



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0028849
(43) 공개일자 2017년03월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/687 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/68721 (2013.01)
H01L 21/02123 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0111667
- (22) 출원일자 2016년08월31일
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
JP-P-2015-175045 2015년09월04일 일본(JP)

- (71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1코
- (72) 발명자
토미오카 타케토시
일본, 미야기켄, 쿠로카와군, 타이와쵸, 테크노힐즈, 1, 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내
사사키 야스하루
일본, 미야기켄, 쿠로카와군, 타이와쵸, 테크노힐즈, 1, 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인엠에이피에스

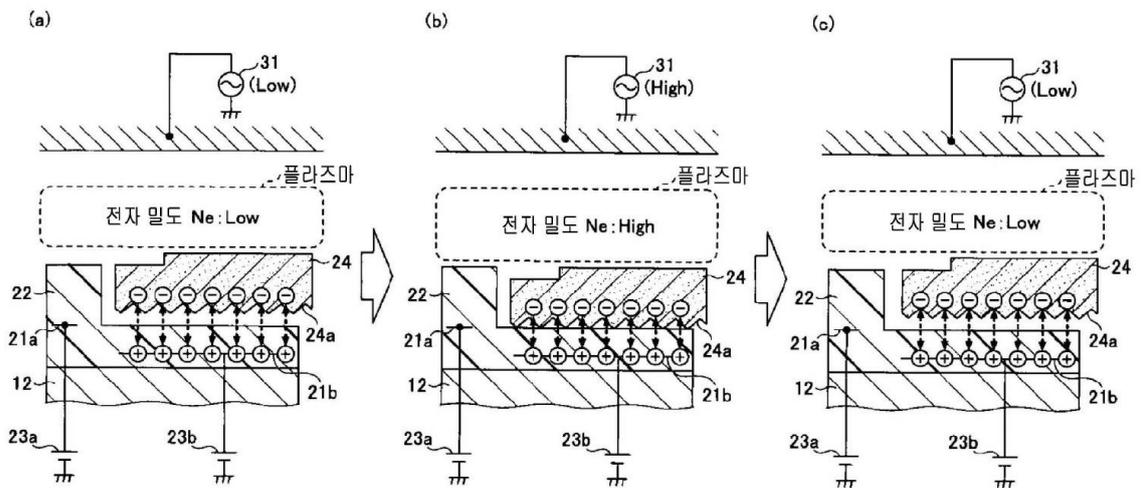
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 포커스 링 및 기판 처리 장치

(57) 요약

포커스 링의 흡착 특성을 안정화시키는 것을 목적으로 한다. 처리 용기 내에서 기판을 배치하는 하부 전극의 주연부에 배치되고, 상기 하부 전극의 부재와 접촉하는 포커스 링으로서, 상기 포커스 링의 접촉면은 실리콘 함유 재료, 알루미늄(Al₂O₃) 또는 석영 중 어느 하나로 형성되고, 상기 포커스 링의 접촉면 및 상기 하부 전극의 부재의 접촉면 중 적어도 어느 하나는 0.1 μm 이상의 표면 거칠기인 포커스 링이 제공된다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 21/02315 (2013.01)

H01L 21/6831 (2013.01)

H01L 21/6835 (2013.01)

H05H 1/46 (2013.01)

(72) 발명자

키시 히로키

일본, 미야기켄, 쿠로카와군, 타이와쵸, 테크노힐
즈, 1, 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내

서지수

일본, 미야기켄, 쿠로카와군, 타이와쵸, 테크노힐
즈, 1, 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

처리 용기 내에서 기판을 배치하는 하부 전극의 주연부에 배치되고, 상기 하부 전극의 부재와 접촉하는 포커스 링으로서,

상기 포커스 링의 접촉면은 실리콘 함유 재료, 알루미나(Al_2O_3) 또는 석영 중 어느 하나로 형성되고,

상기 포커스 링의 접촉면 및 상기 하부 전극의 부재의 접촉면 중 적어도 어느 하나는 $0.1 \mu m$ 이상의 표면 거칠기인,

포커스 링.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 포커스 링의 접촉면 및 상기 하부 전극의 부재의 접촉면 중 적어도 어느 하나는 $1.0 \mu m$ 이하의 표면 거칠기인

포커스 링.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 포커스 링은 실리콘 함유 재료, 알루미나(Al_2O_3) 또는 석영 중 어느 하나에 의해 일체형으로 형성되는

포커스 링.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 포커스 링은 실리콘 단결정 또는 실리콘 카바이드(SiC)로 형성되는

포커스 링.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 하부 전극의 부재는 기판용의 정전 흡착 기구와 포커스 링용의 정전 흡착 기구를 가지는

포커스 링.

청구항 6

정전 흡착 기구를 가지고, 기판을 정전 흡착하는 하부 전극과,

처리 용기 내에서 상기 하부 전극의 주연부에 배치되고, 상기 하부 전극의 정전 흡착 기구와 접촉하는 포커스 링과,

상기 처리 용기 내에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원을 가지고,

상기 고주파 전력에 의해 상기 처리 용기 내로 도입된 가스로부터 플라즈마를 생성하고, 상기 플라즈마에 의해 기판을 처리하는 기판 처리 장치로서,

상기 포커스 링의 접촉면은 실리콘 함유 재료, 알루미나(Al_2O_3) 또는 석영 중 어느 하나로 형성되고,

상기 포커스 링의 접촉면 및 상기 하부 전극의 정전 흡착 기구의 접촉면 중 적어도 어느 하나는 0.1 μm 이상의 표면 거칠기인

기관 처리 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 정전 흡착 기구는 기관용의 정전 흡착 기구와 포커스 링용의 정전 흡착 기구를 가지는

기관 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 포커스 링 및 기관 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 처리 용기의 내부에서 기관을 배치하는 하부 전극의 주연부에 배치된 포커스 링의 이면은 경면 형상인 경우가 많다. 이에 대하여, 포커스 링의 이면 또는 표면을 정해진 거칠기로 가공하여, 요철(凹凸)을 마련하는 것이 제안되고 있다(예를 들면, 특허 문헌 1 ~ 3을 참조).

[0003] 특허 문헌 1에서는, 포커스 링의 이면에 형성된 요철에 폴리이미드 테이프를 마련하고, 이 테이프를 변형시켜 포커스 링을 지지하는 유전체판과 포커스 링을 밀착시킨다. 이에 의해, 유전체판 및 포커스 링 간의 열전도성을 좋게 한다.

[0004] 특허 문헌 2에서는, 포커스 링의 이면에 요철을 마련함으로써, 포커스 링의 방열 특성을 향상시켜, 접촉 열저항이 높아지는 것을 억제한다.

