(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0007469
(43) 공개일자 2013년01월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/66 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0069186
(22) 출원일자 2012년06월27일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2011-141492 2011년06월27일 일본(JP)
JP-P-2012-142092 2012년06월25일 일본(JP)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5쵸메 3반 1고
(72) 발명자
나카야 미치코
일본, 토야마켄, 토야마시, 쿠로세키타쵸, 2-18-3, 도쿄 엘렉트론 에프이 가부시키가이샤 내
오미네 하루키
일본, 홋카이도, 삿뽀로시, 추오쿠, 니시 4쵸메 키타 3죠, 니혼세이메이 삿뽀로 빌딩 21층, 도쿄 엘렉트론 소프트웨어 테크놀로지스 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

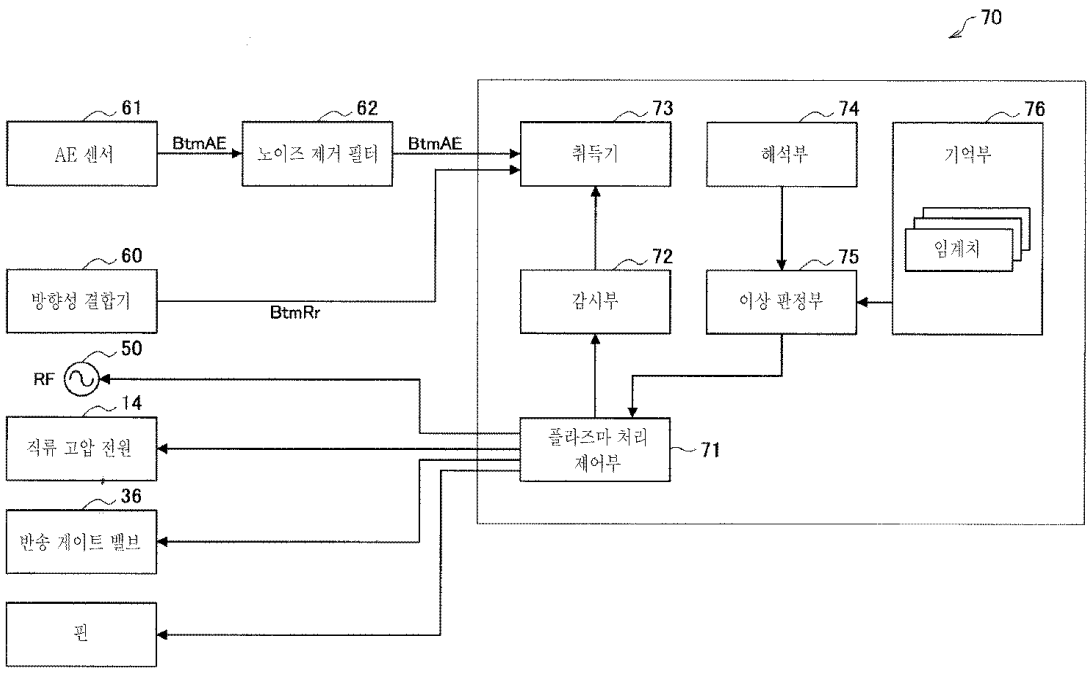
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **이상 검출 장치 및 이상 검출 방법**

(57) 요 약

이상 방전의 판정 정밀도를 향상시키는 것이 가능한 이상 검출 장치 및 이상 검출 방법을 제공한다. 처리실(C) 내에 재치된 웨이퍼(W)로서 플라즈마 처리 후의 웨이퍼(W)의 이탈 개시부터 반송 게이트 밸브가 개방될 때까지의 동작을 감시하고, 상기 동작을 웨이퍼(W) 이탈 시의 동작으로서 특정하는 감시부(72)와, 상기 특정된 웨이퍼(W) 이탈 시의 동작 중, 상기 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원과 정합기 사이 혹은 웨이퍼(W)를 재치하는 재치대로서 기능하는 하부 전극과 상기 정합기 사이에 설치된 방향성 결합기로부터 출력되는 진행파 또는 반사파 중 적어도 어느 하나의 고주파 신호를 취득하는 취득부(73)와, 상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴을 해석하는 해석부(74)와, 상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여 이상 방전의 유무를 판정하는 이상 판정부(75)를 구비하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치(70)가 제공된다.

대 표 도



(72) 발명자

즈나모토 테츠

일본, 미야기켄, 쿠로카와군, 타이와쵸, 테크노힐즈, 1, 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 내

나가이케 히로시

일본, 야마나시켄, 니라사키시, 호사카쵸, 미츠자와, 650번지, 도쿄 엘렉트론 가부시키가이샤 내

특허청구의 범위

청구항 1

피처리체를 플라즈마 처리하는 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원의 정합기와 피처리체를 재치(載置)하는 재치대로서 기능하는 하부 전극 사이에 설치된 RF 센서로부터 출력되는 고주파 신호, 및 상기 처리실에서 발생하는 어쿠스틱 이미션을 검출하기 위한 AE 센서로부터 출력되는 AE 신호를 취득하는 취득부와,

상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴을 해석하는 해석부와,

상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과 및 상기 AE 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정하는 이상 판정부를 구비하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 해석부는, 상기 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴에 기초하여, 상기 고주파 신호의 최대 진폭 및 상기 AE 신호의 최대 진폭의 값을 추출하고,

상기 이상 판정부는, 상기 고주파 신호의 최대 진폭과 제 1 임계치를 비교하고, 또한 상기 AE 신호의 최대 진폭과 제 2 임계치를 비교함으로써, 이상 방전의 유무를 판정하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 RF 센서는 방향성 결합기, RF 프로브 또는 전류 프로브 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 4

처리실 내에 재치된 피처리체로서 플라즈마 처리 후의 피처리체의 이탈 개시부터 반송 게이트 밸브가 개방될 때까지의 동작을 감시하고, 상기 동작을 피처리체 이탈 시의 동작으로서 특정하는 감시부와,

상기 특정된 피처리체 이탈 시의 동작 중, 상기 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원과 정합기 사이 혹은 피처리체를 재치하는 재치대로서 기능하는 하부 전극과 상기 정합기 사이에 설치된 방향성 결합기로부터 출력되는 진행파 또는 반사파 중 적어도 어느 하나의 고주파 신호를 취득하는 취득부와,

상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴을 해석하는 해석부와,

상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정하는 이상 판정부를 구비하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 취득부는, 상기 처리실에서 발생하는 어쿠스틱 이미션(AE)을 검출하기 위한 AE 센서로부터 출력된 AE 신호를 취득하고,

상기 해석부는, 상기 취득된 AE 신호의 파형 패턴을 해석하고,

상기 이상 판정부는, 상기 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 해석부는, 상기 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴에 기초하여, 상기 피처리체 이탈

시의 동작 중의 상기 고주파 신호의 최대 진폭 및 상기 AE 신호의 최대 진폭의 값을 추출하고,

상기 이상 판정부는, 상기 고주파 신호의 최대 진폭과 제 1 임계치를 비교하고, 또한 상기 AE 신호의 최대 진폭과 제 2 임계치를 비교함으로써, 이상 방전의 유무를 판정하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 7

제 2 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 이상 판정부는, 상기 고주파 신호의 최대 진폭의 발생 시각과 상기 AE 신호의 최대 진폭의 발생 시각을 비교함으로써, 이상 방전의 유무를 판정하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 8

제 1 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 해석부는, AE 신호의 파형 패턴을 주파수 해석하고, 주파수 해석된 데이터로부터 원하는 노이즈 제거 필터를 이용하여 노이즈를 제거한 다음, 노이즈가 제거된 데이터를 해석하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 9

제 1 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 AE 센서는, 피처리체를 재치하는 재치대로서도 기능하는 하부 전극으로 고주파 전력을 공급하는 급전봉에 장착되는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 10

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 고주파 신호의 샘플링은 1 μsec ~ 5 μsec마다 행해지는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 11

제 1 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 AE 신호의 샘플링은 1 μsec ~ 1 msec마다 행해지는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 12

제 4 항에 있어서,

상기 감시부는, 정전 척의 전극에 인가하는 직류 고압 전력의 출력을 오프했을 때, 또는 상기 직류 고압 전력을 역인가했을 때, 상기 플라즈마 처리 후의 피처리체의 이탈 개시라고 판정하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치.

청구항 13

피처리체를 플라즈마 처리하는 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원의 정합기와 피처리체를 재치하는 재치대로서 기능하는 하부 전극 사이에 설치된 RF 센서로부터 출력되는 고주파 신호, 및 상기 처리실에서 발생하는 어쿠스틱 이미션을 검출하기 위한 AE 센서로부터 출력된 AE 신호를 취득하는 단계와,

상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴을 해석하는 단계와,

상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과 및 상기 AE 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 방법.

청구항 14

처리실 내에 재치된 피처리체로서 플라즈마 처리 후의 피처리체의 이탈 개시부터 반송 게이트 밸브가 개방될 때까지의 동작을 감시하고, 상기 동작을 피처리체 이탈 시의 동작으로서 특정하는 단계와,

상기 특정된 피처리체 이탈 시의 동작 중, 상기 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원과 정합기 사이 혹은 피처리체를 재치하는 재치대로서 기능하는 하부 전극과 상기 정합기 사이에 설치된 방향성 결합기로부

터 출력되는 진행파 또는 반사파 중 적어도 어느 하나의 고주파 신호를 취득하는 단계와,

상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴을 해석하는 단계와,

상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 방법.

청구항 15

플라즈마 처리 장치로서,

기판을 처리하는 처리실과,

상기 처리실 내에 플라즈마 생성하는 플라즈마 생성 수단과,

상기 플라즈마 생성 수단의 급전부에 접속하고, 상기 플라즈마의 이상을 검출하는 이상 방전 검출 장치를 구비하고,

상기 이상 방전 검출 장치는,

피처리체를 플라즈마 처리하는 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원의 정합기와 피처리체를 재치하는 재치대로서 기능하는 하부 전극 사이에 설치된 RF 센서로부터 출력되는 고주파 신호, 및 상기 처리실에서 발생하는 어쿠스틱 이미션을 검출하기 위한 AE 센서로부터 출력된 AE 신호를 취득하는 취득부와,

상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴을 해석하는 해석부와,

상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과 및 상기 AE 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정하는 이상 판정부를 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 플라즈마 처리 장치에서의 이상 방전을 검출하기 위한 이상 검출 장치 및 이상 검출 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 반도체 웨이퍼(이하, 웨이퍼라고 함) 또는 기판 등의 피처리체에 플라즈마를 이용한 미세 가공을 실시할 경우, 플라즈마 처리를 행하는 처리실 내로 가스를 도입하고, 고주파 전력을 인가하여 도입된 가스를 분해함으로써 플라즈마를 생성하고, 이 플라즈마를 이용하여 피처리체를 플라즈마 처리한다.

[0003] 플라즈마가 생성되는 처리실 내에서는, 다양한 요인에 의해 고주파의 전계가 집중하고, 아크 방전 등의 이상 방전이 발생하는 경우가 있다. 이상 방전은, 피처리체의 표면에 방전 흔적을 남기거나 처리실 내에 배치된 구성 부품을 소손(燒損)시킨다. 또한, 처리실 내의 구성 부품에 부착된 반응 생성물 등을 박리시켜 파티클을 발생시키는 원인도 된다.

[0004] 이 때문에, 처리실 내에서의 이상 방전을 조기에 검출하여, 이상 방전이 보일 경우에는, 즉시 플라즈마 처리 장치의 동작을 정지하는 등 적절히 대처하여, 피처리체 및 각종 부품의 손상 또는 파티클의 발생을 방지할 필요가 있다.

[0005] 따라서, 종래부터 이상 방전을 조기에 검출하는 방법이 제안되고 있다. 일례로서는, 웨이퍼 처리 후에 테스트 공정을 마련하고, 테스트 공정으로 방전 흔적을 목시(目視) 등에 의해 발견하는 방법을 들 수 있다. 그러나 이 방법에 의하면, 웨이퍼 처리 후 테스트 공정까지는 상당한 대기 시간이 있어, 그 사이에도 연이어 미처리의 웨이퍼에 대하여 플라즈마 처리가 실행된다. 이에 의해, 만약 테스트 공정으로 웨이퍼의 결함을 발견해도, 이상 방전이 발생되어 있는 플라즈마 처리 장치를 정지시키기까지 나름의 시간이 걸려, 그 사이에 상당한 제품 웨이퍼를 처리하여 대량의 불량 칩을 생산하게 된다.

[0006] 이상 방전을 조기에 검출하는 다른 방법으로서, AE(어쿠스틱 이미션 : Acoustic Emission) 센서를 이용하여 AE 신호의 파형 패턴으로부터 이상 방전을 검출하는 것도 제안되고 있다(예를 들면, 특허 문헌 1을 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본특허공개공보 2011-14608 호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 그러나, AE 센서는 감도가 좋기 때문에, AE 센서에 의해 검출되는 AE 신호는, 플라즈마 이상 방전에 기인하는 신호뿐 아니라, 플라즈마 처리 장치의 반송 게이트 밸브의 개폐 및 반송 핀의 상하 이동에 기인하는 기계적 진동 등의 노이즈를 많이 포함하고 있다. 따라서, AE 신호에 포함되는 노이즈에 의해 플라즈마 처리 장치의 이상 방전의 검출 정밀도가 저하될 염려가 있다.

