



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월22일
(11) 등록번호 10-2103588
(24) 등록일자 2020년04월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 21/3213 (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/3065 (2013.01)
H01L 21/32136 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0006591
(22) 출원일자 2018년01월18일
심사청구일자 2019년07월29일
(65) 공개번호 10-2018-0087156
(43) 공개일자 2018년08월01일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-010539 2017년01월24일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP09082688 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
고히라 타쿠
일본, 미야기켄, 쿠로카와군, 타이와쵸, 테크노힐즈, 1, 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내
쿠도 진
일본, 미야기켄, 쿠로카와군, 타이와쵸, 테크노힐즈, 1, 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 13 항

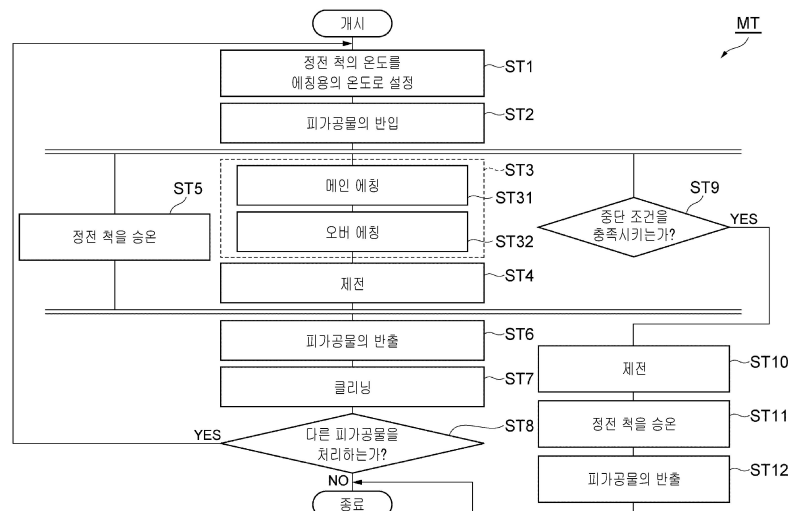
심사관 : 오순영

(54) 발명의 명칭 **피가공물을 처리하는 방법**

(57) 요약

플라즈마 에칭의 종료 후에, 피가공물을 챔버로부터 반출하기 전에, 피가공물 상의 퇴적물을 제거하거나 또는 그 양을 감소시키는 것을 가능하게 한다. 피가공물을 처리하는 방법이 제공된다. 이 방법은, 플루오로카본 가스 및 하이드로플루오로카본 가스 중 적어도 하나를 포함하는 처리 가스의 플라즈마를 생성함으로써, 스테이지 상에 배치된 피가공물의 에칭 대상막을 저온에서 에칭하는 메인 에칭을 포함하는 에칭 공정과, 에칭 공정의 실행 직후 또는 메인 에칭의 실행 직후에, 정전 척의 온도를 상승시키는 공정과, 정전 척의 온도가 높은 온도로 설정된 상태에서, 피가공물을 챔버로부터 반출하는 공정을 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 21/67069 (2013.01)

H01L 21/67103 (2013.01)

H01L 21/67248 (2013.01)

H01L 21/6831 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2008028354 A*

JP2016219451 A*

KR1020030074713 A*

US06063710 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

플라즈마 처리 장치를 이용하여 피가공물을 처리하는 방법으로서,

상기 플라즈마 처리 장치는,

챔버를 제공하는 챔버 본체와,

상기 챔버 내에 마련된 스테이지이고, 그 위에 배치되는 피가공물을 유지하도록 구성된 정전 척을 가지는 상기 스테이지와,

상기 정전 척의 온도를 조정하는 온도 조정 기구

를 구비하고,

상기 챔버 내에서 플루오로카본 가스 및 하이드로플루오로카본 가스 중 적어도 하나를 포함하는 처리 가스의 플라즈마를 생성함으로써, 상기 정전 척 상에 배치된 피가공물의 에칭 대상막을 에칭하는 공정이고, 상기 온도 조정 기구에 의해 상기 정전 척의 온도가 -30°C 이하의 온도로 설정된 상태에서 상기 에칭 대상막을 에칭하는 메인 에칭을 포함하며, 탄소 및 불소를 포함하는 상기 처리 가스의 플라즈마 생성물이 생성되는, 상기 공정과,

상기 에칭 대상막을 에칭하는 상기 공정의 실행 직후, 또는, 상기 메인 에칭의 실행 직후에, 상기 정전 척 상에 상기 피가공물이 배치된 상태에서, 상기 온도 조정 기구에 의해 0°C 이상의 온도로 상기 정전 척의 온도를 상승시켜, 상기 플라즈마 생성물로부터 발생된 가스가 응축 또는 응고함으로써 상기 피가공물 상에 형성된 탄소 및 불소를 포함하는 퇴적물을 감소시키는 공정과,

상기 퇴적물을 감소시키는 상기 공정의 실행에 의해 상기 정전 척의 온도가 0°C 이상의 온도로 설정된 상태에서, 상기 정전 척 상에 배치된 상기 피가공물을 상기 챔버로부터 반출하는 공정

을 포함하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 에칭 대상막을 에칭하는 상기 공정은, 상기 메인 에칭의 실행 후에, 상기 에칭 대상막을 추가로 에칭하는 오버 에칭을 더 포함하는, 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 오버 에칭의 실행 시에, 상기 정전 척의 온도가 -30°C 보다 높고 0°C 보다 낮은 온도로 설정되는, 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 퇴적물을 감소시키는 상기 공정은 상기 오버 에칭의 실행 시에 실행되는, 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 에칭 대상막을 에칭하는 상기 공정의 실행 후, 또한, 상기 피가공물을 상기 챔버로부터 반출하는 상기 공정의 실행 전에, 상기 정전 척을 제전하는 공정을 더 포함하고,

상기 퇴적물을 감소시키는 상기 공정은 상기 정전 척을 제전하는 상기 공정의 실행 시에 실행되는, 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 스테이지는 유로가 형성된 하부 전극을 가지고,
 상기 정전 척은 상기 하부 전극 상에 마련되어 있고,
 상기 온도 조정 기구는,
 제 1 열 교환 매체를 공급하는 제 1 온도 조절기, 및,
 제 1 열 교환 매체의 온도보다 높은 온도를 가지는 제 2 열 교환 매체를 공급하는 제 2 온도 조절기,
 를 가지고,
 상기 메인 에칭의 실행 시에, 상기 제 1 열 교환 매체가 상기 제 1 온도 조절기로부터 상기 유로에 공급되고,
 상기 퇴적물을 감소시키는 상기 공정의 실행 시에, 상기 제 2 열 교환 매체가 상기 제 2 온도 조절기로부터 상기 유로에 공급되는,
 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 스테이지는 유로가 형성된 냉각대, 및, 상기 정전 척 내에 마련된 히터를 가지고,
 상기 정전 척은 상기 냉각대의 위에 마련되어 있고,
 상기 정전 척과 상기 냉각대의 사이에는 시일된 공간이 마련되어 있고,
 상기 온도 조정 기구는,
 상기 히터,
 상기 유로에 냉매를 공급하도록 구성된 칠러 유닛, 및,
 상기 시일된 공간에 상기 칠러 유닛, 배기 장치 및 전열 가스의 소스 중 하나를 선택적으로 접속하도록 구성된 배관계,
 를 가지고,
 상기 메인 에칭의 실행 시에, 상기 칠러 유닛으로부터 상기 유로에 상기 냉매가 공급되고, 상기 칠러 유닛으로부터 상기 시일된 공간에 상기 냉매가 공급되며,
 상기 퇴적물을 감소시키는 상기 공정의 실행 시에, 상기 히터에 의해 상기 정전 척이 가열되고, 상기 시일된 공간이 상기 배기 장치에 의해 감압되는, 방법.

청구항 8

플라즈마 처리 장치를 이용하여 피가공물을 처리하는 방법으로서,
 상기 플라즈마 처리 장치는,
 챔버를 제공하는 챔버 본체와,
 상기 챔버 내에 마련된 스테이지이고, 그 위에 배치되는 피가공물을 유지하도록 구성된 정전 척을 가지는 상기 스테이지와,
 상기 정전 척의 온도를 조정하는 온도 조정 기구
 를 구비하고,
 상기 챔버 내에서 처리 가스의 플라즈마를 생성함으로써, 상기 정전 척 상에 배치된 피가공물의 에칭 대상막을 에칭하는 공정이고, 상기 온도 조정 기구에 의해 상기 정전 척의 온도가 -30°C 이하의 온도로 설정된 상태에서

상기 에칭 대상막을 에칭하는 메인 에칭 및 상기 메인 에칭의 실행 후에, 상기 에칭 대상막을 추가로 에칭하는 오버 에칭을 포함하며, 탄소 및 불소를 포함하는 상기 처리 가스의 플라즈마 생성물이 생성되는, 상기 공정과,

상기 에칭 대상막을 에칭하는 상기 공정의 실행 직후, 또는, 상기 메인 에칭의 실행 직후에, 상기 정전 척 상에 상기 피가공물이 배치된 상태에서, 상기 온도 조정 기구에 의해 상기 정전 척의 온도를 상승시켜, 상기 플라즈마 생성물로부터 발생된 가스가 응축 또는 응고함으로써 상기 피가공물 상에 형성된 탄소 및 불소를 포함하는 퇴적물을 감소시키는 공정을 포함하고,

상기 퇴적물을 감소시키는 상기 공정은, 상기 정전 척의 온도가 -30°C 보다 높고 0°C 보다 낮도록 상기 메인 에칭과 상기 오버 에칭 사이에, 또는 상기 정전 척의 온도가 0°C 이상이 되도록 상기 오버 에칭 중 또는 상기 오버 에칭 후에 실행되는, 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 퇴적물을 감소시키는 상기 공정의 실행에 의해 상기 정전 척의 온도가 0°C 이상의 온도로 설정된 상태에서, 상기 정전 척 상에 배치된 상기 피가공물을 상기 챔버로부터 반출하는 공정과,

상기 피가공물을 반출하는 상기 공정 후에 상기 챔버와 상기 스테이지를 클리닝하는 공정을 더 포함하는, 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 챔버와 상기 스테이지를 클리닝하는 상기 공정은,

상기 챔버 내에 상기 정전 척 상에 더미 웨이퍼를 반송하는 공정,

상기 챔버 내에 클리닝 가스의 플라즈마를 생성하는 공정,

상기 정전 척을 제전하는 공정,

상기 더미 웨이퍼를 상기 챔버로부터 반출하는 공정 및

상기 더미 웨이퍼가 상기 정전 척 상에 배치되어 있지 않은 상태에서, 상기 클리닝 가스의 플라즈마를 생성하는 공정을 더 포함하는, 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

다른 피가공물을 처리할지의 여부를 판정하는 공정을 더 포함하는, 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 에칭 대상막을 에칭하는 상기 공정이 실행되는 동안에, 중단 조건이 충족되는지의 여부를 판정하는 공정을 더 포함하고,

상기 중단 조건은, 상기 에칭 대상막을 에칭하는 상기 공정 중에 이상이 발생한 경우 충족되는, 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 중단 조건이 충족되는 것으로 판정된 경우에,

상기 정전 척을 제전하는 공정,

상기 퇴적물을 감소시키는 공정 및

상기 정전 척 상에 배치된 상기 피가공물을 상기 챔버로부터 반출하는 공정을 더 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 실시 형태는 피가공물을 처리하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스 등 디바이스의 제조에 있어서는, 플라즈마 에칭에 의해 피가공물의 에칭 대상막의 에칭이 행해지는 경우가 있다. 플라즈마 에칭에서는, 플라즈마 처리 장치의 챔버 본체 내에 마련된 스테이지의 정전 척 상에 피가공물이 배치된다. 그리고, 챔버에 처리 가스가 공급되고, 당해 처리 가스가 여기(勵起)됨으로써 플라즈마가 생성된다.

[0003] 플라즈마 에칭에 있어서 에칭되는 에칭 대상막으로서는 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 또는 이들의 다층막이 예시된다. 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 또는 이들의 다층막과 같은 에칭 대상막의 플라즈마 에칭에서는, 처리 가스로서 플루오로카본 가스, 하이드로플루오로카본 가스, 또는 그 쌍방을 포함하는 처리 가스가 이용되고 있다. 예를 들면, 특허 문헌 1에는, 플루오로카본 가스를 포함하는 처리 가스의 플라즈마에 의해 실리콘 산화막을 에칭하는 기술이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본특허공개공보 평10-116822호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 또는 이들의 다층막과 같은 에칭 대상막의 플라즈마 에칭에서는, 피가공물의 온도가 저온인 경우에, 에칭 대상막의 에칭 레이트가 높아진다. 따라서, 정전 척 및 피가공물의 온도가 저온으로 설정된 상태에서, 플라즈마 에칭이 실행되는 경우가 있다. 플루오로카본 가스, 하이드로플루오로카본 가스, 또는 그 쌍방을 포함하는 처리 가스를 이용한 플라즈마 에칭이 실행되면, 탄소, 또는 탄소 및 불소를 포함하는 플라즈마 생성물이 발생한다. 플라즈마 생성물은 저온의 개소에 있어서 응축하거나 또는 응고하여, 퇴적물을 형성한다. 따라서, 플라즈마 에칭의 종료 후, 피가공물을 챔버로부터 반출할 때까지의 동안에, 피가공물 상에 불필요한 퇴적물이 형성된다.

과제의 해결 수단

[0006] 일태양에 있어서는, 플라즈마 처리 장치를 이용하여 피가공물을 처리하는 방법이 제공된다. 플라즈마 처리 장치는 챔버 본체, 스테이지 및 온도 조정 기구를 구비한다. 챔버 본체는 그 내부 공간을 챔버로서 제공한다. 스테이지는 챔버 내에 마련되어 있다. 스테이지는 정전 척을 가진다. 정전 척은 그 위에 배치되는 피가공물을 유지하도록 구성되어 있다. 온도 조정 기구는 정전 척의 온도를 조정하도록 구성되어 있다.

[0007] 일태양에 따른 방법은, (i) 챔버 내에서 플루오로카본 가스 및 하이드로플루오로카본 가스 중 적어도 하나를 포함하는 처리 가스의 플라즈마를 생성함으로써, 정전 척 상에 배치된 피가공물의 에칭 대상막을 에칭하는 공정(이하, '에칭 공정'이라고 함)이고, 온도 조정 기구에 의해 정전 척의 온도가 -30°C 이하의 온도로 설정된 상태에서 에칭 대상막을 에칭하는 메인 에칭을 포함하는, 당해 공정과, (ii) 에칭 공정의 실행 직후, 또는, 메인 에칭의 실행 직후에, 정전 척 상에 피가공물이 배치된 상태에서, 온도 조정 기구에 의해 0°C 이상의 온도로 정전 척의 온도를 상승시키는 공정(이하, '승온 공정'이라고 함)과, (iii) 승온 공정의 실행에 의해 정전 척의 온도가 0°C 이상의 온도로 설정된 상태에서, 정전 척 상에 배치된 피가공물을 챔버로부터 반출하는 공정(이하, '반출 공정'이라고 함)을 포함한다.

[0008] 에칭의 실행 중에는, 탄소, 또는 탄소 및 불소를 포함하는 플라즈마 생성물이 발생한다. 플라즈마 생성물은, 에칭의 실행 중에는 챔버 본체의 내벽면에 부착하여 퇴적물을 형성한다. 플라즈마 생성물은, 특히 -30°C 이하의

저온의 개소에서는 바로 응축 또는 응고하여, 두꺼운 퇴적물을 형성한다. 따라서, 에칭의 종료 후에, 정전 척 및 피가공물의 온도가 -30°C 이하의 온도 그대로이면, 챔버 본체의 내벽면에 부착되어 있는 퇴적물로부터 발생하는 가스가, 피가공물 상에서 응축 또는 응고하여, 두꺼운 퇴적물을 형성한다. 일태양에 따른 방법에서는, 에칭 공정의 실행의 직후 또는 메인 에칭의 실행의 직후에 정전 척의 온도, 나아가서는 피가공물의 온도가 0°C 이상의 온도로 상승된다. 따라서, 에칭이 종료하여 피가공물을 챔버로부터 반출할 때에는, 피가공물 상의 퇴적물이 제거되어 있거나 그 양이 감소되어 있다.

[0009] 일 실시 형태에 있어서, 에칭 공정은, 메인 에칭의 실행 후에, 에칭 대상막을 추가로 에칭하는 오버 에칭을 더 포함할 수 있다.

[0010] 일 실시 형태에서는, 오버 에칭의 실행 시에, 정전 척의 온도가 -30°C 보다 높고 0°C 보다 낮은 온도로 설정된다. 오버 에칭의 실행 시의 피가공물의 온도가 메인 에칭의 실행 시의 피가공물의 온도보다 높으면, 당해 오버 에칭에 의한 에칭 대상막의 에칭 레이트가 저하한다. 이에 의해, 에칭 대상막의 에칭량의 제어성을 높일 수 있다. 또한, 에칭 대상막의 하지의 데미지가 억제된다.

[0011] 일 실시 형태에 있어서, 승온 공정은 오버 에칭의 실행 시에 실행된다. 정전 척의 승온을 오버 에칭과 병행하여 행함으로써, 정전 척의 승온을 위한 단독의 기간이 불필요해진다. 따라서, 에칭 공정의 종료 시부터 반출 공정의 개시 시까지의 시간이 단축된다.

[0012] 일 실시 형태에 있어서, 방법은, 에칭 공정의 실행 후, 반출 공정의 실행 전에, 정전 척을 제전하는 공정을 더 포함한다. 승온 공정은, 정전 척을 제전하는 공정의 실행 시에 실행되어도 된다. 이 실시 형태에 따르면, 에칭 공정과 반출 공정의 사이의 기간에 행해지는 정전 척의 제전과 병행하여 승온 공정이 실행된다. 따라서, 에칭 공정의 종료 시부터 반출 공정의 개시 시까지의 시간이 단축된다.

