



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월13일
 (11) 등록번호 10-1947537
 (24) 등록일자 2019년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/3065 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 H01L 21/3065 (2013.01)
 H05H 1/46 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0091294
 (22) 출원일자 2015년06월26일
 심사청구일자 2015년06월26일
 (65) 공개번호 10-2016-0012904
 (43) 공개일자 2016년02월03일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2014-151449 2014년07월25일 일본(JP)
 JP-P-2015-046627 2015년03월10일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2007266296 A*
 (뒷면에 계속)
 전체 청구항 수 : 총 8 항

(73) 특허권자
 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈
 일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24-14
 (72) 발명자
 이시구로 마사키
 일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24반
 14고, 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈
 내
 스미야 마사히로
 일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24반
 14고, 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈
 내
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 김태환, 문두현

심사관 : 이정은

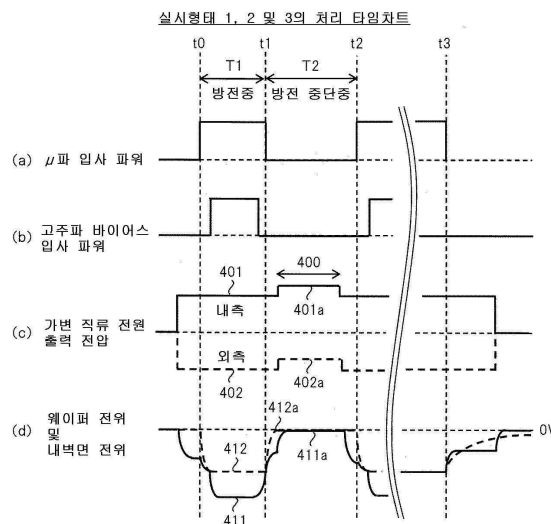
(54) 발명의 명칭 **플라즈마 처리 장치**

(57) 요약

플라즈마 처리에 관해, 처리의 전환에 수반되는 플라즈마 방전의 중단 중에, 웨이퍼와 처리실 내벽면 사이의 전위차의 발생을 억제하여, 대전한 이물질의 웨이퍼에의 부착을 저감할 수 있는 기술을 제공한다.

플라즈마 처리 장치는 플라즈마 처리실과, 고주파 전원과, 시료를 탑재하는 시료대와, 시료대의 내부에 배치되어 시료를 정전 흡착시키기 위한 전극과, 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원과, 플라즈마 방전 중단의 경우에, 시료의 전위와 플라즈마 처리실의 내벽의 전위의 전위차를, 소정의 범위 내의 전위차로 저감하도록, 직류 전원의 출력 전압을 제어하는 제어 장치를 구비한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

시라요네 시게루

일본국 도쿄도 미나토구 니시십바시 1쵸메 24반 1
4고, 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈 내

이케나가 가즈유키

일본국 도쿄도 미나토구 니시십바시 1쵸메 24반 1
4고, 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈 내

다무라 도모유키

일본국 도쿄도 미나토구 니시십바시 1쵸메 24반 1
4고, 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈 내

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060087358 A*

KR100232040 B1*

JP2004047511 A*

JP2001176958 A

JP09054130 A

US6373681 B2

US6333246 B2

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

플라즈마를 이용하여 시료가 플라즈마 처리되는 처리실과,

상기 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과,

상기 시료를 정전 흡착시키기 위한 전극이 내부에 배치되어 상기 시료가 탑재되는 시료대와,

상기 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원과,

상기 고주파 전력이 공급되고 있는 기간의 상기 직류 전압의 값인 제 1 전압값으로부터 제 2 전압값으로 출력값을 상기 고주파 전력이 공급되고 있지 않는 기간에 변경하도록 상기 직류 전원을 제어하는 제어 장치를 구비하고,

상기 제 2 전압값은, 상기 고주파 전력이 공급되고 있지 않는 기간에서의, 상기 시료의 전위와 상기 처리실의 내벽의 전위와의 전위차를 저감시키는 전압값인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전극은, 플러스의 직류 전압이 인가되는 제 1 전극과 마이너스의 직류 전압이 인가되는 제 2 전극을 구비하고,

상기 직류 전원은, 상기 제 1 전극으로 직류 전압을 인가하는 제 1 직류 전원과 상기 제 2 전극으로 직류 전압을 인가하는 제 2 직류 전원을 구비하며,

상기 제 2 전압값은, 상기 시료와 상기 제 1 전극 사이의 저항값과, 상기 시료와 상기 제 2 전극 사이의 저항값에 의거하여 구해지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 전압값은, 상기 시료의 전위가 -10 내지 $+10V$ 의 범위 내의 값이 되는 전압값인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 고주파 전력이 공급되고 있지 않는 기간의 상기 직류 전압은, 상기 고주파 전력이 공급되고 있는 기간의 상기 직류 전압보다 큰 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 고주파 전력이 공급되고 있지 않는 기간의 상기 직류 전압은, 상기 고주파 전력이 공급되고 있는 기간의 상기 직류 전압보다 점차적으로 크게 되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 전압값은, 상기 전위차와 상기 직류 전압과의 미리 구해진 상관 데이터에 의거하여 구해지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 전압값은, 상기 시료에 흐르는 전류의 값에 의거하여 구해지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 전류의 값은, 미리 구해진 값인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 장치의 제조의 기술에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 반도체 장치의 제조에 적합한 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 장치의 제조에 있어서의 플라즈마 처리 방법의 하나로 플라즈마 에칭이 있다. 플라즈마 에칭은, 플라즈마 처리실 내의 탑재대 상에 반입된 반도체 기판인 웨이퍼의 적층막을 플라즈마에 폭로함으로써, 웨이퍼에 미세한 회로 패턴을 형성한다. 이때, 플라즈마 처리의 대상의 막의 종류에 따라, 플라즈마 처리의 제(諸) 조건, 즉 가스 종류, 압력 및 플라즈마 발생을 위한 전력값 등이 다르다. 그 때문에, 어느 막의 처리가 종료된 후, 다음 막의 처리를 위해, 플라즈마 처리의 조건을 전환할 필요가 있다. 이 플라즈마 처리의 조건 및 대응하는 처리를 전환하는 동안에는 안정되지 않기 때문에, 의도하지 않은 에칭의 진행을 방지하기 위해, 플라즈마 방전을 중단하는 것이 일반적이다.

[0003] 상기 플라즈마 방전의 중단을 수반하는 플라즈마 처리 및 조건의 전환에 관해, 플라즈마의 소실에 의해 처리실 내의 진애(塵埃)가 웨이퍼에 부착되는 것이 지적되어 있다. 이하, 진애를 이물질이라고 기재한다. 특히, 웨이퍼에 전위가 주어질 때, 이물질이 쿨롱력에 의해 웨이퍼에 끌어당겨져 부착되는 경우가 있다. 웨이퍼에 이물질이 부착되면, 이물질이 에칭을 저해하여 수율의 악화를 초래한다.

[0004] 상기 플라즈마 처리에 있어서의 웨이퍼에 부착되는 이물질의 저감에 관한 선행기술로서, 이하를 들 수 있다.

[0005] 일본국 공개특허 특개2001-15581호 공보(특허문헌 1)에는, 플라즈마 처리실의 내부의 이물질의 대부분이 음으

로 대전(帶電)해 있다고 하고, 단극형(單極型) 흡착 전극을 이용하여 웨이퍼를 처리실 내의 유지대에 흡착할 때, 전극에 음의 전위를 주어 흡착함으로써, 웨이퍼에 음의 전위를 부여한다는 취지가 개시되어 있다.

[0006] 한편, 일본국 공개특허 특개2003-100720호 공보(특허문헌 2)에는, 이물질이 양으로 대전해 있다고 하고, 음의 전위가 부여되는 이물질 제거 전극에 의해 이물질을 흡착한다는 취지가 개시되어 있다.

[0007] 또한, 일본국 공개특허 특개2002-270576호 공보(특허문헌 3)에는, 플라즈마 처리를 행하고 있지 않은 동안에는, 단극형 흡착용 전극의 전원 출력을 차단하고, 웨이퍼에 전위를 주지 않음으로써, 이물질이 웨이퍼에 끌어당겨지는 것을 방지한다는 취지가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 일본국 공개특허 특개2001-15581호 공보
- (특허문헌 0002) 일본국 공개특허 특개2003-100720호 공보
- (특허문헌 0003) 일본국 공개특허 특개2002-270576호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 특허문헌 1 및 특허문헌 2의 기술은, 이물질의 대부분이 양극성 또는 음극성으로 대전해 있는 상황을 상정하고 있다. 그 때문에, 처리실 내에 음양의 양방의 이물질이 존재하는 경우에는, 이물질의 웨이퍼에의 부착의 저감 효과를 기대할 수 없다.

[0010] 또한, 특허문헌 3의 기술은, 이물질원이 되는 처리실의 내벽면의 전위에 대하여 고려되어 있지 않다. 플라즈마 처리를 행하는 처리실의 내벽면은, 플라즈마에 노출되게 되기 때문에, 플라즈마로부터의 하전 입자의 유입에 의해 대전하여, 전위를 가지는 경우가 있다. 처리실의 내벽면에 전위를 가지는 경우, 웨이퍼와 내벽면 사이에 전위차가 발생하게 되기 때문에, 대전한 이물질이 웨이퍼로 끌어당겨질 가능성이 있다.

[0011] 또한, 웨이퍼와 처리실의 내벽면 사이에 의도하지 않은 전위차를 발생시키는 요인으로서, 웨이퍼를 탑재대 상에 흡착하기 위한 전극인 정전 흡착 전극의 구조나 경년(經年) 열화를 들 수 있다. 쿨롱력에 의한 웨이퍼에의 이물질의 부착에 관해, 정전 흡착 전극의 동작 등은 큰 영향을 미친다.

[0012] 본 발명의 목적은, 상기 플라즈마 처리에 관해, 처리 및 조건의 전환에 수반되는 플라즈마 방전의 중단 중에, 웨이퍼와 처리실의 내벽면 사이에 의도하지 않은 전위차가 발생하는 것을 억제하여, 대전한 이물질의 웨이퍼에의 부착을 저감할 수 있는 기술을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명 중 대표적인 실시형태는 플라즈마 처리 장치이고, 이하에 나타내는 구성을 가지는 것을 특징으로 한다.

[0014] 일 실시형태의 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마를 이용하여 시료가 플라즈마 처리되는 플라즈마 처리실과, 상기 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 상기 플라즈마 처리실 내에 배치되어 상기 시료를 탑재하는 시료대와, 상기 시료대의 내부에 배치되어 상기 시료를 정전 흡착시키기 위한 전극과, 상기 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원과, 상기 플라즈마가 존재하지 않는 경우에 있어서의, 상기 시료의 전위와 상기 플라즈마 처리실의 내벽의 전위의 전위차를 저감시키는 상기 직류 전압의 값으로서 구해진 값을 상기 전극에 인가하도록 상기 직류 전원을 제어하는 제어 장치를 구비한다.

[0015] 일 실시형태의 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마를 이용하여 시료가 플라즈마 처리되는 플라즈마 처리실과, 상기 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 상기 플라즈마 처리실 내에 배치되어 상기 시료를 탑재하는 시료대와, 상기 시료대의 내부에 배치되어 상기 시료를 정전 흡착시키기 위한 전극과, 상기 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원과, 상기 플라즈마가 존재하지 않음과 함께 상기 플라즈마 처리실의 내벽의 전위가 대략 0인 경우의 상기 시료의 전위를 저감시키는 상기 직류 전압의 값으로서 구해진 값을 상기 전극

에 인가하도록 상기 직류 전원을 제어하는 제어 장치를 구비한다.

[0016] 일 실시형태의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 전극은, 플러스의 직류 전압이 인가되는 제 1 전극과, 마이너스의 직류 전압이 인가되는 제 2 전극을 가지고, 상기 직류 전원은, 상기 제 1 전극으로 직류 전압을 인가하는 제 1 직류 전원과, 상기 제 2 전극으로 직류 전압을 인가하는 제 2 직류 전원을 가진다.

[0017] 일 실시형태의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 소정의 범위는 $\pm 10V$ 이다.

발명의 효과

[0018] 본 발명 중 대표적인 실시형태에 의하면, 상기 플라즈마 처리에 관해, 처리의 전환에 수반되는 플라즈마 방전의 중단 중에, 웨이퍼와 처리실 내벽면 사이에 의도하지 않은 전위차가 발생하는 것을 억제하여, 대전한 이물질의 웨이퍼에의 부착을 저감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은, 본 발명의 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치의 주요부 단면의 구성을 나타내는 도면이다.

도 2는, 실시형태 1에 있어서의, 가변 직류 전원, 정전 흡착 전극, 유전체층 및 웨이퍼를 모델화한 등가 회로를 나타내는 도면이다.

도 3은, 일 실시형태의 플라즈마 처리 장치에 있어서의 처리의 모습을 나타내는 타임차트이다.

도 4는, 실시형태 1, 실시형태 2 및 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치에 있어서의 처리의 모습을 나타내는 타임차트이다.

도 5는, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치에 있어서의, 이물질의 웨이퍼에의 부착의 저감 효과에 대한 어림 계산의 결과의 그래프이다.

도 6은, 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치에 있어서의, 가변 직류 전원의 출력 전압에 대한 웨이퍼 전위의 검정의 결과의 그래프이다.

도 7은, 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치에 있어서의, 방전 중단 중에 가변 직류 전원의 출력 전압을 변화시켰을 때의 웨이퍼에 부착된 이물질수의 변화를 나타내는 그래프이다.

