



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월17일

(11) 등록번호 10-2364950

(24) 등록일자 2022년02월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01) **H01L 21/02** (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01L 21/3065 (2013.01)
H01L 21/02041 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0185257
(22) 출원일자 2015년12월23일
심사청구일자 2020년02월10일

(65) 공개번호 10-2016-0078910
(43) 공개일자 2016년07월05일

(30) 우선권주장
JP-P-2014-263378 2014년12월25일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌
KR100996064 B1*
JP2002249876 A
JP2000182966 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고

(72) 발명자
하가 히로후미
일본 981-3629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈 1반 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 나이

나카오 노부타카
일본 981-3629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈 1반 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 나이

야쿠시지 히데아키
일본 981-3629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈 1반 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 나이

(74) 대리인
김태홍, 김진희

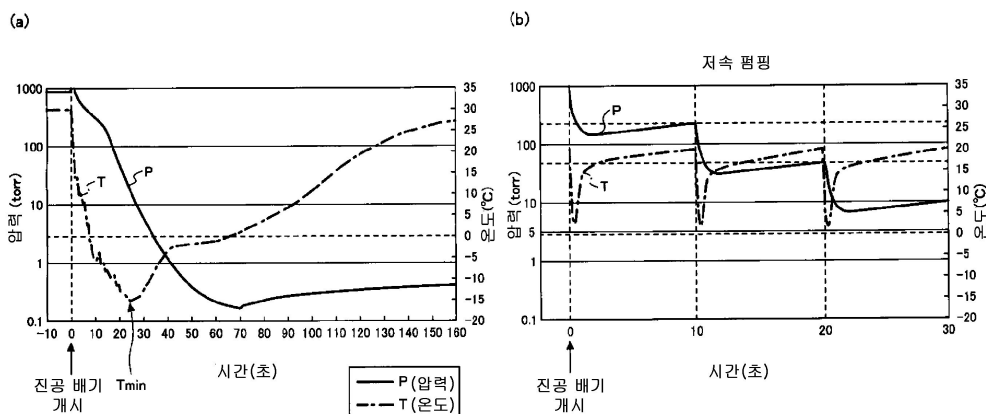
전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 손희수

(54) 발명의 명칭 진공 배기 방법 및 진공 처리 장치

(57) 요약

수분을 응고시키지 않도록 진공 처리실 내를 소정의 압력까지 강압시키는 것을 목적으로 한다. 진공 처리실을 갖는 진공 처리 장치의 진공 배기 방법으로서, 상기 진공 처리실과 배기 장치를 접속하는 밸브를 개방하고, 그 배기 장치에 의해 제1 소정 시간 그 진공 처리실 내를 진공 배기하는 제1 공정과, 상기 제1 공정후에 상기 밸브를 폐쇄하고, 제2 소정 시간 방치하여 진공 처리실(11) 내의 승압을 촉진하는 제2 공정을 가지며, 상기 진공 처리실 내의 수분을 응고시키지 않고 상기 진공 처리실 내의 압력이 $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ 가 될 때까지 강압하는 진공 배기 방법이 제공된다.

대표도

(52) CPC특허분류

H01L 21/67069 (2013.01)

H01L 2021/60187 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

진공 처리실을 갖는 진공 처리 장치의 진공 배기 방법으로서,

상기 진공 처리실과 배기 장치를 접속시키는 밸브를 개방하고, 상기 배기 장치에 의해 제1 미리 정해진 시간동안 상기 진공 처리실 내를 진공 배기하는 제1 공정과,

상기 제1 공정 후에 상기 밸브를 폐쇄하고, 제2 미리 정해진 시간동안 방치하여 진공 처리실 내의 승압을 촉진하는 제2 공정과,

상기 진공 처리실 내의 압력이 처음으로 $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ ($5 \text{ Torr} \sim 10 \text{ Torr}$)가 될 때까지 상기 제1 공정과 상기 제2 공정을 포함하는 시리즈를 반복하는 공정

을 포함하고,

상기 시리즈의 각각의 다음의 반복에 의해 도달되는 최소 압력은, 상기 시리즈의 이전의 반복에 의해 도달되는 최소 압력보다 낮은 것인 진공 배기 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정의 실행에 의해, 상기 진공 처리실 내를 $3333 \text{ Pa} \sim 3359 \text{ Pa}$ ($25.0 \text{ Torr} \sim 25.2 \text{ Torr}$)/분으로 강압하는 것인 진공 배기 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 진공 처리실 내의 압력이 대기압으로부터 $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ ($5 \text{ Torr} \sim 10 \text{ Torr}$)가 될 때까지 강압하는 것인 진공 배기 방법.

청구항 4

진공 처리 장치로서,

진공 처리실,

배관을 통해 상기 진공 처리실과 연결되는 배기 장치,

상기 배관에 제공되고, 상기 배관을 개방하고 폐쇄하도록 구성되는 밸브,

제어부

를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 밸브를 개방하고, 상기 배기 장치에 의해 제1 미리 정해진 시간동안 상기 진공 처리실 내를 진공 배기시키는 제1 동작과,

상기 진공 배기 후에 상기 밸브를 폐쇄하고, 제2 미리 정해진 시간동안 방치하여 진공 처리실 내의 승압을 촉진하는 제2 동작을 수행하도록 구성되고,

상기 제어부는, 상기 진공 처리실 내의 압력이 처음으로 $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ ($5 \text{ Torr} \sim 10 \text{ Torr}$)가 될 때까지 상기 제1 동작과 상기 제2 동작을 포함하는 시리즈를 반복하도록 구성되고,