[0009] 상기 과제를 감안하여 본 발명은, 이상 방전의 판정 정밀도를 향상시키는 것이 가능한 이상 검출 장치 및 이상 검출 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일태양에 따르면, 피처리체를 플라즈마 처리하는 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원의 정합기와 피처리체를 재치(載置)하는 재치대로서 기능하는 하부 전극 사이에 설치된 RF 센서로부터 출력되는 고주파 신호, 및 상기 처리실에서 발생하는 어쿠스틱 이미션을 검출하기 위한 AE 센서로부터 출력된 AE 신호를 취득하는 취득부와, 상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴을 해석하는 해석부와, 상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과 및 상기 AE 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여 이상 방전의 유무를 판정하는 이상 판정부를 구비하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치가 제공된다.

[0011] 상기 해석부는, 상기 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴에 기초하여, 상기 고주파 신호의 최대 진폭 및 상기 AE 신호의 최대 진폭의 값을 추출하고, 상기 이상 판정부는, 상기 고주파 신호의 최대 진폭과 제 1 임계치를 비교하고, 또한, 상기 AE 신호의 최대 진폭과 제 2 임계치를 비교함으로써, 이상 방전의 유무를 판정해도 된다.

[0012] 상기 RF 센서는 방향성 결합기, RF 프로브 또는 전류 프로브 중 어느 하나여도 된다.

[0013] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 처리실 내에 재치된 피처리체로서 플라즈마 처리 후의 피처리체의 이탈 개시부터 반송 게이트 밸브가 개방될 때까지의 동작을 감시하고, 상기 동작을 피처리체 이탈 시의 동작으로서 특정하는 감시부와, 상기 특정된 피처리체 이탈 시의 동작 중, 상기 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원과 정합기 사이 혹은 피처리체를 재치하는 재치대로서 기능하는 하부 전극과 상기 정합기 사이에 설치된 방향성 결합기로부터 출력되는 진행파 또는 반사파 중 적어도 어느 하나의 고주파 신호를 취득하는 취득부와, 상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴을 해석하는 해석부와, 상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정하는 이상 판정부를 구비하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 장치가 제공된다.

[0014] 상기 취득부는, 상기 처리실에서 발생하는 어쿠스틱 이미션(AE)을 검출하기 위한 AE 센서로부터 출력된 AE 신호를 취득하고, 상기 해석부는 상기 취득된 AE 신호의 파형 패턴을 해석하고, 상기 이상 판정부는, 상기 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정해도 된다.

[0015] 상기 해석부는, 상기 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴에 기초하여, 상기 피처리체 이탈 시의 동작 중의 상기 고주파 신호의 최대 진폭 및 상기 AE 신호의 최대 진폭의 값을 추출하고, 상기 이상 판정부는, 상기 고주파 신호의 최대 진폭과 제 1 임계치를 비교하고, 또한 상기 AE 신호의 최대 진폭과 제 2 임계치를 비교함으로써, 이상 방전의 유무를 판정해도 된다.

[0016] 상기 이상 판정부는, 상기 고주파 신호의 최대 진폭의 발생 시각과 상기 AE 신호의 최대 진폭의 발생 시각을 비교함으로써, 이상 방전의 유무를 판정해도 된다.

[0017] 상기 해석부는, AE 신호의 파형 패턴을 주파수 해석하고, 주파수 해석된 데이터로부터 원하는 노이즈 제거 필터

를 이용하여 노이즈를 제거한 다음, 노이즈가 제거된 데이터를 해석해도 된다.

[0018] 상기 AE 센서는, 피처리체를 재치하는 재치대로서도 기능하는 하부 전극으로 고주파 전력을 공급하는 급전봉에 장착되어도 된다.

[0019] 상기 고주파 신호의 샘플링은 1 μsec ~ 5 μsec마다 행해져도 된다.

[0020] 상기 AE 신호의 샘플링은 1 μsec ~ 1 msec마다 행해져도 된다.

[0021] 상기 감시부는, 정전 척의 전극에 인가하는 직류 고압 전력의 출력을 오프 했을 때, 상기 직류 고압 전력을 역인가했을 때, 상기 플라즈마 처리 후의 피처리체의 이탈 개시라고 판정해도 된다.

[0022] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 태양에 따르면, 피처리체를 플라즈마 처리하는 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원의 정합기와 피처리체를 재치하는 재치대로서 기능하는 하부 전극 사이에 설치된 RF 센서로부터 출력되는 고주파 신호, 및 상기 처리실에서 발생하는 어쿠스틱 이미션을 검출하기 위한 AE 센서로부터 출력된 AE 신호를 취득하는 단계와, 상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴을 해석하는 단계와, 상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과 및 상기 AE 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 방법이 제공된다.

[0023] 또한, 본 발명의 다른 태양에 따르면, 처리실 내에 재치된 피처리체로서 플라즈마 처리 후의 피처리체의 이탈 개시부터 반송 게이트 밸브가 개방될 때까지의 동작을 감시하고, 상기 동작을 피처리체 이탈 시의 동작으로서 특정하는 단계와, 상기 특정된 피처리체 이탈 시의 동작 중, 상기 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원과 정합기 사이 혹은 피처리체를 재치하는 재치대로서 기능하는 하부 전극과 상기 정합기 사이에 설치된 방향성 결합기로부터 출력되는 진행파 또는 반사파 중 적어도 어느 하나의 고주파 신호를 취득하는 단계와, 상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴을 해석하는 단계와, 상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이상 검출 방법이 제공된다.

[0024] 또한, 본 발명의 다른 태양에 따르면, 플라즈마 처리 장치로서, 기판을 처리하는 처리실과, 상기 처리실 내에 플라즈마 생성하는 플라즈마 생성 수단과, 상기 플라즈마 생성 수단의 급전부에 접속하고, 상기 플라즈마의 이상을 검출하는 이상 방전 검출 장치를 구비하고, 상기 이상 방전 검출 장치는, 피처리체를 플라즈마 처리하는 처리실 내에 고주파 전력을 인가하는 고주파 전원의 정합기와 피처리체를 재치하는 재치대로서 기능하는 하부 전극 사이에 설치된 RF 센서로부터 출력되는 고주파 신호, 및 상기 처리실에서 발생하는 어쿠스틱 이미션을 검출하기 위한 AE 센서로부터 출력된 AE 신호를 취득하는 취득부와, 상기 취득된 고주파 신호의 파형 패턴 및 상기 AE 신호의 파형 패턴을 해석하는 해석부와, 상기 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과 및 상기 AE 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여, 이상 방전의 유무를 판정하는 이상 판정부를 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0025] 이상에 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 이상 방전의 판정 정밀도를 향상시키는 것이 가능한 이상 검출 장치 및 이상 검출 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 에칭 처리 장치의 종단면도이다.

도 2는 일실시예에 따른 에칭 처리 장치용의 제어 장치의 기능 구성도이다.

도 3은 일실시예에 따른 데이터 취득 처리를 나타낸 순서도이다.

도 4는 일실시예에 따른 에칭 처리 장치에서 발생하는 이상 파형의 일례를 설명하기 위한 도이다.

도 5는 일실시예에 따른 이상 검출 처리를 나타낸 순서도이다.

도 6은 일실시예에 따른 고주파 신호의 파형 패턴을 웨이퍼마다 나타낸 도이다.

도 7은 일실시예에 따른 고주파 신호의 최대 진폭을 웨이퍼마다 나타낸 도이다.

도 8은 일실시예에 따른 AE 신호의 파형 패턴을 웨이퍼마다 나타낸 도이다.

도 9는 일실시예에 따른 AE 신호의 주파수 해석 후의 파형 패턴을 웨이퍼마다 나타낸 도이다.

도 10은 일실시예에 따른 AE 신호의 최대 진폭을 웨이퍼마다 나타낸 도이다.

도 11은 일실시예에 따른 고주파 신호와 AE 신호의 최대 진폭의 발생 시각의 차이를 나타낸 도이다.

도 12는 다른 실시예에 따른 에칭 처리 장치의 종단면도이다.

도 13은 일실시예에 따른 RF 프로브에 의한 고주파 신호의 파형 패턴과 AE 신호의 파형 패턴을 나타낸 도이다.

도 14는 변형예에 따른 이상 검출 처리를 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 적합한 실시예에 대하여 상세히 설명한다. 또한, 본 명세서 및 도면에서 실질적으로 동일한 기능 구성을 가지는 구성 요소에 대해서는, 동일한 부호를 부여함으로써 중복 설명을 생략한다.

[0028] [장치 구성]

[0029] 우선, 본 발명의 일실시예에 따른 플라즈마 처리 장치로서 에칭 처리 장치를 예로 들어, 그 장치 구성에 대하여 도 1을 참조하여 설명한다. 도 1은, 본 발명의 일실시예에 따른 에칭 처리 장치의 종단면도이다.

[0030] 에칭 처리 장치(10)는, 전극판이 평행하게 대향하여 배치된 용량 결합형의 에칭 장치이다. 에칭 처리 장치(10)는, 예를 들면 표면이 양극 산화 처리된 알루미늄 등으로 이루어지고 원통 형상으로 성형된 처리실(C)을 가지고 있다. 처리실(C)은 접지되어 있다. 처리실(C) 내의 저부(底部)에는 세라믹 등의 절연판(도시하지 않음)을 개재하여, 웨이퍼(W)를 재치하기 위한 대략 원기둥 형상의 서셉터 지지대(11)가 설치되어 있다. 서셉터 지지대(11) 상에는, 하부 전극(DE)을 겸한 재치대(12)가 설치되어 있다.

[0031] 하부 전극(DE) 상에 웨이퍼(W)를 고정하기 위하여, 하부 전극(DE)에는 정전 척(13)이 설치되어 있다. 정전 척(13)의 전극(13a)은, 예를 들면 폴리이미드제의 박막으로 형성되고, 하부 전극(DE)에 매설되어 있다. 직류 고압 전원(14)으로부터 출력된 직류 전압이 전극(13a)에 인가되면, 재치대(12)의 표면 상에 재치된 웨이퍼(W)가 정전 흡착력에 의해 하부 전극(DE)에 흡착 보지(保持)된다.

[0032] 서셉터 지지대(11), 재치대(12), 정전 척(13)에는 웨이퍼(W)의 이면으로 전열 매체(예를 들면 He 가스 등)를 공급하기 위한 도시하지 않은 가스 통로가 형성되어 있고, 이 전열 매체를 통하여 재치대(12)의 냉열이 웨이퍼(W)로 전달되어 웨이퍼(W)가 소정의 온도로 유지되도록 되어 있다.

[0033] 재치대(12)의 상방에는, 하부 전극(DE)에 대향하여 상부 전극(UE)이 설치되어 있다. 상부 전극(UE)은 처리실(C)의 천장부에 지지되어 있다. 상부 전극(UE)은, 상부 전극판(31)과, 상부 전극판(31)을 지지하는 도전성 재료로 이루어지는 전극 지지체(32)를 가지고 있다.

[0034] 처리실(C)에는, 도시하지 않은 가스 경로로부터 플라즈마 에칭 처리를 위한 에칭 가스 등이 공급된다. 처리실(C)의 저부에는 배기관(34)을 개재하여 배기 장치(35)가 접속되어 있다. 배기 장치(35)는 터보 분자 펌프 등의 진공 펌프를 구비하고 있고, 처리실(C) 내를 소정의 감압 분위기까지 진공 배기한다. 또한, 처리실(C)의 측벽에는 반송 게이트 밸브(36)가 설치되어 있고, 반송 게이트 밸브(36)를 개폐함으로써 웨이퍼(W)를 인접하는 반송실(도시하지 않음)과의 사이에서 반송한다.

[0035] 에칭 처리 장치(10)는 상하 2 주파의 고주파 전력을 공급한다. 상부 전극(UE)에는 정합기(41)를 개재하여 제 1 고주파 전원(40)이 접속되어 있다. 제 1 고주파 전원(40)은, 예를 들면 27 ~ 150 MHz의 범위의 주파수(RF)를 가지고 있다. 에칭 가스를 공급하면서 상부 전극과 하부 전극 사이에 제 1 고주파 전력을 인가함으로써, 처리실(C) 내에 바람직한 에칭 가스의 플라즈마를 형성할 수 있다.

[0036] 하부 전극(DE)으로서의 재치대(12)에는, 정합기(51)를 개재하여 제 2 고주파 전원(50)이 접속되어 있다. 정합기(51)와 하부 전극(DE)은 급전봉(52)에 의해 접속되어 있다. 제 2 고주파 전원(50)과 정합기(51) 사이에는 방향성 결합기(60)가 설치되고, 동축 케이블(53a, 53b)로 접속되어 있다. 제 2 고주파 전원(50)은, 제 1 고주파 전원(40)보다 낮은 주파수의 바이어스용 제 2 고주파 전력을 하부 전극(DE)에 인가한다. 이에 의해, 웨이퍼(W)에 대하여 데미지를 주지 않고 적절한 이온 작용을 줄 수 있다. 제 2 고주파 전원(50)의 주파수는, 예를 들면 1 ~ 20 MHz의 범위가 바람직하다. 또한, 방향성 결합기(60)는, 웨이퍼(W)를 재치하는 재치대로서도 기능하는 하부 전극(DE)과 정합기(51) 사이에 설치되어도 된다.