도 8은, 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치의 주요부 단면의 구성을 나타내는 도면이다.

도 9는, 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치에 있어서의, 가변 직류 전원, 정전 흡착 전극, 유전체층, 웨이퍼, 검정용 플라즈마 및 처리실을 모델화한 등가 회로를 나타내는 도면이다.

도 10은, 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치의 주요부 단면의 구성을 나타내는 도면이다.

도 11은, 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치에 있어서의 처리의 모습을 나타내는 타임차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 실시형태를 도면에 의거하여 상세하게 설명한다. 또한, 실시형태를 설명하기 위한 전체 도면에 있어서 동일부에는 원칙적으로 동일 부호를 붙이고 그 반복 설명은 생략한다. 또, 각 실시형태의 설명에 있어서, 「방전」과 「플라즈마」가 혼재하고 있으나, 동의어로서 「방전」과 「플라즈마」를 사용하고 있다.

[0021] <개요 등>

[0022] 배경기술 및 과제에 대하여 보충 설명하면서, 본 실시형태의 개요 등을 설명한다. 종래에 플라즈마 처리 및 조건의 전환시에는, 예를 들면 수초 내지 십수초의 시간이 걸린다. 사용하는 가스의 전환의 경우, 전처리에서 사용된 가스를 처리실로부터 배기하고, 다음 처리에서 사용할 가스를 처리실 내에 충전하기 위한 시간이 필요하게 된다.

[0023] 처리실에 있어서의 정전 흡착 전극과 웨이퍼는, 그 사이에 존재하는 유전체층에 의해 유한의 저항값 및 정전 용량값을 가지고 전기적으로 접속된다. 정전 흡착 전극은 쿨롱력에 의해 웨이퍼를 흡착한다. 정전 흡착 전극은 단극형의 것과 다극형의 것이 있다. 다극형의 것 중, 전극이 2매인 것을 특히 쌍극형이라고 기재한다.

[0024] 단극형의 전극은, 전극에 주어진 전위가 웨이퍼의 전위에 영향을 준다. 단극형의 전극은, 예를 들면 양의 전위

가 주어져 웨이퍼를 흡착하면, 플라즈마 방전을 행하고 있지 않은 경우, 웨이퍼에는 양의 전위가 나타난다.

- [0025] 한편, 쌍극형의 전극은, 각각의 전극에 반대 극성의 전위가 부여되어 웨이퍼를 흡착한다. 그때, 웨이퍼의 전위는, 이상적으로는 양(兩) 전극에 부여된 전위의 평균값이 되도록 설계되는 경우가 많다. 예를 들면, 일방(一方)의 전극에 +500V, 타방(他方)의 전극에 -500V의 전위가 부여된 경우, 웨이퍼의 전위는 0V가 된다. 일방의 전극에 +600V, 타방의 전극에 -400V의 전위가 부여된 경우, 웨이퍼의 전위는 +100V가 된다.
- [0026] 웨이퍼와 처리실의 내벽면 사이에 의도하지 않은 전위차를 발생시키는 요인으로서, 정전 흡착 전극의 구조상의 문제나 경년 열화를 들 수 있다. 예를 들면, 쌍극형 전극에서의 흡착의 경우, 2매의 전극의 면적이 다른 경우나, 웨이퍼의 탑재대 상에 이물질 등이 부착됨으로써 2매의 각 전극과 웨이퍼 사이의 각각의 저항값에 차이가 생기는 경우가 있다. 이러한 경우, 2매의 정전 흡착 전극에 부여되는 전위의 평균값을 0V로 하여도, 서로의 전극 상태의 불균일로부터, 웨이퍼에 전위가 발생하는 일이 있을 수 있다.
- [0027] 상기 정전 흡착 전극을 포함하는 영향에 의해, 플라즈마 방전의 중단 중에, 웨이퍼와 처리실의 내벽면 사이에, 어느 정도 이상으로 큰 전위차가 발생한다. 이로 인해, 처리실 내의 대전한 이물질이 쿨롱력에 의해 웨이퍼로 끌어당겨져 부착되는 경우가 있다.
- [0028] 본 발명의 실시형태의 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마 처리 및 조건의 전환에 수반되는 플라즈마 방전의 중단 중에, 상기 정전 흡착 전극을 포함하는 영향에 의해, 웨이퍼와 처리실의 내벽면 사이에 의도하지 않은 전위차가 발생하는 것을 억제하는 구조를 가진다. 이로 인해, 처리실 내의 대전한 이물질이 쿨롱력에 의해 웨이퍼로 끌어당겨져 부착되는 것을 저감한다.
- [0029] <실시형태 1>
- [0030] 도 1~도 5를 이용하여, 본 발명의 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치에 대하여 설명한다.
- [0031] [플라즈마 처리 장치]
- [0032] 도 1은, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치의 주요부 단면의 구성을 나타낸다. 도 1의 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치는, 전자 사이클로트론 공명형 에칭 장치이다. 이하, 전자 사이클로트론 공명을 ECR이라고 기재한다. 본 발명에 관련된 플라즈마 처리 장치는, ECR형 에칭 장치에 한정되지 않고 적용 가능하다.
- [0033] 도 1의 ECR형 에칭 장치인 플라즈마 처리 장치는, 진공 처리실인 처리실(101)의 내부의 시료대인 탑재대(102) 상에, 시료가 되는 반도체 기판인 웨이퍼(103)가 탑재되고, 처리실(101)의 내부에 플라즈마를 발생시킨다.
- [0034] 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마 발생 후, 탑재대(102)의 내부에 설치된 고주파 전극(104)에 고주파 전원(105)으로부터 전력을 공급한다. 당해 전력의 공급에 의해, 웨이퍼(103)에는 자기(自己) 바이어스라고 불리는 음의 전위가 발생한다. 이 음의 전위에 의해 이온을 웨이퍼(103)에 끌어들이므로써, 소위 반응성 이온 에칭이 일어나고, 에칭 처리가 진행된다.
- [0035] 처리실(101)의 내벽 기재(基材)는 접지된 도체가 포함되어 있다. 실시형태 1에서는, 상기 접지된 도체가 포함되는 내벽 기재인 도체 내벽 기재는, 플라즈마에 폭로되어 있어도 된다. 또, 당해 도체 내벽 기재는, 플라즈마 소실 후에 당해 내벽 표면이 신속하게 대략 0V가 될 정도의 얇은 유전체의 막이 있어도 된다. 101a는 처리실(101)의 내벽면 및 상기 도체 내벽 기재를 나타낸다. 101b는 내벽면(101a)에 관한 접지를 나타낸다.
- [0036] 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마를 발생시키는 기구로서 μ 파 발진원(106) 및 솔레노이드 코일(107)을 구비한다. μ 파 발진원(106)에서 발생시킨 μ 파는 도파관(108)을 통해 처리실(101)에 도입된다. μ 파는, 솔레노이드 코일(107)에서 발생시킨 자장 중에서 ECR에 의해 전자에 에너지를 준다. 그 전자가, 도시하지 않은 가스 공급원으로부터 공급된 가스를 전리(電離)시킴으로써, 플라즈마를 발생시킨다.
- [0037] 상기 플라즈마 처리를 행하는 동안, 웨이퍼(103)의 이면에는, 당해 웨이퍼(103)의 온도의 조정을 위한 냉각 가스가 공급된다. 냉각 가스에 의한 웨이퍼(103)의 어긋남을 막기 위해, 웨이퍼(103)는 쌍극형의 정전 흡착 전극(109, 110)에 의해 탑재대(102) 상에 흡착된다. 정전 흡착 전극(109, 110)은, 동심원상으로, 일방의 전극인 정전 흡착 전극(109)이 내측, 타방의 전극인 정전 흡착 전극(110)이 외측에 배치되어 있다. 정전 흡착 전극(109, 110)과 웨이퍼(103) 사이에는 유전체층(111)이 존재하고 있다. 정전 흡착 전극(109, 110)과 웨이퍼(103)는, 유한의 저항값과 정전 용량을 가지고 전기적으로 접속된다.
- [0038] 정전 흡착용 전극(109, 110)은 각각, 독립된 직류 전원인 가변 직류 전원(112, 113)이 접속된다. 내측의 정전 흡착용 전극(109)에는 일방의 가변 직류 전원(112)이 접속되고, 외측의 정전 흡착용 전극(110)에는 타방의 가변

직류 전원(113)이 접속된다. 정전 흡착용 전극(109, 110)에는, 각각의 전원에 의해, 반대 극성의 전위가 부여된다. 예를 들면, 내측의 정전 흡착 전극(109)에는 가변 직류 전원(112)에 의해 +500V의 전위가 부여되고, 외측의 정전 흡착 전극(110)에는 가변 직류 전원(113)에 의해 -500V의 전위가 부여된다.

[0039] 또한, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치는, 상기 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값을 제어하기 위한 제어 장치(115) 및 기억 장치(114)를 구비한다. 가변 직류 전원(112, 113)은 제어 장치(115)와 접속되고, 제어 장치(115)로부터 출력 전압값이 제어된다.

[0040] 실시형태 1에 있어서, 정전 흡착 전극(109, 110)과 웨이퍼(103) 사이의 유전체층(111)은, 어느 정도의 리크 전류가 흐르는 정도의 저항물로 되어 있다. 예를 들면, 유전체층(111)이 Johnsen-Rahbek 효과에 의해 흡착을 행하기 위한 용사막인 경우, 상기와 같은 리크 전류가 흐른다. 또한, Johnsen-Rahbek 효과란, 금속 표면과 반도체 표면 사이에 전위차를 부여함으로써 흡착력이 발생하는 현상이며, 정전 흡착의 한 방식으로서 종종 이용된다.

[0041] [등가 회로]

[0042] 도 2는, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치에 있어서의, 가변 직류 전원(112, 113), 정전 흡착 전극(109, 110), 유전체층(111) 및 웨이퍼(103)를 간단하게 모델화한 등가 회로를 나타낸다. 또한, 이 등가 회로에서는, 웨이퍼(103)의 저항은 무시할 수 있을 만큼 작다고 하자. 도 2의 등가 회로에서, V_1 은 가변 직류 전원(112)의 전압, V_2 는 가변 직류 전원(113)의 전압이다. R_1 , R_2 는 유전체층(111)의 저항, C_1 , C_2 는 유전체층(111)의 용량이다. R_1 , C_1 은 일방의 정전 흡착 전극(109) 측의 저항과 용량, R_2 , C_2 는 타방의 정전 흡착 전극(110) 측의 저항과 용량이다.

[0043] 플라즈마 방전이 행하여지고 있지 않을 때의 정상(定常) 상태에 있어서의 웨이퍼(103)의 전위인 V_{waf} 를, 하기의 식 1에 나타낸다. 식 1에서, R_1 , R_2 는 상기 유전체층(111)의 저항의 저항값, V_1 , V_2 는 상기 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값을 나타낸다.

[0044] [수학식 1]

$$V_{waf} = \frac{V_1 R_2 + V_2 R_1}{R_1 + R_2}$$

[0045]

[0046] 따라서, 식 1에서 $R_1=R_2$ 의 경우, 웨이퍼(103)의 전위는, 양 전원인 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값인 V_1 , V_2 의 평균값이 된다.

[0047] 한편, 어떠한 이유로 저항값에 차이가 생겨, 식 1에서 $R_1 \neq R_2$ 가 된 경우, 웨이퍼(103)의 전위는, 양 전원의 출력 전압값의 평균값이 되지 않고, 웨이퍼(103)에는 의도하지 않은 전위가 부여되게 된다. 웨이퍼(103)에 의도하지 않은 전위가 부여되는 경우, 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a) 사이의 전위차에 의해 대전한 이물질이, 웨이퍼(103)에 유인될 우려가 있다. 처리실(101)의 내벽면(101a)은 이물질의 발생원의 하나이다.

[0048] 웨이퍼(103)에 의도하지 않은 전위를 발생시키지 않기 위해, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치는, 웨이퍼(103)에 부여되는 전위가 원하는 값이 되도록, 상기 저항값인 R_1 , R_2 의 값에 따라, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값인 V_1 , V_2 를 제어한다.

[0049] 실시형태 1에서는, 처리실(101)의 내벽면(101a)의 기재는 접지된 도체이고, 그 표면의 접지 저항값 및 대지(對地) 정전 용량이 충분히 작다고 하고 있다. 따라서, 플라즈마 방전 중단 중의 처리실(101)의 내벽면(101a)의 전위는, 방전 종료 후, 비교적 신속하게 대략 0V가 된다. 그 때문에, 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a) 사이에 전위차를 발생시키지 않기 위해서는, 웨이퍼(103)의 전위를 0V 정도로 하면 된다.

[0050] 웨이퍼(103)의 전위가 0V가 되는 가변 직류 전원(112)과 가변 직류 전원(113)의 출력 전압의 비는, 식 1로부터,

이하의 식 2가 된다.

[수학식 2]

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

[0052]

[0053]

실시형태 1의 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마 처리 및 조건의 전환에 수반되는 플라즈마 방전 중단 중에, 정전 흡착용 전극(109, 110)에 접속되는 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압인 V_1 , V_2 를, 상기 식 2를 만족하도록 변화시킨다. 이로 인해, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치는, 웨이퍼(103)의 전위를 0V로 하여, 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a)의 전위차를 발생시키지 않도록 한다.

