



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월30일
(11) 등록번호 10-1883246
(24) 등록일자 2018년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32715 (2013.01)
H01J 37/32192 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0004058
(22) 출원일자 2017년01월11일
심사청구일자 2017년01월11일
(65) 공개번호 10-2018-0015558
(43) 공개일자 2018년02월13일
(30) 우선권주장
JP-P-2016-152424 2016년08월03일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160012904 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
가부시킴가이샤 히다치 하이테크놀로지즈
일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24-14
(72) 발명자
이시구로 마사키
일본국 도쿄도 미나토구 니시 신바시 1-24-14
스미야 마사히로
일본국 도쿄도 미나토구 니시 신바시 1-24-14
(74) 대리인
문두현

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김주승

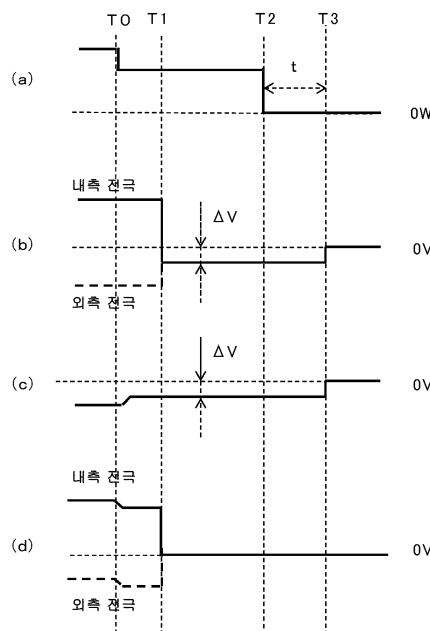
(54) 발명의 명칭 플라스마 처리 장치 및 시료의 이탈 방법

(57) 요약

본 발명은, 플라스마 생성용 고주파 전력 정지 후의 처리실 내에 잔존하는 하전 입자에 의한 웨이퍼의 재대전을 고려한 제전(除電)을 행하는 플라스마 처리 장치 및 상기 제전에 따른 시료의 이탈 방법을 제공하는 것을 과제로 한다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



이러한 과정을 하기 하기 위하여 본 발명은, 처리실과 플라스마 생성용 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과 시료의 정전 흡착용 전극을 구비하는 시료대와 상기 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원을 구비하는 플라스마 처리 장치에 있어서, 정전 흡착한 시료를 상기 시료대로부터 이탈시키는 처리를 개시한 후, 상기 고주파 전력의 공급을 정지하고 나서 소정 시간이 경과한 후에 상기 직류 전압을 소정의 값으로부터 대략 0V로 변경시키는 제어부를 구비하고, 상기 소정의 값은, 상기 직류 전압이 대략 0V일 때의 상기 시료의 전위가 대략 0V로 되는 미리 구해진 값이고, 상기 소정 시간은, 상기 처리의 플라스마에 의해 생성된 하전 입자가 소실되는 시간 또는 애프터 글로우 방전이 소실되는 시간에 의거해서 규정된 시간인 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

H01L 21/6831 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2016032096A*

KR1020150053899A*

JP2008251676A*

JP2015072825A*

KR1019980024679A*

JP2016032096 A*

KR1020150053899 A*

JP2015072825 A*

KR1019980024679 A*

JP2008251676 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

시료가 플라스마 처리되는 처리실과, 플라스마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 상기 시료를 정전흡착시키기 위한 전극을 구비하며 상기 시료가 재치(載置)되는 시료대와, 상기 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원을 구비하는 플라스마 처리 장치에 있어서,

상기 시료의 플라스마 처리 후, 상기 고주파 전력을 제1 고주파 전력으로부터 제2 고주파 전력으로 변경시키고, 상기 제2 고주파 전력이 공급되고 있는 동안, 상기 직류 전압을 상기 플라스마 처리시의 값으로부터 소정의 값으로 변경시키고,

상기 제2 고주파 전력의 공급이 정지된 후, 상기 직류 전압을 상기 소정의 값으로부터 0V로 변경시키고,

상기 직류 전압이 0V로 변경된 후, 플라스마 처리된 상기 시료를 상기 시료대로부터 이탈시키는 제어를 행하는 제어부를 더 구비하고,

상기 제2 고주파 전력은, 상기 시료대에 정전흡착한 상기 시료를 상기 시료대로부터 이탈시키기 위한 플라스마를 생성하기 위한 고주파 전력이고,

상기 소정의 값은, 상기 직류 전압을 상기 소정의 값으로 변경시킨 때, 상기 전극의 전위가 상기 시료의 전위와 동등하게 되도록 하여 구해진 값인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전극이 2개일 경우, 한쪽의 상기 전극에 인가되는 제1 직류 전압과 다른 쪽의 상기 전극에 인가되는 제2 직류 전압의 평균값이 상기 소정의 값으로 되도록 하여 구해진 상기 제1 직류 전압 및 상기 제 2 직류 전압이 상기 전극의 각각에 인가되는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 소정의 값은, 상기 제2 고주파 전력에 의해 생성된 플라스마의 부유 전위와 동등한 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 소정의 값은, -20 ~ -10V의 범위 내의 값인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제2 고주파 전력의 공급을 정지하고나서 소정 시간이 경과한 후, 상기 직류 전압을 상기 소정의 값으로부터 0V로 변경시키고,

상기 소정 시간은, 0.1 ~ 3초의 범위 내의 시간인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

청구항 6

시료가 플라스마 처리된 후, 상기 시료가 재치되는 시료대에 정전흡착한 상기 시료를 상기 시료대로부터 이탈시키는 시료의 이탈 방법에 있어서,

상기 시료를 플라스마 처리한 후, 플라스마를 생성하기 위한 고주파 전력을 제1 고주파 전력으로부터 제2 고주파 전력으로 변경시키고,

상기 제2 고주파 전력을 공급하고 있는 동안, 상기 시료를 상기 시료대에 정전흡착시키기 위한 직류 전압을 상기 플라스마 처리시의 값으로부터 소정의 값으로 변경하고,

상기 제2 고주파 전력의 공급을 정지한 후, 상기 직류 전압을 상기 소정의 값으로부터 0V로 변경하고,

상기 직류 전압을 0V로 변경한 후, 플라스마 처리된 상기 시료를 상기 시료대로부터 이탈시키고,

상기 제2 고주파 전력은, 상기 시료대에 정전흡착한 상기 시료를 상기 시료대로부터 이탈시키기 위한 플라스마를 생성하기 위한 고주파 전력이고,

상기 소정의 값은, 상기 직류 전압을 상기 소정의 값으로 변경한 때, 전극의 전위가 상기 시료의 전위와 동등하게 되도록 하여 구해진 값인 것을 특징으로 하는 시료의 이탈 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 전극이 2개일 경우, 한쪽의 상기 전극에 인가되는 제1 직류 전압과 다른 쪽의 상기 전극에 인가되는 제2 직류 전압의 평균값이 상기 소정의 값으로 되도록 하여 구해진 상기 제1 직류 전압 및 상기 제2 직류 전압을 상기 전극의 각각에 인가하는 것을 특징으로 하는 시료의 이탈 방법.

