



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년10월28일

(11) 등록번호 10-2723098

(24) 등록일자 2024년10월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) **C23C 16/505** (2006.01)
H01L 21/3065 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01J 37/32183 (2022.08)
C23C 16/505 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7006605
 (22) 출원일자(국제) 2019년06월10일
 심사청구일자 2022년03월10일
- (85) 번역문제출일자 2020년03월05일
 (65) 공개번호 10-2021-0021441
 (43) 공개일자 2021년02월26일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2019/022954
 (87) 국제공개번호 WO 2019/244698
 국제공개일자 2019년12월26일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2018-119084 2018년06월22일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2000049000 A
 JP2012174736 A
 JP2017228558 A
 WO2017062083 A1

- (73) 특허권자
 도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
- (72) 발명자
 구보타 신지
 일본 9813629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크
 노 힐즈 1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤
 나이
- (74) 대리인
 김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 6 항

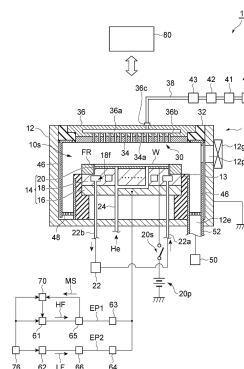
심사관 : 최동기

(54) 발명의 명칭 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마를 생성하는 방법

(57) 요약

예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치는, 챔버, 고주파 전원부, 및 보정 신호 생성부를 구비한다. 고주파 전원부는, 제1 기간에 있어서 펄스형의 고주파 전력을 출력한다. 고주파 전원부는, 제1 기간 후의 하나 이상의 제2 기간에 있어서 합성 고주파 전력을 출력한다. 보정 신호 생성부는 제1 기간에서의 반사파 모니터 신호에 대하여 역위상으로 진동하는 보정 신호를 생성한다. 고주파 전원부는 보정 신호를 이용하여 합성 고주파 전력을 생성한다. 전원부는 제1 기간에서의 펄스형의 고주파 전력의 출력과 하나 이상의 제2 기간에서의 합성 고주파 전력의 출력을 교대로 반복하도록 구성되어 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01J 37/32146 (2013.01)

H01L 21/3065 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

플라즈마 처리 장치에 있어서,

챔버와,

상기 챔버 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 펄스형의 고주파 전력 또는 합성 고주파 전력을 출력하도록 구성된 고주파 전원부로서, 상기 합성 고주파 전력은 상기 펄스형의 고주파 전력과 상기 펄스형의 고주파 전력에 대한 반사파에 대하여 역위상으로 진동하는 보정 고주파 전력과 합성 전력인 것인, 상기 고주파 전원부와,

상기 펄스형의 고주파 전력에 대한 상기 반사파를 표시하는 반사파 모니터 신호에 대하여 역위상으로 진동하는 보정 신호를 생성하도록 구성된 보정 신호 생성부

를 포함하고,

상기 고주파 전원부는, 제1 기간에 있어서 상기 펄스형의 고주파 전력을 출력하도록 구성되어 있고,

상기 보정 신호 생성부는, 상기 제1 기간에서의 상기 반사파 모니터 신호로부터 상기 보정 신호를 생성하도록 구성되어 있고,

상기 고주파 전원부는, 상기 제1 기간 후의 하나 이상의 제2 기간의 각각에 있어서, 상기 보정 신호를 이용하여 생성한 상기 합성 고주파 전력을 출력하도록 구성되어 있고, 상기 제1 기간에서의 상기 펄스형의 고주파 전력의 출력과 상기 하나 이상의 제2 기간에서의 상기 합성 고주파 전력의 출력을 교대로 반복하도록 구성되어 있는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 고주파 전원부로부터 출력된 상기 펄스형의 고주파 전력 및 상기 합성 고주파 전력이 그 위에서 전송되는 전기 경로 상에 설치된 방향성 결합기를 더 포함하고,

상기 보정 신호 생성부는, 상기 방향성 결합기에 의해서 출력된 상기 반사파 모니터 신호로부터 상기 보정 신호를 생성하도록 구성되어 있고,

상기 고주파 전원부는,

펄스형의 고주파 신호를 발생하도록 구성된 고주파 신호 발생기와,

상기 펄스형의 고주파 신호에 상기 보정 신호를 가산함으로써 합성 고주파 신호를 생성하도록 구성된 가산기와,

상기 펄스형의 고주파 신호를 증폭함으로써 상기 펄스형의 고주파 전력을 생성하고, 상기 합성 고주파 신호를 증폭함으로써 상기 합성 고주파 전력을 생성하도록 구성된 증폭기를 갖고,

상기 제1 기간에서는, 상기 보정 신호가 상기 펄스형의 고주파 신호에 가산되지 않는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 보정 신호 생성부는, 상기 반사파 모니터 신호의 역상신호를 생성하고, 상기 증폭기의 입력 신호의 진폭에 대한 증폭율의 의존성을 해소하도록 상기 역상 신호를 보정함으로써 상기 보정 신호를 생성하도록 구성되어 있는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 기간 및 상기 하나 이상의 제2 기간은, 미리 정해진 주파

수로 규정되는 연속하는 복수의 주기와 각각 동일한 기간인 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 플라즈마 처리 장치는, 상기 고주파 전원부를 제1 고주파 전원부로서 포함하고,

하부 전극을 갖고 상기 챔버 내에서 기판을 지지하도록 구성된 지지대와,

상기 지지대에 전기적으로 접속되어 있고, 별도의 고주파 전력을 출력하도록 구성된 제2 고주파 전원부로서, 상기 별도의 고주파 전력의 주파수는, 상기 펄스형의 고주파 전력의 주파수보다 낮은 것인, 상기 제2 고주파 전원부와,

상기 별도의 고주파 전력에 동기한 동기 신호를 발생하도록 구성된 동기 신호 발생기를 더 포함하고,

상기 제1 기간 및 상기 하나 이상의 제2 기간은, 상기 별도의 고주파 전력의 연속하는 복수의 주기와 각각 동일하며,

상기 제1 고주파 전원부는, 상기 동기 신호에 따라서 상기 제1 기간에 있어서 상기 펄스형의 고주파 전력을 생성하고, 상기 동기 신호에 따라서 상기 하나 이상의 제2 기간의 각각에 있어서 상기 합성 고주파 전력을 생성하도록 구성되어 있는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 6

플라즈마 처리 장치의 챔버 내에서 플라즈마를 생성하는 방법에 있어서,

상기 챔버 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 제1 기간에 있어서 펄스형의 고주파 전력을 출력하는 공정과,

상기 펄스형의 고주파 전력에 대한 반사파를 표시하는 반사파 모니터 신호에 대하여 역위상으로 진동하는 보정 신호를 생성하는 공정과,

상기 챔버 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 상기 제1 기간 후의 하나 이상의 제2 기간의 각각에 있어서, 합성 고주파 전력을 출력하는 공정으로서, 상기 합성 고주파 전력은 상기 펄스형의 고주파 전력과 상기 펄스형의 고주파 전력에 대한 반사파에 대하여 역위상으로 진동하는 보정 고주파 전력과 합성 전력이며, 상기 보정 신호를 이용하여 생성되는 것인, 상기 합성 고주파 전력을 출력하는 공정

을 포함하고,

상기 펄스형의 고주파 전력을 출력하는 공정 및 상기 합성 고주파 전력을 출력하는 공정은, 상기 제1 기간에서의 상기 펄스형의 고주파 전력의 출력과 상기 하나 이상의 제2 기간에서의 상기 합성 고주파 전력의 출력이 교대로 반복되도록 실행되는 것인, 플라즈마를 생성하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 예시적 실시형태는 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마를 생성하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자 디바이스의 제조를 위해 플라즈마 처리가 행해지고 있다. 플라즈마 처리에서는 플라즈마 처리 장치가 이용된다. 플라즈마 처리 장치는 챔버 및 고주파 전원을 구비한다. 고주파 전원은 챔버 내의 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 고주파 전력을 출력하도록 구성되어 있다.