[0037] 이러한 구성에 의해, 처리실(C)로 도입된 에칭 가스는, 제 1 고주파 전원(40)으로부터 출력된 제 1 고주파 전력

에 의해 플라즈마화되고, 생성된 플라즈마를 이용하여 재치대 상의 웨이퍼(W)에 원하는 에칭 처리가 실시된다.

[0038] [이상 방전 검출]

[0039] 이어서, 에칭 처리 장치(10)의 이상 방전의 검출에 대하여 설명한다.

[0040] 에칭 처리 장치(10)에 의한 상기 에칭 처리 중에, 제 2 고주파 전원(50)으로부터 동축 케이블(53a), 방향성 결합기(60), 동축 케이블(53b), 정합기(51), 급전봉(52)을 거쳐 웨이퍼(W)에 제 2 고주파 전력을 인가할 시, 처리실(C) 내에서 이상 방전(예를 들면, 아크 방전)이 발생하는 경우가 있다. 이 때, 플라즈마의 임피던스에 불균일이 발생하여, 정합기(51)로부터 제 2 고주파 전원(50)측으로의 반사파(BtmPr)가 발생한다. 방향성 결합기(60)는, 이 정합기(51)로부터 제 2 고주파 전원(50)을 향하는 반사파(BtmPr)를 검출한다. 또한, 방향성 결합기(60)는, 제 2 고주파 전원(50)으로부터 정합기(51)를 향하는 진행파(BtmPf)를 검출할 수도 있다. 단 방향성 결합기(60)는, 진행파(BtmPf) 또는 반사파(BtmPr) 중 적어도 어느 일방을 검출하면 된다. 이하에서는, 방향성 결합기(60)에 의해 검출된 진행파(BtmPf) 또는 반사파(BtmPr) 중 적어도 어느 하나의 신호를 고주파 신호라 부른다.

[0041] 또한, AE 센서(61)는, 급전봉(52)의 그라운드 라인에 접착제 등으로 장착되어 있다. AE 센서(61)는, 플라즈마 이상 방전 시의 에너지 방출에 기인하는 AE(어쿠스틱 이미션 : Acoustic Emission)를 검출한다. 본 실시예에서는, 웨이퍼 상에 발생하는 이상 방전을 검출하기 위하여, AE 센서(61)를 웨이퍼(W)에 가능한 한 가까운 위치로서, 처리실(C) 밖의 대기(大氣) 공간에 장착한다. 또한, AE 센서(61)는, 웨이퍼(W)의 상방에 장착해도 된다. 단, 웨이퍼(W)의 하방에 AE 센서(61)를 장착하는 편이 웨이퍼(W) 상의 이상 방전을 쉽게 검출할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0042] AE 센서(61)는 감도가 좋기 때문에, AE 센서(61)에 의해 검출되는 AE 신호는, 플라즈마 이상 방전에 기인하는 신호뿐 아니라, 플라즈마 처리 장치(10)의 반송 게이트 밸브(36)의 개폐 및 재치된 웨이퍼(W)를 반송하기 위한 도시하지 않은 핀의 승강에 기인하는 기계적 진동 등의 노이즈를 많이 포함한다. 따라서, AE 신호에 포함되는 노이즈에 의해, 플라즈마 이상 방전의 검출 정밀도가 저하될 염려가 있다.

[0043] 따라서, 본 실시예에 따른 이상 방전의 검출에서는, 방향성 결합기(60)와 AE 센서(61)를 에칭 처리 장치(10)에 장착하고, 방향성 결합기(60)에 의해 검출된 고주파 신호와 AE 센서(61)에 의해 검출된 AE 신호를 고속 샘플링한다. 이하에서는, 샘플링된 AE 신호를 'BtmAE'라고도 표시한다. 또한, 샘플링된 반사파의 고주파 신호를 'BtmPr'라고도 표시하고, 샘플링된 진행파의 고주파 신호를 'BtmPf'라고도 표시한다.

[0044] 이상 검출 장치(70)는, 샘플링된 고주파 신호(BtmPf 및 / 또는 BtmPr)를 방향성 결합기(60)로부터 취득한다. 또한, 이상 검출 장치(70)는 샘플링된 AE 신호(BtmAE)를 AE 센서(61)로부터 취득한다. 이상 검출 장치(70)는, 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과와 AE 신호의 파형 패턴의 해석 결과의 양방의 결과를 이용하여 이상 방전의 유무를 판정한다. 이에 의해, AE 센서(61)만을 이용할 경우에는 AE 신호에 포함되는 이상 방전의 측정치와 노이즈를 분리하는 것은 곤란했지만, 방향성 결합기로부터의 반사파 또는 진행파의 고주파 신호를 이용하여, AE 센서(61)의 검출 결과에 포함되는 노이즈를 제거할 수 있다. 또한, 본 실시예에 따른 이상 방전의 검출에서는, 방향성 결합기(60) 및 AE 센서(61)에 의해 검출된 샘플링 데이터를 양방을 이용하여 이상 방전을 검출하는데, AE 센서(61)에 의해 검출된 샘플링 데이터는 반드시 필요하지는 않고, 방향성 결합기(60)에 의해 검출된 샘플링 데이터만을 해석하여 이상 방전을 검출해도 된다. 단, 양방의 샘플링 데이터를 이용하여 이상 방전을 검출하는 것이 정밀도가 높아져 보다 바람직하다.

[0045] 또한, 고주파 신호의 샘플링은 1 μsec ~ 5 μsec마다 행해지는 것이 바람직하고, AE 신호의 샘플링은 1 μsec ~ 1 msec마다 행해지는 것이 바람직하다.

[0046] 플라즈마 처리 중 항상 AE 신호의 샘플링 데이터를 수집하면, 수집한 데이터량이 막대해진다. 따라서, 수집된 모든 데이터를 해석하여 이상 방전을 검출하는 것은 처리의 부하가 커 효율이 나쁘다. 이에 대하여, 이상 방전이 발생하기 쉬운 조건을 적정하게 추출할 수 있으면, 그 조건을 만족하는 동안만큼 샘플링 데이터를 수집하여, 필요한 샘플링 데이터만을 해석하면 되므로 처리의 부하가 낮아 효율적이다.

[0047] (웨이퍼 이탈 시)

[0048] 이에 대하여 발명자는, 웨이퍼의 제전 시에 웨이퍼(W) 상에서의 이상 방전이 발생하기 쉬운 것을 실험으로 알아냈다. 따라서 본 실시예에서는, 웨이퍼(W) 상에서의 이상 방전이 발생하기 쉬운 웨이퍼 이탈 시의 타이밍에 따라 샘플링 데이터를 수집한다. 이에 의해, 웨이퍼 상과 웨이퍼 이면에서 발생하는 미소한 이상 방전을 검지할

수 있다. 여기서 웨이퍼 이탈 시란, 웨이퍼의 이탈 개시부터 웨이퍼(W)의 이탈 종료까지의 사이를 말한다. 구체적으로, 플라즈마 처리 후, 정전 척(13)의 전극(13a)에 인가하는 직류 고압 전력(HV)의 출력을 오프했을 때, 또는 직류 고압 전력(HV)을 역인가했을 때를 플라즈마 처리 후의 웨이퍼의 이탈 개시의 조건으로 설정한다. 또한, 웨이퍼의 이탈 개시 후, 재치대(12)에 재치된 웨이퍼(W)를 들어올리는 핀을 상승시킨 다음, 반송 게이트 밸브(36)가 개방되었을 때를 웨이퍼(W)의 이탈 종료의 조건으로 설정한다.

[0049] 이와 같이 본 실시예에서는, 직류 고압 전력(HV)의 출력을 오프했을 때, 직류 고압 전력(HV)을 역인가했을 때, 핀을 승강시켰을 때, 반송 게이트 밸브(36)를 개폐했을 때는 모두 웨이퍼(W) 상에서의 이상 방전이 발생하기 쉽기 때문에, 웨이퍼 이탈 시에 포함시켜, 그 사이 샘플링 데이터를 수집한다. 그러나, 웨이퍼 이탈 시의 타이밍은 이에 한정되지 않고, 직류 고압 전력(HV)의 출력을 오프했을 때로부터 반송 게이트 밸브(36)를 개폐시켰을 때까지여도 좋고, 직류 고압 전력(HV)의 출력을 오프했을 때로부터 핀을 승강시켰을 때까지여도 좋고, 직류 고압 전력(HV)을 역인가했을 때로부터 반송 게이트 밸브(36)를 개폐시켰을 때까지여도 좋고, 직류 고압 전력(HV)을 역인가했을 때로부터 핀을 승강시켰을 때까지여도 좋다.

[0050] [기능 구성]

[0051] 이어서, 이상 검출 장치(70)의 기능 구성에 대하여, 도 2를 참조하여 설명한다.

[0052] 이상 검출 장치(70)는 에칭 처리 장치(10)의 이상 방전을 검출하는 장치이며, 플라즈마 처리 제어부(71), 감시부(72), 취득부(73), 해석부(74), 이상 판정부(75) 및 기억부(76)를 가진다. 단, 플라즈마 처리 제어부(71) 및 기억부(76)는 반드시 이상 검출 장치(70)에 필수적인 기능은 아니다.

[0053] 플라즈마 처리 제어부(71)는 에칭 처리 장치(10)에서 실행되는 에칭 처리를 제어한다. 구체적으로 플라즈마 처리 제어부(71)는, 제 2 고주파 전원(50)으로부터의 제 2 고주파 전력의 파워 및 온 / 오프를 제어하고, 직류 고압 전원(14)의 직류 고압 전력(HV)의 파워 및 온 / 오프를 제어한다. 또한, 플라즈마 처리 제어부(71)는, 반송 게이트 밸브(36)의 개폐를 제어하고, 도시하지 않은 재치대(12)에 설치된 웨이퍼(W)를 반송하기 위한 핀의 상하 이동을 제어한다.

[0054] 감시부(72)는, 처리실(C) 내에 재치된 웨이퍼(W)로서 플라즈마 처리 후의 웨이퍼(W)의 이탈 개시부터 반송 게이트 밸브(36)가 개방될 때까지의 동작을 감시하고, 그 동작을 웨이퍼(W)의 이탈 시의 동작으로서 특정한다.

[0055] 취득부(73)는, 상기 특정된 웨이퍼(W)의 이탈 시의 동작 중, 처리실(C) 내에 제 2 고주파 전력을 인가하는 제 2 고주파 전원(50)과 정합기(51) 사이에 설치된 방향성 결합기(60)로부터 출력되는 진행파 또는 반사파 중 적어도 어느 하나의 고주파 신호를 취득한다. 또한, 취득부(73)는, 처리실(C)에서 발생하는 어쿠스틱 이미션(AE)을 검출하기 위한 AE 센서(61)로부터 출력된 AE 신호를 취득한다. 또한, 제 1 고주파 전원(40)과 정합기(41) 사이에 방향성 결합기를 설치하고, 취득부(73)는, 그 방향성 결합기로부터 출력되는 진행파 또는 반사파 중 적어도 어느 하나의 고주파 신호를 취득해도 된다.

[0056] 해석부(74)는 취득된 고주파 신호의 파형 패턴을 해석한다. 또한, 해석부(74)는, 취득된 AE 신호의 파형 패턴을 해석한다. 해석 방법의 일례로서는, 해석부(74)는 고주파 신호의 파형 패턴 및 AE 신호의 파형 패턴에 기초하여, 웨이퍼(W)의 이탈 시의 동작 중의 고주파 신호의 최대 진폭 및 AE 신호의 최대 진폭의 값을 추출하여 해석해도 된다. 또한, 해석부(74)는, AE 신호의 파형 패턴을 주파수 해석(FFT : Fast Fourier Transform)하고, 주파수 해석된 데이터로부터 원하는 노이즈 제거 필터를 이용하여 노이즈를 제거한 다음, 노이즈가 제거된 데이터를 해석해도 된다.

[0057] 노이즈 제거 필터(62)는 AE 신호로부터 불필요한 노이즈를 제거하기 위하여 이용되는 필터이다. 노이즈 제거 필터(62)는 미리 정해진 대역의 노이즈를 제거한다. 예를 들면, 노이즈 제거 필터(62)는 도 9에 나타낸 바와 같이, 70 kHz 이상의 신호만을 통과시키고, 그 이외의 대역을 노이즈로서 제거하는 하이 패스 필터(HPF), 또는 원하는 대역의 신호만을 통과시키고, 그 이외의 대역을 노이즈로서 제거하는 밴드 패스 필터(BPF)가 있다. 예를 들면 본 실시예에서는, 밴드 패스 필터(BPF)의 대역을 80 ~ 105 kHz, 130 ~ 150 kHz, 220 ~ 240 kHz, 260 ~ 290 kHz, 300 ~ 325 kHz, 430 ~ 450 kHz로 설정하고, 그 이외의 대역을 노이즈로서 제거한다.

[0058] 해석부(74)는, 노이즈 제거 필터(62)로 통과된 AE 신호를, 예를 들면 1 MHz의 주파수로 고속 샘플링하여 디지털 데이터(고속 샘플링 데이터)로 변환하고, 기억부(76)에 기억한다.