상기 시리즈의 각각의 다음의 반복에 의해 도달되는 최소 압력은, 상기 시리즈의 이전의 반복에 의해 도달되는 최소 압력보다 낮은 것인 진공 처리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제어부는 상기 제1 동작과 상기 제2 동작을 교대로 반복하는 것인 진공 처리 장치.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 제1 동작과 상기 제2 동작의 실행에 의해, 상기 진공 처리실 내를 3333 Pa~3359 Pa(25.0 Torr~25.2 Torr)/분으로 강압하는 것인 진공 처리 장치.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 진공 처리실 내의 압력이 대기압으로부터 $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ (5 Torr~10 Torr)가 될 때까지 강압하는 것인 진공 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 진공 배기 방법 및 진공 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 진공 처리 장치에 있어서 에칭 전의 마스크 치수에 대한 에칭 처리후의 패턴 치수의 시프트량을 제어하는 CD(Critical Dimension) 제어가 행해지고 있다. 그런데, 진공 처리실 내를 클리닝한 메인터넌스 후의 에칭 처리에서는, CD값이 설정치로부터 어긋난 값이 되는 CD 시프트가 발생한다. 이에 비해, 진공 처리실 내를 클리닝후에 시즈닝함으로써, 진공 처리실 내의 분위기를 안정시키고 나서 에칭 처리를 행하고, 이에 따라 CD 시프트의 발생을 방지하는 것이 고려된다. 그러나, 시즈닝을 실행하면, 메인터넌스 후의 에칭 처리의 개시가 지연된다. 따라서, 메인터넌스 후의 진공 처리실 내에서의 안정 가동과 메인터넌스 후에 에칭 처리를 행하기까지의 시간의 단축이 요구되고 있다.

[0003] 따라서, 진공 처리실 내의 진공 배기에 요하는 시간을 단축하기 위해, 여러가지 진공 배기 방법이 제안되어 있다. 예컨대, 진공 배기 개시 후에 일단 불활성 가스를 도입하여 챔버 내를 대기압 이상의 양압 상태로 하고, 또한 진공 배기를 계속하는 방법이 제안되어 있다(예컨대, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본 특허 공개 제2002-249876호 공보
(특허문헌 0002) 특허문헌 2 : 일본 특허 공개 제2008-305953호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나, 상기 특허문헌에 의한 진공 배기 방법에서는, 진공 처리실 내를 감압하면, 메인터넌스 시에 대기에 노출된 벽면이나 구성 부품의 표면에 부착된 수분이 기화하기 시작한다. 그 후에도 계속해서 진공 처리실 내를 감압하면, 단열 팽창에 의해 수분의 온도가 저하되고, 결국 그 온도는 0℃를 하회하여 -15℃~-30℃ 정도까지 내려가는 경우가 있다. 이때, 아직 기화하지 않은 진공 처리실 내의 수분은 응고하는 경우가 있다.

[0006] 응고한 수분은 장시간에 걸쳐 계속 증발하고, 또한, 응고하지 않은 수분을 벽면 등의 미세한 오목부에 밀폐하여, 진공 배기 시간의 단축을 도모하는 것을 어렵게 한다. 또한, 응고한 수분은 파티클의 발생, 이상 방전, 구성 부품의 부식 등, 수분을 원인으로 하는 문제를 야기하는 경우가 있다.

[0007] 상기 과제에 대하여, 일측면에서는, 수분을 응고시키지 않도록 진공 처리실 내를 소정의 압력까지 강압시키는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위해, 하나의 양태에 의하면, 진공 처리실을 갖는 진공 처리 장치의 진공 배기 방법으로, 상기 진공 처리실과 배기 장치를 접속시키는 밸브를 개방하고, 그 배기 장치에 의해 제1 소정 시간 그 진공 처리실 내를 진공 배기하는 제1 공정과, 상기 제1 공정 후에 상기 밸브를 폐쇄하고, 제2 소정 시간 방치하여 진공 처리실(11) 내의 승압을 촉진하는 제2 공정을 포함하며, 상기 진공 처리실 내의 수분을 응고시키지 않고 상기 진공 처리실 내의 압력이 $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ 가 될 때까지 강압하는 진공 배기 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0009] 하나의 측면에 의하면, 수분을 응고시키지 않도록 진공 처리실 내를 소정의 압력까지 강압시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 일 실시형태에 따른 진공 처리 장치의 종단면의 일례를 나타내는 도면.

도 2는 수분의 증기압 곡선을 나타내는 도면.

도 3은 일 실시형태에 따른 진공 배기 처리의 일례를 나타내는 플로우차트.

도 4는 일 실시형태에 따른 진공 배기에 의한 진공 처리실 내의 압력 천이의 일례를 나타내는 도면.

도 5는 일 실시형태에 따른 진공 배기와 비교예에 의한 수분량(OH기의 발행 강도)을 나타내는 도면.

도 6은 일 실시형태에 따른 진공 배기와 비교예의 압력 및 온도의 천이도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 형태에 관해 도면을 참조하여 설명한다. 또, 본 명세서 및 도면에 있어서, 실질적으로 동일한 구성에 관해서는, 동일한 부호를 붙임으로써 중복 설명을 생략한다.

[0012] [진공 처리 장치의 전체 구성]

[0013] 우선, 본 발명의 일 실시형태에 따른 진공 처리 장치(10)의 전체 구성의 일례에 관해, 도 1을 참조하면서 설명한다. 여기서는, 진공 처리 장치(10)는, 진공 처리실(11) 내에서 플라즈마를 생성하고, 플라즈마의 작용에 의해 반도체 웨이퍼(이하 「웨이퍼(W)」라고도 함)를 에칭 처리 등의 플라즈마 처리를 행하는 장치이다.

[0014] 진공 처리 장치(10)는, 알루미늄 등으로 이루어지며, 내부를 밀폐 가능한 통형상의 진공 처리실(11)을 갖고 있다. 진공 처리실(11)은 접지 전위에 접속되어 있다. 진공 처리실(11)의 내부에는, 도전성 재료, 예컨대 알루미늄 등으로 구성된 배치대(12)가 설치되어 있다. 배치대(12)는, 웨이퍼(W)를 배치하는 원기둥형의 대이며, 하부 전극을 겸하고 있다.