청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 소정의 값은, 상기 제2 고주파 전력에 의해 생성된 플라스마의 부유 전위와 동등한 것을 특징으로 하는 시료의 이탈 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 소정의 값은, -20 ~ -10V의 범위 내의 값인 것을 특징으로 하는 시료의 이탈 방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 제2 고주파 전력의 공급을 정지하고나서 소정 시간이 경과한 후, 상기 직류 전압을 상기 소정의 값으로부터 0V로 변경하고,

상기 소정 시간은, 0.1 ~ 3초의 범위 내의 시간인 것을 특징으로 하는 시료의 이탈 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 플라스마 처리 장치 및 시료의 이탈 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 제조에 있어서의 플라스마 처리 방법의 하나로 플라스마 에칭이 있다. 플라스마 에칭에서는 시료(웨이퍼)를 처리할 내부의 시료대 상에 재치(載置)하고 플라스마에 폭로(暴露)시킨다. 이때, 처리실에 도입하는 가스 종류나 웨이퍼에 인가하는 고주파 전력 등 각종 처리 조건을 조정하는 것에 의해 웨이퍼 상의 특성의 적층막을 선택적으로 제거해 웨이퍼 상에 미세한 회로 패턴을 형성한다.

[0003] 상기한 바와 같은 플라스마 에칭에 있어서, 처리 중의 웨이퍼 어긋남의 방지나 웨이퍼 온도 조정의 요구 등 때문에, 통상적으로 웨이퍼는 정전 흡착 전극 등을 이용해서 시료대 상에 정전 흡착된다.

[0004] 플라스마 에칭 처리가 종료된 후에는 웨이퍼의 정전 흡착을 해제하고, 웨이퍼를 시료대 위쪽으로 밀어올리는 이

탈 기구 등을 이용하여 웨이퍼를 시료대로부터 이탈시켜 처리실로부터의 반출을 행한다.

[0005] 정전 흡착 전극을 이용한 웨이퍼 흡착에서는, 전극에 전압을 인가하는 것에 의하여 전극과 웨이퍼 사이에 존재하는 유전체막 등에 생기는 정전기력에 의해서 웨이퍼의 흡착을 행한다. 따라서 정전 흡착 전극에 인가하는 전압을 차단함으로써 흡착의 해제를 행할 수 있지만, 그때에 유전체막이나 웨이퍼에 대한 제전(除電)이 불충분해 전하가 잔류하는 것에 의해서, 전극에의 인가전압 차단 후에도 웨이퍼에 대한 흡착력이 유지되는 경우가 있다.

[0006] 상기와 같은 잔류 흡착력이 발생함으로써, 웨이퍼를 시료대로부터 이탈시킬 때에 웨이퍼의 위치 어긋남이 생기는 경우나 이탈할 때에 웨이퍼에 가해지는 힘에 의해서 웨이퍼가 파손되는 경우 등이 있다. 웨이퍼 어긋남의 발생은 반송 시의 반송 에러의 리스크로 이어지며 경우에 따라서는 제품 처리가 정지되는 경우가 있다. 웨이퍼의 파손은 웨이퍼 자체의 손실에 부가해 파손된 웨이퍼를 장치 내로부터 제거하는 등 장치의 원상회복까지 시간을 요하는 경우가 있다. 어떠한 경우도 제품 처리의 스루풋에 악영향을 미칠 가능성이 높아 제전에 의한 잔류 흡착력의 저감은 전술한 리스크의 저감을 위해 필요하다. 덧붙여 잔류 흡착력의 저감을 위한 제전 방법으로서 는 이하와 같은 방법이 지금까지 알려져 있다.

[0007] 특허문헌 1에 있어서는, 전극을 내포하는 유전체 상에 재치되며, 상기 전극에의 소정 극성의 직류 전압의 인가에 의해 상기 유전체에 정전기력에 의하여 흡착된 피흡착물을, 상기 유전체로부터 이탈시키는 이탈 방법으로서, 상기 전극에의 상기 직류 전압의 인가를 정지하는 공정과, 상기 피흡착물을 제전용의 플라스마에 폭로시키는 공정과, 상기 플라스마에의 폭로에 의해 상기 피흡착물에 발생하는 셀프 바이어스 전압과 동극성(同極性)의 직류 전압을 상기 전극에 인가하는 전압 인가 공정을 구비하는 제전 처리 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 일본국 특개2004-47511호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 특허문헌 1에 있어서는, 정전 흡착 전극에의 인가전압의 정지와 플라스마 생성을 위한 고주파 전압의 인가 정지 타이밍의 전후에 관해서 함께 정지라는 기재가 되어 있다. 그러나, 플라스마 처리의 종료 시에는, 플라스마 생성용의 고주파 전압의 입사 전력을 정지한 후에도 플라스마 중의 하전 입자는 공간에 잔존한다. 특허문헌 1에 개시된 제전 방법과 같이, 플라스마 처리의 종료와 동시에 정전 흡착 전극에 인가한 전압을 0V로 하면, 상기 잔존한 하전 입자의 존재에 의해 웨이퍼가 전위를 가져, 웨이퍼와 전극 사이에 다시 전위차가 생겨서 잔류 흡착력이 발생할 우려가 있다.

[0010] 특히 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이에 존재하는 유전체막의 저항값이 충분히 큰 소위 쿨롬형의 전극에서는, 상기기와 같이 발생한 잔류 흡착력은 웨이퍼와 전극 간에 흐르는 전류가 매우 작기 때문에 장시간 해소되지 않을 우려가 있다.

[0011] 이 때문에, 상기 문제를 회피하기 위해서는, 정전 흡착 전극에의 인가전압의 정지는 플라스마 생성을 위한 고주파 전압의 인가 정지보다도 나중이 아니면 안 된다. 그러나, 특허문헌 1에는, 정전 흡착 전극에의 인가전압의 정지의 타이밍과 플라스마 생성을 위한 고주파 전압의 인가 정지 타이밍의 상대적인 순서의 관계에 대해서는 하등 언급되어 있지 않다.

[0012] 따라서, 특허문헌 1에 있어서는, 제전 후 제전 플라스마 처리를 종료할 때에 진공 처리실 내에 잔존한 하전 입자에 의해서 웨이퍼가 재대전하고, 그 대전에 의한 잔류 흡착력이 발생하는 것에 대하여 하등 고려가 이루어져 있지 않다고 할 수 있다.