[0054]

[처리 타임차트]

[0055]

도 3은, 플라즈마 처리 장치에 있어서의 플라즈마 처리를 포함하는 종래의 처리의 모습을 나타내는 타임차트이다. 이 플라즈마 처리 장치는, 처리실(101)의 구성은 도 1과 동일하게 하나, 실시형태 1의 제어 장치(115)에 의해 플라즈마 방전 중단 중에 정전 흡착용 전극(109, 110)에의 출력 전압을 제어하는 구조를 가지지 않는 구성의 경우이다.

[0056]

도 3의 (a)는 μ 파 입사 파워를 나타내고, μ 파 발진원(106)으로부터의 μ 파 전력이다. (b)는 고주파 바이어스 입사 파워를 나타내고, 고주파 전원(105)으로부터의 고주파 전극(104)에의 전력이다. (c)는 가변 직류 전원 출력 전압을 나타낸다. 실선인 301은 내측의 정전 흡착 전극(109)에의 가변 직류 전원(112)의 출력 전압, 파선인 302는 외측의 정전 흡착 전극(110)에의 가변 직류 전원(113)의 출력 전압을 나타낸다. 이 일실시형태에서는, 당해 출력 전압은 가변의 제어는 되지 않고 일정하다. (d)는 웨이퍼 전위 및 내벽면 전위를 나타낸다. 실선인 311은 웨이퍼(103)의 전위, 파선인 312는 처리실(101)의 내벽면(101a)의 전위를 나타낸다. 시각 t_0 부터 t_1 의 시간 T1은, 플라즈마 방전 중인 시간을 나타낸다. 시각 t_1 부터 t_2 의 시간 T2는, 플라즈마 방전 중단 중인 시간을 나타낸다.

[0057]

도 3의 종래 형태에서의 처리의 경우, (d)의 방전 중단 중인 시간 T2에, 웨이퍼 전위인 311a와 내벽면 전위인 312a 사이에, 313에 나타내는 전위차가 발생한다. 이 전위차에 의해, 이물질이 웨이퍼(103)로 끌여당겨져 부착될 가능성이 있다.

[0058]

도 4는, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치에 있어서의 플라즈마 처리를 포함하는 처리의 모습을 도 3과 동일하게 나타내는 타임차트이다. 도 4의 (a)는 μ 파 입사 파워를 나타내고, μ 파 발진원(106)으로부터의 μ 파 전력이다. (b)는 고주파 바이어스 입사 파워를 나타내고, 고주파 전원(105)으로부터의 고주파 전극(104)에의 전력이다. (c)는 가변 직류 전원 출력 전압을 나타낸다. 실선인 401은 내측의 정전 흡착 전극(109)에의 가변 직류 전원(112)의 출력 전압, 파선인 402는 외측의 정전 흡착 전극(110)에의 가변 직류 전원(113)의 출력 전압을 나타낸다. 실시형태 1에서는, 당해 출력 전압은 가변으로 제어된다. (d)는 웨이퍼 전위 및 내벽면 전위를 나타낸다. 실선인 411은 웨이퍼(103)의 전위, 파선인 412는 처리실(101)의 내벽면(101a)의 전위를 나타낸다.

[0059]

실시형태 1의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 웨이퍼(103)가 시료대인 탑재대(102) 상에 탑재된 후, 제어 장치(115)로부터의 제어에 의거하여, 가변 직류 전원(112) 및 가변 직류 전원(113)은, 웨이퍼(103)의 흡착을 위한 소정의 전압을 출력한다. 플라즈마 처리 장치는, 그 후, 처리실(101)의 내부의 압력 조정 등의 처리의 준비를 행한다. 당해 준비에 대해서는 도시를 생략한다.

[0060]

상기 준비가 종료된 후, (a)와 같이, 시각 t_0 부터, 플라즈마 발생을 위한 소정의 μ 파 전력이 인가된다. 이로 인해 플라즈마가 발생한 후, 방전 중인 시간 T1에 있어서, (b)와 같이, 고주파 바이어스가 인가되어 에칭 처리가 행하여진다. 원하는 에칭 처리가 종료되면, (b)에서, 먼저 고주파 바이어스 입사 파워가 차단된다. 당해 차단에 의해, (d)에서, 시각 t_1 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼(103)의 전위인 411과 내벽면(101a)의 전위인 412는 대략 동일한 정도가 된다.

[0061]

그 후, (a)에서, 방전 중단 중인 시간 T2에 있어서, μ 파 입사 파워의 공급이 정지되고, 다음 처리의 준비를

위해 플라즈마 방전이 중단된다.

- [0062] 시각 t1로 나타내는 플라즈마 방전 종료의 순간에는, 처리실(101)의 내벽면(101a)은 플라즈마로부터의 전자 유입에 의해 대전하고 있어, (d)의 412와 같이, 어느 정도의 전위를 가지고 있다. 이 전위는, 처리실(101)의 내벽면(101a)에 모인 전하가 어스로 빠져나가는 시간 상수에 따라 변화되어 간다. 실시형태 1에서는, 이 시간 상수는 짧아, 처리실(101)의 내벽면(101a)의 전위는, 412a에 나타내는 바와 같이, 비교적 신속하게 0V가 된다고 하자.
- [0063] 또한 시각 t1에서, 웨이퍼(103)의 전위에 관해서도, 어느 정도의 리크 전류가 흐르기 때문에, 플라즈마로부터의 하전 입자의 유입에 의한 대전으로 발생한 전위는 비교적 빠르게 소실되고, 저항값의 내외 차이 등에 의해 나타나는 전극 개별의 특성에 따른 전위가 된다.
- [0064] 이 때문에, 예를 들면 전술한 $R_1 \neq R_2$ 의 경우, 도 3의 일 실시형태의 플라즈마 처리 장치의 처리의 경우에서는, (d)에 나타내는 바와 같이, 방전 중단 중인 시간 T2에서는, 시간 T2에서, 내벽면(101a)의 전위는 312a와 같이 0V가 되나, 웨이퍼(103)의 전위는 311a와 같이 0V가 되지 않는다. 즉, 웨이퍼(103)와 내벽면(101a) 사이에, 313에 나타내는 전위차가 발생하게 된다.
- [0065] 이에 대해, 도 4의 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치의 처리에서는, 제어 장치(115)에 의한, (c)의 가변 직류 전원(112) 및 가변 직류 전원(113)의 출력 전압의 가변의 제어를 행한다. (c)의 400은, 이 가변 직류 전원(112) 및 가변 직류 전원(113)의 출력 전압의 변화 및 그 시간을 나타낸다.
- [0066] 제어 장치(115)는, (c)의 출력 전압의 제어에 의해, (d)와 같이, 웨이퍼(103)의 전위를 변화시킨다. 즉, 제어 장치(115)는, (d)에서, 방전 중인 시간 T1의 웨이퍼(103)의 전위인 411이, 방전 중단 중인 시간 T2에서, 411a와 같이 0V가 되도록, 당해 출력 전압을 식 2를 만족하도록 변화시킨다.
- [0067] (c)에서, 방전 중인 시간 T1에서는, 가변 직류 전원(112)의 출력 전압인 401은 소정의 양의 전압이고, 가변 직류 전원(113)의 출력 전압인 402는 소정의 음의 전압이다. 제어 장치(115)는, 방전 중단 중인 시간 T2에서, 400의 시간에 있어서, 각각의 소정의 출력 전압값으로 유지하는 제어를 행한다. 즉, 제어 장치(115)는, 가변 직류 전원(112)의 출력 전압인 401을, 400의 시간에, 소정 전압 높아지도록 변화시켜 401a의 전압의 상태를 유지한다. 마찬가지로, 제어 장치(115)는, 가변 직류 전원(113)의 출력 전압인 402를, 400의 시간에, 소정 전압 높아지도록 변화시켜 402a의 전압의 상태를 유지한다. 이로 인해, (d)에서, 400의 시간에, 웨이퍼(103)의 전위인 411a는 내벽면(101a)의 전위인 412a와 동일하게 0V에 접근한다.
- [0068] 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 정전 흡착 전극(109, 110)에의 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값의 변화는, 이하에 의해 달성된다. 즉, 기억 장치(114)는, 플라즈마 방전 중단 중인 시간 T2에 출력해야 하는 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값을 기억한다. 제어 장치(115)는, 방전 중단 중인 시간 T2에, 기억 장치(114)에 기억된 출력 전압값이 되도록, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값을 가변으로 제어한다.
- [0069] 또한, 플라즈마 처리 장치는, 사용자의 조작에 의거하여 기억 장치(114)에 상기 제어의 출력 전압값을 설정하기 위한 유저 인터페이스를 구비해도 된다.
- [0070] 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치는, 상기 제어를 포함하는 동작에 의해, 방전 중단 중인 시간 T2에, 웨이퍼(103)와 내벽면(101a) 사이의 전위차를 해소한다. (d)의 400의 시간에서는, 411a 및 412a와 같이, 당해 전위차가 대략 0V가 된다. 이로 인해, 이물질이 웨이퍼(103)에 유인되어 부착되는 것이 방지된다.
- [0071] 플라즈마 처리 장치는, 상기 제어 장치(115)에 의한 제어에 의해 시간 T2의 400에서 소정의 출력 전압을 유지한 채, 처리실(101) 내의 압력 조정 등의 다음 방전 처리를 위한 준비를 행한다. 당해 준비가 종료된 후, 플라즈마 처리 장치는, 제어 장치(115)에 의한 400에서의 제어를 정지한다. 이로 인해, 가변 직류 전원(112, 113)은 다음 방전 처리를 위한 소정의 전압, 즉 401, 402와 동일한 전압을 출력한다. 그 후, 시각 t2부터, μ 파 입사 파워의 공급이 개시되고, 다음 방전 처리가 실시된다.
- [0072] 플라즈마 처리 장치는, 이상과 같은 플라즈마 방전 처리 및 방전 중단을 포함하는 제어를, 최종 방전 처리가 종료될 때까지 반복하고, 최종 방전 처리의 종료 후에는, 소정의 웨이퍼 세전 시퀀스를 거쳐 가변 직류 전원(112, 113)의 전압을 차단한다.
- [0073] [효과 등]

- [0074] 상기 플라즈마 방전 중단 중에 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a) 사이의 전위차를 해소함에 있어서, 어느 정도까지 전위차를 작게 하면, 이물질의 부착의 저감 효과를 얻기에 충분한지에 대하여, 이하와 같이 검토하였다.
- [0075] 도 5는, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치에 있어서의, 대전한 이물질의 웨이퍼(103)에의 부착의 저감 효과에 대하여, 계산에 의해 어렵잡은 결과의 그래프이다. 그래프의 가로축은 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a)의 전위차[V]를 나타낸다. 그래프의 세로축은 이물질의 웨이퍼(103)에의 부착률[%]을 나타낸다.
- [0076] 이 어렵 계산은 이하의 조건으로 행하여졌다. 처리실(101) 내의 압력을 0.6Pa로 하고, 처리실(101) 내에는 평균 3m/s 정도의 배기구로 향하는 가스의 흐름이 있는 것으로 하였다. 이물질은, 진공인 처리실(101)의 내벽면(101a) 중의 측면으로부터 1000개 발생하는 것으로 하였다. 이물질의 발생 위치는 대략적인 범위로 지정되고, 1000개의 개개의 이물질의 각각의 발생 장소에 대해서는, 지정한 범위 내에서 랜덤으로 결정되었다. 이물질의 입경은, 1000개의 이물질의 각각에 대하여 15nm 이상 120nm 이하의 값이 랜덤으로 주어졌다. 이물질의 초속에 관해서도, 1000개의 이물질의 각각에 대하여 5m/s 이하의 값이 랜덤으로 주어졌다. 본 계산에서는, 대전한 이물질을 웨이퍼(103)에 끌어당기는 효과에 대하여 어렵잡기 때문에, 이물질의 대전은, 1000개의 모든 이물질에서 -1.6×10^{-10} [C]로 하였다.
- [0077] 상기 조건으로 이물질의 웨이퍼(103)에의 부착률을 계산하였다. 그 결과, 도 5에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a) 사이의 전위차가 +10V인 경우, 웨이퍼(103)에 부착되는 이물질은 2% 정도였다. 이 부착률은, 전위차가 0V인 경우의 부착률과의 차이는 별로 없다. 그러나, 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a)의 전위차가 +20V인 경우에는, 부착률이 8% 정도까지 상승한다는 결과를 얻을 수 있었다.
- [0078] 상기 결과로부터, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치는, 충분한 이물질의 부착의 저감 효과가 얻어지는, 플라즈마 방전 중단 중의 웨이퍼(103)와 내벽면(101a)의 전위차의 기준을 $\pm 10V$ 이내로 하였다. 도 4의 (d)에서, 방전 중단 중인 시간 T2의 전위차를 0V로 나타내고 있으나, 당해 전위차가 $\pm 10V$ 이내이면, 상응하는 충분한 효과가 얻어진다.
- [0079] 상술과 같이, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치 및 그 플라즈마 처리 방법에 의하면, 플라즈마 처리 및 조건의 전환에 수반되는 플라즈마 방전의 중단 중에, 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a) 사이에 의도하지 않은 전위차가 발생하는 것을 억제하여, 대전한 이물질의 웨이퍼(103)에의 부착을 저감할 수 있다.
- [0080] <실시형태 2>
- [0081] 도 6, 도 7을 이용하여, 본 발명의 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치에 대하여 설명한다. 이하, 실시형태 2에 있어서의 실시형태 1과는 다른 구성의 부분에 대하여 설명한다. 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치는, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치에 있어서의 방전 중단 중의 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압을, 웨이퍼(103)의 전위와 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압 사이의 관계를 파악하기 위한 계측을 토대로 결정한다.
- [0082] 전술한 실시형태 1에서는, 웨이퍼(103)의 전위를, 웨이퍼(103)와 정전 흡착 전극(109, 110) 사이의 유전체층(111)의 저항값을 토대로 결정하는 구성을 나타내었다. 그러나, 이 저항값을 정확하게 파악할 수 없는 경우나 의도하지 않은 전위가 기타 요인에 의해 발생하고 있는 경우에는, 실시형태 1의 구성을 적용할 수 없다.
- [0083] 그 경우, 실시형태 2의 구성을 적용하는 것이 유효하다. 실시형태 2에서는, 웨이퍼(103)의 전위인 V_{waf} 와, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값인 V_1, V_2 사이의 관계를 계측에 의해 파악해 둔다. 이로 인해, 플라즈마 방전 중단 중에 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a) 사이의 전위차를 저감시키는 제어를 행할 수 있다. 상기 계측에 의한 파악을 포함하는 작업을, 이하, 검정이라고 기재한다.
- [0084] 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치는, 실시형태 1의 플라즈마 처리 장치와 동일한 구성 요소에 추가로, 상기 검정을 행하기 위한 수단으로서 실험 장치를 포함하는 기구를 구비한다. 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치에 있어서의 플라즈마 처리 방법은, 실시형태 1과 동일한 플라즈마 처리 장치의 구성에 있어서, 먼저 상기 검정을 행한다.
- [0085] 상기 검정은, 예를 들면 이하와 같은 수단 및 순서에 의해 실현된다. 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치는, 웨이퍼(103)의 전위의 계측이 가능한 기구를 설치한다. 이 기구는, 처리실(101)을 대기(大氣) 개방하여 웨이퍼(103)에 전위 계측 프로브를 부착하는 것 등에 의해 실현된다. 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치는, 이 계측의 기구를 이용하여, 제어 장치(115)에 의해 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압을 다양하게 변화시킨 경우의,

웨이퍼(103)의 전위를 계측한다.

