



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0072991
(43) 공개일자 2025년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) G01R 19/155 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32146 (2013.01)
G01R 19/155 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2025-7011627
(22) 출원일자(국제) 2023년08월14일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년04월09일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/029469
(87) 국제공개번호 WO 2024/062804
국제공개일자 2024년03월28일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-150094 2022년09월21일 일본(JP)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
즈지모토 히로시
일본 9813629 미야기 구로카와군 다이와초 테크노
힐스 1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내
(74) 대리인
장수길, 김성환, 성재동

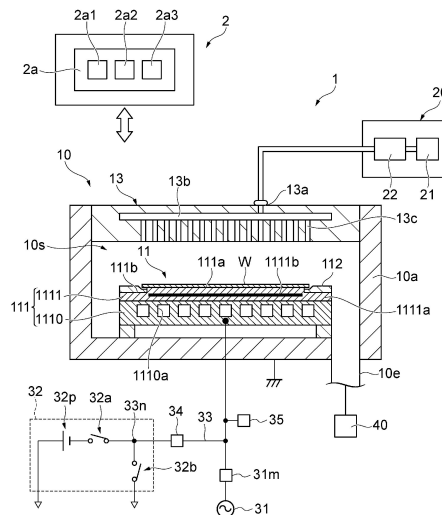
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 플라스마 처리 장치 및 플라스마 처리 방법

(57) 요약

개시되는 플라스마 처리 장치는, 챔버, 기판 지지부, 플라스마 생성부 및 바이어스 전원을 구비한다. 기판 지지부는, 챔버 내에 마련되어 있다. 플라스마 생성부는, 챔버 내에서 가스로부터 플라스마를 생성하도록 구성되어 있다. 바이어스 전원은, 전기 바이어스로서 복수의 전압 펄스의 시퀀스를 기판 지지부에 인가하도록 구성되어 있다. 바이어스 전원은, 복수의 전압 펄스 각각의 ON 기간의 길이를 조정함으로써, 복수의 전압 펄스 각각의 최대 전압 레벨을 조정하도록 구성되어 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01J 37/32174 (2013.01)

H01J 37/32715 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

챔버와,

상기 챔버 내에 마련된 기관 지지부와,

상기 챔버 내에서 가스로부터 플라스마를 생성하도록 구성된 플라스마 생성부와,

전기 바이어스로서 복수의 전압 펄스의 시퀀스를 상기 기관 지지부에 인가하도록 구성된 바이어스 전원을 구비하고,

상기 바이어스 전원은, 상기 복수의 전압 펄스 각각의 ON 기간의 길이를 조정함으로써, 상기 복수의 전압 펄스 각각의 최대 전압 레벨을 조정하도록 구성되어 있는,

플라스마 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 ON 기간의 길이와 상기 최대 전압 레벨의 사이의 미리 준비된 관계식을 사용하여, 상기 기관 지지부에 인가해야 할 상기 복수의 전압 펄스 각각의 최대 전압 레벨에 대응하는 상기 ON 기간의 길이를 결정하도록 구성된 제어부를 더 구비하고,

상기 바이어스 전원은, 상기 복수의 전압 펄스 각각의 상기 ON 기간의 길이를, 상기 제어부에 의해 결정된 상기 ON 기간의 길이로 설정하도록 구성되어 있는, 플라스마 처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 제어부를 더 구비하고,

상기 제어부는,

상기 바이어스 전원으로부터 상기 기관 지지부에의 적어도 하나의 전압 펄스의 인가 개시부터의 전압 레벨의 시간 변화로부터, 상기 ON 기간의 길이와 상기 최대 전압 레벨의 사이의 관계식을 특정하고,

상기 관계식을 사용하여, 상기 기관 지지부에 인가해야 할 상기 복수의 전압 펄스 각각의 최대 전압 레벨에 대응하는 상기 ON 기간의 길이를 결정하도록 구성되어 있고,

상기 바이어스 전원은, 상기 복수의 전압 펄스 각각의 상기 ON 기간의 길이를, 상기 제어부에 의해 결정된 상기 ON 기간의 길이로 설정하도록 구성되어 있는, 플라스마 처리 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 바이어스 전원과 상기 기관 지지부를 서로 전기적으로 접속하는 전기적 패스의 전압을 측정하도록 구성된 전압 센서를 더 구비하고,

상기 전압 레벨의 상기 시간 변화는, 상기 전압 센서에 의해 취득되는, 플라스마 처리 장치.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 기관 지지부 상에 적재된 기관의 전위를 측정하도록 구성된 전압 센서를 더 구비하고,

상기 전압 레벨의 상기 시간 변화는, 상기 전압 센서에 의해 취득되는, 플라스마 처리 장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 바이어스 전원은,

직류 전원과,

상기 직류 전원과 상기 기관 지지부의 사이에서 접속된 제1 스위치와,

상기 직류 전원과 상기 기관 지지부를 서로 전기적으로 접속하는 전기적 패스 상의 노드와 접지의 사이에서 접속된 제2 스위치

를 포함하고,

상기 바이어스 전원은, 상기 복수의 전압 펄스 각각의 상기 ON 기간의 길이를 상기 제1 스위치가 닫혀 있는 기간의 길이를 조정함으로써 조정하는, 플라스마 처리 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 바이어스 전원은, 상기 제1 스위치가 열려 있을 때, 상기 제2 스위치를 닫도록 구성되어 있는, 플라스마 처리 장치.