[0013] 이러한 점에서 본 발명은, 플라스마 생성용 고주파 전압 정지 후의 처리실 내에 잔존하는 하전 입자에 의한 웨이퍼의 재대전을 고려한 제전 처리를 행할 수 있는 플라스마 처리 장치 및 상기 제전 처리에 따른 시료의 이탈 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명은, 시료가 플라스마 처리되는 처리실과, 플라스마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 상기 시료를 정전 흡착시키기 위한 전극을 구비하며 상기 시료가 재치되는 시료대와, 상기 전극에 직류 전압을 인가하는 직류 전원을 구비하는 플라스마 처리 장치에 있어서,
- [0015] 정전 흡착한 시료를 상기 시료대로부터 이탈시키는 처리를 개시한 후, 상기 고주파 전력의 공급을 정지하고 나서 소정 시간이 경과한 후에 상기 직류 전압을 소정의 값으로부터 대략 0V로 변경시키는 제어를 행하는 제어부를 더 구비하고, 상기 소정의 값은, 상기 직류 전압이 대략 0V일 때의 상기 시료의 전위가 대략 0V로 되는 미리 구해진 값이고, 상기 소정 시간은, 상기 처리의 플라스마에 의해 생성된 하전 입자가 소실되는 시간 또는 애프터 글로우 방전이 소실되는 시간에 의거해서 규정된 시간인 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 본 발명은, 시료가 정전 흡착한 시료대로부터 상기 시료를 이탈시키는 시료의 이탈 방법에 있어서, 상기 시료대로부터 상기 시료를 이탈시키는 처리를 개시한 후, 플라스마 생성용 고주파 전력의 공급을 정지하고 나서 소정 시간이 경과한 후에 상기 시료를 상기 시료대에 정전 흡착시키기 위한 전극에 인가되는 직류 전압을 소정의 값으로부터 대략 0V로 변경하고, 상기 소정의 값을 상기 직류 전압이 대략 0V일 때의 상기 시료의 전위가 대략 0V로 되는 미리 구해진 값으로 하고, 상기 소정 시간을 상기 처리의 플라스마에 의해 생성된 하전 입자가 소실되는 시간 또는 애프터 글로우 방전이 소실되는 시간에 의거해서 규정된 시간으로 하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명은, 플라스마 생성용 고주파 전력 정지 후의 처리실 내에 잔존하는 하전 입자에 의한 웨이퍼의 재대전을 고려한 제전 처리를 행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명에 따른 플라스마 처리 장치의 개략 종단면의 구성을 나타내는 도면.
 도 2는 종래의 제전 처리의 정전 흡착용 전극과 웨이퍼의 전위차를 나타내는 도면.
 도 3은 본 발명에 따른 제전 처리를 나타내는 타이밍 차트.
 도 4는 가변 직류 전원, 정전 흡착 전극, 유전체층 및 웨이퍼를 모델화한 등가 회로를 나타내는 도면.
 도 5는 부유 전위의 측정 결과를 나타내는 그래프.
 도 6은 본 발명에 따른 제전 처리를 나타내는 타이밍 차트.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 도 1은 본 실시예에 있어서의 플라스마 처리 장치의 개략 종단면의 구성을 나타낸다. 도 1의 플라스마 처리 장치는 전자 사이클론 공명(Electron Cyclotron Resonance : ECR)형 플라스마 에칭 장치이다. 이하, 전자 사이클론 공명을 ECR이라 칭한다.
- [0020] 도 1의 ECR형 플라스마 에칭 장치인 플라스마 처리 장치는, 진공 처리실인 처리실(101)의 내부에 배치된 시료의 재치대인 시료대(102) 상에 시료인 웨이퍼(103)가 재치되고, 처리실(101)의 내부에 플라스마를 생성시키는 것에 의해 시료에 에칭 처리를 행한다.
- [0021] 플라스마 처리 장치는, 처리실(101) 내에 정자장(靜磁場)을 형성하는 솔레노이드 코일(104)과, 고주파 전원인 마이크로파 전원(105)과, 마이크로파 발진원(106)(마그네트론)과, 도파관(107)과, 상기 에칭 처리를 제어하는 제어부(115)를 구비한다. 처리실(101) 내에는 솔레노이드 코일(104)에 의해서 자장이 형성된다. 마이크로파 전원(105)으로부터의 고주파 전력에 의해 마이크로파 발진원(106)에서 발진된 마이크로파는 도파관(107)을 통해서 처리실(101)에 도입된다. 마이크로파는 솔레노이드 코일(104)에 의해 형성된 자장 중에서 ECR에 의하여 전자에 에너지를 부여한다. 그 전자가 도시하지 않은 가스 공급원으로부터 공급된 가스를 전리시키는 것에 의해 플라스마를 생성시킨다.
- [0022] 플라스마 처리 중 웨이퍼(103)의 이면에는 당해 웨이퍼(103)의 온도를 조정하기 위한 냉각 가스가 공급된다. 냉각 가스에 의한 웨이퍼(103)의 어긋남을 방지하기 위해, 웨이퍼(103)는 쌍극형(다이폴)의 정전 흡착 전극(108, 109)에 의해서 시료대(102) 상에 정전 흡착된다. 여기에서, 쌍극형의 정전 흡착 전극이란, 2개의 전극에

인가되는 직류 전압에 의해 웨이퍼(103)를 시료대(102) 상에 정전 흡착시키는 정전 흡착용 전극이다. 본 실시예의 정전 흡착 전극(108, 109)은 동심원 상에 한쪽의 전극인 정전 흡착 전극(108)이 내측, 다른 쪽의 전극인 정전 흡착 전극(109)이 외측에 배치되어 있다.

[0023] 도 1에 나타내는 바와 같이 정전 흡착용 전극(108, 109)에는 각각 독립한 전원인 가변 직류 전원(110, 111)이 접속된다. 내측의 정전 흡착용 전극(108)에는 한쪽의 가변 직류 전원(110)이 접속되고, 외측의 정전 흡착용 전극(109)에는 다른 쪽의 가변 직류 전원(111)이 접속된다. 정전 흡착 전극(108, 109)과 웨이퍼(103) 사이에는 유전체층(112)이 배치되어 있다. 또, 정전 흡착 전극(108, 109)과 웨이퍼(103)는 유한의 저항값과 정전 용량을 가지고 전기적으로 접속되지만, 본 실시예에 있어서는 유전체층의 저항값이 극히 커 웨이퍼와 정전 흡착 전극은 정전 용량만에 의해서 전기적으로 접속되어 있는 것으로 간주한다.

[0024] 또한, 정전 흡착용 전극(108, 109)에는 웨이퍼를 시료대에 정전 흡착시킬 때 각각의 가변 직류 전원에 의해 각각에 대해서 역극성(逆極性)의 전압이 인가된다. 예를 들면, 내측의 정전 흡착 전극(108)에는 가변 직류 전원(110)에 의해 +500V의 전압이 인가되고, 외측의 정전 흡착 전극(109)에는 가변 직류 전원(111)에 의해 -500V의 전압이 인가된다. 그러나, 흡착을 행하는 것을 목적으로 하지 않을 경우에는 정전 흡착용 전극(108, 109)에 각각의 전원에 의해 동극성의 전압을 인가해도 된다.

[0025] 상기와 같은 동극성의 전압 인가에 의해, 플라스마 방전이 실시되어 있지 않을 경우에는 흡착을 행하지 않고 웨이퍼의 전위를 제어할 수 있다. 예를 들면, 내측의 정전 흡착 전극(108)에 가변 직류 전원(110)에 의해 +500V의 전압을 인가하고, 외측의 정전 흡착 전극(109)에 가변 직류 전원(111)에 의해 +500V 전압을 인가함으로써 웨이퍼의 전위를 양극성으로 하는 것이 가능하다.

[0026] 플라스마 처리 장치는, 에칭 처리가 종료되어 정전 흡착을 해제한 후 웨이퍼를 시료대(102)로부터 이탈시키기 위한 기구로서, 시료대 내부에 통과 구멍(113)과 통과 구멍 내에 배치된 상하 운동이 가능한 밀어올림핀(114)을 구비한다. 정전 흡착 해제 후, 이탈 기구인 밀어올림핀(114)에 의해 웨이퍼를 시료대(102)의 위쪽으로 밀어올리는 것에 의해서 웨이퍼를 시료대(102)로부터 이탈시킨 후, 반송 기구(도시하지 않음)를 이용해서 상승한 밀어올림핀 상의 웨이퍼를 처리실 밖으로 반출한다.

