



등록특허 10-2037844



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월27일
(11) 등록번호 10-2037844
(24) 등록일자 2019년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/302 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0026254
(22) 출원일자 2013년03월12일
 심사청구일자 2018년02월12일
(65) 공개번호 10-2014-0112638
(43) 공개일자 2014년09월24일
(56) 선행기술조사문현
JP2004335675 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
 조용진
 경기 화성시 동탄중앙로 51, 624동 2002호 (반송
 동, 동탄나루마을한화꿈에그린아파트)
 고용선
 경기도 수원시 권선구 동수원로145번길 74 105동
 702호 (권선동, 수원아이파크시티1단지아파트)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
 특허법인 고려

심사관 : 박종민

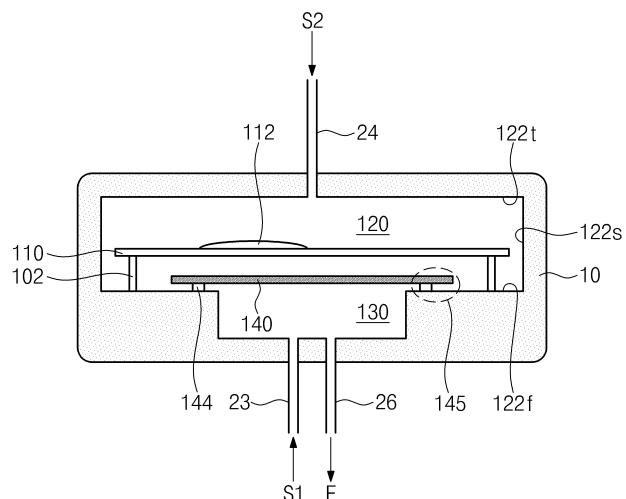
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 초임계 유체를 이용하는 기판 처리 장치, 이를 포함하는 기판 처리 시스템, 및 기판 처리 방법

(57) 요 약

기판 처리 시스템이 개시된다. 상기 기판 처리 시스템은 초임계 유체로써 기판을 처리하는 처리 장치와, 그리고 상기 초임계 유체를 상기 처리 장치로 공급하는 공급 장치를 포함한다. 상기 처리 장치는 성기 초임계 유체에 의해 상기 기판을 처리하는 초임계 공정 영역과, 그리고 상기 초임계 유체가 팽창된 후 상기 초임계 공정 영역으로 제공되어 상기 초임계 공정 영역을 초임계 상태로 조성하는 전초임계 공정 영역을 포함한다.

대 표 도 - 도1b



(72) 발명자

김경섭

경기 수원시 장안구 천천로22번길 34, 511동 1304
호 (정자동, 백설마을삼환나우빌아파트)

김광수

서울 강동구 양재대로 1340, 201동 102호 (둔촌동,
주공아파트)

김석훈

경기도 성남시 수정구 수정로306번길 15 101호 (신
수동, 삼남아파트)

오정민

인천 남동구 담방서로17번길 21, 105동 1004호 (만
수동, 이삭아파트)

이근택

경기 수원시 팔달구 효원로307번길 97, 꿈에그린효
원 101동 402호 (인계동)

장원호

경기 용인시 기흥구 한보라2로28번길 3-15, 101호
(보라동)

전용명

경기 화성시 병점2로 102, 206동 501호 (병점동,
신창비바훼밀리2차)

(56) 선행기술조사문헌

JP2013033962 A

US20060174829 A1

US20110000507 A1

US20130145640 A1

명세서

청구범위

청구항 1

공정 챔버를 포함하되, 상기 공정 챔버는 그 바닥부의 일부가 함몰된 함몰 영역을 포함하고,

상기 공정 챔버는:

상기 함몰 영역 내에 제공되고, 초임계 유체를 제공받는 전초임계 공정 영역;

상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 유체를 주고 받으며, 상기 초임계 유체를 이용하여 기판을 처리할 수 있는 초임계 공정 영역; 및

상기 전초임계 공정 영역을 덮는 블록킹 플레이트를 포함하고,

상기 전초임계 공정 영역은 상기 초임계 유체가 상기 초임계 공정 영역으로 제공되기 이전에 팽창되도록 구성되고,

상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역은 상기 블록킹 플레이트에 의해 서로 구획되고,

상기 전초임계 공정 영역의 체적은 상기 초임계 공정 영역의 체적의 5% 내지 20%인 기판 처리 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 초임계 공정 영역의 상면과 상기 초임계 공정 영역의 바닥면 사이의 수직 거리는 상기 초임계 공정 영역의 상기 바닥면과 상기 함몰 영역의 바닥면 사이의 수직 거리보다 큰 기판 처리 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

통로가 상기 블록킹 플레이트와 상기 초임계 공정 영역의 바닥면 사이에 배치되고,

상기 통로의 수직 거리는 상기 블록킹 플레이트와 상기 초임계 공정 영역의 상기 바닥면 사이의 거리로 정의되고,

상기 통로의 상기 수직 거리는 상기 초임계 공정 영역의 높이와 상기 전초임계 공정 영역의 높이의 합의 0.1% 내지 20%인 기판 처리 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

통로가 상기 블록킹 플레이트와 상기 초임계 공정 영역의 바닥면 사이에 배치되고,

상기 통로의 수직 거리는 상기 블록킹 플레이트와 상기 초임계 공정 영역의 상기 바닥면 사이의 거리로 정의되고,

상기 통로의 상기 수직 거리는 상기 초임계 공정 영역의 높이와 상기 전초임계 공정 영역의 높이의 합의 1% 내지 10%인 기판 처리 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 초임계 유체에 함유된 불순물은 상기 초임계 유체가 팽창하는 동안 응축되거나 증착되어 상기 전초임계 공정 영역 내에 한정되는 기판 처리 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 초임계 유체에 함유된 불순물은 상기 전초임계 공정 영역을 정의하는 벽에 부착되는 기판 처리 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 블록킹 플레이트는 평면상 원형인 기판 처리 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역 사이에 계단 영역이 정의되는 기판 처리 장치.

청구항 9

공정 챔버를 포함하되, 상기 공정 챔버는 그 바닥부의 일부가 함몰된 함몰 영역을 포함하고,

상기 공정 챔버는:

상기 함몰 영역 내에 제공되고, 초임계 유체를 제공받는 전초임계 공정 영역;

상기 전초임계 공정 영역을 통해 상기 초임계 유체를 제공받는 초임계 공정 영역; 및

상기 전초임계 공정 영역을 덮는 블로킹 플레이트를 포함하고,

상기 초임계 공정 영역은 기판을 처리하며,

상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역은 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역 사이에 배치된 하나 혹은 그 이상의 통로들에 의해 서로 구획되며,

상기 통로들은 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역 사이에서의 유체 전달을 제공하고,

상기 통로들의 각각의 수직 거리는 상기 블로킹 플레이트와 상기 초임계 공정 영역의 바닥면 사이의 거리로 정의되고, 상기 통로들의 각각의 상기 수직 거리는 상기 초임계 공정 영역의 높이와 상기 전초임계 공정 영역의 높이의 합의 0.1% 내지 20%인 기판 처리 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 전초임계 공정 영역은 상기 초임계 공정 영역에 비해 작은 체적을 갖는 기판 처리 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 전초임계 공정 영역의 체적은 상기 초임계 공정 영역의 체적의 5% 내지 20%인 기판 처리 장치.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 통로들의 각각의 상기 수직 거리는 상기 초임계 공정 영역의 높이와 상기 전초임계 공정 영역의 높이의 합의 1% 내지 10%인 기판 처리 장치

청구항 13

기판을 처리하는 장치; 및

초임계 유체의 상기 처리 장치로의 제1 및 제2 공급들을 제공하는 공급 장치를 포함하고,

상기 처리 장치는 공정 챔버를 포함하되, 상기 공정 챔버는 그 바닥부의 일부가 함몰된 함몰 영역을 포함하고,
상기 공정 챔버는:

상기 함몰 영역 내에 제공되고 상기 초임계 유체의 제1 공급을 제공받는 전초임계 공정 영역;

상기 초임계 유체의 제2 공급을 제공받는 초임계 공정 영역; 및

상기 전초임계 공정 영역을 덮는 블로킹 플레이트를 포함하고,

상기 초임계 공정 영역은 상기 기판을 처리하며,

상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역은 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역 사이에 배치된 하나 혹은 그 이상의 통로들에 의해 서로 구획되며, 상기 통로들은 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역 사이에서의 유체 전달을 제공하고,

상기 전초임계 공정 영역은 상기 초임계 공정 영역에 비해 작은 체적을 갖는 기판 처리 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 공급 장치는 상기 초임계 유체의 제1 공급을 제공한 후 상기 초임계 유체의 제2 공급을 제공하는 기판 처리 시스템.

청구항 15

제13항에 있어서,

응축기와 펌프를 더 포함하고,

상기 응축기는 상기 펌프의 전단에 설치되고,

상기 초임계 유체는 상기 응축기와 상기 펌프를 통과하는 기판 처리 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 초임계 유체의 제1 공급은 상기 초임계 공정 영역을 초임계 상태로 조성하고,

상기 공급 장치는 상기 초임계 상태로 조성된 상기 초임계 공정 영역으로 상기 초임계 유체의 제2 공급을 제공하는 기판 처리 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 초임계 유체의 제1 공급은 제1 공급관을 통해 제공되고, 상기 초임계 유체의 제2 공급은 제2 공급관을 통해 제공되는 기판 처리 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제1 및 제2 공급관들 중의 하나는 상기 처리 장치로부터 불순물이나 파티클을 배출하는 배출관으로 더 사용되는 기판 처리 시스템.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 제1 공급관은 상기 전초임계 공정 영역에 연결된 기판 처리 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 전초임계 공정 영역과 연결된 배출관을 더 포함하는 기판 처리 시스템.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기판 처리에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 초임계 공정을 진행할 수 있는 기판 처리 장치, 이를 포함하는 기판 처리 시스템, 및 기판 처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초임계 유체란 뚜렷한 액체 및 기체 상태들이 존재하지 않는 임계점보다 높은 온도와 압력하에 있는 임의의 물질이다. 따라서, 초임계 유체는 액체와 기체의 특성을 가지고 있다. 이러한 초임계 유체를 이용하여 기판 건조,

세정, 식각 등과 같은 초임계 공정을 반도체 산업에 적용하면 여러가지 장점이 있다고 알려져 있다. 고압의 초임계 유체는 공정챔버로 제공될 때 급격히 팽창하게 되는데 이때 온도와 용해도가 하락하여 초임계 유체에 함유된 미량의 불순물이 예기치 않게 응결되거나 증착될 수 있다. 이러한 응결되거나 증착된 불순물은 기판을 채오염시킬 수 있다. 따라서 초임계 공정시 파티클 관리의 중요성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003]

본 발명은 종래 기술에서 상술한 종래 기술에서 요구되는 필요성에 부응하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 파티클이나 오염물 발생을 실질적으로 억제하거나 최소화할 수 있는 초임계 유체를 이용하는 기판 처리 장치, 이를 포함하는 기판 처리 시스템, 및 기판 처리 방법을 제공함에 있다.

[0004]

본 발명의 다른 목적은 초임계 공정 능력을 향상시킬 수 있는 기판 처리 장치, 이를 포함하는 기판 처리 시스템, 및 기판 처리 방법을 제공함에 있다.