[0059] 이상 판정부(75)는, 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여 이상 방전의 유무를 판정한다. 이상 판정부(75)는, 고주파 신호의 파형 패턴의 해석 결과 및 AE 신호의 파형 패턴의 해석 결과에 기초하여 이상 방전의

유무를 판정해도 된다. 구체적으로 이상 판정부(75)는, 고주파 신호의 최대 진폭과 제 1 임계치(후술하는 임계치(C))를 비교하고, 또한 AE 신호의 최대 진폭과 제 2 임계치(후술하는 임계치(D))를 비교함으로써, 이상 방전의 유무를 판정해도 된다. 또한, AE 신호에 포함되는 노이즈를 고려하여, 이상 판정부(75)는, 고주파 신호의 최대 진폭의 발생 시각과 AE 신호의 최대 진폭의 발생 시각을 비교함으로써, 이상 방전의 유무를 판정해도 된다.

[0060] 기억부(76)는, 이상 판정부(75)가 이상 방전인지 여부를 판정하기 위한 각종 임계치를 기억한다. 또한, 기억부(76)는, AE 센서(61)로부터의 샘플링 데이터 및 방향성 결합기(60)로부터의 샘플링 데이터를 일시적으로 축적해도 된다. 각종 임계치는 이상 방전 검출 결과를 피드백하여 값이 최적화되어도 된다.

[0061] 또한, 플라즈마 처리 제어부(71), 감시부(72), 취득부(73), 해석부(74) 및 이상 판정부(75)의 기능은, 예를 들면 CPU(Central Processing Unit)가 기억부(76)에 저장된 프로그램에 따라 동작함으로써 실현될 수 있다. 이 프로그램은 기억 매체에 저장되어 제공되고, 도시하지 않은 드라이버를 통하여 기억부(76)에 판독되어도 되고, 또한 도시하지 않은 네트워크로부터 다운로드되어 기억부(76)에 저장되어도 된다. 또한, 상기 각 부의 기능을 실현하기 위하여, CPU 대신에 DSP(Digital Signal Processor)가 이용되어도 된다. 기억부(76)는, 예를 들면 반도체 메모리, 자기 디스크, 또는 광학 디스크 등을 이용하는 RAM(Random Access Memory) 또는 ROM(Read Only Memory)으로서 실현될 수 있다. 또한, 플라즈마 처리 제어부(71), 감시부(72), 취득부(73), 해석부(74) 및 이상 판정부(75)의 기능은, 소프트웨어를 이용하여 동작함으로써 실현되어도 되고, 하드웨어를 이용하여 동작함으로써 실현되어도 된다.

[0062] [동작 : 데이터 취득]

[0063] 이어서, 본 실시예에 따른 이상 검출 장치(70)의 데이터 취득의 동작에 대하여, 도 3을 참조하여 설명한다. 도 3은, 본 실시예에 따른 이상 검출 장치(70)에서 실행되는 데이터 취득 처리의 순서도를 나타낸다.

[0064] 데이터 취득 처리에서는, 우선 취득부(73)는 플라즈마 처리가 종료되었는지 여부를 판정한다(단계(S305)). 플라즈마 처리가 종료되어 있지 않을 경우, 취득부(73)는 플라즈마 처리가 종료될 때까지 단계(S305)를 반복한다. 플라즈마 처리가 종료되었을 경우, 취득부(73)는 직류 고압 전원(14)으로부터의 직류 고압 전력(HV)이 오프되고, 또한 직류 고압 전력(HV)의 역인가가 실행되었는지를 판정한다(단계(S310)). 직류 고압 전력(HV)의 역인가가 실행되어 있지 않을 경우, 취득부(73)는 직류 고압 전력(HV)의 역인가가 실행될 때까지 단계(S310)를 반복한다.

[0065] 직류 고압 전력(HV)의 역인가가 실행되었을 경우, 취득부(73)는, 고주파 신호 및 AE 신호의 데이터를 웨이퍼 이탈 시의 샘플링 데이터로서 기억부(76)에 축적한다(단계 (S315)). 이어서 취득부(73)는, 웨이퍼(W)를 반출하기 위한 반송 게이트 밸브(36)가 개방되었는지를 판정한다(단계 (S320)). 취득부(73)는, 반송 게이트 밸브(36)가 개방될 때까지 샘플링 데이터를 취득하고, 반송 게이트 밸브(36)가 개방되면 본 처리를 종료한다.

[0066] 이상에 설명한 데이터 취득 처리에 의해 샘플링된 데이터의 일례를 도 4에 나타낸다. 도 4의 각 그래프의 횡축은 시간, 종축은 전압이다. 도 4의 좌방의 각 그래프는, 위로부터 차례로 진행파의 고주파 신호(BtmPf)의 데이터, 반사파의 고주파 신호(BtmPr)의 데이터, AE 신호(BtmAE)의 데이터, 직류 고압 전력(HV)의 데이터이다.

[0067] 진행파의 고주파 신호(BtmPf) 및 반사파의 고주파 신호(BtmPr)에서 전압치가 급격히 저하되어 있는 부분은 플라즈마 처리가 종료된 시점이며, 제 2 고주파 전원(50)의 제 2 고주파 전력을 오프로 했을 때를 나타낸다.

[0068] 도 4의 중앙의 각 그래프는 도 4의 좌방의 각 그래프를 확대한 것이다. 도 4의 중앙의 가장 아래의 그래프에 나타낸 바와 같이, 직류 고압 전력(HV)을 오프한 다음, 역인가하고 있는 도중에 도 4의 중앙 위의 3 개에 나타낸 진행파의 고주파 신호(BtmPf), 반사파의 고주파 신호(BtmPr) 및 AE 신호(BtmAE)에, 도면 중에 두꺼운 화살표로 나타낸 웨이퍼 상의 이상 방전이 발생되어 있는 것을 알 수 있다. 도 4의 오른쪽의 각 그래프는, 도 4의 중앙의 위로부터 2개 그래프를 더 확대한 것이다. 별개로, 웨이퍼의 결함 검사를 행하면, 도 4와 같은 이상 파형이 검출된 웨이퍼에서 방전 흔적이 확인되었다. 이상의 실험 결과로부터, 웨이퍼 이탈 시의 동작과 웨이퍼 상의 이상 방전에는 상관이 있는 것을 알 수 있었다.

[0069] [동작 : 이상 방전의 검출]

[0070] 이상의 검토 결과에 기초하여, 이어서는 본 실시예에 따른 이상 검출 장치(70)의 이상 방전의 검출 동작에 대하여, 도 5를 참조하여 설명한다. 도 5는, 본 실시예에 따른 이상 검출 장치(70)에서 실행되는 이상 방전 검출 처리의 순서도를 나타낸다.

[0071] 이상 방전 검출 처리에서는, 우선 해석부(74)는, 취득부(73)에 의해 취득된 웨이퍼 이탈 시의 샘플링 데이터를

취득한다(단계(S505)). 예를 들면 해석부(74)는, 웨이퍼 이탈 시의 샘플링 데이터를 기억부(76)로부터 판독한다.

[0072] 이어서 이상 판정부(75)는, 고주파 신호의 샘플링 데이터 중, 미리 정해진 임계치(A)보다 큰 값을 가지는 이상 피크가 있는지를 판정한다(단계(S510)). 이상 피크가 있을 경우, 이상 판정부(75)는 웨이퍼(W) 상에 이상 방전이 있다고 판정하고(단계(S515)), 프로세스 실행의 정지를 플라즈마 처리 제어부(71)에 지시한 다음(단계(S520)), 본 처리를 종료한다.

[0073] 한편 단계(S510)에서, 고주파 신호의 샘플링 데이터 중 미리 정해진 임계치(A)보다 큰 값을 가지는 이상 피크가 없을 경우, 이상 판정부(75)는 AE 신호의 샘플링 데이터 중 미리 정해진 임계치(B)보다 큰 값을 가지는 이상 피크가 있는지를 판정한다(단계(S525)). 이상 피크가 없을 경우, 본 처리를 종료한다. 한편, AE 신호의 샘플링 데이터 중 미리 정해진 임계치(B)보다 큰 값을 가지는 이상 피크가 있을 경우, 이상 판정부(75)는 웨이퍼(W) 상에 이상 방전이 있다고 판정하고(단계(S515)), 프로세스 실행의 정지를 플라즈마 처리 제어부(71)에 지시한 다음(단계(S520)), 본 처리를 종료한다.

[0074] 이상에 설명한 이상 방전 처리에 사용되는 데이터 중 고주파 신호에 관한 데이터의 일례를 도 6에 나타낸다. 도 6의 각 그래프의 횡축은 시간, 종축은 전압이다. 도 6의 각 그래프는, 1 ~ 12 매째의 웨이퍼에 대하여, 직류 고압 전력(HV)의 역인가 시에서의 방향성 결합기(60)의 반사파의 고주파 신호(BtmPr)의 데이터이다.

[0075] 반사파의 고주파 신호(BtmPr)의 상태를 보면, 직류 고압 전력(HV)의 역인가 시에 2 매째의 웨이퍼, 5 매째의 웨이퍼, 6 매째의 웨이퍼, 8 매째의 웨이퍼, 9 매째의 웨이퍼에서 이상 피크가 의심되는 스펙트럼이 검출되어 있다(도 6의 화살표 부분).

[0076] 따라서 이상 판정부(75)는, 단계(S510)에서 상기 비교 처리를 행할 시, 고주파 신호의 최대 진폭과 임계치(A)(제 1 임계치에 상당)를 비교하여, 이상 방전의 유무를 판정한다. 도 7에 반사파의 고주파 신호(BtmPr)의 최대 진폭과 임계치(A)를 비교한 도를 나타낸다. 이에 의하면, 이상 판정부(75)는 2, 5, 6, 9 매째의 웨이퍼에서 이상 방전이 발생되어 있다고 판정하고, 8 매째의 웨이퍼에서는 저도의 이상 방전이 발생되어 있다고 판정한다. 발명자가 SEM(주사형 전자 현미경)으로 아킹 흔적을 체크한 바, 2, 5, 6, 9 매째의 웨이퍼에서 발생되어 있던 아킹 흔적은, 8 매째의 웨이퍼에서 발생되어 있던 아킹 흔적보다 컸다. 임계치(C) 이상에서 이상 방전이 발생하고 있다고 판단하고, 전압치의 대소로 이상 방전의 대소를 구별한다. 즉, 임계치(A) 이상에서 비교적 큰 이상 방전, 임계치(C) 이상에서 저도의 이상 방전이라고 판단한다.

[0077] 이와 같이, HV 역인가 시에 반사파의 고주파 신호(BtmPr)에서 이상 파형이 발생한 웨이퍼와 아킹 흔적이 있던 웨이퍼가 일치하는 것을 알 수 있었다. 또한, 반사파의 고주파 신호(BtmPr)의 최대 진폭의 값과 아킹 흔적의 대소에 상관이 있는 것을 알 수 있었다.

[0078] 또한, 본 실시예에 따른 이상 검지 방법에서는, 1 매라도 이상 방전을 검출했을 경우에는, 즉시 플라즈마 처리를 정지시키도록 제어한다. 또한, 임계치(C)에 대해서는 후술하는 변형예에서 설명한다.

[0079] 이어서, 이상 방전 처리에 사용된 데이터 중 AE 신호에 관한 데이터의 일례를 도 8에 나타낸다. 도 8의 각 그래프의 횡축은 시간, 종축은 전압이다. 도 8의 각 그래프는, 1 ~ 12 매째의 웨이퍼에 대하여, 직류 고압 전력(HV)의 역인가 시에서의 AE 센서(61)의 AE 신호(BtmAE)의 데이터이다.

[0080] AE 신호(BtmAE)의 상태를 보면, 직류 고압 전력(HV)의 역인가 시에 2, 5, 6, 8, 9 매째의 웨이퍼에서 이상 피크라고 의심되는 스펙트럼이 검출되어 있다(도 8의 화살표 부분).

[0081] 따라서 이상 판정부(75)는, 단계(S525)에서 상기 비교 처리를 행할 시, 노이즈 제거 후의 AE 신호의 최대 진폭과 임계치(B)(제 2 임계치에 상당)를 비교하여, 이상 방전의 유무를 판정한다. 이 때 해석부(74)는, AE 신호를 주파수 해석한다. 도 9의 좌방의 각 그래프는 2, 5, 6, 8, 9 매째의 웨이퍼에 대한 AE 신호이며, 도 9의 중앙의 각 그래프는 2, 5, 6, 8, 9 매째의 웨이퍼에 대한 AE 신호의 주파수 해석 후의 데이터이다. 도 9의 좌방의 각 그래프 및 도 9의 중앙의 각 그래프에 나타낸 화살표가 이상 방전의 유무를 판정해야 하는 부분이다.