[0003] 플라즈마 처리 장치에서는, 고주파 전력에 대한 반사파를 저감시키기 위해서, 정합기가 고주파 전원과 부하의 사이에 설치되어 있다. 정합기에 관해서는, 특허문헌 1~3에 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평성10-241895호 공보
(특허문헌 0002) 일본 특허 공표 제2018-504864호 공보
(특허문헌 0003) 특허 명세서 제3629705호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 플라즈마 처리 장치에서는, 플라즈마의 생성을 위해 펄스형의 고주파 전력이 이용되는 일이 있다. 펄스형의 고주파 전력이 이용되는 경우에 있어서도, 반사파를 저감하는 것이 요구된다.

과제의 해결 수단

- [0006] 하나의 예시적 실시형태에 의하면, 플라즈마 처리 장치가 제공된다. 플라즈마 처리 장치는, 챔버, 고주파 전원부, 및 보정 신호 생성부를 구비한다. 고주파 전원부는, 챔버 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 펄스형의 고주파 전력 또는 합성 고주파 전력을 출력하도록 구성되어 있다. 합성 고주파 전력은, 펄스형의 고주파 전력과 보정 고주파 전력과의 합성 전력이다. 보정 고주파 전력은, 펄스형의 고주파 전력에 대한 반사파에 대하여 역위상으로 진동하는 전력이다. 보정 신호 생성부는, 보정 신호를 생성하도록 구성되어 있다. 보정 신호는, 펄스형의 고주파 전력에 대한 반사파를 표시하는 반사파 모니터 신호에 대하여 역위상으로 진동하는 신호이다. 고주파 전원부는, 제1 기간에 있어서 펄스형의 고주파 전력을 출력하도록 구성되어 있다. 보정 신호 생성부는, 제1 기간에서의 반사파 모니터 신호로부터 보정 신호를 생성하도록 구성되어 있다. 고주파 전원부는, 제1 기간 후의 하나 이상의 제2 기간의 각각에 있어서, 보정 신호를 이용하여 생성한 합성 고주파 전력을 출력하도록 구성되어 있다. 고주파 전원부는, 제1 기간에서의 펄스형의 고주파 전력의 출력과 하나 이상의 제2 기간에서의 합성 고주파 전력의 출력을 교대로 반복하도록 구성되어 있다.

발명의 효과

- [0007] 펄스형의 고주파 전력이 이용되는 경우에 있어서, 반사파를 저감시키는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다.
도 2는 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치의 고주파 전원부의 구성의 일례 및 보정 신호 생성부의 구성의 일례를 나타내는 도면이다.
도 3은 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에서의 플라즈마의 생성에 관련되는 타이밍 차트의 일례를 나타내는 도면이다.
도 4는 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에 있어서 생성되는 반사파 모니터 신호의 일례 및 역상 신호의 일례를 나타내는 도면이다.
도 5는 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마를 생성하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하, 여러가지의 예시적 실시형태에 관해서 설명한다.
- [0010] 하나의 예시적 실시형태에 있어서는, 플라즈마 처리 장치가 제공된다. 플라즈마 처리 장치는 챔버, 고주파 전원부, 및 보정 신호 생성부를 구비한다. 고주파 전원부는, 챔버 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 펄스형의 고주파 전력 또는 합성 고주파 전력을 출력하도록 구성되어 있다. 합성 고주파 전력은, 펄스형의 고주파 전력과 보정 고주파 전력과의 합성 전력이다. 보정 고주파 전력은, 펄스형의 고주파 전력에 대한 반사파에 대하여 역위상으로 진동하는 전력이다. 보정 신호 생성부는, 보정 신호를 생성하도록 구성되어 있다. 보정 신호는, 펄스형의 고주파 전력에 대한 반사파를 표시하는 반사파 모니터 신호에 대하여 역위상으로 진동하는 신호이다. 고주파 전원부는, 제1 기간에 있어서 펄스형의 고주파 전력을 출력하도록 구성되어 있다. 보정 신호 생성부

는, 제1 기간에서의 반사파 모니터 신호로부터 보정 신호를 생성하도록 구성되어 있다. 고주파 전원부는, 제1 기간 후의 하나 이상의 제2 기간의 각각에 있어서, 보정 신호를 이용하여 생성한 합성 고주파 전력을 출력하도록 구성되어 있다. 고주파 전원부는, 제1 기간에서의 펄스형의 고주파 전력의 출력과 하나 이상의 제2 기간에서의 합성 고주파 전력의 출력을 교대로 반복하도록 구성되어 있다.

[0011] 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치에서는, 하나 이상의 제2 기간의 각각에 있어서, 합성 고주파 전력이 출력된다. 합성 고주파 전력에 포함되는 보정 고주파 전력은, 반사파 모니터 신호에 대하여 역위상으로 진동하는 보정 신호를 이용하여 생성되어 있다. 따라서, 이 플라즈마 처리 장치에 의하면, 하나 이상의 제2 기간의 각각에 있어서 반사파가 저감된다. 또한, 제1 기간에 있어서 펄스형의 고주파 전력을 출력함으로써 보정 신호가 생성된 후에, 하나 이상의 제2 기간의 각각에 있어서 그 보정 신호를 이용하여 합성 고주파 전력이 생성된다. 제1 기간과 하나 이상의 제2 기간은 교대로 반복한다. 따라서, 반사파의 저감에 적합한 합성 고주파 전력을 적절하게 갱신할 수 있다.

[0012] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치는, 방향성 결합기를 더욱 구비한다. 방향성 결합기는, 고주파 전원부로부터 출력된 펄스형의 고주파 전력 및 합성 고주파 전력이 그 위에서 전송되는 전기 경로 상에 설치되어 있다. 보정 신호 생성부는, 방향성 결합기에 의해서 출력된 반사파 모니터 신호로부터 보정 신호를 생성하도록 구성되어 있다. 고주파 전원부는 고주파 신호 발생기, 가산기, 및 증폭기를 갖는다. 고주파 신호 발생기는, 펄스형의 고주파 신호를 발생하도록 구성되어 있다. 가산기는, 펄스형의 고주파 신호에 보정 신호를 가산함으로써 합성 고주파 신호를 생성하도록 구성되어 있다. 증폭기는, 펄스형의 고주파 신호를 증폭함으로써 펄스형의 고주파 전력을 생성하고, 합성 고주파 신호를 증폭함으로써 합성 고주파 전력을 생성하도록 구성되어 있다. 제1 기간에서는, 보정 신호가 펄스형의 고주파 신호에 가산되지 않는다.

[0013] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제1 기간 및 하나 이상의 제2 기간은, 소정의 주파수로 규정되는 연속하는 복수의 주기와 각각 동일한 기간이라도 좋다.

[0014] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 보정 신호 생성부는, 반사파 모니터 신호의 역상 신호를 생성하고, 증폭기의 입력 신호의 진폭에 대한 증폭율의 의존성을 해소하도록 역상 신호를 보정함으로써 보정 신호를 생성하도록 구성되어 있다. 증폭기의 증폭율은, 입력 신호의 진폭에 대하여 의존성, 즉 증폭율의 진폭 의존성을 갖는 일이 있다. 이 실시형태에 의하면, 증폭기의 증폭율의 진폭 의존성을 미리 상쇄하도록 보정 신호가 생성된다.

[0015] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치는, 상기 고주파 전원부를 제1 고주파 전원부로서 구비한다. 플라즈마 처리 장치는, 지지대, 제2 고주파 전원부, 및 동기 신호 발생기를 더욱 구비한다. 지지대는 하부 전극을 갖는다. 지지대는 챔버 내에서 기판을 지지하도록 구성되어 있다. 제2 고주파 전원부는, 지지대에 전기적으로 접속되어 있고, 별도의 고주파 전력을 출력하도록 구성되어 있다. 별도의 고주파 전력의 주파수는, 펄스형의 고주파 전력의 주파수보다 낮다. 동기 신호 발생기는, 별도의 고주파 전력에 동기한 동기 신호를 발생하도록 구성되어 있다. 제1 기간 및 하나 이상의 제2 기간은, 별도의 고주파 전력의 연속하는 복수의 주기와 각각 동일하다. 제1 고주파 전원부는, 동기 신호에 따라서 제1 기간에 있어서 펄스형의 고주파 전력을 생성하고, 동기 신호에 따라서 하나 이상의 제2 기간의 각각에 있어서 합성 고주파 전력을 생성하도록 구성되어 있다.

