



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0009892
(43) 공개일자 2022년01월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32174 (2013.01)
H01J 37/32642 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0092221
(22) 출원일자 2021년07월14일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2020-122121 2020년07월16일 일본(JP)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
도리이 나츠미
일본 981-3629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테
크노힐즈 1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤
나이
나가미 고이치
일본 981-3629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테
크노힐즈 1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤
나이
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 19 항

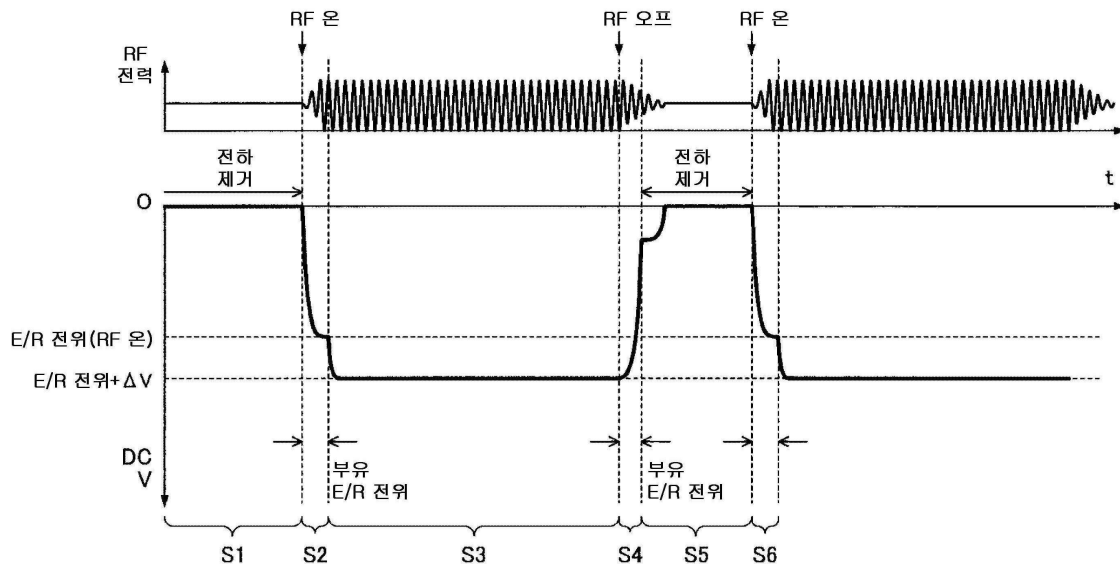
(54) 발명의 명칭 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법

(57) 요약

본 발명은, 플라즈마 처리에 있어서 기판의 예지 영역에서의 틸트 각도를 적절하게 제어하면서, 기판과 예지링 사이의 방전을 억제하는 것을 목적으로 한다.

플라즈마 처리 장치는, 챔버와, 챔버의 내부에 설치된 기판 지지체이며, 전극과, 전극 상에 설치된 정전척과, 정전척 상에 배치된 기판을 둘러싸도록 상기 정전척 상에 배치되는 예지링을 갖는 기판 지지체와, 챔버 내부의 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 예지링에 부극성의 직류 전압을 인가하는 직류 전원과, 고주파 전력과 직류 전압을 제어하는 제어부를 구비한다. (a) 고주파 전력의 공급을 정지함과 더불어, 직류 전압의 인가를 정지하는 공정과, (b) 고주파 전력의 공급을 시작하고, 미리 정해진 지연 시간이 경과한 후, 직류 전압의 인가를 시작하는 공정을 포함하는 처리를 실행한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01J 37/32935 (2013.01)

H01L 21/6833 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관에 플라즈마 처리를 행하는 장치로서,

챔버와,

상기 챔버의 내부에 설치된 기관 지지체로서, 전극과, 상기 전극 상에 설치된 정전척과, 상기 정전척 상에 배치된 기관을 둘러싸도록 상기 정전척 상에 배치되는 에지링을 갖는 상기 기관 지지체와,

상기 챔버 내부의 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과,

상기 에지링에 부극성의 직류 전압을 인가하는 직류 전원과,

상기 고주파 전력과 상기 직류 전압을 제어하는 제어부

를 구비하고,

상기 제어부는,

(a) 상기 고주파 전력의 공급을 정지함과 더불어, 상기 직류 전압의 인가를 정지하는 공정과,

(b) 상기 고주파 전력의 공급을 시작하고, 미리 정해진 지연 시간이 경과한 후, 상기 직류 전압의 인가를 시작하는 공정

을 포함하는 처리를 실행하도록 상기 장치를 제어하는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 직류 전압의 인가 시간에 대한 상기 지연 시간의 비율에 기초하여, 상기 지연 시간을 결정하는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 고주파 전력을 공급하고 나서의 반사 시간을 측정하고, 상기 반사 시간 이상을 상기 지연 시간으로 결정하는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 에지링의 전위를 측정하고, 상기 에지링의 전위에 기초하여 상기 지연 시간을 결정하는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 5

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지연 시간은 0.1 μ s~1000 μ s인 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 에지링에 상기 직류 전압을 인가하기 위한 직류 전원 회로를 구비하고,

상기 에지링을 제전하기 위한 제전 회로를 구비하고 있지 않은, 플라즈마 처리 장치.

청구항 7

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 예지링에 직류 전압을 인가하기 위한 직류 전원 회로와,
 상기 예지링을 제전하기 위한 제전 회로와,
 상기 예지링과, 상기 직류 전원 회로 또는 상기 제전 회로와의 접속을 전환하는 전환 유닛
 을 더 구비하고,
 상기 제어부는,
 상기 (a) 공정에 있어서, 상기 고주파 전력의 공급을 정지함과 더불어, 상기 직류 전압의 인가를 정지하고, 또
 한 상기 예지링을 제전하며,
 상기 (b) 공정에 있어서, 상기 고주파 전력의 공급을 시작함과 더불어, 상기 예지링의 제전을 정지하고, 미리
 정해진 제1 지연 시간이 경과한 후, 상기 직류 전압의 인가를 시작하며,
 (c) 상기 고주파 전력의 공급을 정지함과 더불어, 상기 직류 전압의 인가를 정지하고, 미리 정해진 제2 지연 시
 간에 경과한 후, 상기 예지링의 제전을 시작하는 공정
 을 포함하는 처리를 실행하도록 구성되는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 제어부는, 상기 직류 전압의 인가 시간에 대한 상기 제2 지연 시간의 비율에 기초하여, 상기 제2 지연 시
 간을 결정하는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,
 상기 제어부는, 상기 예지링의 전위를 측정하고, 상기 예지링의 전위에 기초하여 상기 제2 지연 시간을 결정하
 는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,
 상기 제어부는, 상기 고주파 전력을 측정하고, 상기 고주파 전력에 기초하여 상기 제2 지연 시간을 결정하는 것
 인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 11

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제2 지연 시간은 0.1 μ s~1000 μ s인 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 직류 전원은,
 제1 직류 전압을 인가하는 제1 직류 전원과,
 상기 제1 직류 전압과 상이한 제2 직류 전압을 인가하는 제2 직류 전원
 을 구비하고,
 상기 직류 전압의 인가에서는, 상기 제1 직류 전압 또는 상기 제2 직류 전압을 인가하는 것인, 플라즈마 처리

장치.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고주파 전원은,

상기 플라즈마를 생성하기 위한 제1 고주파 전력을 공급하는 제1 고주파 전원과,

상기 정전척에 배치된 기관에 이온을 인입하기 위한 제2 고주파 전력을 공급하는 제2 고주파 전원

을 구비하고,

상기 고주파 전력의 공급에서는, 상기 제1 고주파 전력 및 상기 제2 고주파 전력 중 한쪽 또는 양쪽 모두를 공급하는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 14

기관에 플라즈마 처리를 행하는 장치로서,

기관에 플라즈마 처리를 수행하도록 구성된 챔버와,

상기 챔버의 내부에 설치된 기관 지지체로서, 전극과, 상기 전극 상에 설치된 정전척과, 상기 정전척 상에 배치된 기관을 둘러싸도록 상기 정전척 상에 배치되는 에지링을 갖는 상기 기관 지지체와,

상기 챔버 내부의 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과,

상기 에지링에 부극성의 직류 전압을 인가하는 직류 전원과,

상기 에지링에 직류 전압을 인가하기 위한 직류 전원 회로와,

상기 에지링을 제전하기 위한 제전 회로와,

상기 에지링과, 상기 직류 전원 회로 또는 상기 제전 회로와의 접속을 전환하는 전환 유닛과,

상기 고주파 전력과 상기 직류 전압을 제어하는 제어부

를 구비하고,

상기 제어부는,

(a) 상기 고주파 전력의 공급을 정지함과 더불어, 상기 직류 전압의 인가를 정지하고, 또한 상기 에지링을 제전하는 공정과,

(b) 상기 고주파 전력의 공급을 시작함과 더불어, 상기 에지링의 제전을 정지하고, 상기 에지링의 제전을 정지한 후로부터 0.1 μ s~1000 μ s의 시간이 경과한 후, 상기 직류 전압의 인가를 시작하는 공정과,

(c) 상기 기관에 플라즈마 처리를 행하는 공정과,

(d) 상기 고주파 전력의 공급을 정지함과 더불어, 상기 직류 전압의 인가를 정지하고, 상기 직류 전압의 인가를 정지한 후로부터 0.1 μ s~1000 μ s의 시간이 경과한 후, 상기 에지링의 제전을 시작하는 공정과,

(e) (a) ~ (d)를 이 순서로 반복하는 공정

을 포함하는 처리를 실행하도록 구성되는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 에지링은 도전성 재료로 구성되는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 제어부는 상기 에지링의 소모량과 자기 바이어스 전압에 기초하여 상기 에지링에 인가하는 직류 전압의 크

기를 설정하는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 (b)에 있어서, 상기 에지링의 제전을 정지한 후로부터 1 μ s~1000 μ s의 시간이 경과한 후, 상기 직류 전압의 인가를 시작하고,

상기 (d)에 있어서, 상기 직류 전압의 인가를 정지한 후로부터 1 μ s~1000 μ s의 시간이 경과한 후, 상기 에지링의 제전을 시작하는 것인, 플라즈마 처리 장치.

청구항 18

플라즈마 처리 장치를 이용하여 기관에 플라즈마 처리를 행하는 방법으로서,

상기 플라즈마 처리 장치는,

챔버와,

상기 챔버의 내부에 설치된 기관 지지체로서, 전극과, 상기 전극 상에 설치된 정전척과, 상기 정전척 상에 배치된 기관을 둘러싸도록 상기 정전척 상에 배치되는 에지링을 갖는 상기 기관 지지체와,

상기 챔버 내부의 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과,

상기 에지링에 부극성의 직류 전압을 인가하는 직류 전원

을 구비하고,

상기 방법은,

(a) 상기 고주파 전력의 공급을 정지함과 더불어, 상기 직류 전압의 인가를 정지하는 공정과,

(b) 상기 고주파 전력의 공급을 시작하고, 미리 정해진 지연 시간이 경과한 후, 상기 직류 전압의 인가를 시작하는 공정

을 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 장치는 자기 바이어스 전압을 측정하도록 구성된 측정기를 더 포함하는 것인, 플라즈마 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 특허문헌 1에는, 챔버 내에 배치되어 웨이퍼를 배치하는 기관 지지체와, 기관 지지체 상에 있어서 웨이퍼를 둘러싸도록 배치되는 에지링을 구비하고, 웨이퍼에 플라즈마 처리를 행하는 플라즈마 처리 장치가 개시되어 있다. 이 플라즈마 처리 장치에서는, 플라즈마에 의해 소모된 에지링에 부(負)의 직류 전압을 인가함으로써, 시스의 왜곡을 해소하고, 이온을 웨이퍼의 전체면에 있어서 수직으로 입사시키는 것을 도모하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 일본 특허 공개 제2008-227063호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시에 따른 기술은, 플라즈마 처리에 있어서 기관의 에지 영역에서의 틸트 각도를 적절하게 제어하면서, 기관과 에지링 사이의 방전을 억제한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 일 양태는, 기관에 플라즈마 처리를 행하는 장치로서, 챔버와, 상기 챔버의 내부에 설치된 기관 지지체이며, 전극과, 상기 전극 상에 설치된 정전척과, 상기 정전척 상에 배치된 기관을 둘러싸도록 상기 정전척 상에 배치되는 에지링을 갖는 상기 기관 지지체와, 상기 챔버 내부의 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 상기 에지링에 부극성의 직류 전압을 인가하는 직류 전원과, 상기 고주파 전력과 상기 직류 전압을 제어하는 제어부를 구비하고, 상기 제어부는, (a) 상기 고주파 전력의 공급을 정지함과 더불어, 상기 직류 전압의 인가를 정지하는 공정과, (b) 상기 고주파 전력의 공급을 시작하고, 미리 정해진 지연 시간이 경과한 후, 상기 직류 전압의 인가를 시작하는 공정을 포함하는 처리를 실행하도록 상기 장치를 제어한다.