청구항 8

(a) 플라스마 처리 장치의 챔버 내에서 가스로부터 플라스마를 생성하는 공정과,

(b) 상기 챔버 내의 기관 지지부에 상기 플라스마로부터의 이온을 인입하기 위해, 바이어스 전원으로부터, 전기 바이어스로서 복수의 전압 펄스의 시퀀스를 상기 기관 지지부에 인가하는 공정

을 포함하고,

상기 (b)에서, 상기 복수의 전압 펄스 각각의 ON 기간의 길이를 조정함으로써, 상기 복수의 전압 펄스 각각의 최대 전압 레벨이 조정되는,

플라스마 처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 (b)에서, 상기 기관 지지부에 인가해야 할 상기 복수의 전압 펄스 각각의 최대 전압 레벨에 대응하는 상기 복수의 전압 펄스 각각의 상기 ON 기간의 길이가, 상기 ON 기간의 길이와 상기 최대 전압 레벨의 사이의 미리 준비된 관계식을 사용하여 결정되는, 플라스마 처리 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 바이어스 전원으로부터 상기 기관 지지부에 적어도 하나의 전압 펄스의 인가 개시부터의 해당 적어도 하나의 전압 펄스의 전압 레벨의 시간 변화로부터, 상기 ON 기간의 길이와 상기 최대 전압 레벨의 사이의 관계식을 특정하는 공정을 더 포함하고,

상기 (b)에서, 상기 기관 지지부에 인가해야 할 상기 복수의 전압 펄스 각각의 최대 전압 레벨에 대응하는 상기 복수의 전압 펄스 각각의 상기 ON 기간의 길이가, 상기 관계식을 사용하여 결정되는, 플라스마 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 예시적 실시 형태는, 플라스마 처리 장치 및 플라스마 처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 플라스마 처리 장치가, 기관에 대한 플라스마 처리에서 사용되고 있다. 플라스마 처리 장치는, 챔버 및 기관 지지부를 포함한다. 기관 지지부는, 챔버 내에 마련되어 있다. 하기 특허문헌 1에 기재된 플라스마 처리 장치는, 챔버 내에서 생성된 플라스마로부터 이온을 기관에 인입하기 위해, DC 부펄스 전압을 기관 지지부에 인가한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2009-187975호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는, 플라스마 처리 장치의 기관 지지부에 전기 바이어스로서 인가되는 복수의 전압 펄스 각각의 최대 전압 레벨을 조정하는 기술을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 플라스마 처리 장치가 제공된다. 플라스마 처리 장치는, 챔버, 기관 지지부, 플라스마 생성부 및 바이어스 전원을 구비한다. 기관 지지부는, 챔버 내에 마련되어 있다. 플라스마 생성부는, 챔버 내에서 가스로부터 플라스마를 생성하도록 구성되어 있다. 바이어스 전원은, 전기 바이어스로서 복수의 전압 펄스의 시퀀스를 기관 지지부에 인가하도록 구성되어 있다. 바이어스 전원은, 복수의 전압 펄스 각각의 ON 기간의 길이를 조정함으로써, 복수의 전압 펄스 각각의 최대 전압 레벨을 조정하도록 구성되어 있다.

발명의 효과

[0006] 하나의 예시적 실시 형태에 따르면, 플라스마 처리 장치의 기관 지지부에 전기 바이어스로서 인가되는 복수의 전압 펄스 각각의 최대 전압 레벨을 조정하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 플라스마 처리 시스템의 구성예를 설명하기 위한 도면이다.
 도 2는 용량 결합형 플라스마 처리 장치의 구성예를 설명하기 위한 도면이다.
 도 3은 하나의 예시적 실시 형태에 관한 플라스마 처리 장치에서 사용되는 일레의 전기 바이어스의 타이밍 차트이다.
 도 4는 일레의 전압 펄스의 전압 레벨과 ON 기간의 길이의 관계를 도시하는 도면이다.
 도 5는 하나의 예시적 실시 형태에 관한 플라스마 처리 장치에서 사용되는 일레의 전기 바이어스의 타이밍 차트이다.
 도 6은 용량 결합형 플라스마 처리 장치의 다른 구성예를 설명하기 위한 도면이다.
 도 7은 하나의 예시적 실시 형태에 관한 플라스마 처리 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하, 도면을 참조하여 다양한 예시적 실시 형태에 대해서 상세하게 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서 동일하거나 또는 상당하는 부분에 대해서는 동일한 부호를 부여하기로 한다.

[0009] 도 1은 플라스마 처리 시스템의 구성예를 설명하기 위한 도면이다. 일 실시 형태에서, 플라스마 처리 시스템은, 플라스마 처리 장치(1) 및 제어부(2)를 포함한다. 플라스마 처리 시스템은, 기관 처리 시스템의 일레이며, 플라스마 처리 장치(1)는, 기관 처리 장치의 일레이다. 플라스마 처리 장치(1)는, 플라스마 처리 챔버(10), 기관 지지부(11) 및 플라스마 생성부(12)를 포함한다. 플라스마 처리 챔버(10)는, 플라스마 처리 공간을 갖는다. 또한, 플라스마 처리 챔버(10)는, 적어도 하나의 처리 가스를 플라스마 처리 공간에 공급하기 위한 적어도 하나의 가스 공급구와, 플라스마 처리 공간으로부터 가스를 배출하기 위한 적어도 하나의 가스 배출구를 갖는다. 가스 공급구는, 후술하는 가스 공급부(20)에 접속되고, 가스 배출구는, 후술하는 배기 시스템(40)에 접속된다. 기관 지지부(11)는, 플라스마 처리 공간 내에 배치되고, 기관을 지지하기 위한 기관 지지면을 갖는다.