[0005]

본 발명의 또 다른 목적은 초임계 유체의 특성 하락없이 초임계 공정을 실시할 수 있는 기판 처리 장치, 이를 포함하는 기판 처리 시스템, 및 기판 처리 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0006]

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 기판 처리 장치, 시스템, 및 방법은 초임계 공정이 진행되기 이전에 챔버 환경을 초임계 상태로 조성하는 것을 일 특징으로 한다. 본 발명은 챔버를 초임계 공정 영역 이외에 초임계 유체로부터 발생된 파티클을 모을 수 있는 구조로 개선시킨 것을 다른 특징으로 한다. 본 발명은 초임계 유체를 초임계 공정 이전에 전팽창(pre-expansion)시켜 온도 하락에 따른 응결된 불순물을 의도적으로 발생시키는 것을 또 다른 특징으로 한다. 본 발명은 응결된 불순물을 초임계 유체의 배출시 함께 배출되도록 하여 챔버를 청결 상태로 유지할 수 있는 것을 또 다른 특징으로 한다.

[0007]

본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 장치는: 초임계 유체를 제공받는 전초임계 공정 영역; 그리고 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 유체를 주고 받으며, 상기 초임계 유체를 이용하여 기판을 처리할 수 있는 초임계 공정 영역을 포함하고, 상기 전초임계 공정 영역은 상기 초임계 유체가 상기 초임계 공정 영역으로 제공되기 이전에 팽창되도록 구성되고, 그리고 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역은 서로 구획될 수 있다.

[0008]

일 실시예의 장치에 있어서, 상기 초임계 유체에 함유된 불순물은 상기 초임계 유체가 팽창하는 동안 응축되거나 증착되어 상기 전초임계 공정 영역 내에 한정될 수 있다.

[0009]

일 실시예의 장치에 있어서, 상기 초임계 유체에 함유된 불순물은 상기 전초임계 공정 영역을 정의하는 벽에 부착될 수 있다.

[0010]

일 실시예의 장치에 있어서, 상기 장치는 공정챔버를 포함하고, 상기 공정챔버의 바닥면이 함몰되어 상기 전초임계 공정 영역이 정의될 수 있다.

[0011]

일 실시예의 장치에 있어서, 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역은 블록킹 플레이트에 의해 물리적으로 구획될 수 있다.

[0012]

일 실시예의 장치에 있어서, 상기 블록킹 플레이트는 평면상 원형일 수 있다.

[0013]

일 실시예의 장치에 있어서, 상기 블록킹 플레이트의 외주면을 따라 배치되어 상기 블록킹 플레이트를 상기 전초임계 공정 영역의 바닥면으로부터 이격시켜 지지하는 서로 이격된 지지부들을 더 포함할 수 있다.

[0014]

일 실시예의 장치에 있어서, 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역 사이에 계단 영역이 정의되고, 상기 지지부들은 상기 계단 영역 내에 배치될 수 있다.

[0015]

일 실시예의 장치에 있어서, 하나 혹은 그 이상의 통로들이 상기 블록킹 플레이트와, 상기 전초임계 공정 영역과, 그리고 상기 지지부들에 의해 정의될 수 있다.

[0016]

본 발명의 다른 실시예에 따른 기판 처리 장치는: 초임계 유체를 제공받는 전초임계 공정 영역; 그리고 상기 전초임계 공정 영역을 통해 상기 초임계 유체를 제공받는 초임계 공정 영역을 포함하고, 상기 초임계 공정 영역은 기판을 처리하며, 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역은 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계

공정 영역 사이에 배치된 하나 혹은 그 이상의 통로들에 의해 서로 구획되며, 상기 통로들은 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역 사이에서의 유체 전달을 제공할 수 있다.

[0017] 다른 실시예의 장치에 있어서, 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역 사이에 배치된 블록킹 플레이트를 더 포함하고, 상기 블록킹 플레이트는 상기 전초임계 공정 영역을 덮을 수 있다.

[0018] 다른 실시예의 장치에 있어서, 상기 전초임계 공정 영역은 상기 초임계 공정 영역에 비해 작은 체적을 가질 수 있다.

[0019] 다른 실시예의 장치에 있어서, 상기 전초임계 공정 영역은 상기 초임계 공정 영역의 측벽을 둘러싸는 령 형태를 가질 수 있다.

[0020] 본 발명이 일 실시예에 따른 기판 처리 시스템은: 기판을 처리하는 장치; 및 초임계 유체의 상기 처리 장치로의 제1 및 제2 공급들을 제공하는 공급 장치를 포함하고, 상기 처리 장치는: 상기 초임계 유체의 제1 공급을 제공 받는 전초임계 공정 영역; 및 상기 초임계 유체의 제2 공급을 제공하는 초임계 공정 영역을 포함하고, 상기 초임계 공정 영역은 상기 기판을 처리하며, 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역은 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역 사이에 배치된 하나 혹은 그 이상의 통로들에 의해 서로 구획되며, 상기 통로들은 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역 사이에서의 유체 전달을 제공할 수 있다.

[0021] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 공급 장치는 상기 초임계 유체의 제1 공급을 제공한 후 상기 초임계 유체의 제2 공급을 제공할 수 있다.

[0022] 일 실시예의 시스템에 있어서, 응축기와 펌프를 더 포함하고, 상기 응축기는 상기 펌프의 전단에 설치되고, 상기 초임계 유체는 상기 응축기와 상기 펌프를 통과할 수 있다.

[0023] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 초임계 유체의 제1 공급은 상기 초임계 공정 영역을 초임계 상태로 조성하고, 상기 공급 장치는 상기 초임계 상태로 조성된 상기 초임계 공정 영역으로 상기 초임계 유체의 제2 공급을 제공할 수 있다.

[0024] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 초임계 유체의 제1 공급은 제1 공급관을 통해 제공되고, 상기 초임계 유체의 제2 공급은 제2 공급관을 통해 제공될 수 있다.

[0025] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 제1 및 제2 공급관들 중의 하나는 상기 처리 장치로부터 불순물이나 파티클을 배출하는 배출관으로 더 사용될 수 있다.

[0026] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 제1 공급관은 상기 전초임계 공정 영역에 연결될 수 있다.

[0027] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 전초임계 공정 영역과 연결된 배출관을 더 포함할 수 있다.

[0028] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 제2 공급관은 상기 초임계 공정 영역과 연결될 수 있다.

[0029] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 공급 장치는 상기 처리 장치로의 상기 초임계 유체의 제1 및 제2 공급들을 별개로 제공할 수 있다.

[0030] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 공급 장치는 상기 처리 장치로의 상기 초임계 유체의 제1 및 제2 공급들을 연속적으로 제공할 수 있다.

[0031] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 초임계 공정 영역은: 대향하는 상면과 하면; 그리고 상기 상면과 상기 하면 사이를 잇는 측벽을 포함할 수 있다.

[0032] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 초임계 공정 영역의 상기 상면과 상기 하면 그리고 상기 측벽 중 하나 혹은 그 이상의 일부는 리세스되어 상기 전초임계 공정 영역을 정의할 수 있다.

[0033] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역을 갖는 공정챔버; 상기 하면 상에 배치된 복수개의 지지부들; 그리고 상기 지지부들 상에 배치되고 상기 하면으로부터 이격된 블록킹 플레이트들 더 포함하고, 상기 블록킹 플레이트는 상기 공정챔버의 내부 영역을 상기 전초임계 공정 영역과 상기 초임계 공정 영역으로 구획할 수 있다.

[0034] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 초임계 공정 영역의 하면은 아래로 기울어져 상기 전초임계 공정 영역을 형성할 수 있다.

[0035] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 전초임계 공정 영역은 상기 하면으로부터 위로 신장된 측벽을 포함할 수 있

다.

- [0036] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 전초임계 공정 영역의 위를 향해 신장된 측벽은 경사져 상기 초임계 공정 영역을 형성할 수 있다.
- [0037] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 전초임계 공정 영역은 상기 초임계 공정 영역의 측벽을 둘러쌀 수 있다.
- [0038] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 초임계 공정 영역의 하면의 일부는 리세스되어 상기 전초임계 공정 영역을 정의하고; 상기 전초임계 공정 영역의 폭은 상기 초임계 공정 영역을 향해 점진적으로 줄어들고; 그리고 상기 전초임계 공정 영역은 상기 초임계 공정 영역쪽으로 개방된 통로를 포함할 수 있다.
- [0039] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 처리 장치는: 상기 초임계 공정 영역을 갖는 공정챔버; 그리고 상기 전초임계 공정 영역을 가지며 상기 공정챔버와 이격된 팽창챔버를 포함할 수 있다.
- [0040] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 팽창챔버에 연결되어 상기 공급장치로부터 상기 전초임계 공정 영역으로 상기 초임계 유체를 제공하는 제1 공급관; 상기 공정챔버에 연결되어 상기 공급 장치로부터 상기 초임계 공정 영역으로 상기 초임계 유체를 제공하는 제2 공급관; 상기 공정챔버와 상기 팽창챔버 사이에 배치되어 상기 초임계 유체의 이동 및 오염된 초임계 유체의 이동을 안내하는 중간관; 및 상기 팽창챔버에 연결되어 상기 처리 장치로부터 상기 오염된 초임계 유체를 배출시키는 배출관을 더 포함할 수 있다.
- [0041] 일 실시예의 시스템에 있어서, 상기 공급 장치와 상기 처리 장치 사이에 배치된 버퍼탱크; 상기 공급 장치와 상기 처리 장치 사이에 배치된 공용매 저장탱크; 상기 처리 장치로부터 배출된 초임계 유체를 저장하는 회수탱크; 및 상기 처리 장치로부터 배출되는 오염물이 함유된 초임계 유체를 오염물이 제거된 액상 유체로 재생하는 재생 장치 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0042] 본 발명이 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템은: 초임계 유체를 저장하는 공급 장치; 및 상기 초임계 유체가 1차 제공되는 제1 영역과 상기 초임계 유체가 2차 제공되는 제2 영역을 갖는 처리 장치를 포함하고, 상기 제1 영역은 상기 1차 제공된 초임계 유체를 팽창시켜 상기 1차 제공된 초임계 유체의 불순물을 필터링하고, 상기 필터링된 초임계 유체는 상기 제2 영역으로 제공되어 상기 제2 영역을 초임계 상태로 조성하고; 그리고 상기 초임계 상태의 제2 영역에서 상기 2차 제공된 초임계 유체에 의해 기판이 처리될 수 있다.
- [0043] 다른 실시예의 시스템에 있어서, 상기 제1 영역은 상기 1차 제공된 초임계 유체의 1차 팽창을 위한 제1 체적을 갖고; 상기 제2 영역은 상기 2차 제공된 초임계 유체의 2차 팽창을 위한 제2 체적을 가지며; 상기 제2 체적은 상기 제1 체적에 비해 클 수 있다.
- [0044] 다른 실시예의 시스템에 있어서, 상기 제1 체적은 상기 제2 체적은 0.1 내지 20%일 수 있다.
- [0045] 다른 실시예의 시스템에 있어서, 상기 처리 장치는 상기 제2 영역을 갖는 공정챔버를 포함하고, 상기 제1 영역은 상기 공정챔버의 내부 영역의 일부를 차지할 수 있다.
- [0046] 다른 실시예의 시스템에 있어서, 상기 공급 장치에 연결되어 상기 공정챔버로 상기 초임계 유체를 공급하는 메인 공급관과; 그리고 상기 메인 공급관으로부터 분기되어 상기 공정챔버에 연결된 제1 공급관과 제2 공급관을 더 포함할 수 있다.
- [0047] 다른 실시예의 시스템에 있어서, 상기 기판을 처리한 이후의 오염된 2차 제공된 초임계 유체는 상기 제1 영역을 통과하여 상기 처리 장치로부터 배출되고; 그리고 응축된 불순물은 상기 오염된 2차 제공된 초임계 유체를 따라 상기 제1 영역으로부터 배출될 수 있다.
- [0048] 다른 실시예의 시스템에 있어서, 상기 오염된 2차 제공된 초임계 유체가 상기 제1 영역으로부터 배출되는 배출 경로는 상기 1차 제공되는 초임계 유체가 상기 제1 영역으로 공급되는 공급 경로와 상이할 수 있다.
- [0049] 다른 실시예의 시스템에 있어서, 상기 1차 제공되는 초임계 유체는 상기 2차 제공되는 초임계 유체와 동일한 물질로 이루어질 수 있다.
- [0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 방법은: 초임계 공정 영역과 유체를 주고 받는 전초임계 공정을 가지며, 상기 초임계 공정 영역과 상기 전초임계 공정 영역이 서로 구획된 기판 처리 장치에서 기판을 처리하는 방법을 포함하고, 상기 방법은: 상기 전초임계 공정 영역으로 초임계 유체를 제공하고; 그리고 상기 초임계 유체를 이용하여 상기 초임계 공정 영역에서 상기 기판을 처리하는 것을 포함하고, 상기 초임계 유체를 제공하는 것은 상기 초임계 유체를 팽창시켜 상기 전초임계 공정 영역 내에서 불순물을 응축하거나 증착하는 것을 포함하고, 상

기 팽창은 실질적으로 상기 전초임계 공정 영역에 한정될 수 있다.