[0013] 일 실시 형태에 있어서, 스테이지는 유로가 형성된 하부 전극을 가진다. 정전 척은 하부 전극 상에 마련되어 있다. 온도 조정 기구는, 제 1 열 교환 매체를 공급하는 제 1 온도 조절기, 및, 제 1 열 교환 매체의 온도보다 높은 온도를 가지는 제 2 열 교환 매체를 공급하는 제 2 온도 조절기를 가진다. 이 실시 형태에 있어서, 메인 에칭의 실행 시에, 제 1 열 교환 매체가 제 1 온도 조절기로부터 하부 전극의 유로에 공급된다. 승온 공정의 실행 시에는, 제 2 열 교환 매체가 제 2 온도 조절기로부터 하부 전극의 유로에 공급된다. 이 실시 형태에 따르면, 승온 공정의 실행 개시 시에, 하부 전극의 유로에 공급하는 열 교환 매체를 고온의 열 교환 매체로 고속으로 전환하는 것이 가능해진다.

[0014] 일 실시 형태에 있어서, 스테이지는, 유로가 형성된 냉각대, 및, 정전 척 내에 마련된 히터를 가진다. 정전 척은 냉각대의 위에 마련되어 있다. 정전 척과 냉각대의 사이에는 시일된 공간이 마련되어 있다. 온도 조정 기구는, 정전 척의 히터, 유로에 냉매를 공급하도록 구성된 칠러 유닛, 및, 상기 공간에 칠러 유닛, 배기 장치 및 전열 가스의 소스 중 하나를 선택적으로 접속하도록 구성된 배관계를 가진다. 이 실시 형태에서는, 메인 에칭의 실행 시에, 칠러 유닛으로부터 냉각대의 유로에 냉매가 공급되고, 칠러 유닛으로부터 상기 공간에 냉매가 공급된다. 승온 공정의 실행 시에는, 히터에 의해 정전 척이 가열되고, 상기 공간이 배기 장치에 의해 감압된다. 이 실시 형태에서는, 승온 공정의 실행 시에 정전 척과 냉각대의 사이의 상기 공간의 열 저항이 증가되므로, 냉각대와 정전 척의 사이의 열 교환이 억제된다. 또한, 승온 공정의 실행 시에 히터에 의해 정전 척이 가열된다. 따라서, 정전 척의 승온, 나아가서는 피가공물의 승온에 필요한 시간이 단축된다.

발명의 효과

[0015] 이상 설명한 바와 같이, 플라즈마 에칭이 종료하여 피가공물을 챔버로부터 반출할 때에는, 피가공물 상의 퇴적물이 제거되어 있거나 그 양이 감소되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 일 실시 형태에 따른 피가공물을 처리하는 방법을 나타내는 순서도이다.

도 2는 일례의 피가공물의 일부를 나타내는 단면도이다.

도 3은 도 1에 나타내는 방법에 있어서 이용하는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 나타내는 도이다.

도 4는 온도 조정 기구의 일례를 나타내는 도이다.

도 5는 도 1에 나타내는 방법에 관련된 타이밍 차트이다.

도 6은 도 1에 나타내는 방법에 관련된 타이밍 차트이다.

도 7은 퇴적물이 형성된 상태를 나타내는 도이다.

도 8은 정전 척 상에서 실리콘 웨이퍼를 방치한 시간과 실리콘 웨이퍼 상에 형성된 퇴적물의 두께의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 9는 정전 척의 온도와 퇴적물의 두께의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 10은 공정(ST5)의 실행 후의 상태를 나타내는 도이다.

도 11은 공정(ST7)의 실행 후의 상태를 나타내는 도이다.

도 12는 도 1에 나타내는 방법의 실행에 이용하는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치의 다른 예를 개략적으로 나타내는 도이다.

도 13은 도 12에 나타내는 플라즈마 처리 장치의 스테이지의 일부를 확대하여 나타내는 단면도이다.

도 14는 도 12에 나타내는 플라즈마 처리 장치의 스테이지의 다른 일부를 확대하여 나타내는 단면도이다.

도 15는 배관계의 일례의 구성을 나타내는 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 도면을 참조하여 다양한 실시 형태에 대하여 상세하게 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서 동일 또는 상당하는 부분에 대해서는 동일한 부호를 부여하는 것으로 한다.

[0018] 도 1은 일 실시 형태에 따른 피가공물을 처리하는 방법을 나타내는 순서도이다. 도 1에 나타내는 방법(MT)은 플라즈마 처리 장치에 있어서 피가공물의 에칭 대상막을 에칭하는 것을 포함한다. 도 2는 일례의 피가공물의 일부를 나타내는 단면도이다. 방법(MT)은 도 2에 나타내는 피가공물(W)에 적용 가능하다.

[0019] 도 2에 나타내는 바와 같이, 피가공물(W)은 하지층(UL), 에칭 대상막(EF) 및 마스크(MK)를 가진다. 하지층(UL)은 에칭 대상막(EF)의 하지의 층이고, 예를 들면 실리콘 또는 텅스텐으로 형성되어 있다. 에칭 대상막(EF)은 하지층(UL)의 위에 마련되어 있다. 에칭 대상막(EF)은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 또는 1 이상의 실리콘 산화막과 1 이상의 실리콘 질화막이 번갈아 적층된 다층막이다. 마스크(MK)는 에칭 대상막(EF)의 위에 마련되어 있다. 마스크(MK)는, 예를 들면 텅스텐 등 금속, 다결정 실리콘, 또는 어모퍼스 카본 등 유기 재료로 형성되어 있다. 마스크(MK)는 개구를 가지고 있다. 방법(MT)에 있어서는, 마스크(MK)의 개구로부터 노출되어 있는 부분에 있어서, 에칭 대상막(EF)이 에칭된다. 또한, 마스크(MK)는 에칭 대상막(EF) 상에서 복수의 개구를 제공하고 있어도 된다.

[0020] 도 3은 도 1에 나타내는 방법에 있어서 이용하는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 나타내는 도이다. 도 3에 나타내는 플라즈마 처리 장치(10)는 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치이다. 플라즈마 처리 장치(10)는 챔버 본체(12)를 구비하고 있다. 챔버 본체(12)는 대략 원통 형상을 가지고 있다. 챔버 본체(12)는 그 내부 공간을 챔버(12c)로서 제공하고 있다. 챔버 본체(12)는 예를 들면 알루미늄 등 금속으로 형성되어 있다. 챔버 본체(12)의 내벽면에는 내플라즈마성을 가지는 피막, 예를 들면 산화 이트륨막이 형성되어 있다. 챔버 본체(12)는 접지되어 있다.

[0021] 챔버(12c) 내 또한 챔버 본체(12)의 저부(底部) 상에는, 지지부(14)가 마련되어 있다. 지지부(14)는 절연 재료로 구성되어 있다. 지지부(14)는 대략 원통 형상을 가지고 있다. 지지부(14)는, 챔버(12c) 내에 있어서, 챔버 본체(12)의 저부로부터 상방으로 연장되어 있다. 지지부(14)는 그 상측 부분에 있어서 스테이지(16)를 지지하고 있다.

[0022] 스테이지(16)는 하부 전극(18) 및 정전 척(20)을 포함하고 있다. 하부 전극(18)은 제 1 부재(18a) 및 제 2 부재(18b)를 포함하고 있다. 제 1 부재(18a) 및 제 2 부재(18b)는, 예를 들면 알루미늄 등 도체로 형성되어 있고, 대략 원반 형상을 가지고 있다. 제 2 부재(18b)는 제 1 부재(18a) 상에 마련되어 있고, 제 1 부재(18a)에 전기적으로 접속되어 있다. 이 하부 전극(18) 상에는 정전 척(20)이 마련되어 있다.

[0023] 정전 척(20)은 그 위에 배치된 피가공물(W)을 유지하도록 구성되어 있다. 정전 척(20)은 대략 원반 형상을 가지는 절연층 및 당해 절연층 내에 마련된 막 형상의 전극을 가지고 있다. 정전 척(20)의 전극에는 직류 전원(22)

이 스위치(23)를 개재하여 전기적으로 접속되어 있다. 정전 척(20)은 직류 전원(22)으로부터의 직류 전압에 의해 생긴 정전력에 의해 피가공물(W)을 당해 정전 척(20)으로 끌어당겨, 당해 피가공물(W)을 유지한다. 이 정전 척(20)의 내부에는 히터가 마련되어 있어도 된다.

[0024] 하부 전극(18)의 주연부 상에는, 피가공물(W)의 에지 및 정전 척(20)의 에지를 둘러싸도록 포커스링(FR)이 배치되어 있다. 포커스링(FR)은 에칭의 균일성을 향상시키기 위하여 마련되어 있다. 포커스링(FR)은 에칭 대상의 재료에 따라 적절히 선택되는 재료로 구성되어 있다.

[0025] 하부 전극(18)의 제 2 부재(18b)에는 냉매용의 유로(18f)가 형성되어 있다. 유로(18f)에는 챔버 본체(12)의 외부에 마련된 온도 조정 기구(24)로부터 배관(25a)을 통하여 열 교환 매체가 공급된다. 유로(18f)에 공급된 열 교환 매체는 배관(25b)을 통하여 온도 조정 기구(24)로 복귀된다. 즉, 온도 조정 기구(24)와 유로(18f)의 사이에서는 열 교환 매체가 순환된다. 이 온도 조정 기구(24)와 유로(18f)의 사이에서 그 온도가 조정된 열 교환 매체가 순환됨으로써, 정전 척(20)의 온도, 나아가서는 피가공물(W)의 온도가 조정된다.

[0026] 도 4는 온도 조정 기구의 일례를 나타내는 도이다. 도 4에 나타내는 바와 같이, 일례의 온도 조정 기구(24)는 제 1 온도 조절기(24a) 및 제 2 온도 조절기(24b)를 가진다. 제 1 온도 조절기(24a)는 제 1 열 교환 매체(예를 들면, 브라인)의 온도를 조정하고, 당해 제 1 열 교환 매체를 출력한다. 제 2 온도 조절기(24b)는 제 2 열 교환 매체(예를 들면, 브라인)의 온도를 조정하고, 당해 제 2 열 교환 매체를 출력한다. 제 2 열 교환 매체의 온도는 제 1 열 교환 매체의 온도보다 높다. 제 1 온도 조절기(24a)는 그 내부에 있어서 제 1 열 교환 매체의 온도를 예를 들면 -70℃로 설정한다. 제 2 온도 조절기(24b)는 그 내부에 있어서 제 2 열 교환 매체의 온도를 예를 들면 0℃ ~ 100℃의 범위 내의 온도로 설정한다.

[0027] 온도 조정 기구(24)는 밸브(24c), 밸브(24d), 밸브(24e) 및 밸브(24f)를 가지고 있다. 제 1 온도 조절기(24a)의 출력 포트는 밸브(24c)를 개재하여 배관(25a)에 접속되어 있다. 제 1 온도 조절기(24a)의 출력 포트는 제 1 열 교환 매체를 출력 하기 위한 포트이다. 제 1 온도 조절기(24a)의 복귀 포트는 밸브(24d)를 개재하여 배관(25b)에 접속되어 있다. 제 1 온도 조절기(24a)의 복귀 포트는 유로(18f)로부터 배관(25b)을 통하여 제 1 온도 조절기(24a)로 복귀되는 열 교환 매체를 받기 위한 포트이다. 제 2 온도 조절기(24b)의 출력 포트는 밸브(24e)를 개재하여 배관(25a)에 접속되어 있다. 제 2 온도 조절기(24b)의 출력 포트는 제 2 열 교환 매체를 출력 하기 위한 포트이다. 제 2 온도 조절기(24b)의 복귀 포트는 밸브(24f)를 개재하여 배관(25b)에 접속되어 있다. 제 2 온도 조절기(24b)의 복귀 포트는 유로(18f)로부터 배관(25b)을 통하여 제 2 온도 조절기(24b)로 복귀되는 열 교환 매체를 받기 위한 포트이다.

[0028] 제 1 온도 조절기(24a)와 유로(18f)의 사이에서 열 교환 매체를 순환시킬 때에는, 밸브(24c)와 밸브(24d)가 열리고, 밸브(24e)와 밸브(24f)가 닫힌다. 한편, 제 2 온도 조절기(24b)와 유로(18f)의 사이에서 열 교환 매체를 순환시킬 때에는, 밸브(24c)와 밸브(24d)가 닫히고, 밸브(24e)와 밸브(24f)가 열린다.

[0029] 또한, 상술한 제 1 온도 조절기(24a) 및 제 2 온도 조절기(24b)의 각각은 그 내부에 있어서 열 교환 매체의 온도를 조정하는 온도 조절기이지만, 제 1 온도 조절기(24a) 및 제 2 온도 조절기(24b)의 각각은 직팽식(直膨式)의 온도 조절기여도 된다. 제 1 온도 조절기(24a) 및 제 2 온도 조절기(24b)의 각각은 직팽식의 온도 조절기인 경우에 압축기, 응축기 및 팽창 밸브를 가지고, 스테이지(16)가 증발기가 된다.

[0030] 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(20)의 상면과 피가공물(W)의 이면의 사이에 공급한다.

[0031] 플라즈마 처리 장치(10)는 상부 전극(30)을 추가로 구비하고 있다. 상부 전극(30)은, 스테이지(16)의 상방에 있어서, 당해 스테이지(16)와 대면하도록 배치되어 있다. 상부 전극(30)은 절연성의 부재(32)를 개재하여 챔버 본체(12)의 상부에 지지되어 있다. 이 상부 전극(30)은 천판(34) 및 지지체(36)를 포함할 수 있다. 천판(34)은 챔버(12c)에 면하고 있다. 천판(34)에는 복수의 가스 토출홀(34a)이 형성되어 있다. 이 천판(34)은 줄열이 적은 저저항의 도전체 또는 반도체로 구성될 수 있다.

[0032] 지지체(36)는, 천판(34)을 착탈 가능하게 지지하는 것이고, 예를 들면 알루미늄 등 도체로 형성되어 있다. 지지체(36)의 내부에는 가스 확산실(36a)이 마련되어 있다. 이 가스 확산실(36a)로부터는, 복수의 가스 토출홀(34a)에 각각 연통하는 복수의 홀(36b)이 하방으로 연장되어 있다. 또한, 지지체(36)에는 가스 확산실(36a)에 가스를 유도하는 포트(36c)가 형성되어 있다. 포트(36c)에는 배관(38)이 접속되어 있다.

[0033] 배관(38)에는 밸브군(42) 및 유량 제어기군(44)을 개재하여 가스 소스군(40)이 접속되어 있다. 가스 소스군(40)은, 처리 가스를 챔버(12c)에 공급하기 위하여, 복수의 가스 소스를 포함하고 있다. 처리 가스는 플루오로카

본 가스 및 하이드로플루오로카본 가스 중 적어도 하나를 포함한다. 일례에서는, 가스 소스군(40)은 플루오로카본 가스의 소스, 하이드로플루오로카본 가스의 소스 및 산소 함유 가스의 소스를 포함하고 있다. 플루오로카본 가스는 예를 들면 C_4F_8 가스이다. 하이드로플루오로카본 가스는 예를 들면 CH_2F_2 가스이다. 산소 함유 가스는 예를 들면 산소 가스(O_2 가스)이다. 가스 소스군(40)은 수소 가스(H_2 가스)의 소스, 1 이상의 할로젠 함유 가스의 소스 및 탄화수소 가스의 소스를 추가로 포함하고 있어도 된다. 예를 들면, 가스 소스군(40)은 할로젠 함유 가스의 소스로서 NF_3 가스의 소스를 포함하고 있어도 된다. 또한, 가스 소스군(40)은 탄화수소 가스의 소스로서 CH_4 가스의 소스를 포함하고 있어도 된다.

[0034] 밸브군(42)은 복수의 밸브를 가지고 있고, 유량 제어기군(44)은 복수의 유량 제어기를 가지고 있다. 복수의 유량 제어기의 각각은 매스 플로우 컨트롤러 또는 압력 제어식의 유량 제어기이다. 가스 소스군(40)의 복수의 가스 소스는 각각, 유량 제어기군(44)의 대응의 유량 제어기 및 밸브군(42)의 대응의 밸브를 개재하여 배관(38)에 접속되어 있다.

[0035] 스테이지(16)와 챔버 본체(12)의 측벽의 사이에는, 평면에서 볼 때 환상의 배기구가 형성되어 있다. 이 배기구의 연직 방향에 있어서의 도중에는 배플판(48)이 마련되어 있다. 배플판(48)은, 예를 들면, 알루미늄제에 Y_2O_3 등 세라믹을 피복함으로써 구성될 수 있다. 이 배플판(48)의 하방에 있어서 챔버 본체(12)에는 배기구(12e)가 마련되어 있다. 배기구(12e)에는 배기관(52)을 개재하여 배기 장치(50)가 접속되어 있다. 배기 장치(50)는 압력 조정기, 및, 터보 분자 펌프 등 진공 펌프를 가지고 있다. 배기 장치(50)는 챔버(12c)를 지정된 압력으로 감압할 수 있다. 또한, 챔버 본체(12)의 측벽에는 피가공물(W)의 반입 또는 반출을 위한 개구(12p)가 마련되어 있다. 이 개구(12p)는 게이트 밸브(GV)에 의해 개폐 가능하게 되어 있다.

[0036] 플라즈마 처리 장치(10)는 제 1 고주파 전원(62) 및 제 2 고주파 전원(64)을 추가로 구비하고 있다. 제 1 고주파 전원(62)은 플라즈마 생성용의 제 1 고주파를 발생하는 전원이다. 제 1 고주파의 주파수는 27 ~ 100 MHz의 주파수이고, 일례에 있어서는 100 MHz이다. 제 1 고주파 전원(62)은 정합기(66)를 개재하여 하부 전극(18)에 접속되어 있다. 정합기(66)는 제 1 고주파 전원(62)의 출력 임피던스와 부하측(하부 전극(18)측)의 입력 임피던스를 정합시키기 위한 회로를 가지고 있다. 또한, 제 1 고주파 전원(62)은 정합기(66)를 개재하여 상부 전극(30)에 접속되어 있어도 된다.