[0010] 플라스마 생성부(12)는, 플라스마 처리 공간 내에 공급된 적어도 하나의 처리 가스로부터 플라스마를 생성하도록

록 구성된다. 플라스마 처리 공간에서 형성되는 플라스마는, 용량 결합 플라스마(CCP: Capacitively Coupled Plasma), 유도 결합 플라스마(ICP: Inductively Coupled Plasma), ECR 플라스마(Electron-Cyclotron-Resonance Plasma), 헬리콘파 여기 플라스마(HWP: Helicon Wave Plasma), 또는, 표면파 플라스마(SWP: Surface Wave Plasma) 등이어도 된다. 또한, AC(Alternating Current) 플라스마 생성부 및 DC(Direct Current) 플라스마 생성부를 포함하는, 다양한 타입의 플라스마 생성부가 사용되어도 된다. 일 실시 형태에서, AC 플라스마 생성부에서 사용되는 AC 신호(AC 전력)는, 100kHz 내지 10GHz의 범위 내의 주파수를 갖는다. 따라서, AC 신호는, RF(Radio Frequency) 신호 및 마이크로파 신호를 포함한다. 일 실시 형태에서, RF 신호는, 100kHz 내지 150MHz의 범위 내의 주파수를 갖는다.

[0011] 제어부(2)는, 본 개시에서 설명되는 다양한 공정을 플라스마 처리 장치(1)에 실행시키는 컴퓨터 실행 가능한 명령을 처리한다. 제어부(2)는, 여기서 설명되는 다양한 공정을 실행하도록 플라스마 처리 장치(1)의 각 요소를 제어하도록 구성될 수 있다. 일 실시 형태에서, 제어부(2)의 일부 또는 모두가 플라스마 처리 장치(1)에 포함되어도 된다. 제어부(2)는, 처리부(2a1), 기억부(2a2) 및 통신 인터페이스(2a3)를 포함해도 된다. 제어부(2)는, 예를 들어 컴퓨터(2a)에 의해 실현된다. 처리부(2a1)는, 기억부(2a2)로부터 프로그램을 읽어내고, 읽어낸 프로그램을 실행함으로써 다양한 제어 동작을 행하도록 구성될 수 있다. 이 프로그램은, 미리 기억부(2a2)에 저장되어 있어도 되고, 필요할 때, 매체를 통해서 취득되어도 된다. 취득된 프로그램은, 기억부(2a2)에 저장되고, 처리부(2a1)에 의해 기억부(2a2)로부터 읽어내져서 실행된다. 매체는, 컴퓨터(2a)에 판독 가능한 다양한 기억 매체여도 되고, 통신 인터페이스(2a3)에 접속되어 있는 통신 회선이어도 된다. 처리부(2a1)는, CPU(Central Processing Unit)여도 된다. 기억부(2a2)는, RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Drive), 또는 이들의 조합을 포함해도 된다. 통신 인터페이스(2a3)는, LAN(Local Area Network) 등의 통신 회선을 통해서 플라스마 처리 장치(1)와의 사이에서 통신해도 된다.

[0012] 이하에, 플라스마 처리 장치(1)의 일례로서의 용량 결합형 플라스마 처리 장치의 구성예에 대해서 설명한다. 도 2는 용량 결합형 플라스마 처리 장치의 구성예를 설명하기 위한 도면이다.

[0013] 용량 결합형 플라스마 처리 장치(1)는, 플라스마 처리 챔버(10), 가스 공급부(20) 및 배기 시스템(40)을 포함한다. 또한, 플라스마 처리 장치(1)는, 기판 지지부(11) 및 가스 도입부를 포함한다. 가스 도입부는, 적어도 하나의 처리 가스를 플라스마 처리 챔버(10) 내에 도입하도록 구성된다. 가스 도입부는, 샤워 헤드(13)를 포함한다. 기판 지지부(11)는, 플라스마 처리 챔버(10) 내에 배치된다. 샤워 헤드(13)는, 기판 지지부(11)의 상방에 배치된다. 일 실시 형태에서, 샤워 헤드(13)는, 플라스마 처리 챔버(10)의 천장부(ceiling)의 적어도 일부를 구성한다. 플라스마 처리 챔버(10)는, 샤워 헤드(13), 플라스마 처리 챔버(10)의 측벽(10a) 및 기판 지지부(11)에 의해 규정된 플라스마 처리 공간(10s)을 갖는다. 플라스마 처리 챔버(10)는 접지된다. 샤워 헤드(13) 및 기판 지지부(11)는, 플라스마 처리 챔버(10)의 하우징과는 전기적으로 절연된다.

[0014] 기판 지지부(11)는, 본체부(111) 및 링 어셈블리(112)를 포함한다. 본체부(111)는, 기판(W)을 지지하기 위한 중앙 영역(111a)과, 링 어셈블리(112)를 지지하기 위한 환상 영역(111b)을 갖는다. 웨이퍼는 기판(W)의 일례이다. 본체부(111)의 환상 영역(111b)은, 평면으로 보아 본체부(111)의 중앙 영역(111a)을 둘러싸고 있다. 기판(W)은, 본체부(111)의 중앙 영역(111a) 상에 배치되고, 링 어셈블리(112)는, 본체부(111)의 중앙 영역(111a) 상의 기판(W)을 둘러싸도록 본체부(111)의 환상 영역(111b) 상에 배치된다. 따라서, 중앙 영역(111a)은, 기판(W)을 지지하기 위한 기판 지지면이라고도 불리며, 환상 영역(111b)은, 링 어셈블리(112)를 지지하기 위한 링 지지면이라고도 불린다.