발명의 효과

[0006] 본 개시에 따르면, 플라즈마 처리에 있어서 기관의 에지 영역에서의 틸트 각도를 적절하게 제어하면서, 기관과 에지링 사이의 방전을 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0007] 도 1은 본 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치의 구성의 개략을 나타낸 종단면도이다.
- 도 2는 본 실시형태에 있어서 에지링에 직류 전압을 인가하는 전원계의 설명도이다.
- 도 3은 종래에 있어서의 RF 온오프, DC 온오프, 제전 온오프를 나타낸 설명도이다.
- 도 4는 본 실시형태에 있어서의 RF 온오프, DC 온오프, 제전 온오프를 나타낸 설명도이다.
- 도 5는 본 실시형태에 있어서의 고주파 전력과 직류 전압의 경시 변화를 나타낸 설명도이다.
- 도 6은 도 5에 있어서의 RF 온오프, DC 온오프, 제전 온오프의 상태를 나타낸 표이다.
- 도 7은 도 5에 있어서의 직류 전원 회로와 제전 회로의 상태를 나타낸 설명도이다.
- 도 8은 다른 실시형태에 있어서 에지링에 직류 전압을 인가하는 전원계의 설명도이다.
- 도 9는 다른 실시형태에 있어서 에지링에 직류 전압을 인가하는 전원계의 설명도이다.
- 도 10은 다른 실시형태에 있어서 에지링에 직류 전압을 인가하는 전원계의 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 반도체 디바이스의 제조 공정에서는, 반도체 웨이퍼(이하, 「웨이퍼」라고 함)에 플라즈마 처리가 행해진다. 플라즈마 처리에서는, 처리 가스를 여기시킴으로써 플라즈마를 생성하고, 이 플라즈마에 의해 웨이퍼를 처리한다.

[0009] 플라즈마 처리는, 플라즈마 처리 장치에서 행해진다. 플라즈마 처리 장치는, 일반적으로, 챔버, 기관 지지체, 고주파(Radio Frequency: RF) 전원을 구비한다. 일례에서는, 고주파 전원은, 제1 고주파 전원, 및 제2 고주파 전원을 구비한다. 제1 고주파 전원은, 챔버 내의 가스의 플라즈마를 생성하기 위해, 제1 고주파 전력을 공급한다. 제2 고주파 전원은, 웨이퍼에 이온을 인입하기 위해, 바이어스용의 제2 고주파 전력을 하부 전극에 공급한다. 챔버는 그 내부 공간을, 플라즈마가 생성되는 처리 공간으로서 구획한다. 기관 지지체는, 챔버 내에 설치되어 있다. 기관 지지체는, 하부 전극 및 정전척을 갖는다. 정전척은 하부 전극 상에 설치되어 있다. 정전척 상에는, 이 정전척 상에 배치된 웨이퍼를 둘러싸도록 에지링이 배치된다. 에지링은, 웨이퍼에 대한 플라즈마 처리의

균일성을 향상시키기 위해 설치된다.

- [0010] 에지링은, 플라즈마 처리가 실시되는 시간의 경과에 따라, 소모된다. 에지링이 소모되면, 에지링의 두께가 감소한다. 에지링의 두께가 감소하면, 에지링 및 웨이퍼의 에지 영역의 위쪽에 있어서 시스의 형상이 변화된다. 이와 같이 시스의 형상이 변화되면, 웨이퍼의 에지 영역에 있어서의 이온의 입사 방향이 수직 방향에 대하여 경사진다. 그 결과, 웨이퍼의 에지 영역에 형성되는 개구가, 웨이퍼의 두께 방향에 대하여 경사진다.
- [0011] 웨이퍼의 에지 영역에 있어서 웨이퍼의 두께 방향으로 평행하게 연장되는 개구를 형성하기 위해서는, 에지링 및 웨이퍼의 에지 영역의 위쪽에 있어서의 시스의 형상을 제어하여, 웨이퍼의 에지 영역으로의 이온의 입사 방향의 기울기(이하, 「틸트 각도」라고 하는 경우가 있음)를 조정해야 한다. 그래서, 에지링 및 웨이퍼의 에지 영역의 위쪽에 있어서의 시스의 형상을 제어하기 위해, 예컨대 특허문헌 1에서는, 직류 전원으로부터 에지링에 부의 직류 전압을 인가하도록 구성된 플라즈마 처리 장치가 제안되어 있다.
- [0012] 그런데, 종래의 플라즈마 처리 장치에서는 높은 바이어스가 생기기 때문에, 고주파 전력을 웨이퍼에 펄스형으로 공급할 때, 웨이퍼와 에지링 사이의 전위차에 의한 방전이 발생할 우려가 있다. 이 때문에, 플라즈마 처리 장치는, 고주파 전원의 펄스에 동기하여, 고주파 전력을 공급할 때에 직류 전압을 인가하고, 또한 고주파 전력의 공급을 정지할 때에 에지링을 제전하는 기능을 실장하고 있다.
- [0013] 그러나, 고주파 전력을 펄스형으로 공급할 때에는, 고주파 전력의 반사(반사 전력)의 영향에 의해, 바이어스가 즉시 상승하지 않는다. 또한, 고주파 전력의 공급을 정지할 때에는, 웨이퍼의 전하는 즉시 제거되지 않는다. 이 때문에, 고주파 전력에 동기하여, 직류 전압을 에지링에 즉시 인가하거나 혹은 에지링을 제전하면, 웨이퍼와 에지링 사이에 전위차가 생겨, 방전이 발생할 우려가 있다. 그리고 그 결과, 웨이퍼가 손상을 입는 경우가 있다.
- [0014] 본 개시에 따른 기술은, 플라즈마 처리에 있어서 기관의 에지 영역에서의 틸트 각도를 적절하게 제어하면서, 기관과 에지링 사이의 방전을 억제한다. 이하, 본 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법에 대해서, 도면을 참조하면서 설명한다. 또한, 본 명세서 및 도면에 있어서, 실질적으로 동일한 기능 구성을 갖는 요소에 있어서는, 동일한 부호를 붙임으로써 중복 설명을 생략한다.
- [0015] <플라즈마 처리 장치>
- [0016] 우선, 본 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치에 대해서 설명한다. 도 1은 플라즈마 처리 장치(1)의 구성의 개략을 나타낸 종단면도이다. 도 2는 에지링(14)에 직류 전압을 인가하는 전원계의 설명도이다. 플라즈마 처리 장치(1)는, 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치이다. 플라즈마 처리 장치(1)에서는, 기관으로서의 웨이퍼(W)에 대하여 플라즈마 처리를 행한다. 플라즈마 처리는 특별히 한정되지 않지만, 예컨대 에칭 처리, 성막 처리, 확산 처리 등이 행해진다.
- [0017] 도 1에 도시된 바와 같이 플라즈마 처리 장치(1)는, 대략 원통 형상의 챔버(10)를 갖고 있다. 챔버(10)는, 그 내부에 있어서 플라즈마가 생성되는 처리 공간(S)을 구획한다. 챔버(10)는, 예컨대 알루미늄으로 구성되어 있다. 챔버(10)는 접지 전위에 접속되어 있다.
- [0018] 챔버(10)의 내부에는, 웨이퍼(W)를 배치하는 기관 지지체(11)가 수용되어 있다. 기관 지지체(11)는, 하부 전극(12), 정전척(13), 및 에지링(14)을 갖고 있다. 또한, 하부 전극(12)의 하면측에는, 예컨대 알루미늄으로 구성되는 전극 플레이트(도시하지 않음)가 설치되어 있어도 좋다.
- [0019] 하부 전극(12)은, 도전성 금속, 예컨대 알루미늄 등으로 구성되어 있고, 대략 원판 형상을 갖고 있다.
- [0020] 하부 전극(12)의 내부에는, 냉매 유로(15a)가 형성되어 있다. 냉매 유로(15a)에는, 챔버(10)의 외부에 설치된 칠러 유닛(도시하지 않음)으로부터 냉매 입구 배관(15b)을 통해 냉매가 공급된다. 냉매 유로(15a)에 공급된 냉매는, 냉매 출구 유로(15c)를 통해 칠러 유닛으로 되돌아가도록 되어 있다. 냉매 유로(15a) 내에 냉매, 예컨대 냉각수 등을 순환시킴으로써, 정전척(13), 에지링(14), 및 웨이퍼(W)를 원하는 온도로 냉각할 수 있다.
- [0021] 정전척(13)은, 하부 전극(12) 상에 설치되어 있다. 정전척(13)은, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 양쪽 모두를 정전력에 의해 흡착 유지 가능하게 구성된 부재이다. 정전척(13)은, 주연부의 상면에 비해 중앙부의 상면이 높게 형성되어 있다. 정전척(13)의 중앙부 상면은, 웨이퍼(W)가 배치되는 웨이퍼 배치면이 되고, 정전척(13)의 주연부의 상면은, 에지링(14)이 배치되는 에지링 배치면이 된다.
- [0022] 정전척(13)의 내부에 있어서 중앙부에는, 웨이퍼(W)를 흡착 유지하기 위한 제1 전극(16a)이 설치되어 있다. 정전척(13)의 내부에 있어서 주연부에는, 에지링(14)을 흡착 유지하기 위한 제2 전극(16b)이 설치되어 있다. 정전

척(13)은, 절연 재료를 포함하는 절연체 사이에 전극(16a, 16b)을 둔 구성을 갖는다.