[0027] 다음으로 도 2에 나타내는 종래의 처리 방법에 있어서의 제전 처리의 타이밍 차트를 이용해서 종래의 제전 처리시의 정전 흡착용 전극과 웨이퍼의 전위차 및 그 처리에 있어서의 과제를 나타낸다. 여기에서 제전이란, 플라스마 처리(플라스마 에칭 등)가 완료되어 시료대(102) 상에 정전 흡착된 웨이퍼(103)를 처리실(101)로부터 반출하기 위하여 시료대로부터 정전 흡착된 웨이퍼를 탈리시키기 위한 처리이다. 또, 도 2에 나타내는 종래의 처리 방법에 있어서는, 정전 흡착 전극은 단극형(모노폴)의 정전 흡착 전극인 것으로서 설명을 행한다.

[0028] 우선 도 2의 T0에 있어서 에칭 처리가 종료된 후, 마이크로파 입사 전력이 변경되고 제전용의 플라스마가 생성된다. 변경 후의 마이크로파 입사 전력은 예를 들면 400W이다. 이때, 동시에 제전용 플라스마 생성을 위한 가스의 전환을 행하는 것이 바람직하다. 제전용 플라스마로는 불활성인 가스에 의한 플라스마가 바람직하며 대표적으로는 Ar, He 등이 이용된다. 다음으로 제전용 플라스마 생성 중의 임의의 시각 T1에 있어서 정전 흡착 전극에 인가되는 전압은, 가변 직류 전원에 의해서 제전 전의 에칭 처리 중에 있어서의 플라스마 생성 중의 웨이퍼 전위와 동등해지는 전압이 인가된다.

[0029] 또한, 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이의 유전체막의 저항값이 충분히 클 경우에는, 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이에 거의 전류가 흐르지 않기 때문에, 웨이퍼의 전위는 정전 흡착 전극의 전위 변화에 좌우되지 않고 플라스마의 상태만에 의해서 결정된다. 따라서, 상기와 같은 가변 직류 전원에 의한 전위인가가 일어나도, 웨이퍼의 전위는 변화하지 않아 시각 T1에 있어서 웨이퍼의 전위와 정전 흡착 전극의 전위는 동등해진다. 이와 같이 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이의 전위차가 없어지는 것에 의해, 웨이퍼와 정전 흡착 전극 간에 작용하는 정전기력은 빠르게 작아진다.

[0030] 그 후, 정전 흡착 전극에의 인가전압을 0V로 함과 함께 플라스마 생성용의 마이크로파 전력을 차단(OFF)하지만, 이때 마이크로파 전력의 차단에 수반하여 플라스마가 일순간에 소멸되는 것은 아니고 플라스마 중의 하전 입자는 극히 짧은 시간이지만 진공 처리실 내에 잔존한다. 이것이 마이크로파 전력의 차단 후에 있어서의 애프터 글로우 방전이다.

[0031] 하전 입자가 진공 처리실 내에 잔존한 상태에서는, 웨이퍼의 전위가 진공 처리실 내에 잔존한 하전 입자에 의해서 정해지게 되고, T2에 있어서 정전 흡착 전극에의 인가전압이 0V로 되어도 웨이퍼에는 전위가 생기게 되어, 도 2에 나타내는 바와 같이 시각 T2에 있어서 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이에 다시 전위차가 발생한다. 이 전

위차에 의한 흡착력은 유전체막의 저항이 클 경우에 장기간에 걸쳐서 유지되게 되며, 밀어올림편에 의해서 웨이퍼를 시료대로부터 이탈시킬 때에 웨이퍼 어긋남이나 웨이퍼 파손의 원인으로 될 수 있다.

[0032] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 웨이퍼의 이탈 방법을 도 3에 나타내는 타이밍 차트를 이용해서 설명한다. 마이크로파의 입사 파워를 도 3의 (a), 정전 흡착용 전극의 전위를 도 3의 (b), 웨이퍼의 전위를 도 3의 (c), 정전 흡착용 전극과 웨이퍼의 전위차를 도 3의 (d)에 각각 나타낸다. 우선, T0에 있어서, 본 발명에서도 종래의 웨이퍼의 이탈 방법과 마찬가지로 제전 플라스마를 생성시키며, 제전 플라스마 발생 중의 임의의 시각 T1에 있어서 내측의 정전 흡착 전극(108)과 외측의 정전 흡착 전극(109)의 전위의 각각을 가변 직류 전원에 의해서 웨이퍼 전위와 동등한 값인 $-\Delta V$ 로 되도록 설정한다. 또, 제전 플라스마는 불활성 가스를 이용해서 생성했지만, 본 발명으로서 제전 전의 처리인 플라스마 처리(플라스마 에칭) 시와 같은 플라스마를 이용해서 제전을 행해도 된다.

[0033] 이때, 도 3의 (d)에 나타내는 바와 같이 시각 T1에 있어서 웨이퍼와 전극 간의 전위차는 0으로 되기 때문에 웨이퍼와 전극 사이에 작용하는 정전 흡착력이 소실된다. 그 후, 본 발명에 있어서는 시각 T2에 있어서 제전용 플라스마 생성을 위한 고주파 전력(마이크로파 입사 파워)을 차단한다. 이 고주파 전력 차단 후로부터 소정의 시간 t가 경과한 T3에 있어서 진공 처리실 내에 잔존해 있는 하전 입자는 완전하게 소실된다. 이때 웨이퍼의 전위는 도 3의 (c)에 나타내는 바와 같이 유전체막의 저항값이 충분히 크면 플라스마 방전 중의 값을 그대로 유지한다. 여기에서, 소정의 시간 t를 진공 처리실 내에 잔존해 있는 하전 입자가 소실되는 시간으로 했지만, 제전용 플라스마의 애프터 글로우 방전이 소실되기까지의 시간으로 해도 된다.

[0034] 또한, 정전 흡착 전극의 전위도 도 3의 (b)에 나타내는 바와 같이 변화가 없기 때문에, 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이의 전위차는 도 3의 (d)에 나타내는 바와 같이 0인 그대로이며, 웨이퍼와 전극 사이에는 정전 흡착력은 발생하지 않는다. 다음으로 진공 처리실 내의 하전 입자가 완전하게 소실된 후의 시각 T3에 있어서 정전 흡착 전극에 인가하고 있는 직류 전압을 0V로 한다. 이때, 정전 흡착 전극의 전위가 변화하지만, 웨이퍼의 전위도 정전 흡착 전극의 전위의 변화와 거의 동시에 정전 흡착 전극의 전위의 변화량과 동량의 값이 변화한다. 이것에 대해서는, 도 4에 나타내는 플라스마 소실 후의 웨이퍼와 정전 흡착 전극과 유전체층과 가변 직류 전원을 포함하는 전기 회로의 간략화된 등가 회로를 이용해서 설명한다. 또, 도 4의 등가 회로에 있어서는 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이의 유전체막의 저항값은 충분히 큰 것으로 하고 정전 용량만을 고려한다.

[0035] 도 4의 Ca 및 Cb는 유전체층의 정전 용량값, Qa 및 Qb는 정전 용량에 축적된 전하, V1 및 V2는 가변 직류 전원의 전압값이다. 또한, 웨이퍼 전위를 Vwaf로 하면 도 4에 나타내는 등가 회로에 있어서는 이하의 식 1이 성립한다.

[0036] [수학식 1]

$$V_{waf} = V_1 + \frac{Q_a}{C_a} \quad \dots \text{식 1}$$

$$V_1 + \frac{Q_a}{C_a} = V_2 + \frac{Q_b}{C_b}$$

[0037]

[0038] 또, 여기에서 $Q_a = -Q_b$ 이므로, $Q_a = -Q_b = Q$ 로 하면 웨이퍼 전위는 이하의 식 2로 된다.