[0005] 특허 문헌 3에서는, 포커스 링의 표면에 요철을 마련하고, 이에 의해, 포커스 링의 장착 직후에 방전 이물의 발생을 방지하기 위하여 행하는 공방전(空放電) 시간을 단축시킨다. 이에 의해, 공방전 시간이 길어져 생산성이 저하된다고 하는 과제를 해결한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 국제공개광플렛 제2010/109848호

(특허문헌 0002) 일본특허공개공보 2011-151280호

(특허문헌 0003) 일본특허공개공보 평11-061451호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 그러나 상기의 특허 문헌 1 ~ 3에서는, 포커스 링의 이면이 경면 형상이면 포커스 링을 정전 흡착시키는 정전 척과 포커스 링의 사이에 있어서 포커스 링을 흡착하는 힘이 약해진다고 하는 과제를 해결하는 수단을 개시하고 있지는 않다.

[0008] 한편, 프로세스 시간이 길어지면 서서히 포커스 링을 흡착하는 힘이 약해지고, 그 결과, 정전 척과 포커스 링의 사이로 공급되는 전열 가스의 리크량이 증가한다.

[0009] 상기 과제에 대하여, 일측면에 따른 본 발명은 포커스 링의 흡착 특성을 안정화시키는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위하여, 하나의 태양에 따르면, 처리 용기 내에서 기판을 배치하는 하부 전극의 주연부에 배치되고, 상기 하부 전극의 부재와 접촉하는 포커스 링으로서, 상기 포커스 링의 접촉면은 실리콘 함유 재료, 알루미늄(Al_2O_3) 또는 석영 중 어느 하나로 형성되고, 상기 포커스 링의 접촉면 및 상기 하부 전극의 부재의 접촉면 중 적어도 어느 하나는 $0.1 \mu m$ 이상의 표면 거칠기인 포커스 링이 제공된다.

발명의 효과

[0011] 하나의 측면에 따르면, 포커스 링의 흡착 특성을 안정화시킴으로써, 전열 가스의 리크량이 증가하는 것을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 일 실시 형태에 따른 기판 처리 장치의 종단면의 일례를 나타내는 도이다.
- 도 2는 경면 형상의 포커스 링과 정전 척 사이의 전하의 상태의 일례를 나타내는 도이다.
- 도 3은 일 실시 형태에 따른 포커스 링과 정전 척 사이의 전하의 상태의 일례를 나타내는 도이다.
- 도 4는 일 실시 형태 및 비교예의 포커스 링의 이면의 거칠기와 전열 가스의 리크량과의 관계의 일례를 나타내는 도이다.
- 도 5는 일 실시 형태 및 비교예의 포커스 링의 이면의 거칠기와 전열 가스의 리크량과의 관계의 일례를 나타내는 도이다.
- 도 6은 일 실시 형태 및 비교예의 포커스 링의 이면의 거칠기와 예칭 레이트와의 관계의 일례를 나타내는 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 형태에 대하여 도면을 참조하여 설명한다. 또한, 본 명세서 및 도면에서 실질적으로 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 부여함으로써 중복된 설명을 생략한다.

[0014] [기판 처리 장치의 전체 구성]

[0015] 먼저, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 기판 처리 장치(10)의 전체 구성에 대하여, 도 1을 참조하여 설명한다. 기판 처리 장치(10)는 알루미늄 등으로 이루어지고, 내부를 밀폐 가능한 통 형상의 처리 용기(11)를 가지고 있다. 처리 용기(11)는 접지 전위에 접속되어 있다. 처리 용기(11)의 내부에는 도전성 재료, 예를 들면 알루미늄 등으로 구성된 배치대(12)가 마련되어 있다. 배치대(12)는 반도체 웨이퍼(W)(이하, '웨이퍼(W)'라고 함)를 배치하는 원기둥 형상의 대(臺)이며, 하부 전극으로서도 기능한다.

[0016] 처리 용기(11)의 측벽과 배치대(12)의 측면과의 사이에는, 배치대(12)의 상방의 가스를 처리 용기(11) 밖으로 배출하는 경로가 되는 배기로(13)가 형성되어 있다. 배기로(13)의 도중에는 배기 플레이트(14)가 배치된다. 배기 플레이트(14)는 다수의 홀을 가지는 판상(板狀) 부재이며, 처리 용기(11)를 상부와 하부로 구획하는 구획판으로서 기능한다. 배기 플레이트(14)에 의해 구획된 처리 용기(11)의 상부는, 플라즈마 처리가 진행되는 처리실(17)이다. 배기 플레이트(14)에 의해 구획된 처리 용기(11)의 하부는 배기실(매니폴드)(18)이다. 배기실(18)에는 처리 용기(11) 내의 가스를 배출하는 배기관(15) 및 APC(Adaptive Pressure Control : 자동 압력 제어) 밸브(16)를 개재하여 배기 장치(38)가 접속되어 있다. 배기 플레이트(14)는 처리실(17)에서 생성되는 플라즈마를 포착하여, 배기실(18)로의 누설을 방지한다. 배기 장치(38)는 처리 용기(11) 내의 가스를 배기하고, 또한 APC 밸브(16)의 조정에 의해 처리실(17) 내를 정해진 압력으로 감압한다. 이에 의해, 처리실(17) 내가 원하는 진공 상태로 유지된다.

[0017] 제 1 고주파 전원(19)은 정합기(20)를 개재하여 배치대(12)에 접속되고, 예를 들면 배치대(12) 상의 웨이퍼(W)에 플라즈마 중의 이온을 인입하는데 적합한 낮은 주파수, 예를 들면 13.56 MHz의 고주파 전력(RF)(이하, '고주파 전력(LF)'(Low Frequency)이라고도 표기함)을 인가한다. 정합기(20)는 배치대(12)로부터의 고주파 전력의 반사를 억제하여, 바이어스용의 고주파 전력(LF)의 공급 효율을 최대화 한다.

[0018] 배치대(12)에는 정전 전극판(21a) 및 정전 전극판(21b)을 내부에 가지는 정전 척(22)이 배치되어 있다. 정전 척(22)은 절연체어도 되고, 알루미늄 등의 금속에 세라믹 등이 용사되어 있어도 된다. 정전 전극판(21a)에는 직류

전원(23a)이 접속되고, 정전 전극판(21b)에는 직류 전원(23b)이 접속되어 있다.