[0016] 별도의 예시적 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치의 챔버 내에서 플라즈마를 생성하는 방법이 제공된다. 이 방법은, (i)챔버 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 제1 기간에 있어서 펄스형의 고주파 전력을 출력하는 공정과, (ii)펄스형의 고주파 전력에 대한 반사파를 표시하는 반사파 모니터 신호에 대하여 역위상으로 진동하는 보정 신호를 생성하는 공정과, (iii)챔버 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 제1 기간 후의 하나 이상의 제2 기간의 각각에 있어서 합성 고주파 전력을 출력하는 공정을 포함한다. 합성 고주파 전력은, 펄스형의 고주파 전력과 보정 고주파 전력과의 합성 전력이다. 보정 고주파 전력은 펄스형의 고주파 전력에 대한 반사파에 대하여 역위상으로 진동하는 전력이다. 보정 고주파 전력은 보정 신호를 이용하여 생성된다. 펄스형의 고주파 전력을 출력하는 공정 및 합성 고주파 전력을 출력하는 공정은, 제1 기간에서의 펄스형의 고주파 전력의 출력과 하나 이상의 제2 기간에서의 합성 고주파 전력의 출력이 교대로 반복되도록 실행된다.

[0017] 이하, 도면을 참조하여 여러 가지의 예시적 실시형태에 관해서 상세하게 설명한다. 또, 각 도면에 있어서 동일 또는 상당의 부분에 대해서는 동일한 부호를 부여하는 것으로 한다.

[0018] 도 1은, 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치(1)는, 용량 결합형 플라즈마 에칭 장치이다. 플라즈마 처리 장치(1)는 챔버(10)를 구비하고

있다. 챔버(10)는, 그 안에 내부 공간(10s)을 제공하고 있다.

- [0019] 챔버(10)는, 챔버 본체(12)를 포함하고 있다. 챔버 본체(12)는, 대략 원통형상을 갖고 있다. 내부 공간(10s)은 챔버 본체(12)의 내측에 제공되어 있다. 챔버 본체(12)는, 예컨대 알루미늄으로 형성되어 있다. 챔버 본체(12)의 내벽면 상에는, 내부식성을 갖는 막이 설치되어 있다. 내부식성을 갖는 막은 산화알루미늄, 산화이트륨이라는 세라믹으로 형성된 막일 수 있다.
- [0020] 챔버 본체(12)의 측벽에는 통로(12p)가 형성되어 있다. 기관(W)은, 내부 공간(10s)과 챔버(10)의 외부와의 사이에서 반송될 때에, 통로(12p)를 통과한다. 통로(12p)는, 게이트 밸브(12g)에 의해 개폐 가능하게 되어 있다. 게이트 밸브(12g)는 챔버 본체(12)의 측벽을 따라 설치되어 있다.
- [0021] 챔버 본체(12)의 저부 상에는 지지부(13)가 설치되어 있다. 지지부(13)는 절연 재료로 형성되어 있다. 지지부(13)는, 대략 원통형상을 갖고 있다. 지지부(13)는, 내부 공간(10s)의 안에서, 챔버 본체(12)의 저부로부터 위쪽으로 연장되어 있다. 지지부(13)는 지지대(14)를 지지하고 있다. 지지대(14)는, 내부 공간(10s)의 안에 설치되어 있다. 지지대(14)는, 챔버(10) 내, 즉 내부 공간(10s)의 안에서 기관(W)을 지지하도록 구성되어 있다.
- [0022] 지지대(14)는, 하부 전극(18) 및 정전척(20)을 갖고 있다. 지지대(14)는, 전극 플레이트(16)를 더욱 가질 수 있다. 전극 플레이트(16)는, 예컨대 알루미늄이라는 도체로 형성되어 있고, 대략 원반형상을 갖고 있다. 하부 전극(18)은, 전극 플레이트(16) 상에 설치되어 있다. 하부 전극(18)은, 예컨대 알루미늄이라는 도체로 형성되어 있고, 대략 원반형상을 갖고 있다. 하부 전극(18)은, 전극 플레이트(16)에 전기적으로 접속되어 있다.
- [0023] 정전척(20)은, 하부 전극(18) 상에 설치되어 있다. 정전척(20)의 상면의 위에는, 기관(W)이 배치된다. 정전척(20)은 본체 및 전극을 갖는다. 정전척(20)의 본체는, 대략 원반형상을 갖고, 유전체로 형성되어 있다. 정전척(20)의 전극은 막형의 전극이며, 정전척(20)의 본체 내에 설치되어 있다. 정전척(20)의 전극은 스위치(20s)를 개재하여 직류 전원(20p)에 접속되어 있다. 정전척(20)의 전극에 직류 전원(20p)으로부터의 전압이 인가되면, 정전척(20)과 기관(W)의 사이에서 정전 인력이 발생한다. 발생한 정전 인력에 의해, 기관(W)은 정전척(20)에 끌여당겨지고, 정전척(20)에 의해서 유지된다.
- [0024] 하부 전극(18)의 둘레 가장자리부 상에는, 기관(W)의 엿지를 둘러싸도록 포커스링(FR)이 배치된다. 포커스링(FR)은, 기관(W)에 대한 플라스마 처리의 면내 균일성을 향상시키기 위해서 설치되어 있다. 포커스링(FR)은 한정되는 것은 아니지만, 실리콘, 탄화실리콘, 또는 석영으로 형성될 수 있다.
- [0025] 하부 전극(18)의 내부에는, 유로(18f)가 설치되어 있다. 유로(18f)에는, 챔버(10)의 외부에 설치되어 있는 칠러 유닛(22)으로부터 배관(22a)을 개재하여 열교환 매체(예컨대 냉매)가 공급된다. 유로(18f)에 공급된 열교환 매체는, 배관(22b)을 개재하여 칠러 유닛(22)에 되돌려진다. 플라스마 처리 장치(1)에서는, 정전척(20) 상에 배치된 기관(W)의 온도가, 열교환 매체와 하부 전극(18)과의 열교환에 의해 조정된다.
- [0026] 플라스마 처리 장치(1)에는, 가스 공급 라인(24)이 설치되어 있다. 가스 공급 라인(24)은, 전열 가스 공급 기구로부터의 전열 가스(예컨대 He 가스)를, 정전척(20)의 상면과 기관(W)의 이면과의 사이에 공급한다.
- [0027] 플라스마 처리 장치(1)는 상부 전극(30)을 더욱 구비하고 있다. 상부 전극(30)은, 지지대(14)의 위쪽에 설치되어 있다. 상부 전극(30)은, 부재(32)를 개재하여 챔버 본체(12)의 상부에 지지되어 있다. 부재(32)는, 절연성을 갖는 재료로 형성되어 있다. 상부 전극(30)과 부재(32)는, 챔버 본체(12)의 상부 개구를 폐쇄하고 있다.
- [0028] 상부 전극(30)은, 천판(34) 및 지지체(36)를 포함할 수 있다. 천판(34)의 하면은, 내부 공간(10s)의 측의 하면이며, 내부 공간(10s)을 구획하고 있다. 천판(34)은, 줄열이 적은 저저항의 도전체 또는 반도체로 형성될 수 있다. 천판(34)에는, 복수의 가스 토출 구멍(34a)이 형성되어 있다. 복수의 가스 토출 구멍(34a)은 천판(34)을 그 관두께 방향으로 관통하고 있다.
- [0029] 지지체(36)는, 천판(34)을 착탈 가능하게 지지한다. 지지체(36)는, 알루미늄이라는 도전성 재료로 형성된다. 지지체(36)의 내부에는, 가스 확산실(36a)이 설치되어 있다. 지지체(36)에는, 복수의 가스 구멍(36b)이 형성되어 있다. 복수의 가스 구멍(36b)은, 가스 확산실(36a)로부터 아래쪽으로 연장되고 있다. 복수의 가스 구멍(36b)은, 복수의 가스 토출 구멍(34a)에 각각 연통하고 있다. 지지체(36)에는, 가스 도입구(36c)가 형성되어 있다. 가스 도입구(36c)는, 가스 확산실(36a)에 접속하고 있다. 가스 도입구(36c)에는 가스 공급관(38)이 접속되어 있다.
- [0030] 가스 공급관(38)에는, 밸브군(41), 유량 제어기군(42), 및 밸브군(43)을 개재하여, 가스 소스군(40)이 접속되어 있다. 가스 소스군(40)은, 복수의 가스 소스를 포함하고 있다. 밸브군(41) 및 밸브군(43)의 각각은, 복수의 개