[0051] 일 실시예의 방법에 있어서, 상기 초임계 유체를 제1 공급관을 통해 상기 전초임계 공정 영역으로 공급하고; 그리고 상기 초임계 유체를 상기 제1 공급관을 통해 혹은 제2 공급관을 통해 초임계 상태에 있는 상기 처리 장치의 초임계 공정 영역으로 공급하는 것을 더 포함할 수 있다.

[0052] 일 실시예의 방법에 있어서, 상기 초임계 유체에 함유된 불순물의 상당량은 상기 전초임계 공정 영역에서 트랩될 수 있다.

[0053] 일 실시예의 방법에 있어서, 상기 초임계 유체에 함유된 불순물은 상기 팽창하는 동안에 응축되거나 증착되어 상기 전초임계 공정 영역의 벽에 부착될 수 있다.

[0054] 본 발명의 다른 실시예에 따른 기판 처리 방법은: 전초임계 공정 영역과 초임계 공정 영역을 갖는 처리 장치에서 기판을 처리하는 방법을 포함하고, 상기 방법은: 초임계 유체를 상기 처리 장치의 전초임계 공정 영역으로 제공하고; 상기 전초임계 공정 영역 내에서 상기 초임계 유체의 팽창을 허용하여 상기 전초임계 공정 영역에서 불순물을 트랩하고; 상기 전초임계 공정 영역으로부터 상기 초임계 공정 영역으로 상기 팽창된 초임계 유체를 공급하여 상기 초임계 공정 영역을 초임계 상태로 조성하고; 그리고 상기 초임계 공정 영역에서 상기 초임계 유체로써 상기 기판을 처리하는 것을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0055] 본 발명에 의하면, 초임계 공정을 진행하기 이전에 챔버를 초임계 상태로 조성하므로써 초임계 유체의 고유 특성을 그대로 이용하므로써 기판 처리 능력을 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 아울러, 기판의 오염을 방지하고 초임계 유체의 처리 능력의 하락을 방지할 수 있다. 챔버를 초임계 유체로부터 발생된 파티클을 모을 수 있는 구조로 개선시키므로써 파티클 관리 능력과 기판 처리 수율이 향상되는 효과를 얻을 수 있다. 게다가 응결된 불순물을 초임계 유체의 배출시 함께 배출되도록 하여 챔버를 청결 상태로 유지할 수 있어 기판 오염 방지는 물론 유지 보수가 쉬워지는 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0056] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 시스템을 도시한 구성도이다.

도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 시스템에 있어서 공정챔버를 도시한 단면도이다.

도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 시스템에 있어서 공정챔버의 내부를 도시한 평면도이다.

도 1d 내지 1j는 도 1b의 변형예들을 도시한 단면도들이다.

도 2a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템을 도시한 구성도이다.

도 2b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템을 도시한 구성도이다.

도 3a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템을 도시한 구성도이다.

도 3b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템에 있어서 공정챔버와 팽창챔버를 도시한 단면도이다.

도 4a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템을 도시한 구성도이다.

도 4b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템에 있어서 공정챔버와 팽창챔버를 도시한 단면도이다.

도 5a 내지 5c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템에 있어서 서로 다른 초임계 공정들에서의 공정챔버들을 도시한 단면도들이다.

도 5d는 본 발명의 일 실시예에 따른 지지 장치를 확대 도시한 단면도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 초임계 유체를 이용한 기판 처리 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 방법을 나타내는 모식도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 방법의 효과를 도시한 그라프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0057] 이하, 본 발명에 따른 기판 처리 장치, 이를 포함하는 기판 처리 시스템, 및 기판 처리 방법을 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0058] 본 발명과 종래 기술과 비교한 이점은 첨부된 도면을 참조한 상세한 설명과 특허청구범위를 통하여 명백하게 될 것이다. 특히, 본 발명은 특허청구범위에서 잘 지적되고 명백하게 청구된다. 그러나, 본 발명은 첨부된 도면과 관련해서 다음의 상세한 설명을 참조함으로써 가장 잘 이해될 수 있다. 도면에 있어서 동일한 참조부호는 다양한 도면을 통해서 동일한 구성요소를 나타낸다.
- [0059] <기판 처리 시스템의 예>
- [0060] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 시스템을 도시한 구성도이다.
- [0061] 도 1a를 참조하면, 기판 처리 시스템(1)은 초임계 유체를 이용하여 기판을 처리하는 초임계 공정이 진행되는 장치를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 초임계 공정은 세정 공정이나 다른 웨이퍼 가공 공정들 이후에 웨이퍼를 건조하는 건조 공정을 의미할 수 있다. 초임계 공정은 특정한 웨이퍼 가공 공정 이후에 계면활성제와 같은 첨가제들이 함유된 초임계 유체를 이용하여 웨이퍼를 세정하는 세정 공정을 의미하기도 한다. 상술한 바와 같이, 초임계 유체(supercritical fluid)는 기체와 같은 확산성과 점도 및 표면장력을 가지며 액체와 같은 용해성을 갖는 임계점 이상의 온도 및 압력을 갖는 물질일 수 있다. 가령, 초임계 유체는 이산화탄소(CO₂), 물(H₂O), 메탄(CH₄), 에탄(C₂H₆), 프로판(C₃H₈), 에틸렌(C₂H₄), 프로필렌(C₂H₂), 메탄올(C₂H₅OH), 에탄올(C₂H₅OH), 육불화황(SF₆), 아세톤(C₃H₈O) 등을 포함할 수 있다.
- [0062] 일 실시예에 따르면, 기판 처리 시스템(1)은 초임계 공정으로 기판을 처리하는 공정챔버(10)와, 그리고 공정챔버(10)로 제공되는 초임계 유체가 저장된 공급장치(30)를 포함할 수 있다. 공급장치(30)는 유체를 그 임계점 이상으로 가압 및 가열로써 초임계 유체로 만들어 저장할 수 있다. 기판 처리 시스템(1)은 초임계 유체의 공정챔버(10)로의 안정적인 공급을 위한 베퍼탱크(40)를 더 포함할 수 있다. 기판 처리 시스템(1)에는 공급장치(30)로부터 베퍼탱크(40)로의 초임계 유체의 제공 경로를 제공하는 밸브들(21a, 21b)이 구비된 제1 공급관(21), 베퍼탱크(40)로부터 공정챔버(10)로의 초임계 유체의 경로를 제공하는 밸브(22a)가 설비된 제2 공급관(22), 제2 공급관(22)으로부터 분기되어 공정챔버(10)로 연결된 밸브들(23a, 24a)이 각각 설비된 제3 공급관(23) 및 제4 공급관(24), 그리고 초임계 유체를 공정챔버(10)로부터 배출하기 위한 밸브(26a)가 설비된 배출관(26)이 구비될 수 있다.
- [0063] 선택적으로, 기판 처리 시스템(1)은 제1 공급관(21)에 설비되어 초임계 유체에 압력을 제공하는 펌프(80), 제1 공급관(21) 및/또는 제2 공급관(22)에 설비되어 초임계 유체에 열을 제공하여 초임계 상태를 유지하게 하는 히팅 재킷(90), 그리고 배출관(26)을 통해 배출되는 초임계 유체를 저장하는 회수탱크(60)를 더 포함할 수 있다.
- [0064] 일례로서, 기판 처리 시스템(1)은 범프(80)의 전단에 응축기(73)을 더 포함할 수 있고 이에 따라 초임계 유체가 공정챔버(10)에 제공되기 이전에 초임계 유체는 응축기(73)에 의해 응축될 수 있다. 응축기(73)에 의해 초임계 유체가 응축되므로써, 초임계 유체가 공정챔버(10)에 제공되기 이전에 초임계 유체에 함유된 불순물이 응축되어 제거될 수 있다.
- [0065] 본 실시예에 따르면, 제3 공급관(23) 및 제4 공급관(24)을 통해 초임계 유체가 공정챔버(10)로 차례로 제공되어 초임계 공정이 진행될 수 있다. 이를테면, 제3 공급관(23)을 통해 초임계 유체가 공정챔버(10)로 제공되어 공정챔버(10)의 환경을 초임계 상태로 조성한 후, 제4 공급관(24)을 통해 초임계 유체가 공정챔버(10)로 제공되어 초임계 공정이 진행될 수 있다. 이처럼 공정챔버(10)를 초임계 상태로 조성한 후 초임계 공정을 진행하면 초임계 유체의 팽창에 따른 파티클이나 불순물의 발생이 실질적으로 없어지거나 최소화될 수 있다. 이에 대해선 도 1b를 통해 더욱 명확히 설명될 것이다. 공정챔버(10)로부터 배출관(26)을 통해 배출되는 초임계 유체는 대기중으로 빠져 나가거나 혹은 회수탱크(60)에 저장될 수 있다.
- [0066] <공정챔버의 예>
- [0067] 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 시스템에 있어서 공정챔버를 도시한 단면도이다. 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 시스템에 있어서 공정챔버의 내부를 도시한 평면도이다.

