



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년03월04일
(11) 등록번호 10-0886273
(24) 등록일자 2009년02월23일

(51) Int. Cl.
H01L 21/3065 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0029766
(22) 출원일자 2006년03월31일
심사청구일자 2006년03월31일
(65) 공개번호 10-2006-0105675
(43) 공개일자 2006년10월11일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-00102952 2005년03월31일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR100274309 B1*
KR1020020027310 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
마츠모토 나오키
일본 야마나시켄 니라사키시 후지이쵸 기타게쵸 2381반치노 1동경 엘렉트론 에이티 주식회사 내
다나카 히데아키
일본 야마나시켄 니라사키시 후지이쵸 기타게쵸 2381반치노 1동경 엘렉트론 에이티 주식회사 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김창세

전체 청구항 수 : 총 28 항

심사관 : 심병로

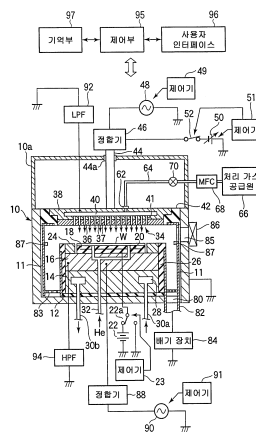
(54) 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법

(57) 요약

본 발명의 목적은 고주파 전력 외에 직류 전압을 인가하는 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치를 전체로 하여, 양호한 플라즈마를 얻을 수 있는 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법을 제공하는 것이다.

본 발명은, 챔버(10)내에 대향하여 배치되는 상부 전극(34) 및 하부 전극(16) 사이에 처리 가스의 플라즈마를 형성하여 웨이퍼 W에 플라즈마 에칭을 실시하는 플라즈마 에칭 장치로서, 상부 전극(34)에 고주파 전력을 공급하여 플라즈마를 형성하기 위한 고주파 전원(48)과, 상부 전극(34)에 직류 전압을 인가하는 가변 직류 전원(50)과, 고주파 전원(48) 및 가변 직류 전원(50)을 제어하는 제어부(95)를 구비하되, 제어부(95)는 고주파 전원(48)으로부터의 급전을 개시한 시점 또는 그 이후에, 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압이 설정값으로 되도록 제어한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

후지와라 히사시

일본 야마나시켄 니라사키시 후지이쵸 기타게쵸
2381반치노 1동경 엘렉트론 에이티 주식회사 내

고시미즈 치시오

일본 야마나시켄 니라사키시 후지이쵸 기타게쵸
2381반치노 1동경 엘렉트론 에이티 주식회사 내

고이와 후미아키

일본 미야기켄 미야기군 마츠시마마치 네마와리 네
코하자마1반치노 1 동경 엘렉트론 에이티 주식회사
내

고바야시 도시유키

일본 미야기켄 미야기군 마츠시마마치 네마와리 네
코하자마1반치노 1 동경 엘렉트론 에이티 주식회사
내

나카야마 요우이치

일본 야마나시켄 니라사키시 호사카쵸 미즈자와
650반치 동경엘렉트론 에이티 주식회사 내

나카무라 히로시

일본 야마나시켄 니라사키시 호사카쵸 미즈자와
650반치 동경엘렉트론 에이티 주식회사 내

특허청구의 범위

청구항 1

피처리 기관이 수용되고, 진공 배기 가능한 처리 용기와,
 상기 처리 용기 내에 대향하여 배치되는 제 1 전극 및 제 2 전극과,
 상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급 수단과,
 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극에 고주파 전력을 공급하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 고주파 전원과,
 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원과,
 상기 고주파 전원 및 상기 직류 전원을 제어하는 제어부
 를 구비하되,
 상기 제어부는, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압이 전압 설정값으로 되도록 제어하고,
 상기 제어부는, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로부터 낮추도록 제어거나, 또는 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 정지하도록 제어하는
 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 제어부는, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 개시하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 제어부는, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 감소하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 전극은 상부 전극이고, 상기 제 2 전극은 피처리 기관을 탑재하는 하부 전극이며, 상기 고주파 전원은 상기 제 1 전극에 고주파 전력을 공급하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 직류 전원은 상기 제 1 전극에 직류 전압을 인가하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 6

피처리 기관이 수용되고, 진공 배기 가능한 처리 용기와,
 상기 처리 용기 내에 마련되고, 상부 전극으로서 기능하는 제 1 전극과,
 상기 처리 용기 내에 상기 제 1 전극에 대향하여 마련되고, 피처리 기관을 탑재하는 하부 전극으로서 기능하는 제 2 전극과,
 상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급 수단과,

상기 제 1 전극에 제 1 고주파 전력을 공급하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 제 1 고주파 전원과,

상기 제 2 전극에 피처리 기관에 대하여 이온을 인입하기 위한 제 2 고주파 전력을 공급하기 위한 제 2 고주파 전원과,

상기 제 1 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원과,

상기 제 1 및 제 2 고주파 전원 및 상기 직류 전원을 제어하는 제어부

를 구비하되,

상기 제어부는, 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압이 전압 설정값으로 되도록 제어하고,

상기 제어부는, 상기 제 1 고주파 전원 및 제 2 고주파 전원의 적어도 한쪽으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로부터 낮추도록 제어하거나, 또는 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 정지하도록 제어하는

것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 개시하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제어부는, 최초에 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력의 공급을 제 2 전력 설정값보다 낮은 전력값으로 개시하고, 다음에 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시하고, 그 후, 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력을 상기 제 2 전력 설정값으로 하기 전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로 되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 감소하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 10

피처리 기관이 수용되고, 진공 배기 가능한 처리 용기와,

상기 처리 용기 내에 마련되고, 상부 전극으로서 기능하는 제 1 전극과,

상기 처리 용기 내에 상기 제 1 전극에 대향하여 마련되고, 피처리 기관을 탑재하는 하부 전극으로서 기능하는 제 2 전극과,

상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급 수단과,

상기 제 1 전극에 제 1 고주파 전력을 공급하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 제 1 고주파 전원과,

상기 제 2 전극에 피처리 기관에 대하여 이온을 인입하기 위한 제 2 고주파 전력을 공급하기 위한 제 2 고주파 전원과,

상기 제 1 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원과,

상기 제 1 및 제 2 고주파 전원 및 상기 직류 전원을 제어하는 제어부
를 구비하되,

상기 제어부는, 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압이 전압 설정값으로 되도록 제어하고,

상기 제어부는, 최초에 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력의 공급을 제 2 전력 설정값보다 낮은 전력값으로 개시하고, 다음에 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시하고, 그 후, 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력을 상기 제 2 전력 설정값으로 하기 전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로 되도록 제어하는

것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 개시하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 감소하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 제 1 고주파 전원 및 제 2 고주파 전원 중 적어도 한쪽으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급 정지하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 증가하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 서서히 증가하고 있을 때에, 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 소정값 이상으로 된 시점에서 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 유지하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

피처리 기관이 수용되고, 진공 배기 가능한 처리 용기와, 상기 처리 용기 내에 대향하여 배치되는 제 1 전극 및 제 2 전극과, 상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급 수단과, 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극에 고주파 전력을 공급하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 고주파 전원과, 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원을 구비하는 플라즈마 처리 장치를 이용하여 피처리 기관에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 방법으로서,

상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 전압 설정값으로 하고,

상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로부터 낮추거나, 또는 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 정지하는

것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 개시하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 감소시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 21

피처리 기관이 수용되고, 진공 배기 가능한 처리 용기와, 상기 처리 용기 내에 마련되고, 상부 전극으로서 기능하는 제 1 전극과, 상기 처리 용기 내에 상기 제 1 전극에 대향하여 마련되고, 피처리 기관을 탑재하는 하부 전극으로서 기능하는 제 2 전극과, 상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급 수단과, 상기 제 1 전극에 고주파 전력을 공급하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 제 1 고주파 전원과, 상기 제 2 전극에 피처리 기관에 대하여 이온을 인입하기 위한 고주파 전력을 공급하는 제 2 고주파 전원과, 상기 제 1 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원을 구비하는 플라즈마 처리 장치를 이용하여 피처리 기관에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 방법으로서,

상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 전압 설정값으로 하고,

상기 제 1 고주파 전원 및 상기 제 2 고주파 전원 중 적어도 한쪽으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로부터 낮추거나, 또는 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 정지하는

것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 개시하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

최초에 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력의 공급을 제 2 전력 설정값보다 낮은 전력값으로 개시하고, 다음에 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시하며, 그 후 상기

직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로 하고, 그 후에, 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력을 상기 제 2 전력 설정값으로 하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 24

제 21 항에 있어서,

상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 감소시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 25

피처리 기관이 수용되고, 진공 배기 가능한 처리 용기와, 상기 처리 용기 내에 마련되고, 상부 전극으로서 기능하는 제 1 전극과, 상기 처리 용기 내에 상기 제 1 전극에 대향하여 마련되고, 피처리 기관을 탑재하는 하부 전극으로서 기능하는 제 2 전극과, 상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급 수단과, 상기 제 1 전극에 고주파 전력을 공급하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 제 1 고주파 전원과, 상기 제 2 전극에 피처리 기관에 대하여 이온을 인입하기 위한 고주파 전력을 공급하는 제 2 고주파 전원과, 상기 제 1 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원을 구비하는 플라즈마 처리 장치를 이용하여 피처리 기관에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 방법으로서,

상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 전압 설정값으로 하고,

최초에 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력의 공급을 제 2 전력 설정값보다 낮은 전력값으로 개시하고, 다음에 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시하며, 그 후 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로 하고, 그 후에, 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력을 상기 제 2 전력 설정값으로 하는

것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 개시하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 27

제 25 항에 있어서,

상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 감소시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 28

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 고주파 전원 및 상기 제 2 고주파 전원 중 적어도 한쪽으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 정지하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 29

제 18 항 내지 제 28 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 증가시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 서서히 증가하고 있을 때에, 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 소정값 이상으로 된 시점에서 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 유지하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <25> 본 발명은 반도체 기판 등의 피처리 기판에 플라즈마 에칭 등의 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법에 관한 것이다.
- <26> 반도체 장치의 제조 프로세스에 있어서는, 피처리 기판인 반도체 웨이퍼에 회로를 형성하기 위해 플라즈마 에칭 처리가 채용되어 있다. 플라즈마 에칭 처리를 행하는 장치로서는, 여러 가지의 것이 이용되고 있지만, 그 중에서도 용량 결합형 평행 평판 플라즈마 에칭 장치가 주류이다.
- <27> 용량 결합형 평행 평판 플라즈마 에칭 장치는 챔버 내에 1쌍의 평행 평판 전극(상부 및 하부 전극)을 배치하여 처리 가스를 챔버 내에 도입함과 아울러, 전극의 한쪽에 고주파 전력을 인가해서 전극간에 고주파 전계를 형성하고, 이 고주파 전계에 의해 처리 가스의 플라즈마를 형성하여 반도체 웨이퍼에 대해서 플라즈마 에칭 처리를 실시한다.
- <28> 그런데, 최근, ULSI에서의 디자인 룰의 미세화가 더욱 진행하여, 홀 형상의 종횡비보다 높은 것이 요구되고 있어, 그 때문에, 인가하는 고주파 전력의 주파수를 상승시켜, 양호한 플라즈마의 해리 상태를 유지하면서, 고밀도 플라즈마를 형성하는 것이 시도되고 있다. 이에 따라, 보다 저압의 조건 하에서 적절한 플라즈마를 형성할 수 있기 때문에, 더욱 디자인 룰의 미세화에 적절히 대응하는 것이 가능해진다.
- <29> 그러나, 이와 같이 고주파 전력의 주파수를 상승시키더라도 반드시 플라즈마의 균일성이 충분하다고는 말할 수 없다.
- <30> 이러한 문제를 해소하는 기술로서, 특허 문헌 1에는, 상부 전극에 27MHz 이상의 주파수의 고주파를 인가함과 아울러, 직류 전압을 더 인가하는 것에 의해, 플라즈마를 제어하여 플라즈마 밀도를 균일화하는 기술이 개시되어 있다.
- <31> [특허 문헌 1]
- <32> 일본 특허 공개 제 2000-323460 호 공보