- [0019] 배치대(12)에 웨이퍼(W)를 배치할 때, 웨이퍼(W)는 정전 척(22) 상에 놓여진다. 정전 척(22)은 배치대(12)에 마련되며, 웨이퍼(W)를 정전 흡착하는 정전 흡착 기구의 일레이다. 정전 흡착 기구는 기관용의 정전 흡착 기구와 포커스 링용의 정전 흡착 기구를 가진다. 정전 전극판(21a) 및 직류 전원(23a)은 기관용의 정전 흡착 기구의 일레이며, 정전 전극판(21b) 및 직류 전원(23b)은 포커스 링용의 정전 흡착 기구의 일레이다.
- [0020] 정전 척(22)의 외주부에는 웨이퍼(W)의 주연부를 둘러싸도록, 원환(圓環) 형상의 포커스 링(24)이 배치된다. 포커스 링(24)은 도전성 부재, 예를 들면 실리콘으로 형성되며, 처리실(17)에서 플라즈마를 웨이퍼(W)의 표면을 향해 수축하여, 에칭 처리의 효율을 향상시킨다.
- [0021] 포커스 링(24)은 실리콘 함유 재료, 알루미늄(Al_2O_3) 또는 석영 중 어느 하나로 형성된다. 포커스 링(24)이 실리콘 함유 재료로 형성되는 경우, 실리콘 단결정 또는 실리콘 카바이드(SiC)가 포함된다. 포커스 링(24)은 이들 부재 중 어느 하나에 의해 일체형으로 형성되어 있다.
- [0022] 정전 전극판(21a) 및 정전 전극판(21b)에 양의 직류 전압(이하, 'HV'(High Voltage)라고도 표기함)이 인가되면, 웨이퍼(W)의 이면 및 포커스 링(24)의 이면에 음전위가 발생하여 정전 전극판(21a) 및 정전 전극판(21b)의 표면과, 웨이퍼(W)의 이면 및 포커스 링(24)의 이면과의 사이에 전위차가 발생한다. 웨이퍼(W)는 이 전위차에 기인하는 쿨롱력 또는 존슨·라베크력에 의해, 정전 척(22)에 정전 흡착되어 유지된다. 또한, 포커스 링(24)이 정전 척(22)에 정전 흡착된다.
- [0023] 또한, 배치대(12)의 내부에는, 예를 들면 원주 방향으로 연장되는 환상의 냉매실(25)이 마련된다. 이 냉매실(25)에는 냉매용 배관(26)을 거쳐 칠러 유닛으로부터 저온의 냉매, 예를 들면 냉각수 또는 갈텐(등록 상표)이 순환 공급된다. 이 저온의 냉매에 의해 냉각된 배치대(12)는 정전 척(22)을 개재하여 웨이퍼(W) 및 포커스 링(24)을 냉각한다.
- [0024] 정전 척(22)에 있어서의 웨이퍼(W)가 흡착되는 면(흡착면)에는 복수의 전열 가스 공급홀(27)이 개구되어 있다. 이들 복수의 전열 가스 공급홀(27)에는 전열 가스 공급 라인(28)을 거쳐 헬륨(He) 가스 등의 전열 가스가 공급된다. 전열 가스는 복수의 전열 가스 공급홀(27)을 거쳐 정전 척(22)의 표면과 웨이퍼(W)의 이면과의 간극 및 정전 척(22)의 표면과 포커스 링(24)의 이면과의 간극으로 공급되고, 웨이퍼(W) 및 포커스 링(24)의 열을 정전 척(22)에 전달하도록 기능한다.
- [0025] 처리 용기(11)의 천장부에는 배치대(12)와 대향하도록 가스 샤워 헤드(29)가 배치되어 있다. 제 2 고주파 전원(31)은 정합기(30)를 개재하여 가스 샤워 헤드(29)에 접속되고, 예를 들면 처리 용기(11) 내에서 플라즈마를 생성하기 위하여 적합한 주파수, 예를 들면 60 MHz의 고주파 전력(RF)(이하, '고주파 전력(HF)'(High Frequency)이라고도 표기함)을 가스 샤워 헤드(29)에 공급한다.
- [0026] 이와 같이 하여 가스 샤워 헤드(29)는 상부 전극으로서도 기능한다. 또한 정합기(30)는 가스 샤워 헤드(29)로부터의 고주파 전력의 반사를 억제하여, 플라즈마 여기용의 고주파 전력(HF)의 공급 효율을 최대로 한다. 또한, 제 2 고주파 전원(31)으로부터 공급되는 고주파 전력(HF)은 배치대(12)에 인가되어도 된다.
- [0027] 가스 샤워 헤드(29)는 다수의 가스홀(32)을 가지는 천장 전극판(33)과, 천장 전극판(33)을 착탈 가능하게 매달아 지지하는 쿨링 플레이트(34)와, 쿨링 플레이트(34)를 덮는 덮개체(35)를 가진다. 또한, 쿨링 플레이트(34)의 내부에는 버퍼실(36)이 마련되고, 버퍼실(36)에는 가스 도입관(37)이 접속되어 있다. 가스 샤워 헤드(29)는 가스 공급원(8)으로부터 가스 도입관(37) 및 버퍼실(36)을 거쳐 공급된 가스를 다수의 가스홀(32)을 거쳐 처리실(17) 내로 공급한다.
- [0028] 가스 샤워 헤드(29)는 처리 용기(11)에 대하여 착탈 가능하며, 처리 용기(11)의 덮개로서도 기능한다. 처리 용기(11)로부터 가스 샤워 헤드(29)를 분리시키면, 작업자는 처리 용기(11)의 벽면 또는 구성 부품에 직접 접촉할 수 있다. 이에 의해, 작업자는 처리 용기(11)의 벽면 또는 구성 부품의 표면을 클리닝할 수 있어, 처리 용기(11)의 벽면 등에 부착한 부착물을 제거할 수 있다.
- [0029] 기관 처리 장치(10)에서는 가스 샤워 헤드(29)로부터 공급된 가스로부터 플라즈마가 생성되고, 그 플라즈마에 의해 웨이퍼(W)에 에칭 등의 플라즈마 처리가 실시된다. 기관 처리 장치(10)의 각 구성 부품의 동작은 기관 처리 장치(10)의 전체를 제어하는 제어부(50)에 의해 제어된다.
- [0030] 제어부(50)는 CPU(51), ROM(Read Only Memory)(52), RAM(Random Access Memory)(53)을 가진다. 제어부(50)는

RAM(53) 등에 기억된 레시피에 설정된 순서에 따라, 에칭 처리 등의 플라즈마 처리를 제어한다. 또한 제어부(50)의 기능은 소프트웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 하드웨어를 이용하여 실현되어도 된다.