- [0023] 제1 전극(16a)에는, 직류 전원(도시하지 않음)으로부터의 직류 전압이 인가된다. 이것에 의해 생기는 정전력에 의해, 정전척(13)의 중앙부의 상면에 웨이퍼(W)가 흡착 유지된다. 마찬가지로, 제2 전극(16b)에는, 직류 전원(도시하지 않음)으로부터의 직류 전압이 인가된다. 이것에 의해 생기는 정전력에 의해, 정전척(13)의 주연부의 상면에 예지링(14)이 흡착 유지된다.
- [0024] 또한, 본 실시형태에 있어서, 제1 전극(16a)이 설치되는 정전척(13)의 중앙부와, 제2 전극(16b)이 설치되는 주연부는 일체로 되어 있지만, 이들 중앙부와 주연부는 별체여도 좋다.
- [0025] 예지링(14)은, 정전척(13)의 중앙부의 상면에 배치된 웨이퍼(W)를 둘러싸도록 배치되는 환형 부재이다. 예지링(14)은, 플라즈마 처리의 균일성을 향상시키기 위해 설치된다. 이 때문에, 예지링(14)은, 플라즈마 처리에 따라 적절하게 선택되는 재료로 구성되어 있고, 예컨대 Si나 SiC와 같은 도전성 재료로 구성될 수 있다.
- [0026] 이상과 같이 구성된 기관 지지체(11)는, 챔버(10)의 바닥부에 설치된 대략 원통 형상의 지지 부재(17)에 체결된다. 지지 부재(17)는, 예컨대 세라믹이나 석영 등의 절연체에 의해 구성된다.
- [0027] 또한, 도시는 생략하지만, 기관 지지체(11)는, 정전척(13), 예지링(14), 및 웨이퍼(W) 중 적어도 하나를 원하는 온도로 조절하도록 구성되는 온도 조절 모듈을 포함하여도 좋다. 온도 조절 모듈은, 히터, 유로, 또는 이들의 조합을 포함하여도 좋다. 유로에는, 냉매, 전열 gas와 같은 온도 조절 유체가 흐른다.
- [0028] 기관 지지체(11)의 위쪽에는, 기관 지지체(11)와 대향하도록, 샤워 헤드(20)가 설치되어 있다. 샤워 헤드(20)는, 처리 공간(S)에 면하여 배치되는 전극판(21), 및 전극판(21)의 위쪽에 설치되는 전극 지지체(22)를 갖고 있다. 전극판(21)은, 하부 전극(12)과 한 쌍의 상부 전극으로서 기능한다. 후술하는 바와 같이 제1 고주파 전원(50)이 하부 전극(12)에 전기적으로 접속되어 있는 경우에는, 샤워 헤드(20)는, 접지 전위에 접속된다. 또한, 샤워 헤드(20)는, 절연성 차폐 부재(23)를 통해, 챔버(10)의 상부(천장면)에 지지되어 있다.
- [0029] 전극판(21)에는, 후술하는 가스 확산실(22a)로부터 보내지는 처리 가스를 처리 공간(S)에 공급하기 위한 복수의 가스 분출구(21a)가 형성되어 있다. 전극판(21)은, 예컨대, 발생하는 주열열이 적은 낮은 전기 저항률을 갖는 도전체 또는 반도체로 구성된다.
- [0030] 전극 지지체(22)는, 전극판(21)을 자유자재로 착탈할 수 있도록 지지하는 것이다. 전극 지지체(22)는, 예컨대 알루미늄 등의 도전성 재료의 표면에 내플라즈마성을 갖는 막이 형성된 구성을 갖고 있다. 이 막은, 양극 산화 처리에 의해 형성된 막, 또는, 산화이트륨으로 형성된 막과 같은 세라믹체의 막일 수 있다. 전극 지지체(22)의 내부에는, 가스 확산실(22a)이 형성되어 있다. 가스 확산실(22a)로부터는, 가스 분출구(21a)로 연통하는 복수의 가스 유통 구멍(22b)이 형성되어 있다. 또한, 가스 확산실(22a)에는, 후술하는 가스 공급관(33)에 접속되는 가스 도입 구멍(22c)이 형성되어 있다.
- [0031] 또한, 전극 지지체(22)에는, 가스 확산실(22a)에 처리 가스를 공급하는 가스 공급원군(30)이, 유량 제어기기군(31), 밸브군(32), 가스 공급관(33), 가스 도입 구멍(22c)을 통해 접속되어 있다.
- [0032] 가스 공급원군(30)은, 플라즈마 처리에 필요한 복수종의 가스 공급원을 갖고 있다. 유량 제어기기군(31)은 복수의 유량 제어를 포함하고, 밸브군(32)은 복수의 밸브를 포함하고 있다. 유량 제어기기군(31)의 복수의 유량 제어기의 각각은, 매스플로우 컨트롤러 또는 압력 제어식 유량 제어기이다. 플라즈마 처리 장치(1)에 있어서는, 가스 공급원군(30)으로부터 선택된 1 이상의 가스 공급원으로부터의 처리 가스가, 유량 제어기기군(31), 밸브군(32), 가스 공급관(33), 가스 도입 구멍(22c)을 통해 가스 확산실(22a)에 공급된다. 그리고, 가스 확산실(22a)에 공급된 처리 가스는, 가스 유통 구멍(22b), 가스 분출구(21a)를 통해, 처리 공간(S) 내에 샤워형으로 분산되어 공급된다.
- [0033] 챔버(10)의 바닥부로서, 챔버(10)의 내벽과 지지 부재(17) 사이에는 배플 플레이트(40)가 설치되어 있다. 배플 플레이트(40)는, 예컨대 알루미늄재에 산화이트륨 등의 세라믹스를 피복함으로써 구성된다. 배플 플레이트(40)에는, 복수의 관통 구멍이 형성되어 있다. 처리 공간(S)은 상기 배플 플레이트(40)를 통해 배기구(41)로 연통되어 있다. 배기구(41)에는 예컨대 진공 펌프 등의 배기 장치(42)가 접속되고, 상기 배기 장치(42)에 의해 처리 공간(S) 내를 감압 가능하게 구성되어 있다.
- [0034] 또한, 챔버(10)의 측벽에는 웨이퍼(W)의 반입출구(43)가 형성되고, 상기 반입출구(43)는 게이트 밸브(44)에 의해 개폐 가능하게 되어 있다.

- [0035] 플라즈마 처리 장치(1)는, 제1 고주파 전원(50), 제2 고주파 전원(51), 및 정합기(52)를 더 갖고 있다. 제1 고주파 전원(50)과 제2 고주파 전원(51)은, 정합기(52)를 통해 하부 전극(12)에 접속되어 있다. 또한, 제1 고주파 전원(50)과 제2 고주파 전원(51)은, 본 개시에 있어서의 고주파 전원을 구성하고 있다.
- [0036] 제1 고주파 전원(50)은, 플라즈마 발생용 고주파 전력을 발생하는 전원이다. 제1 고주파 전원(50)으로부터는 27 MHz~100 MHz의 주파수여도 좋고, 일례에 있어서는 40 MHz의 고주파 전력(HF)이 하부 전극(12)에 공급된다. 제1 고주파 전원(50)은, 정합기(52)의 제1 정합 회로(53)를 통해, 하부 전극(12)에 접속되어 있다. 제1 정합 회로(53)는, 제1 고주파 전원(50)의 출력 임피던스와 부하측[하부 전극(12)측]의 입력 임피던스를 정합시키기 위한 회로이다. 또한, 제1 고주파 전원(50)은, 하부 전극(12)에 전기적으로 접속되어 있지 않아도 좋고, 제1 정합 회로(53)를 통해 상부 전극인 샤워 헤드(20)에 접속되어 있어도 좋다.
- [0037] 제2 고주파 전원(51)은, 웨이퍼(W)에 이온을 인입하기 위한 고주파 전력(고주파 바이어스 전력)(LF)을 발생하여, 상기 고주파 전력(LF)을 하부 전극(12)에 공급한다. 고주파 전력(LF)의 주파수는, 400 kHz~13.56 MHz 범위 내의 주파수여도 좋고, 일례에 있어서는 400 kHz이다. 제2 고주파 전원(51)은, 정합기(52)의 제2 정합 회로(54)를 통해, 하부 전극(12)에 접속되어 있다. 제2 정합 회로(54)는, 제2 고주파 전원(51)의 출력 임피던스와 부하측(하부 전극(12)측)의 입력 임피던스를 정합시키기 위한 회로이다.
- [0038] 또한, 이하의 설명에 있어서, 제1 고주파 전원(50)으로부터의 고주파 전력(HF)과 제2 고주파 전원(51)으로부터의 고주파 전력(LF) 중 한쪽 또는 양쪽 모두를, 하부 전극(12)에 공급하는 상태를 「RF 온」이라고 하는 경우가 있다. 또한, 고주파 전력(HF)과 고주파 전력(LF) 모두 하부 전극(12)에 공급하지 않는 상태를 「RF 오프」라고 하는 경우가 있다. 또한, 고주파 전력(HF)과 고주파 전력(LF)을 통합하여 「고주파 전력 RF」라고 하는 경우가 있다.
- [0039] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 플라즈마 처리 장치(1)는, 직류(DC: Direct Current) 전원(60), 전환 유닛(61), 제1 RF 필터(62), 및 제2 RF 필터(63)를 더 갖고 있다. 직류 전원(60)은, 전환 유닛(61), 제2 RF 필터(63), 및 제1 RF 필터(62)를 통해, 예지링(14)에 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 직류 전원(60)에 대하여 2개의 RF 필터(62, 63)를 설치하였으나, RF 필터의 수는 이것에 한정되지 않고, 예컨대 하나여도 좋다.
- [0040] 또한, 본 실시형태에서는, 직류 전원(60)은, 전환 유닛(61), 제1 RF 필터(62), 및 제2 RF 필터(63)를 통해, 예지링(14)에 접속되어 있지만, 예지링(14)에 직류 전압을 인가하는 전원계는 이것에 한정되지 않는다. 예컨대, 직류 전원(60)은, 전환 유닛(61), 제2 RF 필터(63), 제1 RF 필터(62), 및 하부 전극(12)을 통해, 예지링(14)에 전기적으로 접속되어 있어도 좋다.
- [0041] 직류 전원(60)은, 예지링(14)에 인가되는 부극성의 직류 전압(DC)을 발생하는 전원이다. 또한, 직류 전원(60)은, 가변 직류 전원이며, 직류 전압(DC)의 고저를 조정 가능하다.
- [0042] 전환 유닛(61)은, 예지링(14)에 대한 직류 전원(60)으로부터의 직류 전압(DC)의 인가를 정지 가능하게 구성되어 있다. 구체적으로 전환 유닛(61)은, 예지링(14)과, 직류 전원 회로(64) 또는 제전 회로(65)와의 접속을 전환한다.
- [0043] 직류 전원 회로(64)는, 직류 전원(60)에 접속되고, 상기 직류 전원(60)으로부터 예지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가하기 위한 회로이다. 일례에서는, 직류 전원 회로(64)는, 전환 소자(64a)와 덤핑 소자(64b)를 갖고 있다. 전환 소자(64a)에는, 예컨대 전계 효과 트랜지스터(FET)가 이용된다. 단, 전환 소자(64a)에는, FET 이외에도 절연 게이트형 바이폴러 트랜지스터(IGBT)나 릴레이를 이용하여도 좋다. 그리고, 전환 소자(64a)를 클로즈한 상태(온한 상태)에서 예지링(14)과 직류 전원(60)이 접속되고, 예지링(14)에 직류 전압(DC)이 인가된다. 한편, 전환 소자(64a)를 오픈한 상태(오프한 상태)에서는, 예지링(14)에 직류 전압(DC)은 인가되지 않는다. 또한, 이하의 설명에 있어서는, 전환 소자(64a)를 온한 상태를 「DC 온」이라고 하고, 전환 소자(64a)를 오프한 상태를 「DC 오프」라고 하는 경우가 있다. 또한, 덤핑 소자(64b)는, 예컨대 저항이나 코일 등이며, 그 값이나 위치에 대해서는 설계자에 의해 자유롭게 결정할 수 있다.
- [0044] 제전 회로(65)는, 예지링(14)을 제전하기 위한 회로이다. 일례에서는, 제전 회로(65)는, 전환 소자(65a)와 덤핑 소자(65b)를 갖고 있다. 전환 소자(65a)에는, 예컨대 전계 효과 트랜지스터(FET)가 이용된다. 단, 전환 소자(65a)에는, FET 이외에도 절연 게이트형 바이폴러 트랜지스터(IGBT)나 릴레이를 이용하여도 좋다. 그리고, 전환 소자(65a)를 클로즈한 상태(온한 상태)에서 예지링(14)과 제전 회로(65)가 접속되고, 예지링(14)의 전하가 제전 회로(65)에 흘러, 예지링(14)이 제전된다. 한편, 전환 소자(65a)를 오픈한 상태(오프한 상태)에서는, 예지링

(14)은 제전되지 않는다. 또한, 이하의 설명에 있어서는, 전환 소자(65a)를 온한 상태를 「제전 온」이라고 하고, 전환 소자(65a)를 오프한 상태를 「제전 오프」라고 하는 경우가 있다. 또한, 덤핑 소자(65b)는, 예컨대 저항이나 코일 등이며, 그 값이나 위치에 대해서는 설계자에 의해 자유롭게 결정할 수 있다.

[0045] 제1 RF 필터(62)와 제2 RF 필터(63)는 각각 고주파를 저감 또는 차단하는 필터이며, 직류 전원(60)을 보호하기 위해 설치된다. 제1 RF 필터(62)는, 예컨대 제1 고주파 전원(50)으로부터의 40 MHz의 고주파를 저감 또는 차단한다. 제2 RF 필터(63)는, 예컨대 제2 고주파 전원(51)으로부터의 400 kHz의 고주파를 저감 또는 차단한다. 또한, 제1 RF 필터(62)와 제2 RF 필터(63)의 회로 구성은, 당업자가 임의로 설계할 수 있다.

[0046] 도 1에 도시된 바와 같이, 플라즈마 처리 장치(1)는, 펄스 신호원(70)을 더 갖고 있다. 펄스 신호원(70)은, 제1 고주파 전원(50), 제2 고주파 전원(51), 및 직류 전원(60), 펄스 신호, 즉 펄스 타이밍을 제어하는 신호를 발신한다. 제1 고주파 전원(50)과 제2 고주파 전원(51)의 각각에서는, 펄스 신호에 기초하여, 고주파 전력(HF)과 고주파 전력(LF)을 펄스형으로 공급한다. 또한, 직류 전원(60)에서는, 펄스 신호에 기초하여, 고주파 전력(HF), 고주파 전력(LF), 직류 전압(DC)을 펄스형으로 인가한다. 그리고, 펄스 신호원(70)에서는, 고주파 전력(HF) 및 고주파 전력(LF)과, 직류 전압(DC)과의 동기 타이밍을 제어할 수 있다. 또한, 이 펄스 신호원은, 제1 고주파 전원(50), 제2 고주파 전원(51), 직류 전원(60) 각각에 내장되어 있어도 좋다.