- [0068] 도 1b 및 1c를 참조하면, 공정챔버(10)는 전초임계 공정 영역(130: pre-supercritical process zone)과 초임계 공정 영역(120: supercritical process zone)을 포함할 수 있다. 초임계 유체의 1차 공급을 담당하는 제3 공급관(23) 및 초임계 유체의 배출을 담당하는 배출관(26)은 전초임계 공정 영역(130: pre-expansion zone)에 연결될 수 있다. 초임계 유체의 2차 공급을 담당하는 제4 공급관(24)은 초임계 공정 영역(120: supercritical process zone)에 연결될 수 있다. 기관(110)은 초임계 공정 영역(120)에 제공될 수 있다.
- [0069] 공정챔버(10)의 바닥면 혹은 초임계 공정 영역(120)의 바닥면(122f)의 일부가 함몰되어 전초임계 공정 영역(130)이 정의될 수 있다. 전초임계 공정 영역(130)을 덮는 블록킹 플레이트(140)에 의해 전초임계 공정 영역(130)과 초임계 공정 영역(120)이 구획될 수 있다. 블록킹 플레이트(140)는 바닥면(122f)에 구비된 복수개의 지지부들(144)에 의해 지지되어 바닥면(122f)으로부터 이격될 수 있다. 블록킹 플레이트(140)는 평면상 원형일 수 있으며, 지지부들(144)은 블록킹 플레이트(140)의 외주면을 따라 이격 배치될 수 있다. 따라서, 블록킹 플레이트(140)와 바닥면(122f) 그리고 인접한 지지부들(144)에 의해 둘러싸여 하나 혹은 그 이상의 통로(145)가 정의될 수 있다. 통로(145)는 전초임계 공정 영역(130)과 초임계 공정 영역(120)을 연결할 수 있다. 바닥면(122f)에는 기관(110)의 외주면을 따라 이격 배열된 복수개의 지지핀들(102)이 제공되어 기관(110)을 지지할 수 있다.
- [0070] 전초임계 공정 영역(130)과 초임계 공정 영역(120)은 평면상 원형 단면을 갖는 원기둥 형상의 체적을 가질 수 있다. 전초임계 공정 영역(130)은 초임계 공정 영역(120)에 비해 작은 체적을 가질 수 있다. 일례로, 전초임계 공정 영역(130)은 초임계 공정 영역(120)의 약 5 내지 20% 체적을 가질 수 있다. 블록킹 플레이트(140)와 바닥면(122f)과의 간격으로 정의될 수 있는 통로(145)의 수직 거리는 초임계 공정 영역(120)의 높이와 전초임계 공정 영역(130)의 높이의 합의 약 0.1 내지 20%, 바람직하게는 1 내지 10%일 수 있다. 인접한 지지부들(144) 간의 간격으로 정의될 수 있는 통로(145)의 수평 거리는 통로(145)의 수직 거리와 동일 또는 유사할 수 있다. 통로(145)는 팽창노즐로서 작용할 수 있다. 상기 형상 및 수치는 단지 일례이지 본 발명을 이에 한정하려는 의도는 전혀 아니다.
- [0071] 다른 예로, 전초임계 공정 영역(130)은 초임계 공정 영역(120)의 천장면(122t)으로부터 함몰되어 정의될 수 있다. 또 다른 예로, 전초임계 공정 영역(130)은 초임계 공정 영역(120)의 측면(122s)으로부터 함몰되어 정의될 수 있다.
- [0072] <기관 처리의 예>
- [0073] 도 1a 내지 1c를 참조하면, 초임계 공정 영역(120)에 기관(110)을 로딩하고, 초임계 유체를 공정챔버(10)로 1차 제공하여 공정챔버(10)를 초임계 상태로 조성하고, 그리고 초임계 유체를 공정챔버(10)로 2차 제공하여 초임계 공정(예: 기관 건조)을 진행할 수 있다. 상기 초임계 유체들은 공급장치(30)로부터 제공된 동일한 물질일 수 있다. 혹은 1차로 제공되는 초임계 유체와 2차로 제공되는 초임계 유체는 다를 수 있다.
- [0074] 기관(110)을 초임계 공정 영역(120)에 제공할 수 있다. 가령, 기관(110)은 세정되어 있을 수 있고, 잔류될 수 있는 세정액을 제거하기 위해 초임계 공정 영역(120)에 제공될 수 있다. 기관(110)은 금속 기관, 반도체 기관, 절연 기관 등일 수 있다. 일례로, 기관(110)은 베어 웨이퍼 혹은 접적회로가 형성된 반도체 웨이퍼일 수 있다.
- [0075] 공급장치(30)로부터 제공된 초임계 유체(예: CO₂)를 제3 공급관(23)을 통해 공정챔버(10)의 전초임계 공정 영역(130)으로 제공할 수 있다(S1). 초임계 유체는 원하는 유량이 도달될 때까지 연속적으로 전초임계 공정 영역(130)으로 제공될 수 있다. 초임계 유체의 제공에 의해 전초임계 공정 영역(130)은 진공이나 대기압 상태로부터 초임계 압력 상태로 가압될 수 있다. 초임계 유체는 제3 공급관(23)의 말단부, 즉 제3 공급관(23)과 전초임계 공정 영역(130)의 경계 지점에서 초임계 유체의 팽창(1차 팽창)이 일어날 수 있다. 일례에 따르면, 초임계 유체는 1차 팽창시 단열팽창될 수 있다. 상기 팽창에 의해 전초임계 공정 영역(130) 내의 초임계 유체는 압력 감소와 온도 저하가 일어날 수 있다. 상기 온도 저하는 초임계 유체의 용해도 감소를 야기할 수 있다. 초임계 유체는 고순도(예: 99.99% 이상)일지라도 미량의 불순물이나 파티클이 함유되어 있을 수 있다. 불순물은 초임계 유체의 온도 저하 및 용해도 감소에 따라 응결될 수 있다. 응결된 불순물은 전초임계 공정 영역(130)의 내면이나 내벽에 흡착되거나 블록킹 플레이트(140)에 의해 초임계 공정 영역(120)으로 이동되는 것이 방해되어 전초임계 공정 영역(130)에 쌓여 있을 수 있다.
- [0076] 본 명세서에서 공급 장치는 단지 명세서에 기재된 공급 장치(30)에 한정되지 아니하며, 초임계 유체를 초임계 공정챔버나 장치 등으로 제공하는 다양한 구조나 구성요소들을 포함할 수 있다.

- [0077] 전초임계 공정 영역(130)에서 1차 팽창된 초임계 유체는 통로(145)를 통해 초임계 공정 영역(120)으로 이동될 수 있다. 통로(145)는 팽창노즐로서 작용할 수 있어 초임계 공정 영역(120)으로 이동되는 초임계 유체는 재팽창(2차 팽창)될 수 있다. 본 실시예에 따르면, 전초임계 공정 영역(130)과 초임계 공정 영역(120)의 한정된 체적 및/또는 초임계 유체의 연속적인 공급에 의해 초임계 공정 영역(120)은 초임계 상태로 조성될 수 있다. 초임계 유체의 부가적인 팽창(2차 팽창)에 따라 불순물 응결 현상이 있을 수 있다. 그렇지만, 초임계 유체의 1차 팽창에 의해 불순물이 이미 트랩되거나 필터링되었기 때문에 2차 팽창에 따른 불순물 응결 현상이 실질적으로 감소될 수 있다.
- [0078] 초임계 공정 영역(120)이 초임계 상태로 조성된 상태에서, 공급장치(30)로부터 제공된 초임계 유체(예: CO₂)가 제4 공급관(24)을 통해 초임계 공정 영역(120)으로 제공될 수 있다(S2). 초임계 상태로 조성된 초임계 공정 영역(120)으로 제공된 초임계 유체는 초임계 유체 특유의 성질을 그대로 가질 수 있다. 기관(110)에 남아있는 제거 대상물(112), 가령 이소프로필알코올(IPA)과 같은 세정액은 초임계 유체에 용해되어 기관(110)으로부터 제거될 수 있다.
- [0079] 본 실시예와 다르게, 전초임계 공정 영역이 없는 공정챔버에 초임계 유체를 제공하게 되면 전술한 바와 같이 초임계 유체의 팽창에 따른 온도 하락 및 용해도 감소가 야기될 수 있다. 상기 온도 하락은 불순물 응결을 유도하여 기관을 오염시킬 수 있다. 아울러, 상기 용해도 하락은 건조 능력의 저하를 불러올 수 있다. 본 실시예에 따르면, 초임계 유체를 전초임계 공정 영역(130)으로 먼저 제공하여 불순물을 필터링하므로써 초임계 공정 영역(120)을 청결된 초임계 상태로 조성할 수 있다. 이처럼, 초임계 유체의 1차 제공으로써 초임계 공정 영역(120)이 초임계 상태로 조성되기 때문에, 초임계 유체의 2차 제공시 초임계 유체의 급격한 팽창 및/또는 용해도 하락을 실질적으로 감소시킬 수 있다.
- [0080] 상기 건조 공정이 완료되면 제거 대상물(112)이 함유된 초임계 유체를 배출관(26)을 통해 공정챔버(10)로부터 배출시킬 수 있다(E). 본 실시예에 따르면 배출관(26)은 전초임계 공정 영역(130)과 연결될 수 있다. 그러므로, 제거 대상물(112)이 함유된 초임계 유체는 초임계 공정 영역(120)으로부터 전초임계 공정 영역(130)을 경유하여 배출관(26)으로 이동될 수 있다. 이때, 전초임계 공정 영역(130)에 있는 오염물, 즉 응결된 불순물이 초임계 유체와 더불어 배출될 수 있다. 일례에 따르면, 초임계 유체의 전초임계 공정 영역(130)으로의 제공 경로인 제3 공급관(23)과 오염물이 함유된 초임계 유체의 배출 경로인 배출관(26)을 분리하므로써 제3 공급관(23)을 청결하게 유지할 수 있다.
- [0081] <공정챔버의 다른 예>
- [0082] 도 1d 내지 1i는 도 1b의 변형예들을 도시한 단면도들이다.
- [0083] 도 1d를 참조하면, 전초임계 공정 영역(130)은 제3 공급관(23) 및/또는 배출관(26)쪽으로 갈수록 내리막 경사진 측벽(132s)을 가질 수 있다. 이와 같이 전초임계 공정 영역(130)이 깔때기(funnel) 형상을 가지므로 초임계 유체의 원활한 배출이 가능해질 수 있다. 아울러, 응결된 불순물의 배출이 원활해질 수 있다.
- [0084] 도 1e를 참조하면, 전초임계 공정 영역(130)은 초임계 공정 영역(120)의 바닥면(122f)으로부터 함몰되어 연장된 좁은 덕트 혹은 통로 형태를 가질 수 있다. 제3 공급관(23)은 전초임계 공정 영역(130)의 측면에 연결되고 배출관(26)은 전초임계 공정 영역(130)의 하면에 연결될 수 있다. 이에 따라 응결된 불순물의 원활한 배출이 가능해지고 제3 공급관(23)으로의 이동이 실질적으로 억제될 수 있다. 다른 예로, 전초임계 공정 영역(130)은 초임계 공정 영역(120)의 천장면(122t) 혹은 하나 혹은 양측의 측면(122s)으로부터 함몰되어 연장된 덕트 형태를 가질 수 있다.
- [0085] 도 1f를 참조하면, 초임계 공정 영역(120)의 바닥면(122f)은 전초임계 공정 영역(130)쪽으로 갈수록 내리막 경사질 수 있다. 내리막 경사진 바닥면(122f)은 초임계 유체의 초임계 공정 영역(120)쪽으로의 원활한 제공과 배출을 가능하게 할 수 있다.
- [0086] 도 1g를 참조하면, 초임계 공정 영역(120)은 전초임계 공정 영역(130)쪽으로 갈수록 내리막 경사진 바닥면(122f)을 가지고, 전초임계 공정 영역(130)은 제3 공급관(23) 및/또는 배출관(26)쪽으로 갈수록 내리막 경사진 측벽(132s)을 가질 수 있다. 바닥면(122f)의 경사와 측벽(132s)의 경사는 서로 다르거나 혹은 동일할 수 있다. 이처럼, 초임계 공정 영역(120)과 전초임계 공정 영역(130)과 깔때기 형상을 가지므로 초임계 유체의 원활한 공급과 배출이 가능해질 수 있다.