[0082] 또한, 해석부(74)는, 주파수 해석 후의 데이터를 상술한 노이즈 제거 필터에 통과시킨다. 도 10에 노이즈 제거 후의 AE 신호(BtmAE)의 최대 진폭과 임계치(B)를 비교한 도를 나타낸다. 이에 의하면 이상 판정부(75)는, 노이즈 제거 후의 AE 신호의 최대 진폭이 임계치(B)보다 큰 2, 5, 6, 9 매째의 웨이퍼에서 이상 방전이 발생되어 있다고 판정하고, 노이즈 제거 후의 AE 신호의 최대 진폭이 임계치(B)보다 작은 8 매째의 웨이퍼에서는 저도의 이상 방전이 발생되어 있다고 판정한다. 단, 본 실시예에 따른 이상 검지 방법에서는, 1 매라도 이상 방전을 검출

했을 경우에는, 즉시 플라즈마 처리를 정지시키도록 제어한다. 임계치(D) 이상에서 이상 방전이 발생되어 있다고 판단하고, 노이즈 제거 후의 BtmAE의 최대 진폭의 대소로 이상 방전의 대소를 구별한다. 즉, 임계치(B) 이상에서 비교적 큰 이상 방전, 임계치(D) 이상에서 저도의 이상 방전이라고 판단한다.

[0083] 이상의 결과와 웨이퍼 결함 검사의 결과를 비교하여, HV 역인가 시에 AE 신호(BtmAE)에서 이상 파형이 발생한 웨이퍼와 아킹 흔적이 있던 웨이퍼가 일치하는 것을 알 수 있었다. 또한, 고주파 신호(BtmPr)의 최대 진폭과 AE 신호(BtmAE)의 최대 진폭의 값과 아킹 흔적의 대소에 상관이 있는 것을 알 수 있었다.

[0084] AE 센서(61)는 센서의 감도가 매우 좋다고 하는 성질을 가지고 있다. 이 때문에, AE 센서(61)에 의해 검출되는 AE 신호는, 플라즈마 이상 방전에 기인하는 신호뿐 아니라, 플라즈마 처리 장치(10)의 반송 게이트 밸브(36)의 개폐 및 웨이퍼 반송을 위한 핀의 상하 이동에 기인하는 기계적 진동 등의 노이즈를 많이 포함한다. 따라서, AE 신호에 포함되는 노이즈에 의해, 플라즈마 이상 방전의 검출 정밀도가 저하될 염려가 있다. 이에 대하여, 본 실시예에 따른 이상 검출 방법에서는, 고주파 신호의 해석 및 AE 신호의 해석의 양방을 해석한다. 그리고, 이들 해석 결과에 기초하여 이상 방전을 검출했을 경우에는, 즉시 플라즈마 처리를 정지시키도록 제어한다. 예를 들면, 각 신호의 진폭의 크기뿐 아니라, 고주파 신호의 최대 진폭의 발생 시각과 AE 신호의 최대 진폭의 발생 시각을 비교함으로써, 이상 방전의 유무를 판정할 수도 있다. AE 신호는 기계적인 진동을 검출하고 있기 때문에, AE 센서의 설치 장소 또는 설치 방법에 따라 이상 방전 발생 장소로부터 AE 센서까지의 진동의 전파 속도가 변화한다. 이 때문에, 예를 들면 도 11에 나타낸 바와 같이, 고주파 신호에서의 이상 피크의 발생 시각과 AE 신호에서의 이상 피크의 발생 시각에는 차이가 발생한다.

[0085] 구체적인 고주파 신호의 최대 진폭의 발생 시각과 AE 신호의 최대 진폭의 발생 시각을 비교함에 있어서는, 도 5의 단계(S510) 대신에 우선 단계(S525)에 의해 AE 신호의 샘플링 데이터에 이상 피크가 있는지를 판정한다. 그리고, 이상 피크가 있을 경우, 단계(S510)로 진행하고, 고주파 신호의 샘플링 데이터에 이상 피크가 있는지를 판정한다. 그리고, 단계(S510)에서 이상 피크가 있을 경우, 고주파 신호의 최대 진폭의 발생 시각과 AE 신호의 최대 진폭의 발생 시각을 비교한다. 그리고, 시간 차이가 소정의 임계치보다 클 경우에는 AE 신호에 포함되는 신호는 노이즈라고 판정하고, 시간 차이가 임계치 내가 될 경우에는 이상 방전이 발생하고 있다고 판정한다. 이와 같이 하여, AE 신호에 포함되는 노이즈를 고주파 신호의 해석 결과에 기초하여 제거함으로써, 플라즈마 이상 방전의 검출 정밀도를 향상시킬 수 있다. 또한, 고주파 신호의 해석 결과에만 기초하여 이상 방전을 검출할 수 있다. 한편, AE 신호의 해석 결과에만 기초하여 이상 방전을 검출하는 것은 상기 노이즈를 제거할 수 없기 때문에 바람직하지 않다.

[0086] 이상, 본 실시예에 따른 이상 검출 장치(70)에 의하면, 샘플링 데이터로부터 미소한 이상 방전을 검지할 수 있다. 이러한 리얼 타임 진단에 의해, 이상인 처리를 조기에 정지시킬 수 있어, 수율의 저하를 방지할 수 있다.

[0087] 또한, 본 실시예에 따른 이상 검출 방법에서는, 웨이퍼(W) 상에서의 이상 방전이 발생하기 쉬운 웨이퍼 이탈 시의 타이밍에 따라 샘플링 데이터를 수집한다. 이에 의하면, 필요한 샘플링 데이터만을 해석하면 되므로, 처리의 부하를 경감하여 효율화를 도모할 수 있다.

[0088] 또한, 이상의 실시예에서는, 고주파 신호의 검출에 방향성 결합기(60)를 이용했지만, 고주파 신호의 검출 방법은 본 실시예의 내용에 한정되지 않는다. 고주파 신호의 검출에는, 예를 들면 고주파 전압을 검출하는 RF 프로브 또는 고주파 전류를 검출하는 전류 프로브와 같은 이른바 RF 센서를 이용할 수 있다. 또한, 방향성 결합기(60)도 RF 센서에 포함된다.

[0089] 방향성 결합기(60) 이외의 RF 센서를 이용할 경우에도, 도 12에 도시한 바와 같이 당해 RF 센서(80)는, 제 2 고주파 전원(50)의 정합기(51)와 재치대(12) 사이, 보다 구체적으로 급전봉(52)에 접속해도 된다. 하부 전극(DE)을 겸한 재치대(12)에 보다 가까운 위치에 RF 센서(80)를 설치함으로써, 보다 정확한 고주파 신호의 검출을 행할 수 있다. 또한, RF 프로브 또는 전류 프로브를 이용할 경우에도, 이상 검출 장치(70)에서의 이상 방전의 검출 동작은 상기와 동일하다.

[0090] RF 센서(80)로서 RF 프로브를 이용하여 샘플링된 데이터의 일례를 도 13에 나타낸다. 도 13의 각 그래프의 횡축은 시간, 종축은 전압이다. 도 13의 각 그래프는, 위로부터 차례로 RF 프로브에 의한 데이터, AE 신호(BtmAE), RF 프로브에 의한 데이터의 시간축을 확대한 것이다.

[0091] 도 13과 같은 이상 파형이 검출된 웨이퍼에서 별개로 웨이퍼의 결함 검사를 행하면, 방전 흔적이 확인된다. 따라서, RF 센서(80)로서 방향성 결합기(60) 이외의 센서를 이용해도, 이상 방전의 유무를 판정할 수 있는 것이 확인되었다.

[0092] [변형예]

[0093] 마지막으로, 상기 실시예의 변형예에 따른 이상 검출 장치(70)의 이상 방전의 검출 동작에 대하여, 도 14를 참조하여 설명한다. 도 14는, 상기 실시예의 변형예에 따른 이상 검출 장치(70)에서 실행되는 이상 방전 검출 처리의 순서도를 나타낸다.

[0094] 변형예에 따른 이상 방전 검출 처리에서는, 우선 해석부(74)는, 취득부(73)에 의해 취득된 웨이퍼 이탈 시의 샘플링 데이터를 취득한다(단계(S505)). 이어서 이상 판정부(75)는, 고주파 신호의 샘플링 데이터 중 미리 정해진 임계치(C)(도 7 참조)보다 큰 값을 가지는 이상 피크가 있는지를 판정한다(단계(S510)). 이상 피크가 있을 경우, 이상 판정부(75)는 웨이퍼(W) 상에 이상 방전이 있다고 판정하고(단계(S515)), 프로세스 실행의 정지를 플라즈마 처리 제어부(71)에 지시한 다음(단계(S520)), 본 처리를 종료한다.

[0095] 한편 단계(S510)에서, 고주파 신호의 샘플링 데이터 중 미리 정해진 임계치(C)보다 큰 값을 가지는 이상 피크가 없을 경우, 이상 판정부(75)는, AE 신호의 샘플링 데이터 중 미리 정해진 임계치(D)보다 큰 값을 가지는 이상 피크가 있는지를 판정한다(단계(S525)). 이상 피크가 있을 경우, 이상 판정부(75)는, 웨이퍼(W) 상에 이상 방전이 있다고 판정하고(단계(S515)), 프로세스 실행의 정지를 플라즈마 처리 제어부(71)에 지시한 다음(단계(S520)), 본 처리를 종료한다.

[0096] 이상과 같이 본 변형예에 따르면, 도 7, 도 10의 임계치(C, D) 이상에서 이상 방전 발생으로 한다. 임계치(A, B) 이하는 저도의 이상 방전, 임계치(A, B) 이상은 비교적 대규모인 이상 방전과 이상 방전의 대소를 구별하고, FDC(Fault Detection and Classification)로서, 이상 방전 발생 원인의 구명 또는 대책으로 연결한다.

[0097] 단, 저도의 이상 방전이라도 수율 저하로 이어지므로, 임계치(A, B) 이하에서도 임계치(C, D) 이상이면 '이상 방전 발생'이라고 인식하여, 플라즈마 처리 장치를 정지시킬 필요가 있다.

[0098] 이상, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 적합한 실시예에 대하여 상세히 설명했지만, 본 발명은 이러한 예에 한정되지 않는다. 본 발명이 속하는 기술의 분야에서의 통상의 지식을 가지는 자라면, 특허 청구의 범위에 기재된 기술적 사상의 범주에서 각종의 변경예 또는 수정예에 상도할 수 있는 것은 명백하며, 이들에 대해서도 당연히 본 발명의 기술적 범위에 속하는 것으로 이해된다.

[0099] 예를 들면, 상기 실시예에 따른 이상 검출 장치를 에칭 처리 장치에 사용하는 예를 들어 설명했지만, 본 발명에 따른 이상 검출 장치는 이에 한정되지 않고, 예를 들면 성막 장치, 애싱 처리 장치 등에도 이용할 수 있다. 또한, 플라즈마 처리 장치의 플라즈마원에 대해서도, 기술한 실시예에서의 평행 평판 플라즈마 외에, 예를 들면 마이크로파 플라즈마, 마그네트론 플라즈마, ICP 플라즈마 등의 각종 플라즈마를 이용할 수 있다.