[0047] 플라즈마 처리 장치(1)는, 예지링(14)의 자기 바이어스 전압(또는, 하부 전극(12) 혹은 웨이퍼(W)의 자기 바이어스 전압)을 측정하는 측정기(도시하지 않음)를 더 갖고 있다. 또한, 측정기의 구성은, 당업자가 임의로 설계할 수 있다.

[0048] 이상의 플라즈마 처리 장치(1)에는, 제어부(100)가 설치되어 있다. 제어부(100)는, 예컨대 CPU나 메모리 등을 구비한 컴퓨터이며, 프로그램 저장부(도시하지 않음)를 갖고 있다. 프로그램 저장부에는, 플라즈마 처리 장치(1)에 있어서의 플라즈마 처리를 제어하는 프로그램이 저장되어 있다. 또한, 상기 프로그램은, 컴퓨터에 판독 가능한 기억 매체에 기록되어 있던 것으로서, 상기 기억 매체로부터 제어부(100)에 인스톨된 것이어도 좋다.

[0049] <플라즈마 처리 방법>

[0050] 다음에, 이상과 같이 구성된 플라즈마 처리 장치(1)를 이용하여 행해지는 플라즈마 처리에 대해서 설명한다.

[0051] 우선, 챔버(10)의 내부에 웨이퍼(W)를 반입하고, 정전척(13) 상에 웨이퍼(W)를 배치한다. 그 후, 정전척(13)의 제1 전극(16a)에 직류 전압(DC)을 인가함으로써, 웨이퍼(W)는 쿨롱력에 의해 정전척(13)에 정전 흡착되어, 유지된다. 또한, 웨이퍼(W)의 반입 후, 배기 장치(42)에 의해 챔버(10)의 내부를 원하는 진공도까지 감압한다.

[0052] 다음에, 가스 공급원군(30)으로부터 샤워 헤드(20)를 통해 처리 공간(S)으로 처리 가스를 공급한다. 또한, 제1 고주파 전원(50)에 의해 플라즈마 생성용 고주파 전력(HF)을 하부 전극(12)으로 공급하고, 처리 가스를 여기시켜, 플라즈마를 생성한다. 이때, 제2 고주파 전원(51)에 의해 이온 인입용 고주파 전력(LF)을 공급하여도 좋다. 그리고, 생성된 플라즈마의 작용에 의해, 웨이퍼(W)에 플라즈마 처리가 행해진다.

[0053] 플라즈마 처리를 종료할 때에는, 우선, 제1 고주파 전원(50)으로부터의 고주파 전력(HF)의 공급 및 가스 공급원군(30)에 의한 처리 가스의 공급을 정지한다. 또한, 플라즈마 처리 중에 고주파 전력(LF)을 공급하고 있던 경우에는, 상기 고주파 전력(LF)의 공급도 정지한다. 계속해서, 웨이퍼(W)의 이면으로의 전열 가스의 공급을 정지하고, 정전척(13)에 의한 웨이퍼(W)의 흡착 유지를 정지한다.

[0054] 그 후, 챔버(10)로부터 웨이퍼(W)를 반출하여, 웨이퍼(W)에 대한 일련의 플라즈마 처리가 종료된다.

[0055] 또한, 플라즈마 처리에 있어서는, 제1 고주파 전원(50)으로부터의 고주파 전력(HF)을 사용하지 않고, 제2 고주파 전원(51)으로부터의 고주파 전력(LF)만을 이용하여, 플라즈마를 생성하는 경우도 있다.

[0056] <틸트 각도 제어 방법>

[0057] 다음에, 전술한 플라즈마 처리에 있어서, 틸트 각도를 제어하는 방법에 대해서 설명한다. 틸트 각도는, 웨이퍼(W)의 에지 영역으로의 이온의 입사 방향의 수직 방향에 대한 기울기(각도)이다.

[0058] 일례에 있어서는, 예지링(14)이 소모되지 않은 상태에 있는 경우, 시스의 형상은, 웨이퍼(W) 및 예지링(14)의 위쪽에 있어서 플랫폼하게 유지되고 있다. 따라서, 웨이퍼(W)의 전체면에 대략 수직인 방향(수직 방향)으로 이온이 입사된다. 즉, 틸트 각도는 0(제로)이다.

[0059] 한편, 예지링(14)이 소모되어, 그 두께가 감소하면, 웨이퍼(W)의 에지 영역 및 예지링(14)의 위쪽에 있어서, 시

스의 두께가 작아지고, 이 시스의 형상이 아래쪽 볼록 형상으로 변화된다. 그 결과, 웨이퍼(W)의 에지 영역에 대한 이온의 입사 방향이 수직 방향에 대하여 경사진다. 그리고, 웨이퍼(W)의 에지 영역에는, 그 두께 방향에 대하여 경사진 개구가 형성된다.

- [0060] 또한, 웨이퍼(W)의 중앙 영역에 대하여, 웨이퍼(W)의 에지 영역 및 에지링(14)의 위쪽에 있어서, 시스의 두께가 커지고, 이 시스의 형상이 위쪽 볼록 형상이 되는 경우도 있을 수 있다.
- [0061] 본 실시형태의 플라즈마 처리 장치(1)에서는, 직류 전원(60)으로부터의 직류 전압(DC)을 조정하여, 틸트 각도를 제어한다.
- [0062] 도 2에 도시된 바와 같이, 직류 전원(60)에서는, 에지링(14)에 인가하는 직류 전압(DC)이, 자기 바이어스 전압(Vdc)의 절대값과 설정값(ΔV)의 합을 그 절대값으로서 갖는 부극성의 전압, 즉, $-(|Vdc| + \Delta V)$ 로 설정된다. 도 2에 있어서, 웨이퍼(W)와 에지링(14)의 위쪽 접선은 각각 웨이퍼(W)의 전위와 에지링(14)의 전위를 나타내고 있다. 자기 바이어스 전압(Vdc)은, 웨이퍼(W)의 자기 바이어스 전압이며, 한쪽 또는 양쪽의 고주파 전력(RF)이 공급되어 있고, 또한, 직류 전원(60)으로부터의 직류 전압(DC)이 하부 전극(12)에 인가되어 있을 때의 하부 전극(12)의 자기 바이어스 전압이다. 설정값(ΔV)은, 제어부(100)에 의해 부여된다.
- [0063] 제어부(100)는, 미리 정해진 함수 또는 테이블을 이용하여, 에지링(14)의 소모량(에지링(14)의 두께의 초기값으로부터의 감소량)과 플라즈마 처리의 프로세스 조건(예컨대 처리 시간)으로부터 추정되는 에지링(14)의 소모량으로부터, 설정값(ΔV)을 특정한다. 즉, 제어부(100)는, 에지링(14)의 소모량과 자기 바이어스 전압을 상기 함수에 입력하거나, 에지링(14)의 소모량과 자기 바이어스 전압을 이용하여 상기 테이블을 참조함으로써, 설정값(ΔV)을 결정한다.
- [0064] 제어부(100)는, 설정값(ΔV)의 결정에 있어서, 에지링(14)의 초기의 두께와, 예컨대 레이저 측정기나 카메라 등의 측정기를 이용하여 실측된 에지링(14)의 두께의 차를, 에지링(14)의 소모량으로 이용하여도 좋다. 혹은, 제어부(100)는, 설정값(ΔV)의 결정을 위해, 미리 정해진 별도의 함수 또는 테이블을 이용하여, 특정 파라미터로부터, 에지링(14)의 소모량을 결정하여도 좋다. 이 특정 파라미터는, 자기 바이어스 전압(Vdc), 고주파 전력(HF) 또는 고주파 전력(LF)의 파고값(Vpp), 부하 임피던스, 에지링(14) 또는 에지링(14)의 주변 전기적 특성 등 중 어느 하나일 수 있다. 에지링(14) 또는 에지링(14)의 주변의 전기 특성은, 에지링(14) 또는 에지링(14)의 주변의 임의의 지점의 전압, 전류값, 에지링(14)을 포함하는 저항값 등 중 어느 하나일 수 있다. 별도의 함수 또는 테이블은, 특정 파라미터와 에지링(14)의 소모량의 관계를 정하도록 미리 정해져 있다. 에지링(14)의 소모량을 결정하기 위해, 실제의 플라즈마 처리의 실행 전 또는 플라즈마 처리 장치(1)의 메인터넌스시에, 소모량을 결정하기 위한 측정 조건, 즉, 고주파 전력(HF), 고주파 전력(LF), 처리 공간(S) 내의 압력, 및, 처리 공간(S)에 공급되는 처리 가스의 유량 등의 설정 하에서, 플라즈마 처리 장치(1)가 동작된다. 그리고, 상기 특정 파라미터가 취득되어, 이 상기 특정 파라미터를 상기 별도의 함수에 입력함으로써, 혹은, 상기 특정 파라미터를 이용하여 상기 테이블을 참조함으로써, 에지링(14)의 소모량이 특정된다.
- [0065] 플라즈마 처리 장치(1)에서는, 플라즈마 처리 중, 즉, 고주파 전력(HF) 및 고주파 전력(LF) 중 한쪽 또는 양쪽 모두의 고주파 전력이 공급되는 기간에 있어서, 직류 전원(60)로부터 에지링(14)에 직류 전압(DC)이 인가된다. 이것에 의해, 에지링(14) 및 웨이퍼(W)의 에지 영역의 위쪽에 있어서의 시스의 형상이 제어되어, 웨이퍼(W)의 에지 영역으로의 이온의 입사 방향의 기울기가 저감되고, 틸트 각도가 제어된다. 그 결과, 웨이퍼(W)의 전체 영역에 걸쳐, 상기 웨이퍼(W)의 두께 방향에 대략 평행한 개구가 형성된다.
- [0066] 보다 상세하게는, 플라즈마 처리 중, 측정기(도시하지 않음)에 의해 자기 바이어스 전압(Vdc)이 측정된다. 또한, 직류 전원(60)으로부터 에지링(14)에 직류 전압(DC)이 인가된다. 에지링(14)에 인가되는 직류 전압(DC)의 값은, 전술한 바와 같이 $-(|Vdc| + \Delta V)$ 이다. $|Vdc|$ 는, 직전에 측정기에 의해 취득된 자기 바이어스 전압(Vdc)의 측정값의 절대값이며, ΔV 는 제어부(100)에 의해 결정된 설정값이다. 이와 같이 플라즈마 처리 중에 측정된 자기 바이어스 전압(Vdc)으로부터 에지링(14)에 인가되는 직류 전압(DC)이 결정된다. 그렇게 하면, 자기 바이어스 전압(Vdc)에 변화가 생겨도, 직류 전원(60)에 의해 발생하는 직류 전압(DC)이 보정되어, 틸트 각도가 적절하게 보정된다.
- [0067] <고주파 전력 및 직류 전압의 제어 방법>
- [0068] 다음에, 전술한 플라즈마 처리에 있어서, 고주파 전력(RF)의 공급 타이밍, 직류 전압(DC)의 인가 타이밍, 에지링(14)의 제전 타이밍에 대해서 설명한다. 고주파 전력(RF)의 공급은, 제1 고주파 전원(50)으로부터의 고주파 전력(HF)과 제2 고주파 전원(51)으로부터의 고주파 전력(LF) 중 한쪽 또는 양쪽 모두를, 하부 전극(12)에 공급

하는 상태이다. 고주파 전력(RF)의 공급 타이밍은, 즉 전술한 RF 온과 RF 오프의 타이밍이다. 직류 전압(DC)의 인가는, 에지링(14)과 직류 전원(60)(직류 전원 회로(64))을 접속한 상태이며, 직류 전압(DC)의 인가 타이밍은, 즉 전술한 DC 온과 DC 오프의 타이밍이다. 에지링(14)의 제전은, 에지링(14)과 제전 회로(65)를 접속한 상태이며, 에지링(14)의 제전 타이밍은, 즉 전술한 제전 온과 제전 오프의 타이밍이다.