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <33> 그런데, 상기 특허 문헌 1과 같이 직류 전압을 인가하는 경우에는, 그 인가 타이밍이 플라즈마 형성에 영향을 미치는 것으로 생각되지만, 특허 문헌 1에는 안정한 양호한 플라즈마를 얻기 위한 직류 전압의 인가 타이밍에 대해서는 전혀 기재되어 있지 않다.
- <34> 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 고주파 전력 외에 직류 전압을 인가하는 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치를 전제로 하여, 양호한 플라즈마를 얻을 수 있는 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <35> 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 제 1 관점에서는, 피처리 기관이 수용되고, 진공 배기 가능한 처리 용기와, 상기 처리 용기 내에 대향하여 배치되는 제 1 전극 및 제 2 전극과, 상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급 수단과, 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극에 고주파 전력을 공급하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 고주파 전원과, 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원과, 상기 고주파 전원 및 상기 직류 전원을 제어하는 제어부를 구비하되, 상기 제어부는, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압이 전압 설정값으로 되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치를 제공한다.
- <36> 상기 제 1 관점의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 개시하도록 제어할 수 있다.
- <37> 또한, 상기 제 1 관점의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로부터 낮추도록 제어할 수 있다. 이 경우에, 상기 제어부는, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 감소하도록 제어할 수 있다.
- <38> 또한, 상기 제 1 관점의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 정지하도록 제어할 수 있다.
- <39> 또한, 상기 제 1 관점의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 제 1 전극은 상부 전극이고, 상기 제 2 전극은 피처리 기관을 탑재하는 하부 전극이며, 상기 고주파 전원은 상기 제 1 전극에 고주파 전력을 공급하도록 구성할 수 있다. 또한, 상기 직류 전원은 상기 제 1 전극에 직류 전압을 인가하도록 구성할 수 있다.
- <40> 또한, 상기 제 1 관점의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 증가시킬 수 있다. 또한, 상기 제어부는, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 서서히 증가하고 있을 때에, 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 소정값 이상으로 된 시점에서 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 유지할 수 있다.
- <41> 본 발명의 제 2 관점에서는, 피처리 기관이 수용되고, 진공 배기 가능한 처리 용기와, 상기 처리 용기 내에 마련되고, 상부 전극으로서 기능하는 제 1 전극과, 상기 처리 용기 내에 상기 제 1 전극에 대향하여 마련되고, 피처리 기관을 탑재하는 하부 전극으로서 기능하는 제 2 전극과, 상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급 수단과, 상기 제 1 전극에 제 1 고주파 전력을 공급하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 제 1 고주파 전원과, 상기 제 2 전극에 피처리 기관에 대하여 이온을 인입하기 위한 제 2 고주파 전력을 공급하기 위한 제 2 고주파 전원과, 상기 제 1 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원과, 상기 제 1 및 제 2 고주파 전원 및 상기 직류 전원을 제어하는 제어부를 구비하되, 상기 제어부는, 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압이 전압 설정값으로 되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치를 제공한다.
- <42> 상기 본 발명의 제 2 관점에 따른 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 개시하도록 제어할 수 있다.
- <43> 또한, 상기 제 2 관점의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 제어부는, 최초에 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력의 공급을 제 2 전력 설정값보다 낮은 전력값으로 개시하고, 다음에 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시하고, 그 후, 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력을 상기 제 2 전력 설정값으로 하기 전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로 되도록 제어할 수 있다.
- <44> 또한, 상기 제 2 관점의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 제 1 고주파 전원 및 제 2 고주파 전원의 적어도 한쪽으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로부터 낮추도록 제어할 수 있다. 이 경우에, 상기 제어부는 상기

직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 감소하도록 제어할 수 있다.

- <45> 또한, 상기 제 2 관점의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 제 1 고주파 전원 및 제 2 고주파 전원 중 적어도 한쪽으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급 정지하도록 제어할 수 있다.
- <46> 상기 제 2 관점의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 증가하도록 제어할 수 있다. 이 경우에, 상기 제어부는, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 서서히 증가하고 있을 때에, 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 소정값 이상으로 된 시점에서 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 유지하도록 할 수 있다.
- <47> 본 발명의 제 3 관점에서는, 피처리 기관이 수용되고, 진공 배기 가능한 처리 용기와, 상기 처리 용기 내에 대향하여 배치되는 제 1 전극 및 제 2 전극과, 상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급 수단과, 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극에 고주파 전력을 공급하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 고주파 전원과, 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원을 구비하는 플라즈마 처리 장치를 이용하여 피처리 기관에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 방법으로서, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 전압 설정값으로 하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법을 제공한다.
- <48> 상기 본 발명의 제 3 관점에 따른 플라즈마 처리 방법에 있어서, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 개시하도록 할 수 있다.
- <49> 또한, 상기 제 3 관점의 플라즈마 처리 방법에 있어서, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로부터 낮출 수 있다. 이 경우에, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 감소시킬 수 있다.
- <50> 또한, 상기 제 3 관점의 플라즈마 처리 방법에 있어서, 상기 고주파 전원으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 정지하도록 할 수 있다.
- <51> 또한, 상기 제 3 관점의 플라즈마 처리 방법에 있어서, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 증가시킬 수 있다. 또한, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 서서히 증가하고 있을 때에, 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 소정값 이상으로 된 시점에서 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 유지할 수 있다.
- <52> 본 발명의 제 4 관점에서는, 피처리 기관이 수용되고, 진공 배기 가능한 처리 용기와, 상기 처리 용기 내에 마련되고, 상부 전극으로서 기능하는 제 1 전극과, 상기 처리 용기 내에 상기 제 1 전극에 대향하여 마련되고, 피처리 기관을 탑재하는 하부 전극으로서 기능하는 제 2 전극과, 상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 처리 가스 공급 수단과, 상기 제 1 전극에 고주파 전력을 공급하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 제 1 고주파 전원과, 상기 제 2 전극에 피처리 기관에 대하여 이온을 인입하기 위한 고주파 전력을 공급하는 제 2 고주파 전원과, 상기 제 1 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원을 구비하는 플라즈마 처리 장치를 이용하여 피처리 기관에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 방법으로서, 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 전압 설정값으로 하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법을 제공한다.
- <53> 상기 제 4 관점에 따른 플라즈마 처리 방법에 있어서, 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 또는 그 이후에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 개시하도록 할 수 있다.
- <54> 또한, 상기 제 4 관점에 따른 플라즈마 처리 방법에 있어서, 최초로 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력의 공급을 제 2 전력 설정값보다 낮은 전력값으로 개시하고, 다음에 상기 제 1 고주파 전원으로부터의 상기 제 1 고주파 전력의 공급을 개시하며, 그 후 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로 하고, 그 후에, 상기 제 2 고주파 전원으로부터의 상기 제 2 고주파 전력을 상기 제 2 전력 설정값으로 하도록 할 수 있다.

- <55> 또한, 상기 제 4 관점의 플라즈마 처리 방법에 있어서, 상기 제 1 고주파 전원 및 상기 제 2 고주파 전원 중 적어도 한쪽으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압을 상기 전압 설정값으로부터 낮추도록 할 수 있다. 이 경우에, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 감소시키도록 할 수 있다.
- <56> 또한, 상기 제 1 고주파 전원 및 상기 제 2 고주파 전원 중 적어도 한쪽으로부터의 상기 고주파 전력의 공급을 정지한 시점 또는 그 이전에, 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 정지하도록 할 수 있다.
- <57> 상기 제 4 관점에 따른 플라즈마 처리 방법에 있어서, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 증가시키도록 할 수 있다. 이 경우에, 상기 직류 전원으로부터의 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 서서히 증가하고 있을 때에, 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나가 소정값 이상으로 된 시점에서 상기 직류 전원으로부터의 상기 직류 전압의 공급을 유지하도록 할 수 있다.
- <58> 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 구체적으로 설명한다.
- <59> 도 1은 본 발명의 플라즈마 처리 장치의 일 실시예에 따른 플라즈마 예칭 장치를 나타내는 개략 단면도이다.
- <60> 이 플라즈마 예칭 장치는 용량 결합형 평행 평판 플라즈마 예칭 장치로서 구성되어 있고, 예컨대 표면이 양극 산화 처리된 알루미늄으로 이루어지는 대략 원통 형상의 챔버(처리 용기)(10)를 갖고 있다. 이 챔버(10)는 보안 접지되어 있다.
- <61> 챔버(10)의 바닥부에는, 세라믹 등으로 이루어지는 절연판(12)을 거쳐서 원주 형상의 서셉터 지지대(14)가 배치되고, 이 서셉터 지지대(14) 위에 예컨대 알루미늄으로 이루어지는 서셉터(16)가 마련되어 있다.
- <62> 서셉터(16)의 상면(上面)에는, 피처리 기관인 반도체 웨이퍼 W를 정전력으로 흡착 유지하는 정전 척(18)이 마련되어 있고, 이 정전 척(18) 상에 반도체 웨이퍼 W가 탑재된다. 이 정전 척(18)은 도전막으로 이루어지는 전극(20)을 1쌍의 절연층 또는 절연 시트로 사이에 둔 구조를 갖는 것이며, 전극(20)에는 직류 전원(22)이 전기적으로 접속되어 있고, 온·오프 스위치(22a)에 의해 급전의 온·오프가 가능하게 되어 있다. 그리고, 직류 전원(22)으로부터의 직류 전압에 의해 발생한 쿨롱력 등의 정전력에 의해 반도체 웨이퍼 W가 정전 척(18)에 흡착 유지된다. 온·오프 스위치(22a)의 온·오프는 제어기(23)에 의해 제어되게 되어 있다.
- <63> 정전 척(18)(반도체 웨이퍼 W)의 주위에서 서셉터(16)의 상면에는, 예칭의 균일성을 향상시키기 위한, 예컨대 실리콘으로 이루어지는 도전성의 포커스 링(보정 링)(24)이 배치되어 있다. 서셉터(16) 및 서셉터 지지대(14)의 측면에는, 예컨대 석영으로 이루어지는 원통 형상의 내벽 부재(26)가 마련되어 있다.
- <64> 서셉터 지지대(14)의 내부에는, 냉매실(28)이 마련되어 있다. 이 냉매실에는, 외부에 마련된 도시하지 않은 냉각(chiller) 유닛으로부터 배관(30a, 30b)을 거쳐서 소정 온도의 냉매, 예컨대 냉각수가 순환 공급되고, 냉매의 온도에 의해서 서셉터 상의 반도체 웨이퍼 W의 처리 온도를 제어할 수 있다.
- <65> 또한, 도시하지 않은 전열 가스 공급 기구로부터의 전열 가스, 예컨대 He 가스가 가스 공급 라인(32)을 거쳐서 정전 척(18)의 상면과 반도체 웨이퍼 W의 이면 사이에 공급된다.
- <66> 하부 전극인 서셉터(16)의 공간을 막은 위쪽에는, 서셉터(16)와 대향하도록 평행하게 상부 전극(34)이 마련되어 있다. 그리고, 상부 및 하부 전극(34, 16) 사의 공간이 플라즈마 생성 공간으로 된다. 상부 전극(34)은 하부 전극인 서셉터(16) 상의 반도체 웨이퍼 W와 대향하여 플라즈마 생성 공간과 접하는 면, 즉 대향면을 형성한다.
- <67> 이 상부 전극(34)은 절연성 차폐 부재(42)를 거쳐서, 챔버(10)의 상부에 지지되어 있고, 서셉터(16)와의 대향면을 구성하고 또한 다수의 토출 구멍(37)을 갖는 전극판(36)과, 이 전극판(36)을 착탈 자유롭게 지지하고, 도전성 재료, 예컨대 표면이 양극 산화 처리된 알루미늄으로 이루어지는 수냉 구조의 전극 지지체(38)에 의해서 구성되어 있다. 전극판(36)은 주울 열이 적은 저저항의 도전체 또는 반도체가 바람직하고, 또한, 후술하는 바와 같이 레지스트를 강화하는 관점에서는 실리콘 함유 물질이 바람직하다. 이러한 관점에서, 전극판(36)은 실리콘이나 SiC로 구성되는 것이 바람직하다. 전극 지지체(38)의 내부에는, 가스 확산실(40)이 마련되고, 이 가스 확산실(40)로부터는 가스 토출 구멍(37)에 연통하는 다수의 가스 통류(通流) 구멍(41)이 아래쪽으로 연장되어 있다.
- <68> 전극 지지체(38)에는 가스 확산실(40)로 처리 가스를 유도하는 가스 도입구(62)가 형성되어 있고, 이 가스 도입구(62)에는 가스 공급관(64)이 접속되고, 가스 공급관(64)에는 처리 가스 공급원(66)이 접속되어 있다. 가스 공급관(64)에는, 상류측으로부터 순서대로 매스플로우 제어기(MFC)(68) 및 개폐 밸브(70)가 마련되어 있다. 그