- [0087] 도 1h를 참조하면, 전초임계 공정 영역(130)은 초임계 공정 영역(120)의 측면(122s)을 둘러싸는 고리 형태를 가질 수 있다. 제3 공급관(23)과 배출관(26)은 초임계 공정 영역(120)을 사이에 두고 서로 마주보는 위치에 제공될 수 있다. 가령 제3 공급관(23)은 초임계 공정 영역(120)의 우측면에 배출관(26)은 좌측면에 제공될 수 있다. 다른 예로, 제3 공급관(23)과 배출관(26)은 초임계 공정 영역(120)의 우측면이나 좌측면에 제공될 수 있다.
- [0088] 도 1i를 참조하면, 전초임계 공정 영역(130)은 초임계 공정 영역(120)의 바닥면(122f)의 아래에 형성된 가령 마름모 형태를 가질 수 있다. 전초임계 공정 영역(130)은 초임계 공정 영역(120)을 향해 개구된 통로(134)를 포함할 수 있다. 통로(134)는 팽창노를 역할을 할 수 있어서, 도 1b에 도시된 블록킹 플레이트(140)와 지지부들(144)을 설치할 필요가 없을 수 있다. 다른 예로, 전초임계 공정 영역(130)은 초임계 공정 영역(120)의 천장면(122t)이나 측면(122s)의 아래에 형성될 수 있다. 전초임계 공정 영역(130)은 마름모 이외에 원형, 타원형, 다각형 등 다양한 형태로 디자인될 수 있다.
- [0089] 도 1j를 참조하면, 공정챔버(10)는 전초임계 공정 영역(130)에 연결된 하나의 배관(20)을 포함할 수 있다. 배관(20)은 제3 공급관(23) 및 배출관(26) 역할을 담당할 수 있다. 이를테면, 배관(20)은 초임계 상태 조성을 위한 초임계 유체의 공급관으로 제공되고(S1), 그리고 초임계 공정이 완료된 이후 초임계 유체의 배출관(26)으로 제공될 수 있다(E).
- [0090] <기판 처리 시스템의 다른 예>
- [0091] 도 2a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템을 도시한 구성도이다. 도 2b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템을 도시한 구성도이다.
- [0092] 도 2a를 참조하면, 기판 처리 시스템(2)은 도 1a의 기판 처리 시스템(1)의 구성 장치들 이외에 공용매(co-solvent)가 저장된 저장탱크(50)와 초임계 유체와 공용매가 혼합되는 혼합장치(55)를 더 포함할 수 있다. 공용매는 초임계 유체와 혼합되는 세정 유체 및/또는 식각 유체를 포함할 수 있다. 혼합장치(55)는 제2 공급관(22)에 설비될 수 있고, 저장탱크(50)는 밸브(25a)가 설비된 제5 공급관(25)을 통해 혼합장치(55)로 공용매를 제공할 수 있다. 다른 예로, 혼합장치(55)는 제1 공급관(21) 또는 제4 공급관(24)에 설비될 수 있다. 기판 처리 시스템(2)은 복수개의 저장탱크들(50)을 포함할 수 있다. 복수개의 저장탱크들(50) 중 어느 하나는 세정 유체가 저장되고, 다른 하나는 식각 유체가 저장될 수 있다. 이에 따라, 기판 처리 시스템(2)은 건조, 세정 및 식각 공정들과 같이 다양한 초임계 공정을 처리할 수 있다.
- [0093] 일례로, 공용매가 세정 유체인 경우 초임계 유체(예: CO₂)와 세정 유체(예: IPA)가 혼합된 초임계 세정 유체가 공정챔버(10)에 제공되어 초임계 세정 공정이 진행될 수 있다. 이를테면, 도 1b를 도 2a와 같이 참조하면, 제3 공급관(23)을 통해 초임계 유체를 전초임계 공정 영역(130)에 공급하여 초임계 공정 영역(120)을 초임계 상태로 조성할 수 있다. 제4 공급관(24)을 통해 초임계 상태로 조성된 초임계 공정 영역(120)에 초임계 세정 유체를 공급하여 기판(110)을 세정할 수 있다. 초임계 세정 공정 이후에 앞서 설명한 초임계 건조 공정을 더 진행할 수 있다.
- [0094] 다른 예로, 공용매가 식각 유체인 경우 초임계 유체(예: CO₂)와 식각 유체(예: HF)가 혼합된 초임계 식각 유체가 공정챔버(10)에 제공되어 초임계 식각 공정이 진행될 수 있다. 이를테면, 도 1b를 도 2a와 같이 참조하면, 제3 공급관(23)을 통해 초임계 유체를 전초임계 공정 영역(130)에 공급하여 초임계 공정 영역(120)을 초임계 상태로 조성할 수 있다. 제4 공급관(24)을 통해 초임계 상태로 조성된 초임계 공정 영역(120)에 초임계 식각 유체를 공급하여 기판(110) 상에 형성된 구조물을 식각할 수 있다. 초임계 식각 공정 이후에 앞서 설명한 초임계 세정 공정 및 초임계 건조 공정을 더 진행할 수 있다.
- [0095] 도 2b를 참조하면, 기판 처리 시스템(3)은 도 2a의 기판 처리 시스템(2)의 구성 장치들 이외에 재생장치(70)를 더 포함할 수 있다. 재생장치(70)는 밸브(27a)가 설비된 회수관(27)에 연결되어 회수장치(60)로부터 초임계 유체를 제공받고, 밸브(28a)가 설비된 재생관(28)을 통해 재생된 액체 상태의 유체를 공급장치(30)로 제공할 수 있다. 일례로, 재생장치(70)는 초임계 유체를 기체 상태로 만들어 오염물을 분리하고, 기체 상태의 유체를 응축시켜 액체 상태의 유체로 만들 수 있다.
- [0096] <기판 처리 시스템의 또 다른 예>
- [0097] 도 3a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템을 도시한 구성도이다. 도 3b는 본 발명의 또 다른

실시예에 따른 기판 처리 시스템에 있어서 공정챔버와 팽창챔버를 도시한 단면도이다.

[0098] 도 3a를 참조하면, 기판 처리 시스템(4)은 초임계 공정이 진행되는 공정챔버(10)와, 초임계 유체를 전팽창시키는 팽창챔버(20)와, 그리고 공정챔버(10)와 팽창챔버(20) 사이에 설비된 중간관(29)을 포함할 수 있다. 팽창챔버(20)에서 전팽창된 초임계 유체는 중간관(29)을 통해 공정챔버(10)로 제공될 수 있다. 배출관(26)은 팽창챔버(20)와 회수탱크(60) 사이에 설비될 수 있다. 이외는 앞서 설명한 기판 처리 시스템들(1~3) 중 어느 하나와 동일 또는 유사하게 구성될 수 있다.

[0099] 도 3b를 참조하면, 공정챔버(10)는 초임계 공정 영역(120)을 포함하고 팽창챔버(20)는 전초임계 공정 영역(130)을 포함할 수 있다. 팽창챔버(20)는 공정챔버(10)의 하부벽(10f)으로부터 이격되어 설비될 수 있다. 다른 예로, 팽창챔버(20)는 공정챔버(10)의 상부벽(10t) 혹은 측벽(10s)으로부터 이격 설비될 수 있다.

[0100] 제3 공급관(23)은 팽창챔버(20)에 연결되어 전초임계 공정 영역(130)으로 초임계 유체를 공급하고(S1), 제4 공급관(24)은 공정챔버(10)에 연결되어 초임계 공정 영역(120)으로 초임계 유체를 공급할 수 있다(S2). 중간관(29)은 전초임계 공정 영역(130)에서 전팽창된 초임계 유체를 초임계 공정 영역(120)으로 제공하고, 이로써 초임계 공정 영역(120)이 초임계 상태로 조성될 수 있다.

[0101] 초임계 공정 이후에 오염물이 함유된 초임계 유체는 중간관(29)을 통해 공정챔버(10)에서 팽창챔버(20)로 이동되고, 전초임계 공정 영역(130)에 있는 응결된 불순물과 함께 배출관(26)을 통해 팽창챔버(20)로부터 배출될 수 있다(E).

[0102] 본 실시예에 따르면, 전초임계 공정 영역(130)이 공정챔버(10)로부터 분리되므로써 초임계 유체의 팽창에 따라 발생되는 응결된 불순물이 전초임계 공정 영역(130)에서 초임계 공정 영역(120)으로 이동되는 가능성이 실질적으로 감소될 수 있다. 이에 따라, 초임계 공정 영역(120)의 청결 상태는 향상될 수 있다.

<기판 처리 시스템의 또 다른 예>

[0104] 도 4a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템을 도시한 구성도이다. 도 4b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템에 있어서 공정챔버와 팽창챔버를 도시한 단면도이다.

[0105] 도 4a 및 4b를 참조하면, 기판 처리 시스템(5)은 공정챔버(10)의 전초임계 공정 영역(130)에 연결된 벨브들(22a, 22b)이 설비된 제2 공급관(22)을 포함할 수 있다. 공정챔버(10)에 인접한 벨브(22b)를 통해 제2 공급관(22)에서의 초임계 유체의 흐름이 제어될 수 있다. 본 실시예에 따르면, 초임계 유체의 1회 공급으로써 초임계 공정을 진행하거나, 혹은 초임계 유체의 2회 공급으로써 초임계 공정을 진행할 수 있다.

[0106] 일례로, 제2 공급관(22)을 통해 초임계 유체를 전초임계 공정 영역(130)으로 제공하고(S1), 전초임계 공정 영역(130)에서 불순물이 필터링된 초임계 유체가 초임계 공정 영역(120)으로 이동하므로써 초임계 공정 영역(120)이 초임계 상태로 조성될 수 있다. 이 경우 초임계 유체의 2차 공급 없이 초임계 공정이 진행될 수 있다. 다시 말해, 초임계 공정은 초임계 유체의 1회 공급만으로 진행될 수 있다. 아울러, 초임계 유체는 하나의 공급관을 통해 1차 및 2차 공급될 수 있다.

[0107] 다른 예로, 초임계 유체의 공급(1차 공급)으로 초임계 공정 영역(120)을 초임계 상태로 조성하고(S1), 전초임계 공정 영역(130)으로 초임계 유체를 재공급(2차 공급)하여(S2) 초임계 공정을 진행할 수 있다.

<기판 처리 시스템의 또 다른 예>

[0109] 도 5a 내지 5c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판 처리 시스템에 있어서 서로 다른 초임계 공정들에서의 공정챔버들을 도시한 단면도들이다.

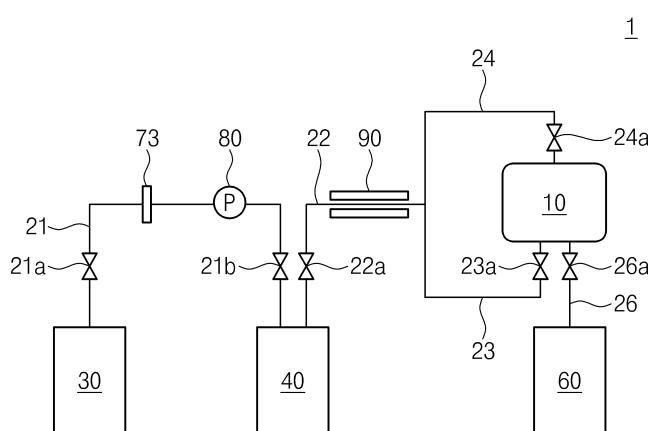
[0110] 도 5a를 참조하면, 기판 처리 시스템은 상술한 초임계 공정이 진행되는 장치 내지 공정챔버(200)를 포함할 수 있다. 공정챔버(200)는 초임계 유체를 제공받는 전초임계 공정 영역(230)과, 전초임계 공정 영역(230)과 유체를 주고받는 초임계 공정 영역(220)을 포함할 수 있다. 이미 상술한 실시예들처럼, 초임계 공정 영역(220)은 초임계 유체를 이용하여 기판 내지 웨이퍼(210)를 처리할 수 있다. 전초임계 공정 영역(230)은 초임계 유체가 초임계 공정 영역(220)으로 제공되기 이전에 초임계 유체를 팽창시킬 수 있도록 구성될 수 있다. 전초임계 공정 영역(230)과 초임계 공정 영역(220)은 가령 물리적 내지 공간적으로 구획될 수 있다.