부호의 설명

[0100] 10 : 에칭 처리 장치

12 : 재치대

13 : 정전 척

14 : 직류 고압 전원

36 : 반송 게이트 밸브

40 : 제 1 고주파 전원

41 : 정합기

50 : 제 2 고주파 전원

51 : 정합기

52 : 급전봉

53a, 53b : 동축 케이블

60 : 방향성 결합기

61 : AE 센서

62 : 노이즈 제거 필터

70 : 이상 검출 장치

71 : 플라즈마 처리 제어부

72 : 감시부

73 : 취득부

74 : 해석부

75 : 이상 판정부

76 : 기억부

80 : RF 센서

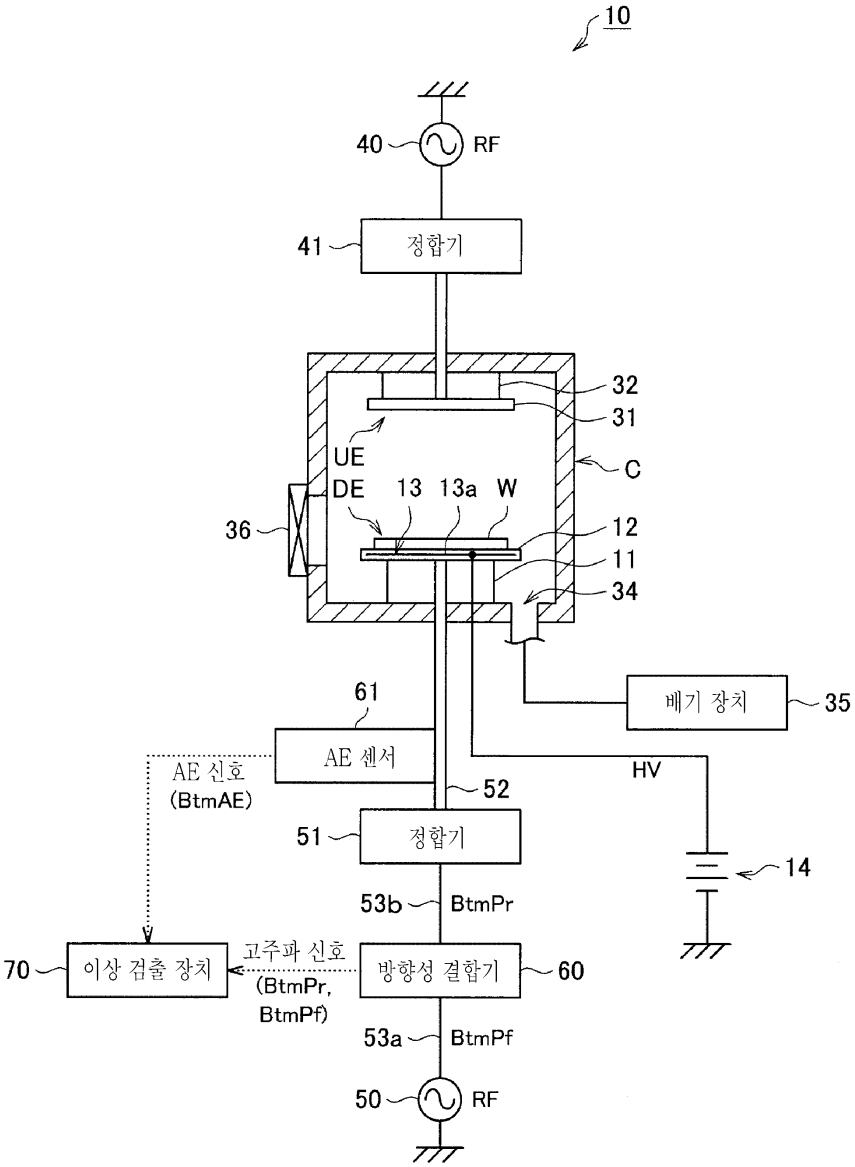
C : 처리실

UE : 상부 전극

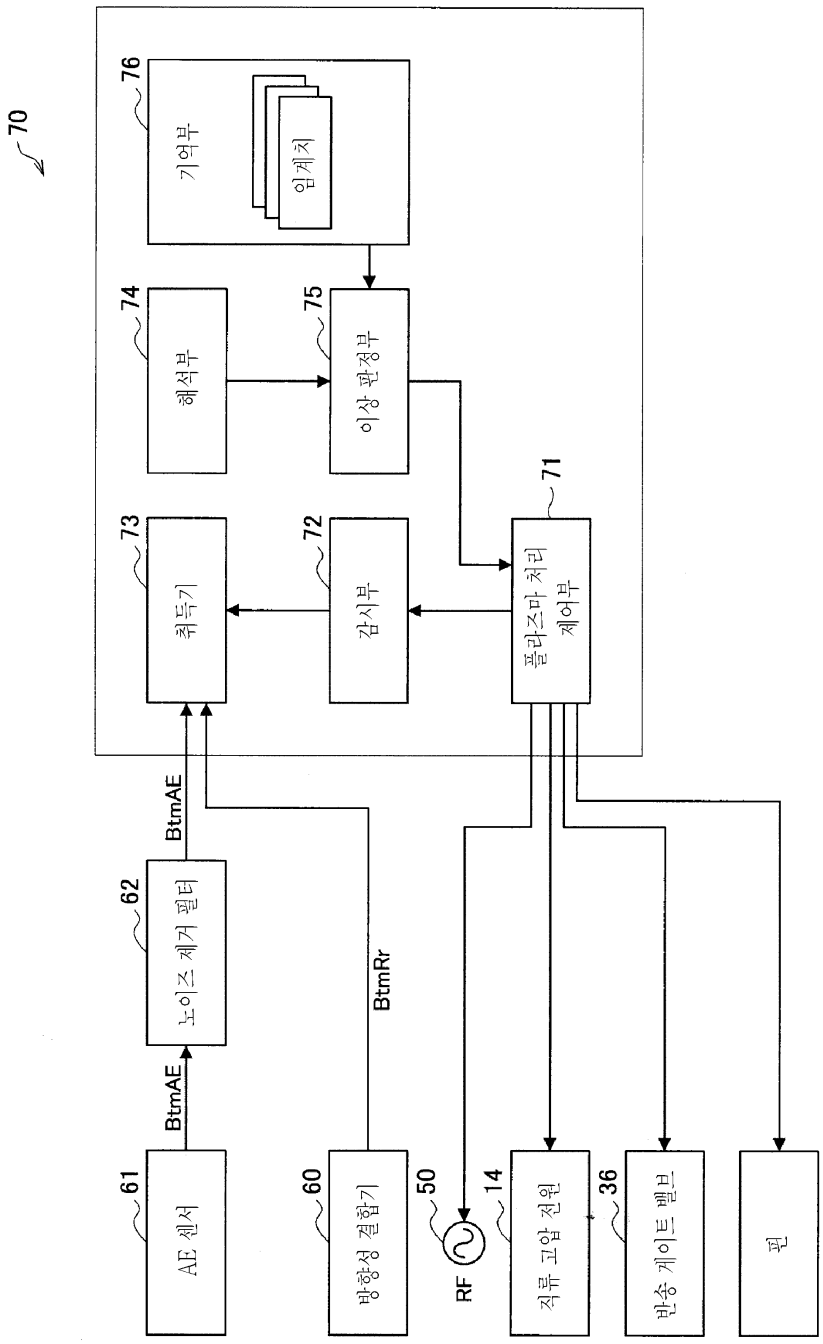
DE : 하부 전극

도면

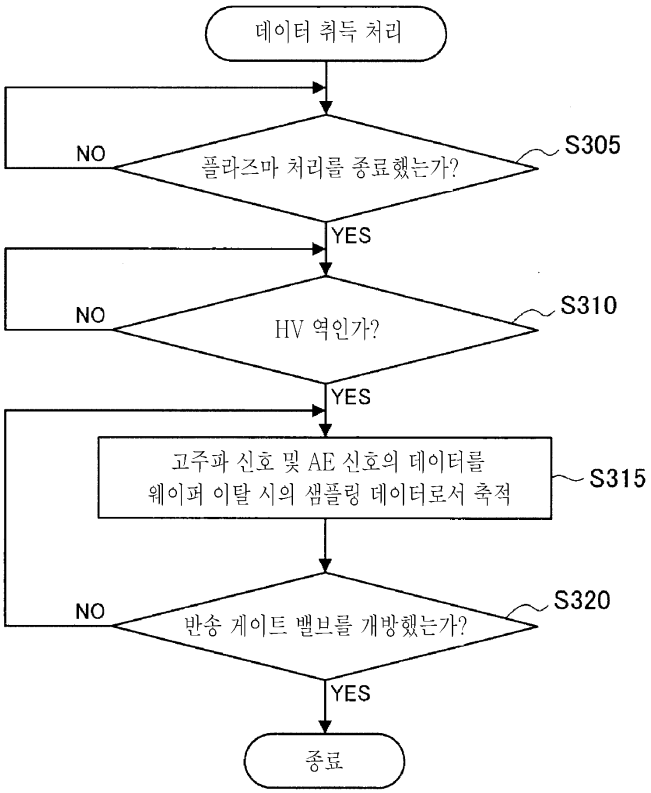
도면1


10
40
RF
41
정합기
32
31
UE
DE
13
13a
W
C
36
12
11
34
61
베기 장치
35
AE 센서
AE 신호
(BtmAE)
HV
52
51
정합기
14
53b
BtmPr
70
이상 검출 장치
고주파 신호
(BtmPr,
BtmPf)
방향성 결합기
60
53a
BtmPf
50
RF

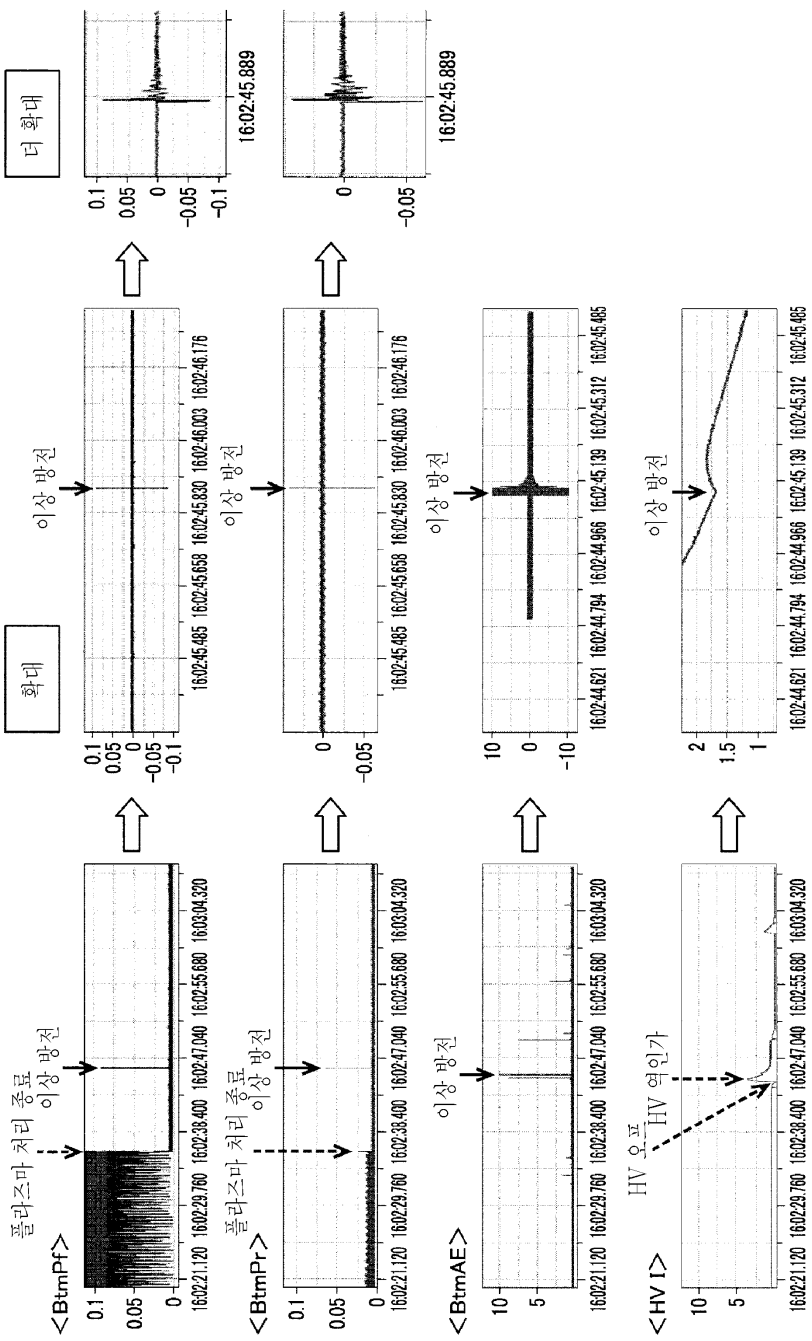
도면2


70
76
기억부
임계치
74
해석부
75
이상 판정부
73
취득기
72
감시부
71
플라즈마 처리 제어부
BtmAE
62
노이즈 제거 필터
BtmAE
61
AE 센서
BtmRr
60
방향성 결합기
50
RF
14
직류 고압 전원
36
반송 게이트 밸브
핀

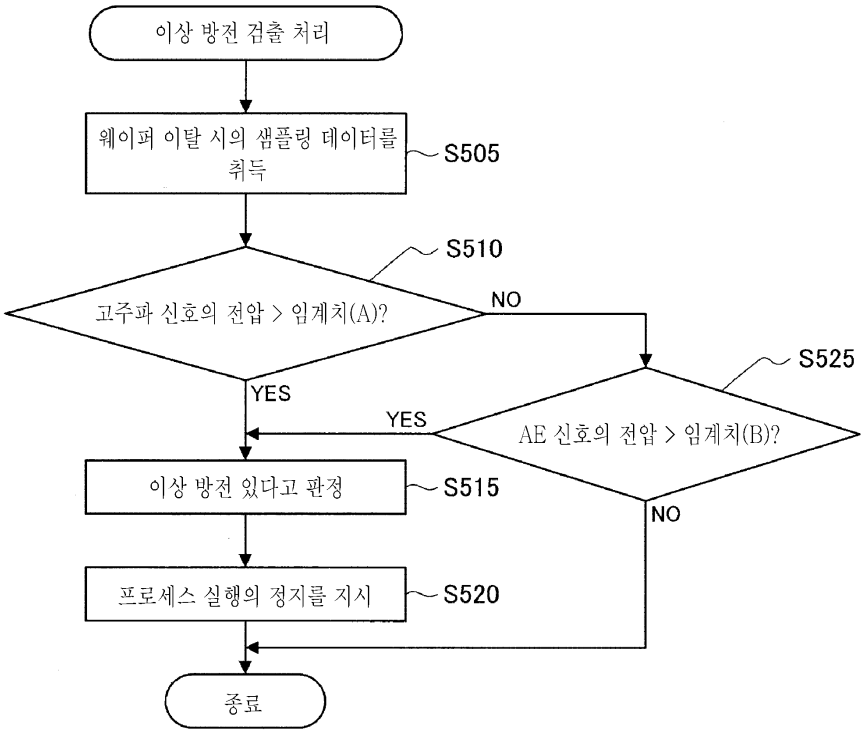
도면3


데이터 취득 처리
NO
플라즈마 처리를 종료했는가?
S305
YES
NO
HV 역인가?
S310
YES
고주파 신호 및 AE 신호의 데이터를
웨이퍼 이탈 시의 샘플링 데이터로서 축적
S315
NO
반송 게이트 밸브를 개방했는가?
S320
YES
종료