[0015] 일 실시 형태에서, 본체부(111)는, 베이스(1110) 및 정전 척(1111)을 포함한다. 베이스(1110)는, 도전성 부재를 포함한다. 베이스(1110)의 도전성 부재는 하부 전극으로서 기능할 수 있다. 정전 척(1111)은, 베이스(1110) 상에 배치된다. 정전 척(1111)은, 세라믹 부재(1111a)와 세라믹 부재(1111a) 내에 배치되는 정전 전극(1111b)을 포함한다. 세라믹 부재(1111a)는, 중앙 영역(111a)을 갖는다. 일 실시 형태에서, 세라믹 부재(1111a)는, 환상 영역(111b)도 갖는다. 또한, 환상 정전 척이나 환상 절연 부재와 같은, 정전 척(1111)을 둘러싸는 다른 부재가 환상 영역(111b)을 가져도 된다. 이 경우, 링 어셈블리(112)는, 환상 정전 척 또는 환상 절연 부재 상에 배치되어도 되고, 정전 척(1111)과 환상 절연 부재 양쪽 위에 배치되어도 된다. 또한, 후술하는 고주파 전원(31) 및/또는 바이어스 전원(32)에 결합되는 적어도 하나의 전극이 세라믹 부재(1111a) 내에 배치되어도 된다. 이 경우, 적어도 하나의 전극이 하부 전극으로서 기능한다. 후술하는 전기 바이어스가 적어도 하나의 전극에 공급될 경우, 당해 적어도 하나의 전극은 바이어스 전극이라고도 불린다. 또한, 베이스(1110)의 도전성 부재와 적어도 전극이 복수의 하부 전극으로서 기능해도 된다. 또한, 정전 전극(1111b)이 하부 전극으

로서 기능해도 된다. 따라서, 기관 지지부(11)는, 적어도 하나의 하부 전극을 포함한다.

- [0016] 링 어셈블리(112)는, 1개 또는 복수의 환상 부재를 포함한다. 일 실시 형태에서, 1개 또는 복수의 환상 부재는, 1개 또는 복수의 에지 링과 적어도 하나의 커버링을 포함한다. 에지 링은, 도전성 재료 또는 절연 재료로 형성되고, 커버링은, 절연 재료로 형성된다.
- [0017] 또한, 기관 지지부(11)는, 정전 척(111), 링 어셈블리(112) 및 기관 중 적어도 하나를 타깃 온도로 조절하도록 구성되는 온도 조절 모듈을 포함해도 된다. 온도 조절 모듈은, 히터, 전열 매체, 유로(1110a), 또는 이들의 조합을 포함해도 된다. 유로(1110a)에는, 브라인이나 가스와 같은 전열 유체가 흐른다. 일 실시 형태에서, 유로(1110a)가 베이스(1110) 내에 형성되고, 1개 또는 복수의 히터가 정전 척(1111)의 세라믹 부재(1111a) 내에 배치된다. 또한, 기관 지지부(11)는, 기관(W)의 이면과 중앙 영역(111a)의 사이의 간극에 전열 가스를 공급하도록 구성된 전열 가스 공급부를 포함해도 된다.
- [0018] 샤워 헤드(13)는, 가스 공급부(20)로부터의 적어도 하나의 처리 가스를 플라스마 처리 공간(10s) 내에 도입하도록 구성된다. 샤워 헤드(13)는, 적어도 하나의 가스 공급구(13a), 적어도 하나의 가스 확산실(13b) 및 복수의 가스 도입구(13c)를 갖는다. 가스 공급구(13a)에 공급된 처리 가스는, 가스 확산실(13b)을 통과해서 복수의 가스 도입구(13c)로부터 플라스마 처리 공간(10s) 내에 도입된다. 또한, 샤워 헤드(13)는, 적어도 하나의 상부 전극을 포함한다. 또한, 가스 도입부는, 샤워 헤드(13)에 더하여, 측벽(10a)에 형성된 1개 또는 복수의 개구부에 설치되는 1개 또는 복수의 사이드 가스 주입부(SGI: Side Gas Injector)를 포함해도 된다.
- [0019] 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 가스 소스(21) 및 적어도 하나의 유량 제어기(22)를 포함해도 된다. 일 실시 형태에서, 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 처리 가스를, 각각에 대응하는 가스 소스(21)로부터 각각에 대응하는 유량 제어기(22)를 통해서 샤워 헤드(13)에 공급하도록 구성된다. 각 유량 제어기(22)는, 예를 들어 매스 플로 컨트롤러 또는 압력 제어식 유량 제어기를 포함해도 된다. 또한, 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 처리 가스의 유량을 변조 또는 펄스화하는 적어도 하나의 유량 변조 디바이스를 포함해도 된다.
- [0020] 배기 시스템(40)은, 예를 들어 플라스마 처리 챔버(10)의 저부에 마련된 가스 배출구(10e)에 접속될 수 있다. 배기 시스템(40)은, 압력 조정 밸브 및 진공 펌프를 포함해도 된다. 압력 조정 밸브에 의해, 플라스마 처리 공간(10s) 내의 압력이 조정된다. 진공 펌프는, 터보 분자 펌프, 드라이 펌프 또는 이들의 조합을 포함해도 된다.
- [0021] 일 실시 형태에서, 플라스마 처리 장치(1)는, 플라스마 생성부(12)로서 고주파 전원(31)을 더 구비하고 있어도 된다. 고주파 전원(31)은, 챔버(10) 내에서 가스로부터 플라스마를 생성하기 위해 소스 고주파 전력을 발생시키도록 구성되어 있다. 소스 고주파 전력은, 10MHz 내지 150MHz의 범위 내의 주파수를 갖는다. 고주파 전원(31)은, 정합기(31m)를 통해서 하부 전극 또는 상부 전극에 전기적으로 접속되어 있다. 정합기(31m)는, 고주파 전원(31)의 부하 임피던스를 고주파 전원(31)의 출력 임피던스에 정합시키기 위한 정합 회로를 갖고 있다. 또한, 고주파 전원(31)은, 소스 고주파 전력의 연속파를 공급해도 된다. 혹은, 고주파 전원(31)은, 소스 고주파 전력의 펄스를 주기적으로 공급해도 된다. 소스 고주파 전력의 펄스는, 후술하는 전기 바이어스의 펄스에 동기되어 있어도 된다.
- [0022] 일 실시 형태에서, 플라스마 처리 장치(1)는, 바이어스 전원(32)을 더 구비하고 있다. 바이어스 전원(32)은, 전기 바이어스를 기관 지지부(11)에 공급하도록 구성되어 있다. 전기 바이어스는, 하부 전극에 공급될 수 있다. 전기 바이어스는, 연속적으로 기관 지지부(11)에 공급되어도 된다. 혹은, 전기 바이어스의 펄스가, 기관 지지부(11)에 공급되어도 된다. 전기 바이어스의 펄스는, 소스 고주파 전력의 펄스와 동일한 반복 주기로, 소스 고주파 전력의 펄스와 동기하도록 공급되어도 된다.
- [0023] 일 실시 형태에서는, 필터(34)가, 바이어스 전원(32)과 기관 지지부(11)의 사이에서 접속되어 있어도 된다. 필터(34)는, 바이어스 전원(32)에 유입될 수 있는 소스 고주파 전력을 감쇠시키거나 차단하는 전기 필터이다.
- [0024] 이하, 도 2와 함께 도 3을 참조한다. 도 3은, 하나의 예시적 실시 형태에 관한 플라스마 처리 장치에서 사용되는 일례의 전기 바이어스의 타이밍 차트이다. 도 3에 도시한 바와 같이, 전기 바이어스 및 그 펄스는, 복수의 전압 펄스 VP의 시퀀스이다. 복수의 전압 펄스 VP 각각은, 부의 전압 또는 부의 직류 전압의 펄스여도 된다.
- [0025] 전기 바이어스 및 그 펄스, 즉 복수의 전압 펄스 VP의 시퀀스는, 파형 주기 CY를 갖는다. 파형 주기 CY는, ON 기간 P_{ON} 과 OFF 기간 P_{OFF} 를 포함한다. 바이어스 전원(32)은, ON 기간 P_{ON} 에서 전압을 출력하고, OFF 기간 P_{OFF} 에서 전압의 출력을 정지한다. 이에 의해, 파형 주기 CY 중에서, 하나의 전압 펄스 VP가 출력된다. 이러한 파형