폐 밸브를 포함하고 있다. 유량 제어기군(42)은, 복수의 유량 제어기를 포함하고 있다. 유량 제어기군(42)의 복수의 유량 제어기의 각각은, 매스플로우 컨트롤러 또는 압력 제어식의 유량 제어기이다. 가스 소스군(40)의 복수의 가스 소스의 각각은, 밸브군(41)의 대응의 개폐 밸브, 유량 제어기군(42)의 대응의 유량 제어기, 및 밸브군(43)의 대응의 개폐 밸브를 개재하여, 가스 공급관(38)에 접속되어 있다.

[0031] 플라즈마 처리 장치(1)에서서는, 챔버 본체(12)의 내벽면을 따라, 실드(46)가 착탈 가능하게 설치되어 있다. 실드(46)는, 지지부(13)의 외주에도 설치되어 있다. 실드(46)는, 챔버 본체(12)에 에칭 부생물이 부착되는 것을 방지한다. 실드(46)는, 예컨대, 알루미늄으로 형성된 부재의 표면에 내부식성을 갖는 막을 형성함으로써 구성된다. 내부식성을 갖는 막은, 산화이트륨이라는 세라믹으로 형성된 막일 수 있다.

[0032] 지지부(13)와 챔버 본체(12)의 측벽과의 사이에는, 배플 플레이트(48)가 설치되어 있다. 배플 플레이트(48)는, 예컨대, 알루미늄으로 형성된 부재의 표면에 내부식성을 갖는 막을 형성함으로써 구성된다. 내부식성을 갖는 막은, 산화이트륨이라는 세라믹으로 형성된 막일 수 있다. 배플 플레이트(48)에는, 복수의 관통 구멍이 형성되어 있다. 배플 플레이트(48)의 아래쪽, 그리고, 챔버 본체(12)의 저부에는 배기구(12e)가 설치되어 있다. 배기구(12e)에는, 배기관(52)을 개재하여 배기 장치(50)가 접속되어 있다. 배기 장치(50)는, 압력 조정 밸브 및 터보 분자 펌프라는 진공 펌프를 갖고 있다.

[0033] 플라즈마 처리 장치(1)는 고주파 전원부(61)를 더욱 구비하고 있다. 고주파 전원부(61)는, 일례의 제1 고주파 전원부이다. 고주파 전원부(61)는, 챔버(10) 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 고주파 전력(HF)을 출력하도록 구성되어 있다. 고주파 전력(HF)의 기본 주파수는, 예컨대 27 MHz~100 MHz의 범위 내의 주파수이다. 일례에서는, 고주파 전력(HF)의 기본 주파수는, 40.68 MHz 이다.

[0034] 고주파 전원부(61)는, 정합기(63)를 개재하여 하부 전극(18)에 전기적으로 접속되어 있다. 정합기(63)는 정합 회로를 갖고 있다. 정합기(63)의 정합 회로는, 고주파 전원부(61)의 부하측(하부 전극측)의 임피던스를, 고주파 전원부(61)의 출력 임피던스에 정합시키도록 구성되어 있다. 별도의 실시형태에서는, 고주파 전원부(61)는, 정합기(63)를 개재하여 상부 전극(30)에 전기적으로 접속되어 있어도 좋다.

[0035] 일 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치(1)는, 방향성 결합기(65)를 더욱 구비할 수 있다. 방향성 결합기(65)는, 전기 경로(EP1) 상에 설치되어 있다. 고주파 전력(HF)은 고주파 전원부(61)에 의해서 출력되어 전기 경로(EP1) 상에서 전송된다. 일 실시형태에 있어서, 방향성 결합기(65)는, 고주파 전원부(61)와 정합기(63)와의 사이에 설치되어 있다. 방향성 결합기(65)는, 고주파 전력(HF)에 대한 반사파의 일부를 전기 경로(EP1)로부터 분기시킨다. 방향성 결합기(65)는, 그 반사파의 일부를 반사파 모니터 신호(MS)로서 출력한다.

[0036] 일 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치(1)는, 고주파 전원부(62)를 더욱 구비할 수 있다. 고주파 전원부(62)는, 제2 고주파 전원부의 일례이다. 고주파 전원부(62)는 고주파 전력(LF)을 출력하도록 구성되어 있다. 고주파 전력(LF)은, 주로 이온을 기관(W)에 끌어넣기에 적합한 주파수를 갖는다. 고주파 전력(LF)의 기본 주파수는, 예컨대 400 kHz~13.56 MHz의 범위 내의 주파수이다. 일례에서는, 고주파 전력(LF)의 기본 주파수는 400 kHz 이다.

[0037] 고주파 전원부(62)는, 정합기(64)를 개재하여 하부 전극(18)에 전기적으로 접속되어 있다. 정합기(64)는, 정합 회로를 갖고 있다. 정합기(64)의 정합 회로는 고주파 전원부(62)의 부하측(하부 전극측)의 임피던스를, 고주파 전원부(62)의 출력 임피던스에 정합시키도록 구성되어 있다.

[0038] 일 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치(1)는, 방향성 결합기(66)를 더욱 구비할 수 있다. 방향성 결합기(66)는, 전기 경로(EP2) 상에 설치되어 있다. 고주파 전력(LF)은 고주파 전원부(62)에 의해서 출력되어 전기 경로(EP2) 상에서 전송된다. 일 실시형태에 있어서, 방향성 결합기(66)는, 고주파 전원부(62)와 정합기(64)의 사이에 설치되어 있다. 방향성 결합기(66)는, 고주파 전력(LF)에 대한 반사파의 일부를 전기 경로(EP2)로부터 분기시킨다. 방향성 결합기(66)는, 그 반사파의 일부를 반사파 모니터 신호로서 출력한다. 방향성 결합기(66)로부터의 반사파 모니터 신호는, 예컨대 고주파 전력(LF)의 파워 제어를 위해 이용된다.

[0039] 플라즈마 처리 장치(1)는 제어부(80)를 더욱 구비할 수 있다. 제어부(80)는 프로세서, 메모리라는 기억부, 입력 장치, 표시 장치, 신호의 입출력 인터페이스 등을 구비하는 컴퓨터일 수 있다. 제어부(80)는, 플라즈마 처리 장치(1)의 각부를 제어한다. 제어부(80)에서는 입력 장치를 이용하여, 오퍼레이터가 플라즈마 처리 장치(1)를 관리하기 위해서 커맨드의 입력 조작 등을 행할 수 있다. 또한, 제어부(80)에서는, 표시 장치에 의해, 플라즈마 처리 장치(1)의 가동 상황을 가시화하여 표시할 수 있다. 또한, 제어부(80)의 기억부에는, 제어 프로그램 및 레시피 데이터가 저장되어 있다. 제어 프로그램은, 플라즈마 처리 장치(1)에서 각종 처리를 실행하기 위해서 제어

부(80)의 프로세서에 의해서 실행된다. 제어부(80)의 프로세서가, 제어 프로그램을 실행하고, 레시피 데이터에 따라서 플라즈마 처리 장치(1)의 각부를 제어함으로써, 후술하는 방법 MT이 플라즈마 처리 장치(1)에서 실행된다.