[0039] [수학식 2]

$$V_{waf} = V_1 + \frac{C_b}{C_a + C_b} (V_2 - V_1) \quad \dots \text{식 2}$$

[0040]

[0041] 여기에서 $C_a = C_b$ 이면, 웨이퍼의 전위는 이하의 식 3으로 된다.

[0042] [수학식 3]

$$V_{waf} = \frac{V_1 + V_2}{2} \quad \dots \text{식 3}$$

[0043]

[0044] 따라서, V_1 을 $V_1 + \Delta V_1$, V_2 를 $V_2 + \Delta V_2$ 와 같이 정전 흡착 전극의 전위를 변화시켰다고 하면, 웨이퍼 전위의 변화량 ΔV_{waf} 는 이하의 식 4로 된다.

[0045] [수학식 4]

$$\Delta V_{waf} = \frac{\Delta V_1 + \Delta V_2}{2} \quad \dots \text{식 4}$$

[0046]

[0047] 따라서, 내측 정전 흡착 전극(108)의 전위와 외측 정전 흡착 전극(109)의 전위의 평균값을 ΔV 만큼 쉬프트시키면, 웨이퍼의 전위도 ΔV 쉬프트하게 된다. 또한, 용량만이 지배적일 경우 이 변화는 즉시 일어난다.

[0048] 전술한 바와 같이 시각 T_3 에 있어서는, 정전 흡착 전극의 전위와 웨이퍼의 전위가 같은 타이밍으로 동등한 양 변화하게 되기 때문에, 도 3의 (d)에 나타내는 바와 같이 시각 T_3 에 있어서도 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이의 전위차는 0으로 유지된다. 즉, 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이에 작용하는 정전 흡착력을 0으로 한 상태에서 정전 흡착 전극의 전위를 0V로 할 수 있다. 상기와 같이 정전 흡착 전극의 전위를 0V로 한 후, 웨이퍼는 밀어올림핀에 의해서 시료대로부터 이탈되고 반송 기구(도시하지 않음)에 의해서 처리실 외부로 반출된다.

[0049] 다음으로 제전 플라스마 중의 웨이퍼 전위에 대하여 기술한다. 제전 플라스마 중의 웨이퍼 전위는 제전 플라스마 중의 부유 전위와 동등할 것으로 생각된다. 발명자가 실시한 플라스마 부유 전위 계측의 결과를 도 5에 나타낸다. 도 5의 (a)에 부유 전위의 마이크로파 파워 의존성을 나타내고, 도 5의 (b)에 부유 전위의 압력 의존성을 나타낸다. 플라스마 처리 시의 마이크로파 파워, 압력에 대해서 부유 전위의 의존성은 크지 않으며, 플라스마 처리 조건의 변화에 대해서 부유 전위의 변화는 비교적 감도가 낮은 것을 도 5로부터 미루어 알 수 있다. 부유 전위는 평균적으로 -15V 정도이기 때문에, 이 -15V가 웨이퍼의 전위로서 보정해야할 양으로 된다. 값의 편차에 관해서는, 부유 전위의 절대값은 -12V 내지 -18V 사이에 들어 있기 때문에, 마진을 고려해서 $-15V \pm 5V$ 가 타당할 것으로 생각된다. 이러한 점에서, 본 실시예에 있어서의 도 3의 ΔV 는 -10 내지 -20V까지의 값으로 했다.

[0050] 다음으로, 플라스마 생성용의 마이크로파 전력이 차단된 후의 진공 처리실 내의 하전 입자 소실의 대기 시간 t 에 대하여 기술한다.

[0051] 하전 입자 소실 대기 시간 t 는, 전술한 바와 같이 플라스마 생성용의 마이크로파 전력의 차단 후, 진공 처리실 내로부터 플라스마에 의해서 생성된 하전 입자가 완전하게 소실되기까지의 시간이지만, 진공 처리실 내로부터의 하전 입자의 소실은, 플라스마 중의 하전 입자 밀도나 진공 처리실 내의 압력 등 처리실 내의 상태뿐만 아니라, 마이크로파 전원이나 마이크로파 발전원의 제어 신호에 대한 응답성이나 그 응답 시간 편차 등에도 영향을 받을 가능성이 있다.

[0052] 이러한 영향을 배제할 수 있도록 하전 입자 소실 대기 시간 t 는 충분한 시간이 확보될 필요가 있다. 한편, 하전 입자 소실 대기 시간 t 를 길게 하는 것은 제전이라는 관점에서는 문제가 없지만, 여분인 하전 입자 소실 대기 시간은 스루풋의 악화로 이어져 바람직하지 않다. 이러한 점에서 발명자의 실험에 따르면, 다양한 조건에 있어서 하전 입자 소실 대기 시간 t 를 검토한 바, 0.1초 이상의 대기 시간이 있으면, 진공 처리실 내의 하전 입자가 소실되는데 충분하다는 결과가 얻어졌다. 또한, 하전 입자 소실 대기 시간으로서의 상한에 대해서는, 스루풋에 문제가 없는 범위로서 3초로 했다. 또한, 하전 입자 소실을 기다리는 것은, 마이크로파 전력 차단 후의 애프터 글로우 방전의 소실을 기다리는 것과 마찬가지로 하기 때문에, 애프터 글로우 방전 소실 대기 시간도 0.1~3초까지의 시간으로 해도 된다.

[0053] 다음으로 도 3의 T_1 에 있어서 내측 정전 흡착 전극(108)과 외측 정전 흡착 전극(109)의 각각에 인가되는 전압이 다른 실시예에 대하여 도 6에 나타내는 타이밍 차트를 이용해서 도 3의 실시예와 다른 구성의 부분을 설명한다.

마이크로파의 입사 파워를 도 6의 (a), 정전 흡착용 전극의 전위를 도 6의 (b), 정전 흡착 전극의 전위의 평균 값을 도 6의 (c), 웨이퍼의 전위를 도 6의 (d), 정전 흡착용 전극과 웨이퍼의 전위차를 도 6의 (e)에 각각 나타낸다. 또한, 도 6에 있어서의 T0, T1, T2, T3, t 및 ΔV 는 도 3의 같은 기호와 같은 의미로 이용되고 있다.

[0054] 도 6에 있어서는, 제전 플라스마 발생 중 시각 T1에서 내측의 가변 직류 전원(110)의 출력 전압값이 Va, 외측의 가변 직류 전원(111)의 출력 전압값이 Vb로 설정된다. 이때, Va 및 Vb의 평균값은 도 6의 (c)에 나타내는 바와 같이 웨이퍼의 전위와 동등한 값, 즉 도 3에 있어서의 $-\Delta V$ 로 된다. 시각 T1에 있어서는 내측 정전 흡착 전극과 웨이퍼 사이, 외측 정전 흡착 전극과 웨이퍼 사이에는 도 6의 (e)에 나타내는 바와 같이 각각 전위차가 발생하기 때문에, 이 시점에서는 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이의 흡착력은 소실되어 있지 않다.