- [0086] [검정]
- [0087] 도 6은, 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치에 있어서의, 상기 실험 장치 및 계측의 기구를 포함하는 검정의 수단을 이용하여, 웨이퍼(103)의 전위와, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압에 관한 검정을 행한 결과의 예인 그래프를 나타낸다. 그래프의 가로축은 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 평균값[V]이다. 그래프의 세로축은 웨이퍼(103)의 전위[V]이다. 또, 이 검정은 플라즈마를 생성하지 않은 상태에서 행하였다.
- [0088] 또한, 이 검정시, 이하의 조건으로 하였다. 출력 전압은, 내측의 정전 흡착 전극(109)의 가변 직류 전원(112)이 +500V, 외측의 정전 흡착 전극(110)의 가변 직류 전원(113)이 -500V를 기준으로 하였다. 이 출력 전압의 변화는, 가변 직류 전원(112) 및 가변 직류 전원(113)의 양방에서, 동일한 양에 의해 변화시키는 것으로 하였다. 예를 들면, 도 6의 가로축의 가변 직류 전원의 출력 전압의 평균값을 +10V 변화시키는 경우에는, 가변 직류 전원(112)과 가변 직류 전원(113)의 양방의 출력 전압을 +10V 변화시켰다. 그 경우, 가변 직류 전원(112)의 출력 전압은 +510V, 가변 직류 전원(113)의 출력 전압은 -490V가 된다.
- [0089] 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치는, 상기 검정의 결과, 도 6과 같이, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 평균값이 0V인 경우에는, 웨이퍼(103)에 -40V 정도의 전위가 부여되어 있었다. 당해 출력 전압의 평균값을 변화시키면, 웨이퍼(103)의 전위도 당해 평균값의 변화량과 대략 동량 변화하였다. 웨이퍼(103)의 전위가 0V가 되는 당해 출력 전압의 평균값은 +40V 정도였다.
- [0090] 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치는, 실시형태 1과 동일하게, 플라즈마 방전 중단 중의 처리실(101)의 내벽면(101a)의 전위는, 방전 종료 후에 비교적 신속하게 대략 0V가 된다. 그 때문에, 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치는, 제어 장치(115)에 의해, 방전 중단 중, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 평균값이 +40V가 되도록 설정한다. 이로 인해, 도 4의 (d)와 같이, 웨이퍼(103)와 내벽면(101a)의 전위차를 해소할 수 있다.
- [0091] 상기 검정에 의해 결정된, 플라즈마 방전 중단 중의 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값을 V_{1ctr1} , V_{2ctr1} 이라고 한다. 도 4의 401a가 V_{1ctr1} , 402a가 V_{2ctr1} 에 대응한다. 기억 장치(114)는 이 V_{1ctr1} , V_{2ctr1} 의 값을 기억한다. 플라즈마 처리 장치는, 도 4의 (c)와 동일하게, 플라즈마 방전 중단 중인 시간 T2에 있어서, 제어 장치(115)에 의해, 400의 시간에, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값을 V_{1ctr1} , V_{2ctr1} 이 되도록 제어한다.
- [0092] [효과 등]
- [0093] 도 7은, 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치에 있어서의, 이물질의 부착의 저감 효과로서, 방전 중단 중에 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압을 다양하게 변화시켰을 때의, 웨이퍼(103)에 부착된 이물질수의 변화를 나타내는 그래프이다. 그래프의 가로축은 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 평균값[V] 및 그에 대응시킨 웨이퍼(103)의 전위[V]를 나타낸다. 그래프의 세로축은 웨이퍼(103)에 부착된 이물질수를 나타낸다. 이 이물질수는, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 평균값이 0V인 경우의 이물질수에 의해 규격화된 값을 나타낸다.
- [0094] 도 7에 나타내는 바와 같이, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 평균값이 +40V 부근, 즉 웨이퍼(103)의 전위가 0V 부근이 되어 있는 경우, 종래의 통상의 운용인 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 평균값이 0V인 경우와 비교하여, 40% 정도의 이물질 저감 효과가 얻어졌다. 또, 웨이퍼(103)의 전위가 음극성이 되는 경우에는, 웨이퍼(103)의 전위의 절대값이 커질수록 웨이퍼(103)에 부착되는 이물질수가 증가한다. 한편, 웨이퍼(103)의 전위가 양극성이 되는 경우에는, 웨이퍼(103)의 전위의 절대값이 커져도 웨이퍼(103)에 부착되는 이물질수는 크게는 변화하지 않는다.
- [0095] 상기 결과로부터, 이하의 두 가지가 추측된다. 하나는, 처리실(101) 내의 대전한 이물질의 대부분이 양극성으로 대전해 있다는 것이다. 웨이퍼(103)의 전위가 음극성인 경우의 부착되는 이물질의 증가는, 양극성으로 대전한 이물질이 웨이퍼(103)의 전위에 끌어당겨진 것의 결과라고 생각할 수 있다.
- [0096] 다른 하나는, 웨이퍼(103)에 이물질의 대전과 동일 극성의 전위를 인가하여, 웨이퍼(103)에 날아오는(飛來) 대전 이물질을 되튀겨 이물질의 저감을 도모한다는 수법의 효과는 작다는 것이다. 이것은, 전술한 결과로부터 양극성으로 대전한 이물질의 존재가 시사되어 있음에도 불구하고, 웨이퍼(103)에 양극성의 전위를 부여해도 이물질의 저감 효과가 얻어지지 않은 것으로부터 판단된다. 이에 관해서는, 방전 중단 중에 발생하는 이물질은, 처리실(101)의 내벽면(101a)으로부터 발생할 때의 첫 속도가 충분히 작아, 웨이퍼(103)와 내벽면(101a) 사이에 전

위차가 없는 경우, 웨이퍼(103)까지 날아올 수 있는 이물질이 적은 상황이라고 생각함으로써 설명할 수 있다. 따라서, 방전 중단 중에는 대전한 이물질을 불필요하게 웨이퍼(103)로 끌어당기는 일이 없도록 전위를 제어하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

- [0097] 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치는, 상기 두 가지를 포함해서 고려하여, 방전 중단 중, 대전한 이물질을 불필요하게 웨이퍼(103)로 끌어당기는 일이 없도록, 제어 장치(115)에 의해 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압을 제어하여, 웨이퍼(103)의 전위를 제어한다.
- [0098] 이상의 결과로부터, 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치에 의하면, 방전 중단 중에 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a) 사이에 의도하지 않은 전위차가 발생하는 것을 억제함으로써, 대전한 이물질의 웨이퍼(103)에의 부착을 저감할 수 있음이 확인되었다.
- [0099] <실시형태 3>
- [0100] 도 8, 도 9를 이용하여, 본 발명의 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치에 대하여 설명한다. 이하, 실시형태 3에 있어서의 실시형태 1 및 실시형태 2와는 다른 구성의 부분에 대하여 설명한다.
- [0101] [플라즈마 처리 장치]
- [0102] 도 8은, 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치의 주요부 단면의 구성을 나타낸다. 도 8의 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치도 ECR형 에칭 장치이나, ECR형에 한정되지 않고 적용 가능하다. 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치는, 실시형태 1 및 실시형태 2의 플라즈마 처리 장치의 구성 요소에 추가로, 실시형태 2와는 다른 검정의 수단을 구비한다. 실시형태 3에 있어서의 검정의 수단은, 당해 플라즈마 처리 장치의 검정을, 처리실(101)의 대기 개방을 행하지 않고 실시하기 위한 기구를 포함한다. 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치에 있어서의 플라즈마 처리 방법은, 당해 검정의 수단을 이용하여 검정을 행하는 순서를 포함한다.
- [0103] 도 8에서, 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치는, 상기 검정의 수단의 구성 요소로서 전류계(801, 802)와 제어 장치(803)를 구비한다. 전류계(801, 802)는, 가변 직류 전원(112, 113)으로부터 웨이퍼(103)에 흐르는 전류를 측정하는 전류계이고, 제어 장치(803)와 접속된다. 제어 장치(803)는, 전술한 제어 장치(115) 대신에 설치되고, 검정의 제어의 기능을 포함한다. 제어 장치(803)는, 전류계(801, 802)에서 측정된 전류가 서로 동일해지도록, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값을 제어한다.
- [0104] 전류계(801, 802)는, 특히, 탑재대(102)에 있어서의 정전 흡착 전극(109, 110)으로부터 유전체층(111)을 통해 웨이퍼(103)로 흐르는 전류를 검출하는 전류계로 해도 된다.
- [0105] 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치는, 검정을 행할 때, 처리실(101) 내에, 검정을 위한 플라즈마인 검정용 플라즈마(804)를 발생시킨다. 이 검정용 플라즈마(804)의 플라즈마 방전을, 이하, 검정 방전이라고 기재한다.
- [0106] [등가 회로]
- [0107] 도 9는, 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치에 있어서의, 검정 방전 중에 있어서의, 가변 직류 전원(112, 113), 정전 흡착 전극(109, 110), 유전체층(111), 웨이퍼(103), 검정용 플라즈마(804) 및 진공인 처리실(101)을 간단하게 모델화한 등가 회로를 나타낸다. I_1 은 전류계(801)의 전류, I_2 는 전류계(802)의 전류이다. I_3 은 웨이퍼(103)로부터 검정용 플라즈마(804)에의 전류이다. R_3 은 검정용 플라즈마(804)의 저항값, C_3 은 검정용 플라즈마(804)의 정전 용량값이다. R_4 는 처리실(101)의 내벽면(101a)의 접지 저항, C_4 는 처리실(101)의 내벽면(101a)의 대지 정전 용량이다.
- [0108] 검정 방전 중에는, 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a)이, 검정용 플라즈마(804)에 의해 전기적으로 접속된다. 이때, 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a) 사이의 당해 플라즈마를 통한 저항값(R_3) 및 정전 용량값(C_3)은, 웨이퍼(103)와 정전 흡착 전극(109, 110) 사이의 저항값(R_1, R_2) 및 정전 용량값(C_1, C_2)에 비해, 각각 충분히 작다.
- [0109] 또한, 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치에서는, 처리실(101)의 내벽면(101a)의 접지 저항(R_4) 및 대지 정전 용량(C_4)도, 상기 저항값(R_1, R_2) 및 정전 용량값(C_1, C_2)에 비해 충분히 작다. 그 때문에, 웨이퍼(103)의 전위는 검정 방전 중, 대략 0V가 된다.
- [0110] 또한, 검정용 플라즈마(804)에 전류(I_3)가 흐름으로써, 전류계(801)와 전류계(802)에는 다른 전류인 I_1 과 I_2 가

호른다. 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치는, 제어 장치(803)에 의해, 이러한 양 전류의 값이 동일해지도록, 출력 전압값인 V_1 및 V_2 를 설정한다. 당해 설정에 의해, 검정용 플라즈마(804)에는 전류(I_3)가 흐르지 않게 된다. 즉, 플라즈마 방전이 없는 경우의 등가 회로와 동일한 상태가 된다. 상기와 같이 결정되는 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값인 V_1 및 V_2 가, 플라즈마 방전이 없을 때에도 웨이퍼(103)의 전위가 0V가 되는 출력 전압인 V_{1ctrl} 및 V_{2ctrl} 이 된다.

[0111] 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치는, 웨이퍼 1매의 처리마다 또는 1로트마다 등, 필요한 단위 및 타이밍에서 검정 방전을 행한다. 검정 방전시, 먼저 웨이퍼(103)가 진공인 처리실(101) 내의 탐재대(102)에 반입된다. 웨이퍼(103)는, 정전 흡착 전극(109, 110)에 의해 탐재대(102)에 흡착된다. 이때의 흡착 전압은, 제품 웨이퍼의 처리를 행할 때에 일반적으로 사용되는 값으로 설정된다.