리고, 처리 가스 공급원(66)으로부터, 에칭을 위한 처리 가스로서, 예컨대 C_4F_8 가스와 같은 플루오로카본 가스 (C_xF_y)가 가스 공급관(64)으로부터 가스 확산실(40)에 도달하여, 가스 통류 구멍(41) 및 가스 토출 구멍(37)을 거쳐서 샤워 형상으로 플라즈마 생성 공간에 토출된다. 즉, 상부 전극(34)은 처리 가스를 공급하기 위한 샤워 헤드로서 기능한다.

<69> 상부 전극(34)에는, 정합기(46) 및 급전봉(44)을 거쳐서, 제 1 고주파 전원(48)이 전기적으로 접속되어 있다. 제 1 고주파 전원(48)은 13.56 MHz 이상의 주파수, 예컨대 60MHz의 고주파 전력을 출력한다. 정합기(46)는 제 1 고주파 전원(48)의 내부(또는 출력) 임피던스에 부하 임피던스를 정합시키는 것으로, 챔버(10) 내에 플라즈마가 생성되어 있을 때에 제 1 고주파 전원(48)의 출력 임피던스와 부하 임피던스가 외견상 일치하도록 기능한다. 정합기(46)의 출력 단자는 급전봉(44)의 상단에 접속되어 있다. 제 1 고주파 전원(48)의 온·오프 및 파워의 제어는 제어기(49)에 의해 제어되게 되어 있다.

<70> 한편, 상기 상부 전극(34)에는, 제 1 고주파 전원(48) 외에, 가변 직류 전원(50)이 전기적으로 접속되어 있다. 가변 직류 전원(50)은 바이폴라 전원으로 구성하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 이 가변 직류 전원(50)은 상기 정합기(46) 및 급전봉(44)을 거쳐서 상부 전극(34)에 접속되어 있고, 릴레이 회로(온·오프 스위치)(52)에 의해 급전의 온·오프가 가능하게 되어 있다. 가변 직류 전원(50)의 극성 및 전류·전압 및 릴레이 회로(52)의 온·오프는 제어기(51)에 의해 제어되게 되어 있다.

<71> 정합기(46)는, 도 2에 도시하는 바와 같이, 제 1 고주파 전원(48)의 급전 라인(49)으로부터 분기하여 마련된 제 1 가변 콘덴서(54)와, 급전 라인(49)의 그 분기점의 하류측에 마련된 제 2 가변 콘덴서(56)를 갖고 있으며, 이들에 의해 상기 기능을 발휘한다. 또한, 정합기(46)에는, 직류 전압 전류(이하, 간단히 직류 전압이라고 함)가 상부 전극(34)에 유효하게 공급 가능하도록, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력(예컨대 60MHz) 및 후술하는 제 2 고주파 전원으로부터의 고주파 전력(예컨대 2MHz)을 트랩하는 필터(58)가 마련되어 있다. 즉, 직류 전원(50)으로부터의 직류 전류가 필터(58)를 거쳐서 급전 라인(49)에 접속된다. 이 필터(58)는 코일(59)과 콘덴서(60)로 구성되어 있고, 이들에 의해 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력 및 후술하는 제 2 고주파 전원으로부터의 고주파 전력이 트랩된다.

<72> 챔버(10)의 측벽으로부터 상부 전극(34)의 높이 위치보다도 위쪽으로 연장되도록 원통 형상의 접지 도체(10a)가 마련되어 있고, 이 원통 형상 접지 도체(10a)의 천장벽 부분은 통 형상의 절연 부재(44a)에 의해 상부 급전봉(44)으로부터 전기적으로 절연되어 있다.

<73> 하부 전극인 서셉터(16)에는, 정합기(88)를 거쳐서 제 2 고주파 전원(90)이 전기적으로 접속되어 있다. 이 제 2 고주파 전원(90)으로부터 하부 전극(16)으로 고주파 전력이 공급되는 것에 의해, 반도체 웨이퍼 W측에 이온이 인입된다. 제 2 고주파 전원(90)은 2~27MHz의 범위 내의 주파수, 예컨대 2MHz의 고주파 전력을 출력한다. 정합기(88)는 제 2 고주파 전원(90)의 내부(또는 출력) 임피던스에 부하 임피던스를 정합시키기 위한 것으로, 챔버(10) 내에 플라즈마가 생성되어 있을 때에 제 2 고주파 전원(90)의 내부 임피던스와 부하 임피던스가 외견상 일치하도록 기능한다. 고주파 전원(90)의 온·오프 및 파워의 제어는 제어기(91)에 의해 제어되게 되어 있다.

<74> 상부 전극(34)에는, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력(60MHz)은 통하지 않고 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 고주파 전력(2MHz)을 접지로 통과시키기 위한 로우패스 필터(LPF)(92)가 전기적으로 접속되어 있다. 이 로우패스 필터(LPF)(92)는, 바람직하게는 LR 필터 또는 LC 필터로 구성되지만, 1개의 도선만으로도 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력(60MHz)에 대해서는 충분히 큰 리액턴스를 인가할 수 있기 때문에, 그걸로 완료할 수도 있다. 한편, 하부 전극인 서셉터(16)에는, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력(60MHz)을 접지로 통하기 위한 하이패스 필터(HPF)(94)가 전기적으로 접속되어 있다.

<75> 챔버(10)의 바닥부에는 배기구(80)가 마련되고, 이 배기구(80)에 배기관(82)을 거쳐서 배기 장치(84)가 접속되어 있다. 배기 장치(84)는 터보 분자 펌프 등의 진공 펌프를 갖고 있으며, 챔버(10) 내를 소망하는 진공도까지 감압 가능하게 되어 있다. 또한, 챔버(10)의 측벽에는 반도체 웨이퍼 W의 반입출구(85)가 마련되어 있으며, 이 반입출구(85)는 게이트 밸브(86)에 의해 개폐 가능하게 되어 있다. 또한, 챔버(10)의 내벽을 따라 챔버(10)에 에칭 부생물(데포; depot)이 부착하는 것을 방지하기 위한 데포 실드(11)가 착탈 자유롭게 마련되어 있다. 즉, 데포 실드(11)가 챔버 벽을 구성하고 있다. 또한, 데포 실드(11)는 내벽 부재(26)의 외주에도 마련되어 있다. 챔버(10)의 바닥부의 챔버 측벽의 데포 실드(11)와 내벽 부재(26)측의 데포 실드(11) 사이에는 배기 플레이트(83)가 마련되어 있다. 데포 실드(11) 및 배기 플레이트(83)로서는, 알루미늄계에 Y_2O_3 등의 세라믹스를 피복한 것을 적합하게 이용할 수 있다.