[0055] 그 후, 시각 T2에 있어서 플라스마 생성을 위한 고주파 전력(마이크로파 입사 파워)을 차단한다. 상기 고주파 전력의 차단 후 소정의 시간 t가 경과한 후 진공 처리실 내의 하전 입자가 완전하게 소실된다. 그 후, 시각 T3에 있어서 내측 정전 흡착 전극(108) 및 외측 정전 흡착 전극(109)의 각각에 인가하고 있는 직류 전압을 0V로 한다. 시각 T3에 있어서 정전 흡착 전극에 인가하고 있는 직류 전압을 0V로 하는 것에 의해, 내측 정전 흡착 전극(108)과 외측 정전 흡착 전극(109)에 인가하고 있는 직류 전압의 평균값은, 도 6의 (c)에 나타내는 바와 같이 $-\Delta V$ 로부터 0V로 $+\Delta V$ 만큼 변화한다.

[0056] 이것은, 식 3에 나타내는 바와 같이 웨이퍼의 전위 변화는, 내측 정전 흡착 전극(108)과 외측 정전 흡착 전극(109)의 각각에 인가하고 있는 직류 전압의 평균값의 변화와 동등하기 때문에, 웨이퍼 전위는 도 6의 (d)에 나타내는 바와 같이 시각 T3에 있어서 $-\Delta V$ 로부터 0V로 변화하는 것에 따른다. 즉, 시각 T3에 있어서, 내측 정전 흡착 전극(108)의 전위와 외측 정전 흡착 전극(109)의 전위와 웨이퍼의 전위가 모두 0V로 되어, 도 6의 (e)에 나타내는 바와 같이 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이의 전위차가 신속하게 해소되고, 웨이퍼와 정전 흡착 전극 사이에 작용하는 정전 흡착력은 소실된다.

[0057] 도 6에 나타내는 바와 같은 웨이퍼 이탈 방법에 의해서도 도 3의 웨이퍼 이탈 방법과 마찬가지로의 효과가 얻어져, 잔류 흡착력의 발생 없이 시료대로부터의 시료 이탈을 안정적으로 행할 수 있다.

[0058] 이상, 본 발명을 실시형태에 의거해서 구체적으로 설명했지만, 본 발명은 상기 실시형태로 한정되지 않으며, 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 다양하게 변경 가능하다. 예를 들면, 본 실시예에 있어서는 내측 정전 흡착 전극(108)과 외측 정전 흡착 전극(109)의 각각에 인가하는 직류 전원의 전압값은 각각 동등한 것, 혹은 양과 음의 다른 전위로 했지만, 내측 정전 흡착 전극(108)과 외측 정전 흡착 전극(109)의 각각에 인가하는 직류 전원의 전압값은 양자의 평균값이 $-\Delta V$ 로 되면 어떠한 값이어도 된다. 즉, 정전 흡착 전극에의 가변 직류 전원에 의한 $-\Delta V$ 로서 평균 $-15V$ 의 인가를 행할 경우, 내측 정전 흡착 전극(108)에 인가하는 전압이 $-5V$, 외측 정전 흡착 전극(109)에 인가하는 전압이 $-25V$ 등의 설정이어도 된다. 또한, 정전 흡착 전극에의 가변 직류 전원에 의한 $-\Delta V$ 로서 평균 $-15V$ 의 인가를 행할 경우, 내측 정전 흡착 전극(108)에 인가하는 전압이 $+5V$, 외측 정전 흡착 전극(109)에 인가하는 전압이 $-35V$ 등인 설정이어도 된다.

[0059] 또한, 도 3 및 도 6에 나타내는 바와 같은 본 발명에 따른 제어는 제어부(115)에 의해서 행해진다. 또한 본 실시예는 쌍극형(다이폴)의 정전 흡착 전극을 이용해서 설명했지만, 단극형(모노폴)의 정전 흡착 전극에도 본 발명은 적용할 수 있다.

[0060] 또한, 본 실시예에서는, $-\Delta V$ 를 웨이퍼 전위(부유 전위)와 동등한 전위로서 설명했지만, $-\Delta V$ 를 도 3 및 6의 T3에 있어서의 웨이퍼 전위가 대략 0으로 되는 값으로 해도 된다. 노이즈 등의 외란에 의해 $-\Delta V$ 를 부유 전위로 했을 경우, T3에 있어서의 웨이퍼 전위가 대략 0으로 되지 않는 경우가 있을 수 있지만, $-\Delta V$ 를 T3에 있어서의 웨이퍼 전위가 대략 0으로 되는 값으로 한 경우는, 확실히 T3일 때의 웨이퍼 전위는 대략 0으로 되는 이점이 있다.

[0061] 이상, 본 발명은, 시료대로부터의 시료의 이탈에 있어서, 처리 중의 시료 흡착의 해체에 수반하여 정전 흡착 전극에 인가하는 전압의 평균값을, 시료를 이탈시키기 위한 플라스마 처리의 종료 후의 잔류 전하를 상정해 소정의 음 전위로 설정하고, 시료를 이탈시키기 위한 플라스마 처리의 종료 후에 정전 흡착 전극에의 전압 인가를 0V로 하는 것에 의해, 플라스마 소실 시의 재대전 우려 없이 웨이퍼 전위와 전극의 전위의 양쪽을 0V로 할 수 있기 때문에, 잔류 흡착력의 발생 없이 시료대로부터의 시료 이탈을 안정적으로 행할 수 있다.