- [0031] 이러한 구성의 기관 처리 장치(10)에 있어서 에칭 등의 처리를 행할 시에는, 먼저, 웨이퍼(W)가 반송 암 상에 유지된 상태로, 개구된 게이트 밸브(9)로부터 처리 용기(11) 내로 반입된다. 게이트 밸브(9)는 웨이퍼(W)를 반입 후에 닫힌다. 웨이퍼(W)는 정전 척(22)의 상방에서 푸셔 핀에 의해 유지되고, 푸셔 핀이 강하함으로써 정전 척(22) 상에 배치된다. 정전 척(22)의 정전 전극판(21a) 및 정전 전극판(21b)에 직류 전원(23a) 및 직류 전원(23b)으로부터의 직류 전압(HV)이 인가된다. 이에 의해, 웨이퍼(W) 및 포커스 링(24)은 정전 척(22) 상에 정전 흡착된다.
- [0032] 처리 용기(11) 내의 압력은 배기 장치(38) 및 APC 밸브(16)에 의해 설정값으로 감압된다. 가스는 가스 샤워 헤드(29)로부터 샤워 형상으로 처리 용기(11) 내에 도입되고, 정해진 고주파 전력이 처리 용기(11) 내에 인가된다. 도입된 가스는 고주파 전력에 의해 전리 및 해리되고, 이에 의해 플라즈마가 생성된다. 웨이퍼(W)에는 플라즈마에 의해 에칭 처리 또는 성막 처리가 실시된다. 이 후, 웨이퍼(W)는 반송 암 상에 유지되어, 처리 용기(11)의 외부로 배출된다.
- [0033] [포커스 링의 이면]
- [0034] 이어서, 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)의 이면에 있어서의 표면 거칠기(Ra)와 전하의 이동에 대하여, 도 2 및 도 3을 참조하여 설명한다. 도 2는 이면이 경면 형상의(매끄러운) 포커스 링(24)과 정전 척(22) 사이의 전하의 상태의 일례를 나타낸다. 도 3은 이면이 거친 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)과 정전 척(22) 사이의 전하의 상태의 일례를 나타낸다.
- [0035] 도 2의 (a) ~ (c) 및 도 3의 (a) ~ (c)에 있어서, 정전 척(22)의 정전 전극판(21a) 및 정전 전극판(21b)에는, 직류 전원(23a) 및 직류 전원(23b)으로부터 양의 직류 전압(HV)이 인가된다. 도 2의 (a) ~ (c) 및 도 3의 (a) ~ (c)에 나타내는 각 프로세스 중, 인가되는 직류 전압(HV)의 값은 일정하며, 변화하지 않는다. 한편, 도 2의 (a) 및 도 3의 (a)에서는, 제 2 고주파 전원(31)으로부터 처리 용기(11) 내에, 비교적 낮은 플라즈마 생성용의 고주파 전력(HF)을 공급하여 플라즈마를 생성한다.
- [0036] 이에 의해, 포커스 링(24)의 이면에 음전하가 발생한다. 이에 의해, 정전 척(22)의 표면의 양전하와 포커스 링(24)의 이면의 음전하가 서로 당김으로써, 포커스 링(24)이 정전 척(22)에 정전 흡착된다.
- [0037] 이어서, 도 2의 (b) 및 도 3의 (b)에서는, 도 2의 (a) 및 도 3의 (a)에서 인가한 고주파 전력(HF)보다 높은 고주파 전력(HF)을 공급하여 플라즈마를 생성한다. 그 결과, 정전 척(22)의 표면의 양전하와 포커스 링(24)의 이면의 음전하가 서로 당기는 힘이 강해져, 포커스 링(24)과 정전 척(22) 간의 거리가 좁아진다.
- [0038] 이어서, 도 2의 (c) 및 도 3의 (c)에서는, 도 2의 (b) 및 도 3의 (b)에서 인가한 고주파 전력(HF)보다 낮은 고주파 전력(HF)이 인가된다.
- [0039] 도 2에서는, 포커스 링(24)의 이면이 경면 형상으로서, 예를 들면 포커스 링(24)의 이면의 표면 거칠기는 0.08 μm 이하이다. 이 경우, 도 2의 (a)에서 인가한 고주파 전력(HF)보다 높은 고주파 전력(HF)이 인가된 경우, 도 2의 (b)에 나타내는 바와 같이 포커스 링(24)과 정전 척(22) 간의 거리는 도 2의 (a) 때의 거리보다 좁아진다. 이 후, 도 2의 (b)에서 인가한 고주파 전력(HF)보다 낮은 고주파 전력(HF)이 인가된 경우, 도 2의 (c)에 나타내는 바와 같이, 포커스 링(24)과 정전 척(22) 간의 거리는 도 2의 (b) 때의 거리보다 넓어진다. 이 때, 포커스 링(24)의 음전하의 일부가 정전 척(22)의 표면에 남는다. 이와 같이 하여, 저파워와 고파워의 고주파 전력(HF)을 인가함으로써, 포커스 링(24)으로부터 정전 척(22)으로 이동하는 음전하가 증가한다. 그 결과, 포커스 링(24)의 이면의 음전하의 수가 줄어, 포커스 링(24)의 정전 척(22)에 대한 흡착력이 저하된다.
- [0040] 프로세스에 따라서는, 제 2 고주파 전원(31)으로부터 저파워와 고파워의 고주파의 인가가 반복된다. 이 반복에 의해, 포커스 링(24)을 정전 척(22)에 흡착시키기 위한 전하가 더 줄어 간다. 그 결과, 포커스 링(24)의 정전 척(22)에 대한 흡착력이 더 저하되어, 포커스 링(24)과 정전 척(22)의 사이로 공급되는 전열 가스가 포커스 링(24)과 정전 척(22)의 사이로부터 누출되는 양(이하, '리크량'이라고도 함)이 증가한다.
- [0041] 예를 들면, 플라즈마 생성용의 고주파 전력(HF)의 적정값은, 실행되는 프로세스에 따라 상이하다. 예를 들면 도 2의 (a)에서는, 플라즈마 생성용의 고주파 전력(HF)이 1000 W로 제어되었다고 하자. 이어서, 도 2의 (b)에 있어서 플라즈마 생성용의 고주파 전력(HF)이 2000 W로 제어되었을 때, 도 2의 (b)의 시점에서의 플라즈마 중의 전자 밀도(Ne)는, 도 2의 (a)의 시점에서의 플라즈마 중의 전자 밀도(Ne)보다 높다.