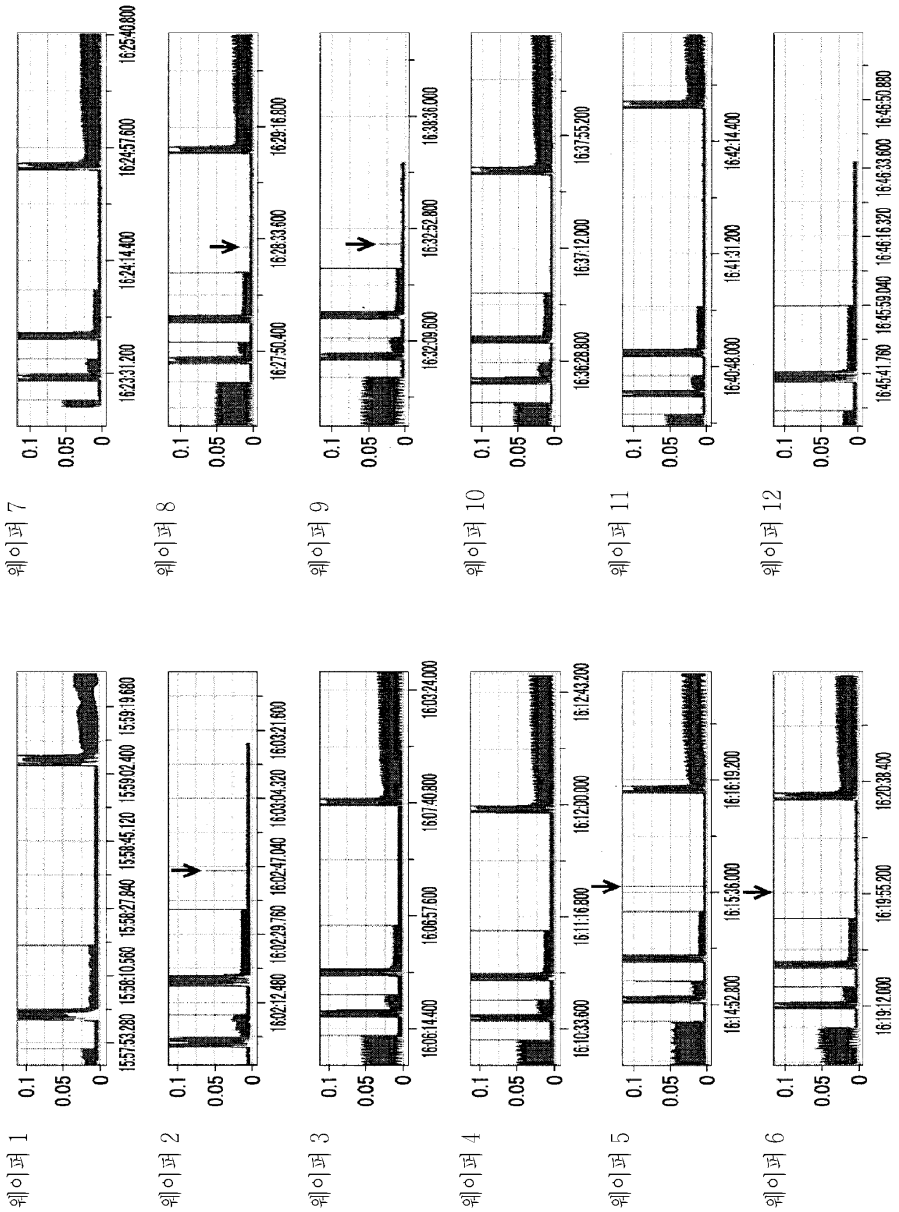
도면4


<BtmPf>
<BtmPr>
<BtmAE>
<HV I>
플라즈마 처리 종료
이상 방전
HV 오프
HV 역인가
확대
더 확대
16:02:45.889

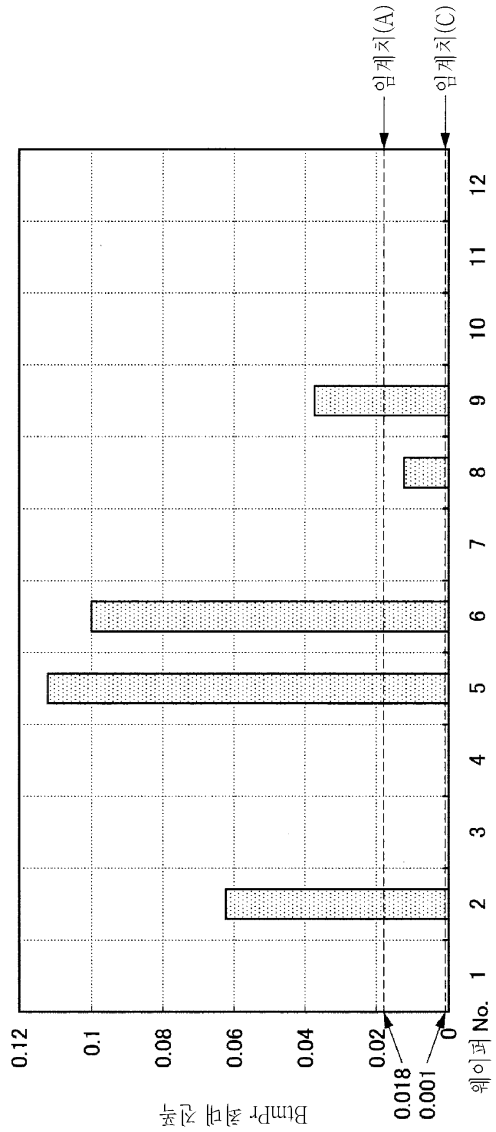
도면5


이상 방전 검출 처리
웨이퍼 이탈 시의 샘플링 데이터를 취득
S505
S510
고주파 신호의 전압 > 임계치(A)?
NO
YES
S525
YES
AE 신호의 전압 > 임계치(B)?
이상 방전 있다고 판정
S515
NO
프로세스 실행의 정지를 지시
S520
종료

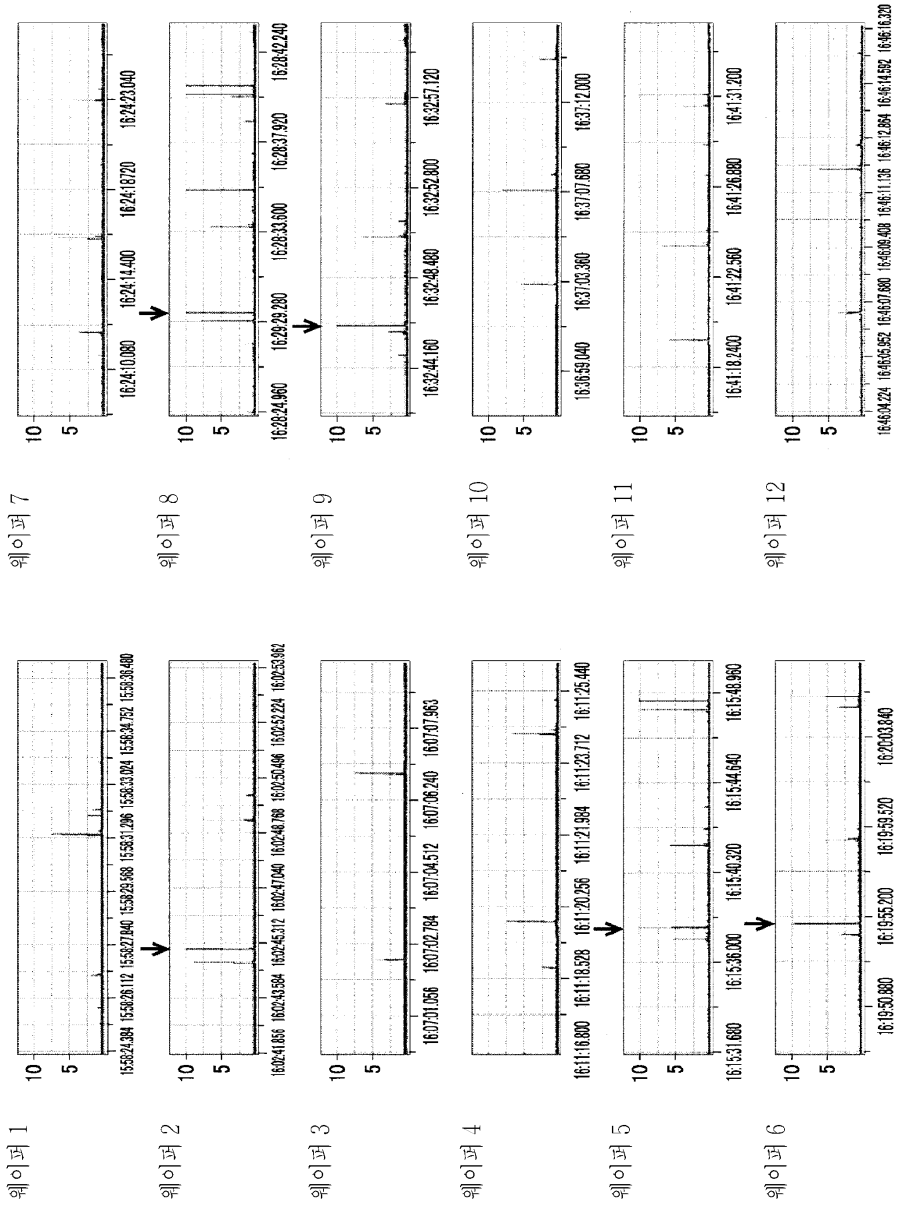
도면6


웨이퍼 1
웨이퍼 2
웨이퍼 3
웨이퍼 4
웨이퍼 5
웨이퍼 6
웨이퍼 7
웨이퍼 8
웨이퍼 9
웨이퍼 10
웨이퍼 11
웨이퍼 12

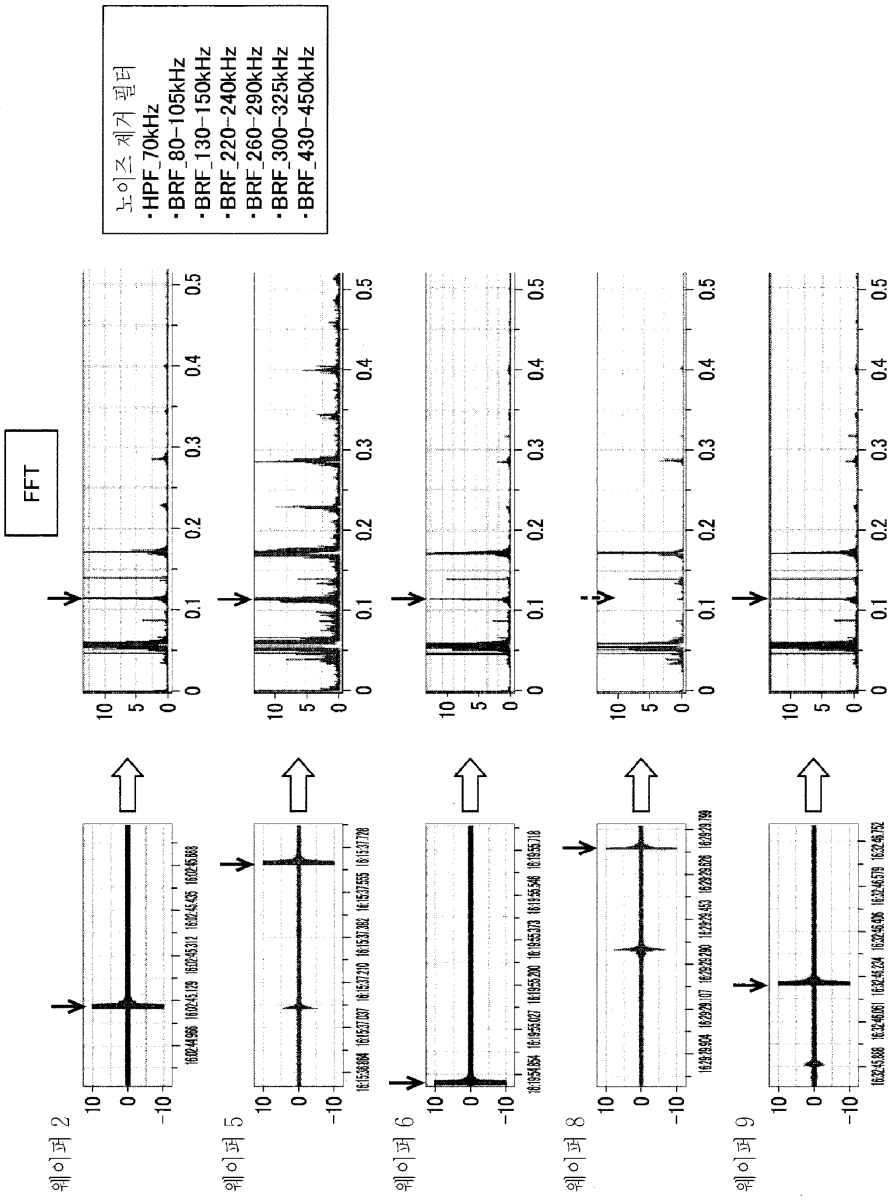
도면7


입계치(A)
입계치(C)
웨이퍼 No.
BumPr 최대 진폭
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0.018
0.001
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