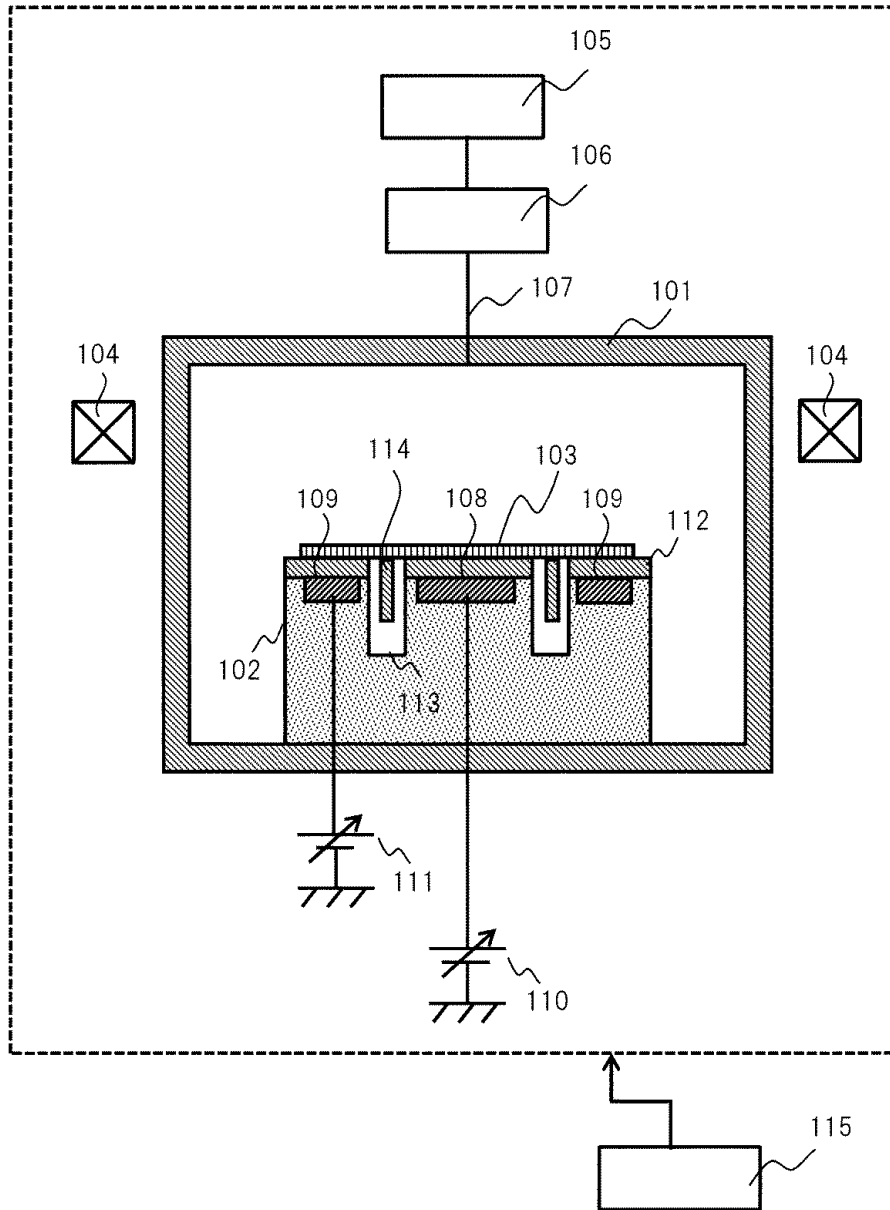
부호의 설명

[0062] 101 : 처리실, 102 : 시료대, 103 : 웨이퍼, 104 : 솔레노이드 코일, 105 : 마이크로파 전원, 106 : 마이크로

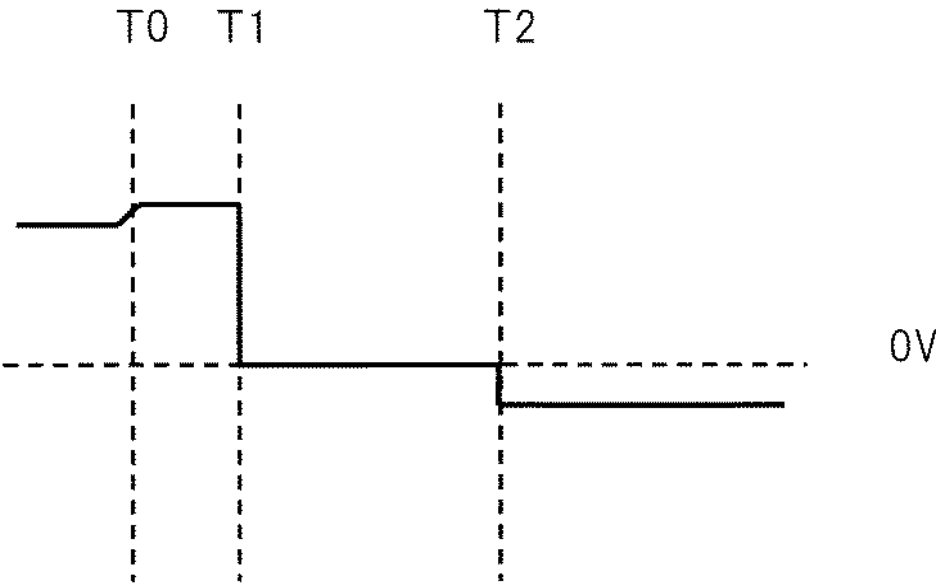
파 발진원, 107 : 도파관, 108 : 정전 흡착 전극, 109 : 정전 흡착 전극, 110 : 가변 직류 전원, 111 : 가변 직류 전원, 112 : 유전체층, 113 : 통과 구멍, 114 : 밀어올림핀, 115 : 제어부