- [0042] 한편, 상기한 바와 같이, 정전 척(22)에 인가되는 직류 전압(HV)의 값은 일정하다. 이 때문에, 정전 척(22)의 흡착력은, 도 2의 (a) 및 도 2의 (b)에서 인가된 고주파 전력의 차분 '1000 W'만큼 높아진다. 이에 의해, 정전 척(22)의 흡착력은 도 2의 (a)의 시점의 흡착력보다 높아진다. 그 결과, 도 2의 (b)의 시점에서는 도 2의 (a)의 시점과 비교하여 포커스 링(24)과 정전 척(22)과의 거리가 좁아진다.
- [0043] 도 2의 (c)에서는, 다시 플라즈마 생성용의 고주파 전력이 1000 W로 제어된다. 이에 의해, 정전 척(22)의 흡착력은 도 2의 (b)의 시점의 흡착력보다 낮아진다. 그 결과, 도 2의 (c)의 시점에서는 도 2의 (b)의 시점과 비교하여 포커스 링(24)과 정전 척(22)과의 거리가 넓어진다. 이 때, 포커스 링(24)으로부터 정전 척(22)으로의 전하의 이동이 발생한다. 이에 의해, 포커스 링(24)과 정전 척(22) 간의 흡착력이 약해져, 정전 척(22)과 포커스 링(24)의 사이로 공급되는 전열 가스의 리크량이 증가한다.
- [0044] 전열 가스의 리크량을 줄이기 위해서는, 포커스 링(24)의 이면으로부터 정전 척(22)의 표면으로 음전하가 이동하는 것을 방지 또는 억제할 필요가 있다. 이 때문에, 본 실시 형태에서는 정전 척(22)에 접촉하는 포커스 링(24)의 이면을 거칠게 한다. 즉, 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)의 이면의 표면 거칠기(Ra)가 0.1 μm 이상으로 한다.
- [0045] 도 3은 이면의 표면 거칠기(Ra)가 0.1 μm 이상인 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)을 이용한 경우의 포커스 링(24)과 정전 척(22) 사이의 전하의 상태의 일례를 나타낸다. 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)은 줄 등을 이용하여 이면의 표면 거칠기(Ra)를 0.1 μm 이상으로 한다. 그러나, 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)의 이면의 가공 방법은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 블라스트 처리에 의해 이면의 표면 거칠기(Ra)를 0.1 μm 이상으로 해도 된다.
- [0046] 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)을 이용한 경우, 포커스 링(24)의 이면의 요철(凹凸)에 의해, 포커스 링(24)의 이면이 경면 형상인 경우보다 포커스 링(24)과 정전 척(22)과의 접촉 면적이 작아진다. 이에 의해, 포커스 링(24)의 이면에 발생하는 접촉 저항을 증가시킬 수 있다. 접촉 저항이 증가함으로써, 포커스 링(24)으로부터 정전 척(22)으로의 전하의 이동이 하기 어려워진다. 그 결과, 포커스 링(24)의 이면의 음전하가 정전 척(22)으로 이동하는 것을 방지하여, 포커스 링(24)과 정전 척(22) 간의 흡착력이 저하되는 것을 회피할 수 있다. 이에 의해, 포커스 링(24)과 정전 척(22)의 사이로 공급되는 전열 가스의 리크량이 증가하는 것을 방지할 수 있다.
- [0047] 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)에 의하면, 제 2 고주파 전원(31)으로부터 저파워와 고파워의 고주파가 반복 인가되는 프로세스여도, 포커스 링(24)과 정전 척(22) 간의 흡착력을 유지할 수 있다. 따라서 본 실시 형태에 따르면, 다종의 프로세스에 있어서 포커스 링(24)과 정전 척(22)의 사이로 공급되는 전열 가스의 리크량의 증대를 방지할 수 있다.
- [0048] [리크량의 실험 결과]
- [0049] 이어서, 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)의 이면의 표면 거칠기(Ra)와 전열 가스의 리크량과의 관계에 대하여, 도 4를 참조하여 설명한다. 본 실시 형태에서는, 전열 가스로서 헬륨(He) 가스가 웨이퍼(W)의 이면 및 포커스 링(24)의 이면과 정전 척(22)의 표면과의 사이로 공급된다.
- [0050] 도 4의 (a)의 종축은 포커스 링(24)의 이면이 매끄러운 경우(표면 거칠기(Ra) ≤ 0.08 μm의 경우)의 포커스 링(24)과 정전 척(22)의 사이로부터 누출되는 헬륨 가스의 양을 나타낸다.
- [0051] 도 4의 (b)의 종축은 포커스 링(24)의 이면이 거친 경우(즉, 표면 거칠기(Ra) ≥ 0.1 μm의 경우)의 포커스 링(24)과 정전 척(22)의 사이로부터 누출되는 헬륨 가스의 양을 나타낸다.
- [0052] 도 4의 (a) 및 도 4의 (b)의 횡축은 시간을 나타낸다. a ~ f의 각 시간은 프로세스 중이다. 즉, a ~ f의 각 시간에 있어서의 No.1 및 No.30으로 나타내는 곡선은 기관 처리 장치(10)에 있어서 플라즈마 처리된 1 매체의 웨이퍼(No.1) 및 30 매체의 웨이퍼(No.30)의 각 프로세스에 있어서의 헬륨 가스의 리크량을 나타낸다.
- [0053] 본 실험 결과에 따르면, 도 4의 (a)에 나타내는 포커스 링(24)의 이면이 매끄러운 경우, 1 매체의 웨이퍼(No.1)의 헬륨 가스의 리크량은 1 sccm 전후인데 반해, 30 매체의 웨이퍼(No.30)의 헬륨 가스의 리크량은 3 ~ 4 sccm 정도로 상승하고 있다. 이 결과로부터, 도 4의 (a)에 나타내는 포커스 링(24)의 이면이 매끄러운 경우, 웨이퍼의 처리 매수가 많아지면 헬륨 가스의 리크량이 늘어나는 것을 알 수 있다.
- [0054] 한편, 도 4의 (b)에 나타내는 포커스 링(24)의 이면이 거친 경우, 1 매체의 웨이퍼(No.1) 및 30 매체의 웨이퍼(No.30) 모두, 헬륨 가스의 리크량은 2.5 sccm ± 0.5 sccm이다. 이 결과로부터, 도 4의 (b)에 나타내는 포커스 링(24)의 이면이 거친 경우, 웨이퍼의 처리 매수가 많아져도 헬륨 가스의 리크량은 거의 변화하지 않는 것을 알

수 있다.