- <76> 데포 실드(11)의 챔버 내벽을 구성하는 부분의 웨이퍼 W와 거의 동일한 높이 부재에는, 그라운드로 DC적으로 접속된 부분(GND 블록)(87)이 마련되어 있다. 이 GND 블록(87)은 플라즈마면에 노출되어 있고, 데포 실드(11)의 내부의 도전부에 전기적으로 접속되어 있으며, 가변 직류 전원(50)으로부터 상부 전극(34)으로 인가된 직류 전압 전류는 처리 공간을 경유하여 GND 블록(87)에 도달하고, 데포 실드(11)를 거쳐서 접지된다. 이 GND 블록(87)에 의해, 상기 상부 전극(87)에 모이는 전자를 놓아줄 수 있어, 이상 방전을 방지할 수 있다. GND 블록(87)은 도전체이며, Si, SiC 등의 실리콘 함유 물질인 것이 바람직하다. C도 적합하게 이용할 수 있다.
- <77> 또, 상기 GND 블록(87)은 플라즈마 형성 영역에 마련되어 있으면, 그 위치는 도 1에 한정되지 않고, 예컨대 서셉터(16)의 주위에 마련하는 등, 서셉터(16)측에 마련하여도 되고, 또한 상부 전극(34)의 외측에 링 형상으로 마련하는 등, 상부 전극(34) 근방에 마련하여도 된다.
- <78> 플라즈마 에칭 장치의 각 구성부는 제어부(프로세스 제어기)(95)에 접속되어 제어되는 구성으로 되어 있다. 본 실시예에 있어서, 이 제어부(95)는 제 1 고주파 전원(48)의 온·오프 및 파워의 제어를 실행하는 제어기(49), 제 2 고주파 전원(90)의 온·오프 및 파워의 제어를 실행하는 제어기(91), 및 가변 직류 전원(50)의 극성 및 전류·전압 및 릴레이 회로(52)의 온·오프의 제어를 실행하는 제어기(51), 또는 직류 전원(22)을 온·오프하는 온·오프 스위치(22a)의 온·오프의 제어를 실행하는 제어기(23)를 제어하고, 이들의 인가 및 정지의 타이밍이 제어되게 되어 있다.
- <79> 또한, 제어부(95)에는, 공정 관리자가 플라즈마 에칭 장치를 관리하기 위해서 커맨드의 입력 조작 등을 행하는 키보드나, 플라즈마 처리 장치의 가동 상황을 가시화하여 표시하는 디스플레이 등으로 이루어지는 사용자 인터페이스(96)가 접속되어 있다.
- <80> 또한, 제어부(95)에는, 플라즈마 에칭 장치에서 실행되는 각종 처리를 제어부(95)의 제어에 의해 실행하기 위한 제어 프로그램이나, 처리 조건에 따라 플라즈마 에칭 장치의 각 구성부에 처리를 실행시키기 위한 프로그램 즉 레시피가 저장된 기억부(97)가 접속되어 있다. 레시피는 하드디스크나 반도체 메모리에 기억되어 있어도 되고, CDROM, DVD 등의 가반성의 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기억 매체에 수용된 상태로 기억부(97)의 소정 위치에 세트하도록 되어 있어도 무방하다.
- <81> 그리고, 필요에 따라서, 사용자 인터페이스(96)로부터의 지시 등에 의해 임의의 레시피를 기억부(97)로부터 호출하여 제어부(95)에 실행시킴으로써, 제어부(95)의 제어 하에서, 플라즈마 에칭 장치에서의 소망하는 처리가 행하여진다.
- <82> 이와 같이 구성되는 플라즈마 에칭 장치에서 에칭 처리를 행할 때는, 먼저, 게이트 밸브(86)를 열린 상태로 하고, 반입출구(85)를 거쳐서 에칭 대상인 반도체 웨이퍼 W를 챔버(10) 내에 반입하여, 서셉터(16) 상에 탑재한다. 그리고, 처리 가스 공급원(66)으로부터 에칭을 위한 처리 가스를 소정의 유량으로 가스 확산실(40)로 공급하고, 가스 통류 구멍(41) 및 가스 토출 구멍(37)을 거쳐서 챔버(10) 내로 공급하면서, 배기 장치(84)에 의해 챔버(10) 내를 배기하여, 그 동안의 압력을 예컨대 0.1~150Pa의 범위 내의 설정값으로 한다. 여기서, 처리 가스로서는, 종래 이용되고 있는 여러 가지의 것을 채용할 수 있는데, 예컨대 C₄F₈ 가스와 같은 플루오로카본 가스(C_xF_y)로 대표되는 할로젠 원소를 함유하는 가스를 적합하게 이용할 수 있다. 또한, Ar 가스나 O₂ 가스 등의 다른 가스가 포함되어 있어도 무방하다.
- <83> 이와 같이 챔버(10) 내에 에칭 가스를 도입한 상태에서, 제 1 고주파 전원(48)으로부터 플라즈마 생성용의 고주파 전력을 소정의 파워로 상부 전극(34)에 인가하고, 또한, 제 2 고주파 전원(90)으로부터 이온 인입용의 고주파 전력을 소정의 파워로 하부 전극인 서셉터(16)에 인가한다. 그리고, 가변 직류 전원(50)으로부터 소정의 직류 전압을 상부 전극(34)에 인가한다.
- <84> 이 때의 이들의 인가 타이밍은 제어부(95)에 의해 제어기(49, 51, 91)를 제어함으로써 실행한다. 이 경우에, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 이후에 가변 직류 전원(50)으로부터의 직류 전압이 미리 레시피로 설정되어 있는 전압 설정값으로 되도록 제어한다. 또, 여기서의 전압 설정값이란, 에칭 처리를 행할 때에 사용되는 직류 전압이나 고주파 전력의 값이다. 이와 같이 제어하는 것은, 최초에 제 1 고주파 전원(48)으로부터 고주파 전력을 공급하여 플라즈마가 착화(着火)하기 시작한 이후에 공급하는 직류 전압을 설정값으로 하는 것에 의해, 이상 방전이 발생하기 어렵게 되는 때문이다. 챔버(10) 내에 플라즈마가 전혀 존재하지 않는 상태에서 직류 전압을 전압 설정값으로 하면, 웨이퍼 W에 대한 손상(damage)에의 영향은 거의 없지만, 이상 방전이 매우 발생하기 쉽다. 또, 가변 직류 전원(50)으로부터의 직류 전압의 인가는 제 1 고주파 전원(48)의 인가를 개시한 후에 개시하는 것이 바람직하다. 제 1 고주파 전원(48)으로부터 고주파 전력을 공급하

여 플라즈마가 착화하기 시작한 이후에 직류 전압을 공급하기 시작하는 것에 의해, 이상 방전이 발생하기 어렵게 될뿐만 아니라, 전압 인가도 부드럽게 행해지기 때문이다. 또, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 파워가 설정값에 도달한 후에 직류 전압의 인가를 개시하는 것이 바람직하다. 이에 따라, 보다 이상 방전이 발생하기 어렵게 된다.

- <85> 가변 직류 전원(50)으로부터의 직류 전압 인가 및 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력 인가에 부가하여, 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 고주파 전력 인가도 가미한 바람직한 시퀀스의 예에 대하여 도 3을 참조해서 설명한다. 먼저, 제 2 고주파 전원(90)으로부터 설정값보다도 낮은, 예컨대 300W의 고주파 전력을 하부 전극인 서셉터(16)에 공급 개시하고, 그 후, 0.1~2.4sec, 예컨대 0.5sec 경과 후에, 제 1 고주파 전원(48)으로부터 설정값의 예컨대 2400W의 고주파 전력을 상부 전극(34)에 공급하고, 그 후, 예컨대 2.0sec 경과 후에 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 인가 전력을 설정값의 예컨대 3800W로 하지만, 그것에 앞서(예컨대, 최초의 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 고주파 전력 공급 후, 2.3sec 경과 후) 가변 직류 전원(50)으로부터 상부 전극(34)으로 설정값의 예컨대 -900V의 직류 전압을 인가한다. 제 2 고주파 전원(90)의 인가 전력이 설정값으로 된 후에 직류 전압을 인가한 경우에는, 플라즈마가 해칭할 우려가 있다. 또한, 제 2 고주파 전원(90)으로부터 설정값보다 낮은 고주파 전력을 선입(先入)하여, 제 1 고주파 전원(48)의 정합이 된 후(예컨대, 제 1 고주파 전원으로부터 고주파 전력 공급 후, 1.5sec 경과 후)에 제 2 고주파 전원(90)의 고주파 전력을 설정값(풀 파워)으로 하는 것에 의해, 웨이퍼 W에 대한 손상을 낮게 할 수 있다.
- <86> 또한, 직류 전압의 인가 전에, 바람직하게는 제 1 및 제 2 고주파 전원(48, 90)으로부터의 고주파 전력의 공급 전에, 상술한 릴레이 회로(52)를 온으로 하여 직류 전압의 급전을 가능하게 해 둔다. 또, 릴레이 회로(52)를 상시 온으로 해 두는 것은 바람직하지 못하며, 필요할 때에만 온으로 하는 것이 좋다.
- <87> 또, 직류 전압을 설정값으로 하는 타이밍은 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 이후가 아니고, 고주파 전력의 공급을 개시한 시점이더라도 좋다. 그 시퀀스를 도 4에 나타낸다. 먼저, 제 1 및 제 2 고주파 전원(48, 90)으로부터의 고주파 전력의 공급 전에, 상술한 릴레이 회로(52)를 온으로 하여 직류 전압의 급전을 가능하게 해 둔다. 다음에 도 3의 경우와 마찬가지로, 제 2 고주파 전원(90)으로부터 설정값보다도 낮은 고주파 전력을 서셉터(16)에 공급 개시하고, 그 후 제 1 고주파 전원(48)으로부터 설정값의 고주파 전력을 상부 전극(34)에 공급하지만, 그 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력의 공급과 동시에, 가변 직류 전원(50)으로부터 상부 전극(34)으로 직류 전압의 설정값을 인가한다. 그리고, 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 인가 전력을 설정값으로 한다. 상술한 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력의 공급을 개시한 시점 이후에 직류 전압을 설정값으로 하는 경우와 마찬가지로, 이상 방전을 억제하는 것이 가능해진다. 바꾸어 말하면, 직류 전압을 설정값으로 하는 타이밍은 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력의 공급을 개시하기 전이 아니면 된다.
- <88> 또한, 소정의 타이밍에서, 제어부(95)로부터의 지령에 근거하여, 제어기(23)가 온·오프 스위치(22a)를 조작해서 직류 전원(22)을 온으로 하고, 직류 전압을 정전 척(18)의 전극(20)에 인가하여, 반도체 웨이퍼 W를 서셉터(16)에 고정한다. 직류 전원(22)으로부터의 직류 전압의 인가 타이밍은 특별히 한정되는 것이 아니지만, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력 공급 후로서, 가변 직류 전원(50)으로부터의 직류 전압 인가 이후가 예시된다.
- <89> 상부 전극(34)의 전극판(36)에 형성된 가스 토출 구멍(37)으로부터 토출된 처리 가스는 고주파 전력에 의해 발생한 상부 전극(34)과 하부 전극인 서셉터(16) 사이의 글로우 방전 중에서 플라즈마화하고, 이 플라즈마로 생성되는 래디컬이나 이온에 의해서 반도체 웨이퍼 W의 피처리면이 예칭된다.
- <90> 이 플라즈마 예칭 장치에서는, 상부 전극(34)에 높은 주파수 영역(이온이 추종할 수 없는 10MHz 이상)의 고주파 전력을 공급하고 있기 때문에, 플라즈마를 바람직한 해리 상태로 고밀도화할 수 있어, 보다 저압의 조건 하에서도 고밀도 플라즈마를 형성할 수 있다.
- <91> 이와 같이 플라즈마가 형성될 때에, 상기 타이밍으로 상부 전극(34)에 가변 직류 전원(50)으로부터 소정의 극성 및 크기의 직류 전압이 인가되는 것에 의해, 웨이퍼 W로의 손상을 증가시키지 않고서, 안정한 양호한 플라즈마가 형성되어, 후술하는 바와 같은 효과를 얻을 수 있다.
- <92> 이 때에, 가변 직류 전원(50)으로부터 상부 전극(34)으로 인가되는 전압은, 도 1에 도시하는 바와 같이, 마이너스 전압인 것이 바람직하다. 플러스 전압이어도 무방하지만, 이 경우에는 플라즈마가 불안정하게 되기 쉽기 때문에, 플러스의 전압을 인가하는 경우에는, 펄스 형상으로 하는 등의 대책이 필요하게 된다.