[0040] 이하, 도 1에 더하여, 도 2, 도 3 및 도 4를 참조한다. 도 2는, 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치의 전원부의 구성의 일례 및 보정 신호 생성부의 구성의 일례를 나타내는 도면이다. 도 3은, 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에서의 플라즈마의 생성에 관련되는 타이밍 차트의 일례를 나타내는 도면이다. 도 4는, 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에 있어서 생성되는 반사파 모니터 신호의 일례 및 역상 신호의 일례를 나타내는 도면이다.

[0041] 고주파 전원부(61)는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 고주파 전력(HF)로서, 펄스형의 고주파 전력(PHF) 또는 합성 고주파 전력(SHF)을 출력하도록 구성되어 있다. 펄스형의 고주파 전력(PHF)은 일정 기간 내에서의 전력 레벨이 그 기간 전후의 기간 내에서의 전력 레벨보다 높아지도록 그 전력 레벨이 설정된 고주파 전력이다. 일례에서는, 펄스형의 고주파 전력(PHF)은, 일정 기간에 있어서 ON 상태로 설정되고, 그 기간 전후의 기간에 있어서 OFF 상태로 설정된다. 즉, 일례에서는, 펄스형의 고주파 전력(PHF)은, 일정 기간에 있어서 플라즈마를 생성하기 위한 전력 레벨을 갖고, 그 기간 전후의 기간에 있어서 0 W로 설정된다.

[0042] 합성 고주파 전력(SHF)은, 펄스형의 고주파 전력(PHF)과 보정 고주파 전력과의 합성 전력이다. 보정 고주파 전력은, 펄스형의 고주파 전력(PHF)에 대한 반사파에 대하여 역위상으로 진동하는 전력이다.

[0043] 고주파 전원부(61)는, 제1 기간(P1)에 있어서 펄스형의 고주파 전력(PHF)을 출력하도록 구성되어 있다. 제1 기간(P1) 내에서 펄스형의 고주파 전력(PHF)의 출력이 개시되는 타이밍 및 제1 기간(P1) 내에서 펄스형의 고주파 전력(PHF)이 출력되는 시간 길이는, 제어부(80)로부터 고주파 전원부(61)로 지정된다. 고주파 전원부(61)는, 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각에 있어서, 합성 고주파 전력(SHF)을 출력하도록 구성되어 있다. 하나 이상의 제2 기간(P2)은, 제1 기간(P1)의 후의 기간이다. 하나 이상의 제2 기간(P2)은, 제1 기간(P1)에 순서대로 계속되어도 좋다. 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각의 시간 길이는, 제1 기간(P1)의 시간 길이와 동일할 수 있다. 제1 기간(P1) 및 하나 이상의 제2 기간(P2)은, 소정의 주파수로 규정되는 연속하는 복수의 주기와 각각 동일한 기간이라도 좋다.

[0044] 고주파 전원부(61)는, 제1 기간(P1)에서의 펄스형의 고주파 전력(PHF)의 출력과 하나 이상의 제2 기간(P2)에서의 합성 고주파 전력(SHF)의 출력을 교대로 반복하도록 구성되어 있다. 또, 도 3에 나타내는 예에서는, 제1 기간(P1)의 후에 4개의 제2 기간(P2)이 계속되어 있지만, 제1 기간(P1)의 후의 제2 기간의 수는 한정되는 것은 아니다.

[0045] 고주파 전원부(61)는, 보정 신호(CS)를 이용하여 합성 고주파 전력(SHF)을 생성하도록 구성되어 있다. 보정 신호(CS)는, 보정 신호 생성부(70)에 의해서 생성된다. 보정 신호 생성부(70)는, 제1 기간(P1)에서의 반사파 모니터 신호(MS)로부터 보정 신호(CS)를 생성하도록 구성되어 있다. 반사파 모니터 신호(MS)는, 방향성 결합기(65)에 의해서 출력된다. 보정 신호(CS)는, 반사파 모니터 신호(MS)에 대하여 역위상으로 진동하는 신호이다.

[0046] 일 실시형태에 있어서, 보정 신호 생성부(70)는, A/D 변환기(70a), 연산기(70b), 및, D/A 변환기(70c)를 갖는다. A/D 변환기(70a)는, 반사파 모니터 신호(MS)에 대하여 A/D 변환을 실행하여 디지털 신호를 생성한다. A/D 변환기(70a)에 의해서 생성된 디지털 신호는, 반사파 모니터 디지털 신호로서, 연산기(70b)에 부여된다. 연산기(70b)는, 예컨대 프로세서이다. 연산기(70b)는, 반사파 모니터 디지털 신호의 역상 신호(RS)를 생성한다. 도 4에 나타내는 바와 같이, 역상 신호(RS)는 반사파 모니터 신호(MS)에 대하여 역위상으로 진동하는 신호이며, 역상 신호(RS)는, 반사파 모니터 신호(MS)에 대한 180°의 위상 반전 처리에만 의해서 생성된다.

[0047] 일 실시형태에서는, 보정 신호(CS)는, 역상 신호(RS)의 D/A 변환에 의해 생성되는 아날로그 신호라도 좋다. 즉, 연산기(70b)는, 역상 신호(RS)를 보정 디지털 신호로서 출력해도 좋다. 별도의 실시형태에서는, 보정 신호 생성부(70)는, 역상 신호(RS)를 보정함으로써 보정 신호를 생성하도록 구성되어 있어도 좋다. 구체적으로는, 연산기(70b)는 증폭기(61c)의 입력 신호의 진폭에 대한 증폭율의 의존성(비선형의 의존성)을 해소하도록 역상 신호(RS)의 진폭을 보정함으로써, 보정 디지털 신호를 생성해도 좋다.

[0048] 연산기(70b)에 의해서 생성된 보정 디지털 신호는, D/A 변환기(70c)에 부여된다. D/A 변환기(70c)는 입력된 보정 디지털 신호에 대하여 D/A 변환을 실행하여, 보정 신호(CS)(아날로그 신호)를 생성한다. D/A 변환기(70c)에 의해서 생성된 보정 신호(CS)는 고주파 전원부(61)에 부여된다.

[0049] 보정 신호 생성부(70)는, 제1 기간(P1)에 있어서는 보정 신호(CS)를 고주파 전원부(61)에 부여하지 않는다. 한

편, 보정 신호 생성부(70)는, 제1 기간(P1)의 후의 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각에 있어서는, 보정 신호(CS)를 고주파 전원부(61)에 부여한다.

[0050] 일 실시형태에 있어서, 고주파 전원부(61)는, 고주파 신호 발생기(61a), 가산기(61b), 및 증폭기(61c)를 갖고 있다. 고주파 신호 발생기(61a)는, 펄스형의 고주파 신호(PS)를 발생하도록 구성되어 있다. 고주파 신호 발생기(61a)는, 예컨대 기능 제너레이터이다. 고주파 신호 발생기(61a)에 의해서 발생하는 펄스형의 고주파 신호(PS)의 기본 주파수는, 고주파 전력(HF)의 기본 주파수와 동일하다.

[0051] 고주파 신호 발생기(61a)는, 제1 기간(P1) 및 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각에 있어서 펄스형의 고주파 신호(PS)를 출력하도록 구성되어 있다. 제1 기간(P1) 및 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각에 있어서, 고주파 신호 발생기(61a)가 펄스형의 고주파 신호(PS)의 출력을 개시하는 타이밍은, 제어부(80)로부터 고주파 신호 발생기(61a)로 지정된다. 또한, 제1 기간(P1) 및 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각에 있어서, 고주파 신호 발생기(61a)가 펄스형의 고주파 신호(PS)를 출력하는 시간 길이는, 제어부(80)로부터 고주파 신호 발생기(61a)로 지정된다.