- [0055] 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)의 이면에 있어서의 표면 거칠기(Ra)와 전열 가스의 리크량과의 관계에 대하여, 도 5를 참조하여 더 설명한다. 도 5의 횡축은 프로세스 중에 인가되는 고주파 전력(HHF)의 누적 시간을 나타내고, 도 5의 종축은 포커스 링(24)과 정전 척(22)의 사이로부터 리크되는 헬륨 가스의 리크량을 나타낸다. 곡선(A)은 포커스 링(24)의 이면이 매끄러운 경우(즉, 표면 거칠기(Ra) \leq 0.08 μm 의 경우)의 헬륨 가스의 리크량을 나타낸다. 곡선(B)은 포커스 링(24)의 이면이 거친 경우(즉, 표면 거칠기(Ra) \geq 0.1 μm 의 경우)의 헬륨 가스의 리크량을 나타낸다.
- [0056] 본 결과에 의해서도, 포커스 링(24)의 이면이 매끄러운 경우, 웨이퍼의 처리 매수가 많아지면 헬륨 가스의 리크량이 늘어나는 것을 알 수 있다. 이는, 포커스 링(24)을 정전 흡착시키는 정전 척(22)과 포커스 링(24)의 사이에 있어서, 시간과 함께 전하의 이동이 발생하여, 서서히 포커스 링(24)을 흡착하는 힘이 약해지는 것을 나타낸다.
- [0057] 한편, 포커스 링(24)의 이면이 거친 경우, 웨이퍼의 처리 매수가 많아져도 헬륨 가스의 리크량은 변화하고 있지 않은 것을 알 수 있다. 이는, 정전 척(22)과 포커스 링(24)의 사이에 있어서의 전하의 이동을 방지하여, 포커스 링의 흡착 특성이 안정되어 있는 것을 나타낸다.
- [0058] 이상의 결과로부터, 본 실시 형태에 따른 기관 처리 장치(10)에서는 이면을 표면 거칠기(Ra) \geq 0.1 μm 로 한 포커스 링(24)을 사용하여 플라즈마 프로세스를 실행함으로써, 포커스 링의 흡착 특성을 안정화시킬 수 있는 것을 알 수 있다. 이에 의해, 포커스 링(24)과 정전 척(22) 사이의 밀봉성이 안정되어, 웨이퍼의 처리 매수가 증가해도 전열 가스의 리크량의 변동을 방지할 수 있다.
- [0059] [에칭 레이트의 실험 결과]
- [0060] 마지막으로, 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)을 이용한 경우의 플라즈마 에칭 처리의 결과에 대하여, 도 6을 참조하여 설명한다.
- [0061] 도 6의 (a)의 종축은 포커스 링(24)의 이면이 매끄러운 경우(즉, 표면 거칠기(Ra) \leq 0.08 μm 의 경우)의 에칭 레이트를 나타낸다. 도 6의 (b)의 종축은, 포커스 링(24)의 이면이 거친 경우(즉, 표면 거칠기(Ra) \geq 0.1 μm 의 경우)의 에칭 레이트를 나타낸다.
- [0062] 도 6의 (a) 및 도 6의 (b)의 횡축은 웨이퍼(W)의 위치를 나타낸다. 도 6의 (a) 및 도 6의 (b)에서는, 300 mm의 웨이퍼(W)를 직경 방향을 향해 에칭 레이트를 측정한다. 도 6의 (a) 및 도 6의 (b)에서는, 임의의 일직선 방향을 x 방향으로 하고, x 방향과 x 방향에 수직인 y 방향의 에칭 레이트의 평균값을 플롯한다. 또한 에칭 대상막은 폴리 실리콘막 및 산화 실리콘막의 2 종류이다.
- [0063] 본 실험 결과에 따르면, 도 6의 (a)에 나타내는 포커스 링(24)의 이면이 매끄러운 경우 및 도 6의 (b)에 나타내는 포커스 링(24)의 이면이 거친 경우 모두, 폴리 실리콘막 및 산화 실리콘막을 에칭했을 때의 에칭 레이트는 거의 동일하다. 이상으로부터, 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)을 이용한 경우, 플라즈마 처리 특성을 양호하게 유지하면서 포커스 링의 흡착 특성을 안정시켜, 전열 가스의 리크량의 변동을 방지할 수 있는 것을 알 수 있다.
- [0064] 이상, 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24) 및 그 포커스 링(24)을 가지는 기관 처리 장치(10)에 대하여 설명했다. 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)에 의하면, 포커스 링(24)의 이면(즉, 포커스 링(24)의 정전 척(22)과의 접촉면)은 0.1 μm 이상의 표면 거칠기(Ra)를 가진다. 이에 의해, 포커스 링(24)의 이면에 발생하는 접촉 저항을 증가시켜 포커스 링의 흡착 특성을 안정화시키며, 전열 가스의 리크량을 줄여 가스의 밀봉성을 높일 수 있다.
- [0065] 단, 포커스 링(24)의 이면을 너무 거칠게 하면 포커스 링(24)의 흡착 특성이 나빠져, 전열 가스의 리크량이 증가할 우려가 있다. 즉, 포커스 링(24)의 이면을 너무 거칠게 하면, 포커스 링(24)과 정전 척(22) 간의 거리가 물리적으로 멀어진다.
- [0066] 즉, 포커스 링(24)의 이면의 표면 거칠기(Ra)의 값이 커질수록, 포커스 링(24)과 정전 척(22)의 거리가 커지기 때문에, 정전 척(22) 표면의 양전하와 포커스 링(24) 이면의 음전하의 쿨롱력 등이 낮아진다. 그 결과, 포커스 링(24)의 흡착력이 약해져, 전열 가스의 리크량이 증가한다. 따라서, 포커스 링(24)의 이면의 표면 거칠기(Ra)는 1.0 μm 이하인 것이 바람직하다. 즉, 본 실시 형태에 따른 포커스 링(24)의 이면의 표면 거칠기(Ra)는 0.1

μm 이상이며, 1.0 μm 이하인 것이 바람직하다.

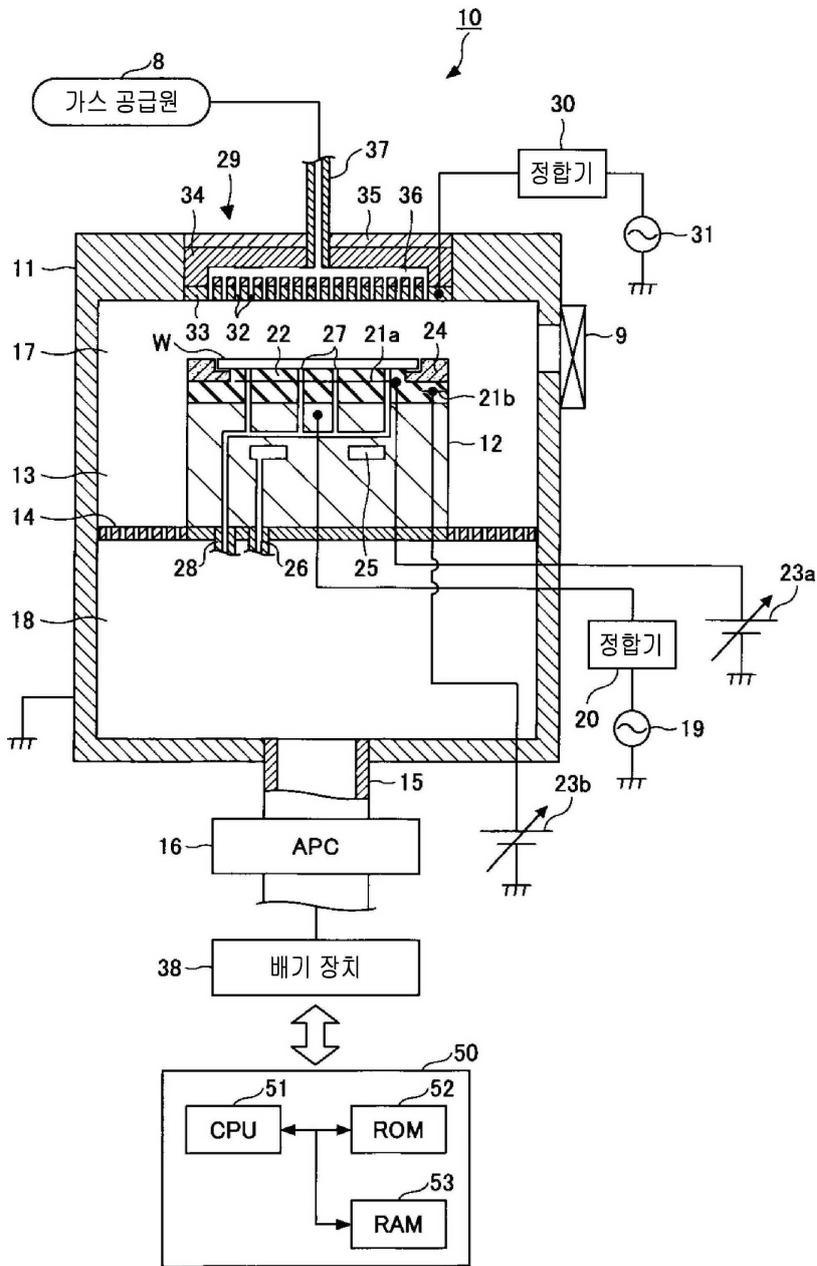
- [0067] 이상, 포커스 링 및 기판 처리 장치를 상기 실시 형태에 의해 설명했지만, 본 발명에 따른 포커스 링 및 기판 처리 장치는 상기 실시 형태에 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 범위 내에서 각종 변형 및 개량이 가능하다. 상기 복수의 실시 형태에 기재된 사항은 모순되지 않는 범위에서 조합할 수 있다.
- [0068] 예를 들면, 상기 실시 형태에서는, 포커스 링(24)의 이면을 0.1 μm 이상이며 1.0 μm 이하의 표면 거칠기(Ra)로 했다. 그러나, 포커스 링(24)과 정전 척(22)이 접촉하는 포커스 링(24)의 접촉면 및 정전 척(22)의 접촉면 중 적어도 어느 하나를, 0.1 μm 이상의 표면 거칠기(Ra)로 하면 된다. 또한, 포커스 링(24)과 정전 척(22)이 접촉하는 포커스 링(24)의 접촉면 및 정전 척(22)의 접촉면 중 적어도 어느 하나를 1.0 μm 이하의 표면 거칠기(Ra)로 하는 것이 바람직하다.
- [0069] 본 발명에 따른 포커스 링은 도 1에 나타내는 용량 결합형 플라즈마(CCP : Capacitively Coupled Plasma)의 기판 처리 장치뿐 아니라, 그 외의 기판 처리 장치에 적용 가능하다. 그 외의 기판 처리 장치로서는, 유도 결합형 플라즈마(ICP : Inductively Coupled Plasma), 래디얼 라인 슬롯 안테나를 이용한 기판 처리 장치, 헬리콘파 여기형 플라즈마(HWP : Helicon Wave Plasma) 장치, 전자 사이클로트론 공명 플라즈마(ECR : Electron Cyclotron Resonance Plasma) 장치 등이어도 된다.
- [0070] 본 명세서에서는, 예칭 대상으로서 웨이퍼(W)에 대하여 설명했지만, LCD(Liquid Crystal Display), FPD(Flat Panel Display) 등에 이용되는 각종 기판, 또는 포토마스크, CD 기판, 프린트 기판 등이어도 된다.