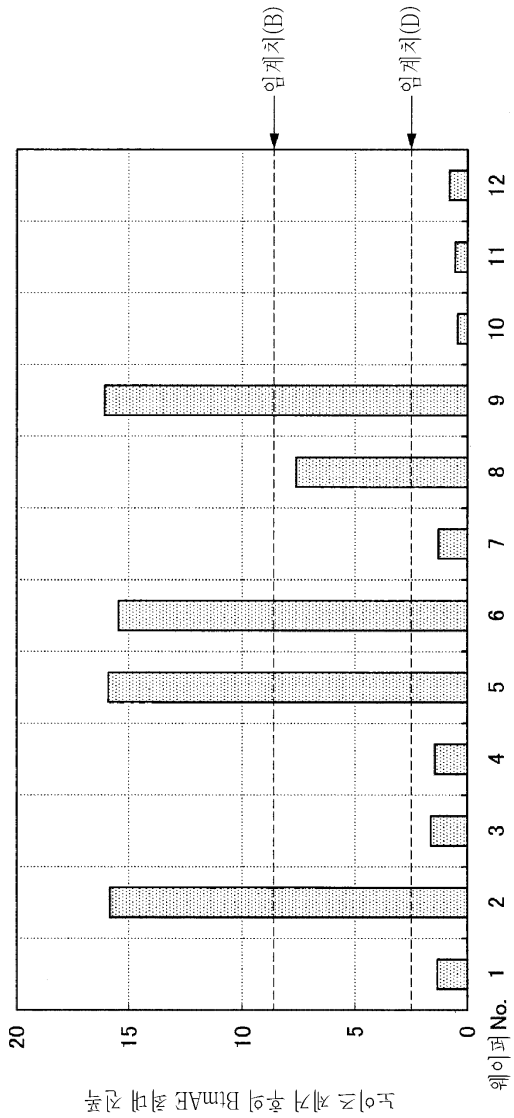
도면8


웨이퍼 1
웨이퍼 2
웨이퍼 3
웨이퍼 4
웨이퍼 5
웨이퍼 6
웨이퍼 7
웨이퍼 8
웨이퍼 9
웨이퍼 10
웨이퍼 11
웨이퍼 12

도면9

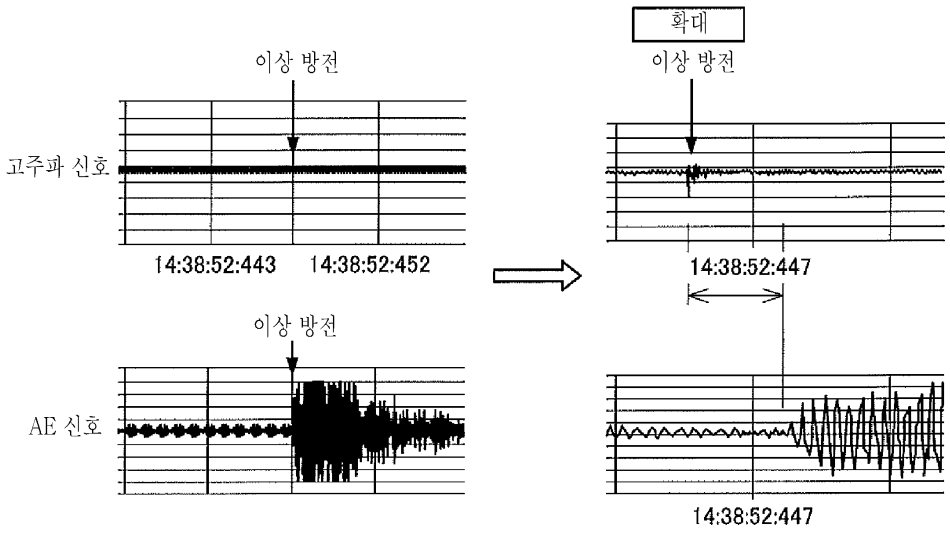

노이즈 제거 필터
·HPF_70kHz
·BRF_80-105kHz
·BRF_130-150kHz
·BRF_220-240kHz
·BRF_260-290kHz
·BRF_300-325kHz
·BRF_430-450kHz
FFT
웨이퍼 2
웨이퍼 5
웨이퍼 6
웨이퍼 8
웨이퍼 9

도면10

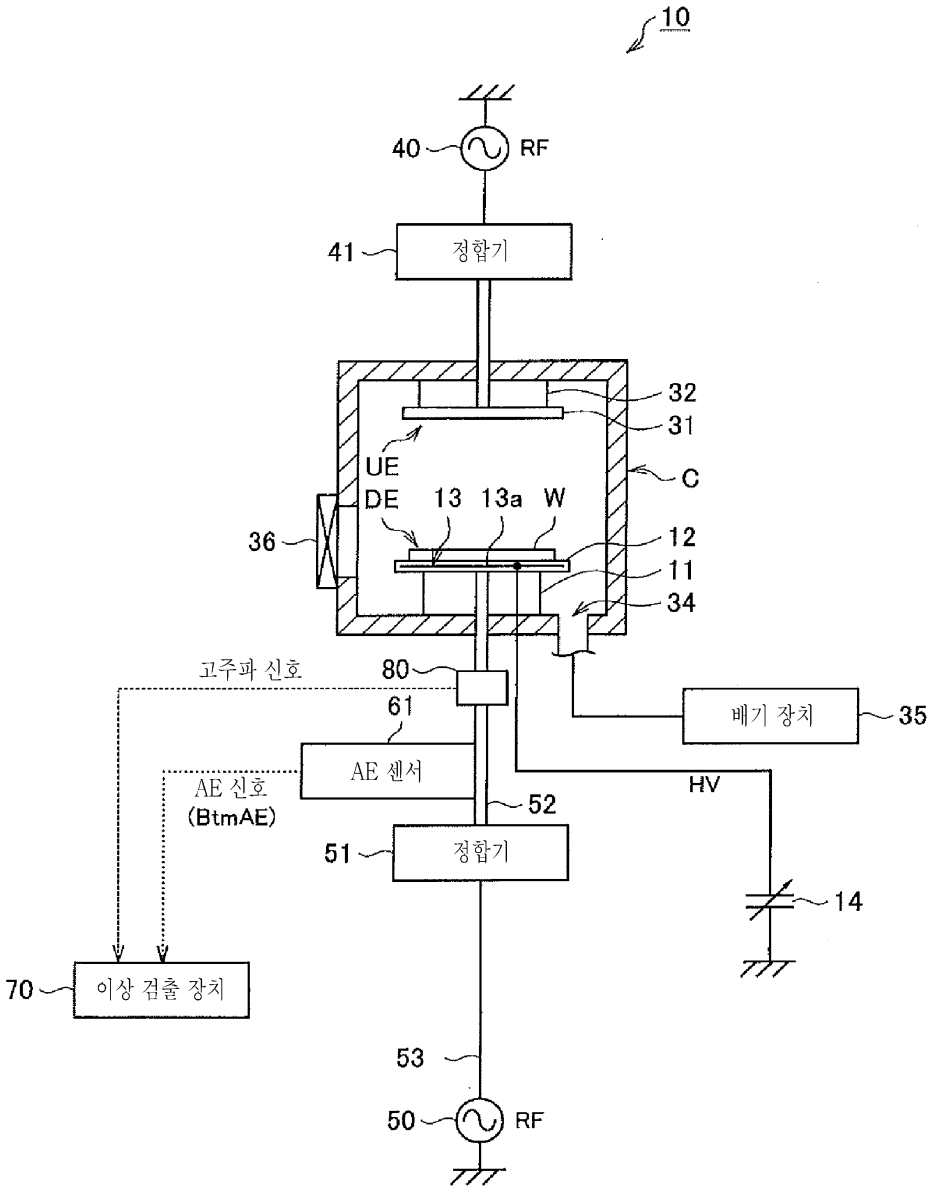


노이즈 제거 후의 BtmAE 최대 진폭

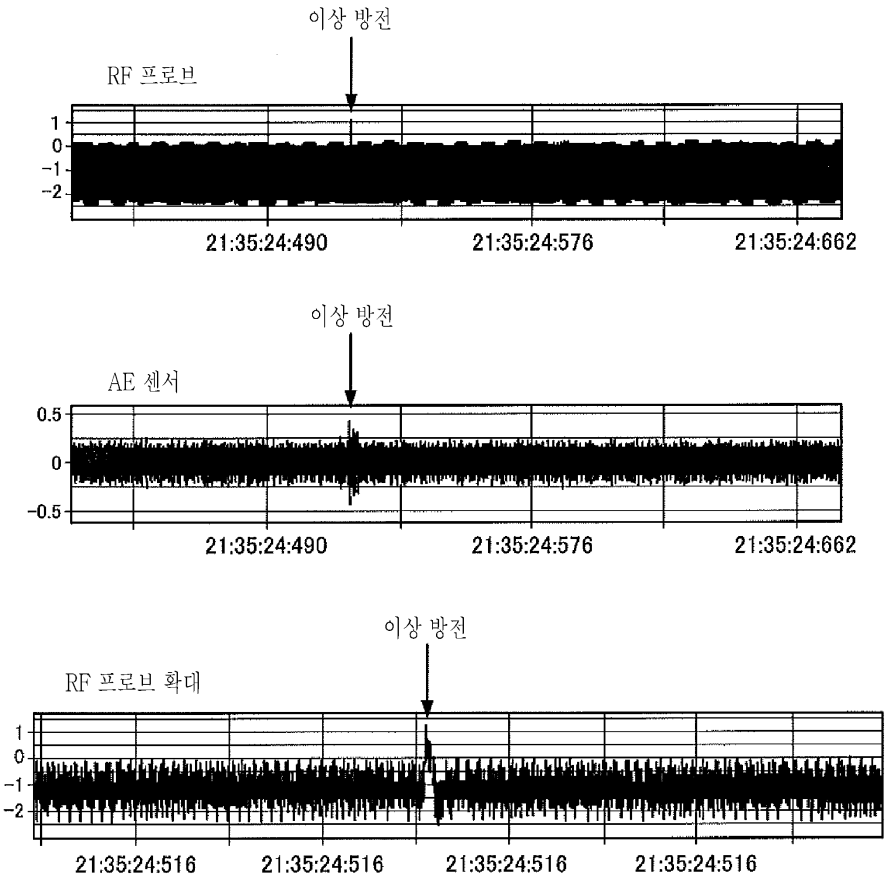
도면11



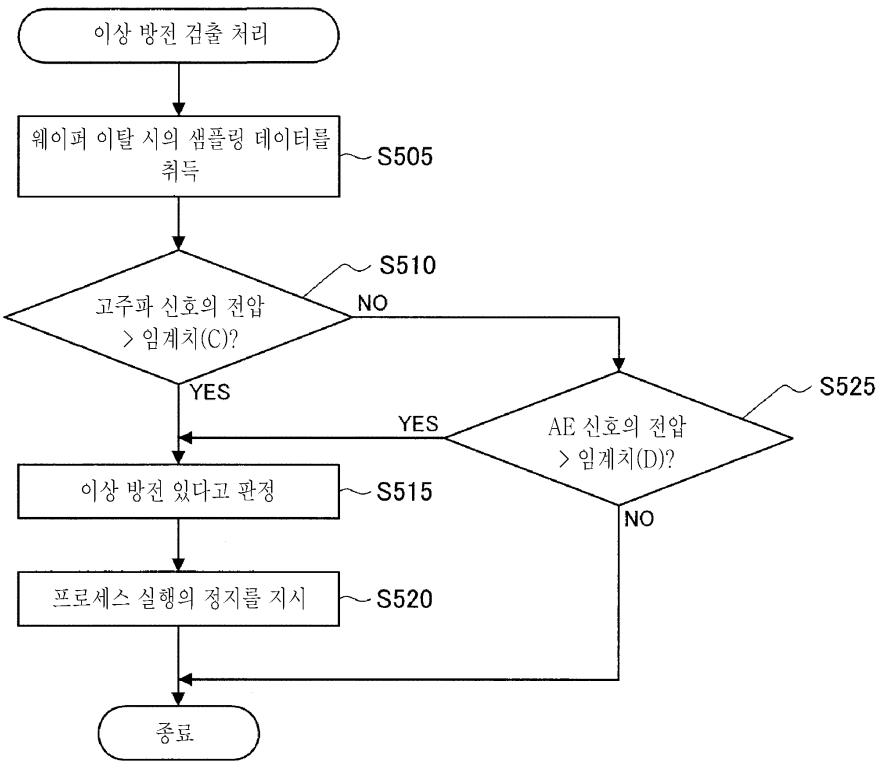
도면12


10
40
RF
41
정합기
32
31
UE
DE
13
13a
W
C
36
12
11
34
고주파 신호
80
61
배기 장치
35
AE 센서
AE 신호
(BtmAE)
HV
52
51
정합기
14
70
이상 검출 장치
53
50
RF

도면13


이상 방전
RF 프로브
1
0
-1
-2
21:35:24:490
21:35:24:576
21:35:24:662
이상 방전
AE 센서
0.5
0
-0.5
21:35:24:490
21:35:24:576
21:35:24:662
이상 방전
RF 프로브 확대
1
0
-1
-2
21:35:24:516
21:35:24:516
21:35:24:516
21:35:24:516

도면14


이상 방전 검출 처리
웨이퍼 이탈 시의 샘플링 데이터를 취득
S505
고주파 신호의 전압 > 임계치(C)?
S510
NO
YES
AE 신호의 전압 > 임계치(D)?
S525
YES
NO
이상 방전 있다고 판정
S515
프로세스 실행의 정지를 지시
S520
종료