[0052] 가산기(61b)는, 고주파 신호 발생기(61a)로부터 펄스형의 고주파 신호(PS)를 받는다. 또한, 가산기(61b)는, 보정 신호 생성부(70)로부터 보정 신호(CS)를 받는다. 가산기(61b)는, 펄스형의 고주파 신호(PS)에 보정 신호(CS)를 가산하여, 합성 고주파 신호(AS)를 생성하도록 구성되어 있다. 보정 신호(CS)가 부여되지 않는 경우에는, 가산기(61b)는, 펄스형의 고주파 신호(PS)를 출력한다. 증폭기(61c)는, 펄스형의 고주파 신호(PS)를 증폭함으로써 펄스형의 고주파 전력(PHF)을 생성하도록 구성되어 있다. 또한, 증폭기(61c)는, 합성 고주파 신호(AS)를 증폭함으로써 합성 고주파 전력(SHF)을 생성하도록 구성되어 있다.

[0053] 일 실시형태에 있어서, 고주파 전원부(62)는, 고주파 신호 발생기(62a) 및 증폭기(62c)를 갖고 있다. 고주파 신호 발생기(62a)는, 고주파 신호를 발생하도록 구성되어 있다. 고주파 신호 발생기(62a)는, 예컨대 기능 제너레이터이다. 고주파 신호 발생기(62a)에 의해서 발생하는 고주파 신호의 주파수는, 고주파 전력(LF)의 주파수와 동일하다. 증폭기(62c)는, 고주파 신호 발생기(62a)로부터의 고주파 신호를 증폭하여, 고주파 전력(LF)을 생성한다. 고주파 신호 발생기(62a)는, 연속적으로 고주파 신호를 발생해도 좋다. 즉, 고주파 전원부(62)는, 연속적으로 고주파 전력(LF)을 출력해도 좋다. 혹은, 고주파 신호 발생기(62a)는, 펄스형의 고주파 신호를 발생해도 좋다. 즉, 고주파 전원부(62)는, 펄스형의 고주파 전력(LF)을 출력해도 좋다.

[0054] 일 실시형태에 있어서는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 제1 기간(P1) 및 하나 이상의 제2 기간(P2)은, 고주파 전력(LF)의 연속하는 복수의 주기와 각각 동일하다. 즉, 펄스형의 고주파 전력(PHF) 및 합성 고주파 전력(SHF)의 각각의 출력은, 고주파 전력(LF)의 대응의 주기 내에서 행해진다. 이 때문에, 일 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치(1)는 동기 신호 발생기(76)를 더욱 구비할 수 있다.

[0055] 동기 신호 발생기(76)는, 동기 신호(SS)를 발생하여 동기 신호(SS)를 출력한다. 동기 신호(SS)는, 예컨대, 고주파 전력(LF)의 각 주기의 개시 시점에서 동기 펄스를 포함한다. 고주파 전원부(62)는, 동기 신호 발생기(76)로부터 부여되는 동기 신호(SS)(그 동기 펄스)에 각 주기가 동기하도록, 고주파 전력(LF)을 출력한다.

[0056] 동기 신호는, 보정 신호 생성부(70) 및 고주파 전원부(61)에도 부여된다. 보정 신호 생성부(70)는, 제2 기간(P2)의 각각에서는, 동기 신호(SS)의 동기펄스를 기준으로 하여 제어부(80)로부터 부여된 지연 시간으로 규정되는 타이밍에서, 보정 신호(CS)를 고주파 전원부(61)에 출력한다. 고주파 전원부(61)의 고주파 신호 발생기(61a)는, 제1 기간(P1) 및 제2 기간(P2)의 각각에 있어서 동기 신호(SS)의 동기 펄스를 기준으로 하여 제어부(80)로부터 부여된 지연 시간으로 규정되는 타이밍에서, 고주파 신호(PS)의 출력을 개시한다.

[0057] 이상 설명한 플라즈마 처리 장치(1)에 의하면, 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각에 있어서는, 합성 고주파 전력(SHF)이 출력된다. 합성 고주파 전력(SHF)에 포함되는 보정 고주파 전력은, 반사파 모니터 신호(MS)에 대하여 역위상으로 진동하는 보정 신호(CS)를 이용하여 생성되어 있다. 따라서, 플라즈마 처리 장치(1)에 의하면, 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각에 있어서, 반사파가 저감된다. 또한, 제1 기간(P1)에 있어서 펄스형의 고주파 전력(PHF)을 출력함으로써 보정 신호(CS)가 생성된 후에, 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각에 있어서 보정 신호(CS)를 이용하여 합성 고주파 전력(SHF)이 생성된다. 제1 기간(P1)과 하나 이상의 제2 기간(P2)은 교대로 반복된다. 따라서, 플라즈마 처리 장치(1)는, 반사파의 저감에 적합한 합성 고주파 전력(SHF)을 적절하게 갱신할 수 있다.

[0058] 일 실시형태에 있어서는, 전술한 바와 같이 증폭기(61c)의 증폭율의 진폭 의존성(비선형의 의존성)을 미리 상쇄하도록 보정 신호(CS)가 생성된다. 이 실시형태에 의하면, 반사파가 보다 저감될 수 있다. 또, 보정

신호(CS)는, 펄스형의 고주파 전력(PHF)에 대한 반사파를 상쇄하도록 조정된 지연 시간에서, 합성 고주파 전력(SHF)의 생성에 이용될 수 있다. 일 실시형태에서는, 보정 신호(CS)는, 펄스형의 고주파 전력(PHF)에 대한 반사파를 상쇄하도록 조정된 지연 시간에서, 펄스형의 고주파 신호(PS)에 대하여 가산될 수 있다.