[0015] 진공 처리실(11)의 측벽과 배치대(12)의 측면 사이에는, 배치대(12)의 상측의 가스를 진공 처리실(11) 밖으로 배출하는 경로가 되는 배기로(13)가 형성되어 있다. 배기로(13)의 도중에는 배기 플레이트(14)가 배치된다. 배기 플레이트(14)는 다수의 구멍을 갖는 판형 부재이며, 진공 처리실(11)을 상부와 하부로 구획하는 다이어프램으로서 기능한다. 배기 플레이트(14)에 의해 구획된 진공 처리실(11)의 상부는, 플라즈마 처리가 실행되는 반응실(17)이다. 또한, 진공 처리실(11) 하부의 배기실(매니폴드)(18)에는, 진공 처리실(11) 내의 가스를 배출하는 배기관(15)이 접속되어 있다. 배기관(15)에는, APC(Adaptive Pressure Control : 자동 압력 제어) 밸브(16)가 접속되어 있다. 배기 플레이트(14)는, 반응실(17)에서 생성되는 플라즈마를 포착 또는 반사하여 배기실(18)로의 누설을 방지한다. 배기관(15)에는, APC 밸브(16)를 통해 TMP(40)(Turbo Molecular Pump) 및 드라이 펌프(41)(Dry Pump)가 접속되고, 이들 배기 장치는 진공 처리실(11) 내를 진공 배기하여 감압한다. 구체적으로는, 드라이 펌프(41)는 진공 처리실(11) 내를 대기압으로부터 중진공 상태(예컨대 $1.3 \times 10 \text{ Pa}$ (0.1 Torr) 이하)까지 감압한다. 그때, 드라이 펌프(41)와 진공 처리실(11)을 연결하는 배관(바이패스 루트)에 설치된 밸브(43)가 개방되고, TMP(40)와 드라이 펌프(41)를 연결하는 배관에 설치된 밸브(42)가 폐쇄된다.

[0016] TMP(40)는, 드라이 펌프(41)와 협동하여 진공 처리실(11) 내를 중진공 상태보다 낮은 압력인 고진공 상태(예컨대 $1.3 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ ($1.0 \times 10^{-5} \text{ Torr}$) 이하)까지 감압한다. 그때, 밸브(43)가 폐쇄되고, 밸브(42)가 개방된다.

[0017] 제1 고주파 전원(19)은 정합기(20)를 통해 배치대(12)에 접속되며, 예컨대 400 kHz ~ 13.56 MHz의 바이어스용의

고주파 전력(이하, 「LF」(Low Frequency)로도 표기함)을 배치대(12)에 공급한다. 정합기(20)는, 배치대(12)로부터의 고주파 전력의 반사를 억제하고, 바이어스용의 고주파 전력 LF의 배치대(12)에 대한 공급 효율을 최대화한다.

- [0018] 배치대(12)의 상부에는, 정전 전극판(21)을 내부에 갖는 정전 척(22)이 배치되어 있다. 정전 척(22)은 하부 원판형 부재의 위에, 하부 원판형 부재보다 직경이 작은 상부 원판형 부재를 겹친 형상을 갖는다. 또, 정전 척(22)은 알루미늄으로 이루어지며, 상면에는 세라믹 등이 용사되어 있다. 배치대(12)에 웨이퍼(W)를 배치할 때, 웨이퍼(W)는 정전 척(22)의 상부 원판형 부재의 위에 놓인다.
- [0019] 정전 전극판(21)에는 직류 전원(23)이 접속되어 있다. 정전 전극판(21)에 플러스의 직류 전압(이하, 「HV」(High Voltage)로도 표기함)이 인가되면, 웨이퍼(W)의 이면(정전 척(22)측의 면)에 부(負)전위가 발생하여 정전 전극판(21) 및 웨이퍼(W)의 이면의 사이에 전위차가 생긴다. 웨이퍼(W)는, 이 전위차에 기인하는 쿨롱력 또는 존슨·라베르크에 의해, 정전 척(22)에서의 상부 원판형 부재 상에 정전 흡착되어 유지된다.
- [0020] 또한, 정전 척(22)에는, 웨이퍼(W)의 둘레 가장자리부를 둘러싸도록 원환형의 포커스 링(24)이 배치된다. 포커스 링(24)은, 도전성 부재, 예컨대 실리콘으로 이루어지며, 반응실(17)에 있어서 플라즈마를 웨이퍼(W)의 표면을 향해 수축하고, 에칭 처리의 효율을 향상시킨다.
- [0021] 또한, 배치대(12)의 내부에는, 예컨대 원주 방향으로 연장되는 고리형의 냉매실(25)이 설치된다. 이 냉매실(25)에는, 냉매용 배관(26)을 통해 칠리 유닛으로부터 저온의 냉매, 예컨대 냉각수나 가르덴(등록상표)이 순환 공급된다. 그 저온의 냉매에 의해 냉각된 배치대(12)는 정전 척(22)을 통해 웨이퍼(W) 및 포커스 링(24)을 냉각시킨다.
- [0022] 정전 척(22)에서의 상부 원판형 부재 상의 웨이퍼(W)가 흡착되는 면(흡착면)에는, 복수의 전열 가스 공급 구멍(27)이 개구되어 있다. 이들 복수의 전열 가스 공급 구멍(27)에는, 전열 가스 공급 라인(28)을 통해 헬륨(He) 가스 등의 전열 가스가 공급된다. 전열 가스는, 전열 가스 공급 구멍(27)을 통해 정전 척(22)의 흡착면과 웨이퍼(W)의 이면의 간극에 공급된다. 그 간극에 공급된 전열 가스는, 웨이퍼(W)의 열을 정전 척(22)에 전달한다.
- [0023] 진공 처리실(11)의 천장부에는, 배치대(12)와 대향하도록 샤워 헤드(29)가 배치되어 있다. 제2 고주파 전원(31)은 정합기(30)를 통해 샤워 헤드(29)에 접속되며, 예컨대 40 MHz 정도의 플라즈마 여기용의 고주파 전력(이하, 「HF」(High Frequency)로도 표기함)을 샤워 헤드(29)에 공급한다. 이와 같이 하여 샤워 헤드(29)는 상부 전극으로서도 기능한다. 또, 정합기(30)는, 샤워 헤드(29)로부터의 고주파 전력의 반사를 억제하고, 플라즈마 여기용의 고주파 전력 HF의 배치대(12)에 대한 공급 효율을 최대화한다. 또, 제2 고주파 전원(31) 및 정합기(30)는 설치되지 않아도 좋다.
- [0024] 샤워 헤드(29)는, 다수의 가스 구멍(32)을 갖는 천장 전극판(33)과, 천장 전극판(33)을 착탈 가능하게 매달아 지지하는 쿨링 플레이트(34)와, 쿨링 플레이트(34)를 덮는 덮개(35)를 갖는다. 또한, 쿨링 플레이트(34)의 내부에는 버퍼실(36)이 설치되고, 버퍼실(36)에는 가스 도입관(37)이 접속되어 있다. 샤워 헤드(29)는, 가스 도입관(37)으로부터 버퍼실(36)에 공급된 가스를, 다수의 가스 구멍(32)을 통해 반응실(17) 내에 공급한다.
- [0025] 샤워 헤드(29)는 진공 처리실(11)에 대하여 착탈 가능하며, 진공 처리실(11)의 덮개로서도 기능한다. 진공 처리실(11)로부터 샤워 헤드(29)를 이탈시키면, 작업자는 진공 처리실(11)의 벽면이나 구성 부품에 직접 접촉할 수 있다. 이에 따라, 작업자는 진공 처리실(11)의 벽면이나 구성 부품의 표면을 클리닝할 수 있고, 진공 처리실(11)의 벽면 등에 부착된 부착물을 제거할 수 있다.
- [0026] 진공 처리 장치(10)에서는, 바이어스용의 고주파 전력 LF가 배치대(12)에 인가된다. 플라즈마 여기용의 고주파 전력 HF는 인가되어도 좋고 인가되지 않아도 좋다. 반응실(17) 내에 적어도 바이어스용의 고주파 전력을 인가함으로써, 샤워 헤드(29)로부터 공급된 가스로부터 플라즈마가 생성되고, 그 플라즈마에 의해 웨이퍼(W)에 에칭 등의 플라즈마 처리가 실시된다.
- [0027] 진공 처리 장치(10)의 각 구성 부품의 동작은, 진공 처리 장치(10) 전체를 제어하는 제어부(50)에 의해 제어된다. 제어부(50)는, CPU, ROM, RAM 등을 가지며, RAM 등에 기억된 플라즈마 처리의 순서를 설정하는 레시피에 따라서 에칭 처리 등의 플라즈마 처리를 제어한다.
- [0028] [수분의 증기압 곡선]
- [0029] 다음으로, 수분의 응고에 관해 도 2를 참조하여 설명한다. 도 2는, 수분의 증기압 곡선을 나타내는 도면이며, 횡축은 온도를 나타내고 종축은 압력을 나타낸다. 곡선 A 및 횡축으로 둘러싸인 영역 G에 있어서 수분은 기화하