[0069] [지연 시간 Dt의 원리]

[0070] 여기서, 전술한 바와 같이 틸트 각도를 제어하기 위해, 직류 전원(60)으로부터 에지링(14)에 인가하는 직류 전압(DC)을 조정하여, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이에 전위차인 설정값(ΔV)을 설정한다. 이때, 예컨대 상기 전위차가 지나치게 커지거나, 혹은 직류 전압(DC)을 인가하는 타이밍이 어긋나 의도하지 않은 전위차가 생기면, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이에서 방전이 발생할 우려가 있다. 그리고 그 결과, 웨이퍼(W)가 손상을 입는 경우가 있다.

[0071] 그래서, 본 실시형태에서는, 직류 전원(60)의 펄스 타이밍에 대한 지연 시간(Dead Time) 기능을 응용하여 이음함으로써, 직류 전원(60)의 출력단에 있어서 부유 전위 상태를 형성하고, 에지링(14)에 있어서 웨이퍼(W)의 전위 변화에 대한 추종성을 갖게 한다.

[0072] 또한, 전환 유닛(61)이 통상 구비하는 지연 시간 기능은, 직류 전원 회로(64)와 제전 회로(65)가 전환될 때에, 이들 2개의 회로가 동시에 온이 되지 않도록, 한쪽 회로로의 전환에 지연을 갖게 하는 기능이다. 2개의 회로가 동시에 온되면, 단락이 생기기 때문에, 이러한 지연 시간 기능이 설정되어 있다. 고주파 전력(RF)을 펄스형으로 공급할 때, 펄스 신호는 펄스 신호원(70)으로부터 발신되고, 제1 고주파 전원(50), 제2 고주파 전원(51), 및 직류 전원(60)에 있어서 동기 신호로서 사용된다. 상기 지연 시간 기능은, 이 펄스 신호에 대하여 지연 시간을 설정한다. 그리고 이 지연 시간 중, 직류 전원(60)은 온 상태도 오프 상태도 아닌 부정 상태가 된다. 또한, 이하의 설명에 있어서는, 통상의 지연 시간을 「지연 시간 D_0 」라고 부르고, 본 실시형태의 지연 시간을 「지연 시간 Dt」라고 부르는 경우가 있다.

[0073] 본 실시형태에서는, RF 온오프, DC 온오프, 제전 온오프의 각각의 타이밍을 제어한다. 도 3은 본 실시형태의 비교예로서, 종래에 있어서의 RF 온오프, DC 온오프, 제전 온오프를 나타낸 설명도이다. 도 3에 있어서는, 전술한 전환 유닛(61)이 통상 구비하는 지연 시간 D_0 는 있지만, 본 실시형태의 지연 시간 Dt는 설정되어 있지 않다. 한편, 도 4는 본 실시형태에 있어서의 RF 온오프, DC 온오프, 제전 온오프를 나타낸 설명도이다. 도 3 및 도 4 중, 웨이퍼(W) 및 에지링(14)의 위쪽에 도시되어 있는 점선 그래프는 각각 웨이퍼(W)의 전위 및 에지링(14)의 전위의 경시 변화를 모식적으로 나타내고 있다. 즉, 점선 그래프의 종축은 전위이며, 횡축은 시간이다. 또한, 도 3 및 도 4에서는, 기술의 이해를 쉽게 하기 위해, 제1 RF 필터(62)와 제2 RF 필터(63)의 도시를 생략한다.

[0074] 종래, 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이, 하부 전극(12)에 고주파 전력(RF)을 공급할 때(RF 온), 에지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가한다(DC 온, 제전 오프). 이러한 경우, RF 온하면, 고주파 전력(RF)의 반사가 발생하여 하부 전극(12)에 공급되는 고주파 전력(RF)은 완만하게 상승한다. 이 때문에, 고주파 전력(RF)에 의해 웨이퍼(W)에 발생하는 전위도, RF 온의 타이밍에 대하여 완만하게 천천히 상승한다. 이것에 대하여, 직류 전원(60)은 통상 상승이 빠르기 때문에, 에지링(14)의 전위는 급격히 상승하여, 직류 전원(60)의 전위와 같아진다. 이 때문에, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이에서, 의도하고 있는 것보다 큰 전위차가 생겨, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이에서 방전이 발생할 우려가 있다.

[0075] 또한 종래, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, 하부 전극(12)으로의 고주파 전력(RF)의 공급을 정지할 때(RF 오프), 에지링(14)으로의 직류 전압(DC)의 인가를 정지하고(DC 오프), 에지링(14)을 제전한다(제전 온). 이러한 경우, RF 오프하면, 하드(장치)나 플라즈마의 시정수로 완만하게 제전되기 때문에, 웨이퍼(W)의 전위는 완만하게 천천히 하강한다. 이것에 대하여, 에지링(14)의 전위는 급격히 하강하여, 대략 0(제로)V가 된다. 이 때문에, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이에서, 의도하고 있는 것보다 큰 전위차가 생겨, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이에서 방전이 발생할 우려가 있다.

[0076] 이것에 대하여 본 실시형태에서는, 하부 전극(12)에 고주파 전력(RF)을 공급하고(RF 온), 에지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가할 때(DC 온), RF 온하고 나서, 제1 지연 시간 Dt1을 경과한 후, DC 온한다. 여기서, 통상의 전환 유닛(61)이 구비하는 지연 시간 D_0 의 경우, 직류 전원(60) 온 상태도 오프 상태도 아닌 부정 상태이기 때문에, 지연 시간 D_0 는 가능한 한 짧게 하는 것이 바람직하다. 이에 반해, 본 실시형태의 제1 지연 시간 Dt1에서는, 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이 직류 전원 회로(64)의 전환 소자(64a)를 오픈하면서, 제전 회로(65)의 전환 소자(65a)를 오픈 상태로 해 둬으로써, 부정 상태일 때에 직류 전원(60)의 출력단을 부유 전위로 한다. 즉, 직류

전원 회로(64)와 제전 회로(65)를 둘 다 사용하지 않는 아이들 상태를 설정해 줌으로써, 제1 지연 시간 Dt1 동안, 직류 전원(60)의 출력단은 부유 전위가 된다. 이 부유 전위 상태에서는, 에지링(14)은 웨이퍼(W)와 같은 전위 변화가 되기 때문에, 제1 지연 시간 Dt1이 경과한 시점에서는, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이의 전위차는 작다. 그리고, 제1 지연 시간 Dt1이 경과한 후, DC 온한다. 이러한 경우, 에지링(14)의 전위는, 웨이퍼(W)의 전위(플라즈마 및 시스의 전위)와 같아지고, 즉, 고주파 전력(RF)(발생하고 있는 반사를 제외한 것)에 준한 자기 바이어스 전압(Vdc)으로 할 수 있다. 그리고, 에지링(14)의 전위는, 웨이퍼(W)의 전위에 추종하여 완만하게 상승한다. 따라서, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이의 전위차를 억제할 수 있다.

[0077] 또한 본 실시형태에서는, 하부 전극(12)으로의 고주파 전력(RF)의 공급을 정지하고(RF 오프), 에지링(14)으로의 직류 전압(DC)의 인가를 정지하며(DC 오프), 또한 에지링(14)을 제전할 때(제전 온), DC 오프하고 나서, 제2 지연 시간 Dt2를 경과한 후, 제전 온한다. 즉, 제2 지연 시간 Dt2에서는, 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이 직류 전원 회로(64)의 전환 소자(64a)를 오픈하면서, 제전 회로(65)의 전환 소자(65a)를 오픈 상태로 해 줌으로써, 부정 상태일 때에 직류 전원(60)의 출력단을 부유 전위로 한다. 즉, 직류 전원 회로(64)와 제전 회로(65)를 둘 다 사용하지 않는 아이들 상태를 설정해 줌으로써, 제2 지연 시간 Dt2 동안, 직류 전원(60)의 출력단은 부유 전위가 된다. 그리고, 이 제2 지연 시간 Dt2에 있어서의 부유 전위 상태가 경과한 후, 제전 온한다. 이러한 경우, 에지링(14)의 전위는, 웨이퍼(W)의 전위와 같아지려고 하여, 이 웨이퍼(W)의 전위에 추종하여 완만하게 하강한다. 따라서, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이의 전위차를 억제할 수 있다.

[0078] [RF 온오프, DC 온오프, 제전 온오프의 타이밍]

[0079] 이상과 같이 본 실시형태에서는, RF 온시와 RF 오프시의 각각에 있어서 지연 시간 Dt1, Dt2를 설정함으로써, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이의 전위차를 억제한다. 이하, 전술한 플라즈마 처리에 있어서의, RF 온오프, DC 온오프, 제전 온오프의 타이밍에 대해서 구체적으로 설명한다.

[0080] 도 5는 고주파 전력(RF)과 직류 전압(DC)의 경시 변화를 나타낸 설명도이다. 도 5 중의 상부 그래프의 종축은 고주파 전력(RF)이고, 횡축은 시간(t)이다. 도 5 중의 하부 그래프의 종축은 직류 전압(DC)이고, 횡축은 시간(t)이다. 도 6은 도 5에 있어서의 RF 온오프, DC 온오프, 제전 온오프의 상태를 나타낸 표이다. 도 7은 도 5에 있어서의 직류 전원 회로(64)와 제전 회로(65)의 상태를 나타낸 설명도이다.

[0081] (단계 S1)

[0082] 단계 S1은, 에지링(14)의 제전을 행하는 단계이다. 단계 S1에서는, 직류 전원 회로(64)의 전환 소자(64a)를 오픈으로 하고(DC 오프), 제전 회로(65)의 전환 소자(65a)를 클로즈한다(제전 온). 그렇게 하면, 에지링(14)과 제전 회로(65)가 접속되고, 에지링(14)의 전하가 제전 회로(65)를 통해 제거된다. 또한, 이 단계 S1에서는, 하부 전극(12)으로의 고주파 전력(RF)의 공급은 정지되고 있다(RF 오프).

[0083] (단계 S2)

[0084] 단계 S2는, 하부 전극(12)에 고주파 전력(RF)을 공급한 후(RF 온), 에지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가할(DC 온) 때까지, 즉 제1 지연 시간 Dt1의 단계이다. 단계 S2에서는, 직류 전원 회로(64)의 전환 소자(64a)를 오픈으로 유지하면서(DC 오프), 제전 회로(65)의 전환 소자(65a)를 오픈한다(제전 오프). 즉, 에지링(14)을 직류 전원 회로(64)와 제전 회로(65) 양쪽 모두에 접속하지 않는 상태로 함으로써, 직류 전원(60)의 출력단은 부유 전위가 된다. RF 온하면, 고주파 전력(RF)의 반사가 발생하기 때문에, 웨이퍼(W)의 전위는 완만하게 상승한다. 그리고, 직류 전원(60)이 부유 전위 상태에서는, 에지링(14)의 전위는, 웨이퍼(W)의 전위에 추종하여 완만하게 상승한다. 따라서, 제1 지연 시간 Dt1이 경과한 시점에서는, 웨이퍼(W)와 에지링(14) 사이의 전위차를 작게 하여, 방전을 억제할 수 있다.

[0085] (단계 S3)

[0086] 단계 S3은, 하부 전극(12)에 고주파 전력(RF)을 공급하면서(RF 온), 에지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가하고(DC 온), 웨이퍼(W)에 플라즈마 처리를 행하는 단계이다. 단계 S3에서는, 제전 회로(65)의 전환 소자(65a)를 오픈으로 유지하면서(제전 오프), 직류 전원 회로(64)의 전환 소자(64a)를 클로즈한다(DC 온). 그렇게 하면, 직류 전압(DC)에 의해 웨이퍼(W)의 에지 영역에서의 틸트 각도를 적절하게 제어하여, 이온의 입사 방향을 적절하게 조정하고, 웨이퍼(W)에 대하여 플라즈마 처리를 균일하게 행할 수 있다.

[0087] (단계 S4)

[0088] 단계 S4는, 하부 전극(12)으로의 고주파 전력(RF)의 공급을 정지하고(RF 오프), 에지링(14)으로의 직류 전압

(DC)의 인가를 정지한 후(DC 오프), 예지링(14)의 제전을 행할(제전 온) 때까지, 즉 제2 지연 시간 Dt2의 단계이다. 단계 S4에서는, 제전 회로(65)의 전환 소자(65a)를 오픈으로 유지하면서(제전 오프), 직류 전원 회로(64)의 전환 소자(64a)를 오픈으로 한다(DC 오프). 즉, 예지링(14)을 직류 전원 회로(64)와 제전 회로(65) 양쪽 모두에 접속하지 않는 상태로 함으로써, 직류 전원 출력단은 부유 전위가 된다. RF 오프하면, 웨이퍼(W)의 전위는 완만하게 하강한다. 그리고, 직류 전원(60)이 부유 전위 상태에서는, 예지링(14)의 전위는, 웨이퍼(W)의 전위에 추종하여 완만하게 하강한다. 따라서, 제2 지연 시간 Dt2가 경과한 시점에서는, 웨이퍼(W)와 예지링(14) 사이의 전위차를 작게 하여, 방전을 억제할 수 있다.