<93> 소정의 예칭 처리가 종료한 후, 제 1 및 제 2 고주파 전원(48, 90), 가변 직류 전원(50)을 오프로 하여 플라즈마를 소화(消火)하지만, 그 타이밍은 특별히 한정되지 않지만, 도 5에 도시하는 바와 같이, 가변 직류 전원(50)으로부터의 직류 전압의 인가를 오프로 한 후에, 제 1 및 제 2 고주파 전원(48, 90)으로부터의 고주파 전력의 인가를 오프로 하는 것이 보다 바람직하다. 또한, 도 6에 도시하는 바와 같이, 가변 직류 전원(50)으로부터의 직류 전압의 인가, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력의 인가 및 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 고주파 전력의 인가를 동시에 오프로 하는 것이 보다 바람직하다. 이것은 제 1 및 제 2 고주파 전원(48, 90)으로부터의 고주파 전력의 인가를 오프로 한 후, 가변 직류 전원(50)으로부터의 직류 전압의 인가를 오프로 한 경우, 고주파 전력의 인가를 오프로 한 후의 챔버(10) 내는 플라즈마보다도 저항이 큰 진공으로 되기 때문에, 직류 전압 전류가 통과하면, 오버슈트하게 될 가능성이 있기 때문이다. 또, 릴레이 회로(52)를 보호하기 위해서, 가변 직류 전원(50)으로부터의 직류 전압, 제 1 및 제 2 고주파 전원(48, 90)으로부터의 고주파 전력의 인가를 정지한 후에, 릴레이 회로(52)를 오프로 한다. 또한, 처리 조건에 따라서, 파티클이 웨이퍼 W에 부착되기 어려운 플라즈마 소화 시퀀스를 선택하는 것도 중요하다. 파티클의 부착을 방지하는 관점에서, 가변 직류 전원(50)으로부터의 직류 전압을 오프로 하기 전에 반대 극성의 전압을 인가하는 것도 유효하다.

<94> 다음에, 실제로 도 3에 나타내는 시퀀스를 실시한 실험 결과에 대하여 설명한다.

<95> 챔버내 압력을 3.3Pa, 예칭 가스로서 $C_4F_8/Ar/N_2=6/1000/180\text{mL/min}$ 의 유량으로 챔버 내에 도입하고, 주파수 60MHz의 제 1 고주파 전원의 파워의 설정값을 2400W, 제 2 고주파 전원의 파워의 설정값을 3800W로 하고, 가변 직류 전원의 전압의 설정값을 -900V로 하여, 도 3에서 설명한 시퀀스로 전력 공급을 실행하여 플라즈마를 형성해서 웨이퍼 W의 산화막의 예칭을 행하였다. 구체적으로는, 제 2 고주파 전원으로부터 설정값보다 낮은 300W의 고주파 전력을 하부 전극인 서셉터(16)에 공급하고, 공급 개시 후 0.5sec 경과 후에, 제 1 고주파 전원으로부터 설정값인 2400W의 고주파 전력을 상부 전극(34)에 공급하고, 그 후, 2.0sec 경과 후에 제 2 고주파 전원으로부터의 인가 전력을 설정값인 3800W로 하였다. 또한, 이것에 앞서, 최초의 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 고주파 전력 공급 후, 2.3sec 경과 후에 가변 직류 전원(50)으로부터 상부 전극(34)으로 설정값의 -900V의 직류 전압을 인가하였다. 그 결과, 안정적이고 양호한 플라즈마가 형성되었다. 그 결과로부터, 본 실시예의 타이밍에서 직류 전압을 인가하는 것에 의해 이상 방전이 발생하지 않고서 안정한 양호한 플라즈마를 형성할 수 있는 것이 확인되었다.

<96> 다음에, 가변 직류 전원으로부터의 직류 전압, 제 1 및 제 2 고주파 전원으로부터의 고주파 전력의 바람직한 인가 시퀀스의 또 다른 예에 대하여 설명한다.

<97> 여기서는, 도 7에 나타내는 시퀀스를 이용한다. 먼저, 도 3의 예와 마찬가지로, 제 2 고주파 전원(90)으로부터 설정값보다도 낮은, 예컨대 300W의 고주파 전력을 하부 전극인 서셉터(16)에 공급 개시하고, 그 후, 0.1~2.4sec, 예컨대 0.5sec 경과 후에, 제 1 고주파 전원(48)으로부터 설정값의 고주파 전력을 상부 전극(34)에 공급하고, 그 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력과 동시 또는 그보다 이후에, 가변 직류 전원(50)으로부터 상부 전극(34)으로 인가 전압을 서서히 증가시켜가도록 제어하여(slow up), 최종적으로 설정값의 예컨대 -900V로 되도록 한다. 그 후, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력 인가 후, 예컨대 2.0sec 경과 후에 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 인가 전력을 설정값으로 한다. 이와 같이 가변 직류 전원(50)으로부터의 직류 전압을 서서히 증가(slow up)시키므로써, 웨이퍼 W로의 손상을 증가시키는 일없이, 가변 직류 전원(50)의 급전 회로로의 손상을 경감할 수 있다. 이 때의 전압을 승압하는 속도는 특별히 한정되지 않고, 설정 전압에 따라 적절히 설정하면 되고, 예컨대 1kV/sec 정도가 예시된다.

<98> 또, 직류 전압의 인가 전에, 바람직하게는 제 1 및 제 2 고주파 전원(48, 90)으로부터의 고주파 전력의 공급 전에, 상술한 릴레이 회로(52)를 온으로 하여 직류 전압의 급전을 가능하게 해 놓는다.

<99> 또, 이상은 가변 직류 전원(50)의 인가 전압을 서서히 증가하도록 제어하는 예를 나타내었지만, 인가 전류 또는 인가 전력이 서서히 증가하도록 제어하여, 최종적으로 설정 전압으로 되도록 하여도 된다. 또한, 이와 같이 인가 전압, 인가 전류 및 인가 전력 중 어느 하나를 서서히 증가시키는 경우에는, 인터록 기능을 갖게 할 수 있다. 즉, 이들 중 어느 하나를 서서히 증가시키고 있을 때에, 어느 하나의 절대값 또는 증가분이 설정값을 초과한 경우에 전원을 정지하는 기능을 제어기(51)에 갖게 할 수 있다. 이에 따라, 가변 직류 전원(50) 및 그 급전 회로에 과부하가 걸리는 것을 더욱 유효하게 방지할 수 있다.

<100> 다음에, 실제로 전압을 서서히 증가시킨 경우의 실험 결과에 대하여 설명한다.

<101> 챔버내 압력을 3.3Pa, 예칭 가스로서 $C_4F_8/Ar/O_2=30/1000/20\text{mL/min}$ 의 유량으로 챔버 내에 도입하고, 주파수 60MHz

의 제 1 고주파 전원의 파워의 설정값을 1800W, 제 2 고주파 전원의 파워의 설정값을 3800W로 하고, 가변 직류 전원의 전압의 설정값을 -900V로 하여, 도 7에서 설명한 시퀀스로 전력 공급을 행하여 플라즈마를 형성해서 웨이퍼 W의 산화막의 에칭을 하였다. 구체적으로는, 제 2 고주파 전원으로부터 설정값보다 낮은 300W의 고주파 전력을 하부 전극인 서셉터(16)에 공급하고, 공급 개시 후 0.5sec 경과 후에, 제 1 고주파 전원으로부터 설정값인 1800W의 고주파 전력을 상부 전극(34)에 공급하고, 그것과 동시에 가변 직류 전원(50)으로부터 상부 전극(34)으로의 직류 전압 인가를 개시하고, 약 0.8초 걸려서 설정값인 -900V로 하였다. 그 후, 제 1 고주파 전원으로부터의 고주파 전력 인가로부터 2.0sec 경과 후에 제 2 고주파 전원으로부터의 인가 전력을 설정값의 3800W로 하였다(실험 A). 비교를 위해, 최초의 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 고주파 전력 공급 후, 2.3sec 경과 후에 가변 직류 전원(50)으로부터 상부 전극(34)으로 설정값의 -900V의 직류 전압을 서서히 증가시키지 않고서 단순히 인가하였다(실험 B). 그 결과, 플라즈마에 의한 웨이퍼로의 손상을 받지 않는 소자의 비율은 실험 A, B 모두 거의 100%로 웨이퍼로의 손상에 관해서는 양자가 큰 차이가 없었다. 또한, 플라즈마의 상태에 관해서도, 실험 A, B 모두 안정적이고 양호한 플라즈마가 형성되었다. 따라서, 서서히 증가시킴을 이용하여도, 특성적으로 전혀 문제가 없고, 전원에 대한 손상이 경감된다고 하는 효과의 분만큼 유리한 것이 확인되었다.

<102> 또한, 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압을 서서히 증가시키는 다른 예를 도 8에 나타낸다. 먼저, 제 2 고주파 전원(90)으로부터 설정값보다도 낮은 고주파 전력을 서셉터(16)에 공급 시작하지만, 그것과 동시에 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압을 설정값보다도 낮은 전압값까지 서서히 증가시키고, 도달 후에 일정하게 한다. 그 후 제 1 고주파 전원(48)으로부터 설정값의 고주파 전력을 상부 전극(34)에 공급하고, 그 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력과 동시에, 가변 직류 전원(50)으로부터 상부 전극(34)으로 인가 전압을 서서히 증가시켜 가도록 제어하여, 최종적으로 설정값으로 한다. 그리고, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 고주파 전력 인가 후에 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 인가 전력을 설정값으로 한다. 릴레이 회로(52)는 도 7의 경우와 마찬가지로이다. 이러한 시퀀스이더라도, 웨이퍼 W로의 손상을 증가시키는 일없이, 가변 직류 전원(50)의 급전 회로로의 손상을 경감할 수 있다.

<103> 또한, 도 9와 같은 시퀀스로 하여도 된다. 먼저, 제 2 고주파 전원(90)으로부터 설정값보다도 낮은 고주파 전력을 서셉터(16)에 공급 시작하지만, 그것과 동시에 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압을 도시한 바와 같은 사인 곡선(sine curve)을 그리도록 서서히 증가시킨다. 그리고, 제 1 고주파 전원(48)으로부터 설정값의 고주파 전력을 상부 전극(34)에 공급하고, 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압이 설정값으로 된 후에, 제 2 고주파 전원(90)으로부터의 인가 전력을 설정값으로 한다. 릴레이 회로(52)는 도 7, 8의 경우와 마찬가지로이다. 이러한 시퀀스이어도, 웨이퍼 W로의 손상을 증가시키는 일없이, 가변 직류 전원(50)의 급전 회로로의 손상을 경감할 수 있다.

<104> 이상과 같이, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 급전을 개시한 시점 또는 그 이후에, 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압이 설정값으로 되도록 제어하는 것이 바람직하다. 또한, 제 1 고주파 전원(48)으로부터의 급전을 개시한 시점 또는 그 이후에, 가변 직류 전원(50)으로부터의 급전을 개시하도록 제어하는 것이 바람직하다.

<105> 또한, 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압을 서서히 증가시키는 예를 설명해 왔지만, 에칭 종료 시에 가변 직류 전원으로부터의 인가 전압을 서서히 감소(slow down)시키더라도 무방하다. 이 경우, 타이밍은 특별히 한정되지 않지만, 제 1 고주파 전력(48) 및 제 2 고주파 전력(90)으로부터의 고주파 전력의 인가를 오픈한 시점 또는 그 이전에, 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압을 설정값으로부터 낮추는 것이 바람직하다. 또한, 제 1 고주파 전력(48) 및 제 2 고주파 전력(90)으로부터의 고주파 전력의 인가를 오픈한 시점 또는 그 이전에, 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압을 정지하는 것이 바람직하다.