도면

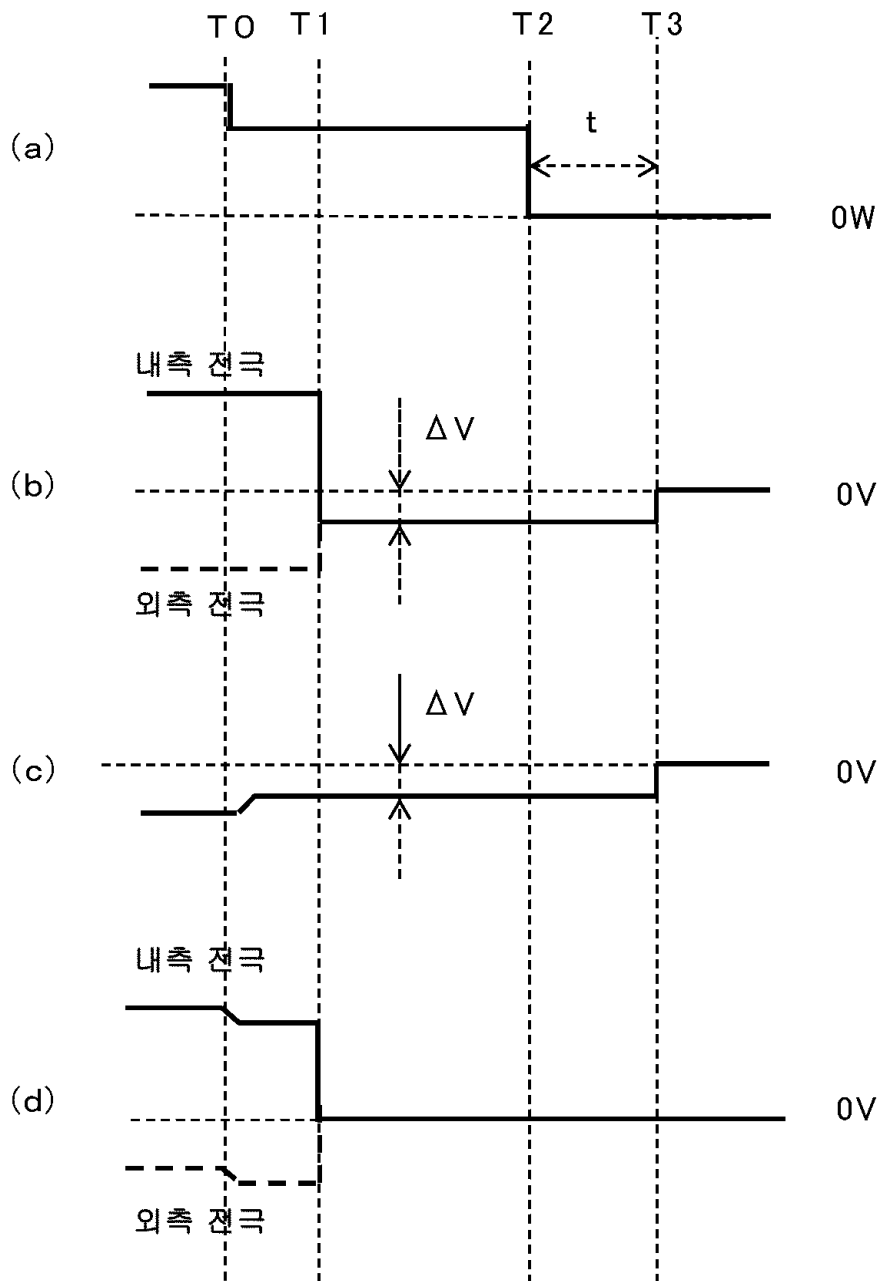
도면1



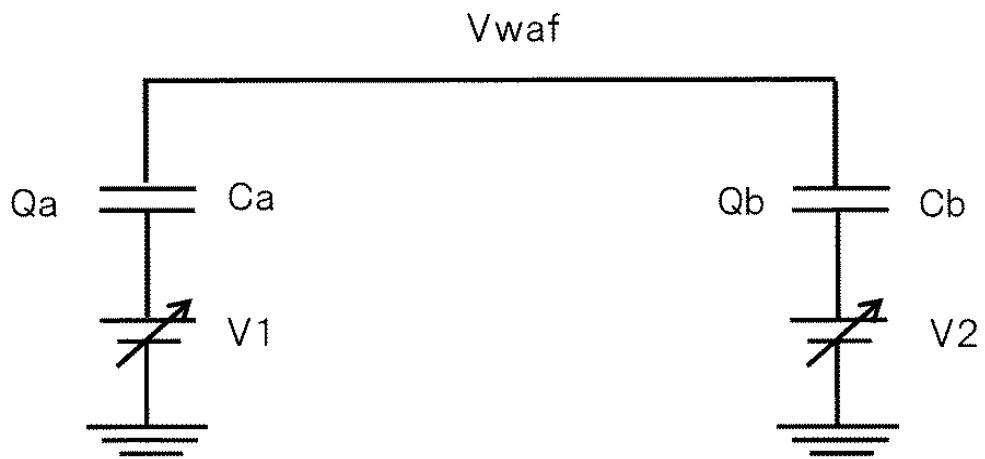
도면2



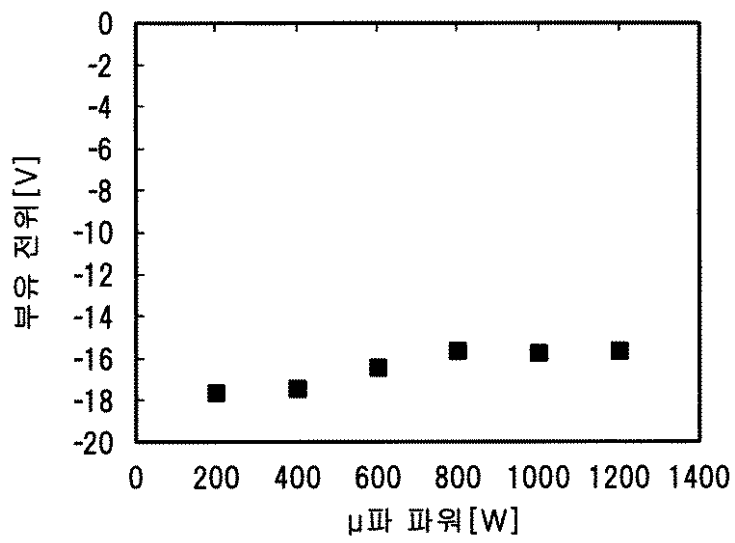
도면3



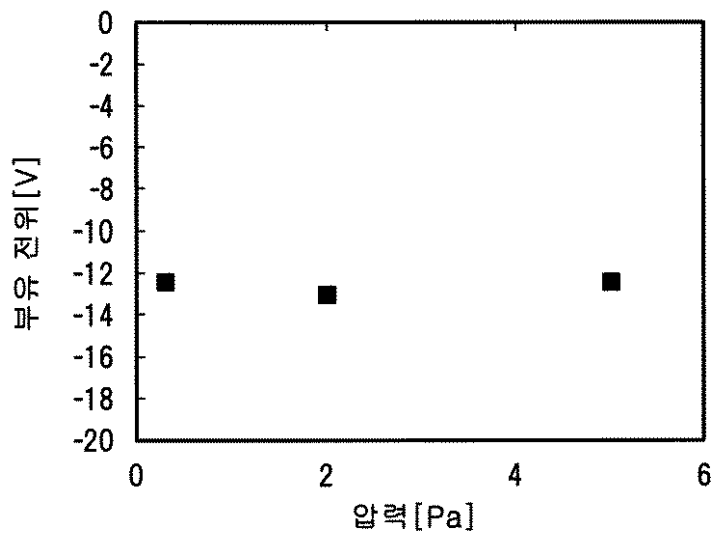
도면4



도면5

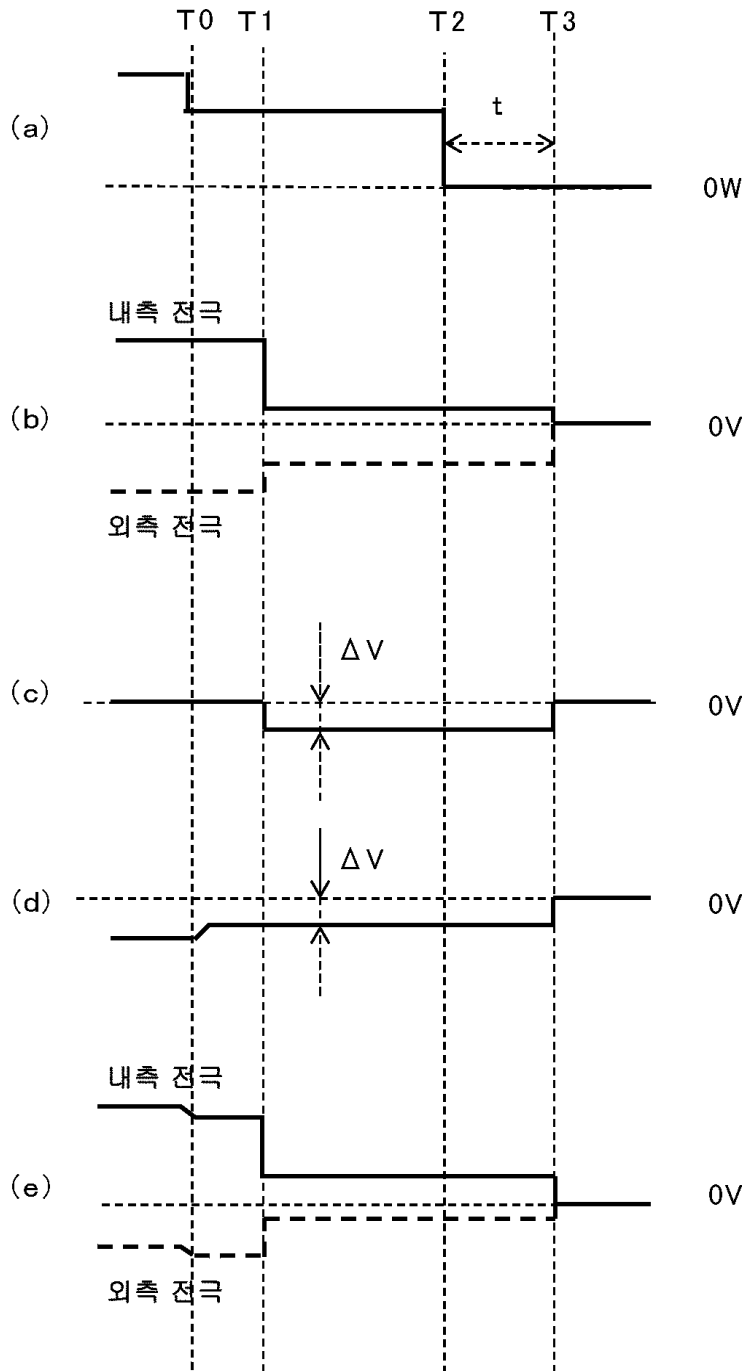


(a)



(b)

도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 6항

【변경전】

상기 전극

【변경후】

전극