[0112] 플라즈마 처리 장치는, 그 후, 처리실(101) 내의 압력 조정 등 검정 방전을 위한 준비를 행한다. 당해 준비가 종료된 후, 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마 발생을 위한 소정의 μ 파 전력의 인가에 의해 플라즈마를 발생시킨다. 플라즈마 발생 후, 전류계(801, 802)에서 전류가 측정된다. 제어 장치(803)는 상기 전류계(801, 802)의 양 전류값인 I_1 , I_2 를 감시한다. 제어 장치(803)는, 서로의 전류값인 I_1 , I_2 의 차이가, 당해 전류값의 절대값의 합에 대해 $\pm 1\%$ 이내가 되도록, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압인 V_1 , V_2 를 제어한다. 또한, 당해 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 변화는, 전술과 동일하게, 동일한 양에 의해 변화시키는 것으로 한다.

[0113] 제어 장치(803)는, 상기 제어에 있어서, 상기 전류값의 차이가 당해 전류값의 절대값의 합의 $\pm 1\%$ 이내가 된 경우, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 제어를 정지하고, 그때의 출력 전압값인 V_1 , V_2 의 값을 기억 장치(114)에 기억시킨다. 여기에서 기억된 V_1 , V_2 의 값이 상술한 V_{1ctrl} , V_{2ctrl} 이 된다.

[0114] 또한, 상기 검정 방전 중인 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 제어를 정지할 때의 조건인 상기 전류값의 차이는, 당해 전류값의 절대값의 합의 $\pm 1\%$ 이내가 아니어도 상관없다. 단, 전술과 같이, 웨이퍼(103)와 내벽면(101a)의 전위차를, 이물질의 저감 효과가 얻어지도록 충분히 작게 할 수 있는 것이 요망된다.

[0115] 실시형태 3에 있어서, 상기 제어의 정지의 조건을, 상기 전류값의 차이가 당해 전류값의 절대값의 합의 $\pm 1\%$ 이내인 것으로 한 것은, 이하의 이유에 의한다. 실시형태 1에 있어서의 정전 흡착 전극(109)과 정전 흡착 전극(110) 사이의 전위차가 1000V이다. 이 1000V의 전위차에 대해, 이물질의 저감 효과가 얻어지는 웨이퍼(103)와 내벽면(101a) 사이의 허용되는 전위차가 $\pm 10V$ 이다. 상기 허용되는 전위차인 $\pm 10V$ 는, 상기 정전 흡착 전극(109)과 정전 흡착 전극(110) 사이의 전위차인 1000V의 $\pm 1\%$ 이다. 따라서, 상기 제어의 정지의 조건으로서, 상기 전류값의 차이가 당해 전류값의 절대값의 합의 $\pm 1\%$ 이내인 것으로 한다.

[0116] 플라즈마 처리 장치는, 검정 후, 제품 웨이퍼의 처리를 행한다. 플라즈마 처리 장치는, 제품 웨이퍼의 처리시, 제어 장치(803)에 의해, 플라즈마 방전 중단 중에, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압값을, 전술한 도 4의 (c)와 동일하게, V_{1ctrl} , V_{2ctrl} 이 되도록 제어한다.

[0117] [효과 등]

[0118] 상술과 같이, 실시형태 3의 플라즈마 처리 장치의 플라즈마 처리 방법에 의하면, 처리실(101)의 대기 개방을 행하지 않고 검정을 실시한다. 그리고, 본 플라즈마 처리 방법에 의하면, 제품 웨이퍼의 처리에 있어서, 플라즈마 방전 중단 중에 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a) 사이에 의도하지 않은 전위차가 발생하는 것을 억제한다. 이로 인해, 대전한 이물질의 웨이퍼(103)에의 부착을 저감할 수 있다.

[0119] <실시형태 4>

[0120] 도 10, 도 11을 이용하여, 본 발명의 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치에 대하여 설명한다. 이하, 실시형태 4에 있어서의 전술한 형태와는 다른 구성의 부분에 대하여 설명한다.

[0121] [플라즈마 처리 장치]

[0122] 도 10은, 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치의 주요부 단면의 구성을 나타낸다. 도 10의 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치도 ECR형 예칭 장치이나, ECR형 예칭 장치에 한정되지 않고 적용 가능하다. 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치는, 전술한 구성 요소에 추가로, 웨이퍼 전위 측정 프로브(1001)와, 내벽면 전위 측정 프로브(1002)와, 제어 장치(1003)를 가진다.

- [0123] 웨이퍼 전위 계측 프로브(1001)는 처리실(101) 내의 웨이퍼(103)의 전위를 계측하는 프로브이다. 내벽면 전위 계측 프로브(1002)는 처리실(101)의 내벽면(101a)의 전위를 계측하는 프로브이다.
- [0124] 제어 장치(1003)는, 제어 장치(115) 대신에 설치되고, 양 프로브인 웨이퍼 전위 계측 프로브(1001) 및 내벽면 전위 계측 프로브(1002)의 전위 계측 결과를 감시하여, 당해 결과를 토대로 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압을 제어하는 기능을 가진다.
- [0125] 실시형태 4에 있어서, 처리실(101)의 내벽면(101a)의 기재는, 예를 들면 전술과 동일하게 접지된 도체이다. 이에 한하지 않고 실시형태 4는, 당해 내벽면(101a)의 기재가 접지되어 있지 않은 경우나 당해 기재의 소재가 도체가 아닌 경우 등에도, 적합하게 적용 가능하다.
- [0126] 상기 내벽면(101a)의 기재는 플라즈마에 폭로되어 있어도 된다. 당해 기재는, 접지되어 있는 경우에는, 플라즈마 소실 후에 내벽면(101a)의 표면이 신속하게 대략 0V가 될 정도의 얇은 유전체의 막이 있어도 된다. 또한, 실시형태 4는, 내벽면(101a)의 기재의 유전체의 막이 두꺼워, 전위의 변화의 시간 상수가 수초 내지 수십초, 또는 보다 긴 시간에 이르는 경우에도 적합하게 적용 가능하다.
- [0127] 실시형태 4에 있어서, 정전 흡착 전극(109, 110)과 웨이퍼(103) 사이의 유전체층(111)은, 어느 정도의 리크 전류가 흐르는 정도의 저항물로 되어 있어도 되고, 리크 전류가 거의 흐르지 않는 저항물로 되어 있어도 된다. 예를 들면, 유전체층(111)은, 전술한 Johnson-Rahbek 효과에 의해 흡착을 행하기 위한 용사막이어도 되고, 그보다 저항률이 $10^5 \sim 10^6$ 배 정도가 되는 소결체여도 된다.
- [0128] 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치에 있어서의 플라즈마 처리 방법에서는, 플라즈마 방전 중단 중, 웨이퍼 전위 계측 프로브(1001)와 내벽면 전위 계측 프로브(1002)를 이용하여, 웨이퍼(103)의 전위와 내벽면(101a)의 전위의 계측이 행하여진다. 제어 장치(1003)는 이러한 양 프로브의 계측 결과를 감시한다. 제어 장치(1003)는, 계측 결과인 웨이퍼(103)의 전위 및 내벽면(101a)의 전위를 토대로, 웨이퍼(103)와 내벽면(101a)의 전위차가 작아지도록, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압을 제어한다. 또한, 실시형태 4에서, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 변화는, 전술과 동일하게, 동일한 양에 의해 변화시키는 것으로 한다.
- [0129] 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치는, 제어 장치(1003)에 의해 상기 제어를 행함으로써, 플라즈마 방전 중단 중에, 웨이퍼(103)와 처리실(101)의 내벽면(101a) 사이의 전위차를 해소한다. 이로 인해, 대전한 이물질이 웨이퍼(103)에 끌어당겨져 부착되는 것을 방지한다.
- [0130] [처리 타임차트]
- [0131] 도 11은, 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치에 있어서의 플라즈마 처리를 포함하는 처리의 타임차트를 전술과 동일하게 나타낸다. 도 11의 처리는, 전술한 도 4와는 다른 내용으로서 플라즈마 방전 중단 중인 시간 T2에 있어서의 (c) 및 (d)의 형태가 다르다.
- [0132] (c)의 가변 직류 전원 출력 전압에 있어서, 1101은, 내측의 정전 흡착 전극(109)에의 가변 직류 전원(112)의 출력 전압으로서, 기준인 소정의 양의 전압이다. 1102는, 외측의 정전 흡착 전극(110)에의 가변 직류 전원(113)의 출력 전압으로서, 기준인 소정의 음의 전압이다. 1100은, 방전 중단 중인 시간 T2에 있어서의, 제어 장치(1003)의 제어에 의한 출력 전압의 변화 및 그 시간을 나타낸다. 제어 장치(1003)는, 1100의 시간에, 가변 직류 전원(112) 및 가변 직류 전원(113)의 출력 전압값을 변화시키는 제어를 행한다.
- [0133] 1100의 시간에 있어서, 가변 직류 전원(112)의 출력 전압인 1101은 1101a와 같이 변화하고, 가변 직류 전원(113)의 출력 전압인 1102는 1102a와 같이 변화한다. 1101a는, 1101의 전압값에 대해 소정 전압 낮은 상태에서부터 점차 전위가 높아져, 1101의 전압값에 대해 소정 전압 높은 상태에 이르도록 변화한다. 마찬가지로, 1102a는, 1102의 전압값에 대해 소정 전압 낮은 상태에서부터 점차 전위가 높아져, 1102의 전압값에 대해 소정 전압 높은 상태에 이르도록 변화한다.
- [0134] (d)의 웨이퍼 전위 및 내벽면 전위에 있어서, 1111은 웨이퍼(103)의 전위, 1112는 내벽면(101a)의 전위를 나타낸다. 시간 T1의 방전 종료의 시각 t1에서는, 1111, 1112는 전술과 동일한 전위이다. 시간 T2에 있어서, 웨이퍼(103)의 전위인 1111은 1111a와 같이 변화한다. 1111a는, 1100의 시간에, 일단 조금 전위가 낮아지고 나서 점차 0V에 접근하는 형태이다. 마찬가지로, 내벽면(101a)의 전위인 1112는 1112a와 같이 변화한다. 1112a는, 1100의 시간에, 점차 0V에 접근하는 형태이다. 시각 t1의 직후에는 1111과 1112의 전위차가 있으나, 그 후, 당해 전위차가 대략 0V가 된다. 1100의 시간에서는, 1111a와 1112a의 전위차가 대략 0V이다.