고, 곡선 A 및 직선 B로 둘러싸인 영역 L에 있어서 수분은 액화하고, 곡선 A, 직선 B 및 종축으로 둘러싸인 영역 S에 있어서 수분은 응고한다.

[0030] 진공 처리실(11) 내에 가스가 잔류하고 있는 상태(영역 L에서의 (a))로부터 TMP(40)나 드라이 펌프(41)에 의한 진공 배기가 개시되고, 진공 처리실(11) 내의 가스가 배출되어 버리면, 진공 처리실(11)의 벽면 등에 부착된 수분은 비등하여 기화한다(곡선 A에서의 (b)). 특히, 진공 처리실(11) 내의 압력 저하가 급격한 경우에는, 수분은 돌발적으로 비등한다.

[0031] TMP(40)나 드라이 펌프(41)에 의한 진공 배기가 계속되면, 진공 처리실(11) 내는 더욱 저압이 된다. 이 때문에, 수분은 비등한 채로 온도가 저하된다(곡선 A에서의 (b)로부터 (c)). 그리고, 온도가 거의 0℃가 되면(곡선 A에서의 (c) : 물의 삼중점), 아직 기화하지 않은 수분은 응고한다. 수분이 응고하면 수분자 간의 결합이 견고해지고, 압력을 높이더라도 기화가 어려운 상태가 된다. 즉, 응고한 수분은 용이하게 기화하지 않는다. 더욱 압력이 저하되면, 온도는 -15℃~-30℃ 정도까지 저하된다(곡선 A에서의 (d)). 이때, 아직 기화하지 않은 수분은 응고하지 않는다.

[0032] 응고한 수분은 장시간에 걸쳐 계속 증발하고, 또한, 진공 처리실(11)의 벽면 등의 미세한 오목부에 응고하지 않은 수분을 밀폐한다. 이 때문에, 응고한 수분의 존재는 진공 배기 시간의 단축을 어렵게 한다. 또한, 응고한 수분은 파티클의 발생, 이상 방전, 구성 부품의 부식 등의 수분을 원인으로 하는 문제를 야기하는 경우가 있다.

[0033] 따라서, 이하에 나타낸 바와 같이, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법에서는 진공 처리실(11) 내를 드라이 펌프(41)에 의해 진공 배기할 때, 온도가 0℃보다 높아지도록 진공 처리실(11) 내의 압력을 제어한다. 이에 따라, 진공 처리실(11)의 벽면 등에 부착된 수분이 응고하는 것을 방지하면서, 진공 처리실(11) 내의 압력이, 메인터넌스 직후의 대기압으로부터 $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ (5 Torr ~ 10 Torr)의 감압 상태가 될 때까지 강압한다.

[0034] [진공 배기 방법]

[0035] 다음으로, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법에 관해 도 3 및 도 4를 참조하여 설명한다. 도 3은, 본 실시형태에 따른 진공 배기 처리의 일례를 나타내는 플로우차트이다. 도 4는, 본 실시형태에 따른 진공 배기에 의한 진공 처리실(11) 내의 압력 천이의 일례를 나타낸다. 도 4에 있어서 횡축은 진공 배기를 개시(시각 T0)하고 나서부터의 시간을 나타내고, 종축은 진공 처리실(11) 내의 압력을 나타낸다. 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법은, 진공 처리 장치(10)에 있어서 예칭 처리가 행해졌을 때에 진공 처리실(11) 내에 부착된 반응 생성물을 제거하기 위해 진공 처리실(11)의 벽면 등을 클리닝한 후에 실행된다. 또, 본 실시형태에 따른 진공 배기 처리가 개시될 때, TMP(40)와 드라이 펌프(41) 사이에 설치된 밸브(42)는 폐쇄되어 있다.

[0036] 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법에서는, 우선, 제어부(50)는 바이패스 루트의 밸브(43)를 개방하도록 제어한다. 이에 따라, 드라이 펌프(41)와 진공 처리실(11)이 연통한다. 드라이 펌프(41)는, 제1 소정 시간, 진공 처리실(11) 내를 진공 배기한다(단계 S10 : 제1 공정). 이에 따라, 도 4에 나타낸 바와 같이, 진공 처리실(11) 내는 진공 배기가 개시된 시각 t_0 의 대기압의 상태로부터 E1으로 나타내는 제1 공정 중에 소정량 감압된다. 제1 소정 시간으로서는, 예컨대 수십초~수분이어도 좋다.