[0089]

(단계 S5)

[0090]

단계 S5는, 예지링(14)의 제전을 행하는 단계이다. 단계 S5에서는, 단계 S1과 마찬가지로, 직류 전원 회로(64)의 전환 소자(64a)를 오픈으로 유지하면서(DC 오프), 제전 회로(65)의 전환 소자(65a)를 클로즈한다(제전 온). 그렇게 하면, 예지링(14)과 제전 회로(65)가 접속되고, 예지링(14)의 전하가 제전 회로(65)를 통해 제거된다.

[0091]

(단계 S6)

[0092]

단계 S6은, 다시 하부 전극(12)에 고주파 전력(RF)을 공급한 후(RF 온), 예지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가할(DC 온) 때까지, 즉 제1 지연 시간 Dt1의 단계이다. 즉, 단계 S2와 동일한 단계이다.

[0093]

이상과 같이 단계 S1~S4가 반복하여 행해져, 일련의 플라즈마 처리가 종료된다.

[0094]

본 실시형태에 따르면, 하부 전극(12)에 고주파 전력(RF)을 공급하고(RF 온), 예지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가할 때에는(DC 온), RF 온하고 나서, 제1 지연 시간 Dt1을 경과한 후, DC 온한다. 이러한 경우, 예지링(14)의 전위는, 웨이퍼(W)의 전위에 추종하여 완만하게 상승한다. 따라서, 웨이퍼(W)와 예지링(14) 사이의 전위차를 억제할 수 있다.

[0095]

또한, 하부 전극(12)으로의 고주파 전력(RF)의 공급을 정지하고(RF 오프), 예지링(14)으로의 직류 전압(DC)의 인가를 정지하며(DC 오프), 또한 예지링(14)을 제전할 때(제전 온), DC 오프하고 나서, 제2 지연 시간 Dt2를 경과한 후, 제전 온한다. 이러한 경우, 예지링(14)의 전위는, 웨이퍼(W)의 전위에 추종하여 완만하게 하강한다. 따라서, 웨이퍼(W)와 예지링(14) 사이의 전위차를 억제할 수 있다.

[0096]

또한, 본 실시형태의 기능을 기존 기능으로 설정하는 경우, 통상의 펄스의 타이밍 신호를 2개 사용하는 등, DC 온의 상태, DC 오프의 상태, 부유 전위 상태를 포함한 3상태를 판단할 수 있는 타이밍 신호가 필요해진다. 따라서, 장치 구성이 매우 복잡해진다.

[0097]

이 점, 본 실시형태에서는 지연 시간 Dt1, Dt2를 이용함으로써, 어떠한 직류전원에서든, 웨이퍼(W)의 전위에 대한 예지링(14)의 전위의 추종 타이밍을 결정할 수 있다. 또한, 직류 전원(60)측에서 부유 전위의 타이밍을 형성하고 있기 때문에, 고주파 전력(RF)과 동일한 펄스 타이밍 신호를 이용할 수 있다. 바꾸어 말하면, 기존의 펄스 신호원(70)을 이용할 수 있어, 펄스 신호원(70)을 다시 만들 필요가 없다.

[0098]

<지연 시간 Dt의 구체예>

[0099]

다음에, 전술한 RF 온시의 제1 지연 시간 Dt1과 RF 오프시의 제2 지연 시간 Dt2의 구체예에 대해서 설명한다.

[0100]

우선, 지연 시간 Dt1, Dt2의 비교로서, 통상의 전환 유닛(61)이 구비하는 지연 시간 D₀의 구체예에 대해서 설명한다. 지연 시간 D₀를 결정하는 요인은, 전환 유닛(61)이 갖는 FET의 전환 속도이다. 상세하게는, 지연 시간 D₀는, FET의 상승 시간 및 하강 시간에, 여백 시간(마진)을 더한 시간이다. 예컨대, 직류 전원 회로(64)의 FET가 완전히 오프할 때까지(하강)의 시간이 경과하고 나서, 제전 회로(65)에 온하는 타이밍을 지시하는 경우, 이 하강 시간과 마진을 더한 시간이 지연 시간 D₀가 된다. 이들 상승 시간 및 하강 시간은, 소자의 종류에 따라 상이하지만, 예컨대 1 ns~10 ns이다. 또한, 지연 시간 D₀는, 예컨대 1 ns~100 ns이다.

[0101]

지연 시간 Dt1, Dt2에 공통되는 제약 조건은, 예지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가하는 시간(DC 온 시간)에 대한 지연 시간 Dt1, Dt2의 비율이다. 지연 시간 Dt1, Dt2는 직류 전압(DC)을 인가하지 않는 시간이기 때문에, 지연 시간 Dt1, Dt2가 길어지면, 고주파 전력(RF)과 동기한 직류 전압(DC)의 인가 상태로부터 괴리되어 버린다. 그래서, DC 온 시간에 기초하여, 지연 시간 Dt1, Dt2를 결정한다. 또한, 지연 시간 Dt1, Dt2의 필요 최소한의 비율은, 플라즈마 처리의 프로세스 평가 결과로부터 판단한다.

[0102]

RF 온시의 제1 지연 시간 Dt1의 구체적인 결정 방법은 다음과 같다. 즉, 고주파 전력(RF)을 공급하고 나서의 반사 시간을 사전에 측정하고, 이 반사 시간 이상을 제1 지연 시간 Dt1로 결정한다. 혹은, 예지링(14)의 전위를

측정하고, 고주파 전력(RF)과 예지링(14)의 전위에 기초하여, 제1 지연 시간 Dt1을 결정하여도 좋다. 그리고, 제1 지연 시간 Dt1은, 예컨대 0.1 μ s~1000 μ s, 보다 바람직하게는 0.1 μ s을 초과하여 1000 μ s 이하, 0.1 μ s~100 μ s, 1 μ s~1000 μ s, 또는 1 μ s~300 μ s로 결정된다. 또한, 제1 지연 시간 Dt1의 상한값은, 후술하는 바와 같이 플라즈마를 이용하여 제2 직류 전압(DC2)과 제1 직류 전압(DC1)의 전위차를 제전하는 경우에 필요한 시간으로 결정된다.

[0103] RF 오프시의 제2 지연 시간 Dt2의 구체적인 결정 방법은 다음과 같다. 즉, 예지링(14)의 전위를 측정하고, 상기 예지링(14)의 전위가 충분히 다 내려가고 나서 예지링(14)을 제전하도록, 제2 지연 시간 Dt2를 결정한다. 혹은, 고주파 전력(RF)을 측정하고, 상기 고주파 전력(RF)에 기초해서만 제2 지연 시간 Dt2를 결정하여도 좋다. 그리고, 제2 지연 시간 Dt2는, 예컨대 0.1 μ s~1000 μ s, 보다 바람직하게는 0.1 μ s을 초과하여 1000 μ s 이하, 0.1 μ s~100 μ s, 1 μ s~1000 μ s, 또는 1 μ s~300 μ s로 결정된다.

[0104] <다른 실시형태>

[0105] 이상의 실시형태의 플라즈마 처리 장치(1)는, 직류 전원(60), 직류 전원 회로(64) 및 제전 회로(65)를 갖고 있었지만, 예지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가하는 전원계는 이것에 한정되지 않는다. 도 8~도 10은, 다른 실시형태에 있어서, 예지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가하는 전원계의 설명도이다. 또한, 도 8~도 10에서는, 기술의 이해를 쉽게 하기 위해, 제1 RF 필터(62)와 제2 RF 필터(63)의 도시를 생략한다.

[0106] 도 8에 도시된 바와 같이 플라즈마 처리 장치(1)는, 직류 전원(60), 직류 전원 회로(64) 및 제전 회로(65) 대신에, 직류 전원(200)과 직류 전원 회로(210)를 갖고 있어도 좋다. 즉, 본 실시형태의 플라즈마 처리 장치(1)는, 제전 회로를 갖고 있지 않다. 직류 전원 회로(210)는, 전환 소자(210a)와 덤핑 소자(210b)를 갖고 있다.

[0107] 이러한 경우, 도 8의 (a)에 도시된 바와 같이, 하부 전극(12)에 고주파 전력(RF)을 공급한 직후에는(RF 온), 전환 소자(210a)를 오픈하여, 예지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가하지 않는다(DC 오프).

[0108] 그 후, 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이, 지연 시간 Dt가 경과한 후, 전환 소자(210a)를 클로즈하여, 예지링(14)에 직류 전압(DC)을 인가한다(DC 오프). 이러한 경우, 예지링(14)의 전위가 웨이퍼(W)의 전위에 추종하고 나서, 예지링(14)에 직류 전압(DC)이 인가된다. 그 결과, 웨이퍼(W)와 예지링(14) 사이의 전위차를 작게 하여, 방전을 억제할 수 있다. 그리고, 웨이퍼(W)에 대하여 플라즈마 처리가 행해진다.

[0109] 그 후, 도 8의 (c)에 도시된 바와 같이, 하부 전극(12)에 고주파 전력(RF)의 인가를 정지했을 때(RF 오프), 전환 소자(210a)를 오픈하여, 예지링(14)에 대한 직류 전압(DC)을 정지한다.

[0110] 도 9에 도시된 바와 같이, 직류 전원(60), 직류 전원 회로(64) 및 제전 회로(65) 대신에, 제1 직류 전원(300), 제2 직류 전원(301), 제1 직류 전원 회로(310), 제2 직류 전원 회로(311), 및 제전 회로(320)를 갖고 있어도 좋다. 제1 직류 전원(300)은, 예지링(14)에 제1 직류 전압(DC1)을 인가한다. 제2 직류 전원(301)은, 예지링(14)에 제1 직류 전압(DC1)과 상이한 제2 직류 전압(DC2)을 인가한다. 제1 직류 전원 회로(310)는, 전환 소자(310a)와 덤핑 소자(310b)를 갖고 있다. 제2 직류 전원 회로(311)는, 전환 소자(311a)와 덤핑 소자(311b)를 갖고 있다. 제전 회로(320)는, 전환 소자(320a)와 덤핑 소자(320b)를 갖고 있다.

[0111] 예컨대, 하부 전극(12)에 고주파 전력(RF)을 공급할 때(RF 온), 예지링(14)에 인가하는 직류 전압(DC)을 고속으로 전환하고 싶은 경우에, 제1 직류 전원 회로(310)와 제2 직류 전원 회로(311)를 전환하여, 제1 직류 전압(DC1)과 제2 직류 전압(DC2)을 전환한다. 예컨대, 제1 직류 전압(DC1)이 제2 직류 전압(DC2)보다 작은 경우, 도 9의 (a)에 도시된 바와 같이 예지링(14)에 제1 직류 전압(DC1)을 인가한 후, 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이 예지링(14)에 제2 직류 전압(DC2)을 인가할 수 있다.

[0112] 그리고 본 실시형태에 있어서도, 상기 실시형태와 같이, RF 온시에 제1 지연 시간 Dt1을 설정하고, RF 오프시에 제2 지연 시간 Dt2를 설정한다. 구체적으로는, 하부 전극(12)에 고주파 전력(RF)을 공급한 후, 예지링(14)에 제1 직류 전압(DC1)을 인가할 때까지, 제1 지연 시간 Dt1을 설정한다. 또한, 하부 전극(12)으로의 고주파 전력(RF)의 공급을 정지하고, 예지링(14)으로의 제2 직류 전압(DC2)의 인가를 정지한 후, 예지링(14)의 제전을 할 때까지, 제2 지연 시간 Dt2를 설정한다. 또한, 제1 직류 전압(DC1)의 인가와 제2 직류 전압(DC2) 사이에도, 지연 시간 Dt를 설정하여도 좋다.