- [0135] 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치는, 상기 방전 중단 중인 시간 T2에, 제어 장치(1003)에 의해, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 제어를 행하면서, 전술과 동일하게, 처리실(101) 내의 압력 조정 등 다음 방전 처리를 위한 준비를 행한다. 당해 준비가 종료된 후, 플라즈마 처리 장치는 제어 장치(1003)에 의한 1100과 같은 제어를 정지한다. 이로 인해, 가변 직류 전원(112, 113)은 다음 방전 처리를 위한 소정의 전압을 출력한다. 그 후, μ 파 전력의 공급이 개시되고, 다음 방전 처리가 동일하게 실시된다.
- [0136] 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치는, 웨이퍼(103)와 내벽면(101a)의 전위차가 작아지도록, 가변 직류 전원(112, 113)의 출력 전압의 제어를 계속해서 행하는 구성이다.
- [0137] 이에 한하지 않고, 웨이퍼(103)와 내벽면(101a)의 전위차가 소정의 값 이내가 되도록 상기 출력 전압의 제어를 행하는 형태로 해도 상관없다. 이 형태의 경우, 예를 들면, 전술한 실시형태 1에서 이물질의 저감 효과가 얻어지는 기준으로 한 값을 이용하여, 웨이퍼(103)와 내벽면(101a)의 전위차를 $\pm 10V$ 이내가 되도록 제어해도 된다.
- [0138] [효과 등]
- [0139] 상술과 같이, 실시형태 4의 플라즈마 처리 장치에 있어서의 플라즈마 처리 방법에 의하면, 제품 웨이퍼의 처리에 있어서, 플라즈마 방전 중단 중에 웨이퍼(103)와 내벽면(101a) 사이에 의도하지 않은 전위차가 발생하는 것을 억제하여, 이물질의 웨이퍼(103)에의 부착을 저감할 수 있다.
- [0140] 이상, 본 발명을 실시형태에 의거하여 구체적으로 설명하였으나, 본 발명은, 웨이퍼 탑재대 상에 웨이퍼가 탑재되어 있고 또한 플라즈마가 발생하고 있지 않은 경우에, 웨이퍼와 처리실 내벽면의 전위차를 저감하도록, 웨이퍼 흡착 전극용의 가변 직류 전원의 출력 전압을 제어하는 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.
- [0141] 또한, 본 발명은 상술한 각 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양한 변형례가 포함된다. 예를 들면, 상기한 실시예는 본 발명을 이해하기 쉽게 설명하기 위해 상세하게 설명한 것이고, 반드시 설명한 모든 구성을 구비하는 것에 한정되는 것은 아니다. 또한, 일방의 실시예의 구성의 일부를 타방의 실시예의 구성으로 치환하는 것이 가능하고, 또, 일방의 실시예의 구성에 타방의 실시예의 구성을 더하는 것도 가능하다. 또한, 각 실시예의 구성의 일부에 대하여 다른 구성을 추가·삭제·치환하는 것이 가능하다.
- [0142] 예를 들면, 상술한 「시료대 상에 웨이퍼가 탑재되어 있고 또한 플라즈마가 발생하고 있지 않은 경우」는, 실시형태 1~4에 있어서의 방전 중단 중뿐만 아니라, 웨이퍼가 처리실에 반입되어, 최초의 플라즈마 방전이 개시되기까지의 사이의 시간도 포함한다.
- [0143] 또한, 각 실시형태에 있어서는, 가변 직류 전원(112) 및 가변 직류 전원(113)의 출력 전압의 평균값을 변화시킬 때, 가변 직류 전원(112) 및 가변 직류 전원(113)의 양방에서, 동일한 양을 변화시키는 것으로 하였다. 이 전압의 변화는, 가변 직류 전원(112) 및 가변 직류 전원(113)의 각각에서 다른 양을 변화시켜도 상관없다. 예를 들면, 가변 직류 전원(112)의 출력 전압이 +500V, 가변 직류 전원(113)의 출력 전압이 -500V인 상태에서부터, 가변 직류 전원(112 및 113)의 출력 전압의 평균값을 +10V 변화시키는 경우에는, 가변 직류 전원(112)의 출력 전압을 +520V, 가변 직류 전원(113)의 출력 전압을 -500V로 해도 된다.
- [0144] 또한, 각 실시예에 있어서, 가변 직류 전원(112) 및 가변 직류 전원(113)의 각각의 출력의 전압값을 각각 변화시킨 경우에 의해 설명하였으나, 반드시 각각의 전압값을 양쪽 모두 변화시킬 필요는 없고, 적어도, 가변 직류 전원(112) 또는 가변 직류 전원(113)의 출력의 전압값에 의해 처리실의 내벽면과 웨이퍼의 전위차가 0이 되도록 제어해도 된다. 또한, 가변 직류 전원(112) 및 가변 직류 전원(113)의 각각의 출력의 전압값을 각각 변화시킨 경우 쪽이 가변 직류 전원(112) 또는 가변 직류 전원(113)의 일방의 출력의 전압값만을 변화시키는 경우보다 웨이퍼를 시료대에 안정적으로 정전 흡착시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0145] 또한, 예를 들면, 실시형태 4에 있어서의 플라즈마 처리 장치는 벽면 전위를 측정하는 내벽면 전위 측정 프로브를 구비하나, 본 발명은, 실시예 1 내지 3에 기재한 바와 같이 내벽면의 전위가 플라즈마 중단 중, 신속하게 0V가 되는 것이 관찰되는 경우에는, 내벽면 전위 측정 프로브를 구비하지 않는 구성이어도 된다. 또, 본 발명은, 예를 들면, 플라즈마 중단 중의 내벽면 전위를 미리 측정하여 파악하고 있는 경우에도, 내벽면 전위 측정 프로브를 구비하지 않는 구성이어도 된다.
- [0146] 또한, 예를 들면, 내벽면이 플라즈마에 의해 대전하고 또한 플라즈마 파라미터로부터 그 전위가 확실하게 추측 가능한 경우에는, 본 발명은 내벽면 전위 측정 프로브를 구비하지 않는 구성이어도 된다. 또, 본 발명은, 상술한 예 이외에도 다양한 요인으로 내벽면에 전위가 발생하는 경우에, 내벽면 전위의 직접 측정 이외의 방법으로

그 전위가 확실하게 추측 가능한 경우에도 내벽면 전위 계측 프로브를 구비하지 않는 구성이어도 된다.

[0147] 이상, 본 발명의 기술적 사상은 「플라즈마가 존재하지 않는 경우에 있어서의, 상기 시료의 전위와 상기 플라즈마 처리실의 내벽의 전위의 전위차를 저감시키는」 것이다. 또, 플라즈마 처리실의 내벽의 전위가 대략 0인 경우에는, 본 발명의 기술적 사상은 「플라즈마가 존재하지 않는 경우의 상기 시료의 전위를 저감시키는」 것이라고 표현할 수 있다. 또한, 본 발명은 상기의 본 발명의 기술적 사상의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양하게 변경 가능하다.

[0148] 또한, 본 발명은, 플라즈마가 존재하지 않는 경우에 있어서의, 시료의 전위와 플라즈마 처리실의 내벽의 전위의 전위차를 저감시키는 직류 전원의 전압값으로서 미리 구해진 직류 전원의 전압값을 플라즈마가 존재하지 않는 경우에 직류 전원의 출력값으로서 출력하는 형태도 포함한다. 또한, 본 발명은, 플라즈마가 존재하지 않는 경우의 시료의 전위를 저감시키는 직류 전원의 전압값으로서 미리 구해진 직류 전원의 전압값을 플라즈마가 존재하지 않는 경우에 직류 전원의 출력값으로서 출력하는 형태도 포함한다.

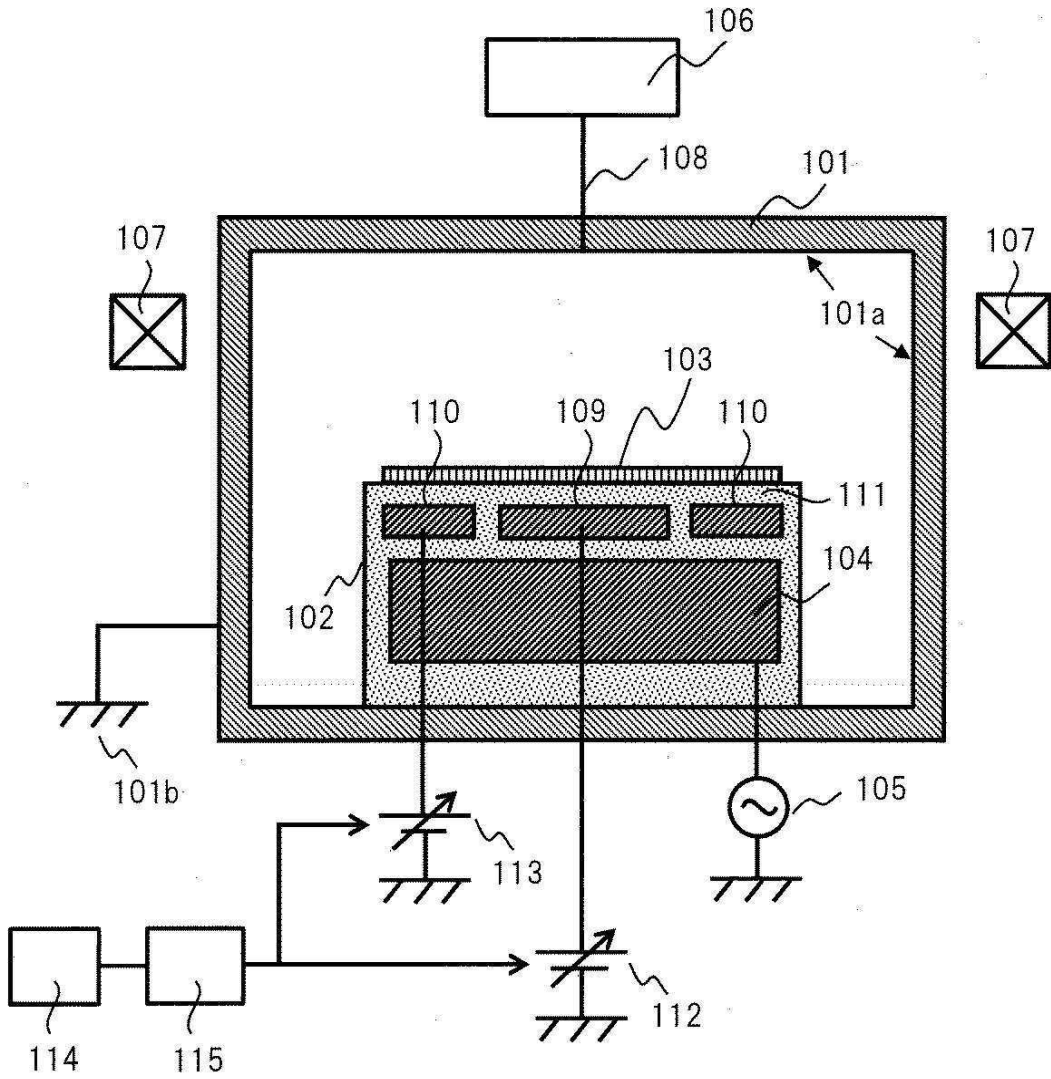
부호의 설명

- [0149]
- 101 : 처리실
 - 101a : 내벽면
 - 102 : 탑재대
 - 103 : 웨이퍼
 - 104 : 고주파 전극
 - 105 : 고주파 전원
 - 106 : μ 파 발진원
 - 107 : 솔레노이드 코일
 - 108 : 도파관
 - 109, 110 : 정전 흡착 전극
 - 111 : 유전체층
 - 112, 113 : 가변 직류 전원
 - 114 : 기억 장치
 - 115, 803, 1003 : 제어 장치
 - 801, 802 : 전류계
 - 804 : 검정용 플라즈마
 - 1001 : 웨이퍼 전위 계측 프로브
 - 1002 : 내벽면 전위 계측 프로브