[0037] 여기서, 이대로 진공 배기를 계속하여 급격하게 감압하면 수분이 비등한 채로 온도가 저하되고, 온도가 거의 0℃가 되면 아직 기화하지 않은 수분은 응고해 버린다. 따라서, 도 3의 진공 배기 방법에서는, 제어부(50)는, 제1 소정 시간 경과후(제1 공정후) 일단 밸브(43)를 폐쇄하도록 제어하고, 제2 소정 시간 방치하여 진공 처리실(11) 내의 자연의 승압을 촉진한다(단계 S12 : 제2 공정). 이에 따라, 도 4의 M1으로 나타내는 제2 공정 중에 밸브(43) 등으로부터 자연스럽게 가스가 새고, 진공 처리실(11) 내는 서서히 승압된다. 제2 소정 시간으로서는, 예컨대 수분~10분 정도이어도 좋다.

[0038] 다음으로, 제어부(50)는, 진공 처리실(11) 내의 압력이 10 Torr ($13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$) 이하인지를 판정한다(단계 S14). 진공 처리실(11) 내의 압력이 10 Torr보다 높은 경우, 다시 제1 공정(단계 S10) 및 제2 공정(단계 S12)을 행하고, 단계 S14에서 진공 처리실(11) 내의 압력이 10 Torr 이하가 될 때까지 단계 S10~S14를 반복한다.

[0039] 다음으로, 단계 S14에서 진공 처리실(11) 내의 압력이 10 Torr 이하라고 판정된 경우, 제어부(50)는, 바이패스 루트의 밸브(43)를 개방하도록 제어한다. 이에 따라, 드라이 펌프(41)와 진공 처리실(11)이 연통한다. 드라이 펌프(41)는 진공 처리실(11) 내를 진공 배기한다(단계 S16). 다음으로, 제어부(50)는, 진공 처리실(11) 내의 압력이 5 Torr (6.7 Pa) 이하인지를 판정한다(단계 S18). 진공 처리실(11) 내의 압력이 5 Torr보다 높다고 판정된 경우, 제어부(50)는, 단계 S16으로 되돌아가 드라이 펌프(41)에 의한 배기를 계속한다. 이에 따라, 진공 처리실

(11) 내가 감압된다(도 4의 E2).

- [0040] 한편, 진공 처리실(11) 내의 압력이 5 Torr 이하라고 판정된 경우, 제어부(50)는, 바이패스 루트의 밸브(43)를 폐쇄하고 밸브(42)를 개방한다. 이에 따라, 드라이 펌프(41)에 의한 진공 배기에 있어서 APC 밸브(16)의 개방도의 조정에 의해 진공 처리실(11) 내의 압력을 5 Torr~10 Torr($6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$)로 유지한다(단계 S20 : 도 4의 M2). 이에 따라, 진공 처리실(11) 내의 압력은 5 Torr~10 Torr로 유지된다.
- [0041] 다음으로, 제어부(50)는, 가열 가스를 진공 처리실(11) 내에 도입한다(단계 S22). 가열 가스로는, He 가스, Ar 가스 등의 불활성 가스를 들 수 있다. 이에 따라, 진공 처리실(11) 내의 압력은 급격하게 증압된다(도 4의 P2).
- [0042] 이어서, 진공 처리실(11) 내가 100 Torr~200 Torr($1.3 \times 10^4 \text{ Pa} \sim 2.7 \times 10^4 \text{ Pa}$)까지 급속하게 증압되면, 단열 압축에 의해 진공 처리실(11) 내의 분위기 온도가 상승한다. 이 때문에, 진공 처리실(11)의 벽면 등에 부착된 수분이 가열되고, 그 수분의 온도가 상승한다. 따라서, 예컨대 진공 처리실(11) 내의 압력이 5 Torr~10 Torr로 유지되고 있는 동안에, 그 수분의 온도가 단열 팽창에 의해 삼중점의 온도 근방까지 저하되었다 하더라도, 수분의 온도가 삼중점의 온도를 하회하는 것을 방지할 수 있다.
- [0043] 다음으로, 도 3의 단계 S24에서, 제어부(50)는, 단계 S16~S22를 N회 반복 실행했는지를 판정한다. 반복 횟수 N은 미리 정해져 있다. 도 4에서는, 반복 횟수 N은 3이다.
- [0044] 도 3으로 되돌아가 단계 S16~S22를 N회 반복하면, 제어부(50)는, 단계 S26으로 진행하여, 바이패스 루트의 밸브(43)를 개방하고, 드라이 펌프(41)에 의해 진공 처리실(11) 내의 진공 배기를 계속한다(도 4의 시각 $t_2 \sim$ 시각 t_3).
- [0045] 다음으로, 제어부(50)는, 진공 처리실(11) 내의 압력이 0.1 Torr($1.3 \times 10 \text{ Pa}$) 이하인지를 판정한다(단계 S28). 진공 처리실(11) 내의 압력이 0.1 Torr 이하라고 판정되면 TMP(40)을 가동시키고, 그 후(시각 t_3 이후), 드라이 펌프(41) 및 TMP(40)에 의해 진공 배기를 계속하면서 크라이오 펌프를 가동시킨다(단계 S30). 그 크라이오 펌프는 진공 처리실(11) 내의 수분의 분압을 저하시킨다. 이어서, 제어부(50)는, 진공 처리실(11) 내의 압력이 목표 압력 1×10^{-5} Torr($1.3 \times 10^{-3} \text{ Pa}$)에 도달했는지를 판정한다(단계 S32). 제어부(50)는, 진공 처리실(11) 내의 압력이 목표 압력 1×10^{-5} Torr($1.3 \times 10^{-3} \text{ Pa}$)에 도달했다고 판정한 경우, 본 처리를 종료한다(도 4의 시각 t_4).
- [0046] 비등하면서 단열 팽창에 의해 온도가 저하되는 수분이 응고하는 임계점인 수분의 증기압 곡선에서의 삼중점(도 2의 곡선 A에서의 (c))의 압력은 4.6 Torr ($6.1 \times 10^2 \text{ Pa}$)이다. 따라서, 진공 처리실(11) 내의 압력을 5 Torr 이상으로 제어하고 있으면, 진공 처리실(11) 내의 수분은 응고하지 않는다.
- [0047] 따라서, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법에서는, 제1 공정과 제2 공정이 설치된다. 제1 공정에서는, 바이패스 루트의 밸브(43)를 개방하여 진공 처리실(11) 내를 진공 배기한다. 이때 진공 처리실(11) 내의 압력이 낮아짐으로써 진공 처리실(11) 내의 온도가 낮아진다. 진공 처리실(11) 내의 온도가 0°C 보다 낮아지면 진공 처리실(11) 내의 수분이 응고한다. 따라서, 진공 처리실(11) 내의 압력이, 수분의 증기압 곡선에서의 삼중점의 압력보다 큰 5 Torr가 되기 전에 제2 공정이 실행된다. 제2 공정에서는 밸브(43)를 폐쇄하여 방지한다. 이때, 밸브(43) 및 그 주변의 기계적 가공 정밀도 때문에 밸브(43)를 폐쇄하더라도 진공 처리실(11)은 완전하게는 폐쇄되지 않는다. 이 때문에, 진공 처리실(11) 내의 압력이 서서히 상승하고, 이것에 따라서 진공 처리실(11) 내의 온도도 서서히 상승한다.
- [0048] 이와 같이 하여, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법에서는, 제1 공정과 제2 공정을 설치하여 서서히 진공 배기한다. 이에 따라, 도 4에 나타낸 바와 같이 단계적으로 천천히 진공 처리실(11) 내의 압력을 낮출 수 있다. 예컨대, 도 4의 시각 $t_0 \sim$ 시각 t_1 은, 제1 공정과 제2 공정을 반복하여 행한 결과, 진공 처리실(11) 내의 압력이 삼중점의 압력을 하회하지 않도록 천천히 진공 배기가 행해진 것을 나타내는 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법의 제안 부분이다. 이와 같이 하여, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법에 의하면, 진공 처리실(11) 내의 압력을 서서히 저하시켜 진공 처리실(11) 내의 압력을 대기압으로부터 5 Torr~10 Torr까지 강압시킬 수 있다. 그때, 진공 처리실(11) 내의 온도는 0°C 보다 저하되지 않도록 천천히 진공 배기가 행해진다. 이 때문에, 진공 처리실(11)의 벽면 등에 부착되고 또한 아직 기화하지 않은 수분은 응고하지 않는다. 따라서, 진공 처리실(11)의 벽면 등에 부착된 수분의 기화를 계속할 수 있고, 이에 따라, 진공 처리실(11) 내로부터의 수분의 배출을 촉진할 수 있다.