부호의 설명

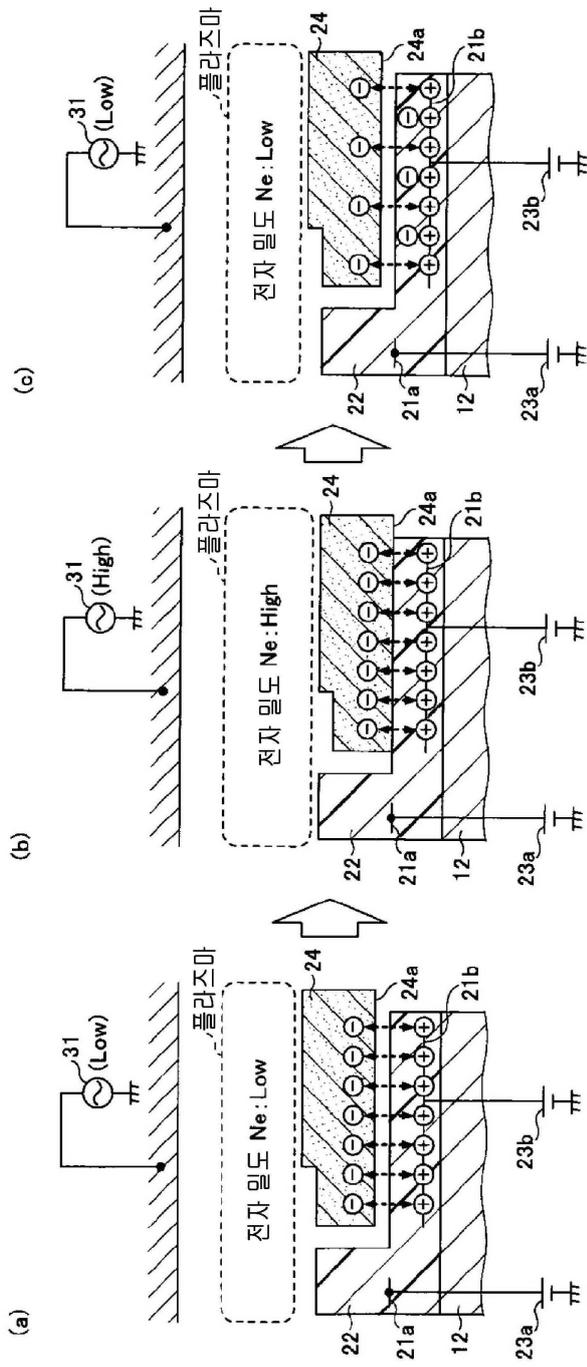
- [0071] 8 : 가스 공급원
- 10 : 기판 처리 장치
- 11 : 처리 용기
- 12 : 배치대(하부 전극)
- 16 : APC 밸브
- 19 : 제 1 고주파 전원
- 21a, 21b : 정전 전극판
- 22 : 정전 척
- 23a, 23b : 직류 전원
- 24 : 포커스 링
- 27 : 전열 가스 공급홀
- 28 : 전열 가스 공급 라인
- 29 : 가스 샤워 헤드(상부 전극)
- 31 : 제 2 고주파 전원
- 32 : 다수의 가스홀
- 33 : 천장 전극판
- 34 : 쿨링 플레이트
- 35 : 덮개체
- 36 : 버퍼실
- 37 : 가스 도입관
- 38 : 배기 장치
- 50 : 제어부

