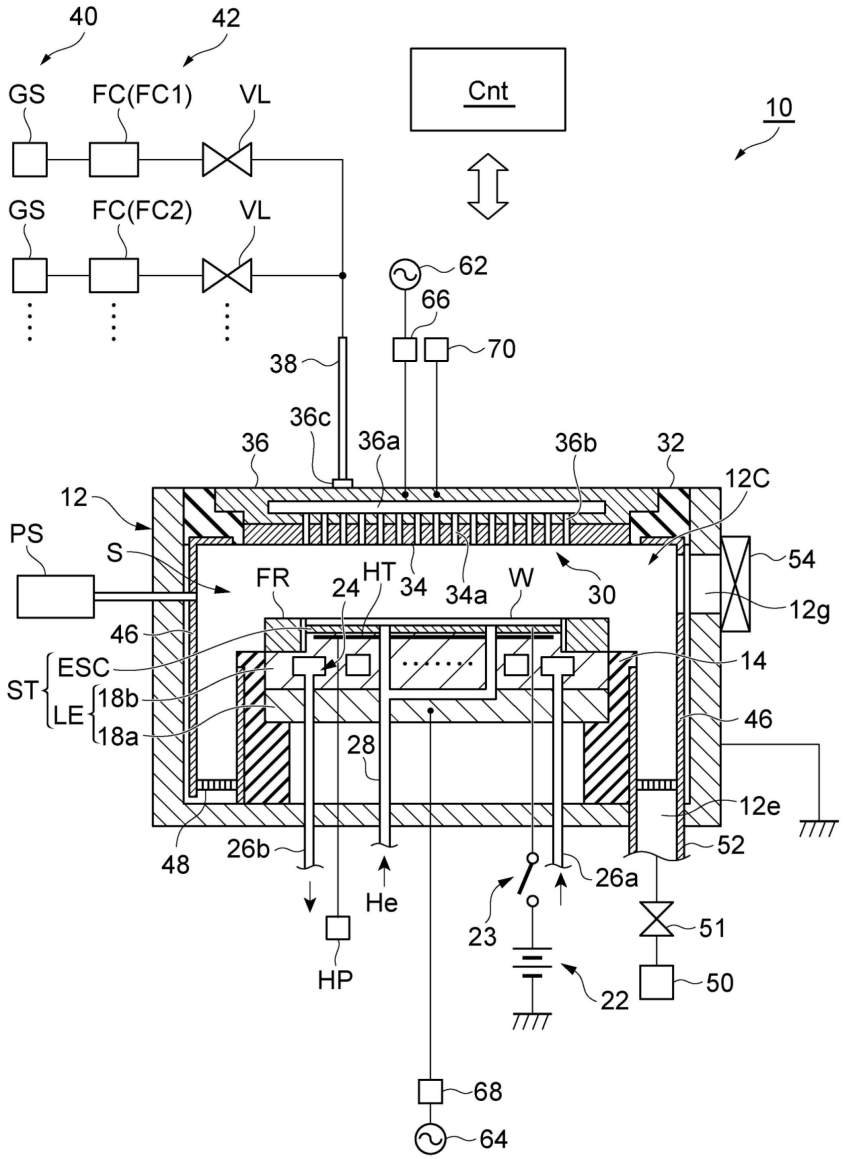
W…웨이퍼

도면

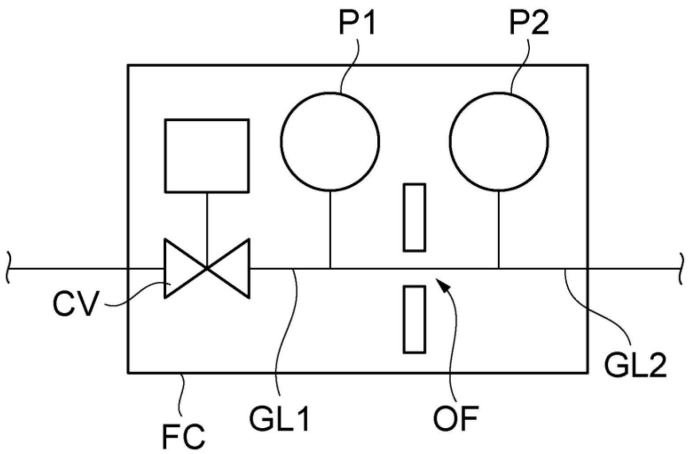
도면1


MT1
개시
챔버 본체의 누출 특성을 구함
ST1
챔버 내를 감압함
ST2
유량 제어기로부터 계속적으로 가스를 출력함
ST3
압력 조정 밸브를 폐쇄함
ST4
제1 압력 상승 특성을 취득함
ST5
챔버 내를 감압함
ST6
유량 제어기로부터 단속적으로 가스를 출력함
ST7
압력 조정 밸브를 폐쇄함
ST8
제2 압력 상승 특성을 취득함
ST9
제3 압력 상승 특성을 취득함
ST10