- [0059] 이하, 도 5를 참조하여, 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마를 생성하는 방법에 관해서 설명한다. 도 5는, 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마를 생성하는 방법을 나타내는 흐름도이다. 이하의 설명에서는, 플라즈마 처리 장치(1)가 이용되는 경우를 예로 하여, 방법 MT을 설명한다. 그러나, 방법 MT은, 그 복수의 공정을 실행할 수 있는 다른 플라즈마 처리 장치를 이용하여 실행되어도 좋다.
- [0060] 방법 MT은, 공정 ST1에서 개시한다. 공정 ST1에서는, 챔버(10) 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 고주파 전원부(61)로부터 펄스형의 고주파 전력(PHF)이 출력된다. 펄스형의 고주파 전력(PHF)은, 제1 기간(P1)에 있어서 출력된다.
- [0061] 공정 ST2에서는, 보정 신호 생성부(70)에 의해서 보정 신호(CS)가 생성된다. 보정 신호(CS)는, 반사파 모니터 신호(MS)에 대하여 역위상으로 진동하는 신호이다. 반사파 모니터 신호(MS)는, 펄스형의 고주파 전력(PHF)에 대한 반사파를 표시하는 신호이다. 반사파 모니터 신호(MS)는, 방향성 결합기(65)에 의해서 보정 신호 생성부(70)에 부여된다.
- [0062] 공정 ST3은, 공정 ST3a 및 공정 ST3b를 포함한다. 공정 ST3a에서는, 챔버(10) 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위해서, 합성 고주파 전력(SHF)이 출력된다. 합성 고주파 전력(SHF)은, 제2 기간(P2)에 있어서 출력된다. 합성 고주파 전력(SHF)은, 펄스형의 고주파 전력(PHF)과 보정 고주파 전력과의 합성 전력이다. 보정 고주파 전력은, 반사파에 대하여 역위상으로 진동하는 전력이다. 합성 고주파 전력(SHF)은 보정 신호(CS)를 이용하여 생성된다.
- [0063] 공정 ST3b에서는, 정지 조건이 만족되는지 아닌지가 판정된다. 공정 ST3b에서는, 공정 ST3a의 실행 횟수가 소정 횟수에 달하고 있는 경우에 정지 조건이 만족되어 있다고 판정된다. 공정 ST3b에 있어서 정지 조건이 만족되어 있지 않다고 판정되면, 공정 ST3a가 재차 실행된다. 한편, 공정 ST3b에 있어서 정지 조건이 만족되어 있다고 판정되면, 공정 ST4가 실행된다. 또, 소정 횟수가 1회인 경우에는, 공정 ST3b는 불필요하다.
- [0064] 공정 ST4에서는, 별도의 정지 조건이 만족되는지 아닌지가 판정된다. 공정 ST4에서는, 공정 ST1, 공정 ST2, 및 공정 ST3을 포함하는 시퀀스의 실행 횟수가 소정 횟수에 달하고 있는 경우에 그 별도의 정지 조건이 만족되어 있지 않다고 판정된다. 이 소정 횟수는 복수의 횟수이다. 공정 ST4에 있어서 그 별도의 정지 조건이 만족되어 있지 않다고 판정되면, 상기 시퀀스가 재차 실행된다. 한편, 공정 ST4에 있어서 그 별도의 정지 조건이 만족되어 있다고 판정되면, 방법 MT은 종료한다.
- [0065] 방법 MT에서는, 공정 ST1이 실행됨으로써, 제1 기간(P1)에 있어서 펄스형의 고주파 전력(PHF)이 출력된다. 공정 ST3이 실행됨으로써, 제1 기간(P1)의 후의 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각에 있어서 합성 고주파 전력(SHF)이 출력된다. 공정 ST1 및 공정 ST3은, 도 3에 나타내는 바와 같이, 제1 기간(P1)에서의 펄스형의 고주파 전력의 출력과 하나 이상의 제2 기간(P2)에서의 합성 고주파 전력의 출력이 교대로 반복되도록 실행된다.
- [0066] 방법 MT에 있어서는, 고주파 전력(LF)이 공급되어도 좋다. 전술한 바와 같이, 제1 기간(P1) 및 하나 이상의 제2 기간(P2)의 각각은, 고주파 전력(LF)의 대응의 주기에 동기되어 있어도 좋다.
- [0067] 이상, 여러가지의 예시적 실시형태에 관해서 설명해 왔지만, 전술한 예시적 실시형태에 한정되는 일없이 여러가지 생략, 치환, 및 변경이 이루어져도 좋다. 또한, 상이한 실시형태에서의 요소를 조합시켜 다른 실시형태를 형성하는 것이 가능하다.
- [0068] 예컨대, 별도의 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치는, 고주파 전원부(61)와 마찬가지로 펄스형의 고주파 전력을 출력하는 단일의 고주파 전원부만을 구비하고 있어도 좋다. 단일의 고주파 전원부에 의해서 출력되는 고주파 전력의 기본 주파수는, 플라즈마를 생성할 수 있으면, 임의의 주파수라도 좋다.
- [0069] 또한 별도의 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치는, 유도 결합형의 플라즈마 처리 장치라도 좋다. 유도 결합형의 플라즈마 처리 장치에 있어서는, 고주파 전원부(61)는, 안테나에 전기적으로 접속되어 있어도 좋다. 안테나는, 플라즈마의 생성을 위해 챔버 내에서 자계를 형성한다. 안테나는, 챔버의 천부의 위에 설치될 수 있다. 혹은, 유도 결합형의 플라즈마 처리 장치에 있어서는, 고주파 전원부(61) 및 고주파 전원부(62)는 하부 전극에 접속되고, 별도의 고주파 전원이 안테나에 접속되어 있어도 좋다.
- [0070] 또한 별도의 실시형태의 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마의 생성을 위해 마이크로파를 이용하는 플라즈마 처리

장치라도 좋다. 마이크로파는, 챔버의 천부의 위에 설치된 안테나로부터 도입될 수 있다. 이 타입의 플라즈마 처리 장치에 있어서는, 고주파 전원부(61) 및 고주파 전원부(62)는 하부 전극에 접속된다.

[0071] 또한, 플라즈마 처리 장치(1)에서는, 전술한 바와 같이, 합성 고주파 신호(AS)를 증폭기(61c)에 의해서 증폭함으로써 합성 고주파 전력(SHF)이 생성되어 있다. 별도의 실시형태에서는, 보정 신호(CS)를 별도의 증폭기에 의해서 증폭함으로써 보정 고주파 전력을 생성해도 좋다. 이 경우에는, 증폭기(61c)의 후단에서, 펄스형의 고주파 전력(PHF)에 보정 고주파 전력을 가산함으로써, 합성 고주파 전력(SHF)이 생성된다.

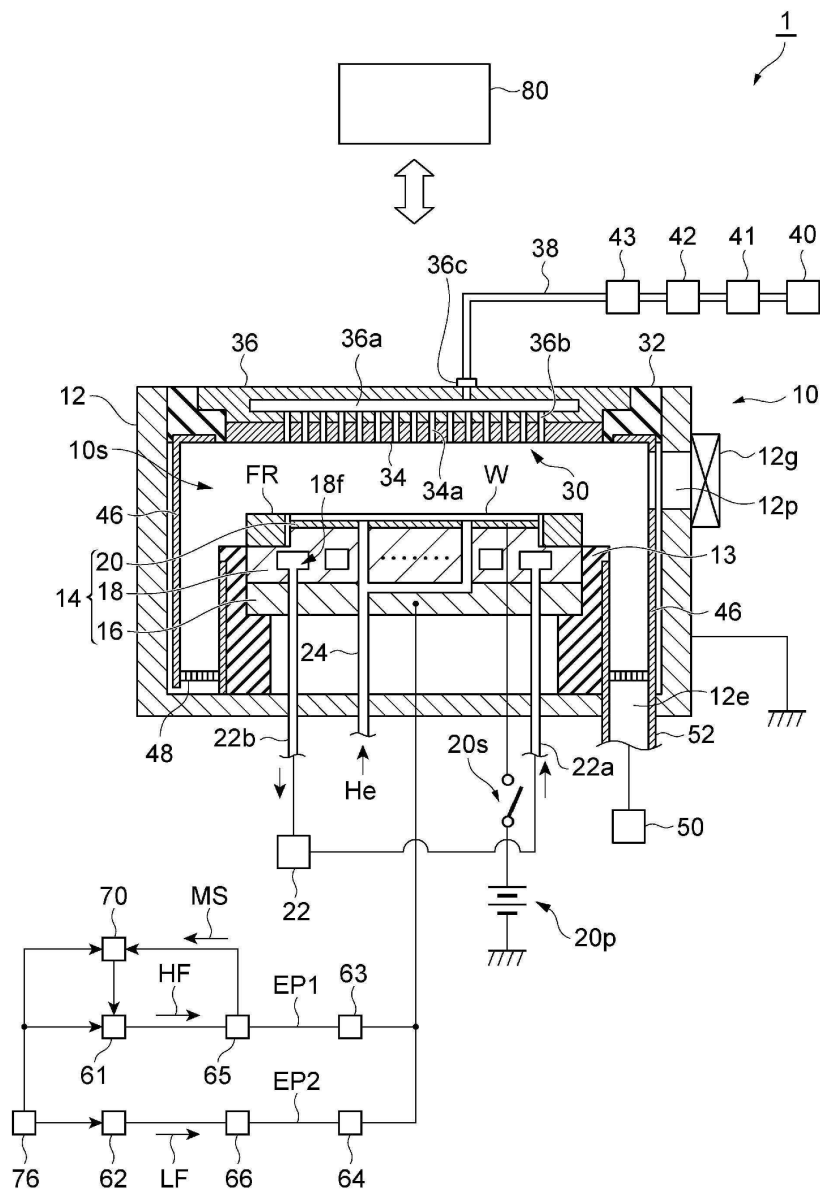
[0072] 이상의 설명으로부터, 본 개시의 여러가지의 실시형태는, 설명의 목적으로 본 명세서에서 설명되어 있고, 본 개시의 범위 및 주지로부터 일탈하는 일없이 여러가지의 변경을 이룰 수 있는 것이 이해될 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시한 여러가지의 실시형태는 한정하는 것을 의도하고 있지 않고, 참된 범위와 주지는, 첨부된 특허청구의 범위에 의해서 나타난다.