도면

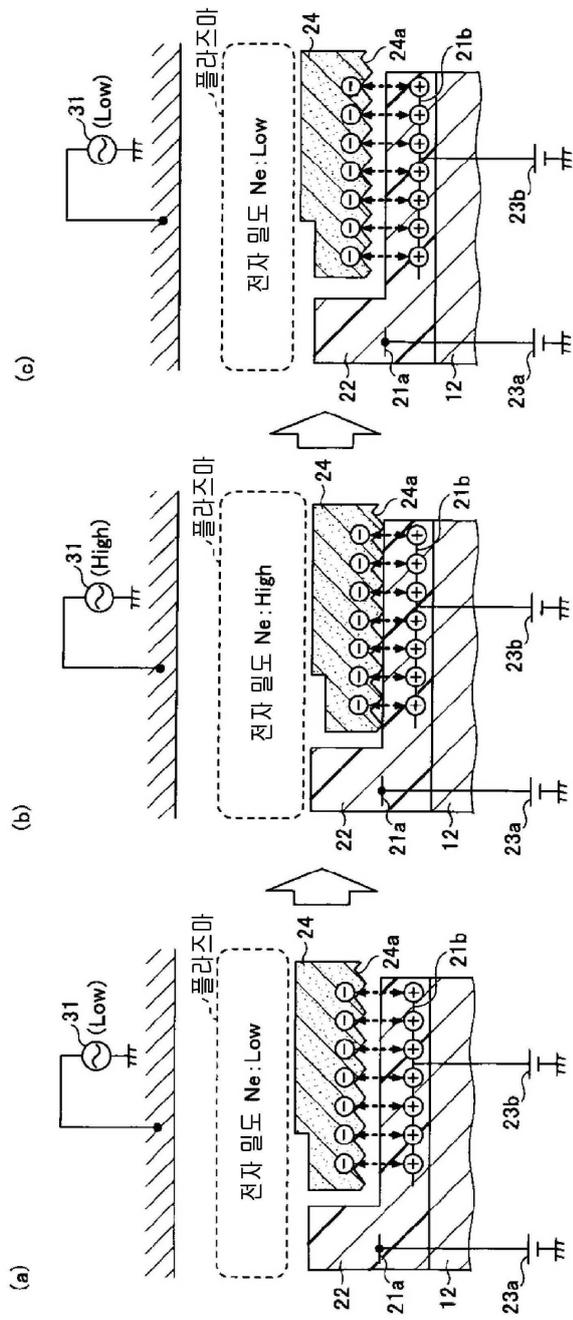
도면1



도면2

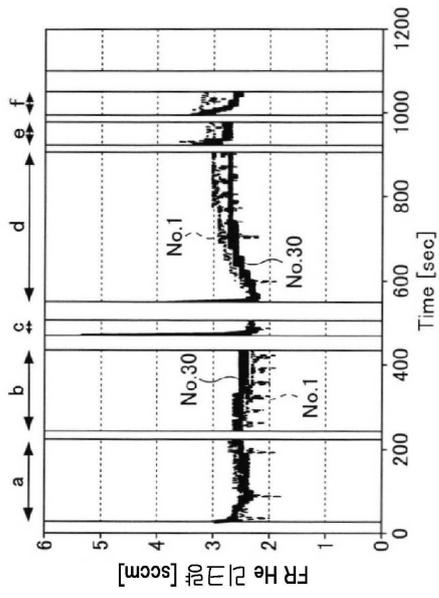


도면3

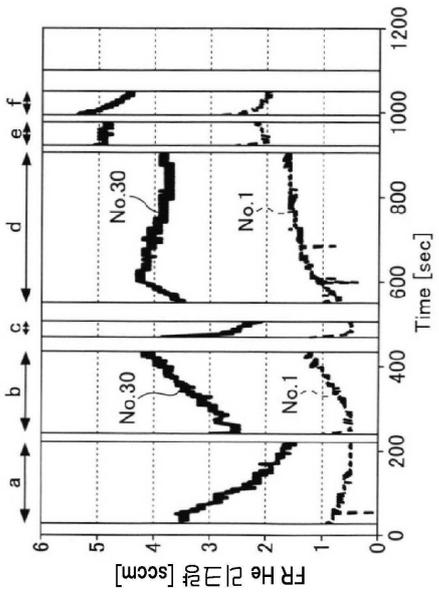


도면4

(b) FR 이면 거침 ($Ra \geq 0.1$)



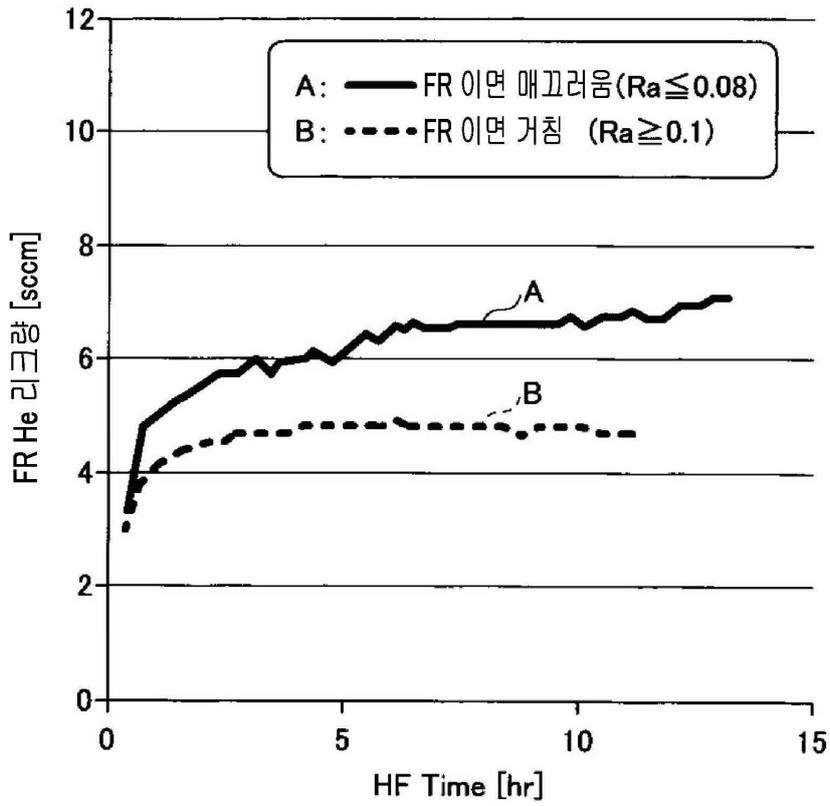
(a) FR 이면 매끄러움 ($Ra \leq 0.08$)



a~f → 프로세스 중

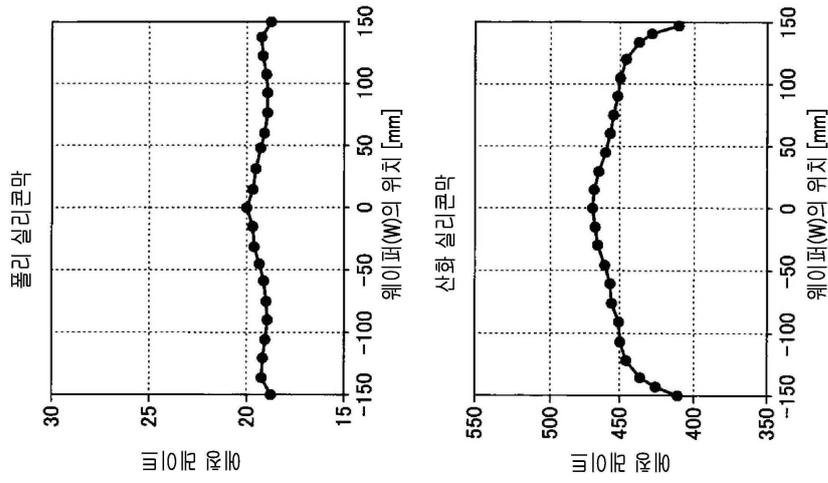
— 1 매재 웨이퍼
- - - - 2 매재 웨이퍼

도면5



도면6

(b) FR 이면 거침 ($Ra \geq 0.1$)



(a) FR 이면 매끄러움 ($Ra \leq 0.08$)