- [0049] 또, 도 4에 나타난 바와 같이, 제1 공정과 제2 공정을 반복하는 시각 t_0 ~시각 t_1 에서는, 시각 t_1 ~시각 t_2 에서 행하는 P2로 나타난 가열 가스를 도입하는 퍼지 처리는 행하지 않는다. 퍼지 처리에 의해 온도가 지나치게 올라가 버리기 때문이다. 또한, 제1 공정과 제2 공정은 반복하여 실행해도 좋고, 반복하지 않아도 좋다.
- [0050] (수분의 상태)
- [0051] 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법을 실행하고 있는 동안의 진공 처리실(11) 내의 수분의 상태에 관해 도 5를 참조하여 설명한다. 도 5의 곡선 C, D는, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법의 경우의 진공 처리실(11) 내의 수분량(OH기의 발행 강도)을 나타낸다. 도 5의 곡선 A, B는, 연속적으로 진공 배기하는 비교예의 경우의 진공 처리실(11) 내의 수분량(OH기의 발행 강도)을 나타낸다.
- [0052] 곡선 A는, 본 실시형태에 따른 진공 배기보다 빠른 시간(예컨대 30초)으로 진공 처리실(11) 내의 압력을 대기압으로부터 5 Torr~10 Torr의 사이의 어느 압력까지 강압시켰을 때의 진공 처리실(11) 내의 수분량을 OH기의 발행 강도로 나타낸다.
- [0053] 예컨대, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법을 실행하고 있을 때의 진공 처리실(11) 내의 압력 및 온도의 상태에 관해 도 6을 참조하여 설명한다.
- [0054] 도 6의 (a)의 비교예에서는, 드라이 펌프(41)에 의해 연속적으로 배기하고, 진공 처리실(11) 내의 압력을 급격하게 강압시키고 있다. 이에 따라, 진공 처리실(11) 내의 온도가 급격하게 내려간다. 그 결과, 배기 중에 진공 처리실(11) 내의 최저 온도 T_{min} 이 -15°C 정도까지 내려가 버리기 때문에, 진공 처리실(11) 내의 수분이 응고해 버린다.
- [0055] 곡선 B는, 본 실시형태에 따른 진공 배기보다 빠른 75초로 진공 처리실(11) 내의 압력을 5 Torr~10 Torr까지 강압시켰을 때의 OH기의 발행 강도이다. 곡선 A 및 곡선 B는, 연속적으로 진공 배기를 한 경우(즉, 본 실시형태의 제2 공정이 없는 경우)이다.
- [0056] 곡선 C는, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법에 의해 30분으로 진공 처리실(11) 내의 압력을 5 Torr~10 Torr까지 강압시켰을 때의 OH기의 발행 강도로 나타낸다. 곡선 D는, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법에 의해 60분으로 진공 처리실(11) 내의 압력을 5 Torr~10 Torr까지 강압시켰을 때의 OH기의 발행 강도로 나타낸다.
- [0057] 도 6의 (b)에서는, 곡선 C를 얻기 위해 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법이 실행된다. 도 6의 (b)에서는, 제1 공정 및 제2 공정을 3회 반복함으로써, 30분으로 진공 처리실(11) 내의 압력을 5 Torr~10 Torr까지 강압할 수 있다.
- [0058] 그때, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법에서는, 제1 공정과 제2 공정의 실행에 의해 진공 처리실(11) 내를 1분간 3333 Pa~3359 Pa(25.0 Torr~25.2 Torr) 강압한다. 이에 따라, 진공 처리실(11) 내의 온도는 급격하게 내려가지 않는다. 그 결과, 진공 배기 중에 진공 처리실(11) 내의 최저 온도가 0°C 를 하회하지 않고, 진공 처리실(11) 내의 수분이 응고하는 것을 방지할 수 있다.
- [0059] 도 5에 나타내는 OH기의 발행 강도에 의하면, 본 실시형태에 따른 진공 배기 방법에서는, 비교예의 진공 배기 방법보다 진공 처리실(11) 내의 OH기는 적어지고, 진공 처리실(11) 내의 수분이 적어진 것을 알 수 있다. 곡선 C 및 곡선 D에서는 약30분 진공 배기하면, 대부분의 OH기는 없어지고, 진공 처리실(11) 내의 물이 응고할 우려는 없어진다.
- [0060] 이상에 설명한 바와 같이, 본 실시형태의 진공 배기 방법에 의하면, 수분을 응고시키지 않도록 진공 처리실 내를 소정의 압력까지 강압시킬 수 있다. 이에 따라, 진공 배기 중에 진공 처리실(11)의 벽면 등에 부착되고 또한 아직 기화하지 않은 수분은 응고하지 않는다. 따라서, 진공 처리실(11)의 벽면 등에 부착된 수분의 기화를 계속할 수 있고, 이에 따라, 진공 처리실(11) 내로부터의 수분의 배출을 촉진하여, 배기시간의 단축을 도모할 수 있다.
- [0061] 이상, 진공 배기 방법 및 진공 처리 장치를 상기 실시형태에 의해 설명했지만, 본 발명에 따른 진공 배기 방법 및 진공 처리 장치는 상기 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 범위 내에서 여러가지 변형 및 개량이 가능하다. 상기 복수의 실시형태에 기재된 사항은, 모순되지 않는 범위에서 조합할 수 있다.
- [0062] 예컨대, 본 발명에 따른 진공 배기 방법을 실행하는 진공 처리 장치는, 용량 결합형 플라즈마(CCP : Capacitively Coupled Plasma) 장치, 유도 결합형 플라즈마(ICP : Inductively Coupled Plasma), 레이디얼 라인 슬롯 안테나를 이용한 CVD(Chemical Vapor Deposition) 장치, 헬리콘과 여기형 플라즈마(HWP : Helicon