부호의 설명

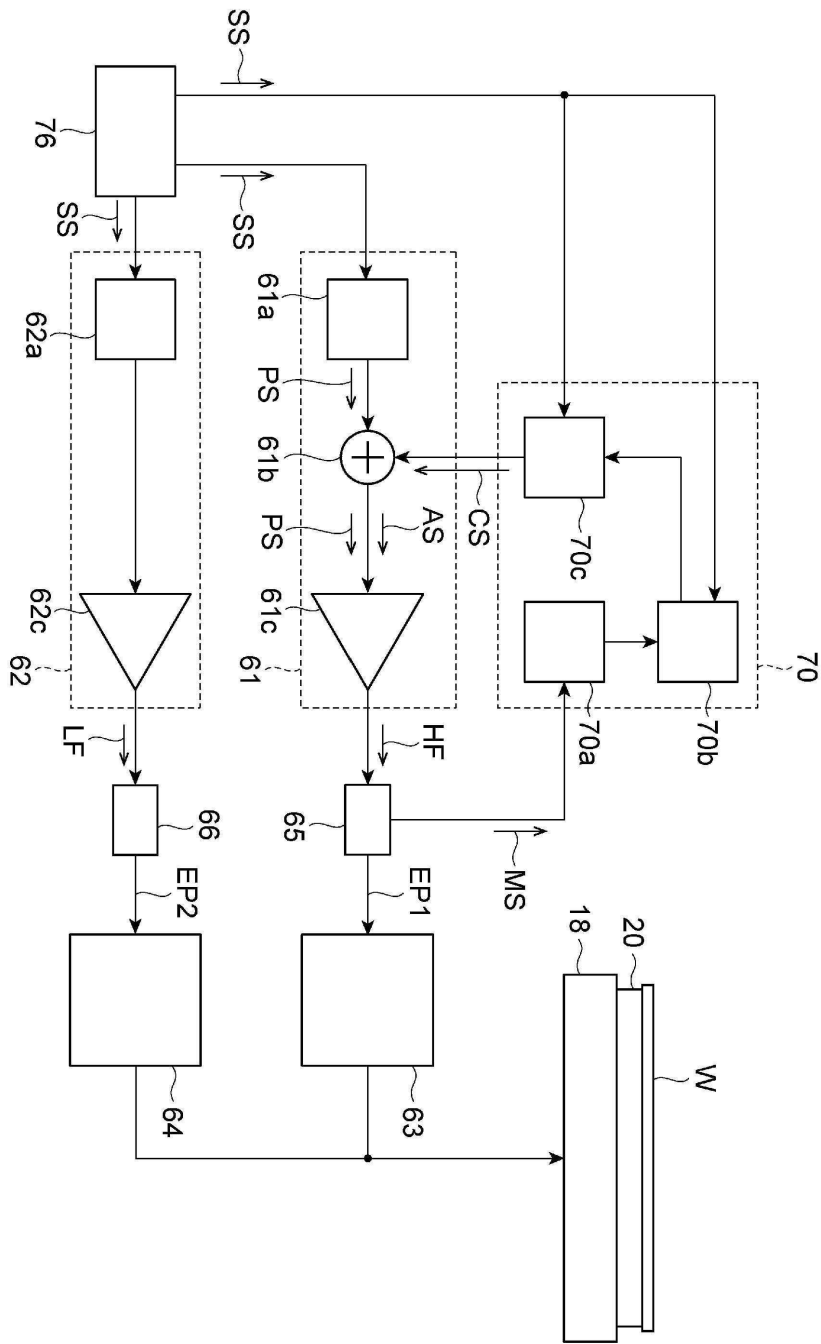
[0073] 1 : 플라즈마 처리 장치, 10 : 챔버,
61 : 고주파 전원부, 70 : 보정 신호 생성부,
P1 : 제1 기간, P2 : 제2 기간,
PHF : 펄스형의 고주파 전력, SHF : 합성 고주파 전력,
CS : 보정 신호, MS : 반사파 모니터 신호.

도면

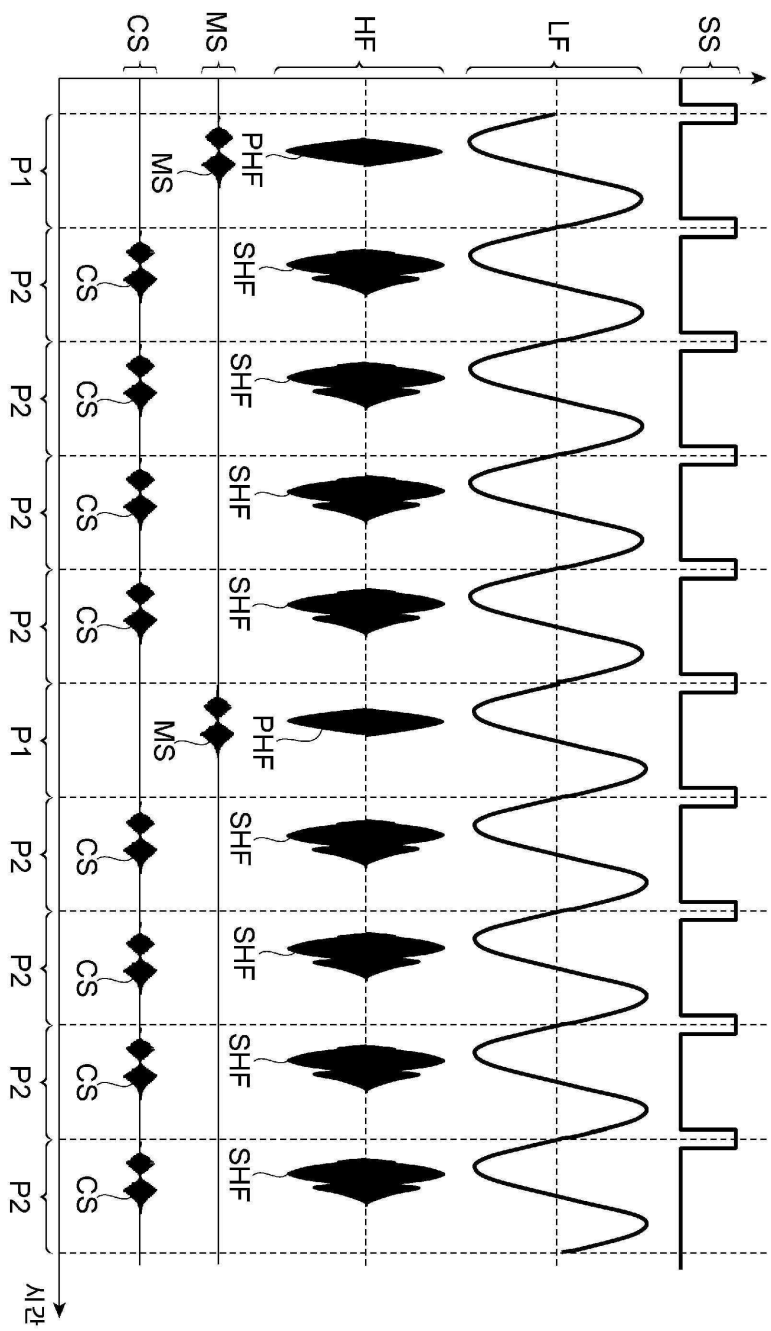
도면1



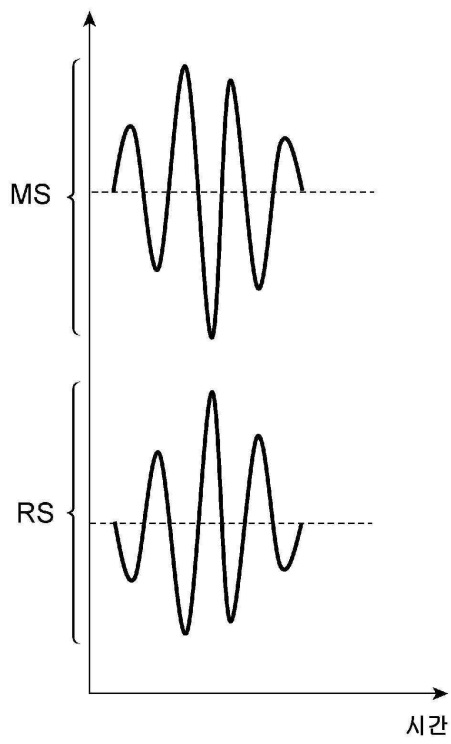
도면2



도면3



도면4



도면5