[0037] 제 2 고주파 전원(64)은 피가공물(W)에 이온을 인입하기 위한 제 2 고주파를 발생하는 전원이다. 제 2 고주파의 주파수는 400 kHz ~ 13.56 MHz의 범위 내의 주파수이고, 일례에 있어서는 3 MHz이다. 제 2 고주파 전원(64)은 정합기(68)를 개재하여 하부 전극(18)에 접속되어 있다. 정합기(68)는 제 2 고주파 전원(64)의 출력 임피던스와 부하측(하부 전극(18)측)의 입력 임피던스를 정합시키기 위한 회로를 가지고 있다.

[0038] 플라즈마 처리 장치(10)는 제어부(CU)를 추가로 구비할 수 있다. 이 제어부(CU)는 프로세서, 기억부, 입력 장치, 표시 장치 등을 구비하는 컴퓨터이다. 제어부(CU)는 플라즈마 처리 장치(10)의 각 부를 제어한다. 이 제어부(CU)에서는, 입력 장치를 이용하여, 오퍼레이터가 플라즈마 처리 장치(10)를 관리하기 위하여 커맨드의 입력 조작 등을 행할 수 있다. 또한, 표시 장치에 의해, 플라즈마 처리 장치(10)의 가동 상황을 표시할 수 있다. 또한, 제어부(CU)의 기억부에는, 플라즈마 처리 장치(10)에서 실행되는 각종 처리를 프로세서에 의해 제어하기 위한 제어 프로그램, 및, 레시피 데이터가 저장되어 있다. 예를 들면, 제어부(CU)의 기억부에는, 방법(MT)을 플라즈마 처리 장치(10)에서 실행하기 위한 제어 프로그램 및 레시피 데이터가 기억되어 있다.

[0039] 다시 도 1을 참조하여, 도 2에 나타난 피가공물(W)에 대하여 플라즈마 처리 장치(10)를 이용하여 방법(MT)이 적용되는 경우를 예로 들어, 방법(MT)의 설명을 행한다. 또한, 도 1에 있어서, 평행한 2 개의 이중선은 그들의 사이에 그려져 있는 복수의 공정 중 2 이상의 공정이 병렬적으로 실행되는 것을 나타내고 있다. 이하, 도 1과 함께 도 5 및 도 6을 참조한다. 도 5 및 도 6은 방법(MT)에 관련된 타이밍 차트이다.

[0040] 도 1에 나타내는 바와 같이, 방법(MT)은 공정(ST1)으로 개시된다. 공정(ST1)에서는, 정전 척(20)의 온도가 후술하는 메인 에칭용으로 $-30^{\circ}C$ 이하의 온도로 설정된다. 공정(ST1)에서는, 예를 들면, 제 1 온도 조절기(24a)와 유로(18f)의 사이에서 냉매가 순환된다.

[0041] 계속되는 공정(ST2)에서는, 피가공물(W)이 챔버(12c) 내에 반입된다. 공정(ST2)에서는, 피가공물(W)이 정전 척(20) 상에 배치되고, 당해 정전 척(20)에 의해 유지된다. 또한, 공정(ST2)의 실행 후에 공정(ST1)이 실행되어도 된다.

[0042] 이어서, 공정(ST3)이 실행된다. 공정(ST3)에서는 피가공물(W)의 에칭 대상막(EF)이 에칭된다. 공정(ST3)에서는,

플루오로카본 가스 및 하이드로플루오로카본 가스 중 적어도 하나를 포함하는 처리 가스의 플라즈마가 챔버(12c) 내에서 생성된다. 처리 가스는 수소 가스(H_2 가스), 1 이상의 할로젠 함유 가스 및 탄화수소 가스를 추가로 포함하고 있어도 된다. 구체적으로, 공정(ST3)에서는, 가스 소스군(40)으로부터 챔버(12c)에 처리 가스가 공급된다. 처리 가스는, 예를 들면 CH_2F_2 가스, C_4F_8 가스, H_2 가스, CH_4 가스 및 NF_3 가스를 포함한다. 또한, 챔버(12c)의 압력이 지정된 압력으로 배기 장치(50)에 의해 설정된다. 또한, 제 1 고주파 전원(62)으로부터 플라즈마의 생성을 위하여 제 1 고주파가 출력된다. 이에 의해, 챔버(12c) 내에 있어서 처리 가스의 플라즈마가 생성된다. 또한, 필요에 따라 제 2 고주파 전원(64)으로부터 하부 전극(18)에 제 2 고주파가 공급된다. 공정(ST3)에서는, 플라즈마로부터의 이온 및 라디칼 중 적어도 하나에 의해, 에칭 대상막(EF)이 에칭된다.

[0043] 공정(ST3)은 메인 에칭(ST31) 및 오버 에칭(ST32)을 포함하고 있다. 메인 에칭(ST31)에서는, 온도 조정 기구(24)에 의해 정전 척(20)의 온도가 $-30^{\circ}C$ 이하의 온도로 설정된 상태(도 5 참조)에서, 상술의 처리 가스의 플라즈마로부터의 이온 및 라디칼 중 적어도 하나에 의해 에칭 대상막(EF)이 에칭된다. 정전 척(20)의 온도, 즉, 피가공물(W)의 온도가 $-30^{\circ}C$ 이하의 온도로 설정된 상태에서, 상술의 처리 가스의 플라즈마로부터의 이온 및 라디칼 중 적어도 하나에 의해 에칭 대상막(EF)이 에칭되면, 에칭 대상막(EF)의 에칭 레이트가 높아진다.

[0044] 오버 에칭(ST32)은 메인 에칭(ST31)의 실행 후에 실행된다. 마스크(MK)가 복수의 개구를 제공하고 있는 경우에는, 메인 에칭(ST31)에 의한 에칭에서는 복수의 개구의 하방에 있어서 에칭 대상막(EF)이 균일하게 에칭되지 않는 경우가 있다. 즉, 메인 에칭(ST31)에 의해 마스크(MK)의 일부의 개구의 하방에 있어서 하지층(UL)에 도달할 때까지 에칭 대상막(EF)이 에칭되었을 때에, 마스크(MK)의 다른 일부의 개구의 하방에 있어서는 에칭 대상막(EF)이 하지층(UL) 상에서 약간 남겨지는 경우가 있다. 오버 에칭(ST32)은, 이와 같이 마스크(MK)의 다른 일부의 개구의 하방에 있어서 남겨진 에칭 대상막(EF)을 에칭하여, 마스크(MK)의 모든 개구의 하방에 있어서, 에칭 대상막(EF)을 균일하게 제거하기 위하여 실행된다.

[0045] 오버 에칭(ST32)에 있어서도, 상술한 처리 가스의 플라즈마로부터의 이온 및 라디칼 중 적어도 하나에 의해 에칭 대상막(EF)이 에칭된다. 일 실시 형태에 있어서, 오버 에칭(ST32)은, 정전 척(20)의 온도, 즉 피가공물(W)의 온도가 온도 조정 기구(24)에 의해 $-30^{\circ}C$ 보다 높고 $0^{\circ}C$ 보다 낮은 온도로 설정된 상태에서 실행된다. 도 5에 있어서의 오버 에칭(ST32)의 실행 기간의, 일점 쇄선으로 나타내는 정전 척의 온도를 참조하기 바란다. 오버 에칭(ST32)의 실행 시의 피가공물(W)의 온도가 메인 에칭(ST31)의 실행 시의 피가공물의 온도보다 높으면, 오버 에칭(ST32)에 의한 에칭 대상막(EF)의 에칭 레이트가 저하한다. 이에 의해, 에칭 대상막(EF)의 에칭량의 제어성을 높일 수 있다. 또한, 하지층(UL)의 데미지가 억제된다. 또한, 오버 에칭(ST32)의 실행 시의 정전 척(20)의 온도는, $-30^{\circ}C$ 보다 높고 $0^{\circ}C$ 보다 낮은 온도로 한정되는 것은 아니다.

[0046] 이어서, 방법(MT)에서는 공정(ST4)이 실행된다. 공정(ST4)에서는 정전 척(20)의 제전이 행해진다. 정전 척(20)의 제전에서는, 피가공물(W)을 정전 척(20)이 유지하고 있을 때에 당해 정전 척(20)의 전극에 인가되는 전압과 반대 극성의 전압이 정전 척(20)의 전극에 인가된다.

[0047] 도 7은 퇴적물이 형성된 상태를 나타내는 도이다. 상술한 처리 가스의 플라즈마가 생성되면, 탄소, 또는 탄소 및 불소를 포함하는 플라즈마 생성물이 발생한다. 플라즈마 생성물은 공정(ST3)의 에칭의 실행 중에는 챔버 본체(12)의 내벽면에 부착하여 퇴적물을 형성한다. 플라즈마 생성물은 특히 저온의 개소에 있어서 바로 응축 또는 응고하여, 두꺼운 퇴적물을 형성한다. 따라서, 공정(ST3)의 에칭의 종료 후에, 정전 척(20) 및 피가공물(W)의 온도가 $-30^{\circ}C$ 이하의 온도 그대로이면, 챔버 본체(12)의 내벽면에 부착되어 있는 퇴적물로부터 발생하는 가스가 피가공물(W) 상에서 응축 또는 응고하여, 두꺼운 퇴적물을 형성한다. 그 결과, 도 7에 나타내는 바와 같이, 챔버 본체(12)의 내벽면, 스테이지(16)의 표면 및 피가공물(W)의 표면 상에 퇴적물(DP)이 형성된다.

[0048] 여기서, 퇴적물의 형성에 관한 조사를 위하여 행한 제 1 실험 및 제 2 실험에 대하여 설명한다. 제 1 실험에서는, 플라즈마 처리 장치(10)를 이용하여 메인 에칭(ST31)을 행한 직후에, 챔버(12c) 내에 실리콘 웨이퍼를 반입하여, 당해 실리콘 웨이퍼를 정전 척(20) 상에 배치하고, 당해 실리콘 웨이퍼를 정전 척(20) 상에서 방치하였다. 실리콘 웨이퍼가 그 위에 배치되어 있을 때의 정전 척(20)의 온도는, 메인 에칭(ST31)의 실행 시의 정전 척(20)의 온도와 동일한 온도로 유지하였다. 그리고, 실리콘 웨이퍼 상에 형성된 퇴적물의 두께를 측정하였다. 제 1 실험에서는, 정전 척(20) 상에서 실리콘 웨이퍼를 방치하는 시간을 다양한 시간으로 설정하였다. 그리고, 정전 척(20) 상에서 실리콘 웨이퍼를 방치한 시간과 실리콘 웨이퍼 상에 형성된 퇴적물의 두께의 관계를 구하였다. 제 1 실험에 있어서의 메인 에칭(ST31)에서는, 챔버(12c)의 압력은 $25[mTorr](3.333[Pa])$ 이고, 제 1 고주파의 주파수, 파워는 각각 $40[MHz]$, $1[kW]$ 이며, 제 2 고주파의 주파수, 파워는 각각 $3[MHz]$, $5[kW]$ 이고, 처

리 가스는 H_2 가스, CH_2F_2 가스, CH_4 가스, C_4F_8 가스 및 NF_3 가스의 혼합 가스이며, 정전 척(20)의 온도는 -60 [$^{\circ}C$]이고, 처리 시간은 600 [초]였다. 또한, 실리콘 웨이퍼 상의 퇴적물의 두께는, 챔버 내의 부품 및 챔버 본체의 내벽면의 전체에 퇴적물이 부착될 정도로 충분히 긴 시간만큼 메인 에칭(ST31)을 실행한 경우에는, 당해 메인 에칭의 시간에는 의존하지 않았다.

[0049] 제 1 실험에 의해 얻은, 정전 척(20) 상에서 실리콘 웨이퍼를 방치한 시간과 실리콘 웨이퍼 상에 형성된 퇴적물의 두께의 관계를 도 8의 그래프에 나타낸다. 도 8의 그래프에 있어서 가로축은 정전 척(20) 상에서 실리콘 웨이퍼를 방치한 시간을 나타내고 있고, 세로축은 퇴적물의 두께를 나타내고 있다. 도 8에 나타내는 바와 같이, 정전 척(20)의 온도를 메인 에칭(ST31)의 실행 시의 온도 그대로 유지하면, 실리콘 웨이퍼 상에 형성되는 퇴적물의 두께는 급속히 증가하였다. 이 점으로부터, 상술한 처리 가스의 플라즈마에 의한 에칭을 정전 척(20)의 온도를 저온으로 설정한 상태에서 실행한 후에, 정전 척(20)의 온도를 저온인 채로 유지하면, 정전 척(20) 상의 피가공물에 급속히 두꺼운 퇴적물이 형성되는 것이 확인되었다.

[0050] 제 2 실험에서는, 플라즈마 처리 장치(10)를 이용하여 메인 에칭(ST31)을 행한 직후에, 챔버(12c) 내에 실리콘 웨이퍼를 반입하여, 당해 실리콘 웨이퍼를 정전 척(20) 상에 배치하고, 당해 실리콘 웨이퍼를 정전 척(20) 상에서 300 초간 방치하였다. 그리고, 실리콘 웨이퍼 상에 형성되는 퇴적물의 두께를 측정하였다. 제 2 실험에서는, 메인 에칭(ST31)의 실행 후의 정전 척(20)의 온도를 다양한 온도로 설정하였다. 그리고, 메인 에칭(ST31)의 실행 후의 정전 척(20)의 온도와 퇴적물의 두께의 관계를 구하였다. 제 2 실험에 있어서의 메인 에칭(ST31)의 처리 조건은, 제 1 실험에 있어서의 메인 에칭(ST31)의 처리 조건과 동일하였다.

[0051] 제 2 실험에 의해 얻은, 정전 척의 온도와 퇴적물의 두께의 관계를 도 9의 그래프에 나타낸다. 도 9의 그래프에 있어서 가로축은 메인 에칭(ST31)의 실행 후의 정전 척(20)의 온도를 나타내고 있고, 세로축은 퇴적물의 두께를 나타내고 있다. 도 9에 나타내는 바와 같이, 메인 에칭(ST31)의 실행 후에 정전 척(20)의 온도가 저온인 채로 유지되면, 실리콘 웨이퍼 상에 두꺼운 퇴적물이 형성되는 것이 확인되었다. 한편, 메인 에칭(ST31)의 실행 후에 정전 척(20)의 온도가 $0^{\circ}C$ 이상의 온도로 설정되면, 실리콘 웨이퍼 상의 퇴적물은 거의 제거되는 것이 확인되었다.

[0052] 이상 설명한 제 1 실험 및 제 2 실험으로부터 알 수 있는 바와 같이, 상술한 처리 가스의 플라즈마에 의한 에칭이 종료한 후, 피가공물(W)을 챔버(12c)로부터 반출할 때까지의 동안에, 정전 척(20)의 온도, 즉 피가공물(W)의 온도는 $0^{\circ}C$ 이상의 온도로 설정되어야 한다. 또한, 공정(ST3)의 에칭 또는 메인 에칭(ST31)이 종료한 후에, 정전 척(20) 및 피가공물(W)은 바로 승온되어야 한다.

[0053] 방법(MT)에서는, 피가공물(W) 상의 퇴적물의 양을 감소시키기 위하여, 공정(ST5)이 실행된다. 공정(ST5)에서는, 정전 척(20)의 온도가 $0^{\circ}C$ 이상의 온도로 상승된다. 따라서, 피가공물(W)의 온도도 $0^{\circ}C$ 이상의 온도로 상승된다. 공정(ST5)에서는, 제 2 온도 조절기(24b)와 유로(18f)의 사이에서 제 2 열 교환 매체가 순환된다.

[0054] 일 실시 형태에서는, 공정(ST5)은 공정(ST3)의 실행의 직후에 실행된다. 구체적으로, 공정(ST5)은, 공정(ST4)에 있어서의 정전 척(20)의 제전 중에 실행된다. 도 5에 있어서의 공정(ST4)의 실행 기간의, 실선으로 나타내는 정전 척의 온도를 참조하기 바란다. 이 공정(ST5)의 실행에 의해, 공정(ST3)의 실행의 직후에 정전 척(20) 및 피가공물(W)이 승온된다.

[0055] 다른 실시 형태에서는, 공정(ST5)은 메인 에칭(ST31)의 실행의 직후에 실행된다. 구체적으로, 공정(ST5)은 오버 에칭(ST32)과 병행하여 실행된다. 도 5에 있어서의 오버 에칭(ST32)의 실행 기간의, 파선으로 나타내는 정전 척의 온도를 참조하기 바란다. 이 공정(ST5)의 실행에 의해, 메인 에칭(ST31)의 실행의 직후에 정전 척(20) 및 피가공물(W)이 승온된다.

[0056] 도 10은 공정(ST5)의 실행 후의 상태를 나타내는 도이다. 공정(ST5)이 실행되어 정전 척(20)의 온도 및 피가공물(W)의 온도가 $0^{\circ}C$ 이상의 온도가 되면, 도 10에 나타내는 바와 같이, 피가공물(W) 상의 퇴적물(DP)의 양이 감소되거나 피가공물(W) 상의 퇴적물(DP)이 제거된다.

[0057] 방법(MT)에서는, 이어서, 공정(ST6)이 실행된다. 공정(ST6)에서는 챔버(12c)로부터 피가공물(W)이 반출된다. 공정(ST6)의 실행 중에는 정전 척(20)의 온도는, 도 5에 나타내는 바와 같이, $0^{\circ}C$ 이상의 온도로 유지된다.

[0058] 방법(MT)에서는, 이어서, 공정(ST7)이 실행된다. 공정(ST7)에서는 클리닝이 실행된다. 일 실시 형태에 있어서, 공정(ST7)은, 도 5에 나타내는 바와 같이 공정(ST71), 공정(ST72), 공정(ST73), 공정(ST74) 및 공정(ST75)을 포함한다. 공정(ST71)에서는, 클리닝을 위하여 더미 웨이퍼가 챔버(12c) 내에 반입되고, 정전 척(20)에 의해 유

지된다.