<106> 또, 본 실시예의 직류 전압 인가 타이밍은 복수의 층을 연속하여 에칭하는 경우, 예컨대, SiO₂막을 에칭한 후에 SiC 또는 SiN의 막을 에칭하는 경우에도 마찬가지로 적용된다. 단, 이러한 연속 에칭은 플라즈마를 일단 자르는 경우, 자르지 않는 경우 등, 여러 가지의 경우가 생각되고, 상세한 시퀀스에 대해서는 특별히 한정되지 않고, 처리에 따라 적절히 설정하면 된다. 단, 이와 같이 연속하여 에칭하는 경우, 릴레이 회로(52)는 오프로 하지 않고, 온으로 한 상태인 것이 바람직하다.

<107> 다음에, 상부 전극(34)에 가변 직류 전원(50)으로부터 직류 전압을 인가한 경우의 작용 및 효과에 대하여 설명한다.

<108> 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압을, 인가 전극인 상부 전극(34)의 표면 즉 전극판(36)의 표면에 대한 소정의 (적절한) 스퍼터 효과를 얻을 수 있을 정도로 그 표면의 자기 바이어스 전압 V_{dc}가 깊게 되도록, 즉 상부

전극(34) 표면에서의 V_{dc} 의 절대값이 커지도록 제어하는 것이 바람직하다. 제 1 고주파 전원(48)으로부터 인가되는 고주파의 파워가 낮은 경우에, 상부 전극(34)에 폴리머가 부착되지만, 가변 직류 전원(50)으로부터 적절한 직류 전압을 인가하는 것에 의해, 상부 전극(34)에 부착된 폴리머를 스퍼터하여 상부 전극(34)의 표면을 청정화할 수 있다. 그것과 함께, 반도체 웨이퍼 W 상에 최적 양의 폴리머를 공급하여 포토 레지스트막의 표면 거칠기를 해소할 수 있다. 또한, 가변 직류 전원(50)으로부터의 전압을 조정하여 상부 전극(34) 자체를 스퍼터하여 전극 재료 자체를 반도체 웨이퍼 W 표면에 공급하도록 함으로써, 포토 레지스트막 표면에서 카바이드를 형성해서 포토 레지스트막이 강화되고, 또한 스퍼터된 전극 재료가 플루오로카본계의 처리 가스 중의 F와 반응하여 배기되는 것에 의해 플라즈마 중의 F 비율이 감소하여 포토 레지스트막이 에칭되기 어렵게 된다. 전극판(36)이 실리콘이나 SiC 등의 실리콘 함유 물질인 경우에는, 전극판(36) 표면에서 스퍼터된 실리콘이 폴리머와 반응하여 포토 레지스트막 표면에 SiC가 형성되어, 포토 레지스트막이 지극히 강고(強固)한 것으로 되고, 또한, Si는 F와 반응하기 쉽기 때문에, 상기 효과가 특히 크다. 따라서, 전극판(36)의 재료로서는 실리콘 함유 물질이 바람직하다.

<109> 이와 같이 상부 전극(34)에 직류 전압을 인가하여 자기 바이어스 전압 V_{dc} 가 깊게 된 경우에는, 도 10에 도시하는 바와 같이, 상부 전극(34)측에 형성되는 플라즈마 시스의 두께가 커진다. 그리고, 플라즈마 시스가 두껍워지면, 그 만큼 플라즈마가 축소화된다. 예컨대, 상부 전극(34)에 직류 전압을 인가하지 않은 경우에는 상부 전극측의 V_{dc} 가 예컨대 -300V이고, 도 11(a)에 도시하는 바와 같이 플라즈마는 얇은 시스 두께 d_0 를 갖는 상태이다. 그러나, 상부 전극(34)에 -500V의 직류 전압을 인가하면 상부 전극측의 V_{dc} 가 예컨대 -900V로 되어, 플라즈마 시스의 두께는 V_{dc} 의 절대값의 3/4에 비례하기 때문에, 도 11(b)에 도시하는 바와 같이 보다 두꺼운 플라즈마 시스 d_1 로 형성되어, 그 만큼 플라즈마가 축소화된다. 이와 같이 두꺼운 플라즈마 시스를 형성하여, 플라즈마를 적절히 축소화하는 것에 의해, 반도체 웨이퍼 W 상의 실효 레지스턴스 시간이 증가하고, 또한 플라즈마가 웨이퍼 W 상에 집중하여 확산이 억제되어 해리 공간이 감소한다. 이들에 의해, 플루오로카본계의 처리 가스의 해리가 억제되고, 포토 레지스트막이 에칭되기 어렵게 된다. 따라서, 가변 직류 전원(50)으로부터의 인가 전압은, 상부 전극(34)에 있어서의 플라즈마 시스의 두께가 소망하는 편평 형상 플라즈마가 형성되는 정도로 두껍게 되도록 제어기(51)에 의해 제어하는 것이 바람직하다.

<110> 또한, 플라즈마가 형성될 때에는, 상부 전극(34) 근방에 전자가 생성된다. 상부 전극(34)에 가변 직류 전원(50)으로부터 직류 전압을 인가하면, 이 전압은 전자를 처리 공간의 연직(鉛直) 방향으로 가속시키는 기능을 가진다(전자는 V_{pp} 의 영향에 의해서도 가속된다). 가변 직류 전원(50)의 극성, 전압값, 전류값을 소망하는 것으로 하는 것에 의해, 전자는 반도체 웨이퍼 W에 조사된다. 조사된 전자는 마스크로서의 포토 레지스트막의 조성을 개선시켜, 포토 레지스트막을 강화된다.

<111> 이와 같이, 상부 전극(34)에 인가하는 직류 전압을 제어하여, 상기 상부 전극(34)의 스퍼터 기능 또는 플라즈마의 축소화 기능, 또는 상기 상부 전극(34)에서 생성되는 다량의 전자의 반도체 웨이퍼 W로의 공급 기능이 발휘되는 것에 의해, 포토 레지스트막의 강화나 최적 폴리머의 공급, 처리 가스의 해리 억제 등이 도모되어, 포토 레지스트의 표면 거칠기 등을 억제할 수 있어, 포토 레지스트막에 대한 에칭 대상층의 에칭 선택비를 높일 수 있다. 그것과 함께, 포토 레지스트의 개구부에서의 CD의 넓이를 억제할 수 있어, 보다 고밀도의 패턴 형성을 실현할 수 있다. 특히, 이들 스퍼터 기능 및 플라즈마의 축소화 기능 및 전자의 공급 기능의 3개가 적절히 발휘되도록 직류 전압을 제어함으로써, 이러한 효과를 보다 높일 수 있다.

<112> 또, 상기 각 기능 중 어느 하나가 우세하게 발생하는지는 처리 조건 등에 따라 다르고, 이들 기능의 하나 이상이 발휘되어, 상기 효과를 유효하게 나타낼 수 있도록, 가변 직류 전원(50)으로부터 인가되는 전압을 제어기(51)에 의해 제어하는 것이 바람직하다.

<113> 또한, 상부 전극(34)에 인가하는 직류 전압을 제어함으로써, 플라즈마 포텐셜을 제어할 수 있다. 이것을 이용하여, 플라즈마 포텐셜을 저하시키면, 상부 전극(34)이나 챔버 벽을 구성하는 데포 실드(11), 내벽 부재(26), 절연성 차폐 부재(42)로의 에칭 부생물의 부착을 억제할 수 있다.

<114> 에칭 부생물이 상부 전극(34)이나 챔버 벽을 구성하는 데포 실드(11) 등에 부착되면, 프로세스 특성의 변화나 파티클의 염려가 있다. 특히, 다층막을 연속하여 에칭하는 경우에는, 각 막에 의해서 에칭 조건이 다르기 때문에, 이전의 처리의 영향이 잔존하여 다음 처리에 악영향을 미치는 메모리 효과가 발생하게 된다. 이러한 에칭 부생물의 부착은 플라즈마 포텐셜과 상부 전극(34)이나 챔버 벽 등과의 사이의 포텐셜 차이에 의해서 영향을 미

치기 때문에, 직류 전압을 인가하여 플라즈마 포텐셜을 제어함으로써, 이러한 에칭 생성물의 부착을 억제할 수 있다.

- <115> 또한, 상부 전극(34)에 인가하는 직류 전압을 제어함으로써, 이러한 플라즈마 포텐셜 제어 기능과, 상술한 상부 전극(34)의 스퍼터 기능 및 플라즈마의 축소화 기능 및 전자의 공급 기능을 유효하게 발휘시키는 것도 가능하다.
- <116> 또, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 일없이 여러 가지 변형 가능하다. 예컨대, 상기 실시예에서는, 상부 전극 및 하부 전극을 대향하여 배치하고, 플라즈마 생성용의 고주파 전력을 상부 전극에 인가하고, 이온 인입용의 고주파 전력을 하부 전극에 인가하는 타입의 플라즈마 에칭 장치에 대하여 나타내었지만, 반드시 이 타입에 한정될 필요는 없다. 예컨대, 도 12에 도시하는 바와 같이, 하부 전극인 서셉터(16)에 제 1 고주파 전원(48')으로부터 플라즈마 생성용의 예컨대 60MHz의 고주파 전력을 인가하고, 또한, 제 2 고주파 전원(90')으로부터 이온 인입용의 예컨대 2MHz의 고주파 전력을 인가하는 하부 2주파 인가 타입의 플라즈마 에칭 장치이어도 적용할 수 있다. 도시한 바와 같이 상부 전극(134)에 가변 직류 전원(101)을 접속하여 소정의 직류 전압을 인가함으로써, 실시예 1과 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- <117> 또한, 이 경우에, 도 13에 도시하는 바와 같이, 직류 전원(102)을 하부 전극인 서셉터(16)에 인가하도록 하여도 무방하다.
- <118> 또한, 도 14에 도시하는 바와 같이, 상부 전극(134)'을 챔버(10)를 거쳐서 접지하도록 하고, 하부 전극인 서셉터(16)에 고주파 전원(110)을 접속하며, 이 고주파 전원(110)으로부터 플라즈마 형성용의 예컨대 13.56MHz의 고주파 전력을 인가하는 타입의 플라즈마 에칭 장치이어도 적용할 수 있어, 이 경우에는, 도시한 바와 같이 하부 전극인 서셉터(16)에 가변 직류 전원(112)을 접속하여 소정의 직류 전압을 인가함으로써, 상기 실시예와 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- <119> 또한, 도 15에 도시하는 바와 같이, 도 14의 하부 전극에 접속된 가변 직류 전원(112) 대신에 상부 전극(134)'에 접속된 가변 직류 전원(114)을 마련하더라도 된다.
- <120> 상기 실시예에서는 본 발명을 플라즈마 에칭에 적용한 경우에 대하여 나타내었지만, 이것에 한정되지 않고, 스퍼터링이나 플라즈마 CVD 등, 다른 플라즈마 처리에 적용할 수 있는 것은 말할 필요도 없다. 또한, 피처리 기판도 반도체 웨이퍼에 한정되지 않고, LCD용의 유리 기판 등, 다른 기판에 대해서도 적용할 수 있다.