- [0111] 일례에 따르면, 전초임계 공정 영역(230)과 초임계 공정 영역(220)은 이를 사이에 배치된 하나 혹은 그 이상의 통로들에 의해 구획될 수 있고, 통로들에 의해 전초임계 공정 영역(230)과 초임계 공정 영역(220) 사이에서의 유체 전달이 이루어질 수 있다. 통로들은 도 1c에 도시된 통로들(145)일 수 있다.
- [0112] 도 5b를 참조하면, 초임계 유체에 함유된 불순물 내지 파티클(277)은 초임계 유체의 팽창시 응축되거나 증착되어, 불순물의 상당량이 전초임계 공정 영역(230) 내에 한정될 수 있다. 특히, 초임계 유체 내의 불순물 내지 파티클(277)의 상당량은 전초임계 공정 영역(230)을 정의하는 벽에 부착될 수 있다.
- [0113] 일례에 따르면, 공정챔버(200)의 하부(250)는 합물되어 전초임계 공정 영역(230)이 정의될 수 있다. 전초임계 공정 영역(230)과 초임계 공정 영역(220)은 블록킹 플레이트(240)에 의해 물리적으로 구획될 수 있다. 블록킹 플레이트(240)는 도 1c에 도시된 블록킹 플레이트(140)와 유사하게 평면상 원형일 수 있다.
- [0114] 일례에 따르면, 공정챔버(200)는 블로킹 플레이트(240)의 외주면을 따라 배치되어 블로킹 플레이트(240)를 지지하는 지지부들(244)을 가지며, 도 1c 등에서 전술한 바와 같이 블록킹 플레이트(240)는 전초임계 공정 영역(230)의 바닥면(242)으로부터 이격될 수 있다. 지지부들(244)은 서로 이격될 수 있다. 지지부들(244)은 기둥 형태일 수 있다.
- [0115] 일례에 따르면, 도 5a 내지 5c에 도시된 바와 같이, 계단 영역(246)이 전초임계 공정 영역(230)과 초임계 공정 영역(220) 사이에 정의될 수 있다. 지지부들(244)은 계단 영역(246) 내에 배치될 수 있어 공정챔버(200)에 안정적으로 부착될 수 있다.
- [0116] 기판(210)은, 지지 편이나 리프트 편에 의해 지지될 수 있지만, 공정챔버(200)의 상부(249)로부터 아래로 연장된 지지 장치(SU)에 의해 지지될 수 있다.
- [0117] <웨이퍼 지지 장치의 예>
- [0118] 도 5d는 본 발명의 일 실시예에 따른 지지 장치를 확대 도시한 단면도이다.
- [0119] 도 5d를 참조하면, 지지 장치(SU)는 지지체(115)와 지지핀(113)을 포함할 수 있다. 지지체(115)는 연장부(115b)와 렛지(115a; ledge)를 포함할 수 있고, 렛지(115a)는 연장부(115b)로부터 신장되어 기판(210)을 지지할 수 있다. 지지핀(113)은 지지체(115)의 연장부(115b)를 관통하여 지지체(115)를 공정챔버(200)의 상부(249)에 부착할 수 있다. 예컨대, 지지핀(113)은 지지체(115)를 관통하여 공정챔버(200)의 상부(249)로 연장되는 볼트를 포함할 수 있다. 지지핀(113)은 공정챔버(200)의 상부(249)에 용접될 수 있다. 너트(117)가 지지체(115)의 아래에서 볼트의 일단에 나사 결합되어 지지체(115)를 고정시킬 수 있다. 지지 장치(SU)의 지지체(115)는 일정 기간 사용된 후에 대체될 수 있어 지지 장치(SU) 전체를 교환하지 아니할 수 있다. 이로써 쉬우면서도 효과적인 설비 유지가 가능할 수 있다.
- [0120] <기판 처리 방법 예>
- [0121] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 초임계 유체를 이용한 기판 처리 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 방법을 나타내는 모식도이다. 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 기판 처리 방법의 효과를 도시한 그래프이다.
- [0122] 도 6을 참조하면, 기판 처리 방법은 도 5a에 도시된 바와 같이 초임계 유체를 전초임계 공정 영역으로 제공하거나 주입하는 것을 포함할 수 있다(단계 1). 초임계 유체는 전초임계 공정 영역(230) 내에서 팽창되어 불순물(277)이 응축되거나 증착될 수 있다. 이러한 팽창은 도 5b에 도시된 것처럼 실질적으로 전초임계 공정 영역(230) 내에 제한될 수 있다.
- [0123] 초임계 유체는 제1 공급관(예를 들면, 도 5a의 232)을 통해 전초임계 공정 영역(230)으로 제공되거나 주입되어, 초임계 공정 영역(220)을 초임계 상태로 조성할 수 있다. 초임계 유체는 제1 공급관이나 제2 공급관(예를 들면, 도 5c의 224)을 통해 초임계 상태에 있는 공정챔버(200)의 초임계 공정 영역(220)으로 공급될 수 있다. 이 결과로서, 초임계 유체에 함유된 불순물의 상당량은 초임계 유체가 초임계 공정 영역(220)으로 제공되기 이전에 전초임계 공정 영역(230) 내의 초임계 유체로부터 제거될 수 있다. 이에 따라, 예기치 않게 기판(210)에 부착될 수 있는 불순물이나 파티클이 현저히 감소될 수 있다.

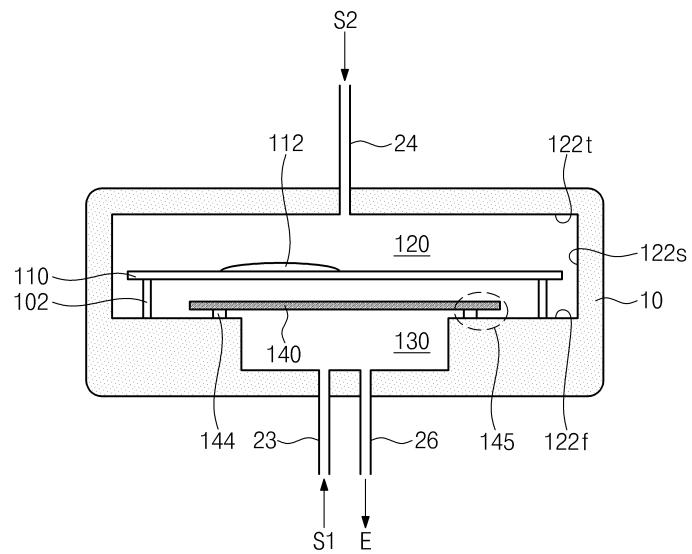
- [0124] 특히, 초임계 유체에 함유된 불순물은 초임계 유체의 초기 팽창에 의해 응축되거나 증착될 수 있어, 전초임계 공정 영역을 정의하는 벽에 부착될 수 있다(도 5b 참조). 그러므로, 불순물의 상당량은 전초임계 공정 영역에서 트랩될 수 있다(단계 3).
- [0125] 초임계 공정 영역(220) 내에 있는 기판(210)은 초임계 유체에 의해 처리(단계 3)될 수 있다(도 5c 참조). 특히, 초임계 상태로 조성된 초임계 공정 영역(220)으로 제공되거나 주입된 초임계 유체는 기판(210)을 처리(예: 건조 혹은 세정 처리)할 수 있다. 아울러, 초임계 공정 영역 내에서의 초임계 유체의 팽창으로 응축된 불순물은 사용된 초임계 유체로 용해되어 배출관(E)을 통해 배출될 수 있다(도 5c 참조).
- [0126] 다른 예로서 전초임계 공정 영역과 초임계 공정 영역을 갖는 처리 장치를 이용한 방법은, 전초임계 공정 영역으로 초임계 유체를 1차 공급하여 초임계 유체가 초임계 공정 영역으로 제공되기 이전에 초임계 유체의 팽창을 허용하므로써 초임계 유체 내의 불순물을 트랩하고, 전초임계 공정 영역으로부터 초임계 공정 영역으로 팽창된 초임계 유체를 공급하여 초임계 공정 영역을 초임계 상태로 조성하고, 그리고 초임계 공정 영역에서 기판을 초임계 유체로 처리하는 것을 포함할 수 있다.
- [0127] 요약하면, 도 7에 도시된 바와 같이, 전초임계 공정 영역으로 초임계 유체를 주입하고 초임계 유체가 초임계 공정 영역 내지 챔버로 제공되기 이전에 초임계 공정 영역에 한정된 초임계 유체의 팽창을 허용하므로써, 불순물이나 파티클의 상당량을 전초임계 공정 영역에서 효과적으로 트랩하여 초임계 유체로부터 제거할 수 있다. 그 결과, 설령 초임계 유체가 초임계 공정 영역에서 다시 팽창(2차 팽창)한다 하더라도, 상술한 바와 같은 응축 문제가 실질적으로 감소될 수 있다. 이러한 발명 개념은 상술한 실시예들로 반드시 한정되지 않고 실행될 수 있다. 예를 들면, 상술한 바와 다른 구조 내지 형상들을 갖는 공정챔버들이 본 발명의 요지와 범위 내에서 사용될 수 있다.
- [0128] 이와 같은 신규한 발명 개념에 의해, 본 발명의 출원인은 초임계 공정에서 반도체 웨이퍼의 단위 면적당 불순물이나 파티클 수가 도 8에서 보여진 것처럼 현저히 감소되는 것을 발견하였다.
- [0129] 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니며, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