제4 압력 상승 특성을 취득함
ST11
제1 필요 시간을 구함
ST12
제2 필요 시간을 구함
ST13
추정 시간을 구함
ST14
파라미터를 산출함
ST15
SQ1
종료

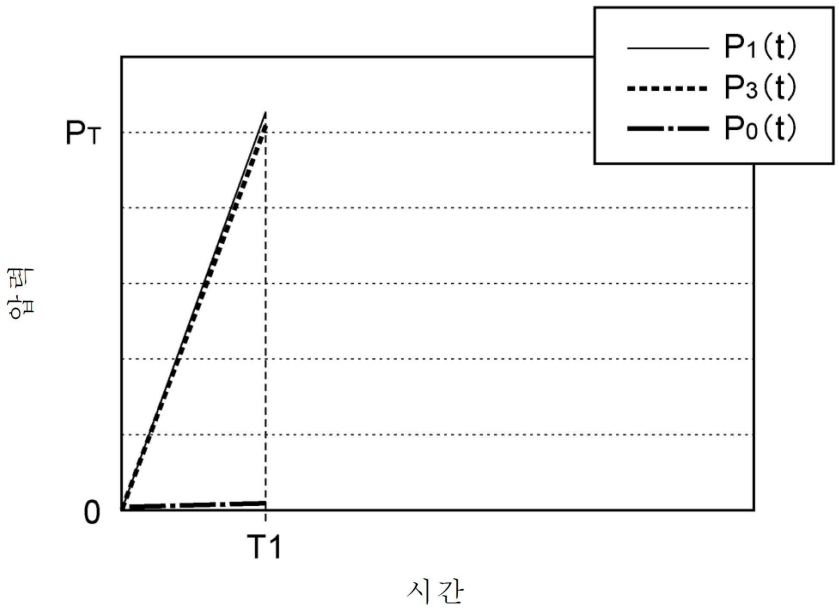
도면2


40
42
GS
FC(FC1)
VL
GS
FC(FC2)
VL
Cnt
10
62
66
70
38
36c
36
36a
36b
32
12C
12
PS
S
FR
24
HT
34
34a
W
30
54
12g
46
ESC
ST
LE
18b
18a
14
46
28
12e
48
26b
52
26a
He
23
51
HP
22
50
68
64