발명의 효과

- <121> 본 발명에 의하면, 고주파 전원으로부터의 급전을 개시한 시점 또는 그 이후에, 직류 전원으로부터의 인가 전압이 설정값으로 되도록 하기 때문에, 고주파 전력을 공급하는 이외에 직류 전압을 인가하여 플라즈마를 형성할 때에, 이상(異常) 방전을 억제하여 양호한 플라즈마를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따른 플라즈마 에칭 장치를 나타내는 개략 단면도,
- <2> 도 2는 도 1의 플라즈마 에칭 장치에서 제 1 고주파 전원(48)에 접속된 정합기의 구조를 도시한 도면,
- <3> 도 3은 도 1의 플라즈마 에칭 장치에 있어서, 릴레이 회로의 온·오프와 가변 직류 전원으로부터의 직류 전압, 제 1 및 제 2 고주파 전원으로부터의 고주파 전력의 바람직한 인가 시퀀스의 일례를 나타내는 도면,
- <4> 도 4는 도 1의 플라즈마 에칭 장치에 있어서, 릴레이 회로의 온·오프와 가변 직류 전원으로부터의 직류 전압, 제 1 및 제 2 고주파 전원으로부터의 고주파 전력의 바람직한 인가 시퀀스의 다른 예를 나타내는 도면,
- <5> 도 5는 도 1의 플라즈마 에칭 장치에 있어서, 플라즈마 에칭 처리 종료 시의, 릴레이 회로의 온·오프와 가변 직류 전원으로부터의 직류 전압, 제 1 및 제 2 고주파 전원으로부터의 고주파 전력의 바람직한 인가 시퀀스의 일례를 나타내는 도면,
- <6> 도 6은 도 1의 플라즈마 에칭 장치에 있어서, 플라즈마 에칭 처리 종료 시의, 릴레이 회로의 온·오프와 가변 직류 전원으로부터의 직류 전압, 제 1 및 제 2 고주파 전원으로부터의 고주파 전력의 바람직한 인가 시퀀스의 다른 예를 나타내는 도면,
- <7> 도 7은 도 1의 플라즈마 에칭 장치에 있어서, 릴레이 회로의 온·오프와 가변 직류 전원으로부터의 직류 전압,

제 1 및 제 2 고주파 전원으로부터의 고주파 전력의 바람직한 인가 시퀀스의 또 다른 예를 나타내는 도면,

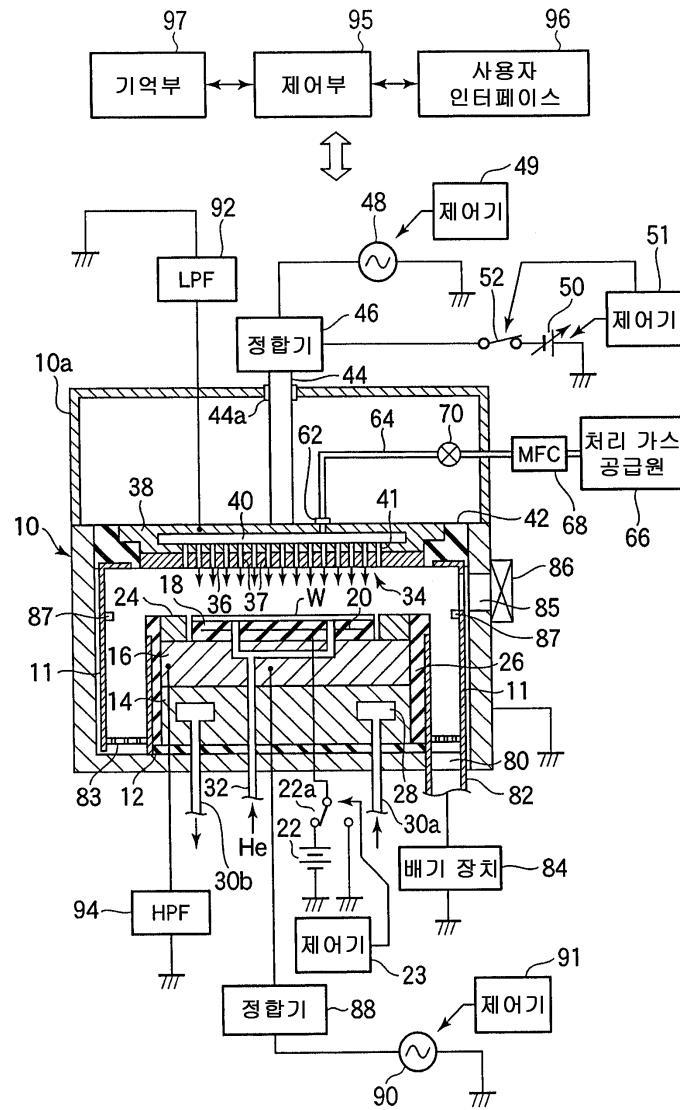
- <8> 도 8은 도 1의 플라즈마 에칭 장치에 있어서, 릴레이 회로의 온·오프와 가변 직류 전원으로부터의 직류 전압, 제 1 및 제 2 고주파 전원으로부터의 고주파 전력의 바람직한 인가 시퀀스의 또 다른 예를 나타내는 도면,
- <9> 도 9는 도 1의 플라즈마 에칭 장치에 있어서, 릴레이 회로의 온·오프와 가변 직류 전원으로부터의 직류 전압, 제 1 및 제 2 고주파 전원으로부터의 고주파 전력의 바람직한 인가 시퀀스의 또 다른 예를 나타내는 도면,
- <10> 도 10은 도 1의 플라즈마 에칭 장치에 있어서, 상부 전극에 직류 전압을 인가했을 때의 Vdc 및 플라즈마 시스 (sheath) 두께의 변화를 도시한 도면,
- <11> 도 11은 도 1의 플라즈마 에칭 장치에 있어서, 상부 전극에 직류 전압을 이가한 경우와 인가하지 않은 경우의 플라즈마 상태를 비교하여 나타내는 도면,
- <12> 도 12는 본 발명의 적용이 가능한 다른 타입의 플라즈마 에칭 장치의 예를 나타내는 개략도,
- <13> 도 13은 본 발명의 적용이 가능한 또 다른 타입의 플라즈마 에칭 장치의 예를 나타내는 단면도,
- <14> 도 14는 본 발명의 적용이 가능한 또 다른 타입의 플라즈마 에칭 장치의 예를 나타내는 개략도,
- <15> 도 15는 본 발명의 적용이 가능한 또 다른 타입의 플라즈마 에칭 장치의 예를 나타내는 단면도.

<16> 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

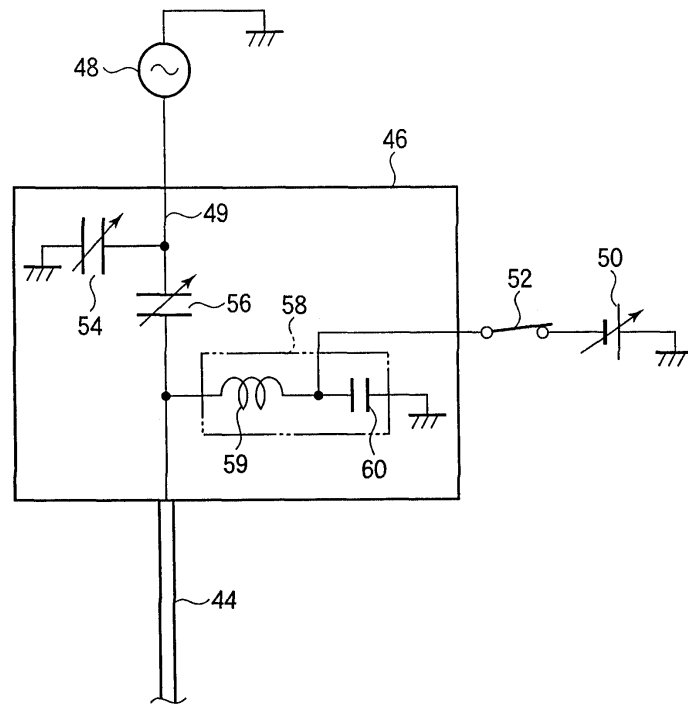
- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <17> 10 : 챔버(처리 용기) <18> 34 : 상부 전극 <19> 46, 88 : 정합기 <20> 50 : 가변 직류 전원 <21> 52 : 온·오프 스위치 <22> 84 : 배기 장치 <23> 90 : 제 2 고주파 전원 <24> W : 반도체 웨이퍼(피처리 기판) | <ul style="list-style-type: none"> 16 : 서셉터(하부 전극) 44 : 급전봉 48 : 제 1 고주파 전원 51 : 제어기 66 : 처리 가스 공급원 87 : GND 블록 95 : 제어부 |
|--|---|