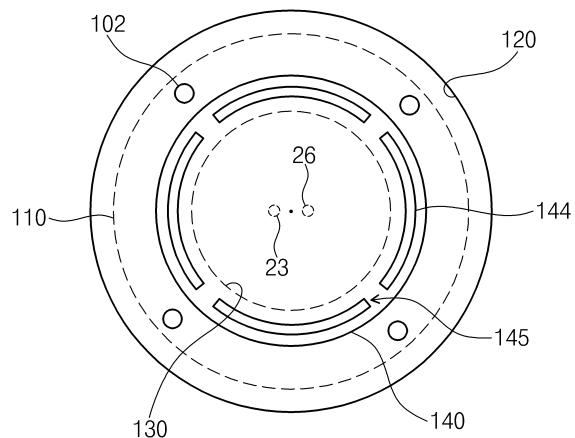
도면1a



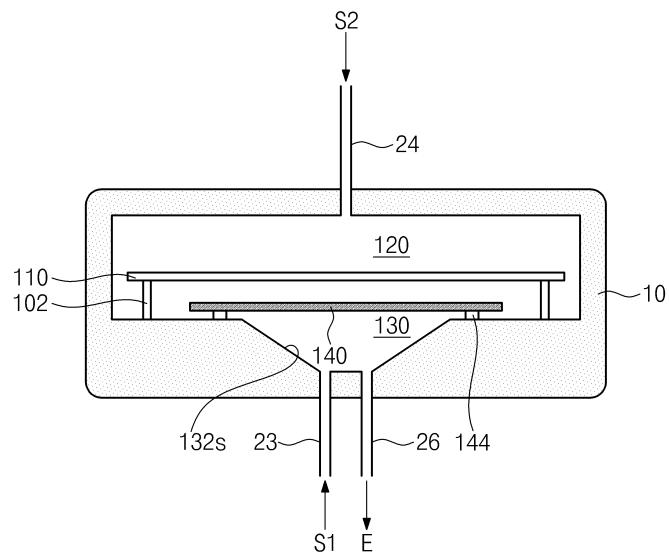
도면1b



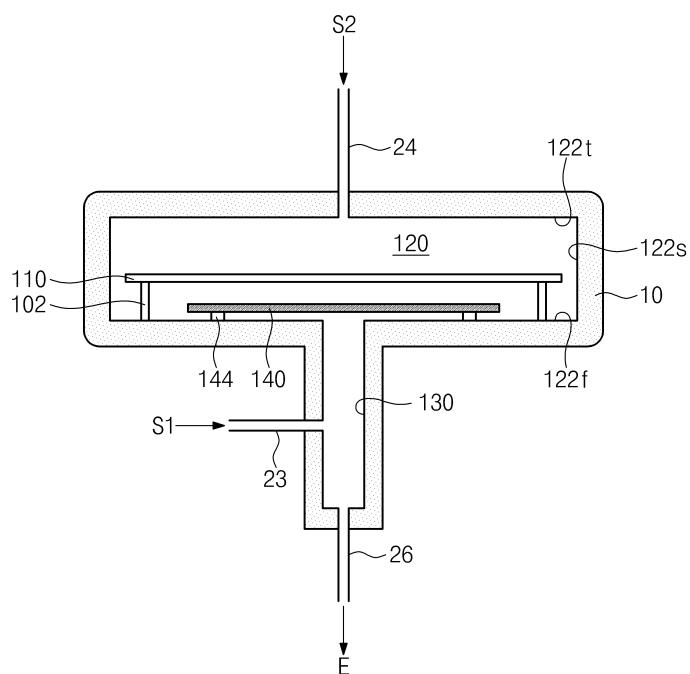
도면1c



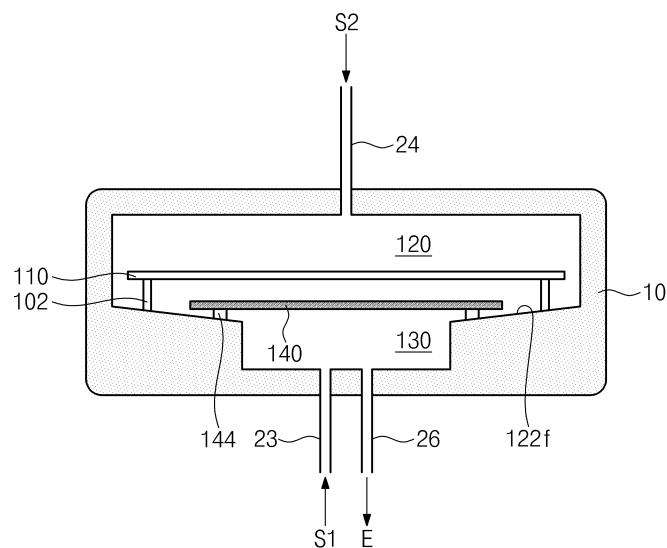
도면1d



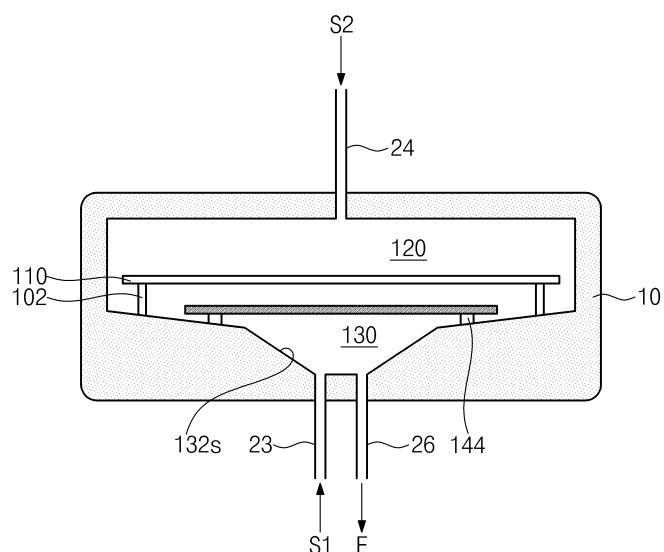
도면1e



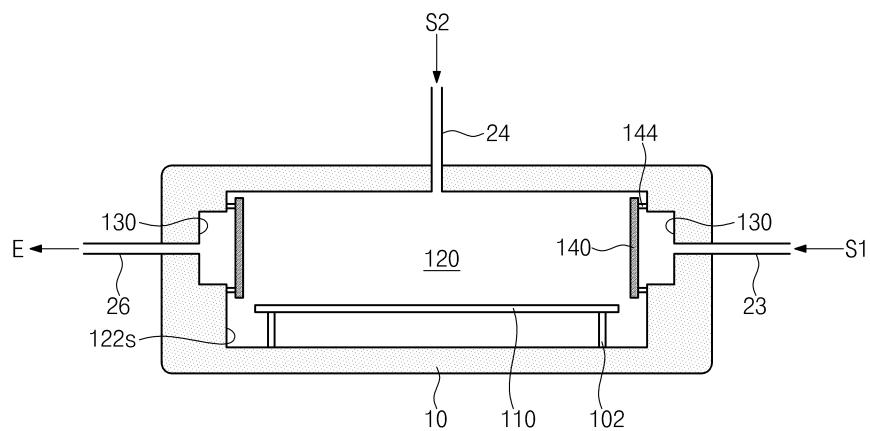
도면1f



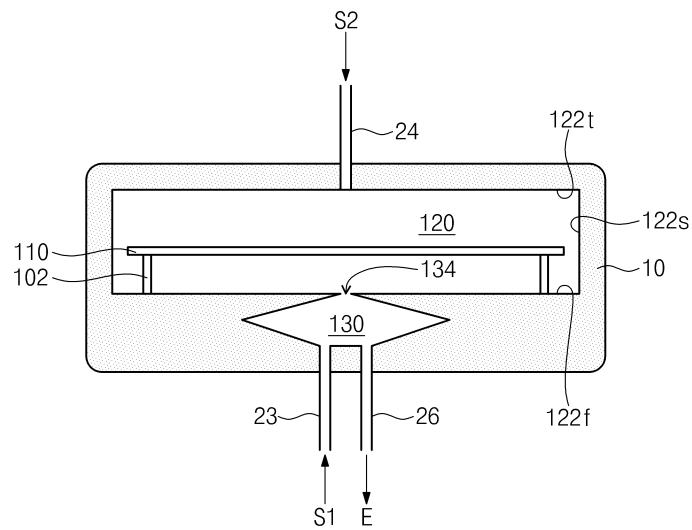
도면1g



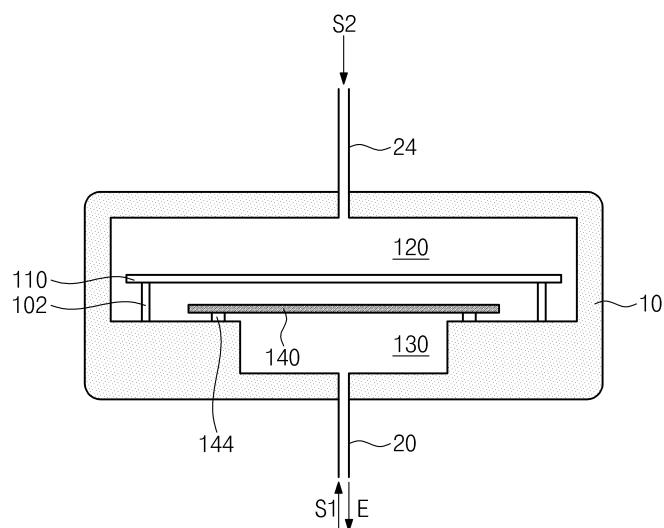
도면1h



도면 *1i*

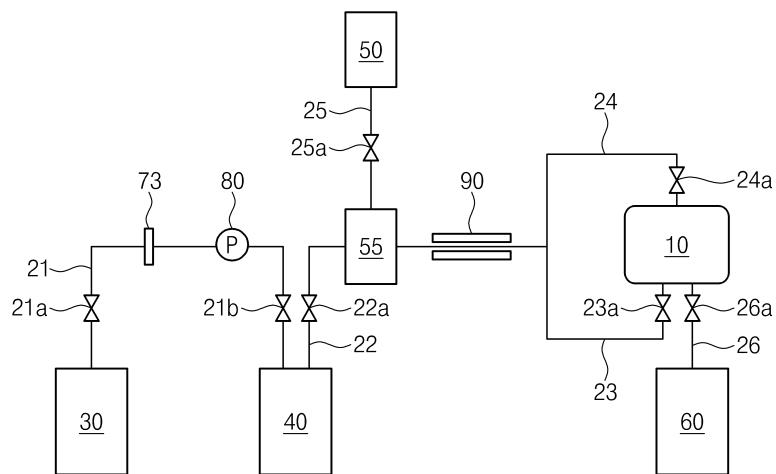


도면1j



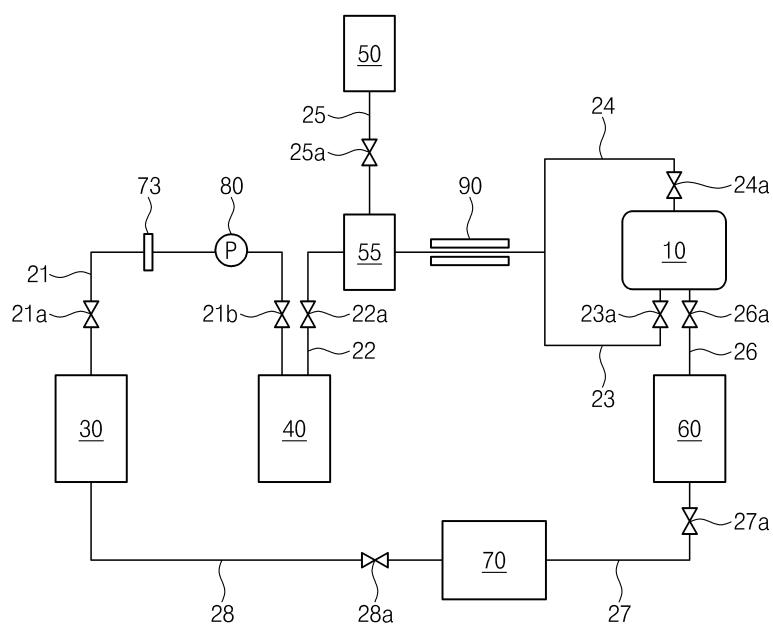
도면2a

2



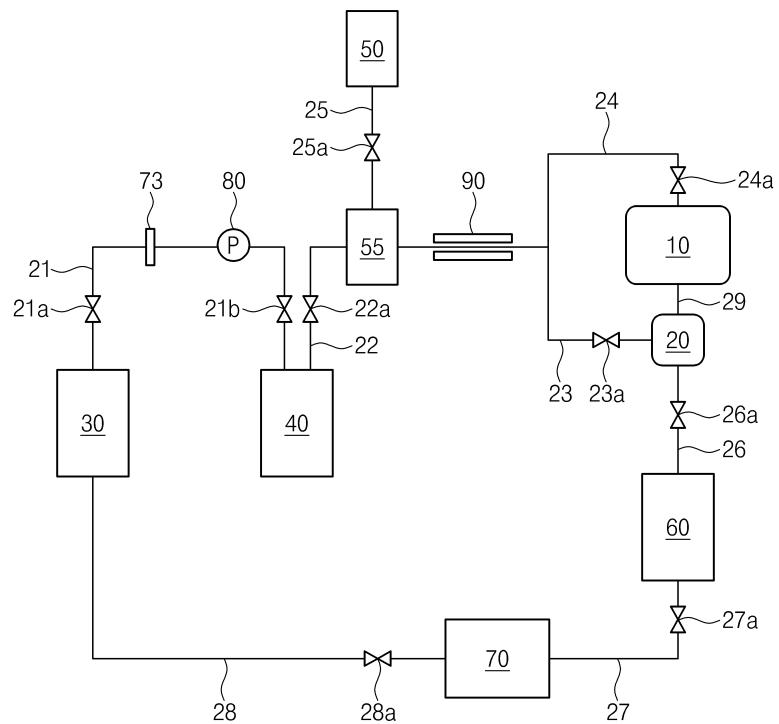
도면2b

3

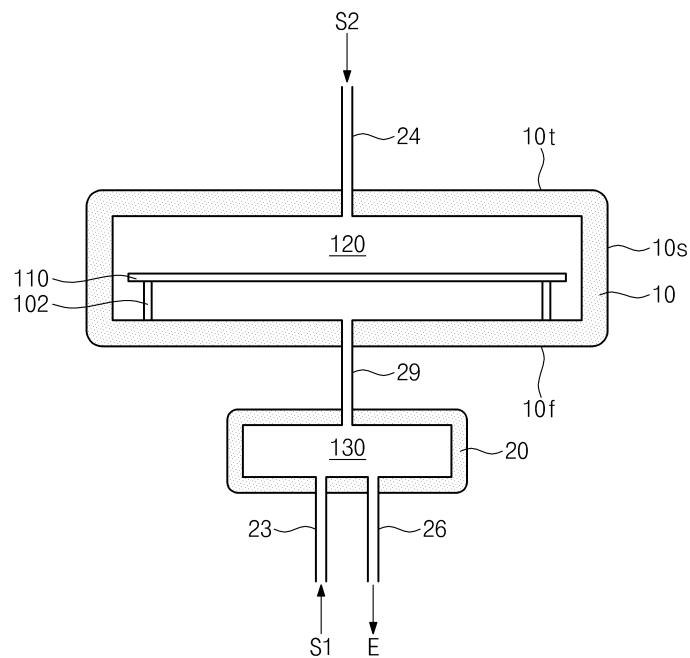


도면3a

4

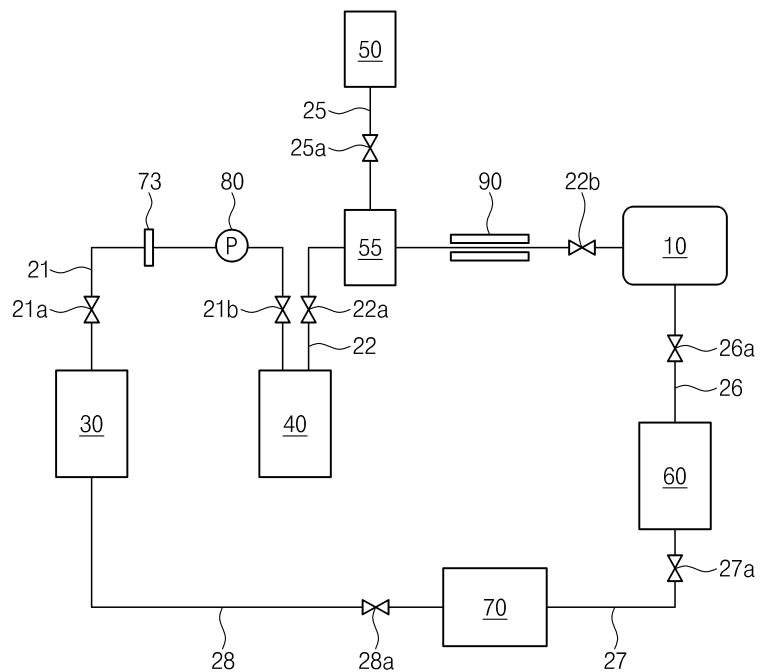


도면3b