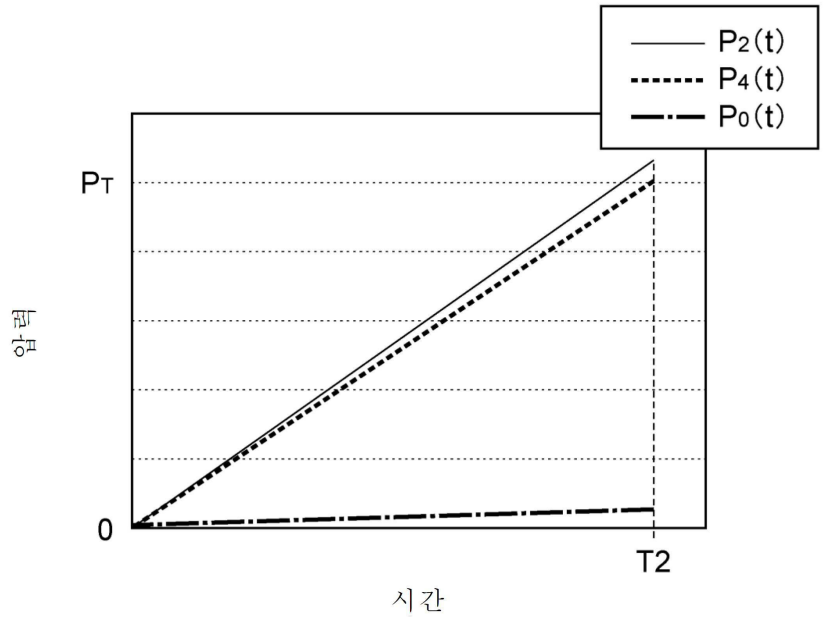
도면3


P1
P2
CV
GL2
FC
GL1
OF

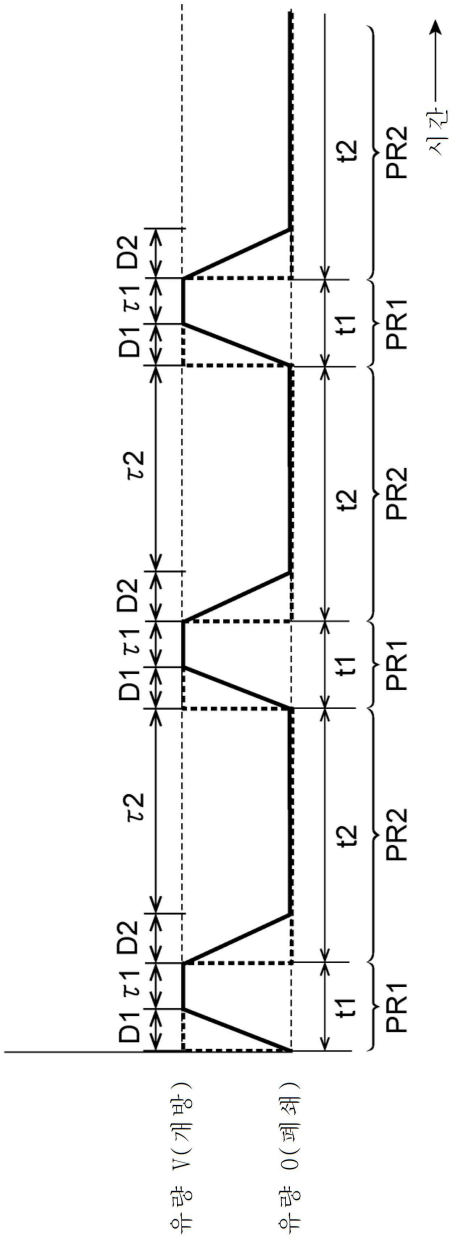
도면4



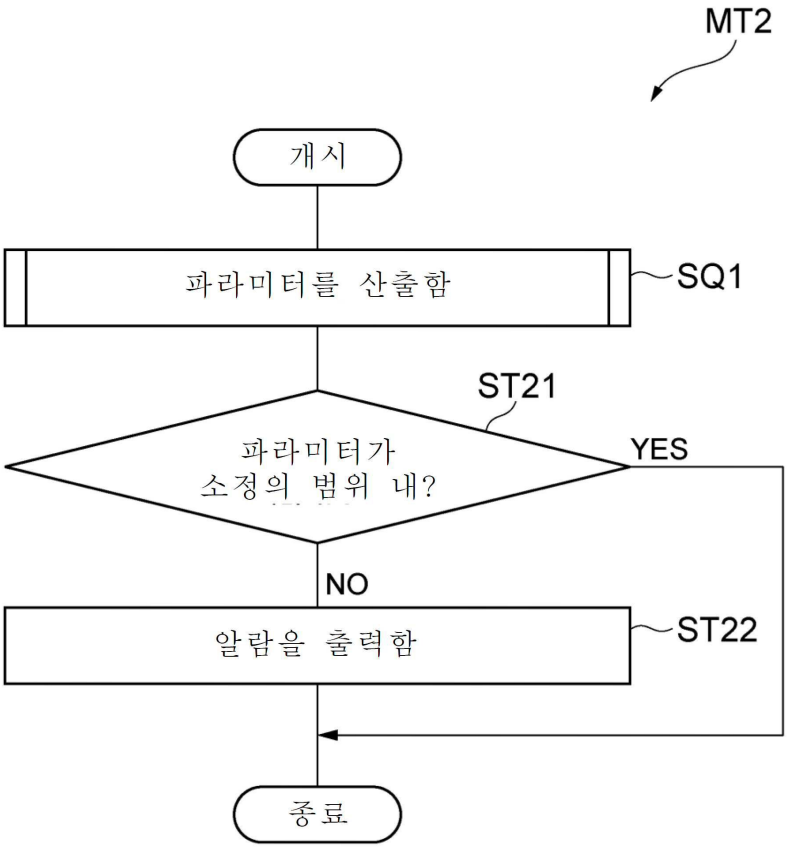
도면5



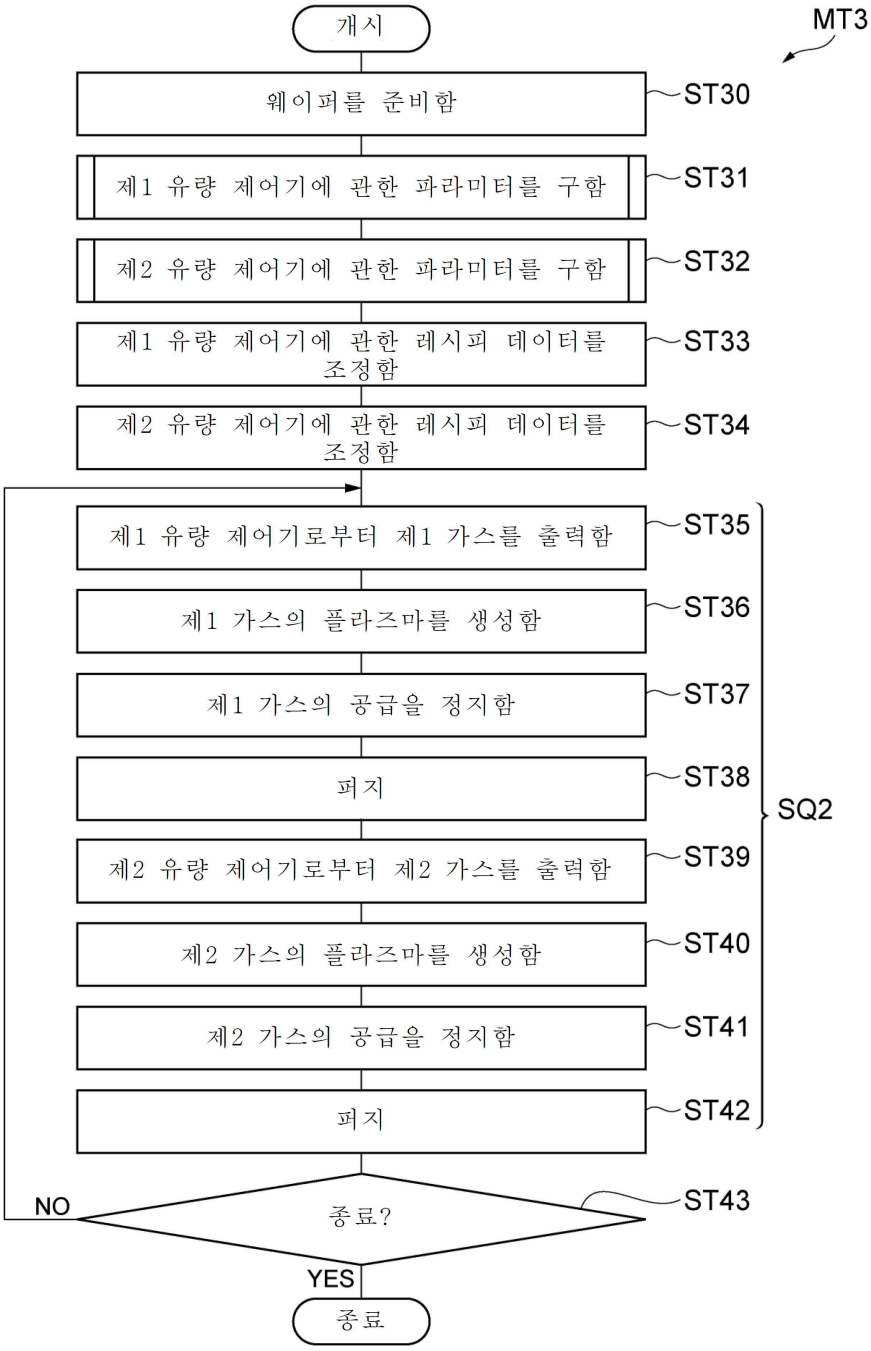