Wave Plasma) 장치, 전자 사이클로트론 공명 플라즈마(ECR : Electron Cyclotron Resonance Plasma) 장치 등이어도 좋다.

[0063] 또한, 본 발명에 따른 진공 처리 장치에 의해 처리되는 기판은, 웨이퍼에 한정되지 않고, 예컨대 플랫 패널 디스플레이(Flat Panel Display)용의 대형 기판, EL 소자 또는 태양 전지용의 기판이어도 좋다.

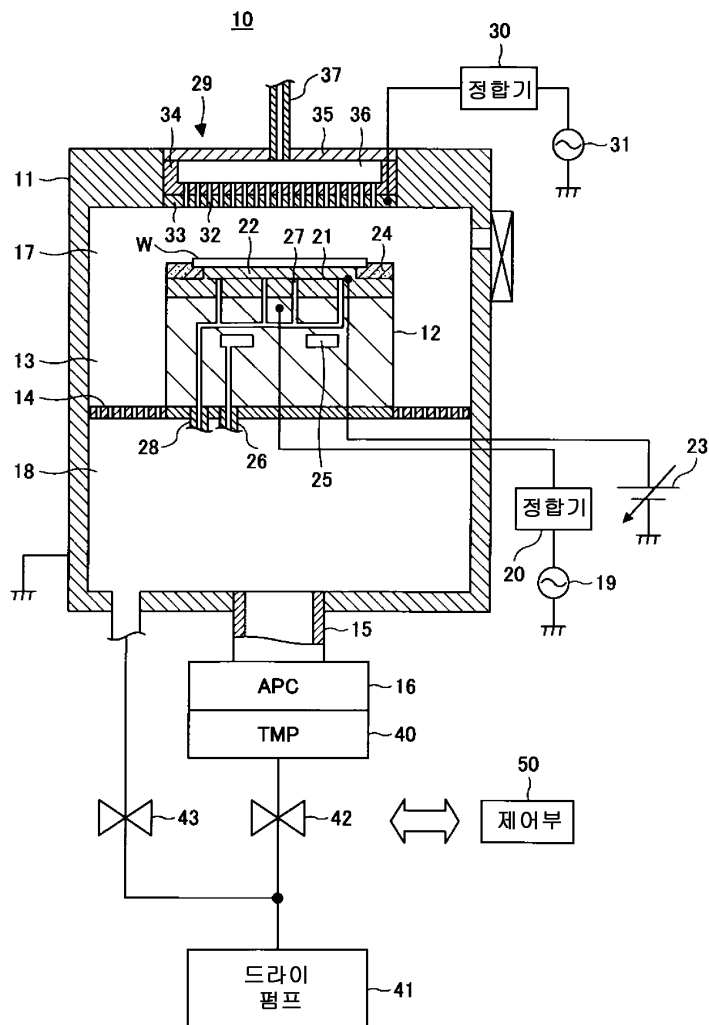
[0064] 또, 본 발명에 따른 진공 처리 장치의 진공 처리실은 알루미늄으로 형성되고, 알루미늄의 표면은 알루미늄이트 처리되어 있다. 진공 처리실의 알루미늄이트의 막에는 다수의 빈 구멍이 형성되고, 그 빈 구멍에 수분이 고인다. 따라서, 진공 처리실의 내벽에 인접하여 원하는 파트가 설치되어 있으면, 빈 구멍 내의 물이 가스로서 배기되기 어렵다. 즉, 본 발명에 따른 진공 배기 방법은, 복잡한 내부 구조의 진공 처리실의 경우에 보다 유효해진다.