- [0059] 계속되는 공정(ST72)에서는, 클리닝 가스의 플라즈마가 챔버(12c) 내에 있어서 생성된다. 클리닝 가스는 산소 함유 가스를 포함한다. 산소 함유 가스는, 예를 들면 산소 가스(O_2 가스), 일산화탄소 가스, 또는 이산화탄소 가스일 수 있다. 공정(ST72)에서는, 가스 소스군(40)으로부터 챔버(12c)에 클리닝 가스가 공급된다. 또한, 제 1 고주파 전원(62)으로부터의 제 1 고주파가 플라즈마의 생성을 위하여 공급된다.
- [0060] 계속되는 공정(ST73)에서는, 정전 척(20)의 제전이 행해진다. 정전 척(20)의 제전은 공정(ST4)과 동일한 공정이다. 그리고, 공정(ST74)에 있어서, 더미 웨이퍼가 챔버(12c)로부터 반출된다.
- [0061] 계속되는 공정(ST75)에서는, 더미 웨이퍼 등 물체가 정전 척(20) 상에 배치되어 있지 않은 상태에서, 클리닝 가스의 플라즈마가 챔버(12c) 내에서 생성된다. 공정(ST75)에 있어서의 클리닝 가스는 공정(ST72)에 있어서의 클리닝 가스와 동일한 가스이다. 또한, 공정(ST75)에 있어서의 플라즈마의 생성은 공정(ST72)과 동일하게 실행된다. 도 11은 공정(ST7)의 실행 후의 상태를 나타내는 도이다. 도 11에 나타내는 바와 같이, 공정(ST7)의 실행에 의해, 챔버 본체(12)의 내벽면 및 스테이지(16)의 표면으로부터 퇴적물(DP)이 제거된다.
- [0062] 공정(ST7)의 실행 중인 정전 척(20)의 온도는 임의의 온도로 설정될 수 있다. 일 실시 형태에서는, 도 5에 나타내는 바와 같이, 공정(ST71)의 개시 시부터 공정(ST75)의 실행 기간의 도중까지, 정전 척(20)의 온도는 $0^{\circ}C$ 이상의 온도로 유지된다. 그리고, 공정(ST75)의 도중부터 정전 척(20)의 온도는 저하된다. 혹은, 공정(ST71)에 있어서는, 정전 척(20)의 온도는 $0^{\circ}C$ 이상의 온도로 유지된다. 그리고, 공정(ST72)의 개시 시부터 정전 척(20)의 온도는 저하된다.
- [0063] 다시 도 1을 참조하면, 방법(MT)에서는, 이어서, 공정(ST8)이 실행된다. 공정(ST8)에서는, 다른 피가공물을 처리할지의 여부가 판정된다. 다른 피가공물을 처리하는 경우에는 공정(ST1)부터의 처리가 다시 실행된다. 한편, 다른 피가공물을 처리하지 않는 경우에는 방법(MT)은 종료된다.
- [0064] 방법(MT)에서는, 상술한 공정(ST3)의 실행 중에 공정(ST9)이 병행하여 실행된다. 공정(ST9)에서는, 중단 조건이 충족되는지의 여부가 판정된다. 중단 조건은, 공정(ST3)의 실행 중에 이상이 발생한 경우에 충족된다. 중단 조건이 충족되는 것으로 판정되면, 공정(ST10)이 실행된다. 공정(ST10)에서는 정전 척(20)의 제전이 행해진다. 공정(ST10)은 공정(ST4)과 동일한 공정이다. 이어서, 공정(ST11)이 실행된다. 공정(ST11)에서는 정전 척(20)의 온도가 상승된다. 공정(ST11)에서는, 제 2 온도 조절기(24b)와 유로(18f)의 사이에서 제 2 열 교환 매체가 순환된다. 또한, 공정(ST11)은 공정(ST10)과 병행하여 실행되어도 된다. 도 6에 있어서의 공정(ST10)의 실행 중인 정전 척의 온도를 참조하기 바란다. 계속되는 공정(ST12)에서는, 피가공물(W)이 챔버(12c)로부터 반출된다. 그리고, 방법(MT)은 종료된다.
- [0065] 방법(MT)에서는, 공정(ST3)의 실행의 직후 또는 메인 에칭(ST31)의 실행의 직후에 정전 척(20)의 온도, 나아가서는 피가공물(W)의 온도가 $0^{\circ}C$ 이상의 온도로 상승되므로, 피가공물(W)을 챔버로부터 반출할 때에는, 피가공물(W) 상의 퇴적물(DP)이 제거되어 있거나 그 양이 감소되어 있다.
- [0066] 일 실시 형태에 있어서는, 상술한 바와 같이, 공정(ST5)은 공정(ST4)의 실행 시에 실행된다. 즉, 공정(ST3)과 공정(ST6)의 사이의 기간에 행해지는 정전 척(20)의 제전과 병행하여 공정(ST5)이 실행된다. 따라서, 정전 척(20)의 승온을 위한 단독의 기간이 불필요해진다. 그러므로, 공정(ST3)의 에칭의 종료 시부터 공정(ST6)의 피가공물(W)의 반출까지의 시간이 단축된다.
- [0067] 다른 실시 형태에 있어서는, 상술한 바와 같이, 공정(ST5)은 오버 에칭(ST32)의 실행 시에 실행된다. 즉, 공정(ST5)의 정전 척(20)의 승온이 오버 에칭(ST32)과 병행하여 실행된다. 따라서, 정전 척(20)의 승온을 위한 단독의 기간이 불필요해진다.
- [0068] 그러므로, 공정(ST3)의 에칭의 종료 시부터 공정(ST6)의 피가공물(W)의 반출까지의 시간이 단축된다.
- [0069] 또한, 온도 조정 기구(24)에 의하면, 공정(ST5)의 실행 개시 시에, 유로(18f)에 공급하는 열 교환 매체를 저온의 제 1 열 교환 매체로부터 고온의 제 2 열 교환 매체로 고속으로 전환하는 것이 가능해진다.
- [0070] 이하, 방법(MT)의 실행에 이용하는 것이 가능한 다른 실시 형태의 플라즈마 처리 장치에 대하여 설명한다. 도 12는 도 1에 나타내는 방법의 실행에 이용하는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치의 다른 예를 개략적으로 나타내는 도이다. 도 12에 나타내는 플라즈마 처리 장치(100)는 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치이다. 플라즈마 처리 장치(100)는 챔버 본체(112) 및 스테이지(116)를 구비하고 있다. 챔버 본체(112)는 대략 원통 형상을 가지고

있고, 그 내부 공간을 챔버(112c)로서 제공하고 있다. 챔버 본체(112)는 예를 들면 알루미늄으로 형성되어 있다. 챔버 본체(112)의 챔버(112c)측의 표면에는 산화 이트륨막 등 내플라즈마성을 가지는 세라믹제의 피막이 형성되어 있다. 이 챔버 본체(112)는 접지되어 있다. 또한, 챔버 본체(112)의 측벽에는 피가공물(W)을 챔버(112c)에 반입하고 또한 챔버(112c)로부터 반출하기 위한 개구(112p)가 형성되어 있다. 이 개구(112p)는 게이트 밸브(GV)에 의해 개폐하는 것이 가능하게 되어 있다.

[0071] 스테이지(116)는 피가공물(W)을 챔버(112c) 내에서 지지하도록 구성되어 있다. 스테이지(116)는 피가공물(W)을 흡착하는 기능, 피가공물(W)의 온도를 조정하는 기능, 및 정전 척의 기대(基臺)에 고주파를 전송하는 구조를 가지고 있다. 이 스테이지(116)의 상세에 대해서는 후술한다.

[0072] 플라즈마 처리 장치(100)는 상부 전극(130)을 추가로 구비하고 있다. 상부 전극(130)은 챔버 본체(112)의 상부 개구 내에 배치되어 있고, 스테이지(116)의 하부 전극과 대략 평행하게 배치되어 있다. 상부 전극(130)과 챔버 본체(112)의 사이에는 절연성의 지지 부재(132)가 개재되어 있다.

[0073] 상부 전극(130)은 천판(134) 및 지지체(136)를 가지고 있다. 천판(134)은 대략 원반 형상을 가지고 있다. 천판(134)은 도전성을 가질 수 있다. 천판(134)은 예를 들면 실리콘으로 형성되어 있다. 혹은, 천판(134)은 알루미늄으로 형성되어 있고, 그 표면에는 내플라즈마성의 세라믹 피막이 형성되어 있다. 이 천판(134)에는 복수의 가스 토출홀(134a)이 형성되어 있다. 가스 토출홀(134a)은 대략 연직 방향으로 연장되어 있다.

[0074] 지지체(136)는 천판(134)을 착탈 가능하게 지지하고 있다. 지지체(136)는 예를 들면 알루미늄으로 형성되어 있다. 지지체(136)에는 가스 확산실(136a)이 형성되어 있다. 이 가스 확산실(136a)로부터는, 복수의 가스 토출홀(134a)에 각각 연통하는 복수의 홀(136b)이 연장되어 있다. 또한, 가스 확산실(136a)에는 포트(136c)를 개재하여 배관(138)이 접속하고 있다. 이 배관(138)에는, 플라즈마 처리 장치(10)와 동일하게, 가스 소스군(40)이 밸브군(42) 및 유량 제어기군(44)을 개재하여 접속되어 있다.

[0075] 플라즈마 처리 장치(100)는 배기 장치(150)를 추가로 구비하고 있다. 배기 장치(150)는 압력 조정기, 및, 터보 분자 펌프 등 1 이상의 진공 펌프를 포함하고 있다. 이 배기 장치(150)는 챔버 본체(112)에 형성된 배기구에 접속되어 있다.

[0076] 플라즈마 처리 장치(100)는 제어부(MCU)를 추가로 구비하고 있다. 제어부(MCU)는 플라즈마 처리 장치(10)의 제어부(CU)와 동일한 구성을 가지고 있다. 제어부(MCU)의 기억부에는, 플라즈마 처리 장치(100)에서 실행되는 각종 처리를 프로세서에 의해 제어하기 위한 제어 프로그램, 및, 레시피 데이터가 저장되어 있다. 예를 들면, 제어부(MCU)의 기억부에는, 방법(MT)을 플라즈마 처리 장치(100)에서 실행하기 위한 제어 프로그램 및 레시피 데이터가 기억되어 있다.

[0077] 이하, 도 12에 추가로 도 13 및 도 14를 참조하여, 스테이지(116) 및 당해 스테이지(116)에 부수되는 플라즈마 처리 장치(100)의 구성 요소에 대하여 상세하게 설명한다. 도 13은 도 12에 나타내는 플라즈마 처리 장치의 스테이지의 일부를 확대하여 나타내는 단면도이다. 도 14는 도 12에 나타내는 플라즈마 처리 장치의 스테이지의 다른 일부를 확대하여 나타내는 단면도이다.

[0078] 스테이지(116)는 냉각대(117) 및 정전 척(120)을 가지고 있다. 냉각대(117)는 챔버 본체(112)의 저부로부터 상방으로 연장되는 지지 부재(114)에 의해 지지되어 있다. 이 지지 부재(114)는 절연성의 부재이고, 예를 들면 산화 알루미늄(알루미나)으로 형성되어 있다. 또한, 지지 부재(114)는 대략 원통 형상을 가지고 있다.

[0079] 냉각대(117)는 도전성을 가지는 금속, 예를 들면 알루미늄으로 형성되어 있다. 냉각대(117)는 대략 원반 형상을 가지고 있다. 냉각대(117)는 중앙부(117a) 및 주연부(117b)를 가지고 있다. 중앙부(117a)는 대략 원반 형상을 가지고 있다. 중앙부(117a)는 냉각대(117)의 제 1 상면(117c)을 제공하고 있다. 제 1 상면(117c)은 대략 원형의 면이다.

[0080] 주연부(117b)는 중앙부(117a)에 연속하고 있고, 직경 방향(연직 방향으로 연장되는 축선(Z)에 대하여 방사 방향)에 있어서 중앙부(117a)의 외측에서, 둘레 방향(축선(Z)에 대하여 둘레 방향)으로 연장되어 있다. 주연부(117b)는 중앙부(117a)와 함께 냉각대(117)의 하면(117d)을 제공하고 있다. 또한, 주연부(117b)는 제 2 상면(117e)을 제공하고 있다. 제 2 상면(117e)은 띠(帶) 형상의 면이고, 직경 방향에 있어서 제 1 상면(117c)의 외측에 있고, 또한, 둘레 방향으로 연장되어 있다. 또한, 제 2 상면(117e)은 연직 방향에 있어서 제 1 상면(117c)보다 하면(117d)의 가까이에 있다.

[0081] 냉각대(117)에는 급전체(119)가 접속되어 있다. 급전체(119)는, 예를 들면 급전봉이고, 냉각대(117)의 하면

(117d)에 접속되어 있다. 급전체(119)는 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로 형성되어 있다. 급전체(119)에는 제 1 고주파 전원(62)이 정합기(66)를 개재하여 접속되어 있다. 또한, 급전체(119)에는 제 2 고주파 전원(64)이 정합기(68)를 개재하여 접속되어 있다.

[0082] 냉각대(117)에는 냉매용의 유로(117f)가 형성되어 있다. 유로(117f)는, 냉각대(117) 내에 있어서, 예를 들면 소용돌이 형상으로 연장되어 있다. 이 유로(117f)에는 칠러 유닛(TU)으로부터 냉매가 공급된다. 이 칠러 유닛(TU)은 일 실시 형태의 온도 조정 기구의 일부를 구성하고 있다. 유로(117f)에 공급된 냉매는 칠러 유닛(TU)으로 복귀된다. 유로(117f)에 공급되는 냉매는, 예를 들면 그 기화에 의해 흡열하여, 냉각을 행하는 냉매이다. 이 냉매는 예를 들면 하이드로플루오로카본계의 냉매일 수 있다.

[0083] 정전 척(120)은 냉각대(117)의 위에 마련되어 있다. 구체적으로, 정전 척(120)은 냉각대(117)의 제 1 상면(117c)의 위에 마련되어 있다. 정전 척(120)은 기대(121) 및 흡착부(123)를 가지고 있다. 기대(121)는 하부 전극을 구성하고 있고, 냉각대(117)의 위에 마련되어 있다. 기대(121)는 도전성을 가지고 있다. 기대(121)는, 예를 들면, 질화알루미늄 또는 탄화규소에 도전성을 부여한 세라믹체여도 되고, 혹은, 금속(예를 들면, 티탄)체여도 된다.

[0084] 기대(121)는 대략 원반 형상을 가지고 있다. 기대(121)는 중앙부(121a) 및 주연부(121b)를 가지고 있다. 중앙부(121a)는 대략 원반 형상을 가지고 있다. 중앙부(121a)는 기대(121)의 제 1 상면(121c)을 제공하고 있다. 제 1 상면(121c)은 대략 원형의 면이다.

[0085] 주연부(121b)는 중앙부(121a)에 연속하고 있고, 직경 방향에 있어서 중앙부(121a)의 외측에서, 둘레 방향으로 연장되어 있다. 주연부(121b)는 중앙부(121a)와 함께 기대(121)의 하면(121d)을 제공하고 있다. 또한, 주연부(121b)는 제 2 상면(121e)을 제공하고 있다. 이 제 2 상면(121e)은 띠 형상의 면이고, 직경 방향에 있어서 제 1 상면(121c)의 외측에서 둘레 방향으로 연장되어 있다. 또한, 제 2 상면(121e)은 연직 방향에 있어서 제 1 상면(121c)보다 하면(121d)의 가까이에 있다.

[0086] 흡착부(123)는 기대(121) 상에 마련되어 있다. 흡착부(123)는, 당해 흡착부(123)와 기대(121)의 사이에 개재시킨 금속을 이용한 금속 접합에 의해, 기대(121)에 결합되어 있다. 흡착부(123)는 대략 원반 형상을 가지고 있고, 세라믹으로 형성되어 있다. 흡착부(123)를 구성하는 세라믹은, 실온(예를 들면, 20도) 이상 400℃ 이하의 온도 범위에 있어서, $1 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상의 체적 저항률을 가지는 세라믹일 수 있다. 이와 같은 세라믹으로서, 예를 들면 산화알루미늄(알루미나)이 이용될 수 있다.

[0087] 정전 척(120)은 축선(Z), 즉 정전 척(120)의 중심 축선에 대하여 동심의 복수의 영역(RN)을 포함하고 있다. 일례에 있어서, 정전 척(120)은 제 1 영역(R1), 제 2 영역(R2) 및 제 3 영역(R3)을 포함하고 있다. 제 1 영역(R1)은 축선(Z)에 교차하고 있고, 제 3 영역(R3)은 정전 척(120)의 에지를 포함하는 영역이며, 제 2 영역(R2)은 제 1 영역(R1)과 제 3 영역(R3)의 사이에 있다. 일례에서는, 제 1 영역(R1)은 정전 척(120)의 중심부터 반경 120 mm까지의 영역이고, 제 2 영역(R2)은 정전 척(120)에 있어서 반경 120 mm부터 반경 135 mm까지의 영역이며, 제 3 영역(R3)은 정전 척(120)에 있어서 반경 135 mm부터 반경 150 mm까지의 영역이다. 또한, 정전 척(120)의 영역의 개수는 1 이상의 임의의 개수일 수 있다.

[0088] 정전 척(120)의 흡착부(123)는 흡착용 전극(125)을 내장하고 있다. 흡착용 전극(125)은 막 형상의 전극이고, 당해 흡착용 전극(125)에는 직류 전원(22)이 스위치를 개재하여 전기적으로 접속되어 있다. 직류 전원(22)으로부터의 직류 전압이 흡착용 전극(125)에 부여되면, 흡착부(123)는 쿨롱력 등 정전력을 발생시키고, 당해 정전력에 의해 피가공물(W)을 유지한다.