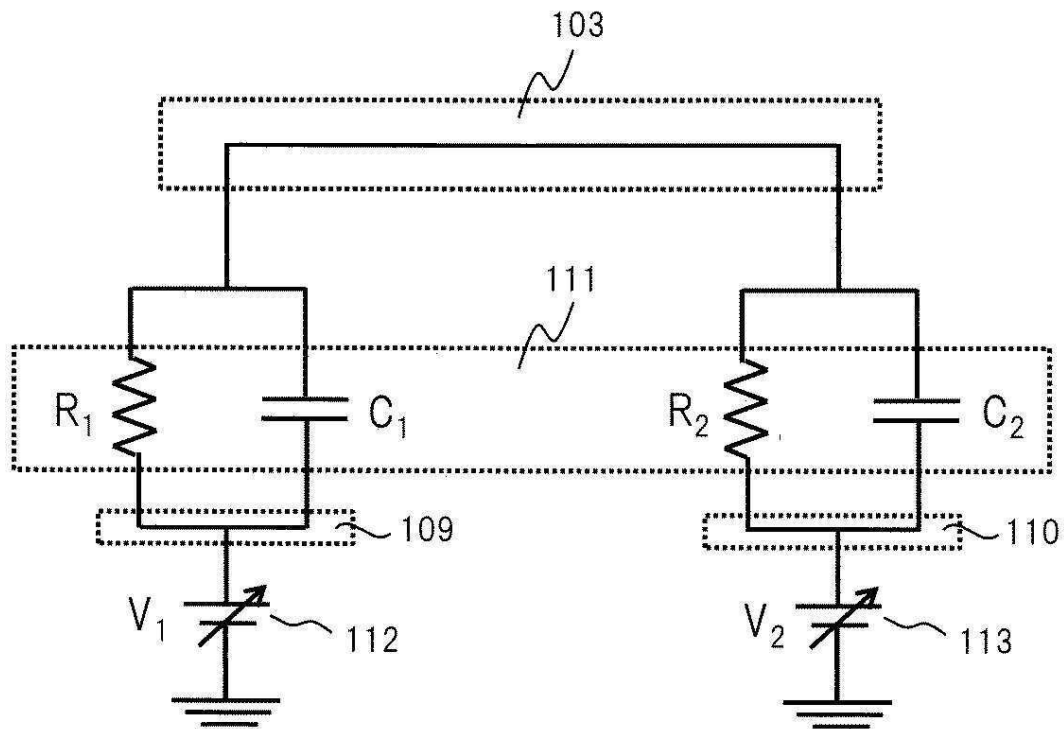
도면

도면1

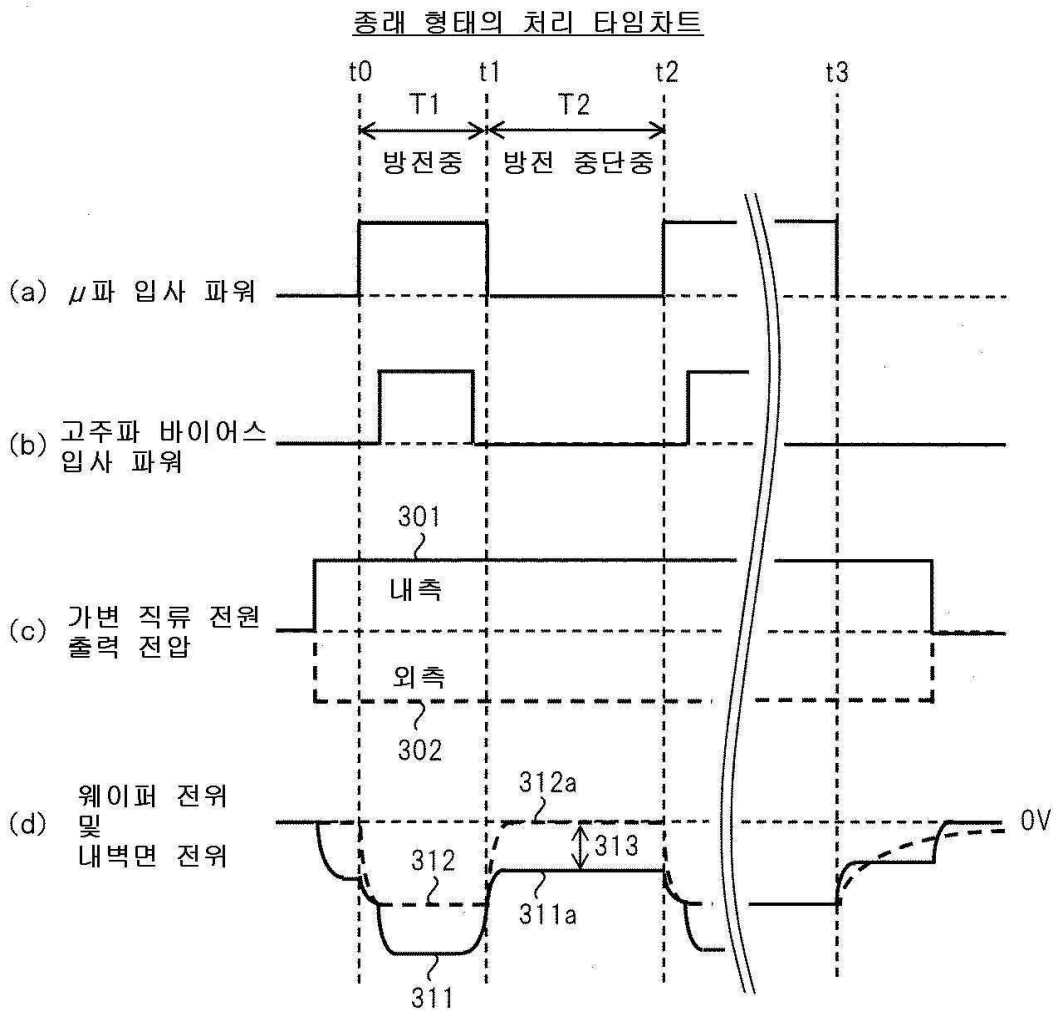
실시형태 1



도면2

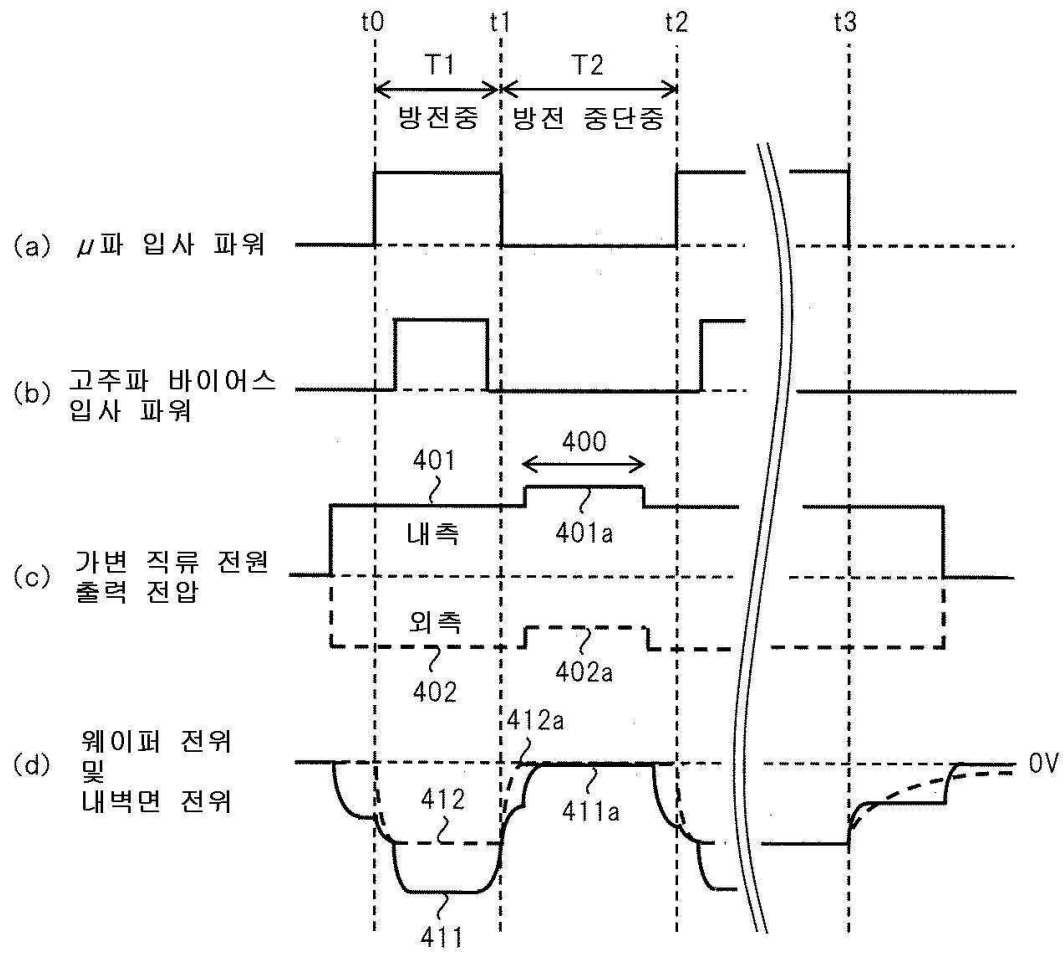


도면3

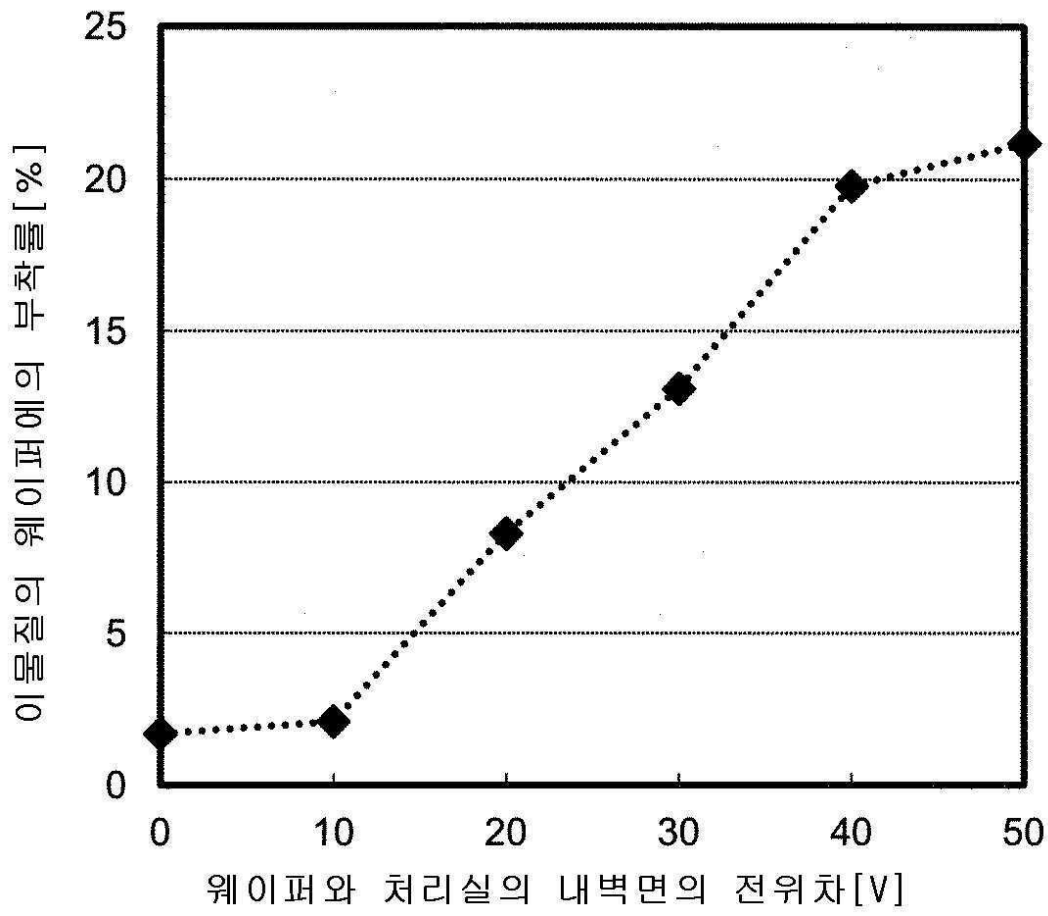


도면4

실시형태 1, 2 및 3의 처리 타임차트

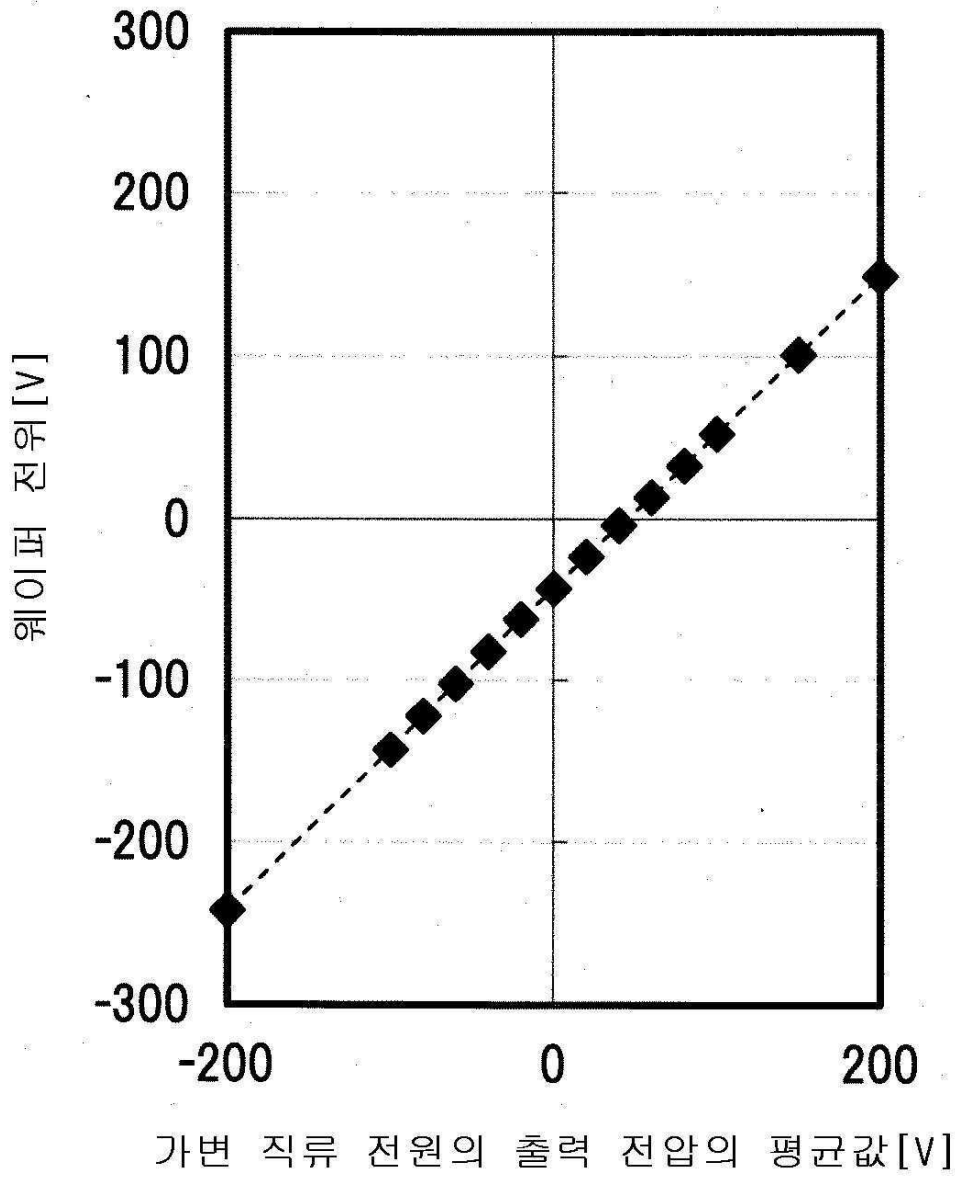