주기 CY가 반복됨으로써, 복수의 전압 펄스 VP의 시퀀스가 출력된다. 또한, 파형 주기 CY의 시간 길이의 역수인 바이어스 주파수는, 100kHz 내지 13.56MHz의 범위 내의 주파수이며, 예를 들어 400kHz이다.

[0026] 도 2에 도시하는 바와 같이, 일 실시 형태에서, 바이어스 전원(32)은, 직류 전원(32p), 제1 스위치(32a) 및 제2 스위치(32b)를 포함하고 있어도 된다. 직류 전원(32p)은, 가변 직류 전원이어도 된다. 직류 전원(32p)의 정극은, 접지에 접속되어 있다. 직류 전원(32p)의 부극은, 제1 스위치(32a)를 통해서 기관 지지부(11)(예를 들어 하부 전극)에 전기적으로 접속되어 있다. 제2 스위치(32b)는, 직류 전원(32p)과 기관 지지부(11)를 서로 전기적으로 접속하는 전기적 패스(33) 상의 노드(33n)와 접지의 사이에 접속되어 있다. 노드(33n)는, 전기적 패스(33)에서 제1 스위치(32a)와 기관 지지부(11)의 사이에 마련되어 있다. 제1 스위치(32a)는, ON 기간 P_{ON} 에서 닫히고, OFF 기간 P_{OFF} 에서 열린다. 제2 스위치(32b)는, ON 기간 P_{ON} 에서 열리고, OFF 기간 P_{OFF} 에서 닫힌다.

[0027] 바이어스 전원(32)은, 복수의 전압 펄스 PV 각각의 ON 기간 P_{ON} 의 길이를 조정함으로써, 도 3에 도시한 바와 같이, 복수의 전압 펄스 VP 각각의 최대 전압 레벨을 조정하도록 구성되어 있다. 또한, 전압 펄스 VP가 부전압 또는 부의 직류 전압의 펄스일 경우에, 최대 전압 레벨은, 전압 펄스에 있어서 그 절댓값이 최대 전압 레벨이다.

[0028] 여기서, 도 4를 참조한다. 도 4는 일례의 전압 펄스의 전압 레벨과 ON 기간의 길이 관계를 도시하는 도면이다. 도 4에 도시하는 바와 같이, 전압 펄스 VP의 전압 레벨은, ON 기간 P_{ON} 의 개시 시점부터, 그 최대 전압 레벨을 향해서 변화한다. 도 4에 도시하는 바와 같이, 전압 펄스 VP의 최대 전압 레벨은, 바이어스 전원(32)이 출력 가능한 전압의 최대 절댓값에 대응하는 레벨에 도달하지 않는 범위에서는, ON 기간 P_{ON} 의 길이에 의존한다. 따라서, ON 기간 P_{ON} 의 길이를 조정함으로써, 복수의 전압 펄스 VP 각각의 최대 전압 레벨을 조정하는 것이 가능해진다.