[0113] 또한, 제1 직류 전압(DC1)이 제2 직류 전압(DC2)보다 작은 경우, 제2 직류 전압(DC2)에서 제1 직류 전압(DC1)으로의 전환은, 제전 회로(320)에 의한 예지링(14)의 제전을 사이에 둘 필요가 있다. 즉, 제2 직류 전압(DC2)의 인가, 예지링(14)의 제전, 제1 직류 전압(DC1)의 인가 순으로 행할 필요가 있다.

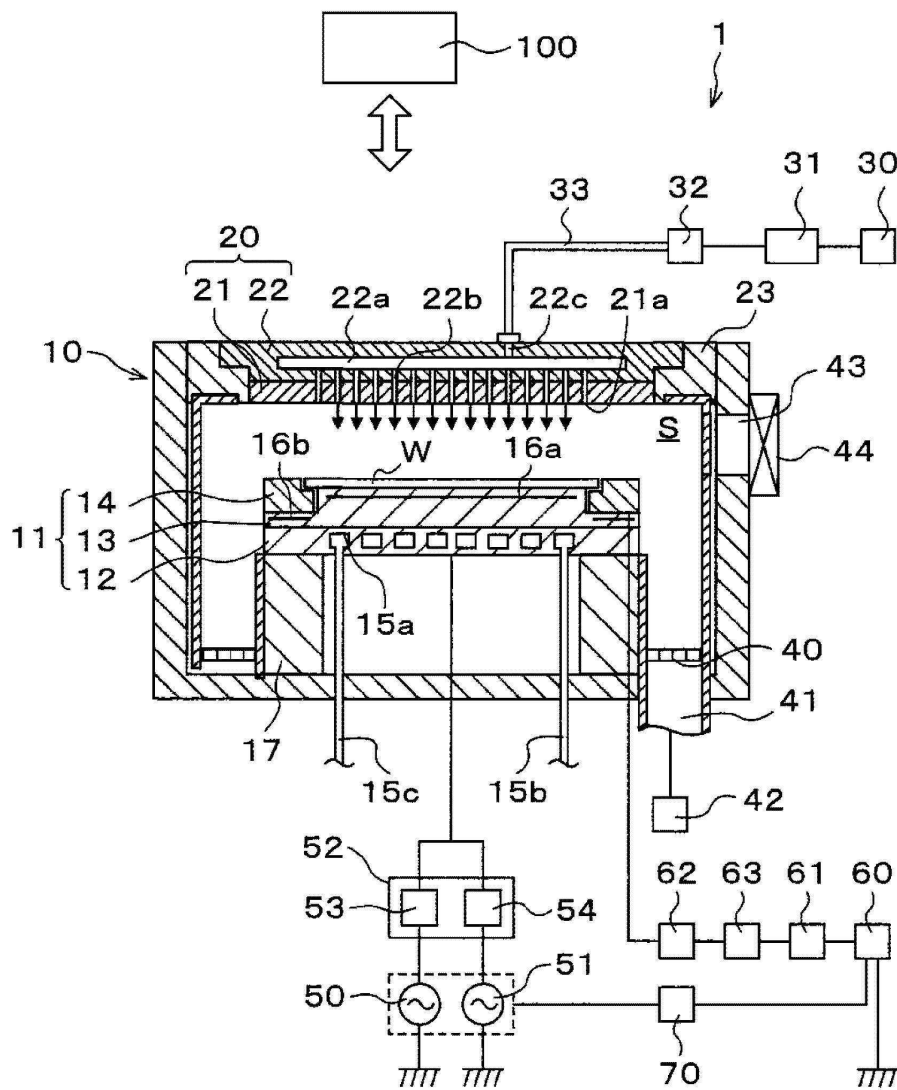
[0114] 또한, 예지링(14)에 인가하는 전압을 제2 직류 전압(DC2)에서 제1 직류 전압(DC1)으로 전환하는 경우에 있어서, 플라즈마를 이용하여 제2 직류 전압(DC2)과 제1 직류 전압(DC1)의 전위차를 제전하는 경우, 도 10에 도시된 바와 같이 제전 회로(320)를 생략하여도 좋다. 이러한 경우, 예지링(14)에 제2 직류 전압(DC2)을 인가하고 나서, 제1 직류 전압(DC1)을 인가할 때까지, 지연 시간 Dt를 설정한다.

[0115] 이상의 실시형태의 플라즈마 처리 장치(1)는 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치였지만, 본 개시가 적용되는 플라즈마 처리 장치는 이것에 한정되지 않는다. 예컨대 플라즈마 처리 장치는, 유도 결합형의 플라즈마 처리 장치여도 좋다.

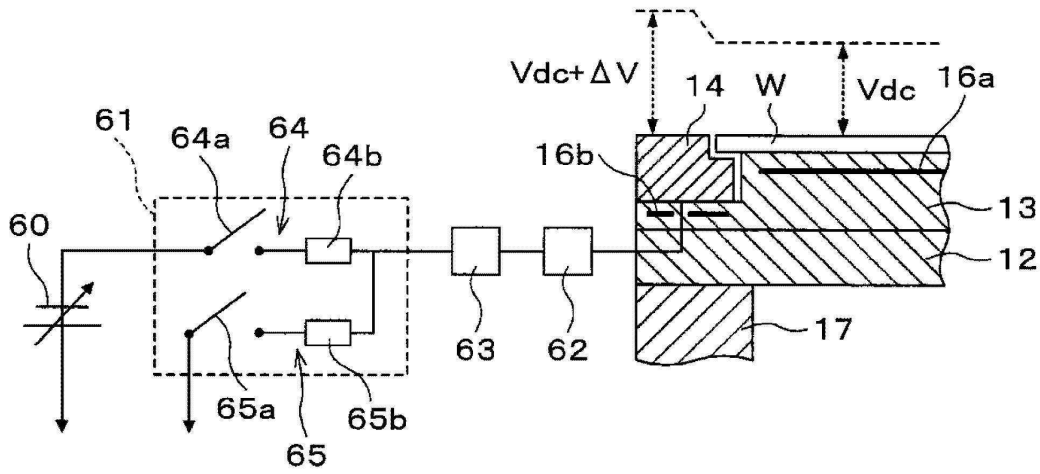
[0116] 이번에 개시된 실시형태는 모든 점에서 예시이며 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 한다. 상기한 실시형태는, 첨부한 청구범위 및 그 주지를 벗어나는 일 없이, 다양한 형태로 생략, 치환, 변경되어도 좋다.