[0089] 흡착부(123)는 복수의 히터(HN)를 추가로 내장하고 있다. 이들 복수의 히터(HN)는 일 실시 형태의 온도 조정 기구의 일부를 구성하고 있다. 복수의 히터(HN)는 정전 척의 상기 복수의 영역(RN) 내에 각각 마련되어 있다. 일례에 있어서, 복수의 히터(HN)는 제 1 히터(156), 제 2 히터(157) 및 제 3 히터(158)를 포함하고 있다. 제 1 히터(156)는 제 1 영역(R1) 내에 마련되어 있고, 제 2 히터(157)는 제 2 영역(R2) 내에 마련되어 있으며, 제 3 히터(158)는 제 3 영역(R3) 내에 마련되어 있다.

[0090] 복수의 히터(HN)는 히터 전원(161)에 접속되어 있다. 일례에 있어서, 제 1 히터(156)와 히터 전원(161)의 사이에는, 히터 전원(161)으로의 고주파의 침입을 방지하기 위하여 필터(163a)가 마련되어 있다. 제 2 히터(157)와 히터 전원(161)의 사이에는, 히터 전원(161)으로의 고주파의 침입을 방지하기 위하여 필터(163b)가 마련되어 있다. 또한, 제 3 히터(158)와 히터 전원(161)의 사이에는, 히터 전원(161)으로의 고주파의 침입을 방지하기 위하여

여 필터(163c)가 마련되어 있다.

- [0091] 기대(121)와 냉각대(117)의 사이에는 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)가 마련되어 있다. 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는, 정전 척(120)을 냉각대(117)로부터 상방으로 이간시키고 있다. 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)의 각각은 0링이다. 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는 서로 상이한 직경을 가지고 있고, 축선(Z)에 대하여 동심 형상으로 마련되어 있다. 또한, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는 정전 척(120)의 인접하는 영역의 경계 및 정전 척(120)의 에지의 하방에 마련되어 있다. 일례에 있어서, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는 탄성 부재(165), 탄성 부재(167) 및 탄성 부재(169)를 포함하고 있다. 탄성 부재(165)는 제 1 영역(R1)과 제 2 영역(R2)의 경계의 하방에 마련되어 있고, 탄성 부재(167)는 제 2 영역(R2)과 제 3 영역(R3)의 경계의 하방에 마련되어 있으며, 탄성 부재(169)는 정전 척(120)의 에지의 하방에 마련되어 있다.
- [0092] 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는 냉각대(117)의 제 1 상면(117c)에 의해 제공되는 홈 안에 부분적으로 배치되어 있고, 제 1 상면(117c)과 기대(121)의 하면(121d)에 접하고 있다. 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는, 냉각대(117)와 기대(121)와 함께, 냉각대(117)의 제 1 상면(117c)과 기대(121)의 하면(121d)의 사이에 시일된 복수의 전열 공간(DSN)을 구획 형성하고 있다. 복수의 전열 공간(DSN)은 정전 척(120)의 복수의 영역(RN) 각각의 하방에 있어서 연장되어 있고, 서로 분리되어 있다. 일례에 있어서, 복수의 전열 공간(DSN)은 제 1 전열 공간(DS1), 제 2 전열 공간(DS2) 및 제 3 전열 공간(DS3)을 포함하고 있다. 제 1 전열 공간(DS1)은 탄성 부재(165)의 내측에 있고, 제 2 전열 공간(DS2)은 탄성 부재(165)와 탄성 부재(167)의 사이에 있으며, 제 3 전열 공간(DS3)은 탄성 부재(167)와 탄성 부재(169)의 사이에 있다. 후술하는 바와 같이, 복수의 전열 공간(DSN)에는, 배관계(PS)에 의해, 전열 가스(예를 들면, He 가스)의 가스 소스(GS), 칠러 유닛(TU) 및 배기 장치(VU)가 선택적으로 접속된다. 또한, 복수의 전열 공간(DSN)의 각각의 연직 방향에 있어서의 길이는, 예를 들면 0.1 mm 이상 2.0 mm 이하의 길이로 설정된다.
- [0093] 일례에 있어서, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는, He 가스가 공급되어 있는 복수의 전열 공간(DSN)의 각각의 열 저항보다 높은 열 저항을 가지도록 구성된다. 복수의 전열 공간(DSN)의 열 저항은 전열 가스의 열전도율, 그 연직 방향의 길이 및 그 면적에 의존한다. 또한, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)의 각각의 열 저항은 그 열전도율, 그 연직 방향에 있어서의 두께 및 그 면적에 의존한다. 따라서, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)의 각각의 재료, 두께 및 면적은, 복수의 전열 공간(DSN)의 각각의 열 저항에 따라 결정된다. 또한, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)에는 낮은 열전도율 및 높은 내열성이 요구될 수 있다. 따라서, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는, 예를 들면 퍼플루오로엘라스토머로 형성될 수 있다.
- [0094] 스테이지(116)는 조임 부재(171)를 추가로 구비하고 있다. 조임 부재(171)는 금속으로 형성되어 있고, 기대(121) 및 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)를, 당해 조임 부재(171)와 냉각대(117)의 사이에 협지(挾持)하도록 구성되어 있다. 조임 부재(171)는, 기대(121)와 냉각대(117)의 사이의 당해 조임 부재(171)를 통한 열전도를 억제하기 위하여, 낮은 열전도율을 가지는 재료, 예를 들면 티탄으로 형성된다.
- [0095] 일례에 있어서, 조임 부재(171)는 통 형상부(171a) 및 환상부(171b)를 가지고 있다. 통 형상부(171a)는, 대략 원통 형상을 가지고 있고, 그 하단에 있어서 제 1 하면(171c)을 제공하고 있다. 제 1 하면(171c)은 둘레 방향으로 연장되는 띠 형상의 면이다.
- [0096] 환상부(171b)는 대략 환상 판 형상을 가지고 있고, 통 형상부(171a)의 상측 부분의 내연에 연속하여, 당해 통 형상부(171a)로부터 직경 방향 내측으로 연장되어 있다. 이 환상부(171b)는 제 2 하면(171d)을 제공하고 있다. 제 2 하면(171d)은 둘레 방향으로 연장되는 띠 형상의 면이다.
- [0097] 조임 부재(171)는, 제 1 하면(171c)이 냉각대(117)의 제 2 상면(117e)에 접하고, 제 2 하면(171d)이 기대(121)의 제 2 상면(121e)에 접하도록 배치된다. 또한, 조임 부재(171)는 냉각대(117)의 주연부(117b)에 대하여 나사(173)에 의해 고정된다. 이 나사(173)의 조임 부재(171)에 대한 나사 결합을 조정함으로써, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)의 눌림량이 조정된다. 이에 의해, 복수의 전열 공간(DSN)의 연직 방향에 있어서의 길이가 조정된다.
- [0098] 일례에 있어서, 조임 부재(171)의 환상부(171b)의 내연부 하면과 기대(121)의 제 2 상면(121e)의 사이에는, 제 2 탄성 부재(175)가 마련되어 있다. 제 2 탄성 부재(175)는 0링이며, 조임 부재(171)의 제 2 하면(171d)과 기대(121)의 제 2 상면(121e)의 마찰에 의해 생길 수 있는 파티클(예를 들면, 금속 가루)이 흡착부(123)측으로 이동하는 것을 억제한다.
- [0099] 또한, 제 2 탄성 부재(175)는, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)가 발생하는 반력(反力)보다 작은 반력을 발생시킨다. 환원하면, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는, 당해 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)가 발생하는 반력이 제

2 탄성 부재(175)가 발생하는 반력보다 커지도록 구성된다. 또한, 이 제 2 탄성 부재(175)는, 높은 내열성을 가지고 또한 낮은 열전도율을 가지는 재료로서, 퍼플루오로엘라스토머로 형성될 수 있다.

- [0100] 조임 부재(171)의 위에는 히터(176)가 마련되어 있다. 이 히터(176)는 둘레 방향으로 연장되어 있고, 필터(178)를 개재하여 히터 전원(161)에 접속되어 있다. 필터(178)는 고주파가 히터 전원(161)에 침입하는 것을 방지하기 위하여 마련되어 있다.
- [0101] 히터(176)는 제 1 막(180)과 제 2 막(182)의 사이에 마련되어 있다. 제 1 막(180)은 제 2 막(182)에 대하여 조임 부재(171)측에 마련되어 있다. 제 1 막(180)은 제 2 막(182)의 열전도율보다 낮은 열전도율을 가지고 있다. 예를 들면, 제 1 막(180)은 지르코니아제의 용사막이고, 제 2 막(182)은 산화이트륨(이트리아)제의 용사막일 수 있다. 또한, 히터(176)는 텅스텐의 용사막일 수 있다.
- [0102] 제 2 막(182) 상에는 포커스링(FR)이 마련되어 있다. 이 포커스링(FR)은 히터(176)로부터의 열에 의해 가열될 수 있다. 또한, 히터(176)로부터의 열유속의 대부분은 제 1 막(180)보다 제 2 막(182)을 향하고, 당해 제 2 막(182)을 통하여 포커스링(FR)을 향한다. 따라서, 포커스링(FR)이 효율적으로 가열된다.
- [0103] 또한, 스테이지(116)의 냉각대(117), 조임 부재(171) 등은, 그들의 외주측에 있어서 1 이상의 절연성 부재(186)에 의해 덮여 있다. 1 이상의 절연성 부재(186)는, 예를 들면 산화알루미늄 또는 석영으로 형성되어 있다.
- [0104] 또한, 도 14에 나타내는 바와 같이, 스테이지(116)의 냉각대(117) 및 정전 척(120)에는, 피가공물(W)과 흡착부(123)의 사이에 전열 가스(예를 들면, He 가스)를 공급하기 위한 가스 라인(190)이 제공되어 있다. 이 가스 라인(190)은 전열 가스의 공급부(191)에 접속되어 있다.
- [0105] 도 14에 나타내는 바와 같이, 가스 라인(190)은 가스 라인(190a), 가스 라인(190b) 및 가스 라인(190c)을 포함하고 있다. 가스 라인(190a)은 흡착부(123)에 형성되어 있다. 또한, 가스 라인(190c)은 냉각대(117)에 형성되어 있다. 가스 라인(190a)과 가스 라인(190c)은 가스 라인(190b)을 개재하여 접속되어 있다. 이 가스 라인(190b)은 슬리브(192)에 의해 제공되고 있다. 이 슬리브(192)는 대략 통 형상의 부재이고, 적어도 그 표면에 있어서 절연성을 가지고 있고, 당해 표면은 세라믹으로 형성되어 있다. 일례에 있어서, 슬리브(192)는 절연성의 세라믹으로 형성되어 있다. 예를 들면, 슬리브(192)는 산화알루미늄(알루미나)으로 형성되어 있다. 다른 예에 있어서, 슬리브(192)는 표면에 절연 처리를 실시한 금속제의 부재여도 된다. 예를 들면, 슬리브(192)는 알루미늄제의 본체와 당해 본체의 표면에 마련된 알루미늄 피막을 가지고 있어도 된다.
- [0106] 기대(121)와 냉각대(117)는 슬리브(192)를 수용하기 위한 수용 공간을 제공하고 있다. 이 수용 공간을 구획 형성하는 기대(121)의 면(121f)에는 절연성 세라믹의 피막(194)이 형성되어 있다. 피막(194)은 예를 들면 산화알루미늄(알루미나)의 용사막일 수 있다.
- [0107] 피막(194)과 냉각대(117)의 사이에는 슬리브(192)의 수용 공간을 밀봉하는 제 3 탄성 부재(196)가 마련되어 있다. 제 3 탄성 부재(196)는 O링이며, 절연성을 가진다. 제 3 탄성 부재(196)는 예를 들면 퍼플루오로엘라스토머로 형성되어 있다. 또한, 제 3 탄성 부재(196)의 외측에는 제 4 탄성 부재(198)가 마련되어 있다. 제 4 탄성 부재(198)는 O링이며, 냉각대(117)의 제 1 상면(117c)과 기대(121)의 하면(121d)에 접하고 있고, 전열 공간(예를 들면, 제 1 전열 공간(DS1))을 밀봉하고 있다. 제 4 탄성 부재(198)는 예를 들면 퍼플루오로엘라스토머로 형성되어 있다.
- [0108] 이상 설명한 바와 같이, 스테이지(116)에서는, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)에 의해 냉각대(117)와 기대(121)가 서로 이간되어 있다. 또한, 이 스테이지(116)에서는, 기대(121)와 흡착부(123)의 접합에 접촉체가 이용되고 있지 않다. 따라서, 정전 척(120)의 온도를 고온으로 설정하는 것이 가능하다. 또한, 복수의 전열 공간(DSN)에 공급되는 전열 가스를 통하여 정전 척(120)과 냉각대(117)의 사이의 열 교환이 이루어질 수 있으므로, 정전 척(120)의 온도를 저온으로 설정하는 것도 가능하다. 또한, 이 스테이지(116)에서는 급전체(119), 냉각대(117) 및 조임 부재(171)에 의해, 정전 척(120)의 기대(121)에 대한 고주파의 급전 루트가 확보되어 있다. 또한, 급전체(119)가 정전 척(120)의 기대(121)에 직접 접속되는 것이 아니라 냉각대(117)에 접속되므로, 당해 급전체(119)의 구성 재료로서 알루미늄 또는 알루미늄 합금을 채용할 수 있다. 따라서, 13.56 MHz 이상의 높은 주파수의 고주파가 이용되는 경우라도, 급전체(119)에 있어서의 고주파의 손실이 억제된다.
- [0109] 또한, 상술한 바와 같이, 조임 부재(171)의 환상부(171b)의 내연부 하면과 기대(121)의 제 2 상면(121e)의 사이에는, 제 2 탄성 부재(175)가 마련되어 있다. 기대(121)의 주연부(121b)의 제 2 상면(121e)과 조임 부재(171)의 제 2 하면(171d)은 서로 접하고 있으므로, 그들의 접촉 개소에 있어서 마찰이 생겨, 파티클(예를 들면, 금속가루)이 발생하는 경우가 있다. 제 2 탄성 부재(175)는, 이와 같은 파티클이 발생해도, 흡착부(123) 및 당해 흡착

부(123) 상에 배치되는 피가공물(W)에 파티클이 부착되는 것을 억제할 수 있다.

- [0110] 또한, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는, 이들 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)가 발생하는 반력이 제 2 탄성 부재(175)가 발생하는 반력보다 커지도록 구성된다. 이에 의해, 정전 척(120)을 냉각대(117)로부터 확실하게 이간시킬 수 있다.
- [0111] 또한, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는, 복수의 전열 공간(DSN)에 He 가스가 공급되어 있을 때의 당해 복수의 전열 공간(DSN)의 열 저항보다 높은 열 저항을 가지도록 구성된다. 또한, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)는 예를 들면 퍼플루오로엘라스토머로 형성된다. 이러한 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)에 의하면, 정전 척(120)과 냉각대(117)의 사이에서는, 복수의 제 1 탄성 부재(EM1)를 통한 열전도보다 복수의 전열 공간(DSN)을 통한 열전도가 우위가 된다. 따라서, 정전 척(120)의 온도 분포가 균일화될 수 있다.
- [0112] 또한, 피가공물(W)과 흡착부(123)의 사이에 공급되는 전열 가스용의 가스 라인(190)이 접착제를 이용하지 않고 형성되어 있다. 또한, 이 가스 라인(190)을 부분적으로 구성하는 슬리브(192)가 배치되는 수용 공간을 구획 형성하는 기대(121)의 면(121f)이 피막(194)으로 덮여 있고, 또한, 당해 수용 공간을 밀봉하도록 피막(194)과 냉각대(117)의 사이에 있어서 절연성의 제 3 탄성 부재(196)가 마련되어 있다. 이에 의해, 플라스마가 기대(121)와 냉각대(117)의 사이에 침입하는 것 및 그에 수반되는 기대(121)의 절연 파괴가 억제된다.
- [0113] 또한, 상술한 스테이지(116)를 가지는 플라스마 처리 장치(100)에 의하면, 낮은 온도부터 높은 온도까지의 넓은 온도대에 있어서, 피가공물(W)에 대한 플라스마 처리를 행할 수 있다.
- [0114] 이하, 플라스마 처리 장치(100)에 채용될 수 있는 배관계(PS)에 대하여 설명한다. 도 15는 배관계의 일례의 구성을 나타내는 도이다. 도 15에 나타내는 배관계(PS)는, 일 실시 형태의 온도 조정 기구의 일부를 구성하고 있고, 복수의 밸브를 가지고 있다. 배관계(PS)는, 복수의 전열 공간(DSN)의 각각에 가스 소스(GS), 칠러 유닛(TU) 및 배기 장치(VU)를 선택적으로 접속하고, 칠러 유닛(TU)과 유로(117f)의 접속과 차단을 전환하도록 구성되어 있다. 이하, 복수의 전열 공간(DSN)이 3 개의 전열 공간(제 1 전열 공간(DS1), 제 2 전열 공간(DS2) 및 제 3 전열 공간(DS3))으로 이루어지는 예에 대하여 설명한다. 그러나, 복수의 전열 공간(DSN)의 개수는, 정전 척(120)의 영역(RN)의 개수에 대응한 개수이면, 1 이상의 임의의 개수일 수 있다.
- [0115] 배관계(PS)는 배관(L21), 배관(L22), 밸브(V21) 및 밸브(V22)를 가지고 있다. 배관(L21)의 일단은 칠러 유닛(TU)에 접속되어 있고, 배관(L21)의 타단은 유로(117f)에 접속되어 있다. 배관(L21)의 도중에는 밸브(V21)가 마련되어 있다. 배관(L22)의 일단은 칠러 유닛(TU)에 접속되어 있고, 배관(L22)의 타단은 유로(117f)에 접속되어 있다. 배관(L22)의 도중에는 밸브(V22)가 마련되어 있다. 밸브(V21) 및 밸브(V22)가 열리면, 칠러 유닛(TU)으로부터 배관(L21)을 통하여 유로(117f)에 냉매가 공급된다. 유로(117f)에 공급된 냉매는 배관(L22)을 통하여 칠러 유닛(TU)으로 복귀된다.
- [0116] 또한, 배관계(PS)는 압력 조정기(104a), 배관(L11a), 배관(L12a), 배관(L13a), 배관(L14a), 배관(L15a), 배관(L17a), 배관(L31a), 배관(L32a), 밸브(V11a), 밸브(V12a), 밸브(V13a), 밸브(V14a), 밸브(V15a), 밸브(V31a) 및 밸브(V32a)를 추가로 가지고 있다.
- [0117] 압력 조정기(104a)는 가스 소스(GS)에 접속되어 있다. 압력 조정기(104a)에는 배관(L11a)의 일단이 접속되어 있다. 배관(L11a)의 도중에는 밸브(V11a)가 마련되어 있다. 배관(L15a)의 일단은 제 1 전열 공간(DS1)에 접속되어 있다. 배관(L15a)의 타단은 배기 장치(VU)에 접속되어 있다. 또한, 배관(L15a)의 도중에는 밸브(V15a)가 마련되어 있다.
- [0118] 배관(L11a)의 타단에는 배관(L12a)의 일단이 접속되어 있다. 배관(L12a)의 타단은, 밸브(V15a)에 대하여 제 1 전열 공간(DS1)의 측에서 배관(L15a)에 접속되어 있다. 배관(L12a)의 도중에는 밸브(V12a)가 마련되어 있다. 배관(L11a)의 타단에는 배관(L13a)의 일단 및 배관(L14a)의 일단이 접속되어 있다. 배관(L13a)의 도중에는 밸브(V13a)가 마련되어 있고, 배관(L14a)의 도중에는 밸브(V14a)가 마련되어 있다. 배관(L13a)의 타단 및 배관(L14a)의 타단은 서로 접속하고 있다. 배관(L13a)의 타단과 배관(L14a)의 타단의 접속점에는, 배관(L17a)의 일단이 접속하고 있다. 배관(L17a)의 타단은, 배관(L12a)의 타단보다 밸브(V15a)의 가까이에서 배관(L15a)에 접속하고 있다.
- [0119] 배관(L31a)의 일단은, 밸브(V21)에 대하여 칠러 유닛(TU)의 측에 있어서 배관(L21)에 접속하고 있다. 배관(L31a)의 타단은 제 1 전열 공간(DS1)에 접속하고 있다. 배관(L31a)의 도중에는 밸브(V31a)가 마련되어 있다. 배관(L32a)의 일단은, 밸브(V22)에 대하여 칠러 유닛(TU)의 측에서 배관(L22)에 접속하고 있다. 배관(L32a)의