[0029] 일 실시 형태에서, 제어부(2)는, 관계식을 사용하여 기관 지지부(11)에 인가해야 할 복수의 전압 펄스 VP 각각의 최대 전압 레벨로부터 ON 기간 P_{ON} 의 길이를 결정하도록 구성되어 있다. 이 관계식은, 전압 펄스 VP의 최대 전압 레벨을 ON 기간 P_{ON} 의 길이에 관련짓는 함수이며, 미리 준비되어 있어도 된다. 이 관계식은, 기관(W)에 대한 플라스마 처리 시에 특정되어도 된다.

[0030] 여기서, 도 5를 참조한다. 도 5는 하나의 예시적 실시 형태에 관한 플라스마 처리 장치에서 사용되는 일례의 전기 바이어스의 타이밍 차트이다. 다른 실시 형태에서, 제어부(2)는, 기간 CP에서 적어도 하나의 전압 펄스 VP의 전압 레벨의 시간 변화를 취득한다. 기간 CP는, 그 후의 기간 AP에서 처리되는 기관(W)이 기관 지지부(11) 상에 적재되어 있고, 또한, 기간 AP에서 이용되는 플라스마가 생성되어 있는 기간일 수 있다. 적어도 하나의 전압 펄스 VP의 전압 레벨의 시간 변화는, 적어도 하나의 전압 펄스 VP의 인가 개시부터의 시간 변화이다. 적어도 하나의 전압 펄스 VP는, 바이어스 전원(32)이 출력 가능한 최대 전압 레벨을 갖는다.

[0031] 적어도 하나의 전압 펄스 VP의 전압 레벨의 시간 변화는, 전압 센서(35)(도 2 참조)에 의해 측정되어도 된다. 전압 센서(35)는, 전기적 패스(33) 또는 하부 전극의 전압을 측정한다. 혹은, 적어도 하나의 전압 펄스 VP의 전압 레벨의 시간 변화는, 도 6에 나타내는 전압 센서(36)에 의해 측정되어도 된다. 전압 센서(36)는, 기관(W)의 바로 아래에 배치되어 있고, 기관(W)의 전위를 측정하도록 구성되어 있다.

[0032] 제어부(2)는, 적어도 하나의 전압 펄스 VP의 전압 레벨의 시간 변화로부터, ON 기간 P_{ON} 의 길이와 전압 펄스 VP의 최대 전압 레벨의 사이의 관계식을 특정한다. 또한, 관계식은, 제어부(2)와는 다른 제어부에서 특정되어도 된다.

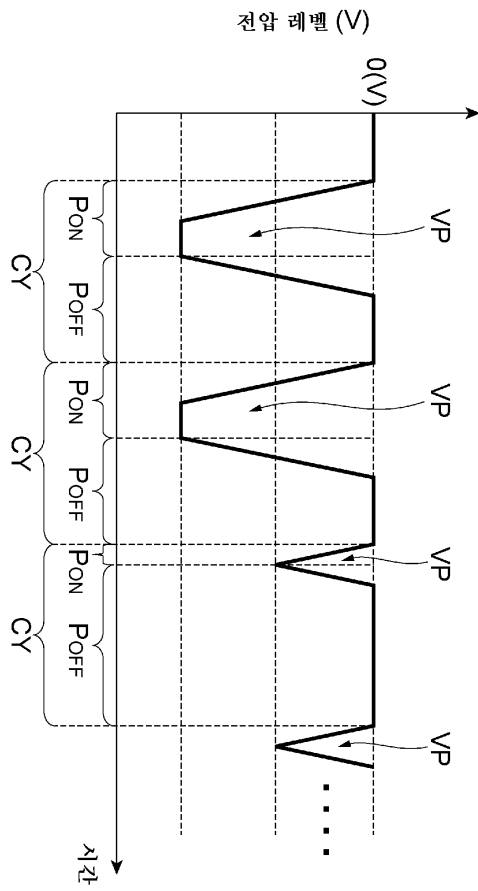
[0033] 바이어스 전원(32)은, 복수의 전압 펄스 VP 각각의 ON 기간 P_{ON} 의 길이를, 제어부(2)에 의해 결정된 ON 기간 P_{ON} 의 길이로 설정한다. 관계식이 기간 CP에서 특정될 경우에는, 바이어스 전원(32)은, 기간 CP 후의 기간 AP에서, 복수의 전압 펄스 VP 각각의 ON 기간 P_{ON} 의 길이를, 제어부(2)에 의해 결정된 ON 기간 P_{ON} 의 길이로 설정한다. 일 실시 형태에서는, 바이어스 전원(32)은, 제1 스위치(32a)를 닫고 있는 기간의 길이를, 제어부(2)에 의해 결정된 ON 기간 P_{ON} 의 길이로 설정한다. 상술한 바와 같이, 제1 스위치(32a)를 닫고 있는 기간에, 제2 스위치(32b)는 열린다. 또한, 복수의 전압 펄스 VP 각각의 ON 기간 P_{ON} 의 길이는, 제어부(2)와는 다른 제어부에서 결정되어, 바이어스 전원(32)에 지정되어도 된다.