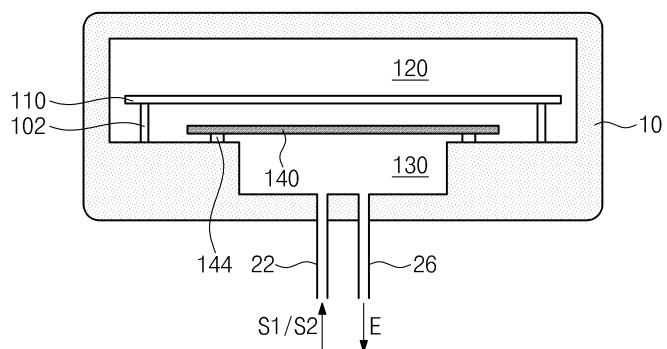


도면4a

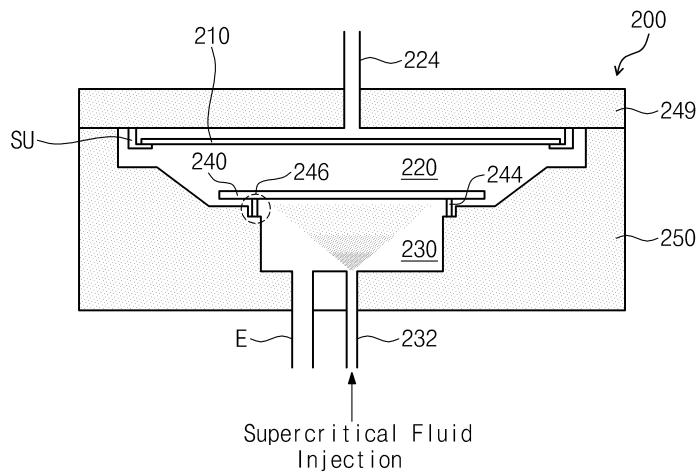
5



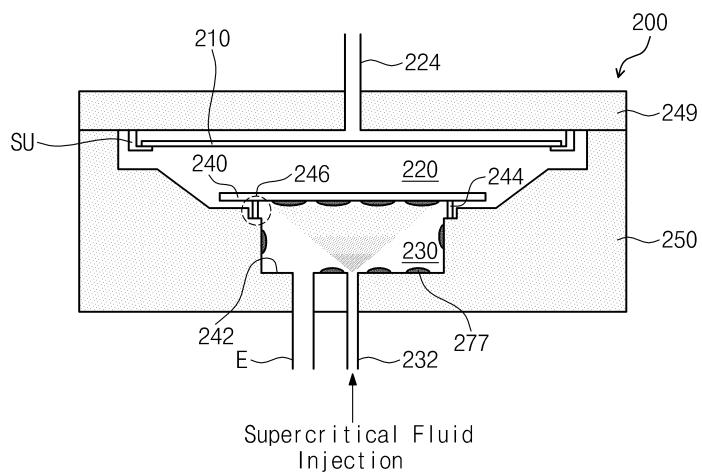
도면4b



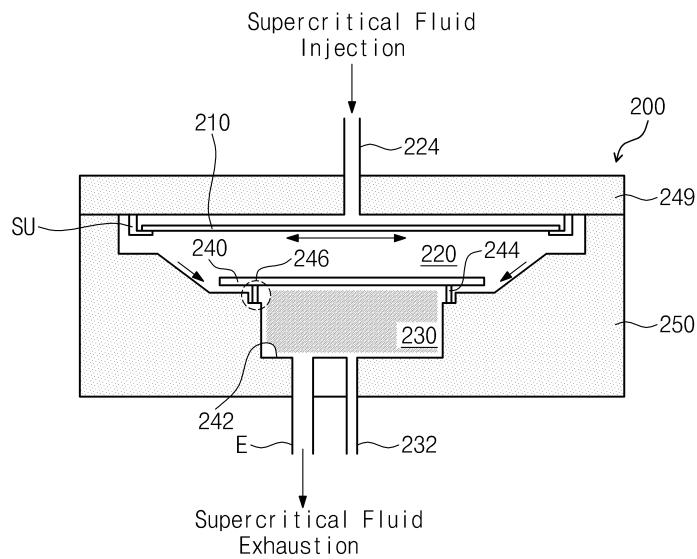
도면5a



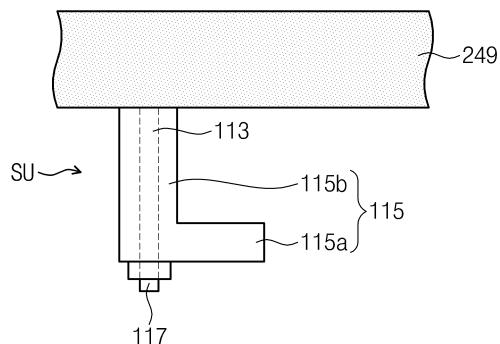
도면5b



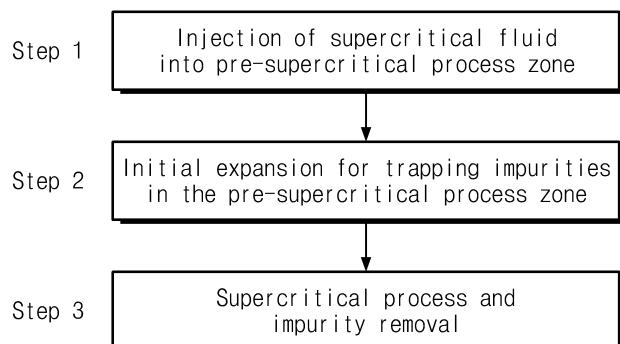
도면5c



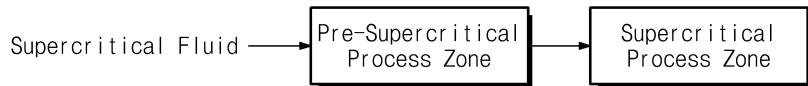
도면5d



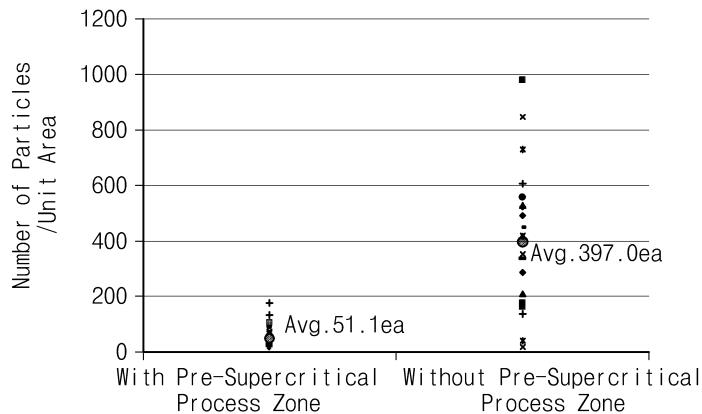
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 3

【변경전】

상기 블록킹 플레이트

【변경후】

상기 블록킹 플레이트

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

상기 블록킹 플레이트

【변경후】

상기 블록킹 플레이트

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 4

【변경전】

상기 블록킹 플레이트

【변경후】

상기 블록킹 플레이트