도면6



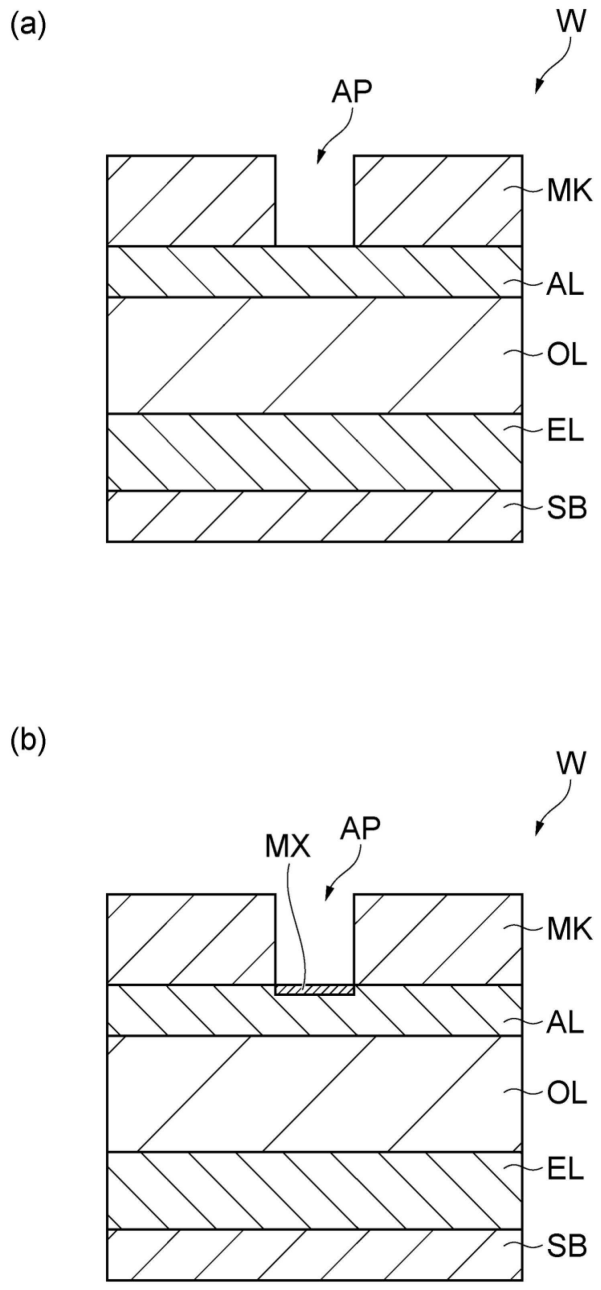
도면7



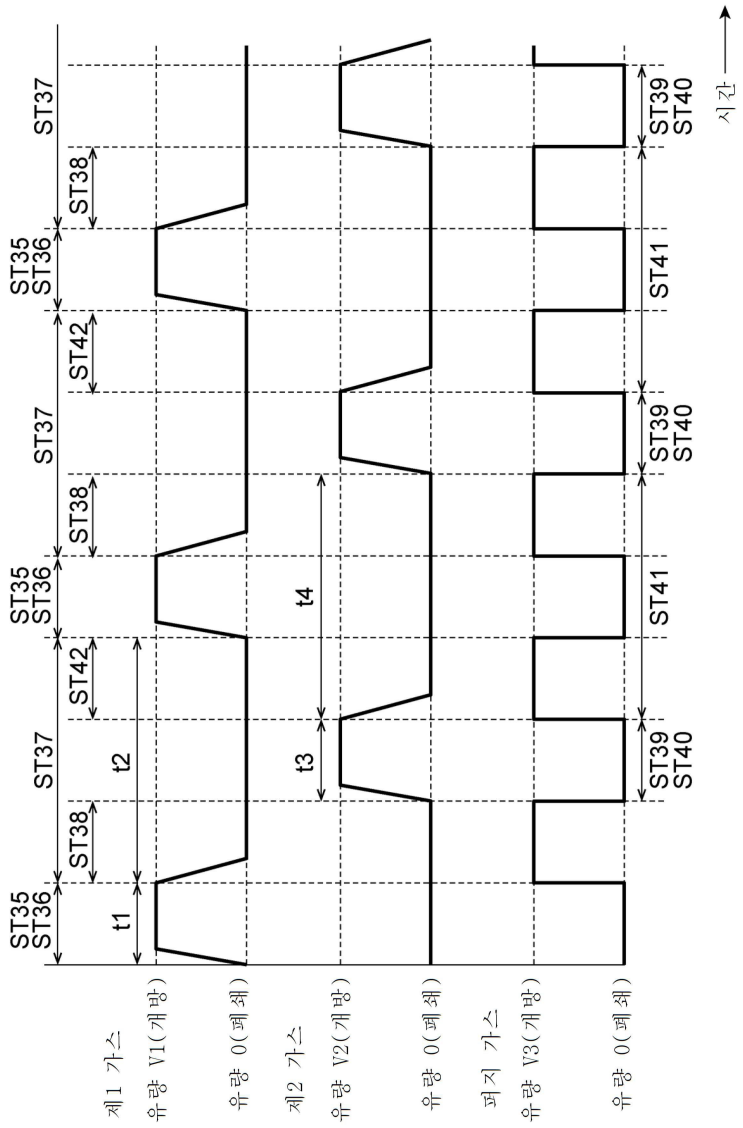
도면8


MT3
개시
웨이퍼를 준비함
ST30
제1 유량 제어기에 관한 파라미터를 구함
ST31
제2 유량 제어기에 관한 파라미터를 구함
ST32
제1 유량 제어기에 관한 레시피 데이터를 조정함
ST33