- [0034] 이하, 도 7을 참조한다. 도 7은 하나의 예시적 실시 형태에 관한 플라스마 처리 방법의 흐름도이다. 도 7에 나타내는 플라스마 처리 방법(이하, 「방법 MT」라고 함)의 각 공정에서, 플라스마 처리 장치(1)의 각 부는, 제어부(2)에 의해 제어될 수 있다. 방법 MT는, 공정 STa 및 공정 STb를 포함한다. 방법 MT에서는, 공정 STa에 앞서, 기관(W)이 기관 지지부(11) 상에 적재된다.
- [0035] 공정 STa에서는, 챔버(10) 내에서 플라스마가 생성된다. 일 실시 형태에서는, 플라스마의 생성을 위해, 가스가, 가스 공급부(20)로부터의 챔버(10) 내에 공급된다. 또한, 챔버(10) 내의 압력이, 지정된 압력으로, 배기 시스템(40)에 의해 조정된다. 또한, 고주파 전력이, 고주파 전원(31)으로부터 공급된다. 공정 STa는, 공정 STb가 종료될 때까지 계속된다.
- [0036] 일 실시 형태에서는, 방법 MT는, 공정 STc 및 공정 STd를 더 포함하고 있어도 된다. 공정 STc는, 기간 CP에서 행해진다. 이 경우에는, 공정 STb는, 기간 CP 후의 기간 AP에서 행해진다. 공정 STc에서는, 상술한 바와 같이, 바이어스 전원(32)으로부터, 적어도 하나의 전압 펄스 VP가 기관 지지부(11)에 인가된다. 공정 STd에서는, 상술한 관계식이, 적어도 하나의 전압 펄스 VP의 전압 레벨의 시간 변화로부터 특징된다. 관계식은, 제어부(2) 또는 다른 제어부에서 결정될 수 있다.
- [0037] 공정 STb에서는, 기관 지지부(11) 상의 기관(W)에 플라스마로부터의 이온을 인입하기 위해, 바이어스 전원(32)으로부터, 복수의 전압 펄스 PV의 시퀀스가 기관 지지부(11)에 인가된다. 공정 STb는, 공정 STb1 및 공정 STb2를 포함한다. 공정 STb1에서는, 상술한 관계식에 기초하여, 기관 지지부(11)에 인가해야 할 전압 펄스 VP의 최대 전압 레벨로부터, 전압 펄스 VP의 ON 기간 P_{ON} 의 길이가 결정된다. ON 기간 P_{ON} 의 길이는, 제어부(2) 또는 다른 제어부에 의해 결정될 수 있다. 공정 STb2에서는, 전압 펄스 VP의 ON 기간 P_{ON} 의 길이가, 공정 STb1에서 결정된 ON 기간 P_{ON} 의 길이로 설정된다. ON 기간 P_{ON} 의 길이가 설정된 전압 펄스 PV는, 기관 지지부(11)에 인가된다.
- [0038] 공정 STb2 후의 공정 STJ에서는, 정지 조건이 충족되는지 여부가 판정된다. 정지 조건은, 레시피 데이터에 의해 지정된 기간이 종료될 때 충족될 수 있다. 공정 STJ에서 정지 조건이 충족되지 않았다고 판정된 경우에는, 공정 STb1 및 공정 STb2가 반복된다. 공정 STb1 및 공정 STb2의 반복에 의해, 복수의 전압 펄스 PV의 시퀀스가 기관 지지부(11)에 인가된다. 공정 STJ에서 정지 조건이 충족되었다고 판정된 경우에는, 방법 MT는 종료된다.
- [0039] 이상, 다양한 예시적 실시 형태에 대해서 설명해 왔지만, 상술한 예시적 실시 형태에 한정되지 않고, 다양한 추가, 생략, 치환 및 변경이 이루어져도 된다. 또한, 서로 다른 실시 형태에서의 요소를 조합해서 다른 실시 형태를 형성하는 것이 가능하다.
- [0040] 이상의 설명으로부터, 본 개시의 다양한 실시 형태는, 설명의 목적으로 본 명세서에서 설명되어 있으며, 본 개시의 범위 및 주지로부터 이탈하지 않고 다양한 변경을 이룰 수 있음이 이해될 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시한 다양한 실시 형태는 한정하는 것을 의도하고 있지 않으며, 참된 범위와 주지는, 첨부된 특허 청구 범위에 의해 나타내진다.