타단은 제 1 전열 공간(DS1)에 접속하고 있다. 배관(L32a)의 도중에는 밸브(V32a)가 마련되어 있다.

[0120] 또한, 배관계(PS)는 압력 조정기(104b), 배관(L11b), 배관(L12b), 배관(L13b), 배관(L14b), 배관(L15b), 배관(L17b), 배관(L31b), 배관(L32b), 밸브(V11b), 밸브(V12b), 밸브(V13b), 밸브(V14b), 밸브(V15b), 밸브(V31b) 및 밸브(V32b)를 추가로 가지고 있다.

[0121] 압력 조정기(104b)는 가스 소스(GS)에 접속되어 있다. 압력 조정기(104b)에는 배관(L11b)의 일단이 접속되어 있다. 배관(L11b)의 도중에는 밸브(V11b)가 마련되어 있다. 배관(L15b)의 일단은 제 2 전열 공간(DS2)에 접속되어 있다. 배관(L15b)의 타단은 배기 장치(VU)에 접속되어 있다. 또한, 배관(L15b)의 도중에는 밸브(V15b)가 마련되어 있다.

[0122] 배관(L11b)의 타단에는 배관(L12b)의 일단이 접속되어 있다. 배관(L12b)의 타단은, 밸브(V15b)에 대하여 제 2 전열 공간(DS2)의 측에서 배관(L15b)에 접속되어 있다. 배관(L12b)의 도중에는 밸브(V12b)가 마련되어 있다. 배관(L11b)의 타단에는 배관(L13b)의 일단 및 배관(L14b)의 일단이 접속되어 있다. 배관(L13b)의 도중에는 밸브(V13b)가 마련되어 있고, 배관(L14b)의 도중에는 밸브(V14b)가 마련되어 있다. 배관(L13b)의 타단 및 배관(L14b)의 타단은 서로 접속하고 있다. 배관(L13b)의 타단과 배관(L14b)의 타단의 접속점에는, 배관(L17b)의 일단이 접속하고 있다. 배관(L17b)의 타단은, 배관(L12b)의 타단보다 밸브(V15b)의 가까이에서 배관(L15b)에 접속하고 있다.

[0123] 배관(L31b)의 일단은, 밸브(V21)에 대하여 칠러 유닛(TU)의 측에 있어서 배관(L21)에 접속하고 있다. 배관(L31b)의 타단은 제 2 전열 공간(DS2)에 접속하고 있다. 배관(L31b)의 도중에는 밸브(V31b)가 마련되어 있다. 배관(L32b)의 일단은, 밸브(V22)에 대하여 칠러 유닛(TU)의 측에 있어서 배관(L22)에 접속하고 있다. 배관(L32b)의 타단은 제 2 전열 공간(DS2)에 접속하고 있다. 배관(L32b)의 도중에는 밸브(V32b)가 마련되어 있다.

[0124] 또한, 배관계(PS)는 압력 조정기(104c), 배관(L11c), 배관(L12c), 배관(L13c), 배관(L14c), 배관(L15c), 배관(L17c), 배관(L31c), 배관(L32c), 밸브(V11c), 밸브(V12c), 밸브(V13c), 밸브(V14c), 밸브(V15c), 밸브(V31c) 및 밸브(V32c)를 추가로 가지고 있다.

[0125] 압력 조정기(104c)는 가스 소스(GS)에 접속되어 있다. 압력 조정기(104c)에는 배관(L11c)의 일단이 접속되어 있다. 배관(L11c)의 도중에는 밸브(V11c)가 마련되어 있다. 배관(L15c)의 일단은 제 3 전열 공간(DS3)에 접속되어 있다. 배관(L15c)의 타단은 배기 장치(VU)에 접속되어 있다. 또한, 배관(L15c)의 도중에는 밸브(V15c)가 마련되어 있다.

[0126] 배관(L11c)의 타단에는 배관(L12c)의 일단이 접속되어 있다. 배관(L12c)의 타단은, 밸브(V15c)에 대하여 제 3 전열 공간(DS3)의 측에서 배관(L15c)에 접속되어 있다. 배관(L12c)의 도중에는 밸브(V12c)가 마련되어 있다. 배관(L11c)의 타단에는 배관(L13c)의 일단 및 배관(L14c)의 일단이 접속되어 있다. 배관(L13c)의 도중에는 밸브(V13c)가 마련되어 있고, 배관(L14c)의 도중에는 밸브(V14c)가 마련되어 있다. 배관(L13c)의 타단 및 배관(L14c)의 타단은 서로 접속하고 있다. 배관(L13c)의 타단과 배관(L14c)의 타단의 접속점에는, 배관(L17c)의 일단이 접속하고 있다. 배관(L17c)의 타단은, 배관(L12c)의 타단보다 밸브(V15c)의 가까이에서 배관(L15c)에 접속하고 있다.

[0127] 배관(L31c)의 일단은, 밸브(V21)에 대하여 칠러 유닛(TU)의 측에 있어서 배관(L21)에 접속하고 있다. 배관(L31c)의 타단은 제 3 전열 공간(DS3)에 접속하고 있다. 배관(L31c)의 도중에는 밸브(V31c)가 마련되어 있다. 배관(L32c)의 일단은, 밸브(V22)에 대하여 칠러 유닛(TU)의 측에 있어서 배관(L22)에 접속하고 있다. 배관(L32c)의 타단은 제 3 전열 공간(DS3)에 접속하고 있다. 배관(L32c)의 도중에는 밸브(V32c)가 마련되어 있다.

[0128] 배관계(PS)에서는, 밸브(V21) 및 밸브(V22)가 열려 있을 때에는, 칠러 유닛(TU)과 유로(117f)의 사이에서 냉매가 순환된다. 한편, 밸브(V21) 및 밸브(V22)가 닫혀 있을 때에는, 칠러 유닛(TU)으로부터 유로(117f)에 냉매는 공급되지 않는다.

[0129] 또한, 밸브(V31a), 밸브(V32a), 밸브(V31b), 밸브(V32b), 밸브(V31c) 및 밸브(V32c)가 열려 있을 때에는, 칠러 유닛(TU)과 복수의 전열 공간(DSN)(DS1, DS2, DS3)의 사이에서 냉매가 순환된다. 또한, 복수의 전열 공간(DSN)(DS1, DS2, DS3)에 냉매가 공급되고 있을 때에는, 밸브(V11a), 밸브(V12a), 밸브(V13a), 밸브(V14a), 밸브(V15a), 밸브(V11b), 밸브(V12b), 밸브(V13b), 밸브(V14b), 밸브(V15b), 밸브(V11c), 밸브(V12c), 밸브(V13c), 밸브(V14c) 및 밸브(V15c)는 닫힌다. 한편, 밸브(V31a), 밸브(V32a), 밸브(V31b), 밸브(V32b), 밸브(V31c) 및 밸브(V32c)가 닫혀 있을 때에는, 칠러 유닛(TU)으로부터 복수의 전열 공간(DSN)(DS1, DS2, DS3)에

냉매는 공급되지 않는다.

- [0130] 또한, 밸브(V11a), 밸브(V12a), 밸브(V11b), 밸브(V12b), 밸브(V11c) 및 밸브(V12c)가 열리고, 밸브(V13a), 밸브(V14a), 밸브(V15a), 밸브(V13b), 밸브(V14b), 밸브(V15b), 밸브(V13c), 밸브(V14c) 및 밸브(V15c)가 닫혀 있을 때에는, 복수의 전열 공간(DSN)(DS1, DS2, DS3)에는 가스 소스(GS)로부터 전열 가스가 공급된다.
- [0131] 또한, 밸브(V15a), 밸브(V15b) 및 밸브(V15c)가 열리고, 밸브(V11a), 밸브(V12a), 밸브(V13a), 밸브(V14a), 밸브(V11b), 밸브(V12b), 밸브(V13b), 밸브(V14b), 밸브(V11c), 밸브(V12c), 밸브(V13c) 및 밸브(V14c)가 닫혀 있을 때에는, 복수의 전열 공간(DSN)(DS1, DS2, DS3)은 배기 장치(VU)에 의해 감압된다.
- [0132] 이하, 도 2에 나타난 피가공물(W)에 대하여 플라즈마 처리 장치(100)를 이용하여 방법(MT)이 적용되는 경우에 관련하여, 방법(MT)의 설명을 행한다.
- [0133] 공정(ST1)에서는, 정전 척(120)의 온도가 후술하는 메인 예칭용으로 -30℃ 이하의 온도로 설정된다. 공정(ST1)에서는, 칠러 유닛(TU)과 유로(117f)의 사이에서 냉매가 순환되고, 복수의 전열 공간(DSN)과 칠러 유닛(TU)의 사이에서도 냉매가 순환된다. 구체적으로는, 밸브(V21), 밸브(V22), 밸브(V31a), 밸브(V32a), 밸브(V31b), 밸브(V32b), 밸브(V31c) 및 밸브(V32c)가 열리고, 배관계(PS)의 다른 밸브가 닫힌다. 공정(ST1)에서는, 복수의 히터(HN)는 OFF로 설정된다. 즉, 공정(ST1)에서는, 복수의 히터(HN)에 히터 전원(161)으로부터의 전력이 부여되지 않는다.
- [0134] 공정(ST2)에서는, 피가공물(W)이 챔버(112c) 내에 반입된다. 공정(ST2)에서는, 피가공물(W)이 정전 척(120) 상에 배치되고, 당해 정전 척(120)에 의해 유지된다.
- [0135] 공정(ST3)에서는, 가스 소스군(40)으로부터 챔버(112c)에 처리 가스가 공급된다. 또한, 챔버(112c)의 압력이 지정된 압력으로 배기 장치(150)에 의해 설정된다. 또한, 제 1 고주파 전원(62)으로부터 플라즈마의 생성을 위하여 제 1 고주파가 출력된다. 이에 의해, 챔버(112c) 내에 있어서 처리 가스의 플라즈마가 생성된다. 또한, 필요에 따라 제 2 고주파 전원(64)으로부터 스테이지(116)의 하부 전극에 제 2 고주파가 공급된다. 공정(ST3)에서는, 플라즈마로부터의 이온 및 라디칼 중 적어도 하나에 의해, 예칭 대상막(EF)이 예칭된다.
- [0136] 메인 예칭(ST31)에서는, 정전 척(120)의 온도가 -30℃ 이하의 온도로 설정된 상태에서, 처리 가스의 플라즈마로부터의 이온 및 라디칼 중 적어도 하나에 의해 예칭 대상막(EF)이 예칭된다. 메인 예칭(ST31)의 실행 중인 배관계(PS)의 복수의 밸브의 개폐 상태는, 공정(ST1)에 있어서의 배관계(PS)의 복수의 밸브의 개폐 상태와 동일할 수 있다.
- [0137] 오버 예칭(ST32)의 실행 중인 정전 척(120)의 온도는, 일례에 있어서는 -30℃보다 높고 0℃보다 낮은 온도로 설정된다. 또한, 오버 예칭(ST32)의 실행 시의 정전 척(120)의 온도는, -30℃보다 높고 0℃보다 낮은 온도로 한정되는 것은 아니다.
- [0138] 공정(ST4)에서는 정전 척(120)의 제전이 행해진다. 정전 척(120)의 제전에서는, 피가공물(W)을 정전 척(120)이 유지하고 있을 때에 당해 정전 척(120)의 흡착용 전극(125)에 인가되는 전압과는 반대 극성의 전압이 정전 척(120)의 흡착용 전극(125)에 인가된다.
- [0139] 공정(ST5)에서는, 정전 척(120)의 온도가 0℃ 이상의 온도로 상승된다. 공정(ST5)에서는, 밸브(V21), 밸브(V22), 밸브(V15a), 밸브(V15b), 밸브(V15c)가 열리고, 배관계(PS)의 다른 밸브가 닫힌다. 또한, 복수의 히터(HN)가 발열하도록, 당해 복수의 히터(HN)에 히터 전원(161)으로부터 전력이 부여된다. 공정(ST5)에서는, 복수의 전열 공간(DSN)이 배기 장치(VU)에 의해 감압된다. 따라서, 정전 척(120)과 냉각대(117)의 열 교환이 억제된다. 또한, 공정(ST5)에서는 복수의 히터(HN)가 발열한다. 그러므로, 공정(ST5)에서는 정전 척(120)의 승온에 필요한 시간이 단축된다.
- [0140] 공정(ST6)에서는, 챔버(112c)로부터 피가공물(W)이 반출된다. 공정(ST6)의 실행 중에는 정전 척(120)의 온도는 0℃ 이상의 온도로 유지된다. 또한, 공정(ST5)의 실행 후에 정전 척(120)의 온도를 0℃ 이상의 온도로 유지할 때에는, 배관계(PS)의 복수의 밸브의 개폐 상태는, 공정(ST5)에 있어서의 배관계(PS)의 복수의 밸브의 개폐 상태와 동일해도 된다. 혹은, 복수의 히터(HN)에 발열시키도록 당해 복수의 히터(HN)에 히터 전원(161)으로부터 전력이 부여되고, 복수의 전열 공간(DSN)(DS1, DS2, DS3) 및 유로(117f) 중 적어도 일방에 칠러 유닛(TU)으로부터 냉매가 공급된다. 유로(117f)에 칠러 유닛(TU)으로부터 냉매가 공급되고, 복수의 전열 공간(DSN)(DS1, DS2, DS3)에 가스 소스(GS)로부터 전열 가스가 공급되어도 된다.
- [0141] 공정(ST71)에서는, 터미 웨이퍼가 챔버(112c) 내에 반입되고, 정전 척(120)에 의해 유지된다.

공정(ST72)에서는, 클리닝 가스의 플라즈마가 챔버(112c) 내에 있어서 생성된다. 공정(ST72)에서는, 가스 소스군(40)으로부터 챔버(112c)에 클리닝 가스가 공급된다. 또한, 제 1 고주파 전원(62)으로부터의 제 1 고주파가, 플라즈마의 생성을 위하여 공급된다. 공정(ST73)에서는 정전 척(120)의 제전이 행해진다. 공정(ST74)에 있어서, 더미 웨이퍼가 챔버(112c)로부터 반출된다. 공정(ST75)에서는, 더미 웨이퍼 등 물체가 정전 척(120) 상에 배치되어 있지 않은 상태에서, 클리닝 가스의 플라즈마가 챔버(112c) 내에서 생성된다.

[0142] 공정(ST10)에서는, 공정(ST4)과 동일하게, 정전 척(120)의 제전이 행해진다. 공정(ST11)에서는, 공정(ST5)과 동일하게, 정전 척(120)의 온도가 상승된다. 공정(ST12)에서는, 피가공물(W)이 챔버(112c)로부터 반출된다.