도면5

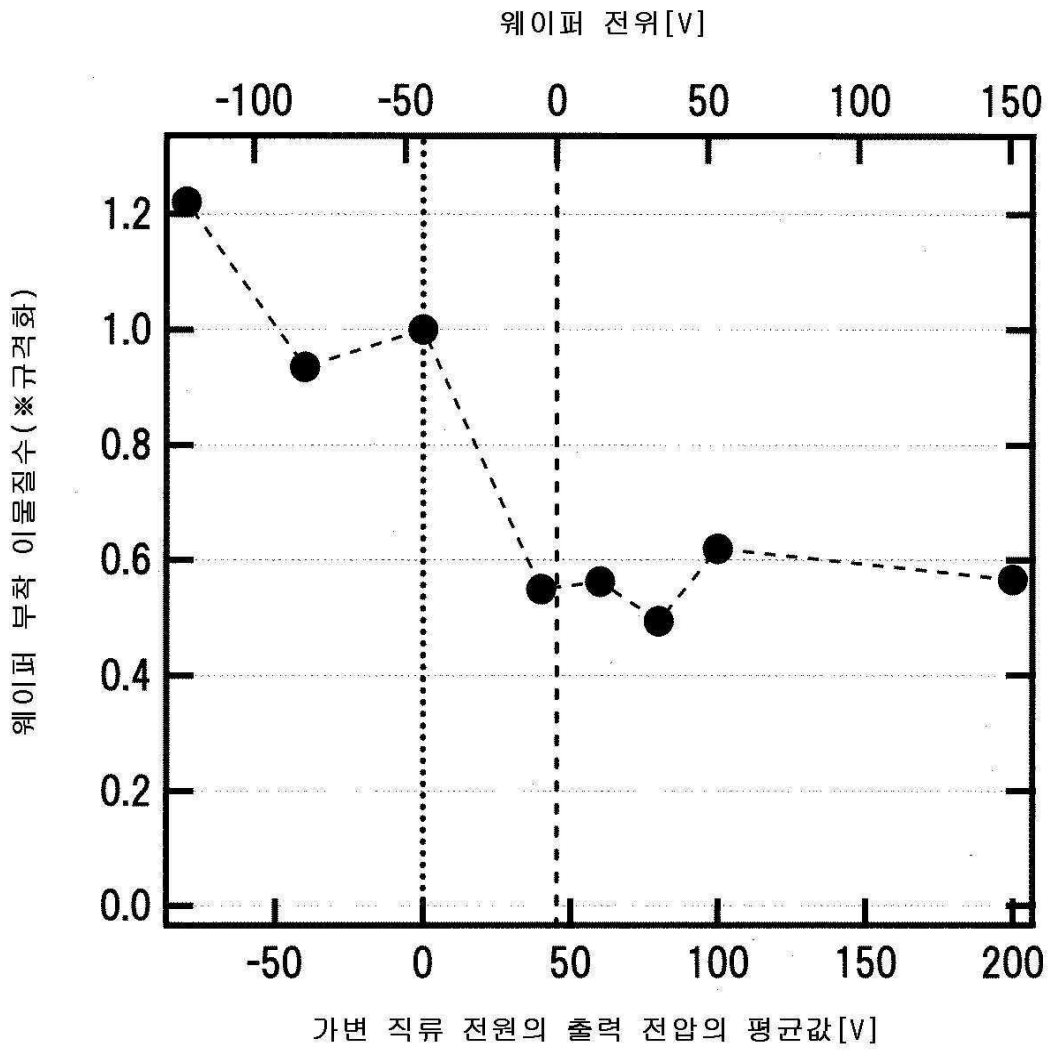


도면6

실시형태 2

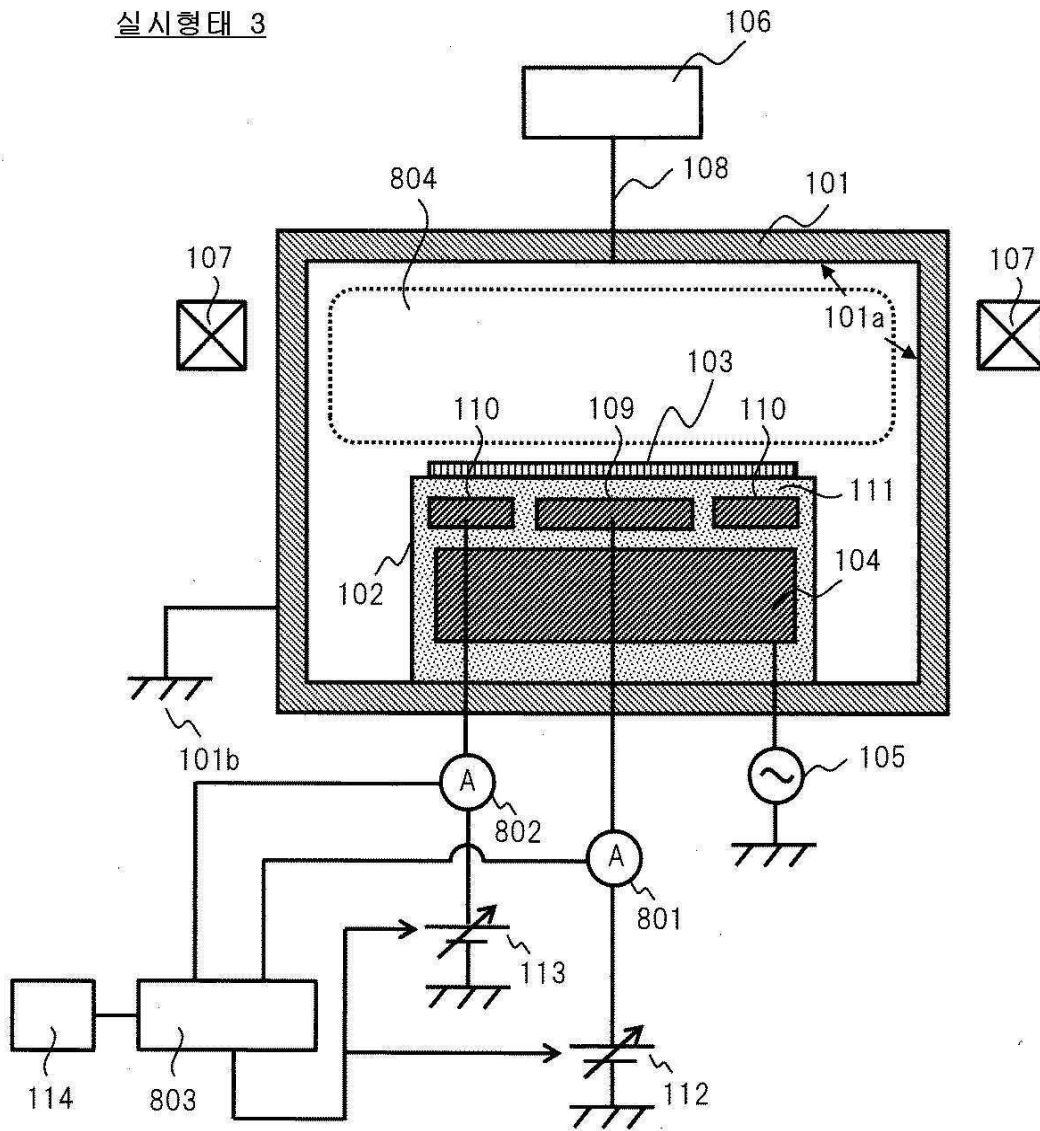


도면7

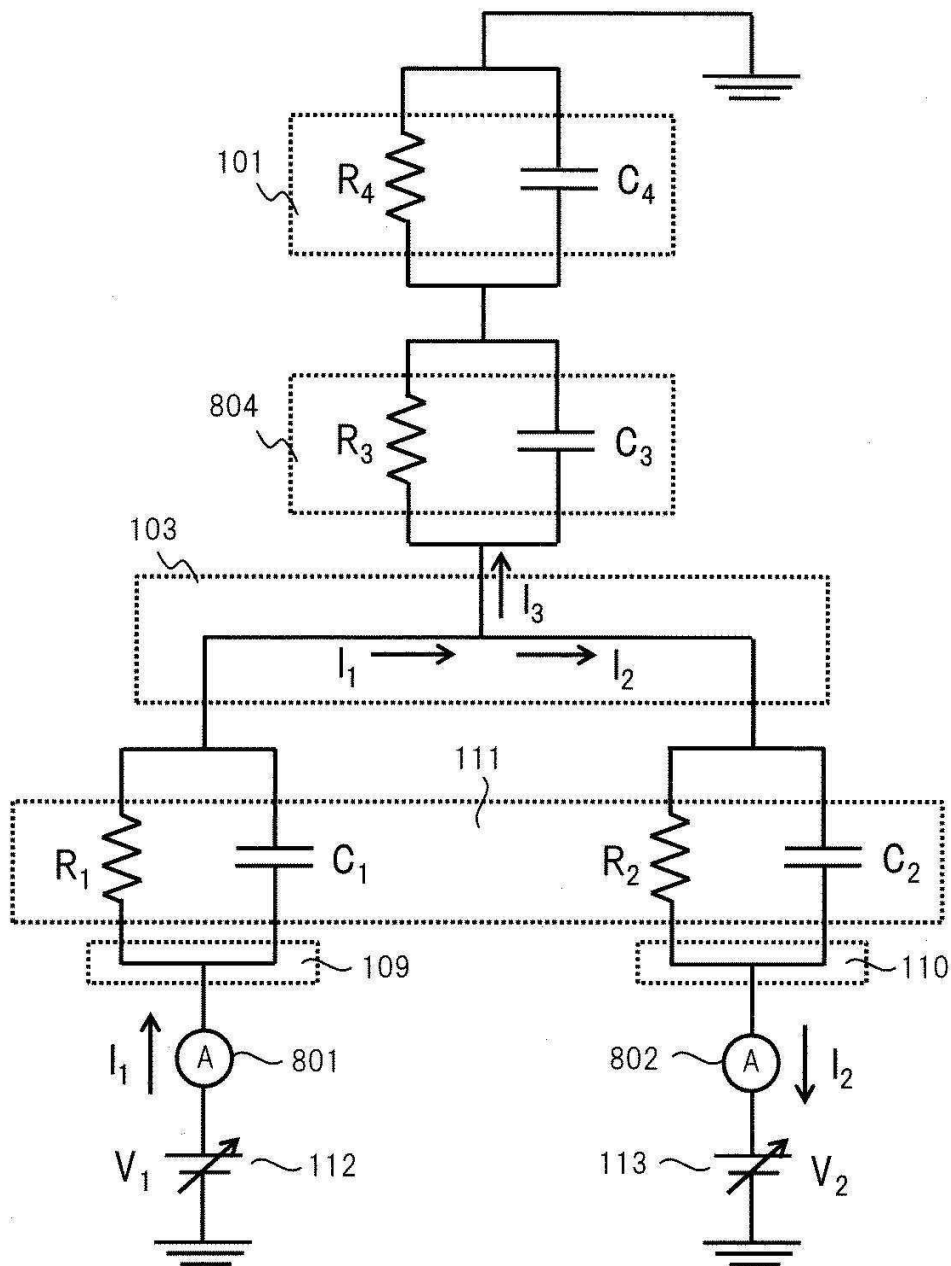


도면8

실시형태 3

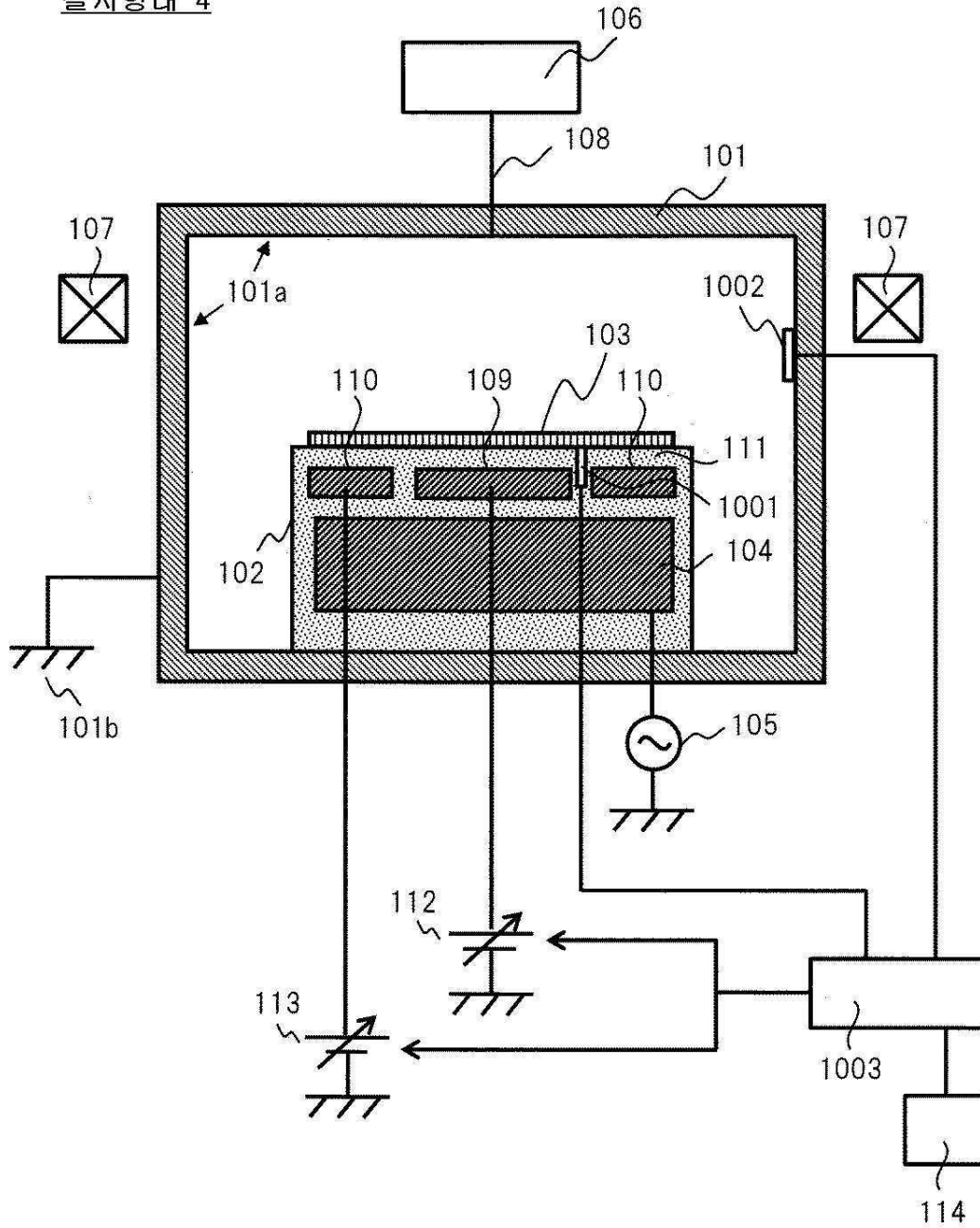


도면9



도면10

실시형태 4



도면11

실시형태 4의 처리 타임차트