도면

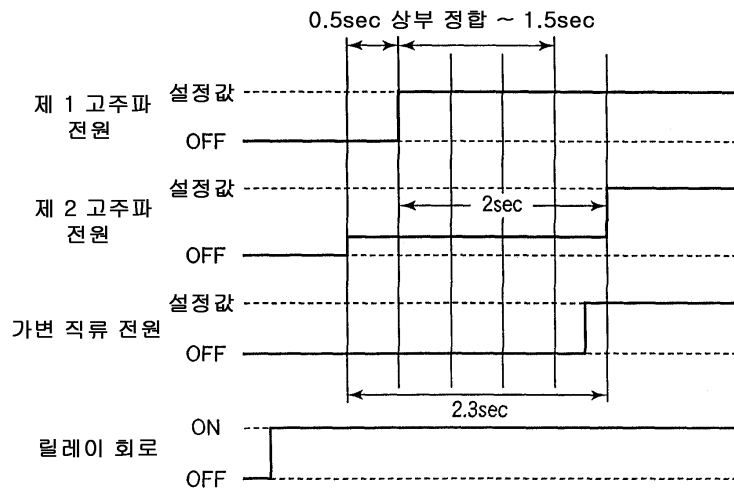
도면1



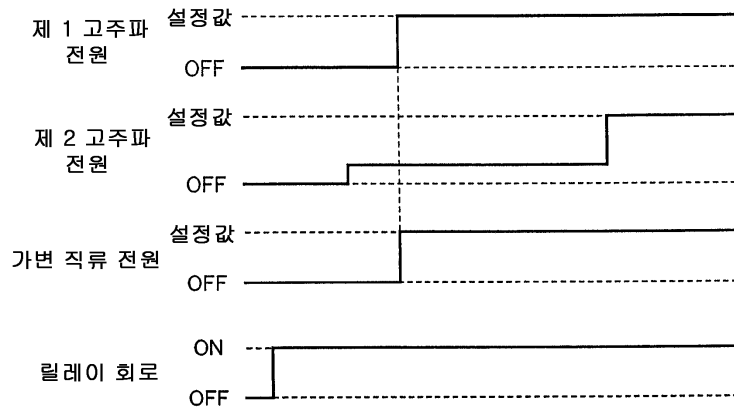
도면2



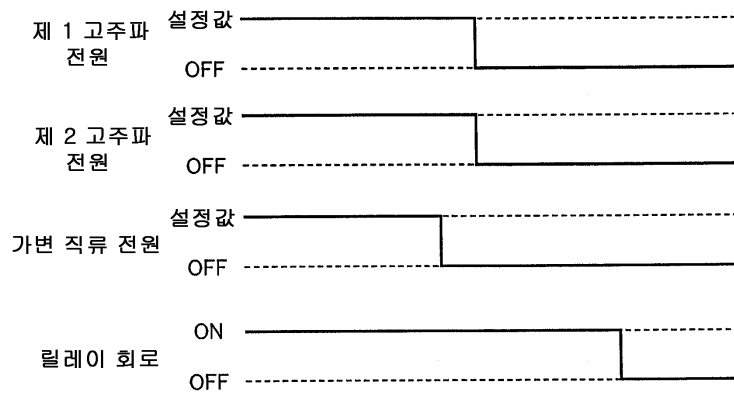
도면3



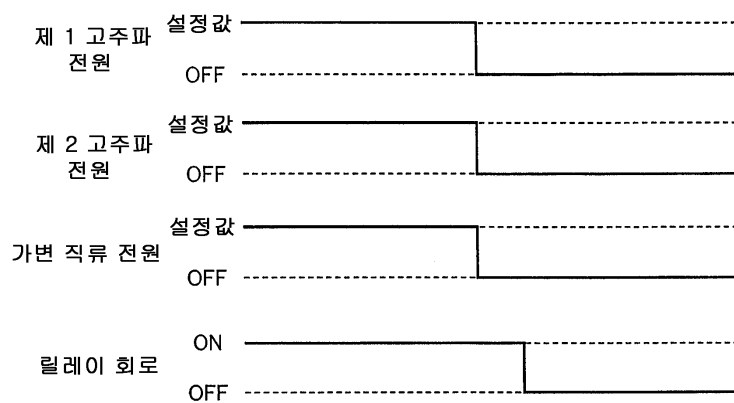
도면4



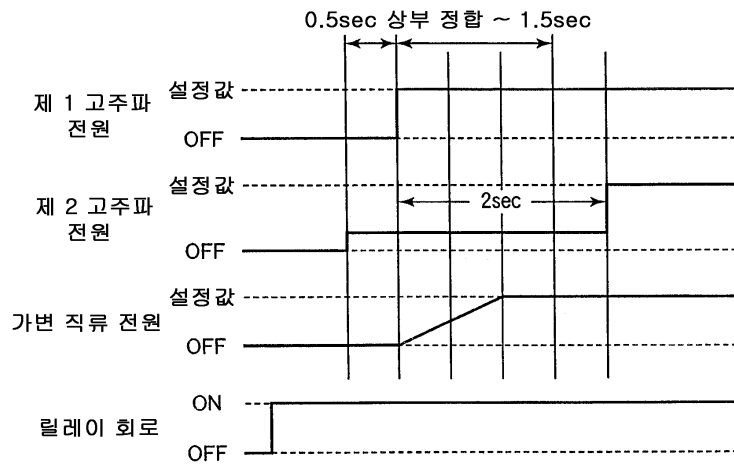
도면5



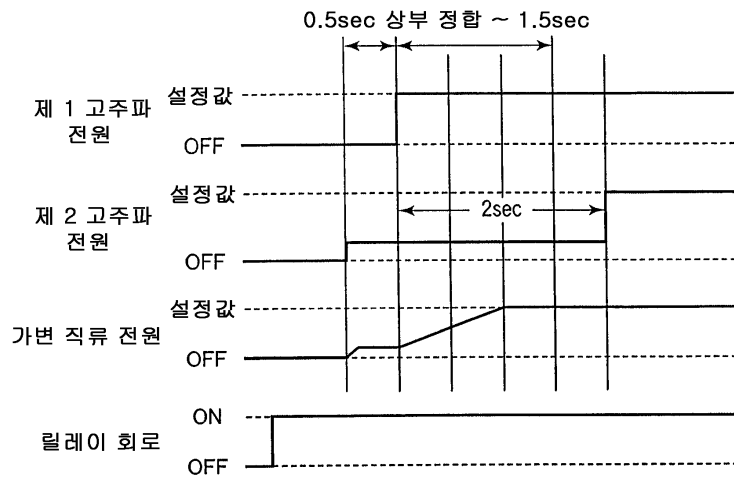
도면6



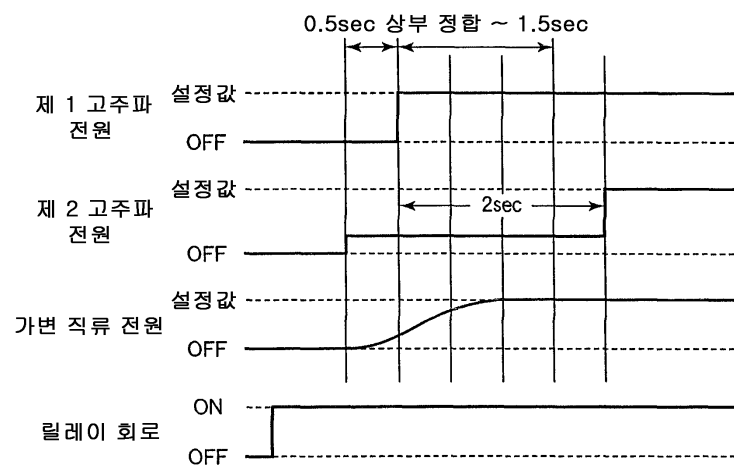
도면7



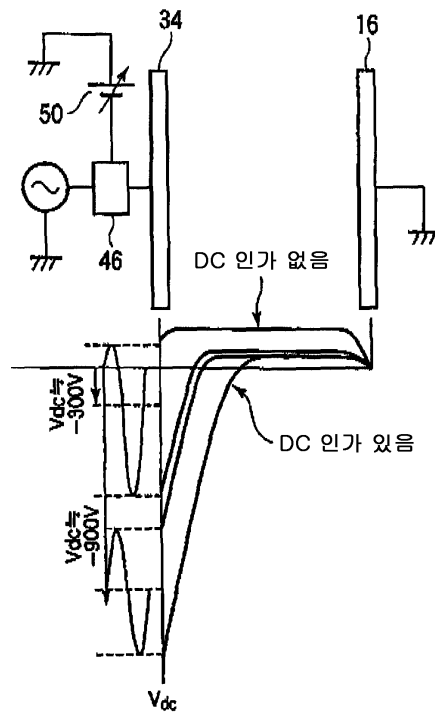
도면8



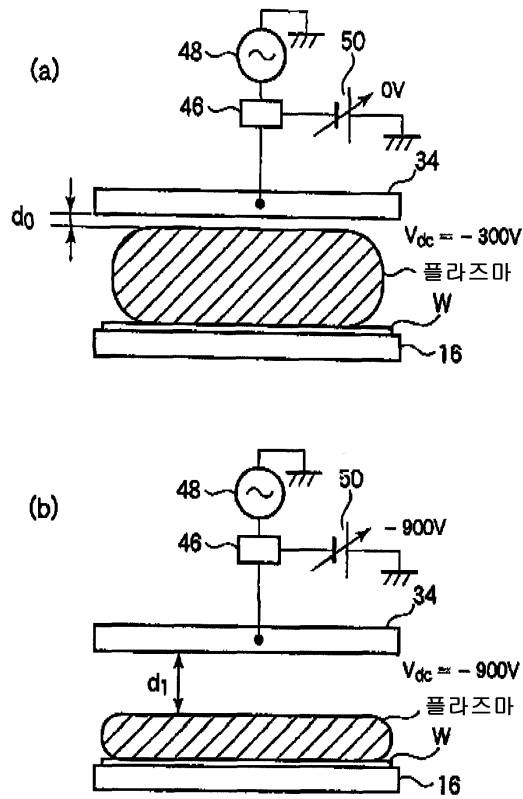
도면9



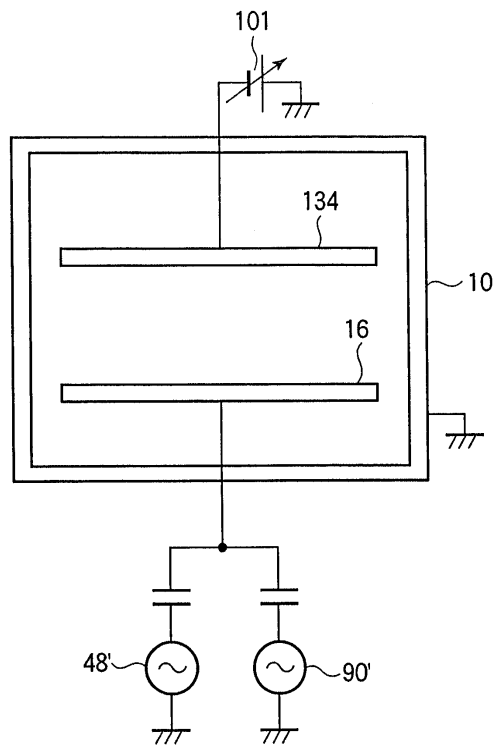
도면10



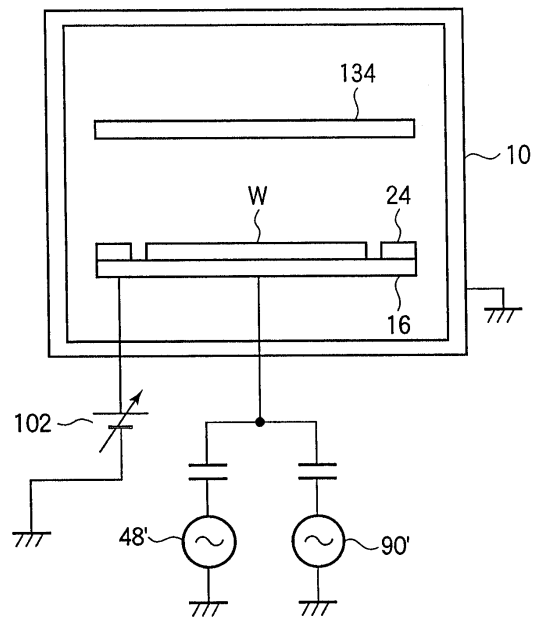
도면11



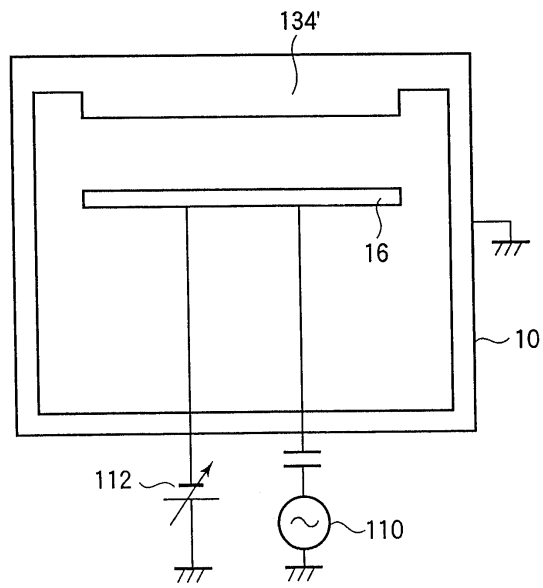
도면12



도면13



도면14



도면15