부호의 설명

[0143] 10 : 플라즈마 처리 장치

12 : 챔버 본체

16 : 스테이지

18 : 하부 전극

18f : 유로

20 : 정전 척

24 : 온도 조정 기구

24a : 제 1 온도 조절기

24b : 제 2 온도 조절기

40 : 가스 소스군

50 : 배기 장치

62 : 제 1 고주파 전원

64 : 제 2 고주파 전원

100 : 플라즈마 처리 장치

112 : 챔버 본체

112c : 챔버

116 : 스테이지

117 : 냉각대

117f : 유로

120 : 정전 척

150 : 배기 장치

HN, 156, 157, 158 : 히터

161 : 히터 전원

DSN, DS1, DS2, DS3 : 전열 공간

GS : 가스 소스

TU : 칠러 유닛

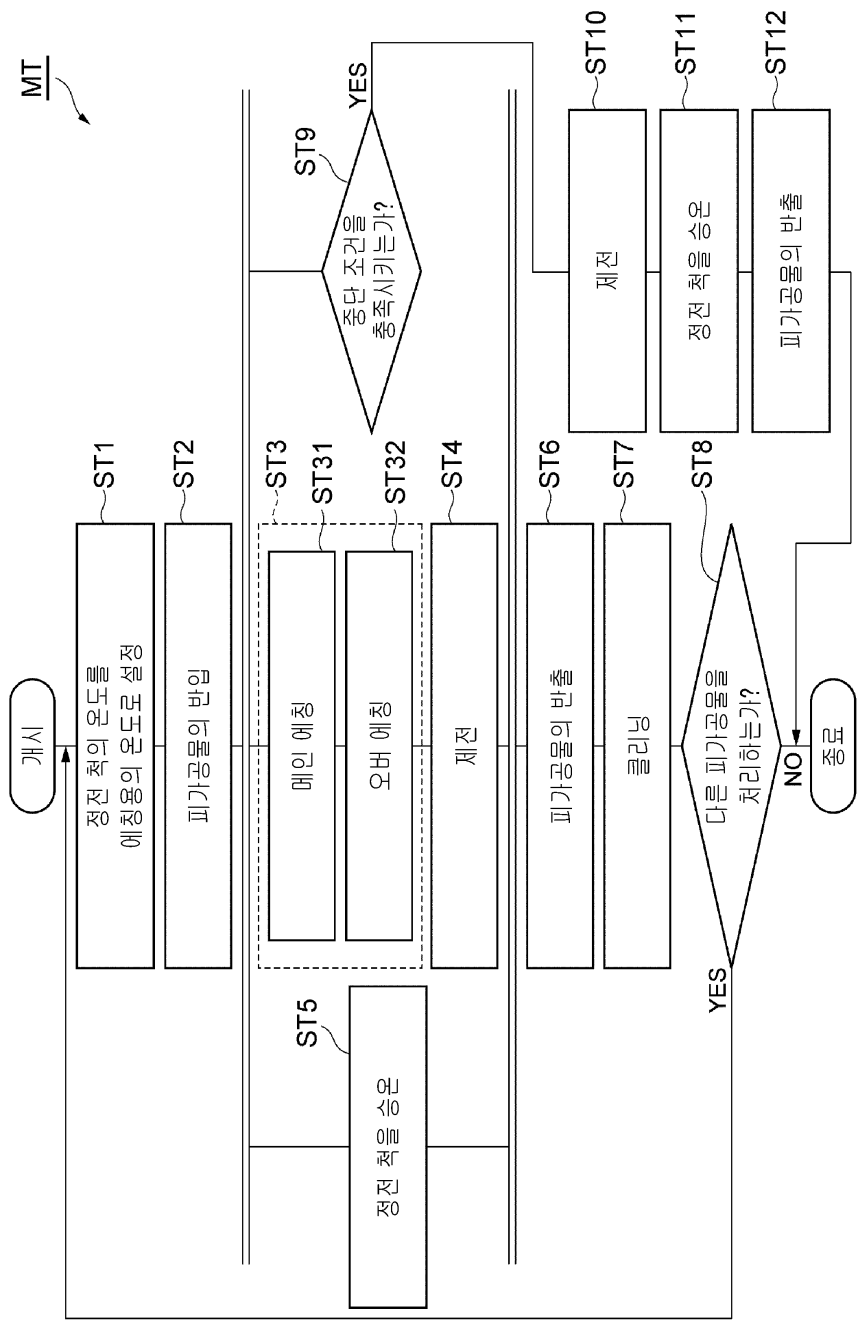
VU : 배기 장치

W : 피가공물

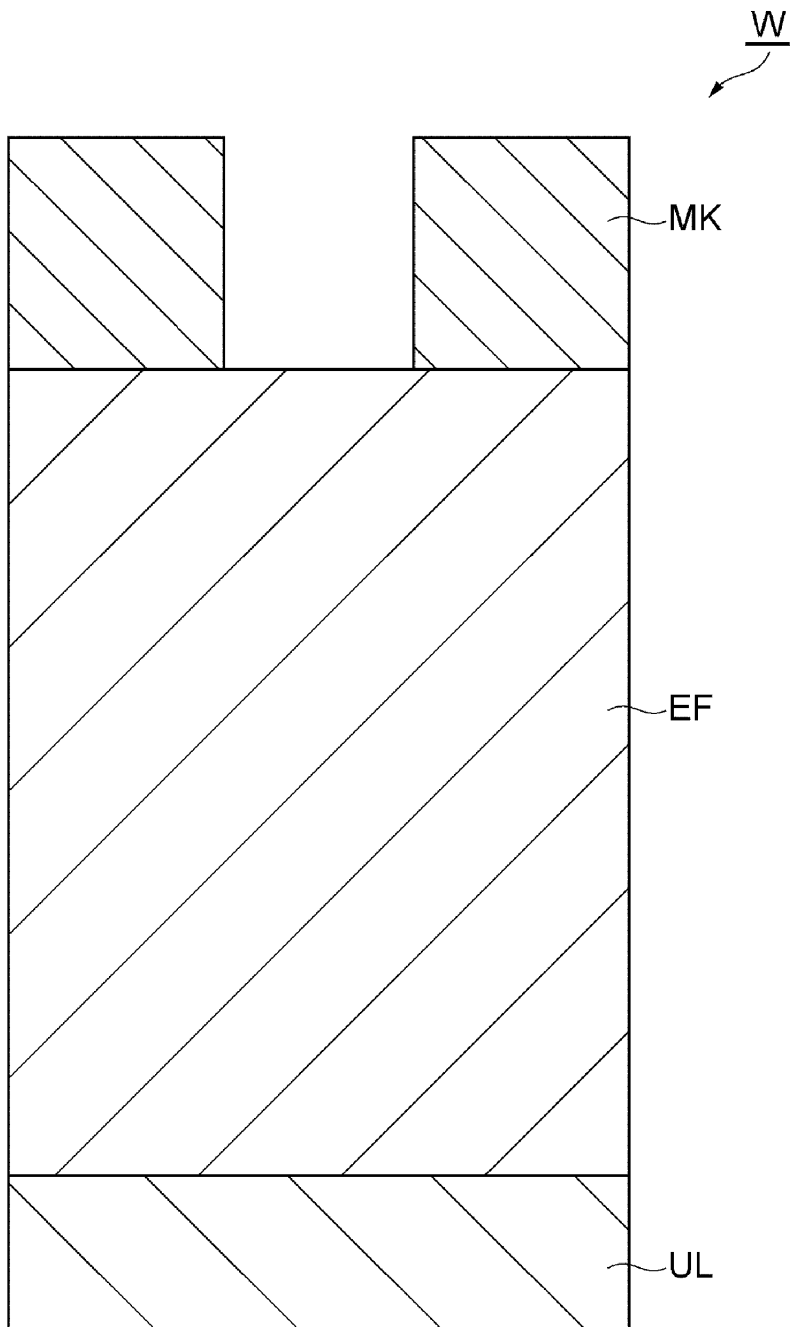
EF : 에칭 대상막

도면

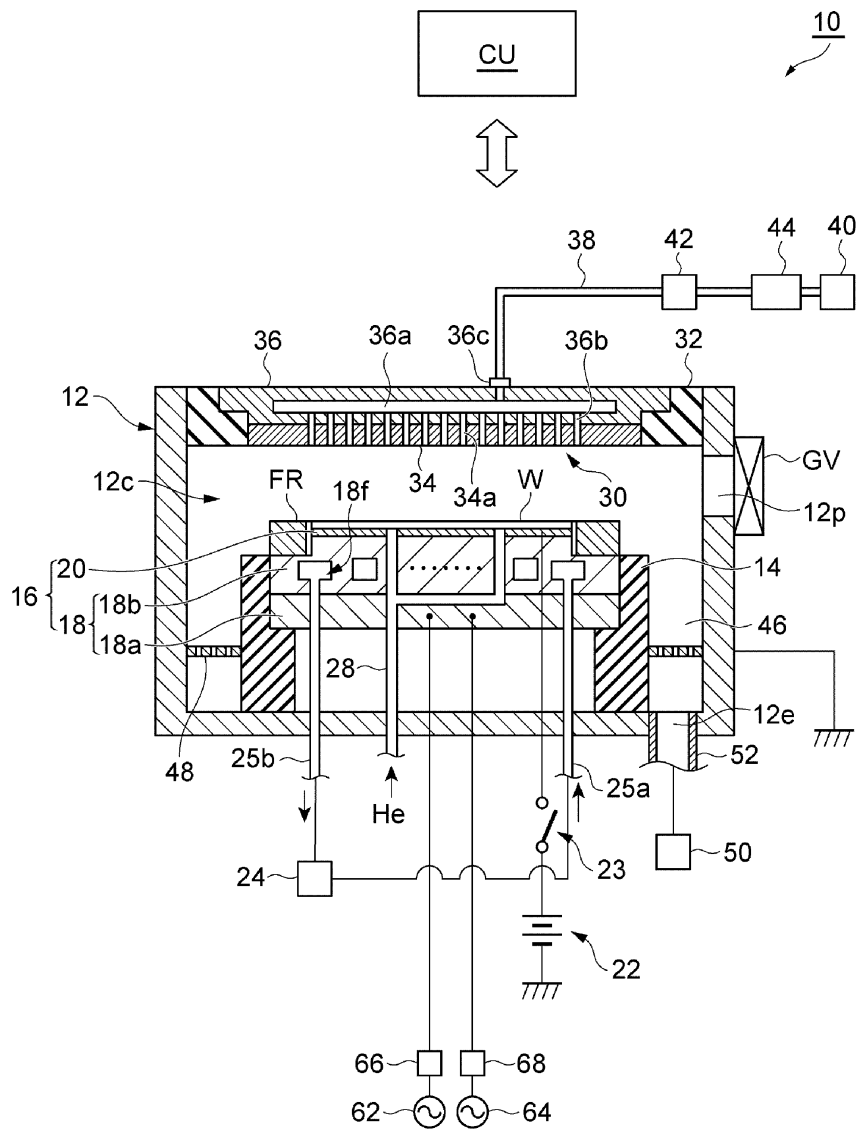