부호의 설명

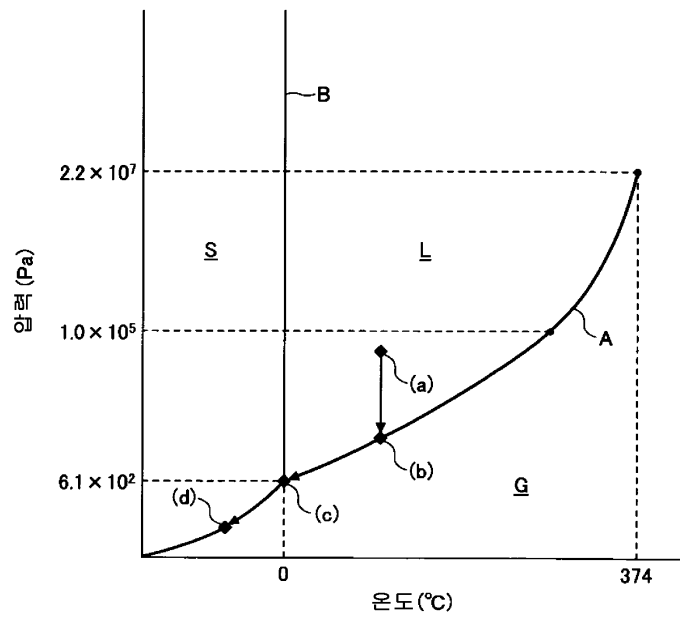
[0065]	10 : 진공 처리 장치	11 : 진공 처리실
	12 : 배치대	13 : 배기로
	14 : 배기 플레이트	16 : APC 밸브
	17 : 반응실	18 : 배기실
	19 : 제1 고주파 전원	21 : 정전 전극판
	22 : 정전 척	23 : 직류 전원
	27 : 전열 가스 공급 구멍	29 : 샤워 헤드
	31 : 제2 고주파 전원	40 : TMP
	41 : 드라이 펌프	42, 43 : 밸브
	50 : 제어부	

도면

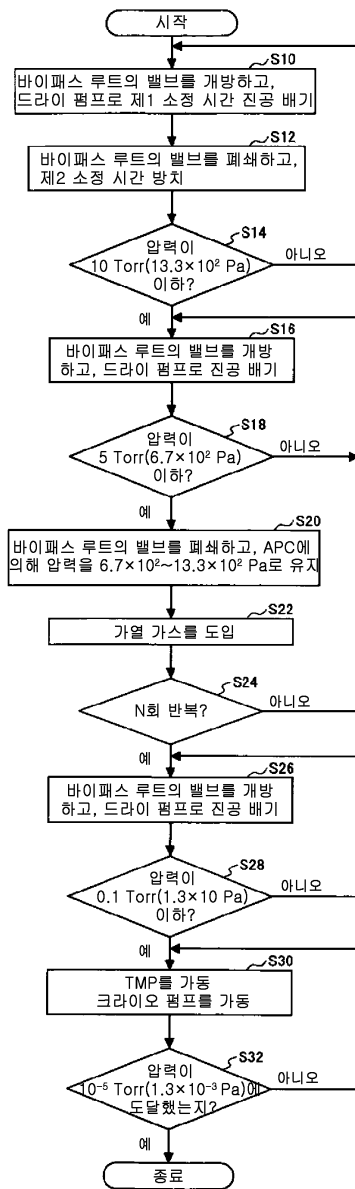
도면1



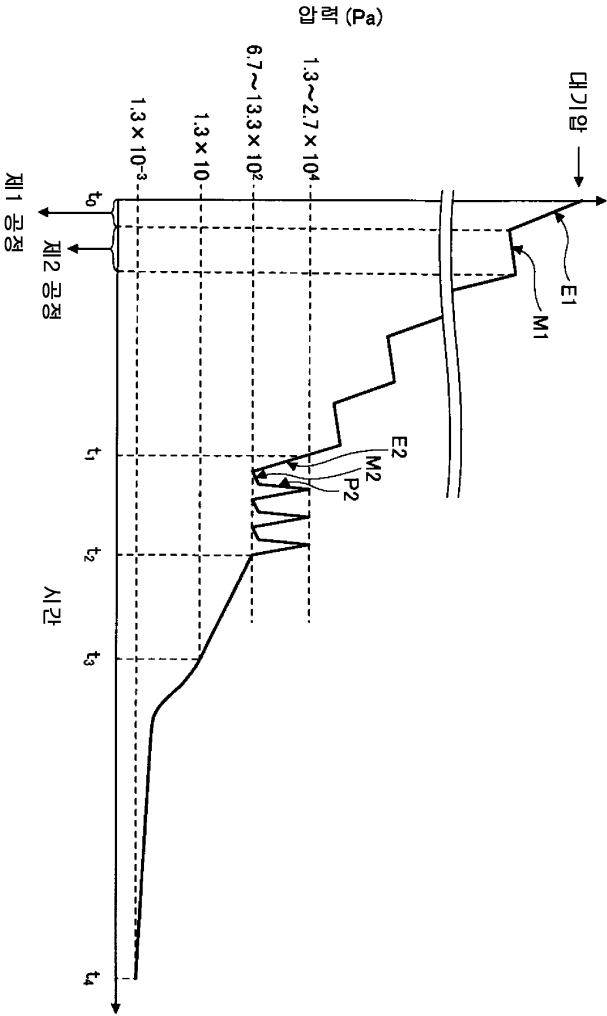
도면2



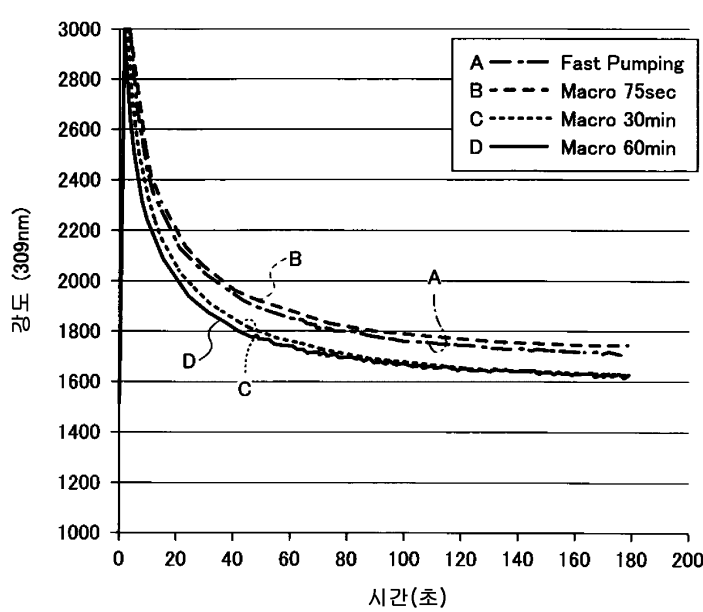
도면3



도면4



도면5



도면6