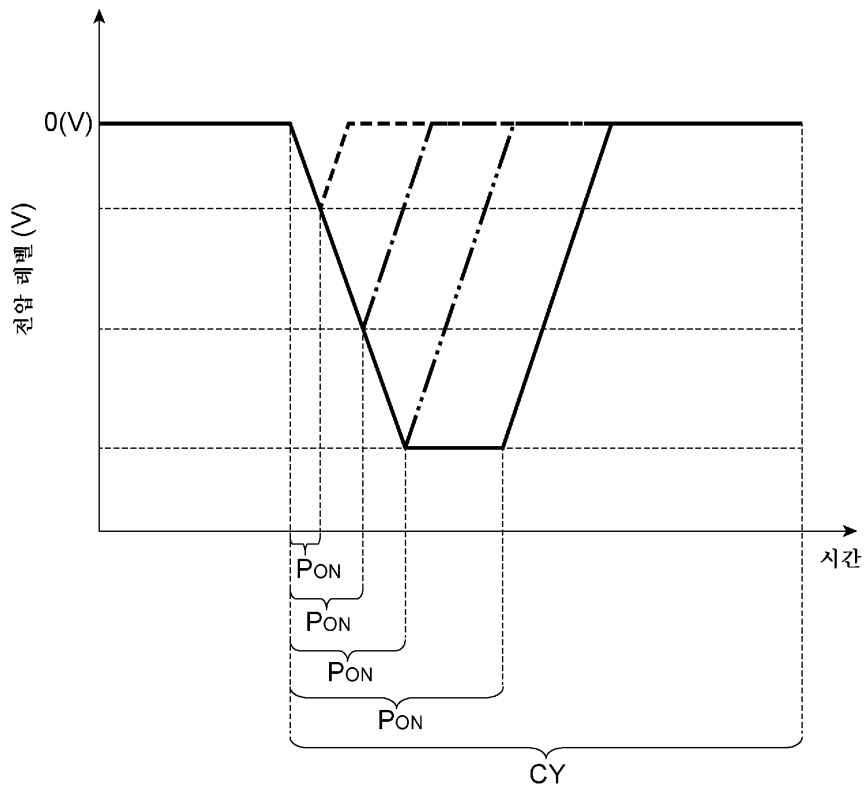
부호의 설명

- [0041] 1: 플라스마 처리 장치
10: 챔버
11: 기관 지지부
12: 플라스마 생성부
32: 바이어스 전원

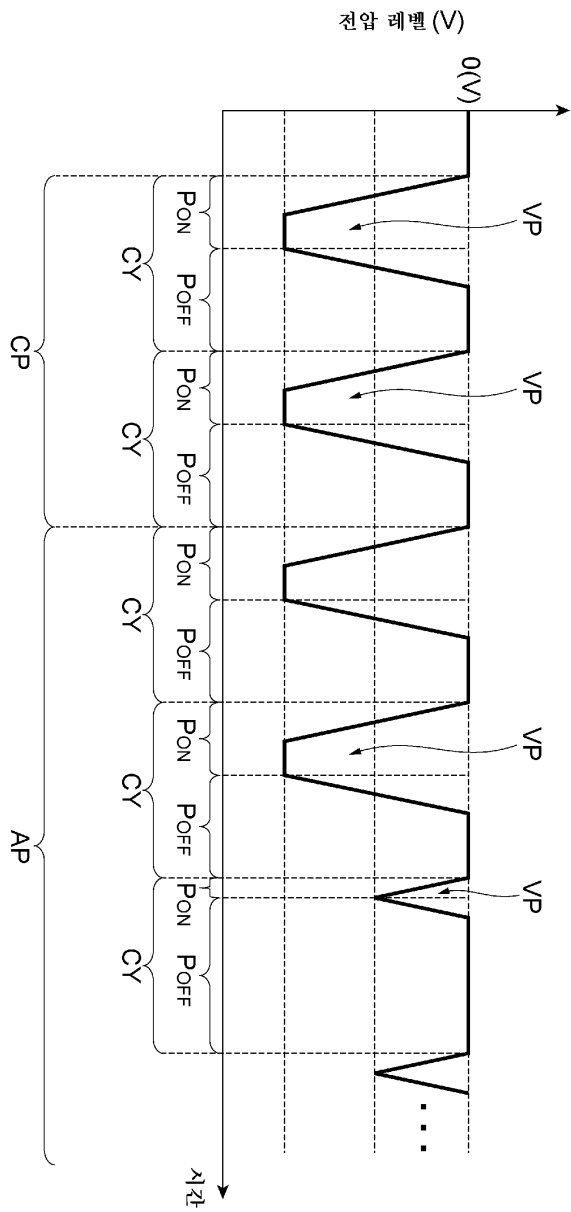
도면3



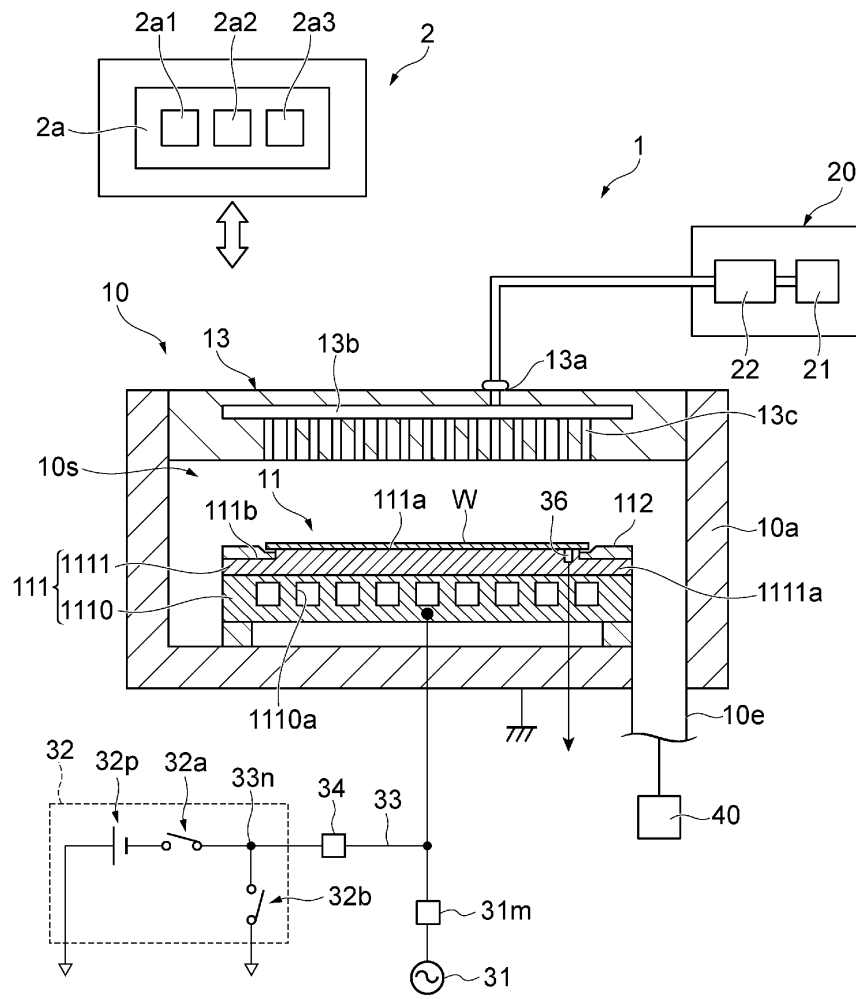
도면4



도면5



도면6



도면7