도면1



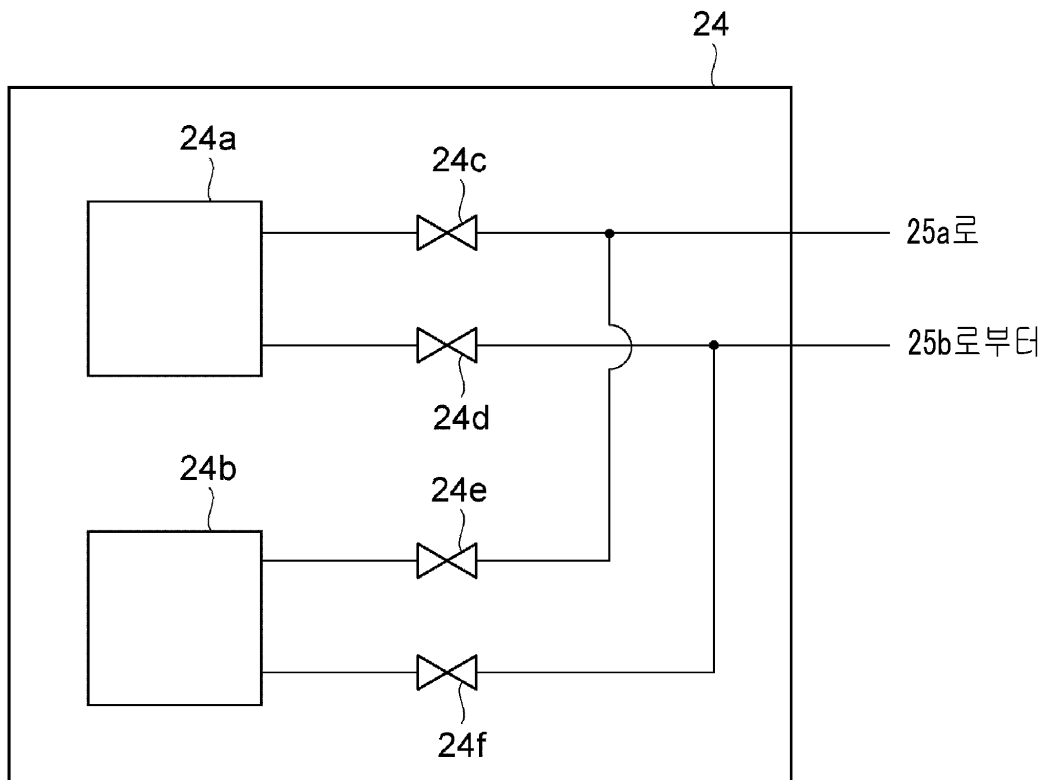
도면2



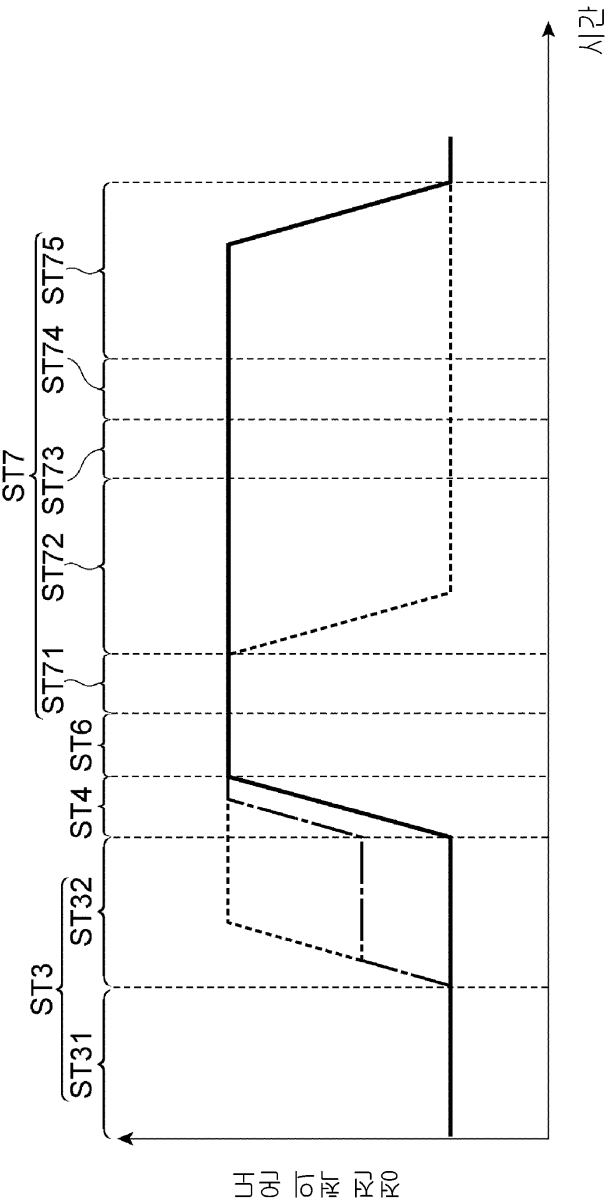
도면3



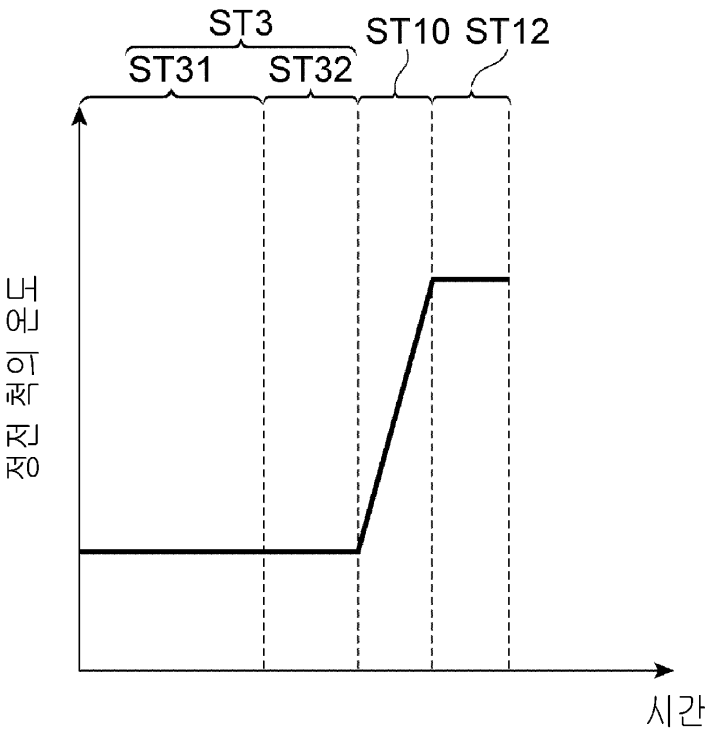
도면4



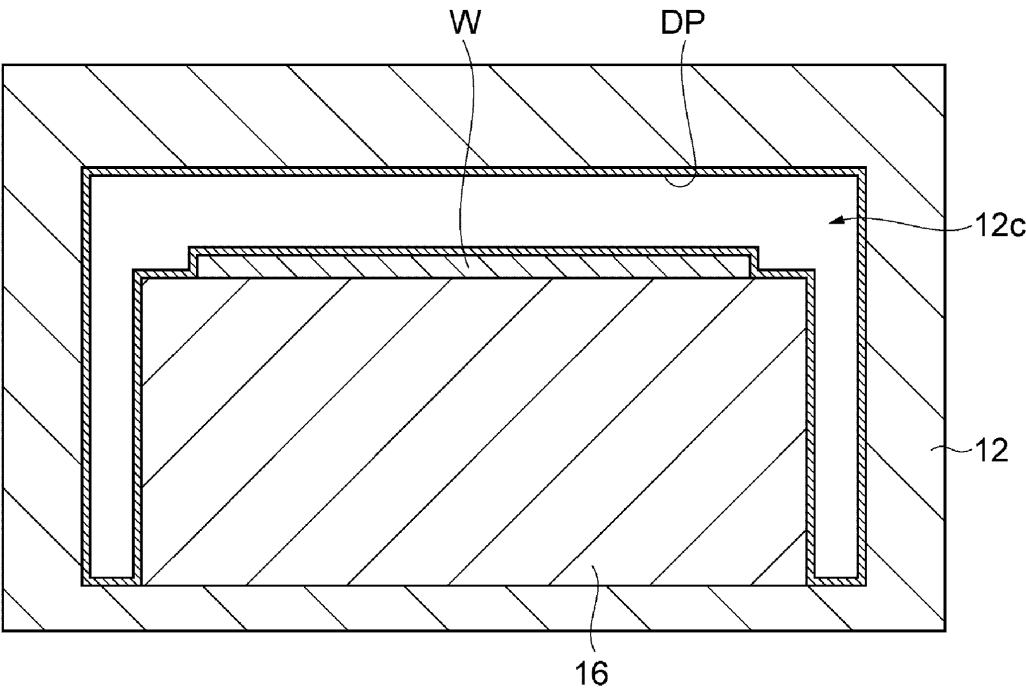
도면5



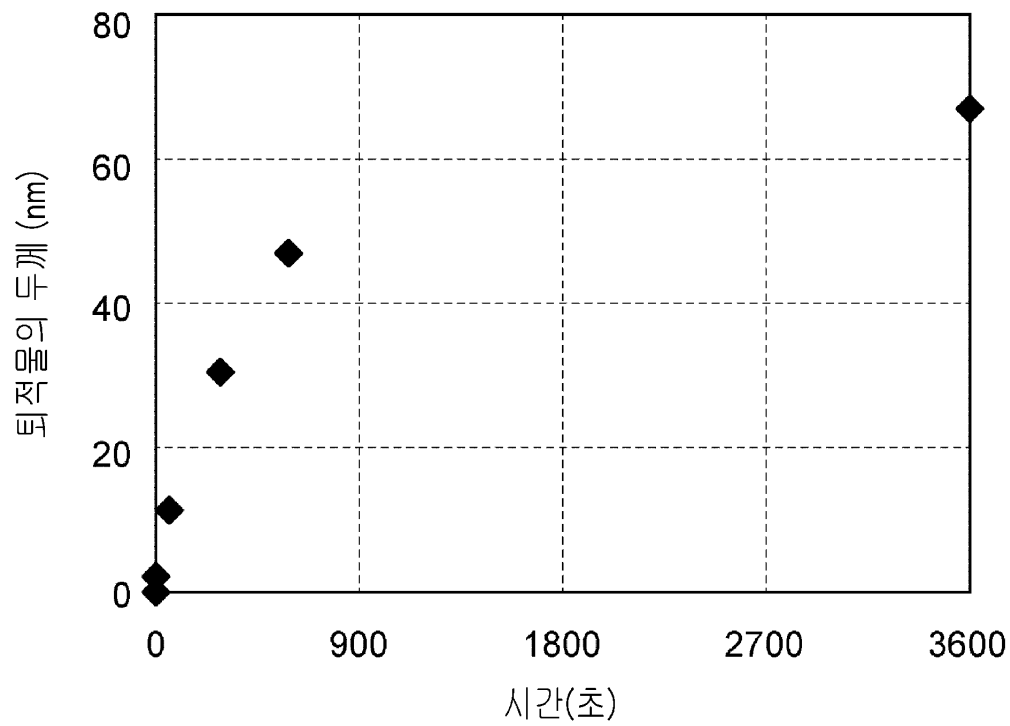
도면6



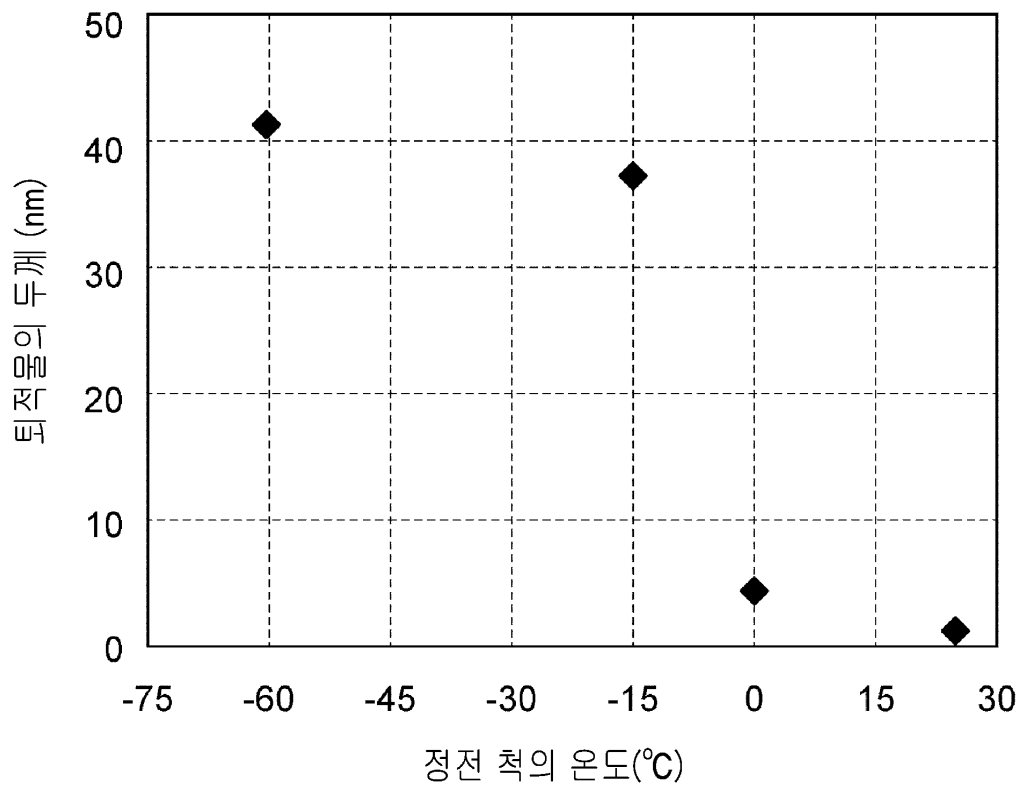
도면7



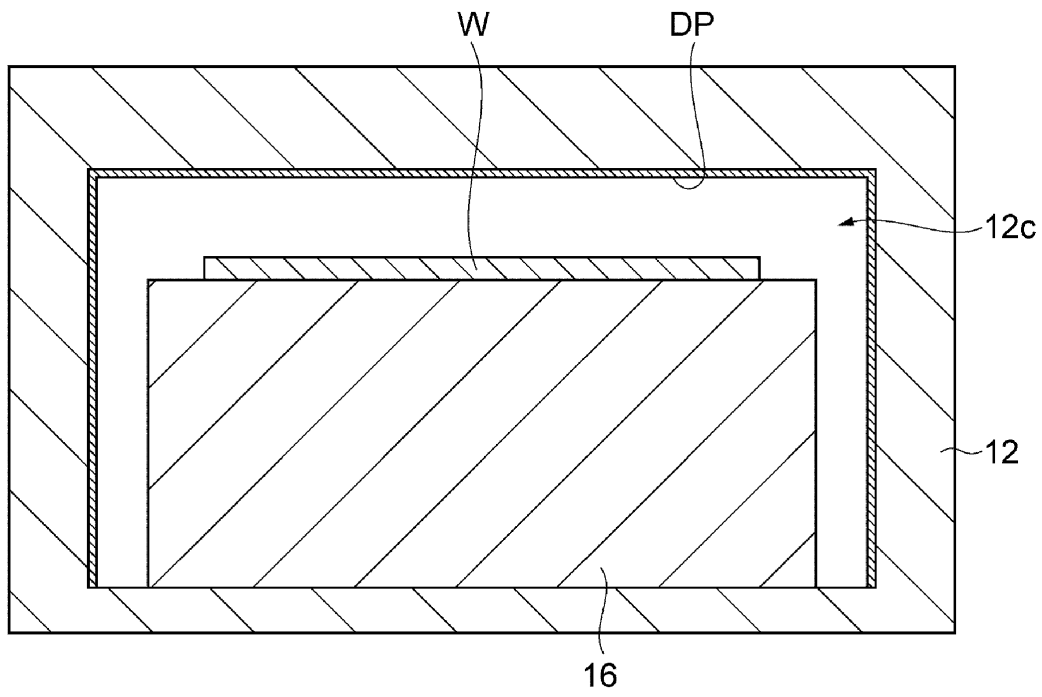
도면8



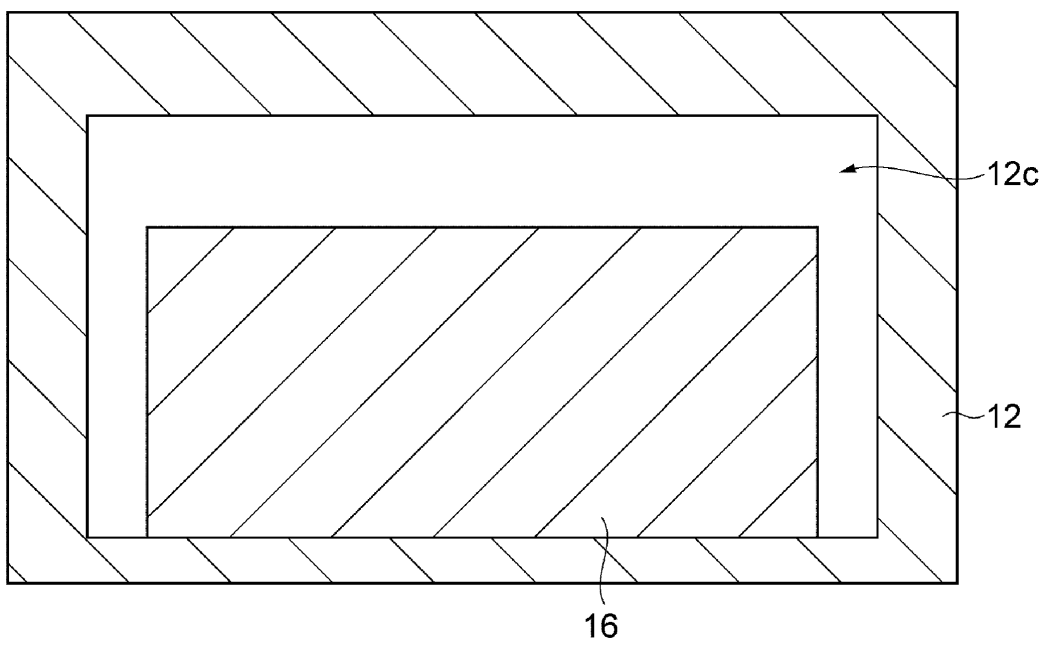
도면9



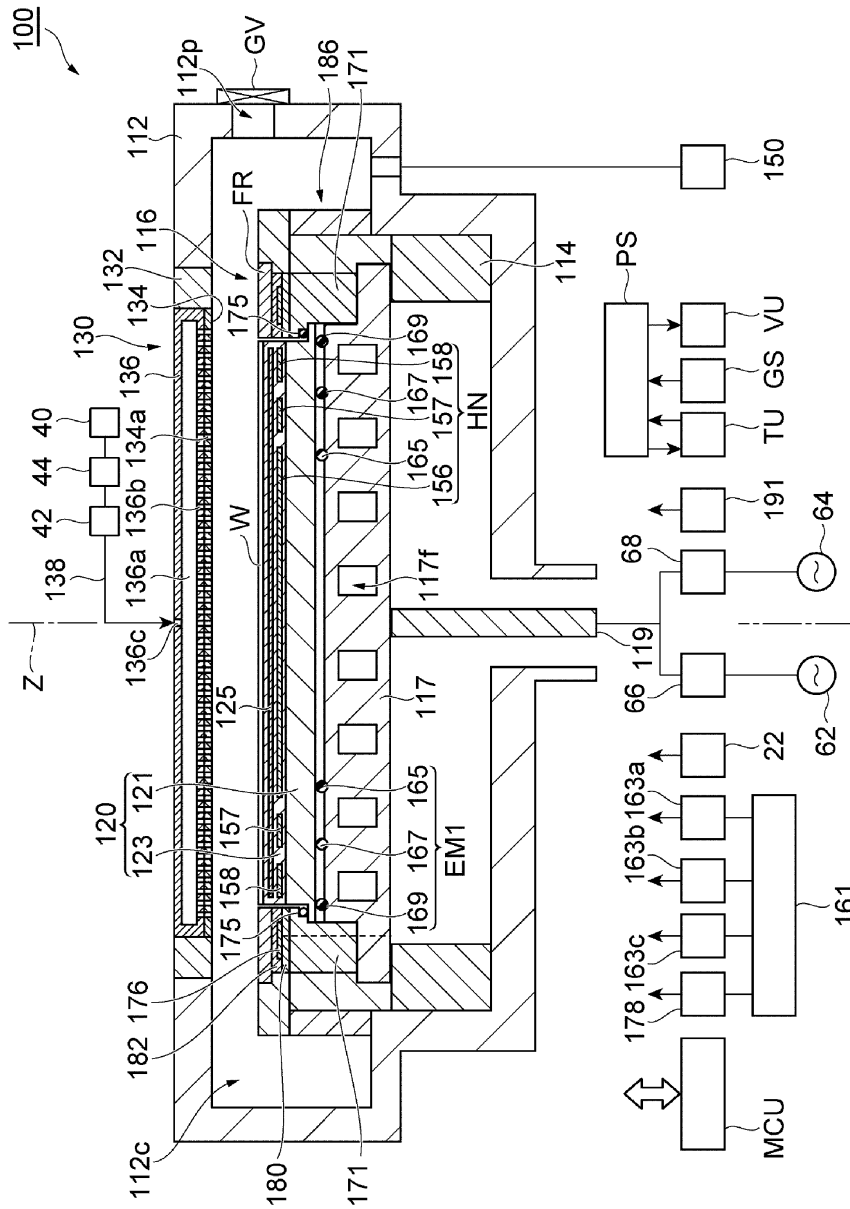
도면10



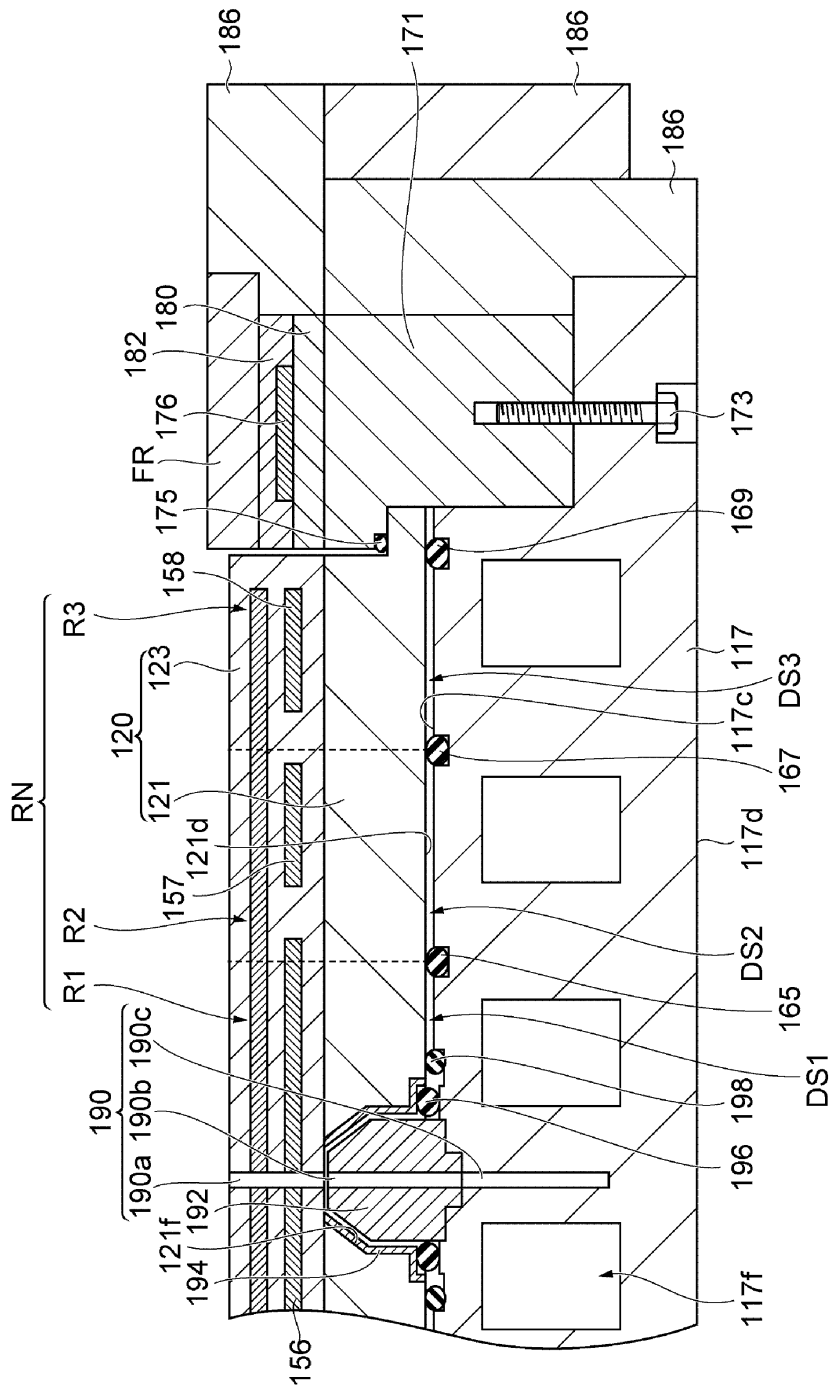
도면11



도면12



도면14



도면15