도면

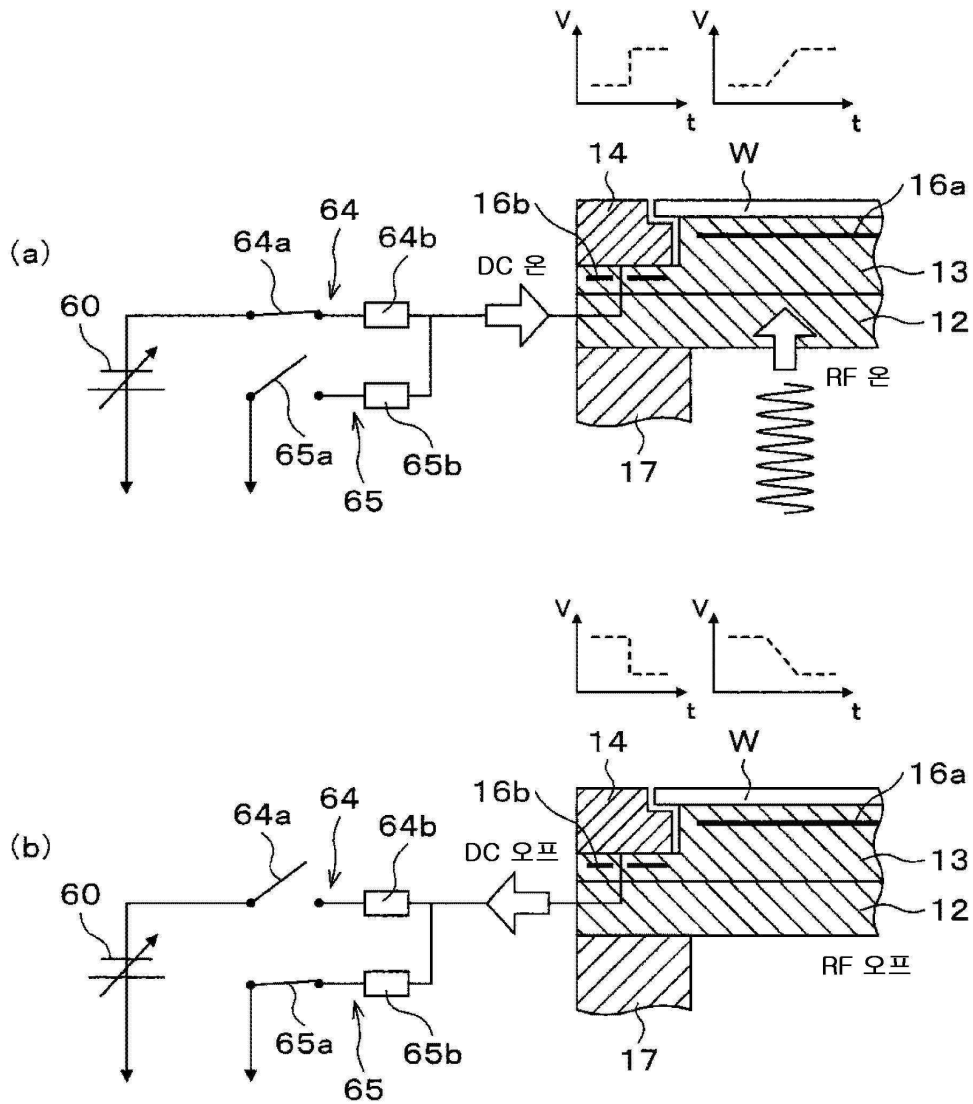
도면1



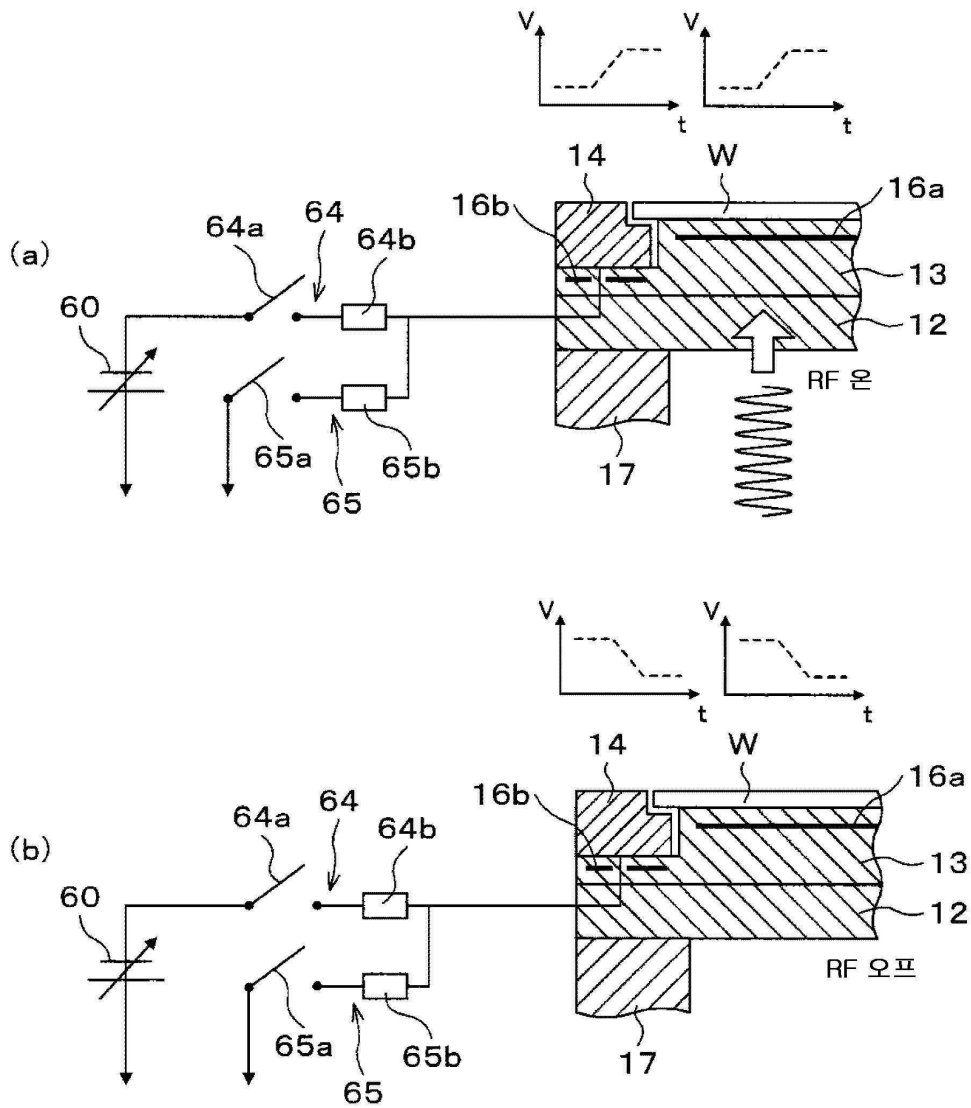
도면2



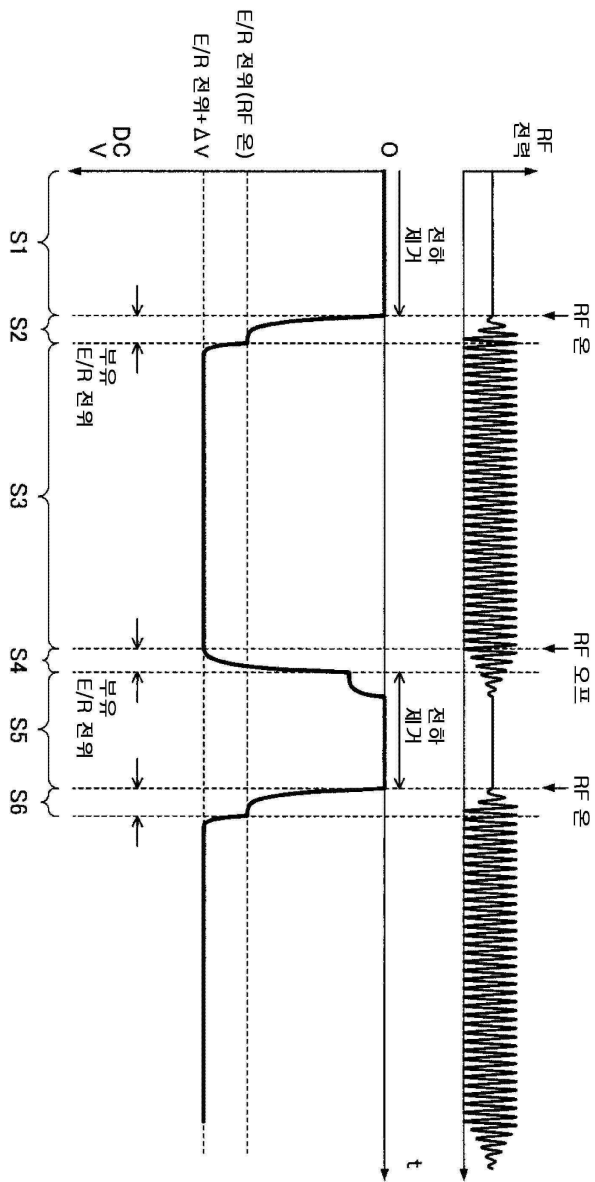
도면3



도면4



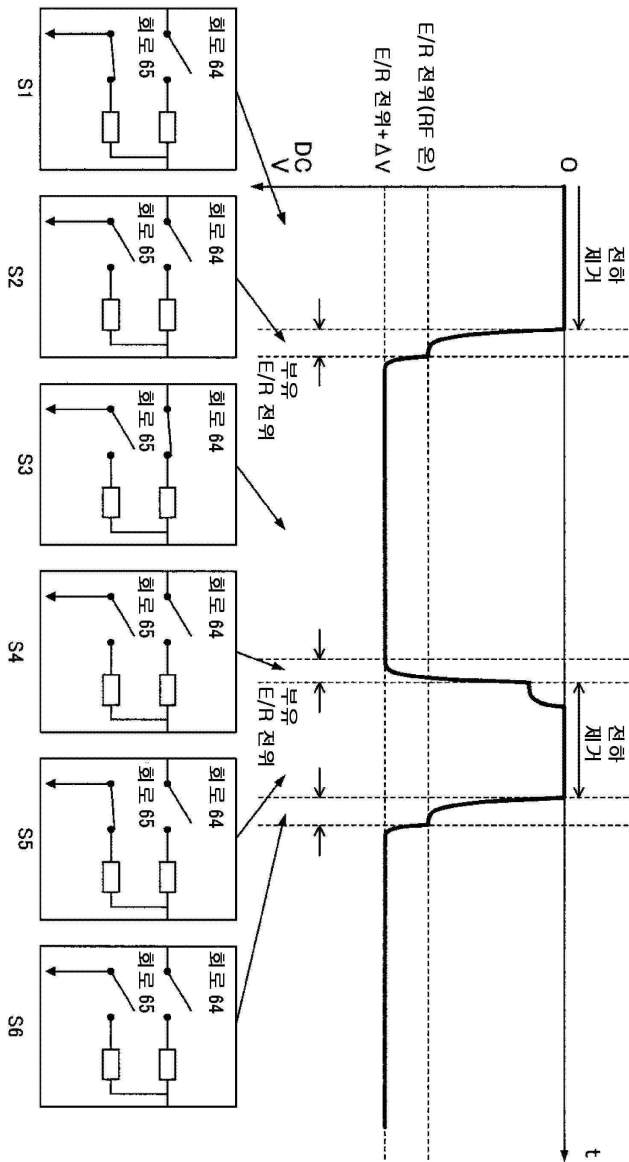
도면5



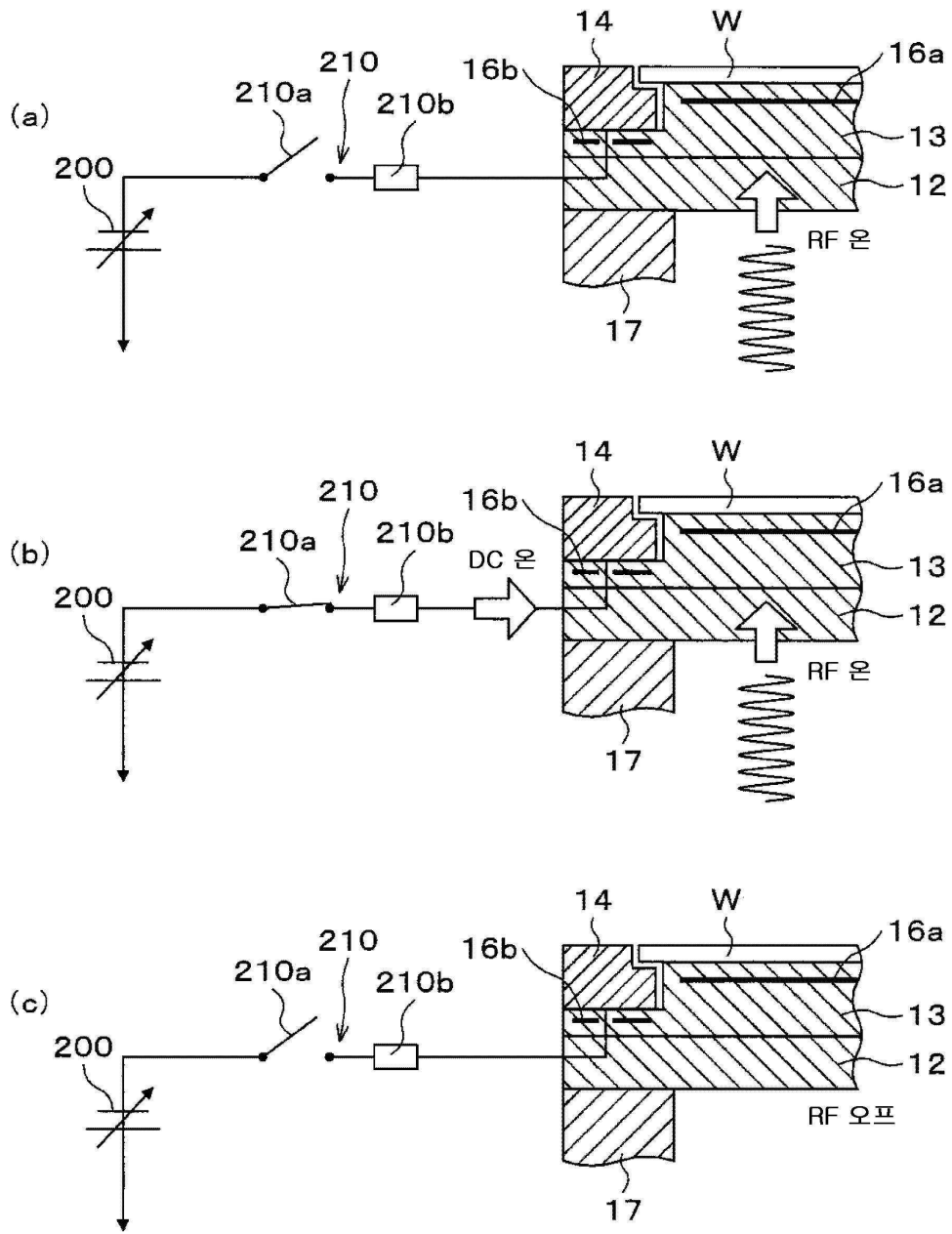
도면6

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	...
RF	오프	오프	오프	오프	오프	오프	...
DC	오프	오프	오프	오프	오프	오프	...
제전	오프	오프	오프	오프	오프	오프	...

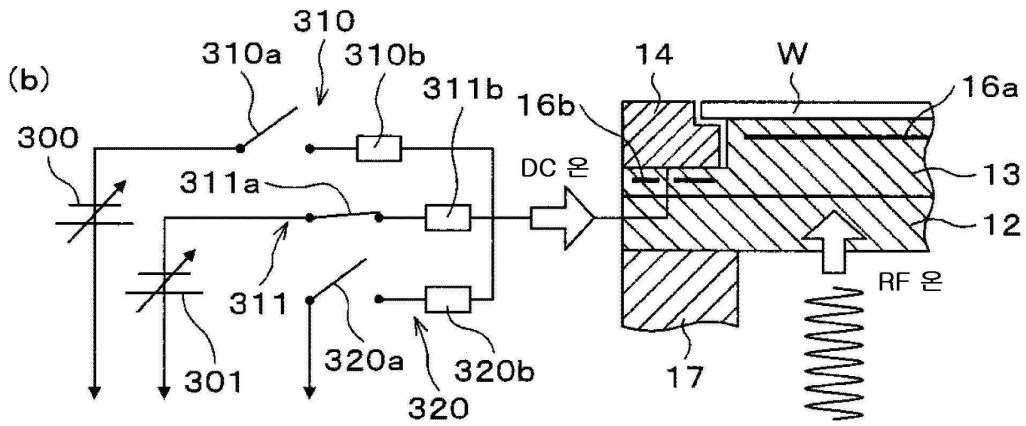
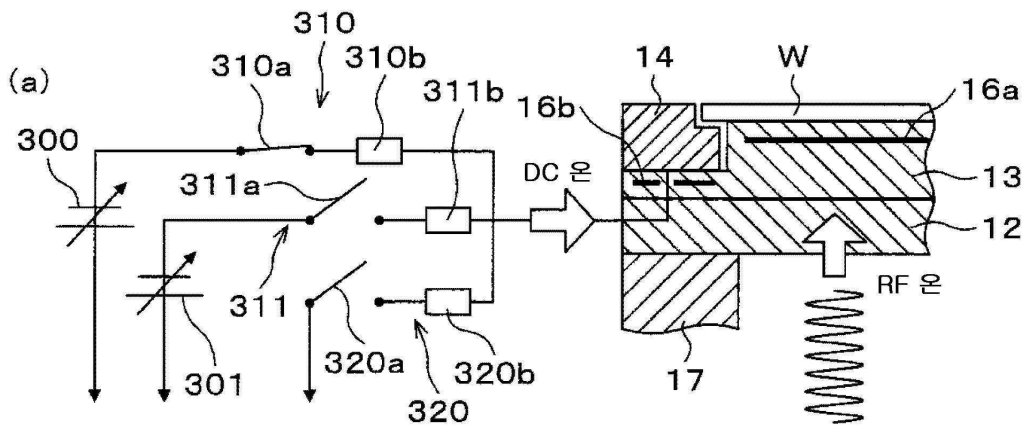
도면7



도면8



도면9



도면10