제2 유량 제어기에 관한 레시피 데이터를 조정함
ST34
제1 유량 제어기로부터 제1 가스를 출력함
ST35
제1 가스의 플라즈마를 생성함
ST36
제1 가스의 공급을 정지함
ST37
퍼지
ST38
제2 유량 제어기로부터 제2 가스를 출력함
ST39
제2 가스의 플라즈마를 생성함
ST40
제2 가스의 공급을 정지함
ST41
퍼지
ST42
SQ2
종료?
ST43
NO
YES
종료

도면9

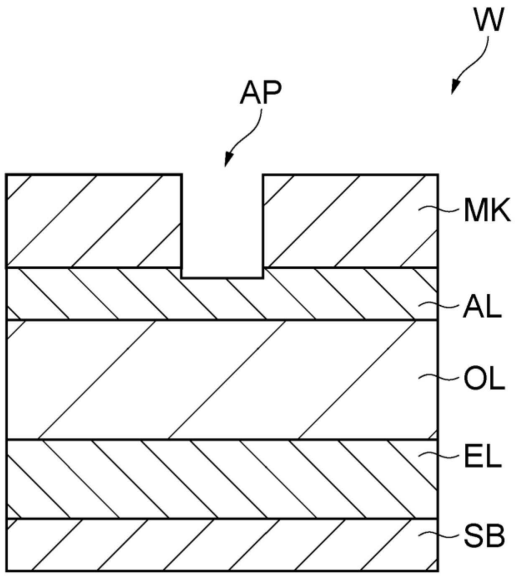


도면10


제1 가스
유량 V1(개방)
유량 0(폐쇄)
제2 가스
유량 V2(개방)
유량 0(폐쇄)
퍼지 가스
유량 V3(개방)
유량 0(폐쇄)
t1
t2
t3
t4
ST35
ST36
ST37
ST38
ST39
ST40
ST41
ST42
시간

도면11

(a)



(b)

